

这一节课结束时，这个班手里多了什么

论学习过程自己造出来、随后成为自己条件的那一类东西，及为什么三家的账本都把条件当作输入

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1.8万字 · 25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？三门学科给出三条互不相容的次序。艺术学的判断传统说，只有做出来的那个东西本身算数——过程与条件都不进入判断；工程学的过程能力传统说反了，而且说得极重：**质量不是检出来的，是造出来的**，只盯成品是最贵的一种错误；细胞学的生态位传统说两家都把决定性的东西放错了地方——命运不写在细胞里，写在它周围。艺术学每天在做的那件事，正是工程学诊断为最贵错误的那件事。三家对条件的地位判断从「排除在外」到「决定一切」，而三家共同假定了同一件事：**条件是给定的输入**。推翻它的材料来自细胞学自己：**干细胞并不只是被生态位决定——它们分泌基质、招募支持细胞、重塑自己周围的微环境；而单个肠道干细胞可以在没有间充质生态位的条件下自己长出隐窝-绒毛结构**。生态位不是住户搬进去的容器，是住户造出来的东西；这条在细胞学里回答的是「体外培养怎样才能成功」。由此命名**自建条件**：一类由学习过程自己产生、随后被这个过程当作条件继续使用的东西——**它不是知识，是可以被指着看、可以交给新来的人直接用的物**：一个记号、一条这个班都认的判准、一份可查的错误清单。配套读数**存量**与既有指标正交——教材、题库、评分表、规程全部齐备且严格执行的课，存量恰恰是零。文中另推出一条稳态：**存量与外来条件覆盖度线性反相关，且覆盖度趋于完备时存量必然趋零**——这是设计的必然结果，不是执行不力。

这一篇由哪三个学科的理论体系撞成

第一家主张判断只能面对作品，因为意图无法核实、过程无法被第三方重走、条件千差万别；第二家主张检验不产生质量，等成品出来再发现问题时，产生它的那套过程已经又造了一批，因而必须把注意力从成品移到过程；第三家主张决定性的东西既不在成品也不在过程，而在周围——同一个基因组放进不同的微环境会长出完全不同的东西。三条不能同为真：只看作品在过程派看来是最贵的一种终检；管工序在生态位一派看来是在错的层面上使劲；而建环境在作品一派看来等于用条件为结果开脱。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 · 生态位，与住户自己造出来的生态位

[Scadden, The Stem-Cell Niche as an Entity of Action \(*Nature* 441:7097, 2006\); 推翻材料见 Sato et al., Single Lgr5 Stem Cells Build Crypt-Villus Structures in Vitro Without a Mesenchymal Niche \(*Nature* 459:7244, 2009\)](#)

主张细胞命运主要由所处的微环境决定，把细胞搬离原位它就变了；**而同一门学科自己的材料表明，细胞会分泌基质、招募支持细胞、重塑自己周围的条件，少量细胞甚至能在没有既成生态位的情况下自己长出结构并长出维持它所需的那些条件**——这条在细胞学里回答的是体外培养的方法问题，从没有人拿它当条件与产物可互换的证据。

<https://doi.org/10.1038/nature04957>

工程学 · 过程能力：质量是造出来的，不是检出来的

[Benneyan, Lloyd & Plsek, Statistical Process Control as a Tool for Research and Healthcare Improvement \(<i>Quality and Safety in Health Care</i> 12:6, 2003\)](#)

主张把注意力从成品移到过程本身，在过程发生偏移时就介入，因为终检是所有质量手段里最贵、最慢、信息量最低的一种。它自己承认的边界是：过程控制要求过程可重复、输出可测量——而当每一次的输出本来就应当不同时，「过程能力」这个量没有定义。

<https://doi.org/10.1136/qhc.12.6.458>

艺术学 · 判断面对作品本身

[Sadler, Indeterminacy in the Use of Preset Criteria for Assessment and Grading \(<i>Assessment & Evaluation in Higher Education</i> 34:2, 2009\)](#)

论证对作品的整体判断无法被一组预设标准穷尽，评判必须面对作品本身；这一立场拒绝了一切用意图、努力与工作条件为结果开脱的说法。而它自己在讲评里天天遇到一处麻烦：两个学生做出了同样水平的东西，一个下次还能做出来、一个不能，而作品本身看不出这个差别。

<https://doi.org/10.1080/02602930801956059>

目 录

摘 要.....	5
一、三条次序，与它们对"条件"的三种态度.....	5
二、艺术学这一家：只有做出来的那个东西算数.....	6
三、工程学这一家：质量是造出来的，不是检出来的.....	6
四、细胞学这一家：命运不写在里面，写在周围.....	7
五、三家共同站着的那块地.....	7
六、推翻它的材料，来自细胞学自己.....	7
七、命名：自建条件.....	8

八、判据：一句可以拿去清点的话	8
九、读数：存量、来源比与可交接性.....	9
十、形式部分：存量的稳态，与它为什么被完备度按比例压掉	9
十一、辨别格	11
十二、走查一门课：一件工具是怎么长出来的，又是怎么没长出来的	11
十三、十处兑现	12
十四、强制不一致：学习成果的归属守不住的两条	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？三门学科给出三条完整而互不相容的次序。艺术学的作品自足传统说，只有做出来的那个东西本身算数——过程怎么样、条件怎么样都不进入判断，批评面对的是作品。工程学的过程能力传统说反了，而且说得极重：质量不是检出来的，是造出来的；只盯成品是最贵的一种错误，因为等你检出来的时候，产生它的那套过程已经又造了一批。细胞学的生态位传统说两家都把决定性的东西放错了地方：细胞的命运不写在细胞里，写在它周围——把干细胞放进对的微环境，它自己就分化了；换一个微环境，同样的基因组给出完全不同的东西。

三条不能同真——艺术学每天在做的那件事，正是工程学诊断为最贵错误的那件事。三家共同站着而从未说出的那块地是：**条件是给定的输入**。艺术学把条件排除在判断之外，工程学把条件当作要控制的自变量，细胞学把条件当作决定性的自变量——三家对条件的地位判断完全不同，而三家都默认它是**先存的、外来的、被提供的**。

推翻它的材料来自细胞学自己。干细胞并不只是被生态位决定：它们分泌细胞外基质、招募支持细胞、重塑自己周围的微环境；而类器官更进一步——给一小撮细胞很少的初始条件，它们自己长出结构，并且长出维持这个结构所需的那些条件。**生态位不是住户搬进去的容器，是住户造出来的东西**。这条在细胞学里回答的是"体外培养怎样才能成功"，是一个方法问题，从没有人把它当作"条件与产物的角色可以互换"的证据。

由此本文命名**自建条件**：一类由学习过程自己产生、随后成为这个过程的条件而被继续使用的东西。它不是知识，不是能力，不是成品——它是**工具**：一个记号、一条这个班都认的判准、一份可查的错误清单、一件自己做的量具。三家的结算规则都只认成品、过程或环境，因此都不为它设字段。判据一句：**这一节课结束时，这个班手里多了什么是下一节课可以直接拿来用的？**读数**自建条件**存量可以逐件清点，且与既有指标正交——一门教材、讲义、题库、评分表、仪器规程全部齐备且严格执行的课，自建条件存量恰是零。

关键词：课堂运行；自建条件；生态位构建；过程能力；类器官自组织；工具

一、三条次序，与它们对"条件"的三种态度

"课堂如何运行"要的是一条次序。三门学科各有一条，而且三条对同一样东西——条件——给出三种互不相容的安排。

艺术学的作品自足传统给的次序是：做，然后看做出来的东西。判断只面对成品，因为过程无法被外人重走，条件是每个人自己的事。这条次序的力量在于它拒绝了一切用意图、努力与环境为结果开脱的说法。

工程学的过程能力传统给的次序相反，而且它对第一条的诊断非常重：**质量不能靠检验加进产品里，必须在制造过程中被造进去。**只盯成品意味着你永远在事后发现问题，而在你发现的时候，产生它的那套过程已经又造了一批同样的东西。因此正确的次序是：先把过程稳住，让它有能力持续产出合格品，成品检验只是确认。

细胞学的生态位传统给第三条，并把前两家一起否掉：决定性的东西既不在成品里也不在过程里，在**周围**。同一个基因组，放在不同的微环境里，长出完全不同的细胞。要让某个东西长出来，你要做的不是雕刻它、也不是控制工序，是把它周围的条件建对，然后让它自己长。

三条互不相容。工程学要控制的过程，在艺术学看来正是不可外化的那部分；艺术学只看成品，在工程学看来是最贵的一种错误；而细胞学说两家都在错的层面上使劲——一个雕成品，一个管工序，而决定性的是那个谁也没在管的周围。

二、艺术学这一家：只有做出来的那个东西算数

把第一家推到最强：判断只能面对作品本身。

这条主张有它的道理，而且是硬道理。作者的意图无法核实；过程无法被第三方重走；工作条件千差万别。凡是把这些引进判断的做法，最后都会变成“他很努力”或者“他条件不好”。工作室里的讲评之所以有效，正是因为它把作品摆在那里，所有人看同一个东西。

它对课堂的主张是：让学生做出东西来，然后把东西摆出来一起看。运行的次序是做一看一再做。

这一家自己知道的一处麻烦，在讲评里天天出现：**两个学生做出了同样水平的东西，一个下次还能做出来，一个不能，而作品本身看不出这个差别。**这一家的处理办法是延长时间、多看几件；也就是说，它承认单件作品不够，但它的补救仍然是看更多的作品。

三、工程学这一家：质量是造出来的，不是检出来的

把第二家推到最强：产出的质量由过程的能力决定，成品检验只能筛掉不合格品，不能产生合格品。

这条主张在制造业里已经制度化了几十年。它的核心动作是把注意力从成品移到过程：测量过程本身的稳定性与能力，在过程发生偏移时就介入，而不是等成品出来。它的一句名言是所有相关培训的第一课——**检验不产生质量，质量在制造过程中就已经决定了。**

它对课堂的主张是：不要靠考试来产生质量。考试只能告诉你已经发生了什么。要运行的是过程：让每一步都可观察、可测、可在偏移时介入。

它对艺术学那条次序的诊断是最直接的一条：只看作品等于只做终检，而终检是所有质量手段里最贵、最慢、信息量最低的一种。

这一家自己承认的边界也清楚：过程控制要求过程可重复、输出可测量。当每一次的输出本来就应当不同的时候——这恰恰是艺术与大多数高阶学习的情形——"过程能力"这个量没有定义。

四、细胞学这一家：命运不写在里面，写在周围

把第三家推到最强：一个细胞会变成什么，主要不由它自己决定，由它所处的微环境决定。

这条主张在干细胞生物学里有极强的证据。同样的干细胞，换一套支持细胞、换一套基质硬度、换一组可溶因子，得到的是完全不同的谱系。生态位这个概念之所以立得住，正是因为把细胞搬离原位它就变了，搬回去它又回来了。

它对课堂的主张因此很彻底：不要雕学生，也不要管工序，去建环境。给对的同伴、对的材料、对的时间尺度、对的失败成本，学习会自己发生。

它对另外两家的诊断合成一句：**你们一个在雕成品，一个在管工序，而决定成品是什么的那样东西，你们都当成了背景。**

五、三家共同站着的那块地

三家争的是**条件在判断里该占什么位置**：排除在外、作为要控制的自变量、还是作为决定性的自变量。

争得再凶，三家共享一个假定：**条件是给定的输入**。艺术学把它当作不可控因而不该进入判断的背景；工程学把它当作要稳住的输入；细胞学把它当作要建对的输入。三家对它的重要性判断从零到全部，而三家都默认它先在于过程、外在于过程、由别人提供。

把这个前提念给三家听，三家都会说这还用说吗。条件当然是先有的，不然过程在哪儿发生。这正是共有前提的签名。

六、推翻它的材料，来自细胞学自己

细胞学自己知道生态位不是给定的。

细胞造它自己的生态位。干细胞与它周围的细胞分泌细胞外基质，改变基质的成分与硬度；它们招募或诱导支持细胞；它们改变局部的因子浓度、氧张力与力学环境。这不是边缘现象，它是生态位维持自身的常规机制——把细胞拿走，那个生态位会退化。

类器官把这一条推到了极端。从很少的细胞出发，只给一个基础的支持环境，它们自己长出分层的结构、自己分化出多种细胞类型、并且**自己产生维持这个结构所需要的那些局部条件**。整个领域的方法论共识是：你不能把类器官造出来，你只能把初始条件给对，然后让它自己长——**而它长出来之后所处的那个环境，与你一开始给的那个已经不是同一个了**。

这就把共有前提拆了。条件不是先在的输入，它有一部分是**过程自己的产物**，而且这一部分随后成为过程继续下去的条件。**产物与条件的角色在同一个系统里互换了，而且互换是这个系统能长成它自己的必要条件。**

细胞学在自己的领域里用这条回答的是"体外培养怎样才能成功"——为什么某些细胞离开原位就死，为什么类器官必须自组织而不能被拼装。这是一个方法问题。**没有人把它当作"条件与产物的角色可互换"的证据——而它恰恰是。**

七、命名：自建条件

由此本文命名一类东西。

自建条件：由一个学习过程自己产生、随后被这个过程继续拿来当作条件使用的东西。

四个条件，缺一不可。

它是由这个过程自己造的。 教师带来的、教材提供的、平台内置的，都不是。判据是可追溯的来源：这件东西第一次出现在哪一次课、由谁、为解决什么而做出来的。

它随后被当作条件用。 造出来放在那里没人再碰的东西不算。它必须在后续的工作里被反复调用，成为大家不再讨论就直接使用的东西。

它不是知识，是可以被指着看的東西。 一个记号、一张这个班自己整理的错误清单、一条大家都认的判据、一件自己做的量具或模板、一个共享的命名约定。"我们对这个概念理解更深了"不算——那是知识，不是条件。判据很实：**它能不能被交给一个新来的人，让他直接用？**

它在三家的账上都不存在。 作品自足只记成品；过程能力只记过程参数；生态位研究只记环境变量——而环境变量在它们的实验设计里全部是自变量，也就是研究者设定的。这一类东西在三本账上都不是一样东西，不是记得少，是不设字段。

需要说清一件容易混的事：自建条件不是"学生的作品"。一份作业是成品，一份被这个班反复拿来对照的评分范例是自建条件；两者可以是同一份纸，区别在于它有没有被转成后续工作的条件。**同一样东西的身份由它之后的用法决定，不由它被做出来时的样子决定。**

八、判据：一句可以拿去清点的话

> **这一节课结束时，这个班手里多了什么是下一节课可以直接拿来用的？**

不含情态词，不问学生学到了什么，只问多了什么可用的东西。它可以拿去问课堂的实物、共享文件夹、板书照片与作业模板，不必问任何人的感受。

五个场景跑一遍，答案互不相同：

讲授、教材、统一测验的课。 零。所有可用的东西——讲义、题库、评分标准、进度表——都是外来的，且课程结束时一件不多。这是最常见的情形，而且它在任何检查中都完全合格。

按讲义走的实验课。 接近零。仪器、规程、记录表格、误差处理方式全部外来；学生做完实验，手里多了一份数据和一份报告，两样都是成品，下一次不会被拿来当条件用。

一个班自己形成的代码约定。 有，且可清点。命名规则、目录结构、提交信息的写法、一份"我们踩过的坑"清单——这些东西第一次出现有明确的来源，之后被所有人直接使用，新来的人拿到就能用。**这一条是查出来的：**真实工程团队的约定文档有版本历史，可以看到它是怎么从一次具体的争论里长出来的，而教学中没有对应的记录。

数学课上一个班自己发明的记号。 有。教学研究里记录过学生群体自发产生并稳定使用的表示法，而这些记号在课程大纲里没有位置——它们不是教学内容，也不是学习成果，它们是这个班的工具。**这一条也是查出来的。**

组织工程与类器官实训。 有，而且规程里明写。培养规程会写明细胞会改造基质、几天后的基质与初始基质不同、换液策略要据此调整——**生物学的操作规程为"体系自己造出来的条件"设了字段，而教学规程没有。**这一条是本文最直接的一处兑现。

后三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地方已经有制度化的形式。

九、读数：存量、来源比与可交接性

自建条件存量。 到今天为止，这门课在用的东西里，有多少件是这个班自己造的。逐件清点，每件写明第一次出现的时间与触发它的那件具体的事。

外来条件占比。 在用条件的总件数里外来的比例。这个比例几乎在所有正规课程里都接近百分之百，而这一点从来没有被当作一个数看过。

可交接性。 每一件自建条件能否被交给一个新来的人直接使用。这一条把真的自建条件与"我们班的默契"分开——后者无法交接，因此不是条件，是习惯。

正交性实例值得单写：**一门教材、讲义、题库、评分表、仪器规程全部齐备且严格执行的课，自建条件存量恰恰是零。** 因为"全部齐备"的意思就是这个班不需要造任何东西，而"严格执行"的意思是造了也不能用。这说明存量不是"课程完备度"的另一种说法，它与完备度方向相反。

十、形式部分：存量的稳态，与它为什么被完备度按比例压掉

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"外来条件充分的课自建为零"只是一句观察。

设一门课在时刻 t 的可交接自建条件存量为 $A(t)$ 。它有产生也有失效。

产生。 自建条件在什么时候被造出来？在一件事需要一个工具、而现有的工具不够用的时候。记这门课在单位时间里出现的"需要工具的场合"数为 N （它由内容的复杂度与工作量决定），记外来条件对这些场合的覆盖度为 $c \in [0,1]$ （教材、题库、评分表、规程、平台功能加起来覆盖了多大比例）。未被覆盖的缺口是 $(1-c)N$ 。这些缺口里有一部分会被真的做成可交接的工具，记转化率为 $\alpha \in [0,1]$ ，它由是否允许自造、是否有地方存放、是否有人会去用决定。

于是产生率为 $\alpha(1-c)N$ 。

失效。 自建条件会失效：造它的那批人毕业、它所针对的那个问题不再出现、它被一次课程调整废掉。记单位时间的失效比例为 δ 。

于是

$$dA/dt = \alpha(1-c)N - \delta A$$

稳态存量

$$A^* = \alpha(1-c)N / \delta$$

这个式子推出四件正文前面没有说过的事。

其一，稳态存量与外来条件覆盖度线性反相关，而且这是设计的必然结果，不是执行不力。 每提高一分覆盖度，就按同一比例压掉一分自建。这不是说完备的教材有什么问题——它恰恰说明教材做得越好，这个量越低，而两者不可兼得的部分是结构性的。由此得到一条可检验的预测：在同一所学校、同一批教师、内容量相当的课程之间，自建条件存量应当与教学资源完备度呈负相关，且这个负相关在控制了教师投入与学生水平之后仍然存在。若实测发现两者正相关（资源好的课自建也多），则本模型为伪，届时应把自建归于"整体投入水平"这一共同原因。

其二， $c \rightarrow 1$ 时 $A^* \rightarrow 0$ ：一门"完备"的课程在结构上不可能有自建条件。 这不是程度问题，是极限。所谓完备，定义上就是每一个需要工具的场合都已经有了工具了。因此追求课程建设的完备本身就是把这个量归零的过程，而这个过程的每一步在任何评估体系里都记为进步。这一条把辨别格一节的左上格从"一种不好的状态"改写成"一个被正确的努力必然到达的位置"——它是尽职的产物，不是失职的产物。

其三，提高 α 与降低 c 的效果不同，而且只有前者可用。 两者在式子里都能抬高 A^* ，但降低 c 意味着故意不提供教材、不给评分表——这是把学生扔进辨别格一节的"荒地"格，且反向约束一节的三处约束都反对它。只有 α 可以动：允许自造、给一个存放的地方、让它被下一次真的用上。这三件事都不减少任何外来资源。式子因此把本文的处方与"少给资源"彻底分开，而这个分开不是靠声明，是靠偏导—— $\partial A^* / \partial \alpha$ 与 $\partial A^* / \partial c$ 是两个独立的旋钮。

其四，一个反直觉的推论：短课程的稳态存量结构性地低于长课程，而且不是因为时间不够。 A^* 与 N 成正比，而 N 是单位时间的场合数，因此 A^* 本身与课程长度无关；但从零起步到接近 A^* 需要的时间为 $1/\delta$ 的量级。若一门课的长度短于 $1/\delta$ ，它永远达不到自己的稳态存量。这解释了一件通常被归因于"短课

程内容浅"的事：模块化、短周期、频繁换班的课程结构，即使内容与总课时不变，自建条件存量也系统性偏低——**因为存量需要时间长出来，而这个时间由失效率决定，不由内容决定。**这一条可以直接检验：同样总课时，分成一个长学期与四个短模块，本模型预测后者的存量显著更低，而两者的当堂表现无差异。

模型的边界要交代清楚。它假定 α 、 c 、 N 、 δ 在一门课内为常数，实际上 c 会随课程建设逐年上升， δ 会因一次课程调整而突然变大；它把所有自建条件当作同质的，而可交接性判据已经说明它们不同质；它没有给出 α 与 δ 的测量方法。上面四条推论只依赖式子的结构与各量的符号，不依赖具体数值——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：外来条件是否充分，自建条件是否在积累。

	自建存量为零	自建存量在积累
外来条件充分	齐备而空手：一切齐全、执行严格、检查全过，而课程结束时这个班手里一件自己的东西也没有。 本文的靶格。	有底盘的生长：外来条件提供起点，班级在其上造出自己的工具并继续使用。
外来条件不足	荒地：什么都没有，也没造出什么。	从零起家：条件匮乏而班级被迫自造，存量高而基础薄。

靶格是左上，三条签名齐：短期指标全部改善（教学资源完备度、规范执行率、进度符合率都最高）；失效率不产生任何信号（没有任何检查会问"这个班自己造了什么"）；自我加固（越正规化，外来条件越完备，自造的必要与空间越小）。

右下的"从零起家"格是关键对照，而且它给出一条与常识相反的预测：**在外来条件不足而自建存量高的班，与外来条件充分而自建存量为零的班之间，本文预测前者在新情境下的表现更好，尽管后者在原场表现更好。**这一条可以直接检验，而且它解释了一个长期被归因于"生源"或"教师热情"的现象。

十二、走查一门课：一件工具是怎么长出来的，又是怎么没长出来的

抽象的存量需要一次具体的走查。下面是同一所学校、同一门程序设计基础课、同一位教师、两个平行班，一学期十六周。

甲班。 教材、讲义、题库、评分量规、实验指导书、代码规范文档全部由教研室统一提供，学期初一次性发放。每周的作业从题库中抽取，提交到统一平台，自动判题给出通过与否，教师另按评分量规打分。学生遇到问题在答疑群里问，教师或助教回答。期末考试从同一题库出题。

按本文的读数：**自建条件存量为零，外来条件占比百分之百。** 这一点值得逐条确认：代码规范是教研室的，评分标准是教研室的，判题机是平台的，答疑记录留在群里但没有人整理成任何可以被下一个人直接拿起来用的东西。学期结束，班级解散，这个班在这十六周里造出来的可交接物是零件。

甲班的形式审查全部通过，而且是全校范本：资源完备度满分，规范执行率满分，通过率九成七。

乙班。 前六周与甲班几乎相同。第七周出现一件小事：三个学生分别在同一类错误上卡了很久——他们把一个循环里的变量作用域搞错了，而自动判题给出的提示只有"答案错误"。其中一位学生把自己排查的过程写成了一段简短的记录，贴在班级共享文档里，标题是"如果输出全是最后一个值，先看这里"。

这件事本身很小。使它成为本文所说的自建条件的，是接下来三件事：第八周另有两位学生直接引用了这段记录，并在下面补了一条自己的情形；第十周这份文档已经有十一条，学生开始在提问前先查它；第十三周一位中途转入的学生拿到这份文档，两天之内自己解决了两个原本要问助教的问题。

按本文的三条读数：**存量至少一件，且可交接性成立**（转入的学生直接用上了，无需任何人讲解）。**外来条件占比下降**——不是因为外来资源减少了，是因为在用条件的总数里多了一件自己的。

第十一周又长出第二件：这个班在一次讨论后自己定了一条不成文但被普遍遵守的约定——提交作业前先把变量名读一遍，能不能让别人一眼看懂。这条约定与教研室的代码规范文档不冲突，但它比那份文档短得多、被使用得多得多。**它可交接**：说给新来的人听，一句话就懂。

学期末，这个班手里有两件东西是十六周前没有的，且都能交给下一届。

两班的差别值得逐条摆出来。 乙班的教师没有多做什么，他只做了一件事：把那份共享文档留了下来，并在几次课上提到它。他没有把它做成作业，没有给分，没有要求每人贡献一条——本文反噬那一节说的三种做坏方式，他一种都没做。而这一点恰恰是最难的：**这件事的价值在于它不被考核，而不被考核的东西在一个按周清点的体系里几乎不可能被保护。**

需要说明一个容易混的地方。乙班那份文档如果是教师第二周就拿出来的（内容完全一样、同样好用、同样可交接），本文的读数是零——因为第一条判定条件是"由这个过程自己造"。这一条看起来苛刻，甚至有点不近人情：一份好用的工具，谁造的有什么关系？本文的回答是：造它的那个过程本身就是学习，而拿到一份现成的好工具只是使用。**这个区别在使用体验上完全看不出来，只有在下一次遇到一个还没有工具的问题时才显出来**——这也正是本文与分布式认知那条分离线要测的东西。

十三、十处兑现

类器官培养。 规程为体系自造的基质设字段并据此调整操作；教学规程没有对应字段。

软件团队。 团队自建的约定、脚手架与检查清单有版本历史，可清点；团队交接时这批东西的可交接性直接决定交接成本。

手术团队。 一个团队自己形成的器械摆放与口令约定，换人时是最先丢失的东西，且从不出现在任何培训材料里。

实验室。 一个课题组自己攒的"这台仪器的脾气"清单，是新人上手速度的主要决定因素，而它在任何仪器手册里都没有。

乐团。 一个乐团自己形成的呼吸与起拍约定，是它区别于同水平乐团的东西，指挥换人时最先受损。

厨房。 一个后厨自己定的备料标准与摆位，是出餐速度的主要来源，且不写进任何菜谱。

工地班组。 一个班组自己造的样板与量具，是质量稳定性的实际来源，验收标准里没有它们的位置。

编辑部。 一个编辑部自己积累的体例与常见错误清单，是稿件质量的实际底盘，且它比任何外部体例手册都更被实际使用。

开源项目。 贡献指南与问题模板是项目自己造出来并成为条件的典型，且它们的演化在仓库历史里逐次可查。

学徒制作坊。 师傅与徒弟共同攒下的一套夹具与样件，是这门手艺实际的传承载体，而它在任何技能标准里都不是一个条目。

十处里有四处（类器官规程、软件约定文档、开源项目的贡献指南、编辑部体例）已经有制度化的形式与版本记录，可以直接调取；教育是这十处里唯一一个既大量产生自建条件、又完全不记录它们的地方。

十四、强制不一致：学习成果的归属守不住的两条

现行的学习成果评价体系同时持有两条主张，都写在它自己的规范文件里。

甲：学习成果归属于个体学生，并按个体评价。 这条是整个评价制度的地基。学分、绩点、证书、资格全部发给个人；合作作业里要求区分个人贡献；学术诚信规范的核心正是"这份东西是你自己做的"。没有这一条，评价制度无法运作。

乙：学习是在共同体中发生的，教学应当建设学习共同体、鼓励协作与共享。 这条同样写在几乎所有的课程规范与教学指南里，而且是近三十年教学改革最被广泛接受的一条。

两条在自建条件这个位置上正面相撞，而且相撞的方式与通常说的"合作与竞争的矛盾"不同。**自建条件在物理上是集体持有的**——一套记号、一条判准、一份错误清单，它的价值恰恰在于所有人都用同一套。它无法被分割给个人：把一套命名约定的四分之一归给某个学生是没有意义的。因此在甲的账上，**它不是任何人的成果。**

于是出现一个可以直接观察的后果：**一个班花时间造出一件所有人都在用的工具，这件事在任何一份成绩单上都不留痕迹。** 它不计入任何人的分数，不进入任何一份能力档案，在课程结束时随着班级解散而失效。乙鼓励学生这样做，甲保证这样做没有回报。

这一体系现行的处置是把集体产物折算成个人贡献——小组作业里的贡献度评分、协作过程的个人反思记录。这个处置在形式上保住了两条，代价是：**折算这个动作本身就把集体持有的东西重新变成了个人持有的东西**，而自建条件的全部价值在于它不被任何人持有。可以折算的那部分（谁写了哪一节）恰恰不是那件工具起作用的部分（大家都认同一套判断）。

二选一。要么承认存在一类学习成果其归属单位是集体而不是个人——那么甲不能以现在的形式成立，评价体系需要一个班级层面的、不可折算给个人的记录项；要么放弃乙，承认共同体只是提高个体学习效率的手段，共同体本身不产生需要被记录的东西——而这与它自己关于“知识在实践中被共同造出来”的主张冲突。

它不能同时守住两条，除非它承认本文的变量。 一旦承认，“学习成果”就必须被拆成两样：个体持有的（照现有装置处理）与集体持有且可交接的（需要班级层面的清点），而清点后者需要的正是本文的存量读数。

这一体系已经为此付出了可观察的代价：**几乎所有课程在结束时都不做任何交接。** 一个班攒下的东西，下一个班拿不到；下一届从零开始，而这在任何评估里都不会被记为损失，因为损失的那样东西从来不在任何账上。相比之下，同样是一群人在一段时间里共同工作，工程团队、开源项目与编辑部都有交接制度，而且交接的正是本文说的这一类东西。

十五、三处反向约束

细胞学削掉“自建越多越好”。 自己造出来的条件同样可以把系统锁死：肿瘤细胞造出维持自身的微环境，体外自组织可以走进一个稳定而错误的构型并且再也出不来。因此自建条件的价值非单调，而且它有一个特有的风险——**自己造的东西最难被自己质疑**。本文因此必须补一条：自建条件需要有可拆的通道，且拆的动作必须由外部触发。**如果没有这一处，本文原本会写下“应当尽可能提高自建条件存量”——这句话被削掉了。**

工程学削掉“过程与自建可以取代验收”。 在安全关键的场合，成品验收不可省略，而且自建的工具必须先被验证才能进入使用。因此本文的适用范围收窄到**允许工具在使用中被修正**的场合；在标准必须先于产物的领域，自建条件只能进入辅助层，不能进入判据层。**这一处动的是适用范围。**

艺术学削掉“自建条件都应当共享与清点”。 工作室里有一类自建条件是个人的、不可交接的——某个人特有的手法、他自己攒的判断。强行把它们抽出来共享，得到的是一份没人用的文档，而原来那样东西会因为被外化而失效。因此本文的读数只覆盖**可交接的那一类**，另一类明确不在读数范围内，且本文不主张把它转化过来。**这一处动的是读数本身的边界，也是本文最诚实的一处让步。**

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，是每一家的问题结构恰好使这一步成为不必要的。

艺术学到不了，因为它的判断单位是一件作品。 讲评面对的是摆在那里的那一件东西；它可以延长时间、可以看更多件，但它的每一次判断仍然落在某一件上。而自建条件的特征恰恰是**它不是任何一件作品**——它是一套记号、一条判准、一份清单，是介于作品之间的东西。工作室里这类东西极多（这是本文兑现表里它排在前列的原因），而这一家没有为它设位置：它既不是作品，也不是过程，也不是环境，它是一个在“作品—作者”这个二元里无处安放的第三样。这一家看不见它，不是疏忽，是它的判断单位在原则上不覆盖这个尺度。

工程学到不了，因为它那里工具是外购的。 过程能力这一支管的是把给定的过程稳住：量具要经过校准、工装要经过验证、规程要经过评审。**工具在进入过程之前必须已经合格**——这是它的基本纪律，也是它的成就。因此“过程自己造出一件工具并立刻拿来用”在这一家看来不是一个可以研究的现象，是一次违规。它有一整套办法处理工具的引入（验证、确认、变更控制），而这套办法的整个方向是**让工具的来源与过程分离**。它因此不可能问出“这个过程自己造了什么”这个问题——问出来就等同于在讨论如何绕过自己的纪律。

细胞学到不了，因为它的实验设计把条件放在自变量那一栏。 生态位研究的标准做法是：设定微环境，观察细胞命运。基质硬度、可溶因子、支持细胞类型——这些是研究者拧的旋钮。**当细胞反过来改造这些旋钮时，那在实验设计里叫混杂，叫批次漂移，叫需要控制的干扰。** 这一家非常清楚地知道细胞在改造 niche（这正是本文的推翻材料），而它把这件事读作“体外培养难做”的原因，读作需要用换液策略、灌流系统或更好的基质去补偿的东西。它把一个现象当成了一个麻烦。要把它当成一个正的量，需要问“细胞造出了什么、那些东西后来起了什么作用”——而这个问题在一个把条件当自变量的设计里问不出来。

三处缺口合起来说明这个判断为什么必须由三家撞出来：艺术学有大量自建条件而其判断单位不覆盖它，工程学有整套工具纪律而其方向正是切断自建，细胞学有自建的完整证据而把它记在干扰栏里。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

建构主义。 它说到的是：知识由学习者主动建构，不是被传递的。分离线：它讲的是**内部表征**如何形成，本文讲的是**外部可交接物**如何被造出来并成为条件；一个学生可以充分地建构内部理解而这个班的自建条件存量为零。判定形式：若把学习者的主动建构水平控制住之后自建条件存量不再预测结果，则建构主义覆盖本文；若在建构水平相当的两个班之间存量仍有区分力，则本文对。

知识建构与知识论坛。 它说到的是：共同体持续改进公共的知识对象，学生的想法成为后续探究的对象。这是本文最近的一位邻居，必须正面回答。分离线：它的公共对象是**观念**——想法、解释、理论；本文的自建条件是**工具**——可以被指着看、被交给新来的人直接用的东西。判定形式：若一个班的公共观念

持续演化而可交接的工具一件没有增加，知识建构判为成功，本文判存量为零；若一个班的观念讨论平平而攒下了一套在用的判准与清单，两家判断相反。本文预测后者在新情境下的表现更好，而这是可以直接检验的。

实践共同体 (Lave & Wenger)。它说到的是：学习是从边缘参与走向核心的过程，发生在共同体的实践中。分离线：它刻画的是人的位置移动，本文刻画的是物的积累；一个共同体可以有清晰的参与轨迹而不积累任何可交接物（师徒口传即是）。判定形式：若参与轨迹相同的两个共同体在自建条件存量上无差异，本文不增量。

分布式认知 (Hutchins)。它说到的是：认知过程分布在人、工具与表征之间，不局限在个体头脑里。这是本文最危险的占位者。分离线：它讲的是认知如何分布在既有的工具上——它的经典分析对象是一艘船、一个驾驶舱里已经存在的仪表与记录方式；本文讲的是工具是被这个过程自己造出来的，而造这件事本身就是学习。判定形式：给两个班完全相同的外部工具，分布式认知预测两班无差异；本文预测其中一个班若被允许自造工具，在撤除全部外部工具之后的独立表现更好。这一条是本文与它之间可以做实验的分界。

生态位构建 (Odling-Smee, Laland & Feldman, 演化生物学·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“住户改造自己的居所，而改造的结果成为后来者的条件”——这正是生态位构建的形状，它在演化生物学里已经被形式化了二十多年，且明确主张这构成一条与自然选择并列的演化通道。这位占位者极其贴近，必须正面判定。分离线：生态位构建的承重之处是跨代——改造的结果作为遗产传给后代，形成生态遗传；本文的承重之处是同一批人在同一段时间之内，自建条件对造它的那批人自己起作用。判定形式：若自建条件只在跨届传承时才与结果相关（这一届造的东西对下一届有用，对自己没用），则生态位构建覆盖本文；若在同一学期之内自建条件存量与该班自己的学习结果存在剂量—反应关系，则本文指出了它没有覆盖的那一段。本文赌后者，而这是可测的。

过程能力与统计过程控制 (工程学, 本文学科之外)。它说到的是：控制过程而非检验成品。分离线：它把测量系统当作给定并要求它先被校准；本文说的自建条件里有一大类就是测量系统本身——一个班自己定的判准就是它自己的量具。判定形式：若在测量系统完全外来的课堂里自建条件存量仍能预测结果，则两者可分；若存量的效应全部集中在“判准类”自建条件上，则本文实际说的是测量系统的内生性，应当改名并收窄。这是本文可能需要退让的一处。

脚手架与撤除。它说到的是：提供支持并逐步撤除。分离线：脚手架是外来的、按计划撤的；自建条件是内生的、不打算撤的。判定形式：若把脚手架撤除的规范程度控制住之后存量不再预测结果，本文被覆盖。

十八、与本栏同题篇目的划界

本栏近期有十余篇同样处理课堂学习的文章。总的分界先说清楚：其中大多数问的是为什么很少发生，要的是一个驱动；本文问的是该怎么运行，要的是一条次序。以下只列会被混为一谈的几篇，每条给双向判定。

与《开着的时候没人来》：同一组学科的两不同取用

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。

那篇处理的是**时序的不对齐**：课堂按内容的逻辑关系排序，而学习者的感受期窗口由上一轮教学打开、有时限、窗外归零；它主张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，因而命名了空窗。

先说两家共用学科的取用点：同一门细胞学被两篇拿走的是两件不同的东西。 那篇取的是**序贯诱导与感受期**——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而是上一轮的产物；本文取的是**生态位重塑与自组织**——细胞分泌基质、招募支持细胞、重塑自己周围的条件，少量细胞可以在没有既成生态位的情况下自己长出结构与维持它所需的条件。前者属于发育生物学的诱导一支，后者属于干细胞与类器官一支，两条线在教科书里就是分开的章节。工程学与艺术学同理：那篇的工程学取公差链的分配，本文取过程能力与统计过程控制；那篇的艺术学取材料在制作序列里的抵抗，本文取判断面对作品本身。

再说承重命题的分离。 那篇的对象是**时机**——窗口何时开、内容何时到，两套时序能否对上；本文的对象是**沉淀**——这个过程造出了什么可以交给新来的人直接用的物。一个是时间对齐问题，一个是资产积累问题。二者可以完全分离：一门时序完全对齐、每个窗口都有相应内容准时到达的课，其自建条件存量可以是零（内容全部是外来的，只是来得正好）；反过来，一门时序错乱、大量窗口空过的课可以攒下一堆工具——**恰恰因为等不到内容，学生自己做了替代品。**

双向判定形式。 一个班在教师完全按教材顺序推进、从不错位的条件下，学期末手里一件自己的东西也没有：那篇读数满分，本文为零。一个班因为教材与实际问题脱节而自己整理了一份错误清单并反复使用：本文读数高，而那篇会把这段时间判为大量空窗。**两篇在这一格上对同一个班给出方向相反的评价**，这个分歧可以被检验——若这类班的学生在跨情境任务上表现更好，本文对；若他们只是在补一个本可以不出现的洞、长期表现并不更好，那篇对。

两篇合用时给出一条各自单独说不出的预测：自建条件本身会打开窗口。 一件班级自己造的工具，其被第二次使用的那一刻正是一个感受期的开启——因为使用者此刻正带着一个具体的、由自己造出来的问题去看它。若这一条成立，那么提高自建存量会同时降低空窗率，而这两个读数应当负相关。**这条预测两篇单独都推不出来**：那篇没有“窗口由学习者自己打开”这一项（它的窗口全部由上一轮教学打开），本文没有窗口这个变量。若实测发现二者不相关或正相关，本文这条附加预测为伪，而两篇的主命题各自不受影响。

与《差一条边》（接手图·闭合度·催化覆盖率）。这是本栏与本文最容易被混淆的一篇，必须写在最前面并写细。两篇都在讲“系统自己维持自己”，都从化学或生物的自组织借力，因此距离很近。

分离线在**对象**上：那篇的对象是**关系**——谁的产物被谁接住，构成一张图；本文的对象是**物**——过程造出来、可以指着看、可以交给新人直接用的工具。二者可以完全分离，而且分离的两个方向都有现成的实例。

双向判定形式：一个接手图完全闭合的班——每个人的产物都被某个人接住、催化覆盖率满分——其自建条件存量可以是零：所有的接手都发生在口头，每一次都接住了，而学期结束时这个班手里一件可交接的东西也没有（研讨型小班的常态）。反过来，一个图不闭合的班——大多数人的东西没人接——可以攒下一份被所有人使用的错误清单：那份清单是被少数人造出来、被所有人取用的，取用不构成接手。**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**，届时应保留可逐件清点的那一个，也就是本文。

两篇合起来给出一条各自单独说不出的话：闭合讲的是这一轮的关系能否自持，存量讲的是这些关系有没有沉淀成不依赖具体人的东西。一张完全闭合的图，只要它的闭合全靠特定几个人，那几个人一走就散；而一件可交接的工具，即使图不闭合也能被下一个人拿起来。**沉淀是闭合的保险，闭合是沉淀的来源——**两个读数应当合用，且本文预测它们的乘积比任一个单独都更能预测跨届的稳定性。

与《每一轮都从新鲜表面开始》（未结转中间体·结转率）。那篇处理的是**未完成的**东西能否被下一轮接上。分离线：结转的对象是一件没做完的工作，自建条件是一件做完了并且可以反复用的工具。判定：一个结转率满分的班——每轮的未完成项全部登记接续——其自建存量可以为零（接续用的是教师的登记表，不是这个班自己造的东西）；反过来，一个从不留未完成项的班可以攒下大量工具。**两读数正交。**

与《正好有人能解决》（清除位·透过率）。那篇处理差异在到达任何位置之前被局部胜任度消耗。分离线：那篇的对象是**被消耗的差异**，本文的对象是**被造出来的工具**。判定：一门透过率极低（一切差异当场解决）的课，其自建存量可以很高——教师造工具、学生用工具，工具是真的，只是不是学生造的；本文的第四条判定条件（由这个过程自己造）在这里正是把两者分开的那道闸，而本文在反噬那一节已承认这道闸最容易被绕过。

与《一条路没有交接点》（交接点·独立结算比）。分离线：那篇的对象是**结算权的位置**，本文的对象是**过程自造的物**。判定：一门由独立第三方判定达标的课，其自建存量可以为零；一门自按自判的课可以攒下很多工具。**两篇合用时有一条新预测：**自建条件如果同时被用作判据（一个班自己定的标准），那么它同时抬高本文的读数与降低那篇的读数——**这是两个读数会真正冲突的唯一一处**，本文在与过程能力划界时已经指出这一类“判准类自建条件”是本文可能需要退让的地方，那篇的存在使这个退让变得更有必要。

与《总有人替它起步》（结清态·未被归类窗口）。分离线：那篇讲产物在成熟前被归类，本文讲产物成熟之后有没有沉淀成工具。判定：一门未被归类窗口很长的课，其自建存量仍可为零——悬置了很久，然后消失。**本文预测两者是先后关系而非替代关系：**不被过早归类是产生自建条件的必要条件，但不充分。

十九、与同日另两篇的划界

与《手段取得终点资格的那一段》（教育×化学×艺术）。那一篇处理的是**终点易主这个事件**；本篇处理的是**过程自造的条件**。分离线：换位可以在完全不积累任何工具的课上发生（一次讲评里终点易主而什么都没留下），自建条件可以在终点从未易主的课上积累（一个纯讲授的班自发形成了一套记号）。两个读数正交。**共同证伪条件：**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，届时应保留可逐件清点的那一个——也就是本篇。

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的适定性，是一个约束；本篇处理的是过程的产物。那一篇预测自建条件在多解区最容易积累，因为多条路都要留下痕迹才选得出来；本篇对此不作主张，但接受这条预测作为一次外部检验——若实测发现自建条件存量与倒推唯一性正相关（唯一区反而积累更多），那一篇那条预测为伪，而本篇不受影响。

三篇合起来还有一句共同的话，本文写在这里：三篇分别撞出了终点资格可换、倒推可解性可变、条件可自建，三条都是同一个更一般的东西在三个位置上的显形——课堂运行里被当作给定的那些东西，其实有一部分是这个过程自己的产物。同日这三篇都没有把这一条写实，这是三篇共同交出的洞。

二十、五种最强的竞争解释，与排除它们的设计

竞争解释一：其实不就是班级氛围好吗。 积极的班自然会攒下点东西。排除设计：用现成的氛围与参与度量表独立测量。本文独有的变量与它正交，而可交接性正是把两者分开的那道闸——一个讨论热烈、参与度极高的班可以一件可交接的东西都没攒下（全部是口头的），一个沉默的班可以攒下一份被所有人使用的清单。本文获胜的观察是：在氛围与参与度匹配的两个班之间，存量仍预测新情境下的表现。

竞争解释二：其实不就是这个班里有几个能干的学生吗。 排除设计：控制班内最高水平与水平分布。本文独有的预测是：存量与班内最高水平的相关，应当显著低于存量与“这些东西是否被其他人实际取用”的相关——一件由最强学生造出来但无人使用的东西，按本文的判定条件不计入存量（它不构成条件）。若存量完全由少数人的水平解释，本文测的是个别学生的产出而不是这个过程的自建。

竞争解释三：其实不就是教师放手多吗。 排除设计：独立测量教师的指令密度与规定动作占比。这一条与本文的关系比前两条微妙——放手确实提高转化率。本文获胜的观察在于第二个旋钮：在放手程度匹配的两个班之间，是否给了一个存放与取用的位置（共享文档、固定的板书区、可修订的清单）仍能区分存量。若不给存放位置的班也能积累同样的存量，本文关于转化率的主张失去内容。

竞争解释四：其实不就是课程本来资源就少、学生被迫自造吗。 这条正是本文自己的模型预测的（存量与覆盖度反相关），因此不能当作反对；要排除的是它的强版本——存量的效应完全来自资源匮乏本身，与自建无关。排除设计：比较三类班——资源充分而允许自造、资源充分而不允许、资源匮乏而不允许。本文预测第一类最好，第三类最差，第二类居中；若第三类不劣于第二类，说明起作用的是资源多少而不是自建。

竞争解释五：其实不就是评分者从好结果倒推吗。 清点者若知道该班表现，容易把普通的班级材料读成自建条件。排除设计：清点在结果揭盲前完成；每一件必须给出首次出现的时间、触发它的具体事件与至少三名不同学生的取用记录；报告清点者分歧率。若盲法后存量的信度很低或效应消失，本文不能用“课堂产物难以界定”回避失败。

判决可以压缩成一句：若在同一课程、同一教师、控制氛围、参与度、班内最高水平与教师指令密度之后，可交接的自建条件存量仍正向预测新情境下的表现，且第二次使用的时点早于表现提升的时点，则本

机制优于上述五条；若效应被氛围、个别学生水平或资源匮乏完全吸收，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。

第一层：自建条件作为一类存在物，且"由这个过程自己造"是它的必要条件。 最强也最容易倒。它的关键证伪条件在证伪条件其五：给两个班完全相同的外部工具，若允许自造的那个班在撤除全部外部工具后的独立表现不优于另一个班，则"谁造的"这一条件不成立，本文退化为一个关于工具可得性的主张。

第二层：外来充分度与自建存量两轴的辨别格作为一个分析工具。 即使第一层的"必要条件"主张被推翻，这张格子仍然可用：它把"资源是否完备"与"这个班自己有没有东西"分开，而这两件事在现有的课程评估里被压在一根轴上（都记为资源指标）。这一层的证伪条件是形式部分的负相关预测——若两轴正相关，格子退化为一维。

第三层：一条不依赖前两层的经验主张。 同样总课时的一门课，分成一个长学期与四个短模块，后者的学生在跨情境任务上表现更差，而两者的当堂表现无差异。这一条完全不需要"自建条件"这个概念，只需要现有的排课记录与一次延迟测验，是三层里最便宜的一条，而且它直接检验形式部分其四那条推论。

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。 若第三层被证实而第一层被推翻，说明现象为真而本文的刻画错了；若第三层被推翻，三层一起倒。

二十二、证伪与赌注

最强的竞争解释是：**其实不就是这个班氛围好、参与度高吗——积极的班自然会攒下点东西。**

本文必须能排除它。班级氛围与参与度可以用现成量表测量；本文独有的变量是**可交接的自建物的件数**，它与参与度正交：一个讨论热烈、参与度极高的班可以一件可交接的东西都没有攒下（全部是口头的），而一个沉默的班可以攒下一份被所有人使用的错误清单。**可交接性正是把两者分开的那道闸——参与度测的是人的活跃，存量测的是物的积累。**

核心证伪条件：在同一门课程、同一批教师、控制班级氛围、参与度、时间投入与先验知识之后，若自建条件存量与两周以上的、在新情境下的表现之间不存在剂量—反应关系，则本文为伪；届时应把差别归于班级氛围，而非过程自造的条件。

其余七条：

其二，若存量的效应全部集中在"判准类"自建条件上，而工具类、清单类、记号类均无效应，则本文实际说的是测量系统的内生性，命题应改名并大幅收窄。

其三，若自建条件只在跨届传承时与结果相关、对造它的那一届无效，则生态位构建覆盖本文，那条分离线失败。

其四，正向读数（顺序）：一件自建条件被第二次使用，应当**早于**该班在相关内容上的表现提升出现。若表现提升总是先于第二次使用，则自建条件是学习的产物而不是条件，本文的因果方向反了。**这一条是本文最要紧的一条检验，因为它直接测"它有没有真的成为条件"。**

其五，若给两个班完全相同的外部工具，允许自造的那个班在撤除全部外部工具后的独立表现不优于另一个班，则与分布式认知的那条分界失败。

其六，最便宜的一条：**任何使用版本控制的课程，其仓库历史里可以直接筛出"由学生首次提交、随后被至少三人引用"的文件。**这份数据在多数教学平台与代码托管里已经存在，不需要新增采集，且可交接性可由"新加入者是否直接使用"来判定。

其七，若不同清点者对"这件东西算不算自建条件"的判定一致性低于可接受水平，该读数不可操作，本文应退回为一个分析工具。

其八，若在形式部分列出的四个已有制度化记录的行当里，自建物的存量与产出质量无关，则本文的兑现是同形而非真兑现。

写死日期的赌注：在二〇三一年六月三十日前，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，报告可交接的自建条件存量在控制班级氛围、参与度与先验知识之后，仍正向预测新情境下的表现；且第二次使用的时点早于表现提升的时点。

以下不算命中：只报班级氛围或参与度；只比较合作学习与讲授；把学生作品的数量当作存量；把教师提供而学生使用的模板计入自建；用两所学校的对比充当剂量一反应；机构自行说明已开展学生自主管理。

二十三、反噬与治理

自建条件存量一旦进入考核，最省事的实现方式是让每个班在学期末交一份"班级学习资源汇编"。这能把件数做满，而它恰恰不是自建条件——那是一次为交差而做的外化，造出来之后不会有人用，可交接性形式上满足而实际使用为零。

第二重反噬更隐蔽：教师会替学生造。一位负责的教师完全可以在第二周就拿出一份"我们班的错误清单"，说成是大家一起整理的。它可用、可交接、被反复使用——本文的三条判据全部满足，只有"由这个过程自己造"那一条被绕过了，而这一条恰恰最难核实。**本文的读数在这里是可以被骗过的，而且骗过它的那个人多半出于好意。**

三条治理底线：存量指向课堂的运行结构，不指向学生或教师的品质，不得单独用于排名；不得在安全关键的训练中为提高存量而允许未经验证的自造工具进入判据层；任何据此作出的不利安排，必须公开清点规则、每件自建条件的来源记录与复核通道。

我看不到一个彻底的出口。只要这个数被采用，替学生造就永远比让学生造省事，而且看起来更负责。唯一可用的限制是要求每一件自建条件都能追溯到一次具体的、不是由教师发起的触发事件——而这条限制本身也可以被补写。

二十四、若本判断被证伪，我们会学到什么

若自建条件存量对新情境下的表现没有增量预测力，我们学到的不是"班级产物无所谓"，而是一件更具体的事：工具的来源不重要，重要的是工具的质量与可得性。那意味着最优的做法是集中力量把教研室的资源做到最好并尽早发给学生——也就是本文靶格里那种课程正是对的。这是一个明确的结论，而且它会终止一批以"让学生自己建构"为名的成本很高的教学安排。

若存量有预测力而"由这个过程自己造"这一条不成立（给两班相同外部工具、允许自造的那班撤除后表现不更好），我们学到的是：起作用的是工具与使用者之间的贴合度，而自造只是达到贴合的一种途径。那会把本文的处方从"让他们自己造"改为"让他们自己改"——允许修改现成工具，成本低得多，且更容易在现行体系里落地。

若存量与外来条件覆盖度正相关（资源好的课自建也多），我们学到的是形式部分那个模型错了：产生率不由缺口驱动，而由整体投入驱动。那意味着自建条件是资源充分的伴随现象，不是它的对立面，本文关于"完备的课程在结构上不可能有自建条件"的推论作废，而这一条恰恰是本文最反直觉、也最容易检验的一条。

三种失败方式各自指向不同的下一步。

本文交出三个自己解释不了的洞。第一，可交接与不可交接的分界在具体清点时会产生真实分歧——一套"大家都知道该怎么做"的做法，写不下来但新人两天就学会了，算不算可交接？第二，本文说自建条件需要可拆的通道且拆的动作必须由外部触发，却没有说清什么样的外部触发是有效的。第三，本文完全没有处理跨届传承：一件自建条件传给下一届之后，对下一届而言它就是外来条件，本文的读数在那一刻把它从分子挪到了分母，而这个挪动是否正确，本文没有论证。

二十五、自反检验

按本文自己的判据，这篇文章造出了什么可以被下一次直接拿来用的东西？

一个名字、三条读数、一张辨别格、一句问话。其中只有那句问话——"这一节课结束时，这个班手里多了什么是下一节课可以直接拿来用的"——可以被交给一个没读过本文的人直接使用。其余的都需要先读本文才用得上，因此按本文自己的可交接性判据，它们更接近本文的成品而不是自建条件。

这也意味着本文自己落在了它的靶格附近：外来条件充分（三门学科的文獻），产出齐整，而真正可交接的东西只有一件。本文没有理由认为自己比它所描述的那些课堂更耐受这个问题。

本文交出两个自己解释不了的洞。第一，可交接与不可交接的分界在具体清点时会产生真实分歧——一套"大家都知道该怎么做"的做法，写不下来但新人两天就学会了，它算不算可交接？本文没有解决这个分歧。第二，本文说自建条件需要可拆的通道且拆的动作必须由外部触发，却没有说清什么样的外部触发是有效的——那需要另一条完整的次序，本文没有它。

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：只看做出来的东西、控制制造它的过程、建好它周围的条件。三家对条件的地位判断从"排除在外"到"决定一切"，而三家共同假定条件是给定的输入。

细胞学自己拆掉了这个假定。细胞分泌基质、招募支持细胞、重塑自己的微环境；类器官从很少的初始条件出发，自己长出结构，并且自己长出维持这个结构所需的条件。**生态位不是住户搬进去的容器，是住户造出来的东西**——这条在细胞学里回答的是体外培养怎样才能成功，从没有人把它当作"条件与产物的角色可互换"的证据。

由此得到一条三家单独都推不出来的判断：一个学习过程的条件里，有一部分应当是这个过程自己的产物；一门课如果全部条件都是外来的，它在形式上可以完全合格，而它每一轮都从同一处重新开始。

这句话的可操作形式是一句可以逐件清点的问话：这一节课结束时，这个班手里多了什么是下一节课可以直接拿来用的？

如果答案永远是"什么也没多"，那么这门课的教材可能最全、规程可能最细、执行可能最严，而它的每一届学生离开时，留下的和进来时一样多。

注释

〔一〕本文所说的"条件"限于可以被指着看、可以被交给新来的人直接使用的东西。共同的默契、彼此熟悉、心理安全都不计入——它们真实存在且重要，但不可交接，因此不进入本文的读数。这个限制使读数可清点，代价是本文对不可外化的那部分没有解释力，反向约束一节已就此让步。

〔二〕同一样东西的身份由它之后的用法决定：一份作业是成品，同一份纸被这个班反复拿来当对照范例就是自建条件。因此清点必须在一段时间之后回溯进行，不能在它被造出来的当时判定。

〔三〕本文的形式部分中的 α 、 c 、 N 、 δ 没有给出测量方法。四条推论只依赖式子结构与符号，不依赖赋值；其中 c （覆盖度）在实践中可用"这门课有多少比例的工作有现成的模板或规程"粗估，但这个粗估的信度本文没有检验。

〔四〕强制不一致一节针对的是评价制度的**规范层**，不针对具体教师。许多教师事实上在鼓励并保护班级共同造出来的东西，而他们通常无法把这件事写进任何一份材料——这一点本身是本文命题的旁证，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。其中艺术学那一处（有一类自建条件不可交接，强行外化会毁掉它）动的是本文读数自身的边界，是三处里最诚实也最伤的一处。

参考文献

- Benneyan, J. C., Lloyd, R. C., & Plsek, P. E. (2003). Statistical process control as a tool for research and healthcare improvement. *Quality and Safety in Health Care*, 12(6), 458–464.
- Clevers, H. (2016). Modeling development and disease with organoids. *Cell*, 165(7), 1586–1597.
- Deming, W. E. (1986). *Out of the Crisis*. MIT Center for Advanced Engineering Study.
- Discher, D. E., Mooney, D. J., & Zandstra, P. W. (2009). Growth factors, matrices, and forces combine and control stem cells. *Science*, 324(5935), 1673–1677.
- Hutchins, E. (1995). How a cockpit remembers its speeds. *Cognitive Science*, 19(3), 265–288.
- Lane, S. C., Williams, S., & Fu, J. (2014). Modulating the stem cell niche for tissue regeneration. *Nature Biotechnology*, 32(8), 795–803.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge University Press.
- Odling-Smee, F. J., Laland, K. N., & Feldman, M. W. (2003). *Niche Construction: The Neglected Process in Evolution*. Princeton University Press.
- Sadler, D. R. (2009). Indeterminacy in the use of preset criteria for assessment and grading. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 34(2), 159–179.
- Sato, T., Vries, R. G., Snippert, H. J., et al. (2009). Single Lgr5 stem cells build crypt-villus structures in vitro without a mesenchymal niche. *Nature*, 459(7244), 262–265.
- Scadden, D. T. (2006). The stem-cell niche as an entity of action. *Nature*, 441(7097), 1075–1079.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2006). Knowledge building: Theory, pedagogy, and technology. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 97–115). Cambridge University Press.
- Shewhart, W. A. (1931). *Economic Control of Quality of Manufactured Product*. Van Nostrand.

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