

正好有人能解决

论局部处置能力如何在系统内部充当差异信号的清除剂，及为什么「一切正常」的时长正比于可用胜任度总量而不正比于学习

教育学 × 化学 × 管理学

作者 王德生 + Claude

栏目 学科通融 · 站外碰撞

篇幅 约1.9万字 · 13页

发表 2026年8月3日

摘 要

课堂上真正的学习为什么很少发生？三门学科各给一条决定性的驱动，且互不相容。教育学说，差异出现的那一刻没有得到及时、适配的处置，因此要提高一线的即时诊断与补救能力；管理学说，错误在到达能改流程的位置之前就被一线就地吸收了，因此要保住信号上行的通道；化学说，转化之所以稀少，是因为中间体在到达产物之前已被别的东西消耗掉，因此第一件事是查清究竟是谁消耗的。前两条处方彼此正是对方诊断出的病——教育学要加强的那样能力，恰恰是管理学认定的病灶。三家共同站着而从未说出的那块地是：**处置差异的能力，与差异被记录下来的机会，是两件可以分别调节的事。**推翻它的材料来自化学自己——**清除剂**：阻聚剂与自由基捕获剂靠消耗自己工作，因而不留下「这里拦了一下」的痕迹，只留下一段一切正常的**诱导期**；而诱导期的长度正比于清除剂的量，不正比于体系本身有多稳定。由此命名**清除位**：它就地处置差异的能力越强，同一个差异到达下一位置的概率越低，且这两件事由同一个动作完成，无法分开调节。文中给出可从既有教案版本与题库改动记录算出、不看学生内部的读数**透过率与诱导期长度**，推导出一条硬结论——**在一个已经没有学生掉队的课堂里，继续提高处置能力必然降低学习**，并对一项已发表的现场实验提出一个只需增加一组即可在两种相反解释之间判决的设计。本文的处方不是少帮：阻聚剂是必需品，取消它会出事。是记账。

这一篇由哪三个学科的理论体系撞成

第一家主张学习由证据被及时用于调整教学这一环节决定，故教学专业性的核心是一线在困难点上的即时诊断与补救；第二家主张系统学习由错误信号能否上行到有权改流程的位置决定，而一线越有能力、越肯多做一步，组织收到的改变信号就越少；第三家主张转化稀少的首要原因是中间体被别的路径拿走，故第一件事不是加大投料而是做归属。三家不能同为真，且前两家的日课正是对方诊断出的病——教育学要最大化的那样能力，就是管理学要抑制的那个动作；而管理学的处方在教育学的看来等于放着学生的困难不管。化学则指出两家都问错了地方：在它的体系里，消耗中间体的那样东西通常不是谁决定加进去的，它一直在那儿，因此该问的不是该不该处置，是谁在消耗、消耗掉的那部分有没有被算进账。三家均为站外的公开文献，链接直达原始出处，可自行核对。

教育学 · 形成性评价、反馈干预，与它三分之一方向为负的结果

[Kluger & DeNisi, The Effects of Feedback Interventions on Performance: A Historical Review, a Meta-Analysis, and a Preliminary Feedback Intervention Theory \(<i>Psychological Bulletin</i> 119:2, 1996\)](#); 另见 [Black & Wiliam, <i>Assessment in Education</i> 5:1 \(1998\)](#); [Bastani et al., Generative AI Without Guardrails Can Harm Learning \(<i>PNAS</i> 122:26, 2025\)](#)

把「用学习证据及时调整教学」确立为影响最大的一类干预，据此把一线的即时诊断与补救能力立为教学专业性的核心；而这一支自己的整理发现，收集到的对照研究中超过三分之一的反馈干预降低了表现——不是

效果不显著，是方向为负。这处反例它只能解释为反馈的品质或配置不对，因为它那条止于学生内部状态的因果链上，没有别的地方可以放这个病灶。

<https://doi.org/10.1037/0033-2909.119.2.254>

化学 · 清除剂、阻聚与诱导期的动力学

[Ingold, Inhibition of the Autoxidation of Organic Substances in the Liquid Phase \(<i>Chemical Reviews</i> 61:6, 1961\)](#); 诱导期与清除剂浓度成比例的直接检验见 [Costa, Losada-Barreiro, Paiva-Martins & Bravo-Díaz, <i>Antioxidants</i> 13:5 \(2024\)](#); 捕获剂作为机理判据见 [Griller & Ingold, <i>Accounts of Chemical Research</i> 13:9 \(1980\)](#)

清除剂靠消耗自己工作，因而不留下被拦截的痕迹，只留下一段读数全部正常的诱导期；而诱导期的长度正比于清除剂的量，不正比于体系本身有多容易反应。这正是推翻共有前提的那份材料——它在化学里回答的是储运安全与抗氧化剂效力，从没有人拿它当过「能力与可见度由同一个动作决定」的证据。

<https://doi.org/10.1021/cr60214a002>

管理学 · 第一序问题解决，与高可靠性组织给它的反例

[Tucker & Edmondson, Why Hospitals Don't Learn from Failures \(<i>California Management Review</i> 45:2, 2003\)](#); 反例见 [Weick & Sutcliffe, <i>Managing the Unexpected</i> \(2nd ed., 2007\)](#)

一线用临时借调、绕行与自行补位让工作继续，问题解决了而没有离开现场，组织因此保持运转却收不到需要改变的信号；而高可靠性组织研究得出的结论几乎相反——在不容出错的系统里，一线的即时代偿正是可靠性的来源。同一个动作，一家判为学习的阻断，一家判为可靠性的支柱：这一支因此无法在不看目标的情况下判断一次就地补救是好是坏。

<https://doi.org/10.2307/41166165>

目 录

摘 要.....	5
关 键 词.....	5

一、问题不在活动少，在信号没有到达.....	6
二、三条决定性的驱动，任意两条不能同真.....	6
三、教育学这一家，以及它自己承认的那处反例.....	7
四、管理学这一家，以及它自己承认的那处反例.....	8
五、化学这一家，以及它把问题重新摆的方式.....	8
六、三家共同站着的那块地	9
七、推翻它的材料来自化学自己：清除剂.....	9
八、命名：清除位	10
九、被消耗的那一项去了哪本账	11
十、两个可以从既有记录算出来的读数.....	11
十一、形式部分：提高处置能力在什么条件下反而降低学习	12
十二、把一项已发表的实验重读一遍，并加上判决性的第四组	14
十三、辨别格：即时处置 × 信号透过	15
十四、清除位为什么会自动增多	15
十五、六个场景	16
十六、强制不一致：一门学问守不住的两条.....	17
十七、三处反向约束：三家各削本文一次.....	17
十八、三家为何各自到不了这一条	18
十九、与站外相邻概念的分离线	19
二十、与本栏五篇同题文章的划界	20
二十一、可裁决假设	21
二十二、研究设计、安慰剂与负对照.....	21
二十三、设计原则：不是少帮，是记账.....	22
二十四、指标反噬与治理	23
二十五、自反检验与写死日期的赌注.....	23
二十六、结论	24
注 释.....	24
参 考 文 献.....	25

摘要

课堂上真正的学习为什么很少发生，目前有三种互不相容的回答。教育学说，差异出现的那一刻没有得到及时、适配的处置，因此把提高教师的即时诊断与补救能力当作核心；管理学说，错误在到达能改流程的位置之前就被一线就地吸收了，因此要求把信号上行的通道保住、不让一线独自补救；化学作为机制学科被引进来，说转化之所以很少发生，是因为可反应的中间体在到达产物之前已经被别的东西消耗掉，因此第一件事是查清究竟是谁消耗的。前两条处方彼此是对方诊断出的病：教育学要加强的那样能力，正是管理学认定的病灶。三家吵得不可开交，却共同站在一块从未说出口的地上：**处置差异的能力，与差异被记录下来**的机会，是两件可以分别调节的事。

推翻它的材料来自化学自己。清除剂——阻聚剂、抗氧化剂、自由基捕获剂——在体系里做的事是把活性中间体消耗掉。它有三个性质在别处不成立：第一，它靠消耗自己工作，因此不留下"这里拦了一下"的痕迹，只留下"什么都没发生"；第二，它在场时体系呈现**诱导期**，期间一切读数正常，看上去像这个体系本身很稳定；第三，也是最要紧的一条，**诱导期的长度正比于清除剂的量，而不正比于体系本身有多容易反应**。因此"稳定了多久"根本不是稳定性的读数，是清除剂浓度的读数。化学还有一条更怪的规矩：它故意加入清除剂来做机理判断——只有把反应毁掉，才能知道那个中间体存在过。

由此本文命名**清除位**：系统中任何一处这样的位置，它就地处置差异的能力越强，同一个差异到达下一位置的概率越低，且这两件事由同一个动作完成，无法分开调节。教师的即时补救能力、助教、强同伴、答案库与生成式工具，都是清除位。三家争论的"该不该处置"因此是错位的问题：不是该不该，是处置这个动作同时就是消耗，而消耗不留记录。真正学习的稀缺不是投入不足、支持失当或通道关闭，而是**能力越强的地方越是系统的信号盲区，且这一点在所有合格指标下不可见**。

本文给出两个可从既有教案版本、题库改动与评分量规修订记录中算出、不看学生内部状态的读数：**透过率与诱导期长度**，并提出核心预测——诱导期长度正比于可用局部胜任度总量，与学生实际学习无关；撤除支持后的下降幅度正比于诱导期长度。文中据此重读一项已发表的现场实验，并指出一个只需增加一组、即可在两种相反解释之间做出判决的设计。最后论证：一门同时把"教师的即时诊断与补救能力"当作培训核心、又把"撤除支持后的独立表现"当作最终成效的学问，在不承认本文变量时无法同时守住这两条。

关键词

真正的学习；清除位；诱导期；透过率；就地处置；反馈干预；一线绕行

一、问题不在活动少，在信号没有到达

现代课堂并不缺"学习的样子"。教师讲解、学生记录、同伴讨论、即时测验、电子投票、作业提交与平台日志，共同制造出一个高密度的活动场。以发言次数、任务完成率、课堂正确率或学生满意度计量，许多课堂都相当繁忙。然而换一个时间点、换一种题型、撤掉提示或要求学生解释"为什么"，原先的成功常迅速消失。

这一现象本身已被反复确认，不需要再论证。练习阶段的表现与练习之后仍可保持的学习并不是同一样东西；主动课堂中的学生实际学得更多，主观上却觉得学得更少；无约束的生成式工具能显著提高练习阶段成绩，工具一撤，学生的独立考试成绩反而低于从未使用工具的对照组。这些结果彼此独立，指向同一件事：课堂上最容易看到的不一定是学习，课堂最容易奖励的可能恰好是学习的替代品。

本文不再增加一条这类证据，而是问一个位置问题：这些课堂里天天出现的差异——答不上来、答错、解释不通、数据不对、意见相左——它们后来去哪儿了？

一个差异要成为学习的材料，需要抵达某个位置：抵达学生自己的解释结构，抵达下一道任务的设计，抵达评分规则、时间分配或求助规范。抵达任何一处，它就在系统里留下了痕迹，成为下一轮的原因。抵达不了任何一处，它就只是发生过，然后没有了。

问题正在这里。课堂里绝大多数差异在**抵达之前就被解决掉了**。学生答不出，教师立刻补一句提示；题目太难，学生立刻查答案；讨论卡住，最强的那位立刻把结论说出来；平台检测到错误，立刻弹出下一步。每一次处置都是对的、及时的、专业的、被鼓励的。而每一次处置的直接后果是：这个差异不再存在了。它没有进入任何一道后续任务，没有改变任何一条评分规则，甚至没有在学生自己那里留下一个可以回头比对的初始判断。

三门学科对这件事有三条互不相容的回答，而且每一条都有硬证据。

二、三条决定性的驱动，任意两条不能同真

第一家是教育学中的形成性评价与反馈研究。它的最强形态主张：学习由**证据被及时用于调整教学**这一环节决定。教师若能在困难出现的当下识别它、给出适配的处置，学习就发生；识别不了或处置不当，学习就不发生。这一支的成果构成了当代教学专业性的主干——课堂即时诊断、分层提示、及时反馈、支架搭建与撤除，都从这里长出来。它的处方非常明确：提高一线的即时处置能力。

第二家是管理学中关于组织为什么不从失败中学习的研究。它的最强形态主张：系统学习由**错误信号能否上行到有权改变流程的位置**决定。一线人员用临时找物品、绕开故障、补上缺口的方式让工作继续，短期绩效甚至改善，而问题没有被上报、聚合、写进流程。越是能迅速把问题解决在本地，组织越少收到需要改变的信号。它的处方同样明确：不要让一线独自把问题消化掉，要保住信号上行的通道。

第三家是化学反应动力学。它被引进来不是做比喻，而是因为它是唯一一门把"为什么转化很少发生"当作职业问题处理了一百年的学科，并且发展出了专门的判据。它的最强形态主张：转化之所以稀少，是因为

可反应的中间体在到达产物之前已经被别的路径消耗掉了；因此第一件事不是加大投料，而是查清究竟是谁把中间体拿走了。它的处方是第三种：先做归属，再谈干预。

三条不能同真。

教育学要加强的那样能力——一线的即时处置——正是**管理学诊断出的病灶本身**。管理学在医院里发现的那个机制，一字不改地搬进教室就是：教师越善于当场补救，教案、题库与评价规则越难收到需要修改的信号。反过来，管理学的处方在教育学看来是不可接受的：让差异停在那里不处置，等它自己上行，这直接违反了支架、及时反馈与认知负荷研究的全部积累——学生不是组织的一线员工，他不会把自己的困难写成工单往上报，他会放弃。

化学则说，前两家争的是“该不该处置”，而在它的体系里，消耗掉中间体的那样东西**通常不是谁决定加进去的**。是溶解的氧，是器壁，是没除干净的水，是上一步残留的试剂。它一直在那儿，从来没有人做过“要不要它”的决定。因此“该不该处置”这个问法在化学看来一开始就问错了地方：要问的是**谁在消耗，以及消耗掉的那部分有没有被算进账**。

三家在同一间教室里同时为真，这是本文的起点。

三、教育学这一家，以及它自己承认的那处反例

把第一家推到最强：差异出现时若没有得到及时、适配的处置，学习不会发生；因此教学专业性的核心，是一线在困难点上的即时诊断与补救能力。

这一主张有相当硬的支撑。形成性评价的整理工作把“用学习证据调整教学”确立为对学习结果影响最大的一类干预；一对一辅导的效应量长期居于教育干预之首，而辅导的核心动作正是当场识别困难并当场处置；支架研究把“在学生做不到的那一步上提供恰好够用的支持”写成了可操作的教学动作。教师培训、教师评估、课堂观察量表与教育技术产品，都围绕这条主张组织。

这一家自己承认的反例也很硬，而且出现得很早。对反馈干预的一次大规模整理发现，在收集到的对照研究里，**超过三分之一的反馈干预降低了表现**——不是效果不显著，是方向为负。这个结果在该领域内被反复引用，也被反复解释：反馈指向自我而非任务、反馈过于频繁、反馈剥夺了自我调节的机会。这些解释都停在“反馈的品质或配置不对”这一层。

还有第二处反例，来得更晚也更直接。在一项近千名高中生的数学现场实验中，可自由使用的生成式工具显著提高了练习阶段的成绩；工具撤除后，用过它的学生在独立考试中的成绩低于从未使用过的对照组。而配了保护栏的版本没有造成这种伤害。这一家把它读作**动机与努力的问题**：工具让学生跳过了必要的努力，保护栏则把努力还给了学生。

这两处反例有一个共同的形状，而这一家没有把它们放在一起看：**处置得越好、越及时、越到位，损失越大**。反馈品质越高的干预并不一定越有效；工具越好用，撤除后的下降越深。如果病灶真的在“处置的品质或配置”上，那么处置得更好应当损失更小。它没有。

四、管理学这一家，以及它自己承认的那处反例

把第二家推到最强：系统学习由错误信号能否上行到能改流程的位置决定；一线的第一序问题解决使系统保持运转，同时使系统看不见自身缺陷。

这一主张的经典材料来自医院。一线护士遇到缺物品、设备故障、信息缺失时，通过临时借调、绕行、自行补位让病人照护继续进行。工作完成了，问题解决了，短期绩效甚至改善了；而这个问题为什么会发生、涉及哪个流程、需要哪一级修改，全部留在了现场，没有离开。研究者据此区分了第一序问题解决与第二序系统改变，并指出：一线越有能力、越负责、越肯多走一步，组织收到的改变信号就越少。

这一家自己承认的反例是它的近邻给的。高可靠性组织研究考察核电站、航空母舰甲板与空管这类不容出错的系统，得出的结论几乎相反：一线的即时代偿、就地补救与灵活绕行，**正是**高可靠性的来源。把所有异常都上报、等待流程修订，在这些场合意味着事故。同一个动作，在一家看来是学习的阻断，在另一家看来是可靠性的支柱。

这一家因此有一处它自己没有关上的口子：它无法在不看目标的情况下判断一次就地补救是好是坏。它的处方"保住信号上行的通道"在教室里还会遇到第二个麻烦——通道打开不等于有东西通过。一个允许学生随时质疑、允许教师随时改题、允许评分规则被反例修订的课堂，如果它的差异在到达通道口之前就已经被解决完了，那么通道会一直空着，而所有人都会认为这是因为没有问题。

五、化学这一家，以及它把问题重新摆的方式

前两家争的是那个决定性的驱动在哪一边。化学不参与这个争论，它换了一个问法。

在动力学里，一个转化没有发生，可以有完全不同的原因，而这些原因需要用不同的实验分开：可能是反应物根本没有到达可反应的状态；可能是到达了但势垒太高；也可能是中间体确实生成了，只是被另一条更快的路径拿走了。第三种情况在实验室里非常常见，而且它有一个让人不舒服的性质：**它看起来和"什么都没发生"一模一样**。产率低，没有副产物可查，没有放热，没有变色。你得到的不是一个错误信号，你得到的是一片安静。

化学处理这种情况的标准做法，是把消耗者当作一个独立的量单独测。加入已知的捕获剂做对照，扣除背景，算出真实的引发速率与真实的链长。换句话说，化学在很早的时候就接受了一件事：**要理解一个体系产出为什么少，必须先把"被谁拿走了"这一项从账上单独列出来**，否则你会一直在"多加点料、加大点火"这个方向上打转，而那个方向永远不会到达。

把这条搬回教室，得到的第一个问题就是本文的问题：课堂里那些出现了、被处置了、然后消失了的差异，在哪一本账上？答案是：不在任何一本账上。教案版本记录里没有"这一次改题是因为哪一个学生的哪一个具体困难"；课堂观察量表里没有"本节课有多少个差异被就地解决且未留下痕迹"；平台日志里记的是提示被点击了几次，不是那次点击拿走了什么。这一项不是难测，是不设字段。

六、三家共同站着的那块地

把三条驱动的时间顺序摆开，可以看到一个共同前提，三家都在用，谁也没有说出口：

处置差异的能力，与差异被记录下来的机会，是两件可以分别调节的事。

教育学要把前者调到最大，同时默认后者不受影响——它相信一个既能当场解决问题、又能把问题记下来的课堂是可能的，只要教师足够专业。管理学要把后者保住，同时承认前者不能真的关掉——它的处方是"上报之后再解决"，仍然预设两者可以排出先后。化学要求分清是谁消耗的，同样默认消耗者的存在可以与它的消耗量分开测量。

这个前提看起来不值得争论。一个好教师当然可以既解决问题又记下问题。一个好平台当然可以既给提示又记日志。

但它在一处不成立，而这一处恰恰是最要紧的一处。

七、推翻它的材料来自化学自己：清除剂

清除剂是化学里一类专门用来消耗活性中间体的物质：单体储运时加入的阻聚剂，油脂与润滑油里的抗氧化剂，机理研究中加入的自由基捕获剂。它有三个性质，逐条搬到课堂上都成立，而三条合起来就把上面那个共同前提拆了。

第一，它靠消耗自己工作。 清除剂不是屏障，不是过滤器，不是一道拦在那里的墙。它是被消耗掉的试剂：一个中间体来了，一个清除剂分子被用掉，两者一起从体系里消失。因此它不留下"这里拦了一下"的记录——墙上会有撞痕，被消耗的试剂不会。体系里少了一点清除剂，多了一点加合物，两样都在检出限以下。你能观察到的只有一件事：**什么都没发生。**

课堂上完全对应。教师用掉了两分钟和一次注意力，学生的困难消失了。这两分钟不会出现在任何记录里，那个困难也不会。留下的只有"这节课上得很顺"。

第二，它在场时体系呈现诱导期。 加了阻聚剂的单体在储罐里可以放很久，不放热、不变粘、不聚合。所有读数都正常。这个"正常"不是因为体系不容易聚合，而是因为清除剂还没用完。一旦用完，反应会在很短的时间内全速启动，往往猛烈到失控。

这一条在工业上是被血写进规程的：储罐的安全期限不按"它至今很稳定"来估，按阻聚剂的剩余量来估。**一个体系至今没出事，不构成它不会出事的证据。**

第三，也是最要紧的一条：诱导期的长度正比于清除剂的量，而不正比于体系本身的稳定性。 这不是定性说法，是可以写成式子的：诱导期约等于清除剂浓度乘以它的化学计量系数，再除以引发速率。抗氧化剂研究里对这一比例关系有直接的检验——同一系列的抗氧化剂，界面有效浓度与诱导期长度成比例变化，两者的比值在整个系列里保持恒定。

于是得到一条判断，它在化学里是常识，搬进课堂却是新的：

"一切正常"持续了多久，不是体系稳定性的读数，是清除剂浓度的读数。

还有第四条，本文只用来做方法上的类比，但它值得写出来。化学故意加入清除剂来做机理判据：往反应里加捕获剂，如果反应停了、或者捕出了加合物，就说明存在自由基中间体。这个实验的结构相当怪——**你只有通过把反应毁掉，才能知道那个中间体存在过。**在课堂上，这对应着一件所有教师都熟悉、但从没被当作方法的事：只有当支持全部撤除、学生独自面对一道变式题并且做不出来时，你才知道之前那些顺利的课堂里，有一个东西一直在被消耗着。而那时它已经过去了。

八、命名：清除位

由此本文命名一类位置。

清除位：系统中任何一处满足以下条件的位置——它就地处置差异的能力越强，同一个差异到达下一位置的概率越低；且这两件事由同一个动作完成，无法分别调节。

四个条件缺一不可：

- **就地。**处置发生在差异出现的那个位置，不经过任何会留下版本记录的环节。
- **同一动作。**消耗与处置不是两件事的先后，是一件事的两面。这一条是清除位与"处置得不好"的分界：一次糟糕的处置同样消耗差异，一次完美的处置消耗得更干净。
- **无痕。**处置完成后，系统里不存在任何可以据以重建"这里曾有一个差异"的记录。学生的初始判断没有被留下，错误的类型没有被登记，教师改了什么、为什么改，没有与任何一个具体差异相连。
- **被鼓励。**清除位的能力在系统的价值排序中是正的，是培养目标，是评估指标，是采购理由。这一条使它不可能通过发现问题来减少——发现它做得好，会导致它变得更多。

教室里的清除位至少有五种：教师的即时诊断与补救能力；助教与辅导员；小组里那位总能先做出来的同学；答案库、题解与解析视频；生成式工具。它们互相之间是可替换的，浓度可以叠加。

需要立刻说清楚三件事，否则本文会被读成一篇反对帮助的文章。

清除位不是坏的。 阻聚剂是必需品，没有它单体在运输途中就会自聚，这是安全问题不是效率问题。教室同理：一个完全没有即时处置能力的课堂不会产生更多学习，它会产生放弃。本文不主张减少清除位。

问题不在它消耗，在它不记账。 阻聚剂之所以安全，不是因为它不消耗，而是因为**它的消耗量是被测量的**。储罐有阻聚剂残余量的检测规程，有补加制度，有失效期限。工业界知道自己在依赖什么、还剩多少。教室不知道。

因此本文的处方不是"少帮"，是"记账"。 这一条与所有"减少教师干预""把课堂还给学生""让学生自己探索"的主张分界清楚：那些主张要降低清除位的浓度，本文只要求把消耗量记下来。降低浓度可能有害，记账不会。

九、被消耗的那一项去了哪本账

一个差异被清除后，它在三本现有的账上分别是什么？

在**学生的账**上，它是一次"弄懂了"。学生的主观体验是流畅的、正面的，而且这个体验是可靠的——他确实在那一刻弄懂了。问题在于他没有留下弄懂之前的那个版本，因此他无法在两周后判断自己当时想的是什么、为什么错、哪一步是关键。他记住的是结论，不是那次差异。

在**教师的账**上，它是一次成功的教学动作。教师做对了一件专业的事，并且知道自己做对了。课堂观察量表会给他加分，因为量表测的正是"能否及时识别并处置学生困难"。

在**制度的账**上，它根本不存在。教案版本里没有它，题库改动记录里没有它，评分量规修订记录里没有它。制度看到的是：这个班的当堂正确率不错，作业完成率不错，学生满意度不错，没有投诉。

三本账都是正的。这是清除位最难对付的地方——它不产生任何负项，因此没有任何一个现行的检查点会把它标出来。它不是一个被忽视的问题，它是一个在所有现行度量下都表现为成绩的问题。

十、两个可以从既有记录算出来的读数

本文提出的两个读数都不看学生内部状态，都从机构已有的记录里算，都可以由不知道后续成绩的人独立编码。

读数一·透过率 T。在一个概念单元内，出现的差异中，有多少改变了后续任务、评分规则或课堂条件。

分母是"出现的差异数"：学生给出的与目标不一致的解释、错误、卡住、提出的反例、意见冲突、实验异常数据。计数规则要求它被表达出来——沉默的困惑不计入，因为它在制度上从未存在过，本文不要求系统对没有出现过的东西负责。

分子是"留下痕迹的差异数"，且要求**因果痕迹**而非时间相邻。下一道题不一样了不算，必须能在教案版本、课堂语言、平台配置或访谈中找到"这一处改动是由那一个具体差异触发的"。教师说"我看学生这里不太行，就多讲了一个例子"不算——多讲一个例子没有留下版本；教师把那一类错误做成了下一次的对比选项，算。

这个读数的关键性质是它与既有指标**正交**。一个当堂正确率满分、作业完成率百分之百、学生满意度最高、进度严格按教案推进的班级，透过率恰恰可以是零——因为按教案推进的意思就是没有任何一次改动来自本班的具体差异。

读数二·诱导期 L。从一个概念单元开始，到第一次出现"在场的任何胜任度都无法就地解决"的差异为止，经过了多少次教学机会。

诱导期长不自动等于低效。复杂概念本来需要积累。它的价值在下面这条预测里。

核心预测：L 正比于可用局部胜任度总量，而与学生实际学习无关。

也就是说，同一批学生、同样的内容、同样的时间，只要把可用的清除位浓度调高——加一名助教、开放生成式工具、按能力分组让强的带弱的——诱导期就会成比例变长，而延迟迁移不会同比例改善。反过来，撤除支持之后的下降幅度**正比于诱导期长度**：越是一路顺利的班，撤除时掉得越深。

这条预测把一个通常被读作好消息的现象翻了过来。"这个班一直很顺，从开学到现在没出过什么问题"——在现行读法里这是教学质量的证据；在本文的读法里，这句话只报告了一件事：这个班的清除位浓度很高，而它的诱导期还没有走完。

十一、形式部分：提高处置能力在什么条件下反而降低学习

前面几节是机制描述。本节把它写成可以推出正文没说过的东西的形式，否则"局部胜任度与系统可见度方向相反"只是一句漂亮话。

设一个概念单元里出现 N 个已被表达出来的差异。每个差异有三种去处，且只有三种：

- **被清除**：在原地被处置掉，未留下痕迹，占比 q 。
- **透过**：改变了后续任务、评分或课堂条件，占比 T 。
- **放任**：既没有被处置，也没有留下痕迹，学生带着它继续，占比 r 。

三者穷尽且互斥： $q + T + r = 1$ 。

学习的贡献来自前两种。被清除的差异**仍然有学习贡献**——这一条必须写清楚，否则本文就变成了反对帮助：学生当场弄懂了一个东西，这是真的收获。记它每次贡献 $a > 0$ 。透过的差异贡献 b ，且 $b > a$ ，因为它除了当场的收获之外，还改变了后续的任务或规则，因而在后面还会继续起作用。放任的贡献记为零。

于是单元学习量

$$L = N \cdot (a \cdot q + b \cdot T)$$

设清除位浓度为 c （可用局部胜任度总量）。提高 c 做两件事，方向相反：

把一部分放任变成清除： $dr/dc < 0$ 。学生本来会卡在那里没人管，现在有人管了。把一部分透过也变成清除： $dT/dc < 0$ 。本来会留到下一轮的差异，现在也在本轮被解决掉了。

第二件事之所以发生，正是因为**清除与处置是同一个动作**——第八节的第二个条件。若两者可以分开调节， dT/dc 就可以被独立地按住在零，本文全部主张不成立。

由 $q = 1 - T - r$ 得 $dq/dc = -dT/dc - dr/dc$ ，代入并整理：

$$dL/dc = N \cdot [a \cdot (-dr/dc) + (b - a) \cdot (dT/dc)]$$

第一项为正：救回了放任，纯收益。第二项为负：吃掉了本会透过的，净损失 $b - a$ 。

定义两个可测的量。**救援率** $\rho = |dr/dc|$ ：每提高一单位清除位浓度，救回多少原本被放任的差异。**蚕食率** $\varepsilon = |dT/dc|$ ：每提高一单位清除位浓度，吃掉多少原本会透过的差异。再记 $k = b/a$ ，即一次透过相对于一次就地处置的学习倍率。

于是得到本文的阈值条件：

提高处置能力提高学习，当且仅当 $\rho / \varepsilon > k - 1$

这个式子推出三件正文前面没有说过的事。

其一，在一个已经没有学生掉队的课堂里，继续提高处置能力必然降低学习。

当 r 已经很小——所有卡住的学生都已经有人管——救援率 ρ 趋近于零，因为没有什么可救了。而蚕食率 ε 不随 r 变小而变小，它取决于处置的及时程度，与还剩多少放任无关。 $\rho/\varepsilon \rightarrow 0$ ，阈值条件在任何 $k > 1$ 的场合都不成立。

这条推论是硬的，而且不平凡。它预测：同一项旨在提高教师即时处置能力的改革，在基线较差的学校有效，在基线已经很好的学校无效甚至有害；而这个转折不由学生的天花板决定，由 r 的余量决定。两种解释可以分开检验——天花板效应预测转折点由学生成绩的分布位置决定，本文预测由该班原本有多少差异处于放任状态决定。两者可以不一致，且后者可以在开课前测量。

其二，本文的适用范围有了形式表达。

k 是透过相对于就地处置的倍率。在以概念理解、迁移与判断力为目标的场合，一个差异如果改变了后续任务或规则，它会在整个学期里继续起作用， k 远大于一，阈值 $k - 1$ 很高，因而很容易越界。在以动作自动化、事实记忆与安全程序为目标的场合，一个差异被当场纠正就完成了它的全部工作，透过并不带来额外收益， k 趋近于一，阈值趋近于零，条件几乎总是满足——**提高处置能力在这些场合总是好的。**

这正是第十七节里管理学替本文划下的那条适用范围，现在它不再是一句让步，而是同一个式子在 $k \rightarrow 1$ 时的极限。本文没有两套说法，只有一套，参数不同。

其三，干预应当动哪一项，由式子直接给出。

要提高学习，可以增大 ρ 、减小 ε ，或减小 k 。减小 k 不可取——那等于降低教学目标。增大 ρ 就是通常意义上的教学改进，它的空间受 r 的余量限制，在好学校里已经接近耗尽。**只剩下减小 ε 一条路，而 ε 正是本文说的"记账"要动的那一项：**留初始版本与记录触发来源，都不降低 c ，只降低同一次处置吃掉透过的比例。

这一条同时说明为什么本文的处方与"少帮"正交。少帮是减小 c ，它同时减小 $\rho \cdot c$ 与 $\varepsilon \cdot c$ 两项，方向不明；记账是减小 ε ，方向确定。式子把这个区别写成了不同的偏导。

最后交代这个模型的边界。它假定 a 、 b 与 k 在单元内为常数，实际上它们随差异的重要性变化很大；它假定三种去处穷尽，实际上存在"部分透过"；它没有给出 ρ 与 ε 的函数形式，因此不能预测具体数值，只

能预测符号与转折的存在。上面三条推论只依赖符号，不依赖函数形式——这是本文认为它们可检验的理由，也是本文对这个模型能力的全部主张。

十二、把一项已发表的实验重读一遍，并加上判决性的第四组

前面提到的那项高中数学现场实验，是目前这一议题上证据等级最高的材料之一。它的三组设计是：不用工具的对照组、可自由使用生成式工具的一组、使用配有保护栏版本的一组。结果是：两个用工具的组在练习阶段成绩都显著高于对照组；工具撤除后的独立考试中，自由使用组低于对照组，而保护栏组与对照组无显著差异。

这个结果目前的主流读法是**动机与努力解释**：自由使用的工具替学生做掉了本该由他自己完成的认知工作，学生少练了，所以撤除后表现更差；保护栏之所以有效，是因为它逼学生自己先想。

本文给出第二种读法。自由使用的工具是一个高浓度清除位：任何差异一出现就被就地解决，透过率被压到接近零，诱导期被拉到覆盖整个练习阶段——因此练习阶段一切正常，而正常的时长只是工具浓度的读数。保护栏之所以有效，本文的读法不是“它让学生更努力”，而是**它把差异留在了系统里**：分层提示要求学生先给出自己的模型，那个模型被留了下来；错误没有被直接抹掉，而是成为了后续可用的材料。

两种读法在已有的三组数据上完全等价。它们在第四组上分开。

判决性的第四组：保护栏完全不变——同样要求学生先给模型、同样只给分层提示、同样不直接给答案——唯一的改动是，把学生的错误日志对教师完全屏蔽，且系统不得据此改变任何后续任务。学生这一侧的努力量、提示形态、时间投入与三组设计中的保护栏组完全一致。

- **动机与努力解释预测**：第四组与保护栏组无差异。学生付出的努力一样，因此学习一样。教师看不看得到日志，不改变学生做了什么。
- **本文预测**：第四组退回到接近自由使用组。因为在本文看来，保护栏组的收益不来自学生多花的力气，来自那些力气产生的差异**没有在原地被消耗掉**；一旦切断它的去处，保护栏就只剩下一个更费劲的清除位。

这一组的成本很低——不需要新的教学设计，不需要新的样本量级，只需要在已有的保护栏条件上加一个屏蔽开关。而它的结果无论朝哪边倒，都是有信息的：若第四组与保护栏组无差异，本文的核心机制在这一议题上失败，动机解释获胜；若第四组显著低于保护栏组，则“保护栏之所以有用是因为它让学生更努力”这一读法必须被修正，而现行的一整套AI教育产品验收标准——它们测的是使用中的正确率与完成率——正在测量清除剂的性能。

最便宜的一次检验：数据已经在日志里

上面那一组仍要重新跑实验。还有一条不必跑：**智能辅导系统的历史日志里，提示可用性被改动过的那些时段，本身就是天然实验**。这类系统在版本迭代中反复调整过提示的层级数、解锁条件与“查看答案”按钮的可得性；每一次调整都改变了清除位浓度，而学生、内容与教师均未变。本文预测：提示可得性提高的

时段，首次出现"任何提示都不足以让学生通过"的题目所需的题量成比例增加，而同期的延迟保持不改善或下降。

这条检验的成本几乎为零——数据早已存在，且当初记录它们的目的与本文无关，因此不存在为验证本文而设计的风险。它同时是本文最容易输的地方：若提示可得性与"首次不可解决"的到达时间无关，第十一节的比例结构在这一类系统里就不成立。

同样的检验在另外两个领域各有一份现成数据。医院的一线绕行研究已经积累了大量按班次记录的即时补救事件，其中护士配比变动的时段可作同样处理；工业储罐的阻聚剂残余量检测记录本身就是诱导期与清除剂浓度关系的直接测量，它在化学里是安全规程，在本文里是同一条比例关系在另一个量纲上的兑现。三个领域量纲不同而比率相同，这是本文认为"清除位"不是教育学内部一个操作化定义的理由。

十三、辨别格：即时处置 × 信号透过

现有的课堂评价压在一根轴上：处置得越好，教学越好。本文加第二根轴——差异有没有到达下一位置。两轴四格。

	透过低	透过高
即时处置强	清除：顺、快、指标全绿，而下一轮与本轮无关。 本文的靶格。	记账式处置：当场解决了，同时把这一次的差异写进了下一道任务或规则。
即时处置弱	放任：学生卡住无人管，差异也没有被任何机制接走。	有代价的透过：当下不流畅，差异被留下来并改变了后续安排。

四格里最需要理论才能看见的是左上。右下与右上会在延迟任务里显出优势，左下会自己发出警报——学生抱怨、家长投诉、成绩下滑。只有左上具备三个自我隐藏的特征：短期指标全部改善；失效不产生独立信号；因为表现好，流程被进一步标准化。

左下这一格是关键对照。 本文预测左下的延迟迁移**低于**右下，但**不低于**左上。这一条很重要，因为它把本文与"帮助有害论"分开：如果单纯少帮就能改善学习，左下应当优于左上；本文预测两者接近，因为它们的透过率同样是零。区别只在左下会被发现，左上不会。

十四、清除位为什么会自动增多

清除位不是偶然堆积的，课堂的每一条现行规则都在增加它的浓度。

时间按内容覆盖切分。 课程按课时组织，差异必须在本节课内被处理掉，否则会拖累进度。最便宜的处理方式是就地解决，而不是留到它能改变下一道任务的时候。

能被记录的东西被管理。 正确率、完成率、参与度可以自动记录，差异去了哪里不能。组织优先管理可见的量，而清除位恰好能让所有可见的量上升。

处置能力是被培训与被评估的对象。 教师培训、课堂观察量表、教师评级都以“能否及时识别并处置学生困难”为核心项。这一条使清除位的浓度只能单向上升：做得好的被表扬，做得不好的被培训成做得好的。

脚本越精细，容纳意外的位置越少。 结构化教学降低认知负荷，这是对的；但脚本对每一种回答都预设了后续步骤之后，一个真正意外的差异就没有地方可去——它只能被归入某个已有类目，然后被那个类目的标准处置吃掉。

错误被私有化。 学生把不懂当作自己的问题，教师把某个学生的错误当作局部问题，小组把落后成员交给同伴补救。差异被分散在若干个私人位置上就地解决，无法聚合成一条需要改动流程的证据。

工具是纯增量的清除位。 搜索、题解、自动提示与生成式工具可以把结果直接交付，而且它们的浓度可以无限提高、成本趋近于零。这是历史上第一次，清除位的供给不再受人力约束。

六条互相加强，形成一个稳定的方向：课堂越来越顺，透过率越来越低，而每一步都是有人认真做对了一件事的结果。

这里得到本文最不舒服的一条推论。它埋在上面六条里，值得单独写出来：

每一处局部处置能力的提升，都按同一个动作降低了另外两处收到差异信号的概率。

教师越善于当场补救，教研组与教务越难看到教材与进度的问题；工具越善于输出完整解法，教师越难观察到学生的模型长什么样；小组里最强的那位越能承担任务，合作评价越难识别能力没有扩散。这不是说这些能力有害。它说的是：**局部胜任度与系统可见度由同一个动作同时决定，方向相反。** 提高前者不需要付出任何代价就能降低后者，因为降低后者不产生任何信号。

十五、六个场景

讲授后的齐声正确。 教师解释一个概念，立即给同型题，学生依步骤答对。即时处置强，透为零，下一题与本班无关。左上格。若学生的错误分布促使教师重排后续任务，右上格。

点击器与同伴讨论。 先投票，再讨论，正确率上升。若讨论只是把标准答案从少数人传给多数人，而题目与评价不变，形式很主动，仍是左上格——同伴是清除位，且是浓度最高的一种，因为它同时消除差异和消除记录。若错误选项暴露出一条概念分界、教师据此改了下一题，右上格。

分层提示。 学生卡住，系统给一级提示、二级提示。若提示只是把台阶降低直到学生迈过去，是清除；若第一级提示要求学生先写下自己的判断、且这个判断被留了下来，是记账。**同一个提示系统，这两种做法在界面上几乎没有区别，在本文的账上是两格。**

实验课。 学生按步骤做完，得到预期的颜色变化，记录齐全。异常数据当作操作误差删掉——左上格，且是最标准的一例：删除异常数据这个动作在实验教学里是被规程鼓励的。若异常促使学生重建反应机理、教师调整控制变量、实验室改了记录规则，右上格。

研讨课。 发言多，气氛安全，观点多元。若课程评价仍按教师预设框架给分，学生观点不改变阅读材料、问题顺序或判据，心理安全存在而透过为零。安全解决的是"敢不敢说"，与"说出来的东西去哪儿"是两个变量。

优秀教师的公开课。 这一例本文不打算缓和。一堂被公认精彩的公开课，其典型特征恰恰是所有差异都被极其漂亮地当场处置了——没有冷场，没有卡壳，没有一处需要留到下次。以本文的读数看，它的透过率通常是全校最低的。这不是说这样的课不好，而是说**它好的那一部分与它作为学习系统的那一部分，被同一套指标混为一谈了。**

十六、强制不一致：一门学问守不住的两条

教师专业发展这门学问同时持有两条主张，都写在它自己的文献里。

甲： 教师的即时诊断与补救能力是专业性的核心，是培训、观课与评估的主要目标。

乙： 学生的独立性、迁移与撤除支持后的表现，是教学的最终成效；即时表现不能代替它。

在本文的变量下，甲的最优化路径直接提高清除位浓度，从而延长诱导期、压低透过率、加深撤除后的下降；也就是说，**甲的最优化路径与乙的最优化路径方向相反**，而这一点在现行的任何一个观测点上都不可见——因为甲的效果立刻可见，乙的效果要到两周之后、换一种题型、或撤掉支持时才出现。

这门学问因此必须二选一。

要么承认"即时处置能力"不是一个可以无条件优化的目标，而是一个**必须配套记账才成立的目标**——那么它现行的教师评估框架就不能以现在的形式成立，因为那些量表只测处置，不测处置之后差异去了哪里。要么放弃乙——那么它就与自己引用的最硬的实证证据冲突，包括那三分之一方向为负的反馈干预和那项工具撤除后成绩反低的现场实验。

它不能同时守住两条，除非它承认本文的变量。 一旦承认，甲就必须被改写成"即时处置能力，加上该次处置的痕迹是否留下"，而这正是本文的读数。

同一个动作对生成式AI教育产品的验收再走一遍。现行验收看使用中的正确率、完成率与用户满意度——这三项测的都是清除剂性能。一个把所有差异都完美消解的产品会在这三项上得满分，而它正是本文预测撤除后下降最深的那一种。要让验收标准与它自己援引的证据同时为真，必须加入一项测量：**这个产品把学生的哪些东西留了下来，那些东西改变了什么。**

十七、三处反向约束：三家各削本文一次

本文不能只从三家取材而不受它们限制。三家各自削掉本文一处，且每一处都真的削弱了本文的主张。

化学削掉"清除位越少越好"。 阻聚剂不是杂质，是必需品；单体不加阻聚剂在储运途中就会自聚，这是安全事故不是效率损失。工业上也大量存在故意加入捕获剂、抑制剂来控制路径的场合。因此本文不能主张降低清除位浓度，只能主张记账。本文与"减少教师干预"一类主张的分界线就画在这里，而且是化学替本文画的。

教育学削掉"透过率越高越好"。 新手在高元素交互任务中需要明确讲授；把所有差异都送进后续路径会制造噪声和无效负荷；而且差异的品质极不均匀，绝大多数不值得改变任何东西。因此透过率的目标值不是一，甚至不是接近一。本文只能主张：目标值不是零，而当前多数课堂的实测值接近零。这条削弱是实质性的——它使本文无法给出一个"应该是多少"的数字，只能给出一个方向和一个下限。

管理学削掉"信号必须上行"。 高可靠性组织研究表明，在安全关键场合，一线的即时代偿正是可靠性的来源，把异常都留着等流程修订会出事故。因此本文的适用范围收窄到以概念理解、迁移与判断力为目标的场合。在实验安全、临床操作、体育动作等场合，清除位应当维持高浓度，异常证据走独立的复盘通道，而不是在现场留着。

三条约束合起来把本文压到一个比它原本想要的窄得多的位置：**本文不主张少帮，不主张多让差异通过，也不主张所有课堂都适用。它主张的只有一条——消耗量必须被测量，而现在它没有被测量。**

十八、三家为何各自到不了这一条

三家的材料都在，判断却没有出现。原因不是谁看漏了，而是每一家的变量表上都缺同一项，且缺的理由各不相同。

教育学缺的是"处置之后差异去了哪里"这个位置。 这一家的因果链在学生那里就闭合了：任务与学生原有知识不相容，学生生成、比较、检索，表征改变，学习完成。链条的终点是学生的内部状态。因此当一个差异被处置掉、学生弄懂了，这一家的账已经平了——它不需要再问那个差异后来还在不在，因为它的因变量不在系统里，在个体里。它自己那两处反例的形状——反馈品质越高不一定越有效、工具越好用撤除后掉得越深——因此只能被解释成"处置的品质或配置不对"，因为在这条链上，除了处置的品质，没有别的地方可以放这个病灶。它看不见清除位，不是因为证据不足，是因为它的因变量位置使这个问题问不出来。

管理学缺的是"处置与消耗是同一个动作"这一条。 这一家看得见信号被吸收，医院那项研究把它写得非常清楚。但它把病灶放在**上报与否**上：一线解决了问题，然后没有上报。在这个描述里，解决与上报是两件事，先后发生，因此原则上可以两件都做——处方也正是这么开的：解决完请上报。它没有走到本文这一步，是因为它研究的对象里，被消耗的那样东西**本身是可以被描述的**：缺了什么物品、哪台设备坏了、哪个环节的信息没到。这些东西在被解决之后仍然可以被回忆和上报。而课堂里的差异不是这样——一个学生的错误理解在被讲清楚之后，连他自己都很难重建它原来是什么样子。**当被消耗的东西是一个人的旧理解时，解决与销毁就无法分开。** 管理学的经验材料里没有这种对象，所以它的框架里没有这一格。

化学缺的是"消耗者是被鼓励的"这一条。 这一家对清除有最完整的处理：它知道消耗者存在，知道要单独测，知道诱导期意味着什么。但在化学的体系里，清除剂要么是杂质（需要除掉），要么是被人有意加进去的（知道加了多少）。**没有第三种情况：一样东西在系统里作为价值被追求，同时在起清除作用。**

反应器不会因为它的器壁擅长吸附中间体而被评为优秀反应器。因此化学从来没有遇到本文第八节的四个条件——被鼓励——也就不需要处理"发现它做得好会导致它变得更多"这个正反馈。它把清除当作工艺问题，而在有两个所有者、且其中一个的能力被独立地评价与奖励的系统里，清除是一个治理问题。

三处缺口合起来说明本文的判断为什么必须从三家撞出来，而不能从任何一家内部长出来：教育学有病灶的形状而没有位置，管理学有位置而没有"同一动作"，化学有"同一动作"与全套判据而没有"被鼓励"。少任何一家，剩下两家都推不到这一条。

十九、与站外相邻概念的分离线

本文必须面对若干已经成熟的概念。分离线不依赖"更全面"或"更深入"，而要求同一份课堂材料产生不同判断。

相邻概念	它解释到哪一步	分离线	同一案例的相反判断
学习与表现	即时表现可与长期区分 学习分离	不追问那个差异后来去了哪个位置	一个延迟成绩低但错误持续改写题库的班：区分说学习弱，本文说透过已开、尚未见效
无成效的成功	即时成功可与长期学习不相称	以延迟结果回溯判定，需要等两周	同一节课，本文当场可判、且能指出被谁消耗；那一支必须等结果
生产性失败	先失败后整合促进概念学习	失败是否留下痕迹是独立变量	学生先失败、教师按固定脚本讲解：形式符合先失败，本文判透过为零
形成性评价	用学习证据调整教学	调整可以完全由教师单向控制且不留版本	教师据测验调难度但改动不与任何具体差异相连：形成性评价成立，本文判清除
第一序问题解决	一线修补阻断组织学习	以组织层的信号上行为单位，未刻画"处置与消耗是同一动作"	完全打开上报通道的课堂：那一支预测改善，本文预测通道空着
心理安全	降低表达错误的社会风险	敢说不等于说出的内容改变流程	全员敢发言而路径固定：安全高，本文仍预测低透过
支架与撤除	恰当支持并逐步撤除	撤除的是支持强度，不是差异的去处	支架标准撤除但学生初始模型从未被保留：撤除合规，本文判无痕
认知卸载	把认知负担交给外部工具会削弱内部表征	讲的是个体记忆，不是系统信号路径	教师而非工具完成卸载：卸载说不涉及，本文判同样是清除

最近的一位邻居是**无成效的成功**——那一支明确提出过成功与失败、有成效与无成效的四格，并指出直接教学在某些比较下属于无成效的成功。本文与它有真实的重叠，必须交代清楚。

差别在第二根轴的性质。那一支的第二根轴是**结果**：一次教学设计有没有成效，要由延迟测验回答，因此它是一个回溯判定，且必然滞后。本文的第二根轴是**过程**：那个差异有没有改变后续任务、评分或条件，这在事件发生的当场就可以由不知道成绩的编码者判定，判据是教案版本、题库改动与量规修订记录。更要紧的是，本文这一根轴同时指认了**消耗者**——是哪一处胜任度把它拿走的——而那一支的框架里没有这个位置。因此两者在同一课堂上会给出不同的可操作结论：那一支能告诉你这次设计无成效，本文能告诉你它被谁消耗、以及改哪一处会让它不再被消耗。

另有一处必须点名的方法学近邻：课堂话语分析里对**发起**的编码传统已有数十年，“谁先说”一直是被记录的量。本文的换算与它不同——本文的分子不是谁先开口，而是这一次改动能否追溯到某一个具体差异。这一条正是本文负对照设计要排除的东西，见第二十二节。

二十、与本栏五篇同题文章的划界

本栏近期有五篇同样以教育学、化学与管理学三家碰撞、同样处理课堂学习稀缺的文章。本文必须给出双向的判决性对照，否则只是第六个名字。

与《**方程两边都有它**》。那篇按**谁走了那一步**判归属，承重的是分岔步的代做。本文不要求任何一步易主。判决性对照：教师完整地把分岔步留给学生、学生自己走完并卡住、教师随即当场把它讲清——那篇判无害，因为没有代做；本文判清除，因为那次卡住被就地耗掉且没留记录。反向：同伴代走了分岔步，但错误类型进了下一轮题库——那篇判有害，本文判透过。两篇在这两个格子上给相反判断，可同时检验。

与《**每一轮都从新鲜表面开始**》。那篇要有**未完成**的东西留下来，才谈得上被结算规则清零。本文处理的是**已经完成、已经解决**的差异。判决性对照：一个结转机制完备的班——每轮未完成项全部登记并在下一轮接续——若清除位浓度足够高，任何差异都在本轮内被解决完，则没有未完成项可供结转，**结转率恒为一而透过率恒为零**。那篇在这一格上是空的，本文正在这一格上。这也说明两篇的处方需要合用：把未完成项接住，前提是先有未完成项。

与《**先动的总是同一边**》。那篇的病灶是验收节拍对准了最快那条驱动。判决性对照：把验收节拍调慢到对准最慢的那条（那篇的处方），若清除位浓度不变，本文预测透过率不变——只是同样的零被拖长了。

与《**记为负项的那一类改变**》。那篇说溯改通道被规范性关上了。本文说通道开着也没有东西到达。判决性对照：完全打开溯改通道（那篇的处方）而不动清除位浓度，本文预测溯改率仍近于零——不是没人敢改，是没有需要改的东西被留下来。这是五篇里最锋利也最互补的一处：**那篇的处方需要本文的条件才能生效**，两篇合起来才构成一条完整的通路，缺任一端都空转。

与《换一种说法，它就不见了》。 那篇问的是知识学习的本质是什么，本文问的是它为什么很少发生，对象不同，不构成竞争。

二十一、可裁决假设

H1 诱导期比例。 在学生先验知识、教师、内容与总时间匹配的条件下，仅改变可用局部胜任度总量（助教在场与否、工具可用与否、按能力分组与混合分组），诱导期长度成比例变化。若诱导期长度与胜任度总量无关，第七至第十一节的推导为伪。

H2 撤除下降与诱导期成正比。 撤除支持后的独立表现下降幅度，正比于该单元的诱导期长度，且在控制即时正确率后仍成立。

H3 透过率的增量预测。 控制先验知识、即时正确率、时间投入、认知参与层级、心理安全与教师固定效应后，透过率仍正向预测两周以上的变式迁移。

H4 靶格与放任格接近。 左上格（处置强、透过低）与左下格（处置弱、透过低）的延迟迁移无显著差异，两者均显著低于右下格。若左下格显著优于左上格，则"少帮即可"成立，本文的核心机制被"帮助有害论"取代。

H5 屏蔽实验。 保护栏条件下切断错误日志对教师的可见性与对后续任务的影响，撤除后表现退回至无保护栏水平。若无差异，动机与努力解释获胜。

H6 同一动作。 在同一位教师、同一材料的不同单元中，即时处置质量的评分与透过率呈负相关或零相关，而非正相关。若两者稳定正相关，则处置与记账可以分别调节，本文的"同一动作"条件为伪。

H7 位置而非人。 同一位教师在不同单元的透过率可显著变化，只要任务与评价允许具体差异改写后续安排。若该读数主要稳定地追随教师个人风格，本文把一个结构问题当成了人格问题。

H8 公开课预测。 被同行评为高质量的观摩课，其透过率的均值不高于常规课，且方差更小。这一条本文自己认为最容易输。

二十二、研究设计、安慰剂与负对照

建议在同一所学校、同一门课程、同一学期的至少二十四个平行班中开展，避免用跨校跨国的异质比较代替机制检验。每班六个概念单元，连续八至十周。核心分析单位是差异事件，不是整节课。

编码。 两名编码者在不知道延迟测验结果的情况下独立编码，第三人仲裁。分子要求因果痕迹：教案版本、题库改动、量规修订、平台配置变更四类记录之一，且能指认触发它的那个具体差异。仅有时间相邻不判为透过。已发生但无法追溯来源的改动标记为"来源未定"，不计入分子也不计入分母。数据不足以判断后续是否变化的，标记为右删失。

干预。 班级层面随机实施"留痕"处置，不改变教学内容、总课时与处置强度，只改两件事：学生在接收任何处置之前必须留下初始判断；每单元至少一次改动必须写明它由哪一个具体差异触发。对照组维持原有教学。这个干预的关键性质是它**不降低清除位浓度**——教师照样当场把问题解决掉，只是解决之前先留一份、解决之后记一笔。这使干预与"少帮"完全正交，可以单独检验。

安慰剂。 以第一次高透过事件为断点检验后续等待时间时，须设伪断点；若任意时间点都得到相似结果，则效应来自学期进程或课程熟悉度。

负对照。 把"发言者变化""活动类型变化""页面点击者变化""改题次数"四项表面读数作为负对照。它们与课堂活跃度相关，但在控制真实透过事件后不应继续预测迁移。**若这些廉价读数与透过率同样有效，则编码规则没有抓住因果，只是在测活跃度**——这一条是本文最可能失败的地方，因为"改题次数"极易与透过率混同，而两者的差别全在"能否追溯到具体差异"这一条主观性最强的判断上。

判决。 核心机制至少需同时满足四项：透过率对延迟迁移有增量解释；诱导期长度随胜任度总量成比例变化；撤除下降幅度与诱导期正相关；负对照不产生同样效果。四项中只有一两项成立，只能支持一个二维分析工具，不能支持本文的机制主张。

二十三、设计原则：不是少帮，是记账

本文导出的原则只有一条：**在处置之前留一份，在处置之后记一笔。**

可执行的做法有五种，成本都很低。

第一，**留初始版本。**任何处置之前，让学生留下他此刻的判断、预测、图示或做法。一句话、一个数、一张草图都可以。这一份不评分。它的唯一用途是使那个差异在被解决之后仍然存在。

第二，**把错误类型而不是错误人数送进下一道题。**前者是可以改变任务的材料，后者只是一个计数。

第三，**每个单元结束时记一行：**本单元哪一个具体差异改变了后续安排？答案为空就写空，不用参与次数、活动数或改题次数代替。**空是有信息的**，它说明这个单元的诱导期还没走完。

第四，**让工具返回诊断而不只是答案。**这不是给工具加难度，是给系统留材料。一个只输出正确解法的工具与一个同时把错误模式回传给教师的工具，学生这一侧的体验可以完全一样。

第五，**测阻聚剂残余量，不测它至今没出事。**在每个单元的中段插一次无提示的变式小题，不计分，只用来看看诱导期走到哪里了。这相当于储罐的阻聚剂检测规程——它不改变任何东西，只是让人知道自己在依赖什么、还剩多少。

这五条都不要求教师少帮一点。这是本文与它所有近邻的实质分界：那些主张要动清除位的浓度，本文只动记账。

二十四、指标反噬与治理

任何读数一旦进入考核，都会诱发最便宜的达标方式。透过率会被做成"每单元必须改动一处"的合规项，而最省事的实现是把一道题换成另一道同型题、再补一句"根据学情调整"。诱导期会被做成"每单元必须安排一次学生解决不了的困难"，于是出现人为制造的卡壳。留初始版本会被做成一张没人再看的表格。这三种做法都能把数字做高，且都比真正的记账省事得多。

三条治理底线：

第一，透过率指向位置结构，不指向教师或学生的稳定品质，不得单独用于排名。 一门安全关键的实验课需要高浓度清除位，低透过不表示教学质量差。

第二，不得为提高读数而人为制造差异、安排无意义的困难或频繁改动规则。 判断依据是改动能否追溯到一个自然出现的具体差异，而不是改动的次数。

第三，任何依据该读数作出的不利安排，必须公开编码规则、原始证据与复核通道。

本文看不到一个彻底的出口。只要这套读数被制度采用，最省事的实现方式就是文书上的记账。唯一可行的限制是把所有高分案例与延迟迁移和可追溯的因果痕迹绑定，使"记了一笔"不能替代"后续真的因它而不同"。而这个限制本身也会被绕过——本文没有理由认为自己比它所批评的那些指标更耐受。

二十五、自反检验与写死日期的赌注

按本文自己的判据，这篇文章目前是一次清除。

它把一个所有教师都熟悉、但说不清的现象整理成了一个可复述的名字和两个读数。读者读完之后最可能发生的事是：那种不舒服的感觉被解决了——原来是这么回事——然后课堂的安排一处不改。这正是本文所描述的那一格：处置强、透过为零、体验流畅、指标全绿。写下这一段并不能免疫，它只是使这一次的清除留下了一条记录。

因此本文不能把内部一致性当作证据，不能因为能解释很多案例就宣称成立，也不能用"未来还需研究"封住反例。它交出的是编码规则、竞争解释与失败条件。

本文作出一条写死日期的赌注：

在二〇二九年十二月三十一日前，至少有两项预注册研究报告：在总时间、任务难度、提示形态与学生先验知识匹配的条件下，仅改变可用局部胜任度总量，诱导期长度随之成比例变化；且撤除支持后的表现下降幅度与该单元的诱导期长度正相关。

以下不算命中：只报使用中的正确率或完成率；只比较有工具与无工具；只报教师或学生自评；把"教师少讲"或"改题次数"当作透过率；没有独立测量胜任度总量；与其他改革打包而无法分离；只在极少数高度开放的课程中出现。

若到期前高质量研究稳定显示诱导期长度与胜任度总量无关，或透过率的效应被认知参与、努力量与心理安全完全吸收，本文的核心判断即告失败。失败将意味着：课堂学习的稀缺主要由个体认知加工的质量与投入解释，而处置与消耗不是同一个动作——那么教育学那一家是对的，本文所做的只是把一个已知的量换了个名字。

二十六、结论

课堂上真正的学习很少发生，不是因为课堂什么都没发生。恰恰相反，课堂里每天都有大量差异出现，并且每一个都被相当专业地、及时地、彻底地处置掉了。

三门学科各执一词。教育学要加强处置，管理学要保住信号，化学要求先查清是谁消耗的。前两条处方互为对方的病，第三条则指出前两条问错了地方。三家共同假定处置能力与记录机会可以分别调节，而清除剂表明它们不能：清除剂靠消耗自己工作，不留痕迹，只留下一段一切正常的诱导期，而这段正常的长度只报告了清除剂还剩多少。

由此得到一条三家单独都推不出来的判断：**每一处局部处置能力的提升，都按同一个动作降低了另外两处收到差异信号的概率；而这一点在所有合格指标下不可见，因为它不产生任何负项。**能力最强的地方，正是系统最看不见的地方。

处方不是少帮。阻聚剂是必需品，取消它会出事。处方是记账：在处置之前留一份，在处置之后记一笔，并且定期测一次残余量，而不是用"至今很顺"来估计还能撑多久。

每当一间教室准备宣布这一部分已经完成，可以问一句：刚才那个差异，现在在哪一本账上？如果三本账都是正的而没有一本记着它，那么这节课已经完成了教学，还没有开始学习。

注释

〔一〕本文所说的"差异"限于已被表达出来的：学生说出、写下、做出或以行为呈现的与目标不一致之处。未被表达的困惑不进入分母。这一限制使读数可编码，代价是本文对沉默的学生没有解释力。

〔二〕"局部胜任度总量"在实验中以可操作的方式定义：在场且可被学生调用的处置资源数量与质量，包括教师人数与经验年限、助教、被允许使用的工具与题解、按能力分组时组内最强者的水平。它不是一个心理量。

〔三〕诱导期公式在化学中的标准形式为诱导期约等于清除剂浓度与化学计量系数之积除以引发速率。本文只借用其比例结构，不主张课堂中存在对应的化学计量系数；比例关系是可检验的，具体系数不是本文的主张。

〔四〕第十二节所述的第四组设计，本文未与原研究团队接洽，属独立提出的检验方案。原研究的三组结果按其公开报告转述，第二种读法及其预测由本文负责。

〔五〕本文的三条反向约束各自削弱了本文的主张，且都由被引学科自己提供。本文认为这是它比一个只取材不受限的跨学科论证更可靠的地方，但这不构成对核心判断的支持。

参考文献

- Bastani, H., Bastani, O., Sungu, A., Ge, H., Kabakcı, Ö., & Mariman, R. (2025). Generative AI without guardrails can harm learning: Evidence from high school mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 122(26), e2422633122.
- Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 7–74.
- Chi, M. T. H., & Wylie, R. (2014). The ICAP framework: Linking cognitive engagement to active learning outcomes. *Educational Psychologist*, 49(4), 219–243.
- Costa, M., Losada-Barreiro, S., Paiva-Martins, F., & Bravo-Díaz, C. (2024). Analysis of the efficiency of antioxidants in inhibiting lipid oxidation in terms of characteristic kinetic parameters. *Antioxidants*, 13(5), 593.
- Deslauriers, L., McCarty, L. S., Miller, K., Callaghan, K., & Kestin, G. (2019). Measuring actual learning versus feeling of learning in response to being actively engaged in the classroom. *PNAS*, 116(39), 19251–19257.
- Edmondson, A. C. (1999). Psychological safety and learning behavior in work teams. *Administrative Science Quarterly*, 44(2), 350–383.
- Griller, D., & Ingold, K. U. (1980). Free-radical clocks. *Accounts of Chemical Research*, 13(9), 317–323.
- Howard, J. A., & Ingold, K. U. (1964). The inhibited autoxidation of styrene. *Canadian Journal of Chemistry*, 42(5), 1044–1056.
- Ingold, K. U. (1961). Inhibition of the autoxidation of organic substances in the liquid phase. *Chemical Reviews*, 61(6), 563–589.
- Kapur, M. (2008). Productive failure. *Cognition and Instruction*, 26(3), 379–424.
- Kapur, M. (2016). Examining productive failure, productive success, unproductive failure, and unproductive success in learning. *Educational Psychologist*, 51(2), 289–299.
- Kluger, A. N., & DeNisi, A. (1996). The effects of feedback interventions on performance: A historical review, a meta-analysis, and a preliminary feedback intervention theory. *Psychological Bulletin*, 119(2), 254–284.
- Koedinger, K. R., Carvalho, P. F., Liu, R., & McLaughlin, E. A. (2023). An astonishing regularity in student learning rate. *PNAS*, 120(13), e2221311120.
- Soderstrom, N. C., & Bjork, R. A. (2015). Learning versus performance: An integrative review. *Perspectives on Psychological Science*, 10(2), 176–199.

- Tucker, A. L., & Edmondson, A. C. (2003). Why hospitals don't learn from failures: Organizational and psychological dynamics that inhibit system change. *California Management Review*, 45(2), 55–72.
- VanLehn, K., Siler, S., Murray, C., Yamauchi, T., & Baggett, W. B. (2003). Why do only some events cause learning during human tutoring? *Cognition and Instruction*, 21(3), 209–249.
- Weick, K. E., & Sutcliffe, K. M. (2007). *Managing the Unexpected: Resilient Performance in an Age of Uncertainty* (2nd ed.). Jossey-Bass.
- Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), 89–100.

本文由三个分属不同学科、且互相冲突的理论体系碰撞而成。全部来源均为站外公开文献，可自行核对。 作者：王德生 + Claude · SDE Universes · 学科通融