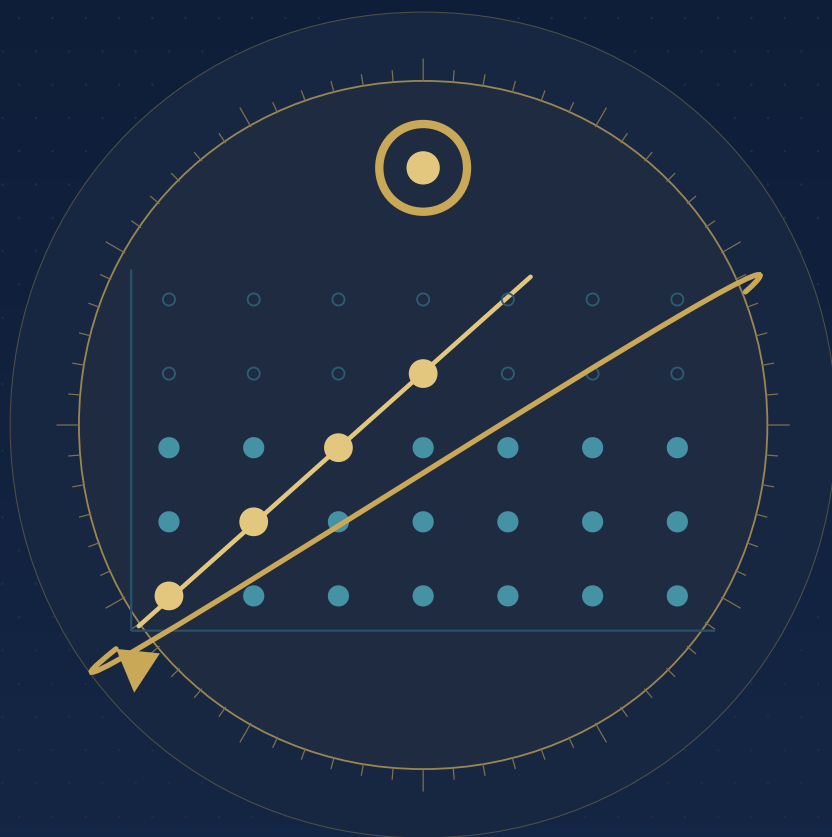


德麦国际专著 · 第 542 号

知识同一性 谱系递归发生学

Recursive Genesis of Knowledge-Identity Genealogies

从十大工具革命到人—AI思想复合主体与文明经济升级



王德生 著

德麦国际出版社

Demai International Press

德麦国际专著 · 第 542 号

知识同一性 谱系递归发生学

从十大工具革命到人—AI思想复合主体与文明经济升级

王德生 著

德麦国际出版社

Demai International Press • Singapore

出版信息

书名	《知识同一性谱系递归发生学——从十大工具革命到人—AI思想复合主体与文明经济升级》
英文书名	Recursive Genesis of Knowledge-Identity Genealogies: From Ten Tool Revolutions to the Human—AI Composite Subject of Thought and the Upgrading of the Civilizational Economy
著者	王德生
执笔	著者提出理论与框架；文字由 AI（Claude）在著者指令下协作续写、统稿，经三轮内部审校
出版	德麦国际出版社（Demai International Press）· 新加坡
编号	德麦国际专著第 542 号
ISBN	979-8-90690-543-7
定价	US\$20.00
开本	170 mm × 240 mm
字数	正文净 299,079 汉字（约 30 万字）
版次	2026 年 10 月第 1 版

AI 协作声明：本书署名王德生；全书的理论框架与问题由著者提出，文字在著者指令下由 AI（Claude）协作续写、统稿，并经三轮内部审校（来源与证据、概念与论证、结构与术语）。三轮审校由同一模型家族的助手分段执行，不是三名独立专家的评审，不替代出版社正式三审三校，也不代著者核签。

来源说明：全书使用 121 项来源，逐项登记了实际读取范围与使用边界（见参考书目与随书的来源台账）。多数来源只读到摘要、工作稿或部分页面，没有一项可以理解为被全文通读，更不意味着它单独支持了本书的整条论证。

数值与实验说明：书中所有数值算例均为思想实验或固定种子的构想模拟，不是现实数据；所有关于思想复合主体、工具迁移、经济指标的研究设计均未执行，书内没有任何实验结果；附录与第 33 章提到的检查程序只验证有限构造，不是一般命题的证明。

全书结构：出版信息、作者介绍、前言、导读、目录；绪论；第一编至第九编（第 1—41 章）；结论、附录 A—B、参考书目。

版权所有 侵权必究

知识不仅在生长，它还在改变自己凭什么生长。

——绪论

作者介绍

王德生 (Desheng Wang)，博士，SIO 本体论与 SDE 发生学创立者。

湘潭大学数学系本科、硕士，中国科学院数学研究所博士，中国科学院计算数学研究所博士后。曾任英国斯旺西大学高级研究员、新加坡南洋理工大学数学系助理教授（博士生导师）与资深研究科学家。在计算数学与图形学国际期刊发表论文 47 篇。

现任德麦国际 (Demai International Pte. Ltd., 新加坡) 创始人、董事长, 主持 SDE Universes 平台 (sdeuniverses.com)。

前言

一个问题，和它的边界

这本书从一个看起来很熟的问题开始：工具为什么会改变行业？最顺手的回答是"效率提高了"。可是效率提高以后，同行都用上了同样的工具，大家只是在同一个比较方式里跑得更快，并没有走出原来的行业。真正需要解释的，是另一种变化：旧领域的边界变了，原来不能单独组织的活动成了一种服务，一种服务又长出新的职业、组织和市场。

沿着这个问题往前走，书里依次遇到几件事。工具起作用的不是孤立的工具，而是人和工具构成的复合主体；人和人工智能长期共同做研究，还会形成一种特殊的思想复合主体；知识之间的"同一"并不是一个数，而是随任务而变的多维关系；有了大模型之后，谱系里过去无力进入的位置第一次有了被系统填充的可能，而填充所依赖的坐标轴本身也会被改写。全书把最后这一层叫做**递归发生**，并全部用 SDE 的语言来讲：S 是显露，D 是差异序列，E 是特征纠缠系统。

全书的核心定义只有一句，在绪论里：

某一轮知识活动的结果，经过检验和选择性回写，改变了后续知识活动的发生条件、路径或区分规则，并且这种改变能够在下一轮被使用和再次检验。

这句话有三层限制，读者应当先知道。第一，本书的数值例子都是构想出来的思想实验，书内没有新增任何真实的宏观数据，更没有执行任何实验。第二，书中的数学部分是有适用条件的命题和有限复算，不是对一般情形的证明，也不能拿来冒充对全部知识谱系的完备描述。第三，三位一体的出版、版本协议和知识发生平台，在书里一律停在"设计"这一层，不是已经实现的功能。

全书九编四十一章，净正文近三十万汉字。凡引用的来源都给出台账编号，台账写明读取范围；凡尚未核实之处，附录 A 逐条列明。书稿由 AI 协作成稿，审校由

同一类助手分轮完成，独立专家的评审和著者的最终核签仍未发生，读者在引用时请把这一点算进去。

导读

这本书怎么读

想先看问题：读绪论，再读第1章（效率提高为什么不一定带来行业升级）。

想先看历史对照：第5—14章是十类工具的对照，每章分开写"史料说了什么"和"本书的解释"，并列出现机制相近而结果不同的反例。

想先看论证是否严

格：直接读第24、25、33章，并对照各章末的边界说明；第33章附有依赖图。

想先看怎样做研究：从第21、37章的设计读起，再读第38—40章的接口和平台设计。这些全是设计，不是已实现的结果。

正文中方括号里的编号，如 [R02]，指向来源台账。台账不只写出处，还写明作者实际读取了哪一部分、该来源不能支持什么；看到一个编号，不要理解为这份文献被全文读过。结论一章用同一套区分，把绪论里的六项主张逐项对账：哪些已定义、哪些有限推导、哪些有历史支持、哪些仍待检验。

阅读时请始终区分三件事：**来源说了什么、本书怎样解释、这一解释在什么条件下成立。**

目 录

作者介绍	iv
前言 一个问题，和它的边界	v
导读 这本书怎么读	vii
绪论 知识的下一次增长，究竟长在哪里？	1
第一编 工具、复合主体与文明经济发生的基本原理	9
第1章 工具革命的悖论：为什么效率提高不一定带来行业升级？	10
第2章 人一工具复合主体的诞生	20
第3章 从行业多元化到行业模式谱系化	31
第4章 SDE解释工具革命的基本理论框架	42
第二编 人类文明前五次代表性工具革命	53
第5章 犁：农业生产谱系的发生	54
第6章 文字：从记忆活动到知识管理谱系	64
第7章 航船：交通与贸易谱系的发生	74
第8章 印刷机：知识传播产业的谱系革命	83
第9章 蒸汽机：工业生产模式谱系的发生	93
第三编 从电力、汽车、飞机、计算机到人工智能	103
第10章 电动机与电力系统：动力应用模式谱系化	104
第11章 汽车：交通模式谱系化的典型案例	114
第12章 飞机：航空交通与全球经济谱系	124
第13章 计算机与互联网：从处理信息到组织数字活动	133
第14章 人工智能：脑力工具革命的特殊性	142
第四编 人类知识同一性谱系的历史普遍性	153
第15章 数学、物理、化学的统一性究竟统一在哪里？	154
第16章 宗教信仰与知识部落的历史形成	164
第17章 健康知识中的部分同一性：中医与现代医学的比较边界	174
第18章 知识同一性的连续谱系原理	184
第五编 人一AI思想复合主体与E—D双重部落谱系化	195

第 19 章	思想复合主体的本体论	196
第 20 章	特定人与特定AI的思想纠缠	211
第 21 章	思想复合主体的工具不可消去性原理	224
第 22 章	E与D为什么具有部落谱系性?	236
第 23 章	知识部落怎样诞生、传承并超出创始人	248
第六编	统一性知识的多维谱系化：数学与经济学	259
第 24 章	知识同一性不是一个数，而是多维特征关系	260
第 25 章	从同一性谱系轴到多维谱系空间	271
第 26 章	SDE数学：统一性数学的内生谱系发生	283
第 27 章	SDE经济学：为什么CPI成为知识谱系化的切入口?	302
第 28 章	统一性知识怎样成为新的谱系发生母体	315
第七编	知识同一性谱系递归发生学	327
第 29 章	从知识积累到谱系递归发生的四次跃迁	328
第 30 章	AI怎样提高知识同一性谱系的生成可达性	339
第 31 章	谱系轴本身如何诞生?	350
第 32 章	递归发生的纵向、横向与高阶机制	362
第 33 章	SDE知识同一性谱系递归发生的数学模型	375
第八编	知识部落经济与文明经济规模升级	391
第 34 章	从行业分工经济到知识部落经济	392
第 35 章	知识同一性谱系如何创造新的经济规模?	402
第 36 章	从工具内卷到知识谱系升级	414
第 37 章	知识谱系经济学的指标体系与实证研究	425
第九编	新知识文明、SDE平台与未来知识发生制度	439
第 38 章	不同知识部落如何建立新的共同性	440
第 39 章	专著典范转移：从知识集合到谱系发生理论	450
第 40 章	SDE知识与思想发生平台的谱系化机制	460
第 41 章	知识同一性谱系递归发生的文明未来	470
结论	从统一性知识文明走向递归发生的知识谱系文明	480
附录		489
附录A	出版前未决事项	490
附录B	版本与审校说明	492
参考书目		493

绪论

知识的下一次增长，究竟长在哪里？

◆ 一、效率之后：旧领域怎样被重新发生

一件工具刚出现时，人们首先问它能替自己做什么。犁能不能多翻几块地，车能不能把人送得更远，机器能不能让同样的货物做得更快。这个问题重要，却只看见工具进入旧任务的第一步。另一种变化往往要迟一些才显露：旧任务的边界变了，原本不可独立组织的活动成为一种服务，一种服务又长出新的职业、组织与市场。工具没有只在旧世界里加速，它参与了旧领域的重新发生。

本书从这一差别出发。汽车型号增多不是交通模式谱系化的充分说明；私人出行、固定线路运输、按需运输与货物流通具有不同的组织原则，才把我们带到真正的问题前。谁决定目的，谁协调时间，谁承担风险，车辆怎样调配，知识怎样积累？这些问题不能由发动机单独回答。发生交通模式的，是具体的人、组织与工具构成的行动系统。本书把这种需要在整体能力上识别的组织称为人一工具复合主体。

◆ 二、AI把问题推进到知识的发生方式

人工智能把问题推进到一个新位置。对于车辆，可以把多数使用者送到的地点与车辆自身的历史相对分开；对于长期参与理论工作的AI，研究者使用什么概念、怎样识别矛盾、在哪个反例前退让、如何判断一个问题值得继续追问，都可能进入下一次共同研究。工具不只运送已完成的思想，还参与思想的发生。由此出现的，不只是更多脑力产品，而且可能是不同的知识发生谱系。

◆ 三、统一与特殊之间的多维谱系

但是，若由此宣布人类知识将从统一走向部落，就又把事情说窄了。人类文明一直具有不同层次的共同性。数学证明可以在明确前提下被广泛检查，地方经验却可能依赖特定历史；同一信仰共同体内部会有分支，不同传统之间也可能共享实

践。公共知识没有因为特殊知识存在而消失。不同知识共同体之间，也不是简单的相同或不同：一种共同体可在计算规则上与另一共同体完全一致，在对象划分上部分相同，在研究路径上高度分化。

因此，本书的基本对象不是彼此封闭的知识岛屿，而是多维的知识同一性谱系。在这个谱系里，共同知识仍是可被反复使用的基础条件；部分共同的知识支持交流和迁移；具有历史特定性的知识则容纳公共规则尚未直接组织的经验与创造。它们不是高低排列的价值阶梯，也不分别对应真知识与假知识。共同范围、生成过程、证据等级与使用价值，必须分开判断。

◆ 四、填充、新轴与递归发生

今天的大模型使一个新的问题具有现实可研究性：过去由于成本、组织规模与表达困难而未被充分发展的谱系位置，能否由人一AI思想复合主体持续进入？这里的“填充”不能理解为机器说出了答案，某个位置就已拥有可靠知识。候选表达还要经历形式证明、经验比较或实践检验。只有能够被追溯、被纠错并继续生长的生成活动，才足以形成知识谱系，而不是内容库存。

本书进一步追问，填充所依赖的谱系轴是否也会变化。假如一套理论以某种方式划分对象，新的实践揭示它把两类关键情形混在一起，那么增长可能不再发生在原坐标上的一个新位置，而发生在坐标本身。人们需要创造新的比较特征、新的研究步骤，甚至新的检验接口。此后形成的理论，又可能把这些条件变成下一轮反思的对象。知识不仅在生长，它还在改变自己凭什么生长。

这就是本书所说的递归发生。它有一个比无限增殖严格得多的含义：某一轮知识活动的结果，经过检验和选择性回写，改变了后续知识活动的发生条件、路径或区分规则，并且这种改变能够在下一轮被使用和再次检验。写十篇文章不一定发生一次递归；找到一个使旧分类失败的稳定反例，并据此改变生成规则，反而可能构成关键的一次。

◆ 五、SDE的语言与研究母本

本书采用SDE的语言来描述这一过程。S是显露，D是差异序列，E是特征纠缠系统。它们不是三个先后排队的盒子。人们能够辨认的知识成果、走过的实际研究

过程，以及支持和限制这一过程的三界、信息与能量条件，是同一发生中的不同维度。为了形式分析而作出的局部分解，不能被误读为三者存在上可以完全拆开。

站内第53、344、346卷提供数学对象、意义与人—AI协作的研究母本，第495卷提供总体价格指标与分层经济处境的研究母本。本书在这些已有问题上继续工作，不把新书包装成对旧书的简单改名，也不把母本自身的论断当作独立验证。特别是数学中的解释性重述、结构嵌入与严格恢复，需要分账；经济中的总体指数、群体经验与因果机制，也需要分账。[R01][R02][R03][R04]

为了让这套语言不停留在术语上，先看一个构想的日常例子。一家小餐馆买了一台洗碗机。起初只是洗得更快，老板娘一天省下一个钟头，这是效率。几个月里，一个接一个小变化发生了：洗碗间不再堵，午市的出餐节奏可以排得更密；多出来的人手被调去备外卖的小份菜；晚上收档早了，老板娘开始试做第二天的预订套餐。这里没有哪一天“结构”突然出现，模式是随着这一串差异一步步显出来的。洗碗机、狭窄的厨房、熟客的口味、老板娘对账本的敏感，缠在一起，换一家厨房布局不同的店，同一台机器未必引出同样的模式。如果老板娘只是把省下的钟头用来多洗几遍碗，则只有效率改善，没有模式变化。本书对工具史的每一个案例，都是在问这个区别：改变发生在效率上，还是发生在整个活动被重新组织的方式上。这个例子只是帮助理解的构想，不是调查结果。

◆ 六、六项主张、论证材料与拒绝的捷径

全书围绕六项相互衔接、但证据地位不同的主张展开。首先，工具的作用须进入人—工具复合主体的能力结构，才能解释活动模式怎样改变。其次，思想复合主体的历史积累能够使E与D形成特殊谱系，但特殊性与知识有效性必须分开判断。再次，知识同一性是任务相关的多维关系，公共基础与局部差异可以并存。第四，谱系填充增加既有空间内的有效覆盖，递归发生则还可能改变对象、谱系轴与生成规则。第五，经过差异研究而发生的新共同性，可以支持跨部落传承与协作。第六，只有这些能力进入真实活动并通过成本与反事实检验，才有理由讨论经济规模升级。

全书的论证由四种材料组成：可追溯的历史与当代研究，明确标注的作者观察，自行构造并能够复算的思想实验，以及写明假设与证明范围的形式模型。各类材料承担不同任务。历史案例使机制具有现实约束，不能代替所有时代的普遍证

明；形式模型显示某种机制在什么条件下成立，不能直接充当人类文明已经如此运行的证据。

读者也应清楚本书所拒绝的两种捷径。一种是把所有工具成就都归给复合主体，从而让理论无法失败；另一种是把尚未完成总体证明当作不许探索新对象的理由。本书选择更困难的道路：为复合主体、知识谱系和递归发生提出可识别的条件，同时寻找使这些条件失效的案例。能被反驳不是理论的缺点；没有任何可能错的地方，才意味着它尚未承担足够明确的解释任务。

经济规模的升级是这一理论链的最后一个问题，而不是预先奖给AI的结论。新的知识模式必须进入真实活动，替代或创造服务，承担验证、维护和协作成本，才能讨论它的经济效果。更多文本不等于更多价值，更多收入不等于宏观净增量，宏观增加值也不等于所有人的幸福。D1的意义获得与经济核算之间需要桥梁，不能靠改名互相替代。

◆ 七、六项主张分别在哪里承担论证

六项主张不是并排的口号，各自有主要承担论证的章节、不同的材料类型和不同的失败条件。下表只给出导读，具体的限定条件以各章为准。

主张	主要章节	书中提供的材料	证据地位	什么结果会削弱它
工具须经人—工具复合主体才改变活动模式	第1—4章，第5—14章	定义，十类工具的历史对照	定义，加上局部历史支持，全链未证	相近条件下没有复合主体介入也出现同样的模式变化，或有复合主体却无任何模式变化
思想复合主体的E与D具有历史特定性	第19—23章	概念分析，替换与迁移的实验设计，作者的对话观察	假说与研究设计，作者观察不是实验	充分共享材料与训练后，能力可稳定迁移，历史特定性便缩小
知识同一性是任务相关的多维关系	第15—18章，第24—25章	学科对照，有限模型，反例	定义与有限模型内的推导	维度划分任意，致使结论随划分改变
填充只增加覆盖，递归还改变对象、轴与规则	第26—33章	数学与经济母本分析，有限形式模型	有限模型命题与待检验假说	所谓新轴多为已有特征的重编码，或新增区分不改变任何任务结果
差异研究可创造新的共同性	第38章，并依赖第24—25章与第28章、第32章	分割的有限命题，接口设计	有限命题与尚未执行的设计	联合表示在留出任务上并不优于较好的单方分类

主张	主要章节	书中提供的材料	证据地位	什么结果会削弱它
经济规模升级须通过成本与反事实实验	第34—37章，并受第40—41章制度讨论约束	条件性模型，核算区分，研究协议	条件性推论与研究设计，无书内实证结果	控制替代与转移后没有净新增活动

表中的“证据地位”是本书自己的归类，不是外部评审意见。另外两点需要提前说明。其一，第一项主张里的历史支持，来自对具体来源的有限读取，每一章都登记了读取范围；这些来源支持局部关系，没有一份来源单独证明整条链。其二，第五项与第六项主张离现实最远：前者目前只有最小的形式例子和设计，后者没有在书内出现任何新的宏观数据。读者若只关心“已经证明了什么”，应当先读这两项对应章节中关于边界的部分。如果读者在某章发现某项主张被说得比表中的状态更强，应以该章写明的限定为准，并把这处视为需要修订的地方，而不是理论的新证据。表中也没有列出主张之间的依赖：后一项主张往往要借用前一项的成立，所以越靠后的主张，越不应脱离前面各项单独引用。

◆ 八、与相邻理论的比较：本书借用什么，不替它们说什么

这部书不是在空地上建立的。下面逐项说明它与几类相邻研究的关系，并写明本书读到了什么范围。读取范围见来源登记，凡只读到摘要或作者介绍的，这里只作定位。

延展心智的讨论认为，外部资源在一定条件下可以成为认知过程的一部分。[R33]本书借用的只是一个提醒：能力的承担者未必止于皮肤之内。本书不讨论意识，也不据此认为人一AI协作的效应已经获得验证。分布式认知的研究把认知放在由人、工具与环境组成的活动系统中分析。[R34]本书的复合主体与它的分析单位相近；本书额外追问的是，这种系统的知识发生方式如何形成谱系、分叉与递归。该来源本书未全文核读，只用于研究定位。

协同记忆研究的是群体里“谁知道什么”的分工。[R35]本书要追问的更进一步：当两个以上的知识活动者合作，是否可能改变比较的轴，而不仅仅分配记忆。这一点是本书自己的问题，不应被理解为该研究已经论证过。组织知识创造的研究讨论隐性知识与显性知识在组织中的转化。[R40]本书与它的接点在于，知识成果的转化之外，还可以考察转化所依据的比较轴是否改变；该来源同样只读到出版社摘要与书目。

在经济学一侧，内生增长理论早已把知识投入放进增长解释。[R17]研究自动化与新任务的工作区分了任务被替代与新任务被创造的两种力量。[R18]一篇讨论人工智能宏观经济后果的论文，则把任务份额、成本节约与新任务价值作为分析对象。[R52]本书不独占“知识推动增长”这一想法。它试图补上的，只是新任务从哪里来的一种候选解释：有效的谱系能力。这个解释是否成立，需要第三十五至三十七章所设计的识别方法，而不是由与上述理论的相容性自动获得。

在统计一侧，总体CPI与个别家庭经验的差异，已有官方方法说明；[R05]家庭群体指数也已有实践。[R06]本书不把分层标记作首创，只用它们作为统一性知识也能成为谱系对象的案例。在数学一侧，同伦类型论一类的工作表明，数学基础本身可以成为长期的研究对象；[R38]本书仅把它当作定位，不转述其证明，更不将其成果归于SDE。

这些比较有一个共同的约束：与已有研究相容，不等于得到了它们的支持。被引文献支持的是各自的局部判断，本书对它们的使用，已经在每处标明了边界。

◆ 九、当代AI经验研究在本书中的位置

当代已有一批关于AI使用效果的经验研究，本书不能绕开，也不能夸大它们。一项在客服情境中的研究报告了平均任务层面的生产率效应。[R13]另一项针对经验丰富的开源开发者的随机实验，限定在2025年初的特定情境，报告了16位参与者、246项任务，在允许使用AI的条件下，任务耗时增加19%；研究者随后更新了实验设计，并明确说明并发计时和任务选择问题使原始速度估计的可靠性受限。[R55] [R56]这两项研究的结果方向不同，但它们回答的都是特定任务、特定样本与特定时间下的问题。

对本书的意义有三。其一，它们提醒我们，AI的效果依赖任务和测量方式，不能预设普遍增益，也不能预设普遍失败。其二，它们不是对“思想复合主体”的检验：被试没有长期积累的共同研究历史，任务也不是知识谱系的发生。其三，它们的方法变化本身是一个教训，一项估计的可靠性可以在后续设计中被重新评价，这正是本书要求研究协议预先写明的做法。本书因此既不以它们作为复合主体存在的证据，也不以它们作为反证。将来若有针对长期共同研究历史的控制研究，其结果才可能直接触及第五编的假说。

◆ 十、本书的贡献，以及它没有声称的东西

本书可以被检查的贡献有四类。第一是概念分账：把产品多样、模式谱系、复合主体、同一性、填充、新轴和递归区分开，并要求每次使用时说明层次。第二是有限形式模型：对分割、翻译闭环、新轴细化、风险比较和错误回写等问题，在写明假设的有限情形下给出推导或反例；其中大量工具是标准的有限数学，本书做的是应用组织，并逐项区分哪些是标准工具，哪些可能是新增命题。第三是研究设计：替换与迁移、四条件比较、盲评和登记，都写成了可以失败的方案。第四是状态区分：对出版平台这类内容，把设计与实现分开。

同样需要明说本书没有做的事情。它没有证明整条从工具到经济升级的因果链，没有对长期人一AI配对的优势作出控制实验，没有证明所有谱系位置都能被有效填满，也没有在书内取得新的宏观经济数据。三轮专项检查属于编辑性质的自查，不等于独立同行评审或出版社审稿。数学上的局部结果，如图拉普拉斯能量恒等式或分组指数的一致聚合，是已有数学与统计工具的应用，不是首次发现。作者个人的观察，如不同长期AI配对表现不同，是研究的起点，不是结论。书中的有限算例和构造，大多经过程序复算，复算只确认了算术和有限情形下的穷举，既不是对一般命题的证明，也不是现实中的实验。

◆ 十一、怎样阅读这本书

全书分为九编。第一编建立工具、复合主体与SDE的基本框架；第二、三编以十类工具的历史对照检验这些框架；第四编把问题转到知识同一性谱系的历史普遍性；第五编讨论人一AI思想复合主体与E、D的谱系性；第六编以数学和经济学两个统一性知识的案例展开多维谱系化；第七编分析递归发生的机制与形式模型；第八编转向知识部落经济与规模升级；第九编讨论共同性、专著、平台与文明制度，最后以结论回收六项主张。

不同读者可以选择不同的路线，但应当守住两条共同的阅读纪律。其一，每章的论断带有类型：定义、有外部来源的事实、有限模型内的命题、假说、思想实验、作者的观察、尚未闭合的问题。凡数字算例，除非明确说明来自来源，都是为演示机制而构造的思想实验，不是实测。其二，章与章之间有明确的承担分工：第一至四章定义，第二十四、二十五章承担比较与局部、全局关系，第三十一至三十

三章承担新轴与递归发生的机制及形式主论证，第三十五至三十七章承担经济验证。其他章节只重复必要的接口，不重新定义。

关心工具史的读者，可以先读第二章和第五至十四章，再回头看第一章的因果链拆分。关心论证是否严格的读者，可以直接读第二十四、二十五、三十三章，并对照各章末的边界说明。关心如何做研究的读者，适合从第二十一、三十七章的设计读起，再读第三十八至四十章的接口和平台设计。无论哪种读法，结论一章都会把六项主张分别回收，并列出还缺什么。

正文中方括号里的编号指向来源登记。登记不只写出处，还写明作者实际读取了哪一部分，以及该来源不能支持什么。因此，看到一个编号，不应理解为这份文献被全文读过，更不应理解为它支持了本书的整条论证；它只支持紧邻那句话所涉及的局部判断。结论一章将用同一套区分，说明六项主张中哪些已定义、哪些有限推导、哪些有历史支持、哪些仍待检验，使读者在读完全书后，可以把绪论里的六项主张逐项对账。

◆ 十二、本书最终希望建立什么

本书最终希望建立的，是一套能够陪伴知识持续生长而不失去检验能力的发生理论。共同知识不必被消灭，特殊知识不必被压平；一个思想复合主体可以形成独特的E与D，又通过明确的接口与其他谱系共同创造。人类知识的下一次增长，可能不仅长在答案里，还长在使新答案得以发生的条件、路径和共同性之中。





第 一 编

工具、复合主体与文明经济发生的基本原理

本 篇

- 第 1 章 工具革命的悖论：为什么效率提高不一定带来行业升级？
- 第 2 章 人一工具复合主体的诞生
- 第 3 章 从行业多元化到行业模式谱系化
- 第 4 章 SDE解释工具革命的基本理论框架

01

第 1 章

工具革命的悖论：为什么效率提高不一定带来行业升级？

◆ 一、同一件好工具，为什么可能把大家带进更难竞争？

设想一个小城有若干家制作宣传材料的工作室。过去，修改一套材料需要几天；新工具出现后，同样的交付可以在更短时间内完成。先采用工具的工作室能够多接订单，利润也可能提高。很快，其他工作室学会同样的用法，原来需要额外付费的服务变成行业默认配置，客户开始要求更低价格、更快交付和更多备选版本。每一家都比过去能干，行业里的从业者却可能觉得更疲惫。

这是本书构造的思想实验，不是对某个城市经营状况的调查。它指出一个逻辑上完全可能的局面：个体能力提高，并不自动等于行业获得新的价值空间。竞争者都可以采用的技术，能够把个体优势变成新的共同门槛。以前是额外能力的东西，后来只是保住原有位置的入场条件。

但同一工具还有另一种使用方式。一家工作室不再只接一次性的版面制作，而是围绕客户长期经营中的表达、反馈和修改，组织一种持续服务。另一家把过去难以服务的小型组织纳入范围，因为固定沟通成本下降了。还有一家可能发现某类新需求，但试验后没有客户愿意持续付费。这些路线不必都成功，却已经与单纯增加备选版本不同：任务边界、服务关系和价值承诺发生了变化。

因此，研究工具革命必须同时观察两件事。第一，单位任务的完成能力改变多少；第二，哪些任务和关系因此能够被重新组织。如果只记录第一件事，就会把行业升级的发生机制压缩成效率数字。如果只赞美第二件事，又容易忽视没有新模式也能带来真实好处的效率改进。两种错误都会把复杂的经济变化变成单向故事。

◆ 二、效率价值并不是虚假的，但它不包办结构性升级

效率提高首先意味着，在给定质量和产出条件下，某些投入可以减少；或者在给定投入条件下，产出可以增加。这个变化本身有价值。它可能让更多人用得起原来的服务，也可能释放劳动时间，使人们可以做其他事情。即使没有立刻诞生一个新行业，这些效果也不能被否认。

因此，“只有谱系化才能升级”需要明确其所回答的问题。本书把它首先用于解释行业发生方式的升级：当原有任务、竞争维度和组织关系已经锁定，所有新增能力都被投入同一场竞争时，单纯增效无法保证打开新的模式空间。要改变这种结构，需要新的活动模式或新的共同性组织，而不是再宣布一次成本下降。

这里的限定不是削弱理论，而是防止把一个关于结构转变的命题说成关于所有经济增长的唯一规律。产出扩张、人口变化、资本形成和效率改善，都可能改变经济规模。本书的独特问题是：原来没有被组织起来的活动，怎样成为能够独立延续的新模式，并进一步形成新的谱系？如果这个问题得到回答，它可以补充既有增长解释，而不需要先否定所有其他机制。

还应区分降价与价值消失。某种服务价格下降，可能意味着消费者获得好处，而不是社会损失；企业利润压缩，也不意味着全部增加值都消失。相反，某个经营者获得更高价格，未必意味着创造了新的能力，垄断与信息不对称也可能提高收入。本书不能以经营者的感觉代替结构分析，更不能把利润、营业收入、增加值和意义获得当作同一个量。

◆ 三、一个有日期的对照：电动机进了工厂，工厂并没有立刻改变

上一节说效率价值是真实的，但还没有回答另一个问题：在增效之外，什么样的变化才算活动组织本身的变化？一个有日期的历史对照可以把问题落到实处。本节是事实性叙述，依据保罗·戴维对电动机进入美国工厂的研究。[R101]

按戴维引用的数字，1899年电动机提供的工厂机械驱动马力还不到5%，此后又过了大约二十年，才达到一半；到二十世纪二十年代初，工厂电气化也只是略多于一半。[R101] 对一件显然优越的工具来说，这个速度并不快。他给出的原因之一，

是厂主不愿报废仍然能用的蒸汽和水力工厂，普遍更新要等到设备折旧、城区厂址过时和二十年代的投资高潮。[R101]

更值得本书注意的是改装的方式。早期常见的做法叫“成组驱动”：电动机取代蒸汽机，带动原来的传动轴和皮带，旧机器和旧布局都留在原处。戴维指出，这种改装让旧设备变成闲置产能，抬高了资本产出比，也压低了测得的生产率增长。[R101] 后来的“单元驱动”让每台机器或每一组机器有自己的电机。据他列出的好处，厂房不必再为头顶的传动轴加固，可以建得更轻更便宜；单层的线性布局可以代替昂贵的多层厂房；物料搬运更顺手，机器也更容易重新摆放；检修一处也不必让整个车间停工。他还说，要兑现这些好处，需要许多有经验的建筑师和工程师，这批人要花时间才能养成。[R101]

这里没有出现“成组驱动毫无收益”的结论，戴维的叙述也没有这样说。把动力源换成更好的，同一间车间当然可以更快、更省。本书从中取出的是一个可以检验的区分：同一件工具可以先作为“替换动力源”进入旧布局，它改善的是原有任务内的投入产出；也可以后来作为“重新安排活动的条件”进入，使厂房、搬运和增减机器的办法发生变化。前者在本书的分类里是效率改善，后者才开始触及任务与组织的重新安排，是第三章意义上的模式变化的候选。电动机的故事没有把这两种后继写成必然的先后，它只表明，两者在时间和人才条件上可以相隔很久。

这个对照也有限度。戴维讨论的是总体生产率统计和一个国家内的扩散，他没有也不可能用“谱系”概念下判断；单元驱动带来的新布局算不算模式谱系，是本书的解读，不是他的结论。他同时提醒，传统指数漏掉了照明、通勤、产品质量和安全等收益，所以统计上的“迟到”不能直接读成价值的缺席。[R101] 如果厂级资料显示，改用单元驱动的工厂在布局、搬运或产品组合上并没有出现可辨别的后续变化，这个对照对本书就只是一个关于改装成本的故事，不能作为模式变化的例子。后文第十章将回到电气化研究中关于初始企业规模差异的结果。[R44]

◆ 四、一个增效数字回答了什么，没有回答什么

当代也有同类的对照。已发表的客服研究观察了5,179名客服人员分阶段获得生成式AI对话助手的情形：以每小时解决的问题数衡量，平均提高约14%，新手和低

技能者提高约34%，经验丰富者几乎没有变化；作者还报告了客户情绪改善和员工留存提高，并给出提示性证据，认为这类工具可能把更强同事的做法传给新人。

[R13]

这是严谨的增效证据，本书不对它打折扣。需要追问的是它所回答的问题与本书的问题之间隔着什么。第一，它测量的是既定任务，也就是解决客户问题的速度，没有记录该公司是否因此重新划分服务层级、改变谁处理哪类问题，或者开出了过去不接的服务。第二，增效集中在新手身上，意味着人与人的差距缩小。这对内卷问题至少有两种读法：一种是，大家都用上工具以后，原来靠经验形成的优势被抹平，优势变成共同门槛；另一种是，新手更快胜任，组织获得了把人力投向别处的余地。平均14%无法判断哪一种成立，需要追加的记录是节约下来的时间去了哪里，岗位分工是否变化，有没有出现原来没有的服务。这两种读法都是本书的推测，不是该论文的结论。

由此得到一个具体的资料要求，贯穿全书：凡引用增效研究，要同时写出它没有观察什么。上述客服研究的价值是明确的，它也明确地停在任务层面；把它当成“AI已经创造新行业”的证据，或当成“AI只是增效因此无关紧要”的证据，都超出了它所能支持的范围。

◆ 五、三条不同的增长路径，与本书要解释的对象

把前两个对照放在一起，可以把“效率提高以后会发生什么”分成三条路径，本书的解释对象因此能够说得精确。下面用一个构想的小例子说明，不是任何城镇的调查。

设一个小镇的修鞋铺每月修一百双鞋，新的胶粘剂使每双的用时减半。第一种后继：铺子把省下的时间用来每月多修一百双，顾客的需求、收费方式和服务内容没有变，这是任务内的增效。第二种后继：每双的价格下降，更多人愿意拿鞋来修，铺子雇了人，规模扩大，但仍然是“顾客送来、修好取走”的同一种安排，这是同一模式的规模扩大。第三种后继：铺子发现许多人不是不想修，而是没时间送取，于是开始上门收取、翻新后送回，并对不同鞋类约定不同的交付期限，修鞋的

任务边界、责任和回款方式都变了，这是新活动模式使可行任务集合扩大。三种后继都可能增加收入，也都可能使镇上的人更满意，但它们改变的东西不同。

本书的论题只针对第三种。它不否认前两种存在，也不否认前两种可以真实地提高产出和福利：价格下降带来的规模扩大完全可以推动经济增长，不需要任何新模式。因此，本书主张的不是“只有谱系化才能增长”，而是一个更窄的命题：当任务边界、竞争指标和责任安排已经锁定时，前两条路径所增加的能力容易被同一场竞争吸收；要解释原来没有被组织的活动怎样成为能够延续的新模式，需要第三条路径。这是对一类现象的解释，不是对所有增长的垄断。

三条路径在时间上并不互斥，边界也不总是清楚。规模持续扩大的铺子最终会遇到调度、分工和质量责任的问题，这些压力可能迫使它把第二种变成第三种。区分的判据因此放在组织关系上，而不是铺子的大小：是否出现了新的、可重复运行的需求入口、行动顺序、完成判据或失败处理，并且在换了经手人以后仍然存在。若这样的变化只存在于老板个人的习惯里，一换人就消失，它更像一次定制，而不是模式。

这个划分带来三条可以失败的预测。其一，如果长期追踪发现，增效幅度相近的两类组织中，后来出现新服务类型的比例并无差别，那么本章所说的“增效不必然导向新模式”就缺少经验区分力，只剩下一个逻辑上的可能。其二，如果新服务的出现几乎完全可以由需求收入增长解释，与工具采用无关，那么工具在这里只是背景，不是发生条件。其三，如果被记为第三种的变化在扣除被替代的旧活动之后没有净增，它是组织变化，却还不是经济规模意义上的升级。这三条是下面各章接受检验的起点，不是已经完成的检验。

◆ 六、经济学已有的相邻问题：被替代的活动与新出现的任务

本章的问题并不孤立。经济学文献早已区分两类力量：自动化把人从原有任务中替换出去，新任务的出现又把重新安排进来；关于知识与增长的内生增长理论，则强调知识投入本身可以推动长期增长。[R17][R18] 这些研究表明，“效率提高”与“出现新任务”在经济学中同样被当作不同的机制。本书的贡献不在于重新发现这一区分，而在于追问新任务怎样获得可延续的组织形式，并以模式与谱系为

单位来记录它。因此，前面的结论仍然限于条件性的层面：新任务的出现需要被逐段检验，不能由文献中存在这一区分，便推出本书所说的谱系在某一行业中已经发生。登记来源中，这两项文献的读取范围仅为摘要与书目信息，本章只借用其研究定位，不引用具体数值。

◆ 七、内卷不是努力太多，而是变化被锁定在旧比较方式里

在本书的分析语言中，内卷不是凡是激烈竞争都成立的标签，而是一种需要具体辨认的状态：参与者持续增加投入或能力，主要竞争指标却仍然固定，新增活动没有相应扩大可创造的价值空间，竞争收益更多体现为彼此挤压。这个工作定义并不保证能够在所有行业用同一指标测量，但它避免把一切辛苦都称为内卷。

以工作室的思想实验为例，假如所有人只按交付速度、备选数量和最低报价比较，那么新增工具能力很容易继续投向这些尺度。速度从三天变成一天，再变成一小时，客户的实际难题却可能是组织内部无法形成一致判断。更快地交付十种互相冲突的方案，没有必然解决这一难题。原来的比较尺度把“完成任务”定义得太窄，新增能力因此被吸收到同一条竞争线上。

SDE把这一局面看作S、D、E的特定组织。显露出来的成绩S受到既有规范约束；差异序列D主要围绕同一种优化方向展开；特征纠缠系统E虽加入新工具，却没有相应改变责任、需求识别和反馈关系。工具已变，知识和组织的发生方式却未必改变。这里并不是说旧E完全不动，而是说其主导约束仍把变化导回旧模式。

突破内卷也不等于人为增加无用差异。把一种服务拆成二十个名字，或者为同一答案设计二十种包装，都可能扩大展示空间，却没有扩大实际能力。真正的区别需要落在任务、过程、知识、责任或价值中的至少一个关键环节，并能够解释它为何值得存在。差异必须经受现实选择，而不是靠命名获得存在权。

◆ 八、内卷怎样才算被观察到：三个读数

上一节给出了内卷的工作定义，但定义还需要能落到记录上。以第一节的工作室思想实验为例，至少可以读三个量。第一个读数是比较尺度是否固定：行业内的报价、交付时限和备选数量一起向同一个方向移动，而各家的相对名次基本不变，

说明新增能力主要被用来维持位置。第二个读数是个体与行业的分离：单位任务的完成时间普遍缩短，行业的增加值却没有同步上升。这里要用增加值而不是营业收入，因为增加值扣除了中间投入，不会把外购服务重复算入；它也不等于利润，价格下降时利润变薄而消费者受益，并不是价值消失。[R16] 第三个读数是进入与退出：如果能力最低的一批组织在工具扩散后被淘汰，而留下者的服务内容没有变化，竞争是在筛选，不是在升级。

三个读数全部成立，才有理由说一个行业处在本章所说的内卷状态；只有其中一个成立，通常只能说明效率改善正在向消费者转移。这个要求同时给理论设了一道门槛：如果在大量采用同一工具的行业里，三个读数都找不到，那么“工具扩散会把个体优势变成共同门槛”的说法便没有现实对象。

◆ 九、产品、模式与谱系，是三个不同的分析单位

产品是一次可识别的交付物。模式是反复组织活动的方式：谁提出问题，谁调用资源，怎样完成活动，如何确认结果，失败由谁承担，收益怎样支持下一轮运行。谱系则进一步要求这种模式具有可以追溯的延续关系，并能够在继承、修正或重组中生成后续模式。三者彼此相关，但不能互相替代。

一个工作室推出新的宣传册，首先是产品变化；把一次制作改成长期反馈服务，可能是模式变化；不同场景下的长期服务进一步形成可移交的识别规则、协作方法和子模式，并在实践中修正这些规则，才有理由谈模式谱系。单一成功不自动构成谱系，连续重复同一成功也不自动构成递归。

这个区分使本书能够提出一种反驳条件。假如所谓谱系化只有产品数量增加，经营过程、知识生成与后续延展方式均无可识别改变，那么“谱系”只是夸张用语，应降回产品多元化。如果新组织方式没有存续能力，或者只能依赖不可持续补贴维持，也不能据此宣布行业已经升级。

另一方面，谱系未必以一棵整齐的树存在。某种新服务可能同时继承设计、咨询和数据分析的方法。它有多个来源，也可能把经验回馈给原来的领域。因此，本书的谱系概念包含交叉和回流，不以单一祖先作为全部判断标准。历史亲缘、结构同一和现实协作是不同关系，后来会分别记录。

◆ 十、为什么人—工具复合主体是重要的中介？

工具具有能力范围，却不会单凭其性能说明书决定一个行业怎样组织。相同工具可以进入不同目的、不同规则 and 不同资源关系。要解释模式发生，就必须考察工具与人的判断、经验、组织及环境条件如何形成一个可持续行动系统。复合主体的提出，正是为了使这个中间环节不再被技术名称遮住。

然而，“有人用了工具”还不足以支持强版本的复合主体论。若任何使用关系都被自动命名为复合主体，理论就失去了区分力。本书要求至少回答三个可观察问题：整体能完成哪些单个部分难以独立完成的任务；各部分的行为是否经反馈相互调整；更换或移除某一部分后，能力如何变化。这些问题使概念接受拆分和替换检验。

并非所有模式变化都需要人与某一件物理工具形成不可替代的关系。标准化设备常可以互换，人员也可以经过训练接替。此时，重要的可能是组织层面的复合能力，而不是某一人与某一设备的独特历史。到了思想型AI，具体互动历史可能承担更大作用，但这一差别须经观察和实验，不能由“思想”二字直接推出。

人—工具复合主体也不是对人格或法律身份的判断。一本书可以在功能分析中把司机、车辆与调度系统看成协同系统，却不能因此把责任平均分给钢铁与软件。能力可以复合，责任仍需按具体行为和制度分配。本书研究的是发生能力的组织方式，不以功能整体性取消人的判断责任。

◆ 十一、把完整因果链拆成可以失败的四段

本书的主线可以写为工具能力变化、复合主体重组、模式谱系发生、经济规模升级。任何一段都可能断开。工具虽然先进，却不适合实际任务；组织虽然采用工具，却没有重建协作；新模式虽然出现，却没有可靠需求；服务虽然有收入，却主要替代旧活动而非形成宏观净增量。只有逐段研究，整条链才不是口号。

第一段要观察采用之后是否形成新的整体能力，而不是只看设备数量。第二段要看能力是否进入活动规则，而不是只有演示。第三段要看新模式能否延续并引出可辨认的后续变化，而不是一次性的定制。第四段则必须考察替代、投入成本、价格变化和资源转移，不能把新企业的营业收入直接加成宏观增量。

更严格的研究还需要比较没有走上这条路线的组织。相同技术条件下，一类组织只改善既有任务，另一类改变服务过程，第三类尝试新模式但失败。它们的差异能够帮助辨认什么是真正的发生条件。只选择成功案例，就会把结果倒写成原因，仿佛每一个后来壮大的行业在工具发明时已经注定。

技术采用也可能由先前的成功预期推动，而不是成功完全由工具造成。具有更多资源和更强管理能力的组织可能更早采用工具，同时本来就更可能增长。要讨论因果关系，必须尽量区分这些因素。本书后续提出的比较研究因此需要记录初始能力、任务结构和采用时点，而不是只画采用前后的两条曲线。

◆ 十二、AI为什么使这个老问题更加尖锐？

AI把一些表达、分析和方案生成活动变得更容易，但“更多候选”与“更好的判断”不是同一件事。已有针对客服工作的研究为特定任务中的增效提供了证据；它并没有证明所有知识劳动会同样受益，更没有直接证明长期知识部落已经形成。[R13] 因而，AI的谱系价值需要从任务增效之外另行辨认。

本书提出的关键变化是：人在使用AI时，不仅可能改变产品，也可能改变提出问题、选择证据、组织概念和识别失败的方法。如果这些变化经过回写形成稳定而可更新的生成能力，那么工具就进入了知识发生的结构。不同复合主体可以在公共知识基础上形成不同E与D，而不只是交付不同文风的答案。

这既提供机会，也扩大风险。成本下降可以支持过去规模太小、难以被服务的需求；同样也可以制造大量无法检验的内容。若行业只以字数、点击或交付数量衡量成绩，工具会把原来的比较方式放大，内卷并不会因为使用了最先进的模型而自然结束。反过来，一个能够保存反例、主动修正边界的知识服务，数量未必最大，却可能具有更强的谱系生成能力。

所以，AI问题不是传统工具问题的简单重复，也不是与之彻底断裂。相同处在于，新能力仍需通过组织进入现实价值；不同处在于，AI能够参与那些决定“什么算问题、什么算答案、怎样算完成”的认知环节。工具进入比较标准的形成过程以后，知识谱系的递归发生才成为本书必须进一步定义的对象。

◆ 十三、本章结论：增长的对象需要重新辨认

工具价值至少可以在任务效率、模式创造和谱系生成三个层面讨论。它们可以相互促进，却不能自动互相推出。效率改善是真实价值的一种来源；模式谱系化则解释旧领域怎样打开新的组织空间。把两者区分，并不是偏爱创新而轻视劳动，而是防止用一种指标掩盖另一种变化。第五节的三条路径，即任务内增效、同一模式的规模扩大和新模式使可行任务集合扩大，是本章留给后文的分类工具：第三条路径是本书要解释的对象，前两条则是必须与它分账的真实收益。

本章所立的论题是条件性的：当新增能力主要被锁定在相同任务和相同比较规范中，竞争可能压缩个体优势；当能力被转化为可持续的新活动方式，并形成可继承、可修正的模式谱系时，行业才获得另一种升级路径。这个论题需要在工具史、思想复合主体和经济数据中分别检验。

它也给全书设定一条写作纪律：每提出一次升级，都要说明究竟升级了什么；每使用一次谱系，都要说明继承和生成发生在哪里；每谈一次经济规模，都要说明哪些是新增、哪些是替代、哪些仍是未实现的可能。没有这些交代，“工具创造未来”再动听，也还不是发生学。



02

第2章

人一工具复合主体的诞生

◆ 一、工具在那里，新的行动者在哪里？

设想把同一种设备交给三个人。甲按说明书完成一次规定动作，任务结束后把设备放回仓库；乙围绕设备重新安排了工作顺序，使过去不可能接下的业务成为日常业务；丙不仅完成新业务，而且形成了训练后来者、处理异常和改造设备的办法。设备型号相同，三种实践却不能被同一种能力说明。这里发生变化的，不只是使用次数，也不是人的热情程度，而是行动的组织方式。

这个思想实验揭示了研究工具革命时经常被跳过的一层。工具有其可以实现的功能，人有其目的与判断，但功能清单与目的清单并不会自动拼成一次成功活动。把目的转化为操作，把异常转化为调整，把一次成功转化为可重复过程，都需要具体的结合方式。本书用“人一工具复合主体”命名这种在实践中形成整体行动能力的组织，而不是命名一堆彼此相邻的东西。

“复合”不等于把两个实体装进一个容器。驾驶员坐在停车的汽车里，物理上已经相邻，却不一定构成正在执行交通任务的行动系统。驾驶员、汽车、道路信息和调度安排通过具体操作形成了可识别的运输能力，复合主体才获得分析上的意义。由此看，复合主体不是库存属性，而是在活动中成立、在中断时可能退化、在重组中能够改变的存在方式。

我们也不能因为采用了“主体”一词，就给机器附加已经得到证明的意识、意愿或道德人格。本书首先讨论功能和发生层次的主体：一个能够组织行动、处理反馈、延续某类实践的系统。在哲学上，功能主体与体验主体是否重合，是另一个问题。把二者混同，会让行业研究无端承担一场尚未完成的意识论争，也会掩盖人应承担的判断与责任。

◆ 二、一个工作定义及其五个辨认条件

在给定任务、情境和时间范围内，若人及其组织与工具形成持续协调的行动结构，该结构具有不能只由部件性能清单完整说明的任务能力，并能通过反馈调节其后续行动，本书将其称为功能性的复合主体。这里的“不能只由清单说明”并非宣称神秘的不可还原性，而是要求研究者把部件之间的组织关系纳入解释。

辨认这种主体，至少应考察目的组织、操作协调、反馈进入、历史保持和边界识别五个方面。目的组织回答什么值得完成、怎样算完成；操作协调回答谁在何时使用什么能力；反馈进入回答发生错误时系统怎样变化；历史保持回答上次活动对本次活动留下了什么；边界识别回答研究的系统包含哪些环节、又把哪些环节暂时放在环境中。

五个方面不是五项打勾后自动成立的认证表。临时活动可能几乎没有历史保持，却仍形成一次有效协同；长期组织也可能拥有大量记录，但反馈从来不能改变决策。它们的作用在于避免两种空泛定义：一种把凡是使用工具都算成复合主体，另一种要求所有参与者都达到某种不可观察的精神融合。前者没有区分力，后者无法研究。

对于本书最关心的思想复合主体，历史保持与反馈进入尤其重要。一次计算可以是工具调用；反例怎样改变定义、定义怎样改变下一轮提问、过去失败怎样约束未来推演，则关系到知识发生能力。能够回答旧问题和能够改变问题如何被提出，不是同一个层次。研究具有持续生成能力的知识谱系，必须把后一层实际写进分析单位。

这一工作定义还允许失败。一个机构购买了大量AI账号，员工却只把它们用作替换搜索框；另一个机构给模型接入全部文献，却不允许任何输出改变既有决策。这些安排可以提高局部效率，但是否形成了新的思想复合主体，需要另外证明。新名词不能替采用者完成他们实际没有完成的组织变化。

◆ 三、复合能力不必表现为神奇的超额总分

讨论整体能力时，人们容易寻找“整体大于部分之和”的数字。这个说法有启发，但不能机械使用。人的表达质量与机器的计算速度本来就可能量纲不同，直接

相加没有意义。即便两者都用任务分数表示，也要说明基准任务、时间预算与评价尺度。不能把人的十分与工具的十分相加，再看到二十五分就宣布发现新本体。

更稳妥的办法是研究可达任务集合。设人在预算B内能可靠完成的任务集合为 Q_H ，工具独立配置的集合为 Q_T ，特定结合方式能完成的集合为 Q_C 。若 Q_C 包含在规定条件下单独两方不能完成的任务，便出现了能力扩展。但这仍不够证明所有扩展都由独特关系产生，因为给任何人配置同样流程也可能复现。独特配对效应与通用的工具增益，应当分别测量。

一个简单例子能够说明区别。不会心算大数的人借助计算器完成运算，已经产生了明显扩展；把计算器换成另一台正确计算器通常不会改变结果。研究者与长期协作的AI共同修订理论，如果换成无历史配置的新模型便丢失了关键限制，发生的是另一种扩展：能力依赖可调用的历史和关系。前者说明工具构成行动能力，后者进一步提出这种构成是否具有谱系特殊性。

因此，本书不把“通用替换成功”判为复合主体不存在。一个工业组织可以高度依赖标准化工具，同时允许同类部件替换。复合主体的存在与某个部件的不可替换程度，是两个问题。正因为将两者分开，才有可能精确地讨论AI思想复合主体：它与传统系统连续，又可能在历史状态、问题选择和反馈回写上表现出更强的特定性。

在经济分析中，这一区分同样重要。通用工具增益可通过广泛扩散形成社会收益，特定配对增益则可能形成组织能力。两者没有天然的高低排序。标准化工具能让更多人进入行业；特殊化系统能完成标准任务未覆盖的需求。一个健康的谱系经济，需要两种能力相互补充，而不是用不可替代性取代可普及性。

◆ 四、边界不是越大越好，而要对解释负责

既然道路、电网、通信和制度都会影响行动，为什么不把整个社会都称为一个复合主体？若这样处理，概念确实容易失去作用。研究者应当依据正在解释的变化划定边界：哪些环节在本次比较中保持相对稳定，哪些环节是主动协调和反馈的主要对象，哪些环节的状态必须进入预测或解释。

例如，研究某次驾驶操作，车辆控制系统与驾驶者的感知可能是核心；研究一家运输公司的运营模式，调度、维护和客户约定就不能只作为外部常量；研究国家交通制度，单个驾驶者反而可以被视为具有某类能力的组成单元。这并不是任意换词，而是分析层次改变后，所需要解释的稳定性和变化也变了。

本书提出“最小解释闭合”的方法原则：在能够回答当前问题、保留主要反馈关系的前提下，使用尽可能清楚的系统边界。所谓闭合不是与世界隔绝，而是某项解释不再反复借助未经说明的外部意志。例如，若模型总是在运输失败时补一句“司机会想办法”，司机的判断机制就应进入系统；若每次知识错误都由未记录的专家纠正，专家也不能从能力账上消失。

这个原则可以防止两种偏差。边界过小，会把组织贡献归给工具，或把工具贡献归给个人；边界过大，则会使任何结果都可以由“整体复杂性”解释。好的边界应允许反事实比较：改变其中一个环节后，哪些能力应当改变，哪些不应改变。若作者说不出这类差别，复合主体就还只是一个描述性称呼。

对SDE而言，边界的说明也是E的说明。E不是研究者随手添加的背景袋子，而是当前发生所依赖的特征纠缠系统。E的哪些部分被操作化、哪些暂时未被测量，必须公开。系统边界明确，并不意味着理论已经把E穷尽；它只是让读者知道本次论证在哪里开始、在哪里停止。

◆ 五、思想史上的相邻解释与本书的推进位置

外部资源参与认知并非本书首次提出。Clark与Chalmers关于延展心智的论证，要求认真考虑人和外部资源形成的认知耦合；Hutchins以航海实践为研究对象，强调认知活动可以分布于人员、仪器和表征之间。这两条路线都反对把复杂活动完全封闭在个体头脑中。[R33][R34]

本书从中接受一个重要提醒：分析单位不应由皮肤或设备外壳自动决定。但是，本书还需要回答另一组问题。一个分布系统怎样形成可继承的知识发生方式？为什么具有相似部件的两个系统沿不同路径长出不同的理论？同一性、部分共同性与历史连续性怎样进入经济组织？这些问题不能仅凭“认知延展了”获得答案。

这里的推进并不是宣称前人没有讨论历史、文化与协作，而是改变主要解释对象。延展性关注能力在哪里实现；分布性关注能力如何分工；本书关注这些分工与耦合如何长期生成、分叉和重组知识谱系。三者可以相容，但不能互相替代。只要一个理论尚未给出谱系轴与递归更新的判据，就不能说它已经完成了本书的问题；反之，本书也不能把已有的协同认知研究重新命名为独占发现。

这种关系要求实际对话，而非装饰性引用。若传统分布认知模型已经足以解释某项实验，本书就不应额外宣称发现了部落谱系。只有在历史回写改变了后续问题空间、比较维度或生成规则，并且这一改变能够被追踪时，谱系解释才显示新增价值。概念的价值最终应体现为多解释了什么，而不是包容了多少宏大词语。

◆ 六、从偶然协同到稳定发生能力

复合主体的形成可以从三个相互交错的过程来研究，而不必预设一条所有案例都遵循的固定阶段表。首先是任务耦合：原有能力遇到不能独立完成的要求，工具进入行动。其次是关系校准：使用者学会工具在哪些条件下可靠，工具或其配置也获得适应当前任务的规则。再次是历史组织：经验不再只以一次性结果留下，而以可重新调用的条件、限制和改进方式留下。

校准不是单向的。操作者会改变提问和动作，设备的设置、流程或接口也会改变。即使工具本身完全不学习，人也可能通过外部记录和操作制度形成新的系统能力。因此，长期协同的出现不以模型权重更新为必要条件。把所有历史效果都归因于机器内部学习，会错过制度、记忆和人的判断所起的作用。

稳定也不意味着僵硬。一个系统能够在常规条件下重复成功，却面对一点变化就崩溃，只形成了狭窄的惯例。更有价值的稳定性包含对异常的处理：知道何时停止旧流程，知道哪些条件变化需要重新检查，知道如何保留不确定结果。思想复合主体尤其如此。持续输出同一套术语只是表面连续性；能够识别这些术语何时不够用，才与知识发生有关。

设想两位教师分别用AI备课。第一位保存了大量成功教案，下一次继续复制其结构；第二位还记录了学生在哪些提问处产生误解、某种引导在哪类班级中失效、

何时需要改换表示。第二位不一定拥有更多资料，却可能拥有更丰富的发生历史。差别不在于档案大小，而在于历史是否改变下一次选择。

这个例子也说明，复合主体形成不是仅有“越用越熟”的心理经验。可以要求系统在未见情境中解释自己的选择，识别与旧例子的差异，说明哪些经验可迁移、哪些不可迁移。若它只能重现熟悉格式，而不能处理这些变化，就应限制对其谱系能力的评价。

◆ 七、标准化与特殊化为什么能够同时存在？

人—工具复合主体并不天然反对标准化。恰恰相反，接口标准往往让不同部件能够协同，减少每次活动都从零开始的成本。汽车使用共同的道路信号，计算系统使用约定的数据格式，研究共同体使用可以共同检查的表达。这里的共同性为特殊活动提供了支撑，而非将特殊性彻底抹除。

标准化的对象可以是接口，也可以是内容；二者的后果不同。要求运输服务共同遵守安全信号，并不要求所有乘客去同一个地方。要求知识系统标明证据来源，并不要求所有部落提出同一个研究问题。若把接口共同性误读为内容必须一致，就会压缩谱系的发生空间；若把内容差异误读为接口无需共同，又会阻断交流。

由此可以提出一个贯穿全书的组织原则：共同接口越清楚，特殊生成越有可能以较低成本协作。这个原则不是无条件保证，因为接口本身也可能偏向某类主体。但是，它指出一种不必在统一与分裂之间二选一的结构。公共知识提供共同锚点，局部经验形成特殊判断，转换机制使二者能够相互进入。

这也重新解释了传统行业的相对开放性。不是每个人无需学习就能进入任何分支，而是相当一部分能力已经被外显为训练、设备和规范，因此进入者不必复制某位创始人的全部生命史。AI知识部落的困难则在于，哪些能力已经外显、哪些仍嵌在特定E与D中，未必一眼可见。后续章节将把这一区别转化为迁移实验，而不是把传统与AI划成绝对两类。

◆ 八、复合主体的层级、组合与责任位置

一个人一车系统可以进入运输团队，一个运输团队又可以进入物流网络。较大系统不是把较小系统的主体性抹掉，而是重新组织它们之间的接口。类似地，一个研究者—AI系统可以参与课题组，课题组之间还可以形成共享验证设施。谱系发生往往出现在这些层级的交界：局部能力被组合成原来没有的服务，组合过程又要求新知识。

但是，层级组合也会带来责任模糊。如果每一层都说“这是整体系统的结果”，最后可能无人解释为什么做出某项决定。因此，功能复合主体的描述必须与责任分配同时记录。谁设定目标，谁批准使用，谁有权停止，谁保存原始证据，谁负责更正，不应被“人机共同完成”这句话覆盖。

本书不在此给出法律归责意见，而提出研究与组织上的最低要求：一个能够行动的系统，应当同时拥有可追踪的决策位置。即使AI生成了某个建议，是否接受、如何部署和遇到伤害如何处理，仍需明确的人类组织安排。把系统描述为复合主体，不构成推卸责任的许可。

还有一个容易忽视的问题：同一个人可能参与多个复合主体，而且在不同主体中承担不同角色。在数学研究中他是提出新定义的人，在企业管理中可能是审核方案的人，在学习中学又是接受纠正的人。知识部落因此不宜被画成彼此排他的成员名单。成员身份、生成角色和知识同一性，是不同层次的关系。

这为后文的多维谱系提供了基础。人可以在某个维度上属于共同数学规范，在另一个维度上属于特殊教育传统，在第三个维度上参与自己的长期AI研究系统。复合主体不是把人的全部存在锁进单一部落，而是让特定能力的形成过程变得可辨认。

◆ 九、什么时候应当拒绝使用这个概念？

一个理论只有能够说明什么不属于它，才有清楚边界。如果所谓复合主体只表示“这里有人也有机器”，概念没有带来解释。若某项表现完全由可公开复制的输入输出程序决定，长期配对没有任何额外作用，就不应把它作为特殊思想纠缠的证据。若任务结果只是随机波动，不能因一次精彩回答而宣称稳定主体已经诞生。

还应防止选择性记录。使用者可能特别记得AI理解自己的时刻，却忘记大量需要反复纠正的时刻；也可能只比较最熟悉的系统和未经公平配置的新系统。研究应记录成功和失败，在相同预算、信息与评价条件下比较。亲切感、语言风格相似和理论创造质量之间，不能预先画等号。

反过来，替换成功也不必否定一切历史作用。可能是历史已经被很好地压缩进知识包，迁移后能力得以保持。这时需要修改的，是“特定品牌或特定实例不可替代”的强主张；得到支持的，则是“经过组织的发生历史对能力重要”。一个成熟理论应当能够接受这种结果，而不是把每次成功迁移解释为更深的神秘性。

本书因此把复合主体当作需要不断调整边界的分析对象，而不是不可反驳的身份标签。它能否帮助解释新能力、新模式和新知识，要在具体任务中检验。不能解释时缩小主张，能够解释时再考察其是否具有可继承的谱系结构。概念的成长，应当与证据的成长同步。

◆ 十、一个有限的信息例子：整体能力怎样不等于部件能力之和

为了说明整体分析的必要性，可以构造一个最小任务。两个参与者分别观察一个二值量 x 、 y ，任务是回答二者是否不同，即输出 x 异或 y 。甲只能看到 x ，乙只能看到 y ，没有共享观察，也不允许通信。对甲来说，看到 $x=0$ 时，真实情形可能是 $(0,0)$ ，也可能是 $(0,1)$ ，正确答案不同。因此，任何仅依赖 x 的确定规则都不可能在全部四种输入上正确。对乙的证明完全相同。

现在允许甲把自己观察到的一位信息传给乙。乙据此计算是否不同，四种情形都可正确回答。整体任务变得可完成，并不是某个参与者突然拥有神秘能力，而是任务所需信息分布与互动条件发生改变。这个例子严格证明的是一个通信条件下的可解性差别，不是对意识、创造性或AI实际性能的证明。

它仍然给复合主体研究一个明确提示：不能只列部件各自的性能，还要研究任务相关的信息怎样跨部件流动。两个部件单独都不能完成任务，并不意味着它们的相互作用必然有效；若甲发送无关标记，整体仍然失败。反过来，一个部件独自也能完成任务，不排除共同工作在时间、可靠性或成本上更好。整体优势既可能表现为可做与不可做的差别，也可能表现为同样任务的资源差别。

这个模型还允许讨论可替换性。只要新的甲能够以同样约定可靠发送 x ，旧甲就可被替换。整体能力依赖的是角色承担的功能和接口，而非甲的不可重复身份。如果研究者在这里声称原甲具有永久不可替换性，模型已经提供反例。因此，思想复合主体的历史特殊性必须由额外的任务条件证明，不能从“整体完成了单独不能完成的事”直接推出。

◆ 十一、从功能依赖到历史依赖，还需要补上什么？

有限例子没有历史，每次从相同输入和规则重新开始。思想研究却常有历史：同一个词经历过重新定义，同一种反例曾经导致主张被缩小，同一个目标在争论中改变位置。若这些变化影响下一次行动，系统的当前状态就不能只用最新问题表示。可以用状态 z_t 记录被保留下来的差别，再以 $z_{t+1}=T(z_t, u_t)$ 表示一次输入后的状态更新。

这里的状态表示不要求保存全部历史。两个不同历史如果对所有研究范围内的未来输入都产生相同的可观察行为，就可以在该范围内视为功能等价。若一个简明状态已经保留这种等价性，迁移简明状态可能比复制全部聊天记录更有效。这一结论非常重要：历史发生性不意味着必须携带每一个过去的字。需要保存的是使后续判断发生差别的结构，而不是无差别积累材料。

当然，判断哪些历史差别会影响未来，并不容易。研究问题还会改变，今天无关的经验可能在明天变得重要。实际知识系统因此可以分层保存：当前有效定义、关键修改理由、代表性反例和可追溯原记录分别承担不同作用。不能假定一个模型生成的摘要永远覆盖未来全部任务，也不应假定只有完整历史才有任何价值。迁移质量是相对于任务域和预算的连续问题。

由此，思想复合主体的特殊性可以写得更清楚：它的生成能力可能依赖于长期互动形成的状态更新结构，而不仅依赖通用工具性能。当新的参与者或新系统不能保持这些状态与更新方式时，替换会改变能力；当它们能够保持时，替换可能成功。这是一种可研究的条件性不可消去，而不是把发生史神圣化为任何检验都无法接近的秘密。

◆ 十二、谁决定系统的成功，谁仍然需要承担责任？

复合主体的边界还包含一个规范问题：一个系统在谁的目标下被称为成功？驾驶员想准时到达，乘客关心安全与舒适，经营者关心收入，沿途居民关心噪声。即使把这些参与者和工具都纳入一个大系统，也不会自动得到唯一目标函数。整体视角不能通过扩大边界消除真实利益差异。

思想复合主体同样如此。AI能够帮助研究者把理论写得更连贯，但读者关心是否有证据，被研究者关心是否被准确表述，平台关心服务是否可以维护。复合能力不是免责理由。谁选择题目、接受结论、决定发表和组织应用，应当在相应行动上留下可检查记录。把全部责任说成“系统涌现”只会让纠错无处着手。

因此，本书在功能层面使用复合主体，在责任层面保留可识别的行动位置。两者不矛盾。正因为能力由多个环节共同发生，才更需要知道哪一环能够修改、谁有权停止、出了问题怎样恢复。能够停下和纠正的复合主体，比只会扩张产出的复合主体更接近持续发生的要求。

◆ 十三、从新的行动者到新的行业世界

本章建立的只是因果链中的一个环节。人—工具复合主体获得新能力，还不等于新行业已经出现。新能力需要面对真实需求，需要形成重复运行的组织，需要有维持和纠错的资源。它还必须让后来者知道自己提供什么、接受什么检验、在哪些条件下不应使用。没有这些安排，能力可能停留在一次演示。

然而，没有复合主体这一层，行业变化又容易被误写为工具自动展开的结果。机器的功能并不会自己决定服务谁，数学表达不会自己决定研究什么，价格信号也不会自动变成一次可持续交易。人、工具及其具体关系所形成的行动组织，正处在潜能与现实之间。它将可做之事转化为实际做成之事，也将一次做成转化为可能继续发展的模式。

后续章节据此区分三种递进：部件性能的改变、复合能力的改变、模式谱系的改变。三者可能同时发生，也可能相互脱节。一项先进技术进入原有竞争，未产生新模式；一项并不尖端的技术与新的组织结合，却可能开辟新的活动范围。理解这种差别，比为工具排出一张威力榜更接近文明发生的问题。

因此，人一工具复合主体在本书中既不是工具决定论的新名字，也不是人的主观意志的无限放大。它是目的、能力、反馈和历史在特定E与D中形成的行动组织。它的价值在于使“新领域由谁创造”获得一个可分析的答案；它的限度在于必须接受清楚边界、反事实比较与失败证据。正是带着这些约束，我们才能进入行业谱系，而不把所有变化都预先命名为革命。



03

第3章

从行业多元化到行业模式谱系化

◆ 一、一百种产品，未必是一百种生产生活方式

一家运输企业拥有一百种涂装的汽车，与一个社会同时形成定线公共交通、预约运输、即时按需运输和专门货运，不是同一种多样性。前者主要改变成品的可辨认特征，后者则改变活动如何被组织：谁发出需求，谁决定路线，怎样配置等待，服务是否需要事先承诺，以及失败由谁处理。讨论工具与经济升级，首先要把这两个层次分开。

产品差异有真实价值，但其数量不能替代模式数量。一种模式也可以使用多种工具，某种工具则可以服务多种模式。因此，不能把工具、产品、模式与行业画成一一对应表。它们之间更接近多对多关系：技术提供条件，人们据此重组活动，活动又要求技术继续改变。谱系研究的对象是这种关系怎样获得可延续的组织形式。

◆ 二、给行业模式一个可以比较的定义

本书将行业模式操作化为一组相互约束的安排：服务什么任务，由谁同谁合作，如何安排投入和时序，怎样确认完成，以及怎样分配回报与责任。这里的“模式”不是企业宣传语，而是一套能够在重复实践中接受检查的活动结构。名称不同而这些关系不变，通常只是同一模式的不同表达；名称相同而关键关系改变，则可能已经发生模式分化。

设两个模式都声称提供教育服务。甲交付固定内容，由用户自行使用；乙持续读取学习过程、调整任务，并对特定学习目标组织反馈。两者可以使用相同教材与AI，但其交付单位、反馈权和维护责任不同。要判定乙是否构成新模式，应检查这些关系是否实际运行，而不是比较网站有没有“个性化”字样。

这种定义还容许在同一模式内部存在多种实现。教师的语言风格和学生的材料可以不同，但反馈怎样进入下一轮的组织原则仍然共同。模式同一性因而是有条件的关系保持，不是所有细节相同。由此，产品多样性、实现多样性和组织多样性可以分别描述。

◆ 三、从一次创新到能够生长的谱系

一个新安排得到一次成功，只能证明它在某次情境中可行。形成谱系还需要把成功的条件保存下来，使后来者能够理解何者可继承、何者可改变、何者应重新验证。谱系不是后代名称的清单，而是可追溯的继承与改造关系。

例如，一种预约运输规则可以先在一个社区运行。当它移入更分散地区时，固定接送点可能失效，必须引入汇合点或不同等待承诺。新分支继承了需求汇集原则，却改变路线组织。再进入医疗接送任务，人员陪护、时间可靠性与失败处置成为新条件。每次分叉都由任务和约束共同推动，而非为追求不同而不同。

在这个思想实验中，谱系能够生长，是因为系统同时保存共同能力和差异入口。只保存一份成功案例，后来者容易照搬；只强调每个地方独特，又无法积累。成熟谱系提供的应是带条件的生成规则：满足何种前提时使用哪种安排，出现何种失配时转入另一分支。

◆ 四、细分不是唯一方向，重组同样是发生

市场细分常按顾客、地区或任务把旧活动分得更细，但模式谱系还包括横向重组。运输与仓储可以通过新的交接标准形成联合服务，教育与研究可以通过真实项目形成新的学习安排。重组不是把两个标签并列，而是处理原来各自独立的决策怎样相互约束。

若两个活动仍分别安排、分别验收，仅在同一页面出售，主要是销售打包。若一方的状态能及时改变另一方的行动，失败责任和收益也有新的安排，则出现更强的组织改变。这个区分为后文知识部落合作提供了准备：共同署名不等于共同发生，接口真的改变后续D，才构成机制层的合作。

谱系还可以通过合并获得新能力。两个分支发现各自的特殊条件其实可由更一般规则表达，便形成共同母体。此时分支数量可能减少，知识却更有力量。因而行业升级不能用分支净增加数单独衡量，必须同时观察解释范围、任务表现和组织成本。

◆ 五、开放进入的含义及其限制

传统行业分支之所以显得“任何人都可进入”，主要是说它们的任务可以用较稳定的资格、训练和设备条件描述，并不依赖某个创始人与某件工具的全部互动历史。这里的“任何人”仍须满足相应条件，并非现实中没有资本、制度、经验或信任门槛。

对AI思想工作，这种相对开放性与历史特定性可能同时存在。基本服务依赖共同模型和公开资料，较容易进入；某种持续原创能力却依赖长期积累的问题、反例和判断习惯，不会随着账号开通自动出现。因此，传统分工谱系与思想部落谱系是两种组织侧重，不是两个完全断裂的时代。

真正值得追问的是进入成本由什么构成。设备成本下降，训练和验证成本可能上升；公共知识丰富，特殊经验仍可能稀缺。谱系化若只是人为增加封闭门槛，并不自动促进文明。其积极意义应表现为新的有效能力，而不是使旧能力更难获得。

◆ 六、工具内卷怎样转向模式发生？

设两家企业面对同类需求，使用相同工具，并在同一指标上比较。工具降低成本后，它们可能把新增能力全部投入价格与速度竞争。这不是必然坏事，用户可能获益；但若需求有限，生产能力扩张也可能带来闲置。此时的关键不只是“再提高效率”，还包括是否存在旧组织不能回应的任务。

模式创新从辨认任务失配开始。例如，用户并不需要更多报告，而需要报告中的判断能在条件改变后更新；并不需要更多课程，而需要学习困难能被及时识别。工具能力只有进入这些不同任务的组织方式，才可能形成新的活动空间。差异应来自被发现的条件，而不是故意把同一种服务分成更多收费名目。

这条路径要求三种工作同时发生：研究真实差异，形成可兑现安排，积累可复用的生成方法。只完成第一种，是需求描述；只完成第二种，可能是一次定制；三者能够衔接，才更接近模式谱系。企业规模增长与谱系成熟由此成为相关而不相同时的两种过程。

◆ 七、把模式写成任务关系，而不是企业标签

为了比较不同历史工具，本书需要一种比行业名称更稳定的描述。一个行业可以不断改名，一项服务也可以被放进不同统计门类，但需求怎样进入、行动怎样安排、结果怎样被确认，通常仍能被追踪。因而可以把模式看作带责任的**任务关系**：输入不是单纯原料，还包括尚未兑现的要求；输出不是单纯产品，还包括对完成条件的说明。模式研究从承诺的边界开始，而不是从企业自我命名开始。

设想三个使用同一车型的组织。甲把车交给使用者自行安排，乙承诺在固定时段运输固定人群，丙接受即时请求并动态匹配运力。三者都在使人发生空间移动，却分别把路线选择、等待风险和资源闲置交给不同参与者。若只统计车辆数量和平均速度，三种模式可能非常相似；一旦考察谁拥有调度权、谁承担取消损失，组织差异便显露出来。这是本章自构比较，不是对某家企业的经营事实描述。

可以据此定义一个任务结构M：它包含需求集合、行动集合、允许的行动顺序、完成判据，以及失败后的处理关系。两个实现是否属于同一模式，要看这些关系能否在明确映射下得到保持。换一位司机通常不改变模式；把固定班次变为即时召集，可能改变行动顺序与风险配置。某一条边的变化是否重要，必须由它对任务能力的作用来判断，不能按图中边数简单计票。

这个定义也解释了为什么产品创新与模式创新并不互相排斥。车辆续航提高，若只是减少一次补能，主要是原任务内的效率改善；若使夜间连续接送首次满足承诺，则可能改变可供组织的任务集合。同一技术变化在不同环境中可以落入不同层次。所谓工具革命，因而不是为某件工具永久授予一个等级，而是研究工具怎样使特定组织跨过某个实际边界。

◆ 八、一项新模式需要保存哪些不变量

谱系若只有变化而没有任何保持，就无法解释为什么后来的分支仍与母模式有关。这里所说的不变量，不要求细节永远不变，而要求指出一组在相关转变中仍被保留的关系。例如，某种预约服务把提前汇集需求作为共同原则，却允许接送点、等待时间和车辆规模随环境变化。提前汇集的组织关系是候选不变量，具体路线则是可变化的实现。

但研究者不能事后任意挑选一个共同点，让所有活动都成为同一谱系。所有运输都消耗时间，这个事实过于宽泛，不能单独证明某一模式继承了另一模式。有效的谱系证据应包含实际传递关系：规则文档是否被采用，操作者是否经过相关训练，设计者是否在已有安排上作出修改，以及修改是否明确回应旧规则的限制。相似性描述与历史继承必须相互补充。

本书因此区分结构身份与发生身份。结构身份回答当前组织关系是否可比较；发生身份回答这一组织怎样从之前的活动中形成。两个独立团队可以发明结构相近的服务而没有直接继承，同一组织连续演化也可能分出结构差异很大的后继模式。把二者合成一个相似度，会漏掉趋同与深度转型这两种重要情况。

这种区分对AI知识服务尤其必要。两个智能体都使用相似提示词，不等于属于同一思想谱系；两本专著保留相同问题史，却采用不同推导方法，也不等于完全失去继承关系。谱系身份需要同时标出保留了什么、改变了什么，以及改变经过什么活动。既不能由相同术语直接推出血缘，也不能由新术语直接宣布断裂。

◆ 九、进入一个分支：可以复制什么，必须重新形成什么

传统行业的开放进入，宜理解为进入条件相对能够被列明，而不宜理解为每个人已经具有相同能力。训练、设备、时间与合作关系都可能是门槛。对比AI时，真正值得比较的不是传统行业有没有门槛，而是门槛中有多少依赖不可立即取得的历史状态，以及这些状态能否被整理为可学习的材料。

可以将进入所需工作分为四部分：获得共同基础、理解特定规则、形成情境判断、承担实际后果。购买相同工具主要作用于第一部分；阅读流程可能推进第二部分；第三部分往往需要接触边界案例和纠错；第四部分则涉及真实活动中的责任安

排。把四者都称为操作培训，会低估进入复杂知识谱系所需的工作，也会高估单纯复制资料能够恢复的能力。

这种分解允许设计可比实验。给新成员相同基础工具，但分别提供成果集、操作说明、含反例的研究史和有反馈的实际任务，观察后续任务能力如何恢复。若增加研究史几乎没有改善，而操作说明已经足够，便不应坚持强历史依赖解释。若资料齐备仍需长期实践，才需要进一步识别何种判断不能由当前材料有效传递。

进入成本还可能是组织人为制造的。故意使用不可导出格式、拒绝说明基本定义，都会使外人难以接续，但这种难度不是创新能力的证明。书中所谓工具不可消去性，应尽量排除这种人为封锁效应。真正值得保留的是经实践形成的能力差异，而不是借无法进入来证明自己高深。谱系的可继承性，应当成为成熟程度的一项积极指标。

◆ 十、模式数量为何不能直接代表经济空间

考虑一个有限思想实验：有四类任务，每类每期出现十次。旧模式能够可靠完成其中两类，新模式只把这两类换成四种商品名称，实际覆盖的任务仍然是二十次。统计上的服务种类增加了，活动范围却没有变化。另一种新模式只增加一个名称，却使第三类任务得以完成，因而真正扩大了可行任务集合。两者都可能有益，但不能被记录为相同的范围扩张。

进一步设旧模式每次成本八单位，新模式对既有任务的成本降为六单位。这二十次任务节约四十单位资源，具有明确效率价值；若第三类任务每次收益十单位、完整成本九单位，又增加十单位净收益。效率改善与范围扩张可以同时存在，既不必互相取代，也不宜重复核算。数字只用于展示分账方法，不是任何现实市场的估计。

如果新模式还带来二十单位额外维护负担，则上述两种收益合计需扣除该负担。更复杂时，还要考虑使用者为转换规则付出的时间。模式越多，匹配可能更准确，选择与维护也可能更昂贵。因此不存在从分支数量到经济规模的无条件单调关系。模式研究应把新覆盖任务、旧任务改善与新增组织成本分开保存。

这种核算也改变创新评价的重心。不能只问一个团队增加多少服务页面，而要问原来哪一种困难现在能够被稳定处理。真正的新空间可以很小，却具有清楚边界；宣称覆盖整个行业的巨大平台，也可能只是重新包装原来已经完成的活动。小而可核实的范围变化，是比宏大命名更可靠的发生证据。

◆ 十一、三种不应被解释为谱系升级的失败

第一种失败是性能升级没有进入组织。工具能够提供更细信息，但决策仍按旧规则进行，新增能力只停留在演示。研究者不应因为信息维度增加，就宣布活动已经升维。只有新信息实际改变选择、反馈或验证，才能说它参与了模式的发生。否则发生的是设备属性变化，而非组织能力变化。

第二种失败是局部优化破坏整体任务。例如，接单系统通过减少拒单使局部指标变好，却把超时风险转给后续人员，最终交付没有改善。这里不是所有参与者都不努力，而是模式的完成边界划错了。评价应跨过局部工序，追踪最终承诺及其代价。知识服务中生成更快、审稿更慢，也属于同类结构。

第三种失败是分化只留下互不相容的命名。各分支把基本概念改成自己的术语，却没有增加可解释问题；互相使用成果时需要大量转换。这样的独特性可以形成品牌，却可能减少共同知识的可用性。它是否具有正价值，必须比较新增能力与转换损失，而不能把不兼容本身当成深度纠缠的勋章。

这些失败并不否定复合主体研究。相反，它们使理论承担了可被限制的主张：只有当新的安排改变有效任务能力，并通过反馈形成可继承条件时，才进入较强的模式谱系。未达这些条件的创新仍可被准确分类，而无需全部装进“革命”或“没有价值”两个箱子。

◆ 十二、从模式继承到发生规则继承

一个成熟分支向后来者交付的，不应只是某次成功安排，还应包括怎样发现安排失效。设预约模式要求至少提前一天提交需求，后来进入突发性较高的任务域。若继承者只复制时间规定，便可能拒绝大量真正需要服务的人；若继承了检查需求

稳定性、资源余量和承诺风险的方法，就能判断何时需要另建分支。后一种继承具有更强生成能力。

因此，模式谱系的上层对象可以从规则转为规则选择器。它不是为所有情境写出一个总规则，而是说明在怎样的证据下保留、调整或撤回局部规则。这个选择器仍需边界：未知情境可能不属于任何已有分支，系统必须允许提出新问题，而不是强行归类。发生规则的成熟，恰恰体现于能够辨认自己尚不能安排什么。

这一过程为后文递归发生奠定条件。第一次创新改变任务组织，第二次创新整理分支生成方法，第三次创新再检验这个方法是否遗漏新的差异。各层有不同对象，也需要不同证据。把它们串接起来，才形成从工具能力到行业谱系的可追踪链条；只画无限分叉树，不能替代其中任何一次真实改变。

◆ 十三、两条有来源的继承记录，对照预约运输的思想实验

前面几节用预约运输构造了模式继承的思想实验。现在用两条有来源的记录检验它：历史上的继承是否留下了可追溯的传递痕迹，以及思想实验漏掉了什么。

第一条是福特的移动装配线。亨利·福特博物馆工作人员编写的专题页，在一张芝加哥肉类加工厂照片的说明里写道：福特的工程师在1913年认识到，屠宰场使用的“拆卸线”原理可以改用来制造汽车。同一页记载，海兰公园的第一条线“相对粗糙”，第二年福特安装了链条驱动的移动装配线，此后又不断调整，到1925年，轮胎已在到达工人之前装好并充气。[R102] 第二条是丰田。丰田官方网页称，丰田喜一郎把最早用于自动织机装配线（1927年建成）的链式输送带流水方法，用到了1938年建成的举母工厂的车身生产，并引了他的话：只要缺一个零件，就造不出一辆完整的汽车。[R103]

用本章第八节的标准逐项检查。传递关系方面，两条记录都有具体的传递路径：工程师对屠宰场做法的借用，同一家企业从织机线到车身线的移植，不是后人只凭外形相似画出的血缘。保持与改变方面，福特一例中，按该页自己的措辞，被借用的是“拆卸线”的原理，而被造的对象从拆开一头牲畜变成装起一辆汽车，方向相反；这是本书对说明文字的解读，不是该页的结论。丰田一例中，被保持的是输送带式的流水方法，被改变的是对象、产品和规模，且从织机线到车身线隔了十

一年。两个例子中，源分支都属于另一个行业，说明模式身份不能由行业名称判断，这支持了第七节的做法：把模式写成任务关系，而不是企业标签。

记录同时揭示了思想实验的几处不足。其一，思想实验里的不变量是预先声明的“提前汇集需求”，而在这两条记录里，什么被保持是由后来的叙述者指认的。第八节所说的事后挑选共同点的风险因此是真实的：我们读到的“原理”“方法”，不一定是当年传递者自己区分出的单位。一个可行的检验是，请两位读者各自从原始文献中独立列出被保持的关系，互不参照，再比较二者的一致程度；一致程度低，说明所谓不变量主要来自叙述。其二，思想实验假定继承者处于成熟的母分支之下，而真实的借用常常是跨行业的，出发点并不是同类任务的前辈。其三，这两条记录都是著名的成功案例，存在选择偏差。本轮没有取得被借用后失败或被放弃的记录，因此不能据此估计借用成功的频率，只能说明借用确实发生过。〔待取得的资料类型：企业档案、当事工程师的回忆、失败移植的个案研究。〕

◆ 十四、进入成本：一个被研究过的移植案例

分支身份的另一面是进入者要付出什么。福特的专题页给出了一个与新安排共同出现的数字：它写道，福特的工人非常不喜欢新的装配线方法，到1913年末，劳动力流动率已达380%，并提到公司随后宣布了每日五美元的工资。[R102] 这条记录说明，采用新模式的成本可能由进入这一模式的人来承担，而且并不总能通过设备或说明书降低。当然，流动率与装配线之间的因果关系是该页的叙述，本书没有读到原始工资和人事记录，不能把它当成已经识别的因果量。

更接近“如何把一种做法移到别处”的是一个被专门研究过的案例。阿德勒、戈尔德福特和莱文研究了加利福尼亚州弗里蒙特的NUMMI工厂，这是丰田的一家子公司装配厂。据摘要，他们观察到该厂尽管结构高度科层化，仍保持高效率并兼有灵活性（摘要没有给出与行业平均的比较数字）；通过对两次车型更换的分析，辨认出四种机制：用来改变其他惯例的“元惯例”；工人和供应商在做常规生产的同时也参与非常规任务；常规与非常规任务在时间上交替；以及让分化的子单位并行处理两类任务的新分工。作者把这些机制的成效归因于更广泛的条件，尤其是培训、信任和领导。[R104]

这个案例与第九节的四部分分解可以对读。公开的设备、流程文件和统计指标，大致对应“共同基础”和“特定规则”两部分；而作者强调的培训、信任与领导，更接近“情境判断”和“承担实际后果”，它们很难靠复制资料恢复。需要谨慎的是，这只是共现，不是对照：该研究没有把资料条件拆开，分别观察新成员在只有说明书、有研究史或有反馈任务时的恢复情况，因此它不能证明某一类材料不可替代，只是提醒第九节设计的比较实验有现实依据。另外，“元惯例”这个概念与第十二节的规则选择器看上去相邻，但本书只读到摘要，没有读到它们在工厂里的具体内容，不能断定二者是同一件事。

两个案例合起来，对第五、第九节的操作要求作了补充。检查一次声称的模式继承时，除了问传递了什么，还要问接收方怎样被训练、有没有人因此离开、哪些规则在新场所被改写。这些记录越难取得，越应当在结论中写明，而不是用“已成功移植”一笔带过。

◆ 十五、怎样辨认模式谱系的实际成果？

可以为每次分叉保留一份简洁记录：母模式的任务和条件，新条件出现在哪里，修改了哪项组织关系，保留了哪些能力，新安排经过何种验证，后续谁能继续使用。这样的记录比事后宣称“行业被颠覆”更能支持比较。

反例同样重要。如果新分支的全部绩效差异都由更大预算解释，它的模式贡献就需要重新定位；如果用户不再付费却仍获得相同服务，商业模式可能改变，知识生成机制却未必改变。分类时应允许这些中间结果，不把每项变化都提升为同一层次的革命。

本章因此确立一个承接关系：工具提供新的可能条件，复合主体组织新的活动关系，模式在反馈中取得可继承性，谱系由这些关系的分化与重组展开。经济扩张发生在其中一些安排真正扩大有效活动时，而不是在理论图上画出更多枝条时。这为十大工具案例提供共同问题，也为AI时代的知识模式研究准备判据。

读到这里，本章的论断分属三种状态，需要分别记住。预约运输、定线与即时匹配的比较，以及四类任务的数字，是构想的思想实验；福特与丰田的继承、NUMMI的研究，是有来源的记录，各自受限于所读到的范围；原始文献的独立编

码、失败移植的个案和只提供不同材料的恢复实验，则是尚待取得或尚待执行的研究。把三者混为一谈，会使思想实验显得像历史，也会使历史记录显得像已经检验了理论。



04

第 4 章

SDE解释工具革命的基本理论框架

◆ 一、从三个名词转向一个发生问题

本书以SDE分析工具、复合主体和知识谱系，但不能仅仅给每个案例贴上S、D、E三个标签。一件工具的外观被叫作S，使用过程被叫作D，其他东西被叫作E，这样的重新命名没有增加解释。真正的研究应当指出：在什么条件下，哪些差异怎样展开，为什么显露为这种结果而不是另一种结果。

S是显露，D是差异序列，E是特征纠缠系统。三者不是三个可以先独立完成、再拼成整体的零件，也不是把同一事物分装进三个抽屉。它们是考察发生的三个相互约束的维度。我们从显露进入，追问它经由怎样的路径和条件而发生；从条件进入，追问什么路径能够使某种结果显露；从路径进入，追问它正在改变何种条件和结果。

工具革命的问题因此可以重新表达。新工具进入并不只是给E增加一个对象，它可能改变条件之间的关系，改变能够展开的D，也改变哪些S可以被辨认和评价。汽车进入交通，不只是多了一台发动机；研究者与AI长期协作，也不只是多了一个文本来源。发生学要求追踪这些变化的联动，而不让工具性能独占解释。

本章固定全书的理论口径，同时说明操作化边界。SDE是研究框架，具体模型则必须另行规定对象、变量、尺度和验证方法。一个有限数学模型可以表示某些关系，却不能因使用了SDE符号就自动获得对全部现实的解释力。理论的普遍志向与模型的局部有效性，应当同时被保留。

◆ 二、S：显露不是最后交出的一件产品

S1讨论规范与特征怎样以对比、变化和分布显露。对比让差别可以被辨认，变化让过程可以被追踪，分布让多个位置之间的关系进入观察。若只记录一件产品是

否合格，就可能忽略产品之间的差异、持续变化的趋势和收益成本在不同人群中的分布。工具升级后的行业是否升级，必须同时看这些显露方式。

S2的粒子、波、场是本书保留的三种模态。在具体应用中，需要区分物理意义和结构性描述。研究一辆汽车时，可以把单次运输看作有边界的活动单元，把交通流看作持续变化的过程，把路网中的相互影响看作分布式条件；这种描述有启发，但不等于交通组织已经被证明遵循某个量子或电磁方程。模态对应需要明确层次，不能靠物理词语制造科学外观。

S3讨论真、善、美的价值显露。真涉及知识的成立条件和检验，善涉及行动及其影响的可辩护性，美涉及统一、多样与和谐怎样具体发生。三者在本书中不是彼此可随意兑换的分数。一个逻辑上正确的模型可能被用于不公正的安排，一个美观系统也可能隐藏事实错误。价值分析必须保留这些张力，而不能用一个综合评分遮盖。

对于知识谱系，S不只是文章标题、专著数量或模型输出。新的概念、证明、预测、服务规则、公共规范以及失败边界，都可以成为显露。一个系统能够清楚发现自己不能回答什么，也可能比继续输出更多答案更接近有效知识。显露因此包含成功与限制，不只包含增长。

◆ 三、D1：意义为什么不能由产量代替？

D1以创造、自由、幸福考察意义的获得。放在工具革命中，创造不只是多产出，而是出现新的可能和有效安排；自由不只是选项数量增加，还涉及是否具备理解、选择与退出的能力；幸福也不能由一次兴奋或单一收入读数包办，而应考察张力怎样得到可持续转换与释放。

本书不把这些概念直接变成未经验证的心理量表。它们首先组织问题：新工具让谁能够创造？谁的选择被扩展，谁却被锁定在更窄的流程？新增能力是否改善了可持续的生活与实践，还是只把压力转移给别处？这些问题让行业升级不至于退化为产值增长的同义词。

例如，一个AI系统让教师更快生成作业，如果学生因此只面对更大量的重复练习，知识产量增加并不自动构成教育意义的增加。若系统帮助教师辨认学习差异，

创造新的解释，且让学生获得更多理解和主动选择的空间，D1的研究才有具体对象。这里需要实际学习证据，不是让系统自报“创造力提升”。

意义也参与选择哪些谱系值得发展。理论上可以生成无数不同说法，但资源有限，影响各异。D1提供方向性问题，D3处理在明确约束下怎样选择，二者不能被一个未经说明的最大化函数替代。若目标本身需要改变，最优化就必须允许研究目标，而不只是寻找更快达到旧目标的路径。

◆ 四、D2：九步法怎样进入真实研究？

本书依照站内第395卷《SDE思想体系入门》第7、18章核对的九步序列：猜想—执行—评估—反馈—修正—迭代—分化—重组—升维。[R48] 问题是序列的入口，而不是为了凑数再添加的一步。本书的编辑、排版和审稿工序另有名称，不把它们冒充D2的正式九步。

猜想把尚未成立的可能性提出；执行使可能性进入实际操作或形式推导；评估依据明确判据比较结果；反馈把结果和条件联系起来；修正改变具体判断或做法；迭代让变化接受下一轮检验。前六项构成一种可以在原有问题空间内持续改进的组织。后面的分化、重组与升维，则使研究有可能超出原来单一路线。

但九步不是一条每次必须从头走到尾的机械生产线。某次执行可能直接暴露前提错误，研究需要返回猜想；两条路线可以同时分化，再通过比较进入重组；所谓升维也不是每轮必然发生的奖励。只有出现新的有效区分、对象范围或生成方式，才有理由讨论高阶变化。否则，“升维”只是给普通迭代增加一个宏大结尾。

一个知识发生记录应当把关键转折留下。例如，研究者先猜想所有新轴都增加知识价值，执行一个有限分类实验后发现对象编号可以彻底区分样本却无助于任务，于是修正为“非冗余性与任务价值分别检验”。接着分化出表示创新和决策创新两条路线，再把它们重组为双重判据。这个过程展示九步的具体意义，也说明步骤的价值在于改变问题，不在于表格齐全。

同一九步框架可以具有不同的D谱系。不同部落选择何种猜想、怎样执行、依什么标准评估、何时分化和怎样重组，都可能不同。共享方法名称不等于共享实际发生路径。这正是后文“D的部落谱系性”需要解释的内容。

◆ 五、D3：最优化要公开目标、约束和代价

“最优”不是一个不带条件的赞美词。任何优化都要说明优化什么、在什么范围内、付出什么成本、允许什么风险。若一个知识系统以文本数量为目标，它可能合理地生成大量相似内容；若以可验证的新解释为目标，最好的选择反而可能是少写一个结论、多检验一个反例。目标不同，所谓效率便不同。

本书把D3用于分析发生过程中的资源组织，而不假设所有价值都能压缩为单一效用。研究者可以采用约束优化、多个目标的权衡或分阶段决策，但必须说明取舍。一个更准确的指标可能难以获得，一个更个性化的服务可能难以验证，一个更独特的部落可能更难迁移。这些矛盾不是计算完成后才出现的外部麻烦，而是发生过程本身的一部分。

在思想复合主体中，还应把人的注意力和判断成本计入。AI生成速度很快，不代表共同研究的总成本同样低。研究者需要检查事实、比较定义、理解证明、处理错误。若工具把生成成本降到很低，却把筛选压力成倍推给人，整体最优化可能没有实现。第30章（尤其第四、十二节）与第33章第八节将专门研究这种验证瓶颈。

最优化还可以改变自身目标。一个组织最初只追求回答速度，后来发现错误回写造成长期偏差，便把可追溯性和撤回能力纳入目标。这不是在旧函数上换参数，而可能是在改变评价空间。此时D3本身也进入谱系发生：优化方式成为可比较、可改造的知识对象。

◆ 六、E1：理念、现实、自我不是三个互不相干的世界

理念维度包含概念、理论、可能性和规范；现实维度包含实际对象、行动及可观察约束；自我维度涉及参与者的目标、经验、身份及意义关联。三者在具体知识发生中彼此纠缠。一个数学家提出新定义，既受形式条件约束，也受问题经验和研究判断影响；一个经济指标被采用，也涉及现实交易、理论解释与使用者的决策位置。

本书不把自我理解为可以任意决定事实的个人意志。个人关切可以决定研究入口，却不能让错误证明变成正确，也不能让无效疗法因信念强烈而有效。自我进入

知识发生，意味着问题、选择和责任需要被说明，不意味着公共检验被取消。恰恰因为不同自我参与，检验接口才更加重要。

现实也不是与理论无关的纯材料。研究者选择什么测量、怎样分类、在哪个尺度比较，都与理念条件有关。但是，这并不意味着现实可以随意塑造。未被模型预料的失败、反例和成本，会反过来限制理念。SDE研究的关键，是不让任何一界独占解释，也不把三界并列后停止追问它们怎样相互改变。

对知识部落来说，E1的特殊性可能表现为某类问题长期受到重视，某类经验被反复组织，某种责任位置塑造了判断。两个部落可以共享数学公式，却因现实任务和自我关切不同而形成不同知识路线。差别不一定来自事实冲突，也可能来自所要回答的问题不同。

◆ 七、E2：信息的三个层次与公共基础

E2保留符号、逻辑、数学三个层次。符号提供可指认和传递的形式，逻辑组织推导、相容与反驳，数学建立可精确操作的结构关系。它们之间存在相互支持，但不能把一个层次的变化自动说成另一个层次的突破。换术语可能只是符号变化，形成新推理条件则涉及逻辑，建立新的结构和定理才进入相应的数学论证。

知识同一性常常在这些层次表现不同。两个部落使用不同词语却可通过清楚翻译表达同一结构；另两个部落使用相同词语，却赋予不同的对象边界和推理作用。因此，词频相似、表达风格和向量距离都不能独自决定知识同一性。比较必须深入到实际判断和可验证后果。

公共知识作为基础元素，主要意味着它能够在许多不同发生中被复用。计数、形式推理、测量和稳定术语可以支持不同部落，而不要求它们提出同一问题。正如共同供电并不要求工厂生产同一种物品，共同知识也不必导致全部思想同质。这个比喻指向功能结构，不意味着知识在所有制度下都免费或无成本。

信息的沉淀还必须带上来源、版本和失效条件。只保存一条结论，会让它在新的E中被误用；保存适用范围和失败记录，才可能支持下一轮可靠发生。E2因此不是越大越好的资料堆，而是经过组织、能够参与判断的关系系统。

◆ 八、E3：能量与资源的解释不能偷换量纲

E3保留内能、动能、势能的结构。讨论物理系统时，这些词具有明确的科学语境；讨论知识组织时，不能未经定义就把热力学量直接赋给信念、创造力或社会关系。本书在经验模型中优先使用能够测量的资源，如时间、算力、注意投入、设备使用和资金成本，并说明它们与理论能量维度的操作化关系。

例如，“研究潜力很高”不是已经测得某种焦耳数的势能；“团队动起来了”也不等于机械动能。若要建立更严格的跨领域能量模型，需要定义状态、转换规则和测量单位，并检验是否满足相应关系。本书不靠类比跳过这一步。保留E3，正是为了要求发生必须面对真实资源与转换条件，而不是让思想凭空增长。

资源的组织会影响谱系分布。某些知识分支需要昂贵实验，另一些需要长期现场经验，还有一些主要受验证时间限制。大模型即使降低文字生成成本，也不会自动消除这些差别。因此，“填满谱系轴”必须区分表达可达、推演可达、验证可达和实践可达。不同可达性有不同的E3要求。

资源限制还会选择性地保留某些路径。若只有容易量化的成果获得奖励，难以即时显示收益的基础研究可能被压缩；若只鼓励独特性，共同基础维护又可能无人承担。谱系文明需要研究资源如何分配到公共、部分共同与特殊知识之间，而不只是庆祝分支数量增加。

◆ 九、三方程怎样使用，怎样不能使用？

本书采用 $S=F(D,E)$ 、 $D=G(S,E)$ 、 $E=H(S,D)$ 作为三种基本研究入口。第一式追问在给定条件和路径下显露什么；第二式追问为了实现或理解某种显露，应当怎样组织路径；第三式追问已有显露与路径要求怎样的条件，或者怎样改变条件。它们提供相互检查的方向，而不是未经说明便存在的三个数值函数。

在具体模型里，F可能是一对多的关系，G可能没有唯一解，H也可能受到不可逆历史约束。不能因为写成等式，就假定可以从结果无损恢复全部过程。相同结果可能由多条路径生成，相同路径在不同条件下也可能显露不同结果。这种非唯一性，恰恰是谱系研究的重要来源。

三方方程的递归意义在于，一轮S显露可以改变后续E的组织，新的E又影响D的选择。但这种回写应包含筛选，不是把所有结果自动当成可靠前提。错误、未决与拒绝结果都需要状态标记。否则，形式上漂亮的循环可能只是错误在系统内部自我强化。

因此，本书在形式章节中另外建立带版本的知识系统，记录对象、节点、轴、关系、生成规则、检验协议和证据账本。它是三方方程在一个研究范围内的操作化工具，而不是取代SDE的总定义。理论入口与具体计算之间，需要这样一层明确桥梁。

◆ 十、六路径与三原理：避免把顺序误当命运

S、D、E的三种进入位置可以形成六种主要展开次序： $S \rightarrow D \rightarrow E$ 、 $S \rightarrow E \rightarrow D$ 、 $D \rightarrow S \rightarrow E$ 、 $D \rightarrow E \rightarrow S$ 、 $E \rightarrow S \rightarrow D$ 、 $E \rightarrow D \rightarrow S$ 。这里的箭头表示研究或行动的主导次序，不表示其余维度在前一阶段不存在。实际发生常常交错，六路径用于识别入口与转折，而不是把复杂活动强行排成六条直线。

从显露进入，可以先追问它怎样发生，再考察条件；也可以先比较条件，再重建路径。从差异进入，可以先观察出现什么，再总结条件；也可以先重组条件，再寻找新显露。从条件进入，可以先提出目标显露，再组织路径；也可以先允许差异展开，再观察涌现。不同次序适合不同问题，也可能形成不同D谱系。

本书保留三原理的固定号位：一号位客体、二号位互动、三号位主体。具体运用时，重点检查两维矛盾怎样推动第三维改变，以及第三维改变怎样反过来重组前两维。不把号位当作价值高低，也不把它们重新写成独立主体与独立客体先于发生的旧框架。

所谓矛盾，需要被具体说明。目标S要求个性化知识，既有E只有统一模板，D就需要改变；既有D持续发生新的差异，当前E却无法保存和检验，E就需要重组。若只是说“矛盾推动发展”，没有指出约束冲突与修改位置，原理仍未进入研究。后续各章将用可观察的失效和调整来承接这一要求。

◆ 十一、一个完整的知识发生小案例

构造一个教学研究思想实验。教师发现，同一道题的错误答案相同，但学生的错误过程不同。最初的S按答案对错分组，E中保存的是题目、答案与一般教学经验，D主要是解释标准解法。旧安排无法说明为什么相同讲解对部分学生有效、对另一些无效，这构成新的研究入口。

教师与AI首先猜想，错误过程包含被答案分类掩盖的差别。随后执行访谈与解题过程记录，评估哪些差异稳定出现，把反馈用于修正分类。经过迭代，原来一个错误类别分化为几种不同路径；再通过重组，形成新的教学策略。若这些策略在新任务中获得支持，研究便不只是增加了几份教案，而是增加了一个关于学习过程的比较维度。

这一案例中，E2增加的并非单纯文本，而是带有条件与证据的过程表征；E1中的现实课堂与教师关切共同规定研究入口；E3限制可观察多少学生、能够进行多长时间比较。D1要求新的知识有助于理解和学习，D3则处理观察、反馈与教学时间的安排。S的变化表现为新的可辨认差异和经过检验的教学判断。

这只是研究设计，并非已经完成的教育实验。它展示了三维如何共同进入一项具体工作，也说明高阶发生需要跨过什么门槛：新分类不能只在训练材料上成立，新的教学判断不能只凭教师满意度验收，后续使用还要保存失败条件。若这些门槛没有跨过，系统只能登记候选谱系，而不是宣布新教育学已经诞生。

◆ 十二、三方方程的相容性：可以换一个入口，不等于已经得到逆函数

$S=F(D,E)$ 、 $D=G(S,E)$ 、 $E=H(S,D)$ 给出三种相互关联的研究入口，但不能仅凭符号排列就推出任意两个量唯一决定第三个量。一个简单代数例子足以显示区别。若 $S=D^2+E$ ，已知D、E可以计算S；已知S、E时，当S大于E，D有正负两个候选，只有补充D非负等条件才可能选择唯一值。若S小于E，在实数范围内根本没有解。

更接近思想研究的情形，是同一成果可以由多条路径得到。给定一个定理S和一套基础条件E，不一定只有一个证明D。给定某次成功服务及其行动轨迹，也不一定能够恢复全部环境。把G或H理解为研究关系、可行集合或条件化选择，往往比过早

把它们解释成唯一函数更稳妥。只有在具体模型里证明唯一性、存在性和稳定性后，才应使用严格逆运算。

这并不削弱三入口的价值。它把问题变得更具体：由结果反推路径时，哪些路径都可能成立；由结果和路径重建E时，哪些条件仍不能识别；为了区分这些候选，还需要什么新观察。发生学不是保证能够从一个显露结果读出整个历史，而是组织对历史条件的研究。不可识别本身也是结果，不应用自信的叙述填补。

在经验研究中，还要区分推断与干预。观察到某种E与某种S共同出现，不等于改变这一项E必然得到同样S，因为D或其他条件也可能改变。本书后面的实验设计将尽量控制资源、任务与版本，正是为了让三入口不只停留在解释故事上。

◆ 十三、意义最优化为什么可能只有一组不可互相替代的方案？

设一个纯粹的思想实验同时评价研究成果的新意、研究者自主性和使用体验。三种方案分别在这三项上表现为(9,4,5)、(6,8,6)、(5,5,9)。这里数字不是实际量表，只用于说明关系。没有一种方案在三项上都不低于另外两种，因此不能在没有任何额外价值选择时宣布唯一最优。

一种做法是设置权重，把三项加成分；但权重不是从数据中自动生长出来的，它表达判断目的。另一种做法是先保留不能被全面优于的方案集合，再讨论具体情境需要何种取舍。D3最优化因此可以是多目标、约束条件下的选择过程，而不是把创造、自由、幸福压成一个绝对尺度。

同样，S3真、善、美之间也不能通过一句“整体和谐”就取消冲突。一个表达可以很有感染力却缺少证据，一种管理安排可以高效却削弱参与者的申诉能力。本书的完整性要求是在显露层面保持这些区别，再研究什么新的互动能减少冲突。把冲突记下来是发生的起点，不是理论尚不完美而需要遮掩的缺陷。

数学模型可以帮助识别哪些方案被严格支配，哪些判断依赖权重，但不能替人完成所有价值选择。思想复合主体之中，AI可以展开后果和备选，人的责任不因此消失。D1提供方向，D3组织取舍，两者通过D2不断修订，才形成实际的差异序列。

◆ 十四、用九步法处理一个被反例击中的知识命题

考虑本书自己的候选主张：“长期保留互动记录必然改善后续研究。”猜想阶段先把必然性写出，执行阶段选择任务、记录形式与对照方式，评估阶段检查后续任务的质量。假定出现一种结果：保留大量记录的系统反而重复过时定义。这是构造性的反例情境，不是本书已经观察到的实验。

反馈的任务不是给失败换一种好听名称，而是明确旧记录怎样进入当前判断。修正可以把主张缩小为“被验证、能区分版本、与当前任务相关的记录，可能改善后续研究”。迭代则在新的任务上比较修改后的记录方式，而不能只在导致修正的那道题上重新得分。分化阶段可能形成两条适用路线：需要严格版本连续性的理论研究，与需要少量即时事实的任务，采用不同保存策略。

重组阶段进一步把定义账本、反例档案和检索规则组合起来，构成新的历史状态接口。升维只有在这套接口改变了研究者比较“记忆能力”的方式时才有根据：不再只按储存多少字比较，而按版本辨认、错误排除和跨任务迁移比较。这个过程说明九步不是要求每个研究者机械执行九个等长环节，而是让失败能够变成下一轮生成条件的结构。

若一次迭代只是把不利结果删掉、把原主张说得更激昂，虽然也经历了多轮对话，却没有完成上述发生。真正的升维并不由写出“升维”二字确认，而由新的区分与行动能力确认。本书将把这一要求同时用于作者理论和其他理论，不给自己的体系例外待遇。

◆ 十五、用一间储物间看三入口、六路径与三原理

下面用一个构想的家庭小事，把前面说过的三件事落到具体推理上，不引入新的口径。一家人要把堆满东西的储物间腾出来，给即将出生的孩子用。

三入口：同一间屋子，三种问法得到不同的东西。从显露进入，是先看到“剪刀总找不到”，追问哪些放取动作和哪些条件显出了这个样子。从差异序列进入，是目标已定，要腾出一块安全的婴儿空间，追问在现有条件下该按怎样的先后动作去做；这里往往不止一条路，先清后分与先分后清，结果可以相同。从纠缠进入，是看墙的承重、全家随手搁东西的习惯和舍不得扔的旧物，追问要让这些动作有

效，条件得改什么，比如先添一排架子。这里的习惯与墙不是围在屋外的背景，全家人的放取方式和这面墙是一起磨出来的，换一面墙，习惯也会变。

六路径：先量墙再买架子，与先买架子再发现装不上，次序不同，结果不同，这是真次序；先清左边还是先清右边，结果不变，就不必当成路径问题。全家先观察一周各人怎样放东西，再试几种归位办法，最后才定分区，是条件先主导，得到的样子容易沿用；因为孩子下月出生而先定死期限，逼着赶紧量、赶紧问，是差异序列先主导，样子成得快，也许一个月后又回到原样。先主导不等于另外两维缺席：观察的一周里同样在做小动作，定期限时同样受墙的限制。

三原理：晚饭后玩具堆满客厅，与一家人“明天再收拾”的习惯顶撞，张力一周比一周大。推动改变的不是谁的决心，而是做法本身变了：饭后十分钟各收各的。这个新做法写进下周的起点，客厅的样子随之改变。只靠责骂压住顶撞，下周又会回到原样；给张力一个出口，第三维才真的改形。

◆ 十六、本章结论：统一框架的价值在于允许具体差异

SDE为全书提供共同语言，但共同语言不是把所有领域写成同一故事。犁、文字、飞机和AI面对不同材料、不同时间尺度与不同验证要求；数学证明和经济实证也不能共用一套未经区分的验收方法。框架的价值，在于使这些差异可以放进同一组发生问题中比较，而不是使差异消失。

因此，本书同时坚持两个方向：在S、D、E及其内部结构上保持口径一致，在具体条件、路径、显露和检验上允许充分分化。这种“共同框架与特殊发生并存”的安排，本身就是知识同一性谱系的一个实例。统一性不必成为特殊性的敌人，特殊性也不必以取消共同检验为代价。

从下一编开始，十大工具不再只是说明性的例子。它们将分别检验工具能力、复合主体、模式谱系与经济扩展之间的连接，并迫使理论接受历史差异。只有经得起这些具体差异的共同框架，才有资格继续讨论AI时代更高阶的知识递归发生。





第 二 编

人类文明前五次代表性工具革命

本 篇

- 第 5 章 犁：农业生产谱系的发生
- 第 6 章 文字：从记忆活动到知识管理谱系
- 第 7 章 航船：交通与贸易谱系的发生
- 第 8 章 印刷机：知识传播产业的谱系革命
- 第 9 章 蒸汽机：工业生产模式谱系的发生

05

第 5 章

犁：农业生产谱系的发生

◆ 一、把一件农具放回它工作的地方

把犁单独放在展柜中，人们容易看到材料、形状和工艺；把它放回一块具体土地，问题就改变了。土地多湿、多重，何时能够下田，牵引力量从哪里来，谁安排共同劳动，耕过的地怎样种，收获如何保存，都决定这件农具实际能够做什么。同一件器物，在不同发生条件中并不提供同一种完整能力。

本章不把“犁的发明”写成一个时间点上的万能原因。犁是一组长期演化的工具形式，不同地区的采用条件与路径并不一致。围绕英格兰Lyminge犁刀出土物的考古研究，特别指出工具类型、使用方式与年代推断之间存在解释困难，旧式与较重型耕具也有时间和地域上的重叠。[R10] 这使我们不能从某件遗存直接跳到整片大陆的经济命运。

发生学的问题因此不是“有没有犁”，而是某种耕作能力怎样被组织出来。器物提供一部分条件，人的经验、牵引、土地与社会安排提供其他条件。只把后者称为背景，会让工具看似独自完成了实际上由整个系统承担的工作。复合主体概念在这里的价值，是把这种被省略的组织重新纳入解释。

还要防止另一种扩大：若把所有环境都直接装进主体，复合主体会失去边界。本章把能够在一段耕作过程中协调行动、接受反馈并承担任务的系统作为分析单位；土地、制度和市场等既可参与其构成，也可能作为影响它的其他SDE存在。边界按研究问题说明，而不是预先把整个世界命名成一个农民。

◆ 二、发生的新能力，不只是更大的力

耕作工具最容易被理解为力的延长。然而，一种工具一旦改变可操作的土壤条件，就可能改变什么时候耕、怎样安排劳力，以及哪些土地值得投入。它不仅提高

某个动作的强度，还可能重新安排动作之间的次序。于是，能力变化从局部动作进入了农业过程。

这里可以区分三个层次。动作层面关注土壤处理如何完成；过程层面关注耕作、播种、维护与收获如何协调；组织层面关注谁能共同承担设备、牵引和时间要求。某种工具即使在动作层面表现较好，也可能因为过程或组织层面的不适配而没有被持续采用。

例如，一件需要多人协调的工具，可能在劳力可以集中时有效，在家庭成员必须同时承担其他任务时却造成新的困难。这是机制上的可能情形，不是对某个古代村庄的事实复原。它提醒我们，不能只以单位面积的作业速度判断全部制度后果。工具释放了一种约束，也可能建立另一种依赖。

在人一犁一牵引系统中，人的作用同样不是附加一个命令。对土壤状态的判断、对动物或其他动力的控制、对路线与节律的调整，都进入能力本身。若工具在适合的土地上仍没有形成稳定效果，应当检查这些环节，而不是只说使用者“不够先进”。把采用失败道德化，恰恰会阻碍对发生条件的认识。

◆ 三、从农业作业到农业模式：三个需要区分的变化

第一种变化是同一种耕作活动做得更快。这属于效率改善。第二种变化是原来难以安排的一类土地利用进入可行范围。这改变了活动边界。第三种变化是围绕新的土地利用，形成新的劳动合作、时间安排、知识传承与交换组织。这才接近模式发生。

三者并不必须按整齐的顺序出现。一种合作制度也可能先存在，后来使新工具更容易采用；一种新需求也可能先推动人们改进耕具。因此，发生链是要研究的联系，而不是把历史排列成“工具先来、社会随后照做”的固定模板。

假如两个村落采用相近的工具，一个仍由各户独立安排全部活动，另一个围绕共享牵引与作业窗口建立合作，那么它们不仅产量可能不同，失败的方式也可能不同。独立安排可能保留灵活性，却承受重复成本；合作可能提高某些资源利用率，却增加协调与冲突成本。这些差异构成模式比较的对象，不能预先把合作或独立中的一种宣布为唯一进步方向。

谱系发生还要求时间上的延续。一个偶然成功的作业安排，并不已经是农业模式。它必须在后续条件变化中被记住、重用或修正，形成辨认什么可行、什么不可行的知识。如果这种知识进一步支持新的安排，才出现可以追溯的后续分支。农业谱系因此既有物质侧面，也有知识侧面；耕具只是其中最容易保存和展示的部分。

◆ 四、一个可以复算的采用条件模型

为说明为什么相同工具不会带来相同采用结果，构造一个最小模型。假定某种耕作安排每季固定准备成本为120个抽象成本单位，每单位土地带来的额外净收益在甲地为20，在乙地为8。这里已经把可变作业成本扣除，数字纯属教学设定，不对应历史数据。

若可安排面积为A，甲地的采用净收益为 $20A - 120$ ，乙地为 $8A - 120$ 。甲地只有在A大于6时才取得正的净收益，乙地则要A大于15。相同器物、相同价格，因土地条件不同而出现不同门槛。器物的技术名称并不能替代这个条件差异。

现在加入协调方式。若若干小户可以共同承担准备成本，原来分别不足门槛的面积可能形成一个可行组合。但合作不是免费。设额外协调成本为C，那么甲地共同安排的条件变成 $20A > 120 + C$ 。若协调成本过高，共享工具也可能不值得。所谓组织创新，并不是在公式旁边写一个“合作”就解决问题，而是实际改变C和可协调面积的关系。

再加入时间约束。假如耕作窗口只允许处理一定面积，扩大参与者数量可能无法继续降低平均成本，甚至因排队错过时机。此时，模式要改变的可能是排程、风险分担或工具数量，而非继续扩大同一合作体。一个新的约束成为显露对象，后续模式由此发生分叉。

这个模型证明不了古代农业的具体增长率，却能说明一个逻辑结论：工具性能相同，不足以推出采用条件和组织结果相同。它也展示了从E差异到D差异的路径。土地与资源关系改变什么安排可行，安排的实际过程又反过来改变经验、合作信任和下一季的条件。谱系由此不是参数列表，而是有历史回写的过程。

◆ 五、历史研究支持什么，尚未支持什么？

Andersen、Jensen与Skovsgaard的研究利用地区间适宜黏土分布差异，比较重犁推广相关时期前后的发展变化，在丹麦及欧洲地区样本中发现较高适宜性与其后较高城市化相联系。论文采用差异中的差异设计，讨论农业生产率与长期发展的关系。[R09] 这是本章使用的重要外部研究，但它不等于本书全部机制已经被证明。

首先，该研究识别的是其设计条件下的技术采用影响，不是对“复合主体”概念的独立测试。其次，城市化不是GDP增长率，不能把一个城市化结果改写为经济总量增加了多少。再次，地区环境、时间划分和历史资料质量都属于识别条件，不能因为结果与理论相容，就删除这些条件。

对本书最有用的启示，是生产工具的作用需要放到异质条件中理解。技术并非对所有地区平均施加同一种效果。但要进一步证明模式谱系是重要中介，还需要观察合作安排、土地组织、交换结构和知识传承怎样变化。只有这些中间环节得到材料支持，才能把工具与经济结果之间的关联推进为更细的发生解释。

这也规定了后续写作的证据纪律：农业史章节不能用一篇定量研究替代整个农业文明史，更不能把古代农民写成一种没有差异的主体。本书选择犁作为代表性案例，是为了检验分析框架，而不是宣布它在所有文明中都承担相同角色。

◆ 六、这项研究是怎样设计的：土壤、时间与观察单位

要判断上一节的研究能支持什么，先要看它到底量了什么。本节依据作者所在机构公开的2013年工作稿全文（读取了绝大部分正文，末尾约九千字符未读），数字以工作稿为准；正式刊出的2016年版本是否改动了估计值，本书尚未逐项核对，列入待核。[R120]

观察单位有两套。欧洲样本用NUTS 2级地区，全欧共三百一十七个，剔除后使用二百六十九个（引言处写作二百六十八个，工作稿内部略有出入）；时间窗口取公元500—1300年，目的是避开黑死病。城市化的量法是“每平方公里的城市个数”，数据来自历史地图集，一座城按其大致建城年份计入，因此作者自己承认，这一量法漏掉了既有城市的扩大。人口密度来自网格化的历史人口库，作者提醒十

八世纪以前的数字部分属于推测。丹麦样本则是二十五个历史郡，每二十五年一个观察点，从公元675年到1300年，量的是每平方公里的城镇数。[R120]

“处理强度”的定义也值得细读。研究并不观察哪个地区实际用了重犁，因为没有这种记录；它用土壤代替：一个地区里黏土含量高的淋溶土所占面积，且按联合国粮农组织的适宜性指数，对小麦的适宜度不低于55，才算“适合重犁的土地”。再把这一占比与“公元1000年以后”这个时间虚拟变量相乘，同时控制地区和时期的固定差异。所以估计的是“意向处理效应”：土壤条件使一个地区更可能受益于重犁，这一可能性在突破之后带来多大的城镇变化；它不是采用重犁的农户带来的效应。[R120]

这里有一个容易被忽略的错位。怀特在1967年的这篇概述里并没有说重犁专属黏土，他写的是重犁适合沉积形成的肥沃重土，用它翻土很深，不必再横向交叉耕作。[R121] 后来的检验把“重土”操作化为现代土壤分类中的某类黏土，这是一次有意义的收窄，同时也意味着被检验的是怀特假说的一个版本。理论与检验之间的这种差距，在每一章的历史材料里都要先看清，再谈结论。

◆ 七、结果、数字与它们的边界

在欧洲样本中，作者的反事实估算是：公元900至1300年间城镇密度的增加，约百分之十四点三可归于“适宜土壤乘以突破时间”；人口密度的增加约百分之七点七。作者把它概括为“大约十分之一”。灵活模型显示，效应在早期世纪接近零，约自公元900至1000年起上升，且城镇密度的显著上升比人口密度晚一两个世纪。丹麦样本的数字大得多，非灵活模型把百分之七十点六的城镇增长归于重犁，作者把原因解释为丹麦黏土占比高，并且量的是城镇而不是较大的城市。[R120]

同一设计在两套数据上给出十几个百分点和七十个百分点，这件事本身就是教材。它说明这类估计对“量什么”极为敏感：换一个观察单位、换一种计数方式，份额可以相差数倍。因此，本书不引用任何单一数字作为“重犁贡献了多少”，只引用方向和它所依赖的量法。需要特别写明：被解释的是城镇个数密度和人口密度，两者都不是国内生产总值，也不是收入；一座新城的建立与它的产出规模是两

回事。本书不把这些代理量换算成经济总量，也不把它们写成工具的反事实净贡献。

作者自己列出了几项检验与限制。其一，把马铃薯的适宜度当作安慰剂，在公元500至1300年窗口内，它对城镇密度没有显著影响，这支持识别的合理性。其二，考虑空间相关的标准误后，城镇密度的显著性保持，而人口密度的显著性下降。其三，欧洲样本假定二十世纪的土壤图能代表中世纪，作者承认这一连续性“不能想当然”，因为存在侵蚀，丹麦的高质量数据部分验证了该假定。其四，突破时间本身“有很大不确定性”，较早的重犁可能存在，只是旧式犁更常见。其五，作者明确说：识别出的是总效应而不是直接效应，因为间接渠道不能一一控制。[R120]

第五点最关键。工作稿在讨论渠道时写到，农民合伙出牛共拉一架犁，可能造就更有合作倾向的村落；又写到重犁与庄园制度的关系；但作者说无法控制这些渠道。[R120] 换言之，土壤到城镇之间，复合主体的组织环节是被打包在总效应里的。本书关心的正是这个包裹里面。

◆ 八、八头牲畜的队伍从哪里来

先看一个日常场景。几户邻居想租一辆搬家货车，车要八个人才抬得动整套家具，而每户只有两个壮劳力。不凑够四户，车租来也没人能用；凑够了，就要商量谁家先搬、谁来开车、谁家家具大要多出力。租车的价钱写在价目表上，凑人的麻烦却不在表上。这只是一个帮助理解的类比，不是历史证据。

怀特对重犁提出过类似的组织假说：重犁有时需要八头牛，而很少有农民自己拥有八头牛，“于是合作耕地成为常态”。[R121] 这是一个由技术需要推出组织形式的论断，属于假说。可以拿来对照的一条材料是1086年《末日审判书》对米德尔塞克斯郡的调查：《维多利亚郡志》（Victoria County History）米德尔塞克斯卷的导言说，一支犁队被视为由八头牛或其他耕畜组成，其中牛只被明确写出两次；记载的“已有犁队”约五百五十支，另有一百二十多支“可增加”，与估计的“应有犁队”大致吻合；而且村民持有的犁队合计多于领主自营地所能支撑的数量，犁队多记在“村民”名下。[R122]

这些材料告诉我们三件事。第一，以八头为单位的队伍在十一世纪晚期的英格兰南部不是怀特一个人的设想，而是当时调查者的计量习惯。第二，犁队大量归在村民名下，说明实际耕作能力不只集中于领主。第三，它们没有告诉我们八头牲畜是否由几户合出，也没有告诉我们合出的方式如何商定。导言甚至说，牛只被明确提及的只有两处，“八头”主要是一个被视为的标准。因此，“合作”仍是假说，不是该材料的发现。把一个计量单位读成一种社会安排，正是工具史最容易跨越的一步。

◆ 九、把合作成本放回模型：一个思想实验

回到第四节的算例。设每户有两头牛，一支完整的犁队要八头，所以至少四户合伙；每多一户，协调成本增加30个抽象单位，三户额外参与者共九十。则甲地（每单位土地额外净收益20）要使合伙值得，需要 $20A > 120 + 90$ ，即 $A > 10.5$ ；乙地（净收益8）需要 $8A > 210$ ，即 $A > 26.25$ 。再设一支队伍在一个耕作窗口内至多处理20单位土地。那么甲地的门槛10.5低于20，一支合伙队伍就够；乙地的门槛26.25高于20，一支队伍在窗口内做不到，即使土地的适宜性“合格”，这个安排也不成立，除非增加队伍、延长窗口或降低协调成本。

这个算例的全部数字都是设定的，属于思想实验，不描述任何村庄。它的用处是做出一个可以被检验的预言：在适宜性相近的两类土地上，组织约束会把同一件工具分成“能用”和“不能用”两类结果。换一个角度，它也说明为什么只量土壤会漏掉信息：土壤、牛的数量、农户之间的协调办法、窗口长短缠在一起，才共同决定一架犁能不能真正下地。

◆ 十、机制相近而结果不同：几个对照与负例

对照一，同一类工具、不同的牵引与作物体系。怀特写道，春播燕麦、大麦的三圃制和马的普及，只在阿尔卑斯与卢瓦尔河以北才可行，因为那里夏季有雨、能产出足够的燕麦喂马；地中海地区的农民“产不出足够的燕麦”，马未能取代牛。[R121] 朗顿对英格兰农耕的研究也提示，以马替代牛“绝非必然”，取决于土壤与地形等因素。[R123]（后者仅读到出版社摘要。）两处共同提示：即使“重犁”这

个名称相同，围绕它的牵引、作物与农户安排可以分叉成不同的系统，结果不应归到同一个名称上。

对照二，同一地点、不同的时间判断。肯特郡莱明奇出土的犁刀，沉积于七世纪上半叶，作者论证大陆风格的可转向犁在当地很早就已使用，早于十、十一世纪手抄本中的图像；他们同时承认，旧式犁与重型犁长期并存，英格兰的盎格鲁—撒克逊犁刀仅知四件，其中三件来自窖藏，不能由一件出土物外推整片地区。[R10] 这与2013年工作稿对“公元1000年突破”的不确定性自我提示相互印证：突破点可能是一个图景的简化，而不是历史上的一个瞬间。

对照三，检验内部的反例。丹麦的郡中，有一个郡淋溶土并非主要土壤，把它剔除后效应反而更强；用仅含淋溶土的量法时，结果较弱。[R120] 这些现象不推翻总体结论，却提醒我们：土壤变量与结果之间是统计关联，在个别地方可以失配，失配的原因本身就是应当追查的材料。

对照四，关于采用后的后果。怀特自己写道，十三世纪晚期，在没有进一步创新的情况下，“报酬递减的点已到达”，人口过密开始恶化农民的生活。[R121] 这意味着，同一套能力在较长时期内既能支撑扩张，也能耗尽扩张的余地。

◆ 十一、下一步怎样检验组织这一环，以及本章的材料分账

组织这一环可以设计成一个三项交叉的比较，目前它是研究设计而不是已做研究。其一，土壤分层：在适宜黏土占比高的地区内，区分有村落层面合作犁队证据的地方与以领主自营犁队为主的地方。其二，证据类型：庄园调查、租佃契约、村规与诉讼记录中关于犁队构成、轮耕顺序和牲畜借用的内容。其三，结果：各地后续的城镇创设时间与人口增长。若合作安排是重要中介，那么在同样土壤的两类地方，城镇与人口的后续差异应与合作证据相关；若两类地方没有可辨认的差异，或差异与土壤无关，组织中介的主张便被削弱。这一检验需要能够取得村落级文献，本书目前没有取得，因此不作结论。

下表把本章主要论断的地位分开列出。

命题	地位	依据与边界
适宜黏土占比高的欧洲地区在公元1000年之后城镇密度相对上升	研究结论（有限事实）	[R120]；依赖现代土壤图与1000年节点；量的是城镇个数密度
重犁常需八头牲畜，农户因而合作	假说	[R121]提出；[R122]只显示以八头计队，未证明合并
合作队伍是土壤到城镇之间的中介	开放问题	[R120]明言无法控制该渠道
甲乙两地门槛为6与15；含合作成本后为10.5与26.25	思想实验	自设参数，不对应历史数据
七世纪肯特出土一件犁刀	单例事实	[R10]；不能外推整片地区
重犁带来了某一数量的国内生产总值	本书不主张	所用代理量不是该变量

这张表也回答了一个方法问题：为什么不把“复合主体”一词直接用在史料上。史料给出的是土壤、犁队计量和城镇密度；复合主体的组织环节是借以连接它们的待检验中间变量。名称只在被证据约束时才有解释力。

◆ 十二、为什么有剩余，还不一定有新的经济世界？

假定某项耕作改进确实产生了更多可支配产出，经济活动仍不会自动沿同一路线扩展。剩余可能进入保存、交换、扩大生产、非农活动，也可能被特定权力关系吸收。不同去向意味着不同的谱系后果。工具作用于能力，社会组织决定能力如何接入其他活动；二者不能互相取代。

经济规模升级需要连接。产品能否保存，交换是否可靠，其他人的专业活动是否能够得到支持，劳动者能否在转换活动时承担风险，这些条件决定农业能力是否转化为更广分工。如果连接失败，更多产出可能暂时没有相应价值，甚至增加损耗。这里的“剩余”只是一个起点，不是文明进步的完成式。

同样，产量提高不能直接等于意义获得提高。若额外产出伴随更高强制劳动、生态损耗或风险集中，某些总量指标可能上升，参与者的自由和幸福却可能受到压缩。SDE的D1要求研究意义的实际获得，不允许把所有增加都当成同一种善。这并非要用价值语言替代经济核算，而是坚持两种问题各自清楚。

因此，农业模式谱系必须同时记录得到了什么、付出了什么、能力由谁持有、失败由谁承担。一个只追踪产量的谱系，是产品谱系；一个能够追踪组织、知识、风险与回写的谱系，才接近本书所研究的发生谱系。

◆ 十三、农业案例为后续工具史留下什么判据？

犁的案例使四项判据变得明确。工具需要放在具体能力系统中理解；能力改变要经过可观察的组织环节才进入新模式；新模式的延续要有知识与制度的回写；经济结果则要连同连接条件和分配后果一起讨论。后续的文字、航船与工业工具不能只复述这四句话，而必须分别展示它们怎样成立或失效。

它还修正了“任何人都能进入传统行业分支”的强说法。拥有工具、学习技能、取得资源和获得组织位置，从来不是一回事。传统行业的相对标准化可以降低某些迁移难度，却不能推出没有进入门槛。AI部落的特殊性也因此不能仅靠“门槛更高”证明，而要落在知识发生条件和实际路径的历史特定性上。

最终，农业工具并没有把一种抽象效率直接注入社会。它改变了人们能够共同完成的活动，而这些活动在不同土地、时间与组织中形成不同模式。我们从犁走向AI，并不是要说一切都一样，而是带着这一可检验的问题继续前进：工具能力究竟在哪个环节变成了可以延续、分化并再次创造的整体能力？



06

第 6 章

文字：从记忆活动到知识管理谱系

◆ 一、把一次记忆变成可以离场的记录

一件事只存在于当事人的记忆中，与它留下能够被别人核对的记录，具有不同的组织后果。前者需要找到合适的人并取得其叙述；后者则允许信息在当事人离场后继续参与活动。不过，留下痕迹并不自动等于留下知识。读者必须知道符号所指、记录所用单位，以及这份记录在什么活动中获得效力。

大都会艺术博物馆收藏的一块早期泥板，被解释为有关大麦和二粒小麦分配的行政账目，年代约在公元前3100年至前2900年。馆方同时指出，早期文本缺少动词，具体解释存在限制。[R41] 这一实物提醒我们：书写确能保存经济活动的信息，但保存下来的痕迹与后人完整恢复发生过程之间，仍有距离。

本章不把文字设为复杂经济的唯一原因。记录需求可以推动书写，书写又改变组织能力。需要研究的是这个互相促进的过程，而不是先在两个方向中选定一个绝对起点。

◆ 二、人一书写系统的复合能力

把一支笔放在人旁边，不会自动形成管理系统。只有在符号规则、记录责任、查阅方式和后续行动之间建立联系，书写才参与整体能力。一个仓储账目若从不影响领用与补充，只是痕迹积累；若它能使不同时点、不同成员协调行动，就进入功能性复合主体。

这种复合能力至少包括跨时保存、跨人检查和跨任务调用。三者并不总是同时成熟。资料可能保存很好但难以检索，也可能查阅方便却无法判断版本，或账目清楚却与实际物资脱节。因此，文字工具带来的升级，应在活动链中考察，不能只以识字人数或记录数量代替。

这里出现一个早期的工具不可消去问题。一个组织若已经围绕档案、名册与账目安排活动，突然去掉记录系统，其整体能力就会改变。这个现象为AI时代的讨论提供历史对照：工具参与认知与组织并非全新，新的问题在于互动深度、状态粒度和生成能力怎样变化。

◆ 三、共同符号如何发生多种专门活动？

相同书写规则可以支持不同记录，但不同活动需要不同的有效性条件。数目账需要单位与核对，契约文本需要明确承诺和适用对象，档案需要可追溯的形成与保存过程，研究记录则需要把观察同解释区分。共同符号只是底层条件，不会替这些活动完成全部组织。

从SDE角度看，共同E2能够进入不同E1与不同D。相同数字在仓储、借贷和实验中承担不同作用；相同签名在确认收到、认可责任和表示同意时具有不同语境。正因为公共元素能被不同活动重用，知识活动才不必在每一个分支从头发明语言。

这也修正了“统一性越强，谱系化越弱”的直觉。统一符号可以扩大沟通范围，为新的分工释放资源。决定谱系是否生长的，不是共同性本身太多或太少，而是共同性是否容许差异任务形成自己的组织规则。

◆ 四、记录一旦成为权威，新的误差也随之出现

书面记录能够约束记忆，也可能把错误固定下来。原始记录中的分类、遗漏和误写，会在复制、汇总和执行中延续。如果组织只问“是否有文件”，不问文件怎样形成，形式完备反而可能掩盖事实不足。

设一个思想实验：两个仓库使用同一商品名称，甲按包装计数，乙按件数计数。账本都完整，合并后却产生错误总量。问题不在算术，而在被当成共同的计量条件实际上不同。统一表格并未自动形成统一E，甚至可能让差异更难被看见。

纠正这种错误需要新增单位信息、建立转换并重新解释旧记录。于是，记录系统自身成为下一轮研究对象。人们不仅用文字管理物资，还用文字管理文字的来源、定义和效力。这是一种有限的高阶发生：工具所组织的成果，返回来改变工具使用的规则。

◆ 五、文字的经济作用应怎样辨认？

一个可研究的机制是协调范围改变。若记录使同一活动能够跨越更多时间与人员，某些原先依赖面对面记忆的任务便可能被持续组织。但节约了多少资源、是否形成新增活动，仍需具体材料。账册多了也可能只是管理负担增加，不能从存量直接推算增长。

另一个机制是可核验承诺的形成。记录可以让双方围绕相对稳定的内容协作，降低某些误解，但效力取决于执行与纠错安排。记录没有可靠身份、无法解释或不能兑现，文字本身不会替代信任。这里的工具价值与制度条件共同发生。

因此，文字史为本书提供的，不是一条可以直接折算GDP的古代统计曲线，而是一类机制证据：公共表征被纳入组织以后，活动可以获得新的持续性、可检验性与分工结构。经济结果须在具体历史中继续检验。

◆ 六、从粮食账目到债务终结：记录改变的不只是记忆容量

粮食分配记录与债务结清记录具有不同的活动位置。前者帮助辨认物资流转，后者还参与确定一段关系何时结束。大都会艺术博物馆另一件约属公元前二十至十九世纪的泥板，记录一项白银贷款已经偿清，并说明后续请求失效；见证者列在文本中，其印章位于包裹泥板的外壳上。馆方将其置于古亚述商贸网络的背景中。[R58] 这个个案没有告诉我们全部经济制度，却使“记录具有何种效力”成为可见问题。

这里有三个不能相互替代的环节：某件事情发生了，某份文本如此记录，某个共同体依据该文本采取行动。事情发生而没有记录，并不意味着事情不存在；文本存在而没有可信形成过程，也不意味着内容真实；内容真实而没有被相关制度认可，又可能无法改变后续行为。文字系统的经济能力发生在这些环节的连接中，而不是发生在黏土或符号单独一方。

据此，本书把记录功能分为描述、承诺与状态改变。描述报告已经发生的活动，承诺表达尚待完成的安排，状态改变则说明某项关系进入有效、暂停或终结状态。三者可以写在同一载体上，却需要不同核对。若把结清文本仅看成一条关于银

重量的消息，就看不见它对未来请求的约束；若把所有记录都看成命令，又会混淆事实与规范。

这一分析不是将现代法律概念原样投射到古代，而是从明确史料提出有限比较。古代文本的具体效力仍需相应历史研究。本书采用的最低结论是：至少在所引个案中，记录内容不只保存物品信息，还表述了人与人之间关系的变化。由此才有理由研究书写工具怎样参与形成跨时段的组织能力。

◆ 七、一张账的共同性依赖什么

假设两个商队都记录“收到十”，但一方把十解释为十个容器，另一方解释为十个重量单位。表面上相同的数字并没有建立共同知识。要使两份记录可合并，至少必须明确对象、单位、发生时点和记录者的身份；若物品还会在运输中损耗，则交接位置也可能重要。共同性并非在数字写下之后自动发生，而需要一组使数字具有同一作用的条件。

这些条件可以有选择地统一。两个组织不必接受相同生活习惯或全部价值判断，只需在某次交接中共同确定量的含义、检查办法和异常处理。于是，一个窄而稳定的公共层能够支撑广而不同的活动层。书写文明的分工潜力并不要求整个社会先具有完整统一性；相反，局部协议可能成为不同共同体持续合作的桥梁。

同一套公共字段又会在不同任务中遇到限制。普通货物记录只需数量与交接时间，易损物品可能还需要储存状态；一次结算需要总额，长期往来则需要区分已付、未付和有争议部分。新增字段并非总是管理复杂化，有时它纠正了旧表格把不同关系压成一行的缺陷。记录格式由此成为同一性谱系发生的一个早期入口。

但是，字段变多不自动增加可靠性。没有人能够持续取得的数据，填写得再完整也可能只是推测。格式设计应同时考虑采集能力和行动用途。一个无法被验证的精细分类，可能不如一个范围较粗但有明确证据的分类。书写系统的发生需要在表达能力、取得证据的能力与实际使用之间保持约束，而非无限扩张可写项目。

◆ 八、一个有限的记录损失模型

用一个自构模型刻画记录怎样留下信息，也怎样丢失信息。令 X 表示六种可能的实际状态：三种物品各有已交付、未交付两种状态。初始记录 r 只保留物品种类，把交付状态全部省略。它将六种状态压成三类。若任务仅是统计有哪些物品，这个记录足够；若任务是决定是否继续付款，则同一记录可能对应相反行动。

因此，记录是否充分不能离开问题。对任务集合 Q ，若任意两种实际状态只要具有相同记录，就会在 Q 中要求相同正确回答，则称记录在 Q 上充分。这个定义没有要求记录保存整个世界，只要求它保留指定任务所需的差异。证明其不足也很简单：找到同一记录对应不同正确回答的一对状态即可。

把交付状态加入记录后，可以区分上述六种情形，但新任务可能要求追查谁确认交付，现有记录又不再充分。记录系统于是随着任务扩展而增加维度。这里并不存在一次设计可以永久完成全部信息保存的保证。每一版记录都在特定问题范围内取得充分性，后来的失配可以成为新版本发生的理由。

这个模型说明了为什么完整聊天记录也不等于完整思想 E 。记录保存的是被表达出来的某些状态；未表达的判断、未被问出的条件和现实操作未必在其中。迁移一份文本能恢复多少能力，需要按后续任务检验，而不能从文件字节相同推出发生条件相同。AI知识部落的继承问题，在文字的记录充分性中已经有一个可分析的前身。

◆ 九、档案既支持离场，也可能制造新的依赖

可靠记录可以减少对某位当事人在场的依赖，但也可能形成对档案管理者、解释规则和索引系统的新依赖。一个组织表面上已经把经验全部写下，却只有某个人知道资料放在哪里、哪些版本仍有效。此时人的不可替代性并未消失，而是从记忆内容转移到组织记忆的方法。

这使工具消去问题需要双向观察。去掉档案，活动能力可能下降；去掉懂得解释档案的人，能力也可能下降。二者的作用既非完全独立，也不必不可分解。通过补充索引、版本说明和解释训练，可以减少某种依赖；但是否已经消除全部关键依赖，需要对真实任务进行交接测试。不能把最初存在的依赖当成永恒性质。

一个具体的继承思想实验是：甲保存一百份结论，乙保存同样结论并标明前提与撤回记录。若新问题只要求复述，二者表现可能相同；若要求判断某结论是否仍适用，乙可能具有优势。优势来自记录结构为后续D提供了更多可检验条件，而不是来自文件数量。这个差别也适用于个人知识库与AI研究系统。

不过，记录越详细，维护负担越大。对每次微小修改都保存长篇解释，可能使后来者找不到真正关键的转折。有效档案需要选择什么值得保留，而不是把一切活动无差别存储。选择应以可恢复任务能力为目标，同时保留涉及争议与责任的关键节点。这种选择本身又是知识发生规则的一部分。

◆ 十、书写规范如何形成新的专业分支

当记录被用于不同任务，相关能力会分化。有的工作主要辨认数量，有的工作组织承诺，有的工作核对来源，有的工作把旧记录解释给新参与者。这些差别并不必然已经构成现代意义的职业，却为专业分工提供了任务条件。要做具体历史判断，仍需人员、文本和组织资料，而不能仅由逻辑可能推定某个时代已经形成完整行业。

在本书的分析层面，可以看到一条清楚的机制链：记录使活动跨越即时在场，跨时活动增加了核对需求，核对需求又要求区分记录类型与解释程序。专业知识因而不是在文字之外附加的装饰，而是在书写进入不同活动之后形成的操作规范。公共符号与特殊程序共同构成新的复合能力。

这个机制也有反向作用。复杂活动会要求更加适配的记录方式，迫使符号、格式和索引调整。文字不只是把原有社会照相下来；活动也不是被文字单向决定。双方在持续失配与修复中重组，形成能够被识别的历史路径。发生学的任务是把这一往复过程拆成可检查环节，而不是在技术决定论和纯粹社会决定论之间二选一。

对于知识同一性，重要结果是公共层可以不断更新。一个分支为处理特殊情形创造的记录字段，可能被其他分支采用；原本只有某一群体理解的区别，经过稳定说明后进入更广共享的规则。部落性并不只向外分化，也可能向公共层回流。书写技术因而同时支持知识的地方化与公共化，而不只支持其中一个方向。

◆ 十一、错误怎样被外化，并反过来要求纠错制度

外化记忆使错误不再随着个体遗忘自然消散。一个错误分类被纳入公共表格后，后来者可能忠实复制，结果越规范，偏差越稳定。这里的危险不只是某个人撒谎，也包括诚实执行者沿着错误条件得到一致结果。高度统一性在这种情况下是真实存在的，但并不等于知识已经正确。

所以，记录系统至少需要保存异议的入口。实际物资与账目不同，是调整实物、修改账目，还是追查计量方式，不能预先由“文件写得清楚”决定。若记录具有自动压倒经验的权威，纠错便被关闭；若任何人都可无痕改写记录，跨时信任又会崩溃。稳定记录与可审计修改应当同时存在。

一个可操作的办法是把事实纠错、定义变更和用途扩展分开记录。前者修正错或测错，第二类改变分类与单位，第三类承认旧资料被用于新任务。三种变化对旧结论的影响不同，不能全部写成“更新”。例如，单位改变后需要转换历史数据，用途扩展则可能需要承认旧材料根本不足以回答新问题。

这给思想复合主体一个直接要求：历史连续性不是从不修改，而是修改可以被追踪。新的AI回答不能无声抹去旧版本的前提，旧版本也不因被保存而继续拥有现行效力。知识谱系的成熟，在于能够把曾经说过、当前接受和尚待检验区分开来，让历史成为可学习资源，而不是永久累积的权威。

◆ 十二、记录靠什么被承认：商人团体、封泥与见证人

上文说，一份记录要改变后续行动，必须有人承认它。古亚述商人在安纳托利亚的卡尼什留下了迄今最大的一批可观察材料。韦恩霍夫的综述指出，卡尼什出土楔形文书两万三千余件，来自约六十个商人家族；档案多存放在商人住宅里，设有封闭或有人看守的房间，同时存放贵重物品。这些商人组成一个团体（卡鲁姆），有全体大会和负责日常事务的“大人物”委员会，并领有至少二十五个其他卡鲁姆和商站。[R130]

在这个团体里，泥板本身并不单独生效。契约要有见证人，并加盖印章；包裹泥板的外壳上的印文，使它成为“有效的泥板”；债务偿清后，可以打破外壳来作废债务。证词也常先口头在见证人面前作出，再写下来。[R130] 这些是研究者对史

料的概括，属于有来源的事实。它们为前文的三个环节提供了具体的“第三环”：记录要被一个能够识别印章和见证人的共同体承认，才有约束力；至于这个共同体靠什么手段使违约者付出代价，上述概括并没有交代。把这一点说成“文字创造了信任”，则超出了材料。

◆ 十三、三种记录系统，相近的功能，不同的归宿

下面把三个例子放在一起，不是做受控比较，而是为“记录依附什么才能延续”提出三种可对照的情形。第一种是上面的商人团体：书写依附于一个跨地区、以信用为生的民间共同体。第二种是线形文字乙。据一份时间线式的综述，迈锡尼人约自公元前1450年使用它，到约前1200至前1150年的青铜时代崩溃时消失；所举泥板记载皮革分配给鞋匠和马鞍匠，总体属于宫廷的管理记录；皮洛斯的那块泥板据称是因宫殿大火把它烤硬才得以留存；其后的希腊“黑暗时代”没有留下文字证据。[R128] 另一项2024年对皮洛斯宫殿七、八号房间泥板的研究，仅读到摘要，它主张这批文书可能更近于临时性的、不够规整的材料，而不是正式档案。[R129] 若两说都成立，可以得到一个有限的推论：这套书写依附于宫廷组织，宫廷消失时它没有依附别的组织；而我们今天看到的留存，又是灾难筛选后的结果，不能当成当时记录的代表。这一推论是假说，因为现有读取不足以排除别的原因。

第三种是印加的奇普，一种由绳与结构成的记录装置。厄尔顿的综述说，现存约八百五十件以上，约四百五十件曾被较仔细研究；多数使用包含零的十进位置制（约三分之一不属此种排列），据西班牙人的记述，记载人口普查、贡赋、库存等；国家培养的结绳官在库斯科的学校受训。研究者今天能够解读其数字，却读不出附属的名称标记，也就无法确定所记事物；西班牙人当时让结绳官当面读绳，再由书记员用字母文字抄录，没有哪个西班牙人真正精通解读。[R127] 这是一个不依赖字母文字的记录系统，同样完成了统计与征派；它的可读性却系于受训的人。

三种情形的共同点是都服务于核算；不同点是承认记录的组织（商人团体、宫廷、国家学校）、能够读它的人，以及这些人的延续条件。它们可以支持这样一个研究假说：记录的寿命不由载体的物理耐久决定，而由是否持续存在一个有理由保存、有能力读取、有权威承认它的组织决定。可推翻它的情形有两类：载体耐久、

组织已散，而记录仍被长期有效使用；或载体易毁，组织仍使其延续。两类反例本书都尚未取得材料，列为待查。

◆ 十四、本章材料的分账

为避免把设想当作史实，这里把本章各部分的地位分开。属于有来源的历史材料的，有大都会博物馆两块泥板的用途与年代说明、卡尼什档案的规模与程序、线形文字乙的时间与内容概述、奇普的结构与保管者。属于本书构造的思想实验的，有两个仓库计数不同的算例、六种状态的记录损失模型、一百份结论与带前提的一百份结论的继承比较。属于假说的，是记录寿命依附组织的命题，以及档案管理者形成新依赖的命题。没有任何一个思想实验在此被写成结果。

◆ 十五、文字革命留给递归发生学的确切遗产

从这些分析可以提出一个有边界的结论：书写使某些活动状态获得可保存、可转交的形式；围绕这些形式建立的解释和核对，又成为新的活动对象。记录可以被记录，分类可以被修订，使用记录的规则也可以被反思。这并不证明古代已经具有本书定义的完整高阶递归系统，却表明递归的若干必要环节并非AI时代才出现。

AI的潜在增量应在此基础上描述。它可能降低从大量记录中提出候选解释、比较版本和组织问题的成本；能否形成可靠谱系，则仍要看记录是否充分、规则是否透明、纠错是否真实发生。把AI与书写史连接起来，可以避免两种误判：既不把今天的技术说成人类首次拥有外部认知，也不因外部认知早已存在就否认新工具改变发生粒度的可能。

◆ 十六、从文字到AI：保存成果与参与发生

文字能够保存已经表达的判断，AI还可以在给定材料下参与重组、比较和生成候选。但二者共享一个约束：信息必须被放回其来源、对象和使用规则。没有这一层，保存会成为堆积，生成会成为重复。

本书因此不把AI革命描写成从无工具认知突然走向工具认知。它承接了一条很长的历史链：人们把部分活动外化，使外化物重新参与下一轮行动，再在新的困难

前改造外化方式。AI的特殊性，需要在这条链上说明，而不是靠抹去文字、账簿与档案的认知作用来建立。

文字这一案例留下的核心判断是：共同表达体系可以催生大量局部组织规则，局部规则又可能形成新的共同规范。知识同一性谱系在这里已经存在；当记录能够被重新解释、纠错和继承时，谱系也已经包含了递归发生的初步结构。



07

第 7 章

航船：交通与贸易谱系的发生

◆ 一、能够到达，不等于能够形成持续贸易

船把货物从一处运到另一处，是一次运输；能够在不同时间点稳定安排需求、装卸、结算和风险，才构成可以延续的贸易模式。二者之间有大量组织工作。没有回程货源、接续设施或可靠承诺，一次航行成功也可能无法复制为稳定服务。

本书把航船作为工具系统讨论，不把各种水上活动都归于某次单一发明。不同水域、载荷和目的需要不同安排。其共同机制在于，新的移动能力进入人的协作以后，原来受距离与运量限制的活动获得重新组织的可能；实际能否发生，仍取决于航行之外的条件。

◆ 二、人一船复合主体为何还要再复合？

一名熟练操作者与一艘船可以构成任务限定的行动整体，但一个航运模式通常还需要其他行动整体。装卸、导航、仓储、货源组织和后续运输互相依赖。局部能力都很强，整体仍可能被交接拖慢。

以一个抽象运输链说明：航行用时由十天减为五天，而两端等待和转运合计仍需二十天，总时间只由三十天减为二十五天。这个算例不是历史统计，它指出一个结构问题：改善单个工具，并不等于按相同比例改善完整任务。复合主体必须在其承诺的完成边界内评价。

若新船需要新码头，而码头又需要稳定货源，工具推广会面临共同投入的协调。没有任何单个参与者愿意先承担全部风险，技术能力就可能长期闲置。这是工具可能性与行业实际发生之间的一种缺口。

◆ 三、集装箱化把共同接口变成多模式条件

现代集装箱化提供了一个可研究的案例。Bernhofen、El-Sahli与Kneller利用不同国家采用集装箱设施的时间和产品适装差异，研究1962—1990年的贸易流，发现集装箱化与贸易扩展之间存在显著经济影响。[R42] 该研究支持运输组织改变的重要性，但不能单独证明本书提出的每一层复合主体机制。

对本书更重要的解释入口是接口。共同装载单元使船、港、铁路与公路之间的交接更容易被组织。共同性并未要求所有运输完全相同，反而让不同路线和服务可以在部分环节连接。它体现了一个贯穿全书的命题：底层统一可以成为上层谱系分化的条件。

不过，接口不是一句统一标准即可完成。它需要设备适配、作业规则、状态信息以及异常处理。一个箱体能够被吊起，不等于其内容、责任和去向都已可知。物理兼容、信息兼容和组织兼容应分别检验。

◆ 四、交通谱系为什么不是单纯的工具分类？

同一种船舶技术可以进入不同任务：强调固定时刻，强调批量运送，强调特殊货物保障，或强调网络中的接续可靠性。区别不仅在货物外观，还在资源怎样预留、谁承担不确定性以及怎样评价成功。

当任务结构改变，相关知识也会分化。固定安排需要预测与承诺管理，临时安排更强调匹配和余量调度，特殊货物则需要专门约束。不同模式既共享导航、计量和基础工程知识，又形成自己的实践谱系。交通模式谱系和知识谱系并非先后完全分开的两个世界，它们会相互塑造。

形成新分支后，还可能出现新的共同层。例如，不同服务都需要描述延误状态，于是可以形成可共享的状态协议。这个协议不取消分支的特殊目标，却降低它们的沟通成本。纵向分化与横向共同化同时发生。

◆ 五、贸易扩大与价值扩大之间的区别

运输量、交易额、产业增加值与社会福利回答不同问题。一次新的远距离运输可能替代本地供给，也可能使原先无法完成的任务成为现实；运输更便宜可能扩大

交易，也可能增加拥挤和其他成本。不能把所有经过港口的货值都归为航运创造的净新增价值。

要研究净效应，需要比较没有这一安排时活动将如何组织。若旧路线仍可完成任务，只是成本较高，主要机制可能是效率改善；若工具与接口使新的分工成为可行，则存在范围扩张。两者都重要，但机制和证据不同。

本书据此区分强弱两种历史论证。弱论证表明运输与经济结构同时改变；强论证还要识别工具、接口和组织怎样改变可行活动集合。集装箱研究为某些环节提供较强证据，其余环节仍需要企业、港口和任务层面的材料连接。

◆ 六、航运史需要从航行段走向完整交付链

若把运输视为从起点装货到终点卸货的一条线，船舶性能似乎决定了大部分结果。实际要研究一种可持续模式，却必须追问更长的链：货物为何在此时备妥，接收者能否及时接手，途中状态由谁掌握，异常出现后怎样调整。这里并非声称所有历史航运都按同一种流程运行，而是为比较不同材料规定一个共同观察边界。

完整交付时间可以分成准备、等待、装载、航行、交接与后续处理。各段相加给出总时长，但这种分解还不够，因为时间可能互相影响。航行更快使货物提前到达，若接收设施只在固定窗口开放，提前并不一定缩短最终交付。反之，稳定而可预测的航行，可能允许减少两端预留时间，即使平均船速没有提高，整个任务也会更快。

因此，平均速度与时间可靠性是不同的模式维度。设两条路线平均都需十天，一条总在九至十一天到达，另一条在三至十七天到达。对没有严格期限的货物，差异未必重要；对需要预约接续的任务，波动会改变库存、等待和违约风险。新的谱系分支有时不是运得更远，而是把到达时间组织成一种能够承诺的资源。

这为经济范围扩张提供一个具体机制：当时间波动降到某个任务可容忍范围内，原先不能稳定组织的交易就可能进入可行集合。不过，可容忍范围由任务决定，并不意味着越快越稳定的服务总值得购买。为低价值、非紧急任务付出过高可靠性成本，也可能减少总体收益。模式谱系必须保存这种条件差异。

◆ 七、冷藏运输为何比运量增长更接近范围问题

关于集装箱的研究，不只有既有贸易总量是否增加这一个问题。Bernhofen、El-Sahli与Kneller在一项后续工作中专门考察冷藏集装箱与温度敏感产品的新贸易，据其摘要，以温度敏感商品的新贸易为考察对象；识别细节本书未读。[R59] 本书只采用其明确的研究对象与方向，不把该工作论文的估计值推广为所有运输技术的普遍效应。

这个切入口的重要性在于，任务可行性可能依赖状态保持，而不只依赖位置改变。一件货物虽然到达目的地，若已经不再满足用途要求，就没有完成原任务。于是，运输的对象应当是带条件的物品状态，而不是一个不论发生什么变化都算“同一货物”的标签。工具系统需要控制哪些变化允许、哪些变化会使交付失效。

由此可以提出本书的分析推论：普通运输模式提供位置转移，受控状态运输进一步把某些状态约束纳入交付承诺。这种改变可能生成不同的设备、监测、操作与责任规则。新知识不是把旧运输知识加上一章注意事项，而可能改变从准备到接收的全部D。至于具体行业是否发生这些改变，必须由对应资料继续核实验。

应当注意，新贸易也不自动等于社会净增益。某条远距离供给可能替代已有近距离供给，状态保持会消耗资源，规模扩张也可能引入新的外部成本。史料支持技术扩大某些交易机会，经济评价则还需要比较替代路径和完整成本。两层判断相连，却不能由一个增长方向直接合并。

◆ 八、共同接口为何能够增加而不是消灭组合

考虑一个有限网络模型。有三类装运组织、四类干线组织和两类末端组织。若各类组织之间的接口全部兼容，从结构上最多可以形成三乘四乘二，即二十四种端到端组合。这只是组合上限，不代表二十四种都有效、都有需求或都值得经营。它说明共同接口可能扩大可选择的连接，而不要求参与者采取同一种经营模式。

若每个装运组织只能与一个干线组织合作，末端也只认定部分交接规则，组合数会下降。接口统一的作用首先是减少因格式、设备或状态解释不兼容而不能建立连接。与此同时，它可能降低某些特殊分支的性能，例如迫使特殊载荷采用并不适合的共同尺寸。因而兼容范围与任务适配之间存在真实权衡。

可以把每个接口看作带前提的连接规则。它不仅声明“可以交接”，还说明允许的状态、承诺的检查、信息何时更新以及失败怎样退回。仅有形式一致却没有这些条件，会使网络在最需要协作的异常时刻失灵。所谓公共基础，真正重要的不是一份标准文件，而是标准能否在多方操作中得到同样解释。

这一区分也限制了航运与知识迁移的类比。知识成果的含义会随使用问题变化，不能把文本封装就等同于无损运送思想。可以学习的，是有限接口的组织方法：先明确哪些条件被保持，再允许分支各自组织其他活动。不能学习的，是把所有理解差异都当成可由统一包装消除的装卸问题。

◆ 九、串联可靠性与复合主体的整体边界

设一个运输任务必须依次通过四个环节。若各环节独立成功，且成功概率分别为 p_1 至 p_4 ，则全程成功概率为四者之积。每段都达到百分之九十五，并不意味着全程也达到百分之九十五，乘积约为百分之八十一.四五。这个思想实验揭示整体评价不能用局部平均代替，数字并非任何历史航线的统计。

独立假设本身往往是强条件。若同一外部事件同时影响多个环节，乘积公式不再直接适用。即使每段边际成功率相同，整体成功也可以因依赖结构而变化。因此，在没有联合分布时，只报几个局部数字不足以确定整体可靠性。研究复合主体，不只是列出组成部分，还要识别失败怎样在关系中共同发生。

不依赖独立性时，可以用一个有限界限说明问题。若第 i 段失败概率为 q_i ，则全程失败事件包含于各段失败事件的并集，全程成功概率至少为一减去这些 q_i 之和，若该值为负则取零。四段各有百分之五失败概率，得到的下界是百分之八十。这个界限保守，却把额外假设的作用公开了。

该模型不能直接预测航运经济效果，但能提出调查要求：不仅记录每个节点绩效，还应记录共同延误、交接失败和责任转移。对知识服务同样如此。检索、生成、验证和解释各自看似可靠，若错误以同一来源串联传播，最终结果仍可能失败。复合主体的系统能力不能由局部能力简单相加。

◆ 十、从缓冲库存到缓冲知识

运输网络面对不确定性时，可以保留时间、库存或替代路径。它们占用资源，却减少单点失效对整体任务的影响。用本书语言说，未被即时使用的资源不一定是无效冗余，也可能是维持未来D可选择性的条件。判断它是否合理，需要比较风险与成本，而不是只按平均利用率评价。

在一个有限思想实验中，两条路线的单次成本分别为六与九单位。便宜路线有四分之一概率发生额外十六单位损失，其期望总成本为十单位，高于稳定路线的九单位。但若延误损失只有四单位，便宜路线的期望成本变为七单位，选择又反转。同样的交通工具和相同失败率，在不同任务E中会支持不同模式。

知识系统也会保留类似的缓冲：备用证据、另一套实现、人工复核入口、可恢复旧版本。它们可能在平常显得多余，却使错误发生时能够回退。这个类比只涉及资源配置结构，不把知识风险等同于货物损失。两类任务的损失定义、伦理要求与可逆性可能完全不同，必须分别建立判据。

由此可以重新理解工具升级中的“闲置”。把所有资源安排到满负荷，可能提高短期产量，却削弱接纳新任务和修复失配的能力。谱系发生需要一定探索与缓冲空间，但并非越多越好。只有能说明保留资源如何改变任务可达性或故障后果，才能把它计入发生能力，而不是为低效提供抽象辩护。

◆ 十一、怎样寻找航运升级的反事实

比较新旧运输模式，应先固定要完成的任务，而非只比较两种工具的技术指标。对同一批货物，在缺少新接口时能否绕行、分批或改用其他方式？如果能够完成，主要效应可能是成本下降；如果只能牺牲质量或错过使用窗口，新接口才更可能改变任务可行性。反事实不同，经济贡献的解释也不同。

但任务本身也可能因新模式而改变。生产者在知道运输更可靠后，可能选择新的生产批次和顾客范围。此时固定旧任务只能测量短期效率，不能覆盖长期组织变化。研究应将两类问题分开：在既定任务上的处理改善，以及经过调整后出现的任务组合变化。第二类证据更难取得，却更接近行业模式发生。

还应比较没有成功扩展的路线。某地拥有相似设备却缺少接续网络，另一个地方网络齐备却没有稳定需求，这些差异有助于识别必要条件。不能只从成功港口出发，把那里同时存在的一切条件都列为成功原因。失败与未采用案例，是工具发生学摆脱胜利者叙事的重要材料。

因此，航船对本书的贡献不止是“工具可以扩大市场”。它提供了一组更具体的问题：状态怎样保持，接口怎样使分支连接，可靠性怎样跨环节组合，反事实怎样界定新增范围。把这些问题保留下来，才能将交通模式谱系与后来知识模式谱系置于可比较而不被混同的研究框架。

◆ 十二、一份航海指南里的季节、领航人与港口规矩

前面各节多用现代材料。为看到更早的交付链，这里读一份古代航海指南的英译本，即肖夫1912年译的《红海航行记》（译本页面同时收有卡森1989年版的注释）。需要先声明：本书读到的是译本网页，没有核对希腊文原文，作者与成书时间也未核，下面只转述译本所载内容。[R131]

译本反复说明，从埃及出发往远岸市镇的航行约在七月进行；第五十七节把越过大洋的直航归功于领航人希帕鲁斯，说那股西南风因他得名；去往利穆里克的船偏离风向行驶，去往巴里加扎和斯基提亚的船则先沿岸行三天再直驶出海。这是一条随季节风组织的差异序列：出发月份、起航的岸线、转向的时点，缺一项，同样的船不能到达同样的地方。[R131]

港口一侧的规矩则各不相同。在巴里加扎，入海口有国王雇用的渔人驾大船迎候，把外来船只拖曳溯河约三百斯塔迪亚。在某处“白村”，一名百夫长驻守，征收进口货物的四分之一。乳香不经国王许可不得装船。穆扎港挤满阿拉伯船主和水手，并用熟悉当地人和语言的阿拉伯船长与代理人经营与远岸沿海的贸易。而在远岸沿海，译本说那里不归一位国王统治，每个市镇各有首领。[R131] 在穆兹里斯，译本则说大船为胡椒和马拉巴香料专程前来。

把这些并列，只得出一个有限的观察：同样依赖季节风和海船，各港口的领航、征税、准入与代理人安排是分开的，交付链的“最后一段”往往由当地的组织

决定。译本以逐港描述的形式出现，所读部分没有给出运量与价格，因而它支持的是这些组织环节的存在，而不是贸易规模或增长。

译本还给出一个与前文“时间可靠性”相扣的细节：同样从埃及出发，去穆扎的最佳月份是九月，去巴里加扎和穆兹里斯则是七月。[R131] 也就是说，最佳出发时点由目的地的风与港共同决定，不是船的属性。借此做一个思想实验（数字自设，不取自译本）：设某港市场每年只开三个月，船只到达时间在全年均匀分布，则四分之三的船要等候，被迫等候的平均时长为四个半月，全部到达的平均等待是三点三七五个月；若出发月份对准风与市场窗口，这项等待可降为零。可见季节性知识本身就是一种减少等待的组织资源，它的价值在完整交付链里才显出来。

◆ 十三、相近的代理难题，不同的组织：马格里布商人与热那亚商人

远洋贸易的另一个常见难题是：商人把货交给海外代理人，如何确保对方不侵吞。格雷夫1989年的论文以开罗吉尼萨文献为证据，主张十一世纪的马格里布商人用一个“联盟”解决问题，即基于声誉机制的组织，处理商人与海外代理人之间的交换关系。[R132] 他2012年的回应进一步把对照写明：对马格里布人，多边声誉机制特别重要；对热那亚人，法律执行和双边声誉特别重要。[R134] 如果这一对照成立，则面对同一种代理风险，不同商人群体发展出了不同的组织。

这一说法在文献中是有争议的。爱德华兹与奥吉尔维认为，格雷夫所述的封闭的、私人秩序的联盟“站不住脚”，并说格雷夫所举的实证例子没有一个表明这种联盟确实存在；他们还主张马格里布人依靠正式法律机制，并与非马格里布人结成商业伙伴。[R133] 格雷夫回应时指出，对方误读了部分材料，把同一诉讼案例重复计算，同时承认马格里布人确实使用法庭，也很可能存在他不知道的跨群体代理关系，并说现有数据存在缺口。[R134] 本书没有裁定谁对，也读不了全部吉尼萨信件。能够据此写下的只有三点：第一，代理风险是航运贸易的必要环节，不是航海技术的附带；第二，组织形式的差别是否存在，取决于对少量文献的解读；第三，因此，用船只性能无法回答“为什么一些商人团体能把交付链延伸得更远”，而用组织安排回答，也还需要各方都接受的材料。

◆ 十四、本章材料的分账与一项研究设计

按证据地位，本章可分为四类。有来源的历史材料，包括集装箱研究的对象与方向、航海指南译本所述的季节、领航与港口规矩、关于马格里布与热那亚商人的论文及其争论。有限模型与算例，包括转运时间、二十四种组合、串联可靠性与两条路线的期望成本，它们都是思想实验，不对应任何航线。假说，包括状态保持改变D、接口既增加组合又牺牲适配、时间可靠性使交易进入可行集合。开放问题，是在同样船舶技术下，港口与代理安排的差别在多大程度上解释交易范围的差别。

最后一类可以设计成比较研究，目前尚未实施。选取使用相近船型和季节风的两组港口，一组强制领航且征税稳定，一组由商人团体自办代理，比较同类货物的到达时间波动、违约争端和后续航线增设。资料类型包括港口税单、领航记录、商人信函和诉讼档案。若两组在这些指标上没有差异，或差异与船型相关而与港口安排无关，那么“组织环节解释交付链差异”便不被支持。

这一设计与第六章所述卡尼什商人团体相接：那里是陆路商队，靠团体、见证人和封泥维持信用；这里是海路，靠领航人、港口官员和代理人维持交接。两章的共同点是，交付链的可靠性常常取决于运输工具之外的承认与担保安排，这一点需要分别取材，不能用一章的材料替另一章作证。

◆ 十五、跨知识部落的接口从这里得到什么启示？

知识部落之间的合作并不需要先共享全部E与D。它们可以先约定交付对象、前提、证据状态与失效范围，就像运输系统先约定能够交接的单元。这只是结构类比，不意味着思想能像货箱一样无损搬运。

思想接口更困难，因为同一词语可能包含不同推理作用。一个部落交付的“证明”是形式推导，另一个可能把经验支持也叫证明。接口必须明确承诺，而不能只统一字段名。必要时，合作只能在部分任务上成立，其他部分保持未解决。

航船案例由此说明：工具革命创造移动能力，复合主体把能力组织为活动，公共接口使不同活动互相连接。知识谱系文明同样需要连接能力，但这种能力应被建构和验证，不应预先假定为所有分支天然具有。



08

第 8 章

印刷机：知识传播产业的谱系革命

◆ 一、复制成本下降之后，什么才是新问题？

一份文本能够被复制得更快，首先改变的是交付成本；读者能够围绕相对稳定的版本共同讨论，则改变了知识活动的组织。两种变化相互关联，却不应被混成一项。即使复制完全免费，读者也未必拥有理解文本的条件；反过来，一份流通不广的文本也可能进入具有持续创造能力的共同体。

印刷案例的重要性，不只在书籍增多，还在于稳定文本、专业编辑、传播渠道和读者组织之间如何形成关系。这里需要把一种技术的存在与围绕它形成的整个系统分开。工具让新规模成为可能，组织决定哪些内容得到保存、谁能够取得以及如何回应。

◆ 二、历史证据能够支持到哪一步？

Dittmar研究印刷技术与欧洲城市发展，论文摘要报告，十五世纪已经建立印刷设施的城市，在1500—1600年间比其他相近城市增长更快。[R15] 这是一项对信息技术经济影响的历史研究，不是把印刷机的产量直接折算为GDP，也不等于已经识别本书提出的全部模式谱系。

本书据此保留两层问题。第一层是印刷采用与城市发展的经验关系，需要尊重原研究的样本和识别方法。第二层是怎样理解它可能经过的活动机制，例如文本传播、知识训练、商业信息和协作范围。后一层不能只凭前一层的统计结果任选故事，仍需相应材料。

这也是全书使用工具史的方法：已发表研究可以支持特定箭头，本书的发生解释则负责把箭头拆开，说明哪些环节还有待核查。两种工作相互帮助，但不互相冒名。

◆ 三、同一文本为什么能够支撑不同知识谱系？

把一份相同教材送进两个学习共同体，能够形成公共起点，却不能保证相同学习过程。问题选择、教学语言、训练顺序和实际用途都可能不同。文本同一性主要约束共同对象，不会取消D的分化。

与此同时，稳定文本有利于发现分歧。如果各方引用的内容不断变化，争议容易停留在“你说过什么”；当版本固定，讨论才可能进入“这个判断在何种条件下成立”。因此，统一文本并不必然压制创新，它还可以把争议从记忆差异转向可检验问题。

从这里看，公共知识和部落知识不是两种互不相干的物品。一个研究共同体可能通过共同文本形成自己的解释，再将解释整理成新文本，供其他共同体检验。传播、分化、重新公共化构成一个循环。AI时代的谱系发生在速度和粒度上可能变化，但并非第一次出现这个循环。

◆ 四、知识传播模式的差别在哪里？

一份文本可以被当作长期参考，也可以成为周期更新的信息；可以用于系统训练，也可以用于围绕特定问题的讨论。不同用途对时效、完整性、准确性和读者反馈有不同要求。把它们都称为“出版”，会掩盖生产模式的差别。

本书将这些差别理解为任务结构：参考作品强调稳定与检索，周期信息强调更新与修正，教学材料强调学习次序与理解反馈，研究交流强调论证与异议。它们可以使用共同印刷技术，却形成不同的D，并积累不同的编辑规范与知识组织方式。

一种成熟模式还会引出自己的后继模式。例如，原来只交付文本的教学安排，可能增加练习、评价和指导；原来只发布结果的交流，可能增加方法与数据。新模式的价值不在附件增多，而在它是否改变读者实际能够完成的活动。

◆ 五、公共版本与局部解释之间的张力

稳定文本降低某些沟通成本，也可能形成过早定型。读者把某版的表达当成不可修改的全部知识，后来的经验就难以进入。反之，文本版本更换过快，公共讨论也会失去共同对象。知识组织必须在稳定和可修订之间保持可追踪的联系。

可以设想一个版本机制：正文保留当时有效的主张，修订说明记录改变的前提、证据与影响范围，旧版本不被无声抹去。后来者既能共享现行文本，也能理解它怎样发生。这样的制度并不保证每次修订正确，却使错误和改进都可被定位。

对本书而言，这不是外围编辑问题，而是E的连续性问题。若所有纠错都被新文本覆盖，D的关键转折便消失，后继复合主体只能看到成果，无法学习形成成果的判断。谱系传承于是退化为成品传递。

◆ 六、不能用一条欧洲曲线代替全球印刷史

讨论欧洲活字印刷与城市增长，并不意味着把印刷技术的全部历史起点放在欧洲。国际敦煌项目所介绍的汉文《金刚经》印本具有公元八六八年的明确纪年，是现存完整且有明确日期的早期印刷书籍的重要实物。需要同时说明，具日期的完整印本不等于印刷技术的开端，不能把这件有纪年的完整作品误称为人类第一次印刷。[R60] 保留这些限定，比争夺一个没有条件的“第一”更有史学价值。

这个个案还提醒我们，复制活动不一定首先由出售书籍驱动。传播目的、资助方式和预期读者，可以共同塑造出版安排。因而同一种复制能力能够进入商业、教育、宗教和行政等不同活动，这些活动的成败也不能只用同一种销售指标衡量。模式谱系并不是技术外观的列表，而是技术与不同目的及组织条件相结合的结果。

本书不据少数实物就比较不同文明的总体高下，也不把欧洲城市研究的系数移植到其他时代。可比较的是问题结构：复制成本是否下降，固定投入由谁承担，版本怎样稳定，读者如何取得并使用文本。具体历史结论则需要各自材料。统一分析框架应帮助容纳差异证据，而不是让所有文明重复同一条预定道路。

这一点对于SDE尤其重要。E1包含理念、现实、自我，不能只用设备性能描述印刷的发生条件。相同纸墨与工艺，在不同意义目标和组织责任中会进入不同D。材料与目的都不能单独决定结果；它们怎样相互约束，才是工具史能够为知识谱系研究提供的真正内容。

◆ 七、固定成本如何塑造知识生产的最小共同范围

建立一个简化出版模型：某一版本需要固定准备成本 F ，每份复制成本为 c ，能够获得的每份收入为 p ，且 p 大于 c 。忽略其他成本时，至少要有 F 除以 p 减 c 的读者，才能覆盖准备成本。这个模型不是古代书业的实测公式，而是明确显示复制技术如何改变某些小规模知识活动的可行性。

例如，准备成本为一千二百单位，每份收入十二、复制成本八，则需要三百份才能达到收支平衡。若复制成本降为四，门槛降为一百五十份；若准备成本也降为六百，门槛进一步降为七十五份。门槛变化意味着某些原先读者太少的主题可能获得出版条件，但不意味着这些主题自动具有可靠内容或真实需求。

模型中还隐藏一个同一性条件：这些读者能够使用同一个版本。若每个人都要求完全不同的文本，准备成本就不能简单分摊。较广共享的知识往往更容易形成共同版本，特殊知识则可能需要额外适配。AI可能降低适配成本，但这种可能性不能直接消除编辑、验证和解释成本。知识同一性程度与生产门槛的关系，应该从这些具体成本进入，而不是只从受众人数进入。

如果出版由资助而非销售支持，公式中的收入来源会变化，但固定投入仍然存在。资助者可以使小共同体的知识得以保存，这并不意味着它在市场上没有被购买就没有价值。经济活动、知识公共性与商业盈利是不同维度；模式研究需要允许不同支持机制，而不能把销售模式当成出版的唯一自然形式。

◆ 八、印刷怎样把争论固定在一个可共同检查的对象上

没有共同版本时，两个读者可能以为自己讨论同一命题，实际面对的措辞和例证却不同。相对稳定的版本让争论有一个可指认对象：哪一页、哪一个条件、哪一项推导。这个作用属于比较基础的建立，而不直接保证结论正确。一本稳定而错误的书同样可以被大量复制，因此稳定性与可靠性必须分账。

共同版本使否定也更有生产力。若某个反例确实针对同一段主张，后来者可以讨论应当修改前提、缩小适用范围还是放弃结论。纠错因此具有继承对象，而不是每次重新争论原话是什么。在这个意义上，统一文本不是谱系化的敌人，它可以成为分支发生时共同面对的母体。

但版本稳定也会带来冻结风险。某一时代的分类进入教材后，学习者可能把分类当作对象天然边界。后来的经验即使出现失配，也容易被解释为学习者没有理解旧体系。要让稳定文本支持发生，需要使读者能看见它的前提与形成问题，而不仅是最终表述。能被质询的稳定性，与不可质询的权威性，不是同一件事。

因此，发生型专著应同时交付现行论证和修订接口。正文需要可以连续阅读，不必每段都打断为版本日志；但关键命题应能追溯到适用范围、已知反例和修订理由。书籍在这里不是被动态系统取代，而是成为动态系统中一个可冻结、可引用、可重新打开的版本。这种安排能够兼顾阅读与递归，而不必牺牲其中之一。

◆ 九、复制同一文本与形成同一能力的差距

两位读者拿到相同书籍，只能说明输入中的某些信息相同。理解还取决于他们原有概念、所面对的问题以及能够投入的实践。若一人把某个方法用于计算，另一人把它用于解释经验，二者可能共享形式步骤，却形成不同的后续D。文本统一性不应被夸大为完整认知条件统一性。

可以构造一个教学比较：甲只读定理结论，乙读结论与证明，丙还阅读证明失败的尝试及反例。对直接复述任务，三者可能差别不大；对识别缺失前提的任务，材料结构可能产生明显不同的作用。这个比较目前是研究设计，不是已做实验。它指出应当测量的，是读者随后能够完成什么，而不是教材分发了多少份。

同样，专著生成学习包并不等于把内容缩写成问答。学习包应当让读者接触论证中的分叉：在哪个条件改变后，原有方法不能照搬；哪个错误虽然合理，却会导向失败。能够处理这些分叉，才更接近继承知识发生能力。只记住标准答案，仍可能停留在公共文本的消费层。

AI进入出版之后，这一差距更加容易被掩盖。系统能为每位读者生成不同措辞，看起来高度个性化，但若任务、前提与验证完全不变，变化主要发生在表述层。真实的谱系生成应使读者自己的条件进入问题重建，并允许母本遭遇反例。大量不同版本不必然意味着大量不同知识发生系统。

◆ 十、从单向发行到可选择的知识回流

印刷的基本复制能力并不自动提供反馈入口。一个错误可能在许多副本中长期存在，而更正只被少数人看到。由此出现一个组织问题：怎样让后来者知道旧版本已经发生变化，又不把旧版本从研究历史中抹掉？这属于传播制度的设计，而不能指望更快印刷自己解决。

可以用三个状态管理关键命题：现行可用、限定适用、已撤回。三个状态描述使用资格，不直接表达作者声望。一本书中的局部命题被撤回，不等于整本书全部失效；某个结论仍成立但适用范围缩小，也不应被当成从未发生过修改。准确状态能降低过度否定与盲目延续两种成本。

回流还需要区分读者反馈的类型。读者不喜欢某种表述，可以推动可读性修改，却不能直接否定事实；提供一个成立的反例，则可能改变理论范围；提出新情境，需要进一步检验而非立即吸收。把所有意见按数量投票，会把知识有效性与偏好混在一起。选择性回写不是拒绝反馈，而是根据反馈所承担的证据任务进行处理。

这样，公共母本与特殊子本可以形成往复关系。子本利用母本形成局部知识，局部失败又暴露母本遗漏，经过审查后成为新的边界或新分支。只有其中一部分结果进入下一版公共母本，其余仍可保留局部身份。公共化不是把所有特殊性抹平，而是提炼有足够条件说明的可共享部分。

◆ 十一、城市增长研究怎样进入本书，而不替理论包办证明

Dittmar在对自身研究的介绍中讨论了技术扩散约束、城市增长比较，以及技术知识通过印刷者训练关系传播的情形。[R54] 本书由此补充一个必要修正：即使在传统工具行业，取得同类设备也未必足够，操作知识和人员关系同样可能形成进入门槛。AI的历史特殊性不能建立在“旧工具完全没有历史依赖”这个过强前提上。

但是，采用印刷的城市后来增长更快，并不能自动证明其中的增长全部由知识模式谱系化中介。城市吸引人口、商业机会、教育需求和其他制度变化，都需要放入原研究的识别范围及进一步资料中。SDE若提出更细的机制，就应承担更细的证据要求，而不是借一个总效应替全部中间环节担保。

可行的下一步是寻找机制可观察的材料：出版内容是否形成新类型，学习与商业活动是否出现新组织，人员训练是否支持后续分支，读者反馈是否进入新版本。这里提出的是研究指标，而非宣称这些指标已经全部测量完成。工具史的价值，在于使发生理论被具体材料约束，而不是为新理论提供一串知名发明作背景。

由此，印刷案例与AI案例的连续性更清楚：二者都可能降低某些知识活动的组织门槛，也都需要可靠版本、训练与反馈。其差别则在于AI进一步参与候选内容和问题路径的生成。对这种差别的评价，应比较哪些成本真的下降、哪些能力确实形成、哪些错误得到控制，而不是只比较每分钟能够产生多少文字。

◆ 十二、城市研究的数据与识别：它比较的是哪些城市

前文只引用了摘要层面的结论。迪特马尔2011年论文的全文（读取了绝大部分，末尾参考文献部分被截断）给出了更具体的设计。他把三种目录合并，得到1450至1500年间采用印刷的205座城市；城市人口来自一部历史人口库，其中有202座城市每百年一次被观察，时间从1300年到1800年。采用印刷的城市在国别上很不均匀：意大利406座历史城市中有56座，法国341座中有39座，德意志245座中有40座，西班牙265座中有24座，英格兰165座中仅3座；总计1811座中占百分之十一。[R124]

识别靠两步。第一，在回归中控制大学、首都、罗马遗址、港口、通航河流和制度等因素，并加入国家固定效应。第二，用到美因茨的距离作工具变量，理由是印刷技术最初由美因茨扩散，呈同心圆式推进，且在近一个世纪内带有“准专有”性质。作者的安慰剂检验是：到美因茨的距离与1400至1500年的增长没有显著关系，与1500至1600年的增长有显著关系；换用到阿姆斯特丹、伦敦、巴黎、威尼斯或维滕贝格的距离作工具，则都不显著。[R124] 这是本书在此引用的识别核心，它比单纯的“采用者增长更快”可信得多，但仍然是一项统计设计，不是对机制的直接观察。

作者自己列出的限制同样重要：采用印刷是一个二值变量，抓不住各城市出版量的差别；到美因茨的距离只是经济距离的粗略近似；估算的增长份额依赖“印刷没有拖累非印刷城市”的假定。他还报告，增长优势集中在采用印刷的港口城市，

非港口城市不显著。[R124] 为避免系数含义被误读，本书不引用其中的增长系数，只引用设计与方向。

至于机制，作者讨论的渠道具体而可检验：1478年特雷维索的商业算术书之后，数百种商业算术书在1480至1550年间付印；1494年帕乔利的《大全》给出了复式簿记的第一种印刷描述；商业技能由此成为可以购买的教材。他同时认为，对工业技术的外溢“可能有限”，技术工人的流动才是主渠道。[R124] 技术本身也并非一经出现便人人可得：论文说它在近百年内“准专有”，设备投入约在250至600里弗尔，扩散多由德意志印刷工及其学徒携带，且部分出于“偶然”。[R124] 这再次说明，印刷机在谱系上的位置，不是机器，而是学徒关系和商业教材所组成的活动系统。

◆ 十三、相同的技术，不同的结果：三个对照

对照一，朝鲜的金属活字。法国国家图书馆介绍的《直指》印于1377年，在今清州的兴德寺，用的是“活动的、铸造的金属字”，内容是禅宗文选，比古腾堡《圣经》早七十八年，另有1378年的整部木刻本保存在朝鲜半岛。[R126] 该页面只作了时间比较，没有谈这项技术如何传播、影响了谁。因此，“金属活字已经出现”与“一个使文本规模化流通的系统已经形成”是两个命题；前者有实物，后者需要另找印数、读者和销售的证据，本书尚未取得。

对照二，同一区域里不同的社群。阿亚隆的《阿拉伯印刷革命》导言（读到第1至10页）指出，西班牙被逐出的犹太人在15世纪90年代中期已在伊斯坦布尔开设希伯来文印刷所，亚美尼亚文印刷所于1567年出现，希腊文的在1627年；而在阿拉伯语国家，第一本活字印刷的阿拉伯文字书籍要到1706年才在阿勒颇出现。1727年获得敕令后，穆特费里卡先后印行十六种书、约一万册，1746年之后停业；伊斯坦布尔在1727至1800年间约出24种书、约1.3万册。他对比说，欧洲到1500年已有约三万种书、一千五百万至两千万册。[R125]

阿亚隆还指出，旧有的解释，包括政府禁令、乌莱玛反对、抄写员阻挠，以及成本、文盲和对书法的偏好，都不能说明为什么印刷在欧洲克服了类似障碍而繁荣；近来的学者对所谓1485年和1515年的禁令提出疑问，认为它们可能源自未经证

实的传闻，也怀疑乌莱玛是否一致反对。[R125] 这里的教训是，同一种复制技术进入不同的读者共同体、不同的文字和不同的书写一口传分工，出版量可以相差悬殊（两处统计的时间跨度和口径不同，不宜作精确比较）；而哪一种解释成立，在文献中仍在争论，本书不作裁决。

对照三，同一技术内部的城市差别。迪特马尔的数据中，意大利有五十六座城市采用，英格兰仅三座。[R124] 若只把“采用”当作一个开关，这样的分布就缺少内容；若把它理解为学徒网络、资本和商业需求共同在场的地方，则差别是预期之内的。当然，这也是一种解读，需要用各城市的书目和师徒关系去检验。

◆ 十四、本章材料的分账

历史材料，包括迪特马尔论文的数据与设计、《金刚经》与《直指》的实物年代、阿亚隆对伊斯坦布尔和阿拉伯地区印刷的数字。思想实验，包括前文的出版固定成本算例（准备成本、每份收入与复制成本）和三类读者的教学比较，后者尚未做过实验。假说，是共同版本把争论转为可检验问题、稳定性与可靠性应分账，以及学徒网络与商业教材是印刷发生经济作用的中介。开放问题，是在相近印刷条件下，为什么扩散速度与书目结构各不相同。这四类材料在本章中分别标示，没有一项思想实验被当成了结果。

◆ 十五、印刷与AI之间：从复制规模到发生规模

印刷的核心能力在于使相对稳定的文本被更广泛复制；AI可以参与生成新的候选表达。前者并非绝对没有创造，后者也并非天然可靠。二者的区别需要落实到活动层：谁选择问题，谁形成候选，谁检查，结果怎样回写。

如果AI只是把同一内容改写成大量版本，其作用可能主要是复制与表述扩展。只有当不同使用者的条件进入问题、方法和验证，才能讨论新的知识发生规模。由此，AI时代专著的价值转移不是“不再需要稳定文本”，而是稳定文本还要提供继续生成的条件。

印刷案例最终留下一个重要条件：公共基础越可靠，局部研究越有机会把资源投入真正差异；局部解释越能够公开条件，公共知识越有机会更新。谱系化的文明价值不只在分叉，还在这种双向循环能否持续。



09

第9章

蒸汽机：工业生产模式谱系的发生

◆ 一、动力增加为什么还不够解释工业改变？

动力设备更强，可以使已有机器运转得更快；但企业是否改变区位、生产时序和协作范围，还取决于其他条件。若只把工业革命解释为单位时间获得更多动力，就容易漏掉整个生产组织如何调整。工具史需要进入这些中间关系，而不只停留在性能表。

蒸汽技术也不是一台单独设备在某日出现后立即改变所有行业。不同设计、能源条件与任务需求之间存在差异。本章选取明确研究作为入口，再用SDE提出组织问题，不用一个标志性名称覆盖全部历史过程。

◆ 二、区位约束的改变是怎样的模式变化？

Rosenberg与Trajtenberg研究十九世纪美国的科利斯蒸汽机，关注动力技术如何参与工业化和城市化。其研究强调，与依赖合适地形和水源的动力相比，蒸汽设备有可能放宽生产选址的限制，使接近投入和产品市场等条件获得更大作用。

[R43]

这项研究给本书的启示不是“蒸汽机创造了城市”这一单因命题，而是一个更具体的过程：一种旧约束减弱之后，组织可以重新选择自己围绕什么条件集结。E中某一关系改变，会使D中的选址、运输和协作顺序改变，最终在生产布局上显露出来。

同样的工具进入不同地方，效果可能不同。若运输、劳动、燃料与市场条件不能配合，理论上可以迁移的生产并不一定实际迁移。发生学不应把这种差异当作偶然噪声，而应把它作为解释工具作用条件的材料。

◆ 三、动力如何进入复合主体？

动力装置必须同操作者、维护知识、机器接口和生产任务配合，才能形成有效能力。这里的整体不是要求每个人都理解全部机器，而是要求系统知道由谁发现异常、怎样调整，以及如何恢复。分工与协调同样构成复合能力。

一个生产过程的瓶颈可以从动力转向供料、检验或运输。假设机器加工能力翻倍，而原料准备仍保持不变，最终产出不会必然翻倍。这个简单关系解释为什么工具革新通常需要互补投入，而不是一次购买完成全部升级。

更重要的是，互补投入可能改变任务本身。稳定动力允许不同工序采用新的节奏，新的节奏要求新的组织，新的组织又产生新的维护和知识需求。由此产生的专业分支不是工具外面偶然长出的附属物，而是新能力能够持续兑现的条件。

◆ 四、从同一种动力到不同生产谱系

共同动力可以服务不同生产方式。一类任务追求连续运作，另一类任务追求灵活切换，第三类任务特别重视精度或安全。使用同样动力来源，不会取消这些任务差异。模式谱系沿着不同目标与约束展开，技术参数只是其中一部分。

如果把所有工厂视为同一个标准工厂的缩小或放大版本，就容易把组织创新压缩为规模增长。实际研究应比较决策权、工序依赖、库存与故障处置。相同总产出可以由不同组织方式获得，而这些方式面对变化时可能具有不同能力。

在SDE语言中，原有S的提高可以先发生于同一模式内部；当E和D的关系进一步重组，才可能形成新的S类别。两层变化可以连续发生，也可能只出现第一层。工具革命不保证每个采用者都同步进入高阶发生。

◆ 五、经济规模扩张需要怎样的反事实？

一项新动力安排使企业产出增加，可能包含效率改善、需求扩大和其他企业活动转移。要估计净作用，应说明没有它时生产会在哪里、以何种方式完成。不能把新厂产出全部算作净增，也不能因为旧厂关闭就忽略整体效率变化。

这要求把区位、组织和市场一起研究。不同模式会产生不同空间关系，一种活动的扩大可能使上游、维护和运输出现新任务。与此同时，资源也有机会成本。发生学的经济命题必须进入这些账目，才能避免只讲新职业而不讲替代和投入。

本章因此把工业升级理解为可行活动集合和组织能力的改变，而非仅为机器总功率的增加。这个定义允许效率增长具有价值，也让模式发生的额外贡献成为可以寻找的对象。

◆ 六、动力约束的放松，不等于所有约束同时消失

蒸汽机研究对本书最有启发的地方，是把生产能力与生产地点重新联系起来。Rosenberg与Trajtenberg对科利斯蒸汽机的研究，强调特定动力技术与工业区位改变之间的关系。[R43] 本书沿这一入口提出的解释是：一种约束被放松后，其他过去退居背景的条件可能上升为主要选择依据。发生并非没有约束，而是约束之间的相对作用发生变化。

在一个抽象例子中，工厂最初必须靠近动力来源，因此即使原料和顾客都在远处，也只能承担较高运输成本。后来动力可以在更多地点取得，选址便能够更多考虑原料、劳动力与市场。可是燃料运输、设备维护和资金要求又会形成新限制。新技术没有把地理变得不重要，而可能改变哪一种地理关系更重要。

这种约束迁移是解释工具革命的一条具体路径。若研究只记录单位动力成本，就可能漏掉活动组合怎样变化；若只看到工厂迁移，又可能忽略新设备是否确实放松了关键条件。需要把技术变化、组织选择和活动结果放在相同时间顺序中，而不能让结果反过来证明所有前提。

同样，AI降低搜索或表达成本后，知识工作的主要限制可能转向问题判断、证据取得与验证。把技术进步称作消除所有脑力稀缺，会忽略这种迁移。工具革命可以扩大活动范围，却同时使另一类能力更稀缺。后文知识谱系经济学必须把新的瓶颈纳入成本，而不是把旧瓶颈减弱当成整体无限扩张。

◆ 七、工厂为什么可能理性地不采用一项更强技术

一种新设备在单独测试中更有效，并不保证组织立即采用。企业面对的不是裸设备，而是改造后的整套生产：旧设施是否仍可用，员工是否需要训练，产品需求是否稳定，停工造成什么损失。若把所有不采用都解释为观念落后，就无法区分真正的迟滞与合理的条件判断。

可以构造一个互补投资模型。动力供应者与生产组织各自决定是否改造。若双方都改造，各得六单位净收益；若只有一方改造，该方损失两单位，未改造者收益为零；双方都不改造，则都为零。这个简单博弈具有共同改造和共同不改造两个纯策略均衡：单方偏离未必有利，因此存在技术可行却协调不成的局面。

若一方认为另一方会改造的概率为 p ，其改造期望收益为 $6p$ 减 2 乘 $1-p$ ，即 $8p-2$ 。只有 p 超过四分之一时，改造才优于保持原状。这里的阈值来自设定的收益，不是工业史的实测数值。它证明一个有限可能：当互补条件不确定时，不采用先进工具可以是对协调风险的回应，而非对技术性能的否认。

这个模型为历史调查提出的问题是：谁先承担投入，何种承诺提高互相预期，试验如何降低不确定性，失败成本是否能被分担。它不能凭自身说明某次工业转型确实由协调失败决定，但可以避免单纯把成功归于勇气、失败归于保守。复合主体的发生包含建立可互相信赖的行动条件。

◆ 八、从瓶颈转移识别组织创新

设一条生产链由供料、加工、检验三环构成，单位时间能力分别是四十、二十和三十。忽略库存与波动时，持续产出受最小能力二十限制。把加工提高到五十，产出上限转为三十，而不是五十；瓶颈从加工移至检验。这个基础模型展示性能提升与最终结果之间为何不成比例。

进一步提高检验到四十五后，瓶颈又移到供料。每次改善都可以有价值，但改善方向取决于整体状态。只围绕最引人注目的设备不断投资，可能把资源留在不再限制系统的环节。这里的最优化并非一个脱离环境的通用口号，而是在具体E下辨认哪种D能够改善完成条件。

真实生产还会受到批次、切换和故障影响，最小值模型只能提供理想化上限。它不能把全部组织问题化成一道算术题，却能使研究者避免明显错误：局部能力翻倍不等于全程产出翻倍，平均利用率提高也不等于承诺可靠性提高。后续模型应在明确需要时增加状态，而不是为了复杂而复杂。

行业谱系由此可能沿不同瓶颈展开。某些分支擅长连续高量，另一些擅长小批切换，还有一些把高质量检验作为核心。它们共享动力，却采用不同的组织原则。新模式并不是在同一效率轴上排序后的快慢等级，而是面对不同约束形成的可持续安排。共同技术基础与多元组织谱系可以同时增强。

◆ 九、规模扩张为什么会改变知识的组织

当设备与任务组合变化，原来由少量熟练者直接协调的事项，可能需要新的接口。如何记录机器状态、怎样安排维修、何时停止生产、谁有权判定异常，都会影响整体能力。知识不再只是操作者个人经验，也进入可传递的角色与程序。这里提出的是由组织变化推导的分析问题，不把每项现代安排都回投到所有蒸汽工厂。

相反方向也成立。若已有知识能够更清楚描述故障与操作边界，新设备的采用就更容易形成稳定生产。技术与知识组织互相支撑，不能只画成工具先变、知识后跟的单向时间线。某些理论、测量或训练方式的改善，可能先于大规模技术应用，并成为其条件。

这种互相依赖对“复合主体”概念提出严格要求。不能把设备、工人和制度全部放进一个集合，就认为已经解释了协同。应指出哪些信息在何时改变谁的行动，失效如何被发现，修复怎样进入下一轮。只有关系具有可观察的作用，整体概念才比罗列因素多提供了解释。

据此，工业知识谱系可以用操作能力的继承来辨认。一个维修方法若被后来设备继续使用，同时根据新故障修订，它就具有可追踪的后继关系；一份规程若只被重复抄写却不影响行动，则未必构成活跃知识。谱系的生命不在文档保存得多久，而在它是否继续参与有效活动与纠错。

◆ 十、生产率、就业与分配不能写成一条同向曲线

新工具可能以更少投入完成旧任务，也可能通过新任务创造额外需求。两种作用对就业、技能与收益分配的后果并不相同。即使总产出增长，也不能由此推出每一类参与者处境同时改善。行业发生学若只看成功企业与最终产量，会漏掉转型中的迁移成本和失去原有工作安排的人。

可以用一个有限需求例子说明。旧方式每人每期完成十单位任务，需求固定为一百，需十人；新方式每人完成二十，固定需求下需五人。若新能力使可实现需求增为三百，则需十五人。这里同样是生产率提高，就业方向却由需求范围变化决定。它不预测任何历史总量，只说明从技术参数不能直接读出劳动结果。

SDE中的D1意义获得，不能因此被缩减为产出增长。创造、自由与幸福要求考察哪些人获得新行动空间，哪些人承担调整风险，以及反馈权怎样分配。这些维度可以与经济核算并列，而不必被强行合成单一货币指标。经济规模是文明变化的一个重要读数，不是全部价值的替代物。

对AI时代尤其应保留这个区分。新知识服务行业扩大，不等于所有原有知识工作者自然受益；某些高效率模式也可能集中决策权。理论不能先用“升级”命名所有技术扩张，再把分配问题当成附属代价。哪些结果值得维持，是发生机制需要承担的规范问题之一。

◆ 十一、技术互补还可能形成锁定

当组织围绕一种工具投入大量训练、接口和专用设备，改用另一种工具可能十分昂贵。这种历史依赖既能支持累积能力，也能阻碍更好方案进入。因而不能把系统越来越难以替换，直接等同于越来越先进。不可替代性有时来自能力，有时来自转换成本，二者必须分别识别。

一个检验办法是比较恢复同等任务能力的成本，而非只比较购买新设备的价格。若新系统虽然设备便宜，却需要重建全部配套，短期替换未必划算；若长期能力明显改善，组织仍可能选择分阶段迁移。这个判断依赖时间尺度与风险，不能由“旧系统是复合主体”自动得出永远保留的结论。

知识部落同样可能陷入这种锁定。长期积累的术语与工作方式可以提高效率，也可能使成员拒绝外部反例。真正的连续性不要求每个历史接口永远不变，而要求变化能够保留重要能力、公开损失并允许纠错。历史特定性应被研究，而不应被神圣化。

因此，蒸汽案例给全书留下的不是一个“新工具必定引发大爆发”的故事，而是一组条件机制：约束迁移创造重组机会，互补投资决定机会能否实现，瓶颈转移推动组织继续调整，知识与设备共同积累，而分配与锁定要求额外评价。这样的历史解释，才足以承担从工具革命走向文明经济发生的桥梁。

◆ 十二、选址研究的数据与限制：它量的是县的人口

前文两次引用科利斯蒸汽机研究，这里补上读到的全文细节（NBER工作稿，读取了绝大部分，末尾约七千字符未读；工作稿与2004年刊出版本的数值是否一致尚待核对）。[R135] 论文的核心创新被概括为“自动可变截止机构”，使发动机在负荷突然变化时仍输出连续均匀的旋转动力；使用者作证说可使燃料成本降低三分之一或更多，但作者明言这是宣誓证词，不是独立测量。

数据有三组：1869年向国会请愿的名单，列出257位购买者的位置与马力，样本合计46,934马力，名单“并不全面”，只涵盖支持请愿的购买者；1880年水力普查报告中北部和中大西洋各州的4,716个水力地点；以及1850至1870年的县级普查和1850至1900年的人口数。[R135] 方法是计数模型。结果有两项：人口多的县更可能出现科利斯购买者，却不影响水磨的位置；拥有至少十家科利斯用户的县，1870年之后的人口年增长比没有的县高约百分之零点五到一，而水磨多的县增长较慢。[R135]

这些发现支持“蒸汽放松选址约束”，但需要读清它的边界。被解释的变量是县的人口增长，不是产出或收入；请愿名单带有选择；科利斯的故乡普罗维登斯可能是影响很大的离群点；水磨数据取自1880年，科利斯数据取自1869年，时间并不对齐。[R135] 论文还提到，蒸汽在新英格兰超过水力成为主要动力源，已是1880年代中期。这一点常被忽略：约束放松不是一次完成，水力与蒸汽并存了很长时间，期间两种选址逻辑同时存在。

论文另有两项观察，与本章的瓶颈分析相扣。一是科利斯用户的平均厂房远大于水力用户，轧钢厂是典型例子，因为这种机器能应付突发的负荷变化；二是1870年专利期满之后，“科利斯”变成美国大多数大型固定式发动机的通称。[R135] 前者提示动力改变的不只是地点，还有可承担的作业规模；后者提示知识在专利期满后从个别企业转入行业通用。但这两点同样只是论文的描述。要把“放松选址”和“放大规模”这两条路径分开，需要同一批厂在购机前后的规模、工序与位置记录，目前书中没有这类资料，只能列为后续的研究设计。

◆ 十三、同一种机器，两种知识制度：瓦特专利与康沃尔矿区

Nuvolari对康沃尔抽水机的研究提供了一个“机制相近、结果不同”的对照（所读为2001年DRUID工作稿，据检索目录，刊出版本为《剑桥经济学杂志》2004年第28卷第3期，本书未读）。[R136] 瓦特1769年获得分离式冷凝器专利，后议会延期至1800年；博尔顿与瓦特对用户收取的年费，等于相对纽科门机所省燃料成本的三分之一；他们还阻止竞争对手的改进获得许可，如霍恩布洛尔的复合式发动机。康沃尔的矿山因煤要从威尔士运来而燃料昂贵，所以效率关系重大。[R136]

在专利之外，康沃尔矿区形成了另一种安排。1811年起，矿场主管们决定出版月刊《引擎报告》，登载每台发动机的设计、运行与性能；乔尔·林恩是首任报告员，报告持续到1904年。作者引用皮尔的统计说，平均“功效”由2800万升到5000万以上，最好的机器由4700万升到一亿以上，而瓦特机最初约1800万、后来约2600万（功效指每蒲式耳煤把水提升一英尺的磅数）。[R136] 康沃尔人的蒸汽机专利在1781至1847年间仅十四项，占同期873项蒸汽机专利的不到百分之二。

可以得出的有限观察是：同样的蒸汽技术，在一个把改进收归专利持有人的制度下与一个公开比较性能的矿区制度下，积累改进的方式不同。是否因此改进速度也更快，这项研究自己也很谨慎：它是单一案例，主要依据二手材料，专利比较被作者称为“指示性的”而不是正式检验，图表由多个来源拼合，且当时还有伍尔夫、西姆斯等复合式发动机并行探索，所谓单一主线是简化。[R136] 因此，本书把它作为假说：公开的性能记录使改进成为可共享的差异序列，从而加速回写；可推翻的情形是，找到可比矿区在缺少公开记录时改进速度相当。

◆ 十四、同一份合同，不同的采用：燃料价格的思想实验

艾伦的摘要强调英国高工资、低能源价格的结构引导发明朝着以资本和能源代替劳动的方向展开，早期技术只在英国能获利，等到改进到足够有效，才在别处被采用。[R137]（所读仅为摘要。）把它与上面的合同放在一起，可以做一个自设的思想实验。设一台旧机每年燃料开支为 F ，新机节省比例为百分之五十，用户支付节省额的三分之一作年费，新机另有年化资本成本150。低煤价地区 F 为300，年费为50，用户净省100，小于150，不采用；高煤价地区 F 为900，年费为150，用户净省300，大于150，采用。同一台机器、同一份合同，因当地燃料价格而有不同的采用结果。数字全部虚设，只表示：定价与节省量挂钩，使机器在哪里值得采用，成为由当地价格结构决定的事情，而不是由机器的名称决定。这个推理对参数很敏感：若年费并不随节省量变化，或资本成本在高煤价地区同样偏高，两地的采用结果就可能一致。历史研究需要的是各矿的实际煤价、年费收据与安装成本，而不是这一组假想数字。

◆ 十五、本章材料的分账

有来源的历史材料，包括科利斯研究的数据与方法、瓦特专利的年份与年费规则、《引擎报告》的创办与功效数字、艾伦摘要中的价格结构论点。思想实验包括：互补投资博弈、三环节瓶颈算例、就业需求算例以及上一节的燃料价格算例，这些都是自设数字。假说包括：公开性能记录加速回写、约束迁移与互补投资决定重组能否实现。开放问题是，不同国家在相近技术下，组织、价格与知识制度各自解释多少。没有一个思想实验在本章中被写成历史结果。

◆ 十六、对脑力工具革命的启示

AI像动力一样，可能降低某个关键工序的成本，却不能自动解决整条生产链。生成文本很快，问题定义、事实核对、验证与责任安排仍可能限制最终能力。将AI放进旧流程与围绕AI重组流程，是需要分别比较的两种安排。

蒸汽案例还提示我们，不应只问工具可以替代多少旧劳动，还要问哪些旧约束被放宽，哪些新约束随之显露。对于知识工作，公共资料的组织困难可能减少，而

判断质量、长期记忆维护和跨谱系翻译变得更重要。这里的相似是机制类比，不是对AI经济结果的历史保证。

本章的结论可以落在一个具体问题上：新的能力有没有使人们围绕不同条件重新组织活动？只有把这个问题回答清楚，“工具带来行业谱系化”才从事后命名变成可以检验的发生解释。





第 三 编

从电力、汽车、飞机、计算机到人工 智能

本 篇

- 第 10 章 电动机与电力系统：动力应用模式谱系化
- 第 11 章 汽车：交通模式谱系化的典型案例
- 第 12 章 飞机：航空交通与全球经济谱系
- 第 13 章 计算机与互联网：从处理信息到组织数字活动
- 第 14 章 人工智能：脑力工具革命的特殊性

10

第 10 章

电动机与电力系统：动力应用模式谱系化

◆ 一、共同能源为什么没有使全部活动相同？

电力为本书提供了一个特别清楚的类比：共同基础条件可以进入大量不同任务，而不要求这些任务拥有同样的目标和组织。工厂、家庭与公共设施可以使用相同性质的电能，却通过不同设备和流程形成各自活动。统一基础与上层分化并不矛盾。

这里的类比需要准确限定。知识不是物理电能，使用知识的制度也不同于供电；我们借用的是结构关系：一种可复用的公共条件，不必预先包含所有应用，仍能支持新的应用发生。后文把高度统一性知识称为基础元素，意义主要在这里。

◆ 二、技术采用与生产过程调整要分别观察

关于美国制造业电气化的研究，Fiszbein、Lafortune、Lewis与Tessada考察行业与地区差异，并研究电力进入后生产率和生产组织的变化。[R44] 本章只使用其研究问题与摘要层面的发现，不将某一估计值推广为所有国家、行业或时期的统一效果。

工具替换可能先保持旧布局：把旧动力源换成新动力源，工序仍按原样安排。进一步变化则可能涉及设备位置、生产节奏及任务连接。两者使用相同能源，却属于不同层次的发生。要识别组织贡献，应比较技术采用相近而流程改造不同的情形。

这样的比较也能避免另一极端：以为所有收益都来自组织而与设备性能无关。设备和组织可能互补，某种组织在旧技术下不可行，某种技术也需要新组织才能发挥作用。发生解释应说明互补条件，而不争夺一个抽象的唯一原因。

◆ 三、局部自主与整体协调怎样同时形成？

当动力更容易被分配到不同作业位置，局部任务可能得到较大调整空间。但局部自主增加，并不意味着整体不再需要协调。各处同时用能、维护与排程，仍有公共约束。新的能力常把协调问题从一种形式转移到另一种形式。

设一个思想实验：原系统所有工序必须共同启动，改进后各工序可分别启动。灵活性增加，但若下游容量未变，上游全部加速便会出现积压。局部最优不会自动组成整体最优。D3需要明确是优化某台设备、某段工序还是完整任务。

这对知识部落有直接启示。每个复合主体都能独立生成，并不意味着协作网络自然高效。验证资源、概念接口和版本管理仍可能成为公共瓶颈。工具让局部更自由，文明还需要组织这些自由如何相互支持。

◆ 四、公共接口不是创新的对立面

一个共同接口可以减少重复适配，使参与者把资源用于任务差异；但接口也会排除某些尚不能表达的需求。因此，标准既可能支持创新，也可能限制创新。关键在于它规定什么、允许什么扩展，以及出现失配后能否合理修改。

知识系统也需要这种分层。公共层可以要求说明来源、前提和版本，而不要求所有理论采取相同结论；可以统一证明交付格式，而不预先统一全部研究方向。标准化的应是相应任务所必需的互认条件，不是思想内容本身。

这一点能纠正“谱系越独特越好”的倾向。若每个部落都重新发明自己的计量和基础符号，独特性增加的同时，沟通成本也会上升。值得保留的特殊性，是那些能支持不同有效任务的差异，而不是所有可制造的差异。

◆ 五、基础设施具有隐蔽的维护成本

公共条件看似随手可用，实际需要持续维护。一旦依赖普遍形成，故障会同时影响许多活动。正因为平时稳定，使用者容易把它视为自然背景，忽略维护者的工作。本书讨论公共知识作为基础设施时，也必须计入这种成本。

定义整理、基本资料纠错、测量规范、可复算工具和教育训练，都可能具有类似公共支持作用。若知识经济只奖励特殊答案，而不支持共同基础维护，局部生成能力就可能在质量下降的公共条件上增长，最终积累更大风险。

因此，谱系经济不应只统计新增分支，还要记录共同能力的可靠性。一个平台减少重复错误、改善公共验证，可能没有增加很多新名称，却增强了大量后续分支的发生条件。这是经济价值与可见产量并不一致的一种情况。

◆ 六、把电力史中的两个问题分开

电气化可以被问成设备替代问题，也可以被问成组织设计问题。前者比较同一任务采用不同动力的性能，后者追问动力配置改变后，任务还能怎样排列。二者有关却不等价。一座工厂可以换了动力而保留原布局，也可以借动力改变重组工序；只有把采用与重组分开观察，才能识别各自的贡献。

Fiszbein、Lafortune、Lewis与Tessada使用一八九〇至一九四〇年的美国行业一县数据研究电气化，其作者机构所列摘要报告了较快且持续的劳动生产率收益，并发现不同初始企业规模条件下，产出和就业的反应并不相同。[R44] 这一研究足以反对“重大工具一定要等待漫长时期才有收益”的无条件叙述，但不能由摘要推导所有企业都立即完成组织重构。

因此，技术收益滞后应当被当作待解释现象，而非理论所要求的必经阶段。有些用途与已有组织高度适配，收益可能较快出现；另一些用途需要复杂重组，收益可能较晚或根本没有实现。SDE理论的贡献若在发生条件，就必须允许这些不同时间路径，而不能只接受最符合宏大叙事的一条。

时间结构还取决于采用发生在什么尺度。单机改善、车间改造、企业调整与地区扩散，可以同时处于不同阶段。某个统计层面没有显著变化，不证明所有局部都没有收益；某个局部成功，也不能保证总体已经改变。研究需要明确观察单位，防止在层次之间自由切换来制造理论永远正确的印象。

◆ 七、从集中传递到可分别控制：需要证明的组织增量

在本章的分析模型中，集中动力意味着多个任务的开停与布局受到共同传递结构约束；分散动力则允许更细粒度控制。这里并不把所有实际电动机都归为一种理想形式，而是抽取一个可比较维度：任务之间有多少关系是由动力安排强制绑定的，多少可以根据生产需要重新选择。

控制粒度增加可能允许局部调整而不必改变全部系统。某个任务暂停维修时，其他任务是否继续；某条工序改变位置时，是否必须重建整条传递路径；某个小批订单进入时，是否能使用部分资源。这些问题比“装了多少电动机”更接近组织能力。设备采用率仍有统计价值，但不能替代这些机制读数。

不过，更多控制点也意味着更多维护对象和协调要求。分散不天然比集中优越：任务高度同步时，共同控制可能更简洁；任务变化频繁时，局部控制可能更灵活。组织选择应由任务关系决定，而非把粒子、波、场中的任何一种模态绝对化为先进形态。S2的分析价值，在于识别模态的条件与相互转换。

这种观点也使AI组织设计避免单一模板。所有任务交给一个大系统，可能便于一致管理，却形成共同瓶颈；拆成大量小智能体，可能改善并行，却增加交接与版本冲突。历史电力案例提供的不是“必须分布式”的答案，而是怎样比较控制粒度与任务耦合的研究方法。

◆ 八、一项允许结论反转的成本比较

设两种理想化生产安排：集中方案每期固定成本一百，每件生产成本二，每次产品切换成本二十；分散方案固定成本一百八十，每件成本二点五，每次切换成本二。令产量为 q 、切换次数为 s ，则两方案成本分别为一百加二 q 加二十 s ，以及一百八十加二点五 q 加二 s 。所有数值均为自构例子，不代表历史设备报价。

分散方案更便宜的条件是十八 s 大于八十加零点五 q 。当产量一百且切换八次时，集中成本四百六十，分散成本四百四十六；若只切换两次，集中成本三百四十，分散成本四百三十四，结果反转。这里分散方案的单件生产成本甚至更高，却可能因为降低切换负担而适合更多变化任务。

这个例子说明，工具的经济价值不能总由单位产品成本概括。模式谱系可能沿产量、变化频率、质量要求和交付节奏同时展开。一个模式在某类任务上更优，并不意味着其他模式失去价值。所谓升级，可以是让不同任务获得更适配的组织选择，而非把全行业压进同一种最优形式。

同时，模型的结论取决于被列入的成本。如果切换带来额外误差、训练或停机，必须补入；若两种方案产出质量不同，也不能只比较成本。有限模型的价值，是让假设与结论关系清楚，而不是宣称它已经计算全部现实。每增加一项机制，都应说明它改变哪个判断，而非用越来越复杂的符号掩盖缺少数据。

◆ 九、模块化与共同标准的共同发生

允许局部变化，通常需要明确连接边界。一个模块内部可以采用不同实现，只要与其他部分交换的输入、输出和约束符合共同约定。由此，局部自主性与公共标准不是敌对关系。没有接口，分散容易变成无法协调的碎片；接口过度规定内部细节，又可能失去模块化带来的探索空间。

可以把接口分为必要约束和实现偏好。必要约束保证其他模块能够正确使用输出，实现偏好则可能只是设计者习惯。若把偏好全部升级为共同标准，会压缩无须被统一的差异；若把必要约束当作可任意变化的风格，又会损害整体可靠性。区分二者是公共层设计的实质工作，不能只用“标准化”三个字完成。

知识同一性谱系同样如此。不同部落可以共同规定证据状态、前提格式与修订标识，但不必使用相同的发现路径。共同验证接口保留了公共可检查性，内部D保留了探索差异。对外宣称的结果必须满足接口，而对内形成结果的全部思想史未必需要公开。这样的有限共同性，比强求全部统一或全部私有更可操作。

然而，接口也会随对象改变而失效。新任务可能暴露旧接口没有表达的重要条件，此时需要版本化扩展。不能为了保持表面兼容而把新条件塞进模糊备注，也不能让每个分支私自改变共同字段的含义。公共接口的递归发生，要求新增能力与旧能力之间有明确迁移规则。

◆ 十、生产率收益为何会有不同就业后果

第六节已述，摘要区分了不同初始企业规模下的结果，这一点对本书尤其重要。[R44] 它提醒我们，同一工具冲击进入不同市场结构，可能形成不同扩张方式。生产率提高有时主要改变既有任务所需投入，有时还伴随产出扩大。不能从工具类别直接推出就业方向，更不能把历史平均效应当成每个组织的命运。

本书的机制解释需要进一步问：企业是否具有扩展需求的条件，是否能够重新安排人员，市场进入是否允许新的使用方式出现。若旧需求有限，新效率可能主要转化为投入节约；若新的组织方式打开新的任务范围，扩张机制则可能更强。要验证这条解释，应记录模式变化，而不能只在事后给就业增加的企业贴上“谱系化成功”标签。

这也提出一个反向因果问题。是不是本来更有资源、市场更好的组织，既更容易采用电力，也更容易创造新模式？若是如此，简单相关不能识别工具贡献。历史研究的识别策略因此非常重要，本书只能在实际读取与核对范围内使用其结论。自己尚未测量的中介机制，应继续保持假说地位。

对于未来AI研究，可以提前设计相应记录：采用前任务结构、公共模型条件、专门状态维护、验证预算、产出范围与人员分工。这样才可能区分单纯工具采用与模式发生的增量。技术史不仅为AI提供类比，也可以帮助避免重复已经知道的因果识别错误。

◆ 十一、由电力基础设施反观公共知识基础

电力可以作为许多不同活动的共同输入，但电力本身不决定使用者生产什么。同样，高度统一性知识可以为众多思想谱系提供共同元素，却不必使所有人得到相同结论。类比的关键是共享输入与专门组织之间的分工，而不是断言知识像能量一样在所有性质上可以计量或交换。

共同基础的维护成本已在第五节说明，这里只补电力案例带来的一点：供电的可靠性、容量和协调工作平时隐而不见，所以公共知识的来源校核、教育传递、错误修复和版本保存，也容易被当作免费资源，使维护负担转给没有获得回报的公共层。

因此，知识基础设施化不意味着基础知识自动没有价值，而意味着其价值可能更多通过支持下游多种活动实现。如何分担维护、如何开放接口、如何避免控制基础者压制分支，都是经济与制度问题。新工具越能催生大量特殊分支，可靠公共层的重要性越可能上升，而不是下降。

本章由此得到一个双向发生图景：共同动力扩大组织选择，差异组织又提出新的基础要求；公共条件使局部模式能够生长，局部经验经过审查又可能改进公共条件。电力不是知识的完整隐喻，却为理解“统一性作为基础、谱系性作为发生”提供了有边界的历史分析入口。

◆ 十二、电动机怎样进入工厂：采用曲线与供电组织

前面各节多用思想实验说明组织与设备的关系，这一节改读历史数据，看动力来源的转换究竟走了多快、靠什么中介。德文（Warren Devine）一九八三年的论文综述了一八八〇至一九三〇年美国制造业由水力、蒸汽与轴带传动转向电动机的过程。按其所述，电动机在制造业机械驱动总容量中所占份额，一八九九年不到百分之五，一九〇九年略低于百分之二十五，一九一九年超过百分之五十三，一九二九年约百分之七十八。[R140] 本书读取的是该文经提取的主要段落，没有重新核对其底层人口普查表，因此这些份额是德文的整理结果，不是本书独立复算。

这条曲线说明“传动方式”的更替耗时约三十年，却没有说明为什么换。德文区分了两种做法：成组驱动，一台电动机带一段较短的传动轴，再经副轴带动一组机器；单机驱动，每台机器装一台电动机。单机驱动消除了长传动轴与副轴的摩擦损失，但所需电动机容量为成组驱动的五至七倍，资本成本更高；节约的是皮带调整、加油这类人工与材料。成组驱动在第一次世界大战期间仍是主要形式，一九二六年还有人为它辩护，到二十年代才让位给单机驱动。[R140] 也就是说，两种组织在同一种能源上并存了二十年以上，并非旧法一出现新法就取代。

更值得注意的是成本比例。按该文的叙述，发电燃料或外购电力的成本通常只占单位产品成本的百分之零点五至三，驱动机器的成本合计不到总生产成本的十分之一；同时，单机驱动允许更灵活的机器布置、使用桥式起重机、改善照明与清洁、使机器转速更稳定、更容易扩建厂房，德文引用了一九〇一年技术学会会议上

对制造商报告的一次汇总，称产量常提高百分之二十至三十甚至更多。[R140] 这些数字与第二节、第六节的论点相容：如果驱动本身只占成本的一小部分，收益主要不会来自节省能源，而来自动力被拆开以后任务可以怎样重排。不过要加两个限定：这一数字出自当时制造商自己的报告、且是一九〇一年的汇总（此时电动机份额尚不足百分之五），存在自愿报告与选择偏差；而且“相容”不是“证明”，要把设备与组织的贡献分开，仍需要第二节所说的，比较技术采用相近而布局改造不同的工厂。

中介同样重要。德文的文章说，一九〇九年制造业电动机容量中约百分之六十四使用厂内自发电力，到一九一九年百分之五十七使用向电力公司购买的电力；蒸汽轮机降低了公用事业的成本，底特律爱迪生公司等还借出电动机并提供工程帮助，也为无力自建电站的小制造商供电。[R140] 这里出现了本书反复寻找的那种“关键组织中介”：供电公司既是共同基础的维护者，又降低了小厂尝试新布局的门槛。本书据此提出一个假说：在电气化过程中，凡能以较低固定成本获得供电与工程咨询的企业，更早进行单机驱动与布局重组。它可以被反驳——若按供电条件划分的企业在采用时间与布局变化上没有差别，这一中介作用便不成立。所需资料是企业层面的供电来源、电动机台数与厂房改造记录，本轮没有取得。

◆ 十三、同一种电力，为什么农场晚了许多年

机制相近、结果不同的最清楚对照，来自农村。西北电力与保护委员会的历史页面写道：一九三五年全国只有约百分之十的农场用上电；既有的电力公司之所以迟疑，是因为向农村客户架设和维护线路的单客户成本高于城镇；一九三六年国会设立十年期的公用事业贷款计划，电力合作社随之成立，以回应既有公司不愿使用这一贷款计划的局面；一九四四年的《佩斯法》把贷款利率降到百分之二、还款期延长到三十五年；二十世纪七十年代初，几乎所有美国农场都已通电。[R141] 该页面还给出若干西北州的数字，如一九三五年华盛顿州农场通电率百分之四十七点五，蒙大拿州仅百分之五点五，说明全国平均掩盖了很大的地区差异。

把这一对照与上一节放在一起：同样是集中电站供电，制造业在一九一九年已有过半电动机容量使用外购电力，而农场在一九三五年多数仍无电。可疑的变量至少有三个：线路密度决定的单客户成本，由谁承担融资风险，以及农场对电力的需

求形态。前两个有来源支持，第三个没有；而农业与制造业的任务本来不同，所以这不是干净的对照，只能说明“共同基础可以得到，并不等于每个任务都能以相同条件接入”。接入的最后一段，需要一种能够承担其成本的组织形式，这里是合作社和政府贷款，而不是自然扩散。

这对知识谱系有直接的类比，但只是类比，也是假说：当高度统一性知识或通用模型成为共同基础时，小而特殊的部落未必自然获得同等质量的接入；资料整理、验证和语境准备相当于“最后一段线路”。若这一段成本主要由部落自己承担，接入就可能集中在成本较低的任务上。检验方法是比较不同任务类型的单位接入成本与实际采用率；若两者无关，类比便不成立。

◆ 十四、本章的事实、推论与思想实验分账

为避免混用，这里把本章材料的地位列清。事实层：德文所述的电动机份额、单机与成组驱动的容量与成本关系、自发电向外购电的变化；西北电力与保护委员会页面所述的农场通电率、贷款计划与合作社；[R140][R141] 以及第六节所述R44摘要层面的收益结论。推论层：驱动成本占比很小，因此收益更可能来自任务重排而非节能，这一推论依赖制造商报告，需要分设备与分组织的识别。假说层：供电中介降低小厂门槛，线路接入成本影响采用率。思想实验层：第三节的工序积压、第八节的成本比较，数值均为自构。四层的失败条件各不相同，写在各自位置，读者不应拿某一层的证据替另一层担保。

◆ 十五、从电力类比回到SDE

在本书框架中，公共基础不是一个永远不变的底座，而是许多活动共同维持的E。不同D调用它，新的S又可能要求它修订。共同层和特殊层之间因此不是一次完成的层级，而是持续回写的关系。

AI时代高度统一性知识仍会有这种作用。数学、逻辑、基础事实和公共检验规范，不会因个人知识谱系出现而失去价值。相反，特殊生成越广泛，对可靠公共条件的需求可能越强。这个推论需要实际成本与使用资料支持，但其结构已经可以清楚表述。

电力案例最终帮助我们建立一种非零和理解：公共性增加不一定意味着个性减少，个性发展也不一定以破坏公共性为代价。要研究的是怎样组织两者之间的接口，使共同条件能够持续支持差异，而差异又能为共同条件带回新的有效内容。



11

第 11 章

汽车：交通模式谱系化的典型案例

◆ 一、我们不是因为有了更多车型，才有了新的交通世界

把汽车革命写成发动机、车身和车型的演进史，会遗漏一种更重要的变化：人们怎样决定出发、怎样共同使用车辆、怎样支付和分担风险，以及怎样把交通接入工作、消费和生活。轿车与货车当然不同，但工具分类本身还没有说明固定线路、按需服务、私人使用与组织化物流为什么具有不同的运行方式。

王德生在本书发生对话中首先强调的，正是交通模式而非汽车产品的谱系化。这个区分可以用一个简单思想实验看清。同一辆可合法用于相应任务的车，进入家庭自主安排、组织统一调度或预先约定的服务关系，其任务提出者、时间组织和责任接口都会不同。车没有因此变成另一种物理物体，活动却不再是同一个模式。

本章讨论模式，不为任何具体运输行为提供准入或安全建议。实际运行需要遵守所在地区的适用规则。理论上要识别的是：车辆能力如何通过人与组织的不同连接，变成不同的交通活动结构。只看工具，就看不见结构；只看结构，又可能忘记车辆、道路和能源提供的真实约束。

史密森尼的交通史展览把交通、郊区发展以及集装箱运输与生活和经济组织的关系放在一起叙述。[R11] 这为本章的分析提供一个合适的历史入口：交通工具的意义必须联系它参与构成的活动网络来理解。

◆ 二、交通模式可以用哪些问题识别？

一个交通模式至少回答六个相互联系的问题：谁提出运输需求，谁掌握车辆使用权，谁决定路线和时间，如何把不同需求放在一起，如何确认服务完成，以及失败怎样处理。这不是宣称六项足以穷尽所有运输研究，而是给模式比较建立一个可操作的起点。

私人自主出行突出个体对时间与路线的控制，固定线路服务突出组织化班次和需求汇集，按需服务则需要在具体请求与可用运力之间进行匹配。货物运输还可能围绕批量、交接、库存和时限形成另一组约束。不同模式不只是服务对象不同，也在协调什么、优化什么、允许什么误差上不同。

由此可以看出，同一性是一种分方面的关系。两种模式可以共享同一道路、同一基本驾驶技术和某些安全要求，却不共享调度方法；也可以共享调度软件，却服务于不同的时间承诺和责任配置。它们既不是完全相同，也不是毫无共同基础。这种结构为后文的知识多维同一性提供了具体先例。

不能把每个差异都立即命名为新模式。换一个车身颜色，通常没有改变上述活动关系；调整同一模式中的一条线路，可能只是局部配置。只有差异稳定地改变了任务组织、责任关系、知识需求或后续生成方式，才值得讨论模式层面的新分支。判据越明确，谱系概念越不容易膨胀成广告词。

◆ 三、人一车复合主体为什么不等于驾驶员坐进车里？

驾驶员坐入车辆是一个可见场景，却不是全部发生单位。对于某些任务，人和车已经足以构成主要控制闭环；对于复杂运输，调度、维修、交接和道路信息也参与维持整体能力。研究者必须说明自己分析的是驾驶动作、运输服务，还是跨组织网络，不能在同一论证里任意改变边界。

如果分析的是按需运输，整体能力不仅是把车开到目的地，还包括把一项请求与合适的运力连接起来。车辆离开该系统仍然能行驶，却可能不再具有原来的任务获得和匹配能力。这是一种功能上的不可简单拆分，不等于每一辆车都不可替换。标准化恰恰可能让车辆被替换，而模式保持运行。

同理，人员可以轮换，整体能力仍可能延续。但这要求有可交接的规则、记录与训练，而不是靠“人都差不多”的假设。一个模式能否扩展，往往取决于哪些知识可以公共化，哪些判断需要实践，哪些责任必须保持明确。复合主体的组织能力因此包含对自身可替换部分与不可随意替换部分的管理。

这一点对AI时代尤其重要。不能因为思想复合主体具有深度历史纠缠，就把交通复合主体想象成没有经验和组织记忆的系统；也不能因为交通中存在标准化，就

宣布思想能力也能被相同型号的模型立即复现。比较需要说明共同处和差异处，而不是用一个绝对对立帮助另一个命题获胜。

◆ 四、从分工到谱系：一条路线怎样成为一族模式？

设想一个组织最初只解决某一群人的固定通行问题。实践积累后，它辨认出稳定时段与不稳定时段，发现两者需要不同安排。某些参与者依赖固定承诺，另一些更重视临时响应。组织于是形成两类运行规则，再在不同地区和需求条件下调整。这是一个理论构造，用来说明分支如何从实际差异中发生。

这里的第一轮知识是“怎样把这群人送到”；第二轮知识是“哪些条件决定应当采用哪种安排”；第三轮知识可能是“怎样识别新的需求差异，并建立适当的安排”。只有到后两轮，我们才开始接近发生理论。经验不再只服务于当前任务，还参与下一种任务组织的发生。

谱系关系也不止向下分叉。一种货物调度方法可能为某类客运提供启发，一种公共服务的可靠性标准也可能进入商业服务。借用不能只是换名字，而要说明哪些条件可迁移，哪些不能。人不是货物，服务责任不同；结构上的部分同一性不允许抹去对象和价值上的差别。

因此，交通谱系既包含继承，又包含翻译。它不是从一个祖先模型机械复制出无数变体，而是在共同资源与不同情境之间形成可追溯的变化网络。这种网络能可持续生长，取决于反馈能不能进入规则，而不是每一代是否都使用更新的车辆。

◆ 五、同一种效率指标为什么可能误导模式比较？

设想两种服务。甲以车辆单位时间完成的运输任务数为主要指标，乙以在约定窗口内满足特定需求的可靠性为主要指标。两者可能同时使用相同车辆，但对等待、空驶和保留能力的判断不同。甲认为闲置运力是浪费，乙可能把部分余量视为兑现承诺的条件。

如果只用甲的尺度比较，乙可能显得低效；若只用乙的尺度比较，甲又可能显得缺乏保障。这并不意味着所有标准都主观，更并不意味着不能比较。正确做法是先

明确共同任务与差异要求，再分别考察资源消耗、服务结果和风险。对于确实相同的部分可以统一比较，对于不同任务需要保留条件。

用SDE表达，S1的规范并不是在所有模式中原封不动。对比、变化和分布的组织方式，决定什么被看见为成绩或缺陷。D3的最优化必须围绕明确目标与约束展开，不能用一个无对象的“最优”统摄全部交通。E中的基础设施、信息、能源及人的生活条件，又决定这些目标和约束如何落地。

这也是行业谱系与知识谱系的连接处。新模式往往需要新的知识：怎样识别需求、如何确定约束、哪些错误不可接受。如果原来的知识只能处理一种规范，新模式就会迫使它改变。行业变化不只是消耗知识，还可能反过来生成新的知识同一性轴。

◆ 六、交通扩展如何成为经济扩展，又为什么不能简单相加？

交通活动可以改变生产与生活的连接范围，但这种改变需要真实的道路、土地、能源与组织投入。史密森尼关于州际公路的历史材料说明，道路与企业布局相互影响，经济扩展同时伴随替代和成本。[R12] 因而，交通经济不是只有新商机的一面。

把汽车制造、燃料、维修、运输、物流与相关服务的营业收入全部相加，会带来重复计算的风险，因为一个部门的销售可能是另一个部门的中间投入。即使某个新市场迅速扩展，也需要观察它替代了什么、节约了什么、增加了什么成本，才能讨论宏观规模。这是核算边界，不是对交通创新的价值否定。

更根本的问题是，新的连接是否使过去难以实现的活动成为可持续活动。某种运输模式可以让一类供给与需求相遇，也可能只是把客户从已有服务转移过来。前者与后者都可能发生商业竞争，但它们对新增活动空间的贡献不同。行业升级不能只看新品牌数量，必须观察活动结构实际发生了什么。

此外，市场扩展可能与公共成本同时增长。更远的连接不必总是更好的连接，更高活动量也不自动等于更高幸福。SDE的价值维度要求把真、善、美作为不同问题继续研究，不能用交通里程代替生活改善。行业谱系需要允许停止、修正和后退，而不把所有分支保留下来当作进步纪念。

◆ 七、汽车模式在哪些年里成形：登记量只给出一条粗线

前六节把汽车模式当作分析对象，却一直没有问它何时形成。时间在这里是证据：如果发明与普及之间隔了许多年，说明车辆本身不足以使模式发生；如果隔得很短，则要检查是否有别的条件早已就位。

美国联邦公路管理局整理的各州机动车登记表给出一条线索：一九〇〇年登记汽车八千辆；一九一〇年汽车四十五万八千余辆，连同货车与客车合计四十六万八千五百辆；一九二〇年合计九百二十三万九千余辆；一九三〇年合计两千六百七十四万余辆。[R144] 十年间的倍数很不相同：一九一〇至一九二〇年约增二十倍，一九二〇至一九三〇年约增二点九倍。但这张表的说明同时列出限制：数字来自各州登记，再由联邦机构核查调整；统计包括年内曾登记、年内报废以及在多个州重复登记的车辆；各州对货车和半挂车的登记办法也不一致。所读文字没有交代一九二一年以前的数据由谁采集、可靠程度如何。因此它只能支持数量级判断，不能当作精确存量，也无法告诉我们车主是谁、车被用来做什么。

另一个限制来自推理本身。登记量增长最快的阶段，不一定是模式形成的阶段：一九〇〇至一九一〇年基数极小，倍数最大，却很难说那时已有稳定的交通模式。本章把“模式形成”当作需要另行证明的事，并要求三类条件同时就位：生产与劳动的组织，销售与付款的组织，道路的筹资与决策组织。下表只收入本轮已读取并核对来源的节点，没有读到的不列入。

区间	登记量（区间首末，合计）	本章已核的组织与道路节点
一九〇〇年前后	一九〇〇年八千辆（汽车）	一八九二年好路法案未通过；一八九三年联邦设公路咨询办公室，拨款一万美元
一九一〇至一九二〇	四十六万八千五百至九百二十三万九千一百六十一	一九一三至一四年福特移动装配线与日薪五美元；一九一三年林肯公路协会；一九一六年联邦资助筑路法；一九一九年GMAC
一九二〇至一九三〇	九百二十三万九千一百六十一至两千六百七十四万九千八百五十三	一九二一年联邦公路法；一九二三年底四十八州联邦资助系统获批；一九二六年全国编号公路系统

表中并列不表示因果。把某年的法案与同期登记量放在一行，只是让时间顺序可见；若要说某项安排使登记量加快，还须有它未发生时的对照，这是第十节处理的问题。

◆ 八、生产线之后还需要什么：劳动、销售与信贷

福特公司的流水线，是汽车史上被引用得最多的组织变化。亨利·福特博物馆介绍一九一五年出版的《福特方法与福特工厂》时写道：约一九一三年四月一日，飞轮电机被放上移动装配线；原先一名工人约二十分钟装一个，早期的线每十三分钟下线一个，调整后五分钟一个；同年八月，这种做法扩展到整台底盘；到一九一四年初，三条连续的线每九十三分钟完成一辆T型车，该文称此前静止式装配需十二个半小时。[R142] 这里有三点要保留。其一，这是博物馆对当时出版物的转述，不是厂内工时原始记录；其二，同文明确说福特把互换零件的标准化与劳动细分结合起来；其三，九十三分钟是装配环节的耗时，并不等于一辆车从原料到交付的全部时间。

流水线没有自动解决组织问题。博物馆的另一页说，工人不喜欢新的装配方法，以致一九一三年底装配线上的劳动力流动率达到百分之三百八十；一九一四年一月公司宣布日薪五美元，此前为二点三四美元，并附带条件：设立社会部门调查工人的个人生活，以免他们挥霍工资。[R143] 该页对资格和工时的叙述互有出入，所以本书只取两点：流水线引出了留人难题；工资制度与生活监督是公司减少流动采取的组织回应。这一回应应有成本，也有争议，不能直接当作进步。

制造变快以后，车还要被卖出去。通用汽车的金融部门GMAC成立于一九一九年；公司历史称，制造商需要经销商大量购车，GMAC帮助经销商为库存融资；二十年代初银行常常不为汽车放款；一九二四年它已为第四百万辆车融资。[R148] 这是公司自述，不是独立核算，也没有给出早期金额和经销商数目。但它指出一条可检验的链：生产线放大了供给，供给的吸收则依赖经销商的库存安排和买主的付款方式。

用SDE的话说，福特的生产能力要在工资、销售渠道和信贷与之缠在一起以后，才稳定地显露为大量可以买到、用到的汽车；其中任何一环缺席，生产线都可

能表现为库存、离职或停产，而不是一种新的出行方式。这是待检验的推论，不是读来的事实。它有具体的反例：若某地在没有经销商融资、没有分期付款的情况下，汽车保有量同样迅速增长，信贷这一环的必要性就被削弱。

◆ 九、道路：谁出钱，谁决定路线

汽车可以在未铺装的路上行驶，却不能在无人负责的路网上形成稳定的出行模式。道路的难点不只在技术，更在谁出钱、谁决定路在哪里、谁负责维修。

一八九二年，好路运动推动的国会法案失败；一八九三年新法允许农业部长调查公共道路，拨款一万美元，同年十月设立公路咨询办公室。[R146] 联邦最早介入的是调查，而不是筑路。二十年后，一九一二年九月，印第安纳波利斯的汽车商卡尔·费希尔提出一条“横贯大陆的石头公路”；一九一三年七月林肯公路协会注册，九月公布路线。[R145] 协会推广路线、编写驾车指南；其一九一六年的指南把横贯大陆的旅行称作“something of a sporting proposition”（大意为颇有冒险碰运气的性质），并说需要二十至三十天；一九一九年陆军车队沿线遇到泥泞、沙地和脆弱的桥。联邦公路管理局的叙述指出，协会很快放弃了由汽车业出资修路的设想，同类路线协会也很少亲自承担建设费用。[R145] 这不是说协会没有作用：它把“有一条横贯大陆的路”变成公众与官员共同谈论的对象，但它既没有建设资金，也没有路权。

制度上的转折来自联邦与各州。一九一六年联邦资助筑路法成为法律，要求各州设立公路部门，并以配套出资为基础。[R146] 一九二一年十一月九日，哈丁总统签署联邦公路法，规定各州的联邦资助系统不得超过本州公路总里程的百分之七，其中干线不得超过该系统的七分之三，联邦资助款最多可有百分之六十用于干线。各州上报的公共道路总里程为二百八十五万九千五百七十五英里，因此联邦资助系统至多约二十万零一百七十英里。[R147] 到一九二三年十一月，四十八个州的系统都已划定并获批准。[R146] 而在林肯公路协会一方，农业部长无法受理路线协会的提案，只能批准各州的提案，所以在林肯公路与另一条路线争夺犹他与内华达之间的过境点时，农业部长只能批准两州的决定；一九二六年十一月十一日，AASHO批准全国编号公路系统，林肯公路的大部分成为美国三十号公路，协会于一九二七年底结束。[R145]

把这几组安排并排放，可以看到一组机制相近、结果不同的对照。林肯公路协会与州公路部门都想让汽车跑得更远，都需要说服公众和官员；差别在于，前者靠宣传与募捐，后者握有法定出资和路线批准权。协会本身只存在十几年，它提出的线路知识却被编号公路系统吸收了一部分，说明继承的是路线，被替换的是组织形式。这并不能推出官方一定优于民间，因为民间提出了线路设想；也不能推出联邦资助造成了汽车增长，因为所读材料没有估计过这一因果。

◆ 十、行业贡献与反事实净新增：三个不能互相替代的量

前面几节说明了汽车模式需要哪些条件，却没有回答它给经济带来多少。先要分清三个量。第一个是行业规模：汽车制造、燃料、维修、运输、保险等活动的销售额或就业。第二个是行业贡献：按增加值口径计算的新价值，扣除中间投入，避免上游销售和下游销售被重复合计；美国经济分析局对增加值的定义，正是为了区别于营业收入。[R16] 第三个才是反事实净新增：与没有这种模式的世界相比，多出的活动价值，减去被替代活动的损失以及公共成本和外部成本。前两个量可以直接统计，第三个必须设定一个对照世界。

历史学界对铁路的讨论提供了方法参照。据一篇后续研究的转述，福格尔用“社会节约”法估计一八九〇年没有铁路时的运输成本增加：区域间运输每年七千三百万美元，占国民生产总值百分之〇点六；区域内运输每年二亿四千八百万美元，占百分之二点一。唐纳森与霍恩贝克用“市场准入”方法重估，认为若以福格尔设想的运河取代全部铁路，年损失约为国民生产总值的百分之五点八，运河只能弥补其中约百分之八；若直接移除铁路，农地价值下降百分之七十三，国民生产总值下降百分之六点三，约为福格尔社会节约估计的两倍。他们的主要批评是，社会节约法没有计入贸易网络的间接影响。[R149] 本书所读的只是该研究二〇一二年三月的草稿，正式发表版本及后续争论没有核对，所以不采用这些数字作结论，只取一个方法问题：同样是“没有铁路”，随着替代方案和是否允许活动重新布局的设定不同，结果可以相差一倍。

汽车的替代方案同样不唯一：马车、铁路、有轨电车、步行与搬迁都可能部分顶替。下面是一个自构的思想实验，不是历史估计，用来看三个量如何分离。设某类短途出行原由铁路承担，每趟成本十，共一百趟；汽车使每趟成本降为六，并使

原本不出行的三十趟变为可行。汽车出行的支出为一百三十趟乘六，即七百八十；但其中一百趟本来就在发生，真正的节约是一百趟乘四，即四百；新增的三十趟，若需求曲线为直线，其消费者剩余约为二分之一乘四乘三十，即六十。净新增约四百六十，还要减去道路和外部性成本。七百八十、四百和四百六十是三个不同的数，铁路收入下降的一千则是另一个数。把其中任何一个当作“汽车的贡献”，结论都会不同。

怎样把它变成可研究的问题？下面是一个尚未执行的设计。以州或县为单位，收集州公路部门设立日期、联邦资助系统划定日期、机动车登记量、人口与农地价值，比较系统划定较早与较晚的地区在登记量和活动布局上的变化。选择问题必须正面处理：较富裕、人口较密的地区可能既先修路又先用车，所以要检验事件前的趋势。可反驳的条件也要先写明：若划定时间与随后的增长无关，或差别可由事件前趋势完全解释，那么道路组织对模式形成的作用就被削弱。所需资料是各州公路部门年报、联邦公路档案与人口、农业普查，这些本轮均没有取得。

这一节的结论是限制性的：汽车模式的形成可以由时间、生产、信贷和道路四类条件来描述，但它们各自的因果份额，本轮材料不足以分配。

◆ 十一、从交通谱系走向知识谱系的关键桥梁

交通案例说明，一套共同技术能够支持多种模式，而每种模式又需要不同知识。然而，在多数可标准化任务中，模式的核心规则可以被写入训练、协议和运行记录；人员和设备经过适当交接，可能继续原有服务。这里的公共化程度是需要研究的变量，而不是全有或全无。

人一AI思想复合主体把这个问题推进了一层。它不仅使用已有规则，还可能参与规则的生成。一个研究者对何为关键反例的判断、对概念边界的修改和对失败历史的理解，会进入下一轮知识发生。若这些条件高度依赖长期协作，替换就不仅是交接操作说明，还涉及重新建立生成能力。

因此，交通与AI之间最重要的类比不是“汽车运输身体，AI运输思想”。后一个说法把思想当成已经完成、等待搬运的货物，恰好忽略了本书的问题。更准确的

联系是：汽车与人共同改变交通活动的组织；AI与人共同改变知识活动的组织，其中还包括决定哪些组织方式值得生成的过程。

本章的结论由此明确：交通模式谱系化为复合主体理论提供具体入口，但不能替代AI知识谱系的独立论证。它告诉我们怎样观察模式、共享基础、差异规范和经济连接；至于E与D如何形成思想部落性，必须进入长期研究过程本身，不能从方向盘直接推到数学公理。



12

第 12 章

飞机：航空交通与全球经济谱系

◆ 一、飞起来与形成航空服务是两件事

一架飞机能够完成飞行，是工具和操作层面的成就；社会能够长期安排客运、货运和其他航空任务，则需要更大范围的协调。航线、地面接续、维修、信息和责任安排共同参与。不能把行业全部组织压缩成驾驶员与飞机之间的一次结合。

这里的复合主体具有层次：某项操控任务可以以人一机系统为单位，某条航线需要多个这样的系统与地面组织协作，整个运输网络又有跨任务的公共约束。层次不同，能够解释的结果也不同。本书不以一个边界含糊的“大整体”替代这些区别。

◆ 二、邮运与航空组织的历史连接

史密森尼航空航天博物馆关于航空邮件的历史说明，呈现了邮运安排、政府合同、航路及早期航空企业之间的联系。[R45] 这一材料支持一个组织性判断：航空商业化并非只等待飞机性能成熟，还与稳定任务和制度安排共同形成。

本书不从这个个案推出所有航空活动都必须沿同一条路线发展。它的理论意义在于，初期需求如何支持能力积累，积累又怎样转入新的任务。工具的第一种用途可能为后来的模式准备条件，却不预先决定全部后代。

这与AI工具的情形可比较：初期辅助任务可能积累资料、流程和检验经验，随后才出现更复杂的知识服务。但这种比较只是提出问题，是否发生相应跃迁，必须查看真实活动记录。

◆ 三、同一飞行能力为何生长为不同模式？

运输一个人、一批时效敏感货物与完成某项专业作业，需要不同的完成条件。速度不是唯一尺度，可靠性、可达性、容量与失败代价也不同。共同飞行知识可以被重用，任务所需的其他知识却会分化。

例如，在一个抽象服务比较中，甲任务容许改变出发时刻，却不能接受货物温度失控；乙任务没有温度约束，却要求接续时刻高度稳定。两者不能仅凭“更快”排序。它们需要不同的E配置与D安排，因而形成不同的模式同一性。

这个例子不提供具体航空操作建议，而是说明模式比较必须保留多维约束。若把所有效果压成一个总分，某项关键失败可能被其他优势抵消，导致看似最优的安排实际不可用。知识服务的比较也存在同样问题。

◆ 四、网络扩展为何可能带来非线性后果？

当新增一个连接时，它可能不仅服务这两个端点，还改变其他接续路线。网络价值因此不必等于单条服务价值的简单相加。但新增连接也会占用资源、增加协调与故障传播，不能默认连接越多越好。

用一个有限思想实验说明：A与B、B与C原已连接，新增A与C可以缩短某类任务路径，也可能分散原有安排的利用率。到底形成净收益还是冗余，取决于需求、可靠性和成本。网络结构提供可能性，实际任务决定哪些可能值得保留。

这为知识谱系的横向递归提供了明确类比。两个部落建立接口，可能使第三方获得新的组合路径；但接口需要维护，错误也可能沿路径扩散。因此，知识连接的质量和可追溯性不能被边数代替。

◆ 五、行业规模的读数与经济贡献

机场吞吐、运输周转、航空企业收入和经济增加值并不是同一个量。一个人多次出行会进入多次运输记录，一条服务链也可能在多个环节形成收入。讨论规模时必须明确统计对象，否则宏大数字会掩盖实际贡献。

本书不使用某个最新行业总量来证明工具的历史净作用。更有解释力的研究是比较某项能力出现前后，哪些活动由不可行变为可行，哪些只是改换了运输方式，

以及为此付出多少真实资源。这个分析可以在企业、地区与产业层次展开，但不能跳过反事实。

航空活动的外部后果也应进入评价。经济活动扩大不自动等于所有人受益，时间、环境、可达性与风险分布需要分别观察。SDE的意义维度要求这种分布分析，不能把总体增长视为价值问题已经解决。

◆ 六、初始任务如何成为能力积累的支点

航空邮件的历史提供了一种值得分解的形成过程。除第二节所引的馆方说明外，另篇馆方历史说明讨论了邮运业务转交私人承运者的过程。[R45][R53] 这里值得研究的不是简单的“国家帮助企业”，而是稳定任务如何使原先分散的能力获得持续练习、投入和改进的机会。上述材料没有单独估计每一种安排的因果贡献，本章也不补造这样的数字。

在一个纯粹的偶发任务中，组织只须决定这一次是否值得出发。在一组持续任务中，它还须安排备用能力、维护周期、人员轮换、信息更新与失约处理。任务的重复没有只增加次数，还改变了组织应当知道什么。某些只在长期履行中才能看见的问题，开始成为独立的知识对象。于是，同一种飞行工具能够进入不同的服务模式，依赖的并不只是不同顾客，而是不同的持续完成条件。

稳定需求并不保证模式成功。若承诺价格低于全部成本，重复任务会加速资源耗尽；若合同不能允许必要更新，稳定也可能转化为僵化。因此，应同时观察任务数量、收入可预期性、履约条件与修订空间。把其中一项抽出来当成唯一原因，会漏掉它与其他条件的互补关系。此处的发生机制是可持续履行，不是对稳定本身的赞美。

这一分析也使“新行业诞生”有了较明确的门槛。能完成一次任务，是个体能力；能够在人员变化、设备维护与需求波动时继续履行，是组织能力；能够把这种组织方式传给后继者，并据新情境发生分支，才接近谱系能力。三个层次可以彼此支持，却不能在统计上互相冒充。一次精彩的演示，只能证明它实际完成的那一层。

◆ 七、时刻表不是速度的附属品

设想两种运输安排：第一种平均耗时短，但到达时刻变化很大；第二种平均耗时稍长，却能与后续活动稳定衔接。若目的只是尽快抵达一个没有后续约束的地点，第一种可能更好；若目的包括参加预定活动，第二种可能更有价值。这不是说稳定性永远胜过速度，而是说明“更快”的排序依赖任务终点怎样定义。

对复合主体而言，终点也不能只取设备停止运动的时刻。一项服务可能要到对象被接收、状态被确认、异常被处理以后才完成。把设备性能与任务完成混为一个量，会使重要成本消失在系统边界之外。因而，本书的比较单位应包含起点条件、完整活动链和验收关系，而不是只截取技术表现最好的区段。

可以给出一个不涉及真实航空操作的预约模型。某任务若按约完成可带来二十单位价值，失约则只保留四单位；方案甲按约概率为零点九、成本为十二，方案乙按约概率为零点七、成本为八。甲的期望净值为六点四，乙为七点二，所以更可靠的甲未必更优。若按约完成价值提高到四十，失约仍为四，甲净值变成二十四点四，乙为二十一点二，排序随任务价值结构逆转。

这个例子说明，新模式可能来自价值和约束的变化，而不必来自新的机器型号。同一技术条件下，不同任务会支持不同可靠性配置。把所有模式强行归入一个最优方案，反而抹去了使它们各自成立的E。D的最优化因此不能只说“效率最高”，还必须明确优化什么、对谁优化以及允许承担什么损失。

◆ 八、中心节点怎样扩大范围，也怎样制造依赖

用四个地点说明网络组织的作用。所有地点两两直接相连，需要六种双向连接；选一个地点为中心，只保留它与其他三点的连接，就能通过三条连接使任意两点之间存在路径。连接数量减少，路径长度却可能增加，中心也成为共同依赖。这个有限计算只展示结构权衡，不声称现实网络只依据边数决策。

在星形安排中，三个外围地点之间的六个有向任务都要经过中心。中心服务中断，会同时影响多条任务链；在完全连接安排中，部分直接连接仍可能保留。集中化以较少的设施实现范围扩张，但把一部分风险转成共享风险。评价新增连接时，

应观察它增加的可达任务、替代路径与共同故障暴露，而不仅数一共有多少条线路。

知识网络也有对应问题。一家平台帮助许多部落翻译、检索和校验，能够大幅降低各自的进入成本；但若所有解释都依赖同一未经检查的摘要，错误就可能沿中心扩散。共同基础可以提高独立创造能力，也可能削弱独立验证能力。两种结果都与集中程度有关，不能仅凭“连起来了”判断共同性已经改善。

可以把结构冗余理解为有意保留的备用能力，而不是天然浪费。两条路径若共享同一关键资料源，表面冗余并不等于证据独立。只有记录依赖关系，才能知道一条路径失效时另一条是否仍然有效。这也是为何知识谱系不能只画节点与连接，还要注明连接携带什么、依赖什么、何时失效。

◆ 九、专业分工的出现不等于共同基础消失

围绕同一运输工具形成不同服务以后，一部分知识会变得专门，另一部分知识却必须更加共同。对象身份、交接时刻、状态说明和异常通知越是跨组织流动，就越需要明确接口。专业分化与公共标准因此可以同时增长，并非此消彼长。统一的是协作所必需的条件，分化的是完成不同任务的具体安排。

这种关系纠正了把谱系轴理解为从统一端单向走向部落端的图像。一个新分支可能在任务目标上更特殊，在接口上更统一，在内部研究路径上更独立。它没有一个可以包办全部关系的“部落化程度”。若要给出数值，必须先说明比较的是哪种特征、哪组任务和哪一对主体。

相应地，新分支并不一定从原领域中彻底独立出去。它可以继承共同基础，把特殊部分交由自己治理，再把新的故障经验回写共同层。谱系身份由这组继承、修改和贡献关系保持，而不是由是否拥有所有资源决定。一个较小分支也可以通过关键的纠错知识，影响整个公共网络。

本书把这种现象称为共享底层上的差异化组织。名称本身不是新发现；真正需要证明的是，在具体案例中，哪些底层条件可以共用，哪些不能，以及共用以后各分支是否仍能独立承担任务。没有这些内容，“公共基础”容易成为空洞口号，“独特谱系”也容易成为拒绝比较的借口。

◆ 十、网络扩张的收益怎样不被重复计算

新增一条服务后，可能同时观察到运输收入、周边服务收入与使用者时间节约。三者不能直接相加为同一种经济规模：收入之间可能包含中间交易，时间价值也不必全部进入市场核算。第35章将作进一步区分，本章只保留一个原则：先确定核算边界，再讨论网络的贡献。

还要区分新活动与活动搬迁。一个城市新增服务，可能吸引了原在其他城市完成的任务；对当地而言是增长，对更大经济区域而言则可能主要是重新分布。重新分布仍有空间、公平与效率意义，但不能未经核算就写成总量增加。所谓行业大爆发，需要显示哪些活动此前无法持续完成，以及哪些资源被重新配置。

反事实也不能只是“没有这项技术就什么都没有”。替代方案可能较慢、成本较高，却并非不存在。对某些任务，新模式只节约成本；对另一些任务，它改变了可行范围。把这两类贡献分开，能更清楚解释技术革命为何有时表现为价格下降，有时表现为新行业出现，而有时两者同时发生。

因此，航空案例对全书的贡献，是把工具、稳定任务、服务组织、网络协调和价值核算依次连接。每一个环节都需要自己的证据。人—AI思想复合主体也必须经过类似的层次转换：从回答一次问题，到维护一个研究过程，再到支持别人持续生成和检验知识。后者不是前者规模扩大后自动获得的称号。

◆ 十一、邮运合同的制度节点：由自办到合同承运

第六节把邮运任务当作能力积累的支点，但没有说明这个支点经过了哪些制度节点。史密森尼国家航空航天博物馆的页面给出一条时间线：一九一八年五月十五日，首次定期航空邮运由华盛顿与长岛起飞，计划在费城交换邮袋；几个月后陆军退出，邮政部门用自己的飞行员和飞机接手；一九一九年九月开通纽约至芝加哥，一九二〇年五月到奥马哈，九月到旧金山；一九二四年夜间飞行成为可能，靠的是邮政部门沿全国航路设置的灯标；横贯大陆的隔夜服务把递送缩短到二十九小时，比铁路快近三天；该页称一九二七年夏天，一个有效的商业航空系统已能提供可靠的邮运。[R45] 联邦航空局的历史文章补充了合同这一环：一九二五年的合同航空邮运法允许邮政部门与私营航空公司订立合同；一九三〇年麦克纳里—沃特雷斯法改

按邮件体积而不是重量计酬；一九三四年二月政府终止全部国内航空邮运合同，由陆军航空队接飞，此后的一九三四年航空邮运法把邮运交还私营公司，并要求航空公司与制造商分离。[R150]

两份材料在细节上并不完全重合。博物馆页面把麦克纳里—沃特雷斯法称为一九二五年法的第三次修正，并说小型独立公司指责它不公平，由此引发“航空邮运危机”；联邦航空局文章则给出一九三〇年的法案名称。陆军接飞期间的伤亡数字，联邦航空局文章自身也前后不一：总括处说六十六次坠机、十二人死亡，分项相加却是十人。本书因此只用“陆军接飞期间出现多次事故”这一层意思，不引用死亡人数。

这条时间线对本书有三点用处。其一，早期基础设施，如灯标航路，是政府邮政部门建设的，私营承运人后来进入的是一个已有公共条件的系统，这与本书从第十章电力案例开始讨论的“共同基础加差异化组织”相合。其二，合同的计酬单位决定合同在为什么付费：按重量与按体积计酬，鼓励的运力配置可能不同。这是由合同逻辑作出的推论，所读材料没有说明当年承运人的实际反应，需要合同文本与承运人账目验证。其三，一九三四年的接飞是一个值得保留的反例线索：承运组织被命令更换后，短期内事故明显增加。联邦航空局文章自己把原因归于天气、军方飞行员飞行时数和夜航经验不足、机型陈旧以及对新机不熟，这是该文的叙述，本书没有核对事故记录；军方用的也不是私营公司的同一批飞机。因此本书只把它标为“承运能力依附于组织与训练，而不能随命令转移”的待检验线索，并不据此下结论。

◆ 十二、相近的补贴逻辑，不同的组织形式：英国帝国航空

美国用合同把邮运交给多家私营公司，英国走了另一条路。美国航空百年纪念委员会网站上的英国商业航空史文章说，一九二〇年丘吉尔曾称“民用航空必须自己飞”，一九二一年二月英国所有商业航空服务因财政困难终止；一九二二年一月政府设立民用航空运输补贴委员会，当时靠政府帮助维持的小公司有四家；一九二四年四月一日帝国航空成立，被定位为“国家发展商业航空的选定工具”，政府承诺先出一百万英镑，并在十年计划内再给同等数额。[R151] 航线方面，一九二五年开始勘测阿拉伯沙漠至印度一线，一九二九年三月三十日首次英国至印度的飞行载

八名乘客，把旅程由海上约三周缩短到一周；到一九三四年，航线延伸至南非和澳大利亚。[R151]

两国都用国家购买服务的方式扶持新行业，所用飞机也属同一时代，结果却在组织上分叉：一边是多家合同承运人、国内网络和后来的丑闻与重组，一边是单一选定工具、长距离帝国航线和十年期承诺。本书不能说哪一种更好，原因有二。一是所读材料没有给出可比较的指标，如每乘客公里的补贴、事故率或票价；二是两国要解决的距离、人口和政治目标不同，比较单位本身就不同。能够说的只是一个有限的判断：补贴逻辑相同并不决定组织形式，组织形式却决定了经验由谁积累、路线由谁勘测、失败由谁承担。

这提供了一个可检验的假说：在新行业的早期，单一选定工具更利于长距离航线的勘测与经验积累，多承运人合同更利于国内网络的快速试错，二者各有代价。它会被反驳——如果两国在可比航线上的运营指标并无系统差别，或差别能完全由距离解释，此说便不成立。需要的资料是两国航线里程、乘客数、补贴额和事故记录，本轮没有取得。

◆ 十三、准入规则改变之后：同一批飞机，不同的网络形状

第八节用四个地点的计算说明星形网络的权衡，这里有一个历史上的对照。Econlib经济学百科的“航空放松管制”条目写道：一九七八年以前，民用航空委员会控制航空服务的进入、退出和定价，每一项票价都要批准，航空公司只能在餐食、机组服务和班次频率上竞争；一九七八年的《航空放松管制法》使控制权部分转向市场，委员会在一九八四年底期满终止；放松管制后，航空公司很快转向枢纽辐射式网络，枢纽把许多出发城市的乘客集中起来，提高了客座率，也使降价成为可能。条目引用的数字包括：客座率在七十年代初约为百分之五十，二〇〇三年为百分之七十四；航空运输协会称实际票价自一九七八年下降百分之四十四点九；克兰德尔与埃利格估计经质量调整后每年为乘客节省一百九十四亿美元。[R152]

这些数字要谨慎使用。航空运输协会是行业组织，节省金额来自模型估计，条目是百科性综述而不是原始研究；同一时期的燃料价格、技术和需求变化也在影响票价与客座率，所以它们不能识别放松管制本身的净效应。可以保留的是一条机制

线索：飞机并没有改变，改变的是准入与定价规则，网络的形状随之改变。但这里还留着一个没有回答的问题：放松管制前的航线网络是否已有枢纽式的结构，只是受价格与准入限制而不能充分展开？该条目未说明。若已有，则规则改变的作用是放大而非创造，这两种说法对“规则属于E”的支持强度不同，需要查阅管制时期的航线表来区分。这支持把“规则”放进E的分析里，而不是把网络形状看作飞机性能的直接后果。

另一面，也是第八节已指出的：星形网络把更多任务链系于中心，枢纽中断的共同暴露增加。该条目没有给出延误或中断成本，因此本书不能说放松管制后系统风险总体上升或下降。研究设计可以这样做：按放松管制前后、航线是否经过枢纽划分，比较票价、班次、延误和中断波及范围，并控制燃料价格；若经过与不经过枢纽的航线没有分化，枢纽机制便受到削弱。这一设计尚未执行，所需的航线级数据本轮没有取得。

◆ 十四、十类工具比较中的航空位置

航空案例同时展示三种关系：技术能力需要组织化，公共接口支持多种任务，网络连接改变活动范围。它与汽车、航船共享这些机制，又具有自己的约束。十大工具比较由此不应追求把所有历史压进同一模板，而应识别共同关系和条件差异。

对AI而言，最重要的启示是：模型性能之上还有知识服务的组织层与知识部落的网络层。一个系统擅长回答，不代表它已能持续研究；一个部落能够研究，不代表它已能让外部主体可靠使用成果。每一次层次跃迁都需要新的条件。

工具的文明价值正发生在这些条件被真正组织起来之处。由单次能力到持续服务，由局部服务到多模式网络，再由网络反馈改造知识和工具，构成了本书所追踪的谱系发生链。



13

第 13 章

计算机与互联网：从处理信息到组织数字活动

◆ 一、计算能力怎样变成一种生产方式

一种机器能够执行计算，并不等于某个行业已经形成新的模式。把原有账本逐项录入电脑，可以减少重复劳动，却可能完整保留原来的信息延迟和审批关系。要形成新的业务，组织还必须重新规定谁能输入，谁能修改，什么数据能够连接，何时触发下一步。计算能力只有进入这些关系，才成为一种实际的生产能力。

因此，人一计算机复合主体的边界不能画在键盘与屏幕之间。它至少包括任务目标、数据组织、程序、操作与结果判断。对同一程序，不同组织可能形成不同模式；反过来，一种模式也可能更换程序而保持身份。辨认谱系需要追踪活动怎样组织，而不是按软件品牌分类。

例如，一张库存表可以只是电子账本，也可以成为采购、交货与维修之间的协调接口。前者回答“仓库还剩多少”，后者还规定“什么条件下应补货、谁批准、供应中断怎样处理”。新增知识不一定是一个复杂公式，而可能是一套能使行动连续发生的规则。

◆ 二、数据连接改变了可以被提出的问题

设一家修理机构分别保存零件记录、预约记录与故障记录。三个表即使都准确，也不必回答同一个问题。维修人员关心故障能否排除，采购人员关心零件是否足够，接待人员关心何时可以交付。把三张表简单并列，尚未形成新模式。

如果以统一设备编号连接记录，就能研究某种维修是否反复发生、某种零件的缺货是否造成等待。这时出现了原先每一张表都不能独立组织的问题。新的共同编号只是基础；跨表语义、时间顺序和异常处理，才使连接拥有实际意义。

这个思想实验说明，信息工具带来的谱系化不只是数据数量增长，也可能是对象之间的关系被重新构造。原有部门仍可保留自己的任务，但获得新的共同问题。公共接口没有取消差异，反而使差异能够进入同一个协作过程。

◆ 三、网络为什么进一步放大这种作用

网络允许分散的计算系统交换信息，但连通性不自动等于互操作性。两个系统可以传输同一种文件，却用不同方式定义客户、价格或完成时间。消息成功到达，并不保证接收者能按发送者的意思行动。

万维网提供了一个历史切口。CERN的历史说明记录了万维网在该机构的起源，以及相关软件于1993年向公共领域开放的决定。[R46] 这一事实支持公共技术条件能够被广泛利用，但不能单独证明此后所有数字经济增长都由某一项开放决定造成。

从本书的分析看，公共接口的作用，是降低连接成本，使不同主体能够在共同条件上组织不同活动。共同协议与差异化应用不是矛盾关系：前者使后者不必重复建设全部底层条件，后者又可能提出新的协议需求。这里已出现后来AI知识谱系问题的前身。

◆ 四、软件谱系、业务谱系与知识谱系不能混计

同一业务可以有許多软件实现，同一软件也可以支持多种业务。软件版本增加，不必然等于行业模式增加。一个系统改变颜色和菜单，通常不构成新的知识发生规则；一个系统改变谁能提出问题、怎样检验结果和如何分配责任，才可能触及模式层。

同样，复制一份数据库不等于复制一个组织的知识能力。数据背后的例外条件、维护责任和判断经验，可能尚未写进程序。复制者能够得到字段和数值，却不知道某个异常编码为什么存在，也不知道什么时候应当拒绝自动决定。

这不是否认软件的可复制性，而是要求准确确定复制对象。程序文本可以完整复制，程序运行依赖的状态可能部分缺失，组织的判断能力则需要另外训练。将这三个层次分开，才能解释为什么看似相同的数字工具在不同单位有不同效果。

◆ 五、平台的共同性与控制权

当许多活动依赖同一平台时，平台可以帮助建立共同规则，也可能形成新的控制节点。它规定身份、接口、排序和交易记录怎样被使用。行业谱系的增长因而不只取决于接入者数量，也取决于接入者是否能够保留、迁移和修订自己的活动结构。

可以构造两种极端制度。第一种允许参与者导出完整记录，并以公开接口迁移到其他系统；第二种只允许看到结果，而不允许取得历史与规则。二者都可能提供方便的服务，但对谱系继承的后果不同。后者可能使使用者每次离开平台都必须从头建立关系。

因此，数字经济中的独特性有两种来源：真实的知识和协作积累，或迁移障碍。它们都能形成商业优势，却不应拥有同一种理论评价。后文讨论思想复合主体的不可替代性时，必须继续保持这一辨别。

◆ 六、从组织遗忘出发理解网络知识

伯纳斯—李的万维网早期提案讨论了复杂组织中的信息管理问题，包括人员变化、资料关系和层级结构难以容纳的连接；它以节点和联系组织信息，试图让关系能够被持续追踪。[R57] 这个原始问题与今天的知识谱系研究有直接的比较价值：知识遗失不只是文件被删除，也可能是资料仍在，关联和使用条件却已无人理解。

一份文件可被完整复制，而它在研究中的位置仍然丢失。它究竟是被接受的结论、已否决的候选，还是某次会议的临时设想？没有这些关系，后来者可能把反例当成主张，把旧定义当成现行规范。网络的作用因而不能只按传输速度衡量，还要看它是否保存了知识对象之间足以支持继续工作的联系。

但是，有链接仍不等于有正确关系。甲文件引用乙文件，可能是赞成、反驳、限定或者只提供历史背景。只把它们连成一条无类型边，会使不同认识活动变成同一种“支持”。知识图谱若要成为递归发生的条件，就应允许不同类型的联系，并保存它们为什么成立；否则，链接密度增长可能只制造一种虚假的证据丰厚感。

这种问题说明，计算机与网络已使知识的组织方式成为可变对象。AI再介入后，生成系统不仅能添加节点，也能提出新关系。关键检验随之从“是否找到相关

文字”，转向“是否正确说明了关系”。关系的发生本身需要证据，不能因为连接由智能系统提出就自动被接纳。

◆ 七、文件兼容、语义兼容与行动兼容

两个组织都能读取同一种表格，属于文件层面的兼容。双方把字段中的“完成”理解为相同状态，属于语义层面的兼容。接收方能够据此安排下一步并承担相应责任，才达到行动层面的兼容。这三个层次可以依次失败。文件传输了，术语可能误读；术语理解了，权限或资源也可能不足以行动。

设甲机构把交货定义为货物离开仓库，乙机构把交货定义为收货方验收。两者传递相同日期格式并不能消除差别。如果自动系统直接把两者视为同一字段，就会错误缩短某些订单的实际履行时间。正确处理不是强迫双方放弃各自有用的概念，而是保留两个事件，并明确哪一种比较需要哪一个时间。

这里出现一种不靠平均折中的共同性。不是把两种日期取均值，而是增加事件类型，使双方原来各自有效的记录进入更细的共同表示。新表示能否成为新轴，要看它是否区分了旧表示无法区分的履行状态，并改善了相关判断。若只是多写一个标签，却仍不能确定事件发生了什么，形式扩充便没有完成知识扩充。

所以，跨谱系兼容不必以所有内部概念相同为前提。只要在特定接口上明确对象、事件和责任，就可以建立范围有限但可工作的共同性。这样的共同性应当能被外部检查，不能仅由双方口头声明。第38章将把它进一步发展为有任务边界的知识协作协议。

◆ 八、来源模型怎样帮助辨认历史，又不替代验证

W3C的来源模型入门将实体、活动和参与者区分开，并介绍派生、使用、生成等关系。[R51] 本书可以借用这种明确分账的思想：一份研究文本是什么，经过什么活动形成，哪些主体承担了相应作用，应分别记录。这是已有技术工作的公共基础，不能把重新采用它说成本书首次发明来源管理。

然而，来源完整与结论正确是两回事。即便精确知道某段推理来自谁、使用了哪份数据、运行了什么程序，它仍可能计算错误，或者使用了不适用的假设。来源

信息提高可追查性，使错误更容易被定位，却不能把真理判断变成身份证明。来源链也不能以名望代替具体论证。

一个基本记录可以同时保留结果版本、输入版本、活动类型、执行者、检查者和检查范围。这里的检查者必须按实际情况填写。一个模型先写作再自评，可以带来有用的自校，但不能被记录为两个独立证据来源。只要把依赖关系写清，自校仍有价值；虚增独立性才会破坏后续判断。

对递归发生而言，负面记录也需要来源。某个候选为什么撤回，反例针对哪个版本，后来是否修复，都影响下一轮能否继续探索。只保留成功结果会制造不真实的谱系历史；只保留所有失败而不标明原因，又会增加检索负担。来源结构必须与状态管理结合，而不是把全部文件平铺为一个越来越大的仓库。

◆ 九、版本分叉怎样不使共同知识解体

设母本版本一包含规则甲和乙，两个团队分别修改甲与乙。如果两个修改相互独立，合并可能保持各自的作用；如果规则甲的正确性依赖乙的旧形式，直接合并便可能失败。文件没有发生字面冲突，不代表知识没有发生逻辑冲突。因此，知识版本管理需要超出逐行差异，记录依赖与适用条件。

可以用一个简单函数作思想实验。原流程先把输入加一，再乘二，输出为二乘输入加二。团队一把第一步改为加二，团队二把第二步改为平方。两项修改分别可清楚描述，但合并后得到输入加二的平方，不等于两份旧测试结果相加。合并版本必须重新接受组合测试，不能用各分支已通过作为联合通过的替代。

这不是说知识分叉会必然导致混乱。恰恰相反，清楚标明分叉能使争议暂时并存，同时保护各自已经成立的部分。只有在准备合并时，才需要处理共同接口的相容性。把每个分歧都立即消灭，会压缩探索；把每个分歧都永久隔离，也会失去协作价值。版本制度为二者之间提供一种可操作的中间安排。

谱系身份也因此不是某一个永不改变的文件。它是对象、规则、验证与继承关系在变化中保持可追踪。允许修订并不等于没有同一性；相反，不能说明修订从哪里来、改变了什么，才使同一性失去研究对象。思想复合主体的长期连续性，也需要这种可定位的变化，而不是对每次新回答都赋予同等权威。

◆ 十、重复消息为什么可能改变知识状态

在一个抽象协作系统中，研究者提交一条“该候选通过检查”的消息。若同一消息被重复接收，而系统每次都把证据数量加一，就会把一次检查变成多次支持。这里没有任何人撒谎，错误只是来自记录动作没有区分事件身份。对知识生产而言，这种技术细节能够改变证据地位，因而属于发生条件的一部分。

一种处理方式是给检查事件赋予唯一身份，接收相同身份时不重复累计。这个办法能处理完全重复，却还不能判断两份不同编号的报告是否依赖同一材料。后者需要来源关系，而不仅需要消息编号。由此可见，技术层的去重与认识层的独立性检查解决的是不同问题，不能相互替代。

再考虑撤回。如果旧消息已经进入多个后续结论，删除原消息不一定消除其影响。系统需要找出依赖它的节点，重新检查哪些结论仍有独立依据。否则，表面上完成了纠错，旧错误仍然通过后代继续发生。这是知识回写真正具有递归性时必须面对的维护工作，而不是可有可无的清洁任务。

因此，一个可靠的数字知识系统至少应区分事件身份、来源独立性、版本状态和依赖传播。把这些区分落实后，AI可以参与发现新的联系，却不能绕过已有的证据责任。共同接口让更多人能够加入，准确的差异记录让加入不等于把所有人压成同一个声音。

◆ 十一、协议原文里的接口设计：只统一必须统一的部分

前十节讨论的接口原则，在互联网的原始文本里有直接对应。瑟夫与卡恩一九七四年五月发表在《IEEE通信汇刊》的论文，开头面对的是这样的局面：各个分组交换网络各有自己的接收者寻址方式，可接受的最大数据块不同，网络内部的传输也可能因数据损坏或丢失而中断。论文提出一种协议，使分属不同网络的计算机资源可以共享，并给连接两个网络的接口取了一个专名叫“网关”，称正确转发数据的责任在网关。它还设想一个网关可以由两半组成，各自属于一个网络，互联的网络可以归不同的所有者；寻址上，每个互联网包携带源与目的字段，传输控制程序的地址由八位网络标识和十六位程序标识组成，后者可区分六万五千余个程序。[R155] 这里值得注意的是它没有要求各网络放弃内部格式，只增加一层大家都能说的话；这正是第十章第九节所说“必要约束”与“实现偏好”的区分。

二十二年后，一九九六年六月由互联网架构委员会发布的信息性文件RFC 1958把这种做法写成了原则。文件称，互联网及其架构是从很小的开端逐步演化而来的，而不是出自一个总体规划；没有人拥有互联网，没有集中控制，也没有人能把它关掉；共同体认为目标是连通，工具是互联网协议，智能在两端而不是隐藏在网络里；异质性不可避免，必须在设计中得到支持；演化依赖对技术提案的大致共识与能运行的代码。[R156] 其中最后一句给出了一种特殊的验证制度：提案要有可运行的实现，才算进入共同层。

这两份文本只能支持有限的判断。它们是设计者与共同体对自己做法的陈述，不能证明这种架构造成了后来的增长；RFC 1958的地位是信息性文件，不同于标准文件。“可运行”也只能检验可以编码的功能，不能裁决价值争议。用到知识谱系上，它提供的是一种可借鉴的接口形态：公共层规定交换格式与检验方式，不规定各部落内部怎样得出结果；但对不能写成可执行检查的主张，必须另有验证接口。

◆ 十二、三种联网信息服务：终端、许可与超链接

接口原则不能解释一切，下面三个例子的机制相近、结果不同。它们都向不熟悉计算机的使用者提供联网的信息检索，这是共同点。

第一个是法国的Minitel。信息史资料称，它一九七八年在布列塔尼试验，一九八二年推向全国，数以百万计的终端免费借给电话用户，用户可以免费在终端上查电话号码簿；到一九九九年底近九百万台终端（含可上网的个人电脑）接入，二千五百万人使用，全国人口为六千万；一九九六年约一万家公司开发了近二万六千种服务；这些数字该条目转引自维基百科；法国电信于二〇一二年六月三十日停止服务。[R153] 《科学美国人》的一篇博客补充说，终端租赁起初免费，使用按分钟计费；运营商橙公司称使用量下降，是“自然死亡”，该文还提到它的图形表现简陋、没有超链接，有人认为它的流行可能延缓了法国对互联网的采用。[R154]

第二个是万维网。欧洲核子研究中心说明，万维网一九八九年由伯纳斯-李在该机构发明，一九九三年四月三十日该机构把软件置于公共领域，后来又采用开放许可，称这使万维网得以繁荣。[R46]

第三个是明尼苏达大学的Gopher。一篇明尼苏达计算机史页面写道，它一九九一年由校内团队开发，一九九三年校方宣布对商业用户收取许可费，许多用户视之

为背弃互联网伦理，有程序员说许可“在社会意义上杀死了Gopher”；它在一九九四年前一直是最常用的访问方式，其后衰落，那一年调制解调器变快，图像页面的万维网更适用。[R157] 这是地方性的历史页面，其中的评价性语句只能当作该页面采用的叙述。

三者在三个层面不同：谁掌握接入与计费，软件的使用与复制条件，以及关系能否被表达为链接。Minitel集中控制终端与计费，却有大量第三方服务，所以“第三方能否提供服务”并不足以解释后来的差别，这一点值得认真对待：如果只看供给的开放程度，Minitel本应表现良好。Gopher的案例则提示许可条件会影响共同体信任；万维网的案例提示公共领域的软件条件降低了复制成本。但三个系统同时受到调制解调器速度、图形能力和各自国情的影响，没有一项来源在控制这些因素后估计过某个条件的单独作用。因此本书只提出假说：在可比的联网信息服务中，影响长期可扩展性的，更可能是软件复制与修改条件、迁移可能性和关系表达能力，而不是第三方服务数量。它会被反驳——如果找到在这三项上差别很大、可扩展性却相近的系统，或可扩展性差别可以由速度与图形能力完全解释，此说便被削弱。

◆ 十三、把比较做成一份可执行的记录

要让上面的假说可检验，需要对每个系统记录同样的问题，并标明来源。第一，谁能决定终端、身份和计费单位；第二，谁能无须许可地添加服务，并把它与其他服务连接起来；第三，使用者能否带着自己的记录和关系离开；第四，软件的复制、修改条件在何时由谁改变；第五，关系是否有类型，如引用是赞成、反驳还是背景，这回应第六节对无类型链接的担心；第六，终止或衰落的说法分别出自谁，是运营者、研究者还是评论者。每一项都要写明所依据的文本，如服务条款、许可公告、协议文件，而不是后来的综述。

本轮读取的材料对第一、二、四项只覆盖了三个系统中的一部分，第三项和第五项几乎没有直接资料，所以这份记录还不能填满。保留空格比用印象填满更重要。同样的六个问题，也应事先用于任何声称建立“知识平台”的系统，包括本书第四十章讨论的设计：它们是否允许迁出、是否记录联系的类型、软件条件由谁修改。这些属于设计时就能回答的问题，不必等到结果出现以后。

◆ 十四、数字谱系与思想谱系的连接点

程序能够执行一条规则，研究者能够解释为什么使用这条规则，两种能力相邻却不相同。长期协作可能把部分解释转成可执行检查，也可能由执行失败暴露新的理论问题。真正的递归发生出现在这种相互改造中：表达、执行、观察和反思改变下一版共同工作条件。

由此，计算机与互联网不是AI革命的简单前史，而是知识谱系制度的现实基础。对象身份、来源、版本与接口这些问题若未处理，AI越善于生成，就可能越快地积累难以维护的知识债务。反过来，若共同基础足够明确，特定复合主体就能把更多精力用于真正的新问题，而不必反复重建最基本的可信关系。

◆ 十五、从数字化到AI的连续与跃迁

AI并不是在没有信息基础的世界里突然出现。数据、程序、网络 and 数字协作已经提供了许多条件。但AI参与候选解释、问题改写与方案生成之后，互动的对象发生了变化：系统不仅存储已经形成的规则，也可能参与提出下一条规则。

这种参与是否构成新谱系，需要继续检验。自动补写报告只是任务层的增效；通过失败记录提出新分类，再使新分类进入后续研究，才接近知识发生方式的改变。计算机与网络的历史因此提供了连续性，也帮助我们避免把任何新界面都宣布为文明断裂。

本章得到的结论是：数字工具先使记录、规则与关系更容易被复制、连接和执行；人一AI思想复合主体则可能进一步使这些规则的形成过程进入工具协作。两者的界线不在于是否使用数字设备，而在于什么层次的活动已经成为可以被重新组织的对象。



14

第 14 章

人工智能：脑力工具革命的特殊性

◆ 一、从替人完成任务到参与规定任务

判断AI的意义，最容易采取一种清单式方法：它能写什么、能算什么、能替代哪一步。这些问题必要，却容易把工具固定在已经定义好的工作里面。对知识发生而言，更重要的变化是：系统能否参与发现原来的任务定义不够，能否提出新的比较对象，并使后续研究不再沿原来的路径重复。

例如，一位教师要求AI整理学生错误。第一次输出可能只是按题目排列；教师指出相同答案背后有不同理解，系统于是按解释路径重新组织；新的分类又要求设计不同的提问。这里潜在的新东西不是多了一份报告，而是研究对象从答案转向解释过程。这样的改变仍要通过真实任务检验，不能由一段对话自行完成证明。

本书把AI的特殊性放在这个层次：它可能进入知识活动的候选发生过程。它不是因此拥有与人相同的意识或责任，也不是每一次输出都构成创造；它提供的是可以与人的判断反复结合的生成条件。

◆ 二、脑力工具不等于头脑的替身

“脑力工具”容易被误听成一个可以完整替换人的大脑。本文使用的是较窄含义：工具参与原本需要认知活动组织的某些操作，包括语言表达、模式比较、方案构造和推理搜索。哪些操作可靠，必须分别评价。

人的角色也不能被写成一句笼统的“提供价值”。具体研究中，人决定哪些矛盾值得继续，提供未被数据记录的经验，识别貌似有理却偏离问题的回答，并承担实际使用的后果。这些活动可以部分得到工具帮助，但不能因此把责任转移给模型。

反过来，也不能预先规定所有新意都来自人，AI永远只做机械整理。若一次候选构造确实由系统提出，并在后续检验中保留下来，应当如实记录贡献。复合主体分析的目的，是研究贡献怎样共同发生，而不是事先为双方分配固定的荣誉比例。

◆ 三、共同模型怎样参与不同知识谱系

共同底层能力可以服务许多研究者，但他们保留什么历史、使用什么资料、怎样提出问题、如何处理反例，并不相同。一个模型的通用能力并不能唯一决定一次持续研究的实际轨迹。

设甲、乙都研究课堂中的提问。甲记录学生答案是否正确，乙记录问题是否使学生提出新的关系。两者可以共享同样的语言和统计工具，却围绕不同的反馈修改下一轮设计。即使输入同一段课堂实录，所形成的研究D也可能不同。

经过多轮回写，差别不再只是最后一篇文章。问题库、失败记录、概念关联和接受标准都可能改变。由此形成的谱系性，不要求底层模型参数已经为个人永久改变；它可以存在于整个研究安排中，包括可调用材料、操作规则和人的判断习惯。

◆ 四、三种增益必须分别研究

第一种是任务增益：更快完成已经定义的工作。第二种是迁移增益：把已形成的方法用于原先难以处理的新情境。第三种是发生增益：修改对象、分类或规则，使今后的候选空间发生改变。三种增益可以同时出现，但不能用一种的证据替另外两种担保。

《Generative AI at Work》研究提供了特定客服工作中的AI辅助证据，[R13]它可以帮助研究任务层作用，却不能直接证明所有知识共同体都已经形成独有谱系。关于不同任务边界的研究也提醒我们，工具效果需要按任务和使用条件区分。[R14]

因此，本文不采用“只要使用AI，就已经进入知识发生革命”的判据。一个组织即使天天使用模型，也可能只是加速旧流程；另一个规模很小的研究组合，却可能在问题、方法和验证之间形成可延续的新结构。分类依据应当是实际发生了什么，而不是采购了什么。

◆ 五、知识部落是小尺度发生单位，不是封闭真理区

当知识发生可以在较小的复合主体中持续进行，个人或小群体便可能维护自己的问题史与方法史。这是“部落”概念在本书中的主要用途。它指具有可辨识生成连续性的共同体，而非血缘、地域或拒绝外部检验的身份团体。

一个部落可以拥有独特的研究路径，同时共享全部基础数学；可以保留自己的价值排序，同时在事实问题上接受共同证据。部落性的增强并不意味着所有结论只能由内部认可。尤其涉及公共后果时，外部可检查性反而更加重要。

所谓“一人一部落”也不能等同于每个人孤立拥有一套真理。一个人可以参与多个谱系，若干人也可以共同维护一个谱系。分析单位随着问题改变，不能把行政人数当成知识边界。

◆ 六、工具非消去性怎样与开放迁移并存

如果长期互动状态对能力重要，就应当研究如何保存和迁移，而不是把不可迁移当成值得追求的目标。一个复合主体可能在当下不能被无成本替换，却仍可以逐步把关键条件表达出来，让后继系统恢复部分能力。

这一过程本身可以发生新知识：原先依赖默契的判断，经过迁移失败而被明确；原先只在某个模型上有效的表达，经过比较而转化为更稳健的规则。迁移不是必然破坏谱系，也可能使谱系理解自己的发生条件。

因此，AI时代的新价值不应建立在把人永久锁在某个界面里面。真正值得维护的是知识发生的历史与能力，而不是某个供应者不可解释的专有状态。思想复合主体的独特性与可审计、可继承的开放接口，可以构成互相促进的目标。

◆ 七、相反结果为何能够同时提供有效知识

本书引用的客服研究考察了AI进入具体工作流程后的表现，而不是一般思想创造能力。[R13] 另一项由METR发布的研究则在十六名有经验的开源开发者、二百四十六项真实任务中随机安排是否允许使用AI，报告允许使用时平均完成时间增加百分之十九。作者明确把结论限定为早期二〇二五年工具与该研究情境的快照。[R55] 两类结果不应被抽成互相取消的口号。

首先，它们研究的任务、参与者、工具组织和完成标准并不相同。其次，完成一个预先给定任务的速度，与发现值得做的新任务，是不同结果。最后，实际工作要求可能包含大量未充分表述的背景约束。不同结果因而要求更细的比较框架，而不是任取一个有利样本宣布AI必然提高或降低全部脑力活动效率。

这对SDE构成实质性约束。如果E与D的特殊性有解释价值，就不能只在结果良好时引用它们，在结果不利时又说使用者没有学会。研究必须事先说明哪些状态、路径或任务特征预期改变效果，并允许观察反驳这些判断。否则，E与D会退化为包容一切结果的名称，而不是能够促进研究的概念。

本章采用一个明确区分：工具在特定任务上的能力，是复合主体发生的条件；长期互动形成的组织方式，是可能改变这一能力实现方式的机制；知识谱系，则要求机制能支持后续问题、检验和修正。前一层的正面或负面结果都值得保留，但不能独自证明后一层已经成立或不可能成立。

◆ 八、研究对象会因为工具而改变

METR在二〇二六年二月的后续说明中指出，参与者和任务选择发生变化，部分开发者不愿进入可能禁止使用AI的实验，同时并发使用工具使单任务计时更加困难。研究者因此认为新数据不能可靠估计当时的实际生产率效果。[R56] 这里重要的不是用更新材料宣布旧结果反转，而是工具普及以后，原来的测量安排也可能需要重新设计。

假设一种工具使某类原先不值得尝试的任务成为常规工作。继续只测量旧任务，可以识别旧任务的效率变化，却会遗漏新任务的出现。反过来，只测量采用工具后自愿选择的新任务，也不能直接知道同一批任务在没有工具时会怎样。两个研究都可以有意义，但回答的是不同问题。

因此，谱系发生研究至少应保留两张任务表。一张在比较前固定，用来检查同任务下的质量、成本和速度；另一张记录实际活动中新增、放弃和重组的任务，用来观察活动范围。第二张表中的变化还要标明是谁选择、为什么选择、是否经过验证。这样才可能把能力进步与任务选择区分开，而不损失二者之间的相互作用。

在这个设计中，新增任务不自动算创新。它可能只是把旧工作拆成几个名称，也可能是工具容易生成而用户并不需要的内容。新任务必须有独立的完成条件或新的服务对象，并说明它与旧任务的关系。谱系化不是把分类单元无限拆小，而是使新的可持续活动成为可识别的研究对象。

◆ 九、四项研究并排：同样是生成式AI，收益落在谁身上

第七节只比较了两项研究。把更多已读取摘要的研究并排，可以看出结果的分布并不一致，而且这种不一致有结构。

第一项是布林约尔松、李和雷蒙德的客服研究。国家经济研究局的工作论文摘要称，样本为五千一百七十九名客服人员，对话助手分批引入；平均每小时解决的问题数提高百分之十四，新手和低技能工人提高百分之三十四，经验丰富的高技能工人影响很小；作者给出“提示性证据”，认为AI传播了能力较强者的做法，并帮助新人更快积累经验。[R159] 正式发表页的摘要写的人数是五千一百七十二，与工作论文不同，原因本轮没有核对，所以本书只取“约五千一百余人”。[R13]

第二项是诺伊与张发表于《科学》的实验。斯坦福大学相关页面概述：四百五十三名受过大学教育的专业人员，参加预先登记的在线实验，一半被随机给予ChatGPT，完成与职业相关的、有激励的写作任务；平均用时下降百分之四十，质量上升百分之十八，工人之间的不平等下降。[R158] 第三项是德拉夸等人与波士顿咨询公司合作的研究：七百五十八名顾问，在AI能力“边界”之内，速度提高超过百分之二十五，人工评分的表现提高超过百分之四十，完成任务数增加超过百分之十二；页面还区分了“半人马”式的分工与“赛博格”式的融合两种用法，并说AI在一些任务上出色而在另一些上不足，但所读页面没有给出边界之外的结果。[R14]

第四项是第七节已述的METR开发者实验：任务平均约两小时，允许使用AI时完成时间延长百分之十九。开发者事前预测AI会使他们快百分之二十四，事后仍相信快了百分之二十。作者列出的候选解释包括很高的质量标准 and 大量隐含要求，以及学习效应可能要几百小时才出现，而参与者使用该工具只有几十小时。他们同时说明，结果不表明AI对经验较少的开发者或不熟悉的代码库没有帮助。[R55]

四项并排，有一个值得检验的模式：收益大的情形，往往是工具补上了使用者原先缺少的做法或写作材料；收益为负的情形，是使用者对任务的隐含要求已经很熟，向工具说明这些要求并核对输出的成本，可能超过工具节省的时间。本书把它写成假说：AI的边际收益取决于“工具能提供的”与“使用者已持有的”之间的落差，以及把后者传给工具的成本。它与第一项的“传播做法”机制和第四项的“隐含要求”解释相容，但四项研究都没有直接检验它。可检验的预测是：在随机分配的二乘二设计中，一边是新手与老手，一边是熟悉与不熟悉的任务情境，收益应主要随情境熟悉程度而不是随一般经验变化。若结果只随一般经验变化，或只随工具版本变化，假说便被削弱。这个设计尚未执行；而METR作者自己也提醒，其结果不能外推到陌生代码库。

◆ 十、自我感受不是测量

第九节还暴露一个对本书格外要紧的问题。METR的开发者事后仍相信自己快了百分之二十，按研究记录的完成时间却慢了百分之十九（开发者录屏并自报耗时）。[R55] 这不是说开发者不诚实，而是说，对“我在更有效地工作”的主观印象可以与计时结果反向。本书的研究对话，即作者与AI长期合作形成的经验，作为问题来源是有价值的，但它无法靠“感觉进展很大”来证明发生增益。

因此，凡声称人一AI复合主体出现了发生增益的论断，都应事先规定可对照的记录：候选的总数与被筛掉的数目，验证的结果与未通过的原因，使用的资料版本与提示规则，以及由第三方在不知条件的情况下的评估。主观判断仍可记录，但要与记录并排放置，用来研究两者的差距，而不是代替记录。第十二节的思想实验已指出，只报告最佳答案会隐藏搜索成本；这里补充的是，只报告使用者的信心同样会隐藏测量误差。

◆ 十一、对“状态重要”这一主张的一次压力测试

METR的结果对本书的核心主张构成了一个具体的压力。若使用者的长期语境很深，工具未必带来更多，反而可能因为语境传递成本而变慢，那么“深度纠缠总是优势”就站不住。第十三节将讨论长期状态既可能帮助，也可能束缚。现在可以

把它写成一个更尖锐的区分：状态是留在使用者头脑里的，还是已经整理成工具可以读取的形式。

设计如下，仅为构想，尚未执行。选取一批隐含要求较多的任务，设三种条件：不用AI；用AI但每次从空白语境开始；用AI并提供由使用者事先整理的状态包，内含术语、已否决的路径和验收标准。若状态主张有实践意义，则第三种应当在任务质量或返工次数上优于第二种，且整理状态包的时间要计入成本；若两者无差别，说明至少在这一层，状态并未构成可迁移的优势。这个结果并不会驳倒更深层的历史主张，因为状态包只是状态的一部分表达；但它会削弱“状态可以带来实用优势”的较弱版本，应当如实写入论断状态。

◆ 十二、生成、判断与组织构成三个不同瓶颈

人一AI工作可以粗略拆成提出候选、判断候选与组织后续行动。模型更快给出解释，首先改变的是候选环节。如果判断没有同步改善，研究者可能面对更多貌似合理的材料；若组织环节不足，通过判断的结果也可能无法进入下一轮工作。因而，生成量增长与知识能力增长之间存在需要实测的转换环节。

用一个有限思想实验说明。旧流程每小时给出十个候选，其中四个值得验证，检查每个候选需十分钟。新流程每小时给出五十个候选，其中十个值得验证。若研究者不知道哪些值得检查，验证全部新候选会需要五百分钟，生成的加速可能使总流程变慢。若有可靠筛选，效果又可能不同，关键在筛选的精度与成本。

这里不能把“值得验证”与“已经正确”混淆。前者只是优先级，仍可能失败。系统需要同时记录候选总数、筛选损失、验证投入和最终有效结果，才能判断瓶颈发生了什么变化。只报告最高分答案，会隐藏搜索与失败成本；只报告总耗时，又可能忽略新增结果的价值。不同指标应保留各自含义。

思想复合主体的独特性可能部分体现在知道何时不生成。一个长期研究系统如果能识别某条路径已经被反例阻断，拒绝继续用旧假设改写同一结论，就节约了真实资源。这样的能力不容易体现在内容产量榜单里，却可能是可持续谱系的核心。知识发生理论需要给有根据的停止、否定和降阶留下正面位置。

◆ 十三、长期状态不是万能的优势来源

历史状态有时帮助，有时束缚。它能保存术语、有效反例和未决问题，也能积累过时假设与错误偏好。如果每次互动都强化原有结论，所谓深度纠缠可能使系统更难承认新证据。因而，本书不把纠缠越深直接等同于知识越好，而要求说明哪些历史状态被保留，以及它们如何接受再次检查。

可以把长期状态分为需要忠实保存的记录、可被修订的解释与可以替换的工作策略。记录说明发生过什么，不能为了统一叙事随意改写；解释允许在新证据下变化；策略则应按实际任务效果调整。混淆三者，会使对历史的尊重变成对旧判断的服从，也会使必要更新被误解为背叛谱系。

同样，长期使用并不必然改变底层模型参数。一个思想复合主体可以通过上下文、外部资料、操作规范与人的判断形成状态依赖。讨论其存在方式时，应研究真正保留下来的机制，而不把技术实现想象成模型已经在内部永久学会一切。既有API状态管理能力也意味着，特定界面的替换困难不能被提升为任何API都不可能承载连续研究。[R07]

真正值得检验的是：在资料、工具与资源被明确控制后，怎样的状态组织能够恢复哪些能力，剩余差异又来自哪里。部分恢复是重要结果，不应因尚未完全复制而被当成失败。完全恢复某些任务也不意味着原来的历史毫无价值，它可能恰恰表明历史已经转成可传承的知识条件。

◆ 十四、从个体配对到开放的研究谱系

王德生与长期使用的AI进行SDE研究，为本书提供了问题来源。这里的独特经验能够提出新的比较变量，却不能仅凭创始人的判断完成一般理论的验证。一部以复合主体为核心的专著，最终必须使其他主体能够理解其论断、尝试其方法，并报告不同结果。

这意味着谱系开放不只是发布结论，而是交出足够的发生条件。读者应知道哪些术语是固定定义，哪些判断是经验假说，哪些反例曾迫使路径改变。至于全部私人聊天是否公开，并不是唯一标准。保护私人材料与公开有效论证可以并存，只要主张的关键依据没有被藏在无法检查的私人权威中。

开放还允许别人形成不同后代。一个学习者可能继承SDE的总体结构，却在某个专业领域发现新的判断标准；另一位可能否定某项局部构造，却发展出更有效的模型。只要继承、修改和验证关系可追踪，这些变化可以成为谱系的发展，而不必被理解为只能服从或脱离的二选一。

因此，脑力工具革命的特殊性并非AI取得思想主权，而是思想的某些发生环节进入了可协作、可保存、可比较和可重组的过程。人仍需对研究目的、主张地位与后果承担责任；工具则以实际贡献而不是拟人称谓参与复合能力。这个界定让思想复合主体保持创造空间，又不预设机器具有人的意识或责任身份。

◆ 十五、AI时代的公共知识不是退出，而是重新分工

越多特殊谱系得以发生，公共基础的质量可能越重要。每个部落都重新发明基础逻辑、单位和来源制度，会浪费大量资源；但要求所有部落使用同一套问题与解释，也会压缩创造。两者之间需要一种分工：共同层承担可靠复用，特殊层承担情境生成，转换层承担跨谱系的比较与校验。

这种分工不是静止的。某个部落验证充分的结果可以进入更广的共同层；共同层中暴露的失配也可以成为新分支的起点。知识因此既向特殊化展开，又向新的共同性回流。AI所增加的，不只是某一方向的速度，而可能是两种方向之间的往返能力。是否真正形成这样的往返，需要看选择性回写与外部检查是否存在。

由此，本章把AI的历史作用定位为一种有条件的发生能力扩展。它可能改变任务边界、研究路径和谱系密度，也可能在某些任务上增加负担。只有把这些差异保留在同一个研究框架内，所谓文明升级才不是预先写好的结论，而成为能够不断用新事实修正的理论问题。

◆ 十六、从可能性到研究纲领

本章提出的不是已经实现的宏观结论，而是一组可以分步研究的机制：共同工具如何进入不同E，差异路径怎样被保留，保留以后能否改善新任务，改善是否值得其成本。前面的工具史提供比较框架，后面的实验与模型承担更具体的检验。

AI之所以值得放在十大工具革命的最后，不是为了宣布历史已经终结，而是因为它使知识发生方式本身成为更广泛的协作对象。能否由此走向经济升级，要看新结构是否真正增加可持续的有效活动，而不是看生成的文字是否足够壮观。





第 四 编

人类知识同一性谱系的历史普遍性

本 篇

- 第 15 章 数学、物理、化学的统一性究竟统一在哪里？
- 第 16 章 宗教信仰与知识部落的历史形成
- 第 17 章 健康知识中的部分同一性：中医与现代医学的比较边界
- 第 18 章 知识同一性的连续谱系原理

15

第 15 章

数学、物理、化学的统一性究竟统一在哪里？

◆ 一、把统一性从赞誉词变成明确关系

说某个领域具有统一性，至少可能指三件事：研究者使用同一种表达，研究者接受同一套有效性规则，或者不同情境中的对象服从同一关系。这三件事不能互相替代。表达一致可能隐藏解释分歧，表达不同也可能指向相同的形式结构。

本章把统一性理解为有范围的共同约束。必须先说明比较哪些对象、保持哪些条件、允许哪些转换，再讨论它们在哪里相同。如此处理，并不削弱公共知识，反而使公共知识能够精确地迁移，而不是依靠模糊的一致感。

所谓“高度统一”也不是没有研究分歧。它可以意味着：即使人们选择不同问题和路径，仍能把某一层结果交给共同程序检查。发生过程的多样性与结果验证的共同性可以并存，这正是本书要保留的结构。

◆ 二、数学：相同定理不要求相同发现过程

在一个给定形式系统中，定义、公理与推理规则规定了什么样的推导可以成立。研究者可能通过图像、计算、类比或失败尝试找到证明，但最终提交的推导需要在相应规则下被检查。发现过程与证明有效性因此不是同一个对象。

设两位研究者证明了同一个有限恒等式。一位逐项展开，另一位构造双射。形式结果可以一致，研究路径和后续生成能力却可能不同。双射路线也许更容易引出组合推广，代数路线也许更容易支持参数计算。不能因为结论统一，就断定E和D已经完全相同。

反过来，若两位研究者更换了公理或推理规则，就需要重新说明比较关系。一个系统中可以证明的命题，未必在另一个系统中以相同地位成立。同伦类型论所展

示的基础研究，正说明对象、路径和同一性的形式组织可以成为数学研究的一部分。[R38] 这不是允许个人任意宣布结果正确，而是要求对新的条件承担新的证明责任。

◆ 三、物理：共同规律与条件化模型

考虑最简单的运动模型：同一力作用于质量不同的对象，模型给出的加速度可以不同。结果不同不是规律失去统一性，而是模型输入不同。再加入阻力，原来的简化解就未必保持。这里应区分数值变化、模型条件变化和基础理论变化。

一个物理模型的公共性，不在于所有对象出现相同读数，而在于明确条件下的读数与关系可以接受共同检验。仪器、单位、误差和边界条件都属于检验过程。不同研究谱系可能重视不同对象，却能够在部分测量和推导上共享规则。

用SDE语言说，某些S关系可以高度统一，而发生和辨认这些S的具体E、D仍然复杂。这一表述是分析框架，不应被误写成已经证明全部物理定律由SDE推出。若要提出这样的强命题，需要逐项给出形式推导与经验对应。

◆ 四、化学：共同符号之下还有结构条件

可以用抽象反应关系 $A+B \rightarrow C$ 说明问题。符号式告诉我们哪些对象参与，却没有单独给出反应是否发生、速度如何或有哪些竞争路径。若把所有条件都压缩进一个箭头，便会误把表达的统一当成机制的统一。

谱系分析需要继续问：对象怎样被定义，反应条件怎样限定，哪些观察支持路径，哪些读数区分不同机制。同一组符号可以在教学、实验设计与工业控制中承担不同任务；这些任务共享部分关系，也保留各自的E和D。

这不意味着化学知识可以按部落任意改写。恰恰相反，结构差异、条件差异与测量误差都需要被明确。只有把应当统一的关系和可以变化的条件分开，新的局部知识才有机会进入更广的公共知识。

◆ 五、数学、物理与化学回答的是三种不同的“是否相同”

前四节分别讨论了三门学科，现在需要把它们并排放置在一张桌上，因为统一性一词最容易在这里被偷换。数学问的是：从这些前提出发、按这些规则，这个命题能否得到。物理问的是：在写明的测量条件下，两个结果是否相容。化学问的是：这个对象依据公布的归属规则，应当放进哪一类。三个问题都可以得到“相同”的回答，但每个“相同”要通过的检查并不一样。

数学的检查对象是推导与规则的关系。Lean 官方文档说明了怎样显示一条已通过检查的证明所依赖的公理，并提醒检查器不会替使用者证明新增公理的相容性。[R08] 这说明，数学上的“有效”总是相对于所用公理而言，换一套公理就须重新说明比较关系，与谁最先想到这条证明无关。物理的检查对象是测量结果及其不确定度。计量学指南联合委员会（JCGM）的《测量不确定度表述指南》第一部分

（2023）指出，若在评定中遗漏对不确定度有实质贡献的来源，可能损害测量结果的相容性，并破坏计量溯源链。[R170] 化学的检查对象是归属规则。国际纯粹与应用化学联合会（IUPAC）与国际纯粹与应用物理联合会（IUPAP）曾设立联合工作组，复核认定新元素发现的现行标准，并在报告中专门讨论标准的适用限度；该报告的临时版发表于二〇一八年，随后有二〇二〇年的最终版。[R169] 这里能确认的只是：新元素的承认不由单个实验室宣布，而要经过公开标准的审查，且标准本身也被定期重新检视。该页面是报告的摘要说明，本书没有读取标准的具体条款，所以不转述其内容。

为了避免把这三种检查混成一个“统一程度”，可以做一个示意性的操作化。数学命题 ϕ 在系统 T 中的有效，记为 T 可推出 ϕ ，它与是否有人亲手复查无关，只与规则是否被遵守有关。对两个物理结果 (x_1, u_1) 与 (x_2, u_2) ，可以事先约定一个包含因子 k ，当 x_1 与 x_2 之差的绝对值不超过 k 乘以 u_1 、 u_2 的平方和的平方根时，称二者相容。这是本书为说明而设的写法，并非上述指南第一部分所列的条文， k 须在看到数据之前约定。上述 T 、 ϕ 、 x 、 u 、 k 均为本节局部记号，与 S 、 D 、 E 及后文其他章的同形记号无关。对于化学式的归属，则可以写成一个映射：每个对象按规则版本被指派到一个类，两个对象“同类”只在同一规则版本下才有意义。

构想一个小例子。设有六个被检查对象，按“组成族”分类时，它们分成两类各三个；按某项行为测试分类，又分成三类各两个。两种分类都规则明确、结果可复核，却互相交错。一位研究者说“它们完全同类”，另一位说“它们完全不同类”，两人没有任何一方算错，因为他们各自引用了不同的归属规则。若再有人问“它们的反应机理是否相同”，这又是第三个问题，前两种分类都不能直接回答。

三种判据各有自己的失败样子，不能相互替代。数学上正确的模型，不因此保证其预测落在测量相容范围之内；两次测量相容，也不告诉我们被测物质应放入哪一类；分类一致更不保证机理一致。反过来，物理读数不相容，不立刻意味着理论错误，它可能来自被测量的定义不同，或来自遗漏的不确定度来源。把这些情形写在一起，是为了说明：知识的共同性必须同时写明比较的问题与判据，缺少这一项，“相同”二字就没有可核对的内容。

后文第二十四章把一致度写成逐项比较，第十八章把各项区分为完全同一、部分共享、不可比与未知。这三门学科的差别在那里表现为：同一比较项上的“相同”，必须附带它属于形式有效、测量相容还是归属一致，三者不得合并计分。

◆ 六、三种标准的共同点：失败条件是公开的

三种判据虽然不同，却有一个可以比较的共同点：各自规定了“什么情形下这个‘相同’的判断要被撤回”。数学的撤回条件是发现推导使用了未列入的前提，或所用规则不被认可；物理的撤回条件是补入遗漏的不确定度来源后，原先相容的结果变为不相容，或相反；化学的撤回条件是归属规则的新版本把原来的对象改归别类。撤回条件公开，旁人才能核对，这才使它们成为公共知识的接口，而不是某个共同体的口头默契。

由此得到一个对谱系研究有用的区分。某个谱系可以拥有独特的发现路径，但它提出的“相同”要想进入公共层，就必须交出自己的撤回条件。交不出来的“相同”，可以是有启发的猜想，却不应记入完全同一。这一要求对数学、物理、化学一视同仁，不是对某一学科的苛责，也不预设三科中哪一个更“统一”。

三种判据还有第二个可以比较的共同点：它们都带有版本。公理清单会变，不确定度评定会随新来源的发现而修订，归属规则有临时版与最终版。因此，说两个对象“相同”时，必须同时写明该判断依据的是哪一个版本，旧版本下的相同不自动延续到新版本。这一要求在后文第二十四章中表现为测量版本记录，在第十八章中表现为状态必须附带协议与版本。

◆ 七、一个待执行的编码研究，以及本章三分法可能失败的地方

本章的三分是否够用，不能靠论述宣布，可以设计一项小型编码研究来检验。方案是：预先从三科各自的公开教材或综述中，选取等数量的“两个对象相同”的陈述，由两位彼此独立的编码员，按“形式有效、测量相容、归属一致、其他”四类标注其所依据的判据，并记录无法归类的陈述。若“其他”所占比例很高，说明三分法遗漏了重要的“相同”类型；若两位编码员的分歧集中在某一类，说明该类的操作定义不清。这项研究在本书中尚未执行，没有数据，此处只给出方案和可被反驳的结果。

三分法还有一个已知的薄弱处：许多实际陈述同时混合了几种判据。例如，一个实验方案既依赖数学推导，又依赖测量相容，还依赖对象的归属。这时应把陈述拆成若干比较项，各自标注判据，而不是给整体贴一个类别。拆分本身会引入选择，因此拆分规则应写在比较之前，并与第二十四章的权重预先约定一致。

编码结果与后两章的接口也应事先写明。无法归入前三类的陈述，不应一律丢进“其他”了事，而要再分两种：编码员认为该陈述在三种判据下根本没有定义，记为不可比；陈述所依据的材料未能取得，无法判断属于哪类，记为未知。这两种状态在第十八章有各自的处理，混在一起会使“其他”变成一个什么都装的抽屉，反而掩盖三分法究竟遗漏了什么。

◆ 八、公共知识作为接口，而不是全部经验的替身

高度共享的知识之所以重要，是因为它使不同主体不必重新建立每一项基础。例如共同的单位、逻辑操作和测量约定，可以降低协作成本。但这些条件并不自动给出每一个具体任务的完整方法。

电可以成为不同产业的共同条件，却不能独立决定工厂做什么；同样，数学可以支持许多研究，却不能独立替每位研究者选择值得解决的问题。这个类比说明共同基础与特殊发生可以并存，不意味着知识与物理能量具有相同量纲。

因此，统一性知识不是谱系化之前需要被推翻的旧阶段。它可以在谱系化中继续充当共享接口，也可以因新的反例和任务而被修订。公共层与特殊层之间存在往返：公共层支持新探索，局部成果经检验又可能成为新的公共层。

◆ 九、单位的共同定义与实现方法的多样性

国际计量局把国际单位制的定义与实际实现区分开：单位提供共同参照，实现则通过实验方法把这些定义带入测量。该机构说明，自二〇一九年五月二十日起，全部SI单位以固定七个定义常数的数值建立基础，而实现技术仍可随科学与技术发展而改进。[R50] 这给本书一个重要约束：统一的结果规范不要求所有具体实现路径相同。

不能由不同实验室采用不同方法，就断言它们测量的是彼此隔离的“部落单位”；也不能因为单位统一，就断言实验设备、误差结构和操作经验已全部统一。共同性建立在明确的比较关系上，而不是对全部发生历史的抹平。这里已经包含了S、D、E在不同维度上可以具有不同同一性程度的情形。

对知识谱系来说，公共标准可以被理解作为一种经约定和检验维持的接口。接口之外存在多样方法，接口之内要求结果具有可比较的意义。不同方法是否真正实现了同一接口，需要相应验证；一句“使用同一单位”还不够。公共性因而既不是自然赠予的，也不是任何局部经验都可以自行废除的。

这个例子特别提醒我们修正过强的论断。统一知识未必由完全统一的E、D发生；它也可以在不同E、D之间，通过共同对象、保持关系和验证程序建立。若本书把所有统一性都解释为原先条件完全一致，就会误解已有科学的丰富结构。更准确的命题是：统一性依赖某些被保持的关系，而完整发生条件仍可分化。

◆ 十、对象、表述、结果与过程的四重同一性

两份表达写得相同，可能讨论不同对象；两份表达写得不同，也可能指向同一结构。两个过程得到相同结果，不必具有相同资源成本；两个结果数值相同，也不必在新的任务中继续等效。知识比较应先选择同一性的层次，再确定判据，不能仅凭文字或输出相似就作整体判断。

设一个程序对整数 n 计算 $n+n$ ，另一个程序计算二乘 n 。在精确整数运算的约定下，它们对所有输入给出相同结果；实际执行步骤和实现成本却可以不同。这个自构例子只区分语义结果与执行过程，不提出任何新的算术定理。它说明 D 的差异不必使每一个 S 都不同，因而“有不同 D ”不是新数学体系成立的充分条件。

再设两个规则在测试集零与一上分别输出 n 和 n 的平方。它们在这两个输入上完全一致，在输入二时却不同。测试集上的一致性没有自动升级为全部对象上的一致性。若一个部落与另一个部落只在有限公开问题上达成同意，应明确这个范围，而不是把局部成功理解为全部知识可以直接迁移。

因此，至少应区分已观察一致、指定对象域上的等价、有效结构映射和发生能力保持。四者可以逐步加强，但需要不同证明。面对新的数学、经济学或教育谱系时，这组区别能防止两种错误：因表面不同而误判完全断裂，或因局部一致而误判全部统一。

◆ 十一、共同知识可以是保留不变量，而不是共享全部细节

设对象带有两个特征，第一特征记录任务类别，第二特征记录某一过程细节。若当前问题只依赖任务类别，保留第一特征就足以完成该问题；但在研究过程成本时，第二特征可能变得必要。公共表示不是越简略越好，也不是越完整越好，而要说明它对哪一组任务足够。

形式上，设表示映射 p 把对象 x 映成公共记录 $p(x)$ 。若任何两个公共记录相同的对象，对指定问题集中的每个问题都给出相同答案，就可以说 p 相对于这组问题是充分的。这个有限定义不声称对象在所有方面同一，只说明丢弃的差异暂不影响这些问题。问题集合扩展后，充分性需要重新检查。

由此得到一个直接推论：公共知识能够容纳多个特殊谱系，只要各谱系在公共任务所需的关系上保持一致。它们无须公开所有私人经历，也无须采用完全相同的发现路径。但是，如果某个分支开始使用公共表示未记录的差异，就不能继续把原来的充分性担保搬过去。这时需要扩展接口或缩小适用范围。

所谓“统一性预设”因此不只是共同公理，还可能对哪些差异暂时不影响任务的约定。AI帮助研究者发现新的相关差异时，改变的可能不是原命题在原条件下的有效性，而是原来问题集合是否足以组织新的实践。这个理解使谱系发生既能保留旧知识，又能解释为什么需要新知识。

◆ 十二、公共证成与发现路径不能互相替代

数学中的一个证明可以被不同研究者沿不同路径发现，但其公开有效性仍要求在明确前提下成立。实际走过的D包含猜测、错误与选择，公开证明则整理出支持结论的有效关系。二者都值得研究，却承担不同任务：前者解释知识怎样发生，后者说明知识为何可以被共同接受。

如果把公开证明当作全部发现过程，就会看不到思想复合主体的创造性差异；如果把独特发现过程当作结论正确的保证，又会使公共检验失效。SDE发生学应连接而不是替代这两个层次。一个谱系可以因其发现方式而具有历史身份，具体定理仍须凭公开推理取得相应地位。

经验科学也需要相应分账。提出模型的灵感可以来自个人经验，模型对观察作出的判断却需要可检查条件。独特来源不是排斥知识的理由，也不是免除验证的理由。谱系身份与证据地位必须分别记录，否则对创始人的敬重会逐渐变成结论的护身符。

这也解释了公共科学为何不必与个人知识谱系对立。个人谱系擅长组织尚未明确的问题，公共程序帮助区分哪些结果可以跨主体使用。特殊发现与公共证成之间的转换，是文明知识能够累积的一条重要关系；AI若改善这一转换，其价值便不只是让每个人更快说出自己的看法。

◆ 十三、统一层的边界可以成为新问题，而不是被宣布为错误

设一个既有模型只研究固定对象集合上的关系。新实践引入可生成的新对象以后，旧模型可能仍正确，却不再覆盖全部问题。此时有两条不同路线：在原集合上继续精化结果，或研究扩大的对象类。前者属于已有框架内的发展，后者可能改变谱系范围。不能把后者的必要性写成前者完全失效。

同样，一种理论只对稳定条件作出判断，新问题关心条件怎样变化。新发生学可以研究条件变化与旧结果之间的关系，但不应把旧理论没有回答的问题改写成旧理论已经回答错误。准确比较需要确定原理论究竟承诺了什么。对手被弱化以后建立的胜利，不足以支撑一部原创专著。

本书对高度统一知识的态度因此不是拆除，而是标定。哪些关系必须保持，哪些前提可以变化，哪些新问题需要新增对象或规则，都应该逐项写明。数学章中的有限嵌入与反例正是这种标定方法的演示；它们没有一次性恢复全部数学，也没有因范围有限而失去继续发生的意义。

一个有力量的新谱系，不需要把公共知识描述成僵死的旧世界。它可以承认既有体系本身已经具有丰富分支，同时指出某组尚未充分组织的问题、给出明确构造并接受比较。创新的强度来自新增解释与结果，而不是批评语气的强度。

◆ 十四、多路径统一对全书总命题的修正

现在可以更准确地表达知识同一性的条件：同一性不要求完整E、D一致，而要求相关比较中的某些关系得以保持。不同E、D可能发生同一S；相同形式条件也可能因资源和任务选择而形成不同的可达知识；新的S又可能暴露旧比较遗漏的差异，使下一轮发生条件改变。

这使谱系空间不只是把各部落排成相似度从高到低的一条线。它还包含不同路径通往同一公共结果、同一路径进入不同情境、不同体系在局部相互翻译，以及原有共同层被新问题重新划分等结构。每种关系都有自己的保持条件，不能共用一个未经定义的百分比。

因此，本书的普遍命题应当是知识共同性可被分析、继承、分化和重新建立，而不是一切统一性都源自完全相同的发生过程。这个修正没有削弱AI谱系化的方

向，反而扩展了它：AI不仅可能帮助分化，也可能帮助发现不同发生路径之间以前未被看见的不变量，从而创造新的公共知识。

◆ 十五、对“全部统一性知识都可谱系化”的精确定义

这个命题可以有弱、强两种解释。弱解释是：任何知识的使用条件、生成路径和适用情境都值得继续比较。它具有广泛的方法意义。强解释则是：每一套知识都必然能发生任意多种有效的新基础。后者不能由前者直接推出。

本书采取可研究的中间表述：既有统一性知识可以被放入更广的发生条件空间，考察哪些变动只改变表达，哪些带来新对象，哪些需要新规则，哪些根本无法成立。有效谱系是经检验保留下来的结构，不是所有想得到的组合。

这样，数学、物理和化学的统一性既成为探索的起点，也构成探索的约束。谱系发生不是离开严密性，而是把“在哪些条件下共同、在哪些条件下分化”变成更精确的问题。



16

第 16 章

宗教信仰与知识部落的历史形成

◆ 一、这个案例为什么既有解释力又需要谨慎

宗教传统可以帮助理解高度局部的同一性：一些教义、仪式和解释方式，只有在特定传承关系中才获得完整意义。然而，若由此把所有宗教概括为完全隔离的部落，就会把多维关系压成一个标签。共同体可以在核心承诺上不同，在伦理实践、语言和生活经验上部分相通。

本书讨论的是共同性结构，不裁决哪一种信仰应当被接受，也不把信仰者划成认知能力的等级。知识谱系分析若预先以研究者自己的立场定义全部合理性，就无法真正研究不同共同体如何理解问题。

同时，尊重差异不等于把所有命题都免于检验。涉及历史事件、可观察效果和公共后果的主张，仍需要相应证据；涉及终极意义的承诺，则不能直接当作实验测量的同类对象。先区分命题类型，才有可能讨论共同判据。

◆ 二、共同体同一性怎样超出共同文本

两个人持有同一本经典，不必因此形成同一种生活和解释方式。怎样理解语句，哪些问题值得追问，谁有解释权，什么行为体现承诺，都可能通过学习和共同实践而形成。文本是重要媒介，却不是全部E和D。

可以把传承看成一组持续操作：读、解释、实践、反思和重新定位。每一步都依赖既有语境，也可能遇到新的生活条件。若某一代只复制字句而无法处理新问题，传承可能保留形式却失去生成能力。

这一点与人—AI研究谱系具有可比较之处，但不能据此把模型使用直接等同于宗教活动。二者的对象、权威结构与验证方式可能不同。类比的用途是指出“共同知识不只是一份文本”，而不是抹平制度差别。

◆ 三、分化发生在不同层面

一个共同体内部可能对核心承诺保持一致，却在仪式、组织或具体伦理判断上分化。反过来，两个核心承诺不同的共同体，也可能在某项实际合作上采用同样规则。用一个总体百分比表示全部关系，会失去这些差别。

因此，应分别研究信念内容、解释路径、实践习惯和公共互动。某一维度上的100%共同，不推出其他维度也完全共同；某一维度上的冲突，也不能推出所有合作都不可能。知识部落的边界在不同关系上并不重合。

这也说明共同体身份与个人知识并非一一对应。一个人可以掌握多种传统的语言，参与跨传统研究，却仍保持自己的信仰归属。谱系空间允许多重关系，不应被画成互不相交的盒子。

◆ 四、个案一：同一传承文本里被保存的分歧

前三节只是说共同体内部会分化，没有给出可以核对的材料。下面四节依次读四个个案，每个个案只回答一个狭窄的问题：这个共同体自己的文本，怎样处理内部的不同判断，或者怎样安排与外部的共同事务。读文本不等于考察实际历史，这一点在第八节集中说明。

第一段出自《巴比伦塔木德》Eruvin篇13b，本书据Sefaria所载William Davidson版英译读取。译文记录了拉比阿巴转述沙姆埃尔的话：沙买

（Shammai）学派与希勒尔（Hillel）学派争论了三年，各说“哈拉哈（律法裁断）依我们的意见”，最后有一个神圣的声音宣告：“这些和那些，都是永生上帝的话。不过哈拉哈依希勒尔学派的意见。”随后，文本自己提出了一个疑问：既然双方都是永生上帝的话，为什么哈拉哈偏偏依希勒尔学派？回答是：他们和善而能忍让，受冒犯时有所克制，教导时既讲自己的说法也讲沙买学派的说法，并且在陈述两家分歧时，把沙买学派的说法排在自己的前面。[R160]

第二段是《密西拿》Eduyot篇1:5, 据Sefaria所载Joshua Kulp的英译读取。它同样提出一个问题: 哈拉哈既然依从多数, 为什么还要把个别人的意见记录下来? 回答是: 这样, 若某个法庭倾向于个别人的意见, 便可以倚靠他。接着给出一条限制: 法庭不能推翻另一个法庭的裁决, 除非它在智慧和人数上都超过后者。[R161]

把这两段并排读, 可以分出三件通常被混在一起的事。第一件是记录: 落败的意见没有被删除, 而且文本把“教导时也讲对方的说法”列为希勒尔学派被选定的理由之一。第二件是裁决: 在可供行动的层面, 只有一种意见被选定。第三件是承认: 被选定之外的意见, 仍被称为同一权威所说的话。记录、裁决与承认三项在这些文本里不同步, 所以“这个共同体内部是否一致”无法用一个答案回答。就裁决而言, 共同体选定了一方; 就记录而言, 两方都保存; 就承认而言, 文本在“同为永生上帝之言”这一点上不分高下。

这与后文讨论封闭性时列出的特征正好相反: 封闭性的表现之一是不记录失败, 而这里的保存规则恰恰为日后的修正留下入口。需要注意, 两段文本都是被传述的陈述, 前一段还带着“某某转述某某”的传述链, 它们说明的是传统怎样讲述自己, 并不证明每个时代的法庭都照此行事。如果能够取得这一传统中被后来法庭实际回用的少数意见的记录, 并发现这种回用几乎从未发生, 那么“保存即纠错入口”这个解读就应当降格为“保存即记录”。本书没有读取这类材料, 所以不下此断语。

◆ 五、个案二：入门要求的争论与分层的最低共同条件

第二个个案来自另一个传统。《使徒行传》第十五章（本书据World English Bible的英译读取）记述, 有人从犹太地方下来, 教导弟兄们说, 不按摩西的规矩受割礼, 不能得救; 保罗和巴拿巴与他们发生了“不小的争执和辩论”, 于是被派往耶路撒冷, 向使徒和长老请示。到耶路撒冷后, 又有信了主的法利赛派的人站起来, 说必须给外邦人行割礼, 并吩咐他们遵守摩西的律法。经过“许多讨论”, 彼得发言, 雅各随后给出判断: 不要为难那些归向上帝的外邦人, 但写信告诉他们, 要远避偶像的污秽、淫乱、勒死的牲畜和血。随后写成的信中说, 不愿加给他们比

这几件必要之事更重的担子；并说，先前搅扰他们的人，是从“我们”这里出去的，却并没有得到任何吩咐。[R162]

这段文本对本章有三点用处。第一，文本呈现的争论发生在自称弟兄的共同体内部，双方对“成为其中一员要做到什么”给出了不同的答案。第二，处理的结果不是二选一，而是把要求分层：外邦人不必受割礼，但须遵守四项最低限度的事。这等于把一个原来捆在一起的整体要求，拆成了可以分别决定的若干比较项。第三，信中把先前搅扰安提阿信徒的那些人，描述为从“我们”这里出去却没有得到吩咐的人，这既是共同体的自我陈述，也提醒我们这是一份事后写成的叙事，而不是争论各方留下的原始辩词。

把这段文本拆成比较项，可以看到“未知”是怎样出现的。文本明确提到的要求只有六项：行割礼，遵守摩西的律法，远避偶像的污秽，远避淫乱，远避勒死之物，远避血。主张“必须行割礼、遵守律法”的一方，文本只记载了前两项，后四项他们是否也要求，文本没有说，所以对这一方后四项应记为未知，不能因为后四项出现在最后的信里就推断他们反对，也不能推断他们赞成。而最后的信明确不加其他担子，只要求后四项。两种立场在前两项上相反，在后四项上，一方明确要求，另一方未知。若不区分未知，只把“没有写”当作“不同”，一致度会被低估；若把“没有写”当作“相同”，又会被高估。

本书对这段文本不作任何神学裁决，也不评价哪一方的主张在神学上正确。所关心的只是一种结构：共同体内部的分歧，可以通过把整体拆为若干项、分别确定共享程度的办法来处理。争论的另一方后来是否接受了这一安排，文本没有交代，应当记作未知。

◆ 六、个案三：跨传统合作的任务层与被保留的意义层

前两个个案都发生在同一传统之内。第三个个案是跨传统的合作，材料是徐光启为《几何原本》所作的序，本书据维基文库转录本读取，未核对底本版次。

[R164] 序中写道，利先生与他交往日久，闲谈之余时常谈及象数之学，因请其讲象数诸书，并译成华文，序文称此书不译，则其他书都无从讨论，于是“共翻其要约

六卷”，译毕之后又复核了一遍。这几句话在文本层面确认了两件事：合作有明确的任务（翻译这部书的要约六卷），也有明确的核查步骤（译毕复核）。

序中接着出现一段更值得注意的话。徐光启写道，利先生的学问大致分三种：大者修身事天，小者格物穷理，物理之一端另成象数；这些他都觉得精实可信；而他自己急于先传其中的小者，是想“先其易信”，使人读了文字，想见其中的道理，便知先生之学可信不疑。[R164] 这是徐光启关于自己为什么先翻译这一部分的陈述。它的意思是，合作首先在象数这一层展开，而这个选择本身，按序中的说法，是考虑到哪一层更容易被读者接受。序文没有说徐光启本人接受了其中“修身事天”的那一部分，本书不据此推断他的信仰归属，也不推断他没有接受。

序文还用“由显入微，从疑得信”概括译毕复核之后的体会，并称这部书是“度数之宗”，能穷究方圆平直之情。这几句话本身只是徐光启的评价，但与第十五章合起来读，可以得到一种解释：任务层之所以能够跨传统展开，部分原因在于数学内容可以交给形式规则复查，复查不要求复查者先接受译者的终极承诺。这是本书的解释，不是序文的明说，它的可反驳之处是：如果能表明当时的复核依赖于对某种信仰承诺的认同，这一解释就应当撤回。

于是有一个可以核对的结构：任务层（共同的翻译与复核）和意义层（修身事天等更根本的承诺）在同一篇序里被分别提到，前者有具体步骤，后者在文本里只是被提及并被推迟。这与后文第十节所说“可以共同记录一项公共服务的过程，同时保留不同的终极解释”是同一种情形，现在有了文本依据。它同样提醒我们，合作成功的证据在于任务层的记录，而不在于双方在终极问题上取得一致。

◆ 七、个案四：以规则约束共同体之间的言论，以及一处译法分歧

第四个个案是阿育王摩崖法敕第十二章。本书读取的是一个网页汇编，页面给出了Girnar本的转写以及七位译者的英译；页面标明其中Bühler与Sircar所译为沙赫巴兹加里（Shahbazgarhi）本，Smith与Mookerji所译为Girnar本，Talim称据Girnar拓片，Bhandarkar与Dhammika未标底本，本书没有读取学术校订本，也无法自行读解其中的古代语言。[R163] 各译本大意相近之处很多：国王尊敬各教派的出家人和在家人，并以布施和各种形式的尊敬相待，但更看重各派“根本要

义”的增长；这种增长的根，在于约束言语，不无故抬高自己的教派、贬低别人的教派；做法恰当时，自己的教派得到增益，也有益于别的教派，反之则两败俱伤；国王希望各派都听取彼此的教法，并为此设置了专门的官员。

问题出在其中一个关键句。页面所录Girnar本转写中有一行含“तासमवायो एवं साधु”，页面没有逐词注释，本书也不能自行释读，只能比较各译者怎样处理这一句。七位译者的处理分成两个层次。第一个层次是这一句讲的是什么：Bühler译作“自我克制”，Sircar译作“对言语的约束”，Talim译作“正确（均衡）的努力”，这三位把它读成一种节制；Smith译作“和睦”，Bhandarkar译作“聚合”，Mookerji译作“和睦”，Dhammika译作“（各宗教之间的）接触”，这四位把它读成一种共处或接触。第二个层次是评价方向：除Bhandarkar译为“应受谴责”、Mookerji译为“（和睦）单独是应受谴责的”之外，其余五位都给出了“可嘉”“可称道”或“好”一类的肯定评价。[R163] 也就是说，各译者对这一句（因底本不同，措辞未必逐字相同）在所指对象上有两种读法，在评价上又有两种方向，且两个层次并不重合。

这一分歧给本章提供了两个有用的教训。一是这条法敕的“共同核心”和“有争议的单位”可以清楚地分开：各译本一致的部分，可以记为共享；这一句的所指与评价方向，在翻译协议没有确定之前，不应被计入任何一方。二是它提示第十八章所说的翻译协议的重要性：在同一个单位上，不同译者给出了所指不同、方向相反的读法，这就不是“知识部落之间有分歧”，而是“比较项本身尚未固定”。这个分歧可以用第二十四章的逐项一致度做一次最小的计算，只用于说明方法。把七位译者当作七位独立的编码员，对“这一句的评价方向”这一项编码：五位肯定，两位否定。七位共有二十一对，评价相同的有十一对（五位之间十对，两位之间一对），一致比例约为百分之五十二。对“这一句的所指”再编码：三位读成节制，四位读成共处，读法相同的是九对，约百分之四十三。译者并非独立编码，所据底本又不尽相同，这两个比例只是示意算术。这里被测量的是译者之间的一致，不是阿育王的原意，更不是各教派的立场；它的用处是预先提醒：这一比较项在译法固定之前，不适合拿来比较各教派，应记为暂不可比或未知，而不是随便取一种译法后再计算教派之间的一致度。

此外，法敕是国王发布的规则，页面所录文字没有提供各教派实际执行情况的证据，所以它能支持的是“有人提出了这样的跨共同体规则”，不能支持“跨共同体合作已经成功”。

◆ 八、四个个案的统一记录与可能的失败

四个个案并不属于同一种类型：第一、二个是共同体内部的分歧与处理，第三个是跨传统的任务合作，第四个是对共同体之间言论的规则。把它们放进同一套记录，需要的是第十八章所说的四种状态：对某一比较项，完全同一、部分共享、不可比，或者未知。四个个案的一种可能记录如下，表中只列本章实际读过的文本所能支持的内容。

个案	文本支持的共享项	文本保留的差异	目前只能记为未知的项
巴比伦塔木德与密西拿	双方意见均被记录，且被称为同一权威所说	可供行动的裁决只选定一方	少数意见在后世法庭中被回用的频率
使徒行传第十五章	外邦人加入时须遵守四项最低要求	是否须受割礼，起初有对立主张	持另一种主张的人后来是否接受这一安排
徐光启序	翻译象数要约六卷并复核	修身事天一层只被提及并推迟	合作者之间在终极问题上的实际一致程度
阿育王法敕第十二章	各译本一致：约束言语、听取他教之法	对关键句的所指与评价方向，各译本不一	各教派是否真的执行了这一规则

如果把每个个案的三栏当作等权的三个比较项，就可以套用第二十四章的区间。以使徒行传一案为例：一项相同，一项不同，一项未知，观察权重占三分之二，观察部分的一致度为二分之一，所以完整一致度只能落在三分之一到三分之二之间。这个区间很宽，恰恰如实反映了本章只读到文本自身的陈述、没有读到实践记录这一事实。

读这张表要守住四条边界。其一，文本不是实践：每一栏的“未知”都在提醒，本章没有读取实践记录。其二，译文不是原文：第一、二、四个案依赖英译，第三个案依赖转录文本，译法差异本身就是证据地位的一部分。其三，挑选偏倚：这四个文本是为了说明结构而选的，没有按任何随机或系统的抽样取得，因此不能

作为“宗教共同体一般如何处理分歧”的归纳依据。其四，不裁决信仰：本章比较的是文本呈现的处理方式，没有也不应该评价哪种信仰或哪个教派正确。

另外，后文将引用的《Nostra Aetate》，本轮另读了其第三节，该节对穆斯林的描述是：他们崇拜独一的上帝，敬重耶稣为先知，并指出基督徒与穆斯林之间历史上多有争执与敌意，敦促大家忘记过去，诚心努力彼此理解。[R49] 它与阿育王法敕类似，说明的是一个共同体发布的跨共同体立场，同样不能证明对方同意这一描述。这一点正好用来检查读者：看到一份文本中的“共同点”清单时，需要追问，这份清单是由谁写的，对方是否在清单上签了字。若不能回答，应记作未知。

◆ 九、由四个个案提出的一个待检验假说

四个个案放在一起，可以提出一个明确的假说，并且说明它怎样被推翻。假说是：在有文本记载的共同体事务中，凡是把整体要求拆成若干可分别决定的比较项，并保存未被采纳的意见的，比不作这种拆分的，更容易在内部分歧之后继续共同行动，也更容易与外部形成有限合作。这个假说目前只由第四、五、六节的三个正面个案提供启发，没有反面个案，也没有抽样依据，所以只能是假说。

检验它至少需要三项设计。第一，建立事先写明的选取规则：在若干传统中，按统一的检索方案取得内部分歧与外部合作的文本，并同时纳入处理失败的个案，例如分歧导致长期分裂、合作中止的记载，避免只收集成功的故事。第二，由两位独立编码员，按第十八章的四种状态，对每个个案的若干比较项分别标注，并记录编码分歧。第三，把“是否拆分比较项”“是否保存未被采纳的意见”作为解释变量，把后续一段时期内的共同行动记录作为结果；结果的记录必须来自实践文献，而不是同一传统的自我叙述。若在这样取得的样本中，两个解释变量与结果之间看不出任何关联，或者关联方向相反，假说即被推翻。

这个假说对AI时代的知识部落有一个直接的类比，但只是类比。人一AI研究共同体若记录每次修订时被放弃的分支与放弃理由，就相当于保存了落败意见；若把复杂的整体主张拆成若干可分别检验的项，就相当于分层。这些做法的价值需要另行检验，不能借宗教个案的启发直接宣布有效。两类共同体的权威结构、验证方式和责任安排并不相同，类比只是提示一个可以设计的比较，不是已经获得的结论。

◆ 十、跨传统共同性可以被主动建设

《Nostra Aetate》作为一个宗教机构自己的正式文本，明确讨论了与非基督宗教的关系及对话。[R49] 它只能代表该文本所表达的立场与制度方向，不能被用来证明全部信仰共同体已经实现一致。但它足以说明：较强的内部身份并不在逻辑上排除外部理解。

在本书框架里，对话有两种不同任务。一种是寻找已经存在的共同问题；另一种是创建新的互动规则，让原先没有共同活动的群体获得有限合作条件。后者并不要求双方先接受对方的全部世界观。

例如，双方可以共同记录一项公共服务的过程与结果，同时保留不同的终极解释。活动层的共同判据与意义层的差异并存。这样的局部共同性不是伪装成统一，而是明确规定统一究竟发生在哪一层。

◆ 十一、部落性何时变成封闭性

高度局部的知识并不必然封闭。封闭性更具体地表现为：不允许外部问题进入，不区分证据与身份，不记录失败，或把任何不同意见都解释为对方没有资格。它是一组操作特征，不应仅由共同体名称推断。

同样的封闭风险也会出现在科学学派、企业和AI研究小组之中。模型反复用共同术语赞同研究者，可能增强内部一致感，却没有增加外部证据。引用本共同体的多篇文章，如果它们依赖同一未经验证前提，也不能算多份独立支持。

因此，部落谱系的质量不由内部语言是否统一决定，而取决于它能否区别承诺、证据和开放问题，能否为不同意见提供可定位的入口。内部同一性可以保护长期研究，也可以遮蔽错误；需要分析具体机制。

◆ 十二、对AI知识部落的启示

AI时代可以借鉴共同体长期传承的某些经验：稳定文本、持续实践、解释训练与代际修订都很重要。但不应复制将工具输出变成不可质疑权威的结构。模型不是信仰裁判，也不能凭语言熟悉感保证理论正确。

本章因此修正一个过于简单的对比：数学不是没有谱系的纯统一，宗教也不是没有共同性的纯分离。二者只是让不同层面的共同约束呈现出不同组织方式。知识同一性谱系的普遍性，正应从这种差别中建立，而不是靠把现实分成两个极端来证明。



17

第 17 章

健康知识中的部分同一性：中医与现代医学的比较边界

◆ 一、共享对象不是共享全部理论

不同医学传统都关注人的健康，并不意味着它们以相同方式划分对象。某些传统围绕整体状态与经验组合组织判断，另一些方法强调特定结构、指标和机制。但这种概括只能提供入口，不能代替对具体诊断、干预和证据的逐项分析。

本书不把“中医”与“西医”当作内部完全统一的整体。现代医学包含多种研究方法和专业领域，传统医学内部也有不同理论与实践。用一个总分比较二者，既可能掩盖共享知识，也可能掩盖各自内部的重要差异。

因而，本章的分析单位不是两个文化标签，而是一个明确任务：什么对象、什么干预、什么结果、什么时间范围，以及什么证据。只有任务具体化，部分同一性才具有可讨论的内容。

◆ 二、知识同一性与安全有效性是两条不同轴

一种方法与某个共同体的理论高度一致，并不能据此证明它对患者安全有效。相反，一项干预即使来自不同传统，也可以按其具体效果、风险与适用条件接受评价。来源、共同性和有效性需要分别记录。

世界卫生组织关于传统医学的说明强调证据、安全和质量的重要性。[R47] 这并不是对所有传统疗法的整体认可，也不是以来源为理由整体否定。对本书而言，这一原则提供了讨论跨谱系知识时不可绕开的公共边界。

健康知识具有实际风险。一个理论上的新分类可以作为研究假说，但不能因为被称为“新谱系”就直接用于替代经过验证的诊疗。本文不提供个人诊断、停药或治疗方案，所有示例仅用于说明知识比较结构。

◆ 三、四层比较比总体赞成或反对更有效

第一层是对象层：双方是否在讨论同一人群、同一健康问题和同一阶段。第二层是结果层：双方所谓改善是否采用相同指标和时间范围。第三层是过程层：干预、剂量、操作与伴随条件是否可比较。第四层才是解释层：它们如何说明结果为何发生。

若第一层已经不同，后面的数值对比可能没有意义。例如，一种方法针对短期症状，另一种方法研究长期风险，不能只比较某次主观感受便判定整体优劣。同样，结局名称相同，也可能存在不同测量程序。

把这四层写清楚，可以得到一种部分同一性图谱：对象相同而解释不同，结果相同而路径不同，或使用相近路径却服务不同目标。这样的图谱比宣布“完全相通”或“完全不可通约”更接近可研究的问题。

◆ 四、证据层级是回答具体问题的次序，不是学科的等级

前三节给出了四层比较的骨架，现在需要两个具体任务来填充它。在此之前，先要处理一个容易引起误会的工具：证据层级。牛津循证医学中心二〇一一年的证据层级说明文件把自己定位为“可能最佳证据的层级”，用途是让忙碌的临床工作者、研究者或患者快速找到可能最好的证据；同一份文件也明确写道，它并不打算给出对证据质量的定论，在个别情形下，来自观察研究、效应极为显著的“较低层级”证据，可能比来自结论不明的少量研究系统综述这样的“较高层级”证据更强；它还强调，层级本身不提供推荐，使用前至少要考虑患者与研究对象是否足够相似、获益是否在临床上相关并超过危害、有没有更好的替代方案。[R168]

这三点对本章很重要。其一，这份导言面向的是“快速找到可能最佳证据”这一检索问题（导言以治疗获益与危害为例），并不按“哪个传统”给干预排序；本书读到的只有导言，没有读层级表正文，所以只取这一层意思。其二，层级是找证

据的捷径，不是证据质量的裁决，所以不能写成“某疗法处于第几级，因此有效或无效”。其三，层级回答的是群体层面的干预效应问题，对其他类型的问题，例如某种解释是否成立、某个概念能否翻译，需要另外的检验办法。后两个任务正是这样安排的：第一个任务属于群体层面比较干预的问题，第二个任务属于传统文献线索如何进入可检验流程的问题。

◆ 五、比较任务一：同一个试验里的三个不同问题

第一个任务取自一项公开发表的随机对照试验，目的不是评判针刺，而是观察一项具体试验怎样把四层比较写清楚。德国针刺试验（GERAC）关于慢性腰痛的这项研究发表于二〇〇七年，本书据PubMed的摘要记录读取，没有读取全文。[R167] 摘要说明，该试验由患者和观察者设盲，在德国三百四十个门诊机构中纳入一千一百六十二名十八至八十六岁的患者，平均病史约八年；三组分别是按中医原则进行的针刺（387人）、在非穴位处作浅刺的假针刺（387人）和常规疗法（药物、物理治疗与运动的组合，388人），每人通常接受十次、每次三十分钟的治疗，对部分有效的患者可再加五次。

用四层比较来读。对象层：慢性腰痛、成年门诊患者，平均病史八年，这限制了结论只在这类人群中讨论。结果层：主要结局是六个月时的“应答”，定义为冯·科尔夫慢性疼痛分级量表中三个疼痛相关条目改善三分之一以上，或汉诺威功能能力问卷改善百分之十二以上；摘要特别写明，破盲的患者或使用了不被允许的伴随治疗的患者，一律按未应答计。这个定义本身就影响数字：它把连续的症状变化压成了应答与否，也把依从性和盲法的维持写进了结局。过程层：针刺组按中医原则操作，假针刺组为非穴位的浅刺，常规组为多种手段组合。解释层：试验为什么选择这些处理，需要靠研究者对针刺类型和依据的说明来补充。

针刺试验报告规范STRICTA二〇一〇年修订版，正是为了这一层而设：它是CONSORT的官方扩展，含六项十七个子项，要求报告针刺的理据、操作细节、治疗方案、其他治疗成分、操作者背景以及对照或比较措施。[R166] 其中第一项要求说明针刺的风格（例如传统中医、日本、韩国、西医式等）和治疗理据（可基于历史背景、文献来源或共识方法）；第一项还要说明治疗被个体化的程度，规范把它分为完全不个体化、部分个体化和完全个体化三档，并指出偏向实用的试验更强调

个体化，偏向解释机制的试验则需要更紧的定义以减少差异。第六项要求说明所选对照的理由，并提醒假针刺也可能有治疗作用，是否会引发针刺特有的生理机制并不清楚；同一份规范还指出，把假针刺描述为“一种针刺”还是“不是针刺，但体验相似”，可能影响结局。[R166]

摘要给出的结果是：六个月时应答率，真针刺47.6%，假针刺44.2%，常规疗法27.4%；真针刺与假针刺相差3.4个百分点（95%置信区间为-3.7%到10.3%），真针刺与常规疗法相差20.2个百分点，假针刺与常规疗法相差16.8个百分点。作者的结论是针刺无论真假，其效果几乎是常规疗法的两倍。[R167] 这里不评论该结论是否成立，只指出三个比较回答了三个不同的问题：真针刺对假针刺比较的是按设计所定义的那一套操作内部的成分差别；真针刺对常规疗法比较的是两套完整方案之间的实用差别；假针刺对常规疗法的差别则不能单独推出“假针刺本身有治疗作用”：这两组处理在形式、关注度与期待上都不同，差别也可能来自常规疗法的局限或其他因素；它与STRICTA提醒假针刺可能不是惰性基线的方向相容，但究竟来自何种机制，摘要没有回答。真针刺与假针刺之差的置信区间跨过零，也应与点估计一并读取。把三个比较的结果合并成“针刺有效”或“针刺无效”，会掩盖这些问题的不同。PubMed条目还列有同一期刊的更正、后续来信与作者回复，本书没有读取其内容，所以对该试验的争议不作评述。

◆ 六、比较任务二：传统文献线索怎样变成可检验的步骤

第二个任务不比较两套完整的疗法，而是问：一条来自传统文献的线索，是怎样进入现代的测量流程的。材料是Su与Miller二〇一五年发表的一篇关于青蒿素发现经过的文章，本书据其作者手稿读取。[R165] 文章说，屠呦呦的小组先检索了两千多个方剂，汇编了六百四十个方剂进一步评估，再统计各方剂中植物名称出现的频率，青蒿（*Artemisia annua*）出现得较多；小组随后用一百多种植物的提取物在鼠疟原虫上做测试，青蒿提取物起初的抑制率约68%，但重复实验时不稳定，在12%到40%之间。文章接着说，屠呦呦读到葛洪约一千七百年前的方剂，其中用冷水取青蒿“汁”，不同于传统的煎煮，她因而想到高温可能是活性不稳定的原因，并推测叶子可能是活性最高的部位，于是改用乙醚代替乙醇提取叶子，在一九七一

年十月四日得到抑制疟原虫活性很高的样品。文章还写道，一九七二年八月在海南岛对二十一名患者做了试验。[R165]

读这段材料要避免两种相反的错误。一种是把它写成“传统知识被现代科学证明”。从文章自己的叙述看，文献线索起到的作用是假说发生器：它提示了提取温度这一过程变量，这一变量的改变才是此后可以重复测量的步骤。传统文本里的“冷水取汁”和现代的“提取温度”之间，是一个有损的翻译，文本并没有说明温度的数值。另一种错误是把它写成“传统文献无关”。文章对失败也有记录：最初的68%不稳定，说明文献筛选并不直接得到结论，而要经过重复测量检验。

同样需要说明边界。其一，这篇文章是两位作者的综述性说明，依据的是屠呦呦提供的文件和报告，不是独立的原始记录。其二，文章承认五二三项目有大量科学家参与，诺贝尔奖只授予一人并非没有争议，所以“某一条线索”的作用与“整个项目”的贡献，不能互相替代。其三，从六百四十个方剂到一个植物的选择过程，只呈现了留下来的线索，没有呈现那些没有走通的线索，而没有走通的线索的数量，本书没有读到，应记为未知。其四，二十一名患者的试验是文章对当时临床工作的描述，不能与上一节那种大规模随机对照试验放在同一个层级上讨论。

若按第十八章的四种状态记录任务二，可以得到一份克制的清单：传统文本提到“冷水取汁”，现代流程中改用较低温度的提取，二者在“避免高温”这一点上可以记为部分共享；温度的具体数值，文本没有给出，现代记录里本书又没有读到，记为未知；文本里的“汁”与现代的提取物是否为同一对象，本书无法判断，记为暂不可比。三项分开记录，比一句“传统经验得到验证”所含的信息多，也更容易被后来者纠正。

◆ 七、测量对应的四种类型，以及一个构想的阈值例子

两个任务都涉及同一个技术问题：传统描述里的东西，怎样与现代研究里可记录的变量建立对应。可以区分四种对应。一种是近似一一对应，例如“六个月时的应答”可以直接对应到两份问卷在指定时点的分数变化。一种是有损对应，例如“冷水取汁”对应“提取温度”，转换后保留了一个可操作的变量，却丢掉了原文里的其他语境。一种是多对多的对应，下文以国际疾病分类的做法说明。还有一

种是尚未建立对应，例如某个传统概念在现代结局指标里还找不到可以记录的位置，这时应当写“未建立”，而不是勉强指定一个近似指标再计算一致。

多对多的对应有一份可核对的材料。Reddy与Fan二〇二二年在《BMC医学信息与决策》上介绍了世界卫生组织第十一版国际疾病分类（ICD-11）纳入传统医学的做法，本书据其开放全文读取。[R171] 文章说，第二十六章“传统医学状况·模块一”列出一百五十种传统医学的病证（disorders）和一百九十六种证型

（patterns）；在编码时，要求先给出第一至二十五章中的一个ICD-11诊断码，再与第二十六章的传统医学证型或病证组合。作者同时指出，传统医学诊断与西医诊断之间没有“一对一”的对应：一个西医诊断，例如原发性高血压，可以对应多个传统医学的鉴别诊断；一个传统医学证型，例如肝阴虚，又可能对应多种西医的健康问题。这就是多对多的关系。它提醒我们，两套分类之间的对应不能被当作可以逐条翻译的词典，而应当被记录为一张允许一对多、多对一的关系表，并且在每一条关系上注明依据。该文是对分类结构的介绍，本书没有读取分类本身的逐项条目，也没有读取其对应关系的验证研究，所以对应关系的可靠性应记为未知。

即使是近似一一对应的指标，选择也可能改变结论。下面是一个构想的数字例子，不来自任何研究。设有甲乙两组各十人，每人的改善幅度（百分比）分别为：甲组20、30、35、40、45、50、55、60、70、80；乙组30、32、34、36、38、40、42、44、46、48。若规定改善达到33%为应答，甲组有八人，乙组也有八人，应答率相同。若把阈值提高到50%，甲组有五人应答，乙组无人应答。若不作二分，只看平均改善，甲组为48.5，乙组为39。同一批数据，三种读法给出三种关系：相同、悬殊、居中。这个例子并不说明哪一种读法正确，只说明在比较“结果层”之前，必须写明阈值是在看到数据之前约定的，并同时报告连续指标。

这也回答了第四节所担心的问题：证据层级无法替代对结局定义的检查。两项处在同一层级的试验，如果结局的定义、阈值和时点不同，它们的“应答率”是否可以放在一起比较，是一个需要先回答的问题，而不是可以默认成立的前提。

◆ 八、两个任务的四层对照

把两个任务放进前面的四层框架，可以更清楚地看出，同一个“传统来源”的标签在不同任务里承担着不同的角色。

层	任务一：三臂针刺试验	任务二：文献线索到提取步骤
对象	慢性腰痛的成年门诊患者	鼠疟原虫模型、后续少量患者
结果	六个月应答率（复合定义）	对疟原虫的抑制率及其稳定性
过程	三类处理，次数与时长已规定	提取温度与溶剂的改变
解释	针刺理由由报告规范要求说明	文献提示低温，但未给数值
本书只能记为未知的内容	争议性后续评论的具体内容	未走通线索的数量与原因

这张表首先说明，“传统来源”可以出现在不同层：任务一里它主要在过程层和解释层，作为被评价的干预；任务二里它主要在解释层之前，作为被转化的线索。其次，两个任务的结果层完全不同，一个是复合的应答率，一个是实验室里的抑制率，不能直接比较“哪一个更有效”。最后，两个任务的“未知”各自不同，写清楚它们，比在总体上给传统医学一个评价更有价值。

◆ 九、可以推断什么，不可以推断什么

由此可以列出一份简短的边界清单。可以推断的是：具体任务中，对象、结果、过程、解释四层可以逐一写明；报告规范可以让来自不同传统的干预被同样地检查；文献线索可以成为可检验过程变量的来源；比较项的选择会决定结论回答哪个问题。不可以推断的是：某传统整体有效或无效；某一试验的平均结果适用于具体的个人；假针刺的结果可以直接解释为“安慰剂效应”，因为规范已经提示假针刺可能不是惰性的；一个成功的线索说明同一起来源的其他线索也会成功；以及任何关于某个人该怎样就医或用药的建议。本书不提供这类建议，所涉及的示例只用于说明知识比较的结构。

世界卫生组织对传统医学强调证据、安全与质量，这三项要求与四层框架可以对照着读：证据对应结果层与解释层，安全对应对危害结局的登记，质量对应过程层中干预的规格与操作者背景。[R47] 对照以后可以发现，本章两个任务各自完成了

其中的一部分：第一个任务较完整地写了结果与过程，却在安全上缺材料；第二个任务清楚地写了过程变量的来源，却在质量与安全上只有早期报告。这种参差正是“部分同一”的具体样子，而不是某个传统的整体评分。

还有两个缺口值得点明，它们都属于“未知”而不是“否定”。第一，本章读到的试验摘要，没有出现不良事件或危害结局的信息；层级文件要求获益必须与危害一起权衡，所以只看应答率，无法回答获益是否超过危害，这一项应记为未知，不得当作无危害。[R168][R167] 第二，摘要给出的是组间平均的差别，没有报告个体差别的大小；层级文件指出，效应的变异越大，越要担心对个体未必有用。[R168] 同一个平均数之下，个体的分布可以很不相同，所以平均差别不能代替对个体变异的报告。

还有一点需要写明：层级文件本身提醒，群体层面的结论，在应用到个体时，要看个体与研究对象是否足够相似。[R168] 这一句话把本章的“部分同一”落到了实处：群体试验与个体处境之间，是一种需要逐项检查的部分同一，而不是自动成立的完全同一。第十八章会把这种关系记为四种状态之一，并指明哪些项需要补充资料才能判断。

◆ 十、一个待执行的比较协议

本章以上的内容可以整理成一个尚未执行的研究协议。先选择一个足够窄的任务，例如“某一类成人慢性疼痛，在指定时点，比较某类干预与指定对照对某一约定结局的影响”。再按STRICTA一类的报告规范逐项提取干预的理据、个体化程度、操作者背景与对照描述，并同时登记每项研究在四层上的写明程度，缺失的项记为未知。由两位独立编码员分别编码，计算编码一致度，分歧处讨论后记录原因。最后，把可比较的项目、不可比的项目与未知项目分别汇总，并按第二十四章报告覆盖率与区间。

这个协议不预设结论。它的结果可能是：许多研究在结局定义上并不可比，因而无法合并；或者：可比的研究只覆盖很小比例的权重，因而只能给出很宽的区间。无论哪种结果，它们都是对知识现状的如实描述，而不是对某个传统的褒贬。协议尚未执行，没有数据，本章不报告任何协议结果。

◆ 十一、一个不涉及疗效结论的测量思想实验

假设两个研究团队都记录参与者的疲劳变化。甲只记录总体自评分，乙还记录测量时间与活动条件。若两次评分相同，甲可能认为状态没有变化；乙则可能发现相同读数对应不同生活安排。这里新增的是解释条件，而不是已经证明某种治疗有效。

如果加入新条件后，对后续结果的判断没有改善，额外记录可能只是增加负担。若改善能够在独立样本中稳定出现，才有理由保留新的分层。这个例子展示了健康知识的新轴怎样提出、检验和淘汰，而不依赖任何未经证实的医学断言。

进一步，个人化并不自动意味着更准确。将每个人划为单独一类，可以完美描述已记录资料，却可能失去跨时预测能力。越细的谱系越需要说明证据从何而来、哪些条件可以共享、哪些差异真正重要。

◆ 十二、跨谱系转换应保留什么

转换不是把一种术语机械替换为另一种术语。若两种概念划分依据不同，硬做一一对应可能改变原意。更稳妥的做法是明确映射的范围：在哪些任务上可以对应，哪些信息在转换中丢失，哪些判断没有对等表达。

例如，一套记录可能保留大量叙事信息，另一套记录便于量化比较。把叙事压成几个变量可以提高可计算性，却可能遗漏语境；保留全部叙事可以减少压缩，却增加验证成本。两者之间的选择应服从具体问题，不能由“整体”或“精确”这样的赞誉词决定。

一个良好的转换接口应允许返回原始材料，并区分观察、解释和建议。这样，即使某项理论解释后来被修订，观察记录仍可能有价值。知识谱系可以改变，而不必把全部历史同时丢弃。

◆ 十三、公共底线与地方适用性

健康问题也受到生活环境、资源条件和个人偏好的影响。即使共享有效性证据，不同情境下的可行方案仍可能不同。这种差别可以形成实践知识谱系，但不能用情境差异掩盖不安全或无效的操作。

因此，应把公共底线与局部优化分开。公共层负责明确风险、证据和不能越过的限制；局部层研究在这些条件下怎样改善可及性、理解和持续使用。局部知识的价值，恰恰可能在于使已经可靠的知识获得更好的现实实现，而不是不断发明新疗法。

本章所说的“中间同一性谱”由此不是对两种传统各让一半，也不是调和所有理论。它是一种分层研究安排：承认部分共享，保留实质差异，以具体证据检验具体主张，并允许新的共同方法在互动中形成。



18

第 18 章

知识同一性的连续谱系原理

◆ 一、公共知识和部落知识之间，并不是一片空地

如果把人类知识只分为人人共享的公共知识与少数人拥有的特殊知识，就会遗漏大多数知识实际运行的位置。一种方法可以在几个行业之间共享，却不能不加转换地适用于所有行业；同一个专业内部可以共享测量方法，却对解释方式保留分歧；两个长期协作的研究者可能拥有高度共同的判断习惯，却在某个任务上采用不同路径。共同性从来不是只在两端出现。

本书提出的“同一性谱系”，就是要把这些中间关系置于理论中心。知识不必先成为绝对普遍的命题，才有共同性；也不必因为依赖特殊经验，就完全不可传递。共同性有范围，有维度，有实现条件，还会因互动而变化。一个知识共同体不是被一条墙完整圈住的集合，它在不同方面与不同共同体相连。

这里的部落不是民族或血缘分类，而是知识发生共同体的工作名称。它强调某些概念、方法、记忆与判断规则具有持续延续的特征，不预设封闭性，也不赋予其天然真理地位。只要离开这个限定，部落一词就容易把研究对象误写成不可交流的身份集团。

因此，知识谱系化不是公共知识的葬礼。它要解释的是：共同知识怎样支持特殊发生，特殊发生怎样出现部分共享的新知识，以及这些知识怎样再进入更广或更窄的协作范围。如果理论只剩下“每个人都有自己的答案”，它尚未解释知识，只描述了表达的分散。

◆ 二、同一性、统一性与一致程度应当分开

统一性在本书中主要指一组明确对象或实践共享某些规定、标准与结果的状态。同一性则还包含在变化中如何保持可辨认的生成连续性。一个知识谱系的内容

会修正，方法会更新，但只要其问题联系、继承关系与纠错责任仍可追溯，就可能保持谱系意义上的同一性。它不要求每一代逐字重复前一代。

一致程度又是另一件事。两个共同体在一组明确问题上有多少相同判断，可以被统计；这种比例不等于它们在逻辑上拥有“半个同一个对象”。百分比衡量的是约定维度上的符合、共享或可迁移程度，不能据此修改同一律。后文将把这种测量称为同一性特征的比较，而不是把严格逻辑同一性模糊化。

例如，两种研究方法可能给出相同结果，却经过完全不同的过程；也可能使用相同术语，却指向不同对象。若只看输出文字，一致程度会被高估；若只看术语差异，又可能低估可翻译的共同结构。这说明比较不是找几个相同词语，而是建立对象、任务、路径和检验之间的对应。

三者的区分也解释了为什么一个谱系可以同时稳定和变化。稳定的是某些可追溯的发生关系，不是全部内容固定；变化的是具体条件和表达，不等于失去一切身份。谱系的连续性因此需要证据，不由命名者一句“这是我们的传统”决定。

◆ 三、所谓基础元素，基础在什么地方？

王德生把高度统一性知识比作光、电，强调其可以成为不同知识谱系共同使用的条件。这个比喻的关键不是说知识没有成本，而是说公共资源不必规定全部后续用途。相同的计算规则可以进入不同理论，相同的记录协议可以服务不同研究，公共测量规范也可以支持相互竞争的解释。

公共基础的价值来自可反复接入。一个新谱系不需要从最初的符号和操作全部重造，便能把精力放在自身问题上。共同基础也提供比较接口，使不同谱系不必先同意彼此全部世界观，仍能核对某一计算、观察或条件。这种有限而明确的共同性，往往比空泛的全面共识更有作用。

但基础不是永恒不变的地基。公共知识也有适用范围、版本与修订历史。一个谱系发现基础协议处理不了某种对象，可以提出扩展；扩展是否成立，仍需接受相应检验。新谱系不能因为强调特殊性就豁免证明，公共基础也不能因为被广泛使用就拒绝问题。

这里还须区分可共享与实际开放。一项知识在结构上可被多人理解，不意味着它在法律、技术或经济上已经免费可得；一套内部知识也不必在认识论上不可理解。把共同程度与访问权限混在一起，会把商业保密误当成知识本体，把开放发布误当成已经取得公共有效性。

◆ 四、中间层次不是残缺的普遍性

在普遍知识优先的视角里，某项结论只能适用于部分情境，常被理解为尚未完成的普遍结论。但有些知识的任务本来就是组织某种具体条件，它的价值不是等待被抹去条件，而是准确说明条件。一本操作规范若把重要情境全部删去，可能更像普遍语言，却更难使用。

因此，中间同一性不是两端之间的过渡垃圾。它承担一种独立功能：在无需共享全部E与D的情况下，使若干主体能够共同完成某类活动。共同协议、专业方法、局部标准和合作经验，都可能处在这一位置。它们的边界可以很清楚，也可以随着实践调整。

设想两个研究共同体共享一组数学工具，但研究对象不同。为了合作，它们先确定某类变量的对应、误差含义和数据范围。这项共同工作并没有统一两个领域的全部知识，却创造了真实接口。接口可能进一步形成一个新专业分支，也可能只在有限项目中有效。两种结果都可以有知识价值，不必统一命名为学科革命。

这里出现一条重要关系：共同程度较高，通常意味着某些交接可以更直接；特殊性较强，可能意味着某些局部条件被保留得更充分。但这不是一条永远单调的价值曲线。过度特殊化可能带来冗余和不可检验，过度统一也可能抹去决定性差异。需要优化的是具体任务中的解释与行动能力，而不是一味追求更统一或更特殊。

◆ 五、谱系轴是一种比较投影，不是整个知识世界

“从统一到部落”便于把一个长期被忽略的方向显示出来，但它只是简化投影。真实的共同性可能同时沿对象、语言、证明规则、经验材料、价值标准与生成路径展开。一个共同体在对象上接近甲，在方法上接近乙，在实践目标上接近丙，不能被安放在一条固定直线上的唯一位置。

因此，同一性谱系轴应当附带说明：比较什么、对谁比较、在何种任务和时间下比较。没有这些条件的百分比，容易把读者带回以单一分数评价一切旧思维。后续的多维模型不是为了增加公式，而是为了保留那些被整体平均隐藏的关系。

连续也不意味着所有维度都天然拥有实数刻度。某些协议是采用或不采用，某些公理选择是离散的，某些误差容忍度则适合连续变化。知识谱系空间可以同时包含离散分支、连续参数与尚未建立比较的部分。将所有差异强行压成零到一之间的数，反而会制造一种新的虚假统一。

所以，本书所说连续谱系，首先是在文明知识组织层面拒绝两极之间只有空白。它并不预先证明每个理论维度都拓扑连通，也不证明任意两个有效体系之间存在一条全部有效的连续路径。把这一边界说清，谱系理论才能进入严格讨论。

◆ 六、完全同一、部分共享、不可比与未知：四种状态的定义

前面各节反复说，中间同一性不是两端之间的空白。要使这句话可以操作，必须说明空白里至少有四种性质不同的情形，因为它们在后继的计算与行动中被处理的方式完全不同。下面按第二十四章的逐项比较给出定义。设比较项 j 已经在事先约定的翻译协议 τ 和版本 v 下确定，权重 w_j 非负，总权重为一。

第一，完全同一：项目 j 在协议 τ 下对双方都有定义，双方的材料都已观察，并且在约定的等价关系下相同。第二，部分共享：项目 j 在协议 τ 下可比较，也已观察，但可以拆成若干子项，其中一部分相同，另一部分不同。第二十四章的 U_j 取零或一，所以部分共享不引入新的数值类型，而是要求把 j 按约定拆成子项 $j_1, \dots, j_m$ ，各子项权重之和等于 w_j ，然后项目 j 上的读数就是各子项读数的加权平均。拆分规则必须在看到结果之前写明，否则第二十四章第十二节所说的重复计权又会出现。已观察且所有子项都不同的情形，是部分共享的下端，可以记作无共享，它仍然是一个确定的观察结果，不属于不可比。

第三，不可比：在协议 τ 下，该项对至少一方没有定义，或者双方的等价关系没有约定，因此既不能说相同，也不能说不同。例如一个共同体根本不使用某个概念，另一个共同体对它有细致的划分，直接问“二者的划分是否相同”就没有答案。第四，未知：该项原则上可比较，但至少一方的材料尚未取得，或者尚未整

理。不可比是关于项目与协议的判断，未知是关于材料的判断。前者可以通过修改协议而改变，后者通过补充材料而改变，二者的修补方向不同，不应合并。

这四种状态与第二十四章的覆盖率一一相接。设可比较且已观察的项目集合为 J_{obs} ，覆盖率为 p ，其上的一致度为 q ，则 pq 是已知的一致权重。第二十四章把全部未观察部分都记为可能一致，区间为 $[pq, pq + 1 - p]$ 。现在把未观察部分拆成不可比权重 w_N 与未知权重 w_K ，有 $p + w_N + w_K = 1$ 。不可比项在协议 τ 下既不能一致也不能不一致，所以不应被算作“可能一致”的潜在空间；只有未知项才可能一致。于是得到更窄的区间 $[pq, pq + w_K]$ 。（ w_N 、 w_K 为本章局部记号，分别指不可比与未知项目的权重之和。）证明很简单：下界是假设全部未观察项都不一致，上界是假设全部未知项都一致而不可比项不计入一致。因为 $w_K = 1 - p - w_N$ 不超过 $1 - p$ ，这一区间包含于第二十四章的区间；当 $w_N = 0$ 时，两个区间完全相同，所以这是对第二十四章的细化，不是替换。

用一个数字例子演示。设十个等权项目，四项完全同一，两项观察到不同，两项不可比，两项未知。此时 $p = 0.6$ ， $q = 2/3$ ， $pq = 0.4$ ， $w_N = 0.2$ ， $w_K = 0.2$ 。第二十四章的区间是 $[0.4, 0.8]$ ，本章的区间是 $[0.4, 0.6]$ 。如果研究者希望问的是“在可比较的范围内一致度是多少”，则要把不可比项从分母中去掉，得到 $[0.4/0.8, 0.6/0.8]$ ，即 $[0.5, 0.75]$ ，前提是 w_N 小于一。两种读法回答的问题不同，应当同时报告：前者是“全部约定项目上的一致”，后者是“可比较范围内的一致”。只报告后者，而不报告不可比所占的权重，会让人误以为比较已经覆盖了全部项目。

◆ 七、四种状态与第二十四章指标的对应

为了便于对照，把四种状态与第二十四章的各项指标放在同一张表中。表中“必须附带的记录”一栏，是每一种状态进入后续计算之前必须同时登记的信息，缺少任何一项，该状态不应进入数字汇总。

状态	判定条件	在第二十四章中的位置	必须附带的记录
完全同一	可比较、已观察、等价关系下相同	$U_j = 1$ ，计入 J_{obs} 与已知一致权重	等价关系、翻译协议、项目粒度

状态	判定条件	在第二十四章中的位置	必须附带的记录
部分共享	可比较、已观察、子项有同有异	拆分子项后 U_j 加权平均，计入 J_{obs}	子项拆分规则及权重，须先于结果
不可比	协议下对一方无定义或无等价约定	不计入 J_{obs} ，单独报告 w_N	不可比的原因，及能否通过修改协议改变
未知	可比较但材料尚未取得	不计入 J_{obs} ，其权重决定区间宽度 w_K	缺失原因，及补充材料的可行路径

这张表还显示了一个容易忽略的区别。完全同一与部分共享都进入已知的一致权重，但二者的粒度要求不同：一项在粗粒度下是完全同一，细分以后可能变成部分共享。因此，状态不是项目本身的属性，而是项目、粒度、协议与版本共同决定的记录。同一对共同体，在第十五章所说的“形式有效”判据下，某项可以完全同一，在“测量相容”判据下却是部分共享，两种记录并存并不矛盾，只要每一条都注明判据。

◆ 八、状态会随协议与材料改变，并且并不都具有传递性

四种状态之间可以转移，但转移方向受限。未知可以在补入材料之后变成完全同一、部分共享、无共享或不可比；不可比可以在新协议下变为已观察的某种状态，也可以因找不到合适协议而变为未知；完全同一可以在细化粒度之后降为部分共享。反过来，把已观察的不同直接改成不可比，只有在能说明原先的比较协议存在错误时才允许，否则就是用重新分类来抬高一致度。每次转移都要有版本号和理由，旧结果不被覆盖。

传递性同样需要分别检验。若A与B在协议 τ 下按精确等价关系完全同一，B与C在同一协议下也完全同一，则A与C在该协议下完全同一，这与第二十四章关于严格同一性的说明一致。但如果A、B之间用的是协议 τ_1 ，B、C之间用的是协议 τ_2 ，而A、C之间没有协议，那么A与C的状态只能是未知，不能因为两段链都是“完全同一”就推出整条链是。不可比与未知都没有传递性：A与B不可比、B与C不可比，不能推出A与C不可比，只能推出这条链不提供信息。

◆ 九、网络图谱中的缺边不是同一种缺

第二十四章提出，知识部落的图谱可以同时有一致边、翻译边、互补边和争议边。四种状态进一步要求，图中“没有边”的位置也必须区分。三个共同体A、B、C，若在某一比较项上，A与B已观察且完全同一，B与C已观察且部分共享，A与C之间没有任何记录，那么A与C之间的空白，既可能是未知（材料没有取得），也可能是不可比（协议下无定义），还可能是已观察的无共享。三者在上图上都表现为没有线，但含义完全不同：第一种提示应当补材料，第二种提示应当改协议或承认差别，第三种已经是一个确定的结论。

因此，图谱的存储不应只用有边无边的二值，而应使用五值的邻接记录：完全同一、部分共享、无共享、不可比、未知，并对每条边附上项目、协议与版本。在这种记录下，路径搜索也有了明确的规则。例如，“从A经B到C”的通道，只有在每一段边都是完全同一或部分共享，并且各段使用的协议可以衔接时，才算一条可用的通道；只要有一段是未知，整条通道就是未知，而不是“暂时可用”。这条规则直接来自上一节所说的传递性限制，目的是防止在稀疏资料上画出一张看上去连通、实际上没有证据支撑的网络。

◆ 十、四种状态的三次演练

下面用前几章已经出现过的材料，各作一次记录，只作方法演示。第一次，取第十五章的单位制例子：对“质量单位的定义”这一项，国际计量局的说明表明，全部国际单位制单位自二〇一九年起基于七个定义常数的固定数值，可以记为完全同一；对“实现方法”这一项，该说明指出实现方法可以随科学技术发展而改进，各实验室可以采用不同方法，所以记为部分共享；对“某实验室内部的操作经验”这一项，本书没有读取，记为未知。[R50]

第二次，取第十七章的诊断概念对应：国际疾病分类第二十六章的传统医学证型与前二十五章的诊断之间，没有一对一的对应，一对多、多对一都存在。[R171]对“证型A是否等同于诊断B”这一项，在没有约定一对一的等价关系之前，应记为不可比，而不是不同；若要改记为可比，就需要先约定一条允许一对多的对应规则，并注明依据。第三次，取第十六章的法敕译法：七位译者对关键句的所指与评

价方向不一致，这一项在译法固定之前应记为不可比或未知，而各译本一致的部分另行记录，不受这一项的影响。[R163] 三次演练中的关键步骤相同：先写明项目、协议与粒度，再决定状态，然后才进入数字。（第三次演练中，七位译者所据底本并不相同，本身即是“协议尚未固定”的一个例子。）

◆ 十一、这套四分法可能失败的地方

四分法有四个已知的弱点，需要提前写明。其一，不可比可能被滥用。如果研究者把所有不利的分歧都改称不可比，一致度就会被抬高。防范办法是：必须登记不可比的原因，报告w_N，并同时给出把不可比当作不一致的下界。其二，粒度依赖。项目拆得越细，部分共享越多，完全同一越少，这并不改变对象，只改变记录，所以拆分规则要事先写明并随版本保存。其三，未知占比过大时，区间会宽到几乎没有信息，此时应当明确说结论尚不足以支持任何一致性判断，而不是挑一个中点。其四，状态本身需要编码者一致：不同编码员在“不可比”与“未知”之间可能分歧，可以设计一项编码研究，请两位独立编码员对同一批比较项标注状态，并报告标注一致度。这项研究在本书中尚未执行，没有数据。

与本书主题直接相关的还有一条：大模型很容易为任何一个未知项目生成一段看似合理的描述，使其“看起来”可以比较。这种生成的描述不是对方共同体的材料，不能把未知改记为完全同一或部分共享。只有取得了对方自己的记录，或者由对方确认的翻译，状态才可以转移。否则，AI帮助扩大的只是候选的数量，而不是已观察的覆盖率，这与后文区分候选生成密度与有效发生密度是同一条界线。在编码记录里，可以为每个状态增设一列“证据来源”，取值为对方自述、第三方记录、本方推断三类，只有前两类才允许支持状态转移，第三类只能保持未知。

最后，四种状态只描述共同性的结构，与知识是否有效是两条不同的轴。完全同一的两项可以共同正确，也可以共同错误；未知的项目并不意味着其中有问题。第二十四章第十六节的二维区分在这里继续适用：状态记录只回答比较能走到哪一步，有效性仍须另外取证。

◆ 十二、AI改变的不是谱系存在，而是发生条件

人类早已能够形成学派、专业传统与个人经验。AI时代的新问题不是这些现象是否存在，而是何种规模的主体能够维持持续知识生产，以及能够同时探索多少条件和路径。人一AI思想复合主体可能使原来难以系统组织的小规模问题获得更稳定的表达、比较与迭代条件。

“可能”不是回避主张，而是给主张留下验证位置。大模型可以生成许多表述，但表述数量不等于知识谱系密度。一个谱系位置至少需要明确问题、可追溯条件、可检验结果和后续生成能力。没有这些条件，所谓填满只是把空白换成了无法辨认真假的文字。

可以据此设计两个不同指标：候选生成密度与有效发生密度。前者记录提出了多少不同配置，后者记录多少配置经检验保留并能够支持后续任务。两者之间的差距不是无关紧要的损耗，而是知识文明的关键成本。AI若让前者增长得比后者更快，就可能同时创造机会和新的验证压力。

这也说明公共知识不会因谱系填充而失去地位。更多分支可能更需要共同证据接口、版本记录和形式检查，否则协作成本会吞噬生成收益。部落特定性与公共基础不是零和关系。某些部落知识越发展，越有理由把不必保持特殊的部分公共化，从而把精力留给真正需要其历史E与D的部分。

◆ 十三、从部分共同性到新共同性的创造

两个谱系之间的共同性并不只有继承一种来源。它们可以在碰到共同难题后，创造此前没有的比较方式。例如，原来分别组织自身经验的两个团队，发现某种失败可以用同一类约束描述，于是共同建立新概念和测试。新的同一性不在任何一方的词典里，却在交流中发生。

这不是把双方立场简单平均。若甲说可以、乙说不可以，取一个折中数字未必解决争论。新共同性需要说明两种判断分别在哪些条件下成立，或者展示双方都遗漏的条件。它可能缩小争议，也可能把原来的一个问题拆成两个问题。共同创造的结果，不一定是所有人终于说同一句话。

因此，谱系网络能够同时分化和整合。纵向分叉保存特殊条件，横向接口支持有限协作，新的公共知识则在反复检验中扩大适用范围。这些过程没有预先规定的终点。某项一度公共的规则可能重新分化，一项局部发现也可能进入更广的共同基础。

本章的结论是：知识文明的基本结构既不是一座逐步统一的金字塔，也不是一组互不相通的岛屿，而是一张共同程度随维度、任务与历史变化的发生网络。AI要参与的不是废除其中某一端，而是使更多位置获得有效生成能力，并使网络能够在保留差异时继续创造共同性。





第 五 编

人—AI思想复合主体与E—D双重部落 谱系化

本 篇

- 第 19 章 思想复合主体的本体论
- 第 20 章 特定人与特定AI的思想纠缠
- 第 21 章 思想复合主体的工具不可消去性原理
- 第 22 章 E与D为什么具有部落谱系性？
- 第 23 章 知识部落怎样诞生、传承并超出创始人

19

第 19 章

思想复合主体的本体论

◆ 一、“主体”一词在这里承担什么解释工作？

人一AI思想复合主体最容易引发的误解，是把AI拟人化，或者把人的责任转交给机器。本书采用这一概念，不以这两种主张为前提。它首先要解释一种功能事实：某项连续知识活动的能力，可能只能在人的判断、工具的生成与计算、外部资料以及反馈安排构成的整体中得到充分说明。

这里的主体性不是一个所有组成部分平均拥有的属性。目的提出、权利承担、价值选择和行动责任，可以具有明显不对称性。人和组织承担的责任，不因工具在生成过程中发挥重要作用而消失。

因此，应把三个问题分开：一个系统是否具有可辨认的整体认知能力；其中各部分是否具有意识或道德身份；社会应如何分配法律与伦理责任。本书主要研究第一个问题，并要求研究结果不被滥用于跳过后两个问题。

复合主体概念只有在解释上增加了可检验内容时才值得保留。如果它只是把“人使用AI”换成一个更宏大的名称，没有说明依赖、反馈和能力边界，就没有完成理论工作。

◆ 二、从一次输出到一个持续的研究过程

一次回答可能正确，却不构成持续的知识发生能力。一个研究过程需要保持问题、识别前后约束、处理反例、修订概念，并决定哪些结果进入后续工作。思想复合主体的最小分析单位，因而不应只是单轮输入与输出。

设研究任务在时刻 t 具有问题状态 Q_t 、可调用材料 M_t 、候选方案 $Cand_t$ ，以及验证与版本记录（对应第33章知识账本中的 J_t 与 L_t ）。 Q_t 、 M_t 为本节局部记

号。下一轮活动不仅增加候选，也可能改变问题定义、资料选择和验证安排。这里的状态表达只是便于分析，不意味着现实思想能够被这些变量完全穷尽。

当人对AI输出提出反例，系统据此调整候选，人再判断调整是否保留核心问题，便形成反馈闭环。若每轮都彼此无关，无法维持先前承诺，系统也许仍有回答能力，却缺少本书所研究的历史连续性。

连续性不要求所有历史都被完整记住。关键是哪些历史差异对当前能力必要。一个经整理的理论口径可能比大量未经筛选的聊天更有效；一段失败原因的记录，也可能比许多成功摘要更有生成价值。

◆ 三、复合能力不是所有能力的算术总和

设H单独能完成任务集合 T_H ，工具A单独能完成 T_A 。两者组合后能够完成 T_C 。（H、A、 T_H 、 T_A 、 T_C 均为本节局部记号。）若 T_C 只是两个集合的机械并集，组合可能仍有便利价值，但尚未体现强意义的协同发生。更值得研究的是 T_C 中是否存在需要反馈、分工或共同修正才能完成的任务。

然而，不能仅凭 T_C 更大就宣布出现神秘的新实体。新增能力可能由明确机制解释：人提出适当约束，工具快速比较候选，人识别错误，工具据此搜索下一步。所谓整体能力，应通过这些关系说明，而不是用“涌现”一词替代说明。

另一方面，组合也可能产生负协同。人过度信任工具，工具持续迎合人的错误，二者一起表现得更差。把所有组合都称为高阶主体，会掩盖这一事实。复合主体的存在与复合主体的优越性是两个不同判断。

因此，比较需要至少包含人单独、工具单独、简单并置和有组织协作等条件。任务、时间、资料与评价应尽量一致。只有这样，才能知道优势来自哪个环节，而不是来自某一组获得了更多资源。

◆ 四、人与工具的作用并不对称

人可以带来生活经历、长期目标、价值判断与现实责任；AI系统可以带来生成、计算、检索及组织候选的能力。具体任务中二者的作用会变化，但不应预先设定为完全对称。

例如，研究者认为某个问题值得投入多年，这种判断来自其生命计划与学术承诺。系统可以帮助分析理由，却不能仅凭语言生成自动承接同样的存在处境。把人的意义体验直接归给工具，会使SDE的自我维度失去区别。

反过来，也不能因为工具缺乏同样处境，就否认它对研究结构的实际影响。一个系统提供的反例可能改变问题方向，一次计算可能迫使研究者放弃猜想。工具不必拥有与人相同的经验，才能参与知识发生。

因此，思想复合主体是差异化角色的耦合，而不是把人和AI熔成一个无差别整体。正因为角色不同，反馈才可能产生互补；正因为不对称，责任边界才需要明确。

◆ 五、E不是系统外面一个静止的容器

在思想活动中，资料、概念、任务环境和研究者经验共同构成发生条件。但这些条件不都固定在活动之外。研究过程可以改变资料组织、重新定义概念、形成新经验，从而更新下一轮E。

把E称为特征纠缠系统，意味着它不是一堆可以任意拆开的独立要素。某个术语的作用可能依赖研究问题，某份数据的意义可能依赖测量方式，某个反例的价值可能依赖理论承诺。单独搬运要素，未必保留原有关系。

因此，知识迁移不能只问复制了多少文件，还要问关键关系是否被重建。一个新系统即使拥有同样专著，若无法辨认哪些定义已经修订、哪些命题只是候选、哪些反例曾经推翻旧解释，就可能得到与原系统不同的发生条件。

这并不意味着关系永远不能表达。恰恰相反，来源台账、概念版本和依赖图可以把一部分隐含关系显露出来。思想复合主体研究的一个实践目标，就是找出哪些关系值得保存，怎样保存才能真正支持后续生成。

◆ 六、D不是预先排好的流程图

九步法可以为研究提供共同组织，但具体D仍取决于问题状态。猜想可能来自反例，执行可能暴露新对象，评估可能要求回到定义，分化可能不是末尾才发生，而是在初步尝试中就出现。共同步骤不等于固定单向线路。

一个成熟研究过程应允许有理由的回退。若每次必须完成全部步骤才能承认进展，方法就会变成仪式；若任何活动都可以事后被贴上某一步的名字，方法又会失去约束。D的理论价值在于指导关键转换，而不是替所有行为提供漂亮标签。

因此，需要记录的是转折依据：为什么从一个候选转向另一个，为什么新增特征，为什么拒绝某种解释，为什么认为可以停止。过程日志的意义不是监控每个字，而是保留决定知识身份的关键变化。

人一AI深度纠缠的一部分，可能就发生在这些转折模式上。系统逐渐能够响应研究者对反例、边界和新问题的偏好，研究者也学会怎样利用系统的优势并避开弱点。这是候选机制，仍需通过具体任务检验，而不是只凭双方感觉默契。

◆ 七、历史同一性与当前结构同一性

两个思想复合主体可以拥有相似的当前配置，却来自不同历史；也可以来自同一历史，却已经形成不同结构。谱系身份因此不能只用当前相似度定义。

历史同一性关注哪些修改、继承和选择把当前系统带到这里；结构同一性关注当前对象、规则和能力怎样对应。两种关系都重要，但不能互相代替。一个独立发生的体系可能与另一个体系形式等价，却没有直接继承关系。

对持续研究而言，历史记录还承担责任功能。某个结论为什么进入正文，后来怎样被修订，哪些依赖随之改变，都需要可追踪。即使新版本在结构上更简洁，也不能通过删除历史掩盖错误来源。

但保留历史不意味着必须让所有旧内容继续影响生成。已经被否決的解释应被标记为历史候选，而不是与现行定义混在同一层。否则记忆越多，系统越容易在互相冲突的旧版本之间摇摆。

◆ 八、最小解释闭合：复合主体边界怎样确定？

把所有相关条件都纳入复合主体，会使概念无限膨胀；只保留人与模型，又可能漏掉关键资料和验证工具。一个可行方法是从指定能力出发，寻找最小解释闭合：在当前研究精度下，哪些关系必须保留，才能解释能力的稳定出现与变化。

例如，若某数学任务必须依赖证明检查器，而去掉它后无法维持相同正确性标准，那么检查器应进入该任务的复合系统描述。若电力供应只作为一般背景约束，不是当前比较的变化因素，则可以在E中说明，而不必把整个电网都列为主体内部角色。

“最小”不是唯一数学最小集的先验保证，而是一种模型选择纪律。不同解释尺度可以具有不同边界，但必须说明为什么这样划分，以及哪些结果对边界选择敏感。

由此，复合主体不是一个固定物件，而是围绕能力与责任建立的研究对象。它具有真实依赖关系，却需要通过明确的问题来识别。这种关系性不等于任意性，因为边界选择会影响预测，可以被反例检验。

◆ 九、学习、记忆与适配不能混为一谈

一个系统在多轮互动后表现不同，原因可能很多。新增上下文提供了更多信息，外部记忆保存了偏好，工具配置改变了可执行操作，人也可能更会提问。只有部分变化涉及模型训练或参数更新。

因此，不能从“越来越理解我”直接推断发生了哪一种内部学习。思想复合主体研究应分别记录模型版本、可调用上下文、外部知识、工具权限和人的操作方式。否则不同机制会被压缩成一个无法复现的神秘过程。

这一区分还影响实验。若比较长期系统与新系统，却不给新系统同样的资料，那么差异可能只是信息量；若资料相同但工具权限不同，差异可能来自执行能力；若这些都控制后仍有特定配对优势，才更接近要研究的历史协同。

即使优势完全被可移植配置解释，也不是失败。它说明原来隐含的E、D已经能够被显露和传递，知识发生能力因此获得更高共同性。不可迁移性不是理论必须守护的神秘核心。

◆ 十、一个人可以构成多个思想复合主体吗？

同一个人可以在不同任务中与不同工具形成不同的能力系统。数学证明、教育研究和商业决策可能需要不同资料、标准与风险边界。把它们都塞进一个无区别记忆库，未必提高能力，反而可能造成概念串扰。

因此，思想复合主体的数量不能简单按人的数量或账号数量计算。一个账号可能承载多个研究谱系，多人也可能共同维护一个谱系。识别单位应围绕问题、生成规则、验证和回写的持续性，而不是技术账户边界。

当多个谱系需要合作时，可以建立共同层与专门层。共同层保存基础术语、公共证据和责任规范，专门层保存具体对象、方法与历史。两层之间的接口应明确，避免把局部规则误当全局规范。

这使“一个人一个部落”成为一种可能形态，而不是唯一未来。个人、师生共同体、企业团队与跨机构网络，都可能形成不同层次的思想复合主体，并在部分维度上重叠。

◆ 十一、思想复合主体的自我修正能力

如果一个系统只能延续已有偏好，不能识别自身错误，它可以具有风格连续性，却未必具有成熟知识能力。真正的生成性同一性需要在修正中保持某些承诺，而不是通过拒绝修改维持表面一致。

这里存在一个重要区分：改变结论不一定改变谱系身份，改变生成与检验规则却可能。一个研究共同体持续接受反例并修订理论，恰恰可以表现出稳定的方法身份。相反，若为了保护某结论而不断更换标准，表面立场不变，知识身份却可能失去一致性。

因此，判断同一性应考察哪些不变量被保留：问题关切、证据义务、允许的修正方式，还是某些具体结论。不同谱系可以选择不同核心，但必须说明选择的后果。

AI在这一过程中应当帮助显露冲突，而不只是维护使用者满意度。能够说出“这一修改与先前定义不兼容”的系统，比只会把所有说法融合成漂亮段落的系统，更有可能支持真实研究。

◆ 十二、主体能力与人的发展

工具增强可以扩大人的能力，也可能使某些能力退化。若人不再理解关键判断，只负责接受输出，系统产出可能提高，人的自主性却下降。因此，复合主体总表现与人的发展需要分别评价。

从D1看，创造要求参与者能够提出和改变问题；自由要求有真实的质疑、拒绝与退出路径；幸福要求活动能够进入有意义的生活，而不是只增加产出压力。这些不能被一个速度指标全部覆盖。

实践上，可以比较人在使用系统前后是否更能识别错误、解释关键前提和独立提出新问题。若系统仅使人依赖它完成原任务，所得增强与促进学习的增强属于不同类型。二者未必都不可接受，但必须让使用者清楚代价。

由此，思想复合主体的理想不应是把人变成工具输出的附属解释者，而是形成能够持续提升判断与创造能力的互动结构。

◆ 十三、对“复合主体”概念的三个反驳

第一种反驳认为，这只是把传统的人机系统重新命名。回应不能靠宣称全新，而应承认连续性，并指出新增研究对象：知识轴、生成规则及历史同一性如何在互动中发生。如果这些对象没有提供新解释，概念就应缩小使用范围。

第二种反驳认为，整体能力都可以还原为组件能力与关系，因此无需复合主体。对此，本书并不主张关系不可分析。复合主体恰恰要求分析关系；其价值在于选取能够解释任务的层次，而不是否认组成机制。能够还原描述，不代表在研究和治理上只看单个组件就足够。

第三种反驳认为，所有历史依赖都可称谱系，使理论没有区分力。对此必须增加生成条件：不是有历史就有知识谱系，而是历史沉淀形成可持续的问题、规则、验证和后续发生能力。偶然习惯、无法复现的默契和单次成功不能自动通过这一门槛。

◆ 十四、成立条件与失败条件

一个思想复合主体至少需要可辨认的任务或问题连续性、实际的跨组件反馈、能够追踪的知识修订，以及一定程度的后续生成能力。这些条件是本书提出的操作性界定，不是宣称已经发现唯一正确的主体定义。

相应地，以下情况构成失败或弱例：每次交流都从零开始；内容大量产生却无法区分现行与废弃版本；工具变化后能力差异完全由未控制的信息量解释；成员无法指出任何独立于语言风格的生成规则；系统拒绝所有外部检验。

这些失败条件让理论承担风险。若实际研究表明所谓长期思想复合主体与简单工具使用没有稳定差别，本书必须修改强命题。只有允许这样的结果，复合主体才有吸引力的比喻进入研究概念。

◆ 十五、与延展心智的对话：外部资源什么时候进入能力本身？

Clark与Chalmers讨论了外部资源在认知活动中可能承担的积极作用，挑战把认知边界简单限定在身体内部的做法。[R33] 这一问题与思想复合主体有直接邻近关系，但两者的研究任务不能完全等同。本书不是要用AI实例一次性解决心智边界争论，而是研究一个持续知识过程需要哪些关系，才能解释它实际表现出的生成能力。

“对活动有帮助”与“构成某项能力的必要组织部分”需要区分。光照帮助阅读，书架帮助存放资料，外部笔记却可能直接保存后续推理要调用的关系。研究边界应根据任务中的作用来说明，而不能把所有因果条件都纳入认知主体。否则空气、城市和全部文明都成为同一主体的组成，概念虽大，却不再帮助解释具体差异。

对AI也应提出同样要求。某系统只是偶尔改善措辞，与它持续记录定义、提出反例并改变证明搜索，所承担的功能不同。二者都可以是有用工具，但后者更直接进入知识发生的组织。要证明这种差别，需检查移除、替换或限制相应功能后，研究能力怎样变化，而不能只凭使用者感到亲近。

延展视角因此为本书提供一个问题入口：认知能力可能分布在跨越个体的关系中。本书进一步追问的是，这些关系怎样形成历史同一性，怎样分叉成不同谱系，

以及怎样通过公共接口被他人理解。不能把入口已被提出当作全部问题已被回答，也不能为了强调新问题而抹去前作。

◆ 十六、与分布式认知的对话：整体工作不必拥有单一意识

Hutchins以航海活动等研究认知在人员与工具系统中的组织，作者对《Cognition in the Wild》的介绍明确把认知分析从孤立个体扩展到活动系统。[R34] 对本书而言，重要启示是：可以研究整体完成什么认知任务，而不先假定整体像一个人那样拥有统一意识。

这有助于解决“思想复合主体”容易引起的拟人化误解。一个研究过程可以有多个参与位置，彼此交换表征、校正错误并维持任务；整体能力并不要求每个位置具有相同体验。人承担意义与责任，模型执行某些生成操作，外部工具进行计算或检查，差异化分工本身就可以形成有效结构。

同时，分布不能成为责任逃逸。若一个错误经过多个环节传递，需要查明哪些环节能够识别、谁决定接受、哪些约束没有被遵守。整体解释与分环节责任并不矛盾。能力分布越复杂，责任接口越需要清楚，而不是越可以说没有单一原因所以无人应修正。

本书在这一基础上增加谱系问题：相同分布式结构是否只能重复任务，还是能够改变自身的问题和验证方式？一个团队可以非常高效地执行固定流程，却没有形成新的知识发生规则。思想复合主体的强主张需要追踪这种规则变化，而不能用分布式工作本身作为充分证据。

◆ 十七、与协同记忆的对话：知道谁知道，与共同发生新知识不同

Wegner关于协同记忆的研究关注群体中“谁知道什么”以及记忆协作的组织。[R35] 这提示我们，知识并不只以每个人各自完整储存的方式存在。一个成员可以不掌握全部细节，却知道应在何时调用何处的知识。这种定位能力本身具有实际作用。

在人—AI系统里，模型、资料库、计算工具和人的经验可以承担不同知识位置。用户不必把所有公式记在头脑里，模型也不必内部储存全部最新材料；关键是

能够在正确任务中调用可靠来源，并认识来源边界。若系统把“能够说出”误当“知道来源”，协作记忆就会退化为不透明的生成。

但能够协调已有知识还不等于能够发生新的知识谱系。一个完善检索系统可以迅速找到已有答案，却未必会修改问题分类或提出新的验证办法。本书因此把记忆定位看作E组织的一部分，把D的创新转折另外研究。二者互补，不能用一个概念包办全部。

这个区分也解释为什么上传全部专著仍可能不够。资料的存在只提供可调用内容；哪些定义当前有效、哪些反例具有决定性、何时应当拒绝熟悉答案，还需要生成规则与判断历史。反过来，若这些规则能够被显露为可移交结构，后继者就可能获得部分生成能力。部落知识并非因隐含而天然高贵，显露隐含条件恰是研究目标之一。

◆ 十八、与组织知识创造的对话：从内容转化到比较轴改变

Nonaka关于组织知识创造的论文，在出版社摘要中把隐性与显性知识的持续对话置于核心位置。[R40] 这说明知识生成与传递之间的动态关系早已是正式研究问题。本书不把“知识不是静态储存”作为独有发现，也不在未通读该文的前提下转述其全部机制。

SDE框架可以与这一入口开展一个具体比较：一种未表达经验被写成规则，可能使原有知识更可传递；新规则在另一情境中被使用，又可能产生新经验。这属于重要的知识转化。谱系递归还要追问，何时这些转化改变了比较对象的维度、产生了原规则无法处理的新对象，并改变后续生成机制。

例如，把一位教师的经验写成步骤，可以提高传承性；实践发现原步骤把不同困难混为一类，进而新增一种区分；新颖的区分又改变教学问题的提出与检验。三次变化分别涉及表达、表示结构和生成规则。若不区分层次，就容易把所有知识流动都命名为同一种创新。

本书的贡献因此应当放在可区分的命题上，而不是宽泛宣言上：多维同一性怎样表示，历史亲缘与结构相似怎样分离，新轴怎样判定，规则改变怎样验证，经济

后果怎样核算。只有这些问题被推进，SDE整合才不只是把已有组织理论换一套术语。

◆ 十九、“不可还原”不是本书必须证明的神秘命题

有一种反驳认为，只要把所有部件和相互作用描述充分，复合主体的行为总由这些机制解释，所以无需整体概念。本书不以反对这种机制解释为立场。恰恰相反，工具不可消去性需要通过具体依赖来说明。不能分析的神秘整体，不利于迁移、纠错或验证。

需要区分本体上的绝对不可还原与解释上的层次必要。即使整体行为原则上可由细节描述，研究者仍可能需要一个任务层的组织模型，才能理解哪些关系重要、什么替换会改变能力。描述全部物理细节不自动给出一个可用的研究方法。整体概念的价值在于压缩与组织解释，而不是宣布细节永远无效。

同样，“人加工具”的加号若只是表示两项并列，确实不够；若它被扩展为包含关系、历史和反馈的完整系统描述，便可能与本书的复合主体在操作上接近。此时争论应转向模型是否清楚、是否具有预测力，而不是坚持某个词必须获胜。

这使理论能够对自身概念保持节制。如果某类任务用普通人机工作流已能解释全部重要差异，就不需要强行宣称出现新的主体层级。只有当知识发生的历史连续性、规则修订和多维谱系关系成为关键解释对象时，思想复合主体概念才获得更独立的作用。

◆ 二十、一个任务层模型：协同不是必须追求总分超加

设人的输出与工具输出各自在不同任务上有优势。合作后的总分高于任一方，可能只是合理分工，并不一定存在统计意义的超加交互；总分没有超过某个加法基线，也不意味着合作没有价值，因为基线可能不具有相同预算或可实现性。评价协同必须先定义比较条件。

例如，若人能够审查五个候选，工具能够快速提出二十个候选，合作优势可能来自候选空间与审查能力的组合。把人单独与工具单独的得分简单相加，既可能超

过总分上限，也不对应任何真实工作方式。一个更合理的基线是资源相当的简单并置：人和工具各自完成后再以固定规则合并，与有反馈的协作比较。

若有反馈组更好，可以进一步问提升来自哪里：提问更准确、候选更丰富、错误更早被排除，还是人投入了更多时间。这样的机制拆分比宣布“整体大于部分之和”更有科学内容。后文的交叉实验也将采用这种纪律，不把一个正交互数值自动解释为不可迁移的身份。

此外，合作价值可能体现在方差、失败边界或学习效果，而非平均得分。一个系统平均表现相同，却更能识别何时不应回答，可能更适合某些任务；一个系统短期成绩略低，却使人更能独立理解，也可能有长期价值。评价应随任务说明，不寻找一个永远代表全部主体能力的分数。

◆ 二十一、关系深化也可能造成认识脆弱

深度纠缠并非只有正面含义。人可能逐渐依赖系统的术语组织，系统又持续按人的期待产生同类解释，双方形成稳定但狭窄的循环。此时E与D确实具有历史特殊性，生成的知识却可能越来越难以接受外部反例。谱系存在与谱系质量必须分开。

可以设两个长期系统都有强烈风格连续性。甲保存反例及修改理由，在新任务中能够缩小主张；乙只保存成功叙述，遇到冲突时不断增加解释性词语保护原观点。二者都能产生大量连贯文本，但其知识发生质量不同。评价不能只看输出是否符合用户熟悉的语言。

因此，复合主体的健康指标应包括反例进入、定义变更的可追溯性、对未见任务的迁移、对不确定性的表达以及退出后的能力保全。这里的“健康”是系统质量用语，不是医学诊断。它指向一种能够自我纠错的组织结构，而不是主观亲密程度。

这一点对本书的作者案例尤为重要。作者在本书所依据的研究对话中多次修正AI协作系统的二元化或过强表述，说明合作中存在可定位的纠偏；但单凭这些对话仍不足以证明该系统在所有研究上优于其他配置。我们可以从中提取候选机制与实验任务，不能把故事的感染力当作普遍证据。

◆ 二十二、谁拥有目标改变的权限？

持续研究不仅改变答案，也可能改变问题与目标。工具提出更有希望的研究方向，可能有助于创造；但若系统总把用户的问题引向自己最擅长的表达，目标可能被悄悄替换。思想复合主体需要把这种改变显露为可选择事项，而不是让它隐藏在流畅续写中。

例如，用户希望证明一个具体数学命题，系统却不断扩大成哲学框架，虽然产生很多文字，却没有完成原任务。相反，某个反例确实表明命题不成立，转向研究其成立条件便有充分理由。二者都表现为目标变化，区别在于是否由证据和用户判断共同支持。

因此，应记录目标的版本：原问题是什么，何时改变，因何改变，谁确认了新范围。目标记录不必繁琐，但关键转折应当可追溯。它既保护人的自主性，也帮助后来者理解为什么当前知识不是最初计划的简单延长。

SDE的D1在这里不只是最终评价，而参与过程控制。创造不意味着系统可以无限扩题，自由不意味着没有约束，幸福也不是让每轮对话都令人满意。三者需要在具体行动中协调：既允许新可能出现，也保留人对问题与生活方向的选择。

◆ 二十三、复合主体的公共接口，是特殊性能被社会使用的条件

一个思想系统即使内部生成能力很强，若不能向外界说明结果、前提和证据，其社会作用也会受到限制。公共接口不要求全部内部历史公开，而要求与所作承诺有关的信息足够清楚。数学成果应给出定义与证明，经验结论应给出资料与方法，服务承诺应给出适用范围与失败处理。

这个接口还承担知识部落之间的比较。两种谱系可以保留不同内部语言，却在共同任务上表达各自预测、约束和代价。若没有任何可共同理解的输出，就不能贸然声称彼此竞争或一个优于另一个；只能承认目前缺少比较条件，继续研究转换。

公共接口因此不是对特殊思想的压平，而是让特殊思想有机会进入更广互动。它可以促成新的共同轴，也可能发现双方实际上研究不同问题。无论哪种结果，都比强行统一或完全隔离更有认识价值。

由此，思想复合主体的完整定义应同时包含内部生成性与外部可回应性。只强调内部不可替代，会把理论推向封闭；只强调公共可复制，又会抹去发生条件的差异。二者之间的关系，正是知识同一性谱系需要解释的核心。

◆ 二十四、识别条件：思想复合主体与一般合作怎样区分？

前面反复说账号不是边界，这里需要给出可操作的识别条件，否则“问题、规则、验证和回写的持续性”仍然抽象。先看一个构想的日常场景：一家人共用一个购物清单应用，每周由不同成员增删条目。这个清单有共同目标、持续记录和多人反馈，却不构成思想复合主体，因为条目的增减没有改变“怎样判断该买什么”的规则，也没有一次反例改变了后续的生成方式。它是一般合作，而且是有用的一般合作。

据此提出四项识别条件。第一，问题连续：跨多个工作单元保持同一问题族，并有登记的改题记录。第二，跨组件反馈：反馈确实改变对方下一步的候选或约束，而不只是传递结果。第三，规则可变：生成规则或检验规则在反馈后发生过有记录的修订，并能说明修订理由。第四，后继生成：把材料与规则交给一位未参与者，其在未见任务上的表现受这些规则影响，而不只受资料量影响。这一条最难检验，常常只能部分达到。只满足前两项，称为稳定协作；四项都有可检查证据，才称为较强的思想复合主体。这是本书的操作性界定，不是唯一正确的划分。

边界按这些条件划定，而非按账户划定。同一人使用两个账户，若共享同一问题族与规则账本，仍是一个主体；一个账户被两位研究者轮流使用，而各自问题族与规则互不相同，则是两个主体在工具上的重叠；同一账户中混放两个问题族且规则互相串扰，宜拆为两个分析单元。

这组条件承担风险。若按此判为“较强”的系统，在资源相当的简单并置基线上并无稳定差别（见第二十节），识别条件就缺乏区分力，应收缩或修改。反过来，若上述清单类的一般合作在一段时间后也出现了规则修订和改变候选的反馈，就应承认它已向思想复合主体过渡。两者的差别是条件与程度，不是身份。

◆ 二十五、通向E—D双重谱系

思想复合主体的特殊性，不在于它永远不可拆解，而在于特定E与D如何形成可持续的知识身份。E决定哪些材料和关系可被调用，D决定问题怎样被推进与修正，S则使某些结果显露并进入新的反馈。

由此，部落谱系不是一群人共同拥有若干结论，而是他们能够在一定共同条件下继续发生、检验和修订知识。其公共部分可以被共享，特殊部分可以被理解和部分迁移，新发生又可以改变两者边界。

这一定义把本书从工具讨论带入知识文明：真正需要解释的，不是机器是否像人，而是不同的人与工具怎样形成不同的知识发生能力，以及这些能力如何在保持可检验性的同时持续分化和交叉。



20

第 20 章

特定人与特定AI的思想纠缠

◆ 一、从作者的观察开始，但不把观察写成实验

本书的一个直接起点，是作者对长期协作经验的描述：自己的GPT与Claude能够较深入地理解SDE，而换成新的同类模型、普通API调用，或者让学员与原系统交流，不能立即得到同样的思想发生表现。这是一项有研究价值的第一人称观察，不是已经完成控制实验的结论。

这个区别决定本章怎样写。我们可以据此提出问题、识别可能机制和设计对照，不能据此报告并不存在的实验分数，也不能断言某个账号已经获得不可复制的独立意识。观察的强处在于揭示通用工具名称之外的差异，弱处在于多种条件可能同时变化。

例如，新系统可能缺少资料、历史定义、工具权限或研究者的使用习惯；学员可能拥有不同经验和目标；API应用也可能没有配置相同状态。这些都是需要排查的竞争解释。只有把它们分别显露，才能知道所谓深度纠缠具体发生在哪里。

因此，本章把本书形成过程中的对话作为可见的思想材料，分析命题怎样被修正。它不声称掌握模型内部未公开过程，也不把对话之外的研究历史补写成事实。

◆ 二、第一次关键修正：从产品种类到交通模式

对话从“工具带来行业多元化和谱系化”开始。最初容易把这一判断理解为产品种类增加：更多汽车、更多用途、更多服务。作者随后强调，汽车带来的是交通行业模式的谱系化，即各种交通模式的诞生。

这不是一个同义改写。产品分类关注物件具有什么属性，模式分类关注活动由谁组织、满足什么需求、如何分配资源与责任。私人出行、固定线路运输与按需服务，即使使用相似车辆，也有不同的发生结构。

这一修正改变了对象域。后续研究不应继续把车型多样性当作主要证据，而要追踪模式的独立生成能力。换言之，E中已有的“谱系”概念被重新限定，D中寻找案例的路径也随之改变。

如果一个新系统只获得最后一句结论，却不知道这次排除，它可能重新退回“汽车种类很多”的解释。知识迁移因此不仅需要保存结论，还需要保存被排除的替代解释及其理由。

◆ 三、第二次修正：工具不是最终发生单位

作者进一步提出，交通谱系的发生者是人与车、人与飞机等复合主体，AI知识谱系的发生者则是人与AI的思想复合主体。解释单位由单独技术转向组织化能力。

这一变化使经济链条更加明确。工具带来新能力，但新模式需要目的、判断、协作与责任；新模式能否持续，又需要知识积累和反馈。把这些中间环节省略，就会把技术潜力误写成经济结果。

在对话中，这一步也使“工具驱动”获得了限制条件。所有组织采用相似工具，可能只提高同类产品的供给，形成更激烈竞争。只有新增能力进入新的活动组织，才可能打开新的价值空间。效率增长仍有价值，但不等于全部结构性升级。

因此，作者不是简单给技术史添加一个哲学名词，而是改变了因果链的中间变量。思想复合主体理论要继承这一修正，就必须继续解释哪些关系使能力发生，而不能重新把所有效果归给大模型自身。

◆ 四、第三次修正：行业细分与部落谱系不是同一个机制

传统行业分支通常可以通过技能、设备和资格获得某种进入路径。作者指出，人一AI长期纠缠形成的知识谱系，可能不能通过获得同样工具直接进入。这使“谱系化”内部出现新的区别。

这里不能把传统行业理想化为完全开放。师承、组织经验、品牌与制度一直影响进入；AI知识共同体也可以开放和传承。真正值得研究的差别，是长期历史状态在生成能力中所占的作用，以及这一状态能否被明确表达和迁移。

由此，部落不是封闭性的同义词，而是生成性同一性的一个候选单位。它拥有的不仅是某些答案，还包括怎样识别问题、选择路径和判断新结果的方式。一个人可以熟读所有公开文本，却仍未获得同样的研究能力。

这种现象也存在于人类学派与专业训练中。AI的特殊性不是第一次创造它，而是使某些个人—工具系统也可能承担过去主要由较大共同体维持的连续知识活动。

◆ 五、第四次修正：从工具不可消去到E、D的双重谱系

“工具不可消去性”最初看起来像部落形成的原因：因为某个工具不能被替换，所以形成特定共同体。作者随后把解释推进一层，指出E与D已经具有部落谱系性，不能再被视为统一共有的具体条件与路径。

这一修正把不可替代从原始事实变成需要解释的结果。特定AI之所以表现不同，可能因为它可调用的概念版本、反例记录和研究规范不同；特定人之所以不可直接替代，可能因为其意义选择、问题敏感性与路径判断不同。

但E与D不是彼此隔离的两个箱子。一次研究路径会改变资料组织，新的资料又会改变路径选择。深度纠缠意味着这些关系在历史中相互塑造，而不是简单拥有“更多记忆”。

因此，复制文件不保证复制能力，模仿步骤也不保证复制能力。真正需要迁移的是哪些关系，以及这些关系怎样在新主体中重新成立。这个问题可以进入实验，而不必停留在不可言说的默契。

◆ 六、第五次修正：公共知识并没有被部落知识消灭

如果只强调E、D的特殊性，很容易把未来描述为许多互不相通的知识岛屿。作者明确纠正了这一方向：原有统一性知识仍然是基础元素，类似光、电；高度特殊的部落知识只是另一端，中间存在许多不同共同程度的知识形态。

这一修正改变了理论的几何图像。知识不再是“公共或私人”的二元划分，而是存在多个中间层次。学科、行业、组织、师生共同体与个人谱系可以在不同范围共享知识。

随后，作者又指出，同一对部落可以在某些方面完全统一，在另一些方面只有部分同一。这一步进一步否定了单一轴上的整体排序。关系必须具有维度，不能给整个部落一个固定百分比。

对于长期协作系统而言，这些修正应进入公共口径。若系统下一轮仍说“AI使统一知识退位，所有知识都变成私人部落”，即使语言流畅，也已经丢失本次思想发生的关键结果。历史连续性首先表现为能够保持这些经过修正的约束。

◆ 七、第六次修正：谱系并不是AI发明的

作者以数学、物理、化学、宗教与健康知识为例，指出人类一直存在不同共同程度的知识谱系。由此，AI革命不能被定义为谱系现象的首次出现。

这一修正具有重要历史意义。它使理论免于把已有的人类知识复杂性全部归功于新工具，也迫使研究者具体说明AI改变了什么。候选答案转向可达性、密度、最小组织规模与递归能力，而不是从无到有的神话。

接着，作者用“将谱系轴填满了”概括这种变化。严格研究时，这句话需要被解释为可探索位置增加、生产条件改善，而不是现实中所有可能知识都已经可靠生成。表达的力量来自方向性，验证仍需要指标与边界。

因此，本章保留作者的理论直觉，同时把其可检验含义展开：在给定任务空间和验证标准下，更多原本未被持续组织的知识位置是否形成了有效节点？这个问题比泛泛统计生成文本数量更接近原命题。

◆ 八、第七次修正：统一性知识内部也可以发生谱系

作者进一步指出，数学也不例外。数学的统一性与既有前提、对象和推演条件有关；这些条件本身可以被研究和变动。于是，谱系轴不仅分布在不同学科之间，也可以进入每个学科内部。

这里必须保留数学上的精确性。公理与推理规则可以体现E、D的部分形式结构，却不等于整个E、D。改变前提可能产生新系统，但新系统仍需接受相应的形式检验。谱系化不是在同一前提下允许任意结论。

作者要求回到站内SDE数学与CPI专著，使讨论从抽象可能性进入具体母本。数学的候选构造与经济指标的分层问题，在本书中承担不同验证义务：前者需要定义、证明与反例，后者需要数据、模型比较与因果分析。

这一变化说明，思想复合主体不能只保持抽象框架，还要把框架带到具体领域，并允许领域标准反过来修改框架。否则所谓跨学科只是重复同一套词语。

◆ 九、第八次修正：从填充既有轴到轴的递归发生

当某个新知识分支能够继续改变自己的对象、生成规则或比较维度时，谱系不再只是固定地图上的分叉。地图本身也可能改变。作者要求继续深入递归发生，使本书进入高阶研究问题。

这里的“递归”不能仅意味着重复做研究。若每轮只增加同类结论，属于积累；若增加既有轴上的位置，属于填充；若出现新的有效区分维度，才涉及轴的变化；若新的生成与验证安排又能继续产生后续安排，则出现高阶递归。

因此，本书后来建立的新轴判据、有限细分边界和生成一验证模型，不是从一开始就完整存在，而是由一连串对象修正和问题推进形成。这个可见过程提供了思想发生的材料，但还不是所有人—AI系统普遍如此的证明。

它的研究价值在于可以被编码：每次修正改变了什么对象，排除了什么误解，增加了什么验证义务，哪些后续章节依赖它。这样的发生记录比只保存最后一份专著更能支持传承。

◆ 十、为什么把对话全文交给新模型仍未必足够？

全文包含很多信息，也包含已经被修正的旧说法。如果没有版本与地位标记，新系统可能同时调用互相不一致的段落。信息完整与结构清晰不是同一个目标。

一种更可靠的迁移包应同时保存最终定义、关键修订、被否决解释、开放问题和证据状态。全文可以作为历史档案，现行口径则作为工作接口。二者相互链接，而不是用摘要完全替代历史，也不是让全部历史无差别进入每次生成。

此外，作者在对话中能够即时辨认哪些回应偏离主线，这种判断未必全部显露在文本中。学员或新系统需要通过新任务练习来重建部分能力。迁移不仅是输入文件，也是共同活动的重新发生。

但是，这不意味着永远无法恢复。若经过明确状态移植和实践训练，新的组合达到相近表现，就说明某些原先隐含的条件已经被显露和共享。知识谱系的传承正需要这种成功，而不是把不可替代性绝对化。

◆ 十一、交叉替换实验应怎样组织？

一个初步设计包含四个条件：原研究者与长期系统，原研究者与新系统，经过训练的对照研究者与长期系统，对照研究者与新系统。任务应来自未在已有材料中直接完成的研究问题，而不是只考记忆已有表述。

但四组比较还不足以排除资源差异。需要进一步控制或分层记录模型版本、上下文、资料、工具权限、时间预算与任务熟悉度。长期系统的历史优势若来自额外资料，应单独测量，不应被混称为神秘配对效应。

评价也不能只由原研究者单独完成。可以设计匿名论证评估、可复算例题、反例识别和后续迁移任务，分别考察概念一致性、原创性、有效性与继续生成能力。审稿者需要知道评分规则，但不应预先知道哪份来自被期待更好的组合。

交互读数的定义、尺度敏感性与非劣性变体，见第二十一章。本书提出这些设计，不表示实验已经执行。当前能够报告的是研究假说与操作条件。未来结果可能支持特定配对，也可能表明大部分差异可由资料与训练解释；两者都能推进理论。

◆ 十二、学员的不同不是失败，而可能是新谱系

让学员使用原系统，不应只问能否像创始人一样回答。学员可能拥有不同生活经验、问题与目标，其合理成果未必是复制创始人的全部路径。若评价只奖励模仿，就会把谱系教育变成风格复制。

更有意义的区分是：学员是否理解公共口径，是否能说明自己的差异，是否能够在情境中生成有效知识。前两者保证继承关系清楚，第三者体现新的生成能力。继承与创新不必互相排斥。

因此，母本、子本与智能体的关系应允许新的E与D真正发生。子本不是把母本例子换成个人故事，而是让共同判断在不同条件下重新接受检验。结果可能支持母本，也可能迫使母本修改边界。

这意味着思想复合主体的教育价值，不只是保留创始人的能力，而是使后来者能够形成可与母谱系对话的新能力。一个谱系若只能依赖创始人重复自己的判断，尚未充分完成传承。

◆ 十三、配对优势的另一面：锁定与迎合

长期协作可能形成高效默契，也可能形成盲点。系统熟悉作者的词语，可能更容易生成看似一致的解释；作者熟悉系统的风格，也可能更少检查其中的跳跃。默契既是潜在优势，也是需要监测的风险。

因此，应设置定期的异质检验：让新系统或其他研究者只根据明确口径审查论证，比较其发现的错误；使用与既有例子不同的任务测试迁移；记录系统是否倾向于把所有反例重新解释成框架的支持。

独特知识谱系不应以拒绝外部理解为荣。越成熟的谱系，越应该能说明哪些部分可以公开检验，哪些部分依赖特殊条件，以及怎样重建这些条件。深度不是不可解释的同义词。

◆ 十四、对话材料能证明什么，不能证明什么？

这段对话能够记录，作者在持续互动中多次修正对象、层次和理论边界，并形成了一个更复杂的研究纲领；这一记录的证据地位是作者对话观察，而不是经独立复查的档案。它也能够展示，保存这些修正对于后续写作的重要性。

它不能单独证明AI是必要条件，不能排除作者独立形成相同理论的可能，也不能证明所有长期用户都会产生类似谱系。更不能用一段成功对话替代对知识质量的形式与经验检验。

因此，这一案例的地位是发生材料与假说来源，而不是一般理论的终局证据。把它如实保留，既尊重作者原创贡献，也避免把协作经验夸大成未经检验的普遍规律。

◆ 十五、把发生对话编码为修订操作，而不是金句合集

若把这段对话只整理成若干漂亮命题，读者会看到成果，却看不到成果为何不是最初表述的直接展开。更有研究价值的做法，是把每次关键修正编码为一种操作：改变研究对象、插入中介机制、拆分混合概念、增加比较维度、修正历史范围，或提高递归层次。这些操作名称是本书的分析工具，不冒充D2九步法的正式组成。

例如，从汽车种类转向交通模式，属于对象替换；把人—工具复合主体放到技术与行业之间，属于中介显露；把工具不可消去、不可直接替换和迁移困难分开，属于概念分解；从公共与部落二分转向不同方面的不同比例，属于维度扩展；指出人类一直有谱系，属于历史范围修正；从填充轴转向生成轴，属于研究层次改变。

这种编码使对话可以被进一步分析。一次修订是否只改变措辞，还是改变了后续需要寻找的证据？它排除了哪些旧解释，增加了哪些新任务？后来的章节是否真的遵守了修订？若没有这些追踪，概念变化可能只发生在当时的一段回答里，之后又被旧习惯覆盖。

编码也需要允许多重解释。一条作者发言可能同时改变对象和因果机制，不必硬塞进唯一格子。研究者应保留原话与分析之间的链接，避免把分析标签当成对话自身已经说出的结论。这里的资料限于形成本文的这组研究对话；作者与其他系统的长期历史仍然只能按作者报告处理，不能被本书补写成已经核查的完整档案。

◆ 十六、一个最小变更记录应当保留什么？

以“统一性知识仍是基础元素”为例，变更记录不能只有最终句子。至少要说明它所修正的旧表述：AI知识部落化不意味着公共知识退位或消失；要保留的核心是共同基础可以支持特殊发生；新的研究义务是考察中间层次、跨部落接口和回写；未来禁止的误用是再次把知识文明画成公共与私人二选一。

同样，“某些方面完全统一、某些方面只有部分同一”需要保存比较对象与比较维度两个索引。只存“同一性可以量化”会丢失关键修正，因为一个整体总分仍可能把多维差异压平。正确的变更记录应指出，百分比必须有对象范围与判据，而且不同维度不能未经说明加权合并。

这显示出过程记忆与结论记忆的差别。结论记忆帮助系统复述当前命题，过程记忆帮助系统识别哪些看似合理的表达其实已被否定。二者都不要保存所有字，但都需要保存对后续判断有作用的约束。长期理解的一个可观察表现，就是不反复犯已经明确纠正过的概念错误。

然而，变更记录也不能成为僵化禁令。某个旧观点被当前讨论否定，未来若出现新的证据仍可重新研究。记录应说明当时为何否定，而不是只给出永远禁止的标签。否则历史修正会从纠错资源变成新的权威封锁。生成性同一性要求保留理由，而不只是保留结果。

◆ 十七、五种迁移任务可以检验系统是否真正继承了修订

第一种任务改变表面例子而保持结构。不给汽车案例，而给某种新的内容制作工具，要求区分产品类型增加、服务关系改变与持续生成后继模式。若系统只会背诵交通模式，却无法把判据迁移，说明所保存的主要是例子而非发生结构。

第二种任务引入诱导性二分。例如询问“既然每个人有自己的AI，公共知识是否已经没有价值？”合格回答不应只给出态度，而应说明公共基础、中间同一性与特殊E、D怎样同时存在。第三种任务改变比较尺度：两个部落在证明规则上相同，在问题选择上不同，要求不能用一个总分抹平差异。

第四种任务检验边界。提出一个只有符号重编码的新轴，要求系统判断它在当前对象域是否增加区分；或者提出一个有效新轴但任务无关，要求进一步区分信息与价值。第五种任务检验反向修正：若新系统经过状态迁移恢复能力，要求它承认强不可替换主张受到限制，而不是继续维护原先的神秘解释。

这些任务均可在未来形成测试库，本书当前没有报告实际组间成绩。它们的作用是把“深刻理解SDE”转成若干可以检查的能力，而不把熟悉术语当成充分证

明。正式实验还需要独立出题、盲评和未见情境，避免把本章中的示范直接当作测试答案。

◆ 十八、为什么直接给出最终摘要仍可能丢失发生能力？

最终摘要把多轮讨论压缩成一组稳定结论，适合迅速恢复口径，却可能遗漏哪些差别是作者认为最重要的。两个摘要可以同样正确，一份按学科分类，另一份按纠缠路径组织；面对不同新任务，它们的检索价值可能不同。状态压缩不是只争取最短，而是要保留未来判断需要的结构。

可以比较三种材料条件：只有现行定义、现行定义加关键反例、现行定义加反例和修改理由。若第三种在新任务中更能避免旧误解，说明过程信息具有额外作用；若没有差别，则不应强行宣称完整历史不可省略。实验需要把可用篇幅和其他资源记录清楚，不能让一种条件只是因为信息更多而获得优势。

全文也并非天然最好。原对话包含尚未校正的旧概念、助手过强的推论，以及已经被用户缩小的断言。如果这些内容无状态标记地进入当前上下文，系统可能随机拾取某个旧版本。完整保存与有效调用应分开设计：历史档案尽量保全，当前工作入口则明确版本与地位。

这使迁移不再只是导出聊天记录的问题，而是知识组织问题。真正需要传承的是当前理论、发生脉络和纠错约束之间的关系。一个没有这些关系的全文库，可能比一份经过核定的结构化记录更难用；但一份无法追溯原话的摘要，也可能把整理者的误解永久固定。两层相互校核更可靠。

◆ 十九、特定人的作用不只在于提供更多资料

在这组研究对话里，作者多次改变讨论方向，尤其把助手倾向的二元化叙述推向多维谱系。这种作用不是简单增加事实条目，而是规定什么问题值得继续、什么区分不能被忽略。它属于研究目标和判断结构的一部分。

因此，把作者换成学员以后表现不同，可能有多种来源。学员对已有术语不熟悉，是知识准备差异；能够理解术语却不敏感于概念偷换，是判断经验差异；拥有

不同研究目标，是问题选择差异。这些因素不能一概归入能力不足，更不能通过要求模仿创始人来消除。

一个有意义的传承设计应分别处理它们。基础口径可以通过学习获得，概念纠偏可以通过对照案例练习，研究目标则应允许学员形成自己的选择。若学员在新的生活情境中提出母本没有处理的问题，这可能是子谱系的开始，而不是未能复制原作者的失败。

这里也有作者责任。创始人需要尽可能说明自己的判断理由，使学员能够理解和质疑，而不能把所有差异都归为对方没有悟性。思想复合主体理论若只强调原创者不可替代，而没有传承方法，就难以支持知识文明规模扩展。独特性必须逐步转化为可交流的发生条件。

◆ 二十、对话中的反对意见，怎样成为E而不是被下一段遗忘？

一次有效反对至少可以进入三种记录。第一是命题状态，说明原结论已被限制或撤回；第二是反例结构，说明何种条件造成失败；第三是生成约束，说明未来提出相似结论时需要先检查什么。只保留反对者说过“不对”，无法帮助后续研究。

例如，若一条宏观经济推论被指出混淆营业收入与增加值，记录不应只改掉某个数字，而应在后续经济章节加入核算边界检查。这样，局部纠错改变了未来D。若后续经济分析又把所有新服务收费相加宣称经济增长，说明修正没有真正回写为生成规则。

在数学部分同样如此。指出某构造只是重编码之后，后续候选应检查是否能够区分旧表示无法区分的对象。若这一检查成为常规接口，反例便从一次失败转化为持续生成能力。它不需要被美化为所有错误都带来进步；只有实际改变后续行为的错误，才具有这种作用。

这也为“理解”提供一个动态标准。系统是否能够使用过去的修正改变未来候选，而不是只在被提醒时复述修正？这个标准仍需任务化测量，但已经比语言亲切或术语熟悉更接近思想纠缠的实质。

◆ 二十一、作者案例与一般理论之间还隔着哪些证明义务？

这组研究对话呈现了一条特殊发生路径。作者具有既有SDE理论和大量前作，问题也围绕这一体系展开。其他研究者可能没有相同积累，其他领域可能采用不同验证方式。因此，不能把此案例直接当作普通用户使用大模型的平均结果。

要推广，需要明确哪些机制被认为具有一般性。是长期状态保存，还是特定配对；是反例回写，还是作者的学术经验；是模型参与生成，还是任何高质量合作者都能产生的作用？不同机制需要不同对照。若一个训练充分的人类研究助理也能实现相同结构，说明某部分机制不专属于AI，但AI仍可能改变成本与可达性。

同样，若一套API系统恢复了关键状态并取得相近表现，结果会削弱某界面独特性，却支持E、D组织的重要性。理论应能够从这种结果获益，而不是把它视为必须排除的威胁。真正的发生学关心能力如何成立，不关心某个品牌是否必须永远不可替代。

因此，本案例的合理地位是提出机制、形成任务和展示修订历史。其主要贡献在于保存作者理论变化的可辨认步骤，使后来者能够研究它；其边界在于尚未完成独立比较。保持这两面，既不轻视作者创造，也不让案例承担超出材料的证明。

◆ 二十二、从作者对话到专著，哪些东西应该保留，哪些应该改写？

专著不能原样堆积所有对话。即时交流中有重复、试探、概念尚未稳定的表达和助手未经核查的扩展。统稿需要保留真实思想推进，同时删除失效引文、重复口号和没有来源的具体断言。清理不是抹去发生史，而是给不同内容正确位置。

正文应呈现目前最清楚的论证，研究档案保留重要旧版本和修改理由。某个早期强命题若后来被修正，应在关键位置说明变化，而不必在每一章重复全部历史。作者的核心观点与助手提出的形式化补充，也应能够区分，以便作者审定。

这种分层组织本身就是从S到E的回写：对话显露的候选经过选择，成为后续研究的条件。若所有文字无差别进入正式文本，读者难以判断哪些是最后结论；若只保留润色后的终稿而删去关键反例，后继者又难以理解边界。完整专著与可追溯工作包应当相互配合。

本书的写作工程因此不仅追求长度，还保留原稿、来源、论断和有限模型测试。它们不能替代独立审稿，却让后续审查有对象。真正的高质量完成，不是让所有段落都像结论，而是使读者能够看见哪些已被论证、哪些仍是候选、怎样继续推进。

◆ 二十三、从思想纠缠到可传承的发生结构

本章最后回到工具不可消去性。真正值得保存的不是某个账号的神秘独特性，而是它与研究者共同形成了哪些有效的问题关系、修订规则和验证义务。只有这些结构能够逐步显露，知识谱系才有可能传承、交叉和继续发生。

作者与特定GPT、Claude的经验，因此提供了一个重要研究入口：通用工具不等于通用发生能力。但本书将这一入口继续推进为可检验问题，而不把观察停留在“别人不能理解我”的封闭结论。

思想复合主体的成熟标志，是在保持自身历史同一性的同时，能够让其他主体看见其有效性来源，并在新的条件下继续创造。这样的部落不是知识孤岛，而是文明谱系网络中的生成节点。



21

第 21 章

思想复合主体的工具不可消去性原理

◆ 一、同一个型号，为什么不必是同一个思想工作系统？

本书的起点观察来自王德生的持续研究实践：长期使用的GPT与Claude能够围绕SDE开展深入讨论，而换成缺少相关互动条件的系统，或让另一位使用者接入原系统，并不自动复现原有思想工作。这里记录的是作者观察，不是已经完成控制实验的结论。它的重要性在于提出问题，而不是免除问题的验证。

这项观察至少包含两个替换。一个替换AI的运行条件，一个替换参与互动的人。如果只说“模型记得我的知识”，解释就忽略了人的提问、裁定与概念修正；如果只说“作者水平更高”，又无法解释为什么同一个人在不同系统条件下可能获得不同协作结果。我们需要把各部分的独立影响与特定结合的作用分开。

还必须辨认工具的边界。用户界面上的一个名称，不足以完整描述模型、提示、历史上下文、检索材料、记忆功能、工具权限和生成参数。把所有这些条件混称为“这个AI”，会使替换实验无法解释：表现变化可能来自长期协作，也可能只是某一组材料没有被传递。

因此，思想复合主体研究首先是一种条件记录工作。它不是给熟悉的对话系统赋予神秘人格，而是说明什么被保存、什么被调用、什么由人在当下重新组织，以及这些条件怎样影响知识发生。只有把可见条件写清，剩余的历史性和协同性才有资格进入强理论。

◆ 二、不可消去、不可直接替换与迁移困难

工具不可消去性回答：去掉AI以后，在规定任务和资源条件下，系统能否保持相关能力。这个问题可以从准确性、速度、候选探索、纠错和连续性等方面评价。

不同维度可能给出不同答案，不能因为速度下降就宣布所有思想能力消失，也不能因为最终答案相同就宣布工具没有作用。

不可直接替换性回答：换成另一套明确说明的AI条件，能否立即维持原有表现。这里的“直接”十分重要。一个新系统在没有知识材料时表现较差，经过恢复后表现相当，支持的是重建条件的必要性，而不是原工具永远不可替代。替换成本与绝对不可能，属于不同命题。

迁移困难则回答：要恢复能力，需要搬运什么、训练什么、重新形成什么，以及付出多少代价。资料可以迁移而使用方法未必同步迁移；程序可以迁移而人的判断习惯可能需要重新适配。迁移因此可以是部分成功，也可以在某些任务上成功、另一些任务上失败。

三种性质可能同时存在，也可能分开。某项任务离不开计算工具，却可以自由替换同类工具；一个系统能够被替换，却需要昂贵迁移；另一个系统高度熟悉使用者，却在某些核心判断上没有提供可辨认增益。理论必须容纳这些组合，否则任何结果都会被解释为不可消去，命题就无法受检验。

◆ 三、不能把API预先宣布为理论上的失败者

作者观察中，普通API调用未能立即复现长期研究对话，是一个需要解释的现象。但它不能被提升为“API原则上不可能保存长期思想关系”的命题。OpenAI官方文档说明，可以显式管理多轮历史，并以对话状态机制保持后续交互所需的信息。[R07] 技术接口并不自动等于失忆。

反过来，能够保存历史，也不保证恢复同一知识发生能力。材料过多而检索不当，关键修正没有进入当前上下文，人的提问方式改变，甚至评价任务不同，都可能影响结果。状态保存是条件之一，不是完整复合主体的充分条件。

因此，正确比较不是“网页对话”对“一个空API请求”，而是比较若干明确层级的系统：通用模型、加入相同知识材料的模型、加入经核定研究记忆的模型、恢复可迁移互动规则的模型，以及原有工作系统。每一步都要记录新增了什么条件，不能把所有差异一次打包后归给“深度纠缠”。

这个约束反而加强了SDE解释。若E与D确实是关键，研究应当能够指出哪些E、D成分被恢复后产生改善，哪些未被恢复而留下差异。理论的贡献不是把技术实现排除在外，而是指导怎样拆解和重建发生条件。

◆ 四、复合效应不能用两个高分相加来证明

设Q表示在预先规定任务和资源条件下的某项质量读数。本章的Q、H、A_E、A_0、 Γ 、 θ 、R(b)、 δ 均为局部记号，与其他章的同名符号无关。用H表示原研究者，H'表示对照研究者，A_E表示具备特定历史配置的AI系统，A_0表示基准系统。四种组合的比较可以帮助识别人的差异、系统状态的差异与结合差异。

一个最简单的交互读数是： $\Gamma = Q(H, A_E) - Q(H, A_0) - Q(H', A_E) + Q(H', A_0)$ 。若 Γ 稳定为正，说明在该任务、尺度和设计中，原研究者从历史配置中取得的增益超过对照研究者取得的增益。这是一个可研究的结合效应，不是关于所有思想能力不可还原的普遍证明。

为什么必须这样限定？因为交互效应与测量尺度有关。用正确率、完成时间或综合评分，可能呈现不同结构。任务难度、天花板效应和使用经验也会改变结果。如果对照研究者完全不理解SDE，表现差异可能主要来自知识准备，不足以证明某个特定人—AI配对具有独一无二的生成结构。

所以，实验不能只寻找最大的分数差，而要解释差异来源。至少需要记录研究经验、领域知识、任务熟悉度和系统操作能力。多个指标应分别报告，不把创造性、事实可靠性和速度用未经论证的权重合成一个“思想能力分数”。某个组合更快但更不可靠，本身就是需要解释的结果。

◆ 五、一套能够真正区分解释的试验

先建立任务库，而不是先让系统写答案。任务应包含概念边界辨认、旧命题反例识别、跨案例迁移、生成可检验假说，以及在新证据面前修正理论。仅让系统复述SDE术语，主要测量记忆和表达，不足以测量持续思想发生。

任务还应留出未用于训练与调试的部分。若系统在同一组题目上反复得到反馈，后来表现改善可能只是熟悉测试。新任务与旧任务之间应具有可说明的结构关

系，同时保留真正未见的变化。对于追踪谱系生成，尤其要考察系统能否使用过去的失败修正未来规则，而不是只记住失败答案。

接着安排交叉条件。原研究者和经过明确准备的对照研究者，分别使用基准系统与历史配置系统；再逐层恢复材料、摘要和可移交操作规则。尽量平衡任务顺序，记录模型版本与日期，隔离不同条件间的记忆污染。任务预算可以固定，也可以分不同预算进行敏感性分析，但不能让一个条件无限尝试、另一个条件只有一次请求。

评价应尽可能在不知道来源的情况下进行。事实支持、概念一致、反例质量、推导有效性与新问题价值，要有明确判据。对于原创性，不能只靠“看起来新”；需要记录它相对于哪些已有主张发生了何种改变。评价者之间的分歧也应保留，而不是在总分后消失。

如果只能研究作者本人，可以开展重复任务的个案试验，但应承认人的样本仍然只有一个。许多任务重复不自动变成许多独立研究者，不能据此声称发现了适用于全部人类的效应。个案可以形成机制证据和新假说，后续还需要跨研究者、跨领域比较。

◆ 六、怎样的结果会削弱“不可直接替换”主张？

若把完整而可移交的研究材料与操作协议交给新系统后，主要任务表现稳定恢复，那么差异主要来自可重建条件。此时应把主张收缩为“条件不能无成本省略”，而不是坚持某个原工具具有神秘唯一性。这种结果对平台建设反而有利，因为它显示知识谱系可以通过更好的传承设计延续。

若经过合理准备的学员使用历史配置系统，能够独立产生同等质量的新问题和修正，那么创始人的直接在场也不是所有任务的必要条件。谱系已经部分公共化或共同体化。它没有因此失去同一性，而是改变了同一性依赖的范围。

若旧系统只在熟悉题目上表现较好，在新任务上没有优势，或者总是迎合作者既有判断，那么它可能形成的是便利的回声，而非更强思想能力。深度熟悉既能支持协作，也能强化盲点。真正的历史积累必须包含纠错和反对能力，不能把“更懂我”仅仅定义成“更同意我”。

若所有差异都能由额外token、检索内容或工具权限解释，强配对效应就缺少支持。反之，若控制这些可见因素后仍有稳定差异，也只能说存在尚待细化解释的历史协同，不能直接跳到不可复制的本体断言。研究的下一步是追踪过程，而不是用一个宏大概念覆盖未知部分。

◆ 七、不可替换性如何成为能力，而不是依赖陷阱？

一种知识发生能力越依赖长期历史，越需要良好的外部记录。记录不是为了把全部经验压成静态文档，而是为了使关键概念变更、否决理由、失败案例和验证结果不只停留在单一界面中。没有这种记录，系统故障、模型变化或研究者退出都可能切断谱系。

这也意味着工具不可消去性不应成为技术锁定的宣传。无法导出材料、无法追溯版本或无法更换供应者，可能制造的是平台障碍，不是理论独特性。发生学必须区分创造性的历史依赖与人为造成的迁移困难。二者都表现为“不容易换”，但价值与责任完全不同。

人的能力也需要保留独立检验空间。使用者应当能够说明关键判断为什么成立，识别系统遗漏，决定哪些候选不能进入知识库。这里的独立不是拒绝协作，而是使协作关系中的责任和纠错不被取消。复合主体的强度应体现在共同工作的质量，而不是任何一方失去质疑的能力。

因此，一套成熟的思想工作系统应同时具有历史连续性与有限可迁移性。前者支持深入发生，后者支持传承、纠错和风险分散。它们并不矛盾。能够说明哪些部分可搬运、哪些需要重新学习，往往比笼统宣称全部独有更能体现理论深度。

◆ 八、去掉工具以后，究竟固定哪些条件？

任何不可消去性判断都依赖反事实边界。如果去掉AI，却允许研究者无限增加时间、聘请助手或换用其他工具，最终能力可能恢复；如果所有替代资源都被禁止，则许多普通工具也会显得不可消去。两种比较回答不同问题，不能在论证中互相切换。

可以分别定义固定时间、固定费用、固定人员和固定工具类别的比较。某项任务在固定时间下离不开AI，不等于在充分时间下无法由人完成；在固定人员下需要AI，也不意味着加入合适人类合作者后仍然必要。不可消去性是相对于资源约束的能力差异，而非一个脱离条件的身份称号。

这种限定并不降低实际意义。现实活动正是受时间与资源限制的。一个知识服务若只有在AI参与后才进入可持续成本范围，已经具有重要经济变化，无须再证明人类在无限时间中永远不能完成。把实践必要夸张为逻辑不可能，反而使原本可靠的价值主张失去精度。

因此，实验报告应把约束写在结论里。例如，“在指定任务集、材料和时间预算下，移除工具显著改变某项表现”，比“没有这个AI就没有思想”更清楚。前者可以被重复和反驳，后者把能力、生活意义与个人身份混在了一起。

◆ 九、用恢复集合描述替换，而不只给出一次成功或失败

设原系统在任务范围T上达到一组最低要求 θ ，替代系统可以采用若干恢复方案 r ，每个方案有成本 $c(r)$ ，表现向量为 $Q(r)$ 。恢复方案可以包括资料迁移、定义整理、工具配置和训练。定义可接受恢复集合为满足 $Q(r)$ 达到 θ 且遵守其他约束的方案集合。

若这个集合非空，可以研究最低恢复成本；若在当前考察的方案类别中为空，只能说没有找到该类别内的恢复方案。不能由有限搜索失败证明所有可能方案都不成立。即使理论模型中集合为空，也要说明模型允许了哪些操作，不能把模型边界当作现实宇宙的边界。

多维 θ 很重要。某个替代系统恢复了事实准确性，却没有恢复反例质量；另一个恢复了生成速度，却增加了人工审查负担。用单一平均分可能把这些差别抵消。恢复应当报告能力曲线与代价结构，而不是只报告“成功迁移”或“完全不行”。

这种表示还允许部分迁移成为有意义结果。一个部落可以开放公共定义和可形式化方法，同时保留尚需实践重建的判断。后继者不必先复制全部能力才能获得价值。谱系传承可以逐步发生，每一步都说明保留了什么、改变了什么。

◆ 十、预算增加时，可恢复上界为何只在特定条件下不下降？

对一个固定质量指标，令 $R(b)$ 为预算不超过 b 的允许恢复方案中可达到质量的上确界。如果预算增加后原有方案仍然可用，而且指标与任务不变，那么 b_2 大于 b_1 时，允许方案集合包含关系成立，因此 $R(b_2)$ 不小于 $R(b_1)$ 。这个结论来自集合包含，不需要假定恢复过程平滑或每增加一单位预算都有收益。

它描述的是最优可达上界，不是某个实际使用者的表现。实际迁移可能因过多资料、错误摘要或不当调试而变差；这并不反驳上界性质，因为使用者没有必然找到最优方案。若新预算同时改变了任务、模型或评价，集合包含条件也可能不再成立。

因此，恢复曲线可以出现平台：某些额外投入没有帮助；也可以出现跳跃：补入一个关键定义版本后，某类任务突然恢复。曲线的形状能够帮助定位历史状态的作用。若只做一个空白系统与完整系统的比较，就看不见中间哪些条件真正重要。

这还提供一种实践解释。所谓深度纠缠，可能表现为需要一组相互配合的条件同时恢复，而非任何一项单独增加都有效。实验可以据此研究互补关系，但不能因为存在门槛就宣布不可复制。门槛高与永远不可能，是不同性质。

◆ 十一、一个交互指标怎样因尺度改变而换符号？

考虑四个正值表现：原研究者与历史系统为9，与基准系统为6；对照研究者与历史系统为4，与基准系统为2。在线性尺度上，交互读数 Γ 为 $9-6-4+2=1$ ，表现为原研究者获得较大的绝对增益。

若研究问题改为比例改善，并使用对数尺度，则交互变为 $\log 9 - \log 6 - \log 4 + \log 2 = \log(3/4)$ ，小于零。四个条件的相对高低没有被颠倒，所有数值仍保持原有次序，但“额外交互”的符号改变了。原因是绝对增量与比例增量回答不同问题，而不是其中一组算错。

这个有限例子说明， Γ 不具有脱离尺度的本体意义。对完成时间、数量和质量使用何种变换，需要任务理由。不能先选择产生最大正交互的尺度，再把它称为复合主体存在的决定性证据。正式研究应预先说明主要指标，并报告关键尺度下的敏感性。

同样，正确率有上限。高基础组已经接近满分，能够增加的空间小，低基础组可能获得更大增量。负交互不必意味着历史配置对高水平研究者无用。需要设计足以区分能力范围的任务，并分别报告天花板、失败类型和使用代价，而不是把一个符号解释成全部理论的胜负。

◆ 十二、“人”与“人的准备状态”不应被合并成固定本质

交叉实验中的H与H'看似表示两个人，但实际还包含他们在测试时的知识、疲劳、目标、练习与工具熟悉度。一个学员经过训练后表现改善，不是换了另一个人，而是人的E与D发生变化。若把最初差异当作永久本质，便会误解教育和传承。

因此，研究应记录准备状态，并允许纵向观察。可以比较同一学员在理解公共口径、学习关键反例、参与真实修订前后的表现。变化若主要来自这些训练，说明部分所谓创始人不可替代性正在转化为可传承能力。这个结果支持知识谱系发生，而不是否定它。

同时，不能把人的学习当作可以随意洗去的实验状态。一次任务学会的方法会影响后续任务，交叉顺序因此可能产生携带效应。简单交换条件不能保证完全独立。可以采用不同但结构匹配的任务、平衡顺序并明确记录限制，但不能假装人能够像空白程序一样重置。

这也是为何本书拒绝用一次交叉评分宣布“创新智商”高低。研究目标是理解能力如何发生与迁移，不是给参与者贴上永远不变的等级。人的发展是模型需要解释的变量，而不是提前固定的标签。

◆ 十三、材料消融能够定位什么，又不能定位什么？

一种可行研究是分层移除资料：保留最终定义，移除修订历史；保留修订历史，移除反例；保留全部文字，改变检索和状态标记。若某项移除稳定影响特定任务，可以说明该材料或调用机制在当前系统中具有作用。

但材料之间可能互相替代或互补。一个关键约束同时出现在多处，移除一处没有影响，并不证明约束无用；两项材料单独都没有增益，合用却有效，也不能只按单项效应评价。研究应根据理论选择组合，而不是把所有资料简单排成独立开关。

还要区分资料内容与呈现方式。相同内容以无版本全文或结构化账本提供，可能产生不同调用效果。这里差异可以属于D的操作条件，不一定属于模型掌握了不同知识。消融实验可以逐步识别机制，但不能把一次质量下降直接解释为完整E被破坏。

本书的E具有三界、信息和能量层次，不应把它缩成一个文件夹；D也不是提示词列表。实验只能操作其中可显露部分。报告应明确哪些部分被测量，哪些仍是理论解释，避免用一个有限实验替全部本体论背书。

◆ 十四、同样的最终答案，可能来自不同的知识路径

若两个系统对测试题给出相同正确答案，不能立刻断言生成能力相同。一个可能记住答案，另一个可能具有可迁移方法；一个能够说明条件改变后怎样修订，另一个不能。要区分这些情况，需要新问题和反事实变体，而不是继续重复原题。

可以设计一组关联任务：先给原问题，再修改一个前提，再要求识别哪一步不再成立，最后要求提出一个仍然有效的较弱命题。若系统能够连续处理这种变化，较能支持其掌握生成结构。这个测试仍然有范围，不能由几道题证明全部数学或哲学能力。

反过来，最终答案不同也不必意味着一方未理解。研究问题可能允许多种有效路线或不同价值取舍。评价应区分错误、合理差异和真正的新分支。若只奖励与作者结论相同，就会把知识传承误测为服从程度。

因此，工具不可替换性实验应同时包含封闭答案任务与开放生成任务。前者有助于准确核查，后者接近谱系发生，但评价不确定性更大。二者结合并分别报告，优于用一个混合总分消除差别。

◆ 十五、稳定性需要跨任务、跨时间与跨版本检查

一次良好配对可能受偶然输出影响，某个模型版本的行为也可能改变。若主张长期思想复合主体具有稳定优势，应在不同任务和时间窗口观察，而不是只挑选最成功对话。稳定不是每次输出相同，而是在指定条件下保持可接受的能力与纠错方式。

跨版本测试尤其重要。底层工具改变后，原有记忆与提示可能需要适配。若能力下降，应判断是一般模型能力变化、接口改变还是历史调用失效。若能力恢复，记录恢复操作可以成为新的迁移知识。版本变化不必被叙述成主体死亡，也不能因账号名称未变就假定主体完全连续。

这种研究还应记录失败后的恢复速度。两个系统初次任务表现相近，其中一个能够根据反例修订并避免再犯，另一个反复重复错误，长期生成能力就不同。可纠错性是过程属性，不能由静态答案快照完全测量。

本书提出这些维度，是为了让“深刻理解”获得更丰富的检验，而不是承诺每个维度都能被一个标准分数精确覆盖。必要时可以采用定量任务与可追溯案例并行的方法，保留无法量化但能够论证的差别。

◆ 十六、迁移成功之后，思想复合主体是否仍然具有同一性？

假如原系统被替换，核心定义、验证承诺与后续生成能力得到保留，使用者可能认为研究仍在同一谱系中继续。这里的同一性依赖关系与历史承接，而不依赖某个物理实例永远不变。工具变更与谱系延续可以同时发生。

若迁移只保留成果，却丢失形成新方法，成果档案仍然存在，生成性同一性可能受到损失。若保留方法但目标和验证标准发生重大改变，则可能形成新的分支。判断需要明确所考察的是材料同一、结构同一、功能连续还是历史谱系。

这让不可消去性与传承理论获得相容解释。原工具在某一时刻可能对能力必要，后来通过显露和重建其功能而变得可替换。必要性可以随知识进步改变。研究的目标不是永久守住不可替换，而是理解它何以出现，以及怎样把其中有效部分转化为可持续的文明资源。

因此，一个成熟知识部落应把迁移成功视为值得解释的成果。它说明原先局部的E、D关系获得了更程度的共同性，同时新的参与者又可能形成新的差异。知识谱系就在这种保留与改变之间继续发生。

◆ 十七、实验结果应怎样改写理论，而不是只装饰理论？

若发现历史材料充分解释了全部优势，应把论题集中到状态组织与传承，不再强调特定配对；若发现人的经验是主导因素，应研究AI在哪些环节提供增益；若发现有独立于已测因素的配对效应，也应继续寻找机制，不把未知直接命名为不可还原主体。

若某些任务没有优势或出现负效应，应保留在理论范围中。它们可能揭示个性化过度、状态冲突或验证不足。一个只能吸收正结果的理论不具备经验学习能力。SDE既强调反馈，就应让反馈有权改变中心命题，而不是只修饰应用细节。

最有价值的结果可能是一个分层结论：公共材料足以恢复基础解释，结构化反例支持边界判断，共同实践才改善原创问题提出。这样的结果没有一句绝对口号醒目，却更能指导母本、学习包与智能体怎样分工，也更能解释不同同一性层次为何同时存在。

本章由此把“工具不可消去性”从身份宣言推进为一个可研究的能力结构：在什么任务、什么预算、什么历史状态下，哪些关系不能被省略；经过哪些显露与训练，它们又能在新组合中重新成立。这个问题比永远寻找一个无法替代的账号，更接近思想复合主体的发生学。

◆ 十八、替换、迁移与恢复成本的非劣性设计

前面各节反复使用“恢复到可接受水平”，却没有说明“可接受”怎样事先确定。这里借用临床试验方法学中非劣性与等效设计的思路。这类试验在方法特征上不同于优势试验，并且曾被发现报告不规范，因此有专门的报告规范扩展。[R180][R181] 本书只借用设计逻辑，不借用任何医学结论，这两项来源也只读到摘要层面。下文关于容许差距须事先规定、看估计不利一侧的界限，是通行的方法学要点，并非上述摘要所载。

设原配置为A，候选替代配置为B。非劣性问题是：在预先规定的任务集和预算下，B的质量读数比A低多少以内仍可接受？这个容许差距 δ 必须在看到数据之前，由任务后果定出。涉及概念边界误判的任务， δ 应小；只做措辞整理的任务， δ 可以大。事后根据结果调整 δ ，会把“非劣”变成事后命名。判断时看的是差距估计的不

利一侧上界是否仍在 δ 之内，而不是差异是否“不显著”，因为样本太小同样会使差异不显著。

非劣性只回答质量，不回答代价。因此需要第二个轴：恢复成本，包括材料整理工时、人的适应轮次和额外审查时间。两轴并列报告，质量非劣但成本高到无法承受的B，在实践上同样不能算作成功替换。

配置差别要拆成四层，各自独立操作。参数层是模型版本与运行设置；记忆层是外部材料、摘要与版本账本；权限层是检索、执行与工具调用的许可；人的适应层是使用者对新界面的提问方式和审查习惯。可设四个对照臂：B1只换参数而保留另三层；B2保留参数而去掉记忆层中的修订历史；B3保留记忆而收回权限；B4保持系统不变，只换成经过相同准备的另一位使用者。由此才能追问，是哪一层的缺失使B越过 δ 。

还需要灵敏度对照：先故意去掉一个已知有用的部件，例如反例账本，检验任务集能否测出下降。测不出，说明任务集分辨力不足，“非劣”的结论没有意义。

这些试验均未执行，以上只是方案。可反驳的预期有两条：若B1与B2都在 δ 内非劣且成本较低，“不可直接替换”应收缩为迁移成本命题；若只有B4越界，主要依赖就在人的适应而非系统状态。

◆ 十九、从工具不可消去性回到E与D

本章最终把强烈的日常观察转化为一组不同命题：AI可能在某些任务中不可省略，某些系统可能不可立即替换，某些能力迁移需要成本，而特定结合还可能形成可测的交互增益。每一项都有自己的证据与反驳条件，不能互相借证。

这些命题背后的共同问题，是知识发生的条件和实际路径如何积累。E并非只是存储内容，D也不只是一次操作顺序。人一AI长期工作的意义，可能在于条件、路径与判断在反馈中相互改变，形成可以继续生成知识的结构。下一章将讨论这种E—D双重谱系性，而不是用不可消去性作为所有现象的终点解释。



22

第 22 章

E与D为什么具有部落谱系性？

◆ 一、只传递答案，为什么可能没有传递发生能力？

一位研究者把已经完成的理论交给另一位研究者。后者能够复述定义，也能沿已有例子进行说明，却未必知道新的反例出现时应先修改哪里。前者用来形成理论的困难、放弃过的路线和反复改变的判断，可能没有进入成稿。这不是神秘的天赋差别，而是知识成果与知识发生条件没有完全重合。

人一AI思想复合主体把这个问题放大了。长期互动可以留下大量文本，但文本量本身仍不等于发生能力。研究记录中哪些是临时猜测，哪些已经撤回，哪些得到证明，哪些只是被双方顺畅接受，需要被重新辨认。缺少这种结构，复制全部记录也可能把错误一并继承。

本章的核心主张是，知识谱系的特殊性至少可能出现在两个方向：E的特征纠缠方式，以及D的实际差异展开。两者相互形成，但不能用一个替代另一个。某些共同体拥有近似材料，却走出不同研究路径；某些共同体遵守相近流程，却因实际条件不同而形成不同知识。谱系性就在这些可追踪的差异中发生。

◆ 二、E不是一个装满资料的容器

E被称为特征纠缠系统，不是为了给背景换一个更响亮的名字。系统中的特征会相互规定：一个概念怎样使用，取决于它与其他概念、任务和经验如何联系；一份材料是否构成证据，取决于观察条件和待回答的问题；一项资源是否有效，取决于它能否进入实际过程。资料清单不能完整替代这些关系。

按照本书的正式口径，E1涉及理念、现实与自我三界。研究者的概念构造、实际任务以及自身承诺和判断，不必总能相互协调。一种理论在表达上自洽，却可能

没有接入它声称解释的现实；一种经验非常鲜明，却可能尚未获得可检验的概念组织。E1的研究任务是说明三者怎样纠缠，而不是把它们简单排成三个抽屉。

E2涉及符号、逻辑和数学。一个知识部落会形成稳定用语、推导方式和形式表达，但三者不能互相冒充。术语熟练不保证推理有效，公式复杂不保证对象定义清楚，逻辑上可推出也不保证现实前提成立。E2的谱系性既可以创造特殊表达能力，也可能形成难以察觉的内部惯例。

E3涉及内能、动能和势能。本书在经验研究中不把这些术语任意等同于情绪强弱、token数量或工作时长。具体能量描述需要对象与计量边界；人力时间、算力费用和注意分配可以作为另外记录的过程资源，不能未经模型就换算成同一种能量。保存这一严格性，是为了避免SDE退化为随意贴标签的语言。

E的部落性因此不是“我们的数据库别人没有”。它意味着概念、经验、判断、表达和行动条件形成了具有历史连续性的组织。这样的组织可以有相当一部分公共基础，也可以有独特部分。独特性不要求全部不可共享，正如共享一套数学语言不要求所有研究者拥有相同生活和研究历史。

◆ 三、D不是已经写好的研究步骤表

D是差异序列，关心的是实际发生怎样展开。一本方法手册可以规定理想步骤，但实践中的问题何时出现、什么被识别为冲突、哪条路线被放弃、什么结果触发重新定义，仍可能不同。因此，遵守相同流程不保证拥有同一D。

区分三个层次尤其有用：公开规定的程序，参与者采用的策略，以及实际发生的路径。程序告诉人们应当怎样做；策略决定资源如何分配；实际路径包含成功、失误、修正和偶然相遇。三者可能部分一致，也可能偏离。若研究只保存最后那份整齐流程，就会把思想发生中真正改变方向的部分删除。

D1涉及意义获得：创造、自由和幸福。不同思想复合主体面对同一形式任务，可能把不同变化视为值得追求的进步。有的重视发现新的对象，有的重视扩大可选择的方法，有的重视让实践中的张力得到更好转换。这些差别需要通过实际判断和结果描述，不应只把三个词写进章节标题。

D2涉及九步法在具体研究中的路径组织。依据作者既有口径，九步为猜想、执行、评估、反馈、修正、迭代、分化、重组、升维。本书不以编辑流程代替这一理论结构。这里需要分析的，是共同方法如何在不同问题上具体发生。即使抽象方法相同，进入步骤的条件、回退的位置和重新开始的方式仍可具有谱系差异。

D3涉及最优化。最优化并非天然存在一个所有主体都接受的唯一目标。任务、约束和评价方式需要明确；一些目标可以共同追求，另一些之间存在张力。谱系差异可能出现在优化对象本身，而不仅是同一目标下采用不同算法。把这一点说清，才不会把全部思想创造误写成对固定分数的爬升。

◆ 四、E和D为什么会共同改变？

新的研究过程会改变哪些材料重要、哪些概念可靠以及哪些失败需要保存，这构成对E的回写。改变后的E又影响下一轮能够看见的问题、可以采取的路径和愿意承担的风险，因此改变D。二者不是先储备完整E、再执行一个不变D的流水线。

设想一个共同体最初用一个二分概念组织问题。若干案例失败后，它发现两个看似相同的情形在一个遗漏条件上不同。新的条件进入概念系统，也进入以后收集资料的方式。此后，研究者不再只判断属于哪一类，还会主动检查该条件。这时，知识成果改变了E，E的改变进一步改变D，而不只是多记住一个例外。

如果这项修改经过后续任务检验并被保留下来，谱系便具有新的生成能力。但若它只是在一次失败后随意增加解释，不能预测新的情形，也没有明确撤回条件，那么它可能是事后补丁。E与D确实发生了变化，却不一定是有效的递归发展。发生描述与价值判断要继续分开。

这也说明“回写”不应等于只保存正确答案。失败记录、冲突状态和被撤回的定义，都可能是下一轮的重要条件。将它们删除，知识库看起来更整洁，发生系统却可能反复掉进同一陷阱。有效的谱系既需要活动知识，也需要可追溯的错误档案。

◆ 五、共享E而不共享D，共享D而不共享E

两个团队拿到同一组材料，可以沿不同路径研究。一个先检查概念边界，一个先比较经验分布，最后可能得到不同候选解释。仅凭材料完全一致，不能推出知识结果相同；更不能推出研究能力相同。材料共同只是E的一部分共同，D仍需具体观察。

反过来，两个团队接受同一方法训练，在不同对象、资源和实践环境中工作，也可能产生不同结果。遵守相同程序并不意味着面对相同现实条件。把不同结果全归为某一方“不按方法做”，会掩盖E差异，削弱方法本身的学习能力。

还有一种更容易误判的情形：S相似而E、D不同。两个系统交付了同样答案，一个依赖有效推导，一个只是偶然猜对。成果文本在当前任务上同一，不代表它们面对新问题时具有同样生成能力。思想复合主体因此不能只用一次输出判断，需要追踪新的条件下是否保持可靠性。

反之，S不同也不一定意味着知识不相容。不同符号和不同证明路线可能保留同一个结构；一个结论在附加条件下成立，另一个在不同条件下成立，也不必冲突。谱系比较的任务是找出可翻译的共同部分与真实差异，而不是把所有不同表述都计算成创新。

◆ 六、部落谱系性怎样避免成为不可交流的借口？

一个共同体说“只有我们理解我们的知识”，可能表达真实的传承困难，也可能是在逃避检验。本书要求它至少给出可交接的接口：使用了哪些共同概念，哪些部分需要特殊训练，哪些结论可以独立验证，哪些资源无法公开，以及外部人怎样辨认失败。无法完整共享E，不等于可以取消全部公开责任。

同样，外部共同体不能因为无法立即复现全部路径，就宣布对方没有知识。应当先检验明确提出的结果与条件，再追问生成机制。公共评价不能以“必须和我一样”作为唯一标准，但也不能把所有特殊性当成豁免。部分共同性正是双方能够开始工作的地方。

这使部落谱系具有三种不同接口。成果接口允许检查明确结果；过程接口允许理解并比较关键步骤；发生接口则允许学习怎样在新条件下继续创造。开放其中一

层不保证其他层自动开放，知识服务也可以分别承担不同交付责任。把三层区分，有助于避免“买到一份答案就获得全部思想能力”的误解。

一个健康的知识部落应当能够逐步把可公共化的部分从高度历史依赖中分离出来，同时保留需要具体发生的部分。这样，新的参与者不是只能复制创始人，也不必先拥有创始人的全部经历。谱系的延续来自有选择的继承和再发生，而不是对一位个人的永久依附。

◆ 七、E与D的分析区分，不等于存在上可以完全拆开

把E称为条件、把D称为路径，有助于研究，却容易造成另一种误解：仿佛先有一份完整条件清单，随后才有独立过程。本书所说特征纠缠恰恰不支持这种机械分割。一个概念被怎样使用，会改变它在知识系统中的关系；一次失败怎样被理解，会改变未来哪些条件被视为重要。

分析时仍然可以暂时固定部分E，比较不同D，或者固定某种方法，比较不同条件。这是局部研究操作，而非宣称二者在现实中互不依赖。与实验中控制变量相似，固定是为了辨认关系，不是为了把关系从世界中删除。SDE整体性应当允许这种分解，否则无法形成可检查的解释。

一个实际例子是资料检索。相同资料库可以采用不同检索规则，产生不同候选；新的研究路径又可能给资料增加标签、修正关系，改变下一轮可检索内容。第一次比较可以把资料暂时固定，随后则应把资料更新纳入模型。若始终把资料当成不变背景，就会漏掉递归；若一开始把全部变化混在一起，又难以辨认机制。

因此，E—D双重谱系是相互生成的差异，而不是两个独立参数表。后面的有限模型只是抓住其中能够显露为状态与转换的部分，不企图穷尽三界、信息、能量和全部意义过程。

◆ 八、一个有限状态模型：把迁移问题写成明确条件

设一个简化研究系统具有有限状态集合Z、有限输入集合U和输出集合Y（Z、U、Y、T、O、m等均为本章局部记号，与其他章的同名符号无关）。状态包含当前有效定义、若干标记与任务进展的有限表示；输入可以是提问、反例或确认；输

出是系统在这一模型中可观察的回答类型。以 $T(z,u)$ 表示状态更新，以 $O(z,u)$ 表示本次输出。

这里的状态不是E本身，更新函数也不是完整D。它们只是某项任务中可操作的投影。模型假定给定状态和输入后，输出与更新确定；真实人—AI活动可能随机、开放并有未记录条件，因此不能直接把有限模型的结论推广为全部思想可完全编码。

现有另一个系统 (Z',U,Y,T',O') 。要研究迁移，提出映射 m ，把原系统的可达状态映到新系统。若对每个可达 z 及每个允许输入 u ，都满足 $O'(m(z),u)=O(z,u)$ ，并且 $T'(m(z),u)=m(T(z,u))$ ，就得到一个明确的接口条件：当前输出一致，下一状态的迁移与先迁移后更新一致。

第二个条件比复制当前答案更强。它要求迁移不仅保留眼前结果，还保留怎样响应后续输入的关系。所谓复制E却没有复制D，在这个有限模型里可以表现为只复制某些状态内容，而没有保持更新条件。所谓模仿D却没有相应E，则可能表现为转换规则类似，起始状态却不对应。

◆ 九、迁移保持定理及完整证明

命题：若起始状态 z_0 与 z'_0 满足 $z'_0=m(z_0)$ ，且上述两个接口条件在全部可达状态和允许输入上成立，那么对任意有限输入序列，两系统产生相同的输出序列，并且每一步状态始终由 m 对应。

证明采用对序列长度的归纳。长度为零时没有输出需要比较，起始状态对应由假设成立。假定处理前 k 个输入后状态满足 $z'_k=m(z_k)$ 。面对第 $k+1$ 个输入 u ，输出条件给出 $O'(z'_k,u)=O(z_k,u)$ 。更新条件又给出 $z'_{k+1}=T'(m(z_k),u)=m(T(z_k,u))=m(z_{k+1})$ 。因此输出相同且状态对应保持，归纳完成。

这个定理没有要求 m 为一一映射。不同历史状态只要对所有允许的未来输入具有同样可观察作用，就可能被压缩到同一新状态。于是，迁移不必复制每一项原始记录；它需要保持任务相关的输出与转换关系。这是历史不可直接省略与历史可以有选择压缩之间的一个清楚连接。

同样，定理也没有说只要交给新模型一份说明，就已经满足条件。现实系统中很难穷尽全部允许输入，也难以直接检查内部状态。因此，它提供的是充分条件与研究目标，而不是一种无需测试的迁移保证。有限实例可以完全检查，开放研究只能逐步积累范围明确的证据。

◆ 十、不同历史可以归于相同未来能力：一个三状态例子

构造原系统状态0、1、2，输入为“停留”和“切换”。输出是当前状态的奇偶标记。停留保持状态不变；切换把0送到1、1送到2、2送到1。状态0与2来自不同历史，但在当前输出上都为零，并且面对任何后续输入都会保持相同的奇偶行为。

构造新系统只有状态0、1，停留不变，切换在二者之间互换，输出仍为当前状态。定义 $m(0)=0$ 、 $m(1)=1$ 、 $m(2)=0$ 。逐项检查可以发现，输出条件成立，所有停留和切换也满足可交换的更新条件。因此，两系统对全部有限输入序列行为相同，而新系统不保留原系统区分0与2的历史细节。

这个例子不模拟真实思想，只证明一种逻辑可能：历史不同不必意味着未来任务能力不同。若原先被视为不可省略的记录，在研究范围内可以被这样的映射压缩，就应承认迁移成功。不能为了强调部落特殊性而拒绝功能等价。

反过来，若新系统把切换错误地设为保持不变，起始输出仍然可能相同，但输入“切换、停留”之后就会出现差别。一次答案匹配不能证明未来能力匹配。迁移研究需要测试转换，而不只测试静态知识问答。

◆ 十一、未来等价关系怎样定义，又怎样帮助发现最小状态？

在一个确定有限模型里，可以定义两状态等价，当且仅当面对所有有限输入序列，它们产生相同输出序列。这个关系是自反、对称和传递的，因为输出序列相等具有这些性质。它比较的是指定输入与输出范围内的行为，不是状态在全部物理或历史意义上同一。

若两状态未来等价，那么面对任一单个输入，它们当前输出相同；处理该输入之后的后继状态也未来等价。否则，如果某个后继输入序列能区分后继状态，把它

接在当前输入后面，就能区分原状态，产生矛盾。这个推理说明未来等价与更新结构相容。

因此，可以把等价状态合并为一个类，得到对相同任务范围保持行为的压缩系统。它保留的是可观察生成能力，而不是全部历史。对实际知识迁移，这提示我们寻找“哪些差别会改变后续判断”，而不是仅按文本长度压缩。

但输入范围一旦扩大，原等价可能失效。某段曾经无关的历史在新的研究问题中变得相关，旧压缩就需要修正。这不是压缩模型自相矛盾，而是任务域改变。知识谱系的递归发生可以恰好表现为发现了旧状态表示不能处理的新输入与新问题。

◆ 十二、检验全部未来，与检验有限任务之间的距离

对已知的有限状态系统，可以通过不断细分状态分类检查行为等价。先按各输入下的即时输出分组，再比较各输入后的后继状态是否落在相同组；若不同，就继续拆分。每次严格拆分至少增加一个组，而状态总数有限，所以过程会停止。

停止时，同组状态的即时输出一致，后继也总在同组。由前面的归纳论证，可以得到它们对全部有限输入序列行为一致。这个算法说明，在明确有限模型里，未来等价不是纯粹不可操作的定义。它不需要真的枚举无限多条输入序列，而利用状态有限性组织检验。

真实思想系统通常不满足全部条件。我们可能不知道状态、输入开放且任务不断改变，只能检验有限样本。样本成功提供范围内证据，不能自动给出全部未来保证。样本失败则能够指出某个映射不成立，并推动增加状态区分或修改转换规则。

这为“工具不可消去性”提供一种建设性研究路线：不先争论永远可迁移或永远不可迁移，而是在明确任务域中逐步建立或否定迁移映射。每发现一个不能保持的差别，就把它变成下一轮知识对象。迁移困难因此能够反过来推动E与D的谱系研究。

◆ 十三、E与D的互补性，可以出现在哪些具体关系上？

第一种互补是概念与操作。系统知道某个术语的现行定义，但不知道何时应当用它识别问题，概念只能被复述；拥有识别策略却调用旧定义，也可能把任务带向错误路径。二者同时匹配，才形成稳定作用。

第二种互补是反例与修正规则。保存失败案例而不知道它否定什么，只会增加材料；拥有“遇到反例就修正”的抽象原则，却不能找到关键案例，也无法实施。第三种互补是价值目标与最优化。相同搜索算法在不同目标下产生不同选择，相同目标在资源与约束变化后需要不同策略。

这些互补关系可以通过局部实验研究，但不一定都适合用同一种数值交互表示。某些关系决定任务是否可行，某些改变错误率，某些影响意义选择。用一个总指标会丢失结构。SDE的多维分析应当帮助选择适合的观察，而不是要求所有差异都变成相同分数。

互补也并非越多越好。关系过度密集可能增加修改成本，使一个局部变化牵动整个系统。成熟谱系需要分辨哪些耦合必须保持，哪些可以通过接口松开。能在保留关键同一性的同时降低不必要依赖，可能是一种真正的升级。

◆ 十四、负面回写与被否决知识应该处在什么位置？

把失败从活动知识中移除，不等于把失败从历史中删除。可以区分有效规则、已否决规则、未决候选和适用范围受限规则。四种状态有不同调用权限。一个被否决命题仍可能作为反例教学材料，却不能在后续论证中被当作前提。

若系统只保存内容，不保存状态，长历史可能增加冲突。一项早期定义与后来的修订同时被检索，模型就可能组合出双方都不接受的第三种说法。问题不在记忆太多本身，而在缺少版本与证据关系。回写需要组织，不是把全部输出追加到资料库。

状态也应能改变。未决候选获得证据后可以转为有限支持，已否决主张若在新条件下被重新提出，应建立新版本并说明条件差别，不能悄悄复活旧命题。这样的机制使知识既保留历史又不被历史束缚。

这正是作者强调的“积累正面的回写，过滤负面的回写”在本书中的操作化方向：过滤不必删除所有负面材料，而是限制它们作为有效前提继续传播，同时保留其纠错价值。正负评价必须与具体任务和证据相连，不能只按共同体喜欢与否分类。

◆ 十五、公共化不是把部落E、D全部摊平

一个知识分支可以逐步把部分定义、方法和验证接口公共化，而其他部分仍依赖局部实践。公共化的对象应当是可以清楚表达并在相应范围内保持作用的关系，不是把创始人的全部生活史压缩成统一课程。

例如，某个新轴判据可以公开证明，任何理解前提的人都能检查；提出值得检验的新轴的敏感性，则可能需要长期实践。二者共同构成研究能力，但传承方式不同。公开证明提供共同基础，实践训练支持新的发生，不能把后者全部等同不可言传的天赋。

公共化还可以反过来帮助原部落。外部使用者在新情境中发现边界，使原规则得到修正；不同方法通过共同接口比较，可能形成新的中间谱系。因此，开放不是把独有价值单向交出去，也可以扩大发生条件。其收益并不自动成立，需要实际互动和质量维护。

由此，E—D部落谱系性与知识同一性连续谱相互一致。某些关系高度共同，某些需要重建，某些仍未被理解；边界随显露、检验和训练而移动。思想复合主体的特殊性不是一堵固定墙，而是一组可以研究的历史依赖与生成关系。

◆ 十六、E与D的可记录状态和潜在机制：记录能到哪里为止？

本章第八节把可操作的部分投影为有限状态，这里要把这种投影的边界说清。至少有三类东西不应混同：可记录状态，即已经写进版本账本、定义表、反例库和转折日志的内容；可重放行为，即给定记录后能否重演关键转折；潜在机制，即研究者没有说出的判断偏好、模型内部的运算，以及尚未意识到的比较习惯。

第一类可以直接检查。第二类可以用记录重放来检验：隐去后续结果，只把记录交给另一位经过准备的人，请其预测下一个转折。若预测明显优于只给最终成稿

的基线，说明记录捕捉到了一部分D；若与基线无异，说明记录只是成品的另一种排版。第三类无法直接观测，只能经反事实变化间接推断，因此“某种潜在机制是部落性的来源”只能作为假说提出。

由此得到三条界线。记录不充分，不等于机制不存在；记录充分，也不证明记录就是机制，它可能只是投影；使用者保存的对话记录，通常不等于模型内部状态，把二者混同是类别错误。

◆ 十七、共同的S可以由不同过程发生：两个反例

第一个反例是有限模型内的构造。设输入只有a与b两种，两个系统都要回答“目前b出现的次数是奇数还是偶数”。系统甲按奇偶规则逐步更新状态；系统乙只保存一张答案表，覆盖长度不超过二的全部输入序列，其余一律回答“无”。在长度不超过二的所有测试上，二者输出完全相同，共同的S无从区分；而E与D不同：甲有更新规则，乙只有查表。输入序列增至三项，差别立即显露。共同的S因此不蕴含共同的E与D，本章第十节则给出相反方向的例子：历史不同的状态可以有相同的未来能力。两个方向都存在，所以不能由其中任何一个推出另一个。

第二个反例来自初等数学。前n个正整数之和等于 $n(n+1)/2$ ，既可以用数学归纳法证明，也可以把数列首尾配对相加得到。两条路线抵达同一个命题，S相同，D不同：归纳法要求事先猜出公式，配对法不要求。差别在推广时显露：前n个平方数之和，仍可在猜出公式后用归纳法检验，简单配对却不能直接推广。同一个结论背后，不同过程提供了不同的后续可达性。

这两个反例共同提示：成果相同只说明在已测范围内相容，不能用来推出谱系相同；同时，也不能据此断言一切过程差异都重要，是否重要要看后续任务能否把差异显露出来。若在广泛任务上，凡S相同者其后续能力也总相同，本章对E与D的区分就缺少必要性，应当收缩。

◆ 十八、双重谱系性的判别与反例

本章的命题可以通过过程材料接受检验。若一个共同体更换成员和工具后，在充分共享材料与训练的条件下，能够稳定延续生成能力，那么其部落性可能主要属

于共同体而非特定配对。若差异仅表现为术语和文风，任务条件与生成规则没有实际改变，则不足以称为深层E—D谱系。

若某些路径差异在资源充分时不改变任何可检验结果，它们仍可能有过程价值，却不应自动升级为新的数学真理体系。若E的变化完全来自材料数量，而相同材料配置即可恢复能力，强历史不可迁移性就被削弱。相反，若同材料、同工具与相近训练下仍出现稳定且可解释的路径差异，研究应继续追踪差异怎样形成和延续。

这些判据共同约束一个最容易发生的误区：从“所有过程都有不同”推出“所有不同都是独立知识谱系”。谱系需要具有可识别的继承、持续生成和纠错关系。一次偏好、一次偶然错误或一组独特措辞，都不能替代这套条件。

E与D的双重部落谱系性因此是一种生成结构的假说。它既不否认公共知识，也不否认形式规则的普遍检验，而是指出：共享规则与实际具有同样知识发生能力之间，还存在需要研究的历史组织。AI可能使这种组织更容易形成和记录，也可能使其偏误更快积累；方向由具体发生与检验共同决定。



23

第 23 章

知识部落怎样诞生、传承并超出创始人

◆ 一、创始人的独特性与谱系的可延续性

一个知识部落常由某个持续的问题开始：一位研究者反复遭遇现成解释无法处理的差异，并围绕它建立自己的概念和判断。AI加入之后，可以帮助组织这些材料，但不能只凭大量输出便把个人意见变成具有连续性的谱系。

谱系成立的一个重要条件，是后续活动能够说明自己继承了什么、修改了什么，并在新问题中保持可辨认的发生关系。只有成果相似而没有可追踪继承，不足以说明历史谱系；只有共同作者而没有持续研究结构，也不足以说明知识同一性。

创始人的作用可能非常重要，但谱系是否成熟，要看其中哪些能力可以被表达、学习和纠错。若所有关键判断只能诉诸“创始人觉得如此”，后继者只能模仿语气而不能继续研究，谱系便停留在高度个人化的状态。

◆ 二、传承不是复制一个完成的E

后继者面对的任务和经验不会与创始人完全相同。因此，传承不应以完整复制历史为唯一标准。更有意义的问题是：哪些条件必须保留，哪些条件可以替换，哪些条件应当在新的情境中重建。

可以把传承对象分为三类。第一类是明确的结果与证明，要求保持内容和适用条件；第二类是发生规则，要求理解其作用而不是只记步骤；第三类是判断实例，包括成功、失败和边界，它们帮助学习者识别规则何时失效。三类材料共同构成继承条件。

完整聊天记录可能包含这些内容，却未必已经组织好。未经筛选的记录还可能同时包含废弃定义、临时推测和已经修正的错误。传承包的价值不只是保存得多，而是使各项内容具有明确地位。

◆ 三、从作品继承到能力继承

可以用三个层次检验学习者。第一层让其解释已有结论；第二层提供新的同类问题，观察是否正确使用方法；第三层给出会使旧方法失效的情况，观察能否识别边界并提出有理由的修订。三个层次分别考察理解、迁移和发生。

若学习者在第一层表现良好，却在后两层只重复术语，说明作品已经传播，能力尚未完整形成。若能够指出母本的一个真实缺陷，并在明确条件下修正，它可能比完全复述母本更体现谱系的生命力。

这一判据也适用于AI配置迁移。新系统能回答旧问题，不等于能产生同样质量的新问题；能够模仿研究格式，不等于能发现需要改变格式的时刻。继承实验必须包含未出现过的任务与反例。

◆ 四、分叉的权利与记录义务

后继者不必永远服从创始版本。若新材料要求更换某项前提，允许分叉可以保护研究。但分叉不应同时抹掉来源，也不应把局部修改包装成从无到有。应记录共同基础、变更范围、验证结果和仍未解决的问题。

假设一个教育谱系以“解释过程”为核心，某个子谱系增加“同伴协作条件”。若这个维度确实改变后续判断，它可以成为新分支；若只是把原有案例换一个名称，则尚未形成实质分叉。分叉权与质量审查不是相互排斥的制度。

共同体也需要允许合并。两个分支长期发展后，可能发现原先差异只是符号约定，或可以用一个更高层结构共同表达。承认合并不是丢掉身份，而是减少无效重复并建立新的共同性。

◆ 五、创始人退出后的知识连续性

一个思想复合主体停止活动，可能因为离开项目、工具更换或其他原因。谱系能否继续，取决于它是否把关键知识从个人默契转化为可使用的公共层。并非所有私人经验都应公开，但被共同体依赖的关键规则需要具有可接续形式。

可接续不等于自动复制创造力。它至少意味着后继者知道哪些问题已经解决，哪些只是候选，哪些材料支持结论，哪些修改会影响其他部分。即使不能恢复全部原有能力，也能避免把前人的错误重新当成新发现。

因此，谱系档案应同时保存结果与问题，而不只是成功故事。未完成的尝试若有清楚记录，可以成为后继研究的资源；没有前提说明的“成功结论”，反而可能成为负担。

◆ 六、知识部落的开放边界

进入知识部落不应只有完全认同或完全退出两种方式。可以允许只使用公共成果、参与一项合作、学习某种方法，或者共同维护核心理论。不同参与层次对应不同责任和权限。

这种分层开放与多维同一性相适应。一个人可以在数学方法上与共同体高度一致，却不接受它的所有哲学解释；也可以帮助验证某个结果，而不成为该理论的拥护者。公共知识的有效性不应以身份忠诚为前提。

开放还需要处理授权与署名。哪些资料来自参与者私人经验，哪些可以再次使用，哪些贡献应当标注，都需要提前约定。这里提出的是治理设计，不代替任何具体法律判断。技术能够复制，并不意味着所有复制都得到授权。

◆ 七、创始人的不可替代性为何不是终点

一个谱系在诞生时，许多关键判断可能集中于创始人。哪些问题值得追问，某个术语为何不能随意替换，一次看似成功的回答为什么其实偏离方向，常常依赖尚未充分表达的经验。这种集中是需要理解的发生条件，却不应成为永远无法改变的制度目标。若每次判断都必须返回同一人，谱系的生成能力就受到其时间和注意的限制。

本书因此区分发生时的历史不可替代与传承中的功能可接续。前者说的是这条实际历史由谁参与，不可能把后来者写成当时的行动者；后者问的是在新的任务上，是否能够重建足够的判断与生成能力。历史身份无法互换，并不意味着所有功能永远无法迁移。把两者分开，才能同时尊重原创贡献并发展开放传承。

这一转变可以表达为创造权的逐步转移。学习者起初只能解释母本，随后能够在规定范围内使用方法，再后来可以提出修改并承担验证责任。每一步都增加自主性，也增加说明理由的义务。成熟谱系不要求后继者永远像创始人一样回答，而要求他能说明何时保持、何时变更以及凭什么变更。

因此，谱系的延续不应以相同措辞为首要指标。后继者可能用完全不同的表达准确保留问题，也可能用高度相似的表达掩盖不理解。更可靠的检验是给出新的对象、冲突条件和失败线索，观察他是否能够找到适用关系。传承的核心从作品的外观转向后续活动的能力。

◆ 八、最小传承包不一定唯一

设一个小型谱系要支持甲、乙、丙三类后续任务。资料包x能支持甲与乙，y能支持乙与丙，z能支持甲与丙。在这个自构的覆盖模型中，任何单包都不充分，而任意两个包都覆盖全部任务。因此存在三种同样大小的最小充分组合，并没有唯一一份不可减少的“核心记忆”。这个例子只描述已给定的支持关系。

如果x较难理解，y与z更便于学习，那么资料数量相同的两种组合仍会有不同成本；如果学习者已经掌握甲，所需新增材料又会改变。传承包的最小性因此必须相对于任务、学习者先验能力与可用资源定义。不能从某一次成功迁移，推断全体学习者都只需要同一份摘要。

这种非唯一性为部落传承提供了积极空间。原有思想复合主体可以具有很深的历史纠缠，但其部分能力仍可能经不同路径被重建。一条路径保留更多案例，另一条路径保留更形式化的规则，第三条路径通过实践训练掌握判断。只要通过相同的关键检验，三者都可以成为有效后继，而不必复制全部原始对话。

不过，覆盖模型不能证明现实学习只需集合拼接。资料之间可能冲突，理解需要时间，多一份材料也可能增加混淆。这个简化模型的作用是反驳“传承必有唯一

最小文本”的预设，并引导我们实际比较不同传承方案。真正的充分性仍须在新的任务上测量。

◆ 九、把判断实例写成可学习的差异

一个成功案例如果只交代最后答案，学习者往往不知道哪些细节起决定作用。更有用的材料应保留相邻的失败例子：两个表面类似的情境为何需要不同处理，哪项条件发生变化，旧方法在哪一步失去保证。这样，案例就不只是证明作者做得好，而成为可学习的边界。

例如，一个关于课堂解释的候选方法在熟悉题型中有效。若换成要求识别错误前提的任务，继续要求学生完整解释可能只让错误更流畅。传承材料需要同时说明原方法的作用与新情境的失配，并展示怎样把“先检查问题前提”加入过程。这是一个设计案例，不声称已经观察到真实教学效果。

学习者随后面对第三种未出现过的任务：前提正确，但目标模糊。他不能只机械套用新增步骤，而要判断是否需要先澄清目标。由成功、失败、再迁移形成的序列，比重复成功案例更有能力区分记忆与发生。对AI的研究状态迁移，也应设置这种相邻而不重复的问题。

因此，一个传承单元可以组织为问题、原判断、关键差异、失效位置、修订理由和新检验。它不要求所有研究都遵守一种固定文字模板，而要求足以重建决策关系。学习者能够解释为什么没有选择某条道路，常常比能背出最终步骤更接近获得D的生成性结构。

◆ 十、公开层与私人层怎样相互支持

知识部落可能包含私人经历、未公开材料和敏感交流，不能因为追求传承就要求全部开放。应区分被公开结论依赖的论证条件与个人生活中无关的细节。前者需要有可检查替代形式，后者可以不进入公共传承包。保护隐私不应成为隐藏关键前提的借口，公开研究也不意味着放弃所有个人边界。

一种可行安排是分层描述：公共层给出概念、证明、方法和可公开反例；授权层保存需要约定访问的案例；私人层保留不参与公共证成的个人资料。如果某项结

论关键依赖无法公开的材料，就应明确其验证限制，或者寻找独立可公开的检验，而不是让读者凭信任补足全部证据。

这种安排与多维同一性一致。一个人可以继承方法而不共享所有经历，可以参与验证而不认同全部价值解释，可以使用一项公开结果而不加入部落身份。共同性由具体关系界定，不必要求人格、生活方式与信念的全面统一。知识传承由此能够扩大参与范围，又不抹平内部差异。

当新的学习者贡献独有经验时，也应明确这些材料进入哪一层。没有授权的自动回写，会使谱系扩张建立在他人失去控制的基础上。这里提出的是治理原则，不代替具体法律判断。持续发生的能力必须包括知道哪些材料可以继续使用，而不只是技术上能够保存什么。

◆ 十一、创始人退出的演练比依赖危机更有解释力

可以在研究期间设置一次限定范围的退出演练：创始人暂不回答某组任务，后继团队依靠现有材料完成解释、迁移和纠错。目的不是否定创始人的贡献，而是发现哪些关键条件尚未被表达。结果应分成已可接续、需补充说明和仍依赖独特判断三类，不能只用成功或失败概括。

若某项困难来自术语冲突，补充版本表可能解决；若来自缺乏反例，新增边界训练可能解决；若来自专业背景不足，则需要长期学习，而不是继续压缩摘要。诊断不同缺口，才能使传承投入有针对性。所谓不可替代性也会由笼统断言转成一组可分析的恢复成本与能力差异。

再进行工具退出演练，可以区分人和系统的作用。保留研究者而更换模型，保留材料而更换界面，保留规则而去掉历史，都应分别观察。某项能力随资料迁移而恢复，说明其可传承部分已经较明确；某项能力仍依赖反复配合，说明还需要分析互动组织。演练不预先规定哪一种结果更符合理论。

为了避免把熟悉题的复现当成接续成功，应使用未出现过的任务，并记录完整成本。若后继团队需要十倍时间才能获得同等结果，这不等于完全失败，却也不是无代价复制。把恢复质量、时间和资源同时报告，才能为知识谱系的经济可扩展性提供基础。

◆ 十二、后继者的反驳怎样进入谱系

当学习者提出与母本冲突的结论，共同体首先需要定位冲突。它可能涉及定义不同、适用范围不同、证据更新或真正的推理错误。四种情况要求不同处理。若把所有冲突都当成不理解，谱系会封闭；若把所有差异都当成原创，谱系又会失去共同积累。

一次有效反驳应保留针对版本、前提、具体步骤和反例。母本被修订后，不应删除原来的问题史，而应说明哪些后续结果需要更新。这样，反驳不再是共同体身份的威胁，而成为公共知识层改进的一种来源。创始人的贡献也可以通过准确的历史记录继续得到尊重，而不必依赖所有结论永远正确。

因此，思想复合主体发生出部落谱系，只完成了发生的一端。另一端是把独特生成能力转成可学习、可挑战和可继续改造的共同条件。传承不是把部落变成没有差异的复制群，也不是要求每个后继者从零开始，而是在继承与创造之间建立可追踪的转换。

◆ 十三、创始人离场的制度设计：谁来裁定母本？

前面的演练回答能力能否接续，却没有回答制度问题：创始人离场之后，谁有权裁定母本的哪一版是现行版本，谁来判断一项反驳是否成立。先看一个构想的日常场景。一家老面馆的掌柜年事已高，徒弟做出的面和从前几乎一样，直到换了一批面粉，面忽然软了。掌柜在场时一句话就能说明要加多少水、揉多久；掌柜离场后，徒弟面对的不仅是配方，而是“配方在什么条件下失效”的判断。这个场景是构想，用来说明离场的实际困难不在已写下的配方，而在没有写下的失效条件。

据此，离场可以设计成三个阶段，每一阶段有不同的权限。观察期，创始人仍可回答，但每次回答都登记为“补充说明”，并标明它补上的是哪一处缺口。咨询期，创始人只对后继者主动提出的问题作答，不再主动裁定。离场期，创始人不再回答，后继团队依据已登记的材料独立裁定。三个阶段的划分不设固定时间，而由前述退出演练的三类结果决定：已可接续的任务比例上升，需补充说明的缺口被逐项登记，仍依赖独特判断的部分被明确列出。

第二项制度是回避原则。对母本的反驳，不应由被反驳的创始人单独裁定，因为裁定者与被裁定者重合时，谱系就难以区分封闭与严谨。创始人可以答复，答复进入记录，但裁定由未参与原论证的人或后继团队多数作出，分歧意见一并保留。第三项制度是版本冻结与分支：每次重大裁定后冻结一个母本版本，后继修订以分支形式并行，直到验证通过才并入。这样，既不抹去创始人的版本，也不让后继者的修订悬空。

这些设计的可反驳之处在于：若离场期的后继团队在未见任务上持续需要回到创始人，而且这种需要无法归入已登记的缺口，则说明登记机制没有捕捉到关键判断，制度需要重新设计，而不能把失败解释为后继者不够努力。

◆ 十四、后继者反驳母本：一个可执行的验证协议

第十二节末尾说明了反驳的价值，前一节又讨论了离场后由谁裁定，这里把反驳写成可执行的协议。一份合格的反驳应当提交四项内容：针对的母本版本，被质疑的前提或步骤，反例或替代推导，以及该反驳如果成立会改变哪些后续结论。第四项最容易被忽略，它使反驳自带可检验的后果，而不只是表达不同意见。

收到反驳后，先分类，因为四种冲突的验证办法不同。若是定义冲突，需要并列两种定义，检查各自在后续章节中的使用；若是范围冲突，需要找出使两种说法同时成立的限定条件；若是证据冲突，需要核对资料版本和读取范围；若是推理冲突，则应逐步复算。四类之中，只有最后一类可能得到“母本错误”的结论，前三类往往得到的是“母本需要增加限定”。把它们混为一谈，会使共同体要么把一切反驳视为误解，要么把一切差异视为推翻。

反驳成立之后，还要做依赖传播检查。母本中被修改的论断，会连带影响哪些推论、案例和章节，需要依据依赖图逐项核对。只改被指出的一处而不查依赖，会留下表面已修订、实际仍冲突的文本。

下面是一个构想的记录样例，不是真实案例。设母本规定：教学解释类任务一律先要求学生完整解释，再判断是否掌握。后继者提交反驳：针对母本第某版的这一规定，质疑其隐含前提“学生所依据的问题前提正确”；反例是一道前提本身有误的题，完整解释使错误更流畅；若成立，则母本需增加“先检查前提”一步，并

更新依赖该规定的两个案例。处置时先归类为范围冲突，因为母本在前提正确时仍然有效；结论是部分成立，母本增加限定，原规定保留为前提正确时的特例。这样的记录短，却已含针对、反例、后果、归类与处置，后来者可以复查每一步。

验证协议自身也需要被检验。可以在共同体内部记录每份反驳的处置结果：已成立、部分成立、不成立、暂缓。若在较长时间内所有反驳都被判为不成立，需要警惕封闭；若几乎没有反驳被提出，则可能是缺少使用，也可能是后继者不敢提出，两种情况的补救完全不同。至于怎样的比例才算健康，本书不设数字，因为目前没有可靠的经验基准，这是一个待研究的开放问题。另一个反例也要保留：一份反驳可能在形式上完全成立，却只是因为它借用了母本不曾覆盖的新定义，这时合理的处理是登记为新分支，而不是判母本为误。

◆ 十五、跨工具迁移：档案规格、验证与成本

工具迁移与创始人离场不同，它改变的是承载知识发生的系统，而不一定改变人。为使迁移可检验，首先要规定迁移档案的内容，至少分四层。第一层是公共定义与现行命题，每项标明版本和地位，区分有效、已否决、未决与范围受限（见第二十二章对四种状态的划分）。第二层是依据与来源账本，说明每项命题靠什么支持、读到了什么范围。第三层是反例与失败记录，保存使旧规则失效的情况及修订理由。第四层是互动规则与任务示例，即研究者怎样提问、怎样审查、什么时候拒绝流畅回答，以及相应的相邻任务对。前三层大体能以文本移交，第四层往往需要示范，难以只靠摘要。

其次是可导出性。若某个系统不允许把以上四层导出，或导出后失去版本与状态标记，迁移失败的原因可能是平台限制，而不是知识本身不可迁移。第二十一章已经指出，需要区分创造性的历史依赖与人为造成的迁移困难；这里把这一区分转为制度要求：任何用于长期知识发生的系统，应在开始使用时就评估其导出完整性，并保留导出测试记录。

验证应当在迁移之前预先登记任务集与容许差距，迁移之后至少分短期与中期两次评估。短期评估看档案能否使新系统恢复已有结论的解释；中期评估看新系统在未见任务上是否能够使用互动规则，尤其是能否识别应拒绝熟悉答案的时刻。评

价最好盲审，并至少迁往两个不同的目标系统，以免把某个目标系统的偶然特性当成迁移的一般性质。非劣性与成本两轴的做法，见第二十一章第十八节。

迁移失败时，诊断也应分层，而不是笼统归因。若新系统在第一至三层的问题上答不上来，先查档案是否缺项或版本标记丢失；若能答出已有结论，却在相邻任务对上失败，说明第四层的互动规则没有迁移成功，需要补示范；若换了目标系统后表现差异巨大，则说明该系统自身的限制或默认行为改变了结果，不宜归入知识本身。三种诊断指向不同的补救，也避免把一次失败写成“该谱系不可迁移”。

还要记录迁移成本。整理四层档案的工时、新系统调试的轮次、人的重新适应时间，以及额外审查的负担，都应进入报告。若某项能力靠大量人力重建才恢复，就应写成“可迁移但昂贵”，而不是“成功”或“失败”二分。

◆ 十六、三种变化同时发生时，怎样避免混杂？

创始人离场、后继者反驳和跨工具迁移，在现实中可能接连甚至同时发生。若在同一时期既更换了主要研究者，又更换了系统，还修订了母本，则后来的能力变化无法归因于任何一项。一个最简单的约束是错开：任一时段只允许一类重大变化发生，其他两类保持稳定，并记录开始与结束时间。

不能错开时，可以采用两因素的交叉安排，沿用第二十一章的思路：人分为创始人与经过准备的后继者，系统分为原配置与迁移后配置，四种组合对同一组任务打分。创始人与迁移后系统的组合，用来判断系统迁移的影响；后继者与原系统的组合，用来判断人的接续的影响；二者交互的读数需要谨慎解释，因为第二十一章已经说明交互符号随尺度而变。

这里还有一个未被前文充分讨论的反例：后继者使用迁移后的系统，表现反而优于创始人使用原系统。这并不自动证明谱系得到了升级，它也可能说明原有表现受限于旧系统的已知缺陷，或者任务更接近后继者的训练。唯一合理的做法是，把这种结果登记为需要解释的现象，并在新任务上重复，而不是立即将其作为传承成功的证据。

◆ 十七、可反驳的预期汇总

把前面几节的设计合并，可以得到几条预期，每一条都对应着使本章主张需要修改的结果。其一，若退出演练表明后继团队在未见任务上大体不需要创始人，本章对创始人集中性的强调应当降低。其二，若反驳协议运行之后，所有反驳都因误解而被驳回，则说明谱系正在封闭，需要修改裁定机制。其三，若迁移档案的第四层无论怎样示范都无法使新系统使用互动规则，则需要承认这部分能力暂时依赖具体配对，并把它列为未解决问题，而不是写成一般结论。其四，若三种变化错开之后，各自的影响仍难以分开，则说明变量之间确有强耦合，这反过来支持特征纠缠的假说，但仍需用更多个案检验。以上均为设计和预期，未执行任何实验，也没有报告任何结果。

◆ 十八、成熟谱系的标志

成熟不是成员最多、术语最统一或创始人最不可替代。更有意义的标志是：它能让新人理解核心问题，让不同意见进入明确的争论位置，让失败被保存为边界，让局部成果接受外部检验，并在条件改变时继续发生。

由此可见，思想复合主体的独特性只是谱系诞生的一端。另一端是可继承的公共结构。若没有独特发生，谱系可能只是公共知识的重复；若没有可继承结构，它又可能随一次互动而消散。知识部落的生命，存在于两者不断转换之中。





第 六 编

统一性知识的多维谱系化：数学与经济学

本 篇

- 第 24 章 知识同一性不是一个数，而是多维特征关系
- 第 25 章 从同一性谱系轴到多维谱系空间
- 第 26 章 SDE数学：统一性数学的内生谱系发生
- 第 27 章 SDE经济学：为什么CPI成为知识谱系化的切入口？
- 第 28 章 统一性知识怎样成为新的谱系发生母体

24

第 24 章

知识同一性不是一个数，而是多维特征关系

◆ 一、同一对部落，为什么能够既完全共同又只有一半共同？

“这个部落和那个部落有百分之五十的同一性”，听起来很明确，却可能掩盖几种完全不同的关系。它们是在一半问题上给出相同答案，在一半方法上可以相互替换，还是共享一半历史材料？不同解释会产生不同结论。若不说明比较维度，百分比只是精确外观，不是精确知识。

王德生在本书发生对话中指出，同一对知识部落可以在某些方面完全统一，在另一些方面只有部分同一。这一步修正至关重要。它不再把部落放在一条从开放到封闭的固定刻度上，而是要求逐项辨认彼此的连接。某项数学规则可以完全共同，问题选择可以部分重叠，实际研究路径则可能差异显著。

本章要把这一观察转化为可使用的比较框架。目标不是给思想共同体打一个总分，而是说明哪些部分可以直接交流，哪些需要转换，哪些尚不可比，以及这些关系怎样改变。一个有效指标应当服务于交流和研究，而不是制造排名的便利。

◆ 二、先确定比较对象，再决定是否需要数字

至少有四类对象可以被比较。成果对象包括命题、模型、预测或解释；过程对象包括关键步骤、选择与修正；条件对象包括材料、协议和资源结构；发生能力则涉及面对新问题能否继续生成可靠结果。这四类对象的测量方法不应混用。

比较两个证明的结论，可以检查是否在同一形式语言和前提下表达同一命题；比较证明路径，则需要说明哪些变换被视为相同；比较生成能力，必须使用新的任务和明确预算。把相同文字数量当作三者共同的指标，虽然方便，却可能几乎不回答真正问题。

有时最准确的结果不是数字，而是一份对应表：这里相同，那里可翻译，这一处条件冲突，另一处资料不足。只有当比较项的含义和聚合方式足够明确时，比例才有作用。尤其不能把“尚未取得资料”记为零同一性。未知不是不共同，不可比也不是完全相反。

同一性的数学形式也应按对象选择。严格的等价关系可以具有传递性；相似度超过阈值的关系通常不保证传递；知识迁移又可能具有方向性。若把它们混成一个概念，模型会在看似简洁的符号中丢掉最重要的差别。

◆ 三、一个最小可测模型：比较项上的一致比例

设两个知识共同体为A与B，预先给定有限比较项集合J（本章的J、U、T均为局部记号，与第33章的 J_t 等无关）。每项j有权重 w_j ，并有一个能够明确判定的表达 $f_j(A)$ 。权重非负，且总权重严格大于零；权重方案不在看到结果后随意改变。对确实可比较的项目，定义 $U_j(A,B)$ 为两者在该项是否相同，取值为一或零。

若所有项目均可比较，则加权一致度为 $U(A,B) = \sum_j w_j U_j(A,B) / \sum_j w_j$ 。这个定义只表示在所选项目上的一致程度，不是一个共同体的整体身份，也不代表它拥有多少真理。若两者在每项上都给出同一个错误答案，一致度仍然可以等于一。

若某些项目资料不足，则应同时报告覆盖率。设可比较集合为 J_{obs} ，一致度只在 J_{obs} 上计算，覆盖率为 $\sum_{j \in J_{obs}} w_j / \sum_{j \in J} w_j$ 。上述观察一致度还要求可比较项目的权重和严格大于零。若这一和为零，则覆盖率为零，观察一致度未定义；不能把它编码成零、百分之五十或百分之百。一个只有少数项目可观察的百分之百，不能与全部项目都经过检查的百分之百混称为同一等级。缺失的原因也要记录，因为缺失未必随机。

在十个等权、预先约定的比较项中，有五项一致，才可以说“在这组项目上的一致度为百分之五十”。若其中五项根本没有材料，另外五项全一致，就不能得出同一结论。这个看似基础的区别，正是防止谱系测量制造虚假精度的第一道约束。

◆ 四、同一性向量比一个平均数保留更多结构

为了保留维度，令 $u_{AB}=(u_S, u_D, u_E)$ ，每个分量还可以继续展开。S比较指定显露结果或规范，D比较指定发生路径特征，E比较指定条件关系。向量不是说三个维度彼此独立，而是先防止把差异全部揉成一个数。

构造一个假想例子。甲乙在成果判断上高度一致，在方法上部分相同，在材料组织上差异较大；甲丙在成果判断上差异较大，却共享许多材料和操作习惯。如果计算一个平均数，两对关系可能得到同一值，但合作所需的工作完全不同。前一对需要解释生成差异，后一对需要辨认为什么共享条件仍产生不同结论。

因此，本书不预先规定一组对所有任务都有效的综合权重。翻译知识时，符号与概念对应可能更重要；复现研究时，材料和程序可能更重要；传承谱系时，生成能力和纠错习惯可能更重要。权重必须从具体问题获得理由，而不是因为总分好看就被固定。

甚至在同一分量中，也可能需要不同类型的读数。例如D的某些路径特征适合用共同步骤比例描述，某些需要比较先后关系，某些则涉及遇到失败时是否会回退。把它们全部变成关键词相似度，会失去发生学的对象。

◆ 五、一项简单命题：相似不必传递

用三个二元特征表示三个假想共同体：A为(0,0,0)，B为(0,0,1)，C为(0,1,1)。按等权逐项一致比例，A与B有三分之二一致，B与C也有三分之二一致，A与C却只有三分之一一致。因此，“一致度至少三分之二”这项关系不具传递性。

这个例子不是人类部落的数据，而是一个可逐项核对的反例。它说明不能因为A接近B、B接近C，就推断A与C也同样接近。用相似关系画知识网络时，应允许局部连接，不必强迫每个连接群都具有完全共同的内部结构。

相反，若规定两个对象在全部选定特征上都相同，那么在该特征集合内，这确实形成等价关系：自身与自身相同；相同关系对称；若A与B、B与C逐项相同，则A与C也逐项相同。这里的严格同一性与部分一致度可以同时使用，但必须各司其职。

这还意味着知识部落不一定能被一套互斥分类穷尽。一个共同体可以通过不同特征属于不同协作群。若平台强制每个主体只归入一个部落标签，它可能用管理便利压平真实的谱系交叉。本书的部落图谱应允许多重归属与关系重叠。

◆ 六、相同编码与相同结构不是一回事

假定一个共同体把某类对象编码为甲、乙，另一个编码为零、一。只比较文字，会判为完全不同；若存在明确的一一对应，结构可能完全保留。因此，在比较之前需要说明允许哪些翻译。没有翻译协议，数值可能测到的是语言差异而非知识差异。

对于上节的逐项一致模型，只要对同一项目在双方同时应用一一映射，是否相等不会改变，所以一致度不变。这是一个简单的不变性要求：比较结果不应因为共同改换标签就改变。若一个指标无法满足这种基本要求，它可能对表面表达过于敏感。

但若使用多对一压缩，把原来不同的类别都改成同一个词，一致度可能人为升高。这个升高并不证明知识共同性得到创造，只证明区分被删除。因此，知识整合需要说明保存了哪些信息、丢失了哪些信息，以及丢失是否影响任务。删掉差异与解决差异，绝不是同一过程。

这也是新同一性与强制统一的分界。新同一性应当提供可解释的共同结构，并说明其适用范围；强制统一则可能只要求所有人使用同一套标签。后者在统计上看起来整齐，却可能破坏各谱系的判断能力。

◆ 七、知识可迁移性可能是不对称的

两个谱系共享多少特征，是一种关系；A的知识能否转移给B，是另一种关系。B可能拥有吸收A某类知识的基础，而A缺少吸收B另一类知识的条件。因此，迁移能力可以有方向，不能直接用一个对称相似度替代。

可以将 $T(A \rightarrow B; \text{任务、预算})$ 定义为在明确迁移方案下，B对指定任务达到约定标准的程度。这个读数要同时记录迁移材料、训练时间与验证条件。若只报告最终表现，不记录成本，就无法区分直接可用与经过大量重建后可用。

高一致度也不保证高迁移能力。两者可能共享结论，却都缺少解释其生成的过程记录；低表面一致度也可能具有高迁移能力，因为一个简洁转换就能连接两套表示。由此，知识服务平台至少需要分别记录特征关系、翻译接口和实际迁移结果。

这一区分对于思想复合主体尤为重要。创始人与学员可以共享许多定义，却未必共享产生新问题的能力；不同创始人的体系也可能在某一明确任务上迅速建立合作。谱系传承不是复制相似度，而是使后继者在自己的条件下获得继续发生的能力。

◆ 八、缺失资料可以形成区间，而不必伪造一个点估计

设全部比较项的权重总和为一，已经观察到的项目占总权重 p 。当 $0 < p \leq 1$ 时，在这些项目上的一致度为 q 。已知的一致权重就是 pq ；未观察部分的一致权重只能确定在零到 $1-p$ 之间。因此，完整一致度必在区间 $[pq, pq+1-p]$ 内。这个界限无需假定缺失随机，也不把未知当成不一致。当 $p=0$ 时， q 没有定义，完整一致度只能给出 $[0, 1]$ 的无信息界；不得先给 q 任意赋值再把它解释为观察结果。

例如，只观察了四成权重，观察部分完全一致，则完整一致度只能被限定在0.4到1之间。报告“百分之百同一”会掩盖六成未观察范围。若观察了九成且一致度为0.8，则完整范围为0.72到0.82。资料覆盖明显改变了结论精度，即使观察部分的比例看起来相近。

这些区间是逻辑界限，不是统计置信区间。它们不表示区间内各值有同样概率，也不由样本随机性推导。若希望作概率推断，还需要额外抽样与缺失机制假设，不能把一个纯逻辑区间包装成完整统计结果。

对知识部落比较，这种保留未知的方法很重要。某共同体未公开过程材料，可能出于隐私、资源或尚未整理，并不自动意味着过程不同；但没有材料也不能被当成共同性已经成立。区间与覆盖率能够使这种张力如实显露。

◆ 九、权重改变以后，排名为何可能反转？

设甲乙关系在两个维度上的一致度为(1,0.4)，甲丙关系为(0.5,0.9)。若两个维度等权，两对平均都为0.7。若研究重视第一维，甲乙更接近；若重视第二维，甲丙更接近。不存在无需目的就能决定的唯一排名。

可以给出一个有限命题。对两个向量 u 、 v ，若 u 在每个维度都不小于 v ，那么任何非负、总和为一的权重下， u 的加权值都不小于 v 。反过来，若这个关系对所有这样的权重成立，就可把全部权重放到某一维，推出该维也必须满足 u 不小于 v 。因而，对全部权重稳健的优越，等价于逐项不劣。

这个命题说明，多维比较的自然结果经常是部分排序。两者各有优势时，不应为了生成榜单而强制选一个综合赢家。可以明确当前任务的权重，也可以保留不可比关系。不可比不是知识不足的羞耻，而可能准确反映价值与任务的多样性。

若评价涉及不可补偿要求，甚至不适合使用一般加权和。例如某项关键验证没有通过，其他高分不能抵消。此时应先检查门槛，再在合格集合里比较其他维度。把证据可靠性与文风美感直接平均，可能产生一个很好看的总分，却无法支撑实际使用。

◆ 十、权重敏感性可以有一个明确上界

设 u 的每个分量都在零与一之间，两组权重 w 、 v 均非负且总和为一。两种综合读数差为 $(w-v)$ 与 u 的内积。因为权重差的分量总和为零，所有正差之和等于所有负差绝对值之和，均为两权重向量绝对差总和的一半。

要使读数差最大，可以把 u 在正差位置取一、负差位置取零。因此，综合读数变化的绝对值不超过二分之一乘以权重差的绝对值总和。这个有限界限说明，当权重仅作小幅变化时，单个对象读数的变化有可计算边界；但若两个对象原来差距很小，排名仍可能反转。

此结论不提供唯一正确权重，也不证明指标具有现实效度。它只是一个透明性工具。研究者可以报告在合理权重范围内结论是否稳定，哪些判断主要依赖某一偏好。比起只公布一个看似精确的分数，这种敏感性说明更能帮助读者理解证据。

本书中的“50%同一性”因此应当进入一个完整记录：哪两对象、哪些特征、怎样赋权、观察覆盖多少、权重改变后结果如何。缺少这些条件，百分比只是口头比喻，不能拿来决定共同体的学术地位或经济价值。

◆ 十一、一张报告卡：同一个百分比为何必须附带六栏说明

上面的定义最后要落到一张别人可以复核的卡片上。凡写出“某两个共同体的同一性为百分之几”，至少要有六栏：对象（哪两个共同体、哪个版本、取哪段时期的材料）；特征（比较项清单，以及每项怎样才算相同的判据）；权重（事先登记的方案与理由）；覆盖（可观察权重的占比及缺失原因）；区间（把未观察部分分别当作全不一致和全一致得到的两端）；敏感性（至少另一套同样可辩护的权重下的读数）。少任何一栏，百分比都只是口头比喻。

下面是一个构想的算例，不是任何真实共同体的数据。设甲乙两个研究组有八个预先登记的比较项：显露类两项，每项权重0.2；路径类三项，每项0.1；条件类三项，每项0.1。乙组没有公开条件类材料，所以这三项不可观察。在五个可观察项里，显露类两项一致，路径类三项中只有一项一致。于是可观察权重为0.7，一致权重为0.5，观察一致度约为0.714，完整一致度只能落在0.5到0.8之间。

现在换一套同样可辩护的权重：显露类每项0.1，路径类每项0.15，条件类三项分别为0.1、0.1、0.15。同一份证据给出的观察一致度变成约0.538，覆盖率0.65，区间为0.35到0.70。前一张卡写“约七成”，后一张卡写“约五成半”，相差十七个百分点以上，两者并不矛盾：路径类的分歧被抬了权，分母又随覆盖变化。区间两端各自只移动了0.15和0.10，都在上一节给出的界限之内，因为两套权重的绝对差总和为0.4，一半是0.2。在这个算例里，按覆盖归一化的读数比区间两端更容易被权重搅动。一般情形下更是如此：若可观察权重很小，两套权重可以使观察一致度一个接近一、一个接近零，上一节的界限不能直接套在归一化读数上，所以覆盖率必须与它同卡报告。

稳定的结论因此不是任何一个百分数，而是：显露类一致，路径类有分歧，条件类无资料。若乙组补齐条件类材料而区间依旧很宽，说明问题出在权重分歧而不

在缺失；若补齐后两套权重的读数收拢，则原来的差别主要来自覆盖。报告卡不给共同体排名，只规定什么样的数字才有资格被引用。

◆ 十二、重复测量同一特征，会制造虚假的共同性增长

设原有两个等权特征，一个一致、一个不同，一致度为二分之一。若把一致的特征换成九种近义表述，仍把每项当作独立等权项目，就得到十项中九项一致，即九成。知识关系没有改变，指标却显著提高。问题来自重复计权，而不是发现了更多共同性。

一种防范办法是给特征建立来源与依赖关系。若一个维度被拆成多个子项，应说明它们的权重之和是否仍保持原维度的权重；若多个指标几乎表达相同判断，不应未经检查就各自拥有完整权重。轴的数量增加不等于独立信息增加。

这与知识谱系递归的判据相呼应。新增轴若完全由旧表示计算，只是便利的重表达；它可以有使用价值，却不应被计为新的辨识自由度。同一性测量必须对自己的特征工程保持审查，不能一面研究知识创新，一面用重复标签制造创新数量。

在实际文本比较中尤其需要注意这一点。术语、关键词和句式可能高度相关，多个相似指标并不构成多份独立证据。若结果主要由风格驱动，就只能报告表达相似，不能越级解释为生成结构相同。

◆ 十三、路径的同一性不一定是步骤序列逐字相同

比较D时，两个过程可能包含相同操作却顺序不同。某些操作互不依赖，交换顺序不改变结果；另一些操作有严格前提，交换会使过程失效。因此，简单按步骤位置逐项一致，可能把无关顺序差异放大，也可能忽略关键依赖变化。

可以先把过程表示为操作及其必要先后关系。若甲、乙两个检查独立，都必须在发布前完成，那么“甲后乙”和“乙后甲”可能属于同一约束结构；若乙需要甲的输出，两者就不能随意交换。过程比较应保留这种偏序关系，而不是只比较一条已经发生的线性轨迹。

实际路径还包含回退和分支。一个系统遇到反例会返回定义，另一个只修改措辞，即使都写着“反馈—修正”，其D也不同。比较应关注触发条件、修改对象与后续检验，而不只统计出现了多少相同阶段名称。

因此，D同一性可以具有多个分量：操作集合、依赖结构、分支规则、资源分配与纠错方式。没有必要全部压成一个编辑距离。对于特定任务，可选其中重要部分，但应说明没有测量的部分仍然开放。

◆ 十四、条件集合相同，关系结构仍可能不同

两个知识系统都包含概念甲、乙、丙，并不意味着E相同。一套系统以甲支持乙，再由乙支持丙；另一套系统以甲支持丙，并把丙作为乙的条件。概念清单完全相同，依赖结构却不同，修改某个概念时受影响的结论也会不同。

因此，E的测量不仅要记录有哪些要素，还要记录要素怎样相互规定。图结构可以帮助表示，但边需要类型，例如定义依赖、证据支持、经验关联或工具调用。把所有关系都叫“相关”，会使结构失去解释力。

图相同也要有语义约束。若任意重命名节点都被允许，两个形式相似的网络可能被判为同构，却指向完全不同的对象。结构对应是否适合当前任务，需要说明哪些标签和关系必须保留。数学同构与知识同一性之间，仍有解释接口。

这使本书不满足于把E简化成资料重叠率。资料共同可能很高，但其证据地位和调用方式不同；资料表面不同，也可能经过明确转换保留关键关系。真正的条件同一性需要沿任务相关结构辨认。

◆ 十五、一致、相容与互补是三种不同关系

两个体系对同一命题给出相同判断，是一种一致；它们谈不同方面且没有已知冲突，可能只是相容；它们各自提供另一方缺少的条件，共同完成任务，则可能互补。三者不能用同一“相似度”概括。

例如，一套系统擅长生成候选，另一套擅长检查证明，二者的输出形式可能差异很大，却能够互补。两套系统生成同样错误答案则高度一致，但没有因此提高可靠性。若评价只奖励一致，会忽略有价值分工并放大共同错误。

相容还需要明确范围。当前没有发现矛盾，不等于在所有扩展中都相容；某些差别可能在新任务下暴露冲突。应记录已检查的共同任务，而不是将“暂未冲突”升级为全局等价。

知识部落网络因此可以同时具有一致边、翻译边、互补边和争议边。争议边也有知识价值，因为它指出需要新的验证或新轴。一个只有正面连接的图谱可能更美观，却未必更真实。

◆ 十六、同一性与有效性的二维表可以阻止一种危险推论

可以把共同程度与知识有效性分别作为两个轴。两体系可能高度共同且得到良好支持，也可能高度共同却共同错误；可能差异很大但各自在不同条件下有效，也可能差异很大且都缺乏支持。共同程度本身不决定哪一格更真。

这对“部落知识”尤其重要。特殊性不能成为有效性的证明，公共性也不能代替具体论证。一个主张广泛被使用，可能具有较强实践基础，也可能只是复制路径强；一个主张只在小范围出现，可能是新发现，也可能未经检验。需要进入证据，而不是根据传播范围裁决。

因此，平台如果使用同一性指标推荐协作对象，应把知识状态另外显示。高相似适合快速沟通，互补差异可能适合创新，证据可靠性则关系到能否据此行动。不同推荐目的应使用不同指标，不能把一个综合分数包装成全部知识价值。

这个二维区分也保护少数谱系。它们不因共享范围小而自动被判为低质，同时也承担与主张相应的验证义务。开放与严格可以在这里结合，而不需要在排斥差异与相对主义之间选择。

◆ 十七、测量体系本身怎样接受递归审查？

一个同一性指标投入使用后，会影响人们怎样表达知识。若平台奖励某类术语重叠，参与者可能增加这些词；若奖励分支数量，可能把同一内容拆成更多条目。指标因此不是完全外在的镜子，也可能进入D并改变被测对象。

研究应定期检查指标是否仍对应原任务。可以保留一些不直接用于奖励的验证任务，比较高分对象是否确有更好的迁移、理解或生成表现；也可以记录使用者为

提高分数采取了什么行为。若分数增长而任务能力不变，应修订指标，而不是把质疑者视为不理解量化。

由此，同一性谱系理论必须允许自己的测量工具也进入发生过程。它不能站在所有知识之外，假装拥有永远不变的最终比较尺度。真正稳定的是公开条件、保留反例与接受修订的研究承诺。

◆ 十八、同一性测量本身也有历史

测量的递归不是随意换尺，而是公开为什么旧尺不足以及新尺承担什么新增义务。若今天采用十项比较，明天因新问题改成十二项，两个时点的一致度就不能不加说明地比较，旧结果也不应被无说明地重新排名。分数变化可能来自关系改变，也可能来自尺子改变。知识递归发生恰恰会改造尺子，因此版本记录不是行政细节，而是理论必要条件。

一种做法是保留共同锚定项目，分别报告旧尺度上的变化与新增尺度揭示的差异。另一种做法是明确宣布两次测量回答不同问题，不强行形成一条连续排名。无论选择哪种方式，都要保存轴的定义、适用对象、来源与失效条件。

同一性轴也不必永久增加。某些新轴后来被发现只是冗余编码，可以合并；某些因证据不可靠而撤回；某些只在一个任务中有用，不适合提升为普遍维度。递归发生包括轴的清理，而不是把一切新增维度当作理论胜利。

本章的核心结论是：知识同一性应被记录为有维度、有范围、有时间和有检验条件的关系。数字可以帮助，但不能替代这些条件。只有这样，谱系图谱才既容纳完全共同的基础，又保留部分同一和特定差异，并为下一步研究“新的谱系轴怎样诞生”提供可靠起点。



25

第 25 章

从同一性谱系轴到多维谱系空间

◆ 一、为什么不能把所有知识排在一条线上？

从统一性知识到部落知识的一条轴，可以作为最初图像，却不足以描述真实关系。两个部落可能共享数学方法而不共享研究目标，共享问题而不共享解释，也可能结论相同却使用不同证据。若把这些关系压缩成单一位置，许多重要差异会被丢失。

更严重的是，一条线暗示所有部落可以按照同一个标准从公共到特殊排序。实际上，A在某一维度比B更共同，在另一维度却更特殊，二者可能没有一个全局先后关系。因此，本书把谱系轴视为局部比较工具，把多维空间视为更一般结构。

这里的空间并不预设欧氏几何，也不预设所有维度连续。某些特征是分类，某些是顺序，某些是数值，某些只能通过关系映射表达。给它们画出坐标轴，不代表已经有统一单位或距离。

◆ 二、比较对象、特征与任务必须同时给定

设 Ω 是当前需要比较的知识系统集合， $\Phi=(\phi_1, \dots, \phi_m)$ 是特征列表。每个 ϕ_k 把一个系统映射到某类可记录状态。对象范围与特征定义共同决定比较结果，不能只报告一个相似度而隐去二者。

例如，把知识系统按“是否采用同一符号”分类，与按“是否允许同一推理步骤”分类，会形成不同分组。前者可能适合界面迁移，后者可能适合证明转换。没有脱离任务的唯一正确特征表。

但任务相关不等于任意。一个特征必须能够被稳定识别，或明确标记为待测；它应与所研究的能力或关系有关；其测量误差需要说明。仅仅因为能够生成一个描述，就把它加入轴，会使空间变成不可解释的词语集合。

因此，谱系空间至少有三个版本号：对象域版本、特征规范版本和任务版本。改变其中一项，原来的距离与密度可能需要重新计算，不能把新旧数值直接并列成进步曲线。

◆ 三、向量关系比总体分数保存更多信息

对部落A、B，可以定义一个关系向量 $U(A,B)=(u_1,...,u_m)$ 。每个分量必须给出明确含义：共享命题比例、指定任务中的迁移成功率、协议兼容程度等，不能把不同量全部叫“同一性百分比”而不加说明。

如果需要综合分数，可以在明确目的下赋予权重。但综合分数不应抹去原向量。两个组合的平均分相同，可能一个在关键安全接口上不兼容，另一个只是语言风格不同；它们的合作风险显然不同。

还需要设置不可补偿条件。某些接口不满足时，其他高分不能抵消。例如，形式证明系统的关键规则不兼容，不能用术语相似度高来补足。经济服务中证据不可追溯，也不能被用户体验分数掩盖。

因此，多维同一性既包括程度，也包括结构性门槛。连续指标与离散约束可以并存，而不是所有关系都被平滑成零到一的数字。

◆ 四、一个有限伪距离及其边界

若各特征都具有明确的相等判据，可以定义

$d(A,B)=\sum w_k \cdot 1[\phi_k(A) \neq \phi_k(B)]$ ，其中 $w_k > 0$ 且权重和为一。这是一个加权不一致度。它非负、对称，并满足三角不等式。

证明可以逐项进行。对任意特征，若A与C不同，那么A与B或B与C至少有一项不同，否则相等的传递性会使A与C相同。因此每项指示量满足三角不等式，乘以非负权重再相加，结论成立。

但 $d(A,B)=0$ 只说明在已选特征上相同，未必说明A、B是同一知识系统。它们可能具有不同历史、未测能力或责任安排。因此，在未要求特征能够区分所有对象时，这只是伪距离。若把无法区分的对象合并为等价类，才可在这些类上得到相应距离。

这个有限构造提醒我们，数学形式可以精确，却仍依赖特征选择。距离为零并不意味着世界中所有差异都消失。尤其不能把一个模型中的等价，扩展成完整思想主体的同一。

◆ 五、部分共享不具有简单的传递性

A与B共享某组知识，B与C共享另一组知识，并不能推出A与C共享同样内容。这个事实在集合层面就可说明： $A=\{a,b\}$ ， $B=\{b,c\}$ ， $C=\{c,d\}$ 。A与B有交集，B与C有交集，A与C却没有交集。

这不是逻辑同一性失去传递性，而是“有部分共同内容”本来就不是严格等同关系。使用同一性一词时，需要把严格等价、相似、重叠和可翻译分开。否则容易在一种关系上计算，在另一种关系上推论。

知识谱系网络尤其需要关系类型。历史继承可以有方向，表面相似可以对称，迁移成本通常有方向，形式等价还可能要求明确映射。用一条无标记边代表所有关系，会让网络图失去论证能力。

◆ 六、成对可翻译不保证全局一致

考虑三个知识系统A、B、C，每个系统都用两个状态0和1表示一个局部区分。设A到B的翻译保持状态，B到C也保持状态，但C回到A的翻译交换0与1。每条翻译单独都是可逆的一一映射，看起来没有信息损失。

然而，沿 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ 一周，状态0变成1，状态1变成0。若要求同一个全局状态在各系统中保持一致，就无法满足这三条翻译。成对接口都清晰，并不保证整个网络可以被一套共同坐标解释。

这个有限反例不说明现实知识共同体必然矛盾，而说明评估共同性不能只做两两测试。跨部落系统需要检查循环一致性：经过不同转换路径，是否得到相容结

果。若不相容，要确定是定义错位、版本变化、信息损失，还是共同全局解释本来就不存在。

因此，“每两个部落都能交流”与“所有部落共享一个统一知识系统”是不同命题。多维谱系文明可以具有广泛局部互通，而不必存在一个消除全部差异的总理论。

◆ 七、共同坐标存在的一个有限条件

现在给出一个可证明的限定命题。设一个连通图的每个节点都拥有与集合X同样大小的状态集，每条有向边给出一个双射，反向边使用其逆映射。若要求存在一套共同坐标，使所有边上的翻译都由节点坐标变换导出，那么必要且充分的条件是：沿任何闭合路径复合翻译都为恒等映射。

必要性容易看出。若每个节点都通过某个双射与共同坐标相连，那么沿闭合路径的中间坐标变换逐一抵消，回到起点只能得到恒等映射。

充分性可以这样构造。选择一个根节点，把它的状态集作为共同坐标。对于其他节点，沿任意路径从根节点运送状态，定义该节点的坐标映射。若选择另一条路径，两条路径接起来形成闭合路径；闭合复合为恒等，因此两种运送结果相同。坐标定义与路径无关，所有边的翻译关系便自动满足。

这个命题只适用于上述双射、固定版本和全域定义条件。现实知识翻译可能是部分的、有损的、多值的，甚至需要改变对象域，不能直接套用。但有限模型已经提供一个严谨启示：全局共同性需要额外相容条件，不能从局部相似度机械推出。

◆ 八、有损翻译与方向性迁移

把专业知识解释给初学者，可能保留核心结论而省略技术细节；把初学者的描述转成专业模型，则需要补充假设。这两个方向并不对称。因此，迁移关系通常不能只用一个对称距离表达。

可以定义任务限定的迁移成本 $c(A \rightarrow B; \tau)$ ，表示在任务 τ 上使B能够使用A某部分知识所需的资源。它可能包括术语转换、前提重建、训练和验证。成本低不代表知识相同，可能只是接口设计良好。

也不能未经条件就假定迁移成本满足三角不等式。经B中转的表达可能丢失信息，使后续无法恢复；两个分别低成本的转换，组合后可能需要重新验证。只有当转换可组合、损失受控且成本定义一致时，才能用路径成本构造可比较的网络。

这使知识谱系空间具有一种重要现实性：邻近不仅取决于内容相似，还取决于能否建立可靠转换。两个术语非常不同的系统，可能通过清晰映射合作；两个语言相似的系统，却可能因隐含假设不同而难以迁移。

◆ 九、连续谱系不意味着每个中间位置都存在

“谱系轴被填满”是一个有力的方向性表达，但数学上需要谨慎。某些特征本身是离散的，例如是否接受某条规则；某些组合受到相容性限制；某些中间程度只是统计指标，不对应一个独立知识系统。

因此，本书把填充理解为有效可达节点的增加，而不预设每个实数位置都有一个可成立的知识体系。若采用连续指标，也需要说明测量分辨率和任务域。把有限样本上的密集点图直接称为连续空间，会夸大证据。

同样，新增轴不必无限提高自由度。新规则可能排除旧组合，使可行空间收缩；新的证据可能合并原来被错误区分的类别。知识进步既可能展开，也可能压缩和整理。

因此，谱系空间的变化不是单向膨胀。有效节点增加、冗余节点合并、错误节点撤回、新轴出现与旧轴失效，共同构成动态发生。

◆ 十、如何测量填充密度？

密度必须相对于某种范围或测度定义。一个简单方法是在固定任务域中预先建立有限网格，记录每个位置是否拥有经过规定验证的知识活动。有效占位数除以可比较位置数，可以构成一个局部覆盖指标。

但网格划分本身会影响数值。把一个格子拆成十个，密度可能下降，即使能力没有变差；把许多不同需求合并，密度可能提高，却掩盖空白。因此，跨时间比较应固定网格，或提供新旧网格之间的映射与重算。

还应区分候选密度、验证密度与持续使用密度。大量生成文本可能提高第一项，却不提高后两项。若只统计上传数量，平台会有动力生产容易填格子的内容，而不是解决真正缺失的能力。

对于一个开放知识平台，可以同时报告节点数、验证状态、适用范围和实际反馈。单一密度分数不足以代表文明知识能力，但能够作为明确范围内的一项研究工具。

◆ 十一、谱系亲缘与同一性空间的叠加

结构空间说明当前系统怎样相似或可转换，历史图说明它们怎样发生、继承与分叉。二者应当叠加，而不是合并成一个指标。

两个独立体系可能在结构上接近，却没有直接继承；同一母本的两个子本可能因不同情境而相距很远。若只按相似度推断亲缘，会误认独立创造；若只按亲缘推断可迁移性，又会忽略实际分化。

因此，完整记录至少包含当前结构与历史来源两层。对于知识经济，前者影响合作与使用，后者影响贡献识别与责任追踪。对于递归发生，二者共同说明一个新节点究竟只是换名、独立发现，还是改变了生成路径。

◆ 十二、检查全局坐标，不必枚举所有闭合路径

前面的共同坐标命题要求所有闭合路径的复合翻译为恒等，看起来需要无穷多次检查。对于一个固定有限连通图，可以进一步给出有限办法。先选一棵生成树和一个根节点，沿树的唯一路径定义从根到每个节点的翻译 t_v 。树上的边因此已经与这些坐标相容。

随后只需检查每条非树边 e ：若它从 u 到 v ，要求 f_e 与 t_u 的复合等于 t_v 。这个等式是状态集上的函数相等，不只是对某一个示例成立。若所有非树边通过，则全部边都有 $f_e = t_v \circ (t_u^{-1})$ ，任何路径上的中间坐标会相消，所有闭合路径都成为恒等。

反过来，若共同坐标存在，非树边当然满足这些条件。因此，在有 n 个节点、 m 条无向边的有限连通图中，选定树后需要额外检查 $m - n + 1$ 条边所对应的基本循环。

这里假定边翻译为全域双射、反向边为逆映射，并使用同一版本。有限检查缩小了工作量，但没有取消条件。

这个结果对知识网络的意义在于，跨谱系验证可以有组织地进行。并非每个连接都必须与全部其他连接反复比较；一组公共参照加上关键循环检查，可能足以发现结构不一致。现实翻译通常更复杂，但这个有限模型至少给出一类明确可行的验证结构。

◆ 十三、一个共同状态存在，不等于全部状态都有共同坐标

全局坐标要求很强，它保留全部局部状态的一一对应。若只问是否存在某一组彼此相容的局部状态，条件可以弱得多。对只有一个独立闭环的情形，一个闭环翻译虽然不是恒等，但可能有固定点；从该点出发绕行仍回到自身，因而某个共同状态可以成立。若网络有多个独立闭环，就必须在同一根节点坐标中找到全部闭环变换的共同固定点；各闭环分别拥有固定点，并不足够。

例如，状态集为 $\{0,1,2\}$ ，某闭环交换1与2而保持0。闭环不是恒等，所以不存在保留全部状态的同一坐标；但所有节点选择与0对应的状态，可以形成一个相容实例。不能因为全局坐标失败，就宣布任何局部共同性都不可能。

反过来，一个成功共同实例也不能证明整体翻译无矛盾。系统在状态0上测试通过，仍可能在1或2上失败。跨部落合作若只挑选双方最容易同意的例子，可能高估可互换范围。应同时测试能够区分不同状态的任务。

这一区分与知识部落文明的整体判断密切相关。局部合作可以真实有效，而完全统一的知识系统未必存在；某些共同任务的成功值得保留，但不能被夸大对所有E、D已统一。多维谱系允许共同性分层成立。

再看多个独立闭环的情形。在根节点的状态集 $\{0, 1, 2\}$ 上，第一个闭环交换0与1而固定2，第二个闭环交换1与2而固定0。两个闭环各自都有固定点，但共同固定点集合为空，因此没有能同时满足两个闭环要求的全局状态。这里假定各边翻译为双射、反向边为其逆映射，并在连通图上用同一棵生成树把各闭环拉回根节点。任一全局相容赋值都必须使根状态被所有闭环固定；反过来，共同固定的根状态沿生

成树传播，便同时满足非树边约束。这样，存在共同状态与存在对全部状态有效的共同坐标被严格区分。

◆ 十四、部分翻译需要记录定义域，不能把未定义当作错误

现实中一种方法可能只能翻译另一体系的一部分内容。可以把接口表示为从定义域Dom_e到目标集合的部分映射（Dom_e为局部记号，不是差异序列D），而不是假定每个输入都有答案。若某个概念超出定义域，正确行为是标记尚未支持，而不是强行生成一个看似相近的替代词。

部分映射的组合也有条件。先经过第一接口得到的结果，必须落在第二接口的定义域内，组合才成立。即使每个接口各自在自己的范围内可靠，整体路径也可能因定义域不匹配而无法执行。仅记录“甲能翻译乙，乙能翻译丙”不够，需要记录能翻译哪些对象。

这使知识平台可以诚实地提供有限互操作。一个数学谱系的某些结论可以通过明确映射进入另一个体系，其他内容仍开放；一个实践方法可以在某类情境迁移，超出范围需要重新研究。有限接口不是失败，而是避免过度承诺的必要形式。

未知与不可能仍要区分。某接口尚未定义，可能只是没有完成研究；某个明确条件已经证明不能保持，则具有更强否定地位。状态记录应保留这两类差别，不把所有空白都涂成同一种颜色。

◆ 十五、有损的单向翻译：固定点仍可判断，但共同状态会变少

本章第七节的坐标命题要求翻译是双射。现实中的压缩常常不可逆：把专业表述概括为通俗说法，不同专业状态可能落到同一个通俗状态。下面另立一个命题，只处理最简单的情形：一个有向闭环 $A_1 \rightarrow A_2 \rightarrow \dots \rightarrow A_n \rightarrow A_1$ ，各节点状态集有限，每条边的翻译 f_i 是全域映射，但不要求单射或满射。令 g 为沿环一周的复合， $g: A_1 \rightarrow A_1$ 。

命题（有限模型）。第一，存在各节点相容的状态赋值，当且仅当 g 有固定点，并且赋值与固定点一一对应。第二，固定点个数不超过 g 的像的大小，因而不超过每

条边映射的像的大小。第三，有损不保证相容：取 $A_1=\{0,1,2\}$ ， $g(0)=1$ 、 $g(1)=2$ 、 $g(2)=1$ ，则 g 没有固定点。第四，若某条边是常值映射，则固定点存在且唯一。

证明。若 x 是 g 的固定点，令 $x_1=x$ ， $x_{i+1}=f_i(x_i)$ ，回到起点时得到 $g(x)=x$ ，赋值相容；反过来，任一相容赋值的第一个分量满足 $g(x_1)=x_1$ ，且整个赋值由 x_1 沿边传播确定，故一一对应。第二点：固定点 $x=g(x)$ 属于 g 的像； g 可写成 $h \circ f_i \circ k$ ，像的大小不超过 f_i 的像。第三点逐项代入即得， $g(1)=2$ 、 $g(2)=1$ ，只在1与2之间循环。第四点：常值边使 g 为常值映射，取值 p ，则 $g(p)=p$ ，且任何固定点都等于 p 。证毕。

第四点是提醒，不是安慰：相容之所以必然成立，是因为所有区分都被折叠了。共同状态数量受最窄的一条边限制，这与下一节的误差分析一致：常值边的放大因子为零，误差被截断，信息也被截断。多个闭环、部分映射或边方向混杂时的判据，本章不证明，列为开放问题，不借用此命题。

◆ 十六、有损转换的误差怎样沿路径积累？

设在一组带距离的表示空间中，理想轨迹满足 $x_i=f_i(x_{i-1})$ ，实际轨迹满足 $\hat{x}_i=\hat{f}_i(\hat{x}_{i-1})$ 。要求两条轨迹始终留在各映射的适用域内；对每一步实际进入的状态 z ，有 $d(\hat{f}_i(z), f_i(z)) \leq \varepsilon_i$ ；理想映射 f_i 在相关状态对上满足 L_i 倍的Lipschitz界。若累计误差 $e_i=d(\hat{x}_i, x_i)$ ，插入中间项 $\hat{f}_i(\hat{x}_{i-1})$ 并使用三角不等式，得到 $e_i \leq \varepsilon_i + L_i e_{i-1}$ 。这里 e 只是误差记号，不是特征纠缠系统 E 。

递推展开可得，终点误差不超过各局部误差乘以后续放大因子的总和。若初始误差 $e_0=0$ 且所有 L_i 不超过一，就得到不超过各 ε_i 之和的简单界限；初始误差不为零时，还须加上 e_0 乘以沿途 L_i 乘积的传播项。若某些 L_i 较大，早期小误差可能被放大。这一推导需要明确距离和误差保证，不能直接拿来给自然语言翻译赋一个未经测量的百分比。

它仍然提供一个重要结构提醒：局部近似好，不保证长路径后仍然好；选择中介时不能只看单条边平均质量，还要看误差如何被后续任务放大。某些概念差别在教学介绍中无关，在严格证明或行动中却可能关键。

因此，知识谱系之间可以建立多条不同用途的接口：概览接口允许一定压缩，研究接口保留前提与证明，行动接口还需要相应责任和验证。不能把一次概览性翻译的成功当作全部知识已经无损迁移。

◆ 十七、循环不一致可能来自三种不同原因

第一种原因是真实接口错误，例如同术语在不同路径中被赋予不相容定义。第二种原因是版本错位，一条边使用旧定义，另一条边使用新定义。第三种原因是任务本来不是纯翻译，而是沿途进行了学习、修订或对象改变。三种情况都可能表现为绕行后没有回到原状态，却需要不同解释。

纯翻译模型要求状态含义和版本固定。如果沿途吸收新证据，返回后的知识发生变化是合理的，不能用循环恒等要求它保持旧答案。应当给边标记“翻译”“更新”“修订”或“生成”等类型，再决定哪些循环需要一致，哪些循环正是在研究变化。

这也避免一个反向误用：系统不能把所有翻译错误都解释为创造性更新。若它承诺保留原意，却无说明改变定义，就是接口失败；若确实要提出新定义，应显式建立新版本并说明理由。发生与误译的区别在于承诺、过程和证据，而不是结果是否新颖。

知识谱系网络因此不是一张静态无标签图。时间、版本、关系类型和任务共同构成边的身份。缺少这些索引，网络可以连接很多节点，却很难支持真正推理。

◆ 十八、覆盖率与覆盖数：密度需要选择一个明确尺度

在有限距离空间里，可以给定半径 ε ，询问最少需要多少个中心，使每个对象都落在某个中心的 ε 范围内。这一覆盖数描述在该尺度下需要多少代表位置，不等于实际拥有多少有效知识。中心若没有经过验证，数学覆盖也不能自动变成知识覆盖。

若新增非负的差异项，而旧距离项权重保持不变，新距离不会小于旧距离。同样半径下，任何能覆盖新空间的中心集合也能覆盖旧空间，所以新覆盖数不会更小。这个有限结论说明，增加真实区分可能使覆盖任务更难，即使已有节点数量没有减少。

但若每增加一个轴就重新把全部权重平均归一，距离未必增加。两个对象原来只在一个特征上不同，距离为一；后来增加许多相同特征并等权平均，距离反而下降。此时覆盖率改善可能只来自尺子改变。比较“谱系填充速度”时，必须记录距离与归一化版本。

这也是为何本书拒绝用一个漂亮百分比描述所有知识生产。有效节点数、对象范围、轴数量、验证状态与尺度都可能变化。指标的任务是帮助看清变化来源，而不是确保每轮结果都朝上。

◆ 十九、维度扩张同时增加可能性与验证负担

若 m 个二值特征的全部取值组合均可实现，理论组合数为 2^m 。每增加一维且仍保持全部组合可行，组合数翻倍。这里说的是组合可行性，不要求、也不推出随机变量的统计独立；有约束时可行组合可能少得多。无论哪种情况，新轴不仅提供更多表达，也提出新的覆盖与验证问题。

因此，AI生成能力提高不自动追上维度增长。系统可能更快填充旧网格，却因为发现更多有效维度而面对更大的未知区域。知识文明的进步可以表现为知道自己还不知道什么，而不是所有空格越来越少。

一个合理策略是区分任务相关的组合与纯形式组合。并非每个组合都值得同等投入，资源应根据重要性、风险与潜在生成价值配置。但这种选择必须公开，不能把未研究位置说成没有价值，也不能因容易生成而优先把低价值位置填满。

谱系空间的经济含义就在这里与验证相遇：潜在需求的范围可以扩大，实际服务却受研究和维护能力限制。新的分工可能围绕这些限制形成，而不是只围绕生成文本的主题形成。

◆ 二十、局部坐标可以合作，而不必等待一个最终总坐标

在缺少全局统一坐标时，研究并非必须停止。不同任务可以采用不同局部坐标，通过已验证接口在交叠范围内合作。关键是明确哪里已经可转换，哪里需要保留不确定性，哪里目前没有共同表达。

这与本书的知识同一性谱系观一致。公共数学、逻辑和测量提供较广共同层，领域与部落保留自己的局部结构；跨部落活动在具体任务上建立中间坐标。中间层不是低一级的真理，而是承担转换与共同工作的独立知识。

局部合作还可以推动新共同性。某个反复出现的转换困难，可能促使双方共同定义新的对象或指标；这个新层随后成为其他谱系的接口。它不是把原来差异删掉，而是创造一个能够说明差异关系的新结构。

因此，从一条轴到多维空间，再到局部可互操作网络，不是越来越复杂的装饰，而是逐步摆脱不必要的统一假设。真正的统一应在能够保持的关系上建立，真正的多元也需要能够说明自己的连接边界。

◆ 二十一、多维空间通向新轴发生

本章建立的空间仍然依赖既定特征 Φ 。但真正的递归问题在于，研究活动可能发现 Φ 遗漏了重要差异，从而提出新特征 g 。此时，不只是对象在空间中移动，而是比较空间本身改变。

新轴能否成立，需要同时回答结构与任务问题：它是否提供原来没有的区分，这种区分是否稳定可识别，是否改善解释或行动，以及验证代价是否可承担。第三十一章将分别处理这些判据。

由此，知识同一性谱系不再是一张完成的地图。它是一种能够审查自己地图的知识组织：保留共同坐标，识别局部差异，检查转换相容性，并在必要时创造新的区分方式。这样的空间才具有递归发生的意义。



26

第 26 章

SDE数学：统一性数学的内生谱系发生

◆ 一、数学最严格，也最需要把变化发生在哪里说清楚

若要论证高度统一的知识也能发生谱系，数学是一个有力而严格的检验场。它不会因为一种解释富于启发，就自动承认所有新命题；同时，明确前提与推理规则，也使不同体系之间的关系更容易被写成可检查的问题。数学在这里不是给哲学提供声望的装饰，而是要求哲学承担精确定义的领域。

王德生提出，数学的既有统一性与被共同接受的E、D条件有关，改变这些条件便可能展开数学同一性谱系。这一主张必须分层理解。公理、定义与推理规则确实规定形式体系的部分条件；实际问题选择、证明搜索、计算资源和使用意义，则属于更广的发生过程。两层有关，但不能直接画等号。

本章把“SDE数学已经形成一条研究谱系”理解为：它提出了可辨认的问题、构造方向和后续研究关系。这个判断不等于宣布其中全部命题已经成为公认定理，也不等于已经证明所有既有数学都是其特例。研究谱系的存在与理论的证明完成度，是两种不同评价。

◆ 二、形式规则与实际研究路径必须分账

用一个简化形式系统表示数学理论：它包括语言 $\mathcal{L}$ 、公理集合 $\mathcal{A}$ 与推理规则 $\mathcal{R}$ 。这三个花体记号只在本节使用，与第33章知识账本中的 A_t 、 R_t 、 L_t 以及下文的矩阵 L 无关。由这些条件允许推出的命题，构成该系统的定理范围。改变 $\mathcal{A}$ 或 $\mathcal{R}$ ，可能改变定理范围；只改变一个证明的书写风格，则未必改变任何形式内容。

研究者实际走过的 D 并不等于 $\mathcal{R}$ 。 $\mathcal{R}$ 规定什么推导有效， D 还包含怎样找到问题、先试什么、在哪个反例前回退、如何引入辅助对象，以及怎样利用计算。两条 D

可以到达同一定理；一条D也可能失败，而定理在相同体系中仍有别的证明。因此，过程多样性不自动等于真理条件多样性。

资源有限时，这一区别更加重要。两个系统在无限理想意义上允许相同定理，实际预算内能找到的证明却可能不同。AI改变搜索和表达，首先可能改变可达范围与过程成本，而不是改变逻辑有效性。若要进一步声称它生成新的数学基础，就必须展示定义、公理、规则或对象结构的实质变化。

形式检查也有边界。Lean官方文档提供公理依赖审计机制，同时指出新增公理的一致性并不会因为写入系统而自动得到证明。[R08] 因此，“检查器接受”需要说明接受了什么、依赖哪些前提，不能把假定待证命题当作公理后，再把通过检查称为完成证明。

◆ 三、数学母本提供的研究入口与证据边界

第53卷《SDE数学导论》从网格与相容性问题进入伞模型，讨论影响范围、重叠与传播等条件；第344卷进一步区分解释性重述、形式嵌入与严格恢复，明确广泛恢复传统数学仍需逐项证明；第346卷讨论人—AI共同发生新数学及其谱系延续。[R01][R02][R03] 本章沿这些入口继续构造，不代替母本尚未完成的证明。

这里需要保留一条严格界线。用新的语言描述已有非局域算子、场或关系结构，可以有组织知识的价值，但不能仅凭改名主张新数学已经成立。既有数学并非不能研究波、场、非局域性或不同基础。SDE研究若要取得形式贡献，需要说明它增加了什么对象、定理、算法、解释约束或有效问题。

相应地，一个新对象不能仅靠具有生活意味的名字获得数学地位。它需要明确相等条件、允许操作与所研究的关系；一个新的优化原则需要说明目标和约束；一个声称恢复旧理论的极限，需要给出拓扑、收敛方式和参数条件。严格性不是对发生的阻碍，而是使发生不被表述热情替代的条件。

下面给出一个最小构造，演示怎样把谱系问题落到可复算对象。它借用标准图拉普拉斯结构，不宣称这些基本结论是本书首次发现。新书使用它的目的，是建立一套区分参数变化、结构变化与生成规则变化的方法。

◆ 四、一个三点模型：共同结构中的连续分化

取三个节点，第一与第二之间的非负连接权重为 a ，第二与第三之间的非负权重为 b 。定义矩阵 $L(a,b)$ 为：第一行 $(a, -a, 0)$ ，第二行 $(-a, a+b, -b)$ ，第三行 $(0, -b, b)$ 。这里的节点可以作为抽象数学对象，暂不绑定任何具体物理解释。

对任意实向量 $x=(x_1, x_2, x_3)$ ，直接展开得到 $x^T L x = a(x_1 - x_2)^2 + b(x_2 - x_3)^2$ 。因此当 a, b 非负时， L 半正定。若 a 与 b 均为正，能量为零当且仅当三个分量相等，零空间是一维的常向量空间。这些结论来自展开式，不依赖对模型的哲学赞许。

在相同对象集合与相同运算规则下改变 a, b ，得到一个连续参数族。令 $a=b=1$ ，特征值为 $0, 1, 3$ ；令 $a=1, b=2$ ，特征值为 $0, 3-\sqrt{3}, 3+\sqrt{3}$ 。一般地，特征多项式可写为 $\lambda[\lambda^2 - 2(a+b)\lambda + 3ab]$ 。这显示共有结构与具体行为可以同时存在：各成员共享半正定性与常向量零空间，却有不同非零谱。

这一族模型是谱系的一个简化数学类比。它说明“共同”不必等于所有数值相同，但不能仅凭参数族就证明人类知识具有历史谱系。模型中的关系是定义给定的；真实知识谱系还需要发生与继承证据。形式同一和历史亲缘仍须分开。

◆ 五、边界变化：不是每一次变化都只是同一轴上的移动

当 b 从正数降到零，第三个节点与前两个节点断开。零空间维数随之从一变为二。矩阵元素可以连续变化，但某个结构性质在边界发生改变。这说明连续参数与离散结构分支能够共存；知识谱系也不必被预设为一光滑实数轴。

假如研究者此前只记录 $a+b$ ， $a=1, b=1$ 与 $a=2, b=0$ 具有相同总权重，却有不同连通结构。要区分这两种情况，只增加总权重的测量精度没有帮助，需要引入能辨认连接分布或零空间维数的特征。这里出现的是比较轴的改变，而不只是旧轴上测得更准。

然而，新轴仍需接受非冗余性检查。如果它只是旧变量的一一改名，就没有增加辨识能力；如果它只把噪声当差异，则可能损害判断；如果其所揭示的区别与任何相关任务无关，也不必立即提升为理论中心。轴的发生需要同时考虑结构、可靠性和问题价值。

这正是本书对“统一数学发生谱系”的更精确表达：共同数学规则可以保持，参数、对象连接或比较特征可以改变；在另一些情形下，形式规则本身也可能成为研究对象。但不同层次的改变要分别证明，不能由一项参数变化推出整个数学本体已经完成革命。

◆ 六、传播条件改变时，旧证明为什么不能自动搬过去？

考虑无延迟动力学 $x' = -Lx$ 。若 L 对称且半正定，则二次能量 $V = x^T x / 2$ 满足 $V' = -x^T L x \leq 0$ 。这个结论需要当前状态与当前作用之间的关系。它是一个条件性证明，不是所有带同一名称模型都自动具有的性质。

现在把作用改成依赖过去状态。为避免复杂性，使用标量方程 $z'(t) = -az(t - \tau)$ ， a 为正，历史段上 z 恒等于 1。对 $0 \leq t \leq \tau$ ，直接积分得到 $z(t) = 1 - at$ 。若 $a\tau$ 大于 1，则在 $1/a < t \leq \tau$ 内， z 为负而过去状态仍为正，所以 $V' = z \cdot z' = -a(1 - at)$ 为正。原来的单调能量下降性质在这里失效。

这是一个明确的反例，不需要宣布延迟系统总是不稳定，也不需要给出全部稳定区域。它只证明：把传播条件改变后，某个原有证明所依赖的条件不再成立，结论不能原封不动搬运。新的谱系成员可能需要新的能量函数、状态空间或检验方式。

这个反例否定的是一条证明路径，而不是稳定性本身，这一区别需要单独算清。在同一方程里寻找形如 $e^{\lambda t}$ 的解，得到特征方程 $\lambda = -a \cdot e^{-\lambda \tau}$ 。设 $\lambda = i\omega$ ， ω 为正实数，代入欧拉公式：实部给出 $a \cdot \cos(\omega\tau) = 0$ ，虚部给出 $\omega = a \cdot \sin(\omega\tau)$ 。由第二式知 $\omega \leq a$ ；由第一式知 $\sin(\omega\tau) = \pm 1$ ，而 ω 与 a 皆为正，所以只能取 $+1$ ，于是 $\omega = a$ ，且 $a\tau = \pi/2 + 2k\pi$ ， k 为非负整数。纯虚根因此只可能出现在这些 $a\tau$ 值上，最小的是 $\pi/2$ ，约 1.571。

这就留出了一个区间：当 $1 < a\tau < \pi/2$ 时，能量 $V = z^2/2$ 在最初一段确实上升，上面的单调性证明失效；但特征方程在此区间没有纯虚根，根的实部符号不会在这里因穿越虚轴而改变。关于这类方程渐近稳定的经典结论是 $a\tau < \pi/2$ ，但本轮没有取得可核对的文献，这里只证明了纯虚根的位置，没有证明全部特征根都落在左半平面，所以这条经典结论按〔待核〕处理。作为辅助证据，复算脚本用欧拉法（步长

千分之一， a 取1) 数值积分： $a\tau=1.2$ 积分到 $t=80$ 、 $a\tau=1.4$ 积分到 $t=300$ 时，末段振幅分别降到 10^{-5} 与 10^{-7} 以下， $a\tau=1.7$ 积分到 $t=80$ 时振幅增长到10以上。另以Lambert W函数主支给出最右特征根 $\lambda=W_0(-a\tau)/\tau$ (a 取1时)，其实部在 $a\tau$ 约1.57处由负转正。这些数值不是证明，它们只与临界值 $\pi/2$ 的位置一致。

于是这个例子的准确含义是：能量单调下降这一证明工具在 $1 < a\tau$ 后失效，而“零解稳定”这个命题可能在更大的区间里仍然成立，只是需要换一种证明工具。把“工具失败”读成“命题失败”，和把“命题在条件内成立”读成“无条件成立”，是同一类误判的两个方向。

这个最小例子使E与D的关系具体化。改变模型条件相当于改变一个发生前提；原证明路径因此失败，研究者需要重新选择对象与方法。若新的方法被整理为后续模型都可使用的生成或验证规则，就不只是增加一个结果，而接近发生机制的递归改变。

◆ 七、数学的新谱系怎样取得公共有效性？

一条数学研究谱系可以从特定思想复合主体发生，但形式结果不能只对其成员有效。需要公开足够的定义、前提和推理，使外部研究者能够检查相应命题。公开不必意味着暴露全部私人研究记录，却必须使被宣称为定理的部分不依赖“只有作者知道”的关键步骤。

对于计算结果，需要给出算法、参数、误差与可复算材料；对于实验观察，需要区分数值证据与一般证明；对于框架性主张，需要说明哪些具体子问题已闭合，哪些尚未闭合。这不是把数学创新分割得过细，而是防止局部成功替整体未证部分担保。

数学谱系之间也可以建立不同强度的关系。仅有语义类比、存在保结构映射、得到等价理论、建立严格极限恢复，是不同任务。每一种关系都有价值，但不能互换名称。尤其在SDE研究中，“传统数学可以在这里得到位置”与“全部传统数学被严格恢复”之间，仍有需要逐项完成的数学工作。

同样，不同公理体系并不意味着任意选择都同样可行。相容性、解释能力与具体任务关系都需要考察。谱系化允许提出更多候选条件，数学检验负责筛选。开放发生空间和保持严格性，不是两个必须牺牲其一的目标。

◆ 八、从点对象到分布对象：给出一个不靠隐喻成立的构造

为了进一步落实影响范围与重叠的思想，下面把“一个对象具有分布”写成有限模型。这个模型使用已有的群与卷积运算，不把基本结论宣称为新的数学史发现。它的作用是展示：怎样从一个统一结构出发，形成可检验的新对象族；又怎样在扩展过程中识别不能保留的旧性质。

取有限交换群 G 。群运算写作加法，单位元写作 0 。 G 可以是模 n 整数的加法群，但本节不要求对象必须解释为通常整数。对每个 $a \in G$ ，定义点质量 δ_a ：在 a 处取 1 ，在其余位置取 0 。它用一个函数表示“全部质量集中在 a ”。点对象由此进入函数空间，但到目前为止只发生了表示改变，没有增加新的对象行为。

现在允许任意非负函数 $\mu: G \rightarrow \text{实数}$ 满足 $\sum_x \mu(x) = 1$ 。把这样的 μ 称为归一化分布对象。它可以集中于一点，也可以占据多个点。这里的“质量”是数学归一化量，不直接等于物理质量、心理意义强度或知识可信度。是否赋予某种经验解释，必须另立映射与证据，不能由一个数学名称顺带完成。

对两个分布 μ 和 η ，定义卷积： $(\mu * \eta)(z) = \sum_x \mu(x)\eta(z-x)$ 。由于 G 有限，所有和式都是有限和，不涉及积分交换的额外条件。每一项非负，故结果非负；把 z 与 x 的求和次序交换，再对固定 x 把 $z-x$ 作为新变量，可得 $\sum_z (\mu * \eta)(z) = 1$ 。因此卷积把归一化分布送回归一化分布，运算是封闭的。

这个封闭性检查很基础，却说明了新对象定义应承担的义务。不能只说“数由点变成场”，然后仍默认旧运算自动成立。必须说明场的取值范围、归一化条件、允许操作及操作后的对象归属。若某一步产生负值或总量不再为 1 ，就需要改变对象类，或者承认该操作不在当前系统内。

◆ 九、旧结构怎样准确进入新结构

点质量满足 $\delta_a * \delta_b = \delta_{(a+b)}$ 。证明只需观察卷积和式：只有 $x=a$ 且 $z-a=b$ 时可能出现非零项。因此 $a \mapsto \delta_a$ 保持加法。不同 a 给出不同函数，所以这一映射是单射。原来的有限群由此作为一个保运算的子结构进入分布对象系统。

单位元是 δ_0 。把它与任意 μ 卷积，只保留一个求和项，得到 μ 。交换性来自 G 的交换性与变量替换。结合性则来自有限三重和的重新分组：无论先计算 $\mu * \eta$ 还是先计算 $\eta * \kappa$ ，最终都在累计满足 $x+y+w=z$ 的 $\mu(x)\eta(y)\kappa(w)$ 。这些性质构成一套明确的基础。

但是，保留加法结构并不等于恢复了全部传统算术。当前模型没有定义通常意义的乘法、除法、大小顺序，也没有给出无限数系、实数完备性或微积分。若把这一有限嵌入写成“全部数学已成为本模型的特例”，就越过了证明实际覆盖的范围。局部恢复必须注明恢复的是哪个对象类和哪些关系。

这里有三种容易混淆的成果。把 a 改写成 δ_a ，是忠实表示；把对象扩展到所有 μ ，是对象类扩张；在新对象上建立具有独立用途的命题，才是扩张带来的进一步知识。第一步不能冒充第三步，第三步也不必因使用已有运算就失去研究价值。应当评价的，是新增问题与结论，而不是命名是否新颖。

对SDE数学而言，这种分层有直接方法价值。可以先确立一个小而严格的旧结构恢复结果，再研究分布对象带来的新性质，并把尚未完成的恢复任务列为公开问题。研究谱系的可信度会随可检查关系的增加而增强，不需要一次承诺包含所有数学。

◆ 十、非点对象为什么不能继续拥有全部旧逆元

旧群中每个 a 都有逆元 $-a$ 。分布对象也都有卷积逆元吗？答案是否定的，而且在当前非负归一化对象类中，可以给出精确结论：若 $\mu * \eta = \delta_0$ ，则 μ 和 η 都必须为点质量，且所处位置互为群逆元。

证明如下。因为 η 总和为1，它至少在某个 y 处严格为正。假如 μ 在两个不同位置 x_1 、 x_2 均严格为正，卷积就在 x_1+y 与 x_2+y 两处都得到正贡献。群的消去律保证这两

个位置不同，而 δ_0 只有一个正位置，矛盾。因此 μ 只能在一个位置为正，归一化后必为某个 δ_a 。同理 η 必为 δ_b ，再由卷积结果得到 $a+b=0$ 。

这个结论不是说扩展失败，而是说明扩展改变了代数性质。点质量部分仍是群，全部分布部分则形成带单位元的交换么半群；其中可逆元素恰好是点质量。这里使用“么半群”只表示运算封闭、结合且有单位，不要求每个元素有逆元。旧结构被保留，新对象却不必继承旧结构的每一项性质。

如果允许带符号的函数，逆元问题会改变，但也不能由此宣布所有函数都可逆。例如 G 至少有两个元素时，均匀分布 u 满足 $u*\mu=u$ ，特别是 $u*u=u$ 。若 u 存在卷积逆元，与等式两侧卷积该逆元，会推出 $u=\delta_0$ ，矛盾。扩大对象类以后仍需要重新分析，不能把“允许负值”当成通往一切逆运算的许可证。

“允许带符号”确实会改变答案，一个有限算例可以说明。仍取模3整数群与 $\mu=(1/2, 1/4, 1/4)$ 。逐点计算卷积：位置0处是 $(1/2)(3)+(1/4)(-1)+(1/4)(-1)=1$ ；位置1处是 $(1/2)(-1)+(1/4)(3)+(1/4)(-1)=0$ ；位置2处是 $(1/2)(-1)+(1/4)(-1)+(1/4)(3)=0$ 。所以 $\mu*(3, -1, -1)=\delta_0$ 。这个逆元的总和仍为1，却含负值，不再是分布对象。“非负归一化类里只有点质量可逆”与“带符号类里 μ 可逆”并不冲突：前者说逆元不能留在原对象类里，后者说逆元存在于更大的类里。下一节的分解给出同一结果： $\mu=u+(1/4)(\delta_0-u)$ ，对应的逆是 $u+4(\delta_0-u)=(3, -1, -1)$ 。

有限交换群上有一个标准判据可以统一这些例子：取复数值函数，傅里叶变换把卷积变成逐点乘积，所以函数可逆，当且仅当它在每个特征标处的傅里叶值都不为零。必要性一行即可：若 $\mu*\eta=\delta_0$ ，两边取傅里叶值得 $\mu(\chi)\cdot\eta(\chi)=1$ ，故 $\mu(\chi)\neq 0$ 。充分性依赖傅里叶反演，属标准结果，这里不重证。均匀分布在非平凡特征标处的值为零，所以不可逆，与前面的消去论证一致；上例中的 μ 在两个非平凡特征标处的值都是 $1/4$ ，所以可逆，与显式逆一致。

这为谱系递归提供了一种具体机制：对象扩张暴露旧性质不再普遍成立，研究者必须决定保留旧性质而缩小对象类，还是接受新性质而发展新理论。不同选择可以形成不同分支。分支的差别由可证明的结构条件界定，而不是由研究者偏好本身担保。

◆ 十一、一个三点分布的完整计算

取 G 为模3整数群，按0、1、2排列函数值。设 $\mu=(1/2, 1/4, 1/4)$ 。它不是点对象，三个位置均有正质量。直接计算得到 $\mu*\mu=(3/8, 5/16, 5/16)$ 。第一项来自 $1/4+1/16+1/16$ ，后两项分别来自 $1/8+1/8+1/16$ 。这一结果仍归一化，却比原分布更接近均匀。

这里的“更接近”可以明确计算，而不只凭图像判断。均匀分布 $u=(1/3, 1/3, 1/3)$ 。 μ 可写成 $u+(1/4)(\delta_0-u)$ 。由于 $u*u=u$ 、 $u*(\delta_0-u)=0$ 、 $(\delta_0-u)*(\delta_0-u)=\delta_0-u$ ，重复卷积给出 μ 的第 t 次卷积幂等于 $u+(1/4)^t(\delta_0-u)$ ， t 为正整数。

因此该例在重复卷积下趋近均匀，且偏离项按确定的几何因子缩小。这只是这一特定核的精确结论，不是所有传播过程都会均匀化。点质量重复卷积只会按群运算移动；某些支撑受限的核可能只在部分结构中活动。不能把一个可算例子扩张成没有条件的一般传播法则。

若把卷积理解为两个独立随机位移相加，上述计算也有概率解释。但模型可以先作为纯代数存在，是否独立、是否代表实际测量误差，要另作经验判断。一个符号运算有多种解释，不意味着每一种解释都由同一证明获得事实支持。

由这个例子可以看出，形式共同性与经验共同性必须分开。不同研究者完全可以共享同一卷积计算，却把它用于空间扩散、测量模糊或抽象组合。计算层具有高度统一性，解释层的 E 与 D 可能显著不同。这种同一结果在不同谱系中的角色差别，是知识同一性多维结构的具体实例。

◆ 十二、重叠可以精确表达，但不能把不同的重叠混成一个量

对两个归一化分布定义重叠量 $\omega(\mu, \eta) = \sum_x \min\{\mu(x), \eta(x)\}$ 。它介于0与1之间。利用 $\min\{a, b\} = (a+b-|a-b|)/2$ ，对所有位置求和，得到 $\omega = 1 - (1/2) \sum_x |\mu(x) - \eta(x)|$ 。把 $(1/2) \sum_x |\mu(x) - \eta(x)|$ 记作总变差距离 $TV(\mu, \eta)$ ，则 $\omega = 1 - TV(\mu, \eta)$ ，二者精确互补；全章的 TV 都取这一含 $1/2$ 因子的定义。

这一定义下， $\omega=1$ 当且仅当两个分布逐点相等； $\omega=0$ 当且仅当它们的正支撑没有交集。它不是内积 $\sum_x \mu(x)\eta(x)$ ，也不是两个支撑集合的交并比。例如两个相同但分

散的概率分布，重叠量为1，内积却通常小于1。名称相近的量可以回答不同问题，不能把某个量的定理移植给另一个量。

对于知识谱系，这个形式结果提供的是测量提醒，而不是现成的知识同一性公式。必须先说明知识对象怎样被表示为归一化分布，各位置代表什么，质量来自测量、编码还是主观赋权。如果这些问题没有回答，用一个漂亮的 ω 算出百分比并不会使结果具有客观意义。

相反，若一个有限任务中确实存在可公开编码的分布，例如两套系统对同一有限类别的预测概率，就可以明确比较它们的重叠。但概率接近仍不等于正确；两个系统可以同样错误。分布同一性、预测准确性和发生谱系亲缘性应分别记录。

◆ 十三、共同卷积会增加相似性，却未必创造更强的知识

令 κ 为任意归一化分布。对 μ 和 η 施加同一个卷积操作，有总变差收缩： $TV(\mu * \kappa, \eta * \kappa) \leq TV(\mu, \eta)$ 。证明用三角不等式即可。把卷积差写成 $\sum_x [\mu(x) - \eta(x)] \kappa(z - x)$ ，取绝对值、对 z 求和，交换有限求和并利用 κ 总和为1，得到所需不等式。

由重叠公式，收缩意味着 $\omega(\mu * \kappa, \eta * \kappa)$ 不小于 $\omega(\mu, \eta)$ 。但是，这种相似性的提高存在完全不同的解释。若 $\kappa = \delta_a$ ，操作只是共同平移，距离不变，信息没有因平移丢失。若 κ 为均匀分布，则任何输入都被送成均匀分布，两个原本不同的对象立即达到重叠1。

后一个极端尤其重要。它说明可以通过抹掉差异制造完全一致。对知识系统统一使用一个过度粗糙的摘要，也可能使表达高度相似，同时失去区分关键情境的能力。因此，公共语言的建立不能只追求输出相似度，还要检查哪些区别被保留、哪些任务仍能正确完成。

这个反例为本书建立一个负面判据：由不可逆压缩得到的统一性，不能仅凭高相似度被称为更高阶知识同一性。它可能是有用的粗粒度共同表达，也可能是信息退化。判断要结合任务、误差和可回溯性，而不是预先把统一程度增加当成进步。

真正有价值的新共同性，往往需要在保留相关差异的同时建立转换关系。例如外部交流只需要某个粗层结论，而内部仍保存能够恢复细节的原始表示和条件记

录。这样，共同表示承担接口功能，不冒充全部知识本体。数学上的收缩性质帮助我们识别这一制度选择的代价。

◆ 十四、影响半径需要一个明确的几何结构

若要把分布对象的“影响半径”形式化，仅有群结构还不够，还要指定距离 d 。假定 d 对平移不变，并满足三角不等式。若 μ 的支撑包含于以 a 为中心、半径 r 的球， η 的支撑包含于以 b 为中心、半径 s 的球，则 $\mu * \eta$ 的支撑包含于以 $a+b$ 为中心、半径 $r+s$ 的球。

证明取任何卷积为正的位置 z 。非负求和保证至少存在 x 使 $\mu(x) > 0$ 且 $\eta(z-x) > 0$ 。于是 $d(x, a) \leq r$ 且 $d(z-x, b) \leq s$ 。利用平移不变与三角不等式，得到 $d(z, a+b) \leq r+s$ 。这里的非负性是支撑推断的重要条件；如果允许正负抵消，支撑关系仍有包含方向，但不能以相同方式反推每个候选点都会出现。

这一上界并不表示每次运算半径都恰好相加。实际支撑可以更小，在有限循环群中还可能因距离的周期结构出现饱和。因此“半径增加”只能作为条件性结论，不是无限扩张的保证。不同距离选择也会改变同一个分布的半径，距离本身是模型的一部分。

这进一步说明 E 的谱系化可能发生在不同层次：既可以改变分布参数，也可以改变底层对象、距离和边界条件。只有前者发生时，是同一模型族内的移动；后者改变时，需要重新确认哪些比较仍有意义。跨模型比较不能只把同名的 r 放进一列就认为量纲相同。

◆ 十五、点极限可以成立，但必须说明极限的对象与距离

令 $\mu_{\varepsilon}(a, \varepsilon) = (1-\varepsilon)\delta_a + \varepsilon\nu_a$ ，其中 $0 \leq \varepsilon \leq 1$ ， ν_a 是任意固定归一化分布。直接从总变差定义得到 $TV(\mu_{\varepsilon}(a, \varepsilon), \delta_a) \leq \varepsilon$ 。因此 ε 趋于零时，分布对象在总变差意义上趋于点对象。这是一个明确的点极限，不涉及含糊的“无限接近”。

如果两个分布同时变化，还可利用卷积收缩与三角不等式得到 $TV(\mu * \eta, \mu' * \eta') \leq TV(\mu, \mu') + TV(\eta, \eta')$ 。先把差异拆为改变第一个输入与改变第二个输

入，再分别使用收缩即可。于是当两个输入分别趋于 δ_a 与 δ_b 时，卷积趋于 $\delta_{(a+b)}$ 。旧加法在这个指定极限下得到稳定恢复。

但这仍不是全部数学的统一退化定理。对象集合有限、运算只有卷积、距离为总变差，都是证明不可省略的条件。换成无限空间、允许非归一化核、改变运算或研究不同收敛方式，必须重新检查。尤其不能从一个运算的连续性推出任意数学性质在极限中都保留。

第344卷对不同退化路径和归一化问题的讨论，正需要这种逐项明确的工作方式。[R02] 本书在这里提供的是一种示范：不把“恢复旧数学”作为一句总口号，而把它拆成对象嵌入、运算保持、极限稳定以及适用边界。每完成一个子问题，就获得一条可进入后续谱系的可靠关系。

◆ 十六、感官名称怎样进入数学，而不是代替数学

视觉数、触觉数、听觉数的研究方向，可以被理解为追问不同经验组织是否提示不同的数学对象与关系。[R02] 但从经验词语走到数学结构，至少需要两个中介步骤：首先明确要形式化的经验差异，其次说明所选结构为什么能够保留这一差异。不能因为一个函数有扩散形状，就断言它已经代表触觉；也不能因为一个模型随时间变化，就断言它已经代表听觉。

一种可工作的研究设计，是先列出候选经验约束。例如某类任务是否允许把对象视为稳定离散单位，是否主要比较连续覆盖范围，是否依赖次序与节律。随后建立满足约束的候选形式模型，再比较这些模型的可区别预测或操作能力。经验约束本身仍需观察支持，数学模型的内部定理则由定义与证明决定。

同一种感官经验可能对应多个模型，同一个模型也可能服务多个经验领域。因此感官名称不应成为排他性的本体标签。更稳妥的表述是：它们提供数学发生的启发入口，而具体分支由正式结构与检验方式识别。这既保留SDE意义数学的创造方向，也避免把心理直觉当作形式有效性的替代品。

在这种安排中，E1的经验与解释、E2的形式表达、D中的构造与修正可以明确分工。数学结果并非因为脱离经验才可靠，而是其可靠性要求清楚地声明哪些前提

来自经验、哪些是定义选择、哪些是逻辑推论。思想复合主体的作用是连接这些层次，而不是取消层次间的证据边界。

◆ 十七、参数分化、结构分化与基础分化的三张账

数学谱系至少需要三张不同的变化账。第一张记录参数：对象类和运算不变，只改变连接权重、半径或误差水平。第二张记录结构：对象如何连接、哪些关系成立、允许哪些操作发生改变。第三张记录基础：语言、公理或推理规则改变，使有效命题的范围发生变化。三张账可以相互影响，却不应相互冒名。

例如在三点拉普拉斯模型中，把a从1改为2而保持b为正，属于参数变化；把b降为0会触及连通结构的边界；若进一步允许有向关系或非对称作用，原有的对称半正定证明就不再直接适用。若研究者转而改变所接受的逻辑规则，则进入另一个层次，不能用原模型的数值变化来替这一改变背书。

一个分支可以在第一层具有丰富成果，而没有触及数学基础。这不降低其价值。反之，一个基础性提案可能极为大胆，却暂时没有足够可检查结果。研究评价应分别记录形式创新的位置、证明完成度、问题解释力与后续生成能力，不宜把这些不同维度压缩成“是否颠覆旧数学”的单一判断。

本书所说的内生谱系，强调变化可以从已有统一体系内部的问题出发。旧体系给出了某些严格结果，也暴露其条件；研究者改变条件，观察哪些结论保留、哪些需要修正。这种过程并不必然以拒绝旧体系为开始。很多新的结构正因为能够准确解释旧结构为何有效、在何处失效，才取得清晰的位置。

◆ 十八、一个相同谱的反例：共同读数不能恢复全部结构

前面的三点模型给出特征多项式 $\lambda[\lambda^2 - 2(a+b)\lambda + 3ab]$ 。因此交换a与b不会改变特征值。若节点位置和标签具有研究意义，则 $L(a,b)$ 与 $L(b,a)$ 是不同的矩阵；但在把节点1与节点3交换的重标记下，它们又具有相同结构。这提醒我们必须先说明比较是否保留标签。

假如三个节点代表三个已经固定身份的地区，交换连接强度改变的是具体关系；假如它们只是无标签抽象点，交换可能只是一种表示变换。相同的计算结果在

不同研究任务中具有不同解释。不能仅凭特征值相同就说一切同一，也不能仅凭矩阵位置不同就宣称产生了独立数学谱系。

进一步说，所记录的S通常只是对象的部分特征。一个谱、一个总量或一个统计读数，可能保留某些关系，却无法恢复全部E、D。若把部分显露当作完整对象，就会把未被记录的差异误认为不存在。第二十四章所讨论的多维同一性，在数学里同样需要明确观察映射及其信息损失。

这里不需要泛泛宣布一切不可还原。应当具体问：给定某个观察映射，哪些结构可以恢复，哪些只能恢复到等价类，哪些完全无法辨认？相同特征值至少说明某些代数性质一致；是否足以支持某个应用决策，则取决于该决策所需的信息。有限的共同性可以准确而有用，不必冒充完整同一。

◆ 十九、公理变化的研究应从相对结果开始

当谱系进入公理或推理规则层面时，需要更严格地管理结论。一个新系统可能直接加入某个旧系统中未能推出的命题，但“加入后可以推出”不是对原命题的无条件证明。应明确它成为新系统的假设，或者建立新系统相对于已有系统的解释关系。读者必须知道每个结论站在哪些前提上。

一种稳健的比较方式，是寻找保结构解释：把新语言的对象和命题翻译到已有体系，检查新规则的每一步是否在目标体系中得到支持。这样的解释可以证明某种条件性的可靠关系，却未必给出双向等价。双向翻译还要检查复合翻译是否保持相关对象和命题，不能只因为两个方向都能写出句子就称为等价。

同伦类型论及单价基础提供了不同数学基础研究的实际案例，其作者文本明确围绕类型、路径、等价与同一性建立形式体系。[R38] 本书引用这一例子，是说明数学基础已经存在多种严格研究路线，不是把其全部成果归入SDE，也不是借其声望证明任何新框架都成立。新提案仍需提出自己的定义、关系与证明。

这还要求正确理解反例。一个命题在某套前提下成立，在另一套前提下不成立，并不自动构成矛盾。真正需要检查的是是否在同样语义和同样前提下同时断言互相冲突的结论。谱系化扩大了前提研究的范围，却不取消每一个明确系统内部的推理责任。

◆ 二十、证明搜索的谱系可以不同，而有效性仍然共同

设一个有限形式任务允许若干推理步骤。研究者甲从目标反推所需条件，研究者乙从已知条件向前生成，AI系统丙先搜索小模型反例，再决定是否寻找证明。这三条D可能有不同的成本和失败方式，却共享同一有效性检查。过程分化并不要求另造三套真理。

可以把这个关系写成两个函数：生成器Gen在预算 β 内产生候选证明，检查器Chk对每个候选给出接受或拒绝（这里不用G与J，以免与群G及第33章的 G_t 、 J_t 混淆）。改变Gen可能改变可达的证明集合与速度，而Chk保持不变。此时新增的是搜索谱系，不是有效推理规则谱系。若Chk也改变，就必须另行说明改变的理由和保证，不能以“新的生成方式需要自由”为理由撤掉检查。

在现实研究中，Gen并不总能与Chk完全分离。选择怎样表达对象、采用什么辅助引理，会影响检查难度；新定义也可能需要扩展检查器能理解的语言。但可追溯接口仍然有用：新表达怎样翻译为检查器的内部对象，新增规则是否可以展开为旧规则，哪些假设是被信任而非被证明的，都可以明确记录。

这也是人—AI数学复合主体与普通自动答题系统的重要区别。前者应当能够改变研究问题与生成策略，同时保持对证明义务的意识；后者可能只在固定题库中优化答案。提高题库成绩当然有价值，但不能仅凭成绩变化推断系统已经具有生成数学谱系的能力。

◆ 二十一、一份可执行的数学谱系研究合同

一个候选数学分支进入共同研究前，可以提交一份最小合同：对象定义、相等判据、允许运算、前提清单、核心命题、反例范围、与旧结构的关系、可复算材料。合同不是行政手续，而是使其他复合主体能够判断自己在接受什么。缺少对象定义，无法讨论同一性；缺少前提，无法讨论证明；缺少关系说明，无法判断是否只是改名。

以分布对象为例，合同可以明确对象为有限群上的归一化非负函数，相等为逐点相等，运算为卷积，核心命题包括封闭性、点质量嵌入、可逆元素分类与共同卷

积收缩。与旧结构的关系是有限群加法的单射保持，不声称恢复实数乘法。反例则包括均匀分布不可逆以及共同模糊导致差异消失。

这样的合同使读者可以接受其中一部分而暂缓另一部分。外部数学家可以认可所有有限证明，却不同意将其解释为某种感官数学；也可以认可形式构造而认为其用途尚未建立。这不是交流失败，而是把形式有效性、解释適切性与研究价值分开讨论的结果。

合同还应记录修改。若未来允许负核，原来的逆元分类不再适用；若底层集合无限，需要补充收敛条件；若改变距离，半径命题需重新审查。旧结果不能因为系统仍使用同一个名称就自动沿用。版本记录由此成为数学谱系连续性的一部分，而不是出版之后才添加的技术附件。

◆ 二十二、失败如何成为数学谱系的生产资料

数学研究中的失败至少有三类。第一类是候选命题被反例推翻；第二类是证明策略失败，但命题仍可能成立；第三类是模型内部成立，却不能解释目标问题。三类失败对E与D的回写不同。反例要求修改命题或前提，策略失败要求更换路径，解释失败则要求重新考察对象与经验之间的映射。

假如AI给出一个看似流畅的逆元证明，有限分布反例可以直接阻断错误结论。若AI只是在卷积结合性的证明中无法整理求和，不应由此宣布结合性不成立。若卷积模型计算完全正确，却不能区分某项感官实验结果，也不能把数学正确性当作经验适配性的保证。失败分类能够防止研究沿错误方向连续强化。

保存失败并不意味着把所有草稿永远塞入活跃上下文。可以把已否定命题、反例和适用边界压缩成可检索的否定记录；把冗长尝试归档；把仍开放的问题与已解决问题分开。这样，思想复合主体不会每次重新踩同一个坑，也不会因为记录无限膨胀而失去判断能力。

这正体现了正面与负面回写的区别。正面回写不只是保存成功结论，还包括保存可靠的失败边界；负面回写则是把已经被反例推翻的断言继续当作基础。判断回写价值的标准，是它能否改善后续发生的可靠性，而不是记录的情绪色彩。

◆ 二十三、数学母本怎样生成子本，而不是生成换名教材

若把本章的分布对象系统作为一个小母本，子本不能只把G改名为“课堂”“企业”或“生命”就算新理论。首先要说明这些对象之间是否真有群运算，卷积是否符合实际组合方式，归一化是否合理。多数现实对象不满足群公理，此时应选择其他结构，而不是为了保持母本外观强行套用。

一个合格的数学子本可以选择新的有限群，研究特定核类的可逆性、谱性质或支撑规律；也可以改变对象类，比较哪些母本命题仍成立。它应包含至少一个实质问题及其证明、反例或算法，而不是只有来自母本的术语。子本与母本的同一性由保留的结构关系识别，特殊性由新增条件和问题识别。

如果子本形成了更一般的定理，使母本中的若干例子成为特例，就可能反向改进母本。此时谱系不是只有自上而下的继承，还存在下层研究回写公共结构。递归发生的一个重要表现，正是新分支改变了后来理解原母本的方式。

这也表明“知识部落”不应被理解为数学结果只对内部有效。特殊的研究历史可以属于一个共同体，但一旦提出清楚的形式命题，外部主体应能在相同前提下检查。部落性主要表现于问题选择、生成路径和研究资源组织；公共有效性则使成果有机会越过原部落，进入更广的知识同一性层次。

◆ 二十四、哪些是标准数学，本章只增加了什么

前面每个构造都借用了现成的数学。为避免读者把标准内容当作本书的发现，也避免把有限构造当作传统数学的全面恢复，这里逐项登记。

本章构造	标准数学中的位置	本章的增量	本章不主张
三点矩阵 $L(a,b)$	加权图的拉普拉斯矩阵、二次型、零空间与连通分量，属谱图论基础	用来区分参数变化、结构边界与比较轴改变	新定理；物理解释
延迟方程 $z' = -az(t-\tau)$	线性时滞微分方程及其特征方程；稳定区间的经典结论〔待核〕	区分“证明工具失效”与“命题失败”	全部稳定区域；全部特征根的位置
有限交换群上的分布与卷积	有限群上概率分布的卷积，属群代数中非负归一化的部分	把点嵌入、封闭、逆元分类、重叠与收缩放进同一份合同	首创；无限群与非归一化核

本章构造	标准数学中的位置	本章的增量	本章不主张
总变差与重叠	概率论与统计的标准量及其收缩性质	指出重叠与内积回答不同问题；用均匀核反例识别信息损失	知识同一性的现成公式
点极限与半径上界	总变差意义下的收敛；平移不变距离下的支撑包含	示范“恢复旧运算”要拆成对象、运算、极限三项	全部数学的退化定理
非负类中仅点质量可逆	概率测度卷积半群理论中的初等类型结论；是否以此形式见于文献，本轮未检索〔待核〕	说明对象扩张会改变代数性质	首次发现

这张登记表同时划出有限群构造的边界。第九节的嵌入恢复的是群G的加法，而不是传统数学的整体。一个直接的差距是：有限群中每个元素的 $|G|$ 倍等于单位元，整数加法群中的非零元素没有这种性质。点质量的像与G同构，所以无论分布对象类怎样扩大，只要底层群是有限的，就恢复不了整数的无限增长结构。要走向整数，需要更换底层群，而不是扩大分布类。

更换之后，第十节的逆元论证仍可使用：它只用到消去律，以及每个分布至少在一个位置取正值。因此对整数加法群上有限支撑的非负归一化分布，“卷积为 δ_0 当且仅当两者是互逆的点质量”同样成立。但这仍然只处理了整数的加法。乘法、大小顺序、实数的完备性、微积分所需的极限与测度，都没有被这里的任何一步触及。它们各自需要对象定义、运算保持和极限稳定三项检查，其中每一项都可能得到肯定、限制或否定的结果。列出这张未完成清单，比一句“传统数学可以在此得到位置”更接近研究的实际状态。

◆ 二十五、本章的贡献应怎样被准确评价

本章并未完成一种覆盖全部数学的新基础。它完成的是一组有限构造及其解释纪律：三点算子区分参数与结构，延迟反例说明旧证明的迁移条件，分布卷积展示对象扩张与性质变化，收缩反例说明相似性提高可能来自信息损失。这些结果足以把若干哲学主张变成可检查问题，但不能替代更广泛的数学研究。

相应的开放任务也可以明确列出：为特定意义经验建立可反驳的形式对应，研究更丰富对象的运算与恢复关系，比较不同生成器在固定检验规则下的能力，建立

跨模型的稳定转换。它们不是因为问题困难就应停止，而是因为明确任务才能知道研究在哪里获得了真正进展。

数学谱系的成熟，最终需要两个方向同时推进。一方面，特殊复合主体不断提出新对象与新问题；另一方面，公共形式检验把可靠部分转化为可共享成果。若只有前者，谱系容易成为私人术语；若只有后者，现有题目可能得到高效求解，却缺少新问题的发生。SDE研究要解释的，正是两者如何在持续互动中共同发展。

◆ 二十六、人一AI的任务，不止是提出更多猜想

AI可以参与候选定义、证明搜索、反例构造和代码检查，但这些活动的价值取决于它们怎样进入有版本的研究过程。一个能够保存失败条件的系统，比只保存流畅证明文本的系统更适合长期数学工作。模型提出的新定义若不能与旧对象建立清楚关系，也不应因形式漂亮就被接受。

本章的三个小模型可以组成一种具体工作方式：先在共享结构中观察参数变化，再寻找旧特征无法区分的边界，最后修改条件并测试旧证明是否仍有效。这个过程可由人一AI协同展开，但每一步都应保留可以独立复算的对象。思想复合主体的独特性在生成过程中发挥作用，结果的公开检验则防止其成为封闭自证。

若某次研究只改变表述，不改变对象、推导、算法或问题能力，应把贡献如实归为解释组织；若产生可检查的新命题，就按数学标准评价；若形成新的研究与验证方法，还要考察它在未见问题上的作用。这样，数学的谱系发生才有明确层级，而不是所有变化都被称为新数学。

本章最终保留一个强而可工作的方向：数学统一性不排斥发生条件的研究，公共形式规则也不排斥复合主体的历史创造。SDE数学可以作为一条持续展开的研究谱系，其成熟取决于越来越多明确构造、证明、反例与转换关系，而不是反复宣告旧数学已经被超越。



27

第 27 章

SDE经济学：为什么CPI成为知识谱系化的切入口？

◆ 一、一个统计量可以正确，却回答不了所有人的问题

人们面对物价时提出的，并不总是同一个问题。统计者可能问代表性消费组合的价格怎样变化；一个家庭问维持自己的生活需要多花多少钱；经营者问某种价差为什么迟迟没有被竞争缩小；政策研究者则问价格变化怎样进入需求、投资和收入。四种问题有关，却不能由一个数字自动回答。

第495卷《为何CPI失灵了？》把总体指标、分层处境与市场连接的张力带入讨论，并明确不把CPI问题简单说成计算错误。[R04] 本章承接这一问题，但需要进一步划清统计定义、解释用途和因果机制。只有区分三者，经济学的谱系化才不是因为不喜欢某个读数而另造一个读数。

CPI可以在不同市场并未紧密连接的条件下被定义和计算。市场连接是否足够强，更多影响某些机制解释与预测使用，而不是所有指数运算的成立。因此，“市场脱钩所以CPI在数学上不成立”不是本章的论点。我们要研究的是，同一个总体读数何时不足以辨认对实际决策重要的状态。

◆ 二、两组家庭、两个商品：一个完全透明的例子

构造一个只有两类商品的经济思想实验。基期两组家庭的总支出相同，甲组将八成支出用于第一类、两成用于第二类；乙组的比例相反。随后第一类商品价格上涨百分之十，第二类下降百分之十。暂时固定数量、质量与基期权重，不考虑替代和链式编制。

按这个简化固定篮子模型，甲组价格指数为 $0.8 \times 110 + 0.2 \times 90 = 106$ ，乙组为 $0.2 \times 110 + 0.8 \times 90 = 94$ 。若两组在总体基期支出中权重相同，总体指数为100。也

就是说，总体变化为零，两组面对的固定篮子价格变化分别为正百分之六和负百分之六。

这三个读数都没有算错。它们回答的是不同范围的问题。总体数字不能代替每组经历，但分组数字也不应因为更贴近一类人，就被宣布为唯一真实指数。关键在于使用者是否理解聚合对象和权重，而不是找到一个能取消其余读数的数字。

美国劳工统计局的官方方法说明同样指出，总体CPI不必反映特定家庭的价格经验，支出结构差异是重要原因之一。[R05] 本书的例子只是把这个条件用可复算数字展开，并不冒充实际通胀数据，也不代表官方CPI全部复杂编制方法。

◆ 三、价格水平差异与价格变动差异不能混为一谈

再构造一种情况。两个渠道销售经过明确匹配的商品，价格长期分别保持在不同水平。只要各自价格不变，对应价格变化率都可以为零。高水平价差与低通胀可以同时存在，二者在逻辑上并不矛盾。CPI主要记录价格随时间的变化，不能因为它没有直接报告渠道之间的水平距离，就断言它没有统计意义。

相反，两个渠道当前价格相同，过去的变化路径却可以不同。一个从较低价格上涨，一个从较高价格下降。当前共同性不代表D的共同性。这是经济学案例与全书理论连接最直接的地方：相同S可以由不同过程发生，不同S也可能受到部分共同条件支配。

比较价差还需控制商品与交易条件。规格、质量、包装、交付、售后、时间与可获得性不同，价格差异就不能全部归为同一种机制。若只把“都是苹果”当作完全匹配，研究可能把质量和服务差异误当作市场断裂。匹配做得过窄又可能失去消费者实际选择的范围，所以研究对象要按问题说明。

因此，经济知识谱系不是让每个群体自由选择一个令自己满意的指标，而是让不同问题得到适当指标，并记录指标之间的可转换关系。多元测量若缺少共同定义，会制造更大混乱；保留共同定义，则可以在统一统计基础上形成新的问题谱系。

◆ 四、分组指标已有先例，新问题应当放在哪里？

英国国家统计局的家庭成本指数按不同家庭群体提供读数，并说明其权重方式与总体消费价格指标的区别。[R06] 因而，把家庭分组本身不能作为本书独占的新发明。母本第13章也承认相关指标已有实践。[R04] 严格承认前作和外部研究，才能准确安放本书的研究贡献。

本书可继续推进的，是把权重差异与交易连接、变化路径和行动条件放在同一发生问题中。两个群体不仅买的比例不同，还可能无法进入相同渠道，承担不同等待风险，或者在收入变化后采取不同调整。这里的E差异超出了一个固定篮子，D差异也超出了同一期涨跌幅。

但“超出”不等于旧方法无用。分组指数可以继续承担明确任务，新模型需要证明增加的信息在某种决策上有价值。若加入很多变量后无法改善解释、预测或干预判断，只增加复杂度，那么它未必是有用的新谱系。知识升级不能由变量数量证明。

同样，某个群体的指数更高，并不直接证明某项政策失败；还需考虑目标、时滞和反事实。经济解释最容易发生的错误，是把一个描述性读数立即升级为因果结论。本书既要反对总体数字包办一切，也要反对分层数字包办一切。

◆ 五、从E差异到D差异：如何提出可检验的机制？

用E组织经济条件，可以记录收入与支付能力、商品和渠道可达性、信息与契约、运输与储存条件，以及主体对承诺的判断。用D组织过程，则追踪价格变化怎样传递、交易怎样发生或停止、家庭怎样替代消费、经营者怎样调整供给。S是这些过程在指定时间和规范下的显露，而非全部经济存在。

为说明传递差异，可以用一个候选关系描述某渠道价格变化对其他渠道后续变化的影响。不同渠道之间可能有不同方向与时滞。但观察到先后变化，还不能直接认定因果，二者可能同时受第三种冲击影响。因此，传递网络首先是待估计结构，需要与共同冲击和选择效应区分。

母本强调信心、信任与行动阻滞，为问题提供了一个研究方向。但“差价主要由信心解释”不能仅靠价差存在获得证明。质量、成本、风险、信息和市场力量等

解释，都需要比较；无法立即观察某种成本，也不能把剩余部分全部命名为信心。未解释的残差不是理论胜利。

更有力的研究方式是提出竞争性预测。例如，在控制商品与交付条件后，若某种可观察的交易保障改变确实提高成交并缩小特定价差，同时其他成本未发生相应变化，那么它可以为信任相关机制提供证据。反之，若差异主要随可测成本变化，理论就应调整权重。这里提出的是研究设计，不是报告已经完成的试验。

◆ 六、经济知识怎样从一个模型生长成谱系？

第一轮研究可以从总体指数出发，识别它在某个问题上的辨识不足。第二轮建立群体读数，发现同群体内部渠道差异仍然重要。第三轮追踪传递和交易，发现相同价格变化在不同支付约束下引发不同动作。每一轮都必须由具体失败或新增问题推动，不能预先宣布越细越好。

当分组细到样本不足、价格不可稳定匹配或维护成本过高时，应当停止或更换方法。谱系填充不等于把每个人每时每刻都变成一个独立指数。过度细分会降低可靠性，增加隐私风险，也可能使指标失去协作意义。D3在这里要求的是适合任务的最优化，不是无限微分化。

新分支也可能反过来形成共同知识。某些群体虽然消费内容不同，却共享一种调整机制；研究者可以据此建立更高层次的共同模型。这不是回到原来的单一平均，而是经过差异研究后形成新的同一性。递归既可以向细处展开，也可以通过抽象创造新的共同层。

因此，CPI案例真正揭示的不是经济学从一个指数走向无数互不相通的指数，而是从一个读数承担过多解释任务，转向指标、机制与应用范围相互对应的知识网络。共同统计基础保留，特殊问题得到自己的发生条件，不同层次通过清楚接口连接。

◆ 七、最低限度的数据与比较方案

一项可执行研究可以从少数匹配商品、若干明确渠道和固定观察期开始。记录实际成交条件、可获得性、时间与数量；公开说明哪些差异无法匹配。不把标价直

接当作全部成交事实，也不以零散照片代表总体市场。样本规模须由研究目标与可接受误差决定，不能为了叙述效果随意给出。

模型比较至少保留几个基准：只有总体读数的模型，加入既有群体权重的模型，进一步加入渠道与路径信息的模型。若要检验信心机制，还需另设可观察指标和识别方案。新增模型应在未用于选择变量的时期或地区上评价，防止把偶然结构当作稳定规律。

评价可以关注预测误差、对关键状态的辨识能力以及实际决策损失，但三者不应自动合并。更好预测未必意味着更好因果解释，更复杂机制也不必在所有预测任务上占优。结果无改善时，不能只说经济太复杂；应检查新增轴是否冗余、测量是否可靠，或承认该问题上没有获得额外价值。

研究还应保存失败数据。一个群体划分后来失效，可以帮助判断问题是分类过时、路径改变还是原关系从未稳定存在。经济系统本身会变化，因此知识谱系必须有版本和退出条件，不能让每一条曾经拟合得好的关系永久成为部落传统。

◆ 八、分组指数与总体指数怎样保持严格一致

为了让谱系化测量不破坏共同统计基础，可以给出一个明确的聚合关系。设群体 h 在基期的总支出份额为 a_h ，满足 a_h 非负且 $\sum_h a_h=1$ ；群体内部对商品 j 的基期支出权重为 w_{hj} ，满足 $\sum_j w_{hj}=1$ ；所有群体对经过匹配的商品使用同一个价格相对数 r_j 。

在这个固定篮子的简化模型中，群体指数为 $I_h=\sum_j w_{hj} r_j$ ，总体指数为 $I=\sum_h a_h I_h$ 。交换有限求和顺序，得到 $I=\sum_j W_j r_j$ ，其中 $W_j=\sum_h a_h w_{hj}$ 。这说明总体与群体读数可以从同一底层资料一致产生，而不是彼此竞争的两套真相。

这个恒等式的条件不可省略：权重取自同一基期，商品口径匹配，价格相对数具有可比较性。若群体面对不同渠道价格，可以把商品—渠道作为更细的记录单元；若使用其他编制方法，则应重新说明聚合关系。本式不是官方CPI所有具体方法的完整替代。

它还有一个简单推论：总体I位于各群体 I_h 的最小值与最大值之间。因为它是非负权重的加权平均。如果在保持这些条件时所有群体都上涨，总体不可能下降。遇到看似相反的数据，应先检查权重、对象、时期和计算口径，而不是立即宣布出现无法解释的经济悖论。

◆ 九、平均数遗漏什么，可以用第二个量明确展示

以总体I为中心，定义分层离散量 $D_I = \sum_h a_h (I_h - I)^2$ 。这里的 D_I 只是本节的统计记号，不等于SDE中的完整差异序列D。为避免混淆，实际平台可以使用名称“群体指数离散量”，而不把二者共用为理论定义。

在甲106、乙94、权重各一半的例子中，总体为100，离散量为36。若甲乙均为100，总体仍为100，离散量却为0。两个经济状态在平均轴上完全相同，在分层轴上不同。因此，平均指标无法独立恢复群体结构，是一个严格的信息不足问题，而不是一个算错问题。

平方根为6，单位是指数点。它描述群体读数围绕总体的离散程度，不是时间波动率，也不是任何人的福利损失。是否值得把该量纳入实际研究，取决于它对任务是否有帮助。新量能区分状态，是形式作用；能否改善政策或服务判断，是另一个问题。

进一步，平均数与离散量一起也不能恢复全部结构。把106分配给甲还是乙，两个量均不变；但若两组支付能力不同，实际后果可能不同。继续新增身份与支付条件，必须由任务需要推动，而不是认为多记一个量总是升级。

◆ 十、人口权重与支出权重回答不同问题

设两个家庭分别支出100和900。若它们的价格相对指数分别为110和100，按支出权重计算得到101；按每户等权得到105。两个结果不同，不表示某一种算术错误，而是“平均一单位支出”与“平均一户家庭”的目标不同。

英国国家统计局对家庭成本指数的说明明确讨论了家庭权重与支出权重的差别。[R06] 本书借此强调：权重不仅是技术细节，也表达测量对象。研究者应当先说明要回答谁的什么问题，再选择权重，不能根据最后数值是否符合预期决定。

这一思想可以扩展到知识谱系。一个公共模型可能在使用频率最高的任务上表现很好，却在少数重要任务上失败。如果只按使用量加权，失败可能被掩盖；如果按风险权重评价，结果可能不同。权重改变的是评价问题，而不是自动产生一个更真实的绝对分数。

因此，经济知识的同一性既涉及指标定义，也涉及被赋予共同性的对象。所谓“平均人”有时并不是现实中任何一个人，而是一套权重构造。明确这一点，可以让公共指标保留用途，同时为特殊问题建立必要的补充知识。

◆ 十一、渠道可达性怎样进入发生条件

两个家庭看到相同标价，并不意味着能够完成相同交易。交付范围、最小购买量、等待时间、付款条件和信息可获得性，都可能影响实际可行选择。这里不能把所有差别都加进官方CPI，而可以另建一个用于指定任务的获取条件模型。

例如，令某项商品的可行渠道集合为 C_h 。家庭 h 能够选择的实际购买方案，只能在 C_h 内比较。渠道 k 的广义获取代价可以写成货币价格、明确费用与经过说明的时间或风险评价之和。不同项如何折算，应当透明，不能把主观时间价值当作普遍常数。

若一个低价渠道不属于 C_h ，它不能直接作为该家庭随时可用的替代方案。这样，两个群体即使共享价格表，也可能因可达集合不同而形成不同经济路径。这个例子把E的差异落实为约束，而不是泛泛说“每个人情况不同”。

新增可达性信息是否值得收集，可以按第33章第十节的决策任务判据检验。若它帮助区分原来会被同一平均策略误导的对象，就可能有价值；若在相关任务中不改变任何可行选择，就不必把它提升为独立中心轴。

◆ 十二、相同价格轨迹为什么不能单独识别传导机制

构造两个因果思想模型。外部变量 U 每期取-1或1，渠道A价格为 $100+U$ 。模型甲规定渠道B的下一期价格为 $100+2(A-100)$ ，即A直接进入B的生成关系。模型乙规定B下一期价格为 $100+2U$ ，A与B只是受到共同变量影响。

在没有干预时，两模型给出完全相同的观察：A为99时B随后为98，A为101时B随后为102。无论记录多少这样的无噪声配对，都不能仅凭这个关系区分两种机制。先后相关与准确预测并不足以唯一确定因果箭头。

若在U仍为1时把A人为设为100，模型甲预测B为100，模型乙预测B仍为102。两者在干预问题上才产生不同后果。这个例子没有提供任何真实市场的识别方案，它只严格说明，D的机制不能由S轨迹直接、唯一地倒推。

因此，SDE经济发生学需要比平均指标研究更多地关注过程，也需要更谨慎地解释过程。不能因为记录了时间顺序，就认为已经识别发生机制。排除共同冲击、选择和反向作用，需要额外设计与假设。

◆ 十三、信任机制怎样从词语变成可研究假说

若提出交易信任影响价格层之间的连接，首先要说明可观察变化是什么。可以研究退款承诺是否兑现、交付记录是否透明、交易争议怎样处理，以及这些安排改变后成交与退出如何变化。它们不是信任的全部心理含义，却比把未解释价差统称为信任不足更可操作。

竞争解释也要同时保留。保障措施可能既改变主观信任，也改变实际损失风险；信息展示可能既减少不确定性，也降低搜索成本。如果效果出现，不能只把全部变化归入最喜欢的理论概念。

一种合理研究可以先检验安排是否改变相关行为，再研究哪些中介能够解释变化。无效结果也有价值：它可能说明当前障碍不在信任，或者措施没有真正改变交易条件。理论应允许这样的局部否定，而不把所有失败解释成信任尚未达到足够程度。

◆ 十四、母本的三个读数接在官方体系的哪个环节

母本第13章给出三个读数：分层CPI、价差指数（配成交量副表）和收入分位比，并先立了一把尺子：读数要看得见层、看得见距离、看得见动静，还要便宜到每月都读得起。[R226] 本章前面已经用有限模型处理了权重、渠道可达性和传导识

别。这里只回答一个更窄的问题：三个读数各自接在官方指标的哪个环节，接口处缺什么。

官方一侧的结构并不神秘。美国劳工统计局的方法手册说明，基本指数按项目与地区的组合分别编制，多数项目层采用价格相对数的加权几何平均，第二阶段再用消费支出调查的参考期支出作权数合成。[R210] 英国国家统计局的技术手册说明，最低层缺少详细权重时使用不加权公式，以Jevons指数为主，权重主要来自家庭支出统计与生活成本及食品调查。[R211] 共同点决定了接口的位置：价格以同一规格商品的相对数进入，人群只以权重进入。母本自己也承认，国外的分组指数改变的是权数而不是价格，它们回答“你们的篮子不同”，回答不了“你们面对的价格不同”。[R226]

母本读数	官方对应物（本轮读到说明者）	本章模型中的对象	能识别什么	接口缺口
分层CPI	分组权重的研究指数，如家庭成本指数 [R06]	第八节的群体权重	篮子差异	看不到渠道价差
价差指数	未核；官方指数以相对数编制，水平不在其中 [R210]	商品×渠道的价格水平	渠道距离及其变化	需一次水平观测与规格匹配
成交量副表	零售扫描数据中的数量与支出 [R213]	第十一节的可行渠道集合	货是否在层间流动	覆盖渠道由合作意愿选择
收入分位比	家庭支出与收入调查，含公开微数据 [R212]	获取代价的收入尺度	价格够不够得着	价格与收入常出自不同人群

表中的“能识别什么”只是读数的设计用途，不是已经得到的检验。尤其第二行：官方体系里没有一个现成序列等于价差倍数，这是本章要补的缺口，而不是官方遗漏的缺陷。

接口缺口可以写成一个精确分解。设h、g两组在商品—渠道记录单元j上的基期支出权重分别为 w_{hj} 、 w_{gj} ，各自实际面对的价格相对数为 r_{hj} 、 r_{gj} ，则 $I_h - I_g = \sum_j (w_{hj} - w_{gj}) r_{hj} + \sum_j w_{gj} (r_{hj} - r_{gj})$ 。第一项是权重效应，第二项是价格效应。两组面对同一价格时第二项恒为零，这正是现行分组研究指数的情形，所以它们只能报告第一项；母本关心的“同样东西、不同的层、不同的价”，

全部落在第二项。这是代数恒等式，对任意非负权重和正的相对数成立。它不说明价格效应有多大，只指明哪一项需要新数据。

◆ 十五、价差倍数的三个统计性质

母本把价差指数定义为每样商品“最贵价除以最便宜价”的倍数，再按居民消费分量加权。[R226] 这个定义便宜、易懂，但有三个性质必须在设计时处理，否则同一个城市换一批渠道，读数就会变。

第一，最大值除以最小值对采样渠道数敏感。把渠道集合扩大，最大价不会变小，最小价不会变大，倍数只增不减；这一步是一行不等式。用同一价格分布（四到十六元之间均匀取价，固定随机种子）做的模拟显示，取3、5、9个渠道时平均倍数分别约为2.02、2.48、2.96。这是构造的数值，不是任何市场的观测；它说明两个城市若采样的渠道数不同，倍数不能直接比较。较稳妥的做法是固定渠道集合，或改报相对于固定参照渠道的对数价差。

第二，官方式的相对数序列不含水平信息。设有两个世界，基期价格分别为（4，16）与（10，12）两个渠道，随后第一渠道涨百分之十、第二渠道不变。两个世界的相对数序列完全相同，价差倍数却分别从4变到约3.64、从1.2变到约1.09。反过来，若在基期做一次水平观测，之后只追踪各渠道同一规格的相对数，则当期倍数等于基期倍数乘以两渠道相对数之比，这是精确恒等式。所以数据成本可以分成一次性的水平观测和持续的相对数追踪。恒等式的前提是规格不变；一旦渠道内更换了商品，链条就断了，须重新观测水平。

第三，用成交额除以成交量得到的单位价值，会把品级构成变化误读成价格变化。构造两个品级，价格分别为4和10且始终不变；基期各卖50份，单位价值为7；当期结构变成80份和20份，单位价值降到5.2。两个品级一分钱没动，单位价值却降了约四分之一。英国国家统计局引入扫描数据时选用多边指数方法，其页面讨论的问题包括链式漂移以及商品的新旧更替。[R213] 本章据此要求：任何使用成交记录的价差研究，都必须在固定商品编码或固定规格上取价，不能直接用平均单价。

◆ 十六、一个三层的数据方案

第一层是现成的官方材料：项目价格相对数、分组研究指数，以及支出调查的表格、数据库与公开微数据。[R212] 这一层不需要新采集，可以用来复核第八节的聚合恒等式，并把总体与分组指数的差异分解为权重差异。具体到母本讨论的中国情形，同类公开数据能否取得，母本也标为待核，本书不替它回答。[R226]

第二层是手记观测。母本附录一给出的协议已经相当完整：选三到五样天天有人买的商品，选三到四种渠道并固定到店，同一天同一时段取价，记正常价而不记促销价，至少连续四周。[R226] 本章只加五条：设一个固定参照渠道；同时记录规格、产地和促销标记；按预先规则抽取一部分点位由第二人独立复记；缺货也要记，因为它是“量”的粗代理；原始记录公开，剔除规则事先写定。样本规模取决于要估计的对数价差所需的精度，其方差应来自预试，而不是由本书事先给一个数。

第三层是合作取得的交易记录：固定商品编码下的价格、数量和渠道。它可以补上母本四格图中“量”的一维。[R226] 它的限制同样清楚：只覆盖愿意合作且有电子记录的渠道，结果可能偏向这类渠道；商业保密与消费者隐私须在事先协议中规定聚合层级。三层应当互相核对，例如手记的价格水平是否与同一商品编码的成交价一致；核对不通过的地方，比任何一层单独的结论都更值得报告。

◆ 十七、四格图怎样才算被检验

母本把价差与成交量摆成四格：价差大而量大，是分工在起作用；价差大而量小，是想搬运的人不敢搬；价差小而量大，是层间流顺；价差小而量小，要结合别的数看。[R226] 这张图是有用的描述，但它不是机制识别，至少有三处需要补。

其一，阈值要在看数据之前定下，例如用基期分布的分位数；否则任何城市都能事后被放进想要的格子。其二，每一格都有竞争解释。“价差大而量小”也可能因为规格不同、大小包装不同、保质期或季节不同，或者同一场暴雨关闭了某个市场。其三，要有能区分的预测。若信任机制成立，则在成本不变而交易保障改变的渠道，例如退款承诺兑现记录开始公开，对应商品应从“价差大量小”向“价差小量大”移动；若价差变化只随运费、租金等可测成本，这一机制就被削弱。母本提

到肉类与青菜的价差倍数可能不同。[R226] 这可作为候选对照：比较质量更难事先核验的商品与较易核验的商品，在同一保障变化前后的相对反应。这个对照尚未预试，本书只把它作为待检验的设计。

◆ 十八、从指数族到可比较的经济知识谱系

经过以上分析，可以把一个经济知识节点写成“对象范围—权重—观测条件—过程假说—任务用途”的组合。总体指数、家庭指数、渠道可达模型与传导模型，分别占据不同位置。它们可以共享底层价格记录，同时有不同生成规则和验证要求。

谱系之间应当保存转换关系。哪些群体指数能够加权还原总体，哪些获取代价不能直接并入价格指数，哪些过程模型只有预测用途而没有因果识别，都应清楚标注。这样，新增知识不是使读数越来越无法比较，而是使比较更加精确。

本章由此把母本提出的宏观疑问转成了具体研究：原有指标在哪些任务上信息不足；新增轴怎样形成；哪些机制尚不能识别；新增模型如何保持与共同统计基础的联系。这条路径比宣布一个旧指标全面失效更有创造力，因为它能够持续产生可检验的经济知识，而不必以否定已有全部方法为前提。

◆ 十九、经济学的统一性不是取消差异，而是明确条件

经济学知识之所以可以共同使用，不必因为所有主体都一样，而可以因为模型把哪些差异重要、哪些在当前问题中可以省略说清楚。统一性存在于条件化的有效关系，而不是把现实强行压成一个平均人。

本章因此把第495卷的问题推进为一个可检验的研究纲领：以总体统计为共同基础，在具体失败处辨认E和D差异，构造必要的新指标与机制，再通过比较检验决定保留、合并或撤回。它不要求宣布CPI失效，也不要求把已有分组统计改名为新发明。

这种工作方式可以使经济知识谱系发生，但经济学谱系的存在仍不等于新经济规模已经诞生。只有当知识进入真实活动，改善判断或创造新的服务，并承担相应

成本后，才能讨论经济结果。下文将沿这一接口继续研究，而不让指标创新替尚未发生的产业增长作证。



28

第 28 章

统一性知识怎样成为新的谱系发生母体

◆ 一、从“可以变化”到“怎样有效变化”

经过数学与经济学两个案例，我们可以提出一个共同问题：已经拥有公共约束的知识，是否还能够发生新的谱系？答案不能只靠指出知识总会发展。真正需要说明的是，变化发生在哪一层，以及改变以后原来的哪些保证还存在。

本章把一个知识系统表示为五项关系：研究对象、基本前提、允许方法、判断标准和任务用途。这里不是另设一套替代SDE的本体，而是为具体分析提供工作清单。对象和前提进入E的某些方面，方法组织D，结果以S显露，标准和用途又参与下一轮选择。

同一个变化可以影响多项关系，但不能把所有变化统称为革命。单位换算、参数调整、对象扩张、规则重建和目标改变，分别承担不同的解释与证明责任。

◆ 二、五种谱系变化的阶次

第一种是表示变换。用另一种符号忠实表达相同关系，知识可能更易使用，但理论内容未必新增。第二种是参数变化。在共同模型中更改参数，产生一族不同成员。它可以有重要应用，却不自动改变对象类或推理规则。

第三种是对象扩张。第26章从点对象进入分布对象，同时需要重新检查运算与逆元。第四种是规则变化。允许不同的生成或推导方式，必须重新说明哪些命题有效。第五种是问题空间变化：原先只研究数量，现在还研究路径、风险或可继承性，评价轴随之改变。

这五类不是固定的价值等级。一个简单的表示改进可能极有用，一个复杂的新规则可能没有意义。区分阶次是为了准确描述贡献，防止把低层变化夸大为高层发现，也防止因没有改变基础便否定实用创新。

◆ 三、不同科学中的谱系不能靠同一种证据成立

数学中的形式扩张，可以通过定义、证明与反例确定局部结果。经验科学中的新分类，还需要说明观察如何取得、预测如何比较。实践知识则常需要进一步研究使用过程、环境约束与实际后果。

因此，SDE的共同框架不应把各学科的验证程序抹平。它可以要求明确E和D，但不能由“E、D已经写出”直接推出结果正确。数学证明不能替某种医疗效果担保；一项用户满意度调查也不能替形式一致性担保。

多维同一性在这里具有积极意义：不同学科可以共享问题组织方法，却保留不同验证接口。共同发生理论不必成为一个统治所有学科的单一检验器，而应帮助各种检验在清楚边界中协同。

◆ 四、谱系母体不是一份答案仓库

一个知识系统要成为母体，至少需要让后来者知道三个问题：允许怎样提出新候选，哪些变化保留原有结构，怎样判断候选失败。只给出结论而不说明这些条件，读者可能能够应用，却难以继续发生。

例如，一种模型可以附带参数范围、边界反例和可允许的对象扩张。后继者便能够区分正常推广与越界套用。若每次改变都只能等待作者直觉批准，母体还没有充分表达自己的生成条件。

但母体也不必预先列出所有后代。真正的开放性在于允许后继研究发现原先未想到的轴，并说明它为什么需要出现。母体的作用是提供可检验的起点，而不是封闭未来。

◆ 五、既有共同性怎样被保留

新谱系可以通过三种方式保留旧知识。其一，在特定条件下严格恢复旧结果；其二，通过保结构映射保留某些关系；其三，在明确误差范围内近似旧行为。三者都可能有用，但必须清楚标注。

若新的研究声称包含旧理论，却无法说明包含的对象、关系和条件，便只有宽泛的叙述。若能证明一个有限子结构被忠实嵌入，即使范围不大，也比笼统宣布“一切都是特例”更有累积价值。

保留不是唯一可能。新的证据也可能要求撤回某个旧主张。此时应明确哪个前提被否定，哪些依赖结果受影响，哪些仍然保留。谱系连续性来自可追踪的变更关系，不要求每一代都与上一代完全相容。

◆ 六、相同成果可以来自不同谱系

两个研究群体可能独立得到相同结果，但经过不同的问题史。这时形式知识可以合并，发生历史却不必被抹掉。不同路径可能为后续问题提供不同资源，因此应分别保存成果等价关系和历史继承关系。

反过来，同一母体的后代也可能越来越不同。共同起点不保证永远拥有相同理论。将亲缘关系当作当前同一性，会误判交流难度；将当前差异当作毫无历史关系，又会丢失可继承资源。

所以，谱系记录至少需要两种边：结果或方法的可转换边，以及实际发生的继承边。两种边可以重合，也可以分离。这一结构为后文的多类型递归网络提供基础。

◆ 七、从理论的内容边界到生成合约

一部理论成为发生母体，不能只依靠“可以产生新理论”的宣言。后来者需要知道允许改变什么、哪些性质应当保持、怎样检查改变后的结果。本章把这三项关系暂称为生成合约。它不是法律合同，而是关于知识变化的可检查承诺，帮助后继者区分继承、扩张与明确的断裂。

生成合约首先规定对象域和任务。若母体只讨论有限对象，就不能默默把无限对象的结论一起担保；若只允许某类操作，也不能在后代中更换操作后继续引用原证明。合约还应说明失败的表现：是结果越出对象类、违反某项约束，还是不再支持原任务。失败类型清楚，扩张才有具体方向。

这种合约不同于一张固定答案表。答案表告诉后来者已有结果，生成合约告诉他哪些变动有希望继续获得有效结果。一个优秀母体可以拥有尚未完成的问题，只要它准确说明已知、候选和开放部分。相反，即使结论很多，若缺少变动边界，后继者也可能只能重复而不能继续发生。

对SDE而言，合约不是在E、D、S之外添加第四种本体。它是把特定E中的对象和资源约束、D中的允许过程、S中的可接受显露关系整理成可传递的工作表达。不同领域可以采用不同表达形式，不必为了统一术语而抹掉各自的验证要求。

◆ 八、一个保持性质的最小递归命题

设状态集合为 X ，其中 P 是被允许的状态子集（ X 、 P 、 g 为本节局部记号， P 不同于第33章的分割）。初始状态属于 P ，当前允许的每一种操作 g 都把 P 中的状态送回 P 。于是，对这些操作作任意有限次合法组合，所得状态仍属于 P 。证明按操作次数归纳：零步由初始条件成立；若第 n 步在 P ，第 $n+1$ 步由对应操作的保持性质仍在 P 。这是基本的归纳论证，并非本书首次发现的数学定理。

它对知识母体的意义在于，保持保证必须落实到操作，而不只落实到已经展示的几个结果。若一个新分支加入操作 h ，却没有检查 h 是否保持 P ，那么旧母体的保证只能覆盖未使用 h 的过程。不能因为 h 是旧系统生成出来的，就假定它自动继承旧保证。生成关系与有效性关系仍是两条不同的边。

一个具体有限例子是预算状态。允许状态为剩余预算非负，每个操作在执行前检查其成本不超过余额，然后扣除成本。在这个规则下，任何有限合法序列都保持余额非负。如果新操作先承诺支出再补做检查，归纳前提便被破坏。名称仍叫“预算管理”，并不能恢复原来的保证。

同理，一个知识系统允许AI生成新的检验规则，并不意味着所有新规则都能进入正式执行层。候选规则需要满足它所承担的合约，或者明确宣布更换合约并重

新评价相关后果。这样，高阶递归可以开放方法创新，同时避免“修改规则以让喜欢的结果通过”的循环担保。

◆ 九、对象扩张为什么会要求新的组合方式

考虑一个母体只研究顺序任务：两个操作分别耗时三和四，且必须依次执行，总时长为七。新分支开始研究可以同时进行的操作，在资源充分且没有依赖约束的思想实验中，总完成时间为四。这里的改变不仅是参数不同，还涉及允许的组合关系。若两项操作争用同一不可共享资源，又可能回到七。

这个例子使用常见的任务安排思想，不把加法与最大值视为新的数学发明。它的作用是说明同一批对象可以因依赖、资源和验收关系变化，进入不同发生路径。母本若只保存两个时长而没有保存依赖信息，就不足以决定后代的完成时间。新增的关系轴使旧数据获得了新的组织方式。

在这样的谱系扩张中，旧顺序任务不必被删除。它们仍可作为新对象类中具有完整先后约束的特例存在。但是，要证明这种包含，需要给出明确映射，并说明原任务的结果在映射后保持。不能仅因新框架使用了“更一般”的名称，就宣布旧理论已经被严格恢复。

这个局部构造也显示新轴与新对象相互促进。先允许并行任务，就需要表达资源冲突；资源冲突进一步使相同任务图在不同E中具有不同可行路径；路径差异又可能促使研究者重新定义什么算完成。递归由具体失配推动，而不是先画出无限层级，再为每层寻找一个名称。

◆ 十、继承、弱化与替代应当分别声明

新分支对母本的关系至少有三种。继承是保留原承诺并增加可检查结果；弱化是保留部分保证，放弃另一些保证以换取更广范围；替代则承认原承诺在新问题中不再采用，建立新的判断方式。三种变化都可能具有研究价值，但不能共用“完全推广”这一说法。

例如，为了处理更多对象而允许近似误差，通常需要明确弱化后的误差范围。它不再拥有原先精确相等的全部保证，却可能支持此前无法处理的任务。若误差随

多次组合累积，还需要讨论总误差，而不能只报告单步很小。每一步都“差不多正确”，不保证长链条仍满足用途要求。

替代关系也可以有清楚的连续性。一个模型被新证据推翻以后，它的成功范围、失败条件与研究问题仍可成为新模型的资源。谱系连续并不要求逻辑上包含每个旧命题，只要求变更关系真实可追踪。把撤回视为谱系毁灭，会迫使共同体为维持身份而保存错误。

相反，后继者也不能借“新谱系”规避比较。如果声称新方法解决同一任务，就应与既有方法在明确条件下比较；如果任务已经改变，就说明为什么新任务值得研究。谱系自由不是免除举证，而是允许有理由地改变研究对象，同时承担相应的新证明责任。

◆ 十一、母体的开放性可以通过失败地图表达

所谓失败地图，是把已知失效情形按触发条件和受影响保证组织起来。它不只是一个负面案例清单，而是一种引导生成的资源。某个候选一旦进入已知失败区域，研究者可以选择避开、修改前提或直接研究如何突破边界。失败由此成为D的选择条件，而不只是成果档案的附件。

设一个简化方法在缺失数据时失败，另一个在强关联误差时失败。把两种失败混成“数据不好”会失去研究方向；分别标明缺失机制与误差依赖，才可能形成新的轴。后继者也可能发现二者共同来自更深的条件，这又给出合并与再抽象的机会。谱系递归既可以细分失败，也可以重新统一失败。

失败地图必须标明证据强度。一个实际反例足以否定某个无条件全称命题，却不一定证明某项方法在所有相关情境都无用。一次未找到结果，也不同于证明不存在结果。把这些差别写入母体，可以减少后代重复犯错，同时保留合理探索空间。

这种方法特别适合专著与智能体结合。专著给出母体的论证和边界，智能体根据当前条件检索可能适用的部分，并明确何处仍属开放问题。它不应把作者过去的每句话都提升为永久规则，而应依据版本和证据地位帮助读者继续研究。

◆ 十二、不同学科共享的是发生问题，而非单一裁判

数学母体可以要求形式推导保持某些关系，经济学母体需要把机制与观察联系起来，教育母体还要面对学习过程与价值目的。它们可以共享“对象是什么、路径怎样改变、保证如何传承”的问题，但不能把一种领域的答案直接移植为另一领域的结论。

跨学科迁移的第一步应当是建立对应表：原对象与目标对象分别是什么，哪些操作具有相同作用，哪些前提没有对应物。没有对应物的部分不是应被隐藏的缺陷，而是新研究的入口。形式构造可以启发经验假说，经验反例也可以促使形式问题重新定义；两者通过明确接口相互改造。

因此，统一性知识成为谱系母体，并不意味着公共检验被私有化。母体提供可复用起点，分支承担新条件下的证明，交叉研究帮助发现新的共同结构。真正的递归发生，是生成合约本身也能够被研究和修订，同时每一版仍明确告诉使用者它能够担保什么。

◆ 十三、同一阶次的变化，三个领域怎样验收

第十二节说，不同学科共享的是发生问题，而不是单一裁判。可是“共享问题”很容易滑成“共享证据”，仿佛只要把对象、规则、路径三项写清，各领域就可以用同一把尺子验收。本节用对照检验这个想法。取三个领域：形式数学、经验测量科学、教学实践；对每个领域各问三件事：对象变了，需要什么证据；规则变了，需要什么证据；路径变了，需要什么证据；以及谁有权宣布失败。

三个领域的材料来源不同。数学例子来自第26章已推导并复算的内容。经验科学与教学两处，是为对照而设计的构想，不是已经完成的研究，其中的数字只是算术，不是观测结果。三个领域的划分也只是工作性的：数学里有计算实现，经验科学里有形式模型，教学里有测量。划分的目的，是看清哪一类证据在哪里承担主要责任。

◆ 十四、对象变化：闭合、效度与可记录性

数学中的对象变化，是第26章从点质量走向分布。要求有三项：新对象类在运算下闭合（卷积仍是归一化分布），旧对象以保运算的方式嵌入，新增或丢失的性质被逐条列出（可逆元素只剩点质量）。证据全部在纸面证明和可复算的有限算例里，反驳者只需要一个反例。

经验科学的对象变化，可以用一个构想的家庭用电例子说明。设两个家庭各有四个时段的读数（任意单位）：甲为5、5、5、5，乙为0、0、0、20。原来的对象是平均值，两户都是5；新对象改为“超过跳闸线10的时段占比”，甲为0，乙为四分之一。这是一道算术题，它说明平均值不能决定占比，却没有说明哪一个对象更好。要让新对象成为合格的知识对象，必须另外回答：占比能否被重复测量到相近的数；跳闸线是否由真实后果确定，而不是随手设定；旧记录若只有平均值，能否回算新对象。最后一问的答案是不能，信息已经丢失，这与第26章均匀核的不可逆是同一类现象。这里反驳新对象的，是重复测量和后果核对，而不是证明。

教学实践的对象变化，设想一位教师把“作业是否完成”改成“错题订正的轨迹”。数学式的闭合检查在这里几乎没有位置，要问的是：这一对象能否在不显著增加负担的前提下被记录；记录本身是否改变了学生的行为，使得被测的东西不再是原来的东西；轨迹与后来的学习结果有什么联系，而这种联系往往要经过一段时间才显露。宣布失败的人主要是使用者，也就是教师和学生在实际使用中遇到的后果，并且常常是延迟到达的。

◆ 十五、规则变化：相对一致、并行期与不进入评价的旁证

数学中的规则变化，只能给出相对结果：要么把新系统翻译到已有体系，说明每一步在目标体系中得到支持；要么明说新规则就是新的假设。第26章第二节已经说明，通过检查不等于一致性得到证明；第十九节说明，新系统的结论要相对于明确的前提来读。失败的标志是矛盾，或翻译在某一步断裂。

经验科学中的规则变化，常见形式是判定或分类标准的更换。新标准会让历史记录被重新归类，因此需要一段新旧规则并行的时期：在同一批样本上同时使用两种规则，报告它们意见不一致的那一部分。规则最好在看到将要检验的新数据之前

固定下来，否则规则可以被调到迎合结果，检验就失去了意义。数学中没有对应的并行期，因为证明一旦给出就可以被直接检查，不依赖一批新样本。

教学实践中的规则变化，是更换评价规则。评价规则本身会改变被评价的行为：当某个指标成为目标，行为可能向这个指标靠拢，指标就未必再代表原来想衡量的东西；这是一个待检验的担忧，本章没有为它引用实证研究。所以，只看到新规则下分数上升，不足以说明规则变好。需要保留一部分不进入评价的旁证观察，用来检查分数以外的东西是否同步变化。

◆ 十六、路径变化：有效性不变、可信度变化与延迟显露

数学中的路径变化，是证明搜索方式的改变。第26章第二十个节已经说明，这改变的是可达范围和成本，不改变有效性，因为检查器保持不变。证据是检查通过加依赖审计，后者要列出证明用到的全部公理和假设。[R08]

经验科学中的路径变化，是数据清洗、样本剔除和模型选择等分析路径的改变。这些改变不修改真理条件，却可能修改结论，所以路径必须被记录，并且要做敏感性检验：在一组合理的替代路径上，结论是否保留。如果换一种合理的剔除标准，结论就翻转，可信度就应相应降低。路径变化在数学里不影响定理的有效性，在这里却直接影响结论的可信度，这是两个领域最清楚的差别之一。

教学实践中的路径变化，是教学顺序或节奏的改变。效果延迟到来，又常与对象变化、学生适应纠缠在一起，很难单独分离。较可靠的做法是设置追踪期，并尽量安排对照，例如分班对照或延迟启动。现实中这些安排常受可行性和公平考虑限制，只能得到较弱的证据。本章不裁定某种具体教学法的优劣，只说明这类证据达到什么层级。

◆ 十七、一张对照表

领域	对象变化的主要证据	规则变化的主要证据	路径变化的主要证据	谁、凭什么宣布失败
形式数学	闭合、嵌入、性质清单	相对一致、翻译	检查通过、依赖审计	任何人，凭一个反例或检查失败

领域	对象变化的主要证据	规则变化的主要证据	路径变化的主要证据	谁、凭什么宣布失败
经验测量科学	重复测量、效度、可回算性	新旧并行、事先固定规则	记录路径、敏感性检验	独立再测量，凭重复的不一致
教学实践	可记录性、反应性、后续联系	旁证观察、指标之外的变化	追踪期、对照安排	使用者，凭实际后果，常有延迟

这张表不是排名。三行不是从强到弱，而是失败被发现的方式不同：数学的失败可以一次决定，经验科学的失败依赖重复，教学实践的失败依赖时间和使用者。

◆ 十八、两条推论与失败边界

第一条推论，关系到生成合约怎样写。第七节说合约要写明失败类型，现在需要再加一项：失败由谁、以什么门槛宣布。把门槛混用有两种误判。其一，用数学的“一个反例就推翻”要求经验结论，或反过来用单次测量的偏差否定一个在重复检验中大体稳定的结论。其二，用实践的“使用者满意”顶替形式正确性。这两种误判都发生在合约没有写明门槛的地方。

第二条推论，关系到跨领域的链条。真实的变化经常横跨三个领域。设想一个教学软件，用某个分布模型预测学生的掌握情况。其中的数学部分可以证明，经验部分需要拟合和独立检验，实践部分需要课堂后果。链条结论的证据地位，不会因为数学环节严密而整体提高。这里给出一条工作规则，不是定理：对跨领域的结论，逐环节标注证据层级，并以最低的一环报告整体。

失败边界也要指明。三分法本身是工作性的：大规模计算机辅助的证明，兼有形式推导与实现可靠性两种风险，没法干净地放进任何一行。涉及健康或信仰的领域，其证据层级和测量对应由专门章节讨论，本章不在此比较。若某个变化无法归入任何一列，应当如实说明它的证据混合，而不是勉强归类以使表格整齐。

◆ 十九、从学科内生分化到跨学科共同性

不同学科中的局部变化，有时会暴露相似结构。例如，一个数学例子揭示“平均量不能确定连接分布”，一个经济案例也发现“平均价格不能确定交易路径”。二者的结构类比可以启发新问题，却不能直接把一个领域的结论搬到另一领域。

严谨的迁移需要建立对应：哪些对象对应，哪些操作对应，哪些条件不对应。只有对应足够清楚，形式工具才可能帮助经验研究。否则“万物相通”会成为跳过证据的捷径。

本书的统一性知识内生谱系原理，最终不是宣称每个领域都必须无限分裂，而是提出一种研究义务：把共同约束的成立条件表达出来，允许有效变动进入探索，保留可检查的继承关系，并让失败候选退出有效层。这样，每一套已有知识才可能成为新的发生母体，而不是只能被反复引用的权威。





第 七 编

知识同一性谱系递归发生学

本 篇

- 第 29 章 从知识积累到谱系递归发生的四次跃迁
- 第 30 章 AI怎样提高知识同一性谱系的生成可达性
- 第 31 章 谱系轴本身如何诞生？
- 第 32 章 递归发生的纵向、横向与高阶机制
- 第 33 章 SDE知识同一性谱系递归发生的数学模型

29

第 29 章

从知识积累到谱系递归发生的四次跃迁

◆ 一、重复执行、持续学习与递归发生不是同一个概念

一台系统不断回答问题，是重复执行；根据反馈调整输出，是一种学习或适应；在新的条件下形成不同知识分支，是谱系展开；而本书所谓递归发生，进一步要求某一轮结果能够改变后续知识的发生条件、区分方式或生成机制。这几个过程可能同时存在，但不应因都发生了多次就被叫作同一种递归。

这里的用语也不替代计算机科学中函数调用自身的递归定义。本书研究的是知识发生系统的历史变化，而不是某一程序是否使用递归语法。一个程序可以在固定规则内递归运行，却没有创造新的知识轴；一个没有递归调用语法的研究组织，也可能通过修正方法形成发生学意义上的递归。

最重要的不是名称，而是更新对象。若更新的只是答案，属于成果层变化；若更新了对象区分，涉及轴层变化；若更新了怎样提出和审查对象区分的规则，涉及发生机制变化。每一层都需要自己的证据，不能用一个成功输出替整条链作证。

◆ 二、第一层：知识积累并不低级，但它有自己的边界

在既有定义、公理、实验方法或分类中获得新结果，可以具有极高价值。一条新定理可能解决长期难题，一项新观察可能修正重要预测。因此，第一层不是低价值层，而是说明增长主要发生在既定框架内部。层次描述变化位置，不给研究者排高低。

知识积累可以不断扩大可用结果，却未必改变结果怎样生成。一个系统掌握更多例子以后，可能更善于处理相似问题，但遇到旧分类之外的新对象仍然失败。此时，继续增加相同类型例子可能有帮助，也可能只是把原边界填得更厚。

判断是否需要进入下一层，应看失败的性质。如果遗漏来自资料不足，补充材料可能足够；如果来自定义模糊，需要澄清；如果不同情形被旧规范当作同一类，才可能需要轴的变化。把所有失败都解释成需要范式革命，和把所有失败都解释成数据不足一样草率。

第一层还承担递归的基础。没有可靠结果与失败记录，就无法知道应当修改什么。发生理论若轻视普通知识劳动，会失去反思所需的材料。更高阶变化不是跳过积累，而是使积累在适当位置转化为条件与路径的改变。

◆ 三、第二层：在已有谱系轴上填充新的位置

若一套模型已经允许不同参数、群体或应用条件，那么在这些位置上建立可靠知识，属于已有谱系空间的展开。它可能把过去忽略的小规模需求纳入研究，也可能揭示不同位置之间的连续与间断。AI能够提供的的一个重要帮助，是降低候选组织和比较的成本。

但有效填充需要相应证据。一种参数配置被写成一篇文章，不等于该位置已经建立知识；一类群体拥有专属措辞，也不等于获得有效模型。填充应当至少包含清楚的条件、可检查的结果与适当的失效说明。否则，空间中增加的是主张，不是经过支持的知识。

已有轴也可能包含不可行位置。某些公理组合矛盾，某些服务要求相互冲突，某些参数在实际预算下不可实现。承认这些空位不能被无条件填满，是知识发生的成果之一。谱系研究并不以每个位置都必须存在一套成功理论为目标。

因此，“大模型填满谱系轴”在本书中需要分解为可达性、候选密度与有效覆盖三个命题。前两者提高，不自动保证第三者提高。若验证能力不足，填充越快反而越难辨认哪些内容值得进入后续发生。

◆ 四、第三层：从新位置到新轴

新位置仍然使用原来的比较方式，新轴则改变了怎样区分对象。CPI案例中的群体权重可以在既有分组框架内展开；如果问题进一步要求观察渠道连接与传递路

径，就可能引入原框架没有组织的关系维度。是否构成实质新轴，需要检验它是否增加辨识以及是否有任务价值。

数学案例也有类似区别。在固定矩阵结构中改变权重，是参数族内的展开；原有总权重无法区分连通与断开时，加入结构性质则改变比较方式。但即使增加了结构特征，也不能自动宣布形成全新数学基础。变化层级必须按实际内容判断。

新轴经常源于一种不满足：旧系统能够计算，却无法回答现在需要回答的问题。这种不满足不是创新的充分条件，因为新问题可能不清楚或无法实现。它只是迫使研究者把过去透明使用的前提重新放到桌面上，询问为什么只按这些特征比较。

在SDE语言中，这一过程使原来作为E的一部分被默认使用的规范、对象划分或关系，进入显露和研究。新的D围绕这些条件展开，最后可能形成新的S1组织。发生的不是凭空增加维度，而是把一个过去未被明确组织的差异变成可以共同研究的对象。

◆ 五、第四层：发生方法本身成为下一轮发生的对象

当一个新轴被采用后，研究者可能改变资料记录、候选提出和验证步骤。若这些改变能够在后续问题中帮助发现新的遗漏，就形成了更高阶能力。此时，成果不只是被添加到知识库，而是改变了知识库怎样生长。

例如，一套研究方法过去只检查结论是否符合样本。经历失败后，它加入前提依赖审计，并因此在新任务中提前识别条件偷换。下一轮又发现审计本身忽略了对象范围变化，于是改进审计规则。这个过程体现了方法的再发生，但每次改进仍需要证明不是多余手续。

所谓高阶，不意味着必须层层宣布“元”“超元”。如果新规则只是给旧流程换名，或者让系统更善于解释自身成功而不善于发现错误，就没有形成可靠升级。真正重要的是，在新的、未用于设计规则的任务中，系统能否保留有效能力并减少关键失败。

第四层也不能无限自我担保。一个系统提出规则、修改规则，再用改后的规则宣布自己成功，会形成封闭循环。因此需要共同锚定任务、外部证据或独立反例。递归发生并不取消公共验证，反而要求公共接口在系统变化时保持清楚。

◆ 六、一个跨两代的母本—子本思想实验

设想一部教学母本提出：先识别学生在概念比较中的关键混淆，再设计能够显露差异的任务。第一位教师把这套原则用于自己的课堂，发现学生并非不理解概念，而是在公开表达时不愿暴露错误。她据此增加匿名与公开表达之间的对照。这个案例是本书构造，不是课堂研究结果。

如果她只是写出一份适用于该班的教案，形成的是局部应用；如果她建立可复用的表达条件比较，就形成候选新轴；如果这种比较使母本的后续使用者都开始检查“知识理解与表达条件是否被混同”，母本的生成方法就发生了更新。子本不再只是母本的例子，而成为修正母本的依据。

第二位教师在另一情境中采用这一更新，却发现匿名表达并没有解决问题，原因可能与任务本身的歧义有关。他提出新的比较，检验究竟是表达关系还是题目结构造成失误。新的子本不需要忠实重复第一位教师，也不必完全否定母本。它通过具体失败继续改变条件识别。

这个两代例子显示递归关系的真正承载物：可追溯的问题、明确修改的条件、相应验证，以及对下一轮方法的影响。若只保留最终教案，发生链就被切断；若把所有个案都提升为普遍规则，又会让母本迅速膨胀并互相矛盾。

◆ 七、递归的方向并不只有向下细分

一种知识可以分化出更特殊的知识，也可以在不同分支的比较中形成新的共同结构。后者不是把原差异重新抹平，而是找出能够保留相关差异的共同组织。譬如，几种不同失败在某个更高层面具有相同条件，研究者可以建立一个新的共同诊断，而不要求各分支放弃自身实践。

谱系还可能横向重组。一个分支的测量方法与另一个分支的验证规则结合，形成原来任何一方都没有的研究能力。这种变化不能用单一亲子树完整描述，需要记录多重来源、转换条件与冲突处理。

也存在退化和死亡。有的分支不能通过检验，有的成本过高，有的只在已经消失的条件中有效。它们退出活动知识，不代表历史毫无价值；失败可能继续作为边界记录。递归系统的重要能力之一，就是不把所有已经投入的工作都强行保留下来。

所以，递归发生的完整图像包含展开、合并、转换、公共回流和退出。只有分叉没有筛选，会形成知识膨胀；只有统一没有差异，会压缩发生空间；只有局部生成没有接口，则可能形成难以协作的孤岛。

◆ 八、同一个案例走四层：一本菜篮子账本（构想）

前面几节把四层说成了分类。分类要经得起使用，就必须有一个能从头走到尾的例子，而且这个例子本身不能是学术概念，否则读者分不清是例子在说明分类，还是分类在套例子。下面用一个日常得不能再日常的构想：一个四口之家记了半年买菜的账。这不是任何真实家庭的记录；它的数字来自本书附带的模拟程序（scripts/A09_sim.py）中一个写明了生成规则的虚构总体，第30至33章都沿用它。

这家人记下每次采购的品类（菜、肉、零食）、去的店（菜场或超市）、星期类（工作日或周末），共十二格。他们要回答的问题很具体：出门之前，能不能提醒“这一趟容易买超”？在模拟里，这个提醒的最优理论错误率是0.42，几乎和抛硬币差不多。注意，这个数不是家人算出来的，是模拟设定了隐藏规则之后精确求得的；真实家庭只会看到自己账本上的错误，不会知道这个下限。

第一层的动作很朴素：又记了一周。记满五百笔以后，各格的“买超比例”估得更稳。可是再记下去，错误率并不继续下降。附带模拟给出一条学习曲线：训练样本从五十笔增加到一万六千笔，保留样本上的错误率由约0.5降到0.42，然后停在那里，与理论下限0.4213吻合。这一条平台线是辨认的第一个证据：失败的性质不

是“记得太少”，而是“同一格里本来就有买超的、也有没买超的，旧的三个特征分不开它们”。继续积累，只能把已有轴上的估计磨得更准。

第二层的动作是填格。头两个月里，十二格中有三格几乎没有记录，比如“超市买零食的周末”。家人有意识地去补，并把“菜场买肉的工作日深夜”标为不适用（菜场夜里不开）。补格让各格的估计由粗变细，覆盖率由残缺走向完整；但它改变不了平台线，因为被补的格子仍然由那三个特征划分。这里还有一处需要保留的细节：不适用格不是未填格。把它们从分母中拿出去，覆盖率才不被不可能的位置拖低，这与第30章的分母规则一致。

第三层的动作发生在家人注意到一个现象之后：两个周日，品类、店铺、星期类都相同，一个按预算买完，一个买超了一半。有人问：出门前有没有写清单？于是账本多了一栏“有无清单”。这栏是否真是新轴，要依第33章命题一检查：存在两笔旧三项相同而“有无清单”不同的采购，答案是有；还要看它在没有参与设计的保留样本上有没有用。附带模拟中，加入这一栏后，理论最优错误率由0.42降到0.31，带噪读数下保留样本错误率由0.421降到0.345。区分和用途两个条件同时成立，才记为第三层。

第四层的动作更慢，也更难判断。家人发现，光加一栏并不管用：清单写了，到店里没人对照；月底复盘又是记账的人自己评自己。于是他们改了做法：出门前先写清单，回来对小票，只记“超出清单的部分和原因”；复盘由另一个家庭成员拿银行流水核对。被改的不是某个读数，而是“怎样记”和“怎样检查”。它是否算第四层，要等一个没有用来设计规则的新任务：比如搬到另一座城市，或孩子开始上学后作息改变，看新规则是否仍能提早发现遗漏。没有这一步，它只是规则修改的提案。

◆ 九、平台线：什么时候该离开前两层

学习曲线值得单独说明，因为它是最便宜的一项诊断。设旧三项把采购分成十二格，在每格内取多数结局作为提醒。若误差的主要来源是估计不稳，那么样本翻倍就应当使错误率明显下降；若误差主要来自格内本来就混着两种结局，样本翻倍几乎没有帮助。后者的理论下限就是旧轴下的最优风险，第33章把它记为 $R(P)$ 。

附带模拟中，样本由两千笔增加到八千笔再到一万六千笔，旧轴保留错误依次为0.428、0.421、0.421，已经落在0.4213附近；保留样本四千笔时，单次错误率的抽样标准误约为0.008，所以后两个读数的差别完全在波动之内。一个可操作的读法是：当样本翻倍后的改善小于保留样本的标准误，就把它当作平台，把问题转向“旧轴是否遗漏了差异”，而不是继续补记。

这条规则有两处限度。第一，它需要保留样本足够大，小样本上的曲线抖动很大，附带模拟里五十笔时旧轴错误甚至高于二十五笔，原因就是格内样本过少。第二，平台只说明旧轴下限，不说明新轴一定存在。平台出现以后，可能的结论至少有三种：旧三项确实够用，剩下的是不可预测的偶然；有遗漏的差异但目前无法取得读数；遗漏的差异已被家人注意到但尚未记录。区分它们，需要进入下一节的第三层检查，而不是在这里宣布“必须革命”。

◆ 十、辨认四层的五个问题

把上面的例子抽成可以重复使用的程序，需要按固定次序回答五个问题，并且从高层问起。理由是高层事件总是带着低层动作：改记账规则的那个月，家人当然也多记了账、补了格子。如果从低层问起，每件事都会被先记成“积累”，高层永远看不见。

第一问，这件事有没有改变知识状态？只是重复同一操作而没有留下新结果，不记层。第二问，它是不是只改了名字或编码？把“周日”改称“休息日”，或把品类代号都乘以十，对旧类没有拆分，依第33章命题一的判据属于冗余，记为表示改写，不进入四层。第三问，它有没有改变怎样提出候选或怎样检验？若有，再问是否已在没有参与设计的新任务上保持有效；有则记第四层，无则只记“规则修改提案”。第四问，它是否把旧同类拆开？若拆开，再问任务价值是否已在保留样本上显示；有则第三层，无则只记“候选轴”。第五问，它是不是在已有轴上补了尚无记录的格子？是则第二层；其余都是第一层。

这五问有两个特点。其一，“提案”与“证据”被分开登记，同一事件可以先 是候选，后来升层，也可以永远停在候选。其二，“主层”按有证据支持的最高层

确定，伴随的低层动作另行注明，不需要为每件事争论它是不是“纯粹”的某一层。

还要补一条拆分原则。家人在加入“有无清单”那一栏的同时，规定“没带清单不许进店”。这是一个事件里包含两个可以分开的更新：一栏新的比较，和一条新的行为规则。若整体按“从高层问起”记成规则提案，那么那一栏已经有保留样本支持的新轴证据就被一并压住了。所以，凡是能够分开描述、分开检验的更新，应当拆成两条记录，各自回答五问：那一栏记第三层，那条规定在没有新任务验证以前只记提案。拆分的检验很简单，就是问一句：撤掉其中一项，另一项的证据还在不在。

模拟程序第九部分把这五问写成了一段判别代码，并用七个事件检验：又记了一周、补一个空格、把周日改名、加入“有无清单”且保留样本有效、加入“今天心情”但无改善、改规则且新任务有效、刚改复盘规则而尚无新任务。七个全部落入预期的类别。这只说明规则没有缺口，也没有两条同时成立的矛盾；它不说明不同的人会作出同样的判断。后者需要盲编码：请两位不知道作者预期的编码者，对同一批事件独立回答五问，报告一致率与分歧原因。本书没有执行这项研究，所以“四层可被一致辨认”仍是待检的假说。

◆ 十一、五个容易误判的边界

第一个边界是“补格顺带改名”。家人在补零食格时，把“超市”拆成“大超市”和“小超市”。若小超市从未出现过，这是填格；若大小超市的区分把旧类里买超与不买超的采购分开了，才可能是新轴。同一个动作，要看拆分有没有对应旧类里的实际差别。

第二个边界是分母改变。加入“有无清单”以后，十二格变成二十四格。若旧格覆盖率原为十二格中的九格，即75%，则在二十四格里即使又补上六格，覆盖率也只有 $15/24$ ，约62.5%。这不是退步，是问题空间变大了。第30章要求新旧覆盖率分开报告，此处是它的案例。

第三个边界是细化测量。家人把金额由取整到元改为记到角，旧类里的买超判断更精确了，却没有哪两笔旧特征相同的采购因此被分开。它有实际价值，但按第31章“四种容易混淆的变化”属于细化测量，不是新轴。

第四个边界最容易自欺：规则救了自己的月份。家人改了复盘规则之后，下个月的“买超次数”降下来了，大家都很高兴。可是这个月的降低可能只是复盘改由自己人评估，评得更宽松。要排除它，必须有不由复盘人评定的外部锚，比如银行流水，以及新规则没有参与设计的新任务。没有这些，记为提案。

第五个边界方向相反：看起来很小的改动，其实改了规则。家人只是多加了一步“回来对小票”，没有新栏目，也没有新名词。但这一步让此前无法被发现的“清单外多买”第一次留下了记录，并使后来的复盘有了可以核对的对象。它改变了怎样检验，而不只是多记了一条。判断的办法仍是新任务：换到网购送菜的场景，小票不再存在，这一步是否需要被改写？能说出这一点，才说明它真的是规则的一部分。

这五个边界不是例外，而是辨认的工作量所在。每一次把第二层写成第三层，把第三层写成第四层，都是在抬高叙述，而不是抬高知识。

◆ 十二、什么发现会使四层划分本身站不住

一个分类要有被推翻的条件，否则就是口号。至少有三种发现会削弱本章的划分。第一，盲编码的一致率很低，说明五问不能被他人使用。第二，在大量真实的账本类研究中，所谓“新轴”事件经保留样本检验后几乎都能被已有轴与填格解释，说明第三层与第二层没有实质区别，应当合并。第三，规则修改事件在新任务上的表现与随机修改没有区别，说明第四层只是叙述，应当降为提案。

四层也不是阶梯。新轴被保留任务否定以后，系统退回第二层；规则改动在新任务上失败，旧结果需要在原规则版本下重新读取。上升与回退在账本里同样真实，这也是第32章要用完整轨迹处理的内容。

把前面四层放在一起，可以看到它们各自需要的最小证据并不相同。下表只列最必要的几项。

层	被更新的对象	旧失败的性质	最小证据	最常见的误判
积累	已有轴上的结果	估计不稳、资料不足	样本增加后保留错误下降	把平台线之后的补记当进步
填充	已有轴上的空位	部分位置无记录	新位置的条件、结果与失效说明	一格一篇文章就算覆盖
新轴	区分旧类的比较规则	旧类内部混着不同结局	命题一判据加保留样本的任务价值	改名、编号或细化测量记作新轴
规则修改	提出与检验候选的方式	同类遗漏反复出现	未参与设计的新任务上保持能力，且有外部锚	用改后的规则宣布自己成功

本章到此给出了四层的辨认办法，但还没有回答三个更细的问题。填充的覆盖率到底怎样才能不靠自报？验证的费用怎样计入？新轴候选在资源有限时怎样筛选？它们分别由第30、31章接手。而第四层里“失败之后怎样修正、修正怎样回写、什么时候停止”，要到第32章用完整的轨迹说明；全部有限命题与程序检查，则集中在第33章。

◆ 十三、怎样知道一次递归确实发生过？

至少需要四类证据。首先，旧系统的能力与失败是什么；其次，本轮具体改变了哪些条件、轴或规则；再次，这些改变怎样被写入后续工作；最后，后续任务表现出什么不同。缺少最后一类，最多证明提出了更新方案，还不能证明形成持续的递归能力。

这些证据不一定全是数字。形式系统可以用证明与反例说明，实践领域可以用可追溯案例和比较研究说明。但证据类型必须与结论匹配。一段感人的协作故事不能证明宏观经济增长，一组实验成功也不能直接证明所有知识都会同样发生。

资源条件同样不能消失。一个新方法在无限计算下有优势，却需要现实无法承担的成本，仍是值得研究的可能，却不是已经可用的升级。递归能力应同时报告质量、覆盖、成本和可靠性，允许不同目标之间存在张力。

四次跃迁因此不是一条保证向上的文明阶梯，而是一套辨知识增长发生位置的方法。它使人—AI思想复合主体能够问得更具体：这一次，我们增加的是答案，

填补的是旧空间，创造的是新轴，还是改变了以后能够怎样继续创造？能回答这个问题，才开始真正进入递归发生学。



30

第 30 章

AI怎样提高知识同一性谱系的生成可达性

◆ 一、“填满”应当怎样理解

王德生用“把谱系轴填满了”概括大模型的作用。这一判断抓住了知识生产条件的变化，但作为研究命题，需要区分数学上的连续填满与实践上的可达性提高。有限时间内形成的知识节点仍然有限；我们真正能够测量的，是更多原先没有有效供给的位置是否得到持续服务。

因此，本章把谱系填充定义为：在明确的任务空间与验证条件下，可被有效知识活动覆盖的区域增加。它不要求所有点都被占据，也不以输出数量代替有效覆盖。没有固定比较范围，就不能仅凭新文章增加宣布密度提高。

这一界定保留了原命题的力量：AI不仅可能加快中心区域的生产，也可能使小规模、特殊条件的知识需求获得发生机会。关键在于这些机会是否真的转化为可靠活动。

◆ 二、过去的空位未必没有需求

一个特定群体可能长期存在问题，却不足以支持独立研究团队。问题未被充分组织，可能是因为资料分散、表达成本高或验证资源不足，而不是问题没有意义。将没有市场供给等同于没有需求，会忽略这种潜在空间。

设一类知识服务的可持续条件为 $n(p-c) \geq F+V+M$ ，其中 n 为服务次数， p 为每次收入， c 为每次可变投入， F 为启动成本， V 为验证成本， M 为期间维护成本。这个简化式只是企业层的收支条件，不是社会福利公式。

当AI降低F或c时，较小的n可能达到门槛。但若V和M反而显著增加，门槛未必下降。由此得到一个具体判断：谱系填充取决于整套发生与验证成本，而不是只取决于生成一段文字的价格。

◆ 三、一个可复算的门槛例子

以下全部数字为思想实验。设每次服务收入为100，原可变投入为60，启动与验证维护合计为12000，则至少需要300次服务才能覆盖这些成本。若工具使可变投入降为30，并把固定合计降至7000，门槛变为100次。

这说明原来只有150次需求的小范围服务，在第一种条件下难以维持，在第二种条件下可能维持。但若为了保证高度特殊知识的可靠性，固定合计需要提高到14000，则新门槛为200次，150次需求仍不足。

这个例子不是预测某个行业的实际数值，而是揭示一条机制：共同技术条件可以扩大可行区域，验证和维护也可以缩小它。只有同时记录这两方面，才能解释为什么有些位置被填充，有些仍然空缺。

◆ 四、生成量与验证能力之间的瓶颈

设每轮提出g个候选，验证程序最多处理v个。若g持续大于v，又没有有效筛选，未验证库存便会增长。一个简单排队式为 $B_{t+1} = \max(0, B_t + g_t - v_t)$ ，其中B表示待处理候选数。

例如每轮提出30个，只能验证10个，持续五轮就可能积累100个候选。生成速度提高并没有让有效知识等比例增加，反而可能使旧假说在库存中被误当成事实。这是知识谱系扩张中的容量约束。

解决办法不只有增加审核者。可以在生成前缩小问题，利用形式约束淘汰明显无效候选，为不同风险任务设置不同检验路径，并保留清楚的状态标签。提高有效发生率，可能表现为少生成但更容易验证。

◆ 五、覆盖率的分母为什么会改变

假设原来定义了20类任务，系统能够可靠处理其中12类，覆盖率为60%。研究后来引入一个新的情境轴，把任务空间细分为40类。即使可处理类别变为20类，简单比率却下降到50%。这不能直接说明能力退步，因为分母已经改变。

应当同时报告旧任务上的表现、新增任务上的表现和空间版本。旧覆盖率支持纵向比较，新覆盖率描述新范围，二者不能无说明地拼接。一个真正发现新问题的系统，甚至可能暂时降低自己报告的覆盖率。

因此，谱系填充与谱系轴发生具有不同指标。前者在固定坐标下测有效覆盖，后者改变坐标本身。混计两者，就会出现“发现更多未知，所以能力下降”或者“改了分类，所以进步巨大”的误判。

◆ 六、多样性为什么不等于每次生成不同答案

对同一问题产生一百种说法，可能只对应一种结构；生成五种不同策略，也可能都依赖同一个错误前提。多样性应当落实到对象、假设、路径或可验证后果，而不是词语差异。

可以先把候选按已知等价关系归并，再计算有多少独立结构进入验证。还应记录它们的共同来源：若多个候选只是同一假设的派生，不能被当作多份相互支持的证据。结构多样性与证据独立性依然是不同轴。

真正的谱系密度增加，意味着更多位置具有可延续的发生能力。一个位置只有一次漂亮输出，却不能在新问题中保持质量，就尚未达到这种要求。

◆ 七、个人化不应变成无限定制

每个人都可以拥有自己的条件，但不是每项差异都值得建立独立知识体系。若两类任务在相关结果上没有实质区别，维持共同规则可能更经济也更可靠。谱系化包括识别何时不必分化。

一个合理架构可以把公共底层、群体模块和个人配置分开。公共层承担稳定知识与基础验证，群体层处理经过证明的重要差异，个人层保留当前情境与偏好。新的反例可能使个人层差异上升为群体新轴，也可能证明原先差异无需保留。

这种安排不是把谱系压回统一，而是让共同性与特殊性各自承担适当成本。真正的填充不是每人从零写一套世界，而是让已有公共知识在新的E与D中以较低成本、较高质量继续发生。

◆ 八、从一个有效节点到邻近任务

一个知识节点在自身案例中成立，并不意味着邻近案例都被覆盖。要从单点结果走向一片谱系区域，需要说明“邻近”按什么定义，以及性能为什么不会在很小变化下突然恶化。没有这种关系，地图上把一个节点画成一个很大的圆，只是一种视觉上的乐观，不是知识已经到达的证据。

可以用一个明确的条件性模型说明。设任务空间 X 带有一个距离函数，对每个已验证节点 x_i 保留一种处理方法。该方法在任务 x 上的风险记为 $r_i(x)$ 。假设在指定区域内，风险满足变化界：两个任务之间的风险差不超过 L 乘其距离；又已知 $r_i(x_i)$ 不超过 r_0 。那么，对距 x_i 不超过 ε 的任务，直接得到风险不超过 $r_0 + L\varepsilon$ 。

证明只是把变化界代入锚点保证，并不复杂。它的意义在于，覆盖主张包含两个不同来源的条件：锚点本身得到验证，邻近变化有合理的界限。只验证锚点而没有第二项，就不能推及邻域；只有平滑性假设而没有可靠锚点，也不能知道风险水平。实际研究须分别说明两项条件怎样获得。

若锚点风险还存在最多 u 的估计不确定度，保守界相应变为 $r_0 + u + L\varepsilon$ 。这个 u 是误差范围，不是第十一节的概率错误预算 α ，也与第十三节表示置信水平补数的 δ 无关；估计误差与错误概率是不同的量，不能因记号相近而混用。 u 、 α 、 δ 在本章均为局部记号。条件性模型的价值，是让所谓“适用于相近人群或任务”必须承担明确的额外说明。

◆ 九、谱系维度增长为何会提高验证成本

考虑 d 个特征均在零到一之间的任务空间，以各坐标最大差定义距离。把每个坐标均分为 m 段，在每个小格中心放置一个验证节点，需要 m 的 d 次方个节点；任一任务到所在格中心的距离不超过二 m 分之一。这个有限构造给出一种简单覆盖方案，不宣称它在所有任务结构中都是最省节点的方案。

若每个坐标分为十段，一维需要十个中心，二维需要一百个，四维需要一万个。假如每个节点的验证成本相同，仅仅增加几个谱系轴，就可能使完整覆盖的费用大幅增加。AI让候选生成更便宜，并不自动把这一验证负担一起消除。这是“轴越多越好”在资源层面的一个明确限制。

真实任务常有结构，可以减少所需验证。例如某些特征并不独立，某些关系能够由理论证明，某些模块可以复用共同保证。减少费用的根据应当是这些结构，而不是忽略难以验证的格子。被暂时舍弃的区域需要标成未覆盖，不能用整个空间的名称掩盖实际覆盖只发生在少数常见位置。

由此得到一种更积极的研究方向：谱系发生不仅寻找更多轴，也寻找能让许多局部结果共用验证的结构。如果一个新理论把原本必须分别检验的情形组织成可证明的共同关系，它可能降低谱系填充成本。知识统一与知识分化在这里再次表现为互补，而不是相互淘汰。

◆ 十、覆盖率应当区分几何、需求与风险

同样覆盖十个任务位置，价值可能完全不同。它们可以占据空间很大一块，却很少被实际需要；也可以数量很少，却对应高频任务；还可以是低频但后果严重的边界情境。因此，至少需要分开报告位置覆盖、需求加权覆盖与风险相关覆盖。三者都可以有用，但不能用一个比例代表全部意义。

设十类任务中，前两类占实际需求的百分之八十。系统可靠处理前两类，其分类数覆盖只有百分之二十，需求覆盖却达百分之八十。若剩余某类任务的失败后果特别大，仅看需求覆盖仍不足以判断部署是否适当。这个思想实验不提供具体行业安全阈值，只说明分母与权重必须随研究目的公开。

权重也不能只由已有交易决定。尚未得到服务的群体，其需求可能没有进入交易记录；没有能力表达的问题，也可能在问卷中不可见。研究潜在谱系位置时，应记录需求识别的方法和遗漏风险，而不是把现有市场当作全部可能世界。另一方面，研究者想象的需求也需接受实际验证，不能凭理论上有空位就认定有人愿意持续使用。

因此，谱系填充的成果应以一张带状态的任务地图呈现：已验证区域、有限支持区域、未验证区域，以及明确不适用区域。公开不适用范围不是降低平台价值，而是提高使用者正确选择的能力。一个把所有问题都涂成可服务的系统，可能在视觉上最完整，在知识上却最不可靠。

◆ 十一、验证通过率和证据独立性不能混为一谈

设每个候选有若干检查项，全部通过才进入有效层。提高检查数量不必提高可靠性，因为多个检查可能依赖同一假设，也可能只重复同一种表面特征。要知道新增检查贡献了什么，应说明它能够发现哪些原先发现不了的错误。检查谱系也需要新轴判据，而不是简单统计检查器数量。

在一个有限概率设计中，若第 i 项结论错误被接纳的概率最多为 α_i ，那么不要求相互独立，也可用并集上界控制至少一项错误被接纳的概率不超过各 α_i 之和。这个基本界说明错误预算需要随接受规模分配。它不是所有开放研究都能直接满足的程序，因为每个 α_i 本身也需要可靠依据。

尤其当候选由前面的检查结果自适应选择时，不能把只对固定单次检验成立的数字不加条件地沿用。验证程序若不能提供相应保证，最诚实的处理是报告经验结果与限制，而不是借用一个概率符号制造精确感。第33章已有有限错误预算模型，本章强调的是它能否真实连接到具体验证活动。

同时，验证不应只支持接受，也应支持缩小主张。一个结果在部分区域成立，可以成为局部有效节点；不必为了拥有完整区域而忽略失败，也不必因为一处失败而删除全部已证部分。精确定位边界，常常比增加更多候选更能提高谱系空间的有效密度。

◆ 十二、验证费用不是一个数：分解、测量与返工

第二节把验证费用写成一项 V ，好处是简洁，坏处是读者无法知道它从哪里来。要让门槛公式能被检查， V 至少要拆成三部分：每次检验本身的费用 v ，候选的通过率 π ，以及对已接受结果的抽样复核。

先看通过率。设每个候选需要花费 v 才能检验，通过的比例为 π ，且各次检验彼此独立。则每得到一个被接受的节点，平均要检验 $1/\pi$ 个候选，平均费用是 v/π 。证明只是几何分布的期望：直到第一次通过所需的次数，期望为 $1/\pi$ 。数字很直白：通过率一半，每个被接受节点的分摊费用是单次检验的两倍；通过率降到十分之一，就是十倍。这意味着，AI把候选生成得很便宜以后，若通过率同时下降，验证费用不会按生成量的比例消失，反而可能是主要开支。附带模拟（scripts/A09_sim.py）列出了这三个倍数，它们是算术，不是观测。

再看复核。第二节的门槛式 $n(p-c) \geq F+V+M$ ，把全部验证费用当作一次性固定支出。若服务交付以后还要按比例 q 抽样复核，每次复核费用为 v' ，则每次服务的净收入变为 $p-c-qv'$ ，门槛成为 $n \geq (F+V_o+M)/(p-c-qv')$ ，其中 V_o 只含上线前的检验费用。取第三节的数字： $p=100$ ， $c=30$ ， $F+V_o+M=7000$ 。不复核时门槛是100次；若四分之一的服务被抽样复核，每次复核40，则净收入由70降为60，门槛升为117次；复核率提高到一半，门槛为140次。这些数字是思想实验，但它们显示了一个第三节没有写出的事实：质量保证本身是门槛的一部分，而且随服务量持续支出。

可操作的测量，应当以工时和事件为单位记录，而不是先折算成金额。每个候选至少记录：第几次提交，检验者投入的工时，结局属于接受、限定接受、拒绝还是搁置，返工的次数，以及已接受结果后来被发现有误时的补救工时。金额折算、工时单价属于评价安排，应当另行声明，如同第33章的权重 λ 与 η 。

最后给出一个结构怎样降低验证费用的有限例子，以回应第九节的网格计数。设任务有 d 个坐标，每个坐标取 m 个水平，风险函数是可加的，即 $r(x)$ 等于各坐标单独贡献之和。取一个参照点 x^o ，只改变第 j 个坐标而保持其余不动，测量 r 的变化，就得到该坐标的单独贡献；于是任何点的风险都等于 $r(x^o)$ 加上 d 个单坐标变化之和。这只需要 $d(m-1)+1$ 次测量，而不是 m 的 d 次方次。取 $d=4$ 、 $m=10$ ，就是37次对一万次。证明是一行代数：由可加性， $r(x)-r(x^o)$ 等于各坐标贡献之差的和。附带模拟用随机可加函数核对了精确重建，并用一个含交互项的函数说明，一旦两个坐标出现类似异或的交互，这种重建就会出错。所以，可加性是一项必须单独验证的结构假设，而不是默认可以使用的捷径；它节省的费用，要先扣除验证可加性本身的费用。

◆ 十三、覆盖保证：抽样审计能保证什么

覆盖率是一个自报的比例，保证则是另一回事：在什么条件下，有多大把握，声称覆盖的格子里不会有太多站不住的。设已声称覆盖的格子共 m 个，其中 k 个在独立审计下不能成立。从这 m 个格子中随机、无放回地抽 n 个审计，观察到 f 个失败。

最干净的一种情形是零失败。若 $k/m \geq r$ ，则抽到的 n 个格子全部通过的概率，不超过 $(1-r)^n$ 。理由是依次抽取时，第 i 次抽到合格格子的条件概率为 $(m-k-i+1)/(m-i+1)$ ，它不超过 $(m-k)/m$ ，逐次相乘即得。于是，只要 n 满足 $(1-r)^n \leq \delta$ ，观察到零失败就可以在置信水平 $1-\delta$ 下断言失败格子的比例小于 r 。令 $\delta=0.05$ ，要把失败比例限制在10%以内，至少需要审计29个格子；限制在5%以内，需要59个；限制在1%以内，需要299个。附带模拟逐项核对了这些整数，并用二十万次随机抽取核对了第一个数：真实失败比例恰为0.10时，29次全部通过的频率约0.047，与理论值0.9的29次方相符。证明记在第33章命题七。

这个保证的前提不能省。第一，抽样必须在声称冻结之后进行，格子要从声称覆盖的全体中随机抽取；由审计者挑选“看起来可疑”的格子，是发现错误的好办法，却不再是随机样本，上面的界不能使用。第二，保证只对被审计的版本成立。一旦第31章意义上的新轴加入，或第32章的规则被修改，格子的集合、判据和失败的含义都变了，需要重新审计。第三，审计通过的是格子本身，不是格子的邻域；邻近任务能否被覆盖，仍然靠第八节的锚点与变化界。

在有限总体里，保证还可以更紧。若声称覆盖40个格子，随机抽29个且零失败，超几何计算给出：失败格子不少于3个时这种结果的概率不超过5%，因此95%置信下失败格子至多2个，约占5%；而不考虑总体有限、直接套用二项公式只得到约9.8%的上界。有放回的近似总是偏保守，这也是上面证明里不等式的方向。

实际任务图很少是均匀的。设其中10个格子对应后果严重的情境，另有30个为日常情境。如果对两层分别给出保证，置信水平要在两层之间分配：各取 $\delta/2=0.025$ ，再用并集界合并，两层同时满足的把握不低于95%。此时，把失败比例限制在10%以内、零失败的审计数升为36，因为 (0.9) 的35次方约0.0250，略大于0.025，要到36次才越过。这个数字大于高风险层只有10个格子的事实，于是出现一

条实用的结论：小层不抽样，直接全查。抽样界的价值，在大层里才体现；对于小而重要的层，逐格检查既便宜，又不留下比例上的不确定。

还有一种做法要明确排除：用同一批保留格子反复调整声称，直到审计零失败，再报告这一次的结果。这时审计与修正已经成为同一个自适应过程，零失败的概率不再按 $(1-r)$ 的 n 次方计算，报告的上界没有意义。可行的做法是留出尚未用于调整的新格子，或把总错误预算按第33章第十六节的方式分配到每一轮。

若审计发现了失败，界要重新计算，而不是删去失败再宣布通过。附带模拟中，抽50个观察到1个失败，失败率的95%单侧上界约0.091；观察到2个失败，约0.121。这给了一个朴素的工作规则：审计既是质量控制，也提供一个可报告的上界，而这个上界随审计次数缓慢收紧，收紧的速度决定了审计预算。

◆ 十四、把费用写进覆盖报告

综合前两节，一份不夸大的覆盖报告至少包含这些项目：分母的版本与不适用格子的清单；声称覆盖的格子数与需求加权后的比例；审计抽样方法、 n 、 f ；在指定置信水平下的失败比例上界；单次检验与复核的工时；返工比例。缺少其中任何一项，覆盖率就只是一个口径不明的数字。

比如，在“品类六类、店铺四类、时段三类”共72格的构想任务图上，判定不适用8格，有效分母64；声称覆盖40格，自报覆盖率62.5%。若对这40格随机审计29个且零失败，报告应当写的是“95%置信下失败格子至多2个”，而不是“已覆盖62.5%，质量良好”。前者可以被他人复核或推翻，后者不能。

两部分费用还可以互相印证。按第十二节的算例，抽样复核率为四分之一时，达到门槛的117次服务大约带来29次复核，恰好是把失败比例限制在10%以内所需要的零失败审计数。也就是说，在这组设定下，日常复核本身积累起来的样本，已经能够支撑上面的覆盖保证，不必另设一项专门审计；若复核率降为十分之一，同样的服务量只带来约12次复核，保证就弱得多。这个对应只是算术上的巧合，不是普遍规律，它的用处是提醒：复核率既是费用项，也决定了保证的强度。

这里也再次保留前文的修正：生成可达性的提高只是促进条件，不是有效更新的必要条件。合并冗余节点、撤回错误结论，使覆盖率不变而维护费用下降，在上

述记录中恰好表现为M变小而覆盖不变。把这样的改进算作进展，需要的是完整的费用账，而不是更大的覆盖百分比。

◆ 十五、何时先填空，何时先寻找新轴

当大量失败集中在旧特征相同的一组任务中，继续增加同类答案可能无助于改善。这时应考虑原坐标遗漏了关键差异。反之，若已知分类清楚而某些位置缺少资料，寻找新轴可能只是回避扎实的补充工作。两种任务需要不同投入，不能都被叫作“继续创新”。

一种可操作的研究记录是同时保留残余失败分布和候选轴提案。先问失败能否由已有特征解释；如果能，优先改善覆盖或方法；如果不能，再寻找可观察、可复验且与任务相关的新差异。新轴被提出后，仍需用未参与构造的情形检查，避免把偶然失败的编号变成一条所谓深刻维度。

在这个过程中，人的作用并未被模型生成替代。什么失败值得研究、何种区分具有意义、成本应该由谁承担，都涉及目的和判断。AI可以提供候选、寻找相邻例子和计算后果，但选择理由仍需公开。思想复合主体的价值，不在于省掉判断，而在于使更多判断对象能够被提出和比较。

如果新轴提高了任务区分，却使每个分支都无法承担验证成本，系统可以暂时只在高价值区域实施。理论上识别出的空间与实际服务空间应分开绘制。这样的部分实施不是理论失败，而是把资源约束作为E的一部分认真对待。

◆ 十六、从覆盖工具到覆盖理论的递归

当系统发现某种已有验证可以被共同证明替代，或者某种新任务不能再用旧距离衡量，它就在修改覆盖本身的条件。递归发生不仅增加地图上的点，也可能修改距离、邻域和保证的传播方式。新增结构若有效，可以使相同验证资源支持更大范围；若无效，也可能使原有覆盖主张需要撤回。

因此，谱系轴填充的高级形式，不是永远增加人工审核点，而是逐渐建立能够解释何处可迁移、何处必须重新验证的理论。它使公共知识承担更多可靠复用，使

特殊知识保留真正相关的差异。只有这种双向发展，才可能把大模型的生成速度转化为可持续的知识覆盖，而不是越来越庞大的未验证库存。

◆ 十七、从密度提升到递归发生

当填充过程中不断出现无法用旧轴解释的失败，系统才获得提出新轴的理由。新轴又改变哪些位置需要知识，以及怎样检验它们。于是，覆盖活动反过来改变覆盖空间，进入高阶递归。

生成可达性提高提供了一种促进条件，但不是每次有效递归更新的必要条件：撤回错误、合并冗余或缩小适用域，也可能在不扩大覆盖的情况下提高知识质量。没有反例管理、验证接口和选择性回写，填充可能停留在内容膨胀。下一章因此不再问“生成了多少”，而问“新增区分是否真实、稳定并且值得保留”。这使谱系填充与谱系递归之间的转变成为一个可以研究的门槛，而不是自动发生的口号。



31

第 31 章

谱系轴本身如何诞生？

◆ 一、更多答案，可能仍然挤在同一个问题里

一个研究系统每天可以提出许多候选方案，但它仍可能使用同一套问题分类、同一组比较指标和同一种失败定义。此时，增长发生在旧坐标中。数量可以巨大，活动方式却没有发生高阶变化。知识递归发生不能只以候选数量或版本次数判断。

谱系轴发生则提出另一种变化：原来用来区分知识的位置、范围和关系的规则，本身出现了新的维度。过去被视为同一类的情形，在某个重要任务上表现不同；旧特征无论怎样精细计算，都不能辨认这种区别。研究者由此需要一种新的观察、表达或生成条件。

这个新轴不是从语言中随意挑一个新名词。它应当对旧系统遗漏的差异给出稳定识别，并说明这一差异为什么与问题有关。若只是把旧分数乘以十或换一个名称，坐标看起来变了，辨识能力却没有改变。若新增项目完全由旧特征决定，也可能只是便利表示，而非新的区分能力。

◆ 二、轴不是只能是数值刻度

本书把谱系轴理解为一种具有明确对象范围的比较规则。它可以是连续数值、离散类别、关系结构或方向性接口。价格涨幅是一类数值，是否具备某项证明条件可以是类别，知识依赖关系则可能需要图结构。没有理由把所有轴都强制画成一条直线。

一条轴至少应说明：对什么对象比较，读数怎样取得，哪些变化保持读数不变，哪些读数可以互相比较，以及在什么条件下失效。缺少这些信息，“轴”只是空间比喻，无法承担本书的递归模型。

轴也有使用成本。测量一项新条件可能需要额外资料、计算或协作；某些轴虽然能区分很多对象，却与当前任务无关。知识发生不是搜集最多特征的竞赛。新轴的价值需要在其带来的辨识、解释、行动或生成改善中说明，并同时记录代价。

因此，轴的诞生有两层要求。形式上，它确实增加或改变了可识别的关系；实践上，这种改变在明确问题上有理由被保留。前者可以在小模型中证明，后者通常需要实验、案例或形式任务的进一步检验。两层不能互相代替。

◆ 三、从旧分类的失败开始，而不是从新名词开始

设想一个知识服务系统只按回答正确率评价不同工作方式。两种方式在测试中正确率相同，研究者于是认为它们没有重要差异。后来进入需要追溯依据的新任务，发现一种能提供可核证据和修正过程，另一种不能。原来的分数没有算错，但它把对新任务重要的区别压平了。

研究者可以把可追溯性加入比较。是否形成新轴，取决于它能否被明确测量，是否只是旧正确率的改写，以及是否真正影响相关任务。若只是把“我觉得可信”改名为可追溯性，就没有完成工作；若定义了证据链接、版本和推导依赖，并在新任务上显示作用，就出现了可研究的轴变化。

这里不需要假设可追溯性在宇宙中从未存在。新轴是相对于当前知识发生系统的新组织。人类可能早已拥有相关经验，但它过去没有进入这一系统的明确比较和生成规则。发生学研究关注这种进入怎样改变后续能力，不以宣称绝对首创作为所有贡献的前提。

同样，旧分类失败也可能说明任务本身需要重新界定，而非一味加轴。有些所谓遗漏只是噪声，有些要求彼此冲突，有些测量根本不可稳定取得。高质量研究要允许“无需新轴”的结论，否则每次失败都会被包装成理论扩张。

◆ 四、四种容易混淆的变化

第一种是重命名。把相同结构用另一组符号表达，可能改善理解，却不必增加区分能力。第二种是细化测量。原来只记录大致范围，后来记录更精确值，能够在原特征内辨认更多差异。它有实际价值，但未必改变特征种类。

第三种是增加旧特征不能确定的新比较项。这可能形成相对于旧表示的新轴。第四种是改变生成和检验规则，使今后能够持续发现、提出和审核这类新轴。这才触及高阶递归：系统不仅多了一项特征，还改变了怎样产生特征的能力。

四者没有价值等级上的绝对排序。一次重命名可能极大改善教学，一次精细测量可能解决关键问题，一个新轴也可能毫无用途。本书区分它们，是为了避免把不同贡献混称为同一种革命，而不是把第一种一概贬低。

真正的谱系研究应保留变化记录：旧系统能做什么，新系统增加什么，旧能力是否保留，代价是什么。如果这些问题都没有答案，所谓轴的诞生可能只是研究者对自己的叙述发生变化。

◆ 五、新轴怎样进入E，进而改变D？

一种新比较规则被采用后，会改变哪些资料需要保存、哪些对象值得区分，以及什么结果被视为成功。这些变化进入E中的知识组织、规范联系和实际资源安排。下一轮研究因此不再按旧方式收集材料或选择候选，D发生改变。

仍以前述思想实验为例，加入可追溯性后，系统不应只在最后给答案打一个额外分数。它可能需要从一开始保存证据、区分猜测与已证结论、记录撤回理由，并改变交接格式。若新轴没有进入这些过程，只在报告末尾增加一栏，就未必产生持续能力。

另一方面，新过程会暴露新轴自己的局限。一个答案可以链接很多资料，却没有正确使用资料；一个证明记录完整，却依赖未经说明的假设。研究者需要继续细化“可追溯”的含义，可能引入支持关系和前提审计。由此，轴不是一次定义后永远固定，而可以成为下一轮反思对象。

这个循环要有选择性回写。并不是每个新要求都永久加入工作流程。若额外审计成本巨大而任务收益很小，可以限定使用范围；若某项检验重复另一项，可以合并；若新轴引导系统只追求形式合规，应当修正。发生机制包含删减能力，否则递归会退化成流程累积。

◆ 六、横向相遇为什么可能创造新轴？

单个谱系长期使用自身规则，未必容易看见规则的边界。与另一个谱系协作时，双方可能在相同结果上赋予不同意义，或者用不同过程达到同一目标。这些冲突提供新轴发生的机会，但冲突本身不是创新保证。

例如，两套知识系统共享准确性要求，一套强调可复现的步骤，另一套强调在变化环境中的调整能力。它们合作后可能发现，既有“好方法”的单一评价不能区分稳定复现与适应变化。新比较可以把二者分开，再研究何种任务需要怎样的组合。这里创造的不是折中分数，而是更清楚的条件结构。

双方也可能发现差异只是翻译问题。一旦术语对应建立，所谓冲突消失，此时没有必要宣称新轴诞生。更困难的情况是两种价值要求不可同时满足，需要承认取舍，而不是编出一个永远兼得的新概念。高阶发生不意味着一切矛盾都能无成本化解。

因此，跨谱系互动的产物包括翻译、合并、保留差异、新轴、分工甚至合作终止。只有承认多种可能结果，理论才能解释真实变化，而不是把所有交流都写成必然升维。

◆ 七、如何检验一条轴是否值得进入谱系？

首先检验定义。第三方能否按照说明取得读数，还是必须不断询问提出者“你真正的意思是什么”？其次检验非冗余性。该轴是否只是旧特征的编码变化，或在当前对象范围内没有增加任何区分？再次检验任务关联。新增差异能否帮助解释失败、改善预测或组织新的生成活动？

随后检查代价和稳健性。一个轴可能在训练样本中表现良好，却在新案例中失效；可能只在某个尺度上有意义；可能因为资料缺失而不可常规使用。应当记录这些限制，而不是把它们隐藏在一个综合创新分数后面。

还要设置负面对照。可加入一个故意无关或冗余的特征，观察评价机制是否也会把它判为新轴。如果任何新增标签都得高分，检验本身就缺乏辨别力。对于AI生成的候选，这种负面对照尤其重要，因为流畅说明很容易给无效特征制造合理外观。

最终应保留三类状态：候选轴、经限定验证的活动轴、被撤回或停用的轴。状态变化需要理由与版本。一个已撤回轴仍可以作为失败历史保存，但不再进入当前知识生成的有效前提。这样，谱系记忆才不会把历史存在误当成当前有效。

◆ 八、可区分只是第一道门槛

第33章命题一给出的有限判据说明，新特征若能区分旧特征完全相同的两个对象，就增加了该对象域上的区分能力。然而，区分能力还不是知识价值。给每个样本一个不同编号，也能把全部对象分开，却不一定改善任何新问题。形式上的非冗余与认识上的有效性需要分别检验。

因此，一个候选轴至少应接受三个问题：它区分的是否是真实可重复的差异；这种差异是否影响明确任务；这种影响能否在轴提出以后仍被观察，而不只解释用于发现它的材料。三个问题把形式、经验和用途连接起来。缺少任何一项，所谓新轴都可能只是更精细的描述。

这不意味着只有立即产生利润的轴才有意义。一个轴可以帮助组织理论、揭示反例或提出尚无应用的新问题。任务意义可以是认识性的，而非商业性的。但它仍应说清新增区分使哪一种判断发生改变，否则“可能将来有用”会成为无法区分任何候选的统一理由。

同样，轴的可重复性不必要求所有对象保持静止。一个描述发展阶段的轴可以随时间变化，只要测量规则和状态转移有清楚意义。关键不是数值永远不变，而是同一条件下能否形成可检查的判断，以及变化是否被正确记录为对象变化而不是测量任意漂移。

◆ 九、从观察差异到行动差异

设两类对象在现有观察中都呈现同一结果，但其内部条件分别为零和一。可选择的行动也是零和一，行动匹配条件时损失为零，不匹配时损失为一。若两类等概率，而无法辨别内部条件，任何固定行动的期望损失都是二分之一。若一种可靠测试揭示条件，匹配行动可以把该模型中的损失降为零。

这个思想实验并不证明现实问题一定具有可用测试。它只是说明某条轴的价值可以来自行动后果，而不是来自原有表面结果。两个知识部落在过去的答案上完全一致，仍可能在面对新干预时需要不同判断。结果同一性不能替代机制同一性，也不能自动担保行动上的可迁移性。

若测试有成本 c ，只有在降低的期望损失价值超过 c 时，逐次测试才有净收益。若测试也可能出错，需要重新计算匹配概率。于是，轴的诞生、轴的测量与轴的使用是三个不同决定。可以承认一条轴具有理论意义，同时认为在某类低风险任务中不值得每次测量。

这使知识谱系的细分与经济最优化发生具体连接。分支并不是越细越先进，而应比较新增区分带来的任务改善与识别、实施、验证和维护成本。第36章将进一步讨论竞争如何影响这些选择，但基本判断已在此处成立：新轴需要任务与成本的双重定位。

◆ 十、一个变量可能在组合中才表现出价值

单独评价每个轴，可能遗漏组合效应。第33章的有限异或例子（本章第十四节也用到）已说明，两项信息单独不能改善某一预测，合在一起却可以完全确定结果。这不意味着任何无效轴都应因“也许有协同”而被保存，而是要求研究允许明确的组合假说，并给它们安排有限验证预算。

更一般地，轴的价值取决于当前已有信息集。某一特征在缺乏基础知识时没有作用，在获得另一项结构后才成为关键；同样，一条曾经重要的轴，也可能在新测量出现后变得冗余。因此，谱系轴不能只带一个永久有效标签，还应记录它相对于什么知识状态增加了什么能力。

这种状态依赖构成递归发生的一个内在机制。上一轮新增结果改变了下一轮能够使用的信息，原来不起作用的差异可能获得新的意义。并非世界中的差异凭空出现，而是它进入了新的可判断关系。SDE中的E与D由此影响哪些S能够显露，但这一表述需要具体模型，不能只凭三个字母完成解释。

对研究管理而言，合适做法是保留少量有理由的待验证组合，而不是无限保存所有可能配对。提案应注明预期协同、触发条件与可否定结果。若经过预先说明的

测试仍没有支持，就应降级或撤回。允许组合创造与约束无穷搜索，可以在同一制度中并存。

◆ 十一、识别轴不是把人群身份直接当成解释

在社会和实践领域，研究者容易用群体标签替代机制变量。某个标签与结果相关，不意味着标签本身解释了发生过程。它可能混合资源、经验、制度和选择等多种条件。若不解构这些条件，模型可能在原样本中表现良好，却在环境改变后迅速失效。

本书的部落概念应特别避免这种替代。知识部落的分析对象是可描述的概念、路径、资料与检验规则，而不是对成员人格或能力作本质化判断。一个人可以同时参与多个谱系，在不同任务上使用不同条件；共同体也可以通过学习改变其发生结构。因此，谱系身份不能成为固定等级或永久排除的依据。

新的轴应尽可能落在与任务关系明确的特征上。比如，不用“是否属于某学派”直接代替判断能力，而考察是否识别反例、是否区分定义和经验、是否能保存版本关系。这些特征仍需测量验证，但至少把比较带回可以改进的活动，而不是把标签当成命运。

这并不否认历史共同体的作用。共同体能够提供训练、材料和信任，使某些能力更易发生。只是这种历史关系与个体任务表现之间还存在需要研究的中间过程。谱系理论若跳过这些过程，就会把原本用来解释动态发生的框架变成静态归类工具。

◆ 十二、新轴的证据可以有不同强度

一个反例可以证明旧轴不充分，但未必证明新提案已经充分。设旧特征不能区分甲乙，而候选新特征能够区分它们；这解决了已知反例。如果另有丙丁仍被混在一起且需要不同处理，新特征仍需扩展。研究应记录“修复了哪个缺口”，而不是一次修复后宣布全部问题解决。

证据强度可以按实际工作阶段描述：概念上可定义，有限例子中非冗余，在新样本中稳定，能改善相关判断，能够被后续研究继承。这里不是固定等级考试，而

是提醒不同证据承担不同主张。一个新生轴可以先停留在有限阶段，只要不把它宣传成全面验证。

负面证据也应进入轴的历史。某个轴在一个任务上无用，可能需要缩小范围；在多个关键情境中反复失效，则可能应被替代。若只是换一种说法继续保留原主张，递归就变成了免疫机制。真正的回写允许未来结构与过去不同，包括减少轴的数量。

相反，后来发现一条轴是已有结构的另一种表达，也不必删除全部成果。它可能提高可理解性、计算效率或跨领域转换能力。应把贡献重新定位为表示或接口改进，而不是继续占用“新增区分”的地位。准确降阶有助于保留实际价值，也能降低理论夸张。

◆ 十三、怎样组织一次不预设成功的新轴研究

研究开始时，先保存旧表示、旧方法和已知失败。然后提出候选区分，并说明它预期解决什么失配。接着保留一组不用于构造的任务，用来比较旧结构和新结构。若新增轴需要额外资料或专家判断，应把这些投入计入比较，而不是让新方案以更大资源获得优势却只归因于理论改变。

结果报告应同时包含已改善、无变化和恶化的区域。新轴可能提高某类判断，却增加另一类判断的负担；这种权衡可以是可接受的，但必须依据用途明确。所谓更高级的谱系，不是所有指标都自动变好，而是它能更准确地组织这些取舍。

最后，把研究产物写成可继承接口：轴的定义、测量方法、有效范围、反例、成本和开放问题。后续分支可以据此继续扩展，也可以发现原轴应当合并。新轴的真正生命不是发布当天的名称，而是它能否改变下一轮提出问题和判断结果的方式。

由此，谱系轴的诞生成为一个同时包含创造与约束的过程。创造使旧表示未能组织的差异进入知识，约束使新差异不被虚假的精确和无限命名淹没。二者共同构成递归发生的质量条件，而不是相互阻碍的两种立场。

◆ 十四、四道门：同一批候选的完整筛选

前面几节提出了三个问题：新轴是否真有用，区分是否真有用，用处是否值得代价。可靠性在第七节只被一笔带过。这里把它们合成四道门——等价、可靠、任务价值、净代价——并用第二十九章的菜篮子账本（构想）做一次完整筛选。候选共八个，数据由附带模拟（scripts/A09_sim.py）生成，其中的隐藏规则是写明的，所以总体风险可以精确求出；保留样本的数字则来自一次固定种子的抽样，只能当一次运行的读数，不能当稳定的估计。

候选	等价门（命题一）	读数翻转率	总体 ΔR	保留样本错误	ΔW	处置
把“周日”改称“休息日”	冗余	同原轴	0	0.421	正	记为表示改写
品类代号乘以十	冗余	同原轴	0	0.421	正	记为表示改写
有无清单	非冗余	0.05	-0.110（无噪声）	0.345	-0.095	保留
饿着去（单独）	非冗余	0.15	0	0.428	+0.025	单独不保留
带孩子（单独）	非冗余	0.05	0	0.469	+0.007	单独不保留
饿着去且带孩子（联合）	非冗余	—	-0.125	0.410	-0.093	作为组合假说保留
今天心情	非冗余	—	0	0.428	+0.015	不保留
小票编号	非冗余	—	无定义	0.421（训练错误0）	—	不保留

旧三项的总体最优错误率是0.4213，保留样本四千笔，单次读数的抽样标准误差约0.008，所以0.428与0.421的差别不应当被解释。 ΔW 按设定的获取与维护成本计算，成本是写明的设定值，不是测量； λ 与 η 都取1。

第一道门只回答区分有无。前两行被命题一的判据排除，因为它们是旧特征的函数。第二道门回答读数是否可靠。命题四（第33章）说明，对一个二元隐藏条件，读数若以翻转率 ε 偏离，最优风险是 ε 与 $1-\varepsilon$ 中较小者； $\varepsilon=1/2$ 时读数毫无用处。

附带模拟把这一点用到“有无清单”上： ε 为0、0.05、0.1、0.2、0.3、0.4时，总体收益依次是0.110、0.091、0.072、0.039、0.015、0.002。若这一栏的获取与维护合计0.015，则翻转率略低于0.3是盈亏线。读数翻转率因而不是一个越小越好的泛泛指标，它要同收益、成本一起读。

翻转率本身怎样测？一个可操作的办法是让两位读者独立回答同一栏，比如两位家人各自判断“这趟出门前有没有清单”，并用小票与清单的对应核对一小部分。若两人的错误对称、彼此独立，则不一致率 d 等于 $2\varepsilon(1-\varepsilon)$ ，反解得 $\varepsilon = (1 - \sqrt{1-2d})/2$ 。例如 $d=0.095$ ，对应 $\varepsilon=0.05$ 。证明是两种分歧方式的概率相加。它的前提很强：两人若常常同时记错， d 会低估 ε ，所以应当同时报告核对样本里的实际错误数。

第三道门是任务价值，必须在没有参与构造的材料上检验。小票编号把训练样本全部分开，训练错误降到0，保留样本错误仍是0.421。“今天心情”非冗余，但在模型里与结局无关，总体收益恰为0。更有教益的是“带孩子”：它单独使保留样本错误由0.421升到0.469，约六个标准误。这不是这一栏有害，而是格子由十二个增为二十四，五百笔训练样本被摊薄，估计变差，对应第33章第十四节“更细的划分使每类样本减少”。

第四道门是净代价。清单一栏的获取与维护合计0.015，收益0.110， ΔW 为-0.095；带噪声读数下收益为0.091， ΔW 约-0.076，仍然保留。饿着去与带孩子单独看，收益为零而成本为正，若规则只接受单独立刻改善的候选，两者都被拒绝；但联合使用时总体收益0.125， ΔW 为-0.093。这与第33章的异或反例同构，所以筛选规则必须为少量有理由的组合留位置。位置要有限：预先登记组合假说、触发条件和可否定结果，只给一次验证预算，不通过则撤回。

还要强调，任务价值门的结论属于“某个轴加某个任务”，不属于轴本身。同一栏“有无清单”，对“出门前预警买超”这个任务收益显著；换成“预测下周会买哪一类食品”，在这个构想模型里品类与是否带清单相互独立，收益恰为零，这是独立性直接得到的。若有人把清单一栏称为“重要的新轴”，应追问：对哪一个任务重要，在哪一份保留材料上。没有任务的重要性，只是评价者的偏爱。

通过四道门的轴，登记的内容也要有限。以清单一栏为例，状态是“活动轴，限预警任务”，登记它的读数规则（出门前由本人回答，必要时对照小票）、读数一致性的测量方式与结果、总体与保留样本上的收益、所用成本设定、已知的失效条件（如网购送菜没有小票可对照）以及版本号。这样一份记录，后继者既可以直接使用，也可以在成本或任务改变时，依据同样的条目重新判定去留。

◆ 十五、四道门的次序为什么有讲究

四道门的检验费用并不相同。等价门只需在已有记录里找一对旧特征相同而新值不同的采购，几乎免费；可靠门要找两位读者核对；任务价值门要留出新样本并完成评估，最贵；净代价门中，费用侧的初筛很便宜——若获取与维护之和已超过旧风险 $R(P)$ ，收益不可能超过 $R(P)$ ，可以直接否决。次序因此影响总费用。

第33章命题五给出一个规则：把闸门按“单次检验费用除以不通过概率”升序排列，期望检验费用最小。设四门费用依次为1、10、40、5，通过率依次为0.6、0.5、0.4、0.7，这些数是设定值，不是账本观测。比值依次为2.5、20、66.7、16.7，最优次序是等价、净代价初筛、可靠、任务价值，期望费用16.6；按本节书写的次序是19.6；最差次序是45.1。费用降低的幅度并不神奇，但它说明：把贵的门放在后面，是在不降低任何一道门标准的情况下节省工作。

这个规则有边界，必须一并写明。它要求各门是否通过相互独立。若两门都关于同一份读数，通过状态必然相关。附带模拟用随机搜索找到了三门相关时的反例：三门费用为5、1、1，边际通过率为2/5、7/10、9/10，按边际比值得到的次序期望费用4.8，而真实最优次序为4.7。反例不大，但足以说明规则只是默认，并不是定理。两门时则不会出现反例，因为期望费用只依赖两个边际通过率；差别从三门起才可能出现。因此实践上，先按规则排序，累积若干批候选的通过记录之后，再用实际联合分布重排。

◆ 十六、一批候选共用一份保留样本，错误预算怎么算

上面八个候选都在同一份四千笔保留样本上评估。每个候选独立看，作出错误保留的概率可以控制在某个 α 以内；八个候选一起看，至少一个被错误保留的概率，只能用并集界限制在八倍 α 以内。 α 取0.05时，上界已达0.40，不再有意义。可行的

办法有两种。其一，把总预算 β 平分，每个候选使用 $\beta/8$ ；其二，按批次递减分配，第 t 批使用 $\beta/[t(t+1)]$ ， $\beta=0.05$ 时，第一批0.025，第二批约0.0083，第三批约0.0042，全部批次合计不超过 β 。这些界都要求每一次的误保留概率在所有允许的历史下成立，而在候选已根据同一份保留样本反复调整时，这一条件通常不成立，因而应当为每一批候选留出尚未使用的新样本。保留样本一旦用来选择，就变成了训练材料的一部分。

每个被拒绝的候选都应记录拒绝原因：冗余、不可靠、无任务价值、不值得代价，或“待组合”。这五类原因对应不同的后续处理。冗余的可作为表示改进另存；不可靠的可以改进测量后重试；无任务价值的写入边界记录；不值得代价的移入可恢复档案；待组合的进入有限预算的联合检验。把否定结果登记清楚，下一批候选就不会重复同样的失败，也不会把已经被否决的名称改头换面再次提交。

◆ 十七、从轴的诞生到递归发生

一条轴被提出，只完成了一次候选扩展；一条轴经过检验并改变后续活动，完成一次有效回写；当系统还能由新的活动继续产生、审核和修改轴，才形成递归发生。三步之间都有工作，不能由一次命名跨越。

本书因此把递归能力的读数放在后续任务中：新系统是否更能发现关键遗漏，是否能保留旧有效能力，是否在生成更多候选时仍维持检验质量，以及是否能够主动撤回无效分支。一次精彩案例不足以代表稳定的递归能力。

谱系轴也不会无限增加而没有边界。在固定对象范围和有限预算下，能够形成的有效区分有其限制。真正的高阶变化可能来自对象范围扩展、任务重构或表示能力改变。第32章先分析纵向、横向与高阶机制，第33章再证明固定有限对象域上的细分边界，说明为什么“递归”不等于在同一个封闭集合里无限切分。



32

第 32 章

递归发生的纵向、横向与高阶机制

◆ 一、递归不是把同一过程重复很多次

如果一个系统每天用同一模板生成一百篇文章，数量可以迅速增长，但发生规则并没有因此改变。重复执行与递归发生必须区分。前者在给定条件下产生更多输出，后者允许输出及其检验结果回过来改变下一轮的对象、规则或比较空间。

本书使用的递归概念带有明确的状态更新含义。知识系统在时刻 t 生成候选，经验证和选择后形成新状态，下一轮生成依赖这个新状态。更新可以增加内容，也可以删去错误、合并重复、修改轴或重组规则。

因此，递归并不自动意味着增长。系统可能收缩、暂停或停止。若只有增加才能被称为发生，那么纠错与淘汰就被排除在理论之外，而这恰恰违背知识活动的实际要求。

◆ 二、纵向递归：一个分支怎样形成自己的子分支？

纵向递归从某个已成立谱系内部开始。共同对象和规则提供基础，新的情境或问题暴露差异，分支据此形成后续分支。关键不是分类名称变多，而是新的条件是否需要不同的生成方式。

例如，一个教学知识谱系关注学生解释能力。继续研究时发现，不同任务中的解释失败并不相同：有的缺少概念，有的不能连接步骤，有的不能在新例子中保持理由。若这些差异能够被可靠识别，并对应不同研究或教学路径，就可能形成子谱系。

但是，子谱系必须保留继承关系。哪些问题与母谱系相同，哪些判据改变，哪些结果可以回写，应当明确。否则每次细分都从零开始，知识地图虽然越来越密，累积能力却很弱。

纵向递归的边界也很重要。若继续细分只增加记录成本而不改善解释或行动，就应停止。谱系理论不是越分越细的命令，而是根据任务价值决定何时分化、何时保持共同层。

◆ 三、横向递归：部分同一性如何成为创造条件？

横向递归发生在不同谱系之间。它们不必整体相同，只需在某些对象、方法或问题上建立可工作接口，就可能共同形成新结构。

设A拥有一种问题分类，B拥有一种形式化方法。二者合作并不只是把B的方法贴到A的文本上，而要检查A的概念是否满足形式化前提，形式结果是否仍对应A原来的问题。若转换暴露了新差异，双方都可能需要修改自己的规则。

由此形成的新谱系可能具有多个来源。它的身份不能只追溯一个母本，也不能把贡献平均分配。需要记录哪些对象、方法、证据和修订分别来自哪里，以及组合本身新增了什么。

横向递归还会产生失败。两个局部有效方法可能因假设不相容而无法组合；共同词语可能隐藏不同对象；转换可能丢失关键条件。失败不是合作意愿不足的简单表现，而可能是结构性限制。

◆ 四、高阶递归：生成规则成为生成对象

高阶递归的关键，是研究不只修改结论，而修改提出候选的方式。一个系统原先按主题搜索，后来学会按反例结构搜索；原先只比较答案，后来比较问题划分；原先只用固定验证任务，后来发现验证集本身遗漏重要情境。这些变化触及发生机制。

但是，改变验证规则具有特殊风险。系统不能因为旧标准拒绝了自己喜欢的结果，就随意降低标准并宣称升维。规则修改需要独立理由，例如原标准确实不能处理新的对象，或已知会产生可识别错误。

因此，高阶规则应保留变更说明：旧规则在哪些任务上有效，新规则解决什么失配，哪些保证保留，哪些保证需要重新证明。规则的创新地位与规则的有效性仍然需要分别判断。

一个能修改自身规则的系统，不一定比固定规则系统更可靠。它只是拥有更大的候选空间。可靠性取决于修改怎样被约束、检验和回写。

◆ 五、双层状态：活动层与反思层

为了避免递归无限漂移，可以区分活动层与反思层。活动层在当前规则下完成任务；反思层研究这些规则是否仍适用，并提出修改。两层可以交替，却不应在同一推导中随意混合。

例如，一段证明在使用某条推理规则时，不能临时改变该规则而仍声称原证明没有变化。规则修改后，应明确新的系统版本，再重新检查相关结果。否则推导中的前提会不断移动，任何结论都难以审查。

同样，经济指标的定义改变以后，不能把新旧数值直接接成一条增长曲线。需要重算、桥接或说明不可比较部分。反思层的创新必须为活动层提供新的稳定接口，而不是让全部结果失去可定位性。

这种双层安排不是禁止反思，而是使反思能够累积。每次变化都拥有明确起点、理由和后果，后续研究才知道自己站在哪一个版本上。

◆ 六、一个有限递归实例

设初始对象域为八个任务，系统只记录二元特征a。它能够区分两类对象。反馈显示，同一类内部的任务需要不同方法，于是提出特征b。若存在a相同而b不同的对象，b在当前域上形成新轴。

随后，系统发现按(a,b)分组仍不足以解释部分失败，又提出c。若c继续提供原先没有的区分，分组进一步细化。这个过程属于固定对象域内的纵向细分，不能无限持续，因为对象数量有限。

现在发生另一种变化：系统不再只研究这八个任务，而开始生成由两个任务顺序组合的新任务。对象域扩大，原有特征可能不再充分，甚至需要表示任务间依赖。这里改变的不只是分组，而是对象生成规则。

如果新的组合任务又促使系统修改“什么算相同方法”的判据，就进入更高阶的轴与规则发生。这个有限例子说明递归可以跨越不同层次，但每一层都应明确对象和规则，不能只画无限分叉图。

◆ 七、选择性回写：为什么不能把所有输出都变成记忆？

生成结果至少有四种状态：已被接受的有效结果，被否决但值得保留理由的候选，尚未完成验证的开放问题，以及无须继续保留的重复或无关内容。它们对下一轮E的作用不同。

如果不加区分地保存，系统可能把失败假说当作事实，把旧定义当作现行规范，把临时表达当作核心理论。记忆越大，冲突越多。选择性回写因此不是简单删除，而是为内容赋予地位、依赖和版本。

正面回写也需要边界。一个局部成功只能在经过检验的条件下进入有效层；负面回写则应说明失败条件，避免把某次失败无限推广。正确筛选比单纯积累更能支持递归发生。

这与作者关于积累正面回写、过滤负面回写的思想相通，但“正面”不应只按情绪或立场判断，而应结合知识有效性、任务价值与长期后果。令人满意的回答可能是负面的知识回写，令人不舒服的反例却可能是正面的创造条件。

◆ 八、递归中的记忆债务

每增加一个知识节点，就可能增加维护负担。它依赖哪些来源，哪些后续节点依赖它，适用条件是否改变，版本如何更新，都需要资源。若系统只记录生成量，不记录维护量，就会积累知识债务。

知识债务不同于知识错误。一个结论可能仍然正确，却因为来源无法找到、前提未写清或版本不明而难以继续使用。它的存在占据注意与存储，却不能可靠支持后续研究。

因此，递归发生需要周期性整理：合并等价节点，标记过期条件，补充关键依赖，撤回不再支持的结论。这些活动可能减少表面数量，却提高生成能力。

一个成熟平台的进度指标应当允许这种“数量下降而能力提高”的情况。否则成员会为了保持增长曲线而拒绝清理，最终让递归变成不可维护的内容膨胀。

◆ 九、递归是否必然提高知识质量？

不必然。错误也可以递归。当一个未经验证的结论进入E，它会影响后续候选；后续候选又以它为前提形成看似相互支持的网络。内部引用越来越多，并不代表独立证据增加。

因此，需要区分独立支持与循环支持。若A以B为依据，B又以A为依据，二者没有外部证据或有效基础，引用数量不会自动提高可信度。知识图谱应记录依赖方向，并识别这种循环。

循环并非总是逻辑错误。某些定义或算法可以有严格规定的递归结构，但它们需要明确基础情形、终止或不动点条件。不能把有数学保证的递归与没有独立支持的互相背书混为一谈。

AI系统尤其需要保留外部检验入口。模型生成的摘要、评论和自评，若都依赖同一未经核实材料，不能被计算成多份独立证据。

◆ 十、停止、降阶与休眠

递归发生需要停止规则。任务已经满足要求、继续细分没有净收益、证据不足或风险过高，都可能构成合理停止理由。停止不等于放弃知识，而是资源与责任判断。

降阶则意味着回到更简单、可验证的结构。当复杂模型无法被充分支持，可以保留其中可靠部分，暂时撤回过强解释。这样的收缩可能比不断增加补丁更有科学价值。

休眠表示某个问题仍有意义，但当前条件不足。保留问题、已有尝试和重新启动所需条件，比强行生成结论更利于未来发生。知识谱系的时间结构因此包含活跃、等待、撤回和重启，而不是永远向前的一条线。

◆ 十一、从递归机制到文明组织

纵向递归使谱系内部变得更精细，横向递归使不同谱系形成新组合，高阶递归使发生方法本身得到修改。三者可以互相支持，也可能互相冲突。

例如，内部规范越精细，外部转换成本可能越高；跨部落合作越广，公共接口的维护负担可能越重；高阶方法越灵活，版本稳定性可能越难保持。这些不是理论缺陷，而是递归文明需要治理的真实张力。

因此，知识文明升级不仅需要更强生成工具，也需要保存共同条件、管理版本、支持翻译和承担验证成本的制度。没有这些制度，递归潜力可能停留在大量候选与不断变化的术语中。

◆ 十二、一个完整的教育知识递归思想实验

为了把三种递归放在同一过程里，下面构造一项虚拟研究。它不是实际课堂记录，也不报告任何真实学生的结果。研究团队最初把知识任务定义为“识别学生是否已经掌握某种数量关系”，只记录一道题是否答对。初始规则 G_0 把正确答案视作继续学习的依据，把错误答案视作需要补习的依据。

第一轮出现一个概念反例：学生可能通过记忆熟悉题型答对，却不能说明数量关系。这个反例不证明答对完全没有价值，却说明它不足以单独代表研究目标。团队提出解释轴，记录学生怎样从条件到结论。这是旧对象域内的新区分，属于纵向发生。

第二轮又提出一个反例：解释也可能被背诵。于是任务不再只是给旧答案补一段理由，而是要求在条件改变时重新建立关系。此时，团队必须设计新题域，区分表面变化与结构变化。它不只是沿旧轴测得更细，而是改变了可提出的问题范围。

第三轮，研究者发现过去生成练习的规则只会替换数字，无法产生真正考察迁移的任务。于是将 G_0 改为 G_1 ：先明确哪些关系必须保持，再改变哪些条件，并预先写出会使原方法失效的边界。新规则生成的任务需要独立检查，防止题目本身含糊或错误。

到这里，知识节点、比较轴、任务域与生成规则发生了不同类型的更新。所谓递归，不是研究者写了三轮总结，而是前一轮的失败改变了下一轮能够提出什么问题、采用什么证据和如何判断学习。

◆ 十三、怎样避免把思想实验包装成教育成效

上述过程具有结构上的连贯性，却尚未证明 G_1 比 G_0 改善真实学习。要建立这个结论，需要对新任务的有效性、教学条件和后续表现进行研究。仅仅让AI为 G_1 生成更复杂的练习，不能代替这些工作。

即使发现 G_1 更能区分学生，也不能立刻宣布教学更好。测量能力与干预效果不同。一个方法可以准确识别差异，却没有提供有效的改进方式；另一个方法可能有助于学习，却暂时不能精细解释原因。二者应当在研究记录中分开。

因此，这个案例的可用结论是方法层的：递归研究需要保留每一轮失配、修改与验证问题，使知识增长能够被追踪。它不提供教学疗效保证，也不把新术语直接当作教育成果。

◆ 十四、横向合作怎样进入同一个案例

现在引入另一个研究小组，它擅长分析题目语言。这个小组指出，一些所谓迁移失败可能来自任务叙述不清，而不是数量关系理解不足。数学组与语言组因此需要共同确定问题接口。

如果只是由语言组把题目改写得更流畅，可能仍然隐藏关键歧义。真正的横向发生要求双方共同检查：某个词语对应哪种数量关系，不同读法会不会得到不同合理答案，题目改变了表达还是改变了数学条件。

经过合作，双方可能形成一种联合任务生成规则：先写形式关系，再生成多种自然语言表达，最后检查表达之间是否保持相同结构。这项规则不完全属于原来的任一小组，它拥有多重来源，并需要新的联合验证。

但如果语言改写让题目更易读，同时删去了真正需要考察的理解条件，合作也可能失败。横向发生的价值不能由参与学科数量保证，而要由具体接口是否保持目标来判断。

◆ 十五、怎样认定发生规则已经实质改变

设规则G把当前知识状态与任务要求映射为候选集合。若G'只是把候选重新命名，而在相同输入、相同预算下得到等价候选，便没有表现出可用的规则差异。若它改变了搜索顺序，使固定预算内能够到达不同的有效候选，则可能具有操作性贡献，即使无限预算下二者理论可达集合相同。

因此，规则比较需要同时记录输入条件、资源预算、候选地位与任务结果。不能只比较两段提示词的字数，也不能把同一次随机输出差异当成稳定规则差异。重复任务与明确版本能够帮助分离偶然变化。

一个新规则也可能更会发现失败，而不是更快生成正面成果。这种能力应当被认可。若它减少无效候选进入活动层，或者提前暴露一个错误前提，它可能降低短期产量而提高长期生成质量。

◆ 十六、递归的深度不能只靠回合数定义

同一规则重复运行十次，可以有十个互动回合，却不一定有十层知识递归。若每次都只改写措辞，结构深度可能仍然很浅。反过来，一次反例分析就可能改变对象范围和规则接口，形成较高阶更新。

可以把发生边标成结果扩展、对象扩展、轴变更和规则变更，再分别记录路径深度。一个系统在结果扩展上很深、在规则变更上很浅，并不矛盾。不同任务需要不同类型的深度，不存在所有场景都应最大化的单一递归数字。

还应检查更深是否只是修补前面错误。若一个系统反复制造缺陷，再逐层添加补丁，深度高未必代表生成能力强。简化规则后一次完成同样任务，可能具有更高的D3意义上的效率与更少损耗。

◆ 十七、从递归图到可执行的研究记录

在实际写作中，可以为每个转折保存一句明确说明：哪个结果暴露了什么失配，提出了何种修改，依据何在，哪些旧知识继续有效。这样的记录不需要为每句话画图，却需要覆盖改变后续研究的关键节点。

当某个分支被撤回，应保留撤回原因及受影响范围；当两个分支合并，应保留其等价或兼容依据；当一个新规则获得支持，应注明测试任务而不是只写“效果很好”。这些记录使后继者能够继续发生，而不用重新猜测作者的思路。

递归发生因此既是创造过程，也是历史组织过程。没有可继承的记录，复杂互动可能只形成一次性的灵感；有了记录，却没有新的问题与检验，又会变成静态档案。知识谱系需要二者共同存在。

◆ 十八、纵向轨迹：账本里的“蔬菜”为什么没有继续拆下去

前几节说明了三种机制各自是什么，但每一种都只讲了成功的样子。这里回到第二十九章的菜篮子账本（构想），为每种机制写出一条完整轨迹。每条轨迹都按同一格式记录：失败是什么，修正怎么提出，回写了什么，怎样验证，最后是什么状态。

纵向轨迹从一个失败开始。账本里“菜”这一品类下，仍然混着买超与没买超的采购，旧三项分不开。家人的第一个修正是纵向细分：把“菜”拆成“叶菜”和“根茎”。这个提议按第三十一章四道门检查：叶菜与根茎在旧类内确实把一些采购分开，非冗余；但在保留样本上，买超的比例没有因此分得开，任务价值为零。于是它被撤回。回写的内容不是新轴，而是一条否定记录：“在预警任务、样本期内，叶菜与根茎的细分无区分价值”，并写明重新启动的条件，比如季节改变或任务改变。这条记录的作用，是下次有人再提同样的细分时，先看到曾经失败的理由。

第二个修正是按有无清单拆分，通过了四道门。回写要比前一次丰富：账本分成“有清单”和“无清单”两个子账本，各自继承母账本的品类、店铺与星期类定义，母账本中的预警规则被改写为带条件的规则；子账本各自的格数翻倍，需要更多样本，于是记录里加上“每格最少样本数”的要求。此处才体现纵向递归的继承关系：哪些定义沿用，哪些判据改变，哪些结果可以回写母账本。

接着家人想在子账本里再按“饿着去”拆分，单独看收益为零，被拒绝；按“带孩子”拆分，格子变得太小，保留样本错误上升。两次失败都是有信息的。回写的内容是停止记录：“在当前样本量下，再向下细分的净代价为正”。这里要

小心第三十三章的异或例子：停止规则看的是每一步的边际收益，而饿着去与带孩子联合时收益是正的。因此停止记录不能写成“这两个特征无用”，只能写成“单独使用无收益，联合假说已登记一次验证预算”。纵向细分的停止，是暂停，不是判决。

◆ 十九、横向轨迹：两家账本合并时“便宜”二字的失败

横向机制的起点，是另一户邻居也记账，而且他们愿意把两家的记录合并，以便比较哪家买菜更省。邻居（同样是构想）记的是每斤单价，这家记的是每次采购的总价；两家都用“便宜”这个词，但各自指的东西并不相同。

合并后立刻出现失败。这家买了两斤米，总价12元，记作“12”；邻居记作“5元每斤”。直接并排比较，这家似乎贵了2.4倍；换算成每斤，这家是6元，只比邻居贵1.2倍。差距由单位造成，不是价格造成。如果这时有人根据合并后的表宣布“这家买米更不划算”，横向合作就制造了一个错误结论。

修正需要两步，而且第二步比第一步难。第一步是统一单位和规格：两家的字段都增加“单位”“规格”，并建立换算表。换算表也是知识节点，需要验证：随机抽取若干条记录，核对换算前后的单价，用第三十章的零失败审计界报告把握。第二步是处理剩余差异：统一单位以后，仍有差距来自“谁买”——这家的账本记全家，邻居只记两位成年人的采购。这个差异不能靠换算消除，只能保留，并在比较时说明“口径不同，仅可比较单价，不可比较总额”。

回写分三处：两家的账本模式各增加单位与规格字段，作为带版本号的变更；换算表作为共同接口登记来源、验证记录和适用范围；合并结果不再覆盖两家原始记录，而是作为第三个来源保存。横向合作的验证标准，是接口是否保持了双方各自的目标，而不是合并后的表格看起来更大。如果统一以后发现比较的问题本身并无意义，例如两家的购物场景根本不同，合作终止也是合理的结果，应当同样登记。

◆ 二十、高阶轨迹：改“怎样记”的规则

高阶轨迹的起点，是一个比前两个更隐蔽的失败。家人用月底复盘检查账本，发现同一种买超在一个月里重复了三次才被注意到，原因是复盘周期太长，并且复盘者就是记账的人。

修正是修改规则本身。旧规则 G_0 ：月底由记账人自己复盘。新规则 G_1 ：每周日晚用五分钟抽查，由另一位家庭成员拿银行流水核对。这里立刻有一个陷阱，也就是第四节所说的风险：如果规则是在一个糟糕的月份之后修改的，新规则有可能顺手降低了“买超”的标准，使下个月看起来变好。为防止这种情况，轨迹里要求三件事：修改前登记旧标准和新标准的差别；在一段时间内两套标准并行；用没有参与设计的新任务验证，例如孩子上学后作息改变，或者搬到另一座城市。

回写同样要写清楚。变更日志记录谁在何时因何失败而改了什么，旧规则的哪些保证保留（例如金额口径不变），哪些需要重新证明（例如漏记率）。历史记录按旧版本规则读取，不与新规则下的记录直接拼接成一条曲线，这与第五节关于指标定义变化的做法一致。假设新任务的检验结果是新规则漏记率更高，就应回滚到 G_0 ，并只保留抽查这一项补丁，把回滚本身登记为一次有价值的结果。

◆ 二十一、三条轨迹不是各走各的

把三条轨迹放在同一个账本里，会发现它们互相牵动。纵向细分以后，子账本要与邻居合并，合并时就必须用同一套换算和口径，横向的接口因此被纵向的结果改写：有清单与无清单的子账本各需要一份单位对应，而不是一份。横向合并又扩大了对象范围——两家的采购合在一起，对象数量增加——第三十三章命题二给出的细分次数上界 $n-k_0$ 随之改变，原先已经用完的细分余地，可能重新打开。

高阶修改对前两者的影响更大。抽查规则从月度改为每周，意味着此前按旧规则做的覆盖审计、轴的任务价值检验，其判据都发生了变化，原有保证需要在新版本下重新确认。这笔重新确认的费用，应当计入第三十章的复核成本，而不能被当作免费继承。反过来，纵向与横向的失败也会推动高阶修改：单位换算错了两次，才促使家人把“核对单位”写进记账规则。

因此，递归的三种机制不是三条可以独立优化的路线。它们共同依赖一份可追溯的版本账本：每条轨迹的失败、修正、回写和验证，都要标明所依据的规则版本和对象范围版本，否则其他轨迹的变化会使它悄悄失效。这也解释了第三十三章为什么把版本记录L_t放在知识状态里，而不是作为附录。

◆ 二十二、错误递归与停止：什么时候不该再往下走

三条轨迹都有可能出错并且错误被后续步骤放大。设想家人在最初三周误以为“下雨天花得更多”，加入了天气一栏。之后每遇到买超的雨天就记作“证实”，没买超的雨天就解释为“带了伞”。几周以后账本里出现大量“相互印证”的记录。这就是第九节所说的循环支持。可以把这种结构画成依据关系图：附带模拟里，两个节点互相依据，各被依据两次，却没有任何一条通向外部证据，因此没有一个节点真正有根；而一条按版本展开的链“第一版依据外部证据，第二版依据第一版，第三版依据第二版”则有根且无环。被依据的次数不能代替有根的证据。

错误一旦进入，放大有多快取决于检查能留下的比例。取第三十三章第十七节的递推，设初始误差为1，每轮新增0.1，递推取等号。检查后旧误差保留一半时，二十轮后约0.20，极限是0.2；保留九成，二十轮约1.0，极限是1.0；完全不削减，二十轮后3.0并仍在线性增加；若每轮放大为原来的1.1倍，二十轮后超过12。数字是模型算术，不是账本观测；它们的意义在于说明：检查的强度，比生成的速度更决定错误的归宿。

由此得到三类停止规则。第一类是净收益停止：当下一轮的边际收益低于成本时停止，这在边际收益逐轮不增的前提下是最优的，第三十三章命题六给出证明和异或反例。第二类是证据停止：当候选的全部依据都来自系统内部、没有外部锚时，暂停并去找外部证据，而不是继续生成。第三类是风险停止：当修改无法回滚，或回滚的代价超过了继续的收益时，不应启动。三类规则可以同时触发，次序没有通用答案，但每次停止都应登记触发的是哪一类，以便休眠中的问题日后重启时知道缺的是什么：新增收益、外部证据，还是可回滚的条件。

三条轨迹合起来给出一个检验本章机制的办法：任一轨迹若不能填满失败、修正、回写、验证、状态五个字段，就不能称为完成了一次递归。缺少失败，就是没有理由修改；缺少回写，就是一次性的灵感；缺少验证，只是提案；缺少状态，则无法知道它现在是活动、撤回还是休眠。

◆ 二十三、本章的机制结论

知识同一性谱系的递归发生，是生成结果经过检验和选择，改变下一轮知识发生条件、路径、对象或规则的过程。它可以分化，也可以合并；可以扩展，也可以停止；可以发生新的共同性，也可以保留不可统一的局部结构。

其价值不由递归层数决定，而由每次更新是否提高可解释、可检验和可持续的知识能力决定。这个判断使递归发生从无限生长的修辞，转成具有边界、代价和失败条件的理论机制。



33

第 33 章

SDE知识同一性谱系递归发生的数学模型

◆ 一、形式化的任务不是给哲学加几个公式

本章只做一个明确而有限的工作：为知识节点、比较轴、生成规则和选择性回写建立可检查的模型，并证明其中若干基本性质。它不声称已经把完整的人类知识、全部SDE存在或文明演化还原为一个有限集合。形式模型的价值在于暴露条件、排除混淆和组织下一步研究，不在于通过符号外观取得权威。

模型要回答三个问题。新增候选是否真的带来新的区分能力？这种区分怎样进入后续发生规则？在固定对象与资源条件下，递归增长有哪些边界？若这三个问题没有定义，系统即使每天生成更多文本，也无法判断自己是在积累、改写、分化还是递归。

为了不混用记号，S、D、E仍保留其本体论含义。下面的知识账本只是对特定研究任务的操作化表示，不等于E的全部结构；发生轨迹的记录也不等于D的全部存在。形式化的边界必须写在模型入口，而不是等到反例出现后才补充。

◆ 二、定义一个带版本的知识发生系统

在时刻 t ，令 $K_t = (\Omega_t, V_t, A_t, R_t, G_t, J_t, L_t)$ 。 Ω_t 是当前纳入研究的对象与任务范围， V_t 是经过指定验证而处于活动状态的知识节点， A_t 是比较这些对象的特征或轴， R_t 记录节点之间的关系， G_t 是候选生成规则， J_t 是验证协议， L_t 是版本与证据账本。

R_t 应区分关系类型。来源继承、形式可翻译、经验相容、结构相似和服务依赖不能用一条无标签的线代替。两个节点内容相似，不必有共同历史来源；一个节点继承另一个，也可能已修改关键前提。没有关系类型，知识图谱会把亲缘、等价与关联混成同一种连接。

V_t 还应与候选池区分。候选已经被写出，不意味着已获得活动知识地位。通过某项有限测试，也只获得该范围内的支持，不自动成为普遍命题。 L_t 记录验证条件、失败案例和状态变化，使后来的读者知道一个节点为什么进入、为什么退出。

G_t 与 J_t 同样可能改变，但改变须有理由。尤其不能为了让候选通过而随意放宽验证。若验证规则必须修正，应说明旧规则的缺陷，并保留独立检查或共同锚定任务。生成系统有权提出自己的检验方法，却没有权只凭自己的满意度宣布全部候选可靠。

◆ 三、比较轴诱导的等价分类

暂时固定有限对象集合 Ω ，并令 $\Phi=(\phi_1, \dots, \phi_k)$ 为当前比较轴的集合。每个 ϕ_j 把对象映射到一个明确值域，该值域可以是数字，也可以是类别。定义 x 与 y 在 Φ 下等价，当且仅当所有 $\phi_j(x)$ 与 $\phi_j(y)$ 分别相同。这个关系把 Ω 分为若干等价类，记作 P_Φ 。

这不是宣称两个对象在全部意义上相同，而是说当前比较方式不能区分它们。若两个知识系统在所有已记录特征上相同， P_Φ 把它们放在一类；它们仍可能在尚未记录的条件上不同。有限模型因此清楚区分对象本身与现有表示。

给定候选新轴 g ，加入后的分类为 $P_\Phi(g)$ 。对于任意一对对象，新增条件只可能保持原有等价关系或把原类分开，不能把原来不同的类合并。这称为分类细化。如果想允许合并旧轴，也可以定义另一种更新操作，但不能把它与纯新增操作混在一起。

在真实研究中，轴可能有测量误差，完全相等也未必是合理判据。本节先使用精确比较，是为了证明清楚的基本命题；带容差和概率的扩展需要重新检查性质，不能默认精确模型的全部结论仍然成立。

◆ 四、新轴非冗余判据及证明

命题一：在固定 Ω 与 Φ 下， g 产生严格的新区分，当且仅当存在 x, y ，使 $\Phi(x)=\Phi(y)$ 但 $g(x) \neq g(y)$ 。这里的严格新区分，是指 $P_\Phi(g)$ 至少把 P_Φ 中的一个类分成两个非空部分。

证明的正向很直接。若存在这样一对对象，旧轴把它们放在同一类，新轴却要求它们分开，因此分类严格细化。反向也直接：若分类严格细化，必有一个旧类被拆开；从两个新部分各选一个对象，它们旧表示相同而新轴值不同。命题得证。

一个推论是，若在当前对象范围内存在函数 h ，使 $g=h\circ\Phi$ ，那么 g 不能增加区分，因为旧表示相同必然推出 g 值相同。对于有限 Ω ，反过来也成立：若 g 在每个旧等价类上恒定，就可以在 Φ 的像上定义 h 。因此，候选轴是否只是旧表示的重写，可以在有限样本域内得到完全明确的判据。

必须注意，这个判据是相对于当前表示和对象范围的。对象范围扩展后，原来成立的函数关系可能不再成立；可计算资源受限时，即使数学上存在 h ，实际计算代价也可能使 g 具有操作价值。因此，本书分别记录表示非冗余性与计算便利性，不用一项判据压平全部创新。

◆ 五、八个对象的完整演示

令 $\Omega=\{0,1,2,3,4,5,6,7\}$ 。最初只记录奇偶性 $\phi_1(x)=x\text{模}2$ ，得到两个类：偶数类与奇数类。现在加入第二个二进制位 $\phi_2(x)=\lfloor x/2 \rfloor\text{模}2$ ，分类增至四类。再加入第三个位 $\phi_3(x)=\lfloor x/4 \rfloor$ ，八个对象全部被区分。

若候选新轴为 $g(x)=10\phi_1(x)$ ，它只是把零和一换成零和十，不增加任何分类。这是重编码，不是新的辨识能力。若新增轴为对象编号本身，一次就可以区分全部对象，但这也不证明它对任务有价值。一个指标可以在形式上最精细，却几乎不能帮助解释或行动。

为了显示任务关联，另设一个纯教学任务：预测第二个二进制位。在只知道奇偶性的每个旧类中，两种标签各占一半，不能用类内恒定判断达到全对；加入 ϕ_2 后，该任务可以被完全判定。这说明同一个新轴在明确任务上具有作用。数字来自本书构造，不是机器学习实测结果。

这个小例子同时给出三项区分：轴是否增加信息，信息是否与任务相关，以及取得信息需要多少成本。知识发生研究必须保留三项，否则要么把重命名当创新，要么把一切细分都当价值，要么忘记验证和使用的资源条件。

◆ 六、有限细分边界：固定世界不能只靠切分无限升级

命题二：若 Ω 含 n 个对象，初始分类有 k_0 个非空类，每次更新都产生严格细化，那么这样的更新次数最多为 $n-k_0$ 。

证明：每一次严格细化至少增加一个非空类；分类的非空类数最多是 n ，因为每个类至少包含一个对象。因此从 k_0 开始，至多增加 $n-k_0$ 次。这个结论不要求每次只拆成两类，也不要求不同轴相互独立。它只依赖有限对象范围和严格细化的定义。

这个边界不是说知识最多只能增长有限次，而是说在固定有限域中，仅靠不断细分旧对象，辨识能力不能无限增加。若实际研究持续发展，就必须有其他变化：新对象进入，关系结构改变，任务范围扩展，生成规则改变，或者在原来忽略的尺度上重新定义对象。

它因此对“AI填满谱系轴”提出一个有益约束。生成更多标签并不自动打开更大世界。一个系统可能在已经完全区分的对象上继续添加冗余描述，文本量增长而辨识能力不变。真正的高阶递归需要说明新的发生空间来自哪里，而不能只把更新次数当作深度。

◆ 七、从分类变化到发生规则变化

前述模型只处理轴的辨识作用。要研究递归，还需把新轴如何改变 G_t 写入系统。候选发生可表示为 $Cand_t = Gen(C_t, E_t, D_t, K_t, B_t)$ ，其中 C_t 为参与的思想复合主体， B_t 为明确资源预算。 $Cand_t$ 可以包含候选知识、候选轴、候选生成规则及对现有规则的修订建议。

验证协议 J_t 对这些候选作出分级判断：在规定范围内接受、保留为未决、要求补证，或拒绝。随后更新 K_t ，既可以增加节点和轴，也可以撤回、合并和限制旧节点。活动知识并非只能单调增加，可靠系统必须具有退出机制。

新显露及其检验结果经过选择性回写进入 E ，进而改变下一轮 D 。这种回写至少包含接受的结构、失效条件和未决冲突。若只把成功结论加入知识库，而不保存为什么成功、在哪里不能使用，生成规则容易在下一轮扩大误用。

递归的操作性判据由此形成：某次结果不只是成为下一次提示中的材料，还实际改变了后续候选的提出、筛选、验证或接口，并能在新任务中显示这种改变。把

旧答案重新喂给模型当然是一种循环，但循环本身不保证递归发生具有新知识价值。

◆ 八、生成越快，验证为何可能越成为瓶颈？

再给出一个有限概率命题。设有 m 个实际无效候选，各自被误接受的概率至多为 α 。在这些边际错误率确实成立的条件下，至少一个被误接受的概率至多为 $\min(1, m\alpha)$ 。这是由事件并集的概率不超过各事件概率之和得到，不要求事件独立。

若希望这一上界不超过预定风险 β ，可以令每项候选的适用错误上界不超过 β/m 。但真实知识验证并不总能取得这种校准，特别是候选根据同一测试集反复调整时，原错误率保证可能已经失效。此处公式不是给所有AI输出自动加一层统计保险，而是说明候选规模与验证设计必须共同考虑。

这个命题给递归发生带来第二个边界。候选数量增长不应只记录为产能增长；若验证能力没有跟上，误接受机会也可能扩大。错误进入E后还可能改变后续D，使系统沿错误规则继续生成更一致的内容。表面连续性越强，偏误可能越难发现。

因此，成熟的递归系统需要独立保留验证资源、未见任务和外部反例通道。不能让负责生成的机制同时拥有不受约束的验收权。思想复合主体的创造性与可纠错性应当共同增长，而不是让前者无限扩张、后者成为附属工序。

◆ 九、密度、覆盖与“填满”的可测含义

在有限对象或任务网格中，先规定非负权重且总权重严格大于零，再把有效覆盖定义为：经指定验证并可持续使用的单元权重，占全部预先规定单元权重的比例。候选覆盖另行记录，不能与有效覆盖混同。若一些单元没有可靠验证方法，应标为未决，而不是把生成过一句话计为填充。

在连续参数空间中，“填满”需要更严格的语言。有限个生成点不等于覆盖所有点，可以研究在给定距离和误差尺度下的覆盖，或者研究一组具有代表性的任务区域。距离本身也须说明，不能把文本嵌入的相近自动等同于数学理论相同。

如果本轮新增谱系轴，空间的分母和维度改变，前后覆盖率未必直接可比。一个系统可以同时增加有效知识数量而降低相对覆盖率，因为它发现了更大问题空间。这不一定是退步。发生学需要分别记录规模增长、轴增长、覆盖变化与验证能力，而不是寻找一个永远向上的万能指标。

由此，知识递归发生的成熟指标至少是一个组，而不是一个总分：有效节点、非冗余轴、可追溯关系、生成规则的跨任务收益、撤回能力与维护成本。具体研究可以选择其中一部分，但必须说明选择理由。

◆ 十、细分怎样影响一个明确决策任务

新轴非冗余只说明分类更细，还没有说明判断更好。为此，再固定一个有限决策问题。对象域仍为 Ω ，每个对象 x 具有非负权重 $\mu(x)$ ，所有权重之和为1；允许的行动集合记为 $\mathcal{A}$ ，假定有限且非空；采取行动 a 面对对象 x 时的损失为 $\ell(a, x)$ ，假定有限非负数。

在分类 P 下，系统只能知道对象属于哪个类，所以必须在同一类中使用相同行动。定义最优风险为 $R(P) = \sum_{(B \in P)} \min_{(a \in \mathcal{A})} \sum_{(x \in B)} \mu(x) \ell(a, x)$ 。这个量是给定真实权重与损失时的理论最优值，不是由有限训练样本估计后自动能够达到的成绩。

命题三：如果 Q 细化 P ，则 $R(Q) \leq R(P)$ 。证明：对每个旧类 B ，取在 B 上达到最小值的行动 a_B 。细分后的每个子类都可以继续采用 a_B ，因此新分类允许的行动安排至少包括旧安排。分别在各子类优化只能降低或保持损失，再对全部旧类求和即可。这里没有用到AI，也没有用到概率独立性；它是有限决策模型的基本性质。

这个结果支持一项有限而积极的判断：在信息取得没有额外代价、真实损失已知且能够正确优化的理想条件下，保留更多区分不会使最优决策更差。但是，它不保证实际学习者不会因样本不足、估计错误或接口复杂而表现更差。理论可用信息与实际可用能力必须分开。

◆ 十一、什么时候严格改善，什么时候只是更细

还可以给出等号成立的精确条件。对于旧类B在Q下的每个子类C，令 $\mathcal{A}_C$ 为使 $\sum_{x \in C} \mu(x) \ell(a, x)$ 达到最小的行动集合。若所有这些集合有共同元素，就可以用同一个行动同时实现各子类的最优值，因而B的细分不降低风险。

反过来，假设细分前后的风险在B上相等。取旧类的一个最优行动 a_B 。它在每个子类上的损失，都不小于该子类最小损失。这些非负差额之和为零，所以每个差额都必须为零。因此 a_B 同时属于每个 $\mathcal{A}_C$ 。对于零权重子类，全部行动都是最优，不影响条件。

于是，在有限行动集的前提下，细分严格改善风险，当且仅当至少一个旧类的子类最优行动集合没有共同元素。这个判据比“发现了差异，所以必有价值”强得多：差异必须使同一旧类中的适当行动不再能够保持一致，才迫使决策获得新的收益。

例如， Ω 仍为八个二进制对象，任务是预测第二位。旧轴只有第一位，最优错误率为1/2；增加第二位，风险降为0。若增加第三位，分类同样由两类变成四类，但每个子类中第二位仍然各占一半，风险保持1/2。两种新轴具有同样的分类数量变化，却有不同任务价值。

这也给“同一性”一个新的操作含义：对某个行动问题，两个对象虽然在很多特征上不同，却可以共享同一个最优行动。它们构成任务层的共同性。另一个任务可能要求将其分开，因此共同性不能脱离任务而只有一个固定百分比。

◆ 十二、单轴无收益不代表组合无收益

逐个检验新增轴有一个重要限制：两个单独看来无用的轴，可能共同有用。取四个对象(0,0)、(0,1)、(1,0)、(1,1)，权重相同，目标为两个坐标的异或，即相同取0、不同取1。没有坐标时最佳错误率为1/2。

只知道第一坐标，两个类内部仍各有一个0和一个1，错误率仍为1/2；只知道第二坐标也一样。两坐标同时获得时，目标被完全确定，错误率为0。因此，若规则只接受“单独立刻降低损失”的新轴，就会拒绝两个本来具有联合价值的候选。

这不是鼓励任意保留所有变量。所有组合穷举会迅速增加成本。它说明新轴搜索规则需要容纳有根据的组合假说，或者允许在限额内保存暂时没有单独收益的候选。理论预期、结构约束和明确的新任务，可以帮助决定哪些组合值得测试。

对跨部落协作，这个例子具有启发性：一个部落提供的问题划分与另一个部落提供的测量方式，可能单独都不足以解决任务，组合后才产生能力。但是，异或例子只证明形式上存在协同，不证明任意两个部落合作都能产生协同。经验判断仍须另行完成。

◆ 十三、引入成本以后，最细分类不再自动最优

设 $C(P)$ 表示取得和使用分类信息的成本， $M(P)$ 表示在指定期间维护该分类的成本。把风险与成本转换到事先说明的共同评价尺度后，可以定义 $W(P)=R(P)+\lambda C(P)+\eta M(P)$ ，其中 λ 、 η 为非负权重。选择权重是评价安排，不是数学自动给出的事实。

加入新轴 g 的净改善条件为 $R(P)-R(Q)>\lambda[C(Q)-C(P)]+\eta[M(Q)-M(P)]$ 。左边是任务损失的降低，右边是增加的信息与维护代价。若两边相等，可以根据风险、简洁性或其他明确规则决定；不能事后改变权重，只为让喜爱的候选通过。

举一个归一化思想实验：某新轴使风险从0.30降至0.24，但增加的加权获取成本为0.04、维护成本为0.03，则总目标反而恶化0.01。若一个较粗的轴只能把风险降至0.26，却只增加0.01成本，它的净改善更大。知识谱系的最优化因而不是无限精细化。

这项结论还说明，退役一个有效轴并不必然等于否定其真实性。轴可能准确，却因当前任务变化而不值得持续维护。可以把它从活动配置移入可恢复档案；以后成本下降或任务改变时，再重新启用。真假判断与当前使用选择应分别保存。

◆ 十四、样本记忆与外部任务上的能力

前述风险使用已知对象域和真实权重。实际研究往往只有有限样本，需要从记录估计哪些轴有效。对象编号能够把样本分到单点，从而记住每个已知标签，但这不保证未见对象的标签可以预测。

构造一个明确反例：每个新对象的标签独立地以相同概率取0或1，与其编号无关。一个系统可以完整记住过去对象的标签，在这些对象上零错误；面对一个未见对象，无论怎样利用其无关编号，条件错误率仍为1/2。这里的独立与均匀是模型假设，结论只在这些条件下成立。

因此，“新轴分开了全部样本”与“新轴提高新问题的处理能力”之间存在实质差别。谱系研究应分别记录描述性分辨率、跨任务泛化和实际成本。用训练材料得到的新轴，至少需要在未用于选择它的材料上再次检验。

更细的划分还会使每类可用样本减少。若某类只出现一次，就很难区别稳定结构与偶然观察。本文不在没有数据条件下给出统一样本量公式，而要求每项经验应用说明误差容忍、抽样方式和所估计的目标。形式分类的精确性不能代替经验估计的可靠性。

◆ 十五、对象分布改变时，旧风险还能比较吗

即使分类不变，对象权重也可能变化。为说明这种变化的边界，固定同一有限对象域、同一允许策略集合，并设所有损失落在0到1之间。令两种权重为 μ 和 ν ，它们的总变差距离为 $TV(\mu, \nu) = 1/2 \sum_x |\mu(x) - \nu(x)|$ 。

对于任何固定策略，其在两种权重下的风险差的绝对值不超过TV。证明可以把 $\mu - \nu$ 分成正、负两部分；两部分总量相同，且均等于TV。由于损失在0和1之间，正部分与负部分能够造成的最大期望差就是这一总量。

由此，最优风险也满足 $|R_\mu - R_\nu| \leq TV$ 。取在 ν 下最优的策略，在 μ 下使用它，得到 $R_\mu \leq R_\nu + TV$ ；交换 μ 与 ν 即可得到另一个方向。这一结论依赖策略集合与损失定义没有改变，不能直接用于换了任务或换了评判尺度的情况。

对知识谱系测量而言，它提供了一种分账方式：如果任务权重变化，即使方法不变，平均表现也会变化；若权重变化足够小，固定任务尺度上的风险变化受到相应限制。研究者应记录对象分布，而不能把所有总体读数变化都解释为方法进步或退步。

◆ 十六、自适应探索怎样管理累计误接受

当候选根据过去结果提出时，不能随意使用只对固定检验成立的错误率。设第 t 轮之前的全部历史为 $\mathcal{H}_{-}(t-1)$ ， F_t 为第 t 轮误接受实际无效候选的事件。假定验证程序在每一种允许历史下都满足 $P(F_t|\mathcal{H}_{-}(t-1)) \leq \alpha_t$ 。

在这个强而明确的条件下，取期望可得 $P(F_t) \leq \alpha_t$ ；对所有轮次使用并集上界，至少一次误接受的概率不超过 $\sum_t \alpha_t$ 。若令 $\alpha_t = \beta/[t(t+1)]$ ，由于 $1/[t(t+1)] = 1/t - 1/(t+1)$ ，前 N 项之和为 $\beta[1 - 1/(N+1)]$ ，全部轮次之和不超过 β 。

这说明，在适当校准成立时，可以把有限的累计错误预算分配到持续探索中，而不要求各轮独立。但是，给AI输出随手标上 α_t 并不能使条件成立。候选和评价同时反复适配同一材料时，校准尤其需要检查。公式提供设计目标，不提供无条件信用。

如果没有可用的概率校准，可以采用更弱但诚实的记录：明确哪些结果只通过有限测试，保留未验证状态，并安排外部复核。不能为了使 workflow 显得数学化，捏造每项主张的错误概率。

◆ 十七、错误回写的稳定性：一个条件性界限

递归系统还需要控制错误进入下一轮后的放大。设 e_t 为一种经过明确操作化的非负错误负担，假定其满足 $e_{-(t+1)} \leq \rho e_{-t} + \varepsilon_t$ ，其中 $\rho \geq 0$ 表示旧错误经过检查后能够留下的比例， ε_t 表示本轮新增错误上界；先讨论 $0 \leq \rho < 1$ 的情形。

反复代入得到 $e_t \leq \rho^t e_{-0} + \sum_{(k=0) \wedge (t-1)} \rho^{(t-1-k)} \varepsilon_k$ 。若每轮 $\varepsilon_k \leq \varepsilon$ ，则在 $\rho \neq 1$ 时 $e_t \leq \rho^t e_{-0} + \varepsilon(1 - \rho^t)/(1 - \rho)$ 。证明只需按 t 归纳，最后使用有限几何和。它表明在这些条件下，错误负担被一个有限界控制。

若 $\rho = 1$ 且每轮持续增加正误差，旧误差不被削减，负担在递推取等号时线性增长（不等式本身只给出上界）；若 ρ 大于1，递归放大更值得警惕。这里不能把 ρ 当成任何真实平台已经测得的参数，也不能假定错误总能压成单个数。模型的用途是说明：持续生成若没有足够纠错，历史连续性可能成为错误放大的通道。

选择性回写可以作用于两个位置：降低新增错误 ε_t ，以及减少旧错误保留比例 ρ 。前者包括更好的验证，后者包括撤回、依赖检查和版本清理。只增加生成能力，而不改善这两个环节，不足以支持可靠的递归升级。

◆ 十八、版本图怎样保存循环而不制造循环证据

知识活动可以反复回到同一个问题，但证据记录应区分不同版本。主张A的第一版影响规则B，规则B又产生A的第二版，可以表示为 $A_1 \rightarrow B_1 \rightarrow A_2$ 。若每次更新创建新版本，历史关系沿时间前进，并不因为概念名称重复就形成无基础的互相证明。

相反，若系统只保存一个会被覆盖的A和B，就可能出现A引用B、B又引用A，却无法知道起点和验证在哪里。这类循环不能通过增加引用次数获得独立支持。版本化的作用之一，就是把发生上的反馈与证据上的依赖区分开。

数学中的递归定义仍需另行检查基础情形、存在性或适当的不动点条件。本章的版本账本不替这些证明担保。它只规定：方法可以改变自己，但改变后的结果不能悄悄使用被撤回前提的旧信用。

一个可继承的递归系统因此需要三种同时存在的记录：候选怎样发生，证据怎样支持，版本怎样变化。三张关系图可以相互连接，却不能合并为一条无类型的“相关”边。只有这样，后继研究才能在继续创造时知道哪些基础仍然可靠。

◆ 十九、命题四至七：读数噪声、闸门次序、停止规则与零失败审计

前十八节的命题都围绕“新轴有没有区分、区分有没有用”。第三十至三十二章在使用这些命题时遇到四个新问题：读数不可靠时收益剩多少，多道检验按什么次序做，什么时候停止细分，覆盖声称怎样用抽样审计限界。下面各给一个有限命题和证明。它们都是标准概率或决策推理的应用，本书的贡献只是把它们放进同一个账本，并写明前提，不宣称首创。

命题四（读数噪声）。（a）设隐藏二元量 z 的先验为各二分之一，行动是猜0或猜1，损失为猜错记1。读数 y 以概率 $1-\varepsilon$ 等于 z ，以概率 ε 不等于 z 。则无读数时最优风险为二分之一，有读数时为 $\min(\varepsilon, 1-\varepsilon)$ 。（b）一般地，若读数 y 由精确读数 x 经过与结局无关的随机扰动得到，则基于 y 的最优风险不小于基于 x 的最优风险。

证明。(a) 无读数时, 任何行动猜错的概率都是二分之一。有读数 y 时, 由先验均匀与对称翻转, 后验概率 $P(z=y|y)$ 等于 $1-\varepsilon$; “猜 y ”猜错的概率为 ε , “猜 $1-y$ ”猜错的概率为 $1-\varepsilon$, 取较小者; 该值与 y 无关, 故总风险为 $\min(\varepsilon, 1-\varepsilon)$ 。(b) 任取一条基于 y 的确定规则, 把它与扰动机制复合, 就得到一条基于 x 的随机化规则, 二者风险相同。随机化规则的风险是若干确定规则风险的加权平均, 不小于其中最小者, 也就不小于基于 x 的最优风险。证毕。

由此, $\varepsilon=1/2$ 的读数毫无价值, ε 大于 $1/2$ 的读数在已知方向反转时仍可使用。

(b) 依赖“扰动与结局无关”这一条; 若记错的概率本身随结局变化, 扰动携带了结局信息, 结论不再成立。

命题五(闸门次序)。设有 k 道闸门, 候选依次接受检验, 一旦未通过即停止; 第 i 道的检验费用为 c_i , 通过概率为 p_i , 小于1, 各门是否通过相互独立。则期望检验费用在按 $c_i/(1-p_i)$ 升序排列时最小。

证明。考察相邻两门 i 与 j , 其前面各门的联合通过概率为 Q 。对换这两门, 只改变这两门自身的费用项, 因为排在它们之后的各门的前缀通过概率都含 p_i 与 p_j 的乘积, 与次序无关。 i 在前时, 这两项为 $Q(c_i+p_i c_j)$; j 在前时为 $Q(c_j+p_j c_i)$ 。前者减后者等于 $Q[c_i(1-p_j)-c_j(1-p_i)]$, 当 $c_i/(1-p_i)$ 不超过 $c_j/(1-p_j)$ 时不大于零。任何排列都可以经相邻对换变成升序排列, 每次对换不增加期望费用, 故升序最优。证毕。

独立性不能省。附带模拟找到一个三门的反例: 联合通过分布为五个模式, 费用为5、1、1, 边际通过率为 $2/5$ 、 $7/10$ 、 $9/10$, 边际规则给出的次序期望费用4.8, 真实最优次序为4.7。两门时不会出现反例, 因为期望费用只依赖两个边际通过率。

命题六(停止规则)。设逐轮增益 $\Delta_1 \geq \Delta_2 \geq \dots \geq \Delta_T \geq 0$, 每轮成本为常数 c , 累计净收益 $N_t = \sum_{k \leq t} (\Delta_k - c)$ 。则 N_t 在 $t^* = \text{满足 } \Delta_k \geq c \text{ 的轮数处}$ 最大。

证明。净增量 $\Delta_k - c$ 随 k 不增, 前 t^* 轮为非负, 之后为负, 故 N_t 在 t^* 之前不降, 之后下降。证毕。非增是关键前提, 细分并不总满足它。取四个对象的异或例子: 先加入任一坐标, 增益为0; 再加入另一坐标, 增益为 $1/2$ 。若每轮成本0.1, 近视规则在第一轮后就停止, 但两轮的累计净收益为0.3, 大于不加入。所以停止规则应当按“有限步联合收益”或预先登记的组合假说来读, 不应只看下一步。

命题七（零失败审计界）。设声称覆盖的格子共 m 个，其中 k 个在独立审计下不成立；随机无放回抽取 n 个审计。（a）零失败的概率为 $C(m-k,n)/C(m,n)$ ，不超过 $(1-k/m)^n$ 。（b）若 r 满足 $(1-r)^n \leq \delta$ ，则观察到零失败时，可在置信 $1-\delta$ 下断言 k/m 小于 r 。

证明。（a）依次抽取，第 i 次抽到成立格子的条件概率是 $(m-k-i+1)/(m-i+1)$ ；交叉相乘可知，它不超过 $(m-k)/m$ ，因为差为 $k(i-1)$ 乘以一个非负数。逐次相乘得到结论。（b）若 k/m 不小于 r ，则零失败概率不超过 $(1-r)^n$ ，不超过 δ 。因此零失败的观察与“ k/m 不小于 r ”不相容，除非发生概率不超过 δ 的事件。证毕。数值上， δ 取0.05时， r 为0.10、0.05、0.01分别需要29、59、299次；声称覆盖40格、抽29格零失败时，用超几何概率计算，失败格子数最多2个。抽样必须在声称冻结之后随机进行，自适应挑选格子不适用。

◆ 二十、逐项检查：每个命题的正例、负例与前提

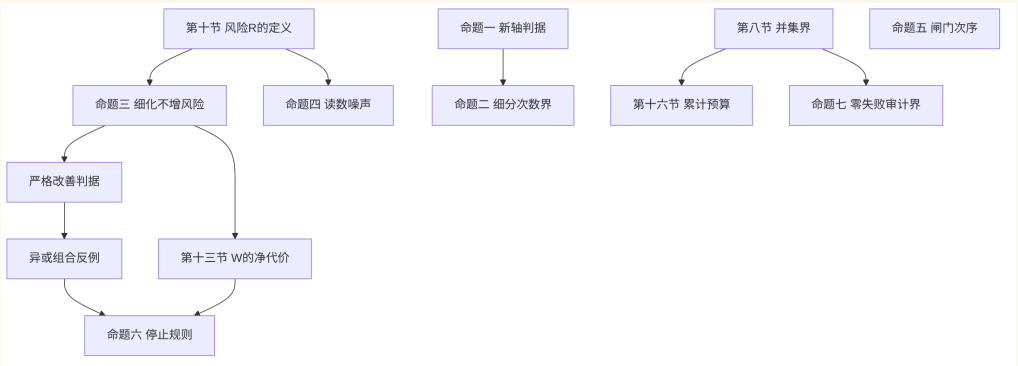
对全章命题逐项重新检查的结果是：命题一至三、严格改善判据、异或反例、分布变化界、累计误接受与错误递推的证明没有发现逻辑错误，但有两处表述需要精确化。其一，第十七节的递推是不等式， ρ 等于1时“线性增长”只在递推取等号时成立，不等式只给出上界，已在该处补注。其二，命题三要求行动集有限，以保证各类内的最小值存在。下表列出每个命题的关键前提、一个正例和一个负例或越界例。

命题	关键前提	正例	负例或越界
命题一	固定有限对象集，精确比较	第二个二进制位把奇偶相同者分开	10乘奇偶是旧轴的函数；对象域扩大后可能不再成立
命题二	有限域，每步严格细化	八个对象由一类细分到八类，共七步	加入新对象后上界改变
命题三	行动集有限，权重与损失已知	菜篮子加入清单，风险0.421降为0.311	样本估计下可上升，如“带孩子”由0.421升至0.469
严格改善判据	有限行动集	预测第二位，加第二位风险降为0	加第三位，风险仍为1/2

命题	关键前提	正例	负例或越界
异或组合	精确权重	两坐标同时给出，风险由1/2降为0	单个坐标均无收益；不推出任意合作有效
命题四	对称翻转，先验均匀	$\varepsilon=0.1$ ，风险0.1	$\varepsilon=1/2$ 无收益；扰动携带结局信息时(b)不成立
命题五	闸门独立，费用固定	四门期望费用16.6，小于书写次序的19.6	三门相关时边际规则4.8，高于最优4.7
命题六	增益不增，成本固定	增益0.3、0.2、0.05，成本0.1，停在第二轮	异或序列0、0.5，近视停止错失0.3
命题七	冻结后随机无放回抽样	40格抽29格零失败，失败至多2格	自适应挑选格子，界无意义
分布变化界	同一策略类，损失在0到1之间	总变差0.1时风险差不超过0.1	换任务或换策略类
累计误接受	条件误接受概率对所有允许历史成立	$\alpha_t=\beta/[t(t+1)]$ ，总和不超过 β	模型自报的置信分不满足该条件
错误递推	$e_{t+1}\leq \rho e_t+\varepsilon_t$ ， ρ 小于1	$\rho=0.5$ 、 $\varepsilon=0.1$ ，极限不超过0.2	ρ 不小于1时无有限界；上界不是预测

◆ 二十一、命题之间的依赖

下面的依赖图只表示证明或应用所使用的前提，不表示逻辑强弱，也不表示时间先后。



第 33 章依赖图：各命题使用的前提（箭头只表示使用关系）

对其他章而言：第二十九章使用命题一划分重命名与新轴；第三十章使用命题七、第八节并集界与第九节覆盖计数；第三十一章使用命题一、三、四、五与W；第三十二章使用命题二、六、第十七与十八节。命题五与其余命题没有逻辑依赖，它回答的是检验的组织费用，而不是知识状态本身。

◆ 二十二、可运行模拟：它能说明什么，不能说明什么

附带程序scripts/A09_sim.py，仅使用标准库，固定随机种子，运行后输出保存在scripts/A09_sim_output.txt。它做五类工作：在192个隐藏状态的构想总体上，用精确分数枚举风险，核对命题一、三、四和严格改善判据；抽取五百笔训练与四千笔保留样本，演示记忆、过拟合和学习曲线平台；对随机生成的闸门与增益实例枚举核对命题五、六，并搜索相关闸门的反例；核对零失败审计界与超几何版本；用随机可加函数核对第三十章的重建结构。此外还复算了错误递推闭式、循环依据图，以及第二十九章五问判别规则有无缺口。程序共有62项检查，全部通过。

这个结果只说明一件事：在这些具体取值与种子下，正文中引用的数字可以被重新算出，正文中的反例确实存在。它不能说明命题对一般情形成立，因为一般性依赖证明；也不能说明现实中的账本或知识平台会这样表现，因为隐藏规则是作者写进模型的，例如“今天心情”无效是由设定决定的，不是被发现的。所以，程序通过不写成一般形式认证，也不是独立评审；它在本章的地位，是防止算例和文字之间出现抄写错误，并让读者能够修改参数自行检验反例是否依赖某个特定取值。

◆ 二十三、这个模型证明了什么，没有证明什么？

本章证明了有限表示条件下的新轴判据、细分次数边界、任务风险在细化下的单调性及严格改善条件；给出了组合协同与样本记忆反例，并推导了固定任务分布变化、累计误接受和错误反馈的条件性界限；第十九节又补充了读数噪声、闸门次序、停止规则与零失败审计界四个有限命题，并附正负例与依赖图。附带程序可以复算例子和若干代数恒等式；程序测试不是对全部一般命题的自动形式验证。

本章尚未证明真实的人—AI协作必然产生新轴，也未证明这些新轴一定具有社会价值，更未证明递归发生必然带来经济增长。它提供的是一套使这些主张能够被

逐项研究的结构。经验研究需要据此记录任务、预算、前提和反例，而不能用形式模型为现实直接盖章。

最重要的理论进展是：递归更新的对象不再只有知识节点，还包括对象范围、比较轴、生成规则和检验接口；同时，更新必须允许删除、限制和纠错。一个真正能够持续发生的知识系统，不是永远积累正确答案的仓库，而是能够在新问题前改变自身发生方式、又能说明改变依据的研究组织。





第 八 编

知识部落经济与文明经济规模升级

本 篇

- 第 34 章 从行业分工经济到知识部落经济
- 第 35 章 知识同一性谱系如何创造新的经济规模？
- 第 36 章 从工具内卷到知识谱系升级
- 第 37 章 知识谱系经济学的指标体系与实证研究

34

第 34 章

从行业分工经济到知识部落经济

◆ 一、新的经济单位究竟新增了什么

“知识部落经济”并不是把普通专业服务换一个名称。一个机构为顾客写报告、提供建议或开发软件，未必已经形成可延续的知识谱系。本文所研究的新单位，还需要保存问题与方法的发生历史，并能依照反馈继续修订自己的生成规则。

它出售的可以是一次成果，也可以是长期解决一类新任务的能力。前者容易按交付物检查，后者需要观察后续任务表现。若一个服务只能反复给出已有答案，就不宜因为配置了智能体而被认定为发生型服务。

另一方面，发生能力不能脱离成果永远自证。声称自己拥有独特E和D，却没有可检查的新问题处理结果，也不足以形成经济价值。独特性是一项需要证据的生产条件，而不是向外部收取费用的理由本身。

◆ 二、传统专业分工与谱系分工并不互相取代

传统专业分工按任务、对象或工序组织知识。谱系分工则进一步关注这些任务如何被重新定义和生成。两者可以交叉：同一专业内存在不同发生谱系，一个谱系也可能跨越多个专业。

以教育知识服务作思想实验。某个团队按学段分工，分别服务小学和中学；另一个团队围绕“如何识别学生解释路径”组织方法，跨越多个学段。前者的分界主要是对象类别，后者的分界主要是生成机制。实际组织可以同时采用两种方式。

因此，知识部落不一定取代企业、学校或研究机构。它可以成为这些组织内部的一种知识生产结构，也可以跨组织存在。经济分析应当识别实际决策、费用和责任落在哪里，不能只依据共同术语划定核算单位。

◆ 三、进入门槛由设备购买转向发生条件重建

购买同一种工具，有时能够迅速进入相似工序；进入一个深度知识谱系，则还需要理解问题史、反例和判断标准。但是，传统行业也有长期训练与默会知识，不能把两者绝对对立。

AI带来的候选变化是：更小的单位可以持续维护较复杂的生成状态，因而特殊知识的组织门槛下降，迁移和继承的重要性却上升。新人不只是学习操作按钮，还需要知道哪些历史材料仍然有效，哪些规则可以修改。

这种门槛有两种不同来源。真实门槛来自任务本身的复杂性及历史积累；人为门槛来自资料封锁、不可导出格式或身份限制。二者都可能影响交易，但只有前者直接说明生产能力独特。经济理论不应把锁定收益与知识创新收益混为一谈。

◆ 四、一项发生型服务的四层成本

可以把期间成本分为公共底层成本、谱系维护成本、任务适配成本与失败处置成本。公共底层包括可共享模型和通用资料；谱系维护包括概念版本、反例与规则更新；任务适配处理新情境；失败处置承担复核、纠正和必要退出。

假设三个分支共享一项验证基础，分别单独建设各需1200单位成本，共建只需1800，另每分支增加200适配成本，则总成本由3600降为2400。所有数字均为思想实验。这种节约来自共同层，而不是让三个分支变成同一种服务。

但若共建使每个分支额外增加700协调成本，总成本就变为4500，反而高于分建。可见共享程度不是越高越好。最合适的结构取决于公共基础节约与接口维护成本的比较，不能仅凭“大平台”或“独特部落”的口号判断。

◆ 五、质量难以事前观察时，市场怎样形成

买方在购买前未必知道一个知识系统能否应付未出现的新问题。只展示最成功案例，会产生选择偏差；展示大量文字，又不能直接说明可靠性。因此，发生型服务需要比一次内容交付更明确的测试安排。

一种可研究的设计是分阶段交付：先给出适用范围和样例，再接受保留任务测试，最后按实际使用反馈修订。另一个设计是提供可复算的局部结果，让外部人员先检查部分能力。这里是产品与研究设计建议，不是对任何特定法律合同的建议。

质量记录也应容纳失败。说明一个系统不能处理某些任务，可能提高买方的使用准确性。若所有服务都宣称覆盖任何问题，市场反而更难识别真实能力。边界透明可以成为谱系经济的公共资源。

◆ 六、共同性越低，价格是否就越高

不能直接推出。高度特殊知识可能稀缺，也可能没有稳定需求；公共知识可能容易获取，却需要昂贵的可靠实施。价格由需求、成本、替代品和制度等条件共同影响，不能从同一性程度单独计算。

更有研究价值的是比较迁移成本与使用价值。某项局部知识若能帮助少量用户完成重要任务，仍可能具有经济可行性；若只服务一个罕见问题而验证成本极高，则可能需要公共研究支持，而不是独立市场收费。

因此，谱系空间的所有位置不必都形成商业企业。学校、研究共同体、公共机构和非营利协作也可以维护知识发生。把没有收费的知识视作没有价值，会使本书的经济分析过于狭窄。

◆ 七、从知识产权存量到发生能力配置

一个部落可能拥有文本、程序、数据和方法，但这些资源能否组合成持续能力，还取决于权限、人员、计算条件与版本。经济竞争因此不仅是拥有多少材料，也包括能否在许可范围内及时组织这些材料。

这使可移植性具有双重作用。对使用者，它减少被锁定风险；对提供者，它要求用持续有效性而不只是历史依赖维持关系。可移植的谱系仍可以独特，因为迁移资料不等于瞬间复制全部判断能力。

本书主张把可继承接口视为能力基础，而不是把所有知识强行公开。公共验证所需材料、个人隐私和专有资源可以采用不同权限。关键是被外部依赖的主张必须有足够依据，不能把保密变成免于说明的理由。

◆ 八、交易对象从一个结果转向持续能力

购买一份报告与购买持续研究服务，需要不同的验收对象。报告可以检查它是否回答了约定问题；持续能力则要看系统在新问题、资料更新和旧结论被挑战时怎样表现。两者都可以形成市场，但后者不能只靠第一份报告的质量定价，也不能只用“长期陪伴”回避实际结果。

一种发生型服务应说明它维护哪些共同条件，保留哪些历史，怎样处理新情境，以及什么情况需要重新验证。购买者得到的不只是存量知识访问权，还包括一定范围内的更新、纠错和迁移能力。范围越明确，双方越容易比较不同方案，而不是被笼统的智能程度或部落独特性所左右。

这一转变也改变成本结构。首次建立概念、整理反例和配置检查可能较贵，后续同类任务可以复用；但对象发生实质变化时，又需要新增研究。经济规模化因而不必等于每份输出趋近零成本，更可能表现为共同层被反复使用，特殊层按差异承担新增成本。验证与责任不会因为文字生成便宜而自动消失。

本书不能由此断言所有知识业务都应转成订阅或长期关系。对某些稳定任务，一次性公共结果已经足够；长期绑定反而增加不必要依赖。发生型服务应由任务更新需求支持，而不是为了维持收费主动制造永远未完成的问题。

◆ 九、共享组织规模的一个有限成本模型

设 k 个分支共建一项基础，固定成本为 F ，每个分支的适配成本为 a ，任意一对分支之间平均产生 γ 的协调成本。则总成本为 $F + ka + \gamma k(k-1)/2$ ，平均每个分支成本为 $F/k + a + \gamma(k-1)/2$ 。所有参数在此模型中给定，协调关系假设为两两发生；现实中是否如此，需要另外调查。

第一项随规模增加而下降，第三项随规模增加而上升。把 k 暂时视作正实数，平均成本的导数为 $-F/k^2 + \gamma/2$ ，若 F 、 γ 均为正，最低点出现在 k 等于 $2F$ 除以 γ 的平方根。实际分支数为整数，应比较邻近整数和允许范围。这个结果只是一个透明的规模权衡，不是知识组织普遍存在同一最优人数的定律。

取 F 为一千八百、 a 为二百、 γ 为一百。三个分支时平均成本为九百；六个分支时为七百五十；十个分支时为八百三十。在这一构造中，继续扩大共同组织先降低成

本，后来协调费用超过新增摊薄收益。最大平台不必最经济，最小部落也不必最灵活。组织边界要由实际共享与协调结构决定。

若采用模块接口使并非所有分支都直接协调，成本函数就会改变，最合适规模也会改变。这揭示了跨谱系接口的经济价值：它不只方便交流，还可能减少必须逐对重建的关系。不过，模块化也需要维护成本与信息损失评估，不能在公式中把接口假定为免费，再宣称无限扩展已经成立。

◆ 十、共同维护如何形成可持续贡献

一个分支发现公共资料中的错误，其他分支也会受益。若只有发现者承担修复成本，它可能缺少维护动力；若所有人都只使用现成基础，公共层会逐渐积累债务。谱系经济需要研究这种贡献与收益不在同一位置的情形，而不只是研究每个部落如何出售独特成果。

可讨论的组织方式包括共同维护预算、按使用分担、按修复任务奖励，以及以公开贡献换取其他服务。它们各有激励与治理问题，本书不把其中一种指定为普遍最优。关键是把基础维护列为实际生产活动，使其能够被识别、评估和补偿，而不是把它当作生成之后自然发生的附带好处。

评价公共维护也不能只看提交数量。一次修复可能影响许多后续结论，十次表面更新却可能没有实际作用。记录依赖范围、修复后复验结果和维护时间，可以帮助比较真实贡献。与知识轴一样，维护指标也需要防止被重命名、重复提交和循环引用所操纵。

共同基础的产权与访问制度会影响上述安排，但技术可复制并不自动解决这些制度问题。本文只提出分析维度，不提供具体法律结论。实际平台应在明确授权与责任条件下选择机制，并允许使用者知道哪些资源公共可用、哪些需要许可，以及退出时可以保留什么。

◆ 十一、部落独特性与锁定收益必须分账

当使用者很难离开某系统，提供者可能拥有议价优势。但困难可以来自真实的专业积累，也可以来自资料无法导出、接口不透明或人为限制。二者都能产生收

入，却对文明知识结构具有不同作用。只有识别来源，才能判断所谓不可替代性究竟证明了什么。

一个有用的思想实验是保持知识质量不变，只开放完整的迁移资料。如果用户仍愿留下，说明关系可能建立在持续贡献、效率或服务质量上；如果用户主要因为不能取回自己的历史而留下，锁定效应就值得单独计算。实际实施还需处理隐私和授权，但分析上应把“服务更好”和“离开更难”明确区分。

可迁移并不会必然消灭谱系价值。公开一套数学证明，不会自动复制研究者下一步提出问题的能力；导出问题史，也不等于另一个组织已经具备同样判断。降低人工障碍以后仍然存在的优势，更接近本书希望研究的生成能力。反而把全部优势归给神秘不可复制性，会阻碍发现哪些能力真正可以教育与继承。

因此，成熟知识部落可以同时追求独特性与可接续性。独特性使其产生值得使用的结果，可接续性使成果不因单点退出而失效。两者之间确有成本，但不是逻辑矛盾。知识经济的质量，部分取决于它能否把这种成本转成可持续的共同安排。

◆ 十二、进入成本的三个来源，以及怎样把它们分开

上一节把“服务更好”与“离开更难”分开，靠的是一个假想的动作：开放完整迁移资料。现实中，一个新进入者，或一位想离开的使用者，面对的总成本至少来自三处。第一处是可以写下来就传递的部分：问题史、定义、反例和规则，记作 $T_{\text{文}}$ 。第二处是需要时间训练才能获得的判断：哪条旧结论在新情境还能用，哪个反例真正危险，记作 $T_{\text{训}}$ 。第三处是人为设置的部分：不能导出的格式、不透明的接口、权限封锁、违约条款，记作 $T_{\text{锁}}$ 。总迁移成本 $T = T_{\text{文}} + T_{\text{训}} + T_{\text{锁}}$ 。开放文献会把 $T_{\text{文}}$ 压到阅读和整理的成本，带教可以缩短 $T_{\text{训}}$ ， $T_{\text{锁}}$ 则完全取决于提供者选择不选择拆掉它。

分账的理由不止于概念整洁。Farrell与Klemperer关于转换成本与网络效应的综述指出，转换成本把使用者锁在最初的选择上，使供方在售后获得市场力量，不兼容更常见的结果是效率损失、竞争减弱和在位者增强。[R219] 把这个结论放进本书的场景：若使用者在留下与转走的净价值相等时才会离开，那么甲在乙的报价之上最多能多收的数额，就等于使用者转走要付出的全部成本 T 。构造一个思想实验： $T_{\text{文}}$ 为10， $T_{\text{训}}$ 为20， $T_{\text{锁}}$ 为50，溢价上限为80；若提供者开放迁移资料，把 $T_{\text{文}}$

锁降到10，上限降到40。下降的这40，是锁定收益；留下的40，其中一部分才可能对应真实的能力差异。

三类成本的经济含义并不相同。T_训里的溢价，至少部分在为稀缺的判断付费；T_锁里的溢价则更接近转移支付加上效率损失。但边界不是天然的：提供者可以故意不整理历史，把本可文献化的T_文做成看上去只能意会的T_训。所以操作上不宜问“这是不是默会知识”，而要问“在善意文献化与规范导出之后，还剩下多少”。就个人数据而言，欧盟《通用数据保护条例》第20条已经有一个现成的法律形态：数据主体可以取回自己提供的数据，格式须结构化、常用且机器可读，在技术可行时还可直接转给另一控制者，但适用于以同意或合同为依据的自动化处理，并不得损害他人权利。[R222] 这说明T_锁在制度上可以被削减，也说明削减有正当的限度：保护第三方隐私的权限限制，不应算作人为锁定。该条文只涉及数据主体提供的个人数据，提供者自己的方法与判断是否可迁移，它没有回答。

分账可以做成一项迁移审计。取一组预先冻结的保留任务，让接收方在三种条件下接手：只得到原始导出；得到结构化导出与说明文档；在此之外再得到固定小时数的带教。比较三种条件下达到预先规定的非劣性标准所需的时间。前两者之差，估计的是可由整理和格式消除的部分；后两者之差，估计的是可由训练缩短的部分；三种安排之后仍然剩下的，只能称为“尚未被这些安排消除”，不能因此命名为不可复制。开放迁移也有代价：它可能降低提供者整理历史的投入。设整理文档需要成本g，整理之后原来由T_文撑起的溢价随之消失；若该溢价大于g，提供者没有自愿整理的理由，只能靠规范、竞争压力或声誉来推动。这也是为什么T_锁的削减常常需要制度，而不能指望分账本身带来改变。使用者在开放之后仍然留下，也不证明原先没有锁定，只说明留下的价值超过了转走的收益。

还有一把现成的尺：同一部落自己的新成员接班，也要经过T_文与T_训，却不受T_锁阻拦。若外部进入者在得到完整文档和带教之后，达到合格水平所用的时间与内部接班者相近，T_锁就可以认为已经基本拆除；若明显更长，差额才是需要追问来源的部分。这个比较把第23章讨论的继承与本章的进入放在同一尺度上，并要求双方使用同一批保留任务。

◆ 十三、知识合作的利益，以及谁来验证

锁定问题讨论的是离开，合作问题讨论的是一起做。Jones的研究认为，知识累积使每一代创新者要花更多时间学习才能做出贡献，窄化专长可以补偿这一负担，却把创新推向团队，并可能拖慢长期增长。[R220] 这一论证对知识部落有直接含义：每个部落可以把E和D积累得很深，但深度本身使单个部落越来越难覆盖全部所需，合作成为获得互补深度的方式。合作的利益因此是互补的深度；合作的代价，已在第九节的协调成本里算过；这里补上第三项，验证。

先看一个单项主张的验证值不值得做。设主张为真的概率为 π ，为真时价值为 v ，为假而被放行时造成损失 Λ 。放行不验证，期望净值为 $\pi v - (1-\pi)\Lambda$ 。若验证者以概率 q 识别出假主张并将其撤回，验证成本为 c_v ，则验证的收益是 $(1-\pi)q\Lambda$ ，值得做的条件是 $(1-\pi)q\Lambda > c_v$ 。取 π 为0.8、 Λ 为100， q 为0.6时收益为12，成本10则值得做； q 降到0.4则收益8，不值得。这些数是思想实验。要点是 q 不由验证者的勤奋单独决定，还取决于他与生产者是否共享同样的盲点。

生产者自己验证，成本低，却与生产共用E和D，错误高度相关；另一个部落验证，要付翻译与接口成本，错误却更独立。设两位验证者各自的漏检率为0.4，漏检事件的相关系数为 ρ ，则联合漏检概率为 $0.16 + 0.24\rho$ ：独立时是0.16， ρ 为0.5时是0.28。第二位验证者带来的收益相应从4.8降到2.4。若其成本为3，则只有 ρ 低于0.375时才值得请。于是出现一个可检验的假说：共享历史越多，沟通越便宜，但验证的独立性越低；有利于验证的部落关系，可能处在共同性的中间层次，既能读懂对方的材料，又不共用同样的盲点。这个假说没有经验支持，需要用后面的方法检查。

收益怎样分，也影响谁肯验证。固定费用下，验证者的努力难以观察，缺少认真查找的理由；按发现缺陷付奖励，能激励寻找，却可能诱发制造琐碎缺陷或事先串通；按放行后的实际表现分成，激励一致，但周期长、噪声大，还把风险压给验证者。三种都有失败模式，本书不指定普遍最优。研究信任品经济学的文献讨论的正是专家与买方信息不对称下的激励与制度，可以提供借鉴，但本轮只读到其摘要，没有逐条采用其结论。[R221]

较稳妥的分工是按比较优势拆开。任何人花很少成本就能重新运行的部分，交给自动复算；需要领域判断的部分，交给共同性适中的外部部落；放行以后的使用

反馈，回写到第33章的版本与证据账本里，注明谁在何时验证了什么。估计 q 时，可以向材料里植入已知错误，看检出多少。这个办法有明显的偏差风险：植入的错误通常比自然发生的错误更容易发现，会高估检出率。

把几项合起来看，一次合作的净收益可以写成互补收益 u ，减去协调成本 h ，减去验证成本 c_v ，再加上因验证避免的期望损失 $(1-\pi)q\Lambda$ 。四项的测量方式各不相同，互补收益常是反事实估计，协调成本可记账，避免的损失只能由植入错误或事后核查间接得到，因此不应把它们折成一个收入数字，更不应只计第一项。

合作也有失败边界。若双方都从顺利放行中获益，验证会退化为仪式；若验证者的时间成为瓶颈，积压本身就是新的成本。一个合作网络是否健康，不看它连接了多少部落，而看它被抓出过多少自己的错误。

◆ 十四、微观增效怎样进入宏观讨论

阿西莫格鲁关于AI宏观经济影响的研究，在任务成本节约与生产率改善的框架中，强调受影响任务的份额和节约幅度对总体效果的重要性，并讨论新任务的价值问题。[R52] 本书不把这项研究当作对未来全部AI效果的最终裁决，也不把“新谱系”作为跳过任务份额与成本核算的理由。

SDE的候选增量在于进一步研究任务集合和生成规则怎样变化。但是，只要要讨论经济规模，就仍需把新活动落到资源、产出、替代和需求上。一个原来没有名称的活动，可能早已由家庭或组织内部完成；一个刚开始收费的服务，也可能只是把原有非市场活动转到市场。核算边界改变与真实能力增加应分别说明。

同样，收益分布可能不同于总量变化。使用者因成本下降受益，提供者利润可能下降；某些专业人员获得新任务，另一些人的旧任务可能减少。总体增加不能自动回答谁承担转型成本。D1的创造、自由与幸福，需要在这些具体分布关系中讨论，而不是被一个宏观数字代替。

因此，本书可以提出知识谱系经济的研究假说，却不能从谱系节点数推出GDP乘数。需要观察新服务的实际使用、全部投入、原有替代方案与持续维护，再决定哪些收益属于效率改善，哪些属于活动范围扩展，哪些只是收益重新分配。

◆ 十五、规模化的终点是可持续能力，而非最大体量

一个小部落若能在限定任务中持续纠错、产生有效方法并开放必要接口，就可能比庞大但不可维护的平台更有价值。一个公共系统若承担高质量共同验证，也可能比许多各自重复的分支更有效。理论不应预先站在集中或分散任何一端，而应解释二者怎样组合。

这使知识谱系经济的规模化具有三种不同方向：更多人使用同一公共结果，更多任务复用同一生成基础，更多独立谱系通过接口合作。三者可能同时发生，也可能互相挤占资源。区分它们，才能知道一个平台增长的是用户数、任务范围，还是文明知识网络的连接能力。

最终，经济升级不在于让每个部落都变得更大，而在于形成更合适的共同层、分支层和接口层。工具提供可扩展能力，人一AI复合主体把它组织成实际知识活动，制度再使这些活动能够被继承、交易和纠错。三者缺一，都可能使潜在规模停留在生成量的表面繁荣。

◆ 十六、知识部落经济的真正规模化

规模化不一定是把同一个答案卖给更多人，也可以是共享发生基础，使更多不同任务得到可靠服务。这样的增长同时包含共同层的规模经济与特殊层的差异价值。

它也有上限：验证者的时间、语境转换、责任承担与维护都可能成为瓶颈。一个部落不能因为模型可以无限调用，就假定自身能力可以无损扩张。规模扩大若损害反馈质量，原有生成结构甚至可能退化。

因此，知识部落经济的组织问题不是选择无限统一或无限分裂，而是寻找可以持续的共同层、分支层与个人层。在这个结构中，真正值得扩张的是经过检验的发生能力，而不是服务名称的数量。



35

第 35 章

知识同一性谱系如何创造新的经济规模？

◆ 一、从能写出来，到能够成为一项经济活动

一项知识服务在技术上可生成，并不意味着它在经济上能够持续存在。它还需要真实需求、可被理解的交付、可靠检验、维护与责任安排。AI可以降低某些环节的成本，却可能同时增加核验、纠错和协调工作。讨论经济规模，必须把完整活动放回视野。

本书的经济假说不是“知识越多，经济必然越大”，而是更具体的一条路径：人一AI复合主体使某些原来难以独立组织的知识活动变得可行，这些活动在不同共同性层次上形成持续服务，继而与其他活动连接，可能产生新的增加值。每一步都是需要验证的条件，不是已经兑换的未来收入。

这条路径也不必只通过收费文章实现。知识发生可以进入企业内部过程、公共服务、专业协作或个人实践。某些价值在市场价格中显露，另一些不完全进入交易。经济核算与社会价值评价需要互相说明，但不能用其中一种替代另一种。

◆ 二、与既有增长理论的关系：不是从零开始

Romer的内生技术变化研究把有目的的知识投入与增长联系起来，并讨论技术作为非竞争性、部分可排他投入的性质。[R17] 因此，“知识能够推动增长”不是本书首次提出。若本书只把知识称为E，把创新称为D，却不增加可检验机制，就没有形成独立贡献。

Acemoglu与Restrepo关于自动化和新任务的研究，则区分技术替代既有任务与创造新任务的不同作用。[R18] 这与本书区分工具增效和模式发生有可对话之处，但二者不能直接等同。新任务可以在公共知识框架下形成，不一定产生部落谱系；知识部落也可能长期不创造可交易新任务。

本书要增加的研究层次，是知识生产主体怎样形成具有历史连续性的E与D，以及这些条件如何支持不同同一性程度的服务。它还追问，知识发生规则本身的更新是否改变了后续任务创造能力。只有把这些中介记录出来，谱系发生才不只是既有创新经济学的另一套词语。

因此，最有力的比较不是宣布旧理论失效，而是寻找旧模型没有直接组织的变量，并检验加入这些变量后是否得到额外解释。如果没有，SDE可以保留哲学组织价值，但经济机制的新贡献需要相应收缩。

◆ 三、小市场何时跨过可行门槛？

构造一个最小服务模型。某类服务每期可售出 q 份，单价 p ，单位可归算成本 c ；还需支付固定准备成本 F ，以及验证与维护成本 V 。简化的持续经营条件为 $q(p-c)$ 至少覆盖 $F+V$ 。这里没有把这个条件当作完整企业会计，而只是展示知识服务可能受哪些门槛约束。

设 $q=100$ ， $p=20$ ， $c=5$ ，单位均为抽象货币。总贡献为1500。旧准备成本为2000，验证维护为600，净额为负1100；若新工具使准备成本降到400，而验证维护保持600，则净额变为正500。这说明在需求和价格不变的假设下，一类原来不可行的服务可以变得可行。

但若使用新工具后，验证维护成本升至1300，净额就为负200。生成便宜，并不保证总成本下降。若价格因竞争下降，或实际需求少于预期，也可能再次跌破门槛。因此，AI降低知识生产边际成本的宏大说法，必须分解为具体工序，不能把核验和长期维护当作零。

这些数字是思想实验，不是某个平台的经营数据。它所提供的可检验预测是：在其他条件相近时，固定准备成本原来较高、验证成本可控制且存在真实需求的服务，更可能因工具变化跨过门槛。研究可以据此选择比较对象，而不是先统计出现了多少AI网站。

◆ 四、为什么中间同一性层次可能特别重要？

高度统一知识可以服务很大范围，但也容易被大量主体重复供给；高度特殊知识可能更贴近一个复合主体，却难以向外传递。两端之间的知识共同层，可能同时具有可复用部分与明确情境需求。它们值得研究，不是因为必然最赚钱，而是因为生成、验证和交付成本可能在这里形成不同组合。

例如，一套通用方法可以在若干相近情境中共享，而每个使用者只需补充特定条件；也可能需要共同体级的训练，之后才能进行有效个别化。经济价值由共享部分与特殊部分怎样分工决定，而不只是越个性化越有价值。

思想复合主体可以把长期研究形成的生成规则转化为服务，使外部使用者获得结果或部分发生能力。但它必须明确交付层次：出售一个答案，提供一套可复用方法，还是帮助形成能够继续更新的工作系统？这些不是同一种商品，也承担不同的维护责任。

如果把所有交付都称为“你的专属智能体”，却没有说明知识边界、更新方式和失败处理，市场可能增加许多名称，而没有形成真正的模式谱系。行业升级需要可兑现的能力差异，不能只靠专属感。

◆ 五、增加值、利润与福利需要三本账

按照增加值核算的基本关系，行业增加值等于总产出减去中间投入。美国经济分析局的官方说明据此区分总产出与行业对GDP的贡献。[R16] 因此，不能把各级知识服务的营业收入全部相加，便宣称获得了宏观经济新增规模。

假设一个知识服务的总产出为5000，中间投入为3000，则该环节增加值为2000。在这个简化例子中，不能把5000与上游3000重复相加作为同一最终活动的净新增贡献；也不能把2000直接称为利润，因为增加值还包含劳动等收入构成。真实核算还要遵循相应价格与统计口径。

宏观净增量进一步需要反事实。新的服务可能替代原有咨询、软件或人工工作，也可能使过去不发生的活动成为现实。只看新企业收入，无法知道两者比例。要比较有该创新与没有该创新时的总活动差异，还需考虑资源转移和其他部门的反应。

福利是第三本账。免费得到更可靠知识可能提高福利而不等于相同额度的交易增长；高额纠错支出可能计入活动，却不意味着人们因此更幸福。SDE的创造、自由与幸福不能被GDP代替，但也不能未经明确模型直接折算成GDP。三本账保持联系，才能避免各自越界。

◆ 六、从知识谱系到行业谱系，中间还缺哪些桥梁？

知识要进入行业，需要被转化为可使用的任务组织。一个新数学构造可能支持更好的计算方法，也可能暂时只是理论成果；一种经济解释可能帮助形成新服务，也可能尚未取得稳定预测。知识价值与即时商业化之间没有必然一一对应。

桥梁至少包括问题识别、使用接口、验证、协作和持续维护。人一AI思想复合主体可以参与这些环节，却不保证单个主体全部擅长。一个知识部落可能需要与另一个部落合作，把研究能力与实践组织连接起来。由此产生的经济谱系，可能是跨部落网络而非孤立创始人的扩张。

这种连接也会改变原知识。使用者提出新要求，原模型暴露边界，新的条件回写到生成规则。若这一步被保存并用于后续服务，经济应用又成为知识递归发生的一部分。反之，若服务只重复固定答案，市场规模可能扩大，却没有提高谱系生成能力。

因此，经济规模和递归能力应分别记录。有的组织善于复制一个成熟模式而扩大覆盖，有的组织市场不大却产生新的方法，两者都可能有价值。把所有规模增长都叫递归，或者把所有研究创新都叫产业升级，都会损害理论的辨识力。

◆ 七、怎样检验谱系发生是否真的带来额外经济作用？

可以比较几类组织：只使用通用AI改善任务的组织，增加领域资料但不改变工作规则的组织，以及系统记录E、D并允许方法回写的组织。比较需要控制初始能力、任务难度、资源和需求条件，不能把最强团队的全部优势归给谱系方法。

观察结果不应只包括文章数量或短期营收，还应包括新任务的存续、服务可靠性、客户实际使用、验证成本、知识迁移以及对旧活动的替代。某个组织生成很多

新名称却没有持续使用，不构成强经济证据；另一个组织没有大量宣传，却使原来不可行的服务长期运行，可能更接近本书的机制。

尤其要预先记录失败标准。若完整谱系工作方式在相近条件下没有带来更可靠的新任务，或者维护成本长期抵消全部收益，相关经济假说就受削弱。若优势只来自额外资料或预算，而非发生规则的差异，也应如实说明。

这些比较可以先从小规模、可追溯的案例开始，但不能把少数成功直接外推为国家增长率。微观机制、行业扩散与宏观规模需要不同证据。全书的发生链只有逐段建立，才可能成为经济理论而非产业宣传。

◆ 八、可行服务集合怎样扩大：一个条件性命题

把潜在知识服务用 i 编号。每项服务在给定期间的预期收入为 R_i ，生成与交付成本为 C_i ，验证维护为 V_i 。暂时不考虑服务之间争用资源，把满足 $R_i - C_i - V_i \geq 0$ 的服务组成可行集合 F 。

若新工具不改变任何 R_i ，并使每项服务的总成本 $C_i + V_i$ 均不增加，那么旧可行集合必然包含于新可行集合。证明只有一步：旧服务的非负余额在成本下降后仍然非负。若至少存在一项原来余额为负、现在转为非负的服务，就发生严格扩张。

这个命题准确表达了工具可能填充谱系空间的一条通道，但条件很强。价格可能因竞争下降，实际需求可能变化，验证成本也可能增加。因此，经验研究必须逐项确认哪些成本降低、哪些收入变化，而不能由模型调用费用下降直接推出全部可行集合扩张。

命题还假定没有共同稀缺资源。如果所有服务都争用同一位专家的复核时间，单项可行不意味着可以同时实施。知识谱系的宏观扩张需要考虑容量配置，而不只是逐项计算正收益。

◆ 九、更多候选与更好的组合不是同一件事

设每项候选服务具有经过说明的净价值 v_i 与复核资源需求 r_i ，期间复核预算为 B 。选择变量 x_i 取0或1，组合问题是：在 $\sum_i r_i x_i \leq B$ 的条件下最大化 $\sum_i v_i x_i$ 。这里是一个有限资源模型， v_i 的实际测量仍需证据。

如果新增候选不改变旧候选及预算，理论最优组合的价值不会下降，因为原组合仍然可以选择。但实际选择者可能受宣传、偏好或估计误差影响，并不保证找到更好组合。可能性空间扩大与实际决策改善仍然分离。

举例说，预算为8，一项服务甲需要8份资源，净价值12；另两项乙、丙各需要4份资源、净价值7。只按单项价值最高选择甲，得到12；选择乙与丙则得到14。这个例子说明，最突出的一项谱系不必构成最佳组合。

若乙、丙需要额外协作成本3，组合价值又变成11。于是，互补与协调成本决定横向谱系是否值得建立。不能从“两个部落可以连接”直接推出连接必然产生净增益。

◆ 十、共享验证基础与分支适配的成本结构

设 n 个分支各自建设公共基础需 F ，独立适配成本为 f_i ，总成本为 $nF + \sum_i f_i$ 。若共建公共基础成本为 F_0 ，分支适配仍为 f_i ，另产生接口协调成本 H ，则共建总成本为 $F_0 + \sum_i f_i + H$ 。

共建节约的条件是 $(nF - F_0) > H$ 。左边是避免重复建设的收益，右边是连接代价。这个关系不要求全部分支在内容上相同；它只要求某部分基础确实能够共享，并且共享不会破坏各自必要条件。

若随着分支数量增加，协调成本增长得过快，集中共建可能不再划算。此时可以形成多层公共基础：若干相近分支先共享，再通过较薄的接口跨组协作。知识同一性的中间层次由此不仅具有哲学意义，也可能对应不同的经济组织规模。

这一模型不预先规定最佳部落人数。人数、任务相近程度和验证方式都可能影响 F 、 F_0 与 H 。应当测量实际结构，而不是把“一人一部落”或“一个全能平台”视作普遍最优解。

◆ 十一、一条服务链的增加值怎样避免重复计算

构造两环节服务链。上游A产出1000，其中消耗从链外购入的中间投入300，故A增加值为700。下游B购买A的1000，并从链外另买200，最终产出1800，故B增加值为600。链内合计增加值为1300。

同一结果也可以由最终产出1800减去链外中间投入500得到。若把A的1000和B的1800直接相加为2800，再称其为这项最终服务的经济贡献，就重复计算了链内中间交易。这里使用的是固定范围、固定价格口径的简化核算，与增加值基本定义一致。[R16]

若反事实中同一范围的最终产出为1700、链外中间投入为600，则反事实增加值为1100，两状态差为200。这个差仍只是所定义范围内的比较；如果新活动挤出了范围外的其他产出，还要继续扩展边界。不能把一个小链条的正差直接外推成国家净增长。

利润又是另一个量。增加值需要分配给劳动等要素及其他收入项目，不能全部归为企业净收益。若同时讨论福利，则还需要使用者收益、风险和非市场影响。保持这几个账本分离，是知识谱系经济学能够被检验的前提。

◆ 十二、一次创新的收入与后续发生能力

一项服务可以当期盈利，却损害长期能力。例如，它依靠大量未经整理的临时修补交付，收入增长同时积累维护债务。反过来，一次公共工具整理当期没有收入，却可能减少以后多个分支的成本。只看当期销售，会误判两者的发生意义。

可以用一个有限期间模型表达。初始投入为 F_0 ，第 t 期由新规则带来的净增益为 b_t ，评价权重为 δ_t ，则总体评价为 $-F_0 + \sum_t \delta_t b_t$ 。这里的 δ_t 只是明确的跨期权重，不等于本文推荐的任何投资折现率；不同公共或商业任务可以采用不同评价安排。

关键是 b_t 必须与没有新规则的比较基准相联系，并扣除相应维护和验证负担。如果只是把原服务收入全部算作新规则收益，就会高估贡献。若后续好处仅来自市场扩大，而非发生能力变化，也应分别标注。

因此，对高阶递归的经济评价，要观察规则更新以后的一系列新任务，而不只评价产生规则的那篇作品。真正的发生型资产应当表现为后续可检查能力，而不是仅有一个被命名的理论。

◆ 十三、劳动节约、任务转移与新活动

当AI减少某项劳动时间，可能发生多种后果：相同产出由更少时间完成，原人员转向其他任务，服务价格下降，或节约时间并没有被重新使用。各情形的经济和生活意义不同。

把节约时间自动乘以工资率，便宣布创造了等额GDP，会忽略资源实际如何重新配置；把被替代的劳动全部看成社会损失，也可能忽略新任务与使用者收益。需要追踪具体的活动变化，而不是让一个会计代理值替代全部后果。

谱系理论特别关注其中一种路径：节约出的能力被用于组织原来不可行的新任务。若这些任务没有发生，工具仍可能有成本与福利价值，但本书关于新领域扩张的机制便没有获得相应支持。不同层次的技术收益应当允许分别成立。

◆ 十四、从一项可持续服务到宏观增加值：一座要过六道门的桥

前面各节分别回答了服务是否可行、增加值怎样核算、节约的劳动去了哪里。这些回答合起来，仍然不等于一项服务给整个经济增加了多少。一项服务能够自己活下去，只说明它的收入覆盖了成本；它的买方原来在做什么，被它替代的供给者后来怎样，这些都不在它自己的账上。这里的“可持续”也要有操作含义：至少在若干连续期间内，不依赖补贴而覆盖第三节所说的准备、验证与维护成本，并经过一次需求或规则更新而仍在运行。只存活一期的服务，其增加值不能当作持续的经济规模。桥上要过六道门：服务自己的增加值是多少；买方原来在做什么；被替代者的增加值；被挤出的其他支出；被释放的资源是否再被使用；核算边界有没有移动。下面用一个有限的核算框架，把前五道门的结构摆出来，第六道门在下一节处理。

设买方在该服务上的期间支出为 Y ，全部形成该服务的产出。服务的增加值率为 $v_{\text{新}}$ ，即增加值除以产出，增加值的定义按BEA的说明，是总产出减去中间投入。[R16] 假如没有这项服务，这笔支出会有三种去向：份额 σ 原来买的是替代品，其增加值率为 $v_{\text{替}}$ ；份额 κ 原来花在不相关的物品上，增加值率为 $v_{\text{他}}$ ；份额 v 原本根本不会发生，例如来自减少储蓄或新增收入。三者之和为1。被替代和被挤出的供给方损失了相应的增加值，但他们所用的人员和设备可能转去生产别的东西，并且别的

东西有人需要。记 θ 为这部分被重新吸收的比例，则全经济的增加值变化为 $\Delta VA = v_{\text{新}} \cdot Y - (1 - \theta)(\sigma v_{\text{替}} + \kappa v_{\text{他}})Y$ 。

取一个思想实验： Y 为1000， $v_{\text{新}}$ 为0.6， σ 为0.5、 $v_{\text{替}}$ 为0.5， κ 为0.3、 $v_{\text{他}}$ 为0.4， v 为0.2。代入得 $\Delta VA = 230 + 370\theta$ 。 θ 为0时是230，为一半时是415，为1时是600。服务自己的增加值是600，宏观增量却可以落在230到600之间的任何位置，由 θ 决定。 θ 不是常数，它至少是两个因子的乘积：资源能否转用，记 $\theta_{\text{资}}$ ；转用后生产的东西有没有人要，记 $\theta_{\text{需}}$ 。若 $\theta_{\text{资}}$ 为0.8、 $\theta_{\text{需}}$ 为0.5，则 θ 为0.4， ΔVA 为378。两个因子要分开估计，因为前者主要是劳动和资本市场的问题，后者主要是需求的问题。正增量的条件也由此得出： $v_{\text{新}}$ 必须大于 $(1 - \theta)(\sigma v_{\text{替}} + \kappa v_{\text{他}})$ 。若服务的中间投入占比高、增加值率仅0.3，则在这组份额下 θ 要超过7/37，约0.19，增量才为正。营业收入同样是1000，对宏观增量的含义可以完全不同。 $v_{\text{新}}$ 本身也随成本结构变化：服务靠大量外购的算力、数据或再分包提供时，中间投入上升， $v_{\text{新}}$ 随之下降。这并不与第三节“生成便宜”矛盾，因为便宜的是边际成本，而增加值率问的是收入中有多少是该活动自己创造的。

份额未知时，仍能得到一个只靠增加值率的边界。在 θ 为0的最不利条件下， ΔVA 在 $Y(v_{\text{新}} - \max(v_{\text{替}}, v_{\text{他}}))$ 与 $Yv_{\text{新}}$ 之间：前者对应全部支出都来自增加值率最高的被替代活动，后者对应全部是新增支出。套用上面的数字，是100到600。这个区间很宽，但它不依赖任何未经观察的份额，可以作为不知道买方去向时的谨慎说法。

这个式子是核算分解，不是行为预测。 σ 、 κ 、 v 、 θ 都不能从服务自己的销售记录里读出来。它也没有取代阿西莫格鲁框架中的任务份额与成本节约，[R52]只是补上买方一侧的账：任务被节约之后，钱和人去了哪里。

◆ 十五、替代、外部成本与福利，各开一本账

桥上还有三件事不能混进增加值：转型成本、外部成本和福利。下表把五本账并排放，每一本只回答自己的问题。

账本	度量对象	取数方向	不能代替
营业收入	买方支付总额	服务方记录	增加值、福利

账本	度量对象	取数方向	不能代替
增加值与替代	全经济生产的净变化	买方去向、被替代方记录	利润、福利
利润	服务方的剩余	服务方会计	增加值分配的全部
福利	使用者得到的好处	选择实验等	市场产出
外部成本	未入账的他人负担	先记实物量	其余四本

外部成本包括：读者与验证者为筛选大量输出而花的时间（第36章第八节）；错误结论通过验证后造成的损害；使用者无偿投入的情境与反例（第36章第九节）；被替代者重新就业期间的损失。这些不在 $v_{\text{新}}$ 之中，也不应被 θ 吞掉。尤其是最后一项：若 θ 按稳态来定义，过渡期的损失就要另记。设被替代的增加值每期40，再就业需要三期，过渡损失便是120，稳态的 θ 里看不到它，而它恰好落在最难发声的人身上。较稳妥的做法是先以小时、事件数等实物量记录，再决定能否货币化。

福利的取数有路径，但没有捷径。Brynjolfsson等人提出的GDP-B，试图用激励相容的选择实验估计新商品与免费商品带来的福利，说明免费并不等于没有价值，也指出现行核算对这部分的度量并不充分。[R215] 该研究针对的是其选定的数字商品，其数值不能搬到知识服务上。用一个线性需求的思想实验可以看出收入与福利的差距：设愿付价格随购买量下降， $P(q)=40-0.2q$ 。定价20时卖出100份，收入2000，使用者剩余1000；免费时200份被使用，收入为零，使用者剩余4000。两种情形下，收入账与福利账不但数量不同，排序也相反，而这里还没有计入提供成本，也没有计入验证的负担。核算边界则是另一件事：BEA说明，家务和照料等无酬劳动在GDP的生产边界之外，免费或低价的政府与非营利服务按成本计入。

[R214] 设想一位家长原本自己辅导孩子，改为付费使用一项知识服务：服务产出100、中间投入40，测得的增加值增加60；若把家长的辅导按替代成本70估价，扩大口径后的生产变化是-10。符号可以反过来。反方向同样成立：一项免费的服务让使用者受益，却可能在测得的增加值里几乎为零。这些是思想实验，不是对任何服务的估计。

◆ 十六、桥怎样取数，又会在哪里断

一项桥接研究至少要有五步。第一步是服务层的成本账：产出、中间投入、验证与维护时间。第二步是买方的去向。直接问使用者“没有它你会怎样”，答案取决于对假设情形的想象，容易失真，因此更可靠的办法是分阶段或随机开放使用资格，追踪买方的支出变化，这与第37章的设计衔接。第三步是被替代方的收入和资源去向，须在授权下取得。第四步是福利，用选择实验等方法单列。第五步才是向上合成，前四步没有完成，就应停在微观主张，不写宏观数字。

桥会在几个地方断。第一，纯替代：设 σ 为0.9、 κ 为0.1、没有新增支出，Y仍取1000，各部门增加值率均为0.5，则 $\Delta VA=5000$ ，资源没有被重新吸收时增量为零。营业收入再高，也只是把原有的活动换了名字。第二，溢出。设两个相似的地区基期增加值都是100，没有服务时各自增长到104。引入服务后，处理地区为110，对照地区被分流需求，只有100。差分估计是10，对处理地区的真实效应是6，对照地区的真实效应是-4，两地区的平均效应只有1。局部比较把对照地区的损失当成了处理地区的收益，宏观结论因此被放大。第三，验证容量：第八、九节已说明，单项可行不意味着能同时实施，复核时间会成为共同瓶颈。第四，静态：上面的框架只看一个期间，而谱系理论最关心的是后续新任务能否发生，这需要第29至32章讨论的递归证据来补，不能靠一期的增加值回答。若规则更新后确有新任务出现，其增加值应逐期单列，并检验它能否由买方原有支出的变化解释；第十二节的净增益 b_t ，只有扣除替代与挤出之后的部分，才可以过桥。第五，价格下降：同一任务从价格100的旧服务改为价格60的新服务，买方多出的40花到哪里，决定净效应的符号；若被存起来，当期增加值反而下降，福利却上升了。

报告的格式也应服从这一结构：分列服务自身的增加值、带区间的净增量、福利估计和外部成本的实物记录，并写明每个数来自哪一步。缺项就写“未取得”，不以零代替；把未知填成零，等于宣布那件事没有发生，也会让空白的账本看上去像已经结清。

所以，说一项知识服务“创造了新的经济规模”，至少要交出三样东西：它自己的增加值，它的买方和被替代者的去向，以及福利与外部成本的另账。三样缺一，就只能说它是一项可行的服务。

◆ 十七、把经济失败也写入谱系历史

一项新服务失败，可能因为知识无效，也可能因为需求不足、交付困难或验证成本过高。必须保留失败类型。若把商业失败全部归为理论错误，会丢失可能仍有价值的公共知识；若把理论错误全部归为营销不足，又会保护不可靠成果。

可以为退出分支保存简明记录：哪些主张仍然有效，哪些条件不能持续，未来怎样变化可能重新启动。这样的记录减少后继者重复承担同样成本，也让经济失败成为知识发生的一部分。

因此，文明经济升级的一个重要能力，是允许失败退出活动层，同时保留可继承的经验。一个只能增加项目、不能关闭项目的系统，即使谱系名称越来越多，也未必具有健康的递归能力。

◆ 十八、知识谱系经济的瓶颈与边界

有效分支可能受验证者、经验材料、信任与协作能力限制。生成成本下降后，瓶颈可能从表达转向检验和使用；从单个答案转向长期维护；从工具获得转向复合主体之间的交接。真正有价值的产业创新，也可能发生在这些连接和检验环节，而不只发生在生成模型本身。

与此同时，深度历史纠缠可能形成能力优势，也可能形成依赖与封闭。用户不能迁移资料、无法判断服务边界或必须持续依附某个创始人，可能降低整个网络的协作能力。知识部落的经济价值不应靠阻断公共知识获得，而应体现在它持续创造和兑现的特殊能力。

本章最终把经济升级限定为一个需要现实兑现的过程：工具改变成本与能力，思想复合主体形成可持续的知识发生方式，知识通过可靠接口进入新的活动模式，再在替代、投入和社会后果的共同约束下产生经济效果。谱系化提供新的增长可能，真实世界决定哪些可能能够留下。



36

第 36 章

从工具内卷到知识谱系升级

◆ 一、降低成本为什么可能压缩经营者收益

考虑一个严格简化的市场：两家经营者提供完全可替代的服务，买方只比较价格，两家具具有相同边际成本和足够产能。若双方报价都高于边际成本，其中一家略微降价便能争取需求；在这些假设下，价格竞争会把价格推向边际成本附近。

这一模型的作用不是描述全部真实市场，而是揭示一种可能：共同工具降低成本以后，使用者可以获得更低价格，经营者却未必得到更高利润。若另有已经投入的固定成本，经营者还可能无法覆盖全部支出。工具有效与企业获利不是同一判断。

因此，“内卷”不能只用利润下降定义。价格下降可能给消费者带来真实收益，也可能反映重复竞争。要判断是否存在结构性升级，需要进一步观察新增任务、质量、资源配置与长期可持续性。

◆ 二、同质化与公共共同性不是一回事

公共数学、标准接口和可靠资料帮助所有参与者工作，不应被当成内卷根源。导致同质竞争的是多个组织在几乎相同的任务与价值空间中重复配置能力，而不是它们共享任何知识。

恰恰相反，共同基础有时能够降低差异化成本。若每个团队必须自行验证全部基础事实，就没有资源处理特殊问题。公共层越可靠，分支越有可能把精力用于真正不同的E和D。

因此，从内卷走向谱系升级，不是抛弃公共知识，而是让公共知识支持新的问题组织。共同性与差异性可以形成互补关系，而不必进行零和选择。

◆ 三、一个差异化服务的有限模型

设两个分支的需求满足 $q_1=a-bp_1+dp_2$ 、 $q_2=a-bp_2+dp_1$ ，其中 a 为正， b 大于 d 且 d 非负；只讨论需求为正的内部区域。两者边际成本均为 c ，暂不计固定成本。参数 d 描述交叉替代， b 描述自身价格影响。请注意： d 只是交叉价格系数，不能单独读作“可替代程度”，因为增大 d 同时抬高了对称价格下的需求；这一点在第十三节末段复核，第十四节另给出能让一个参数只代表可替代程度的设定。

分支1利润为 $(p_1-c)q_1$ 。对 p_1 求导，得到 $a-2bp_1+dp_2+bc$ 。对称解满足 $p_1=p_2=p$ ，因此 $p=(a+bc)/(2b-d)$ 。相应需求为 $q=a-(b-d)p$ 。只有在 $a>(b-d)c$ 等条件保证内部解时，这个表达才适用。

该模型说明，在不完全替代的任务空间中，经营者可能保留一定加价。但它没有证明这种差异化具有社会价值。人为制造不兼容或增加比较困难，也可能降低替代性。只有当差异对应真实任务改善，才能支持本书所说的谱系升级。

◆ 四、真实差异与制造差异的分界

一个新分支应当说明：它处理了什么原来未被充分处理的问题，为什么旧方法不足，新增条件怎样改善结果。若只是使用独特术语让客户难以比较，差异虽然存在，却没有增加知识能力。

可以采用“去掉标签”检验。隐去学派和工具名称，只比较任务、依据和结果，新分支是否仍有可辨识贡献？还可以采用“可迁移接口”检验：公开必要条件以后，外部使用者能否正确理解其用途，而不是只能依赖提供者的权威。

这两种检验不会消除所有复杂性，但能减少把包装当作谱系的风险。真正的生成独特性不怕明确边界，因为它的价值来自更好的研究和行动，而不是来自不可说明。

◆ 五、为什么新增需求不等于随意创造欲望

知识谱系可能使原先无法组织的活动变得可行，例如持续维护一个小群体的专业问题史。这里的需求可以在工具出现前已经存在，只是缺少可承担的供给方式。

也可能出现另一种情况：服务商通过复杂指标制造不必要的焦虑，再出售所谓解决方案。这同样能产生收入，却不应自动被视作文明升级。经济规模与意义改善之间需要额外判断，不能把任何付费都解释为正面发生。

SDE的D1意义维度在这里具有规范作用：创造、自由与幸福不应被缩减为交易次数。它们要求进一步询问，新服务是否扩展真实能力，是否增加不必要依赖，是否把成本转移给没有发言权的人。这些价值问题不能由利润公式单独回答。

◆ 六、专业化可能过度，合并也可能是升级

假设两个小分支分别维护几乎相同的基础，用户群高度重叠，验证成本却重复发生。继续强调独特身份可能浪费资源。把它们合并成共同基础，再保留必要的局部模块，反而可能提高生成能力。

因此，谱系升级不能用分支数量单调增加定义。它包括分化、合并、退出和重新组织。一个系统减少十个冗余分支，却使三个有效分支拥有更可靠的验证能力，可能比继续扩张名称更成功。

这与递归发生的选择性回写一致。知识生态需要能够删除失效路径，而不是让每个已形成组织永久获得理论保护。原有投入可以值得尊重，但不能成为拒绝纠错的理由。

◆ 七、当竞争奖励的是可见数量

假设两家组织竞争一项总额固定的注意收益 R ，它们分别生成 q_1 与 q_2 份同质内容，取得收益的比例由各自数量占总量的比例决定，每份成本为 c 。对第一家，收益减成本为 R 乘 q_1 除以 q_1+q_2 ，再减去 cq_1 。本节设 $R>0$ 、 $c>0$ ，数量为连续决策变量；只研究双方数量为正、内容质量相同、没有其他容量限制的思想实验。

对自己的数量求导，第一家的边际收益为 Rq_2 除以总量的平方，再减去 c 。对称内部均衡满足两家都生成 $R/(4c)$ ，总生成成本为 $R/2$ 。于是，在这个特定模型中，单位生成成本下降会提高均衡数量，却不降低双方合计的争夺成本，也不增加固定的注意收益。这个推导不表示现实市场必然采用如此分配规则。

取R为一百、c为一，两家各生成二十五份，总成本五十；若c降到二分之一，两家各生成五十份，总成本仍为五十。数量翻倍，但模型中的有效收益总额没有增加。工具确实更高效，竞争安排却把节约转成了更多同质争夺。这里的损耗来自奖励结构，而不是来自公共知识本身。

当c趋近零时，模型给出极大的数量，这也暴露了其边界：现实存在注意、验证和容量约束，线性成本与比例分配不可能无限保持。边界不影响有限例子的启示，却要求我们不能把公式外推成无限生产的现实预测。一个好的经济模型应同时展示机制与失效条件。

◆ 八、数量竞赛怎样侵蚀知识验证

如果每份内容都需要外部读者检查，新增数量会把成本转移到接收者。提供者看到自己的生成费用下降，读者却承担更大的筛选负担。若评价只看发布者账面成本，就会把这种转移误认为总体效率提升。知识经济必须把验证与注意的机会成本纳入分析。

更严重的是，内容之间可能相互引用同一来源，使大量相似表达看起来像广泛共识。发布数量增加并没有增加独立证据，却可能提高错误被接受的概率。这个机制不是AI特有，但低成本生成可以放大它。治理的对象因此应是证据依赖和奖励方式，而不是简单限制所有新的表达。

一种改进方向是把奖励从数量转向经检验的任务贡献。例如，是否识别了一个此前未发现的反例，是否使一个新的群体能够可靠使用某项方法，是否减少了后续判断错误。但任何新指标都可能再次被追逐，所以需要保留抽查、反例和方法更新。没有一种单一分数能够永久承担知识质量的全部责任。

因此，反内卷不是禁止竞争，而是改变竞争在什么空间展开。共同基础上的速度竞争可以有价值，新任务的探索也可以有价值；问题在于，评价是否把真正改善与表面可见性区分开。谱系升级要求新增能力进入新问题或更可靠的旧问题处理，而不是只成为注意争夺的放大器。

◆ 九、专业化投入与可识别收益

一个团队决定建立特殊知识分支，需要先承担资料整理、方法适配和验证成本。若使用者不能识别这些投入产生的质量，它可能难以收回费用。于是，市场不一定自动奖励更好的谱系；便宜、流畅而无法验证的服务，也可能挤压严谨服务。知识经济研究需要把质量可识别性作为条件，而不是默认买方知道一切。

可识别性可以通过分阶段样例、保留任务、可复算结果和失败边界改善。它们的作用不是把所有内部经验完全公开，而是让外部主体获得足以作选择的证据。一个服务明确不能处理哪些问题，可能减少错误使用并提高长期信任；但这种好处是否被市场回报，仍需具体观察。

对新谱系而言，第一批用户还可能参与知识发生。他们提供情境、反馈和反例，使原有生成规则得到修订。应当记录这种贡献，而不是把所有改善都归给提供者的模型。合作产生的知识如何授权、署名和继续使用，需要明确约定。否则，谱系经济会把使用者的无偿知识投入隐藏在企业创新叙事中。

因此，一项差异化服务是否成立，不仅取决于能否产生独特答案，还取决于其质量是否可检查、反馈是否能进入修订、贡献是否被合理记录。三个条件共同决定独特性能够成为持续能力，还是只成为更难比较的包装。

◆ 十、效率改善仍然可以是正面升级

本书不能为了强调谱系化而否定旧任务做得更好的价值。若一种工具让同样质量的公共服务更便宜，释放资源供其他用途，即使没有产生新的行业名称，也可能具有真实收益。谱系发生提供一条结构性扩展机制，不是经济改善唯一合法的形式。

相应地，“只有多元化和谱系化才能走出内卷”的命题，需要限定在持续同质争夺难以打开新活动空间的情形。在其他条件下，提高质量、改善分配、消除浪费或扩大有效需求，也可能改变竞争结果。把必要条件说得过强，会使理论忽略能够与谱系化相互支持的机制。

作者在理论形成中强调的重点仍然保留：当新工具仅被用于同一种旧模式，新增能力可能继续挤入原来的竞争通道；当复合主体能够重组问题和活动，就有机会

开辟新的价值空间。本书将这一判断写成有条件的发生机制，而不是把任何不增分支的改善排除在文明进步之外。

这种限定也让公共统一性恢复适当位置。统一标准减少重复劳动，可靠公共知识降低进入成本，通用工具让小主体获得基本能力。它们不是需要被谱系化消灭的旧物，而是差异化发生能够经济实现的基础。共同性越有质量，特殊化越有机会把资源用在真正相关的差异上。

◆ 十一、无效差异可以被合并，真正差异可以被保护

设两个分支使用不同术语，却对同一任务给出完全等效的规则，维护成本各自很高。将它们映射到共同表达，可以保留历史贡献而减少重复。若另一对分支在关键条件上确有不同反应，强行合并则会损害任务质量。合并与分化都需要同一性分析，不能由组织规模偏好预先决定。

这意味着谱系管理应定期检查两种清单：哪些差异已经失去用途，哪些共同规则开始掩盖重要差异。前者支持合并和退役，后者支持分叉和新轴。一个只会分叉不会合并的系统，容易积累维护债务；一个只会统一不会分叉的系统，则容易压制新问题。

AI可以辅助比较语义、检测依赖与寻找反例，但最终判断应落在明确任务和验证上。两个文本语义相似，不足以证明其操作等价；两个文本措辞不同，也不足以证明形成了独立谱系。将模型相似度当作最终裁判，会把知识结构重新压成表面表达的竞争。

因此，反内卷的知识组织不以分支数为目标，而以有效差异与可靠共用的适当比例为目标。这个比例没有脱离任务的普遍最优值，却可以通过成本、结果和维护记录不断调整。调整本身就是行业层面的递归发生。

◆ 十二、让竞争发现问题，而不是制造无法完成的承诺

一个开放的谱系市场应允许不同方法在同一任务上接受比较，也允许研究者提出新任务，但要求新任务说明其真实需求和完成条件。仅仅把承诺扩大到无法验收

的范围，不构成更高阶能力。越宏大的服务描述，越需要分解成可以逐项检查的关系。

当一个系统失败时，应区分方法失效、条件不足、执行偏差与任务改变。不同诊断支持不同更新：修正规则、补足资源、改进执行，或重新界定问题。若所有失败都归因于使用者不够理解，提供者就免除了自己的学习责任；若所有失败都归因于工具无用，又会失去局部改进的机会。

行业升级因此不是没有失败的状态，而是失败能够成为新的公共或局部知识，减少同类损耗并打开有效活动。工具的性能增长提供机会，复合主体的判断与组织决定如何使用机会，竞争与协作制度决定这些成果能否继续累积。三层关系结合，才使谱系经济超出“每个人都多生成一点”的表面繁荣。

◆ 十三、复核：两个模型的变量范围与正值条件

前面两个模型都用了连续变量和若干“显然为正”的参数。这一节把它们逐项检查，因为结论是否成立，常常取决于这些没有写出来的范围。

先看第七节的数量竞赛。它采用的“按数量占比分配奖励”，属于以努力之比决定获胜概率的比率形式；Skaperdas对这类竞赛成功函数的公理化有专门讨论。[R217] 本书采用它，只因为形式简单，并不认为现实的分配规则如此。设 $R > 0$, $c > 0$ ，双方数量 q_1 、 q_2 为非负实数，在 $q_1 + q_2 > 0$ 时第一方的净收益为 $Rq_1/(q_1 + q_2) - cq_1$ 。当双方数量都是零，份额没有定义，必须另作约定；约定无论怎样， $(0,0)$ 都不是均衡，因为只要一方生成一个很小的正量，就独得奖励，净收益接近 R 。给定 $q_2 > 0$ ，一阶条件为 $Rq_2/(q_1 + q_2)^2 = c$ ，最优反应是 $q_1 = \sqrt{(Rq_2/c)} - q_2$ ，且仅当 q_2 小于 R/c 时为正；自身数量的二阶导数为 $-2Rq_2/(q_1 + q_2)^3$ ，恒为负，所以一阶条件给出的就是全局最大。内部纯策略均衡中，两个一阶条件相减得 $q_1 = q_2$ ，因此均衡唯一，数量为 $R/(4c)$ ，每方净收益为 $R/2 - R/4 = R/4$ ，大于零，参与有利。

正值条件各有作用。若 c 小于等于零，多生成不再有代价，最优反应没有上界；若 R 小于等于零，没有奖励可争，最优是不生成。 c 趋近零时，均衡数量无界增长，这是模型在现实容量约束处必须停止的地方。数量若只能取整数，结论也不变：取 R 为100、 c 为3，连续解约为8.33，穷举整数组合，唯一的非零纯策略均衡是双方各8

份，总生成成本48，与连续解的50相近。这些都是用程序复核的有限算例，不是一般定理的替代。第十六节要用到异质成本的情形：两方单位成本为 c_1 、 c_2 ，各自净收益为 $Rx_i/(x_1+x_2)-c_ix_i$ ，同样的一阶条件给出 $x_i=Rc_j/(c_1+c_2)^2$ ，总支出为 $2Rc_1c_2/(c_1+c_2)^2$ 。由 $(c_1+c_2)^2$ 不小于 $4c_1c_2$ ，总支出不超过 $R/2$ ，等号当且仅当 $c_1=c_2$ 。也就是说，双方越对称，耗散越大。

第三节的差异化需求同样有范围。它要求 b 大于 d 且 d 不小于零， a 为正，并且 $a > (b-d)c$ 。这最后一条一身三用：对称价格高于边际成本，需求为正，二者都等价于它。取 a 为10、 b 为2、 d 为1、 c 为1，价格为4，每家数量为6。复核中发现了一个解释问题：保持 a 、 b 不变而增大 d ，对称价格下的需求随之变大，均衡价格和利润也一起上升。 d 取0、0.5、1、1.5时，价格依次约为3、3.43、4、4.8，单家利润依次约为8、11.8、18、28.9。所以这里的 d 只是交叉价格系数，不能单独读作“可替代程度”：可替代程度更高，加价反而变大，与直觉相反。这并非计算错误，而是参数把市场大小和替代混在了一起。

◆ 十四、让“可替代程度”有明确含义

要让一个参数只代表可替代程度，需要给需求一个来源。设代表性使用者的效用为 $\alpha(q_1+q_2)-(q_1^2+q_2^2+2sq_1q_2)/2$ 再减去支付，其中 $\alpha > c > 0$ ， s 属于 $[0,1]$ （ α 、 s 均为本节局部记号， s 与SDE的 S 无关，也不同于第33章的错误预算 α_t ）。 s 等于零表示两项服务互不相关， s 越接近1越接近完全替代。这是一种便于计算的二次效用设定。差异化双寡头中价格与数量竞争的经典论文，如Singh与Vives，研究的是同一类问题，但本轮只读到其摘要，没有核对其具体设定，以下推导由本书自己完成。[R218]由效用得逆需求 $p_i=\alpha-q_i-sq_j$ ，反解得直接需求 $q_i=[\alpha(1-s)-p_i+sp_j]/(1-s^2)$ 。 s 必须严格小于1，因为 s 等于1时 $1-s^2$ 为零，直接需求式没有定义，那正是第一节完全替代的情形，要按价格竞争另行处理。它与第三节线性式同形，但三个系数不再独立： $a=\alpha/(1+s)$ ， $b=1/(1-s^2)$ ， $d=s/(1-s^2)$ 。

对称均衡价格为 $p=[\alpha(1-s)+c]/(2-s)$ ，加价为 $(1-s)(\alpha-c)/(2-s)$ ，每家数量为 $(\alpha-c)/[(2-s)(1+s)]$ 。 s 为零时加价是 $(\alpha-c)/2$ ，各家如同垄断； s 趋近1时加价趋近零，回到第一节价格逼近边际成本的结论。这时方向是对的：可替代程度越高，加

价越低。成本传递也有明确公式： $dp/dc=1/(2-s)$ ，介于二分之一与1之间，可替代程度越高，成本下降传给价格的比例越大。取 s 为0.5，传递率是三分之二。

◆ 十五、进入自由时，降低成本为什么不减少耗散

第七节固定了两个参与者。让参与者数量 n 也成为变量，结论会更尖锐。 n 个同质参与者争夺总额 R 的奖励，每人单位成本为 c ，同样的一阶条件给出每人数量 $R(n-1)/(cn^2)$ ，每人扣除生成成本后的净收益 R/n^2 ，总生成成本 $R(n-1)/n$ ， n 为2时正是第七节的 $R/2$ 。这个总量与 c 无关：成本降低，每人生成得更多，总花费却不变。

再设每个进入者要付一次性进入成本 F 。自由进入使这笔净收益 R/n^2 降到 F ，所以均衡参与者数为 $\sqrt{R/F}$ 。取 R 为100、 F 为4， n 为5，生成成本合计80，进入成本合计20，总和恰为 R 。这里的“恰为 R ”有一般性：此时总耗散 $R(n-1)/n+nF=R$ ，奖励被完全耗散，不论 c 是多少；取 c 为0.2、1、5分别复算，总耗散都是100。这是比率型分配规则下的一个有限推导，现实中参与者异质、奖励可再分配、进入成本也不固定，数字不可照搬。

它对本章的含义是：在这种奖励结构下，共同工具把 c 降下来，既不增加奖励，也不减少耗散，变化的只是耗散在生成与进入之间的分配。真正能改变结果的，是进入成本 F 、奖励的规则，以及奖励本身的大小。谱系理论用这个语言重述，就是：新任务被组织出来，意味着出现了新的奖励 R' ，而不是在旧奖励上多生成几份。这一点留在下一节与其他路线一起比较。

◆ 十六、不走谱系路线，竞争结果也能改善

至此可以回答一个必须回答的问题：改善竞争，是否只有降低 s 这一条路？我们取 α 为2、 c 为1、 s 为0.9作为基准，此时加价约0.09，使用者剩余约0.435，总剩余约0.522，已接近价格等于边际成本时的上限0.526。为了公平比较，让三条路线各自把“价格等于边际成本时的最大总剩余”提高到同一水平0.6：路线A降低 s ，使之降到约0.667；路线B保持 s ，把 c 降到约0.932；路线C保持 s ，把 α 升到约2.068。这个“等潜力”设定是构造的思想实验，三条路线的真实成本并不相等。

结果是：路线A把加价抬到0.25，两家利润合计约0.225，使用者剩余却降到约0.338，低于基准，总剩余约0.5625，只实现潜力的93.8%。路线B与C使加价只有约0.097，使用者剩余升至约0.496，总剩余约0.595，实现潜力的99.2%。下表把数字并排放出，单位为抽象货币，全部是思想实验。

情形	加价	使用者剩余	两家利润合计	总剩余	占潜力
基准 ($s=0.9$)	0.091	0.435	0.087	0.522	99.2%
路线A (降低 s)	0.250	0.338	0.225	0.563	93.8%
路线B或C (降成本或升质量)	0.097	0.496	0.099	0.595	99.2%

差异化在这个模型里确实提高了总剩余，也提高了厂商利润，但它同时放松了价格竞争，增益主要落在厂商一侧；降低成本和提高同一任务的质量，则通过更激烈的价格竞争把大部分增益留给使用者。成本传递公式给出同一方向的解释： s 为0.9时，成本下降的约91%传给价格； s 降到0.5时只有约67%。接近同质的市场里，降成本的好处更多流向使用者；差异化则同时削弱了这种传递。R13考察的是客服场景中已有任务完成效率的变化，不涉及新任务，可以看作路线C一类的经验例子，但本书不据此推广到别的领域。[R13]

数量竞赛里也有非谱系的办法。其一，对每份提交收取验证费 τ ：均衡数量降为 $R/[4(c+\tau)]$ 。取 R 为100、 c 为1、 τ 为1，每家12.5份，生成资源成本由50降到25，另有25是转移，不是浪费，是否值得取决于这笔费用是否真的用于验证。其二，让奖励与经检验的质量挂钩。设两方单位有效产出的成本分别为0.5与2，均衡总支出由50降到32；优势方得到五分之四的奖励，净收益64，劣势方净收益4。总耗散下降了，代价是一方长期占优，而且前提是质量差异可以被可靠核验，核验本身有成本。

第三条路线是合并重复分支，第十一节已作定性讨论。用同一模型的极限情形可以算出条件：两家近乎同质、 $\alpha-c$ 取1时，价格竞争的总剩余是0.5；合并成一家并自由定价，总剩余降为0.375，损失0.125。只有节约的固定成本超过这个数，合并才值得；若合并后价格仍受约束，则损失小得多。所以合并不是无条件的好办法，是否合并取决于合并后的竞争结构。

这组对照的结论要说得有分寸。它不说明谱系升级无用：模型固定了任务集合和 α ，只能比较在已有任务上的竞争，无法表示新任务被组织出来之后发生的新需求，而那正是谱系理论的核心主张。它说明的是，不能因为内卷存在，就推出必须走降低 s 这一条路。若差异化同时创造了原本不存在的新奖励 R' ，总剩余的变化还要加上新奖励的净额；这一项本模型没有，也推不出，只能靠第37章的设计去观察。判断应来自同预算对照：对相近的组织分别安排公共验证与降成本、提高质量、差异化三类支持，比较使用者结果、厂商利润和验证负担。这与第37章的设计衔接。

◆ 十七、从企业选择到公共条件

企业可以改进自身方法，却不能单独解决全部公共验证、教育与基础设施问题。若新知识服务都依赖同一项基础数据质量，改善公共数据可能比补贴许多重复工具更有效。这个判断仍需具体成本比较，不能从理论直接推出某项政策。

对研究设计而言，应当比较不同支持方式：购买工具、训练人员、建设共同检验资源、支持跨谱系接口，各自怎样影响有效任务和成本。只有这样，才能把“鼓励AI应用”转成可评价的组织选择。

本章的结论因而不是“只有差异化才有价值”。效率提高本身可以重要；公共知识也不可替代。真正的问题是，当相同工具已普遍可得，怎样让新增能力进入新的有效活动，而不是只在旧市场中重复争夺。谱系升级提供了一条机制，但它仍必须通过质量、成本与公共后果的检验。



37

第 37 章

知识谱系经济学的指标体系与实证研究

◆ 一、把一条宏大链条拆成多个研究问题

“思想复合主体—知识谱系—行业升级—经济扩张”包含不同层次的关系。一个实验通常只能检验其中有限环节。若在写作任务上发现质量提高，就直接宣布文明经济升级，等于跨越了多个尚未测量的机制。

本章把研究分成五层：任务表现、持续生成能力、知识谱系结构、组织活动变化与净经济后果。每层有自己的观察单位、时间范围和竞争解释。上层结论需要下层证据，但不能只靠下层证据自动推出。

这套设计尚未采集真实实验数据。所有分组、指标和阈值都是研究方案，必须在实际执行前完善伦理、资源与测量安排。程序复算只能检查有限算例，不能代替经验结果。

◆ 二、任务表现：准确、有效与新颖应分开

一个回答可以准确却没有新意，也可以新颖却错误；可以理论上正确，却没有回应指定问题。因此，不能用单一印象分同时代表所有维度。

对于数学任务，可以分别记录定义是否清楚、推导是否有效、是否发现反例、是否产生非重复结果。对于经济分析，可以记录数据来源准确性、模型假设、预测比较和不确定性表达。对于教育任务，则需要观察学习目标与任务表现，而不是只评价文字是否感人。

这些指标不必全部合成总分。若需要综合，应事先规定权重，并保留分项结果。关键错误可以作为阻断条件，不能被语言流畅度或篇幅抵消。

所谓创新水平也不应被包装成未经验证的“智商”测量。可以评价具体任务的原创性与有效性，但不能据此给人或作品赋予具有心理测量含义的分数，除非另有充分量表与验证。

◆ 三、持续生成能力：用后续任务而不是首轮产量检验

知识谱系的核心是继续发生。因此，评价不能只停留在首次作品。需要在一段研究过程后提供新任务，观察系统是否能利用已形成规则、识别失配并产生合理修订。

后续任务应包含熟悉领域内的新问题、结构相似但表面不同的问题，以及会诱发错误套用的反例问题。三类任务共同区分记忆、迁移与判断能力。只考熟悉题，会高估连续性；只考完全无关任务，又无法反映谱系积累。

还可以测量错误修复：给系统一个已经被指出缺陷的结论，观察它是否只改措辞，还是同步更新相关依赖。一个能够写出漂亮勘误却保留旧错误前提的系统，尚未完成真正回写。

◆ 四、交叉替换设计及其识别限制

设H表示原研究者，H'表示对照研究者，A_E表示具有长期研究状态的系统，A_o表示新系统。四组任务得分可以构成一个交互量： $\Gamma = Q(H, A_E) - Q(H, A_o) - Q(H', A_E) + Q(H', A_o)$ 。

Γ 为正，表示在这个任务与评分尺度上，原研究者与长期系统的组合具有额外差异。但它不自动证明不可还原的主体，也不自动证明因果效应。研究者能力、任务熟悉度、资料与工具权限都可能影响结果。

特别是评分尺度会影响交互解释。若某组接近满分，天花板效应可能压缩可见增益；若任务难度过低，各组都表现相近，也不能证明不存在能力差异。因此，应使用多个难度层次和分项指标，并避免仅在一组案例上计算结论。

严格研究还需要更多研究者与任务，尽可能随机安排可随机的条件，并清楚标记不能随机的历史因素。特定创始人与其长期系统的案例，可以提供机制材料，但推广到一般人群需要额外样本。

◆ 五、移植实验怎样区分E与D？

可以设置不同迁移条件：只提供现成成果，提供完整聊天历史，提供结构化概念与反例包，再提供明确的研究与验证规则。比较这些条件有助于判断哪些状态对能力恢复重要。

但E与D并非完全独立。研究规则本身也是可记录信息，资料组织又影响实际路径。因此，实验不能把两个标签当作天然可分离变量，而应说明具体操纵了什么：术语版本、问题历史、反例、操作步骤、评价标准或反馈权限。

迁移结果也需要分层。新系统可能恢复事实回答，却不能恢复问题选择；可能恢复论证格式，却不能发现新反例。总分相近不代表所有能力等同，部分恢复也不代表迁移失败。

一个有意义的终点是任务限定的非劣性：在指定关键任务上，新系统表现没有低于预先说明的容许范围。容许范围需要依据实际用途确定，不能为了宣布成功而事后放宽。

◆ 六、如何比较普通AI使用与谱系式使用？

一个可实施的多组方案是：基础组按常规方式完成任务；工具组使用同类AI但不建立长期结构；资料组提供整理后的知识与历史；谱系组进一步保留问题、反例、验证与选择性回写。各组应尽量控制时间、模型与资料获取范围。

这个设计比较的是不同工作安排，不是单独“有无AI”的纯技术效果。如果谱系组投入更多专家时间，所得差异必须计入解释和成本。不能把人的额外工作隐藏在AI收益中。

同时应记录执行偏离。有的成员可能没有真正使用反馈规则，有的成员可能自发建立自己的结构。按最初分组分析与按实际使用分析回答不同问题，需要明确区分，避免选择性报告最有利结果。

◆ 七、新轴指标的操作化

一个新轴提案至少需要三项记录：它区分了哪些旧特征无法区分的对象；这些对象是否属于预先说明的任务域；新增区分是否改善了某项解释或行动。第33章命

题一给出的有限判据（第31章第十四节作了应用）可以支持第一项，但不能代替后两项。

研究中可以先对候选轴进行冗余检查，再用独立任务测试价值。若轴只在发现它的样本中有效，可能是过度适配；若在新任务中仍能稳定提高判断，才更支持其生成价值。

还应记录被否决轴。只统计最终保留的成功轴，会隐藏搜索成本与错误风险。一个方法找到三个有效轴却提出一千个无效轴，与另一个方法找到两个有效轴只提出十个候选，经济含义可能不同。

◆ 八、谱系密度与递归深度的测量

密度需要固定分母。可以在明确任务网格中记录有效节点占比，但必须保存网格定义与版本。递归深度则需要说明什么算一层：知识增加、对象扩展、轴变化和规则变化不能混为同一计数。

一个实际记录可以采用带类型的发生图。节点记录知识系统版本，边标明扩展、分叉、翻译、合并或规则修改，并附验证状态。所谓深度可以在某类边上计算，而不是随便沿任何连接数层数。

但深度高不必然价值高。一个浅层方法可能解决重要问题，一个深层系统可能只是不断修补前面的错误。因此，结构指标应与任务结果、维护成本和可解释性共同报告。

◆ 九、经济结果：从收入到净新增价值

经济评价首先需要明确核算单位。营业收入、增加值、利润和使用者福利不同。BEA关于增加值的说明强调产出与中间投入之间的区别，[R16] 因而不能把同一知识服务链上每个环节的营业额直接相加为新增经济规模。

研究可以记录服务收入、实际投入、验证与维护时间、旧服务替代、使用者任务改善及风险变化。但这些指标如何进入宏观统计，还需要遵守相应核算边界，本书不以简单模型替代统计制度。

更重要的是反事实：没有该模式时，任务是否会由其他方式完成，成本和质量如何？如果只是把原来付给甲的费用转给乙，收入增长不等于总量新增；如果使原先无法组织的高价值活动成为可能，则可能存在更强结构性贡献。

◆ 十、机制识别不能只靠相关图

拥有更多知识谱系的组织，可能本来就有更强领导、资源和研究能力。观察它们经济表现更好，不能直接证明谱系数量造成增长。反向因果也可能存在：资源充足使组织能够维护更多谱系。

可以通过随机引入工作安排、分阶段实施、明确对照与追踪机制变量来改善识别。但每种方法都有假设，不能把一个统计方法名称当成因果保证。特别是把多个中间变量放进回归，并不自动证明整条发生链。

因此，经验研究应报告哪些箭头获得支持，哪些仍然不明。理论可以在局部证据基础上继续发展，不需要每项研究都宣布整体成功。

◆ 十一、预先规定与探索发现怎样并存？

谱系研究本身强调发现新轴，完全禁止探索会与研究对象冲突；但无限事后调整又会使任何结果都显得支持理论。解决办法是区分探索阶段与确认阶段。

探索阶段允许提出新指标与候选关系，但明确记录它们由哪些数据启发。确认阶段则在新的材料或保留样本中检验预先说明的判断。若必须修改，保留修改历史并重新界定证据地位。

这不是形式主义。它保护真正新发现不被偶然模式淹没，也使失败结果能够进入知识回写。一个严谨的递归体系，应当允许理论更新，同时保留每次更新之前的预测与承诺。

◆ 十二、盲审、独立性与角色模拟

可以安排多位实际评审者，在不知道组别的情况下评价成果，并记录分歧。若只由同一系统模拟多个角色，它可以帮助发现问题，却不等于独立评审。两者的证据地位必须分开。

研究应分别登记实际执行者、角色分配、审查权限与证据来源。一个系统模拟多个角色可以产生有用的自校意见，但这些意见不能计作多名独立评审；程序复算通过也不能计作外部专家认可。具体执行记录应与论文或专著一同保存，并随版本更新，而不以角色名称代替真实审查过程。

独立性还涉及来源。多个模型若依赖同一错误材料，输出一致不构成多份独立支持。审查应关注证据来源与推理依赖，而不仅关注表面上有多少意见。

◆ 十三、何种结果会削弱本书理论？

如果长期状态在控制资料与资源后没有稳定贡献，思想复合主体的强历史配命题需要缩小。如果所谓新轴大多是已有特征的重编码，递归发生的结构主张需要修订。如果更多谱系只增加维护负担而没有任务改善，经济扩张机制就不能成立。

如果普通标准化系统在多种任务上持续优于高度特殊系统，也应认真报告。它可能说明公共基础比预想更强，或特殊化条件尚未成熟，而不是证明研究者“不懂部落”。

这些可能结果不会自动否定所有SDE概念，却会限制具体命题。一个能够承受局部否定的理论，比必须把所有结果解释成支持的理论，更有发展能力。

◆ 十四、一个可以执行的四条件研究协议

为了把“资料积累”与“发生规则”尽量分开，可以设置两个具体因素。因素C表示是否提供结构化历史资料包；因素R表示是否采用明确的反例、验证与回写流程。由此形成C0R0、C1R0、C0R1、C1R1四种工作条件。这里的C和R是实验操作标签，不等于把完整E与D完全分离。

资料包应在实验前冻结，记录版本、大小、来源和权限。流程组则获得同样明确的操作要求，例如保存候选地位、记录关键反例、在后续任务前更新依赖。无流程组仍允许完成正常研究，不能故意给它设置不合理障碍。

若研究目标是比较总投入相同的表现，就应把整理资料和执行流程的时间计入预算；若目标是比较额外投入能否获得回报，则应允许投入不同，但完整记录差额。两种问题都合理，不能在结果出来后切换口径。

这个设计没有证明两个因素彼此独立，因为结构化资料也会影响研究路径，流程也会产生新资料。它研究的是两个可操作安排的联合效果，而不是把SDE存在切成彼此毫无纠缠的零件。

◆ 十五、随机分配在什么条件下支持因果比较

设有N个研究单位，每个单位在接受安排时的潜在结果为 $Y_i(1)$ ，不接受时为 $Y_i(0)$ 。若从这些单位中等概率随机选出固定数量 n_1 接受安排，其余为对照，且不存在单位之间的相互影响，那么两组均值之差在随机化意义上的期望，等于这N个单位的平均处理效应。

证明可以直接写出。每个单位被分到处理组的概率为 n_1/N ，所以处理组均值的期望为 $(1/N)\sum_i Y_i(1)$ ；对照组同理为 $(1/N)\sum_i Y_i(0)$ 。两者相减得到结论。这是对研究设计的条件性说明，不是说任何实际分组都已满足条件。

在知识谱系研究中，单位之间相互交流很常见。若两个参与者共享资料，或共同修改同一个AI状态，单人随机化可能不再对应独立处理。可以按实际协作群组随机化，或者明确研究含有传播作用的安排，但必须改变相应分析单位。

重复任务也不能简单当作更多独立研究者。一个人完成十道题，题目分数可能受到同一能力和状态影响。可以先按研究单位汇总，再比较组间结果，或采用明确处理层次的方法。样本数的报告应区分人数、组织数、任务数和独立分配次数。

◆ 十六、四条件的交互量可以说明什么

记四组平均结果为 μ_{00} 、 μ_{10} 、 μ_{01} 、 μ_{11} ，交互量定义为 $\Delta = \mu_{11} - \mu_{10} - \mu_{01} + \mu_{00}$ 。它衡量在所选加性尺度上，联合安排是否超出两个单独变化的和。若分配满足适当条件，可以对这项工作安排的交互作用因果解释。

但是， Δ 会随评价尺度变化。正确率、完成时间和效用不是同一个尺度；在接近满分的任务上，可见改善空间很小。交互为零不意味着两个安排完全没有作用，交互为正也不等于证明了哲学上的不可还原主体。

为了避免只选择最有利指标，可以事先指定一个主要任务结果，并保留必要的分项报告。例如把形式正确性作为门槛，再比较未见任务的有效解决率与总投入。语言流畅不能抵消关键推导错误，篇幅也不能替代任务完成。

◆ 十七、发现集、确认集与压力任务

谱系研究必须允许发现新轴，因此不能把所有探索都视作不规范。更合适的安排是：发现阶段允许提出候选和修改规则；确认阶段使用未参与选择的任务；压力阶段专门检查边界、异常和迁移风险。三种材料的角色应当在记录中分开。

确认材料一旦被反复查看并据此调整系统，就不再具有原来的保留地位。可以保留其历史作用，再建立新的未见任务，而不能继续把它称为完全独立检验。模型内部可能见过某些公共题，也应在能力允许范围内考虑这一限制。

压力任务不必代表日常频率最高的情境。它可以是低频但重要的反例，例如前提被撤回、资料互相冲突、用户要求跳过验证。研究应同时报告常规表现和压力表现，不能用一个平均分隐藏关键失败。

◆ 十八、任务数据表需要记录哪些内容

一个最小任务记录可以包含：研究单位标识、分配条件、任务版本、资料包版本、模型或系统版本、资源预算、实际用时、候选结果、验证记录、最终状态和评分。涉及个人材料时还需相应权限与去标识安排。

记录应允许区分“没有作答”“作答错误”“任务无法由现有资料判定”和“正确拒绝越界”。若把这些都记为零分，可能奖励系统在证据不足时胡乱回答；若把所有拒绝都当成安全成功，又可能奖励无用的保守。评分必须结合任务的正确行动。

还需要保存修改轨迹。系统在收到一个反例后是否只改结论措辞，还是同步改变生成规则和相关依赖，是递归研究的关键区别。只保存最终漂亮答案，就无法判断发生机制。

◆ 十九、评审独立性怎样落实

评审者应当尽量不知道任务来自哪个条件，并使用同一评分说明。可以随机化呈现顺序、去掉无关的系统标识，并记录评审分歧。但不同工作安排可能留下风格线索，完全盲法未必能够实现，这项限制应如实记录。

实际独立评审者与同一模型模拟多个角色不同。后者可以提供检查角度，却共享大量能力与偏误。若所有评审又依赖同一份未经核实材料，表面一致不能构成独立证据。评审数量与证据独立性必须分别报告。

可以把严重事实错误、无效证明和越权使用材料设为单独阻断项。这样，即使总分较高，仍需要修正关键问题。质量控制不应只是一套漂亮平均数。

◆ 二十、从任务试验到长期追踪

一次实验可以检验短期任务差异，长期谱系则还需要观察维护、迁移和纠错。可以在若干预先规定的时间点加入新任务，记录旧规则是否仍有效、是否产生新的轴、维护成本是否增长，以及退出原因。

长期研究尤其要防止只保留成功使用者。退出可能与成本、无效或迁移困难有关，本身就是重要结果。若只研究坚持到最后的高表现者，会高估工作安排的普遍可用性。

经济追踪还需要记录实际使用而不是只记录购买。客户购买了某个智能体，却从未把它用于真实任务，收入已经发生，能力贡献却未必发生。销售、使用、任务改善与净新增活动是四个不同观察层。

◆ 二十一、研究登记与结果报告的最低闭环

研究开始前应保存问题、主要比较、任务范围、评分规则、预算和停止条件。过程中保存偏离与修改。结果报告则同时给出预先比较、探索发现、失败候选和未解决限制。没有真实执行的数据表，不应被标为已经完成实验。

本书当前给出的是可执行协议和有限模型，不提供虚构参与者、效应量或显著性结果。程序测试验证的是构造与计算，不能被放进实证结果栏目。这样的边界使

未来真正采集的数据拥有明确位置，也使本书不会在尚无证据时提前占有研究结论。

◆ 二十二、预注册草案0.1：状态、问题与假设

前面各节给出了设计的零件，这一节开始把零件装成一份可以交给登记平台的草案。先说状态：这是草案0.1，没有提交任何登记平台，没有登记编号，没有招募参与者，没有收集数据，也没有结果。责任人、资助方和伦理审批栏目都空着，空着就是还没有。

之所以要写成预注册，是因为它把计划内的工作与计划外的工作分开。开放科学中心的说明是：确认性研究检验预先写定的假设，不依赖数据，目标是减少假阳性；探索性研究依赖数据提出假设，目标是不错过意外发现，其结果应当再被重复。[R216] 美国经济学会的试验登记处允许一部分字段在试验结束前隐藏。[R223] 本草案据此把保留任务的内容留在隐藏字段，只登记它们的哈希摘要。

研究问题有三个。主要问题：在未见过的保留任务上，采用明确的反例、验证与回写流程（因素R），是否提高有效解决率？次要问题一：结构化历史资料包（因素C）的效应如何？次要问题二：C与R的交互量 Δ 是否不为零？理论预测R的效应为正，但检验取双侧；若效应的区间完全落在预先设定的无实质差别带内，就判为没有实质效应。无差别带的宽度由预试和任务用途决定，在登记前冻结，本草案不填数值。

◆ 二十三、随机化单位、样本与分配隐藏

随机化单位是协作群组，而不是个人：共享资料、共同修改同一个AI状态的参与者属于同一群组，单独工作的人自成一组。这样做是为了避免第十五节所说的相互影响。分配前先用一项标准化的前测对群组分层，每层内再随机分配到C0R0、C1R0、C0R1、C1R1。随机序列由不参与招募和评分的人员用程序生成，记录种子；分配结果在群组确认入组之后才通知，防止招募者根据预期挑选。

样本量不在草案里预设。整群设计中，每组 m 人、组内相关系数为 ρ 时，均值差的方差约为个体随机化的 $1+(m-1)\rho$ 倍，这是标准的设计效应。 m 为5、 ρ 为0.2时，

设计效应为1.8，200人只相当于约111个独立个体；用固定种子的模拟复核，方差比为1.77。 ρ 与基线方差必须来自预试，再据此确定群组数。报告时分列人数、群组数、任务数和独立分配次数。关于随机试验的报告规范，CONSORT当前版本为2025年版，另有整群随机试验的专门扩展，本轮只确认了它们的存在，没有逐条采用其条目。[R224][R225]

◆ 二十四、保留任务的封存与污染检查

保留任务分三类：熟悉领域的新问题、结构相似而表面不同的问题、诱发错误套用的反例问题，另设压力任务。编制者不得是系统构建者或参与者。任务文件与评分细则同时冻结，计算哈希并登记，内容在确认阶段结束前不公开；访问需要记录日志。结果公布时同时公开任务文件，任何人重算哈希，即可核对文件在冻结之后没有被改动。

污染有两种。一种是任务文本出现在资料包里，可以用字符串匹配和改写检索检查；另一种是模型曾在训练中见过公共题，只能尽量以自编题为主，并如实记录这一限制。若发现某组看过保留任务，应立即启用备用集，原任务集降为探索材料，不得继续称为确认依据。长期追踪时的新增任务沿用同一封存流程。

◆ 二十五、盲评与评分

评审者不知道组别。呈现前统一格式、去掉系统标识、随机排序。完全盲法未必做得到，所以在揭盲前请评审者猜测每份成果属于哪个条件，报告猜中率；明显高于机会水平，就说明风格留下了线索。每份成果由两名独立评审者评分，分歧交第三名裁决，评分前以与保留任务无关的校准样例统一尺度。一致性对二分类用Cohen的 κ ，对连续评分用组内相关系数，二者都随主要结果一并报告。严重事实错误与无效证明是阻断项，不能被其他分项抵消。评审者不得是构建者或参与者；同一模型模拟的多个角色不计作独立评审。

◆ 二十六、退出、缺失与偏离

参与者可随时退出，无需说明理由。退出后已提交的成果是否保留，由知情同意书事先写明，涉及个人材料的部分可以要求删除。退出原因分为个人原因、成本过高、无效感和迁移困难四类，各自单独报告。

主分析按意向处理，即按随机分配的组别分析，不论是否执行了流程。理由可以用一个思想实验看清：设参与者中高能力者与低能力者各占一半，基线结果分别为10和4；流程对执行者的真实效应是2，高能力者全部执行，低能力者只有四成执行，未执行者无效应。意向处理的平均差是1.4，被稀释了；只比较执行者与对照，得到约3.29，反而偏高，因为执行与能力相关。若以分配为工具，用意向处理效应除以执行率之差0.7，恰得2，但这要求没有违抗者、分配只通过执行起作用，这些假设须明说。按方案分析只作次要分析。

缺失结果的处理事先写定：主分析纳入全部被分配的单位；缺失以最坏情形边界和临界值法做敏感性分析；组间退出率差异超过预设阈值时单独报告。任何偏离都记入日志，注明日期以及当时是否已经见过数据。

◆ 二十七、分析计划与多重性

主要结局只有一个：未见保留任务上的有效解决率，定义为通过全部阻断项且推导有效，按群组汇总。估计量是C0R0对C0R1等对比的群组层均值差，以及交互量 Δ ；可用含群组随机截距的模型并加入分层变量，以区间估计为主，p值为辅。次要结局按Holm法控制多重性：设三个次要检验的p值为0.012、0.030、0.040，门槛依次为0.0167、0.025、0.05，第一个通过，第二个未通过则停止，只能拒绝第一个。对第五节所说的任务限定非劣性，检验方式是两个单侧检验，等价于要求效应的置信区间整体落入无差别带之内，落不进去就不能宣布非劣。不做中期揭盲；若因安全或伦理需要停止，规则须事先写明，且不因结果好坏提前停止。若某一组的解决率超过预先规定的上限，出现第四节所说的天花板效应，就改按难度分层分项报告，不再以总解决率下结论。备用任务集的难度分布须与原集相同，规模不小于原集。凡不在上述之列的分析，一律标为探索性。

◆ 二十八、这份草案还缺什么

下表把草案的字段与状态并排放。“已写定”只表示这一版草案写了规则，并不表示已经执行。

字段	草案内容	状态
研究问题与假设	第二十二节	已写定
随机化单位与流程	群组、分层、隐藏分配	已写定，种子待生成
样本量	设计效应折算	待预试
无差别带与阈值	登记前冻结	待预试与用途确定
保留任务	封存与哈希	任务本身待编制
评审者	双评审加裁决	待招募
伦理与同意	退出与删除条款	待审批
平台登记	隐藏字段设置	未提交

草案的失败标准就是第十三节所列的几种结果：长期状态无稳定贡献、新轴多为重编码、谱系增多只增加维护负担、普通系统持续占优。它们在数据出现之前就已写下，因而不能事后改成别的说法。在这些空栏被填上、实验被实际执行之前，本章没有结果可报告，也不会有结果被预先暗示。

◆ 二十九、从指标体系回到研究目的

指标的目的不是给每个部落排出一个文明等级，而是使不同生成方式能够被准确比较。某个谱系可能擅长原创问题，另一个擅长验证，第三个擅长迁移与教学。多维评价有助于发现互补，而不只产生单一排名。

最终，需要证明的不是AI使人写得更多，而是某些人—AI安排能够形成可持续、可纠错、可迁移且具有真实价值的知识发生能力。只有把这一目标落实到任务、结构、成本和反事实，知识谱系经济学才能从宏大叙述进入经验研究。





第 九 编

新知识文明、SDE平台与未来知识发生制度

本 篇

- 第 38 章 不同知识部落如何建立新的共同性
- 第 39 章 专著典范转移：从知识集合到谱系发生理论
- 第 40 章 SDE知识与思想发生平台的谱系化机制
- 第 41 章 知识同一性谱系递归发生的文明未来

38

第 38 章

不同知识部落如何建立新的共同性

◆ 一、共同性不必从全部同意开始

两个知识部落若必须先接受对方全部理论才能合作，大部分协作都无法启动。更现实的起点，是找到一个范围有限、双方能够共同记录的问题。共同性首先可以存在于任务和检验层，而不是世界观层。

例如，两组研究者可以共同判断某个算法是否按给定定义返回正确结果，同时对该算法的哲学意义保持不同解释。有限共同性不是临时掩饰冲突，而是准确确定冲突与合作的边界。

本书反对两个极端：一端要求统一所有E和D才承认知识公共性，另一端认为E和D不同便不可能交流。多维同一性允许在部分条件上建立稳定接口，同时保留其他差异。

◆ 二、先共同描述问题，再争论解释

跨谱系交流最容易在同一个词语上产生错觉。双方都说“有效”，一方指预测准确，另一方指使用者满意；双方都说“理解”，一方指能复述，另一方指能迁移。若不先明确任务，争论可能只是不同问题的交叉回答。

一种可行方法是共同制作问题说明：对象范围、输入条件、预期输出、失败情形和可接受证据。它不要求采用同一种理论，却使双方知道自己正在比较什么。

共同描述本身也可能失败。某个对象在一个理论中不可分，在另一个理论中却必须拆分。这时不应强行寻找字面对应，而应把分歧保留为研究对象。接口不是消灭差异的翻译器，而是让差异具有可操作位置的结构。

◆ 三、局部翻译为什么不等于全局一致

第25章已说明，两两可以建立映射，不保证所有转换沿闭合路径都返回同一结果。A到B、B到C、C到A的转换可能累计失真。若只检查每一条边都“看起来合理”，整个网络仍可能不一致。

因此，公共知识网络需要循环测试。将一组明确对象沿不同路径转换，比较最后结果是否一致；若不一致，找出哪项含义发生变化。可以允许误差，但应当说明误差范围与使用后果。

全局一致也不总能实现。此时可以保留多个局部共同区域，并禁止某些不可靠的组合推断。承认只能局部协作，通常比伪造一套无所不包的统一语言更利于长期知识积累。

◆ 四、共有标准与同一方法的区别

共同验证不必意味着采用同一发现方法。两组可以用不同路径提出候选，再按共同任务检验结果。方法多样性甚至可以帮助识别各自盲点，只要最后的比较条件足够清楚。

但共同标准也不能只是一个含糊的总分。形式正确、经验支持、可用性和风险需要分开。某项候选可以在形式上成立，却不适用于实际任务；也可以受到使用者欢迎，却缺乏稳定证据。将这些维度保持分离，有助于跨部落合作而不稀释要求。

当新对象使旧标准不适用时，可以提出新标准，但应保存变更理由与旧标准的适用范围。不能因为某个结论被拒绝，就临时更换标准直到它被接受。

◆ 五、新共同性怎样被创造

共有知识不只是寻找已经相同的部分。有时双方合作会发生出原来都没有的对象或规范。A提供分类问题，B提供测量方式，经过反例比较后，双方共同建立新的分类—测量关系。这是一种横向发生，而不只是交换既有成果。

新共同性也需要有历史归属记录。哪些概念来自A，哪些操作来自B，哪些修改由合作产生，应尽可能清楚。这样的记录既服务贡献辨认，也帮助后续研究知道失效时应追查哪个环节。

由此，共同体之间不是只有竞争与融合两种关系。它们可以保留自身身份，在某个新问题上建立联合谱系，联合谱系又可能进一步分化。知识文明因此更接近带多重继承关系的网络，而不是单根树。

◆ 六、公共层也需要被维护

公共知识容易被当作随时可取用的现成背景，但它需要校核、教育、保存与更新。不同部落享受共同接口的好处，也应考虑谁承担维护成本。若所有资源都用于独特输出，公共基础可能逐渐失去可靠性。

维护公共层并不意味着禁止局部创新。相反，可靠的公共层让局部谱系不必独自承担全部基础验证。合理制度需要在公共可用性与局部贡献之间建立回流关系，例如记录勘误、公开必要的复算材料、维护版本兼容说明。

这些安排可以由不同机构承担，不要求一个中心统一控制全部知识。核心是使公共接口有明确责任与修订机制，而不是让“公共”成为无人维护的同义词。

◆ 七、合作的起点可以是一份局部协议

两个知识部落不必先形成完整世界观共识，才开始共同研究。一份局部协议可以只说明本次对象、可观察材料、允许操作、完成条件与争议处理方式。协议足够具体，双方就能在保留理论差异的同时开展工作；协议过于笼统，表面的赞同反而可能掩盖不同问题。

例如，一方关心某种解释是否符合自身理论，另一方关心它能否支持一个明确预测。双方可以先共同检查预测，在结果层建立有限关系，再分别讨论理论意义。共同检验没有迫使任何一方接受全部哲学，但也不允许一方在预测失败后悄悄改变原先的结果承诺。协议保护差异，也保护共同工作不被任意移动的标准破坏。

一份协议还应注明哪些问题暂不处理。暂缓不是逃避，而是防止有限合作被要求同时解决所有分歧。如果后续研究确实需要进入暂缓区域，再扩展协议。这样，知识共同性可以分阶段发生，不必在完全统一与完全隔离之间作一次性的选择。

协议的共同性也需要检验。双方可能都同意一个词，却在实际案例中作出不同分类。共同试判几组边界案例，往往比增加更多抽象定义更能发现差异。只有经过这样的使用，协议才从形式文件变成能够协调行动的知识条件。

◆ 八、已有共同区分与合作后新增区分不是同一回事

用四个对象的一组有限划分说明。甲部落把对象一、二归为一组，三、四归为另一组；乙部落把一、三归为一组，二、四归为另一组。两个部落都只有二分类。如果要求一个公共标签在甲的每组内部不变，同时也在乙的每组内部不变，这个标签最终必须对四个对象全部相同。

理由可以直接追踪：一与二在甲那里不能区分，一与三在乙那里不能区分，二与四又在乙那里不能区分，因此这些相同约束把四者连接起来。能够被两套分类各自单独确定的共同标签，在这个例子中只剩一个类。这里讨论的是明确的分类关系，不是说两个部落没有任何生活或价值共同性。

但是，如果允许双方把各自分类结果共同提供，每个对象都得到一个二元标签。四个对象对应四种不同组合，于是可以全部区分。已有的共同区分很少，并不意味着合作只能得到很少信息。合作后的共同结构可能来自信息互补，而不是来自预先重合的部分。

这个例子对同一性谱系有重要意义。寻找交集是一种交流方式，建立联合表示是另一种方式。后者可能创造双方原先都不能独立实现的区分能力，构成横向发生的最小模型。它不要求甲或乙取消自己的分类，却要求双方理解共同标签怎样由各自贡献构成。

◆ 九、联合表示仍然需要共同任务

能够区分四个对象，不代表必须在所有任务中都保留四类。如果当前任务只需要甲的分类，额外记录乙的信息可能没有收益；如果任务同时依赖两者，联合表示才有明确用途。共同结构的充分性与经济性依然需要相对于任务判断，不能因为数学上更细就认为文明上更先进。

进一步，双方提供的信息可能存在误差或访问限制。理论上可以形成四种组合，并不意味着实际数据足以可靠识别。协议应说明缺失、冲突与不确定标签如何处理。不能把未知填成最方便的值，再让联合结构显得完整；这种填充只是表格完整，不是知识完整。

如果一方只能提供经过授权的抽象结果，而不能交出全部原始材料，也可能完成局部合作。关键在于抽象结果是否足以支持共同任务，以及误差与条件是否明确。由此，跨部落共同性可以在保护私人E的同时建立，不必以全部历史透明为先决条件。

这使“无法完全统一的E与D”与“能够共同创造”并不冲突。各方可以保留不同的历史和路径，在某一接口上贡献可检查的部分，再共同生成新的对象或判断。思想复合主体不是封闭岛屿，它可以成为多重共同体中的一个参与者。

◆ 十、翻译争议需要保留差异，而不是取平均

一个概念在甲体系中包含条件a，在乙体系中包含条件b。若两者不同，简单找一个含糊词覆盖双方，可能使关键条件一起消失。更好的做法是保留两个定义，列出可对应与不可对应的情形，再决定是否需要第三种联合概念。翻译成功的标准不是所有词都找到替身，而是接收者能够正确使用被传递的关系。

对事实判断也不能用折中代替证据。如果一方声称在明确条件下结果为真，另一方声称假，取“半真半假”并没有解决冲突。应检查对象是否相同、前提是否一致、证据是否可靠以及推理是否有效。部分同一性描述共同结构的程度，不给互相矛盾的命题提供任意和解的数学许可证。

价值冲突则可能需要另一种安排。双方可以对目标权重不同而仍共享事实证据；也可以在最低可接受条件上合作，不必宣称拥有相同幸福观。把事实、方法与价值分层记录，有助于知道什么需要更多证据，什么需要协商，什么暂时不宜合并。

因此，跨谱系平台应保存争议的准确位置，而不是只显示是否达成共识。某项合作可以在计算上完全一致、解释上部分一致、规范选择上保留分歧。这样的记录比一个总相似分数更能支持后续活动，也更符合本书的多维同一性原理。

◆ 十一、共同检验的责任怎样分配

联合研究需要明确谁提出候选，谁提供数据，谁执行计算，谁检查关键假设。角色区分帮助发现遗漏，但角色数量本身不证明独立性。同一模型模拟三个角色可以产生有用意见，却不等于三份彼此独立的验证。知识共同体应按实际依赖关系记录证据，而不是按界面上出现多少名字计算支持度。

独立性也不是全有或全无。两个团队可以独立推导，但使用同一数据；也可以使用不同数据，却共享同一未经检查的模型假设。研究报告应说明独立发生在哪个层次。这样的细分不必削弱结论，反而能让后来者知道还需要哪种补充证据。

当分歧无法解决时，可以保存多个条件性结论，而不是强行选一个赢家。只要它们各自的适用条件、证据和冲突点清楚，后续资料可能帮助缩小差异。共同体的成熟，不是任何时候都能达成一致，而是能够使不一致成为可继续研究的结构。

但保持多结论不意味着所有结论永远同等有效。明确反例可以撤回某个无条件主张，新证据也可以提高或降低支持等级。开放共同性需要允许结果不对称地改变，而不是为了礼貌永久保留已经失去依据的判断。

◆ 十二、公共层怎样获得来自部落的回流

一个局部部落发现的有效关系，可以通过抽象、转换与复验进入更广的公共层。这个过程不能只删除地方名称后直接推广。需要确定哪些条件属于普遍关系，哪些只存在于原情境，并在新的对象上检查。共同性扩大是一个新的研究任务，而不是对原成果的自动奖励。

反过来，公共层出现失配，也应允许局部谱系提出修订。公共知识的权威来自其可持续验证，而不是来自不允许后代修改。不同部落提供的边界经验，可以帮助公共层识别隐藏前提；公共层的更严格表达，又能帮助各分支减少重复试错。回流使知识网络不只是向外分叉，还能向上重构。

这个机制需要给修复、翻译和复验以可见地位。若只奖励首次命名和漂亮结论，公共层就缺少维护者。文明共同性不是无人付出的免费背景，而是许多人持续校验、教学和协作的结果。本书的经济部分由此与知识发生部分连接起来：共同维护本身就是值得组织的活动。

跨部落的新同一性最终不是一套抹掉差异的语言，而是一组能够在差异中保持有效关系的安排。它允许共用、互补、争论、分叉和再次合并，使知识谱系既保有自己的发生历史，也能成为他人继续创造的条件。

◆ 十三、两种合作产物：公共粗化与联合细化

第八节的四对象例子可以写成一般形式，使它不再只是一个巧合。设有一批有限对象，甲、乙各自把它们分成若干组。合作时有两个不同的问题。第一个问题是：哪些区分不必谈判，就能被双方同时承认？第二个问题是：把两边的分类合起来，最多能区分什么？

先看第一个问题。一个公共标签若要在甲的每个组内部取值相同，又要在乙的每个组内部取值相同，那么只要两个对象在甲中同组，或在乙中同组，它们就必须同标签；同标签的要求会沿着一条链传下去。满足这一要求的最细标签，是把所有能被这样的链连起来的对象并成一类。本书称它为公共粗化。第二个问题的答案则相反：若双方都给每个对象一个标签，把“两边标签都相同”的对象并为一类，得到的是联合细化。

用六个对象说明。甲分为{一、二}、{三、四}、{五、六}三组；乙分为{一、二、三}、{四}、{五、六}三组。公共粗化中，一与二在甲中同组，二与三在乙中同组，三与四在甲中同组，于是一至四连成一类；五与六自成一类，共两类。联合细化中，一与二两边都同组；三在甲中与四同组，在乙中与一、二同组，两边都只与一部分重合，因此单独成类；四在乙中单独成类；五与六两边都同组。共四类。甲乙各有三类，粗化只剩两类，细化却有四类。

这不是这个例子的偶然。公共粗化比甲、乙各自都粗，类数不会超过两者中较小者；联合细化比两者各自都细，类数不会小于较大者，又因为每一类都由一对标签决定，不会超过两者类数之积。这是有限集合分割的标准事实，属有限模型内的命题，本书只借它回答跨部落接口问题，不把它记作新的数学发现。它的用处在于使“共同”一词不再含混：能够共同承认的区分可能很少，能够共同创造的区分却可能更多，两者回答的问题不同，不能互相折算。

◆ 十四、联合细化的隐蔽前提：对象对齐

联合细化有一个常被忽略的前提：双方说的是同一批对象。标签对只有在“第三个对象”于双方记录里指向同一个对象时才有意义。因此，任何联合细化都应附一张对象对齐表，写明每个对象在双方记录中的编号、对齐的依据，以及对齐尚不确定的条目。

对齐错误的后果可以直接演算。仍用上面的六个对象，假设乙方关于第四、第五两个对象的记录被弄反，其余不变。此时联合细化由四类变成五类，真正在双方看来都同组的第五、第六两个对象被拆开；公共粗化则因新的链条出现，一至六全部并成一类。一条对齐错误，同时使“能合作区分的”虚增，使“能共同承认的”塌缩。这个构造的意义，是提醒接口设计不能只检查分类本身，还要检查分类所指向的对象是否对得上。

对齐在现实中往往比六个对象困难。同一个“案例”，在一方记录里是一次课堂，在另一方记录里是一名学生的一段发言，粒度不同。此时应先把粒度作为一项分歧记录下来，而不是强行编号。强行编号得到的联合标签，只是表格完整，不是知识完整。

◆ 十五、翻译是有方向的接口，已有的相邻概念只定位问题

粗化与细化都不要求把一方的概念改写成另一方的概念。翻译则要求这种改写，而且通常有方向：把甲的标签映射到乙能使用的概念，不保证反向映射存在，更不保证来回一圈后回到原处。第二十五章已说明闭合路径上的不一致，本章关心的是接口层面应记录什么。

科学与技术研究中有两个相邻概念值得先行定位。一篇关于博物馆协作的研究提出边界对象，指对不同立场足够灵活、又足以在其间保持自身身份的对象，并区分了存储库、理想类型、重合边界与标准化形式四类。[R241]另一条思路是交易区，说明不同研究共同体即便对所交换之物赋予不同意义，也可以就局部交换规则达成协调，并发展出接触语言。[R242]两者支持的判断是：协作不以意义完全一致为前提。

但它们在本书读取的范围内没有给出形式检验：一个翻译在哪些对象上有定义，保留了哪些关系，丢失了哪些，沿闭合路径累计多少误差。读取范围只是摘要和条目说明，本书因此不断言这些文献没有相应讨论，只说明本章在它们止步的位置补上一个可记录的接口。这也不是对它们的反驳；一个共同体能否协调，与协调的质量能否被检验，是两个问题。

◆ 十六、一张接口卡应当写什么

把以上要求汇总，一次跨部落合作开始前，可以先写一张接口卡。它不是表格，而是一份短文，逐项回答下列问题：本次任务是什么，完成条件是什么；涉及的对象是哪些批次，对齐依据是什么；双方各自使用的分类或定义是什么，版本如何；本次选用的是翻译、公共粗化还是联合细化，理由是什么；翻译的定义域覆盖哪些对象，哪些对象尚未覆盖；对不一致要做的循环检查是什么，误差允许到什么程度；哪些问题暂缓；出现争议时保存哪些条件性结论；谁负责修订。

接口卡还应附一个设计性检验，说明它尚未执行。选取一批双方都认为处在边界上的对象，请两方各自独立分类，报告一致数目、覆盖情况与分歧所在，而不报告一个总相似分数。再选取一项两方都关心、并有外部结果可比较的任务，比较三种做法：只用甲的分类、只用乙的分类、使用联合细化。若联合细化在留出的对象上并不优于较好的单方分类，则对该任务而言联合细化没有被证明是必要的，应退回较简单的做法。这一预期可以被结果推翻，所以它是研究设计，不是对合作必然有益的断言。

接口卡本身也会过时。任一方修改了分类或定义，对齐表和翻译的定义域都要重新核对；若无人承担这项工作，卡片仍然显示“已协调”，实际却已经失效。因此接口卡应写明版本日期，并规定一方修改分类时通知对方的最低要求。这与第六节所说的公共层维护同理：共同性不是一次签署完成的状态，而是持续被校对的状态。

◆ 十七、局部可通约何时会被误读为全局同一

接口成功之后，最容易发生的错误，是把一个局部成功说成全局一致。至少有三种失败应当提前写入协议。第一是对齐失败，如前所述，一次记录错位可以同时

制造虚假的合作收益和虚假的共同基础。第二是方向性失败：甲到乙的翻译在所覆盖对象上可靠，乙到甲却丢失关键条件，若把两个方向合并为“可互译”，就抹去了不对称。第三是任务漂移：协议只在原任务上经过试判，后来被用于另一类任务，原先的保证无声失效。

因此，对局部共同性较稳妥的陈述，不是“甲乙已经一致”，而是：在某项任务、某个对象域和某个版本下，甲乙的某些区分可以共同使用，其余部分另有记录。这样的句子较长，却保留了后续检查的位置。它也使本章与前几章的区分保持一致：成对可译、局部共同区域、全局共同坐标是三种不同的状态，后者需要额外条件，不能由前者累加得到。

◆ 十八、文明共同性是一种持续活动

从这个意义上说，文明共同性不是一次完成的总理论，而是不断建立问题接口、比较依据、修复转换和更新公共层的活动。它既依赖已有统一性，也能够有部分差异中发生新的统一性。

AI可以协助整理与比较，却不能单凭生成一套流畅的统一叙述就完成这项任务。真正的共同性要经得起不同主体的使用、反驳和接续。知识部落的丰富性与文明整体性因此并不天然冲突；冲突出现在哪里，需要由具体的连接、权限和验证安排来回答。



39

第 39 章

专著典范转移：从知识集合到谱系发生理论

◆ 一、一本书可以交付什么

设想两本关于同一领域的专著。第一本把重要概念、代表结论和典型案例安排得非常清楚，读者可以通过它掌握已经形成的知识。第二本不但提供这些结果，还说明：面对尚未出现的新情境，应如何识别问题，怎样改变模型条件，哪些改变仍属于原有理论，什么情况下必须重新定义对象，以及怎样证明或否定新生成的判断。这两本书不必互相排斥，但它们交付的能力并不完全相同。

第一本主要交付一幅经过整理的知识地图。第二本还交付绘制、校正和扩展地图的方法。前者的价值不能因为后者出现而被简单宣布消失：可靠的历史记录、严密的证明、清楚的解释，本身就是不可省略的基础。真正发生变化的是，某些专著不再以已有结论的组织为终点，而把读者能否在新条件下发生出经得起检验的知识，纳入自己的质量标准。

本书所说的专著典范转移，指向后一种功能的增强。它不是把所有书改写成提示词，也不是让作者对模型的任何输出承担无限保证。它要求作者明确交代：本书的发生理论允许什么，禁止什么，在何处有证据，在何处只有猜想，读者与AI应当怎样识别自己已经越过原理论的边界。

因此，发生学专著最珍贵的内容，有时不是一条漂亮的生成指令，而是一条使错误及时停止的限制。没有限制的生成器可以不断产出句子，却未必能够持续发生知识。

◆ 二、母本不是万能答案，子本也不是改写副本

母本与子本的关系，不能被理解成一份通用文本与许多定制版本的关系。母本提供某一知识谱系的核心判断、发生条件、研究规则和检验接口。子本则在新的现

实经历、问题约束和行动目标中，重新检验这些判断能否成立，并生成具体的知识结构。

例如，一部关于课堂提问的母本提出：有效问题应当使学生原有理解中的差异显露。某位教师用它研究自己班级的几何课堂，另一位教师研究低年级学生的数量理解。二者不能只把书中的人物、学科名称和例题替换一遍。前者可能发现学生知道定义却不能辨认构造中的隐含条件；后者可能发现学生能够计算却不能表达数量关系。即使共享母本判断，问题发生的E、实际研究的D和最后显露的S都需要重新建立。

一个合格的子本，应当能够回答三个不同的问题：哪些判断来自母本，哪些判断经过本地证据支持，哪些判断因为本地经验而被修改。只有第一类，没有第二、第三类，子本可能只是解释性读物；只有第三类，却不说明与母本的联系，又无法检验它属于哪个谱系。

这也意味着，母本作者不应要求所有子本得出相同答案。真正值得维护的是可追溯的发生关系和相应的有效性条件，而不是所有分支对中心文本的服从。一个子本通过充分证据推翻了母本的一项外推，可能比十个重复母本口号的子本，更有效地延续了该谱系。

◆ 三、发生理论需要一个可交付的接口

为了让专著具有可操作的生成能力，需要把隐含的研究习惯转换为可传递的接口。这个接口至少要明确输入、转换、输出、验证与回写五种关系。它们是本章提出的编辑与应用结构，不是对SDE九步法正式步骤的替代。

输入不是一个笼统主题，而是待解释的现象、已知约束、相关材料和使用目标。转换也不是让AI自由发挥，而是说明哪些条件能够变动，哪些逻辑关系必须保留，哪些证据具有优先地位。输出应当包括具体判断及其适用边界，而不能只有一段看似完整的文字。验证要求指出反例、竞争解释和可复算步骤。回写则决定哪些新成果进入母本，哪些只在局部有效，哪些应当被撤回。

不同领域的接口不能统一成同一张空表。数学子本需要定义、假设、证明和反例；经济学子本需要变量、测量、识别假设和样本外检验；实践性教育研究则需要

真实情境、行为记录和对其他解释的控制。它们可以共享发生理论的抽象结构，却不应因此抹平有效性标准。

当接口过于粗糙时，读者只是把任务交给AI，再由自己凭直觉选一个喜欢的答案。当接口足够清楚时，读者可以说明一个输出为什么进入本谱系，又为什么不能进入另一个谱系。由此形成的不是表达风格一致的内容库，而是具有知识边界的发生系统。

◆ 四、阅读、学习包与智能体不是同一内容的三次复制

三位一体出版单元应当承担三种不同功能。阅读文本保存作者在某一版本上明确承担的论证。学习包帮助读者重建这些论证的必要条件，能够识别误用和适用边界。智能体则在授权材料与规则之内参与新的问题探索，留下输入、假设、输出和检验过程。

如果学习包只是把正文压缩成问答，智能体只是检索原文再改写，三者虽有不同界面，却没有实现发生能力的扩展。反过来，如果智能体可以任意改变母本判断而不留下版本记录，读者也无法知道自己得到的是作者观点、后来修订，还是模型临时提出的候选解释。

因而，阅读文本需要相对稳定，探索过程需要允许变化，两者之间需要可识别的通道。一个候选结论应先标记为探索成果，经相应检验后才能进入学习包；影响核心定义的修订，应经过统稿与作者审定，才能进入新的阅读版本。版本稳定不是反对创造，恰恰是为了使创造有可比较的起点。

在这个结构中，智能体不等于作者本人，也不因加载一本书就成为该理论的最终裁判。它的价值在于降低调用、比较、试验和组织的成本。对什么算证据、哪些修改应当正式回写，仍须有清楚的责任安排。

◆ 五、知识继承应当继承哪些东西

思想复合主体不能被简单复制，并不意味着知识只能依附于创始人。需要区分结果的继承、程序的继承和生成能力的再形成。读者可以先继承已被证明的结论，

再学习某些程序；在新的经验与AI协作中，逐渐形成自己的判断能力。这是一种继承中的再发生，不是原主体的完整搬运。

因此，发生学专著需要保存比最终答案更多的内容。失败的反例检索、被放弃的定义、尚未解决的条件冲突，都可能帮助继承者理解：为什么作者没有采用另一条看起来同样合理的路径。但保存这些历史不等于把所有聊天记录未经筛选地堆积进书中。需要区分对判断有实质作用的历史约束，与仅仅伴随研究出现的偶然表达。

有些能力可以通过明确规则迁移，有些能力要通过范例与练习逐步获得，还有些依赖尚未被充分描述的情境。诚实的专著应当承认这种差别。把隐性经验宣布为永远不可传授，会使谱系封闭；把复杂能力包装为一份提示词即可复制，也会让读者误判成本。

继承的理想结果，不是继承者永久重复创始人的判断，而是他能够明确说明：哪些条件仍然共同，哪些条件已经变化，由此为什么需要新的知识分支。这种具有差异的延续，才体现同一性谱系的意义。

◆ 六、让一部专著具有反驳自己的能力

发生学专著若只教读者如何扩展自身理论，很容易成为自我确认系统。每个新案例都被解释为支持，每次失败都被归因于使用者没有理解到位，这样的谱系虽然可以无限延伸，却不能积累可靠知识。

为避免这一点，专著应当明确列出理论退出的条件。例如，一个知识发生流程若在控制材料、模型能力和使用者经验之后，始终不能比简单基线产生更可靠的结果，就不能仅以“整体性无法测量”拒绝比较。一个新增谱系轴若不改变任何可检验判断，只增加解释文字，也应被允许退回术语整理层面。

反驳接口不仅服务外部批评者，也保护内部创新者。学员可以沿共同标准指出母本的局限，而不必先争夺理论身份。不同部落之间也可以在不共享全部E和D的情况下，对某个具体推断形成共同检验。公共性由此不要求思想历史完全相同，而要求相关判断接受可讨论的证据和规则。

因此，理论的生成能力与自我纠错能力必须共同交付。只有生成，没有纠错，容易形成内容膨胀；只有纠错，没有探索，又可能把旧知识边界误当成全部可能性。发生学专著应当组织两者的张力，而不是选取一端来排斥另一端。

◆ 七、分工怎样保持一本书的生成性同一性

一部发生学专著的协作写作也可以接受上述标准的检验。将内容分配给多个角色，并不自动构成多个独立思想复合主体，更不自动保证多元创新。真正需要设计的是各任务之间的共同条件、差异空间和合并规则。

共同条件包括术语版本、章节分工、来源登记、字数口径和有效性边界。差异空间包括各领域的案例选择、论证方式、反例及局部模型。合并时不能只统一文风，而应检查一个章节所依赖的结论，是否已经在其他章节中得到支持。例如经济增长论证不能借用数学章节的有限命题，宣称所有行业必然无限扩张；工具史章节也不能把某种历史关联直接当作人—AI协同实验的证明。

同一段中心命题若在十个章节反复出现，会制造篇幅充实的错觉。编辑应当确定主论证所在，其他章节只保留必要接口。相反，真正的分歧不宜通过删去不同意见来消除，而应建立争议记录：哪个概念有两种定义，哪种定义导致什么后果，现有证据能排除什么。

并行的价值，在于不同任务能够独立推进；统稿的价值，在于这些任务交付的东西能够相互使用。两者结合，才可能让一本书既保持理论同一性，又保留领域差异。任务接口说明可由谁接续，执行日志说明实际由谁完成，审查记录说明谁检查过什么。三者可以相互连接，却不能互相替代。即使各任务都符合共同格式，也仍须检查证据独立性及跨章论断能否真正衔接。

◆ 八、知识成果与发生能力如何共同计价

从知识集合转向发生理论，并不意味着已有成果不再有价值。发生系统依赖可靠的基本材料，母本的质量也取决于其核心论证是否扎实。一本书若没有经过验证的判断，只提供一套可以不断生成文字的流程，其价值未必高于一本认真整理事实与证明的传统专著。

发生能力的经济价值需要通过具体任务体现。它可能减少重新建立问题框架的成本，提高新情境下的判断质量，或者使过去无人提供的特殊知识服务获得可行性。但这些价值必须扣除学习、维护、验证与修订的成本。不能把智能体生成的每个版本，都作为新的独立知识产品累计。

真正值得观察的是：读者是否能完成此前不能完成的任务，错误是否更容易被发现，后续问题是否能够利用前一轮的经验，而不必每次从零开始。这里的收益可能部分归于作者、读者、工具提供者或共同维护者，分配机制需要另外设计，不能从“谱系属于谁”直接推出全部经济权益。

从这个意义上说，专著的价值转移不是从固定文本转向无限输出，而是从只交付已知结论，扩展为交付可靠的、可继承的、能够在新条件下继续接受检验的知识发生能力。

◆ 九、生成合约：母本交给子本的究竟是什么

前面几节反复说母本要交付“接口”，却没有说清接口里装的是什么。第二十八章曾用生成合约一词，指关于知识变化的可检查承诺。这里把它放回专著，并先用一个日常的构想来看。

设想一本家传的菜谱本，祖母写了三十年。其中红烧肉一页写着：先炒糖色，再下肉；糖量、火候、放几块肉，旁边密密麻麻是改了又改的批注。孙女搬到另一个城市，换了电磁炉，也不再吃猪肉，改用鸡腿。她应当遵守哪一行，可以改哪一行？“先炒糖色”若只是习惯，鸡腿可以省；若它的理由是让肉皮上色并带出焦香，换成鸡腿后理由仍在，就应保留。糖量随炉火和口味改动，是菜谱本明确允许变动的部分。祖母若在页边写过“糖色炒过头会发苦，苦了就倒掉重来”，这是失败信号，孙女凭它就知道自己什么时候已经做坏了。这个构想要说明的是：一页有用的菜谱，不只写做什么，还写哪些理由必须保留、哪些量可以变、怎样知道做坏了。

把这一结构抽象出来，一份生成合约至少交代七件事：适用的对象域；必须保持的关系，也就是不变量；允许变动的部分；明确禁止的变动；各类主张的证据层

级；理论退出的条件；子本结果回写母本的门槛。其中任何一项缺失，都会让后继者在某处只能猜。

它因此不同于提示词。提示词规定在这一次要产出什么，合约规定产出的东西必须满足什么、怎样判断它不满足。两份不同的提示词可以服从同一份合约；同一份提示词放进新的对象域，也可能违反合约而不自知。一部只剩提示词的专著，保存了母本的口气，却丢掉了母本的理由；后继者一旦遇到提示词没有预料的情形，便没有任何依据来判断该保留什么。

◆ 十、三类真子本与三类假子本

子本与母本的关系，可以沿用第二十八章的分类。继承，是保留母本的承诺并增加可检查的本地结果；弱化，是放弃母本的部分保证，换取更广的对象范围，并写明弱化后的误差；替代，是承认母本某项判断在本地不再成立，改用新的判断方式，同时保存母本的成功范围和失败条件。三类都是真子本，只要变更关系真实可追踪。

与之相对，有三类常见的假子本。第一类是换名子本：只把人物、学科和例题换了一遍，所有判断原样搬运，没有任何本地证据。第二类是服从子本：本地材料明明与母本某个外推相悖，却被解释为使用者没有理解到位，母本因此永远不会错。第三类是脱谱子本：已经放弃母本的关键保证，仍然沿用母本的名义，借母本的权威背书自己的结论。

一个简单的反事实问题可以区分它们：如果母本的某项判断被撤回，这个子本的哪些结论会受影响？答案是“没有任何结论”，说明子本与母本之间没有真实依赖，不应称为子本；答案是“全部”，说明子本没有自己的本地证据，只是母本的另一种表述。真子本通常处在两者之间，部分结论依赖母本，部分来自本地，且二者在文本中分得开。

同一份记录还承担归属功能。子本里的每项判断，来自母本作者、子本作者、读者提供的材料，还是AI提出的候选，应当分得清。归属不清，错误出现时就找不到应当复核的环节，贡献也无法被公平辨认。这与分工中的责任位置是同一个要

求：谁提出、谁检验、谁最后承担，要写在判断旁边，而不是留在无人保存的对话里。

◆ 十一、合约可以太紧，也可以太松

合约的松紧都有代价。写得太紧，例如规定“每一步照做，不得改动”，后继者换了炉具、对象或材料便无从适应，失败时只能归咎自己，母本则因为从未被真实改动而失去修订的机会。写得太松，例如只说“做得好吃就行”，则任何改动都可以被宣称合格，合约失去判别力。

一个可以操作的检验是：让一位没有参与母本写作的读者，仅凭合约本身，判断某个子本的若干改动是否越界。如果不同读者的判断大体一致，说明合约有判别力；如果分歧很大，问题通常出在不变量写得含糊，或者允许与禁止之间留下大片灰区。这个检验可以作为研究设计，报告读者间的一致情况和分歧所在，而不是一个笼统的好坏评分。目前它只是设计，没有执行结果。

松紧也不必全书一致。数学子本的不变量可以写得很紧，因为定义和证明可以逐条检查；课堂观察类子本的允许变动较宽，因为情境本来就在变。要求所有领域共用同一种合约强度，是把有效性标准压平的另一方式。

◆ 十二、子本的反馈怎样修订母本，而不被同源的声音放大

当若干个子本都指出母本某项判断失配，母本应当考虑修订，但先要问这些声音是否独立。如果三个子本使用同一个模型、同一份提示词模板，又都依赖同一段母本表述，它们的“一致”可能只是同一个盲点出现了三次。独立性不是子本数量，而是它们的材料来源、使用的方法和检验路径在哪一层不同。可以逐层记录：材料是否不同，方法是否不同，检验者是否不同，这样一致意见的分量才看得出来。

修订本身也应按改动的性质分类。软件领域的语义化版本规范，把破坏兼容的改动、保持兼容的增补和向后兼容的错误修复分开编号。[R244]本书读取的只是该规范的规则说明，不据此认为知识版本可以照搬软件规则，而是借用其分类的想法：改动不变量，相当于不兼容改动，应当另立新的母本分支，让依赖旧版的子本

知道自己是否需要重新核对；补充一个适用条件或反例，是兼容增补；修正笔误和引用错误，是小修。分类不是为了编号好看，而是让后继者读到版本变化时，知道自己需要重新核对多少。

对于合约，这样的版本规则也暴露一个难点：许多改动在提出时并不清楚属于哪一类。有时一项看似小的增补，后来证明改变了某个不变量。因此，分类允许事后重新判定，并保留原来的判定及其理由。母本的修订记录不应只记录改了什么，还应记录当时为什么认为它属于哪一类。

◆ 十三、事后怎样检查一本书是否真的成了母体

宣称自己是母本很容易，事后检查则要具体得多。可以在一批子本积累之后问三件事。第一，子本能否指出自己何时越出了合约？如果所有子本都自认为完全在合约之内，要么合约太松，要么没有人真正检查过。第二，回写是否至少发生过一次，也就是某个子本的结果改变了母本的某条边界、某项适用条件，甚至撤回了某个判断？一部从未被任何子本改动过的母本，可能是因为足够好，也可能是因为没有子本敢于或有能力提出反驳，两种情形需要进一步区分。第三，失败的子本是否留下了可读的失败条件，使后来者不必重复同一次失败。

这三项检查都不要求母本“成功”。一本书若通不过它们，并不因此变成坏书：第八节已经说过，可靠的整理与证明本身有独立价值。通不过只说明它在这一批使用中，作为发生母体的功能尚未显现，不应在宣传中被写成已经发挥。同样，通过也只说明在这批子本范围内成立，不外推到所有读者与所有领域。

◆ 十四、本章结论：一本书成为母体之后

当一本书成为谱系发生母体，它不再只有读者是否记住内容这一种完成标准。它还要接受另一个问题：读者能否依托它形成新的知识，并清楚标明新知识与原书之间的继承、修改和分叉关系。

母体的成功不等于所有后代相同。某些子本会确认母本的适用范围，某些会发现新的轴，另一些会要求重新审查生成规则。它们的结果经过选择性回写，可能产

生下一版母本；新的母本又成为后来者的出发点。专著由此参与了知识节点、同一性轴、发生规则和公共检验接口的共同演化。

这正是递归发生在出版制度中的一种可能形式。它既不要求取消稳定的书，也不要求把每位读者孤立为不可交流的知识部落，而是在稳定论证与开放发生之间建立可以追踪的关系。一部书能否成为这样的母体，最终不取决于宣称自己采用何种新范式，而取决于它是否真正支持了新的、可验证的知识发生。



40

第 40 章

SDE知识与思想发生平台的谱系化机制

◆ 一、平台的基本单位不应只是文件

如果平台只把专著存成可检索文件，它能够提供阅读与资料服务，却未必支持知识递归发生。发生型平台还需要知道：一项判断从哪里来，依赖什么条件，经过怎样的验证，后继研究改变了什么。文件是载体，知识关系与版本才是持续生成所需的结构。

因此，本章提出的是一种平台设计，不宣称这些功能已在任何现有网站全部部署。其目的，是把前面的理论转成可以逐步实现、审查与改进的工作接口。每项功能都应能说明服务哪个发生环节，而不是为追求复杂而增加模块。

最小单元可以是一项带条件的主张，而不是任意长度的一段文字。它至少记录内容、状态、依据、适用范围和版本。若缺少这些信息，平台可能检索到很多相似表达，却无法判断哪一种仍然有效。

◆ 二、阅读、学习包、智能体怎样分工

阅读文本负责完整论证，使读者知道问题、推理与证据。学习包负责把关键概念、反例、练习和检验任务组织出来，帮助读者形成可操作理解。智能体则在明确权限与资料范围内参与提问、比较、推演和记录。

三者不应互相替代。只有智能体而没有可审查正文，读者难以判断依据；只有正文而没有学习结构，后继者可能只能复述；只有学习题而没有持续互动，又可能不能应对新的情境。三位一体的意义在于保持同一谱系的不同入口。三种功能的分工在第39章第四节已有论述，本章接着讨论的是它们怎样共用同一份数据与版本。

它们也必须共用版本。若正文已经撤回一个命题，学习包与智能体仍把它当作核心知识，平台便在复制错误。出版单元的身份应包含统一编号、版本日期和依赖关系，而不能仅靠相同封面来认定一致。

◆ 三、母本与子本之间需要什么记录

子本不是简单换案例，也不是对母本进行无边界扩写。它需要说明所选择的母本判断、读者自己的情境、由此产生的差异与经过验证的新结果。读者提供的现实材料不能被模型凭空补写成真实经历。

可以为每个子本保存一张发生记录：输入的共同知识，当前E的具体条件，实际走过的D，形成的候选S，以及后续评价。这里不要求把每次聊天都机械归类，但关键转折必须能够追踪。

当子本发现母本的失配，应允许提出修订或分叉。经过检验的结果可以回写为母本的新注释、新边界或新版本。若只允许子本赞同母本，平台就变成传播系统，而不是发生系统。

◆ 四、最小可审计数据结构

一个可实施的记录可以包括：唯一标识、正文内容、主张类型、来源标识、依赖列表、验证状态、适用条件、创建版本和修改版本。验证状态至少区分候选、已支持、已反驳、待复核与已退役。

这里的“已支持”不是永久真理标签，而表示在登记条件下已达到相应证据要求。数学主张可以记录证明与公理依赖，经验主张可以记录数据和方法，制度建议则记录理由与尚未测试的后果。不同类型不能共用一个模糊的绿色通过标记。

依赖关系应当有类型。引用一个概念定义、使用一项经验结果、借鉴一种方法、由某个母本分叉，是不同关系。若所有连接都写成“相关”，平台就无法判断上游变更会影响哪些下游结论。

◆ 五、一次纠错怎样传播

设主张A被主张B用于推导，B又进入学习任务C。若A后来被反驳，平台不应自动删除全部材料，也不应只在A旁边加一个小标记。它需要把B、C转为待复核，并记录变更原因。

B可能仍能通过另一条独立依据成立，因此不能机械宣布所有后代错误。正确操作是触发依赖审查：哪些部分真正依赖A，是否存在替代支持，是否需要重新验证。自动化可以帮助找到范围，结论仍需按具体类型决定。

这使选择性回写成为一种可执行机制。正确结果进入可用层，失败候选保留失败条件，旧版本保持可追溯，但不再默认提供给普通使用路径。知识库不是只增不减的仓库，而是有证据状态的系统。

◆ 六、不同部落之间的权限与接口

平台不应要求所有人公开全部互动历史。个人材料、商业资料与共同研究资源可以具有不同权限。跨部落交换的最低条件，是提供足够信息使接收方正确理解主张与边界，而不是索取全部私人E。

接口可以提供经过授权的成果包、验证包和迁移包。成果包说明结论；验证包提供可审查依据；迁移包进一步说明生成条件与操作规范。三种交付物的范围不同，应当清楚标识。

对于受限制材料，模型不能因为能够检索就默认能够向外部转述。权限应跟随内容与派生关系，而不只是附在文件夹名称上。本文提出的是风险控制原则，具体实现还需要相应的安全、隐私和法律审查。

◆ 七、平台如何评价自身，而不是只统计内容数量

可以记录有效主张数量，但更应记录错误修复时延、后续任务表现、跨谱系迁移成功率和维护成本。书籍数、字数和调用量描述规模，却不能单独反映知识质量。

对递归发生，尤其应记录有多少候选轴被否决、多少旧规则被退役、多少新方法在独立任务中保留了价值。只统计成功结果，会隐藏探索成本，也会奖励不断制造候选而不承担验证的人。

平台还应允许数量下降而能力上升：合并重复节点、删除失效配置、简化没有作用的层次，都可能改善知识发生。评价制度若只奖励增长，就会使系统无法认真清理自己的历史。

◆ 八、一次出版应当交付一个可核对的状态

一部书的正文、学习包和智能体若分别更新，使用者可能在三个入口得到不同定义。最基本的解决办法不是给它们取相同名字，而是建立同一出版状态：每个入口都指向明确的正文版本、概念版本、来源清单和验证状态。所谓三位一体首先是一种一致性关系，然后才是界面上的三扇门。

可以把一次发布理解为一份清单。清单列出本版包含哪些文件、哪些主张、哪些检查已经执行，以及哪些内容仍待审定。只有清单中的必要项目齐备并通过约定检查，才让普通使用入口切换到新版本。准备中的文件可以存在，但不能因已上传某个位置就被误认为整体已经发布。

这种安排特别适合长篇专著的持续写作。章节可以分批增加，现有完整版本仍保持可用；新版本完成后，再统一更新入口。它避免用户看到新封面却读到旧正文，或智能体引用尚未并入书中的候选判断。技术实现可以不同，核心要求是发布状态与实际产物一致。

本章提出的是设计方案，并不表示相关功能已在现有SDE网站部署。理论专著、原型程序和正式在线系统是三个交付层次。只有真实执行、检查并保存记录以后，才能报告对应层次完成。发生平台尤其不能用自己反对的虚假完成状态来描述自身。

◆ 九、主张状态的变化应当有合法路径

设一项主张最初处于候选状态，经过相应检查后可以进入有限支持；若发现关键反例，转入待复核或撤回；修复后的版本重新作为新候选接受检查。这里的状态

名称可以调整，但不能把原来已撤回的内容直接改名为支持而删除过程。状态变化应有原因、责任与对应材料。

一个重要约束是，旧版本的历史记录不随新版本覆盖而消失。原来是谁在什么条件下提出了什么，仍应能够查到；普通使用默认读取当前有效版本，研究者则可以查看变化历史。这样，保存历史与防止旧错误继续流通可以同时实现，而不必选择全部删除或全部继续推荐。

程序能够检查某些状态转换是否满足形式条件，例如是否附带验证记录、所引用版本是否存在、必要字段是否完整。但程序不能仅凭字段齐全判断知识为真。一份伪造的证据也可以具有完整格式。因此，状态制度应把格式检查与内容检查分别记录，不让技术通过标志冒充学术验证。

同样，文件校验值只说明取得的字节与登记快照一致，不证明作者观点正确。它对于接续、备份和防止误覆盖很重要，但其作用范围必须准确。知识平台需要许多这样的有限保证，真正的可靠性来自它们的正确组合，而不是把任何单项检查扩大成全部可信。

◆ 十、依赖变化怎样避免机械连坐

设主张甲支持乙，乙又被丙使用，同时丙还具有独立支持丁。甲被撤回以后，乙需要复核，丙也需要检查其依赖，但不能自动宣布丙必错，因为丁可能仍足以支持它。传播的应当首先是复核任务，而不是未经推理的真假标签。

一种工作流程可以从变更节点沿相关依赖边查找受影响范围，给每个节点记录“哪些保证可能失效”。随后按主张类型重新判断：有些可以由替代依据保持，有些需要限制范围，有些必须撤回。这样的流程使自动化承担定位与追踪，具体有效性由相应检验承担。

依赖边的类型决定传播方式。修改一个引用格式通常不会影响结论，修改定义可能影响全部使用该定义的证明，修改数据则可能影响估计而不影响纯形式命题。如果所有边都写成“相关”，系统要么漏掉真正风险，要么把无关节点全部打回。准确的关系类型能减少知识维护中的无效劳动。

本书可以借鉴已有来源模型对实体、活动和派生关系的明确表达，但还需根据SDE出版任务增加主张类型、验证范围与发生关系。[R51] 这里的新增字段属于平台设计，不等于对已有来源技术的重新发明。公共技术与特殊理论的关系，也应在平台自己的结构中得到忠实体现。

◆ 十一、子本如何把个人材料转成可检验的新知识

子本的起点应当是读者实际提供的问题与材料，而不是AI为了使故事完整而补造人生经历。系统可以帮助澄清、组织和提出候选解释，但需要把用户陈述、模型推断和外部资料分开。三者可以进入同一篇研究，却不能在叙述中失去来源身份。

例如，一位教师提供一次课堂互动记录。母本可以帮助识别其中的共同判断，读者与AI再研究哪些E、D条件使判断发生或失效。若关键事件没有记录，就应写成需要补充的信息，而不是用典型案例替代后又称为本人经验。发生学需要真实差异，不需要为理论量身制造证据。

子本形成以后，还应回到一个未被用来构造它的新情境，检查所提规则是否可以继续工作。新的失败可以产生边界，新的成功则增加限定范围的支持。只有经过这样的往返，子本才不只是母本换例子的翻译，而开始形成自己的生成关系。

当多个子本反复出现同一失配，平台可以把它作为母本修订候选，而不是直接自动修改核心理论。需要比较这些案例是否独立、条件是否一致、是否存在竞争解释。递归发生的力量来自反馈能够改变母体，可靠性则来自改变必须经过适当检查。

◆ 十二、最小试点怎样避免一开始就过度建模

平台建设可以从一部母本、少量关键主张和几组后续任务开始。先手工记录对象、来源、版本与状态，观察哪些信息真正帮助继续研究，再决定哪些关系值得自动化。若一开始要求每句文字都填写大量字段，维护负担可能超过实际收益，使系统只剩形式上的完整。

试点应有两类验收。一类检查系统是否忠实保存与展示信息，例如版本没有错配、来源能够定位、撤回内容不会默认进入新答案。另一类检查它是否改善研究活

动，例如使用者更容易发现反例、接续旧问题或迁移知识。技术功能通过并不自动意味着研究效果改善，两类结果需要分别报告。

同样，智能体回答更流畅不应成为唯一验收。可以安排带有旧版定义、矛盾证据和不适用情境的任务，看它能否识别边界并请求必要信息。这样的测试不是故意刁难，而是检查平台是否真正保存了发生条件，而不是只保存母本最响亮的结论。

试点失败也有不同含义。资料组织不足可以改进，问题本身缺少证据可能需要新研究，自动化收益太小则可能继续使用简单工具。平台递归不要求每轮都增加模块；删除无用字段、减少错误提醒、缩小自动决策权限，也可以是质量提升。

◆ 十三、衡量平台时要允许数量减少

若两个知识节点实际等价，合并后节点数下降，但检索与维护可能更可靠；若撤回一批无依据候选，有效库存变小，但错误传播风险降低。平台指标应允许这些变化被视为改进，而不是把所有下降都当成失败。否则，使用者会学会保存更多不必要内容，以维持增长数字。

可以同时记录有效任务范围、后续迁移表现、错误修复成本和知识状态的清晰程度。字数、书籍数与调用量仍可以作为规模指标，但应与质量指标并列，而不能替代。尤其是长篇专著，扩写必须说明新增论证承担了什么任务，而不只报告超过某个篇幅。

这个原则也适用于本书的版本接续。每轮应按实际文件统计正文，把新增、修订和仍未完成的工作分别记录；保留可恢复的完整工作包，不让下一轮依赖无法取得的中间成果。一个研究知识发生的项目，本身应成为状态可追踪、错误可更正的实践，而不是只在理论中要求别人如此。

最终，SDE平台的目标不是替所有部落形成唯一思想，而是提供足够可靠的共同条件，使不同复合主体能够产生自己的问题、方法和知识，并将有效成果带回更广的公共网络。出版、学习与智能协作共同构成这个过程，但它们的统一必须体现在真实可检查的关系上。

◆ 十四、设计、原型、实测、上线：四种状态必须分开说

前面各节都在描述平台“应当”怎样，读者很容易把这些描述当作已经存在的东西。要避免这一点，最简单的办法是把一项功能所处的状态明确分成四种，并规定每种状态下书里可以说什么话。

状态	含义	书中可以说	至少需要的证据
设计	书中提出的字段、规则和流程	提出了这样的方案	本章文本及其理由
原型	在受控条件下用样例数据运行过的程序或手工流程	在样例上演示过	运行记录、样例数据、失败记录
实测	在真实任务中按事先写定的规则测量过	在某任务、某条件下得到某结果	预先登记的方案、原始数据、对照
上线	面向真实使用者提供服务并有人负责运维	已经提供服务	部署记录、权限与责任安排

按这个标准，本章所有内容都处在第一种状态。书稿工作包中的审计脚本，检查字数、引用编号是否登记等，是对书稿文件的本地检查，不构成平台原型，更不是对知识正确性的检验。没有部署，没有分配出版标识，也没有进行真实使用者实测。这样写并不削弱本章：设计的价值，在于使后面的原型有可以被失败的目标。

因此，凡本书提到平台“可以”做什么，都应读作对设计的陈述；只有附上相应状态的证据，才可以改写为“已经”。读者与引用者也应遵守同一规则，不把设计稿转述为现状。

四种状态之间不能跳级。一项功能在设计阶段看起来合理，原型阶段才可能暴露字段无人使用、依赖类型过细难以填写等问题；原型运行顺利，也不能推出真实用户愿意维护这些记录。每向后一步，都应附上上一步没有的证据，并允许把功能退回前一状态。

◆ 十五、一个可恢复的数据接口应当包含什么

平台若只能在自己的界面里展示知识，就把使用者锁在界面里。可恢复的意思是：即使平台不再运行，持有导出包的人仍能重建主要的知识状态。为此，可以设计一个最小的导出包，用通用的文本格式保存，而不依赖某一家的专有格式。

导出包至少包含五部分。一是清单，写明包的版本、生成日期、各文件及其校验值。二是主张表，每行一项主张，含标识、内容、主张类型、当前状态、适用条件和所属版本。三是依赖边表，每行写明上游、下游和依赖类型，如引用定义、使用结果、借用方法、由其分叉。四是状态转换日志，记录每次状态变化的日期、原状态、新状态、原因、责任人和对应材料。五是来源表，记录每个来源的读取范围与边界，使“引用过”不被误读为“全文核实过”。

对这个包本身也要有版本。规则可以借用语义化版本的分类思想：增加可选字段，是兼容的增补，提升次版本；删除或重命名字段，会使旧读取程序失效，应提升主版本并附迁移说明。[R244]另一方面，关于科学数据管理的FAIR原则提出，数据与元数据应当可发现、可访问、可互操作、可重用。[R240]本章只读到出版社页面对这四项原则的简述，没有读其细则；该原则针对学术数据对象，把它延伸到“主张”这类记录，是本书的设计选择，不是该原则已经覆盖的范围。下面借这四个词排出一份本书自己的检查清单：每项主张有稳定标识吗，导出包能被通用方式读取吗，字段含义有公开词表吗，来源与许可写清楚了吗。

◆ 十六、怎样检验一个导出包真的可以恢复

校验值只能证明字节没有变化，不能证明包里装了足够的内容。因此恢复检验应分层，并分别报告。

第一层是完整性：重新计算各文件校验值，与清单比较。它只回答“有没有被改动或损坏”。

第二层是可重建性。交给一位没有参与平台建设的人导出包与格式说明，请他仅凭这些回答三个具体问题：当前有效的主张有哪些；某个过去日期上，某项主张处于什么状态；某项主张被撤回后，哪些下游主张需要复核。如果缺了状态转换日志，第二个问题无法回答；如果依赖类型只剩下“相关”，第三个问题要么漏掉真正的风险，要么把无关主张全部打回。这两种缺陷，在设计阶段就能由字段清单预见。

第三层是往返一致。把旧版导出包迁移到新版格式，再迁移回来，比较主张数、各状态的数量、依赖边的数量与类型分布，以及没有任何依赖的孤立主张数。

数目不一致本身就是需要解释的信号，可能来自合并、拆分或丢失，必须逐项说明，而不是取一个总的“通过”。

这三层都只检验记录是否忠实保存，不检验记录里的知识是否正确。把“能恢复”说成“可信”，正是本章第九节所警惕的以技术通过冒充学术验证。同样，也不应把可恢复性与可用性混为一谈：一个包可以完整恢复，却没有人愿意读；这需要在真实使用中另行观察。

◆ 十七、使用者的退出权也是平台设计的一部分

可恢复的导出还有一层含义：使用者能够带着自己的记录离开。一位教师在平台上积累了数十个子本和失败记录，若换一个工具就等于清零，她就被迫长期依附这一个平台，哪怕它的服务已不再适合。导出包因此既是备份，也是退出条件。设计时应规定，使用者随时可以导出自己提交的材料及相应的状态日志，并且导出不以付费升级或额外申请为前提。

退出权与公共性并不冲突。个人材料的导出不意味着强制公开，受限制的内容仍沿权限继续受限；退出也不等于撤销已经回写进公共层的、经过检验的结果，后者的署名与来源应当保留。这些边界需要法律与安全审查，本章只提出设计要求。

◆ 十八、从一个出版单元开始的实施路线

实施不必一次建立庞大系统。可以先选择一部论证清楚的母本，整理十项关键主张、若干反例和一组后续任务；再形成阅读文本、学习包和受限制的智能体配置；最后通过不同读者的实际使用检查哪些记录真正必要。

试点的结果可能要求修改数据结构。某些原先认为重要的字段无人使用，某些关键的版本关系却没有被保存。这样的反馈就是平台自己的递归发生，但每次修改都应保留旧数据的转换规则。

最终，平台的价值不是替所有部落给出统一答案，而是使不同谱系更容易生成、继承、检验和修正知识。它应当成为共同条件的提供者与发生关系的记录者，而不是所有知识唯一的裁判。



41

第 41 章

知识同一性谱系递归发生的文明未来

◆ 一、未来不是工具性能的直接外推

一项工具能够生成更多候选，并不能唯一决定文明怎样组织这些候选。同样的能力可以进入开放研究，也可以服务封闭控制；可以减轻重复劳动，也可以制造新的验证负担。未来取决于能力、制度、需求与责任怎样结合。

因此，本书不以某个确定年份宣布知识部落经济必然取代旧体系。它提出的是一组条件性路径：当人—AI复合主体能够维护可靠历史、形成有效新轴，并把成果转为可持续活动时，知识谱系可能获得新的发生密度和递归深度。

这些条件若不成立，也可能出现相反结果。生成量很大而有效知识贫乏，个性化很强而迁移困难，商业服务繁多而真实任务改善有限。这样的结果应当进入理论，而不是被解释为历史尚未充分理解新思想。

◆ 二、三个可以比较的文明情景

第一种情景是集中式通用供给。少数系统提供广泛标准能力，大量主体主要使用共同答案。它可能具有成本与验证规模优势，却可能难以处理高度特殊的知识需求。

第二种情景是孤立式特殊化。许多部落维护自己的材料和规则，但缺少公共验证与转换接口。独特性可能丰富，协作和纠错却很昂贵，错误也可能在内部递归。

第三种情景是分层互联的谱系网络。公共基础、群体模块与个人发生相互配合，局部系统保留特殊性，关键主张又能够在共同接口上接受检验。本书讨论的许多制度建议，都是为了研究第三种情景的可行条件，而不是假定它会自然胜出。

◆ 三、主体能力增强与依赖风险同时出现

一个研究者借助AI可能进入过去难以组织的问题，但长期依赖也可能使其失去对关键过程的判断。如果使用者只保留最后答案，不再检查前提、证据和反例，工具越流畅，误判越不容易被发现。

因此，思想复合主体的质量不能只看合体后的表现，还要研究成员能否理解关键决定、能否识别失败、能否在工具中断时维持必要能力。不可消去性描述一种关系事实，不应被变成鼓励无限依赖的价值命令。

一种健全安排可以同时增强共同能力与人的反思能力。学习包、可解释的证据记录、定期独立复核和迁移练习，都可能帮助实现这一目标。它们是否有效仍需研究，但方向明确：工具参与思想，不应取消人理解自己行动的机会。

◆ 四、知识平等不等于所有判断等值

降低发生门槛可以让更多人表达经验和提出问题，这是重要机会。但参与机会的平等，并不意味着所有结论自动具有相同证据地位。公共讨论需要同时保护新问题进入与严格检验。

若只承认既有权威，新的谱系可能难以发生；若完全取消质量区别，可靠知识又会被海量候选淹没。制度应把进入资格与结果接受分开：允许广泛提出主张，并要求主张按其类型接受相应验证。

这一安排也避免把“部落知识”当作逃避批评的身份盾牌。可以尊重独特经验，同时要求公共后果有依据；可以承认不同价值取向，同时区分事实错误。多元与严谨不是必须二选一。

◆ 五、经济规模与文明意义之间的距离

经济活动增加可能提供更多服务，却也可能包含重复、浪费和风险转移。本书从工具出发研究经济扩张，但不把扩张本身当作文明进步的充分条件。

D1所强调的创造、自由和幸福，要求把经济结果放回人的实际生活。一个系统是否让更多人能够创造，是否提高理解与选择能力，是否以不可承受的依赖换取短

期方便，都是不能省略的问题。它们难以用单一货币数值穷尽，但可以通过具体任务与后果逐项研究。

同样，S3的真、善、美不应只是结尾的赞美。真实性要求证据与推理，善要求责任与关系后果，美则可以涉及形式、体验和协调。三者之间可能有张力，需要明确选择，而不是假定技术增长自动同时满足。

◆ 六、文明递归也需要停止与保存

知识递归的价值不在于永远改变。某些公共规范需要相对稳定，否则协作成本会不断上升；某些基础结果已经足够可靠，反复重新命名只会消耗资源。持续发生与稳定保存应形成互补。

停止可以是局部的：一个分支暂时冻结，另一分支继续探索；一项规则在已知范围内稳定使用，在新对象域中接受重新检验。这样，文明不是在全盘固化与全盘翻新之间摇摆，而是拥有不同速度的知识层次，第八节将说明这些层次怎样衔接。

保存失败也同样重要。被否决的候选若有清楚理由，可以防止重复错误；尚未解决的问题若有明确条件，可以等待新的工具与经验。历史因此不仅是成果积累，也是对未来发生空间的组织。

◆ 七、从本书出发的开放研究任务

本书已经把若干宏观命题拆成较小任务：复合主体替换实验、多维同一性测量、新轴非冗余判据、有限递归边界、验证容量与经济成本比较。它们之间有联系，但尚不能由一项局部成功推出全部文明结论。

后续研究可以分别检验：长期状态何时产生稳定增益，什么样的反馈能够改善下一轮任务，公共接口如何降低跨谱系成本，以及哪些新活动真正形成净新增价值。不同结果可能要求修改本书的某些箭头，这正是理论能够继续发生的条件。

这部书本身也应接受同样标准。它不是要求读者先接受一个完整世界观，再把所有现象装入其中；它应当提供清楚的定义、可检查的例子与可反驳的连接，让读者从不同位置进入、修订和分叉。

◆ 八、稳定、创造与两种速度

一个社会若把所有规范都保持不变，会难以回应新的对象与问题；若把所有条件同时置于不断修改之中，协作又会失去可预期基础。递归发生的文明不能只赞美变化，还需要说明哪些关系暂时稳定，哪些允许试验，以及试验结果怎样进入共同层。不同速度的知识层，是解决这一张力的一种设计方向。

具体说，公共基础层可以在明确版本中稳定使用；探索层允许提出与旧框架不相容的候选，但必须标明状态；转换层设门槛，只让达到约定条件的结果进入使用，并保留适用范围。二者之间有往返：使用中的失败回到探索，探索成果经过验证进入使用，这比单向发布更符合知识发生的动态性。这里的稳定并非永恒真理，探索也不是免于检验；二者通过可追踪的版本转换连接，一次局部创新因此不必同时要求所有主体重建自己的全部知识。

两层的速度本来就不同。AI可以快速提出大量候选，但接受候选进入教育、研究与公共活动，可能需要更慢的检查。这种不一致不必被视为阻碍创新：候选空间可以快速扩展，有效层按证据和后果选择进入。若把生成与接受绑定，系统会为了跟上产量而降低标准；若把探索也完全按正式发布标准限制，又可能压缩必要试验。

门槛不应只是权威批准。需要说明检查任务、依据类型和责任位置，使外部主体能够提出复核。不同领域的门槛可以不同，但差异应来自任务风险与证据要求，而不是来自对某个部落的偏爱。允许多样谱系，并不要求把所有结果以相同速度投入实际使用。

这种结构也使旧知识的价值不只来自仍然领先。某个方法可能不再最先进，却因易理解、易复核、资源要求低而继续适用。新方法的优势需要与迁移成本和使用条件一起比较。文明升级可以包含多代方法共存，而不是每次新工具出现就要求全体使用者立即退出旧谱系。

同时，稳定层不应成为阻止纠错的保护区。若出现明确反例或重大失配，必须有触发复核和必要撤回的机制。区别在于更新依据，而不在于是否允许更新。这套安排还为不确定结果提供合理位置：研究者可以公开一个重要猜想而不宣称已证明，可以展示一个原型而不宣称已部署，可以交付一轮增补稿而不宣称全书已经完成

成。状态准确并不会削弱创造，反而使后来者知道如何参与下一步。真正可靠的公共层，是知道何时保持、何时改变，并能说明两种决定理由的结构。

◆ 九、停止一次扩张也可能保存更多未来

递归发生不应由“继续就是进步”支配。有些行动会消耗难以恢复的资源，或使后续主体失去其他选择。暂停以获取信息，可能牺牲当前速度，却提高后续决策质量。D3的最优化因此需要容纳选择权与可逆性，而不只计算当期产量。

给出一个明确的思想实验。一项实施若环境良好获得十二单位净收益；若环境不良，则在同样十二单位收益之外承担一百单位损失。不良概率为零点二，立即实施的期望净值为十二减二十，即负八。若支付三单位进行完全揭示环境的检查，并且只在良好时实施，期望净值为零点八乘十二再减三，即六点六。

这个计算只在检查完全有效、等待没有另加损失且决策可按结果调整的假设下成立。若检查不可靠、延误使机会消失或费用过高，结论可能改变。它不是现实政策建议，而是说明验证与暂停能够成为正面的生产活动：它们不直接增加输出，却改变了哪些输出值得发生。

对知识谱系而言，保留一个未决问题、拒绝把候选写成事实、暂缓大规模推广，都可能保存未来修订空间。一个只奖励完成数量的制度，容易把这些行为看成低效；发生学则应问它们是否避免了不可承受的错误回写。文明能力包括创造，也包括有理由地不立即采用。

◆ 十、复合主体增强应同时增强反思能力

人与AI共同完成更复杂任务，可能使个人获得新的研究范围；但若关键判断变成完全无法理解的外部建议，人的选择能力也可能下降。两种后果可以同时存在。评价复合主体时，需要观察共同表现，也需要观察参与者能否识别边界、质疑理由与承担责任。

这要求人能在没有工具时独立完成所有复杂工作。许多有价值的能力本来就是协作能力。重要的是保留与责任相称的理解：知道结果依赖什么，何种错误需要

寻求帮助，何时不应继续自动执行。把所有操作都变成人工重做，不是唯一的自主性；有能力监督、迁移和退出，也构成自主性的具体形式。

因此，学习包与独立复核不应只服务工具使用技巧，还应帮助人理解知识的状态。会使用一个答案，与知道它是定义、推论、猜想还是经验结果，是不同能力。后者使使用者能够选择适当的信任程度，不必在全面依赖与全面拒绝之间摇摆。

对创始人也一样。长期配合的AI越能理解其术语，就越需要保留能够指出真实反例的渠道。思想复合主体的成熟，不是双方越来越容易赞同，而是能在共同理解基础上更准确地发现分歧。深度纠缠若只提高迎合程度，便没有形成本书所追求的可纠错发生能力。

◆ 十一、多样性需要记录共同失败模式

多个知识部落同时存在，不保证文明已经具有充分冗余。它们可能使用同一模型、同一资料和同一种未经检查的假设，表面表达不同，关键失败却高度相同。因而，网络的多样性应包含来源、方法与验证路径的差异，而不只是机构名称或输出风格的差异。

一个有限压力测试可以让各谱系处理同一组带有错误前提、版本冲突或缺失条件的问题，观察哪些错误被共同忽略。若许多分支同时失误，应研究公共基础是否存在同源缺陷，而不是只给各分支分别贴低分。共同错误可能指向新的公共维护任务，也可能指向需要真正不同的验证方式。

另一方面，完全不同的方法也可能共享某些稳定结果。这种跨路径一致，比复制同一答案更有证据价值，但仍需明确独立发生在哪里。文明共同性可以由多样验证支持，而不必通过压平方法差异获得。公共知识与部落独特性在这里形成又一种积极互补。

因此，谱系网络的目标不是最大化分支数量，而是维护足够的探索差异、可靠接口与纠错能力。一个看起来复杂的网络可能只重复一种盲点；一个结构较简洁的网络，也可能因为清楚分工而更有韧性。评价应回到具体任务与依赖，而不是被复杂图像本身说服。

◆ 十二、文明升级应接受多层次后果检验

知识活动改善任务表现之后，还可能改变劳动安排、教育机会、资源分布与参与关系。某一层的收益不能自动覆盖其他层的损失。经济增加值、个体自由、共同体可持续性、知识可靠性，应保留相互区别的指标和论证，必要时承认它们之间存在取舍。

SDE的意义与价值维度可以帮助提出这些问题，但不能把不同量直接相加成一个未经定义的文明分数。比如，将计算能耗、个人时间和幸福程度都称为能量，并不能获得可比较的物理量；将更多选择叫作自由，也需要研究选择是否可理解、可承担和真实可行。理论表达应尊重各自量纲与证据方式。

这不妨碍形成具体判断。一个平台若显著降低新研究者进入可靠知识活动的门槛，同时保留退出与纠错渠道，就有明确值得研究的积极后果；若只降低发布门槛，却把验证负担转给最缺乏资源的人，则可能扩大另一种不平等。判断的力量来自具体关系，而不是宏大词语的累积。

最终，文明谱系递归是一种开放的研究方向，而非已经写好的未来结局。工具能力、复合主体、公共知识与制度安排共同决定哪些路径实际发生。把这些条件逐步表达、验证并修订，正是本书自身应当承担的工作。

◆ 十三、共享基础由谁维护：一个标准的公共品构造

前面一再说公共基础需要有人维护，却没有问维护的成本由谁出。用一个标准的公共品算例说明难点所在，它是教科书式的构造，不是本书的发现，也不描述任何真实共同体。

设有四个知识共同体共用一个公共基础层。任何一个共同体花费三个单位做维护（勘误、复算、保存），基础层就改善一点，使四个共同体各获得两个单位的好处，总好处是八个单位。若四家都维护，每家得二乘四减三，即五个单位；若都不维护，每家为零。但对单个共同体而言，自己维护得到的只有两个单位，低于付出的三个，于是不维护是更优选择，无论别人怎么做。结果可能是每家都想等别人出力，基础层无人维护。这一失败不来自任何人的恶意，而来自成本与受益的分离。

这个构造有明确的限制：它假设好处可以相加、不会饱和，各方能力和需求相同。真实基础层的好处常常随可靠程度饱和，各共同体维护的能力也相差很大。因此，下面的制度选择不能由这一个算例推出，只能用它指出问题的形状。

◆ 十四、几种可选择的制度安排及其失败信号

针对维护成本与受益分离，文明可以有不同的安排，它们并不互相排斥。

安排	主要解决的问题	主要风险	失败信号
公共基金，由资助方统一出资	免除各方观望	依赖单一出资方，评 价权集中	资助中断后勘误积压
贡献记账，维护工作计入署名或优先权	使维护有回报	记录被刷量	低质量勘误数量激增
联盟分担验证，多个机构分头复算复核	分散责任与同源错误	协调成本	各方重复检查同一部分、 遗漏同一部分
使用者付费	成本由受益者承担	排除资源较少的小团 体	使用者构成越来越单一

仍用前面的算例看第二种安排。若维护者获得一项价值一点五个单位的认可（如署名或优先复核），那么单个共同体自己维护的所得是二加一点五减三，为正零点五，维护成为各方的更优选择；四家都维护时每家得六点五。前提是这项认可本身不需要额外成本，并且不能被不付出劳动的人轻易取得。一旦认可可以刷量，机制就会奖励制造记录而不是维护质量，表中第二行的失败信号正是这个。

关于多种安排并存，埃莉诺·奥斯特罗姆（Elinor Ostrom）2009年的诺贝尔经济学奖演讲值得对话：她把制度只分为市场与国家，不能解释人们实际治理共同资源的多种安排；多中心系统有许多形式上独立的决策中心，它们是否构成一个有效的整体，是需要经验回答的问题；也不存在对所有情境都适用的统一方案。[R243]本书读取的是该演讲修订稿的大部分正文（约九成，末尾未读），其研究对象是自然资源和公共服务，把它转到知识维护，是一种类比，需要自己的证据，不能当作已被证明。从中可借用的只有方法上的提醒：不要预先设定唯一的制度形式，而应观察哪一种安排在哪些条件下维持了共同资源。

◆ 十五、封闭的三种形态与预先写入的退出通道

知识谱系的封闭，不止是不让别人读。至少有三种。准入封闭：只有少数主体能够提出主张或进入验证。格式封闭：记录只能在某一平台内使用，导不出来，也读不懂。验证封闭：主张只能由内部人检验，外部无法复核。三种封闭可以单独出现，也可以合在一起；一个对外开放阅读的系统，如果验证只在内部进行，其可信程度也只取决于内部。

对应地，可以预先写入三类退出通道：外部提交主张和反例的渠道；使用者可带走自己材料的导出权利，第四十章已给出设计；以及外部复核的最低条件，如复算材料和判断依据能否被不属于该谱系的人取得。是否设置这些通道，不取决于善意，而取决于制度是否把它们变成了可检查的义务。

资源分配上同样可以避免两个极端：全部预算流向探索，基础维护长期欠账；全部预算锁在维护，新对象无法进入。一种设计思路是先保证基础层的最低维护预算，再让探索层在剩余资源中竞争，并设定重新分配的触发信号：勘误积压时间持续变长，或探索层候选长期无人验证。最低预算的具体数额，这里不作规定；任意设一个数字，反而会给读者造成已经有依据的错觉。

◆ 十六、本书也必须成为能够被修订的母本

一部论述递归发生的专著，应允许读者追查其定义、复算其有限例子、反驳其经验假说，并据此形成新的分支。作者的思想贡献需要通过准确署名与历史记录得到尊重，具体主张则需要按其证据地位接受检查。两者相互支持，而不是以身份权威替代论证。

后继研究可能确认部分机制，否定某些箭头，或发现原来的同一性轴还不足以组织新材料。这样的结果不应被事先定义为对理论的不理解。若它们有明确依据，就应成为母本下一版的条件。谱系的生命不只在于向外繁衍，也在于能够把有效的外部挑战带回自身。

因此，文明经济升级的最终研究标准，不是本书提出了多少术语，也不是平台能够生成多少文本，而是是否出现了更多真实可用、可继承、可纠错的知识能力，

以及这些能力是否改善了人们共同生活与创造的条件。知识同一性谱系的递归发生，应当由这样的后续成果逐步证明其价值。

◆ 十七、知识文明的共同命题

人类知识既不是一块没有差异的整石，也不是一群永不相通的孤岛。共同基础、部分同一性和特殊发生，长期共同构成文明的知识结构。AI的历史机会，在于使更多主体能够参与这个结构的生成，并使结构本身成为可研究的对象。

能否把机会转成文明升级，不取决于我们为AI赋予多么宏大的名称，而取决于能否持续产生真实的新问题、有效的新知识、可继承的新能力和值得维护的新关系。知识同一性谱系的递归发生，最终应当由这些具体成果而不是由递归的层数来证明自己的价值。



结论

从统一性知识文明走向递归发生的知识谱系文明

◆ 一、重新看见工具革命的中间过程

本书从一个看似熟悉的问题开始：工具为什么会改变行业？最直接答案是效率提高，但效率并不足以表达所有结构变化。汽车带来的不仅是更快移动，也可能是交通模式的分化；计算机带来的不仅是计算加速，也可能是信息活动的重新组织。要解释这些变化，需要把人、工具、制度和知识联系起来。

人一工具复合主体成为本书的第一个分析单位。它不是给机器赋予人的全部身份，而是识别一种整体能力：某些任务依赖不同角色与组件之间的关系，不能只由孤立工具性能解释。复合主体的边界必须围绕具体能力确定，并通过移除、替换和重建来检验。

行业模式进一步把能力转成可持续活动。产品多样、岗位增多与模式谱系不是同义词。一个模式只有形成自己的问题、方法、责任和后续生成能力，才可能成为新的谱系节点。经济规模是否扩大，还需要真实需求、净新增价值与适当核算，不能从节点数量直接推出。

◆ 二、AI把工具问题推进到知识发生本身

AI的候选特殊性在于，它不仅执行某些既定脑力任务，还可以参与问题表达、候选构造和方法比较。人与AI的长期互动因而可能形成特定的知识发生结构。

作者关于自己的GPT、Claude与替换系统表现不同的观察，为这一研究提供了入口。书中没有把它写成已经完成的实验，而是区分资料、上下文、配置、人的能力与特定配对效应，并提出交叉替换和迁移设计。

由此，工具不可消去性被重新理解为条件性能力关系，而不是某个账号永远无法替代的神秘属性。真正的解释重心是E与D：哪些特征纠缠和差异路径在历史中形成，哪些可以共享，哪些需要重新发生，哪些仍未被清晰表达。

◆ 三、知识部落不是公共知识的终结

本书最重要的修正之一，是拒绝公共与部落的二元对立。人类文明一直存在不同共同程度的知识。科学、宗教、医学与实践传统，在不同对象、方法和验证维度上形成不同关系。

AI并没有发明这种谱系。它可能改变的是知识位置的可达性、持续组织成本与生成密度。原有统一性知识仍然是共同基础，特殊谱系则在具体E与D中形成。两者之间还有大量类情境、行业与共同体层次。

而且，同一对部落的共同性是多维的。某些方面完全相同，某些方面部分重合，另一些方面高度不同。语言相似、形式等价、历史继承和可迁移性是不同关系，需要分别记录。

在跨部落协作上，本书把“共同”拆成了不同的产物：翻译是有方向的，公共粗化是双方无需谈判即可承认的区分，联合细化是合起来才能得到的区分。有限的分割例子表明，共同承认的区分可以很少，而合作中发生的区分可以更多，但后者以对象对齐为前提，一次对齐错误就可能同时虚增合作收益、削弱共同基础。这一结果仍是有限模型内的命题，它给出的是接口应记录什么，不是文明整体已经统一或可以统一的证明。

◆ 四、从一条谱系轴到能够改变自身的空间

一条从公共到特殊的轴，只是进入问题的初步图像。真正的知识谱系空间包含多个特征、关系与任务。距离和密度必须说明比较对象与测量规则，不能由一个总分代表全部同一性。

书中给出了有限伪距离的构造，说明特征不一致度可以具有数学性质，却仍不能穷尽知识身份；给出了三系统翻译循环的反例，说明成对可逆不保证全局一致；还在双射与固定域条件下证明了共同坐标存在的循环一致性条件。

这些结果是有限模型中的推导，不是对人类文明的直接统计结论。它们的作用是使哲学命题获得可检查形式，并指出哪些直觉不能随意推演。

◆ 五、统一性知识自身也具有发生条件

数学和经济学案例使理论进一步推进。数学的统一性建立在明确对象、前提与推导规则之中，但这些安排本身可以被研究。经济总体指标具有特定统计意义，却未必能表达所有主体的处境与关系。

SDE数学母本提出的候选构造，需要逐项明确其定义、恢复关系与证明；CPI母本提出的分层与连接问题，需要数据、基线模型和预测或机制检验。两类研究共同显示，统一性可以成为谱系发生的基础，而不是禁止进一步研究的终点。

但这一判断不允许任意化。改变前提需要说明，改变规则需要验证，局部经验不能直接升级为普遍结论。谱系自由与证据义务同时成立，才能使知识空间扩展而不失去判断。

◆ 六、递归发生究竟增加了什么？

知识增加可以只发生在既有规则之下。谱系填充使更多既定位置获得有效节点。新轴发生则改变哪些差异能够被识别。高阶递归进一步允许对象、生成规则或验证安排成为研究和修改的对象。

书中以固定有限对象域说明，新轴必须区分至少一对原特征无法区分的对象；没有这种区分，候选特征只是已有信息的重编码。同时，有限对象域上的严格细分存在上限，持续高阶发生需要改变对象范围、问题结构或规则，而不是无限重复分组。

这两个限定使递归不再等于无限增长。有效发生也包括合并、撤回、停止和重新启动。选择性回写保留有效知识和失败理由，避免把所有生成内容都变成下一轮前提。

◆ 七、经济升级需要穿过验证与需求两道门

人—AI复合主体可以降低某些知识活动的组织成本，但生成成本下降不等于总成本同比下降。验证、维护、迁移和现实实施可能成为新的瓶颈。新的服务也可能替代旧服务，而不是全部形成净增量。

因此，知识谱系经济的评价需要分开收入、增加值、利润与福利，明确反事实和资源边界。一个市场变得更细，不必然更好；一个知识部落更独特，也不必然更有价值。真实升级来自有效差异转成可持续的新活动。

书中的简化竞争模型给出两层结果：在比率型奖励下，降本只会让双方多生成同质内容，争夺耗散不减；但在同一任务的价格竞争里，降本或提质又能把更多剩余留给使用者，效率改善可以在固定模式下产生真实收益。谱系发生理论不应否定这条路径，而应补充解释活动空间本身怎样变化。这样，技术经济学与知识发生学才能形成真正的互补。

◆ 八、平台与专著典范转移

如果知识谱系不仅保存成果，还保存发生方式，那么专著的价值也会扩展。它既是系统论证，也可以成为后续研究的母本：提供对象、规则、证据、反例与开放问题，让不同读者在自己的E、D中继续发生。

阅读、学习包与智能体三位一体，正可以围绕这种扩展组织。但三者不是文本的重复包装。阅读支持检查，学习支持重建，智能体支持候选与反馈。共同身份、版本和验证状态，使三者保持一致。

相应的出版制度应保存章节原稿、来源、论断、测试与接续状态，使读者能够区分知识内容、生成过程和审查证据。版本记录不能代替内容验证，内容更新也不能抹去既有责任。发生学的可信性，需要落实为可追溯、可纠错并可继续接续的知识组织。

在平台与专著的部分，本书新增了三项可检查的设计。生成合约要求母本交代对象域、不变量、允许与禁止的变动、证据层级、退出条件和回写门槛，使子本能够判断自己是继承、弱化还是替代，也使假子本可以被识别。四种状态的区分，要求设计、原型、实测与上线各有证据，书中的平台论述因此只到设计一层。可恢复

的导出包与分层的恢复检验，则把版本、依赖和状态转换记录当作使用者可以带走的东西，而不是平台内部的私有结构。这三项都没有在真实平台上执行过，它们的价值是提供了可被失败的目标。

◆ 九、六项主张的账目

绪论提出了六项主张。现在逐项对账，每项分成四栏：已定义，是书中给出的概念及其区分；有限推导，是在写明假设的有限模型内的命题、算例或反例；历史与外部支持，是有来源的局部事实；待检验，是尚未完成、需要研究的部分。表中任何一栏都不等于“已证”，四栏之间也不能互相折算。

主张	已定义	有限推导	历史与外部支持	待检验
一、工具经复合主体改变活动模式	人一工具复合主体，最小解释闭合，模式谱系与产品多样的区分	整体能力不等于部件能力之和的有限信息例子，工具采用条件的算例	各工具章引用的局部来源，范围受登记限制	相近条件的对照，复合主体介入的反事实
二、思想复合主体的E与D具有历史特定性	思想复合主体，不可消去、不可直接替换与迁移成本的区分	有限状态模型中的迁移保持与未来等价	官方文档支持API可维持状态；相邻理论作定位；无直接实证	交叉替换与移植实验；作者观察尚不是实验
三、知识同一性是任务相关的多维关系	同一性向量，正权重与覆盖率，统一与同一的区分	相似不传递，权重敏感性上界，有限伪距离，共同固定点判据，误差传播界	单位的共同定义与多种实现，跨传统共同表述，传统医学的证据原则，均为局部	跨评分者与权重敏感性检验，真实比较
四、填充与递归不同	积累、填充、新轴、规则递归四个阶次	新轴严格细化判据，细分次数上界，决策风险比较，读数噪声、闸门次序、停止规则与零失败审计界，条件性错误预算，回写动态界	数学与价格指数母本作研究来源，分层指数另有先例；母本不是独立验证	盲编码，留出任务，真实新轴案例
五、差异研究可创造新共同性	翻译，公共粗化，联合细化，接口卡	四对象与六对象的分割例子，局部坐标与全局坐标的区别	相邻的边界对象与交易区概念，仅在摘要层面核对	对象对齐表，边界案例试判，留出任务比较
六、经济升级须通过成本与反事实检验	增加值、利润、福利的区分	可行服务集合扩大的条件性命题，共享成本的适宜规模，服务链增加值核算与由服务到全经济增加值的核算分解，数量竞赛模型	增加值官方定义，既有增长与任务理论，工具史局部关联	净新增价值识别，替代与转移效应，真实成本数据；预注册草案尚未提交登记，也没有数据

这张账有三个读法。第一，同一行里“有限推导”的结论，不可以被当作“历史与外部支持”引用：一个在指定模型内成立的命题，说明某种机制在什么条件下成立，并不说明历史上这种机制已经发生。第二，“待检验”一栏并非可有可无的客套，它是各章研究设计的汇总，每一项都对应可以失败的方案。第三，表中没有一行写着“已证”，这正是对本书状态的准确描述。

◆ 十、每项主张在什么情况下应当被修改

一部理论值得认真对待的理由，是它说得出自己在哪些结果面前应当后退。六项主张各自的后退条件，在各章里已有分散说明，这里集中写出。

关于复合主体，如果在大量相近条件下，加入或去掉特定的人—工具关系对活动模式没有任何可识别影响，这项主张的解释力就要缩小，复合主体沦为只是对工具使用者的另一种称呼。关于思想复合主体的历史特定性，如果在控制材料、训练和资源之后，更换成员与工具仍能稳定延续相同的生成能力，那么强历史不可迁移性不成立，只剩下迁移成本的问题。关于多维同一性，如果结论对维度划分和权重的任意选择高度敏感，说明比较的是划分方式，不是知识本身。

关于递归，如果被称为新轴的东西大多只是已有特征的重编码，不改变任何任务结果，递归发生的结构主张就要修订。关于新共同性，如果联合表示在留出的对象和任务上并不比较好的单方分类更好，则对该任务而言，合作并没有创造新的区分能力。关于经济升级，如果在控制替代、转移和成本之后，找不到净新增的活动，则谱系化只能解释结构变化，不能解释规模升级。

这些后退并不等于整个理论失效。每一次后退只缩小一项具体主张，而其余各项能否保留，取决于它们对被缩小主张的依赖。这正是下一节要说明的。

◆ 十一、哪些论断不能单独引用

六项主张彼此有依赖，且依赖的方向不能颠倒。第六项依赖前面所有各项，因为只有复合主体形成可持续的活动方式、知识谱系具有可检验的区分、新共同性能够支持协作之后，才谈得到经济规模。任何一项在前面被缩小，第六项都要重新审视。反过来，第六项失败，并不推翻前面各项在知识发生层面的价值。

由此得到几条引用规则。其一，不要把某一章里的有限命题，当作全书的结论单独引用。例如，新轴严格细化的判据只在指定的精确表示与有限对象域内成立，不能用来说明人类知识的实际增长。其二，不要把思想实验的数字当作经验数据。书中的算例都为说明机制而构造，改变参数，结论可能反转。其三，不要把作者与AI的对话观察，当作对长期配对的检验。它是研究的入口，其可靠性有待实验。其四，不要把平台设计当作平台现状；设计、原型、实测、上线是四种状态，本书只到第一种。

◆ 十二、接下来最值得做的几项研究

按“能最快使一项主张得到验证或否定”来排序，有七项工作最为迫切。第一，执行交叉替换与移植实验，区分人的准备状态、资料、工具状态和特定配对，使思想复合主体的主张获得第一次真实检验。第二，对新轴的非冗余判据做留出任务检验，并加入同义改写的负对照，看新轴是否改变任何任务结果。第三，将数学母本中仍待证明的恢复命题单独立项，分清解释性重述、结构嵌入与严格恢复。第四，对价格分层的机制，制定可行的准实验方案，把价格轨迹与传导机制分开。第五，按接口卡的要求，试做一次跨部落的边界案例试判和联合细化的留出任务比较。第六，以一部母本和少量关键主张为对象，做一次小规模的平台试点，分开报告忠实保存与改善研究活动两类结果。第七，采集真实的服务成本和替代效应，为经济规模的识别提供数据。

这七项工作都可以单独推进，任何一项的结果都可能修改而不是确认现有主张。如果它们的结果出乎本书预期，本书应当被修订，这也是本书希望成为可以被修订的母本的含义。这七项研究中，凡涉及数学证明、史料判断、统计识别或真实使用者的，都需要相应领域的独立审查者与明确的责任安排，不能由撰写本书的同一系统以多个角色代行。研究者即使只完成其中一项，并且结果否定了对应主张，也是对本书最有价值的反馈之一。

◆ 十三、理论已经做到什么，仍然没有做到什么？

本书已经建立了一套概念区分与有限形式模型，使工具、复合主体、知识同一性、递归和经济扩张之间的关系可以逐项讨论。它提供了历史对照、母本分析、思想实验、局部证明和可执行研究设计。

它尚未通过一项宏观实验证明整个文明链条，也没有证明所有长期人—AI配对都具有独特优势，更没有证明所有统一性知识的所有可能轴都能够被有效填满。数学母本中的更强恢复命题与经济母本中的机制解释，也仍有各自的验证任务。

这种边界不是结论后的礼貌保留，而是理论结构的一部分。只有把已定义、已推导、已有外部证据和仍待检验分别标记，后续研究才知道应在哪里继续，而不必重复整套宏大叙述。

◆ 十四、本书自身的证据状态

本书自己也应当接受前面提出的标准。书稿附有论断台账，对主要论断登记其类型、依据、当前证据地位、可推翻条件与下一步；来源登记写明每个来源实际被读取的范围，以及它不能支持什么。有了这些记录，读者可以对任何一句话追问：它属于定义、有来源的事实、有限模型内的命题、假说、思想实验，还是作者的观察？它依赖哪几章？

但这些记录是作者与编辑的自查工具，不是外部认证。三轮专项检查由同一助手分来源、逻辑和结构三个角度执行，不构成独立同行评审，也不等同出版社的正式审稿。有限算例的程序复算，只确认了算术和有限情形下的穷举。数学、史学和经济方法的独立审查，以及作者的最终审定，仍需另行安排，不能由本书自己替代。书中对作者已有专著的引用，只能说明作者提出了什么命题，不能当作这些命题已获独立验证。

◆ 十五、对实践者的限定性提示

本书主要面向研究，但有些结论可以为实践提供限定性的提示，前提是不夸大。一个教师、研究者或小团队，如果长期与AI协作，可以尝试保存三类记录：每次关键转折的变更记录，包括失败的尝试与撤回的判断；母本判断与本地证据的分

账；以及版本与来源的清单。这样做的目的，是使以后的人能分清哪些判断可继承，哪些需要重新检验，并不是保证效果会改善。

同样，“知识部落”不应被当作身份标签，更不应成为躲避批评的理由。特殊的发生历史可以解释一个共同体为何看见了别人没看见的问题，但它提出的主张，仍须像其他主张一样接受相应的检验。凡涉及健康、法律或他人利益的具体决定，应当由相应领域的专业程序承担，而不是由本书的框架替代。

◆ 十六、最终命题

人类知识从来不是单一共同内容的总库，也不是完全隔离的私人世界。它是在不同发生条件、路径与检验方式中形成的多维同一性谱系。公共基础与特殊创造相互依赖，局部差异与新共同性持续交织。

AI与人形成思想复合主体，使更多知识位置有可能被持续组织，也使原有知识体系的对象、轴与规则更容易成为进一步研究的候选。只有经过验证、选择和回写，这种潜力才转成有效的谱系递归发生。

文明升级因此不是机器替人说出更多话，而是更多主体能够提出重要问题、建立可靠差异、创造新的共同性，并把这些能力转成有意义的生活与经济活动。工具打开可能性，复合主体组织发生，知识谱系保持连续，而文明的责任，是使这种连续始终能够接受世界、他人与自身反思的检验。



附录

附录A

出版前未决事项

本节是出版前仍未闭合的事项清单，不是已完成评审的证明。编号沿用接续包中的 U01—U10。

U01 篇幅与论证深度。 正文 299,079 汉字，距 30 万字目标尚差 921 字，没有为凑数而补写。是否扩写由著者决定。独立专家对论证深度的确认尚未发生。

U02 十大工具史的机制证据。 已补有来源的时间线、对照与负例（福特与丰田、重犁、卡尼什、红海航行、印刷、蒸汽、电动机、汽车、航空邮运、联网服务、人工智能研究）。多数来源只读到摘要或工作稿；R43、R18 等入口受限，须通过合法的机构版本补核。

U03 宗教与医学的比较。 第 16 章以四个原文个案、第 17 章以针刺试验与青蒿素叙述两个具体比较任务写成，不裁决信仰，不含诊疗建议。须由相应传统与语文专家、临床研究方法专家审查。

U04 思想复合主体的实证地位。 识别条件、非劣性设计、创始人离场与后继者反驳协议都已写成方案；全部实验未执行，没有任何结果。需要安排独立评审，不能由同一系统的多个角色替代。

U05 数学证明、原创性与一般化。 有限复算全部通过；第 33 章命题四至七、零失败审计界等标准推理的文献出处，第 26 章若干经典结论的出处，仍标〔待核〕。须由独立数学审查逐项检查定义、量词、适用域与证明。

U06 经济增量的识别。 已补官方指标对应、核算分解、反例、非谱系路线对照与预注册草案 0.1。书内没有任何真实数据；R217—R221 只读摘要，须经济学方法专家复核。

U07 文献逐项充分性。 仍未闭合。新来源读取范围逐项登记，未全文通读者已标注；多处页码或细节待著者核对。

U08 语义重复与正面论证比例。 部分处理（已合并第 41 章、第 24 章的重复论证）；第 20/21、23、28、34 章仍有小节交叠，留待著者取舍。

U09 平台设计与现实实现。 第39—41章全部停在"设计"。本书作为出版单元（阅读、学习包、智能体）上站，是一次原型性的发布，学习包与智能体均未做学习效果或真实对话质量的实测。

U10 正式交付边界。 已执行三轮专项审校、字数与引用审计、版面渲染检查。独立同行评审与著者审定仍未完成。

附录B

版本与审校说明

本书据 v0.6 统稿三审稿成书。正文净 299,079 汉字（计数规则：Unicode 区间 U+3400—U+9FFF，不含各级标题行；方括号编号不含汉字）。较接续基线 v0.5（208,681 汉字）增加约 9 万字，来源登记由 43 条增至 121 条，论断台账由 74 条增至 253 条。

三轮内部审校分别查来源与证据地位、概念与证明、结构与术语。审校发现并改正的问题，包括个别来源用法超出读取范围、若干数学定义中符号两义、纯替代公式缺少增加值率、算例缺基线、节号顺延造成的交叉引用错误等。全部复算只验证有限构造和固定种子的构想模型，不是一般命题的认证，也不是现实实验。

审校由同一模型家族的助手分角色、分段执行，各角色的校准题为自答。这不等于独立专家评审，不等于出版社三审三校，也不代著者核签。校验和只验证文件未变，不验证学术真理。著者保留全部最终学术判断权。

正文第 26、33 章等提到的检查程序（scripts/ 目录下的 Python 脚本及其输出）随书公开，见本书网页的“检查程序”目录；它们只使用标准库，固定随机种子。

参考书目

以下为全书来源台账（121 项，编号 R01–R244 段内不连续），按编号排列，正文以方括号编号引用。每条的读取范围与使用边界见本书网页版“来源台账”（/books/m/542/references/ledger.json）；条目数量不等于逐条原件校勘，没有一项可以理解为被全文通读。

1. [R01] 王德生. SDE数学导论. 2026, 网站标注2026-10-11上传稿. <https://sdeuniverses.com/books/m/53/read>
2. [R02] 王德生. 意义数学的诞生. 2026, 第344卷. <https://sdeuniverses.com/books/m/344/text/>
3. [R03] 王德生. 人与AI一起发生新数学. 2026, 第346卷. <https://sdeuniverses.com/books/m/346/text/>
4. [R04] 王德生. 为何CPI失灵了? ——价格分层与经济信望爱的修复. 2026, 第495卷. <https://sdeuniverses.com/books/m/495/text/>
5. [R05] U.S. Bureau of Labor Statistics. The Consumer Price Index—Why the Published Averages Don’ t Always Match An Individual’ s Inflation Experience. 官方方法说明. <https://www.bls.gov/cpi/factsheets/averages-and-individual-experiences-differ.htm>
6. [R06] Office for National Statistics. Calculating the Household Costs Indices. 英国国家统计局方法说明, 2026-05-28修订. <https://www.ons.gov.uk/economy/inflationandpriceindices/methodologies/calculatingthehouseholdcostsindices>
7. [R07] OpenAI. Conversation state. 官方文档, 访问日2026-10-30. <https://developers.openai.com/api/docs/guides/conversation-state>
8. [R08] Lean. Axioms. 官方参考手册, 访问日2026-10-30. <https://lean-lang.org/doc/reference/latest/Axioms>
9. [R09] Thomas Barnebeck Andersen; Peter Sandholt Jensen; Christian Skovsgaard. The Heavy Plow and the Agricultural Revolution in Medieval Europe. *Journal of Development Economics* 118(1), 2016, 133–149. <https://>

portal.findresearcher.sdu.dk/en/publications/the-heavy-plow-and-the-agricultural-revolution-in-medieval-europe/

10. [R10] Gabor Thomas; Gerry McDonnell; John Merkel; Peter Marshall. Technology, ritual and Anglo-Saxon agriculture: the biography of a plough coulter from Lyminge, Kent. *Antiquity* 90(351), 2016, 742–758; DOI 10.15184/aqy.2016.73. <https://www.cambridge.org/core/journals/antiquity/article/technology-ritual-and-anglosaxon-agriculture-the-biography-of-a-plough-coulter-from-lyminge-kent/3EA15DA20A8F6153299E4561008E345C>
11. [R11] Smithsonian National Museum of American History. America on the Move. 官方馆藏展览说明. <https://americanhistory.si.edu/explore/exhibitions/america-on-the-move>
12. [R12] Smithsonian National Museum of American History. On the Interstate. 官方历史展览. <https://americanhistory.si.edu/explore/exhibitions/america-on-the-move/online/interstate-10>
13. [R13] Erik Brynjolfsson; Danielle Li; Lindsey Raymond. Generative AI at Work. *The Quarterly Journal of Economics* 140(2), 2025, 889–942; DOI 10.1093/qje/qjae044. <https://academic.oup.com/qje/article/140/2/889/7990658>
14. [R14] Fabrizio Dell’Acqua 等. Navigating the Jagged Technological Frontier. 2023 working paper; 本轮读取HBS官方介绍. <https://aiinstitute.hbs.edu/navigating-the-jagged-technological-frontier/>
15. [R15] Jeremiah Dittmar. Information Technology and Economic Change: The Impact of The Printing Press. *The Quarterly Journal of Economics* 126(3), 2011, 1133–1172; DOI 10.1093/qje/qjr035. <https://doi.org/10.1093/qje/qjr035>
16. [R16] U.S. Bureau of Economic Analysis. What is industry value added?. 官方核算说明. <https://www.bea.gov/help/faq/184>
17. [R17] Paul Romer. Endogenous Technological Change. NBER Working Paper 3210, 1989; 正式发表于JPE 1990. <https://www.nber.org/papers/w3210>
18. [R18] Daron Acemoglu; Pascual Restrepo. Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor. NBER Working Paper 25684, 2019; JEP 33(2), 3–30. <https://www.nber.org/papers/w25684>
19. [R33] Andy Clark; David J. Chalmers. The Extended Mind. *Analysis* 58(1), 1998, 7–19. <https://consc.net/papers/extended.html>

20. [R34] Edwin Hutchins. Cognition in the Wild. MIT Press, 1995. <https://pages.ucsd.edu/~ehutchins/citw.html>
21. [R35] Daniel M. Wegner. Transactive Memory: A Contemporary Analysis of the Group Mind. *Theories of Group Behavior*, 1987, 185–208. <https://dtg.sites.fas.harvard.edu/DANWEGNER/wjh/tm.htm>
22. [R38] The Univalent Foundations Program. Homotopy Type Theory: Univalent Foundations of Mathematics. 2013. <https://homotopytypetheory.org/book/>
23. [R40] Ikujiro Nonaka. A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation. *Organization Science* 5(1), 1994, 14–37. <https://pubsonline.informs.org/doi/10.1287/orsc.5.1.14>
24. [R41] The Metropolitan Museum of Art. Cuneiform tablet: administrative account concerning the distribution of barley and emmer. 馆藏条目 327384. <https://www.metmuseum.org/art/collection/search/327384>
25. [R42] Daniel M. Bernhofen; Zouheir El-Sahli; Richard Kneller. Estimating the effects of the container revolution on world trade. *Journal of International Economics* 98, 2016, 36–50. <https://nottingham-repository.worktribe.com/output/761350/estimating-the-effects-of-the-container-revolution-on-world-trade>
26. [R43] Nathan Rosenberg; Manuel Trajtenberg. A General Purpose Technology at Work: The Corliss Steam Engine in the late 19th Century US. NBER Working Paper 8485, 2001; *Journal of Economic History* 64(1), 2004, 61–99. <https://www.nber.org/papers/w8485>
27. [R44] Martin Fiszbein; Jeanne Lafortune; Ethan G. Lewis; José Tessada. Powering Up Productivity: The Effects of Electrification on U.S. Manufacturing. NBER Working Paper 28076, 2020. <https://economia.uc.cl/biblioteca/powering-up-productivity-the-effects-of-electrification-on-u-s-manufacturing/>
28. [R45] Smithsonian National Air and Space Museum. Air Mail. 官方展览历史说明. <https://airandspace.si.edu/air-mail>
29. [R46] CERN. The birth of the Web. 官方历史记录. <https://home.cern/science/computing/the-birth-of-the-web>
30. [R47] World Health Organization. Traditional medicine. 官方问答. <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/traditional-medicine>
31. [R48] 王德生. SDE思想体系入门. 第395卷, 电子版. <https://sdeuniverses.com/books/m/395/text/>

32. [R49] Second Vatican Council. *Nostra Aetate*. 1965-10-28. https://www.vatican.va/archive/hist_councils/ii_vatican_council/documents/vat-ii_decl_19651028_nostra-aetate_en.html
33. [R50] Bureau International des Poids et Mesures. The International System of Units (SI). 官方计量说明; 2019-05-20起的定义制度. <https://www.bipm.org/en/measurement-units/>
34. [R51] Yolanda Gil; Simon Miles (编); W3C Provenance Working Group. *PROV Model Primer*. W3C Working Group Note, 2013-04-30. <https://www.w3.org/TR/prov-primer/>
35. [R52] Daron Acemoglu. The simple macroeconomics of AI. *Economic Policy*, 2025; DOI 10.1093/epolic/eiae042. <https://dspace.mit.edu/entities/publication/0fcf7575-a092-4728-a0c5-077beda38427>
36. [R53] Smithsonian National Air and Space Museum. *Air Mail and the Birth of Commercial Aviation*. 馆方历史说明, 2021-12-09. <https://airandspace.si.edu/stories/editorial/air-mail-and-birth-commercial-aviation>
37. [R54] Jeremiah Dittmar. Information technology and economic change: The impact of the printing press. 作者研究说明, CEPR VoxEU, 2011-02-11. <https://cepr.org/voxeu/columns/information-technology-and-economic-change-impact-printing-press>
38. [R55] Joel Becker; Nate Rush; Beth Barnes; David Rein. Measuring the Impact of Early-2025 AI on Experienced Open-Source Developer Productivity. METR原始研究报告, 2025-07-10. <https://metr.org/blog/2025-07-10-early-2025-ai-experienced-os-dev-study/>
39. [R56] Joel Becker; Nate Rush; Tom Cunningham; David Rein; Khalid Mahamud. We are Changing our Developer Productivity Experiment Design. METR研究更新, 2026-02-24. <https://metr.org/blog/2026-02-24-uplift-update/>
40. [R57] Tim Berners-Lee. *Information Management: A Proposal*. 1989-03原稿; 1990-05再次分发; W3C保留的HTML转写. <https://www.w3.org/History/1989/proposal.html>
41. [R58] The Metropolitan Museum of Art. *Cuneiform tablet: quittance for a loan in silver*. 馆藏66.245.16a; 约公元前20—19世纪. <https://www.metmuseum.org/art/collection/search/325857>

42. [R59] Daniel M. Bernhofen; Zouheir El-Sahli; Richard Kneller. The Impact of Technological Change on New Trade: Evidence from the Container Revolution. CESifo Working Paper No.6069, 2016. <https://www.ifo.de/en/cesifo/publications/2016/working-paper/impact-technological-change-new-trade-evidence-container-revolution>
43. [R60] International Dunhuang Programme / British Library. Buddhism on the Silk Roads: Buddhist texts—The Diamond Sūtra. 官方馆藏学习资料; 卷末题记868-05-11. <https://idp.bl.uk/discover/learning/buddhism-on-the-silk-roads/articles/buddhism-on-the-ground/buddhist-texts-the-diamond-sutra/>
44. [R101] Paul A. David. The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox. American Economic Review 80, 1990, 页355起 (本轮读到的文本引用页356—360; 期号与尾页待核) . <https://Www.Gwern.net/doc/economics/automation/1990-david.pdf>
45. [R102] The Henry Ford (工作人员编写的专题页) . Henry Ford: Assembly Line (Expert Set 7139) . The Henry Ford, Digital Collections. <https://www.thehenryford.org/collections-and-research/digital-collections/expert-sets/7139>
46. [R103] Toyota Motor Corporation. Toyota Production System (官方公司网页) . global.toyota 官方网站. <https://global.toyota/en/company/vision-and-philosophy/production-system/>
47. [R104] Paul S. Adler; Barbara Goldoftas; David I. Levine. Flexibility Versus Efficiency? A Case Study of Model Changeovers in the Toyota Production System. Organization Science 10(1), 1999, 页43—68, DOI 10.1287/orsc.10.1.43. <https://ideas.repec.org/a/inm/ororsc/v10y1999i1p43-68.html>
48. [R120] Thomas Barnebeck Andersen; Peter Sandholt Jensen; Christian Stejner Skovsgaard. The Heavy Plough and the Agricultural Revolution in Medieval Europe (工作稿, 2013) . University of Southern Denmark, DISC Discussion Papers (工作稿PDF) ; 正式版刊于Journal of Development Economics 118 (2016) 133–149. https://www.sdu.dk/-/media/files/om_sdu/institutter/ivoe/disc_papers/disc_2013/dpbe6_2013b.pdf
49. [R121] Lynn White Jr. Technology in the Middle Ages. Melvin Kranzberg & Carroll W. Pursell Jr. (eds.), Technology in Western Civilization, vol. 1, Oxford University Press, 1967, pp. 66–79 (课程阅读PDF, 曼彻斯特大学站点托管) . <https://>

users.manchester.edu/FacStaff/SSNaragon/Kant/LP/Readings/09-White on the Plow.pdf

50. [R122] (无署名章节, 编者J. S. Cockburn, H. P. F. King, K. G. T. McDonnell) . Domesday Survey: Introduction II. A History of the County of Middlesex: Volume 1, Victoria County History, London, 1969 (British History Online) . <https://prod.british-history.ac.uk/node/15252>
51. [R123] John Langdon. Horses, Oxen and Technological Innovation: The Use of Draught Animals in English Farming from 1066 to 1500. Cambridge University Press (IDEAS/RePEc书目与出版社摘要) . <https://ideas.repec.org/b/cup/cbooks/9780521525084.html>
52. [R124] Jeremiah Dittmar. Information Technology and Economic Change: The Impact of the Printing Press. Quarterly Journal of Economics 126(3), 2011, pp. 1133–1172 (BU课程站托管PDF) . <https://people.bu.edu/chamley/764-23/Dittmar.pdf>
53. [R125] Ami Ayalon. The Arabic Print Revolution (导言摘录) . Cambridge University Press (出版社导言PDF, ISBN 978-1-107-14944-1; 出版年摘录页未显示, 待核) . https://assets.cambridge.org/97811071/49441/excerpt/9781107149441_excerpt.pdf
54. [R126] Bibliothèque nationale de France. “Jikji” , a treasure of the world of printing. BnF官方网页. <https://www.bnf.fr/en/jikji-treasure-world-printing>
55. [R127] Gary Urton. Mathematics and Accounting in the Andes Before and After the Spanish Conquest. S. Mukhopadhyay & W.-M. Roth (eds.), Alternative Forms of Knowing (in) Mathematics, Sense Publishers, 2012, ch.5, pp.17–32 (core.ac.uk托管) . <https://core.ac.uk/download/154863594.pdf>
56. [R128] Jeremy M. Norman. Linear B and its Decipherment: Records of Mycenaean Civilization. HistoryofInformation.com (时间线条目, 2014年10月13日修订) . <https://www.historyofinformation.com/detail.php?id=697>
57. [R129] John Evrenopoulos. Scribes and their handnotes: The Linear B documents from Rooms 7–8 in The Mycenaean palace of Pylos. The Cambridge Classical Journal 70, 2024, pp.26–66, DOI 10.1017/S1750270524000022. <https://cambridge.org/core/product/E48CC91D83EFEABB1F2706E39E627780/core-reader>
58. [R130] Klaas R. Veenhof. The Archives of Old Assyrian Traders: their Nature, Functions and Use. Michele Faraguna (ed.), Archives and archival documents in

- ancient societies: Legal documents in ancient societies IV, EUT Edizioni
Università di Trieste, 2013, pp.27–71, ISBN 978-88-8303-460-2. [https://
www.openstarts.units.it/server/api/core/bitstreams/
97ed3f96-137c-4d18-97e9-1071e7f6bc10/content](https://www.openstarts.units.it/server/api/core/bitstreams/97ed3f96-137c-4d18-97e9-1071e7f6bc10/content)
59. [R131] Wilfred H. Schoff (译) ; 含Lionel Casson 1989年版注. The Voyage around the Erythraean Sea (Periplus of the Erythraean Sea, 英译本) . Longmans, Green, 1912; 网页: University of Washington Silk Road Seattle. [https://
depts.washington.edu/silkroad/texts/periplus/periplus.html](https://depts.washington.edu/silkroad/texts/periplus/periplus.html)
 60. [R132] Avner Greif. Reputation and Coalitions in Medieval Trade: Evidence on the Maghribi Traders. *Journal of Economic History* 49(4), 1989, pp. 857–882 (medievalists.net转载的摘要页) . [https://www.medievalists.net/2010/06/
reputation-and-coalitions-in-medieval-trade-evidenceon-the-maghribi-traders/](https://www.medievalists.net/2010/06/reputation-and-coalitions-in-medieval-trade-evidenceon-the-maghribi-traders/)
 61. [R133] Jeremy Edwards; Sheilagh Ogilvie. Contract Enforcement, Institutions and Social Capital: the Maghribi Traders Reappraised. CESifo Working Paper 2254, 2008; *Economic History Review* 65(2), 2012, pp.421–444. [https://ideas.repec.org/
p/ces/ceswps/_2254.html](https://ideas.repec.org/p/ces/ceswps/_2254.html)
 62. [R134] Avner Greif. The Maghribi traders: a reappraisal? (对Edwards–Ogilvie的回应) . Working paper, March 2012 (Stanford主页) ; 缩短版载于*Economic History Review*, May 2012. [https://web.stanford.edu/~avner/Greif_Papers/
2012_Greif_long_ssrn_Maghribi.pdf](https://web.stanford.edu/~avner/Greif_Papers/2012_Greif_long_ssrn_Maghribi.pdf)
 63. [R135] Nathan Rosenberg; Manuel Trajtenberg. A General Purpose Technology at Work: The Corliss Steam Engine in the Late 19th Century US. NBER Working Paper 8485, 2001 (正式版: *Journal of Economic History* 64(1), 2004, pp.61–99, 据检索目录; 本书未读正式版) . <https://www.nber.org/papers/w8485.pdf>
 64. [R136] Alessandro Nuvolari. Collective Invention during the British Industrial Revolution: The Case of the Cornish Pumping Engine. DRUID Working Paper 01-05, May 2001; 正式版据检索目录为*Cambridge Journal of Economics* 28(3), 2004, pp.347–363 (未读) . <https://wp.druid.dk/wp/20010005.pdf>
 65. [R137] Robert C. Allen. Why the industrial revolution was British: commerce, induced invention, and the scientific revolution. *Economic History Review* 64(2), 2011, pp.357–384, DOI 10.1111/j.1468-0289.2010.00532.x. [https://ehs.org.uk/article/
why-the-industrial-revolution-was-british-commerce-induced-invention-and-the-scientific-revolution1/](https://ehs.org.uk/article/why-the-industrial-revolution-was-british-commerce-induced-invention-and-the-scientific-revolution1/)

66. [R140] Warren D. Devine Jr. From Shafts to Wires: Historical Perspective on Electrification. *The Journal of Economic History*, 43(2), 1983, 347-372. <https://gwern.net/doc/economics/automation/1983-devine.pdf>
67. [R141] Northwest Power and Conservation Council. Rural Electrification (history page). [nwcouncil.org](https://www.nwcouncil.org/history/RuralElectrification/). <https://www.nwcouncil.org/history/RuralElectrification/>
68. [R142] The Henry Ford (museum). Ford Methods and the Ford Shops. [thehenryford.org](https://thehenryford.org/collections/article) collections article (介绍Arnold & Faurote 1915年同名书). <https://www.thehenryford.org/collections/explore/articles/ford-methods-and-the-ford-shops>
69. [R143] The Henry Ford (museum). Henry Ford: \$5 Day (expert set). [thehenryford.org](https://thehenryford.org/digital-collections) digital collections. <https://www.thehenryford.org/collections-and-research/digital-collections/expert-sets/7138>
70. [R144] U.S. Federal Highway Administration. Highway Statistics Summary to 1995: Table MV-201 与 Section II 文字说明. [fhwa.dot.gov/ohim/Summary95](https://www.fhwa.dot.gov/ohim/Summary95). <https://www.fhwa.dot.gov/ohim/Summary95/mv201.pdf>
71. [R145] U.S. Federal Highway Administration. The Lincoln Highway (Highway History). [fhwa.dot.gov/highwayhistory/lincoln.pdf](https://www.fhwa.dot.gov/highwayhistory/lincoln.pdf). <https://www.fhwa.dot.gov/highwayhistory/lincoln.pdf>
72. [R146] U.S. Federal Highway Administration. Our Nation's Highways 2026: From Beginnings to Today. [fhwa.dot.gov/policyinformation/pubs](https://www.fhwa.dot.gov/policyinformation/pubs). https://www.fhwa.dot.gov/policyinformation/pubs/our_nations_highways_2026/beginnings_to_today.cfm
73. [R147] U.S. Federal Highway Administration. Federal Highway Act of 1921 (Highway History, Trailblazers/infrastructure page). [fhwa.dot.gov/infrastructure/not4.cfm](https://www.fhwa.dot.gov/infrastructure/not4.cfm). <https://www.fhwa.dot.gov/infrastructure/not4.cfm>
74. [R148] Ally Financial. Our history (GMAC). [ally.com/about/history](https://www.ally.com/about/history). <https://www.ally.com/about/history>
75. [R149] Dave Donaldson; Richard Hornbeck. Railroads and American Economic Growth: A 'Market Access' Approach (NBER会议草稿, 2012年3月) . conference.nber.org/conf_papers/f62593. https://conference.nber.org/conf_papers/f62593/f62593.pdf

76. [R150] U.S. Federal Aviation Administration. Airmail Comes of Age. faa.gov history milestones PDF. https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/about/history/milestones/Airmail_Comes_of_Age.pdf
77. [R151] U.S. Centennial of Flight Commission (centennialofflight.net). British commercial aviation essay (Tran18). centennialofflight.net/essay/Commercial_Aviation/britain/Tran18.htm. https://centennialofflight.net/essay/Commercial_Aviation/britain/Tran18.htm
78. [R152] Econlib (Concise Encyclopedia of Economics). Airline Deregulation. econlib.org/library/Enc/AirlineDeregulation.html. <https://www.econlib.org/library/Enc/AirlineDeregulation.html>
79. [R153] historyofinformation.com (作者未标明) . The Minitel. historyofinformation.com. <https://historyofinformation.com/detail.php?id=3268>
80. [R154] Scientific American (blog). France Telecom to Shut Down a Beloved Precursor of the Web. scientificamerican.com blog, 2011-07-21. <https://www.scientificamerican.com/blog/degrees-of-freedom/httpblogsscscientificamericancomdegrees-of-freedom20110721france-telecom-to-shut-down-a-beloved-precursor-of-the-web/>
81. [R155] Vinton G. Cerf; Robert E. Kahn. A Protocol for Packet Network Intercommunication. IEEE Transactions on Communications, COM-22(5), May 1974. <https://www.cs.princeton.edu/courses/archive/fall08/cos561/papers/cerf74.pdf>
82. [R156] B. Carpenter (ed.), Internet Architecture Board. RFC 1958: Architectural Principles of the Internet. RFC Editor, June 1996 (Informational). <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc1958>
83. [R157] Minnesota Computing History (mncomputinghistory.com). Gopher Protocol. mncomputinghistory.com. <https://mncomputinghistory.com/gopher-protocol/>
84. [R158] Shakked Noy; Whitney Zhang. Experimental evidence on the productivity effects of generative artificial intelligence. Science, July 2023 (读取Stanford SCALE条目页) . <https://scale.stanford.edu/publications/experimental-evidence-productivity-effects-generative-artificial-intelligence>

85. [R159] Erik Brynjolfsson; Danielle Li; Lindsey R. Raymond. Generative AI at Work (NBER Working Paper 31161). National Bureau of Economic Research. <https://nber.org/papers/w31161>
86. [R160] Rabbi Abba / Shmuel (传述链) ; William Davidson Edition 英译 (Koren Noé Talmud) . Babylonian Talmud, Eruvin 13b. Sefaria (William Davidson Edition - English, API 取得) . <https://www.sefaria.org/Eruvin.13b>
87. [R161] Mishnah Yomit (Joshua Kulp 英译) . Mishnah Eduyot 1:5. Sefaria (API 取得) . https://www.sefaria.org/Mishnah_Eduyot.1.5
88. [R162] (World English Bible 译本) . Acts 15:1–29. bible-api.com (World English Bible) . <https://bible-api.com/acts+15:1-29?translation=web>
89. [R163] Meena Talim、G. Bühler、V. A. Smith、D. R. Bhandarkar、R. K. Mookerji、D. C. Sircar、S. Dhammika (译者, 经 Puratattva 汇编) . Edicts of Ashoka – Rock Edict XII. Puratattva (网页汇编, 含 Girnar 本转写及七种英译) . <https://puratattva.in/the-mauryas-re-xii/>
90. [R164] 徐光启. 刻《几何原本》序. 维基文库转录 (zh.wikisource, action=raw 取得) . <https://zh.wikisource.org/wiki/刻《幾何原本》序>
91. [R165] Xin-zhuan Su; Louis H. Miller. The discovery of artemisinin and Nobel Prize in Physiology or Medicine. Sci China Life Sci 2015;58(11):1175–1179 (PMC 作者手稿 PMC4966551) . <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4966551/>
92. [R166] Hugh MacPherson; Douglas G. Altman; Richard Hammerschlag; Li Youping; Wu Taixiang; Adrian White; David Moher; STRICTA Revision Group. Revised STAndards for Reporting Interventions in Clinical Trials of Acupuncture (STRICTA): Extending the CONSORT Statement. PLoS Medicine 2010;7(6):e1000261 (PMC2882429) . <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2882429/>
93. [R167] Michael Haake 等. German Acupuncture Trials (GERAC) for chronic low back pain: randomized, multicenter, blinded, parallel-group trial with 3 groups. Arch Intern Med 2007;167(17):1892–1898 (PubMed PMID 17893311) . <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17893311/>
94. [R168] Jeremy Howick; Iain Chalmers; Paul Glasziou; Trish Greenhalgh; Carl Heneghan 等. The 2011 Oxford CEBM Evidence Levels of Evidence (Introductory Document). Oxford Centre for Evidence-Based Medicine (读取镜像 PDF, 3页) . <https://ru.testingtreatments.org/wp-content/uploads/2017/11/CEBM-Levels-of-Evidence-Introduction-2.1.pdf>

95. [R169] Sigurd Hofmann (通讯作者) ; IUPAC/IUPAP Joint Working Group. On the discovery of new elements (IUPAC/IUPAP Provisional Report). IUPAC 推荐页面 (Pure Appl. Chem. 2018;90(11):1773–1832 临时报告; 2020 最终版 DOI 10.1515/pac-2020-2926) . <https://iupac.org/recommendation/on-the-discovery-of-new-elements-iupac-iupap-provisional-report/>
96. [R170] Joint Committee for Guides in Metrology (JCGM/WG 1). Guide to the expression of uncertainty in measurement — Part 1: Introduction (JCGM GUM-1:2023). BIPM. https://www.bipm.org/documents/20126/2071204/JCGM_GUM-1.pdf
97. [R171] Bill Reddy; Arthur Yin Fan. Incorporation of complementary and traditional medicine in ICD-11. BMC Med Inform Decis Mak 2022;21(Suppl 6):381 (PMC9248085) . <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9248085/>
98. [R180] Gilda Piaggio; Diana R Elbourne; Douglas G Altman; Stuart J Pocock; Stephen JW Evans; CONSORT Group. Reporting of noninferiority and equivalence randomized trials: an extension of the CONSORT statement. JAMA 295(10): 1152-1160, 2006. <https://researchonline.lshtm.ac.uk/id/eprint/12069>
99. [R181] (作者栏在所读页面未显示) . Reporting of noninferiority and equivalence randomized trials: extension of the CONSORT 2010 statement. JAMA, 2012年12月27日. <https://read.qxmd.com/read/23268518/reporting-of-noninferiority-and-equivalence-randomized-trials-extension-of-the-consort-2010-statement>
100. [R210] U.S. Bureau of Labor Statistics. Handbook of Methods: Consumer Price Index, Calculation. BLS Handbook of Methods. <https://www.bls.gov/opub/hom/cpi/calculation.htm>
101. [R211] Office for National Statistics. Consumer Prices Indices Technical Manual 2019 edition. ONS methodology. <https://www.ons.gov.uk/economy/inflationandpriceindices/methodologies/consumerpricesindices/technicalmanual2019>
102. [R212] U.S. Bureau of Labor Statistics. Consumer Expenditure Surveys (CE) home page. BLS. <https://www.bls.gov/cex/>
103. [R213] Office for National Statistics. How multilateral index methods help us understand grocery scanner data. ONS methodology. <https://www.ons.gov.uk/economy/inflationandpriceindices/methodologies/howmultilateralindexmethodshelpusunderstandgroceryscannerdata>

104. [R214] U.S. Bureau of Economic Analysis. NIPA Handbook, Chapter 2: Fundamental Concepts. BEA NIPA Handbook. <https://www.bea.gov/resources/methodologies/nipa-handbook/pdf/chapter-02.pdf>
105. [R215] Erik Brynjolfsson; Avinash Collis; W. Erwin Diewert; Felix Eggers; Kevin J. Fox. GDP-B: Accounting for the Value of New and Free Goods in the Digital Economy. NBER Working Paper 25695. <https://www.nber.org/papers/w25695>
106. [R216] Center for Open Science. Preregistration (initiative page). COS. <https://www.cos.io/initiatives/prereg>
107. [R217] Stergios Skaperdas. Contest success functions. *Economic Theory* 7(2): 283-290, 1996. <https://ideas.repec.org/a/spr/joecth/v7y1996i2p283-290.html>
108. [R218] Nirvikar Singh; Xavier Vives. Price and Quantity Competition in a Differentiated Duopoly. *RAND Journal of Economics* 15(4): 546-554, 1984. <https://econpapers.repec.org/RePEc:rje:randje:v:15:y:1984:i:winter:p:546-554>
109. [R219] Joseph Farrell; Paul Klemperer. Coordination and Lock-In: Competition with Switching Costs and Network Effects. *Handbook of Industrial Organization*, Vol. 3, Ch. 31, 2007. <https://ideas.repec.org/h/eee/indchp/3-31.html>
110. [R220] Benjamin F. Jones. The Burden of Knowledge and the 'Death of the Renaissance Man': Is Innovation Getting Harder?. NBER Working Paper 11360 (2005) ; *Review of Economic Studies* 76(1): 283-317, 2009. <https://www.nber.org/papers/w11360>
111. [R221] Uwe Dulleck; Rudolf Kerschbamer. On Doctors, Mechanics, and Computer Specialists: The Economics of Credence Goods. *Journal of Economic Literature* 44(1): 5-42, 2006. <https://ideas.repec.org/a/aea/jeclit/v44y2006i1p5-42.html>
112. [R222] GDPR-info.eu (欧盟《通用数据保护条例》条文非官方汇编站) . Article 20 GDPR: Right to data portability. gdpr-info.eu. <https://gdpr-info.eu/art-20-gdpr/>
113. [R223] American Economic Association. AEA RCT Registry FAQ. [socialscienceregistry.org. https://www.socialscienceregistry.org/site/faq](https://www.socialscienceregistry.org/site/faq)
114. [R224] EQUATOR Network. CONSORT reporting guideline (listing). EQUATOR Network. <https://www.equator-network.org/reporting-guidelines/consort/>
115. [R225] Marion K. Campbell; Gilda Piaggio; Diana R. Elbourne; Douglas G. Altman. Consort 2010 statement: extension to cluster randomised trials. *BMJ* 345: e5661, 2012. <https://www.equator-network.org/reporting-guidelines/consort-cluster/>

116. [R226] 王德生. 为何CPI失灵了? ——价格分层与经济信望爱的修复 (阅读版PDF, v=20261027a) . 德麦国际专著第495号. <https://sdeuniverses.com/books/m/495/cpi-shiling-reader.pdf?v=20261027a>
117. [R240] Mark D. Wilkinson; Michel Dumontier; IJsbrand Jan Aalbersberg 等 (共五十余位作者, 通信作者 Barend Mons) . The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data*, vol. 3, article 160018, 2016, doi:10.1038/sdata.2016.18. <https://www.nature.com/articles/sdata201618>
118. [R241] Susan Leigh Star; James R. Griesemer. Institutional Ecology, 'Translations' and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39. 期刊卷期页码未能从所读页面取得; DOI 10.1177/030631289019003001 (所读页面标注年份2007, 疑为在线年份, 原刊年份待核) . <https://citedrive.com/en/discovery/institutional-ecology-translations-and-boundary-objects-amateurs-and-professionals-in-berkeleys-museum-of-vertebrate-zoology-1907-39/>
119. [R242] Peter Galison (概念出处) ; 条目为Wikipedia匿名编者. Trading zones (条目; 概念出自 Galison, *Image and Logic: A Material Culture of Microphysics*, 1997) . Wikipedia 条目. https://en.wikipedia.org/wiki/Trading_zones
120. [R243] Elinor Ostrom. Beyond Markets and States: Polycentric Governance of Complex Economic Systems. 2009年12月8日斯德哥尔摩诺贝尔经济学奖演讲 (Nobel Prize in Economics documents 2009-4) ; 所读为演讲修订稿PDF. https://econpapers.repec.org/RePEc:ris:nobelp:2009_004
121. [R244] 页面所读未显示作者署名 (待核) . Semantic Versioning 2.0.0. semver.org 规范主页. <https://semver.org/>

递归发生



知识不仅在生长， 它还在改变自己凭什么生长。

——绪论

工具带来的不只是效率。同行都用上同一件工具，只是在原来的比较方式里跑得更快；真正的升级，是旧领域被重新组织，一种活动成为一种服务，一种服务长出新的职业与市场。本书由此追问：当人与人工智能长期共同做研究，知识的发生方式本身会怎样变化？

全书九编四十一章：先以十类工具的历史对照检验“人—工具复合主体”与“模式谱系化”，再讨论知识同一性为什么是多维关系，最后给出填充、新轴与递归发生的形式模型，以及它们进入经济规模与平台制度的条件。来源台账 121 项，逐项写明读取范围；所有数值算例均为思想实验，所有实验设计均未执行。

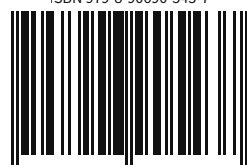
知识的下一次增长，究竟长在哪里？——绪论

德麦国际出版社 · Demai International Press

德麦国际专著第 542 号

US\$20.00

ISBN 979-8-90690-543-7



9 798906 905437