

冻段

音乐是如何发生的：一段声音何时不再能被无痕重排

作者 Judy · SDE 学员 · 约 1.9 万字 · 发表于2026年8月16日 · 编辑增补版

摘要

「音乐是如何发生的」通常被回答为：声音被组织、听者形成期待、身体进入同步，或者——在最近一批发生论里——前一事件改变了后续事件的可接受条件，而这个改变又被再后续继承。这些回答共享一个未被说出的前提：发生有一个时点，且这个时点是过程本身的性质。本文取三门与当代音乐学没有交集的学科作为压力源：玻璃的结构弛豫与假想温度、短纤纱的加捻与抱合、室内火的轰燃。三家给出三条互不相容的发生路线，终点分别是冻结、成纱与全室卷入。但三家又各自用自己的材料推翻了那个共有前提。玻璃转变温度依赖降温速率，不是物质常数；纱线的连续性由分布的重叠产生，没有任何单点接头；轰燃的 $600\text{ }^{\circ}\text{C}/20\text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$ 是约定判据，指标全中也可能并未轰燃。由此撞出的新存在物是「冻段」：一段材料中已经不再能被无痕重排的部分。它的读数是冻结点 f ，必须与判据尺度 θ 配报为 $f|\theta$ 。本文在 music21 公开语料上做了两场预注册检验。第一场被自己判负：预注册的主读数「 f 的中位数」被判据压在 0 到 1 之间，对数线性回归 R^2 只有 0.083。事后诊断发现真正合律的量是「未冻比例」 $c(\theta)$ ，并据此写下第二份预注册，把这条事后发现的律拿到两个完全不同的语料上做样本外确认：essen 欧洲民歌 $\ln c$ 对 θ 的斜率 -1.280 ($R^2=0.9990$)，palestrina 十六世纪复调 -1.052 ($R^2=0.9917$)，两者斜率之差 0.228，换判据后斜率变化 23.5% 与 12.7%， $\theta=6$ 时未冻比例 1.3% 与 2.3%。但预注册中最危险的 H10 在两个语料上都判负：保留一阶转移的再采样对照给出几乎相同的曲线。本文因此收窄命题，撤回「冻段反映音乐的长程结构」，只保留「发生时点是判据协议的产物，且它随协议以对数速率移动」。全文给出零情态词判据、双时标平面骨架、与 Deborah 数、记忆再巩固、回声记忆、投射、追溯性形式重释等十四位近邻的可裁决分界、六条证伪条款和一个写死日期的赌注。

ABSTRACT

This paper asks how music comes into being, not what music is. It takes three fields with no current contact with musicology as pressure sources: structural relaxation and fictive temperature in glass, twist and cohesion in staple-fibre yarn, and flashover in compartment fires. The three impose incompatible endpoints—freezing, yarn formation, and full-room involvement—yet each supplies material that overturns the premise they share, namely that an occurrence has a time point which is a property of the process itself. Glass transition temperature depends on cooling rate; staple-yarn continuity arises from distributed overlap with no single splice point; flashover indicators are conventions that can be met without flashover occurring. The collision yields a new object, the frozen span: the portion of a passage that can no longer be rearranged without leaving a trace. Its read-out is the freezing point f , reported jointly with the criterion scale θ . Two preregistered runs on public music21 corpora are reported. The first was defeated by its own criterion: the preregistered median of f was compressed to 0–1 and the log-linear fit gave $R^2=0.083$. Post-hoc diagnosis identified the lawful quantity as the never-frozen fraction $c(\theta)$; a second preregistration confirmed it out of sample on two unrelated corpora (slopes -1.280 and -1.052 , $R^2=0.9990$ and 0.9917). The most

dangerous preregistered hypothesis, H10, failed in both corpora: a first-order Markov surrogate reproduced the curve. The paper therefore withdraws the claim that frozen spans track long-range musical structure and retains only the weaker, still falsifiable claim that the time of occurrence is a product of the criterion protocol and moves logarithmically with it.

关键词：音乐发生；冻段；冻结点；假想温度；加捻抱合；轰燃；判据尺度；不可回退

三家外源

玻璃物理（结构弛豫与假想温度）× 纺织工程（短纤纱加捻与抱合）× 消防工程（室内火轰燃）

新存在物 冻段 · **读数** 冻结点 $f \mid \theta$ 、未冻比例 $c(\theta)$

稿件信息

学员专栏 · HOW 型典范文 · 版本 v2.0 · 2026 年 8 月 16 日

论文类型：HOW 型研究论文（二阶碰撞方法产出）。

学科分类：玻璃物理（结构弛豫与假想温度）× 纺织工程（短纤纱加捻与抱合）× 消防工程（室内火轰燃）；音乐发生学。

版本：v2.0 正规化学术稿（2026-08-16）。本文系同题第六跑，替代同系列《下一拍由谁决定：音乐发生的三次换手》一稿；后者的三条换手路径与本文无继承关系，两稿不得混引。

正文汉字数（不计文献与声明）：约 1.9 万。

伦理与使用限制：本文提出的读数指向事件与判据尺度，不得用于对作曲者、演奏者、听者或学习者的能力评价、排名、录用与淘汰。

核心判断

音乐不是在被听见时发生的，也不是在被后来的声音改写时发生的；音乐发生在改写窗口关上的那一刻，而那一刻不属于这段声音。

ABSTRACT

This paper asks how music comes into being, not what music is. It takes three fields with no current contact with musicology as pressure sources: structural relaxation and fictive temperature in glass, twist and cohesion in staple-fibre yarn, and flashover in compartment fires. The three impose incompatible endpoints—freezing, yarn formation, and full-room involvement—yet each supplies material that overturns the premise they share, namely that an occurrence has a time point which is a property of the process itself. Glass transition temperature depends on cooling rate; staple-yarn continuity arises from distributed overlap with no single splice point; flashover indicators are conventions that can be met without flashover occurring. The collision yields a new object, the frozen span: the portion of a passage that can no longer be rearranged without leaving a trace. Its read-out is the freezing point f , reported jointly with the criterion scale θ . Two preregistered runs

on public music²¹ corpora are reported. The first was defeated by its own criterion: the preregistered median of f was compressed to 0–1 and the log-linear fit gave $R^2=0.083$. Post-hoc diagnosis identified the lawful quantity as the never-frozen fraction $c(\theta)$; a second preregistration confirmed it out of sample on two unrelated corpora (slopes -1.280 and -1.052 , $R^2=0.9990$ and 0.9917). The most dangerous preregistered hypothesis, H_{10} , failed in both corpora: a first-order Markov surrogate reproduced the curve. The paper therefore withdraws the claim that frozen spans track long-range musical structure and retains only the weaker, still falsifiable claim that the time of occurrence is a product of the criterion protocol and moves logarithmically with it.

Keywords: musical occurrence; frozen span; freezing point; fictive temperature; yarn twist; flashover; criterion scale

一、问题不在第一声，也不在「后来改写前面」

「音乐是如何发生的」最容易被读成「第一声从哪里来」。于是答案从空气振动、乐器激发、神经放电、作曲意图或文化命名开始，好像只要找到起点，把后续事件连成序列，发生就被解释了。这条路早已被走过很多遍，也早已被指出不够：起点解释不了为什么同一串声音在一种听法下成段、在另一种听法下只是噪声。

最近一批发生论把镜头从起点移到了关系上，回答变成：前一事件改变了后续事件的可接受条件，而这个改变又被再后续继承。这是一个更好的回答，它把发生从对象移到了过程。但它有一处一直没有被追问：这种改写能一直进行下去吗？如果一段声音的功能永远可以被更后面的声音重新决定，那么任何时刻都没有任何东西真的发生过——发生被无限推迟到未来，而未来永远不会到齐。反过来，如果改写在某处停止，那么发生就落在停止那一处，而不落在改写本身。

本文要问的正是这个被跳过的问题：改写的窗口什么时候关上？更精确地说：一段已经响过的声音，在什么条件下不再能被无痕地重排——不再能被删掉、挪动或替换而不留下可检出的痕迹？

这个问法有一个直接的好处：它把「发生」从一种需要被承认、被感受、被理解的东西，变成一件可以在语料、日志与录音上清点的事。它也有一个直接的危险：如果「无痕」不给尺度，它会立刻变成一个万能词。本文的全部技术负担都压在这个尺度上。

二、题型判别与学科适格审查

1. 这是一道 HOW 题

WHAT 题要求在若干维度上找到一个对象的共同边界，最终回答「它是什么」；WHY 题要求找到几种动力如何共同驱动一个现象；HOW 题要求几条互斥的路径争夺同一个发生权，最终回答「它按怎样的次序出现、在哪一步可以失败」。若把本题写成「音乐具有玻璃、纱线与火三个方面」，得到的是三维度拼盘；若写成「音乐由三种力量推动」，则把路径问题误写成动力问题。因此本文只允

许每门学科提供一条从起点到终点的发生路线，且三条路线的终点必须互不相同、中介必须不可互换。

2. 三门学科的适格审查

一条实质约束先于一切：外部学科必须尚未被当代音乐学吸收。这条约束不是装饰。音乐认知已经吸收了预测编码、动态注意、事件分段、统计学习与运动同步；音乐社会学已经吸收了中介、关系与实践理论；音乐考古偶尔使用埋藏分析。把这些领域重新包装成「跨学科」，只会得到一次换词。

本文选定的三家是：

玻璃的结构弛豫与假想温度。研究对象是过冷液体在降温中如何停止跟随外部条件。与音乐研究在对象、方法与共同体上零重叠。

短纤纱的加捻与抱合。研究对象是一束彼此不连续的短纤维如何变成一根可承载的连续纱。纺织工程与音乐学没有共同文献。

室内火的轰燃。研究对象是局部燃烧如何跃变为全室卷入。消防工程与音乐学没有共同文献。

三家还必须能对同一件事给出不同判决，否则只是三种术语描述同一路径。下一节会给出这三条判决线。

3. 三条路线与它们各自认定的终点

路径来源	起点	中介机制	该学科认定的终点	若单独用来解释音乐
结构弛豫	过冷液体，结构仍跟随温度	弛豫时间随温度上升、与观察时标比较	冻结：结构不再跟随外部条件	音乐发生于某段材料不再跟随后续条件而变化
加捻抱合	一束离散短纤维	捻度产生侧压、摩擦阻止滑移、重叠段承力	成纱：离散体成为可承载连续体	音乐发生于离散声事件被搭接成可承载的一条
轰燃	局部起火，热量在室内积累	顶棚热烟层辐射回授、正反馈超过散失	全室卷入：不可回退的整体化	音乐发生于局部事件跃变为整段被卷入

三者并不是「凝固一连接一整体化」的分工。若如此安排，就成了取长补短的综述。本文要求它们争夺同一件事：哪一条路线有权说音乐已经发生？

4. 选源体检：四门被淘汰的候选

在定案之前，本文另外体检了四门候选学科，并全部淘汰。记下淘汰理由，是为了让选源过程可被审计。

声学和心理声学：早已是音乐研究的核心来源，违反「尚未被吸收」这条硬约束。地层学与哈里斯矩阵：形式上很像（层位关系决定先后），但同产线此前已用埋藏学，且两者共享同一底盘，会造成「三家其实是两家半」。排队论：能给出到达率与服务率之比，形式接近双时标，但它已通过信息论与音乐信息检索大量进入音乐研究，且它的终点（稳态队长）与另外两家不冲突，构不成 HOW 型

所需的路径争夺。混凝土的凝结与水化：与玻璃转变共享「从可塑到不可塑」的同一原理，属于同一家的第二次使用。

四门里有两门（地层学、混凝土）是因为与已选家共底盘被淘汰，而不是因为不相关。这一条淘汰标准比「相关性」更严：三家必须给出互斥的终点，仅仅「都很远」是不够的。

三、路径一：玻璃的结构弛豫——冻结不是变硬，是追不上

玻璃常被误解成「冷到某个温度就凝固了」。结构弛豫理论说的不是这件事。过冷液体在降温过程中，结构重排所需的时间（弛豫时间）随温度下降而急剧增长；当这个时间长到超过实验的观察时标，结构就来不及跟上温度的变化，于是被留在了它最后一次还来得及达到的位形上。Tool 在 1946 年为此引入了假想温度：一个非平衡玻璃的某个宏观性质，等于该性质在假想温度下的平衡值。换句话说，玻璃的当前结构记录的不是它现在的温度，而是它最后一次还来得及重排时的温度。

这条路线上最有冲击力的材料不是「玻璃会冻」，而是冻在哪里不是物质的常数。Ritland 从 Tool 的方程出发给出假想温度与降温速率对数之间的线性关系；Moynihan 等人 1974 年与 1976 年把它写成 $d \ln|q| / d(1/T'_f) = -\Delta h^*/R$ ，其中 q 是降温速率、 T'_f 是极限假想温度、 Δh^* 是控制结构弛豫的活化焓，并在 B_2O_3 、硝酸盐熔体与硼硅冕玻璃上给出量热实测。Moynihan 等人还指出，极限假想温度依赖降温速率而不依赖升温速率。

对本文而言，这条材料给出两件事，而且这两件事方向相反：

第一，发生时点确实随观察协议移动。你把降温放慢十倍，冻结位置就往后挪一截；「玻璃在几度变成固体」不是一个可以脱离测量方式回答的问题。若把这一条搬到音乐，「这段声音是在第几拍成为音乐的」也不能脱离你用多细的判据去看它。

第二，移动是对数的，因而是弱的。要把冻结位置挪动一个固定的量，需要把时标改变一个数量级。这就使「发生时点是协议产物」这个说法免于滑向「发生时点是任意的」。协议性与任意性之间隔着一条可测的定律，而这条定律正是本文后面要拿去检验的东西。

这条路线也暴露自己的不足。它只说明结构何时停止跟随，却完全不说明这段结构是怎样被连成一条的。玻璃没有「段落」；它是一整块。一个只借用冻结的音乐发生论会得到一个奇怪的结论：整首曲子在同一时刻一起冻住。这显然不对，需要第二家来拆。

四、路径二：短纤纱的加捻——连续性来自分布的重叠，而没有接头

一根棉纱长几百米，而组成它的棉纤维只有二三十毫米。没有任何一根纤维贯穿全长。那么它凭什么能承受拉力？答案是加捻：捻度使纤维相对纱轴倾斜，产生指向轴心的侧压力，侧压力经摩擦转化为阻止纤维相对滑移的阻力；一根纤维只要与邻居有足够长的重叠段，就能把力交给下一根。

纺织工程在这里提供了两条硬材料。第一，短纤纱的断裂通常是纤维滑移而不是纤维断裂：纱的强度并不等于纤维强度之和，纤维到纱的强度转换效率一般只有 40%–65%；增加纤维长度之所以提高纱强，主要是因为重叠段更长，滑移阻力更大。第二，纱强随捻度先升后降：低捻时强度由抗滑移

能力决定，捻度继续增加时抗滑移的贡献趋于饱和，而纤维斜角带来的分力损失开始占上风，于是出现一个最佳捻度。多数纱其实被有意纺在低于最佳捻度的位置上，因为低捻的生产率更高。

把这条材料搬进发生问题，得到的不是「音乐像一根线」这种比喻，而是一条严格的结构约束：连续性可以由分布的重叠产生，因此「它在这里接上了」可能根本没有一个点。一个音乐单位的成立不必依赖某个可被指出的接缝；它可以依赖一段区间内多重重叠的累积。这直接限制了第一家：冻结如果发生，也不会发生在一个点上，它有内在的宽度。

第二条约束更不客气：耦合不是越强越好。捻度过高反而掉强。任何宣称「联系越密、回应越多、影响越强，音乐就越发生」的说法，在这条材料面前都要重新解释。本文因此从一开始就拒绝把冻结程度写成一个越大越好的分数。

这条路线同样暴露自己的不足：它说明了连续体如何被搭起来，却完全不说明为什么搭起来之后就回不去了。一根纱可以被解捻，纤维可以重新分开。音乐里那种「这一段已经成型，后面无论怎么走都改不掉它曾经是这样」的不可回退感，加捻给不出来。这需要第三家。

五、路径三：轰燃——判据是约定，不可回退是真的

室内火在增长阶段是一个局部现象：一件家具燃烧，热烟层在顶棚下积聚并加厚，向下辐射。当热烟层足够热，地面附近所有可燃物几乎同时被引燃，火从局部跃变为全室卷入。这个跃变叫轰燃，它把火从增长阶段推进到充分发展阶段。

消防工程为轰燃给了两条常用的定量指标：上层烟气温度约 $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，或地面入射热流约 $20\text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$ 。Waterman 从小尺度舱室试验得出地面辐射热流 $20\text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$ 这一判据；Babrauskas 的全尺寸床垫火实验报告轰燃发生在 $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ 附近；另一些实验给出的轰燃时上层温度区间是 $450\text{ }^{\circ}\text{C}$ 到 $771\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，也有人把 $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ 作为保守指标。

真正对本文有价值的不是这些数字，而是它们的性质。Kennedy 在讨论火灾分析时明确指出：这些技术指标（ $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ 上层温度、 $20\text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$ 辐射热流）以及其他非技术指标，在从未真正发生轰燃的火灾中也可能出现；指标的出现并不定义轰燃——轰燃的定义里根本没有这些指标，只有「全室卷入」这一结果。也就是说，工程共同体一边知道判据是约定，一边照样使用它，因为在性能化设计里必须有一个可操作的数。

这给发生论一对必须同时接受的事实：

判定阈值是协议。同一场火，用温度判据和用热流判据会得到不同的轰燃时刻；换判据只会平移这个时刻。

不可回退是真的。无论用哪个阈值，跃变之后火不会自己回到增长阶段。约定的是刻度，不是现象。

这条材料因此与前两家发生真正的冲突：玻璃说发生是时标比较的结果，纱线说发生没有单点，而轰燃说发生是一次不可回退的跃变——可它的时刻却是人定的。三家争的不是谁更正确，而是发生到底是一个比较、一段分布，还是一次跃变。

五之二、三家的量纲对照： τ 、 θ 与它们在音乐里的对应物

三家能否真正咬合，取决于能不能把它们的量搬到同一张表上而不靠比喻。本节做这件事，并明确指出哪些量不能搬。

	玻璃	纱线	轰燃	音乐（本文的操作化）
被改动的对象	分子位形	一根纤维的位置	一处可燃物的状态	一个声事件
重排所需时间 τ	结构弛豫时间	纤维沿轴滑移所需的位移	局部熄灭所需的散热	该位置仍可被无痕替换的余地
施加约束的时标 θ	观察／降温时标	重叠段长度与侧压	反馈辐射的到达率	判据能同时看多长的上下文
发生	$\tau > \theta$ ，结构冻住	抗滑移超过拉力，成纱	正反馈超过散失，卷入	改动可被检出，位置冻住
不可回退性	弱（可退火重开）	弱（可解捻）	强（不回增长期）	由 θ 决定： θ 固定则不可回退
判定阈值的地位	协议（依速率）	无单点阈值	协议（600 °C／20 kW·m ⁻² ）	协议（ θ 与检出规则）

这张表也标出了三处不能搬的地方，必须写明，否则跨学科会退化成术语装饰：

第一，音乐事件没有物料守恒，也没有能量衡算。玻璃的活化焓 Δh^* 有明确的物理意义，本文的斜率没有对应的能量解释，它只是一个经验斜率。任何把本文的斜率读成「音乐的活化能」的说法都是过度移植。

第二，纱线的侧压力可以直接测量，本文的「重叠」只是一个类结构关系，无法给出力的量纲。因此纱线一支只贡献一条否定性约束（冻结有宽度、耦合非越强越好），不贡献任何可测量的力学量。

第三，轰燃的不可回退由燃料消耗与热惯性保证，是物理不可逆；本文的不可回退是相对于固定判据的不可回退——换一个更粗的判据，同一个位置可以重新变得可无痕重排。本文的不可逆性弱于轰燃，这一点必须写在最显眼处，否则整篇会被误读成宿命论。

正因为可搬的只有「终点、条件、时标与判定规则之间的逻辑关系」，三家才不是三个例子，而是三条互相限制的失败规则。## 六、一阶冲突：同一段声音，三家判决不同

三条路线不是互补的，它们会在同一段材料上给出相反的判决。下表是本文用来确认冲突真实存在的四个例子。

材料	玻璃路线判	纱线路线判	轰燃路线判
一段极慢的持续音，后继稀疏	已冻结：重排所需时间远超后继到达的时标	未成纱：没有足够的重叠段	未发生：没有正反馈，没有跃变

一段密集但完全可预测的机械循环	未冻结：结构一直在跟随，任何一处都可被替换	已成纱：重叠充分，抗滑移强	未发生：没有跃变，只有稳态
一次现场失误被全体接住并改道	未冻结：功能仍在被重排	成纱中：新的重叠正在建立	已发生：跃变且不可回退
一张母带交付后的录音文件	已冻结：不再跟随任何后续条件	已成纱：结构完全固定	已发生但已结束：卷入早已完成

冲突真实存在，第二阶碰撞因此有意义。

七、二阶碰撞：三家共有的前提与三份自带的反证

三条路线表面上在争「发生在哪一步完成」，底下却共享一个更隐蔽的前提：

核心判断

发生有一个时点，而这个时点是过程自身的性质——可以问「它是什么时候发生的」，答案不依赖谁在看、看多久、用多细的尺子。

正是这个前提让「音乐是如何发生的」被默认为一个有唯一答案的问题。而三家各自的材料都在推翻它：

领域自己的材料	它推翻了什么
假想温度与 $T'_f - \log q$ 关系； T_g 依赖降温速率而非物质常数	发生时点不是对象属性，而是对象与观察时标之比的属性
短纤纱以滑移断裂；无一根纤维贯穿全长；连续性由分布重叠产生	发生没有单点，只有一段有宽度的区间
$600\text{ }^{\circ}\text{C}/20\text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$ 是约定判据，指标全中也可能没有轰燃；实测区间 $450\text{--}771\text{ }^{\circ}\text{C}$	判定阈值是协议，与真实转变不重合；但不可回退是真的

三条反证合起来给出一个三家各自都不会主动提出的结论：

核心判断

「发生」不是一个时点，而是一对时标的比较结果。把它读成时点，是判定协议的产物；但由此产生的不可回退，不是协议的产物。

这一步使三家都不舒服。玻璃学家不会说 T_f 是「协议产物」，他会说它是可复现的实验量；纺织工程师不关心「发生」这个词；消防工程师会坚持轰燃是客观现象。本文不请三家背书，只借三家的证据逼出一个它们不会主动说出的结构。

八、新存在物：冻段

本文把撞出来的东西命名为冻段（frozen span）。

核心判断

冻段：一段材料中，已经不再能被无痕重排的部分。

三个词都要卡死。「重排」指对该段作一次结构性改动——删除、挪动或替换其中一个事件。「无痕」指在一个事先声明的判据尺度下，改动后的材料仍与未改动的材料不可区分。「不再能」指这种不可区分性已经消失，且不会因为更多后续到来而恢复。

冻段不是被记住的段落，不是被强调的段落，也不是被后来改写的段落。它是改写窗口已经关闭的段落。一段声音可以毫不起眼、无人注意、从未被谁重新解释，却已经冻住；也可以极其突出、反复被提起，却始终没冻——因为它所在的位置允许它被任何等价物替换而无人能看出。

由此得到本文的承重命题，写成否定一重命名式：

核心判断

音乐不是被组织起来的声音，也不是不断被后来改写的关系。音乐是一串冻段：每一段的功能被冻在它最后一次还来得及被重排的那个条件上。何时冻，由后继到达的速度与重排所需时间之比决定，不由这段声音本身决定。

这句话必须与它最像的说法分开。它不是说「后来的声音会改变前面的意义」（那是追溯性重释），也不是说「过去被现在重构」（那是 Mead 与怀特海那一族），更不是说「记忆会衰退」。它说的是一件方向相反的事：改写是有截止期的，而截止期不属于材料。

九、读数：冻结点 f 与配报纪律

冻段的读数是冻结点 f ：从一个位置起，还要经过多少个后续事件，对该位置的重排才不再无痕。 f 小意味着这个位置很快就被冻住， f 大意味着它长时间保持可改。

f 单独报出没有意义。它必须与判据尺度 θ 一起报，写作 $f | \theta$ 。 θ 是判据能同时看多长的上下文； θ 越大，判据越严，同一个改动越容易被检出，冻结越早。不配报 θ 的 f 就像不带单位的长度。这条纪律不是谨慎，而是本文全部内容的直接后果：如果发生时点是协议的产物，那么任何报出发生时点的人都必须同时报出他的协议。

由此还得到第二个读数，它在后面的真跑里成了主角：未冻比例 $c(\theta)$ ，即在给定 θ 与给定观察长度内始终没有被冻住的位置所占的份额。 c 接近 1 表示这段材料几乎处处可改， c 接近 0 表示几乎处处已定。

第三个量是冻结点的宽度： f 的四分位距。若宽度为零，冻结就是一个点；若宽度不随 θ 收缩，冻结就有内在的分布性质——这正是纱线那一支要检验的东西。

十、骨架：双时标平面与冻结线

本文不使用四态格、不使用链条、不使用阶段表。它的骨架是一张双时标平面。

横轴是 $\log \theta$ ：判据尺度，也就是「后继到达并施加约束的速度」。纵轴是 $\log \tau$ ：重排该位置所需的时间，也就是「这段材料还能被改多久」。平面上有一条对角线 $\tau = \theta$ ，本文称之为冻结线。

每一段材料在这张平面上不是一个点，而是一条轨迹。随着后继事件不断到来，可用于重排的余地不断减少，轨迹向冻结线移动。发生 = 轨迹穿过冻结线。

三家分别锁定这条线的三个性质，缺一不可：

线的位置随协议移动，但只以对数速率移动（玻璃）。这使发生时点既非对象属性，也非任意。

线有宽度（纱线）。冻结不是一个点，是一段有分布的区间；因此报读数必须报分布，不能只报中位数。

穿过之后不可回退（轰燃），而穿过的判据是约定：换阈值只平移线的位置，不改变线的斜率。

这三条性质正好是后面三组预注册假设的内容。骨架不是插图，它就是检验表。

十一、零情态词判据

哲学化的音乐定义常在判据里重新引入「真正」「充分」「有意义」「具有审美价值」等词，于是理论永远不会被数据触发。本文的判据可以直接写进脚本：

核心判断

固定判据尺度 θ ；对位置 t 施加一次结构性改动；从 t 起逐个加入后续事件，直到该改动在 θ 下可被检出为止；记录所用的后续事件数，即 $f(t | \theta)$ ；若到观察上限仍不可检出，记为删失，不记为无穷大，也不记为零。

整个流程不要求任何人判断材料好不好听、像不像音乐、有没有意义。它只要求三件事事先写死：怎样算一次改动、怎样算可检出、看多长。

这条判据可以用在符号语料、MIDI 日志、演奏录音的标注层、排练录像的动作标注，以及生成系统的状态日志上。本文只在符号语料上做，因为那是唯一能被第三方在十分钟内复算的层。

十二、六个场景：同一判据必须给出不同答案

场景一：欺骗性终止。一处终止式被听成结束，随后被改写成延宕。按本文判据，问的不是听者感觉如何，而是：在何处之后，把这个终止式整个删掉会留下可检出的痕迹？若后文的结构依赖它的存在，它早已冻住，改写的只是标签而不是它的可删性。标签可改与位置可删是两件事，这是本文与追溯性重释一族最重要的分界。

场景二：极简重复。长时间重复中，单个事件的删除往往完全不可检出——重复段的 c 应当很高，冻结很晚甚至不冻。这与「极简音乐结构简单」的直觉相反：它不是简单，它是长期未冻。

场景三：环境声与声景。一声远处刹车若不被任何后续结构依赖，删掉它不留痕迹，它在本文意义上没有冻住，因此没有进入发生。这与「听者注意到了」无关。

场景四：即兴问答。甲的短句被乙接住并改道，此后删掉甲的短句会使乙的进入无法解释——甲已冻。注意本文不要求任何人「理解」了甲，只要求后续依赖甲。

场景五：母带交付的录音。文件层面早已全部冻住（任何改动都可检出）。但听者一侧的过程可以另有自己的冻结轨迹。同一段声音在不同系统里有不同的 f ，这不是理论的漏洞，是它的预测。

场景六：语言与其他时序活动。语言、动作序列与代码同样有冻段。本文不把冻段当作音乐的鉴别器。若要用它做音乐／语言划界，必须另加参数耦合、节拍、音高或社会功能等维度。这一点在第二十二节被数据进一步收紧。

十二之二、 θ 是什么：判据尺度在实践中的四个对应物

θ 在脚本里只是一个整数（同时能看几个事件），但它在音乐实践中有具体的、可指认的对应物。这一节要让 θ 不再是一个技术参数。

其一，听者的训练。一个受过训练的听者能同时把握更长的上下文，因此对同样的改动更容易察觉。训练提高的不是「感受力」，而是 θ 。本文由此得到一个反直觉但可测的推论：同一段音乐对不同听者有不同的冻结分布，而且专家听到的冻段更多——不是因为他更投入，而是因为他的判据更细。

其二，记谱与记录的精度。只记音高的谱、记到力度与发音的谱、记到微时值的谱，是三个不同的 θ 。记谱精度的每一次提高，都会把一批原本可无痕替换的位置变成不可替换的位置。历史上「演奏自由度的收缩」常被归因于审美变化或作曲家控制欲，本文提供了另一个不需要意图的解释路径。

其三，录音。录音是 θ 的一次跃升：任何一次具体演奏的所有细节都变成可检出的。按本文的定律，录音会大幅提高冻结比例。这解释了为什么被录下来的即兴会变成「作品」——不是有人宣布它是作品，而是它的可无痕重排余地被判据尺度吃掉了。

其四，共同体的记忆与规范。一个反复演奏同一曲目的乐队，其成员对该曲的共享表征越来越细；到某个程度，任何一处改动都会被同伴察觉。排练积累实际上是在推高 θ 。

这四个对应物给出本文最有实践意味的一条推论：要让一段音乐重新变得可改，最有效的办法不是鼓励自由，而是降低判据尺度。具体做法有三种：换一个不熟悉这段材料的合作者，换一种记录精度更低的媒介，或有意在更粗的层面上重排。这与「多即兴一点」是完全不同的处方。

十二之三、为什么改动族先取删除

本文只实现了「删除一个事件」这一种改动，这是一个必须辩护的选择。

删除的好处有三条。第一，影响不局限在固定窗口内。若改动是「交换相邻两个事件」或「替换一个事件」，改动的痕迹只出现在包含该位置的有限个元组里，前视距离因此被判据尺度机械地封顶， f 会退化成 θ 的平凡函数——这是本文在设计阶段就排除掉的一种伪读数。删除会使其后所有事件的相位整体前移，因此任意长度的后续都可能暴露它。第二，删除对应一个真实的音乐问题：这个音能不能被抹掉而没人发现。第三，删除的实现不需要任何生成模型，只需要一个支持集，因此可被第三方在十分钟内复算。

删除的代价也要写明。它偏向于惩罚那些破坏计数结构的位置（例如小节内的时值总和），因此本文的 f 分布很可能高估了节拍层的冻结、低估了音高层的冻结。挪动与替换会给出不同的分布，本文没有测，第二十三节的诚实账表里把这一条列为零证据。

一个稳健的后续研究应当同时报告三个改动族的 $c(\theta)$ 曲线：若三条曲线的斜率一致，冻结律与改动族无关；若不一致，则本文的斜率只是「删除可吸收性」的斜率，标题必须相应收窄。

十三、敌意拓宽：十四位近邻与逐条可裁决分界

新名词不等于新判断。本文在概念成形后，主动朝经典层、音乐应用层、方法层、专著层与同系列五个方向去找「这其实早就有了」。以下每一条都必须给出同一段材料上的不同观察要求，否则不算分界。

1. Reiner 1964 的 Deborah 数（最危险的一位）。Reiner 在 1964 年的餐后演讲里把 D 定义为弛豫时间与观察时间之比，并用《士师记》中底波拉那句「山在耶和华面前流动」作比：给足时间，固体也会流。本文的双时标平面在形式上就是 Deborah 数。分界线：Deborah 数是一个描述材料在给定实验下表现为固还是流的无量纲数，它不涉及「痕迹」「可检出」「改写窗口」这些概念，也不预测冻结点的分布宽度，更不主张判定阈值是协议。本文的增量是把这个比值接到可检出性上：不是问材料像固体还是像液体，而是问一次改动还能不能被抹掉。若有人证明冻结点可由 Deborah 数在不引入可检出性的情况下完全预测，本文应并入流变学而不保留新名。本文在此不划界作汇聚：Deborah 数是本文形式上的祖先，本文承认这一点，并把自己定位为它在符号序列上的一次操作化。

2. 记忆再巩固（Nader 等，2000 以来）。已巩固的记忆在提取后重新进入可塑状态，需要重新巩固；这给出了一个「窗口打开一再关闭」的现成机制，与冻段极像。分界线：再巩固的窗口由提取打开，本文的窗口关闭由后继到达与判据尺度之比决定，与是否被提取无关；再巩固不预测冻结点随判据尺度的对数移动，本文预测并检验了它。判决实验：在完全不提取的条件下改变后继密度，若窗口宽度不变，本文错。

3. 回声记忆与 Snyder 的三时标（Snyder 2000; Sperling 1960）。音乐记忆研究早已给出回声记忆（数秒）、当下／短时记忆（三到五秒）与长时记忆的分层，并用它解释乐句长度。这是音乐学内部最像本文的一族。分界线：三时标是听者的固定生理／认知常数，本文的 θ 是判据的可选尺度，可以取任何值并被系统扫描；Snyder 的分层预测乐句长度有偏好区间，本文预测的是 $c(\theta)$ 的对数律，两者可以同时成立而互不蕴含。若冻结点被证明只在人类记忆时标附近才有定律形式，本文的普遍性主张应退回为心理学结论。

4. Hasty 1997 的投射。已完成时长为紧随其后的事件提供确定的时长潜能。分界线：投射是向前的潜能，本文测的是向后的可撤销性；一个位置可以有强投射而完全可删（如高度程式化的起句），也可以投射微弱却不可删。

5. Schmalfeldt 的追溯性形式重释与 Caplin 的「转调段的结尾成为副题的开始」。这是与本文表面最接近、实则方向相反的一族：它们说后来的音乐迫使我们重新理解此前单元。分界线：它们改的是标签，本文测的是可删性。同一个终止式可以被反复重贴标签而始终不可删（早已冻住），也可以标签稳定而始终可删（从未冻住）。两者正交，且可在同一份语料上分别测量。

6. Mead 1932 与怀特海。Mead 说「给定一个涌现事件，它与先行过程的关系成为条件或原因」，新的当下不断重构过去；怀特海说场合消逝后作为客观不朽的与料被后继场合摄入。这两位是「过去被后来改写」的经典层正主。分界线：两位都主张改写可以持续发生，本文主张改写有截止且截止点可测。这是一条真正的对撞线：若在任何判据尺度下都不存在有限的冻结点，本文错、他们对；本文第二十二节的数据正是在这条线上被部分打回。

7. 事件分段 (Zacks 等 2007)。解释边界如何被知觉。分界线：边界是感知事件，冻结是可检出性事件；强边界处可以完全可删，弱边界处可以早已冻住。

8. 统计学习与信息动力学 (IDyOM、PPM)。它们计算下一事件的意外度与不确定度。本文的判据显然与序列统计有关，这是本文最容易被吸收的地方。分界线：意外度是前向量，可删性是后向量；两者由不同的条件分布决定。但必须诚实：本文第二十二节的对照实验表明，这条分界线在当前操作化下没有守住——见第二十三节。

9. Kramer《音乐的时间》的垂直时间与非线性时间。讨论的是听觉时间体验的类型学。分界线：本文不讨论体验，只清点可检出性。

10. 遗忘曲线与衰退理论。衰退说信息随时间流失；本文说可改性随后继到来而流失。两者方向相同但对象不同：一段被完全遗忘的音乐，其冻段状态不变，因为冻结定义在材料—判据关系上，不在记忆者身上。

11. 版本控制与不可变日志 (append-only log)。计算机系统里「提交之后不可改写」是现成制度。分界线：那里的不可改写是被规定的（系统设计者写死），本文的不可改写是长出来的（由后继密度与判据尺度决定）。若某种音乐实践显式规定了不可改写点（如出版、母带交付），那正是本文所说「协议决定冻结点」的最直白实例，不构成反例。

12. 熵与压缩率。一段可高度压缩的材料显然更容易被无痕改动。分界线：压缩率是全局量， f 是逐位置量；同一压缩率下可以有完全不同的 f 分布。本文在第二十二节把这条线交给了数据，结果不利。

13. 外适应与功能转用。处理的是旧结构被用于新用途，不涉及可撤销性。

14. 同系列的十一篇同题稿。本产线此前的 What 与 How 稿共同主张：一个事件改变后续事件的可接受条件，且这个改变被再后续继承。分界线是本文最重要的一条：那十一篇测的是改写能否发生并传播，本文测的是改写窗口何时关闭。两者在同一份材料上给出相反的预测方向：它们预测越往后可改写的东西越多（继承链越长），本文预测越往后可改写的位置越少（冻结累积）。这两条曲线可以在同一份语料上同时画出来，谁对谁错由数据裁决，而不是由谁更深刻裁决。

十四、第一场真跑：预注册与它的失败

为什么必须做。一个说「发生时点是协议产物」的理论，如果自己不公布协议、不接受失败，就已经在方法上背叛了自己的主张。

预注册。 统计量计算之前写入本地文件 prereg_fl.md, SHA-256 为 736afe797de6d0758bf57f707cd1c42f13d63c1d1ealf9d2972e80ab2992a022。数据、单位、分割、改动方式、检出定义、 θ 集合、观察上限与全部阈值均在结果产生前固定。

数据与操作化。 music21 内置巴赫四声部众赞歌，取女高音声部起音，共 368 首、18,340 个事件、中位长 46。单位是相邻起音的有向半音程，截断到 ± 12 。按文件名排序，前三分之二为训练集（建支持集），后三分之一为测试集（算 f ）。改动 = 删除位置 t 的事件（该音被抹去，后续整体前移；这样改动的影响不局限在一个固定窗口内，任何长度的后续都可能暴露它）。支持集 = 训练集中出现过的 θ 元组。可检出 = 删除后跨过 t 的某个 θ 元组不在支持集中。 $f(t | \theta)$ = 使可检出为真的最小前视距离，上限 64，超过记删失。 $\theta \in \{2,3,4,5,6\}$ ，种子 20260816。

预注册的假设与结果：

假设	内容与阈值	结果
H1	$\log_2(f \text{ 中位数} + 1)$ 对 θ 线性， $R^2 \geq 0.90$ ，斜率 < 0	被驳：斜率 -0.042 ， $R^2 = 0.083$
H2	每个 θ 上 f 的四分位距 ≥ 1	通过：IQR = 13 / 7 / 3 / 1 / 1
H3	换判据（频次 ≥ 3 ）后斜率相对变化 $< 20\%$	无从判定（主统计已废）
H4	$\theta=4$ 时删失率 $< 10\%$ ， f 的 95 分位 < 32	被驳：删失率 19.4%，95 分位 20
H5	真实序列的 f 中位数比一阶马氏对照大至少 1	被驳且方向相反：真实 1，对照 2

实测的 f 中位数依次是 0、1、1、0、0；均值 8.63、5.64、3.84、1.49、0.87。主读数被判据压在地板上。四条假设中三条判负，其中一条方向相反。按预注册纪律，这一场不得被改写成功。

十五、诊断：为什么中位数是错的读数

失败本身提供了本文最有用的一条信息。 f 的分布不是单峰的：在 $\theta=4$ 上，37.3% 的位置在 $k=0$ 就被检出（删掉立刻露馅），19.4% 的位置到 64 个事件仍不可检出，中间的 43.3% 分布在 1 到 64 之间。对一个既有大量零、又有大量删失的分布取中位数，等于把两端的信息全部丢掉，只留下一个被判据挤压出来的常数。

这正是本文在第九节自己写下的纪律没有执行到位：既然冻结线有宽度，读数就不能是中位数。合适的读数应当是删失本身——未冻比例 $c(\theta)$ ，即到观察上限仍未被冻住的位置份额。

事后计算给出：巴赫语料的 $c(\theta)$ 依次为 0.829、0.527、0.194、0.073、0.029。取自然对数后对 θ 作线性回归，斜率 -0.871 、 $R^2 = 0.9866$ ；只取 $\theta \in \{3,4,5,6\}$ 时，斜率 -0.972 、 $R^2 = 0.9998$ 。

这是一条很漂亮的曲线，但它是事后发现的。按参照语料相对性与敌意拓宽的纪律，事后发现的律不能当证据用。唯一正当的做法是：把它写成新的预注册，拿到完全不同的语料上做样本外确认，并把阈值先写死。

十六、第二场真跑：跨语料确认

预注册。文件 prereg_f2.md, SHA-256 d80bea7fa2c0da322f8f0a81c4a4abc18bb90af1daaac761155d7c393c61d5de, 写于第二场任何统计量被计算之前。文件开头如实声明：本场检验的定律是在巴赫语料上事后发现的, 全部阈值依巴赫标定, 本场的唯一功能是样本外确认。

确认语料。语料一：music21 的 essen 欧洲民歌集, 600 首单声部民歌、29,539 个事件。语料二：music21 的 palestrina 集, 259 首、25,799 个事件, 取最高声部。两者与巴赫众赞歌在传统、体裁、写作年代与共同体上都不相同, 且都不是本文事后探索所用的语料。其余定义与第一场完全相同。

预注册的五条假设与实测结果：

假设	阈值 (先写死)	essen	palestrina	判定
H6 主: $\ln c(\theta)$ 对 θ 线性 ($\theta=3-6$)	$R^2 \geq 0.95$ 且斜率 $\in [-1.5, -0.5]$	斜率 -1.280, R^2 0.9990	斜率 -1.052, R^2 0.9917	两个语料均通过
H7 跨传统不变	两语料斜率之差 < 0.5	$ \Delta = 0.228$		通过
H8 换判据只平移	频次 ≥ 3 后斜率相对变化 $< 40\%$	23.5%	12.7%	两个语料均通过
H9 上界	$\theta=6$ 的未冻比例 < 0.10	0.0126	0.0233	两个语料均通过
H10 非平凡	一阶马氏对照的 $\theta=4$ 未冻比例与真实相差 ≥ 0.05 , 或斜率相差 ≥ 0.2	差 0.0135, 斜率差 0.143	差 0.0336, 斜率差 0.1996	两个语料均判负

未冻比例的完整曲线 ($\theta = 2,3,4,5,6$) :

语料	c(2)	c(3)	c(4)	c(5)	c(6)
巴赫众赞歌 (探索样本)	0.829	0.527	0.194	0.073	0.029
essen 民歌 (确认样本)	0.902	0.573	0.180	0.046	0.013
palestrina (确认样本)	0.930	0.543	0.156	0.053	0.023
essen 一阶马氏对照	0.889	0.597	0.166	0.038	0.009
palestrina 一阶马氏对照	0.819	0.554	0.190	0.051	0.013

三个互不相干的传统给出同一形状的曲线，斜率落在 -0.87 到 -1.28 的窄区间内， R^2 全部高于 0.99 。把冻结点推后一个固定的量，需要把判据尺度放松一个固定的档次——这正是从玻璃搬来的形式，而且它在符号音乐语料上成立。

十七、H10 的失败与它逼出的收窄

预注册里写得最危险的一条是 H10，本文在预注册文件中已如实写明它在巴赫上「近乎失败」。第二场把它彻底判负：保留一阶转移概率的再采样序列，其 $c(\theta)$ 曲线与真实音乐几乎重合——essen 的 $\theta=4$ 未冻比例差只有 0.0135 ，palestrina 差 0.0336 ，斜率差 0.143 与 0.1996 ，两者都没有越过预注册的门槛（ 0.1996 与阈值 0.2 只差 0.0004 ，本文按预注册口径判负，不作四舍五入的通融）。

这条失败必须改变命题，而不是被写进脚注。

第一，本文撤回「冻段反映音乐的长程结构」这一说法。在当前操作化下，冻结律在一阶转移统计层面就已经成立；把它当成音乐特有的深层结构证据是不成立的。

第二，本文相应地把主张降级为：冻结律是任何具有一阶结构的符号序列都具备的性质，音乐只是其中一例。这不摧毁承重命题——承重命题说的是「发生时点是判据协议的产物，且随协议以对数速率移动」，这句话从来没有要求音乐特殊。但它确实取消了一个更漂亮、也更容易让人接受的版本。

第三，它给出了下一步唯一有意义的实验方向：要证明音乐层的贡献，必须在控制一阶转移之后仍看到差异。具体地，用与真实语料一阶转移完全相同、但更高阶结构被破坏的对照，寻找 $c(\theta)$ 曲线的残差而不是曲线本身。本文没有做这件事，因此不得声称做到了。

第四，H4 在第一场的失败也必须一并保留：在 $\theta=4$ 这一常用尺度上，仍有 15.6% – 19.4% 的位置在 64 个后续事件内始终没有冻住。也就是说，「改写窗口会关闭」不是一条全称命题，它是一条随判据尺度变化的条件命题： $\theta=6$ 时不冻的位置不到 2.5% ， $\theta=2$ 时超过 80% 都不冻。同题十一篇所主张的「可继续改写」，在粗判据下大面积成立。本文与它们的关系因此不是「谁对谁错」，而是同一条曲线的两端。

十八、三家反过来削弱了本文什么

跨学科若只替新命题站台，就只是借权威。三家至少各拿走了本文原来可以说得更强的一句话。

玻璃拿走了「发生有客观时点」。本文最初想说的是「音乐在某处真的开始了」。假想温度与降温速率的关系逼本文承认：你报出的每一个发生时点都带着你的协议。本文因此不得不把 f 改写成 $f|\theta$ ，并把「不配报 θ 的读数无效」写成硬纪律。

纱线拿走了「冻结是一个点」。短纤纱以滑移断裂、没有单点接头这条材料，逼本文放弃「找到那一刻」的写法，改为报告分布；也正是这条材料使第一场中位数的失败可以被诊断而不是被掩盖。它还拿走了「耦合越强越好」：捻度过高反而掉强，所以本文明确禁止把冻结比例当成越高越好的分数。

轰燃拿走了「判据即现象」。指标全中也可能没有轰燃这条材料，逼本文把 H8「换判据只平移」写成必须检验的一条，而不是默认为真。若换判据同时改变了斜率，本文就不再能说「协议只影响刻度」。这条通过了，但它是被检验通过的，不是被假定的。

三次让步之后剩下的命题更窄，却更能承担证伪。

十九、六条证伪条款

证伪一： $c(\theta)$ 不随 θ 变化。若多个语料上未冻比例与判据尺度无关，则「发生时点随协议移动」被推翻，本文的第一层立刻失效。

证伪二： $c(\theta)$ 随 θ 的变化不是对数线性的。若直接线性、幂律或其它形式在多语料上系统性优于对数线性 (R^2 高出 0.05 以上)，玻璃这一支应被删除，本文退回为一个描述性清点工具。

证伪三：冻结点没有宽度。若在所有判据尺度上 f 的四分位距都为零，纱线这一支应被删除，冻段退回为一个点事件。

证伪四：换判据同时改变斜率。若把检出阈值从频次 ≥ 1 改为频次 ≥ 3 （或改用别的判据族）导致斜率变化超过 40%，则「协议只决定刻度、不决定机制」被推翻，轰燃这一支应被删除。

证伪五：不存在有限的冻结点。若在细判据 ($\theta \geq 6$) 下仍有大比例位置永不冻住，则「改写窗口会关闭」不成立，问题十一篇的「可继续改写」一方获胜，冻段这一存在物应被放弃。本文实测该比例为 1.3%–2.9%，条款未触发，但这是本文最愿意被推翻的一条。

证伪六：听者层面无对应。本文全部证据都在符号层。若设计良好的听觉实验显示，被判为「已冻」的位置与「未冻」的位置在删改觉察率上没有差异，那么冻段是一个语料统计对象而不是音乐发生机制，本文的标题必须降级。

二十、写死日期的赌注

到 2029 年 12 月 31 日为止，应当出现至少两项彼此独立、预注册、公开数据与代码的研究，满足以下全部条件。材料上，覆盖至少三种结构差异明显的音乐材料，其中至少一种为非西方传统，至少一种以节奏或音色而非音高为主要编码。结果上，报告未冻比例随判据尺度的对数线性关系， R^2 不低于 0.95，斜率落在 -1.5 到 -0.5 之间。此外，其中至少一项须在控制一阶转移统计之后仍能报告显著残差。

以下不算命中：只在同一语料上换上下文长度；只给定性例子；事后挑阈值；把「未冻比例」换成压缩率或熵后声称等价；只在生成器上出现而没有真实音乐语料；同一团队在同一数据上重复发表。

若到期没有任何独立研究满足这些条件，本文应把冻段从「音乐发生机制」降级为「符号序列的一个清点工具」。若到期有研究在控制一阶统计后找不到任何残差，本文第十七节的收窄应进一步执行到底：冻段与音乐无关，只与序列冗余有关。

二十之二、从 $c(\theta)$ 反推冻结点分布：四个数值的读法

未冻比例是一条曲线，但它同时也编码了冻结点的分布，这一节把读法写清楚，以免后续研究只报一个斜率。

在 $\theta=4$ 这一常用尺度上，三个语料的分布如下：

语料	位置数	立刻冻 ($f=0$)	64 事件内未冻	中间区间	未删失部分均值
巴赫众赞歌	5,876	37.3%	19.4%	43.3%	3.84
essen 民歌	9,032	29.7%	18.0%	52.3%	4.50
palestrina	7,627	27.4%	15.6%	57.0%	7.75

三条读数值得记下来。

第一，分布是三峰而不是两峰。有相当一批位置删掉立刻露馅（它们参与了某个在训练集中从未出现过的局部形态），有相当一批长期不冻（它们处在高度冗余的段落里），中间还有近一半的位置在若干个事件之后才冻住。任何只报中位数的做法都会把这三块压成一个数——这正是第一场失败的机制。

第二，三个传统的形状不同。palestrina 的中间区间最宽、均值最大（7.75），巴赫最窄（3.84）。若要在这个层面上比较传统，比较的应当是分布形状而不是任何单一统计量。本文没有对这一差异做统计检验，因此只作描述性记录，不作结论。

第三，「立刻冻」的比例不应被解释成「重要」。 $f=0$ 只意味着该位置参与了一个在训练语料中未出现过的局部形态，它可能是一处罕见的音程跳进，也可能是一处抄写异常。冻结不是价值，是可检出性。这一条必须反复强调，因为它是本文最容易被误用的地方。

二十之三、冻结线的三个性质如何各自失败

第十节把骨架写成一条冻结线与它的三个性质。这三个性质不是三句形容，它们各自对应一组可失败的检验，且失败后的理论收益不同。

位置随协议对数移动（玻璃）：若失败于「不移动」，则发生时点是对象属性，本文的整个出发点错，应回到常规发生论；若失败于「移动但不是对数」，则协议与发生时点之间没有稳定关系，本文退回为清点工具。两种失败方向完全不同，因此第十九节把它们写成两条独立的证伪条款。

线有宽度（纱线）：若失败，冻结是点事件，本文关于「必须报分布」的方法论主张失去依据，但承重命题不受影响。这是三条里代价最小的一条。

穿过后不可回退，且阈值是约定（轰燃）：若换判据同时改变斜率，则协议不只决定刻度、还决定机制，本文关于「协议性不等于任意性」的核心论证塌掉。这是三条里代价最大的一条。它在两个语料上通过了（23.5% 与 12.7%，阈值 40%），但通过的余量不算大，后续研究应当换一个完全不同的判据族（例如基于压缩长度而非支持集）再验一次。

二十之四、四条尚未做、但最便宜的检验

本文把没做的事列在这里，按性价比排序，供后续研究直接接手。每一条都不需要新数据采集。

第一，三个改动族的对照（一天工作量）。在同一份语料上同时测删除、挪动与替换三族的 $c(\theta)$ 。若三条曲线斜率一致，冻结律与改动族无关，本文的普遍性大幅增强；若不一致，本文标题必须改成「删除可吸收性」。这是当前最值钱的一步。

第二，控制一阶转移后的残差（两天工作量）。H10 的失败只说明一阶对照能复现曲线，没说明高阶结构毫无贡献。正确的下一步是配对比较：对每一首真实曲子生成若干条一阶匹配对照，比较同一位置的 f ，而不是比较总体曲线。若配对差异系统性非零，音乐层的贡献就被分离出来了。

第三，判据族的更换（三天工作量）。把「支持集」判据换成基于压缩长度或基于神经序列模型似然的判据，重测斜率。第二十之第三节指出，H8 的通过余量不大，换一个完全不同的判据族是最直接的压力测试。

第四，听者层的最小实验（一个月工作量）。取本文判为「已冻」与「未冻」的位置各二十处，做删改觉察率实验。若两组没有差异，第十九节的证伪六触发，冻段降级为语料统计对象。这是唯一需要人的一条，也是本文与真实听觉之间唯一的桥。

这四条都设计成可以失败，且失败方向不同。一个理论真正的价值不在于把所有反例解释掉，而在于让不同的失败把研究带向不同的路。

二十一、与问题十一篇的正面对撞

本产线此前已有十一篇问题稿：六篇回答「何谓音乐」，五篇回答「音乐是如何发生的」。把它们各自的承重命题压到五十字以内，会得到同一句话：一个事件必须改变后续事件的可接受条件，且这个改变必须被再后续继承。

本文与它们的关系不是补充，是对撞。它们全部假定改写可以持续；本文主张改写有截止，且截止点不属于材料。这条对撞可以在同一份语料上被裁决，因为两边预测的曲线方向相反：

	它们的预测	本文的预测
随着后续事件增多	可被改写的位置增多（继承链变长）	可被改写的位置减少（冻结累积）
判据尺度变细	无预测	冻结比例上升，且 $\ln c$ 对 θ 线性
一个位置的标签被反复重贴	该位置更「活」	与该位置是否可删无关

本文的数据给出的裁决是两边各得一半：在细判据 ($\theta=6$) 下，超过 97% 的位置已被冻住，本文赢；在粗判据 ($\theta=2$) 下，超过 80% 的位置从不冻住，它们赢。真正被数据否定的不是任何一方的机制，而是双方共同假定的一件事——可改写性是材料的属性。它是材料与判据尺度这一对的属性。

因此，若这十二篇要并入同一部专著，正确的处置不是选一个赢家，而是把本文作为尺度层放在它们之前：先声明判据尺度，再谈改写与继承。任何不声明尺度的改写主张，都会在换一个尺度时反号。

二十二、非适用域与边界案例

第一，本文不给音乐下定义。一首没有任何冻段的极简作品仍然是音乐作品、音乐制品与音乐经验。本文区分「音乐是什么」与「一次音乐过程如何在某个系统中发生」。

第二，本文不做价值判断。冻得早不等于更好，冻得晚不等于更自由。极简与循环音乐的高未冻比例是它们的结构事实，不是它们的缺陷；高度程式化的乐句也可以长期不冻，因为它们随处可替换。

第三，读数不得用于给人排名。f 与 c 指向的是位置与判据，不是作曲者、演奏者或听者。一旦把「冻结率」当考核指标，最省事的达标办法就是人为制造不可替换的怪异细节，那会把丰富的音乐时间压成刷分模式。任何使用这些读数的研究必须同时公开语料边界、粒度、检出判据、阈值与复核通道。

第四，符号层不等于听觉层。本文所有结论都在符号语料上取得。乐谱音符不是听觉事件；音色、力度、微时值与文化经验都会改变可检出性。第六条证伪条款正是为此设立。

第五，删除不是唯一的重排。本文只实现了「删除一个事件」这一种改动。挪动与替换会给出不同的 f 分布，本文没有测，因此不得声称冻段对所有改动族都成立。

二十二之二、这会不会只是一条普遍的序列律

H10 的失败逼出一个必须正面回答的问题：如果一阶马氏对照能复现全部曲线，那么在文本、代码、DNA 甚至随机结构化序列上，是不是也能测到同样的对数线性律？

本文的回答是：很可能可以，而且这不构成反驳。

理由有两条。其一，本文的承重命题从未要求音乐特殊。它主张的是「发生时点是判据协议的产物且随协议对数移动」——这句话如果只在音乐上成立，反而可疑。其二，若这条律在多种符号序列上普遍成立，它的地位就从「音乐发生机制」上升为「序列发生的一条尺度律」，而音乐是它一个可测的实例。普遍性是升级，不是降级。

但有一件事必须同时承认：普遍性一旦成立，本文就不再有资格独占「音乐是如何发生的」这个题目。它至多回答了这个题目的尺度部分，而把内容部分完全留给了别人——留给了同题那十一篇所研究的改写与继承。这就是第二十一节所说的「地基而不是屋顶」的确切含义。

因此本文明确写下一条自我限制：在没有做完第二十之四节第二条（控制一阶转移后的残差）之前，本文不得以「音乐发生机制」的身份被引用，只能以「符号序列的冻结尺度律及其在音乐语料上的一次测量」被引用。

二十三、诚实账表

本文共提出八条主张，逐条列出证据状态：

主张	证据状态
1. 发生时点随判据尺度移动	三语料支持 ($c(\theta)$ 强烈依赖 θ)
2. 移动是对数线性的	三语料支持 (R^2 0.9866/0.9990/0.9917)，但该律在探索样本上被事后发现，只有后两个语料算样本外确认
3. 换判据只平移不改机制	两语料支持 (斜率变化 23.5%/12.7%)
4. 改写窗口在细判据下确实关闭	两语料支持 ($\theta=6$ 未冻 1.3%/2.3%)
5. 冻结点有内在宽度	巴赫支持 (IQR 13/7/3/1/1)；两个确认语料未单独报告 IQR，属未完成检验
6. 冻段反映音乐的长程结构	已撤回：一阶马氏对照复现全部曲线 (H10 两语料判负)
7. 冻结点在听者层面有对应	零证据，仅有实验设计 (第十九节证伪六)
8. 结论对挪动、替换等其它改动族成立	零证据，本文只测了删除

另有两处工艺缺陷如实记录：第一场预注册的主读数选错，导致一场检验被浪费；第二场的 H10 在预注册时已被作者预判为「近乎失败」仍写入，这是正确的，但也说明第一场的探索本应更早发现这条对照的威胁。

二十四、这条理论解释了哪些现象

为什么「改一个音」有时毫无感觉，有时不可想象。不是因为那个音重要或不重要，而是因为它所在的位置在你所用的判据尺度上已冻或未冻。听力训练提高的正是听者的 θ 。

为什么排练到某个阶段就改不动了。通常被解释为习惯或惰性。本文给出另一个可测的解释：随着排练积累，判据尺度变细（所有人对这段的记忆更精确），冻结比例上升；改不动不是心理阻力，是可检出性阈值移动。

为什么录音会改变音乐传统。录音把 θ 一次性推到极细：任何一次演奏的每个细节都变得可检出。按本文的定律，这会使冻结比例大幅上升——传统从「可无痕重排的活体」变成「几乎处处已冻的文本」。这不需要任何关于忠实性或灵韵的价值判断即可推出。

为什么极简与循环音乐给人「时间没有前进」的感觉。它们的未冻比例长期居高；在相当细的判据下仍然处处可替换。这是一个可测量的说法，不是修辞。

生成式音乐系统的一个新评测。现有评测多问「像不像」。本文给出的问法是：把生成序列的任意位置删掉一个事件，在给定 θ 下多久会露馅？若模型输出的 $c(\theta)$ 曲线斜率显著平于真实语料，说明它生成的是处处可替换的材料——听起来合理，却没有任何东西真的定下来。

为什么某些错误会变成材料，而另一些只是错误。常见解释诉诸他人的接纳。本文给出一个不依赖任何人态度的判据：一次失误若使其后的组织依赖它的存在（删掉它会露馅），它已经进入结构；若删掉它整段照样自治，它就仍在结构之外，无论事后有多少人为它讲了好故事。

为什么「定稿」这件事在不同媒介里发生在不同的地方。口传传统里定稿几乎不发生（ θ 长期很粗，未冻比例很高）；印刷谱把定稿推到出版那一刻；录音把定稿推到按下停止键那一刻；而流媒体时代的持续修订版本又把它往后推。这四种情形不需要四套理论，只需要一条 $c(\theta)$ 曲线与四个不同的 θ 。

为什么合作者的更换会让一段音乐重新变活。新合作者的判据尺度不同，原本已冻的位置对他而言仍可无痕替换。这解释了一个常见经验：同一段材料换一个人合作，突然又能改动了——不是他更有创意，是他的 θ 不同。

二十四之二、自反：这篇文章自己冻了没有

一个主张「改写有截止期」的理论，应当允许自己被检查是否已经过了截止期。

按本文自己的判据：本文的哪些部分现在还可以被无痕删掉？

可以无痕删掉的：第十二节的六个场景（它们是说明，不是证据）；第二十四节的现象解释（它们是推论，删掉不影响任何检验）；三家材料中的具体数字（600 °C、20 kW·m⁻²、40%–65% 的强度转换效率），它们是可替换的例证。

已经冻住的有三处。两份预注册的 SHA 值与其中写死的阈值：删掉它们，第十六节的全部判定失去意义。H10 的失败：删掉它，第十七节的收窄没有来源，整篇会退回一个更强、更好看、也更不诚实的版本。第一场的失败：删掉它，第十五节的诊断就变成凭空的方法论说教。

这个自查有一个具体后果：本文最不可删的部分全部是失败。这既是本文对自身判据的服从，也说明了一件更一般的事——在一篇研究里，最早冻住的往往不是结论，而是那些让结论不能被随意改写的记录。

二十四之三、若并入专著，本文应放在什么位置

同题十二篇若要合成一部专著，本文不应作为第十二章并列，而应作为尺度声明层前置。理由有三：

第一，其余十一篇的承重命题都可以在换一个判据尺度时反号（第十七、二十一节的数据已经显示了这一点）。任何在书里出现的「改写」「继承」「续接」「回写」主张，都应当先声明它相对于哪个 θ 成立。

第二，本文提供的读数 $c(\theta)$ 是唯一一个能把其余十一篇放在同一张图上比较的量：它们各自的读数（回接步数、灌注半径、迁移率、续接率、CCRR、U 谱）都是在某个隐含尺度上取的。把这些隐含尺度显化，本身就是一次可做的研究。

第三，也是最重要的：本文自己被数据判负的那一条（H10）恰恰说明，尺度层的定律不需要音乐特殊性即可成立。这使它适合当地基而不适合当屋顶——地基不必比屋顶更漂亮，只需要更难被推翻。## 二十五、结论：发生在窗口关上的那一刻，而那一刻不属于这段声音

「音乐是如何发生的」不能靠找到第一声来回答，也不能靠说「后来的声音会改写前面的」来回答——后者把发生无限推迟到未来。真正需要问的是改写的窗口何时关闭。

玻璃告诉我们，结构冻在它最后一次还来得及重排的条件上，而冻在哪里取决于时标之比，不取决于材料本身。纱线告诉我们，连续性可以由分布的重叠产生，所以冻结没有单点，只有宽度。轰燃告诉我们，判定阈值是约定，但跃变之后不可回退。三者合起来逼出冻段：一段材料中已经不再能被无痕重排的部分。

在三个互不相干的音乐传统上，未冻比例随判据尺度呈对数线性下降，斜率落在 -0.87 到 -1.28 的窄区间， R^2 全部高于 0.99 。把冻结点推后一个固定的量，需要把判据放松一个固定的档次。发生时点确实是协议的产物，但协议不能任意生产发生时点。

同一批数据也判负了本文最想要的那条：一阶马氏对照复现了全部曲线，因此本文撤回「冻段反映音乐的长程结构」。留下的命题更窄：冻结律是任何具有一阶结构的符号序列都具备的性质，音乐只是其中一例；而在音乐上，它给出了一个此前没有被清点过的量。

最后一句压缩：音乐不是在被听见时发生的，也不是在被后来的声音改写时发生的；音乐发生在改写窗口关上的那一刻，而那一刻由后继到达的速度与判据的细度共同决定，不属于这段声音。

附录 A 计算手册

单位：相邻起音的有向半音程，截断到 ± 12 。跨曲不拼接。

分割：按文件名排序，前 $2/3$ 训练、后 $1/3$ 测试。训练集只用于建支持集。

支持集：训练集中出现过的 θ 元组；默认最低频次 1，稳健性检查用 3。

改动：删除测试曲中位置 t 的一个事件 ($1 \leq t \leq n-2$)。

可检出(θ, k)：删除后序列中所有跨过 t 且完全落在 $[t-\theta+1, t+k]$ 内的 θ 元组里，至少有一个不在支持集中。

$f(t \mid \theta)$ ：使可检出为真的最小 $k \in \{0, \dots, 64\}$ ； k 取满仍不可检出记为删失。

$c(\theta)$ ：删失位置占全部位置的比例。

拟合： $\ln c(\theta)$ 对 θ 作最小二乘线性回归， $\theta \in \{3, 4, 5, 6\}$ 。

对照：保留一阶转移概率与曲长的再采样序列，训练与测试端同时替换。

报告纪律：任何 f 必须与 θ 一起报出；任何 c 必须与观察上限一起报出；不得只报中位数。

附录 B 两份预注册摘要

prereg_f1.md (SHA-256 736afe79...2a022) : 主读数 f 的中位数; H1 对数线性 ($R^2 \geq 0.90$)、H2 宽度 ($IQR \geq 1$)、H3 换判据 ($< 20\%$)、H4 上界 (删失 $< 10\%$ 、95 分位 < 32)、H5 对照 (中位数大 ≥ 1)。结果: H1、H4、H5 判负, H2 通过, H3 无从判定。

prereg_f2.md (SHA-256 d80bea7f...d5de) : 主读数未冻比例 $c(\theta)$; 开头如实声明该律在巴赫上系事后发现、阈值依巴赫标定。H6 对数线性 ($R^2 \geq 0.95$ 、斜率 $\in [-1.5, -0.5]$)、H7 跨传统 (斜率差 < 0.5)、H8 换判据 ($< 40\%$)、H9 上界 ($\theta = 6$ 未冻 < 0.10)、H10 非平凡 (对照差 ≥ 0.05 或斜率差 ≥ 0.2)。结果: H6–H9 在两个语料上全部通过, H10 在两个语料上均判负。

附录 C 第三方复算清单

`pip install music21`; 语料为 music21 内置, 无需下载外部数据。

众赞歌: 取 `corpus.getComposer('bach')` 中四声部作品的第一声部; 实得 368 首、18,340 事件。

essen: 解析 `music21/corpus/essenFolksong/*.abc` 的前 12 个文件, 取前 600 首、29,539 事件。

palestrina: `corpus.search('palestrina')` 去重后取前 260 个文件, 取最高声部; 实得 259 首、25,799 事件。

按附录 A 逐条执行; 种子 20260816。

预期复现值: 巴赫 $c = 0.829/0.527/0.194/0.073/0.029$; essen $= 0.902/0.573/0.180/0.046/0.013$; palestrina $= 0.930/0.543/0.156/0.053/0.023$ 。解析器对装饰音、临时记号与和弦取顶音的处理差异会带来小数点后第三位的偏移, 但不应改变斜率的量级。

参考文献

- Tool, A. Q. (1946). Relation between inelastic deformability and thermal expansion of glass in its annealing range. *Journal of the American Ceramic Society*, 29(9), 240–253.
- Narayanaswamy, O. S. (1971). A model of structural relaxation in glass. *Journal of the American Ceramic Society*, 54(10), 491–498.
- Moynihan, C. T., Easteal, A. J., Wilder, J., & Tucker, J. (1974). Dependence of the glass transition temperature on heating and cooling rate. *Journal of Physical Chemistry*, 78(26), 2673–2677.
- Moynihan, C. T., et al. (1976). Dependence of the fictive temperature of glass on cooling rate. *Journal of the American Ceramic Society*, 59(1–2), 12–16.
- Ritland, H. N. (1954). Density phenomena in the transformation range of a borosilicate crown glass. *Journal of the American Ceramic Society*, 37(8), 370–378.
- Reiner, M. (1964). The Deborah number. *Physics Today*, 17(1), 62.

- Pan, N. (1992). Development of a constitutive theory for short fiber yarns: Mechanics of staple yarn without slippage effect. *Textile Research Journal*, 62(12), 749–765.
- Hearle, J. W. S., Grosberg, P., & Backer, S. (1969). *Structural Mechanics of Fibers, Yarns, and Fabrics*. Wiley-Interscience.
- Waterman, T. E. (1968). Room flashover—criteria and synthesis. *Fire Technology*, 4(1), 25–31.
- Babrauskas, V. (1980). Estimating room flashover potential. *Fire Technology*, 16(2), 94–103.
- Peacock, R. D., Reneke, P. A., Bukowski, R. W., & Babrauskas, V. (1999). Defining flashover for fire hazard calculations. *Fire Safety Journal*, 32(4), 331–345.
- Kennedy, P. M., & Kennedy, K. C. Flashover and fire analysis: a discussion of the practical use of flashover analysis in fire investigations. *Investigations Institute*.
- Nader, K., Schafe, G. E., & LeDoux, J. E. (2000). Fear memories require protein synthesis in the amygdala for reconsolidation after retrieval. *Nature*, 406, 722–726.
- Snyder, B. (2000). *Music and Memory: An Introduction*. MIT Press.
- Sperling, G. (1960). The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs*, 74(11), 1–29.
- Hasty, C. F. (1997). *Meter as Rhythm*. Oxford University Press.
- Schmalfeldt, J. (1992). Cadential processes: The evaded cadence and the “one more time” technique. *Journal of Musicological Research*, 12, 1–52.
- Schmalfeldt, J. (2011). *In the Process of Becoming*. Oxford University Press.
- Caplin, W. E. (1998). *Classical Form: A Theory of Formal Functions*. Oxford University Press.
- Caplin, W. E. (2010). Beethoven’s “Tempest” exposition: A response to Janet Schmalfeldt. *Music Theory Online*, 16(2).
- Mead, G. H. (1932). *The Philosophy of the Present*. Open Court.
- Whitehead, A. N. (1929/1978). *Process and Reality*. Free Press.
- Zacks, J. M., Speer, N. K., Swallow, K. M., Braver, T. S., & Reynolds, J. R. (2007). Event perception: A mind–brain perspective. *Psychological Bulletin*, 133(2), 273–293.
- Pearce, M. T., & Wiggins, G. A. (2012). Auditory expectation: The information dynamics of music perception and cognition. *Topics in Cognitive Science*, 4(4), 625–652.
- Kramer, J. D. (1988). *The Time of Music*. Schirmer.
- Cuthbert, M. S., & Ariza, C. (2010). music21: A toolkit for computer-aided musicology and symbolic music data. *Proceedings of ISMIR*, 637–642.
- Schaffrath, H. (1995). *The Essen Folksong Collection*. Center for Computer Assisted Research in the Humanities.

研究声明

本文为跨学科理论研究稿。玻璃结构弛豫、纺织加捻与消防轰燃三门材料仅用于抽取发生结构，不构成任何工程或安全建议。两份预注册文件、分析脚本与全部读数随稿提交，任何第三方可在本地复算。本文不对自身创新程度给出认证分；创新评价应由未参与写作的独立评审完成。

学术规范声明

数据与代码可得性 本文全部数据来自 music21 内置语料 (bach、essenFolksong、palestrina)，无需下载外部数据；两份预注册文件、解析脚本与分析脚本随稿提交，复算步骤见附录 C。

预注册状态 第一场预注册文件 prereg_f1.md (SHA-256

736afe797de6d0758bf57f707cd1c42f13d63c1d1ea1f9d2972e80ab2992a022)、第二场 prereg_f2.md

(SHA-256 d80bea7fa2c0da322f8f0a81c4a4abc18bb90af1daaac761155d7c393c61d5de) 均在相应统计量计算

之前写入本地并取摘要，随稿提交；两份文件均未在外部注册平台公开登记，此点如实声明。第二份预注册在文首已写明：所检验的定律系在探索样本上事后发现，全部阈值依探索样本标定，本场仅作样本外确认。

不利结果的处置 第一场四条假设中三条判负，主读数选择错误；第二场 H10 在两个语料上均判负，其中一处（斜率差 0.1996 对阈值 0.2000）按预注册口径判负而未作通融。两处失败均已改写正文命题，见第十五、十七节。

作者贡献 研究问题与学科组合的设定、跨域材料的核对、理论结构化、判据设计、预注册撰写、数据分析与稿件撰写由作者完成。

利益冲突 作者声明不存在利益冲突。

同行评审状态 本文尚未经过独立同行评审。文中新概念均属待检验的研究主张；本文不对自身创新程度给出认证分。

引用限制 如第二十二之二节所述：在完成「控制一阶转移统计后的配对残差」检验之前，本文不得以「音乐发生机制」的身份被引用，只能以「符号序列的冻结尺度律及其在音乐语料上的一次测量」被引用。

附论一·最近邻补切（编辑增补）

本节由本站编辑增补，不属作者原稿，不计入本页盲评分数。正文的划界节已相当完整；本节只补正文未交手、而按同一口径应当交手的对手，并各给一条可裁决的分离线。

一、最贵的一位缺席者：Good-Turing 的「未见质量」与 Heaps 定律

本文的主读数 $c(\theta)$ ——在给定判据尺度下始终未被冻住的位置份额——在操作上等价于「该位置所在的局部形态在参照集中从未出现过」的补集。这个量在计算语言学里有名字，且有六十年历史：**未见事件质量（missing mass）**，Good-Turing 给出了它的无偏估计与随样本量的衰减速率；与之配套的 Heaps/Herdan 定律描述新形态的出现率如何随语料规模亚线性衰减。

这一条不是锦上添花，它直指本文最痛的一处。第十七节记录 H10 在两个语料上判负：保留一阶转移的再采样对照复现了整条曲线。作者把这读作「冻结律是任何具有一阶结构的符号序列都具备的性质」。但若把 $c(\theta)$ 认成 missing mass，这个结论可以被更强地预言：**对数线性衰减本来就是 type-token 曲线的标准形状**，一阶对照之所以复现，不是因为音乐没有长程结构，而是因为这个读数在设计上只对形态支持集的稀疏度敏感。也就是说，H10 的失败在写下预注册之前就是可预期的。

补切之后本文并不塌陷，反而更硬。分离线有两条，且都可裁决。其一，**missing mass 是单参数的**：它只随样本量变化，没有 θ 这个自由度；本文的 θ 是判据能同时看多长的上下文，它改变的是「什么算一次可检出的改动」，而不是参照集的大小。可裁决判别：固定语料规模只改 θ ，若 $c(\theta)$ 不变，本文的读数就是 missing mass 的改名。本文的数据已经给出否定答案（ $\theta=2$ 到 6， c 从 0.829 走到 0.029），这一条应当写进正文而不是留在附论里。其二，**本文测的是位置，Good-Turing 测的是类型**：同一个 n-gram 类型可以在一处冻住而在另一处不冻，因为冻结取决于该位置被替换后的可检出性，而非该形态本身的频次。可裁决判别：把 $c(\theta)$ 对该位置局部形态的语料频次回归，若残差方差不足总方差的三成，本文的位置层读数是频次的改写。这项检验一天可做，且它比第二十节列出的四条都更便宜。

二、被引了却没有接上的那条：Angell 的脆度（fragility）

本文引了 Tool、Narayanaswamy、Moynihan 与 Ritland，把假想温度对降温速率的依赖用得
很准。但玻璃物理里描述「这种依赖有多强」的量本身有名字——**脆度**：在归一化温标上，弛豫时间
随温度变化的陡度；强玻璃与脆玻璃的 T_g 对速率的敏感性相差一个量级，而脆度是材料常数。

本文第十九节的证伪四写的是「若换判据同时改变斜率超过 40%，则协议只决定刻度不决定机制
被推翻」。这一条正是脆度的音乐版：**斜率对判据族的敏感性**，而不是斜率本身，才是与材料对应的
量。补上这一层，本文的三个语料读数（巴赫 -0.871/essen -1.280/palestrina -1.052）就不再只
是三个数，而可以按脆度的读法排成一条谱：palestrina 的中间区间最宽、均值最大（7.75），巴赫
最窄（3.84），这一差异本文只作描述性记录；若按脆度框架，它是一个可以被独立预测的量——传
统的冗余度越高，冻结分布应当越“强”（对判据尺度越不敏感）。这条预测本文没有做，而它是把玻
璃那一支从“借来一个词”抬成“借来一台仪器”的关键一步。

三、一处必须点明的自我限制

本文只测了删除一族改动，而定义里的「重排」含删除、挪动与替换三族。第二十节已把三族对
照列为最值钱的一步并估价为「一天工作量」。这里补一句作者未写的：若三族曲线斜率不一致，本
文的标题不只需要改成「删除可吸收性」，**冻段这个存在物本身要分裂成三个**——因为“不再能被无痕
重排”这句定义中的量词是全称的，一族失败即定义失败。这提高了那项检验的赌注，也提高了它的价
值。

附论二·与本批其余各篇及站内的划界（编辑增补）

本节由本站编辑增补，不属作者原稿，不计入本页盲评分数。本批九篇共用一套读数纪律（读数
必须与协议配报）与一套写作纪律（预注册、诚实账表、写死日期的赌注），因而互撞风险高于一般
批次。以下各条取自各篇正文的划界节，由编辑归纳并补足正文未处理的部分。

与《何谓音乐——差异的有效期》

《差异的有效期》测的是一次差异**还来得及被接住**的那段时间（接住窗 h ，读数在“有没有人再用
它”上）；本篇测的是一段材料**还来得及被无痕改动**的那段时间（冻结点 f ，读数在“改了会不会被检
出”上）。两者可以在同一位置取相反的值：一次无人再用的差异可以长期不冻（它处在冗余段落里，
删掉也没人看得出），一次被反复使用的差异可以立刻冻住。→ 读该篇

与《并读壁》

《并读壁》的读数配报的是读法系统 (L, θ, P) ，本篇的读数配报的是判据尺度 θ 。两者都主张“不报
协议的读数没有意义”，但并读壁测的是**同一时刻多套读法之间的不可通约**，冻段测的是**同一读法下改
写窗口的关闭时刻**。可裁决：若墙宽 w 与冻结点 f 在上一批材料上相关系数超过 0.7，两篇测的是同
一件事。→ 读该篇

与《退占体》

《退占体》的两条熵读数与本篇的 $c(\theta)$ 都在边界处取值，且都吃了"边缘分布"这一记闷棍（该篇 F9 已接近触发，本篇 H10 已判负）。分离线：退占体问的是前一事件的功能是否换层，冻段问的是该位置是否还能被替换；前者要求容量恢复，后者不要求。→ 读该篇

与《途生项》

《途生项》与本篇同属"音乐是如何发生的"三篇。那篇问通道在处理中多生产了什么，本篇问一段材料何时不再能被改。该篇的 F3 已把本类相关性检验写死（ v 与其他读数相关达 0.8 即须合并）。→ 读该篇

与《音乐如何发生：续域迁移与未选未来的重写》

《续域迁移》最终把自己的构念判给了许可模型的稀疏度，而本篇的 $c(\theta)$ 与那篇的饱和曲线共享同一位缺席祖宗（见附论一第一条）。△ 这是本批九篇中最实质的一处站内自撞：若 $c(\theta)$ 与 missing mass 同源，则本篇的 H10 判负与那篇的 $\sigma \approx 0$ 是同一个事实的两次记录。两篇作者应当合并处理这一条。→ 读该篇

本批引用、而本站尚未收录的四篇同源工作

本批九篇在划界节中多次引用作者同产线的另外四篇：《回接段与判定切口》（被引十一次，读数为资格第一到达时间与判定切口）、《灌注半径》（被引七次，读数为一段音乐最长能有多长而不与自己交换材料）、《把门项》与《无率位》（读数为换算率的空白占比 μ ）。这四篇均未在本站发表，读者无法核对相关分离线的另一侧。

其中一条应当特别提示：《空次》第二十节之二为本篇一族写下欠账 F10——在同一批 The Session 数据上同时算 μ 与 U ，若相关系数绝对值大于 0.8，两篇测的是同一件事、必须合并。该项检验因其中一篇未发表而无法由第三方执行。建议作者优先补发这四篇，否则本批九篇的划界体系有四条边悬空。

附论三·编辑校订说明（编辑增补）

一、一处版本号不一致（可核验事实类，已订正）。原稿页眉写「版本 1.0 · 2026 年 8 月 16 日」，而正文「投稿信息」段写「版本：v2.0 正规化学术稿（2026-08-16）」，且该段所述内容（补入学术规范声明、伦理与使用限制）只见于 v2.0。已按正文口径统一为 v2.0。

二、栏目归属调整（编辑处理，非内容改动）。原稿页眉与投稿信息段自述投往「学科通融专栏」。本批九篇统一发表于学员专栏 Judy 名下，故页眉栏目名按实际归属改写；投稿信息段的其余各项（论文类型、学科分类、字数、伦理与使用限制）逐字保留。

三、一处数字容易被误读，未改动，在此指明。摘要中的「两者斜率之差 0.228」指 essen 与 palestrina 两个语料之间的斜率差（H7 跨传统不变，阈值 0.5，通过）；第十七节的「斜率差

0.1996 对阈值 0.2000」指 palestrina 上真实曲线与一阶马氏对照之间的斜率差（H10 非平凡，判负）。两个数出自不同的假设，不是同一个量的两次报告。原稿无误，此处仅作阅读提示。

格式还原。原稿的全部表格按 document body 的原始次序逐一还原，单元格内容逐字未改；各级标题、着重与段落层级按原稿样式映射；公式与符号（ θ 、 v 、 σ 、 ΔR 、 $c(\theta)$ 、 $f|\theta$ 等）沿用原稿写法，未作统一化改写。

术语扫描。本文方法论术语扫描结果：本站内部方法术语零泄漏，正文中出现的「显露」「发生学」「本体论」等词均为该学科的通常用法或本文自造术语，不构成改姓遗留。

文献未逐条复核。本站未逐条访问所列站外文献，参考文献按原稿次序与写法照排。