

手段取得终点资格的那一段

论课堂运行的次序不由目标方向单独结算，及「信息在哪一端多」如何决定该从哪一端开始

教育学 × 化学 × 艺术学

作者 王德生 + Claude

栏目 学科通融 · 站外碰撞

篇幅 约1.8万字 · 24页

发表 2026年8月3日

摘 要

课堂如何运行才能让学习真正发生？三门学科各给一条完整的次序，三条互不相容。教育学说先把要到达的表现写清楚再倒推评估与活动，终点是可观察的表现；化学工艺说反了——不要先锁定产物，产物形态本身是条件的函数，先定产物等于先把条件锁死；艺术学的工作室传统给第三条：终点既不是表现也不是条件，是学习者自己那套能继续组织下去的做法。教育学每天在做的那件事，正是化学工艺诊断为病的那件事。三家共同站着而从未说出的那块地是：一堂课的运行方式可以由「要到达什么」单独决定，终点一旦确定，中间的次序就只是手段问题。推翻它的材料来自化学自己：逆合成分析与条件筛选并存了几十年，而化学选用哪一套的判据既不是哪种更科学、也不是事情的性质，是「信息在哪一端多，就从哪一端开始」——终点与手段的角色由信息分布决定，因而可以互换。由此命名换位区间：一段区间，在其中原为手段的那一端取得终点资格、原终点退为手段，且它有可查的开合时刻与触发源。配套读数换位率与既有指标正交——一门目标写得最清楚、活动与目标对齐得最好、进度严格按大纲推进的课，换位率恰恰是零。文中另推出一条阈值：最优换位时长与目标端的不确定性无关，并论证一门同时要求「目标须先行确定并保持稳定」与「设计须依据试用数据修改」的学问，在不承认这个变量时无法同时守住这两条。

这一篇由哪三个学科的理论体系撞成

第一家主张一切安排应从可观察的目标表现倒推，因而终点是表现、条件与做法都是手段；第二家主张产物形态是条件的函数，先锁定目标等于在不知道条件空间长什么样的时候排除大部分可能，因而终点是把条件建立起来；第三家主张作品与环境都只是副产品，终点是学习者手里那套能自己继续下去的做法。三家不能同为真，且各自的日课正是另一家诊断出的病——先定终点倒推在工艺开发看来会造出一条纸面上完美、实际到处断裂的路线；而先定终点这个动作本身在工作室看来会把「组织下去」外包给定终点的那个人。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 · 目标先行与掌握学习

[Kulik, Kulik & Bangert-Drowns, Effectiveness of Mastery Learning Programs: A Meta-Analysis \(<i>Review of Educational Research</i> 60:2, 1990\)](#)

把「先确定要到达的表现、再逐级设检查点」确立为可复现的有效做法，整条次序建立在终点先于过程被写死之上；而这一支自己也知道，在目标不容易被写成可观察表现的地方，这条次序无处落脚。

<https://doi.org/10.3102/00346543060002265>

化学 · 逆合成分析，与条件筛选驱动的发现

[Corey, The Logic of Chemical Synthesis \(<i>Angewandte Chemie International Edition</i> 30:5, 1991\); 另一端见 Perera et al., A Platform for Automated Nanomole-Scale Reaction Screening \(<i>Science</i> 359:6374, 2018\)](#)

同一门学科并存着两套完整而互相取代的做法：一套从目标分子反向拆解，一套不先定目标、把条件空间跑开再从给出的东西里挑。**关键不在于两套并存，而在于化学自己给出了选用判据——信息在哪一端多就从哪一端开始**；这条在化学里回答的是研发策略问题，从没有人拿它当终点与手段可互换的证据。

<https://doi.org/10.1002/anie.199104553>

艺术学 · 工作室讲评与做法的训练

[Dannels & Martin, Critiquing Critiques: A Genre Analysis of Feedback Across Novice to Expert Design Studios \(<i>Journal of Business and Technical Communication</i> 22:2, 2008\)](#)

工作室里被反复训练的不是某一件作品，是做作品的人身上那套能自己继续下去的做法；一件作品完成之后不是结束，是下一件的材料。这一支因此把终点放在做法上，并据此指出：只要终点被别人定好，「自己组织下去」这件事就没有位置。

<https://doi.org/10.1177/1050651907311923>

目 录

摘 要.....	5
一、同一个问题，三条不能并存的次序.....	5
二、教育学这一家：终点是可观察的表现.....	6
三、化学这一家：终点是把条件建立起来.....	6
四、艺术学这一家：终点是学习者自己的组织方式.....	7
五、三家共同站着的那块地	7
六、推翻它的材料，来自化学自己	7
七、命名：换位区间	8
八、判据：一句可以拿去问记录的话.....	9

九、两个可以清点的读数	9
十、形式部分：换位在什么条件下值得做.....	10
十一、辨别格	11
十二、走查一节课：同一节课的两种走法.....	12
十三、十处兑现	13
十四、强制不一致：教学设计这门学问守不住的两条.....	13
十五、三处反向约束	14
十六、三家为何各自到不了这一条	15
十七、与既有说法划界	15
十八、与本栏同题篇目的划界	16
十九、与同日另两篇的划界	18
二十、五种最强的竞争解释，与排除它们的设计.....	19
二十一、分层引用结构	20
二十二、证伪与赌注	20
二十三、反噬与治理	21
二十四、若本判断被证伪，我们会学到什么.....	22
二十五、自反检验	22
二十六、结论	23
注 释.....	23
参 考 文 献.....	24

摘要

课堂如何运行才能让学习真正发生？三门学科各给一条完整的次序，且三条互不相容。教育学的最强主张是先把要到达的表现写清楚，再倒推出评估与活动，路径的终点是可观察的表现，条件与次序都是手段。化学工艺开发的最强主张相反：不要先锁定产物，先把条件空间摸出来，因为产物形态本身是条件的函数，先定产物等于先把条件锁死。艺术学的工作室传统给第三条：终点既不是表现也不是条件，是学习者自己那套能继续组织下去的做法，作品只是它的副产品。三条不能同真——教育学每天在做的那件事，正是化学工艺诊断为病的那件事。

三家共同站着而从未说出的那块地是：**一堂课的运行方式，可以由"要到达什么"单独决定；终点一旦确定，中间的次序就只是手段问题。**推翻它的材料来自化学自己。化学内部有两套完整而互相取代的做法：逆合成分析从目标分子倒推路线，条件筛选从条件空间正推产物；化学没有裁定谁对，而是给了一条判据——**信息在哪一端多，就从哪一端开始。**也就是说，终点与手段的角色不由事情的性质决定，由信息的分布决定，因而是可以互换的。

由此本文命名**换位区间**：一节课里的一段区间，在其中原本作为手段的那一样取得了终点资格，而原本的终点退为手段；它有真实的开合时刻与可查的触发源，而三家的结算规则都只承认终点态，因此都不设这个字段。判据一句：**这一节课里，有没有哪一刻，原本用来达成目标的那样东西本身成了要达成的东西——是哪一刻，由什么触发的？**配套读数**换位率**与**换位触发源**在三个领域量纲不同而比率相同，且与既有指标正交：一门目标写得最清楚、活动与目标对齐得最好、评价与目标一一对应的课，换位率恰恰是零。

关键词：课堂运行；换位区间；换位率；条件筛选；逆向设计；工作室教学

一、同一个问题，三条不能并存的次序

"课堂如何运行才能让学习真正发生"是一个要次序的问题，不是一个要定义的问题。它要的答案形状是：从哪儿开始，经过什么，实现什么，以及在哪一步可以插手。

三门学科都能给出一条完整的次序，而且都给得出证据。麻烦在于三条次序的第一步就分开了，而且分开之后再合不回来。

教育学说：先写清楚学生学完之后应当能做什么，再倒推出用什么证据判断他能做到，最后才安排活动。这条次序在教学设计里已经制度化，写进了教案模板、课程大纲与教师培训。

化学工艺开发说：不要先锁定你要什么。同一批起始物在不同条件下会给出不同的产物，产物形态是条件的函数；你先把目标写死，等于在还不知道条件空间长什么样的时候就把大部分可能性排除了。正确的次序是先把条件摸出来，看它能给什么，再决定要哪一个。

艺术学的工作室传统说：两家都把终点放错了地方。作品不是终点，条件也不是终点；终点是学习者手里那套能自己继续下去的做法。一件作品完成得再好，如果做的人下一次仍然要人从头带一遍，这一次就没有留下东西。

三条次序不能并存，而且它们的冲突不是"侧重点不同"。教育学每天在做的那件事——先定终点再倒推——正是化学工艺诊断为病的那件事；而艺术学诊断出的病更狠：先定终点这个动作本身，会把"组织下去的做法"外包给定终点的那个人，因为终点定好了，路怎么走就是照做。

二、教育学这一家：终点是可观察的表现

把第一家推到最强，它的主张是：课堂运行的每一个环节都应当从可观察的目标表现倒推出来。

这不是一个空洞的口号，它有非常具体的工序。先确定学生学完之后应当能在什么条件下做出什么；再确定什么样的证据可以判断他做到了；最后才设计活动与讲授。这个次序的力量在于它切断了一种常见的失败——教师安排了大量活动，学生也确实很忙，而这些活动与要达成的东西之间没有可追溯的关系。倒推使每一个活动都必须交代自己是为哪一条目标服务的。

掌握学习的传统给它加了第二层：目标不但要写清楚，还要分解成可以逐级过关的序列，每一级都设检查点，不过关不往下走。

这一家的证据很硬。目标明确、评估与目标对齐、活动与评估对齐的课程，学生的成绩确实更好，而且这个效应在低先验知识的学习者身上最强。

这一家自己承认的那处麻烦，出现在目标不容易写成可观察表现的时候。"批判性思维""创造力""专业判断"这类目标，一旦被写成可观察的行为清单，写出来的东西往往已经不是原来要的那个东西了；而不写成可观察的行为清单，整条倒推次序就无处落脚。这一家的处理方式是继续细化行为描述，或者承认这类目标只能间接评估——两条路都是在原来的次序里找补，没有动那条次序本身。

三、化学这一家：终点是把条件建立起来

把第二家推到最强，它的主张是：要让一个转化发生，真正要做的工作是把条件场调到对的地方；产物是条件的函数，不是可以先行指定的独立变量。

工艺开发的日常正是这样运行的。同一组底物，换溶剂、换温度、换配体、换碱，得到的可以不是同一个产物的不同产率，而是不同的产物。因此工业上大量的开发工作不是"我要这个分子，去找一条路线"，而是"把条件空间铺开跑一遍，看它给什么"。高通量实验把这条次序推到了极端：一次实验里并行跑上千种条件组合，用极小的物料量，先获得条件空间的地图，再决定往哪儿走。

这一家的次序因此是：从条件出发，经过实际得到的产物分布，实现一个可靠的工艺。目标不是起点，是产出物。

它对教育学那条次序的诊断很直接：先定终点倒推，前提是你已经知道从这里到那里存在一条可走的路，并且知道路上每一步大致长什么样。这个前提在成熟工艺里成立，在探索性工作里不成立；而在不成立的时候硬用倒推，得到的是一条纸面上完美、实际上到处断裂的路线。

四、艺术学这一家：终点是学习者自己的组织方式

把第三家推到最强，它的主张是：工作室里真正在生产的东西不是作品，是做作品的人身上那套能自己继续下去的做法。

工作室教学的结构支持这一点。学生在同一个空间里长时间工作，教师不断走动、短促介入；定期的集体讲评不评分，而是把在场所有人的作品摆在一起看；一件作品完成之后不是结束，是下一件的材料。对这套教学做的系统观察指出，工作室里被反复训练的东西是一组可迁移的做法——观察、想象、坚持、反省、表达、在做的过程中不断评估自己刚才那一步。

这一家对另外两家的诊断是同一条：**只要终点被别人定好，"自己组织下去"这件事就没有位置。**学生按逆向设计的次序走完一门课，他能做到目标里写的所有事；问他下一次自己该往哪儿走，他没有答案，因为这个问题从来不属于他。而化学那条次序看起来把探索还给了学习者，实际上把探索交给了条件空间——学生仍然是在读一张别人铺好的地图。

五、三家共同站着的那块地

三家争的是**终点该放在哪儿**：表现、条件，还是学习者的做法。

争得再凶，三家都默认了同一件事：**终点是一个可以被指定的位置，指定好了，其余两样就是手段。**教育学指定表现，条件与做法为手段；化学指定条件，产物与路线为手段；艺术学指定做法，作品与环境为手段。三家的争论完全建立在这个假定上——如果终点不是一个可以被指定的位置，那么"终点该放在哪儿"这个问题本身就没有意义。

把这个前提念给三家听，三家都会说这还用说吗。一堂课当然要有个目标，目标当然决定其余安排。这正是共有前提的签名。

六、推翻它的材料，来自化学自己

化学内部并存着两套完整而互相取代的做法，而且它们对同一个问题给出相反的次序。

一套是逆合成分析：从目标分子出发，反向拆解成越来越简单的前体，直到落在市售起始物上。这套做法的整个逻辑就是"先定终点再倒推"，它是二十世纪合成化学最重要的方法论成果，也是教育学那条次序在化学里的精确同构。

另一套是条件驱动的发现：不先定目标，把条件空间跑开，看它给出什么，再从给出的东西里挑。

关键不在于化学同时有这两套——那只是并存。关键在于**化学自己给出了选用哪一套的判据，而这条判据既不是"哪种更科学"，也不是"事情的性质决定"**。判据是：**信息在哪一端多，就从哪一端开始**。目标分子已知、断键策略成熟、每一步的可靠性有文献支撑——这时目标端的信息远多于条件端，倒推最省。反过来，起始物容易得到而产物空间没人走过、每一步的选择性无法预判——这时条件端的信息多，正推最省。

这就把共有前提拆了。终点不是一个由事情本身决定的位置，是一个**由信息分布决定的角色**；而信息分布会变，因此角色可以互换。一个昨天还是手段的东西，今天可以成为终点；而这个互换不是失误，是正确操作。

化学在自己的领域里用这条判据回答的是"该用哪种研发策略"，是一个方法选择问题。没有人把它当作"终点与手段的角色是可互换的"这一命题的证据——而它恰恰是。

七、命名：换位区间

由此本文命名一类区间。

换位区间：一节课（或一个学习单元）里的一段区间，在其中原本作为手段的那一样取得了终点资格，而原本的终点退为手段；该区间有可查的开合时刻与可指认的触发源。

四个条件，缺一不可。

角色真的换了，不是同时都重要。 "既要掌握知识也要培养能力"不是换位，那是两个并列目标。换位的签名是：在这段区间里，原来的终点变成了检验新终点的材料。学生不再是"为了做出这个作品而练手法"，而是"用这个作品检验自己的手法"——作品还在，但它已经不是要到达的东西了。

有开合时刻。 换位是一段区间不是一个态，它有开始与结束。结束的方式有两种：交还（原终点重新取得终点资格，而它已经被这一段改写过），或者不交还。

有触发源。 换位不是排出来的，是被什么东西触发的。可指认的触发源包括：一个异常结果、一次讲评里出现的对照、一个学生自己发现"我这个做法在别的题上也用得上"。教师宣布"现在我们来关注方法本身"不构成触发——那只是把新终点也指定了一遍。

在三家的账上都不存在。 教育学的教案版本只记目标与活动；化学工艺的报告只记条件与产物；工作室没有记录制度。这一段区间在三本账上都不是一样东西，不是记得少，是不设字段。

需要立刻说清一件事：换位不是"目标不清晰"。目标不清晰是从头到尾没有终点；换位是终点明确地易了一次主，且易主的时刻可以指出来。这两件事在读数上完全可分——前者的换位率也是零。

八、判据：一句可以拿去问记录的话

> 这一节课里，有没有哪一刻，原本用来达成目标的那样东西本身成了要达成的东西？是哪一刻，由什么触发的？

这句话不含任何情态词，不问课上得好不好，只问有没有、是哪一刻、由什么触发。它可以拿去问课堂录像、教案版本、讲评记录与学生的作业稿，不必问任何人的判断。

五个场景跑一遍，答案互不相同：

讲授加习题课。 没有。终点从第一分钟到最后一分钟都是"会做这类题"，方法始终是达成它的手段。换位率零。

实验课。 有，但通常被压掉。当数据出现异常时，"操作本身对不对"从手段升为要弄清的东西——这一刻就是换位的开口。多数实验课在这里把它关掉：异常被记为操作误差，重做一遍，终点交还得太快，区间长度接近零。

设计与写作工作坊。 有，且频繁。学生做到一半发现自己反复用同一种解法，于是这一稿从"要做好的东西"变成"用来看清我那套做法"的材料。这一次换位往往不交还——原来那一稿被放弃了，而它的作用已经完成。

工业工艺开发培训。 有，且被写进规程。条件筛选跑完之后修改目标产物，这在开发流程里是正常步骤，有对应的评审节点与文档模板。这一条是查出来的，不是从命题推出来的——化学的工程规程里存在教育的教案模板里没有的那个字段。

代码课与代码评审。 有，且留在日志里。当"让测试通过"从终点变成"检验我这个写法站不站得住"的手段时，换位发生了；它在版本历史里表现为一次在测试已经通过之后的重写。这一条同样是查出来的：这种重写在提交记录里可以直接筛出来，而在任何教学评价表里都没有位置。

后两个答案不能从命题推出来。它们说明这个读数在两个与课堂无关的行业里已经有制度化的形式，只是没人拿它来看课堂。

九、两个可以清点的读数

换位率。 一个概念单元里，终点易主的次数除以该单元的教学机会数。计数要求两件：角色真的互换（写得出"原来的终点在这段里被用来检验什么"），以及触发源可指认（写得出是什么触发的，教师宣布不算）。

换位触发源分布。 每一次换位由什么触发：异常结果、对照出现、学生自己的迁移发现、外部约束变化。这个分布比次数更有用——全部由教师宣布触发的班，换位率再高也只是把新终点也指定了一遍。

正交性实例值得单写一句：**一门目标写得最清楚、活动与目标对齐得最好、评价与目标一一对应、进度严格按大纲推进的课，换位率恰恰是零。**因为这四件事合起来的意思就是终点从头到尾没有易过主。这说明换位率不是"课程质量"的另一种说法，它与现行的对齐类指标方向相反。

十、形式部分：换位在什么条件下值得做

前面几节是机制描述。本节把它写成能推出正文没说过的东西的形式，否则"信息在哪一端多就从哪一端开始"只是把化学那句话搬了过来。

设一段学习工作需要确定一条从当前状态到目标的路径。把不确定性分在两端：

- **目标端的不确定性 U_T** ：这个目标究竟要求什么、达到它的表现长什么样，还有多少没定下来。
- **手段端的不确定性 U_M** ：可用的做法有哪些、哪一种在这里管用、每一步的可靠性如何，还有多少没定下来。

从目标端倒推，等于假定 U_T 已经足够小，把全部工作放在消解 U_M 上；从手段端正推，等于假定 U_M 的地图值得先画出来，画出来之后 U_T 会被它改写。

一次换位——把原本作为手段的那一样临时提为终点——所做的事，正是**把工作从消解 U_M 转为消解 U_T** 。它有收益也有代价。

收益：换位期间获得的关于手段的知识，会反过来减少目标端的不确定性。记这个转化效率为 β ：每消解一单位手段端的不确定，带回 β 单位目标端的不确定性下降。 β 的大小取决于这两端有多相关——在手段决定产物形态的领域（化学工艺、设计、写作） β 大，在手段与产物几乎无关的领域（背诵、查表） β 趋近于零。

代价：换位期间原终点被搁置，进度停滞；且交还有失败风险。记搁置一单位时间的进度损失为 c ，交还成功率为 r 。

于是一次时长为 t 的换位，净收益为

$$\Delta V(t) = \beta \cdot \Delta U_M(t) \cdot r - c \cdot t$$

其中 $\Delta U_M(t)$ 是这段时间里手段端不确定性的下降量。它是**凹的**——最开始下降最快（第一次认真看自己的做法，收获总是最大），随后边际递减。

由一阶条件得到最优换位时长 t^* 满足

$$\beta \cdot r \cdot U_M'(t) = c$$

这个式子推出三件正文前面没有说过的事。

其一，最优换位时长与目标端的不确定性无关。 U_T 不出现在一阶条件里。这与直觉相反：人们通常认为目标越不清楚，越该停下来琢磨方法。式子说不是——**该不该换位、换多久，由手段端还有多少可学、**

以及学到的东西能不能带回目标端决定，与目标本身清不清楚无关。由此得到一条可检验的预测：在目标写得同样清楚的两门课之间，换位率的差异应当由 β 与 c 解释，而不由目标清晰度解释；而在目标清晰度不同的两门课之间，若 β 与 c 相近，换位率应当无显著差异。

其二，交还失败率直接压低最优换位时长，且压得比直觉更狠。 r 与 β 在式子里是相乘的，因此交还成功率下降一半，效果等同于转化效率下降一半。这解释了辨别格右下那个漂移格为什么危险：在一个从不交还的课堂里，最优换位时长趋近于零——不是因为换位没价值，是因为它的价值取不回来。处方随之明确：要提高换位率，最有效的一步不是鼓励换位，是把交还做实（明确规定这一段结束后回到哪个终点、以及原终点因这一段被改了什么）。

其三， β 的大小就是本文适用范围的形式表达。在手段与产物几乎无关的内容上， β 趋近于零，一阶条件在任何正的 c 下都无解，最优换位时长为零——在这类内容上，从不换位是正确的。这正是反向约束一节里教育学替本文划下的那条界限，现在它不再是一句让步，而是同一个式子在 $\beta \rightarrow 0$ 时的退化。本文没有两套说法，只有一套，参数不同。

最后交代这个模型的边界。它假定 β 、 c 、 r 在一段换位内为常数，实际上它们随内容与学生变化；它没有给出 $U_M(t)$ 的函数形式，因此不能算出具体的 t^* ；它假定换位的收益只经由 U_T 的下降兑现，而忽略了换位本身可能改变学习者的动机。上面三条推论只依赖式子的结构与各量的符号，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。

十一、辨别格

两根轴：终点是否明确，以及终点是否易过主。

	终点未易主	终点易过主
终点明确	对齐良好：全部形式审查通过，目标—活动—评价一一对应，而学生下一次仍需人从头带。本文的靶格。	有交还的换位：终点明确，且在过程中至少一次易主并被改写后交还。
终点不明确	空转：既没有终点也没有换位，活动很多而什么都不结算。	漂移：终点反复易主而从不交还，看起来很活跃，实际是没有任何一样东西被做完。

靶格是左上，三条签名齐：短期指标全部改善（对齐度、完成率、当堂正确率都最高）；失效不产生任何信号（没有人会因为“这门课的终点从没易过主”而报警）；自我加固（越正规化、模板越完整，终点越不可能易主）。

右下的漂移格是关键对照。它排除了“换位越多越好”——漂移格的换位率最高而学习最差，因为从不交还。换位的价值不在次数，在交还时原终点有没有被改写。

十二、走查一节课：同一节课的两种走法

抽象的读数需要一次具体的走查，否则编码规则永远停在纸上。下面是一节九十分钟的大学生基础化学实验课，同一个内容、同一位教师、两个平行班，逐段对照。

甲班。 前十五分钟教师讲解本次实验的原理与操作要点，强调三处易错。随后学生分组操作，教师巡视。第五十分钟左右，第三组的溶液没有出现预期的颜色变化。教师走过去，看了看，说温度低了，让他们把水浴调高五度，随后颜色出现。第七十五分钟各组记录数据、填写报告模板，其中两组的数据超出容许范围，教师让他们照另一组的重做一次。第八十五分钟教师总结，指出全班共同的两个操作问题，提醒下次注意。下课。

按本文的读数：**换位次数零**。从第一分钟到最后一分钟，终点始终是“做出预期的颜色变化并交出合格的数据”。第三组那一刻是一个真实的开口——“我们的操作哪里不同”本可以在那一刻成为要弄清的东西——而它被一句正确的、及时的、专业的诊断关掉了。两组超范围的数据同样：它们本可以成为“这个测量在什么条件下不稳定”的材料，而“照另一组重做”这个处置把它们从体系里移走了。教师的总结是对的，但总结是把已经消失的东西复述一遍，不是把它留下来。

甲班这节课的形式审查全部通过：进度符合、安全无事故、数据完整、报告齐全、当堂问题当堂解决。

乙班。 前十五分钟相同。第四十八分钟，第二组同样没有出现颜色变化。教师这次问了一句：“在你们那边，什么和第一组不一样？”这一问不给答案，也不指方向，它把终点从“做出颜色”临时移到了“我们这一组的操作与别人差在哪儿”。第二组花了大约十二分钟排查，发现是加料顺序反了。这十二分钟里他们没有产出任何合格的数据。

关键在于接下来发生的事。教师没有让他们重做一遍了事，而是当场把加料顺序这一项加进了本次实验的记录表——一个原来没有的字段，要求所有组补填。第七十分钟，另有两组发现自己的顺序也和讲义写的不完全一样，虽然他们做出了预期的颜色。第八十五分钟，教师说下一次这个实验的讲义会把加料顺序单独列出来并说明原因，而这个改动的来源是第二组。

按本文的读数：**换位一次，触发源是一个异常结果（不是教师宣布），且完成了交还**。交还的证据有两条：原终点回来了（各组仍然做出并记录了颜色变化），且原终点被改写了（“做出颜色”现在包括“知道顺序为什么重要”）。此外这一次换位留下了一个可查的痕迹：记录表的字段变了，讲义的下一版会变，而这两处改动都能追溯到第二组的那一次排查。

乙班这节课的形式审查有两处不好看：第二组的数据不完整，进度慢了约十分钟。

两班的差别值得逐条摆出来。 甲班的教师做对了每一件事，而且做得比乙班更快更准；乙班的教师那一问同样专业，但它把一次可以在三十秒内关闭的事延长成了十二分钟。若只看这一节课，甲班优于乙班：数据齐、进度准、无人卡住。本文的主张是，这个优势的来源恰恰是那一次换位没有发生，而它的代价要到变式题、到撤除讲义、到下一个实验时才显出来——那时已经没有人会把它与这一节课联系起来。

需要说明的是，乙班那一问不是一种教学技巧。同样一句"什么和别人不一样"，如果教师在问完之后三十秒就把答案说出来，换位没有发生；如果学生找出了原因而记录表一字未改，换位发生了但没有交还，那一次落在漂移格里。**决定它是哪一格的不是那句话，是那句话之后有没有东西被留下来。**

十三、十处兑现

不是类比，是在那个领域里据此能预测出一件具体的事。

工艺开发。 条件筛选跑完后改目标产物的项目，比全程锁定目标的项目更少出现后期返工。可从项目档案里核。

软件工程。 在测试已通过之后发生的重写次数，与该模块后续的缺陷密度负相关。提交记录可查。

外科训练。 从"完成这台手术"到"检验我这套入路"的换位，通常由术中意外触发；训练体系里有没有为这一刻设复盘节点，可查。

乐器教学。 一首曲子从"要弹好的曲子"变成"用来听我的手型"的材料，这一次换位在教学日志里通常没有记录，而它是从会弹到会练的分界。

写作。 一稿从成品变成"看清我的句法习惯"的材料，这一次换位是修改与重写的分界。

田野调查。 研究问题在进入现场之后被改写，这在方法论文献里是正常操作且有专门名称，而在课程设计里没有对应位置。

产品开发。 需求在原型跑完之后被改写，敏捷方法的整个价值主张建立在允许这次换位上。

运动训练。 比赛成绩从终点变成检验训练方案的材料，这一次换位由成绩与训练日志的偏离触发。

语言学习。 一次对话从"要说对"变成"看我哪些结构从来不用"的材料。

实验教学。 异常数据从要排除的干扰变成要弄清的对象，这一刻在实验报告模板里没有字段。

十处里有四处（工艺开发、软件、田野、产品）在该行业已有制度化的换位节点与文档模板，而教育里没有。这不是教育落后，是教育的账本从来不为这一段设字段——它只记终点态。

十四、强制不一致：教学设计这门学问守不住的两条

教学设计同时持有两条主张，都写在它自己的教科书与流程规范里。

甲：目标必须在设计开始之前确定，并在实施期间保持稳定。 这条不是偏好，是这门学问的操作前提。评估要与目标对齐，活动要与评估对齐，资源与课时要按目标分配；目标一变，全套对齐关系作废。因此所有主流的设计流程都把目标确定放在最前面，并把"目标漂移"列为需要变更控制的风险。

乙：设计必须经过试用并依据试用数据修改。 这条同样是这门学问自己的核心环节，通常叫形成性试用或原型迭代：先做小规模试行，收集学习者的实际反应，据此修订设计。这一支的全部价值主张是**设计不可能一次做对**。

两条在一处正面相撞：**试用数据经常显示目标本身有问题**——目标要求的那种表现在这个学生群体的现实条件下不构成一个自然的成就单位，或者达到它所需的前置条件根本不在这门课的范围。这时，乙要求依据数据修改设计，而在这个具体情形里，需要修改的正是目标；甲禁止修改目标。

这门学问现行的处置是把这类发现移出设计流程，归入"需求分析阶段的失误"，退回上一阶段重来。这个处置在形式上保住了两条，代价是：**试用能改的永远只是手段，而试用最常发现的问题在目标上**。于是形成性试用被系统地限制在它信息量最低的那一部分，而这一点在任何流程文档里都不会显示为问题——因为流程规定它就该这样。

二选一。要么承认目标可以在实施期间依据学习者的材料被改写，那么甲不能以现在的形式成立，全套对齐关系需要一个新的概念（本文提供的正是这一个：终点资格可以临时转移并在被改写后交还）；要么坚持甲，那么乙必须被削弱为"试用只用于修改手段"，而这与它自己关于"设计不可能一次做对"的主张冲突——因为一次做不对的地方主要就在目标上。

它不能同时守住两条，除非它承认本文的变量。 一旦承认，"目标漂移"这个风险项就必须被拆成两样：无来源的漂移（应当控制）与由学习者材料触发并被记录的改写（应当鼓励），而区分二者需要的正是换位的触发源与交还记录。

这门学问已经为这件事付出了可观察的代价：**大量课程在实施多年后目标一字未改，而其教材、活动与评价方式全部换过一遍**。目标的稳定不是因为它被验证过，是因为它被保护起来了。

十五、三处反向约束

教育学削掉"换位越多越好"。 低先验知识的学习者需要一个稳定的终点；在他还没有任何可用的做法之前要求他把做法当作终点，只会增加负荷而不产生任何东西。因此换位率有一个随先验知识上升而上升的下限，而不是越高越好。**如果没有这一处，本文原本会写下"课堂应当尽可能频繁地让终点易主"——这句话被这一处削掉了。**

化学削掉"筛选优于倒推"。 当目标已知、路线可靠、条件空间的信息量低时，倒推更省，硬做筛选是浪费。因此本文的适用范围收窄到**条件端信息量大于目标端**的那类内容——成熟技能的训练不在此列。这一处动的是适用范围。

艺术学削掉"换位可以被安排"。 工作室里的换位由作品自己触发，教师能做的只是不把它关掉，不能把它排进课表。因此本文的干预不能以"每单元安排一次换位"的形式实施——那样得到的是宣布，不是换位。这一处动的是干预形式，也是本文最容易被做坏的地方。

十六、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，而是每一家的问题结构恰好使这一步成为不必要的。

教育学到不了，因为它的委托关系里终点是被交办的。 一门课程的目标通常不由讲这门课的人决定：它来自培养方案、来自课程标准、来自专业认证的毕业要求。教学设计这门学问的整个任务，是在**目标已经给定**的前提下把中间的部分做好。在这个任务里，“终点可以在过程中易主”不是一个被否定的选项，是一个不属于本职范围的问题——教师无权改终点，因此终点会不会易主根本不进入设计的变量表。这一家因此把“目标不清晰”当作唯一的病，而把“目标在过程中变了”当作管理事故。它看不见换位，不是因为证据不足，是因为在它的位置上这件事不该发生。

化学到不了，因为它的体系里只有一个所有者。 逆合成与条件筛选的切换在化学里是一个人（或一个团队）的策略选择：我知道哪一端的信息多，我就从哪一端开始。这个切换不涉及任何权力转移，因此化学从来不需要问“谁有资格宣布终点变了”。而课堂里有两个所有者：教师与学生。同样一次终点易主，如果是教师宣布的，学生手里什么也没多；如果是学生的材料逼出来的，那才是本文说的换位。**这个差别在化学的体系里不存在，因此它的判据里没有“由谁触发”这一项**——而这一项恰恰是本文的第三个条件。化学替本文找到了那条判据，却不可能替本文找到那个条件。

艺术学到不了，因为它对记录本身怀有敌意。 工作室传统最深的一条信念是：可以被写下来的部分不是那门手艺最要紧的部分。这条信念保护了它——它因此没有把教学压缩成一套可核查的动作清单。但它也使这一家在**原则上拒绝为任何过程建立字段**。换位在工作室里每天都在发生，而工作室永远不会知道自己一学期发生了几次，因为知道这件事需要记录，而记录在这一家看来是把活的东西钉死。本文的读数因此对它是一个冒犯，而不是一个补充。

三处缺口合起来说明这个判断为什么必须由三家撞出来：教育学有终点这个位置而无权动它，化学有互换这个动作而无两个所有者，艺术学有换位的日常而拒绝为它建账。少任何一家，剩下两家都推不到这一条。

十七、与既有说法划界

逆向设计（Wiggins & McTighe，教育学）。 它说到的是：从目标倒推评估再倒推活动，能消除活动与目标脱节。分离线：它把终点当作设计前就确定并在整个实施期保持不变的东西，因而没有“终点易主”这个事件类。判定形式：若一门严格按逆向设计实施、终点全程未变的课，其延迟迁移不低于终点易过主并交还的同类课，则逆向设计足够而本文多余；若前者在原场表现更好而在新情境下更差，则本文对。

形成性评价。 它说到的是：用学习证据调整教学。分离线：调整的是通往同一个终点的路径，终点本身不进入被调整的范围。判定形式：若把“终点是否被改写”作为协变量加入后，形成性评价对延迟迁移的效应不变，则本文不增量；若效应主要集中在终点被改写过的那些单元，则本文对。

刻意练习。 它说到的是：针对当前弱点的、由即时反馈驱动的重复。分离线：它要求终点稳定且可测量，终点易主在它的框架里是训练计划被破坏。判定形式：在终点稳定的技能领域，本文预测换位率与结果无关（刻意练习完全解释）；在终点不稳定的领域，本文预测换位率仍有增量。**这一条是本文最可能输的地方，也是最便宜的检验。**

项目式学习与探究式学习。 它们说到的是：把真实任务作为组织单位，让学生在完成任务中学习。分离线：任务是被给定的终点，学生在其中的自主性落在路径上，不落在终点上。判定形式：若项目式课堂的换位率显著高于讲授式课堂，则二者难以分开；若两类课堂的换位率相近而项目式只是路径更长，则本文指出了它们共同缺的东西。这一条本文预测后者。

目标置换（Merton 1940，社会学 · 方法学占位者）。 把本文的命题剥掉一切教育名词，剩下的形式是“原为手段者取得目的资格”——这正是目标置换的形状，它已经有八十多年历史。这是本文最危险的一位占位者，必须正面回答。分离线：目标置换讲的是**手段永久性地吞并了目的**，是一种失效；本文讲的是**手段临时取得终点资格，随后交还，而原终点因这一段被改写**。二者的差别落在交还上，而交还是可观察的。判定形式：若观察到换位之后原终点从未被交还、且系统的产出下降，则那是目标置换而本文判该次换位为失效；若观察到交还且原终点被改写、产出上升，则是本文说的换位。**本文的辨别格右下角“漂移”格，正是目标置换在课堂里的位置——本文没有绕过它，是把它收进来作为四格之一。**

手段一目的分析（Newell & Simon，认知科学 · 方法学占位者）。 它说到的是：解决问题就是不断缩小当前状态与目标状态的差距。分离线：在它的框架里目标状态是搜索的外生参数，整个方法建立在目标固定上；一旦目标可变，“差距”就无法定义。判定形式：若人在解题过程中目标从不改变，手段一目的分析完备；若可观察到目标在解题中被改写且改写之后解题效率提高，则本文指出了它的边界。已有的问题解决研究里有大量后者的记录，只是被归入“问题重构”而不是“终点易主”。

探索与利用（March 1991，组织理论）。 它说到的是：资源在探索新可能与利用既有确定性之间分配。分离线：它是一个资源分配问题，两端都是手段，不涉及终点资格的转移。判定形式：若把探索比例控制住之后换位率不再预测结果，则本文被它覆盖；若在探索比例相同的两个班之间换位率仍有区分力，则本文对。

十八、与本栏问题篇目的划界

本栏近期有十余篇同样处理课堂学习的文章，本文必须与它们逐一划清，否则只是又一个名字。总的分界线先说清楚：**那些篇目问的是“为什么很少发生”，本文问的是“该怎么运行”**；前者要的是一个驱动，后者要的是一条次序。问法不同，因此读数不可互相替代。以下只列会被读者混为一谈的几篇，每条给双向判定。

与《先挡住其余的》：同一组学科的两两不同取用

本栏同日另有一篇由同样这三门学科撞成的文章，处理同一个问题。距离最近，必须写在最前面并写细，否则读者有理由认为两篇是一件事的两种说法。

那篇处理的是**悬置**：要讲清一处，几乎总要先说一句“暂时不考虑”；它主张悬置期内被挡住的那部分会与新学内容自行结成关联，脱悬后无人拆除，也不进任何账本，因而命名了悬置连接。

先说两家共用学科的取用点：同一门化学被两篇拿走的是两件不同的东西。 那篇取的是**保护基策略与酰基迁移**——用来挡住一个位点的基团会自己跑到别处去，于是“挡住”这个动作改写了它本要固定的那张名单；本文取的是**逆合成分析与条件筛选的并存**，以及化学自己给出的选用判据。前者属于合成方法学里关于官能团操作的一支，后者属于研发策略的一支，互不引用，也不能互相推出。教育学与艺术学同理：那篇的教育学取认知负荷的分配，本文取目标先行与掌握学习；那篇的艺术学取作品的未完成状态，本文取工作室讲评对做法的训练。

再说承重命题的分离。 那篇的对象是**被挡住的那部分在暗处结成的东西**——它是一个副产物，发生在注意力之外，当事人不知道它形成了；本文的对象是**终点资格的一次显式转移**——它发生在注意力正中央，且要求可指认的触发源与可查的交还。一个是暗的，一个是明的；一个是“没被看的地方长出了东西”，一个是“被看的那样东西换了身份”。

双向判定形式。 一堂课每讲一个概念都先说“暂时不考虑”、悬置密度很高，而终点从头到尾没有易过主——那篇有读数，本文为零；反过来，一堂完全不做任何悬置的探究课里，学生把自己的做法提为检验对象并在被改写后交还——本文有读数，那篇为零。两格都存在真实的课堂形态，因此两个读数可同批测量而互不蕴含。

两篇合用时给出一条各自单独说不出的预测：若一次换位恰好发生在某个悬置尚未解除的时段内，被悬置项与新取得终点资格的那一样之间会结成更多的连接，且这些连接更难被拆除——因为此刻的注意力正落在方法上而不落在被悬置的内容上。**两者的效应因此应当相乘而不相加**，这一条可以在同一批课堂录像上同时编码两个读数来检验。若实测发现两个读数的相关系数高于零点六，两篇必有一篇是另一篇的代理，届时应保留可从教案版本与题库改动直接追溯的那一个。

与《方程两边都有它》（旁观轮次·可逆性）。 那篇按**谁走了那一步**判归属，承重的是分岔步被代做。分离线：本文不要求任何一步易主。判定形式：教师完整地把分岔步留给学生、学生自己走完并卡住、教师随即讲清——那篇判无害（没有代做），本文判换位窗口被关掉；反过来，同伴代走了分岔步而学生随后把那一段当作检验自己做法的材料，那篇判有害，本文判换位成立。**两篇在这两格上给相反判断，可同批测量。**

与《每一轮都从新鲜表面开始》（未结转中间体·结转率）。 那篇要有**未完成**的东西留下来才谈得上结转。分离线：换位处理的是**角色不是完成度**——一段完全完成的工作照样可以被提为检验的材料。判定形式：一个结转机制完备的班（每轮未完成项全部登记接续），若终点从未易主，那篇读数满分而本文读数为零；一个从不留未完成项的班，若每一节都有一次由学生材料触发的终点易主，本文读数高而那篇为零。**两读数正交。**

与《先动的总是同一边》（节拍比·发起处轮转率）。 那篇的病灶在验收节拍对准了最快的那条驱动。分离线：节拍讲的是**结算的频率**，换位讲的是**终点的身份**。判定形式：把验收节拍调慢到对准最慢那条（那篇的处方）而不动终点归属，本文预测换位率不变——只是同一个零被拖长了。

与《记为负项的那一类改变》（溯改·判据修改）。 那篇处理判据被修改这一类事件被记为负项。分离线：溯改改的是判据，换位改的是哪一样东西当终点；一次换位可以完全不动判据（用原来的标准来检验方法本身），一次溯改也可以在终点从未易主的情形下发生（终点不变而评分细则被反例修订）。判定形式：一个判据频繁被学生反例修订而终点始终是"考出这个成绩"的班，那篇读数高而本文为零。

与《一条路没有交接点》（交接点·独立结算比）。 这是本栏第一篇与本文同为"该怎么运行"的文章，因此距离最近，必须写细。分离线：那篇处理的是谁有资格宣布这一段成了，本文处理的是这一段以什么为终点。二者可以完全分离——一门由完全独立的第三方按事先锁定的判据判定达标的课，其终点可以从头到尾没有易过主（独立结算比满分、换位率为零）；一门达标判定全由授课方自按自判的课，其终点可以在一学期里易主多次（独立结算比为零、换位率很高）。判定形式：若两个读数的相关系数高于零点六，两篇必有一篇是另一篇的代理，届时应保留可从既有档案直接算出的那一个——也就是那篇。本文预测两者近乎无关，因为一个测的是权力的位置，一个测的是角色的身份。

与《差一条边》（接手图·闭合度）。 那篇把接手关系写成一张图，处理的是这张图能否闭合。分离线：那篇的对象是人与人之间的接手关系，本文的对象是终点与手段之间的角色关系。判定形式：一个接手图完全闭合的班——每个人的产物都被某个人接住——其终点仍可全程未易主（每一次接手都是把同一个终点再推进一段）；反过来，一个图不闭合的班可以在教师与个别学生之间发生真实的换位。两篇合起来给出一条本文单独说不出的话：换位要真正起作用，需要一张能把换位后的材料接住的图；图不闭合时，换位发生了也会消失在原地。

与《正好有人能解决》（清除位·透过率）。 那篇处理的是差异在到达任何位置之前被局部胜任度消耗掉。分离线：那篇的对象是被消耗的差异，本文的对象是被提为终点的手段；一次换位不需要任何差异出现（学生可以在一切顺利时把自己的做法提为检验对象），一次清除也可以在终点易主之后发生。判定形式：一门透过率为零而换位率很高的课是可能的——所有差异都被当场解决，而终点仍在教师安排下易过主；本文预测这类课的效果介于两者之间，这是两篇合用时的一条新预测。

十九、与同日另两篇的划界

本文与同日发表的另两篇同答一个问题，采用同一种做法，因此互为最容易被混同的两位。

与《要到那儿，下一步该做什么有几个答案》（物理×心理×工程）。 那一篇处理的是倒推这个动作本身在什么条件下有解，读数是"下一步"的答案个数；本篇处理的是终点易主这个事件，读数是易主次数。两者数学上独立：倒推唯一性高的区间里完全可以从不换位（这正是本篇的靶格），倒推无解的区间里也可以频繁换位而毫无结果（那是本篇的漂移格）。判决性对照：一门倒推唯一性最高的技能课，那一篇预测应当用倒推、本篇预测换位率会趋零且这在成熟技能上不是问题——两篇在这一格上给出方向一致但内容不同的判断，可同批测量。

与《这一节课结束时，这个班手里多了什么》（细胞×工程×艺术）。 那一篇处理的是学习过程自己造出来、随后成为自己条件的那类东西，读数是存量；本篇处理的是角色互换。分离线：自建条件可以在终点从未易主的课上积累（例如一个班在纯讲授课上自发形成的一套记号），而换位可以在完全没有自建条

件的课上发生。两个读数正交。判决性对照：若自建条件存量与换位率相关系数高于零点六，两篇必有一篇是另一篇的代理，届时应保留可清点的那一个。

二十、五种最强的竞争解释，与排除它们的设计

前面给出的证伪条件只有排除了下面这几条，才算机制层面的检验，而不只是确认现象存在。每一条都配一个排除设计，且排除设计尽量落在既有数据上。

竞争解释一：其实不就是教师更会随机应变吗。 这是最朴素也最难反驳的一条。愿意在异常出现时停下来的教师，通常在别的方面也更好。排除设计：用教案偏离次数独立测量灵活性。本文独有的变量与它正交——一位教师可以频繁偏离教案而终点从未易主（换了活动没换终点），也可以严格按教案走而终点在某一时刻易主（教案里就写着“这一段用你们的方案来检验上周定的标准”）。**本文获胜的观察是：在教案偏离次数匹配的两组之间，换位率仍预测延迟迁移。**

竞争解释二：其实不就是课上得慢、内容少吗。 换位要花时间，慢下来的课自然内容少而思考多。排除设计：控制单位时间的内容覆盖量与总课时。**本文获胜的观察是：在内容覆盖量相同的两个班之间，换位率仍有区分力；**而若把课上得慢本身就足以解释效应，换位率在控制进度之后应当失去预测力。

竞争解释三：其实不就是学生水平高吗。 水平高的学生才提得出能触发换位的材料。排除设计：在基础知识、语言能力与一般认知水平匹配后再看。**本文独有的预测是：同一批学生在同一学期的不同单元之间，换位率会显著变化——**若换位率主要随学生走而不随单元走，本文把一个结构问题当成了能力问题。

竞争解释四：其实不就是认知参与更深吗。 换位期间学生在反思自己的方法，那正是深加工。排除设计：对认知参与做细粒度编码后看增量。**本文获胜的案例必须包括两种反向分离：高参与而终点固定（预测迁移较低）；参与量相近而终点易过主并交还（预测迁移较高）。**若加入参与变量后换位率完全失效，本文只是把深加工重新命名了一次。

竞争解释五：其实不就是评分者从好结果倒推好过程吗。 编码者若知道延迟成绩，容易把前序事件读成换位。排除设计：时间盲法——过程编码在延迟测验揭盲之前完成；教案版本、题库改动与量规修订记录优先于访谈回忆；报告编码分歧率。若盲法之后换位变量的信度很低或效应消失，**本文不能用“课堂过程复杂”回避失败。**

判决可以压缩成一句：若在同一课程、同一教师或教师固定效应、内容覆盖量、教案偏离次数与先验知识匹配的条件下，由具体差异触发的终点易主先于延迟迁移的改善出现，且交还与改写的比例可解释效应的大部分，则本机制优于上述五条；若效应被灵活性、进度、水平或参与深度完全吸收，或时间顺序相反，则竞争解释获胜。

二十一、分层引用结构

本文的主张分三层，各自的证伪条件不同，可以分层引用。写清这一点是诚实，也是保护——第一层被推翻时，后两层仍然站得住。

第一层：换位区间作为一个存在物。 这是最强也最容易倒的一层。它主张一节课里存在一段可以被识别的区间，其中原为手段的那一样取得了终点资格并在被改写后交还。它的证伪条件是编码信度——若不同编码者对"角色是否真的互换"的判定无法达成一致，这一层就不可操作。

第二层：终点一手段两轴的辨别格作为一个分析工具。 即使第一层的存在物主张被判为过强，这张格子仍然可用：它把"目标是否明确"与"目标是否易过主"分开，而这两件事在现有的课堂评价里被压在一根轴上。这一层的证伪条件是正交性——若两轴高度相关，格子退化为一维。

第三层：一条不依赖前两层的经验主张。 目标写得最清楚、活动与目标对齐得最好、评价与目标一一对应、进度严格按大纲推进的课程，其学生在延迟的变式任务上不优于对齐度中等的课程。这一条完全不需要"换位"这个概念，可以由任何人用现有的对齐度量表与延迟测验直接检验，而且它是三层里最便宜的一条。

最容易检验的是第三层，最容易被推翻的是第一层，而本文最看重的是第一层。 这个顺序本身值得写出来：如果第三层被证实而第一层被推翻，那说明现象是真的而本文对它的刻画是错的；如果第三层被推翻，本文的三层一起倒。

二十二、证伪与赌注

最强的竞争解释是：**其实不就是课上得更灵活、教师更会随机应变吗。**

本文必须能排除它。灵活性可以用教师对预设教案的偏离次数测量；本文独有的变量是**终点资格的转移**，它与偏离次数正交——一位教师可以频繁偏离教案而终点从未易主（换了活动没换终点），也可以严格按教案走而终点在某一时刻易主（教案里就写着"这一段用你们的方案来检验我们上周定的标准"）。

核心证伪条件：在同一门课程、同一批教师、控制教案偏离次数、时间投入与学生先验知识之后，若换位率与两周以上的变式迁移之间不存在剂量—反应关系，则本文为伪；届时应把课堂运行的差别归于教学灵活性，而非终点资格的转移。

其余七条：

其二，若换位率与"教师宣布关注方法"的次数高度相关，说明编码没有抓住触发源，只是在测教师的话语，本文的读数失效。

其三，若在终点稳定的技能领域换位率仍强预测结果，本文关于适用范围的收窄是错的，应扩大范围并重写反向约束一节。

其四，正向读数（顺序）：在完整的换位事件中，触发源应当**早于**教师的任何相关表述出现。若教师表述总是先于触发源，则换位是被安排的，本文的干预形式判断为伪。

其五，若换位之后原终点被改写的比例与结果无关，只有换位次数有关，则"交还与改写"这一条件多余，辨别格应简化为一维。

其六，最便宜的一条：**软件课的提交记录里，测试通过之后发生的重写次数与该模块后续缺陷密度的关系**。这份数据在多数教学平台与代码托管里已经存在，不需要新的采集。

其七，若不同编码者对"角色是否真的互换"的判定一致性低于可接受水平，本文的核心读数不可操作，应退回为一个分析工具，不再主张剂量—反应。

其八，若在四个已有制度化换位节点的行业（工艺开发、软件、田野、产品）里，那些节点的存在与产出质量无关，则本文的兑现是同形而非真兑现。

写死日期的赌注：在二〇三〇年十二月三十一日前，至少两项在同一制度环境内、平行班不少于十二个、预注册的研究，报告换位率在控制教案偏离次数、时间投入与先验知识之后仍正向预测两周以上的变式迁移。

以下不算命中：只报课堂活跃度或学生满意度；只比较项目式与讲授式；把教师宣布关注方法的次数当作换位；用两个学校或两个国家的对比充当剂量—反应；机构自行说明已实施；与其他改革打包而无法分离。

二十三、反噬与治理

换位率一旦进入考核，最省事的实现方式是：在每个单元里安排一次"方法反思环节"，让所有学生在同一时刻写下自己用了什么方法。这个做法能把数字做满，而它恰恰不是换位——它是把新终点也指定了一遍，触发源是课表。更糟的是它比真换位省事得多，因为真换位要求教师在异常出现时不去关掉它，而这需要放弃当堂的进度。

第二重反噬：为了做高换位率而人为制造异常。教师可以设计一定会出错的任务，让"方法"顺理成章地浮上来。这样得到的换位有触发源，且触发源不是宣布，因而能通过本文的编码规则——本文的读数在这里是可以被骗过的。

三条治理底线：换位率指向课堂的运行结构，不指向教师或学生的稳定品质，不得单独用于排名；不得为提高读数而在安全关键的训练场合人为制造异常；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。

我看不到一个彻底的出口。只要这个读数被采用，制造换位就永远比允许换位省事。唯一可用的限制是把高分案例与延迟迁移绑定，并要求每一次换位都能指出一个**不是由本课设计出来的**触发源——而这一条本身也可以被绕过。

二十四、若本判断被证伪，我们会学到什么

一条判断的价值不只在它成立时给了什么，也在它不成立时排除了什么。本文把这一条单列，因为它决定了这项检验值不值得做。

若换位率对延迟迁移没有增量预测力，我们学到的不是"课堂运行方式无关紧要"，而是一件更具体的事：**终点的身份不是课堂运行的承重变量，承重的是终点的稳定性。**那意味着教学设计那条把目标锁死在最前面的次序是对的，而它遇到的所有麻烦（试用发现目标有问题、高层级目标不可操作化）应当在需求分析阶段解决，不应当在实施中解决。这是一个明确的结论，且它会改变现在这种"一边锁死目标一边靠实施中的调整补救"的两头不靠。

若换位率有预测力而交还与否无关，我们学到的是：起作用的是**注意力从终点移开这个动作本身**，而不是它带回了什么。那会把本文的处方从"记录交还"简化为"每单元安排一次方法反思"——也就是本文在反噬那一节判为无效的那个做法反而是对的。这个结果对本文不利，但它比本文的原主张便宜得多，值得优先检验。

若靶格与漂移格的延迟迁移无差异，我们学到的是：终点从不易主与终点乱易主，在结果上是同一件事。那意味着这两根轴合成一根就够了，本文的辨别格应当退回一维，而"目标稳定性"这个现有概念足以覆盖全部现象。

三种失败方式各自指向不同的下一步，这是本文认为这项检验值得做的理由。

本文交出三个自己解释不了的洞。第一，换位的最优频率与内容的什么性质有关，形式部分只说了它随转化效率上升，没有说清哪一类内容的转化效率高。第二，交还与不交还的分界在具体课堂里往往不清楚——一稿被放弃了，原终点算交还了还是没交还？编码规则在这一点上会产生真实分歧。第三，本文完全没有处理**换位对学习者的负担**：把自己的做法当作对象来看是一件消耗很大的事，而本文的整个论证都假定这个消耗可以忽略。

二十五、自反检验

按本文自己的判据，这篇文章的终点从头到尾没有易过主。它开头就写清了要论证什么，中间的每一节都是达成它的手段，结尾交出了同一样东西。它落在自己的靶格里：形式审查全部通过，对齐良好，而读者读完之后手里多了一个名字，课堂的运行方式一处没变。

这个定位有具体后果。本文不能用内部一致性当作证据，不能因为能解释很多场景就宣称成立。它能做的只有把编码规则、竞争解释与失败条件交出来，并且承认：如果这套东西被使用，最先被改的应当是本文的反向约束一节——那三处约束是三家给的，不是本文自己想让步的，因此也最可能在实测中被推翻。

本文交出两个自己解释不了的洞。第一，换位的最优频率与内容的什么性质有关，本文只说了它随先验知识上升，没有说清是哪一类内容更容易产生自发换位。第二，交还与不交还的分界在具体课堂里往往不清

楚——一稿被放弃了，原终点算交还了还是没交还？本文的编码规则在这一点上会产生真实的分歧，而这个分歧本文没有解决。

二十六、结论

课堂如何运行才能让学习真正发生，三门学科给了三条不能并存的次序：从表现倒推、从条件正推、以学习者的做法为终点。三家共同假定终点是一个可以被指定的位置。

化学自己拆掉了这个假定。它同时使用逆合成与条件筛选，而选用哪一套的判据是信息在哪一端多——终点与手段的角色由信息分布决定，因而是可以互换的。

由此得到一条三家单独都推不出来的判断：**课堂运行的对错不在选哪个终点，而在有没有一段区间让原为手段的那一样取得终点资格，并在被改写之后把资格交还。** 学习不发生在任何一条路径的内部，因为每条路径内部另两样都被降格为手段，而被降格的那一样恰恰是此刻正在成形的东西。

这句话的可操作形式是一句问话：这一节课里，有没有哪一刻，原本用来达成目标的那样东西本身成了要达成的东西——是哪一刻，由什么触发的？

如果一门课的答案永远是"没有"，那么它的目标可能写得非常清楚，活动与评价可能对得非常齐，形式审查可能一项不缺，而它从头到尾只在做一件事：把已经定好的那个位置到达一遍。

注释

〔一〕本文所说的"终点"限于**在这一段工作里被当作要到达的那一样**，不涉及课程目标在行政文件上的表述。一门课的正式目标可以一字未改，而它在某一节课里的实际终点易过主。二者不是同一个量，本文只处理后者。

〔二〕换位的触发源判定要求可指认的前序事件。"教师察觉到学生需要关注方法"不构成触发源，因为它无法与"教师按计划安排了方法反思"分开；可用的触发源必须是一件**在本节课里实际发生、且不是由本课设计出来的事**：一个异常结果、一次讲评里出现的对照、学生自己指出的迁移。

〔三〕本文的形式部分里的 β 、 c 、 r 没有给出测量方法。本文只主张它们的符号与相互关系可检验（三条推论均只依赖符号），不主张它们可被赋值。给出测量方法需要另一项工作。

〔四〕强制不一致一节对教学设计的强制不一致，针对的是该学问的**流程规范层**，不针对具体的设计者。大量优秀的设计者事实上在实施中改过目标，而他们通常把这件事记为"实施调整"而非"目标修订"——这一点本身是本文命题的一个旁证，但它是轶事，不构成证据。

〔五〕本文的三处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而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

- Chi, M. T. H., & Wylie, R. (2014). The ICAP framework: Linking cognitive engagement to active learning outcomes. *Educational Psychologist*, 49(4), 219–243.
- Corey, E. J. (1991). The logic of chemical synthesis: Multistep synthesis of complex carbogenic molecules (Nobel Lecture). *Angewandte Chemie International Edition*, 30(5), 455–465.
- Corey, E. J., & Cheng, X.-M. (1989). *The Logic of Chemical Synthesis*. Wiley.
- Dannels, D. P., & Martin, K. N. (2008). Critiquing critiques: A genre analysis of feedback across novice to expert design studios. *Journal of Business and Technical Communication*, 22(2), 135–159.
- Hetland, L., Winner, E., Veenema, S., & Sheridan, K. M. (2013). *Studio Thinking 2: The Real Benefits of Visual Arts Education* (2nd ed.). Teachers College Press.
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work. *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86.
- Kulik, C.-L. C., Kulik, J. A., & Bangert-Drowns, R. L. (1990). Effectiveness of mastery learning programs: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 60(2), 265–299.
- Merton, R. K. (1940). Bureaucratic structure and personality. *Social Forces*, 18(4), 560–568.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human Problem Solving*. Prentice-Hall.
- Perera, D., Tucker, J. W., Brahmbhatt, S., Helal, C. J., Chong, A., Farrell, W., Richardson, P., & Sach, N. W. (2018). A platform for automated nanomole-scale reaction screening and micromole-scale synthesis in flow. *Science*, 359(6374), 429–434.
- Perera, D., Tucker, J. W., Brahmbhatt, S., et al. (2018). A platform for automated nanomole-scale reaction screening and micromole-scale synthesis in flow. *Science*, 359(6374), 429–434.
- Shevlin, M. (2017). Practical high-throughput experimentation for chemists. *ACS Medicinal Chemistry Letters*, 8(6), 601–607.
- Wiggins, G., & McTighe, J. (2005). *Understanding by Design* (Expanded 2nd ed.). ASCD.

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