SDE UNIVERSES
德麦国际专著 · 第 555 号

经验 · 沉淀 · 思想

让经验长成思想

没被洗掉的差异



混沌碰撞 · 自组织 · 涌现

阳涌　著

德麦国际出版社
Demai International Press

德麦国际专著 · 第 555 号

让经验
长成思想

没被洗掉的差异

阳涌　著

德麦国际出版社
Demai International Press · Singapore

出　版　信　息

书名	《让经验长成思想》
副题	没被洗掉的差异
英文书名	Letting Experience Grow into Thought: The Differences That Were Not Washed Away
著者	阳涌
出版	德麦国际出版社（Demai International Press）· 新加坡
编号	德麦国际专著第 555 号
ISBN	979-8-90690-561-1
定价	US$20.00
开本	170 mm × 240 mm
字数	约 20.1 万字（前言、导论、十八章、结语与附录正文 201,269 个汉字）
版次	2026 年 11 月第 1 版

全书结构：前言；导论；五编十八章；结语；附录一至四；版本说明。

版权所有　侵权必究

思想是经验的差异没有被清洗掉，而留下来的沉淀显露。

—本书原理

作者介绍

阳涌，教育研究者、一线教育实践者，英语语言文学硕士。拥有十六年基础教育教学、课程研发与学校管理经验，长期致力于数学、语言、思维、学习科学与人工智能教育的跨学科研究与实践。

自 2019 年起跟随王德生博士持续学习，系统研修“三视角”“321 智慧”、SIO 及 SDE 本体论，逐步形成以整体生成、差异推进、关系纠缠为核心的教育观；近年专注于生成式学习、数学底层结构、创新阅读与教育智能体研发。已发表教育类论文 40 余篇、原创学科教材 16 本，在德麦国际出版专著多部，包括《课堂的智慧》《答案之后》《学习发生学导论》《学习兴趣发生学导论》《天文学思想史》《为什么人人都想重开？》《数学标准的典范重生》等。

成书说明

这是一部学术专著，请按它实际做到的范围来读。

谁写的。全书的原理由王德生口述提出：思想是经验的差异没有被清洗掉，而留下来的沉淀显露；它是特征律“混沌碰撞—自组织—涌现”在经验上的翻译，具体运行在差异序列上，特征是差异稳定运行的结晶。阳涌据此，以自己的初稿《让经验长成思想》为材料重写成书，王德生指导。正文由 AI（Claude）协作撰写：按统一任务书由二十个写手分章执笔，经统稿与三审（内容、编辑、校对）。执笔者与审稿者同属一个底座，不能互作独立证据；本书没有经过独立学术评审，也没有实测数据。

哪些是事实，哪些是设想。洗碗一事中，父子两种洗法是作者家中的实情；分组洗法、课堂、会议、写作与组织中的场景均为设想或构造，算例为构造数字；第 15 章所用作者初稿的两份大纲为真实材料。书中引用的国际研究只述大意。

哪些是主张。原理、三个对立判断、“不可替代性”命题，是本书的判断；第十八章给出七条判决预测、与最强对手分叉的研究设计和撤回条件。“稳定运行”判据的数值门槛标〔阈值待核〕，留待研究设定。

正文字数。前言、导论、十八章、结语与附录的正文实计 201,269 个汉字；章题、节题、表格不计入。

前言

◆ 两种洗碗的安排

我家里有两种洗碗的安排。

我的习惯是先给所有的碗去油。一摞碗端到水槽边，倒上洗洁精，用抹布挨个抹一遍，抹过的堆在一边，等全部抹完，再打开水龙头，一只一只集中冲洗。儿子不这样。他拿起一个碗，抹，冲，擦，放上碗架，这个碗算是做完了，才伸手去拿下一个。

两种安排洗出来的碗，在我们看来一样干净。这是一句实话，也是最容易让人把事情放过去的一句实话。碗干净了，饭后的任务就交了差，谁快谁慢，谁省水谁费水，成了一个可以随口争两句、随口放下的小问题。至于这点分歧，我们大概谁也没有认真说清过，各洗各的。

可是有一件事留了下来，而且一直留着。我给所有的碗先去油，是把“去油”当作一件独立的事来做，做完一整摞才算完成；儿子是把“一个碗”当作一件事，一个碗洗净才算完成。我们对“一次完成”的单位，划得不一样。单位不一样，中间要检查的东西也就不一样：我是在全部去油之后才看得见油有没有去净，他是在每只碗上手之后立刻就知道。这是我事后的揣测，当时并没有谁说出口：我多半想着水与时间怎样分配，他多半想着手里这只碗此刻成了没有。这个不同，碗洗干净之后看不出来，水倒掉之后看不出来，抹布晾起来之后也看不出来。它只留在两个人说不清的地方：为什么你要这样洗?

后来我又想出过一种分组的洗法，按饭碗、菜碟、汤盆分类，同类的一起去油、一起冲洗，好像介于我们两端之间。这只是我的设想，家里并没有真正这样洗过。设想本身却带出了新的问题：分类要花时间，分出来的类是否对应油污的轻重，并不确定。一个听起来周全的方案，不比前两种更有资格，它也要回到水温、碗数、人手与耐心里，才能取得被选择的理由。

碗洗干净了，分歧留了下来。这是本书的第一层沉淀。

我提这件小事，不是因为它里面藏着一条家务管理的规律。它没有。我提它，是因为这段经验给了我一个观察的机会：同一个干净的结果，可以从完全不同的做法里得到；而结果一旦完成，做法之间的差异就从桌面上消失了，要想再看见它们，得有人刻意把它们留下来。

◆ 被冲走的和留下的

“清洗”在这里不只是一个动作。完成一件事，本身就是一道清洗：碗洗好了，油污连同洗的过程一起被冲进下水道，桌面上只剩一只干净的碗。熟练是第二道清洗，手熟了，每一次都洗得干干净净，不再有任何一步需要停下来想。标准化是第三道清洗，大家按同一个流程洗，不同的做法被统一成同一个做法。把经验提炼成“谁用都一样”的几条要点，是第四道清洗。

这些清洗并不是坏事。没有完成，任务交不了；没有熟练，人会被琐事拖垮；没有标准，一个组织连一起做事都难；没有提炼，经验没法传给别人。本书要说的是另一面：清洗得越彻底，留下来的东西越干净，一件事与它的来处之间的联系就越少。干净的结果可以拿去交差，却长不出新东西。

长得出新东西的，是那些没有被冲洗掉的差异。设想这点分歧没有被冲走，而是留下来，一次又一次地在饭后出现，它就会逐渐成为可以拿来端详的东西：什么是一次完成？什么时候检查？检查的是碗，还是做法？这些问题在别处也会出现，比如一堂课上学生做一道题的做法，一篇文章改过几稿，一次会议纪要之外悬而未决的那件事。同一种差异在不同的地方一再冒头，这时它就不再只是一次口角，而有可能结成一个看事情的新办法：原来分不开的两件事，分开了。

为什么从洗碗说起，我想了很久。一个原因是它足够小，小到没有人会为它去维护一套理论，因而它里面的差异大概没有被任何人修饰过。另一个原因是它足够日常，父子之间的这点分歧，课堂上学生做题方法的不同，两位教师对同一份作业的不同判断，写作者前后两稿之间的距离，在结构上是同一类东西：都是同一个结果的背后留下了不止一种做法。碰到这类东西，我们通常有三种处理：判一个对错，取一个平均，或者干脆不管。本书提议的是第四种：先留下来，看它在别的地方还会不会出现。

这就是本书要讲的事情，用一句话说：

— 思想是经验的差异没有被清洗掉，而留下来的沉淀显露。

这句话不是我提出的。

◆ 这条原理从哪里来

本书在王德生博士指导下完成。全书的原理由王德生提出：思想是经验的差异没有被清洗掉，而留下来的沉淀显露。我所做的，是据此成书：把这条原理放进洗碗、课堂、阅读、写作与教师协作这些我熟悉的现场里，一处一处地走，看它在哪里站得住，在哪里需要改写，在哪里应当撤回。

这条原理不是凭空而来。它是王德生所发展的 SDE 思想里一条规律在经验上的翻译。SDE 里有一条意义三律，其中第一条叫特征律，说的是特征如何发生：差异之间混沌碰撞，碰撞之后自组织，自组织到一定程度涌现出稳定的特征。用一句更短的话来说，特征是差异稳定运行的结晶。把这条规律搬到个人经验里，三个环节就有了三个对应：没被洗掉的差异互相碰撞，是混沌碰撞；碰撞之后一层一层落下来、排出次序，是自组织，我们把这一步叫沉淀；沉淀稳定运行到一定程度，显露出一个原来没有的对比、变化或分布，是涌现，也就是思想。

要紧的是，这个翻译把一件常被说得很玄的事说得具体了。人们常说“思想是提炼出来的”，仿佛从一大堆经验里把精华蒸馏出来，留下一小瓶，就是思想。这条原理反过来说：提炼恰恰是又洗了一遍。思想不在被蒸馏出的那一小瓶里，它在没被蒸馏掉的、仍然带着来路、带着分歧、带着悬而未决的那些东西里。

我愿意在此把话说得老实一点：这条原理是否成立，不取决于它听起来多么顺耳，也不取决于我的任何一个故事。书中给它安排了可以让它撤回的条件，写在第 18 章和附录三里。它既是作为原理提出的，也就必须能被事实否定。这一点，导论里会作为证据身份的说明讲清楚，此处不再重复。

在书写的过程中，我也越来越清楚自己在这件事里的位置。我不是原理的发动者，而是它的使用者与检查者：把原理放到具体的现场，看它怎样运行，记下它没有按预期运行的地方。同样，书里涉及的人物，家里的父子、设想中的教师与学生，也都不是“看穿了什么”的主角。他们是差异借以运行的承载者。一个想法在一个人那里长出来，并不因此属于那个人的意志；它是差异在这个人身上、这份记

录里、这段关系中一次次落下、积下之后，自己显露出来的。写这本书，我时时提醒自己守住这一点。

本书与已有的思想有很多交界。杜威谈反思，波兰尼谈默会，舍恩谈行动中的反思，科尔布谈经验的学习圈，贝特森谈造成差异的差异，库恩谈反常的积累，这些前人都在我所面对的地方留下了路标。站内的几本书也靠得很近：第 536 号《AI 时代普通人的知识发生机会》追问普通人能不能把日子里的经验做成可以被检验、也能被修订的知识，第 547 号《岸上讲，田里耕》讲个人没被说出的经验在 AI 时代最稀缺，第 442 号《懂的发生学》讲懂是那条路在你这儿接着走，第 409 号《教育的产品是结晶》讲学习者结成的结晶不能由别人代付。本书与它们的分界，导论里逐一写明：它们讲经验有什么价值、懂怎样发生、结晶归谁；本书多问一步，这些东西的原料，也就是那些差异，从哪里来、凭什么留得住。我把这件事放在前言里提一句，是希望读者知道，这本书是站在别人的肩上写的，也准备被别人的肩膀检查。

还有一点属于写作时的体会。让一部书里的每一章都显露出新东西，比让它每一章都说对更难。统稿时最值得多看一眼的，往往是最初想划掉的一句旁注，一个说不圆的例子，一处与别章对不上的数字：它们有时恰是某一节最有用的地方。这本书因此也保留了一些没有被抹平的地方：个别例子刻意停在没有结论的位置，个别问题只给出读数和撤回条件，不给答案。读者若觉得某处不够干净，请先别急着替它补齐；那里也许正是盆底的一小块。

◆ 这本书是怎样写成的

本书的正文由 AI 协作撰写。这件事应当讲在前面。

具体的做法是：我把大纲、概念的定义、必须守住的纪律，以及我早先写过的一部初稿材料交给 AI，分章分节让它们写作；全书写成之后，再经过统稿，并经过三轮审读，检查论证是否前后一致、概念是否用得稳、材料与文献是否真实。初稿里的案例，如洗碗、一道退位减法、一份团队纪要，被取用；初稿里的论点和口气，则大部分被放下，因为那部初稿对自己的每一句话都加了过多的保险，反而什么也没有立起来。

这样写成的书，有一个对本书自身很要紧的后果：AI 恰好是本书要讨论的对象之一。本书第 15 章会讲，AI 如果只被用来交终稿，是最强的清洗机；如果用来保留弃稿、分歧与提问的记录，它反而可以成为最强的沉淀器。我自己就处在这两种用法的交界上。所以在这本书的写作中，我尽量做了后一种用法：保留了大纲的几个版本，保留了被否定的方案，保留了审读中不同意见的来回。初稿材料怎样取用、怎样改写，附录四有交代。

我并不认为这样就保证了书的质量。流畅的文字是 AI 最擅长的东西，也是最需要警惕的东西。越是读起来顺的地方，越应该问一句：这一句背后有什么材料？它是不是只是顺口？我请读者带着这个问题来读，也把同样的问题留给自己。凡是读到觉得“这句话太顺了”的地方，请回头去找它的材料；找得到，是书的幸运，找不到，就是书需要改的地方。书成之后，责任仍归作者：哪些话该留，哪些判断该收回，署名的人要来回答。

◆ 写给谁

本书写给三类读者。

第一类是教师。数学课堂是本书反复回到的现场。一道退位减法，404 减 245 得 159，答案只有一个，来路却可以有好几条。学生做对之后，课就进入下一题了，来路被冲掉。教师手里的记录、课后的评语、教研的纪要，也都面临同样的处境。本书想帮教师看见：哪些东西在交差的当下可以放心洗掉，哪些东西值得原样留住。

第二类是家长，以及一切在日常生活里反复遇到“说不清的分歧”的人。洗碗的父亲和课堂里的教师，面对的是同一类东西，这是这本书的出发点。家里的事和课堂上的事，用的是同一套道理。

第三类是研究者，以及正在用 AI 整理自己经验的写作者。研究者会在书中看到一条可以接受检验的原理，一组判决预测，和与近亲思想的对照。用 AI 的写作者会看到自己每天都在做的一件事，即让机器代为完成、代为总结，被放在了一个新的光线下。

这三类读者有一个共同的入口：有一个反复影响自己选择、却始终没有说明白的问题。开始读这本书，不必拥有一套完整的系统。一个洗碗的分歧，一个学生总做错的位置，一份总是写不完整的纪要，都已经够用。

我还想在这里留一句保护生活的话。日常生活大部分时候只需要是生活。碗洗干净了，孩子学会了一项必要的技能，一次合作顺利结束了，这些都不需要再提炼成理论才有意义。本书不是要求每一件事都留下沉淀；它要说的，是当你愿意留的时候，留什么、怎么留、留下来之后会发生什么。选择不研究，同样是被保护的选择。

◆ 三个与常识相反的判断

这条原理推出三个与常识相反的判断，我先在前言里摆出来，让读者带着它们进入全书。

第一个判断是：总结提炼是又洗了一遍。我们习惯把一段经验整理成几条要点，以为这是在保存它。把沉淀写成谁用都一样的要点，等于把原来的分歧、来路和未决的问题一并交给下水道，留下一份可以转手的干净文字。当事人自己动手、仍连着来路与原始分歧的总结另当别论，那是回写的一种，第 11 章会把二者分开。

第二个判断是：在条件恒定的环境里，越熟练，沉淀越少。熟手的每一次完成都洗得干干净净，经验很多，可供显露的差异却很少。反过来，熟练之后仍然刻意保留差异的人，在不同条件里一再做同一件事的人，是这条原理的正面例子。

第三个判断是：AI 是最强的清洗机。一键成稿、即时解题，是没有沉淀的完成。可是同一台机器若被用来保存弃稿、分歧与提问的记录，它也可以成为最强的沉淀器。区别在于用法，不在于机器。

三个判断都不是定论，它们各有一条写在第 18 章里的预测，说明在什么样的读数面前，这个判断应当撤回。全书的判决预测共七条：原理一条，结晶判据一条，三个判断各一条，谱系性一条，再加灵感与思想之分一条，各有读数与撤回条件，附录三给出研究设计。

另外要交代一句：差异需要在合适的状态里才能结晶。混乱得过度，差异撞来撞去，落不下来；秩序得过度，差异在落下之前已被洗净。沉淀和结晶发生在两者

之间的地带。所以本书没有一处主张“越乱越好”，它要的是留下来，而且留得下来。

◆ 怎样读这本书

全书由前言、导论、五编十八章、结语和附录组成。

导论交代中心问题，给出三个定义，也就是清洗、沉淀与显露；介绍本书用的透镜，即对比、变化、分布，差异序列的运行，和内能、动能、势能；列出三个与常识相反的判断；并把本书与十七位近亲的思想一一对照，说明它们各说了什么，本书多说了哪一句。

第一编写清洗。三种洗碗的方式、完成作为第一道清洗，以及沉淀的三种样子：分歧型，两种做法之间说不清的东西；来路型，同一个正确答案背后不同的路径；未决型，纪要之外悬而未决的问题。

第二编写特征律，也就是原理运行的机制：混沌碰撞、自组织、涌现，以及显露之后写回承载者的回写。

第三编写五种清洗，合并的、抢先的、换尺的、提炼的与代领的。这一编是全书里最适合拿来对照自己日常的部分。

第四编是四个现场：数学课堂、阅读、写作与 AI、教师协作与组织。

第五编写思想的谱系性，并回答一个我认为一本书必须回答的问题：这本书怎样才算错。

结语回到盆底。附录给出一张沉淀记录卡、一张五种清洗自检表、判决预测的研究设计，以及术语与材料来路。

读法可以有几种，下面按读者的来意列出。想先知道本书讲什么的读者，读导论与结语已经够了。想马上动手的读者，可以直接读第 3 章与附录一，拿一张记录卡去记下一次分歧。教师和教研的组织者，先读第 13 章与第 16 章，再回头读第 8 至 12 章的五种清洗，对照自己的日常。想检查论证的读者，从第 6 章、第 11 章与第 18 章入手，先看结晶的判据、提炼的论证和撤回的条件，附录三是它们的研究设计。关心 AI 的读者，先读第 15 章，再读第 12 章里成稿代领判断的一节。想弄清思想为

什么不是统一的，读第 17 章。书里的章节彼此呼应，但每章都尽量写成可以单独进入的样子。

书中的课堂方案和组织方案，大多是设想或构造，写在场景里时我会说明。洗碗里父子两种洗法是我家里的真事，其余的细节和分组洗法都是设想。这类说明在书中只在需要的地方出现，不会每一页重复。

最后想说一件小事。我和儿子今天仍然是各洗各的。我先给所有的碗去油，等到冲洗时才知道油有没有去净；他一个一个洗，每洗完一个，那一个就是知道的。两种知道的时点，也是两种沉淀的落处。

碗洗完了。盆里的水倒掉以后，盆底还剩薄薄一层东西，没有被冲走。这本书写的就是那一层。

阳涌2026 年 11 月

目 录

作者介绍 iv

成书说明 v

前言 vi

导论　洗干净的碗，留下的水 1

第一编　清洗 **21**

第 1 章　三种洗法：同一个干净的碗，不同的沉淀 22

第 2 章　完成是第一道清洗 36

第 3 章　沉淀的三种样子 50

第二编　特征律：碰撞、沉淀、结晶 **65**

第 4 章　混沌碰撞：没洗掉的才撞得起来 66

第 5 章　自组织：差异序列的运行 80

第 6 章　涌现：特征是差异稳定运行的结晶 95

第 7 章　回写：结晶之后再沉淀 107

第三编　五种清洗 **121**

第 8 章　合并的清洗 122

第 9 章　抢先的清洗 134

第 10 章　换尺的清洗 150

第 11 章　提炼的清洗 165

第 12 章　代领的清洗 179

第四编　四个现场 **197**

第 13 章　数学课堂：一道题做对以后 198

第 14 章　阅读：读懂了，还剩下什么 213

第 15 章　写作与 AI：最强的清洗机 225

第 16 章　教师协作与组织：纪要外的那条 240

第五编　谱系与输的条件 **255**

第 17 章　沉淀显露的思想是谱系的，不是统一的 256

第 18 章　本书怎样才算错 270

结语　盆底那一层 285

附录 294

附录一　沉淀记录卡 295

附录二　五种清洗自检表 299

附录三　读数口径与判决预测的研究设计 303

附录四　术语表与初稿材料来路 313

版本说明　本版字数、版本与交付 316

导论

洗干净的碗，留下的水

本章提要　一摞碗洗完，沥水架上的碗彼此无从分辨，水槽里留下的却各不相同。本书的原理是：思想是经验的差异没有被清洗掉，而留下来的沉淀显露。导论立定三个定义，把原理译成特征律在经验上的运行，配上 S1·D2·E3 的透镜，说明三个与常识相左的判断及其限定，划清本书与站内著作和十七位近亲的分界，交代证据身份，并预告第 18 章：本书在什么条件下算错。

◆ 0.1　一摞碗洗完以后

先看一个很小的场景。饭后水槽里堆着一摞碗，两个人用两种安排洗它们。

第一种安排：海绵涂上洗洁精，所有的碗依次擦过一遍去油，最后集中冲洗。第二种安排：每只碗先去油，再用清水冲净，放上沥水架，然后才拿起下一只。还有第三种，是一个设想：按饭碗、菜碟、汤碗分组，一组一组地洗。

洗完以后，两种洗法交出来的碗没有分别。沥水架上的碗都是干净的，谁来看都分不出哪一摞出自哪种安排。这就是“完成”：它把经过交代清楚，把途中的一切收进了一个干净的结果。

但是水槽边并非什么都没有留下。设想这样一些细节：集中冲洗的一方发现，油污在第二遍擦拭时才露出一只汤碗的碗沿，那里的油是前一遍没有擦到的；逐个洗的一方发现，第一只饭碗在洗到第四只时已经可以盛饭，而如果有人此刻就要吃饭，这一点会变得重要。两个人说不清的还有一件事：为什么同样要洗干净，顺序一换，路上的每一步就换了意思。这些东西不在碗上。它们在水槽里，在盆底，在两个人此后的谈话里，也在还没有写下来的记忆里。

书名问：让经验长成思想，经验怎样才能长成思想？本书的回答是一句话：**思想是经验的差异没有被清洗掉，而留下来的沉淀显露**。碗洗干净了，这是完成，也是清洗；清洗之后留下的水里有差异：两种安排之间说不清的分歧，同一只干净的碗背后不同的来路，谁也没有来得及问的问题。这些差异若被冲走，下一次洗碗仍

是下一次洗碗；若一次次落下来，积在某个承载者身上，总有某次新的经验把它们撞开，显出一个原来没有的区分，例如：原来以为“先去油后冲洗”是一件事，现在看出它是两道工序，而两道工序之间可以被另一个条件隔开。这个区分就是思想。

注意这个说法里省掉了什么。它没有说思想是总结出来的，也没有说思想是想出来的。总结，是把洗碗的经验写成一条“最好的洗碗法”，这条要点写得越好，谁拿去都一样用，水槽里的差异也就越干净地不见了。想出来，是在没有任何残留的地方凭空作出一个判断，凭空作出的判断没有来处，也就无从知道它在什么条件下成立。本书把这两种常见的思想来源都放回来，问同一个问题：它们之前，经验里还剩下什么。

这里的“差异”需要先说一句。它不是错误，不是个性，也不是别出心裁。差异是一个相对的词：两次经验之间、两种做法之间、两个人的理解之间，可以比较出来的不同，才叫差异。同一个人在安静的下午独自洗碗和在客人散去后的夜里洗碗，碗相同，水相同，经过却不同，这个不同就是差异。差异多半是平常的、琐碎的，甚至令人尴尬的：一个人洗碗时漏了碗沿，被另一个人看到；一道题第一次算错，改正后看起来像从未错过。琐碎正是它们容易被洗掉的原因，也是思想的原料往往长得不像原料的原因。

这个问题并不要求人少洗碗，也不主张把每一次家务都变成研究。清洗是必需的：没有它，碗交不了差，一家人的饭桌组织不起来，一个团队的会议收不了尾，一个班级的作业批不完。完成、熟练、标准化、提炼，都是清洗的名字，每一种都有自己的用处。本书要说的只是一件事：**清洗得越彻底，思想越没有来处**。所以问题的写法不是“要不要清洗”，而是“洗的时候，什么应该留下”。第 2 章给出该洗与该留的判据，结语把它收成一句话。

为什么从洗碗说起？因为洗碗小到没有人认为它需要思想，也因此是看清楚清洗的最好地方。在课堂和组织里，完成的单位大、参与的人多，清洗是分几道、由许多只手同时做的，看不清哪一道洗掉了什么。一摞碗只有两个人、三种安排、一个饭后的水槽，每一道清洗的动作都摆在眼前：去油是一道，冲净是一道，放上沥水架是一道，谁也不必为它写文件。把这件小事看懂，再去看大事，才会知道在大事里该问哪几句。

导论接下来做七件事。0.2 立三个定义；0.3 把原理译成特征律在经验上的运行，并给出“稳定运行”的两个读数；0.4 用 S1·D2·E3 三个位置读这件事；0.5 提出三个与常识相左的判断，每个都带限定；0.6 划清本书与站内几本相邻著作的分界；0.7 与十七位近亲逐一对照，写清楚本书多说了哪一句；0.8 交代证据的身份，说明全书的走向，并预告第 18 章：本书怎样才算错。

◆ 0.2　三个定义：清洗、沉淀、显露

全书使用三个词，口径在此一次定下。

清洗，是把经验里的差异冲掉，只留下干净的结果。它有四道。第一道是完成：任务做完，过程收进结果。第二道是熟练：做得多了，路上的每一处岔口都有了现成的走法，岔口本身就不再被看见。第三道是标准化：不同的人、不同的条件下做出来的东西，被换算成同一把尺上的读数。第四道是提炼：把一堆做法写成“谁用都一样”的几条要点。四道清洗一道比一道彻底，也一道比一道体面，因为每一道都是被称赞的：完成值得夸奖，熟练值得羡慕，标准值得遵守，提炼值得出版。这里的“四道”，是按清洗从哪里来、一层比一层彻底来数的：完成、熟练、标准化、提炼。第三编的“五种清洗”（合并、抢先、换尺、提炼、代领）则是按清洗的方式来数的。两套数法不相冲突，在“提炼”处交会：提炼既是四道中最彻底的一道，也是五种中的一种。

清洗并非坏事。这一点必须说在前面，因为全书很容易被读成对清洗的控诉。本书的立场是：清洗是交差的条件，也是组织的条件。一份没有洗过的作业无法批改，一份没有洗过的纪要无法转发，一家没有标准化的餐馆无法开分店。要说的是它的代价：每洗一道，差异少一层，**思想的来处就少一层**。

沉淀，是没有被洗掉的差异，一次次落下来、积下来的东西。本书区分三种。其一是**分歧型**：两种做法之间说不清的分歧，如上面两种洗碗顺序之间的那一点张力。其二是**来路型**：同一个正确结果背后的不同路径，例如“404−245＝159”这一个答案，可以逐位借位算起，可以先凑到 250 再补差，也可以先拆成 400 与 4 再合并，几条来路在答案里看不出差别。第 3 章把这道题的来路列全。其三是**未决型**：纪要之外的问题，会上有人提了一句、被记录者略去、散会时仍悬着的那个疑问。第 3 章逐型展开，并写它们怎样被当作“脏东西”洗掉。

沉淀有两个特点。它有层次：同一次经验里，分歧、来路与未决可以叠在一起，下一次又叠上去。它也有时间：沉淀不是一个存量，是一个序列，先落下的是后落下的底。还有第三个特点，是它**挂在承载者上**：挂在人身上，如熟手手里的一点犹豫；挂在记录上，如一页没有被誊清的草稿；挂在关系上，如两个同事之间“你上次也这么说”的默契；挂在工具上，如一份保留了修改痕迹的文档。没有承载者，沉淀只是散落在空气里的话，没有一处可以让它积起来。

沉淀可以数。一次完成留下的分歧条数、来路的步数、未决的项数，与这次任务的总量相比，得到的比值，本书称为**沉淀率**，它是清洗度的反面：沉淀率越低，清洗得越彻底。一次洗碗洗了二十只碗，留下一条分歧、两种来路、一个未决问题，沉淀率就是（2＋1＋1）÷　　20＝0.2；一份只写“已完成”的记录，沉淀率为零。记录的口径放在附录三，导论只需要读者记住：清洗度是一个可以计量的东西，不只是一种感觉。

沉淀还要回答一个实际的问题：既然清洗是必需的，什么该洗，什么该留？本书的判据（第 2 章立，结语收）是这样的：为交付、为组织、为连接所需要的封口，该洗，没有它事情办不成；在不同条件下复现过、尚未结晶的差异，该留。留的办法很便宜，就是原样留下：原话、原样、原来路，不分类，不归纳，不写成要点。这里藏着一个自指的风险，附录一的沉淀记录卡自己也可以变成一次清洗：只要填卡的人把分歧“归类”成几个标签，卡片就成了要点的容器。所以记录卡只记原话与原来路，卡片的设计要先过这一关。

显露，是沉淀积到一定程度，在一次新的经验里显出一个原来没有的对比、变化或分布。这就是思想。显露有三种样子，本书用 S1 称呼它们（见 0.4）：一个新的对比，原来分不开的两件事分开了；一个新的变化，原来看不出的趋势看出来了；一个新的分布，原来混在一起的情形摊开了。这三种东西在显露之前是没有的，显露之后再也回不去，这一点正是“思想”和“知道了一条信息”的区别。信息可以从外面递进来，一个区分却要在自己积下的东西上才长得出来：别人递来“汤碗要多擦一遍”，只是多得了一条信息；自己在几次洗碗里积了分歧，忽然看出油污集中在哪几类碗上，才是一个新的分布。

三个定义合起来，就是用 SDE 的写法所说的：S＝F(D,　　E)。经验的差异序列（D）在承载者（E）里沉淀，它的显露（S）就是思想。其中显露是结果，不是动作的发起者：没有哪个人“想出”了思想，是差异在承载者里运行，运行到某一

处，显露了。这一点在下文反复出现，因为它决定了全书的主语：本书写的是差异怎样运行，不是谁怎样聪明。

◆ 0.3　特征律在经验上的翻译

上面那条原理不是新造的。它是 SDE 意义三律之一的特征律，在经验上的写法。

特征律管目标的发生：差异出稳定性，凝成可指向的特征，不同模态的特征共同发生，聚成特征纠缠聚合体，聚合体再逐层涌现。它的运行方式是三段：**混沌碰撞，自组织，涌现**。特征律的核心句是：**特征是差异稳定运行的结晶**。把这三段落到经验上，得到下面这张对照表。

特征律	经验里的样子	被清洗时
混沌碰撞	没被洗掉的差异互相碰撞：两种做法、两条来路、悬而未决的问题撞在一起	差异洗掉了，没有混沌，也就没有碰撞
自组织	碰撞后的差异按差异序列运行，一次次落下、排出秩序，这就是沉淀	每一次都从干净开始，序列接不上
涌现	差异稳定运行到一定程度就结晶为特征，显露出来的是思想	没有结晶，只有结果

把表按行读一遍，仍用洗碗做例子（以下是为说明而设的情形）。两种做法放在一起，一个说“先全部去油才对”，一个说“逐个洗才对”，这是混沌碰撞：两种做法各有道理，撞在一起，谁也说服不了谁，却也谁都没有被对方洗掉。这一撞若以“各有各的好处”收场，碰撞就被取消了，因为“各有好处”是一句谁听了都点头、谁听了都不必再想的话。若是两个人记下了分歧——集中洗省了切换，逐个洗早出可用的碗，汤碗的油又是另一回事——这些记下的条目在后来的几次洗碗里被一次次添进去：宴请那天碗特别多，孩子急着吃饭那天碗特别少，这是自组织，差异按次序落下，排出了一点秩序。到某一天，一个区分在两人之间显了出来：原来争的并不是“怎样洗”，而是“谁在等碗”：等碗的人和洗碗的人，要的不是同一种完成。这个区分是涌现。它不在任何一次洗碗里，也不在任何一个人的心里先有，它是三、四次洗碗留下的分歧、来路与未决，稳定地运行了一阵以后结出来的。

反过来看右边一栏。如果每次洗完都是“洗干净了”，没有任何分歧被写下，没有任何一次的情形被留下，那么第四次洗碗和第一次洗碗没有区别，序列接不上，也就无从结晶。

读这张表，有三点要先说明。

第一，它具体运行在 D2。SDE 把差异序列的发生分为三层：D1 管意义与方向，D2 管路径的组织，D3 管优化与约束。特征律的“混沌碰撞—自组织—涌现”，是同一台 D2 引擎走的一轮：路径一次次走过，差异按序列落下，落到一定处结晶。所以本书的主战场是 D2，即差异序列的运行；D1 与 D3 在后文各有位置，D3 在熟练一节出场（0.5）。

第二，**结晶发生在介生态**。D2 有三种相位：秩序态，方向明确，过度则僵化，差异被洗净；混沌态，高度开放而没有收敛，过度则无法结晶，差异多得没有一处能落下；介生态，正在自组织，是创造的温床。因此本书不主张“越乱越好”。一个满桌是未决事项、每一处都没有落定的团队，不会因此多出思想，只会多出混乱。沉淀与结晶要求差异在半成形的状态里运行，既没有被洗净，也没有被淹没。用洗碗的两个人来说：若他们每次都严格按同一份流程洗，那是秩序过度，分歧没有地方出现；若他们每次都换一种洗法、换一个人、换一套餐具，且从来不记下上次发生了什么，那是混沌过度，每一次都是第一次，没有一条序列可以接上。介于两者之间的状态，是大体有个做法，每次又留有余地，余地里出现的不同被记下来，成为下一次的底。这样的状态，本书称为差异在介生态里运行。

第三，**“稳定运行”要有可以观测的读数**，否则整张表就是一个循环：差异结晶了，所以它稳定运行；它稳定运行，所以它结晶了。本书给出两个互相独立的读数。一是**复现**：同一种差异在几次经验、几种条件下出现，计次数，也计条件数。二是**存留**：经过清洗动作（完成、改正、总结、换标准）之后，它还在不在。两个读数分开观测，结晶要求两者都过门槛：只复现、一洗就没有的，是浮在表面的重复；只存留、从未再现的，是一件孤立的遗物。门槛的具体取值留给第 6 章与附录三，那里标明它们待核。

与此相连的一个划界：**只出现一次的差异是灵感，不是思想**。这条划界是一个可以被检验的预测，不是定义。只出现一次的洞见，也许是尚未被观测到的沉淀，也许确实是一闪而过。本书不用这条线去排除任何一个反例；第 18 章把它写成一条可以被撤回的判断。

这张表同时说明了第 554 号《数学标准的典范重生》里的一个论点：统一性的标准化会使特征律死亡，原因正是它把混沌洗掉了。第 554 号在知识的共同体层面讲这件事，本书讲的是同一件事在一个人、一个家庭、一间教室里的样子。

◆ 0.4　透镜：S1 • D2 • E3

本书用 SDE 九宫格中的一组位置读这件事。九宫的定义以第 513 号《SDE九宫格透镜问题分析法》为准；本书取其中三个格，合称 S1·D2·E3。

S1：对比·变化·分布。这是显露的三种样子，也是思想出现时的外形。读一个人或一个团队有没有思想，不去问他说了多少漂亮话，只问三件事：有没有一个新的对比，把原来分不开的东西分开了；有没有一个新的变化，把原来看不出的趋势看出来了；有没有一个新的分布，把原来混在一起的情形摊开了。仍以洗碗为例：若某一次，两个人把“去油”和“冲洗”两道工序拆开来看，碗的油污显出并不均匀地分布在所有碗上，而是集中在汤碗和炒过菜的盘子上，那么这是一个新的分布。这个分布原来没有，它显出来以后，“怎样洗”这个问题被分成了两半：多数碗怎样洗，少数碗怎样洗。

D2：差异序列的运行。特征律在这里运行。路径一次次走过，差异按序列运行；走得越全，可运行的差异越多；路径被压缩成“一步到位”，序列就断了。洗碗的两种顺序在这个位置上的区别不在速度，而在序列长短：整批去油再整批冲洗，走了两趟，两趟之间有一段间隔，差异在间隔里有机会被注意；逐个洗，每只碗是一条短序列，序列与序列之间隔着一个个干净的结果。哪一种序列“更好”，取决于任务；能说的是，序列的形状决定了会落下什么样的沉淀。

E3：内能·动能·势能。这一组位置回答的是账怎么算。完成用掉的是动能：碗洗完了，力气花出去了，换来一个干净的结果。沉淀是势能：它没有被用掉，积在那里，等待一次碰撞把它释放出来。承载者是内能：势能挂在什么上面，决定它能不能被再次释放。这里藏着本书最紧的一个推论：**提炼，是势能离开了内能**。一条要点写在纸上，谁都能拿去用，但它已经和产生它的那些分歧、来路与未决分了家，所以在提炼者身上也不会再释放出新的区分。势能离开内能，就成了谁取都一样的库存。第 11 章把这个推论展开为本书最重的论证。

三个格合起来，是一个完整的读法：S1 问“显露了什么”，D2 问“差异怎样运行”，E3 问“账挂在谁身上”。本书各章，凡是遇到一个现象，都用这三问走一遍。

为什么这三问缺一不可，可以看去掉其中一问会发生什么。去掉 S1，只问差异怎样运行、账挂在谁身上，积下来的东西就无从与一般的堆积分开：一间屋子里堆满了没有扔的纸，也有先后，也有放纸的地方，却没有任何一处显出新的区分，谁也不会说那里有思想。去掉 D2，只问显露了什么、账挂在谁身上，沉淀就成了一个存量，只有多少之分，没有先后，也没有哪一层垫着哪一层；可是同样写着 159 的两本练习册，一本一笔写成，另一本留着擦痕、划掉的小字和回头的检验，两本的序列长短不同，后来能结晶出的区分也不同，第 5 章要用这两本练习册来说这一点。去掉 E3，只问显露了什么、差异怎样运行，记录就会被当成沉淀本身：一份誊清的笔记看上去保存了一切，却没有人带着它回到当初的分歧，势能放在那里，没有内能，谁取都一样。三问各管一端：S1 管结果的外形，D2 管中间的过程，E3 管过程发生在哪里、由什么托着。缺了哪一端，读到的就不是思想，而是堆积、存量或库存。后文每遇一个现象都把三问走一遍，不是为了套格子，而是因为少问一句，就会有一类东西被误认作沉淀。

S1 的另外两种样子也用同一个例子说明（仍是设想）。新的对比：长期以来“洗得干净”和“洗得快”被当作一件事，某天看到两个人洗出同样干净的碗，一个用了二十分钟，一个用了十二分钟，干净与快才分了开来。新的变化：记下几个月洗碗时的分歧条数，发现汤碗引起的分歧越来越少，而饭后谁来洗的分歧越来越多，这个趋势在任何一次洗碗里都看不出来，只有沉淀积起来才看得出来。新的分布则在前面已经讲过。三种样子合起来回答同一个问题：积下来的东西，是不是让人看见了原来看不见的东西。若没有，积下来的就只是堆积，还不是沉淀的显露。

D2 这一问还有另一面：走得越全，不等于越好。一条序列走得太全，如把每一步都写成报告，会把序列本身变成一次庞大的清洗，因为写报告需要归整，而归整就是洗。所以 D2 的要求是“差异按序列运行”，不是“全部记录在案”。运行与记录是两件事：运行要的是差异在序列里没有被抹去，记录只是承载它的一种办法，且往往是一种有代价的办法。

◆ 0.5　三个与常识相左的判断

由原理推出三个判断。每一个都和日常的说法相反，所以每一个都必须带着限定说，否则它们读起来就像一个口号。

第一个判断：总结提炼是又洗了一遍。常识认为，经验要经过总结才升华为思想。本书的判断相反：把沉淀写成要点，等于把它冲进下水道。限定在这里：被判为清洗的，是写成“谁用都一样、可以转手”的要点。当事人自己动手、仍然连着来路与原始分歧的总结，不是清洗，而是回写的一种：它把显露出的东西写回承载者，成为下一层沉淀的底（第 7 章）。全书凡说“提炼是清洗”，都指前一种。区分的办法并不复杂：看那条总结，别人拿去能不能直接用；看它的作者，能不能凭它回到当初的那一处分歧。

这个判断背后有一条本书的新命题，称为**不可替代性**。提炼是多对一的压缩：许多沉淀压成几条要点。而一份差异将来会在什么样的新经验里撞出结晶，在压缩的当时无法预知。所以无论要点写得多好，都替代不了原始的沉淀。这一条不是“保留错误有益”的换一种说法：后者讲当下的学习效果，本书讲的是压缩那一刻未来相关性不可知，因而沉淀不可替代。第 11 章是主证，第 6 章与第 18 章呼应。

第二个判断：越熟练，沉淀越少。常识认为熟手经验多，经验多则思想多。本书的判断是：条件恒定下的熟练，每一次完成都洗得干干净净，所以经验多、思想少。机制在 D3：D3 管优化，约束越收越紧，误差、冗余、损耗被逐一削去，而冗余里恰好有尚未结晶的差异。过度优化的结果是“高效而贫血”。限定在这里：本书说的是**条件恒定**下的熟练。熟练加上条件多样、加上刻意保留差异，则是研究文献里所说的适应性专长，那是本书原理的正面例子，不是反例。第 8 章把熟练度与条件多样性分开计量，第 18 章的预测 1 也这样分开。

第三个判断：AI 是最强的清洗机。一键成稿，即时解题，每一次都干净利落地交出一个结果，没有途中，没有弃稿，没有错步。常识认为这是效率的跃升。本书的判断是：只交终稿、不留来路的用法，是没有沉淀的完成，用得越多，显露越少。限定在这里：这是一种用法，不是 AI 本身的性质。保留弃稿、保留分歧、保留提问记录的用法，AI 反而是最强的沉淀器：它能把一次经验里的多条来路并排摆出来，替人记下人自己来不及记的未决问题。第 15 章把两种用法并列对照。举一个构造的例子：一位写作者请 AI 改一段稿子。只交终稿的用法，是把修改后的那一版拿

走，前两稿、被删的句子、AI 当时给出的三个备选，全部留在对话窗口里不再翻看。保留来路的用法，是把这三个备选和自己为什么不选其中两个的理由，一并存进一份文件。几个月后，这份文件里反复出现同一种被弃的写法，写作者由此看出自己总在回避某一类句式，这是一个新的分布。而前一种用法里，这类材料从未成为材料。

三个判断的共同之处是：它们都不是对某种行为的禁令，而是对一笔账的提醒。每一次洗，账上都少一笔沉淀；少得值不值，要看这一次是否确实需要交差。

举一个构造的教研场景，把三个判断放在一起。某校数学组每周集体备课，会后由一位老师整理成一页纪要，发给全组。纪要写得清楚：本周教什么，重点是什么，易错点有三条。这是提炼，是第四道清洗，把会上两位老师关于“先讲算理还是先练算法”的争论洗掉了，把一位新老师提出的一个问题——“为什么这个班的借位错误集中在中间有零的数”——洗掉了，因为它没有答案，写不进纪要。几年以后，这位组里最熟练的老师，教这一课教得无可挑剔，她的教学设计也已被整理成模板，供新教师使用，模板越好用，新教师就越不需要碰到那个“中间有零”的问题。若这时再引入一个 AI 助手，让它把每周的纪要续写成下周的教案，教案会写得更快、更整齐，而那个悬着的问题永远不会进入教案。

三个判断在这个构造里各出现了一次，并且互相叠加。这并不是说备课纪要不该写：交差需要它，新教师入门需要它。它说的是，如果这个组的全部经验只剩下纪要、模板和教案，那么五年后它拥有的是一份非常干净的材料，没有一处可以长出新的区分。

对这个构造也有一个相反的写法：纪要后面附一页“原话”，记两位老师的争论和那个没有答案的问题；熟练的老师偶尔换一个班、换一种教法；AI 助手被要求同时列出被弃用的两种写法，而不只交一份教案。这几个动作的成本都很低，沉淀却因此不断。第四编的几章会逐一展开这些现场。

◆ 0.6　与站内几本著作的分界

德麦国际站上已有几本与本书相邻的著作，在此划清各自问的是什么。

第 536 号《AI时代普通人的知识发生机会》以农事与日常生活的亲历为源头，追问普通人能不能把日子里的经验做成可以被检验、也能被修订的知识。第 545 号《AI时代什么知识最值钱？》问的是，AI 把答案收得最全、把方法走得最快之后，

什么知识还留得住价钱。第 547 号《岸上讲，田里耕》讲个人没被说出的经验，是 AI 时代最稀缺的东西。这三本都围绕“经验的分量”展开：经验有价值，价值在哪里，怎样让它被用上。本书在它们之后换一个问题：经验里的什么东西会长成思想，什么做法会把它冲掉。

第 442 号《懂的发生学》讲懂怎样在一个人这里发生，路怎样接着往下走。本书讲的是接着走的原料：假如一条路要在人这里接着走，路上留下的是哪一类东西，哪一类东西被洗掉了。两者的关系是上下游，不是重复。

第 409 号《教育的产品是结晶》讲学习者结成的结晶不能代付：谁的结晶，谁来结。本书接着问结晶从哪里来，回答是：没被洗掉的差异稳定运行。所以第 409 号划定结晶的归属，本书补上结晶的来路。

第 513 号《SDE九宫格透镜问题分析法》提供了 0.4 所用的透镜，本书依它的定义使用 S1·D2·E3，不另立新义。第 554 号《数学标准的典范重生》讲统一性标准化使特征律死亡，见 0.3，本书是它在个人经验层面的对应。

这些分界不是把别的书划到墙外，而是为了让读者知道：这里的每一章，要拿到手的是沉淀与显露这一对东西。

还有一层关系需要说明。上面几本书的题目都落在经验与知识的价值、发生和归属上，本书则从“经验里有什么被丢掉了”的方向写，两个方向在同一个地方相遇：一份经验，从发生到成为某人的知识，中间要经过完成、整理、传授、考核等许多道手续，每一道手续都有它的好处，每一道也都会带走一点什么。读第 536 号、第 545 号与第 547 号时问“这样的经验值多少”，读本书时则多问一句“这样的经验，被带走了什么”。两问放在一起，经验的账才算得完整。

从站内别的书进到本书的读者，不妨带着一个对照：在那些书里读到“经验有价值”“懂要接着走”“结晶要自己结”，到了这里，请把目光落在经验被完成之后留下的东西上，看它是被洗掉了，还是被留下了，又留在了谁身上。其余的话题，如经验的价值怎样计，懂怎样传，教育怎样安排，本书只在需要的地方提到，不展开。

◆ 0.7　近亲对照：它们说了什么，本书多说了哪一句

关于经验怎样变成知识、变成能力，前人已经做了大量工作。本书不绕开它们。下面把十七位近亲逐一排开，每一位先写它说什么，再写本书多说的那一句。只述大意，不引原话。排在前面的十位与教育和组织研究最近，后七位来自认知科学、学习科学与科学哲学的几个相邻处。

把这十七位放在一起看，可以分成三个家族。第一个家族讲经验怎样变成知识：杜威、波兰尼、舍恩、科尔布、野中郁次郎，各自给出一条从经验到知识的路，路上有反思、有默会、有循环、有螺旋。第二个家族讲保留什么对学习有益：马顿、比约克、卡普尔、里特尔—约翰逊与斯塔、菲奥雷拉与迈耶，答案是变异、困难、失败、比较、自己生成。第三个家族讲熟练与定势、冲突与反常、差异与信息，以及工具对认知的接管：波多野谊余夫与稻垣佳世子、卢钦斯与专长反转研究、阿吉里斯与舍恩、皮亚杰、库恩、贝特森，以及 AI 与认知卸载的研究。每一家族里的人，都会在下面被问同一个问题：它没有说的，是哪一句。

杜威（1910，《我们怎样思维》）。反思性思维起于一种疑难和困惑的状态，人为了找出路而搁置判断、探查事实。本书多说的一句：疑难解决之后，当初的分歧去了哪里。按杜威的次序，疑难得到解决，探究就结束了；按本书的次序，解决是又一次完成，是清洗，分歧若不留下，下一次疑难来时，人又从零起步。

波兰尼（1966，《默会维度》）。我们知道的多于我们说得出的，默会知识支撑着一切明言的知识。本书多说的一句：默会知识里有一类东西具体是什么，它是没被洗掉的差异；这类东西不必等到说清楚才算数，原话、原样、原来路地留下来，就已经算数。波兰尼强调说不尽，本书补充：说不尽的部分可以不经转述，直接保存。

舍恩（1983，《反映的实践者》）。专业人士在不确定的情境里一边做一边与情境对话，这是行动中的反思。本书多说的一句：行动中的反思有没有留在某个承载者上。若它只在当场发生，随着行动完成而消散，是一次漂亮的清洗；若它留在一页草稿、一段录音、一个同事的记忆里，才成为后面可以用的沉淀。

科尔布（1984，《经验学习》）。学习是一个循环：具体经验，反思观察，抽象概念化，主动实验。本书多说的一句：圈里“抽象概念化”那一步，正是本书所说提炼的位置。按本书，它不是增益的必经之路，当它把具体经验换成概念之后，

圈还转得动，但转的是已洗过的东西。这一处分歧可以检验，见第 18 章的分叉预测。

马顿（马顿与布思 1997，变易理论）。学习的关键，是学习者辨认出对象的不同方面，而辨认需要这些方面在经验里发生变异。本书多说的一句：变异在一次经验里出现是一回事，它能否越过完成与总结的清洗留下来，是另一回事。变易理论关心前者，本书把后者单独立为存留的读数。

波多野谊余夫与稻垣佳世子（1986，两条专长之路）。熟练者有两种：常规专长，在熟悉的条件下又快又准；适应性专长，能在新条件下重新组织自己的做法。本书多说的一句：两种专长的差别，可以用差异有没有被洗掉来读。常规专长是条件恒定下洗得最干净的熟练；适应性专长是熟练加上条件多样、加上差异的保留。适应性专长在本书里不是反例，是原理的正面例子。

比约克（1994 起，合意困难）。某些使当下表现变差的学习条件，如间隔练习、交错练习、检索练习，使长期的保持和迁移变得更好。本书多说的一句：合意困难讲的是什么样的学习条件使保持与迁移更牢；本书讲的是另一件事，压缩的那一刻，差异将来在哪里有用无法预知，因而没有任何一份压缩可以替代原始沉淀。这是第 11 章主证的不可替代性。

卡普尔（2008，生产性失败）。让学习者先自己探索尚未教过的难题，常常失败，其后再接受讲授，比先讲授后练习，在概念理解与迁移上得到更好的结果。本书多说的一句：失败生产出的东西是什么，是失败的解法这一类沉淀；以及，这些失败的解法在讲授之后是被保留下来，还是被正确解法覆盖。生产性失败的研究者预期先探索、后讲授的组合最好，其中的讲授相当于提炼；本书预期“只保留原始沉淀”不劣于“沉淀加提炼”，两种预期在第 18 章的实验设计里分叉。

阿吉里斯与舍恩（1978，组织学习）。单环学习修正行动以达成既定目标，双环学习进一步质疑目标与支配行动的假设本身。本书多说的一句：双环需要材料。单环里被修正掉的做法，若已经被洗得没有痕迹，双环就无物可质疑。质疑支配假设所依赖的，恰好是单环留下的沉淀。

野中郁次郎与竹内弘高（1995，《创造知识的企业》）。组织的知识创造是默会知识与显性知识互相转化的螺旋，经过共同化、表出化、联结化、内在化四步。本书多说的一句：表出化，也就是把默会写成显性的概念，在本书里是清洗的一

种。本书补上一个问题：表出之后，表出之前的那份原件还在不在。螺旋若是一圈圈把底稿丢掉，每一圈都是更干净的一圈。

贝特森（1972，《心灵生态学》）。信息是造成差异的差异。本书多说的一句：一个差异什么时候造成了差异。发生的当下常常看不出来，要等到后来某次新经验与它相撞才知道。所以本书给的不是对差异的价值判断，而是一对读数：复现了几次，经过清洗还在不在。

皮亚杰（1975，平衡化理论）。认知冲突，即同化不了的新情况，引起失衡，失衡推动顺应，认知结构因此重新达到平衡。本书多说的一句：冲突在顺应完成之后消失，当时的冲突记录跟着消失。本书看冲突的残余：顺应完成以后，那一次失衡的样子还留在谁身上。

库恩（1962，《科学革命的结构》）。常规科学里，反常逐渐积累，积到一定程度引发危机，范式随之转换。本书多说的一句：反常能够积累，前提是它没有被常规的做法当成噪声洗掉。个人经验里的反常就是未决型沉淀。科学共同体里，有制度保存反常；个人身上，通常没有，所以需要记录卡（附录一）。

里特尔—约翰逊与斯塔尔（2007，比较多种解法）。让学习者比较同一道题的两种解法，比一个接一个地学习解法，在程序性知识和灵活性上更有收益。本书多说的一句：被比较的东西从哪里来。多种解法就是来路型沉淀。比较之后若被总结成“最优解”，其余的解法被丢掉，下一次就没有东西可比。

菲奥雷拉与迈耶（2016，生成性学习）。学习者自己生成总结、图示、解释，比被动接收更能促进学习。本书多说的一句：其中的“总结”一类，与本书“提炼是清洗”相切，区别由 0.5 的限定给出，当事人自己动手、仍连着来路的总结，不是清洗。所以第 18 章的四组设计里特意设一个“沉淀加自己动手提炼”的组，用它把两种读法分开。

卢钦斯与专长反转研究（卢钦斯 1942，定势效应；卡柳加等 2003，专长反转效应）。熟练的解题套路会让人看不到更简单的解法；对新手有益的指导，对熟手可能转为有害。本书多说的一句：这些现象在 D3 一侧有读数：优化得越紧，可运行的差异越少。并且本书把熟练度与条件多样性分开：定势效应出现在条件恒定的熟练里，不出现在适应性专长里。

认知卸载与 AI 辅助的研究（里斯科与吉尔伯特 2016 是认知卸载方面的一篇综述）。人把认知任务交给外部工具，会改变记忆与后续的加工。本书多说的一句：被卸载的是什么，是完成，还是沉淀。卸载完成，人省下力气；卸载沉淀，人也省下来路。本书不对 AI 下一个总的判断，只把用法分为两种（0.5），并交给第 18 章检验。

十七位近亲读完，可以把本书与它们的区别收成两句。

第一句是**不可替代性**。近亲们多半在回答“保留什么对学习有益”，答案各有各的成色：保留困难，保留失败，保留反思，保留多种解法，保留隐性知识。本书回答的是一个不同的问题：压缩时，保留什么是不可免的。一份差异将来会在什么新经验里撞出结晶，在压缩的当时无法预知。这使“沉淀不可替代”成为一个关于信息位置的命题，而不再是一个关于学习效果的命题。

第二句是**分叉预测**。一个新命题只有在与最强的对手分叉处接受检验，才算进入了讨论。第 18 章设四组：只看要点；只保留原始沉淀；保留沉淀再加自己动手提炼；对照。本书预言：“只保留原始沉淀”不劣于“沉淀加提炼”，并在其后若干次新任务中更多显露新区分。生产性失败与经验学习圈的路数则预言“沉淀加提炼”最好。沉淀的保留量另作中介变量单独测出，并控制投入时间。本书对“沉淀加提炼”一组的预言，是它并不优于“只保留原始沉淀”；若它显著且稳定地优于后者，被撤回的只是第 11 章“要点替代不了沉淀”的强说法，改写为“提炼连着原始记录时有额外增益”，原理仍可站立，只要保留沉淀的各组仍优于只交结果的一组。两种预言不可能同时对，所以这一组实验可以让其中一个落空。

还要补一句继承。上面十七位里，每一位都留给本书一件可用的东西：杜威的疑难，波兰尼的说不尽，舍恩的当场，科尔布的循环，马顿的变异，比约克的困难，卡普尔的失败，里特尔—约翰逊与斯塔的比较，贝特森的差异，库恩的反常。本书做的只是把这些东西放进同一个账本：它们都是差异，都可能被洗掉，也都可能留下来；留下来的，按复现与存留两个读数检查它们是否稳定运行。这样放，并非要取代任何一家的说法，而是给各家的说法一个共同的计量处。

◆ 0.8　证据的身份、全书的走向，以及本书怎样才算错

证据身份。这一节的第一件事，也是全书唯一的一次声明。洗碗是作者家中的真事：父子两种洗法，来自作者的叙述；耗时、用水、清洁程度等没有实测。分组

洗法是设想。书中的课堂、教研与组织方案，一律是设想或构造：它们用来演示一个区分怎样落到现场，不是已经出现过的学生或团队的表现，更不当作实验结果引用。书中给出的判决预测尚未实施，附录三只写研究设计，没有结果。引用的国际文献，只述大意，不引原话，也不引页码和数据。以后各章遇到这些材料，不再重复这一声明。

全书走向。全书分五编。

第一编“清洗”，从三章写起：第 1 章用三种洗法说明，同一个干净的碗，沉淀各不相同，“一次完成”的单位决定沉淀多少；第 2 章把完成写成第一道清洗，并立下该洗与该留的判据；第 3 章写沉淀的三种样子，以及沉淀怎样被误当成脏东西冲掉。

第二编“特征律：碰撞、沉淀、结晶”，用四章走完特征律的整个运行：第 4 章写混沌碰撞，第 5 章写自组织，也就是差异序列在 D2 上的运行与承载者的账本，第 6 章写涌现，立“稳定运行”的两个读数，第 7 章写回写，结晶之后写回承载者，成为下一层沉淀的底。

第三编“五种清洗”，用五章把五种常见的清洗拆开：合并（第 8 章）、抢先（第 9 章）、换尺（第 10 章）、提炼（第 11 章，不可替代性的主证）、代领（第 12 章）。

第四编“四个现场”，把原理放进数学课堂（第 13 章）、阅读（第 14 章）、写作与 AI（第 15 章）、教师协作与组织（第 16 章），这四个现场的场景都是构造的。

第五编“思想的谱系与输的条件”，第 17 章写沉淀显露出来的思想是谱系的，同一份经验在不同人身上长出不同的思想，它的同一性程度由各自的回写历史生成；第 18 章写本书怎样才算错。

之后是结语“盆底那一层”，以及四篇附录：沉淀记录卡，五种清洗自检表，判决预测的研究设计，术语表与初稿材料来路。

阅读的次序可以这样安排。想先弄清原理的读者读第 1、3、6 章；想用在课堂和教研上的读者先读第 13、16 章，再回头读第 8 至 12 章；想检验本书论证的读者读第 6、11、18 章与附录三。各章都从一个具体场景进入，场景凡是构造的，开头写

明；每章末尾是本章结论与参考。本书的体例是：章与章之间不重复论证，遇到别章已证的内容，只注明章号。

本书怎样才算错。一本书若不说在什么条件下它错，读者就无从知道它在说什么。第 18 章为本书写下七条判决预测，编号是 0、0′、1、2、3、4、5，每一条都写明读数和撤回条件。七条的分工是：预测 0 守原理，预测 0′ 守判据，预测 1、2、3 各守一个与常识相左的判断，预测 4 守第 17 章，预测 5 守灵感与思想之分。这里先预告它们的骨架，以便读者带着它们读完全书。

预测 0（原理）：保留沉淀记录的一组，与只保留结果的一组，在其后同类任务中显露的新对比、新变化、新分布，数量若没有差异，原理撤回。预测 0′（结晶判据）：在不同条件下反复出现的差异，与只出现一次的差异相比，若不更常结晶为后来被沿用的区分，“稳定运行”这一判据撤回。预测 1（熟练反比）：熟练度越高、沉淀越少的人，若新区分的产出并不更少，第二个判断撤回；熟练度与条件多样性要分开。预测 2（提炼是清洗）：把沉淀写成要点之后，后续新区分若不少于保留原始分歧、来路与未决问题的做法，第一个判断撤回；并与 0.7 末尾的分叉预测接起来。预测 3（AI 清洗）：保留弃稿与分歧的 AI 协作写作者，与只交终稿者相比，独立判断若没有差异，第三个判断撤回。预测 4（谱系性）：同一份经验在不同人身上长出的思想，若不随各自的回写历史而不同，第 17 章撤回。预测 5（灵感与思想之分）：只出现一次、尚未复现的洞见，在之后的追踪中被第二次沿用的比例，若不低于满足稳定运行门槛的差异，这一划界撤回；它是预测，不是定义，不得拿来把反例排除出去。

这七条预测，每一条的落空都有明确的后果：被撤回的是一个判断，或一章，或原理本身。预测里反复出现“新区分”的数量，计数的办法放在附录三，原则是评判者不知道被评的材料出自哪一组，按 S1 的三种样子，即新对比、新变化、新分布，分别计数。预测里的“沉淀”也有计数的办法，就是 0.2 所说的沉淀率，并与投入时间分开，防止“多花了时间”被误读成“多出了思想”。本书愿意把自己放在这样的位置上，因为一个可以输的论点，才有资格要求读者认真对待它。

◆ 本章结论

1. 思想是经验的差异没有被清洗掉，而留下来的沉淀显露；它是特征律“混沌碰撞—自组织—涌现”在经验上的翻译，运行在 D2。

2. 清洗是交差与组织的条件，不是坏事；“四道”按来路与彻底程度数，“五种”按方式数，两套数法在提炼处交会。
3. 沉淀分分歧型、来路型、未决型，挂在人、记录、关系、工具这些承载者上，可用沉淀率计量；稳定运行由复现与存留两个独立读数界定。
4. 本书有三个与常识相左的判断：提炼是又洗了一遍，条件恒定下越熟练沉淀越少，只交终稿的 AI 用法是最强的清洗机；每个判断都带限定。
5. 全书配有七条判决预测（0、0′、1、2、3、4、5），每条写明读数与撤回条件，由第 18 章与附录三展开。

◆ 本章参考

— 研究文献

· 阿吉里斯，C.，与舍恩，D.（1978）：《组织学习：行动理论的视角》（Organizational Learning: A Theory of Action Perspective）。
· 贝特森，G.（1972）：《心灵生态学》（Steps to an Ecology of Mind）。
· 比约克，R. A.（1994）：《记忆与元记忆的考虑》，载梅特卡尔夫与施默编《元认知：对认知的认知》；比约克，E. L.，与比约克，R. A.（2011）：《创造有利于学习的合意困难》。
· 杜威，J.（1910）：《我们怎样思维》（How We Think）。
· 菲奥雷拉，L.，与迈耶，R. E.（2016）：《促进生成性学习的八种方式》，《教育心理学评论》。
· 波多野谊余夫，与稻垣佳世子（1986）：《专长的两条道路》（Two Courses of Expertise）。
· 卡普尔，M.（2008）：《生产性失败》，《认知与教学》。
· 卡柳加，S.，等（2003）：《专长反转效应》，《教育心理学家》。
· 科尔布，D. A.（1984）：《经验学习：经验作为学习与发展的来源》（Experiential Learning）。
· 库恩，T. S.（1962）：《科学革命的结构》。
· 卢钦斯，A. S.（1942）：《定势对问题解决的机械化》，《心理学专论》。
· 马顿，F.，与布思，S.（1997）：《学习与觉知》（Learning and Awareness）。

· 野中郁次郎，与竹内弘高（1995）：《创造知识的企业》（The Knowledge-Creating Company）。
· 皮亚杰，J.（1975）：《认知结构的平衡化》（L'équilibration des structures cognitives）。
· 波兰尼，M.（1966）：《默会维度》（The Tacit Dimension）。
· 里斯科，E. F.，与吉尔伯特，S. J.（2016）：《认知卸载》，《认知科学趋势》。
· 里特尔—约翰逊，B.，与斯塔，J. R.（2007）：《比较解法是否促进概念性与程序性知识》，《教育心理学杂志》。
· 舍恩，D. A.（1983）：《反映的实践者》（The Reflective Practitioner）。

— 站内著作

· 第 409 号《教育的产品是结晶》。
· 第 442 号《懂的发生学》。
· 第 513 号《SDE九宫格透镜问题分析法》。
· 第 536 号《AI时代普通人的知识发生机会》。
· 第 545 号《AI时代什么知识最值钱？》。
· 第 547 号《岸上讲，田里耕》。
· 第 554 号《数学标准的典范重生》。



第　一　编

清洗

编　序

这一编（第 1—3 章）从洗碗进入：同一个干净的碗，盆底留下的各不相同。完成是第一道清洗，它在结果、文件、习惯、关系四种载体上各洗掉一些、留下一些；没被洗掉的差异有三种样子——分歧型、来路型、未决型，它们常被误当成脏东西洗掉。

01

第 1 章

三种洗法：同一个干净的碗，不同的沉淀

本章提要　家里有两种洗碗的安排：先把全部餐具去油、再集中冲洗；或者一次一只，去油、冲净，再换下一只。本章补上第三种，分组洗，那是设想。三种洗法交出同样干净的碗，水槽里的效率账可以算得清清楚楚；账本之外还有另一本，记的是盆底留下了什么。“一次完成”的单位大小，决定沉淀的多少与样子。由此立起“清洗”的日常原型，并引出全书的原理。

◆ 1.1　两种洗法，一个水槽

本章从一件家里的小事讲起。这是真事：晚饭之后，水槽边有两种洗碗的安排，各有沿用的人。一种是父亲的，先把全部餐具抹上洗洁精去油，放在一旁，再打开水龙头，集中冲洗；另一种是儿子的，拿起一只碗，去油，冲净，放上碗架，然后才伸手去拿下一只。

两种安排并存在同一个水槽边，哪一种更好，没有定论。这份没有定论，本书把它记作全书的第一层沉淀：碗洗干净了，分歧却留了下来。它留得很自然，没有人专门去保存，也没有人把它写成一条结论，它只是在每个晚上被重新碰到一次。后面的各章，要说的就是这样的东西从哪里来、怎样积起来、什么时候显出来。

先把两种安排说得准确一些。父亲的安排，是让一整批餐具先进入去油这道工序，全部过完，再进入冲洗这道工序。儿子的安排，是让同一只碗连着走完两道工序，走完才换对象。两者的差别落在一个很具体的地方：工序什么时候切换，对象什么时候更换。这里可以暂时不谈谁更勤快、谁更讲究，也不必从洗碗的顺序去推一个人的性格。同一种顺序可以出于熟练，可以出于水槽的大小，也可以只是顺手；不同的顺序反过来也可能出于同一个理由。先把动作留下来，评价放在后面。

这次留下来的，只有两种安排的基本顺序。每次拿几只、中间有没有停顿、什么时候判断“洗净了”，家里没有记录过。本章凡是涉及这些细节的地方，都按设

想来写，写明是设想；凡是出自家里真实洗法的，只有上面这两句话。这样安排有一个好处：设想的部分可以随时换成别的设想，真事的部分则始终钉在原处，读者看得出哪里是证据，哪里是推演。

两种洗法的结果相同：碗是干净的。这一点没有争议，也正是本章要借用它的原因。一件事做完了，结果合格了，大家都满意，接下来往往没有人再去问“做的过程中发生过什么”。碗干净，是一个可以交付的结果；而从脏到净的那一段，是一串差异：哪只碗油厚，哪只碗刚盛过汤，水凉的时候第一遍洗洁精走不走，擦过的手感有什么不同。这些差异在做的时候出现过，做完就不在碗上了。碗上没有，别处有没有，要看有没有谁、有什么东西把它们接住。

本书把“把差异冲掉，只留下干净的结果”这件事叫作清洗。洗碗是它最日常的样子，字面意思和比喻意思在这里重合：油和污要冲进下水道，经验里的差异也会在“做完了”的那一刻被冲走。把这个日常原型看清楚，是本章的任务。

◆ 1.2　第三种洗法，与四个可以分别改变的条件

在家里的两种安排之外，可以设想第三种：把餐具分成若干组，每组先去油再冲洗，洗完一组再处理下一组。按饭碗、菜碟、汤碗分组，或者按一手能拿多少分组，都属于这一类。这是设想中的方案，家里没有实际用过，所以后面凡谈到它，都当作推演，不当作观察。

为了让三种洗法能放在一起谈，需要把“洗法”拆成几个可以分别改变的条件。拆开以后会发现，三种洗法在同一张图上排成的“一个、一组、整批”，其实挤进了不止一条尺度。

第一个条件是**单次处理的数量**：每次一只、两只，还是全部。这是最直观的一条，三种洗法的名字主要由它来命名。

第二个条件是**归组的依据**：同样是每组三只，按用途分、按油污轻重分，还是按手边的顺序分，组内的差异是不一样的。数量回答“一次处理几只”，依据回答“为什么这几只放在一起”。说清了前者，后者仍待回答，要另外去问，也要另外去记。

第三个条件是**工序切换的位置**：在对象之间切换，还是在组与组之间切换。每组三只的安排，既可以三只一起去油、再依次冲洗，也可以先完整做完一只，其余两只再一起做。叫法都是“一组三只”，动作的次序却已经不同。

第四个条件是**检查的位置和内容**：每只检查，每组检查，还是只在关键节点检查；检查的是去油是否彻底，还是冲洗是否见净。检查是一个判断动作，与“做完”这个动作相邻，却不是同一件事。

这四个条件可以一个一个地改。若想知道少切换能不能省时间，就让餐具的数量、难度和检查要求尽量相近，只动切换的位置；若想知道分组能不能帮人发现什么，就得记下发现了什么，而不只是报告总时间降了多少。一次同时改几个条件，仍可能得到好用的方案，只是事后不容易说清，是哪一项改变起了作用。

还有一点值得先说在前头：分类本身会失效。设想有人原先按外形分组，做到一半才发现有一只碗内壁的油渍需要另外处理。这时可以把它抽出来单独补洗，也可以重新调整分组的依据。两种处理都有成本，哪一种更合算，要看当时的情形。这一点后面还会回来：被抽出来单独补洗的那只碗，正是一条差异的露面；这条差异怎样被处理，是洗掉，还是留下，就是全书要问的事。

◆ 1.3　水槽里的账：效率可以算得很清楚

三种洗法，哪一种更快？这个问题可以认真地算一遍。算它不是为了决出胜负，而是为了让读者看清，效率这本账是完整的，完整到足以让人以为已经说完了所有该说的话。

下面设定一个教学算例，数字不来自家里的现场。假定有六只完全相同的碗；每只去油用一个任意的时间单位，冲洗也用一个单位；在去油与冲洗之间每切换一次，另用一个单位。进入第一道工序时不计切换，取放、水、空间、分类、检查与返工一概不计。每只碗走完两道工序，就达到这个算例的“可用”线。这些设定只对这个算例成立，现实里的家务当然有取放，有检查，有返工，要另外算。

逐只处理时，第一只碗去油一个单位，切换一个单位，冲洗一个单位，所以第一只可用的时刻是第三个单位。六只共需十二个单位的处理时间，工序在去油与冲洗之间往返，合计切换十一次，总完成时间是十二加十一，即二十三。每组两只时，先给两只去油，用两个单位，切换，再冲洗第一只，首次可用时刻是第四个单位；全批三组，每组内部切换一次，两次组间转换各再切换一次，共五次切换，总

时间十七。每组三只时有两组，共三次切换，总时间十五，首次可用时刻是第五个单位。整批六只先全部去油，只切换一次，总时间十三，第一只干净的碗要到第八个单位才出现。

单次处理的数量	总完成时间	首次可用时刻
一只	23	3
两只	17	4
三只	15	5
六只（整批）	13	8

这张表说明，“效率”其实是两个目标。只看全部做完的时刻，整批最早；只看第一只碗什么时候能用，逐只最早。每组两只或三只在两项指标上各有取舍，居于两端之间。若要写得一般一些，设对象总数为 n，每组 k 只且 n 能被 k 整除，组数 m＝n／k，去油用时 a、冲洗用时 b、切换用时 c，则总完成时间为 n(a＋b)＋(2m－1)c，首次可用时刻为 ka＋c＋b。这条公式只是把已经声明的动作规则压缩了一下。

公式也暴露了结论靠什么成立。若切换不占用时间，即 c＝0，四种安排的总完成时间都是十二，少切换的好处便消失。若再加上分类的前置成本，局面还会翻过来：每组两只的安排，如果开工前统一分类要占八个单位，总完成时间成为二十五，首次可用时刻成为十二，两项指标都劣于原来的整批和逐只。这八个单位是为了检验推论而设的，并非实际分类时间的估计，它说明的是分组居于中间并不保证好用，分组要看它付出了什么。

这本账有一个值得留意的性质：它是**封口的**。算到最后，每一种安排都交出了六只干净的碗，账上再没有别的项目。时间花了多少，切换几次，第一只何时可用，一目了然；碗的干净程度被预先当成相同的底线，不进入比较。任何一位管家务、管生产线、管课堂节奏的人，拿到这张表都能做出决定，并且做得很有道理。生产管理里早有这类讨论：大批量生产与单件流动各有各的好处，丰田生产方式一系的著作，把缩小批量、让工序连续衔接的价值讲得很透（大野耐一的《丰田生产方式》是源头之一，1978 年的日文原著，后有英译）。那是效率的语言，讲得清楚，也讲得完整。

完整，恰恰是问题所在。因为这本账里，没有任何一行写着“洗的时候遇到了什么”。哪只碗的油重，哪两只碗的油重得不一样，水凉时去油要多过一遍，汤碗和菜碟谁更容易返工，这些在六只碗被洗净的同时发生过的差异，在算例里被设成了“完全相同”，从一开始就被取消了。效率账可以这样设，是因为它关心的是交付；要问沉淀，就得把这条设定撤掉，把碗放回它们本来的样子：六只碗，各有各的脏法。

◆ 1.4　碗都干净了，盆底留下的各不相同

现在把设定撤掉。设想一个晚上，六只碗各不相同：两只盛过红烧肉，油厚而凝；一只盛过汤，油花浮在面上；一只是装青菜的浅碟，几乎没有油；还有两只饭碗，沾着干了的米粒。这是构造的场景，用来看三种洗法各自会让什么留下来。

整批洗。六只碗一并抹过洗洁精，放着，然后一起冲洗。冲到后来，手边的六只碗是并排的：红烧肉的两只明显比青菜碟滑得多，要多冲一遍；汤碗的油花一冲就走，米粒的碗要泡一泡。六只碗**彼此之间**的差别，在这一批里是看得见的，因为它们同时摆在眼前，同一种水温、同一块抹布、同一个时刻，差别因此是可比的。哪一类碗难洗，哪一类碗容易，这是一种对比，是在对象之间长出来的。整批洗留下的，主要是**对象之间的差**。而每一只碗各自走过的路——它被抹了几次，哪一遍才真正去掉油，是不是中途被放下又拿起——却混在一整批动作里，很难单独跟住。

逐只洗。一只碗拿起来，去油，冲净，放上碗架，然后手空了，换下一只。每一只碗的路都完整地走在眼前：这只红烧肉的碗去油去了两遍，第二遍才见净；这只饭碗泡了一会儿；这只浅碟一遍就过。**每一只碗自己的来路**是看得见的，因为注意力在一段时间里只跟着它一个。但六只碗彼此之间的比较，要靠记忆去接：第一只碗洗完了，它的水、它的手感、它的油，就已经被擦干放好，下一只是从干净的手和干净的水开始的。逐只洗留下的，主要是**对象自己的来路**；对象之间的差，除非谁刻意去记，否则每换一只就被冲淡一次。

分组洗。这是设想。若按用途归成三组——两只红烧肉碗一组，汤碗和浅碟一组，两只饭碗一组——洗到一半，会冒出一个新的东西：那只汤碗到底该归哪一组？它盛过汤，却也沾了红烧肉的油。归在这一组还是那一组，当时可以随手定下，但“该怎么归”这个问题没有解决，只是被搁置了。分组洗留下的，多半是**归**

组时拿不准的那一下：一条悬着的、没有答案的区分。它既不是对象之间的差，也不是某只碗自己的来路，而是“这个分法对不对”的疑问。

这三种留下来的东西，可以先暂记为三类：**对象之间的差**、**对象自己的来路**、**悬而未决的拿不准**。后两类，是第 3 章要正式讲的来路型与未决型沉淀的雏形：一个是同一只碗从脏到净的那条路，一个是悬着没有答案的问句。第一类要说得小心一些：它是同一种洗法之内、碗与碗并排才看得见的对比；而第 3 章的分歧型，指两种做法之间并排留下、各自成立的分歧，家里父亲与儿子的两种洗法就是。两者的共同点是都要“并排”才存在，所以本书把整批洗留下的这一类看作分歧型的近亲，不当作同一物；正式的分类，以第 3 章为准。这里只要看见一件事：三种洗法洗出来的碗一模一样，盆底留下来的却各不相同。

这里的“盆底”是一个比喻。水槽里真有一个盆，真有沉在盆底的残渣；比喻是说，每一次完成之后，除了干净的结果，总有些东西落了下来——有的落在人的记忆里，有的落在随手写的一行字里，有的落在两个人之间一句“你那样洗，我这样洗”的说法里。这些东西挂在什么上面，就是它的承载者：人、记录、关系、工具。盆底是承载者的一幅小画像。

接着看盆底的结局。洗碗的最后一步，往往是把盆里的水倒掉，连同浮在水上的油花和沉在盆底的残渣，一并冲进下水道。这一步很自然，没有人会觉得它有什么不妥——水脏了，倒掉就是。**倒水**是清洗的最后一个动作，也是最不引人注意的动作。若六只碗的差异落到了盆底，这一倒，它们就随着水走了，走得干净利落，连“它们曾经在”这件事也没有留下。

所以三种洗法之间，除了效率账里算出来的东西，还有另一本账：在“碗是干净的”这个相同的结果旁边，各留下了什么，留下的东西有没有承载者，有没有人去接，有没有在倒水的时候被一起倒掉。这本账的单位不是时间，而是**差异的条数**。

◆ 1.5　“一次完成”的单位怎样决定沉淀

两本账放在一起，可以发现它们靠同一个变量联系着，这个变量就是**一次完成的单位**。

“完成”的意思，是宣告一段做法已经结束，结果合格，可以放下。每一次宣告完成，都是一次清洗：手擦干了，碗上了架，下一轮从干净开始。从一次干净的

起点到下一次宣告完成，这中间的一段，本书称为**一次完成的单位**。逐只洗时，单位是一只碗；整批洗时，单位是六只；分组洗时，单位是一组。单位的大小，由“在哪里宣告完成”来定，与动作的快慢、人的勤惰没有关系。

单位决定了两件事。

第一，**同一个单位里，有多少差异同时在场、可以相互碰到**。单位里的对象彼此并排，同一时刻摆在一个人的眼前，它们的差别才有机会被拿来比较。设一个单位里有 k 只碗，则这个单位里可以两两比较的碗对有 $k(k-1)/2$ 对。六只碗按四种安排分成若干单位，各单位的碗对加起来，逐只洗是 $6\times0=0$，每组两只是 $3\times1=3$，每组三只是 $2\times3=6$，整批是 $1\times15=15$。碗对越多，对象之间可以撞出的对比越多。

第二，**一次完成宣告了多少次，也就是清洗了多少次**。六只碗，逐只洗宣告六次，每组两只三次，每组三只两次，整批一次。每宣告一次，这个单位里的一切就被收口：碗是干净的，油是走了的，手感是擦掉的，哪一只难洗、哪一遍才见净，都变成“已经过去的事”。宣告越频繁，被收口的次数越多，而每一次收口所覆盖的东西越少。

这两件事的方向是相反的。单位大，同时在场的差异多，对比的机会多，但每一只碗自己的来路被整批动作盖住，难以单独跟住；单位小，每一只碗的来路清楚，但碗与碗之间隔着一次次的收口，对比要靠记忆跨越。可以把这个关系列成一张表。

单位	完成宣告次数	各单位内可两两比较的碗对（合计）	对象自己的来路	清洗后主要留下
一只	6	0	完整可见	来路
两只	3	3	较清楚	来路与局部对比
三只	2	6	渐被盖住	局部对比，与归组的疑问
六只	1	15	难以单独跟住	对比

表里“来路”一列和最后一列是定性的设想，不是测出来的读数；前三列由算例的设定直接得出（碗对一列是各单位碗对之和）。这张表想要说明的只有一点：**沉淀的多少与样子，由完成的单位决定**。把单位取小，来路可以留得很全；把单位

取大，对比可以铺得很开。没有一种单位能把所有差异都留住，也没有一种单位什么都留不下。

要把这件事说得更好检验一些，可以给它一个计数口径，这是后面各章反复要用的：一次完成之后留下来的来路种数、分歧条数与未决项数之和，与任务总量之比，称为**沉淀率**。例如设想洗完这六只碗，当晚有人在纸上记了三条：“红烧肉的碗要多冲一遍”“水凉时第一遍不走”（两条来路）和“汤碗不知该归哪一组”（一项未决），则沉淀率是三比六，即每只碗对应零点五条。这个数字只是演示算法，不是测量；有了这样的口径，才可以问：同一批碗，换一种单位，沉淀率是多少，留下的是哪一类？第 6 章把它与复现、存留两个读数分开，附录三给出记录办法。

沉淀率给“清洗度”提供了一个反面的读法。清洗度高，是说一次完成之后几乎什么差异也没有留下，沉淀率接近零；清洗度低，是说留下的差异多。清洗度高不是坏事，生活里大多数事情就应该洗得干干净净，不然碗没法用。要点在于，沉淀率可以数，**数过才知道自己洗掉了什么**。

还有一个细节：沉淀率为零，是不是说明那天根本没有差异发生？并不是。更可能的情形是，差异发生过，却没有落到任何承载者身上。碗上没有，人的记忆里没有，纸上也没有，倒水的时候又没有人看一眼盆底。沉淀率读到的是“留下了多少”，不是“发生过多少”，这两个数之间的距离，就是被清洗掉的部分。

◆ 1.6　倒掉盆里的水：清洗的日常原型

如果把洗碗拆开来看，一次完整的清洗至少有四道动作，它们与本书后面要讲的几道清洗，几乎一一对应。

第一道是**去油与冲洗**，也就是做完这件事本身。碗从脏变净，任务交差。在一般经验里，这对应“完成”：把事做完，是第一道清洗，它把做事的过程中出现的差异冲向结果。

第二道是**擦干与上架**。擦干之后，碗上不再有水痕，也不再有上一轮洗的痕迹；手法固定下来，下一次洗得更快，也洗得更像上一次。这对应“熟练”：反复做同一类事，动作越来越顺，每一次的差异也越来越小。熟练是第二道清洗。

第三道是**归位**。碗放回橱柜里它该在的位置，碗架空了，水槽空了，厨房回到开始前的样子，这对应“标准化”：让每次的结果都归到同样的位置，做法有一个“应当这样”的标准。标准化是第三道清洗。

第四道是**倒水**，也是最不起眼的一道：盆里的水倒掉，残渣、油花、浮沫一并冲走，盆是干净的，下一轮可以重新接水。这对应“提炼”：把一件事做完了，写成一份谁用都一样的要点，其余的统统不再保留。提炼是第四道清洗。

这四道动作没有一道是错的。没有第一道，碗没法用；没有第二道，每天洗碗都要从头摸索；没有第三道，厨房乱成一团；没有第四道，水臭了，盆里长虫。生活要运转，需要清洗，组织要运转，需要清洗，两个人要合作，也需要一个干净的、可以互相交接的结果。本书没有要去反对这些。

本书要说的，是清洗有它的代价，代价与清洗的彻底程度成正比。碗洗得越干净、擦得越彻底、放得越标准、盆里的水倒得越净，这一晚留给“下一次”的东西越少。**清洗得越彻底，思想越没有来处**。这是一句需要在全书里一点点证成的话，而在水槽边它几乎是一个字面事实：一个晚上洗六只碗，如果六只碗之间的比较没有落到任何地方，红烧肉的油在凉水里走不动这件事，今晚发现，明晚发现，后天还是发现，每一次都像第一次。

这里要把“该洗”和“该留”分开。为交付、为交接、为后面的人能够接手而必须封上的口，该洗。碗要干净，要放回去，这些不必争论。而在不同的晚上反复出现、**还没有被说清楚是什么**的差异，该留。留的办法很简单，也很便宜：原样留下，不整理，不归类，不写成结论。盆里的水倒之前看一眼，纸上记一句话，旁边的人说一句“你这样洗，我那样洗”之后不急着评出高下。这些动作的成本接近于零，而它们留下的，是以后可能结晶的材料。

倒水的时候，有一个现象值得多说两句。**倒水几乎总是顺手做的**。它没有被任何人看成一个决定，也没有人为它负责，它就是洗碗的最后一步，像呼吸一样不引人注意。清洗在日常里正是这样发生的：不是有人下了“把差异扔掉”的命令，而是一连串各自合理的动作——做完，擦干，归位，倒水——把差异一道一道地送走。没有谁做错了什么，每一道都有它的理由。差异是在这些理由的缝隙里失去来处的。

◆ 1.7　水槽边的特征律

前面几节说的是洗碗，现在可以把它与本书的主题接上。

本书的原理是一句话：**思想是经验的差异没有被清洗掉，而留下来的沉淀显露**。这句话可以用刚才的水槽去读。经验是洗碗的整个过程；差异是过程里出现的种种不同——这只碗和那只碗，这一遍和那一遍，这样洗和那样洗；清洗是做完、擦干、归位、倒水；沉淀是没有被倒走的那一层；显露是有一天，沉淀积到一定程度，在一次新的洗碗里忽然出现一个原来没有的对比、变化或分布。

比如这样一个设想。一个家里，连着几十个晚上，有人偶尔在碗柜门内侧记一笔“今天某碗油重”。过了一阵，翻看这些零碎的记录，会摊开一幅原来看不见的分布：凡盛过红烧的、炖煮的碗，第二遍才见净；凡是用凉水洗的，油走得慢；浅碟极少返工，深碗常有。这是一个**新的分布**，原来混在一起的情形被摊开了。随后，家里有了一条没人定的规矩：红烧的碗先用热水泡一泡。这条规矩不是谁想出来的，是几十个晚上里反复出现、而且没被擦掉的差异，自己摊成的。它是一个小小的思想，小到可以叫作“窍门”，但它的发生方式与大的思想没有两样。

这个过程正是特征律在经验上的样子。特征律说，特征的发生有三步：混沌碰撞、自组织、涌现。放到水槽边：

特征律	水槽边的样子	被清洗时
混沌碰撞	没被洗掉的差异互相碰撞：这一遍与那一遍，这种洗法与那种洗法，悬着的归组疑问	碗洗净一只就擦干一只，差异来不及碰撞
自组织	碰撞后的差异按先后一次次落下，落成有次序的沉淀：热水、凉水、深碗、浅碟	每天从干净的水开始，前一晚的序列接不上后一晚
涌现	稳定运行到一定程度，结晶成一条特征：红烧的碗先泡热水	没有结晶，只有“今晚的碗洗完了”

特征律的一句话概括是：**特征是差异稳定运行的结晶**。这一章只先提出它，不去证明它。要紧的是它说了一个顺序：先有差异，差异要留下来，留下来的差异要在多次、多种条件里反复运行，到后来才结晶为特征。每一步都要有承载者，每一步都可能被清洗打断。第 4 章到第 7 章，依次把这三步和结晶之后的回写讲完。

本书用的透镜是九宫格乙组的三个格：S1、D2、E3，定义依第 513 号《SDE九宫格透镜问题分析法》。S1 是结晶以后显露的三种样子：一个新的对比，一个新的

变化，一个新的分布；刚才碗柜门内侧摊开的，是一个分布。D2 是差异序列的运行：路径一次次走过，差异按次序运行，走得越全，可运行的差异越多；把路径压成“一步到位”，序列就接不上了。E3 是内能、动能、势能：完成用掉的是动能，沉淀是势能，承载者是内能。碗上了架，是动能用完了；碗柜门内侧那几行字，是势能；写字的手、记得它的人、那扇门，是内能。势能一旦离开内能，成为谁取都一样的库存，也就是被“提炼”了，那就是倒水的另一种形式。这一点留到第 11 章详说。

从这里可以看见全书要走的路。第一编讲清洗：完成是怎样一道一道把差异洗掉的，洗掉之后沉淀有哪几种样子（第 2、3 章）。第二编讲特征律：混沌碰撞、自组织与涌现怎样在沉淀上运行（第 4 至 7 章）。第三编讲五种清洗：合并、抢先、换尺、提炼、代领，各自怎样把沉淀洗走（第 8 至 12 章）。第四编进入四个现场：数学课堂、阅读、写作与 AI、教师协作（第 13 至 16 章）。第五编讲沉淀显露的思想为什么是谱系的，以及本书凭什么可以被判错（第 17、18 章）。同一个水槽边的事，换了尺寸，就是这些章节。

最后说一说统一性。第 554 号《数学标准的典范重生》讲，统一性标准化会使特征律死亡，原因是它把混沌洗掉了：标准把每次做法统成同一个样子，差异没有机会碰撞。那是在整个学科和标准体系的尺度上说的话；本书所写的，是同一件事在一个人、一个家、一堂课、一个小组里的样子。一个家庭定下“每只碗必须这样洗”，与一个学科定下统一标准，在结构上相似：它们都把一次一次的差异收进同一个干净的结果。结果越统一，后来能从中长出的东西越少，这是两个尺度上共有的一条线索。

◆ 1.8　水槽边的三个雏形，与一个防备

全书有三个与常识相左的判断。它们在水槽边各有一个雏形，先摆出来，后面各章再把它们一一立住。

第一个雏形：要点是又洗了一遍。继续上面的设想：碗柜门内侧记了几十条零碎的话，有一天，有人嫌乱，把它们整理成一张整齐的纸，贴在墙上：“洗碗要点：红烧碗先热水泡。”这张纸好用，来客也看得懂，谁拿来用都一样。但整理的那一刻，“某一天水凉、第一遍没走”“深碗常返工、浅碟极少”这些零碎的话，不再被需要，旧纸也许丢了。要点把一堆差异压成了一条规矩，规矩可以被所有人

使用，却回不到那些差异所在的晚上去。往后遇到一只从没洗过的砂锅，要点帮不上忙，而原来那些零碎的记录里，也许正躺着一句与砂锅相邻的话。把沉淀写成谁用都一样的要点，是又洗了一遍。这一句，第 11 章专门来证。

第二个雏形：越熟练，沉淀越少。设想一位洗了几十年碗的人，手法早已固定，拿起一只碗，去油、冲净、上架，一气呵成，不需要想，也几乎不出错。这样的洗法每一次都洗得干干净净，因为熟练的意思，就是把一件事做成每次都一样。每次都一样，也就意味着每次的差异都被提前压平了：油是照例去的，水是照例冲的，这一晚与前一晚之间，没有什么可以落下来的东西。熟练给出了高效，也给出了一种贫血，在 D3 上看，这是优化过度：把可运行的差异连同误差一并优化掉了。

这里要补一句防备。熟练本身没有错，熟手也并非必然沉淀少。日本心理学家波多野谊余夫与稻垣佳世子（Hatano 与 Inagaki）在 1986 年的一篇文章（收在一本论文集里）中，分出两种专长：一种是**常规专长**，在熟悉的任务上又快又准；另一种是**适应性专长**，在任务变化时仍然能调整和理解。两者的差别，大意是后者在熟练之外还有对条件变化的敏感，并且有意地让做法接受变化的检验。放回水槽边，说的就是：同样洗了几十年，一直在同一个水槽、同一种洗洁精、同一套碗上洗的人，与一再换水温、换锅具、换洗法、留心每一次不同的人，沉淀是不一样的。本书说的“熟练洗得干净”，指前者，即条件恒定下的熟练；熟练再加上条件的多样，再加上有意保留差异，就是适应性专长，是本书原理的正面例子。第 8 章和第 18 章会把熟练度与条件多样性分开来谈。

第三个雏形：最强的清洗机。洗碗机是个现成的类比。把碗放进去，按一个键，一段时间之后，碗是干净的、烘干的，过程里发生的一切都在机器里关着，没有人看见哪只碗的油重，哪一遍才见净。它把去油、冲洗、烘干，甚至倒水，都收进一个“一次完成”的单位里，单位大到整台机器。这并不是说洗碗机不好，它是极好的清洗，把一件琐事变成了一个键。本书写到 AI 时，会碰到同样的构造：一键成稿，即时解题，是没有沉淀的完成。然而这里的限定也要先说在前头：这指的是只交终稿、不留来路的用法。保留弃稿、分歧与提问记录的用法，AI 反而可以成为沉淀器。这留到第 15 章。

三个雏形之外，还要防备一种相反的误会，即“既然清洗代价这么大，就什么都不要洗，什么都留下”。设想一本把每个晚上每只碗的每个动作都逐字记下来的流水账，写满了十几个本子，没有人会去读，也没有什么从里面长出来。这是混沌

态的过度：差异多到互相淹没，碰不出次序，也就结晶不了。思想发生在两端之间的介生态：差异有一部分被洗去，足以让事情交得了差、组织得起来；另一部分被留住，足以互相碰撞、一次次落下。**留，是原样地、轻轻地留，留一部分，**不是整理，也不是堆满。本书不主张越乱越好，主张的是：该洗的洗，该留的不要顺手倒掉。哪些该留，第 2 章会给出判据。

读者可能会问，这一章谈的碗与碗并排、两种洗法并排，与教育研究里熟知的“比较多种解法”有什么不同。里特尔—约翰逊与斯塔尔（Rittle-Johnson 与 Star）在 2007 年发表的一项研究，让学生学习解方程的两种解法，把两种解法并排比较的学生，与先后依次看两种解法的学生相比，大意是在解法的灵活运用上进步更多。整批洗里碗与碗并排的那个场面，以及父子两种洗法并排的那个场面，与此有相通之处，并排放着，差别才看得见。本书想多说的一句是：并排比较之后，被比较出来的差别落到了哪里，是留在承载者身上，还是随着“这一题做完了”被擦干放走。比较发生过，不等于比较的东西留下了。这一句，是本书与近亲们逐一对照时要反复回到的地方，导论里有专门一节。

◆ 本章结论

1. 家里的两种洗碗安排，加上设想中的分组洗，交出同样干净的碗；效率账可以算得很完整，完整到把碗的差异当成了“完全相同”，从一开始就取消了。
2. 洗碗可以拆成数量、归组依据、切换位置、检查位置四个可分别改变的条件；总完成时间与首次可用时刻是两个不同的目标，居中的分组不自动兼得两端的好处，分类成本一旦加入，还可能两头都不及。
3. 一次完成的单位，即从干净的起点到宣告完成的一段，决定了盆底留下什么：单位大，对象之间的差异同时在场，对比多，每一只自己的来路被盖住；单位小，每一只的来路清楚，对象之间隔着一次次收口。三种洗法留下的东西各不相同：对象之间的差（分歧型的近亲，靠并排才看得见）、对象自己的来路、悬而未决的拿不准，后两类是来路型与未决型的雏形；第 3 章的分歧型指两种做法之间的分歧，家里的父子两种洗法即是。
4. 完成、熟练、标准化、提炼，是清洗的四道动作，各有其用；倒水几乎总是顺手做的，差异是在一连串各自合理的动作的缝隙里失去来处的。沉淀率（留下

的来路种数、分歧条数与未决项数之和，与任务总量之比）使“洗掉了多少”可以被数出来。

5. 水槽边的过程就是特征律的小样：没被洗掉的差异互相碰撞，一次次落下，稳定运行到一定程度，结晶为一条特征，显露为新的分布。清洗得越彻底，思想越没有来处；该洗的洗，该留的原样轻轻地留，介生态才是结晶的地方。

◆ 本章参考

— 原始文献

· 大野耐一：《丰田生产方式》，日文原著 1978 年；英译本 Taiichi Ohno, Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production, Productivity Press, 1988。

— 研究文献

· Hatano, G., & Inagaki, K. (1986). Two courses of expertise. In H. Stevenson, H. Azuma, & K. Hakuta (Eds.), Child development and education in Japan. W. H. Freeman.

· Rittle-Johnson, B., & Star, J. R. (2007). Does comparing solution methods facilitate conceptual and procedural knowledge? An experimental study on learning to solve equations. Journal of Educational Psychology, 99(3), 561–574.

— 站内著作

· 第 513 号《SDE九宫格透镜问题分析法》：S1·D2·E3 等透镜的定义，本章所用的三个格依此。

· 第 554 号《数学标准的典范重生》：统一性标准化与特征律死亡，本章借其结论，在个人经验的尺度上重述。

◆

02

第 2 章

完成是第一道清洗

本章提要　一件事做完，是经验遇到的第一道清洗。完成把仍在运行的差异序列在某处截平，截面叫交付。结果、文件、习惯、关系是完成留下的四种载体，各自洗掉不同的东西，也各自留下不同的东西。清洗有它的文明功能：交差、组织、连接，三样都靠它。本章据此立一条判据：为交付、组织与连接所需的封口，该洗；在不同条件下复现、尚未结晶的差异，该留，留的办法是原样留下。

◆ 2.1　一场会议结束以后

先设想一个场景。四位初中数学教师在编一本校本习题册，周三下午开会，议题只有一个：习题按什么次序排。甲方案按知识点排，一元一次方程，再到二元一次方程组，再到不等式；乙方案按错误类型排，把“移项忘记变号”“去括号漏乘”“等式两边只乘一边”这类错法各编成一组，一组里的题来自不同单元。两种排法各有人坚持，会议开了四十分钟。结论是采用甲方案，周五前交第一单元的稿子。会后的纪要只有三行：“一、习题册按知识点编排。二、第一单元稿件周五前交付。三、各人认领的章节见附表。”

这是构造的场景，没有哪个真实的编写组与它对应。它的好处是把事情放得很小，小到每个环节都看得清楚。

会议是成功的。分歧收束成决定，决定落成纪要，纪要派出任务，周五稿子如期交来。从交差的角度说，一切都对。

两周以后，第二单元开编，新来的一位教师问了一句：“当初为什么没按错误类型排？”没有人答得上来。参加过会议的三个人各记得一点：一个记得乙案太费事，一个记得有人说过学生的错不按单元分，一个只记得最后表决时甲案多一票。纪要里没有这些，三行字里连“曾有另一个方案”都没有留下。

会议当天，桌上其实摆着至少三样东西。第一样是两个方案之间的分歧，它没有解决，只是被一个决定盖过去了。第二样是乙案的来路：提出乙案的教师在批改作业时看到，“移项忘记变号”这一种错，在方程、在不等式、在后面的函数单元里反复出现，换了题面，错法仍是同一个。第三样是一个没人回答的问题：习题册能不能在每个单元末尾另附一页“按错法归类的补充题”，让两种排法并存。这三样都没有进入纪要。

没有哪个人做错了什么。纪要本来就是为了让没到场的人知道下一步做什么，三行字完成了这个任务。要看清的是这个任务本身：它要求会议留下一个干净的终点，而干净的终点是靠洗掉别的东西换来的。

本书把这个动作叫清洗。把经验里的差异冲掉，只留下干净的结果，这是第 1 章洗碗时已经见到的事，那里洗的是碗，这里洗的是一场会议。两处发生的是同一件事：做完了，现场收拾干净了，盆底的水还在。本章要问的是，这一道清洗洗掉了什么，凭什么要洗，又该洗到哪里为止。

◆ 2.2　完成为什么是清洗

“完成”两个字在日常里太平常，平常到很少有人追问它做了什么。从 SDE 的写法看，它做的事可以说得相当具体。

本书取 S＝F(D,E) 为基本写法：经验的差异序列（D）在承载者（E）里运行，显露出来的就是 S。S 指显露，指一次新的对比、变化或分布显出来，不是静态的结构。差异序列的运行有它自己的节奏，D2 层面的六步法把它展开为猜想、执行、评估、反馈、修正、迭代。这六步是一个环，环上任何一处都可以再转一圈。

完成在这个环上所做的，是在评估处按交付标准收口。标准一经满足，修正与迭代就不再发生。环没有转完，它被截断了，而截面是平的：该有的都有，该交的都交，看不出任何断口。这就是本章提要里说的“截平”。

截平以后，被截断的那一头并没有消失。仍在运行的差异，比如会议里那个没有解决的分歧，原本要靠下一轮修正与迭代才有机会碰撞、落定。截断之后，它失去了继续运行的场所：纪要不接收它，分工表不安排它，下一次会议的议程里也没有它的位置。它不是被反驳掉的，是被完成这个动作所需要的干净挡在了门外。

SDE 关于意义三律的论述里，有一条可以直接用来解释这个现象。D 的目标不是任何静态的结构，而是三律成功运行本身；静态结构一旦到手、凝固为 S，牵引力就当场消失。日常里人们熟悉这种体验：考试通过了，稿子交出去了，装修完工了，随之而来的常常是一阵空，仿佛有什么东西随着“完成”一并散去。这股空来自牵引力的消失，也就是差异序列失去了继续运行的理由。完成是 S 的封口：一次显露被定格为“已经显露的这一个”，定格以后它可以交付，却不再邀请新的差异进来。

封口这个说法需要小心使用。封口不是错误，也不是疏漏，而是任何可交付的东西都必须经过的一步。一份没有封口的稿子，没有人能接收；一个没有结论的会议，没有人能执行。完成之所以是清洗，是因为封口的方式只有一种：把仍在运行的东西停下来，把仍然悬着的东西放下，把仍有分歧的东西写成一个说法。

完成的清洗动作可以拆成四个：删、改、齐、定。

删，是去掉试错与弯路。草稿里被划掉的段落，解题时写了又擦的步骤，会议上说了一半又收回的意见，都在这里消失。

改，是更正错误。错的改成对的，改完以后，错曾经存在过这件事也随之消失；成品里看不出哪里改过。

齐，是对齐格式与口径。不同人的写法被调成同一种写法，不同来路的材料被整成同一副面孔。

定，是定下版本。一旦定稿，就有了“这一份”，其余的可能性不再并列。

这四个动作没有一个是坏的。删让读者不必陪作者走弯路，改让错误不被转手，齐让接收者认得出东西，定让责任有了落点。可是它们的合力是：成品是一个与来路脱钩的东西。拿到成品的人，看到的是答案；产生答案的那场碰撞，留在了做的人那里，或者没有留在任何地方。

从 E3 的角度还可以补一笔。完成用掉的是动能：一次集中的、朝向终点的力气。动能用完，终点到达，留下的成品是一种已经释放的状态。而沉淀属于势能：悬着的、还没有释放的差异。完成这个动作天然偏向动能，偏向“把力气用在一个终点上”，这使势能的那一部分很容易落在动作之外，既没有被用，也没有被记。

◆ 2.3　结果：洗掉来路，留下可用

四种载体里，结果最直接。

结果是任务已经交付的部分。洗净的碗可以盛饭，整理好的名单可以送出，批改完的作业可以发回。结果的价值在交付的当时就兑现了，不必等到谁去证明它让人学到了什么。

结果洗掉的，首先是来路。同一个结果，可以经由很不相同的路径得到。三年级学生算 404−245，得到 159，老师在答案旁打钩。这个钩只对结果起作用。有的孩子是把 245 凑成 250 再补回，先算 404−250 得 154，再加上多减的 5，得 159；有的是照竖式借位，个位 4 减 5 不够，向十位借，十位是 0，再向百位借；有的是先把 404 看成 400 加 4，从 400 里减 245 得 155，再加 4。这里只取三条，第 3 章把这道题的来路列全。三条路走到同一个数，钩一打，三条路在记录里变成了同一个东西。

洗掉的第二样是错误的位置。一个孩子先算成 169，发现十位不对，改回 159（169 的来路，是把 404 拆成 3 百 10 十 14 一，合起来是 414，比 404 多了 10，再减 245 便得 169）。成品里看不到那个 169；看不到的不仅是错，更是他在哪一步校验、凭什么校验。改正的动作本身是一种经验，它在成品中被抹得最干净。

留下的是什么？可用本身。159 是对的，可以接着算下一步；名单是全的，可以交给下一个人。这是结果作为载体的真实贡献：它让后续行动有了一个可以站稳的点，不必每次从头再来。

结果挂在任务的接收者身上。接收者用，它就起作用；接收者不用，它只是一个静止的值。对做的人而言，结果是一个终点；对用的人而言，结果是一个起点。同一个 159，在做的孩子手里是刚刚走完的路，在下一道题里是借来使用的材料。

这样看，结果这种载体几乎只留下可用。它是四种载体里清洗最彻底的一种，也因此是转手最方便的一种，一个孩子的 159 和另一个孩子的 159 可以互相替换，批改的人不必区分。

需要在这里记一笔：结果洗得最干净，并不意味着结果是最差的载体。恰恰相反，结果是清洗最成功的地方，也是差异最容易全部丢失的地方。当一个人说“我做对了很多题，为什么没有长进”，他描述的多半是这种情形：每一次都留下了干净的结果，没有一次留下来路。

设想这个孩子的老师把一周的作业收上来，只统计对错：全班 404–245 的正确率是八成。这个八成对教学安排是有用的读数，它说明这道题型大体过关。可是它同时抹平了三种算法的分布，也抹平了“先算成 169 再改回”的那几份作业。老师手里的信息，从“班里有几种走法、哪一种走法容易在借位处出错”，退到了“八成会做”。退这一步，是统计这个动作的必然，不是谁的疏忽。

让路径多留一点的办法很简单，也很便宜：在答案旁边留下那一行划掉的演算，留下“先算成 169”的痕迹，留下一句“我是凑成 250 算的”。这些东西不增加结果的任何可用性，所以在交差的意义上是多余的，在沉淀的意义上却是全部。第 3 章会把这三种样子分开来写；这里先记住，结果自己不会留下它们，只有人在完成之外另做一个动作，它们才会落下来。

◆ 2.4　文件：洗掉条件与理由，留下表达

文件比结果多走了一步：它把结果写下来，让别人也能取得。

回到编写组的纪要。“一、习题册按知识点编排。”这句话保存了一个决定，使它离开了会议室，可以被缺席的人读到，可以在三个月后被翻出来，可以在争议时作为依据。文件是记忆的外包，其价值很大，大到没有它就谈不上组织（见 2.7）。

文件洗掉的是决定所依赖的条件与理由。“按知识点编排”在什么条件下成立？也许成立的条件是这本习题册配合现行教材使用，教材按知识点编排，所以习题也按知识点排，教师备课时好对照。若习题册将来要独立使用，这个条件就不再成立。可是纪要只写了结论，条件和理由没有跟着走。后来的人读到“按知识点编排”，只能当作一条不带条件的规定接受。

文件洗掉的还有被否决的方案。前面的会议里，乙案是整个争论的另一半，它的存在使甲案成为“选择”而非“当然”。纪要里没有乙案，甲案就变成了当然。时间一长，没有人记得它曾经是一个选择，也就没有人想到可以问：现在的条件和当初还一样吗？

这是文件这种载体的一般特点：它保存表达，不自动保存表达所依赖的全部材料。一条“采用甲方案”的记录，保存了决定，却不保存为何不采用乙方案；一段概括清楚的话，可能已经删去了决定适用的条件。读得懂决定的人，未必能重建当时的比较。

文件留下的是表达本身，而表达有它自己的好处。一句话比一场会议便宜，比一个人的记忆稳定，比一次口头传达不易走样。它可以复制，可以转发，可以引用，可以在一个组织里充当共同的参照。

文件能不能调用，还有另一层要看。放好一个文件，只说明保存完成；下一次需要时找到并用对，才说明它进入了后来的判断。一份纪要可以存在很久，却从没有进入任何人的新判断；也可以因为入口只指向旧版本，而被误用。文件越容易取得，错误的旧说法就越容易传播。这也是文件的清洗的一面：它把当时的结论冻成一个现行的样子，而结论后来变了，文件不会自己改。

因此，文件作为载体，留下的是“可以被重新取得的表达”，洗掉的是“表达赖以成立的那些差异”。若把文件理解为经验的保存，就容易漏掉后半句。保存的是说出来的那一部分，没说出来的部分，也就是分歧、理由、否决、悬而未决，不在其中。

有人会说，那就把它们都写进纪要。可是这样纪要就不再是纪要了，它会变成会议实录，长到没人读，也长到执行的人找不到该做什么。纪要的简洁恰恰是它的用处。所以问题不在于纪要写得太短，而在于不能指望纪要承担它承担不了的事。那三样东西要留，另找一个地方留。这个“另找一个地方”，就是 2.8 要给出的办法。

◆ 2.5　习惯：洗掉例外与选择，留下倾向

习惯是第三种载体，它不写在任何地方，写在做的人身上。

一件事做过许多遍，做的方式就沉到手里：先看哪里，先问什么，遇到某类情形顺手怎么处理。编写组的教师在连续几个月的会议之后，也会形成这样的倾向，比如每次会议结束前自动确认“谁、做什么、周几交”。这个倾向很有用，它让会议不再散，让任务落得下来。

习惯洗掉的是例外与选择。每一次顺手的处理，都是在若干可能的做法里取了一种。当它成为习惯，这个取舍的瞬间就消失了：做的人不再觉得自己在选，只觉得“就是这样做的”。曾经考虑过又放弃的做法，随着习惯的成形一起退到了视野外面。

一个具体的例子来自写作。一位写作者长期被评价为“表达顺畅”。顺畅的来源有很多，其中一条是他养成了习惯：写到不确定的地方，就删掉那个不确定，换一个能够肯定的说法。每一次删改，句子都更干净了；每一次删改，一个悬着的判断也被放下了。几年以后，他的文字流畅而稳妥，几乎没有“这里我还没想清楚”的痕迹。流畅是实在的，被习惯一路清洗掉的那些悬着的东西，也确实不在了。

这里没有谁做错了什么，也不该把习惯写成某人的缺点。看得见的是机制：习惯是完成的复利。每次完成都洗一遍，洗到某个程度，洗的动作自己固定下来，变成不必再想的倾向，以后每一次都自动洗。完成是一次性的清洗，习惯是把清洗变成常备的设施。

习惯留下的东西同样要认真对待。它留下的是倾向：在相近的机会出现时，人会再次采取相应的动作，不必提醒。这是一种积累，是能力的一种。一位教师习惯在每个单元结束时问学生“今天哪一步最不顺”，这个习惯就是一份留下来的东西，而且越用越稳。

检验习惯是不是形成，要看相近的机会出现时，人是否再次采用相应的动作，遇到例外会不会改变。一次照着规定做，只是一次完成。反复发生，并且不需要提醒，才叫倾向。

习惯这种载体的特殊之处在于，它既可以是清洗的结果，也可以是保留差异的设施。同样是习惯，一个习惯是“不确定处一律删去”，另一个习惯是“不确定处一律在页边写一个问号”。两者都是稳定的倾向，两者对差异的处理方向相反。第一个把差异洗走，第二个把差异原样留下。可见习惯本身不决定清洗或保留，决定的是习惯里装的是哪一种动作。这一点对后面的章节要紧：熟练是习惯的极致，它洗得多干净，取决于装进去的动作；第 8 章与第 18 章会把熟练和条件的多样性分开来谈。

◆ 2.6　关系：洗掉谁提出过，留下分工与权限

第四种载体是关系，它是四种里最不容易看见的。

完成之后留下的，还有人与人之间的安排：谁负责什么，谁有权决定什么，谁可以提问，谁来维护。编写组开完会，认领章节的附表就是一份关系的记录，它规定了谁写哪一章，向谁交稿。

关系洗掉的，是“谁提出过什么”。一个意见在会上被提出，经过讨论，要么被采纳，要么被放下。采纳了的，常常变成大家的决定，提出者的名字隐去；放下的，随着会议结束，连同提出者与理由一起消失。几次会议之后，组里形成了不言自明的默契：什么样的意见会被接住，什么样的意见说了也白说。这个默契没有写在任何地方，却比纪要的格式更强有力地决定着以后能不能有人把未成形的东西说出来。

设想编写组后来补了一条规则：纪要里的异议必须附带替代方案。这条规则有道理，它避免了空谈，让争论保持在可执行的范围内。可它同时改变了关系：能够指出缺口、却暂时拿不出方案的人，就失去了让问题进入记录的入口。一个在批改作业时看到“同一种错出现在三个单元”的教师，只有直觉，没有方案，他的发现要么靠他自己带一份完整的乙案来说，要么就无处可放。

关系留下的是分工与权限，是下一次做事时的现成安排。谁来写第二单元，谁来审，谁来核对版面，不必重新商量。组织靠这些现成安排运转，没有它们，每次合作都要从零谈起。

关系里还带着一种别处没有的东西：维护。同一份习题册，之所以能前后一致，常常是因为组里有一个人，每次交稿后都默默地核对口径、改掉不统一的写法、补上遗漏的条件。这份劳动不进纪要，不进成果清单，也不显示在任何完成率里。它是关系作为承载者时带着的内能，是做的人身上带着的、使整个组织保持质量的东西。第 16 章会专门写维护劳动；这里只记一笔：完成洗得越干净，这类劳动越看不见，因为它的产物就是“没出问题”。

把四种载体放在一起，可以得到下面的对照。

载体	洗掉什么	留下什么	由谁接着用
结果	来路、错误的位置、改正的动作	可用的值，可接着用的起点	接收结果的人
文件	条件、理由、被否决的方案	可以被重新取得的表达	取用记录与版本的人
习惯	例外、取舍的瞬间	在相近机会中重现的倾向	做的人
关系	谁提出过、为何放下	分工、权限、现成的安排	组里的人

先把两个词分开。“载体”在本书里专指完成留下的这四种形态：结果、文件、习惯、关系，它回答的是“完成留下了什么形态的东西”。“承载者”是另一

张名单：人、记录、关系、工具，是沉淀挂靠的地方，也就是 E3 里的内能，它回答的是“没被洗掉的差异挂在哪里”，第 3 章 3.7 再展开。两张名单里都有“关系”，指的并不是一回事：作载体时，指完成之后留下的分工与权限；作承载者时，指决定一个差异能不能被说出、被接住的人际安排。文件常由记录承载，习惯长在人身上，两张名单彼此交叉，却不能混用。

读这张表，要看出两件事。

第一，每一种载体都是为了某种用处才留下的，每一种洗掉的东西，恰好是这种用处用不着的东西。结果要的是能用，所以洗掉来路；文件要的是能传，所以洗掉条件；习惯要的是省力，所以洗掉取舍；关系要的是现成，所以洗掉争执。洗掉的部分不是随意的，它们依各自的功能被挑出来。

第二，四种载体洗掉的东西，合起来恰是思想所需要的原料：来路、条件、取舍、争执。这些都是差异，而且是差异序列里最活的部分。从任何一种载体单独看，洗掉的都是合理的；合起来看，思想的来处被一层一层地盖住了。

◆ 2.7　清洗的文明功能：交差、组织、连接

说到这里，容易滑向一种印象：清洗是个麻烦，应该少洗。这个印象需要纠正。清洗之所以到处都在，是因为文明的运转离不开它。至少有三种功能，每一种都不可取代。

交差。　交差的意思是有一个终点，终点上有人验收。学生交作业，医生出院时写小结，工程队到期验收，律师送出一份定稿的合同，都要求一个界限分明的“好了”。没有这个界限，责任就无从归属：做的人不知道什么时候算完，要的人不知道拿到的是什么。完成给了经验一个可以问责的形状。

交差所要的，是接收者可以不问来路就放心使用。收到合格零件的装配工，不必追问这批零件的车床上出过几次废品。这种“不必追问”不是懒惰，是分工的前提：如果每个接收者都要重走一遍来路，分工就没有意义。

组织。　组织要求许多人在互不相识、甚至互不见面的情况下配合。能做到这一点，靠的是一套接口：每个人交出去的东西，格式相同，边界清楚，别人拿到就能接着做。纪要便是这样的接口，它让缺席会议的人知道自己该做什么；工单、表格、标准、模板也是。

组织需要清洗到什么程度，可以从一个人们早就熟悉的现象看出来。斯科特在《国家的视角》（1998）里讨论过，国家要治理广大的社会，必须把复杂的地方实际简化成中央看得懂、可以统计、可以统一管理的形式，例如统一的度量衡、固定的姓氏登记、整齐划一的地籍。他的论述着眼于这种“可读性”的政治后果，其中一层大意是：简化使管理成为可能，同时把地方知识里那些不规整的部分当成了噪声。组织的清洗与国家的简化是同一类动作，规模不同而已。

连接。 连接指的是把经验送到不在场的、不相识的人手里，甚至送到后世。教科书是连接，论文摘要是连接，法条是连接，菜谱也是。没有清洗，经验只能在亲眼看见的小圈子里传，一旦圈子之外的人要用，就必须把它洗成圈子之外也看得懂的样子。

拉图尔在《科学在行动》（1987）里讲过“黑箱”：一项科学事实一旦被接受，围绕它的争论、反复、失败就被封进箱子，后来的使用者拿到的是一个可以直接调用的东西，不再追问它是怎么来的。这是连接的一个极好的例子，也是清洗的一个极好的例子：箱子封得越严，调用越方便，来路越难找回。

斯塔尔与格里塞默（1989）提出的“边界对象”，讲的是另一面：一个对象要能让不同群体各自按各自需要使用，又保持足够的共同身份，才能让合作发生。这类对象对连接有效，它们得有一定的可塑，同时也有一定的稳固，而稳固的部分通常就是被洗干净了的部分。

分类系统也有同样的结构。鲍克与斯塔尔（1999）考察过疾病分类、种族分类等分类系统，其中一层大意是：任何分类都要有格子，格子之外的东西或者被归入“其他”，或者干脆不被看见，而分类的好用，正建立在这种被舍掉的部分上。清洗的“齐”与“定”，在制度层面就是分类。

这三种功能合在一起，说明了为什么清洗是文明的基础设施而不是文明的病。交差让责任可追，组织让协作可行，连接让经验可传。三者共同的要求是：交出去的东西要和做出它的人脱钩。这是它们的价值，也是它们的代价。

代价的另一面是：清洗越彻底，转手越顺畅，同时思想越没有来处。这并不是一个需要遗憾的矛盾，而是一个需要安排的分工：交出去的东西尽量洗干净，做的人身边留着没洗的东西。第 554 号《数学标准的典范重生》讨论统一性标准化如何使特征律失去运行的条件，那里写的是标准在制度层面的洗；本书写同一件事在个

人经验里的样子。第 409 号《教育的产品是结晶》讲教育的产品是结晶；本书补问的是，结晶的原料，也就是没被洗掉的差异，由谁来留，怎样留。

◆ 2.8　该洗与该留的判据

现在可以把前面的东西收成一条判据。这条判据要回答的问题是：面对完成留下的东西，什么该洗，什么该留？

该洗的，是为交付、组织与连接所需的封口。　凡接收者需要不问来路就能使用的部分，都该洗：格式、口径、版本、结论的措辞。纪要里那三行字该写成三行，不该写成十页。结果里的 159 就是 159，不必连着所有算法一起交。洗的时候不必犹豫，也不必愧疚，这是它该做的事。

该留的，是在不同条件下复现、尚未结晶的差异。　这半句里有三个限定词。

“差异”，指的是来路、分歧、悬而未决的东西，也就是前面四种载体各自洗掉的那些。

“在不同条件下复现”，指的是同一种差异不是只出现了一次，而是在几次经验、几种条件里反复露面。编写组的例子里，“移项忘记变号”这种错出现在方程、不等式、函数三个单元，题面换了，错法没换，这就是复现。复现是一个可以数的读数：几次，几种条件。它是后面要谈的“稳定运行”的两个读数之一，另一个读数是经过清洗以后差异是否仍在，留到第 6 章细说，门槛值也在那里标明。本章用到的只是第一个读数的朴素形式：一个差异露了几回面。

“尚未结晶”，指的是它还没有凝成一个可以明说的区分。已经凝成的东西，比如教师们终于说清了“这类错与单元无关，与运算性质有关”，那是显露，可以写进文件，转手使用。没有凝成的，仍悬着，仍在等下一次碰撞。

留的办法，是原样留下。　原话，原样，原来路。编写组的那位教师在批改作业时看到的三个单元里的同一种错，最好的留法，是把那三道学生答卷的错处各抄一行，标上日期与单元，放在一张纸上。不必归类，不必总结“这类错的原因是……”，更不必写成一条教学建议。

原样留下的理由，将在第 11 章完整论证，这里只说一个直接的理由：总结与归类是另一道清洗。把分歧写成“两种观点”，把来路写成“若干方法”，把悬而未决写成“待进一步研究”，每一句都把差异中最具体的部分换成了谁都认得的类

名。类名是转手的好工具，却是沉淀的坏载体。于是有一条自指的风险：用来保存沉淀的记录卡，若记成了要点，它自己就成了清洗。附录一的记录卡因此只设原话、原样、原来路三栏，另设一栏记“此处之后发生了什么清洗”，不设“归纳”一栏，并为分歧、来路、未决三型各示一张卡，在卡片说明里讲明这个风险。

这里说的归类，指写成谁用都一样、可转手的要点。当事人自己动手、仍连着来路与原始分歧的总结，不在此列，那是回写的一种，第 7 章再谈。

留，代价很低。这一点常被忽略，原因大概是人们把“留”想象成整理，而整理确实费力。原样留下，就是不加工，不加工就几乎没有成本：抄一行，贴一张，多存一页。昂贵的是加工，是把分歧整理成漂亮的比较表，把来路提炼成方法论。判据要求的不是多做一件事，而是在完成这件事的时候，少做一个动作：不把旁边的东西一并洗掉。

判据在手，可以回到编写组的三样东西，逐一过一遍。

乙案本身与甲案的分歧。两案各有道理，这个分歧是否在别处复现？这个分歧在组里只出现了这一次，还谈不上复现。原样留一行：“周三会议，甲按知识点，乙按错误类型，表决甲多一票”，够了。

乙案的来路。“移项忘记变号”在三个单元里出现，这是复现，而且是不同条件下的复现。它值得留，也值得继续留：以后每批作业里再遇到，就再添一行。这张纸不是总结，只是一份累计的原样记录。

附页的问题。“能不能在每个单元末尾附一页按错法归类的补充题”，这是一个未决问题，只出现一次，但留的成本是一行字。留着，等第二个单元编完时再看它。

三样东西，没有一样进入纪要，也不该进入纪要。纪要的三行字照旧，是封口；旁边另有一张纸，是沉淀。两样东西各有各的读者：纪要的读者是缺席会议的人，那张纸的读者是将来某一次新经验里的人，也许就是后来问“为什么没按错误类型排”的新同事。这位新同事拿到那张纸，会看到三个单元里的同一种错，他多半会自己看出：乙案并不是“太费事”，它抓到了甲案没有抓到的东西。这个新的对比，是显露，是经验长成思想的一个小小的开头。

判据有两种错法，都要避开。

第一种是该洗的没洗：什么都往纪要里放，纪要膨胀，执行的人找不到该做什么。交差、组织、连接三项功能受损，经验也并没有因此多留下什么，因为长得没人读的东西，等于没有留下。

第二种是该留的洗了：像本章前面的会议那样，所有的分歧、来路和问题都被一个干净的决定盖掉。执行是顺畅的，来处是没有的。

还要说明，这条判据不主张留一切。SDE 把存在分为秩序、混沌、介生三态，创造和结晶发生在介生态：差异太少，序列被洗净，没有东西可以碰撞；差异太乱，没有任何东西稳定地出现，也无从结晶。留得太多、不加区分地留，每一条都淹没在无序的材料里，同样没有碰撞的可能。判据里“在不同条件下复现”这半句，就是在为介生态选材：先留下那些已经露过不止一次面、有希望稳定下来的差异，一次性的偶然也留一行，但不为它安排维护。

最后，这条判据在全书里的位置，需要交代一下。本章首立，第 3 章用它辨认三种沉淀，第 5 章到第 7 章用它解释沉淀怎样运行、怎样结晶、怎样回写，第三编的五种清洗都是对它的反面演示，结语再回过头来收它。它很朴素，朴素到几乎是一个办公室习惯；本书的分量就在于，它要说明这个习惯为什么是思想的来处。

◆ 本章结论

1. 完成是第一道清洗：它在评估处按交付标准收口，把仍在运行的差异序列截平，截面叫交付；完成的动作可以拆成删、改、齐、定，每一个都合理，合力是成品与来路脱钩。
2. 结果、文件、习惯、关系四种载体，各自洗掉来路、条件与理由、取舍、争执，各自留下可用的值、可取得的表达、重现的倾向、现成的分工；每一种洗掉的，恰是这一种用处用不着的东西，合起来却正是思想的原料。
3. 清洗的文明功能是交差、组织、连接，三者都要求交出去的东西与做出它的人脱钩；因此清洗不是应当取消的东西，需要安排的是分工：交出去的洗干净，做的人身边留着没洗的。
4. 该洗与该留的判据：为交付、组织与连接所需的封口，该洗；在不同条件下复现、尚未结晶的差异，该留，办法是原话、原样、原来路地留下，不归类成要点，否则记录自身成为新的清洗。

5. 留的代价很低，昂贵的是加工；判据为介生态选材，不主张留一切，也不主张越乱越好。

◆ 本章参考

— 原始文献

· Latour, B. (1987). Science in Action. Harvard University Press.

· Scott, J. C. (1998). Seeing Like a State. Yale University Press.

— 研究文献

· Star, S. L., & Griesemer, J. R. (1989). Institutional ecology, “translations” and boundary objects. Social Studies of Science, 19(3), 387–420.

· Bowker, G. C., & Star, S. L. (1999). Sorting Things Out: Classification and Its Consequences. MIT Press.

— 站内著作

· 第 554 号《数学标准的典范重生》：统一性标准化使特征律失去运行条件。

· 第 409 号《教育的产品是结晶》：教育的产品是结晶；本章问结晶的原料由谁来留。

· 第 513 号《SDE九宫格透镜问题分析法》：S1·D2·E3 透镜的定义。

◆

03

第 3 章

沉淀的三种样子

本章提要　没被洗掉的差异，落下来有三种样子：分歧型，留在两种做法之间；来路型，留在同一个结果的不同路径里；未决型，留在纪要之外的问题上。本章为每一型各给三个跨场景的例子，并用 404−245＝159 的几条来路把来路型讲透；随后说明沉淀怎样被当成脏东西洗掉，又怎样挂在人、记录、关系与工具这四类承载者上。题组的设计留给第 13 章，这里只借一道题。

◆ 3.1　纪要写完以后

设想一间教研室，周四下午，五位老师讨论下学期的作业怎么布置。争了四十分钟：一位老师主张先讲后练，课上把方法讲透，作业只是巩固；另一位主张先练后讲，让学生带着做错的地方来听。两人各有班级的实例可举，谁也没有说服谁。最后时间到了，教研组长说：“先试行先练后讲，一个月后再看。”记录的老师在纪要上写下一行：“决议：下周起试行先练后讲，一个月后复盘。”

这份纪要写得无可挑剔。决议清楚，期限清楚，没参会的人读了就能执行。可是会议室里真正发生过的东西，大半没有进入这一行字。先讲后练的老师举过一个班：同一单元，她讲透之后，作业错误集中在两处，而那两处她讲课时恰好讲得最慢。这个事实还悬着，因为谁也说不清，它到底说明“讲透有用”，还是说明“讲慢的地方正是难点，不论怎么教都会错”。先练后讲的老师提到一个孩子，做错三次才听懂，听懂以后记得格外牢；但另一位老师追问：那个孩子是不是本来就愿意啃硬的？这一问也没有答案。还有一位老师在会议末尾嘟囔了半句，“有些孩子做错了会直接放弃的”，没有人接，会就散了。

这一个下午留下三种东西，纪要里一种都没有。第一种是两位老师之间的分歧：不是对错，而是两种做法各自有一套实例撑着，撞在一起。第二种是“试行先

练后讲”这个决议的来路：它由哪几条理由、哪几个反例一步步挤出来，纪要只留下了终点。第三种是那半句没人接的话：一个问题，被说出来，又悬在那里。

本书把这三种东西依次称为分歧型、来路型与未决型沉淀。它们是第一编前两章所说的清洗没有冲掉的部分，也是第二编特征律的原料：混沌碰撞要有东西可撞，自组织要有东西可排，涌现要有东西可结晶，而这三型就是那些“东西”的三种样子。本章的任务是把它们认出来：每一型长什么样，在哪些场景里出现，怎样判断一份材料里有没有，又怎样在日常里被当成多余的东西清除。

先交代一个口径。这一章举的例子，洗碗的父子两种洗法是作者家中的真事，其余课堂、会议、写作与医疗场景，连同洗碗的其他细节，均为构造或设想，按常见情形设计，不是调查所得。它们的作用是让类型看得清，不是为类型提供频率或效果的证据。证据另在第 18 章与附录三里设计。

◆ 3.2　分歧型：留在两种做法之间

分歧型沉淀，是两种都做得通的做法并排留下，而没有被压成一种。它的特点有三。其一，两边都有实例，各自成立，不是一对一错；其二，分歧不在结果，在做法，所以结果出来以后它仍然在；其三，它需要“并排”的形式才存在，只留一边，它就消失了。

先看洗碗。父亲洗碗的次序是先把全部碗碟去油，再集中冲洗；儿子是一个一个来，一个碗去油冲净，再洗下一个。这是作者家中的真事，也是家里真有的全部：两种洗法，以及至今没有统一的说法。碗洗完，同样干净。第 1 章已经分析过，两种洗法在总耗时、第一个干净碗出现的时间上各有取舍，具体名次取决于目标。这里要看的是另一件事：碗洗完以后，这家人手里剩下什么。剩下的是一个说不完的问题——为什么这样洗，为什么那样洗？这个问题无从一句话答完，可以设想它连着很多东西：厨房的空间，水龙头的位置，谁先吃饭，谁从小怎样被教；这些是设想，家里并没有谁把它们列出来过。碗是干净的，这份分歧却在一次次饭后重新出现。这就是分歧型：它没有被解决，也没有消失，而是一次次落下来。第 1 章整批洗时碗与碗并排看出的对比，是同一种洗法之内的差，与这里的分歧型相近而不同：分歧型要有两种做法并排。

再看第二个例子，写作。设想一位作者写一篇文章的开头，写了两版。第一版从一个场景写起：一个下午，雨，一位母亲在翻孩子的作业本。第二版从一个判断写起：“作业本是孩子与大人之间最长的一次对话。”两版都能用，各有读者。作者最后选了第一版，把第二版删掉，交稿。稿子是干净的，读者看不出任何痕迹。可是作者自己清楚，这篇文章里有一条没有走的路，沿着那条路，文章会更像论证，不那么像叙述。这条没走的路就是分歧型沉淀。如果删掉的第二版留在一个角落里，下一次写类似的文章时，作者会遇到同样的岔路，而这一次他手里有了两次的比较。如果它被删得干干净净，下一次他仍然是从头犹豫，犹豫的内容和上一次一模一样，没有一点积累。

第三个例子出自与 AI 的对话。设想一位老师请 AI 就同一个问题给两个回答：怎样处理课堂上学生的“抢答”。AI 给了甲回答：设“等待三秒”规则，让抢答者先写后说；又给了乙回答：保留抢答，把它当作课堂的活力，另设一个沉默的环节给慢的学生。两个回答互相不同意，各有道理。老师通常的做法是挑一个，贴进教案，关掉对话。留下的是方案，两个回答之间的那道分歧就此消失。要是她把两个回答并排存下来，再在边上写上自己班里的两个孩子，一个抢答的，一个从不开口的，这份并排就成了分歧型沉淀：它不再是“AI 的两种建议”，而是“两种建议在我的班里撞出的问题”。

这三个例子有一个共同的结构。分歧型沉淀需要的是被保留的“二”，并且这个“二”不能被提前裁判。一旦有人宣布“其实乙更好”，分歧立刻坍成一个结果，原来撑着乙的那套实例和撑着甲的那套实例，就都成了可以随手丢掉的论据。这不是说裁判有害，决议是必须有的，教研室不能永远两种做法并行。要说的是，决议和分歧可以同时存在：决议写进纪要，分歧原样留在另一个地方。

分歧型还要与争论分开。争论是要分出输赢的，输赢一出，争论就结束；分歧型沉淀是争论结束以后仍在的那一部分，两边都不认输，也都不再坚持要对方认输。教研室里两位老师若在会上吵到面红耳赤，纪要写下决议，这场争论就算了结，了结的是争论，两种做法各自的实例还在各人手里。能否让这些实例走出各人手里，成为两人共同面对的材料，取决于有没有一个地方把它们并排放下。在这个意义上，分歧型沉淀常常是一种被制度性地忽略的东西：制度为争论准备了裁决的出口，却很少为分歧准备存放的地方。

分歧型沉淀有一个常被忽视的性质：它是双向的。两种做法之间的分歧，对每一边都是一面镜子。先讲后练的老师在听到“做错三次才听懂”的孩子的故事时，会重新检查自己班里那些作业错误集中的地方，是难点本来如此，还是讲课时留下的空隙；先练后讲的老师在听到“有些孩子做错了会放弃”时，也被迫检查自己的假设。分歧不仅留在两种做法之间，也留在每个人对自己做法的理解里。这使它具有一种别的沉淀少有的功能：它让人看见自己做法的边界，而边界恰恰是思想最常显露的地方。

◆ 3.3　来路型：留在同一个结果的不同路径里

来路型沉淀，是同一个结果背后的不同路径。结果相同，所以结果本身看不出差别；差别全在“怎样到达”。它与分歧型的区别在于：分歧型是两种做法并排而立，各自成立，争的是“该怎么做”；来路型是几条路走到同一处，不争对错，差别只在“怎样到达”。分歧要有两个人或两种选择才看得见，来路在一个人、一次计算里就已经有了。

最清楚的例子是 404−245。结果是 159，没有争议。设想一个班里，十几个孩子都算出了 159，教师在作业本上打了钩。从答案上看，这十几个孩子完全一样；可从来路上看，他们几乎各不相同。

有的孩子是这样算的：404 看作 4 个百、0 个十、4 个一，个位 4 不够减 5，十位是 0 没得借，于是先把 1 个百换成 10 个十，再把其中 1 个十换成 10 个一，得到 3 个百、9 个十、14 个一；个位 14−5＝9，十位 9−4＝5，百位 3−2＝1，结果 159。这一条来路把“借”拆成了两次交换，每次交换后的数量都对得上被减数 404。

有的孩子用的是口诀：“个位不够向十位借，十位是零就向百位借，百位借一，十位变九，个位变十四。”结果同样是 159。这一条来路没有拆开交换，是一串熟练的动作，每一步都知道做什么，但未必知道每一步为什么这样做。口诀本身无可挑剔，可是口诀这条来路里没有“总量不变”这一层。

有的孩子是这样想的：404−245，先减 200 得 204，再减 40 得 164，最后减 5 得 159。这是从高位到低位分段递减的办法，根本没有“借”，也没有竖式。

还有的孩子是用加法倒推：245 加多少等于 404？先加 5 到 250，再加 150 到 400，再加 4 到 404，总共 5＋150＋4＝159。这是把减法看成距离的办法，一路都在数轴上走。

有的孩子是凑整再补偿：245 差 5 就到 250，先算 404−250＝154；可是 250 比 245 多了 5，等于多减了 5，要加回去，154＋5＝159。这是先把题改成好算的样子，再把改动补回来。

还有的孩子把 404 看成 400 加 4：400−245＝155，再把拆出去的 4 加回来，155＋4＝159。这也是先改题、后补偿，只是改的是被减数。

最后，设想还有一个孩子，抄了同桌的答案，再倒过来补了一条看上去像样的竖式。这一条来路里，结果是对的，竖式也是对的，可是竖式不是算出来的，是照着答案配出来的。

这样是七个孩子，同一个 159，另外还有一份作业，是中途算成 169、又改回 159 的：孩子把 404 写成 3 百 10 十 14 一，百位退了一，可十位里已有一个十换给了个位，十位本该记 9，他仍记着 10；这三个数合起来是 300＋100＋14＝414，比 404 多了 10，所以得 169。后来他发现十位不对，划去，改成 159。这不是又一种算法，而是同一条竖式路上走偏再改回的痕迹，也属来路。

如果教师的批改动作是“答案对，打钩”，这些来路全部被冲掉，留下一个整齐的“都对”。如果教师把它们并排摆在桌上，就会发现，这个班
在“404−245”上其实有好几种不同的理解，其中照抄后配竖式的那一份需要特别注意。这些不同的来路就是来路型沉淀。它们不是错误，也不是还没学会，是同一个正确结果的不同路径，每条路径显露的是孩子对数的不同看法：有的把数看作可以拆换的单位，有的看作一串可以操作的口令，有的看作数轴上的距离，有的看作可以先改写、再补回来的量。

这些来路摆在一起，还可以看到一层更细的东西：它们之间的关系各不相同。拆换单位的做法与口诀的做法，在 404−245 上结果一致，而在“被减数十位为零、减数十位也不为零”的别的题上，是否一致，需要另外的题去碰；分段递减与加法倒推，根本不经过竖式，它们与竖式的关系要靠孩子自己说出来；凑整补偿与拆 400＋4 同属“先改题、再补偿”，补偿的那一步对不对，题面一换就要重新检验；配出来的竖式，则与其余各条都不同类，它显示的是孩子与答案之间的关系，而不是与

数的关系。这些关系没有一条写在 159 里。它们只能在来路被留下以后，才作为“路与路之间的差异”出现，成为下一次碰撞的材料。换句话说，来路型沉淀的单位不是一条路，而是路与路之间的间隔。

来路型沉淀有两个要点。第一，来路需要有承载者才能留下。孩子脑子里的想法，如果没有写在纸上，没有说出口，第二天就会消失；教师的记忆也留不下十几个孩子的十几条路径。所以来路型沉淀几乎总是依靠记录：作业本上保留草稿，课堂上请孩子说“你是怎么想的”，或者让孩子把不同的算法写在黑板上并排。第二，来路型沉淀的价值，在于它让“同一个结果”出现了裂缝。一旦看到 159 有这么多种来路，教师就会问：这些来路，哪一种在 4004−245 上还管用？哪一种遇到 405−245 会出问题？这些问题在只看答案时是不存在的。至于怎样设计一组题，让来路真正分得开，那是第 13 章的任务，本章只借 404−245 说明：来路型沉淀是什么。

来路型沉淀也不只在数学里。设想一位医生，诊断一位病人为某种常见病。另一位医生也得出同一个诊断。两人的诊断结果完全一致，病历上的诊断栏里写着同一个名字。可第一位医生是从病人的主诉入手，一步步缩小范围；第二位医生是先看了检验单，倒推病因。这两条来路，在遇到不典型的病例时会走向完全不同的地方：从主诉入手的，容易在症状不典型时漏掉；从检验入手的，容易在指标正常时放松。病历上只有“诊断”一栏，两条来路不会被记下来。年轻医生跟着学，学到的是诊断，学不到来路。

再看第三个例子：一份财务报表。会计甲和会计乙各自做了一份季度报表，数字完全一致，利润一栏同为一个数。但甲是从银行流水倒推，乙是从发票汇总。两人算出同一个数的时候，没人会去追问来路；可当报表出现一个差额，需要追查的时候，两条来路各自指向不同的核对点，就成了极有价值的东西。结果相同时，来路看似多余；结果出错时，来路是唯一的线索。

这三个例子，数学、医疗与财务，在表面上毫无关系，结构却是一样的：结果被交付，路径被冲掉。路径只有在记录、说出或并排比较的时候，才成为沉淀。

◆ 3.4　未决型：留在纪要之外的问题

未决型沉淀，是被提出而没有解决的问题。它与前两型的区别在于时间方向：分歧型和来路型都已经发生过，是过去的两条路；未决型指向前面，是一个悬着的“还没有”。它的形态是一个问句，或一个说了一半的判断。

回到那间教研室。纪要里没有那半句“有些孩子做错了会直接放弃的”。这半句话没人接，在会议的逻辑里它不是议题，没法写成决议，也没法归入任何一个条目。它的命运通常有三种：被当场忘记；被说话的人带回家，在某个晚上还想起过一次；或者在一个月以后的复盘会上，被另一个人用别的话再说一遍，这一次有人接了。第三种情形说明：未决问题可以在时间里等待，等到有了合适的碰撞对象。但这要有一个前提——它还在。

第二个例子来自阅读。设想一位读者读一本论著，读到某一章，遇到一个说法：“知识的客观性来自共同体的认可。”他读懂了字面，读懂了作者的论证，可心里有一处别扭：如果共同体错了呢？他翻到后面，没有找到回答。书读完了，读书笔记里写着本章要点，三条；那处别扭没有进入笔记，因为它不是要点，是疑问。三个月后，这位读者在另一个场合读到一个科学史的案例，共同体确实错了很多年。那一刻，被搁置的疑问立刻有了去处。如果当初笔记里有一行：“共同体错了怎么办？——作者未答”，这个去处会来得更快、更准确；如果没有，疑问可能完全消失，或者在三个月后以一种模糊的不安感出现，找不到出处。

第三个例子来自家庭。设想一位家长，每天晚上陪孩子写作业。孩子的作业每天都能完成，老师每次都写“已阅”。可家长心里有一个问题悬着：孩子为什么每次写到第三题就开始磨蹭？这个问题没有答案，也没有地方可问。作业已经交了，没有出错，问题不属于任何一个“待解决事项”。时间一长，家长对这个问题习惯了，磨蹭成了“他就是这样”，问题从悬着变成了背景。这是未决型沉淀被洗掉的另一种方式：不是被删除，是被习惯吸收。问题仍然在场，可它不再是问题，成了常态，而常态是不会引起探究的。

三个例子说明了未决型的一个特点：它很容易被当成“不专业”。一个会议要有结论，一次阅读要有收获，一场作业要有完成，未决的东西不在这些成绩单上。人们往往在交付的压力下，把它不声不响地处理掉。结果是，未决问题经常只在说

出口的当时存在一次，然后就失去了位置。未决型沉淀需要给它一个位置：一个能够容纳问句的地方，而不是要求问句立刻变成答案。

未决型沉淀与前两型有一层关系：它常常是另外两型的发端。教研室里两位老师的分歧，起初就是一个问句：“讲透了为什么还是错？”读书时的别扭，起初是一个对来路的怀疑：“作者是怎样从共同体走到客观性的？”所以三型不是三个互不相干的抽屉，它们之间有流动：问句可以长成分歧，分歧在比较中显露出来路，来路上的缺口又变成新的问句。这一点在第 4 章谈碰撞时还会回来。

◆ 3.5　三型怎样辨认，又怎样记

三型的区别可以用三个问句来分。看一份材料，问：这里有没有“两个都成立的东西并排”？有，就是分歧型。有没有“同一个结果，路径不止一条”？有，就是来路型。有没有“被提出，而没有答案”？有，就是未决型。三问各自独立，同一份材料可以同时有三型，也可以一型也没有。

一型也没有的材料是存在的。一份只含“结论”的要点清单，一个只含“答案”的习题册，一篇只含“应该”的指南，这样的材料已被洗到只剩结果。读它的人只能接受或拒绝，没有东西可以拿来碰撞。这不是说它没有价值，它交付了；只是它没有让人再往前走一步的原料。

记的时候，要守一条原则：原样记，不归类，不总结。分歧型记两边各自的原话和各自的实例，不写“双方观点如下”；来路型记路径的原样，包括写错又划掉的部分；未决型记问句的原来说法，包括它说到一半就断了的样子。这一原则的理由，下一节会讲：一旦记录者把沉淀整理成要点，它又被洗了一遍。附录一的沉淀记录卡就是按这个原则设计的：只设原话、原样、原来路三栏，另设一栏记“此处之后发生了什么清洗”，分歧、来路、未决三型各有一张示例卡。

还有一个可以数的量。一次完成里，留下的分歧条数、来路种数、未决项数，与任务总量之比，称为沉淀率。教研室那一场会，五个议题，若分歧留下两条、来路留下一条、未决留下一项，沉淀率便是四比五。沉淀率不是越高越好，一场会议什么都不决，沉淀率再高也无法交差；它只是让“洗得多干净”从感觉变成一个可以记录的读数。具体口径见附录三。

三型的辨认还有一个旁证，来自教育心理学里关于“比较多种解法”的研究。里特尔—约翰逊与斯塔尔（Rittle-Johnson 与 Star）在 2007 年的研究中，让学生学习解方程的两种解法，把两种解法并排比较的学生，与先后依次看两种解法的学生相比，大意是在解法的灵活运用上进步更多。这项研究说的是并排比较对学习有影响，本书借它说明的只是一点：并排本身是一种可以操作的条件，不是玄想；至于它在本书的原理里扮演什么角色，下一章讲碰撞时再论。

◆ 3.6　沉淀怎样被误当成脏东西洗掉

沉淀被洗掉，不是因为有人存心销毁，而是因为在日常的好习惯里，它长得像脏东西。完成、熟练、整理、总结，每一个都是好词，每一个也都在悄悄地冲掉它。

先看“完成”。完成的标志是交付，交付要求干净。草稿要修，划掉的要擦，两个版本要选一个。每一次这样的动作都是正当的，一份交上去的作业不该带着涂改。问题是，完成的动作一旦发生，分歧型被选择吞掉，来路型被擦去，未决型被“先这样”盖过。完成是第一道清洗，所以沉淀最先遭遇的就是完成。

其次是“整理”。把会议记录整理成纪要，把读书笔记整理成提纲，把一堆草稿整理成文件夹。整理的意思是去除重复、统一格式、突出重点。重复的东西常常是复现的证据（同一个问题被三个人提过，这本身就是读数），格式的统一把不同来路磨成一个样子，重点的突出把次要的压到下面，而未决的问题往往被放在“次要”里。整理者没有恶意，他是在做一件有用的事；有用的事恰好是洗掉沉淀的事。

再次是“总结”。总结有两种，要分开。一种是写成谁用都一样、可以转手的要点：“本次会议决定三件事”“这一章的要点有五条”。这种总结把分歧、来路与未决全部压成结论，是又洗了一遍，第 11 章专门论证。另一种是当事人自己动手的总结，写的时候手边仍摆着原始的分歧、划掉的草稿、没解决的问题，总结是在它们之上做的，它们也还在。这后一种不是清洗，而是回写的一种，第 7 章会讲。所以本书凡说“总结是清洗”，指的是前一种。

还有“熟练”。一个熟手做一件事，路径越走越短，两种做法之间不再犹豫，同一结果不再需要多条来路，悬着的问题越来越少。熟练是 D3 收紧到极致：过度优

化的结果是高效而贫血。第 8 章与第 18 章会区分两种熟手：条件恒定下的熟练洗得最干净；熟练加条件多样、加差异保留，就是研究者所说的适应性专长，那是正面的例子。

最后是一种新的洗法：AI 的一键润色与一键成稿。设想作者把自己的粗稿交给 AI，要求“整理得更流畅”，得到的是一篇首尾顺滑的文章。粗稿里那些不确定的地方、两种说法并存的地方、写到一半的地方，被自动地抹平了。每个抹平的动作都让文章更好读，也都让沉淀更少。第 15 章专门讨论这一点，同时指出相反的用法——保留弃稿与分歧的 AI 协作，能成为最强的沉淀器。

这几种洗法共同的逻辑，是把沉淀的外观读成了“未完成”。分歧读成“没统一”，来路读成“草稿”，未决读成“没想清楚”。在交差的语境里，这样读没有错：未完成的东西确实交不了差。错在把这种读法带到交差之外，让它一直管到后面的日子。沉淀被洗掉，常常发生在交差已经结束、没有任何人催促的时候，只因为习惯性地“收拾干净”。

洗掉之所以难以察觉，是因为洗掉之后一切都显得更好。纪要更短，作业本更整齐，文章更顺，会议更有效率。没有人会为一份少了分歧的纪要抱怨。损失在很久以后才可能出现：当一个新的问题需要那条没走的路，需要那种另一来路，需要那个悬着的疑问时，才会发觉它们不在了。那时的损失已经无从追溯，因为没有记录告诉人，曾经有过什么。

所以，清洗本身不是坏事，这一点要再说一遍。纪要要写，作业要交，文章要顺，那是组织、交付与连接所需要的封口。要问的是：封口之后，原件还在不在。把原件原样放在另一个地方，成本很低；把它连同封口一起冲掉，成本在将来才算。

◆ 3.7　沉淀挂在承载者上

沉淀不是悬在空中的。它总是挂在某个东西上，没有承载者，差异落不下来。本书把承载者分为四类：人、记录、关系、工具。

第一类是人。分歧型的体验，往往首先挂在人身上：那位讲透了却仍有两处错的老师，记得自己班里的情形；那位被追问“是不是本来就愿意啃硬的”的老师，记得那个孩子的样子。这些东西没写下来，也没有进入任何文件，只在人的经验

里。人这一类承载者最丰富，也最脆弱：它随着人的离开、遗忘或岗位调换而消失。一位老教师退休，带走的不只是经验，还有一大批没有说出口的来路和悬着的问题。

第二类是记录。作业本上保留的草稿，笔记边上写下的疑问，文件夹里没删的第二版，聊天记录里的两个回答，都是记录这一类承载者。记录比人持久，也更容易被整理。这里有一个自指的风险：沉淀一旦被记录，记录者就要决定怎么记；决定一旦倾向于“记清楚”，沉淀就被归类、被压缩，记录自身成了清洗的工具。所以才有前面那条“原样记”的规矩。

第三类是关系。谁能提出问题，谁能要求暂停，谁有资格说“我还没想通”，这些由人与人之间的安排决定，它们决定了未决型沉淀有没有落脚的地方。在一个只接受带方案异议的团队里，只有“我觉得不对，但说不出怎么改”的人，他的问题没有位置。同一个问题放在另一个团队，可以有位置。所以关系这一类承载者，决定的是沉淀被说出来的可能性。

第四类是工具。一块黑板能让几种算法并排，一个竖式模板只留下标准写法；一个能保存版本的文档，让弃稿还在，一个只显示最终稿的平台，让弃稿消失；一个 AI 对话窗口，滚动之后前面的回答就找不到了，而一个能整理对话历史的工具，使分歧可以回查。工具的形状在暗中决定哪一型沉淀易存活。

这四类承载者与第 2 章的四种载体（结果、文件、习惯、关系）是两张名单：载体是完成留下的形态，承载者是沉淀挂靠的地方，二者不可混用。

用 E3 的话说，这四类承载者合起来就是内能。完成用掉的是动能：一次任务的推进，用完就过去。沉淀是势能：积下来的、等待释放的差异。势能必须挂在内能上，才能在以后的某个时刻重新释放；离开了内能的势能，就成了谁取都一样的库存，那就是提炼之后的要点。要点谁都能拿来用，但拿来用的人身上没有那条来路，要点就不能在他那里再次释放出新的区分。这一推论是第 11 章与第 18 章的论证核心，这里先立下它的根：沉淀的价值与它的承载者是不可分的。

承载者也有成本。人需要记，记录需要存和找，关系需要有人维护，工具需要有人更新。这类维护劳动经常无人看见：一份文件夹被某位同事悄悄地整理了十年，一个共享文档靠某个人每周核对。第 16 章会专门写它。这里只要记住一点：说

沉淀挂在承载者上，也就是说，谁在维护承载者，谁就在维护沉淀。如果这项劳动落在一个人身上，那么那个人离开的时候，沉淀便一并离开。

承载者与沉淀的对应还有一层细节：同一类沉淀适合不同的承载者。分歧型最适合挂在关系上，因为分歧本来就发生在人与人之间，需要一个可以继续争的场合；来路型最适合挂在记录上，路径的原样需要被写下；未决型最适合挂在人上，一个问句要有人带着，才能等到它的碰撞对象。这是一个粗略的对应，不是定律，实际常常交叉，但它提示了一个实用的问题：当你发觉某一型沉淀老是流失，先检查它挂的承载者对不对。

◆ 3.8　该洗的与该留的

写到这里，容易生出一个误会：既然沉淀这么要紧，是不是越多越好，是不是应该把一切都留下？不是。

本书的立场建立在介生态上。混沌态过度，差异太多、没有任何稳定的东西，无法结晶；秩序态过度，一切被洗净，差异没有了。沉淀与结晶发生在两者之间，在差异既有足够的数量，又有足够的组织的地方。把一切都留下的会议记录，几乎等于一段录音，没有人会再去听，它不成为沉淀，成了噪音。所以留的办法要有选择，选择的依据有两条。

第一条：为交付、组织与连接所需的封口，该洗。纪要里的决议、作业本上的结果、文章里的定稿，是必要的。第二条：在不同条件下复现、尚未结晶的差异，该留。教研室的分歧在三次会议上都出现，即使每次表述不同；读书笔记里的疑问，在三本书里反复遇到；孩子的磨蹭，在不同科目里重复。这类差异的特征是：它反复出现，又没有被解决。反复出现是读数，没有被解决说明它还没有结晶。对这样的差异，最低成本的办法是原样留下，什么也不加。

留，不需要大动作。教研室的纪要后面可以附一栏“未采用的意见与悬而未决的问题”，只写原话，不写评论。作业本上，教师不必给几种算法排名，只需让孩子把各自的算法留在页边。写作的人，不必把每一稿都留下，只留下那些“不舍得删”的段落，往往就是分歧的所在。与 AI 的对话，不必存全部，只存那些两个回答互相顶撞的地方。这些动作的代价，每次不过几分钟。

还要补一句，关于近处的对话者。杜威在 1933 年的《我们如何思维》里把反思性思维的起点放在一种疑惑与困难上，没有疑惑，思想没有出发点；贝特森在 1972 年的《心灵生态学》里把信息说成“造成差异的差异”。这两个说法与本章所说的未决型和分歧型相邻：一个说思想从悬着的东西开始，一个说信息就是差异。本书多说的一句是：这些差异被洗掉之后，思想就没有来处；而差异能不能在后来结晶，在被洗掉的当时无从预知，这一点在第 11 章展开。

回头看周四下午的教研室。如果纪要的最后多出一栏，写着：“先讲后练一方的实例：某班某单元，讲透后错误仍集中在两处；先练后讲一方的实例：某生做错三次后听懂；有人提出：做错后直接放弃的孩子怎么办——未议。”这一栏占不了半页纸，不影响任何人执行决议。一个月后复盘，这一栏就是现成的材料，两种做法的比较有了出发点，那半句话有了去处。反过来，如果没有这一栏，一个月后复盘会再争一遍，争的内容和上一遍相差无几，只是少了两位老师当时的新鲜记忆。

沉淀的三种样子，就是这样三类东西：并排的二、不同的路、悬着的问。它们在日常里不显眼，容易被当成没收拾干净的痕迹；它们挂在人、记录、关系与工具上，靠谁来维护；它们不需要被更多地制造，需要的是不被不加区分地洗掉。下一编进入特征律本身：这些留下来的差异，怎样在碰撞中互相作用，怎样在序列里排出秩序，又怎样在稳定运行之后结成思想。

◆ 本章结论

1. 没被洗掉的差异有三型：分歧型留在两种做法之间，来路型留在同一个结果的不同路径里，未决型留在纪要之外的问题上；三型各以一个问句辨认：什么并排，经由什么，悬着什么。
2. 来路型沉淀使“同一个结果”出现裂缝：404−245＝159 可以来自换百换十的拆解、借位口诀、分段递减、加法倒推、凑整补偿与拆 400＋4 的补偿，也可以是照抄后补配的竖式；中途算成 169 再改回的痕迹同样如此，答案打钩把这些来路一并洗掉。
3. 沉淀被误当成脏东西，是因为交差的读法（分歧是没统一，来路是草稿，未决是没想清楚）被带到了交差之后；完成、整理、可转手的总结、条件恒定下的熟练与一键成稿，都在不声不响地洗它。

4. 沉淀挂在人、记录、关系与工具四类承载者上，各型各有较适合的挂处；维护承载者的劳动，也就是维护沉淀的劳动。
5. 该洗与该留有判据：交付、组织与连接所需的封口该洗；在不同条件下复现而尚未结晶的差异该留，办法是原样记录，不归类，不总结。

◆ 本章参考

— 研究文献

- Bateson, G. (1972). Steps to an Ecology of Mind. Chandler Publishing.
- Dewey, J. (1933). How We Think. D. C. Heath.
- Rittle-Johnson, B., & Star, J. R. (2007). Does comparing solution methods facilitate conceptual and procedural knowledge? An experimental study on learning to solve equations. Journal of Educational Psychology, 99(3), 561–574.

— 站内著作

- 第 513 号《SDE九宫格透镜问题分析法》：本章用到的 S1·D2·E3 透镜的定义来源。
- 第 409 号《教育的产品是结晶》：讲教育的产品是结晶；本章讲结晶之前的原料。
- 第 554 号《数学标准的典范重生》：讲统一性标准化使特征律死亡，与本章所说“洗净”相接。

◆



第　二　编

特征律：碰撞、沉淀、结晶

编　序

这一编（第 4—7 章）写原理的机制，即特征律在经验上的翻译：没洗掉的差异才撞得起来（混沌碰撞）；碰撞后的差异沿差异序列运行、一层层落下（自组织）；差异稳定运行到一定程度就结晶为特征，显露为思想（涌现），判据是复现与存留两个读数；结晶之后再写回承载者，成为下一层沉淀的底（回写）。

04

第 4 章

混沌碰撞：没洗掉的才撞得起来

本章提要　特征律的第一步是混沌碰撞。放回经验里，它指的是没有被洗掉的差异彼此相遇：两种做法、两条来路、一个悬而未决的问题撞在同一处。本章说明这种碰撞为什么是思想的原料，清洗为什么在取消碰撞发生的条件，碰撞需要哪些承载者上的哪些沉淀，以及碰撞只发生在介生态而非越乱越好。末节把同一件事与第 554 号《数学标准的典范重生》相接：统一性标准化洗掉混沌，个人经验里发生的是它的小尺度版本。

◆ 4.1　两份都对的答案

以下是一个设想的课堂片段。一位教师批改两份减法作业，题目是 404−245。第 3 章已把这道题的几条来路摆过一遍，这里只取其中拆换单位与凑整补偿两条。第一份写着“404＝3 百 9 十 14 一，分别减去 2 百、4 十、5 一，得 159”；第二份写着“245 先凑到 250，404−250＝154，再加回 5，得 159”。两份答案相同，教师在两页纸上各画了一个钩。

钩画完，这件事就完成了。分数进了表格，作业发回，下一题开始。两份作业的结果合并为一个数字，即全班本题的正确率。这一连串动作每一步都合理：教师要在有限的时间里批完几十份作业，家长要看到分数，学校要汇总成绩。完成是任务的自然终点，打钩是完成最直接的形式。

但在打钩之前的那一刻，桌上其实摆着一样东西：两种走到 159 的路，彼此并不一样。一种把 404 拆开、逐位换出单位；一种绕过退位，用凑整把难算的数变成容易算的数。它们都对，也都能被教师当场认出，因为教师自己会这两种办法。差异就在那一刻出现，又在下一刻消失：钩一画，两页纸被同一个符号覆盖，差异没有地方可去。

设想另一种结局。教师在打钩之后，顺手把两页纸并排放在桌角，没有任何打算，只是没有立刻收进作业堆。第二天，下一道题 1002−998 批到某位学生的卷子，那位学生写的是“998 凑 1000，1002−1000＝2，再加回 2，得 4”，三行就完了。教师的目光落在这页纸上，桌角那两页纸还在视野里。此时注意里出现一个原来没有的问题：这道题若用退位法，1002 要连退三次，写成 9 百 9 十 12 一再减，一路都是容易写错的零；而凑整法在这里几乎不费力。同样是“会做减法”的两种办法，难处落在完全不同的地方——退位法吃力在被减数里的零，凑整法吃力在减数离整数有多远。

这个问题不是教师事先带着的，也不是任何一份作业单独提供的。它是两份并排的差异碰在一起以后显出来的：原来看作同一类“能做对减法”的两种做法，现在分开了，显出一个对比——它们在何处对被减数的微小变化敏感，位置不一样。本书把这种“原来分不开的两件事分开了”称为新的对比，它是思想显露的三种样子之一。

本章要追问的是：这一幕里什么东西在起作用？不是教师的聪明，也不是学生的天赋，两页纸并排放着这一桩小事，就足以让对比出现。起作用的是两份没有被洗掉的差异，以及它们同时在场。打钩的动作并没有错，错的只是把打钩当作唯一的、最后的动作。钩之后如果两页纸各归各位，差异各自沉到作业堆底，碰撞没有机会发生。

洗碗的事也一样。作者家里确有两种洗法：父亲习惯把全部碗先去油，再集中冲洗；儿子则一个一个洗完，再拿下一个。碗都干净了，这是完成。以下的争论和客人到来的情形，都是设想：设想父亲说集中冲洗省水省时间，儿子说这样第一个碗要等很久才能用；设想某个晚上来了客人，要先有碗用。这一句分歧如果被当成“各人习惯不同”而放下，它就像两页作业纸上的钩一样被覆盖；如果它被留下来，在“来了客人”这样的新情形里，一个原来不在谁手里的区分就会出现：总用时与首件可用，是两件不同的事，两种洗法各自擅长其中一件。第 1 章 1.3 节已经为这一对读数立过一个设定算例，4.3 节只取它的结论，不再重算。这里先记下：新的对比不是从某个人的头脑里想出来的，而是两种没被洗掉的做法在一个新的情形里碰到了一起。

◆ 4.2　特征律第一步在经验上的样子

特征律的跑法是混沌碰撞、自组织、涌现。第一步的名字容易引起误解，“混沌”在日常语言里近乎“乱”，“碰撞”则像是激烈的冲突。放进 SDE 的口径里，这两个词都要收窄。

先说混沌。D2 是差异序列的运行，六步法里有猜想、执行、评估、反馈、修正、迭代，九步法再加上分化、重组与升维。D2 有三种相位：秩序态，方向明确，过度则僵化；混沌态，高度开放而尚未收敛，过度则无法结晶；介生态，正在自组织，是创造最关键的温床。所谓混沌碰撞，指的是差异处在这样一种状态：它们彼此还没有被安排进同一个确定的秩序，也没有被丢开成互不相干的零散，处于可以相遇、尚未定局的位置。两页作业纸在桌角并排放着，它们之间没有谁是标准答案、谁是例外的位次，这就是它们当时的混沌。教师一旦宣布“凑整法是错误率高的办法，以后统一用退位法”，混沌即刻收成了秩序，碰撞随之没有了。

再说碰撞。碰撞指的是两份或多份差异在同一个场里相遇，并且相遇的结果不能在相遇之前预知。把两种洗法的优劣先写成一张表，再对着表选择，这是比较，不是碰撞；比较的结果在表里已经定了。碰撞则是：两种洗法放在一起，没有预设的评价维度，直到一个新的情形（客人来了、碗要先用、水要省）把它们推到同一个问题前面，才显出它们在哪一点上分开。这个“分开在哪一点”，事先没有人知道。

这一点可以和“假设检验”式的探究对照来看。假设检验先有假设，再设计观察去证实或推翻；碰撞则相反，先有两份在场的差异，问题是在它们相遇的过程里被逼出来的。两种路子各有各的用处，但思想的来处，更多是后一种：人们回头讲述一个新想法时，常把它说成先有问题再找答案，细看起来，是先有两样放不下的东西，问题后到。教师那个桌角的问题，就是后到的。

这样看，特征律的第一步在经验上有三个可以辨认的样子。第一，有至少两份差异：两种做法、两条来路，或一个问题与一个新情形。一份差异无从碰撞。第二，它们同时在场，意思是在同一个承载者上、在可以被同一次注意触及的距离内。第三，相遇的方式没有预设，没有一个事先规定好的评分表替它们裁决。

这三条合起来，是对“经验里有混沌”的一个具体说法。混沌不是经验里的杂乱程度，是未定局的差异的在场。一个人一天里经历很多事，如果每件事做完都被

洗成干净的结果，那他的一天是秩序的，尽管表面上很忙乱；而一个人只经历了洗碗这一件事，如果他把两种洗法的分歧留着，他的这件事里就有混沌。忙乱与混沌是两个读数，一个数事情的多寡，一个看差异是否还在、是否未定。

还要补一句关于方向。特征律说的是“特征是差异稳定运行的结晶”，混沌碰撞是这个过程的起点，不是终点。碰撞本身并不产生思想，它产生的是进入自组织的原料。本章只负责说明这些原料是什么、从哪里来、怎样被取消。下一章说明它们怎样排成序列，再下一章说明序列怎样结晶。

◆ 4.3　差异之间的碰撞是思想的原料

第 3 章分出了沉淀的三种样子：分歧型，来路型，未决型。它们各自有不同的碰撞方式，下面逐一看。

分歧型沉淀的碰撞：两种做法在新情形里相遇。　洗碗的分歧最适合说明。第 1 章 1.3 节设定过一个算例：六只相同的碗，去油与冲洗各一个单位时间，工序每切换一次另计一个单位，用水、空间与分类一概不计。那里得到的结果是，一次处理的碗数从一只增到六只，总完成时间由 23 个单位降到 13 个单位，首只可用的时刻却由第 3 个单位推迟到第 8 个单位。两个读数反向而行：父亲的洗法在“总时间”上占优，儿子的洗法在“首件可用”上占优。数字是设定的，不是家里的测量，这里只取这一对反向的结论。

这一对读数，在两种洗法被分别评价为“父亲的省时”与“儿子的灵活”的时候是看不出来的。省时与灵活是两个并列的褒义词，各自站得稳。是在“来了客人要先有碗”这个新情形里，两种洗法被推到同一个问题前面，总时间与首件可用才分成两个不同的量，才有了分组洗法作为中间形态的位置。这个新的对比（“完成全部”与“先有一个”并不是同一个目标）不属于父亲，不属于儿子，也不属于算例，它是两种洗法的分歧与一个新情形碰撞之后显出来的。

有人会说，这个对比用一张效率表就能算出来，不需要什么碰撞。表确实能算，但表只回答被问到的问题。“首件可用”这一列，是在客人到来、有人需要先有碗用的那个晚上才被加进表里的；此前的表只有总时间一列，两种洗法在这张表上只有高下，没有分开。表是碰撞之后的产物，不是碰撞的替代。分歧如果在新情形出现之前就被一条家规洗掉，那张表上永远只会有一列。

分歧型沉淀的碰撞，其形式是“A 与 B 都在，C 出现，A 与 B 在 C 面前分开”。如果分歧在 C 出现之前就被洗掉了，比如全家统一规定了一种洗法，那么 C 出现的时候，没有谁能显出与总时间、首件可用有关的任何区分，统一的洗法只会在 C 面前或胜任或失败，失败也只是失败，不带来新的对比。

来路型沉淀的碰撞：两条来路在新题目里相遇。 开头那两份作业是来路型沉淀。同一个 159，退位法与凑整法各走了一条路，它们碰撞的地方是下一道题，也就是 4.1 里设想的 1002−998：退位法要把 1002 连续换位，难处落在被减数里连续的零；凑整法只需把 998 补到 1000，难处落在减数离整数有多远。两条路径的难处落在不同的位置，这是两条来路在新题目面前分开的方式，分开本身就是一个原来看不出的对比。它的价值在于能指导下一步：碰到一个陌生的题，该先看被减数里有没有零，还是先看减数离整数近不近，这个问题在只有 159 的记录里提不出来。

如果教师只留下了 159 的结果，凑整法与退位法在记录里没有区别，这个对比就没有机会显出。有人会说教师可以重新问学生，让他们再演一遍。但再演一遍是新的经验，是在“被要求演”的条件下生成的，与当时自发走出的那条路并不一样；而且那一条路的细节，包括哪里停顿、哪里涂改，已经随着当时的完成而洗掉。

未决型沉淀的碰撞：一个悬着的问题等到一个新的经验。 团队会议的纪要写下了决定、负责人与期限，会上有一个问题没有解决：为什么同一套办法在甲班有效、在乙班无效？这个问题没有进纪要，因为纪要只记结论。设想有人在会后的走廊里留下一句话，被一位老师记在自己的笔记本边角。三周之后，这位老师在另一件事里看到一个现象：乙班的家长群比甲班安静。笔记边角的那句话与这个现象放在一起，显出一个原来没有的分布：两班的差别也许不在方法，而在谁在场、谁在说。这个分布不在纪要里，不在家长群记录里，是边角的问题与新现象碰到一起以后才出现的。

三型沉淀碰撞的形式不同，共同点是：每一次，碰撞的一端是一份没被洗掉的差异，另一端是另一份差异或一个新的经验。碰撞的产物是一个原来没有的对比、变化或分布。本书说差异是思想的原料，指的是这一件事：思想不从空白里长出来，也不从提炼出来的要点里长出来，它从两份以上未定局的差异的相遇里长出

来。要点是已经定局的差异，两个要点相遇，只能做拼接，难以出现新的区分，因为它们之间的距离已经被提炼的动作抹平了。

这一判断有近亲。贝特森把信息说成“造成差异的差异”（1972 年）：本章的碰撞可以读作它在经验里的一个场景，两份差异相遇，造成了第三个差异，也就是新的对比。皮亚杰讲失衡与顺应（1975 年论认知结构平衡化的著作），库恩讲反常的积累（1962 年）：前者落在个人的认知里，后者落在科学共同体里，说的都是新的结构从旧图式撑不住的地方长出来。本书多说的一句是，撑不住的地方要先被留下来：打钩、统一口径、写成要点，都会在它撞出结果之前把它抹平。

◆ 4.4　清洗为什么等于取消碰撞

清洗在第 1 章和第 2 章已经定义：把经验里的差异冲掉，只留下干净的结果。完成是第一道清洗，熟练是第二道，标准化是第三道，提炼成“谁用都一样”的要点是第四道。现在可以把它与碰撞的三个条件对照，看每一道清洗各取消了什么。

碰撞的第一个条件是至少有两份差异。完成取消的正是这一条。教师打钩之后，两页纸的差异被合并为“正确”这一个值。结果空间里只剩一个点，没有两个点可供碰撞。完成不必然伤害过程，它只是在结果这一端把多条路径压成一个值，路径本身是否留存，取决于有没有别的承载者接住它们。

第二个条件是同时在场。熟练取消的是这一条。熟手做一件事，路径被压缩成一步到位，每一次做都从同样的起点走向同样的终点，没有两种做法同时摆在面前。熟练的人没有“另一种洗法”，因为他只有一种。这里需要写明条件：这是在条件恒定下反复做同一件事的熟练。熟练若同时有条件的变化与差异的保留，则不在此列，那是研究文献里所说的适应性专长（波多野谊余夫与稻垣佳世子，1986 年），第 8 章专门区分。恒定条件下的熟练是 D3 收紧到极致的结果。D3 管优化与约束，过度优化导致“高效而贫血”，可运行的差异被一并优化掉，同时在场的第二份差异自然也不再有。

第三个条件是相遇方式没有预设。标准化取消的是这一条。一旦规定了统一的评分表、统一的洗法、统一的解题步骤，两种做法的相遇就有了预设的裁判，比较的结果在表里早已写好，剩下的只是执行。标准化的好处是明显的：可以交差，可

以连接，可以让不同的人在同一套语言里协作。它取消的是相遇的开放性，一种做法在新情形里会怎么分开，被一个预先的维度提前规定了。

提炼取消的是前三个条件之后的最后一道：差异的承载本身。把两种做法写成“集中冲洗省时，逐个冲洗灵活”，这一句话谁读都一样，写下来以后原来的分歧就可以丢掉了。它读起来像是保留了差异，其实是把差异翻译成了已经定局的两个标签。“省时”和“灵活”各是一个结论，两个结论之间不再有张力，它们只是并列。真正的分歧里有一种悬着的东西，比如设想父亲说“省水”时的口气里有对一次成本的计较，儿子说“要等”时有对当下需要的在意，这种悬着的东西没有办法写进要点。这是第 11 章要主证的内容，这里只需记住：提炼是多对一的压缩，压缩的时候，将来什么新情形会把这份差异撞出结晶，当时无从预知，所以它在压缩中被丢掉的是将来的相关性。

于是可以用一句话概括清洗与碰撞的关系：清洗每一道都有它的正当用途，也都在取消碰撞的某个条件。完成取消了“两份”，熟练取消了“同在”，标准化取消了“无预设的相遇”，提炼取消了“差异的承载”。越是洗得彻底，碰撞的条件被取消得越多。一个经验被洗得干干净净，就是它的差异不再有机会相遇。

这样说并不是要反对清洗。没有完成就交不了差，没有标准化就没有协作，没有提炼就没有可以传给别人的东西。问题只在一处：清洗是不可逆的，至少在个人经验里，洗掉的差异很难事后再生出来；而碰撞需要差异在场。所以清洗与保留之间的取舍，要在清洗发生之前做，清洗之后再叹息“当时要是留下来就好了”，已经晚了。第 2 章已经立下判据，为交付、组织与连接所需的封口，该洗；在不同条件下复现、尚未结晶的差异，该留。留的办法是原样留下，代价很低，两页作业纸并排放在桌角，就够了。

◆ 4.5　碰撞需要两份以上的沉淀在同一承载者上相遇

差异留下来还不够，碰撞要发生，留下来的差异必须在某个地方相遇。第 3 章说过，沉淀挂在承载者上：人、记录、关系、工具。承载者决定了哪些沉淀能够互相够得着。

先看一个失败的情形。设想一个教研组有三位教师，A 习惯用退位法教减法，B 习惯用凑整法，C 习惯数线法。三个人都教得不错，各自班级的减法正确率都在九

成以上。他们每学期开一次会，纪要里写着“减法单元：各班均达标”。三位教师各自的方法，作为三份沉淀，挂在三个不同的人身上。会议纪要这个共同的记录只承载了“达标”这个结果。三份差异之间没有相遇的承载者：没有一个人同时经历过三种教法，没有一份记录并排摆着三种教法的课堂，没有一件工具把三种方法放进同一道题里。这个教研组里有三份沉淀，却没有一次碰撞。

再看一个成功的情形，同样设想。同一个教研组，其中一位教师 A 因为教学需要，被安排在一学期里教两个班，一个班用退位法，另一个班因为教材要求用凑整法。一学期下来，A 自己的体会里，两种教法的差异在同一个人身上落了下来：他知道退位法的学生在哪里会卡（含零的被减数），凑整法的学生在哪里会卡（目标数不好凑的时候）。这两份沉淀挂在同一个承载者上，就是这位教师。到了期末，他看到一份学生的作业，仍是 4.1 里的 1002−998：退位法要连续退三次，凑整法几乎一眼就能看出差 4。这一刻，他在脑子里把两种方法放在一起，显出一个原来没有的分布：题目的数字结构把两种方法的难易分开了，被减数里零越多，退位法越吃力；减数越接近整数，凑整法越省力。这个分布，三位分在三个班的教师是看不出来的，因为他们各自只有一份沉淀。

所以碰撞的第四个条件，或者说碰撞三个条件的承载者版本，是：两份以上的沉淀挂在同一个承载者上。这个承载者可以是人，也可以是别的东西。

人作承载者。 一个人经历两种做法，是最直接的方式，也是最费时间的方式。它需要这个人确实各做一遍，或各看一遍，并且没有把两遍都洗成“我会这两种办法”这样的熟练结论。会两种办法与带着两种办法的差异，不是一回事：前者是结果，后者是沉淀。

记录作承载者。 记录可以把不同时间、不同地点、不同的人的差异放到同一页上。教师把两页作业纸并排放在桌角，桌面就是承载者。更长久的版本是笔记本、错题本、课后的随手记。记录作为承载者的关键，是记原样而不是记归类：记学生写了什么，不记“这个学生用了凑整法”。后者已经是一个标签，标签把差异压成了类别。记录要原话、原样、原来路，这一点在附录一写明。

关系作承载者。 两个人的对话里，两份沉淀可以碰撞。父亲和儿子对着同一堆碗争论，是两份沉淀在一个关系里相遇。这种相遇有一个条件：关系允许分歧存

在，不急着裁决。一个关系如果总是以“听我的”收场，它承载的就只有一份沉淀，另一份被洗掉了。

工具作承载者。 题组、对照表、并排的两栏，这些工具的作用是让两份沉淀在同一个界面上同时出现。比较多种解法的研究方向与此相关：Rittle-Johnson 与 Star 在 2007 年的研究中，让学生并排比较两种不同的解法，与逐个先后学习同样的解法相比，并排比较的一组在程序性知识与解法的灵活运用上进步更大，在概念性知识上两组相近，其大意是并排比较本身是学习发生的一种条件。本书借用的是这个条件，即并排，而不是它的效果结论：并排使两份差异同时出现，碰撞才有场所。至于并排之后什么发生了，是下一章的内容。

有一点值得单独提出：承载者决定了碰撞的范围。如果承载者是一个人，碰撞的范围就是这个人经历过的东西；如果承载者是一份共享的记录，碰撞的范围就是所有写进这份记录的人的经历。一个团队的思想，常常是它的记录长出来的，而不是某个成员头脑里长出来的，反过来，记录只写结论的团队，成员脑子里即便各有沉淀，也没有一处可以让它们相遇。这也是后面第 16 章维护劳动的位置：让沉淀留在可以相遇的地方，要有人付出持续的劳动。

◆ 4.6 介生态与混沌过度

至此可能会产生一个想法：差异越多越好，碰撞越乱越好。本书不这样主张。特征律说的是混沌碰撞、自组织、涌现，三者连在一起；混沌只是第一步，它之后还要有自组织，之后才有结晶。结晶发生在介生态，混沌过度与秩序过度都结不了晶。

回到 D2 三态。秩序态的特点是方向明确，过度则僵化，差异被洗净。混沌态的特点是高度开放而未收敛，过度则无法结晶。介生态是正在自组织的状态，各层“半成形”：目标隐约，每一步半试探，约束半开半合。创造需要这一个相位。

用经验里的例子，这三态可以这样辨认。

秩序过度：纪要式的经验。 每件事做完都洗成“决定、负责人、期限”，每个问题都有标准答案，每种做法都归入一个类别。这样的经验里没有未定局的东西，碰撞无从发生。前面几节谈的主要是这一端。

混沌过度：什么都留下，什么都不相干。 设想一位教师决心不再洗掉任何东西，她把每节课的所有细节都记下来：每个学生的每次发言、每次涂改、窗外的天气、教室的温度、午饭吃了什么。一学期下来，她有几十本笔记，每一页都是原样，没有任何被洗掉。但这些记录里的差异，彼此之间没有可比的维度，也没有需要它们彼此回答的问题。它们像一堆没有分类也没有问题的零件，碰撞需要的相遇，要求的不只是在场，还有彼此够得着、可以对话的距离。一页写着“窗外下雨，三个学生走神”，另一页写着“凑整法在 1002–998 上更省力”，这两页纸的差异之间，没有一个共同的问题让它们碰在一起。碰撞没有发生，因为这些差异不是在同一个问题的周围，而是各散一处。

这是本书对“保留差异”这个主张的一个必要限定：留下来的应当是围绕同一个悬着的问题的差异，而不是所有差异。D3 在这里的角色就体现出来了，创造时要先松后紧：松的阶段尽量让差异进来，紧的阶段给它们一个可以相遇的问题。没有松，差异不够；没有紧，差异散了。过度的混沌与过度的秩序，是松与紧各自走到极端。

介生态：围绕一个悬着的问题的差异。 洗碗的例子里，介生态的样子是：两种做法都还在，“客人来了”这个新情形出现，它给两种做法一个共同的问题，哪一种更适合“先有碗用”？这个问题隐约存在，没有答案，两种做法半试探地被放进同一个情形里。如果这时有人宣布“从今天起统一用整批洗法”，就是滑向秩序；如果把五花八门的洗法、各种家务的细节全部罗列出来、不围绕任何问题，就是滑向混沌。介生态是中间的那个窄带：差异够多，可以碰撞；围绕的问题够具体，可以够得着。

由此，有三个可以检查的读数，用来辨认一个经验处在哪个相位。第一，差异的条数：这一次经验里留下了几条分歧、几步来路、几项未决，数量为零是秩序过度。第二，差异之间的可比性：留下的差异是否指向同一个悬着的问题，几乎不可比则是混沌过度。第三，问题的开放性：悬着的问题是否还没有答案，已经有统一答案则回到秩序。三个读数都在中间区域，就是介生态。后面第 5 章谈沉淀的序列，第 6 章谈结晶的判据，都以这个介生态为背景。

还应顺带说明一件容易混淆的事：留下差异需要一定的“待着”的能力。一个未决的问题在笔记里悬着，等候新的经验，这要求记录它的人容忍不确定。急着给

每个问题一个答案的习惯，是秩序过度的来源之一；而容忍悬着，并不等于放任，它的底线是问题被清楚地写下来，有地方放，有人知道在哪里。

◆ 4.7　与第 554 号相接：统一性标准化洗掉混沌

站内第 554 号《数学标准的典范重生》讲的是：当数学的标准以统一性为目标被标准化时，标准化把混沌洗掉，特征律随之死亡。本书写的是同一件事在个人经验里的样子。把两者放在一起，有助于看清本章论点的尺度。

在 554 号所处理的层面，混沌是数学共同体里各种并存的做法、符号、证明风格、定义方式，它们彼此并不统一，却在相遇中产生新的数学对象与新的区分。标准化把它们压成一套统一的写法与统一的验收标准，从此一份工作是否合格有了单一的判据，不同做法之间的相遇少了：不合标准的做法在被发表之前就被筛掉，合标准的做法之间没有足够的差异可以相撞。差异的碰撞在制度层面被取消，特征律在这个层面无从运行。

本书的层面小得多：一个人、一个教研组、一个家庭。但结构是同构的。完成、熟练、标准化、提炼，每一道清洗都是一种小尺度的统一化：它们让经验从“各有来路”变成“谁做都一样”。当这些小尺度的统一化叠在一起，一个人的经验就像一份标准化过的数学，每一步都合格，没有一处是未定局的。个人经验里的特征律死亡，与制度层面的特征律死亡，是同一个机制在不同尺度上运行的结果。

这个相接有一点实际的含义。个人层面的保留差异，不能指望制度层面来替代：就算数学共同体的标准化被整体修正，一个具体的教师仍然需要在自己的课堂里保留差异；反过来，一个教师再努力，也不能单靠自己的笔记本把制度层面被洗掉的东西补回来。两个层面各有自己的清洗，各自要有自己的保留。第 17 章会回到这个层面的接口，讨论同一份经验在不同人身上沉淀不同、显露的思想也不同，思想的同一性是在回写历史里生成的，而不是被标准化规定的。

◆ 4.8　怎样看见一次碰撞

最后需要回答一个方法上的问题：碰撞是否可以被观察到，还是只能事后追认？如果只能追认，它就容易变成一个什么都能解释的词。

碰撞的第一类读数，是它的前提：留下了什么，在哪里留下。这是可以在碰撞发生之前记录的。具体到附录一的记录卡上，设原话、原样、原来路三栏，另加一栏记“此处之后发生了什么清洗”；三型沉淀各用一张卡：分歧型的卡把两种做法的原话与原样并排记下，来路型的卡把同一结果的不同路径逐步记下，未决型的卡把悬着的问题原话原样记下。三类卡上的条目合计，即来路种数、分歧条数与未决项数之和，除以任务总量，就是第 3 章与附录三所说的沉淀率。沉淀率为零，则无碰撞可言；沉淀率有值，只说明原料在场，碰撞还没有证明。

碰撞的第二类读数，是同场：两份以上的沉淀是否出现在同一个承载者上。可以数的是，记录卡上有几张的内容被放在了同一页、同一次会议、同一次比较里。一份沉淀单独存放，不计同场。

碰撞的第三类读数，是它的产物：碰撞后是否显出一个原来没有的对比、变化或分布。这一类读数要小心，不能让它回头充当前提的证据。办法是把产物的判断与前提的记录分开取得：先记下前提，再请不知道前提的人，或者隔一段时间之后，由当事人在新的任务里指出，有哪些区分是新用上的、此前不曾使用的，再回到记录卡里核对这些区分能否在先前的某两份沉淀之间找到来路。如果能找到，那是碰撞的证据；如果找不到，那个区分另有来源，不记入碰撞。这样，前提与产物各自独立取得，避免了“因为显出了所以一定撞过”的循环。

还要说明什么情况不算碰撞的证据。教师说“我突然想到”，不是；两份沉淀同场却没有产物，不是失败，只说明还没撞出来，可以继续留着；产物出现了，却找不到先前任何两份沉淀对得上，那个区分可能来自书本或别人的话，那是另一条来路，不能算入。这些划分让碰撞成为一个可以失败的说法：留了沉淀、同了场，却始终没有新区分，就说明本章在这个案例上没有被支持。第 18 章把这一点整理成可撤回的判决预测。

记录的成本也要算进来。留下差异的办法越重，越容易自己变成一种清洗：要求当事人把每次分歧填成表格、归入栏目，等于又让他提炼了一遍。较轻的办法是只做两件事，一是不销毁，二是不并档。作业纸不销毁，就还有来路可查；两页纸不立刻并入作业堆，就还有并排的机会。这两件事几乎没有成本，在洗碗的场合，则是争论时不急于说服对方，让两种洗法各自再做一晚。

也要看到本章能够承担的限度。它说明的是碰撞的条件与被取消的方式，不能说明碰撞之后会得到什么。碰撞只是把差异放到可以相遇的位置，相遇之后能否留下来，能否在以后的经验里再次出现，能否经得起一次又一次的清洗，是下一章和再下一章的内容。碰撞过的差异如果没有被排成序列，就会散去；排成了序列而没有稳定运行，只是灵感。从混沌碰撞到自组织，再到涌现，这三步缺一不可。

◆ 本章结论

1. 特征律的第一步，在经验上是未被洗掉的差异彼此相遇：至少两份差异，同时在场，相遇的方式没有预设的裁判。混沌指未定局的差异的在场，不指杂乱程度。
2. 碰撞是思想的原料。分歧型、来路型、未决型三种沉淀，各自以“两种做法遇到新情形”“两条来路遇到新题目”“悬着的问题遇到新经验”的方式碰撞，产物是原来没有的对比、变化或分布。
3. 完成取消“两份”，熟练取消“同在”，标准化取消“无预设的相遇”，提炼取消“差异的承载”；清洗得越彻底，碰撞的条件被取消得越多。清洗有正当用途，取舍须在清洗之前做。
4. 碰撞需要两份以上的沉淀在同一个承载者（人、记录、关系、工具）上相遇；沉淀各挂各处、纪要里只有结论，三份沉淀也撞不出一次碰撞。
5. 碰撞发生在介生态：差异够多、围绕同一个悬着的问题、问题尚无统一答案。混沌过度与秩序过度都不能结晶，本书不主张越乱越好。个人经验里的清洗，是第 554 号所述统一性标准化洗掉混沌的小尺度版本。

◆ 本章参考

— 原始文献

· Piaget, J. (1975/1985). L'équilibration des structures cognitives / The Equilibration of Cognitive Structures. 大意：认知发展由失衡与顺应推动。

· Kuhn, T. S. (1962). The Structure of Scientific Revolutions. 大意：反常的积累是范式变动的前提。

· Bateson, G. (1972). Steps to an Ecology of Mind. 大意：信息是造成差异的差异。

— 研究文献

· Rittle-Johnson, B., & Star, J. R. (2007). Does comparing solution methods facilitate conceptual and procedural knowledge? An experimental study on learning to solve equations. Journal of Educational Psychology, 99(3), 561–574. 大意：并排比较多种解法，对程序性知识与解法的灵活运用帮助更大。

· Hatano, G., & Inagaki, K. (1986). Two courses of expertise. In H. Stevenson, H. Azuma, & K. Hakuta (Eds.), Child Development and Education in Japan (pp. 262–272). W. H. Freeman. 大意：常规专长与适应性专长之分。

— 站内著作

· 第 554 号《数学标准的典范重生》：讲统一性标准化怎样洗掉混沌、使特征律死亡。

· 第 513 号《SDE九宫格透镜问题分析法》：本书透镜 S1·D2·E3 的定义来源。

◆

05

第 5 章

自组织：差异序列的运行

本章提要　混沌碰撞之后，差异按序列落下、排出秩序，这是特征律的第二步，在 SDE 里运行于 D2。序列有时间、层次、次序三重纹理；六步、九步走得全，可沉淀的差异就多，压成“一步到位”，序列便断。沉淀不悬空，它挂在人、记录、关系、工具上：完成用掉动能，沉淀存为势能，承载者是内能。这本账替全书承担一项论证：势能一旦离开内能，就成了提炼。能力也长在这几者之间。

◆ 5.1　两本练习册：同一个 159

先设想一个场景，它是构造的，没有真实的班级与学生。周三晚上，一位三年级的数学教师批改两本练习册。两本的第七题都是 404−245，答案都写着 159，两个对勾都落得很轻松。

第一本练习册干干净净。算式一行，横线一道，159 落在横线下面，没有第二笔。第二本练习册的同一页上，答案旁边有一团擦过的痕迹，擦痕下面隐约是 169；算式上方有一行小字，写着“3 百 10 十 14 一”，被一条斜线划掉，旁边改成“3 百 9 十 14 一”；页边还有一道自己加回去的检验：159＋245。

对勾只看得见答案，所以两本册子在对勾面前一模一样。教师的手却在第二本上停了半秒。那团擦痕里有一个原来的答案，那行被划掉的小字里有一次差了十的写法，那道检验里有一条“怎样知道错了”的路。三样东西都没有进入“完成”，也都没有消失，它们落在纸上，按先后排成了一小串。

这一串，就是本章要写的对象：**差异序列**。上一章写了混沌碰撞，即没被洗掉的差异互相撞击，两种做法、两条来路、悬而未决的问题撞在一起。碰撞本身只是一团动静，要成为后来可以依靠的东西，撞出来的差异必须落下来，一次接一次，

排出先后、层次与次序。特征律把这一步叫自组织：差异在碰撞之后按自己的序列运行，运行的结果是沉淀，沉淀积到稳定，便结晶为特征。

放在本书的透镜里（定义取自第 513 号《SDE九宫格透镜问题分析法》），这一步属于 D2。D2 是路径组织，六步法与九步法住在这里，秩序态、混沌态、介生态三种相位也在这里区分；创造最关键的温床，是正在自组织的介生态。第 4 章写的混沌碰撞为 D2 提供原料，本章写 D2 本身怎样运行，下一章写运行到稳定程度时怎样结晶。第 409 号《教育的产品是结晶》讲学习者结成的结晶不能由别人代付，本章写的是结晶之前序列怎样运行。

教师批改的那半秒，可以当作本章的刻度。对勾落下去的时候，第一本册子里只剩一个数，第二本册子里还有一串差异。若干周以后，第二本册子的主人面对 4004−2045，或者面对“为什么减法可以两边同时加上一个数”这样的问题，那串差异中的某几项有机会被再次碰到、再次排序，显露出一个原来没有的对比。第一本册子的主人在同一情形里只能重新开始。两本册子的分别不在分数，而在序列有没有留下来。

本章分八节。5.2 到 5.4 依次写序列的时间、层次与次序；5.5 把走全的路径与压成一步的路径摆在一起对照；5.6 写沉淀所挂的承载者，列出内能、动能、势能的账本；5.7 让这本账承担论证；5.8 收到能力的归属上。

◆ 5.2　序列的时间：先后不能互换

差异序列首先是一条时间上的线。同样三件事，先后不同，落下来的沉淀不同。

回到第二本练习册。设想这位学生的演算顺序是：先写下 404，看见个位 4 减不了 5；向十位借，十位是 0，借不到；于是向百位借，把 3 百和 10 十写出来；再从 10 十里拿一个给个位，却忘了十位只剩 9；写出 169；加回去检验，得 414，与 404 差了 10；回头改正。把这条时间线上的每一个落点标出来：被擦掉的 169，被划掉的“10 十”，检验算式里那个多出来的 10。三个落点的先后是确定的，先有错写，后有检验，最后才有改正。若检验发生在错写之前，它就是另一回事：那是对一个尚未出现的答案的预算，落下的是估计，不是差错。

时间在序列里有两层意思。

第一层是**先后**。后发生的差异以先发生的差异为底，这是 D2 的路径性质。错写之后的检验，只有在错写已经落下时才有可检验的东西；检验之后的改正，只有在检验的差落下时才有改正的对象。前一步落下什么，后一步就在什么上面运行，所以同一个检验算式放到另一个位置，所接上的东西全变了。

第二层是**间隔**。差异落下以后，要隔一段时间才能被第二次碰到。间隔太短，落下的东西还在当下的注意里，没有成为可以被后来的经验撞到的“底”；间隔太长，落下的东西没有承载者维持，散了。第 9 章的“抢先”与“太晚”写的正是这两端，本章只取一个结论：序列需要时间，而且是有分寸的时间，不是越慢越好，也不是越快越好。

时间还给沉淀加上一个性质，叫**不可倒填**。事后问学生“你当时为什么先写 10十”，学生可以补出一个理由，这个理由是新的差异，它落下的时刻是今天，不是那天晚上。把它写成当时已经存在的东西，序列就多了一个从没发生过的落点，实际落过的那一串反而被盖住。用沉淀的话说：事后补出的理由可以进入记录，要写明它落下的时间；记录里的每一个落点，都应该对得上它发生的时刻。

序列的时间还有一个更长的尺度。同一类差异在几周、几个月以后以不同的面目再次出现：第二本练习册的主人在三个月以后做 5003−2748，又一次在“连续借位”上写出一个多出来的 10，也又一次加回去检验，发现了。这一次的错写和检验，不再是孤立的一次，它们接到了三个月前那一串上，序列从一条短线变成了一条长线。长线上的每个落点都带着前一次的痕迹，这才是后面几章要说的“稳定运行”的原料：同一种差异在不同的时间、不同的题目里再次出现。

反过来，时间线断了会怎样？第一本练习册的主人在三个月后做 5003−2748，没有任何东西可接。他可能做对，也可能做错，但无论对错，这次经验都是“第一次”。他的每次作答都从干净开始，序列接不上，这是上一章说过的清洗在时间线上的样子：每一次完成都把时间线剪成一个点。

最后补一句，防止误解。时间线并不要求每个落点都保存得完整。一团擦痕，一道斜线，一行页边的检验，保存的是**位置与先后**，不要求保存心理的全部细节。序列的作用，是让后来者知道“先有什么、后有什么、哪一处接着哪一处”。这一点保住了，哪怕细节模糊，序列仍然可以运行；先后被抹平了，哪怕细节再多，也只剩一堆散件。

◆ 5.3　序列的层次：六步与九步

只有先后，序列还只是一根线。差异按序列运行，同时分层：一个落点之上可以再长落点，一轮之上可以再有一轮。D2 的六步法与九步法，是这种分层的两个已知形状。

六步法是：猜想、执行、评估、反馈、修正、迭代。放到 404−245 上，可以逐步看出每一步会留下什么样的差异。

猜想：学生设想“个位不够减，就向十位借”。这是一个尚未经过检验的做法。猜想落下来的差异是**可能的做法不止一个**：也可以估一估答案大约在 150 到 160 之间，也可以先把 245 看成 250。被选中的做法与被放下的做法之间，已经有了一道分歧，这是分歧型沉淀的最早位置。

执行：写出来。执行落下的是**实际走过的步子**，包括写错的那一步。这一步的沉淀最容易被洗掉，因为执行的结果会被评价成“对”或“错”，对了就当作没有过程。

评估：用加法回检，或用估算比较。评估落下的是**判据**，即“凭什么说这个答案对”。同一个 159，有的学生凭加回去得 404，有的凭估算落在 150 到 160 之间，有的凭老师打了对勾。三种判据背后是三种不同的“知道”，只看答案分不开。

反馈：评估的结果回到执行者手里。反馈落下的是**差距**：多了 10，少了 3，还是对上了。差距有方向、有大小，是整个序列里最像“信号”的一环。

修正：针对差距改动做法。修正落下的是**改动的位置**：改的是借位，还是改的是书写，还是改的是对数位的理解。同样得到 159，改动位置不同，后面的沉淀不同。

迭代：带着这一轮的结果进入下一轮。迭代落下的是**轮与轮之间的联系**：下一道题是不是还犯同一处，改过的做法是不是被再次用上。

六步里每一步都留下一类差异，六类差异合在一起，才是一轮的完整沉淀。走全一轮，要经过六个落点；走完一遍，未必没有第二遍。所以说层次：步是一层，轮是一层。

九步法在六步之后再加三步：分化、重组、升维。这三步不再针对一道题，而针对一批题留下的东西。

分化：把一批沉淀分开来看。404−245、5003−2748、485−132 这三道题里，“十位是零、要越过它往更高位去借”出现了两次，“个位够减，不用借”出现了一次。分化把它们分成两堆，落下的差异是**这两堆之间的边界**。边界本身是个新的对比，原来混在一起的“减法题”被分成了“要连续借位的”和“不要连续借位的”。

重组：把分开的东西按新的方式再放到一起。例如学生发现，404 可以看成 40 个十加 4，因此 404−245 就是 40 个十零 4 减去 24 个十零 5，借位的麻烦在这种看法下不再是逐位的，而是整体的。重组落下的是**另一种拼法**。

升维：从一批具体的拼法里看出一条关系。404−245 与 409−250 的结果相同，因为两边同时加了 5；同理，404−245 也与 399−240 的结果相同，因为两边同时减了 5。升维落下的是**一条在多种做法下保持不变的东西**：两数之差不随同加同减而变。这是一个新的对比（“差”与“数”分开了），也是一个新的变化（同加同减下差保持不变），更是后来可以在别处再用的区分。

从六步到九步，是从“把一道题走通”到“从许多道题里长出一个区分”。九步走得全，D2 才有机会把单个的差异排成一个层次化的结构。本书所说的思想，在序列上接近升维处落下的东西：不是某一道题的答案，而是许多条序列合起来显露出来的一条关系。

这里有一个必须提醒的地方：九步不是爬梯子。每一轮经验不一定都有分化、重组、升维，也不一定按这个顺序到来。多数时候，一个人只走到六步，在评估与修正之间来回，甚至只走到执行。六步与九步标出的，是**差异序列可能展开到的层次**，不是每一次经验的必经路径。可是只要某一步从未发生，对应的那一类差异就从未落下，以那一类差异为原料的区分也就无从长出。检验序列走得全不全，只需看每一类落点是不是在某个地方留下了东西。

◆ 5.4　序列的次序：同样的步子，换个先后

时间说的是什么先落下，次序说的是各步在序列里排成什么样。同样六个步子，排法不同，沉淀就不同。

举两种学生的做法。甲生拿到 404−245，先估一估：404 约等于 400，245 约等于 250，差大约 150；然后再按借位的办法算，得到 159；最后拿 150 来比，两者靠

得近，便放心。乙生拿到同一道题，直接借位算出 159，再加回去检验，对上了 404。两人都经过猜想、执行、评估，答案也一样。甲生是估算在前，评估在执行之前出现了一次；乙生是执行在前，评估在后。

次序一变，落下的东西跟着变。甲生的估算先立起一个“大概的答案”，执行时就带着一把尺；如果他算出 169，会立刻发现与 150 差了 19，而 19 这个数本身又提示错在十位。乙生算出 169，要等到加回去才发现，发现的是差了 10，与十位同样有关，但路径上多绕一圈。再往后，甲生的估算会成为他以后每道减法的习惯性起点，乙生的检验会成为他的习惯性终点。习惯一旦形成，序列的头与尾就被固定下来，各自在不同的位置上积累沉淀。

次序在这里还有第二层意思：**哪些步子是必须按顺序的，哪些可以并行，哪些可以反复穿插**。评估可以在执行之前（估算），可以在执行之中（边算边验），也可以在执行之后（加回去）。修正之后可以立即回到执行，也可以回到猜想。九步里分化、重组、升维的先后更松动：有人先看出“差不变”，再回头把一批题分成两堆；有人先分堆，到最后才看出那条关系。次序的变化，可以说是序列的组合方式；不同的组合落下不同的沉淀，也就把后来可能出现的区分带向了不同的方向。

次序有一个容易看见的病，也有一个不容易看见的病。容易看见的是**混乱**：步子互相覆盖，评估和执行搅在一起，擦了写、写了擦，没有一处可以说“这里落过一个差异”。这是混沌态过度，D2 每一步都失去内容，“评估”因为没有稳定的标准而空转，差异互相撞击却落不下来，结晶无从谈起。不容易看见的是**僵硬**：教师发下一张步骤表，一、估算；二、列竖式；三、检验；四、写答案，每一步打钩。步子一步不缺，次序一丝不乱，但整个序列被压成了四次打钩。估算成了形式，检验成了形式，每一个落点都被预先洗净，学生只需要填满格子。这是秩序态过度：方向明确，路径固定，差异在每一个格子里被清掉。统一性标准化在制度层面做的是同一件事，第 554 号《数学标准的典范重生》讲它怎样使特征律死亡；步骤表是它在一间教室里的小尺度版本。

结晶发生在二者之间的介生态。在介生态里，目标隐约，每一步半试探，约束半开半合。回到 D3 的双刃剑：创造时要先松后紧，先让步子有余地，让差异有地方落，然后再收紧，让次序成形。这里的“松”不是“越乱越好”，而是先不规定每

一步必须怎样做；这里的“紧”也不是步骤表，而是序列落下以后回头整理它的先后。反过来，先紧后松则把序列在还没有落下东西的时候就定死了。

这一点对教学设计有一个设想中的启示，尚需检验。同一道减法题，教师可以先让学生自己写，写完以后再对照步骤表；也可以先发步骤表，再让学生照着做。两种安排的完成率可能一样，留下的东西不一样：前一种留下的是学生自己的序列加上一份参照，后一种留下的只有被填满的格子。这一对比本书手头没有课堂材料可以检验，它只是一个可以拿到课堂里去试的问题。同一个方向上，第 13 章 13.3 节记下过一个更小的做法，叫“初稿不擦”：写错了用横线划去，让划去的东西留在原处，序列的第一个落点就不会被后来的步骤表盖住。

次序之所以重要，是因为它决定了**哪一类差异能够碰到哪一类差异**。估算先于执行时，估算的偏差与执行的结果相遇；评估先于猜想（先看答案对不对，再倒推怎么做），评估的判据与执行的路径相遇。每一种相遇都是一次小小的碰撞，次序决定了会发生哪几次。把次序固定为唯一一种，等于取消了其余所有可能的相遇。

◆ 5.5　走全与一步到位：两条序列的对照

把走全的路径与压缩过的路径放在一起，序列的价值才看得清楚。仍以 404−245 为例，下表中的内容为构造，用来说明各步留下的东西，没有实测数据。

步	走全的路径留下	压成“一步到位”后留下
猜想	两种可能做法之间的分歧：借位，或加上同一数后再减	无，只有被选中的做法
执行	写错的“10 十”与改正后的“9 十”	一行干净的竖式
评估	估算与加回去两种判据	一个对勾
反馈	“差了 10”这个具体的差距	无
修正	改动发生在借位这一步	无
迭代	与上周同类错误的联系	无
分化至升维	连续借位与不借位的分界，以及“差不变”的关系	无

压成一步到位，说的是整串序列在完成的当下被折叠成一个点。折叠有三个来源。第一个是**熟练**：做了几百道减法以后，159 可以不经过中间步骤直接出现。第二

个是**模板与标准化**：步骤表、标准解法、评分点，把序列预先规定为一条唯一的路。第三个是**一键生成**：把题目交给机器，得到的是一份只有结果的成稿。三个来源的作用相同：把可能落下差异的步子一并收走。

三个来源折叠的方式并不相同，能否撤回也不相同。熟练的折叠发生在人身上，是反复做出来的，当事人事后很难再把它拆开：一个人想重新看见自己当年的犹豫，往往只能靠旁人的追问或旧的草稿。模板的折叠发生在任务之外，撤去模板，序列的各步就有机会重新落下，所以它是可撤回的。一键生成的折叠发生在工具里，序列其实在机器内部跑过一遍，只是没有交出来；如果工具肯交出中间的候选与被弃的版本，折叠就变成了留痕，这一点留到第 15 章再说。三者里，熟练最难撤，也最不显眼，因为它没有一个看得见的外壳，只有一个越来越顺的手。

要承认，折叠并非没有收益。它让一个人在条件不变的任务上又快又准，让一个班级在同一时间交出同样的作业，让一个组织能够把工作交给别人而不担心结果走样。第 1 章的洗碗算例可以作旁证：整批洗的总时间是 13，逐只洗是 23，整批较省；首只可用的时刻却是第 8 个单位对第 3 个单位。整批相当于把序列折叠成两大块，在固定条件下确实更经济，付出的代价是首件可用被推后，六只碗各自的来路被一起盖住。折叠是正当的工序，清洗不是坏事，没有它就交不了差。

问题在于折叠之后还剩什么。这里需要一个可数的读数，即沉淀率：（一次完成留下的来路种数＋分歧条数＋未决项数）÷ 任务总量，正式口径在附录三。设想一页练习册共 10 道同类题，只有上表中走全的这一道题留下了东西：分歧 1 条，来路 3 种（估算、竖式、加回去检验），未决 1 项（为什么连续借位总会多出一个 10），共 5 项，沉淀率为 5÷10＝0.5；折叠后的路径留下 0 项，沉淀率为 0。数字是构造的，只用来示范口径：同一个答案，沉淀率可以从零变到不为零，而且这个变化与答案对不对没有关系。

折叠得最彻底的，往往是最熟练的那个人。D3 的任务是最小化误差、冗余与损耗，熟练是 D3 收紧到极致的结果：多余的步子被优化掉，犹豫被优化掉，擦痕被优化掉，连那些将来可能碰撞出区分的差异也被一并优化掉。D3 的双刃剑在这里显出锋口，这样的熟练可以叫“高效而贫血”。波多野谊余夫与稻垣佳世子在 1986 年区分过常规专长与适应性专长，大意是：前者在熟悉的任务上又快又准，后者在任务条件变化时仍能调整做法并理解其中的缘故。用本书的话说，条件恒定下的熟练折

叠得最干净；熟练加上条件多样、加上刻意保留的差异，序列就在折叠之外继续运行，这样的熟手是本书原理的正面例子。

对照因此得出一个比“慢比快好”更具体的判断：序列压缩与否，取决于它被折叠的**位置**。交差用的封口，该折；那些在不同条件下反复出现、尚未结晶的差异，该留，而且留的代价很低，原样放在纸边就行。第 2 章 2.8 节立下这条判据，结语还会回头收它。

◆ 5.6　沉淀挂在谁身上：内能、动能、势能的账本

序列落下的东西，要有地方放。沉淀不会悬在空中，它挂在**承载者**身上。本书取四类承载者：人、记录、关系、工具。再用透镜 E3 的三个词给它们记账：内能、动能、势能。

先界定三个词。**内能**是承载者自身的状态与能力，它能否把落下的东西接住、保持，并在新的经验里重新碰到；**动能**是完成一件事用掉的能量，用掉就没有了；**势能**是积在承载者里、尚未释放的东西，也就是沉淀。一次经验，用动能换来完成，剩下的差异按序列存为势能，承载者的内能决定存得住多少、日后放得出多少。

承载者	内能：它是什么	动能：完成用掉的	势能：沉淀存着的
人	注意、记忆、对题目的熟悉度、愿意回头看的状态	一次算出 159 所花的注意与时间	被擦掉的 169、对“连续借位总多一个 10”的隐约感觉
记录	草稿、批注、日志，以及整理它们的人力	誊写、整理所耗的时间	保留在纸上的错写、划痕、页边检验
关系	师生、同伴之间彼此熟悉的程度与信任	一次讲解、一次答疑所耗	双方都记得的“上次你也是在这里多了 10”
工具	题库、批改系统、笔记软件、AI 对话的配置与版本	一次调用的算力与操作	留下的修改历史、弃稿、提问记录

这张账有几条规矩。

第一，**动能一次性花掉，势能可以反复释放**。159 算出来，注意与时间就花掉了，不会回收；而那个被擦掉的 169 还在纸上，下一次碰上类似的题，它仍能被碰到。完成靠动能，思想靠势能，两者是同一次经验的两个账户。

第二，**势能只存在于有内能的地方**。一份草稿放在没有人再翻看的抽屉里，它在纸上的痕迹还在，但没有人的注意与它相遇，它作为势能是休眠的。一个学生记得自己三次在同一处出错，却没有任何记录，下一学期换了班，这份势能随着关系的中断而散去。内能高低不同，同样的沉淀可以被接住，也可以漏掉。

第三，**内能需要维护**。记录要有人整理，关系要有人经营，工具要有人更新、校对、续费。第 16 章会把这类维护劳动写成教师协作里最容易被忽略的部分。维护者的时间是内能的成本，账本上应当有这一栏，否则势能的账面再漂亮，也是靠一个看不见的人在垫付。

第四，**四类承载者之间可以转账，也会漏账**。人把一次错写记进草稿，是人的势能转到记录；教师在课堂上指着草稿问一句，是记录的势能转到关系；教师和学生一起把同类错题整理成一张卡片放进题库，是关系的势能转到工具。每一次转账都会损失一部分：草稿记下了错写，记不下当时的犹豫；卡片留下了错题，留不下对话的语气。转账的损失越小，沉淀越完整。

第五，**完成度与沉淀量没有固定的比例**。同一笔动能可以换来干净的完成，也可以换来带着序列的完成，差别在于差异有没有落下。账本上看，动能这一栏两本练习册相同，势能这一栏相差悬殊。

这张账由此可以用来诊断：当一个人经验很多而思想很少，先去看势能这一栏是不是空的；势能为空，再看是内能不足、承载者没有接住，还是差异从一开始就被洗掉，没有落下。

接下来要做的，是让这本账承担一项论证。

◆ 5.7　账本的论证：势能离开内能，就是提炼

现在让这本账说话。论证分三步，每一步都只用上一节已经立下的规矩。

第一步，势能的释放需要内能在场。沉淀的用处，是在新的经验里被再次碰到：被擦掉的 169 在下一道题里与新的错写相遇，“差了 10”的感觉在另一个数位上被重新认出。这种再次碰到，是差异序列的再一次运行：旧的落点与新的差异碰撞，按先后和层次重新排序，排出一个原来没有的对比。运行需要场所，场所就是承载者的内能：有注意力的人，有人翻看的记录，彼此熟悉的关系，保留了历史的

工具。释放因此不是把东西从仓库里取出来，而是让序列在有内能的地方再跑一遍。

第二步，提炼是势能离开内能。提炼指的是把沉淀写成“谁用都一样、可转手”的要点。教师在批了一周练习册以后，把那些错写归并成一张口诀卡：遇连续借位，先把百位拆成 10 个十，再从十位借 1 给个位，十位剩 9。卡片准确，短，可以发给全班。可是把它写成可转手的要点，就必须去掉三样东西：每个学生各自的错写（分歧），各自怎样走到这里的（来路），以及“为什么总多出一个 10”这样没有答完的问题（未决）。去掉它们，正是要点之所以“谁用都一样”的条件。卡片上的东西不再依赖任何一个特定承载者的内能，势能从内能里被抽出来，成了一份独立的库存。这就是提炼。

第三步，由此推出两个结论。其一，要点谁都能用。用要点解题，是动能的消耗：拿到卡的人按卡做，快而准，完成率往往提高，这一点要承认。其二，要点不能在提炼者身上再释放出新的区分。再释放需要序列再运行，序列再运行需要还连着的差异；要点把差异去掉了，提炼者与那些差异之间的线也随之剪断。提炼者当然懂这张卡，也能讲清楚它，但下一次面对一个新的错写，她手里能碰到的只剩这张卡，原来可以与新错写相撞的那一堆分歧、来路与未决，已经不在她的内能里挂着了。设想她次年带新班，遇到一种从未见过的错写，写成“4 十 14 一”，她用得上的是口诀，口诀里没有这一种。若那一堆原始的东西还挂在她和旧练习册上，新错写与其中某几项相撞，有机会显出“十位的零到底在管什么”这样的新对比。

这个推论落在全书的预测 2 上：把沉淀写成要点之后，其后若干次新任务中显露的新区分，不会多于保留原始分歧、来路与未决的做法；若事实相反，第一个对立判断撤回。预测的读数与研究设计放在第 18 章与附录三。

账本在这里的贡献，是把“提炼是又洗了一遍”这句话从比喻变成可以推演的结构。比喻只能说提炼像清洗；账本说的是，提炼切断了势能与内能的连接，而势能的再释放全靠这条连接。

三点限定，防止这条推论被读得过宽。

其一，被判为清洗的，只是写成“谁用都一样、可转手”的要点。当事人自己动手、仍连着来路与原始分歧的总结，在账本上是另一回事：势能没有离开内能，

只是多了一个落点，转账到记录里，而且保留着回指原始东西的线。这样的总结是回写的一种，第 7 章写它。

其二，提炼对于传递是有用的。要点能让没有经历过那串序列的人迅速上手，这是动能层面的实际收益，教学与组织都离不开。账本不要求取消要点，只要求不把要点当作沉淀的替身：要点可以发出去，原始的东西留下来。

其三，不可替代性。提炼是多对一的压缩，许多条序列压成一句话；而一份差异将来会在什么新经验里撞出结晶，在压缩的当时无法预知。被压缩时看起来无关紧要的那一条分歧，可能正是三个月后新对比的材料。所以无论要点写得多好，都替代不了原始的沉淀。这个命题在第 11 章主证，这里只取它与账本的连接：势能的价值有一部分在将来，将来的相关性在当下不可知，当下就没有资格替它做取舍。

这一点与“保留错误有益”的说法有区别。卡普尔研究的生产性失败、比约克夫妇讲的合意困难，说的是当下的学习效果：先经历困难，之后学得更牢。本书说的是另一层：压缩的那一刻，未来相关性不可知。前者回答“保留对此刻的学习有何好处”，后者回答“为什么要点代替不了沉淀”。两者可以并存，也可能在预测上分叉，第 18 章设四组对照时会把分叉写出来。

◆ 5.8　能力长在谁与什么之间

账本最后要落到一个日常的问题上：一份成果做得好，这个好算在谁头上？

设想两份同样准确的报告。一份是作者逐项查证写成，另一份是作者借助维护良好的档案，又经同事复核完成。只看报告，分不出两者；换到下一次，来源缺失了，或者档案暂时打不开了，两位作者的处境就大不相同。账本能说清这件事：两份报告的动能支出相近，势能挂在不同的承载者上，第一份挂在作者身上，第二份主要挂在档案与同事身上。

由此可以给“能力”一个与本书相配的说法：**能力是势能在某类任务中被调用、被再释放的状态，它长在承载者之间的连接上**。离开任务、离开条件，说“他会了”就缺少内容。同一个人在有档案、有同事的办公室里做得成的事，换到只有一张白纸的考场里，未必还做得成；这时说他“有没有这项能力”，答案取决于问的是哪一种配置。

能力的归属至少有四种：个人独立完成，人与记录一起完成，人与 AI 一起完成，团队及其工具一起完成。四种对应的势能挂在不同的承载者上：前一种主要挂在人身上，第二种一部分挂在记录上，人的内能体现为检索与辨认，第三种由候选的生成、筛选、核查与拒绝在人与 AI 之间分工，最后一种取决于理由能否在成员之间传递、一个人缺席时任务能否继续，那是关系与工具的内能。四种归属怎样落到教师协作里，第 16 章 16.5 节有展开，这里只取一个要点：同一份成果，在不同归属下，缺了哪一项支持就会塌，是不一样的。

四种归属不是由低到高的阶梯。有的岗位需要独立判断，有的岗位需要持续可调用的服务，有的任务只要可靠的同伴共同完成。每一项能力主张都要说清它的对象。

怎样检验？做法是只撤去一项支持，其余保持不变。设想一个尚待实施的短比较，材料为构造。让同一个人审核一份带有一处可由来源反对的错误句子的草稿，分三种条件：撤去档案里既有的分析，保留原配置，替换其中一项支持。撤去，考的是个人内能能否独立组织检查；保留，考的是配置能否在需要时被调到；替换，考的是依赖落在哪个位置，是新支持缺了原有的功能，还是使用者还没熟悉，还是原系统依赖着没有写出来的东西。每次先存初判，再存核查后的判断，才看得出支持进入前后改变了什么。

这样的比较有两层用处。一层是不让一句“有支持”掩盖实际调用：档案存在却找不到，AI 的回答生成后无法核对，同事愿意帮忙却长期抽不出时间，在账本上都是内能不足，势能没有被接住。另一层是把配置的收益与个人的成长分开记。当轮成果改善而之后的独立判断没变，就分别报告；只有保留工具时核查才可靠，这份局部收益也保留。

AI 在这里值得多说一句。“只交终稿、不留来路”的用法，等于把 AI 当作清洗机，动能花掉，势能一点不留，作者与成稿之间没有序列。“保留弃稿、分歧与提问记录”的用法，AI 反成了沉淀器：每一次拒绝、每一次改动，都在记录这个承载者里落下一个点。同一个工具，账本上完全两样，第 15 章将专门写这两种用法。

账本还会照出一类容易被遗漏的内能。设想一个团队持续交付质量很好的成果，实际靠其中一位成员每晚补齐来源、修正 AI 的误引、重写含糊的判断。公开分工里看不到这份劳动，成品的可靠却由它撑着。该成员离开以后表现下降，原来的

能力描述就要把这个人以及他的时间补进去。维护者的时间是内能的成本，账上不记，势能的账面再漂亮也是虚的。

由此还可以回到个人。一个人档案越积越多，检索的能力可能提高，提出新问题的能力却未必随之提高；撤去档案后检索变慢，也否定不了档案的用途。判断个人到底多了什么，要看他在未示范的新任务里，能不能选对来源、拒绝过度的推断、把旧的落点与新的差异碰出一个区分。这是势能在他身上再释放的读数，不是工具使用次数。

能力长在谁与什么之间，这句话在本章的意思是：序列落在哪里，连接就在哪里。序列落在人身上，也落在记录、关系与工具上；这些落点之间的连线保持畅通，势能才放得出来。下一章接着写，当同一种差异在不同条件下一再出现、洗过之后仍在，会发生什么。

◆ 本章结论

1. 自组织是混沌碰撞之后差异按序列落下的过程，运行于 D2；序列有时间（先后与间隔，事后补出的理由要写明落下的时刻）、层次（六步与九步）与次序（排法决定哪一类差异碰上哪一类差异）三重纹理。
2. 六步法每一步留下一类差异：可能的做法、实际的步子、判据、差距、改动的位置、轮与轮之间的联系；九步再加边界、另一种拼法和跨做法保持不变的关系。步子走得全，可沉淀的差异就多，压成“一步到位”，序列就断了。
3. 序列的相位在介生态：次序过紧，差异被预先洗净；次序全无，差异落不下来。折叠（熟练、模板、一键生成）在条件固定的任务上有正当的收益，代价是沉淀率归零。
4. 沉淀挂在人、记录、关系、工具上，账本为：承载者是内能，完成用掉的是动能，沉淀是势能；势能只存在于有内能之处，转账会损耗，内能的维护是账上的成本。
5. 势能离开内能即提炼：要点谁都能用，却无法在提炼者身上再释放出新的区分；能力是势能在某类任务里被再释放的状态，长在承载者之间的连接上，须连同任务、条件与支持配置一起归属。

◆ 本章参考

— 原始文献

· 阳涌：《让经验长成思想》初稿，本书据以取用洗碗、404–245、维护劳动与能力归属的材料，来路见附录四。

— 研究文献

· Bjork, E. L., & Bjork, R. A. (2011). Making things hard on yourself, but in a good way: Creating desirable difficulties to enhance learning. In M. A. Gernsbacher et al. (Eds.), Psychology and the Real World. Worth Publishers.

· Hatano, G., & Inagaki, K. (1986). Two courses of expertise. In H. Stevenson, H. Azuma, & K. Hakuta (Eds.), Child Development and Education in Japan (pp. 262–272). W. H. Freeman.

· Kapur, M. (2008). Productive failure. Cognition and Instruction, 26(3), 379–424.

— 站内著作

· 第 513 号《SDE九宫格透镜问题分析法》：本章所用 S1·D2·E3 透镜的定义来源。

· 第 409 号《教育的产品是结晶》：讲学习者结成的结晶不能代付，本章写的是结晶之前序列怎样运行。

· 第 554 号《数学标准的典范重生》：讲统一性标准化怎样使特征律死亡，本章写的是同一件事在个人经验里的样子。

◆

06

第 6 章

涌现：特征是差异稳定运行的结晶

本章提要　前两章写了差异怎样碰撞、怎样按序列落下。本章写第三步：落下来的差异在什么时候结成特征，思想在什么时候显露。本章给出的判据是“稳定运行”，并把它拆成两个独立读数：复现与存留。二者分开观测，才不会用结论去证明自己。灵感与思想的划界是一项可撤回的预测。结晶显露为新的对比、新的变化或新的分布，各给一个例子。结晶只在介生态里发生，并且是提炼无法替代的。

◆ 6.1　三个学期里的同一处

设想一位小学数学教师，三个学期里在不同的班级批改减法。这一段是设想，用来把问题摆出来，并非实录。

第一个学期，她在甲班看到学生做 404−245。多数人写出 159，其中一个孩子在草稿边上写了“4 个百，拿 1 个百换成 10 个十，再拿 1 个十换成 10 个一”。她判了对，在笔记本里记了一行：“有孩子说‘换’。”第二个学期，乙班做同一类题，一个孩子嘴里念的是“向前面借一个”，草稿上却看不出前面的数少了什么。她又记一行：“有孩子说‘借’，前面的数没动。”第三个学期，丙班在做小数减法 5.02−1.37，一个孩子对着十分位那个零发愣，说“没得借了”。她记下第三行。

三行字散在三本笔记的三个角落。学期末，教研组要一份总结，她写下的要点是：“退位要先看清位值，逐位处理，注意进退一致。”总结交上去，评为规范。笔记本被收进抽屉。

这个设想里有两件事值得拆开看。第一件，三行笔记各自都是一次小小的“发现”，孩子们说“换”与说“借”的差别，任何一位教师都可能在某个下午注意到。可是注意到一次，并不会成为一种思想；多数教师注意到过类似的事，多数这样的注意也就过去了。第二件，期末总结里的那句要点，对谁都成立，对谁都没有来处。三行笔记里的差异，在那句话里一个也找不到。

本书的原理说，思想是经验的差异没有被清洗掉、留下来的沉淀显露。前五章把“清洗”与“沉淀”写了出来。现在要回答一个更尖的问题：沉淀里的差异，在

什么时候从一件件小事变成一种可以沿用的区分？三行笔记里的那一处，是在第二行就算数，还是要等到第三行，还是要等到被总结冲过之后依然在场？“算数”需要一个判据，而这个判据不能是“后来证明有用”，因为那样说等于什么都没说。

特征律给出的回答，是三步里的最后一步：涌现。特征是差异稳定运行的结晶。本章的任务，就是把“稳定运行”写成可以观测的东西，把“结晶”写成可以在经验里指认的东西，并说清这样写有什么好处、有什么风险。

◆ 6.2　涌现这一步在说什么

先把前两步放回原位。混沌碰撞，是没有被洗掉的差异彼此相撞：两种做法、两条来路、悬着的问题。自组织，是碰撞之后的差异按差异序列的运行落下来，排出时间、层次与次序，这就是沉淀。两步合起来，给出的是一堆有序程度不一的材料。材料多，不见得就有思想；一座仓库里堆满了东西，仓库依然只是仓库。

涌现是这堆材料里发生的另一种事：某一种差异，在序列的反复运行中保持了自己的样子，并且开始牵动周围的差异按它来排列。此时它不再只是“一个沉淀”，而成了一个可以被指认、被再次使用的特征。特征律的原话是：特征是差异稳定运行的结晶。“稳定”说的是它在运行中保持住了，“运行”说的是它不是被放在那里，而是在一次次经验里被用到、被撞到、被绕开又绕回来，“结晶”说的是它由此获得了一个边界清楚、可以辨认的形状。

结晶这个词在这里有一层不能丢的意思：它从内部长出来。盐从饱和的水里析出，没有人去“提炼”出它的形状，形状由溶液里的离子彼此排列的方式决定，外力至多提供一个晶核、一点温度的变化。把它和第 11 章要写的提炼放在一起看，区别就清楚了：提炼从外面压缩，把一堆经验写成短短几条；结晶从里面生长，是差异自己在序列里排出的形状。前者可以由一个不在场的人完成，后者只发生在差异实际运行过的地方。第 409 号《教育的产品是结晶》讲的是学习者结成的结晶不能由别人代付；本书补的是它的上游，也就是结晶从哪里来：从没被洗掉的差异自己的稳定运行里来。

从 E3 的账上看，这一步也有对应。完成用掉的是动能，沉淀积下来的是势能，承载者是内能。结晶是势能积到一定程度后的一次释放：某个差异的势能，在一次新的经验里被调动，显出一个原来没有的区分。这个释放需要承载者在场，没有承载者，势能没有地方被调动。这一点在 6.8 里还要回来。

这一步在经验里的样子，与前面几章写过的场景相接。洗碗那一晚，两种洗法之间的分歧本是沉淀；它要变成思想，需要在以后的许多次家务里反复出现，并且

仍然是那个分歧，才有资格被说成一个特征。设想中的教师笔记，也是同一个结构：“换”与“借”之间的差别，是否结晶，不由第一次看见决定，由它在几个学期、几类题目、几次总结之后是否仍保持着自己的样子来决定。

特征的另一重含义，是同一性。一个特征，是在不同的场合里被认作“同一个”的东西。教师在甲班听到的“换”、在乙班听到的“借”、在丙班看到的“没得借了”，在这三处能被认作同一处差异的三次出现，这个“认作”并非主观随意，它要靠序列自己提供：每次出现时，孩子手里的东西不同、嘴里的话不同，被碰到的却是同一个问题，即被减数的某一位不够减时，补足的单位从哪里来。同一性是运行的结果，不是起点。第 17 章会写，这样结出的同一性有程度，也有谱系。

◆ 6.3　稳定运行的两个读数

结晶要有判据，否则“涌现”会变成一个什么都可以往里装的词。本书取“稳定运行”作判据，并立刻面对一个问题：稳定与否，看什么？

一个自然的想法是看“屡洗不掉”：同一种差异在不同条件下反复出现，每次清洗都冲不掉，它就是稳定的。这个想法接近事实，却埋着一个循环。如果用“冲不掉”来定义“稳定”，再用“稳定”来解释它为什么冲不掉，那么每一个冲不掉的差异都自动算作稳定，每一个冲掉的都自动算作不稳定，判据就成了事后贴的标签。

要避开这个循环，办法是把“稳定运行”拆成两个相互独立、各自可以数的读数。

第一个读数是复现：同一种差异，在几次经验中出现，在几种条件下出现。数的是次数与条件数。次数回答它是不是偶然，条件数回答它是不是只是某一个情境的产物。同一个班级里重复三次，与三个班级各一次，是不同的读数。设想中的教师笔记里，“补足的单位从哪里来”这一处，在三个学期、三个班级、减法与小数减法两类题里各出现一次，次数是三，条件数是三。

第二个读数是存留：经过清洗动作之后，它还在不在。清洗动作是具体的，包括完成（交了作业、过了关）、改正（错题订正后重做）、总结（写成要点）、换标准（评价口径变了）。存留看的是：做完其中至少一次之后，这个差异在记录里、在承载者那里，是否仍然可以找到，并且仍然是原来的样子。设想中的教师，写了期末总结，总结里没有这一处；但笔记本在抽屉里，三行字原样还在，第二年她翻开，仍然认得出。这是存留的一次读数。若她当初没有记，或记下的是“学生对退位掌握不牢”，存留的读数就是零，因为那个差异已经被换成了另一句话。

两个读数各管一件事。复现回答“它是不是反复来过”，存留回答“它是不是经得住洗”。有复现没有存留，是一种常见的情形：同一种说法每个学期都能听到，每个学期都被洗掉，下一个学期又听到。这个差异在运行，却没有留下，没有结晶的可能。有存留没有复现，同样常见：一个差异被好好地保存了，却只出现过一次，它可能是将要结晶的沉淀，也可能永远是一则轶事。结晶要求两个读数都过门槛。

门槛怎么定，是经验问题。本书在研究设定里暂取一组数：至少三次，至少两种条件，经过至少一次清洗动作仍然存留〔阈值待核〕。这组数用来让预测有可检验的形状，标作待核，是因为它要由第 18 章和附录三的设计去检验，也可能被调整。设想中的三行笔记，恰好达到“三次、三种条件”，又在期末总结这次清洗之后仍然存留，在这组门槛下，可以登记为一个结晶候选。

这里还要补一句关于数法的话。两个读数都是对“同一种差异”计数，不是对全部记录计数，所以它们与沉淀率是两种东西。沉淀率问的是一次完成留下了多少分歧、来路与未决项，答的是“留得多不多”；复现与存留问的是留下的那一项有没有反复来过、经不经得住洗，答的是“留的这一项算不算数”。一份记录可以沉淀率很高，却没有一项过门槛，那是一屋子尚未成形的材料；也可以只有一项过了门槛，沉淀率很低，却已经有了一个特征。两组数合起来看，才能知道一个承载者手里是材料多、结晶少，还是材料少、结晶已有。

“同一种差异”的认定也要防同样的循环。若观测者在知道哪些差异后来结了晶以后，再回头决定哪几次出现“算同一种”，凡是结了晶的，总能找到几次出现把它们连成一串，凡是没结晶的，总能说这几次其实不是同一种。避免的办法与存留的登记相同：在观测开始前，把“同一种”写成一句问题式的口径，例如“被减数的某一位不够减时，补足的单位从哪里来”，再由不知道后来结果的人，按这句口径逐次判定某条记录属不属于它。口径写得过宽，复现的数字会虚高；写得过窄，则每个差异都只出现一次。宽窄是可以调的，调的时候必须留下版本，7.6 节讲的追加不覆盖，在这里同样适用。

◆ 6.4　为什么两个读数必须分开观测

把一个读数拆成两个，看上去只是增加了记录的工作量，其实是整个判据能否站住的关键。这里把理由讲细一点。

设想只用一个读数，叫“屡洗不掉”。观测者拿到一份记录，看见某个差异在几次清洗之后还在，就判它“稳定”；看见另一个差异不在了，就判它“不稳

定”。接着，有人问：为什么前一个差异结晶了？答：因为它稳定。为什么稳定？答：因为它屡洗不掉。这条链上，“稳定”这个词从头到尾没有承担任何观测，它只是“屡洗不掉”的别名。任何一个存留下来的差异，都会被这个判据收进去，任何一个没留下来的，都被排出去，判据永远正确，也因此什么都没有预言。

拆成两个读数以后，情形变了。复现是在清洗之前、在不同的经验里数出来的；存留是在清洗之后、在承载者那里查出来的。二者发生在不同的时刻，面对不同的材料，由不同的记录支持。观测者先记下“这个差异在几次、几种条件下出现过”，登记在先；清洗发生之后，再查“它还在不在”。如果复现高的差异，其存留与复现低的差异没有差别，那就说明复现并没有给存留带来任何信息；如果二者有关联，这种关联就是一个可以被检验的发现，而不是一个定义。

两个读数交叉，可以得到四种情形。

	存留高	存留低
复现高	结晶候选：反复出现，且经得住清洗	习惯或套话：反复出现，每次都被洗成同一句话
复现低	待观测：留得下，但来过的次数还不够	过客：既没有重复，也没有留下

左上格是本书所说的稳定运行。右上格值得多说一句。组织里常有这样的事：每次会议都要说“要加强沟通”，每次纪要都写上这一句。它复现得很勤，但每一次都是被洗成同一句标准话，里面没有任何来路与分歧，这样的复现不带差异，只带格式。把它读成“稳定”，是把一个标准化的产物误认成了结晶。所以复现的读数里数的是“同一种差异”的次数，不是“同一句话”的次数。要判断两次出现是不是同一种差异，需要看它们碰到的是不是同一个问题，这一点在 6.2 讲同一性时已经交代过。

左下格是两个读数分开以后才看得见的一类。它提醒观测者，不要因为一个差异只出现过一次，就宣布它不重要。它有可能只是还没有等到第二次机会。下一节会专门讲这一点。

分开观测还有一个技术上的要求：存留必须事先登记，是哪一次清洗动作之后的存留。清洗动作有轻有重。订正错题是一次轻的清洗，写成要点是一次重的清洗，换了一套评价标准又是另一种。若不登记，观测者事后会倾向于挑一个让结论好看的清洗动作来报告：差异存留了，就说它经过了总结；差异没了，就说那次只是订正。登记的办法很朴素，在记录卡上写明“此处之后发生了什么清洗”，即可。附录一的记录卡为此留了一栏。

复现和存留还各有一个常被忽视的前提。复现要求每次出现都有记录，没有记录的出现无法计数；存留要求记录保存的是原样而非概括，否则查到的是概括的存留，不是差异的存留。这就把第 5 章的承载者问题带了进来：两个读数都挂在承载者上，承载者缺位，读数无从谈起。设想中的教师若只凭记忆回答“这件事我遇到过好几次”，那是一个叙述，不是读数；她抽屉里的三行笔记，才是读数的底本。

最后说一个数目上的好处。两个读数分开，各自有一个门槛，研究者可以调整任何一个而保持另一个不变，从而看出结晶对哪一个更敏感。如果结晶的出现主要由存留决定，说明保存的办法比次数更要紧；如果主要由复现的条件数决定，说明要想办法让差异在更多种情境里遇到。这类问题，在单一读数的判据下是没法提出的。

◆ 6.5　灵感与思想：一项预测，不是一条定义

“只出现一次的差异是灵感，不是思想”，这句话前文已经提到过。现在要把它的身份说准。

这句话可以被用成一条定义：把只出现一次的洞见一律叫灵感，把复现并存留的叫思想，两个词各归其位，事情就结束了。但这样的定义有一个严重的毛病：它会保护自己。任何后来长成了思想的洞见，都可以说“它当初其实复现过，只是没人看见”；任何没有长成的，都可以说“看，它只是灵感”。划界线随着结果移动，永远不会出错，也永远没人能证明它出错。

本书拒绝这样用它。灵感与思想的划界，在书里是一项预测：在其他条件相当时，已经满足复现与存留两个读数的差异，比只出现一次的差异，更常在以后的新经验里被用到、被沿用为一种区分。预测的内容是一个比例上的差异，它可以对，也可以错，错了就要撤回。第 18 章 18.7 节的预测 5 把这一条写成可撤回的预测，规定了读数与撤回条件；它所依据的两个读数，则由 18.4 节的预测 0′ 单独检验。

这一说法落实到记录，有几条具体的做法。

其一，只出现一次的洞见，并不被宣判为没有价值。它可能是一个尚未被观测到的沉淀：同一种差异也许在别处出现过，只是没有被记下来，或者记下来了却没有与这一次连起来。所以划界在这里的写法是“暂列一次”，而不是“判为灵感”。暂列的东西要保留，原样保留，等待第二次、第三次。设想中教师的第一行笔记“有孩子说‘换’”，在写下的当天，只是暂列的一次。

其二，划界的口径事先登记。哪一类算“同一种差异”，门槛是多少，用哪些清洗动作检验存留，都在观测开始前写下，观测中不改。一份事后调过口径的记录，不能用来支持预测，只能用来提出下一轮的口径。

其三，反例要如实记入，不得用划界去消解。设想有一个洞见只出现过一次，没有任何复现的记录，后来却长成了影响很大的区分，这是对预测的一个反例，应当如实计入反例栏。不能说“它一定在别处复现过”，除非另有记录证明。反例多到一定程度，预测就该撤回，那时撤回的是“复现与存留给出的划界”，原理中“差异要沉淀、要显露”的主张仍须另行检验，两者不是同一条。

其四，预测的方向是不对称的。一个差异满足两个读数，只说明它“更可能”结晶，没有说它必然结晶；一个差异不满足，只说明它“更不可能”，没有说它必然落空。不对称的原因在于结晶还取决于以后会遇到什么样的新经验，这一点无法在今天的记录里读出来。划界线上的概率差，是本章能够交给读者的全部，也是它可以被检验的原因：概率差有多大，是一个经验问题。

这种写法的代价是，书中不能再用“这只是灵感”去打发某个被提起的洞见。用得起这个代价，是因为洞见的来源常常无从分辨。在写作与研究的现场，人们往往先有一个“好像有点什么”的念头，当时无法说明它是灵感还是未成形的思想。保留它，加上日期和条件，成本很低；错判它，则可能把一个将要结晶的沉淀与一堆废纸一同处理掉。这与第 3 章写的沉淀被误当脏东西洗掉，是同一条路。

◆ 6.6　结晶显露为什么：新的对比、新的变化、新的分布

结晶之后，显露出来的是什么？按第 513 号《SDE九宫格透镜问题分析法》中透镜的 S1，是三种样子：新的对比、新的变化、新的分布。下面各给一个例子，每个例子都写出它的两个读数，使读者看见判据在具体材料上怎样落地。三个例子都是构造的，用来说明读数的写法，不是研究结果。

新的对比：原来分不开的两件事分开了。　回到那位教师。三行笔记里，“换”与“借”原本都被叫作退位。第三个学期，丙班那个孩子对着小数里的零说“没得借了”，这一句与前两行笔记相遇：在 404−245 里，说“换”的孩子手里的东西是有来处的，是把百位上的一个拆开；说“借”的孩子，只要邻位有数，就一路借下去，来处只是一个位置；而面对一个零，“借”失去了落脚点，“换”却仍然成立，因为零所在的位置之前，还有可拆的更高位。一个新的对比由此显出：退位里有一种是“拆开已有的”，另一种是“向别处要”。这个区分原来没有，它把一个名词劈成了两个，并且能指导下一步：遇到连续的零，两种孩

子的困难不同，提示也该不同。复现读数：三个学期、三个班级、两类题，次数三，条件三。存留读数：期末总结之后，笔记原样在抽屉里，三行字仍可辨认。两个读数过门槛，对比的显露有据可查。

新的变化：原来看不出的趋势看出来了。 设想一个项目组，每周开会，纪要只记决定。未决的问题被写在纪要之外的一张便条上，由一位成员顺手保管。十几周后，有人翻看这叠便条，发现“谁来验收”这一条以不同的措辞出现过多次，出现的时间都落在交接前一周。单看任何一周，它都只是一个小疙瘩；摊开看，是一个随交接节奏周期性出现的变化：每逢交接，验收责任就悬空一次。这个变化原来看不出，是因为每周的纪要都是干净的，趋势被洗掉了。复现读数：十几周里出现了六次，条件覆盖了三个不同的交接。存留读数：便条原样保留，没有被并入纪要，也没有被“归类为沟通问题”。变化的显露靠这两个读数撑着，缺任何一个，那叠便条就只是便条。

新的分布：原来混在一起的情形摊开了。 设想一个班读一段课文，课后问“读懂了吗”，答案是“懂了”“没懂”两类。若教师把学生对同一句话的解释一一保留，不判对错、只记原话，会发现解释摊成了几簇：有的依据前一段的因果，有的依据人物的口气，有的依据一个词的双关。三簇各有文本依据，各有一批人。“懂”与“没懂”这条线，在这张分布面前被换成了另一种问法：每一种解释依据的是文本的哪一处。这个分布原来是混着的，被“读懂了”这个干净的结论洗平了。复现读数：同一段文本，换了两个班、两个学期，簇的数目与分法大体相近；条件数为二。存留读数：原话在清洗（评出对错、统一参考答案）之后仍在记录里。分布的显露，同样依赖两个读数。

三个例子有一个共同点：显露出来的东西，在结晶之前都能在材料里找到它的零件，却没有人看见它。新对比的零件是三行笔记，新变化的零件是一叠便条，新分布的零件是一批学生的原话。结晶并不凭空添加什么，它把已经落下来的差异按某种形状排了出来。这也是它被称作显露的原因：排出来的形状，在材料里一直潜在。

另一个共同点：三种显露，每一种都改变了下一步的做法。有了“拆开已有的”与“向别处要”的区分，提示要换；有了随交接周期出现的悬空，验收责任要提前约定；有了解释的分布，课后问题要从“懂不懂”换成“依据哪一处”。思想在经验里的用处，正体现在这里：它让下一次经验长得不一样。

◆ 6.7　结晶发生在介生态

结晶需要一个相位条件。D2 有三态：秩序态、混沌态、介生态。秩序态里方向明确，过度则僵化；混沌态里开放而未收敛，过度则无法结晶；介生态是正在自组织的相位，是创造最关键的温床。结晶只在介生态里发生。

用上一节的三个例子看这一点。教师笔记里，“换”与“借”的差异之所以能被认作同一处，是因为三个班级、两类题的任务都有大致稳定的框架：都是减法，都有位值，都有一个被减数的某一位不够减。框架提供了一定程度的秩序，使三次出现可以相认。可是框架没有锁死孩子们的说法：有人说“换”，有人说“借”，有人说“没得借了”，说法的参差是活的。秩序给了差异一个可以相互对照的地方，混沌给了差异继续碰撞的余地，两者各占一部分，这就是介生。

秩序过度时，会发生什么？设想这位教师所在的学校，要求所有退位题一律按统一口诀书写：“个位不够，向十位借一，十位变九。”每个孩子写出一样的步骤，每份作业一样整齐。在这种环境里，“换”与“借”的参差被口诀提前抹平，笔记本里再也记不到“有孩子说‘换’”。差异在进入记录之前就被洗净了，没有碰撞，没有沉淀，自然没有结晶。这是第 17 章 17.2 节所讲的统一性在个人经验里的样子，与第 554 号《数学标准的典范重生》所写的统一性标准化洗掉混沌、使特征律死亡，是同一件事在两个尺度上的样子。

混沌过度时，情形相反。设想没有任何稳定的任务框架：这周做减法，下周做图形，再下周是一次活动课；记录的格式每次都变，孩子们的说法每次都不一样，也没有一处可以与另一处相认。差异在流动，却找不到可以反复碰到的同一个问题。每一次出现都是新的，也就谈不上复现，两个读数都无从取得。这样的环境里也有很多新鲜的东西，但新鲜不等于结晶。

由此得出一个必须写明的结论：本书不主张“越乱越好”。混沌是原料，不是目标。反过来说，也不主张越整齐越好。介生是一个相位，不是一个位置，没有一个固定的“最佳混乱度”可以给出。它的操作含义是：在任务框架保持可相认的前提下，不预先抹平参差。教师不必把课堂搅乱，只需在批改的时候，允许“换”与“借”两种说法同时出现在纸上、同时留在本子里。

介生态与熟练的关系，在这里先点一句，第 8 章会展开。熟练是 D3 收紧到极致，把可运行的差异一并优化掉，所得是高效而贫血的完成：一个熟手批改一百份作业，每一份都对得很快，其中的参差在批改的动作里已经被消化。可是熟手若在条件多样的情境里工作，又刻意保留差异，那就是研究文献里所说的适应性专长（波多野谊余夫与稻垣佳世子，1986 年）：他们面对不同的情境，会把已有的做法

拿出来重新问一遍，而不是只套用。这样的熟手正好是介生态的承载者，他们的熟练给了任务框架一个稳固的底，他们保留的差异给了框架里一点活动的余地。所以熟练与结晶并不对立，对立的是条件恒定下的熟练与差异的保留。

近亲里也有人讨论过类似的相位。有关复杂系统的研究者曾提出，计算或自组织最丰富的状态出现在有序与无序之间的窗口里（Langton，1990），科学史上库恩讲过反常的积累，在常规科学的框架里一点点堆起来，积到一定程度才触发范式的改变（Kuhn，1962）。这些说法在领域上相去甚远，与介生态却有一点相通：新东西不出现在彻底整齐的地方，也不出现在彻底散乱的地方。本书的话只比它们多一句：在经验里，这个相位是可以通过记录的办法去保持的。记录什么、怎样记，保持了差异的参差，也就保持了介生。

还有一点关于时间。介生态不是一次性的，它会被消耗。差异结晶之后，成为一个可以直接沿用的区分，它所在的那一小片，就从介生滑向秩序：教师熟知了“换”与“借”之后，课堂上这一处就不再有新的碰撞，转而成为她手里的现成工具。这是正常的，也是第 7 章回写要处理的事：结晶写回承载者，成为下一层沉淀的底；新的参差从别处冒出来，介生态在更高一层或另一处重新开始。

◆ 6.8　结晶为什么替代不了：与不可替代性相接

最后回到那份期末总结。她写下的要点是：“退位要先看清位值，逐位处理，注意进退一致。”要点本身没有错，教研组拿去，每个人读了都点头。问题在于，从这句话里，不可能长出“拆开已有的”与“向别处要”这个对比；而从三行笔记里，这个对比是长出来了的。

这里有一个很干净的推理，是本书在第 11 章要主证的一条：提炼是多对一的压缩。三行笔记，加上它们背后的几十份作业、几个孩子的原话，压成一句要点，信息是单向损失的：从要点回不到笔记。更要紧的是，一份差异将来会在什么样的新经验里撞出结晶，在压缩的当时无法预知。“拆开已有的”与“向别处要”的区分，是在第三个学期遇到小数里的零才显出来的；写总结的那个时刻，没有人知道小数减法会在下学期出现，更不知道那个孩子会说出“没得借了”。压缩的人只能依据当时看得见的相关性来决定留什么，而结晶依据的是将来的相关性。当时看不见的，就在压缩里丢了。

所以，无论要点写得多好，都替代不了原始的沉淀。这一条与“保留错误有益”的说法不同。生产性失败和合意困难的研究讲的是：学习者在过程中经历失败或困难，当下的学习效果更好，这是关于学习效果的命题。这里讲的是另一件事：

压缩发生的时刻，未来的相关性不可知，因此被压掉的东西不可替代。前者是关于过程的好处，后者是关于信息的结构。两个命题可以同时成立，也可以分别被检验。本书取后者，并把它放在判决预测里，要与最强的对手分叉（第 18 章）。

这一点和 6.5 的划界合起来，给出一个有些反直觉却可操作的建议：在结晶发生之前，不要急着总结，更不要急着让总结替代原件。保留的办法，是原样留着，代价很低：一个本子，一行日期，一句原话。在结晶发生之后，可以也应该由当事人自己动手把它写成一个区分，这是回写的一种；这种动手写，仍然连着来路，不同于把沉淀交给别人压缩成可转手的要点（第 11 章对此作了限定）。

承载者的角色在这里再一次显出来。结晶需要承载者在场，要点却是可以脱离承载者的。设想教研组的另一位教师拿到那份总结，他可以照着执行，却无法由此“看见”什么：没有那几行笔记，没有那几个孩子的说法，他缺的是势能所在的内能。提炼的结果谁都能用，却无法在使用者身上再次释放出新的区分。三行笔记则不同，翻开它的人，如果碰巧也在批改某一道有零的减法，那三行字会重新活起来，因为它们挂在一个仍有内能的承载者上，一个会批改作业、会听孩子说话的人。

由此，本章的判据与全书的实践建议接上了：结晶的条件是两个读数，结晶的相位是介生态，结晶的保存靠原样的承载，结晶的替代品并不存在。读者此刻若想检查自己手边的一份经验，可以问三个问题：这里有没有同一种差异，在几种条件下出现过；经过一次总结或订正之后，它还在不在原样；这份总结之外，有没有一个仍然会翻开它的承载者。

◆ 本章结论

1. 特征是差异稳定运行的结晶。涌现是特征律的第三步，结晶从差异自己排出的形状里长出来，从外面压缩得到的要点替代不了它。
2. 稳定运行有两个独立读数：复现（次数与条件数）与存留（经清洗动作后是否仍在）。研究设定暂取至少三次、至少两种条件、经过至少一次清洗仍存留〔阈值待核〕。二者分开观测，存留须事先登记清洗动作，判据才不会用“屡洗不掉”去证明自己。
3. 灵感与思想的划界是一项可撤回的预测：满足两个读数的差异比只出现一次的差异更常被后来沿用。只出现一次的洞见暂列一次并原样保留，划界口径事先登记，反例如实计入。

4. 结晶显露为新的对比、新的变化或新的分布，三者各有两个读数的底本；结晶发生在介生态，秩序过度差异被洗净，混沌过度无法结晶，本书不主张越乱越好。
5. 压缩的当时无法预知差异将在何种新经验里结晶，所以要点替代不了原始的沉淀；这一点由第 11 章主证，第 18 章检验。

◆ 本章参考

— 原始文献

· Kuhn, T. S. (1962). The Structure of Scientific Revolutions. University of Chicago Press.

— 研究文献

· Hatano, G., & Inagaki, K. (1986). Two courses of expertise. In H. Stevenson, H. Azuma, & K. Hakuta (Eds.), Child Development and Education in Japan (pp. 262–272). W. H. Freeman.
· Langton, C. G. (1990). Computation at the edge of chaos: Phase transitions and emergent computation. Physica D, 42(1–3), 12–37.

— 站内著作

· 第 554 号《数学标准的典范重生》：统一性标准化使特征律死亡，本章写的是同一件事在个人经验里的样子。
· 第 513 号《SDE九宫格透镜问题分析法》：S1·D2·E3 透镜的定义。
· 第 409 号《教育的产品是结晶》：讲学习者结成的结晶不能代付；本章补的是结晶从哪里来。

◆

07

第 7 章

回写：结晶之后再沉淀

本章提要　特征律走到涌现，思想显露出来，这一程还没有走完：显露若没有写回承载者，下一轮经验仍从原来的底上开始，显露便只是一次灵光。本章讲回写的含义、时间与承载者，讲回写与灵光的分界为什么是可检验的预测，讲回写时最容易发生的三种变质，以及版本与证据怎样穿过回写而保持原样；最后讲当事人自己动手、连着来路的总结，为什么属于回写而不属于清洗。

◆ 7.1　同一个周四晚上的两种结局

以下场景是设想的。一位小学数学教师在周四晚上批改四十来份减法作业，其中有几道形如 404−245 的题。批到一半，翻过的几页在她手边自然摊成了两叠：一叠里的错误挤在被减数中间有零的题上，另一叠里的错误散在各处；而在答对 159 的作业里，有的十位上留着一个被划掉的“10”，有的干净利落。这一晚，经验里显出了一个原来没有的分布：错误并不均匀地散落，它们聚在“中间有零”这一档；还显出一个对比：同样答对，有的是借了一次就收住，有的是借了又改。这就是第 6 章所说的显露，S1 的三种样子里的分布与对比。

结局甲：她当晚没有动手记，因为第二天早上有会，周末又有别的事。周一备课时，她记得的是一句话：“有零的题学生容易错。”这句话是对的，也是谁都可以说出来的。作业本已经发回学生手里，划掉的“10”在谁的本子上、有几处、出现在借位的哪一步，都已经找不回来。她照这句话多布置了两道有零的题，学生做对的多了一些，那一晚显出的分布没有再往下走。它成了一次灵光：确实出现过，却没有在任何承载者上留下可以再次碰撞的东西。

结局乙：她当晚花了十分钟。她把四份有划掉痕迹的作业用手机拍下来，在花名册边上写了一行字：“404−245，十位是零，先借百位，再回头改十位，划掉的

是 10；共四份，另有两份直接写 9。”她没有写“学生借位有困难”，也没有写“有零的题要重点讲”。周一备课时，她翻开这一行，看到的不再是一句判断，而是一个还带着形状的差异。她让学生把这道题的两种写法分别写在黑板的两侧，不评哪个对，只问：十位上的 10 为什么被划掉，又为什么有人直接写 9？接下来的一周里，这个差异与另一类题碰到了一起：当被减数是 500，几乎同样的划改再度出现，只是位置换到了百位。同一种差异在第二种条件下复现，这一次她在行动里把它写成了一张小卡片：“借位的人头上都有一个看不见的账，账记在哪一位上，划改就出现在哪一位。”这个说法后来被她沿用到分数的通分里。

两个结局的第一晚是同一晚，显露是同一次，区别只在于有没有回写。结局乙里被写下来的并不是结论，而是原样的差异和它的来路：几份、哪一步、划掉了什么。正因为留的是差异，下一次它才能与别的差异再撞一回。本章要讲的就是这一步：显露之后，把显露连同来路写回承载者，成为下一层沉淀的底。

回写不是一个新的步骤，它是特征律在时间上的延续。第 4 至第 6 章把混沌碰撞、自组织、涌现讲成一次从下往上的运行：差异撞在一起，按序列落下来，稳定到一定程度结晶为特征。但是结晶发生之后，经验并没有就此停住，它会进入下一轮。下一轮从什么样的底开始，取决于上一轮结晶的东西有没有落回承载者。结晶若只存在于某个夜晚的感受里，下一轮的底仍是上一轮的底；结晶若落回了人、记录、关系或工具，下一轮的底就多了一层，差异将在这一层上沉淀、碰撞，结晶出更远的东西。

◆ 7.2　回写：显露落回承载者

SDE 的写法是 S＝F(D,E)：经验的差异序列 D 在承载者 E 里运行，显露出 S。回写要说的是这个式子的下一轮：上一轮的 S 改变了 E，于是下一轮是 S′＝F(D′,E′)，其中 E′　　已经包含了上一轮的 S。式子并没有新增什么，它只是把“显露”这件事从终点放回到运行之中，让显露既是一轮的结果，又是下一轮的条件。

这里需要把回写与另外两件相近的事分开。其一是记录。记录是把发生过的事留下来，它可以与显露无关：会议开了，留下纪要；课上了，留下教案。回写留下的是显露，以及显露与来路的连接。同样一页纸，写“学生借位有困难”是记录，

写“404−245 里十位是零，划掉的是 10，共四份”则是回写，因为后者保住了差异的形状，使下一轮的碰撞有东西可撞。其二是总结。总结是把许多经验压成一个判断，回写则要求判断仍然拖着它的来路。两者的区别，本章第 7.7 节再作交代。

回写落在哪里，决定了它改变的是什么。承载者有四类：人、记录、关系、工具。回写落在人身上，改变的是这个人此后的分辨：同样的作业摆在面前，原来看不出的划改现在一眼就看见了。落在记录上，改变的是可以被重新翻开的材料。落在关系上，改变的是几个人共有的区分：办公室里有了一个大家都懂的说法，开会时不必再从头解释。落在工具上，改变的是下一次做事的方式：一套题组里多了一道有零的题，一份模板里多了一栏“来路”。

用第 5 章的账本看（透镜取自第 513 号《SDE九宫格透镜问题分析法》），回写的 E3 结构很清楚。显露本身是一次势能的释放，释放时用掉的是动能：那个夜晚的专注、十分钟的整理。回写则是把一部分势能存回承载者，也就是内能。承载者越是能容纳差异，存回去的势能越不会变质。第 5 章讲过，势能离开内能就成了谁取都一样的库存，那就是提炼。回写的要求，因此可以写成一句话：显露存回去的时候，要存进能够再次释放它的承载者里，而不是存进一个谁拿到都一样的容器里。

还有一点值得说明。回写并不要求显露已经“正确”或“完整”。结局乙里的那句“账记在哪一位上”在当时只是一个说法，后来被分数通分的情形部分地支持，也可能被别的情形推翻。回写要保住的是它的来路和它被写下的时点，这样它后来被支持或被推翻，都有地方可查。正确与否由后面的运行来裁决，回写只负责让后面的运行有东西可裁决。

◆ 7.3　回写的时间

回写有三种时间尺度，各自管着不同的事。

第一种是显露当下的回写。显露出现的那一刻，差异还是新鲜的：划掉的 10 还在眼前，那一叠作业还没有被收走，那个念头也没有被后面的念头盖住。这个时候写下来的东西，带着最多的来路。后来再想补，补出来的往往是回忆，回忆会把来路理顺，把当时没有想到的联系说成当时就有。事后的叙述可以登记为新增材料，

但它取得不了原位记录的身份。所以当下的回写不求完整，求原样：几句话、一张照片、一个草图，足以把当时的形状钉住。

第二种是隔一段时间的重读。显露过去一夜、一周、一个月，当时的感觉已经退去，留下来的是写下的东西。这个时候重读，同一份记录与新的经验撞在一起，是沉淀的第二次碰撞。教师周一翻开花名册上的那一行字，就是这样一次：她带着周末的别的经验回来，同一行字显出了周四晚上没有的东西，比如“这是两种写法，而不是一种写法加一个错误”。重读是回写发挥作用的关键时点，因为大多数思想不是在写下的那一刻长成的，而是在写下之后与别的经验相遇时长成的。

关于隔一段时间的重读，认知心理学里有一个相邻的结论：Roediger 与 Karpicke 在 2006 年报告，学习之后经过提取比反复重读更利于较长时间后的保持，这一类结果后来被概括为测试效应。本书借用它的方向，不借用它的数字：重新取用写下的东西，不同于重新读一遍总结。这里的关键差别是，取用时面对的是否还是那一团带着形状的差异。如果摆在面前的只是一条干净的要点，取用不过是又读了一遍结论；如果摆在面前的是带着来路的记录，取用就是让差异再次运行。

第三种是跨任务的回用，也就是显露被带进别的经验里。小学教师的那张小卡片后来在分数通分里被用到，是这第三种时间。它与第 6 章里稳定运行的两个读数相接：复现，即同一种差异在几次经验、几种条件下出现；存留，即经过清洗动作之后它还在不在。这两个读数能够被观测，前提是有东西留着：没有回写，第二次、第三次出现时没有人认得它就是同一种差异，复现的次数无从计起；没有回写，清洗之后它是否还在，也无从核对。回写因此不是稳定运行的附属物，它是稳定运行可被读出的条件。一个差异在经验里也许复现了五次，但如果没有任何一次被写下来，对观测者来说，它一次也没有复现。

三种时间尺度还有一个相互咬合的关系：当下的回写决定重读时有什么可读，重读决定回用时拿什么去用。其中任何一段断了，后面的就只剩下印象。印象并非无用，它可以提示“这里好像有过什么”，但印象会自己重新组织，把不同的差异合并成一个熟悉的轮廓，那正是第 3 章所说的沉淀被当作脏东西洗掉的方式之一。回写的功能，是在差异被印象改写之前，让它先落在一个不会自己改写的地方。

时间尺度还提示了一个朴素的做法：回写不必一次做完。当下留下原样，隔一段时间重读时加一行“现在看来”，回用时再加一行“这次用在哪里、用得怎样”。三行字，分在三个时点，各自标明时点，比一篇一次写成的总结更接近一个差异真实的生命。下文第 7.6 节讲版本时会说明，为什么每一行都应当带着时点，而不是改写前一行。

◆ 7.4　回写的承载者：写进哪里，决定下一层长成什么

这里的四类是沉淀所挂的承载者，即 E3 里的内能，与第 2 章里完成留下的四种“载体”（结果、文件、习惯、关系）不是同一组：后者是完成这一刀截下的四种截面，各自洗掉不同的东西；前者是显露落回去的四个去处。两组里都有“关系”，在第 2 章它是被洗掉“谁提出过”的对象，在这里它是承载共有区分的去处。区分这两组，是为了不把“留下来”与“接着用”混为一谈：载体回答完成之后还剩什么，承载者回答显露存回哪里才能再次运行。同一个显露写进不同的承载者，下一层沉淀的样子很不相同，这一节逐一说明，并指出每一类承载者最容易出的错。

写进人。　显露最先落在人身上，这是最快的回写，也是最不可靠的回写。人的内能是分辨力：看过几十份带划改的作业之后，看第四十一份时，划掉的 10 会自己跳出来。这种改变是真实的，也是其他承载者替代不了的，因为只有它能在下一次经验里即时起作用，不需要翻找。波兰尼称之为默会的知识，我们知道的多于我们能说出的，这个判断本书完全接受。但是写进人的回写有两个弱点：第一，它看不见，自己也很难核对它到底改变了什么；第二，它会随人的状态起伏，疲倦时、换岗时、隔了一个长假之后，分辨力都会退。所以写进人的回写，最好有另一份写进记录的回写与之对照：身体里的分辨是什么，纸面上的原样是什么，两者一起，才能在分辨力退去时把它找回来。

写进记录。　记录是最容易核对的承载者，也是最容易被误用的承载者。花名册边上那一行字是记录，一份弃稿是记录，一段对话的原文也是记录。写进记录的回写有一条要求：存原样，存来路，存时点。原样，是尽可能接近当时的形状，比如照片、原话、划掉的痕迹；来路，是这个显露从哪几份材料里出来的，比如“共四份，另有两份直接写 9”；时点，是它在什么时候写下，当时已经看到了什么。三者

缺一，记录就容易退化为一条要点。记录还有一个常被忽略的功能：它让显露可以被另一个人碰撞。第 4 章讲过，混沌碰撞需要差异，而别人的差异和自己的差异撞在一起，往往比自己的差异互撞更猛烈。一份连着来路的记录，是可以递给同事的差异；一份只有结论的记录，递过去的只是一个判断，对方只能同意或不同意。

写进关系。 关系承载共有的区分。办公室里有一天出现了一个说法，叫“带账的借位”，大家一听就知道指的是哪一类划改，开会时省去了三分钟的解释；这个说法就是写进关系的回写。关系里的回写带来的好处是速度：几个人共用一个区分，分工和接力都变得容易。风险也同样明显：说法一旦流行，会越来越像一个标签，而标签是不带来路的。当大家说“又是带账的借位”时，也许已经没有人记得它最初是从四份作业里划掉的 10 长出来的。这时关系里的区分仍然在，但它已经从沉淀变成了封口，下一次再有新的划改出现，它只会被归入这个标签。要防这个风险，办法并不复杂：关系里的每一个说法，背后都指向一份记录，说得出它是从哪里来的。

写进工具。 工具包括题组、模板、提示语、表格、软件的设置。写进工具的回写改变的是下一次做事的方式，它的力量在于不依赖谁记得。周四晚上的显露若写成题组里的一道题：“请用两种写法算 404−245，并说明十位发生了什么”，那么以后每个用这套题组的班级，都会重新撞见这个差异。这是回写的最远一程，也是风险最大的一程。工具把一个差异固定成一个动作，使用者只需照做，不必再理解；一旦工具被复制到不同的情境，它携带的差异就变成了“规定动作”，失去了生成它的那份经验。第 1 章谈过三种洗法的“单位”，工具的单位也是如此：一次完成的单位若太大，工具就把许多差异一并洗掉。好的工具回写，应当给使用者留出继续沉淀的位置，比如题组里留一栏空白：“你的班上出现的第三种写法”。

四类承载者不是备选项，而是通常需要联合使用的一组。一个比较稳妥的配置，是让同一个显露至少落两处：一处在人，一处在记录。人负责即时的分辨，记录负责事后的核对与别人的进入。关系与工具则是在显露已经复现过几次以后再考虑的去处，因为它们的传播范围大，写进去之后改起来也更费力，不宜太早。这也回答了一个常见的疑问：是不是每一个灵光都要写进一套体系？不是。体系是回写的一种远程形态，成本高，传播广，只有经过复现的差异才值得走到这一步。

承载者的选择同时涉及介生态。第 4 章和第 6 章讲过，差异要在介生态里运行：混沌过度，差异撞不成秩序；秩序过度，差异被洗净。承载者正好决定了回写落在介生态的哪一侧。一个空白的笔记本偏向混沌，什么都能写，什么都没有结构；一份填满字段的模板偏向秩序，每一栏都预设了要写什么。花名册边上那一行字处在两者之间：它有结构，同一道题、同一种划改、几份，但没有预设“应当得出什么结论”。附录一的沉淀记录卡就按这个思路设计，只记原话、原样、原来路。

这里要提醒一个自指的风险。记录卡本身也可以成为清洗：如果卡上的栏目要求填写“归类”“要点”“建议”，那么填写的人就会不自觉地把差异压进栏目，卡片越整齐，沉淀越少。所以记录卡的每一栏都应当接受原样，而不是接受概括。附录一会写明这一点。

◆ 7.5　没有回写，显露就只是一次灵光

灵光是什么？先看它的结构。一次灵光有三个特点：出现得突然，感觉很重，之后很难复述。突然，因为它是差异在某一刻碰撞出来的；感觉重，因为这时势能在释放，动能在被消耗；很难复述，因为它没有落在任何一个可以再次取用的承载者上。我们平常说的“当时想到一个很好的点子，后来想不起来了”，说的就是这种情形。

按本书的原理，灵光与思想之间的差别在于：思想是没被洗掉的差异稳定运行后结晶出的显露，而灵光是只有一次显露、没有后续运行的显露。第 6 章已经说明，这个划分是一个可以被检验的预测，不是一个定义。这一点在本章需要再说一遍，因为回写正是这个预测中最容易观测的一环。

预测是这样的：在其他条件相同时，被回写的显露，在其后的新经验中被沿用、被修改、被推翻的次数，多于没有被回写的显露。这是一个关于次数的预测，它可能是错的。如果事实表明，没有被回写的显露，在后来同样常被想起并起作用，那么回写在这里就不是必需的，本书关于回写的论断要收回。这个条件并入第 18 章的预测 0：保留沉淀记录（回写是其中的一种）的一组，与只保留结果的一组

相比，其后同类任务中显露的新区分是否更多；没有差异，原理连同本章关于回写的论断一并撤回。

需要说明，这个预测本身并没有把某个特定的洞见预先判为灵光。一次只出现了一次的洞见，既可能是真正的孤例，也可能是一个尚未被观测到的沉淀：它在别处已经有了同类，只是没人把它们放在一起。因此，把一个洞见判为“灵光”，只能在事后、在已经有了回写与追踪的条件下判。没有回写的地方，我们只能说：不知道。这一点很重要，它把回写从一个“好习惯”变成了一个“观测条件”：不回写，不是灵光变少了，而是我们失去了判断它是不是灵光的办法。

由此可以理解，为什么很多人觉得自己“经验很多，思想很少”，或者觉得“当时明明悟到了什么，后来都忘了”。经验很多是真的，每一次也许都有微小的显露，但这些显露没有落回任何承载者，每一次都从同一个底出发，于是总量不累积。熟练的人尤其如此：熟练使每一次完成都顺畅，顺畅意味着没有停顿，没有停顿就没有回写的缝隙。这与第 1 章 1.6 节所说的熟练是第二道清洗相呼应，也与第 8 章的熟练限定一致：条件恒定下的熟练洗得最干净，熟练加条件多样、加差异保留，才是适应性专长。波多野谊余夫与稻垣佳世子在 1986 年区分的常规专长与适应性专长，大意正是如此：后者在熟练之外，仍在不断遇到并保留新的情形。回写是保留的一种具体形式。

再举一个与教学无关的例子。设想一位项目负责人在一次复盘会上忽然意识到，几次延误的原因看上去各不相同，其实都发生在“交接的下一天”：交接那天一切正常，下一天才暴露问题。这是一个新的分布。若会后只写进纪要“加强交接管理”，这个显露就被洗成了一句谁都同意、谁都不必改变的话。若会后把四次延误各自的日期、交接人和暴露时点原样列在一张表里，下一次出现第五次延误，表格就能立刻回答：这是不是同一种？在这张表上，“交接的下一天”才有机会从一个说法变成一个特征。

灵光与思想的距离，因此往往只是一张表、一行字、一次愿意回头的距离。这个说法听起来太轻，却是本书的论点之一：思想不需要比灵光更聪明，它只需要被允许在承载者上再运行一轮。第 409 号《教育的产品是结晶》讲结晶不能由别人代付，回写同理：落笔的取舍必须经过经历者自己，7.7 节会回到这一点。

◆ 7.6　回写时的三种变质，以及版本怎样穿过回写

回写是把显露写回承载者，而写的动作本身就是一次整理，整理又可能是一次清洗。所以回写要防的第一件事，是它自己把要保住的东西洗掉。常见的变质有三种。

压成要点。　最普遍的一种。周四晚上显出的是“四份划掉了 10、两份直接写 9、都出现在十位为零的题上”，写下来变成“十位为零的题易错”。后一句是前一句的多对一压缩：许多不同的情形，对应同一个结论。压缩的当时，没有人能预知这些情形将来会在哪一次新经验里撞出什么；而压缩一旦完成，原来的情形就不再被提起。本书把这一点作为第 11 章的主证：要点写得再好，也替代不了原始的沉淀。这里只需记住它对回写的约束：回写可以同时写要点，但必须把要点连着它所从出的原件，要点是索引，原件才是底。

事后理顺。　第二种是把来路写顺。回忆总倾向于讲一个连贯的故事：先怎样，接着怎样，于是得到结论。实际的来路里有绕路、有反复、有没想通却放过去的地方，而这些恰好是沉淀的主要部分。一旦写成顺的，未决型的沉淀就消失了：原来悬着的问题，在叙述里变成了“早有预见”。回写的时点因此要尽量靠近显露，隔了很久再写，应当明说是回忆，并登记回忆发生的时间。事后询问可以增加材料，但增加的是后来的叙述，要作为新来源登记，不要改写原页，好像当时就知道。

升格。　第三种是材料在传递中悄悄取得更多资格。一个设想被写成了做过的事，一个算例被写成了现场结果，一次复述被写成了理解。比如本书里的洗碗：父子两种洗法是作者家中的真事，分组洗法只是设想；若在回写时把“分组洗法”和另外两种并排写成“三种洗法的比较”，读的人就会以为三种都做过。升格往往不是有意的，它来自语言的流畅：流畅的句子不带来源标记。防止升格最有效的办法是在回写时给每条内容带一个身份：这是发生过的，这是推测的，这是计划但没做的。

三种变质的共同点，是回写时只顾了显露，丢了显露的来路。要使版本与证据穿过回写而不变质，需要几条平实的做法。

第一，追加，不覆盖。一条回写若需要改，不要擦掉旧的，在它下面追加新的，两条都保留，各带时点。这样，后来的人可以看到这个说法是怎样变的，也可

以看到它为什么变。旧句子并不都是错的，它往往记录了当时的最好理解；擦掉它，等于把差异洗掉。

第二，每次关键改动留下五项：旧内容、新内容、改动理由、登记时点、当时已经看到的结果。最后一项最容易漏。一条规则若是在看过结果之后才改的，它可以很好地解释这个结果，却不能再用同一个结果来证明规则事先预见了它。时点和可见范围合在一起，才能区分哪些是预测，哪些是事后的解释。

第三，区分材料与解释材料的规则。材料没有变，解释它的规则变了，同样会让结果换了意思。比如原先把“看了提示再做对”记为一类，后来悄悄并入了“独立做对”，两轮的数字看似可比，实际回答的已是不同的问题。规则也要留版，旧规则与新规则并存，各自说明适用于哪一批材料。

第四，撤回要沿着依赖传播。下面是一个完全构造的小例子，用来演示一条回写怎样因补充材料而被收窄。设教师在记录里写了：“404−245，答案 159，能复述换单位的步骤，显示独立理解。”后来她翻出配套的提示页，发现作答之前已经给出“先从 4 个百换出 1 个百，成为 10 个十”的说明。这条补充材料足以取消“独立”二字，却不足以说明提示造成了正确答案：原有的理解、程序的记忆或读了提示之后的复述，都可能解释现有的文字。于是正确的处理是：原句保留，在其下追加一句，写明某时点发现作答前已有提示，撤回“独立理解”的判断，“答案正确”和“能复述”两项保留，独立与否改为未决。随后检查依赖它的东西：根据这句话安排的下一难度的建议要暂停，转载这句话的摘要要加订正，按同一条规则生成的类似判断要抽查有没有同类遗漏；另一份仅仅引用“答案是 159”的材料，则无需撤回。传播的依据是依赖的内容，而不是共享同一个例子的名字。

这样处理的好处，不在于它多么严密，而在于撤回本身也成了一次回写。被收窄的判断留下了“它曾经怎样被理解，又怎样被修正”的痕迹，这条痕迹是比最终正确的判断更丰富的沉淀：它记着一个常见的错误是怎样发生的，下一次遇到“复述等于理解”的时候，这条痕迹就会被碰到。撤回不是回写的失败，而是回写在运行。

第五，不把“可追溯”误当“可靠”。版本保存得再完整，只保证了核查有入口，不保证内容无误。源头记录本来就可能遗漏、误记，版本系统会忠实地保存这

些问题。可追溯的错误仍是错误，它的好处是更早暴露、更少扩散。追踪的强度也应随用途而定：一条即用即止的个人提醒，不值得维护全部依赖；一条将被反复调用的分类规则，则需要找得到它的材料与修订入口。回写的成本要与它将被调用的频率相称。

◆ 7.7　自己动手、连着来路的总结，属于回写

读到这里，读者可能提出一个疑问：前面说总结提炼是又洗了一遍，这里又说要把显露写回去，写回去不就是总结吗？区分在哪里？

区分在三个检验上。

第一，谁动手。清洗型的提炼可以由别人代做，也可以由工具代做：把一堆材料交给人或 AI，得到一页“要点”，这样的要点谁拿到都一样，是一个可转手的成品。回写则要求由经历过这段经验的承载者自己动手，因为只有经历者才知道哪些差异在当时是悬着的，哪些细节看似无关却不愿丢。别人可以协助，比如替他整理、替他追问，但落笔的取舍必须经过他。

第二，连不连着来路。清洗型的总结把来路切断，结论独立站着。回写型的总结，每一条结论都挂着它的原件：这是从哪几份作业里看出来的，这是哪次会议上的哪一句分歧。读的人拿到结论，顺着连线可以走回原件，在原件上重新判断。结论像是树干，来路是根，回写保住了根。

第三，能不能回到原件重新碰撞。判断一份总结是不是清洗，最直接的办法是问：如果今天出现一个新的经验，这份总结还能和原始的差异撞出新的东西吗？如果能，说明差异还活在里面，它是回写；如果撞不出，只能同意或反对，说明差异已经被压干净了，它是提炼。

三个检验合起来，可以得到本书对“总结”的一个限定：被判为清洗的，是写成谁用都一样、可转手的要点；当事人自己动手、仍连着来路与原始分歧的总结，是回写的一种。第 11 章会详细论证前一类为什么是清洗，这里只是把后一类划进回写之内，使全书的“提炼是清洗”不被读成“凡总结都该戒除”。

这一限定对 AI 时代尤其重要。把一堆材料交给 AI，得到一页干净的摘要，这是最方便的提炼，也是最彻底的清洗。但这并不意味着 AI 不能参与回写。保留了提问

记录、弃稿和分歧的 AI 协作，AI 可以帮经历者追问来路：“这句话你是从哪次对话里得出的？”“这两个说法之间还有什么没说清？”追问的结果由经历者取舍后写回记录，这就是 AI 参与的回写。AI 在这里不替代经历者的取舍，而是帮助他把取舍的依据留下来。同一个工具，一种用法洗掉差异，另一种用法留住差异，区别仍在上面三个检验。

舍恩对行动中反思的描述、野中郁次郎等人对知识转化的描述，都触到了这个位置。舍恩讲的是实践者在行动之中对情境的回应与重构；野中郁次郎与竹内弘高在 1995 年提出的 SECI 模型里，有一步是把明示的知识重新内化到个人的做法里，这一步与回写在方向上相近。本书多说的一句是：这种内化是否保住了差异，要看写回去的东西是否还连着来路；写回去的是要点还是原样，会决定下一层沉淀的厚薄。

◆ 7.8　下一层的底

回写完成之后，承载者变了。人多了一点分辨力，记录里多了一行原样，关系里多了一个说法，工具里多了一道题。下一轮的经验在这个新的底上运行，差异沉淀的方式也跟着变。

这里有一个层次关系，值得说清楚。第一层沉淀是经验里没被洗掉的差异，它们落在承载者上。回写把第一层结晶出的显露又写进承载者，形成第二层的底：第二层的差异，是在“已经有了这个显露”的条件下产生的差异。周四晚上的显露写进花名册以后，周一的新经验里，教师看作业时已经带着“十位是零”的眼睛；她会看到更多形式的划改，也会遇到“这个区分不适用”的反例。反例是第二层才有的差异：没有第一层的显露，就没有“不适用”可言。思想就是这样一层层长的，每一层的差异，都是在上一层的结晶之上产生的。

这也是第 17 章要讲的谱系的来历：同一份经验，在不同人身上长出不同的思想，因为各人的回写历史不同；每个人的底，是自己此前所有回写累积出来的。同一性不是预先给定的，它是回写历史生成的。这与第 554 号《数学标准的典范重生》所讲的统一性标准化恰成对照：标准化是从外面把各人的回写历史拉齐，谱系则是各人的回写历史各自长出来的。这里先留下这个伏笔。

回写并不是越多越好，这是第二点。回写越多，底越厚，下一层可运行的差异越多；但底越厚，也越容易偏向秩序一侧。当一个人的记录、说法和题组都已经写得整整齐齐，新的经验进来时，就会被自动归入现成的栏目，差异还没落下就被分了类。这是介生态的另一个边界：秩序过度，差异被洗净。回写既要有足够的结构使差异能再被找到，又要给新的差异留出位置。具体的做法是，记录里保留“暂时放不进去”的一栏，定期回看这一栏而不是急着清空它；关系里允许有人说“我觉得这个说法不对”；工具里设一格空白。让回写始终开着一个口，下一层才长得出新东西。

回写也有代价。拍照、写下一行字、追加一句、复查依赖，都要花时间，这是维护劳动。第 16 章会讲，维护劳动是沉淀的内能，不被计入的维护，是理论里的免费午餐，也是实践里最先被砍掉的东西。所以回写的强度要与用途相称：即用即止的事，写一行足够；将被反复调用的区分，才值得多留来路和版本。若一个周四晚上十分钟都挤不出来，那就只留原件，什么也不概括，原件比一条仓促的要点更有用，因为原件还可以被日后重读。

第 442 号《懂的发生学》讲的是懂怎样在每个人那里接着走；本章写的，是接着走的每一步在承载者上留下了什么。最后回到开头的两个结局。结局甲里，周四晚上的显露是真的，教师也是认真的；结局乙里，她并没有更聪明，也没有更勤奋，只是在显露发生的当晚，让它落了地。以后这个落地的差异，在分数通分里再度出现，才有可能被叫作思想。灵光与思想之间的距离，在这里可以量出来：十分钟，一行字，四张照片，和一次周一的重读。

◆ 本章结论

1. 回写是显露落回承载者：上一轮的 S 改变了 E，于是下一轮的 $S'=F(D',E')$ 是在更厚的底上运行。回写把显露从一轮的终点变成下一轮的条件。
2. 回写有三种时间：显露当下的回写求原样，隔一段时间的重读让沉淀第二次碰撞，跨任务的回用使复现与存留两个读数得以被观测。没有回写，稳定运行无从读出。
3. 回写可以落在人、记录、关系、工具四类承载者上，各有擅长与风险；同一个显露至少应落两处，一处在人，一处在记录，关系与工具在复现之后再考虑。

4. 没有回写，显露只是一次灵光。这是一个可检验的预测：被回写的显露在其后的新经验中被沿用、修改或推翻的次数更多；若事实相反，本章关于回写的论断撤回。回写的作用，是使“灵光还是思想”可以被判断。
5. 回写时要防三种变质：压成要点、事后理顺、升格。版本追加不覆盖，关键改动留下旧内容、新内容、理由、时点与当时已见结果，撤回沿依赖传播；自己动手、连着来路、可回到原件重新碰撞的总结，属于回写，不属于清洗。

◆ 本章参考

— 原始文献

· Polanyi, M. (1966). The Tacit Dimension. Garden City, NY: Doubleday.
· Schön, D. A. (1983). The Reflective Practitioner. New York: Basic Books.
· Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). The Knowledge-Creating Company. New York: Oxford University Press.

— 研究文献

· Hatano, G., & Inagaki, K. (1986). Two courses of expertise. In H. Stevenson, H. Azuma, & K. Hakuta (Eds.), Child Development and Education in Japan (pp. 262–272). New York: W. H. Freeman.
· Roediger, H. L., & Karpicke, J. D. (2006). Test-enhanced learning: Taking memory tests improves long-term retention. Psychological Science, 17(3), 249–255.

— 站内著作

· 第 554 号《数学标准的典范重生》：统一性标准化与特征律的关系。
· 第 513 号《SDE九宫格透镜问题分析法》：S1、D2、E3 等透镜的定义。
· 第 409 号《教育的产品是结晶》：学习者结成的结晶不能代付。
· 第 442 号《懂的发生学》：懂与接着走的发生。

◆



第　三　编

五种清洗

编　序

这一编（第 8—12 章）写吃掉沉淀的五种清洗：合并、抢先、换尺、提炼、代领。其中提炼一章给出本书的新命题——提炼是多对一的压缩，差异将来在何处撞出结晶，在压缩当时无法预知，所以要点替代不了原始沉淀。

08

第 8 章

合并的清洗

本章提要 一次完成的范围，常被当作判断原因的范围；两者合为一个单位，只在跨次之间才显出的差异就被冲掉了。熟练是最常见的合并：几步并成一步，几次并成一次，D3 收紧到极致，结果高效而贫血。本章分开行动单位与辨因单位，给熟练划出限定——条件恒定下的熟练洗得最干净，熟练加条件多样、加差异保留，便是适应性专长——并给出分开两种单位的办法。

◆ 8.1 洗碗里的两个“一次”

设想一个周末的晚饭之后，家里来了一位爱计时的亲戚。他听说作者家里有两种洗碗的安排，便拿着手机秒表站在厨房门口：父亲先给全部的碗去油，再集中冲洗；儿子则是一只碗去油之后立即冲洗，洗完一只再洗下一只。这两种安排是作者家中的真事，计时的亲戚是为了讲清问题而设想的人物。

他想知道的是：哪一种更快？为了让这个问题有算得出的答案，这里借用第 1 章的六只碗设定：每只碗去油和冲洗各用一个单位时间，每换一次工序另加一个单位，开头不计切换，水、空间与分类的成本一概不计。在这一设定里，逐只处理全部完成共用二十三个单位，第一只可用的碗在第三个单位出现；整批处理是十三和八；两只一组、三只一组的数介于其间，见第 1 章的表。这些数是在设定之内算出来的，不是对哪个家庭的测量，本章只拿它们说明总时间与首只可用时刻回答的是两个问题。

算例里最值得看的，不是谁快，而是“一次”这个词指的范围在悄悄变动。对儿子来说，“一次”是一只碗：去油、冲洗、放到架上，这一只就交了差。对父亲来说，“一次”是一摞碗：去油的活干完，才轮到冲洗。同一个厨房里有两种“一次”，每一种都把一个范围封了口，范围之内的细碎情形——某只碗上的油特别顽固，某个时刻水突然凉了——在封口那一刻被收进“洗好了”三个字，不再作为差异留在任何人眼前。

亲戚的秒表记下的是总时间。总时间是一个很干净的数：它把六只碗、十二道工序、若干次切换、几次中途被打断的情形，全部合成了一个数字。如果他只留这个数字，整批处理在算例里最短，而“要等多久才能拿到第一只可用的碗”这个差异就从视野里消失了；如果他只留第一只碗出现的时刻，逐只处理最早，其余五只碗在后面等待的差异又消失了。同一段动作，可以支持不同的问题；一个指标却顶替不了全部问题。

本章要处理的就是这件事，并且要给它一个名字。**行动单位**，是做事的人以什么为“一次”来推进、交差：一只碗，一道题，一份纪要，一篇稿子。**辨因单位**，是为了分开两个以上的解释，必须同时放在眼前比较的材料：要弄清总用时为什么不同，需要整批的对象数、工序次序与中途事件；要弄清某个学生的错在哪一步，需要跨题的作答与每次的提示。两个单位回答的问题不同，范围往往不重合。

两者一旦被当成同一个单位，就是本书所说的**合并的清洗**。合并并不要求谁犯了错误。事情做完了，要交差，要封口，每次的结果各自干净，这是完成这第一道清洗的本分；可是辨因所需的差异，恰恰有一部分只存在于封口与封口之间——这只碗与那只碗之间，这道题与那道题之间，昨天的做法与今天的做法之间。以行动单位去封口，封口之间的差异便无处安放。

先把话说得窄一些。“因”在这里首先指有待辨认的解释责任，扩大观察范围只是让某些解释获得被检查的机会，并没有保证把它们分开。真实的两次洗碗，油污、碗的大小、手的快慢、水温，样样都可能掺在里面；知道了总用时，也未必能把时间差归给工序的切换。这一点在后文还会反复用到：分开两个单位，是给辨认创造条件，辨认本身仍要靠具体的材料来做。

◆ 8.2　合并是怎样发生的

合并在日常里有三种常见的样子，各自洗掉的东西不同。

第一种是**按次合并**。每一次完成都单独结算：这只碗洗净了，这道题做对了，这周的纪要发出去了。结算之后，下一次从干净处重新开始。单次看，毫无毛病；连起来看，所有的“次”之间的差异，比如这只碗和上一只碗比起来多费了几秒、这道题和上一道题比起来换了一种拆法，都没有机会进入同一页纸。按次合并是最普遍的，因为它与“交差”几乎同义：交差的单位就是次。

第二种是**按人合并**。父亲用整批，儿子用逐只，亲戚便容易说“父亲的办法如何，儿子的办法如何”，把两个人当成两种方法的代表。可是父亲的手更稳还是更

慢，儿子当晚是否刚吃完饭犯懒，现场的碗是否同等油腻，统统附在“人”这个单位上。人是一个很大的行动单位，一个人的所有情形连同他的方法一起被打包；方法的差异和人的差异合并了，要把它们分开，需要同一个人在相近条件下换着洗，或者不同的人在相近条件下用同一种洗法。家庭未必愿意为此改变习惯，这时诚实的做法是把两个解释一并留下，不替其中一个宣布胜利。

第三种是**按指标合并**。总用时、正确率、满意度，都是把许多情形压成一个数的办法。指标本身是好东西，它让比较成为可能；可是指标一经选定，辨因单位就悄悄变成了“指标所覆盖的那一圈”。全班答对率是百分之八十，这个数字提示教师还要继续了解，但无法回答哪个学生为什么错、错在哪一步。

三种合并有一个共同的底层结构，可以用特征律来读。特征律说，混沌碰撞要有彼此不同的差异同时在场；自组织要有差异一次次落下并排出次序；涌现要有稳定运行的结晶。按次合并让相邻两次的差异永远不同场，没有同场就没有碰撞；按人合并让方法的差异淹没在人的差异里，碰撞发生了也认不出是谁与谁在碰；按指标合并把一串差异压成一个标量，序列接不上，也就谈不上自组织。三种合并都是在单位的层面做了清洗，洗法不同，结果相同：差异没有处所。

还要看到合并有它的来路。行动需要一个能收尾的单位，否则事情做不完；辨认需要一个能比较的单位，否则原因找不到。人手一份时间，两种需要常常争夺同一份注意：做事时要专心，辨因时要旁观。绝大多数时候，专心做事占上风，旁观被推迟，等到想起来辨因，当时的材料已经封了口。所以合并多半不是疏忽，是时间分配的自然结果。

由此可以推出本章与其他几章的分工。第 9 章写反馈的时机：差异在什么时刻被冲走。第 10 章写换尺：标准改动以后旧沉淀如何对不上账。本章写的是更靠前的一步：单位本身在划线的时候，就已经决定了哪些差异有机会被留下。线划在行动单位上，留下的是“每一次的结果”；线划在辨因单位上，留下的还有“次与次之间”。

◆ 8.3　题组里的两个单位

数学课堂把这两个单位叠得特别紧。下面的场景是设想，也是构造：没有对应的学生作答，也没有学习成效的资料，只用来检查推论。

设一位老师想弄清一名学生在退位减法上的困难究竟在哪里，她备了五道题：404−245、414−245、454−245、405−245、4004−245。它们都是整数减法，退位

的要求却各不相同。她把五道题印在同一张纸上，要求学生一口气做完，并且边做边比较。

在老师眼里，这五道题是一个**辨因单位**：为了分开“跨零时没有保持位值关系”与“偶发的计算疏漏”两种解释，这五题合在一起才有分辨力。可是在学生面前，它们只是五项同时等着完成的任务，是一个**行动单位**，学生手里的笔一次只能写一题，注意力一次只能放在一处。老师的诊断需要，被原样地搬成了学生的学习安排。

结果是常见的两种情形。其一，学生做得很快，五个答案都对，纸上干干净净。老师很欣慰，可是正确答案与程序性的熟记写法一致，同样的五个答案既出自位值关系的理解，也出自背熟的跨零写法，老师手里的材料分不开这两者。其二，学生在第三题就乱了，后两题胡乱填完。老师把它记成“连续退位困难”，可这混乱究竟来自数学关系，还是来自要同时维持五道题、边算边比较的负担，已经无从区分。两种结果的共同点是：差异被行动单位的“做完这一张”吞掉了。

不妨看看五道题各自带来什么，以及它们怎样在跨题的位置上才显出意义。404 的退位要经过两次交换，各步写法第 3 章已列全，这里不再重复；要记住的只有一点：十位后来出现的十个十有明确的来路，不能说 404 本来就有十个十。414 的十位原有一个十，可以先从十位退一，答案 169，路径并非唯一。454 不必从百位借，答案 209。405 的个位五减五为零，十位的零不够减四，才从百位换出一个百，答案 160。4004 把交换的链条延长到千位，答案 3759。

五个答案本身是五个结果，有意义的是它们之间的差：404 与 414 只差一个十，两题的表现若不同，差异就落在“十位有没有现成的十”；404 与 405 只差个位，两题若不同，差异就落在“个位是否需要退位”；454 与 404 并排，则指向一次交换与连续两次交换。这些信息都躺在题与题之间，每一题本身都说不出来。这就是为什么辨因单位必须跨过行动单位：差异是关系性的，一个答案内部没有它。

分开的办法是把两个单位各自安排。老师保留五道题作为暂定的辨因范围，学生则先做其中一道，纸面的竖式留着，需要时再接触下一道，随后才并置比较。这样学生每一次只面对一题，不必同时维持全部差异；老师手里的材料却是跨题的。安排是否有效要在实施之后判断，分段呈现只是一种候选，不应因为听上去合理就当成更好。

学生也可能主动扩大自己的行动范围：他注意到 404 与 414 只差一个十，想把两道并排重新写一遍。此时若老师仍坚持逐题收起，反而阻断了已经出现的比较。

行动单位不是老师一次定下就不再更动的盒子，它随学习者掌握的关系和采用的表示而变化，可以扩大，也可以在遇到尚未明白的交换时重新拆开。换言之，两个单位并不各有一个固定的大小，它们之间是一种随时可以调整的分工。

这里留下来的差异，有一部分是来路型沉淀：同一个答案 159 背后，换一个百与换一个十的先后、笔迹上的标记、提示出现在第几题，都是来路。老师若只留正确与否，来路就被行动单位的结算冲掉了；若留下题目顺序、关键提示与表示方式，这些来路就在日后能够被拿出来，与另一名学生、另一次作答的来路相撞。第 13 章会专门写题组怎样留住来路型沉淀，这里只取与单位有关的一点：留什么，由要分开的解释决定。

◆ 8.4　熟练：最常见的合并

在所有的合并里，熟练最常见，也最难察觉，因为它披着美德的外衣。

设想同一间厨房里有三个人洗碗。第一个是新手，每一步都要想：先倒洗洁精，还是先沾湿；油腻的盘子放哪边；水太烫了怎么办。第二个是干了十年的熟手，盘子在手里转一圈，油污、水温、碗架的空位，同时在手底下被安排好，整件事不经思考就完成了。第三个是做过多年饭店后厨的人，换一只陌生的炊具，一眼就知道该从哪里下手。头两个人的差别，是本节要写的。

新手的每一步，都是一个单独露面的小单位，每一步里都有差异：这个盘子的油比上一个重，这瓶洗洁精比往常稀。这些差异因为新手没有成熟的程序去吸收，所以只能一件一件地落下来，在一次次的尝试里排出次序，也就是沉淀。熟手则把几步并成了一步。菲茨与波斯纳（Fitts & Posner，1967）描述技能形成时，用的是由有意识的逐步操作渐次走向自动化的图景；纽厄尔与罗森布鲁姆（1981）则以组块和练习律说明，练习使原本分开的小步骤合成可以整块调用的单位，运行的速度随之加快。这一类说法的大意，与本书所说的合并是同一件事的两种写法：行动单位变大了，每一步内部的差异不再进入视野。

用特征律来读，熟练是 D2 的一次压缩。差异序列要靠“路径一次次走过”才能运行，走得越全，可运行的差异越多；熟练把路径压成一步到位，序列的中段因此不再被走。路径不被走，中段的差异就既不会碰撞，也不会落下。熟手的手指记得一切，可是留下的只是结果，没有来路。

再换用 D3 来读。D3 的任务是最小化误差、冗余与损耗，它有两面：收得好，事情做得稳、做得快；收得过头，连可运行的差异也被当成冗余优化掉。熟练就是

D3 收紧到极致的状态——这是它高效的缘由，也是它贫血的缘由。“高效而贫血”，指的是效率与差异的余量同时在一条曲线上向两头走：效率每上一格，余量就少一格。所以，D3 的原定规则是创造时先松后紧：先让差异在介生态里有处所，再收；若先紧后松，或者一直紧着，创造就被一并优化掉了。

用 E3 来读，熟练是动能的顺畅。每一次完成都把动能用得干净利落，势能却没有积起来：势能是尚未释放、可以在以后的新经验里撞出新东西的那部分，它来自没有被走过的中段、没有被结算的差异。熟手的事做得越顺，势能积得越少；这解释了为什么经验很多的人，有时思想却不多。

这里有一个很容易发生的误读，需要提前拦住：以上无意说熟手没有价值，或者说熟练是坏事。没有熟练，事情做不完，也做不稳；急诊室里的护士不可能每一步都重新想起来。熟练是一种好的清洗，它为了交付、为了安全而把可预期的部分封好。本书要说的是：熟练洗得很干净，所以由熟练本身带来的沉淀很少。这是一句关于沉淀率的判断，不涉及价值评价。

再设想一个例子。一位教了二十年初中数学的老师，批改作业的速度极快，扫一眼就知道哪里错、错成什么类型，分类标签有十几个：“符号错”“漏项”“概念混淆”。她在这十几个标签上已经形成了高度的自动化。这是行动单位的扩大——一个错误一个标签，一份作业一次批完。可是同一个标签下的两个错误，来路可能并不相同。“符号错”底下，有的学生是手抖，有的学生是对负数的意义有另一种理解。标签把这两者合成了一个，后一种差异在批改的当时就被冲走了。

这不是对老师的指责。是批改的单位决定了这件事：一份作业一次批，批完要交，每一个答案只有“对”或“错加标签”两种出口。熟练把这种出口运用得极其流畅，所以洗得极其干净。第 13 章写的题组，正是给这些被标签合并的来路另开一个出口。

第三个对立判断留给第 15 章，这里先点一句：AI 在这件事上与熟练同构。它把许多步合成一个输出，行动单位大到“整篇稿子”，并且每一次的输出都是干净的；用法不同，结果大不相同，后面再说。

◆ 8.5　熟练的限定：条件恒定与条件多样

“越熟练，沉淀越少”这句话，若不加限定，是错的。本节给它划边界，边界上有一个对本书至关重要的区分：熟练度，与条件的多样性。

先看支持“恒定条件下熟练洗得干净”的研究。一类是 Einstellung 效应：卢钦斯（Luchins）在二十世纪四十年代做过一组著名的量水题，被试先用同一种较长的办法连续解几道题，随后遇到可以用更短办法解的题，仍旧沿用旧办法。后来的研究在专家身上也看到类似的现象：棋手面对已熟悉的解法，会看不到更短的解法，并且自认为已经全面寻找过。另一类是专长反转效应：对新手有益的详细指导，对熟手可能变成多余，甚至干扰。这两类研究只说方向与大意：熟练使人对既有的解法更加稳固，对条件的变化更不敏感。

再看另一边。波多野谊余夫与稻垣佳世子在二十世纪八十年代区分过两种专长：常规专长，在熟悉的任务上又快又准；适应性专长，除了快与准，还能在任务变化时理解其中的道理并调整办法。适应性专长的拥有者并没有比常规专长的拥有者更少熟练，他们的区别在于：他们的练习包含了多样的条件，并且在每一次完成之后，仍在追究“为什么这样行”。

把这两个维度拆开，得到一张小表。纵轴是熟练度，横轴是条件多样性，格里写的是本书的预期。

	条件恒定	条件多样
熟练度低	沉淀少：差异本来就少，没东西可沉	沉淀多但散：混沌过度，难以结晶
熟练度高	沉淀最少：洗得最干净，高效而贫血	沉淀不一定少：熟练加差异保留，即适应性专长

这张表与第 18 章预测 1 的设计一一对应：四格就是那里的四个比较格，沉淀保留量是中介，沉淀率作刻度。格里写的只是预期，不是已有的测量；右下格若不比左下格显露更多新区分，“熟练加多样加保留”就救不了熟练，本章的这条限定要随之撤回。

上面一行的两格和左下角那一格都比较好懂。关键是右下角那一格：熟练度高、条件多样，并且做完之后仍把差异原样留着，这种熟练不会把沉淀洗净。它不是反例，而是本书原理的正面例子：差异在熟练的手里被保留下来，在多种条件里反复出现，就有机会经过复现与存留这两个读数，结晶为特征。

所以，本书的第二个对立判断实际上写的是：**条件恒定下的熟练，洗得最干净。** 它没有说一切熟练。熟练并不必然取消沉淀，取消沉淀的是“在同一种条件下把同一件事做得越来越顺”这种熟练。这样限定之后，判断仍有内容，也仍可被撤回：熟练度越高、沉淀越少的人，若新区分的产出并不更少，这个判断就撤回。第

18 章的预测 1 要求在设计里把熟练度与条件多样性分开计量，否则一个混着两者的样本，既可能“证实”也可能“证伪”，等于没有判断。

这个限定在实际里意味着什么？看洗碗。条件恒定的熟手，一年三百六十五天，同一个水槽、同一种洗洁精、同一批碗；他的手法越来越好，动作越来越省，但是每一次的差异都因为条件相同而小到不显，被他的程序吸收了。换一个人在不同的家里洗，有时碗是铸铁锅，有时是玻璃杯，有时水冷，有时没有洗洁精，他的程序碰到条件的变化，会露出缝隙。缝隙里的东西，正是差异：这种油在冷水里怎样才洗得下来，这种杯口怎样才不留水渍。这些差异若被他记着，并且在下一次不同的条件里再次出现，就是复现；若经过一次“洗完后顺手把碗放好、换了一个人来看”的清洗之后仍被他记着，就是存留。

要小心的是，条件多样不等于混乱。每天换一种全新的任务，也没有任何一种差异能出现第二次，这是混沌过度，没有稳定运行，无从结晶。适应性专长所要的，是在一批相对稳定的核心任务上，让条件有变化；这与第 6 章 6.7 节写的介生态一致：秩序过度，差异洗净；混沌过度，无从结晶；结晶发生在两者之间。

这张表还可以换成可数的读数。附录三的记录口径里有沉淀率：（来路种数＋分歧条数＋未决项数）÷　　任务总量。设想两位写了多年教案的老师，各备十份教案。前一位十年来用同一套教学内容、同一批学情，十份教案写完，留下的分歧是零条，因为每次的做法一模一样；来路写成“按模板填”，只有一步；未决项也是零。后一位每年轮换年级，每份教案写完都在页边留几行：这个例子上次用在七年级，学生的反应是什么；这一环节改了两次，为什么改。十份教案下来，页边有二十几条分歧、十几个未决项。前一位熟练度更高，沉淀率几乎为零；后一位的熟练度略低，沉淀率明显更高。两人的差别，主要落在条件是否多样、是否留下页边，熟练度的高低只占其中一部分。这是构造的例子，没有对应的调查，只用来说明读数怎样取。

还有一点，关于熟练的另一面：熟练也会给沉淀带来新的条件。熟手手熟了，注意力空出来，可以去看别的。认知科学里常说的“自动化释放资源”，在本书的语言里是：行动单位压得越小，辨因单位才有余地被放大。熟练是否走向贫血，取决于空出来的注意力被用在哪里。若用来更快地做同一件事，贫血；若用来比较这一次和上一次的不同，就是适应性专长的雏形。

◆ 8.6　怎样分开两种单位

合并不能靠告诫来避免：它是时间分配的自然结果，告诉人们“要多想一想”，和告诉他们“要多洗一洗”一样无效。要分开两种单位，需要的是安排。下面是四条可以操作的办法。

第一，先问：这一次要分开的是哪两个解释。　辨因单位由问题和竞争解释共同规定，不由任务本身规定。“基础不好”既没有指明对象，也没有指明什么表现会反对它，几乎无法指导取材；“能处理从十位向个位退一，但跨过零时没有保持位值关系”则提出了可检查的区别。竞争解释说得越具体，需要进入辨因单位的材料就越少，负担也就越小。这一条往往最省事：它不是要求每次从列假设开始，异常、学生的提问或已有的知识都可以作为入口，只是要作诊断时补上这一步。

第二，让行动单位照顾当下的推进，让辨因单位照顾跨次的比较，两者各自保存。　洗碗的人不必为了比较而逐秒记录，那样会占用负责做事的人的注意，改变原本值得了解的活动；记录可以由旁人做，也可以在事后凭留下来的东西做。题组里学生一次一题，老师手里是整组。分开之后，学生不必承担教师的诊断负担，教师也不必因为照顾学生的节奏而丢掉跨题的材料。记录的内容也由要分开的差异决定：题目顺序、关键提示和表示方式，比一长篇文字更能保存会影响解释的变化。

第三，原样留下来，不要先归类。　合并的清洗往往发生在记录这一步：把一道题的作答记成“连续退位错误”，就是以标签的单位替代了原来的笔迹。需要回查交换位置时，原始竖式比分类标签重要得多；后来的问题若要求旧记录没有留下的信息，只能说材料不足，不能凭今天的理解补出当时的动作。这条即本书对该洗与该留的判据：为交付、组织与连接所需的封口，该洗；在不同条件下复现、尚未结晶的差异，该留，留的办法是原样留下，代价很低。

合并还有一种经常被忽略的形式，发生在整理这一步。会议结束，有人把四十分钟的讨论整理成六条纪要，条条通顺，句句无误，每一条都是一个行动单位的结算。可是讨论里有两个人对同一个指标的口径各执一词，一直没有说服对方；有一个问题被提出又被另一个话题打断，会后没人再提。这些都是辨因所需的差异，纪要把它们统统收进“会议讨论了指标问题”一句里。整理者没有做错任何事，整理本来就是交差；只是若纪要成了会议留下的唯一东西，分歧型与未决型的沉淀就没有了承载者。办法并不复杂：纪要之外另留一页，只写分歧各自的原话与未决的问题，不求通顺，也不求归类。

AI 整理在这里是一把双刃的工具：它可以帮忙把原始笔迹按顺序保存，也可以顺手把它们概括成一段通顺的要点，后一种用法，等于替人做了一次合并。

第四，同一个人在相近条件下换做法，或者不同的人在相近条件下用同一种做法。 这是把人的差异从方法的差异里分出去的办法。洗碗的例子里，父亲和儿子各用各的办法，两个人与两种办法完全重叠；若同一个人隔几天换一种洗法，对象的构成也尽量相近，比较才有意义。这一条家庭未必愿意做，那也无妨，把两个解释一起留着，等以后碰到合适的机会。在课堂里，教师可以让同一名学生在不同的支持条件下做相近的题，但要记录介入的先后。

四条办法都有代价，需要事先问清楚。取证的方式可能改变正在取证的对象：若教师为了区分位值交换困难与计算疏漏，要求学生在五题之间不断切换、完整口述每次变化并填写理由栏，新增的任务就把书写、言语与定位挤进同一段行动，原本能处理交换的学生也可能乱掉，教师再把这种混乱解释为数学关系薄弱，辨因单位的扩大反而制造出了要诊断的表现。这里的解决办法不是多删两题，而是改成单题、允许纸面标记、暂不口述，再看困难是否依旧；还要保留介入的先后，承认有时无法恢复到最初的状态。

另一个代价落在记录者身上。教师在帮助一个学生时逐项编码，可能错过其他学生；事后重新解释全部笔迹，又可能挤占备课。录音或 AI 整理可以分担一部分，但增加了核对、定位与版本管理。所以判断一种分开的安排值不值得，要说清谁承担整理，哪些遗漏会造成误判。若简化取证之后教师的关键判断没有减少，而学生能持续参与的活动明显更符合原定任务，额外的记录就应当删除。规则应当改变活动，而不是要求活动证明规则没有错。

◆ 8.7　不必处处分开：该洗与过度分开

如果把以上的话读成“两个单位必须处处分开”，就读过头了。三种情形里，不分开是对的。

其一，**眼前只需要交付**。要一个干净的饭碗，就围绕这个需要去洗，之后再决定是否研究；这是为交付、组织与连接所需的封口，该洗。合并在这里是合理的清洗，任何一个正在赶时间的人都有权利这样做。区分是否需要分开的标准，是这件事将来是否还会碰到：只此一次的事，没有“跨次”可言；会反复碰到的事，才有次与次之间的差异。

其二，**辨因的代价大于可能的误判代价**。为了弄清哪种洗法更快而逐秒记录，也许只会换来省下的几十秒，不值得。取证一旦要付出代价，就要问它能减少哪一种有实际后果的误判。数学诊断的后果比洗碗大，所以值得多记几笔；这个比较本身就是一次辨因单位的选择。

其三，**分开过度，辨因单位无限扩大**。把所有的情形、所有的次数都收进辨因范围，等于要求同时维持无穷多的差异，没有哪一个能稳定运行；这是混沌过度。结晶发生在介生态：行动单位提供足够的封口，使差异能一次次落下；辨因单位提供足够的跨度，使落下的差异能彼此相撞。两者都拉满，或者两者都拿掉，都不是介生态。

教师常见的另一种过度分开，是把辨因所需的全班材料，直接当作每一个学生的经历。把几名学生的不同错误排在一起，足以提醒教师存在多条需要留意的路径，却不能把这几条路径合并成每个学生都走过的一条。全班的答对率可以提示继续了解什么，某一个人的错误原因仍须回到他的作品和他当时的支持条件。这里的错位是方向相反的合并：辨因单位被误当成了每个人的行动单位。

最后回到熟练。熟练者的合并既是必要的，也是可以被打开的：他可以在多数时候保持流畅，而在选定的几个时刻——换了新条件的第一次，做完以后与别人的做法并排的时刻——把已经合上的几步重新拆开。拆开不是回到新手，是熟手的一种主动动作，它让熟练在核心任务上继续高效，同时在边缘处留下差异。这就是熟练加条件多样、加差异保留的实际样子。

◆ 本章结论

1. 行动单位是做事的人以什么为“一次”来交差，辨因单位是为分开竞争解释而必须同时进入比较的材料；两者回答不同的问题，合并为一，则只存在于封口与封口之间的差异无处安放，这是合并的清洗。
2. 合并有按次、按人、按指标三种样子，它们在特征律上的共同后果是差异没有处所：不同场则无碰撞，淹没则认不出碰撞的双方，压成标量则序列接不上。
3. 熟练是最常见的合并：D2 的路径被压成一步到位，D3 收紧到极致，结果高效而贫血；E3 上表现为动能顺畅而势能不积。
4. 被洗得最干净的是条件恒定下的熟练；熟练加条件多样、加差异保留，是适应性专长，是本书原理的正面例子。熟练度与条件多样性须分开计量，这是第 18 章预测 1 的前提。

5. 分开两种单位靠安排而不靠告诫：先问要分开的是哪两个解释，让两个单位各自保存，记录原样而不归类，在相近条件下换做法；并按交付需要、取证代价与介生态的要求，决定在何处不分开。

◆ 本章参考

— 原始文献

· Luchins, A. S. (1942). Mechanization in problem solving: The effect of Einstellung. Psychological Monographs, 54(6).

· Fitts, P. M., & Posner, M. I. (1967). Human Performance. Brooks/Cole.

— 研究文献

· Newell, A., & Rosenbloom, P. S. (1981). Mechanisms of skill acquisition and the law of practice. In J. R. Anderson (Ed.), Cognitive Skills and Their Acquisition. Erlbaum.

· Hatano, G., & Inagaki, K. (1986). Two courses of expertise. In H. Stevenson, H. Azuma, & K. Hakuta (Eds.), Child Development and Education in Japan. Freeman.

· Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P., & Sweller, J. (2003). The expertise reversal effect. Educational Psychologist, 38(1).

· Bilalić, M., McLeod, P., & Gobet, F. (2008). Why good thoughts block better ones: The mechanism of the pernicious Einstellung (set) effect. Cognition, 108(3).

— 站内著作

· 第 513 号《SDE九宫格透镜问题分析法》：本章所用的 S1·D2·E3 透镜的定义来源。

· 第 409 号《教育的产品是结晶》：讲学习者结成的结晶不能代付。

· 第 554 号《数学标准的典范重生》：统一性标准化使特征律死亡，与本章的合并同为清洗在不同层面的样子。

◆

09

第 9 章

抢先的清洗

本章提要　反馈是一种清洗：它在某个时刻告诉当事人“对了”“错了”“应该这样”，同时把这一刻之前悬着的差异收走。来得太早，差异还没有落下，张力还没有积累，释放就已经发生，这是幸福律在经验上的提前兑现；来得太晚，沉淀已经随承载者散去，再好的反馈也只能面对一份干净的结果。本章把反馈分成事实核对、操作纠错、解释性提示与终评四类，说明各自洗掉什么，提出两道门槛：现有差异是否已够，继续等待是否还承受得起；并给出四种组合下的分支与有限支持。

◆ 9.1　一句“你抄错了”之后

先设想一间教室，这是构造的场景。学生在练习本上要做 404−245，他抄题时把 404 写成了 414，随后沿着 414 一路算下去：个位 4 不够减 5，向十位借，十位只有 1，借走以后十位成了 0，再减 4 又不够，于是他停下，在十位和百位之间来回涂改，写出一个 3 百 10 十 14 一的分解，又擦掉，又写。教师走到他身边，看了三秒钟。

此刻教师至少有四种说法可选。其一，“这里应该是 404，你抄错了。”其二，“你把一个百换成十个十以后，百位那一格要少一个。”其三，“把你现在各位上的数合起来，看看还是不是 404。”其四，“这道题你没做对，先放一放。”

四句话都出自善意，也都可以辩护。第一句省下了一个学生本不必花的十分钟；第二句让他不至于带着错误的标记继续走；第三句留了入口，没有给答案；第四句至少让他知道自己所处的位置。争论“该不该及时反馈”的人，往往各举其中一句作论据，彼此都有道理，也就彼此说服不了。

本书的读法不同。这四句话里，每一句落下之后，学生桌面上有一部分东西消失了。第一句之后，“为什么我会把 404 看成 414”这个来路消失了，那里本可以问出的，是他的视线怎样在三个数字之间滑动；第二句之后，他自己对“换出一个百，总量如何守恒”的猜测消失了，包括那个错误的猜测，它本来是可以与别人的猜测撞在一起的；第三句之后，悬在他心里的那个“怎么也算不下去”的张力被疏导了，疏导的方向由教师选定；第四句之后，整段活动被收束成一个标签。每一次都有东西被收走，所收走的恰好是前几章所说的那三类沉淀：来路、分歧、未决。

这样看，反馈就是一种清洗，而且是一种特别的清洗。完成是自己洗，熟练是被习惯洗，标准化是被规则洗，反馈则是被另一个人洗，洗的时刻由别人挑，洗的力度由别人定。它的好处同样明显：错误不会无限扩散，困惑不会无限延长，课堂和会议都有下一步。本书对清洗从不一概而论，第 2 章已经立过判据：为交付、组织与连接所需的封口，该洗；在不同条件下复现、尚未结晶的差异，该留。本章要回答的是，在反馈这件事上，这条判据落到时间上是什么样子：什么时候封口是对的，什么时候封口是抢先。

“抢先”一词需要说准。它不是说反馈给早了，而是说反馈抢在差异落下之前到达，把一件还在发生的事当成已经发生完的事处理。差异落下，指的是它在承载者身上留下了可以再次取用的痕迹：学生的草稿上留下了两种改写，同伴的口头解释与自己的解释之间留下了说不通的缝，一场会议的纪要之外留下了一个没人接的问题。痕迹一旦留下，反馈再来，洗掉的是已经成形的沉淀，代价是可以估量的；痕迹还没有留下，反馈就来，洗掉的是将要成形的东西，沉淀率为零，连代价也无从记账。

这也是本章与第 8 章分工之处。第 8 章讲的是行动单位与辨因单位混在一起，差异在合并里被冲掉，问题出在“按什么单位切”；本章讲的是同一个单位里，反馈在哪个时刻进入，问题出在“什么时候洗”。两章合起来，才是完整的一张时间与单位的账。

◆ 9.2　四类反馈各自洗掉什么

反馈的功能不止一种，笼统地问“早好还是晚好”，得不到可以检验的答案。本书沿用四分：事实核对、操作纠错、解释性提示、终评。分类的目的是回答一个具体问题：这一类反馈落下去，洗掉的是三型沉淀中的哪一型，洗掉多少。

事实核对处理眼前材料是否被准确读取、记录与引用。“这张卡上写的是404”属于此类。它洗掉的主要是一种来路型沉淀：他为何读成 414，是视线、是笔误、是对三位数的某种预期，这些原本都可以追问。多数情况下，这份来路并不值得保留，题面抄错的原因通常无趣，核对后继续做才是合理的安排，这是该洗的那一类。可是也有例外：同一个学生在几道不同的题上反复把中间的 0 读成 1，这种差异在不同条件下复现，就是需要原样留下的东西。所以事实核对的规则是，先核对，同时记下一笔，记的是“此处核对过，原貌为何”，而不是等到凑够次数再回头猜。

事实本身也有层次。“这张卡写的是 404”是在核对题面；“404 的个位不够减，必须从十位借”已经说出了一个运算关系。后者看上去仍是事实，实际上把一道需要自己走通的路径提前交了出去。判断一句话是不是事实核对，要看它替学习者完成了哪一步判断，不看它听上去多轻。

操作纠错针对正在推进的动作或记录，使一条路线能够可靠地继续。“换出一个百以后，百位也要留下变化”属于此类。它洗掉的是分歧型沉淀：学生此刻的做法与规范做法之间的缝。这条缝在教室里很值钱，因为一个班里往往同时存在几种错法，这几种错法的并置，才是全班可以比较的材料；一个一个当场纠正，每一条缝都在被看见之前先被缝上。纠错还有一层副作用：它本身传递知识。提醒“原位要减少”，已经把“可以只给某一位加十”的做法排除，后来正确的标记里就有了教师的一份贡献。

解释性提示直接打开数量、规则与行动之间的联系。从“把现在各位的数量合起来，还是 404 吗”这样的入口，到“一个百换成十个十，总量没有变”这样的明示，开放程度差别很大。它洗掉的是未决型沉淀：学生心里那个“为什么算不下去”的问题。未决项是三型沉淀里最脆弱的一种，因为它的存在方式就是悬着，一旦被回答，就不再是未决。这不是说回答错了，而是说回答的时刻决定了这个问题

能在多大程度上变成学生自己的问题。没有成为自己的问题之前就被回答，答案便成了别人的答案。

终评把一段活动按明确规则作阶段性收束：“这题结果正确”“这项说明还欠一环”“本轮已达到约定要求”。它是四类里洗得最彻底的一类，三型沉淀同时被封口，留下的是一个标签。标签有它的用处，成绩要登记，资源要分配，下一步要安排。需要警惕的是标签的外溢：一次“此题算对”被读成“退位减法已经完全掌握”，这时清洗的范围已经远远超出了被评的对象。因此终评在说出结论时，同时说出评价的对象、标准与支持条件，是对沉淀的一种保护：被评之外的东西，不被一并洗掉。

四类之间没有高低的次序，也不必在每节课里依次出现。同一句话可以承担不止一种功能：对正在核查答案的人，“404−245＝159”是事实核对；对正在寻找跨零关系的人，它替他完成了结果；一旦写进成绩表，它又成了评价。功能取决于这句话落在什么活动里、改变了什么选择，不取决于句式。所以记录反馈，至少要记下三样：说了什么，对象是谁，后来被用在哪里。

反馈也不只由教师发出。学生指出教师念错了数字、提出现有解释回答不了的问题、说明继续比较已经没有意义，这些同样是改变活动方向的反馈，而且往往来得恰是时候，因为它来自差异正在被感受的地方。把反馈只当作教师向学生输送信息，会漏掉这些入口，也会漏掉它们所保护的沉淀：学生自己发出的反馈，是从他的沉淀里长出来的，不是从外面灌进去的。

学习者的求助还决定反馈的对象。“我不知道这个 9 是从哪里来的”和“我想知道答案对不对”，要的是两件不同的事，回应不必相同。一个人明确要一份完整的说明，给他，是尊重他的判断；他拿到说明之后怎样使用、怎样检查、怎样用在新题上，仍然是可以观察的材料。清洗与否，看的是差异有没有被无声地收走，不看教师有没有开口。

◆ 9.3　抢先：张力未积累就释放

现在回到时间。为什么反馈来得过早，会成为一种清洗，而且是格外隐蔽的一种?

答案要回到意义三律中的幸福律。幸福律说的是动力的发生：张力积累（E3 势能）、模式转换、能量释放（E3 动能）。放在学习里读，就是一个人遇到不通处，那里积起一种张力；张力积到一定程度，他换了一种看法或做法，旧的卡点松开，能量释放出来，这个释放就是“弄懂了”的那一下。三律对这一过程有一个关键的限定：幸福不在结果里，不在别处，不在将来，而在每一次完整发生走通的当下。完整，意味着这一程有头有尾：势能先要积起来，才有动能可放。

抢先的反馈恰好缺了第一段。学生刚碰到卡点，教师的话已经到了，势能还没有积起来，动能就由外面提供了。表面上看，卡点解开了，学生继续往下做，甚至做对了；从 E3 的账上看，发生的是一次没有势能的释放：释放出去的东西，不是他自己积出来的。后果有两层。第一层是眼前的：这一次“弄懂”缺了那一下，没有满足，也没有记忆的钩子，几天之后他很可能记得“老师说过要换”，记不得为什么要换。第二层是长期的：他学到的是，卡点是等人来解的，积累张力没有必要，因为总有人在张力成形之前接住它。这在 D2 的语言里，是一种熟练的预演：不需要经过的路径，被压缩掉了。

用第 4 章至第 6 章的三步看，抢先的位置更清楚。混沌碰撞需要差异在场并且停留一会儿，让它们彼此碰上：学生的两种改写尚未写完，就被纠正，碰撞的对象还没有凑齐；自组织需要差异按序列落下，一次一次、一层一层，抢先使序列在第一格就被改写成“正确的第一格”，后面接上的是教师的序列，不是学生自己的；涌现需要稳定运行，而稳定运行的两个读数，复现与存留，都要求同一种差异有机会第二次、第三次出现，抢先反馈把它在第一次就消掉了，复现的读数是零。

可以设想另一幅图景，换到家里。孩子洗碗，洗到一半，盆里的水已经油腻，他在抹布和钢丝球之间犹豫，不知道先冲还是先擦。旁边的人说：“先用热水冲掉油，再擦。”孩子照做了，碗洗得又快又干净。这是设想，但在许多家庭里都会发生。快与干净都是实情，被收走的东西也是实情：孩子刚刚对“为什么抹布越擦越滑”产生的那一点困惑，那个本来可以长成“油要先脱附，再清洁”的小小区分的起点，没有机会积累。如果让他再多滑几下，他自己会发现钢丝球一擦碗就吱吱响，抹布一擦就打滑，两种感觉之间的缝，比一句规则更值钱。当然，一直滑下去是另一个问题，这留待下一节。

这里要补一句，防止误读。抢先的清洗不是说“应该让学生痛苦”。幸福律的结构里，势能积累的那一段并不是受苦，它是走通一次完整发生的前半程，满足感在后半程才出现，两半是一件事。抢先的反馈把前半程拿走，也把后半程的满足一并拿走，剩下的是一个准确但无味的答案。反过来，教师若在张力积到位时给出提示，学生常常会觉得“正想问这个”，这一刻的反馈是顺着他自己的势能放出动能，它没有清洗，它是把门打开。同一句话，早两分钟是清洗，恰当时刻是通道。

这就是为什么“该不该给提示”这类问题，在课堂里经常谈不拢。问法不对。该问的是：此刻学生桌上，有几条差异已经落下？落下的这几条，彼此碰撞过吗？提示的话一出口，会收走哪几条？如果答案是“一条也没落下”，那么提示无论多轻都是抢先；如果答案是“三条已经落下，且互相对不上”，那么提示即使较重，也多半落在了该落的地方。

幸福律还给出另一个可观察的信号。完整的发生走通之后，有心满足、身快乐、灵喜悦的三重结构，在学习者身上表现为：弄懂的那一刻有停顿、有表情变化、有“原来如此”的话，随后常常愿意再做一道类似的题。抢先的反馈之后，这些信号弱得多：学生点头，继续做，没有停顿。教师在课堂上其实一直在读这些信号，只是没有把它们当作沉淀的读数。本书建议把它们记下来，一次课里记三五条就够，记的是“哪一刻有停顿，那一刻之前教师说了什么”。

D2 三态在这里也要出场。抢先的反馈把系统推向秩序态：方向被确定，路径被规定，差异被洗净，接下来的一切都可预测。秩序态不坏，交付要它，组织要它；坏处在于，过早地进入秩序态，系统就不再经过介生态，结晶也就没有了温床。介生态的特点是三层都半成形：目标隐约，每一步半试探，约束半开半合。学生在涂改和擦除中的那几分钟，从外面看是混乱，从 D2 看正是介生态：他在自己组织自己。教师的第一句话，往往是把这个相位改写成秩序态的那一句。

◆ 9.4　太晚：沉淀已经散了

反过来看，难道应该一直等？这条路同样通向清洗，只是方式不同。

仍回到教室。教师决定不打扰，让学生自己摸索。四十分钟之后，学生交上了一份写满涂改的本子，答案是 169。此时教师想问“你当时是怎么想的”，学生已经

说不清了：中间哪一步用了哪一种换法，哪一次擦掉了什么，他自己也不记得。本子上的擦痕只留下一片灰，涂改过的数字已经看不出下面是什么。教师这时给出的反馈，即使恰到好处，面对的也只是一个结果。差异没有被反馈洗掉，是被时间洗掉的。

沉淀挂在承载者上，这是全书反复说的一点。承载者有四种：人、记录、关系、工具，每一种都有自己的衰减方式，也就是自己的“散”法。

人的衰减最快。一个困惑，在当事人心里新鲜时是一团具体的东西，有位置、有形状、有上下文；过一两天，它变成“好像有个地方不太对”；再过一周，变成“我当时有点糊涂”。同一份差异在记忆里的存留，随时间陡降，这是记忆研究的常识，本书无意引用具体曲线，只取其方向：越快回到那份差异，越能复原它的原貌。因此，针对人的承载者，“稍后再谈”的“稍后”，应当以小时和天来数，不能以周和月来数。

记录的衰减慢，但有另一种方式：被覆盖。文档的新版本盖住旧版本，白板被擦掉，聊天窗口里的长对话被折叠，草稿被自动保存成了终稿。这些记录里的差异没有被人忘记，是被工具无声地洗掉了。很多时候人们在反馈来得太晚时失去的，并不是记忆，而是被覆盖的记录：想回头比较两个版本，只剩一个。

关系的衰减更隐蔽。一场分歧发生在两个人之间，彼时的语境、语气、各自的处境，都是这份分歧的一部分；过一阵，两个人各自带着不同的理解走开，分歧还在，语境却已经换了，再回头谈，谈的是另一场分歧。工具的衰减则表现为：一次 AI 对话里的追问序列，换一个窗口就接不上；一个表格里的批注，换一个负责人就没有人读。

所以“等”有成本，这笔成本不是学生的焦虑，是承载者的衰减。本章在这一点上不站在“越晚越好”一边，也不主张“越乱越好”：混沌态过度同样无法结晶。学生在没有任何支点的情况下枯坐四十分钟，不会比枯坐十分钟多长出一条区分，只会多留下一片涂改的灰。等待要有收益，收益要能说出来：等待期间，是否确实形成了新的材料？是出现了第二份、第三份不同的改写，还是同一种擦除重复了五遍？前者是沉淀在积，后者是原地打转。

太晚还有一种更深的形式：反馈本身来了，沉淀已经没有对象。设想一位写作者，把文章投给朋友，朋友过了三个月才回复一份意见。三个月里，这篇文章的几处犹豫早已定下，当时放弃的另一种写法，早已从记忆和硬盘里消失。意见来了，只能对着成稿说话，文章的来路已经看不见。这份晚到的反馈仍然有价值，它是对成品的评论，是终评一类；它缺少的，是对差异的洗涤和重组，因为差异已经不在。

抢先和过晚，因此是同一条时间轴的两端。在抢先一端，反馈洗掉的是尚未形成的沉淀；在过晚一端，时间洗掉了已经形成的沉淀，反馈面对的是干净的结果。两端之间有一段可用的区间：差异已经落下，足以被辨认，尚未散去，足以被回收。这一段不是一个固定的窗口，每个任务、每个人、每种承载者都不同，也没有一个公式能算出它的位置。能做的是在每个时刻问两个问题，这就是下一节的两道门槛。

◆ 9.5　三种时钟与两道门槛

讨论早晚，先要说明相对于哪一只钟。本章区分三只：任务完成的钟，差异可辨认的钟，后果可修复的钟。

任务完成的钟，指学生写完最后一个数字、写作者交出终稿、会议宣布散会。这只钟最容易读，所以最常被拿来当标准，“等他做完再讲”说的就是它。差异可辨认的钟，指材料已经足以让人分开两种竞争的解释：两个人写出 159 与 169，只说明结果不同，169 究竟来自哪一步，还没有分开；一个人先后写出两份竖式，其中的差别才可能把“借位忘记减一”和“十位整体错位”区分开来。后果可修复的钟，指错误还来得及以可承受的方式改正：一个答案可以擦去，已经占用的课堂时间却无法原样退还；一处标记可以立刻纠正，围绕它形成的公开评价则要另行解释。

这三只钟不同步，而且先后不固定。学生没有写完，教师已经看出是抄写错误，没有理由等到最后才核对；学生全部写完，教师仍然分不清是熟记程序还是理解了关系，也不必借任务结束强行得出一个诊断；还有这样的情形，教师需要更多材料，学生却必须转入下一项必要的学习。把三只钟压成一只，是反馈争论里最常

见的误读：赞成“等”的一方说的是第二只钟，赞成“说”的一方说的是第三只钟，双方各用了不同的钟却以为在谈同一个时刻。

差异可辨认的钟有个特点，只能粗略定位。教师可能在第三次追问之后，才意识到学生的第二份竖式已经提供了关键差异；也可能事后发现当堂材料始终没有把两种解释分开。记录时可以写“截至某次修改，材料足以支持这个较窄的判断”，用不着编出一个精确到秒的认知时点。后来的理解会使旧材料重新变得可读，但倒填成当时的判断，会把后来的沉淀写成当时的，那又是一种清洗，清洗的是时间本身。

在三只钟的基础上，两道门槛把时间问题转成可以作决定的提问。

第一道：现有差异是否已够。“够”是相对于一个具体的竞争解释而言的。要判断题面有没有抄错，一次核对就够；要判断学生是否理解了等值关系，则需要至少两份有区分力的材料。本书的两个读数可以直接用在这里。复现：同一种差异在几次尝试、几种条件下出现了；存留：在经过一次清洗动作（改正、总结、换题）之后，它还在不在。教师在课堂上不必按研究的口径去数，但可以问两个很朴素的问题：这个错法他是第一次写，还是写了好几次？我指出一次之后，下一题它还在吗？如果是第一次，且一指就消，多半是一次性的疏忽，核对即可；如果反复出现，换了题还在，那就是一份值得留下的差异，此时抢着纠正，是把一个正在稳定下来的东西提前洗掉。

差异是否已够，也可以用“沉淀率”粗略地数。把一次活动留下的来路种数、分歧条数与未决项数之和，除以任务总量，就得到沉淀率（正式口径见附录三）。一个班做五道题，留下两种不同的改写、三个说不清来由的步骤、一个没人回答的追问，沉淀就是够的；留下的是五份一模一样的正确答案，沉淀率接近零，此时继续等待不会增加什么，反而应当用别的办法去制造差异：让两个学生互相看对方的做法，增加一道条件稍有不同的题。

第二道：继续等待的代价是否仍然承受得起。这一问同样要说清“谁的代价”。学生在涂改中反复卡住，他承担的是挫败的累积；教师多等两分钟，承担的是进度；全班的其他人，承担的是被一个人的卡点占用的时间；负责整理记录的

人，承担的是越来越长的未决清单。这些代价不在同一个单位里，折成总分去寻找“最优窗口”，需要另外证明它们为什么可以相抵，而这个证明通常没有。

决定“承受得起”的人，也不应该默认是观察者。教师觉得再等两分钟不算长，正在反复涂改的学生可能已经无法继续同样的活动；会议的主持觉得讨论还可以延长，实际记录的人可能已经失去了参与的机会。所以要给当事人留出入口：指出困难、请求支持、退出某项比较。这些表达本身就是调整安排的材料，它们读出的是当下的承受度，不是对一个人心理状态或稳定能力的诊断。

两道门槛都无法精确测量，更算不出一个最佳分钟。它们的作用是迫使“再等等”和“现在说”各自交代依据：等，是因为差异还不够、等得起；说，是因为差异已够，或者等不起了。交代不出依据的“等”与“说”，多半是习惯。

◆ 9.6　四种组合与有限支持

两道门槛的回答各有“是”“否”，组合成四格。表中列出每一格里可以考虑的介入，它们是候选，不是自动处方；每格还要结合当时反馈的功能与任务来选。

现有差异	继续等待的代价	可考虑的介入
已够	承受得起	给所需的反馈，或留出自己说明的机会；若再等，要有新增的用途
已够	承受不起	直接给所需的解释或纠错，恢复可靠的行动；不必先试有限支持
不足	承受得起	再取一项有区分力的材料，或约定稍后再查；事实核对仍可进行
不足	承受不起	有限支持、缩小行动单位、改任务，或停止并补必要知识；解释可以保持未决

先看第一格：差异已够，等待也承受得起。这是最舒服的局面，也最容易出现“习惯性延迟”。差异已经够了，意味着学生桌上已经有可以比较的东西，此时教师的反馈落在沉淀之上，是回收，不是抢先。可以再等的话，要问等待能不能带来新的材料，或者是否能让学生自己把解释组织出来；若两样都不能，就没有理由继续等。有人愿意先说，就给他空间；有人已经明确请求解释，就一起核对。差异已够，给的只是“进入说明的资格”，没有规定所有人都要再悬置同样长的时间。

第二格，差异已够而代价升高：直接说。指出哪一份改写改变了总量，帮他恢复到可靠的路线，再分别整理仍然悬着的问题。终评也可以局部作出：确认本题的结果已经改对，同时注明“独立使用仍待检查”。结束一段等待，用不着把全部能力判断一并封口。

第三格，差异不足而等得起：再要一项有区分力的材料。题目错了，是抄写还是交换？先核对题面与原稿，比马上追加四道练习题更贴近这个分歧。学生愿意继续，就保留他自选的表示方式，再问一个局部问题。等待期间，事实核对和必要的组织工作照常进行。

第四格最难：差异不足，等待的代价又已经过高。若此时只有“继续想”和“全部告诉”两条路，反馈就陷入假两难。本章主张有限支持，它是介于两者之间的一组做法，大致有五种。

其一，核实事实。题面、数字、材料摆放若有误，先把共同的对象恢复清楚，后面的关系再检查。有限不是以话语的长短来定的，一句“十位应是 9”可能已经交出了关键判断，一段整理题面的话反而没有替代任何数量推理。

其二，缩小行动单位。教师保留整组资料，让学生只核对“4 百 0 十 4 一”与“3 百 10 十 4 一”是否相等，暂不承担整道竖式的解释；这一步可用，再把一个十换成十个一，逐段保存标记。这样做减轻了协调负担，对原本能够整体把握的学生却可能添了多余的步骤，所以应当允许他们重新合并，缩小只是一个选项，不是普遍要求。

其三，换成更熟悉的表示。竖式对一个学生不通，换成计数棒、换成口算、换成数轴，同样的关系可能就看得见。保留他原先的竖式草稿，再并置新的表示，两份材料的对照，本身又是一份新的差异。

其四，补必要的知识。若在可理解的表示下，学生仍不能确认 1 百＝10 十、1 十＝10 一，要求他比较几种跨零的程序，是缺了支点的比较。这时直接教这两条关系，一起做一个较简单的交换，再用短练习检查能否使用，是必要的教学，没有谁需要为此感到愧疚。它解决的是眼前的缺口，不是对此前所有错误作唯一归因。

其五，停止，并把停止做得清楚。保存当前的草稿，注明本轮的解释没有分开，提供一条可靠的做法完成眼前的任务；是否再回来，由问题的价值和参与者的

意愿决定。如果停止的原因是题组超出了已学的数位范围，那么该删去的是这条要求，不是把没有完成记作个体的失败。

这五种做法不构成从最轻提示逐级升到完整说明的固定阶梯。资料已经显示缺哪项知识，就直接教；表示不便交流，就先换。把提示等级逐一试遍，本身就在花时间，也会使后来难以分辨各项支持各起了什么作用。有限支持限定的是本轮帮助的责任范围，目标不是帮得越少越好。

整张表是用来说明取舍的，不适合当作执行考核。门槛不清楚时，先选容易调整、能够恢复任务的局部支持，并写明为什么这样做、哪些后果还不知道；已经确定需要知识时，直接教。填满了分支表，并不等于检查了实际的选择。

◆ 9.7　反馈自己也要留痕

反馈本身是一次介入，它改变了此后材料的身份。学生在“把各位重新合起来”的提示下，发现 3 百 10 十 14 一等于 414，这说明他在这个方向的帮助下能完成核查；至于他提示之前是否在自行监控总量，这份材料回答不了。往后若在一道没有提示的新题上，他主动核查了总量，就又增加了一类新的表现记录。前后两份材料可以并存，把它们不加说明地合成一条“独立能力增长曲线”，是把被反馈洗过的材料当成了没洗过的。

所以每一次反馈都需要三行字：说了什么，在哪一刻说的，之后的材料发生了什么变化。三行字足够。下表是一个构造的示范，其中的错误写法由作者设定，不是某位学生的实际过程。每一行登记一类东西：所见的材料，待判断的命题，教师的介入，依据材料写出的报告。

登记什么	内容	能支持什么
材料：构造的初稿	404＝3 百 10 十 14 一	显示总量改变；原因尚未分开
命题：候选的解释	这份改写没有保持交换等值，也可能是漏记	是候选，不是已经确诊的标签
介入：教师的提示	提示“把各位重新合起来”，保留提示的原话	改变此后取证的条件；不能倒填到初稿之前
材料：构造的后稿	经核对改成 3 百 9 十 14 一	示范如何登记提示之后的改写

登记什么	内容	能支持什么
报告：依据材料写成	初稿、支持和后稿之间的联系，列出还没有分开的解释	能描述修改的来路；独立理解的增长，这里读不出来

这几行登记的用处只有一个：让结论能回溯到它的依据，用不着把课堂上的每一个动作都记下来。提示的原话如果已经无法恢复，登记表也不能替我们补出它，可以如实写“教师曾介入，内容缺失”，并接受前后比较的精度因此下降。这里要分开两件事：资料缺失使某项研究做不成，是一回事；当时该不该给帮助，是另一回事。研究的资格不应该成为迟疑于必要教学的理由。

提示落在初稿之前还是之后，也是需要登记的一项。下面沿用 405–245 作一个设想，待实施，不是已有的结果。学生逐题完成 404 与 405，教师设想的提示是：“先判断当前这一位够不够减。”提示若在 405 的初稿之前进入，后题的作答就已处在这个方向的支持之下，它仍可显示学生怎样使用提醒，却无法与未经提示的 404 一起，构成原有做法的完整画像；提示若在初稿之后进入，405 的初稿保留了提示之前的做法，提示成为一个与初稿相撞的对象。同一句话，位置不同，一个是抢先，一个是对手。405–245 的答案 160，无论怎样走都是对的（个位 5–5 不需要交换），所以要分开两种位置的效果，只能看纸面上留下的写法，不能看答案。第 12 章把同一个位置问题移到观察者与行动者之间去讲，不再重复这道题。

反馈的留痕也适用于四类以外的场合。写作者把一段文字发给 AI，请它“改顺”，改出来的版本与原稿的差别，就是一次反馈的结果；原稿和改稿同时留着，两者的缝就是一份沉淀，只留改稿，缝就被洗掉了。会议上主持人当场说“这个问题我们会后再议”，把未决项写进了记录，这一句话把一份将要被冲走的东西存了下来，是反馈作为保存而不是作为清洗的样子。这些情形，第 15 章 15.5 节与第 16 章 16.3 节会各自展开。

◆ 9.8　可被反对的预期与最强的反对局面

本章的主张可以拆成几句，每一句都准备好被反对。

第一，反馈的时机、功能与条件已经有相当多的研究。Hattie 与 Timperley 在 2007 年的综述里，把反馈的效果与它回答的问题（目标在哪里、进展如何、下一步

去哪）以及它指向的层次联系起来；Kluger 与 DeNisi 在 1996 年的元分析指出，反馈并不总是改进表现，有相当一部分反而降低；Shute 在 2008 年对形成性反馈作了系统梳理，其中涉及反馈的内容、复杂程度与时机。这几篇本书只取其大意，用作本章的近邻：它们说反馈的效果依条件而定。Bjork 一系列关于“合意困难”的论述，以及 Kapur 关于“生产性失败”的研究，则从另一侧说明：学习过程中某些困难与失败，在长期看来对迁移有益。这些研究回答的是当下与之后的学习效果。

本章多说的一句是：反馈是一种清洗，早和晚，说的是洗什么、洗在沉淀的哪个阶段。抢先洗掉的，是将要成形的差异，它既是学习效果的问题，也是将来能否显露新区分的问题；这一点来自本书的不可替代性命题（第 11 章主证）：一份差异将来会在什么新经验里撞出结晶，在洗掉的当时无法预知，所以被抢先洗掉的差异，无法由后来的任何反馈补回。这与“失败有益”的说法不同，后者讲当下的学习效果，本章讲的是压缩与清洗发生时，未来相关性的不可知。

第二，本章给出一个可以被检验的预期，它并入第 18 章的预测 0，不另立新的预测。预测 0 比较“保留沉淀”与“只保留结果”，并以沉淀保留量作中介；抢先提示的预期是这个设计里的一个操纵变式：把“保留沉淀”的办法取为推迟解释性提示，推迟到至少两份有区分力的材料落下之后再给。在同类任务里，抢先给出解释性提示的一组，与等到材料落下之后再给的一组相比，其后若干次新任务中，后一组更多显露新的区分，沉淀保留量应当是中介。若结果相反，或者两组没有区别，先看沉淀保留量有没有拉开：没有拉开，是安排没有生效，不动本章的主张；拉开了而新区分仍无差别，本章关于“抢先是清洗”的主张就要撤回，并按预测 0 的撤回条件核对原理是否受牵连。实验里需要控制总的指导时间与教师讲解量，以免把“多给了讲解”误当成“晚给了反馈”的效果。记录口径见附录三。

第三，也是最强的反对局面。设想学生已经具备位值基础，眼前的错误只是一次漏记，逐题的范围完全承受得起。那么一句简短的纠错就够了：他继续做完，之后的题也自己会核查；再去并置题组、填门槛表、追踪多个版本，增加的只是成本，没有增加判断所需的信息。遇到这种材料，应当保留最简单的做法，不要为复杂安排编造尚待显现的深层优势。门槛模型的价值，在于帮助识别哪些局面是这样的局面：第一格里的“漏记”，本来就是不需要沉淀的差异。

再设想另一种等效局面：教师原有的反馈已经分清了四种功能，困难只在五题同时呈现带来的协调负担。把行动缩成一次一题，保留原稿供教师跨次比较，同样得到必要的材料。联合方案如果没有改变学生实际收到的支持，只是给同一种安排添上了新名字，就不应声称带来了新的教学机制。名字可以帮助表达，不是机制。

◆ 本章结论

1. 反馈是一种清洗：事实核对洗掉来路，操作纠错洗掉分歧，解释性提示洗掉未决，终评把三型同时封口。每类反馈该问的是它此刻洗掉的是哪一型沉淀，以及这一型值不值得留。
2. 抢先的清洗，是张力未积累就释放。幸福律要求势能先积起来，动能才有可放的东西；外部提供的动能使这一次“弄懂”缺了前半程，同时带走了满足与记忆的钩子。同一句话，早两分钟是清洗，在张力积到位时是通道。
3. 过晚的清洗来自承载者的衰减：人的记忆、记录被覆盖、关系的语境更换、工具的窗口关闭，都是时间在洗。等待要有可说出的收益，即期间形成了新的材料。
4. 任务完成、差异可辨认、后果可修复是三只不同步的钟；两道门槛，即现有差异是否已够、继续等待的代价是否承受得起，把时间问题转成可以交代依据的决定，依据用复现与存留两个读数、沉淀率与当事人的表达来支持。
5. 门槛冲突时，不是调快调慢，而是按四种组合选择介入；差异不足而代价过高时，用核实事实、缩小单位、换表示、补必要知识或停止并保存这五种有限支持；反馈本身要留痕，使后来的材料能追溯到它所经过的清洗。

◆ 本章参考

— 原始文献

· Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. Review of Educational Research, 77(1).

· Kluger, A. N., & DeNisi, A. (1996). The effects of feedback interventions on performance. Psychological Bulletin, 119(2).

· Shute, V. J. (2008). Focus on formative feedback. Review of Educational Research, 78(1).

— 研究文献

· Bjork, R. A. (1994). Memory and metamemory considerations in the training of human beings. In J. Metcalfe & A. Shimamura (Eds.), Metacognition: Knowing about knowing. MIT Press.

· Kapur, M. (2008). Productive failure. Cognition and Instruction, 26(3).

— 站内著作

· 第 554 号《数学标准的典范重生》：统一性标准化使特征律死亡，本章讲个人经验里的同一件事。

· 第 513 号《SDE九宫格透镜问题分析法》：S1·D2·E3 透镜的定义。

· 第 409 号《教育的产品是结晶》：学习者结成的结晶不能代付；本章讲抢先的反馈怎样在结晶之前把差异收走。

· 第 442 号《懂的发生学》：“懂”怎样在路上接着走。

◆

10

第 10 章

换尺的清洗

本章提要　评价标准是一把尺，它事先规定了哪些差异算差异、各占多重。标准一改，按旧尺落下的沉淀与按新尺落下的沉淀便对不上账：旧记录里的差异没有被删，却因为新尺没有对应的刻度而无法读取，这是第三种清洗。本章以一个构造的排名翻转算例说明，原始表现不变，权重一改，次序即可颠倒；再把“尺变了”与“人变了”拆成可以分别查证的几件事，最后给出让标准修订带着证据续接的办法：留原材料，留规则版本，新旧并行，设一项不随改分自动变好的检查。

◆ 10.1　一张表改了以后

先设想一个学期中途的教研组会议。某校初二语文组用同一张阅读评价表记了一个学期：每名学生每两周交一份阅读记录，记录上有结论，有一句引证，有教师的评分。期中以后，组里认为“有一句引证”太浅，学生随手抄一句就能得分，于是把这一项改为“引证与判断的联系能够说明”，并把两个主要项目的权重由原来的 0.8 与 0.2 调整为 0.2 与 0.8。表改得有道理，会议开得顺利，改完大家都觉得这张表比先前好。

学期末，组长想知道这一学期学生的阅读有没有长进，把期中以前的分数与期中以后的分数排在一起。这时才出现一个奇怪的局面：同一名学生，前半学期八十分上下，后半学期六十分上下，似乎退步了；另一名学生反过来。翻开前半学期的记录，大部分只有一个结论、一句引证和一个分数。那句引证与结论之间到底有没有联系，当时没人记，现在也无处可查。有两位老师回忆，某几份记录的页边曾有过争论，一位老师认为引证只是顺手抄的，另一位认为学生其实读懂了，只是没写出来；这场争论后来没有写进任何地方，随着换表，连当时为什么有这场争论也变得难以说清。

这个场景里没有人犯错。每一步都有理由：表要改，表改得更细，分数要排在一起看。可是一个学期里积下来的东西，在换表的那一天被洗了一遍：分数还在，次序还在，能留下来的只是一串在两把尺下含义不同的数字。旧记录里本来分明有的差异，如这份引证是抄的还是读来的，这位学生是读懂了还是蒙对了，在新尺的刻度上没有位置，于是它们没有被删除，却读不出来了。

本书第一编把清洗定义为把经验里的差异冲掉，只留下干净的结果；第三编的前两章写了两种：合并使行动单位冲掉辨因单位，抢先使差异尚未落下便被冲走。本章写第三种。它的特别之处在于，被冲掉的不是某一次经验里的差异，而是**整批旧沉淀与新沉淀之间的接口**。每一份旧记录里的差异还躺在原处，但它们按旧尺的刻度落下，新尺来了以后，要读它们，就得先把旧刻度翻译成新刻度；翻译所需要的材料，恰好是旧账里最先被省略的部分。

用特征律的话说，这里出了一个关于存留的问题。第 6 章把稳定运行拆成两个独立读数：复现，是同一种差异在几次经验、几种条件下出现；存留，是经过一次清洗动作之后它还在不在。完成、改正、总结都是清洗动作，换标准也是。一种差异若在换尺之后依然读得出来，它的存留读数便得到一次相当严格的检验；若换尺之后读不出来，究竟是它不存在，还是它存在而新尺看不见，是两件完全不同的事，需要分开查。换尺之所以是一道清洗，是因为在多数现场，两者没有被分开：读不出来的差异，和从未有过的差异，在新账上同样是空白。

◆ 10.2　尺决定哪些差异算差异

要把换尺说清楚，先要说清楚尺在做什么。标准不是挂在作品外面的一张量具，它在评价发生的同时参与规定：什么算一个单位，哪些差异值得记下，记下来的各项怎样相加。

可以分出三层。**底线**规定一项活动不能随意取消的约束。404 改写成 3 百 9 十 14 一，数值仍是 404；改写成 3 百 10 十 14 一，已经变成 414。讨论可以研究这一处变化来自哪里，却不会把两种写法评成同样正确，以多样性代替核算。**比较规则**是在底线之内选择看什么：评阅读书记录时，是看原文与补充是否分开，看引证怎样参与判断，还是看新材料出现以后判断是否有理由地调整。**审查要求**追问这套评价

据以成立的理由：比较的是谁的材料，任务与支持是否可比，规则在哪个版本下使用，差异有没有别的解释。

三层可以写在同一张表上，换尺时的后果却各不相同。底线一般稳定，它挂在对象本身的性质上。比较规则的改变最常见，也最容易被当作“表格优化”轻轻带过，实际上它每改一次，都在重新划定“什么算一个差异”：把“有一句引证”改为“引证与判断的联系能够说明”，不只是要求多写几个字，观察对象从“材料出现了没有”转到了“关系成立不成立”。旧尺记下的是前者，新尺要读的是后者，旧记录上有前者的痕迹，后者往往无从找起。审查要求的变严则有另一种后果：已经发表的主张可能降级，而作品没有任何变化。一份正确答案原来被解释为理解，后来加入支持记录的要求，发现排除不了教师示范的贡献，结论便缩小为在该配置下的完成。结论缩小，说的是研究者现在有资格声称什么，学习者的成长史没有因此被改写。

再往下是**尺度与权重**。尺度回答每个刻度之间隔多远，权重回答几项相加时各占几分。把两项表现从并列描述改成加权总分，是在表上悄悄加入了一条替代关系：一项的优势能在多大程度上补偿另一项的不足。这条关系在并列描述里原本不存在，加权的那一刻才被写入。

有些底线不适合补偿。一段解释再流畅，也抵销不了把原文没有的话放进引号；计算过程写得再完整，也换不来一个错误结果的数学资格。分别保留各项判断，比合成一个总值更能看清哪里达标，哪里需要修改。换句话说，总分是一种提炼：它把几项不同的差异压成一个谁看都一样的数。第 11 章要专门写提炼，这里先记下一点：加权总分是一次多对一的压缩，不同的权重相当于不同的压缩方式，压缩之后各项原来的样子就没法从总分复原。总分 0.78 回答不了两项各是多少，更回答不了那句引证是不是抄来的。

于是换尺的清洗有三个入口。一是**改项**：增加、删去或重新定义观察项，旧记录与新项之间缺一座桥。二是**改度**：同一项的刻度间距变了，旧刻度上的“好”与新刻度上的“好”所指不同。三是**改权**：项目与刻度都没变，各项相加的比例变了，次序因此变了。三个入口的清洗力度不同：改权最容易被看见，因为原始记录都还在；改项最不容易被看见，因为它让一部分旧差异失去了落脚的格子。

◆ 10.3　对不上账：三型沉淀各怎样失账

第 3 章把沉淀分为分歧型、来路型、未决型。换尺对三型的冲刷各有特点，值得分开写。

分歧型沉淀是两种做法之间说不清的分歧。在阅读评价里，它表现为同一份记录两位评阅者读出两样。前面设想的那场页边争论就是：一位认为引证是顺手抄的，另一位认为学生读懂了。按旧尺，两人各给一个分数，取平均，争论被平均掉了；按新尺，评阅者必须判断引证与结论有没有联系，这恰恰是那场争论的内容，原本是一个有价值的分歧型沉淀，却因为没有写下，新尺只能重新判一次，好像从没有过争论。换尺使分歧型沉淀失账的路径，是**分歧被分数吸收**：只要旧账上只留下数，不留下分在哪里，分歧便消失。

来路型沉淀是同一个结果的不同路径。同一份“引证一句、结论正确”的记录，有的学生是通读后挑出了最贴的一句，有的是见到题目便抄了第一句看着相关的。旧尺只看有无引证，两者同分；新尺看联系，来路才变得要紧，而来路只有过程材料能够回答：初稿，涂改，旁注，当堂的口述。多数现场只收终稿。换尺的那一天，要用的恰恰是当初没收的东西。来路型沉淀失账的路径，是**材料被终稿吸收**。

未决型沉淀是纪要之外悬着的问题。旧表没有“尚缺什么材料”这一栏，那些学生心里有、嘴上提过、表上没处写的“还差点什么”，没有落下痕迹。新表若恰好新增了这一栏，就会面对一个难堪的事实：旧记录里一片空白，可是这空白既可能是当时没想到，也可能是想到了没处写，还可能是时间不够只交一项。它们在旧账上长得一模一样。未决型沉淀失账的路径，是**空白被零吸收**：没有记录被当作没有这件事。

三条路径有共同点：换尺本身没有动手删任何东西，是旧账的格式没有为新尺预留位置，新尺只能读它格式里有的东西。所以不妨引入一个辅助读数，称**对账率**：旧记录里，能够在新尺下被重新读取的差异条数，与旧记录里已知存在的差异条数之比。前面的设想里，如果保留了原稿、题面与几份关键旁注，对账率可以不低；如果只留了总分，对账率接近于零，因为总分里已经没有一条差异可以被重新读取。对账率与沉淀率相关，又是另一物：沉淀率（第 3 章 3.5 节，口径见附录三）是（来路种数＋分歧条数＋未决项数）÷　　任务总量，衡量一次完成留下了多少差

异，是刻度；对账率衡量这些差异经过一次换尺后还剩多少，只在换尺之后才有意义，口径同样在附录三收口。对账率低，不说明旧记录里本来没有差异，只说明旧记录的格式留不住它们；这与 10.6 节说的“尺的盲区”是同一件事。

第二个后果是**两头不接**。旧账与新账各自内部是通的，前半学期的分数能互相比，后半学期的分数也能互相比，只有跨过换尺那一天的比较是断的。组长把两段分数排在一起，等于把一条在中间断开的线硬连起来；连得越顺，断处越难被看见。这也是“洗”字的意思：清洗做得干净，是因为看不出洗过。

还有一种更隐蔽的失账。旧尺下形成的**习惯与关系**同样要算进来。第 2 章讲过，结果、文件、习惯、关系是完成留下的四种载体；沉淀则挂在人、记录、关系、工具这些承载者上。学生按旧尺学会了“引一句就够”，教师按旧尺形成了“一眼看出抄的”的手感，这些是挂在人身上的沉淀，换尺以后它们不会自动更新。新尺公布的当天，学生手里的旧习惯与新要求并存，一些人迅速切换，一些人沿用，这时的表现差异，有一部分是在测习惯的惯性，而不是在测新尺要测的东西。把这一部分误当作新尺下的能力差异，也是一种失账。

◆ 10.4　一个排名翻转的算例

用一个小算例把“尺变”与“人变”拆开。设甲、乙两名学生在两个指标上的原始记录分别为：甲 0.9 与 0.3，乙 0.8 与 0.6。这些数是为讨论而设的，不是任何真实学生的实测。旧规则给两个指标的权重是 0.8 与 0.2，新规则改为 0.2 与 0.8，原始表现一个字都没有变。

对象	指标一原始记录	指标二原始记录	旧权重 0.8、0.2	新权重 0.2、0.8
甲	0.9	0.3	0.9×0.8+0.3×0.2=0.78	0.9×0.2+0.3×0.8=0.42
乙	0.8	0.6	0.8×0.8+0.6×0.2=0.76	0.8×0.2+0.6×0.8=0.64

旧规则下甲高于乙，新规则下乙高于甲，次序翻转完全来自权重。乙从第二升到第一，不构成乙进步的证据；甲的合成值从 0.78 掉到 0.42，也不构成甲退步的证据。两列数字表达的是两种取舍，彼此相减得到的“成长量”没有意义。

这个翻转有一个精确的临界点。把指标一的权重记为 w，指标二的权重为 1−w，甲的合成值是 0.9w+0.3(1−w)=0.3+0.6w，乙的合成值是 0.8w+0.6(1−w)

＝0.6＋0.2w。两者相等时 0.3＋0.6w＝0.6＋0.2w，解得 w＝0.75。取 w＝0.75 验算：甲 0.9×0.75＋0.3×0.25＝0.675＋0.075＝0.75，乙 0.8×0.75＋0.6×0.25＝0.6＋0.15＝0.75，确实相等。因此指标一权重高于 0.75，甲在前；低于 0.75，乙在前。0.8 与 0.2 恰好分居两侧。这个算例的意思是：哪怕数据一字未动，只要两人的强项不在同一个指标上，次序便取决于权重落在临界点的哪一侧。

加入第三名学生，翻转可以更彻底。设丙在两个指标上都是 0.7。丙的合成值 0.7w＋0.7(1－w)＝0.7，不论权重怎样分配，恒为 0.7。于是：

对象	旧规则（0.8、0.2）	新规则（0.2、0.8）
甲	0.78	0.42
乙	0.76	0.64
丙	0.70	0.70

旧次序是甲、乙、丙，新次序是丙、乙、甲，恰好完全颠倒。丙在两种规则下的分数没有动，因为丙没有强项也没有短板，权重对他没有可乘之机；变的是另外两人。旧规则偏爱指标一上的强，新规则偏爱指标二上的强，丙的“均匀”在旧规则下垫底，在新规则下领先。再取折中权重 0.5、0.5：甲 0.60，乙 0.70，丙 0.70，乙丙并列，甲垫底。可见同一批原始记录，随权重由 0.8 滑向 0.2，次序经过了一个中间态，才完成颠倒。

再看第二个学期。设两人指标二都有变化：甲的指标二由 0.3 升到 0.5，指标一仍是 0.9；乙不变，仍是 0.8 与 0.6。旧规则下甲的合成值变为 0.9×0.8＋0.5×0.2＝0.72＋0.10＝0.82，比上学期的 0.78 多 0.04；新规则下为 0.9×0.2＋0.5×0.8＝0.18＋0.40＝0.58，比 0.42 多 0.16。同样的原始改善（指标二升了 0.2），旧尺下记作 0.04，新尺下记作 0.16，四倍的差距完全来自权重。如果有人用新尺的 0.16 去对比另一个班在旧尺下的 0.04，得出“本班进步更大”的结论，比较的就已不是班级，而是两把尺。

这个例子告诉我们的是读法而不是算法：承载“甲的指标二升了 0.2”这件事的，是原始记录那一列，不是合成值那一列。原始记录在两把尺下都读得出来，所以它是跨尺可比的部分；合成值随尺而变，只在同一把尺内部才有比较的意义。检

验一个“进步”结论是否站得住，最直接的办法，是问它靠的是原始列还是合成列。靠合成列的，换一把尺它就消失，换一把尺就不再是同一个结论。

还可以把权重的临界点当作一项诊断：任何两人的次序，都有一个使其翻转的权重区间。区间窄，说明次序对尺极敏感，不宜把它当作稳定的排名；区间宽，说明在大部分合理权重下次序不变，可以认为这是比较稳固的差别。本例中甲乙的临界点 0.75，位于 0.2 到 0.8 之间，距旧权重 0.8 只差 0.05，说明旧规则下甲领先乙的那一点优势十分脆弱，二人的次序主要是由规则决定的。真实的评价当然更复杂，不应照此合成总分；算例只用来检查排序能否因规则改变而翻转，答案是能，而且很容易。

◆ 10.5　尺变了，还是人变了

换尺之后读到的任何变化，至少有四个来源，需要分别查证。

第一个来源是**人的新表现**：学习者在同样的条件下做出了原先做不出的区分。这是评价最想知道的，也是最难确认的，因为它要求前后的材料、任务与支持都可比。

第二个来源是**新尺看见了旧尺遗漏的东西**。只看阅读结论选了哪一项，分辨不出读者是依据原文、照抄同伴，还是承认材料不足；增加引证及其联系，打开了这些差异。这时变的是观察的入口，评阅者终于看见了一项已有的判断，与学习者刚刚获得这项判断，是两件事。

第三个来源是**取舍的变化**：同样的东西，现在更受重视了。算例里乙的升与甲的降属于这一类，原始记录没变，被看重的部分换了。

第四个来源是**范围的变化**：谁进入了统计。新规则若要求交完整理由，未交者被删去，剩下作品的平均分提高了，同一批人的表现却没有得到相应的证据。未提交、中途停止、材料不足的数量与条件应当随结果一起报告，它们悄悄退出分母，是比改权更难察觉的洗法。

这四个来源常常同时出现，结果是一个数的变化里混着四种东西。拆开它们的办法不复杂，只是需要事先预留位置。其一，**共同描述**：找出在新旧两把尺下都读得出的那一部分，如本章算例里的原始记录列，或一道等值核对题，只看这一部分

的前后变化。其二，**并行判读**：同一批材料分别用旧尺与新尺各判一遍，只随权重出现的变化归尺，在共同描述里仍然存在的变化才进入“人”的候选。其三，**排查竞争解释**：题目、支持、参与对象是否相近。即使两套规则都显示改善，上述三项也要查，新旧并行分开了一部分影响，其余的影响仍在。

事实纠错应当另外归类。假如原评价把一份改写误算成 404，复查后发现实际是 414，需要更正的是原判断，不是数学的底线升了级。研究者把另起一支的续写误当成同一条线上累积下来的材料，也属此类：更正材料身份，再检查受影响的结论。复查纠正的是原评价，据此说学习者有了进步，则是另一种混淆。

缺失与未达标也要分编码。旧记录里没有某项内容，可能是学习者当时没有想到，可能是当时根本没有要求写，可能是口述没有保存，也可能是有限的时间只够交一项。记录表可以用三类编码：“已有材料支持”“已有材料显示本次作答未达到要求”“材料不足以判定”。第二类要求确有展示机会与可判材料，第三类保留研究边界。把第三类混进第二类，新尺越细，旧材料里越会出现虚构的退步。这与 10.3 的空白被零吸收是同一件事的两面。

个人层面的自评也会撞上同样的问题。一个人在更深入地接触某项任务后，开始用更严的依据评价自己，当前自评比从前低，既可能是表现退了，也可能是尺子变严了；单凭两个等级，选择不了解释。研究健康相关生活质量的文献里，曾有“反应转移”一说，大意是：病人面对疾病，会改变评价自己的内在标准、价值与概念，前后同样的回答所指不尽相同。这一研究方向提醒的是同名之下的前后报告未必同义，课堂和个人写作的情形须由实际记录来核对。事后请当事人按新尺回忆过去，得到的是一种当前的重述，它可以与同期作品和任务条件分开保存，不宜用来拼出一条“已经校正”的成长线。

在组织场景里，这个区分同样有用。团队更换成果指标，排名变了，应当回到原始产出与支持配置去看，名次的变化有几成来自产出，几成来自指标。一份报告因新标准更重视证据来路而被重新认可，显示的是原评价低估了它；若报告从未改动，说作者在复评时获得了更强的能力，便是把评价者的变化记在了作者账上。尺的变化发生在评价者的认识与工具里，应当记在工具的账上。

◆ 10.6　换尺是对存留的一次检验

回到特征律。第 6 章为“稳定运行”设了两个互相独立的读数：复现与存留。换尺恰好是检验存留的一种自然实验，而且比人为设计的清洗更严，因为它改的不是某一次经验里的某一步，而是读取差异的整个框架。

设想同一种差异在三次阅读记录中出现：学生总是在引证之后另起一句，写“这句话我是从后面那段推出来的”。三次、两种体裁，复现的读数达到了暂定的门槛〔阈值待核〕。若换尺之后，这种写法仍然在新表的“联系”一项下被读到，也能在原稿里找到对应，则存留读数获得一次跨尺的支持；若换尺之后，新表读不到它，因为新表把“联系”只定义成结论里的连接词，那么这句话在新尺下失账，它的存留读数无从判断。此时若直接记为“未存留”，便把尺的盲区算作差异的消失。要防止这个误判，需要原稿保留这句话，让不同的尺反复去读它。

这引出一个对全书有意义的判断：**存留读数最严的取法是跨尺：能跨尺存留的差异，稳定运行的证据才充分；只在一把尺下存留的，也许只是那把尺的产物**。复现与存留仍是两个独立的读数，跨尺只是把存留的检验加严，并不改变门槛的构成。这与统一性标准化的问题接上了。第 554 号《数学标准的典范重生》写的是统一性标准化使特征律死亡，因为它把混沌洗掉了：当所有人都按同一把尺记账，差异便只剩下尺允许的那几种，尺之外的差异没有落脚处，混沌碰撞无从发生。本章写的是同一件事在时间轴上的样子。统一性在空间里把所有人压向一把尺，换尺则在时间里把所有旧账压向新尺。两种压缩的共同点，是都使“尺之外的差异”失去了存留的条件。

这个问题在两处著名的论述里各有一个近亲。库恩（1962）谈科学范式的更替，提到前后两套概念与标准之间的不可通约，大意是两边没有现成的共同尺子，旧的成果不能原样搬进新的框架。阿吉里斯与舍恩（1978）区分单环学习与双环学习，前者改行动的策略，后者连支配行动的目标与规则一并改。换尺在这两处都有对应：它是双环的那一环，也是不可通约发生的地方。本书多说的一句是：在个人与小组的经验尺度上，不可通约并不意味着旧差异消失了，只意味着读不出来；所以要留下的是原材料，让后来的尺有东西可读，而不是替后来的尺预先翻译。

介生态的说法在这里也有用。第 4 章 4.6 节与第 6 章 6.7 节讲过，差异要在介生态里运行：混沌过度，无法结晶；秩序过度，差异被洗净。尺可以作为判断一个评

价体系处于哪种相位的读数。尺极为松散，每次评价各用各的，记录之间没有可比的共同部分，沉淀虽多，却无法排出秩序，这是混沌过度。尺极为僵硬，写死了几项，之外的差异一律不记，沉淀被格式提前筛掉，这是秩序过度。多数学校的实际困境偏向后者，每年的“规范化”都在把尺收紧，表越来越细，格子越来越多，能落进格子里的越来越有限。可是矫枉也不宜过正：主张废除尺并不能带回沉淀，没有共同部分的记录彼此读不懂，同样无法结晶。介生态的做法，是保留一小块跨尺不变的共同描述，如原始记录和少量等值核对，其余部分允许随目标演化。

用 E3 的账来说，尺本身是一件工具，属于承载者中的一种，也算内能：它是由一批人在特定目的下共同维护的约定。旧沉淀以势能的形态存放在旧记录里，要释放为新的区分，需要有内能去读它。换尺的那一刻，原来能读旧记录的那批内能（老教师对旧表的手感，学生对旧要求的熟悉）与新尺不再同步，势能没有消失，却失去了释放它的人。这就是为什么说换尺是一道清洗：它清洗的不是势能的量，是势能与内能之间的连线。保留原材料是保存势能，保留规则版本与评阅者的判读记录，则是保存内能读取势能的那条路。

◆ 10.7　让标准修订带着证据续接

换尺本身不是坏事。目标变了，尺理应变；旧尺漏掉了重要的差异，就该补。要做的是让修订发生的时候，旧沉淀不被一并冲走。下面分六步，每一步都是低成本的保留动作，与第 2 章“该洗的洗，该留的原样留下”的判据一致。

第一步，留原材料，不只留总分。总分 0.78 回答不了两项各是多少，更回答不了一次阅读解释到底引了哪句话。保存了原稿、题面与关键支持，就可以按新尺重新判读其中确已出现的部分。需要留意的是，所谓原材料也已经过取舍：教师收下的是最后稿，还是保留涂改的过程稿，录音是否完整，图示是否标清对应哪道题，都会限制将来可用的判断。整理者把一段口述压成“知道等值”四个字，已经做过编码，以后不应把这个标签当成完整的原话。材料与判读要分开存放，让另一位读者看得到结论怎样形成。这也是附录一的沉淀记录卡的要求：只记原话、原样、原来路。

第二步，留规则版本。写清新规则增加、删除、重排了什么，改动发生在看到哪些材料之前，理由从何而来。看见某批作品后才发现遗漏，不妨碍修订有效，但

这批作品同时参与了提出规则，便不应再单独承担检验规则的全部责任。由材料推动的修订，登记为探索所得，再到没有用于修订的任务里检查它的用途。

第三步，新旧并行。对可判读的材料，原评价与新评价并列保存，不覆盖旧判断，也不把规则的变化倒写成作者当时已经采用的要求。两名评阅者意见不同时，可以指出分歧发生在材料读取、规则理解还是目标取舍；讨论可以改进规则，评阅者之间的一致同意却替代不了新的证据。

前后两批材料都需要记录时，可以把交叉判读放成四个位置：

材料与规则	旧规则	新规则
旧材料	保存原判，复查有无事实错误	只重判确有材料与机会的项目
新材料	检查旧问题下出现何种差异	描述当前目标下的表现与限制

横向看同一批材料随规则怎样变，纵向看同一规则怎样描述前后差异，两个方向各有用处，互相替代不了。四格齐全可以帮助说明变化来路，却控制不了前后任务的难度与支持。某一格填不出来，就留下缺口，填入估计值只会制造虚构的连续。

第四步，按项目分别续接。新表增加的维度，旧材料也许完全没有对应；旧表保留的维度，局部比较仍然成立。证据可以部分连续、部分重新记录，无须把整份评价判为可比，也无须一概作废。下面的小表列出了常见的几种情形：

续接问题	可以继续使用的条件	据此推不出的结论
新项能否重判旧稿	原稿确有对应内容，且题面与支持来路可查	没写就等于当时不会
新旧规则能否并行	同一材料分别判读，保留旧判及改动理由	两套分数天然处于同一尺度
前后任务能否比较	有足够的共同对象、机会与支持记录	只因题目名称相同便能力可比
能否形成增长判断	共同描述下有变化，并已排查重要竞争解释	新排名或新评分本身就是增长

一个具体的情形是，新表要考察“主动提出缺失材料”。若旧记录里确有一句明确写着“还缺谁会来、何时约定”，可以据此重判；同时要查这句话是否由模板或教师举例触发。若原任务要求填写“如果出现什么，我会重新考虑”，那句话便有这个提示的支持，新标准关注的主动性还需要来路证据，内容相同补不齐来路。

若旧记录里没有留下这方面的任何说明，可以报告“此份材料未展示该项”，不回算为“此人当时不会”，在这一项留空，必要时重新取材。

第五步，设一项不随改分自动变好的检查。新表在制定它的作品上显得更细，是理所当然的。要检验的是新表面对没有参与制定它的材料时，是否仍然减少了原有的混淆。可以保留一项没有用于修订规则的任务，检查参与者在没有新模板代写的情况下能否作出所关注的区分；也可以请没有参与修表的评阅者核对原文与引证。这类检查也有条件：新任务若只是把旧任务换了人名，仍可能复现已经学会的句式；评阅者若知道研究者期待什么，也会受到方向的影响。可以尽量隐藏原分与版本顺序，提供原文与判据，把做不到的部分如实报告。

固定一项共同任务可以成为比较的锚，但固定的题目不会自动固定意义：前后所给提示、可用材料、答题目标若改变，同一张卡已经不是同一个任务。锚的作用是检查前后的对应关系，范围也要限定：一道等值核对题前后可比，只能帮助判断这一项核对，替阅读动机、英语表达或全部数学能力取得共同尺度，它做不到。若无法证明同样机会下观察了同样内容，就分别报告两次表现，不去计算伪精确的增长量。

第六步，保留撤回的位置。新检查若显示某项旧判断没有依据，保留原报告，增加修订说明，指出受影响的命题与使用范围。把旧分悄悄改成新分，再展示一条从未存在过的稳定曲线，是最彻底的一种清洗：它洗掉的是“当年判断得不充分”这一事实本身。承认历史上的判断不充分，比制造始终正确的档案更有助于后来使用。

以上六步合起来，对应本章的主张：标准修订后的证据责任，是保存可复查的材料，保留规则版本，在可对应的范围内新旧并行，并设置不随改分自动变好的检查。发现遗漏可以是评价的改进，新排序可以是目标取舍的改变，人的进步则要由人的新表现来承担证据。

◆ 10.8　新尺的收益与代价

换尺也会重新定义问题。原先问谁答得快，后来问谁能发现无依据的引证，前一个问题仍适用于某些任务，后一个问题也要说明自己的用途。目标转向可靠判

断，就应交代转向的理由与要付出的时间，而不是把速度从此描述成浅薄的能力。不同目标可以并列为分支，不必合成一条先进与落后的序列。

重新定义的收益，是原先被忽略的工作得到了机会：发现材料不足，删去 AI 补出来的心理，指出模板不适用于明确的文本，都可能被单纯的结果评分漏掉。把这些纳入标准，相关判断便进入后续的教学与讨论。

新尺同时带来新的排除。把“给出两种解释”设为普遍的高分条件，材料已经明确的读者反而被要求编造另一种解释；把“用完整学术语言描述修订”设为门槛，判断清楚而表达简短的人可能失去展示机会。要求读者“报告不确定”本是防止把推断说成事实，可一旦被奖励，学生给每条判断都加一个“也许”，语言更谨慎，判断未必更准。改判次数同样不宜作为开放性的替代指标：新材料不同，改判的责任也不同，一律奖励“发生改判”，奖励的是同一个表面动作。新增要求究竟是目标所需，还是评价者偏好的表达形式，需要分别检查，对开放与反思的要求同样要接受偏差检查。

记录负担也是排除的一部分。要求人人保存完整过程，整理熟练者占便宜，参与行动却不善归档的人留下的证据少。可以缩减到关键初稿、一次修改和必要的支持，另行报告因此回答不了的问题。标准要多看一项，就应说明由谁付出什么，以及为何值得；档案更密，成长并不因此更多。

当标准调整影响到真实的机会，当事人需要有提出异议的路径：展示适用于其作品的规则版本、所用材料与改判理由，允许指出遗漏、支持记录错误或没有展示机会。异议未必改分，却使评价者的选择接受具体的检查。若只公布一个总分，取舍无从解释，标准变更伤及谁也无从定位。

新尺还需要**停用条件**。设旧规则只奖励选中教师预定答案，新规则转而奖励两项解释、未决说明与改判记录。在原文线索确有分歧时，新规则保留了更多依据；可是遇到文本已经明确写了“今天先回去”的材料，仍要读者保留“继续等待”的同等解释，审慎便成了回避结论。出现这类材料时，应收窄规则，改为分别判断“文字已有明确支持”“多解释仍可比较”“现有材料不足”，并要求结论强度与材料对应，不再奖励固定的解释数量。若新表没有减少关键误判，却增加了填写与评阅的负担，删去新增项目、恢复并列描述，或在特定任务上停用，都比保住复

杂性更合适。预先写下这样的退出条件，规则才不会把每一次失败都说成学习者尚未适应。

最后还有一种局面：旧档案只保留了总分与最终答案，没有初稿、题面版本、续写卡或支持记录，而新研究要比较的是独立提出缺失材料的能力。即使当年的教师愿意回忆，也恢复不了每名学生当时受过的提示。最诚实的结论是：旧资料完成不了这项回算，新规则下的记录从能够取得的那一轮开始。两条分开的记录仍各有用途：一条描述旧任务、旧规则下已经知道的，一条描述新任务、新规则与支持条件下的表现；二者共同说明问题怎样改变，承担不了连续增长的数值叙事。某些时段的材料恢复不了，这处空白应当留在图表里。

“没有进步”也有不同的含义。新旧并行后，共同描述下的作品没有变化，可以报告本轮未见该项改善，这并不否定评价修订的价值，它可能纠正了原先的误读。前后材料本来不可比，就连“没有变化”也确认不了，应报告为无法判断。把无增益、不可比较与规则纠错三者分开，才不至于让所有不支持增长的材料被压成一个失败标签。

回到开头的教研组。如果期中换表之前，组里留下了每名学生的原稿、题面和几份带旁注的记录，如果换表那天登记了新旧两版规则，并在其后的两周内把一小批旧稿用新表重判了一遍，期末的比较就有了可以站得住的部分：共同描述列，并行判读，以及一组没有参与修表的新任务。那场页边的争论也可以回到账上：它成了新表“联系”一项最初的样本。差异没有被换尺冲掉，反而成了新尺的第一批刻度。

◆ 本章结论

1. 标准是一把尺，它规定哪些差异算差异、各占多重；换尺清洗的是旧沉淀与新沉淀之间的接口，旧差异未被删除，却因新尺没有对应的刻度而读不出来。
2. 换尺有改项、改度、改权三个入口；三型沉淀分别以分歧被分数吸收、材料被终稿吸收、空白被零吸收的方式失账，对账率可以作为失账程度的辅助读数。
3. 原始表现不变，权重一改，次序即可颠倒：甲 0.9 与 0.3、乙 0.8 与 0.6，权重 0.8、0.2 时 0.78 对 0.76，权重 0.2、0.8 时 0.42 对 0.64，临界权重为 0.75；跨尺可比的是原始记录列，合成值只在同一把尺内部有意义。

4. 读到变化时，要分开人的新表现、新尺看见的旧遗漏、取舍的变化与统计范围的变化；缺失与未达标分编码，事实纠错与尺的变更分归两类。
5. 能跨尺存留的差异，稳定运行的证据才最充分；让修订带着证据续接，要留原材料、留规则版本、新旧并行、按项续接、设不随改分变好的检查、保留撤回位置，并为新尺预设停用条件。

◆ 本章参考

— 原始文献

· Argyris, C., & Schön, D. A. (1978). Organizational Learning: A Theory of Action Perspective. Addison-Wesley.（区分单环学习与双环学习：改变行动策略，与改变支配行动的目标和规则）

· Kuhn, T. S. (1962). The Structure of Scientific Revolutions. University of Chicago Press.（范式更替前后概念与标准的不可通约问题）

— 研究文献

· Sprangers, M. A. G., & Schwartz, C. E. (1999). Integrating response shift into health-related quality of life research: a theoretical model. Social Science & Medicine, 48(11), 1507–1515.（反应转移：内在标准、价值与概念的改变）

— 站内著作

· 第 554 号《数学标准的典范重生》：统一性标准化使特征律死亡。
· 第 513 号《SDE九宫格透镜问题分析法》：本书使用的 S1·D2·E3 透镜的定义。
· 第 409 号《教育的产品是结晶》：学习者结成的结晶不能代付。
· 第 442 号《懂的发生学》：懂怎样在每个人那里接着走。

◆

11

第 11 章

提炼的清洗

本章提要　把沉淀写成谁用都一样的要点，是完成、熟练、标准化、提炼这四道清洗里最彻底的一道：它把三型沉淀连同来处一并换成一句可转手的话。本章先划定范围，被判为清洗的只是转手要点，当事人自己动手、仍连着来路的总结是回写的一种；再给出本书的新命题：提炼是多对一的压缩，差异将来在什么新经验里撞出结晶，压缩当时无法预知，所以要点替代不了原始沉淀。随后落回课堂、写作与会议，并与经验学习圈的“抽象概括”、知识创造理论的“外化”对话。

◆ 11.1　一页写得很好的要点

设想一所初中的数学教研组。学期末，一位教了六年的教师要把“退位减法”这个单元交给下学期接手的新教师。她手里有六年的东西：几十份学生作业，课堂上两次没有收住的争论，一本写了一半的笔记，笔记里夹着几张被划掉的题组设计。她花了一个晚上，把这些整理成一页纸，标题是“退位减法五个要点”。以下是这一页的大意：第一，先让学生说清“百、十、个各是多少”；第二，退位时必须保持被减数的总量不变；第三，竖式中每一次退位都要在上一位留下记号；第四，做完用加法验算；第五，常见错误是漏改被退位的那一位。

这一页写得很好。五条都对，次序合理，新教师读一遍就能用。第二年，新教师照着它上了课，学生的正确率不低。这是一次成功的交接，本章不否认这一点。

本章要看的是这页纸的另一面：它没有带什么过去。六年里，有一个学生算 404−245 时不走竖式，先算 404−250 再加 5，得到 159，并且说不清为什么可以这样；有一次课上，两个小组为“先退哪一位”争了十分钟，争到下课也没有结论，教师当时在笔记里只写了一个问号；还有一道题组，设计时想让学生碰到“个位不够减、十位是零”的局面，结果大半个班在这里卡住，教师划掉了这道题，后来又悄悄补了回来。这些东西没有一条进入五个要点。它们不是错误，也不是废话，它们是分歧、来路和未决，是前面几章所说的三型沉淀。要点的写法天然把它们挡在

外面：分歧没有结论，不成要点；来路因人而异，不能写成“应当”；未决的问题，更没有位置。

第三年，班里出现了一个让新教师措手不及的情形。一个学生在做 3000–1287 时，把“退位”说成“从前面借来再还回去”，并坚持先还再借。要点里没有这一条，也没有任何一条能让新教师认出这是什么。如果那本笔记还在，翻到第二十一页，会看到六年前那个用补偿法的学生，会看到那个问号，会看到被划掉又补回的题。三样东西放在一起，也许正好显出一个原来没有的对比：这个学生与六年前那个学生，用的是同一种“绕开退位”的路，只是绕的方向相反。可是笔记在一次搬办公室时被当作旧物处理了，因为“要点已经写好了”。

这个场景是构造的，事却很普通：做过交接、写过复习总结、写过会议结论的人，都把一大堆经验压成过一页纸。压的时候没有人觉得自己在丢东西，压得越好，越觉得东西都在。这种感觉在什么意义上对，在什么意义上错，是本章要回答的。

先把词定下来。本书所说的提炼，是把沉淀整理成可以脱离原来的人、原来的场合、原来的材料而被他人直接使用的要点。它有三个特征。其一，多对一：许多次经验、许多种做法、许多条未决问题，被收成少数几条陈述。其二，去来处：陈述里不再有“那次”“那个学生”“当时争的是什么”。其三，可转手：任何人拿到它，不必认识提炼者，也不必见过原来的材料，就能照着用。三个特征合在一起，就是“谁用都一样”：要点对每个使用者都是同一句话。

提炼因此是四道清洗（完成、熟练、标准化、提炼，见导论）里最彻底的一道。完成洗掉的是做的过程，把一件事收成一个结果；熟练洗掉的是每一次做的偏差，把可运行的差异优化掉；标准化洗掉的是各自的尺度，让结果之间能够对账。这三道清洗各留下一点东西：结果、手感、共同的尺。提炼连“这是从哪里来的”也一并去掉，下一节展开。

◆ 11.2　为什么说它洗得最彻底

洗得彻底，要有一个尺度。本书给过沉淀率的口径（附录三）：（来路种数＋分歧条数＋未决项数）÷ 任务总量。清洗度是它的反面。拿这把尺去量上一节那页纸，结果很直观：几十份作业、两次争论、一本笔记，换成五条陈述，三型沉淀的条数全部为零。这不是教师粗心，要点这种体裁的目的就是让这三类东西为零。

把四道清洗并排看，彼此的差别在于各自洗掉了沉淀的哪一部分。

完成洗掉的是过程中的分歧：题做完，拉扯结束，留下一个答案；但做题的人还记得有过拉扯，作业本上还有擦改的痕迹。熟练洗掉的是可运行的差异：D3 收紧到极致，“高效而贫血”；但熟练挂在人身上，条件一变，熟手仍可能感到“这次不对劲”，差异还能从内能里被唤起。标准化洗掉的是各自的尺度：旧结果与新结果对不上账（第 10 章），但原件还在，可以按新尺重新量一遍。三道清洗都留下了承载者或原件。

提炼与这三道都不同。它不只是洗掉了什么，它还洗掉了“什么被洗掉了”这件事本身。要点一旦写成，读者看不出它是从多少份作业、多少次争论里压出来的，也看不出还有什么没有被压进去。这是它与前三道清洗的区别：前三道留下了可以回头的痕迹，提炼把回头的路一并封了。要点写得越好，封得越严，好要点读起来像一句天经地义的话。

这与第 554 号《数学标准的典范重生》所讲的是同一件事。该书讨论统一性标准化：当一个领域为了可比较、可传递，把各处的做法收成统一的标准，标准越统一，特征律越无处运行，因为特征是差异稳定运行的结晶，而统一性恰恰是把混沌洗掉的操作。没有混沌碰撞，就没有自组织，也就没有涌现。第 554 号讲的是一个学科、一套标准的尺度；本章讲的是一个人、一页纸的尺度。尺度不同，机制是同一个：把许多种做法收成一种，收的那一刻，将来能够从这些不同里长出特征的可能，也就一起被收走了。

借第 513 号《SDE九宫格透镜问题分析法》的九宫乙组来看，也可以看清它洗在哪里。S1 是对比、变化、分布，是结晶显露出来的三种样子；D2 是差异序列的运行，路径一次次走过，差异按序列落下；E3 是内能、动能、势能。提炼在这三处各动了一刀。在 S1 上，要点只给结论，不给结论所由产生的对比，读者拿到的是“应当退位后留记号”，拿不到“为什么两种退位法会分开”。在 D2 上，要点把一条走了六年的序列压成了一个点，序列的次序、层次、先后全部消失。在 E3 上，沉淀原是势能，挂在教师的笔记、记忆、学生的作业这些内能上，随时有可能在新的经验里转成动能；提炼把势能取了出来，写在一页纸上，这一页纸是谁拿都一样的库存，已经离开了内能。

这最后一点是本书的一个推论，后面还会反复用到，这里先写明白。势能离开内能，意思是：要点任何人都能用，却不会在使用者身上再次释放出一个没有写进去的区分。笔记是原样的沉淀，挂在记录和人上，在新经验里碰到新情形，可以显出一个谁也没有写下来的对比。要点是已经释放完的势能，只剩一个形状；笔记是还在积着的势能。

所以说提炼洗得最彻底，是指它在三个方面同时洗：洗掉了沉淀的条数，洗掉了沉淀的来处，也洗掉了沉淀继续积着的方式。前面几道清洗至少留下了承载者，这一道把承载者也换成了一张谁都可以拿走的纸。

说提炼洗得最彻底，不是说它最坏。没有要点，教研组的经验无法交接；没有会议结论，一个会开完谁也不知道做什么；没有复习提纲，学生面对一学期的内容无从下手。为交付、为组织、为连接，需要封口。问题只在于封口之后，原件怎么处置，这是 11.7 要回答的。

◆ 11.3　被判为清洗的，是哪一种提炼

话说到这里，有一个必须当场划清的界线，否则本章的命题会被读成“总结没有用”“不要整理”“一切归纳都是错的”。这些都不是本书的主张。

设想同一位教师有另一种做法。学期末，她不写给新教师的要点，而是给自己写一页：把那个补偿法的学生、那个问号、那道划掉又补回的题，一条条摆出来，在旁边写下“这几件事之间好像有一条线，我还说不清”，并标上日期、班级、当时的页码。她把这一页夹进笔记，笔记照旧留着。第三年，她遇到那个“先还再借”的学生，翻开笔记，发现那条线忽然清楚了。

这也是一种总结，也有压缩，也写成了文字，但它与前一页纸不是一回事。区分两者，需要三个判据，本书在这里一并立下。

第一，自己动手。总结由当事人，也就是从沉淀里走过来的那个人写下，而不是由旁人从材料里提取。自己动手意味着，总结的过程本身是一次新的碰撞：把几件事摆在一起，写的时候会发现原来没有看见的关联，这个发现就是一次回写，是显露的一次小规模发生。旁人提炼则不同，旁人拿到的只是材料，没有这条序列走过的经历，他的提炼只能是按体裁的需要收束。

第二，连着来路。总结里仍然保留指向原始材料的线头：哪一个学生，哪一次课，哪一页。这些线头不是装饰，它们使得总结可以被拆回去。一页连着来路的总结，读者可以顺着线头找到原件，而原件仍在。一页不连来路的要点，读者只能接受或拒绝，没有第三种选择。

第三，不求转手。总结的目的是让写的人自己下一次用得上。这一条是前两条的根源：求转手，就必须去来处、多对一、选定一个用途。不求转手的总结可以带着问号、带着“我还说不清”，这些正是未决型沉淀。

三条合起来，就把总结分成了两类。一类是转手要点：旁人可用，去了来处，多对一，各个使用者拿到的都是同一句话。另一类是回写式总结：当事人自己写，

连着来路，只为下一次自己的经验服务，仍带着没有收束的部分。第 7 章讲过回写：显露出的思想写回承载者，成为下一层沉淀的底。回写式总结正是回写的一种，它没有洗掉什么，反而在沉淀上又添了一层。

两类的差别可以列成对照：

判据	转手要点	回写式总结
谁动手	提炼者，常是旁人或事后的整理者	沉淀的当事人
与来路的关系	去来处，原件另处置	带线头，指向原件
目的	让不认识的人直接使用	让自己下一次的经验接着走
保留未决	删去，要点须有结论	保留，问号可以写进去
对沉淀的作用	把沉淀换成库存	在沉淀上添一层
对碰撞的作用	碰撞已结束，只留结论	碰撞继续，下一次可再撞

本书其余各章里说“提炼是清洗”，都指左边一列。凡右边一列的做法，本书称总结或回写，不称提炼，也不算清洗。这条限定导论里已经预告，本章是它的正式落点。

这条限定有实质内容：同样是“把经验写下来”，有的写法把差异洗净，有的写法让差异再积一层，区别不在写多写少、写得好不好，而在写出来的东西是否仍连着原件。学校里常见的几种做法可以由此重新分类。学生自己在错题本上写“我为什么错”，连着那道题，是回写式总结；教师统一印发的“易错点汇总”，去了题的来处，是转手要点。读书时自己在页边写的批注，是回写式；读书笔记被改成“全书十大观点”发给别人，是转手要点。会议上，参会人事后在自己本子上写下的疑问，是回写式；会议纪要里那几条经过审定的结论，是转手要点。两边各有各的用处，用错了地方才出问题：把转手要点当作自己的总结去背，等于用别人的提炼代替自己的碰撞；把回写式总结当作结论发给别人，别人读不懂，也用不上。

还要看到限定带来的一个后果：自己动手的总结，也可能慢慢变成要点。一个人把自己的总结誊清、整理成条、删去犹疑、抹去线头，准备给下一届学生，它就从右列滑到了左列。滑动的那一刻，才是清洗发生的时刻，不是总结发生的时刻。所以判断一段文字是不是清洗，不看它的体裁，看它做了哪一步：是在原件旁边添了一层，还是用一层代替了原件。这个问题，下面几节还会反复遇到。

◆ 11.4　不可替代：压缩的时候，不知道将来要用哪一维

前面说的是提炼洗掉了什么。现在要回答一个更强的问题：即使要点写得再好，能不能用它去代替原始的沉淀？本书的回答是不能，并且这不是因为要点写得不够好，而是由多对一压缩本身的性质决定的。这是本书在已有文献之外提出的一个命题，本节逐步把它立起来。

先用信息论里一个朴素的直观。把一张照片压缩成小文件，要决定舍掉什么。压缩算法并不是随机舍弃，它按一个预先给定的标准舍弃：人眼对亮度的变化敏感，对颜色细节不那么敏感，所以颜色细节先舍。这个标准在压缩的那一刻就定下了，叫作失真度量，说的是“哪些差别算数，哪些不算”。香农在二十世纪中叶奠定信息论时，已经把压缩与失真度量的关系讲清楚：没有一个与用途无关的最优压缩，压缩总是相对于某种“在乎什么”而言的。这是后来率失真理论的基本想法，只取大意。

由此有两个直观的推论。其一，压缩是单向的：从原件可以压出各种不同用途的小文件，从小文件却回不到原件，舍掉的差别没有地方可找。信息论里的数据处理不等式说的是同一方向的事：对原件做任何处理，处理后的东西所含有的、关于原件的信息不会增加。只取其意：压缩之后再怎么加工，也加工不出压缩时已经舍掉的东西。其二，压缩的标准是压缩那一刻的用途定的：为了在手机上看，就按手机屏幕的在乎来压；日后若要把这张照片放大成海报，或者要从暗处的阴影里看出一个当时没人注意的细节，压缩件就帮不上，必须回到原件，重新按新用途压一次。

把这两点平移到经验上，就得到本书的命题。

第一步：提炼是多对一的压缩。把几十份作业、两次争论、一本笔记压成五条陈述，对应的正是把一张大图压成一个小文件。

第二步：压缩要有标准，提炼的标准是提炼当时的用途。教师写要点时，心里想的是新教师接手上课要用什么，于是凡是与“照着上好这个单元”有关的差别被保留，其余的被舍。这里的“用途”不必是自觉的，体裁本身就带着用途：交接文件要的是可执行，复习提纲要的是可记忆，会议纪要要的是可追责。

第三步：差异将来会在什么样的新经验里撞出结晶，在压缩当时无法预知。结晶是特征律运行的结果，发生在介生态中，发生在没被洗掉的差异与一次新经验相遇的时候。新经验是什么，由将来决定。第三年出现的“先还再借”，是六年前没有人想得到的情形；它之所以与六年前那个补偿法的学生能撞出一个对比，是因为

它们的相似处是“绕开退位”，而这一维度，在六年前整理要点的那个晚上，并不是一个会被列入“与上好这个单元有关”的维度。

第四步：所以，压缩时保留的维度，是由当时的用途选出的；而将来要用的维度，是将来的新经验选出的。这两者之间没有保证相符的办法。要点无论写得多好，它保留的只是“当时的用途”所要的那些维度。对将来才会出现的维度，它或者碰巧留着，或者碰巧没留，而提炼者无从知道是哪一种。只有原始的沉淀，因为没有被压缩过，才对任何将来的维度都开着。

结论：要点替代不了原始沉淀。这是替代关系上的结论，不是价值上的结论：要点在“当时的用途”之内表现极好，像压缩过的照片在手机屏幕上完全够用，缺的是对未知用途的开放，而这恰是沉淀的特征。

这个论证需要几处说明。

首先，它不要求“舍掉的比保留的更有用”。被舍掉的绝大部分将来可能永远用不上，本书的命题只是：用不用得上，压缩的当时看不出来，因为预测需要的是未来的信息，而未来的信息当时不在场。

其次，它不是“保留错误有益”的换说法。生产性失败的研究（卡普尔等人）与合意困难的研究（比约克等人）讲的是：学习者在学习当下经历失败或困难，之后的学习效果更好。这是关于当下学习效果的命题，它的证据是同一批学习者在学习之后的表现。本书这一条讲的是另一件事：不论学习者当下学得好不好，只要把差异压缩成了要点，将来相关性不可知，沉淀就不可替代。前者可以被“当下效果更好但长期无差异”的实验反驳；后者要反驳，需要指出一种压缩方法，能在压缩当时保证不丢失任何将来相关的维度，那等于要求不压缩。

再次，它也不是“默会知识不可言传”的换说法。波兰尼讲默会之知有一部分说不出，是关于表达能力的命题；本书的命题即便假设一切都说得出，也成立，因为说出时要选，选的标准来自说出时的用途。

最后，这是一个可以出错的命题：如果有人能提出一种提炼方法，使得被压缩的要点在其后各种新任务中，都不逊于保留原件的做法，那么这个命题就要撤回。若检验的结果只是连着来路的自己动手的提炼略优于只保留原件，撤回的仅是“替代不了”这一句强说法，见 11.6 节关于科尔布的一段。第 18 章把它写成判决预测并设四组对照检验。它说的是关于将来的不对称，不是现在的优劣。

为什么要这样强的命题，而不满足于“要点会丢信息，所以最好留着原件”？理由在结晶的性质。结晶不是靠信息量堆出来的，靠的是差异在不同条件下反复出现、相互碰撞，碰撞需要两个差异同时在场。要点把差异之一放进了“结论”，另

一个差异没有进去，或者被另一条结论吞了；两个本该相撞的东西，一个在要点里，一个在笔记里，撞不起来。问题不只是丢了多少，而是丢的部分将来是否恰好是另一方的对手，这在压缩的当时没有人知道。

◆ 11.5　课堂、写作、会议里的同一个不对称

上一节的论证是抽象的。把它落到三个具体场合，看看“压缩当时不可预知”在日常里是什么模样。三个场合均为设想。

课堂。　回到 404−245。一个学生写出 404−250＋5＝159，说不清为什么可以这样。教师当时只想知道他算得对不对，对了，也就过去了。进入单元要点的是“竖式退位的五个步骤”，补偿法没有位置，因为要点针对的是主流路径。

这条来路型沉淀，当时看不出有什么用。它也许在学期后半段显出用处，那时学到简便运算，补偿法恰是现成的例子；也许在第二年，有学生做 2003−1998，直接从 2000 减去 1998 再加 3，教师认出这是同一条路；也许在学到代数时，“加一个数再减回来”成了恒等变形的最早模样；也许三年后新教师对“退位”本身起了疑：它是算法的必要，还是写法的习惯？补偿法与退位法之间的那条缝成为一个新的对比，重新组织整个单元的设计。这几种可能，没有一种在写要点时可预见。

写作。　一位作者写一篇长文，改了七稿。改稿的时候，他删掉了一段在当时看来跑题的论述，改动的理由是“这段与主线无关”。全文写完，他把七稿的改动归纳成几条自己的写作原则：开头不绕、段落单一、论据先于结论。这几条很有用，往后写文章，他照着做，顺畅了许多。

一年后他换了一个体裁，写一篇需要在两条线索之间来回切换的文章，原则帮不上：“段落单一”反而在拆散他要写的关联。这时如果那被删掉的跑题段落还在，他会读到一件事：当时被判为跑题的那段，写的正是两条线索的交叉处，只是当时主线只有一条，这个交叉处没有位置。原则是从“当时只有一条主线”这个用途里压出来的；而弃稿里那段，对一个当时不存在的新用途，恰好开着。

第 15 章会展开这个现场：保留弃稿就是保留沉淀。这里只取一点：改稿后的总结，若是作者给自己写、连着具体改动的，是回写；若被写成“好文章的八条原则”发表，就成了要点，读的人照做，也做不出原作者那次改稿里的差异。

会议。　一个课程组开会讨论下学期的作业量。会上有人提出，作业量的争论背后，可能是大家对“作业”是巩固还是诊断没有共识；议题当时太大，没有展开，会议纪要里写的是“决定：每周作业不超过三项”，那个“巩固还是诊断”的疑问没有进入纪要。这就是前面说的未决型沉淀。

半年后课程组讨论分层教学，争得很凶。若有人记得半年前那句话，没有展开的疑问立刻成为理解这场争论的钥匙：分层之争与作业之争是同一个分歧的两处露头。可是纪要里只有那个决定，疑问留在某个人的记忆里，而那个人调走了。纪要交付了一个可执行的决定，半年后需要的恰恰是它省去的部分。

三个场合的结构相同，可以把它写成一个小小的对照：

场合	当时的用途	要点保留的	沉淀里被舍的	后来才出现的用途
课堂	让新教师上好这个单元	竖式退位五步	补偿法的来路、争论、划掉的题	简便运算、代数变形、对“退位”本身的追问
写作	让下一篇更顺	三条写作原则	被删段落、改动理由	需要来回切换两条线索的新体裁
会议	形成可执行的决定	每周作业不超过三项	“巩固还是诊断”的疑问	分层教学之争

表的最后一列，是三次压缩时都不在场的东西。它们出现在后来，由后来的新经验带来。没有一个提炼者可以在压缩时把它们列进“与当前用途有关”的清单。

有一种回应是把要点写得更长更全，把可能用得上的都放进去。这条路走到底就是不压缩：要点每多放一条，就少压缩一点，放进“可能用得上的一切”，它便成了原件。提炼的价值在短，短的代价是对用途的预先选择。

另一种回应是让提炼者更聪明，预测将来。提炼者越有经验，预测可能越准，可是结晶发生在新经验里，新经验包括提炼者预料不到的东西。预测可以更准，不等于预测能够覆盖未知。第 8 章谈过，条件恒定下积累的经验在条件变了之后最不管用，预测依附于过去的条件。

◆ 11.6　与抽象概括、外化对话

本书的论点与两个著名的经验与知识理论，在“把经验写成可说的东西”这一步上相遇，有必要正面对话。只述大意，不引原话。

科尔布的经验学习圈。　科尔布一九八四年的著作把经验学习描述成一个循环：具体经验，反思性观察，抽象概括，主动试验，然后又回到具体经验。其中“抽象概括”一环，是学习者从反思中形成概念和一般性的理解。这个循环在教育研究里影响很大，因为它把学习看作一个持续转动的过程，不是一次完成。

本书同意循环的基本想法：经验要经过反思才变成理解，理解要回到行动里受检验。本书多说的是：抽象概括这一环若产生的是可转手的要点，它同时是一次清洗；循环每转一圈，若都用上一圈的概括替代上一圈的具体经验，具体经验的差异

就一圈圈被洗掉。圈要留住差异，需要每转一圈，具体经验仍在场，概括与原件并置，抽象概括就从“取代经验”变成“又一层沉淀”，即回写式总结。圈本身没有错，要避开的是把抽象概括读成经验的终点与替身。

分叉预测正落在这里。经验学习圈的路数会预言，保留沉淀再加自己动手提炼的做法最好；本书预言，只保留原始沉淀的一组不劣于保留沉淀再加自己动手提炼的一组，并在其后若干次新任务中更多显露新区分。两种预言可以用实验分开（第 18 章）。

这里要把话说得公平，并与第 18 章的口径一致。第 18 章的 C 组是“保留沉淀，再亲手写一份要点”，其中自己动手、连着来路的要点，按本章 11.3 的限定算回写，不算清洗。所以本书对 C 组的预言不是 C 比 B 差，而是 C 不优于 B。若实验里 C 显著且稳定地优于 B，被撤回的只是本章“要点替代不了沉淀”的强说法，改写为“提炼在连着原始记录时有额外增益”；转手要点是清洗的判断、差异被洗掉就失去来处的原理都仍然保留，证据击中哪一句，就撤哪一句。

野中郁次郎的知识创造理论。 野中与竹内一九九五年的著作提出，组织的知识创造是隐性知识与显性知识相互转化的螺旋，经历共同化、外化、联结化、内化四个环节。其中外化，是把隐性的东西通过隐喻、类比、概念和模型表达出来，使它成为可共享的显性知识。这一环被他们看作知识创造的关键，因为只有说出来，知识才能在组织中流动。

本书同意外化是关键的一步，使知识得以传递。本书多说两点。其一，外化是多对一的压缩，表达出来的东西总是被表达时的概念和模型选择过的，所以外化件与被外化的隐性原件不是同一个东西，也代替不了原件；螺旋要继续转，隐性的一边需要留在那里，而不是在外化之后被显性的一边取代。其二，使用者拿到同一份外化件，内化出的东西因人而异，与第五编的谱系性相通；但长出的东西，只能是要点里已有的维度所允许的。

这两个理论描述转化的方向，本书补上转化的代价和原件的去处。

另有几项研究，各取大意。里特尔一约翰逊与斯塔尔等人关于比较多种解法的研究，说明让学生并排看两种解法，能促进理解，这与本书把“两种做法之间”当作分歧型沉淀、留着它们碰撞，方向一致。菲奥雷拉与梅耶关于生成性学习的综述，讲学习者自己概括、自己讲解有益于学习，这正是本书所说的“自己动手”：它支持回写式总结的价值，同时提醒，被他们证明有益的是学习者自己生成的活动，不是接受别人生成的结果。最后，贝特森说信息是造成差异的差异。这句话几

乎就是本章命题的前提：要点是一堆已经定了型的差异，已经不再造成新的差异；沉淀是还没有定型的差异，仍然可能造成新的差异。

◆ 11.7　该洗的洗，该留的原样留

说了这么多，实践上该怎么办？本书不主张不整理，不主张拒绝要点。第 2 章立了一条判据，这里把它落到提炼上：为交付、组织与连接所需的封口，该洗；在不同条件下复现、尚未结晶的差异，该留。留的办法是原样留下，代价很低。

具体来说，处理要点与原件的关系，可以有四条办法。

第一，要点是目录，不是正文。要点写成之后，在每一条旁边标明它从哪里来，指向原件的哪个位置。读要点的人需要的时候，顺着线头回到原件。要点因此成为原件的索引，而不是原件的替身。这样做的代价极低，几乎只是一个页码或一个文件名。

第二，原件原样放着，不整理。这是最反直觉的一条，因为整理是人的本能。原件的价值在于没有被按任何用途压过，整理、归类、改写都多一层选择。只做保存：作业本不拆，笔记不誊，会议录音不删，弃稿不扔。不要求谁去读，只要求将来需要时还在。

第三，把未决的问题单独记下，原话原样。写“学生 A 说过”，不要写“有学生认为”。写“争了十分钟没结论”，不要写“存在分歧”。附录一的沉淀记录卡就按这个原则设计，只记原话、原样、原来路，不归类成要点。这里有一个自指的风险必须说明：记录卡本身如果被填成了条目归纳，它就成了清洗，附录一对此有专门说明。

第四，把要点的受用者也当作潜在的沉淀者。新教师按要点上课，同时在自己的笔记里记下要点没有覆盖的东西，要点就成了下一轮沉淀的起点，沉淀不会随交接而断。

四条办法的共同点是要点与原件并存。要点是否成功，取决于它在自己的用途里是否好用，不必背负“万一将来要用”的责任，这个责任由原件承担，要点因此可以写得更干净、更短。

此处还可以回到 E3 的账本。势能挂在内能上；提炼把势能取出，写成谁取都一样的库存；库存可以流通，但是不会再增长。保留原件，等于让一部分势能继续待在内能里，随时可以在新的经验里释放。这笔账的算法，附录三有记录口径：沉淀率是（来路种数＋分歧条数＋未决项数）÷　任务总量。提炼之后若原件全弃，沉淀率归零；提炼之后原件保留，沉淀率不变，要点只是多了一个索引。

◆ 11.8　三个反驳与一个自指

反驳一：前人的经验正是为了让后人少走弯路，难道每个人都要重走一遍？　回答：本章没有要求重走。要点用于交付，交付给的人可以照着做。本章要求的只是原件不被销毁，不要求每个人都去读它。后人少走的，是要点所涵盖的用途里的弯路；用途之外的弯路里，也许有尚未结晶的差异。让每个人重走每一条弯路是不可行的，让原件留着、让想走的人有路可走，几乎不花代价。

反驳二：原件那么多，没有人会看，留着有什么用？　回答：原件不是用来通读的，是用来被检索的。它的价值在一个具体的将来问题出现之时，有人带着疑问回头翻找，找到的东西与要点里的不同。有了索引（上一节第一条办法）和今天的检索工具，翻找的成本已经不高。AI 在这件事上既可能是最强的清洗机，也可能是最强的沉淀器，第 15 章会写。

反驳三：不可替代性说得太强了，也许提炼之后，人的新区分反而更多。　回答：这是一个经验问题，不是靠论证能解决的。本书的第 18 章把它写成了预测 2：若把沉淀写成要点之后，后续新区分不少于保留原始分歧、来路与未决问题的做法，第一个对立判断撤回。注意预测比较的是做法的后续新区分，不是要点本身的好坏。要点比较好、人也学得更扎实，这两者与本章命题相容。与本章相冲突的只有一种结果：提炼之后，将来的新区分并不少于保留原件的做法。

自指。　最后必须承认，本章末尾的“本章结论”也是要点。它把一章的论证压成了五句话，去了来处，可以被人转手。按照本章自己的命题，这五句话替代不了这一章的论证，更替代不了写这一章时被舍掉的东西：写作时舍掉的段落，换掉的例子，没有收束的几处犹疑。这些东西没有进入正文。请读者把结论当目录用：它告诉你本章在哪几处立论，要判断对不对，回到上面的论证。这是本章给所有要点的读法。

◆ 本章结论

1. 提炼是四道清洗里最彻底的一道：它同时洗去沉淀的条数、沉淀的来处与沉淀继续积着的方式，把势能从内能中取出，换成谁取都一样的库存。
2. 被判为清洗的，是写成“谁用都一样、可转手”的要点；当事人自己动手、连着来路、只为自己下一次所用的总结，是回写的一种，不是清洗。判断的依据是做了哪一步：在原件旁添一层，还是用一层代替原件。
3. 提炼是多对一的压缩，压缩的标准由压缩当时的用途定；差异将来在什么新经验里撞出结晶，压缩当时无法预知。所以无论要点写得多好，都替代不了原始

的沉淀。这一命题讲的是未来相关性的不对称，与生产性失败、合意困难所讲的当下学习效果不同，可以由第 18 章的分叉预测检验，也可以被撤回；若 C 组（自己动手且连着来路的提炼）显著优于只保留原始沉淀的 B 组，撤回的只是其中“替代不了”的强说法，原理保留。

4. 对经验学习圈，本书多说的一句是：抽象概括若取代具体经验，圈每转一圈就洗一次；对知识创造理论，本书多说的是：外化件代替不了被外化的原件。
5. 实践上，要点与原件并存：要点作索引，原件原样保存，未决问题原话记下。要点因此可以写得更短更干净，而不必背负对未知用途的责任。

◆ 本章参考

— 原始文献

· Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. Bell System Technical Journal, 27(3).

· Kolb, D. A. (1984). Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development. Prentice-Hall.

· Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). The Knowledge-Creating Company. Oxford University Press.

· Polanyi, M. (1966). The Tacit Dimension. Doubleday.

· Bateson, G. (1972). Steps to an Ecology of Mind. Chandler.

— 研究文献

· Cover, T. M., & Thomas, J. A. (2006). Elements of Information Theory (2nd ed.). Wiley.（数据处理不等式与率失真理论的标准教材）

· Kapur, M. (2008). Productive failure. Cognition and Instruction, 26(3).

· Bjork, R. A. (1994). Memory and metamemory considerations in the training of human beings. In J. Metcalfe & A. Shimamura (Eds.), Metacognition: Knowing about knowing. MIT Press.（合意困难）

· Rittle-Johnson, B., & Star, J. R. (2007). Does comparing solution methods facilitate conceptual and procedural knowledge? An experimental study on learning to solve equations. Journal of Educational Psychology, 99(3).

· Fiorella, L., & Mayer, R. E. (2016). Eight ways to promote generative learning. Educational Psychology Review, 28(4).

— 站内著作

· 第 554 号《数学标准的典范重生》：统一性标准化使特征律失去运行的条件。

· 第 513 号《SDE九宫格透镜问题分析法》：S1·D2·E3 等透镜的定义。

· 第 409 号《教育的产品是结晶》：学习者结成的结晶不能代付。

· 第 442 号《懂的发生学》：懂是接着走的。

◆

12

第 12 章

代领的清洗

本章提要　前四种清洗各自冲掉已经存在的差异，代领则让差异不必再存在：完成顶到理解的位置上，分数顶到成长的位置上，成稿顶到判断的位置上，承载者被绕开，沉淀无处落下。本章依次写三种代领所取代的沉淀型，写观察者的诊断与行动者的使用为何互相顶替不得，再以一张总表收束第三编，写五种清洗怎样彼此加强，最后给出该代与该留的分界。

◆ 12.1　一个下午的三次“成了”

设想一个五年级学生的下午，三件事都是构造的，用来把本章的问题摆出来。

第一件，数学作业里有一道 404−245，他写下 159，答案页上是一个红色的对勾。第二件，周末班发回上月的测验，总分旁边印着一行小字：较上次提高 12 分。第三件，语文老师布置“写一段这学期读书的体会”，他把几条零散的想法交给 AI，得到一段通顺、分段合理、结尾有升华的文字，改了两个词，交了。

三件事都“成了”：答案对了，分数涨了，文章交了。下午结束时，三份产物都在，质量也都不低。把它们放在前四章（第 8 至 11 章）的尺子上量，也看不出明显的洗涤动作：没有谁把两种做法合并成一个，没有反馈来得过早，没有换标准，也没有谁把经验提炼成要点。可是，这个下午留下的沉淀是几乎为零的。159 是怎么来的，没有一步落在纸上；12 分涨在哪些题上、跌在哪些题上，一行小字里没有；那段体会里哪一句是他拿不准而最后留下的，稿子里看不出来。

本章称这种情形为**代领**。某一件产物（一个对的答案、一个分数、一份成稿）占据了本应由差异的运行来承担的位置，于是那段运行不必发生。代领与前四种清洗有一处根本的不同。合并、抢先、换尺、提炼，冲掉的都是已经落下或正在落下

的差异，洗涤之前，差异是在场的；代领发生时，差异从未在场，因为没有哪一个环节还需要它。前四种清洗是把水倒掉，代领是把水龙头关上。

用特征律的三环看，这一点更清楚。混沌碰撞需要有东西撞在一起：两种做法，两条来路，一个悬着的问题。自组织需要碰撞之后的差异按序列落下来，涌现需要序列稳定运行到足以结晶。这三环的上游，有一个常被忽略的条件：**某处必须还需要差异存在**，也就是说，必须有一件事要靠它来完成。一道题的对错要靠理解来保证的时候，理解的运行是被需要的；成长要靠两次作答之间的一串变化来显示的时候，那串变化是被需要的；一个判断要靠悬着的取舍来作出的时候，取舍中的悬着是被需要的。代领把这个“被需要”取走了：答案对了就是对了，分数涨了就是涨了，稿子成了就是成了，差异即使还在，也找不到进入的门。

这就是本章标题里的“洗”所取的意思。前面几章里，洗是冲掉；到了这里，洗是使差异无须存在。两者的结果相同：沉淀率为零。区别在于诊断的难度。冲掉的差异，有时还能在记录里看到被冲过的痕迹；无须存在的差异，连痕迹也没有，因为从来没有产生过。

代领有三式，本章各占一节。**完成代领理解**，取代的是来路型沉淀；**改分代领成长**，取代的是分歧型沉淀；**成稿代领判断**，取代的是未决型沉淀。三者的对应不是偶然的：理解要靠来路，成长要靠前后两次的分歧，判断要靠悬而未决的取舍。每一式代领，取走的正是对应的那一型沉淀赖以存在的“被需要”。

在进入三式之前，有一点须先说清。代领不是错误，也不是某类工具或某类人的毛病。扶着走路的人，手杖替他承担了一部分平衡，这是手杖的用处；协作中，一个人的产物成为另一个人的起点，这是分工的用处。伍德、布鲁纳和罗斯（1976）对辅导过程的描述，说的正是这类代为承担怎样帮助学习者越过眼前的困难，后来的“支架”一说由此流传。本章要问的是另一件事：在差异尚在复现、尚未结晶的那些地方，代领发生之后，这些差异还有没有别的路径可以落下来。如果有，代领是有用的支架；如果没有，代领便成了清洗。

◆ 12.2　完成代领理解：159 之后

先回到 404–245。第 3 章写过，这道题的正确答案 159 背后可以有很多条来路，来路型沉淀正挂在这里。

第 3 章已把这道题的来路列全，第 13 章还要摆出五张纸，这里只取其中两条。一条是逐位处理：个位 4 不够减 5，要向十位借，十位是 0，借不到，于是转向百位，百位的 4 变成 3，十位变成 10，再从十位借 1 给个位，十位剩 9，个位成了 14。14−5＝9，9−4＝5，3−2＝1。另一条先减整百：404−200＝204，再减 40 得 164，再减 5 得 159，全程没有出现“借”字。两条路得到同一个数，在手里留下的东西却不同：前一条留下了“零位怎样被穿过去”的经验，后一条留下了把数拆开的习惯；其余几条路也各留各的，有加减互逆的关系，有对位值的等值改写。

一个对勾把这些路压成了同一件东西。这是完成对理解的第一层顶替：结果相同，来路被视为相同。然而第 2 章已经写到，完成是第一道清洗；本章要补充的是，当“完成”被当作“理解”的证据来读，清洗便升级为代领。读的人看到 159，就得出“他会了”的结论，这个结论一旦作出，就没有任何一个环节再去问“怎么会的”。理解在这里有一个朴素的含义，就是对位值交换的等值关系有所把握，知道 404 换成 3 百 9 十 14 一之后数没有变。这种把握是在一次次走过零位的经验里沉淀出来的，它挂在人身上；对勾只挂在作业本上。

再看一个对比。405−245＝160，个位 5−5 不需要交换。一个把“零位”当作连续借位信号的学习者，在 404 上和一个把握了等值关系的学习者交出一样的答案；到了 405，前者可能仍然照着“遇零就借”的节奏写出 3 百 9 十 15，结果依然是 160，依然正确。合法但较繁的路线不能被判错，因此 405 的答案也分不开两个人。要把两条来路分开，需要的是一个问题，比如“405 的个位是否必须交换，依据是什么”，问的是必要性，而不是答案。这类问题得以被问出，前提是有人还需要分辨来路。结果一旦被当作足够的证据，这个前提就消失了。

完成代领理解有三个常见的入口。第一个入口在读结果的人：教师、家长、系统，见对即止。第二个入口在帮手：同伴的一个提示、计算器、搜索得来的步骤，使“完成”无须经过本人走一遍。第三个入口在本人：做对了的人自己也会把对错当作懂不懂的读数，转身就去做下一题，没有回头看那条路。三个入口的共同点是，来路型沉淀所需要的那一次“走过”被省掉了，而省掉的原因都很正当：时间有限，题目很多，答案已经对了。

这里需要把代领与第 2 章写过的另一件事区分开。第 2 章说的是完成对理解的证据不足，是读者对结果的解读问题；代领说的是运行层面的事，即**当结果足以交**

差时，走过这件事本身不再发生。前者可以通过补充记录来补救：在作业旁边加一句“我先减了 200”，来路便留了一线；后者必须改变“结果足够”这一前提，否则补记录也只是一种事后的装饰。

“走过”之所以重要，第 442 号《懂的发生学》有一个说法可以借来：懂不是一次到达，而是路在当事人这里接着走。本书只取这句话的大意，不转述该书的论证。放到 404−245 上，意思是：159 之后，如果那条穿过零位的路没有在他这里走过，下一次遇到 5003−2468，他面对的仍是一块从零开始的地面；如果走过一遍，哪怕是笨拙的一遍，这块地面上就有了可以接着走的辙。辙是沉淀，而对勾不是辙。

所以，完成代领理解的诊断读数很简单：同一个人在同一类任务上，**交出的正确答案越来越多，写得出来的来路却越来越少**。这是沉淀率里来路一项的直接读法：来路种数除以任务总量（沉淀率的完整口径见附录三）。当正确率上升、沉淀率下降时，就应当怀疑完成已经在替理解领取成果。反过来，正确率不变而沉淀率上升，哪怕暂时更慢，往往是理解在积累。

◆ 12.3　改分代领成长：一个数里的涨与跌

第二式发生在评价的一端。

设想两个学生甲和乙，上月测验与本月测验的总分各涨了 12 分，成绩单上同样印着“较上次提高 12 分”。这一行字把他们归入同一类：都在成长，成长一样多。把两份卷子摊开，才看到是另一幅景象。甲的 12 分来自四道多位减法题：上次错在借位，这次对了；同时他在两道应用题上从对变成了错，因为他开始自作主张地化简题意，把一个条件化掉了。四道对的加起来涨了 18 分，两道错的减了 6 分，净增 12。乙的 12 分来自两道阅读解释题：上次是空白，这次写了，写得不完整，但写了。他的计算题一道没动。

这个例子是构造的，数字也是为说明而设。它要说的是：**总分之差是一个数，而成长是一串变化**。甲的变化里有涨有跌，涨与跌挂在不同的题上、不同的做法上；乙的变化集中在一个新出现的行为上，即敢于写。两串变化的形状完全不同，在分数这一层，它们被压成同一个“+12”。

这是分歧型沉淀的典型处境。分歧型挂在两种做法之间：这题上次这样做，这次那样做，两次之间的分歧就是沉淀。第 3 章把它写作“两种做法之间说不清的分歧”。同一个学生的前后两份卷子，恰好是这种分歧最方便的存放处；分数却是一个函数，对每一份卷子取一个值，再把两个值相减，两份卷子之间的全部题目级的分歧，一并被减掉了。

从特征律的角度看，减法的后果是严重的。混沌碰撞需要两种做法同时在场：上次的那种和这次的那种。只要卷子还在，它们就同时在场，可以撞在一起：为什么这道应用题上次对、这次错？是不是新学会的化简在别处帮了倒忙？这个问题一旦被问出，甲就可能显露出一个新的对比（化简在计算题上有益、在应用题上有害）。分数把这个问题的原料取走了，剩下的只是“+12”，没有任何东西可撞。

改分代领成长的第二层，发生在“+12”成为目标之后。当提高多少分成为教师考核的一项、家长关心的一栏、学生自己的一个念头，成长在这个系统里的位置就由增分占据。此后，一切关于成长的工作都转向了生产增分：挑最容易涨分的题型来练，在跌分的地方少做，回避可能使本次分数下降的新尝试。甲那种自作主张化简题意的新做法，是一次有价值的分歧，但在增分的尺度下，它首先是一次丢分。坎贝尔（1979）在讨论社会指标时提出过一个常被引用的判断：一项量化指标越是被用来决定重要的事，越容易受到扭曲和腐蚀的压力，也越容易扭曲它原本要监测的过程。这个判断是对制度的观察，用在课堂上，大意是：指标一旦被用来替代它指向的东西，它就开始改变那个东西。本书只取这个大意，不借它的论证。

改分代领成长与第 10 章写的换尺，是两回事，又紧密相连。换尺是标准一改，旧账对不上新账；代领是分数本身成了成长的代名词，哪怕标准一直不变。换尺让沉淀对不上账，代领让沉淀没有必要入账。前者的症状是“回算不出来”，后者的症状是“根本没人想回算”。

诊断改分代领成长，可以看一个很具体的读数：一份成绩单或一次评价，**能否被拆回两次作答之间的逐题变化**。如果拆得回去，分数只是一个摘要，沉淀还在，涨与跌可以各自被看见；如果拆不回去，例如卷子已经交回、原题已经换新、记录里只剩总分，那么成长在这个系统里就只剩一个数。这一读数不需要新的工具，它只要求保留两份原始作答，并允许它们并排放在一起。附录一的记录卡里，“原

样”一栏对应的就是这个动作：把两次的做法并排贴上，不写“进步了”，只写“这题上次这样，这次那样”。

还有一层。改分代领成长，被代领的不只是学生的成长，也包括教师对成长的观察。教师看到“+12”，下一步的教学安排就依据一个标量展开：继续这样，或加大力度；一旦他拿到的是两份卷子，教学上的下一步就可能完全不同：给甲一个关于化简的对照练习，给乙一个更大胆的写作机会。分数使两个学生进入同一条教学路径，这是它的方便，也是它的代价。

◆ 12.4　成稿代领判断：悬着的那一步

第三式发生在写作与表达中，也是 AI 时代最容易看见的一式。

设想一位班主任学期末要写四十份评语。他把每个学生的成绩和几条备注交给 AI，几秒钟得到一段段措辞得体、各有侧重的文字。一份写道：“该生思维活跃，善于提出问题，但在细节上还需更加严谨。”稿子读来无可挑剔，他改了一两个字，签上名字。

这份稿子里有判断。“思维活跃”和“细节上还需严谨”，是在若干候选之间的取舍：这个孩子到底是粗心还是不会？该先肯定还是先提醒？稿子给出了一个答案。判断被作出了，但它不是在班主任这里作出的。这就是成稿代领判断的结构：**判断的结果在场，判断的过程不在承载者身上**。

未决型沉淀正是在判断的过程里长出来的。第 3 章把它写作“纪要外的问题”：一份定稿背后，总有一些没有回答而被绕开的问题。班主任自己写一份评语时，他会在“粗心”与“不会”之间停一下，翻回作业本，看到三次同样的借位错误，想起他上周的一次课堂发言，划掉一句，再改一句。这个停顿、翻找、划改，是未决项一件件落到他身上的过程；那些翻找的结果，没有写进评语，却留在了他对这个孩子的理解里，下一次看到这个孩子的作业，他的目光会落在不同的地方。这是未决型沉淀，它的承载者是他自己。

稿子代领了这一步。他没有停，因为稿子已经替他停过了；他也没有划，因为稿子里没有他想划的东西。他拿到的是判断的结果，没有拿到判断时的悬着。下一次同样的情形出现，他的起点仍然是零。

这里需要小心两种误解。其一，成稿的质量与代领无关：稿子越好，代领越容易发生，因为越没有理由去停。其二，AI 本身并不是问题的来源。同一个班主任可以先自己写下对每个孩子的两三句话，保留犹豫之处，再让 AI 帮忙整理措辞，这时稿子只是承担了措辞的劳动，判断还在他这里。区别在于**悬着的那一步由谁走**。第 15 章专门写 AI 的两种用法，这里只取其中与代领相关的一点：成稿在判断之前到达，还是在判断之后到达。

稿子里的取舍是怎么作出的，也值得想一想。一份由系统生成的评语，其取舍依据多半是许多已有文本中的常见走向：什么样的备注通常配什么样的评价，什么样的开头通常接什么样的转折。这使得稿子的判断带有一种“常见”的色彩，它会倾向于把这个孩子写得像许多孩子。这一点不是稿子的缺陷，是它的来路；但对于班主任，它意味着：稿子里的判断，与他对这个孩子的未决问题，很可能不在同一个地方。他留下的那个“粗心还是不会”，稿子可能压根没有触及。

认知卸载一类研究讨论的正是与此相邻的现象。里斯科和吉尔伯特（2016）综述了人们把认知任务交给外部工具的各种情形，指出这种卸载可以减轻负担，也会改变人们保留什么、练习什么。斯帕罗、刘和韦格纳（2011）的一项研究则报告，当人们预期信息随时可以查到，记忆倾向于指向“去哪里查”，而不是信息本身。这些研究的大意都与本节相合：外部产物承担了过程，过程在人身上就少积累。本书只取这个大意，具体数字不引。

成稿代领判断，也有它的诊断读数：**使用者能否说出稿子里至少一处他本来会写成另一样的地方，以及原因**。说得出，说明他和稿子之间发生过碰撞，未决项曾落在他身上；说不出，说明稿子是整体接受的。这个读数不判断稿子好坏，只测量他和稿子之间有没有留下沉淀。

◆ 12.5　代领的共同形状：越好越看不见

三式放在一起，可以看出代领的几个共同之处。

第一，**产物质量上升，沉淀率下降**。完成的正确率高了，分数涨了，成稿好了，这是可见的一面；来路种数、分歧条数、未决项数之和与任务总量之比，也就是沉淀率，这是不可见的一面。前四种清洗多少都会在产物上留下某种可感的代价：合并之后的结论含糊，抢先之后的修改匆忙，提炼之后的要点干瘪。代领则不

然，它在产物上几乎只有好处。这就使它成为五种清洗里最难靠产物本身来察觉的一种，诊断必须转向过程的读数。

第二，**承载者被绕开**。第 5 章写过，沉淀挂在承载者上：人、记录、关系、工具。三式代领中，被绕开的都是“人”这一个承载者：理解没有在人身上走一遍，成长没有在人的两次作答之间被看见，判断没有在人这里停一下。产物倒是有载体的：对勾在作业本上，分数在成绩单上，成稿在文档里，这是完成留下的几种载体（第 2 章）。这些载体里装的是结果，不是差异序列。用 E3 的账来说，完成用掉的是动能；沉淀是势能，它必须落在内能里才不会变成库存。代领的实质，是让动能的消耗（做对、涨分、成稿）在账面上看起来像是势能的积累。

第三，**代领的另一端总是一个“足够”**。结果足够好，所以不必问来路；分数足够高，所以不必拆题；稿子足够通顺，所以不必重判。“足够”本身没有问题，它是交差的条件，第 2 章已经说过，为交付、组织与连接所需的封口，该洗。问题出在“足够”的边界：封口只应当封住交付的一端，不应当封住差异产生的一端。当一个“够了”同时关闭了两头，代领就完成了。

第四，**代领与熟练不同**。第 8 章写过，条件恒定下的熟练洗得最干净，那是 D3 把可运行的差异一并优化掉的结果：同一个人在同样条件下反复走过同一条路，路越走越直，旁枝全部消失。熟练仍然是人自己走出来的，只是走成了一条没有岔口的路；代领则是人根本没走。区分的办法很简单：看那个人**还能不能走**。熟练者撤掉工具，仍能完成，且往往更快；被代领者撤掉产物的来源，完成便无从谈起。第 8 章还写到，熟练加上条件多样、加上差异保留，就是适应性专长（波多野谊余夫与稻垣佳世子 1986 年的区分）。适应性专长者身上同样存在“高效”，但他的路上保留着岔口；被代领者的路上没有岔口，因为他根本不在路上。

第五，**代领自带加速机制**。沉淀少，则可撞的东西少；可撞的东西少，则显露的新对比、新变化、新分布少；显露少，则下一次遇到类似情形时，更觉得需要外部产物的承担。这是一个正反馈：代领使人更依赖代领。第 409 号《教育的产品是结晶》讲，学习者结成的结晶不能由别人代付，只能在学习者自己这里结成。代领是代付的一种日常形态：每一次小额的、方便的、看上去没有害处的代付，合起来就是结晶的缺席。本书从沉淀的角度补充一点：代付之所以成立，是因为在每一个当下，付与不付的差别不可见；差别只在很久以后、在别的新经验里才显出来。

第六，代领最容易被说成“效率”。这个说法有其真实的一半：在差异不再复现、不再需要结晶的地方，代领确实是效率。一个只需要得到 159 的场合，比如核对账目，用计算器是对的。问题只在一个判断：这里的差异是已经洗到不必留，还是仍在复现而尚未结晶。这个判断留到 12.8 节再讲。

◆ 12.6　观察者的诊断与行动者的使用

代领还有一种更隐蔽的形态，发生在两个位置之间：观察者与行动者。

前面三式里，被代领的是某个人身上的差异运行。现在设想同一个现场里有两个位置：一个是看着的人，一个是做着的人。教师与学生，是最常见的一对；研究者与被研究者、编辑与作者、AI 与使用者，也是。两个位置各有一份沉淀。观察者那边的沉淀是**诊断**：他把学生的若干次作答连起来，看出一种关系，比如这位学生把零位当成必须向个位连续借位的信号。行动者这边的沉淀是**使用**：他在一次次下手的过程中，积累起怎样处理零位的手感，以及这个手感与别的做法之间的分歧。

这两份沉淀的承载者不同，显露的东西也不同。诊断显露的是一个对比：“把零位当信号”与“按当前位数量判断交换是否必要”这两种候选解释被分开了。使用显露的是另一个东西：在某个具体的题上，哪条路走得通，哪条路卡住。诊断在观察者的记录和头脑里，使用在行动者的手里和作业本上。

两者不能互相代领。　一方面，观察者的诊断不能代领行动者的发现。设想教师在批改了学生的几次作业之后，看出了上述关系，当场对他说：“你是把零当成了一定要借的信号。”这句话是准确的，也可能是有用的。但它一旦被说出，行动者自己走到这个对比所需要的那一串碰撞——在 404 上借位顺利、在 405 上多借了一次还是对的、在 5003 上卡住——就被抄了近道。他接受了一个现成的对比，这个对比在他这里没有来路。

位置的先后是这里的关键，第 9 章 9.7 节已用 405−245 作过一个设想：同一条提示，进入在初稿之前，与进入在初稿之后，纸面上留下的东西不同，前者让后题的作答处在提示的支持之下，后者让提示成为与初稿相撞的对象。换到观察者与行动者之间，道理相同：诊断在行动者留下自己的做法之前到达，行动者接到的是一个没有来路的对比；诊断在行动者留下做法之后到达，诊断与做法便各有承载者，

可以相撞。这里不再重算那道题，只记一条后果：同样一句准确的诊断，位置不同，一个是代领，一个是对手。

另一方面，行动者的使用也不能代领观察者的诊断。学生在教师的帮助下学会了一条可靠的办法，每次遇到零位先问一句“这一位够不够”，之后几道题都做对了。教师也许会由此觉得，旧的错误已被解决，诊断的问题也随之了结。但学生学会了办法，并不意味着教师弄清了旧错的原因：学生可能是因为提示而改，也可能是因为恰好学会了另一件事。学生的使用显露出的是“这条办法行得通”，教师需要的却是“先前为什么行不通”。后者的沉淀要靠教师自己保留的那些原始作答、提示原话与改正的时点，才能积起来。

于是，一个现场里至少有三份记录是可以分开的：教师的诊断，学生当堂支持下的表现，以及后来按约定条件完成的任务。三者可以不同向。教师的诊断更清楚了，不抵销学生所承担的困惑；独立的后题没有改善，也不取消教师那一份局部的收获。若把三者合成一个总体的“收益”，个别位置上的得失便被总分盖住，这与 12.3 节的“+12”是同一种结构。

观察者与行动者的互相代领，在 AI 参与的场合有一种放大的形态。AI 站在观察者的位置上，几秒钟给出对一份作答的诊断：“你的问题在于……”这个诊断常常是准确的。可准确的诊断，恰好最容易被行动者整体接收，因为它没有留下任何理由让他自己去看。过程是反过来的：行动者先留下自己的初稿和自己的拿不准，再读诊断，诊断便成了与他自己的看法相撞的对象；先读诊断再动手，诊断便成了答案。位置的先后，决定了同一段文字是对手还是答案。

这里可以回到特征律。混沌碰撞需要两种东西同时在场，在这个场景里，是行动者自己的做法与观察者的诊断。碰撞的前提是**两者各自存在，且互相独立**。诊断代领了发现，等于把其中一方取消，剩下一方单独在场，没有东西可撞；使用代领了诊断，则相反。要保持碰撞，两份沉淀须各自留在各自的承载者里，再让它们相遇。

这对观察者提出了一个操作上的要求：诊断可以做，也可以说，但要标明它是诊断，并且保留行动者在诊断到达之前的原样。这对行动者也有要求：对自己的做法，留一份**未被诊断过的**记录。附录一的记录卡只收原话、原样、原来路，不设诊断栏；诊断要写，另纸附在卡后，不与原话混写。

◆ 12.7　五种清洗怎样互相加强

第三编到此写完五种清洗。现在把它们放在一起看。

先给一张总表。表的列取自全书的两个框架：三型沉淀（分歧型、来路型、未决型），以及特征律的三环。表的行是五种清洗。“主”表示该章把这一型作为主要的失去来写，“兼”表示同时涉及、但不是最典型的一型；换尺、提炼、代领三行三型皆“主”，它们的区别在“洗的方式”一列。这张表是对第 8 至 12 章写法的整理，各格的判断来自各章的分析，不是新的实测。

清洗	来路型	分歧型	未决型	洗的方式	特征律上受损的一环	最先掉的读数
合并（第 8 章）	主：同一标签、同一行动单位下的不同来路被并成一条	兼：按人合并时，方法的差异淹没在人的差异里	兼：纪要把各执一词与被打断的问题收成一句	单位封口，跨次的差异无处安放	混沌碰撞：相邻两次不同场，碰撞的双方认不出（按指标合并另伤自组织：序列压成标量接不上）	复现：跨次、跨条件的计数无处可记

清洗	来路型	分歧型	未决型	洗的方式	特征律上受损的一环	最先掉的读数
抢先（第 9 章）	兼：事实核对收走“为何读成 414”这类来路	兼：操作纠错当场缝上各种错法之间的缝	主：解释性提示在问题成为自己的问题之前就把它回答了	差异未落下即被收走；过晚一端则是时间把已落下的洗掉	混沌碰撞与自组织：对象尚未凑齐，序列在第一格被改写成教师的序列	抢先端先掉复现（没有第二次可数）；过晚端先掉存留（承载者衰减）
换尺（第 10 章）	主：材料被终稿吸收	主：分歧被分数吸收	主：空白被零吸收	差异还在而读不出，新旧两账的接口断了	自组织：序列在换尺处断成两段，两头不接	存留：换标准之后，旧差异还读不读得出
提炼（第 11 章）	主	主	主：三型一并压成“谁用都一样”的要点	压成可转手的要点，来处一并去掉	混沌碰撞与涌现：相撞的双方只剩一方进入要点，将来结晶的原料被压缩	存留：清洗动作之后，原样已无

清洗	来路型	分歧型	未决型	洗的方式	特征律上受损的一环	最先掉的读数
代领（第 12 章）	主：完成顶替理解	主：改分顶替成长	主：成稿顶替判断	差异从未产生，因为没有哪个环节还需要它	上游条件：差异“被需要”的位置被取走	复现与存留均无从谈起

读这张表，有几处值得说。

其一，前两行各有重心，后三行三型皆“主”。后三行“彻底”的方式不同：换尺是差异还在而读不出，提炼是把已有的三型压成一份，代领是三型各自在对应的位置上被绕开。换尺之后，原料还躺在旧账里，只是翻译不出；提炼之后，原料还有一份摘要；代领之后，原料从未出现。这不是说代领比提炼更彻底，彻底的程度要看读数，不看行数。

其二，“最先掉的读数”一列，对应本书的两个独立读数：复现与存留。合并和抢先的前端先伤复现，换尺、提炼和抢先的过晚一端先伤存留，代领则使这两个读数都无从取得。这提示了一个观测上的区分：前四种清洗留下的是**测得出的下降**，代领留下的是**测不出的空白**，两者对研究者的要求不同。测得出下降，需要在清洗前后各取一次读数；测不出空白，需要在代领发生之前就建立记录，否则连“下降”这个说法都无从成立。

其三，**五种清洗之间互相加强**。逐对看：

合并加强提炼。合并之后，单位变大，差异混在一个单位里，提炼只需要对一个单位写一个要点，成本最低，也最不容易被察觉缺了什么。合并给提炼备好了料。

抢先加强代领。反馈来得太早，答案先于问题落下，这已经是代领的雏形：未决项还没有悬住，就被一个答案填满。一个经常抢先反馈的环境，使人习惯于“等答案”，而不是“留着问题”，此后代领进入时没有任何阻力。

换尺加强代领。标准一换，为了使新旧可比，系统倾向于把一切压成一个可比较的标量。分数便在此时取得了“成长”的代名词身份，改分代领成长因而有了制度上的支撑。

提炼加强代领。要点是最好的代领原料。一份被提炼过的要点，格式整齐、内容通用，AI 以它为输入生成成稿，毫不费力；成稿再回来替提炼者“判断”。提炼的产出变成代领的输入。

代领加强合并。被代领之后，产出越来越同质：不同的人交上的答案同样正确，同样的分数，同样通顺的稿。来路的差别既然没有留下，合并单位就几乎不损失什么，于是更容易、更放心地合并。这就回到了第一种清洗。

这样，五种清洗接成一个环。每一种的结果，都为下一种降低成本，最终使整个环的成本降到几乎看不见：合并时没有人感到失去什么，因为差异已经被代领吃掉；提炼时没有人感到失去什么，因为原料本来就不多。环转得越久，越没有人记得本来有什么可以洗。

其四，这个环有一个出口，就在“沉淀率”上。沉淀率，即（来路种数＋分歧条数＋未决项数）÷ 任务总量，是可数的。五种清洗中任何一种发生，沉淀率都会下降；环上任何一处把它拉回，都会对其余各处产生反向的作用。比如，在合并之前保留各自的做法，则合并没有那么彻底，提炼也就拿到更厚的料；在代领之前保留自己的初稿，则代领不再能完整取走未决项。所以对付这个环，不必五处同时下手，找到成本最低的一处就可以。

其五，五种清洗并不都是需要避免的。第 2 章与结语一再说到：为交付、组织与连接，清洗是必要的。这张表也可以反过来读：它列出的是**一个人在做每一件事时，同时在放弃哪一型沉淀**。放弃有时是合理的，但应当在知道的情况下放弃。附录二的五种清洗自检表，正是为此设的。

至此，第三编完成它的任务：第 8 至 11 章写四种把已有差异洗去的方式，本章写第五种，让差异不必存在的方式。下一编把这些放进四个具体的现场，看它们在课堂、阅读、写作与协作中各自的样子。

◆ 12.8　该代的与该留的

最后回到一个实际问题：既然代领如此方便，又如此隐蔽，该怎么办？

本书的回答沿用第 2 章立下、结语将再次收束的判据。**为交付、组织与连接所需的封口，该洗；在不同条件下复现、尚未结晶的差异，该留。**　两者的分界，本章可以说得更具体一点：把每一次想要代领的情形，问三个问题。

第一，这一类差异还在不在复现？一个人每次做减法，都在零位上出现某种犹豫，这是复现；一次偶然的笔误，不是。复现着的差异，是将来可能结晶的原料。已经不再复现的，比如同一个学生已经稳定地在所有零位上做对了，且能说清依据，则让计算器代劳零位，没有损失。

第二，代领之后，差异还有没有别的路径可以落下来？比如，成稿由 AI 承担措辞，但取舍仍由班主任在稿前写下，则判断的沉淀有路可走；若稿前什么也不写，稿到手才第一次去想，则无路可走。有别的路，则代领是支架；无路，则代领是清洗。

第三，留下的办法，代价有多低？本书对留的办法一贯取最低成本：原样留下，不归类，不加工。记录卡只记原话、原样、原来路。对代领而言，这意味着几个很小的动作：

先走一遍，再看答案。　做减法的人，在对答案之前，把自己的步骤写在草稿边上，哪怕只有一行。这一行是来路型沉淀的最小单位，它的成本是几秒钟。

把分数拆回去。　每次测验之后，把两份卷子并排放，写一两条“这题上次这样，这次那样”。不必求全，也不必总结，只记原样。这是分歧型沉淀的最小单位。

稿前写下拿不准的地方。　无论稿由谁来写，在稿到手之前，写下一两句“我拿不准的是……”。稿到手之后，对一对，看稿子是怎样处理它的。这是未决型沉淀的最小单位，也使稿子成为一个对手而不是终点。

诊断后到，不是诊断先到。 观察者的诊断，在行动者留下自己的初稿之后再给；AI 的点评，在使用者写下自己的看法之后再读。位置的先后，是这里最便宜、最有效的一项调整。

标明代领发生在何处。 记录中，凡由产物、分数或成稿承担的环节，标上一个记号。标记不是责备，它的作用是让以后回头看的人，知道这里的沉淀曾经有过什么、没有过什么。

这几个动作没有一个会阻止代领，它们只保证代领发生时，差异还有一条别的路径可以落下。这与全书的立场一致：清洗不是坏事，没有它就交不了差、组织不起来；本书要说的是，**洗得越彻底，思想越没有来处**，而代领是最容易洗得彻底而无人察觉的一种。

关于代领的后果，本书给出的是一项可撤回的预测，而不是一个已有的结论。第 18 章的预测 3 说：若保留弃稿与分歧的 AI 协作写作者，与只交终稿者相比，独立判断没有差异，则 AI 清洗的判断撤回。成稿代领判断，正是这一预测的机制说明；若预测失败，本章的这一式需要同时被修订。其余两式——完成代领理解、改分代领成长——的检验，分别与第 13 章的题组设计和第 18 章预测 0 的实验分组相接，具体口径见附录三。

◆ 本章结论

1. 代领不同于前四种清洗：合并、抢先、换尺、提炼冲掉已有的差异，代领使差异不必存在。它取走的是差异“被需要”的位置，沉淀因此无处落下。
2. 代领有三式，各取代一型沉淀：完成代领理解，取代来路型；改分代领成长，取代分歧型；成稿代领判断，取代未决型。对应关系来自三者各自的依赖：理解靠来路，成长靠前后两次的分歧，判断靠悬而未决的取舍。
3. 代领使产物质量上升而沉淀率下降，因此最难靠产物察觉，诊断须转向过程读数：正确答案与可写出的来路之比，总分与逐题变化的可拆回程度，成稿与使用者可说出的另一种写法。
4. 观察者的诊断与行动者的使用各是一份沉淀，挂在不同的承载者上，互相顶替不得；同一段文字在行动者留下初稿之前到达是答案，之后到达是对手。

5. 五种清洗互相加强，合并为提炼备料，抢先与换尺为代领铺路，提炼为代领供料，代领使合并无损，接成一个环；环的出口在可数的沉淀率，在最便宜的一处原样留下差异，就能使环松动。

◆ 本章参考

— 原始文献

· Campbell, D. T. (1979). Assessing the impact of planned social change. Evaluation and Program Planning, 2(1), 67–90.

· Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. Journal of Child Psychology and Psychiatry, 17(2), 89–100.

— 研究文献

· Risko, E. F., & Gilbert, S. J. (2016). Cognitive offloading. Trends in Cognitive Sciences, 20(9), 676–688.

· Sparrow, B., Liu, J., & Wegner, D. M. (2011). Google effects on memory: Cognitive consequences of having information at our fingertips. Science, 333(6043), 776–778.

· Hatano, G., & Inagaki, K. (1986). Two courses of expertise. In H. Stevenson, H. Azuma, & K. Hakuta (Eds.), Child development and education in Japan (pp. 262–272). W. H. Freeman.

— 站内著作

· 第 409 号《教育的产品是结晶》：学习者结成的结晶不能由别人代付。

· 第 442 号《懂的发生学》：懂是路在当事人这里接着走。

· 第 513 号《SDE九宫格透镜问题分析法》：本书所用透镜 S1·D2·E3 的定义。

· 第 554 号《数学标准的典范重生》：统一性标准化使特征律死亡，本章与之同构地写个人经验里的代领。

◆



第　四　编

四个现场

编　序

这一编（第 13—16 章）走四个现场：数学课堂、阅读、写作与 AI、教师协作与组织，分别检验特征律的一环——碰撞、自组织、涌现、回写。AI 既可以是最强的清洗机，也可以是最强的沉淀器，差别在用法。

13

第 13 章

数学课堂：一道题做对以后

本章提要　一道减法题全班算对，纸面上留下的是同一个数；每个学生走过的路却各不相同。本章以 404−245＝159 为例，讨论题组怎样把这些来路原样留下，使来路型沉淀有机会在不同条件下反复出现，并在复现与存留两项读数上结晶为新的区分。本章把这一做法与比较多种解法的研究、变式教学划清界线，写出五种清洗在课堂上的样子，并指出本现场检验的是特征律的碰撞一环。

◆ 13.1　全班写出 159 以后

设想一间三年级的教室。下面所有的课堂、学生与纸面都是设想，其中的错误写法为构造，不是学生作品，本章其余各处不再重复声明。学生刚学过三位数的退位减法，教师发下一张卡，上面只有一道题：404−245。

十分钟后，三十六名学生里有三十一人写下了 159，五人写了别的数。教师在答案旁依次打钩，收卷，这一题便完成了。对一堂四十分钟的课来说，这是正常而且应当的做法：题要有结果，课要往下走，家长看到作业本上的钩也会安心。本书第 2 章说过，完成是第一道清洗，它把交差所需的东西留下，其余的统统冲走。现在的问题是，这一次冲走的是什么。

取其中五张纸来看。

甲的纸上是竖式。个位的 4 划掉，改成 14；十位的 0 划掉，改成 9；百位的 4 划掉，改成 3。逐位相减，得 159。

乙的纸上没有竖式，只有两行：404−200＝204，204−45＝159。第二行旁边有一个小小的括号，写着 204−4＝200，200−41＝159。乙把 45 拆成了 4 和 41。

丙的纸上是一条线，线上标着 245、250、400、404 四个点，点与点之间写着 5、150、4。5＋150＋4＝159。丙没有做减法，做的是从 245 走到 404 的加法。

丁的纸上先写了一行 405−245＝160，然后是“再减 1”。丁没有直接面对 404，而是先找了一道自己熟悉的邻居。

戊的纸上写的是 169。戊把 404 改写成了 3 百 10 十 14 一，三个数合起来是 300＋100＋14＝414，比 404 多了 10。

这五张纸有一个共同的处境：谁也没有违反课堂的规矩，四张答对了，一张与正确答案差着 10。没有谁在故意抹去什么：完成这个动作本身就带有清洗的作用，打钩只是它最后的一笔。

三十一张写着 159 的纸，在打钩的那一刻被压成了同一个符号。甲到丁的四条路，戊的一处差错，以及丁在纸边小声问过的那句“零个十，怎么借给个位呢”，没有一样进入收卷后的统计。打钩没有错，错的是打钩以后没有别的动作。本章要讨论的，就是在打钩之后、收卷之前，可以做些什么，使这些没被洗掉的东西留下来，并且有机会长成点什么。

◆ 13.2　同一个 159 的四条来路

先把四条路各自挂着什么说清楚。

甲走的是位值换算。这条路的数字过程，第 3 章在列举 404−245 的来路时已经写全，此处不重复，只说它在题组里挂着什么：“交换不改变总量”这一关系，以及“零位上原本没有东西可取”这一处卡点。把 404 改写成 3 个百、9 个十、14 个一，三者合起来仍是 404；这一步一旦被省成口诀，卡点就从纸面上消失了。

乙走的是分段减法。把减数 245 拆成 200 与 45，先减整百再减余数；余数 45 再拆成 4 与 41，先减个位凑成整百。这条路绕开了跨零的交换，把一次困难的运算换成两次容易的运算。它挂着的是拆数的习惯：减数可以拆，拆在哪里要看被减数哪里好下手。

丙走的是补数加法，即第 3 章所列的加法倒推：从 245 数到 404，走过的距离就是差，三段分别是 5、150、4。这条路把减法改写成寻找距离，挂着的是数线的

图像，以及整十整百作为中转站的用法。它与甲的距离最远，二者在同一个答案上相遇，彼此用到的东西几乎没有重合。

丁走的是邻题改造。405−245 的个位不需要交换，十位的 0 不够减 4，只需从百位换一次，得 160；404 比 405 少 1，所以差少 1，是 159。这条路挂着一个已经熟悉的锚点，以及“被减数少 1，差少 1”的变化关系。

这四条路在纸面上都化成了同一个 159。它们之间的差异，就是本书第 3 章所说的来路型沉淀：同一结果的不同路径。同一间教室里还有另外两种沉淀。其一是分歧型：甲与乙对着同一道题，哪一条路更好，没有人说得清，也没有必要说清；其二是未决型：丁那句“零个十怎么借给个位”，既不在答案里，也不在任何标准解法里，却是整道题最有分量的一个问题。戊的 169 则落在另一处：它与 159 差着 10，这个 10 恰好是十位上被忘记付出的那一个十，差异清清楚楚地写在纸上，等着被看作一个入口，而不是一次扣分。

这三种沉淀可以数。第 18 章与附录三给出了沉淀率的口径：一次完成留下的分歧条数、来路种数与未决项数，除以任务总量。在这间设想的教室里，按每份作答一次计，来路四种（甲乙丙丁各一）、分歧一条（甲与乙孰优）、未决一项（丁的问题），共六项，分母是三十六份作答，沉淀率为 6/36，约 0.17；戊的 169 另记为一处差异，若也按一种来路计入，则是 7/36，约 0.19，口径以附录三为准。只在答案旁打钩的做法，这一读数是 0。这个数字本身没有什么意义，它的用处是使“留下了多少”可以在两个班、两次课之间相互比较，而不停留在“似乎留了不少”的印象上。

这里要停一下，防止一种误会。把这些路写出来，不是为了给学生分类，也不是为了判断谁理解得深。哪一条路“更高级”，本章不作排序；甲未必比丁强，丙也未必比乙弱。本章只关心一件事：这些路是否被原样留在了某个地方，使它们将来还能被取回、被拿来互相碰撞。

◆ 13.3　题组：把来路留在纸面上

题组在这里的作用，是为来路型沉淀提供反复出现的条件。一道题只能让一条路出现一次；围绕同一个减数 245 改动被减数，同一个学生的纸面上会出现几次相关的路，不同学生的纸面上也会出现彼此对照的路。

设想的题组由五道题构成，每道题主要改变一处关系。

404−245＝159，被减数的十位是 0，必须经过零位取得单位。414−245＝169，十位变为 1：个位同样不够减，可先从原有的 1 个十换出，十位变成 0 个十；减 4 个十时还要从百位换入 10 个十，所以这里仍有两次单位交换，只是不再需要越过零位。454−245＝209，十位是 5，换出 1 个十以后还剩 4 个十，恰好够减 4，结果的十位是 0，这个 0 有明确的数量来路。405−245＝160，个位 5−5＝0，不必为个位交换，十位的 0 不够减 4，仍需从百位换。4004−245＝3759，零位拉长，传递链从千位经百位、十位到个位，需要追问规则能否跨更多位保持等值；尚未学习四位数的学生可以暂不进入这一题。

五题不必同时摆在学生面前。同一个学生先做第一张卡（404），写下初稿，可以接着选做第二张卡上的 414 或 454；第三张卡 405 与第四张卡 4004 由教师按课堂的进展发放。教师把五题放在手边，是为了看各条路在不同条件下出现、变形或消失；学生做的是眼前的一两道。

五道题对不同来路的压力并不相同，这正是把它们排成一组的理由。对位值换算那条路，404 与 4004 最费力：404 要越过零位，两次交换连成一串；4004 要把千位、百位、十位的交换一路传到个位，写成 3 千 9 百 9 十 14 一，再逐位减，得 3759。414 同样要两次交换，却没有零位，所以把“零”与“两次交换”这两个难处拆开了；454 与 405 各只要一次交换，是五题里较轻的两道。对补数加法那条路，五题几乎没有分别：454 是 5＋150＋50＋4＝209，4004 是 5＋3750＋4＝3759，零位在数线上不构成任何障碍。对邻题改造那条路，414 与 454 各有现成的邻居 415 和 455，差分别是 170 与 210，再减 1 即得 169 与 209；4004 的邻居 4005 得 3760，再减 1 是 3759。同一组题，对一条路是险阻，对另一条路是平地。这个差别在只做一道题时看不出来，在题组里才摊得开；也只有各条路被原样留在纸上，教师才看得见哪一道题对哪一条路形成了压力。

重要的是纸面规则，它只有四条，成本很低：

第一，初稿不擦。写错了用一道横线划去，不涂黑，不撕掉重写，划去的东西留在原处。戊的 169 因此保留着，丙的第一次落点（比如先写成 245 走到 300）也保留着。

第二，修改另色。订正用另一支笔，写在初稿旁边，使“第一次是什么、后来改成什么”在同一张纸上并排可见。

第三，帮助标记。卡角写明这一题用过材料、同伴、教师还是工具，不必写得详细，只写一个字：材、伴、师、机（机指 AI 工具）。

第四，算式与题序不动。每张卡都写日期和题号，使一个学生几次课的纸面能够按时间排开。

这些纸后来放在哪里，也要想一想。设想的做法是一只普通的文件袋，一个学生一只，四次课下来是四张到八张纸。没有表格，没有分数栏，教师周末翻一遍，只做一件事：把看不懂的地方折一个角。折角处往往正是下一次课最值得带去碰撞的地方。比如甲的竖式里，十位的 0 先划成了 10，再划成 9，中间多出一笔；这一笔在最终答案里毫无痕迹，在纸上却是整个换算过程最清楚的一处停顿。若没有“划去不涂黑”的规则，这一笔早就不在了。

这四条规则里没有一条是诊断。它们不要求学生分类，不要求教师判断“这个学生属于哪一型”。第 11 章写明，提炼的危险在于把沉淀写成谁用都一样的要点；记录卡与纸面正好相反，只记原话、原样、原来路。若教师在收卷之后给每张纸贴上“位值型”“补数型”的标签，这个动作本身就是又一次清洗。附录一把这个自指的风险写在记录卡的使用说明里。

◆ 13.4　与比较多种解法的研究、变式教学的分界

数学教育里有两支与本章相邻的工作，需要在这里说清楚本书与它们的区别。

第一支是比较多种解法的研究。里特尔—约翰逊（Rittle-Johnson）与斯塔尔（Star）在 2007 年以解方程为材料做的实验，以及此后他们和同事沿着这条线做的一系列研究，大意是：让学生并排比较同一道题的两种解法，往往比一种解法接一种解法地学习，在程序性知识与方法的灵活选用上更有收益。这是一个有分量的发

现，它的关切是：比较能不能提高学生学到的东西。比较的材料通常是研究者或教师预先选好的、质量较高的解法，比较的对象是方法本身，衡量的是比较之后学生在测验上的表现。

第二支是变式教学。它在中国的数学教学传统里有长期的实践，顾泠沅及其合作者的研究把它与变易理论联系起来，Gu、Huang 与 Marton 在 2004 年有一篇概括性的论述。大意是：通过精心设计的一组题，让某个关键特征变化而其他特征保持不变，使学习者看到什么在变、什么不变，从而辨别出要学的概念的关键方面。变易理论本身由 Marton 及其同事提出，它的关切是：学习者怎样才能辨认出一个对象的关键特征，教师怎样设计变化的模式。

本章的题组与变式教学在形式上很接近：五道题围绕同一个减数，每题改动一处。但两者的关切不同。变式教学问的是：哪一组变化最有利于学生辨认关键特征；本书问的是：学生各自走过的路，在这一组变化里有没有被原样留下，留下之后能否跨次复现，复现之后能否在经过清洗仍然存留，从而结晶。前者的单位是题组的设计，后者的单位是纸面上的差异。

下表把三者并排，便于看清分界。

	比较多种解法	变式教学	本书的做法
关切	比较能否提高概念与方法	变化能否让关键特征显现	来路能否被原样留下并跨次复现
材料	预先选定的多种解法	精心设计的题组	学生自己的初稿、划去处与修改
单位	方法	题组	纸面上的差异
检验	其后的测验表现	对关键特征的辨认	复现与存留两项读数，以及新的区分

一个具体的对照可以说明分界。按比较多种解法的路数，教师会在黑板上并排写出甲与丙两种解法，请全班比较：为什么都得 159？哪一种更适合这道题？比较的结果是全班对“位值换算”与“补数加法”各有一个更清楚的认识，这很有价值。按本书的路数，教师做的是另一件事：甲与丙两张原稿，连同甲十位上那一笔“先划成 10、再划成 9”，原样收进文件袋；一个月之后，丙在另一道题里用了一条甲从没走过的路，文件袋里的前两次出现才有资格被拿出来对照。前者收获在当下的

比较，后者收获在后来的显露；三者的分界不在题目长什么样，而在纸上的差异被留到什么时候才处理。两种做法可以在同一间教室里并存，并不互相排斥。

分界之外，也有重叠。本书不反对教师选好的解法，也不反对设计良好的变式；一个好的题组对来路的出现有帮助，这一点本书直接受益于变式教学。区别在于，本书多说了一句：即使教师选得再好、设计得再精，这些做法在压缩的当时，无法预知哪一条路将来会在什么新题里撞出结晶。学生自己的路，一经预先选定，就先被筛过一遍；原样留下，则把筛选推迟到将来。这是第 11 章要主证的不可替代性在课堂里的样子。

还有一支相邻的工作值得一提，即对儿童多位数运算的研究（例如 Fuson 及其同事 1997 年的工作，以及 Carpenter 等人关于儿童自创算法的长期观察）。它们记录了儿童在退位减法里自己发展出来的各种方法，大意是儿童的自创方法往往比教师预想的丰富。本书的材料与它们相通，所不同的是，那些研究把方法当作发展的轨迹来描述，本书把没被洗掉的方法当作沉淀，问它们能否结晶。同样，早期研究错误算法的工作（Brown 与 Burton 1978 年的诊断模型，以及 VanLehn 此后的工作）把戊那样的差错归为系统的“错误程序”，用来诊断；本书关心的不是诊断，是 169 这样的差异如果被保留，将来会不会成为某个区分的入口。

◆ 13.5 五种清洗在课堂上的样子

第三编把清洗分成五种，它们在这间教室里都有对应。每一种都有它站得住的理由，本节不是在列教师的过失，而是逐一指出：每冲一次，冲走了什么。

合并的清洗。 行动单位和辨因单位被混为一谈。学生此刻的行动单位是 404−245 这一道题，教师若也只以这一道题为辨因单位，那么三十一个 159 就只是三十一个正确。设想的补救是把辨因单位放大：教师把初稿、划去处、修改与后续几题放在一起看，学生仍只做眼前的一两道。合并的另一种样子是班级层面的：把五个写错的学生合成一栏“退位不过关”，戊的 10 与另外四人的差错并在一起，原因各异的差异全部被冲进一个类别。

抢先的清洗。 反馈来得太早，差异还没落下就被冲走。戊刚写下 169，教师俯身说一句“十位还要再借一次”，戊改成 159，纸上不剩任何痕迹，戊也没有机会自

己发现合起来是 414。更早的抢先发生在纸面之前：教师在发卡之前就先示范一遍 404 的完整过程，学生的路因此被示范收拢到一条。反馈来得太晚也有代价，延后一周才讲评，戊的 169 背后是哪一步已经没有人记得。折中的做法是 13.3 里的“初稿不擦”：先让初稿落到纸上，再让反馈进来，两者都留着。

换尺的清洗。 标准一改，旧沉淀与新沉淀对不上账。设想这个班前两周的作业按“答案对错”评，后两周改按“步骤是否完整”评。丙的数线本来没有竖式，到了新标准下被判为步骤不全；甲的竖式在新标准下得高分，但甲上一次的差错已经不在两份分数的可比范围里。尺子换了，纸面上留下的东西没变，但看它的人读不出来了。对策与第 10 章一致：换尺之前先把旧尺下的原稿留着，新尺下的读法另记，不改写旧记录。

提炼的清洗。 把沉淀写成谁用都一样的要点。黑板上最容易出现的是一句口诀：“零借不出，隔位去借，借一当十。”这句口诀对甲有用，对丙几乎没有，对丁那个问题反而盖了过去：它直接说“零借不出”，却没有回答零个十是怎样“当十”的。口诀本身不是坏东西，一个班需要一句大家能说的话，这是交付与组织所需要的封口。要说的是，如果课堂上只剩这句口诀，乙、丙、丁的路就没有了去处。13.3 里的做法是让口诀与原稿并存：口诀写在黑板上，原稿留在卡上，两者互不替代。

代领的清洗。 完成代领理解，改分代领成长。设想有的学生用一个 AI 工具拍照解题，得到一份规整的“步骤一、步骤二”；学生抄下这份步骤交上，答案是对的，纸面上却没有初稿，没有划去，没有那句“零个十怎么借”。也有教师讲评时一口气替学生把几条路都说完，学生只需点头。这两种代领来了以后，差异就不必存在了：路是别人走的，沉淀也就挂在别人身上。保留初稿与帮助标记，使代领可以被看见：卡角上的“师”或“机”写下来，同一张卡上初稿与修改并排，哪些是自己的路，哪些是被接过去的，一目了然。

五种清洗往往叠在一起出现。同一个下午，教师可能先合并（把五份错答归为一栏），再抢先（当场纠正戊），随后在黑板上提炼出口诀，作业改按步骤评，晚上又有学生让工具代做。每一道洗过去，纸面就更干净一层，到学期末留下的是一本全是对钩的作业本和一份漂亮的成绩册。这并不是说这个学期白过了，学生确实

学会了退位减法；只是若问这个班有没有人在这一学期里发现过一点点谁也没教过的东西，作业本给不出答案，因为能够回答这个问题的东西，已经一层一层地洗掉了。

五种清洗并不是教师的过错，也不是学生的过错。每一种都有它的理由：合并使班级管理可行，抢先使课时够用，换尺使评价有章可循，提炼使知识可传，代领使人不致卡死。本章只是把它们各自洗掉的东西指出来，并提出一种低成本的办法，使被洗掉之前的样子先留一份。

◆ 13.6　熟练的教师，熟练的学生

题组的设计还有一个容易被忽视的洗刷者，就是熟练本身。

教师出题是熟练的。一位教了十年三年级的教师，看到 404−245 就知道学生会在哪里出错，也知道应当用哪几道题把错分开。这份熟练使备课很快，也使题组很干净：五道题各改一处，次序合理，没有多余的变量。按本书第 5 章的说法，熟练是 D3 收紧到极致，把可运行的差异一并优化掉。教师若只靠这份熟练，题组就会在备课时已经洗过一遍：学生可能走出的、教师没有预想过的路，没有位置。设想有学生在 405−245 上用了 400−245＝155，再加 5 得 160，这条路对教师是陌生的，他的题组里没有为它留位；如果教师只按预设的五种用途读纸面，这一条路就被当作噪声读掉了。

学生做题也会熟练。到第三周，多数学生做三位数退位减法已经又快又对，每一题都是同一套竖式。条件恒定、重复多次，竖式越来越顺，纸面越来越像，差异从纸面上退了出去。这就是第 8 章所写的“条件恒定下的熟练”：熟练度很高，条件却只有一种，所以洗得最干净。

反过来看，熟练并不必然洗净差异。关于数学教学的研究里，有一个常被引用的区分：波多野谊余夫（Hatano）与稻垣佳世子（Inagaki）把专长分成常规专长与适应性专长。前者在熟悉的题型上又快又准，后者在遇到新情形时能够调整、重新组织方法；后者往往伴随着对原理的理解，也伴随着在多种条件下的练习。把这一区分借到本章，可以说：竖式越练越熟，是常规的一面；同一个学生在多种被减

数形态里交替使用位值换算、邻题改造与补数加法，并留下每一次的选择，是适应性的一面。保留差异的熟手，正好是本书原理的正面例子。

对教师而言，这意味着两件小事。其一，备课时在预设的用途之外，留出一张空白的“未预设”栏，把读不进五种用途的纸面放进去，不立即处理。其二，隔几周把同一个学生的几张卡并排看一遍：竖式是否越来越像，其他的路是否还在纸上出现。若竖式越来越像，不必责备熟练，也不必立即改变练习，只需在下一组题里把条件拉开一点，例如从三位数换到含零的四位数，或要求先估计再计算，使条件重新多样起来。

对学生而言，没有什么额外的负担。四条纸面规则不要求他们再多写一个字；拉开条件的，是教师发下的卡。这里的成本，几乎全部落在教师一端的编排上。

◆ 13.7　跨次复现，经过清洗仍存留

原样留下只是第一步。沉淀要结晶，需要在不同条件下反复出现，并在清洗之后仍然存在。本书把这两件事分开计数：复现，计的是同一种差异出现过几次、在几种条件下出现；存留，计的是经过一次完成、一次订正、一次总结之后，它还在不在。研究设定暂取“至少三次、至少两种条件、经过至少一次清洗仍存留”，标〔阈值待核〕，这一门槛在第 6 章、第 18 章与附录三里出现，此处只借来观察。

沿用 13.1 里的丁。设想一个月内的四次课。第一次课，丁在 404−245 上用了邻题改造（先算 405−245）。第二次课，面对 614−358，丁没有直接换位，先写下 615−358＝257，再减 1，得 256。第三次课是 4004−245，丁先算 4005−245＝3760，再减 1，得 3759。以上三次出现在三种不同条件下：被减数的零位在十位、没有零位、零位连续出现。每次课之后教师都做了订正，第二次课后全班还一起总结过“邻题法”，这条路经过了订正与总结两种清洗，到第三次课仍然在。按上面的门槛，复现与存留两项读数都达到了。

此外，丙的数线、乙的拆数也在各自的纸面上出现了多次。到了第四次课，题目换成了 700−268，是全班此前没有做过同类材料的新任务。设想丁写下：700−268＝699−267＝432。被减数和减数同时减去 1，差不变，而 699 里没有任何零位需要处理。丙写下的则是：268 走 2 到 270，走 30 到 300，走 400 到 700，总

共 432。同一天里，乙在纸边画了第三种：700−268，先减 300 得 400，再加回 32，得 432。

这里显露出来的，才是本书所说的思想。丁的 699−267 不是邻题法的重复，而是邻题法在经历了三次不同条件之后，变成了一个新的区分：原来我们把“零位”看作困难的来源，现在零位可以通过让两个数一起移动而消去。这是一个新对比：难度不在零，而在零阻止了就地交换；也是一个新变化：从“固定被减数、处理零”变成“平移两个数、消去零”；还可以说是一个新分布：此后丁眼中的减法题，可以按“能不能用平移消去零”重新摆开，4004−245 与 700−268 落在能平移消去零的一边，而 404−395 这种差很小的题，数一数就是 9，另当别论。这些都是从丁一路积下来的沉淀里显出来的，不是教师教的，也不是从一份要点里读出来的。

这个设想中的显露是否确会发生、发生的比例有多大，要靠研究来看，不是这里的叙述能定的。这里只提一件事：若丁每次课都只留下答案 159、257 与 3759，邻题法一次也没有被记下，那么到了 700−268 这一题，丁面前只有一个干净的新题，邻题法的三次复现无从谈起，结晶便无从发生。反过来，若教师把丁的纸边话（“再减 1”）当作笔误擦去，也是同样的结果。

这里还有一个反向的情形，需要写在前面：不是每一条没被洗掉的路都会结晶。丁的邻题法之所以能走到 700−268，是因为它在三种条件下出现过，并经过了订正与总结仍然存在；另一个学生也许只在一次课上用过一次数线，之后再没有出现，这一条路就还只是一次出现的差异，可能是灵感，也可能是尚未被观测到的沉淀。本书把这一划界当作可撤回的预测，不用它来排除任何一条路：数线若在以后某一课上再次出现，它的读数就重新开始累计。

还要说明介生态在这里的含义。设想的题组太杂，每道题改三处，学生的纸面上同时出现太多变量，差异多到无法互相对照，是混沌过度；题组太规整，教师每题都指定做法，所有纸面几乎一样，是秩序过度，差异在出现之前就被洗净。五题各改一处、允许学生自选路径，是试图把课堂维持在介生态：有足够多的差异出现，又有足够清楚的参照使它们可以互相对照。这一点是设计上的主张，课堂里能否做到，也是检验的内容之一。

◆ 13.8　本现场检验特征律的哪一环

前面几章已经用洗碗、结果、文件、习惯、关系等材料，讨论过特征律三环（混沌碰撞、自组织、涌现）在经验里的翻译。数学课堂这个现场，适合检验的是第一环：碰撞。

原因在于课堂的特殊处境。四十分钟里，三十六个学生的纸面同时摊开，不同来路的差异本来就挤在同一间屋子里，只是缺少相遇的机会。班级的常规做法是每人对着自己的卡，教师逐个批阅；甲的路与丙的路之间，没有任何东西使它们碰在一起。沉淀如果只是堆在各人的纸上，就只是档案。没有碰撞，档案不会涌现出任何东西。

设想中促成碰撞的办法有三种，都是不增加多少成本的。

第一，同伴换纸。邻桌交换初稿，请对方指出“你的哪一步我没走过”。甲看乙的两行，要问 45 为什么拆成 4 和 41；乙看甲的竖式，要问 0 为什么变成 9。两条来路因此在一次提问里相遇。

第二，反例卡。有人主张“被减数有零就要连续退位”，另一个学生可以拿 406−203 去检验：有零，却一次交换也不需要，差是 203。反例须先核算，再提出，并与被反驳的主张对应。这样主张与反例相撞，撞出来的是主张的边界。

第三，自造题。学生在空白卡上改一个数，让原来的分类需要调整。例如想让“被减数有零而结果的十位也是零”，先试 404−305，换成 3 百 9 十 14 一后减 3 百 0 十 5 一，得 99，十位是 9，没有达到目标；再改成 404−395，3 百 9 十 14 一减 3 百 9 十 5 一，得 9，十位为 0，达到了目标。第一次失败的构造留在卡上，与第二次成功的并排，两个数之间的对撞，比任何教师的讲解都清楚。

三种办法有一个共同点：它们都不是教师把答案端出来，而是把两条来路放到同一张桌上。碰撞发生之后，差异才有资格进入自组织，也才谈得上后来的结晶。

据此，本现场可以提出一条可撤回的判断，它是预测 0 在课堂里的分支（见 18.3 节），留到第 18 章的判决预测里检验：在同样保留来路的两个班里，一个班安排了同伴换纸、反例卡与自造题，另一个班各自独立完成，则前者在其后的新任务（如 700−268 一类未曾做过同类材料的题）上，出现自造或迁移方法的学生比例应

当更高。若两组没有差异，碰撞这一环在课堂里不起作用，本章关于碰撞的主张撤回；若再有一个只保留结果的班，其新任务上的表现与前两个班都无差异，则第 18 章的预测 0 撤回。实施前还须询问学生是否做过同类材料，“陌生”是相对于具体学习经历而言的，教师换了三个数字不自动构成陌生。

这一判断的读数也要写下来。碰撞是否发生，可以从纸面上看：同伴换纸之后，有没有人在自己的初稿旁添了一笔，来源是对方的哪一步；反例卡提出之后，原来的分类规则有没有被改写，改写之前的版本是否仍在。两项都要留下旧版，因为被改写的规则若没有旧版，碰撞就只能凭记忆回忆，无从核对。

另有几项现场条件须一并写下。四十分钟的课堂有限，碰撞需要的时间要从练习时间里挤出来；先备知识不足的学生应先补必要的位值教学，再参与碰撞，不应让没有基本关系的学生在零散的路径之间空转；1 百＝10 十、1 十＝10 一、交换前后总量不变，是算术的约束，不靠比较与投票决定。还有一种可能：常规逐题练习加一次直接讲解，已经能产生同样可靠的后续作答，题组与碰撞只增加了负担。这一结果若在后续试点里出现，本章的做法就应缩减到教师手中的一份纸面保留，不再要求课堂上的重分与换纸。

儿童的负担也在这一条之内。换纸、反例与自造题，若变成每节课必做的三项任务，就从相遇变成了作业。较稳妥的安排是每节课只选一种，视当天纸面上有没有值得碰的东西而定：纸面上若只有一种路，换纸没有对象；没有人提出过规则，反例卡无从谈起。不碰也是可以的，那一天的纸面照旧保留，等待下一次条件改变。

最后，说明本章的位置。第 11 章讲提炼为什么是最彻底的清洗，第 15 章讲写作与 AI，第 16 章讲教师协作与组织。数学课堂是四个现场里最小的一个：材料最少，对错最明确，来路也最容易数清。正因为这样，它适合放在第一个来检验：如果在一道减法题上，没有被洗掉的来路尚且不能碰撞、复现、存留，那么在阅读、写作与组织里，期待它们长成思想就更没有根据。

◆ 本章结论

1. 一道题算对以后，纸面上留下的往往只是同一个结果；位值换算、分段减、补数加和邻题改造等来路，在打钩那一刻被压成同一个符号。保留初稿、划去处、修改与帮助标记，是把来路原样留下的最低成本办法。
2. 题组的作用，是让同一学生的几条路与不同学生的各条路，在不同条件下反复出现。它不是诊断工具，也不要求学生分类；记录卡只记原样，不归类成要点。
3. 本书与比较多种解法的研究、变式教学相邻而不同：后者问怎样的比较与变化最利于学习，本书问学生自己的来路是否被原样留下，跨次复现并在清洗后存留，而后结晶；前者的选择在压缩的当时已作出，后者把选择推迟到未来。
4. 五种清洗在课堂上各有样子：合并把差错并成一栏，抢先在初稿落下前纠正，换尺使旧稿读不出，提炼以口诀盖过各条路，代领使路由别人走完。每一种都有它的理由，办法是在被洗之前先留一份。
5. 本现场检验特征律的碰撞一环：来路不相遇，沉淀只是档案。同伴换纸、反例卡与自造题是低成本的相遇办法；它们是否使其后的新任务上出现更多新区分，是可撤回的预测，留给第 18 章。

◆ 本章参考

— 原始文献

（本章无原始文献。课堂、学生与纸面均为设想与构造。）

— 研究文献

· Brown, J. S., & Burton, R. R. (1978). Diagnostic models for procedural bugs in basic mathematical skills. Cognitive Science, 2(2).

· Carpenter, T. P., Fennema, E., Franke, M. L., Levi, L., & Empson, S. B. (1999). Children's Mathematics: Cognitively Guided Instruction. Heinemann.

· Fuson, K. C., Wearne, D., Hiebert, J. C., Murray, H. G., Human, P. G., Olivier, A. I., Carpenter, T. P., & Fennema, E. (1997). Children's

conceptual structures for multidigit numbers and methods of multidigit addition and subtraction. Journal for Research in Mathematics Education, 28(2).

- Hatano, G., & Inagaki, K. (1986). Two courses of expertise. In H. Stevenson, H. Azuma, & K. Hakuta (Eds.), Child development and education in Japan. Freeman.
- Gu, L., Huang, R., & Marton, F. (2004). Teaching with variation: A Chinese way of promoting effective mathematics learning. In L. Fan et al. (Eds.), How Chinese Learn Mathematics: Perspectives from Insiders. World Scientific.
- Marton, F., & Booth, S. (1997). Learning and Awareness. Lawrence Erlbaum.
- Rittle-Johnson, B., & Star, J. R. (2007). Does comparing solution methods facilitate conceptual and procedural knowledge? An experimental study on learning to solve equations. Journal of Educational Psychology, 99(3).
- VanLehn, K. (1990). Mind Bugs: The Origins of Procedural Misconceptions. MIT Press.

— 站内著作

- 第 513 号《SDE九宫格透镜问题分析法》：本书使用的 S1·D2·E3 透镜的来源。
- 第 409 号《教育的产品是结晶》：讲学习者结成的结晶不能代付；本书接着讲结晶从哪里来。
- 第 442 号《懂的发生学》：讲懂怎样接着走。
- 第 554 号《数学标准的典范重生》：讲统一性标准化怎样使特征律死亡，本章所写的课堂是同一件事在一间教室里的样子。

◆

14

第 14 章

阅读：读懂了，还剩下什么

本章提要　读完一段文字，读者通常带走一个说得通的解释，文本里没写出的那一份却随着解释的流畅被洗掉了。本章以一篇构造的短篇叙事为现场，说明读懂的错觉怎样产生，两次阅读之间的分歧怎样成为沉淀，续写材料怎样让不同解释相互碰撞，以及怎样把解释保持在可修订的状态。本章检验特征律中自组织这一环：多次阅读留下的差异，是否按序列运行，并经得起清洗之后的复查。

◆ 14.1　一声“对”之前

设想一个周四的晚上，一位母亲陪十一岁的孩子读一篇短文。文章是本章构造的，题为《门边的椅子》，共三个自然段：

①征稿截止前一小时，林夏来到图书室。她把写好的稿子放在投递箱旁，又拿回来，坐在靠门的椅子上。门一响，她就抬头。

②老师说：“交了就可以回去了。”林夏指着结尾的一行，问能不能再改。她用铅笔添了几个字，却没有起身，反而把旁边的空椅子拉近。

③时钟走过五分钟。林夏把书垫在稿子下面，低声说：“再等一会儿。”她朝门口看去，手里仍握着铅笔。

孩子读完，说：“她在等她的朋友。”母亲说：“对。”两人翻到下一页。

这一幕里没有任何失误。孩子的解释说得通：门一响就抬头，拉近空椅子，朝门口看，三处细节都指向等人。母亲的“对”也算负责，因为这个解释确实比多数别的说法更顺。问题出在“对”字落下之后，文本里有一些东西不再有机会被看见：林夏为什么把稿子拿回来？她添了几个字，这是在改稿，还是在拖时间？“再等一会儿”是对谁说的，对老师，对自己，还是对门口？这些问题在第一遍阅读里并不是没有出现，它们是以细小的别扭、一闪而过的疑惑的形式出现的，但一个流畅的解释一旦到位，别扭就被它盖住了。

本书的原理在这里有一个很具体的样子。思想是经验的差异没有被清洗掉，而留下来的沉淀显露。阅读的经验里，差异的第一来源是文本自身：写出的与没写出

的之间的缝，几处细节指向不同方向的拉扯，字面与推断之间的距离。读懂，在日常的用法里，恰好是把这些差异收束为一个解释的动作。这个动作是必要的，没有它就谈不上理解，也交不出一个答案。本书把它算作第一道清洗：完成。区别只在清洗的程度。收束之后，若别扭仍然挂在某个地方，等待下一次阅读去碰，它就是沉淀；若收束得干净，连别扭的位置也不记得，剩下的只是“她在等朋友”这句谁都会说的话。

本章要问的不是孩子读得对不对，而是“对”之后还剩下什么。这个问题在阅读上尤其尖锐，因为阅读的清洗几乎总是以舒适的方式发生：没有人觉得自己丢掉了什么，只觉得自己懂了。

本章的材料均为构造。《门边的椅子》、后文的三张续写卡、英语短文《A Page of Questions》和《雨衣》都是为说明问题而写，人物与情节不对应实际事件，所涉课堂设计也未曾实施；《雨衣》是另一篇短文，后文只引到其中空椅上搭着雨衣与“今天先回去”一句。凡本章写到“读者说”“学生写”，皆为设想的情形，用来演示读数怎样取得，不构成观测结果。这一声明在本章只写这一次。

◆ 14.2　流畅是怎样洗的

读懂的感觉有一个出了名的毛病：它与读懂本身并不同步。对阅读理解的实验研究早就观察到，读者对“我读懂了”的自我评估，常常高于随后能够检验出来的理解，格伦伯格（Glenberg）及其同事在 1982 年称之为“知道的错觉”。罗岑布利特与凯尔（Rozenblit & Keil，2002）讨论的“解释深度的错觉”是同一族现象在日常机械、自然过程上的表现：人们自觉能解释拉链或抽水马桶，真让他们一步步写出来，才发现中间缺了好几环。这类研究的共同大意是，主观上的流畅与可检验的理解之间有落差，而流畅本身会被读者当作理解的证据（可参看奥尔特与奥彭海默（Alter & Oppenheimer）2009 年对“流畅”研究的综述）。

本书对这一事实的读法是：流畅是清洗留下的触感。一个解释顺滑，意味着所有互相顶撞的细节都已被安置，没有一处还在硌手。硌手的地方正是差异所在。读《门边的椅子》，“等人”这个解释之所以顺滑，是因为拿回稿子、添字、握笔这三处细节被归入了“顺便”“紧张”之类不需要再追问的位置。它们没有被否定，只是失去了作为差异继续运行的资格。

清洗有四种，阅读里每一种都认得出来；这里按阅读发生的次序称其一至其四，与全书“第几道清洗”的编号（完成、熟练、标准化、提炼）不是一回事：读完、说通、定论近于完成，主题化是提炼。

其一是**读完**。读完一遍，文本就变成“读过的东西”，其中读者当时无法处理的部分，随着注意力转向下一篇而消散。

其二是**说通**。读者把读到的东西讲给别人，或讲给自己，讲的过程要求连贯，连贯要求删去不合拍的部分。孩子说“她在等朋友”，这句话里没有“但她又拿回了稿子”的位置。

其三是**定论**。教师或家长说“对”，或者合上书，解释获得了外部的确认。此后任何不合拍的细节再出现，读者倾向于把它读成对这个解释的补充，而不是对它的反对。常见的“标签先行”也属于这一类：先给出“认真”“友爱”之类的品质词，后面读到的细节就只是在为标签作证。

其四是**主题化**。课堂上把一篇文章归结为“这篇文章告诉我们要珍惜友谊”，这是提炼：写成谁用都一样的要点。它与第 11 章写的提炼同属一类，也服从同一个推断：压缩发生的时刻，无从知道哪一处细节将来会在另一篇文章里变得要紧。

四种清洗各有各的用处。读完使阅读成为一件可以结束的事，说通使交流成为可能，定论使课堂得以向前，主题化使知识得以转手。它们都不是错误。本书要说的是，它们叠在一起，会把文本里的差异洗得干净，使读者带走的只剩下结果。

这里必须区分两种读者。一种读者的流畅来自文本确实简单，没有什么硌手的地方，读得顺是因为本来就顺。另一种读者的流畅来自清洗：硌手的地方有过，被抹平了。从外面看，两者无法区分，都是“读得很顺”。区分的办法只有一个：看清洗之后，原来的别扭还能不能被找回。让读者回到文本，问一句“你当时在哪一处停过”，前一种读者答不出，因为没有停过；后一种读者往往能指出来，条件是别扭没有被说通、定论与主题化彻底覆盖。所以，阅读的沉淀率（见附录三的记录口径）不是读者主观上“懂不懂”，而是读完、说通、定论之后，仍然挂着的疑点有几条，来路有几步。

在 SDE 的写法里，这是 D2 的事。读者面对文本，是一次差异序列的运行：先注意到哪一处，后注意到哪一处，哪两处互相拉扯，拉扯怎样被安置。这个序列有次序、有来路，每一步都留下一点什么。流畅的解释把序列压缩成一步：直接给出答案。压缩使序列断了，下一次阅读就要从干净的文本重新开始。第 5 章写过，D2 全程与压缩路径的区别正在这里。

◆ 14.3　两次阅读之间

沉淀需要时间才能辨认，因为它是在两次经验之间落下的。读一遍，只能得到一个解释和一些模糊的不安；读第二遍，才有可能发现前一遍留下了什么。

回到母亲与孩子。设想第二天，孩子在课堂上又读到这篇文章，教师没有说“对”，只请每个人写下“我目前倾向于……；原文中……使我这样想”。孩子写：“我倾向于她在等朋友，因为门一响她就抬头。”旁边一个同学写：“我倾向于她还想改稿，因为她拿回稿子，还添了字，一直握着笔。”两份记录放在一起，同一篇文章，同一个“门边”，两个方向。

这就是**分歧型沉淀**的阅读版本。它不是谁对谁错的问题，而是两个读者的差异序列在同一段文字上分岔了。分岔的位置有信息：它标出了文本里哪几处细节被不同的读者赋予了不同的分量。“门一响就抬头”，在一个读者那里是主线，在另一个读者那里是背景。这个分量之差，就是下一次阅读的原料。

再看**来路型沉淀**。同一个解释，来路不同。两个读者都说“她在等人”，一个靠的是①的抬头，一个靠的是②的空椅子。结论一样，如果只记结论，这个差异就没有了。可是当第三段文字出现，比如 14.4 节的甲卡写周晴来了，两个读者的反应可能不一样：靠空椅子的那位更有把握，因为空椅子是为人留的；靠抬头的那位多少有些犹豫，因为抬头也可能是对任何响动的反应。来路在新材料到来时才显出分量。所以保存来路，等于为将来保存一个可以在新条件下重新测试的东西。

最后是**未决型沉淀**。读者在记录单上写下“我现在分不清”，并指出缺口：“再等一会儿”对谁说，文本没有交代。这一条在流畅的阅读里最先被洗掉，因为它不产生答案。它却是三类里最容易在后来的阅读里被碰到的一类：下次读到另一篇文章，同样出现“一个动词没有宾语”，读者会想起，这是一个模式。从一次的未决，到跨篇的未决，到“动词没有宾语时，别把它补成完整的动机”这样的区分，中间要走几步，每一步都需要前一步没有被洗掉。

三类沉淀都挂在承载者上。读者本人是第一个承载者：记得自己在哪里停过。记录单是第二个：写下来的“倾向—依据—改判条件”。同桌或小组是第三个：另一个读者的不同读法。书页上的批注是第四个。这些承载者的差别很重要：沉淀若只挂在读者的记忆上，第二天就会被新的阅读冲淡；挂在记录单上，才有机会等到第二遍阅读。用 E3 的话说，读者与记录单都是承载者，也就是内能；挂在它们上面的差异是势能。势能一旦被整理成“本课要点”，离开了读者与记录单，就成了不连着来路的东西，所以记录单只记原话、原样、原来路。

两次阅读之间的间隔，也是一个不能随意取消的变量。读完立刻讨论，清洗还没有完成，差异都在，可也没有时间让它们排出秩序；隔一段时间再读，一部分差异自己消失了，剩下的，是在没有外力保护的情况下仍留着的。后者与第 6 章说的“存留”读数对应：经过了“时间”这一类清洗之后，它还在不在。

间隔的长短没有现成的标准。隔一节课、隔一天、隔一周，读数会各不相同，本书把它留作研究中要分别报告的条件，不预设哪一种最好。可以预期的是，间隔过短，差异还在，却没有机会排出次序；间隔过长，连读者自己也记不起当时的疑点，沉淀若没有挂在记录单上就会散去。承载者的作用，在这里看得最清楚：同样隔一周，记在纸上的疑点还在，只记在头脑里的疑点往往已经被后来读过的东西改写。

◆ 14.4　续写卡：新材料让差异碰撞

沉淀要成为思想的原料，需要碰撞。阅读里最方便制造碰撞的办法，是让同一个解释接受不同的新材料。下面三张续写卡是构造的，各自从同一原文分出一个可能的版本，分别使用，不累计成一个故事，也不能说成后来发现的原作真相。

甲卡：“约好一起交稿的周晴出现在门口。林夏把稿子收好，说：‘你来了，我们现在交吧。’”乙卡：“老师问她在等谁。林夏摇头：‘没有人要来。我还想把结尾写清楚，再给自己五分钟。’”丙卡：“窗边挂着一把蓝伞，伞下滴着水。”

三张卡对两种解释的作用不同。甲卡加强“等人”，同时削弱“继续修改是当前主要阻碍”，但没有抹去此前确实改过稿这一事实。乙卡加强“继续修改”，并在通常可信的对话阅读下直接反对“等人”。丙卡只补了一个环境细节，对两种动机的比较未必有影响。

读到新材料，答案不一定要换。这是阅读现场最容易被误解的一点。如果一位读者每见一句新话就改一次结论，他的解释并不更可修订，只是更不稳定；改判的次数没有质量可言。可修订的意思是：判断的强度随材料变化，而且变化可以说出理由。甲卡进来，原先倾向等人的读者可以说“我更有把握了，因为空椅子的用途现在有了落点”；丙卡进来，他可以说“蓝伞没有说明等的是谁，我维持原判”。两种反应都是可修订，因为每一种都指向了一个具体的联系：这一句话影响了哪一项判断。

这里的碰撞值得用特征律来读。混沌碰撞要求差异之间真的相撞，而相撞的前提是它们还各自站着。如果读者早已把“她在等朋友”定为结论，续写卡进来，只是被归入“证明了我”或“与我无关”两格，它没有机会与那些被盖住的别扭相遇。反过来，如果读者在读续写之前，先写下了改判条件，比如“如果明确写她知道无人会来，我会降低等人的把握”，这个条件就是一个悬着的差异：它在等一个能够撞上它的材料。乙卡来了，一撞，撞出的是一个新的对比：原来混在一起

的“她在拖”与“她在改”分开了。拖是对时间的态度，改是对稿子的态度，乙卡里的“再给自己五分钟”把二者分开，读者因此得到一个读《门边的椅子》之前没有的区分。这就是 S1 里的新对比。

新变化也能显出来。读者拿三张卡走一遍，会发现自己的把握度在变：甲卡后升，乙卡后降，丙卡后几乎不动。这条起伏的曲线，是一个以前看不出的趋势：我的判断对哪一类材料敏感，对哪一类不敏感。还有新分布：把三段里的行动句分成“直接写明”“支持但未确定”“暂时无关”三处，原来混成一团的细节摊开了，哪些细节在两种解释之间有区分力，哪些没有，一目了然。“门一响就抬头”两种解释都容得下，暂时没有区分力；“拿回稿子”更偏向修改；“拉近空椅子”更偏向等人。

必须看到一种常见的自我保护，它会提前把碰撞取消。为了保住“等人”，读者临时说林夏在撒谎。文学作品确有不可靠的叙述，但本材料里没有给出这样的线索，额外引入谎言只增加了未经支持的假设。这等于从外面给差异加了一道盖子：不是解释接受了新材料，而是新材料被改写成了旧解释的一部分。解释可以被反对，意味着有些新增材料应使它降级，甚至退出。

这一点也限定了“保持多种解释”的限度。本书主张的是保留沉淀，不是保留数量。乙卡明确写了没有人要来，《雨衣》明确写了“今天先回去”，继续硬要两种等量合理解释，训练的是回避文字约束。介生态不是什么都能留的状态：差异要在文字所给的约束里运行，约束太松就是混沌，碰撞不出结晶；约束太紧就是秩序，差异洗净。文字写明的地方，应有理由地确认；多种解释仍相容的地方，排列支持的强弱；线索不足的地方，说明缺什么，而不继续制造人物心理。三种结局都是正当的收尾，它们都带着来路。

◆ 14.5　让解释保持可修订

怎样让一个解释既能成为结论，又不至于变成盖子？下面四个动作，是本书从这个现场里整理出来的，它们都落在承载者上。

一是把写明的与推断的分开。　记录单第一栏列“原文写了什么”，第二栏列“我加了什么推断”。“门一响，她就抬头”是写明的；“她在等朋友”是推断。引用原文与改写成自己的话，身份不同：学生可以不同意某种动机解释，却不能把推断加上引号冒充原文。这样做的结果，是推断始终可以被找到，也就始终可以被修订。如果没有这一分，推断会在几句话之内沉入文本，读者以为自己读到的就是文字本身。

二是在读续写之前写下改判条件。 记录单上的“如果出现……，我会重新考虑”。条件不必预言作者后面写出的句子，只需指出缺少哪类材料。尚不会写条件的孩子，教师可口述两个例子让他选，并把这件事记下来。这一栏的作用，是把未决留在纸上：一个已经写下的条件，在其后的阅读里是一个悬着的差异，不容易被新的流畅盖过去。

三是区分行动和品质。 文本支持林夏在改稿，却不足以证明她一贯追求完美；朝门口看支持等待，也不足以证明她依赖同伴。教师若先给出“认真”“友爱”之类的标签，随后的细节就只是在为标签作证。把判断先约束在这一场景里的行动上，再讨论是否有足够的材料把它扩大为较稳定的特点，这样，扩大这一步就成了一次可以被检查的运行，而不是顺手做的事。《雨衣》里“她是不是不重视与对方的约定”这个问题，把当下的安排扩大成了品质，材料不够，正好用来练习不扩大。

四是让教师和工具的补充有名有姓。 教师补充了“投递箱是交稿的地方”，这一补充只处理活动含义，不补出人物等谁；AI 可以检查指代、列出可能的解释、核对引证，但它补出的心理不是原文。把这些进入的时间、内容记在一页上，后来的人就能分清：故事写了什么，解释声称什么，课堂做过什么。

四个动作的共同点是，它们都在阻止一件事：解释把自己与来路切断。解释一旦与来路切断，就成了结论，结论是可以转手的，转手之后就谁拿都一样。可修订的解释，是仍然拖着来路的解释，来路不断，它在下一次阅读中就仍有机会被重新运行。

这与站上第 442 号《懂的发生学》所讲的“路在你这儿接着走”是相通的：懂，是在读者身上还能继续往下走的东西。本章补的是它在阅读里的具体入口：哪些东西留着，路才接得上。

◆ 14.6 本现场检验特征律的哪一环

第 4 章到第 6 章把特征律拆成三环：混沌碰撞、自组织、涌现。每个现场不可能同时检验三环，本书让每个现场承担一环。阅读这个现场承担的是**自组织**：多次阅读的差异序列。

自组织一环的内容是：碰撞之后的差异按差异序列运行，一次次落下，排出秩序，这就是沉淀。放到阅读上，它预言的是这样一件事：同一个读者读同一篇文章若干次，每次阅读留下的差异不是随机的堆积，而会形成一个有次序的序列——前

一次的疑点决定后一次先看哪里，后一次看出的新处又回过头改变前一次疑点的分量。这个序列有方向，有可辨认的“落下”。

取读数，要用第 6 章定下的两个独立的量，不用其中一个去定义另一个。

复现：同一种差异在几次阅读、几种条件下出现。例如，“一个动词没有宾语”这种别扭，读者在《门边的椅子》中停过一次，在读《A Page of Questions》时又停了一次（“Shall we start here?”没有说明从哪里开始），在读《雨衣》时第三次遇到（“她为什么把雨衣搭在空椅上”）。三篇文章，三个条件（语文、英语、陌生文本），这是复现的次数与条件数。

存留：经过一次清洗动作之后，这种别扭还在不在。清洗动作可以取教师讲解主题、同桌给出标准答案、读者自己写总结之后的复查；复查时请读者回到文本，指出“当时在哪里停过”。若停过的地方仍能指出，并仍能说出为什么停，则存留；若只能背出教师讲的主题，则没有存留。

两者分开记录，结晶要求二者都达到门槛。研究设定暂取“至少三次、至少两种条件、经过至少一次清洗仍存留”〔阈值待核〕。这一门槛只在第 6、18 章与附录三使用，本章只用它说明读数怎样取得。

为了看清读数怎样落到纸上，不妨设想一位读者三周内的记录。第一周读《门边的椅子》，初判“倾向等人”，写下的停顿点是“拿回稿子”，改判条件是“若写明她知道无人会来，降低把握”。读完甲、乙、丙三张卡，他的把握度依次是升、降、不动。第二周读《A Page of Questions》，停顿点是“Shall we start here?”，没有说明从哪里开始；他在记录单上写：“和上次一样，有一个话没有交代对象。”第三周读《雨衣》，面对“她为什么把雨衣搭在空椅上”，他没有立即回答，而是写：“这一问缺材料，空椅在上一篇里是留座，这一篇没有说，不照搬。”三周的记录里，同一种别扭——一个动作或一句话没有交代对象——出现了三次，条件各不相同；其间教师讲过一次《门边的椅子》的主题，三周后回头请他指出“当时在哪里停过”，他仍能指出“拿回稿子”，并说出为什么。复现三次、两种以上条件、经过一次清洗仍存留，这条别扭满足了暂定的门槛。第三周那句“不照搬”，是一个原来没有的区分：空椅子的意义随文本而定。它不是任何一次阅读的结论，是三次阅读的差异按序列落下之后显出来的，教师没有教过这句话。

这一例是构造的，数字用来演示读数的取法，不是观测结果。它要说明的只有一点：自组织在阅读里可以被记下来，记下来的是序列，不是某一次的答案。这个

序列若中途被一个统一的主题盖掉，第三周的区分就不会出现，那时读者能说出的，大概只有“空椅子代表等待”，一句三篇文章都能套上的话。

这一环的预测由此可以说得很具体：对于满足复现与存留两项读数的别扭，读者在其后的新文本上，更常显露出一个新的区分——譬如，能在一篇从未见过的短文里主动指出“这里是写明的，这里是推断，这里缺材料”，而且是在没有任何提示卡的情况下。对于只出现一次、读完即忘的别扭，没有这样的显露。如果实际结果相反，也就是不满足两项读数的别扭一样能引出新的区分，那么自组织这一环在阅读上就没有得到支持，应当撤回以复现与存留两项读数界定稳定运行的主张（即预测 0′），不得以“灵感”为名把它挽回来。

自组织环出了问题，常见有两种形状，阅读课堂里都看得到。一种是**序列接不上**：每次阅读都从干净文本开始，教师每次用一个新的主题统领，读者每次的疑点都被统领掉。这时即使读了十遍，也只有一次的沉淀，因为序列没有累积。另一种是**序列过密**：每读一句就要求写一次判断，要求比较两个动机、三张续写、三类证据，读者连人物与顺序都在不断丢失。此时差异太多、太乱，没有机会排出秩序，近于混沌。一次直接梳理加一项针对性问题，往往比完整的对比更能让序列走下去。所以，续写比较要压缩到读者能够承受，如果删去比较仍能得到相同的选证与改判表现，就应该删，而不是把更多程序当作方法的特色保存下来。

◆ 14.7　熟练的读者与 AI 的摘要

熟练是第二道清洗。熟练的读者读一篇叙事文，速度很快，第一遍就给出一个贴切的解释，且往往是对的。这并不是什么缺点，快与准对交付是有用的。本书要问的是，快与准之后，沉淀剩多少。

按 D3 的双刃剑，熟练是优化收紧到极致：一条最顺的阅读路径被固定下来，别扭在到达意识之前就已被消化。高效而贫血，说的是这种状态：解释很快，可是每一篇都读成了同一种读法。这里要把熟练度与条件多样性分开：在条件恒定、文本类型单一的环境里，熟练洗得最干净；条件多样、文本类型各异、读者又刻意保留自己的疑点，则是波多野谊余夫与稻垣佳世子所说的适应性专长的一种样子，这样的熟手正是本书原理的正面例子。一位老教师读一篇新课文，第一遍给出解释，随后问自己“有哪一处我是顺手带过去的”，他在做的就是把已经熟练的清洗倒回去一步。

AI 的摘要属于第四道清洗，即提炼，而且是最有效率的一种。让它把《门边的椅子》概括成一句话——“一位投稿者在截止前的犹豫与等待”——这句话没有

错，谁拿去都一样，里头没有“拿回稿子”与“拉近空椅子”之间那道缝。若读者只拿摘要去讨论，课堂上的分歧就无处发生。这是第 15 章要展开的主题：AI 作为最强的清洗机，指的是只交终稿、不留来路的用法。

另一种用法同样存在，且在阅读里已经看得出来：请 AI 列出对“她在等谁”的三种可能解释，读者逐条检查，找出其中有一条补进了原文没有的细节（例如“她与周晴有约”），把这一条划去，并写下划去的理由。这个动作留下的是一份可回查的记录：AI 提了什么，读者采纳了什么，删去了什么，为什么。读者能够在 AI 的建议里指出哪一句是虚构的，这本身是一项具体的判断，它挂在记录上，以后可以拿出来再用。反过来，一个流畅的答案若来自直接粘贴，它首先显示的是这个支持组合产出了一段文本；个人是否能指出不成立的引证，还要另行观察。

所以，对读者来说，工具的参与并不是问题，问题是工具参与之后，来路还在不在。支持记录因此只需保留会改变归属的关键项目：先独读还是先讨论，词句解释、续写版本、教师追问与 AI 建议在何时进入，最后一稿由谁修改。小组形成两项竞争解释，可能帮助教师扩展问题范围，但并不显示每个组员都能独立提出二者；要判断个人，须回到个人初稿与后续任务。

◆ 14.8　这个现场怎样才算错

本章的主张有三条，各自配了一个会输的条件。

第一条：流畅会洗掉文本里没写出的那一份。　如果在同样的文本、同样的时间下，读完立即收到“标准解释”的读者，与读完只留下自己初判并写下改判条件的读者，在数日后的陌生文本上，能够指出“写明”“推断”“缺口”三类的数量没有差异，这一条撤回。比较时，续写、示范与词句帮助要尽量保持接近；若两组用了不同的续写或不同程度的教师示范，应先报告这项差异。

第二条：两次阅读之间的分歧是沉淀。　如果保留了初判、改判条件与分歧记录的一组，在第二遍阅读时指出的“上次停过的地方”并不多于未保留的一组，这一条撤回。读数用 14.6 节的两项：复现与存留，分开计。

第三条：可修订来自保留来路，不来自摆出多种解释。　如果只被要求“写出两种解释”的一组，与被要求“写出依据、推断与改判条件”的一组，在其后新文本上的表现相同，这一条撤回；本书预言后者更好，且更好的幅度随沉淀保留量变化，而不随答案长度变化。若完整组只多写了几句话，没有增加可检查的区别（更少把推断当原文、更能说出改判条件），就不能据篇幅宣告理解加深。

三条之外，还要看现场自身可能带来的偏差。其一，文本是作者构造的，作者可以按理论愿望布置线索，再写出恰好支持改判的续句；它适合检查任务的逻辑与解释的边界，却不证明自然阅读中的问题总能这样组织。后续应另选来源清楚、并非为本设计定制的适量文本，核对任务是否仍有用途。遇到本就没有动机分歧的文本，也应当允许放弃两种解释的比较：模型要适应阅读对象，不应要求每篇文章提供同样的悬念。其二，若材料只够提问，不够比较——比如把原文缩成“林夏拿回稿子，坐在门边”——两种动机都可能只是教师添加的故事，增加讨论时间也补不出线索，应当补材料、降低问题强度或停止追问，不把沉默判为缺乏思考。其三，语言条件。英语短文《A Page of Questions》里，Nora 与 Adam 是短文中的两个人物，Nora 留下的便条带着问号，只是提议四点在图书馆见面，没有写 Adam 接受；被划掉的答案是什么、谁写下了两个答案，原文没有说，“Before four”只修饰 Nora 摆放材料的时间。读者先要核对这些文字层面的事实，才谈得上比较“Nora 在求助还是在帮助”这两种解释。语言困难者可以圈句配中文理由，英语表达能力与解释能力是两个读数，不应让一个方便取得的成绩占据另一个的位置。

这个现场与相邻两章的分界也要说清。第 13 章写数学课堂，那里沉淀的是来路型：同一个答案的不同路径，数学有明确的等值底线。第 14 章的材料没有这条底线：动机没有写明，解释的强弱要靠文字依据排列，所以沉淀的重心在分歧型与未决型。第 15 章写写作与 AI，那里沉淀的是改稿与弃稿，读者变成了作者。三章合起来，是同一条原理在不同底线条件下的三种样子。

◆ 本章结论

1. 读懂是完成这第一道清洗在阅读上的样子：读完、说通、定论逐层把文本里没写出的那一份洗掉，主题化则把它写成谁用都一样的要点；流畅是清洗留下的触感，它与理解之间存在可检验的落差。
2. 两次阅读之间的分歧，分歧型、来路型、未决型三类，都是阅读里的沉淀；它们挂在读者、记录单、同伴与批注上，记录单只记原话、原样、原来路。
3. 续写材料使被保留的差异相互碰撞，显露为新的对比（拖与改分开）、新的变化（把握度对哪类材料敏感）与新的分布（哪些细节有区分力）；可修订的标志是判断回应了材料中的具体联系，改判次数没有质量。
4. 让解释保持可修订，靠四个动作：分开写明与推断，在读续写前写下改判条件，区分行动与品质，让教师与工具的补充有名有姓；其共同点是解释不与来路切断。

5. 阅读这一现场检验特征律的自组织一环：多次阅读的差异按序列运行；读数取复现与存留两项，分开计，门槛暂取〔阈值待核〕；三条预测都有会输的条件。

◆ 本章参考

— 原始文献

（本章材料为作者构造的短文，无引用的原始文献。）

— 研究文献

- Alter, A. L., & Oppenheimer, D. M. (2009). Uniting the tribes of fluency to form a metacognitive nation. Personality and Social Psychology Review, 13(3).
- Glenberg, A. M., Wilkinson, A. C., & Epstein, W. (1982). The illusion of knowing: Failure in the self-assessment of comprehension. Memory & Cognition, 10(6).
- Hatano, G., & Inagaki, K. (1986). Two courses of expertise. In H. Stevenson, H. Azuma, & K. Hakuta (Eds.), Child development and education in Japan. Freeman.
- Rozenblit, L., & Keil, F. (2002). The misunderstood limits of folk science: An illusion of explanatory depth. Cognitive Science, 26(5).

— 站内著作

- 第 442 号《懂的发生学》：懂在读者身上接着往下走。
- 第 513 号《SDE九宫格透镜问题分析法》：S1·D2·E3 透镜的定义。
- 第 554 号《数学标准的典范重生》：统一性标准化与特征律的关系。

◆

15

第 15 章

写作与 AI：最强的清洗机

本章提要　写作是文本与思想共同结晶的现场：改稿、弃稿和与 AI 的往返，既可以把差异冲洗干净，也可以把差异一层层存下来。本章先看一篇文章从第一稿到终稿的过程中，什么被洗掉、什么留下；再把 AI 的两种用法并排放在一起——只交终稿、不留来路，是最强的清洗机；保留弃稿、分歧与提问记录，是最强的沉淀器；最后说明本现场检验特征律的哪一环，以及它在什么读数下应当撤回。

◆ 15.1　一份终稿与它没有留下的那几份

先设想一个场景。一位中学语文教师要写一篇两千字的教学反思，主题是“学生为什么总在议论文里堆例子而不分析”。这是构造的场景，本章以下凡涉及此人，都是为了让过程看得见。

她用三个晚上写完。第一晚写出的初稿，开头是一个课堂片段，中段是三条原因，结尾是一句呼吁。第二晚她觉得三条原因彼此重叠，合并成两条，并删去了开头的片段，因为它“和后面的论证接不上”。第三晚她加了一段与同事的讨论，又把呼吁改成了一条具体建议。交出去的终稿通顺、紧凑，读者看不出任何摇晃的地方。

现在问：终稿里有什么，终稿外面又有什么？

终稿里有两条原因、一条建议。终稿外面有三样东西。一是被删去的课堂片段：那个片段里有一个学生的回答，既不算对也不算错，是她当晚觉得最值得写、第二晚却最无处安放的东西。二是被合并掉的第三条原因：它与前两条重叠，但重叠得并不完全，合并时那一点不重叠的部分被磨平了。三是同事的那句话：同事说，堆例子也许不是不会分析，而是不敢分析，因为分析一旦错了，扣分比例子不贴切更重。这句话与她的两条原因都不合拍，她写进文章时把它改成了一句“也有评分机制的影响”，轻轻带过。

这三样东西，恰好对应本书第 3 章讲过的三种沉淀。被删的课堂片段是未决型：它提出了问题，文章没有回答。被合并的第三条原因是来路型：同一个结论背

后另一条路径的残影。同事那句话是分歧型：它与作者的主张之间有一道没有弥合的缝。终稿没有保存它们，不是因为作者疏忽，而是因为终稿的职责就是交差，职责的完成需要这三样东西不在场。

这里要看清一件事：清洗在写作里不是一个动作，而是一连串动作，每一个动作单独看都是合理的。合并重叠的原因，是为了论证清楚；删去接不上的片段，是为了结构紧凑；把尖锐的话改成温和的一句，是为了不偏离主线。第 2 章说过，完成是第一道清洗，熟练是第二道，标准化是第三道，提炼是第四道；一篇文章从初稿到终稿，四道都走过：写完是完成，反复写同类文章熟了是熟练，用“引言—论证—结论”的格式是标准化，每一段压成一个主题句是提炼。每一道都让文章更好，也每一道都让来路更少。

本章要说的是，写作正是检验这条判断的好现场。原因有三。第一，写作的版本是天然分层的：初稿、二稿、终稿各有时间，差异的去向可以逐版对照。第二，写作中的弃稿几乎总是被丢弃，因此洗掉的是什么，一般无从查证，而写作者一旦决定保存，保存的成本极低，一个文件夹就够。第三，近年写作多了一位新的参与者：AI 能在几秒内把任意一份草稿变成一份顺畅的成稿。它把前面说的四道清洗压缩成一步，所以在写作这块地里，清洗的力度和保留的可能都被放大了。

◆ 15.2　改稿：差异在版本之间怎样落下

写作研究较早就注意到，写作不是把想好的东西写下来。Flower 与 Hayes 在 1981 年提出的认知过程模型，把写作描述成计划、转译与回看交错进行的循环，而不是先想后写的直线；其后 Scardamalia 与 Bereiter 区分了“讲述知识”与“转换知识”两种写法：前者把已有的东西按顺序倒出，后者在写的过程中改变作者所知的东西。Sommers 在 1980 年比较过新手与老手的改稿，大意是：新手的修改多是换词与删减，老手的修改多在意义层面，改稿的过程本身就在发现自己要说什么。这些研究共同指向一点：文本与思想不是先后关系，而是互相生成。

本书接着这条线多说一句：文本与思想互相生成，生成留下的东西可以分成两部分。一部分是进入终稿的，另一部分是在版本之间落下又被丢弃的。前一部分是结果，后一部分是差异序列。上面几位研究者描述的是转换发生，本书关心的是转换发生以后，它的轨迹有没有被留住。

改稿时差异落下的方式，至少有四种。

第一种是替换。一个词换成另一个词，一个例子换成另一个例子。大多数替换是真正的清洗：换词只是换词，旧词没有任何信息。但也有例外：当作者在两个词

之间犹豫很久，那种犹豫本身标明了一个没有分清的概念。比如把“理解”换成“掌握”，换得很慢，往往是因为作者隐约觉得二者指向不同的东西，只是眼下说不出区别。这一次替换留下的，是一个未决型的沉淀，只要旧词还在边栏里。

第二种是合并。两段合成一段，两个论点并成一个论点。合并是改稿里最有力的清洗，因为它把“相近但不相同”的东西强行算作同一件事。第 8 章专讲合并的清洗，这里只提醒一点：合并的时候，两个论点之间不重合的边缘，恰是最可能日后撞出新区分的地方，而这个边缘在合并后的段落里没有位置。

第三种是删除。删去一段，删去一个例子，删去一个说不通的断言。删除的理由通常是“和主线无关”。但主线本身是这一稿的主线，下一稿的主线可能不同。第 6 章与第 11 章都说过，一份差异将来会在什么样的新经验里撞出结晶，在压缩的当时无法预知。被删的段落不是无用，而是在这一稿里暂时没有用处；它是否有用，要等下一次经验来回答。

第四种是重排。同样的材料换一个顺序，使论证更顺。重排改变的是差异序列的次序，而次序正是 D2 的核心：路径一次次走过，差异按序列运行。把一篇文章先按时间顺序写，再按论证顺序重排，两种次序之间的张力，是作者对自己材料的一次比较；若只保留后一种，这次比较的结果也丢失了。

四种动作里，只有替换中的多数属于单纯的清洗，其余三种都同时做着两件事：让文章更好，并把一份差异移出视野。这是写作者一般察觉不到的，因为被移出视野的东西，恰好是从当前这一稿的角度看不出价值的东西。

由此得出一个看似简单的实践结论：改稿时，被改掉的东西要有地方放。放的办法可以很朴素。每次大改之前，把当前文件另存为带日期的新文件；删去的段落不扔进垃圾桶，而是贴到文末一个叫“落下的”的区域；遇到犹豫了一分钟以上的地方，在页边写一行“这里为什么犹豫”。这三个动作加起来不超过几分钟，却足以把一部分差异挂在记录这个承载者上。

◆ 15.3　弃稿里有什么：三型沉淀在写作里的样子

把上一节的三样东西换成一般形式，就得到写作中三型沉淀的样子。

分歧型在写作里最常见的形态是两个版本并存。作者对同一段文字写了两种开头，一种从事例入手，一种从概念入手，哪一种都说得通，最后只选了一个。没被选中的那个，不是错的，而是在另一种读者、另一种用途下才成立的写法。两个开头之间的差，就是一个分歧。它的价值不在于哪一个更好，而在于二者并置时显示的东西：作者的材料里同时藏着一个事例的逻辑和一个概念的逻辑，二者还没有被

统一。此外，分歧也常来自他人：同事的评语，审稿人的疑问，编辑的改动，AI 给出的另一种说法。外来的分歧，质地常与作者自己的不同，因为它来自另一套前提，更不容易被作者的主线同化。

来路型在写作里的形态是版本链。同一个结论，从三条不同的路到达：从一个个案归纳出来，从一个理论演绎出来，从一次谈话里听出来。终稿通常只写其中最体面的一条，其余几条被当作“只是我当时怎么想到的”略去。但读者若想检验这个结论，恰恰需要知道它从哪几条路上长出来；而作者自己下一次遇到相似的问题，也恰恰需要知道上一次走通的不止一条路。第 3 章列过 404 减 245 的几条来路，在这里可以类比：答案同为 159，换位的竖式、逐步减去、数线倒推各自带着不同的理解，只交一个 159，来路全部消失。写作里的“159”就是那个体面的结论。

未决型在写作里的形态是边注里的问题、删掉的疑问句、文末的“待查”。终稿是一种肯定的文体，它倾向于把所有疑问句改成陈述句，把“或许”删去，把“待查”查完或者删掉。可是，没有查完的东西是最有张力的东西：一个问号意味着作者的材料里有一块地方，眼下的概念够不着。问号被写成句号的那一刻，这块地方就从视野里消失了。

三型沉淀有一个共同点：它们在文本里都是以“多余”的面目出现的。分歧型像多余的版本，来路型像多余的步骤，未决型像多余的疑问。这就是为什么第 3 章说，沉淀常被误当作脏东西洗掉。写作者的整理本能是删除多余，而三型沉淀的识别标志，恰恰是“看上去多余”。

这里还需要补一点节制：并非所有的多余都是沉淀。重复的句子、赘余的修饰、写错的笔误，是真正的杂质，该洗就洗。第 2 章立过的判据可以直接搬来：为交付、组织与连接所需的封口，该洗；在不同条件下复现、尚未结晶的差异，该留。写作里这条判据可以翻成一个具体的问法：这个被我删去的东西，是第一次出现，还是在别的稿子、别的场合也冒出来过？一个说法在三篇不同的文章里都被作者写了又删，说明它在不同条件下复现，而且每次都在清洗中被冲掉，这正是最该留下来的那一类。

◆ 15.4　AI 成稿：清洗被压缩成一步

现在把 AI 请进来。设想同一位教师，这次不花三个晚上，而是把自己的几段笔记和一个题目交给一个写作助手，几秒钟后得到一篇结构完整、语气得体的反思。她读了一遍，改了两处措辞，交了出去。

在这个过程里，上一节说的所有清洗动作都发生了，只是发生在她看不见的地方。笔记里相互矛盾的两句话，被统一成了一个立场；笔记里一句没说完的疑问，被补成了一个完整的判断；笔记里一个只有她自己能懂的例子，被换成了更通用的例子。助手并没有做错什么，它做的正是它被要求做的事：生成一份通顺的、符合体裁的、读者看了不会挑剔的文本。而通顺、合体裁、不招挑剔，恰好是清洗的几乎全部定义。

所以说 AI 是最强的清洗机，并不是因为它质量差，而是因为它在清洗这件事上太好了，好到从三个方面超过了人工改稿。

第一是速度。人工改稿的清洗是逐轮发生的，两轮之间隔着睡眠、隔着别的事，差异有机会在这段间隔里自己浮出来：很多人有过隔天重读自己的稿子，突然发现一处矛盾的经历。AI 把几轮压缩成一次，间隔消失了，差异没有自己浮出来的时间。

第二是彻底。人工改稿总会剩下一些没洗净的棱角，那是作者的笔癖、旧习和疏漏，也是第一人称的痕迹。AI 成稿接近文体的平均值，棱角被磨得很匀。统一性的清洗，在这里达到最高程度。

第三是代价的转移。人工改稿的辛苦，本是差异留下来的原因之一：因为费力，所以每一个删除都要掂量；因为费力，所以弃稿会被舍不得地留着。AI 把辛苦拿走，同时也把“舍不得”拿走了。换一个说法，人工写作里，保留的动力部分来自成本；成本降到接近零，保留就必须出于有意为之，否则不会发生。

关于这一点，研究文献给了方向性的提示，下面只述大意。Sparrow、Liu 与 Wegner 在 2011 年发表的研究报告，讨论人们面对随时可查的信息时，倾向于记住去哪里找，而不是记住内容本身。Risko 与 Gilbert 在 2016 年综述了认知卸载：人们会把本可以在头脑里完成的操作交给外部工具，卸载在许多场合减轻了负担、提升了表现，同时也改变了人在任务中保留的东西。再往前，Slamecka 与 Graf 在 1978 年描述的生成效应，指出自己生成的内容比单纯阅读的内容记得更牢。菲奥雷拉与梅耶（Fiorella & Mayer）2016 年对生成性学习策略的综述，把总结、自我解释、讲给别人听等做法放在同一类里，同样落在让学习者自己动手加工的一边。把这几条线放在一起看，大意是：当工具代为完成一部分生成，被代为完成的那一部分，留在人身上的东西会变少。这些研究讨论的多是记忆与表现，没有直接讨论“思想”，本书借用的只是方向：生成的过程是留下东西的过程，替换掉生成，就替换掉了留下。

第 12 章讲代领的清洗时说过，成稿代领判断。AI 成稿是最彻底的一种：它不只代领了判断，还代领了形成判断前的整个差异序列。教师拿到的是第三晚的结果，却没有经过第一晚与第二晚。她当然可以读、可以改、可以认同，但认同和经过是两回事。她读到“堆例子而不分析”的三条成因时，没有在第二晚合并第三条原因时感到的那一点不舍，也没有同事那句话让她停顿的那一下。

到这里还只是在描述一种用法。下一节要看的是，AI 并不必然这样用。

◆ 15.5　两种用法的对照

同一个工具，可以放进两种完全不同的工作流。把它们并排写出来，对照最清楚。

用法甲：只交终稿，不留来路。　写作者给出笔记，得到成稿，修改，交付。过程中的提问、被采纳的建议、被忽略的建议，都留在一次性的对话窗口里，窗口关闭，随之消失。留下的只有终稿一个文件。

用法乙：保留弃稿、分歧与提问记录。　写作者在同样的对话里做几件额外的事。其一，不让 AI 一次给出一篇成稿，而是要求它对同一段写出两种相反方向的写法，两种都留着，不立刻选。其二，把自己的每次修改指令连同理由记下一行：为什么采纳这一句，为什么否决那一句。其三，明确要求 AI 指出笔记中两处互相冲突的说法，不替她统一，只摆出来。其四，把对话中 AI 提出而作者答不上来的问题，原样抄到“未决”清单里。其五，终稿定下来后，把每一版草稿、对话的存档、清单，一并放进一个文件夹。

这两种用法在耗时上相差不多：用法乙每次多花的时间，多半不到一刻钟。它们在结果上的差别却在后续才显出来。

下表把两种用法逐项对照。

环节	用法甲：只交终稿	用法乙：保留来路
笔记中的矛盾	被成稿统一为一个立场	被指出并摆出，作者保留两说
提问	提完即弃，窗口关闭	提问连同回答存档，其中答不上的进入未决清单
备选写法	只看到最顺的一种	同一段并存两三种方向相反的写法
采纳与否决	凭感觉，没有理由记录	一行理由，可回查
弃稿	不存在	按日期保留，可对照

环节	用法甲：只交终稿	用法乙：保留来路
下一篇文章	从干净的笔记开始，作者的区分没有增加	可以从上一篇的未决与分歧开始

对照的要害在最后一行。写作的价值不只在这一篇，更在下一篇。用法甲每一次都从干净开始，第 5 章讲过的时间线断掉的情形，在这里表现为：第二篇文章与第一篇文章之间没有任何东西相连，除了作者模糊的印象。用法乙则让第二篇文章可以从第一篇的未决清单里取题，从分歧记录里取论点，从来路里取检验。差异序列在这里有了次序，有了时间，D2 有地方运行。

用 E3 的账本来说：用法甲里，动能被用掉了（写成了一篇文章），内能没有增长（作者没有留下任何东西），势能没有积累。用法乙里，动能同样被用掉，但同时有一部分势能存进了记录里，而记录又被作者的阅读与再使用不断激活，成为内能的一部分。第 5 章说过势能离开内能就成了库存；用法乙的特点是，势能始终挂在写作者本人和他的记录上，没有被提炼成谁拿都一样的要点。

AI 在用法乙里的角色也变了。它不再是清洗机，而是沉淀的催化者，至少有三个作用。一是它擅长生成对立的写法，把原本要靠作者自己想象的分歧，以现成的文本摆在眼前；一个人很难同时认真地写出两种彼此冲突的开头，AI 可以一分钟内写出五种。二是它擅长发问，且问的常是作者没想过的方向，这些问题只要不被急着回答掉，就是未决型沉淀的原料。三是它不嫌累：作者不愿意再写第四个版本，AI 愿意，于是弃稿的数量可以远超人工。这三个作用都是增加差异，而不是消除差异。

所以，本书对第三个对立判断的限定是：AI 是最强的清洗机，说的是用法甲；AI 也可以是最强的沉淀器，说的是用法乙。同一个工具，同一批对话，差别在于作者是否要求它把差异摆出来、是否把摆出来的差异留下来。工具的能力是放大器，它放大哪一种取决于用法。

有人会问：既然用法乙这么有价值，是否应该由 AI 本身默认提供？也许可以，但默认提供有一个风险：保留来路若成为自动的归档功能，就容易变成另一种清洗，因为系统会自动生成一份“会话摘要”，而摘要就是提炼。第 11 章讲过，被判为清洗的是写成谁用都一样、可转手的要点。自动摘要正是这样的要点。所以用法乙里的保留，必须是原样保留：原来的提问、原来的两种写法、原来的修改理由，不经压缩。

这里可以接上第 9 章预告过的一种反馈，本书称之为保存式反馈。第 9 章讲抢先的清洗时说，反馈来得太早会把差异冲走；它同时说了另一半：反馈本身也可以是一次保存，而不是一次清洗。写作者把一段文字发给 AI，请它“改顺”，收回的改稿就是一次反馈。若只留改稿，原稿与改稿之间的缝就被洗掉了；若原稿、改稿与“改了哪几处、为什么”并排留着，这道缝就成了一份可以回查的沉淀。分别看，反馈把差异冲走，是因为它取代了原稿；反馈把差异存下来，是因为它与原稿并存。判别只有一个：反馈到达之后，反馈之前的那个版本还在不在。放进用法乙的流程，保存式反馈就是其中其二与其五的合称：每次修改指令连同理由记一行，每一版草稿按日期留着。它不增加多少工作，却使每一次反馈都成为下一篇的起点，而不是上一篇的终点。第 16 章会把同一种保存搬进会议：主持人当场说“这个问题会后再议”，并把它写进记录，也是反馈作为保存的样子。

◆ 15.6　一个真实的版本对照：留下了成品，丢了来路

前面的场景是设想的。本节取一个真实的材料：本书作者自己保留下来的两份大纲。

本书的前身是一部约十九万字的初稿。初稿写作期间，作者保留了两份全书大纲，文件名为 book_outline_190k.md 与 book_outline_190k_v2.md，下面称旧大纲与第二版。这两份文件是写作中留下的两个版本。正因为留下了，今天才可以对照着看：同一个想法在两个版本里的位置是怎样移动的。

对照显示了几件事。旧大纲用理论生成、方法创造、跨学科迁移组织全书，贯穿着组织单位、反馈时机、标准生成、主体与条件共同变化四条线索。第二版把分散在这四条线索里的单位问题集中起来，在全书前部专门分出“行动单位”与“辨因单位”：前者是实践者此刻共同处理的范围，后者是区分某次具体解释所需要的材料范围；它还写出，教师可以保留完整的一组题目，却分段呈现给学生。原先散在组织线索、概念章和方法章里的要求，因此集中成了一条有条件的候选判断。这些变化，都能从两份文件的差异里读出来。

再看读不出来的东西。这两份文件没有记录：这条集中的想法是先从作者自己的头脑里冒出来的，还是在与 AI 的某次往返里被某个提问催出来的；不记录哪一个被考虑后又放弃的方案；不记录改动当晚作者对“单位”一词的犹豫。同一个表述，可能来自作者已有的认识、AI 的建议、阅读来源，或者多次往返的混合，文件结果无从唯一地恢复来路。两个版本之间的差，是差异序列的两个切片，切片之间的运行已经不见了。

这个现象给本章的论点提供了一个很朴素的样本。作者碰巧保留了两版，所以变化可以对照；作者没有保留逐条的选择记录，所以变化是怎样发生的，只能推测。如果当时用的是用法乙，每一次采纳与否决都有一行理由，那么今天读到的就不是“第二版比旧大纲多了什么”，而是“这一条为什么从分散走向集中”。前者是结果的对照，后者是来路的重走。两者给读者的东西差得很远：结果的对照告诉读者哪里变了，来路的重走告诉读者，在同样的位置上，如果材料稍有不同，还可以变成什么样。

对这一点，本书不作补救。旧文件里没有保存的选择史，不回填，不凭现在的记忆去补造一条理想的协作路线，那只会制造一份看上去完整的假来路。本书所做的，是此后把关键的取舍留下来，并在附录一的记录卡里给出格式。这一处缺失可以当作一份提醒：来路一旦丢了，再勤勉的整理也只能得到推测，而推测没有沉淀的性质。

还有一处细节值得顺带提到。写父子洗碗时，若写成“父亲发现整批更省水，于是教儿子分组”，这句话就把耗水结果、发现过程与教学事件三样东西同时补造进去，而作者家中的真事只有两样：父亲整批去油后冲洗，儿子逐个去油冲洗；按餐具分组，是另行提出的设想。改稿时这样的句子要拆开，各部分恢复自己的身份。这种改动之所以能做，是因为作者回头核对了原始叙述。核对本身就是一次沉淀被读取的过程：原始叙述这个承载者还在，才有可能发现补造。若原始叙述早被成稿覆盖，补造就会被当作事实继续往下传。保留弃稿的又一层好处在这里：它不只供下一次创作取材，也供这一次核实来源。

◆ 15.7　写作作为介生态：太乱与太净

上面讲了许多保留，容易给人一个印象：好像写作的最佳状态是把一切都留着，越多越好。事情不是这样。

第 5 章借 D2 三态说过，沉淀与结晶发生在介生态：混沌过度，差异无法结晶；秩序过度，差异被洗净。写作同样如此。

写作的混沌态，是素材堆积而没有任何组织：成百条笔记、几十份摘录、一个装满链接的收藏夹。这时所有差异都在场，但没有一个落得下来。作者面对它们，通常的感受是什么都想写、什么都写不下去。混沌过度的另一种形式是改稿没有停点：每改一遍都推翻上一遍，版本越积越多，却没有任何一个版本稳定到可以被下一稿继承。差异在这里不缺，缺的是运行：没有次序，没有层次，就没有自组织。

写作的秩序态，是体裁、模板与既定结构的全面接管：先写摘要，再写引言，每段一个主题句，结尾呼应开头。到了这一步，差异进入文本之前就已被格式筛过一遍。熟练写作者尤其容易滑到这里，这是第 8 章与第 18 章分开处理的一点：条件恒定下的熟练写作，洗得最干净；而同一位写作者若不断变换文体、读者与题材，同时保留自己的修改轨迹，他的熟练就是适应性的，是正面的例子，不是反例。

介生态在写作里是什么样的？是素材已经有了大致的架构，但架构还允许被材料推翻；是草稿已经成形，但每一段还都半开着，随时能被新的问题改写；是作者手上同时有几个版本，彼此未分高下。具体的外在迹象有两个：一是文档里同时存在“已写定的”和“在讨论的”两个区域，并且后者没有被急着清空；二是修改的方向有来有往，一部分是收紧，一部分是放开。这与 D3 的“先松后紧”相合：创造时须先松后紧，否则连创造一起被优化掉。写作的先松，是允许草稿里有不通顺的句子、没定的概念、摆着不处理的疑问；后紧，是在论证稳定后再统一术语、整理句式。把次序倒过来，刚写出三行就开始抠措辞，是写作里最常见的过早收紧。

AI 在这里的位置也需要说清。用法甲会把介生态一下子推到秩序态：它输出的第一版就已接近终稿，没有中间的半成品阶段。用法乙则让作者可以主动控制相位：想要放开时，让 AI 给出三个互相冲突的版本、列一串可能的反驳；想要收紧时，才让它统一术语、检查前后一致。工具可以随时在两端之间调节，条件是使用者知道自己想去哪一端。

还要补一句关于“提炼”的限定，它在本章尤其重要。写作者当然需要总结：一篇文章写完，要给自己写一页要点，要给读者写一段摘要。第 11 章已经划清：被判为清洗的，是写成谁用都一样、可转手的要点；当事人自己动手、仍连着来路与原始分歧的总结，是回写的一种。所以，写完文章后作者自己动笔写的“这一篇我到底留下了什么、丢掉了什么、还悬着什么”，不是清洗，它写回到记录里，成为下一篇的底。相反，把全文丢给工具，换回一段十句话的摘要，用以代替重读弃稿，才是清洗。区别在于总结有没有连着来路，由谁来写在其次。

◆ 15.8　本现场检验特征律的哪一环

特征律有三环：混沌碰撞、自组织、涌现。本书的各个现场分别承担检验的不同侧重。第 13 章的数学课堂，主要检验第一环：题组里的不同来路是否真的撞起来；第 14 章的阅读，主要检验第二环：读者的理解怎样按层次落下；写作现场承担的是第三环，涌现；第 16 章的教研组再往下接，检验显露出来的区分有没有写回承载者，即第 7 章的回写。

涌现的意思，是差异稳定运行到一定程度，结晶为特征，显露出来的是思想。写作为什么适合检验这一环？因为写作里的涌现有一个别处少见的特点：它有两个可以分别观察的产物，文本和作者的判断。

文本里的结晶，表现为一个概念被定下来，一个术语有了固定的用法，一个原本散在各段的意思被归并成一个有名字的区分，两份大纲之间那个“行动单位与辨因单位”的分立，就是一次文本里的结晶。作者判断里的结晶，表现为作者离开文本也能独立使用这个区分：在没有文稿的场合，面对一个新的课堂片段，能用它分开原来分不开的两件事。

两个产物可以同步，也可以错开。文本可以先长出一个有用的区分，作者尚未能独立使用；作者也可能先形成判断，却暂时没有把它写进当前文章。因此本书不用页数替二者共同结账：写出来的定义，是文本的结晶；能用出去的区分，是作者的结晶。涌现是否发生，要看两者能否在不同条件下复现。

这就把第 6 章立下的稳定运行的两个读数带进了写作。

复现：同一种差异在几次写作、几种条件下出现。例如一位作者在三篇不同题材的文章里，都曾写下又删去同一类疑问——“这个例子是因为它典型，还是因为它是我手边的？”——这就是一个复现次数为三、条件数为三的差异。如果它只在一篇文章里出现一次，那只是一次灵光。

存留：经过清洗动作之后，它还在不在。这里的清洗动作包括：改稿、作者自己总结、换文体、AI 润色。一个说法在初稿里有，一轮改稿后还在，再经过 AI 润色仍然保持原样，这是存留。若一轮润色就让它的锋芒被磨平，它在这个条件下没有存留。

两个读数要分别观察，因为二者可以脱钩：有的差异反复出现，但每次清洗后都消失，这类是被反复洗掉的，复现高而存留低；有的差异只出现一次，却经受住了几轮改写，存留高而复现低，这是尚未被验证的候选。只有两个读数都过线，才算稳定运行。研究设定暂取“至少三次、至少两种条件、经过至少一次清洗仍存留”，这一门槛标〔阈值待核〕，具体操作见第 18 章与附录三。

写作现场可以据此给出一个具体的预测，它是第 18 章预测 3 在本现场的落点：分为两组写作者，一组沿用法甲，一组沿用法乙，在其后若干次新的写作或判断任务中，比较他们独立写出的新的对比、新的变化、新的分布的数量。本书预言用法乙一组更多，并且这一差别随着任务次数增加而扩大，因为用法乙一组的上一轮未决与分歧，成了下一轮的起点。若观察到两组独立判断没有差异，那么第三个对立

判断撤回；对用法乙一组可能的另一种解释——投入时间更长——须另行控制，在附录三的设计里作为协变量处理。

此处与最强对手分叉（预测 2 与四组设计，见 18.2 节）。生产性失败的研究路数与经验学习圈的路数，会预言“保留之后再自己动手提炼”的一组表现最好，因为提炼促成抽象化。本书的预言不同：由于提炼是多对一的压缩，而一份差异将来在什么新经验里结晶，压缩的当时无法预知，所以“只保留原始沉淀”的一组，在其后若干次任务中应当不劣于“保留加提炼”的一组，甚至更多显露新区分。写作现场很适合做这个分叉检验：写完后，一组作者被要求写一页自己的要点，另一组被要求不写要点，只留下弃稿和对话存档，然后两组各自进入下一篇文章。如果写要点的一组表现更好，对第 11 章主证的不可替代性是一次实质性的打击，须如实记录。

还有一点需要预先说明，以免这个检验被事后改写：灵感与思想的划界在这里是预测，不是定义。一次只出现的洞见，也可能是尚未被观测到的沉淀，所以不能因为某个说法只出现一次，就把它从反例名单上排除。如果一个只出现一次的说法后来被证明在多种场合反复有用，这应当被当作对“至少三次”这一门槛的反例，而不是被解释掉。

◆ 15.9　一份写作中的记录怎样不变成新的清洗

最后回到一个具体的实践问题，也是一个自指的风险：保留来路的记录，如果写得太规整，自己就成了清洗。

设想作者按附录一的记录卡，给每次大改写一张卡。若卡片上写的是“本次修改：压缩了第二部分，原因：冗余”，这是一句标准的归类，原来的犹豫、原来的两种可能、原来被压掉的那一句话，全都被“冗余”两个字盖住了。三个月后重读这张卡，什么也想不起来。

记录卡因此遵守三条朴素的规则。

其一，原样。卡上记的是原话、原段、原来的版本，而不是对它们的归纳。要记“冗余”，也要把被判为冗余的那一段原文贴上。

其二，带时间与处境。同一个想法，在周一下午与周四深夜写下，条件不同，可能在此后的复现里承担不同的意思。日期、场合、当时手边的材料，是便宜而有用的标记。

其三，不抢着归类。分歧型、来路型、未决型这三栏是为了方便回查，不是要求每条记录立刻对号入座。归类本身是一次提炼，早归类等于早压缩。拿不准的，先放在“待分”一栏，过一阵再看。

AI 参与的记录，还需要多两条。第一，AI 给出的来源名仍须回到来源核对；模型以更确定的语气重述一个原有的判断，不增加这个判断的支持。第二，多个模型围绕同一底稿给出相近的建议，它们仍共享底稿中的证据依赖，不能当成多个独立的验证。这两条要求不是对 AI 的不信任，而是把 AI 的输出也当作一份有身份的材料：谁提供来源，谁提出需要检查的跳跃，谁核对并决定保留，各有各的责任，署名与工具记录分别履行，不相互替代。

写到这里，可以回头看章名的含义。写作与 AI 是最强的清洗机，这句话是对一种用法的描述，而不是对工具的判决。清洗机和沉淀器用的是同一台机器，差别在于每一次对话结束时，来路被丢进窗口的关闭键，还是被放进了一个文件夹。这个差别很小，而它的后果可以很大。

◆ 本章结论

1. 一篇文章从初稿到终稿，要经过完成、熟练、标准化、提炼四道清洗；被改稿动作移出视野的，正是分歧型、来路型、未决型三种沉淀，它们在文本里往往以“多余”的面目出现。
2. 改稿中的合并、删除与重排，同时做着让文章更好和把一份差异移出视野两件事；弃稿有地方放，是写作中保留沉淀的最低成本做法。
3. AI 成稿把几轮清洗压缩成一步，在速度、彻底与代价转移三方面超过人工改稿；认知卸载与生成效应的研究给出的方向是：被工具代为完成的生成，留在人身上的东西会变少。
4. “只交终稿、不留来路”的用法是最强的清洗机；“保留弃稿、分歧与提问记录”的用法是最强的沉淀器。同一台机器，放大哪一种，取决于使用者是否要求差异被摆出来、是否把它原样留下。
5. 写作现场检验特征律的涌现一环：文本的结晶与作者判断的结晶是两个可分别观察的产物，要用复现与存留两个读数来看；本章给出的预测是，用法乙一组在其后的新任务中显露更多新区分，并且“只保留原始沉淀”不劣于“保留加提炼”，这两条都须在第 18 章与附录三的设计里接受检验，观察不到则撤回。

◆ 本章参考

— 原始文献

- 作者保存的两份全书大纲（book_outline_190k.md 与 book_outline_190k_v2.md），即 15.6 节所对照的材料。

— 研究文献

- Flower, L., & Hayes, J. R. (1981). A cognitive process theory of writing. College Composition and Communication, 32(4).
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1987). Knowledge telling and knowledge transforming in written composition. In S. Rosenberg (Ed.), Advances in Applied Psycholinguistics, Vol. 2. Cambridge University Press.
- Sommers, N. (1980). Revision strategies of student writers and experienced adult writers. College Composition and Communication, 31(4).
- Slamecka, N. J., & Graf, P. (1978). The generation effect: Delineation of a phenomenon. Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 4(6).
- Sparrow, B., Liu, J., & Wegner, D. M. (2011). Google effects on memory: Cognitive consequences of having information at our fingertips. Science, 333.
- Risko, E. F., & Gilbert, S. J. (2016). Cognitive offloading. Trends in Cognitive Sciences, 20(9).
- Fiorella, L., & Mayer, R. E. (2016). Eight ways to promote generative learning. Educational Psychology Review, 28.

— 站内著作

- 第 409 号《教育的产品是结晶》：学习者结成的结晶不能代付。
- 第 536 号《AI时代普通人的知识发生机会》：AI 时代普通人的知识发生机会。
- 第 513 号《SDE九宫格透镜问题分析法》：本章使用的 S1·D2·E3 透镜的定义来源。

· 第 442 号《懂的发生学》：懂怎样在三界里接着发生。

◆

16

第 16 章

教师协作与组织：纪要外的那条

本章提要　一次教研结束，纪要上留下的几乎都是已经决定的事，没有决定的那一条被会议自己清洗掉了。本章沿三条线展开：组织怎样把不舒服的差异洗掉，又为什么洗掉有它的道理；纪要外的分歧、来路与未决，怎样作为沉淀留下，维护这份留存的劳动为什么是沉淀的内能；能力长在个人、人与记录、团队之间，哪一环断了，整条沉淀就接不上。末节指出，教师协作这个现场检验特征律中的回写一环：显露出来的区分是否写回承载者，成为下一轮的底。

◆ 16.1　一次教研之后

先设想一个场景。以下的学校、教师与会议均为构造，工作坊没有实施过，也不对应任何一所学校；设定中的主持人没有财权、人事权与考核权，只能在既有安排和大家约定的范围里调整议程与记录。

周四下午，三年级数学组开了五十分钟的教研会。议题是减法中的退位：班上不少孩子在 703−456 这类题上，把百位退一以后写成“6 百 10 十 13 一”，结果得 257，正确答案是 247。组里五位教师先后发了言，有人说是位值概念没有立起来，有人说是做得太快，没有检验，也有人说这是印刷在练习册上的示范写法诱导出来的。会议结束前二十分钟，大家就下周怎么办达成了一致：统一使用位值表讲解退位，练习册第三单元加做两页，下次教研带回批改情况。

纪要由组里最年轻的老师当晚整理。一页纸，四条：

1. 退位错误集中在含零的被减数，成因为位值理解不足；
2. 下周统一使用位值表讲解；
3. 练习册第三单元加做两页；
4. 下次教研带回批改情况。

这份纪要是合格的。它准确，简短，每一条都能执行，谁翻开都读得懂。组织的日常运转需要这样的文件：没有它，会议开过便散，下周谁也不知道要做什么。

可是纪要里缺了几样东西。会上有位老师说，她班上有个孩子，同样的错在两周里出现了三次，其间还在追问之后订正对过一次；另一位老师当即反驳，说订正对过就说明概念没问题，是粗心。这两句话撞在了一起，没有谁说服谁，会议为了赶在五十分钟内收尾，转入下一项议程。第一条里的“成因为位值理解不足”，是五个人里多数人的看法，不是全部；那位说“粗心”的老师在纪要里没有留下任何痕迹；示范写法诱导错误的那个猜想，纪要里也没有。

于是，一次教研结束时，在场的五个人手里有四样东西：一份决定、一堆没有被记下的分歧、一个无人再提的猜想，以及一句“下次带回批改情况”的约定。前两样里，只有决定被存进了组织的记忆。下一次教研，主持人翻开上次纪要，读到“成因为位值理解不足”，大家会在这句话上继续往前走。那个孩子三次出现又一次订正的轨迹，只存在于那位老师的脑子里，而她的看法，已经在纪要的措辞里被多数人的看法盖住了。

本章要讲的就是这一类现象。它不是失误，也不是谁的疏忽。纪要在做它被要求做的事：把一次会议洗成一个可交付的结果。按本书的口径，这是一次标准的清洗：差异被冲掉，干净的结论留下来。清洗本身是合理的，本章后面会专门论证这一点；要追问的是，这类清洗在组织里是怎样发生的，被冲走的东西里有哪些本可以留下，留下它们需要什么样的承载者，以及留下以后，它们怎样在下一次经验里显露为新的区分。

◆ 16.2　不舒服的差异先被洗掉

组织里的差异并不是均匀地被洗掉的，有一部分比另一部分更先消失。上一节的例子里，消失最彻底的是那句“订正对过就说明概念没问题”与它的反面之间的争执。这类差异有一个共同的特点：把它们摆在桌面上，会让某个人或某种做法显得有问题。

阿吉里斯（Chris Argyris）与舍恩（Donald Schön）研究组织学习时，区分过两种纠错的方式。大意是：当结果与预期不符，组织可以调整行动去逼近原来的

目标，这是单环；也可以回头追问目标、前提与规范本身是否站得住，这是双环。他们还指出，人们在组织里常有一类防御性的惯例，用来避免窘迫与威胁，结果也把本该检查的前提一并保护了起来：不愉快的话题绕着走，分歧被说成“看法不同”之后不再追问，结论被改写得没有人受伤。（见 Argyris 1977；Argyris 与 Schön 1978。）

把这个研究放在本书的原理下重读，可以得到一个更具体的说法。双环学习所需要的材料，恰是不舒服的差异：两种做法各有支持者，同一个正确答案背后有不同的来路，会上有一个问题没人回答得了。这些差异挂在具体的人身上，一旦被说出来，就带着“谁错了”的潜台词。组织的防御性惯例对它们最敏感，也最先把它们洗掉。洗的方式往往很温和，几乎从不表现为压制：

- 议程设计上，留给每项议题的时间只够走到决定，走不到分歧；
- 主持人为了收尾，把两种意见合成一句“大家的共识是”；
- 纪要的体例天然偏向“决定—责任人—时限”，没有为“尚未决定的”留位置；
- 汇报的时候，把过程里的反复写成“经过讨论，确定了”。

这四步里，每一步单独看都合情合理。连起来看，一次会议里最有碰撞力的东西，从议程到汇报被逐段冲走，到达上级、同事与下一次教研的，是一份没有来处的结果。

本书前面几章讲过，混沌碰撞需要没被洗掉的差异。对照特征律的三环，组织清洗的后果可以说得很清楚。差异被洗掉，就没有碰撞，那位说“粗心”的老师与那位说“三次又一次订正”的老师，最终没有在材料上相撞，只在气氛里短暂地撞了一下；没有碰撞，也就没有自组织，因为下一次教研是从那一页干净的纪要开始，差异序列接不上；没有自组织，更谈不上涌现，三个月后组里仍然没有一个新的区分，能把“含零退位的写法错”与“交换关系没有守住的错”分开。

这样写并非要批评组织。D3 在组织层面的运转就是优化：减少冗余，缩短会议，提高每一次开会的产出。优化收紧到极致，便是“高效而贫血”。一个训练有素、会议开得干净利落的教研组，每次都能高效地得出结论，几年下来，组里的结论越来越多，新的区分越来越少。熟练的组织与熟练的个人一样，在条件恒定时洗

得最干净：同样的议程，同样的纪要格式，同样的“成因—对策—跟进”三段论，每一次都让一个新问题落进旧的格子。

所以这里不主张“会议越乱越好”。混沌过度同样无法结晶：一个没有任何收束、每个人都在说自己的事的会议，什么也留不下。差异需要在介生态里运行，既有足够的秩序让它们落在同一份材料上，又留着没被收束的口子，让没有解决的问题可以继续存在。纪要是秩序的工具，本章要找的是在纪要旁边，为尚在运行的差异留一个位置。

还有一类清洗来自组织对连接的需要。教研组的结论要被年级组引用，年级组的做法要被校长室汇总，每一级之间必须有一个封了口的版本，这是组织之所以是组织的条件。这种封口应当做，本书第 2 章把它定为“该洗”的一类：为交付、组织与连接所需的封口。需要分清的是，封了口的版本与没有封口的原料，可以同时存在。组织的麻烦出在只剩前者。

◆ 16.3　纪要外的那条

回到那间会议室。如果让沉淀留下来，需要多少改动？

先看三型沉淀在这场会议里各是什么样子。

分歧型：那位说“订正对过就说明概念没问题”的老师，与那位说“同样的错出现三次”的老师，对同一个孩子的同一串表现给出了两种读法。两种读法之间的距离，是这场会议里最贵的一样东西，因为它指向一个还没有被分开的区分：订正之后的正确，算不算守住了交换关系。

来路型：这个孩子的四次作答，每一次都是一个来路。第一次不加提示得 257，追问“合起来还是 703 吗”之后改成 247，两天后换成 702−456，得 246，答对，再后来 703−456 的旧错重现。四条来路摆在一起，才显出一个纪要里写不下的东西：追问之后的正确，与不加提示的正确，是两件不同的事。纪要写“退位错误集中”，把这四条来路合成了一个点。

未决型：示范写法诱导错误的猜想，没有人去验证，也没有人宣布放弃。它不属于任何一条决定，被排在“下次”之外。这类东西最容易被误当成脏东西：它既没有结论，也不指派谁去做，纪要里没有格子可以放它。

如果会议留下的不只是四条决定，而是在纪要旁边多了一栏，会怎样？设想这一栏只做三件事：原话记下两种读法；把那孩子的四次作答按次序贴上去，不加评论；把“示范写法是否诱导”写成一句话的问题，不指派人。三件事加起来，一页纸之外多出半页。

这半页纸的作用，要放到下一次经验里才看得出来。下个月，另一个班出现了一个孩子，同样在含零的减法上反复。若手里只有第一页的纪要，老师会照“统一位值表”办，孩子也许改对了，也许没有，没有人知道该看什么。若手里还有半页，老师会在孩子订正对了之后，换一道不同的题，看它是否还在。这个动作在纪要里没有，是从那半页里的分歧长出来的：它把“订正对了”和“独立守住”分成了两个要看的东西。这是一个新的对比。它并非谁坐下来苦思出来的，而是那两种读法在新经验里再次相撞之后留下的东西。

此处有一个必须说清的自指风险，正如本书附录一所写：这半页纸一旦被整理成“常见错误类型”“教学对策清单”，就变成了又一份纪要。原话被归成要点，来路被概括成“反复型错误”，未决的猜想被标上“待研究”并从此沉入归档，这一栏便成了第二道清洗。所以它只记原话、原样、原来路，不归类，也不替任何一方总结。提炼的限定在这里照用：当事人自己动手、仍然连着来路的整理，是回写的一种；写成谁拿去都一样的要点，才是清洗。

这又牵涉到该洗与该留的判据。该洗的，是为交付所需的封口；该留的，是在不同条件下复现、尚未结晶的差异。两个班先后出现“订正后正确、再遇旧错”，这是复现；它是否会结晶，要看它能否在换了任务、换了班级、经过一次改正之后还留着。留的办法是原样留下，代价很低：半页纸，几行字，一个编号。组织真正需要面对的，是留得下的东西和留不下的东西之间的界线由谁来划，划线的标准是不是“让人舒服”。

第 9 章预告过的保存式反馈，在会议里就是这半页纸的写法。会上有人提出一个当场答不了的问题，主持人说一句“这个问题会后再议”，这句话本身既可以是清洗，也可以是保存。若它只留在空气里，会后无人再提，问题与它背后的分歧一起被洗走；若主持人当场把它写进记录，连同提问者的原话和悬着的原因，这句话就把一份将要被冲走的东西存了下来。两种情形的区别，与第 15 章写作里的反馈一

样：反馈到达以后，反馈之前的那个状态还在不在。一边是“共识”取代了两种读法，一边是“共识”与两种读法并排留着。前者是第 9 章所说的抢先，后者就是保存式反馈：未决项当场落字，不指派人，也不急着回答。

◆ 16.4　维护劳动是沉淀的内能

上面设想的半页纸，听上去代价很低，实际并不是没有成本的。贴四次作答，需要有人把四份作业找出来、核对日期；编号要有人维护；两周后有人问“当时那孩子的第三次是在什么条件下做的”，要有人答得出。这类劳动在组织里有一个特点：它几乎总是看不见。

斯塔尔（Susan Leigh Star）与斯特劳斯（Anselm Strauss）在讨论工作的可见与不可见时，提出过一个相近的观察，大意是：许多使系统运转的劳动，只有在它缺席的时候才会被注意到，而这类劳动常常落在地位较低、较少被问到的人身上。（见 Star 与 Strauss　1999。）教研组里正是如此：整理纪要的是最年轻的老师，补来源、改标签、更新索引的也是她；会议的“成果”署在组名之下，整理的劳动没有位置。

按本书的 E3 来读，这个现象有更精确的说法。完成用掉的是动能：会议开了，决定做了，当场的力气花完了。沉淀是势能：分歧、来路和未决的问题，积在那里，等待下一次经验把它们释放成新的区分。承载者是内能：势能挂在谁身上，谁在，势能才在。维护劳动因此不是附属的文书工作，它就是承载者的运转本身。

设想一套协作配置：教研组的半页纸、四次作答的贴页、纵向索引，运转得很好，每次开会都能找到上回的来路。可是它实际依赖一位老师每晚补来源、改标签、把模糊的措辞重写一遍。公开的分工里，似乎人人都能调用这套记录；它运转可靠，却由一份没被记入分工的劳动维持。该老师调岗以后，记录开始出现断层，来路接不上，分歧只剩一句“当时有过争论”。此时有两种常见的误读：一是把退化归咎于新接手者不负责任，二是把过去的成果当作当前配置可靠的担保。两种读法都错，错在把势能与内能割开了。势能离开内能，剩下的是一堆谁来取都一样、却没有人能在其中再次释放出区分的库存。

这与提炼的机制是同构的。提炼是势能离开内能：要点写得再好，写要点的人所挂着的那一串来路已经不在要点里。维护者退出也是势能离开内能：记录还在，能在记录里读出区分的人不在了。本书把这两件事放在一起，是因为它们落在同一个地方：沉淀不是一份可以单独存放的材料，而是材料加上能够读它的人，加上他们之间持续的使用关系。

由此得出一条对组织方案的约束。任何保留差异的安排，都要在启动之前把维护摆在桌面上：谁整理初稿，谁核对支持，谁在改标签之后更新摘要，谁回答日后查找的疑问，并与各人实际可投入的时间相配。主持人不能承诺给任何人加报酬，也无权安排谁下班后补档；能做的是减少字段，保留原稿链接，缩短材料包，或者自己承担能控制的那一部分。若仍然没有人能够维护，就停止这项配置，而不是用“团队应当奉献”去保护它。把整理放进会议末尾的三分钟，大家当场共同核对一页摘要，不确定的地方留空，主持人只修自己承诺承接的那一处：这样做的价值，是让维护成为会议本身的一部分，而不是会后某个人的额外时间。

记录者也应有机会参加实质讨论。必要时改用投影，当场一起改一行，取消会后长纪要。节省了其他人的时间，却以某一个人的持续加班为代价，这样的效率在账上不应被写成“总体提高”。

一个人退出以后组织还能不能接续，是检验沉淀有没有挂在组织上而不仅挂在某个人身上的办法。可以做一个简单的交接尝试：请另一位老师只凭半页纸和贴页，复述那个孩子的四次作答说明了什么，并提出下一步要看的材料。若补一份说明之后，他能在可承受的时间内接续，说明问题出在交接不足；若始终需要原来那位老师的专门判断，就该承认这里有专家依赖，并相应缩小这项配置承担的任务。这样做，是把维护劳动从道德评价里拿出来，放回可观察的运行里。

纪要之外还有一层时间上的问题。分歧与未决的问题，有保鲜期。会后当晚，那位老师还记得自己班上孩子的三次错误出在哪几天、各是什么题；一个月后，她记得的只剩“好像反复过”。沉淀挂在人身上时，它的细节随记忆一起褪去；挂在记录上，细节留得住，却要靠有人在当时就落字。因此，组织能为沉淀做的最便宜的一件事，是把落字安排在差异刚刚碰撞的那一刻，而不是会后补写：当场一句话，写下“该生：追问后订正，两日后异题正确，旧题旧错重现”，比一周后凭印

象整理的“该生有反复”多出许多可以再用的东西。时间一长，补写的版本自然趋向概括，概括就是清洗的开始。

◆ 16.5　能力长在谁和什么之间

“沉淀挂在承载者上”这句话，放进教师协作里，立刻引出一个更尖的问题：差异序列运行起来的时候，到底是谁在运行？

设想两份教学反思，同样准确。一份由作者逐项查证后写成，另一份是借助维护良好的教研档案、再经同事复核写成的。单看反思，看不出作者下次面对缺失来源时会怎样做，也看不出档案暂时打不开时会发生什么。两份成果都有用，它们给出的却是不同的证据：前者说明个人的判断，后者说明记录与团队的配置。

按这一思路，可以把“能力”所挂的位置分成四处，它们并不是由低到高的阶梯：

归属	当前表现支持什么	要进一步看什么	容易被误写成
个人	在声明的条件下完成了本次任务	延后任务中的判断与纠错	脱离一切条件的稳定禀赋
人与记录	档案可调用时的完成与核查	查找、处理缺失、识别版本	记录中的内容已经内化
人与 AI	在给定模型、资料与分工下的成果	选择、拒绝、追溯与错误修复	流畅的文字就是人的理解
团队及其工具	当前配置下的协作交付	交接、替换、成本与责任承接	每位成员的能力同时增长

有人需要形成独立判断，有人承担持续可调用的服务，有人只需与可靠的同伴共同完成有限的任务；该投入哪一处，由任务的意义、资源与后果决定。四处也可以重叠，同一次活动能同时给出几种线索，只要每一条主张说明它指向的是哪一处。

教研组的沉淀正是在这四处之间走的。那个孩子的四次作答，是教师手里的记录；两种读法，各挂在一位教师身上；“统一用位值表”是团队的决定；下个月另

一个班出现类似的孩子时，调用这些材料的是某位具体的老师。沉淀从个人到记录再到团队，再回到个人，这个来回如果有一环断了，差异序列就接不上。

举三种断法。其一，只在个人处：那位老师脑子里有三次又一次订正的轨迹，却没有写下来，她调走或者忘记，轨迹就没了。其二，只在记录处：贴页完好，但没有人知道它为什么重要，来路在档案里，区分不在任何人手上。其三，只在团队处：决定广为周知，大家照办，却没有一个人能说出它底下压着哪些分歧，换一批教师，决定变成了无人理解的惯例。

据此可以设计一个说明“能力长在哪里”的短比较。它是一份设想的方案，材料均为构造，没有参与者表现。比较同一位教师在不同支持条件下怎样审核一条结论，设三个条件：撤去，即拿走档案里的既有分析，保留来源包；保留，即允许调用原配置，并要求标出哪些建议被采用、哪些被拒绝；替换，即换一位复核同事或换一种检索方式，一次只换一项。三个条件下，每次都先让教师写下初判，再写核查后的判断，两者之差，才是支持进入后改变了什么。

这里有两个要点。第一，撤去的只能是本次要研究的那一项支持，其余条件保持不变，否则任务从“证据判断”变成“背诵”，观察到的差异也无法归给被撤去的那一项。第二，暂时的失败不能给人定性：一位多年依靠索引查资料的老师，突然被要求不用索引，首先显露的可能只是检索方式来不及调整，应当给一小段熟悉时间，并把它记入成本。

这一比较的价值，是把三种解释分开：产出改善主要来自可直接调用的内容；改善来自人学会了核查办法；改善依赖某位成员承担了隐形的纠错。第一种预期在支持撤去后收益消失，第二种应在没有使用档案的材料里留下部分判断，第三种可能在该成员被替换时出现接续困难。这三条是待查的预期，任务难度和先后顺序也会造成相同的表现，所以更适合发现依赖在哪里，而不适合宣布谁的能力增长了多少。

对沉淀而言，这四处的区分还有一个意义。从这里能看出，哪些差异是挂在人上的，只有这个人在场才能显露；哪些挂在记录上，换人也能读；哪些挂在关系上，如那两位老师之间的争论，只有当他们继续坐在同一张桌子旁，才会在新的材料上再次相撞。把所有沉淀都往记录里搬，是另一种提炼，因为关系上的沉淀搬进

文件，就成了“某年某月有过一次讨论”。组织能做的，是给挂在不同承载者上的沉淀各留一个地方，同时承认有些沉淀只能待在人与人之间。

◆ 16.6　怎样避免只增加完成记录

组织面对“留下差异”这类要求，最常见的反应是增加一项记录：加一栏，加一个表，加一个平台，要求每次会议后填写。结果往往是完成记录又多了一份。填写本身成了一项要完成的任务，填完即算做完，栏目里写的是整理过的话。完成记录不增加沉淀，只增加完成。

区分的办法，是看一份记录问的是哪种问题。完成记录回答“做了没有”：会开了，纪要交了，两页练习布置了。沉淀记录回答“有什么没被洗掉”：两种读法的原话，四次作答的次序，还悬着的那个猜想。前者可以核对，可以统计；后者不适合统计，也不应当被考核，因为一旦它成了考核项，教师会开始写“适合被看见的分歧”，也就是被提炼过的分歧。

据此，一个不增加完成记录的组织方案，大致要守住四条。

第一，从已有的流程里留，不新建流程。纪要照旧写，决定照旧列；在末尾多留一行，让当场没有谈拢的地方原样落字。这一行如果需要另开一个表，说明设计已经偏了。

第二，只留够下一次用的量。那孩子的四次作答，不必扩成一份完整的学习史；若下一次要问的只是某题的改写是否等值，一张卡就够。保留纵向线索，只在问题涉及“支持是否持续可调用”时才需要。

第三，不统一，不追使用率。自愿采用同样格式的人可以采用，只旁观的人可以旁观；把采用比例当成成功指标，就是把沉淀变成完成。

第四，设一个停止的时点。设想的小改进可以只做两周：第一周，主持人把自己下一次呈现的材料，改成同时保留初稿、关键的支持和一项未决，不再只展示订正后的答案；若他并不承担教学，就只标明已有材料中可以确认的支持，缺失处写“未知”，不额外去要学生数据。第二周，在已有的交流里用五分钟检查：这一项变化有没有帮助判断，有没有增加准备负担。若有一项后续任务自然出现，就记录新的区分是否参与了选题、提示或停止探索；没有机会用到，就记“未用”，不

为了证明有效临时布置一项活动。两周之后，决定保留、缩小还是撤掉。回到原先的简单摘要，也是有依据的选择。

这里还应说明什么时候不必用这一套。若任务只是确认下次开会时间、三份材料由谁带来，十分钟的对齐就够了，没有竞争的解释，也没有需要跨时整理的证据，本章的做法只会增加表达与准备的负担。即便问题复杂，若现有的简短记录已经承接得住，就先用它，不要为了套进本书的模型再改一遍名字。一个组织里大部分会议理应只是完成。要留下沉淀的，是那些带着悬而未决的分歧的会，它们的比例不会很大。

按共同问题组织也有边界。某位教师的困难只与自己的课时安排有关，别人的共同问题帮不了他；强行并组，他可能反而失去求助的机会。共同的部分集中讨论，个别的另行约定，允许他退出这一轮的比较，组织留下的联系应当增加选择，不应把所有工作改造成同一类研究。

还有一类容易混淆的情形：交付的服务与知识的有效性是两件事。教研组可能要向家庭、同事或上级交付材料。文件已整理，工具能打开，解释及时回应，这些据实际记录便能确认；使用者说“这次说明很清楚”，可作体验的反馈；至于说明是否让对方在下一次独立面对新材料时找得出证据缺口，需要另一份作品。若只有前一项，就让服务报告停在前一项，仍然可以准确交付，不必补写“能力提高”。服务报告写满了“已完成”，沉淀却为零，这样的组织并不少见，它在每一项指标上都是合格的。

如何判断一个组织是不是在增加沉淀，而不只是增加完成？本书提出的读数是沉淀率：一次会议留下的分歧条数、来路种数、未决项数，与议程任务总量之比。附录三给出记录口径。这个读数不是越高越好，介生态的要求在这里再次出现：沉淀率过高，说明会议什么也没解决，一团混沌；趋于零，则是彻底的清洗。哪个区间对一个教研组合适，有赖于它的任务与负担，本书不给固定数值。可观察的是同一个组织的沉淀率随时间的走向，以及它与后来新区分数量之间的关系，这在下一节说。

◆ 16.7　这个现场检验哪一环

四个现场各检验特征律的一环，合起来走完一圈。数学课堂（第 13 章）检验混沌碰撞：题组里留下的各条来路是否真的相遇；阅读（第 14 章）检验自组织：多次阅读的差异是否按序列落下；写作与 AI（第 15 章）检验涌现：弃稿与来路留下以后，结晶能否在文本与作者的判断里显出来。教师协作与组织这个现场，检验的是最后一环，即第 7 章讲的回写：显露出的区分是否写回承载者，成为下一层沉淀的底。四章对各环的说法相同，差别只在材料：课堂的材料是纸面，阅读的是疑点，写作的是版本，组织的是纪要与记录。

回写在教研组里的样子是这样的。沉淀积到一定程度，在一次新的经验里显出一个原来没有的区分，比如“订正后正确”与“独立守住”被分开，这是思想的显露。但显露只是一次灵光，若没有被写回，下个学期换了一批教师，区分就消失了。回写的意思是：这条区分改变了组织的承载者，改变了记录的格式，改变了会上要问的问题，改变了谁愿意带什么来讨论。具体到本章的方案，可以是纪要里多了一栏“订正后是否另换一题检验”，也可以是组里形成了一个习惯，凡有人说“已经掌握”，另一人会问“哪一题，哪个时点，什么支持条件”。

回写要通过的检验有三项，每一项都有读数。

其一，区分是否被沿用。在其后的会议或任务里，同一个区分有没有被不同的人、在不同的材料上独立用到。用到一次，可能只是主持人的口头禅；在三次以上、两种以上条件里出现，才算复现。

其二，区分在清洗之后是否留存。经过一次纪要改写、一次人员更替、一次汇报压缩，这个区分还在不在原来的位置上。这是存留的读数，与复现分开记。

其三，区分是否又带出新的沉淀。一条已经写回的区分，应当使组里下一次遇到的差异比上次更容易被看见，而不是更容易被归类。若写回之后，组里的讨论反而变得更整齐，所有新情形都落进这条区分设定的格子，说明回写变成了新的提炼，应警惕。

组织层面的预测，也可以随之写成可撤回的形式。设想一个比较：若干教研组，一部分在纪要之外保留分歧、来路与未决的原样记录，另一部分只保留决定；其后若干个月，在同类的新任务中，记录新对比、新变化、新分布的出现数量。若

两组没有差别，本书的原理在组织层面撤回；若保留原样记录的组并不更多地沿用新区分，则回写一环在组织层面撤回。第三项比较更尖锐：若在原样记录之外，再让教师自己动手把它提炼成要点，其后的新区分不少于只留原样记录者，则本书对提炼的判断在此撤回，这是第 18 章的预测 2 在组织里的落点。本书的预言是，只留原样记录的一组不劣于“原样加提炼”的一组。对手的预言相反，认为在经验学习的路数里，沉淀之后再加提炼最好。两种预言在这里分叉，教研组恰好是能检验它的自然场所，因为它本来就在写纪要。（具体设计见第 18 章与附录三。）

最后回到那间会议室，说一句不属于预测的话。差异并不总是会议的敌人。五位教师坐了五十分钟，其中一两句不愿落字的话，当时看来是会议里的杂音，要等到下一次、再下一次，才在另一个孩子的作业本上显出它的分量。纪要之外留下的那一条，要靠好些人、一些很小的劳动与一个允许它悬着的位置，才能存到那一天。组织要做的，是不在它显露以前就把它洗走。

◆ 本章结论

1. 组织最先洗掉的是不舒服的差异：会上的分歧、被追问的来路、没人答得上的问题。议程、主持、纪要体例与汇报，各自合理，连起来把一次会议洗成一个没有来处的结果。
2. 纪要留下已决事项，是为交付与连接所需的封口，该洗；在不同条件下复现、尚未结晶的差异，该留，留的办法是原样记下原话、原样与原来路，不归类，否则记录自身成为又一道清洗。
3. 维护劳动是沉淀的内能。势能离开内能，沉淀就成了谁来取都一样的库存；维护者退出而配置失灵，与提炼同构，都是沉淀离开了能读它的人。
4. 能力长在个人、人与记录、人与 AI、团队及其工具之间，沉淀在其间来回走，一环断了序列即接不上；保留差异的安排要为挂在不同承载者上的沉淀各留位置，并承认部分沉淀只存在于人与人之间。
5. 避免只增加完成记录的办法，是从已有流程里留、只留下一次够用的量、不统一不追使用率、设停止时点；本现场检验特征律中的回写一环，读数是区分的沿用、清洗后的留存，以及它是否带出新的沉淀。

◆ 本章参考

— 原始文献

（本章无原始文献。教研会议、教师、孩子的作答与纪要均为构造。）

— 研究文献

· Argyris, C. (1977). Double loop learning in organizations. Harvard Business Review, 55(5).

· Argyris, C., & Schön, D. A. (1978). Organizational Learning: A Theory of Action Perspective. Addison-Wesley.

· Star, S. L., & Strauss, A. (1999). Layers of silence, arenas of voice: The ecology of visible and invisible work. Computer Supported Cooperative Work, 8.

— 站内著作

· 第 554 号《数学标准的典范重生》：统一性标准化使特征律死亡，本章讲同一件事在教研组里的样子。

· 第 409 号《教育的产品是结晶》：学习者结成的结晶不能代付，本章讲结晶之前沉淀怎样在组织里留下。

· 第 513 号《SDE九宫格透镜问题分析法》：S1·D2·E3 透镜的定义来源。

◆



第　五　编

谱系与输的条件

编　序

这一编（第 17—18 章）先写沉淀显露的思想是谱系的，不是统一的；再写本书怎样才算错：七条判决预测、与最强对手分叉的四组设计和撤回条件。

17

第 17 章

沉淀显露的思想是谱系的，不是统一的

本章提要 同一份经验落在不同的承载者身上，沉淀不同，显露的思想也不同。本章把“统一”与“谱系”分开：统一性是谁用都一样，它可以有很多种，多元化的统一性仍是统一性；谱系的同一性有程度，程度由回写历史生成，只在“这里才这样”的意义上成立，只能发生，不能应用。随后讨论跨领域迁移为什么必然迫使源模型改版，个人思想体系怎样长成谱系，并与站内同线的两部著作相接，给出第 18 章预测 4 的读数。

◆ 17.1 同一页纸，三个盆底

设想一个小型读书会，三位成员拿到同一页材料。材料是作者家中的一件真事：一摞碗，父亲先把全部碗去油，再统一冲洗；儿子拿起一只，去油、冲洗，再拿下一只。页上只有这两种做法的经过，没有结论。读书会约定，各人读完，把读到的东西记在自己的本子上，一个月后再碰头。这是一个设想的场景，三位成员也是设想的人物，下面的差别却取自本书前几编反复出现的那几种沉淀。

第一位是小学数学教师。她的本子上记下的是两种做法之间的一处说不清：集中去油的那一种，先得到的是整摞碗的同一道工序，逐个完成的那一种，先得到的是一只可以马上用的碗。她把这处说不清带回课堂，放在讲解与留题之间：先把一整组题讲完，还是做完一道讲一道。这是分歧型沉淀，两种做法并排放着，谁也没有压倒谁。

第二位是一位家长，家里恰有一个爱逐个收拾玩具的孩子。他记下的不是两种做法，而是儿子为什么逐个做：也许因为一只碗洗完就有成就感，也许因为小手一次抓不住一摞。这些猜想他一条也没有核实，本子上留的是一条来路，通向“孩子在什么单位上才做得下去”。这是来路型沉淀，同一个结果，背后是不同的走法。

第三位是一位常写长文的人。他记下的是一个悬着的问题：改稿时，到底该一句一句改完再往下写，还是整篇写完再统一润色？材料没有回答，他也没有，本子上这一页写着一个问号。这是未决型沉淀。

一个月后三人碰头，各自拿出的东西已经不同。教师在新一周的课上，把两道退位题放在相邻的位置，发现原来混在一起的“会做”与“说得出为什么”分开了，这是一个新的对比。家长发现孩子的耐心随任务单位的大小有一条看得见的曲线，这是一个新的变化。写作者发现自己的弃稿里，被他每次改掉的恰恰是同一类句子，这是一个新的分布。三个显露各归各的承载者，互相之间既不矛盾，也无法互换。

这里需要看清楚的是，三人读的是同一页纸。如果这页纸被洗成一句要点，比如“整批处理与逐个处理各有利弊，应视情况选择”，三个人的本子上就会是同一句话，一个月后碰头，也只能互相点头。要点对谁都适用，正因为它在每个人那里都不再留下任何一处说不清、一条来路或一个悬着的问题。第 1 章里碗是干净的，盆底是不同的；本章要问的是，盆底不同以后，从各自盆底长出来的东西，应该叫什么。

本书的回答是：它们是谱系的。这个词在这里有确定的用法，下面逐层展开。

◆ 17.2　统一性：谁用都一样

先说统一性。本书用它指一种性质：一个区分、一条规则或一个结论，换一个使用者，得到的结果不变。要点是这样，标准是这样，公式、答案键、操作规程也是这样。统一性是清洗得来的，也是传递的前提：只有谁用都一样，才谈得上转手。前面讲过的完成、熟练、标准化、提炼，这几道清洗都在朝这个方向使劲：把来路、分歧和悬而未决的东西洗掉，剩下一个谁拿去都能用的结果。

统一性本身是好东西。没有它，交不了差，组织不起来，不同的人之间连接不上。一份药品说明书必须谁读都一样，一张课程表必须谁看都一样。本书从来没有主张取消统一性，第 2 章已经把话说在前面：为交付、组织与连接所需要的封口，该洗。本章要立的界线在别处：统一性管得了交付，管不了思想的来处。

接着要防住一个常见的误会：统一性不是单一性。单一性是只有一种，全世界只有一种做法、一种标准、一种答案。统一性可以有很多种内容，每一种内容各自“谁用都一样”。一个国家可以同时有十套评分量表，一家出版社可以同时有三种体例，一个班级可以同时有五种解题模板，每一套内部对所有使用者一视同仁，这仍然是统一性。因此，本书把这样的局面称为多元化的统一性：版本很多，每个版本都是统一的。

多元化的统一性仍是统一性。这句话是本章最容易被忽略的一句，所以单独立一条判据，叫做换人测验：把同一个区分交给另一位使用者，他拿到手，立刻能用，结果与原使用者一样，这个区分就是统一的；他拿到手，需要在自己的经验里重新碰撞、重新落定，用出来的结果和原来的不一样，这个区分才带有谱系性。换人测验问的是使用者变了以后结果变不变，与版本有几个无关。

这条判据的好处，是把“多”与“谱”拆开了。一个菜单有一百道菜，每道菜的做法都写得清清楚楚，谁照着做都一样，这是一百个统一性。一个人一生里从不同经验里长出的一百个区分，彼此有渊源，各自有来路，别人拿去只能当作启发，这是谱系。数量上也许相同，性质却分属两类。把前者称为“多元”，是对的；把前者称为“谱系”，就是把一份菜单误当成了一个家族。

◆ 17.3　同一性有程度：回写历史生成的“这里才这样”

谱系的核心词是同一性。贝特森（Bateson，1972）把信息说成“造成差异的差异”，本书借这一句说明：同一性的程度，看的正是一个区分造成了哪些差异、又被哪些差异改过，而不是它字面上是否一样。同一性在这里指一个特征“是它自己”的程度：在什么范围内，它仍然是它。统一性对同一性的要求是最大化的，它要求在所有使用者那里都是同一个东西。谱系则允许同一性有程度，从很高到很低连续地分布，这是谱系这个词在这里的含义：不是一个点，是一条带。

同一性的程度由什么生成？本书的回答是回写历史。第 7 章讲过，显露出来的思想写回承载者，成为下一层沉淀的底。一个区分每被写回一次，承载者的底就变一次，下一次碰撞发生在被改过的底上，显露出来的东西又略有不同。如此一圈一

圈，这个区分便带上了这个承载者的全部来路：在哪些经验里被撞过，经过了哪些清洗仍然留下，哪些分歧一直没有压倒谁。这一切合起来，就是回写历史。

由此可以说明“这里才这样”。教师的那个新对比，是在她的课堂上，由她手里的题组、她记得的学生反应、她上一学期留下的分歧共同托起的。把这个对比原样写成一条建议，递给隔壁班的另一位教师，他读到的是一句话；这句话要在他那里长成一个对比，需要他自己的题组、自己的学生、自己的分歧去碰撞。他那里长出的东西，可能与她的相近，也可能相去很远。前者与后者之间的距离，就是同一性的程度。

这就是“只能发生，不能应用”的意思。应用是把一个现成的结果带到新处照用，它预设使用者换了，结果不变，也就是预设统一性。发生是新处的经验在新处的承载者里重新碰撞、落定、结晶。别人的区分当然可以成为刺激，成为被撞的一方，但刺激之后长出来的是自己的区分，不是对别人区分的复制。承认这一点，并不是对交流的悲观，恰恰相反：交流因此有了确切的功用，它不负责搬运结论，它负责给对方提供一个值得撞的差异。

同一性的程度还可以有一个设想中的辅助读数，叫改写距离，它不决定第 18 章预测 4 的撤回，预测 4 另有两个距离作主读数（见 17.8）。拿一个区分交给另一位使用者，看他要对它作多少处改写，才能在自己的经验里立得住。改写处很少，近于原样可用，说明它的统一性强；改写处很多，甚至要换掉里面的核心词，说明它的谱系性强。这个读数在本书里只作设想，附录三会给出记录口径；这里需要的只是一个方向：谱系性是可以朝着具体记录去问的，不是一个只能意会的评语。

还有一层，是回写历史的长度与跨度。回写次数少、只经过一种条件的区分，同一性程度难以判断，因为它的“这里”还没有长出来；回写次数多、跨了几种条件仍然留下来的，“这里才这样”才有了分量。这正是第 6 章里稳定运行的两个读数在谱系上的投影：复现是回写的次数与条件数，存留是经过清洗之后的还在。谱系的同一性，不过是稳定运行一路积下来的厚度。

◆ 17.4　多元不是谱系：一张对照与两个检验

三种局面容易被说成一回事，值得并排放一次。

	单一的统一	多元的统一	谱系
内容	只有一种	有多种，各自成套	有多种，彼此有渊源
换人测验	结果不变	每一套内部结果不变	结果随使用者的回写历史而变
差异的去向	洗掉	分装在不同版本里，版本内部洗掉	留在承载者里，继续运行
典型例子	唯一的标准答案	十套评分量表、五种解题模板	一位教师多年的题组、一个写作者的弃稿与改稿
变更方式	由上而下换版	增加新版本或切换版本	在使用中一圈一圈地回写

“多元”之所以常被误认为“谱系”，是因为从外面看，输出的样子相似：都有许多种。区别在里面，也就是各种之间有没有一份共同积下来的来路。多元的统一里，各个版本是并排制造出来的，可以随时删掉一个、新增一个，对其他版本毫无牵动。谱系里的每一个成员都是从另一个成员里长出来的，删去中间一环，后面的那些环就找不到自己的来历。

有两个检验可以把这层区别落到手上。

第一个是删除来历测验。把一个区分身上的回写历史整个删掉，只留下它现在的样子，问：它还能照样被生成出来吗？如果能，比如照着一份模板填一遍就得到同样的东西，它是统一性，来历只是附带的故事。如果不能，比如没有那几次说不清的分歧、那几版弃稿，这个区分便无从谈起，它是谱系中的一员。一份标准化的读后感格式，删去来历仍然成立；一位读者在三年的阅读里慢慢形成的那种读法，删去来历，剩下的只是一句空话。

第二个是换位测验。把两个区分的位置对调，看会不会出毛病。多元统一里，各版本平级，换一换通常无碍；谱系里，位置本身就是回写史的一部分，对调以后，后面的区分失去了它赖以长出来的底，要么失效，要么必须重新长。

AI 时代这一点格外要紧。一个对话系统可以在一分钟里给出十种风格各异的答案，看起来像是极大的多元。但这十种答案之间没有相互的回写，每一种都是并排生成的；对于使用者而言，只要提示相同，这些答案也大体谁取都一样。第 15 章已经讲过，只交终稿的用法是最强的清洗机。放在本章的语言里再说一遍：它制造的是很大的多元统一。要让其中任何一份成为谱系的一员，需要使用者自己的回写

——把它同自己的弃稿、分歧和悬着的问题撞一次，改一次，再放回自己的档案里。那一刻，同一段文字才有了来历，才从统一性的库存变成了谱系里的一环。

这里不必对多元统一有任何轻视。十套评分量表比一套更能照顾不同的学生，五种解题模板比一种更能容纳不同的思路，这些都是实在的改进，而且常常是组织能够承受的最大限度的改进。本书想指出的只是，改进到这里就是改进的上限，再往前走一步的东西属于另一个种类：有来路的东西，只能一代一代、一次一次地长出来。

◆ 17.5　跨领域迁移：目标领域迫使源模型改版

谱系性在跨领域的时候最容易看见。一个来自洗碗的区分，要用到课堂、写作或会议上，是原样搬过去，还是在那里重新长一遍？如果谱系的说法成立，答案应当是后者，并且还会倒过来改变洗碗这一端。

以洗碗为源。源处有一个简单的说法：整批去油再冲洗，整摞碗最后一起干净，却要等到最后才有第一只可用的碗；逐个完成，则较早有一只干净碗，却要在两道工序之间反复切换。这是一个关于“行动单位”的区分。设想一位教师把它带进数学课堂。教师不会直接宣布“逐题处理更好”，因为她很快看见，源模型里有几个位置在课堂里没有对应的东西，必须补上，补上的过程本身就是改版。

第一处改版发生在“完成”上。碗洗没洗净，洗碗的人说了算，或者看一眼便知。一道退位题做没做完，却要分开说：答案对了没有，是教师看；说不说得出百位怎样换成十位，是学生自己要交代；下一道题会不会用这个关系，要等下一道题出现才知道。源模型里的“完成”一个词，到了课堂必须拆成三个。拆开以后，原来那条“行动单位”的区分就要重写：谁的行动，以哪一种完成为准。

第二处改版发生在“单位”上。碗不会对分组提出异议，学生会。同样是把题分成两组，教师按交换次数分，学生可能按“有没有零”分。两种分法算术上都成立：404−245 要先由百换十，再由十换一（这道题的来路已在第 3 章列全，课堂题组见第 13 章），写成 3 个百、9 个十、14 个一；414−245 虽然也要两次交换，起点却是十位上本来就有一个十；454−245 与 405−245 各只需一次交换，位置又不同。哪一种分法好，取决于要回答什么问题，而问题可以由不同的人提出。源模型

里“处理的单位”原本是一个由操作者随手选定的量，到了课堂，它成了一处需要协商的地方。

从这两处改版里，长出了一个在源处没有的区分：观察者可判别，与行动者可使用。教师手里有了一组好题，意味着她能分清学生的错误；学生能不能借同一组题组织自己的下一步，是另一回事。这个区分出现在目标领域，是因为课堂里有两类承载者，教师的记录与学生的作答，而洗碗里只有一位正在洗的人。它是一个新的对比：原来合在一起的“看得出”与“用得上”分开了。

第三处改版回到了源处。拿着这个新区分再去读洗碗的记录，会发现原来的叙述漏掉了几件事：谁认定碗已经干净，儿子逐个做的时候是否听见过父亲的评价，父亲后来是否改了自己的做法。这些问题不是要证明父子之间存在冲突——记录没有这样说，也不能这样补——而是原来没有显露的来路型沉淀，被课堂这一端撞了出来。母本与子本由此来回往返：子本带着自己的差异撞向母本，母本里一直躺着的东西被撞出了形状。第 536 号《AI时代普通人的知识发生机会》讨论的正是知识怎样在不同领域之间往返，本章接过这个往返，补上其中的一句：往返之后，两端的版本都已不是原来的样子。

同样的事也发生在写作与会议上，只是改版的位置不同。把“逐个完成”的区分带进写作，目标领域立刻逼出一个源处没有的问题：写作中的对象会随着动作改形。删去一段，原来的论题可能不再成立，读者也可能换了人，那么“一句一句改完再往下写”里的“一句”，究竟指哪个单位，只能由正在写的这一稿来回答。带进会议，被逼出来的是另一处：谁来整理会后的东西，谁有权说议程已经完成。碗没有会后，会议有；碗没有人事关系，会议有。这些差异各自把源模型改出了一个新的栏目，而且改出的栏目彼此并不相同。三个目标领域，三种改版，三个分支，才是谱系的样子；若三处得到的是同一张表，倒应当怀疑其中有两处是被洗平的。

把这个过程同机械迁移放在一起，差别就清楚了。

	机械迁移（应用）	改版迁移（发生）
源模型	原样保留	被目标领域逼着改版
目标领域的差异	被洗掉，嵌进源模型的格子里	保留，成为新的碰撞对象

	机械迁移（应用）	改版迁移（发生）
结果	目标领域里出现一个“源模型的课堂版”	目标领域里出现一个带着自己来历的新区分
可交付的形式	一条通用建议	一份带改版记录的区分
换人测验	通过	不通过，也不必通过

机械迁移的好处是便宜、可复制，这在需要大面积推行某种做法时很重要。它的代价，是目标领域那些原本可以撞出东西的差异，在迁移的当下已被格子洗净：学生的异议被当作噪声，课堂的分歧被当作执行偏差。改版迁移要付出更多，但每走一步，两端的沉淀都增加一层。同样一份源经验，经机械迁移，在目标领域落成一份清单；经改版迁移，则落成一个谱系分支。

这一点与类比研究所说的相通：根特纳（Gentner，1983）的结构映射理论讲，类比靠的是对应关系之间的结构，而不是对象表面的属性。源处的“行动单位”若要搬进课堂，要对应的是关系，不是碗与题的外表；关系一旦对应，对象一侧缺失的位置就必须补，补的过程便是改版。

于是，目标领域为什么“必然”迫使源模型改版，也就有了说法：目标领域有自己的承载者，承载者带着自己的回写历史，它们同源模型相撞的时候，撞出的差异就是改版的原料。没有碰撞，说明迁移实际上是搬运；一次不改版的“迁移”，几乎可以断定没有真的发生。这个判断也提供了一个粗略的读数：一次跨领域工作之后，源模型的文字有几处被改了，改在哪里，每一处是被目标领域的哪个差异逼出来的。改版条目为零，值得怀疑。

◆ 17.6　谱系不是各说各话

说到这里，一个质疑自然会来：既然每个人的思想都带着自己的来历，换人以后结果就不同，岂不是各说各话，彼此无法交流，也无法评判对错？

这个质疑把两件事混在了一起。谱系说的是思想的来路各异，没有说思想之间没有关系。谱系这个词本身就带着亲缘：一个家族里的成员，面孔各不相同，却可以看出同出一源，彼此之间可以比较，可以认亲，也可以看出谁与谁走得远了。可比较，靠的是共同的源头与可追的路径，不靠“谁用都一样”。

第一，谱系成员之间的距离是可以说出来的。两位教师各自长出的对比，一位落在“会做与说得出”之间，另一位落在“做对与做对的方式”之间，二者有重叠，也有分叉。重叠的部分，来自他们都撞过同一类差异，比如退位题里中间那个零；分叉的部分，来自他们各自的题组和各自班里的学生。把这两条来路并排摆开，谁走到了哪里、为什么走到那里，都可以追问。这样的比较，比两个“要点”互相对照要具体得多。

第二，谱系里照样有对错。一个区分显露以后，它要接受新的经验的检验：下一次碰撞里它还在不在，换了条件它还成不成立。这一点同样是稳定运行的两个读数：复现与存留。显露出来的区分如果在新条件下一碰即散，说明它只是灵光一闪，或者只适用于某一处的偶然；经得起几次不同条件下的碰撞，它才是这个谱系里站得住的一员。因此，谱系并不取消判断，它把判断的依据从“与某个统一标准是否一致”，换成了“在自己的回写史里能否稳定运行”。

第三，谱系之间可以通。不同的承载者之间通过什么相通？通过把各自的差异亮出来，放到对方面前去撞。教师把自己的“说不清”摆出来，写作者把自己的“悬着的问题”摆出来，两者撞出的东西，哪一方单独都生不出来。这样的交流不要求双方得出同一个结论，要求的是双方都带着差异来，也都带着差异回去。反倒是统一性的交流容易把差异磨平：交换要点，双方点头，各自回家，谁也没有被撞到。

第四，谱系也需要统一性作底。一个人要同别人交换，总要有一部分东西是谁用都一样的：术语的定义，算术的规则，记录的格式。这些统一性是谱系得以交流的公共路面。第 457 号《AI对科研的冲击为何首先表现在数学上？——从知识的统一性到同一性谱系》谈的是，统一性的知识将像电、公路、水一样，退位为基础性的东西，在它之上，同一性谱系才有地方诞生。本书的立场与此相合：基础要统一，生长要谱系，二者各在其位。统一性出了位，去占领思想的位置，就会把谱系洗掉；谱系越了位，去干统一性该干的活，交付与组织就乱了。

由此，可以回答最后一层疑虑：谱系性是否意味着某些人的思想天然高于另一些人？不是这个意思。谱系说的是来路不同，不是层级高低。一位老教师的多年回写与一位新教师第一个学期的回写，厚度不同，同一性的程度不同，但都是各自承

载者里真实在运行的差异；前者更稳，后者更新，两者各有各的用处。真正的高低之分，发生在另一条线上：这个承载者是否让差异继续运行，还是早早把它们洗净。

◆ 17.7　个人思想体系怎样形成谱系

把以上的话落到一个人身上：一个人积累了许多文章、笔记、弃稿和读书摘记，这些东西怎样成为一个谱系，而不是一个文件夹？

先看文件夹的样子。常见的办法，是按主题归类，“教育”一栏，“管理”一栏，“成长”一栏，每一栏下面放若干条要点。这样的整理便于查找，也便于交给别人，但它的每一条都经过了提炼：写成了简明的句子，去掉了出处。整个文件夹相当于一份多元的统一，许多条目彼此并列，随时可以增删，删掉任何一条，其他条目无需改动。对于需要交付的场合，这样做无可厚非。问题在于，它不会自己长出新的区分，因为所有可以相撞的差异都已在写成要点时被洗掉。

谱系的体系有另一副样子。它的每个核心区分都带着一份来历，来历里有三件事：这个区分最初在哪一次经验里显出来，那一次留下的是分歧、来路还是悬着的问题；它后来被哪些经验撞过，改过几版；哪些版本被弃置，弃置的理由是什么。这份来历不必写成长文，几行就够，但要写原样：当时是怎样说的，不是后来怎样概括的。第 2 章和附录一都讲过，记录卡一旦把原话归并成类别，卡片自身就成了又一道清洗。所以来历要留得朴素，朴素到几乎显得笨拙。

有了来历，几个事情随之可以做。其一，可以追：当一个区分在新任务里失灵，顺着来历回去看，它是在哪一步被带歪的，是源头那次经验有限，还是后来某一次改写把一个分歧抹掉了。其二，可以撞：来历里留着的未决项，是下一次碰撞的现成原料，不必另起炉灶去找题目。其三，可以分叉：两个区分走到一处互相冲突时，不必强迫统一，各自保留来历，让它们在以后的经验里继续运行，看谁留下来；也可以像第 18 章要讲的那样，把这个冲突本身当作一个可检验的预测。

失败的分支同样要留。一条思路中途退出，原因可能是目标领域不接受，也可能是材料取不到，还可能是比较之后发现并不比简单办法多做什么。退出的理由不同，将来重新打开的条件也不同。只在体系里留下成功的分支，谱系便只剩光滑的

主干，所有的差异都沉到了看不见的地方。留着退出的理由，等于留着一份不会过期的未决项。库恩（Kuhn，1962）讲常规科学里反常的积累，积到一定程度才引出范式更替；个人的谱系里也有同样的情形：那些当时解释不了、又没有被删去的反常，是后来改版的起点，只有留着，它们才有机会积累。

AI 在这里可以做的事，也有了明确的分界。让它把一年的笔记整理成一个条理清楚的体系，它做得又快又好，得到的是一份漂亮的多元统一。让它做另一件事——按时间顺序把同一个概念的每一版并排排出来，指出相邻两版之间改了什么、哪一句被弃置、哪一处前后矛盾——它给出的，是回写历史的清单，使用者在此基础上再决定哪些矛盾值得保留。前一种用法洗掉来历，后一种用法替人保管来历。两种用法耗用的是同一个工具，留下的是相反的东西，这正是第 15 章对照过的那两种用法在体系层上的重现。

最后，一个人的谱系也可以接入别人的谱系。读一位作者的书，最有价值的不是记下他的结论，而是把他书中让你觉得“说不通”的地方、“换成我就不会这样想”的地方记下来，这些是你的承载者与他的承载者相撞时落下的沉淀。把这些放回自己的档案，下一次写作时，这些差异会作为原料重新参与运行。在这个意义上，读书就是同别人的谱系攀亲：不是把他的结论变成自己的，而是让他的差异与自己的差异相识。第 442 号《懂的发生学》讨论的懂，正是这种“路在你这儿接着走”的过程；本书补上的一句是，接着走的那段路，沿途落下的沉淀就是你自己的谱系的开头。

◆ 17.8　与站内同线著作相接，以及预测 4 的读数

本章的位置，在站内几本书连成的线上可以标出来。

第 554 号《数学标准的典范重生》（下称第 554 号）讨论数学作为标准的一端：数学的标准化让文明得以组织连接，但统一性标准化把混沌碰撞压到最少，使特征律无从运行，人也因此被安放成大机器上的零件；它主张标准化应当重生为同一性谱系的标准化，在连接的同时给自由与特征律留出发生的地方。本书导论里说过，统一性标准化使特征律死亡，正因为它把混沌洗掉了。本章写的，是同一个判断在个人经验里的样子：在文明的尺度上，是标准化洗掉混沌；在个人的尺度上，

是完成、熟练、提炼洗掉差异；在两个尺度上，被洗掉的都是特征律赖以运行的那一点混沌。

第 552 号《陶哲轩如何才能与大模型公司和解与合作呢？》在站内与第 554 号同线，本章接入的是它们共有的方向：统一性与同一性谱系的区分。第 554 号处理的是标准，本书处理的是经验与思想，两者落在同一条线的两端，彼此提供对照：标准一端要问，统一性从哪里开始变成了亏缺；经验一端要问，沉淀从哪里开始被洗成了库存。

这条线上还有第 513 号《SDE九宫格透镜问题分析法》与第 409 号《教育的产品是结晶》。前者给出本书所用的 S1·D2·E3 的透镜；后者讲学习者所结的晶不能由别人代付，本章可以接上它的一个推论：既然结晶带着承载者的回写史，那么它不仅不能代付，也不能整体搬运，只能重新发生。

回到本章自身。把以上论证收成一个可以失败的判断，就是第 18 章预测 4：同一份经验在不同人身上长出的思想，其差异随各自的回写历史而变。读数的设想如下。

取同一份起始材料，交给若干位承载者，各自在一段时间内带着自己的任务去用，并要求他们记录三样东西：留下的沉淀（分歧、来路、未决）、回写的次数与跨过的条件、最后显露出的新对比、新变化、新分布。到期以后，对每一对承载者算两个距离：显露内容的距离，即两人显露的区分有多接近；回写历史的距离，即两人做过的回写有多接近。两个距离都由不知道分组的编码者按记录判定（口径同 18.7）。预测说，每一对的显露内容距离应随回写历史距离同向增减。比较的基线是置换：把回写历史的标签在承载者之间随机打乱，得到“若二者无关会出现什么”的分布；另设一组回写历史被刻意拉近的承载者，例如共用同一份要点互相讨论，预言他们显露的内容更接近。

如果实际相关不高于置换基线〔阈值待核〕，且被拉近的一组与自由组之间没有差异，本章的主张撤回，与第 18 章预测 4 的撤回条件相同。这里有三个需要事先排除的对手解释。第一，起点解释：各人原有的知识基础不同，所以长出的东西不同，与回写无关。办法是记录起点，并在比较时加以控制。第二，风格解释：各人的表达习惯不同，换了说法并不换了区分。办法是比较区分，而不是比较措辞，由

不知道分组的第三方判读。第三，反向解释：不是回写历史造成区分的差异，而是区分的差异使各人去选择了不同的回写。办法是在设计里让一部分承载者的回写路线由外部安排，并让同一承载者在对调材料顺序后再走一轮。

这三条处理的是最直接的对手。更细的设计在附录三。需要重申的只有一点：谱系性是一个可检验的判断，数据可以支持它，也可以拿走它。

◆ 本章结论

1. 同一份经验落在不同承载者身上，沉淀不同，显露的思想也不同；这是 S＝F(D,E) 中 E 变而 S 变的直接结果，与“主观”无关，因为显露出来的是可以记录的新对比、新变化、新分布。
2. 统一性是谁用都一样，不是单一性；多元化的统一性仍是统一性。判据是换人测验：换一位使用者，结果变不变。
3. 同一性的程度由回写历史生成。谱系里的区分只在“这里才这样”的意义上成立，只能发生，不能应用；别人的区分是刺激，不是可以搬运的结论。
4. 跨领域迁移若真发生，目标领域的承载者必然迫使源模型改版，改版条目为零的“迁移”多半是搬运；改版之后，源端与目标端的版本都已不是原来的样子。
5. 个人思想体系长成谱系，靠的是每个核心区分带着原样的来历，并保留失败分支的退出理由；基础处要统一，生长处要谱系，第 18 章预测 4 为这一判断规定了撤回条件。

◆ 本章参考

— 原始文献

· Bateson, G. (1972). Steps to an Ecology of Mind. San Francisco: Chandler.（“造成差异的差异”一说，用于说明差异何以成为信息；芝加哥大学出版社 2000 年有重印本）

— 研究文献

- Gentner, D. (1983). Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. Cognitive Science, 7(2), 155–170.（类比以关系而非对象属性为核心，用于说明迁移须先分清对应的是哪一层关系）
- Kuhn, T. S. (1962). The Structure of Scientific Revolutions. Chicago: University of Chicago Press.（反常的积累与范式更替，用于对照谱系里差异的积累）

— 站内著作

- 第 554 号《数学标准的典范重生》：统一性标准化与同一性谱系标准化。
- 第 552 号《陶哲轩如何才能与大模型公司和解与合作呢？》：与第 554 号同线，本书只取其统一性与同一性谱系的方向。
- 第 457 号《AI对科研的冲击为何首先表现在数学上？——从知识的统一性到同一性谱系》：统一性知识退位为基础性，同一性谱系诞生。
- 第 513 号《SDE九宫格透镜问题分析法》：S1·D2·E3 透镜。
- 第 409 号《教育的产品是结晶》：学习者结成的结晶不能代付。
- 第 442 号《懂的发生学》：懂是路在自己这里接着走。
- 第 536 号《AI时代普通人的知识发生机会》：知识在不同领域之间的往返。

◆

18

第 18 章

本书怎样才算错

本章提要 一本说“差异留下来才有思想”的书，自己也应留下它会在哪里输的记录。本章写七条判决预测（0、0′、1–5），各配读数、比较组与撤回条件，抢先提示是预测 0 下的操纵变式；设四组对照，使本书与生产性失败、经验学习圈在同一处做出相反预测；沉淀保留量作中介、沉淀率作刻度；新区分由盲编码；记录卡自身带有自指风险。末两节写失败怎样划出模型的边界，以及下一轮研究怎样避免知识空转。全章数字均为待核的研究设定，没有数据。

◆ 18.1 一场设想的评审

设想一间小会议室，三位评审围着一份书稿。其中一位把笔放下，问了一个很朴素的问题：“如果这本书说得不对，我会在哪里看出来？”

作者的第一反应往往是回到书里去找：第 6 章有稳定运行的判据，第 11 章有提炼的论证，第 15 章有 AI 的对照。这些都在说本书为什么对。评审问的是另一件事：什么样的结果出现，作者就得认账。一个理论如果对任何结果都有话可说，它说的话就没有分量。一本讲“差异”的书，更应当先把自己可能出现的差异摆出来。

本书的原理只有一句：思想是经验的差异没有被清洗掉，而留下来的沉淀显露。这句话可以被拆成几个可以走向相反方向的断言。保留沉淀的人，后来是否确实显露更多新的对比、变化与分布？在不同条件下反复出现的差异，是否确实更常结晶？熟手是否确实更少沉淀、更少新区分？把沉淀写成要点，是否比留着原样更差？AI 的用法分野是否带出独立判断上的差别？同一份经验，是否因各人的回写历史而长出不同的思想？只出现一次的洞见，是否真比反复出现的差异更少被沿用？每一个“是否”，都有一个结果会说“否”。把这些“否”写在前面，就是判决预测。

先交代几条做法上的约定。第一，本章没有任何实测结果，也没有效应量；这里是设计，不是报告。第二，凡数字门槛一律标〔阈值待核〕，意思是它们是研究设定，等预试之后再定，不借别的研究的数字撑场面。第三，每条预测都写四件事：读数是什么，和谁比，什么结果算本书输，输了之后要撤回哪一句。第四，预测之间有分工：预测 0 守原理，预测 0′ 守判据，预测 1、2、3 各守一个对立判断，预测 4 守第 17 章，预测 5 守灵感与思想之分。

一条预测只有在“输得起”时才算数。输得起，意思是撤回条件写在看数据之前，而且撤回会改变本书后面的措辞与建议，不是在句末添一句“情况复杂”。后面第 18.7、18.8 节还会回到这一点：灵感与思想的划界、记录卡的写法，都要用同一把尺来量。

先把七条预测排成一张总表，之后各节展开：

预测	守的断言	主要读数	主要比较	输了撤回什么
0	原理	新区分条数；沉淀保留量作中介	保留沉淀对只保留结果；抢先提示是它的操纵变式	原理这一句
0′	稳定运行的判据	复现与存留，结晶率	复现、存留两读数的四格	判据，第 6 章写法
1	越熟练沉淀越少	熟练度、条件多样性、沉淀率（刻度）、新区分条数；沉淀保留量作中介	熟练高低与多样性高低的四格	第二个对立判断
2	提炼是清洗	新区分条数与可追溯比例	只看要点对只保留原始沉淀	第一个对立判断
3	AI 是最强的清洗机	撤去 AI 后的独立判断	保留来路与只交终稿	第三个对立判断
4	思想是谱系的	回写历史距离与显露内容距离	与置换基线比较	第 17 章
5	灵感与思想之分	之后被第二次沿用的比例	单次洞见对满足门槛的差异	这一划界，及“灵感”一词的用法

读这张表时留意一点：七条预测并非一条线上的七个关卡。预测 0 若输，其余的意义大减；预测 0′ 若输，原理未必输，因为沉淀也许有别的结晶办法；预测 1、2、3 各自独立，任何一条输了，只撤回一个对立判断，原理与其余判断仍可站立；

预测 4 输了，只撤回第 17 章；预测 5 输了，只撤回灵感与思想的划界，不动原理。这样安排，是让每一次失败只带走它够得着的那一部分。

◆ 18.2　与最强对手分叉：四组设计

一个理论若只和“什么都不做”的对照组比，赢得很容易。保留记录、多想一想，几乎任何做法都比什么都不做强。要让预测有锋芒，得找最强的对手，在对手预言相反的地方设题。

本书最近的对手有两个。一个是生产性失败的路数（卡普尔，Kapur，2008；与之相邻的还有比约克，Bjork，1994，关于“合意困难”的论述）：先让学习者在没有教的情况下做、失败、产生各种解法，再由讲解把这些解法收拢到规范的概念上。另一个是经验学习圈的路数（科尔布，Kolb，1984）：具体经验之后是反思观察，再抽象概括，再主动试验。两条路数在细节上差别很大，但对本题给出同一个方向的预言：把经验里的失败与分歧留下来是好的，随后自己动手提炼、概括，效果最好。也就是说，“保留加提炼”应当胜过“只保留”。

本书给出相反的预言。提炼是多对一的压缩，压缩当时无法知道这份差异将来会在哪一次新经验里撞出结晶（第 11 章主证）。所以提炼出的要点，无论写得多好，都替代不了原始沉淀；而当要点占住了注意，原始沉淀被搁在一旁，后续碰撞的机会反而变少。因此本书预言：只保留原始沉淀的一组，不劣于保留沉淀加自己动手提炼的一组，并在其后若干次新任务中显露更多新区分。

为了让两种预言迎面相撞，设四组：

组	做法	手里有什么
A　只看要点	拿到同一份经验的提炼要点	要点；原始记录收起
B　只保留原始沉淀	拿到分歧、来路、未决问题的原样记录	原话、原样、原来路，不加归类
C　沉淀加提炼	保留 B 的全部记录，再亲手写一份要点	原始记录与自己的要点
D　对照	照常完成任务，不做任何额外安排	结果

四组之间的差，各回答一个问题。B 对 D，问沉淀有没有用，对应预测 0。A 对 B，问提炼是否替代了沉淀，对应预测 2。B 对 C，是本书与对手的分叉点：本书预

言 B 不劣于 C，生产性失败与经验学习圈的路数预言 C 优于 B。C 对 A，问同样是提炼，连着原始记录与不连着，差在哪里；第 11 章把当事人自己动手、仍连着来路的总结算作回写，而不算清洗，这一组正好把这句限定放到可检验的位置上。

比较多种解法的研究（里特尔—约翰逊与斯塔尔，Rittle-Johnson & Star，2007）也支持把不同做法并置，但它讲的是当下在程序性知识与解法灵活性上的促进，仍属对手阵营所能解释的范围。

这里需要把话说得公平。C 组的“自己动手提炼”若连着来路，本书的限定已经承认它是回写的一种，回写本是好事。所以本书对 C 的预言不是 C 差，而是 C 并不比 B 更好，尤其在后续新任务的新区分上。如果实验结果是 C 显著且稳定地优于 B，本书要撤回的是什么？撤回第 11 章关于“提炼替代不了沉淀”的强说法，改写为“提炼在连着原始记录时有额外增益”；原理仍可保留，因为 B 若仍优于 D，沉淀的作用没有被推翻。这样写，是为了让撤回的范围与证据的范围相当：证据击中哪一句，就撤哪一句。

◆ 18.3　预测 0：原理

预测 0。　保留沉淀记录的一组（B 或 C），与只保留结果的一组（D），在其后同类任务中显露的新对比、新变化、新分布，数量上没有差异。若如此，原理撤回。

读数。　新区分的条数。每位参与者在经验之后的若干次同类新任务中，产出的新区分经盲编码（见 18.7）后计数；同时记录沉淀率，即（来路种数＋分歧条数＋未决项数）与任务总量之比。沉淀率是自变量的刻度，新区分条数是结果的刻度；它与下面的“沉淀保留量”不是一回事，保留量是中介变量，问的是安排下去以后实际留住了多少。

比较组。　B 与 C 合并为“保留沉淀”，对 D。必要时按第二层再分：B 对 D、C 对 D。同类任务取两种以上，使任务类型也能被检查：数学来路类（如减法的不同路径）、阅读类（对同一文本的不同读法）、写作类（多次改稿）。

中介变量与时间控制。　保留沉淀要花时间，多花了时间的一组本来就可能想得更多。所以把投入时间单独记下，作为协变量放进分析；并把“实际留住了多少沉

淀”，即沉淀保留量，作为中介变量单独测量。道理是这样的：若安排保留沉淀的组实际上没有留住多少，两组后来没有差异，不是原理输了，而是安排没有生效；若实际留住很多，两组仍没有差异，才轮到原理。反过来，若不分组，只看沉淀保留量与新区分条数在个人层面的关联，则要看这个关联在扣除投入时间之后还在不在。

抢先提示：预测 0 下的操纵变式。 第 9 章 9.8 提出的预期不另立预测，它是预测 0 的一个操纵变式：把“保留沉淀”的办法取为推迟解释性提示，推迟到至少两份有区分力的材料落下之后再给。在同类任务里，抢先给出解释性提示的一组，与等到材料落下之后再给的一组相比，其后若干次新任务中后一组应当更多显露新区分，沉淀保留量为中介；总的指导时间与教师讲解量须控制，以免把“多给了讲解”误当成“晚给了反馈”。这一变式输了，先看沉淀保留量有没有拉开：没有拉开，是安排没有生效，第 9 章的主张不动；拉开了而新区分仍无差别，撤回的是第 9 章“抢先是清洗”的主张，并按下面预测 0 的撤回条件核对原理是否受牵连。第 13 章的“同伴换纸、反例卡、自造题”班与独立完成班的比较，第 16 章的教研组比较（只留决定对保留原样记录），则是预测 0 在现场里的分支，分别撤回各自章里的说法。

撤回条件。 在沉淀保留量达到设定下限〔阈值待核〕的参与者中，扣除投入时间后，保留组与 D 组的新区分条数没有差异，且两位独立编码者的结论一致：撤回原理，即“思想是留下来的差异的显露”这一句，不再作为全书的主句。本书余下部分此时只能作为对某些任务的经验描述保留，各章的“因此”须逐一改写。

这条预测还有一个不起眼的前提：新区分得是“新”的。如果新任务与经验的内容相同，保留沉淀的人只是记得更清楚，产出的“区分”可能不过是复述。所以要有换了表面、结构相近的迁移任务，并规定新区分必须在被试此前的材料中找不到，这在 18.7 的编码手册里落实。

这四组还要配上几项事先写定的规矩。其一，预注册：分组方式、读数定义、编码手册、阈值与撤回条件，在收集任何数据之前存档，之后只增不改，改动须注明时点与理由。其二，分配：参与者随机进入四组，同一位教师或写作者不跨组；若只能按班级或小组分配，则分析时把班级作为一层，并如实写明这降低了能得出的结论强度。其三，预试：先用少量材料试跑，只检查任务读得懂、记录填得完、

编码手册有没有漏洞，不看哪一组更好；预试的材料不进入正式分析。其四，样本量与门槛不在本章定数，待预试之后由附录三补记〔阈值待核〕。这些规矩看似琐碎，作用只有一个：使撤回条件在数据出现之后仍旧是原来的样子。

◆ 18.4　预测 0′：结晶判据

预测 0′。　在不同条件下反复出现的差异，与只出现一次的差异相比，并不更常结晶为后来被沿用的区分。若如此，“稳定运行”这一判据撤回。

这条预测守的是第 6 章的“稳定运行”。第 6 章给了两个独立的读数，目的是防止循环：若只用“经得住清洗”界定稳定运行，再拿稳定运行去证明差异经得住清洗，就成了循环。所以这里要分开测。

读数一：复现。　同一种差异出现在几次经验、几种条件里。计次数与条件数。条件的划分要在看数据之前定好，例如同一道减法题换了数位、换了题面、换了讲解人；同一篇文章在不同读者、不同时间读；同一个写作困难出现在不同文体里。

读数二：存留。　经过清洗动作之后，它还在不在。清洗动作取四种：完成、改正、总结、换标准。每经过一种，就回头核查这条差异是否仍可在记录或人的复述里找到，并保持原样。

结晶的读数。　一条差异后来被沿用为区分，指的是：在之后的新任务里，有人用它把两件原来分不开的事分开，并且这个区分被第二次使用，不限于提出者自己用一次。沿用要有记录，不靠回忆。

研究设定。　暂取“至少三次、至少两种条件、经过至少一次清洗仍存留”为稳定运行的门槛〔阈值待核〕。复现与存留分开观测，结晶的预期要求两者都达到门槛。

比较组。　把参与者记录里的每条差异按复现与存留分成四格：复现高存留高；复现高存留低；复现低存留高；复现低存留低。本书的预言有明确的形状：只有第一格，结晶率明显高于其余三格；若复现高而存留低的差异也常结晶，说明存留不是必要条件；若存留高而复现低的差异也常结晶，说明复现不是必要条件。这两种结果都要求改写判据，而不是简单维持。

撤回条件。 第一格的结晶率与其余格的合并结晶率没有差异，则“稳定运行”这一判据撤回，第 6 章中以复现与存留共同界定结晶的写法一并撤回。如果只有一个读数起作用，则判据收窄为那一个读数，并相应修改第 6 章与附录三的记录口径。

有一个陷阱要预先堵住。差异多次出现，可能只是因为被试一直在做同一类任务，不是因为差异本身稳定。所以“条件数”要独立于“次数”：同一条件下出现十次，条件数仍是一。又，存留高的差异常常是容易记的差异，容易记不等于有用。因此结晶的读数用的是“被第二次沿用”，不用“被记得”。

另一个反面的担心是：既然结晶在介生态里发生，混沌过度、秩序过度都不结晶，复现与存留是否反映了相位？可以加一项相位的粗略读数，在每次经验里看被试的记录是半成形的（有分歧但还在整理）、全乱的（互不相连的碎片）还是全齐的（只剩定稿）。本书预言结晶集中在第一种。这一项是次要预测，若结果相反，它撤回的是“介生态”在个人经验层的操作化，不动摇判据本身。

◆ 18.5 预测 1 与预测 2：熟练与提炼

— 预测 1：熟练反比

预测 1。 熟练度越高、沉淀越少的人，新区分的产出并不更少。若如此，第二个对立判断，“越熟练，沉淀越少”，撤回。

这条预测最容易被误读成“熟手不如新手”。所以先把话说准。本书说的是条件恒定下的熟练：任务的类型、条件、检验方式多年不变，D3 收紧到极致，把可运行的差异一并优化掉，成为“高效而贫血”。适应性专长不在此列（波多野谊余夫与稻垣佳世子，Hatano & Inagaki，1986，区分过常规专长与适应性专长，本书借这一区分）。熟练加条件多样、加差异保留，正好是本书原理的正面例子。因此，若设计只测熟练度，一旦发现熟手产出更多新区分，不足以撤回本书，因为这个熟手可能本来就在多样条件里工作。这是预测 1 要把熟练度与条件多样性分开的原因。

读数。 三个量，分别测。其一，熟练度：在固定任务上的速度与正确率，及其稳定程度。其二，条件多样性：过去一段时间里实际遇到的任务条件数，由工作记录而非自述得出。其三，沉淀率，作刻度，定义见 18.3；沉淀保留量照 18.3 另测，作中介。结果量是新区分条数，同样经盲编码。

比较组。 取熟练度高与低两层，每层中再按条件多样性高与低分两格，共四格；沉淀保留量作中介、沉淀率作刻度。

本书的预言有三层。 第一，在条件多样性低的格里，熟练度越高，沉淀率越低，新区分越少。第二，在条件多样性高的格里，熟练度与新区分之间没有这个负向关系，或者弱得多；即交互效应成立。第三，在熟练度高的格里，沉淀率能够解释一部分新区分的差别，也就是说，同样是熟手，保留了差异的比洗净的产出更多。

撤回条件。 如果在条件多样性低的格里，熟练度高者的新区分并不更少，第二个对立判断撤回；如果交互不存在，即多样性高低对熟练与新区分的关系没有调节作用，则第 8 章中把熟练的清洗归给“条件恒定”的限定撤回，改写为熟练本身的性质；如果沉淀率在控制熟练度之后不再解释新区分，则机制部分，即“熟练洗得干净”的 D3 解释，撤回，现象部分可单独保留。

三层预言对应三种不同的撤回，避免“一输全输”或“一输全不认”。

举一个设想的例子。两位教了二十年小学数学的教师，一位二十年来用同一套题、同一种讲法，另一位每几年换教材、换年级、换学校。前一位的熟练度高，条件多样性低；后一位的熟练度同样高，条件多样性高。按本书的预言，前一位的记录里分歧与未决项很少，课上几乎每一步都有现成的说法，学生出错时他能迅速指出错在哪里，却较少遇到“这个错法为什么会出现”的问题；后一位的记录里则留有许多没有定论的小问题，因为每换一个条件，原来的说法就要重新试一遍。这个例子是设想，用来说明为什么熟练度本身不是自变量的全部。两位教师若各自被要求留下一学期的课堂记录，预测 1 的三层预言就有了可以落笔的地方：谁的记录里留着没有定论的问题，谁在新的教材面前更容易说出旧说法分不开的两件事。

— 预测 2：提炼是清洗

预测 2。 把沉淀写成要点之后，后续新区分不少于保留原始分歧、来路与未决问题的做法。若如此，第一个对立判断，“总结提炼是又洗了一遍”，撤回。

这条预测用 E3 承担论证。提炼是势能离开内能：要点谁都能用，却不会在提炼者身上再次释放出新的区分。由此推出一个可以单独检验的二级预言：同一份要点，在提炼者手里与在转手者手里，后续新区分的差别很小；而同一份原始沉淀，

在原当事人手里与在转手者手里，差别很大。也就是说，要点是可转手的，原始沉淀要挂在承载者身上。

读数。 后续同类新任务中的新区分条数；以及新区分对最初那份经验的“可追溯性”，即这条区分能否回指到一条具体的原始分歧、来路或未决项。可追溯比例高，说明新区分长在沉淀上；要点组里新区分若多数回指要点中的某句话，而不回指原始记录，说明沉淀已被要点取代。

比较组。 A 对 B 为主。再加一个转手的子比较：A 中的一半由要点的撰写者本人使用，另一半由旁人使用；B 中同样分当事人与旁人。限定也在这里落实：当事人自己动手、仍连着来路的总结，在 C 组，不算清洗。

撤回条件。 A 组的新区分条数不少于 B 组，且可追溯比例也无差别，第一个对立判断撤回，第 11 章主证的“提炼是清洗”随之撤回；若条数无差别而可追溯比例有差别，说明要点组靠别的来源产生新区分，判断收窄为“提炼改变了新区分的来路”，不再说“提炼减少新区分”。

预测 2 还连着一个会让作者难堪的事实：本书自己也是一份提炼。导论、各章的“本章结论”都是要点。所以读者若只读结论，本书预言他得到的是一份谁都能用的东西，而不是可以再次释放区分的东西。这一点在 18.8 的记录卡自指风险里继续处理。

◆ 18.6 预测 3 与预测 4：AI 与谱系

– 预测 3：AI 清洗

预测 3。 保留弃稿与分歧的 AI 协作写作者，与只交终稿者相比，独立判断没有差异。若如此，第三个对立判断，“AI 是最强的清洗机”，撤回。

设想一位写作者用 AI 整理一周的笔记。一种用法是：说一句要求，拿到一份成稿，改两个词，交出去。另一种用法是：每一版草稿、每一次自己否掉的段落、每一个与 AI 意见相左的地方都留着，还把自己追问过的问题单独存一份。前一种用法，来路在交稿的那一刻全部被洗掉；后一种用法，AI 帮着把弃稿排成序列，反而成了沉淀器。所以第三个对立判断的准确说法，是“只交终稿、不留来路”的用法才是最强的清洗机，预测 3 检验的正是这条分野。

读数。 独立判断。在撤去 AI 的新题上，要求参与者就一份新材料写出自己的判断与理由；盲评者看不到参与者属于哪一组，也看不到是否用过 AI。评分点取两项：判断与材料的对应关系，以及理由中出现的、材料本身没有给出的区分。再加一项行为读数：保留物的数量，即弃稿版数、分歧点数与追问数；它在这里对应沉淀保留量，作中介。

比较组。 三组：保留来路的 AI 协作；只交终稿的 AI 协作；不用 AI 而照常写作。第三组是外部参照，用来判断“AI 清洗”究竟是 AI 的性质，还是任何只交终稿的写法的性质。本书的预言是前两组之间有差异，第三组居中或与第一组接近。

时间与顺序控制。 保留来路要多花时间，所以投入时间要记；并且每位参与者在两种用法之间交叉轮换，以免“善于保留的人”本就善于判断。

撤回条件。 保留来路组与只交终稿组的独立判断没有差异，第三个对立判断撤回，第 15 章中关于两种用法对照的主结论一并撤回；若第三组与前者没有差异，而与后者有差异，则“AI 清洗”改写为“只交终稿的清洗”，AI 的特殊性从论证里拿掉。

这里有一处对 AI 研究文献的呼应，只说方向：关于认知卸载与 AI 辅助的研究，常发现把任务整体交给工具后，使用者对任务的记忆与自行判断变弱。本书与它同向，但多问一句：卸载的是结果，还是来路。保留来路的用法，是否把卸载变成了另一回事？预测 3 的设计，就是把这一句问成可以回答的。

— 预测 4：谱系性

预测 4。 同一份经验在不同人身上长出的思想，并不随各自的回写历史而不同。若如此，第 17 章撤回。

第 17 章说，沉淀显露的思想是谱系的，同一性程度由回写历史生成。预测 4 把它变成一个相关性问题：回写历史的差，是否对应显露内容的差。

读数。 两个距离。其一，回写历史的距离：两位参与者在这份经验之后做过哪些回写，包括写过什么、改过什么、讲给谁听、被谁追问，按记录由编码者判定。其二，显露内容的距离：两位参与者在新任务中显露的新区分，其内容有多接近，也由盲编码者判定。第 17 章 17.3 提到的“改写距离”只作辅助读数，不参与撤回的判定。

比较组。 同一份经验交给若干人；对每一对参与者计算两个距离，再看两者是否相关。基线用置换：把回写历史的标签在参与者之间随机打乱，重新算相关，得到“若无关系会出现什么”的分布。同时设一个反方向的对照：回写历史被刻意拉近的一组，例如使用同一份要点互相讨论，本书预言他们显露的内容更接近，同一性更高。这与第 554 号《数学标准的典范重生》关于统一性标准化的讨论相接：标准化相当于把回写历史强行拉齐。三个需要事先排除的对手解释，即起点不同、表达习惯不同、回写路线是被区分选中的，设计与第 17 章 17.8 一致：记录起点并控制；比较区分而非措辞，由不知道分组的人判读；让一部分承载者的回写路线由外部安排，并让同一承载者在对调材料顺序后再走一轮。

撤回条件。 实际相关不高于置换基线〔阈值待核〕，且回写历史被拉近的组与自由组之间没有差异：第 17 章撤回，“谱系的而不是统一的”降为观察，不再作为论断。

◆ 18.7 新区分的盲编码，灵感与思想的划界

前面几条预测大多用到同一个结果量：新区分（预测 0′ 与预测 5 用的是沿用）。如果这个量由知道假设的人来数，所有预测的撤回条件都形同虚设。所以要单独说明它怎样被数。

什么算新区分。 三条同时满足。第一，它把两件原来被放在一起的事分开了（新的对比），或者指出了原来看不出的趋势（新的变化），或者把混在一起的情形摊开了（新的分布）；这是 S1 的三种样子。第二，它在被试此前的材料里找不到，包括经验期的全部记录与参与前提交的基线材料。第三，它在任务里起了用处：后面的判断依赖了它，或者别人据此改了做法。第三条把华丽的措辞与实际起作用的区分分开。

编码手册。 在看任何数据之前写好，并存档冻结。手册给出每种样子的正例、反例与边界例，还规定遇到“似新实旧”的情形怎样处理，例如换了说法的复述一律不计。

编码者与判定者分离。 编码者读材料，把候选区分标出来，不知道参与者的组别，也不知道预测。判定者只拿编码者交来的候选，在去掉组别、去掉参与者姓名的清单上，判断它是否被第二次沿用、是否算结晶。两种角色由不同的人担任；编

码者看不到沿用记录，判定者看不到原始材料的组别。使用 AI 编码时，AI 也属于编码一侧，其输出须经人核对，且同一模型不得兼任判定。

一致性。 两位编码者独立编码同一批材料，报告一致性；一致性低于门槛〔阈值待核〕时，修改手册并重新编码，不得改动结果量的定义去迎合数据。分歧本身也留下，作为手册的沉淀。这一点颇有趣味：研究方法自己也要留下没被洗掉的差异。

灵感与思想之分，作为可撤回的判断。 第 6 章有一句：只出现一次的差异是灵感，不是思想。这句话很容易变成一把万能的刀：凡是产出了新区分却不符合“稳定运行”的案例，都说“那是灵感”，凡是符合的都说“那是思想”，于是任何结果都排除了反例。为了避免这一点，本书把它写成预测，不作为定义。

预测 5（灵感与思想之分）。 只出现一次、尚未被复现的洞见，在之后的追踪中，被第二次沿用的比例，并不低于满足稳定运行门槛的差异。若如此，灵感与思想之分撤回。

这里要先放一个余地：只出现一次的洞见，可能是未被观测到的沉淀。它在被试那里也许出现过，只是记录里没有。所以读数里有一个“观测完备度”：记录的密度与覆盖，决定一次出现是否只有一次。完备度低的参与者，其“只出现一次”的判断不进入此项分析。

撤回条件有两种形状。其一，在观测完备度够的参与者里，单次洞见的沿用比例不低于稳定运行的差异，则灵感与思想之分撤回，书中凡用“灵感”一词指称“尚未结晶的洞见”处，须改为“尚未被观测到沉淀的洞见”。其二，若观测完备度高的参与者里，单次洞见的沿用比例不但不低，而且与稳定运行的差异相当，则判据需要重议，因为“稳定运行”不是结晶的必要条件。不论哪种，不得以“它其实复现过只是没被看到”事后救场；复现须有记录可查。

◆ 18.8 记录卡的自指风险，失败与边界，下一轮

– 记录卡会不会自己变成清洗

设想一张记录卡按分歧、来路、未决分成三栏，一位教师认真填卡，每一栏都写成一句整齐的话：“分歧：两种解法。来路：先去零再算。未决：为什么

错。”表面上是留住了差异，实际是把每一条差异压成了类目名称。这样的三栏本身，就是三个提炼的框。附录一的卡因此不按类型分栏，只设原话、原样、原来路三栏，外加一栏“此处之后发生了什么清洗”。

这是自指风险：记录卡若要求归类、要求概括，它就在做本书批评的事。所以卡的写法有硬规定：只记原话、原样、原来路；分歧贴两种做法的原始痕迹，来路贴实际写过的步骤，未决写当时当场说出口的问题，不加标题，不改写。归类只可以事后由别人做，且另存一份，不覆盖原卡。预测 2 也适用于这张卡：把卡上的内容整理成表格的组，应当比保留原卡的组产出更少的新区分。这条放在附录三，作为对本书自己工具的检验。

— 失败怎样帮助辨认模型的边界

同一次失败，可能来自模型不对，也可能来自别的地方：把不同的事当成同一种关系（映射有误），做法与设计有出入（执行走样），缺了必要的条件（比如没有人承担维护），目标中途变了，或者模型本身高估了结果。若每种解释最后都让模型安然无恙，失败就一文不值。

对本书，这五种归因各有可对的材料。预测 0 失败时，先查沉淀保留量：安排有没有生效，是执行的问题；沉淀留住了而新区分没有增加，才是模型的问题。预测 0′ 失败时，先查两个读数是否测准：条件数的划分、清洗动作的实施，若有问题是映射或执行；读数无误而结晶与二者无关，才轮到判据。预测 1 失败时，先查条件多样性是否被混进熟练度；预测 3 失败时，先查“保留来路”的用法是否被执行，保留物的数量是读数。预测 4 失败时，先查回写历史的记录是否足以区分各人，以及起点与风格两个对手解释；预测 5 失败时，先查观测完备度。每一条都应当写明：哪一类材料出现，指向哪一种归因，随后改哪一句。

失败的价值在于它划出边界。设想预测 1 在条件多样的格里成立，在条件恒定的格里不成立，那么第二个对立判断收窄为：它只对条件恒定的任务成立。这就是一个更准确的、仍然可被反驳的命题，边界因失败而显露，这和本书的原理是同一个动作。反过来，若有人把所有失败都归为“被试没有认真保留”，而这一点只在失败之后才被判定，模型便永远有退路。保留条件须是事先可核的，如保留物的数量、投入时间。

— 下一轮研究怎样不制造知识空转

做完这一轮，补文献、加工具、扩案例都很容易，它们产生可见的成果，却未必改变任何一次判断。所以下一轮开始之前，先问：现在有什么决定，因为一个没分清的问题而难以作出？没有这样的决定，就先停。

具体做法有三条。其一，一页纸登记：本轮决定、两种竞争解释、可得的材料、主要结果、成本上限与停止情形；主要结果在看见表现之前确定。其二，预留的新任务不得反复交给 AI 改写或用来调参，一旦用过，它不再是未用的检验材料，要在记录里标出，或为下一版重留。其三，人与 AI 分工：AI 可以列候选解释、找记录中的冲突、提出任务变式；问题的选择、取材范围与停止，由研究者决定，事实回到来源核对。同一模型既出方案又评分，要报告这层共同来源。

最后是停止的规则：四组设计的预试若显示读数无法区分（例如编码一致性始终低于门槛），应缩小问题，不应加设更多指标。空转的特征，是工作量增加而下一次判断没有变化。本书自己的下一轮，也服从这一条。

◆ 本章结论

1. 本书的原理、判据与三个对立判断各配一条可被撤回的预测（0、0′、1、2、3），第 17 章配预测 4，灵感与思想之分另设预测 5，共七条；每条写明读数、比较组与撤回条件，撤回的范围与证据击中的范围相当。第 9 章的抢先提示不另立预测，是预测 0 下的操纵变式。
2. 四组设计（只看要点、只保留原始沉淀、沉淀加提炼、对照）使本书与生产性失败、经验学习圈的路数在同一处做出相反预测：本书预言只保留原始沉淀不劣于沉淀加提炼，并在其后新任务中显露更多新区分。
3. 稳定运行用复现与存留两个独立读数测量，门槛暂取至少三次、两种条件、经过一次清洗仍存留〔阈值待核〕；预测 1 把熟练度与条件多样性分开，沉淀保留量作中介变量、沉淀率作刻度，投入时间作控制。
4. 新区分由盲编码者标出，沿用与结晶由另一位判定者判断；灵感与思想之分是可撤回的预测，不是排除反例的定义；沉淀记录卡只记原话、原样、原来路，以免自身成为清洗。

5. 失败的用处，在于划出模型的边界；下一轮研究先问“哪一个决定因此难以作出”，没有答案就停，以免知识空转。

◆ 本章参考

— 原始文献

· 无。

— 研究文献

· Kapur, M. (2008). Productive failure. Cognition and Instruction, 26(3), 379–424.
· Kolb, D. A. (1984). Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
· Rittle-Johnson, B., & Star, J. R. (2007). Does comparing solution methods facilitate conceptual and procedural knowledge? Journal of Educational Psychology, 99(3), 561–574.
· Hatano, G., & Inagaki, K. (1986). Two courses of expertise. In H. Stevenson, H. Azuma, & K. Hakuta (Eds.), Child Development and Education in Japan. Freeman.
· Bjork, R. A. (1994). Memory and metamemory considerations in the training of human beings. In J. Metcalfe & A. Shimamura (Eds.), Metacognition. MIT Press.

— 站内著作

· 第 554 号《数学标准的典范重生》：统一性标准化与特征律。
· 第 513 号《SDE九宫格透镜问题分析法》：S1·D2·E3 的定义。
· 第 409 号《教育的产品是结晶》：学习者结成的结晶不能代付。

◆

结语

盆底那一层

◆ 回到盆底

全书从一只盆讲起，也在一只盆边结束。

水倒掉以后，盆是干净的，碗架上的碗是干净的，抹布晾在水龙头上。凡是以完成为目的的检查，到这里都可以通过。可是只要低头看一眼，盆底仍然有薄薄的一层东西：一点没有冲净的油花，几粒泡沫，一小圈水痕。这一层不是失败的残余，也不是需要立刻处理的污渍。它是这一次洗碗在水里走过的路留下的印子。

本书把经验里的这一层叫沉淀。前面十八章做的事情，不过是围着它一点一点地看：它怎样被洗掉，怎样被留下，留下以后在什么条件下积到足够多，显露成一个原来没有的对比、一个原来看不出的变化、一个原来混在一起的分布。显露出来的，本书叫它思想。

回头看，全书的论证是一条线。第一编说清洗：完成是第一道，熟练是第二道，标准化是第三道，把经验写成谁用都一样的要点是第四道（这是按清洗从哪里来、一层比一层彻底来数的；第三编的五种，是按清洗的方式来数的，两套数法在提炼处交会）。清洗有它的道理，没有它交不了差，也组织不起来。第二编说机制：没被洗掉的差异互相碰撞，碰撞之后按差异序列运行、一层一层落下，稳定运行到一定程度结晶为特征，写回承载者以后再成为下一层沉淀的底。这是特征律在经验上的样子。第三编讲五种清洗，是同一道水从五个方向冲来。第四编走进四个现场，看水怎样在数学课堂、阅读、写作与 AI、教师协作里流。第五编转过来问：这样长出来的思想，彼此是否一样；以及，这本书的原理在什么读数面前应当撤回。

现在可以问最后一个问题：说了这么多，读者拿什么带走？我想答的是三件很小的事。第一件，对经验里的差异多一分珍惜，别急着把它当脏东西。第二件，

对“干净”多一分警惕，干净的结果可以交差，却不是思想的来源。第三件，每个人都可以在自己的现场里找到那一层，用一张卡、一页纸、一句原话，把它留下来。

◆ 什么该洗，什么该留

判据已在第 2 章 2.8 立起，导论 0.2 作过概述，这里只取它的结论：为交付、组织与连接所需的封口，该洗；在不同条件下复现、尚未结晶的差异，该留，办法是原样留下。第 11 章又从压缩的不可逆处补了理由：要点写成的那一刻，没有人知道这份差异将来会在哪里用得上。已经结晶、成了公认区分的东西，放心拿去用，不在此重复。

结语要补的，是判据背后的三件事，前面各章没有单独说过。

第一件是顺序。洗与留之间的难处，多半不在哪一件该做，而在哪一件先做。洗掉的东西，没有路可以原样取回；留下的东西，随时可以再洗。这种单向性使顺序有了分量：先留一份再洗，洗坏了可以重来；先洗再想起要留，留下的已是洗过的东西。所以“先留，再洗”不是一句劝勉，是从两个动作的不可逆程度里推出来的排列。

第二件是代价的不对称。原样留一份，只需要几行原话，一张没有誊清的草稿，一个仍然悬着的问题，这笔开销小到可以忽略；而洗掉之后才发现洗错了，要付的是再次碰到同一份差异的机会，这笔开销事先无法估价。一边是数得出来的几分钟，一边是数不出来的将来，留的账因此划算，哪怕十份里只有一份将来用得上。

第三件是留的期限。留不是永远。若一份差异留了很久，在许多不同的条件里都没有再出现，经过一次次清洗也没有一回还在，复现与存留两个读数都落了空，就可以放手。放手也是一次清洗，应当当作清洗来做：在记录卡上注明放手的日期和当时的读数，而不是悄悄丢掉。将来它若在别处冒出来，卡上有一行字，说明它曾被放过，放过的理由是什么。

由此得到一个实用的次序。碰到一份经验，先问两件事：它要不要交出去，要不要和别人一起用？要，就按需要洗到够用为止，别多洗。再问第三件：洗掉的部

分里，有没有在不同条件下复现、尚未结晶的？有，洗之前原样留一份。洗是为了交，留是为了长；先留，再洗。

◆ 留的时候也会洗

前面说“原样留下”，要立刻补一句警告，它是附录一专门写明的自指风险：记录本身也会成为清洗。

举例来说。设想一位教师决定把课堂上的分歧记下来。如果他一边记一边归类，把“某位同学这样做，另一位同学那样做”写成“方法一、方法二”，把含糊的说法替换为规范的术语，再把几条记录概括为“学生常见错误三类”，那么这份记录卡本身就成了又一道提炼。它整齐、漂亮、便于转手，也洗掉了它本来要留的东西。

所以记录卡只记原话、原样、原来路。分歧栏里写两种做法各自怎么做的，不写哪一种对；来路栏里写这一步是怎么走过来的，包括走错的和走了一半的；未决栏里写那个问题本来的问法，不写它的答案应当是什么。记录者可以事后另起一栏加上自己的看法，但看法与原样要分开放，不要把看法写进原样里。

这种分开本身不容易做到，因为我们一落笔就想把话说顺。顺是写作的惯性，是清洗的惯性。这提示一件事：留下沉淀不是一个操作步骤，而是一种持续的节制。每一次把话写顺之前，先停一停，问一句：我要把哪一块毛边磨掉了？

这里与第 7 章的回写接上了。当事人自己动手、仍连着来路与原始分歧的总结，是回写的一种，不是清洗；它把显露出来的思想写回承载者，成为下一层沉淀的底。区别在于连不连着来路。连着，总结是沉淀的一部分；断开，总结就成了库存。同一个动作，两种结果，要看它手上有没有留着那根线。

◆ AI 时代，怎样留住沉淀

本书的第三个对立判断是：AI 是最强的清洗机。写到结语，我要把这句话说得更完整一些，因为它很容易被读成对 AI 的指控。

AI 之所以是最强的清洗机，是因为它让“完成”的代价低到几乎为零。一道题，几秒钟有答案；一篇文章，几分钟有终稿；一份会议记录，转写之后立刻成了

整齐的纪要。以前这些完成要靠人一步步地走，走的过程中无数的差异落下来，成了沉淀的原料。现在路被压缩成一步，序列断了，只剩下一个流畅、完整、谁看都满意的结果。这是没有沉淀的完成。

但是机器本身没有规定怎样用它。同一个对话窗口，可以只交终稿，也可以让对话留下来：问了什么、被它推翻了什么、自己改了哪一句、弃掉了哪一稿、两个版本之间差了什么。后一种用法，对话本身成了沉淀的记录，AI 成为最强的沉淀器：它能帮我们把每一次分歧写得更完整，把每一个来路保存得更清楚，把几个月前被弃掉的想法在需要的时候重新递回手上。机器的耐心比人好，它不嫌记录琐碎。

所以在 AI 时代，留住沉淀要靠三个习惯。

第一个习惯，留下弃稿。每一次让 AI 重写、修改、润色，都保留前一稿，并且保留自己为什么不满意的那一句话。弃稿里有差异，不满意的理由里有更多。

第二个习惯，留下分歧。当 AI 的回答和自己的判断不一致时，不要急着判谁对，先把两种说法并排放着，记下各自依据什么。分歧不一定要解决，往往它的价值就在于存在。

第三个习惯，留下自己的提问。AI 的回答是最容易被复制的东西，一个人的提问才是他的来路。同一个问题怎样一遍遍地换着问法，是他在差异序列里的轨迹。

这三个习惯有一个共同的前提：成果的作者仍然是人，思考的责任仍然归他。AI 可以提出竞争的解释，可以整理版本，可以查找线索，也可能制造出毫无依据的顺滑衔接。越是读起来流畅的地方，越要能够返回材料说明来路。这是我在写这本书时每天提醒自己的话，也是写给所有用 AI 整理经验的人的话。

还要补上协作成书本身的一层。本书的正文由 AI 协作撰写，经过统稿与三轮审读，这使我有机会亲身试了一遍上面的三个习惯。大纲的几个版本都留着，被否决的写法留着，审读中互相不同意的意见也留着。统稿时，审读意见里被批评的地方留在那里，那一处就还能被重新读一遍，句子也才有机会被重新想过。要是每一轮都只保留最后的版本，这些东西没有一样会留到今天。一本书尚且如此，一个人的经验就更是如此。

还有一种担心，我想正面回答。有人说，AI 既然什么都能代劳，人是不是就不再需要经验、不再需要沉淀了？恰好相反。AI 写出的流畅文字，多半是无数人已经洗得很干净的结果的再组合；它提供的是“谁用都一样”的东西。每个人手里不一样的，只剩他自己的沉淀。当干净的结果人人都有、人人都能秒得，唯一不能被替换的，就是那一层没有被洗掉的东西。AI 把清洗变得极便宜，沉淀也就因此变得极珍贵。

◆ 思想的谱系性

最后讲一个容易被忽略的后果。如果思想是没被洗掉的差异沉淀显露出来的，那么思想就不是统一的。

同一份经验，在不同的人那里沉淀的东西不同。同一堂课，一位教师带走的是学生在退位处的犹豫，另一位带走的是班里两种算法的并存；同一次洗碗，我留下的是“什么算一次完成”，儿子留下的也许是“手上这只碗算不算洗好了”。每个人的承载者不同，回写的历史不同，沉淀的底不同，同一份经验落在不同的底上，显露的就不同。这不是缺陷，是机制本来的样子。

所以思想不是一棵树，只有一个根，一条主干。它更像一个谱系：有近的，有远的，有彼此相似得几乎重合的，也有只在某些角度才看得出亲缘的。它们的同一程度，不由某个权威规定，而由各自的回写历史生成。两个人若各自回写了很多相同的东西，思想就接近；若回写的东西差别很大，思想就疏远。这与站内第 552 号《陶哲轩如何才能与大模型公司和解与合作呢？》和第 554 号《数学标准的典范重生》讲的同一性谱系一脉相承，本书只是把同一件事放在个人经验的尺度上看。

谱系的说法还带来一种宽容。我们常常因为别人想不到自己想到的东西而着急，其实对方的沉淀本来就不在同一处；也常常因为自己想不到别人想到的东西而自责，其实那份沉淀自己从未经历过。差异不是高低，是来路。承认来路的不同，交谈才有可能从“谁对”转到“你是从哪里走到这里的”，而后一个问题，才会引出新的东西。

这样看，有几件事跟着就清楚了。

第一，统一的要求本身就是一种清洗。要求大家得出同一个结论、写出同一份总结、背下同一套要点，是在要求大家把各自的沉淀洗到一样。洗到一样，交流变容易了，思想却也变少了。所以一个学校、一个团队、一个学科，若希望还有新的区分长出来，就需要保护成员之间沉淀的不同，而不是急于把它们抹平。

第二，分歧是资源。两个人对同一件事的看法不同，不一定要通过争论决出一个对错。把两种沉淀并排放着，往往比选定一个更有产出。我和儿子的洗碗就是一个小例子。

第三，不同的思想之间并不要求互相证明。它们可以互不同意，却互为参照。一个谱系里的节点不需要是同一个点，需要的是彼此看得见对方的来路。

这也是为什么本书不写成一套“方法”交给读者照做。一套做法如果被所有人原样执行，所有人的沉淀又会被洗得一样。读者拿到本书，最该做的不是复制我的记录卡，而是在自己的现场里长出自己的那一张。

◆ 熟练、条件与保留

前面反复出现过熟练，结语里要把它的位置再摆正。

本书说熟练洗得最干净，指的是条件恒定下的熟练。同一个人在同一间厨房、同一套碗、同一个流程里洗了几千次，每一步都已经自动化，没有一处需要停一下，所有可运行的差异都被优化掉了，这是高效而贫血。可是同一位熟手若换了碗，换了水质，换了在场的人，仍旧刻意留意手上的变化，把每一次不一样的地方记下一笔，他的熟练就连着差异，这是研究者所说的适应性专长，也正是本书原理的正面例子。熟练本身没有错，错的是把熟练等同于“已经不需要再看”。

这给出一个很朴素的建议。越是熟悉的事，越要给它一点条件上的变化：换一个顺序，换一个人来做，换一个场合，或者只是每周挑一次，用不顺手的方式做一遍。变化带来的不是效率，而是差异重新有了落脚的地方。也不需要把一切熟悉的事都弄得不熟悉，那是混沌，混沌过度，差异撞来撞去，一个也落不下来。沉淀和结晶需要的是介乎秩序与混沌之间的地带：大部分是熟的，有一小部分是新的，新的那部分就是差异下脚的地方。

◆ 这本书等着被检查

一部讲留下差异的书，自己也应当留下它可以被推翻的地方。第 18 章与附录三写了七条判决预测，编号是 0、0′、1、2、3、4、5。预测 0 守原理：保留沉淀记录的一组与只保留结果的一组，在其后同类任务中显露的新区分是否有别。预测 0′ 守判据：在不同条件下反复出现的差异，是否比只出现一次的差异更常结晶。预测 1 守第二个判断：熟练度与沉淀的关系，熟练度与条件多样性分开计。预测 2 守第一个判断：把沉淀写成要点之后与保留原始之后，后续新区分的多少。预测 3 守第三个判断：保留弃稿与分歧的 AI 协作者，独立判断是否强于只交终稿者。预测 4 守第 17 章：同一份经验在不同人身上长出的思想，是否随各自的回写历史而不同。预测 5 守灵感与思想之分：只出现一次的洞见，是否真的更少被第二次沿用。每一条都写了读数，写了撤回的条件。

其中一条在设计上与最强的对手分叉。生产性失败与经验学习圈的路数会预言，保留沉淀再加自己动手提炼的一组最好；本书预言，这一组并不优于只保留原始沉淀的一组，后者在其后若干次新任务中显露的新区分不会更少。两种预言不会同时成立。即使前一种预言成立，被撤回的也只是第 11 章“要点替代不了沉淀”的强说法，改写为提炼连着原始记录时有额外增益；原理仍可站立，只要保留沉淀的各组还优于只交结果的一组。哪一个成立，要看现场给出的数。我把这种分叉看作这本书最诚实的地方，也是它最不安的地方：它把自己放到了一个会被证明较弱的位置上。

读者也可以做更小的检验。选一件反复影响你选择、始终说不清的事，用一张记录卡，在接下来的一个月里，只记原话、原样、原来路。一个月之后翻出来看：有没有一条在不同的日子里反复出现，有没有一条在你整理过以后消失了，有没有一条在一个全然不同的场合里忽然派上了用场。这样的检查不需要大样本，也不需要别人批准。如果什么都没有发生，这个结果同样值得记下，它至少告诉你：这件事，只需要当成生活去过。

◆ 三个小动作

如果要把全书压成可以立刻做的动作，我想留下三个，分别给教师、家长与用 AI 写作的人。它们都小，小到一天里随时可以做，也小到忘了做也没有损失。

给教师的动作，是在一道题做对以后，多问一句“你是怎么算的”，并且把两三种不同的算法原样写在黑板的一角，不评高下。设想一堂减法课，还是那道 404 减 245，学生都得到 159（它的来路，第 3 章列过，第 13 章又把它做成题组）。课可以照常往下上。下课以后，挑其中两三种不同的算法，原样抄进一张卡里，隔一周，看班里哪一种在别的题上又出现了。教师在此并没有多做什么，只是没有让来路随着答案一起被擦掉。

给家长的动作，是在孩子完成一件事之后，不急着评价结果，而是问一句做的次序。碗洗干净了，作业写完了，积木搭好了，结果大多已经可以看见，看不见的是中间怎么走。家长若愿意记住孩子一两次不同于自己的做法，哪怕只是在心里记着，也是在替这个孩子保管一份沉淀。也别忘了，家长自己的做法同样是一份差异，父亲洗碗的办法，不必为了让孩子学会而被压成唯一的办法。

给用 AI 写作的人的动作，是保留一份自己的“弃稿夹”，第 15 章 15.9 讲过怎样让这份记录自己不变成新的清洗。每次让机器改写，旧稿不删，改稿旁边写一行自己为什么不满意。半年之后翻开，会发现这些不满意里有许多共同的地方，它们正是自己的写作里一再出现、一再被改掉的东西。这种东西，机器的终稿里是找不到的。

三个动作的共同点是，都没有要求做出一件新东西，只要求少做一次抹平。抹平是日常里最顺手的动作，少做一次，差异就多一次落下的机会。

◆ 最后一层

写到这里，我想起写前言时的那只盆。

我们每个人每天都在洗东西。洗碗，洗衣，洗稿子，洗一次会议的纪要，洗一天过去之后留在心里的那些零碎。洗是必要的，不洗，生活没法往前过。但是在每一次洗完之后，请在转身之前低头看一眼盆底。

那一层可能什么也不是，一点泡沫，一圈水痕，随手冲掉也毫无损失。大多数时候都是如此，本书从未要求每一件事都留下沉淀，日常生活大部分时候只需要是生活。

可是也有些时候，那一层里有一点东西，在上一次洗碗时见过，在昨天的课上见过，在三个月前的一份稿子里也见过。它每一次都以不同的样子出现，每一次都被冲掉了，每一次又回来。这样的东西值得留一留。留下它，不必立刻弄懂它，也不必给它起名字。把它原样放在一个地方，隔一段时间，再遇到时看它有没有变得更清楚。

思想就是这样长出来的。它不是被谁在某一个晚上提炼出来的，也不是某个人决意要有的。是差异在经验里一次次落下，在承载者上积起来，积到一定程度，在一次新的经验里显出一个原来没有的对比、变化或分布。那时我们说，这里有了一个想法。其实它的原料一直在，只是留在盆底，等着我们不要把它冲走。

◆ 本书结论

1. 思想是经验的差异没有被清洗掉，而留下来的沉淀显露。它是特征律“混沌碰撞—自组织—涌现”在经验上的翻译，特征是差异稳定运行的结晶。
2. 完成、熟练、标准化与提炼都是清洗；清洗为交付、组织与连接所必需，该洗的要洗，但清洗得越彻底，思想越没有来处。
3. 在不同条件下复现、尚未结晶的差异，该原样留下；留的代价很低，办法是只记原话、原样、原来路，不归类，不总结。
4. AI 的用法决定它是最强的清洗机还是最强的沉淀器：只交终稿则清洗，留下弃稿、分歧与提问则沉淀。
5. 沉淀挂在各自的承载者上，思想因此是谱系的，同一程度由回写历史生成；这条原理自备七条判决预测和撤回条件，等待现场的检验。

请留着盆底那一层。

附录

本书附录四件：附录一 沉淀记录卡；附录二 五种清洗自检表；附录三 读数口径与判决预测的研究设计；附录四　术语表与初稿材料来路。附录一是沉淀记录卡，读者可先看。

附录一

沉淀记录卡

一、卡的样子

记录卡只设三栏，外加一栏说明清洗：

栏	记什么	怎样记
原话	当场有人说出口的话，包括说到一半断掉的半句	逐字抄，保留语气词与停顿；记不清就写“记不清”，不补造
原样	做法、答卷、草稿、两个版本本来的样子	贴原件或抄一行；两边并排放，不判谁对
原来路	这一步是怎样走过来的，包括走错的、划掉的、走了一半的	按先后逐步记，不合并，不省略
此处之后发生了什么清洗	这一项记下之后，经历了完成、改正、总结、换标准中的哪一种	写动作与日期，如“周五订正”“期末写入总结”“下学期换了评价表”；之后每发生一次，追加一行，不改旧行

卡的抬头只写编号、日期、场合、谁保管，不设类别框，也不设“归纳”“要点”“建议”之类的栏。第四栏的用处在第 6 章讲过：存留这个读数要登记是哪一次清洗之后的存留，事后挑动作来报告，读数就不可信。

每张卡记一处差异，不求全。三型沉淀各用一张卡的写法，下面各给一个示例。三个示例都是设想，场景取自书中已有的构造：分歧型取第 3 章的教研室，来路型取第 13 章的课堂，未决型仍取教研室。示例里的话是为说明填法而拟的，不是调查所得。

二、示例一：分歧型（设想）

栏	填写
原话	甲老师：“我讲透了，作业就只是巩固。”乙老师：“先让他们做，错在哪里，他们才肯听。”

栏	填写
原样	甲班同一单元的作业错误，集中在两处，复印一份；乙班先练一轮留下的错题，复印一份；两份并排贴在卡上，不写哪份更好
原来路	会上争了四十分钟；甲先举自己班的例子，乙接着举自己班的例子；组长在时间到了时说“先试行先练后讲，一个月后再看”；甲说“可以试，但我保留意见”
此处之后发生了什么清洗	当晚：纪要写成“决议：下周起试行先练后讲”（完成，封口）。一个月后：复盘会用一页总结，总结里只有“效果良好”四个字（总结）

这张卡留下的，是纪要里没有的那部分：两种做法各自的实例，以及一方说出口的“保留意见”。卡上没有“方法一、方法二”，没有“双方观点如下”。复盘会翻出这张卡的人，会同时看到两份复印件，这就是分歧型沉淀能再次碰撞的前提。

三、示例二：来路型（设想）

栏	填写
原话	丁，纸边小声说：“再减 1。”
原样	丁的纸：先写 405−245＝160，下面一行“再减 1”，最后写 159。原纸贴上，旁边另贴同日乙的纸（404−200＝204，204−45＝159）和丙的数线
原来路	丁没有直接面对 404，先换了一道自己熟悉的邻题，算出得数，再回头修正；本月第二次课，614−358 也走了同一条路，先写 615−358＝257，再减 1
此处之后发生了什么清洗	当堂：教师打钩收卷（完成）。次日：订正，丁的纸上无错，原样未动（改正）。第二次课后：全班一起总结“邻题法”（总结），丁纸上的“再减 1”仍在原纸上（存留）

“再减 1”这半句，若被当成笔误擦去，来路就没有了。卡上逐条记下它在哪一次课、哪一种题里出现，第 13 章所说的复现与存留才有底本可数。示例里的两次出现，各算一次，条件不同（零位在十位，没有零位）。

四、示例三：未决型（设想）

栏	填写
原话	第三位老师，在会议末尾，说了半句：“可是有些孩子做错了会直接放弃的——”
原样	这半句话没有人接，会随后就散了。若有录音，写位置；若无录音，写“凭记忆，记录人当晚补写”
原来路	这半句话出现之前，两位老师刚刚各讲完一个班级的实例，其中一位的“做错三次才听懂”还被追问了一句；这半句话之后，会就散了
此处之后发生了什么清洗	当晚：纪要整理（完成），未记；一个月后：复盘会，另一位老师用别的话把它说了第二遍（出现一次复现，登记为“第二次，不同条件”）

未决型沉淀的卡，最容易被填成“待研究：学生放弃的问题”。那就是一句类名，原来的口气、说到一半的断口，全不见了。这也是下面要说的自指风险。

五、记录卡的自指风险与防法

记录卡是为保存沉淀而设的，填写的人却有一种强烈的倾向：把每一栏填得整整齐齐。分歧写成“两种教学观”，来路写成“若干方法”，未决写成“待进一步研究”。整齐就是归类，归类就是提炼，提炼是本书批评的那种清洗。卡片越整齐，沉淀越少。所以记录卡自身带着一个自指的风险：它能成为清洗机。防法有六条。

第一，不设归纳栏。卡上没有地方写“要点”“原因”“建议”“结论”，没有地方让人写下谁对谁错。

第二，栏内不得有类名。写完一栏，自检一遍：这一栏里有没有一句话，换一个人、换一次会议、换一道题也照样成立？有，就是类名，删掉，换回当时的原话。

第三，原件优先。能贴原件就贴，不抄；能抄一行就不改写。

第四，不回头修改。卡写好之后，只追加，不覆盖；第四栏每发生一次清洗，就多一行，旧行原样留着。

第五，归类只许事后由别人做，且另存一份。想看全部分歧型的人，可以另开一页索引，指向原卡，不碰原卡。索引是目录，原卡才是正文。

第六，卡的整齐程度本身是警示。若一叠卡填得几乎一个样，说明填写者在往栏目里压；应当看到的是卡与卡之间长短不齐、口气各异。

这一风险也进入了研究设计：附录三的检验里，设了一个比较，一组保留原卡，另一组把卡上的内容整理成表格，看后者后续的新区分是否更少。这是本书对自己工具的检验，它输了也要认。

附录二

五种清洗自检表

五种清洗各洗掉哪一型沉淀，以第 8 至 12 章的实写为准。表一与第 12 章 12.7 的总表相同，以第 12 章为准；表二给现场信号与低成本的留法。表后有一组自检问句，在完成一件事之后几分钟内就能走完。

表一　五种清洗与三型沉淀（“主”表示该章把这一型作为主要的失去来写，“兼”表示同时涉及）

清洗	来路型	分歧型	未决型	洗的方式	特征律上受损的一环	最先掉的读数
合并（第 8 章）	主：同一标签、同一行动单位下的不同来路被并成一条	兼：按人合并时，方法的差异淹没在人的差异里	兼：纪要把各执一词与被打断的问题收成一句	单位封口，跨次的差异无处安放	混沌碰撞：相邻两次不同场，碰撞的双方认不出（按指标合并另伤自组织：序列压成标量接不上）	复现：跨次、跨条件的计数无处可记

清洗	来路型	分歧型	未决型	洗的方式	特征律上受损的一环	最先掉的读数
抢先（第 9 章）	兼：事实核对收走“为何读成 414”这类来路	兼：操作纠错当场缝上各种错法之间的缝	主：解释性提示在问题成为自己的问题之前就把它回答了	差异未落下即被收走；过晚一端则是时间把已落下的洗掉	混沌碰撞与自组织：对象尚未凑齐，序列在第一格被改写成教师的序列	抢先端先掉复现（没有第二次可数）；过晚端先掉存留（承载者衰减）
换尺（第 10 章）	主：材料被终稿吸收	主：分歧被分数吸收	主：空白被零吸收	差异还在而读不出，新旧两账的接口断了	自组织：序列在换尺处断成两段，两头不接	存留：换标准之后，旧差异还读不读得出
提炼（第 11 章）	主	主	主：三型一并压成“谁用都一样”的要点	压成可转手的要点，来处一并去掉	混沌碰撞与涌现：相撞的双方只剩一方进入要点，将来结晶的原料被压缩	存留：清洗动作之后，原样已无

清洗	来路型	分歧型	未决型	洗的方式	特征律上受损的一环	最先掉的读数
代领（第 12 章）	主：完成顶替理解	主：改分顶替成长	主：成稿顶替判断	差异从未产生，因为没有哪个环节还需要它	上游条件：差异“被需要”的位置被取走	复现与存留均无从谈起

表二　现场信号与低成本的留法

清洗	现场信号	低成本的留法
合并（第 8 章）	记录里只有“每次的结果”，没有次与次的对照；“这是他的办法”这样的说法替代了对做法的描述；一个指标覆盖了许多情形	在行动单位之外，另设一个辨因单位：同一件事换着做，各记一行；原样放着，先不归类，不把作答记成“连续退位错误”这类标签
抢先（第 9 章）	学生刚停笔或刚开口，反馈已经到了；提示替他走完了关键一步；“这个我来告诉你”的句式出现得早	先核对，同时记下一笔“此处核对过，原话是……”；提示之前先等，约好一个等待的长度；终评要同时说出评价的对象、标准与支持条件，被评之外的不一并封口
换尺（第 10 章）	总分在，分项不在；旧表没有新表要的栏；前后两段成绩排在一起，中间却有一次标准修订；“以前没有这一项”被读成“当时不会”	留原材料，不只留总分；留规则版本；新旧并行判读，不覆盖旧判断；保留一小块跨尺不变的共同描述；对账率低时先补材料，再谈增长
提炼（第 11 章）	一页要点代替了几十页原件；原件被扔、被覆盖或“反正有要点了”；要点读来谁用都一样；转手的人照着做，做不出新的区分	要点只当目录，每条旁标明原件的位置；原件原样放着，不整理；未决的问题单独记，原话原样；当事人自己动手、连着来路的总结可以做，那是回写
代领（第 12 章）	帮手或工具在人动手之前就给出了结果；分数涨了，说不出逐题涨在哪里；稿子通顺，写的人说不清自己拿不准什么	先走一遍再看答案，把步骤写在草稿边上；把分数拆回逐题，写一两条“这题上次这样，这次那样”；稿前写下“我拿不准的是……”，稿到手后对一对

— 自检问句

做完一件事，对着上表问四句。

一，这件事收尾的单位是什么？是一次、一个人、一个指标，还是别的？单位之外，有没有留一笔？

二，有没有人在差异落下之前就给了答案？给的是核对、纠错、提示，还是终评？

三，如果明年换一把尺，今天留下的东西还能被重新读取吗？

四，我手里的这份东西，是谁都能转手的要点，还是还连着来路的原件？原件在哪里？

四句里任何一句答不上来，就挑最便宜的一条留法做。“留”的代价低，原样留下就够了：抄一行，贴一张，多存一页。不必五种同时防，找到成本最低的一处下手；五种清洗之间会互相加强，也就会互相松动。该洗的还是要洗，为交付、组织与连接所需的封口，不必犹豫，也不必愧疚。

附录三

读数口径与判决预测的研究设计

一、总则

第 18 章写的是预测的形状，本附录写记录与计数的口径，使不同的研究者数出来的是同一样东西。五条总则。

其一，预注册。分组方式、读数定义、编码手册、阈值与撤回条件，在收集任何数据之前存档，之后只增不改，改动注明时点与理由。

其二，盲。编码者不知道参与者的组别，也不知道预测；判定者不知道原始材料的组别。

其三，不编数据。本附录没有样本量，没有效应量，也不写“预期有显著差异”之类的话；样本量与门槛待预试之后补记〔阈值待核〕。

其四，预试的材料不进入正式分析。预试只检查任务读得懂、记录填得完、手册有无漏洞。

其五，每个读数都有一个失败时先查什么的顺序（见本附录第五部分）。

二、读数口径

复现。 同一种差异出现在几次经验、几种条件下。数两个数：次数，条件数。条件在看数据之前划定，如同一道减法题换了数位、换了题面、换了讲解人；同一篇文章在不同读者、不同时间读。同一条件下出现十次，条件数仍为一。数的是“同一种差异”，不是“同一句话”：每次会议都写“要加强沟通”，复现的是格式，不是差异。

存留。 经过清洗动作之后，这条差异还在不在，且保持原来的样子。清洗动作取四种：完成、改正、总结、换标准，事先登记是哪一次之后的存留。核查的办法是回到记录或承载者那里找原样；找到的是概括，不算存留。

稳定运行与结晶。 稳定运行要求复现与存留两个读数都达到门槛；研究设定暂取“至少三次、至少两种条件、经过至少一次清洗仍存留”〔阈值待核〕。两个读数分开观测、分开登记。结晶的读数是另一件事：这条差异在之后的新任务里，被

人用来把两件原来分不开的事分开，并且被第二次使用，不限于提出者本人。沿用要有记录，不靠回忆。

沉淀率（刻度）。 一次完成留下的沉淀，与任务总量之比：

沉淀率＝（来路种数＋分歧条数＋未决项数）÷ 任务总量

来路按种数计：同一个结果的不同路径，每一种计一，同种的重复不另计；分歧按条数计：每一对并排成立的做法计一条；未决按项数计：每一个被提出而没有回答的问题计一项。任务总量是同一次完成里的题数、议题数或稿件段数，事先定义。沉淀率是刻度，说明留得多不多，不说留得好不好；一场什么都不决的会议，沉淀率可以很高，却没有交差。前面各章提到沉淀率处，一律以此口径为准。沉淀率与复现、存留不同：它问一次完成当时留下多少，后两个问留下的某一项算不算数。

沉淀保留量（中介）。 一段时间之后，在记录与承载者上经核查仍以原样存在的分歧、来路、未决条目的总条数。它与沉淀率的差别：沉淀率是完成当时的比值，沉淀保留量是事后核查的绝对数。第 18 章用它作中介变量：安排保留沉淀的组，实际上留住了多少，要单独测出来；留住的少，说明安排没有生效，不是原理输了。分析时同时记录投入时间，作为协变量。

对账率（第 10 章）。 旧记录里，在新尺下能被重新读取的差异条数，与旧记录里已知存在的差异条数之比。“已知存在”须有旧记录之外的依据，如原稿、旁注、录音。对账率衡量换尺之后还剩多少，与沉淀率（当时留多少）、存留（清洗之后在不在）是三个不同的量。只留总分的记录，对账率趋近于零。

可追溯比例（预测 2）。 一位参与者在后续新任务中产出的新区分里，能回指到最初那份经验里某一条具体分歧、来路或未决项的比例。回指要写出是哪一条，由判定者核对，不凭参与者自述。要点组里的新区分若多回指要点中的某句话，而不回指原始记录，可追溯比例就低。

改写距离（第 17 章）。 把一个区分交给另一位使用者，他要对它作多少处改写才能在自己的经验里立得住。改写处包括：核心词被替换，条件被增删，适用范围被改动，例子被换掉。由盲判定者按手册数处数，必要时再除以该区分表述的语义单元数。改写处很少，统一性强；改写处很多，谱系性强。它只是第 17 章的辅助读数，不参与预测 4 的撤回判定，预测 4 的主读数是下面两个距离；口径在预试里校准。

回写历史距离。 两位参与者在同一份经验之后做过的回写之差。回写的记录包括：写过什么，改过什么，讲给谁听，被谁追问，跨过了几种条件。由编码者按记录对每一对参与者判定其差异的程度。

显露内容距离。 两位参与者在新任务中显露的新区分，内容有多接近，由盲判定者判定。比较的是区分，不是措辞；换了说法而区分相同，距离为零。

置换基线。 把回写历史的标签在参与者之间随机打乱，重新计算两个距离的关联，重复多次，得到“若二者无关会出现什么”的分布。实际关联高于这个分布的哪一段才算数，是〔阈值待核〕。

新区分与盲编码。 新区分须同时满足三条：其一，它把两件原来放在一起的事分开（新对比），或指出原来看不出的趋势（新变化），或把混在一起的情形摊开（新分布）；其二，它在参与者此前的全部材料中找不到；其三，它在任务里起了用处，后面的判断依赖了它或别人据此改了做法。编码手册在看数据之前写好并冻结，给出正例、反例与边界例，规定换了说法的复述一律不计。

编码者读材料，标出候选区分，不知组别，不知预测；判定者只拿候选清单，去掉组别与姓名，判断是否被第二次沿用、是否算结晶。两种角色由不同的人担任；用 AI 编码时，AI 属于编码一侧，输出须经人核对，同一模型不得兼任判定。两位编码者独立编码同一批材料，报告一致性；低于门槛〔阈值待核〕时，修改手册并重新编码，不得为迎合数据改动结果量的定义。分歧留作手册的沉淀。

观测完备度。 记录的密度与覆盖。预测 5 里，只出现一次的差异要有足够的观测完备度，才能算“只出现一次”；完备度低的，不进入此项分析。

三、七条判决预测

预测	守的断言	读数	比较组	撤回条件（撤回什么）
0 原理	思想是留下来的差异的显露	新区分条数；沉淀率；沉淀保留量；投入时间	保留沉淀（B、C）对只保留结果（D）；下设三个现场分支（见下）	沉淀保留量达到下限〔阈值待核〕的参与者中，扣除投入时间后两组新区分条数无差异，且两位独立编码者结论一致：撤回原理一句
0′ 结晶判据	稳定运行（复现＋存留）是结晶的判据	复现（次数、条件数）；存留；沿用（结晶）；相位的粗略读数	复现高低×存留高低四格，各格结晶率	第一格（高高）的结晶率与其余三格合并无差异：撤回判据；若只有一个读数起作用，判据收窄为那一个；次要预测：结晶集中在半成形的相位，若相反，撤回的只是介生态在个人经验层的操作化

预测	守的断言	读数	比较组	撤回条件（撤回什么）
1 熟练反比	越熟练，沉淀越少	熟练度；条件多样性；沉淀率；新区分条数	熟练高低×条件多样性高低四格；沉淀保留量作中介，沉淀率作刻度	条件多样性低的格里，熟练高者新区分并不更少：撤回第二个对立判断；交互不存在：撤回第 8 章“条件恒定”的限定，改写为熟练本身的性质；沉淀率控制熟练度后不再解释新区分：撤回机制部分（熟练洗得干净的 D3 解释），现象部分可单独保留

预测	守的断言	读数	比较组	撤回条件（撤回什么）
2 提炼是清洗	把沉淀写成要点，后续新区分减少	新区分条数；可追溯比例；提炼者与转手者的差	A（只看要点）对 B（只保留原始沉淀）；C（沉淀加自己提炼）对 B；A、B 内各再分当事人与转手者	A 不少于 B，且可追溯比例无差别：撤回第一个对立判断；条数无差别而可追溯比例有差别：收窄为“提炼改变新区分的来路”；C 显著优于 B：只撤回第 11 章“要点替代不了沉淀”的强说法，原理保留
3 AI 清洗	只交终稿、不留来路的 AI 用法是最强的清洗机	撤去 AI 后新材料上的独立判断；保留物数量（弃稿版数、分歧点数、追问数）；投入时间	保留来路的 AI 协作；只交终稿的 AI 协作；不用 AI 照常写作；每人交叉轮换	前两组无差异：撤回第三个对立判断与第 15 章主结论；第三组与前者无差异、与后者有差异：改写为“只交终稿的清洗”，拿掉 AI 的特殊性

预测	守的断言	读数	比较组	撤回条件（撤回什么）
4 谱系性	思想随回写历史而不同	回写历史距离；显露内容距离；置换基线	同一份经验交给若干人，两两比较，与置换基线对照；另设回写历史被拉近的一组（如用同一份要点互相讨论），预言其显露内容更接近	关联不高于置换基线〔阈值待核〕，且拉近组与自由组无差异：撤回第 17 章，“谱系的”降为观察

预测	守的断言	读数	比较组	撤回条件（撤回什么）
5 灵感与思想之分	满足门槛的差异，比只出现一次的洞见更常被第二次沿用	沿用比例；观测完备度；复现与存留记录	满足稳定运行门槛的差异对观测完备的单次洞见	单次洞见沿用比例并不低：撤回这一划界，书中“灵感”一词须改为“尚未被观测到沉淀的洞见”；完备度高而单次洞见仍常沿用：重议判据；不得以“其实复现过”事后救场

这七条里，预测 0 若输，其余的意义大减；预测 0′ 若输，原理未必输；预测 1、2、3 各自独立，任何一条输了，只撤回一个对立判断；预测 4 只管第 17 章；预测 5 只管划界。每一次失败只带走它够得着的那一部分。

预测 0 在现场里有三个分支，各自输了，只撤回各自章里的说法，不动原理：

分支	比较	控制与中介	输了撤回什么
抢先提示的时机（第 9 章 9.8）	抢先给出解释性提示的一组，对等到至少两份有区分力的材料落下之后再给的一组；预言后一组在其后新任务中更多显露新区分	中介为沉淀保留量；控制总指导时间与教师讲解量，以免把“多给了讲解”误当成“晚给了反馈”	第 9 章“抢先是清洗”的主张
同伴换纸班（第 13 章）	“同伴换纸、反例卡、自造题”班，对独立完成班	沉淀保留量作中介，投入时间作协变量	第 13 章对应说法

分支	比较	控制与中介	输了撤回什么
教研组比较（第 16 章）	只留决定的组，对保留原样记录的组	同上	第 16 章对应说法

四、四组分叉设计

组	做法	手里有什么
A　只看要点	拿到同一份经验的提炼要点	要点；原始记录收起
B　只保留原始沉淀	拿到分歧、来路、未决的原样记录	原话、原样、原来路，不归类
C　沉淀加提炼	保留 B 的全部记录，再亲手写一份要点	原始记录与自己的要点
D　对照	照常完成任务	结果

四组两两比较各回答一个问题：B 对 D 问沉淀有没有用（预测 0）；A 对 B 问提炼是否替代了沉淀（预测 2）；C 对 A 问连着原件的提炼与不连着的差在哪里；B 对 C 是与最强对手的分叉点。本书预言 B 不劣于 C，并在其后若干次新任务中更多显露新区分；生产性失败与经验学习圈的路数预言 C 最好。四组共用同一份起始经验，随机分配，同一位教师或写作者不跨组；只能按班级或小组分配时，把班级作为一层，并如实写明结论强度因此降低。

五、几项控制与失败时先查什么

熟练度×条件多样性分开（预测 1）。　熟练度取固定任务上的速度、正确率与稳定程度；条件多样性取过去一段时间实际遇到的任务条件数，由工作记录得出，不用自述。两者交叉成四格。只测熟练度，就分不开“熟手本来在多样条件里工作”这一种情形。

控制投入时间。　保留沉淀要多花时间，多花时间的一组本来就可能想得更多。每位参与者的投入时间单独记录，作协变量；预测 3 另用交叉轮换，使每人两种用法都做，避免“善于保留的人本就善于判断”。

沉淀保留量作中介。先看安排有没有生效，再看原理。

对本书自己工具的检验。　把记录卡上的内容整理成表格的一组，对保留原卡的一组，看前者后续的新区分是否更少。这与预测 2 同向，检验的是附录一的卡有没有被填成清洗。

失败时先查什么。 预测 0 失败，先查沉淀保留量，是执行问题；留住了而新区分没有增加，才是模型的问题。预测 0′ 失败，先查条件数的划分与清洗动作的实施。预测 1 失败，先查条件多样性有没有被混进熟练度。预测 3 失败，先查保留来路的用法有没有执行，以保留物数量为据。预测 4 失败，先查回写历史的记录是否足以区分各人，以及起点与风格两个对手解释。预测 5 失败，先查观测完备度。保留条件须事先可核，不得在失败之后才判定“被试没有认真保留”。

附录四

术语表与初稿材料来路

一、术语表

术语	释义	主要出处
清洗	把经验里的差异冲掉，只留下干净的结果。完成、熟练、标准化、提炼都是清洗；清洗是必要的，清洗得越彻底，思想越没有来处	导论，第 1–2 章
沉淀	没被洗掉的差异，一次次落下、积下来，挂在承载者上，有层次，也有时间	导论，第 3 章
显露	沉淀积到一定程度，在新的经验里显出一个原来没有的对比、变化或分布；思想是显露出来的，不是提炼出来的	导论，第 6 章
三型沉淀	分歧型（两种做法之间说不清的分歧）、来路型（同一个结果的不同路径）、未决型（纪要之外悬着的问题）	第 3 章
载体	完成留下的四种东西：结果、文件、习惯、关系；各自洗掉不同的差异	第 2 章
承载者	沉淀挂在其上的人、记录、关系、工具，在 E3 里属于内能。与“载体”不同：载体是完成留下什么，承载者是沉淀落在谁身上	第 5 章
特征律	意义三律之一：混沌碰撞—自组织—涌现；特征是差异稳定运行的结晶。本书是它在经验上的翻译	导论，第 4–6 章
S1·D2·E3	九宫格透镜：S1 是显露的三种样子（对比、变化、分布）；D2 是差异序列的运行；E3 是内能、动能、势能	导论，第 513 号
介生态	D2 的三态之一：秩序态差异被洗净，混沌态过度则无法结晶，结晶发生在二者之间的介生态	第 4、6 章
稳定运行	同一种差异在运行中的状态，由复现与存留两个独立读数共同界定，不以“屡洗不掉”来定义	第 6 章
复现	同一种差异出现在几次经验、几种条件下，数次数与条件数	第 6 章，本附录
存留	经过完成、改正、总结、换标准之后，差异是否还在并保持原样	第 6 章，本附录
结晶	差异稳定运行到一定程度，凝成可明说、可被沿用的区分；特征是差异稳定运行的结晶	第 6 章

术语	释义	主要出处
灵感与思想之分	只出现一次的洞见与满足稳定运行门槛的差异的划界；它是可撤回的预测，不是定义	第 6 章，预测 5
提炼的限定	被判为清洗的，是写成谁用都一样、可转手的要点；当事人自己动手、连着来路的总结属于回写	第 2、11 章
不可替代性	提炼是多对一的压缩，差异将来在什么新经验里撞出结晶，压缩当时无法预知，所以要点替代不了原始沉淀	第 11 章
回写	显露的思想写回承载者，成为下一层沉淀的底；没有回写，显露只是一次灵光	第 7 章
统一性	一个区分、规则或结论，换一个使用者结果不变（谁用都一样）；它是清洗得来的，为交付、组织与连接所需	第 17 章
多元化的统一性	版本很多，每个版本内部谁用都一样；它仍是统一性，不是谱系，判据是换人测验	第 17 章
同一性谱系	同一份经验在不同人身上长出的思想各带来历；同一性有程度，程度由回写历史生成	第 17 章，第 554 号
沉淀率	刻度：（来路种数＋分歧条数＋未决项数）÷ 任务总量	第 3 章，本附录
沉淀保留量	中介变量：一段时间后经核查仍以原样存在的沉淀条数	第 18 章，本附录
对账率	旧记录里在新尺下能被重新读取的差异条数，与已知存在的差异条数之比	第 10 章，本附录
可追溯比例	新区分中能回指到最初经验里某一条具体沉淀的比例	第 18 章，本附录
改写距离	一个区分换人使用时需要改写的处数；处数越多，谱系性越强	第 17 章，本附录
条件恒定下的熟练	任务类型、条件、检验方式多年不变的熟练；D3 收紧到极致，高效而贫血。熟练加条件多样、加差异保留，是适应性专长	第 8 章
代领	完成代领理解，分数代领成长，成稿代领判断；差异不是被洗掉，而是不必再产生	第 12 章
新区分	把原来放在一起的事分开、指出原来看不出的趋势或摊开原来混在一起的情形，在此前材料里找不到，并在任务里起了用处	第 18 章，本附录

二、取自阳涌初稿《让经验长成思想》的主要材料

本书取初稿的案例与材料，不沿用初稿的论点与口气。下表列主要材料、它在初稿里的位置、本书的处理和所在章。

材料	初稿位置	本书的处理	所在章
洗碗的两种洗法（父子）及分组洗法	初稿第 1 章	父子两种洗法是作者家中的实情，分组洗法与算例为设想；改写为清洗的日常原型	前言，第 1 章，第 3、8 章
404−245＝159 及各条来路	初稿第 13 章	改写为来路型沉淀的主例，课堂题组另写	第 3 章，第 13 章，第 8、9、12 章回指
团队纪要与教研会	初稿第 16 章	改写为完成的清洗与纪要之外的沉淀	第 2、3、16 章
四种载体（结果、文件、习惯、关系）	初稿第 3 章	保留，区分于“承载者”	第 2 章
阅读与续写卡	初稿第 14 章	构造的短篇与续写材料，改写为分歧与未决的现场	第 14 章
写作、改稿与 AI	初稿第 15 章	改写为 AI 的两种用法对照，限定为“只交终稿、不留来路”	第 15 章
排名翻转算例	初稿第 11 章	算例复核后保留，增写三型沉淀失账与对账率	第 10 章
反馈的时机	初稿第 10 章	改写为抢先的清洗，分事实核对、操作纠错、解释性提示、终评四类	第 9 章
行动单位与辨认原因的单位	初稿第 9 章	改写为合并的清洗，增写熟练的限定	第 8 章
五条命题	初稿第 12 章	改写为五种清洗，去掉自我设限句	第 8–12 章
维护劳动	初稿第 16 章	改写为沉淀的内能	第 16 章，第 5 章
能力长在谁和什么之间	初稿第 22 章	并入承载者的账本与四种能力归属	第 5、16 章
个人思想体系怎样形成谱系	初稿第 23 章	改写为谱系性与回写历史	第 17 章
失败怎样帮助辨认模型的边界；下一轮研究	初稿第 19、24 章	改写为判决预测的失败归因与防知识空转	第 18 章
文献定位	初稿第 4 章	压缩进导论的近亲对照	导论

初稿第 20 至 24 章中方法论空转的部分，本书删去，只取上表所列。

版本说明

本版字数、版本与交付

本版为 2026 年 11 月第 1 版。前言、导论、十八章、结语与附录的正文实计 201,269 个汉字，合约 20.1 万字；章题、节题、表格不计入。

书稿的形成经过：阳涌初稿《让经验长成思想》（约十九万字）经创新智商评估后，发现书名问的是“经验怎样长成思想”，正文答的却是一套取证纪律；2026 年 11 月 2 日，王德生口述原理——思想是经验的差异没有被清洗掉，而留下来的沉淀显露，并指出它是特征律的翻译、特征是差异稳定运行的结晶。据此定出五编十八章大纲，经自评、盲评与全球文献的敌意拓宽补入“不可替代性”与分叉预测，由二十个 AI 写手并行执笔，经统稿与三审成书。

本版的边界：全书没有实测数据；判决预测均未实施；“稳定运行”判据的数值门槛待研究设定。

本书同时是一个出版单元：全文阅读（在线翻页、全文网页、PDF 与 Word）、学习包、专属智能体的问对。三者入口见书籍详情页。勘误与意见，请在书籍详情页留言。

核 心 问 题

思想是经验的差异没有被清洗掉，而留下来的沉淀显露。

——本书原理

一件事做完，碗洗干净了，题做对了，会开完了——过程里冒出来的差异，大多跟着被冲走。完成、熟练、标准化、提炼，都是清洗；清洗让我们交得了差、组织得起来，也让思想越来越没有来处。

本书的原理：思想不是被提炼出来的，是经验里没被洗掉的差异沉淀下来、显露出来的。它是特征律“混沌碰撞—自组织—涌现”在经验上的翻译：特征是差异稳定运行的结晶。判据是两个独立读数——复现与存留。

由此有三个反常识的判断：把沉淀写成谁用都一样的要点，是又洗了一遍；条件恒定下越熟练，沉淀越少；只交终稿的 AI 是最强的清洗机，留下来路的 AI 却是最强的沉淀器。提炼是多对一的压缩，差异将来会在哪里撞出结晶，压缩当时无法预知——所以要点替代不了原始沉淀。

全书前言、导论、五编十八章、结语与附录；第十八章写明七条判决预测、与最强对手分叉的设计和撤回条件。学术专著：全书原理由王德生提出，阳涌著，正文由 AI（Claude）协作撰写，经统稿与三审；场景为设想，无实测数据，无独立学术评审。

请留着盆底那一层。

德麦国际出版社 · Demai International Press
德麦国际专著第 555 号 · 前言、导论、五编十八章、结语、附录 · 约 20 万字
ISBN 979-8-90690-561-1 · 定价 US$20.00

ISBN 979-8-90690-561-1
9 798906 905611