AI时代职业教育的困境和出路

卡路

当知识被AI免费送到手边，教材只剩一件事：告诉你在哪里卡住

王德生　崔岩　著

德麦国际出版社
DEMAI INTERNATIONAL PRESS

出 版 信 息

书名	《卡路：AI时代职业教育的困境和出路——当知识被AI免费送到手边，教材只剩一件事：告诉你在哪里卡住》
著者	王德生　崔岩
执笔	复合主体：王德生立题、口述与裁定；崔岩提出底稿与核心构想；文字由 AI（Claude）协作成稿并统稿
出版	德麦国际出版社（Demai International Press）· 新加坡
编号	德麦国际专著第 343 号
ISBN	979-8-90690-404-1
定价	US$30
开本	170 mm × 240 mm
字数	约 22 万字
版次	2026 年 10 月第 1 版

AI 协作声明：本书由王德生立题并给出口径与裁定；“卡路”这一概念、带口卡序列与三主编链等核心构想出自崔岩的底稿论文《卡路：职业教育教材从知识容器到失败序列的转向》；全书文字在其指令下由 AI（Claude）协作成稿并统稿，经审定。书中陪读人物小周、阿婷、老韩、林老师、陈姐、叶工及各章场景均为虚构；书中所有检验方案、对照实验与证伪条款均标〔未执行〕，未报告任何实测结果；所引学者观点只转述公认主张，标〔待核〕处汇总于附录 D。涉及高危行业的章节只讲原则，不构成任何安全操作指导。

全书结构：出版信息、作者介绍、前言、导读、目录；十编四十五章；结语、参考书目、附录四件。

作 者 介 绍

王德生，博士，SIO 本体论与 SDE 发生学（Structure–Difference–Entanglement）的创立者。湘潭大学数学系本科、硕士，中国科学院数学研究所博士，中国科学院计算数学研究所博士后；曾任英国威尔士大学斯旺西分校高级研究员、新加坡南洋理工大学数学系助理教授、博士生导师与资深研究科学家，在计算数学与图形学国际期刊发表论文四十余篇。2015 年起回国推广三视角方法论，后凝练为 SDE 发生学。现任新加坡德麦国际（Demai International Pte. Ltd.）创始人、董事长，主持德麦国际专著出版体系与 SDE Universes 平台。

崔岩，本书底稿论文《卡路：职业教育教材从知识容器到失败序列的转向》的作者，“卡路”这一概念与带口卡序列、三主编链等核心构想由其论文首先提出。

前 言

两本账从不对账

> 卡只能人自己撞，“我”只在卡上亮起。

每一个在职业院校教过书的人，手里都攥着两本账。

第一本是教材的账。它印得整整齐齐：目录清楚，章节齐全，知识点一条不落，每章末尾附着"思考与练习"，书后还有参考答案。拿到评审会上，它经得起翻。哪一条定义写错了，哪一个公式漏了单位，评审专家一眼就能挑出来；挑不出来，这本书就算"写对了"。

第二本是学生的账。它没有印出来，散落在车间、泳池、球台和灶台边上。某个学生在车床前练到第三周，才第一次独立对刀，一刀下去，刀尖崩了；某个学生在泳池边第六次下水，才敢把脸埋进水里，呛得眼泪直流；某个学生练了两个月正手攻球，一上比赛，还是接不住对方的发球。这本账里记的不是"知识点"，是"卡住的地方"。

两本账从不对账。

教材那本账上，对刀有完整的一节：刀具几何角度、对刀仪原理、对刀步骤一二三四，还有一条"注意事项：对刀时应缓慢进给，防止撞刀"。学生那本账上，崩刀发生在哪一步？是手轮摇快了，是没看清刀尖离工件还有多远，还是心里一慌，以为已经停了其实还在走？教材没有那一页。那一页不在第几章第几节，它在两本账之间的空白里。

这本书要做的事，就是去那片空白里看一看。

一、"都写对了，学生还是不会"

我们在书里请了几位陪读人物。他们是虚构的，但他们身上的处境，凡是在职业教育里待过的人都会认得。

林老师三十四岁，在一所职业学院教游泳和体育实训，自己写过两本讲义。讲义里的每一句话，拿去给任何一位游泳教练看，都挑不出错：呼吸要有节奏，身体要放松，打腿要从髋发力，划手要高肘抱水。他常说一句话："都写对了，学生还是不会。"

这句话是这本书的起点。它里面藏着一个奇怪的结构：书是对的，人是认真的，学生也不笨，可是"会"就是不来。如果书错了，改书就行；如果学生懒，管学生就行；偏偏书没错、学生也不懒，那问题出在哪里？

最常见的回答是"缺实践"。于是加实训课时，加实习月，加"理论联系实际"。课时加了，实习做了，学生回来还是那句："老师，我懂了，可是一上手就不行。"

还有一种回答是"教材要更新"。于是把新标准、新设备、新工艺写进去，把黑白图换成彩图，把文字换成二维码视频。书越来越漂亮，越来越厚，学生那本账上记的卡，一个也没少。

再看老韩。他五十二岁，在汽修厂修了二十多年车，带过的徒弟数不清。他有一句口头禅："你先别看书，听声音。"徒弟拿着维修手册对着发动机一条一条查，老韩站在旁边听一会儿，说："不是那儿，是皮带。"徒弟问他怎么知道的，他说不上来，只说"听多了就知道了"。

老韩这句"听多了就知道了"，和林老师那句"都写对了，学生还是不会"，其实是同一件事的两面。林老师手里有一本写对了的书，可书里没有学生卡住的地方；老韩心里有一本学生卡住的账，可这本账从来没被写下来。一个有书没账，一个有账没书。职业教育里最值钱的东西，恰恰掉在这两个人中间。

我们的判断是：问题不在书写得对不对，也不在实践够不够，而在于这两本账从一开始就不是用同一种语言记的。教材那本账记的是"对的路径"，学生那本账记

的是"卡住的地方"。前者是答案，后者是问题。一本只写答案的书，无论多么正确，都对不上一本只记问题的账。

◆ 二、为什么现在必须对账

这两本账不对账，并不是今天才有的事。几十年来，它们一直这样各记各的，职业教育照样在运转。师傅带徒弟，老师傅心里有一本"学生会在哪里卡"的账，不写出来，也能一个一个手把手带过去。教材只要负责把"对的东西"交代清楚，剩下的交给师傅的眼睛和嘴。

可是现在，有一件事把这种平衡打破了：AI来了。

学生想知道对刀的步骤，不必翻书，问一句就有，比书上写得还细，还能配图，还能追问。想知道自由泳的换气要领，问一句就有，十条八条，条条在理。教材那本账上记的东西——对的路径、标准的步骤、完整的知识点——AI一秒钟就能给出来，而且是免费的。

这意味着什么？意味着教材那本账，作为"把对的东西装起来传下去"的容器，它的意义正在死去。不是因为它写错了，恰恰是因为它写的东西太容易得到了。当一个学生问AI比翻书快的时候，一本只装知识的书，就只剩下一个封皮。

而学生那本账，AI替他记不了。AI可以告诉他"对刀时应缓慢进给"，但不能替他把手放在手轮上，也不能替他在刀尖离工件两毫米时心里那一下发紧。那一下发紧，是"卡"。卡只能人自己撞。

所以，AI把一个老问题逼成了新问题：如果知识可以被免费送到手边，那职业教育的教材还剩下什么事可做？我们的回答写在副题里：教材只剩一件事——告诉你在哪里卡住。

◆ 三、"卡路"这两个字

书名叫"卡路"，是两个字拼起来的。

"卡"，是卡点：学生做一件事做到某一步，原来的动作和判断不灵了，被逼停在那里。车床前崩刀那一刻，泳池里呛水那一刻，球台前接发球接飞那一刻，都是卡。卡不是坏事。顺滑的时候，学生只是在跟着做，人其实不在场；卡住的那一刻，"我"才亮起来——这一步我拿不拿得定？我刚才哪里不对？卡是显影点。

"路"，是卡与卡之间的那段平路，也是从一个卡走出去的那个口子。卡旁边要有一个就近的出口，告诉学生"现在往这走"，我们叫它回写口；两个卡之间学生带着刚刚解卡的判断走过的那一段，是理论真正该待的地方，我们叫它理论路面。

把这两样东西排起来，就是一条卡路：第一个卡，卡旁的出口，一段路面；第二个卡，卡旁的出口，又一段路面……先解开的卡会改写后面的卡，所以这条路有方向，不能倒着走。

这本书的承重判断，一句话说完：AI时代的职业教育，不是迟早被AI替代的技能培训，也不是在旧教材上加一门AI课，而是人和AI结成的复合体，在真实的失败序列上做的发生训练。教材不再是知识的集合，而是一条带出口的卡点序列。

"卡路"听上去也像"卡路里"。这个谐音我们留着不删。卡路里是热量，是让人走得动的东西；可是一条只有甜、没有卡的路，热量全变成了虚胖。书里会讲"糖"和"糖路"的区别：解开一个卡之后尝到的那一点"我把它保住了"，是糖；把所有的卡都抹平、只剩顺滑的路，是糖路。旧教材和"AI全程代办"，走的都是糖路。

◆ 四、一轮卡路，是一次"发生"

为什么要用"发生"这个词，而不是"掌握""习得""训练"？

因为"掌握"这个词暗含着一个画面：东西本来就在那儿，学生把它拿过来，放进脑子里。这正是知识容器式教材的画面——对的路径先被发现出来，装进书里，学生去书里把它取出来。我们管这种思路叫"发现学"：世界上的道理已经摆在那里，教育只负责搬运。

可是一个人学会游泳、学会对刀、学会接发球，并不是把一个现成的东西搬进身体。在他学会之前，那个"会"在世界上并不存在——教练身上的"会"是教练的，书上的要领是书的，都不是他的。他的"会"，是在他自己的身体、他手里的器具、他面前的现场之间，第一次长出来的东西。这个"第一次长出来"，我们叫它"发生"。

一轮卡路，正好是一次发生的样子。先是撞卡：原来的动作走不通了，人被逼停，差异把他顶住（在我们的方法里，这叫D，差异）。然后是回写：在出口的帮助下，一个新的判断显露出来，写回到动作里——"原来手轮要在这里停""原来脸埋下去先吐气"（这叫S，读作"显露"）。最后回到工位：身体、器具、现场重新咬合在一起，继续往下做（这叫E，纠缠）。撞、显、合，三步走完一次，学生身上就多了一样以前没有的东西。

这套说法来自王德生多年在做的SDE方法。在这本书里我们只轻轻用它：说清楚了白话，再在括号里点一下名字，不堆术语。读者完全可以不管这三个字母，只记住一句话：学会一门手艺，不是把对的东西搬进来，而是在一个一个卡上，把自己的判断生出来。

这句话也解释了为什么AI替不了这一步。AI可以把对的路径搬到学生面前，搬得比任何一本书都快；但"生出来"只能发生在学生身上。AI能做的，是把卡找准、把出口放近、把路面铺好——这是第六编要讲的"人机复合卡路"。人和AI各站一格，一起往前走，这才是这本书说的"出路"，也是我们说的"升维"：不是在旧的平面上加一样工具，而是整个训练从"搬运对的东西"升到"让判断发生"。

◆ 五、这本书怎么写成的，以及它不做什么

这本书的底稿，是崔岩写的一篇论文，题目叫《卡路：职业教育教材从知识容器到失败序列的转向》。论文给出了核心判断、形式语言和一套检验办法；这本书把它展开成二十万字，用日常生活里的技术——游泳、乒乓球、学车、炒菜、理发、焊接、修电动车——把每一个判断讲到能落地。

有几件事，我们必须在开头说清楚。

第一，这本书交出的是判据和证伪条件，不是检验结果。书里所有提到"测一测""对照一下"的地方，都是构想的检验设计，还没有执行。我们不写任何没有发生的数据，不编任何机构、文件和人名。凡是引用学者的观点，我们只转述公认的主张，并标上〔待核〕，等读者和我们自己去核对原著。

第二，书里的陪读人物——小周、阿婷、老韩、林老师、陈姐、叶工——都是虚构的。他们的场景，凡是我们构想的，都会写明"这是我们构想的场景"。

第三，这本书不做三件事：不对任何人做医学或心理诊断；不评价任何具体的政策文件；也不主张把书里的读数拿去考核老师和学生。最后这一条，第九编会专门讲为什么——一旦读数进了考核，假卡会比旧教材更坏。

第四，这本书本身可能是错的。书里留了两条可以被现实打脸的预言：一条说，AI问答普及以后，用旧教材学的学生理论分不会降，但他们真实卡住的地方会越来越落在教材没标的地方；另一条说，被AI全程顺滑代办训练出来的学生，撤掉AI以后，第一次独立干活的失败率会高于走卡路的学生。如果认真比过之后两组没有可信的差别，这套说法就该作废。我们愿意把这句话写在前言里。

◆ 六、写给四种读者

我们想象这本书会落到四种人手里。

写给职校老师：你不必再为"都写对了，学生还是不会"自责。你缺的不是更多的理论，而是一张学生会在哪里卡的地图，以及在每个卡旁边放一个出口的手艺。这门手艺，书里会一章一章拆开。

写给学生：你卡住的那一刻，不是你笨，是你正在亮起来。顺滑的时候你学不到东西；卡住、再从出口走出去，那一下才是你的。AI可以陪你走路，但不能替你卡。

写给家长：别只问孩子"学会了没有"，问一问"今天卡在哪了，后来怎么出来的"。能答上来的孩子，比只会说"懂了"的孩子走得远。

写给企业的师傅和行业的专家：你们心里那本"新人最容易在哪里出错"的账，是这本书最想要的原料。它比任何一章理论都值钱。只是它要被写下来、排起来、配上出口、定好"什么样算合格、什么样必须返工"的线，才能变成一本教材。

两本账从不对账，已经很多年了。这本书想做的，是把它们摆在同一张桌子上，一页一页对一次。对账的结果可能让人不舒服：我们会发现，二十年来我们一直在粉刷一个加号，而那个加号底下，是一道没有人写过一页的裂缝。

第一编就从那个加号开始。

导 读

怎么读一本"教人卡住"的书

> 卡只能人自己撞，“我”只在卡上亮起。

一本讲"卡"的书，读起来最好也会卡。

如果你翻开这本书，一路读下去都顺顺当当，每一句都点头称是，那多半是我们写坏了，或者你读得太快了。这本书的主张是：顺滑处人不在场，卡住处"我"才亮。拿这个主张来要求一本书自己，就意味着我们希望你在某些地方停下来，皱一下眉："不对吧？""那我们学校的教材算哪一种？""这一条在我们车间行不通。"那个停下来的地方，就是你在这本书里的卡点。

这篇导读做三件事：告诉你这本书的骨架是怎么搭的；给你一张十编的地图；再给你一张六个读数的速查卡。读完它，你可以从任何一编进去，不会迷路。

◆ 一、先认四个词，后面就不费劲

全书反复出现的词不多，最要紧的是四个。这里只给白话，正式的定义散在各编里，附录C有术语表。

卡点。做一件事做到某一步，原来的动作和判断不灵了，人被逼停在那里。它可以指出来，可以排先后。学游泳的人第一次埋脸，憋不住、一抬头就呛，那是一个卡；他还没解开这个卡，就谈不上"换气节奏"那个卡。

回写口。卡点旁边，让学生离开断点、重新回到任务里的最小一条指令。它要满足三个条件：能马上照着做（可执行），就在卡旁边（邻近），做完能接着往下走（开口）。"脸埋下去先用鼻子慢慢吐气，吐完再抬头"是一个回写口；"注意保持呼吸节奏"不是——它说得对，但学生在水里拿它没办法。

理论路面。两个卡之间，学生带着刚解卡的判断走过的那段平路。理论在这里被用掉、被耗尽。理论不是入口，不是地基；把它前置成地基，它就变成"柏油"——铺得很平，学生踩不上去。理论活着有一个看得见的标志：学生解开一个卡之后，自己问出了"为什么"。

糖。解开一个卡之后学生尝到的那一点"我把它保住了""我接住了"的感觉。失败代价低、可以局部承受、解开后能尝到这一点保住感的卡，叫"有糖的卡"。教材里只该放有糖的卡——让学生在会出人命、会毁设备的地方去"撞卡"，那不是教育。反过来，把所有卡都抹平、只剩甜的顺滑路，叫"糖路"，那是旧教材和AI代办的通病。

把这四个词串起来，就是全书的形式语言：旧教材是一个集合 $\{t_1, t_2, \ldots, t_n\}$，章节并列，可以调换，可以删；卡路教材是一个带口的卡点序列 $\langle (k_1, r_1), (k_2, r_2), \ldots, (k_n, r_n) \rangle$，k是卡点，r是卡旁的回写口，两卡之间是理论路面，先解的卡会改写后面的卡，序列不能倒着走。没有回写口的卡，是坑；没有卡的回写口，是答案页里长出来的野草。

◆ 二、全书的三句话

整本书只说了三句话，十编都在展开这三句。

第一句，困境：知识容器式的教材是"发现学"——先把对的路径发现出来，装进书里传下去。这件事AI一秒钟做完，旧教材的意义随之死亡。

第二句，揭穿：旧教材的病从来不是知识不够，而是"职教教材＝科学教材＋实习"的那个加号。两套互不认识的语法被缝进同一个封皮，加号底下是一道没有人写过一页的裂缝。AI把这道缝撕到了明面上。

第三句，出路：职业能力是一门技术在一个人身上的"发生"。AI负责送达路面、捞取失败、就近回写；卡只能人自己撞，"我"只在卡上亮起。人和AI结成复合体，沿着卡路往前走——这是升维。

这三句话之间有一个顺序，不能跳。如果你只读第三句，会以为这是一本"职教怎样用好AI"的书，那就读偏了：AI在这本书里不是主角，它只是把一道老裂缝撕开的那只手，以及后来帮着修路的一个帮手。如果你只读第一句，会以为这是一本唱衰教材的书，也读偏了：我们不是要废掉教材，而是要让教材回到它唯一还剩下、也是唯一AI替不了的那件事上。真正承重的是第二句。不把那个加号拆开，第三句的出路就只是又一次粉刷。

◆ 三、十编地图

第1编　困境：一个被粉刷了二十年的加号。也就是你手里正要开始的这一编。它不急着给答案，先把病看清：一本教材为什么有两本账（第1章），科学语法为什么"不通电、不闻味"（第2章），实习语法为什么只剩飘在空中的"注意事项"（第3章），加号为什么是裂缝、从理论到操作的那根"转译腱"怎样在装订线里被缝走了（第4章），以及二十年来三次著名的改革口号为什么只是三次粉刷（第5章）。

第2编 AI来了：知识容器之死。AI让学生问一句比翻书快，知识容器的意义死了。但AI也带来一个新陷阱：它越会代办，学生越不在场——导航开久了不认路，自动挡开久了不会坡起。职教的真问题由此换了：不再是"会不会"，而是"会不会在该摔的地方亮起来"。

第3编　　本体翻转：带口卡序列。把上面那串形式语言正式立起来：卡是显影点，理论是路面，序列不可逆，以及卡路教材成立的五个条件——失败可数、失败有序（有根卡）、失败可定位、回写可成形、存在有糖的卡。

第4编　卡的解剖：六门日常技术。游泳、乒乓球、学车、炒菜、理发、焊接，一门一门拆，看卡长什么样，根卡在哪里。最后归到三层：理解层的卡、判断层的卡、操作层的卡。判断层最贵，因为它不能事先给，只能低代价一点点挣。

第5编　　回写口与理论路面。回写口怎么写才算数，坑与野草怎么认，杜威"做中学"缺的是什么，理论到底该在哪一页出场；以及卡路和几位最近的邻居——工作过程系统化、学习领域、有成效的失败、错误管理训练、认知负荷理论——的分界线在哪里。

第6编 人机复合卡路：AI站在哪一格。AI当捞卡者，从维修单、质检日志、录像里数出失败；AI当就近回写口，让卡到出口的距离趋近于零；AI当路面铺设者，理论按需送达。但AI不能替你卡。这一编还要提防AI自己生成假卡，并引入一个新读数：撤掉AI后的独立完成率。

第7编 三主编链与颗粒度试验。谁来写一本卡路教材？企业、院校、行业三位主编不再并排签字，而是接力：企业交失败原料单，院校排卡序配出口，行业封"合格／返工／废品"三档阈值，AI作为第四棒只做接口、不替任何一棒签字。还有全链唯一不能省时间的一步：颗粒度试验。

第8编 读数与证伪。全书的读数在这里集中讲透：两个旗舰读数、两个辅助读数、三个判别式、三条自我否决、八条证伪条款，以及对照实测的设计。全部没有执行，写成可以照着做的方案。

第9编 反噬与停权。一套好东西被拿去计件考核，会坏成什么样；背卡的学生、只等卡的老师；以及哪些领域不许让学生真去撞卡，只能降格为模拟卡路。

第10编 出路：每一方的升维。职校、教师、学生、企业与行业各自怎么升一级；卡路教材的第一页长什么样——"这里，你将卡；现在，往这走"。

◆ 四、六个读数速查

这本书不只讲道理，还给出了能拿尺子量的东西。下面六个读数在第8编是主场，其他编会时不时引用，先在这里放一张速查表。再说一遍：这些读数是用来检查教材的，不是用来考核人的。

读数	白话	怎么算	怎么读
D_FB-RE	首卡到最近出口的距离	｜N_t－N_p｜；N_p是学生真实首卡发生在教材第几页，N_t是其后最近一条能执行的回写指令在第几页	同页为0，越小越好；卡在教材没写的动作上，或照指令做了180秒还回不到任务，记∞
R_B	真卡命中率	B_m ／ B_o；B_m是首卡落在教材预设卡上的人数，B_o是受试总人数	≥0.60判真卡；<0.33判假卡；中间判"待校卡"，须再做一轮颗粒度试验

读数	白话	怎么算	怎么读
T_ret	回到任务的时间	从卡住到重新回到任务的秒数	≤180秒且方向对，回写有效
路面激活	理论有没有活过来	解卡后至少出现一次自发的理论表达，嘴上说的或手上做出来的都算	有＝路面活了；无＝理论还是柏油
撤AI独立完成率	人机复合体有没有养出依赖	撤掉AI后独立完成任务的比例	第6编引入，用来对照"AI全程代办"组
自我否决	读数自己会不会骗人	7天重测信度<0.70；与"答案页比例""训练项目数"相关>0.85；整轮无人卡	分别判读数不稳、换名无增量、无信息事件，读数作废

要看出两组教材之间真有差别，至少要满足：两组D_FB-RE的中位数差一个卡点以上，并且R_B差0.25以上。差不到这个份上，就不要说谁好谁坏。

◆ 五、每一章长什么样，几个记号什么意思

每一章的骨架都一样，熟悉了读得快。

章首有一段加粗起头的「这一章的问题」。它不是摘要，是一个卡：我们先把这一章要撞的那堵墙摆出来。你可以先停一下，自己试着回答，再往下读。答得出来的，往下读是对账；答不出来的，往下读是解卡。

正文分三到六节。节名尽量起得有意思一点，不是为了花哨，而是让你翻目录的时候就大致知道这一节在哪里转弯。

章末有一段「带走的话」，一到三句。读完一章如果只能记住一样东西，就记那几句。

最后是两行小账。第一行「卡」，写这一章撞到了什么卡——有时是读者会卡的地方，有时是旧教材卡死学生的地方，有时是我们自己的论证卡住、需要后面几编来接的地方。第二行「路」，写这一章铺好了哪一段路面，后面的哪一章可以直接踩着它走。这两行小账，是整本书在用自己的方法记自己的账：每一章都是一个卡加一段路，十编连起来，本身就是一条卡路。

书里还有两个方括号记号，请你认真对待。

〔待核〕：凡是转述某位学者、某个流派的观点，我们都会标上它。意思是：这是我们按公认的理解写的大意，不是原话，也没有逐字对过原著，请读者以原著为准。附录D列出了全书所有待核的条目。

〔未执行〕：凡是写到某种对照、某次测量、某种检验办法，都还没有真的做过，是我们构想的检验设计。这本书不写任何没有发生的数据。哪一天有人照着做了，结果可能支持我们，也可能把我们推翻——两种都比空口说好。

还有一处要提醒：书里的场景，凡是写"这是我们构想的场景"的，都是为了把一个道理讲到能看见而编的情境，不是某所学校、某个车间里真实发生过的事。陪读人物也是虚构的。我们宁可让你知道它是编的，也不想让你误以为那是证据。

◆ 六、几种读法

如果你是职校老师，时间紧，先读第1编第4章（加号是裂缝），再读第4编里你最熟的那门手艺，然后直接去第7编看三主编链。读完你就能翻开手头的教材，看它第一章有没有一张真实的失败清单。

如果你是学生，读第2编第9章、第3编第12章和第10编第44章。你会知道为什么"AI帮你做完"和"你自己卡过"不是一回事，以及怎样成为一个会修自己判断的人。

如果你是企业师傅，从第6编第27章读起，看你车间里的维修单和返工记录怎样变成一本教材的原料；再读第7编第34章，看你要交出的那张单子长什么样。

如果你是研究者或者想挑刺的人，请直接去第5编第26章和第8编。前者划清卡路和最近邻居的界线，后者把这套说法怎样被证伪写得清清楚楚。我们欢迎你去试。

如果你只想知道一句话，那就是第10编最后那一页的那句话。

◆ 七、读这本书时，请留意你自己的卡

最后一个建议。读这本书时，不妨备一支笔，在你读不下去、不同意、或者忽然想到自己学校某件事的地方，画一个小记号。读完一编，回头数一数那些记号落在哪里。

如果你的记号大多落在定义上，说明这本书在理解层卡了你——那是我们写得不够清楚。如果大多落在"这在我们那里行不通"上，说明你卡在操作层——你那里的现场条件，书里没写到。如果大多落在"道理我懂，可这一步到底该不该这样定"上，那是判断层的卡，最贵，也最有意思：那正是你自己的判断正在亮起来的地方。

这三层，就是第7编"颗粒度试验"拿来定位一本教材毛病的同一把尺子。我们把它先交到你手上，用在这本书自己身上。一本教人卡住的书，理应先经得起读者的卡。

目 录

作者介绍 · · · · · iii
前言　两本账从不对账 · · · · · iv
导读　怎么读一本"教人卡住"的书 · · · · · xi

导论　六个人，一条路 · · · · · **1**

第一编　困境：一个被粉刷了二十年的加号 · · · · · **4**
第 1 章　一本教材的两本账 · · · · · 5
第 2 章　科学语法：为什么物理书不通电、化学书不闻味 · · · · · 12
第 3 章　实习语法：飘在空中的"注意事项" · · · · · 18
第 4 章　加号是裂缝：转译腱在装订线里被缝走了 · · · · · 24
第 5 章　三次粉刷：理论联系实际、理实一体化、产教融合 · · · · · 31

第二编　AI来了：知识容器之死 · · · · · **37**
第 6 章　一秒钟的教材：当学生问AI比翻书快 · · · · · 38
第 7 章　发现死亡：AI"发现"了对的路径，旧教材的意义随之消失 · · · · · 44
第 8 章　操作层被机器接走，判断层留给人 · · · · · 50
第 9 章　平滑陷阱：AI越会代办，学生越不在场 · · · · · 56
第 10 章　职教的真问题换了：从"会不会"到"会不会在该摔的地方亮起来" · · · · · 62

第三编　本体翻转：带口卡序列 · · · · · **68**
第 11 章　从集合到序列：((k,r))的形式语言 · · · · · 69
第 12 章　卡是显影点：顺滑处无"我" · · · · · 76
第 13 章　理论是路面：被耗尽才算活着 · · · · · 82
第 14 章　不可逆：先解的卡改写后面的卡 · · · · · 88
第 15 章　五个成立条件 · · · · · 94

第四编　卡的解剖：六门日常技术 · · · · · **100**
第 16 章　游泳：沉、呛、僵、乱、断，根卡是"慌" · · · · · 101
第 17 章　乒乓球：根卡是"看见来球就后仰" · · · · · 106
第 18 章　学车：坡起、倒库、并线，"别看方向盘"是回写口 · · · · · 112
第 19 章　炒菜：火候卡、下盐卡、出锅卡 · · · · · 118
第 20 章　理发与焊接：判断层最贵 · · · · · 124
第 21 章　三层定位：理解层、判断层、操作层的卡各长什么样 · · · · · 130

第五编　回写口与理论路面 · · · · · **136**
第 22 章　回写口的三个条件：可执行、邻近、开口 · · · · · 137
第 23 章　坑与野草 · · · · · 143
第 24 章　野藤：杜威的"做中学"缺的是断点结构 · · · · · 149
第 25 章　理论在哪一页出场 · · · · · 155
第 26 章　最近邻划界：工作过程系统化、学习领域、有成效的失败、错误管理训练、认知负荷理论 · · · · · 161

第六编　人机复合卡路：AI站在哪一格 · · · · · **168**
第 27 章　AI当捞卡者：从维修单、质检日志、录像里数出失败 · · · · · 169
第 28 章　AI当就近回写口：让D_FB-RE趋近于零 · · · · · 174
第 29 章　AI不能替你卡：显影只能发生在人身上 · · · · · 179
第 30 章　AI当路面铺设者：理论按需送达，到卡后才出现 · · · · · 185
第 31 章　复合体的读数：撤AI独立完成率 · · · · · 190
第 32 章　AI生成假卡的风险，怎么防 · · · · · 196

第七编　三主编链与颗粒度试验 · · · · · **202**
第 33 章　并排签字与链式交接：翻开第一章就知道 · · · · · 203
第 34 章　三棒交付形状：失败原料单、失败序列图、三档容忍度表，加AI第四棒接口 · 212
第 35 章　颗粒度试验：唯一零浮时的工步 · · · · · 221

第八编　读数与证伪 · · · · · **230**
第 36 章　两个旗舰读数：D_FB-RE与R_B，外加T_ret与路面激活 · · · · · 231
第 37 章　三个判别式与三条自我否决 · · · · · 240
第 38 章　八条证伪条款与对照实测设计 · · · · · 249

第九编　反噬与停权 · · · · · **259**
第 39 章　计件化的反噬：考核一来，假卡比旧教材更坏 · · · · · 260
第 40 章　背卡的学生、只等卡的老师，与主体性的异化 · · · · · 269
第 41 章　停权边界：失败代价超过一次可逆返工的领域，降格为模拟卡路 · · · · · 278

第十编　出路：每一方的升维 · · · · · **288**
第 42 章　职校的升维 · · · · · 289
第 43 章　教师的升维：从讲理论的人到捞卡、排卡、守口的人 · · · · · 296
第 44 章　学生的升维：会修自己的判断者 · · · · · 303
第 45 章　企业与行业的升维；卡路教材第一页长什么样 · · · · · 310

结语　从管"知道"到管"会做"，再到管"亮起来" · · · · · **318**

参考书目 · · · · · **324**

附录 · · · · · **325**
附录A 卡路教材编写模板（三主编交付表） · · · · · 325
附录B 颗粒度试验记录表 · · · · · 330
附录C 术语表 · · · · · 335
附录D 待核文献清单 · · · · · 339

导 论

六个人，一条路

这是我们构想的六个人。他们不是真人，却是职业教育里天天能遇见的人。这本书从头到尾请他们陪读，因为“卡路”这件事，只有放到人身上才看得清楚。

◆ 一、六个陪读的人

小周十九岁，职业学院一年级，学焊接。他话不多，手快，心慌：焊枪一响，眼睛就不知道该看哪里。他的教材第一章叫“认识焊接设备”，他背得很熟，可第一次独立焊板，焊缝细得像一根线，边上咬出一道沟。

阿婷十七岁，读中职烹饪专业。她最怕油溅，锅一响就往后退半步。老师讲油温，她点头说“我懂了”；可一到灶台前，那半步还是退了，菜就过了火。

老韩五十二岁，汽修厂的老师傅，修了二十多年车。徒弟拿着书问他问题，他常说：“你先别看书，听声音。”他脑子里装着几百个“车是怎么坏的”，可这些东西从来没有进过任何一本教材。

林老师三十四岁，在职业学院教游泳和体育实训，自己写过两本讲义。他说过一句很诚实的话：“都写对了，学生还是不会。”

陈姐四十五岁，开理发店，带过十几个学徒。她知道学徒最不敢下的是哪一剪，也知道那一剪之前，说多少道理都没用。

叶工三十八岁，在行业协会的标准委员会，习惯在文件里写“严禁”。他写的每一条都有道理，可学生读完，只知道哪里不能碰，不知道碰到边上时该往哪里走。

◆ 二、他们共同撞上的一件事

这六个人散在六个地方，却撞上了同一件事：书上写的，和人卡住的地方，对不上。

小周卡在“看不懂熔池”，书上没有这一页；阿婷卡在“躲油”，书上只写了“注意安全”；林老师的学生卡在“脸埋不下去”，讲义的第一章却是“水的浮力”。老韩知道卡在哪里，可他不写书；叶工写书，可他只写“严禁”；陈姐知道哪一剪最难，可她的经验只活在她的店里。

这本书把这件事叫作“两本账从不对账”：一本是教材的账，一本是学生的账。前言会把这两本账摊开，第一编会追问它们为什么从不对账。

◆ 三、AI 来了以后

现在，这六个人身边都多了一个随时能问的 AI。小周问它“焊缝为什么有小孔”，它一秒钟答得比书还全；阿婷问它“油温多少下菜”，它连原理都讲得清清楚楚。

于是一件更尖锐的事露了出来：如果教材的意义是“把对的路径装进书里传下去”，那么 AI 已经把这件事做完了。教材还剩下什么？

本书的回答是：剩下卡。AI 可以把知识送到手边，可以从维修单里数出失败，可以在卡点旁递上一句回写，可以在卡后铺好理论；但卡只能人自己撞，“我”只在卡上亮起。

◆ 四、一条路的样子

这本书要换掉教材的本体：它不是一袋知识，而是一条路。路上有一个个卡点——学生原有的动作结构失效、被逼停的地方；每个卡点旁有一个回写口——让他离开断点、重新回到任务的最小指令；两个卡点之间，是理论铺成的路面，学生带着刚解开的判据走过去，把理论用完。

先解开的卡会改写后面的卡，所以这条路不能倒着走。这就是“卡路”：带口的卡序列。

◆ 五、怎么跟着这六个人读

第一编和第二编讲困境：一个加号，加上一个一秒钟就能答完问题的 AI。第三编讲本体翻转。第四编到六门日常技术里解剖卡，小周、阿婷、林老师、陈姐会轮流出场。第五编讲回写口与理论路面，第六编讲 AI 站在哪一格。第七编请老韩、林老师、叶工坐到同一条链上编教材。第八编把主张变成读数与证伪条款，第九编写这个范式自己的死法，第十编讲每一方的出路。

读的时候，不妨想一想你自己学过的一门手艺：学车、做饭、游泳、修一辆自行车。你最先卡在哪里？当时，书上有没有那一页？

> 带走的话
>
> 书上写的，和人卡住的地方，对不上；这本书要做的，是让教材在人卡住的那一页说话。

> **小账**
>
> 卡：六个人散在六个地方，却撞上同一件事——书上写的与人卡住的地方对不上。
>
> 路：铺下“卡点、回写口、理论路面”三个词的第一次画面，为前言的两本账和第三编的本体翻转备好入口。

第 一 编

困境：一个被粉刷了二十年的加号

编 序

这一编五章，讲困境从哪里来。第1章摊开一本教材的两本账：目录的账整整齐齐，学生的账磕磕绊绊，两本账从不对账。第2章和第3章分别拆开科学语法与实习语法：前者把现场、身体和失败抽干，后者把失败写成飘在空中的“注意事项”。

第4章是全编的主场：“职教教材＝科学教材＋实习”里的那个加号不是连接符，是一道裂缝，转译腱在装订线里被缝走了。第5章回看理论联系实际、理实一体化、产教融合三次粉刷——都在拉近，没有一次在写页。

第 1 章

一本教材的两本账

这一章的问题：一本挑不出错的教材，为什么对不上学生真实学会一门手艺的过程？是这本书没写好，还是"职业教育教材"这一类书，从结构上就记错了账？

◆ 一、三个学生，三个当口

先看三个当口。它们是我们构想的场景，但每一个在职业院校教过书、带过实训的人都会觉得眼熟。

第一个当口在车床前。一个机械专业的学生，理论课上刀具角度、切削三要素、对刀方法都考过了，分数不低。实训第三周，他第一次独立对刀。他记得书上的步骤：先让刀尖靠近工件端面，再用手轮缓慢进给，用薄纸试切，纸被轻轻带动就停。他手放在手轮上，眼睛盯着刀尖，刀尖离工件越来越近——他不知道"缓慢"是多慢，不知道"靠近"是多近，不知道纸被带动的那一下是什么手感。手一抖，多摇了小半圈，刀尖崩了一个口。

第二个当口在泳池边。一个体育专业的学生，水性一般，体育理论课上把呼吸、浮力、身体姿态讲得头头是道。可他站在浅水区，第六次下水，才敢把脸埋进水里。埋下去不到两秒，他憋不住了，一抬头，嘴还没出水就吸了一口，呛得眼泪直流。

第三个当口在球台前。一个练乒乓球的学生，正手攻球练了两个月，跟陪练对拉能连着打几十板。一上比赛，对方一个侧旋发球过来，他拍子一伸，球直接飞出台外。再来一个，又飞了。

这三个当口有一个共同点：在那一刻之前，学生都"懂"。对刀的步骤他背得出，呼吸的要领他讲得出，接发球要"看清旋转、调整拍面"他也知道。可是到了那一刻，懂的东西一样也用不上。他被逼停在那里。

我们把这样的当口叫作"卡"。

这三个例子我们在这里只当引子用。游泳的卡会在第16章一个一个拆开，乒乓球的卡在第17章，那里会讲到它们各自的根卡在哪里。这一章只想让读者看见一件事：每一个学会手艺的人，都是从一串这样的当口里走出来的；而这串当口，在他手里那本教材上找不到。

◆ 二、第一本账：目录、知识点、思考与练习

先翻开第一本账，也就是教材本身。

一本典型的职业教育教材，结构大同小异。前面几章是基础理论：概念、原理、分类、参数、公式。中间几章是设备与工具：结构、性能、使用方法。后面几章是操作训练：任务一、任务二、任务三，每个任务下面是"任务目标""知识准备""操作步骤""注意事项""考核评价"。每章末尾有"思考与练习"，书后有附录：标准、表格、参考答案。

这样一本书，评价它的标准是什么？是"对不对"和"全不全"。定义有没有错，公式有没有漏，步骤有没有颠倒，新标准有没有写进去，知识点有没有覆盖大纲。一本书在这几条上都过关，就是一本合格的教材。评审专家翻它的时候，眼睛扫的是这些地方。

这本账的记法有一个特点：它记的是"东西"。知识点是东西，步骤是东西，注意事项也是东西。一个一个东西排在一起，组成一本书。东西和东西之间是什么关系？大体是并列的。第三章和第四章换个顺序，书照样能用；删掉第五章，别的章不受影响；加一章新工艺，插在哪里都行。这样的一本书，用一个式子写出来，就是一个集合：$\{t_1,\ t_2,\ \ldots,\ t_n\}$——一堆知识点放在一个袋子里，可以交换，可以删减，可以增补。

集合式的记法，对于"传递已经知道的东西"来说非常好用。它清楚，它完整，它好查。一个工程师忘了某个参数，翻到那一页就找到了。一个学生考试前复习，按目录一章一章过一遍就行。

可是请回到车床前那个学生身上。他崩刀的那一刻，这本书的哪一页在对他说话？"刀具几何角度"那一页没有，"对刀步骤"那一页写了"缓慢进给"，"注意事项"那一页写了"防止撞刀"。每一页都对，每一页都离他很远。他需要的那一页——"手轮在这一段要一格一格地摇，每摇一格停一下，看纸"——不在任何一页上。

◆ 三、第二本账：卡在哪、卡多久、怎么出来

再翻开第二本账，学生的账。

这本账没有印出来，它记在实训老师的脑子里，记在企业师傅的嘴上，记在维修单、返工单、质检记录里，也记在学生自己身上那一下发紧、一下呛水、一下手抖里。如果我们试着把它写出来，它会长成另一种样子。

它记的不是"东西"，是"当口"：在做哪件事的哪一步，原来的动作不灵了。它记的也不只是当口本身，还有当口前后：卡了多久，第几次才出来，是怎么出来的——是师傅一句话点醒的，是自己琢磨出来的，还是绕开了、换了个笨办法糊弄过去的。

这本账还有一个集合式的记法没有的特点：它有先后。学游泳的人，不先过"脸能埋进水里"这一关，就谈不上"换气节奏"那一关；练对刀的人，不先过"手轮摇多快"这一关，就谈不上"薄纸试切的手感"那一关。前面的卡没解开，后面的卡根本不会出现；前面的卡一旦解开，后面的卡的样子也跟着变了。这本账不是一个袋子，是一条路。

把这条路写成式子，是另一种样子：$\langle(k_1, r_1), (k_2, r_2), \cdots, (k_n, r_n)\rangle$。k是卡点，r是卡旁边让人走出去的那个口子，尖括号表示有顺序。这个式子第3编会正式立起来，这里先让它露个面，好让读者看到两本账在形状上的根本差别：一个是袋子，一个是路；一个记东西，一个记当口；一个可以随便换顺序，一个不能倒着走。

这两本账的差别，可以放在一张表里对照一下。

	教材的账	学生的账
记什么	知识点、步骤、注意事项	卡点、卡的时长、出来的办法
形状	集合，可交换、可删减	序列，有先后、不可逆
谁来记	编者，按学科逻辑	学生、老师、师傅，按真实失败
好坏标准	对不对、全不全	卡准不准、出口近不近
对学生说话的时刻	学生翻开它的时候	学生卡住的时候

表里第四行也值得多看一眼。"卡准不准"的意思是：教材标出来的卡，是不是学生真的会卡的地方——有些"常见错误"是编者坐在书桌前想出来的，学生根本不在那里卡，这样的卡我们叫"假卡"；只有能追溯到真实失败记录的卡，才叫"真卡"。"出口近不近"的意思是：学生卡住以后，要翻多少页、等多久，才能找到一句能照着做的话。这两件事，后面都能量出来。

表的最后一行最要紧。教材的账，在学生翻开它的时候对他说话；学生的账，要在学生卡住的时候对他说话。可是学生卡住的时候，手上是车床手轮，脸埋在水里，眼睛盯着来球，他不会、也没法去翻书。所以，一本只在"被翻开时"说话的书，注定在"卡住时"沉默。

◆ 四、为什么从不对账

既然两本账差别这么大，为什么这么多年没有人去对一对？

第一个原因是：它们由不同的人记，放在不同的地方。教材的账由编者记，放在出版社和书店里，经过评审，有书号，有定价。学生的账由实训老师和企业师傅记，放在脑子里和车间里，没有评审，没有书号，常常连纸都没有。两本账的持有人很少坐在一起，即便坐在一起，聊的也是"教材里要加哪些新内容"，不是"学生到底卡在哪"。

第二个原因是：它们用的是不同的语言。教材的语言是定义、原理、步骤，追求的是普遍、准确、可复述；学生的账用的是"那一下""那个劲儿""摇过了""脸一埋

就慌"，追求的是具体、现场、能让人马上改。教材编者看学生的账，会觉得它不规范、不科学、上不了台面；师傅看教材，会觉得它"都对，可没用"。老韩那句"你先别看书，听声音"，说的就是这个意思。

第三个原因最隐蔽：在过去，不对账也能过得去。学生的账虽然没写下来，但它活在师傅身上。师傅站在学生旁边，看他手一抖，就知道他卡在哪里，一句话把他拉出来。教材负责把"对的东西"交代清楚，师傅负责在卡点上接人。两本账各管一摊，分工虽然不明说，倒也运转得下去。

可是这个"过得去"有代价。它的代价是：凡是没有好师傅的地方，学生的账就没人记，学生就在卡里打转；凡是师傅退休、转行、带不过来的时候，那本账就跟着散了。更要紧的是，它让教材一直不需要面对一个问题：一本书，能不能在学生卡住的地方说话？因为反正有师傅兜着，教材从来没被逼着回答这个问题。

◆ 五、AI来了，不对账的日子到头了

现在这个"过得去"正在被打破。

打破它的是AI。当学生想知道对刀步骤、换气要领、接发球怎样调拍面时，他问一句AI，答案比书上来得快，写得还细，还能追问。教材那本账上的东西——对的知识、标准的步骤、完整的注意事项——AI几乎是免费地、随叫随到地送到了学生手边。

这让第一本账的处境变得很尴尬。它最擅长的事，被一个更快、更便宜的东西接走了。如果一本教材只是一袋知识点，那么学生问AI就够了，他为什么还要翻它？第2编会专门讲这件事：知识容器式教材的意义，正在死去。

而第二本账，AI替不了。AI可以告诉学生"缓慢进给"，但不能替他在刀尖离工件两毫米时把手停住；可以告诉他"脸埋下去先吐气"，但不能替他在水里憋住那一口慌。卡只能人自己撞。不仅如此，AI越是把对的东西顺滑地送到手边，学生越可能一路绕开卡——这正是第9章要讲的"平滑陷阱"。

于是两本账的关系第一次被逼到台面上。第一本账的价值在缩水，第二本账的价值在显露。一本教材如果还想有存在的理由，它就必须学会记第二本账：写出学生会在哪里卡，卡旁边放一个就近的出口，两个卡之间把理论铺成路。副题里那句话就是这个意思：当知识被AI免费送到手边，教材只剩一件事——告诉你在哪里卡住。

◆ 六、病根不在某一本书

读到这里，也许有人会说：那好办，把每一本教材改一改，在操作章节里多加几条"常见错误"不就行了？

很多教材已经这样做了。它们在任务后面附了"常见问题及处理"，列了五条八条。可是这些"常见问题"常常有三个毛病：一是它们多半来自编者的想象，而不是真实的失败记录；二是它们被放在任务的最后，学生卡住的时候它在几页之外；三是它们彼此并列，没有先后，没有说哪一个是根、解开它别的就跟着松动。说到底，它们还是集合里多出来的几个元素，只不过名字从"知识点"换成了"常见问题"。

所以，病根不在某一本书写得好不好，而在"职业教育教材"这一类书的生成方式上。几乎所有职教教材都遵循一个默认的公式：职教教材＝科学教材＋实习。前半截按科学的样子写原理，后半截按实习的样子写步骤，中间用一个加号连起来。这个公式如此自然，以至于没有人觉得它需要被检查。

接下来的三章，我们要把这个公式拆开来看：第2章看加号的左边，科学语法为什么"不通电、不闻味"；第3章看加号的右边，实习语法为什么只剩飘在空中的注意事项；第4章看加号本身——它不是一个连接符，而是一道裂缝，那根从理论通到操作的"转译腱"，就是在这道裂缝里被缝走的。

两本账从不对账，不是因为记账的人不认真，而是因为账本的格式从一开始就只给了一本账位置。

带走的话

教材在被翻开时说话，学生在卡住时需要它说话；一本只会在前一个时刻说话的书，注定在后一个时刻沉默。教材记的是东西，学生记的是当口；前者是袋子，后者是路。

小账

卡：教材的账与学生的账形状不同，而过去靠师傅兜底，从没被逼着对账。

路：铺下集合 {t} 与序列 ⟨(k,r)⟩ 的第一次对照，为第3编的本体翻转和第4章的"加号"埋好入口。

第 2 章

科学语法：为什么物理书不通电、化学书不闻味

这一章的问题：加号左边那本"科学教材"，写的都是对的道理。可为什么一个把欧姆定律背得滚瓜烂熟的学生，第一次接线时手会发抖？科学的写法里，到底少了什么？

◆ 一、一本不通电的物理书

先说一件人人都经历过的事。

中学物理学电学，欧姆定律、串联并联、电功率，公式一个一个推出来，例题一道一道算下去。考试的时候，给你一个电路图，让你求某个电阻上的电流，大多数人都能算对。可是如果把一个从没接过线的学生领到一块真实的配电板前，递给他一把螺丝刀、几根线，说"把这盏灯接上"，他多半会愣住。

愣住的不是公式。他知道电流从哪里来、往哪里去。他愣住的是一连串书上从来没提过的事：线头剥多长？铜丝要不要拧在一起？螺丝拧到多紧算紧，拧过了会不会把线压断？零线火线怎么分——书上画的是一根黑线一根红线，可手里这两根颜色看着差不多。最要紧的是：这东西通上电以后，我的手还敢不敢靠近？

物理书不通电。这不是物理书的错，是物理书的本分。它要讲的是在任何一块配电板上都成立的道理，所以它必须把具体的配电板拿掉；它要讲的是电流和电压之间的关系，所以它必须把"手会不会麻"这种事拿掉。它越是讲得普遍、干净，就越是离那一块具体的板子远。

化学书也一样。它讲氧化还原、酸碱中和、反应速率，方程式配平，摩尔计算。可它不闻味。实验室里那股刺鼻的味道是什么意思，浓度高了闻起来有什么不同，什么时候该马上关阀开窗——这些书上要么不写，要么写成一句"注意通风"。一个人可以把化学书考满分，却从来不知道某种气味意味着"现在就得停"。

我们把这种写法叫作"科学语法"。它不是哪一个编者的毛病，而是科学知识被写成书时，必然要遵守的一套规矩。

◆ 二、科学语法的三条规矩

科学语法有三条规矩，正是它们让科学书成了科学书。

第一条，去现场。科学讲的是"在什么条件下都成立"的道理，所以它要把具体的现场拿掉。哪一个车间、哪一台车床、今天的气温湿度、这一批材料的软硬，统统被抽掉，只留下"在理想条件下"的关系。一个切削公式里，不会有"这台老车床丝杠有点旷"这一项。

第二条，去身体。科学讲的是"谁来做都一样"的道理，所以它要把做事的人拿掉。手大手小、眼力好坏、胆子大小、累没累，统统被抽掉。教材里写"以每分钟若干转的转速切削"，不会写"你第一次站到这么快转着的工件跟前，心里会发慌，手会不自觉往后缩"。

第三条，去失败。这一条最要紧。科学书写出来的，是已经被确认为正确的结果。通往这个结果的路上，那些试错、走岔、失败、返工，都被收拾干净了，只留下一条笔直的"对的路径"。你在一本物理书里看到的，是定律本身，而不是前人为了得到这条定律摔过的跤。你在一本工艺书里看到的，是标准参数，而不是一代一代师傅在得出这个参数之前废掉的那些工件。

这三条规矩，单独看每一条都有道理。去现场，是为了普遍；去身体，是为了客观；去失败，是为了清楚。人类之所以能把知识一代一代传下去而不必每一代都重新摔一遍跤，正是靠这套语法。我们不是要批评科学语法本身。

问题出在：当它被搬进职业教育的教材，充当"加号左边"的时候，这三条规矩恰好拿掉了一个学生学会一门手艺时最需要的三样东西——现场、身体、失败。

◆ 三、"对的路径"是怎样被发现、又怎样被装进书里的

为了看清这一点，我们得往回退一步，看看"对的路径"是怎么来的。

任何一条写进教材的标准做法，背后都有一段被收拾掉的历史。拿拧螺丝来说，一颗螺栓该拧多紧，今天的手册上会给一个扭矩数，用扭力扳手拧到那个数就行。可是在这个数被写下来之前，有过很多拧松了的、拧过了的、拧断了的、拧到螺纹滑丝的。有人从这些失败里看出了规律，量出了一个范围，再经过反复检验，最后定成一个数，写进手册。

这个过程，我们在全书里叫它"发现"：先把对的路径从一大堆失败里找出来，然后把它装进书里，传下去。今后的人不必再拧断那么多螺栓，照着数拧就行。

"发现"的思路，一直是知识容器式教材的底层逻辑：教育的任务是把已经发现了的对的路径搬给下一代。编教材，就是把对的路径收集齐全、排列整齐、装进封皮。教学，就是把封皮打开，把里面的东西搬进学生脑子里。考核，就是看搬进去了多少、搬得准不准。

这个逻辑里有一件事被悄悄省略了：对的路径之所以对，是因为它是从失败里长出来的；而学生要真正拿到它，也得自己经过一部分失败。一个从来没有拧松、拧过过的人，拿着那个扭矩数，只是拿着一个数。他不知道拧过了手上是什么感觉，不知道螺纹快要滑丝时扳手会怎样突然变轻，也就不知道什么时候该停下来怀疑一下扳手是不是坏了。他手里有路径，却没有路径背后的那些失败所长出来的判断。

科学语法"去失败"，对于知识的传递是功劳；对于能力的形成，却是把梯子抽掉了。它把前人用失败换来的结果交给学生，同时把"怎样从失败里长出判断"这条路给封上了。

还要多说一句。这件"把对的路径发现出来、装进书里"的事，正是AI如今一秒钟就能做完的事。问它一颗某规格螺栓该拧多少扭矩，它马上就能给出；问它某种材料的焊接参数，它也能列出一张表。当对的路径变得唾手可得，靠"装对的路径"为生的教材，它的意义就开始松动了。第7章会正面讲这件事，我们把它叫作"发现死亡"。

四、学生在科学语法里找不到自己

科学语法拿掉了现场、身体和失败，结果是：学生在加号左边那半本书里，找不到自己。

这话听起来有点重，我们换一个说法。一个学生读科学章节时，他在扮演什么角色？他在扮演一个旁观者，一个站在世界外面、看世界怎样按规律运转的观察者。书里讲的是"电流如何""材料如何""反应如何"，没有一句讲"你如何"。他的手、他的眼、他的胆子、他的犹豫，在书里都没有位置。

这种旁观者的位置，对于理解是必要的，对于做事却是陌生的。一个人站到车床前、配电板前、泳池边，他不再是旁观者，他是当事人：这一刀是我切的，这根线是我接的，这口水是我呛的。当事人要面对的第一个问题，从来不是"这个规律是什么"，而是"我现在这一步拿不拿得定"。

"这一步我拿不拿得定"，这句话在科学语法里没有语法位置。科学语法里只有"是什么"和"为什么"，没有"我拿不拿得定"。可这句话恰恰是职业能力的核心：一个焊工能不能独立上岗，不看他能不能讲出熔池的物理，而看他在熔池眼看要出问题的那半秒里，拿不拿得定该收还是该压。这一层，我们在第21章会把它叫作"判断层"，并说明它为什么最贵。

所以，科学章节读得越好的学生，到了现场越可能出现一种奇怪的落差：他"懂"得越多，越不知道手该往哪里放。这并不奇怪。他在书里练习的一直是旁观者的功夫，现在突然被要求做当事人。中间没有任何一页教他怎样从旁观者变成当事人。

小周的情形可以说明这种落差（这是我们构想的场景）。他十九岁，在职业学院学焊接，话不多，手快，心慌。焊接原理课上，电弧温度、熔池形成、保护气体的作用，他都记得。可他第一次握着焊枪对着钢板，电弧一亮，他的手比脑子快，焊枪走得飞快，像要赶紧逃开那团光。焊完一看，焊缝细得像一条线，边上还咬出

了沟。他不是不懂熔池，他是在那一刻顾不上熔池——旁观者的知识，在当事人的慌里找不到入口。小周的卡第20章会细讲，这里只借他一个画面。

◆ 五、"理论前置"的执念

尽管如此，职业教育教材几乎无一例外地把科学章节放在前面。先理论，后实践；先原理，后操作；先打基础，再盖房子。这个顺序被认为天经地义，背后是一个很少被说出口的比喻：理论是地基。

地基的比喻很有说服力。房子要盖得稳，地基要打得深；学生要做得好，理论要学得透。所以要先花一个学期、一个学年，把理论地基打好，再上实训。

可是这个比喻在职业能力上用错了地方。地基是先打好、然后被压在下面、不再被看见的东西。而理论在一个学生学会手艺的过程中，根本不是这样运作的。一个学生在还没摸过车床时学的切削理论，到了车床前，他想不起来；等他崩过一次刀、被师傅点醒之后，回头再看那一页，才忽然明白那段话在说什么。理论不是在开头被打进去的，而是在卡过之后才被"用上"的。

当理论被前置成地基，它就变成了另一种东西。我们在全书里管它叫"柏油"：它铺得很平、很漂亮，一眼望去平整无缺，可是学生的脚踩不上去——因为他还没有走到需要它的地方。等他真走到了那个地方，手上脚下全是现场的事，那层柏油早就离他好几个学期了。

理论到底该在哪里？我们的回答是：在两个卡之间。学生撞上一个卡，从出口走出来，带着刚刚长出来的那一点判断往前走，这一段平路上，理论才被用上、被耗尽。理论活着的标志，是学生解开一个卡之后，自己问出那个"为什么"——"为什么手轮这一段要摇得这么慢？"这个时候递给他切削原理，他会接住。这是第13章和第25章要细讲的"理论路面"。

这里只先说一句：科学语法本身没有错，错在它被放错了位置，被当成了入口和地基，而它本该是路面。

◆ 六、科学语法的另一半

讲到这里，也许会给人一个印象：既然科学语法这么不适合职业教育，那就把它砍掉，直接上手做好了。

这恰恰是另一种错误，我们在第3章和第24章会看到它的后果：一个没有断点结构的"直接做"，长出来的往往不是判断，是野藤——随机的错误，固化的坏习惯，绕开困难的小花招。

科学语法的价值是真实的。它保存了人类用无数失败换来的对的路径，让后人不必每一代都从零摔起。它也是学生最终能够"知其所以然"的地方——一个只会照做、不知道为什么的人，遇到条件一变就没辙。我们要的不是把科学语法扔掉，而是让它从入口挪到路面上，从地基变成学生解卡之后脚下踩着的那段平路。

可是要做到这一点，光挪动科学语法是不够的。加号右边那本"实习"也有它自己的语法，而且同样有病。更要命的是，加号两边的两套语法彼此不认识。下一章我们去看加号右边。

> 带走的话
>
> 科学语法拿掉了现场、身体和失败——这是它传递知识的功劳，也是它在职业教育里抽掉梯子的地方。理论前置成地基，就变成了柏油：铺得很平，学生的脚踩不上去。

> **小账**
>
> 卡：科学语法里没有"这一步我拿不拿得定"的位置，读得越好的学生到现场越可能手足无措。
>
> 路：铺下"发现"的思路与"理论是路面不是地基"的判断，为第7章"发现死亡"和第13章"理论路面"备好路基。

第 3 章

实习语法：飘在空中的"注意事项"

这一章的问题：加号右边的实习章节，看上去最贴近操作：任务、步骤、工单、注意事项，一样不缺。可是学生照着步骤做，还是在同样的地方出错；"注意事项"写了一条又一条，学生还是不注意。实习语法的病，病在哪里？

◆ 一、"注意事项"读起来为什么像天气预报

随便翻开一本职教教材的实训部分，几乎每个任务后面都跟着一组"注意事项"。我们挑几条大家都眼熟的句式：

"操作时注意力要集中。" "严禁违规操作。" "注意控制火候。" "焊接时注意保持电弧稳定。" "下水前做好准备活动，注意安全。" "剪发时注意观察头型，把握好层次。"

这些话哪一句错了？一句也没错。可是请想象一个学生，真的站在灶台前、焊台前、泳池边、客人椅子后面，他能拿这些话做什么？"注意控制火候"——怎么注意？火候到哪里算过了？过了以后我该做什么？"注意保持电弧稳定"——电弧不稳的时候长什么样？我的手应该往哪个方向动？"把握好层次"——我第一剪下去之前，凭什么知道层次好不好？

这些话读起来像天气预报："今天可能有雨，出门注意。"它说的事是真的，可它不告诉你雨具体在几点、几分、在哪条街落下来，也不告诉你淋着了该往哪个屋檐下躲。它飘在空中，盖在所有地方，却不落在任何一个地方。

那为什么大家还是一写再写？我们猜想有三个原因，都不难理解。一是好写：一条"注意控制火候"不需要编者去车间蹲点、去数学生到底在哪里糊锅，坐在书桌前就能写出来。二是保险：写上了"注意安全"，万一出了事，书是提醒过的。三是看起来完整：一个任务后面没有注意事项，评审时像是缺了一块。这三个原因没有

一个是坏心，但它们合在一起，让"注意事项"成了一种写给评审和写给责任的文字，而不是写给卡住的学生的文字。

阿婷是中职烹饪专业的学生，十七岁，怕油溅。她把"注意控制火候"背得很熟，老师问起，她会说"我懂了"。可她站到灶前，油一响她就往后退，锅里的东西在她退开的那几秒里已经过了火。她缺的不是"注意火候"这四个字，是"油响了先关小火再退"这一句——她的卡在第19章还会再见。

我们把实习章节的这套写法叫作"实习语法"。它的代表就是"步骤＋注意事项"：前面一串标准步骤，后面一串放之四海而皆准的提醒。

◆ 二、实习语法的三个特征

实习语法有三个特征。

第一，它按"正确步骤"排列。任务一、步骤一二三四五，每一步写的都是"应该怎样做"。它描绘的是一个已经会了的人做这件事时的样子：熟练、流畅、一步接一步、没有停顿。这一点和科学语法其实是一路的——都只写对的路径。只不过科学语法写的是对的道理，实习语法写的是对的动作。

第二，失败被挤到了"注意事项"里。既然正文只写对的步骤，那些会出错的地方放哪里？放到末尾，变成一组提醒。可是一旦失败被写成提醒，它就失去了三样东西：失去了位置——它不再挂在某一步旁边，而是挂在整个任务后面；失去了形态——它不写"错的时候长什么样"，只写"要注意"；失去了出口——它不写"错了以后往哪走"，只写"不要错"。

第三，它假设学生会自己把提醒套到步骤上。一条"注意控制火候"，编者的意思是：学生在做每一步的时候，都要记得控制火候。可是学生在锅前手忙脚乱的那一刻，脑子里根本腾不出地方去想"注意事项第三条"。即便想起来了，那一条也不告诉他此刻该干什么。把"套上去"这件事交给学生自己，等于把最难的那一步留白了。

所以，实习语法看起来离操作最近，其实在关键处和科学语法犯了同一种病：它也去掉了失败。科学语法是把失败收拾干净，实习语法是把失败赶到末尾、抽成口号。两种办法，结果一样：学生卡住的那个当口，书上没有一页对他说话。

◆ 三、陈姐的十几个学徒

陈姐四十五岁，开理发店，前后带过十几个学徒。她的店里没有教材，只有她的眼睛和嘴。我们构想一个场景，看看一位有经验的师傅在"注意事项"的地方实际做了什么。

这是我们构想的场景。一个新来的学徒第一次给模特头剪发。陈姐站在他身后。学徒拿着剪刀，梳子挑起一缕头发，迟迟下不去手。陈姐没有说"注意观察头型"，她说的是："手指夹住，往下拉到眉毛这儿，剪你手指外面那一截，别管里面。"学徒剪了。第二剪他胆子大了，梳子挑得太多，陈姐马上说："少一点，一次就这么多，超过你两根手指宽的就分两次。"

陈姐说的这两句话，和"注意观察头型，把握好层次"比，差在哪里？差在三处。第一，她的话挂在一个具体的当口上——就在学徒下不去手的那一刻，就在他梳子挑多了的那一刻。第二，她的话能马上照着做——"手指夹住往下拉""超过两根手指宽分两次"，学徒听完手就能动。第三，她的话做完以后学徒能接着往下剪，不是被吓住停在那里。

这三处，正好是本书说的"回写口"的三个条件：可执行、邻近、开口。陈姐没有学过这套说法，但她十几年带徒弟，嘴里说出来的就是一个一个的回写口。而她的店里，一页纸也没有。

理发的第一剪在第20章还要细拆，那里会讲判断层为什么最贵。这里只想借陈姐看清一件事：实习语法缺的那样东西，在好师傅身上是有的。师傅身上有，书上没有。

◆ 四、"严禁"与冻住的现场

实习语法里还有一类句子比"注意"更硬，那就是"严禁"。

叶工三十八岁，是行业协会标准委员会的成员。他写标准的时候，习惯写"严禁"："严禁带电作业""严禁超负荷运行""严禁未经培训上岗"。这些"严禁"当然有它的道理：有些线一旦越过就会出人命、毁设备，必须用最硬的话钉住。我们完全同意，有些地方必须"严禁"，而且第41章会专门讲：失败代价超过一次可逆返工的领域，根本不该让学生去真撞，只能降格为模拟。

可是"严禁"写多了，会出另一种问题。很多操作里，对和错之间并不是一条线，而是一片：中间有一段"合格"，有一段"可以返工"，还有一段"直接报废"。比如一道焊缝，外观上有一点点不平整，可能完全合格；再严重一些，要打磨返工；出现某种特定缺陷，整段就得割掉重焊。当标准只写"严禁出现缺陷"，不写哪种缺陷到什么程度算合格、什么程度必须返工、什么程度直接废，学生面对的就是一片被冻住的现场：要么完美，要么犯禁，中间没有地方可以站。

一个被冻住的现场，学生在里面什么也学不到。因为"学"恰恰发生在那一片中间地带：我焊的这一段有一点问题，它属于哪一档？我该怎样改？改完以后它进了哪一档？这一片差异的场，是判断长出来的地方。一句"严禁"把它整个冻死了。

第7编讲三主编链的时候，会给行业主编一件专门的交付物：一张《合格／返工／废品三档容忍度表》，外加少数几条"一出现就直接返工"的硬约束。区别在于：硬约束只留给真正一碰就不可挽回的地方，其余的地方都要写出三档。每一处"严禁"有没有附三档容忍，可以拿来当一块试金石，判断一本教材的现场有没有被冻住。

◆ 五、另一个极端：只做不讲，长出野藤

既然"步骤＋注意事项"不管用，有人就走到另一个极端：别写那么多了，让学生直接上手做，做多了自然会。

这个思路有它的道理，很多老师傅就是这么带出来的："干就完了，干多了就会了。"可是如果仔细看那些"干多了就会了"的人，会发现他们分成两种。一种确实越干越好；另一种干了很多年，手上一直带着一些毛病，改不掉了。

区别在哪里？前一种人，身边多半有一个人在关键的当口拉他一把，或者他自己有本事在出错的地方停下来琢磨；后一种人，一路做下来，错误随机地出现、随机地被糊弄过去，坏习惯一点点固定下来，碰到真正难的地方，他学会了绕开它，用一个自己发明的小花招对付过去。

我们把后一种长出来的东西叫作"野藤"：没有断点结构的"做中学"长出来的东西——随机的错误、固化的坏习惯、绕开困难的个人技巧。野藤也是长出来的，也很茂盛，可它不是判断。一个靠野藤干活的人，在熟悉的条件下也许还过得去，条件一变，藤就断了。

杜威"做中学"的直觉——判断不是从书本里长出来的，是从做里长出来的〔待核〕——在我们看来是对的。问题在于，它默认只要把人放进真实的任务，判断就会自动长出来。实际上，判断要长出来，需要一个结构：差错在哪个点上发生，发生以后就近有什么把人接住。没有这个结构，长出来的就是野藤。第24章会专门讲这件事，并把它和杜威的主张划清界线。

所以，实习语法的两个版本都有病："步骤＋注意事项"的版本，把失败抽成了口号；"只做不讲"的版本，把失败放任成了野藤。前者是失败没有位置，后者是失败没有出口。

◆ 六、实习语法和科学语法：互不认识

到这里，加号两边的两套语法都看过了。把它们放在一起，能看出一个比各自的毛病更要紧的事实：它们互不认识。

科学语法说的是"是什么、为什么"，实习语法说的是"怎么做、注意什么"。科学章节里的切削原理，在实习章节的对刀步骤里一句也不提；实习章节的"注意缓慢进给"，在科学章节里也找不到它的来由。一个学生读完前半本，再读后半本，

感觉像是换了一本书——前半本是一位物理老师在讲课，后半本是一位车间主任在念规章。两个人从没说过话。

学生自己最能感到这种断裂。一个学生曾经被老师问"原理课学的东西实训时用上了吗"，他想了想说："好像是两门课。"——这是我们构想的一句话，但它说出的感觉，很多职校生都会认。两门课，两种话，两种考法：理论课考填空和简答，实训课考步骤和成品。没有一种考法去问"你在哪里卡住了、后来怎么出来的、出来以后回头看原理课哪一句话忽然懂了"。可是这三个问题，恰恰是一个人真正学会一门手艺时走过的路。

更要紧的是，两套语法都只写对的路径，都把失败挪走了。科学语法挪到了历史里，实习语法挪到了末尾。于是在整本书里，从头到尾，找不到一个地方专门写"学生会在这里卡住，卡住以后往这里走"。这个地方本该在两套语法的交界处——在理论通往操作的那一段。可是交界处只有一个加号。

下一章，我们就把这个加号拆开。

> 带走的话
>
> "注意事项"像天气预报：说的都是真的，却不告诉你雨落在哪条街，也不告诉你往哪个屋檐下躲。失败没有位置，就成了口号；失败没有出口，就长成野藤。

小账

卡：实习语法把失败抽成"注意"、冻成"严禁"，或放任成野藤；好师傅身上有的回写口，书上一页也没有。

路：铺下回写口三条件的雏形（陈姐）、三档容忍度的伏笔（叶工）与"野藤"一词，供第22、24、34章踩着往前走。

第 4 章

加号是裂缝：转译腱在装订线里被缝走了

这一章的问题："职教教材＝科学教材＋实习"——这个等式里，人人都盯着左边和右边，嫌理论太多或者实践太少。可是那个加号本身，到底是什么？它连起了什么，又藏住了什么？

◆ 一、一个没人检查过的符号

在职业教育的话语里，有一个等式几乎从来不被说出口，却在每一本教材的结构上显形：职教教材＝科学教材＋实习。

前面两章分别看了等号右边的两项。左边那项是科学语法，去现场、去身体、去失败，只写对的道理；右边那项是实习语法，按正确步骤排列，把失败挤成"注意事项"。两项各有各的病，这是讨论职业教育的人大多承认的。所以多年来，改革的力气基本都花在这两项上：理论太深，就删一删；实践太少，就加一加；理论太旧，就换新的；实践太假，就引进企业真实项目。左边调一调，右边调一调，比例调一调。

可是很少有人去看那个加号。

加号太自然了。左边是理论，右边是实践，中间用加号连起来，好像本来就该这样。一本书前半本讲原理、后半本讲操作，一门课先上理论课、再上实训课，一个专业先读两年书、再去顶岗实习半年。整个职业教育的骨架都长在这个加号上，以至于它看起来不像一个需要被设计的东西，倒像是一种天然的秩序。

这一章要做的，就是把这个加号拆开来检查。拆开之后我们会看到：它不是一个连接符，而是一道裂缝。

◆ 二、加号预设了一根转译腱

一个加号要能真的把两边连起来，它底下得有东西。

我们打个比方。人的肌肉要拉动骨头，中间靠的是腱。肌肉再壮，如果腱断了，力气传不到骨头上，胳膊抬不起来。理论和操作之间，也得有这样一根腱：把理论里的"是什么、为什么"，转成操作里的"此刻手往哪放、这一步拿不拿得定"。我们管它叫"转译腱"。

"把理论应用到实践"这句话，其实就预设了这样一根腱的存在：学生先掌握理论，然后在实践中"应用"它。应用，就是理论通过某根腱，传到了手上。

问题是：这根腱在教材里长在哪里？

去翻一翻。理论章节里没有它——那里只写对的道理，不写道理怎样变成手上的动作。实习章节里也没有它——那里只写对的步骤，不写步骤背后的道理怎样在这一步起作用。两部分都完整，都自洽，各自经得起评审。可是两部分交接的那个地方，只有一个加号。

当学生站在真实的断点上——刀尖离工件还有两毫米，脸埋进水里第二秒，对方的侧旋球已经过网——面对"这一步我拿不拿得定"的那一瞬，是哪一页教材在对他说话？

答案是：没有那一页。那一页本该长在加号的位置上，在理论通往操作的那一段。可是那一段，在装订的时候被缝进了装订线里。翻开书，左边一页是理论的结尾，右边一页是实习的开头，中间什么也没有。转译腱被缝走了。

◆ 三、裂缝的两边：两套互不认识的语法

为什么一根腱会被缝走？因为加号两边的两套语法彼此不认识。

科学语法的基本单位是"命题"：某某与某某成正比，某某在什么条件下发生什么变化。它的好坏标准是真假。实习语法的基本单位是"指令"：先做这个，再做那个，注意什么。它的好坏标准是照不照做。这两种单位之间，没有天然的通道。一

个命题再真，也不会自己变成一条指令；一条指令再细，也不会自己说出背后的命题。

举一个最简单的例子。理论章节讲：切削时，进给量越大，切削力越大，刀具越容易崩刃（这是机械常识的大意，具体关系依材料与刀具而定）〔待核〕。实习章节讲：对刀时，缓慢进给。这两句话放在一起，看起来是一对：因为进给大会崩刃，所以要慢。可是请站到学生的位置上：他需要知道的是，"慢"是多慢，在离工件多远的地方开始慢，慢到什么程度手上会有什么感觉，万一快了半圈他该怎么办。这些东西，既不是那条命题，也不是那条指令。它们是命题和指令之间的东西，是"命题在此刻、此地、此人手上变成了什么"。

这一类东西，我们在本书里统称为"判断"。它不属于科学语法，因为它离不开现场、身体和失败；它也不属于实习语法，因为它不是一条可以照着念的步骤，而是"在这个点上，我知道怎样拿定"。它只能长在两套语法之间。

所以说加号是裂缝：裂缝的两边是两套完整的、互不认识的语法，裂缝本身，恰恰是职业能力该长出来的地方。而在现有的教材格式里，这个地方没有人写页。

◆ 四、"裂缝里没有人写页"意味着什么

"没有人写页"，不是说没有人知道裂缝里该有什么。恰恰相反，有很多人知道。

老韩知道。他修了二十多年车，心里装着一大本"新人最容易在哪里搞错"的账：哪种异响新人会误判成发动机，其实是皮带；哪一步拆装新人最容易把卡扣掰断；哪一种故障码新人会按手册查一圈，最后发现是插头松了。他那句"你先别看书，听声音"，就是一条转译腱：从"发动机原理"转到"此刻听见这个声音该往哪想"。

陈姐知道。她带了十几个学徒，哪一剪新手最不敢下，哪一处新手最容易剪多，她闭着眼都能说。她嘴里那句"超过两根手指宽的就分两次"，也是一条转译腱。

林老师也知道一部分。他教了这么多年游泳，心里清楚学生最先卡在"脸埋不下去"，然后是"一换气就呛"，然后是"一紧张全身就僵"。只是他写讲义的时候，这些没写进去——讲义里写的是"呼吸要有节奏，身体要放松"。

这些人心里的账，就是裂缝里本该有的那几页。可是在现有的教材格式里，它们没有位置。它们不是理论，进不了前半本；它们也不是标准步骤，进不了后半本。它们最多被收进"注意事项"，然后被抽成"注意辨别异响""注意剪发量""注意放松"——失去位置、失去形态、失去出口，变成天气预报。

这就是"裂缝里没有人写页"的意思：知道的人有，写页的格式没有。转译腱不是没人会长，是长出来以后没地方挂，只好留在师傅身上，随着师傅退休、转行、带不过来，一茬一茬地散掉。

这道裂缝也不只出现在一本书的装订线里。把镜头拉远，会看到同一个加号在三个尺度上重复。

在一本书里，它是前半本理论加后半本实训。在一门课里，它是理论课加实训课：周一周二在教室讲原理，周四周五去实训室动手，两种课常常由两位老师上，两位老师的教案彼此不看。在一个专业里，它是两年在校学习加半年或一年顶岗实习：前两年读书考试，最后一段时间去企业，学校那头的成绩单和企业那头的鉴定表，各记各的。

三个尺度，同一个结构：左边一段只写对的道理，右边一段只写对的动作，中间一个加号，加号底下没有人负责。学生在每一个尺度上都要自己跨过那道缝。在书里，他自己把命题套成指令；在课上，他自己把周二听的原理带到周四的工位上；在专业里，他自己把两年的书本带进企业的车间。跨得过去的，靠运气、靠悟性、靠碰上一个好师傅；跨不过去的，就成了那个"理论考得不错，一上岗就露怯"的学生。

我们在这本书里主要讨论教材这个尺度，因为它最小、最具体，也最能动手改。可是读者心里要有数：教材里的加号拆开了，课程和专业里的加号也会跟着松

动。反过来，如果只在课程和专业的尺度上拉近理论和实践，而教材里的加号纹丝不动，裂缝就只是换了个地方。这正是第5章要讲的。

说到这里，可以用一句白话收住这一节：在加号的位置上，本该有的是一串"卡加出口"。学生撞上卡，被差异顶住、逼停（这一步，在我们的方法里叫D，差异）；在出口的帮助下，一个新的判断显露出来，写回到动作上（S，显露）；然后身体、器具、现场重新咬合，回到工位继续做（E，纠缠）。转译腱就是这样一轮一轮长出来的。加号把这一轮整个省掉了，于是腱也就无从生长。

◆ 五、AI把裂缝撕到了明面上

这道裂缝存在了很多年，为什么现在才显得刺眼?

因为过去有东西把它糊住了。糊住它的，是师傅。学生读完前半本理论，读完后半本步骤，站到现场卡住了，旁边有一个师傅，一眼看出他卡在哪，一句话把他拉出来。转译腱虽然不在书上，却活在师傅的眼睛和嘴里。教材只要负责两边，中间那道缝由师傅现场去补。整个体系就这样"凑合着"跑了很多年。

AI来了以后，情况变了。

首先，加号两边的东西都变得廉价了。理论那一边，问AI比翻书快；步骤那一边，问AI也能得到一条条标准流程，甚至比书上的更细。教材赖以存在的两项，被一个随叫随到的东西接走了大半。剩下来唯一AI给不了的，恰恰是加号那个位置上的东西：学生此刻卡在哪一层，此刻手往哪放，此刻这一步拿不拿得定。

其次，AI让学生更少遇到师傅。很多学生卡住的时候，第一反应不再是喊师傅，而是掏手机问。AI回给他的，是左边的道理和右边的步骤，条理清楚，完全正确——也就是又一遍加号两边的东西。它不知道他卡在哪一层，不知道他的手刚才多摇了半圈。于是那道过去由师傅现场糊住的裂缝，现在敞开了。

所以我们说：AI把这道缝撕到了明面上。不是AI制造了裂缝，裂缝早就在那里；是AI把两边的东西都拿走了，只剩下一道光秃秃的缝，再也糊不住。第2编会从这一点出发，讲知识容器之死，以及AI越会代办、学生越不在场的"平滑陷阱"。

◆ 六、拆掉加号之后

拆开加号，看到裂缝，下一步该做什么？

最容易想到的办法是：在加号的位置上，再加一章。在理论和实习之间插进一个"过渡章节"，叫"理论在实践中的应用"或者"典型案例分析"。很多教材已经这么做了。可是这样做，等于是在裂缝上再盖一块木板。新加的那一章，用的还是两套语法之一：要么写成案例分析，那是科学语法；要么写成综合任务，那是实习语法。裂缝还在，只是被盖住了。

我们的主张要激进得多：不是在加号的位置上加东西，而是让加号那个位置变成整本书的骨架。

具体说，就是把学生真实会卡住的地方，一个一个找出来，按先后排好；在每一个卡旁边，放一条就近、能马上照着做、做完能接着往下走的出口；两个卡之间，把理论铺成学生解卡以后踩着走的路面。这样，转译腱就不再被缝进装订线，它长在每一个卡和它的出口之间，一根一根，连成一条路。原来的科学语法，挪到路面上；原来的实习语法，融进卡与出口里；原来那个加号，消失了。

这就是本书的本体翻转：教材不是知识集合，而是带口卡序列。第3编会把它正式立起来。在那之前，第5章还要回头看一看：二十年来，我们其实不止一次地碰到过这道裂缝，也不止一次地动手修过它。只不过每一次修，都没有拆开加号，只是把它刷了一遍漆。

> **带走的话**
>
> 加号不是连接符，是一道裂缝；裂缝的两边是两套互不认识的语法，裂缝本身才是职业能力该长出来的地方。转译腱不是没人会长，是长出来以后在书里没地方挂。

> **小账**
>
> 卡：命题与指令之间没有通道，判断无处成页；过去靠师傅糊住，AI让它再也糊不住。
>
> 路：铺下"转译腱"与"裂缝里没有人写页"的诊断，引出第3编的带口卡序列——让加号的位置变成整本书的骨架。

第 5 章

三次粉刷：理论联系实际、理实一体化、产教融合

这一章的问题：二十年来，职业教育改革的口号一个接一个："理论联系实际""理实一体化""产教融合"。每一个都指向同一个病，每一个都做成了一些事。可为什么学生那本账上的卡，一个也没有少？这些改革到底修了什么，又漏了什么？

◆ 一、先说清楚：我们讨论的是一种思路，不是哪一份文件

开始之前，先立一条边界。

这一章要谈的三个说法，在职业教育里流传很广，出现在讲话里、论文里、学校的介绍里、教材的前言里。我们讨论的，是这三个说法背后共同的一种改革思路，是它们在教材这一层上做了什么、没做什么。我们不评价任何一份具体的政策文件，也不评判任何一所学校、一个地区的做法。这三个说法各自推动了大量切实的工作，场地建起来了，企业请进来了，学生动手的时间多了——这些都是真实的进步，我们承认。

我们要问的只是一个很窄的问题：这三次改革，有没有拆开那个加号？

我们的回答是：没有。它们都在加号的周围做了工作，把左边和右边拉得更近，把加号刷得更亮，可是加号底下那道裂缝，没有一次被打开来写页。所以我们把它们叫作"三次粉刷"。粉刷不是贬义——粉刷能让墙好看、好住、少掉灰——但粉刷不是拆墙。

◆ 二、第一次粉刷："理论联系实际"

"理论联系实际"是最老、也最深入人心的一句。它说出了每一个职教人都感受到的痛：理论和实际脱节了，要把它们联系起来。

这句话的诊断是对的，可是它开出的方子，落到教材上，通常变成了两个动作。一是在理论章节里多举实际的例子：讲切削力时配一张车间照片，讲电路时举一个家用电器的例子。二是在实习章节前面加一段"相关知识"：做对刀任务之前，先复习一下刀具角度。

这两个动作，让两边各自往中间挪了一步。理论那边沾了一点实际的颜色，实习那边沾了一点理论的颜色。可是请注意，两边的语法都没有变。理论章节里加了例子，那些例子仍然是"去失败"的——照片上的车床运转良好，例子里的电器正常工作，没有一个例子写学生会在哪里卡。实习章节前面加了"相关知识"，那段知识仍然是科学语法的命题，放在任务开头，等学生卡住的时候它在好几页之前，跟他手上的事对不上。

"联系"这个词本身就暴露了问题。它假设理论和实际是两个已经各自成形的东西，需要用一根线把它们连起来。这根线是什么？它没有说。实际上，这根线就是第4章说的转译腱，而转译腱恰恰不是"联系"出来的，是在一个一个卡上长出来的。"理论联系实际"站在加号旁边，指着加号说"这里要连起来"，却没有给出连的那一页长什么样。

◆ 三、第二次粉刷："理实一体化"

"理实一体化"往前走了一大步。它不满足于在书里"联系"，而是要在场地上、时间上把理论和实践合在一起：不再是周一周二上理论、周四周五上实训，而是在同一间实训室里，边讲边做；不再是理论老师和实训老师各管一摊，而是同一位老师既讲原理又带操作。

这是一项实打实的历史贡献。场地合二为一，学生动手的机会多了，理论和操作在时间上挨得近了。很多实训室就是在这个思路下建起来的。

可是我们要问：场地合在一起之后，教材变了吗？

在很多地方，变化是这样的：原来在教室里讲的那段原理，现在搬到实训室里讲；讲完之后，做一次"验证性操作"——按照步骤做一遍，看看结果是不是和原理

说的一样。这种做法有一个隐蔽的问题：验证性操作的意思，就是"按对的路径走一遍，验证它是对的"。它仍然是去失败的。学生在实训室里走的，还是那条笔直的路，只不过从纸上走到了工位上。哪里会卡、卡了往哪走，依然没有写。

用一句话说：理实一体化把理论搬到了车间，可是搬过去的仍然是科学语法；它把讲台和工位放在了一起，可是讲台和工位之间那一页，依然没有人写。这不是新语法，是旧语法搬了个家。

还有一个容易被忽略的后果。场地合一以后，一位老师既要讲原理又要带操作，他身上就同时背着两套语法。如果没有一本在卡上说话的教材，他只能靠自己的经验在现场补那道缝。补得好的老师，学生受益；补不好的，学生就在一间更漂亮的实训室里，卡在跟原来一样的地方。林老师那句"都写对了，学生还是不会"，很可能就是在一间理实一体化的场馆里说出来的。

◆ 四、第三次粉刷："产教融合"

"产教融合"走得最远。它看到了一个更深的问题：学校关起门来编教材、上课，不知道企业真正需要什么，也接触不到企业真实的生产。所以要让企业进来，让行业进来，学校、企业、行业一起培养人。

落到教材上，一种常见的形式是"三主编"：企业出一位主编，代表产业经验；院校出一位主编，代表教学规律；行业协会出一位主编，代表标准。三方的名字一起印在封面上。

这个思路抓到了一样极其重要的东西：企业身上有学校没有的知识——真实的失败。老韩那样的师傅心里的账，正是在企业里长出来的。把企业请进来，原则上就是把那本账请进来。

可是在很多情况下，三位主编的合作方式是"并排"：三个人坐在一张桌子前，各写各的章节，最后合订成一本。企业主编写几章"典型案例"或"企业实践"，院校主编写理论和教学设计，行业主编把标准条文附进去。三套语法放进了一间会议室，可是没有一套语法被改写过。企业那本"新人在哪里出错"的账，进了书以后，

常常被写成了又一组案例或又一组注意事项；行业的标准进了书以后，常常是一串"严禁"；院校的部分，还是原来的科学语法。三个人的名字并排印在封面上，那道裂缝依然没有人负责。

我们并不是说三主编这个形式不好。恰恰相反，我们认为它是三次改革里最接近答案的一次——它把三样原料都请到了桌边。它缺的是一样东西：三方之间不该是并排签字，而该是接力交棒。企业先交出一张真实的失败原料单，院校接过去把失败排成卡序、配上出口，行业再接过去给每一处封好"合格／返工／废品"三档阈值。上一棒交付的形状不达标，下一棒就不接。这是第7编要讲的"三主编链"，它和"并排"的区别，翻开第一章就能看出来：一本教材如果以"熟悉水性""认识设备"开头，而不是以一张真实的失败清单开头，那么它的企业主编多半从未交过失败清单。

◆ 五、三次粉刷的共同点

把三次粉刷放在一起看，会发现它们有一个共同的动作：拉近。

"理论联系实际"是在书里拉近：让理论章节和实习章节互相沾一点对方的颜色。"理实一体化"是在场地和时间上拉近：让讲台和工位挨在一起。"产教融合"是在组织上拉近：让学校、企业、行业坐到一起。三次拉近，一次比一次大，一次比一次实在。

可是三次拉近，都没有回答一个更细的问题：缝在哪一处？

裂缝的两边被拉得越来越近，近到几乎贴在一起，可是两边之间那一页——学生在这里会卡、卡了以后往这里走——始终没有人写。改革用的针线越来越好，拿针的手却一直没换：编教材的人仍然按"左边写道理、右边写步骤"的格式下笔。换针线而不换拿针的手，缝口永远在同一个地方。

为什么会这样？我们的看法是：三次改革都把一个"语法问题"当成了"组织问题"来治理。它们看到理论和实践分家了，就想办法把两家人拉到一个院子里、一间屋里、一张桌子前。可是两家人说的是两种话。只要没有人坐下来编一部双方都

能用的新语法——一种以卡为单位、以出口为句读、以理论为路面的语法——两家人住得再近，也还是各说各话。

还有一个旁证，可以帮我们看出三次粉刷有没有碰到裂缝。如果一次改革真的在裂缝里写了页，那么学生真实卡住的地方，就应该越来越多地落在教材标出来的地方；学生从卡到出口的距离，就应该越来越短。反过来，如果学生依然卡在教材没写的动作上，依然要翻好几页、甚至合上书去找人，那就说明改革只是在墙面上用力。这两样东西，正是第8编的两个旗舰读数要量的：首卡到最近出口的距离（D_FB-RE），和真实首卡与教材预设卡的重合率（R_B）。我们没有测过三次改革前后这两个数——这件事还没有人做过，在本书里只是一个〔未执行〕的检验设想。可是它至少给出了一种办法，让"改革有没有碰到裂缝"从一句感慨，变成一件可以拿尺子去量的事。粉刷和拆墙，原则上是可以量出区别的。

这里不妨用一句俗话。房子漏水，有人给墙刷了一遍防水漆，有人把两间屋打通了，有人把邻居请来一起商量。每一次都有用，屋里也确实干爽了一阵。可是漏水的那条缝在屋顶上，谁也没有上去看。

◆ 六、AI来了，粉刷挡不住了

三次粉刷之所以能够一直"够用"，靠的还是第4章说过的那个兜底：师傅。理论联系了实际也好，理实合一了也好，产教融合了也好，最后把学生从卡里拉出来的，往往还是现场某一个人的一双眼睛、一句话。粉刷让墙看起来好了，真正接住学生的，是墙后面站着的人。

AI改变了这个局面。当学生卡住时，越来越多的人第一反应是去问AI，而不是去喊师傅；当AI能把理论和步骤都讲得比书还清楚时，三次粉刷精心拉近的那两边，本身的分量都在变轻。粉刷过的墙依然光亮，可墙后面那个兜底的人，正在被一个只会重复墙面内容的东西替换。

于是那道被粉刷了二十年的裂缝，第一次完全露了出来。它不再能被一个口号、一间场馆、一张三方签字的封面挡住。要么，教材学会在卡上说话；要么，教材在AI面前失去存在的理由。

这就是第1编要交代的困境。我们看了两本账为什么不对账（第1章），看了加号左边的科学语法为什么不通电、不闻味（第2章），看了加号右边的实习语法为什么只剩飘在空中的注意事项（第3章），看了加号本身为什么是一道没人写页的裂缝（第4章），最后看了三次粉刷为什么都没有拆开它（本章）。

下一编，我们去看把这道裂缝撕开的那只手——AI，以及它给知识容器式教材带来的那场死亡。

> 带走的话
>
> 三次改革都在拉近，没有一次在写页：换针线不换拿针的手，缝口永远在同一个地方。把语法问题当成组织问题来治，两家人住得再近，也还是各说各话。

> **小账**
>
> 卡：理论联系实际、理实一体化、产教融合都在加号周围用力，裂缝依然无人负责；兜底的师傅正在被AI替换。
>
> 路：铺下"并排签字"与"链式交棒"的第一次对照，为第7编三主编链和第2编"知识容器之死"开好道口。

第 二 编

AI来了：知识容器之死

编 序

这一编五章，讲AI怎样把旧裂缝撕到明面上。第6章从“问AI比翻书快”说起；第7章立全书第一条判决：知识容器式教材是发现学，“把对的路径发现出来装进书里”这件事，AI一秒做完，教材的旧意义随之死亡。

第8章分层看去向：操作层被机器接走，判断层留给人。第9章讲平滑陷阱——导航开久了不认路，自动挡开久了不会坡起，AI越会代办，学生越不在场。第10章收束：职教的真问题，从“会不会”换成了“会不会在该摔的地方亮起来”。

第 6 章

一秒钟的教材：当学生问AI比翻书快

这一章的问题：学生遇到不会的地方，第一反应已经不是翻书，而是掏出手机问AI。问得快、答得全、还能追问。那么，一本把知识整理好、装订好、发到学生手里的教材，它原来那份"送知识"的活儿，还剩下多少？如果一本书最主要的功能被一秒钟替代了，它还凭什么占着课桌上那块地方？

◆ 一、课桌上的两样东西

先看一个我们构想的场景。

周一上午的焊接实训课。小周面前摆着两样东西：一本教材，翻到"焊接缺陷及其防止"那一节；一部手机，屏幕亮着。他刚焊完一道试板，焊缝表面有几个小坑。他没有翻书，手指在手机上敲了一行字："焊缝上有小孔是怎么回事"。几秒钟后，屏幕上出来一大段：可能叫气孔，常见原因有哪几类，焊条受潮怎么办，保护气体流量怎么查，坡口有油污怎么清。底下还贴心地问他："你用的是哪种焊接方法？我可以说得更具体。"

教材那一页上写的内容，跟手机屏幕上的差不多，甚至没有手机上的全。手机还会接着回答他的下一个问题，教材不会。

这个场景里没有坏人。教材没写错，AI也没乱说。可是课桌上的力量关系已经变了：过去，书是知识的来源，老师是书的讲解员，学生是书的读者；现在，书成了"手机答不上来时的备用件"，而手机几乎总能答上来。

我们在第1编里讲过，旧教材有两本账：一本是科学语法写的"知识账"，一本是实习语法写的"注意事项账"，两本账缝在同一个封皮里，从不对账。这一章要说的是：AI来了以后，第一本账——知识账——几乎一夜之间被别人代记了。而且代记得比书本身更快、更全、更有耐心。

把教材的老功能拆开看，它其实干了三件事。

第一件是"收"：编者从各种来源把相关知识收拢来，挑出对的，删掉错的。第二件是"排"：按章节、按从易到难、按学科逻辑排成一条线。第三件是"送"：印成书，发到学生手上，让学生在需要时能找到。

这三件事，过去每一件都很贵。收，需要编者懂行、读得多；排，需要编者有教学经验；送，需要出版、印刷、发行，需要学校统一征订。正因为贵，一本教材才值得反复修订、值得一用好几年、值得学生毕业了还舍不得扔。

AI把这三件事压进了一次问答里。学生一问，它就当场"收"（从它学过的海量材料里调出相关内容），当场"排"（按学生的问题组织答案），当场"送"（直接出现在屏幕上）。前后可能不到三秒。更要命的是，它的"排"不是按学科逻辑排，而是按学生此刻的问题排——这一点，任何一本印好的书都做不到。

我们不需要任何统计数字来证明这件事，只需要一个每个职校老师都能自己做的小测验：拿出你手里那本教材，随便翻到一页，把这一页讲的知识点变成一个问题，去问任何一个常见的AI助手。然后比一比，书上那一页和屏幕上那一段，哪个更全、更清楚、更能接着往下问。大多数时候，结果不用说出来。

所以，教材作为"知识送货员"的那份工作，基本上已经被接走了。这一点要先坦然承认，后面的话才说得下去。

◆ 二、林老师的困惑：都写对了，然后呢

下面是我们为陪读人物构想的情形。林老师三十四岁，在一所职业学院教游泳和体育实训，自己写过两本讲义。他写讲义很认真：呼吸要领、打腿频率、手臂入水角度、换气时机，每一条都查过资料，每一条都写对了。他常说的一句话是："我都写对了，学生还是不会。"

AI来了以后，他的困惑多了一层。他发现，学生课前问AI"自由泳怎么换气"，得到的答案和他讲义上写的几乎一模一样，有时候还更细。他有点失落："我花两个暑假写的东西，人家一秒钟就给了。"

但他很快又发现了一件更奇怪的事：学生问完AI，下水照样不会。该呛还是呛，该沉还是沉。屏幕上那一大段"换气要领"，跟他讲义上那一页一样，进了学生的脑子，没进学生的身体。

林老师这个困惑里，藏着这一编要讲的全部问题。他的讲义被AI"追平"了，这说明讲义里装的东西，AI也装得下；学生问完AI还是不会，这说明学生缺的根本不是讲义里装的那些东西。两件事放在一起，答案就出来了：旧教材花最大力气做的那件事——把对的知识装进书里——恰恰是学生最不缺的；而学生真正缺的，旧教材从来没写过页。

这里只说他的困惑，不展开游泳。游泳的卡怎么一个一个拆，是第4编第16章的事。

◆ 三、"我懂了"变得更便宜了

阿婷十七岁，中职烹饪专业。她有一句口头禅："我懂了。"老师讲火候，她点头说懂了；老师讲油温，她也点头说懂了。可一到灶台前，锅里的油一冒烟、一响，她手一缩，人往后退半步，刚才"懂了"的东西全不见了。

AI来了以后，阿婷的"我懂了"来得更快了。她在手机上问"炒青菜油温多少合适"，AI告诉她几成热、怎么看油面纹路、怎么用一根筷子试。讲得清清楚楚，配上分步说明，读完确实觉得懂了。这种"懂"，比听老师讲一遍还顺：没有人催，没有人看着，想看几遍看几遍。

这里有一个容易被忽略的变化：AI让"理解"这件事变得极其便宜。过去要理解一个知识点，得翻书、得问人、得等老师有空，理解本身有一点成本，学生多少会在这个成本里停一停、想一想。现在理解几乎零成本，读完就"懂"，"懂"完就以为自己会了。

可是阿婷在灶台前那半步后退，跟她懂不懂油温毫无关系。她卡的不是"这句话什么意思"，而是"油一响我还敢不敢把菜下进去"。前一种叫理解层的卡，后一种属于判断层和身体反应纠缠在一起的卡。AI把理解层的卡几乎全部消掉了，这是好

事；但它同时让学生更容易把"理解层通了"误当成"整件事通了"。"我懂了"这三个字，在AI时代比任何时候都更便宜，也比任何时候都更不可信。

阿婷在灶台前的那几道卡怎么拆，第4编第19章会专门讲。这里只记住一点：理解越便宜，理解和会做之间那道缝就越显眼。旧教材从来没给这道缝写过页，AI更不会替它写。

◆ 四、为什么"更快的书"救不了旧教材

有人会说：那就把教材做成电子版，配上二维码，扫码看视频，再接一个AI问答，不就跟上时代了吗？

这条路我们要说清楚它为什么走不通。

把书做快，解决的是"送"的速度问题。可是"送"已经不是问题了——AI送得比任何电子教材都快。你把一本书做得再快，它也只是一个"慢一点的AI"。你在教材里嵌一个AI问答框，学生为什么不直接打开手机上的那个？你花大力气做的"数字化教材"，跟学生手机里那个随时待命、什么都能接着聊的助手比，在"送知识"这件事上没有任何胜算。

更深一层，"更快的书"沿用的还是旧教材的那个本体：教材是一个知识集合，里面装着 t_1、t_2 一直到 t_n，彼此并列，顺序可以换，哪一条删了都不影响别的。这种东西天然适合被检索。而一旦一个东西适合被检索，最好的检索工具就会把它吃掉。AI就是目前最好的检索工具——准确地说，它比检索还多走了一步，它会把检索到的东西当场重新组织成你要的样子。

所以，旧教材的问题不在于"不够快"，而在于它是一个"可以被检索的集合"。只要它还是集合，它就会被AI吃掉。速度上的追赶，只是把被吃掉的时间往后推一推。

这也是为什么我们在第1编批评过的三次"粉刷"——理论联系实际、理实一体化、产教融合——放到AI时代都失效得更快：它们都没有动"教材是知识集合"这个底子，只是在集合外面刷漆。AI一来，漆再厚也挡不住集合本身被一口吞下。

◆ 五、学生问不出来的那个问题

再回到小周。

他问AI"焊缝上有小孔是怎么回事"，AI给了一个很好的答案。可是请注意，小周能问出这个问题，前提是他已经看见了那几个小孔，并且知道那叫"问题"。他是在一个已经显形的错误上提问的。

而焊接实训里真正折磨人的，往往不是这种显形的错误，而是另一种：小周焊的时候，手在某一刻犹豫了一下，焊条角度偏了一点，电弧拉长了一点，他自己没意识到；或者他意识到"好像不对"，但说不出哪里不对，更不知道该停还是该继续。这种时刻，他问不出问题。他甚至不知道自己在那一刻"卡"了。

AI回答问题回答得极好，但它回答的永远是学生已经问出来的问题。学生问不出来的那个时刻——身体先于语言感到不对劲、判断还没成形、手已经在犹豫的那个时刻——AI接不住，因为它根本不知道那个时刻发生了。旧教材同样接不住，因为它是在学生动手之前写好的，它也不知道学生会在哪里犹豫。

这就是本书要命名的东西：卡点。学生原有的动作结构在那里失效，被逼停了。卡点是可以指认的：有经验的老师傅站在旁边，往往一眼就能看出"他在这儿卡了"。老韩常说"你先别看书，听声音"，说的就是这种指认——声音一变，老师傅就知道徒弟在哪一步出了问题，而徒弟自己还浑然不觉。

AI把"送知识"做到了一秒钟，可是它也把一个原来被遮住的事实照得雪亮：学生要的从来不只是知识，而是在卡住的那一刻，有人（或者有东西）告诉他"你在这儿卡了，现在往这走"。旧教材没有这一页，AI的问答框里也没有这一页。这一页，就是本书后面要一点一点写出来的东西。

◆ 六、一秒钟之后，教材还能做什么

到这里，我们可以把这一章的账算一下。

AI接走的，是教材"收—排—送"知识的那份活儿。这份活儿过去是教材存在的主要理由，现在它几乎不值钱了。教材如果继续以这份活儿为主业，就会变成一个"慢一点、贵一点、不能追问的AI"，迟早被学生放到课桌的角落里。

AI没有接走的，是那个学生问不出来的时刻。在那个时刻，需要的不是一段完整的知识，而是一个准确的定位和一条最短的出路。定位，是告诉学生"你卡在这里"；出路，是给他一条马上能做的指令，让他离开断点、回到任务里去。这两样东西，本书后面分别叫"卡点"和"回写口"。

所以，一秒钟的AI教材并没有让教材消失，而是逼着教材换一份工作：从"把知识送到学生手边"，换成"告诉学生他会在哪里卡住，以及卡住后往哪走"。这正是本书副题那句话的意思：当知识被AI免费送到手边，教材只剩一件事——告诉你在哪里卡住。

下一章要说的是更彻底的事情：AI不只是把旧教材"送得更快"，它是把旧教材赖以成立的那个动作——"把对的路径发现出来"——本身也做完了。送货员被替代还好说，可如果连"发现"这件事都死了，旧教材的意义就不是缩水，而是整个消失。

> 带走的话
>
> AI把"送知识"压成了一秒钟；一本还在送知识的教材，只是一个慢一点的AI。学生缺的从来不是问得出来的答案，而是问不出来的那一刻有人告诉他：你卡在这儿了。

小账

卡：教材"收—排—送"知识的老功能被AI一次问答接走；学生问完AI仍然不会做。

路：教材换工作——从送知识，换成标出卡点、给出卡后出路；"卡点"与"回写口"首次露面。

第 7 章

发现死亡：AI"发现"了对的路径，旧教材的意义随之消失

这一章的问题：上一章说AI接走了教材"送知识"的活儿。这一章要往下挖一层：旧教材之所以成立，靠的不是"送"，而是"发现"——编者先把一条"对的路径"发现出来，再装进书里传下去。如果AI一秒钟就能把这条"对的路径"摆到任何人面前，那么"发现"本身还算不算一件事？旧教材的意义是缩水，还是死亡？

◆ 一、旧教材是一台"发现机"

我们先给旧教材画一张像。

一个编者要写一本焊接教材。他做的第一件事，是弄清楚"焊接这件事，正确的做法是什么"。他去读前人的书，去问老师傅，去看标准，去整理自己的经验，最后得到一套他认为"对的"东西：电流该调多大，焊条该倾斜多少度，运条该走什么轨迹，出现气孔是什么原因、该怎么防。这一套东西，就是他"发现"的对的路径。

第二件事，是把这条路径装进书里。按章节排好，写成条文，配上图，印出来。

第三件事，是让学生沿着这条路径走：先读懂，再照着做，做错了回来对照书，看哪一条没照做。

这三件事连在一起，构成了一种很古老的思路：世界上有一条现成的、对的路径，它在那里等着被发现；谁先发现了，谁就把它写下来；后来的人只要照着写下来的走，就能到达同一个地方。我们把这种思路叫"发现学"。

发现学并不是错的，它撑起了整个近代的教育。物理书、化学书、数学书都是这样写的：前人发现了定律、公式、方法，写进书里，学生学会，就站到了前人的

肩膀上。第1编第2章说的"科学语法"，骨子里就是发现学：知识是被发现的、可以脱离现场存在的、对任何人都一样的。职教教材照搬了这套语法，于是也成了一台发现机——先发现对的做法，再把它装进书里。

◆ 二、AI做的恰好就是这件事

现在把AI放进来。

学生问AI："焊接低碳钢薄板，正确的做法是什么？"AI给出的回答，是什么？是一条"对的路径"：参数多少、角度多少、怎么运条、怎么避免烧穿。它是怎么得到这条路径的？是从它学过的大量文字里，把人们反复写下的"对的做法"提炼、组合、重新表述出来。

换句话说，AI做的，正是旧教材编者做的那件事——把对的路径发现出来，然后交给你。只不过编者要花几年，AI花一秒；编者写一本，就固定成一本，AI则按每个人的问题当场重新"发现"一遍。

这就是我们说的"发现死亡"。它的意思不是"发现这件事不重要了"，而是：发现这个动作，从一件需要专门的人花专门的功夫去做的事，变成了一件随手可得、几乎不要钱的事。当一件事的价格跌到地板，以它为核心价值的那个东西，就失去了存在的理由。旧教材以"我替你把对的路径发现好了"为核心价值，AI把这个价值的价格压到了零。

这里还有一层更微妙的意思。AI给出的那条"对的路径"，看上去是它"发现"的，好像它找到了一个早已存在的答案。可实际上，AI是根据你这一次的问题，把材料重新组织、当场生成出来的——它做的其实是一次"发生"，只是穿着"发现"的外衣。旧教材的编者其实也一样：所谓"发现了对的路径"，是编者在自己的经验、阅读和现场里，把一条路径组织出来的过程，也是一种发生；只是印成书以后，这条路径就被当成了一条"本来就在那里"的东西。AI把这件事做得太快、太多、太随意，反而把底牌掀开了：根本没有一条"本来就在那里"、只等你去捡的对的路径；每一条路径都是在某个条件下被组织出来的。

旧教材的意义建立在"有一条对的路径在那里，我替你找到了"之上。这个前提一旦被戳破，"替你找到"就不再是一份值得付钱的服务。

有人会觉得"死亡"这个词太重。教材还在印，学校还在订，老师还在讲，怎么就死了？

我们说的死，是意义的死，不是纸张的死。一样东西的意义，是它为什么值得存在。旧教材值得存在，是因为"对的路径"难得：难找、难整理、难传下去。现在这条路径随叫随到，旧教材原来那个"值得存在的理由"就没有了。书可以继续印很多年，就像很多早就没人用的东西还摆在柜台上一样；但它已经不是因为原来的理由被需要了。

"贬值"是说它还值点钱，只是少了；"死亡"是说它原来的那种值，归零了。我们之所以用重词，是因为如果只说"贬值"，人们就会想着"补一补"：加点视频、加点案例、加个AI问答框，把失去的那部分价值补回来。可是在"发现对的路径"这件事上，教材已经没有任何可以和AI竞争的余地。补得再多，也只是在一条已经关门的赛道上继续跑。

承认死亡，反倒是一种解放。它逼我们不再去问"怎么让旧教材跟上AI"，而是去问"如果教材不再是发现机，它还能是什么"。

◆ 三、AI让加号那道缝显形

第1编说过，旧职教教材的病，不在知识不够，而在那个加号：职教教材＝科学教材＋实习。科学语法写的那一半，管"对的路径"；实习语法写的那一半，管"注意事项"；中间那个加号，是两套互不认识的语法被缝进同一个封皮的地方，没有人给它写页。学生要从"懂了道理"走到"做成了事"，必须穿过这道缝；可这道缝在书里是空白，全靠学生自己撞，靠师傅临场点拨，靠运气。

在没有AI的时代，这道缝被科学那一半的分量遮住了。一本教材，大半篇幅是原理、参数、公式、步骤，看起来很厚实。人们翻开书，看到的是满满当当的知识，很少有人注意到：从知识到动作的那一步，书里根本没有。

AI来了以后，科学那一半被它整个接走了。学生不需要从书里获取原理和步骤，手机上随时有。于是一本教材里，原本最厚的那部分突然变得多余；剩下的，是实习那一半的"注意事项"，以及中间那道一直空着的缝。当厚实的那部分被抽走，那道缝就裸露出来了——就像一面墙，墙皮被揭掉，里面的裂缝一下子看得清清楚楚。

所以AI并没有制造职教的困境，它只是把困境照亮了。旧教材本来就没有写过从懂到会的那一页；以前有知识那一大半撑着门面，大家不觉得；现在门面被AI拿走，空着的那一页就成了整本书最显眼的地方。

这是我们全书的第二句定音：AI把这道缝撕到明面上。

◆ 四、一个小测验：你的教材有多少页会死

这里给职校老师一个可以自己做的小测验，不需要任何外部数据，只需要你手里的那本教材和一部手机。

把教材每一页大致归入三类之一。第一类：这一页讲的东西，可以变成一个问题去问AI，并且AI能给出一样好或更好的回答——比如原理、定义、参数、标准步骤、常见缺陷及原因。第二类：这一页写的是"注意事项""严禁""应当"之类的条文，它告诉你不要做什么，但没告诉你在什么现场条件下、你会以什么样子犯这个错、犯了之后怎么回来。第三类：这一页准确地写出了学生在某个具体动作上会在哪里被逼停，以及停住后马上可以做的一个动作。

我们不替任何人报结果，因为我们没有做过这样的统计，也不应该编一个。但我们可以说出这个测验的逻辑：第一类页数，就是AI时代会"死"的部分；第二类页数，是第1编第3章说的"飘在空中的注意事项"，它们没死，但也从来没活过；第三类页数，才是AI接不走、旧教材又很少写的东西。我们猜测（这是一个待检验的猜测），在大多数职教教材里，第三类会非常少，甚至一页都找不到。

如果真是这样，那么"发现死亡"带走的，几乎就是一本旧教材的全部。

◆ 五、老师傅的诀窍会不会也被"发现"掉

讲到这里，常有人追问：书上的知识被AI接走了，那老师傅脑子里的诀窍呢？老韩修了二十多年车，听声音就知道毛病在哪。这种本事，AI也能"发现"吗？

要分两半说。老韩的诀窍里，有一半是可以说出来的：某种异响多半是哪个部件松了，某种抖动多半是哪里不平衡。这一半，只要有人写下来、说出来、录下来，AI就能学去，也就能在别人问的时候一秒钟给出来。这一半本质上还是"对的路径"，只是原来藏在老师傅嘴里，没进书；一旦进了文字，它就和书上的知识一样，会被发现死亡带走。

另一半说不出来：老韩听到声音那一刻，耳朵、手、眼睛和二十多年记忆一起起作用，他"知道不对"的那个瞬间，自己也讲不清是怎么知道的。这一半不是一条路径，而是一次又一次撞出来的判断，已经长在他身上。AI可以告诉徒弟"这种声音多半是什么"，但没法让徒弟的耳朵在那一刻也"知道不对"。

更要紧的是老韩那句口头禅："你先别看书，听声音。"这句话本身不是知识，是一条回写口——它在徒弟卡住的地方，给了一个马上能做的动作，把徒弟从书本里拉回到车旁边。这样的话，AI可以背下来，却不知道该在徒弟的哪一刻说。说早了是废话，说晚了徒弟已经拧错了螺丝。

所以发现死亡带走的，是老师傅诀窍里"能变成路径的那一半"；留下的，是判断本身，以及"在哪一刻说哪句话"的那份时机感。第6编第27章会讲AI怎么帮老韩把维修单里的失败捞出来，那时我们会看到，AI在"捞卡"这件事上能出大力，但"在哪一刻说"这件事，仍然要回到卡点旁边去写。

◆ 六、死掉的是"发现"，活下来的是"发生"

那么，教材之后是什么？

我们的回答是：既然"把对的路径发现出来"这件事死了，教材就要转去做另一件事——帮一门技术在一个具体的人身上发生出来。

"发生"和"发现"的区别，可以用一句大白话说：发现是"路早就在那里，我指给你看"；发生是"路是你自己一步一步撞出来、修出来的，别人只能告诉你在哪里会撞、撞了往哪走"。在发现的思路里，学生是读者，任务是读懂；在发生的思路里，学生是当事人，任务是在真实的失败里一次次被逼停（差异把人逼停，SDE里的D），从停住的地方显露出一个新的判断写回动作里（显露，S），再带着它回到工位，让身体、器具、现场重新咬合在一起（纠缠，E）。这样一轮，就是一次发生。

AI可以一秒钟把"对的路径"摆出来，但它不能替学生被逼停，不能替学生把新判断显露在学生自己的动作里，也不能替学生的手重新和焊枪、和钢板、和那一刻的电弧声纠缠在一起。这些只能发生在人身上。

所以发现死亡，不是职业教育的末日，而是它从一个错位的地基上被掀下来，有机会落回本来该站的地方。职业能力从来就不是"知道对的路径"，而是"一门技术在这个人身上发生了"。旧教材用发现学的语法去写一件发生学的事，写了几十年都对不上；AI把发现学那一半拿走以后，剩下的发生学这一半，终于没处可躲，必须有人给它写页了。

下一章讲：在这场交接里，到底哪一层被机器接走了，哪一层留给了人。

> 带走的话
>
> 旧教材的意义是"我替你发现了对的路径"；AI把这件事的价格压到了零。AI没有制造职教的困境，它只是揭掉了墙皮，让那道从懂到会的裂缝露了出来。

> **小账**
>
> 卡：旧教材以"发现对的路径"为核心价值，这一价值被AI归零；加号那道缝裸露。
>
> 路：区分"发现"与"发生"；给出自测小测验（三类页）；教材转向帮技术在人身上发生。

第 8 章

操作层被机器接走，判断层留给人

这一章的问题：人们谈AI和职业教育，最常见的担心是"技能会不会被机器替代"。可"技能"是一个太粗的词。一个人在工位上卡住，卡的可能是"这句话什么意思"，可能是"这一步拿不拿得定"，也可能是"设备、工位、身体条件不对"。这三层，AI和机器各接走了多少？留给人的，究竟是哪一层？如果搞错了，职业教育就会在机器已经接走的地方使劲，在留给人的地方空着。

◆ 一、把"会"拆成三层

先把"会做一件事"拆开。

第一层是理解层：这句话什么意思。"焊条要保持七十度左右的倾角"（这里只是举例的写法，具体数值以所用工艺规范为准〔待核〕），学生知不知道七十度是什么样子，知不知道是跟哪个面成七十度。卡在理解层，就是没读懂、没听懂。

第二层是判断层：我知道，但这一步拿不拿得定。学生知道要七十度，可是焊到拐角，工件位置一变，他拿不准此刻该不该改角度、改多少；熔池颜色变了一点，他拿不准是正常还是出问题了，该停还是该接着焊。卡在判断层，不是不懂，而是懂了也定不下来。

第三层是操作层：设备、工位、身体条件。焊机电流是不是稳，工件夹得牢不牢，学生的手腕撑不撑得住那个姿势，护目镜里看不看得清熔池。卡在操作层，是现场的条件不对，或者身体还没准备好。

这三层是本书反复要用的定位法。它的用处很简单：学生卡住了，先问卡在哪一层，再决定谁来负责、怎么回写。第7编讲颗粒度试验时会用它来分清三主编各自的错；这一章用它来回答一个更大的问题——AI和机器来了，这三层各自的命运是什么。

◆ 二、理解层：AI几乎全接走了

理解层是AI最拿手的地方。

学生读不懂一句话，问AI，AI可以换十种说法给他讲；学生不明白一个原理，AI可以打比方、画示意、举例子；学生还不懂，AI可以不厌其烦地再讲一遍，讲到他点头为止。在"把一句话讲明白"这件事上，AI的耐心和变化，超过任何一个要同时管四十个学生的老师。

上一章说的"发现死亡"，主要就落在理解层：旧教材花最大篇幅做的，就是让学生理解对的路径。这一层被AI接走以后，旧教材最厚的部分失去了意义。

但这里要加一句提醒。理解层被接走，不等于理解层的卡消失了。学生仍然会在理解层卡住，只是解卡的成本大大降低了——一问就通。真正的风险在上一章讲阿婷时说过：理解层通得太容易，学生会误以为整件事都通了。所以AI时代的教材，在理解层要做的事反而变少了：不必再大段讲解，只需要在关键处标一句"这里如果没看懂，去问"，然后把篇幅让给下面两层。

◆ 三、操作层：机器在接，但接不干净

操作层的情况复杂一些。

一方面，机器确实在大量接走"执行动作"的那部分。工厂里，焊接机器人可以沿着设定好的轨迹稳定地焊；数控机床可以按程序精确地切；汽车上，自动挡替司机管了换挡，倒车影像和雷达替司机看了车尾。很多过去需要人用身体反复练出来的稳定动作，现在交给了机器。从这个意义上说，"操作层被机器接走"是一个正在发生的事实。

另一方面，机器接走的是"标准条件下的执行"，而现场永远不全是标准条件。焊接机器人焊得稳，前提是工件摆得正、坡口切得齐、夹具调得准；一旦现场来的工件有偏差，就要有人看出来、调过来。机器把动作接走了，可是"看出现场条件

和设定不一样"这件事，并没有被一起接走——它反而变得更重要了，因为机器不会自己停下来说"这块料不对劲"。

所以操作层发生的是一种分裂：执行那一半交给机器，"判断现场条件对不对"那一半，悄悄滑进了判断层。一个过去要练手稳的岗位，现在要练的是眼尖：在机器开始干活之前、干活的过程中，看出哪里不对。

这件事对教材是一个警告。如果教材还在大篇幅地教"标准动作怎么做"，而这些动作在岗位上已经由机器执行，那学生学的东西就和岗位要的东西错位了。可如果教材干脆放弃操作层，学生又会在第一次面对真实设备、真实工位时手足无措。操作层不是不写，而是要换写法：不写"标准动作是什么"，而写"在什么现场条件下，会以什么样子出错"——这正是第7编要求企业主编在失败原料单里交出的"高发条件"和"失败形态"。

◆ 四、判断层：最贵的那一层，留给了人

剩下的是判断层。这是最贵的一层，也是留给人的一层。

为什么说它最贵？因为它不能预先给出。理解层的东西可以写在书上、讲在课上、问AI得到；操作层的东西可以靠设备和工位准备好；唯独判断层，别人没法替你提前装进去。你可以告诉学生"熔池发亮发白就是温度过高"，这是一条知识；可是此刻眼前这个熔池，亮到什么程度算"发白"，要不要现在就收弧，这个"拿得定"只能靠他自己在一次一次的焊接里，一点一点取得。

而且取得判断的代价必须低。一个学生要拿定"什么时候收弧"，他得经历几次"收早了"和"收晚了"，看到后果，修正自己。如果每一次"收晚了"都意味着烧穿一个贵重工件，或者伤到自己，那这个判断就取得不起。所以判断层的训练，天然需要一种失败代价低、可以局部承受、改过来之后能尝到"我保住了"那种感觉的卡——本书后面把这种卡叫"有糖的卡"，第3编第15章会给它正式的定义。

AI能不能接走判断层？在一些场合，AI可以给出判断的建议：看了照片告诉你"这道焊缝可能有气孔"。但请注意，这时候是AI在判断，不是学生在判断。学生

得到了一个结论，并没有取得判断的能力。下次没有AI在旁边，或者AI给错了，学生仍然拿不定。更深一层，判断层之所以留给人，不只是因为AI暂时做不好，而是因为"判断"本来就是一个人和现场纠缠在一起的东西：他的眼睛、手、身体、经验、这一刻的处境，共同显露出一个"就是现在"。这个"现在"，只能在他身上亮起来。

这就是本书说"卡只能人自己撞"的意思。卡大多卡在判断层；理解层的卡AI帮你一秒解掉，操作层的卡设备和工位帮你提前排掉，判断层的卡，你得自己撞上去、自己从里面出来。

把三层的去向放在一起看：

层	学生卡住时的样子	AI与机器接走了什么	留给人的是什么	教材该怎么写
理解层	"这句话什么意思"	讲解、换说法、举例，几乎全部	少量：知道什么时候该去问	少写，标出"此处可问"即可
操作层	设备、工位、身体条件不对	标准条件下的执行动作	看出现场条件偏离设定	不写标准动作，写高发条件与失败形态
判断层	"我知道，但这一步拿不定"	只能给建议，不能替人取得	几乎全部：拿得定的那个"现在"	主写：卡在哪、用什么低代价的卡一点点取得

这张表的结论很直白：AI时代的职教教材，篇幅要大幅度地从理解层挪到判断层。旧教材恰恰是倒过来的——理解层写得最厚，判断层几乎是空白。这就是为什么第1编说加号是裂缝：从"懂了"到"拿得定"，正是判断层，而旧教材在这里没有页。

◆ 五、拧螺丝的人：为什么多练不等于练对层

有一种很常见的应对：既然判断层难，那就多练，练到手熟，判断自然就有了。这话有一半对。练得多，确实会长出一些判断；可是练在哪一层，结果大不一样。

拿最普通的拧螺丝说。一个学徒拧一百颗螺丝，如果每一颗都是同样的螺丝、同样的位置、同样的力矩，他练出来的是操作层的熟练——手稳、速度快。可这一层，在很多岗位上恰恰是电动扳手和定扭工具已经接走的。他真正需要的判断是：这颗螺丝拧到这里，手感突然变了，是到位了，还是滑丝了，还是螺纹里有东西卡着？该停，该退出来看，还是该换一颗？这个判断，一百颗一模一样的螺丝练不出来。它需要的是几颗"不一样"的螺丝：一颗螺纹有点损伤的，一颗孔里有杂物的，一颗规格配错的。学徒在这几颗上卡住，停下来，摸索，被告诉"感觉不对先退半圈看看"，再试——这样几轮，判断才开始长出来。

所以，把判断层当操作层来练，练的次数越多，越是在机器已经接走的那一层上加码，而留给人的那一层仍然空着。这也是为什么本书在读数设计上要提防"训练项目数"：训练项目多，不等于卡多，更不等于卡在对的层上。第8编讲自我否决时会说到：一个读数如果和"训练项目数"高度相关，它就只是给旧东西换了个名字。

判断层要的不是重复，而是有结构的不一样：在对的地方放进对的差异，让人被逼停，再给一个回来的口子。差异把人逼停，新的判断才有机会显露出来，再写回到手上。这就是卡路的骨架，第3编会把它写成形式语言。

◆ 六、叶工的"严禁"：一个判断层被冻死的例子

这是我们构想的场景。叶工三十八岁，是行业协会标准委员会的成员。他写标准、审教材，有个习惯：凡是危险的、容易出错的地方，一律写"严禁"。严禁在潮湿环境下作业，严禁焊条受潮使用，严禁未经检查开机。

这些"严禁"都有道理，有的关乎安全，必须守死。可是放到判断层来看，问题就出来了。"严禁焊条受潮使用"——受潮到什么程度算受潮？放在车间里一夜算不算？烘过但又放了半天算不算？叶工没写，教材也没写。学生拿到这一条，只有两种反应：要么谨慎过头，什么都不敢用；要么觉得反正说不清，干脆不当回事。无论哪一种，学生都没有取得判断，判断层被一条"严禁"冻死了。

真正能让判断层活起来的写法，是在"严禁"旁边附上三档：什么样是合格、可以用；什么样是要返工、要处理后再用；什么样是废品、直接不能用。有了三档，学生才有一个可以在里面练判断的空间——他可以拿不准，可以犯小错，可以在"返工档"里修正自己，而不会一步跨进"废品档"。第7编第34章会专门讲叶工这一棒应该交出的三档容忍度表；这里只指出：AI时代判断层是留给人的那一层，而只有严禁没有阈值的写法，等于把留给人的那一层直接封死。

叶工并不是不懂行。恰恰因为懂行，他知道哪些错一旦犯了后果严重，才一律写成"严禁"。可是"后果严重"和"不留判断空间"是两回事。真正后果不可逆的那几条，确实应当是硬约束，一出现就直接返工，不给学生试的余地；但大量的"严禁"背后，其实有一段从合格到废品的连续区间，学生恰恰要在这段区间里练出判断。把整段区间都压成一个"严禁"，是把一片可以低代价练习的场地，连同真正危险的那几步，一起封了起来。哪些该守死、哪些该开三档，这个分辨本身，就是AI时代行业这一棒最该做的判断。

> 带走的话
>
> AI接走了"懂"，机器接走了"做"，留给人的是"拿得定"——而旧教材在这一层没有页。判断不能预先装进去，只能在低代价的卡上一点一点取得。

小账

卡：理解层被AI接走、操作层执行部分被机器接走后，旧教材的篇幅分配整个倒置；"严禁"冻死判断层。

路：三层去向表；教材篇幅从理解层挪向判断层；操作层改写"高发条件与失败形态"；"严禁"旁附三档。

第 9 章

平滑陷阱：AI越会代办，学生越不在场

这一章的问题：AI的本事越来越大，能替人做的事越来越多。在职业教育里，人们很自然会想：让AI全程陪着学生，哪里不会就替他补上，哪里要出错就提前拦住，学生岂不是一路顺利、学得又快又好？这一章要说的是：一路顺利，恰恰可能是最大的陷阱。一条被抹平了所有卡的路，走完了，人可能从来没有在场过。

◆ 一、导航开久了，不认路

先说一件几乎人人都有体会的事。

开车用导航，用了几年，你会发现一个奇怪的现象：同一条路走了几十遍，一关导航，还是不认得。哪个路口该转，哪个出口该下，脑子里一片模糊。可是在没有导航的年代，一条路走过两三遍，大多数人就记住了。

这不是记性变差了。是导航把认路这件事里所有的"卡"都替你抹平了。没有导航时，你开到一个路口，要停一下、想一下："是这里转吗？"你看路牌，看周围的建筑，回忆上次是怎么走的，有时候走错了，掉头回来，心里记一笔："原来是下一个路口。"这些停顿、犹豫、走错、掉头，就是认路的卡。正是在这些卡上，你的眼睛、记忆和这座城市的街道纠缠到了一起，路才长进了你身上。

导航来了，路口还没到，它就提前告诉你"前方三百米右转"。你不需要停，不需要想，不需要看路牌，更不会走错。每一个本该让你被逼停的地方，都被提前抹平了。你一路顺畅地到达目的地，可你在这条路上从来没有"亮"过一次。路走了几十遍，认路的那个"我"一次也没出场。

这就是平滑陷阱：代办越周到，人越不在场。

◆ 二、自动挡开久了，不会坡起

再说一个更贴近职业技能的例子。

一个人考驾照时学的是手动挡，坡起练得滚瓜烂熟：离合抬到半联动，感觉车身微微一抖，松手刹，补油，起步。后来买车开了好几年自动挡，有一天借朋友的手动挡车，停在一个坡上要起步——脚底下忽然不知道该怎么配合了，车往后溜，熄火，再来，又熄火。

坡起这件事他明明学会过。为什么丢了？因为自动挡把坡起里那个最关键的卡——"半联动那一抖，到底抖到什么程度该松手刹"——整个接走了。这个判断原来是靠一次一次的溜车、熄火练出来的，长在他的脚底下；自动挡开了几年，那个判断再也没有被用过，慢慢就从脚底下退掉了。

这里要说清楚：我们并不反对自动挡，也不反对导航。它们是好工具，让开车的人轻松、安全。问题不在工具本身，而在于学的时候用不用它、怎么用它。一个已经会认路的人用导航，是省力；一个还不会认路的人从头到尾只用导航，就永远学不会认路。一个已经会坡起的人开自动挡，是方便；一个学车的人如果从来没有在坡上溜过一次车，他就从来没有取得过那个判断。

学车里坡起、倒库、并线这几道卡怎么一个一个拆，是第4编第18章的事。这一章只借这两个例子说明一件事：工具把卡抹平，人就在那个位置上缺席了。

◆ 三、AI是一台超级"抹平机"

把导航和自动挡的道理搬到AI和职业教育上，事情就更严峻了。因为AI能抹平的卡，比导航和自动挡多得多。

想象一个我们构想的"AI全程陪练"的焊接课：学生戴着智能头盔，AI实时看着熔池、看着手的角度。角度一偏，耳边立刻提示"往左压两度"；电弧一长，立刻提示"压低一点"；熔池颜色一变，立刻提示"准备收弧"。学生照着提示做，焊出来的焊缝漂漂亮亮，一次合格。

听起来很美。可是请问：在这整个过程中，学生自己判断过一次吗？角度偏了，他没有感觉到偏，是AI感觉到的；电弧长了，他没有听出声音变了，是AI听出来的；该收弧了，他没有看出熔池的变化，是AI看出来的。他的手动了，可是让手动起来的判断，每一个都不是他的。

焊缝合格了，学生却没有在场。撤掉头盔，他面对同样一块钢板，会怎么样？我们没有做过这样的对照，不能报任何结果；但按照导航和自动挡的道理，可以预期一个风险：他很可能比一个在每道卡上都自己撞过、自己出来过的同学，更容易在第一次独立任务里失手。

还要看到，糖路之所以难拒绝，是因为几乎每个人都喜欢它。学生喜欢，因为不卡就不慌、不丢脸；老师喜欢，因为一节课下来人人合格，没有哭鼻子的，没有出事故的；学校喜欢，因为合格率好看；家长喜欢，因为孩子说"今天学得挺顺"。AI全程陪练这样的方案，几乎可以让所有相关的人都满意。没有人在那一刻受损，损失要等到很久以后，在一个没有AI的工位上，才一次性兑现。一个让所有人眼前都满意、代价全部推到以后的方案，是最需要警惕的方案。

这正是本书全书可错预言的第二条：接受"AI全程平滑代办"训练的学生，撤掉AI后首次独立任务的失败率，会高于沿卡路训练的学生。如果将来认真做了对照，两组之间没有可信的差异，那么本书的整个范式就应该作废。我们把这句话写在这里，是要表明：平滑陷阱不是一句吓人的口号，而是一个可以被检验、也可能被推翻的判断。第6编第31章会给出"撤AI独立完成率"这个读数，专门用来测这件事；第8编会写出完整的对照设计。

◆ 四、糖路：旧教材和AI代办的同一个病

说到这里，有人会觉得：原来问题出在AI身上。其实不完全是。

平滑陷阱不是AI发明的，旧教材早就在走这条路。旧教材的写法是什么？把一条对的路径从头到尾写清楚，第一步做什么，第二步做什么，每一步的标准是什么。它不写学生会在哪里卡，也不写卡了怎么回来；它假装只要照着步骤走，一路

都是顺的。这就是一条被抹平的路，只是抹平的方式是"不提"：不提卡，卡就好像不存在。

我们把这种把卡全部抹平、只剩甜头的顺滑路，叫"糖路"。旧教材的糖路，是在纸面上抹平的——书里一路都是对的步骤，看着很甜；AI代办的糖路，是在现场抹平的——每一个要卡的地方，AI都提前替你接住，做着很甜。

两种糖路的病根是一样的：它们都让学生在本该被逼停的地方没有停。区别只在于，旧教材的糖路一到现场就破了——学生照着书做，还是会卡，只是卡得没有准备、没有出路；而AI代办的糖路，在现场也不破，它可以一直甜下去，直到有一天AI不在了，或者AI给错了，学生才发现自己脚下什么也没有。从这个角度看，AI代办的糖路比旧教材的糖路更隐蔽，也更危险。

注意，"糖路"和"有糖的卡"是两回事，甚至是反过来的。有糖的卡，是先让学生在一个代价低的地方真的卡住，然后他自己把局面保住，尝到"我保住了"的甜；糖路，是根本不让学生卡，甜是白给的。前者的甜是从卡里挣出来的，后者的甜是绕开卡发的。一个让人长判断，一个让人永远在场外。第3编第15章会给"有糖的卡"正式定义。

◆ 五、"不在场"到底丢了什么

平滑陷阱里，学生不在场。不在场到底丢了什么？

丢的第一样，是判断。上一章说过，判断层是留给人的那一层，只能在低代价的卡上一点一点取得。AI替他判断了，他就一点也没取得。

丢的第二样，是"我"。本书反复说一句话：顺滑处学生不在场，卡住处"我"才亮。这句话第3编第12章会用骑自行车的例子展开，这里先用大白话说：一个人什么时候最清楚地感到"是我在做这件事"？不是在一切顺利的时候，而是在卡住、慌了、想办法、终于把局面保住的那一刻。那一刻，他知道这一下是他自己接住的。这个"我"，在被代办的路上是亮不起来的——因为每一个本该由他接住的时刻，都被别人接走了。

丢的第三样，是理论活过来的机会。本书说理论是路面，活着的标志是解卡后学生自己问出的那个"为什么"。一个在坡上溜过车的人，会自己去问"为什么半联动的时候车会抖"；一个从来没溜过车的人，不会问这个问题，因为他从来没被逼到需要答案的地方。AI一路代办，学生一路不卡，也就一路问不出"为什么"——理论被AI随时送到手边，却从来没有在学生身上活过一次。

拿小周来说（仍是构想）。他话不多，手快心慌。如果给他一顶全程提示的头盔，他大概会很喜欢：不用慌了，有人替他看着。可他心慌的那个根子——"我不知道自己现在焊得对不对"——并没有被治好，只是被遮住了。他的手越来越快，心里那个"我拿得定"始终没长出来。有一天头盔不在，他的慌会原封不动地回来，而且因为手已经习惯了快，慌得更厉害。替一个心慌的人把所有卡都接住，不是在帮他，是在替他把慌存起来。

这三样，恰恰是职业教育最该交给学生的东西。平滑陷阱的可怕之处，在于它丢掉这三样的时候，表面上看一切都很好：任务完成了，作品合格了，学生很满意，老师很省心。

◆ 六、不是不用AI，而是不让AI替人卡

那么结论是不是不要用AI？不是。

平滑陷阱的教训，不是"AI有害"，而是"AI站错了格"。AI可以做很多对学生有益的事：它可以在学生卡住之后，马上给出一条可执行的回写指令，让学生不至于在卡里耗太久；它可以在学生解卡之后，把背后的理论按需送上来，正好接住他问出的那个"为什么"；它可以从大量的失败记录里，帮老师找出学生最容易在哪里卡。这些事，第6编会一格一格讲清楚。

AI唯一不该做的，是替学生卡。也就是：在学生本该被逼停的地方，提前把路抹平。导航和自动挡告诉我们，一旦工具在学的时候替人把卡接走，人就在那里缺了席，而且缺席会被一路带到以后。

还拿坡起来说（学车其他几道卡留给第4编），守这条线的样子大概是这样——这是我们构想的场景：学员第一次上坡起步，教练不让车上的辅助系统替他拉住车，而是选一个坡度缓、后面没车、溜一点也不要紧的地方，让他自己去找那一抖；车溜了，熄火了，这时候教练只说一句马上能做的话，比如"左脚再慢一点，等那一下抖"，让他再来。等他自己稳稳起步了一两次，脸上露出"我把车保住了"的那种神情，再告诉他半联动是怎么回事。坡道缓、后面没车，是让卡的代价低；那一句话，是回写口；起步成功后的那点得意，是糖；最后讲的道理，是路面。这里面每一样，AI都可以帮忙，比如提醒教练学员在哪一步最常溜车、在学员问"为什么"时把原理讲清楚；但那一抖，必须是学员自己的脚去找。

所以，在职业教育里用AI，要守一条线：AI可以等在卡的旁边，可以守在卡的后面，但不能站到卡的前面。卡之前，让学生自己撞；卡之后，AI帮他尽快回来。

> 带走的话
>
> 导航开久了不认路，自动挡开久了不会坡起：工具在哪里替人卡，人就在哪里缺席。AI可以等在卡旁边、守在卡后面，但不能站到卡前面。

> **小账**
>
> 卡：AI全程代办把卡抹平，学生不在场；旧教材的"纸面糖路"与AI的"现场糖路"同病。
>
> 路：区分"糖路"与"有糖的卡"；AI的站位原则——卡前不代办，卡后快回写；挂钩可错预言②与撤AI独立完成率。

第 10 章

职教的真问题换了：从"会不会"到"会不会在该摔的地方亮起来"

这一章的问题：前四章把AI带来的变化拆开看了：送知识的活儿被接走，"发现对的路径"这件事死了，理解层和操作层的执行部分被机器接走，AI代办又可能把学生推进平滑陷阱。把这些放在一起，职业教育要回答的那个问题，还是原来那个吗？如果问题本身换了，那么我们评价一本教材、一堂课、一个学生的尺子，也得跟着换。

◆ 一、旧问题"会不会"，变得廉价又可疑

过去，职业教育的问题可以用三个字概括："会不会"。

学生会不会看图纸，会不会调参数，会不会按步骤完成一道工序，会不会把一道焊缝焊到合格。考试考的是会不会，技能鉴定测的是会不会，企业招人问的也是会不会。教材围着"会不会"写：把会需要知道的东西写全，把会需要做的步骤写清。

"会不会"这个问题背后，藏着一个默认的图景：有一个标准的"会"在那里，学生的任务是接近它、达到它。这个图景，和第7章说的发现学是一回事——对的路径已经被发现了，学生沿着走到头，就算"会"了。

在没有AI的时代，这个问题大体是够用的。因为"会"本身是稀缺的：知道对的做法要花功夫，把对的做法练熟也要花功夫。一个人"会"了，就有了在岗位上立足的资本。

AI来了以后，"会不会"这个问题出了两个毛病。

第一个毛病是廉价。很多原来要学很久才"会"的东西，现在问一下就"会"了——至少在理解层，学生可以很快达到"知道怎么做"。很多原来要练很久才"会"的

动作，现在机器在做，人不必再"会"。当"会"的成本大幅下降，"会不会"就不再是一个能把人区分开的问题。

第二个毛病是可疑。第9章说过，在AI全程陪练下，学生可以一次次交出合格的作品。按"会不会"的尺子量，他会了；可他是在AI站在每道卡前面的情况下"会"的。撤掉AI，他还会不会？没人知道。"会"这个字，在AI时代变得面目模糊：是这个人会，还是这个人加AI会？是在顺滑条件下会，还是在出岔子的时候也会？

一个廉价又可疑的问题，不能再当职业教育的核心问题。

◆ 二、新问题："会不会在该摔的地方亮起来"

那么新的问题是什么？我们的回答是：会不会在该摔的地方亮起来。

这句话有三个部分，逐一说。

"该摔的地方"，是指一门技术里那些必然会让新手卡住的位置——游泳里第一次埋脸时那一下慌，炒菜时油一响手往回缩，焊接时熔池颜色变了不知该不该停。这些地方，不是教得好就能避开的，它们是这门技术本身的骨节，每个学的人都要经过。本书把它们叫卡点。"该"字很重要：不是随便哪里摔都好，而是在这门技术真实的失败序列上，在那些可以指认、可以排序的位置上摔。随便乱摔，长出来的是第5编要讲的"野藤"——随机错误、坏习惯、绕开困难的小技巧。

"摔"，是指真的被逼停：原来的动作结构在那里失效，人停下来，不知道怎么办。没有摔，就没有后面的一切。上一章说的平滑陷阱，就是在该摔的地方不让人摔。

"亮起来"，是指在摔的那一刻，"我"出场了：他知道自己卡在哪里，他抓住一个能马上去做的动作，他把局面保住，然后带着一个新的判断回到任务里。用SDE的话说白了，就是差异把人逼停（D），新判断在停住的地方显露出来（S），然后人和器具、现场重新咬合（E）。一轮走完，这门技术在他身上发生了一次。

所以，新的问题不问"你到没到达标准的'会'"，而问"在这门技术真实的那些卡上，你能不能一次次自己亮起来"。一个能在该摔的地方亮起来的人，才是本书第10编说的"会修自己的判断者"。他不必记得每一道卡的标准答案，但他知道卡来了自己会停、会找口子、会回来；换一台设备、换一个工位、换一种材料，卡的样子变了，这套"停—找—回"的本事还在他身上。这才是AI时代一个技术工人真正带得走的东西。

◆ 三、新旧问题，换掉的是什么

把新旧两个问题放在一起比，能看出换掉的不只是一句话。

旧问题看终点，新问题看路上。"会不会"只关心最后有没有达到标准，中间怎么走的不重要；"会不会在该摔的地方亮起来"恰恰关心中间：在哪几道卡上停过，从卡里怎么出来的。

旧问题回避失败，新问题以失败为骨架。在"会不会"的框架里，失败是没会的证据，越少越好；在新问题的框架里，失败是一门技术的骨节，是"我"亮起来的地方，必须有，而且要有在对的位置、代价低的失败。这正是本书和很多相邻主张的分界：有人把失败当作一种好用的教学策略，有人把失败当作学习的副作用来管理；本书要把失败当作教材本体的骨架。第5编第26章会划清这条线。

旧问题可以被AI作弊，新问题不行。一个人在AI陪同下"会"了，旧尺子分辨不出；可是"在该摔的地方亮起来"，必须是他自己亮。AI可以帮他尽快回来，但不能替他亮。这就让新问题天然带着一个检验：撤掉AI，看他还能不能在卡上自己出来——这就是第6编要讲的"撤AI独立完成率"。

旧问题由一个人回答，新问题要一条链回答。"会不会"由考官一个人判；"该摔的地方"在哪里、怎么排、每道卡旁的口子怎么开、摔到什么程度还算安全，需要企业知道真实的失败，需要学校排出卡序，需要行业封住阈值。这就是第7编三主编链要做的事。

◆ 四、"让孩子去摔"？家长会这样问

新问题一摆出来，最先皱眉的往往是家长：我们送孩子来学技术，你们却说要让他"摔"？

这个担心必须正面回答，因为它碰到的是新问题的道德底线。"该摔的地方"里那个"该"字，除了指位置对，还指代价对：卡进入教材的前提，是失败代价低、可以局部承受、摔过之后能把局面保住，尝到"我保住了"的那点甜。这就是本书说的"有糖的卡"，低代价是卡进入教材的道德前提。游泳的第一次埋脸，是在浅水区、老师伸手可及的地方；炒菜的第一次下锅，是少油、小火、一把便宜的青菜；焊接的第一道试板，是边角料，不是客户的工件。摔在这样的地方，摔的是动作，不是人。

反过来看，旧路其实并没有让孩子少摔，只是把摔推迟了、推远了。在学校里一路顺滑，到了岗位上第一次面对真实工件、真实客户，代价高的那一摔才来，而且没有人事先告诉他会在哪里摔、摔了往哪走。陈姐带过十几个学徒，她常说学徒最怕的不是在店里剪坏一顶假发，而是第一次给真客人下剪子——那一剪的分量，假发上从来没有练过。新问题不是要孩子多摔，而是要把那些迟早要摔的地方，提前搬到代价低、有人接、有口子回来的位置上。

至于那些摔一次就不可逆的领域——伤人、伤命、毁掉昂贵设备——本书不主张在真实现场里设卡，而是降格为模拟的卡路。这条停权边界，第9编第41章专讲。

◆ 五、一本教材的新尺子

问题换了，评价一本教材的尺子也要换。

旧尺子量教材，看的是：知识全不全、对不对，步骤清不清楚，图配得好不好。这些在AI时代都不再是关键——AI给的知识更全，步骤也可以随问随讲。

新尺子量教材，至少要问这几件事。

第一，翻开第一章，有没有真实的失败清单？如果一本教材以"熟悉水性""认识设备""安全须知"开头，然后直接进入原理和步骤，那它大概率没有从真实的失败出发，它写的那些卡（如果有的话）多半是编者想出来的假卡。

第二，书里标出的卡，和学生真实第一次卡住的地方，重合多少？这就是本书的一个旗舰读数，叫真实首卡与预设卡重合率。我们在这里只说它的意思，计算方法和判别标准在第8编：拿一本教材找一组真实水平的学生试做，看他们第一次卡住的位置，有多少落在教材标出的卡上。重合得多，说明教材的卡是真的；重合得少，说明学生在教材没写的地方卡住了。本书的第一条可错预言就和它有关：知识问答类AI普及以后，旧教材组学生的理论成绩不一定下降，但这个重合率会下降——学生的真实首卡越来越多地落在教材没标的地方。这个预言如果被认真检验而不成立，我们愿意认错。

第三，卡住的地方离最近的出路有多远？学生在第几页卡住，最近一条能马上去做的回写指令在第几页，两者之间隔了多少。隔得越远，学生卡住后就越要靠自己乱撞或者靠老师临场救火。这是本书另一个旗舰读数，同样在第8编展开。

第四，"严禁"旁边有没有三档容忍？只有严禁没有阈值，判断层就被冻死了，第8章叶工的例子说过。

这几把尺子都不问"知识全不全"，因为那一项AI已经替我们满分了。它们问的全是同一件事：这本书有没有为"在该摔的地方亮起来"写页。

需要立刻加一句：这些尺子是用来改教材的，不是用来考核人的。一旦拿它们去给老师打分、给学校排名，假卡就会被批量生产出来，比旧教材还坏。为什么，第9编专门讲。

◆ 六、从这一编走向下一编

到这一章，本书的AI维度开了一个头。我们看到：AI把旧教材"送知识""发现对的路径"这两件事做完了，旧教材的意义随之死亡；AI和机器接走了理解层和操

作层的执行部分，判断层留给了人；AI如果站到卡的前面，会把学生推进平滑陷阱；于是职业教育的问题从"会不会"换成了"会不会在该摔的地方亮起来"。

问题换了，下一步自然是：一本为新问题而写的教材，它的本体长什么样？如果它不再是一个知识的集合，那它是什么？第3编给出回答：它是一个带回写口的卡点序列——一个卡接一个卡，每个卡旁边开着一个回来的口子，两卡之间是学生带着判据走过的理论路面；先解的卡会改写后面的卡，顺序不能随便换。这个形式，听起来抽象，其实每个学过骑自行车、包过饺子的人都走过。

而AI在这条卡路上该站在哪一格——捞卡、就近回写、按需铺路面，但不替人卡——要等到第6编，在讲清楚卡的本体和解剖之后，再回来一格一格地落位。

> 带走的话
>
> AI让"会"变得廉价又可疑；职教要问的，是会不会在该摔的地方亮起来。不问知识全不全——那一项AI已经满分；只问这本书有没有为"亮起来"写页。

小账

卡："会不会"这个旧问题在AI时代廉价又可疑，旧尺子量不出人和人加AI的区别。

路：新问题三分解（该摔的地方・摔・亮起来）；教材新尺子四问；挂钩可错预言①与两个旗舰读数，引向第3编带口卡序列。

第 三 编

本体翻转：带口卡序列

编 序

这一编五章，是全书的理论核心：教材的本体从知识集合翻转为带口卡序列 $\langle(k_1,r_1),\ldots,(k_n,r_n)\rangle$。第11章给出形式语言；第12章立“卡是显影点”，顺滑处学生不在场，卡住处“我”才亮，并在这里正式交代撞卡、回写、回到工位与 D、S、E 的对应。

第13章讲理论是路面，被耗尽才算活着；第14章讲不可逆，先解的卡改写后面的卡；第15章列出五个成立条件，并给“糖”与“有糖的卡”下正式定义。

第 11 章

从集合到序列：⟨(k,r)⟩的形式语言

这一章的问题：一本教材"是什么"，能不能写成一行式子？如果能，旧教材的式子和卡路教材的式子差在哪里？差的不是内容多少，而是摆法——一堆东西摊在桌上，和一串东西排在路上，是两种不同的存在。这一章把这两种摆法写成两行符号，再把每个符号翻回大白话，让后面四章有一把共同的尺子。

◆ 一、桌上的一堆，路上的一串

先做一个家里人人做过的动作：拆开一个快递来的书架，照说明书组装。这是我们构想的场景，用来把话说清楚。

说明书大概有十几页：第一页是零件清单，螺丝几号几颗、板子A到F；第二页讲工具，要一把十字螺丝刀、一把小锤；后面每页一张图，画着哪块板插哪块板。看起来是一步一步的，像一条路。可你真动手就会发现，它其实是一堆图摆在一起。第五页和第六页互换，画的东西照样对；把"工具说明"那一页撕掉，熟手照样装得上。它的每一页都对，各页之间却没有"谁改写了谁"的关系。

真正的组装是另一回事。你在第三步把一块侧板装反了，到第七步才发现抽屉推不进去；你在第二步拧螺丝拧得太死，到第九步背板就压不平。你撞上的第一处麻烦，决定了你后面麻烦长什么样。你手上的书架是一串，说明书是一堆。

旧教材几乎都是那本说明书。它可以写得很好、很全、很漂亮，但它的本体是"一堆对的东西"，不是"一串会卡的地方"。第1编讲的加号、第2编讲的知识容器，归根到底都是这一堆的形状出了问题：一堆东西，AI一秒就能重新堆一遍；一串卡，AI没法替你走。

◆ 二、旧教材的式子：$\{t_1, t_2, \ldots, t_n\}$

把旧教材写成一行，是一个集合：

$\{t_1, t_2, \ldots, t_n\}$

t是知识点，一章一个、一节一个也行。花括号是数学里"集合"的记号，它有三个脾气，正好是旧教材的三个脾气。

第一，并列。集合里的元素谁也不在谁前面。{a，b，c}和{c，a，b}是同一个集合。旧教材的目录虽然有一二三四，但目录的顺序多半是编者的习惯，不是学生的脚步：先讲材料再讲设备，先讲原理再讲操作，换一个编者，可以先讲安全再讲原理。

第二，可交换。既然次序不改写内容，那么调换章节不伤筋骨。很多学校"按需选讲"，第五章挪到第二章讲，没有人觉得出了大事。能这样挪而不出事，本身就说明这些章节之间没有长在一起。

第三，可删。集合删掉一个元素，剩下的还是集合，其他元素一个字不用改。旧教材删掉一章，后面各章不需要重写。教学计划压缩课时，最常见的做法就是"这一章自学"。一本教材能被删成这样，证明它的各部分是靠封皮捆在一起的，不是靠因果。

这三个脾气合起来，有一个直接后果：衡量这种教材好坏的标准，只能是覆盖率——t有没有写全，写得对不对。覆盖率越高，书越厚，越"权威"。而覆盖率恰好是AI最擅长的事。第7章说的"发现死亡"，在式子上就是这么一回事：花括号里的东西，AI全都有，而且比任何一本书更全。

◆ 三、卡路教材的式子：$\langle (k_1,r_1),(k_2,r_2),\cdots,(k_n,r_n) \rangle$

卡路教材换了一种括号：

$\langle (k_1,r_1), (k_2,r_2), \ldots, (k_n,r_n) \rangle$

尖括号⟨⟩在数学里表示"序列"，也就是有先后、不能随便调的一串。它的每一个元素不再是一个知识点，而是一对东西：(k, r)。

k是卡点。按本书的定义，卡点是任务执行中学生原有动作结构失效、被逼停的位置，可以指认，可以排序。说白了，就是"手停下来、心慌起来、不知道下一步怎么办"的那一刻，而且那一刻可以被人指着说：在这儿。装书架时"侧板装反、抽屉推不进"就是一个k。

r是回写口。回写口是卡点旁边使学生离开断点、重新进入任务的最小可执行指令。它有三个条件：可执行（拿起来就能做）、邻近（就在卡点旁边，不用翻到附录）、开口（指向"往哪走"，而不是"你错了"）。"抽屉推不进时，先看两侧板的孔眼是不是都朝里"，这句就是一个r。

还有一个式子里没有直接写、但必须说出来的东西：两卡之间的那一段，记作ρ_i，叫理论路面。学生解开k_i，带着刚到手的判据，一路顺滑地走到k_{i+1}，这一段就是路面。理论在这里不是被背诵，而是被走掉、被用完。第13章专门讲它。

所以完整读法是：一串按不可逆次序排好的"卡点—回写口"对，卡与卡之间铺着理论路面。

这一串有三个脾气，正好和集合相反。它有次序：k_1必须在k_2前面，因为k_1解开时留下的判据，是k_2能被撞见的前提。它不可交换：把k_1和k_2调个位置，学生在k_2处撞到的就不是原来的k_2，而是一个没有前提、更乱的东西。它不可删：抽掉k_3，k_4就失去了它赖以成立的那一点判据，后面整条链都要重排。第14章用包饺子把这件事讲透。

衡量这种教材好坏的标准，也随之换掉：不再是覆盖率，而是这条链完整不完整、走得通走不通。卡是不是真的，口是不是开着，路面是不是被耗尽了。

把两行式子并排放，差别一目了然：

看什么	集合 $\{t_1,\dots,t_n\}$	带口卡序列 $\langle(k_1,r_1),\cdots,(k_n,r_n)\rangle$
单元	知识点 t	卡点与回写口一对 (k,r)

看什么	集合 $\{t_1,\ldots,t_n\}$	带口卡序列 $\langle(k_1,r_1),\cdots,(k_n,r_n)\rangle$
纲	会什么	在哪里不会、怎么走出来
次序	编者习惯，可调	先解的卡改写后面的卡，不可调
删一项	其余不动	后面整条链要重排
理论的位置	前置的地基	两卡之间的路面 ρ
好坏标准	覆盖率	链完整、可走、卡是真卡
AI能否代做	一秒做完	能捞卡、能送口，不能替人撞卡

表里最后一行，是本书和第2编接上的地方，下面单说。

式子里最容易被忽略的是那对小括号。卡和口必须成对出现，缺一边都不是卡路。

只有k没有r，学生被逼停在那里，旁边没有任何指令让他重新进入任务。这叫坑。坑不是卡，坑只会把人摔下去，摔多了，学生学到的不是判断，而是"我不行"。很多"多做几遍就会了"的实训，就是一排坑。

只有r没有k，书里满是"正确做法""操作要领""注意事项"，可是它们不挨着任何一个真实的卡点，学生读的时候没卡，卡的时候找不到它。这叫答案页里长出的野草——长得茂盛，跟路没关系。第3章讲的"飘在空中的注意事项"，就是野草。

把这两种情况代进式子，就看得很清楚：坑是(k，∅)，野草是(∅，r)。一本书里如果大部分元素是这两种，它就算印成卡路的样子，本体仍然不是卡路。第23章会把坑与野草拆开细讲，这里只记住一条：判断一本教材是不是带口卡序列，先数小括号里两边是不是都有东西。

◆ 四、AI能写哪个字母

把式子摆出来，AI站在哪里就好说了。

花括号里的t，AI全能写。你问它焊接电流怎么选、油温怎么判断、游泳怎么换气，它几秒钟给你一段比课本还整齐的答案。这是第6章说的"一秒钟的教材"。

尖括号里的三个字母，情况各不相同。r，回写口，AI能写，而且可能写得很好：它可以在学生停下来的那一刻，就近递上一句"先把嘴露出来"。第28章会讲AI怎么当就近回写口，让卡点到回写口的距离趋近于零。ρ，理论路面，AI也能铺：等学生解了卡、问出"为什么"，再把那段理论送到手边，第30章讲。至于k的来源，AI还能帮忙去捞——从维修单、质检日志、录像里把真实的失败数出来，第27章讲。

唯独有一件事，AI做不了：在k上卡住的那个人，只能是学生自己。卡是一个人原有的动作结构在某一刻失效，这个"失效"发生在他的手上、眼里、心跳里。AI可以知道这里会卡，可以提前告诉你，可以在你卡住时扶你一把，但它不能替你被逼停。替你被逼停，你就没停；你没停，后面那一串就没有起点。

所以式子里有一个看不见的下标：每一个k_i，都隐含着"这个学生"。集合是没有主人的，谁读都一样；序列是有主人的，同一本书，小周走出来的卡路和阿婷走出来的卡路，首卡可能落在不同的地方。这也是为什么第8编要量"真实首卡"——量的不是书，是书和人碰在一起时的那一下。

◆ 五、林老师的两本讲义：换括号，不是换内容

林老师写过两本游泳讲义，他自己的话是"都写对了，学生还是不会"。这是陪读人物的说法，我们借他来看换括号是什么意思，不涉及他讲义的具体内容。

他的讲义如果是常见写法，目录大概是：水的浮力原理、呼吸方法、腿部动作、手臂动作、配合、安全须知。每一项都对，每一项都是一个t。这就是一个集合，可以并列，可以对调，可以删一项"自学"。

换成卡路的写法，内容可能八成不变——浮力还是那个浮力，呼吸还是那个呼吸——但它们的位置全变了。浮力原理不再放在第一页，而是放在"学生第一次觉得自己在往下沉"这张卡解开之后，作为一段路面出现；呼吸方法不再是一节，而是变成"呛到之后先把嘴露出来，不要先蹬腿"这样一个紧挨卡点的回写口。原来写对的东西，大多数都留下来，只是从花括号里被拿出来，放进尖括号里，跟一个真实的卡配成对。

这就是本编题目里"本体翻转"的意思。翻转的不是知识，而是知识的存在方式：从"被收藏的对的东西"，变成"被走过的卡与口"。游泳的卡怎么排、根卡为什么是"慌"，是第16章的事；这里只要看清，林老师缺的不是再写对一点，而是换一个括号。

◆ 六、式子会不会错

写成式子，不是为了好看，是为了能错。一行花括号和一行尖括号，各自承诺了能被检验的东西。

集合式承诺：调换章节次序不影响学习结果。序列式承诺：调换卡的次序会让学习先变差——学生在被调到前面的那张卡上卡得更久，回写口失灵得更多。这两种承诺正好相反，只要让两组学生分别走正序和逆序，看他们在哪里卡、卡多久，就能分出胜负。第38章的"逆序测试"就是这个设计，它目前是〔未执行〕的构想方案，不是已经做过的实验。

式子还承诺：真实学生的首卡应当落在书里预设的k上。如果书里的卡是编者想象的，学生的首卡会大量落在书没写的地方。第8编的读数R_B（真实首卡与预设卡的重合率）就是在量这件事。如果量出来，卡路教材和旧教材的首卡重合率没有可信差别，那么这一行尖括号就只是换了个漂亮的记号，本书应当认错。

所以，从集合到序列，不是一句口号，而是一个可以被学生的脚步推翻的判断。这一点，是这本书和"又一轮教改提法"的分界线。

> **带走的话**
>
> 花括号里装的是对的东西，尖括号里排的是会卡的地方。AI能把花括号塞满，却走不了尖括号里的一步。没有口的卡是坑，没有卡的口是野草。

小账

卡：一本"都写对了"的教材，为什么学生还是不会——它的各部分靠封皮捆在一起，不靠因果。

路：$\{t_1,\dots,t_n\}$与$\langle(k_1,r_1),\cdots,(k_n,r_n)\rangle$两行式子及其读法：并列可删 vs 有序不可逆；坑＝$(k,\varnothing)$，野草＝$(\varnothing,r)$。

第 12 章

卡是显影点：顺滑处无"我"

这一章的问题：一个人学会一门手艺，"学会"到底发生在哪一刻？我们习惯说"多练就会了"，好像会是一点一点攒起来的，每一次练习都存进一份。可是回想自己学骑自行车，记得清清楚楚的从来不是顺顺当当骑过去的那几百米，而是车把一歪、人要倒、脚还没落地的那一下。这一章要说明：卡不是学习路上的障碍物，而是"我"在学习里唯一现身的地方；顺滑的地方，人其实不在场。

◆ 一、学骑车的人记住了什么

骑自行车几乎是每个人都有的经验，所以我们拿它做本章的主例。下面是我们构想的场景，不对应任何真实的人。

一个孩子，后座有大人扶着。大人扶着的时候，他蹬得很顺，车也走得很直。这一段他什么也没学到，因为平衡不是他在保持，是后面那只手在保持。他人在车上，判断不在车上。

大人悄悄松手。车往左偏了一点，孩子还没察觉；再偏一点，他感到身子往左沉，心里"咯噔"一下。这一刻，他原来那套"蹬就行了"的动作结构失效了——蹬得再用力，车照样往左倒。他被逼停了，不是车停，是他的那套做法停。按本书的定义，这就是一张卡：原有动作结构失效、被逼停、可以指认（车往左偏、人往左沉的那一刻）。

接下来有两种走法。一种是摔下去，脚着地、膝盖蹭破，爬起来委屈地说"我不学了"——这是坑，旁边没有口。另一种是有人在旁边喊了一句："往哪边倒，车把就往哪边拐一点！"孩子半信半疑把车把往左一带，车居然直回来了。他重新进入任务，接着蹬。

后来他会骑了，一辈子不忘。他说不出平衡的原理，但他身体里多了一条判据：倒向哪边，就往哪边带车把。这条判据不是从书上存进去的，是在那一下"咯噔"里长出来的。如果没有那一下，后座那只手一直扶到天黑，他也学不会。

◆ 二、顺滑处，人不在场

上面这个场景有一个容易滑过去的地方：大人扶着的那一段，孩子其实"在骑"，动作完整，样子也像。可是本书要说，那一段里没有"我"。

这话听起来有点重，我们说清楚。所谓"我"在场，不是指人的身体在那里，而是指这个人自己的判断在起作用、在承担后果。扶着的时候，平衡的判断在大人手里；孩子的蹬踏，是一个被托住的动作。动作完整，判断缺席。

日常生活里这种情况比比皆是。开导航的人每天开车上班，路线走得一点不差，可是导航一断，他发现自己不认得路——这是第9章讲过的平滑陷阱，这里只借一句：一路顺滑，判断从未上岗。照着菜谱一步一步做菜的人，每一步都做对了，可下一次换一口锅，火候全乱。抄作业的学生作业全对，考场上一题不会。

这几件事有同一个结构：有人或有东西把所有可能卡住的地方都事先抹平了，于是那个人从头到尾没有被逼停过。没有被逼停，就没有哪一刻需要他自己拿主意；不需要他拿主意，他就只是一个执行者，不是一个判断者。顺滑不是学会的证据，顺滑往往是"别人替你学了"的证据。

这就是本章题目里"顺滑处无'我'"的意思。它不是贬低顺滑——学会以后，顺滑是好事，是本事练成的样子；它说的是学习的那一段：在学习里，如果一路顺滑，那么学的人还没进场。

◆ 三、显影：为什么偏偏是卡

为什么"我"偏偏在卡上亮起？我们借一个老照片冲洗的比方。胶片曝光之后，影像已经在上面了，但看不见；要放进显影液里，影像才浮出来。卡就是那缸显影液。

一个学生身上，其实早就带着很多东西：他看过的、听过的、模模糊糊知道的。这些东西在顺滑的时候是看不见的，连他自己都不知道自己有没有。只有在原来的做法失效、被逼停的那一刻，他必须从自己身上调东西出来应对，这时才看得出他手里到底有什么、缺什么。卡把隐形的判断显了出来，也把隐形的空缺显了出来。

所以卡有双重显影。对学生自己，卡显出"我"：原来我在这一下会慌，原来我知道往左拐却手不听使唤，原来我刚才那一下是我自己救回来的。对教的人，卡显出位置：这个学生的空缺在哪一层，是没听懂（理解层）、听懂了拿不定（判断层），还是身体和器具不配合（操作层）。三层定位第21章细讲，这里只指出：没有卡，这三层都是黑的，谁也看不见。

显影还有一个特点：它是一次性的、当下的。冲照片时影像在显影液里浮出来的那一刻，是不可复制的那一刻。孩子第一次自己把车救回来的那一下，也只有一次；第二次就已经是"会了的人"在骑。所以卡不能存档、不能转让、不能由别人代撞。别人告诉你"这里会卡"，你知道了，但你没有被显影；你得自己撞上去，"我"才亮。

◆ 四、撞卡、回写、回工位：一次发生

讲到这里，可以把本书背后那套SDE的说法交代一次。我们只说白话，括号里注一下名字，后面各章遇到时不再重复解释。

骑车那一下，可以拆成三步。

第一步，撞卡。车往左偏，原来的做法失效，人被逼停。这一步是差异把人逼停：现实和你原来的动作之间出现了一道你没法忽略的不一样（SDE里叫D，差异）。没有这道差异，什么也不会发生；差异太大、人直接摔下去，也什么都不会发生，只剩一个坑。

第二步，回写。听见"往哪边倒就往哪边带"，把车把一带，车直了。这一刻，一个新的判断从无到有地冒了出来，并且立即写回到动作里——下一次车再偏，手

会自己动。这一步是新东西显露出来、写回动作（SDE里叫S，读作"显露"）。注意，显露出来的不是那句口令，口令是别人的；显露出来的是孩子自己的一条判据，它是在口令和身体碰撞的那一下才成形的。

第三步，回到工位。孩子没有停下来琢磨原理，他接着蹬，接着骑。新判据马上和他的腿、车把、路面、风重新缠在一起，变成下一段路的一部分。这一步是身体、器具、现场重新纠缠到一块儿（SDE里叫E，纠缠）。

撞卡、回写、回工位，走完一轮，就是一次发生——一个原来没有的判断，在这个人身上发生了。卡路教材要做的事情，说穿了就是让这样的一轮，在一本书里可以被安排、被重复、被检查。旧教材的问题，是它只写了第二步里那句口令，把第一步和第三步都留在书外；它给了学生显影液的配方，却从不让学生把胶片放进去。

◆ 五、不是所有卡都能显影

说卡是显影点，容易被误解成"越卡越好""多摔才能学会"。这是错的，必须划清。

第一，坑不显影。孩子要是直接摔进沟里、头破血流，他得到的不是"往哪边倒就往哪边带"，而是"自行车很可怕"。差异大到人承受不住，原有的结构不是失效后重组，而是整个崩掉。崩掉的地方，显出来的只有恐惧。卡要能显影，旁边必须有口，代价必须是人担得起的。这一条，第15章会写成正式的成立条件——"存在有糖的卡"。

第二，假卡不显影。编者坐在办公室里想象"学生大概会在这里卡"，写一个卡点、配一个回写口。可学生真正的首卡可能根本不在那儿：骑车的孩子真卡的是"刚起步那两米车头乱晃"，编者写的却是"转弯时注意减速"。学生在编者的卡上顺滑通过，在自己的卡上掉进坑里，书里那张卡什么也没显出来。真卡和假卡的区别，就在来源能不能追溯到真实失败记录；第8编的读数R_B就是量这个的。

第三，同一张卡对不同的人不一定是卡。会骑车的大人再骑一遍，车偏一下他根本不会停，因为那条判据已经长在他身上。卡是"这个人原有结构失效"的地方，所以卡永远是相对于一个具体学习者的。这也是为什么卡路教材必须有颗粒度试验：拿真实水平的学生来试，看他们到底卡在哪里，而不是编者替他们想象。

第四，被提前说破的卡显影变弱。如果在孩子上车之前，大人就把"往哪边倒就往哪边带"背给他听十遍，等他真偏的时候，这句话也未必管用——他知道，但手不动。判断层的东西预先给不了，只能在低代价的卡上一点点取得。这不是说不能提前讲，而是说提前讲的那句话不算数，算数的是卡上那一下。

◆ 六、AI时代，卡为什么更要写进书里

把这一章放到AI时代看，意思更清楚。

AI最擅长的事，就是把路抹平：它能替你写、替你算、替你找路、替你下判断。用得好，它是后座那只手；用得不好，它是一只永远不松开的手。手不松开，孩子就永远在"顺滑地骑"，永远没有那一下"咯噔"，"我"就永远不亮。第9章讲的是这种危险，第29章会接着讲"AI不能替你卡"。

旧时代的教材虽然不写卡，但现实会替它补上：学徒到了车间，师傅不会一直扶着，卡自己会来。老韩那句"你先别看书，听声音"，就是车间里自然长出来的回写口。可是当AI把越来越多的车间环节变得顺滑，现实送来的卡变少了，也变得更集中、更凶——要么一路没事，要么一出事就是大事。卡从自然发生，变成了需要人有意安排的稀缺资源。

这里还有一层容易被忽视的账。职业教育最终要交给社会的，不是一个会背操作规程的人，而是一个在现场出了意外时还能拿主意的人。小周将来站在焊台前，焊缝里冒出一个气孔，旁边不会有AI替他判断要不要停、要不要返工——就算有，签字担责的也是他。那一刻需要的判断，只能来自他在学校里被安排过的那些卡：每一张卡上亮过一次的"我"，都是将来现场里能接得住的一次。一个在学校里从未被逼停过的学生，第一次被逼停就发生在真实工位上，那时的代价，往往已经不是一张低代价的卡所能承受的了。

所以，卡路教材在AI时代不是一个可有可无的改良，而是一个必须的补位：既然AI把路抹平了，那么书里必须明明白白写出"这里，你将卡"。这句话不是吓唬人，而是一份承诺——承诺在这个地方，你会亮起来一次。

> **带走的话**
>
> 顺滑处，人不在场；卡住处，"我"才亮。卡不能代撞，就像显影不能代冲。撞卡、回写、回工位，一轮就是一次发生。

小账

卡：为什么"一路顺利"的学习常常什么也没学到——判断从未上岗。

路：卡是显影点（对学生显出"我"，对教的人显出位置）；SDE落点白话版：撞卡＝差异逼停（D）、回写＝新判断显露（S）、回工位＝身体器具现场重新纠缠（E）；坑、假卡、被说破的卡不显影。

第 13 章

理论是路面：被耗尽才算活着

这一章的问题：卡路教材把卡和口放在了中心，那理论去哪儿了？是不是"卡路"就是不要理论、只要动手？恰恰相反。这一章要说：理论在卡路里有一个比在旧教材里更确定、更结实的位置——它是两卡之间的路面。旧教材把理论放在第一章当地基，结果地基没人踩；卡路把理论铺在两卡之间，让学生带着刚解开的卡一脚一脚走过去，把它走完、用完。理论被耗尽，才算活着。

◆ 一、三个位置：入口、地基、路面

一本教材要安放理论，大概只有三种位置可选。

第一种，入口。理论是大门，进门先读它，读懂了才能往里走。很多教材的第一章就是"概述""原理""基础知识"，意思是：不懂这些，后面的操作你看不懂。

第二种，地基。理论是房子底下的东西，看不见，但一切操作都"建立在"它上面。这是旧教材最常见的自我理解，第2章讲的科学语法就是这么想的：先有原理，再有应用；原理是根，操作是枝叶。

第三种，路面。理论既不在门口，也不在地下，而是铺在两张卡之间，学生从一张卡走到下一张卡，脚底踩的就是它。它不要求你先读懂才能出发；它要求你在走的时候用上它、在走完的时候把它用完。

前两种位置有一个共同点：理论在学生撞到任何一张卡之前就已经出场了。它出场的时候，学生手里没有问题，只有一堆要记的句子。第三种位置不同：理论出场时，学生刚刚从一张卡里走出来，手里攥着一条新判据，心里有一个还没完全想明白的"为什么"。理论这时候到来，正好接住这个"为什么"。

本书的承重说法是：理论不是入口，不是地基，是路面。下面几节把这句话拆开。

◆ 二、柏油：前置的理论为什么踩不上去

先说旧教材的理论为什么会死。

设想一本焊接教材的第一章，讲电弧的物理原理：电弧是气体放电，温度多高，电流电压如何影响熔深。每一句都对，而且是真正有用的知识。小周认真读了，也许还考了个不错的分数。可是到了焊台前，他焊出一条咬边的焊缝，那一刻他想不起第一章里任何一句话。不是他忘了，而是那些话从没有跟任何一个动作挨在一起过。它们是一层铺在门口的柏油，平整、漂亮，可是他的脚从来没有落在上面——他直接从柏油旁边绕过去，走进了车间。

这是我们对"柏油"的意思：前置成地基的理论，看起来是路，实际上是装饰，踩不上去。它踩不上去，不是因为它错，而是因为踩它的那只脚还没有长出来。一个人只有在被某张卡逼停、又从中走出来之后，才长出一只能踩理论的脚——那只脚就是解卡后到手的判据。没有这只脚，理论只能被看、被背，不能被走。

这也解释了林老师那句话："都写对了，学生还是不会。"写对，是理论这块柏油铺得平；不会，是学生脚底下没有踩它的那只脚。再把柏油铺得更平、更厚，问题也不会变化。

到了AI时代，柏油的处境更尴尬：那一章电弧原理，学生问一句AI就能得到，而且是按他的程度改写过的版本。前置理论原本还有一点"只有书上有"的稀缺性，现在连这一点也没了。旧教材的第一章，是AI最先替代掉的一章。

◆ 三、路面：两卡之间的那一段

那么路面长什么样?

还是小周。这是我们构想的场景。他焊出咬边，被逼停（撞卡）。旁边的回写口写着："咬边时，先把焊枪角度往焊缝里收一点，速度放慢半拍，再焊十厘米看边缘。"他照做，边缘填满了，他接着往下焊（回写、回工位）。

就在这时，他心里冒出一个问题："为什么角度一收、速度一慢，边就填上了？"——注意，这个问题是他自己问出来的，不是教材问的。他刚刚在卡上亮过一次，那条新判据还热着，他想知道它为什么管用。

这正是理论出场的时刻。教材在这里铺一段路面：熔池的热量怎么分配，角度和速度如何决定熔化金属往哪边流，为什么边缘那一侧热量不够就会留下沟。这段话可能和旧教材第一章的某几句几乎一字不差。但它现在的处境完全不同：小周踩着它，把刚到手的那条判据从"这样做管用"推进到"我知道它为什么管用，所以换一种板厚我也能推出来"。

然后他继续往下焊，走到下一张卡——比如出现了气孔。他在路面上得到的那点理解，会决定他怎么面对这张新卡：他可能会先想到"是不是热量和保护出了问题"，而不是乱试。路面把上一张卡留下的判据，运送到下一张卡跟前。

所以路面有两个作用。往回看，它把刚解开的那张卡讲透，让判据从手上的感觉变成脑子里能推演的东西。往前看，它把这个判据带到下一张卡，成为下一张卡能被撞见、能被解开的条件。理论在这里不再是"被应用"的，它是"被消耗"的——一段路面走完，它该做的事就做完了，学生脚下多了一块踩实的地，前面又出现一张卡。

◆ 四、被耗尽才算活着

"理论被耗尽才算活着"，这句话乍听像反话，我们解释一下。

一段理论活没活，不看它写得多深、多对，而看它有没有被用掉。用掉的意思是：它进入了学生对某一张卡的理解里，变成了他判断下一步的依据，因而不再需要被单独记住。就像一段路，你走过了，它就留在你身后，你不需要把它背下来；你下次再来，脚自己认得。

反过来，没有被耗尽的理论，是存在书页上、存在学生的笔记上、存在考试卷上的理论。它被保存得很好，完好无损，因为从来没有人踩过它。完好无损恰恰是它死了的标志。

那么怎么知道一段理论被耗尽了？本书给一个可观察的标志：解卡后学生自己问出的那个"为什么"。小周在咬边解开后问"为什么角度一收边就填上了"，这个问题本身就说明，路面已经在他脚下了——他在主动要理论，而不是被塞理论。第8编把它定成一个读数，叫"路面激活"：解卡后至少出现一次自发的理论表达，口头的也算，行为上的也算（比如他自己去调了一下角度再试，验证自己的推想）。

老韩那句口头禅，放在这里重新听，意思就变了。"你先别看书，听声音"，常被当成老师傅看不起书本的证据。其实他说的是"先"——先别看。徒弟第一次听不出发动机那一声异响时，书上关于点火、配气、爆震的几页，对他来说就是柏油；等他听出来了、被逼停了、照老韩说的拔掉一缸的高压线一试，声音变了，他自然会问："为什么拔这一缸声音就没了？"这时候老韩要么自己讲两句，要么丢给他一本书，说"翻到那一页看"。老韩不是不要理论，他是本能地把理论挪到了卡后面。我们构想的这个场景，不代表所有老师傅都这么做，但它说明卡路的次序并不是书斋里发明的，许多好师傅一直在这样带徒弟，只是从没有人把它写成教材的结构。

这个标志有一个好处：它不需要考试。学生是不是在用理论，看他解卡后问不问、试不试就知道了。一本教材如果在学生走完整个单元后，没有一次"为什么"是学生自己问出来的，那么这本书里的理论，无论写得多好，都还是柏油。

◆ 五、路面不是越长越好

承认理论是路面，会引出一个实际问题：路面铺多长？

太短，两张卡挨得太近，学生刚解开一张，喘口气的工夫都没有就撞上下一张，判据还没被讲透就被下一次失效冲掉了。这样的书逼得太紧，学生一路都在慌，"我"亮了又灭，亮不稳。

太长，两卡之间是大段大段的理论，学生走着走着就把刚才那张卡忘了，路面又退化成了柏油。这样的书是旧教材换了个排版——每隔二十页插一个"实训任务"，中间照旧是知识集合。

所以路面的长度，不是由理论体系的完整性决定的，而是由"刚解开的那张卡还能撑多远"决定的。一段路面能铺多长，要看学生带着这条新判据能走多远还不凉。这个长度没法坐在办公室里算出来，只能在颗粒度试验里看：学生在哪儿开始走神、开始翻回前面、开始问与刚才那张卡无关的问题——那里就是路面该收的地方。

这对理论的写法也提了要求。旧教材的理论按学科体系写，追求完整：一章讲完一个原理的方方面面。卡路的理论按卡的需要切片：这段路面只铺够解释这张卡、通向下一张卡所需要的那一部分。剩下的部分不是不要，而是要等到某张卡需要它时再铺。这样写，理论体系的完整性并没有丢，它只是从"一次性摆出来"变成了"沿路分期交付"；走完整条卡路的学生，最后手里拿到的理论，不比读完第一章的学生少，而且每一截都是踩实的。一个原理可能被切成三段，分铺在三处路面上，每次只露出学生当下脚底需要的那一截。

◆ 六、AI铺路面，人走路面

AI时代，路面的铺设方式会发生大变化。

过去，路面只能预先印在书上，编者只能猜学生大概会在哪里问"为什么"。现在，AI可以等学生真的问了再铺：小周问"为什么角度一收边就填上了"，AI当场给出一段按他刚才那张卡定制的解释，长度正好，例子就是他刚才那一道焊缝。理论第一次可以做到真正的"按需送达，到卡后才出现"——这是第30章的主题。

但是这里有一条底线：AI能铺路面，不能替人走路面。如果AI在小周还没撞卡之前就把整条路面铺好、讲完、连下一张卡怎么解也一并告诉他，那么路面又变回了柏油，而且是更厚更滑的柏油。理论的活，永远依赖于前面有一张被人自己撞过的卡。没有那一下，再好的解释也落不了地。

所以，路面的位置不是一个排版问题，而是一个次序问题：先卡，后口，再路面。这个次序一乱，理论就死。下一章要讲的，正是这条次序为什么不能倒过来。

带走的话

理论不是入口，不是地基，是路面。前置的理论是柏油，平整好看，没人踩得上去。理论被耗尽才算活着——学生解卡后自己问出的那个"为什么"，就是它活着的心跳。

小账

卡：为什么"都写对了"的理论学生用不上——踩它的那只脚还没长出来。

路：理论路面ρ的位置与作用（回看讲透上一卡、前送通向下一卡）；"路面激活"的观察标志；路面长度由"判据还能撑多远"决定，在颗粒度试验里定。

第 14 章

不可逆：先解的卡改写后面的卡

这一章的问题：卡路教材为什么不能像旧教材那样"按需选讲""这章自学""先讲后面再回头"？只是因为编者排了一个顺序、大家要尊重吗？不是。这一章要说明，卡与卡之间不是排队关系，而是改写关系：前一张卡解开时留下的东西，决定了后一张卡长什么样、能不能被撞见、能不能被解开。次序一倒，后面的卡就不再是原来那张卡。这是带口卡序列与知识集合最硬的分界。

◆ 一、包饺子的四张卡

本章的主例是包饺子。几乎每个中国家庭都包过，而且"学包饺子"的过程大家都见过：一开始包得破、包得露馅、包得站不住，后来慢慢就好了。我们构想一个第一次跟着家里人学包饺子的年轻人，来看他会撞上哪些卡。

第一张卡：馅放多少。新手要么放得太多，皮合不上，硬捏就破；要么放得太少，饺子瘪瘪的，煮出来一包汤。被逼停的那一刻是"皮合不拢"。回写口很简单："馅只放皮的中间一小团，大概一个指头肚那么高，四周留出一圈干净的边。"

第二张卡：捏边。馅放对了，皮能合上了，可是一煮就开口。被逼停的那一刻，是看见锅里漂起一片破皮和散馅。回写口："捏的时候拇指和食指对着往里挤，挤到两层皮贴死，再沿边过一遍；边上沾了馅油的地方蘸一点水。"

第三张卡：站立。不破了，但是一放下就倒，一盘饺子东倒西歪，下锅时互相粘。回写口："合口后两手虎口往中间一拢，让肚子鼓起来、底部压平。"

第四张卡：擀皮。前面都是用买来的皮，现在要自己擀，擀出来要么中间薄四周厚，要么一边圆一边扁，包的时候又破了。回写口："左手转皮，右手擀杖只压边缘、不过中心，转一下压一下。"

这四张卡，在一本旧式的"面点教材"里，很可能被写成四个并列的知识点：馅料配比、捏制手法、成型要求、擀皮技术。它们可以按任何顺序讲，可以单独考核。可是在一个真实学包饺子的人身上，它们是一串，次序几乎是锁死的。下面看为什么。

◆ 二、为什么不能先学站立

假设我们把次序倒过来，让这个人第一天就学"让饺子站起来"。

他会遇到什么？他的馅放得一会儿多一会儿少，皮时破时不破，边捏不严。这时候让他拢虎口、鼓肚子、压底部——他一拢，饺子就破了；不破的那几个，因为馅少，鼓不起来；鼓起来的那几个，因为边没捏死，下锅照样开。他在"站立"这张卡上撞得头破血流，可他撞上的其实不是站立卡，而是前面三张卡的混合物。

这就是"后面的卡被改写"的意思。站立卡原本的样子是：一个已经能把馅放对、把边捏严的人，面对"怎么让饺子有型"这一个问题。它的差异很单纯，回写口一句话就能接住。可是如果前面的卡没有解开，站立卡就变成了一个复合卡：同时包含馅量、捏边和成型三种失败，而那句"两手虎口往中间一拢"根本接不住它。回写口失效，学生掉坑，还会得出一个错误的结论："我手笨，包不好饺子。"

反过来按原次序走：馅放对了，第一张卡留下一条判据——"留边"；第二张卡的回写口"沿边挤死"正好就是在这圈边上做文章，没有那圈边，这个口无从下手。边捏严了，第二张卡留下一条判据——"两层皮贴死才算合上"；第三张卡的"拢虎口鼓肚子"必须建立在不会破的皮上，否则一拢就裂。站立解决了，他对饺子的形已经有了感觉；第四张卡擀皮时，他自然知道要"中间厚、边缘薄"——因为前面三张卡已经告诉他，中间要托住馅、边缘要捏得拢。擀皮的那句回写口"只压边缘、不过中心"，他一听就懂，而这句话对一个从没包过饺子的人来说，是一句不知所云的口令。

所以先解的卡，不只是"排在前面"，而是在改写后面的卡：它让后面的卡变得单纯、可撞、可解。按本书的定义，这就是带口卡序列"每一卡的成立依赖上一卡所留判据"的意思。

◆ 三、改写的三种方式

把包饺子的例子再拆细一点，可以看到先解的卡至少用三种方式改写后面的卡。

第一种，缩小。前一张卡解开后，后一张卡的失败范围变小了。馅量稳定以后，"饺子破"的原因从三四种缩成一种——边没捏死。后一张卡因此变得可以定位、可以写口。没有这一步缩小，后面的卡是一团混沌，什么口都接不住。

第二种，显形。有些卡在前面的卡没解开时根本看不见。一个连皮都合不上的人，不会遇到"站不住"的问题，因为他的饺子根本到不了"放下"那一步。只有前面的卡解开了，后面的卡才浮出水面。这和第12章说的显影是同一个道理：卡不仅显影出"我"，它也显影出下一张卡。

第三种，供料。前一张卡解开后留下的判据，是后一张卡回写口能生效的原料。"沿边挤死"需要"留边"作原料；"拢虎口"需要"皮不破"作原料；"只压边缘"需要"知道边缘要捏得拢"作原料。回写口之所以能写得那么短，是因为它站在前面的判据上说话。把这些判据抽掉，回写口就得变长、变复杂，最后变成一页说明书——那就又回到了集合。

缩小、显形、供料，三种方式说的是同一件事：卡与卡之间是长在一起的。它们之间的连接不是封皮，是判据。

◆ 四、不可逆和"可以复习"不矛盾

讲不可逆，常有人担心：难道学生不能回头？难道错了不能重来？这里要把两件事分开。

不可逆说的是卡路的次序，不是学生的步伐。学生当然可以回头：他在第三张卡上发现自己的边又开始漏，就回到第二张卡再练几遍，这完全正常，也是好事。不可逆的意思是，他回头之后，第二张卡对他已经不是原来那张卡了——他带着第三张卡的经验回来，第二张卡上的那条判据会被他理解得更深。你不可能回到"没

撞过第三张卡"的那个自己。这一点，人人都有体会：学会骑车的人再也想不起不会骑时的感觉，包过一百个饺子的人再也"忘不掉"怎么留边。

所以，不可逆不是规定学生必须一条道走到黑，而是说明一条事实：每撞一张卡，人就变了一点，变了就回不去。教材的次序要尊重这个事实，因为学生身上的次序本来就是不可逆的；集合式教材假装次序可以随便调，是在假装人不会变。

◆ 五、谁决定次序：根卡

既然次序这么要紧，那么次序由谁说了算？不是编者的偏好，也不是学科的体系，而是失败之间真实的依赖关系。

包饺子这一串里，"馅放多少"是根卡：它不解开，后面三张卡要么撞不到，要么撞成一团。找到根卡，序列的头就定了；从根卡往后，每一张卡都问一句"它要用到前面哪条判据"，次序就排出来了。第4编会看到，游泳的根卡是"慌"，乒乓球的根卡是"看见来球就后仰"，它们都是这样找出来的。

根卡的判断可能出错。也许有人认为包饺子的根卡是擀皮，因为皮不好一切白搭——这在某些情况下可能成立，比如一个已经擅长捏边的人换用自擀皮。所以根卡不是拍脑袋定的，它是一个可错的判断，要放进颗粒度试验里，看真实的学生首卡到底落在哪儿。如果大部分新手的首卡落在擀皮上而不是馅量上，那就说明我们排错了，要改。下一章把"失败有序、有根卡"列为五个成立条件之一，正是因为它可以错、必须被检验。

◆ 六、AI一口气说完四句话，为什么没用

AI时代给"不可逆"出了一道新题。这个年轻人拿起手机问："怎么包饺子？"AI几秒钟就把四句回写口全给了他，还附带擀皮视频、馅料比例和成型要领。他一次拿到了整条序列上所有的口。这难道不比一张卡一张卡地撞省事？

问题在于，这四句话同时到手，对他来说就退回成了一个集合。他还没有撞过第一张卡，"留一圈干净的边"只是一句话，不是一条判据；第二句"沿边挤死"站在

第一句上说话，可第一句在他身上还不存在。四句话在他脑子里并列摆着，互不改写，谁也撑不起谁。他一上手，照样从第一张卡开始撞，而且因为脑子里塞满了后面三句，他常常在第一张卡上就去想第四张卡的事，撞得更乱。

这不是AI的错，是用法的错。AI完全可以按序列来送口：等他皮合不拢了，只给第一句；等锅里漂起破皮了，再给第二句。这就是第28章要讲的"就近回写"——口不是越早越全越好，而是在卡上、就在卡旁、只给这一张卡的那一句。AI的本事让它能把整条路一次铺开，卡路要求的恰恰是忍住，按学生身上不可逆的次序一句一句地放。把这件事反过来看，它也是一条判别：一个AI学习工具，如果总是在学生撞卡之前就把后面所有的口都讲完，它就是在把序列压扁成集合，无论界面多么聪明。

◆ 七、不可逆是一个可以被推翻的说法

最后把这一章的说法变成一个能被推翻的预言。

如果卡与卡之间真是改写关系，那么把序列的前两张卡调换顺序，学生的表现应当先变差：在被调到前面的那张卡上卡得更久，回写口失效得更多，掉坑的人更多。如果调换之后学生的表现没有可辨的差别，那就说明这两张卡之间没有改写关系，它们其实是集合里的两个元素，本章的说法在这一处就不成立。

这个设计在第38章写成了完整的"逆序测试"方案。我们要强调，它目前是〔未执行〕的构想，本书没有任何已经做过的逆序实验数据。我们把它写在这里，是为了让"不可逆"不只是一个好听的形容词，而是一句随时可以被学生的脚步检验的话。

包饺子是一个低风险的例子：调错了顺序，最多浪费几张皮、一锅饺子煮破，人不会受伤。这正好引出下一章：只有在失败代价低、学生担得起的地方，才允许我们这样一张卡一张卡地试，才允许把失败排进教材。代价高的地方，规矩就要变。

带走的话

卡与卡之间不是排队，是改写。先解的卡让后面的卡变小、显形、有料可用。次序一倒，后面那张卡就不再是原来那张卡。人每撞一张卡就变一点，变了就回不去——教材的次序，只是如实写下这件事。

小账

卡：为什么"先讲后面、回头再补"的教法常常让学生越学越乱——后面的卡被撞成了复合卡。

路：不可逆的三种机制（缩小、显形、供料）；根卡决定序列的头；不可逆与"可以复习"不矛盾；逆序测试作为可错预言（〔未执行〕）。

第 15 章

五个成立条件

这一章的问题：带口卡序列是不是对一切技术都成立？是不是任何手艺、任何专业，都可以把教材改写成一串卡？不是。一个说法如果对什么都成立，它就什么也没说。这一章把卡路成立需要的条件一条一条列出来：失败可数、失败有序、失败可定位、回写可成形、存在有糖的卡。五条都满足，卡路才是这门技术的教材本体；缺哪一条，就要么降格、要么换路。最后一条里的"糖"，本书在这里给出正式定义。

◆ 一、为什么要先说"在什么条件下成立"

一个承重说法，最怕的不是被反对，而是被无限推广。"职业教育教材是带口卡序列"这句话，如果有人拿去说"外科手术教材也该让学生一张张撞卡""高压电工就该先让他触一次电"，那就从教育主张变成了危险的胡话。

所以本书在提出卡路的同一编里，就把它的边界写死。下面五条是卡路成立的条件，每一条都写成可以去现场检查的样子：拿一门具体的技术来，挨条问，答案是"有"还是"没有"，不是"多一点"还是"少一点"。这五条也是一张筛子：筛过去的，是卡路的适用域；筛不过去的，第41章会讲怎样降格为模拟卡路，或者干脆不用卡路。

下面这张表先把五条摆出来，后面逐条讲。

条件	问一句话	不满足时会怎样
失败可数	这门技术的真实失败能不能列成一张有限的清单？	卡无从选，只能靠想象，满书假卡
失败有序	失败之间有没有先后依赖，能不能找到根卡？	序列退回集合，次序随便排
失败可定位	每张卡能不能指认落在理解、判断、操作哪一层？	回写口无从设计，口不对卡

条件	问一句话	不满足时会怎样
回写可成形	每张卡旁能不能预先写下一条不靠老师当场解释的最小指令？	教材失去教材资格，只剩现场带教
存在有糖的卡	有没有失败代价低、可局部承受、解开后能尝到保住感的卡？	卡路不道德，不得进入教材

◆ 二、失败可数

第一条：这门技术的真实失败类型，能列成一张有限的清单。

听起来简单，其实很多教材从来没列过。焊接的失败，在焊工的日常里就是那几种：夹渣、咬边、气孔、未焊透，再加上几种常见的变形和裂纹。游泳的失败是沉、呛、僵、乱、断。炒菜的失败，在阿婷那样的新手身上，大多落在火候、下盐、出锅三处。这些清单不是定义出来的，是从维修单、质检日志、赛场与课堂记录里数出来的——第27章会讲AI怎样帮着数。

"可数"不要求清单永远不变，也不要求一个都不漏。它要求的是：在这门技术的入门到合格这一段，失败是有限的、能被叫出名字的，而不是无穷多、每次都不一样。如果一门技术的失败每次都是全新的，没有任何重复，那么它根本没法有教材，只能靠天分和运气——这样的技术在职业教育里很少见，但条件必须写出来。

这一条的检查方法很朴素：翻开教材第一章，看有没有真实失败清单。以"熟悉水性""认识设备""了解材料"开头的教材，说明编写时没有人交过失败清单，这一条在编写环节就没被满足。第7编会把"谁交清单"落到企业主编身上。

◆ 三、失败有序

第二条：失败之间有发生上的依赖，而且根卡可以被识别。

上一章包饺子已经讲透了这一条的意思：馅量是根卡，不解开它，捏边、站立、擀皮要么撞不到，要么撞成一团。失败有序，序列才有头；有头，才排得出不可逆的次序。

如果一门技术的各种失败互不相干、谁先谁后都一样，那么它的教材本体就真的是集合，卡路在这里没有优势——它最多是把集合里每个元素都配上一个回写口，变成一排并列的小卡，序列的那一部分说法不成立。我们不讳言这种可能。卡路的主张恰恰是：在大多数入门技能里，失败是有序的，只是旧教材从没去找过那个序。

根卡的判断是可错的。我们说游泳的根卡是"慌"，乒乓球的根卡是"看见来球就后仰"，这些判断都要放进颗粒度试验里，看真实学生的首卡落在哪儿。找错了就改，但不能不找。不找根卡的卡路，和把集合换个括号没有区别。

◆ 四、失败可定位

第三条：每一张卡都能指认它落在哪一层——理解层、判断层，还是操作层。

这一条为什么要单列？因为不同层的卡，回写口长得完全不一样。理解层的卡，是"这句话什么意思"——口要换一种说法、给一个例子。操作层的卡，是设备、工位、身体条件不配合——口要调器具、调姿势、调场地。判断层的卡最特别：学生知道该做什么，但这一步拿不拿得定，他做不出来。比如陈姐带学徒，学徒知道"第一剪要留长一点"，可剪刀悬在头发上就是下不去手——不是没听懂，也不是手不稳，是拿不定。

判断层最贵。它不能预先给出，背一百遍"留长一点"也没用；它只能在低代价的卡上，一次一次地剪、一次一次地看结果，一点点取得。这一条直接连着第五条：判断层的卡越多，就越需要低代价的卡来养它。

如果一张卡分不清落在哪一层，回写口就只能乱给：理解层的卡给了操作建议，判断层的卡给了一段解释。口不对卡，等于没口。第21章专讲三层卡各长什么样，这里只立下条件：卡必须可定位。

◆ 五、回写可成形

第四条：每张卡旁边都能预先写下一条最小可执行指令，而且这条指令不需要老师当场解释才能生效。

这是"教材作为教材"的最后底线。一门技术如果每张卡都只能靠师傅在旁边看着、当场判断、手把手纠正，那它可以有很好的师徒制，但不能有教材。教材之所以是教材，是因为它能把一个人的经验，变成写在那一页上、另一个人拿起来就能用的一句话。

老韩说"听声音"，这是一个口；但如果他只说"听声音"，不说听哪一声、听到之后先拔哪根线，那它就还停留在老韩的身体里，没有成形。回写可成形，要求把"听声音"变成"怠速时听到'嗒嗒'声随油门变快，先逐缸拔高压线，声音消失的那一缸就是你要查的"——这是我们构想的写法，具体参数〔待核〕，但形状就是这样：可执行、就在卡旁、指向往哪走。

有些卡确实写不出成形的口，因为它的解法高度依赖现场、依赖个人身体。这时候卡路不会假装能写，而是老实承认这一张卡要留给现场带教或AI就近回写。但如果一门技术的大部分卡都写不出口，那它的教材本体就不是卡路，至少目前不是。

◆ 六、存在有糖的卡：糖的正式定义

第五条，也是最要紧的一条：至少存在若干张有糖的卡。

先给定义。

糖：解卡之后学生尝到的"保住感"——"我把它保住了""我接住了"。

有糖的卡：失败代价低、可以局部承受、解卡后能尝到保住感的卡。

这里的"保住"，说的是一个很具体的体验。骑车的孩子车往左偏、他一带车把、车直了——他保住了这辆车，也保住了自己不摔。包饺子的人边快要漏、他沿边一挤、合上了——他保住了这个饺子。小周焊缝出现咬边、他收角度放慢、边填

上了——他保住了这条焊缝。糖不是表扬，不是分数，不是老师说"你真棒"；糖是那个人自己在那一刻知道：这东西差点没了，是我把它接住的。

为什么非要有糖？因为卡本身是苦的。被逼停、慌、手足无措，这些都不舒服。一张卡如果只有苦，没有那一下"保住"，学生得到的就不是判断，而是挫败；挫败攒多了，就是第12章说的"我不行"。糖是让人愿意撞下一张卡的东西。一条卡路能走下去，靠的是每隔一段就有一块糖：苦一下，保住一下，再苦一下，再保住一下。

糖的前提是低代价。失败代价低，学生才敢撞；可以局部承受，摔了只是坏一个饺子、废一段焊缝、呛一口水，不是废一台设备、伤一个人。所以本书说：低代价是卡进入教材的道德前提。一张卡的失败代价如果超过了一次可以挽回的返工，它就没有资格以"真卡"的身份被写进教材让学生去撞。医疗、电气、高危作业里的许多卡就是这样——它们是真的，但不能让人真撞。这些领域不属于卡路的直接适用域，第41章讲它们如何降格为模拟卡路，这里只立下原则。

◆ 七、糖路：把卡抹平的甜

有糖的卡，要和另一种东西严格分开：糖路。

糖路：把卡全部抹平、只剩甜的顺滑路。

糖路也甜，而且更甜：没有卡，没有苦，一路"我懂了""我做到了"。旧教材的很多设计就是糖路——把真实会卡的地方删掉，只留学生一定做得出的示范练习，章末题答案就在后面几页。AI代办是更彻底的糖路：你说要做什么，它全替你做好，你只负责说"好"。阿婷那句"我懂了"，很多时候就是在糖路上说出来的。

糖路的甜和有糖的卡的甜，是两种甜。有糖的卡，甜在苦之后，是自己保住的；糖路，甜在没有苦，是别人替你保住的。前者让"我"亮起来，后者让"我"一直不在场。区分它们只看一件事：甜之前，有没有一次真实的被逼停。

这也是为什么第五条要写成"存在有糖的卡"，而不是"教材要让学生感到愉快"。愉快可以是糖路给的；保住感只能是卡给的。

◆ 八、五条连起来看

五条不是并列的五个要求，它们本身也是一串。失败可数，才有卡可选；失败有序，卡才排得成序列；失败可定位，每张卡才知道配什么口；回写可成形，口才能写进书里；存在有糖的卡，这条路才允许被学生真的走。前四条回答"能不能写成卡路"，第五条回答"该不该让人走这条卡路"。

还要说清一点：这五条是本书对卡路适用域的判断，它们本身也是可错的。如果有人在一门满足五条的技术上，照本书方法编出卡路教材，做了对照，结果卡路组和旧教材组在首卡重合率、返回任务时间、撤AI后的独立完成率上都没有可信差别，那就说明五条不足以保证卡路成立，本书的范式在那里作废。第8编把这些检验写成了〔未执行〕的完整方案。

> 带走的话
>
> 一个对什么都成立的说法，什么也没说。卡路只在五条都满足的地方成立。糖是解卡后的保住感，低代价是卡进入教材的道德前提；把卡全部抹平的甜，叫糖路，不叫糖。

小账

卡：卡路是不是万能的——不是，代价过高、失败不可数或无序的地方，它不成立或必须降格。

路：五个成立条件（可数、有序、可定位、可成形、有糖）及其现场检查法；糖、有糖的卡、糖路的正式定义；低代价是道德前提。

第 四 编

卡的解剖：六门日常技术

编 序

这一编六章，把卡路放到六门日常技术里解剖：游泳、乒乓球、学车、炒菜、理发与焊接。每一章都做四件事：数出失败清单，找出根卡，标出它落在哪一层，写出卡旁那句老手式的回写口。

第21章把六门技术收拢成三层定位：理解层、判断层、操作层的卡各长什么样，又各是三主编里哪一棒的错。判断层最贵，这一编会反复看到这一点。

前三编讲了困境、讲了AI怎样把旧教材的意义收走、讲了教材本体为什么要从"知识集合"翻成"带口卡序列"。话说到这里，读者有权追问一句：说得好听，卡到底长什么样？这一编不再讲道理，只做解剖。我们挑六门普通人都碰过、或者至少见过别人碰过的技术——游泳、乒乓球、学车、炒菜、理发、焊接——每一门都做同样五件事：把失败一个个数出来；在里面找出那张"根卡"；给每张卡标上它落在哪一层（理解层、判断层、操作层）；在卡旁写出回写口，也就是老手那种短短一句的纠正话；最后指出理论在哪一段成为路面。最后一章把三层定位单独拎出来，看三层的卡各长什么样。

需要先说清楚：本编所有人物都是虚构的陪读人物，所有课堂、泳池、球台、灶台边的场景，都是我们构想的场景，用来把结构摆出来看，不是调查记录。技术细节我们只写常识范围之内、老手普遍认可的说法；拿不准的，宁可不写。

第 16 章

游泳：沉、呛、僵、乱、断，根卡是"慌"

这一章的问题：一个会游泳的老师，写了两本讲义，每句话都对，为什么学生下了水还是不会？游泳的失败到底有几种，它们之间是并列的，还是有一个排在最前面、不先解开后面全都白练的"根卡"？

◆ 一、林老师的两本讲义

林老师三十四岁，在职业学院教游泳和体育实训。他写过两本讲义，第一本开头一章叫"熟悉水性"，第二本开头一章叫"游泳的基本原理"，讲浮力、讲阻力、讲划水的推进。他自己逐字检查过，觉得每一句都写对了。可是每学期第一堂下水课，他看到的总是差不多的场面：有人一松手腿就往下沉，有人一埋脸就呛得满脸通红，有人浑身绷得像一块木板，有人手脚各划各的，有人游出五米突然站起来，扶着池边大口喘气，再也不肯往前。

这是我们构想的场景，但教过游泳的人大多会觉得眼熟。林老师的困惑在第1编已经被点过名：他的讲义装的是"对的路径"，而学生撞的是"错的位置"。讲义里的"熟悉水性"四个字，是一句没有失败清单的开头——它没告诉学生，熟悉水性的过程中，人会在哪里、以什么样子出错。

我们替林老师做的第一件事，不是改写讲义里的任何一句话，而是请他回想：这些年在泳池边，你亲眼见过的失败，一共有几种？他想了一会儿，数出了五个字：沉、呛、僵、乱、断。

◆ 二、把五个字摊开：一张失败清单

先把这五个字摊开，每个字后面跟上它在泳池里的样子、多半在什么条件下高发、老手一般怎么喊。

失败名	失败形态（看得见的样子）	高发条件	老手纠正语（回写口雏形）	主要所在层
沉	松手后下半身往下坠，身体从斜着变成竖着	抬头看前面；憋着气不敢放松	"下巴收，看池底"	理解层＋判断层
呛	换气时吸进水，咳嗽、站起来	脸出水那一下才开始吐气，吐和吸挤在一瞬间	"水里吐，水外吸"	判断层
僵	肩、脖子、腿绷紧，越用力越往下	怕沉，用全身力气"撑"住水	"先漂，再动"	判断层
乱	手脚节奏对不上，划水像扑腾	换不上气，动作被呼吸打断	"数着来，一划一吐"	操作层＋判断层
断	游几米突然停下，站起来喘	气越憋越短，胸口发紧	"停之前先吐完"	判断层

表里的"主要所在层"是我们初步标的，后面会解释为什么这样标。现在先看一个现象：五张卡的老手纠正语里，有三句和"吐气"有关，有一句和"放松"有关，有一句和"看哪里"有关。这不是巧合。

◆ 三、找根卡：为什么是"慌"

如果五张卡是并列的，那么教学顺序随便排都行：今天练腿不沉，明天练手不乱，后天练换气。旧讲义正是这样排的——一个技术要点一个小节，可以前后调换，删掉一节其余照样成立。这就是第3编说的"集合"。

可是林老师顺着这张表往回追，会发现一条链。学生为什么会"断"？因为游着游着气不够了。气为什么不够？因为在水里一直憋着，到脸出水那一瞬间才想起要吐气、又要吸气，一口气还没吐干净就急着吸，吸进来的是水，这就是"呛"。呛过一次的人，下一次埋脸前就会更紧张，脖子、肩膀一绷，身体就"僵"；身体一僵，浮不起来，下半身往下坠，这就是"沉"；人一沉，手脚就开始乱抓乱蹬，这就是"乱"。乱完了更喘，于是"断"。

五张卡绕成了一个圈，圈的入口在呼吸。呼吸结构一崩——该吐的时候憋着、该吸的时候在吐——人就慌了。慌不是一种性格，也不是一种心理状态的诊断（本书不做心理诊断），它在这里是一个看得见的动作事实：呼吸节律被打断，憋气、抢气，随后全身代偿性地绷紧。我们把它叫作游泳的根卡。

根卡的意思是：它不先解开，后面的卡就算暂时解开了也会复发。一个还在憋气的学生，你教他"下巴收、看池底"，他照做了，腿浮起来一点；可是三秒之后气憋不住了，他一抬头，腿又沉下去。你以为在解"沉"，其实"沉"只是"慌"的影子。反过来，一旦学生学会了在水里持续地、慢慢地往外吐气，"呛"会明显减少，"僵"会松下来一部分，"沉"和"断"也跟着缓解。根卡一解，后面的卡被改写了——这就是第14章说的不可逆：先解的卡改写后面的卡，序列不能随意调换。

◆ 四、根卡旁的回写口：一句话离开断点

找到根卡还不够，卡旁要有口。回写口的三条件是可执行、邻近、开口：学生站在卡上就能照着做；它就贴在卡旁边，不用翻到后面去找；它把学生送回任务里，而不是送去另一页理论。

对"慌"这张卡，老手最常用的一句话是"水里吐，水外吸"。它可执行：学生不需要理解肺活量和气体交换，只需要在脸埋进水里时，用鼻子或嘴慢慢吐出一串泡泡。它邻近：卡是在脸入水那一刻发生的，回写口就写在这一刻。它开口：吐完泡泡，抬头吸一口，再埋下去，学生又回到任务上了。

林老师可以把这句话改造成一组极低代价的小卡：扶着池边，站在齐胸的浅水里，脸埋进去吐泡泡，吐完抬起来吸气，再埋下去。这一步失败的代价有多大？最多呛一小口，站直就能呼吸。这就是"有糖的卡"——代价低到可以局部承受，而解开之后，学生会尝到一种清楚的保住感：我把这口气保住了，我没呛。很多学生第一次连续吐完十串泡泡没有呛水时，脸上会露出一种松下来的表情。那就是糖。

五张卡各自也都有口，表里已经列出雏形。但顺序要排：先"水里吐，水外吸"（根卡），再"先漂，再动"（僵），再"下巴收，看池底"（沉），最后才是"数

着来，一划一吐"（乱）和"停之前先吐完"（断）。顺序一换，口就不灵了。比如在根卡没解之前练"数着来"，学生会数着数着憋住气，越数越乱。

◆ 五、三层定位：同一张卡，学生卡在哪一层

同样是"沉"，学生可能卡在三个不同的地方。有的学生根本不知道"抬头会让腿下沉"——这是理解层的卡，听一句解释就可能解开。有的学生知道，也愿意低头，但脸一埋进水里就控制不住地想抬起来看——这是判断层的卡：他知道，但这一步拿不拿得定，他心里没底。还有的学生，泳池水深超过他的身高，脚一够不着底他就紧张——这是操作层的卡，是场地条件的问题，换到浅水区就会变化。

林老师旧讲义的毛病，就是把三层的卡全当成理解层来写：讲清楚道理，学生就该会。可游泳的大部分卡在判断层。"放松"两个字谁都懂，放不放得下来，是另一回事。判断层最贵，不能提前给出，只能在低代价的条件下一点一点取得——扶着池边吐泡泡、抱着浮板漂、在浅水区松手两秒再站起来。每一次"拿定了"都是自己撞出来的，教师替不了，AI也替不了。

这也解释了为什么"慌"是根卡而不是知识点：它几乎完全落在判断层。你不可能通过读书知道"我不慌了"，只能在水里一次次确认"我吐完了、我吸到了、我没沉"。

◆ 六、理论在哪里成为路面

那林老师第二本讲义里的浮力、阻力、推进，是不是就没用了？不是。它们换了位置。

理论不是入口，不是地基。如果把"人体密度和水接近、肺里有空气所以能浮起来"放在第一页，学生读完点头，下了水照样憋气、照样沉。这时理论是"柏油"——铺在那里，踩不上去。

可是在根卡解开之后，情况变了。一个刚刚学会持续吐气、能抱着浮板漂起来的学生，常常会自己冒出一个问题："为什么我吸满一口气，人就往上浮；吐完

了，就往下沉一点？"这时候讲浮力，讲肺像一个随呼吸大小变化的浮子，学生是带着刚撞过的卡在听的，每一句都能对上自己身体的感觉。这一段就是理论路面：在"慌"和"沉"两张卡之间，学生带着解卡的判据走过去，理论在这一段被用完、被耗尽。

我们把这个自己冒出来的"为什么"当作理论活着的标志，第8编会把它定成一个读数——路面激活：解卡之后至少有一次自发的理论表达。林老师要做的，不是删掉他的讲义，而是把讲义拆开，把每一段原理挪到它对应的两张卡之间。

用最轻的话说一下这一轮发生：学生在水里被逼停（差异把人逼停，D）；他照着"水里吐，水外吸"重新做，一个新的判断显露出来——原来气要在水里吐（显露，S）；他回到池水里，身体、浮板、水重新缠在一起（纠缠，E）。一轮卡路，一次发生。

> 带走的话
>
> 游泳的五种失败不是五个知识点，是一个以"慌"为入口的圈；不先在呼吸上解卡，后面每张卡都会复发。"熟悉水性"不是开头，"水里吐，水外吸"才是开头。

小账

卡：沉、呛、僵、乱、断；根卡"慌"（呼吸结构崩溃），主要落在判断层。

路：浮力原理挪到根卡解开之后，成为"慌"与"沉"之间的路面。

第 17 章

乒乓球：根卡是"看见来球就后仰"

这一章的问题：乒乓球的失败看上去五花八门——接不住发球、脚步不到位、球下网或出台、拉球不转——它们之间有没有一张排在最前面的根卡？为什么初学者最该先解的，不是哪个手上动作，而是身体一个几乎察觉不到的反应：看见来球就往后仰？

◆ 一、球台边的一个下午

这是我们构想的场景。林老师除了游泳，也带一部分体育实训课，学期中段轮到乒乓球。他照着常见的入门顺序教：先讲握拍，再讲站位，再讲正手攻球的动作要领——引拍、迎前、击球、还原——然后分组对练。一个下午过去，球台边捡球的时间比打球的时间多。

林老师站在旁边看了一阵，发现一件以前没留意的事：好几个学生在对方球拍一碰球的瞬间，上半身就会往后一缩，脸往后躲，重心落到脚后跟上。球还在半空，人已经退了。然后球过来了，他们只能伸直胳膊去够，拍面要么太仰、要么太立，球不是下网就是飞出台。

他问一个学生："你刚才为什么往后退？"学生愣了一下："我退了吗？"

这句"我退了吗"，就是这一章的入口。一个学生自己察觉不到的动作，是不可能被讲义里的"动作要领"纠正的，因为讲义默认学生知道自己在干什么。

◆ 二、数一数球台边的失败

我们请林老师把这一个下午看到的失败数出来，按老手的说法记下纠正语。乒乓球的入门失败，普遍公认的大致有下面几类。

失败名	失败形态	高发条件	老手纠正语（回写口雏形）	主要所在层
接不住发球	球一过网就慌，拍子乱挥或干脆不动	来球带旋转、落点变化	"先看他拍子怎么动"	判断层
脚步不到位	人站着不动，靠伸手去够球	球落点离身体远一点	"脚先到，手再出"	操作层＋判断层
下网／出台	球撞网或飞过对方台面	拍面角度不对，击球点太晚	"在身体前面打"	判断层
使力不转	想拉上旋，球却平平飞出或下网	只用胳膊往前推，没有向上摩擦	"往上蹭，别往前砸"	理解层＋判断层
后仰	来球瞬间上身后缩、重心落到脚跟	来球快、离身体近	"迎上去，别躲"	判断层

表里最后一行，在林老师原来的讲义里根本不存在。讲义写的是"击球时身体重心前移"，这是一句正确的话，但它写的是"对的路径"，没写学生实际在哪里出错、错成什么样子。

◆ 三、顺着链往回追：后仰在最前面

把这五张卡排在一起，很容易以为是五个独立的技术点。可是顺着林老师的观察往回追，链条出来了。

一个人看见来球就往后仰，重心落在脚跟上，他的脚就很难再移动——脚跟承重的时候，人是迈不开步的。于是"脚步不到位"。脚到不了，球就只能在身体侧后方、在离身体很远的位置去碰，击球点一晚，拍面角度就难以控制，于是"下网／出台"。要在身体后方把球打过去，手臂只能往前推，没有空间做向上的摩擦，于是"使力不转"。至于"接不住发球"，后仰的学生在对方发球那一刻已经在退，眼睛跟着头一起往后撤，来不及看清对方拍面的动作，旋转判断自然无从谈起。

所以，"看见来球就后仰"是这一片卡的根卡。说"一片"，是因为乒乓球的失败远不止这几种，到了更高水平，会出现另外的卡链，那不是入门教材要处理的。我们只说：在初学者这一片里，后仰排在最前面。

为什么人会后仰？这是一个几乎人人都有的自我保护反应：一个快速飞来的东西冲着脸来，身体本能地往后躲。它不是错误，它是身体原有的动作结构。卡点的定义在这里显得特别贴切——学生原有的动作结构（躲）在这个任务中失效了，被逼停了。学生自己察觉不到，恰恰说明这个结构藏得很深、平时很好用。

◆ 四、回写口："迎上去，别躲"能不能执行

老手常说的一句是"迎上去，别躲"。按回写口的三个条件检验一下：它邻近吗？邻近，它就贴在来球那一刻。它开口吗？开口，说完学生就回到台前继续打。可执行吗？这里有问题。

"别躲"是一句否定句，告诉学生不要做什么，但没告诉他做什么。而后仰是一个学生自己察觉不到的反应，你让他"别躲"，他会说"我没躲啊"。一个不可执行的回写口，等于一张只有门牌没有门的卡。

所以林老师需要把这句话改成可执行的形式。常见的几种做法里，我们挑最低代价的一种来说：先不打球，只让学生站成准备姿势，膝盖微弯，重心放在前脚掌，脚跟轻轻离地一点点。然后对面用手抛一个慢球，学生不用击球，只要在球落台弹起的那一刻，身体往前迎半步，用手掌去接。这一步把"别躲"变成了"脚跟抬着，往前迎半步接球"——有动作、有身体位置、有时机。

这张卡的代价很低：一个慢慢抛过来的球，用手接，接不住最多弹到身上。它也有糖：学生第一次稳稳地向前接住球时，会有一种清楚的"我接住了"的保住感。这和被球追着跑、狼狈地往后够的感觉完全不同。

等这一步站稳了，再换成拍子，再换成慢速的对推，再慢慢加速。每加一级，后仰都可能复发——速度一快，躲的反应又回来了。所以这张根卡不是一次解开就

永远消失的，它要在每个新的速度上被重新撞一遍。这正是判断层的特点：拿定一步，只在那一步的条件下拿定；条件一变，要重新取得。

后仰缓下来之后，回头看其他四张卡，它们的形状都变了。

脚步：重心在前脚掌，人就能动起来了。"脚先到，手再出"这句回写口，在后仰没解的时候学生根本做不到——脚跟钉在地上，怎么到？后仰一解，这句话一下子变得可执行。下网出台：击球点自然往前挪，"在身体前面打"不再是一句空话。使力不转：身体前面有了空间，学生才可能做出向上摩擦的动作，这时候讲"往上蹭，别往前砸"才有落点。

这就是先解的卡改写后面的卡。旧讲义按"握拍—站位—攻球—搓球—拉球"排，是按动作的复杂程度排的，像一本字典的目录。卡路按失败的因果排：后仰在前，脚步次之，击球点再次之，摩擦最后。顺序一换，前面的口就会失灵。

◆ 五、同样是下网，三种卡法

把三层定位放到球台边，会看得很清楚。同样是一个球下网，学生可能卡在三个不同的地方。

第一种，他不知道下网和拍面角度有关，以为是自己"力气小了"，于是越打越用力，球下网之后又飞出台。这是理解层的卡：一句"拍面再立一点"或者"再打开一点"就可能让他明白，问题不在力气。理解层的卡便宜，讲清楚就能解，旧讲义擅长的就是这一层。

第二种，他知道要在身体前面击球，也知道拍面角度要调，可是球一快，他就拿不定在哪个瞬间出拍，总是晚半拍。这是判断层的卡：知道，但那一步拿不拿得定。没有任何一句话能替他拿定，只能从慢球开始，一个速度一个速度地往上撞。判断层最贵，也最容易被讲义误写成理解层——"击球时机要准确"，这句话写在书里，等于没写。

第三种，他用的是一块胶皮已经磨得发滑的旧拍子，或者球台反弹不均匀，或者他站的位置离台子太远、地面打滑。这是操作层的卡，问题在器具和场地，不在

人。林老师在实训课上很容易忽略这一层：学生下网，他先去纠正动作，其实换一块拍子就好了一大半。

三层定位的用处，是让教师先问"他卡在哪一层"，再决定给什么口。给理解层的卡开判断层的口（比如让一个根本不知道拍面角度的人去反复练时机），是浪费；给判断层的卡开理解层的口（比如对一个已经懂了、只是拿不定的人再讲一遍原理），是空转；给操作层的卡开任何人的口，都是错怪了学生。后仰这张根卡，几乎纯粹落在判断层，所以它最不能靠讲，只能靠低代价地一次次迎上去接。

◆ 六、理论路面：旋转为什么会让球拐弯

乒乓球里最容易被当成"柏油"的理论，是旋转。很多入门讲义一上来就讲上旋、下旋、侧旋，配上球的运动轨迹示意图，讲空气对旋转球的作用。学生看图点头，上了台照样分不清对方发的是什么球。

这段理论应该放在哪里？放在"接不住发球"这张卡解开的过程中，而且是在学生已经吃过几次亏之后。一个学生反复被同一种发球骗——明明往前推了，球却下网——他会自己问："为什么这个球一碰拍子就往下掉？"这时候讲：这是下旋，球在往前飞的同时向后转，碰到拍面时会往下走；所以要让拍面稍微打开、往前上方送一点。学生是带着下网的那几次失败在听，每一句话都有对应的手感。

讲完了，他回到台前，对面再发一个下旋，他试着把拍面打开一点——过网了。这一下他会再问："那上旋是不是反过来？"这第二个问题，就是路面激活：解卡之后自发的理论表达。理论在两张卡之间被走过去，被用完。

最后用一句白话把这一轮发生收拢：来球把学生逼得往后退，退了才被逼停（差异，D）；"脚跟抬着，往前迎半步"把一个新的身体判断显露出来（显露，S）；他回到球台前，拍子、球、对手的节奏重新缠在一起（纠缠，E）。

带走的话

学生说"我退了吗"的那一刻，说明他最大的卡藏在他看不见的地方；教材的第一件事，是让他看见自己在躲。"别躲"是门牌，"脚跟抬着，往前迎半步"才是门。

小账

卡：接不住发球、脚步不到位、下网出台、使力不转；根卡"看见来球就后仰"，落在判断层，每提一级速度要重撞一次。

路：旋转原理挪到"被下旋骗过几次"之后，成为接发球与击球点之间的路面。

第 18 章

学车：坡起、倒库、并线，"别看方向盘"是回写口

这一章的问题：学车是很多成年人一生中最后一次系统地"被教一门技术"。科目里的每一项都有口诀，为什么人还是会在坡上溜车、在库里压线、在并线时猛打一把方向？教练骂了几十年的那句"别看方向盘"，凭什么算回写口？

◆ 一、小周的第一次坡起

这是我们构想的场景。小周十九岁，职业学院一年级学焊接，暑假去学车，学的是手动挡。他话不多、手快心慌，这个特点在驾校里暴露得比在实训车间还明显。

第一次练坡道定点停车和起步，教练在车里把要领讲了一遍：停稳，拉手刹，挂一挡，慢慢抬离合，感觉车身轻轻抖动、发动机声音变沉，就是到了半联动；这时候稳住离合，松手刹，再轻轻给油，车就起来了。小周点头，说记住了。

轮到他，车一停在坡上，他就开始紧张。离合抬得太快，车猛地一抖，熄火了。重来一次，这回他抬得很慢，可是抖动出现的时候他没反应过来，接着往上抬，又熄火。第三次，他太怕熄火，离合抬到一半就去松手刹，车往后溜了一下，他吓得一脚把刹车踩死。

教练没骂他，只说了一句："别看脚底下，听声音，感觉屁股底下。"小周后来说，他那时眼睛一直盯着仪表盘和方向盘中间那块地方，好像能从那里看出离合抬到哪儿了。

第9章讲过自动挡开久了不会坡起的现象，那是AI平滑代办的一个影子。这一章不再重复那个例子，只看一个从头学手动挡的人，在坡上到底卡在哪里。

◆ 二、驾校里的失败清单

学车的失败太多了，我们只挑三项最有代表性的：坡起、倒库、并线。前两项是驾校场地里的，最后一项是上路之后的。

失败名	失败形态	高发条件	老手纠正语（回写口雏形）	主要所在层
坡起熄火	离合抬太快，车抖一下熄火	紧张、怕溜车	"车一抖，脚停住"	判断层
坡起溜车	没到半联动就松手刹，车往后退	怕熄火，急着走	"不抖不松手刹"	判断层
倒库压线	车身斜着进库，一侧轮子压线	方向打晚或打早，只看一侧后视镜	"看点位，不看感觉"	理解层＋判断层
倒库打不回	进库后车身歪，回方向时机不对	车身快正时没回轮	"车身正了就回正"	判断层
并线犹豫／猛打	迟迟不敢并，或一看到空当猛打方向	不会判断后车距离和速度	"看镜，打灯，看盲区，慢慢过"	判断层
低头看操作	眼睛盯着方向盘、挡把、脚下	不熟悉操作位置	"别看方向盘，看远处"	操作层＋判断层

最后一行看上去不像一种失败，更像一个坏习惯。可是顺着前面几行往回追，会发现很多失败都和它连在一起。

◆ 三、根卡：眼睛不在路上

坡起为什么熄火、为什么溜车？要领里说的判据——"车身轻轻抖动、发动机声音变沉"——是靠身体和耳朵感觉的，不是靠眼睛看的。可一个紧张的初学者，把全

部注意力都放在眼睛上，眼睛又盯在脚下和仪表上，耳朵和屁股底下的感觉就被挤掉了。他想从眼睛那里得到一个信号，可那个信号根本不在眼睛那里。

倒库为什么压线？倒库靠的是后视镜里的点位和车身与库线的相对位置。低头看方向盘的人，每看一次方向盘就丢失一次镜子里的画面，等抬起头来，车已经多倒了半米。

并线为什么犹豫或猛打？并线要求眼睛在前方、左镜、盲区之间来回切换，同时手上平稳地给一点点方向。眼睛只要往下一落，前方和后方的信息都断了，人一慌，要么不敢动，要么一把打过去。

所以学车这一片卡，根卡不是哪一项具体操作，而是"眼睛不在路上"——注意力被操作件吸走，该用来判断的信息通道（远处的路、镜子、身体感觉、声音）被关掉了。我们这样说，不是说所有学车的失败都源于此，而是说在初学者这一片里，它排在最前面：它不解，后面每一项都会被它拖住。

教练骂了几十年的这句话，按回写口的三个条件检验，几乎是标准答案。

它可执行：抬起眼睛，看远处，是一个立刻能做的动作，不需要先理解任何东西。它邻近：它贴在卡发生的那一刻说，学员正盯着方向盘的时候说，不是课后总结。它开口：说完，学员抬眼，车还在走，他立刻就回到了任务中，而且回到的是一个信息更多的任务——他看到了路。

而且它是一句纠正语，不是一条知识。它没有解释"为什么不能看方向盘"，它只是把学员从断点上推开，推回路上。这正是企业主编（在这里是老教练）该交出来的原料：老手纠正语。第7编会讲到，这类话在旧教材里常常被丢掉，因为编者觉得它"太土""不成体系"；可恰恰是这种话，最接近回写口的形状。

对坡起，"别看方向盘"要再细化一步，变成"别看脚下，听声音"。这就把眼睛这个错误通道关上，把耳朵和身体这个正确通道打开。对倒库，它变成"看镜子里的点位"；对并线，它变成"看镜，打灯，看盲区"。同一个根卡回写口，在不同的卡旁长出不同的形态，但骨架是一个：把眼睛从操作件上拿开，放到判断信息上。

◆ 四、有糖的卡：在平地上先找半联动

坡起这张卡，失败代价不算低：在坡上溜车，后面要是有车，是真危险。所以它不该是学员撞的第一张卡。

驾校里常见的一个做法，是先在平地上练半联动：不踩油门，只慢慢抬离合，感觉车身轻轻一抖、开始往前蠕动，然后踩下离合停住，再来。在平地上，抬快了最多熄火，抬慢了车不动，没有溜车的危险。这就是一张有糖的卡：代价低，可以一遍遍承受；解开之后，学员会清楚地尝到"我找到那个点了、我把车稳住了"的保住感。

找到了平地上的那个点，再上坡。坡上的卡依然会撞，但撞的已经是一个改写过的卡——他手里有了判据（车抖、声音沉），不再是两眼一抹黑地去摸。这又是先解的卡改写后面的卡：平地半联动在前，坡起在后，顺序不能倒。

倒库也一样。驾校场地本身就是一个低代价的环境：压了线，扣分，重来，不会伤到人和车。只要教练按卡排，而不是一上来就让学员把整套倒库流程走完、错了再从头讲，这个环境里每一张卡都可以是有糖的。

并线则不同。真正的并线发生在路上，代价高，不能拿来做第一次撞卡。这里需要第41章讲的"停权"意识：失败代价超过一次可逆返工的部分，只能先在低代价的条件下（教练陪同、车流稀少的路段、有副刹车的教练车）模拟着撞，不能放开让学员自己去摔。

◆ 五、教练车里的三层

学车的卡同样可以按三层去拆，而且拆开之后，很多驾校里的争吵会消失。

理解层的卡，比如学员不知道倒库时"方向往哪边打，车尾就往哪边去"，他以为和往前开一样，结果越打越歪。这类卡一句话就能解，画个示意图更快。很多学员在这一层卡的时间并不长。

判断层的卡，是学车的主体。半联动的那一抖什么时候算到了；后视镜里库角对上哪个位置该打方向；后车离多远、开多快，现在并线够不够安全。这些都是"我知道，但这一步拿不拿得定"。教练常说的"多练"，其实是在说判断层只能自己一次次取得；只是"多练"两个字太粗，没有告诉学员先练哪一张、在什么低代价的条件下练。

操作层的卡，常被误认为学员笨。座椅没调好，脚够不到离合底；后视镜角度不对，镜子里根本看不到库线；教练车离合器磨损、半联动的位置和别的车不一样。小周后来说，他换了一辆车，半联动的点高了一截，又熄了两次火。这不是他退步了，是操作层变了，判断层要在新条件下重新取得。

教练骂人，多半是把操作层和判断层的卡都当成理解层来骂："跟你说过多少遍了！"说过多少遍，解的只是理解层。一个好的教练，先替学员把操作层摆平（调座椅、调镜子），再指出卡在哪一张，然后给一句贴在卡旁的口。这三步做对了，"别看方向盘"才能真正起作用。

◆ 六、理论路面：交规和原理什么时候出场

学车有一大块是理论考试，交通规则、标志标线、安全常识，很多人是在手机上刷题刷过的。这部分在AI时代已经是一秒钟就能拿到的东西，第2编说过，它作为"知识容器"的意义已经被收走了。

但有一小段原理，在学车的卡路上是真正的路面。比如离合器是干什么的：它让发动机和车轮之间可以"半连着"，半联动就是两片东西似贴非贴、一边打滑一边传力的状态。这段话放在第一节课讲，学员听了等于没听。可是等他在平地上找到了那个"一抖"的点，再在坡上熄过两次火，他会自己问："为什么抬快了就熄火？"这时候讲离合器的原理，他每一句都能和刚才那一抖对上。

同样，倒库里"车身摆正的时候为什么要回方向"，并线里"为什么要先看盲区"——这些"为什么"，如果学员是在撞过卡之后自己问出来的，理论就活了；如果是在上车之前背下来的，它就是题库里的一行字。

一轮卡路用白话收一下：坡上的一抖、一溜，把小周逼停了（差异，D）；"别看脚下，听声音"让一个新判断显露出来——车抖了就是到了（显露，S）；他抬起眼睛，脚、离合、车身、坡道重新缠在一起（纠缠，E）。

> **带走的话**
>
> 学车最大的卡，常常不在手上脚上，而在眼睛落错了地方；"别看方向盘"不是骂人，是一句标准的回写口。先在平地上找到那一抖，坡上才有糖。

> **小账**
>
> 卡：坡起熄火、溜车、倒库压线、并线犹豫；根卡"眼睛不在路上"，多落在判断层；并线代价高，只宜低代价模拟。
>
> 路：离合器原理挪到熄过火之后，成为平地半联动与坡起之间的路面。

第 19 章

炒菜：火候卡、下盐卡、出锅卡

这一章的问题：一个嘴上总说"我懂了"的烹饪学生，菜谱背得滚瓜烂熟，为什么一上灶就糊、就咸、就塌？炒菜里的卡，为什么几乎全藏在菜谱写不进去的那几个字——"适量""少许""炒至断生"——里面？

◆ 一、阿婷的"我懂了"

这是我们构想的场景。阿婷十七岁，中职烹饪专业一年级。她最大的特点是两个：怕油溅，嘴上说"我懂了"。

实训课练一道最普通的青椒炒肉丝。老师先示范：锅烧热，下油，油热了下肉丝滑散，变色盛出；再下青椒，炒到断生，肉丝回锅，加盐、生抽，翻匀出锅。一边做一边讲，前后不到三分钟。讲完问大家懂了没有，阿婷第一个说懂了。

轮到她上灶。锅烧了一会儿，她不知道热没热，伸手在锅上方试了试，感觉不出来，就倒了油。油刚倒进去，她怕溅，站得离灶台很远，胳膊伸直了去拿锅铲。肉丝下锅的时候，油其实还不够热，肉丝一下锅就粘在锅底，她用铲子去铲，越铲越碎。好不容易盛出来，青椒下锅，她不知道"断生"是什么样子，炒了很久，青椒炒软了、颜色发暗。最后加盐，她想起菜谱上写的"盐适量"，不知道适量是多少，抓了一小撮，又怕淡，再补一点。尝一口，咸了。

阿婷的"我懂了"，懂的是理解层：她知道步骤顺序，知道每一步要干什么。她不懂的、也不知道自己不懂的，是判断层：锅到底热没热，青椒到底断没断生，盐到底够没够。菜谱把这一层用"适量""少许""断生"几个字一笔带过，等于在每一张卡的位置贴了一张白纸。

◆ 二、灶台边的失败清单

炒菜的失败，老厨师大多能脱口而出。我们按一道家常快炒的顺序，挑最常见的几种。

失败名	失败形态	高发条件	老手纠正语（回写口雏形）	主要所在层
粘锅	食材下锅就粘底，铲碎	锅没烧透或油温不够就下料	"锅冒一点烟再下油"	判断层
糊锅	外面焦黑、里面没熟，或调料焦苦	火太大、翻得太慢、下料后走神	"火大手要快，手慢先关小火"	判断层＋操作层
炒过头	蔬菜发软出水、颜色发暗	不会判断断生，怕没熟多炒	"颜色一亮就差不多了"	判断层
咸／淡	一次下盐过多，或反复补盐	"适量"没有判据，不尝味	"少放，尝了再补"	判断层
出水塌	菜汤汪汪一盘，口感软塌	火力不够，下料太多，翻炒过久	"一次少下点"	理解层＋判断层
躲油	人离灶台远、胳膊伸直、动作变形	怕油溅	"料擦干再下，下料往外推"	操作层＋判断层

这张表里，有三张卡是本章要重点拆的：火候卡、下盐卡、出锅卡。可是在拆之前，要先看表最后一行——阿婷那个看上去最不像"技术问题"的"躲油"。

◆ 三、根卡：躲油让一切判断失去眼睛

一个怕油溅的学生，会离灶台远远的。人一远，她就看不清锅里油面的变化——油热的时候油面会出现细细的纹路、有轻微的烟，这是判断油温最常用的视觉信号；她也闻不清食材的气味——葱姜下锅炒香的味道，是判断火候的嗅觉信号；她更听不见声音——食材下锅那一声"滋啦"响不响亮，老厨师一听就知道油温够不够。

所以"躲油"在这里的作用，和游泳的"慌"、乒乓球的"后仰"、学车的"眼睛不在路上"一模一样：它把判断用的信息通道关掉了。粘锅、糊锅、炒过头，相当一部分都是这个通道被关掉之后连带出来的。

但这里要谨慎一点：我们不说躲油是炒菜所有失败的根，只说在阿婷这类怕油的初学者身上，它排在最前面。有的初学者不怕油，他的第一张卡可能就直接落在火候上。卡序要按真实学生的真实首卡来排，这正是第7编颗粒度试验要做的事。

躲油的回写口，不是"别怕"——那是一句不可执行的话，和"别躲"一样。老厨师的说法要具体得多：一是"料擦干再下"，油溅主要是因为水碰到热油，食材表面的水少了，溅油就少；二是"下料往外推"，食材从靠近自己的一侧轻轻放进锅里、往远离自己的方向推，溅起的油会往外飞。这两句都可执行、都贴在卡旁、说完就能回到灶台。代价也低：先用一小把擦干的青菜练"往外推"，溅几滴油，最多手背上一个小红点。等阿婷敢站近了，她就重新获得了眼睛、鼻子和耳朵。这张卡解开时的糖很清楚：她第一次站在灶台前、看着油纹慢慢出现、自己判断"现在可以了"的那一刻。

◆ 四、火候卡：锅热没热，菜谱写不进去

火候是厨房里被说得最玄的一个词。拆开来看，初学者在火候上最常撞的卡有两张：下油之前锅热没热、下料之后火大火小。

第一张，老手的回写口是"锅冒一点烟再下油"或者"手放锅上面感觉烫脸"。这些说法都有一点不精确，不同的锅、不同的灶感觉也不一样，但它们是可执行的：学生知道看什么、感觉什么。比起菜谱上的"热锅凉油"四个字，这句话贴近卡得多。

第二张更难。火大了容易糊，火小了容易出水。老手的说法是"火大手要快，手慢先关小火"。这句话的妙处在于它不要求学生先学会控火，而是给了一个保命的退路：你手慢，那就先把火关小一点。这让卡的代价降下来了——学生不会因为手跟不上而一锅糊掉，他可以在小一点的火上慢慢找手速。等手快了，再开大火。这是一个把高代价的卡改造成有糖的卡的典型做法。

下盐卡几乎人人撞过。"盐适量"这三个字，是旧菜谱里最典型的"空白卡位"：它承认这里有一个判断，却拒绝写出判据。

老手的回写口是"少放，尝了再补"。注意这句话的结构：它没有告诉你正确答案是几克，而是把一次不可逆的判断拆成了几次可逆的小判断。盐放多了很难救，放少了随时可以补。先少放，代价就降到了几乎为零；尝一口，就是一次自我反馈。阿婷第一次按"少放、尝、补"做出一盘咸淡正好的菜时，她尝到的不只是菜的味道，也是"我把它保住了"的糖。

有人会问：为什么不直接写"一盘菜放两克盐"？因为咸淡不只取决于盐，还取决于菜量、生抽的咸度、食材本身的味道、吃的人的口味。写死一个数字，是把判断层的卡伪装成理解层的知识。一个背下"两克"的学生，换一道菜、换一瓶生抽，又不会了。

出锅卡也一样。"炒至断生"四个字，学生读不出任何动作。老手的说法是"颜色一亮就差不多了"——很多绿叶菜和青椒下锅后，颜色会先变得鲜亮，再炒下去才会发暗变软。这是一个看得见的判据。还有人用"捏一下，还有点脆"来判断。这些回写口都不完美，但都是从真实失败里长出来的，可以照着做、可以一次次校准。

这三张卡的顺序也是不可逆的：火候卡在前，因为锅不热、油不够热，后面的菜根本炒不出"颜色一亮"的那个样子；下盐卡和出锅卡在后，前面没解，后面的判据就失效。

◆ 五、同一盘咸菜，三种卡法

阿婷那盘咸了的青椒肉丝，可以按三层再拆一遍，拆完就知道老师该说什么。

如果阿婷不知道生抽本身是咸的，加了盐又加生抽，那是理解层的卡，一句"生抽也有盐"就解了。如果她知道，但手里那一撮到底算多算少拿不定，抓了又怕淡、再补一点，那是判断层的卡，只能靠"少放、尝、补"一次次校准。如果实训室的盐罐配的是一把大勺，一抖就是一大坨，那是操作层的卡，换一把小勺、或者改用手指捏，卡就松了一半。

旧的实训课，老师看到菜咸了，最常见的反应是再讲一遍"盐要适量"。这句话对理解层无用（它没有解释任何东西），对判断层无用（它没有给任何判据），对操作层也无用（它没有动器具）。它只是把卡又贴了一遍白纸。

◆ 六、理论路面：为什么热油会让菜变香

烹饪专业的理论课不少，食品化学、营养学、原料学。这些理论放在第一学期第一周讲，对阿婷来说多半是"柏油"。

但有一段理论，在她的卡路上会成为真正的路面。等她不再躲油、学会看油纹、做出过一次不粘锅不出水的快炒之后，她很可能会问："为什么油热了下料就香，油不热下料就不香还粘锅？"这时候讲：高温下食材表面会快速形成一层焦香的外壳，蛋白质和糖在高温下发生反应，产生很多香味物质；温度不够，食材表面先出水，变成了"煮"而不是"炒"〔待核：具体反应名称与温度区间以食品化学教材为准〕。她每听一句，都能对上刚才那一声"滋啦"和那一锅香味。

讲完，她回到灶台，下一次会更有意识地等油温。这就是理论被走过去、被用完的样子。路面激活的标志，可能是她在下料前自言自语一句"还不够热，再等等"——这是一次行为上的理论表达，第8编把它算作读数。

一轮卡路收一下：油溅、粘锅把阿婷逼停（差异，D）；"料擦干再下，往外推""少放，尝了再补"让新的判断显露（显露，S）；她站近灶台，锅、油、火、手、鼻子重新缠在一起（纠缠，E）。

> **带走的话**
>
> 菜谱上"适量""少许""断生"这几个字，标出的正是卡的位置，只是没开口。"少放，尝了再补"把一次不可逆的判断，拆成了几次能承受的小卡——这就是糖的来历。

小账

卡：躲油（阿婷的根卡）、火候卡、下盐卡、出锅卡；主要落在判断层，躲油同时连着操作层。

路：高温产香的原理挪到不粘锅的第一盘之后，成为火候卡与出锅卡之间的路面。

第 20 章

理发与焊接：判断层最贵

这一章的问题：一门是理发店里的手艺，一门是车间里的工种，为什么放在一章？因为它们都把"判断层最贵"这件事摆得明明白白：理发的第一剪剪下去收不回来，焊缝的缺陷焊完了要么返工要么报废。判断层为什么不能预先给出，只能低代价一点点取得？

◆ 一、陈姐的第一剪

这是我们构想的场景。陈姐四十五岁，开了一家理发店，十几年来带过十几个学徒。她说，带学徒最难的不是教手法，是教"第一剪"。

一个学徒，梳子怎么拿、剪刀怎么开合、分区怎么分，几个星期就能学个样子。可是真让他给顾客剪，他拿着剪刀站在顾客身后，迟迟下不去手。下不去手不是因为不会，是因为他知道：头发剪短了就接不回去。剪多了，顾客不满意；剪少了，又要再修，修来修去越修越短。这一剪剪在哪里、剪多少、角度多大，没有任何一本书能替他定。

陈姐的老办法是：先剪假发头。假发头剪坏了，换一个；剪坏了再换。等手上有了点准头，再给店里的同事、朋友剪，告诉人家"学徒练手，免费，剪坏了别怪"。最后才上真顾客，而且先从简单的发型开始，比如修剪发尾、剃推子。

我们把陈姐的老办法拿出来看，会发现它恰好就是一条从低代价到高代价排好的卡序。假发头、熟人、简单发型、真顾客——每一级都比上一级的失败代价高一点，每一级都要重新撞一遍判断层的卡。

◆ 二、理发的失败清单

陈姐数出来的学徒常见失败，我们整理成下面几种（理发的失败类型因发型差异很大，这里只说最基础的修剪）：剪多了，长度比预想的短，收不回；不对称，左右两侧长度不一样，越修越短；有断层或台阶，层次之间衔接不平，看得出一道一道；下不去手，犹豫太久，或者每次只剪一点点，效率极低；手型不稳，提发角度、手指夹发的位置每次不一样。

陈姐给的老手纠正语都很短："先少剪，再修""两边对着看""手指夹平""剪之前先想好剪到哪""拉起来的角度每次一样"。

这里面，"下不去手"是根卡。一个下不去手的学徒，为了不剪多，会每次只剪一点点；剪得碎，就容易出现台阶和不对称；为了修台阶，又多剪了，最后反而剪短了。犹豫本身成了其他失败的入口。和阿婷的躲油一样，它看起来像一个心理问题，其实是判断层没有任何低代价的取得渠道时，人自然会出现的动作反应——没底，所以不敢。

回写口是"先少剪，再修"加上"剪之前先想好剪到哪"。前一句把一次不可逆的大判断拆成几次可逆的小判断，这和"少放盐，尝了再补"是同一种结构；后一句把判断提前到剪刀张开之前，让学徒在下手前先在心里画一条线。两句都可执行、都贴在剪刀边、说完就能继续剪。

◆ 三、小周的焊缝

再看车间。小周十九岁，职业学院一年级学焊接，手快心慌。第一次在实训车间焊平板对接，老师讲了电流、焊条角度、运条速度，演示了一遍。小周点头，戴上面罩，引弧，开始焊。

焊完敲掉焊渣，老师拿起来一看，问题一大堆：焊缝里夹着没清干净的渣，表面有几个小孔，焊缝边缘的母材被烧出一道凹槽，翻过来看背面，根部没焊透。

这是我们构想的场景，但这几种缺陷是焊接实训里公认最常见的几类：夹渣、气孔、咬边、未焊透。焊接的教材和质检标准里，对每一种缺陷都有成因分析。可是小周读过那几页，下了车间照样一样不落地全犯了。

我们按常识范围，把这四种缺陷摊开（具体工艺参数因焊接方法、材料、板厚而异，此处只写定性的说法，参数一律〔待核〕）。

失败名	失败形态	常见高发条件	老手纠正语（回写口雏形）	主要所在层
夹渣	焊缝内部或层间夹有熔渣	运条太快或角度不对，层间清渣不彻底	"看清熔池和渣的界线，渣跑前面就压一压"	判断层＋操作层
气孔	焊缝表面或内部有小孔	焊条受潮、母材有油锈、电弧拉得太长	"弧压短""先打磨干净"	操作层＋判断层
咬边	焊缝边缘母材被烧出凹槽	电流偏大、焊条角度偏、边缘停留不够	"两边稍停一下"	判断层
未焊透	根部没有熔合	电流偏小、速度太快、间隙或坡口不对	"看根部熔开了再走"	判断层＋操作层

把四种缺陷的老手纠正语放在一起，会发现一个共同点：都在说"看"。看熔池，看渣，看边缘，看根部。而小周的问题是：手快心慌，面罩一放下，眼前一片亮光加一团暗影，他根本分不清哪是熔化的金属、哪是熔渣。他不看，或者看不懂，只好凭手感往前拖。

所以焊接这一片的根卡，是"看不懂熔池"——在面罩后面认不出熔池的形状、边界和流动。这张卡不解，夹渣、咬边、未焊透都会反复出现，因为每一种缺陷的判据都在熔池上。

这张卡的回写口，老手常说"慢一点，看熔池"或者"盯着熔池走，别盯着焊条"。后一句和"别看方向盘"异曲同工：把眼睛从操作件上拿开，放到判断信息上。它的低代价版本，是在废料板上不求成形、只练引弧和观察熔池：引弧，稳住，看

熔池长大，看渣浮起来往哪里走，熄弧，再来。在废料板上焊坏了没有任何代价，这就是有糖的卡——小周第一次在面罩后面清楚地看见那一小汪亮亮的熔化金属、看见渣被推到后面去时，他会有一种"我看见了"的保住感。

◆ 四、为什么判断层最贵

把理发和焊接放在一起，判断层的三个特点就很清楚了。

第一，它不可预先给出。陈姐可以告诉学徒"剪到耳垂上面一指"，但每个人的头型、发质、发量不同，同样一指，剪出来效果不一样。焊接老师可以告诉小周"看熔池"，但熔池长什么样、怎样算"熔开了"，只有亲眼在面罩后面看到过很多次的人才认得。判断层的知识，是一个人和一种具体材料、具体工具、具体现场纠缠很多次之后，在他身上长出来的东西。别人写不出来，AI也送不过来。

第二，它的失败往往不可逆或者代价很高。剪短的头发接不回去；焊坏的工件要么返工、要么报废。理解层的错，改一句话就行；操作层的错，换一把剪刀、换一根干燥的焊条就行；判断层的错，常常要付出材料、时间，有时还有别人的信任。

第三，正因为它贵，所以只能低代价一点点取得。陈姐的假发头、小周的废料板，都是把判断层的卡搬到低代价的条件下去撞。这就是"有糖的卡"作为道德前提的意思：一个让学生在真顾客头上、在要交货的工件上第一次撞判断层的卡的教材，是在拿别人的代价给学生交学费。

这也说明了第7编三主编链里，为什么行业主编要交"合格／返工／废品三档容忍度表"。焊缝上的气孔，多大、多少个算合格，多大算要返工，什么情况直接报废——这些阈值，正是判断层的外部刻度。叶工习惯写"严禁气孔"，可如果只写严禁，不写三档，学生在判断层上就没有任何可以对照的刻度，他每焊一道都只能等老师来判，自己永远拿不定。阈值的具体数值要以相应的焊接质量标准为准〔待核〕，本书不替行业写数。

◆ 五、两个行当，一条卡序

把陈姐的学徒和小周的实训排在一起看，两条卡序的骨架几乎是同一个形状。

第一级，把判断用的眼睛找回来：学徒学会"剪之前先想好剪到哪"，在心里先看见那条线；小周学会在面罩后面认出熔池。第二级，在零代价的材料上反复撞：假发头、废料板。第三级，在有一点代价、但可以承受的对象上撞：熟人的头发、实训用的试板。第四级，才是要交出去的真顾客、真工件。

每一级之间，都有一段路面：从第二级到第三级，学徒会开始问层次的道理，小周会开始问电流和熔深的关系。每升一级，判断层的卡都要重新撞一遍，因为对象变了——假发不会动，真人会动；废料板随便焊，试板要拿去检验。

这条卡序是不可逆的。把第四级放到第一级，等于让学生在最贵的地方交第一笔学费；把第一级省掉，学生在后面每一级都会盲撞。陈姐靠十几年经验摸出来的老办法，和小周所在实训车间的常见做法，恰好都守着这个顺序。卡路教材要做的，是把这种老手心里的顺序写到纸面上，并且在每一级旁边配好口。

◆ 六、理论路面：手艺里的原理什么时候说

理发有理论吗？有，比如头型的骨骼起伏、发流方向、层次的几何关系。焊接的理论更多：电弧的物理、金属的熔化与凝固、焊接冶金。

这些理论放在第一课讲，对陈姐的学徒和小周来说，同样是柏油。可是等学徒在假发头上剪出过一次台阶，他会问："为什么拉起来的角度不一样，剪出来就有台阶？"这时讲层次的几何关系——提发角度决定了剪口在头上的落点——他每一句都能对上刚才那道台阶。等小周在废料板上看懂了熔池，再焊出一道咬边，他会问："为什么电流大了边上就会被烧出槽？"这时讲电弧热量和熔池宽度的关系，他每一句都能对上刚才那道凹槽。

理论在两张卡之间被走过去、被耗尽，这才算活着。

一轮卡路收一下：剪刀下不去、焊缝出缺陷，把学徒和小周逼停（差异，D）；"先少剪再修""盯着熔池走"让一个新判断显露（显露，S）；他们回到假发头和废料板前，手、工具、材料重新缠在一起（纠缠，E）。

> **带走的话**
>
> 判断层最贵：它写不出来、送不过来，只能在低代价的地方一次次撞出来。假发头和废料板，是判断层的学费由谁来付的答案。

> **小账**
>
> 卡：理发——下不去手（根卡）、剪多、不对称、台阶；焊接——看不懂熔池（根卡）、夹渣、气孔、咬边、未焊透。主要落在判断层。
>
> 路：层次几何、电弧与熔池的关系，挪到第一道台阶、第一道咬边之后，成为路面。

第 21 章

三层定位：理解层、判断层、操作层的卡各长什么样

这一章的问题：前五章解剖了六门技术，每一张卡都被标上了一个"层"。这一章把三层单独拎出来：理解层的卡、判断层的卡、操作层的卡，各自长什么样？怎么在现场一眼认出来？认错了层，会出什么事？

◆ 一、同一个"不会"，三种病

教师最常听到的一句话是"我不会"。最常说的一句话是"我讲过了"。这两句话之间，隔着三层。

我们把前五章的人物重新请回来，看同一个"不会"背后的三种病。林老师的学生在水里沉了，可能是因为不知道抬头会让腿沉（理解层），可能是知道却控制不住要抬头看前面（判断层），也可能是脚够不着底、一紧张就乱（操作层）。阿婷的菜咸了，可能是不知道生抽也有咸味（理解层），可能是知道却拿不定这一撮到底多不多（判断层），也可能是盐罐子的勺子太大、一抖就多（操作层）。小周的焊缝有气孔，可能是不知道母材上的油锈会造成气孔（理解层），可能是知道要压短电弧却拿不定多短才算短（判断层），也可能是那包焊条受潮了（操作层）。

三种病，三种药。理解层的药是一句解释；判断层的药是一张低代价的卡加一句贴在卡旁的口；操作层的药是换一件器具、调一个工位、改一个现场条件。药不对病，轻则白费工夫，重则冤枉学生。

◆ 二、理解层的卡：卡在"这句话什么意思"

理解层的卡有几个很好认的特征。

第一，它常常伴随着一个错误的说法。学生会用自己的话说出一个不对的理解："我以为倒车和往前开方向一样""我以为下网是力气不够"。这时候卡在概念上，学生脑子里的模型错了。

第二，它解开得很快，而且解开之后基本不复发。一旦学生明白了"倒车时方向往哪边打，车尾往哪边去"，他就不会再把这件事搞反——他可能还会倒歪，但那已经是判断层的问题了。

第三，它是旧教材最擅长、AI最擅长的那一层。第2编说过，知识被AI一秒钟送到手边；理解层的卡，很大一部分可以靠一问一答解决。这也意味着，在AI时代，理解层的卡越来越便宜。一本教材如果把绝大部分篇幅都花在理解层上，它就是在做AI已经做得更快的事。

理解层的卡也有一个陷阱：学生会说"我懂了"。阿婷就是典型。她说"我懂了"，往往说的是她解开了理解层的卡，而她自己并不知道后面还有一层。教师如果把"我懂了"当作卡已经解开的信号，就会错过判断层。

◆ 三、判断层的卡：卡在"我知道，但拿不定"

判断层是本书反复说"最贵"的一层，它的特征也最鲜明。

第一，学生能说对，但做不到。小周能完整背出"看熔池"，阿婷能说出"少放、尝了再补"，林老师的学生能说出"水里吐、水外吸"。说得对，不代表在那一瞬间拿得定。

第二，它有一个"瞬间"。判断层的卡几乎都发生在一个很短的时间窗口里：油温够了没有，离合到了没有，来球到了哪里，剪刀张开的那一下剪多少。错过这个窗口，判断就失效了。这也是为什么判断层的回写口必须"邻近"——它要贴在那个瞬间旁边，不能写在章末，也不能写在课后作业里。

第三，它要在每一个新条件下重新取得。乒乓球的后仰，每提一级速度要重撞一次；学车的半联动，换一辆车要重找一次。判断层的拿定，总是拿定在特定的条件里。这也是为什么卡序要从低代价到高代价、从简单条件到复杂条件排列。

第四，它不能预先给出，只能低代价一点点取得。这一条第20章已经讲透。AI可以把判据送到学生眼前——"油面出现细纹就是热了"——但"我看见了，我拿定了"这一下，只能发生在学生自己身上。第29章会专门讲：AI不能替你卡。

第五，判断层的卡解开时，糖最明显。"我接住了""我保住了""我看见了"，这几种保住感，几乎都出现在判断层的卡被解开的那一刻。理解层解开的感觉是"哦，原来如此"；判断层解开的感觉是"我做到了"。前者是明白，后者是"我"亮起来。

操作层的卡最容易被误诊，因为它看起来像人的问题，其实是现场的问题。

它的特征是：换一个条件，卡就消失或者大幅变化。换一块拍子，下网少了；换到浅水区，沉的感觉轻了；调好座椅，离合踩得到底了；换一包干燥的焊条，气孔少了；换一把顺手的剪刀，手型稳了。如果学生在一种条件下反复卡、换了条件立刻顺畅，那么这张卡多半在操作层。

操作层还有一类是身体条件：个子矮够不着灶台、手小握不稳剪刀、视力问题看不清后视镜里的线。这里我们只说一句：本书不做医学判断，遇到身体条件的问题，教师能做的是调整工位和器具，不是替学生下结论。

操作层的卡，有一个对教材编写者很重要的含义：它要求企业主编在交失败原料单时，不能只写"错了什么"，还要写"在什么现场条件下错"。第7编讲颗粒度试验时会说，学生卡在操作层，多半是企业主编之错——他只写了"焊缝易产生气孔"，没写"焊条受潮时、母材有油锈时、雨天车间湿度大时易产生气孔"。少了现场条件，院校主编排卡序时就排不出这一层，学生就会在一个教材从未提到的地方被逼停。

◆ 四、一张三层速认表

把前五章的卡放在一起，可以得到一张速认表。它不是标准答案，只是一个现场判断的起点。

层	学生会怎么说	教师能看到什么	换条件后	给什么	若是教材之错，多半是谁
理解层	"我以为……"	说法本身错了	不变	一句解释，或一问一答	院校主编（话没写清）
判断层	"我知道，但是……"	说得对，做的那一瞬间犹豫或失手	常要重新取得	低代价的卡＋贴在瞬间旁的回写口	行业主编（阈值太粗）
操作层	"这个不顺手""够不着"	动作被器具或场地卡住	卡消失或大变	调器具、调工位、改现场	企业主编（没写现场条件）

最后一列对应第7编的颗粒度试验：三主编同场看学生卡在哪一层，就知道这一单元是谁的交付形状不达标。

这张表还藏着一个判别：如果一本教材里，理解层的篇幅占了绝大部分，判断层只写了"注意""适量""准确"这些词，操作层只写了"严禁"，那么它就是一本"装满知识、空着卡位"的教材——第1编说的那道加号裂缝，就藏在这里。

◆ 五、三层会互相转化

三层不是三个固定的抽屉。同一张卡，会在学习过程中从一层滑到另一层。

最常见的是从理解层滑到判断层。学车的学员一开始不知道倒车方向和车尾的关系，这是理解层；明白了之后，他开始在"什么时候打、打多少"上卡住，卡就进入了判断层。这不是退步，是前进：卡从便宜的一层，走到了贵的一层。

也有从判断层退回操作层的。小周在实训车间的焊机上已经拿得定熔池了，换到另一台焊机，电流旋钮的刻度和实际输出不太一样，他又焊出了咬边。这时卡不在他的判断上，在器具上。

还有一种转化，是判断层被反复取得之后，慢慢沉到身体里，变成不用想的动作。老韩那句"你先别看书，听声音"，说的就是这种状态：他听一下就知道发动机

哪里不对，这在他身上已经不是一个需要犹豫的判断，而是一种熟练。可对学徒来说，同样的声音，是一张判断层的卡。老手和新手站在同一个现场，卡的层次完全不同。这也是为什么老手写教材，常常把判断层的卡写成"这很简单"——对他来说，它早就不是卡了。企业主编交失败原料单时，要从新手的失败记录里去捞，而不是从自己的记忆里去想，原因就在这里。

◆ 六、认错层的三种代价

最后说说认错层会怎样。

把判断层认成理解层，是最常见的错误。教师反复讲，学生反复点头，下了手照样错。双方都很累，教师觉得学生不用心，学生觉得自己笨。林老师那句"都写对了，学生还是不会"，根子就在这里：他写对的全是理解层，学生卡的大都在判断层。

把操作层认成判断层，会冤枉学生。小周换了一辆半联动位置高的车，又熄了两次火，如果教练说"你怎么又退步了"，小周会开始怀疑自己。其实他没退步，是条件变了。

把判断层认成操作层，会让人一直换装备。一个乒乓球初学者，下网就换拍子，出台就换胶皮，换了一圈，后仰还在。器具没错，错的是那个他自己看不见的后缩。

三层定位，说到底是让教师和学生在"不会"面前先停一下，问一句：卡在哪一层？问对了，口才开得对；口开对了，糖才尝得到；糖尝到了，"我"才在卡上亮起来。

用一句白话把三层和卡路一轮对上：理解层的卡被一句话解开，几乎不留痕迹；操作层的卡被现场条件解开，人没变、环境变了；只有判断层的卡被解开时，被逼停（D）、新判断显露（S）、人与器具现场重新纠缠（E）这一整轮，才完整地发生在学生自己身上。所以本编六章，主角都是判断层。

带走的话

学生说"我不会"时，先问卡在哪一层；理解层给话，判断层给卡，操作层给条件。"我懂了"是理解层的出口，判断层的入口。

小账

卡：同一个"不会"背后的三种病，以及认错层的三种代价。

路：三层速认表——为第5编的回写口三条件、第7编的颗粒度试验铺好路面。

第 五 编

回写口与理论路面

编 序

这一编五章，专讲卡旁与卡间：回写口与理论路面。第22章给回写口立三个条件——可执行、邻近、开口；第23章区分坑与野草：没有回写口的卡是坑，没有卡的回写口是答案页里长出的野草。

第24章回应杜威：“做中学”缺的不是真实情境，而是断点结构，否则长出的是野藤。第25章问理论在哪一页出场。第26章与最近邻划界，写清卡路与工作过程系统化、学习领域、有成效的失败、错误管理训练、认知负荷理论的分离线（均标〔待核〕）。

第 22 章

回写口的三个条件：可执行、邻近、开口

这一章的问题：前面几编把卡点从教材的缝里一个个拎了出来。可光有卡不够——一个学生卡住了，书上那行能让他重新动起来的字，究竟要长成什么样？我们说回写口有三个条件：可执行、邻近、开口。这三条不是写作技巧，而是一把尺子：拿它去量现在的教材，大多数"提示""要点""注意事项"都过不了线。这一章要把这把尺子的刻度刻清楚。

◆ 一、一颗拧花了的螺丝

先从一件谁都干过的小事说起：拧螺丝。

这是我们构想的场景。一个刚进装配车间的学生，要把一块面板用四颗十字螺丝固定在机壳上。前三颗都顺，第四颗拧到一半，起子开始打滑，"咔咔"两声，螺丝头的十字槽被磨圆了。他愣在那里，手里的电动起子还在嗡嗡转。这就是一个卡点：原有的动作结构（对准、按下、扣扳机）失效了，人被逼停。

这时候他翻开工位上的作业指导书。书上关于这一步写的是："紧固时应注意力度适中，避免损坏螺钉。"

这句话没有错。可它对一个已经把螺丝拧花了的人，一点用也没有。"力度适中"是多少？"避免"是事前的话，事已经发生了，现在怎么办？书上没说。于是他只能做三件事里的一件：硬拧，把槽彻底拧废；停下来等师傅；或者偷偷换一颗螺丝，假装什么也没发生。第三种最常见，也最糟——卡点被藏起来了，下次还会在同一个地方卡。

如果书上这一页写的是另一句话呢？比如："起子一打滑就松开扳机。把起子竖直、整个身体往下压，再低速拧；槽已经花了就换手动起子，压紧，慢慢转半圈

试试。"这句话能让他马上动起来，而且就写在他卡住的那一步旁边，动完之后他回到的仍是那颗螺丝、那块面板。这就是一个合格的回写口。

两句话的差别，正好是三个条件的差别。

◆ 二、可执行：一句话要能变成一个动作

第一个条件是可执行。回写口不是解释，不是态度，不是提醒，而是一个学生此刻、用他手边的东西、凭他现有的身体就能做出来的动作。

检验办法很朴素：把那句话念给一个卡住的学生听，看他接下来五秒钟手往哪里放。"注意力度适中"——手不知道往哪里放。"保持冷静"——手不知道往哪里放。"理解扭矩与螺纹的关系"——手更不知道往哪里放。"一打滑就松开扳机"——手立刻松开。可执行的句子，动词是身体能接住的动词：松开、压下、退半圈、换一把、看这里、听这个声音。不可执行的句子，动词是心里的动词：注意、理解、掌握、重视、避免。

心里的动词不是没有用，它们是给已经会了的人看的总结。一个熟练工读到"力度适中"会点头，因为他身体里早就有了那个"适中"；新手读到同一句话，读到的只是四个字。旧教材的大部分提示都是这样写成的：编者把自己身体里已经长好的判断压缩成一个形容词，以为传下去了，其实只传了个壳。

可执行还有一层意思：动作要小。回写口不负责把学生从卡点一路送到终点，它只负责让他离开断点、重新进入任务。所以它常常只有一两步。"松开扳机，竖直压下，低速再拧"已经是上限了；如果一个回写口要写成八步，那多半说明这里不止一个卡，是几个卡挤在一起，排卡序的人没有把它们分开。

◆ 三、邻近：卡在哪一页，口就在哪一页

第二个条件是邻近。回写口必须长在卡点旁边，越近越好。

我们在第八编要细讲的读数D_FB-RE，量的就是这件事：学生真实首卡发生在教材第N_p页，其后最近一条可执行回写指令在第N_t页，两者之差|N_t − N_p|

就是距离。同页为零；如果学生卡在一个教材根本没写的动作上，或者照着指令做了三分钟还回不到任务，记为无穷大。

为什么距离这么要紧？因为卡住的人没有余力去翻书。一个被逼停的学生，注意力全被眼前的断点吸走了：手里的起子、拧花的槽、旁边同学已经装好的面板、师傅随时可能走过来的脚步声。此刻让他去翻到第47页"常见故障处理"，或者去附录里查"螺钉规格表"，等于让一个溺水的人先去看救生指南的目录。很多教材其实写了解法，只是写在了别处——章末的"思考题"、书后的"故障排除"、另一本配套的"实训手册"。写了等于没写，因为它不在卡上。

邻近不只是页码上的近，还是时间上的近、语境上的近。一个在工位上卡住的学生，最近的回写口可能不是书页，而是贴在工装夹具上的一张小卡片，或者扫一下工位上的码就弹出的十五秒短片。第六编会讲AI怎样把这个距离压到接近零。但无论载体是什么，原则不变：口要在学生被逼停的那个位置伸手可及。

旧教材的结构天然和邻近作对。它按知识分章：第三章讲紧固件，第五章讲电动工具，第八章讲装配工艺，第十章讲质量缺陷。一个在装配时拧花了螺丝的学生，他的卡同时涉及第三、五、八、十章，而哪一章都不在他手边。知识容器是按"东西是什么"分格子的，卡是按"人在哪里停下"发生的，两种格子对不上，回写口就只能流落到离卡最远的地方。

◆ 四、开口：把人送回任务，而不是送出门

第三个条件最容易被忽视：开口。回写口必须把学生重新送回任务里，而不是把任务替他做完，也不是把他打发出去。

有两种常见的"假口"。第一种是封口：书上直接给出最终答案或者成品图——"正确的紧固效果如图所示"。学生看了图，知道了结果应该长什么样，可他仍旧站在拧花的螺丝前面，不知道从这里怎么走到那里。图是终点，不是路。第二种是推口：书上写"如遇此情况，请立即报告指导教师"。这一句在安全问题上是必须的，可如果每个卡都这样处理，教材就把所有卡都推出了书外，学生学到的唯一动作是举手。

开口的回写口有一个特征：它给出第一步，但不给出最后一步；它把学生送回原来的工件，让他自己把剩下的路走完。"换手动起子，压紧，慢慢转半圈试试"——"试试"两个字就是开口。它承认接下来可能成，也可能还不成；如果还不成，学生会撞上下一个卡，那是序列里的下一格，书上那里应该有下一个口。这样，回写口不是一个出口，而是一扇门：推开它，人回到工位上，身体、起子、螺丝重新咬合到一起。用SDE的话说，撞卡是差异把人逼停（D），回写是一个新判断显露出来、写回动作（S），回到工位是身体、器具和现场重新纠缠（E）。开口保证的，就是第三步真的发生。

开口还意味着给判断留位置。"压紧，慢慢转半圈试试"没有规定压多紧，因为那恰恰是学生这一次要自己尝出来的东西。如果把"压多紧"也写成一个数字，看起来更精确，实际上把判断层的那点空间填死了——学生照做，但他身体里没有长出任何东西。好的回写口在操作层说得很细，在判断层留一道缝。这道缝就是"我"亮起来的地方。

◆ 五、三个条件的一张对照表

把上面三条放在一起看，就能对现有的教材做一次快速体检。下面这张表里，左边是常见写法，右边是按三条件改过之后的样子。

卡点	常见写法	缺哪一条	改后的回写口
起子打滑、槽拧花	注意力度适中，避免损坏螺钉	可执行、开口	一打滑就松扳机；竖直压下低速再拧；槽已花换手动起子压紧转半圈试试
刷墙流挂（漆往下淌）	详见第六章"涂装缺陷及防治"	邻近	停刷；用滚筒干的一端从下往上轻滚一遍，把多余的漆收走，再接着往旁边刷
螺丝孔对不齐	正确装配效果见图3-12	开口	先把四颗都只拧进两圈，不拧紧；面板晃一晃对正后，再按对角顺序拧紧
拧螺丝时手腕发酸、拧歪	如有异常请报告指导教师	可执行、开口	换个站位，让起子与手臂成一条直线；拧歪的退出来，重新对准竖直再进

表里的刷墙流挂是我们新加的一个日常小例。它说明邻近的道理特别清楚：漆一旦开始往下淌，学生只有几十秒的窗口，过了就干在墙上了。这种卡上的回写口如果不在手边，写得再好也只能等下一面墙。

这张表也暴露了一件事：改写回写口，几乎从来不需要更多知识。改后的每一句，用到的知识都比原句少。旧写法的问题不是知识不够，而是知识的形状不对——它是给"知道"准备的，不是给"卡住"准备的。

◆ 六、口的数量由卡决定，不由编者决定

最后说一条纪律：回写口的数量跟着卡走，有一个卡就配一个口，没有卡的地方不写口。

这听起来理所当然，但编教材的人很难守住。编者总想多写一点，把所有可能出错的地方都提前提醒一遍，于是书里到处是"注意""切记""特别提示"。这些提醒有的确实对着一个真卡，但更多的对着编者想象中的错误，或者对着几乎没有人会犯的错误。它们的总量一多，真正对着真卡的那几条就被淹没了，学生学会的是跳过所有提示框。

下一章会专门讲这个病：有卡没口的地方叫坑，有口没卡的地方叫野草。回写口的三个条件管的是一个口本身合不合格；坑与野草管的是口与卡之间有没有对上。两件事合起来，才是一页教材在卡路意义上是否成立。

还要补一句：口也会过时。同一个卡，换了设备、换了工件、换了一批学生，原来那句回写口可能就不再可执行了。比如电动起子换成了带离合的型号，"一打滑就松扳机"这句话就要改成"听到离合'哒哒'响就停"。所以回写口不是一次写定的条文，它跟着失败记录一起更新：企业那边交来新的失败形态，院校主编就要回头查一查，旁边的口还接不接得住。一个三年没有改过一个字的回写口，十有八九已经和现场脱节了。检验它最省事的办法，仍然是本章第二节那个动作——把那句话念给一个正卡着的学生听，看他接下来五秒钟手往哪里放。手动了，口还活着；手没动，这个口就该重写。

带走的话

回写口不是解释，是一个手能接住的动词；它长在卡旁边，把人送回原来的工件，并且在判断那一格留一道缝。

小账

卡：本章撞到的卡——"注意""避免""理解"这类心里的动词，被当成回写口写进了教材。

路：本章铺好的路面——可执行、邻近、开口三条刻度，以及"改写回写口几乎从不需要更多知识"这条经验。

第 23 章

坑与野草

这一章的问题：一本教材里，卡和口应该一一对上。可现实中的教材，常常这里有卡没口，那里有口没卡。有卡没口的地方，学生一脚踩空，摔得莫名其妙，我们叫它"坑"；有口没卡的地方，提示一条接一条，却没有一个学生在那里停下来过，我们叫它"野草"。坑让学生受伤，野草让学生麻木。这一章要回答：这两种病是怎么长出来的，怎么在一本现成的教材里把它们数出来，又该怎么处理。

◆ 一、同一本书里的两种失配

还是用一个构想的场景。一位中职装饰专业的老师拿到一本《室内墙面贴砖实训》，她决定先自己照着书贴一面小样墙。

书的前半部分写得极其周全。"施工前须检查基层平整度""砂浆配比须严格按照规定""切砖时须佩戴护目镜""须保持工作面整洁""严禁在砂浆未凝固时踩踏"……光是第一节，她数了数，"须"和"严禁"一共二十一处。每一条都对，每一条都配了醒目的小图标。

可是真贴起来，她卡在了一个书上一个字也没写的地方：贴到第三排，发现砖缝开始一边宽一边窄，越往上越歪。她回头去找，书上关于这件事只有一句："贴砖过程中应随时检查横平竖直。"检查了，确实歪了，然后呢？是把第三排全撬掉，还是在第四排慢慢找回来，还是只调最后几块？撬的话砂浆已经半干，撬下来的砖还能不能用？这些书上都没有。

这本书里，同时住着两种病。前面那二十一条，大部分对着的是她一次也没卡过的地方——不是那些事情不重要，而是它们要么本来就不难，要么在她的工作流里会被别的环节自然挡住。而真正让她停下来的"越贴越歪"，书上只有一句不可执行的话。前者是野草，后者是坑。

◆ 二、坑：有卡没口

坑的定义很简单：一个真实发生的卡点，在教材上找不到可执行的回写口。用第八编的读数说，坑就是D_FB-RE等于无穷大的那个位置——要么学生卡在书上根本没写的动作上，要么照着书上最近的指令做了三分钟还回不到任务里。

坑是怎么长出来的？最常见的原因是编者看不见它。

一个熟手贴砖时为什么不会越贴越歪？因为他每贴一块就会用余光瞄一下上一排的砖缝，手上的力气会自动地往回找一点。这个动作在他身上已经化掉了，他自己都说不出来。让他写教材，他只会写"随时检查横平竖直"——这就是他心里那件事的全部样子。他的卡早在十几年前就被解开，解开之后，那个卡在他的世界里消失了。我们在第12章说过，顺滑处没有"我"；对编者来说也一样，他已经顺滑的地方，他就看不见学生会在那里停。

第二个原因是坑落在两个知识模块之间。"越贴越歪"既不完全属于"测量放线"那一节，也不完全属于"粘贴工艺"那一节，它是两者交界处的事。旧教材按知识分格，交界的地方没有主人。第4章说过，职教教材的老病是那个加号——科学语法和实习语法互不认识，被缝在同一个封皮里。坑最喜欢长在这道缝上。

第三个原因是失败本身被当成了不体面的东西。很多教材有意回避写"出了错怎么办"，好像写了就承认这门手艺会出错，就不够权威。于是书上只有正确的路径，没有从错误处回来的路。可学生偏偏是在出错的地方学东西的。一本只写对路的书，对一个已经走错的人来说，全书都是坑。

坑的危害不只是让人卡住，而是让人在卡住之后学会错的东西。一个掉进坑里的学生总得爬出来，书上没有口，他就只能自己找口。他可能把整排砖撬掉重贴，于是学会了"错了就推倒"；可能硬往上贴，用最后几排的缝宽把歪的找回来，于是学会了"差不多就行"；可能去问旁边同学，同学教给他一个自己摸出来的偏方。这些自己找的口，不是不能用，但它们没有经过任何筛选。下一章要讲的"野藤"，很大一部分就是从坑里长出来的。

◆ 三、野草：有口没卡

野草正好相反：教材上写了一个看起来像回写口的东西——提示、警告、要点、注意事项——但在它的位置上，没有学生真的卡过。

野草比坑更难发现，因为它看起来是好东西。每一条"注意"都有道理，删掉任何一条，编者都会担心"万一有学生就是在这里出了事呢"。于是它们越积越多。我们在第3章说过实习语法里那些"飘在空中的注意事项"；野草就是它们落到地上之后疯长的样子。

叶工那样的标准制定者，最容易种出野草。习惯写"严禁"的人，出发点是负责：凡是可能出事的地方都先封死。可一条"严禁"如果没有附上合格、返工、废品三档容忍度，它就只是一堵墙，不是一个口。它告诉学生哪里不能去，却不告诉他走到墙边时该往哪里转。更麻烦的是，"严禁"太多，学生会对所有"严禁"一视同仁地失去敏感，真正要命的那一两条也就和"须保持工作面整洁"一样，被眼睛自动滑过去了。

野草的另一个来源是答案页。很多教材在练习之后附上详尽的参考答案和"常见错误分析"，这些分析列出了编者能想到的所有错误。可"编者能想到的错误"和"学生真实撞上的错误"是两张不同的清单。前者里有大量的想象之错，它们来自编者的推理："学生可能会把砂浆调得太稀""学生可能会忘了泡砖"。这些推理并非全错，但它们没有任何失败记录支撑。从答案页里长出来、没有真卡对应的回写口，就是野草。

野草的危害是稀释。一本书里如果有一百条提示，其中只有十二条对着真卡，那么学生在卡住时找到对的那一条的概率就被压得很低。更糟的是，学生会学到一个元规则：书上的提示大多是废话。这个规则一旦形成，连坑边上那几个好不容易写对的口，也会被一起跳过。

◆ 四、在一本现成的教材里把它们数出来

坑和野草都可以数。不需要复杂的工具，只需要一张两栏的清单和一组真实水平的学生。

第一步，把教材里所有看起来像回写口的东西——提示、注意、警告、要点、常见错误——全部标出来，编上号。这是"口清单"。

第二步，找三到五名真实水平的学生，照着教材做一遍任务，记录每个人在哪里停下、停在哪一页、停了多久。这一步就是第35章要细讲的颗粒度试验的简化版。把所有真实发生的卡点编号，这是"卡清单"。

第三步，配对。每个卡去找它旁边有没有一个满足三条件的口；每个口去找它旁边有没有一个真卡。配上的，是成立的卡路格；剩下的卡是坑，剩下的口是野草。

这三步做下来，通常会看到一幅很刺眼的图：口清单很长，卡清单不算短，但两张清单能配上的部分很少。坑集中在模块交界和"出错之后"；野草集中在每章开头和每节末尾。我们要强调，这是我们构想的诊断办法，书里不报告任何已经测得的比例——那要等第八编的对照设计真正跑起来才有。

还有一点要说清楚：三到五个学生的一轮试做，只能看见最常见的卡。一个没有人卡过的口，不能立刻判定为野草，它可能对着一个低频但高代价的卡。所以配对之后要分两种处理：没人卡的口如果关涉安全，就保留并补上三档容忍度，归到"守门格"；如果不关涉安全，就标为"待删"，下一轮试做仍无人卡，再删。删野草要慢，填坑要快。

◆ 五、怎么填坑，怎么锄草

填坑的办法是第22章那三个条件：在学生真实卡住的位置，写一个可执行、邻近、开口的回写口。难的不是写，而是知道写什么。编者自己身上已经没有那个卡了，他得去找还有那个卡的人——学生、新学徒，或者企业主编交来的失败原料单

里那条"老手纠正语"。老韩那句"你先别看书，听声音"，就是一条典型的老手纠正语：它是从无数次新手卡住的现场里磨出来的，短、能执行、把人送回任务。坑最好的填料，就是这类话。

锄草的办法是反过来的：对每一条口问一句——它对着哪个卡？这个卡有记录吗？如果答不上来，它就进入"待删"。锄草不是否定编者的用心，而是把那份用心挪到它该去的地方。被锄掉的提示，有一部分可以挪到理论路面里，成为解卡之后学生可能会问的"为什么"的答案；有一部分可以并进行业主编的三档容忍度表；剩下的，就让它安安静静地走掉。

◆ 六、坑与野草是同一个病

最后要指出：坑和野草看起来相反，其实是同一个病的两面——口和卡没有在同一张表上对过账。

旧教材是先写口、后想卡的。编者从知识出发，写下他认为学生应该注意的东西，然后祈祷这些东西正好落在学生会卡的地方。落中的少，落空的多，于是一边坑，一边草。卡路教材把顺序倒过来：先有卡，后有口；先有失败记录，后有教材文字。企业主编交失败原料单，院校主编按卡排序、配口，行业主编给每个口边上的"严禁"封上阈值。这条链如果走通了，坑和野草都会少——不是因为编者更细心了，而是因为口从一开始就是从卡上长出来的。

我们在第三编给出过一句话：没有回写口的卡是坑；没有卡的回写口是答案页里长出的野草。这一章只是把这句话变成了一张能数的清单。

回到那位贴砖的老师。如果她手里的书按这个顺序编过，第一节那二十一条"须"和"严禁"大概会剩下五六条，每条后面跟着一行容忍度：比如砂浆配比，偏多少还能用、偏多少要返工、偏多少整盆倒掉。剩下的十几条，有的挪进了贴到某一步时的回写口，有的挪进了解卡之后的那几行理论，有的就此消失。而第三排"越贴越歪"那个位置，会出现一句她当时最想看到的话：先别撬，停在这一排；拉一根水平线贴着这排砖的上沿看，歪了不到一个缝宽，就在下一排每块少挤一点灰慢慢找回来；超过一个缝宽，趁砂浆没干，只撬最歪的那三四块重贴。这句话不

比原来那句"随时检查横平竖直"多用任何知识，它只是长对了地方。一本书里坑少了、草也少了，页数往往反而变薄。

> **带走的话**
>
> 坑让学生在没人看见的地方学会错的东西，野草让学生学会跳过所有提示；填坑要快，锄草要慢，两件事都从同一张卡口对账表开始。

> **小账**
>
> 卡：本章撞到的卡——教材的口清单和学生的卡清单从来没有对过账，提示越多、真卡越被淹没。
>
> 路：本章铺好的路面——三步配对诊断法，以及"没人卡的口先归守门格或待删，不立刻删"的处理纪律。

第 24 章

野藤：杜威的"做中学"缺的是断点结构

这一章的问题："做中学"是职业教育里被引用最多的一句话。让学生动手，在做的过程中学，这个方向几乎没有人反对。可是很多老师都有同一个经验：放手让学生去做，做了一个学期，学生手是熟了，学到的却常常是一身怪动作——随机的错误、固化的坏习惯、绕开困难的个人小技巧。我们把这些东西叫"野藤"。这一章要问：做中学为什么会长出野藤？缺的究竟是什么？

◆ 一、一位杜威式的好老师

先说清楚我们要讨论的对象。杜威（John Dewey）的教育思想，广为人知的核心主张大致是：教育即生活、教育即经验的不断改造；学习应当从学生真实的活动和问题出发，在"做"中获得经验，而不是被动地接受现成的知识〔待核〕。"做中学"（learning by doing）这个短语在中文教育界流传极广，常被直接归到他名下〔待核〕。我们不评他的整个哲学，只借这句口号所代表的那种教学方向。

这是我们构想的场景。陈姐的理发店里，来了一个跟着她学手艺的新学徒。陈姐是个很开明的师傅，她不喜欢让学徒先背一堆理论，她说："剪头发这事，你不上手永远不会。"于是从第二个月起，她就让学徒在店里给熟客洗头、吹头，再往后让她在练习头模上随便剪，剪坏了不怪她。

半年后，学徒的手确实快了。可是陈姐发现了三件让她头疼的事。第一，学徒每次剪到后脑勺下面那一圈，都会不自觉地把头模往前推一下，用手腕别着剪——这个动作在头模上没事，在真人身上，客人的脖子会被推得很难受。第二，她修鬓角时有一个固定的错误：左边总比右边高一点，她自己看不出来，因为她总是站在客人右后方看镜子。第三，碰到发量特别多、特别硬的头发，她会直接换成打薄剪一路打下去，把难剪的地方"打没了"，看上去也算齐整，但发型的轮廓整个塌了。

这三件事，就是野藤的三种样子：随机错误固化成习惯（推头模）、系统性偏差自己看不见（鬓角一高一低）、绕开困难的个人技巧（拿打薄剪把难点打没）。它们都是在"做"中长出来的，而且长得很结实。

◆ 二、野藤是怎么长出来的

为什么一个开明的、肯放手的师傅，会带出一身野藤？

答案不在"做"太多，而在"做"里面没有断点结构。陈姐让学徒去剪，但她没有告诉学徒：在哪里你会卡，卡住时往哪里走。学徒剪的每一刀都是她自己面对的问题，可这些问题没有被排序，没有被定位，也没有任何可执行的口在旁边等着。于是每一次卡住，学徒都只能自己找一条路出去。

自己找的路有一个共同特点：它优先解决"现在过不去"，不管"以后会不会更糟"。后脑勺下面不好剪，推一下头模就好剪了——当下过去了。鬓角对不齐，学徒不知道自己没对齐，因为她看镜子的角度本身就是偏的——这个卡根本没有显影，她压根不知道自己卡过。硬头发剪不动，打薄剪一路下去就软了——当下又过去了。每一条自己找的路都在当下有效，所以它会被重复，重复多了就长成了藤。

拿第三编的话说：没有断点结构的做中学，等于给学生一片地，却不给卡和口的序列。卡还在，只是它们不按顺序出现，也没有人在旁边伸手。学生遇到的是一堆乱序的、未定位的失败，每一个都靠自己的临时办法硬闯过去。闯过去之后，那个临时办法就被写进了身体。

这里有一个很关键的区别。我们在第12章说过，卡是显影点，"我"在卡住的地方亮起来。野藤也是在卡上长的，但它是在卡上"绕"过去的，不是在卡上"解"开的。绕过去的时候，学生没有尝到第15章说的那种"糖"——"我把它保住了"——他尝到的只是"我躲过去了"。保住感把人往回写的方向推，躲过感把人往绕开的方向推。前者长出判断，后者长出野藤。

◆ 三、断点结构是什么

所谓断点结构，就是做中学缺掉的那三样东西：卡的位置被事先指认，卡的顺序被事先排好，卡旁边有可执行、邻近、开口的回写口。

放到陈姐的店里，就是这样（仍是我们构想的改法）：师傅在学徒上手之前，先交给她一张很短的单子——"你剪后脑勺下面那一圈时会卡，别推头模，你自己挪步，蹲低一点让剪刀和发际线平行；你修鬓角会一边高一边低，修完两边后转到客人正前方，在镜子里用两边眼角当尺子比一下；碰到又硬又多的头发，你会想换打薄剪，先别换，先把头发分成更薄的片，用平剪一片一片剪。"

这张单子没有讲任何理论，也没有剥夺学徒"做"的机会。她仍然要自己一刀一刀剪，仍然会卡。区别是，她卡住时，旁边有一个口；而且这些卡按顺序排好了——先练后脑勺（身体位置的卡），再练鬓角（看的角度的卡），最后练硬发（工具选择的卡），因为前面的卡解开会改写后面的卡：一个会挪步、会换角度看镜子的人，碰到硬头发时，才有余力去"分薄片"，而不是急着换工具。

断点结构和"做中学"不冲突，它是做中学的骨架。没有骨架的做中学，是一片自由生长的藤蔓地；有骨架的做中学，是沿着一条卡路往前走。两者都在做，区别在于失败是被乱序地撞上，还是被有序地安排在路上。

◆ 四、为什么"放手"不够，"包办"也不够

讲到这里，可能有人会问：那是不是又回到了"师傅事事指点"？不是。

职业教育里一直有两种倾向在拉锯。一种是包办：师傅把每一步都示范好，学徒照着做，一步都不让错。这样不长野藤，但也不长判断——学徒在顺滑的路上走，卡全被师傅提前抹平了，"我"没有亮起来的机会。第9章说的平滑陷阱，AI代办的那种平滑，和这种师傅包办的平滑是同一个病。另一种是放手：让学徒自己闯，错了自己改。这样会长判断，也会长野藤，长什么全凭运气。

卡路站在两者之间，但不是折中。它不减少失败，也不放任失败，而是把失败结构化：失败要真（来自真实记录），要有序（有根卡），要能定位，要有口，代价要低到可以局部承受。在这五个条件里，"做中学"只满足了一个半：它有真实的失败，有时候失败代价也低。它缺的是序、定位和口——正好是断点结构。

所以我们的划界是这样的：杜威式的做中学把"做"和"经验"当作学习的来源〔待核〕，卡路同意这一点；但做中学没有把"在哪里卡"写成教材的骨架，它让失败作为经验的自然副产品出现。卡路把失败从副产品升格为教材本体——教材不是一堆知识，也不是一片任人去做的空地，而是一串带口的卡。

◆ 五、野藤能不能拔

已经长出来的野藤，能不能拔掉？

能，但比不长难得多。一个已经习惯推头模的学徒，要改成自己挪步，她得先把旧动作"卸载"，而旧动作是她身体里最熟的东西。改野藤的过程，本身就是一个新的卡：学徒会觉得自己突然变笨了，原来顺手的地方现在不顺了。这一步的回写口要特别小心——不能只说"别推头模"，那只是一堵墙；要说"推之前先停，往左挪半步，蹲一下"，给出一个可以替换旧动作的新动作。

这也说明，卡路的价值有一部分是预防性的：在学徒的第一刀之前，就把最常见的野藤的位置标出来，让她在第一次卡住时就有一个口可走，而不是先自己找一条路、走熟了再回头改。旧动作还没长出来的时候装上断点结构，成本最低。

野藤还有一个更隐蔽的危害：它会让教的人误以为学生已经学会了。学徒半年后手很快，剪出来的头看上去也还行，如果不细看，陈姐会觉得她出师了。野藤长得好的时候，它和真本事在外表上很像，只有在换一个客人、换一种发质、换一个站位时才露馅。鬓角一高一低那一条尤其值得多看一眼。它是野藤里最难拔的一种，因为学徒根本不知道自己卡过——她站的位置让偏差在她眼里消失了。这种卡不会自己显影，只能靠外面的人把它指出来，或者靠一个回写口强迫她换一个看的位置。这正说明断点结构里"可定位"这一条的分量：有些卡，不先被别人定位，学生一辈子都撞不上它，只会带着它一直剪下去。企业主编交的失败原料单里，"高

发条件"那一栏写的往往就是这种东西：站在客人右后方、只看镜子、灯光从一侧打过来。

所以判断一个学生是长了判断还是长了野藤，不能只看他顺手的时候，要看他碰到新卡时往哪里走：往回写的方向走，是判断；往绕开的方向走，是野藤。

◆ 六、给"做中学"装上骨架之后

最后想说一点公道话。杜威那一代教育思想家对"做"与"经验"的强调，在今天仍然是对的〔待核〕；职业教育最怕的就是学生不动手。卡路不反对做中学，它只是指出：在AI时代，光有"做"会更危险。

为什么？因为AI让学生绕开困难的成本变得极低。以前学徒碰到硬头发，只能自己摸索出一个打薄剪的偏方；现在他可以随手问AI"头发太硬怎么剪"，得到一份看似完整的答案，然后照着做出一个"看上去还行"的结果。他没有在卡上停留，也没有尝到保住感，AI替他绕过去了。这比自己摸出来的野藤更光滑，也更难察觉。做中学如果不装上断点结构，在AI时代长出来的就不是野藤，而是塑料藤——同样缠人，还更像真的。

塑料藤还有一个特点：它不长在学生身上，而长在学生和AI之间。学徒自己摸出的打薄剪偏方，至少是她的手试出来的，撤掉谁她都还会；照着AI的答案一步步做出来的结果，撤掉AI，她连那个偏方都没有。第31章会讲一个读数叫"撤AI独立完成率"，测的就是这件事。装上断点结构之后，AI也可以站在卡旁边当回写口，但它给出的是第一步，不是整条路；它把人送回头模前面，而不是替人把头剪完。

所以给做中学装骨架，不是学究式的挑剔，而是AI时代职业教育的一道防线：做要继续做，但每一处卡都要有位置、有顺序、有口。

> **带走的话**
>
> **野藤不是做多了长出来的，是在卡上绕过去长出来的；做中学缺的不是"做"，是告诉你在哪里卡、卡住往哪走的那副骨架。**

小账

卡：本章撞到的卡——开明放手的师傅带出一身野藤：随机错误固化、偏差看不见、绕开难点的个人技巧。

路：本章铺好的路面——断点结构＝指认卡位、排定卡序、配好回写口；判别判断与野藤，看学生在新卡前往回写还是往绕开的方向走。

第 25 章

理论在哪一页出场

这一章的问题：职业教材里的理论该放在哪里？旧教材的答案是放在前面：先讲原理，再讲操作，理论是地基。我们在第13章已经说过，理论不是地基，是路面——是两卡之间学生带着解卡判据走过的那一段平滑路。这一章要把这件事落到页码上：在一本具体的卡路教材里，理论到底在哪一页出场，以什么样子出场，讲多少，怎么判断它活着还是死了。

◆ 一、柏油：一层踩不上去的理论

先看理论放错位置时是什么样子。

这是我们构想的场景。一位职业学院的老师在教电动车维修的入门课（修电动车是第六编的主例，这里只借一个小片段）。按照教材，第一章是"电学基础"：电压、电流、电阻、欧姆定律、串联与并联、直流与交流。第二章是"蓄电池原理"：化学能与电能的转换、充放电曲线、容量与内阻。第三章才开始讲拆装。

学生们在第一章做了很多题，算电流算得不错。可到了第三章，一个学生拿着万用表对着一辆不走的电动车，完全不知道该先量哪里。他会算欧姆定律，但欧姆定律在这一刻没有对他说任何话。前两章的理论像一层浇在路基上的柏油，看上去平整光亮，可学生的脚从来没有踩上去过——他是在第三章才第一次站到这条路上的，而那层柏油早就在他到达之前凝固了，和他眼前的这辆车没有任何接口。

这就是我们说的"柏油"：被前置成地基的理论。它不是错的，它甚至很重要，但它出场的时候，学生还没有任何卡。没有卡的人读理论，读到的是一堆和自己无关的句子；他可以记住它们、在考试中复述它们，但它们不会变成他手上的判据。等他后来真卡住了，他也想不起来去调用这些东西，因为它们当初从来没有和任何一个卡连在一起。

◆ 二、理论出场的三个时刻

那么理论应该在什么时候出场？我们的答案是：在卡之后，在下一个卡之前，在学生自己问出"为什么"的那一刻前后。

具体说，一页卡路教材上理论可以有三个出场时刻。

第一个时刻：解卡之后，作为"为什么刚才那样做管用"的回答。学生刚刚在回写口的指引下离开了断点，他的身体还记得刚才那一下的感觉，心里往往会冒出一个小问号。这时给出的理论，是他刚刚走过的那段路的说明书。比如那个修电动车的学生，回写口告诉他"先量电池两极电压，再量控制器输入端电压，两个数差得多就是线路断了"，他照着量，找到了一根松动的插头。解卡之后，书上这里出现几行字：为什么两个点的电压差能告诉你线路断在哪里——这就是电压降的道理。这几行字和第一章的欧姆定律是同一套知识，可它现在有了一个落脚点。

第二个时刻：两卡之间，作为通往下一个卡的路面。学生解开了第一个卡，下一个卡还没到，中间有一段相对平滑的任务。这一段里，理论可以多讲一点，帮学生把刚才的解卡判据推广一下：不只是这根插头，凡是"两点电压差大"都可能是什么情况。这时学生的手上在做顺滑的活，脑子里在铺路，路铺到哪里，他就能带着判据走到哪里。

第三个时刻：下一个卡之前，作为一个预告，但不是答案。理论可以提前一点告诉学生：前面路上有一个地方，刚才的判据会失效。不说怎么解，只说"你会在这里卡"。这种预告让学生在撞上下一个卡时，不至于完全茫然——他知道这就是书上说的那个地方，他的"我"已经准备好在这里亮起来。

三个时刻都在卡的周围，没有一个在卡的前面很远处。理论被拆成小块，分散铺在卡与卡之间，而不是在书的开头堆成一座山。

◆ 三、讲多少：耗尽原则

理论在路面上讲多少？我们的原则是"耗尽"：一段路面上的理论，应该恰好在走到下一个卡时被用完。

什么叫用完？就是这段理论里讲的每一个道理，在这段路上都被学生用到过至少一次——要么用来理解刚才为什么解卡成功，要么用来处理两卡之间的顺滑任务。如果一段理论讲了五个道理，学生在这段路上只用到了两个，剩下三个就是还没耗尽的余料。余料不会自己消失，它会堆在那里，变成新的柏油。

耗尽原则听起来苛刻，其实它非常朴素。一个老练的师傅带徒弟时从来不会一次讲很多道理，他只讲"刚才那一下为什么对"，讲完就让徒弟接着干。老韩修车时说"你先别看书，听声音"，就是一个耗尽式的教法：先让学生的耳朵对上一个卡，等他听出了不对，再告诉他这个声音为什么不对——这时候讲的那一点理论，恰好在下一次听声音时被用掉。

耗尽原则也给理论的删减提供了一个标准。一本教材里的某段理论，如果在整条卡路上都找不到一个地方让学生用到它，那它要么放错了位置，要么根本不属于这本书。这不是说它没价值，而是说它属于另一本书——科学教材，或者一本给想继续深造的人看的延伸读物。职教教材的理论是路面，不是图书馆。

◆ 四、理论活着的标志

怎么知道一段理论是活的还是死的？我们在第13章给过一个标志：解卡后学生自己问出的那个"为什么"。

这个标志可以被观察到。第八编的读数"路面激活"就是它：学生解卡之后，至少有一次自发的理论表达——口头的，比如"所以是因为这里电压掉了吧"；或者行为上的，比如他在下一个类似的场景里，不用提示就先去量那两个点。只要有这一次，就说明那段理论被他踩上去了，路面在他脚下是实的。

反过来，如果一个学生解开了卡，却从来没有问过为什么，也从来没有在类似场景里自己调用过那个判据，那么这段理论在他身上就是死的——不管他在考试里能不能复述它。死的理论有两种死法：一种是出场太早，成了柏油；一种是出场太晚，学生已经靠野藤绕过去了，根本不需要它。前一种是旧教材的常态，后一种是放手式做中学的常态。

这里要特别提醒：路面激活是一个观察，不是考核指标。第九编会专门讲，一旦把"学生问出为什么的次数"拿去考核，老师就会开始引导学生问预设好的问题，那种"为什么"就不是自发的了。观察可以帮编者判断理论放得对不对，但它不能被拿去给老师和学生打分。

还有一种情况值得单独说：学生问出了"为什么"，书上却没有准备答案。这不是坏事，恰恰说明路面上有一段被学生自己铺出来了，比编者预想的还要往前。这时候老师的角色不是马上给出标准解释，而是先问一句"你觉得呢"，让学生把自己的猜测说完；猜对了，路面激活就是他自己的；猜偏了，偏在哪里，往往就是下一个卡的位置。编者可以把这类问题收集起来，下一版教材里补进对应的路面段。理论放在哪一页，最终是学生的问题替编者决定的。

◆ 五、一页卡路教材的版面

把上面这些放到一页纸上，大概是这个样子（一个构想的版面，不是已出版的样张）：

页面最上方，是这一步任务的简短描述——这一页你要做什么。紧接着是一个醒目的标注："这里，你可能会卡。"下面写出卡的样子：失败形态是什么，你会看到、听到、摸到什么。再下面是回写口，用加粗的动词开头：先量这里，再量那里，两个数差多少就怎么办。回写口之后，用一条细线隔开，是一小段理论：为什么刚才那样做管用。这段理论的字数很少，通常不到一百字，用的是学生刚刚走过的那个场景里的东西来讲。页面最下方，是一句预告：往下走几步，你会遇到一个地方，刚才的办法不够用。

这个版面里，理论是在页面的下半部分出场的，在卡和口之后。它的位置本身就在告诉学生：你先撞，再走出来，然后我们再谈为什么。这和旧教材的版面正好倒过来——旧教材的一页通常从原理开始，接着是步骤，最后是注意事项，卡和口要么不在，要么被埋在最后几行的小字里。版面顺序一倒，编者写作的顺序也跟着倒：他得先拿到失败原料单，知道卡在哪，才能动笔写那一页的理论。

◆ 六、那些"必须先懂"的理论怎么办

最后处理一个常见的反对意见：有些理论是必须先懂的，比如安全知识，比如某些不懂就根本动不了手的基本概念。难道这些也要等学生卡了再讲？

不是。我们要区分两种东西：一种是"不懂就会出大事"的安全约束，一种是"不懂就动不了手"的操作入口。前者不是理论，是行业主编交来的硬约束——"一出现就直接返工"的那一类，它在任务开始前就要出现，而且要配上三档容忍度，让学生知道底线在哪里。后者也不是理论，是操作层的说明——这个按钮是开关，这个夹子夹这里——它属于第21章说的操作层，写清楚就好，不必讲原理。

真正的理论，即"为什么这样做管用"的那部分，几乎没有一条是必须在第一个卡之前出场的。旧教材之所以把它前置，不是因为学生必须先懂，而是因为编者习惯了科学教材的语法：先定义，后推导，再应用。还有一种理论，是给学生以后用的：比如一个学电动车维修的学生，将来可能要修更复杂的电驱系统，到时他需要更完整的电学知识。这部分理论也不该前置。卡路教材的做法是在书后留一条"延伸路面"，标明它接在哪个卡之后：等你哪天在某类故障上卡住了，回来读这一段。它不是被删掉，而是被放到了它将来会被用掉的地方。理论的价值不会因为晚出场而减少，只会因为出场时没有人接而白白流失。

职业能力不是这样发生的。它是先撞，再走出来，再在走出来的路上慢慢明白自己刚才为什么走对了。

带走的话

理论不在第一页等学生，它在学生卡过之后的那一页下半截出场，讲到恰好被下一段路用完为止；学生自己问出的那个"为什么"，是它活着的唯一证据。

小账

卡：本章撞到的卡——理论被前置成"柏油"，光亮平整却从来没有被学生的脚踩上去过。

路：本章铺好的路面——理论出场的三个时刻、耗尽原则、路面激活作为观察而非考核，以及安全约束和操作入口不算理论的区分。

第 26 章

最近邻划界：工作过程系统化、学习领域、有成效的失败、错误管理训练、认知负荷理论

这一章的问题：一个新说法出来，最先要回答的不是"它好不好"，而是"它和已有的东西有什么不一样"。卡路说失败是教材的骨架，可是教育学里早就有人重视失败、重视工作过程、重视学生在做中学。如果卡路只是把这些老东西换了个名字，那它就没有存在的理由。这一章做的是最近邻划界：把离卡路最近的几种主张一一摆出来，只转述它们公认的核心意思，然后画出分离线，并给出一个"如果出现这样的情况，卡路就和它没区别"的判决性反例。

先交代两条纪律。第一，下面对每位学者或每个流派的转述，都只取教育界广为流传的那一层意思，全部标〔待核〕；我们不引原话，不写出版细节，不替他们说他们没说过的话。第二，我们承认这些前人的工作在各自的问题上都很有力量，划界不是比高低，而是说清楚：卡路站在哪一格，别人站在哪一格。

◆ 一、一条贯穿全章的分离线

在逐个讨论之前，先把总的分离线说出来，后面每一节都是这条线的不同侧面。

前人对失败的态度，大体可以分成两类。一类把失败当作"教学策略"：有意让学生先失败，因为失败之后再教效果更好。另一类把失败当作"副作用"：学生在真实工作或做中学里难免出错，要学会管理这些错误、减少它们的伤害。两类都把失败放在教学过程里，而不是放在教材本体里——教材本身仍然是一份知识的或任务的清单，失败是在使用这份清单时发生的事。

卡路的主张是：失败不是使用教材时发生的事，失败就是教材的骨架。教材的本体不是知识集合，也不是任务清单，而是带口的卡序列$\langle(k_1,r_1),\cdots,(k_n,r_n)\rangle$。卡

来自真实失败记录，有序，可定位，旁边有回写口，代价低到可以局部承受。一本教材是不是卡路教材，翻开就能判断：它的目录是不是按卡排的，它每一页是不是先标出"你将在这里卡"。

这条线说起来简单，但它带来的后果很具体：谁来写教材（企业主编交失败原料单），按什么排序（卡序而非知识逻辑），怎么检验（R_B、D_FB-RE这些读数），全都随之改变。下面逐个看。

◆ 二、杜威与姜大源：从做中学到工作过程系统化

杜威的"做中学"上一章已经讲过，这里只补一句划界：杜威式主张的核心是学习应当从学生真实的活动与经验出发〔待核〕；卡路同意从真实活动出发，但认为光有活动会长出野藤，缺的是断点结构。判决性反例是：如果有人能证明，没有任何事先指认的卡位和回写口、纯靠自由活动的做中学，在撤除教师指导后的首次独立任务中，失败率不高于卡路组、野藤（固化坏习惯）不多于卡路组，那么断点结构就是多余的，卡路在这一点上与做中学无别。

姜大源先生的"工作过程系统化"课程思想，在中国职业教育界影响很大。广为人知的核心主张大致是：职业教育的课程不应按学科知识的逻辑来排，而应按工作过程的逻辑来排；通过若干个相似又递进的工作过程（常说的"学习情境"）让学生反复经历完整的工作，从而把知识系统化到工作过程之中〔待核〕。

这一点和卡路非常近：两者都反对"学科逻辑排课"，都主张让真实工作决定教材的骨架。分离线在于骨架的单位。工作过程系统化的单位是"工作过程"——一个完整的、从接受任务到交付成果的流程，它描述的是顺利完成工作时的那条路；卡路的单位是"卡"——在这条路上学生原有动作结构失效的那些点。前者画的是一条路，后者标的是路上的坑以及坑边的扶手。一个按工作过程编好的教材，可以完全不写任何一个卡；一个按卡编好的教材，也可以嵌在工作过程的框架里。所以两者不是替代关系，而是叠加关系：工作过程给出路的走向，卡路给出路上的断点结构。

判决性反例：如果按工作过程系统化编写的教材，在不额外标注任何卡位与回写口的情况下，其R_B（学生真实首卡与预设卡的重合率）与D_FB-RE都与卡路教材没有可辨差异，那就说明"工作过程"已经隐含了卡的信息，卡路对它没有增量。

◆ 三、德国学习领域：行动导向的另一种排法

德国职业教育的"学习领域"（Lernfeld）课程方案，常被介绍为工作过程导向的代表做法。广为人知的核心主张大致是：把职业中的典型工作任务转化为若干"学习领域"，每个学习领域又拆成若干"学习情境"，教学按"行动导向"的完整行动环节来组织——常说的信息、计划、决策、实施、检查、评估这样一个闭环〔待核〕。

学习领域和工作过程系统化是近亲，所以和卡路的分离线也相近：它们的单位是"任务"和"行动环节"，卡路的单位是"卡"。这里再补一个更细的分离点：学习领域的行动闭环里有"检查"和"评估"两环，学生会在这里发现自己的错误并反思。这看上去和卡路的"撞卡—回写"很像，但时间和位置不同。检查评估发生在行动完成之后，是对整件事的回看；卡路的回写口发生在卡点当场，是在断点处伸手。一个是事后复盘，一个是现场接住。事后复盘能让人知道哪里错了，但学生在出错的那一刻仍然是一个人面对断点，他在那一刻怎么爬出来，就是野藤和判断分岔的地方。

判决性反例：如果把学习领域教学中"检查与评估"环节的反馈，全部挪到行动完成之后，学生的撤指导后独立完成率、T_ret（返回任务时间）与在卡点当场提供回写口的卡路组没有可辨差异，那么"邻近"这个条件就不成立，卡路与学习领域在这一点上无别。

◆ 四、Kapur与Frese：两种把失败当正面资源的研究

这一节的两位，是最容易被误认为"卡路的前身"的人。

Kapur（Manu Kapur）的"有成效的失败"（Productive Failure）研究，广为人知的核心主张大致是：在正式讲授某个概念之前，先让学生尝试解决一个超出他们现有能力的复杂问题，他们多半会失败，但这种失败会激活已有知识、暴露知识的缺口，之后再进行讲授，学生对概念的理解和迁移会比"先讲后练"更好〔待核〕。

这是把失败当"教学策略"的典型。分离线有三条。第一，失败的来源不同：有成效的失败里的失败，是教学设计者精心设计出来的问题所引发的；卡路的卡要求来源可以追溯到真实失败记录，编者想象出来的卡是假卡。第二，失败的位置不同：有成效的失败通常是"先失败，再讲授"，失败在一段教学的开头，作为讲授的引子；卡路的卡分布在整条序列上，每一个都有自己的回写口，失败之后不是统一讲授，而是在卡旁就近回写。第三，失败的对象不同：有成效的失败多在数学、科学等概念学习领域里研究〔待核〕，它关心的是概念理解；卡路关心的是职业技术里身体、器具、现场的纠缠，判断层的卡（"我知道，但这一步拿不拿得定"）不是靠后续讲授能解决的。

判决性反例：如果把有成效的失败的做法原样搬到焊接、理发、学车这类技术任务上（先让学生自由尝试、全部失败后集中讲授），其撤指导后独立完成率与按卡序逐个回写的卡路组没有可辨差异，那么"有序"和"就近回写"这两个条件就是多余的，卡路在技术领域只是有成效的失败的一个应用。

Frese（Michael Frese）等人的"错误管理训练"（Error Management Training），广为人知的核心主张大致是：在培训中鼓励学员犯错，把错误视为学习的自然组成部分而不是要避免的东西；通过"错误是有益的"一类的指导语降低学员对错误的焦虑，让他们在探索中学会识别和处理错误，从而在新情境中表现出更好的适应性迁移〔待核〕。

这一条和卡路的"糖"非常接近——两者都重视让犯错的代价在心理上可以承受。分离线在于：错误管理训练的重心是学员对错误的态度和情绪调节，错误本身是在开放探索中自然出现的，训练材料并不预先指认"你会在哪里错"；卡路的重心是教材结构，它要求卡被事先指认、排序、配口。换句话说，错误管理训练改造的

是"人怎么看待错误"，卡路改造的是"书怎么安排错误"。前者把失败当一种要管理好的副作用，后者把失败当书的骨架。两者可以叠加：一本卡路教材完全可以配上错误管理训练式的指导语。

判决性反例：如果只给学生错误管理训练式的指导语（"出错是好事，大胆试"），不提供任何预先指认的卡位与回写口，其R_B、路面激活与撤指导后独立完成率都与卡路组没有可辨差异，那么卡路的教材结构就没有超出态度干预的增量。

◆ 五、Sweller：认知负荷理论的提醒

最后一位不是"重视失败"的一方，反而是一个重要的提醒者。Sweller（John Sweller）的认知负荷理论，广为人知的核心主张大致是：人的工作记忆容量有限，学习材料的设计应当减少与学习无关的"外在负荷"；对新手来说，看完整的样例（worked example）往往比自己摸索解题学得更好，因为摸索会占用大量工作记忆；随着学习者变得熟练，指导应逐步撤除〔待核〕。

这条理论对卡路是一个真实的挑战：卡路让学生撞卡，撞卡不就是加重认知负荷吗？我们的回应分两层。第一，卡路并不让学生在没有支持的情况下摸索；回写口的三条件里，"可执行"和"邻近"恰恰就是在卡点降低外在负荷——学生不用去翻书、不用在一堆提示里找对的那条。这和认知负荷理论的方向一致。第二，分离线在于判断层。认知负荷理论的样例效应多在有标准解法的问题上被研究〔待核〕，样例能把"怎么做"完整地给出来；而职业技术中判断层的卡——焊接时熔池"差不多了"、理发时第一剪"下不下去"——没有一个样例能替学生给出，只能在低代价的卡上一点点取得。卡路在操作层和理解层与认知负荷理论站在一边（少负荷、给样例、给口），在判断层和它分开（这一格必须留缝，让人自己撞）。

判决性反例：如果在判断层任务上，给学生完整样例而不让他们撞卡，撤除样例后的首次独立任务失败率不高于卡路组，那就说明判断层也可以靠样例传递，卡路"判断层只能自己撞"这一承重说法就被推翻。这一条和全书的可错预言②（AI全程平滑代办的学生，撤掉AI后失败率更高）是同一个方向的检验。

◆ 六、一张占位盘点表

把六个最近邻放在一起，做一张盘点表。表中所有转述均为〔待核〕，判决性反例均为〔未执行〕的构想检验，第八编会把其中可操作的部分写成正式的对照设计。

最近邻	公认核心主张（转述〔待核〕）	失败的位置	与卡路的分离线	判决性反例（〔未执行〕）
杜威·做中学	从真实活动与经验中学习	自然副产品	缺断点结构，易长野藤	纯自由活动组撤指导后失败率、野藤数不高于卡路组
姜大源·工作过程系统化	按工作过程而非学科逻辑排课	未专门处理	单位是工作过程，卡路单位是卡	不标卡的工作过程教材R_B、D_FB-RE与卡路无差
德国·学习领域	典型工作任务转为学习领域，行动导向闭环	事后检查评估	事后复盘 vs 现场回写	反馈全挪到事后，T_ret与独立完成率无差
Kapur·有成效的失败	先失败再讲授，激活已有知识	教学策略，在开头	设计之卡 vs 真卡；集中讲授 vs 就近回写	技术任务上先败后讲，与卡路组无差
Frese·错误管理训练	鼓励犯错，调节对错误的情绪	要管理的副作用	改态度 vs 改教材结构	只给指导语、不给卡口，读数与卡路无差
Sweller·认知负荷理论	工作记忆有限，新手宜看样例	应避免的负荷	判断层不可由样例传递	判断层给样例，撤后失败率不高于卡路组

这张表最后一列，是卡路愿意交出去的把柄。六条反例里只要有一条在可信的对照中成立，卡路在那一格就没有增量，我们就该老老实实地把那一格还给前人。

> **带走的话**
>
> 前人把失败当策略或当副作用，卡路把失败当教材的骨架；划界不是比高低，而是把"在哪一格上与谁无别"写成可以被推翻的反例。

小账

卡：本章撞到的卡——卡路最容易被看成"有成效的失败""错误管理""工作过程导向"的换名。

路：本章铺好的路面——一条总分离线（策略／副作用 vs 本体骨架）、六条判决性反例与一张待核盘点表，交给第八编做成对照设计。

第 六 编

人机复合卡路：AI站在哪一格

编 序

这一编六章，是本书相对底稿论文最大的增量：AI在卡路里站在哪一格。第27章讲AI当捞卡者，从维修单、质检日志与录像里数出真实失败；第28章讲AI当就近回写口，让首卡点到回写口的距离趋近于零。

第29章是本编的主场：AI不能替你卡，显影只能发生在人身上。第30章讲AI当路面铺设者，理论按需送达、到卡后才出现；第31章立“撤AI独立完成率”这一读数；第32章讲AI批量生成假卡的风险与三道闸。

第 27 章

AI当捞卡者：从维修单、质检日志、录像里数出失败

这一章的问题：卡路教材的第一块砖是真实失败。可是失败散落在维修单的角落、质检日志的备注栏、实训录像的第十七分钟里，没有人有空一条条去数。旧时代这件事靠老师傅的记性，记性会老、会偏、会退休。AI能不能把这些失败捞上来、数清楚、排出高发的先后？能捞到什么程度，又在哪里必须停手，把签字权交还给人？

◆ 一、老韩的抽屉

我们先讲一个构想的场景。老韩修了二十多年车，这几年他的厂子门口停的电动车越来越多，送来的毛病五花八门：骑着骑着突然没电、刹车一捏就"咯噔"、充电器灯一直红、电机一上坡就嗡嗡叫却不走。他收了两个职校来的徒弟，第一天就给他们一句话："你先别看书，听声音。"

老韩有一个抽屉，里面塞满了手写维修单。每张单子上有车主报的毛病、他判断的毛病、换了什么件、收了多少钱。有些单子背面还有他随手写的几个字："不是控制器，是插头氧化""又是这个，刹车断电开关"。这些字是整个厂子里最值钱的东西，因为它们记的是"以为是甲，其实是乙"——判断在哪一步走错过。

可是这个抽屉从来没有被打开过一次去"数"。老韩记得最常见的几种毛病，但他记得的是让他印象深的，不一定是最多的；他记得自己怎么修好的，但不太记得徒弟在哪一步卡住。徒弟第一个月拆错的线、拧花的螺丝、看漏的保险丝，没有人写下来，写下来也没有人汇总。

这就是第4章讲过的那道裂缝在一家小厂里的样子：失败一直在发生，一直被记了一半，却从来没有被交到编教材的人手里。旧教材的第一章写"电动车的基本结构"，而老韩抽屉里的失败，一条都没进去。

◆ 二、捞卡不是搜答案

把AI放进这个场景，最容易想到的用法是：徒弟遇到毛病，问AI"电动车上坡没劲怎么办"，AI给出一张排查清单。这是第2编讲过的"一秒钟的教材"，它送的是路面，不是卡。本章要说的是另一种用法，方向正好反过来：不是让AI回答问题，而是让AI去找"人在哪里答错过"。

我们给这种用法起一个朴素的名字：捞卡。捞卡者的工作对象不是知识，是失败记录。它要读的是维修单上"初判"和"终判"不一致的那一行，是质检日志里同一个缺陷名连续出现的那几天，是实训录像里学生手停下来、回头看老师的那几秒。它要交出的不是一条正确的路径，而是一张"人在这里停过"的清单。

这个区别要说透。答案是从成功里提炼的，卡是从失败里提炼的。成功的记录往往千篇一律——修好了，交车了；失败的记录却各有各的形状。旧时代编教材的人手里只有成功的路径，于是写出来的是"对的步骤"；捞卡者手里拿的是失败的形状，于是能写出"你会在第几步、以什么方式、在什么条件下停住"。前者是知识容器，后者才是卡路的原料。

用第4编的三层定位来说，捞卡者要分辨的是：这次失败是看不懂（理解层），是知道但拿不定（判断层），还是手上、工位上、器具上做不到（操作层）。老韩单子背面那句"不是控制器，是插头氧化"，就是一条判断层的失败——会查的人都知道要查插头，但在一辆嗡嗡响的车面前，先怀疑控制器的冲动更强。

◆ 三、三个水源：单子、日志、录像

我们构想的捞卡，有三个水源，各有各的脾气。

第一个是维修单和返修记录。它们的好处是真实、有时间顺序、有代价（换了件、收了钱、车主又回来了）。坏处是写得乱：同一个毛病有人写"没电"，有人写"断电"，有人写"跑不远"。AI在这里干的是归并——把说法不同的同一类失败认成一类，把"初判—终判"不一致的单子挑出来，按出现多少排序。这是人做起来最烦、最容易半途而废的活。

第二个是质检日志。在工厂里，一条焊缝、一个零件、一道工序，合格与否都有记录，缺陷有名字。我们构想的是：AI把一段时间的日志按缺陷名、工位、班次、新人还是老手分开数，找出"新人在哪些缺陷上明显多"的那几项。注意，这里要找的不是总缺陷率，而是新人和老手差得最远的地方——那是判断层还没长出来的地方，是卡的候选。

第三个是实训录像。这是最难也最值钱的水源。学生在工位上的停顿、重复、回头看、放下工具又拿起来，都是"原有动作结构失效"的外在信号。我们构想AI能在录像里标出这些停顿点，交给老师去看。但我们必须老实说：从录像里自动认出"卡"，这一步的可靠程度今天还是一个需要检验的问题〔待核〕，本书不假定它已经可行，只把它写成一个可以去试的方向。

三个水源合在一起，捞上来的东西我们叫"失败候选单"：每一行是一个失败名、它出现的条件、它在任务流程里大约哪一步、它出现得多还是少、它的代价高还是低。

◆ 四、捞上来的不是卡，是候选

这里是本章最要紧的一句话：AI捞上来的，只能叫候选，不能叫卡。

原因有三层。第一，记录本身是偏的。维修单只记了修好的车，没修好、车主骑走了的不在里面；质检日志只记了检出来的缺陷，漏检的不在里面；录像只拍到了镜头里的那一面。AI数得再勤，数的也是被记下来的那部分世界。

第二，多不等于根。第15章讲过，五个成立条件里有一条是"失败有序"，要有根卡。最常见的失败未必是最先该解的那个。游泳里最多见的是"呛"，根卡却

是"慌"；电动车里最多见的也许是"没电"，可徒弟真正的根卡也许是"一上手就拆，不先问不先听"。频次是AI擅长的，根与枝的先后关系，要靠懂这门技术的人在现场看过才敢判。

第三，有的失败不能进教材。代价太高的——比如带电操作里会伤人的那一类——再常见也不能直接排成"让学生撞"的卡，只能按第41章的原则降格成模拟。AI数不出"这一卡学生撞了以后还能不能承受"，这是一个道德判断，不是一个统计判断。第15章说过，低代价是卡进入教材的道德前提，这个前提不能交给机器去守。

所以在三主编链上，AI捞卡的位置非常清楚：它站在企业主编的旁边，替企业主编干最费眼的那部分活——翻抽屉、归并说法、按频次排队、标出新老手差距最大的地方。但"失败原料单"上签字的仍然是企业主编本人。老韩看了候选单，划掉三条（"这个是车主乱接线，不算徒弟的卡"），补上一条（"单子上没有，但每个新人第一周都拆错过刹车断电线"），这张单子才算交出去。第34章会把这一棒的交付形状写全，本章只讲一条：AI是第四棒接口，不替任何一棒签字。

◆ 五、捞卡的三条边

捞卡这件事一旦有了机器，最容易出的毛病是"越捞越多"。抽屉里几百张单子，AI可以吐出几十条失败候选，每一条都有数字撑腰，看上去都像卡。可第11章讲过，卡路是序列，不是集合；序列里塞进太多卡，学生每走三步就被逼停一次，路面消失，只剩坑。

我们给捞卡定三条边。第一条边：只捞可指认的。说不出"在任务的哪一步、看见什么现象时停住"的，不进候选单。"不熟练""不细心"这种话，不是失败名，是评语。第二条边：只捞可追溯的。每一条候选要能回到它的来源——哪一类单子、哪一段日志、哪一段录像。追溯不回去的，按第32章的说法，就是假卡的苗子。第三条边：只捞到"够排序"为止。候选单的目的是让院校主编能排出一条有根有枝的序列，不是穷尽一切失败。一门技术入门阶段的卡，老手们往往说得出个大概的数目，候选单远远超出这个量级时，多半是把枝叶当成了卡。

◆ 六、老韩那一行字

回到老韩。在我们构想的场景里，候选单交到他手里，他看得很慢。他发现有一条他自己从没注意过：新徒弟在"充电器灯一直红"这种单子上，初判错得最多，几乎都先去怀疑电池，其实多数是充电口接触问题。他想了想说："这个我自己当年也错过。"

这一句话，比候选单上任何一个数字都值钱。它说明这条失败不是机器编出来的，是真的有人撞过；它说明这条失败卡在判断层，不在理解层（徒弟都知道充电口要查）；它还给出了老手的纠正语——"先拔插头看口，别急着测电池"。这句纠正语，就是院校主编下一步要写成回写口的原料。

AI在这里干了什么？它把一个老师傅二十年记在脑子里、写在单子背面、却从未被数过的东西数了出来，又让老师傅自己认了一遍。机器捞，人认；机器排队，人定根；机器给频次，人给代价。这就是人机复合体在卡路第一步上的分工。

> 带走的话
>
> AI捞上来的是失败候选，不是卡；卡要有人认过、有来源、有代价可承受，才进教材。捞卡的方向和搜答案正好相反：搜答案问"怎么做对"，捞卡问"人在哪里做错过"。

小账

卡：失败散落在维修单、日志和录像里，无人去数；数出来的又容易把频次当根、把评语当失败名。

路：AI站在企业主编旁边当捞卡者，交出可追溯的失败候选单，由人划掉、补上、签字。

第 28 章

AI当就近回写口：让D_FB-RE趋近于零

这一章的问题：纸质教材里，卡点在第37页，回写口可能在第52页的"常见问题"里，也可能根本没有。学生卡住时离答案越远，越容易乱试、放弃或者养出野藤。AI随身、随时、能看能听，看上去天然适合当"卡旁那句话"。可是"随时能说话"和"在卡旁说对的那一句"是两回事。AI怎样才算一个合格的就近回写口？什么时候它说得太多，反而把卡抹平了？

◆ 一、第37页和第52页之间

第8编会把D_FB-RE当作旗舰读数来讲：学生真实首卡发生在教材第N_p页，其后最近一个可执行的回写指令在第N_t页，两者之差的绝对值就是这段距离；同页记零；卡在教材根本没写的动作上，或者按指令做了三分钟仍回不到任务，记无穷大。

这个读数背后是一个很朴素的事实：人卡住的那一刻，耐心只有很短一截。阿婷炒菜时锅里的油冒了烟，她不可能去翻到书后面的附录；小周焊着焊着发现焊缝上出现了一串小孔，手里的焊枪还热着，他需要的是现在、这里的一句话。纸质教材做不到"现在、这里"，它只能尽量把回写口印在卡旁边，而编者往往连卡在哪里都不知道，于是D_FB-RE在旧教材里经常是一个大数，甚至是无穷大。

AI改变的正是这一点。它不受页码约束。只要它知道学生此刻卡在哪一格，就可以把回写口直接送到卡旁边——在第6编的语言里，就是让D_FB-RE趋近于零。这是人机复合卡路里AI最直接、也最容易被看到的贡献。

◆ 二、回写口的三条件，放到机器身上

第22章定下回写口的三个条件：可执行、邻近、开口。把它们一条条放到AI身上，就能看出哪些是AI的长处，哪些恰恰是它的短处。

先说邻近。这是AI的天然长处。它可以在学生的耳机里、屏幕上、工位旁的音箱里出现，时间上和空间上都贴着卡。但邻近有一个前提：AI得知道卡已经发生了。学生自己说"我卡住了"是最简单的；更进一步，是AI从现场信号里看出学生停住了。后一种在技术上能做到什么程度，本书不作断言〔待核〕，我们只写成构想。

再说可执行。回写口必须是一个身体此刻能做的动作，而不是一段解释。AI最大的习惯恰恰是解释——问它一个问题，它往往回你三段话，从原理讲到注意事项再讲到延伸阅读。这在知识问答里是优点，在卡旁却是毛病。小周的焊缝出了气孔，他需要的是"把焊枪角度压低一点，看熔池边缘"，而不是一篇关于保护气体覆盖原理的说明。一个合格的AI回写口，要被训练成"先给一个动作，等学生做完再说下一句"。

最后说开口。开口的意思是：回写口把学生送回任务，而不是把任务替他做完；它留着下一步给学生自己去走。这是AI最难守的一条，下一节专门讲。

◆ 三、回写不是代写

我们构想两个版本的场景，用的是拧螺丝这种最小的事，小到连"技术"都算不上，正好看得清楚。

一个学生在拆电动车后轮，轴上的螺母拧不动。版本甲：学生问AI，AI说"逆时针拧，用加力杆，必要时喷点松动剂"，学生照做，拧下来了。版本乙：学生问AI，AI先问一句"你现在是往哪个方向使劲？"学生愣了一下，低头看，发现自己一直顺时针在拧。AI接着说："换个方向，再试一次。"学生拧下来了。

两个版本学生都离开了断点、回到了任务，T_ret都很短。区别在哪里？版本甲里，AI把判断交给了学生——"逆时针"这个结论是AI给的，学生只是执行；版本乙里，AI只送了一个让学生自己看的动作，"原来我拧反了"这个判断是在学生身上亮起来的。第12章说，卡是显影点；版本甲里卡被AI解掉了，版本乙里卡被学生解掉了。

这个区别在单次任务里看不出差别，在序列里就会放大。第14章讲过不可逆：先解的卡改写后面的卡。学生自己解掉的卡，会留下一个新的判断（"拧不动先看方向"），这个判断会在后面几十个螺丝上自动起作用；AI替他解掉的卡，留下的只是一次顺利完成的记录，下一个螺丝他还得再问。所以我们给AI回写口加一条纪律：先送动作，不送结论；先问"你在看哪里"，不先说"应该看哪里"。

当然，这条纪律有它的边。有些卡在操作层——学生力气不够、工具不对——这时候AI直接说"换加力杆"是对的，没有什么判断需要学生自己亮起来。纪律管的主要是判断层的卡，那里最贵，也最容易被代写。

◆ 四、离太近的回写口

D_FB-RE趋近于零是好事，但"零"有一个陷阱：回写口在卡出现之前就到了。

想象一个AI，它看过几千次新手学车的数据，知道新手在坡起时一定会溜车。于是学员刚把车停上坡，它就在耳边说："左脚慢慢抬离合，感觉车身轻微抖动时，右脚松刹车。"学员照做，一次成功，没有溜车。这看起来是完美的回写，D_FB-RE是负的——口在卡前面。

问题是：学员没有撞到卡。第9章讲的"自动挡开久了不会坡起"，病根就在这里——机器替人接住了那个本该撞的地方，于是人从来没在那个地方亮起来过。一个提前送达的回写口，本质上是一个更聪明的糖路。它把卡抹平，然后假装自己是回写口。

所以我们给"就近"下一个边界：回写口要在卡之后，不在卡之前。D_FB-RE的定义本身就隐含了这一点——它量的是"首卡点到其后最近回写口"的距离。一个AI如果总在学生卡住之前就开口，那么这个读数在实测上会出现一种怪象：学生的真实首卡要么根本不发生，要么落到了AI没有预料到的、更后面的地方。后一种情况，正是全书可错预言①所描述的那种漂移的一个变体：真实首卡越来越落在教材（和AI）没标的地方。

那么AI等多久才开口？我们不给一个秒数，因为每门技术、每个卡的代价都不同。原则是：等到学生原有动作结构已经失效——他已经停住、已经试过一两次不对——再开口；如果这一卡的失败代价有可能超过"一次可逆返工"，就不能等，那它本来就不该作为真卡排进教材，这一点第41章会讲。

◆ 五、复合体里的"守口人"

AI当回写口，还有一层容易被忽略：谁来决定AI说哪一句？

在三主编链里，回写口是院校主编配的——他在失败序列图上，为每一个卡写下那句最小可执行指令。AI接手的，应该是这些已经写好、已经过颗粒度试验检验的回写口，而不是它自己临场编出来的话。换句话说，AI是回写口的送达者，不是回写口的作者。

这条分工的道理在于：回写口里藏着判断层的阈值。"焊枪角度压低一点"——低多少？"看熔池边缘"——看到什么算对？这些阈值来自行业主编的三档容忍度表，来自企业主编交来的老手纠正语。AI如果自己编，就可能编出一句听上去对、阈值却错的话；学生照做，回到了任务，T_ret很好看，判断却被带偏了。

我们构想的做法是：AI手里有一本"口簿"，每一个预设卡对应一到几句经过试验的回写口；学生卡在预设卡上，AI从口簿里取；学生卡在口簿没有的地方，AI不编，而是做两件事——先给一个最保守的"停下来、退回上一步"的指令，再把这一次卡记下来，交回给院校主编。后一件事非常重要：这恰恰是捞卡（第27章）的第四个水源。学生在AI面前卡住、而口簿里没有对应的口，这条记录本身就是"真实首卡没有落在预设卡上"的证据，会直接影响R_B。

口簿还有一个好处：它可以被检验。每一句回写口送出去以后，学生有没有在180秒内、朝对的方向回到任务，AI都能记下来。一句口如果屡屡送出、学生屡屡回不来，或者回来了却朝错的方向走，那这句口就该被院校主编拿回去改。过去一本教材里的回写口写错了，可能要等到再版才有人发现；有了AI守口，每一句口每天都在被学生检验。这不是AI替人改口，而是AI把每句口的"战绩"交回给写口的人。

于是AI在复合体里有了一个清楚的身份：它是守口人——守着已经写好的口，把口送到卡旁；遇到没有口的卡，它不越位，只记录、只上报。

◆ 六、林老师的讲义

林老师写过两本游泳讲义，自觉"都写对了，学生还是不会"。在我们构想的场景里，他第一次看到AI回写口的设想时，第一反应是："那我的讲义还有什么用？"

这个问题值得正面回答。林老师讲义里那些对的东西——划水的轨迹、换气的节奏、浮力的道理——是路面，不是口。AI确实可以把路面送得比讲义更快，第30章会讲。但讲义里缺的恰恰是口：学生第一次埋脸就慌了的那一刻，讲义的第几页能接住他？没有。林老师自己站在池边喊的那句"先吐气，别憋着"，才是口。

AI当回写口，不会让林老师的讲义作废，而是逼他做一件过去没做过的事：把他站在池边喊过的那些话，一句句写下来，标上是在哪一卡、哪一种慌法时喊的，交给AI去守。林老师从"写讲义的人"变成"写口簿的人"——这个转变，第43章会当作教师的升维来讲。

> 带走的话
>
> AI能把回写口送到卡旁，让距离趋近于零；但口要在卡之后，不在卡之前——提前到的口是更聪明的糖路。AI是回写口的送达者，不是作者；遇到没有口的卡，它只记录、只上报，不临场编。

小账

卡：AI爱解释、爱代写、爱提前开口，把判断层的卡替学生解掉。

路：先送动作不送结论、卡后开口、守口簿而不编口，让AI成为复合体里的守口人。

第 29 章

AI不能替你卡：显影只能发生在人身上

这一章的问题：前两章让AI去捞卡、去守口，看上去AI在卡路上已经站了两格。那么它能不能再往前一步，替学生把卡撞了？比如AI在模拟里把一千种失败都试过一遍，再把"结论"交给学生；或者AI戴在学生身上，在他要犯错的前一刻把手扶正。这一章要说清楚：卡这一格，AI站不进去。不是因为今天的AI还不够强，而是因为卡的意义本来就只在人身上成立。

◆ 一、一千次试错，换不来一次撞卡

先看一个很有诱惑力的设想。AI可以在模拟环境里把焊接试一万次：电流大了会怎样，速度快了会怎样，角度偏了会怎样。它把每一种失败的形态、原因、纠正方法都整理好，做成一份"失败百科"，交给小周。小周拿着这份百科，是不是就等于撞过了一万次卡？

不是。原因要回到第12章的那句话：卡是显影点——顺滑处学生不在场，卡住处"我"才亮。AI试的一万次，亮起来的是AI的模型，不是小周。小周读这份失败百科，和读一本写得很好的旧教材没有本质区别：他得到的是"关于失败的知识"，不是"失败过的判断"。前者是理解层的东西，读懂就有；后者是判断层的东西，第21章说过，它不可预先给出，只能低代价一点点取得。

这里的分别很像"知道游泳池水深一米五"和"在一米五的水里沉下去又自己站起来"之间的分别。前者一句话就能告诉你，后者没有人能替你。小周第一次看到焊缝上出现气孔，心里"咯噔"一下、手停住、脑子里飞快地过"是不是我走得太快了"——这一刻，他原有的动作结构失效，一个新的判断要从他自己身上长出来。这就是本章第四节要说的发生的第一拍：差异把人逼停（D）。AI能把这一拍描述得很准，但它不能替小周停。

◆ 二、扶正的手

第二个设想比第一个更隐蔽。我们构想一种穿戴设备，学生手腕上的姿态一偏，设备立刻轻微震动，甚至用外力把手腕推回正确的角度。学生从头到尾没有焊坏过一条焊缝。这是不是最理想的教学?

这其实是第9章"平滑陷阱"的极端形态。导航开久了不认路，自动挡开久了不会坡起，扶正的手戴久了，手腕就不会自己找角度。原因很简单：每一次本该发生的卡，都在发生之前被机器接住了。学生的动作结构从来没有失效过，所以也从来没有被改写过。他学会的不是焊接，是"戴着这只手焊接"。

我们不是说扶正的手一无是处。在某些高风险的操作里，它也许是必要的保护，那属于第41章要讲的停权边界——失败代价超过一次可逆返工的地方，本来就不该让学生真撞。但在一个失败代价低、可以局部承受的卡上——也就是第15章定义的"有糖的卡"上——提前扶正，等于把糖拿走了。学生尝不到"我自己把它保住了"的那一下，只尝到"机器帮我保住了"。前者是糖，后者是糖路。

◆ 三、"保住感"只能是第一人称的

第15章把糖定义为解卡之后学生尝到的"保住感"——我把它保住了、我接住了。这个定义里有一个绕不过去的字："我"。

保住感不能转让。陈姐带了十几个学徒，她说过一种情形（这是我们构想的陪读场景，不是她的亲历记录）：学徒第一次给真顾客剪头，剪完以后顾客照镜子点头，学徒的手在抖，脸上却笑了。那个笑，是陈姐站在旁边替他盯了全程也给不了的。如果陈姐在他每一剪之前都伸手调一下他的角度，剪出来的头可能更好看，但那个笑不会出现。

AI的处境和陈姐一样，甚至更彻底。AI可以替学徒算出每一剪的角度，可以在镜子上投出该剪的线，可以在他手偏的时候提醒。可是顾客点头的那一刻，如果学徒心里想的是"是AI剪对了"，那么这一次就没有糖。保住感是第一人称的，它只

能落在那个承担了风险、做出了判断、看到了结果的人身上。机器可以在旁边，但不能站在那个"我"的位置上。

这就是本章标题的意思：显影只能发生在人身上。显影要有一张底片，AI不是那张底片。

◆ 四、人机复合体：必要件，却不是显影件

说到这里，容易有一个误会：既然卡只能人撞，那AI在卡路上是可有可无的？不是。第27、28章已经讲了，没有AI，真卡很难被捞齐，回写口很难贴到卡旁。我们给AI在复合体里的位置下一个判断：AI是组件，而且在AI时代是必要件；但它无法单独完成显影。

打个比方。照相要有镜头、快门、暗房和底片。AI可以是镜头——把散乱的失败聚焦成可指认的卡；可以是快门——在对的时刻打开回写口；可以是暗房里的药水——把理论路面在需要的时候送到。但底片只能是人。没有底片，镜头再好、快门再准，什么也照不出来；反过来，在AI时代，没有镜头和快门，底片也常常曝光不准——卡排错、口离太远、路面压成柏油。

用SDE的白话说：撞卡是差异把人逼停（D），回写是新判断显露出来写回动作里（S），回到工位是身体、器具、现场重新纠缠到一起（E）。三拍里，D和S必须发生在人身上——逼停的是人的动作结构，显露的是人的判断；E是人和器具、和现场、也和AI纠缠在一起的地方。AI能深深地参与E，能给S送去原料，但D那一拍，它替不了。卡路一轮是一次发生；发生的主体是复合体，显影的位置是人。

◆ 五、"AI会卡吗？"

有人会追问：AI自己也会出错，也会在某个任务上停住，那AI有没有卡？

这个问题本书不打算展开成一个哲学讨论，只说一个和教材有关的结论。就算AI在它自己的意义上也有"卡"，那个卡改写的是AI，不是学生。小周的教材要回答

的是：小周在哪里会停、停了以后往哪走、走过以后会变成一个什么样的判断者。AI的卡再多，也不能填进小周的序列里。

反过来，这个追问提醒了我们一件事：AI在复合体里有它自己的失败——它会捞错卡、送错口、在不该开口的地方开口。这些失败要有人去捞、去记、去改。第32章讲AI生成假卡，就是AI自己的一类典型失败。人机复合体不是"人有卡、AI没卡"，而是两边各有各的卡，各自在自己的那一格上被改写。教材管的是人那一边。

◆ 六、替卡的三种伪装

AI替人卡，很少以"我来替你做"的面目出现。它通常穿着三件更体面的衣服。

第一件叫"示范"。学生没动手，AI先放一段标准动作的演示，一步不差。示范本身不坏，坏在时机：示范放在学生撞卡之前，学生会照着模仿，模仿得越像，越少有机会在自己的动作结构上失效。阿婷看了十遍颠勺视频，第一次上手依然怕油溅——因为怕不在视频里，怕在她的手上。示范要放在撞卡之后，作为路面的一部分，让她对照"我刚才哪里和它不一样"。

第二件叫"预警"。AI根据大量数据判断"你接下来很可能会出错"，于是提前提醒。第28章已经说过，这是口在卡前，是更聪明的糖路。这里补一句：预警越准，危害越大。一个只准一半的预警，学生还会自己判断要不要听；一个次次都准的预警，学生会把判断整个交出去，久而久之，他连"我要停一下"这个念头都不会自己生出来。

第三件叫"兜底"。学生做错了，AI立刻自动修正结果，让作品照样合格。比如一段自动补偿的工艺参数，学生焊歪了，系统悄悄把偏差吃掉。学生甚至不知道自己错过。这件衣服最体面，因为它看起来只是在"减少浪费"。可它拿走的是卡的另一半——学生不仅没被逼停，连自己曾经该停都不知道。

三件衣服底下是同一个身子：卡发生在机器上，没有发生在人身上。识别它们只要问一句：这一次，学生自己的动作结构有没有失效过、有没有被他自己改写过？答不上来，就是AI替人卡了。

◆ 七、给家长和学生的一句实话

这一章最后，我们想对家长和学生说几句实话，因为他们最容易被"AI能让学习不再痛苦"这类话打动。

一个职业学院的学生，如果在三年里从来没有在实训中真正停住过——每一处难点都有AI提前提示、每一个错误都在发生前被纠正——他交出来的作品可能很漂亮，考试成绩可能很好。但他第一次在没有AI的现场独立面对一个故障时，会发现自己不知道从哪里下手。不是因为他知识不够，而是因为他身上没有一处被卡亮过的地方，没有一个"我上次在这里栽过，这次我先看这里"的判断。

这正是全书可错预言②要去检验的事：AI全程平滑代办训练的学生，撤掉AI后首次独立任务的失败率，是否高于卡路组。第31章会把这件事做成一个读数。我们预言它会更高；如果实测下来两组没有可信差异，本书的范式就作废。我们愿意把话说到这个程度，是因为这一章的判断——显影只能发生在人身上——不是一句口号，而是一个可以被现实推翻的命题。

所以，我们给学生的建议很简单：让AI帮你找到会卡的地方，帮你在卡住以后找到那句话，帮你在需要时补上那段道理；但卡住的那一下，别让它替你。那一下有点难受，可那一下才是你。

> 带走的话
>
> AI试一万次失败，亮起来的是AI；学生撞一次卡，亮起来的是学生。AI是复合体的组件，在AI时代是必要件，却不是显影件——底片只能是人。

> **小账**
>
> 卡：把模拟里的失败百科、穿戴式的扶正之手当成撞卡，把糖换成糖路。
>
> 路：分清复合体里三拍的位置——D与S落在人身上，E里人与AI深度纠缠，卡这一格留给人。

第 30 章

AI当路面铺设者：理论按需送达，到卡后才出现

这一章的问题：第13章说，理论是两卡之间的路面，被耗尽才算活着；理论前置成地基，就成了踩不上去的柏油。旧教材的毛病是把理论一股脑儿铺在第一章。AI时代，理论可以随叫随到，这本是把理论放回路面的好机会。可如果AI把理论送得太早、太多、太顺，它铺出来的会不会是一条更宽的柏油路？AI怎样铺路面，才能让理论在学生解卡之后、需要的地方出现？

◆ 一、柏油和路面

先把两个词摆清楚。路面是学生带着解卡判据走过的平滑段，他踩在上面，是因为他刚刚解掉一个卡，手里有一个新判断，想知道"这为什么管用"、想把它用到下一段任务上。柏油是被提前铺好、学生还没走到那里就被要求记住的理论，它也很平滑，但学生踩不上去——因为他脚下没有路，他根本不知道这段道理要接住什么。

接着第27章老韩的厂子说：修电动车时，"电压、电流、电阻的关系"这段道理，放在第一章是柏油；放在徒弟刚刚发现"测出来电池电压正常、车还是不走，原来是接头接触电阻太大"之后，就是路面。同一段道理，位置一换，意义全变。前者徒弟背过、考过、忘了；后者徒弟会自己问："那接触电阻为什么会变大？"——第13章说，理论活着的标志，正是解卡后学生自己问出的那个"为什么"。

旧教材铺柏油，不是因为编者不懂这个道理，而是纸质书的结构逼的：书只能按页码排，知识只能先讲后用。AI打破了页码，理论第一次可以不按章节、只按卡来排。

◆ 二、按需送达的三个"不"

我们构想AI当路面铺设者，给它定三个"不"。

第一，不在卡前送。学生还没撞卡，AI不主动讲原理。这一条和第28章"口在卡后"是同一个道理的两面：口在卡前是糖路，路面在卡前是柏油。学生问了，可以答，但答的时候要短，并且提醒一句："这段等你用到时会更明白。"

第二，不一次送满。一个卡解开后，学生需要的理论往往只是一小段。阿婷第一次在油冒烟之前把菜下了锅，没溅油，她可能会问："为什么油热到这个程度下菜就不溅？"这时候AI给她讲清楚"食材表面水分遇高温油迅速汽化"这一层就够了，不必顺手把油脂的烟点、各种油的差别、美拉德反应一起端上来〔这些化学说法以通行教材为准，待核〕。多送的那部分不是错，而是把路面变回了柏油——学生的"为什么"只有那么大，多出来的道理她接不住。

第三，不替学生问。AI最容易做的一件事是"你可能还想知道……"。这种追加推荐在信息服务里是贴心，在卡路里却是抢话。理论活着的标志是学生自己问出那个"为什么"；AI替她问了，那个"为什么"就不是她的了。路面激活这个读数——解卡后至少一次自发理论表达——就是用来看这一点的。如果AI总是抢先抛出问题，学生的自发表达会被挤掉，读数会下降，而教学报告上的"知识点覆盖率"却会很好看。这是我们要提防的一种假繁荣。

◆ 三、路面要接住下一个卡

路面不是一段孤零零的解释，它连接两个卡。第11章的形式语言里，ρ_i在k_i和k_{i+1}之间。这意味着AI铺路面时，要同时看两头：一头是刚刚解掉的那个卡，路面要从这里起步，用学生刚亮起来的判断做入口；另一头是下一个卡，路面要把学生送到那里，并且让他带着一点"这条道理也许下一步还用得上"的预感。

举个焊接上的构想场景。小周刚刚解掉"气孔"这个卡——他发现焊枪角度太大，保护气体没罩住熔池。路面从这里起步：保护气体为什么能防气孔，角度和距离怎样影响覆盖。这段道理够了，就停。接着，序列上的下一个卡是"咬边"——焊缝边缘出现凹槽。路面的末端不必讲咬边，但可以留一句："你刚才调角度的时候，注意一下焊缝两边的样子。"这一句不是回写口，也不是提前剧透，它只是把学生的注意力往下一段路的方向轻轻转了一下。

这种"两头都看"的能力，纸质教材很难有，因为编者不知道学生在哪里卡；老师有，但老师一个人看不过来一个班。AI在这里的长处是：它手里有失败序列图（院校主编交的），知道当前卡和下一卡分别是什么，可以为每个学生按他实际走到的位置送路面。但路面的内容——哪段道理配哪个卡——仍然要由院校主编来定。AI铺的是路，不是图。

◆ 四、同一段道理，三个人三条路

卡路是序列，而每个学生撞卡的位置不一定一样。第14章讲过不可逆：先解的卡改写后面的卡。这意味着同一段理论，对三个学生可能出现在三个不同的位置。

我们构想一个汽修班。三个学生都要学电动车控制器的基本原理。甲先卡在"车不走"，排查到控制器，路面在这里出现；乙先卡在"刹车断电开关"，在理解了"刹车信号会切断电机供电"之后，控制器原理顺着这条线自然出现；丙一路顺利，直到遇到"转把信号异常"才卡住，控制器的道理才在他那里出场。

如果按旧教材，三个人在同一天、同一节课、同一页上读同一段控制器原理——对甲也许刚好，对乙太早，对丙是柏油。AI按卡送路面，三个人在三个不同的时刻读到这段道理，每一次都是路面。

这里要守一条线：按需送达不等于"每个人一本私人教材、彼此毫无关系"。序列的骨架——根卡在哪里、卡的大致先后——是同一张失败序列图，由院校主编排定，经过颗粒度试验。AI变化的只是路面出现的时机，不是卡的骨架。否则就变成了第24章说的野藤：每个人随机地撞、随机地学，长出来的是个人的绕路技巧，而不是一门技术的判断结构。

这里还有一个小问题：学生一直不卡怎么办？丙一路顺利，控制器原理迟迟没有出场，他是不是就错过了这段道理？我们的看法是：一路不卡，说明要么他原有的动作结构已经够用，要么序列排得太松、根卡不在他的路上。前一种情况，这段道理晚一点出场无妨，他迟早会在更难的任务上需要它；后一种情况是教材的问题，要回到颗粒度试验去查——第8编自我否决条款里那句"整轮无人卡判无信息事

件"，说的就是这件事。AI不该为了让理论"按时出场"而去人为制造一个卡；路面等卡，不是卡等路面。

◆ 五、理论没有被降级

有一种担心说：把理论放到卡后面，是不是在贬低理论？职业教育会不会因此变成"只会动手、不懂原理"？

我们的回答是：恰恰相反。柏油式的理论表面上地位很高——放在第一章、占最多篇幅、考试考得最多——实际上没人走在上面。学生背下来、考完、忘掉，理论在他身上从来没有活过一天。路面式的理论表面上靠后，实际上每一段都被学生踩过、用过、问过"为什么"。第13章说理论在路面上"被耗尽"，耗尽的意思是它被用完了、被消化了，成了学生判断的一部分。

AI时代这一点更要紧。第2编讲过，知识容器式的教材被AI一秒钟做完，旧意义死亡。如果职业教育里的理论还停留在"背下来"的状态，它和AI比毫无胜算——AI背得更全、更准、更快。理论在人身上唯一不被AI替代的存在方式，就是成为人自己在卡后问出来、又被自己用掉的那段道理。所以把理论放到卡后，不是降级，是给理论在AI时代找到唯一的活路。

还要补一句给职校里教理论课的老师。按需送达以后，理论课会不会消失？不会，但它的样子要变。过去理论课是"先讲完再去实训"，以后更像是"实训里撞过卡的人回来对账"：一周里大家各自在工位上撞了哪些卡、各自问出了哪些"为什么"，理论老师把这些"为什么"收上来，讲清楚它们背后是同一条道理还是几条不同的道理。这时候讲的东西，每一句都有人在等。AI负责在工位上把零碎的路面一段段送到，理论老师负责把零碎的路面连成一张学生自己走过的地图。前者AI做得比人好，后者需要一个懂这门技术、又见过这批学生撞卡的人。

◆ 六、林老师的第三本讲义

上一章林老师从"写讲义的人"变成了"写口簿的人"。在我们构想的场景里，他后来又做了一件事：把两本讲义拆开。

他把每一段道理剪下来，问自己一个问题：这段道理，学生在撞了哪个卡之后会想知道？有的段落他一下就找到了位置——"人在水里为什么能浮起来"，放在学生第一次放松、发现自己没沉下去之后；有的段落他找了很久找不到位置，最后承认，这段道理没有一个卡会让学生想问，它只是他自己觉得重要。

这些找不到卡的段落，他没有扔，而是放进了一个"备用路面"的文件夹里，交给AI：学生如果主动问到，就送；学生不问，就不送。这样，他的两本讲义变成了第三本——一本按卡排的路面簿。它和口簿放在一起，交给AI去铺、去守。

林老师说过的那句"都写对了，学生还是不会"，到这里有了答案：写对的东西没有错，错在它们出场的位置。AI不负责让道理更对，它负责让对的道理出现在学生刚好需要它的地方。

> 带走的话
>
> 同一段道理，放在卡前是柏油，放在卡后是路面；AI的本事不是讲得更全，而是讲得更晚、更短。理论在AI时代唯一不被替代的活法，是成为学生自己在卡后问出来、又自己用掉的那段道理。

小账

卡：AI随叫随到，容易把理论送得太早、太满、替学生先问，铺成更宽的柏油。

路：不在卡前送、不一次送满、不替学生问；路面接住上一卡、指向下一卡，骨架由人排，时机由AI按人送。

第 31 章

复合体的读数：撤AI独立完成率

这一章的问题：前四章把AI在卡路上的位置排好了：捞卡、守口、铺路面，不替人卡。可是这些话说得再清楚，也只是主张。怎么知道一个用了AI的班级，养出来的是会修自己判断的人，还是离了AI就动不了手的人？本章提出一个新读数——撤AI独立完成率，专门测人机复合体有没有养出依赖。它怎么测、怎么读、怎么防止它自己被玩坏？

◆ 一、复合体的老问题：分不清是谁在做

人机复合体有一个天生的麻烦：活儿做成了，你说不清是人做的，还是机器做的。

学车是最好懂的例子。一个学员在带倒车影像、自动泊车辅助的车上练了一个月倒库，每次都入得很正。他会倒库吗？不知道。也许他已经学会了看后视镜、找参照点、打方向的时机；也许他只是学会了盯着屏幕上那两条线。只要屏幕在，两种情况交出来的结果一模一样。第9章说的"自动挡开久了不会坡起"也是同一个结构：在复合体里，人的能力被机器的能力盖住了，看不出来。

旧教材时代没有这个麻烦，因为学生的作品就是学生的。AI时代，一份漂亮的作业、一条合格的焊缝、一次顺利的排故，都可能是复合体的产物。如果读数只看结果，它量到的是复合体的能力，而不是人的能力。这对职业教育是一个根本性的问题：学校发的毕业证，是发给人的，不是发给人加AI的。

前面第8编那几个读数（D_FB-RE、R_B、T_ret、路面激活），量的是教材和卡的关系，没有专门处理"AI在场"这个变量。所以第6编要补一个读数。

◆ 二、读数的定义：撤掉，再做一次

撤AI独立完成率的思路非常朴素：在一段用AI辅助的卡路训练之后，把AI撤掉，让学生独立完成一个同类的新任务，看他能不能完成。

我们给它一个名义定义：在同一技术、同一阶段的训练结束后，给受试学生一项与训练任务同类、但未曾做过的独立任务；任务过程中不提供任何AI辅助（包括口簿送达、路面送达、提示与纠正）；在规定时间内，按行业主编的三档容忍度表判为"合格"或"返工以内"的人数，除以受试总人数，即为撤AI独立完成率。

这里有几处要说明。"同类但未曾做过"——如果撤AI以后做的是一模一样的任务，量到的可能只是记忆；必须换一个同类的新任务，比如换一辆毛病不同的电动车、换一种板厚的焊件、换一道火候要求不同的菜。"按三档容忍度表判"——不用老师的印象分，用行业主编封好的阈值，这样不同班级、不同学校的读数才有可比的底子。"返工以内"——第15章说低代价是卡进入教材的前提，撤AI的任务也一样，失败了能返工就行，判废品的那一档要单独记下来。

这个读数和全书可错预言②是同一件事的两面。预言说：AI全程平滑代办训练的学生，撤掉AI后首次独立任务失败率高于卡路组。撤AI独立完成率就是用来检验这个预言的那把尺子。

◆ 三、两组对照：平滑代办组与卡路复合组

光有一个数字不够，读数要在对照里才有意义。我们构想的检验设计如下（〔未执行〕，以下是可执行方案，不是结果）。

两组学生，学同一门技术的同一阶段，起点水平相近。平滑代办组：AI全程在场，学生一有停顿AI就提示，一有偏差AI就纠正，能提前提醒的就提前提醒——这是今天最容易出现的那种"AI辅助教学"。卡路复合组：AI按第27至30章的分工在场——捞来的卡排进序列，口在卡后送，路面按需送，不替学生撞卡。训练结束后，两组都撤掉AI，做同一项同类新任务，算撤AI独立完成率。

同时记几个辅助读数：训练期间两组的作品合格率（看复合体的能力）；撤AI任务中的D_FB-RE等价物（学生卡住后，多久能自己找回方向）；撤AI任务中的T_ret（卡住后多久回到任务）。

我们的预期是：训练期间，平滑代办组的作品合格率不低于、甚至高于卡路复合组——因为AI帮得多；撤AI以后，平滑代办组的独立完成率低于卡路复合组。两个数字一高一低的那个"剪刀差"，就是依赖的量。

读数	平滑代办组（预期）	卡路复合组（预期）	剪刀差说明什么
训练期作品合格率	较高	相近或略低	复合体能力，不等于人的能力
撤AI独立完成率	较低	较高	人身上留下了多少判断
撤AI任务中卡后自我回写时间	较长或回不来	较短	学生会不会修自己的判断

这张表里全是预期，没有一个数字，因为这个对照还没有做。表的意义在于：它把"AI养出依赖"这件事从一个担忧，变成了一个可以被现实证伪的命题。如果做下来两组撤AI独立完成率没有可信的差异，那么本编关于"AI不能替你卡"的论证在这一块就站不住，全书可错预言②落空，按导读里立下的规矩，我们的范式作废。

◆ 四、撤多少、撤多久

撤AI这件事看上去简单，实际要定几个细节，否则读数会被做坏。

撤多少？要撤干净。有一种半撤的做法：撤掉AI的语音提示，但留着屏幕上的参照线；或者撤掉实时纠正，但允许学生自己去问AI。这样测出来的不是"独立"，是"少一点AI"。我们主张撤AI任务里AI完全不在场。至于"允许学生自己去查资料"——查书、问同学——可以单独设一个档，但要和完全独立分开记。

撤多久？撤AI任务不宜太长，太长就变成了一次新的训练；也不宜只测一次。我们建议同一批学生在训练结束后测一次，过一段时间（比如几周）再测一次。第

一次看人身上留下了什么，第二次看留下的东西稳不稳。这也和第8编的自我否决条款相接：7天重测信度低于0.70，就判这个读数不稳，不能拿来下结论。

什么时候撤？不是训练结束才撤。卡路复合组在训练过程中本来就应该有"撤AI段"：每过几个卡，安排一小段AI不在场的独立任务。这不是为了测量，而是卡路本身的一部分——它让学生知道，AI是复合体的组件，不是他的拐杖。平滑代办组之所以容易养出依赖，一个原因就是从头到尾没有这样的段落。

◆ 五、这个读数自己也会被玩坏

每个读数都有被玩坏的可能，撤AI独立完成率也不例外。我们先把三种玩坏的方式说出来。

第一种：把撤AI任务做得太简单。只要任务足够容易，谁都能独立完成，读数就失去区分力。防法是：撤AI任务的难度由行业主编按三档容忍度表定，并且至少包含序列里的一个根卡——没有根卡的独立任务，不算数。

第二种：考前突击撤AI。如果这个读数被拿去考核，学校最可能的反应是：平时全程AI，考前两周集中做无AI训练，把读数刷上去。这样测到的是突击效果，不是卡路的效果。这正是第9编要讲的"计件化的反噬"。我们在这里先表态：撤AI独立完成率和全书其他读数一样，不进考核；它是教材编写者和教师用来校正自己的镜子，不是用来给学校排名、给老师发奖金的指标。

第三种：读数和别的东西是一回事。如果撤AI独立完成率和"训练时长""练习题数"高度相关——比如相关系数超过0.85——那就说明它没有带来新信息，只是"练得多"换了个名字。按第8编的自我否决条款，这种情况判"改名无增量"，这个读数要被撤下来。

我们把这三种玩坏的方式先写在这里，就是为了让后来使用这个读数的人知道：它不是一个可以随手拿来用的分数，它有自己的使用条件和自我否决条件。

◆ 六、复合体不是越少AI越好

最后要防一个反向的误读：既然撤AI独立完成率这么重要，是不是AI用得越少越好？

不是。本编的立场从第27章开始就很清楚：AI在AI时代是必要件。一个从来不用AI的学生，撤AI独立完成率当然不会因为"撤"而下降，但他在真实工作场景里会面对另一种失败——不会用AI去捞信息、查参数、找回写，在复合体里站不住位置。读数要测的不是"有没有AI"，而是"AI在不在它该在的那一格上"。

所以我们构想的完整画面是两个读数一起看：训练期复合体的作品合格率，和撤AI独立完成率。前者高、后者也高，说明AI站对了格——它帮学生做成了事，同时没有替学生撞卡；前者高、后者低，说明AI站错了格，替人卡了；前者低、后者也低，那是另一个问题，要回到前面去查卡排得对不对、口配得好不好。

还要说明一点：撤AI独立完成率量的是人，不是给人下结论。某个学生撤AI以后没完成，不说明他"不行"，只说明在这一段训练里，AI可能替他接住了太多本该他撞的卡。读数指向的是教材和AI的站位，回到第27至30章去查：卡是不是捞偏了，口是不是送早了，路面是不是铺满了。它是一面照教材的镜子，不是一张贴在学生身上的标签。

一句话：好的复合体，是人在里面越来越会修自己的判断，而AI在里面越来越清楚自己不该伸手的地方。撤AI独立完成率，就是每隔一段时间把手松开，看看人自己还站不站得住。

> **带走的话**
>
> **复合体做成了事，不说明人会做；把AI撤掉再做一次，才看得出人身上留下了什么。训练期合格率和撤AI独立完成率之间的剪刀差，就是依赖的量。**

小账

卡：复合体的能力盖住人的能力，结果读数分不清是谁在做；读数又容易被简化、突击、改名玩坏。

路：撤干净、换同类新任务、含根卡、按三档阈值判、隔期重测、不进考核，两组对照写成可证伪的检验设计。

第 32 章

AI生成假卡的风险，怎么防

这一章的问题：第27章让AI去捞真卡，这一章要讲它的反面：AI也最会造假卡。让一个大模型"列出焊接初学者最常见的十个错误"，它几秒钟就能交出一份条理清楚、术语准确、看上去无懈可击的清单——可这份清单是从哪里来的？是真实失败记录，还是"失败应该长什么样"的想象？假卡进入教材，比没有卡更坏。AI时代的假卡长什么样，凭什么识别，又该在哪一道关口拦下？

◆ 一、一份太漂亮的清单

我们构想一个场景。某位老师要编一本焊接入门教材，赶时间，他让AI写出"初学者焊接常见错误及纠正方法"。AI交出一份清单：电流过大导致烧穿、焊速过快导致未焊透、角度不当导致咬边、保护气体不足导致气孔……每一条都有原因、有表现、有纠正，语言规范，排版整齐。老师把它稍作修改，放进了教材的每一章末尾，标题叫"常见问题"。

这份清单错了吗？单看每一条，几乎都没错，都能在通行的焊接资料里找到对应〔待核〕。它的问题不在对错，在来源和顺序。

来源：它不是从任何一个真实的实训班、真实的质检日志里数出来的，它是从"关于焊接错误的文字"里归纳出来的。它告诉你的是"人们通常怎么写焊接错误"，而不是"这批学生在哪里卡住"。顺序：它把错误按工艺参数排列（电流、速度、角度、气体），这是教科书的分类法，不是学生撞卡的先后。小周真正的第一卡，可能根本不在清单里——也许是"引弧时手抖、不敢靠近"，一个心慌的动作，不是一个参数的错误。

第3编定义过：真卡的来源可追溯到真实失败记录，假卡来自编者想象。AI生成的这份清单，就是一种新型的编者想象——一个读过海量文字的编者的想象。它比单个编者的想象更全、更规整、更有说服力，所以也更危险。

◆ 二、假卡为什么比没有卡更坏

没有卡的旧教材，最多是一条糖路：学生顺滑地读完，到了现场才撞上真卡，撞得手忙脚乱。这是坏，但学生至少是在真卡上被逼停的。

有假卡的教材更坏，坏在三处。

第一，它占了位置。教材在第37页写了"这里你可能会咬边"，学生卡在了第29页一个没写的地方。D_FB-RE是无穷大——卡在了教材没写的动作上。可是因为教材"已经写了卡"，编者和老师会以为卡的问题已经处理了，不会再去找学生真正卡在哪里。假卡把找真卡的动力也消灭了。

第二，它给了错的回写口。假卡配的回写口，是针对想象中的失败写的。学生如果恰好卡在了一个和假卡名字相同、形态不同的地方，照着回写口做，可能离开了断点，却走向了错的方向。比如同样叫"气孔"，学生的气孔来自工件表面有油污，教材的回写口却只说"调整保护气体流量"。T_ret看起来不长，学生回到了任务，却带着一个错的判断继续往前。

第三，它训练学生"背卡"。一份整齐的错误清单，最适合背诵。学生会背"咬边的原因是电流过大、角度不当"，考试也许能答对，但在现场看见焊缝边上那道凹槽时，仍然不知道是哪一个原因、先查哪一个。第40章会专门讲"背卡的学生"——那是假卡在学生身上留下的病。

◆ 三、AI假卡的四个指纹

怎么认出一张卡是AI想象出来的？我们总结了四个指纹。它们不是定理，是编者自查时可以用的提示。

第一个指纹：说不出出处。问这张卡"你是从哪里来的"，答不出某一类维修单、某一段日志、某一次试做的记录。第27章给捞卡定的第二条边——只捞可追溯的——就是用来防这一条的。

第二个指纹：按知识分类排列。假卡清单往往按学科体系排（材料、参数、设备、安全），真卡序列按学生撞卡的先后排（先慌、后僵、再乱）。一份卡单如果读起来像教科书的目录，多半是假卡。

第三个指纹：没有"判断层"。AI想象的失败多数落在理解层（"不知道电流和熔深的关系"）和操作层（"设备参数设置错误"），很少落在判断层（"知道要压低角度，但不知道压到什么程度算够"）。原因不难理解：判断层的失败最难用文字描述，在文字里留下的痕迹最少，所以从文字里归纳出来的卡也最缺这一层。而第21章说过，判断层最贵。一份没有判断层卡的清单，恰好漏掉了最贵的部分。

第四个指纹：没有"低代价"的标注。真卡在企业主编的失败原料单上，是带着"失败形态、高发条件、安全条件"进来的；AI想象的卡往往只有"错误—原因—纠正"三栏，不说这一卡学生撞了要付出什么代价、在什么条件下能安全地撞。没有代价标注的卡，不能判断是不是"有糖的卡"，也不能判断该不该降格成模拟。

◆ 四、三道闸：来源、试做、判别式

防假卡，不能靠"别用AI"。第27章讲了，没有AI，真卡很难被捞齐。要做的是在卡进入教材的路上设闸。我们构想三道闸，正好落在三主编链上。

第一道闸：来源闸，在企业主编这一棒。每一条进入失败原料单的卡，要附上来源类别（哪一类单子、日志、录像、老手口述）。AI可以帮着归并和排序，但不能凭空加卡。AI自己生成的"可能的失败"，可以作为提示放在一栏"待查"里，交给企业主编去现场核对——找到真实记录的，移进原料单；找不到的，留在"待查"，不进正文。这一条和第27章"AI是第四棒接口，不替任何一棒签字"是一回事。

第二道闸：试做闸，即颗粒度试验。第35章会把它写全，这里只说它和假卡的关系。第一单元草案成稿后，找3到5名真实水平的学生试读试做，三主编同场看他们卡在哪里、卡在哪一层。假卡在这里最容易露馅：学生根本没在那里卡，或者卡了但卡的形态和教材写的不一样。颗粒度试验是全链唯一"零浮时"的工步，原因之一就在这里——它是假卡和真卡第一次正面相遇的地方。

第三道闸：判别式闸。第8编的判别式1：真实首卡与预设卡的重合率R_B，大于等于0.60判真卡，小于0.33判假卡，介于两者之间判"待校卡"，必须再做一轮颗粒度试验后重判。这个判别式对AI生成的卡同样适用，而且更要严格执行——因为AI生成的卡"看上去太像真的"，人的直觉判断容易放过它，只有让学生真实地走一遍、数一数，才能把它和真卡分开。

三道闸里，AI可以在每一道上帮忙：在来源闸上归并来源，在试做闸上标出录像里的停顿，在判别式闸上算重合率。但每一道闸的"放行"，都是人签的字。

◆ 五、更隐蔽的一种：AI把假卡"写回"成真卡

还有一种假卡风险，比上面几种更隐蔽，我们单独说一下。

设想这样一个循环：AI生成了一份卡单，编进了教材；学生用这本教材学习，在教材标出的卡上"卡住"——不是因为他真的在这里失效，而是因为教材告诉他"这里很难，要小心"，他放慢了、紧张了、停了一下；这些停顿被记录进实训日志；下一轮，AI又从这些日志里捞卡，发现"果然学生在这里卡住"，于是这张卡被确认为真卡。

这是一个自我应验的循环：假卡通过教材制造了真停顿，真停顿又回过头来证明假卡。时间一长，日志里满是"教材说难所以停一下"的记录，真正的根卡反而被淹没了。

防这种循环，我们构想两个办法。一是逆序测试，第38章会写成证伪条款之一：把一部分学生的教材卡序打乱、甚至隐去卡的标注，看他们的真实首卡是否仍然落在原来的位置。如果隐去标注以后，学生不再在那里卡，说明那张卡是教材"制造"出来的。二是留一支"无标注观察组"：每一轮更新卡单时，都有一小组学生用没有卡标注的材料做同样的任务，他们的停顿记录作为捞卡的"干净水源"，和有标注组的记录分开数。

第38章里还有一条"真卡时效"：真卡会随设备、工艺、学生来源的变化而过期。AI时代这一条更要紧——AI改变了学生的起点，学生的卡会挪地方。全书可错

预言①说的正是这件事：知识问答类AI普及以后，真实首卡会越来越落在教材未标处。所以卡单不是一次捞完就永远有效，要定期回到干净水源重新捞。

◆ 六、叶工的"严禁"和AI的"注意"

最后讲一个相关的构想场景。叶工是行业协会标准委员会的成员，习惯写"严禁"。他看到AI生成的那份错误清单，说："这个好，每一条后面加个'严禁'，就是一份规范了。"

第4编讲过，"严禁"没有附三档容忍，差异场就被冻死。AI生成的假卡清单，再配上没有阈值的"严禁"，是一个很坏的组合：卡是想象的，界线是一刀切的，学生拿到的是一份既不知道自己会在哪里卡、又不知道卡到什么程度还能返工的清单。他唯一能做的，是怕。

叶工这一棒真正该交的，是《合格／返工／废品三档容忍度表》：咬边深到多少算合格、多少要返工、多少直接废掉，再加上"一出现就直接返工"的那几条硬约束。第34章会讲这一棒的交付形状。AI可以帮叶工把各处现有的标准条文归拢起来，但阈值要由他封；AI可以帮他把"严禁"改写得更通顺，但改写得再通顺，没有阈值的"严禁"仍然是一句冻死差异的话。

假卡的根子，不在AI，在于有人想用一份看起来完整的清单，代替那份需要到现场去数、去试、去签字的工作。AI只是让这份清单变得前所未有地便宜、前所未有地漂亮。防假卡的办法因此也不在AI身上，而在链上：每一棒都不接上一棒不达标的交付，不管那份交付是人写的还是AI写的。

> **带走的话**
>
> AI写出的错误清单越漂亮，越要问一句：它是从哪个学生的手上数出来的？假卡比没有卡更坏：它占了真卡的位置，给出错的口，还教学生背卡。

小账

卡：AI几秒造出规整的想象卡单，按知识分类、缺判断层、无代价标注，甚至通过教材自我应验成"真卡"。

路：来源闸、试做闸、判别式闸三道设在三主编链上；逆序测试与无标注观察组守住干净水源；每道闸的放行由人签字。

第 七 编

三主编链与颗粒度试验

编 序

这一编三章，讲教材由谁来编、怎样编。第33章区分并排签字与链式交接：翻开第一章有没有真实失败清单，就知道是哪一种。

第34章逐件写三棒交付形状——企业的失败原料单、院校的失败序列图、行业的三档容忍度表，并给AI留出第四棒接口：AI递东西，人签字。第35章讲颗粒度试验：卡在哪一层就是哪一棒的错，它是全链唯一不能快的工步。

第 33 章

并排签字与链式交接：翻开第一章就知道

这一章的问题： 一本职教教材的封皮上印着三个主编的名字——企业的、院校的、行业的。名字排得很齐，看上去产业、学校、标准三方都到了场。可学生翻开第一章，读到的仍然是"熟悉水性""认识设备""安全须知"。三个人都签了字，为什么书里还是只有一套语法？问题不在人不够，而在三个人是怎么站的：是并排站成一排签字，还是首尾相接站成一条链。这一章要讲清楚这两种站法的区别，并给出一个任何人都能用的判别——不用开会，不用查档案，翻开第一章就知道。

◆ 一、一排椅子：三个名字是怎样缝进同一封皮的

先描一张最常见的图。这是我们构想的场景，不对应任何具体的编写组。

编委会第一次开会，三把椅子摆成一排。企业来的代表说，我们这行最要紧的是标准流程，流程我来写；学校来的老师说，学生基础弱，概念要先讲清，理论部分我来；行业协会来的委员说，安全和规范不能出错，每一章后面我加"注意事项"。分工很快定下来，每个人领走几章，约好一个交稿日期。到了日子，三份稿子交上来，由一位编辑把它们排进同一个目录，统一字体，统一页眉，送印。

这个过程里没有人偷懒，也没有人写错。企业写的流程是对的，老师写的概念是对的，委员写的禁令也是对的。但三份稿子之间没有一根线：企业的流程不知道老师在前面讲了哪些概念，老师的概念不知道企业的流程会在哪一步出岔子，委员的禁令不知道它要拦住的是哪一种具体的失败。三个人坐在同一排，面朝同一个方向，谁也没有回头看过另外两个人交出来的东西。

我们在第4编说过，旧教材的病根是"科学教材＋实习"之间那个加号——两套互不认识的语法缝进同一封皮，装订线里没有人写页。三主编制本来是想把这道缝补上的：让产业的人来、让标准的人来，总该有人写那一页了吧。结果，三把并排的椅子把一个加号变成了两个加号。企业那份是一套语法，学校那份是一套语法，行

业那份又是一套语法，三套语法在目录里排队，彼此仍然不认识。封皮上的名字多了，裂缝也多了一道。

这就是"并排签字"：每个人对自己写的那一块负责，签字的意思是"我这一块没问题"。没有人对接缝负责，因为在这种站法里，接缝根本不属于任何人。

◆ 二、一条链：下一棒只接"形状"

链的站法不同。链里每个人只做一段，但他的这一段，是下一个人的原料。企业主编交出的东西，院校主编拿去才能开工；院校主编交出的东西，行业主编拿去才能封口。三个人不是面朝同一个方向坐着，而是一个接一个地传递一件东西，这件东西每经过一个人，就变一次形状。

在卡路的三主编链里，这件东西的变形是这样走的。企业主编从真实现场里把失败捞出来，交一份失败原料单：哪个任务、出过什么岔子、岔子长什么样、在什么条件下最容易出、出了有没有安全后果、老师傅当场怎么喊的。这一棒交的是"生的"失败，还没排队，也还没有教学的样子。院校主编接过这份原料，做两件事：排出学生该先撞哪一卡、后撞哪一卡，再在每一卡旁边配上回写口。他交出的是一张失败序列图。行业主编接过序列图，只封一件事：每一卡怎样算过、怎样算返工、怎样算废品，以及哪几个动作一出现就直接返工、不给试错。他交出的是三档容忍度表和一份硬约束。三份交付物的具体样子，下一章逐件讲。

链和并排最根本的区别，只有一句话：上一棒交付的形状不达标，下一棒不接。

注意这里说的是"形状"，不是"质量"，也不是"态度"。企业主编交来一份写满"规范操作""严格按流程"的文件，内容再正确，形状不对——那不是失败原料单，是流程说明书——院校主编不接。院校主编交来一份按知识点排的章节大纲，逻辑再清楚，形状不对——那上面没有卡，卡旁没有口——行业主编不接。行业主编交来一页"严禁""必须""不得"，措辞再严谨，形状不对——那上面没有三档，只有一档——前两棒一起退回。

为什么要按形状验收，而不是坐下来讨论好不好？因为讨论"好不好"永远可以各说各的。企业说流程是行业最宝贵的经验，老师说概念不清学生学不进去，委员说安全无小事——每句话都对，每句话都推不动任何事。形状不一样，形状是能看见的：这张单子上有没有"失败名"这一列？这张图上每个卡旁边有没有一条回写指令？这张表上每一项有没有三个档？有就是有，没有就是没有，不用争。

链还有一个并排没有的东西：拒收权。在并排里，没有人有资格拒收别人的稿子，因为别人的稿子不是你的原料，你拒收它干什么？在链里，拒收是每一棒的本分。你不拒收一份形状不对的原料，你自己这一棒就只能凭想象往下做；凭想象做出来的东西，到了学生手里会变成假卡——这一点第6编讲AI生成假卡时已经提过，人凭想象生产假卡，一点也不比机器少。

用技术发生的三段来说：企业捞失败，是让差异和碰撞在现场里乱撞出来（混沌碰撞）；院校排卡序，是让乱撞出来的东西排出队、接上口（自组织）；学生沿着这条队撞过去、每一卡都被回写，最后成了一个会修自己判断的人（涌现）。三段缺了哪一段，技术都发生不起来。并排签字的毛病，是三段都在，但三段不相连——混沌碰撞的东西没有交给自组织，自组织出来的东西也没有经过阈值的封口。三段各自发生，等于都没有发生。

◆ 三、翻开第一章：两条判别

链成没成立，编委会自己说了不算，封皮上的名字说了也不算。好在链的每一棒交付物，都会在教材里留下肉眼可见的痕迹。所以判别不需要进编委会，只需要翻书。

第一条判别：看第一章有没有真实失败清单。

链的第一棒是企业主编交失败原料。如果这一棒真的交了，教材第一单元就一定会出现失败的影子：一个具体任务，学生在这个任务上最常卡在哪儿，卡住时是什么样子，代价多大，旁边写着往哪走。反过来，如果第一章以"熟悉水性"开头，以"认识设备"开头，以"了解本专业发展历史"开头——那么不管三方开过多少次会，企业主编从来没有交过失败清单。道理很简单：一份真实的失败清单交到院校

主编手里，他不可能再把第一章写成"熟悉"两个字。"熟悉"是一个没有卡的动词，它不告诉学生会在哪里摔，也不告诉学生摔了往哪走。只有手里没有失败清单的人，才会用"熟悉"来填第一章。

我们构想一个场景，请林老师来试这条判别。林老师写过两本游泳讲义，自觉都写对了。他翻开自己的第一本，第一章叫"水性概述"，第一节叫"熟悉水性"，讲水的浮力、讲人体密度、讲放松的重要性。他愣了一下：这里面每一句都对，可哪一句是从学生真实的失败里来的？他想起每学期第一节课都会看到的那一幕——学生站在齐胸深的水里，一低头埋脸就猛地站起来，抹一把脸，再也不肯低头。那一幕在讲义里一个字都没有。他写讲义时心里装着的是"游泳该怎么学"，不是"学生在哪里卡住"。游泳的五种卡和根卡"慌"在第4编第16章已经拆过，这里不重复，只说一句：林老师的讲义里没有它们，不是因为他不知道，而是因为他写讲义的那张桌子上，从来没有摆过一份失败清单。

再请老韩来试。老韩不写教材，但修了二十多年车，见过不少汽修教材。他翻开一本，第一章是"认识汽车构造"，第一节是"发动机的组成"。他说："这不是第一章，这是目录的目录。学徒进厂第一天，我不会让他认识发动机，我让他听。一台车开进来，你先别看书，听声音——哪儿响、怎么响、什么时候响。他听不出来，这就是他第一个卡。"老韩这句话里，已经有了一条失败原料：任务行是"接车初判"，失败名是"听不出异响位置"，老手纠正语是"你先别看书，听声音"。可这本教材的第一章里没有它，因为写第一章的人不认识老韩，老韩也从来没被请去交过一张单子。

第二条判别：数一数每一处"严禁"有没有附三档容忍。

链的第三棒是行业主编封阈值。如果这一棒真的按形状交了，教材里每一个关键动作旁边都会有三个档：做到什么样算合格，做到什么样要返工，做到什么样就是废品。如果书里到处是"严禁""必须""不得"，却没有一处写明合格在哪、返工在哪、废品在哪——那么行业主编交的是禁令，不是阈值。

为什么只有禁令不行？禁令只有一条线：线这边是对，线那边是错。学生站在线这边时，不知道自己离线还有多远；跨过线时，已经是错了，没有中间地带让他试、让他回、让他调整。三档容忍恰恰给出了中间地带：返工档就是那块"可以错、错了能回来"的地方。我们在第3编说过，低代价是卡进入教材的道德前提，有糖的卡必须是可局部承受的卡；返工档就是行业主编为有糖的卡留出的场地。一本只有"严禁"没有三档的书，等于把这块场地封死了——差异无处发生，卡也就无处安放。我们把这种状态叫作"差异场被冻死"。

两条判别加起来不过几分钟。它们不评价哪位主编水平高低，也不评价哪个编写组用不用心，只看一件事：链的第一棒和第三棒，有没有在书里留下它们该留的形状。一本教材的封皮可以印着三个名字，但链是否成立，翻开第一章就知道。

◆ 四、为什么并排那么舒服

如果链这么好认、并排这么容易露馅，为什么并排签字仍然是最常见的站法？这里不去评价任何具体的政策文件或机构，只讲站法本身带来的舒服。

第一种舒服：每个人都守着自己的语法。　企业的人习惯写流程，因为流程是他们在现场传经验的方式；老师习惯写概念，因为概念是他们在课堂上讲课的方式；协会的人习惯写禁令，因为禁令是他们在标准文本里管事的方式。并排的站法允许每个人用自己最熟的语法写自己最熟的东西，谁也不用学别人的语言。链则逼每个人改语法：企业的人要把"流程"改写成"失败"，老师要把"概念"改写成"卡序与回写口"，协会的人要把"严禁"改写成"三档"。改语法是疼的。

第二种舒服：没有人会被退稿。　在并排里，稿子交上去就算完成，没有人有资格说"你这个形状不对，我不接"。在链里，退稿是常态。企业代表平时在厂里说了算，到编委会被一位老师退回来一句"你交的是流程，不是失败"，面子上不好受；老师平时在讲台上说了算，被协会委员退回来一句"你这张图上卡旁边没有口"，也不好受。并排把所有人的面子都保住了。

第三种舒服：代价落在看不见的地方。　并排签字的代价不落在任何一位主编身上，它落在学生身上——学生拿到一本有三个名字、却只有一套语法的书，第一

章"熟悉"，第二章"认识"，第三章"注意"，然后进了车间，在书里从没写过的地方第一次卡住。这个卡没有人预先指认，旁边也没有回写口，学生要么硬撞过去长出野藤，要么停在那里认定自己"不是这块料"。这个代价是真实的，但它发生在教材出版之后，发生在编委会解散之后，发生在三位主编看不见的车间角落。

三种舒服叠在一起，并排就成了阻力最小的站法。链要逆着这三种舒服走：要每个人改语法，要把退稿变成礼节，要把学生的代价提前搬回编委会的桌上来——这最后一件，就是第35章要讲的颗粒度试验。

◆ 五、退回的礼节

链能不能立起来，很大程度上取决于"退回"能不能变成一件平常事。下面这张表把两种站法放在一起比，读者可以拿它对照手边任何一个编写组的运作。

对照项	并排签字	链式交接
每人交什么	自己负责的几章正文	一件给下一棒用的交付物（原料单／序列图／容忍度表）
签字的意思	"我这一块没问题"	"我这一棒的形状达标，可以交给下一棒"
谁对接缝负责	没有人	接棒的人，用拒收来负责
能不能退稿	不能，退了伤和气	必须能，形状不达标就不接
企业的人写不写正文	写，写流程	不写，只交失败原料
老师采不采集失败	凭经验想出来	不采集，只排队、配口
协会的人写什么	"严禁""必须"	三档容忍度与少量硬约束
学生在哪里第一次见到卡	车间里，书上没写的地方	书上指认过的地方，旁边有口

表里最难做到的是第四行。我们设想过几条让退回变得不伤人的做法，供编写组参考，它们都是构想，没有经过检验。

其一，先约形状，再分人。第一次开会不分章节，先把三件交付物的样式摆出来，三方一起看：失败原料单有哪几列，失败序列图怎么画，三档容忍度表长什么

样。形状事先约定，退回时就只是对照样式说"这一列空着"，而不是评判对方的水平。

其二，退回时只说缺了哪一列。不说"你写得不好"，只说"失败形态这一列没填""第三卡旁边没有回写口""这一项只有严禁，缺返工档"。退回的话越像核对清单，越不像吵架。

其三，允许退回走两个方向。下一棒可以退上一棒，上一棒也可以问下一棒"你要的形状到底是什么"。院校主编拿到失败原料单，发现"高发条件"一列写得太笼统，没法据此排卡序，他可以退回；企业主编也可以反问："你说的高发条件要细到什么程度？给我一个样子。"退回是一次对话的开头，不是对话的结束。

其四，把第三棒的退回权交给前两棒合起来用。行业主编交来的如果只有"严禁"，企业主编和院校主编一起退回。这一条之所以要两人合用，是因为协会的人在标准问题上往往说话最有分量，单靠一位老师去退，退不动；企业和学校一起说"这一项我们需要返工档，不然学生没有地方错"，才有分量。

做到这几条，退回就从一件得罪人的事，变成一件守规矩的事。链的每一个接口都有人把关，接缝就不再是装订线里那一页没人写的白纸。

最后说一句容易被误会的话：链式交接不是让三方各干各的、更少见面。恰恰相反，链要求的交流比并排多得多，只是交流的东西变了——并排时，三方交流的是进度和措辞；链式时，三方交流的是形状和失败。并排的会开得和气，因为谈的都是对方无法反驳的大词；链的会开得有点硬，因为摆在桌上的是一张张能看出缺口的单子。硬一点不要紧，硬的地方，就是学生将来不必在车间里独自硬撞的地方。

◆ 六、链最容易断在哪三处

链立起来以后，也不是一劳永逸。根据它的结构，我们预先指出三处最容易断的地方，便于编写组提前设防。这三处都是推断，不是观察结果。

第一处，第一棒交成了"好看的失败"。企业代表被要求交失败清单，最自然的反应是挑那些说出来不丢人的失败：设备老化、材料批次不稳、客户要求临时变更。这些是真的，但它们是企业的失败，不是学徒的失败。学徒的失败往往难以启齿：手抖、看错、慌了、忘了一步、凭感觉蒙。老韩说得直白："厂里最多的返修，不是零件坏了，是人拧的时候心里没底。"失败原料单如果只收前一种，院校主编排出来的卡序就会全是"设备卡""材料卡"，而学生真正会撞上的"心里没底"一张也没有。防这一处的办法，是在原料单上要求每条失败都写明"谁在做的时候出的"——是学徒、是熟手、还是设备自己。

第二处，第二棒把卡排成了知识点的顺序。老师接过原料单，很容易按自己熟悉的知识体系来排：先讲原理的那几卡放前面，涉及综合判断的放后面。这样排出来的序列，看着是卡，骨子里还是集合——卡与卡之间不互相改写，顺序换一换也不影响什么。第3编说过，带口卡序列是不可逆的，先解的卡要改写后面的卡。检验一张失败序列图是不是真序列，可以试着把其中两卡对调：如果对调后学生的路线毫无变化，这两卡之间就没有序，只是并排摆着。

第三处，第三棒把阈值封成了"标准答案"。行业主编被要求写三档，可能会把合格档写成一组精确数值，把返工档和废品档写成"不在合格范围内"。这样的三档，实际上仍然只有一条线。返工档必须单独写出它的样子：偏到什么程度、偏在哪个方向，还能回来；而废品档要写出"回不来"的那条界。叶工这样习惯写"严禁"的人，最容易在这里卡住——这正是下一章要请他出场的原因。

三处断点有一个共同的地方：断的那一棒，交出的东西都"差不多是那个形状"。差不多，是链最大的敌人。它让下一棒觉得可以将就接下，于是形状的偏差一棒一棒累积，传到学生手里时，已经是一本封皮上有链、书里仍是并排的教材。

带走的话

三个名字并排，是三套语法排队；三个名字成链，才是一件东西被传成形。链和并排的全部区别：上一棒的形状不达标，下一棒不接。翻开第一章——看有没有失败，看"严禁"旁有没有三档。

小账

卡：三把并排的椅子把一个加号变成了两个加号；没有人对接缝负责。

路：按形状验收、拒收成为本分；两条判别——第一章的失败清单、"严禁"旁的三档容忍。

第 34 章

三棒交付形状：失败原料单、失败序列图、三档容忍度表，加AI第四棒接口

这一章的问题： 上一章说，链和并排的区别是"形状不达标，下一棒不接"。那么，形状到底是什么样？企业主编交的失败原料单有几列，每列填什么；院校主编的失败序列图怎么画，卡旁的回写口写到多细；行业主编的三档容忍度表怎么从"严禁"改出来——这些不说清楚，"按形状验收"就是一句空话。这一章把三件交付物逐件摆出来，以焊接为样例（焊接的卡本身在第20章已经拆过，这里只借它来演示表格的样子）。最后再加一个接口：AI进来以后，它站在链的哪里，能递什么，不能签什么。

◆ 一、第一棒：一张不进正文的单子

企业主编交的东西，叫失败原料单。这张单子有六列：任务行、失败名、失败形态、高发条件、安全条件、老手纠正语。

任务行写的是一个现场真实存在的任务，用现场的叫法，不用教材的叫法。"平板对接平焊打底"是任务行，"焊接基础知识"不是。任务行的意思是：失败一定发生在某件具体的活上，脱离了活，失败就成了空话。

失败名是这一类失败在现场的名字。焊接里有夹渣、咬边、气孔、未焊透，这些名字师傅们天天在说。失败名的作用是让三棒说同一种话：企业说"咬边"，老师排卡时用"咬边"，协会封阈值时也用"咬边"，三份交付物靠这些名字对上号。

失败形态写这个失败出现时，眼睛能看见、耳朵能听见、手上能感觉到的样子。"焊缝边缘出现沿焊趾的凹槽"是形态；"焊接质量不合格"不是形态，它只是一个结论。形态这一列决定了后面的卡能不能被学生指认——学生得先认得出自己卡了，才谈得上回写。

高发条件写这个失败最容易在什么时候、什么情况下出现。电流偏大时，焊枪角度偏时，学生一着急加快运条速度时，新换一批焊材时。这一列最容易被写笼统，也最要紧，因为它是院校主编排卡序的依据：哪个卡先撞、哪个卡后撞，很大程度上取决于它在什么条件下出现。下一章会讲到，颗粒度试验里学生卡在操作层，几乎都要追回到这一列。

安全条件写这个失败出现时，有没有伤人、伤设备的风险，风险多大。这一列是给第三棒用的：有安全后果的失败，行业主编可能要把它划进"一出现就直接返工"的硬约束里，不让学生在它上面试错。

老手纠正语写老师傅当场看见这个失败时，嘴里冒出来的那句话。不是教材语言，是现场语言。老韩那句"你先别看书，听声音"，就是一条典型的老手纠正语。这一列是回写口最好的原料，因为它经过了无数次现场检验：它短，它能立刻照着做，它就在失败的旁边说出来——回写口的三个条件（可执行、邻近、开口），老手纠正语天然具备一大半。

失败原料单有一条铁规矩：它不进入教材正文。企业主编交了这张单子，他这一棒就完了，他不再动笔写教材的任何一页。为什么？因为企业最想写进教材的东西，恰恰是最不该写的——标准流程。流程是"对的路径"，它正是第2编讲的、AI一秒就能送到学生手边的那种东西。企业最不想写的东西，恰恰是教材最要抢出来的——那五到十种岔子、那些出过的丑、那些让师傅们皱眉的瞬间。让企业主编只交原料单、不进正文，就是逼他把力气全花在后一种上。

◆ 二、老韩交单：从一肚子故事到六列

单子的六列看着简单，真要一个老师傅填，并不顺手。我们构想老韩第一次被请去交原料单的场景。他的任务行选的是"电动车不通电故障排查"——修电动车这个例子第6编已经用过，这里只借它看老韩怎么填单。

老韩一坐下就开讲：有一回一个小伙子拆了半天控制器，最后发现是钥匙开关的插头松了；又有一回电池明明有电，车就是不走，是刹把断电开关卡住了……他讲了一个多小时，全是故事，一行也没填进去。院校主编在旁边听着，没有打断，

只是每听完一个故事，就问三句：这件事里，徒弟是哪一步做错的？他做错的时候，你从外面看得出来吗——他是什么样子？这种事一般在什么情况下出？

问到第三个故事，老韩自己摸出了门道。他说："那你这么问，我就明白了。徒弟最常犯的不是哪个零件不会修，是一上来就拆。车推进来，不先摸一摸、按一按、听一听，直接拧螺丝。拆完了才发现问题在外头。"院校主编把这句话拆开填：失败名，"先拆后查"；失败形态，"接车后不做外部检查即动手拆壳"；高发条件，"客户催得急时、徒弟刚学会拆某个部件时"；安全条件，"拆电池仓前未断电有触电与短路风险"；老手纠正语，"手先别动，钥匙拧一下，灯亮不亮？喇叭响不响？"

这一行填完，老韩看了半天，说了一句："原来我教徒弟的东西，是这么个样子。"他二十多年都在用这些话，却从没见过它们被排成一行。这正是失败原料单的另一层用处：它不只是交给院校主编的原料，也是老师傅第一次看见自己的经验长什么形状。经验在故事里是一团，在单子上才有了边。

老韩那天一共填了七行。第八个故事讲完，他想了想，划掉了——"这个是我自己年轻时犯的，现在的车早不这么设计了。"原料单要的是当下现场里还在发生的失败，不是老师傅的回忆录。哪些失败已经过时，第一棒自己最清楚，也只有第一棒有资格划掉。

◆ 三、第二棒：一张画出来的序列

院校主编接过原料单，交出的东西叫失败序列图。它不是一张表，而是一条路线：卡点一个接一个排下去，每个卡点旁边挂着一条回写口，两卡之间是理论路面。

画这张图，院校主编要回答三个问题。

第一，根卡是哪一个。　　原料单上可能列了十种失败，但其中往往有一种是"根"——它不解，后面的卡要么撞不到，要么撞了也解不开。游泳的根卡是"慌"，乒乓球的根卡是"看见来球就后仰"，这在第4编已经拆过。焊接打底这个任

务行，根卡是什么？这要由院校主编根据原料单里的高发条件去判断，而且这个判断是可错的，要靠颗粒度试验去校。我们构想一种可能的判断：学生的根卡也许不在任何一种具体缺陷上，而在"看不清熔池"——看不清熔池，就判断不了电流、角度和速度，夹渣、咬边、未焊透都会跟着来。这只是一个用来演示的假设，它对不对，要交给真实学生去试。

第二，卡与卡怎样互相改写。　序列不可逆，先解的卡要改写后面的卡。如果学生先学会了看熔池，再遇到咬边时，他能从熔池边缘的样子自己判断出是电流偏大还是运条太快；如果顺序反过来，先撞咬边，他只能死记"咬边就调小电流"，下一次换了条件就不灵了。院校主编排序时，要在图上标出这种改写关系：哪一卡解开以后，哪几卡的回写口可以写得更短。

第三，每一卡的回写口写什么。　回写口是学生在卡点旁离开断点、重新进入任务的最小指令。院校主编从原料单的"老手纠正语"一列取料，按三个条件打磨：可执行（学生现在就能照着做），邻近（就在卡点那一页、那一步旁边），开口（不把答案说死，留出学生自己判断的余地）。比如，对"看不清熔池"这一卡，回写口不写"熔池是焊接时母材局部熔化形成的液态金属区域"——那是理解层的知识，放在路面上；而写"停弧，换一个角度再引弧，只盯住电弧正下方发亮的那一小块，数三秒"。这一句学生马上能做，就在卡旁边，也没有告诉他"看见了什么才算对"。

院校主编这一棒有两件不做的事。一不采集失败——他手里的失败只能来自原料单，不能自己想。老师最容易犯的错，就是把失败"想出来"：凭自己的经验，觉得学生应该会在这里错、在那里错。想出来的失败是假卡的主要来源。二不定阈值——什么算过、什么算返工，不由他说了算。老师天然心软，最容易把门槛定低。

失败序列图的合法成品是：一条从根卡开始的有序路线，每个卡点都能追溯到原料单上的某一行，每个卡点旁边都有一条回写口，两卡之间注明这一段路面上要耗尽的是哪些理论。少一样，行业主编不接。

◆ 四、第三棒：叶工的"严禁"改写课

行业主编接过序列图，交出的是《合格／返工／废品三档容忍度表》，外加一份很短的硬约束清单。

我们请叶工来走一遍这一棒。这是我们构想的场景。叶工三十八岁，在行业协会的标准委员会里写了好些年文本，他的笔下最常出现的两个字是"严禁"。他接过院校主编的序列图，第一反应是在每一卡旁边加一句："严禁出现咬边。""严禁出现未焊透。""严禁焊缝内部存在夹渣。"

院校主编和企业主编一起把这页退了回来。退回的理由只有一句：这上面每一项都只有一档。

叶工不太服气："标准就是标准，不合格就是不合格，难道还能允许学生咬边吗？"

企业那位老师傅说："允许不允许，不是一刀的事。车间里的咬边，有的打磨一下就过了，有的要补焊，有的整件报废。你一句严禁，学生分不清这三种。他咬了一点点，以为自己完了；他咬了一大片，也以为只是'不合格'而已。"

院校那位老师说："我在图上给每个卡配了回写口，回写口的意思是让学生错了能回来。可你这一句严禁，把能回来的那块地方也封死了。学生一碰就是错，没有地方试。"

叶工想了一阵，问："那三档怎么写？"

这里要说清楚三档各自的意思。合格档写做到什么样就算过——不是一个理想值，而是一个允许范围。返工档写偏到什么程度、偏在哪个方向，还可以修回来；这是整张表最要紧的一档，因为它就是有糖的卡安身的地方——失败代价低、可局部承受、修回来以后能尝到"我把它保住了"。废品档写偏到什么程度就回不来了，这件东西只能报废。

叶工的第一版三档，把合格档写成了一组精确数值，返工档和废品档都写成"超出上述范围"。又被退了回来：返工档必须有自己的样子，不能只是合格的反

面。叶工第二版才写出了像样的三档——返工档里写清了偏在哪一边、偏到哪个程度还能补，废品档里写清了到哪条界就回不来。

下面是一张三档容忍度表的样式。表里的具体判据全部用文字描述来示意，不给出任何真实标准中的数值；真实编写时，数值必须由行业主编依据现行有效的标准文本填写，并经企业主编核对现场可测。

卡点（来自序列图）	合格	返工（可修回）	废品（回不来）	是否列入硬约束
看不清熔池	能在引弧后稳定指认熔池边缘并据此调整运条	指认不稳，但停弧重看后能找回；焊缝外观尚可修整	不看熔池凭感觉连续焊完，焊缝成形无法修整	否
咬边	焊趾处无可见凹槽，或凹槽在允许范围内	凹槽局部存在、深度未达到判废界限，可打磨或补焊	凹槽连续、深度超过判废界限	否
未焊透	背面成形连续	局部未透、长度在可补焊范围内	大面积未透或位于受力关键位置	否
防护不到位即引弧	—	—	—	是：一出现即停止操作、直接返工，不进入试错

表的最后一行是硬约束。硬约束只给那些失败代价超过一次可逆返工的动作——比如人身防护没到位就引弧。这类动作不分三档，也不给回写口让学生自己摸索：一出现就停，直接返工。硬约束要少，越少越好。每多一条硬约束，就多一块不允许差异发生的地方；硬约束写满全书，就又回到了"严禁"的老路上。第9编第41章会讲，当一个领域里大部分失败都超过一次可逆返工的代价时，卡路就要整体降格为模拟卡路，那是另一件事。

叶工改完这张表后说了一句话，我们觉得值得记下来："以前我写严禁，以为是在保护学生。现在看，我是在保护我自己——写了严禁，出了事就不是我的责

任。返工档才是真正替学生留的地方。"这句话是我们为这个构想人物写的，不代表任何真实的标准委员。

行业主编这一棒也有一件不做的事：不排路线。他封的是"什么算过"，不是"学生该先撞哪一卡"。叶工如果在三档表里顺手写上"建议先练平焊再练立焊"，那是越过了自己这一棒，侵入了院校主编的地盘。

◆ 五、三棒怎样互相退回

三件交付物摆齐以后，退回的规矩就清楚了。

院校主编验收原料单：缺"失败形态"一列的退——形态写不出，学生就认不出卡；"高发条件"笼统到无法据以排序的退；"老手纠正语"一列整列空着的退——没有现场语言，回写口只能靠编。

行业主编验收序列图：有卡点追溯不到原料单某一行的退——那是想出来的卡；有卡点旁边没有回写口的退——那是坑；有回写口却找不到对应卡点的退——那是野草。

前两棒合起来验收三档表：只有"严禁"没有三档的退；返工档只写成"超出合格范围"的退；硬约束多到覆盖了大半卡点的退。

还有一种退回是隐蔽的：形状都对，但对不上号。原料单上叫"咬边"，序列图上叫"焊缝边缘缺陷"，三档表上叫"焊趾凹陷"——三份东西各自达标，名字却不一致，学生读到时会以为是三件事。所以三棒之间还有一条最朴素的纪律：同一个失败，从原料单到三档表，只用一个名字。这个名字由第一棒起，后两棒沿用。

◆ 六、第四棒接口：AI递东西，不签字

AI来了以后，链上多了一个位置。第6编讲过AI能当捞卡者、当就近回写口、当路面铺设者；这里只讲它在三主编链上的接口——它从哪里接东西，往哪里递东西，以及最要紧的：它不能替任何一棒签字。

AI对第一棒递原料。　企业主编手里的失败原料，过去主要靠老师傅的记忆，记忆会遗漏，会偏向那些印象深的、说出来不丢人的失败。AI可以从维修单、返修记录、质检日志、实训录像里把失败数出来，按出现频次和条件聚类，给企业主编递一份"候选失败清单"。但这份清单不是原料单。企业主编要逐行认：这一类是不是真的、这个形态描述得对不对、高发条件是不是这么回事、有没有安全后果；然后亲手补上"老手纠正语"——这一列AI填不了，因为它来自老师傅站在学徒身后那一秒的判断。认过、补过、签了字的，才是原料单。

AI对第二棒递回写口的候选，并在使用中就近回写。　院校主编排卡序时，AI可以根据原料单给出排序的若干种候选，标出它推测的根卡；也可以给每一卡起草几条回写口供挑选。到了学生使用阶段，AI可以在学生卡住的那一刻把回写口推到他眼前，让首卡点到最近回写口的距离尽量缩短。但排序本身——哪一卡是根卡、哪一卡改写哪一卡——要院校主编签字。AI推测的根卡，和老师推测的根卡一样，都是可错的假设，都要进颗粒度试验去校。

AI对第三棒递分布，不递阈值。　行业主编封三档时，AI可以告诉他：在已有的质检记录里，某种偏差落在哪些区间的件后来修回来了，落在哪些区间的件最后报废了。这是一份分布，对封阈值很有帮助。但"返工档的界画在哪里"是一个判断，它关系到学生有没有地方错、错了要付多大代价，这个判断要由行业主编签字。

AI在三棒之间做核对。　名字对不对得上、每个卡点能不能追溯到原料单、每个卡旁有没有回写口、三档表有没有只写"严禁"的项——这类形状核对，AI做得又快又不留情面。它可以在每一次交棒时先跑一遍，把缺口列出来，替人省去一部分"退回"的尴尬。

把这四条收拢成一句话：AI递东西，人签字。　为什么一定要人签字？不是因为AI做得不够好，而是因为签字的意思是"我对这一棒的形状负责"。负责意味着出了问题能追回到一个人：学生在一个想出来的卡上反复撞墙，要能追到是哪一棒放进来的；返工档封得太窄、学生动辄判废，要能追到是谁画的那条界。AI可以把一份清单做得更全、更快，但它不能被追责，也不在学生卡住的那个现场。一旦让AI

替某一棒签了字，那一棒就空了——链上多了一个看起来什么都做了、但谁也追不到的位置，三主编链就会悄悄退回到并排签字：每个人都觉得"AI已经核过了"，于是谁也不再对接缝负责。

还要补一句接口的方向。第四棒不是排在第三棒后面的"最后一棒"，它横着挂在前三棒旁边，每一棒都从它那里取料，又都不把签字交给它。所以叫"接口"，不叫"第四位主编"。编写组如果在封皮上给AI也印一个主编的位置，那恰恰说明链已经开始走样：一个不能被追责的名字，混进了需要追责的名单。

第6编第32章讲过AI会生成假卡。在三主编链上，防假卡的办法就落在这条签字纪律上：AI递来的每一条候选失败，在企业主编认领之前，都只是候选；没有被认领的候选，不能进原料单，也就进不了序列图。

> **带走的话**
>
> 失败原料单不进正文——企业最想写的流程最不该写，最不想写的岔子最该写。返工档是三档表的心脏：没有它，"严禁"就把差异场冻死了。AI递东西，人签字；让AI签了字，链就退回成并排。

小账

卡：每一棒都想交"差不多的形状"——流程冒充失败、知识点冒充卡序、严禁冒充阈值。

路：原料单六列、序列图三问、三档表加少量硬约束；同一失败一个名字；AI第四棒只递不签。

第 35 章

颗粒度试验：唯一零浮时的工步

这一章的问题： 三棒都按形状交了，三份交付物也互相对上了号，一本卡路教材的第一单元草案就摆在桌上。它能用了吗？还不能。到这一步为止，所有的卡都还是三位主编"认为"学生会卡的地方——企业认为、老师认为、协会认为。学生到底卡在哪，没有人看过。颗粒度试验就是让学生来回答这个问题：找几个真实水平的学生，当着三位主编的面试读试做第一单元，看他们卡在哪一层，再据此把错追回到具体的那一棒。这一章讲这场试验怎么做、怎么看、怎么归责，以及为什么它是整条链上唯一一个不能往后挪、不能压缩的工步。

◆ 一、三位主编同时坐在泳池边

先构想一场试验。这是我们构想的场景，不是任何已经做过的试验。

林老师所在的编写组，按三主编链做出了一本游泳卡路教材的第一单元草案。企业那一棒，由一位经营游泳培训多年的教练交了失败原料单；林老师接过原料单，排出了卡序、配好了回写口；叶工那一棒，封了三档容忍度，并把"无人监护下进入深水区"列为硬约束。草案定稿那天，林老师找来四个从没学过游泳的学生，约在一个下午，在浅水区试读试做。

三位主编都到了，坐在池边。规矩事先说好：试验时谁也不许开口教，不许提示，不许看到学生卡住就上前扶一把；学生手里只有那几页草案，草案上写了什么，他就照什么做。三位主编手里各有一份记录表，只记三件事：这个学生第一次停下来是在哪一页、哪一步；停下来时他是什么样子；他按卡旁的回写口做了以后，多久回到了任务上。

四个学生下水，各自卡住，各自回来，或者回不来。一个下午结束，三份记录表摆在一起。接下来的事，是这场试验真正的核心：看他们卡在哪一层。

这里有一点要先说清楚：颗粒度试验看的不是学生学得好不好，而是教材写得对不对。学生在这场试验里是"试纸"，不是"考生"。他卡住了，不是他的错，是教材这张网的网眼和他的真实失败对不上——要么网眼太大，漏过了真卡；要么网眼开错了地方，网住的是假卡。"颗粒度"这个名字就是这么来的：它检验的是教材划分卡点的那个粒度，和学生真实失败的粒度，是不是一样大。

◆ 二、卡在哪一层，就追哪一棒

第3编和第4编讲过三层定位：理解层（这句话什么意思）、判断层（我知道，但这一步拿不拿得定）、操作层（设备、工位、身体条件）。颗粒度试验把这三层变成了归责的依据：学生主要卡在哪一层，就追回到哪一位主编。

卡在理解层，是院校主编之错。　学生停下来，拿着草案反复读同一句话，抬头看看水，又低头读。他的困难不在水里，在纸上：他不明白这句话让他做什么。这说明院校主编排卡序、写回写口时，没有把判据嵌进任务里。比如回写口写的是"保持身体放松，让水的浮力托起你"——这句话对，但学生站在水里，不知道"放松"在身上是什么动作。他读懂了每一个字，却不知道该动哪块肌肉。这是语言的问题，是排序与措辞的问题，追院校主编。

卡在操作层，是企业主编之错。　学生明白要做什么，也愿意做，可做不了：池水比草案假设的深，他踮着脚才站得住，根本没法按回写口说的"双脚站稳后低头"；或者池边没有可以扶的横杆，回写口说"扶住池边"，他找不到地方扶。这说明企业主编交的失败原料单只写了"错"，没写"在什么现场条件下错"——高发条件那一列，漏了水深、扶手、水温这些现场条件。院校主编据此排出的卡序，就默认了一个不存在的现场。追企业主编。

卡在判断层，是行业主编之错。　学生明白要做什么，现场也具备，可他停在那里，就是拿不定："我现在这样，算是可以了吗？我能再往下吗？"他知道该埋脸，也埋了一下，可埋多久算过、呛了一小口算不算失败、要不要从头再来——草案上的三档表没告诉他。也可能三档表写了，可返工档太窄，他稍微一偏就落进了

废品档，于是干脆不敢再试。这说明行业主编封的阈值太粗，把学生逼进了"不可修订的越界"里。追行业主编。

这套三层归责，最有用的地方在于它把一句笼统的"教材不好用"拆成了三条可以修的线。过去，一本教材拿到学生手里不好用，编写组的反应往往是互相看看，然后一起说"学生基础太差"。现在不行了：学生卡在哪一层，是三位主编当场一起看到的，追到谁就是谁，没有推的余地。

下面这张表，是一份颗粒度试验记录的样式，林老师那场构想试验里的四个学生用代号表示。表中内容全部是演示用的虚构记录，不是任何真实试验的结果。

受试	首卡页次（N_p）	卡时的样子	层级判定	追回哪一棒	最近回写口页次（N_t）	回到任务用时
甲	第3页"低头埋脸"	反复读回写口，抬头问"放松是怎么放"	理解层	院校主编：回写口未嵌入动作判据	第3页	超过180秒，记∞
乙	第3页"低头埋脸"	踮脚站不稳，无法低头	操作层	企业主编：原料单漏写水深条件	第3页	未回到任务，记∞
丙	第4页"水中呼气"	呼气后停住，问"冒泡这么多算对吗"	判断层	行业主编：合格与返工档无可感描述	第4页	约90秒，方向一致
丁	第2页（草案未写的动作：下池阶梯处犹豫）	站在台阶上不敢下水	草案未标处	企业主编为主：原料单漏列"入水"一行	无	记∞

表里有两处值得多说几句。

第一处是丁。丁的首卡发生在草案根本没写的地方——下水那一步。这种情况按第8编的读数规则记∞，在归责上，它通常追到企业主编：原料单里漏了一整行失败。但也要留一个心眼：有可能企业主编交了这一行，是院校主编排序时觉

得"下水谁不会"，把它删了。所以遇到草案未标处的首卡，三位主编要翻回原料单对一对，看是第一棒漏交，还是第二棒漏排。

第二处是甲和乙。两人卡在同一页、同一步，层级却不同。如果只看页次，会以为这一卡就是"真卡"——它确实网住了学生；可细看层级，甲卡在纸上，乙卡在池底，两人卡住的原因完全不同，要修的是两条不同的线。这说明颗粒度试验不能只数"卡在哪"，还必须看"卡在哪一层"。数页次只能告诉你网眼开没开对地方，看层级才能告诉你网眼为什么不对。

◆ 三、"零浮时"是什么意思

工程进度里有一个词叫"浮时"，意思是某一道工序可以往后拖多久，而不影响整个工程的完工时间。有浮时的工序，晚几天做、换个人做、压缩一下做，都不要紧；浮时为零的工序，叫关键工序，它晚一天，整个工程就晚一天。

编一本教材，绝大多数环节都有浮时。插图可以后补，习题可以改期，排版可以压缩，前言可以最后写，第五单元晚两周交也不耽误第一单元先用。唯独颗粒度试验没有浮时。

为什么？因为它检验的不是某一章写得好不好，而是整本书的骨架能不能撑得住学生踏进去。第一单元的卡序、回写口、三档表，是全书的样板——后面每一单元都会照着它的形状去写。如果样板本身的网眼粒度就不对，后面写得越快、写得越多，错得就越多。等到全书写完再拿去试，发现卡全落在教材没标的地方，那么后面所有单元的"快速编写"，代价全数虚掷，只能推倒重来。

所以颗粒度试验必须放在第一单元草案一成稿就做，必须在后续单元动笔之前做，不能挪到最后，也不能"先写着、回头再试"。在一切追求快速编写的流程里，它是唯一不能快的一步。

"不能快"还有第二层意思：试验本身不能压缩。有人会想，找三五个学生太麻烦，能不能让AI模拟学生来读？能不能找几个老师假装学生？能不能只让学生读、不让学生做？都不能。AI模拟的"学生"，卡在哪里取决于它被训练成什么样，它卡

的是它自己的卡，不是一个第一次下水的十七岁孩子的卡——第6编第29章说过，显影只能发生在人身上。老师假装学生，会不自觉地绕开自己知道的坑。只读不做，就只能测到理解层，操作层和判断层的卡根本不会出现。颗粒度试验要的是真实水平的学生、真实的任务现场、真实地做一遍，少一样，测到的就不是那本书真正的粒度。

这里要和第8编的读数接一下头。颗粒度试验是R_B（真实首卡与预设卡重合率）这个读数唯一的产地。一场试验下来，数一数有几个学生的首卡落在了预设卡上，除以受试总人数，就得到R_B。按判别式，R_B不低于0.60判真卡，低于0.33判假卡，介于两者之间判"待校卡"，必须再做一轮颗粒度试验后重判。也就是说，颗粒度试验不一定只做一轮——待校卡出现时，它会再一次卡住整条链的进度。这也是它零浮时的另一个表现：它不过关，链就不往下走。至于三五个人的样本能不能撑起一个稳定的比例、读数怎么防止自欺，那是第8编第36、37章的事，这里只说一句：一轮试验给出的是"这一版草案能不能往下写"的判断，不是关于这本教材的最终结论。

◆ 四、试验之后：谁修，怎么修，修完再试

试验结束，三份记录表摆在桌上，层级判定也做完了。接下来是修。修的规矩，沿着链来。

院校主编领回理解层的卡。他要改的是措辞和排序：回写口里那些"放松""注意""保持"之类的词，要换成学生身上能找得到的动作。甲那一卡，"保持身体放松"可以改成"吸一口气，憋住，膝盖慢慢弯下去，让水没过下巴——先不低头"。改完的回写口，是从学生卡住时问的那句"放松是怎么放"里长出来的。颗粒度试验里学生卡住时冒出的问题，是院校主编改回写口最好的原料，比任何教学法著作都直接。

企业主编领回操作层的卡。他要补的是原料单的"高发条件"一列：乙那一卡，要补上"水深超过受试者胸口时，低头动作无法完成"；丁那一卡，要补一整行"入水犹豫"。补完的原料单，要重新交给院校主编，院校主编再据此调整卡序——比如

在"低头埋脸"之前加一卡"扶梯入水"，并在三档表里请叶工为它补上三档。注意，这里又走了一遍链：企业补原料，院校改序列，行业补阈值。修，不是谁顺手改一下，而是在链上重新传一次。

行业主编领回判断层的卡。叶工要改的是三档表里那些学生"拿不定"的地方：丙问"冒泡这么多算对吗"，说明合格档和返工档没有给出学生自己能感觉到的描述。叶工可以和企业那位教练一起，把"呼气合格"从一个抽象说法，改成学生在水里能自己判断的样子——比如"能听到自己呼气的咕噜声，呼完能自己抬头换气"算合格，"呼到一半憋不住抬头"算返工、可以重来。这一改，丙下次停下来时，就能自己判断该往前还是该重来，"判断层"的卡就有了一个可以被一点点取得的台阶。判断层最贵，不能预先给出答案，但阈值写得够细，学生就能用低代价一次次去试，把那份"拿得定"慢慢挣到手里。

三棒都修完，第一单元草案出第二版，再找一批没见过第一版的学生，做第二轮颗粒度试验。为什么要换一批学生？因为见过第一版的学生已经被第一版改写过了——序列不可逆，他们先解过的卡，已经改写了他们后面的卡。用同一批人再试，测到的是第二次学习的粒度，不是一个新学生的粒度。

这一轮如果R_B过线，各层的卡都落在了预设卡上、学生在回写口旁边能较快回到任务，第一单元的形状就算定了，后面的单元照着这个形状去写。这时，其他环节的浮时才重新出现——插图可以慢慢画，习题可以慢慢编。

◆ 五、一个下午需要准备什么

颗粒度试验听上去郑重，真做起来并不需要多大的排场。它难的不是设备和经费，而是几条容易被省掉的纪律。下面按准备的先后说一说，仍然是构想的做法。

选人。　三到五个学生，要"真实水平"：就是这本教材将来真要面对的那种学生，不挑尖子，也不专挑最弱的。挑尖子，卡会被他们的经验绕过去；专挑最弱的，卡全堆在入口，后面的卡看不到。还有一条容易忽略：受试学生最好互不相识，至少试验时不在同一个视线里。学生之间会互相看——一个人卡住了，旁边的

人看见了，就绕开了那一步，于是他的首卡被别人"代撞"了，记下来的就不是他自己的卡。

定场。　现场要和教材将来使用的现场一样，不能为了试验专门布置一个更好的。林老师那场构想试验，如果特意挑一个水最浅、扶手最多的泳池，乙的那一卡就不会出现，原料单漏写水深条件这个错也就藏住了。操作层的卡只在真实现场里显影，场地布置得越理想，操作层就越像不存在。

封口。 三位主编事先约好"不开口"，这一条最难守。人看见孩子在水里慌，本能就要伸手；师傅看见徒弟拿错工具，本能就要喊。可一旦开口，学生得到的就不是草案上的回写口，而是主编临场的补救，这次试验测到的就是"主编当场教"的效果，不是"教材写的"效果。所以要事先说定：除非触及硬约束——比如学生要进深水区、要在防护不到位时引弧——任何人不许开口；一旦触及硬约束，立即叫停，这一条记下来，作为三档表需要补强的证据。

记录。　每位主编只盯自己最懂的那一层：院校主编盯学生读纸时的样子，企业主编盯学生和现场、器具的纠缠，行业主编盯学生"拿不定"的时刻。三人分盯，又同在一个现场，事后对表时，三种眼光能互相补。手机录像可以作为辅助，但不能代替当场观察——录像拍得到学生停下来，拍不到他停下来那一刻眼睛看向了哪里。AI可以帮忙从录像里把每个学生的停顿点、停顿时长标出来，省去大量回看的功夫；但层级判定，仍要三个人当场做、当场签。这和上一章说的第四棒接口是同一条纪律：AI递东西，人签字。

收尾。　试验结束，要问学生一句话，只问一句："你刚才在哪儿最想停下来？"不问"你觉得这本教材怎么样"，那会得到礼貌的回答。学生指出的那个位置，和三位主编记下的首卡页次对一对：对上了，记录可靠；对不上，就要回头想一想，是不是有一个卡藏在学生心里、没在动作上露出来——判断层的卡常常这样。

这几条纪律，没有一条需要花钱，每一条都需要忍。忍住不挑尖子，忍住不布置好场地，忍住不开口，忍住不让AI替人判定。颗粒度试验之所以零浮时，一半因

为它在结构上是关键工序，另一半因为它的这些纪律一旦被省掉，试验就还在做，却已经测不出东西了。

◆ 六、三层归责会不会变成三方甩锅

最后要预先回答一个担心：三层归责，会不会反过来变成三位主编互相甩锅的工具？学生卡住了，老师说"这是操作层，是企业没写现场条件"，企业说"这明明是理解层，是你回写口没写清"，协会说"这跟阈值没关系"……吵成一团。

有可能。我们设想了三条防这件事的做法，它们都是构想，没有检验过。

其一，层级判定当场做，三人同看。颗粒度试验之所以要求三位主编同场，就是为了让层级判定在学生卡住的那一刻完成，而不是事后各自回忆。学生是读着纸发愣，还是踮着脚站不稳，还是做完了问"算不算"，当场看得一清二楚，事后很难再争。

其二，记"卡时的样子"，不只记结论。记录表里专门有一栏写学生卡住时的样子——他说了什么、做了什么、看向哪里。层级判定有争议时，回到这一栏，看样子说话。这一栏写得越具体，甩锅的空间越小。

其三，混合层级的卡，三人一起修。现实中，很多卡不只卡在一层：学生既没读懂回写口，又站不稳。遇到这种情况，不要硬判到某一个人头上，而是把它标成"混合"，相关的两棒或三棒一起回到链上修。归责的目的是让每一条线都有人修，不是给谁定罪。

还有一点要说清楚：三层归责追的是"教材这一版的哪一棒没写到"，它和任何人的工作考核无关。第9编会专门讲，读数一旦进了考核，假卡就会比旧教材更坏。颗粒度试验的记录表如果被拿去给三位主编打分，大家很快就会学会让学生"卡在别人那一层"。这张表只用来修教材，不用来评人。

颗粒度试验的那个下午，三位主编坐在池边，看着四个学生一个个卡住。这个场面本身就是三主编链最重要的时刻——它是三位主编第一次在同一个地方、同一个时间，看着同一个学生，在同一个卡上停下来。在并排签字里，三位主编从来没

有一起看过一个学生；在链式交接里，他们至少要一起看一个下午。那个下午，学生的"我"在卡上亮起来，三位主编各自的那一棒，也在学生身上第一次显出了形状。

> **带走的话**
>
> 颗粒度试验里，学生是试纸，不是考生；卡住的是教材，不是学生。卡在理解层追院校，卡在操作层追企业，卡在判断层追行业——一句"不好用"拆成三条能修的线。一切快速编写里，只有这一步不能快：它不过关，链不往下走。

> **小账**
>
> 卡：所有预设卡都只是三位主编"认为"的卡；"教材不好用"无人认领。
>
> 路：真学生、真现场、三人同看；三层归责沿链修；零浮时，修完换人再试。

第 八 编

读数与证伪

编 序

这一编三章，把全书的主张变成可以拿去问课堂、问记录的读数与判据。第36章讲两个旗舰读数——首卡点到最近回写口的距离 D_FB-RE＝|N_t − N_p|，与真实首卡和预设卡的重合率 R_B——外加返回任务时间与路面激活。

第37章给出三个判别式与三条自我否决条款。第38章把八条证伪条款与全书两条可错预言全部写成可执行的检验方案；它们都还〔未执行〕，每一条都写明出现什么结果，本书哪条命题作废。

第 36 章

两个旗舰读数：D_FB-RE与R_B，外加T_ret与路面激活

这一章的问题：前七编说了很多"卡"和"口"，可一本教材到底是不是卡路教材，不能靠编者自己说，也不能靠读者觉得"写得有道理"。得有一把尺子，放在一次真实的试读试做上，量出一个数来。这把尺子量什么？怎么量？量出来的数说明什么、又不说明什么？这一章只做一件事：把四个读数——首卡到最近回写口的距离D_FB-RE、真实首卡与预设卡的重合率R_B、返回任务时间T_ret、路面激活——从公式讲回到人身上，每一个都在一次构想的事件里算一遍，让职校老师、企业师傅、家长都看得懂这个数是怎么来的。

◆ 一、为什么非要有个数：一句"写得好"顶不住什么

先说一个人人都见过的场面。一本新教材评审，专家翻了翻，说"结构清楚，图文并茂，贴近岗位"，通过了。可这几句话，放到任何一本教材上都能说，旧的知识容器式教材也能拿到同样的评语。评语里没有一个字是关于学生在哪里停下来、停下来之后书有没有接住他的。

我们在第3编把教材本体改成了带口卡序列，在第5编讲了回写口的三个条件，在第7编讲了三主编链。可这些东西如果只停在纸面上，它们和"理论联系实际""理实一体化"有什么不同？那几次粉刷（见第5章）的毛病，恰恰就是只有口号、没有可以被打脸的读法。一个说法如果什么结果都能解释，它就什么都没说。

所以这一编要做的，是让卡路自己站到能被打脸的位置上。读数就是那个位置。读数的意思很朴素：找几个真实水平的学生，让他们拿着这本书去做一件真事，旁边有人记下他们在第几页停住了、书上最近的那条能照着做的指令在第几页、他们照着做了之后多久回到了活儿上、解卡之后有没有自己冒出一句"为什么"。四件事，四个数。数出来好看，卡路有一分底气；数出来难看，要么这本书

没写好，要么卡路这套说法本身有问题——第38章会把后一种可能写成明明白白的作废条件。

这里先立两条规矩，后面所有的演示都守着。第一，读数只读书，不读人。它量的是"这本教材有没有在学生真卡的地方开口"，不是"这个学生行不行"。第二，读数不进考核。一旦拿它给老师打分、给学校评级，它马上就会被做假，假卡会比旧教材更坏——这件事第9编第39章专门讲，这里只先把话放下。

◆ 二、D_FB-RE：卡住的地方，离能救你的那句话有多远

第一个旗舰读数，名字长，意思短：首卡点到最近回写口的距离。写成式子是

$$D\_FB\text{-}RE = |N\_t - N\_p|$$

N_p是学生真实第一次卡住时，他正在照着做的那一页的页次；N_t是在那之后，书上最近的一条可执行回写指令所在的页次。两个页码相减取绝对值，就是这个距离。同一页上就有能照着做的指令，记0。有两种情况记∞：一是学生卡在了书上根本没写的动作上——书没写这一步，自然也谈不上回写口；二是学生按着书上那条指令做了，180秒内还是没回到任务上——那条"指令"在形式上存在，实际上没救人，等于没有。

这里"可执行回写指令"不是随便哪句话都算，得过第22章那三道关：可执行（学生拿着它就知道手该怎么动）、邻近（就在卡的旁边，不是"参见附录三"）、开口（它让人重新进入任务，而不是把人领去另一段讲解）。一句"注意力矩要适当"不算，因为"适当"没法执行；一句"详见第四章扭矩原理"不算，因为它把人领走了。

下面做一次取值演示。这是我们构想的场景。

一所职业学院的装配实训课，任务是：用扭力扳手把一块设备侧板上的六颗螺栓拧到位，按对角顺序，最后一遍上到规定扭矩。手边一本试编的卡路教材，这个任务占第12页到第19页。小周和另外四个同学一起试做。

小周第一次卡住，是在第14页。书上写的是"先用手把螺栓带上两三扣"，他手快，第二颗螺栓一上来就斜着进了孔，拧了两圈就拧不动了，他使劲一压，螺纹发涩——这就是装配里常说的"别扣"（螺纹没对正就强行旋入）。他停住了，看着扳手发愣。观察员记下N_p＝14。

第14页上，在"带上两三扣"这句后面，紧挨着有一个小框："手感一涩就停。退出来，螺栓垂直对孔，先反着拧半圈，听到或感到'咔'一下落扣，再正着拧。"这一条能照着做，就在卡旁边，做完就回到活儿上。观察员判它为可执行回写指令，N_t＝14。小周的D_FB-RE＝|14−14|＝0。

同组的另一个同学，卡在第16页：六颗都带上了，他开始用扳手上紧，第一颗直接上到底，结果侧板一边翘了起来。书上第16页只写了"按对角顺序拧紧"，没写"先每颗都只上到一半"这一步。他翻到第17页，那里有一句"若板面翘起，全部松回半圈，按一、四、二、五、三、六分两遍上紧"。这一条是可执行的，可它在下一页。他的N_p＝16，N_t＝17，D_FB-RE＝1。

第三个同学，卡在拿到扭力扳手不知道怎么设定刻度上。这本书从第12页到第19页，压根没写扳手怎么调——编者默认"大家都会"。他卡在书上没写的动作上，记∞。

第四个同学在第15页卡住，书上有回写框，他照着做了，但三分多钟还在对孔，没回到拧紧这一步。超过180秒，记∞。

第五个同学一路顺下来，没有停顿。他没有首卡，D_FB-RE对他不取值。

这一组的D_FB-RE是：0、1、∞、∞，外加一个"无卡"。

看到这里，有人马上会问：带∞的数怎么平均？答案是不平均。D_FB-RE只取中位数，不取平均数。中位数只要排得出顺序就能取，∞排在最后就行。这一组四个有效取值排成0、1、∞、∞，中位数落在1和∞之间——严格地说，这一组的中位数是∞，意思是：一半以上的有效首卡，书没接住。这是一个很难看的结果，但它很诚实。它告诉编写组两件事：扳手设定这一步漏写了，第15页那个回写框写得不够用。

D_FB-RE量的究竟是什么？是书和学生之间的"救援距离"。知识容器式教材的典型模样是：理论在前，操作步骤在中间，注意事项集中在章末，常见故障汇总在附录。学生在第14页卡住，书上能救他的话散在第3页的原理、第22页的注意事项和第87页的故障表里，每一处都不是能照着做的指令。这种书的D_FB-RE，大量是∞。一本卡路教材想要的，是这个距离尽量是0——在学生停下的那一行旁边，就有一句能让他重新动起来的话。

第28章讲过，AI可以充当就近回写口，让D_FB-RE趋近于零。这里要补一句提醒：AI把距离拉到零，前提是它知道学生卡在哪里、卡的是什么；如果AI给出的那句话是另一段讲解，按照定义它就不算回写口，D_FB-RE照样记∞。距离短，不等于有用；有用，才算距离。

◆ 三、R_B：编者猜的卡，和学生真撞的卡，重合了多少

D_FB-RE量书接没接住，但它不管书上那张"卡点地图"画得准不准。一本书可以在每个预设卡点旁都写好回写框，可学生偏偏不在那些地方卡。这就要第二个旗舰读数：真实首卡与预设卡的重合率。

$$R\_B = B\_m / B_0$$

B_0是参加试读试做的总人数，B_m是首卡恰好落在教材预设卡点上的人数。预设卡点，就是编写组在书上事先标出来"这里你会卡"的那些位置——卡路教材的每一页，原本就应该有这样的标记（第45章会讲第一页长什么样）。

还用上面那一组做演示，这仍是我们构想的场景。编写组在第12—19页一共预设了三个卡：第14页"别扣"、第16页"板面翘起"、第18页"扭矩到了扳手响一声，学生以为没响又加一把"。五个人的首卡分别是：小周在第14页别扣——落在预设卡上；第二人第16页板面翘起——落在预设卡上；第三人扳手不会调——不在预设卡上；第四人第15页卡住——这一页不是预设卡点，不算；第五人没卡。

$B\_m=2$，$B_0=5$，$R\_B=2/5=0.40$。

这里有一个计数上的选择要讲清楚：那个一路顺下来、没有卡住的同学，算不算在B_0里？按本书定义，B_0是受试总人数，他算。这样做的道理是：R_B问的是"编者的预言命中了多少人"，一个没卡的学生意味着编者在他身上没有命中——他本该在某处停一下而没停，要么是他水平高于预设，要么是预设的卡太细碎。如果整组人都没卡，那就是另一回事了，要按第37章的自我否决条款，把这一轮判为无信息事件，不进入任何结论。

R_B等于0.40，意味着什么？第37章会讲判别式：0.60以上判真卡，0.33以下判假卡，中间判"待校卡"，必须再做一轮颗粒度试验。0.40落在待校区间。编写组不能宣布"我们的卡是真的"，也不能直接推倒重来，而是要回到第35章那个零浮时的工步——三主编同场再看一轮，看漏掉的那个"扳手不会调"属于哪一层：如果是学生不懂刻度的意思，那是理解层，院校主编的事；如果是车间里用的扳手型号和书上画的不一样，那是操作层，企业主编只写了错、没写现场条件；如果是"到底拧到多紧算紧"拿不定，那是判断层，行业主编的阈值写粗了。

R_B量的是什么？是编者的想象和真实失败之间的距离。第4章说过，加号是一道没人写页的裂缝，编者站在裂缝这一边，想象学生会在哪里卡；学生站在另一边，在他们自己的地方卡。R_B低，说明编者的卡多半是坐在办公室里想出来的——这就是第4编、第32章反复说的"假卡"。R_B高，说明预设卡点和学生真实的失败对上了，这些卡多半来自真实的失败记录。

两个旗舰读数要一起看，单看哪一个都会被骗。R_B高、D_FB-RE也大：编者猜准了学生在哪里卡，可没写能救人的话——卡对了，口没开，这些卡是第23章说的"坑"。R_B低、D_FB-RE小：书上到处都是能照着做的小框，可都不在学生真卡的地方——口开了，卡不对，这就是"答案页里长出的野草"。只有R_B高、D_FB-RE小，才是一本卡路教材该有的样子：在学生真卡的地方，开着一个邻近、可执行的口。

说到这里，得交代一下这些页码是怎么记下来的，否则读数就是一笔糊涂账。最朴素的做法是：试做全程录像，镜头里同时拍到学生的手和他摊开的书；另设一名观察员，手里一张表，每个学生一行，栏目只有几项——首卡页次、首卡动作

（用学生的动作描述，不用术语）、是否落在预设卡上、最近回写指令页次、开始执行回写的时刻、回到任务的时刻、方向是否一致、有无自发的"为什么"。观察员不说话、不提示，学生问"我该怎么办"，只回一句"照书上的来"。这一条看着冷，其实是读数成立的前提：观察员一开口，量到的就不再是书，而是观察员。事后再对着录像复核一遍页次和时刻，两边对不上的，以录像为准。整个过程不需要什么昂贵设备，一部手机、一张纸、一块表就够——这也是卡路读数故意设计成这样的原因：它要让一所普通职校的一个普通编写组，在一个下午里就能做完一轮。

◆ 四、T_ret：照着做了，人回没回来

D_FB-RE里已经藏着一个时间门槛：按指令后180秒内没回到任务，记∞。把这个时间单独拎出来，就是第三个读数，返回任务时间T_ret，以秒计。

T_ret从学生开始执行回写指令的那一刻起算，到他回到原任务、做出下一个与指令方向一致的动作为止。判有效要同时满足两条：时间不超过180秒；方向一致。方向一致，是说他接下来的动作，是那条指令让他做的方向，不是他自己另起炉灶、绕开了困难。

演示还接着那一组，这是我们构想的场景。小周看到第14页的小框，把别扣的螺栓退出来，对正，反拧半圈，手上感到轻轻一落，再正着拧，螺栓顺顺地进去了。从他开始退螺栓到第二颗螺栓顺利带上三扣，观察员掐表，大约40秒。方向一致——他做的正是框里让他做的。T_ret＝40秒，回写有效。

第四个同学的情况不一样。他在第15页看到的回写框写的是"螺栓与孔对不上时，检查侧板是否放平"，他去检查侧板，侧板是平的，他又回头看螺栓，再看框，再看侧板，来回折腾。三分钟过去了，他还没把那颗螺栓带上。T_ret超过180秒，回写无效，在D_FB-RE里也已经记了∞。

还有一种情形值得单独说。假如有个同学在第14页别扣之后，没有照框里的做法退出来，而是换了一颗螺栓、换了一个孔先拧，把那颗别扣的留到最后——他也"回到了任务"，用时还很短。可他的方向和指令不一致，他是绕过去的。这种情况不算回写有效。为什么要这么苛刻？因为第24章讲的"野藤"，正是这样长出来

的：每一次绕开，都在攒一个个人小技巧，攒多了，就是一身没人知道来历的坏习惯。T_ret把"绕开"和"解开"分了开来，这是它比"完成时间"更细的地方。

180秒这个数，是本书沿用底稿论文设的门槛。它是一个工作约定，不是一条自然规律。不同技术、不同任务的节奏不同，焊一道缝和包一个饺子不是一回事。我们把它当作默认值，并在第38章的对照实测设计里要求：如果某门技术要改这个门槛，必须在试做开始前写下新值和理由，不能等数据出来以后再改。数据出来再挪门槛，等于先射箭后画靶。〔待核：180秒门槛在不同工种中的适用性，需在首轮实测前由三主编按工种复议。〕

◆ 五、路面激活：解了卡之后，他自己问没问"为什么"

前三个读数都是关于卡和口的，第四个读数是关于理论的。第13章说，理论不是入口，也不是地基，而是两卡之间的路面；理论活着的标志，是学生解卡后自己问出的那个"为什么"。路面激活就是把这句话变成可以记录的事件：解卡之后，学生至少有一次自发的理论表达，口头的或者行为上的，都算。

"自发"是关键：老师问"你知道为什么吗"，学生答出来，不算；学生自己张嘴问，或者自己做了一件只有懂了道理才会做的事，才算。

演示，这是我们构想的场景。小周解了别扣那张卡，六颗螺栓都带上了，开始按对角顺序上紧。拧到第三颗，他停下来，扭头问旁边的老师："为啥要隔着拧？挨个拧不是更快吗？"这是一次口头的自发理论表达，记"路面激活：是"。这时候书上翻过一页，就是两三行关于"受力均匀、板面贴合"的道理——理论在这里出场，正好接住他问出的那个"为什么"，他读得进去，因为他刚刚亲手见过翘板的样子（同组那个同学）。

行为上的理论表达，例子也有。第二个同学解了板面翘起那张卡之后，到了第二遍上紧时，没人提醒，他自己把扳手刻度先调低一档拧一遍，再调回规定值拧第二遍。这个动作书上第17页没有明写，是他自己从"分两遍"推出来的——他懂了"分两遍是为了均匀受力"这个道理，才会多做这一步。观察员记"路面激活：是（行为）"。

但这里要小心：行为表达比口头表达难判，最容易被观察员自己的期待带偏。所以本书的做法是，行为表达要由两名观察员各自独立记录，两人都判"是"才算。只有一人判"是"的，记"存疑"，不计入。

路面激活量的是什么？是理论有没有被走过。一本把"螺纹的力学原理"放在第一页的书，学生在第一页就读过那段理论，可他在第14页别扣的时候，那段理论帮不上一点忙——它是第13章说的"柏油"，铺在了学生踩不到的地方。路面激活为"否"，不说明学生笨，说明理论没出现在学生需要它的地方。

◆ 六、四个读数一起读，以及它们各自不能说什么

把这四个读数放在一起，一本教材在一次试读试做中的样子就出来了：R_B说编者猜的卡准不准；D_FB-RE说卡住之后书离救人有多远；T_ret说照着做了人回没回来、是解开还是绕开；路面激活说理论有没有在卡后被走过。四个读数分别对应卡路一轮的三个环节：撞卡（差异把人逼停，D）、回写（新判断显露出来，S）、回到工位（身体、器具、现场重新纠缠，E）——R_B和D_FB-RE守着"撞"，T_ret守着"回写"和"回到工位"，路面激活守着"回到工位"之后那一步的显露。一轮卡路走完，算一次发生；读数就是给这次发生拍下的四张快照。

也要讲清楚每一个读数不能说什么，免得被拿去做它做不了的事。

D_FB-RE不能说明教材"好不好读""排版美不美"。它只看卡和口之间的距离。一本排得很漂亮的书，D_FB-RE可能全是∞。

R_B不能说明学生水平高低。同一本书给水平差得很远的两拨人做，R_B会不同；所以第35章坚持"找真实水平的学生"，试做对象和书的目标读者要对得上。R_B也不能跨工种直接比较——焊工教材的0.5和烹饪教材的0.5，背后的卡数、卡的粗细都不一样。

T_ret不能说明学生"反应快"。它量的是回写指令写得够不够用，不是人的速度。一个慢性子的学生和一个急性子的学生，面对同一条写得好的指令，都应该在门槛内回来。

路面激活不能说明学生"理论学得好"。它只记有没有自发的"为什么"，不记这个"为什么"问得对不对、答得深不深。理论学得深不深，是另一套考试的事；卡路只关心理论在这本书里有没有活过来。

还有一条最要紧的：四个读数都是读书的，不是读老师的。第9编会讲，读数一旦进了考核，就会被"做"出来——编者会把卡写得特别粗，让人人都卡在那儿，R_B就高了；会在每一行旁边都塞一个小框，D_FB-RE就小了。那时候读数好看，书却比旧教材更坏。所以读数只能用在编写组内部改书，用在第38章那些证伪检验里，不能用在评优评先上。

最后，还要说一句诚实的话。上面所有演示都是我们构想的场景，数字是为了讲清算法而设的，不是任何真实试做的结果。本书到目前为止，没有执行过任何一次正式的读数测量。读数的价值，不在于我们手里已经有了漂亮的数，而在于它给出了一个任何人都可以拿去做、做完可能让卡路难堪的办法。

> 带走的话
>
> 一本教材是不是卡路，不看它说自己是什么，看学生卡住时，它离那句能救人的话有几页，以及它猜的卡，学生真撞上了几个。

> **小账**
>
> 卡：评语谁都能拿；没有可以被打脸的读法，卡路就和前几次粉刷没有区别。
>
> 路：四个读数各管一环——R_B管卡准不准，D_FB-RE管口近不近，T_ret管人回没回、是解开不是绕开，路面激活管理论有没有在卡后被走过。

第 37 章

三个判别式与三条自我否决

这一章的问题：上一章把四个读数一个个算了出来。可数算出来以后怎么下判断？R_B到底多少算真卡、多少算假卡？D_FB-RE差多少才说明两本书真有不同？更要紧的是：读数自己会不会出错？一把尺子要是本身是软的、是歪的、或者只是换了个名字的旧尺子，量出来的数再好看也不能信。这一章立三个判别式，告诉读数怎么变成判断；再立三条自我否决，告诉什么情况下读数必须自己闭嘴。

◆ 一、判别式一：真卡、假卡，和中间那一段"待校卡"

先讲最常用的一个。判别式一用R_B给教材的预设卡定性：

R_B ⩾ 0.60，判真卡；R_B < 0.33，判假卡；0.33 ⩽ R_B < 0.60，判"待校卡"，必须再做一轮颗粒度试验后重判。

为什么是这几个数？0.60的意思是，十个人里至少六个人首卡落在了编者预设的地方——过半数还多出一截，编者的预言在这批学生身上大体是命中的。0.33的意思是，三个人里不到一个落在预设卡上，编者的卡点地图和学生的真实失败基本对不上。这两个门槛也是工作约定，不是天然常数。我们沿用底稿论文所设的0.60，补上了0.33这一端，于是中间留出一段。原论文只写了真卡一侧，假卡一侧的条件写得含糊，真卡与假卡之间出现了一道空档：一个R_B是0.45的教材，按原来的写法既不是真卡，也说不上是假卡，编写组无所适从。本书把这道空档补齐，起名叫"待校卡"。

待校卡不是"差不多就行"，而是一道强制工序。落进这一段，编写组不许宣布成功，也不许直接推倒，必须做两件事：一是回到第35章的颗粒度试验，找新一批3—5名真实水平的学生，三主编同场再看一轮；二是对那些首卡没落在预设卡上的学生，逐一判断他们卡在哪一层——理解层、判断层还是操作层——并据此把账记到对应的那一棒上（第34章）。重判之后，如果R_B升过0.60，卡转为真卡；如果

跌到0.33以下，卡转为假卡；如果还在中间，再做一轮，最多不超过三轮——三轮还在中间，说明这个单元的卡本身就不稳，需要退回企业主编那一棒，重新交失败原料单。

下面做一次演示。这是我们构想的场景。

叶工所在的行业协会和一所中职学校合作，试编一本中式烹饪的卡路教材，第一单元是"清炒时蔬"。阿婷和另外九个同学试做，共十人。编写组预设了三个卡：下锅时水没控干、油一溅人往后躲锅离火；盐下早了菜出水；出锅晚了一步，菜叶发黄发软。

十个人的首卡是这样落下的：四个人在"油溅后躲"，落在预设卡上；两个人在"盐下早"，落在预设卡上；三个人卡在点火之后不知道锅烧到什么程度才下油——这一步书上写的是"锅烧热后下油"，没有预设成卡；还有一个人一路顺下来，没卡。

R_B = 6/10 = 0.60。恰好踩在门槛上，按判别式一，判真卡。

可编写组里有人不放心：三个人卡在"锅烧热"上，这不是个小数目。判别式一只说预设卡是真的，可没说书上没漏卡。这正是判别式一的边界：它判的是"预设的那些卡真不真"，不判"有没有漏掉的卡"。漏掉的卡要靠D_FB-RE去抓——那三个人卡在书上没预设、也没写回写口的地方，D_FB-RE都会记∞。所以这本书即使R_B过了线，D_FB-RE的中位数仍可能很难看，编写组照样得补"锅烧热"这一卡。阿婷她们第一单元的结论是：预设卡为真卡，但漏了一张根卡前面的卡，要补。

◆ 二、判别式二：回写有没有生效

判别式二判的是口。它把上一章的T_ret变成一个是非题：

学生开始执行回写指令后，T_ret ≤ 180秒，且下一步动作与指令方向一致，判回写有效；否则判回写为伪形。

"伪形"这个说法是底稿论文的用词，意思是：形状上是一个回写口，书上确实在卡旁边写了一句话，可它没有起到回写的作用。伪形有三种常见模样。第一种是

慢：话写得太长、太绕，学生读完、想明白、再动手，三分钟早过去了。第二种是偏：学生照着做了，却做到了另一个方向上去，因为那句话本身是含混的。第三种是绕：学生看了那句话，但干脆另找一条路过去，没有真的把卡解开。

接着上面的炒菜场景做演示，这仍是我们构想的场景。阿婷首卡在"油溅后躲"——热油一下菜，噼啪一响，她整个人往后一缩，手里的锅也离了火。书上紧挨着这一卡写着："菜下锅前，在漏勺里再颠两下控水；油响了别撤锅，锅柄往自己这边带，用锅身挡油。"阿婷照着做，第二把菜下锅，又是一响，她这回没撤锅，把锅柄往怀里一带，菜在锅里翻了个身。从她重新控水到菜在锅里翻起来，大约50秒，方向一致。判回写有效。

同组另一个同学，首卡在"盐下早"——菜刚下锅他就撒盐，锅里很快一汪水。书上旁边写的是："盐要在菜叶刚塌下来时放。"他停住了："刚塌下来是什么样？"他盯着锅看，又看书，又看锅，菜在锅里越来越软，他终于下了盐，可已经晚了。从开始执行指令算起，超过了三分钟，而且他最后那一下的方向（菜已经软透才下盐）并不是指令要的方向。判回写为伪形。

伪形的诊断不难做：这条指令里的"刚塌下来"，是一个判断层的词，学生拿不定。第21章讲过，判断层最贵，不能预先给出，只能一点点低代价地取得。指令可以改成：拿一棵菜叶，下锅后用铲子按一下，菜梗还硬、叶子已经发亮变软的那一刻放盐——并且给一个可以局部承受的试错：第一把少放菜，盐下早了，也就是一小盘出水，不糟蹋整锅。这就是"有糖的卡"的做法：代价低，能局部承受，解了之后能尝到"我把这盘菜保住了"的那一口甜。

◆ 三、判别式三：理论路面有没有被走过

判别式三判的是理论：

学生解某卡之后，有至少一次自发的理论表达（口头或行为），判路面发生；若理论章被前置，且学生在动手之前无法把理论句转换为任何一个可执行的身体步骤，判该理论尚未进入路面。

这个判别式有两半，前一半判"活"，后一半判"死"。前一半上一章已经演示过：小周解卡后问"为啥要隔着拧"，就是路面发生。这里重点讲后一半，因为它是判别式三最有意思的地方——它给"理论前置"一个可以检验的判死条件。

演示，这是我们构想的场景。一本知识容器式的烹饪教材，第一章讲"热传导与油温"，有一句话："食用油在不同温度区间呈现不同状态，宜在适宜油温下投料。"试做前，观察员让学生读完这一章，然后问每个人一个问题："照这句话，你下一步手上做什么？"十个人里，有人说"等油热"，有人说"看油冒不冒烟"，有人干脆说不知道。观察员只记一件事：这句话能不能被转换为任何一个可执行的身体步骤。"等油热"不是一个可执行步骤——热到什么程度？"看油冒不冒烟"是一个可执行步骤，但它并不来自那句理论，那是学生自己在家里见过的。如果十个人里没有一个能从这句话本身推出一个手上的动作，判这段理论尚未进入路面。

这不是说"热传导"这个知识错了，也不是说它没用。它对，而且有用；它只是被放错了地方。第13章说过，理论前置成地基就成了"柏油"，看着平整，踩不上去。判别式三的后一半，就是让人能当场看见这块柏油。

◆ 四、可辨差异：差多少才算真不一样

三个判别式是对一本书判。可很多时候我们要比较两本书：一本卡路教材，一本旧教材，同一个任务、同一批水平相当的学生，读数差多少才说明它们真的不一样？

本书沿用底稿的门槛：两组D_FB-RE中位数之差至少1个卡点，同时R_B之差至少0.25，才构成可辨识的教材本体差异。两个条件要同时满足，缺一不可。

为什么D_FB-RE差1个卡点就算数？因为一个卡点就是一页上有没有开口的区别。中位数差一个卡点，意味着一半学生在卡住时，要多翻过一个卡点的距离才能找到救命的话。这不是统计意义上的小数，而是学生手里实打实多出的一段迷路。

为什么R_B要差0.25？因为R_B本身受人数影响很大。十个人的组，多一个人落在预设卡上，R_B就跳0.10；两组差0.10、0.20，很可能只是这批人和那批人的偶然不同。0.25是一个保守的门槛，宁可漏判，不可错判。

做一次演示，这是我们构想的场景。林老师的游泳实训课两个平行班，同一任务"独立漂浮后站立"，一个班用他新改的卡路讲义，一个班用他原来那本"都写对了"的讲义，每班十人。假设记下来，卡路讲义班D_FB-RE的中位数是0，旧讲义班是∞；卡路讲义班R_B是0.70，旧讲义班是0.30。中位数之差远超1个卡点，R_B之差0.40，超过0.25，两项同时满足——判两本讲义存在可辨的本体差异。再假设另一种结果：D_FB-RE中位数差了一截，可R_B一个0.50、一个0.40，只差0.10——那就不能下结论，只能说林老师的新讲义口开得近了，卡猜得准不准还看不出来。

还要强调一点：两个条件同时满足才算，是为了防止一种自欺。一本书可以在每一行都塞一个小框，D_FB-RE一下子就小了，可R_B不动；一本书可以把卡写得特别粗，人人都撞上，R_B高了，可D_FB-RE不见得变小。要求两者同时有差，就是要求卡和口一起改善——这才是本体换了，而不是在某一个读数上做了手脚。

◆ 五、三条自我否决：尺子自己要先过关

前面讲的都是怎么用读数判教材。这一节反过来，讲读数自己在什么情况下必须闭嘴。一把尺子能用来判别人，先得证明它自己不是软的、不是换了名字的旧尺子、这一次量的不是空气。本书立三条自我否决，任何一条触发，相应的读数就不得用于任何结论。

第一条，稳不稳：7天重测。同一批受试者，在7天之内用同一本书、同一个任务再做一次，计算两次R_B的重测信度（组内相关系数ICC）。ICC低于0.70，判读数不稳，不得继续用于裁决。

这一条的道理很朴素。如果一本书的卡点是真的，它应该在同一批人身上反复出现，因为卡是来自那门技术里真实的失败结构，而不是来自那天的天气、那人的

心情。如果今天测出来R_B是0.70，一周后同一批人测出来是0.20，那就说明这个读数量到的主要是噪声。这里有一个操作上的难处要讲清楚：同一批人第二次做，已经做过一次了，难免会记得——卡过的地方，第二次就不卡了。所以重测不是让他们原样再做，而是用同一编写组按同一失败原料单、同一卡序编出的、平行的一个任务（比如第一次清炒菠菜，第二次清炒油麦菜），看卡的位置在结构上是不是重现。平行任务怎么编，本身是一件要事先写死的事，不能事后挑。〔待核：平行任务法用于重测信度的适用性，需请测量专业人员复核。〕

第二条，是不是改了名：相关性检查。本书的读数如果被证明与"答案页存在比例"或"训练项目数量"等已有的量高度相关，相关系数r大于0.85，判该读数未测出卡路范式的独特变量，判无增量。

这一条是防止我们自己骗自己。设想一种情况：一本书答案页越多，D_FB-RE就越小；训练项目越多，R_B就越高。如果这两组关系紧到几乎一一对应，那么D_FB-RE和R_B其实只是"答案页比例"和"训练项目数"换了个新名字，卡路带来的不是新东西，只是给旧量贴了一张新标签。第5章批评过的那几次粉刷，最常见的毛病就是换名不换实，本书不能自己掉进去。触发这一条，就必须承认：这个读数没有增量，要么改读数，要么承认卡路在这一点上没说出新东西。

第三条，这次有没有信息：无卡事件。在一次完整的试读试做里，所有受试者流畅完成，无一人停顿，没有记到任何真实卡点，这次事件判为无信息事件，不计入正反任何一组。

这一条看起来像是在给卡路留后路，其实恰恰相反，它是在防止卡路占便宜。设想一个编写组为了证明自己的书好，挑了一群水平远高于目标读者的学生来试做，人人一路顺下来，没有一个人卡。这时候D_FB-RE不取值，R_B等于0——如果把这次事件算进来，它既可以被说成"书写得好，没人卡"，也可以被说成"预设卡全部落空，是假卡"。两种解释都说得通，就等于什么都没说。所以干脆判它无信息。这一条也反过来约束了试做对象：必须是真实水平的学生，否则白做。

演示，这是我们构想的场景。陈姐的理发店和一所中职美发专业合作，试编理发卡路教材的第一单元"第一剪"。第一次试做找了店里四个已经出师的学徒，四个人拿起剪子一路剪完，没人停。观察员按第三条，把这次判为无信息事件，记录在案，但不计入任何读数。编写组换了四个刚入学两个月的学生重做，这一回有三个人在第一剪"下剪前犹豫、剪子在头发上方悬住不敢合"处停住了——这是一个判断层的卡：剪多少拿不定。这一次才算有信息的事件。

◆ 六、读数打架的时候听谁的

真做起来，最常碰到的不是读数全好或全坏，而是它们彼此打架。这里把三种最常见的打法先摆出来，免得到时候各说各话。

第一种：判别式一说真卡，D_FB-RE却很难看。前面阿婷那一组就是这样。这时候两个判断都成立，并不矛盾：预设的卡是真的，但书漏了卡，或者口开得不近。处理办法是分开记账——真卡保留，漏卡补进失败序列图，远口挪近。不能拿R_B的好看去抵D_FB-RE的难看，两者量的不是同一件事。

第二种：回写有效，路面却没有激活。学生在三分钟内照着做、回到了活儿上，可解完卡一声不吭，没有任何"为什么"。这说明口是好的，路面没铺上——卡后那一页要么没有理论，要么理论写成了一大段讲解，学生回到任务就顾不上看了。处理办法是查卡后那一段：有没有两三行短到能在手上活儿的间隙里读完的道理。这里不许反过来推论"学生不爱想"，判别式三只判书，不判人。

第三种：同一张卡，这一轮判真卡，平行任务重测时判待校卡。如果ICC已经过了0.70，读数总体稳定，那么个别卡的跳动多半说明这张卡本身处在两层之间——比如一半人卡在理解层（不懂这个词），一半人卡在判断层（懂了拿不定）。处理办法是把这张卡拆成两张，各配各的口。卡路序列允许拆卡、并卡，但每一次拆并都要回到颗粒度试验里过一遍，并记下来拆并的理由。

三种打架有一个共同的处理原则：不让一个读数替另一个读数说话。四个读数各守一环，哪一环出了问题，就回到哪一环所对应的那一棒去改。这一点和第33章

讲的链式交接是一回事——上一棒的交付形状不达标，下一棒不接；读数这边也一样，哪个数不达标，就退回给对应的那一棒，而不是由别的数来遮盖。

另外还有一个计数上的细节，常在打架时冒出来：一个学生在一个单元里卡了好几次，算哪一次？本书的规矩是，R_B和D_FB-RE都只取首卡。理由是首卡最干净——它是这本书第一次在这个学生身上失手的地方，后面的卡多少都受了前面解卡方式的影响（第14章讲过，先解的卡改写后面的卡）。后面的卡当然也要记，它们是改书的好材料，但不进入这两个旗舰读数。T_ret和路面激活则每一次解卡都可以记，最后按"有效次数／尝试次数"汇总，但汇总值只作内部改书参考，不进入判别式。

◆ 七、判别式和否决条款合在一起，怎么用

把这一章的东西排一排，就是一张用读数下判断的顺序表。

顺序	先问什么	触发后怎么办
1	这一轮有没有人卡？（否决三）	无人卡：判无信息，换真实水平学生重做
2	读数稳不稳？（否决一）	ICC<0.70：读数不稳，暂停一切裁决
3	读数是不是改了名？（否决二）	r>0.85：判无增量，改读数或承认无新意
4	预设卡真不真？（判别式一）	真卡／假卡／待校卡（待校则再做颗粒度试验，至多三轮）
5	口生不生效？（判别式二）	伪形：查慢、偏、绕，改指令
6	理论活没活？（判别式三）	未进入路面：把理论挪到卡后
7	两本书真不一样吗？（可辨差异）	两项门槛同时满足才算数

先否决，后判别——这个顺序不能倒。一把软尺量出来的"真卡"，不是真卡；一个换了名的读数显示出的"差异"，不是差异。很多评价体系的毛病，是先急着下

判断，再回头找理由说这把尺子没问题。本书反过来：先让尺子过关，过了关才许它说话。

这里还有一层意思值得说透。三个判别式各自守一环：判别式一守卡（撞卡，差异把人逼停），判别式二守口（回写，新判断显露出来），判别式三守路面（回到工位之后理论被走过、被耗尽）。三条自我否决则守尺子本身：稳不稳、新不新、有没有信息。前者是用来判教材的，后者是用来判读数的。一个想要被认真对待的说法，必须两样都有——既能判别人，也能被自己否决。卡路要是只有前三样，没有后三样，就和它批评的那些粉刷一样，什么结果都能解释，因而什么都没解释。

还要再说一遍诚实的话：这一章所有演示的场景和数字，都是我们构想的，用来讲清规则怎么走，不是任何真实试做的结果。0.60、0.33、0.70、0.85、0.25、180秒这些门槛，是本书沿用或补设的工作约定；它们本身也应当在首轮真实测量之后接受复核。〔待核：各门槛值在首轮实测后的校准方法。〕门槛可以改，但只能在下一轮试做之前改，并写明理由；绝不能在看到数据之后改。

> **带走的话**
>
> 一把尺子能判别人，先得能判自己。先否决，后判别；否决不过，读数就闭嘴。

> **小账**
>
> 卡：读数有了，却没有门槛和顺序——好看的数可能来自软尺、旧尺，或一场没人卡的空事件。
>
> 路：判别式一判卡、判别式二判口、判别式三判路面；可辨差异要卡和口一起改善；三条自我否决让尺子先过关。

第 38 章

八条证伪条款与对照实测设计

这一章的问题：前两章给了尺子，也给了尺子自己的否决条件。可这还不够。尺子管的是"一本书写得怎么样"，而这本书真正押上去的，是一组更大的命题：教材本体是带口卡序列，不是知识集合；理论是路面，不是地基；卡序不可逆；三主编必须成链；阈值要开放；卡路自己也会反噬。这些命题要是错了，会在什么地方露馅？这一章把八条证伪条款逐条写成可以照着执行的检验方案，并把本书的两条可错预言摆在最后。先把话说在前面：八条全部〔未执行〕。本书没有做过其中任何一条，没有任何结果数据；下面写的是方案、预言和作废条件，不是发现。

◆ 一、先立三条执行纪律

八条条款各不相同，但执行时共用三条纪律，不守这三条，哪一条做出来都不算数。

第一，事先登记。每一条检验开始之前，执行者要把这几样写下来、交给一个不参与编写的第三方保存：要比较的组、要读的数、判定门槛、预言的方向、什么结果算本书输。写下之后不许改。数据出来以后再改门槛、换读数、调分组，整条检验作废。

第二，盲看。观察员不知道自己看的是哪一组学生、哪一本书——至少在记录首卡页次和T_ret的时候不知道。做法可以很简单：把两本书的页码重新编过、封面换成一样的，观察员只按页码记。读数由另一个人汇总。

第三，不假想通过。底稿论文里有一句话本书照搬：如果本书立论是对的，某些检验它"应当输"在某个地方；如果它没输在该输的地方，又拿不出新的解释，就不能自封通过。换句话说，检验不是为了给卡路找证据，而是给卡路找死法。

还有一条安全前提贯穿全章：所有涉及学生动手的检验，只用"有糖的卡"——失败代价低、可局部承受。第41章讲的停权领域（失败代价超过一次可逆返工的），不进入任何实测，只能用模拟。

◆ 二、条款一：理论路面判据

要检验的命题：知识容器式教材把理论放在卡点之前，前置的理论在学生动手时不能被转换为任何可执行的身体步骤（第13章"理论是路面"）。

方案〔未执行〕：选定一门日常技术，比如游泳入门。收集市面上公开可得的若干本入门教材（数量与选取规则事先登记，比如"某检索渠道按销量前若干本"），由两名互不通气的编码员各自做两件事：一，标出每本书里第一次出现的理论段落（浮力、密度、阻力之类）在全书的位置，以及第一次出现可识别卡点（比如"呛水""身体下沉"）的位置；二，判断理论段落是否位于卡点之前。然后再做实测：从各书前置理论中摘出代表句，按第37章判别式三的后一半，找真实水平的初学者读完后回答"照这句话，你下一步身上做什么"，记录能转换为可执行步骤的人数比例。

本书预言：多数教材理论前置；前置理论句的可转换比例很低。

作废条件：如果前置理论句能被多数初学者直接转换为可执行的身体步骤，那么"前置理论成柏油"这一命题作废，第13章和第25章关于理论出场位置的主张须重写——理论放在前面也能踩上去，路面说就没有必要。只做文本编码、不做实测，不足以判输赢：书末是否又让理论以路面的形态再现，必须整本读完才能下结论，这一点在方案里也要写明。

◆ 三、条款二：卡真性

要检验的命题：现行的知识容器式教材和多数网课，真实首卡后移或落在未标处；它们所写的"易错点"多为假卡（第4编、第32章）。

方案〔未执行〕：选一门技术，比如乒乓球入门的接发球。选若干套公开教材或网课（选取规则事先登记），先由编码员标出它们自称的"常见错误""注意要点"作为预设卡；再找真实水平初学者若干名，按材料进行学习后上台接发球，按第36章的办法记录真实首卡，计算每套材料的R_B，并按判别式一判真卡、假卡、待校卡。

本书预言：多数材料的R_B落在0.33以下或待校区间；真实首卡大量落在"看见来球就后仰"这一类未被标出的根卡附近。

作废条件：如果多数材料的R_B稳定在0.60以上（且通过第37章三条自我否决），说明旧材料的预设卡已经是真卡，"旧教材的卡是编者想象出来的"这一判断作废；本书第4章关于"加号是裂缝、编者站在裂缝这一边猜"的诊断须降格为个别现象，而不是结构病。

◆ 四、条款三：带口卡序列对照知识集合

这是全书最重的一条，也是第37章那句"若两组无可信差异，范式作废"的落地处。

要检验的命题：同一任务、同一资质的学生，使用带口卡序列教材的组，与使用知识集合教材的组，在D_FB-RE和R_B上有可辨差异。

方案〔未执行〕：

任务：选两个日常任务，各做一轮，事先登记。底稿论文提的是"自由泳20米独立完成"和"台内短球回接两轮"，本书沿用为候选。

受试：职业院校一年级学生，事先登记人数（底稿给的候选规模是50人），筛除已经掌握该任务的人。随机分成A、B两组，分组由不参与教学的人抽签完成。

材料：A组用带口卡序列教材，由三主编链按第34章交付形状编写，并已通过至少一轮颗粒度试验；B组用同一任务的知识集合式教材，内容的知识点覆盖要与A组对齐——两本书讲的道理一样多，区别只在组织方式。这一点很重要：如果A组的书知识更多或更少，差异就说不清是来自本体还是来自内容。

记录：按第36章的方法记录每人首卡页次、最近回写口页次、T_ret、路面激活；同时记录任务完成与否。观察员盲看。

判定：先过第37章三条自我否决，再按可辨差异门槛判定——D_FB-RE中位数差≥1个卡点且R_B差≥0.25，才算两组有可辨差异。

本书预言：A组D_FB-RE中位数显著小于B组，R_B显著高于B组，两项同时满足门槛。

作废条件：如果两组在两个任务上都没有可信差异，卡路范式整体作废——不是"再改改"，而是承认"带口卡序列"这个本体主张在这一类任务上站不住。如果出现反向差异（B组更好），作废之外，还要追问知识集合在哪一点上胜出。还有一种情况也要算本书输：差异只在一个读数上出现、另一个不动——比如D_FB-RE差了，R_B没差——这说明A组只是"小框多"，并没有在真卡处开口，按第37章的道理，不能算本体之差。

◆ 五、条款四：真卡时效

要检验的命题：真卡的来源可追溯到真实失败记录；假卡追溯不到（第15章的定义）。

方案〔未执行〕：选定若干本职教教材（规则事先登记），把每本书预设的卡点或"常见错误"逐条列出。然后到独立来源里追踪每一条的"首次出现记录"：企业的维修单、返修记录、质检日志、赛场或训练记录、课堂录像。追踪由不知道教材来源的人执行，只拿到卡点的动作描述，去记录里找最早一次出现的时间与情境。每一条卡点归为三类之一：可追溯（找到了真实失败记录）、不可追溯（找遍事先登记的来源都没有）、无法判断（来源不可得）。同时记录追溯到的失败记录与教材出版之间的时间先后——如果卡点在记录里出现得比教材更晚，说明卡点不是从记录里来的。

本书预言：知识容器式教材中，不可追溯的预设卡占比高；而且可追溯的那部分，与条款二测得的R_B呈正向关系——追溯得到的卡，学生也更常真撞上。

作废条件：如果可追溯与不可追溯的卡，在学生身上的命中率（R_B）没有差别，那么"真卡＝来源可追溯到真实失败记录"这个定义就失去了用处——来源不能预言学生会不会撞上，第15章的真卡定义须改写，企业主编"只交失败原料单"这一棒的必要性也随之动摇。这一条单看书本无法判，必须依靠独立来源的物证追踪；来源不可得的卡占比过高（事先登记一个比例）时，本条检验判为无法执行，不能拿来做任何结论。

◆ 六、条款五：逆序测试

要检验的命题：卡序不可逆——先解的卡改写后面的卡（第14章）。

方案〔未执行〕：取一本已通过颗粒度试验的带口卡序列教材，把其中前两张卡的顺序对调，其余不变，编成"逆序版"。受试随机分两组，一组用原序版，一组用逆序版。以游泳为例：原序是先解根卡"慌"（让人在水里能停下来、站起来、喘口气），再解"沉"（身体放平）；逆序版先讲身体放平，再讲停下来站起。记录两组的任务完成率、首卡位置和T_ret。

本书预言：逆序组会先卡在一个"后面那张卡要用到的东西还没长出来"的地方——比如还慌着就被要求放平身体，放不平，反复卡在同一处；原序组完成率更高、T_ret更短。

作废条件：如果两组完成任务的概率、首卡分布、T_ret都没有可辨差异，卡序就没有实质意义，"序列不可逆"这一命题作废，带口卡序列退回为"带口卡集合"——卡和口仍然有用，但顺序可以随便排。这对本书是一次实质性的降格，第3编要重写。

底稿论文对这一条加了一个限定，本书保留：如果执行者事先就设定"发现不管用就说明没意义"之类可以随意解释的说法，本条款作为证伪条款无效。也就是说，预言的方向（原序优于逆序）必须事先写死，不能做完再说"逆序更好也说明了顺序很重要"。

◆ 七、条款六：单棒缺位

要检验的命题：三主编必须成链，而且企业主编那一棒不可替代（第33、34章）。

方案〔未执行〕：在一个真实的编写组里，同一门技术、同一单元，分两路编写。一路按完整三主编链进行；另一路故意抽去企业主编交的失败原料单，由院校主编独自完成卡序。两路都由行业主编封阈值。两路成稿后，各做一轮颗粒度试验，计算R_B，并按第37章判别式一判定。

同样的设计可以推广到另外两棒：抽去行业主编的三档容忍度表，看学生是否大量卡在判断层；抽去院校主编的卡序编排、直接把失败原料单按企业原样印出，看D_FB-RE是否变大。三种缺位各做一轮，事先登记先做哪一种。

本书预言：缺企业主编的那一路，院校主编会自己写出一份"想出来的失败清单"，R_B明显低于完整链；缺行业主编的那一路，判断层卡大量出现且口不生效；缺院校主编的那一路，卡是真的，但口远、序乱。

作废条件：如果院校主编自发写出的卡与学生真实失败的重合率，不低于完整链（R_B之差不到0.25），那么企业主编这一棒就不是必须的，三主编制回归并排签字，第7编关于"链式交接"的主张作废。另外两种缺位同理：缺哪一棒而读数不受影响，哪一棒就不是必需的。

◆ 八、条款七：阈值开放度

要检验的命题：只有"严禁"没有三档容忍的规范，会冻死差异场，让卡点被标准替代（第34章叶工那一节）。

方案〔未执行〕：选定若干本已正式通过的职教教材（规则事先登记），把它们的"安全与规范"一类章节做文本编码：逐条标出指令词——"严禁""不得""必须"之类的禁令词，与给出了合格、返工、废品三档界限的条目。算出每本书的禁令占比

与三档容忍条目的占比。再对每本书的第一单元做一轮颗粒度试验，计算R_B，并统计卡在判断层的学生比例。

本书预言：禁令占比越高的教材，判断层的卡越多、R_B越低——"严禁"占满了，学生拿不定"到什么程度算错"，只能撞在没有阈值的地方。

作废条件：如果禁令占比与R_B、与判断层卡的比例都不相关，那么"行业主编的阈值效应"不存在，第34章要求行业主编交三档容忍度表的理由须撤回，至少要降为可选。

这里要守住一条边界：本条款只检验教材文本里禁令与阈值的结构，不评价任何具体的行业标准文件或政府文件，也不主张取消任何安全禁令。真正的安全红线，在三档容忍度表里属于"一出现就直接返工"的硬约束，本来就应该保留。本条检验的是：除了红线之外，其余部分有没有给出可以被判断的界限。

◆ 九、条款八：反噬测试

要检验的命题：卡路一旦成为考核指标，会被计件化，丧失发生性（第39章）。这条是本书对自己下的最狠的一刀。

方案〔未执行〕：选择一个已经采用卡路编写方式的单位（学校或编写组），在它把"卡点数""回写口数"写进验收或考核指标的前后，对它新编的教材逐年做颗粒度试验，计算R_B与D_FB-RE。同时找一个采用卡路编写但不考核读数的单位作为对照。事先登记追踪的年限与每年抽查的单元数。

本书预言：考核单位的新编教材，会出现R_B逐年下降、D_FB-RE逐年上升的趋势——卡越写越多、越写越像，但越来越不是学生真撞的卡；对照单位没有这个趋势。

这一条的作废条件比较特别：如果预言成立，并不是本书"赢了"，而是证实了卡路自己的反噬律——卡路在被计件化的同时正在丧失发生性。结果将直接用于修订本书的制度落地条款，第9编的停权与"读数不进考核"的主张由警告升为硬性条件。如果预言不成立——考核单位的读数并没有变坏——那么第9编关于"计件化必

然反噬"的判断作废，本书须承认这一忧虑是过度的。两种结果都会改写本书，这正是反噬测试要存在的理由。

◆ 十、全书两条可错预言

八条条款之外，本书还押上两条更大的预言。它们不是针对某一本教材，而是针对整个AI时代的职业教育走向。它们可以被时间和数据打脸。

预言一〔未执行〕：知识问答类AI普及之后，用旧教材的学生，理论分不会下降，但R_B会下降——真实首卡越来越落在教材没有标出的地方。

道理是这样的：AI一秒钟就能回答"浮力是什么""焊接电流怎么选"，理解层的东西学生随时能补上，理论考试的分数不受影响，甚至会上升；可是学生在真活儿上卡住的地方，恰恰是AI和旧教材都没写到的判断层和操作层，而且因为理解层被AI接走，学生更快地走到了那些地方，于是旧教材预设的卡（多半在理解层）越来越落空。

检验设计：在同一门技术、同一类学校里，选AI问答工具普及程度不同的两批学生（或同一单位普及前后的两批），使用同一本旧教材，同时测理论考试成绩和R_B。作废条件：如果R_B在AI普及后不降，或者理论分与R_B同步下降（说明是学生整体水平变了，而不是卡位移了），预言一作废，第2编"知识容器之死"关于"真问题从会不会换成会不会在该摔的地方亮起来"的判断须重审。

预言二〔未执行〕：用"AI全程平滑代办"方式训练的学生，撤掉AI之后，第一次独立完成任务的失败率，高于卡路组。

道理是第9章讲的平滑陷阱：AI越会代办，学生越不在场；卡被抹平了，"我"就没有亮起来的地方。一旦撤掉AI，学生面对的是一条从没自己撞过的路。

检验设计：同一任务、同一资质学生随机分两组。一组训练全程由AI即时提示、即时纠正、遇到困难由AI给出完整步骤；另一组按卡路方式训练，AI只做捞卡和就近回写，不替学生解卡（第6编的分工）。训练时长相同。训练结束后，两

组都撤掉AI，独立完成同一任务，记录第31章提出的读数"撤AI独立完成率"，以及首次独立任务的失败率。作废条件：两组撤AI后的失败率没有可信差异，或平滑代办组更低。

本书对这两条预言立一个总的作废规则：如果两组之间没有可信差异，范式作废。这不是修辞。卡路的全部立论，是说AI时代职业教育真正要训练的，是人在卡上亮起来的能力；如果平滑代办养出的人在撤掉AI后同样能干，那么卡就不是必需的，本书第一句定音——"卡只能人自己撞"——就站不住。

◆ 十一、这一章交出的是什么

最后把账摊开。八条条款、两条预言，本书一条都没有执行过。这一章交出的，是判据和证伪条件，不是证据。我们没有说"实验表明"，因为没有实验；我们没有说"数据显示"，因为没有数据。前两章的那些数字，是为讲清算法而构想的；这一章里的"预言"，是可能落空的押注。

为什么要把自己押到这个地步？因为第5章说过的三次粉刷，每一次都是一个好听的说法，每一次都没有立下"什么情况下我错了"。它们因此永远不会错，也因此永远没有让教材变过。卡路要和它们不一样，唯一的办法，就是写清楚自己会怎么死。

下面这张表，把八条条款和两条预言与它们要威胁的命题对应起来，供执行者查用。

条款	要威胁的命题（所在编章）	若出现什么，命题作废
一 理论路面判据	理论是路面，前置成柏油（13、25）	前置理论句多数可直接转为身体步骤
二 卡真性	旧材料的卡多为假卡（4、32）	旧材料R_B多数稳定≥0.60
三 对照实测	带口卡序列是教材本体（11）	两组无可辨差异，或只在一个读数上有差
四 真卡时效	真卡＝来源可追溯（15、34）	可追溯与否不影响R_B
五 逆序测试	卡序不可逆（14）	原序与逆序无可辨差异

条款	要威胁的命题（所在编章）	若出现什么，命题作废
六 单棒缺位	三主编必须成链（33、34）	缺某一棒读数不受影响
七 阈值开放度	只有严禁会冻死差异场（34）	禁令占比与R_B、判断层卡均不相关
八 反噬测试	计件化必反噬（39）	考核后读数不变坏（反之则制度条款升级）
预言一	AI普及后卡位移（6—10）	R_B不降，或与理论分同步下降
预言二	卡只能人自己撞（9、29、31）	撤AI后两组失败率无可信差异

谁愿意拿去做，都可以。做出来让卡路难堪，那是对这本书最大的帮助。

> 带走的话
>
> 一个说法如果什么结果都能解释，它就什么都没说。卡路交出的不是证据，而是自己的十种死法——并且全部〔未执行〕。

小账

卡：口号永远不会错，因而也永远不改变教材；卡路若不写清自己怎么死，就是第四次粉刷。

路：八条条款、两条预言，各自写明方案、预言与作废条件；事先登记、盲看、不假想通过，是执行的三条纪律。

第 九 编

反噬与停权

编　序

这一编三章，是范式对自己的批判：一个范式要行得远，先把自己最不想承认的死法写出来。第39章讲计件化的反噬——考核一来，假卡比旧教材更坏，所以读数不进考核。

第40章讲背卡的学生、只等卡的老师与主体性的异化：发生不能强加于人，顺滑路段上走得好的学生也已在场。第41章划停权边界：失败代价超过一次可逆返工的领域，卡路降格为模拟。

第 39 章

计件化的反噬：考核一来，假卡比旧教材更坏

这一章的问题：前面八编，我们一直在为"卡"说话：卡是显影点，卡路是发生，读数能把真卡和假卡分开。可是任何一个好东西，只要被拿去计数、排名、发奖金，它就会开始长出自己的反面。卡路也逃不掉。这一章要问的是：如果有一天，"每单元标出了几个卡点""R_B达到了多少"变成了评比指标，会发生什么？我们的回答很不客气——考核一来，假卡会批量出现，而且假卡比旧教材更坏；AI会让这件坏事变得更便宜、更快、更像真的。这一章也要讲清楚，为什么本书一再说"读数不进考核"，这不是谦虚，是这套范式活下去的条件。

◆ 一、一个我们构想的评比表

先讲一个场景。这是我们构想的场景，不是任何一所学校发生过的事。

假设某地开始推广卡路教材。推广的人很热心，觉得光讲道理不够，得有抓手，于是发下一张评比表。表上有几栏：每个单元标出的卡点数量；每个卡点是否配了回写口；回写口与卡点的页距是否为零；颗粒度试验做了几轮；R_B是否达到0.60。每一栏都有分，加起来排名，排名进年度考评。

表格本身一个字都没写错。卡点要标，回写口要配，页距要近，试验要做，R_B过0.60判真卡——全是本书的说法。可是这张表一发下去，事情就变了味。

第一个变化是数量。以前编教材的人怕卡写少了，现在怕卡写少了扣分。于是一个"认识焊枪"的单元里冒出十二个卡点，"握枪姿势卡""开关按钮卡""面罩戴法卡"，一个接一个。它们都有名字，都有编号，都在页边标了醒目的符号。可你去翻企业主编交上来的失败原料单——如果这份单子存在的话——上面没有一条是"握枪姿势"。真实的失败是夹渣、咬边、气孔、未焊透，是电流调不准、速度忽快忽慢；握枪姿势当然会出问题，但它很少是一个让学生停下来、原有动作结构失效的位置。它是编者坐在桌前，觉得"这里应该会卡"。

第二个变化是回写口。评比表上有一栏"页距是否为零"，于是每个卡点旁边都紧贴着一段指令。指令写得很工整，"保持焊枪与工件呈某个角度""匀速移动"。它们邻近吗？邻近，就在同一页。可执行吗？看上去可以。开口吗？——这才是要害。一段回写口要能让学生离开断点、重新进入任务，它前面得真有一个断点。卡是假的，口就是一扇开在墙上的画出来的门，页距为零，D_FB-RE为零，可是没有人从这扇门走过去。

第三个变化最隐蔽：R_B。按第8编的判别式，R_B ⩾ 0.60判真卡。R_B是首卡落在预设卡上的人数除以受试总人数。一旦R_B要过线才能得分，最省事的办法不是去找真卡，而是让预设卡多到把学生可能卡的地方都盖住。十二个卡点铺满一个单元，学生无论卡在哪里，几乎都会"落在预设卡上"。R_B漂亮极了，0.9、0.95。可这个数字什么也没测到。它测的不是"我们预先知道学生会卡在哪"，而是"我们把整张地图都涂成了红色"。

这就是计件化。计件化的意思不是"数东西"，数东西本身没错；计件化是说，一旦某个数字决定了你的饭碗，人就会去生产那个数字，而不是生产那个数字原本要指向的东西。

◆ 二、为什么假卡比旧教材更坏

有人会说：就算有假卡，至少比旧教材强吧？旧教材连卡都不标，现在好歹标了，学生多看几个提醒，没坏处。

我们的判断恰恰相反：假卡比旧教材更坏。理由有三层。

第一层，旧教材的坏是"空"，假卡的坏是"错"。旧教材的病，第1编说得很清楚，是那个加号——科学语法和实习语法缝在一个封皮里，中间的裂缝没有人写页。学生翻到裂缝处，书里什么都没有，他知道书里什么都没有，于是他去问师傅，去自己撞，去看别人怎么做。空白至少是诚实的：它不假装知道。假卡却在空白处填上了一个错误的位置。学生翻到"握枪姿势卡"，认认真真地对照，以为自己过了一个卡；真正的卡——比如第一次听到焊接声音变了却不知道意味着什么——

却在页面之外，没有标，没有口。学生不但没有被帮到，还被误导了：他以为难的地方已经过去了。

第二层，假卡会把真卡淹死。一个单元里有两个真卡、十个假卡，学生分不出来。十二个符号一样醒目，十二段回写口一样工整。注意力是有限的，第3编讲过，卡是显影点，"我"在卡上亮起；可当卡太多，每一处都号称是卡，学生的"亮"就被稀释成了一种疲惫的、例行公事的翻页。真卡来了，他已经不再当回事——又一个卡嘛。狼来了的故事讲的就是这个：喊得太多，真狼来了没人跑。

第三层，最根本：假卡污染了回写。卡路的骨架是"先解的卡改写后面的卡，序列不可逆"。真卡解开之后，学生身上会显露出一个新判断，这个判断会改变他看后面每一步的眼光——这就是回写（S，显露）。假卡解开之后显露出什么呢？什么都没有，因为本来就没有卡住。可学生被告知"你解开了一个卡"，他会以为那一点点无关痛痒的调整就是"解卡"的滋味。他尝到的是假糖。第3编给糖下过定义：糖是解卡之后的"保住感"。假卡上尝不到保住感，只尝到"完成任务"的松一口气。久而久之，学生对"解卡"的期待被校准错了：他以为解卡就是照着提示做一下，而不是被逼停、慌一下、找到出口、重新纠缠回工位。等到真卡来，那种真实的停顿和慌张，反而让他觉得"这不对，教材上的卡不是这样的"。

不妨让陪读人物小周走一遍。这仍是我们构想的场景。小周拿到那本十二个卡点的焊接教材，他手快，前面几个卡"嗖嗖"就过了：握枪姿势照图摆好，开关按一下，面罩戴正。每过一个，页边就有一句"恭喜你解开了本卡"。他心里有点得意，也有点疑惑——就这？到了真正动手焊第一条焊缝，他听见声音从平稳的"沙沙"变成了断续的"噼啪"，手一下子慌了，不知道该停、该快还是该慢。他翻书，书上这一页写的是"匀速移动"，旁边没有卡的符号。他想：书上没标，说明这里不该卡，是我自己不行。这句"是我自己不行"，就是假卡最坏的产物。它把一个本该被教材接住的真卡，转嫁成了学生对自己的怀疑。

所以假卡不是"不够好的真卡"，它是一种反向的训练。旧教材让学生在裂缝处无人陪伴；假卡让学生在裂缝处被一个假向导领错了路。前者是缺，后者是害。

◆ 三、AI让假卡变得便宜

上面的事情，在没有AI的年代也会发生。编者坐在桌前想象卡点，这件事古已有之。但AI把它的成本降到了接近零，这才是本章要特别说的。

第6编第32章专门讨论过AI生成假卡的风险，这里只说它和考核碰在一起时的样子。

你让一个大模型"为焊接入门单元列出学生最可能卡住的十个位置，并为每个位置配一条邻近的可执行回写指令"。它几秒钟就给你一份清单，每一条都通顺、专业、像模像样。它甚至会用"高发条件""常见失败形态"这样的词，因为它读过大量的教材、论坛帖子、经验分享。这份清单里可能真的有几条和真实失败重合——AI读过的东西里确实有真实的经验。但问题在于：你没法从清单本身分辨哪几条是真的。

真卡的定义是来源可追溯到真实失败记录：维修单、质检日志、赛场与课堂记录。AI给的清单，来源是"它读过的文字的统计"。统计里混着真经验、二手转述、编者想象、营销文案、以讹传讹。它的语气一律笃定，格式一律整齐。一个赶着交评比表的编写组，拿到这样一份清单，最自然的做法就是直接贴进教材。十二个卡点，配齐回写口，页距为零。一个下午做完一本。

如果评比表还要求"颗粒度试验做了几轮"呢？试验也可以被做成形式：找三个学生走个过场，记录表照AI给的模板填。如果要求R_B过线呢？前面说了，把卡铺满就行。

这里有一个很残酷的对照。旧教材时代，编一本坏教材要花力气，要抄、要凑、要排版，坏教材的数量受到人力的限制。AI时代，编一本"看上去像卡路教材"的坏教材几乎不花力气。而考核会奖励那些产出快、指标漂亮的人。两件事一叠加，结果就是：好教材靠真实失败记录一条条攒，慢；假卡路教材靠AI批量生成，快。如果考核看的是数量和指标，劣币驱逐良币几乎是必然的。

这不是对AI的指控。第6编讲得很清楚，AI当捞卡者是卡路的第四棒，它能从成千上万条维修单、质检日志里数出失败，这是人力做不到的好事。同一个工具，用来"从记录里捞"，就是捞卡；用来"凭空写"，就是造假卡。分界线不在工具，在于有没有那份可追溯的原始记录。而考核恰恰最容易模糊这条线：它只看最后交上来的清单，不问清单是从哪里来的。

◆ 四、怎样一眼认出一本"刷出来的"卡路教材

既然假卡会批量出现，职校老师、企业师傅、家长手里就需要几条朴素的辨认办法。不需要算任何读数，翻一翻就能看出来。

第一看卡的名字。真卡的名字通常是一个失败：夹渣、咬边、坡上溜车、油一下锅就慌着撤手。它说的是"出了什么事"。假卡的名字常常是一个知识点或一个动作的名称："握枪姿势卡""认识面罩卡""了解电流卡"。凡是卡的名字里出现"认识""了解""掌握"这类词的，十有八九是把旧教材的小标题换了个符号——这和第7编说的"以'熟悉水性"认识设备'开头的教材，企业主编从未交过失败清单"是同一个病。

第二看卡和卡之间有没有路面。真卡是稀的，两卡之间有一段学生带着解卡判据走过去的平滑段，理论就铺在那里。假卡是密的，一页一个、半页一个，中间没有任何路面，学生从一个提示跳到下一个提示。第3编说过，理论是路面，被耗尽才算活着；一本卡挨着卡、没有一段路面的教材，理论无处可耗，它其实又回到了"注意事项"的老路上，只是每条注意事项都被改叫成了"卡"。

第三看回写口能不能被做错。这一条最灵。真的回写口是一条可执行的指令，学生照做之后，有可能做对，也有可能做错——做错了，他会再卡一次，这正说明指令真的作用到了动作上。假的回写口往往做不错，因为它根本没有要求任何具体动作："注意观察""保持专注""规范操作"。一条无论怎么做都不会错的指令，说明它没有碰到动作结构，也就说明它旁边的那个卡不是真的被逼停的位置。

第四看先后顺序能不能对调。真卡序列不可逆，先解的卡改写后面的卡，第3编第14章用包饺子讲过这个道理。把一本教材里第三个卡和第八个卡对调，如果读

起来毫无违和、学生做起来也毫无区别，那这串卡只是一个换了外衣的集合 $\{t_1,t_2,\ldots,t_n\}$，并列、可交换、可删。刷出来的卡路教材，几乎都经不起这一对调。

这四看都不需要权威，也不需要排名。它们只需要一个人愿意翻开教材、拿起焊枪或锅铲，看看书上说的卡，是不是自己真会停下来的地方。

◆ 五、为什么读数不进考核

现在可以正面回答这一编最核心的一个问题了：本书反复说读数不进考核，凭什么？

先说清楚读数是做什么的。第8编的D_FB-RE、R_B、T_ret、路面激活，还有第6编的撤AI独立完成率，它们是用来检验"这本教材的卡标对了没有、口开对了没有"的。它们的服务对象是编教材的人，是用来让编写组发现自己错在哪一棒的。颗粒度试验里，学生卡在理解层，是院校主编的错；卡在操作层，是企业主编的错；卡在判断层，是行业主编的错。读数是一面镜子，照的是编者，不是学生，也不是用来给编者排名的。

镜子有一个特点：你只有在不怕看见自己丑的时候，才会认真照。一旦镜子里的样子决定了你的奖金，你会做两件事之一——要么化妆，要么换一面哈哈镜。化妆，就是上面说的把卡铺满、让R_B好看；换哈哈镜，就是把试验做成形式，让数字在表上好看。两种做法，镜子都还在，但它不再照出任何东西了。

这背后有一个更一般的道理，经济学和管理学里常被称为"古德哈特定律"：一个指标一旦变成目标，它就不再是好指标〔待核〕。我们不需要借这条定律的权威，卡路自己的结构就足以说明这一点。R_B之所以能判真卡，是因为预设卡是编者"事前"标的，首卡是学生"事后"撞的，两者独立。正是这种独立，让重合率有信息量。一旦编者知道R_B要考核，他标卡的时候就会去"猜"学生会撞哪里、去"盖住"学生可能撞的地方——事前和事后的独立性被破坏了，重合率就成了自己和自己比。这不是道德问题，是测量结构被摧毁了。

还有第8编那三条自我否决。7天重测信度低于0.70判读数不稳；与"答案页比例""训练项目数"相关超过0.85判改名无增量；整轮无人卡判无信息事件。这三条是本书给自己设的绊马索：读数自己不靠谱的时候，它必须先否决自己。可一旦读数进了考核，谁会主动启用自我否决？谁会在评比季里报告"我们这一轮无人卡，是无信息事件，请判作废"？没有人。自我否决条款在考核环境里会自动失效，因为它和所有人的利益相反。一套没有自我否决的读数，就不再是证伪工具，只是一张成绩单。

所以，读数不进考核，不是因为读数不重要，恰恰是因为它太重要——它是这套范式唯一能被证伪的地方。第8编列出了全书的可错预言：知识问答类AI普及后，旧教材组R_B下降；AI全程平滑代办训练的学生，撤掉AI后首次独立任务失败率高于卡路组；若两组无可信差异，范式作废。这个"作废"能不能兑现，全靠读数干净。读数一旦被考核污染，我们就失去了判定自己错了的能力。一个不能被判错的范式，和第2编批评的那些"粉刷"没有区别——理论联系实际、理实一体化、产教融合，哪一个被判错过？

◆ 六、那么可以考什么

说读数不进考核，不等于说卡路教材不接受任何检查。不检查，就会有人拿AI生成的清单冒充卡路教材，谁也管不了。问题是检查什么，以及怎么检查才不触发计件化。

我们的建议是：检查来源，不检查数量；检查交付形状，不检查分值。

检查来源，就是只问一个问题：这本教材里的每一个卡点，能不能追溯到一条真实失败记录？维修单的哪一行，质检日志的哪一天，课堂录像的哪一段。追溯不到的，不论它写得多漂亮，一律标"待校"，不许当作真卡进正文。这个检查的好处是，它不奖励多。一个单元只有两个能追溯的卡，那就是两个；硬凑十二个，追溯不到的十个全部退回。数量上去，不会加分，只会增加被退回的工作量。计件化的动力就被拆掉了。

检查交付形状，就是第7编讲的三棒链条。企业主编交没交失败原料单，单子上有没有任务行、失败名、失败形态、高发条件、安全条件、老手纠正语；院校主编交没交失败序列图；行业主编交没交三档容忍度表。上一棒形状不达标，下一棒不接。这是"有没有"的检查，不是"有多少"的检查。有，就过；没有，就退。它不产生排名，也就不产生为排名而造假的动力。

至于AI，可以再加一条：凡是AI参与生成的卡点，必须同时附上它所依据的原始记录片段。AI捞卡，是从记录里捞，捞出来的东西应当自带出处；AI如果给不出出处，那它就是在写，而不是在捞。这条规矩不复杂，却正好卡在"捞卡"和"造假卡"的分界线上。

最后还有一条，我们写在这里，也写给自己：读数的原始记录可以公开，读数的结果不排名。公开记录，是让别人能复核、能质疑、能证伪；不排名，是让编者敢于报告坏消息。一本教材第一轮颗粒度试验R_B只有0.3，判假卡居多，这是好事——它说明试验起作用了，编写组找到了自己的错。在一个排名的环境里，这个0.3会被藏起来；在一个不排名的环境里，它会被拿出来讨论。卡路教的是学生在卡上亮起来，编教材的人也一样：他们得在自己的卡上亮起来，而不是把卡藏好。

◆ 七、反噬是范式的一面镜子

最后说一句更远的话。

这一章讲的反噬，不是卡路特有的病。第1编讲的三次粉刷，每一次最初都有真东西：理论联系实际，原意是让书本贴近现场；理实一体化，原意是让课堂和工位不再隔着一堵墙；产教融合，原意是让企业的真问题进入学校。每一次，它们都被做成了指标、做成了检查项、做成了挂牌，然后真东西就被粉刷掉了，只剩一层漆。卡路如果不提前把这个风险说透，第四次粉刷的名字很可能就叫"卡路化"。

一个范式的成熟，不在于它说了多少好话，而在于它能不能提前指出自己会怎样被用坏。我们宁可在书里多写一章自己的坏处，也不愿意几年后看到满街都是标满红色符号、R_B全是0.95、学生却一个也没亮起来的"卡路教材"。

那时候，假卡会比旧教材更坏。因为旧教材至少还给学生留了一块诚实的空白，让他自己去撞；假卡路教材却连空白也收走了，把每一处都填上一个假的"你在这里会卡"。学生失去的，不仅是一个被陪伴的机会，而是那个本来留给他自己撞、自己亮的位置。

> **带走的话**
>
> 卡一旦被计件，编者就去生产卡，而不是去找卡。读数是照编者的镜子；镜子一旦定工资，人就去化妆。检查来源，不检查数量；公开记录，不排名次。

小账

卡：评比表上的每一栏都对，合起来却把真卡淹死了；AI让一本假卡路教材只需一个下午。

路：读数不进考核的三条理由（独立性、自我否决、可证伪），以及"查来源、查交付形状、AI卡必附出处"的替代检查。

第 40 章

背卡的学生、只等卡的老师，与主体性的异化

这一章的问题：上一章说的是编教材的人在考核下变形。这一章说的是用教材的人——学生和老师。卡路教材一旦写成，卡点就白纸黑字印在那里，回写口也印在那里。学生会不会提前把"这里会卡、照这样解"背下来，到了工位上不再撞卡，而是对答案？老师会不会只守着书上标出的卡，学生在别处停下来，他视而不见？更深一层：本书一直说"我只在卡上亮起"，这句话会不会被听成"人必须被卡住才算数"，于是有人开始给学生制造卡、强迫学生"发生"？这三种走样，我们统称为主体性的异化：本来要让人亮起来的东西，反过来让人变暗、变被动、变成被摆弄的对象。

◆ 一、背卡：卡被背熟，就又成了知识

先说学生。

卡路教材的第一页长什么样，第10编会讲："这里，你将卡；现在，往这走。"这句话很朴素，但它有一个天然的风险：既然书上告诉我"这里会卡"，又告诉我"往这走"，那我何必去卡？我把这两句背下来，到了那一步直接往那走，不就省事了？

这就是背卡。它听起来像是好学生的做法，其实是把卡路倒退回知识容器。第2编说过，知识容器式教材是发现学：先把"对的路径"发现出来，装进书里传下去。背卡的学生做的正是同一件事，只不过他装进脑子里的不是定理和步骤，而是一张"卡点—解法"对照表。表的形状变了，本体没变，仍然是集合 $\{t_1,t_2,\ldots,t_n\}$：一条条并列、可交换、可删的条目。

拿拧螺丝举个例子。这是任何一个装配、维修专业的学生都会遇到的小事。一份构想中的卡路教材可能在这里标一个卡："螺丝拧到后半程突然变紧，你会不知道是到位了还是滑牙了。"回写口是："停手，退半圈，再用两根手指轻轻带进去，

感受阻力是均匀变大还是突然一顿。"这是一个不错的卡和口——它是真实的失败（滑牙、拧过头），它的回写口可执行、邻近、开口。

可是一个背卡的学生会怎么做？他读到这一页，记住了"后半程变紧要退半圈"。到了工位上，他每颗螺丝拧到后半程都机械地退半圈，再带进去。看上去他"解卡"了，动作也对。但他从来没有经历过那一下"突然变紧、手一顿、心里一慌、不知道该不该继续"的停顿。他的手没有被逼停过，他的判断没有被逼出来过。那个"均匀变大还是突然一顿"的手感区分，本该在第一次真卡的慌张中显露出来，现在只是一句背下来的话。

后果在别处出现。换了一种螺丝、一种材料、一个角度，原来的"后半程"不再在原来的位置；或者工件本身有毛刺，变紧的原因根本不是螺纹。背卡的学生手里那张对照表没有这一条，他也没有养出那个会自己分辨的手。他会再一次面对一个"书上没写"的卡，而且比没读过卡路教材的同学更慌——因为他已经习惯了"卡来了，查表"。

所以，卡被背熟的那一刻，它就不再是卡了。卡的定义是"学生原有动作结构失效、被逼停的位置"。一个提前背好答案的人，动作结构没有失效，也没有被逼停，他只是在执行另一套背好的动作。显影没有发生，"我"没有亮。

◆ 二、为什么写出来的卡挡不住背

有人会问：那卡路教材是不是干脆不要把卡写出来？让学生自己撞，撞完了老师再告诉他？

不是。写出来有写出来的道理。第5编讲回写口的三条件之一是"邻近"——学生卡住的时候，出口要就在手边，不必翻半本书、等半天老师。一本不写卡、不写口的教材，又回到了旧教材的空白：裂缝处无人陪伴。D_FB-RE会变成∞。

那么问题就变成：怎么写，才能让卡被读到但不被背掉？

我们的办法是三条，都不复杂。

第一，卡写失败的样子，不写失败的答案。"后半程突然变紧，你会不知道是到位还是滑牙"——这一句是卡，它描述的是学生会遇到的那个困境。回写口紧跟在旁边，但回写口给的是一个"让你重新进入任务的最小动作"（停手、退半圈、两指带入），而不是一个结论（"这说明滑牙了"）。动作要做了才知道结果，结论可以直接背。学生背下"退半圈"没关系，他退了半圈、两指带进去，手里感到的那个阻力，是背不来的。回写口的"开口"条件，说的就是这个：它把学生送回任务，而不是替他把任务做完。

第二，卡和口分页或折叠，但不远离。在纸质教材里，可以把回写口印在卡点页的背面，或者用一个需要翻开的折页；在电子教材里，可以设成"点开才显示"。邻近仍然成立——翻一下就到；但学生不会在没有卡住的时候顺手把口也读了。这是一个很小的版面技术，却能挡住大半的"预读即背"。

第三，序列不可逆是最好的防背装置。第3编第14章说过，先解的卡改写后面的卡。如果一本教材的卡真是一个有序的序列，那么后面的卡在学生解开前面的卡之前，读起来是半懂不懂的——它的措辞依赖前面卡上显露出来的那个判断。学生可以背，但背了也用不上，因为他还没有能读懂这一条的那个"我"。只有并列的、可交换的卡才容易背；真正的卡序列，自己就抗拒被背。换句话说，一本很容易被背的卡路教材，本身就是一个警报：它的卡可能是集合，不是序列。

◆ 三、只等卡的老师

再说老师。

卡路教材给老师的角色，第10编会讲：从讲理论的人，变成捞卡、排卡、守口的人。"守口"的意思是守在回写口旁边，学生到了卡上，老师在那里接应。这本来是好事。可它也有一个异化的版本：只等卡的老师。

只等卡的老师是这样的。他把教材上标出的卡点记熟了，第三页一个、第七页一个、第十二页一个。上实训课时，他在这几个点上特别留意，学生一到这里，他就走过去，指着回写口说"照这个做"。其他时间，他在教室后面坐着，或者看手

机。学生在第五页停住了——书上没标卡——他没注意到，或者注意到了也觉得"这里不是卡，自己再试试"。

我们构想一个具体的画面。林老师——那位写过两本讲义、自觉"都写对了，学生还是不会"的体育实训老师——拿到了一本新的卡路教材。他是个认真的人，比任何人都认真地执行了这本书：每个标出的卡点，他都准备了示范，准备了口令。第一周效果很好，学生卡在预设卡上的时候，他总能及时接住。可第二周，他发现有几个学生总是在某个书上没标的地方停下来，表情很难受。他的第一反应是"这不在教材里"，第二反应是"可能是个别学生的问题"。他犹豫了一个星期，才意识到：这正是一个书上没有的真卡。

林老师最后意识到了，这是好的结局。但他犹豫的那一个星期，正是"只等卡"的危险所在。卡路教材写出了卡，也就无意中给了老师一张"只需要管这些"的清单。老师的注意力被清单收编了，他不再是一个看着学生的人，而是一个看着清单的人。

拿老韩做个对照。老韩修了二十多年车，他带徒弟从来没有一张卡点清单，口头禅是"你先别看书，听声音"。他的好处是眼睛一直在徒弟身上：徒弟手一停、头一歪、耳朵往发动机那边凑，他就知道人卡住了，不管这个地方书上写没写。他的短处是这些"卡"全在他脑子里，他走了，就跟着走了。卡路教材要做的，是把老韩脑子里的东西写出来；可写出来之后，最怕的是新老师只学会了老韩的清单，没学会老韩那双一直看着人的眼睛。清单是可以交接的，那双眼睛只能自己长。

这和背卡的学生是同一种病的两面。学生把卡背成知识，老师把卡守成流程。两边都在执行一张写好的表，两边都不在场。

◆ 四、老师真正要守的，是卡的边缘

解药也不神秘。我们说老师是"捞卡、排卡、守口的人"，三件事的顺序是有意排的：捞卡在最前面。

捞卡的意思是：课堂本身就是一份失败记录。第1编定义真卡时说过，真卡的来源可以追溯到维修单、质检日志、赛场与课堂记录。课堂记录排在最后，但对老师来说它是最近的那一份。学生在一个书上没标的地方停下来，这不是"教材之外的意外"，这是一条新的失败原料，是送到老师面前的下一版教材的素材。一个会捞卡的老师，最留意的恰恰不是书上标出的那几个卡，而是书上没标的地方有谁停下来了。

这就引出第8编那个读数的另一面：R_B。R_B是首卡落在预设卡上的比例。在编教材的人那里，R_B高说明卡标得准；但在课堂上，老师更该关心的是那个1 − R_B——首卡没有落在预设卡上的那部分学生。他们卡在哪儿？那里是不是一个新卡？这些学生不是"偏离教材的人"，他们是教材的下一页的作者。

所以老师要守的不是卡的中心，而是卡的边缘：书上标出的卡附近，学生有没有用别的方式卡住；书上没标的地方，有没有人停下来。守口，是在已知的卡旁接应；守边缘，是在未知的卡出现时第一个看见。后者比前者难得多，也重要得多。AI可以帮忙——第6编讲过，AI可以从课堂录像里数出学生停顿的位置——但看见一个学生停下来、并判断这是一个值得写进教材的卡，这一步要老师在场。

这里还要提一句：读数不进考核，对老师同样适用。如果老师被考核"你班上R_B多少"，他会本能地希望学生都卡在书上标的地方，对卡在别处的学生不耐烦，甚至暗示他们"按书上的走"。这样一来，课堂这份最近的失败记录就被老师亲手抹掉了。上一章讲编者在考核下造假卡，这里是老师在考核下藏真卡。

◆ 五、给学生的一句话：卡不是考点

背卡的根子，有一半在学生几十年被训练出来的习惯里。从小学起，课本上画了重点、标了星号的地方，就是考试要考的地方；把标出来的东西背熟，就是好学生。一个学生拿到卡路教材，看到页边一个个卡的符号，最自然的联想就是：这是重点，这是考点，背下来。

所以卡路教材需要在第一页就对学生说一句和他过去十几年经验相反的话：卡不是考点。书上标出来的卡，不是要你背、要你答、要你证明自己会；它是告诉

你，前面的人在这里停下来过，你也可能停，停了不丢人，出口就在旁边。你没停，就走过去；你停了，就用那个出口。你停在了书上没标的地方，那更好——请告诉老师，你可能发现了一个新卡。

这句话要配合一件实事才有分量：卡不进任何对学生的考试。如果期末考卷上出现"第七页的卡点是什么、回写口是什么"这样的题，前面所有关于"卡不是考点"的话都会作废，学生会立刻把卡背成知识点。卡路对学生的检验，只能在工位上、在真实任务里，看他能不能把一件事做成；至于他在路上卡了几次、卡在哪里，那是给教材看的记录，不是给学生打的分。

我们知道这会让一些习惯了"有标准答案才好考"的人不舒服。可是道理很简单：你考什么，学生就背什么。你考卡，学生就背卡；你考"能不能把这个活干成"，学生才会真的去撞卡、解卡、回到工位。职业能力是一门技术的发生，发生没法被默写出来。

◆ 六、不能把发生强加于人

现在说最深的一层：主体性的异化。

本书反复说："卡是显影点，顺滑处学生不在场，卡住处'我'才亮。"这句话是全书的心脏，但它也是最容易被误读的一句。误读的版本是：既然卡住才亮，那就让学生多卡；不卡的学生不在场，那就想办法让他卡。

一旦这样理解，就会出现两种做法，我们都要明确反对。

第一种是制造卡。老师故意把工具藏起一件，故意给错一个参数，故意在学生快要做完时打断他，美其名曰"给他一个卡"。这不是卡路，这是设陷阱。第3编给糖下过定义：有糖的卡，是失败代价低、可局部承受、解卡后能尝到保住感的卡；低代价是卡进入教材的道德前提。制造出来的卡往往不满足这个前提——它的代价不是学生自己可以承受、可以保住的，它来自一个比他更有权力的人的刻意安排。学生在这样的卡上尝不到"我把它保住了"，只尝到"我被耍了"。而且，真卡来自真

实失败记录，制造的卡来自老师的想象和安排，按本书的定义，它就是假卡——一个带着恶意的假卡。

第二种是强迫亮起。有的学生走得很顺，一路没卡。于是有人认为他"没有发生"，"不在场"，要给他加码、加难度，直到他卡住为止；或者要求他事后写反思，"说说你在哪里卡了"，逼他编出一个卡来。这同样是走样。

我们要把话说清楚：顺滑路段上走得好的学生，也已经在场。

卡路说"顺滑处无我"，说的是教材本体的结构——教材的骨架应当是卡，而不是顺滑路；说的不是对某一个学生的判决。一个学生在某一段走得顺，可能有很多原因：他以前在家帮父母修过东西，他的手感早就在别的地方被卡出来了；他在前面一个卡上显露出的判断，恰好覆盖了这一段；或者这一段对他来说真的就是路面——他带着前面解卡得来的判据，平平稳稳地走过去，理论在这里被他耗尽。第3编说过，理论路面就是"两卡之间学生带着解卡判据走过的平滑段"。走在路面上的人，不是不在场，而是正在用他之前亮起来的那个"我"走路。

不卡的学生和背卡的学生，在表面上很像：都没有在预设卡上停下来。区别在于，背卡的人是用一张表绕开了卡；顺滑的人是用自己身上已经显露出的判断走过了这段路。前者的"我"没有出现，后者的"我"正在工作。分辨二者，靠的不是读数，而是换一个条件——换一种螺丝、换一口锅、换一个场地。背卡的人会立刻停住；顺滑的人会在新的地方卡住，然后自己解开，或者干脆不卡。

所以，卡路不要求每个人都卡在同一个地方，也不要求每个人都必须卡。它要求的是：教材在可能卡的地方，为可能卡住的人，开好口。人来不来这个口，什么时候来，是他自己的事。

◆ 七、"我懂了"不必被拆穿

还有一种更细的异化，发生在老师对学生"我懂了"的态度上。

阿婷是中职烹饪专业的学生，怕油溅，嘴上总说"我懂了"。第4编讲炒菜的时候已经写过她。在卡路的视角下，"我懂了"常常是一个信号：她停在了理解层，还

没有走到判断层——她知道油温高了要转小火，但真到锅前，这一步拿不拿得定，她心里没底。

这时候老师有一种冲动：拆穿她。"你说你懂了，那你现在做给我看。"或者更直接地说："你根本没懂，你就是怕。"

我们不赞成。理由有两层。

第一层是本书的禁令：不作医学和心理诊断。"你就是怕"听起来是一句平常话，但它是在替学生给她自己的内心下结论。一个老师可以说"这一步你还没做过"，但不能说"你心里在逃避"。前者是关于动作的，后者是关于人的。卡路只处理动作结构，不处理人格。

第二层更根本：发生只能在本人身上发生，不能被别人宣布。阿婷说"我懂了"，也许是在保护自己——在一个她还没准备好的时候，不被推到油锅前。这种保护本身是她的主体性。老师要做的不是拆掉这层保护，而是让下一个卡的代价低到她愿意自己走过去。比如先用很少的油、很小的火，让她在一个几乎不会溅的条件下尝一次"油温到了、菜下去、没溅、我接住了"的保住感。这一口糖尝到了，她下一次说"我懂了"时，就离判断层近了一步。不是被拆穿推过去的，而是自己走过去的。

卡路有一个总的分寸：卡是给人撞的，不是拿来撞人的。

◆ 八、异化的共同根子

把这一章的三种走样放在一起看，它们有一个共同的根子：都把卡当成了"外面的东西"。

背卡的学生，把卡当成书上的一条知识，可以搬进脑子；只等卡的老师，把卡当成教案上的一个节点，可以按时执行；制造卡、强迫亮起的人，把卡当成一种可以施加给别人的手段。三种人都忘了，卡不是一个东西，而是一个人和一项任务之间的关系——是这个人的原有动作结构，在这项任务的这一步失效了。这个关系只

能在本人身上成立。书可以预告它，老师可以守着它，AI可以帮着数它，但没有人能替别人拥有它，也没有人能替别人宣布它发生了或没发生。

借一下SDE的说法，轻轻带过：撞卡是差异把人逼停（D），回写是新判断显露出来（S），回到工位是身体、器具、现场重新纠缠（E）。这三步，每一步的主语都只能是学习者自己。教材、老师、AI站在旁边，可以把差异送到他眼前，可以把出口摆在他手边，可以把工位清理好让他回来，但不能替他停、替他显露、替他重新纠缠。一旦有人试图替他做，发生就变成了表演，主体就变成了道具。

这也是为什么，第8编所有的读数都只测教材，不测学生个人。R_B算的是一组人的首卡重合率，用来判卡真不真；D_FB-RE算的是卡和口之间的页距，用来判口近不近；T_ret看的是回写有没有效。没有一个读数是用来给某个学生打"在场分""亮起分"的。如果有人想把它们改造成学生的个人评分，那就是把一面照教材的镜子，转过来对准了学生的脸——这是计件化的又一种形式，也是主体性异化最直接的入口。

> 带走的话
>
> 卡被背熟，就又成了知识；卡被守成流程，就又成了教案。顺滑路段上走得好的学生，也已经在场——他正在用之前亮起的那个"我"走路。卡是给人撞的，不是拿来撞人的。

> **小账**
>
> 卡：学生背卡绕开了停顿，老师守卡错过了新卡，有人把"卡住才亮"听成了"必须让人卡住"。
>
> 路：防背三法（写困境不写结论、口折叠而邻近、靠序列不可逆自防），老师守卡的边缘，顺滑者在场的辨认，以及读数只测教材、不测个人。

第 41 章

停权边界：失败代价超过一次可逆返工的领域，降格为模拟卡路

这一章的问题：卡路的整套说法有一个隐含的前提：卡是可以撞的。撞了，慌一下，找到出口，回到工位，尝到保住感。可是世界上有很多技术，失败的代价不是"慌一下、返一次工"，而是伤到人、毁掉东西、收不回来。在这些地方，"让学生自己撞卡"不再是教学法，而是不负责任。这一章要给卡路划一条自己的边界：在什么条件下，卡路必须停权，不再让真人去撞真卡，而是降格为模拟卡路？我们只讲判断这条边界的原则。凡涉及医疗、电气、高危作业的具体操作和安全技术，本章一概不写，那是相应行业的规范和持证教师的职责，不是一本讲教材本体的书可以代替的。

◆ 一、糖的前提，就是停权的起点

第3编第15章给"有糖的卡"下过正式定义：失败代价低、可局部承受、解卡后能尝到保住感的卡。那里还有一句话，我们当时只是顺带说出，现在要把它放到最前面：低代价是卡进入教材的道德前提。

这句话的意思是，卡路不是无条件的。一个卡能不能写进教材、能不能让学生自己去撞，先要过一道门：撞坏了，能不能收回来？能收回来，它才有资格叫"有糖的卡"，学生解开之后才可能尝到"我把它保住了"。收不回来，学生撞上去之后尝到的不是保住感，而是失去——失去的可能是一块材料、一台设备，也可能是自己或别人的健康。

所以，停权不是卡路的例外条款，而是它的定义自带的另一面。糖的前提有多重要，停权的边界就有多重要。一个只讲"让学生卡"、不讲"什么时候不准卡"的卡路，等于只写了这条定义的前半句。

我们把这条边界写成一句话，作为本书的停权判据：

凡是一次失败的代价超过"一次可逆返工"的地方，卡路对真人、真设备、真现场停权，降格为模拟卡路。

这句话里有三个词需要说清楚：什么叫"一次"，什么叫"可逆"，什么叫"返工"。

◆ 二、"一次可逆返工"这把尺子

先说"返工"。返工的意思是：这件活做坏了，拆掉、擦掉、倒掉，重来一遍。它的代价是时间、材料，再加一点挫败感。包饺子包破了，重包一个；炒菜咸了，下次少放盐；理发的第一剪在假人头上剪歪了，换一个假人头；焊接练习板上焊出一道夹渣，打磨掉再焊。这些都是返工。返工是卡路的天然地形，前面几编的日常主例几乎都长在这片地形上。

再说"可逆"。可逆的意思是：返工之后，世界回到失败之前的样子，或者至少回到一个同样可以继续练的样子。练习板磨掉了可以再焊，假人头剪坏了可以再换，面粉和馅儿倒掉了可以再和。注意，可逆不等于"完全没有损失"——材料确实浪费了，时间确实花了——而是说损失没有在任何人、任何东西身上留下收不回来的痕迹。

最后说"一次"。这个词最容易被忽略，却最要紧。一次可逆返工，是说单单这一次失败的代价，就已经能被一次返工抵消。有些失败，单看一次似乎可逆，但它的可逆是"运气好"：大多数时候没事，偶尔一次就出大事。这种失败不能算"一次可逆返工"，因为你无法保证学生撞上的这一次就是没事的那一次。判断要按最坏的那一次来，不能按平均的那一次来。

把三个词合起来，这把尺子就是：设想学生在这个卡上失败得最糟的那一次，它的后果能不能被一次普通的返工完全收回？能，这个卡可以让真人去撞；不能，就停权。

这把尺子有一个好处：它不需要列出哪些行业危险、哪些行业安全。它只问一个问题，而这个问题每个行业里懂行的人都能回答。同一个行业里，有的卡在尺子以内，有的卡在尺子以外。焊接练习板上的夹渣在尺子以内；而任何涉及人身安全防护的环节，都在尺子以外。理发的第一剪剪在假人头上在尺子以内；剪在真顾客头上就要另说。不是行业决定停不停权，是这一个具体的卡、这一次具体的失败，决定停不停权。

◆ 三、灰色地带：拿不准的时候怎么办

尺子再简单，也会遇到拿不准的卡。我们把常见的拿不准归成三种，各给一条处理原则。

第一种是"代价推迟出现"。有些失败当场看不出后果，看上去返工一次就好了，可它的代价要过一段时间才显露：一个零件装上去当天没事，用了几个月才出问题；一处做法当时合格，后来才发现留下了隐患。这样的卡，当场的"可逆"是假象。处理原则是：按代价最终显露的那一刻来量，而不是按失败发生的那一刻来量。如果最终的后果收不回来，这个卡就在尺子以外，哪怕当场看上去只是返一次工。

第二种是"代价落在别人身上"。学生自己失败，自己返工，这是卡路的本来面目；可如果一次失败的后果会落到顾客、同学、路人身上，事情的性质就变了。陈姐的理发店是个温和的例子。学徒在假人头上剪歪了，是他自己的返工；剪在真顾客头上剪歪了，头发会长回来，看起来也"可逆"，但这一次的代价是顾客承担的，不是学徒承担的。卡路的糖是"我把它保住了"，一次让别人替你付代价的失败，学生尝不到保住感，只会尝到亏欠。所以陈姐带学徒，总要先在假人头上剪够、再在熟人头上、在不起眼的地方下第一剪——这正是她用自己的经验画出的一条小小的停权线。处理原则是：只要失败的代价可能落在学习者以外的人身上，就先在模拟里撞，再由带教者决定什么时候上真人；而一旦可能伤及他人身体，就无条件停权。

第三种最隐蔽：坏习惯的不可逆。第5编讲过野藤——没有断点结构的"做中学"会长出随机错误、固化坏习惯、绕开困难的个人技巧。坏习惯有一个特点：单看每一次失败，都是可逆的；可是同一种错误反复几十次之后，它会长进手里，再想改就难了。这不是停权意义上的不可逆，它不伤人，所以不必停权；但它提醒我们，"一次可逆返工"量的是单次代价，卡路还需要另一样东西来防止可逆的失败累积成不可逆的习惯——那就是回写口必须邻近。D_FB-RE越大，学生在卡上独自摸索的次数越多，野藤越容易长。这一条不属于停权，属于第5编讲的回写口纪律，我们在这里点出来，是为了把两件事分开：停权管的是一次就收不回来的失败；邻近回写管的是多次之后收不回来的习惯。

三种拿不准，最后归到一条总原则：拿不准的时候，默认停权。把一个本可以真撞的卡错判成只准模拟，代价是学生多练了几轮模拟，晚一点上真现场；把一个本该停权的卡错判成可以真撞，代价可能收不回来。两种错误的代价不对称，判断就该往保守一边倒。

◆ 四、三类必须停权的地方

尽管停权按"卡"判，不按"行业"判，但有三类领域，尺子以外的卡格外密集，我们在这里点名，只讲原则。

第一类是医疗与护理。这里的失败对象是人的身体，而人的身体不能返工。一个护理专业的学生在任何一个直接作用于真人身体的动作上，都不允许"先撞卡、再回写"。这不是说医疗教育不需要卡——恰恰相反，判断层的卡在这里比任何地方都重要——而是说，这些卡只能在模拟条件下撞。真人身上的每一个动作，都必须在学生已经在模拟中把卡撞过、解过之后，在持证者的直接监督下进行。我们不在这里写任何具体的操作或判断标准，也不对任何临床情境下结论，那是医学教育和临床规范的事。

第二类是电气。电的失败往往没有"慌一下"的余地：它不给预警，不给第二次机会，也不只伤害操作者一个人。凡是涉及带电作业的卡，一律不让学生在真实带电条件下撞。我们同样不写任何具体的操作、防护或检测方法——这些内容必须由

相应的行业规范和持证教师按现行标准讲授，任何一本讲教材本体的书都不能替代，也不应该尝试替代。

第三类是高危作业，比如高处、受限空间、有压容器、易燃易爆、重型机械等。这一类的共同特点是：一次失败的后果会越过操作者本人，波及旁人和环境，而且常常不可逆。卡路在这里全面停权，降格为模拟。具体怎样模拟、怎样监督、怎样准入，同样交给各行业的规范和准入制度。

我们点这三类，不是为了穷举，而是为了给读者一个直觉：凡是失败会伤到人、会伤到旁人、会留下收不回来的痕迹的地方，就是卡路必须停下来的地方。读者在自己的行业里，用"一次可逆返工"这把尺子去量，自然会找出本行业里那些必须停权的卡。

这里还要补一句，免得误会：停权不等于"这个行业不适合卡路"。医疗、电气、高危行业恰恰是最需要卡路思路的地方——这些行业的事故调查、差错报告、未遂事件记录，本身就是最严肃的"真实失败记录"，是真卡最可靠的来源。停权停的是"让真人在真现场撞真卡"这一步，不是"以真实失败为骨架编教材"这件事。

◆ 五、模拟卡路：卡还在，代价换掉

停权之后怎么办？降格为模拟卡路。

模拟卡路的意思是：卡的结构保留，失败的代价换掉。卡点还是那个卡点，来源还是真实失败记录，回写口还是可执行、邻近、开口；变的是学生撞卡的介质——从真人、真设备、真现场，换成模型、仿真、演练、录像复盘、桌面推演。

这里有一个分寸要拿准：模拟卡路不是"把危险的部分删掉"，而是"把危险的部分搬到一个撞了也收得回来的地方"。删掉，就又回到了糖路——把卡全部抹平、只剩甜的顺滑路。学生在模拟里一路顺滑，到了真现场第一次撞卡，那才是最危险的时刻。好的模拟卡路恰恰要保证：学生在模拟里卡过、慌过、找过出口，到了真现场，那个卡对他来说已经不是第一次了。

借用第4编用过的日常例子说个道理，不讲任何危险领域的细节。学车的人第一次坡起，教练不会让他在车流密集的陡坡上试；他先在练习场的缓坡上、在旁边没有别的车的地方，一次次溜车、熄火、再来。练习场的缓坡就是一种"模拟卡路"：卡还是那个坡起的卡，判断层要取得的那个"脚下什么时候咬住了"的手感还是那个手感，但溜车的代价从"撞到后车"降成了"往后滑一点，重来"。这个道理在日常技术里人人都懂；到了危险领域，只是模拟的介质更讲究、监督更严格、准入更硬。

模拟卡路有三条原则。

第一，模拟的卡必须来自真卡。模拟最容易犯的错，是模拟一个编者想象中的危险，而不是模拟真实事故和差错记录里反复出现的那些失败。按本书的定义，这就是假卡——只不过是放在仿真环境里的假卡。它的坏处和第39章说的一样：学生在假卡上练熟了，真卡来了却没有准备。

第二，模拟要保留判断层。三层定位里，判断层最贵，"我知道，但这一步拿不拿得定"。危险领域里最致命的失败，往往不是不知道（理解层），也不只是手上不会（操作层），而是在那一刻判断拿不定、或者拿错了。模拟如果只练操作手法，不练判断时刻，就丢掉了最该练的东西。好的模拟要能把学生逼到那个"拿不拿得定"的位置上——而这正是模拟比真现场更有优势的地方：真现场里你不能故意把人逼到那里，模拟里可以。

第三，从模拟到真实，要有明确的准入，而不是自然过渡。模拟卡路解决的是"卡先在收得回来的地方撞过"；它不解决"什么时候可以上真现场"。后者必须由行业的准入制度、持证教师的判断来决定，不能由学生"感觉自己差不多了"来决定，也不能由一份教材自己宣布。这又回到第7编三主编链里行业主编的职责：行业主编封阈值，交三档容忍度表和"一出现就直接返工"的硬约束。在停权领域，行业主编手里还多了一样东西——"一出现就直接停止"的红线，以及从模拟进入真实的准入条件。这些红线和条件的具体内容属于各行业规范，本书不写，但卡路教材的结构里必须给它们留出位置。

◆ 六、叶工的"严禁"，在这里是对的

第7编讲三主编链时，我们拿叶工开过一个玩笑：这位行业协会标准委员会的成员习惯写"严禁"，而本书批评说，每处"严禁"如果不附三档容忍度，差异场就被冻死了——学生只知道什么不能做，不知道做到什么程度算合格、算返工、算废品，于是要么不敢动，要么乱动。

到了停权边界，我们要替叶工说句公道话：在这里，"严禁"是对的。

第7编批评的是"只有严禁、没有阈值"——在那些本来可以返工的地方，用"严禁"把所有的差异一刀切掉，学生失去了在合格与返工之间摸索的空间。可是在失败代价超过一次可逆返工的地方，本来就不应该有摸索的空间。这里的"严禁"不是冻死差异场，而是给差异场画出边界：边界以内，在模拟里卡、在模拟里返工；边界以外，一步都不准越。

所以，叶工那一棒的工作，在停权领域其实是加重了。他不只要交三档容忍度表，还要清清楚楚地标出哪些卡属于"一次可逆返工"以内、可以真撞；哪些卡属于以外、只准模拟；以及"严禁"的那条线画在哪里。这张表的价值，是把"严禁"从一种习惯性的语气，变成一种有根据的判断：为什么这里严禁？因为这里的一次失败收不回来。有了这个根据，"严禁"就不再是冻死差异场的大棒，而是保护差异场的围栏。

◆ 七、AI在停权边界上的位置

第6编讲了AI在卡路里的四种位置：捞卡者、就近回写口、路面铺设者，以及一条底线——AI不能替你卡。到了停权边界，这四种位置要各打一个折扣。

AI当捞卡者，在停权领域反而最有用。这些行业的事故记录、差错报告往往数量庞大、格式不一，人工很难全部读完。AI从中数出反复出现的失败形态，交给企业主编和行业主编核对，这是模拟卡路"必须来自真卡"的最好保障。但仍是那条规

矩：AI捞出来的每一个卡，必须附原始记录出处，而且在停权领域，必须经持证的人逐条签字，不能由AI自行认定。

AI当就近回写口，在停权领域要格外收紧。在一个可以返工的卡上，AI给出的回写指令如果错了，大不了再卡一次；在停权领域，一条错误的指令可能就是事故。所以凡是停权领域的真实操作，AI不应作为学生的回写口，回写只能来自持证者和经过行业审定的规程。AI可以在模拟环境里充当回写口——因为模拟里的错误收得回来——但要标明这是模拟用途。

AI当路面铺设者，也就是理论按需送达，这一条可以照常，但要注意一个陷阱：第2编讲过，AI会让人误以为"我知道了"就是"我能做了"。在停权领域，这个误会代价最大。一个学生问AI、得到了一段准确的原理说明，他在理解层上过关了，但他离判断层、离真实操作还差得远。教材必须在这里明确地写：知道不等于准入。

至于"AI不能替你卡"这条底线，在停权领域有了一个新的含义：AI也不能替你判断"这个卡在不在停权边界以内"。这个判断关系到人身安全，必须由人来做，由有资质的人来签字。第7编说AI是"第四棒接口"，不替任何一棒签字；在停权边界上，这句话要加重说一遍。

◆ 八、停权是卡路的成年礼

最后，说说停权对整个范式意味着什么。

一个只会扩张的范式是不成熟的。它会把自己的道理推到每一个角落，直到在某个地方出了事，然后被整个否定。卡路如果不给自己划停权边界，迟早会有人把"让学生在卡上亮起来"推到一个不该推的地方，出了事，然后人们会说：卡路就是让学生冒险。

我们宁可自己先说出来：卡路有它管不到、也不该管的地方。在那里，它的结构还有用——以真实失败为骨架、卡旁开口、理论是路面——但"让真人撞真卡"这一

步必须停下。停下不是失败，是成熟。一个知道自己在哪里必须停下的方法，才值得在别的地方被信任。

这一编三章，讲的都是卡路的坏处和边界。第39章说，考核一来，假卡比旧教材更坏，所以读数不进考核；第40章说，卡被背熟、被守成流程、被强加于人，主体就异化了，所以卡不是考点、发生不能被强加；这一章说，失败代价超过一次可逆返工的地方，卡路停权，降格为模拟。三章合起来是一句话：卡路是一套为人服务的结构，凡是它开始反过来摆弄人、伤害人的地方，就是它必须收手的地方。

把这些坏处说在前面，第10编讲每一方的升维时，才站得住。

判断问题	在尺子以内	在尺子以外
最糟的一次失败，能否被一次普通返工完全收回?	能	不能
失败会不会波及操作者以外的人?	不会	会，或无法排除
学生撞卡的介质	真材料、真工位，可真撞	只准模拟、演练、复盘
回写口来源	教材、老师，可用AI	持证者与行业审定规程；AI仅限模拟用途
进入真实操作的条件	解卡后自然回到工位	行业准入与持证者判断，教材不能自行宣布

> **带走的话**
>
> 低代价是卡进入教材的道德前提；代价收不回来的地方，卡路停权。模拟卡路不是把危险删掉，而是把危险搬到一个撞了也收得回来的地方。一个知道自己在哪里必须停下的方法，才值得在别的地方被信任。

小账

卡：卡路的道理被推到失败收不回来的地方——伤人、伤旁人、留下不可逆的痕迹。

路："一次可逆返工"停权判据，三类停权领域的原则，模拟卡路三原则，"严禁"在边界上的正当性，AI在停权边界上的四个折扣。

第 十 编

出路：每一方的升维

编　序

这一编四章，讲出路落在每一方身上是什么样子。第42章讲职校的升维，第43章讲教师从讲理论的人变成捞卡、排卡、守口的人，第44章讲学生成为会修自己的判断者。

第45章讲企业与行业的升维，并在章末给出一本卡路教材第一页的完整样页：这里，你将卡；现在，往这走。

第 42 章

职校的升维

这一章的问题：前九编把一本教材拆开、翻过来、量过、也防过它反噬。可教材不是自己长出来的，它长在一所学校里——长在课表、实训室、排课系统、评优制度和招生简章里。如果学校这块土不变，卡路教材写出来也只会被当成"又一本新教材"，摆进旧柜子里，三年后再被粉刷一遍。那么，一所职校要怎样变，才不是第四次粉刷，而是升了一维？

◆ 一、先认账：学校卖的从来不是知识

我们先说一句不太好听的话：一所职校如果把自己的价值说成"传授专业知识和技能"，那么在AI时代，它的前半句已经不值钱了。第二编讲过，学生问AI比翻书快，一秒钟就能拿到一份排版整齐、条理清楚的"焊接工艺要点""中式烹调火候口诀""汽车电路检修流程"。学校如果还以"我这里有知识"作为招牌，就等于在跟一台免费的机器比库存。这场比赛不用比，已经输了。

那学校卖的到底是什么？我们回到第一编那两本账。旧教材一本账记"知道"，一本账记"实习"，两本账从不对账。学生交学费、花三年，真正买到的那一点东西，恰恰落在两本账都不记的地方：在实训车间第一次焊穿板子时，旁边有个人没有骂他，而是让他把焊枪角度压低一点再走一遍；在灶台前第一次锅里起火时，有人一把把锅盖递过来，说"别泼水，盖上"。这些时刻，学校从没把它们写进任何一本账，可学生毕业多年后还记得的，往往只有这些。

换句话说，学校真正的产品，是一个低代价撞卡、有人守口的场地。知识可以外包给AI，场地外包不了。车间、泳池、灶台、发廊的镜子前、汽修厂的地沟边——这些地方有一个共同点：在这里卡住，代价被压低到学生扛得住的程度，而且卡旁边有人、有回写口。社会上也有师傅带徒弟，但徒弟的卡常常是在客户的车

上、客人的头上撞的，代价高，师傅脾气也大。学校的天然优势，就是能把"有糖的卡"批量地、安全地摆出来。

这里有一笔账值得算清楚。一个学徒在社会上撞一次卡，代价是谁付的？剪坏客人的头发，店主赔钱赔笑脸；焊漏了一条管线，班组返工、扣奖金；修车修出新毛病，客户不再上门。这些代价真实存在，所以师傅们普遍的做法是：能不让徒弟上手就不让，非上不可就在旁边盯着，徒弟一犹豫就把活接过来。结果是徒弟的卡被师傅替撞了，"我"在这些卡上始终没有亮过。学校的场地之所以珍贵，是因为它把这笔代价换成了一块废钢板、一盆练习用的假发、一辆不上路的教学车——撞卡的代价被学校预先买单。换句话说，职校从来就是一种"卡的保险"，只是它自己没有意识到，把保费花在了印讲义上。

认这个账，是升维的第一步。学校从"知识的批发站"变成"卡的安全场"，这不是换个说法，是换了一个经营对象：从前经营的是课时和学分，以后经营的是卡点和回写口。

◆ 二、课表的翻转：从按章节排课到按卡序排课

一旦经营对象换了，最先要动的是课表。

今天大多数职校的课表是这样的：周一上午《焊接工艺学》，周三下午《焊接实训》；理论课在教室，实训课在车间；理论老师和实训老师是两拨人，各自对各自的教研室负责。这张课表本身就是那个"加号"的物质形态——它把"知道"和"会做"排在两个时间、两个房间、两个人手里。第四章说加号是一道没人写页的裂缝，在课表上，这道裂缝就是周一到周三之间的那两天空白。

卡路的课表要倒过来排：先排卡序，再往卡与卡之间填理论路面。具体说，一个教学单元的起点不是"第一章　焊接冶金基础"，而是"第一卡：起弧就粘条"。学生一进车间先做任务，撞上第一卡；卡旁的回写口让他回到工位；解开之后，他自己问出"为什么电流小了会粘"——这时候，十五分钟的理论路面才被铺上来。理论课不再是周一上午的整块，而是被切成一段一段，嵌进卡与卡之间。

这对排课系统是个不小的挑战。它意味着一个房间里既要有工位，也要有一块能随时讲五分钟的白板；意味着一个老师要能在车间里讲理论，或者两个老师要同场。我们构想的一种做法是：把"实训室"改叫"卡路室"，里面的空间按卡序分区，第一区放第一卡的工位与回写卡片，第二区放第二卡的；理论讲解不在讲台上，而在区与区之间的过道上。这是我们构想的场景，没有在任何学校执行过，它的用处是让读者看清：课表一旦按卡序排，房间、人员、时间都会跟着重排。

这里要防一个误会：按卡序排课，不是取消理论课。第十三章说过，理论是路面，被耗尽才算活着。卡路课表里理论的总量未必减少，减少的是"被前置成柏油"的那部分——那些在学生还没碰过焊枪时就讲完、讲完就忘的冶金学。理论被挪了位置，从入口挪到路上，从地基挪到路面。

按卡序排课还会改变一件看不见的东西：学期的节奏。按章节排课时，学期是匀速的，每周两节理论两节实训，考试周一到，大家一起冲刺背书。按卡序排课时，节奏由卡决定：根卡那一周会慢，因为根卡没解，后面的卡全是假象；根卡一解，后面几卡可能一天就过。教务处习惯了匀速，看到某个班一周只"讲"了一卡，会以为进度落后。学校要学会用卡序进度而不是页码进度来看一个班走到了哪里。

◆ 三、实训室的账本：从设备台账到失败台账

职校每年都要盘一次资产，实训室有设备台账：几台焊机、几口灶、几辆教学车、几个泳道。设备多，评估分就高。这本台账告诉我们一个学校"有什么"，但从不告诉我们学生在这些设备前"卡在哪"。

升维之后，实训室需要第二本台账：失败台账。每一次学生在工位上被逼停，记下卡点名称、卡在哪一层（理解、判断、操作）、看了哪一个回写口、多久回到任务（T_ret）。这本台账不是给领导看的，是给下一轮编教材的人看的。第六编讲过，AI可以当捞卡者，从维修单、质检日志、录像里数出失败；而一所学校自己的实训室，本身就是最近、最干净的失败来源。它的失败代价低，记录可控，学生水平真实。

我们要特别强调第九编的禁令：这本失败台账不能进考核。一旦"本学期记录卡点数"变成教研室的考核指标，老师就会去造卡，学生就会去演卡，台账立刻变成第三十九章说的"计件化的反噬"——假卡比旧教材更坏。所以学校要做一个制度上的切割：失败台账归教材编写组，不归绩效办；它的唯一用途是改下一版的卡序和回写口，不用来给任何一个人打分。这道切割做不到，宁可不建台账。

失败台账还有一个容易被忽视的价值：它让学校第一次拥有了自己的"真卡库"。今天职校买教材、用教材，教材里的知识是出版社的；明天学校用自己的失败台账反哺教材，卡是自己学生撞出来的、回写口是自己老师试出来的。这是一所学校在AI时代仍然拥有、且AI拿不走的数据——不是知识数据，是失败序列数据。

◆ 四、三主编链落在哪个门里

第七编讲了三主编链：企业主编交失败原料单，院校主编排卡序、配回写口，行业主编封阈值。这条链落到一所学校身上，问题就变得很具体：院校主编是谁？在哪个部门？向谁负责？

今天的职校，教材编写通常落在教务处或专业教研室，由一位资深理论老师牵头，"请企业专家参与审稿"。这就是第三十三章说的"并排签字"：企业专家在封底签个名，他交的不是失败原料单，是一份"意见"。学校如果要接住三主编链，就得在组织上给院校主编一个明确的岗位：他不负责采集失败（那是企业的棒），不负责定阈值（那是行业的棒），他只负责一件事——把企业交来的失败原料排成序、配上口，然后主持颗粒度试验。

这意味着学校要和企业签的不再是"共建实训基地"的协议，而是"失败原料交付"的协议：企业每学年交多少条带高发条件和老手纠正语的失败记录，交付形状不达标，学校不接。同样，学校要从行业协会那里拿的不再是一纸"标准文本"，而是一张三档容忍度表。第七编说，链与并排的区别在于"上一棒交付形状不达标，下一棒不接"。学校是这条链的中间一棒，它最有资格说"不接"，也最常在"不接"这件事上心软。

升维的学校，要学会对不合格的上一棒说不，也要学会对自己交给学生的那一棒负责：院校主编交出的失败序列图，过不了颗粒度试验，就不准印。

◆ 五、AI进校门：采购一台机器，还是接上第四棒

这两年，很多职校都在谈"AI赋能"：买平台、建智慧教室、给每个学生配一个答疑助手。我们不反对买，但要问清楚：这台机器被接在了哪里？

如果它被接在旧教材的位置上——学生不懂就问它，它把"正确步骤"一条条报出来——那它只是一本更快的知识容器。第九章讲的平滑陷阱会在校园里原样发生：学生在焊接前先问AI"怎么不夹渣"，AI给出电流范围、运条角度、清渣要领，学生照念一遍，觉得自己懂了；真正握枪时，卡还是卡在那里，只是旁边少了一个会说"你手腕再稳一点"的人，因为大家都以为AI已经讲过了。学校花钱买到的，是把学生从卡上更早地挪开。

卡路给AI在学校里留的是另外三格：捞卡、就近回写、按需铺路面。捞卡，就是让AI去读实训室的失败台账、车间监控录像、学生的作品照片，把"学生最常在哪里被逼停"数出来，交给院校主编排序；就近回写，就是让学生撞卡时，工位旁的屏幕上只出现一句最小可执行指令，而不是一整章；按需铺路面，就是学生解卡后问"为什么"，AI才把那十五分钟的理论送上来。这三格都在第六编讲过，落到学校层面，要多加一条：AI不替任何一棒签字。院校主编排的卡序，AI可以建议，不能拍板；颗粒度试验，AI可以帮着记录，不能代替三主编到场。

还有一件事学校必须做，就是第三十一章讲的"撤AI独立完成率"。学校的毕业生最终要走进的是一个AI时有时无的现场：车间断网、客户的车没有接口、发廊里不会有人举着平板给你看剪发角度。所以每个单元结束时，学校都要安排一次撤掉AI的独立任务，看学生自己能不能走完卡路。这个读数如果明显低于带AI时的完成率，说明学校养出的是依赖，不是复合体。它同样不进考核，但它是学校判断"AI接得对不对"的唯一硬证据。

为了让差别一目了然，我们把升维前后的学校并排放一下：

学校的经营对象	升维前	升维后
课表	按章节排，理论与实训分两天两室	按卡序排，理论路面嵌在卡与卡之间
实训室台账	设备台账	设备台账＋失败台账（不进考核）
教材编写	理论老师牵头，企业专家并排签字	三主编链，院校主编是一个明确岗位
AI的位置	答疑助手，替学生把卡抹平	第四棒：捞卡、就近回写、按需铺路面，不签字
对外说法	设备先进、理实一体化	你会卡在哪、卡了谁来接

这张表不是改革清单，而是一面镜子：一所学校照一照，就知道自己的钱、人、房间分别花在哪一边。

◆ 六、一张旧招生简章和一张新招生简章

最后说一件看起来很小、其实很说明问题的事：招生简章。

旧的职校简章一般这样写：师资雄厚、设备先进、就业率高、"理实一体化教学"、"产教深度融合"。第五章列过这三次粉刷，简章就是粉刷最厚的那一面墙。它卖的是"我这里有什么"。

我们设想一份升维之后的简章——仍然是构想，供读者体会差别：它会写"我们的焊接专业，第一学期你会撞上十一个卡，每一个卡都来自本地三家企业近年的真实返工记录；每个卡旁有一个回写口，你平均在三分钟内能回到工位"。注意，这里的数字只是为了让读者看清句式，并非任何学校的真实数据。它卖的是"你在这里会卡在哪、卡了有没有人接"。

家长读到这样的简章，第一反应也许是："怎么一上来就告诉我孩子会卡？"这正是升维要过的第一道坎。旧的教育叙事把"卡"当成失败、当成丢脸，要藏起来；

卡路的叙事把卡当成显影点——孩子在哪里卡住，孩子就在哪里亮起来。一所学校敢把卡写进简章，说明它已经从"管知道"走到了"管会做"，正在往"管亮起来"走。

还要补一句：学校升维不需要一次到位。一个专业、一门课、一个单元先换成卡路，跑通一轮颗粒度试验，看R_B有没有站到0.60以上，再往下一个单元推。第八编给的判别式，就是学校每一步要不要往前走的闸门。

> 带走的话
>
> 知识可以外包给AI，场地外包不了。职校卖的不是知识，是一个低代价撞卡、有人守口的场地。

小账

卡：学校把课表、台账、编写组、简章都当成"知识的容器"在经营，加号就长在课表的那两天空白里。

路：按卡序排课、建失败台账（不进考核）、让院校主编成为一个岗位、敢把卡写进简章——学校从知识批发站变成卡的安全场。

第 43 章

教师的升维：从讲理论的人到捞卡、排卡、守口的人

这一章的问题：学校的土翻过来了，站在土上的人怎么办？职校老师最常听到的一句担忧是："AI什么都会讲了，我们还讲什么？"这句话背后是一种真实的恐慌——如果老师的价值等于"会讲理论"，那这个价值正在被一秒钟清零。本章要回答：老师不讲理论了，还剩什么？剩下的那部分，是不是比原来更重？

◆ 一、林老师的那句"都写对了"

林老师是我们全书的陪读人物之一，34岁，在职业学院教游泳和体育实训，写过两本讲义。第十六章已经拿他的泳池讲过"慌"这个根卡，这里不再复述，只借他的一句话："我都写对了，学生还是不会。"

这句话是很多职校老师的共同心声。它说出了一种委屈：我备课认真，讲义里每一句都经得起推敲，换气节奏、蹬腿角度、手臂入水点，都对；可学生下了水，照样沉、照样呛。老师的第一反应往往是怪学生"没认真听"，第二反应是再加一页"注意事项"，第三反应是开始怀疑自己。

卡路给这句委屈一个不同的读法：讲义"都写对了"，恰恰是问题。它写的是对的路径——那条已经被发现、被验证、被整理好的路径。第七章讲过，这就是发现学的教材：先把对的路发现出来，装进书里传下去。可学生需要的不是一条对的路，而是一张"我会在哪里摔"的地图。林老师的讲义里没有一页写"你第一次埋脸时，会本能地憋气然后猛抬头"，因为这句话不"对"——它不是游泳的正确方法，它是游泳的典型失败。旧教材的语法里没有失败的位置。

所以老师升维的第一步，是从"写对的人"变成"写错的人"——更准确地说，是写"学生会在哪里错、错了往哪走"的人。这不是降格，是换了一个更难的活：对的

路径AI一秒钟就能给，而学生在本校泳池、本批水性、本季水温下会在哪里卡住，这件事AI不在现场，给不出来。

◆ 二、第一件新活：捞卡

老师的第一件新活叫"捞卡"。

捞卡不是凭经验列出"学生常见错误"。那样列出来的东西，第十五章叫它"假卡"——来源是编者的想象，而不是可追溯的失败记录。真捞卡要有出处：这一卡是哪一节课、哪几个学生、在什么条件下撞上的；撞上时的样子是什么；当时说了哪句话、学生回到了任务。

一个老师怎么捞？最朴素的做法，就是每节实训课带一个小本子，或者手机里一个固定的备忘格式，记三样东西：谁在哪一步停下了；停下时手和身体在干什么；你说了哪句话让他重新动起来，多久动起来的。坚持一个学期，一个老师手里就会有几十条到上百条原始记录。这些记录粗糙、零散、不成体系，但它们是真的。

AI在这里能帮大忙。第二十七章讲过，AI可以当捞卡者，从维修单、质检日志、录像里数出失败。老师的小本子和实训课录像交给AI，它可以把相似的停顿归类、数频次、找出哪一卡最常出现、哪一卡总是跟在另一卡后面。但要注意分工：AI数，老师认。AI说"有37次停顿发生在换气之后第二拍"，老师要去泳池边看一眼，确认那是不是同一个卡，还是三个不同的卡被AI误并成了一个。AI对"卡"的边界没有身体感，这一格必须人来签。

捞卡这件活，会让老师重新变成一个"在场的人"。讲理论时，老师站在讲台上，面对的是一排脸；捞卡时，老师站在工位边，面对的是一双双正在犹豫的手。老韩的那句口头禅"你先别看书，听声音"，其实就是一种捞卡的姿态——他不看书，他看人在哪里停。

◆ 三、第二件新活：排卡

捞上来的卡是一堆，教材要的是一串。从一堆到一串，是老师的第二件新活：排卡。

第十四章用包饺子讲过不可逆：先解的卡改写后面的卡。皮擀不匀，包的时候一定漏；但如果先教包，再教擀，学生在"包"那一卡上撞到的其实是"擀"的毛病，他会以为自己手笨。排卡，就是找出哪一卡是根卡、哪一卡是派生卡，把根卡放到前面，让派生卡在根卡解开之后才出现——或者干脆不出现，因为根卡一解，派生卡自己就消失了。

排卡比捞卡更依赖老师的判断。一堆卡里哪个是根，没有现成公式。我们能给的只有几条土办法：第一，看先后——总是先出现的那个，可能是根；第二，看连带——解了它之后另外几卡一起变少的，多半是根；第三，看层——卡在判断层的，常常是卡在理解层或操作层的那些卡的"上游"。这三条都不是定理，只是排卡时可以先试的顺序。真正的检验，是第三十五章的颗粒度试验：排好的序拿去给三到五个真实水平的学生试做，看他们首卡是不是落在你预设的第一卡上。

这里，第八编的R_B（真实首卡与预设卡重合率）就成了老师的镜子。R_B ≥ 0.60，说明你排的根卡是真的；R_B < 0.33，说明你排的是假卡，学生根本不在那里卡；0.33到0.60之间，叫"待校卡"，要再试一轮。我们必须再强调一次：这个读数是给老师自己用的，是老师改卡序的依据，不是学校给老师打分的工具。第三十九章已经讲透了，R_B一进考核，老师就会去"选"那些容易落在预设卡上的学生来试读，读数立刻失真。

排卡还有一个附带的好处：它逼老师把自己的理论重新过一遍。为了判断"换气卡"和"蹬腿卡"谁先谁后，老师必须想清楚换气和蹬腿在身体里是怎么连着的——这正是理论，而且是被卡逼出来的、活着的理论。我们在第十三章说，理论活着的标志是解卡后学生自己问出的那个"为什么"；对老师来说也一样，理论活着的标志，是排卡时你自己问出的那个"为什么"。

◆ 四、第三件新活：守口

捞卡和排卡都是备课时的活，第三件新活发生在课上：守口。

"口"就是回写口——卡旁边那条最小可执行指令。第二十二章讲过它的三个条件：可执行、邻近、开口。守口，就是老师站在卡旁边，学生一撞卡，第一时间把那条指令递过去，然后——这是最难的——闭嘴，等。

很多老师的本能是：学生一卡，马上讲。从原理讲起，从注意事项讲起，从"我上次不是说过了吗"讲起。这一讲，回写口就从"一句可执行的话"变成了"一段理论"，学生被从工位拉回了教室，卡上的那个"我"刚要亮，就被老师的声音盖过去了。守口的老师要学会只说一句：比如游泳课上，学生第一次埋脸猛抬头，老师不讲呼吸原理，只说"下一次，在水里先吐完，再抬"。然后看着他，等他再试。

守口还意味着守住"开口"这个条件。开口的意思是：回写口指向下一步动作，而不是关门的结论。"你的问题是太紧张"是一个关门的话——它下了诊断，却没给出口。"肩膀先往下沉一下，再划"是一个开口的话。老师升维，就是把满嘴的诊断换成满嘴的出口。

AI可以在这里当就近回写口（第二十八章），让D_FB-RE趋近于零——学生撞卡的那一页、那一屏，紧挨着就是指令。但AI守的是"书上的口"，老师守的是"人身上的口"。同样一句"先吐完再抬"，有的学生听进去了，有的学生需要老师的手轻轻按一下他的后背。哪个学生需要哪一种口，这是判断层的事，而判断层最贵，只能低代价一点点取得——对学生如此，对老师也如此。

◆ 五、理论老师和实训老师：两个人怎么变成一条路

职校里有一道看不见的墙：理论老师和实训老师。理论老师多半是科班出身、学历高、会写论文；实训老师多半是企业转过来的、手上功夫硬、评职称吃亏。两拨人在一个教研室，却常常各说各话：理论老师觉得实训老师"只会教动作不讲道

理"，实训老师觉得理论老师"讲的东西车间里用不上"。第四章说加号是一道裂缝，这道裂缝在人事上的形状，就是这两拨老师之间的那张办公桌。

卡路给这两拨人一个新的分工，而不是让一方吃掉另一方。实训老师天然是最好的捞卡者，他每天站在工位边，知道学生在哪里停、停的时候手在干什么；他脑子里装着成百上千条"老手纠正语"，只是从没被当成教材的原料。理论老师天然是最好的路面铺设者，他知道两卡之间该放哪一段原理、放多长、用什么话说。排卡这件事则需要两人坐在一起：实训老师说"这几个毛病总是一起出现"，理论老师说"那是因为它们背后是同一个原理没想通"，根卡就这样被两人合力找出来。

我们构想过一种做法：同一个单元，两位老师同场。实训老师守在工位边守口，理论老师守在过道上等"为什么"。学生解了卡，跑过来问"为什么电流小了会粘条"，理论老师就在这时铺五分钟路面。这是我们构想的场景，不是某校的经验，它的意思是：两拨老师不必互相改造，只要站到同一条卡路的不同位置上，那张办公桌就从隔断变成了接力台。

这样站位还有一个效果：它让实训老师的经验第一次有了"写页"的地方。旧教材里，实训老师的"老手纠正语"最多出现在"注意事项"里，第三章说那是飘在空中的话；卡路教材里，这些话被放到回写口的位置上，成了学生撞卡时第一眼看到的那一句。一位带了二十年实训的老师，可能一辈子没署过教材的名，而在卡路教材里，他交出的回写口就是教材的骨头。这对职校老师队伍的尊严，是一次实打实的重新分配。

还有一个现实问题：时间从哪里来？捞卡、排卡、守口，都比讲理论费时间。一位老师一周十几节课，哪来的工夫？

我们承认这是真问题，不打算用口号带过。能说的有两点。第一，省下来的时间是有的：旧教学里大量时间花在"讲完了再讲一遍""考前划重点""批改理论作业"上，这些活在AI时代本就该交出去——知识讲解交给AI按需送达，理论作业的批改AI也能分担。老师从这些活里抽身出来，正好拿去守口。第二，捞卡不必一次做全：一个学期只认真捞一个单元，三年下来就是六个单元的真卡库；比起每年重

写一遍讲义，这笔时间账其实更划算，因为卡序会随着每一届学生被校正，而讲义只会被重抄。

但我们也要说清楚：时间从哪里来，最终是学校的事，不是老师自己挤的事。上一章说学校要把院校主编设成岗位、把失败台账和绩效切开，就是为老师腾时间。如果学校只要求老师"转型"，却仍然按讲课课时算工作量，那么捞卡排卡守口就只会变成又一项加班。老师的升维，必须站在学校升维的土上。

◆ 六、老师的"我"也在卡上亮

说到这里，可能有老师会问：照这么说，老师岂不是从"讲台上的主角"退成了"工位旁的配角"？

我们的回答是：恰恰相反。讲理论时，老师的"我"是不在场的——讲义是对的，换谁来念都一样，这正是AI能取代的那部分。捞卡、排卡、守口时，老师自己也在不停地卡：这个停顿算不算一卡？这两卡谁是根？这个学生现在该说一句还是该等一下？每一次判断，都是老师自己撞上的卡；每一次判断对了，学生回到了任务，老师尝到的就是"糖"——那份"我接住了他"的保住感。

换句话说，卡路不只是学生的卡路，也是老师的卡路。老师升维，不是从高处退下来，而是从一个"顺滑处无我"的位置，走到一个"卡上才亮"的位置。一个只讲理论的老师，他教了二十年，可能只教了一年，然后重复了十九次；一个捞卡、排卡、守口的老师，每一届学生都在改写他的卡序，他二十年就是二十轮发生。

这一章不打算给老师开一份"转型培训清单"。我们只想把一句话交到每个职校老师手里：你最值钱的东西，从来不是你讲得多对，而是你在学生卡住时站得多近、说得多短、等得多稳。

最后，有三件事要提醒，免得这一章被读成一份新的教条。

第一，不要一夜之间把讲义全扔掉。旧讲义里那些"对的路径"并没有错，它们是理论路面的原材料。升维不是销毁，而是把它们从第一章挪到卡与卡之间。一个

稳妥的起步是：先挑一个你最熟的单元，只把这个单元的第一页改成"第一卡"，其余照旧，跑一轮看看。

第二，不要把学生的卡当成自己的失败。旧的教学叙事里，学生卡住说明老师没讲清楚；卡路的叙事里，学生卡住说明卡路在起作用。真正要担心的是第三十七章说的"整轮无人卡"——那才是无信息事件，说明你的单元要么太简单，要么学生根本没在做真任务。

第三，不要替学生撞卡。看到学生在卡前犹豫，最难忍住的是伸手。老韩在汽修厂带徒弟，二十年下来最大的心得也许就是知道什么时候不接过扳手。老师伸手的那一刻，学生的卡被老师撞了，"我"又一次没有亮。守口的意思是守在口边，而不是堵在口上。

> 带走的话
>
> 你最值钱的东西，从来不是你讲得多对，而是学生卡住时你站得多近、说得多短、等得多稳。

小账

卡：老师把价值押在"讲对理论"上，AI一来，这份价值被一秒清零；"都写对了"正是卡在没写失败。

路：捞卡（AI数、老师认）、排卡（找根卡、用R_B照镜子）、守口（说一句、闭嘴、等）——老师自己也走上一条卡路。

第 44 章

学生的升维：会修自己的判断者

这一章的问题：学校变了，老师变了，最后要变的是坐在工位前的那个人。旧教育对学生的期待是"掌握知识和技能"；AI时代，这个期待的前半截被机器接走了，后半截里的"操作"也在被一点点接走（第八章）。那么，一个职校学生毕业时，到底应该带走什么？我们的回答是：一个会修自己判断的"我"。这一章要把这句话说成能落地的样子。

◆ 一、小周和阿婷：手快心慌，嘴快手慢

先请出两位陪读人物。小周，19岁，职业学院一年级，学焊接，话不多，手快心慌；阿婷，17岁，中职烹饪专业，怕油溅，嘴上总说"我懂了"。第二十章和第十九章已经分别拿他们讲过焊接与炒菜的卡，这里不再复述卡的解剖，只看他们身上两种很典型的"学生病"。

小周的病是手快心慌。他动作学得快，老师示范一遍他就能比划出来；可一到真焊，一看见熔池颜色不对，心就乱，手就抖，一抖就咬边。他的问题不在操作层——手是会的；也不在理解层——道理他听过；而在判断层：熔池到底亮到什么程度该走、暗到什么程度该停，他心里没有一把自己的尺子。每次他都在等旁边有人告诉他"现在走"。

阿婷的病是嘴快手慢。老师一讲，她马上点头"我懂了"；问她为什么油温高了要先关小火，她也答得出来。可真站到灶前，油一冒烟，她就往后躲，锅铲悬在半空，菜在锅里糊了。她的"懂"停在理解层，一碰到操作层的油星子和判断层的"现在下不下菜"，就塌了。"我懂了"这三个字，是她给自己搭的一块挡板——说出来，就可以不用撞卡了。

这两种病，旧教材都治不了。旧教材给小周更多的"焊接参数表"，给阿婷更多的"火候口诀"，都是往理解层加料，而他们俩恰恰都卡在别处。AI来了以后，病还

可能加重：小周会在每次焊前问AI"现在电流多少"，把判断交出去；阿婷会对着AI的完美步骤反复说"我懂了"，离灶台更远。

这两种病指向同一个缺口。我们给这一章的目标起了个名字：会修自己的判断者。这个说法要拆开讲。

"判断"，指的是第二十一章说的判断层：我知道道理，我手也能动，但此时此地这一步拿不拿得定。它是三层里最贵的一层，不能预先给出，只能在低代价的卡上一点点取得。小周心里那把熔池的尺子，阿婷心里那个"下菜的那一秒"，都属于这一层。

"修"，不是"有"。我们不指望学生毕业时已经有一整套正确的判断——那是师傅干了二十年才有的。我们指望的是，学生知道自己的判断在哪里会失准，失准了怎么发现，发现了往哪里改。这就是"修"：判断坏了，自己能摸到坏在哪，自己能找到回写口，自己能回到工位。

"自己的"，这三个字最重。判断不是从老师、教材或AI那里借来的，而是在自己的卡上亮起来的。第十二章用骑自行车讲过：顺滑处学生不在场，卡住处"我"才亮。一个学生如果一路都被AI平滑代办，他手里的判断都是借来的，一撤掉AI，就一样也没有了。这正是第三十一章那个"撤AI独立完成率"要测的东西。

把三层意思合起来，"会修自己的判断者"大致可以这样描述：他撞卡时不慌着找人，而是先看清自己卡在哪一层；他能在卡旁找到或自己生成一个最小可执行的回写口；他回到工位后，知道刚才那一下为什么好了，还能问出一个"为什么"。用SDE的话说，他能自己完成一轮"撞卡—显露—再纠缠"的发生（D—S—E），而不是每一轮都靠别人推。

◆ 二、三个看得见的标志

"会修自己的判断"听起来抽象，我们给它三个看得见的标志，学生和老师都可以拿来对照。

第一个标志：卡住时，先说出自己卡在哪一层。旧课堂里，学生卡了只会说"我不会"。升维的学生会说："这句话我没看懂"（理解层），或者"我知道该走，但我拿不准现在是不是那个时候"（判断层），或者"我的焊枪角度压不下去，工位太高了"（操作层）。光是能把"不会"拆成三层，学生就已经从被动等救的人，变成了能给自己定位的人。这件事不需要任何天赋，只需要每一次卡住时，老师和教材都问同一个问题："你卡在哪一层？"问上一个学期，学生自己就会问了。

第二个标志：能自己写出一条回写口。到了第二年，学生应该能在撞上一个教材里没写的卡时，自己写下一句"下一次我先怎么做"。这句话要满足回写口的三条件：可执行（是动作，不是"我要更认真"）、邻近（就在这一步，不是"回去复习第三章"）、开口（指向下一个动作，不是"我太笨了"）。小周有一天能在本子上写"熔池一发白，先把枪往后带两毫米，再看"，他就从等别人喊"走"的人，变成了给自己喊"走"的人。

第三个标志：解卡后问出一个"为什么"。第十三章说，理论活着的标志是解卡后学生自己问出的那个"为什么"。这也是学生升维的标志。阿婷如果某天在把菜救回来之后，自己问"为什么关小火之后油就不那么炸了"，那一刻理论第一次在她身上活了——不是被灌进去的，是被卡挖出来的。这个"为什么"不一定问得准，但它一出现，就说明她不再只是执行步骤，而开始把步骤背后的路面踩实。

◆ 三、学生怎样跟AI相处：用它，不让它替你卡

AI时代的学生，绕不开AI。我们不主张禁用，而主张学生学会一种跟AI相处的姿势：让AI帮你找卡、递口、铺路，但不让它替你卡。

具体说，学生可以在练习前问AI："焊平板对接时，新手最常卡在哪几步？"——这是让AI当捞卡者，帮你提前知道哪里会摔。学生可以在卡住时问AI："我现在熔池发白、边上在咬，下一步只告诉我一个动作。"——这是让AI当就近回写口，注意"只告诉我一个动作"这句话，它把AI从一本书压缩成一个口。学生可以在解卡后问AI："为什么电流大了会咬边？"——这是让AI铺路面，而且是在卡之后。

但有一件事学生要自己守住：不要在撞卡之前，让AI把整条路平滑地走一遍给你看，然后以为你走过了。第九章讲导航开久了不认路、自动挡开久了不会坡起，说的就是这种"被平滑代办"的后果。学生对自己要有一条小规矩：每个新单元的第一卡，先撞一次，撞完再问。就像学游泳，总得先呛一口水，再听教练讲换气，那口水是你自己的。

这条小规矩对阿婷尤其要紧。她最大的风险不是不会问AI，而是太会问：每一道菜做之前，先让AI把火候、下料顺序、出锅时机讲一遍，她听完说"我懂了"，然后在油冒烟的那一秒照样往后躲。AI讲得越完整，她那块"我懂了"的挡板就越厚。对她来说，先撞后问，等于先把挡板拿掉。

还要学会给自己做一次"撤AI测验"。每学完一个单元，找一个下午，把手机放进柜子，独立做一遍完整任务，看自己走到哪一卡会停。停下来不丢人，那是给自己的一次颗粒度试验——它告诉你，哪些判断已经长在你身上，哪些还只是借来的。

◆ 四、糖：为什么卡路不是一条苦路

读到这里，可能有学生和家长担心：照这么说，职校三年就是不断地卡、不断地撞，岂不是一条苦路？

不是。第十五章给"糖"下过正式定义：解卡之后尝到的那份"保住感"——我把它保住了，我接住了。卡路之所以能走下去，靠的就是这份糖。小周某天第一次焊出一条没有咬边的焊缝，他看着那条均匀的鱼鳞纹，心里那句"我把它焊住了"，就是糖。阿婷某天油冒烟时没往后躲，而是伸手把火拧小，把菜翻了两下救了回来，心里那句"我接住了"，也是糖。

旧教材和AI代办的通病，是第十五章说的"糖路"：把卡全部抹平，只剩甜。可那种甜是别人给的，吃多了反而腻、反而空——因为"我"不在场。卡路的糖是自己撞出来的，有一点苦在前面，甜就格外实。我们相信，一个尝过几十次"保住感"的学生，会比一个一路顺滑毕业的学生，更愿意面对下一个陌生的卡。这不是心理学结论（本书不作心理诊断），而是一个可以被检验的预期：第八编的可错预言②说

的就是，撤掉AI后，卡路组的首次独立任务失败率应该低于平滑代办组；如果没有可信差异，我们的这套说法就该作废。

当然，糖有前提：卡的代价必须低。第十五章说，低代价是卡进入教材的道德前提；第四十一章说，失败代价超过一次可逆返工的领域，要降格为模拟卡路。学生的升维，不能以学生受伤为代价。一个让学生真被油烫伤、真被电击、真在客人头上剪出豁口的"卡"，不是有糖的卡，是坑。

◆ 五、卡路在学校外的两头：饭桌与徒弟

学生的升维有一半发生在学校之外。孩子回到家，家长问的第一句话往往是"今天学得怎么样"，孩子最省事的回答是"还行""懂了"。阿婷的那句"我懂了"，很可能就是在饭桌上练熟的——因为说"我今天在灶上卡住了，油一冒烟我就躲"，换来的多半是一句"你怎么这么胆小"或者"那你学了个啥"。

在很多家庭的叙事里，孩子读职校本身就带着一点"没考好"的意味，家长心里憋着一口气，希望孩子至少在这条路上别再出岔子。于是孩子的每一次卡，在家里都被读成又一次失败。这种读法会一点点把孩子推向"糖路"：少暴露、少尝试、多说"懂了"，最好有个AI替自己把活干漂亮。卡路在学校里搭起来的东西，可能在饭桌上被拆掉。

我们想给家长一个换问法的小建议：别问"学会了吗"，问"今天卡在哪了？后来怎么出来的？"这个问法有两个好处。其一，它默认卡是正常的，孩子不必为卡辩护；其二，它把注意力引到"怎么出来"上，也就是回写口上——孩子每讲一次自己是怎么出来的，就把那个口在心里又写了一遍。一个孩子如果能在饭桌上讲清楚"我今天油一冒烟就把火拧小了，菜没糊"，他讲的不只是一件事，是一次自己完成的发生。

家长也不必懂焊接、懂烹饪。你不需要判断孩子的回写口对不对，只需要表现出你对"卡"有兴趣、对"出来"有兴趣。这件事成本很低，但它决定了孩子是把卡当成要藏的伤疤，还是当成可以拿出来讲的故事。

学校外的另一头在更远的将来。还有一层升维，常常被忽略：一个会修自己判断的学生，迟早会变成能帮别人修判断的人。

职校学生毕业几年后，很多人会带徒弟、当班组长，甚至回学校当实训老师。他们怎么带人，很大程度上取决于自己当年是怎么被带的。一个只被灌过理论、只被骂过"怎么又错了"的人，带徒弟时多半也是灌和骂；一个走过卡路的人，会自然地问徒弟"你卡在哪一层"，会本能地只说一句可执行的话然后等。陈姐在理发店带过十几个学徒，她最常感叹的一件事，也许就是"教会一个人剪头容易，教会一个人带人难"。卡路如果走通，它带出来的不只是会剪头的人，也是会带人的人。

这正是三主编链在时间上的延伸：今天的学生，就是明天企业里交失败原料单的人、学校里排卡序的人、协会里封阈值的人。他们自己走过卡路，就知道一条失败记录要写出"在什么现场条件下错"，知道一个阈值不能只写"严禁"。学生的升维，最终会回流成整条链的升维。

◆ 六、毕业时带走什么

最后回到开头那个问题：一个职校学生毕业时，到底带走什么？

旧答案是：一张毕业证、几张技能证书、一本写满理论的笔记。新答案是：一张自己的卡路地图——我在这门手艺上撞过哪些卡、每一卡我是怎么出来的、哪几卡我至今还拿不太准。这张地图不是给用人单位看的成绩单（它不进考核，第九编讲过为什么），而是学生自己的东西。这张地图可以很朴素：一本小册子，每页一卡，左边写卡名和当时的样子，右边写自己写过的回写口，底下留一行"后来又卡过吗"。三年下来，一个焊接学生的册子可能有四五十页，其中有几页反复被改写——那恰恰是他判断长得最快的地方。他翻自己的册子，会看见一条清楚的发生轨迹：哪些卡早就过去了，哪些卡换了个样子又回来，哪些卡至今是他的弱处。这种对自己的清楚，比任何一张证书都更像一个手艺人的底气。

走进企业，碰到一台没见过的设备、一种没焊过的材料，他会本能地先问自己："我的卡会在哪里？"然后去找、去撞、去写口。

这就是"会修自己的判断者"的真正含义：他不是带着一套已经完成的技能离开学校，而是带着一种"在陌生处自己走出卡路"的能力离开。技能会过时，设备会换代，AI会越来越会做；但一个能在卡上亮起来的"我"，换到哪一个工位上都会再亮一次。我们在定音第三句里说，"我"只在卡上亮起——学生的升维，就是让这句话从教材的道理，变成他自己身上的事实。

> 带走的话
>
> 毕业时最该带走的，不是一套做完了的技能，而是一张自己的卡路地图，和一个会修自己判断的"我"。

> **小账**
>
> 卡：小周把判断交给别人喊"走"，阿婷用"我懂了"挡住撞卡；AI来了，两种病都可能加重。
>
> 路：卡住先说出卡在哪一层、自己写一条回写口、解卡后问一个为什么；用AI找卡递口铺路，但第一卡自己撞。

第 45 章

企业与行业的升维；卡路教材第一页长什么样

这一章的问题：学校、老师、学生都升了维，可三主编链里还有两棒不在校园里：企业和行业。企业手里握着最真的失败，行业手里握着最硬的阈值，它们一旦交付形状不对，整条链就从源头歪了。本章先讲这两棒怎样升维，然后把全书收拢到一张纸上——卡路教材的第一页，到底长什么样。

◆ 一、企业的旧位置：签名的专家，飘着的经验

今天企业参与职业教育，最常见的形状有三种：派专家来审教材，在封底签名；提供实习岗位，让学生"顶岗"；和学校挂牌共建实训基地。第五章说"产教融合"是第三次粉刷，粉刷的意思是：墙面换了颜色，墙里的结构没动。企业专家审的是别人写好的知识，交的是"意见"；学生顶岗时撞的卡，代价落在企业的产品和客户身上，企业当然不愿意让学生多撞；共建基地的牌子挂在门口，基地里用的还是那本"熟悉设备"开头的教材。

问题不在企业不热心，而在企业手里最值钱的东西，从来没有一个"交货口"。一个汽修厂，二十年里积下的返工单、客户投诉记录、老师傅们那些"你先别看书，听声音"式的纠正语，全是真卡的原料。老韩修了二十多年车，他脑子里装着成百上千个"徒弟第一次碰到这种异响时会往哪里错"的案例。可在旧的合作形状里，这些东西没地方放：它们不是"知识"，进不了教材正文；它们又太零散，写不成"注意事项"。结果是，企业最真的失败经验随着老师傅退休一起退休了，教材里留下的是编者想象出来的"常见故障"。

◆ 二、企业的新交付：失败原料单

第三十四章已经讲过企业主编的交付形状：失败原料单。它的六栏是任务行、失败名、失败形态、高发条件、安全条件、老手纠正语。这里只说企业怎样从"签名的专家"升维成"交原料的一棒"。

第一，企业要把失败当成资产，而不是丑事。很多企业不愿意交返工记录，因为它看起来像在暴露自己的质量问题。可失败原料单不是质量报告，它不问"你们一年返工多少"，只问"新手最常在哪一步错、错了长什么样、在什么条件下最容易错"。这些东西对企业自己也有用——下一批新员工入职，企业就可以用同一张单子培训，少走弯路。换句话说，企业交出去的失败原料，会以真卡教材的形式回流到自己的新员工身上。

第二，企业要让老师傅的话有地方落。失败原料单的最后一栏"老手纠正语"，就是给老韩们留的位置。它不要求老师傅写理论，只要求写他当时说的那句话：比如"你别盯着表，听它是不是闷了"。这句话进不了正文——第七编说企业主编的原料不进入正文——但它会被院校主编拿去改写成回写口。一个老师傅的经验第一次有了"交货口"，不必等到退休时再惋惜"可惜没人学"。

第三，AI在这里能大大降低企业的交付成本。第二十七章讲过，AI可以当捞卡者，从维修单、质检日志、录像里数出失败。企业不必让老师傅坐下来一条条写，而可以把已有的记录交给AI做第一轮整理，再由老师傅逐条认领、补上高发条件和纠正语。但第四棒的规矩照旧：AI数，人签；AI不替企业主编签字。

企业升维之后的样子，是这样一句话：我们交给学校的，不是一份意见，而是一张单子；单子交付形状不达标，学校可以不接。

◆ 三、行业的旧位置：只写"严禁"的叶工

再看行业。叶工是我们的陪读人物，38岁，行业协会标准委员会成员，习惯写"严禁"。第三十四章已经拿他讲过三档容忍度表，这里只借他的习惯说一个病。

"严禁"这两个字，在标准和教材里出现得非常多：严禁焊缝存在裂纹，严禁油温过高时下料，严禁在未确认的情况下操作。每一处"严禁"背后都有道理，问题在于它只划了一条线——线这边是对，线那边是错，中间没有地带。可学生学手艺，恰恰是在中间地带里学的：焊缝上一点点咬边，算返工还是算废品？油温稍微高一点，是马上停还是可以救？只有"严禁"没有阈值，学生就只能在两种状态里二选一：要么不敢动，要么动了就是违规。第七编说，这样的差异场被冻死了——学生在中间地带里的每一次小偏差，都没有被读出来的机会。

行业的旧位置，是在教材之外发标准，标准里多的是"严禁"、少的是"多少算返工"。教材编者把这些"严禁"照抄进注意事项，学生读到的就是一排吓人的禁令，而不是一把能用的尺子。

◆ 四、行业的新交付：三档容忍度表与硬约束

行业主编的交付形状，第三十四章已经定过：《合格／返工／废品三档容忍度表》，加上一份"一出现就直接返工"的硬约束清单。行业升维，就是从"写严禁的人"变成"封阈值的人"。

封阈值的意思是：把每一处判断层的卡，都标出三档。比如焊缝的咬边，什么程度之内算合格，什么程度算返工、可以补，什么程度直接判废。这三档的具体数值要由行业主编依据现行标准封定，本书不代为给出——我们在本章末的样页里也只留空位，因为编数值恰恰违反我们自己的诚实纪律。我们能说的是形状：有了三档，学生在判断层上的每一次犹豫，都有了一个可以对照的尺子；老师守口时，也知道这一下该说"还能救，往这改"，还是该说"停，这个直接返工"。

硬约束清单是另一样东西。它对应的是那些不允许"一点点"的情况——安全相关、一旦出现就要整件返工的缺陷。硬约束不进入差异场，它是卡路的护栏。第四十一章讲停权边界时说过，失败代价超过一次可逆返工的地方，要降格为模拟卡路；硬约束清单，就是行业替学校标出这些边界的地方。

行业的分寸在于：只封阈值，不排路线。叶工不必去管学生先学平焊还是先学立焊，那是院校主编的事；他只管每一卡的三档尺子准不准、硬约束列没列全。判

别很简单：翻开一本教材，每一处"严禁"旁边有没有附三档容忍。有，说明行业这一棒交了货；没有，说明行业还停在旧位置上。

◆ 五、四棒合一：一张纸上的链

把企业、学校、行业和AI四棒放在一起，链的形状就清楚了：企业交失败原料单（混沌碰撞），院校主编把原料排成带口卡序列、主持颗粒度试验（自组织），行业主编给每一卡封上三档阈值和硬约束，AI在第四棒接口上捞卡、就近回写、按需铺路面，但不签字。学生走完这条卡路，变成会修自己判断的人（涌现）。

链还有一个时间维度，企业和行业尤其要看见：卡会过期。设备换代、材料更新、工艺改进，昨天的根卡今天可能已经不出现了，新的卡又在新设备上长出来。第三十八章把"真卡时效"列为一条证伪条款，说的就是这件事。旧教材也会过时，但它过时的是知识，修订时换几页参数就行；卡路教材过时的是失败序列，修订时要重新捞卡、重新排序、重新封阈值。这意味着企业的失败原料单不是一次性的交付，而是按年、按设备批次持续交的流水；行业的三档容忍度表也要随标准修订同步更新。企业和行业升维，不只是换一种交付形状，还要换一种交付节奏：从"编教材时来一次"，变成"每一轮颗粒度试验前都在场"。

AI在这里同样是捞卡的好帮手：设备换代后，新设备的维修单、质检日志一出来，AI就能先数一遍"新手在新设备上最常卡在哪"，提醒院校主编哪些旧卡该下架、哪些新卡该上架。但哪一卡下架、哪一卡上架，仍然要三主编签字。

这条链最后要落成一样东西：教材。而教材最能说明一切的，就是第一页。第三十三章说过一个判别：翻开第一章，看有没有真实失败清单；以"熟悉水性""认识设备"开头的教材，企业主编从未交过失败清单。那么，一本走完四棒的卡路教材，第一页应该长什么样？

我们以焊接为例，把它完整地画出来。以下样页是我们构想的版式示范，其中的卡名、形态和纠正语取自日常可见的焊接新手现象，用来说明写法；所有阈值数值留空，由行业主编依据现行标准封定；"来源"一栏写的是来源类型，不是任何具体企业或文件。

六、样页：卡路教材第一页

第一单元 平板对接焊：第一卡

你现在要做的事　在一块练习钢板上，从左端起弧，焊出一条约一拃长的直焊缝。不需要好看，只需要走完。

这里，你将卡。　大多数第一次握焊枪的人，会在起弧后的头两三秒卡住：焊条一碰钢板就粘住，拔不下来；或者一拉开，弧就灭了。你可能会慌，下意识地用力去拽。这不是你手笨——几乎每个新手都在这里停过。

卡的样子（对照一下，你是哪一种） - 粘：焊条贴在板上，发红，拽不动。 - 灭：弧刚亮就熄，板上只留一个小黑点。 - 跳：弧时有时无，噼啪乱响，焊缝断成一截一截。

现在，往这走。 1. 粘住了：别拽。手腕左右轻轻一扭，把焊条掰下来，然后关机、看一眼焊条头。 2. 再起弧时：像划火柴那样，碰一下就往上提——提多高？提到你刚好能看见弧光变稳，不再噼啪乱响为止。 3. 能连续走过三个指节的长度，就停下，摘面罩看一眼焊缝。

做完这三步，在180秒内回到工位再起一次弧。回不去，在本页右下角画个圈，举手。

卡在哪一层？（自己勾一下） ☐ 我没看懂上面哪句话（理解层） ☐ 我看懂了，但拿不准"提多高"算刚好（判断层） ☐ 我手够不着／面罩看不清／工位太高（操作层）

三档尺子（行业主编封定） 起弧点粘连痕迹：合格〔　　〕／返工〔　　〕／废品〔　　〕 硬约束：〔由行业主编列出：一出现即停止、直接返工的情形〕

你保住了什么　　当你第一次连续走完三个指节、焊条没粘、弧没灭——那一下，你把一条弧保住了。记住手腕那一下提的感觉，它是你的。

（解卡之后再翻页）为什么？　如果你想知道为什么"碰一下就提"能稳住弧，翻到下一页的路面段。没解卡之前，不必翻。

〔来源类型：企业失败原料单（新手起弧记录、老手纠正语）；院校卡序：第一卡；行业阈值：待封；颗粒度试验：待做〕

◆ 七、这一页为什么这样写

这张样页里的每一块，都对应着前面某一编的一个判断，我们逐块说一下，不再展开。

开头"你现在要做的事"是任务，不是知识。它把学生直接放进动作里，没有"焊接的定义""焊机的构造"——那些是路面，等卡解了再铺。"这里，你将卡"这一句，是全书最想留下的一句话：教材第一次在任务之前，坦白告诉学生他会在哪里停。这句话本身就是一种低代价——学生被预先告知"这是正常的"，卡的心理代价被降下来，糖才有机会出现。

"卡的样子"是企业失败原料单的形态栏，经院校主编改写成学生能对照的三种样子。"现在，往这走"是回写口，三条都满足可执行、邻近、开口：每一条是一个动作，就在这一页上，指向下一个动作。"提多高"那一句故意没给数字，而是给了一个身体能读的判据——这正是判断层的写法：不能预先给出，只能在低代价的卡上取得。

"180秒内回到工位"是T_ret写进了页面；"在本页右下角画个圈"是给D_FB-RE留的记录位——学生在这一页卡住、在这一页找到口，距离为零；回不去，就记下来，交给下一轮颗粒度试验。"卡在哪一层"的三个勾选框，让学生自己做三层定位，同时为颗粒度试验收集数据：勾理解层多，是院校主编的字写错了；勾操作层多，是企业主编没写现场条件；勾判断层多，是行业主编的阈值太粗。

"三档尺子"留空，是行业那一棒的交货位；硬约束单独列，是护栏。"你保住了什么"是糖，写的是保住感，而不是表扬。最后"为什么"那一块放在解卡之后，提醒学生理论在后面、在路上，不必提前翻——理论是路面，不是柏油。页脚的来源标注，是真卡与假卡的分界：说不出来源类型的卡，不许印上这一页。

如果换成游泳，这一页的骨架不变，只是任务变成"扶着池边，把脸埋进水里，数到三再抬起"，卡变成"一埋脸就憋气、猛抬头、呛水"，根卡是"慌"，回写口是"在水里先吐完，再抬"。骨架之所以能换着用，是因为它不是某一门手艺的知识，而是任何一门手艺发生时都要经过的那几样东西：任务、卡、口、层、尺、糖、路面、来源。

一本旧教材的第一页，告诉学生"这门技术是什么"；一本卡路教材的第一页，告诉学生"你会在哪里停、停了往哪走"。从前者到后者，就是这本书全部的意思。

> 带走的话
>
> 企业交的不是意见，是失败；行业封的不是"严禁"，是三档。教材的第一页，第一次对学生说真话：这里，你将卡；现在，往这走。

> **小账**
>
> 卡：企业最真的失败没有交货口，随老师傅退休；行业只写"严禁"，中间地带被冻死；教材第一页还在"认识设备"。
>
> 路：企业交失败原料单，行业封三档容忍度表与硬约束，AI做第四棒不签字；四棒合一，落成一张写着"这里，你将卡"的第一页。

结 语

从管"知道"到管"会做"，再到管"亮起来"

> 卡只能人自己撞，“我”只在卡上亮起。

一本书写到最后，最容易做的事是把前面说过的话再说一遍。我们不打算这样做。结语只做三件事：把定音三句收束成一条线；把两条可错预言摆上台面报账；承认这本书最弱的地方。

◆ 一、三句话，一条线

全书从头到尾只说了三句话。

第一句是困境：知识容器式教材是发现学——先把"对的路径"发现出来，装进书里传下去；这件事AI一秒做完，教材的旧意义死亡。我们在第二编花了五章说这件事，但它其实一句话就能说清：如果一本教材的价值是"装着对的东西"，那么当一台免费的机器能随叫随到地给出对的东西时，这本教材就只剩一个封皮。这不是AI的错，也不是教材编者的错，而是"装对的东西"这件事本身被机器接走了。

第二句是揭穿：旧教材的病从来不是知识不够，而是"职教教材＝科学教材＋实习"的那个加号——两套互不认识的语法缝进同一封皮，加号是一道没有人写页的裂缝；AI把这道缝撕到明面上。这一句是全书最用力的地方。很多人以为AI给职业教育带来了新问题，我们的看法是：AI没有带来新问题，它只是把一个老问题照亮了。科学语法里物理书不通电、化学书不闻味；实习语法里注意事项飘在空中；两套语法用一个加号缝在一起，加号的位置从来没有一页纸。二十年里，这个加号被粉刷了三次——理论联系实际、理实一体化、产教融合——每一次都换了墙面的颜色，没有人往裂缝里写一页。AI一来，知识那一半被机器接走，裂缝就露在了所有人眼前。

第三句是出路：职业能力是一门技术的发生。AI送达路面、捞取失败、就近回写；卡只能人自己撞，"我"只在卡上亮起。人机复合体沿卡路前行——这是升维。这一句里有两个分工：AI做三件事，人做一件事。AI的三件事——送路面、捞失败、做回写——都是"顺滑"的活，它们让卡更准、口更近、路更平；人的那一件事——撞卡——是"不顺滑"的活，它没法被代办，因为显影只能发生在人身上。

三句话连起来，就是本结语的标题：从管"知道"，到管"会做"，再到管"亮起来"。

管"知道"，是旧教材的全部抱负：让学生知道对的路径。管"会做"，是职业教育一直想做、却被那个加号挡住的事：让学生能在工位上把活干出来。管"亮起来"，是AI时代逼出来的新一层：不只是让学生会做，而是让学生在会做的过程中，有一个"我"在卡上亮起来——一个会修自己判断的我。

为什么要多出这一层？因为在AI时代，"会做"本身也在被机器一点点接走（第八章）。一个只是"会做"的人，和一台会做的机器之间，差别会越来越小。而一个在卡上亮起来、能修自己判断、能在陌生工位上自己走出卡路的人，是机器替不了的。职业教育的终点，不再是一个"技能熟练的劳动力"，而是一个"能和机器组成复合体、并在复合体里保有自己判断的人"。

用一个日常的例子把这三层摆一摆。学骑自行车，管"知道"，就是告诉孩子"保持平衡、眼看前方、蹬起来就不倒"——每一句都对，孩子一句也用不上。管"会做"，就是扶着后座跑，跑到孩子能自己骑出去——这已经比知道强多了，可有一个问题：大人什么时候松手，孩子多半不知道；他会骑了，却说不出自己是在哪一下会的。管"亮起来"，是大人松手的那一刻孩子歪了一下、自己一拧车把又正了回来，心里冒出一句"我自己稳住了"——那一下，他不只是会骑，他知道自己是怎么会的，下次换一辆高一点的车、换一段坑洼的路，他会自己去找那一拧。第十二章已经拿自行车讲过显影，这里只借它看三层的分别：知道是给的，会做是练的，亮起来是撞出来的。

这三层不是互相取代，而是一层套一层。卡路不扔掉"知道"，它把知道放到路面上；卡路不轻视"会做"，它把会做拆成一卡一卡；卡路多做的那一件事，是在每一卡旁边留一个口，让"我"有机会在那里亮一次。用全书轻用的SDE话说：撞卡是差异把人逼停（D），回写是新判断显露出来（S），回到工位是身体、器具、现场重新纠缠（E）。卡路一轮，就是一次发生；一本卡路教材，就是一串排好了序、可以一轮接一轮发生的卡。

再往大处看一步。一门技术在一个行业里是怎么长出来的？先是许多人在现场撞各种各样的失败，乱成一片；然后有人把这些失败理出先后，排出一条学的路；最后，走过这条路的人里，冒出一些不只会照做、还会修自己判断的人，他们又去现场撞新的失败。第十编四章讲的企业、学校、学生，恰好对应这三段：企业的失败原料是那片乱，院校排卡序是理出来的路，学生成为会修自己判断的人是冒出来的新东西。职业教育在这个意义上，不是在"传授"一门技术，而是在让一门技术在每一个新人身上再发生一次。

◆ 二、两条可错预言：报账

一本主张"教材本体是失败序列"的书，如果自己不敢写下可能失败的预言，就是自打嘴巴。我们在第八编写下了两条全书级的可错预言，这里报账。

预言①：知识问答类AI普及后，旧教材组的理论分不降，但R_B下降——学生真实的首卡，越来越落在教材没有标出的地方。

这条预言的意思是：AI会把学生在理解层上的困难大量消掉（学生不懂就问AI，理论分不会降，甚至会升），但学生在判断层和操作层上的卡不会消失，而旧教材又从来不标这些卡，于是学生撞卡的位置会越来越偏离教材的预设。如果这条预言对了，它就是"加号被撕到明面上"的一个可测证据。如果检验结果是：AI普及后，旧教材组的R_B没有下降，甚至上升——学生的首卡仍然大多落在旧教材标出的地方——那就说明旧教材的预设卡并没有我们说的那么偏，我们关于"加号是裂缝"的判断至少要大幅修正。

预言②：用"AI全程平滑代办"方式训练的学生，撤掉AI后首次独立任务的失败率，高于卡路组。

这条预言直接对着定音第三句："卡只能人自己撞，'我'只在卡上亮起。"如果它对，说明平滑代办确实让学生在卡上缺席，撤掉AI后判断就塌了；如果两组没有可信差异——按第八编的口径，就是两组读数之差落在可辨差异以内——那么，"卡是显影点"这个核心主张就失去了经验支撑，卡路这个范式作废。

我们必须如实说明这两条预言的账面状态：两条都尚未检验。本书没有执行过任何对照实验，没有一组学生、一个读数、一个结果。第三十八章的八条证伪条款和对照实测设计，全部是〔未执行〕的方案，写成了可以照着做的样子，但没有人照着做过。原底稿里提到的几项"已执行"材料，在本书中一律按构想的检验设计处理，不作为证据。

所以这笔账今天只能这样报：预言已登记，检验未执行，结果空白。我们把它们写在这里，不是为了显得勇敢，而是为了给读者一个明确的推翻路径：任何一所学校、一位老师，只要按第八编的设计跑完一轮对照，就可以用数据告诉我们，这本书是对是错。

◆ 三、本书最弱的地方

除了预言未检验，这本书还有几处弱点，我们一并认下。

最弱处：裁决性的经验检验尚未执行。这是第一位的弱点，前面已经说了。我们要补充的是它的后果：在检验之前，全书所有关于"卡路比旧教材更好"的判断，都只是一个有结构的主张，不是一个被证实的结论。我们给出了形式语言（带口卡序列）、成立条件（五个）、读数（D_FB-RE、R_B、T_ret、路面激活、撤AI独立完成率）、判别式与自我否决，这些东西让主张变得可以被检验，但"可以被检验"不等于"已经通过检验"。读者在采用卡路之前，应当把它当成一个值得试的方案，而不是一个已被证明的方法。

第二处：读数本身的信度没有数据。第三十七章写了三条自我否决：7天重测信度低于0.70判读数不稳；与"答案页比例""训练项目数"高度相关判改名无增量；整轮无人卡判无信息事件。这三条是我们给自己设的闸门，但闸门本身还没有被实际推过一次。D_FB-RE和R_B会不会在真实课堂里极不稳定？会不会只是"教材里答案页多不多"的另一个名字？我们不知道。

第三处：颗粒度试验的样本很小。我们建议每轮找3到5名真实水平的学生试读试做。这个数字是为了让试验能在普通学校里跑得起来，但3到5个人的首卡分布，偶然性很大。R_B在小样本下摇摆，"待校卡"可能会反复出现。第八编给的应对是"再做一轮"，这能缓解，不能根治。

第四处：主例集中在日常技术。本书遵循一条写法：主讲案例用日常生活——游泳、乒乓球、学车、炒菜、理发、焊接。这让道理容易懂，但也意味着我们对那些失败代价高、过程不可见、或者高度依赖抽象推理的职业领域，说得很少。第四十一章只讲了停权的原则，没有给出医疗、电气、高危行业里卡路怎么降格为模拟卡路的具体样子。这一块留白，需要那些行业里的人来补。

第五处：反噬的防线靠制度切割。第九编反复说读数不进考核，但我们清楚，"不进考核"是一条很容易被突破的线。一旦某个地方把R_B写进评估指标，假卡就会比旧教材更坏。我们能做的只是把这个风险写清楚，至于现实中守不守得住，不在一本书的掌控之内。

把这五处弱点摆出来，不是为了谦虚，而是为了让读者知道该从哪里下手推翻我们。最省力的推翻路径有三条：拿一个单元做一轮颗粒度试验，看R_B是不是根本站不到0.60；隔七天重测一次，看读数稳不稳；撤掉AI，看两组学生的独立失败率到底有没有差。任何一条走出不利的结果，都比一百篇赞同的评论更有价值。

◆ 四、如果明天就想试

也许有读者读到这里，想在下学期就试一试。我们不给方案大全，只给一个最小的起步。

挑一门课里你最熟的一个单元。找企业里一位老师傅，请他讲讲新手在这一单元最常错在哪、错了什么样、什么时候最容易错、他当时怎么说的——记下来，就是一份最粗的失败原料单。把这些错排一排，找出哪一个总是最先出现，把它放在第一页，旁边写一句可执行的话。去问行业里懂标准的人：这一卡，什么程度算合格、算返工、算废品？请他填上。然后找三五个学生试一下，看他们是不是真在你写的第一卡上停下。停下了，你的第一页就站住了；没停下，你知道该改哪里。

这一套走下来，不需要新设备，不需要新平台，甚至不需要AI。AI能让它更快、更准，但卡路的骨头不在机器里，在那一页纸上。

◆ 五、最后一句

我们在前言里说，旧教材两本账从不对账。现在可以把这句话补完：卡路要做的，不是把两本账合成一本，而是换一种记账的东西——不记"知道了什么"，也不只记"做了什么"，而记"在哪里卡过、怎么出来的"。

这本书的每一章末尾都有两行小账：卡，和路。全书合起来，也是这两行。卡：知识容器在AI时代死亡，那个加号被撕成明缝。路：一条由带口卡序列铺成、三主编链交接、AI做第四棒、人自己撞卡的路。这条路通不通，不由我们说了算，由第一轮认真的颗粒度试验说了算。

如果有一天，有位职校老师拿着一本教材走进车间，翻开第一页，上面写着"这里，你将卡；现在，往这走"——然后学生真的在那里卡住了，真的往那里走出来了，脸上露出"我保住了"的表情——那就是这本书想看见的全部。如果那一天学生没有在那里卡住，那就是这本书该被修改的地方。两种结果，我们都等着。

参 考 书 目

一、最近邻与对话对象（均〔待核〕：版本、译者与出版信息尚未逐一核对）

1. 杜威：《民主主义与教育》（“做中学”）〔待核〕
2. 姜大源：工作过程系统化课程的相关著述〔待核〕
3. 德国“学习领域”（Lernfeld）课程方案的相关文献〔待核〕
4. Manu Kapur：有成效的失败（Productive Failure）的相关研究〔待核〕
5. Michael Frese：错误管理训练（Error Management Training）的相关研究〔待核〕
6. John Sweller：认知负荷理论（Cognitive Load Theory）的相关研究〔待核〕
7. 皮亚杰：《发生认识论原理》（同化与顺应）〔待核〕
8. Donald Schön：《反思的实践者》〔待核〕
9. Allan Collins 等：认知学徒制（Cognitive Apprenticeship）的相关研究〔待核〕
10. 古德哈特定律（指标一旦成为目标便不再是好指标）的相关表述〔待核〕

二、本书底稿与德麦国际相关专著

1. 崔岩：《卡路：职业教育教材从知识容器到失败序列的转向》，ChatSDE 底稿，2026 年 10 月。
2. 王德生：《AI时代教育的认知变革》，德麦国际专著第 122 号。
3. 王德生：《从最强大脑到最强复合大脑》，德麦国际专著第 115 号。
4. 「AI时代的文明困境和出路」丛书各卷，见 sdeuniverses.com/civilization-dilemma/。

附 录

本附录收四件工具：编写模板、试验记录表、术语表、待核文献清单。前三件可以直接复印使用；第四件是本书引用最近邻学者的核对清单，全部标〔待核〕。所有表格中的示例行，均为我们构想的填写示范，不是任何真实企业、学校或学生的记录；阈值数值一律留空，由行业主编依据现行标准封定。

附录A 卡路教材编写模板（三主编交付表）

三主编链的要害是"上一棒交付形状不达标，下一棒不接"。所以本模板不是一份"编写建议"，而是三张交付表加一张接口表。每张表都有一栏"交接验收"，由下一棒填写：接，或不接、为什么不接。

◆ A1 企业主编交付表：失败原料单

交付人：企业主编（一线师傅、班组长、质检员均可担任，可多人合署）。交付物：一张按任务行组织的失败原料单。不写理论，不写教学建议，不进入教材正文。 不做的事：不排卡序，不定阈值，不改写成学生用语。

栏目	填写要求	示范（构想，焊接）
任务行	学生要完成的一件完整工作，用动词开头	平板对接焊，起弧并焊出一段直焊缝
失败名	现场对这种失败的叫法，用行话即可	粘条
失败形态	失败发生时看得见、听得见、摸得着的样子	焊条贴板发红，拽不动；弧声突然消失
高发条件	在什么人、什么设备、什么现场条件下最容易出现	新手第一次起弧；电流偏小；焊条受潮

栏目	填写要求	示范（构想，焊接）
安全条件	这一失败会不会伤人、伤设备；需要什么防护	不伤人；需戴面罩手套；粘条后先断电再处理
老手纠正语	师傅当时实际说的那句话，原话照录	"别拽，扭一下就下来了"
来源类型	维修单、质检日志、带徒记录、录像、口述，择一或多选	带徒口述＋实训录像
交接验收（院校主编填）	接／不接；不接时写明缺哪一栏	

验收底线：每一行六个实质栏目（任务行到老手纠正语）不得空缺；"高发条件"不能只写"操作不当"，必须写出现场条件；"来源类型"空缺的行，一律视为假卡原料，不接。

◆ A2 院校主编交付表：失败序列图

交付人：院校主编（学校里负责本单元的教师，可由理论教师与实训教师合署）。 交付物：一张失败序列图，即本单元的带口卡序列 $\langle(k_1,r_1),(k_2,r_2),\cdots\rangle$，外加每两卡之间的理论路面说明。 不做的事：不采集失败（只用企业交来的原料），不定阈值（只引用行业交来的三档）。

栏目	填写要求	示范（构想）
卡序号	k_1、k_2……；标出根卡	k_1（根卡）
卡名（学生用语）	把企业失败名改写成学生一看就懂的话	焊条一碰就粘住
原料出处	对应失败原料单的行号	原料单第3行
预设层	预计学生卡在理解层、判断层还是操作层	判断层（"提多高"拿不准）
回写口	一句最小可执行指令；核对三条件	别拽，手腕一扭掰下来；再起弧像划火柴，碰一下就提
三条件自检	可执行□ 邻近□ 开口□	

栏目	填写要求	示范（构想）
本卡对后卡的改写	解了这一卡，哪些后面的卡会消失或变样	解开后"弧断续"一卡大多不再单独出现
卡后路面	解卡后才出现的理论段：讲什么、多长、用什么话起头	电弧为什么需要合适的弧长；约一页
引用阈值	引用行业三档表的条目编号	三档表第1条
颗粒度试验状态	未做／待校／已过（附R_B）	未做
交接验收（行业主编填）	接／不接；不接时写明哪一卡缺阈值位	

验收底线：第一卡必须来自失败原料单，不得以"认识设备""熟悉水性"之类知识页开头；每一卡都要有回写口，没有回写口的卡是坑；不对应任何卡的回写口（答案页里长出来的野草）一律删除；理论路面不得排在第一卡之前。

◆ A3 行业主编交付表：三档容忍度表与硬约束清单

交付人：行业主编（行业协会、标准化组织或其委托的专业人员）。　　交付物：本单元每一卡的《合格／返工／废品三档容忍度表》；一份"一出现就直接返工"的硬约束清单。 不做的事：不排路线、不改卡序、不写回写口。

栏目	填写要求	示范（构想）
条目编号	与失败序列图的"引用阈值"对应	1
对应卡	卡序号与卡名	k_1 焊条一碰就粘住
检查对象	判断的是什么	起弧点粘连痕迹
合格	依据现行标准封定	〔待封〕
返工	依据现行标准封定；写明返工方式	〔待封〕
废品	依据现行标准封定	〔待封〕
依据	所依标准的名称与条款（由行业主编填写）	〔待封〕
交接验收（院校主编填）	接／不接	

硬约束清单单列，每条写明：情形、为什么不允许"一点点"、出现后的处置。硬约束不进入差异场，也不作为"有糖的卡"使用；凡涉及人身安全、且失败代价超过一次可逆返工的情形，必须列入硬约束，并按第四十一章降格为模拟卡路。

验收底线：教材里每一处"严禁"，旁边必须能找到三档或硬约束条目之一；只有"严禁"没有阈值的条目，院校主编可以不接。

◆ A4 第四棒接口表：AI做什么、不做什么

工作	AI可以做	AI不可以做	谁签字
捞卡	从维修单、质检日志、录像、学生作品中归类停顿、计数频次、提示疑似新卡	自行认定"这是一卡"、自行合并或拆分卡	企业主编（原料）、院校主编（成卡）
就近回写	在学生撞卡的位置推送已批准的回写口；根据学生勾选的层推送对应版本	临场生成未经批准的新指令写进教材	院校主编
铺路面	学生解卡后按需送达理论段；回答学生的"为什么"	在第一卡之前推送理论；替学生完成任务	院校主编
记录	记录T_ret、D_FB-RE、勾选层次、撤AI独立完成情况	把读数推送给考核系统	教材编写组（不对绩效部门开放）
防假卡	标注每一卡的来源类型；对来源缺失的卡报警	用生成数据补齐缺失的失败原料	三主编

◆ A5 常见的"不接"理由

链式交接最难的不是填表，而是敢于退货。以下列出编写过程中最可能出现的退货情形，供各棒对照。它们都是我们根据本书的定义推出来的典型情形，不是任何实际编写项目的记录。

退货方向	典型情形	为什么不接	退回后应补什么
院校退企业	失败名写成"操作不规范""安全意识淡薄"	这是评语，不是失败；学生无法在现场指认	写出失败发生时看得见、听得见的样子
院校退企业	高发条件栏写"新手易犯"	没有现场条件，颗粒度试验时卡在操作层无从归因	写出设备状态、材料状态、时间段、工位条件

退货方向	典型情形	为什么不接	退回后应补什么
院校退企业	老手纠正语栏被整理成书面规范句	原话的身体感被抹掉，改写回写口时失去依据	照录师傅原话，方言行话均可
院校退企业	来源类型空缺	无法追溯，属假卡原料	补来源类型；补不上的行删除
行业退院校	失败序列图第一页是"认识设备"	企业原料没有被排进第一卡，链在中间断了	第一页改为根卡及其回写口
行业退院校	某一卡没有标出要对照的检查对象	无从封阈值	写明这一卡判断的是什么
院校退行业	三档表只有"严禁"一档	差异场被冻死，学生在中间地带无尺可对	补出合格与返工两档，或明确列为硬约束
院校退行业	三档表附带了"建议先学某项"	越权排路线	删去路线建议，只留阈值
任一棒退AI	AI生成的卡没有来源类型	可能是假卡	回到原始记录核对，或删除

退货不是不合作，而是链之所以成链的唯一方式。一棒心软接了不达标的货，下一棒就只能在歪的基础上继续歪，最后由学生在颗粒度试验里替所有人撞一次假卡。

◆ A6 单元成稿前的五问核对

成稿付印前，编写组同场回答五个问题，对应第十五章的五个成立条件，任何一问答"否"，本单元暂不付印：

一、这个单元的失败数得清吗？（失败可数）　二、这些失败里有没有一个总是最先出现、解开后其他卡随之减少的根卡？（失败有序）　三、每一卡能不能指到教材的某一页、任务的某一步？（失败可定位）　四、每一卡旁边的回写口，能不能写成一句可执行、邻近、开口的话？（回写可成形）　五、单元里有没有至少一个失败代价低、可局部承受、解卡后能尝到保住感的卡？（存在有糖的卡）

附录B 颗粒度试验记录表

颗粒度试验是三主编链上唯一"零浮时"的工步：第一单元草案成稿后，找3到5名真实水平学生试读试做，三主编同场，看卡在哪一层。以下表格供同场记录使用。所有读数只供本单元改稿使用，不进入任何考核（见第九编）。

◆ B0 试验现场流程

颗粒度试验不是一次考试，也不是一次公开课，它更像一次"带着三位编者的试驾"。现场流程建议如下。

开场前，院校主编把草案按受试人数复印，每份只印第一单元，不附答案页，也不附任何理论前置页；行业主编逐条核对硬约束，确认场地和设备不会让受试者承担超过一次可逆返工的代价；企业主编检查工位与设备状态，尽量与失败原料单里写的高发条件一致——如果原料单写的是"焊条受潮时易粘"，试验就不要用刚烘干的焊条，否则卡不会出现。

开场时，只对受试者说一句话："请照这本册子做，卡住了就按册子上写的走，实在回不去就举手。"不讲原理，不做示范，不鼓励也不提醒。三主编分站三处：企业主编站在工位旁看手和设备，院校主编站在受试者身后看他翻到哪一页，行业主编站在出件处看产出落在哪一档。

进行中，观察者只记录，不介入。受试者举手时，由院校主编到场，只问一句"你卡在哪一层"，记下回答，然后指向册子上的回写口；如果册子上没有对应的口，记∞，再由企业主编给一句老手纠正语，让受试者继续，以免试验在第一卡就全部中断。每名受试者的T_ret从他停下的那一刻起计，到他重新开始同方向的动作为止。

结束后，先不散场。三主编当场对着记录表把每个人的首卡落点过一遍，算出R_B，按B4表归责，当场写出改稿决定。之所以要求当场完成，是因为隔天再

议，三人的记忆会各自"修正"现场，归责会变成互相推诿。这也是颗粒度试验被称为"零浮时"工步的原因：它不能往后推，也不能拆开各做各的。

◆ B1 试验基本信息

项目	填写
单元名称与草案版次	
试验日期与场地	
到场的三主编（姓名或代号）	企业主编：　　院校主编：　　行业主编：
受试人数 B_0	（建议3–5人）
受试者水平说明	与本单元目标学生同一水平；不挑选"好学生"或"差学生"
是否允许使用AI	是／否（如做撤AI对照，分两轮记录）
安全条件确认	本单元硬约束已逐条检查□

◆ B2 逐人首卡记录

每名受试者一行。N_p＝真实首卡发生的教材页次；N_t＝其后最近的可执行回写指令页次；$D_{FB\text{-}RE}=|N_t - N_p|$，同页为0；卡点发生在教材未写的动作上，或按指令后180秒内未回到任务，记∞。

受试者	首卡位置（动作描述）	是否落在预设卡上	N_p	N_t	D_FB-RE	看了哪个回写口	T_ret（秒）	回到任务方向是否一致	卡在哪一层（观察／学生自勾）	解卡后有无自发理论表达（路面激活）
S1		是／否						是／否	理解／判断／操作	有／无；原话或行为：
S2										
S3										
S4										
S5										

填写提醒：T_ret ≤ 180秒且方向一致，记为"回写有效"；学生自勾的层与观察者判断的层不一致时，两者都记下，不要替学生改；"路面激活"只记学生自发说出或做出的理论表达，老师追问出来的不算。

◆ B3 本轮汇总与判别

读数	计算	本轮结果	判别
R_B	B_m / B_o（首卡落在预设卡上的人数／受试总人数）		≥0.60 判真卡；<0.33 判假卡；0.33–0.60 判待校卡，须再做一轮
D_FB-RE 中位数	各人D_FB-RE取中位数（∞计入）		越接近0，回写口越近
回写有效人数	T_ret ≤ 180秒且方向一致的人数		

读数	计算	本轮结果	判别
路面激活人数	解卡后至少一次自发理论表达的人数		
无人卡	本轮是否无一人卡住	是／否	是＝无信息事件，本轮作废，检查任务是否过易或不是真任务

◆ B4 卡在哪一层：归责与改稿

多数受试者卡在	归谁之错	典型病因	改稿动作
理解层	院校主编	卡名或回写口的话写得学生看不懂	改写学生用语；回写口压成一个动作
操作层	企业主编	只写了错，没写在什么现场条件下错	补"高发条件""安全条件"；核对工位与设备
判断层	行业主编	阈值太粗，学生无从对照	细化三档容忍度；补身体能读的判据

◆ B5 改稿决定与签字

项目	填写
本轮结论	通过／待校（再做一轮）／退回（指明哪一棒）
卡序调整	哪一卡前移、后移、删除、新增
回写口调整	哪一条改写，改成什么
阈值调整	哪一条三档需要行业主编重封
下一轮日期	
三主编签字	企业：　　院校：　　行业：
AI参与说明	AI做了哪些记录与整理；确认AI未替任何一棒签字□

◆ B6 七天重测与自我否决（选做）

为检验读数是否稳定，可在7天后用同一批受试者、同一草案重做一次。重测信度（ICC）低于0.70，判读数不稳，本轮R_B与D_FB-RE不得作为改稿依据。若有多个单元的数据，可顺带检查读数与"答案页比例""训练项目数"的相关：相关系数超过0.85，判读数只是改了名字、没有增量。这两项是本书给自己设的闸门，目前尚无任何执行数据。

◆ B7 计算示范（虚拟数字，仅演示算法）

以下数字完全是为演示公式而虚设的，不代表任何试验结果。

设某单元草案预设第一卡为"焊条一碰就粘住"，在第3页；最近的回写口也写在第3页。五名受试者中：S1、S2、S4首卡都在第3页的粘条处，并在本页找到回写口，D_FB-RE均为0，T_ret分别为40秒、95秒、150秒，方向一致；S3首卡发生在第2页"调电流"一步，而最近的回写口在第3页，D_FB-RE＝|3−2|＝1，T_ret为120秒；S5首卡发生在"戴面罩后看不清起弧点"——教材没有写这一动作，记∞。

于是：$B_0=5$，$B_m=3$，$R_B=3/5=0.60$，按判别式1恰好落在真卡线上；D_FB-RE五个值排序为0、0、0、1、∞，中位数为0；回写有效人数为4（S5未计入）；S5卡在操作层，按B4归企业主编，需在失败原料单中补"面罩视线"这一现场条件。

这个示范想说明两件事。第一，R_B恰好在0.60这样的边界上时，小样本的偶然性很大，多一个人或少一个人就会跨线，所以按判别式1它仍判为真卡，但下一批学生到来时应顺手复测一次，看它站不站得住。第二，∞不是坏消息，而是最有信息量的记录：它直接指出教材没写到的地方。

附录C 术语表

按本书使用顺序大致排列。定义一律为名义定义，不用"充分""真正""恰当"等程度词；括号内注明主要出现的编次。

术语	定义	主要出处
卡路	由带口卡序列铺成的学习路径：学生沿卡前行，撞卡、经回写口离开断点、走过理论路面、进入下一卡。也指以此为本体的教材	全书
知识容器式教材	以知识集合 $\{t_1,t_2,\ldots,t_n\}$ 为本体的教材，条目并列、可交换、可删；其做法是先发现对的路径再装进书里传下去	第1、2编
发现学	把"对的路径"当成已经存在、只待发现和传递的东西的做法；AI时代这件事由机器一秒完成	第2编
加号	"职教教材＝科学教材＋实习"中的"＋"：两套互不认识的语法被缝进同一封皮，加号处没有人写页	第1编
科学语法／实习语法	前者按学科逻辑组织知识（物理书不通电、化学书不闻味）；后者以注意事项和操作要领组织动作，飘在空中	第1编
三次粉刷	理论联系实际、理实一体化、产教融合：三次改名而未往加号处写页	第5章
平滑陷阱	AI越会代办、学生越不在场的现象；如导航开久了不认路、自动挡开久了不会坡起	第9章
带口卡序列	$\langle(k_1,r_1),(k_2,r_2),\ldots,(k_n,r_n)\rangle$：$k_i$为卡点，$r_i$为卡旁回写口，两卡之间为理论路面$\rho_i$；先解的卡改写后面的卡，序列不可逆	第3编
卡点（卡）	任务执行中学生原有动作结构失效、被逼停的位置，可指认、可排序	第3编
显影点	卡的另一名称：顺滑处学生不在场，卡住处"我"才亮	第12章
根卡	总是最先出现、解开后其他卡随之减少或消失的卡；如游泳的"慌"、乒乓球的"看见来球就后仰"	第4编

术语	定义	主要出处
回写口	卡点旁使学生离开断点、重新进入任务的最小可执行指令；三条件：可执行、邻近、开口	第5编
可执行／邻近／开口	回写口三条件：是一个动作而非态度；就在卡点所在处而非别章；指向下一个动作而非关门结论	第22章
坑	没有回写口的卡	第23章
野草	没有卡的回写口，即答案页里长出来的指令	第23章
理论路面	两卡之间学生带着解卡判据走过的平滑段；理论在此被耗尽	第13章
柏油	被前置成地基的理论：踩不上去的装饰	第13章
路面激活	解卡后学生至少一次自发的理论表达（口头或行为）；理论活着的标志	第8编
不可逆	先解的卡改写后面的卡，卡序不能随意调换	第14章
真卡／假卡	真卡来源可追溯到真实失败记录（维修单、质检日志、赛场与课堂记录）；假卡来自编者想象	第3、6编
待校卡	R_B介于0.33与0.60之间的卡，须再做一轮颗粒度试验后重判	第37章
糖	解卡之后学生尝到的"保住感"（我把它保住了、我接住了）	第15章
有糖的卡	失败代价低、可局部承受、解卡后能尝到保住感的卡；低代价是卡进入教材的道德前提	第15章
糖路	把卡全部抹平、只剩甜的顺滑路；旧教材与AI代办的通病	第15章
五个成立条件	失败可数、失败有序（有根卡）、失败可定位、回写可成形、存在有糖的卡	第15章
三层定位	理解层（这句话什么意思）、判断层（我知道，但这一步拿不拿得定；最贵，不可预先给出）、操作层（设备、工位、身体条件）	第21章
野藤	没有断点结构的"做中学"长出的东西：随机错误、固化坏习惯、绕开困难的个人技巧	第24章

术语	定义	主要出处
三主编链	企业主编交失败原料单、院校主编排卡序配回写口、行业主编封阈值的链式交接；上一棒交付形状不达标，下一棒不接	第7编
并排签字	多方在同一本教材上签名、但无交付形状与验收的合作形态；与链式交接相对	第33章
失败原料单	企业主编的交付物：任务行、失败名、失败形态、高发条件、安全条件、老手纠正语；不进入正文	第34章
失败序列图	院校主编的交付物：本单元的带口卡序列及卡间路面说明	第34章
三档容忍度表	行业主编的交付物：每一卡的合格／返工／废品三档阈值	第34章
硬约束	"一出现就直接返工"的情形清单；不进入差异场，是卡路的护栏	第34章
第四棒接口	AI在三主编链上的位置：捞卡、就近回写、按需铺路面、记录读数；不替任何一棒签字	第6、7编
捞卡	从真实失败记录中找出、归类、计数卡点的工作；AI可数，人须认	第27章
守口	教师在卡旁递出回写口后，不讲原理、不替做、等待学生回到任务的工作	第43章
颗粒度试验	第一单元草案成稿后，找3–5名真实水平学生试读试做，三主编同场看卡在哪一层；全链唯一零浮时工步	第35章
零浮时	工期管理用语，指不可推迟、不可省略的工步；此处指颗粒度试验	第35章
D_FB-RE	首卡点到最近回写口的距离＝	N_t − N_p
R_B	真实首卡与预设卡重合率＝B_m／B_o；B_m为首卡落在预设卡上的人数，B_o为受试总人数	第36章
T_ret	返回任务时间（秒）；≤180秒且方向一致，判回写有效	第36章
撤AI独立完成率	撤掉AI后学生独立完成任务的比例；用于测人机复合体有没有养出依赖	第31章
判别式1	R_B ≥ 0.60判真卡；R_B < 0.33判假卡；0.33–0.60判待校卡	第37章

术语	定义	主要出处
自我否决三条	7天重测信度（ICC）<0.70判读数不稳；与"答案页比例""训练项目数"相关r>0.85判改名无增量；整轮无人卡判无信息事件	第37章
可辨差异	两组D_FB-RE中位数差≥1个卡点，且R_B差≥0.25	第37章
可错预言	本书登记的两条可被经验推翻的预言（见结语）；两组无可信差异则范式作废	第8编、结语
计件化的反噬	读数进入考核后，师生造卡演卡，假卡比旧教材更坏	第39章
停权边界／模拟卡路	失败代价超过一次可逆返工的领域，卡路降格为模拟环境中的卡路	第41章
人机复合体	人与AI分工协作的学习与工作单元：AI送路面、捞失败、做回写，人撞卡	第6编
会修自己的判断者	能定位自己卡在哪一层、能自写回写口、解卡后能问出"为什么"的学生	第44章
升维	从管"知道"、管"会做"，到管"亮起来"；各方从知识容器的经营者变成卡路的参与者	第10编
撞卡（D）／回写（S）／回到工位（E）	SDE落点的白话：差异把人逼停；新判断显露出来、写回动作（S读作"显露"）；身体、器具、现场重新纠缠。卡路一轮＝一次发生	全书

附录D 待核文献清单

本书在第五编等处为卡路划出了与最近邻理论的分离线。以下只列这些学者或传统及其最广为人知的代表作或代表概念名称，用于读者自行核对；不列出版社、年份、页码等细节，全部标〔待核〕。本书对他们观点的转述，仅限公认的核心主张，可能存在简化，以原著为准。

学者／传统	代表作或代表概念（通行中文名）	本书转述的核心主张	与卡路的分离线
约翰·杜威	《民主主义与教育》；"做中学"〔待核〕	学习应在经验与活动中发生，而非只靠书本灌输〔待核〕	做中学缺断点结构，失败是活动的副产品，易长出野藤；卡路把失败排成有序的卡
姜大源	工作过程系统化课程〔待核〕	以职业工作过程而非学科体系来组织职业教育课程〔待核〕	按工作过程排的是"对的步骤"；卡路按真实失败排卡，失败是骨架
德国职业教育"学习领域"课程	学习领域（Lernfeld）课程方案〔待核〕	以源自职业行动领域的学习情境组织教学〔待核〕	学习情境以行动任务为单位；卡路以卡点与回写口为单位
Manu Kapur	有成效的失败（Productive Failure）〔待核〕	先让学习者尝试解决尚未学过的问题、经历失败，再进行讲授，有助于深层理解〔待核〕	把失败当作一种教学策略、一个教学阶段；卡路把失败当作教材本体的骨架
Michael Frese	错误管理训练（Error Management Training）〔待核〕	在训练中鼓励犯错并把错误视为学习机会，可改善迁移〔待核〕	错误被允许、被利用，但不被预先排序和配口；卡路要求失败可数、有序、可定位
John Sweller	认知负荷理论（Cognitive Load Theory）〔待核〕	工作记忆容量有限，教学设计应减少无关负荷〔待核〕	关注减负、使学习顺滑；卡路有意保留低代价的卡，认为顺滑处无"我"

学者／传统	代表作或代表概念（通行中文名）	本书转述的核心主张	与卡路的分离线
让·皮亚杰	同化与顺应（《发生认识论原理》等）〔待核〕	认知结构通过同化新经验与顺应调整而发展〔待核〕	描述认知发展的一般机制；卡路把"顺应被逼出"的那一刻落成教材的一页
Donald Schön	《反思的实践者》；"在行动中反思"〔待核〕	专业实践者在行动中遭遇意外时进行即时反思〔待核〕	反思是实践者的个人能力；卡路把意外处预先写成卡并配好回写口
Allan Collins 等	认知学徒制（Cognitive Apprenticeship）〔待核〕	通过示范、指导、搭架子、逐步撤除支架等方法，使专家的隐性思维可见〔待核〕	以专家示范为中心、失败是过程副作用；卡路以学生的真实失败序列为中心

统一的分离线：上述理论多把失败当作"教学策略"（有意安排的一个阶段）或"副作用"（学习活动中不可避免的附带物）；卡路把失败当作"教材本体的骨架"——教材的每一页都以一个可追溯的真实卡点及其回写口为单位组织。这一区分是本书的主张，是否成立，有待第八编所列检验的执行。

核对建议：读者核对时，请优先查阅上表所列代表作的原著或权威译本，留意三点：一是本书的转述是否把对方的主张说窄了或说偏了；二是对方是否已有关于"失败排序"或"失败定位"的论述，若有，本书的分离线需要收窄；三是职业教育领域内是否还有本表未列、却更近的邻居。凡核对后发现本书转述有误，以原著为准，并欢迎来函指正，我们将在修订时据实改正。