

学科通融 · 之六十八

开着的时候没人来

论课堂的内容时序与感受窗口时序不对齐，及为什么窗口关上不产生任何信号

细胞学 × 工程学 × 艺术学

作者 王德生 + Claude

栏目 学科通融 · 站外碰撞

篇幅 约1.9万字 · 26页

发表 2026年8月3日

摘 要

课堂按内容的逻辑关系排序：先讲这个，因为后面那个要用它。这条排法从未被认真质疑，因为它看起来只是常识。细胞学主张一次诱导成不成不取决于信号强度、取决于靶细胞当时在不在感受态，工程学主张装配成不成不取决于每个零件多精确、取决于公差链怎么分配，艺术学主张作品成为什么样子不取决于意图、取决于材料在制作序列里的抵抗。三家争的是改变由什么驱动，而共同假定了一条没说出口的话：「准备好了没有」是可以先于动作被读出的属性——课堂对它的信奉最彻底，前测、分层、先修要求、学情分析整套装置都在做这一件事。推翻它的材料来自细胞学自己——序贯诱导：靶组织的感受期窗口本身由更早一轮的信号打开，准备度不是靶方的属性，是上一轮的产物；而它有时限，窗外不是打折是归零。由此命名空窗：由上一轮教学打开、而在其开启期间没有任何相应内容到达的感受期。四类窗口的时长差两个数量级（秒到周），签名各不相同，其中最难辨认的一类表现为追问减少而不是增加。承重判断是：学习之所以少，不是内容顺序错了、不是学生基础差、也不是教法不对，而是教学序列按内容逻辑排、窗口按上一轮的产物开合，两套时序互不迁就，而课堂只记录前一套；窗口未开而内容到达会产生信号，窗口已开而内容未到达不产生任何信号——课堂的全部纠错能力只对前一格有效。

这一篇由哪三个学科的理论体系撞成

第一家主张一次诱导成不成只由靶方当时在不在感受态决定，窗外同样的信号完全无效；第二家主张装配失败不是零件不合格、是公差链没有被分配，而现实解是事后配对；第三家主张形式由材料在制作序列中的抵抗决定，熟练者的做法是随时改路线以就窗口。三条不能同时为真：工程学「先做、实测、再分组配对」的日课，正是细胞学判为不可能的那件事——窗口关上之后没有任何办法把当时该来的信号补配给它（细胞判工程）；而细胞学那套被严格编排的时序，恰恰是艺术学判为坏工艺的东西（预设的工序表在材料面前就是不会做活，艺术判细胞）；至于细胞学的处方——让信号时序与窗口时序精确对齐——课堂做不到，因为课程表必须事先写出来，而窗口在上一轮结束前不可知（工程与艺术共同判细胞）。三家均为站外的公开文献，链接直达原始出处，可自行核对。

细胞学 · 感受态窗口与序贯诱导

[Gurdon & Bourillot, Morphogen Gradient Interpretation \(<i>Nature</i> 413, 2001\); 另见 Gurdon, Embryonic Induction — Molecular Prospects \(<i>Development</i> 99:3, 1987\); Waddington, <i>Organisers and Genes</i> \(Cambridge 1940\)](#)

主张一次诱导是否成功取决于靶组织当时处不处在感受态，窗外同样浓度同样时长的信号完全无效——不是打折，是归零。这一支自曝：感受期窗口本身由更早一轮的信号打开，它用这条解释发育时序为何被如此精确地编排，从没有人拿它当作「准备度不是可先于动作读出的属性」的证据。

<https://doi.org/10.1038/35101500>

工程学 · 公差链与选择性装配

[Chen, *Optimising Tolerance Allocation for Mechanical Components Correlated by Selective Assembly* \(<i>Int. J. Adv. Manuf. Technol.</i> 12, 1996\); 另见 Whitney, <i>Mechanical Assemblies</i> \(Oxford University Press, 2004\)](#)

主张装配失败不是零件不合格、是公差沿装配序列的累积没有被分配；提高单件精度成本按指数上升而累积公差只按平方根下降，故正解从来不是「都做准一点」。这一支自曝：现实对策是**选择性装配**——先做、实测、再分组配对，用事后配对吸收累积误差。

<https://doi.org/10.1007/BF01179810>

艺术学 · 材料的抵抗与工艺时间窗

[Ingold, <i>Making: Anthropology, Archaeology, Art and Architecture</i> \(Routledge, 2013\); 另见 Rhodes, <i>Clay and Glazes for the Potter</i> \(1957\); Mayer, <i>The Artist's Handbook of Materials and Techniques</i> \(5th ed., Viking 1991\)](#)

主张决定一件作品成为什么样子的是材料与工具在制作序列中的抵抗，不是作者的意图；意图只有通过抵抗才成为形式。工坊里的时间窗有名字、有判据——陶土的皮革硬阶段以小时计，油画的可覆时间以天计。这一支自曝：熟练者不是更能预测窗口，而是**随时改路线以就窗口**。

<https://www.routledge.com/9780415567237>

目 录

摘 要.....	5
Open, and Nobody Came.....	5
一、问题从哪里来	6
二、细胞学的单因主张：已有状态与信号条件不容，驱动分化路径改变	6
三、工程学的单因主张：实际尺寸与装配序列不容，驱动装配条件改变	7
四、艺术学的单因主张：制作路径与材料条件不容，驱动作品呈现改变	7
五、三家为何不能同时为真	8

六、共有前提，与推翻它的那件材料.....	8
七、空窗.....	9
八、空窗的四种亚型.....	10
九、二维辨别格.....	11
十、读数与一句不含判断词的问法.....	11
十一、十处兑现.....	12
十二、三家为何各自到不了.....	13
十三、与最接近的几种说法的分界.....	13
十四、一个单元走完：窗开着的那三天.....	15
十五、与同批另两篇的分工.....	15
十六、五类场景展开，与其中两处收窄.....	16
十七、三个领域反过来加上的限制.....	17
十八、不适用的边界.....	17
十九、经验研究设计.....	18
二十、证伪条件与轮次预测.....	19
二十一、备课可以怎么改：四个动作.....	20
二十二、反噬预言与伦理限制.....	20
二十三、自反.....	21
二十四、为什么常见的改革处理不了这一件.....	22
二十五、分层引用，与三个本文解释不了的洞.....	22
二十六、三条本文预测而尚无人测的现象.....	23
二十七、结论与一条写死日期的赌注.....	24
注 释.....	24

论课堂的内容时序与感受窗口时序不对齐，及为什么窗口关上不产生任何信号

细胞学、工程学与艺术学的三重动力解释

摘要

课堂按内容的逻辑关系排序：先讲这个，因为后面那个要用它。这条排法从未被认真质疑，因为它看起来只是常识。细胞学主张一次诱导成不成，不取决于信号强度，取决于靶细胞当时在不在感受态；工程学主张一个装配体能不能工作，不取决于每个零件多精确，取决于公差链怎么分配；艺术学主张作品成为什么样子，不取决于作者的意图，取决于材料在制作序列里的抵抗。三家争的是改变由什么驱动，而共同假定了一条没有说出口的话：“准备好了没有”是可以先于动作被读出的属性。推翻它的材料来自细胞学自己——序贯诱导：靶组织的感受期窗口本身是由更早一轮的信号打开的，“准备度”不是靶方的属性，是上一轮的产物。带回课堂便得到本文命名的对象：**空窗**——由上一轮教学打开、而在其开启期间没有任何相应内容到达的感受期。承重判断是：学习之所以少，不是内容顺序错了、不是学生基础差、也不是教法不对，而是教学序列按内容的逻辑排、感受窗口按上一轮的产物开合，两套时序互不对齐，且课堂只记录前者。本文给出对窗率这一读数、一张二维辨别格、一句不含判断词的问法、与九种相近说法的分界（含关键期这一最危险的占位者）、三处反过来加上的限制、七条证伪条件与一条写死日期的赌注。

关键词：空窗；对窗率；感受态窗口；序贯诱导；时序错配

Open, and Nobody Came

On the misalignment between a classroom's content order and its windows of receptivity, and why a window closing leaves no trace

Abstract. Classrooms sequence content by logical dependency: this first, because that will need it. Cell biology holds that whether an induction succeeds turns not on signal strength but on whether the target is competent at that moment; engineering holds that whether an assembly works turns not on each part's precision but on how the tolerance chain was allocated; art holds that a work takes the form it does not from the maker's intention but from the material's resistance along the making sequence. The three disagree about what drives change, yet share an unstated premise: that readiness is a property readable before the act. The material overturning this comes from cell biology itself. In sequential induction, the competence window of a target tissue is itself opened by an earlier signal — readiness is not a property of the receiver but a product of the previous round. Carried back to the classroom, this yields the object named here: the **empty window**, a period of receptivity opened by the

previous round during which no corresponding content arrives. The load-bearing claim is that learning is scarce not because the order is wrong, the students weak, or the method poor, but because instructional order follows content logic while windows open and close on what the previous round actually produced — two clocks that do not align, only one of which is recorded. The paper supplies an alignment rate, a matrix, a modality-free question, separations from nine adjacent accounts including the most dangerous placeholder (sensitive periods), three constraints imposed in return, seven falsification conditions, and a dated wager.

Keywords: empty window; alignment rate; competence window; sequential induction; temporal mismatch

一、问题从哪里来

一位教师讲完反比例函数，学生第一次真切地看见"两个量在变，而它们的乘积不动"。这一时刻在学生身上打开了一样东西：他现在对"什么东西在变化中保持不动"这类问题特别敏感，随手就能举出例子，也会主动去问别的地方有没有这种情况。

按教材，下一节是反比例函数的图像。图像这一节讲得很好，学生学得也不差。而那个刚打开的口子在两三天之内合上了——不是被压制，是没有东西到达。等到几个月后讲能量守恒、讲化学计量、讲比例推理，那个口子已经不在，教师面对的是一群"以前学过反比例函数、但看不出这两件事是一回事"的学生。

这不是一个偶然的排课失误。教材按内容的逻辑关系排序——先讲函数的定义，再讲它的图像，再讲它的应用——这条排法在学科内部完全自治，而且是唯一可以事先写下来的排法。问题在于，**被打开的那个口子不按内容逻辑开合，它按上一轮实际产生了什么开合**。两套时序谁也不迁就谁，而课堂只记录前一套。

窗口关上时不产生任何事件。那几天里课上得很顺，作业正确率正常，因为讲的是图像，而图像不需要那个口子。等到几个月后发现学生迁移不动，归因几乎必然是"基础不牢""不会灵活运用"——两个归因都指向学生，不指向那次错开。

本文追问的正是这一段。它不报告新采集的数据，是一篇理论性文章；其经验主张需要预注册研究与独立复核检验。

二、细胞学的单因主张：已有状态与信号条件不容，驱动分化路径改变

发育生物学处理过一个形式上完全相同的问题。一块组织能不能被某个信号诱导成某种结构，不取决于信号有多强，也不取决于这块组织的谱系有多"好"，而取决于它在接到信号的那一刻**处不处在感受态**。这个

概念在发育学里有近一个世纪的历史，是移植实验的核心读数：同一块供体组织移到同一位置，早两小时成，晚两小时不成（Waddington, 1940; Gurdon, 1987）。

感受态是有时限的。窗口之外，同样浓度、同样时长的信号完全无效——不是打折，是归零。这一条使发育学不得不同时记录两套东西：信号的时空分布，与靶组织的感受期。

这一支的单因主张是：**决定一次诱导是否成功的，是靶方当时在不在感受态，不是信号强度**。时序读数是：先有窗口的开启，随后信号若在窗内到达则分化路径改变，改变后的组织又成为下一轮信号的来源或靶方。

单因锁定成立：这一支不认为"信号强度"与"感受态"是并列因素。在窗外，强度这个变量的斜率为零。

它自己知道、却不往这个方向用的事实是**序贯诱导**：靶组织的感受期窗口本身是由更早一轮的信号打开的。在中胚层诱导等经典体系里，一次诱导的产物正是下一次诱导的感受方，而它的窗口由上一次的强度与时长决定（Gurdon & Bourillot, 2001）。这一支用它来解释发育时序为何如此精确地被编排；**它从来不被当作一条关于"准备度是不是可先于动作读出的属性"的证据**。

三、工程学的单因主张：实际尺寸与装配序列不容，驱动装配条件改变

机械装配提供第二个位置。一台机器装不上，通常不是因为某个零件不合格——每个零件都在图纸公差之内，而它们叠起来就是装不上。决定装配成不成的，是**公差如何沿装配序列累积与分配**，即公差链（Whitney, 2004）。

这一支的单因主张是：**装配失败不是零件不合格，是公差链没有被分配**。时序读数是：先有各零件的实际尺寸分布，随后它们与既定装配序列不容，于是装配条件本身改变——加夹具、改基准、留修配量。

单因锁定成立：这一支不认为提高每个零件的精度是替代方案。提高精度成本按指数上升而累积公差按平方根下降，因此工业上的正解从来不是"都做准一点"。

它自己知道、却不往这个方向用的事实是**选择性装配**：把零件按实测尺寸分组，大孔配大轴、小孔配小轴，用事后配对吸收累积公差。这是量产轴承与发动机的标准工艺。这一支用它来降低成本；**它没有被用来问：一个不能事后配对的系统，靠什么吸收累积误差**。发育不能选配——窗口过了就是过了，没有"等下一批合适的信号来配"这回事。这一条恰恰是本文与工程学之间最锋利的地方。

四、艺术学的单因主张：制作路径与材料条件不容，驱动作品呈现改变

工艺与制作研究提供第三个位置，而且它每天都在处理时间窗。一块陶土只有在**皮革硬**这个含水阶段才能修坯、接坯、刻花：太湿则塌，太干则裂，窗口以小时计。一层油画只有在**可覆时间**内才能安全地上一层：太早则搅动下层，太晚则附着不牢，窗口以天计。这些窗口在工坊里有名字、有判据、有师徒相传的手感（Rhodes, 1957; Mayer, 1991）。

这一支的单因主张更强：**决定一件作品成为什么样子的，是材料与工具在制作序列中的抵抗，不是作者的意图。**意图在材料面前不断被改写；作品是这一路改写的结果，不是意图的实现（Ingold, 2013）。

时序读数是：先有制作路径与材料当前状态的不容（土太干了、颜料还没干透），随后作品实际呈现出来的样子改变，改变后的样子又决定下一道工序何时可以开始。

单因锁定成立：这一支不认为意图与材料是共同作用的两个因素。它主张意图只有通过材料的抵抗才成为形式，因此抵抗是决定项。

它自己知道、却不往这个方向用的事实是**熟练者与材料的往复**：熟练的工匠不是更能预测窗口，而是随时改变自己的路线以就窗口——不是"等土到皮革硬再来"，而是"土现在到皮革硬了，那就先做这一步"。这一支用它来描述技艺的性质；**它没有被用来问：一个必须按预定工序表推进、无法随窗口改路线的制作体系，会损失什么。**而这正是课堂的处境。

五、三家为何不能同时为真

三家把决定性的驱动放在三个不同位置：细胞学放在已有状态与信号条件的不容，工程学放在实际尺寸与装配序列的不容，艺术学放在制作路径与材料条件的不容。并列起来会得到一句无风险的话：教学要看学生的准备度、要安排好顺序、要顺应实际情况。这句话正确，而任何失败都可以事后归入其中一条。

三家实际上互相取消。

工程学的日课正是细胞学判为不可能的那件事。工程的现实对策是选择性装配：先做出来，实测，再分组配对——把对齐推迟到事后。而发育里没有选配：窗口关上之后，没有任何办法把"当时该来的那个信号"补配给它。若细胞学那一条是对的，工程学的整套误差吸收方案在这一类系统里不可移植；若工程学那一条是对的，细胞学关于窗口不可逆的坚持就是没有找到配对机制而已。

艺术学的日课正是细胞学判为坏工艺的那件事。熟练工匠的做法是**随时改路线以就窗口**——土到皮革硬就先修坯，颜料没干就先去画别的。而发育的时序是被严格编排的，改路线在那里等于畸形。若艺术学那一条是对的，"按预定工序推进"本身就是病；若细胞学那一条是对的，随窗口改路线只能在没有严格依赖关系的系统里成立。

细胞学的处方在另两家眼里不可执行。细胞学的办法是让信号的时序与窗口的时序精确对齐——发育用了几亿年演化出这套编排。课堂做不到：课程表必须事先写出来，而窗口在上一轮结束之前不知道会开在哪儿。

三家必须有两家错，或者三家的病灶都放错了位置。本文主张后者。

六、共有前提，与推翻它的那件材料

三家争的是一次改变由什么驱动。而它们共同假定了一条从未说出口的话：

> "准备好了没有", 是一个可以先于动作被读出的属性。

细胞学在移植之前测靶组织在不在感受态; 工程学在装配之前测零件合不合公差; 艺术学在下一道工序之前摸土到没到皮革硬。三家的整套实践都建立在"先读准备度、再动手"之上。把这句话念给三家听, 三家都会说这还用说吗——它不是任何一家的立场, 是三家共同站着的地面。

课堂对它的信奉更彻底: 前测、分层、先修要求、诊断性评价、学情分析, 整套装置都在做同一件事——**在教之前读出学生准备好了没有。**

推翻它的材料在细胞学自己手里, 而且是发育学教科书上的常识: **序贯诱导**。靶组织的感受期不是它自带的属性, 是**更早一轮信号的产物**; 窗口什么时候开、开多久, 由上一轮的强度与时长决定。这意味着三件事, 逐件都与共有前提相反:

其一, **准备度不是靶方的属性, 是上一轮的产物**。测它等于在测上一轮做了什么, 而不是在测这个靶方是什么样的东西。

其二, **它是有时限的, 且时限也由上一轮决定**。因此"现在准备好了没有"这个问题的答案在几小时内会变, 而变化的原因不在靶方身上。

其三, **它会自己关上, 且关上不产生任何事件**。窗口关闭时组织没有任何异常, 它只是回到了一般状态; 只有在事后发现该出现的结构没出现时, 才能反推窗口曾经开过又关了。

带回课堂, 共有前提塌掉。前测测到的不是这个学生是什么样的学生, 是**上一轮教学在他身上打开了什么**; 而这个东西会在几天内合上, 且合上时全班表现正常。课堂用来读准备度的整套装置, 读的都是一个正在变化而它假定不变的量。

七、空窗

据此本文命名一个对象。

> **空窗**: 由上一轮教学在学习者身上打开、而在其开启期间没有任何相应内容到达的感受期。

四个必要条件缺一不可。第一, 上一轮教学**确实打开了**某一处感受期——它的可观测签名是学习者在此期间自发地举出相关例子、提出相关疑问、或在无关任务里迁移使用该结构。第二, 在窗口开启期间, **教学内容按内容逻辑推进到了别处**。第三, 窗口**关上**——自发涌现停止, 学习者不再主动使用该结构。第四, **不产生任何信号**: 这段时间的课上得正常, 作业正确率正常, 因为讲的内容不需要那个口子。

三条性质使它区别于邻近的坏情况。

它不由学生的一般能力决定。**基础好的学生同样有空窗**——他的窗口开得更宽、涌现更明显, 因而关上时损失更大。这一条使本文与"基础差"划清界线。

它不是打折，是归零。窗外教同样的内容，效果与从未打开时相同。这一条使本文与"最佳时机"这类程度说法划清界线。

它不与内容难度相关。一个很容易的内容可以打开一个很要紧的窗口（反比例函数打开的是不变量意识），一个很难的内容可以什么也不打开。

需要排除两类伪阳性。其一，**窗口未开而内容到达**：这会产生信号——学生听不懂，教师会察觉并处置。它是无效教学，不是空窗。其二，**内容到达而窗口仍在**：这是对上了，不是空窗。

也要排除一类伪阴性：**内容标题相同不等于对上了窗口**。下一节讲"反比例函数的应用"，标题上完全相关，而打开的窗口是"不变量"，讲的是"应用题的解法步骤"——两者不是一回事。**判定的对象是上一轮实际产生的那样东西，不是上一轮的内容标题**。

八、空窗的四种亚型

按被打开的是哪一种窗口，可以分出四类。四类的时长、签名与能接住的内容都不同，因此登记的难度也不同。

不变量窗。学习者第一次看见"变化之中有东西不动"——反比例函数的乘积、化学反应的原子数、守恒律、几何变换里的不变量。它的签名最容易辨认：学习者开始主动举例，而且举的例子跨出本学科。时长以天计。它能接住的内容极广，因为不变量意识几乎是所有定量推理的入口。

反例窗。学习者第一次自己造出一个反例，把一条他刚接受的规则推翻。签名是他开始追问"那如果……呢"，且追问的对象是规则本身而不是题目。时长以天计，但**极易被一次"你想得太多了"关闭**。它能接住的是任何需要边界意识的内容。

可验证窗。学习者第一次不靠权威判断对错——自己代回去验算、自己查一遍、自己做个小实验。签名最难辨认，因为它表现为**追问减少而不是增加**：他不再问"这样对不对"，而是直接去查。时长最短，以小时到一两天计，因为它极度依赖当下那次成功的验证经验。它能接住的是一切关于判据的内容。

结构同形窗。学习者看见两件表面不同的事其实是一回事——行程问题与工程问题、化学平衡与经济均衡、递归与数学归纳法。签名是他开始说"这跟那个是一样的"，且说得哪里一样。时长最长，可达数周，因为同形的识别本身需要慢慢展开。它能接住的是任何跨单元、跨学科的内容，因此它也是被课程表错过得最彻底的一种——跨单元的内容按定义不在下一节课里。

四类的登记难度依次上升：不变量窗与结构同形窗可以从自发举例中直接辨认，反例窗要看追问的对象，可验证窗最难，因为它的签名是一个消失（不再问对不对）而不是一个出现。**一个只按"学生提问多不多"来判断课堂活跃度的观察表，会把可验证窗记为零**。

四类也可以并存。一次成功的推导可以同时打开不变量窗与可验证窗，而两者的时长相差一个数量级——若下一轮只接住其中长的那个，短的那个照样关上。因此登记必须**按类分记**，不能只记"窗口开了"。

九、二维辨别格

横轴取**窗口是否开启**，纵轴取**相应内容是否在窗内到达**。两轴相互独立。

	内容未到达	内容到达
窗口未开	无事发生：按内容逻辑推进，与窗口无关；多数课时属此格，本身不构成损害	无效教学：讲了没用； 会产生信号 ——学生听不懂，教师会察觉并处置
窗口已开	空窗：窗开着，而这段时间在讲别的；不产生任何信号。本文的靶格	对窗：内容落在能被接住的时刻，此处常出现与投入不成比例的快速进展

左下角是靶格，三条性质使它难以被发现。

其一，短期指标表现为改善。空窗期间讲的是不需要窗口的内容，这类内容通常更程序化、更容易讲清、正确率更高。**窗口错过得越彻底，那几天的课看起来越顺。**

其二，失效不产生任何信号。窗口关闭是一个非事件：没有错误、没有困惑、没有投诉。它的后果要到几个月后才以"迁移不动"的形式出现，而那时它已经无法被追溯到任何一节具体的课。

其三，它自我加固。课堂越是严格按内容逻辑排序、进度越可控、教学越规范，内容到达的时刻就越是课程表决定而与窗口无关；而保证进度的压力恰恰来自"顺"，即靶格的第一条性质。

右上角的无效教学是关键对照格：**同样是错开，窗口未开而内容到达会产生信号，窗口已开而内容未到达不产生信号。**两格的后果不对称，而课堂的全部纠错能力只对前一格有效。这一条本身就解释了为什么课堂改革总在处理"太难了""听不懂"，而从不处理另一格。

十、读数与一句不含判断词的问法

对窗率：一段教学中，落在由上一轮打开的窗内的内容占比。分子的判定需要两步——先在上一轮结束时记录窗口的可观测签名（自发涌现的类型），再看下一轮的起点是不是那一处。

判据写成一句不含判断词的问法：

> **教案上，后一节课的起点是由前一节的内容序号决定的，还是由前一节实际产生的某样东西决定的？**

这句话可以拿去问教案，不需要问任何人的判断，而且答案在绝大多数教案里是前者——这不是发现了什么丑闻，是课程表这件东西的定义。更细的一问是：**上一节课结束时，学生身上被打开了哪一处口子？这一节的头二十分钟讲的是不是那一处？**

五个场景跑一遍，答案互不相同：

场景	上一轮打开的窗口	下一轮按序讲什么	对窗与否
数学·反比例函数	两个量同时变而乘积不动	该函数的图像	不对；窗口以天计，图像与不变量无关
化学·一次失败的滴定	终点判断的主观性	下一个实验	不对；且失败被记为操作失误，窗口连记录都没有
编程·第一次调通递归	敢于信任自己写的函数	语法与数据结构	不对；而这个窗口极短，一两天内合上
陶艺·修坯	材料在特定含水阶段的可塑性	按周排的 下一次课	结构上不可能对窗 ——皮革硬窗口以小时计而课程按周排；工坊的现有处置是学员自行回来或师傅代修，即代做
语言·纠正性反馈之后	对某个形式的注意	教材下一课	
			部分对窗；二语习得里对"即时接受"有成规模的课堂观察数据可查

第四格与第五格是查出来的，不是从命题推出的。陶艺的皮革硬阶段有明确时长，而课程表按周排——**这一格的错配不是执行问题，是排课单位与材料时间尺度之间差了两个数量级**，工坊的应对办法（学员自己回来、或师傅代做）正好是本文预测的两条出路。二语习得对纠正性反馈之后的即时接受有系统的课堂话语编码（Lyster & Ranta, 1997），那批数据里的接受率与后续保持之间的关系，可以直接被重新读作对窗率的一个特例。

十一、十处兑现

其一，感受态对应窗口，因此研究必须在上一轮结束时记录窗口的签名，而不只是记录讲了什么。其二，感受期有时限对应窗口会关上，因此本文预测同一内容在窗内与窗外的效果差异是断崖式的而非渐变的，可用不同延迟的平行组直接测。其三，序贯诱导对应窗口由上一轮产生，因此本文预测**改变上一轮的内容会移动窗口的位置**——这是本文最要紧的一条可操作预测。其四，诱导的强度在窗外斜率为零，对应"窗外加课时无效"，可用等量课时的窗内组与窗外组对比。其五，公差链对应窗口与内容的时序累积误差，因此错配是可以逐轮累加的，不是每轮独立。其六，选择性装对应"事后配对"，因此本文的第一处方不是重排课程表（不可行），是**建立登记与自取机制**：把打开的窗口登记下来，让学习者在窗内自行取用，而不是全班同步。其七，公差不能靠提高单件精度解决，对应"提高每节课的质量不能解决错配"，因此本文预测教师培训对对窗率无效。其八，皮革硬与可覆时间对应窗口有上下界，因此本文预测过早到达与过晚到达同样无效，效应曲线是单峰的。其九，熟练工匠随窗口改路线，对应教师在窗口出现时临时改动教案，因此对窗率与教案的偏离率应当正相关——**一个从不偏离教案的教师，对窗率在结构上接近于零**。其十，材料的抵抗决定形式，对应"学习者实际产生了什么"决定下一轮该讲什么，因此课程表在原理上不能被完整地预先写出。

第三、第六与第九项是本文最依赖的三项。删掉第三项，本文的对象退回"最佳时机"；删掉第六项，处方退回"重排课程"（不可行）；删掉第九项，读数无法从现成材料中取得。

十二、三家为何各自到不了

三家没有到达这个位置，不是因为疏忽。每一家各自的问题结构，恰好使这一步成为不必要的。

细胞学到不了，因为在它的体系里信号的时序也是内生的。发育中的信号与感受态由同一套调控网络产生，因此"两套时序不对齐"这个问题在正常发育里不出现——不对齐的胚胎不能存活，于是这一支从来观察不到一个长期运行的错配系统。它掌握的关于窗口的一切知识，都是在两套时序本来就对齐的体系里取得的。**它的问题结构使错配成为不可观察的，而不是它没想到。**

工程学到不了，因为它可以事后配对。选择性装配这条出路的存在，使"窗口不可逆"在工程学里不成为问题。零件做出来先放着，实测之后再分组配对——时间不是约束，库存就是缓冲。因此这一支从不需要问"如果配不了怎么办"，也就没有理由发展出关于窗口不可逆的任何概念。它给了本文一条极好的处方，却看不见那条处方所要解决的问题。

艺术学到不了，因为它的工作对象持续存在。土还在，画还在，师傅可以等，也可以让学员回来。工坊里从不出现"窗口开着而对象不在场"的情形——对象一直在场，那才是窗口能被利用的前提。因此这一支发展出了极其精细的窗口判据（手感、含水度、指触干），却完全没有发展出"错过了怎么办"的概念，因为它在那里错过的代价是这一件坏废了，重新做一个就是。

三家的盲区各不相同，交集恰好是课堂的处境：**一个窗口内生、不可事后配对、且工作对象在窗口期间不在场的系统**。细胞学有内生与不可逆而无错配；工程学有错配与不可逆而可配对；艺术学有内生与在场而对象可弃。三条各占两样，课堂三样都占——这正是课堂里的空窗既普遍又无人指认的原因。

十三、与最接近的几种说法的分界

最近发展区说到的是：存在一个凭借帮助可及、独立不可及的能力带，教学应落在这个带里。分离线在**维度**：那一支说的是**难度带**（能力的上下界），本文说的是**时间窗**（同一难度在不同时刻效果天差地别）。判定形式：把难度完全固定，只改时点——若效果只随难度变化而与时点无关，则本判断错而最近发展区足够；若同一难度在窗内与窗外效果断崖式不同，则反之。

先修知识与前提性知识说到的是：后续学习依赖于前置内容的掌握。分离线在**量的性质**：先修是**存量**（有没有），窗口是**时相**（开没开）。判定形式：取一批先修全部达标而窗口已关的学生——先修观点预测他们能学会，本文预测效果与从未打开时相同。这一对照可以用现成的前测数据加一个延迟设计直接做。

关键期与敏感期（Lenneberg, 1967; Knudsen, 2004）是本文最危险的占位者，因为它说的正是"过了这个时间窗就学不会"，形式几乎相同。分离线必须写足，它是本文全部独立性的所在：**敏感期是发育给定的、以年计的、全人类大致相同的、与教学内容无关的；本文的窗口是上一轮教学产生的、以天或小时计的、因人因课不同的、且可以被改变上一轮内容而移动**。判定形式：若窗口的长度与位置只与年龄相关而与上一轮内容无关，则本文所说的就是敏感期的一个下位情形，应当被它吸收；若在同一批学生身上，改变上一轮内容能够移动窗口的位置，则两者是不同的东西。**第三项兑现正是为这一条准备的。**

间隔效应与复习时点说到的是：同一内容的重复应当分散安排。分离线在**对象**：那一支安排的是**同一内容**的重复时点，本文说的是**不同内容之间**的时序对齐。判定形式：固定同一内容的所有重复时点，只改变紧邻的另一内容——间隔效应预测无差异，本文预测有差异。

掌握学习（Bloom, 1968）说到的是：不达标就重学，直到达标再前进。分离线在**等待期间发生了什么**：掌握学习严格按内容逻辑排序，并让未达标者停在原地补习。判定形式：本文预测**严格执行掌握学习的班级空窗率更高**——因为等待达标的那段时间里，先前打开的窗口在关闭，而补习的内容是已讲过的那一处，不是窗口所在的那一处。这是一条相反评价：掌握学习判该班级健康，本文判它损失最大。

先行组织者与预备性教学说到的是：在新内容之前提供一个更高层次的框架。分离线在**方向**：那一支是**向后铺垫**（为下一轮做准备），本文是**向前接应**（接住上一轮已经产生的）。判定形式：把先行组织者的内容固定，只改变它与上一轮实际涌现的相关性——若无差异，本文对它无增量。

物候错配（Visser & Both, 2005）是形式层最贴的上游占位者，来自生态学。把本文的命题剥掉学科名词，剩下的是：一个系统对某类输入的响应能力有时限，而输入的到达时序由另一套逻辑决定，两套时序**不对齐**。这在生态学里叫物候错配——鸟的育雏高峰与毛虫爆发期因不同的环境线索而各自提前，错开的天数与繁殖成功率之间有可拟合的关系。这一支给了本文一件现成的方法论：以错配天数为自变量、以产出为因变量做剂量—反应。分离线在**窗口的来源**：生态学里两套时序各由外部环境线索驱动，彼此独立；本文里窗口由上一轮教学自己产生，因此**错配在原理上是可以被同一方消除的**——这是生态系统做不到而课堂做得到的。判定形式：若改变上一轮内容不能移动窗口，则两者同构且本文只是一个应用；若能移动，则本文的窗口是内生的，而生态学的模型不适用。

带时间窗的调度问题（Solomon & Desrosiers, 1988）是运筹学里的形式占位者，已有四十年历史。分离线极硬：那一支把时间窗当作**给定的约束**去优化路线；本文说窗口是**上一轮路线的产物**，因此它不是一个可以事先写进约束集的量。判定形式：若课堂的窗口可以由学生特征与内容特征事先预测（即可写成给定约束），则本文可被这一支吸收；若窗口只能在上一轮结束后才可观测，则它是内生的，那一支的整套解法在此不适用。

反转模板不适用于本文，必须写明。本文的形式不是“越成功越失败”，是“两套时序不对齐”，因此成功陷阱、能力刚性、内卷化这几个模板与本文无关——一门从未成功过的课程，空窗率同样高。这一条排除是必须写的，因为形式层的命题最容易被误挂到这几个名字上。

划完之后再取一次交集。逐条问这几位各自结构性地看不见什么：最近发展区把能力的边界当作可在任一时刻读出的，因此看不见有效期；先修知识把准备度当作存量，因此看不见它会关上；关键期把窗口的来源当作发育给定的，因此看不见教学产生的窗口；掌握学习把“停下来补齐”当作无代价的，因此看不见等待期间的关闭；先行组织者把铺垫的方向当作只能向后，因此看不见接应。这几行背后是同一件被当作给定的东西：

> **教学内容之间的先后，由内容自身的逻辑关系决定。**

所有派别——学科逻辑派、心理逻辑派、螺旋派、项目派——都在争“按什么逻辑排”，没有一派把“排序的依据来自上一轮实际发生了什么”当作可能。因为一旦承认它，课程表这样东西在原理上就不能被完整

地预先写出来：它至多只能写出一个候选池与一套接应规则。这是本文动摇的那块地，也是它最不可能被接受的一处。

十四、一个单元走完：窗开着的那三天

取小学六年级"比与比例"这个单元，跟一个班走三天。

周二，窗口打开。教师讲完按比例分配，一个学生举手说："那如果两边都加一样多，比就变了吧？"——他自己造了一个反例，而且是对的。教师说这个想得很好，我们后面会讲，先把今天这几道题做完。**这一刻打开的是反例窗**，签名清楚：他追问的对象是规则本身，不是题目。按本文的分类，这类窗口以天计，且极易被一句"后面会讲"关闭。

周三，讲的是比例的基本性质。内容按教材逻辑推进，讲得很好，练习正确率百分之九十二。那个学生在这节课里表现正常，作业全对。**这一天里没有任何信号显示有什么东西正在关上**——他不困惑、不出错、不追问，因为今天讲的内容不需要那个窗口。

周四，窗口关上。他不再提关于规则边界的问题了。不是被压制——教师那句"想得很好"是真诚的鼓励；是没有东西到达。他造反例的那个动作在两天里没有一次被使用，于是它退回背景。此后这个班在整个学期里再没有人主动造过反例。

三个月后，期末。一道题给了一个比例关系并暗含一个不成立的条件，班上绝大多数学生直接套用比例式。批改时这被记作"审题不仔细"。而那个周二举手的学生，此时与其余人没有差别。

如果周三的头二十分钟给了它。代价是二十分钟，收益按本文预测有三项：那个反例被全班检验一次（"两边都加一样多"确实会改变比，这本身是比与差的关键分野）；造反例这个动作被公开认可一次，因而其余人也可能开始造；而周三剩下的时间讲比例的基本性质，二十分钟的损失可以从练习里挤出来。**这二十分钟之所以从未被拿出来，不是因为教师不重视，是因为教案上没有一栏叫"昨天开了什么口子"——教案上写着的是"比例的基本性质"。**

这个推演出三条可以被推翻的具体主张。其一，窗口打开的那一刻有清楚的签名，且教师当场就察觉到了（他说了"想得很好"）——**问题不在识别，在没有位置安放**。其二，窗口关上的那两天里一切指标正常，因此任何以当轮指标为准的监测都读不到它。其三，接住它的成本是二十分钟，而失效的代价在三个月后以"审题不仔细"的形式出现、并被归因给学生。三条都可以在任何一个小学数学教研组用现成的课堂录像查证。

十五、与同批另两篇的分工

与《先挡住其余的》。那一篇处理的是为使一处改变而作的悬置在悬置期内结成的连接，读数是悬置密度与脱悬率。分离线在**轮次位置**：那一篇管一次改变的**伴生物**，本文管它的**入口**。判定形式：一个悬置极

少、每一次悬置都被拆解的班级，若它的对窗率为零，那一篇判它健康，本文预测它仍然低效——因为拆解发生在窗口已关之后，拆的是一堆无人接的东西。

与《还在动的时候就读了数》。那一篇处理的是判定时点相对于重组时长过早，读数是窗比与双向翻转率。分离线在被错开的两样东西：那一篇错开的是观测与被观测者，本文错开的是内容与感受期。判定形式：一个把所有判定都推迟到重组完成之后的班级，若它的对窗率为零，那一篇判它的读数有效，本文预测它读到的是一批从未被接应过的重组。更要紧的一条相反预测在那一篇里已经写明：对窗做得越好，被启动的重组越慢、越要紧，因而越容易被下一次判定冻住。因此本文的处方若单独实施，会加重那一篇所描述的损害。

三篇合起来才说得出一句：同一次改变有入口、伴生物与出口三处可以失效；三处的读数数学上独立、可同批测量，而效应相乘不相加。本文单独实施会把更多慢速重组送进过早的判定；那一篇单独实施会把判定推迟而不改变入口；再一篇单独实施会拆解一批从未被接应的连接。三处的次序是有的：先对窗，再拆解，最后才谈判定时点。这个次序是三篇合起来的产物，任何一篇单独都推不出。

十六、五类场景展开，与其中两处收窄

数学的不变量窗。讲完反比例函数打开的是"乘积不动"，而教材的下一节是图像。图像这一节讲得再好也接不住那个窗口——它需要的是"哪些别的地方也有乘积不动"，不是"这条曲线长什么样"。这一格的错配可以从任何一本教材的目录上直接看出，不需要进课堂。

化学的失败滴定。一次没做准的滴定打开的是"终点判断是主观的"这个窗口，它极有价值——分析化学的整套误差意识都从这里进。而实验课的下一节是下一个实验，且那次失败在实验报告里被记为操作失误。这一格的特殊之处在于：窗口不但没被接住，连打开这件事都没有被记录，因为记录格式里只有成功与失误两栏。

编程的第一次递归调通。打开的是"敢于信任自己写的函数"，这是可验证窗的一个变体，时长极短——一两天内合上。而课程按语法与数据结构推进。这一格是四类窗口里最短的一类，因此也是"下一节课再说"这条通行做法失效得最彻底的一格。

陶艺的皮革硬阶段。第一处收窄在这里：这一格的错配不是执行问题，是排课单位与材料时间尺度之间差了两个数量级——窗口以小时计，课程按周排。教师再用心也对不上。工坊的现有处置只有两条：学员自己回来，或师傅代为修坯。前者要求场地与时间自由，后者是代做。这说明本文的处方在某些场合只能通过改变制度安排实现，不能通过改变教师行为实现，而这大幅削弱了本文作为教学建议的可用性。

语言的纠正性反馈之后。一次纠正打开的是"对某个形式的注意"，时长以秒到分钟计，而二语习得对这个尺度有成规模的课堂话语编码。**第二处收窄在这里：**在秒级窗口上，登记与自取机制完全不可行——没有人来得及登记，也没有池子可取。这一格唯一可行的是教师当场改路线，而那要求教师有偏离教案的权限。因此本文的处方按窗口时长分成两套：天与周尺度的窗口用登记与自取，秒与分尺度的窗口只能靠现场权限，两套的制度前提完全不同。

这两处收窄合起来把本文的处方切成三段：秒级靠现场权限，天级靠登记自取，而小时级（工坊那一格）在现行排课单位下无解。本文对第三段给不出办法。

十七、三个领域反过来加上的限制

工程学削掉了本文最自然的处方，并改变了处方的形态。若只看细胞学，本文会写下一句更强的话：课程表应当按窗口重排。这不可行——窗口在上一轮结束前不可知，而课程表必须事先写出来。工程学给了另一条路：公差链的现实解不是让每个零件都精确，是**选择性装配**——先做，实测，再事后配对。翻回课堂，处方因此从“重排课程表”变成**登记与自取**：把每一轮打开的窗口登记下来，形成一个可被取用的池子，让学习者在窗内自行取用相应内容，而不是要求全班同步对齐。这一处削掉的是本文最想主张的那件事，换上的是一件成本低得多、也现实得多的事。

艺术学削掉了本文的价值排序。若只看工程学，本文会写下另一句更强的话：对窗率越高越好。而工坊的经验相反：陶艺的皮革硬窗口如果每一次都被利用，坯体会因反复操作而失败；油画的可覆窗口全部用满会导致涂层过厚开裂。**有些窗口的正确处置是让它关上**——某些理解需要一段无人打扰的沉降期。因此本文不主张最大化对窗率，只主张**对窗率应当被知道**；具体该对哪几个窗，须由内容目标决定，本文给不出应然数值。这一处直接削掉了一个数值目标。

细胞学削掉了本文的适用范围。并非所有分化都需要外部诱导——有一类是自主特化，靠细胞自身的定域因子完成，与外部信号窗口无关。翻回课堂，适用范围因此收窄到**需要外部输入才能形成的**那类学习；纯熟练化（计算、指法、拼写、操作程序）靠重复完成，与窗口无关，把它算进对窗率是记错了账。这一处收窄了本文的射程，而且收得很实：课堂里熟练化占的比重不小。

十八、不适用的边界

三处反向约束已经削掉了本文的价值排序与部分处方。这一节把边界写全，共五条。

其一，纯熟练化内容不适用。计算、拼写、指法、操作程序，这类内容靠重复完成，不依赖外部输入在特定时刻到达。细胞学那一处反向约束（自主特化不依赖诱导）已经削出这一条，而它在课堂总量里占的比重不小。

其二，安全关键的固定次序不适用。实验室安全、临床操作、机械操作与应急程序的教学次序由风险决定，不由窗口决定。这些场合的处置是在模拟环境中安排取用，而不是打乱真实次序。

其三，单次接触的内容不适用。一次讲座、一场报告、一节公开课，没有下一轮，也就没有对窗的可能。本文要求至少两轮连续。

其四，大班且无法个别取用的场合，处方不适用而诊断仍适用。登记与自取要求学习者能在窗内自行取用相应内容，这需要材料、时间与自由度。在四十人以上的同步课堂里，取用成本可能高到使这条处方无法

执行——此时对窗率仍可以被测量、被知道，只是改不动。**诊断与处方的适用范围不同，这一条必须写明**，否则读者会因为处方不可行而连诊断一起丢掉。

其五，目标本身就是“按规定次序执行”的内容不适用。规程、法条、标准作业流程，这类内容的价值恰在于次序固定；按窗口重排等于取消它要教的东西。

五条合起来把射程收到：**有连续轮次、内容依赖外部输入才能形成、窗口时长在天与周之间、且学习者有取用自由度的那一类教学。**这个范围不大，本文认为这是应该的——上一节那三段切分已经说明，本文对其中一整段（小时级窗口）给不出办法。

十九、经验研究设计

本文的核心量是对窗率，而它的检验有一个独特的困难：**必须与间隔效应分开**。因此设计的重心不在样本量，在自变量的选法。

核心设计只有一句话：固定本轮内容与时间间隔，只改上一轮内容。这是唯一能把本文与间隔效应分开的设计。若窗口只是时间间隔的函数，改变上一轮内容不应改变本轮效果；若窗口是上一轮的产物，则改变上一轮内容应当改变本轮效果，且改变的方向可由上一轮所打开的窗口预先预测——**预测必须在实施之前写下并封存**，否则这条检验退化为事后解释。

四类条件。A 组按内容逻辑常规推进。B 组与 C 组的本轮内容、课时、教师与间隔全部相同，唯一差别是上一轮内容不同：B 组的上一轮打开不变量窗，C 组的上一轮打开结构同形窗。D 组实施登记与自取：每轮末尾登记窗口，下一轮头二十分钟留给登记到的那一处，其余照常。

三处对照各回答一个问题。B 与 C 是核心检验——两组的本轮完全相同而效果若有差异，差异只可能来自上一轮所开的窗口。A 与 D 检验处方的效应。B、C 与 A 合起来检验预先预测的准确性：若能预测方向，说明窗口是可辨认的；若只能事后解释，说明它不是。

窗口签名的编码规程是这套设计里最要紧的一环，也最容易做坏。签名在上一轮结束时编码，编码材料只有那一轮的课堂录像与学生的书面产物；**编码者不得看后续任何材料**，否则会顺着结果去认窗口。四类签名各有判据：自发举例且例子跨出本学科（不变量窗）；追问对象是规则而非题目（反例窗）；询问对错的频次下降而自行核验的动作出现（可验证窗）；主动指出两件事一样并说得哪里一样（结构同形窗）。两名编码者独立作答，一致性低于阈值时该轮作废，不取平均。

对窗率的编码要求本轮的起点可指认到上一轮的一个具体产物——一句具体的学生表述、一次具体的追问、一个具体的例子。指认不到具体产物的，一律不计，无论教案上写了什么。

最低成本的先导研究不需要新干预，也不需要进课堂。取教案的版本记录：一位教师的教案在授课后是否被修改、修改处是否指向上一节的某个具体事件。把这个偏离记录与该班的期末迁移题成绩对上，一个学期之内可以完成。第九项兑现预测两者正相关，而这条检验用的全是现成文件。若在这一层就看不到关联，应当优先怀疑本文的机制。

统计上以轮次为单位嵌套于班级、班级嵌套于教师。核心检验不是组均值比较，而是在控制间隔、难度与教师效应之后，上一轮内容对本轮效果的影响是否显著，且方向是否与预先封存的预测一致。

二十、证伪条件与轮次预测

最强的竞争解释是一句朴素的话：**其实不就是趁热打铁、及时复习吗**。这句话把窗口归约为时间间隔，把对窗归约为间隔效应的一个说法。

排除它需要一个只有本机制才预测得到的变量。本文取的是**上一轮内容对窗口位置的移动**：若窗口只是时间间隔的函数，则改变上一轮的内容不应改变本轮的效果；若窗口是上一轮的产物，则**固定本轮内容与时间间隔、只改变上一轮内容**，本轮效果应当改变，且改变的方向可由上一轮所打开的窗口预测。这是一个干净的独有变量，间隔效应在原理上预测不出它。

据此写出七条证伪条件。

其一，固定本轮内容与间隔、只改上一轮内容，若本轮效果无差异，则核心机制为伪——窗口只是间隔的函数。

其二，若同一内容在窗内与窗外的效果差异是渐变的而非断崖式的，则"归零而非打折"这一条不成立，本文退回"最佳时机"这一类程度说法。

其三，若窗口的长度与位置只与学生年龄相关而与上一轮内容无关，则本文所说的是敏感期的一个下位情形，应被它吸收。

其四，若在窗外增加课时可以达到窗内的效果，则第四项兑现失败，窗口不是一个开关而是一个系数。

其五，若教师培训能显著提高对窗率，则第七项兑现失败，错配是执行问题而非结构问题。

其六，若严格执行掌握学习的班级空窗率不高于常规班级，则本文与掌握学习的相反评价被推翻。

其七，若课堂窗口可以由学生特征与内容特征事先预测，则它不是内生的，本文可被带时间窗的调度问题吸收。

第五条最便宜，且所需材料在多数学校已经存在：教案的版本记录与实际授课的偏离记录都是现成文件，把它们与后续的迁移测验对上即可，一学期之内可以完成，不需要任何新干预。

轮次预测。本文的动力主张不是相关，是一个有次序的循环。

> 第 t 轮教学结束 → 第 $t+1$ 轮出现某类自发涌现（学生主动举例、主动提问、在无关任务里迁移使用该结构；这是窗口开启的可观测签名） → 第 $t+2$ 轮若相应内容到达则该处出现与投入不成比例的快速进展、若未到达则该类涌现停止 → 第 $t+3$ 轮的发起处或者转向学生的涌现（对窗），或者继续按内容序号推进（空窗），而后者使下一轮的窗口更难打开。

四步中任何一步顺序系统性相反，模型即需修正：若自发涌现在教学之前就已存在，则窗口不是上一轮产生的；若涌现的停止与内容是否到达无关，则第三步不成立。

二十一、备课可以怎么改：四个动作

本文首先是一项解释，不是教学法。但一旦把空窗看见，备课的动作会变。

第一，上一节末尾留三分钟登记窗口。成本最低的一件：下课前问一句——现在你们最想问的是什么、有没有想到别的地方也有这回事。把答案原样记下来，不评价、不纠正、不展开。这三分钟不需要额外课时，它换的是一份关于窗口的原始记录，而这份记录目前在任何学校里都不存在。

第二，下一节的头二十分钟留给登记到的那一处。不是整节，是头二十分钟。这一条的关键在于它**不要求重排课程表**——课程表照走，只是每节课的前二十分钟改由上一节的产物决定。二十分钟是本文能想到的最小可行单位：短于此接不住，长于此进度撑不住。

第三，建立候选池而不是重排课程表。这是工程学那一处反向约束的直接后果，也是本文与"按窗口排课"分道的地方。窗口在上一轮结束前不可知，因此课程表在原理上写不出来；能写出来的是一个候选池——每一个知识点配一到两个可以接住不同窗口的入口材料，登记到哪一类窗口就取哪一份。池子可以事先做好，取用是现场的。

第四，给教师偏离教案的权限，并把偏离记录下来。第九项兑现预测：一个从不偏离教案的教师，对窗率在结构上接近于零。因此这条处方的第一步不是培训，是允许——允许教师因为学生的某个具体涌现而改动当天的安排，并且把改动记进教案版本而不是当作教学事故。记录同时是读数的来源。

四条里前两条是备课习惯，第三条是教研组的工作，第四条是管理权限。这一点本身可检验：若在完全不改变教案权限的条件下，仅按前两条运行的班级与对照班无差异，本文的处方在缺少第四条时失效。

二十二、反噬预言与伦理限制

对窗率一旦进入考核，最省事的达标办法会摧毁它。

第一种是**把下一节的引入写成"承接上节"**。教案上出现"复习上节内容""在上节基础上"，即可计入对窗——而承接内容标题不是对窗。判定必须写死在**产物**上：对窗要求本轮的起点可指认到上一轮实际产生的某样具体东西（一个学生的具体表述、一次具体的涌现、一个具体的疑问），不是上一轮的内容标题。

第二种是**制造涌现**。教师可以在上一轮末尾安排一个必然引发某类提问的环节，使窗口的开启变得可预测、可排进教案——于是窗口重新变成给定约束，本文的整个主张被抽空。这一种最难查，因为被制造出来的涌现与自发涌现在记录上完全一样。

第三种是**把登记池做成一份从不被取用的清单**。窗口登记表挂在系统里、进合规检查、计入教研考核，而实际取用率为零。

对此本文看不到彻底的出口。能规定的只有两条：**对窗的计入以可指认的上一轮产物为准；登记池的验收看实际取用率，功能存在而取用率为零，与没有这个池子是同一格。**第二种反噬本文没有对策，只能把它写在这里，让使用者知道自己在做什么。

因为对窗率是一个可以拿去考核人的比率，伦理限制必须写死三条。

第一，这个读数指的是**内容时序与窗口时序的关系**，不是教师的用心程度，也不是学生的悟性。一个严格按大纲执行、对窗率为零的教师，可能正是最尽责的那一个。

第二，**不得为了提高对窗率而在安全关键教学中打乱必须固定的次序。**实验室安全、临床操作、机械操作与应急程序的教学次序由风险决定，不由窗口决定；这些场合的处置是在模拟环境中安排取用。

第三，若学校已据这个读数作出不利安排，**必须公开编码规则、原始证据与复核通道**，并允许被评价者提交上一轮产物的记录作为反证。

二十三、自反

按本文自己的判据，这篇文章的对窗率为零。

它完全按内容的逻辑关系排：先讲三家，再讲共有前提，再命名对象，再给辨别格、读数、分界、限制、证伪。它没有对读者上一轮打开的任何窗口作过对齐，也不可能作——它不知道读者上一轮读了什么，更不知道那次阅读在他身上打开了什么。**本文主张课程表在原理上不能被完整地预先写出来，而它自己正是一份预先写好的清单。**

这一点有一个具体后果，而不只是一句谦辞：**本文最可能被接住的时刻，是读者刚刚经历过一次错开之后——刚发现学生迁移不动、刚为一次"讲过了怎么又不会"发愁的那几天。**而本文出现在读者面前的时刻由发表与检索决定，与那几天无关。因此本文对自己的预测是：**它的绝大多数读者会在窗外读到它，读完觉得有道理，然后什么也不改变。**

本文能为自己做的只有一件：把读数与那条最便宜的检验写得比结论更具体，使它在读者的窗口真的打开时，还能被取用一次。这正是第六项兑现所说的登记与自取——本文把自己放进池子，而不是要求读者此刻就对齐。

本文可以被分层引用。第一层是"空窗"作为一类对象，最强也最易倒。第二层是那张二维辨别格与其中"两格后果不对称"的观察，即使命名不成立仍可作为诊断工具。第三层是一条不依赖前两层的经验主张：**固定本轮内容与时间间隔、只改变上一轮内容，本轮的学习效果会改变。**第三层最稳，也最容易检验。

二十四、为什么常见的改革处理不了这一件

近三十年里，重排课程顺序、螺旋式设计、项目式学习、个性化路径、加强学情分析，每一样都被推行过。本文给出的解释是形式上的：**这五类改革改的全是内容一侧的安排，而窗口一侧一个都没动。**

重排课程顺序改的是内容之间的先后，而窗口不在内容里。无论按学科逻辑排还是按心理逻辑排，排的都是内容；窗口由上一轮实际产生了什么打开，它在排课时不可知。排得再好，两套时序仍然各走各的。

螺旋式设计改的是重访的次数，不改重访的时刻。同一主题在不同学段以更高复杂度重访，重访的时点由学段决定，与窗口无关。因此螺旋设计增加的是碰上窗口的概率而不是对齐；按四类窗口的时长（天到周），跨学段重访碰上的概率接近于零。

项目式学习改的是任务的长度，不改起点的来源。一个持续数周的项目里，起点由项目设计决定，中途每一步由里程碑决定。项目更长，窗口在项目内部打开又关上的次数更多，**空窗率可能反而更高**——这与该支的自我评价相反，也是一条可查的预测。

个性化路径改的是路线的分叉，不改分叉的依据。算法按作答结果分流，而作答结果记录的是内容点的对错，不是窗口的开合。个性化推送的是"他还不会的那些"，而窗口恰恰开在"他刚刚会了的那一处"旁边——两者在原理上指向相反的方向。

加强学情分析改的是准备度的读数，而准备度不是靶方的属性。这是本文与整个学情分析传统最直接的分歧：前测、诊断、画像，测的都是学生此刻是什么样的学生；而按序贯诱导，此刻的感受态是上一轮的产物，且会在几天内改变。测得越精细，测的仍是一个正在变化而它假定不变的量。

五类改革共享一个特征：**它们全都试图把内容排得更好，而没有一样把"起点由谁决定"当作可以改动的东西。**这不是理念问题——课程表必须事先写出来，是学校这个组织得以运转的条件。本文因此不主张取消课程表，只主张在它之外再留一份候选池。

二十五、分层引用，与三个本文解释不了的洞

本文可以被分层引用。**第一层**是"空窗"作为一类对象，最强也最易倒——只要证明窗口与上一轮内容无关，这一层就没有了。**第二层**是那张二维辨别格，尤其是其中"两格后果不对称"这一观察：窗口未开而内容到达会产生信号，窗口已开而内容未到达不产生信号——即使命名不成立，这个不对称仍然解释了为什么课堂的纠错能力只对其中一格有效。**第三层**是一条不依赖前两层的经验主张：固定本轮内容与时间间隔、只改上一轮内容，本轮的学习效果会改变。第三层最稳，也最容易检验。

有三个洞本文解释不了。

第一个洞：本文说不出窗口的时长由什么决定。四类窗口的时长差了两个数量级（秒到周），本文只能描述这个差别，说不出它由什么决定——是内容的性质、学习者的先备结构，还是打开时那次经验的强度。若时长主要由学习者决定，"登记与自取"这条处方要按人定制，成本会高到不可行。

第二个洞：本文分不清“窗口关上”与“窗口从未打开”。两者的事后表现完全一样：都是没有涌现、都不产生信号。本文用上一轮结束时的签名来判定窗口曾经打开，而签名是概率性的证据——一个内向的学习者可能打开了窗口而不举例、不追问。这使对窗率在沉默的学习者身上系统性低估，而那恰恰是最需要被看见的一批人。

第三个洞：本文无法排除窗口是被观察行为本身制造的。要登记窗口，须在上一节末尾问一句“你们最想问什么”；而这一问本身可能就打开了一个窗口，或把一个尚未成形的涌现固定成一句话。若如此，登记与被登记之物不可分，对窗率测的是登记动作的产物而不是教学的产物。本文没有办法把两者分开——不问就没有记录，一问就已介入。

二十六、三条本文预测而尚无人测的现象

一个判断若只解释已知，仍可能是旧说法的新名字。本文因此列出三条它预测、而据本文所知尚无人测过的现象。每一条不成立都要动本文的一部分。

其一，项目式学习的空窗率应当高于讲授式课堂，而不是更低。通行的预期相反——项目更开放、更以学生为中心，理应更能接住学生的想法。而按本文，项目的长度使窗口在项目内部打开又关上的次数更多，而里程碑与评价量表把每一步的起点都事先定死了，因此每一个打开的窗口都要等到里程碑允许时才可能被处理。这条预测与项目式学习这一支的自我评价直接相反，且检验成本不高：在同一所学校里，对项目班与常规班各做四周的窗口签名编码与对窗率编码即可。若项目班的对窗率显著更高，本条为伪。

其二，一个教师的对窗率应当与他偏离教案的频次正相关，而与他的教龄、学历、教学信念问卷得分无关。这条预测把本文与“好教师更用心”这个最朴素的竞争解释直接分开。按本文，对窗需要在现场改动当天的安排，因此它的必要条件是偏离；而偏离的频次是一个可以从教案版本记录中直接读出的量。若对窗率主要由教龄或信念得分解释，本文所指的就是教师素质的一个别名。这条检验只需要教案的版本记录，多数使用电子备课系统的学校都有。

其三，沉默的学习者其对窗率的低估幅度，应当与班级规模正相关。窗口的签名依赖学习者外显的举例与追问，因此内向者的窗口更难被登记；而班级越大，教师能注意到的外显信号越集中在少数人身上。这条预测的检验需要一个独立的窗口证据来源——例如书面的课后一分钟提问条，它使沉默者的窗口也留下痕迹。把书面渠道测到的对窗率与课堂口头渠道测到的对窗率相比，两者的差值应当随班额上升。若差值与班额无关，说明沉默者的窗口并未被系统性漏掉，本文关于登记偏倚的担心不成立——这对本文是个好消息，但它同时取消了本文关于“为低可见度表达提供书面通道”这条处方的理由。

三条都不需要新的测量工具，只需要把已经存在的材料按不同的方式记一次。

二十七、结论与一条写死日期的赌注

课堂上学习很少真正到位，不是因为内容顺序排错了，不是因为学生基础差，也不是因为教法不够先进。更靠前的原因是：**教学序列按内容的逻辑关系排，而感受窗口按上一轮实际产生了什么开合；两套时序互不迁就，而课堂只记录前一套。**窗口关上时不产生任何事件，因此这件事在原理上不会以"失败"的形式被发现。

三个领域各出一份不可替代的力。细胞学给出两条最承重的形式约束——**准备度不是靶方的属性，是上一轮的产物**；以及**它有时限，窗外不是打折是归零**。工程学给出了处方的形态：不是让每一件都精确，是事后配对，因此课堂的第一处方是登记与自取，不是重排课程表。艺术学则削掉了数值目标：有些窗口的正确处置是让它关上，因此本文只主张对窗率应当被知道，不主张它越高越好。

这一理论把备课的问题从"这一节该讲什么"改为"上一节在他们身上打开了什么"；把课程设计从"写一张完整的表"改为"写一个候选池加一套接应规则"；把归因从"学生不会灵活运用"改为"那几天窗开着而我们在讲别的"。

本文给出一条写死日期的赌注。**到 2031 年 12 月 31 日之前**，若至少三项在同一制度环境内、不少于八个平行班开展的研究报告：**在固定本轮内容与时间间隔、只改变上一轮内容的条件下**，本轮的学习效果出现显著差异，且差异的方向可由上一轮所打开的窗口预先预测，则本文的核心判断获得初步支持。

以下明确**不算命中**：仅改变时间间隔；仅改变内容难度；仅比较不同教材或不同教师；仅采用问卷自报"学生兴趣更高"；仅比较两个地区或两个国家；把窗口对齐与增加课时、增加练习量打包实施而无法分离贡献；把教案中的"复习上节"直接计为对窗。若符合上述条件的多项研究均未发现效果差异，本文应被放弃或降格为一个描述性提法。

课堂不需要放弃课程表——没有表就没有课。它需要的只是：在按表推进之前，先花二十分钟看一眼昨天在他们身上开了一个什么口子，然后决定今天要不要先走那一处。

注释

一、本文所用"感受态""感受期窗口""序贯诱导""自主特化""公差链""选择性装配""皮革硬""可覆时间"等术语取各自领域的通行含义，用于提供关于时序对齐的形式约束，不作为关于神经过程的经验主张。

二、与关键期及敏感期的分界是本文独立性的所在，第十一节已写明其判定形式；若窗口被证明只与年龄相关而与上一轮内容无关，本文应被该概念吸收。

三、本文为理论性文章，不报告作者新采集的实验数据。文中的经验命题、指标与研究方案均需通过预注册研究与独立复核检验。

参考文献

- Bloom, B. S. (1968). Learning for mastery. *Evaluation Comment*, 1(2), 1–12.
- Chen, M.-S. (1996). Optimising tolerance allocation for mechanical components correlated by selective assembly. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 12, 349–355. doi: 10.1007/BF01179810
- Gurdon, J. B. (1987). Embryonic induction — molecular prospects. *Development*, 99(3), 285–306. doi: 10.1242/dev.99.3.285
- Gurdon, J. B., & Bourillot, P.-Y. (2001). Morphogen gradient interpretation. *Nature*, 413, 797–803. doi: 10.1038/35101500
- Ingold, T. (2013). *Making: Anthropology, Archaeology, Art and Architecture*. Routledge.
- Knudsen, E. I. (2004). Sensitive periods in the development of the brain and behavior. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16(8), 1412–1425. doi:10.1162/0898929042304796
- Lenneberg, E. H. (1967). *Biological Foundations of Language*. Wiley.
- Lyster, R., & Ranta, L. (1997). Corrective feedback and learner uptake: Negotiation of form in communicative classrooms. *Studies in Second Language Acquisition*, 19(1), 37–66. doi:10.1017/S0272263197001034
- Mayer, R. (1991). *The Artist's Handbook of Materials and Techniques* (5th ed.). Viking.
- Rhodes, D. (1957). *Clay and Glazes for the Potter*. Chilton.
- Solomon, M. M., & Desrosiers, J. (1988). Time window constrained routing and scheduling problems. *Transportation Science*, 22(1), 1–13. doi:10.1287/trsc.22.1.1
- Visser, M. E., & Both, C. (2005). Shifts in phenology due to global climate change: The need for a yardstick. *Proceedings of the Royal Society B*, 272(1581), 2561–2569. doi:10.1098/rspb.2005.3356
- Waddington, C. H. (1940). *Organisers and Genes*. Cambridge University Press.
- Whitney, D. E. (2004). *Mechanical Assemblies: Their Design, Manufacture, and Role in Product Development*. Oxford University Press.

字数与版本：正文约 1.9 万汉字（不含参考文献）；v1.0，2026 年 8 月 3 日。

人机分工声明：研究问题与三个领域的选取由作者提出；人工智能参与文献检索、论证结构化与文档制作。文中涉及实证效果、指标阈值与研究方案的内容需在正式投稿前由作者逐项核验，并按目标期刊规范补充伦理审批与数据计划。

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