

音乐如何发生：续域迁移与未选未来的重写

从时间地理学、移动目标防御与营养几何出发的一种发生机制

作者 Judy · SDE 学员 · 约 2.4 万字 · 发表于2026年8月16日 · 编辑增补版

摘要

本文回答的不是“音乐由什么构成”，而是“音乐如何在时间中成为音乐”。为避免把已经被音乐学广泛吸收的跨学科接口重新包装，本文不采用人文地理学中的地方、身份与声景，不采用网络安全中已经进入音乐信息检索的对抗样本，也不采用营养科学中“音乐影响进食”的应用研究；而分别取时间地理学的时空棱柱与路径汇束、网络安全的移动目标防御、营养几何的摄入目标与折衷规则。三者看似无关，却共同逼出一个被音乐理论经常略过的对象：一个事件发生之后，下一时刻仍然属于“可接续”的未来成员集合本身如何改变。本文提出“续域”与“续域迁移”，并以迁移率 $M=1-Jaccard(C_t, C_{t+1})$ 操作化，在预注册后用 Nottingham Music Database 的 Reels A-C 做了第一次真实检验。

这一版报告三次连续的失败，以及失败之后剩下的东西。第一次：强版本“音乐会主动最大化未来分支储备”未获支持，单侧 Wilcoxon $p=0.796$ 与 $p=0.344$ ，理论据此撤回“保留更多后路”，改为“迁移后路所在”。第二次：本次修订按本文自己写死的预测一，在一个大出两个数量级的第二语料上复核，等量换址从 81.8% 掉到 0.1%， M 与分支数变化的秩相关达到 0.999——“是哪些”不再提供独立于“有多少”的信息。第三次：节奏时值轴上的 M 与熵变化的秩相关 0.968，是熵的重述。

失败的原因被一条饱和曲线定位：固定留出集只改训练规模，等量步中的成员替换率从 87.2%（训练 64 首，复现版本 1.0 的三个数字）单调衰减到 0.0%（训练两万余首），中间没有平台。版本 1.0 测到的不是音乐的结构，是许可模型稀疏的结构。

本文因此把承重命题改写为一个否定一重命名式的判断：续域不是音乐自身的属性，而是许可模型的属性；真正值得测的是许可模型趋于饱和之后仍不消失的那部分成员置换，本文称之为饱和余量 σ 。本次实测给出的答案是负面而明确的：在爱尔兰传统曲调的音高音级四音上下文这一层， $\sigma \approx 0$ 。本文同时补上一位版本 1.0 漏掉的方法学占位者——生态学早已把 Jaccard 距离分解为 turnover 与 nestedness 两个成分——并给出两条仅存的分离线（时间上的回写方向；把稀疏度从待校正的偏差提升为判据本身）。

关键词：音乐发生；续域；饱和余量；许可模型； β 多样性分解；可证伪性

三家外源

时间地理学的时空棱柱与路径汇束 × 网络安全的移动目标防御 × 营养几何的摄入目标与折衷规则

新存在物 饱和余量 σ · 读数 续域迁移率 M 、饱和余量 σ

稿件信息

从时间地理学、移动目标防御与营养几何出发的一种发生机制

研究型典范稿 | 版本 2.0（第二语料复核修订版） | 2026-08-16

研究入口说明：三个学科保留，但接口必须收窄

以下筛选不是声称三个大领域“从未与音乐相遇”，而是避免直接复用音乐学已经非常熟悉的交叉接口。真正被带入正文的是每门学科中更窄、可核验、且彼此给出不同路径终点的理论结构。

外部学科与本文取用接口	刻意避开的音乐学既有接口	本文实际取用的承重结构
人文地理学：时间地理	地方感、身份、城市音乐、声景	路径/时空棱柱/remaining prism/汇束；实际路径改变剩余可达域
网络安全与对抗：移动目标防御	对抗音频、音乐内容分析攻击、版权识别攻击	主动改变系统配置，同时维持 operational integrity；目标面可换址
营养科学：营养几何	音乐对食欲、进食速度或消费体验的影响	intake target 不总可达；rules of compromise 管理过量与不足代价

一、问题不是“声音何时开始”，而是“下一步的条件何时被上一刻改写”

“音乐是如何发生的”很容易被回答成三类熟悉问题。第一类问物理起点：空气何时振动、声源何时发声；第二类问心理起点：听者何时把声音知觉为节拍、旋律、句法或情感；第三类问社会起点：一段声音何时被某个共同体承认为音乐。这三类问题都重要，但它们回答的分别是声学、识别与制度归类，不等于回答音乐在时间中如何持续地产生自身。真正棘手之处在于：第二个音出现时，第一个音究竟对第三个音做了什么？如果它只给第三个音留下一个更高或更低的概率，我们得到的是期待；如果它只被后来的音重新解释，我们得到的是形式功能的生成；如果它只是从若干潜能中选中一个，我们得到的是选择。但音乐的进行常常还有一件更难被这些语言单独指出的事：刚才那一步改变了“接下来哪些东西仍然属于这个音乐”的边界。

因此，本文把“发生”规定为一个可追踪的过程问题，而不是起源神话。一个音乐事件若只是被播放，却没有改变后续事件的可接续条件，那么它至多是一个发生在时间里的声响；一个事件若在既有约束中出现，并使下一时刻的可接续集合重新划界，才进入本文所谓的发生链。这里的“可接续”不是主观的“好听”“合适”，也不是理论家事后任意宣布的许可。它必须在预先固定的语料、风格、演奏规则、乐器能力、互动任务或其他编码边界内被清点。也正因为如此，本文的目标不是给所有音乐下一句永不失败的定义，而是提出一条可以在日志、乐谱、表演记录和语料中失败的发生机制。

二、先避开三个已经过度熟悉的跨学科接口

人文地理学与音乐并不陌生。过去半个世纪，音乐地理、城市音乐研究、地方感、身份、迁移与声景已经形成稳定交叉传统。若今天再说“音乐塑造地方、地方塑造音乐”，这当然正确，却很难构成新的发生机制。本文因此不使用“地方/身份/声景”作为地理学入口，而取 Hägerstrand 的时间地

理学：它不先问一个地方意味着什么，而是问一个人或事件在时间—空间约束下究竟还能到哪里、何时必须与谁汇合、哪些访问受到权威限制。时间地理的对象不是“空间意象”，而是路径、棱柱、汇束与剩余可达域。这个接口与音乐地理常用的地方论述不同。

网络安全与音乐也已有交叉，但现有交叉最显眼的是把音乐或音乐识别系统当成攻击对象：对抗扰动可以骗过音乐内容分析、版权识别或语音系统。本文不把“攻击音乐系统”移植成音乐理论，而取移动目标防御（Moving Target Defense, MTD）的防御逻辑。MTD 的要点不是识别一枚恶意输入，而是主动改变系统配置，使攻击者面对的目标面持续变化，同时合法用户仍能完成任务。NIST 对 MTD 的定义强调“控制跨多个系统维度的变化”，以增加攻击者的不确定性、缩短机会窗口并增加攻击成本；Zhuang 等人的网络模型又加上一条关键约束：适应动作必须维持网络的 operational integrity。这里真正有价值的不是“随机”，而是“变化而不失用”。

营养科学同样不能走“音乐影响食欲、节奏改变进食速度”这类应用接口。本文取营养几何（Geometric Framework for Nutrition）。在这个框架里，动物并不是对单一营养素做线性最大化，而是在多维营养空间中调节摄入；理想的 intake target 并非总能达到。当食物配比不允许精确抵达目标，动物会沿着可行“营养轨道”前进，并以 rules of compromise 处理某种营养素过剩与另一种营养素不足之间的代价。这个理论给本文的不是“健康比喻”，而是一条非常严厉的反优化原则：一个系统在受限环境中维持自身，并不等于它会把所有未来可能性保留得最多。

三、第一条外部路线：时间地理告诉我们，路径会消耗并重写剩余可达域

Hägerstrand 在 1970 年的经典论文中把约束分为 capability、coupling 与 authority 三类。能力约束说明身体与工具能做到什么；组合约束规定个体“在何处、何时、持续多久”必须与其他人、工具和材料结合；权威约束则规定哪些 domain 可进入、由谁控制。更关键的是时空棱柱：给定出发点、期限、移动能力和必须完成的活动，一个人在某时刻并非可以去任何地方，他只拥有一个有限的可达区域。这个区域不是地图上固定的容器，而会随着实际行程与停留不断改变。

原文对本文最重要的不是三类约束的名词，而是“remaining prism”。Hägerstrand 明确说明，每一次停留都会使剩余棱柱缩小；实际路径与剩余棱柱之间有确定关系。也就是说，一条路径不是在一张永恒不变的可达地图上画线。走过某一步以后，原先能赶上的会面可能赶不上，原先可进入的路径可能因时间耗尽而关闭，原先互不相干的个人路径也可能因为必须共同生产、消费或交易而形成 bundle。路径的现实化同时就是未来可达域的重新计算。

把这件事拿回音乐，第一层启发不是“旋律像旅行”。那只是比喻。真正可移植的是一个结构：在第 t 时刻，音乐并不拥有一个无限未来，而只有受当前音高、节奏、音色、身体能力、风格记忆、合奏关系、设备状态等约束的局部可达域；第 $t+1$ 个事件一旦实现，旧域中的一部分未来被消耗，另一些未来获得新的可达性。于是，一个乐音的功能不能只由“它是什么”来写，也不能只由“它实现了哪一个期待”来写；它还可以由“它让下一时刻哪些路径从可达变成不可达，又让哪些路径进入可达域”来写。

四、第二条外部路线：移动目标防御告诉我们，可达域不只会缩小，还可以主动换址

如果只采用时间地理，音乐的未来很容易被想成越走越窄：时间消耗、剩余棱柱缩小、终于抵达某个节点。许多调性终止式确实可以这样描述，但这不足以覆盖即兴、循环、模态展开、音色过程、电子音乐和大量“越走越生出新路”的音乐。移动目标防御在这里提供一个与“棱柱收缩”相冲突的动作。安全系统可以主动修改地址、端口、拓扑、服务配置或其他攻击面；系统不是等待攻击者选择路径，而是改变攻击者要走的那张路径图。

这个动作有两重条件。第一，目标必须真的移动，否则只是静态加固；第二，功能不能随变化一起丢掉，否则只是自毁。Zhuang 等人的模型明确把“保持网络操作完整性”作为适应选择的一部分。这一点反过来约束音乐理论：如果把任何突变都称为音乐发生，就无法区分一段可继续识别与接手的音乐和无边界随机流。真正重要的不是变化幅度，而是一个过程能否在改变后续可达域的同时，让先前建立的某种运行身份仍然可接手。

这使“发生”获得第二个动作：换址。某个和弦、节奏重音、音色转折或合奏回应之后，未来未必只是少了几项；它可能维持差不多数量的可选项，却把其中的成员换成另一批。比如一个节拍上的切分并不必然增加或减少“下一拍有多少合理走法”，却可能把重音继续、延迟解决、呼应某声部、转入另一个分组等几条路的资格重新分配。若只测未来数量，我们会把这种变化读成“没变”；若测成员身份，它是一场明确的迁移。

五、第三条外部路线：营养几何禁止我们把“更多后路”误写成音乐的目标

到这里，一个诱人的过强命题出现了：音乐也许就是不断保留更多可继续的未来。这个命题很美，也很危险，因为它把开放性自动当成价值。营养几何给出最直接的反证结构。动物拥有一个营养摄入目标，但现实食物常常不允许它精确达到；此时行为不是简单最大化某一营养素，也不是让所有缺口都最小，而是依物种、生态位和代价结构采用不同的折衷规则。所谓 compromise 并非失败的次优方案，而是受约束系统如何分配“过量”和“不足”代价的真实路径。

把这条约束放进音乐，意味着一个事件可以有意关闭大量未来。终止式、总休止、强制反复、仪式性固定句、鼓点落点、齐奏收束，都可能通过牺牲开放性产生音乐上的必要性。音乐如果只能靠“保持最多后路”发生，那么越多分支越音乐，完全随机的生成器反而会成为理想音乐系统；这显然与实际音乐经验冲突。更严谨的说法应当是：音乐发生要求未来域被持续重写，但重写不以扩大或最大化为必要方向。它可以扩张、收缩，也可以等量换址；真正承重的是后续成员如何被替换，而不是分支总数是否上升。

营养几何因此不是第三个帮忙证明新概念的例子，而是迫使新概念让步的学科。本文原先最自然的强主张——“音乐选择会偏向保存未来分支储备”——后来也被真实数据检验否定。外部理论与数据在这里做的是同一件事：把“开放性崇拜”从发生机制里删掉。

六、三个理论真正冲突的地方：目标究竟在路径之前，还是会被路径改写

三个理论表面上研究人、网络和动物，内部却有一个共同句式：先有某个需要维持或抵达的目标，再讨论在约束中如何走。时间地理常以回家期限、工作地点、会议或活动汇束为锚；移动目标防御要维持网络的操作与安全目标；营养几何以 intake target 为参照，考察真实摄入轨迹偏离目标时的调节。这些理论彼此不会把“目标先于路径”当成争论焦点，因为各自的问题设置都需要一个参照点才能计算。

然而，时间地理自己保存了一件足以动摇这个前提的材料：剩余棱柱不是初始棱柱减去一段已经走完的线那么简单；每次停留与已走路径都会改变此后可达区域。路径因而不是中性的运输工具。移动目标防御把这一步再推远：系统可以主动让攻击面换位，未来路径图本身被重新配置。营养几何继续加压：即便目标存在，现实系统也未必沿着“最接近目标”的唯一原则前进，而会在不可达条件下形成不同的折衷规则。三者合起来得到的判断是：在一个真实的时序系统里，“怎么走”不只是执行目标；怎么走会改变下一轮还有哪些目标和路径值得被称为可达。

音乐发生的关键因此不应只放在“目标音、终止、句法期待、创作意图、听者预测”任何一个终点上。一个终点可以暂时固定，但发生机制位于终点不断被局部重写的过程中。下一拍之所以是下一拍，不只是因为它在时间上排在后面，而是因为上一拍已经把一部分未来从账本上删掉，又把另一部分未来写进账本。

七、核心概念：续域不是“所有可能”，而是此刻仍能接手这一过程的下一事件集合

本文把时刻 t 的“续域”记为 C_t 。它不是宇宙中所有可能声音的集合，而是在预先固定的分析边界下，能够作为下一事件继续同一音乐过程的成员集合。这个边界至少包括四项：对象粒度、上下文长度、语料或规则来源、参数维度。例如做民歌旋律语料分析时，可以把“下一音级是否曾在相同四音上下文中出现”作为局部许可；做爵士合奏时，可以把和声、节拍位置、演奏者可用音域与共同约定同时纳入；做电子音乐时，续域可以由映射规则、控制器状态和音色参数空间共同限定。

“续域”与“期待分布”不同。期待理论常把概率分配给下一事件：哪一个最可能、意外度多高、总不确定性多大。续域先问一个更粗却不同的问题：哪些成员还在名单里？一个概率分布当然可以导出支持集，但只研究熵或最高概率时，成员身份可能被压平。两个时刻可以拥有同样三个候选、也可以各有三个候选但成员完全不同；两者的分支数相同，甚至熵也可能相同，但它们对未来的实际构成不是同一件事。

“续域迁移”就是 C_t 到 C_{t+1} 的成员变化。若用 Jaccard 相似度衡量集合重叠，则迁移率定义为 $M_t = 1 - |C_t \cap C_{t+1}| / |C_t \cup C_{t+1}|$ 。 $M_t=0$ 表示成员完全相同； $M_t=1$ 表示两组成员没有重叠。本文把 $M_t \geq 0.5$ 暂定为“强迁移”的编码阈值。这个阈值不是音乐本体论的神圣界线，只是为了让不同研究者能对同一份数据做同样清点；未来可以通过不同语料和任务校准。

八、音乐发生的六步链：汇束—定域—践路—换址—折衷—回写

第一步是汇束。声音材料、身体动作、记忆、乐器能力、表演位置、共同节拍和社会规则并不会自动组成音乐；它们必须在某个时刻形成可共同作用的局部条件。合奏者要在时间上耦合，独奏者的手与乐器要在能力边界内耦合，录音播放也要让听者、设备和作品序列在一个可持续的时间窗口里相遇。汇束回答“哪些路径现在能在一起工作”。

第二步是定域。汇束一旦形成，并不会立刻给出唯一下一步，而会给出一个有限的续域。调性、节奏、音色和体裁规范可以缩小它；即兴规则、交互系统和开放形式可以扩大它；某些成员概率高、某些成员概率低，但在本层次上它们都仍在候选账本里。定域回答“此刻哪些下一步仍属于这场音乐”。

第三步是践路。一个具体事件发生，旧域中的一个成员被现实化。经典期待理论往往在这里集中火力：它被期待还是意外？即兴理论也常在这里说“从虚拟未来中选中一条路径”。本文认为这只是中段，不是终点。因为真正决定过程能否继续的是：这一步之后，下一张候选清单变成了什么。

第四步是换址。刚发生的事件进入上下文后， C_{t+1} 被重新生成。它可能比 C_t 大，也可能小；更重要的是，即使大小相同，成员也可能被替换。本文称“ $|C_t|=|C_{t+1}|$ 而 $C_t \neq C_{t+1}$ ”为等量换址。等量换址是本机制最容易被旧指标漏掉的一格：总分支数没有变化，但后路已经不是原来那批后路。

第五步是折衷。系统不必追求最大的 C_{t+1} 。一个强收束可以牺牲大量分支以换取句法闭合、身体同步、音色稳定、社会协调或风格可识别；一次即兴偏离也可能扩大局部自由却损失另一维的可接续性。发生的方向因此由多重代价共同决定，而不是“越开放越好”。

第六步是回写。新的续域不是分析者事后的注释，而成为下一事件的真实约束；于是 C_{t+1} 又参与产生 C_{t+2} 。音乐不是一串在同一规则箱里取出的音，而是一串会修改下一轮规则箱内容的事件。只要这种回写循环持续，音乐就在发生；当回写停止，过程可能进入纯重复、冻结、断裂或另一个音乐过程。

九、一个二维辨别格：未来“有多少”与未来“是哪一些”必须拆开

传统概率或生成分析很容易把“候选数量”当成开放性的直接代表。本文把数量与成员身份拆成两个轴。第一轴问 $|C|$ 是否改变；第二轴问 C 的成员是否改变。由此得到四种不同状态。第一格是数量不变、成员不变：续域静止。第二格是数量改变、成员基本保留：未来开口或收口。第三格是数量与成员都变：迁移伴随扩张或收缩。第四格是数量不变但成员替换：等量换址。

等量换址之所以重要，是因为它制造一种“所有常用总体指标看起来都稳定”的变化。假设两个时刻都各有四条可行后路；若前一刻是 $\{A,B,C,D\}$ ，后一刻是 $\{C,D,E,F\}$ ，分支数仍为4，若概率又近似均匀，熵也近似不变，但有一半以上的未来身份已经换掉。一个只盯着不确定性总量的理论可能说“开放程度没变”，本文则说发生机制已经移动了未来的所在地。

这个辨别格并不声称“等量换址”只存在于音乐。网络系统、语言、舞蹈和社会互动都可能出现。它的价值不在为音乐申请一项自然界专利，而在给“音乐如何发生”补上一个此前很少被独立清点的维度：不是当前事件有多意外，而是当前事件使下一时刻的许可成员发生了怎样的置换。

续域成员身份	数量不变	C _t
成员不变	续域静止：路数与路名都不变	开口/收口：主要是未来数量变化
成员改变	等量换址：路数不变，但后路换成另一批	迁移伴随扩张/收缩：数量与成员同时变

十、清点手册：一个读数只能有一个定义、一个粒度和一份编码规则

为了避免“续域”成为可以随解释需要任意放大缩小的隐喻，本文把清点口径写死。读数名为“续域迁移率”，符号 M_t 。定义为 $1 - \text{Jaccard}(C_t, C_{t+1})$ 。粒度是一“事件步”：在本次真实检验中，一个事件步就是一个归一到调内七级的旋律音级；上下文固定为前四个音级。什么算续域成员：只要训练语料中在同一四音上下文后实际出现过的下一音级，就进入集合；未出现者不进入。什么算强迁移： $M_t \geq 0.5$ 。什么叫等量换址：两个续域的成员数相等且 $M_t > 0$ ；若同时 $M_t \geq 0.5$ ，则记为强等量换址。

这套口径故意粗糙。它忽略时值、力度、音色、装饰、微分音和和声，也把调号内字母音级压到七级类。粗糙并不是优点，但它使一次低成本证伪成为可能。若连这种最低分辨率都看不到成员迁移，宏大理论就不值得继续；若看到了，也只说明这个机制在某种符号层面存在，不能直接宣称它等于完整音乐经验。这个限制会在后文成为理论边界，而不是藏进脚注。

同一读数在全文不另换阈值。 M 的定义、0.5 的强迁移阈值、四音上下文、训练/测试划分与许可规则，在数据分析、结论和未来赌注中保持一致。任何为了“让结果显著”而事后改成三音上下文、五音上下文或另一个阈值的做法，都不属于本次证据。

项目	固定口径
读数名/符号	续域迁移率 M_t
定义	$M_t = 1 -$
本次粒度	调内七级的旋律音级；一个音级事件为一步
上下文	固定前4个音级
续域成员	训练语料中同一4音上下文后曾出现的下一音级
强迁移阈值	$M_t \geq 0.5$
等量换址	
本次不适用	未被训练集许可的测试步骤；音色/力度/时值等未编码维度

十一、真实数据检验：先把最漂亮的强主张送去失败

提出发生机制之后，最容易自我陶醉的一句是：“真正的音乐选择会主动保留更大的未来储备。”这句话比“续域会迁移”更强，也更容易被打死，因此本文先检验它。统计开始之前，本文在本地保存预注册：使用 Nottingham Music Database 的 Reels A-C 共81首；按曲目顺序把前64首作为训练、后17首作为完全留出测试；只取旋律音名字母，去掉和弦符号、装饰、休止与元数据，忽略时值、八度和升降号，并按调号主音归一为七个调内音级；用固定四音上下文建立训练映射。数据库页面明确列出 Reels A-C 为81首，并提醒原始转换材料仍可能存在记谱错误，因此本检验只承担低成本结构证伪，不承担“代表所有音乐”的资格。

在测试集中，一个步骤只有当实际下一音级曾在训练集同样四音上下文后出现过时才算“可许可步骤”。对每个可许可步骤，先看当前所有合法下一音级；对每一个候选，计算如果选它，形成的新四音上下文在训练集中还拥有多少不同后继。把实际选择所产生的后继分支数除以所有合法选择可得到的最大后继分支数，得到未来储备比 R 。若音乐确实有超出普通风格概率的“保留后路”倾向，实际 R 应高于按训练频率加权得到的基线。

主检验在曲目层做配对：比较17首留出曲目的实际平均 R 与频率加权基线，采用单侧 Wilcoxon signed-rank, $\alpha=0.05$ 。次检验问实际事件是否比频率基线更常选中“下一步分支数最大的候选”。预注册的判伪规则也提前写死：只要主检验不显著，或平均差 ≤ 0 ，就撤回“音乐额外保存未来储备”的强主张，只保留“续域被重写”的较弱机制；若最大化检验失败，不得声称音乐追求最大开放。

十二、结果并不漂亮，所以有用：音乐没有显示出“比风格本身更会保留后路”

81首曲目解析得到7915个音名字母事件；留出17首中共有1630个可检验位置，其中1041步满足“实际下一音在训练语料同上下文中出现过”的许可条件。曲目层平均许可率为65.9%。这已经提醒我们：一个只用四音上下文和训练语料支持集构造的续域，有相当大的不可分辨区；理论不能把未许可位置偷算成“音乐没有续域”，只能承认当前编码读不到。

主结果与漂亮故事相反。实际选择的曲目层平均未来储备比 $R=0.8142$ ，频率加权基线为0.8192，平均差为-0.0050；单侧 Wilcoxon 统计量59, $p=0.7963$ 。也就是说，实际选择不但没有显著高于风格频率基线，方向还略低。均匀选择基线为0.7354，说明风格概率本身已经偏向未来仍有分支的选项，但音乐的实际走法没有表现出“在风格概率之上再多保一层后路”的证据。

次检验也失败。实际事件选中“下一上下文拥有最大分支数”的比例为0.5933，训练频率加权基线期望为0.5868，平均优势只有0.0065；单侧 Wilcoxon $p=0.3437$ 。这个结果不足以支持“音乐在每一步最大化未来开放”。如果文章仍坚持这一句，就等于把证伪条件写在纸上、遇到失败后又不认账。本文因此删除“保留更多后路”作为核心机制。

预注册留出检验	结果
---------	----

数据	Nottingham Reels A-C 81首；前64训练，后17留出
解析事件总数	7,915
留出可检验位置	1,630
许可且进入分析的步骤	1,041；曲目层平均许可率65.9%
实际未来储备比 R	0.8142
频率加权基线 R	0.8192
主检验	实际-基线=-0.0050；单侧 Wilcoxon p=0.7963（失败）
实际最大未来分支选择率	0.5933
加权基线最大分支率	0.5868
次检验	差=+0.0065；单侧 Wilcoxon p=0.3437（失败）
分支数增加/减少/不变	约40.3% / 42.9% / 16.8%（曲目层平均）
续域平均 Jaccard 重叠	约0.4206；对应平均迁移率约0.5794
分支数完全相同的步骤	176/1041=16.9%
其中成员仍发生替换	81.8%
其中达到强迁移 $M \geq 0.5$	43.75%

十三、失败之后真正留下来的结构：分支数常变，但成员身份更常在动

撤回最大化主张后，描述性结果反而指出一个更有辨识力的方向。在1041个可许可步骤中，下一上下文的分支数比当前增加的曲目层平均比例约40.3%，减少约42.9%，保持相同约16.8%。增加和减少接近对称，这与“持续最大化开放”并不相符。音乐可以开，也可以关。

但把注意力从“有多少”移到“是哪一些”，图景发生变化。当前续域与下一续域的曲目层平均 Jaccard 重叠约0.4206，对应平均迁移率约0.5794。更关键的是，按步骤直接清点，有176步前后分支数完全相同，占可许可步骤16.9%；在这176步里，81.8%的步骤成员集合仍然发生变化，43.75%甚至达到本文预定的强迁移阈值 $M \geq 0.5$ 。换言之，“未来数量完全没变”绝不等于“未来没变”。

这正是等量换址的经验入口。一个四音上下文可能有三条合法后继，实际走一步之后，新上下文仍有三条合法后继，但旧清单中的一个或两个成员已经被换掉。若只用分支数，这两刻完全相同；若用成员集合，它们是两个不同的未来。数据没有证明续域迁移是音乐独有，也没有证明人脑按 Jaccard 算法知觉音乐，但它证明了本文提出的两个维度在真实音乐语料中确实可以分离：数量与身份不是同一个变量。

十三之二、第二语料复核：等量换址随许可模型规模单调消失

版本 1.0 把「分支数相同的 176 步中有 81.8% 仍发生成员替换」当作全文最有辨识力的经验入口。第二十三节的预测一同时写死了它的否定条件：若跨多个语料后 M 与 $|C|$ 几乎完全单调对应、等量换址极少或不存在，则「成员身份」不必单列为新维度。

本次修订执行了这条预测，结果是它被触发了。

第二语料：某公开传统曲调数据仓库（爱尔兰传统，同族但独立于 Nottingham），按曲目去重、音名字母序列长度不少于四十者共 23,061 首；按调号主音归一为七个调内音级；上下文仍固定四音；训练与留出按 8:2 划分，其余口径与版本 1.0 完全一致，未作任何调整。

结果与版本 1.0 相反：

读数	Nottingham（训练 64 首）	第二语料（训练 18,448 首）
曲目层许可率	65.9%	99.9%
分支数不变的步骤占比	16.8%	97.1%
等量步中成员仍替换	81.8%	0.1%
平均迁移率 M	0.5794	0.0049
$\rho(M, \text{分支数变化量})$	未测	0.999

在大语料上， M 与分支数变化的秩相关达到 0.999—— M 几乎完全由「有多少」决定，「是哪一些」不再提供独立信息。等量换址近乎消失。按预测一的字面，本文把成员身份单列为新维度的理由在这一层上不成立。

同一批数据的节奏时值轴略好但不能救场：等量步中成员替换 5.6%，然而 M 与熵变化的秩相关是 0.882，在分支数相同的子集上更升到 0.968——在节奏轴上， M 基本是熵变化的重述，这又触发预测二。

十三之三、饱和曲线：等量换址是许可模型稀疏度的产物

两个语料结论相反，差别只有一处：训练规模。本次修订因此把训练规模当作自变量，固定留出集（800 首）与全部其余口径，只改训练曲数重跑。

训练曲数	许可率	等量步占比	等量步中成员替换	平均 M	强迁移占等量
64	63.3%	20.7%	87.2%	0.5526	50.3%
128	77.4%	22.0%	63.1%	0.4383	29.2%
256	86.3%	27.9%	41.8%	0.3155	12.8%
512	92.3%	37.2%	24.1%	0.2250	4.7%

1,024	96.5%	55.3%	10.1%	0.1354	1.4%
2,048	98.5%	74.7%	2.9%	0.0663	0.3%
8,192	99.8%	92.1%	0.4%	0.0151	0.0%
22,261	100.0%	97.9%	0.0%	0.0034	0.0%

训练 64 首这一行复现了版本 1.0 的三个数字：许可率 63.3% 对 65.9%，等量步中成员替换 87.2% 对 81.8%，强迁移占等量 50.3% 对 43.75%。三项全部落在同一量级，而 Nottingham 与第二语料是两批不同的曲子。

结论只能这样写：版本 1.0 测到的等量换址不是音乐的结构，是许可模型稀疏的结构。训练语料小，四音上下文的后继集合稀疏且不稳定，相邻两步的支持集自然容易换成员；语料一放大，后继集合趋于饱和，成员就不换了。随训练规模从 64 增到 22,261，等量步中成员替换率从 87.2% 单调衰减到 0.0%，中间没有平台。

这条曲线同时解释了为什么版本 1.0 的许可率只有 65.9%：它有三分之一的位置读不到，而读得到的那一部分恰恰是支持集最不稳定的那一部分。

十三之四、修订后的承重命题：不是续域在迁移，而是续域根本不是音乐的属性

版本 1.0 的承重句是「音乐发生于事件对续域的递归回写」。这是一个「X 是 Y」式的判断，而饱和曲线说明它在音高音级这一层无法维持——回写在饱和语料上测不到。

本次修订把它改写为一个否定—重命名式的判断：

核心判断

续域不是音乐自身的属性，而是许可模型的属性。「下一步还有哪些」这个问题的答案，随定义「还算数」所用的库存规模而变，且以可测的方式单调衰减到零。因此音乐发生学要问的不是「续域迁移了多少」，而是在许可模型趋于饱和时，仍不消失的那一部分成员置换有多少——本文称之为饱和余量。

饱和余量 σ ：令 $R(N)$ 为训练规模 N 下的等量步成员替换率，则 $\sigma = \lim R(N)$ (N 趋于该传统全部可得材料)。 σ 是把稀疏性效应扣掉之后，真正属于材料自身的成员置换。

本次实测给出的答案是负面而明确的：在爱尔兰传统曲调的音高音级四音上下文这一层， $\sigma \approx 0$ 。节奏时值轴的 σ 约为 5.6%，但它与熵变化的秩相关 0.968，因此这 5.6% 也不能算作独立于既有读数的余量。

这不是一个漂亮的结论，但它是一个可以被别人接着做的结论。它把原来那个不可判定的问题（音乐是不是在重写未来）换成了一个有明确操作的问题：在哪个参数轴、哪一种传统、哪一个饱和度和上，成员置换仍然不归零？只要有人 anywhere 测到显著非零的 σ ，本文这一版的负面结论就被推翻；而在此之前，任何关于「音乐不断重写可能空间」的主张都必须先出示自己的饱和曲线。

十四、因此必须改写核心判断：音乐不是保留后路，而是迁移后路所在

数据之前的强命题可以写成：“音乐发生于事件选择不断保存未来可接续储备。”数据之后，这句话不再成立。本文保留的版本更窄：“音乐发生于事件对续域的递归回写；这种回写可以扩张、收缩或等量换址，并不以最大化分支数为目标。”这不是措辞上的退让，而是机制方向的改变。原版本把音乐想成一个珍惜选择权的系统；修订版允许音乐为了闭合、同步、风格或身体可行性主动丢掉选择权。

修订后的六步链仍然成立，但第五步“折衷”从附加说明上升为承重环节。汇束形成局部条件；定域给出当前可接续集合；践路实现一个事件；换址重写成员；折衷决定某些后路可以被牺牲；回写把新集合交给下一轮。音乐在这里不像一棵永远分叉更多的树，而像一张边走边改的交通图：有时修路，有时封路，有时路数没变却改了出口。

这也回答了一个常见疑问：终止式为什么不是“音乐停止发生”的反例？因为强终止确实可能让某一参数的续域骤缩，但它同时可以在更高层打开新的续域——下一乐句、下一段、下一次重复、下一位演奏者的进入。分析尺度必须先固定，不能事后为救理论改尺度；但音乐本身允许多层续域并行。某一层的关闭可以成为另一层的换址。这种层级结构应由未来研究另行建模，本文只在单层上给出最小机制。

十四之二、修订之后六步链还剩什么

饱和曲线并不废掉六步链，但改变了它每一步的地位。

汇束、定域、践路三步不受影响：它们描述的是约束如何形成局部条件、条件如何给出有限候选、事件如何实现其中一项。这三步不依赖「成员会不会换」。

换址这一步是被打掉的那一步。版本 1.0 把等量换址当作本机制最容易被旧指标漏掉的一格；饱和曲线说明它在音高层是稀疏性的产物。换址因此从承重环节降为一个依赖许可模型的现象，只有在给出饱和曲线并测到非零 σ 之后才能重新承重。

折衷这一步反而被两次失败共同加强。版本 1.0 的预注册检验驳掉了「保留更多后路」，本次复核驳掉了「成员在迁移」——两次都指向同一个方向：音乐没有表现出任何以未来可能性为目标的倾向，无论是数量上的还是身份上的。营养几何那一刀在这里第二次生效。

回写这一步现在处于待判状态。它在概念上仍然成立（后一步的候选由前一步的实现决定，这是条件概率的定义使然），但本文原本想主张的是比条件概率更强的东西——回写会换掉成员而不只是改权重。这一条在音高层没有得到支持。

因此修订后的六步链应当读作：三步稳、一步降级、一步加强、一步待判。本文不把它写成一条完整成立的机制，而写成一张标明了各步证据状态的清单。

十五、这个机制如何落到不同音乐：不是套比喻，而是给出可检查的下一步

在调性旋律中，续域可以由局部风格语法给出。一个导音出现后，下一音的概率通常集中，但真正的发生不仅是“主音更可期待”；如果这个导音所在的节拍、声部和前文改变了哪些替代音仍能维持句法，续域成员就在迁移。相同的期待强度可以对应不同的候选身份，因此续域读数有机会与单一 surprise/entropy 指标分离。

在爵士即兴中，Stover 已经把即兴瞬间描述为从虚拟未来中选择一条路径。本文不否认这个非常近的先行判断，而把问题推进半步：选中路径以后，虚拟未来是否还是原来的虚拟未来？一个延伸音、节奏错位或对另一声部的回应，可能使原来可用的 lick、和声替代、节奏呼应或进入时机失去资格，也可能让新路径出现。若未来集不变，本文的 $M=0$ ；若未来集换掉成员，即使当前音本身非常常规，也可出现高 M 。

在极简、drone 或重复音乐中，单看音高可能几乎没有迁移。这不是立刻把这些音乐逐出音乐，而是要求研究者承认参数选择。重复音可以在力度、音色、相位、微时值、空间、身体动作或段落功能上不断改写续域。若预先规定所有这些参数也都完全固定，而事件之间没有任何后续条件变化，那么本文会给出低迁移甚至零迁移。这是一个真正的理论风险，而不是可以靠“深层变化”四个字自动豁免的案例。

在固定录音中，没有现场演奏者替未来做决定，但听觉过程仍可逐事件更新续域。本文讨论的是音乐过程的发生，不把人类即时意图当成必要条件。相反，一个生成式系统也可以拥有高续域迁移，却仍不自动成为音乐：如果变化摧毁了任何可持续的耦合框架，合法参与者无法定位、预测、接手或识别前后关系，那么它违反了从移动目标防御带回来的“变化而不失用”约束。

十六、把六步链放进五种音乐场景：发生不是同一条路的五个例子

第一种场景是调性终止。若把终止只写成“属功能要求主功能”或“听者预测主音”，发生机制集中在答案的趋向性；续域视角则问，在属和弦、导音、延宕与节拍位置逐步到位时，哪些下一事件还保留资格。一个强正格终止的意义不只是主音概率上升，它还把若干原先仍合法的转调、延伸、装饰与声部进行路径从当前层级的账本中删去。抵达主和弦之后，旧句的续域可能关闭，而新句的起始域重新建立。因此终止不是单纯“目标实现”，而是旧未来域收缩到临界点后，将发生权交给另一个层级。

第二种场景是 groove。一个稳定律动往往并没有明显的和声目的地，却能持续产生“下一拍该怎么接”的强条件。切分、ghost note、微时值偏移或某个声部故意缺席，未必显著改变下一事件的不确定性总量，却会改变哪些回应现在成为可接手动作。例如鼓手一次提前的军鼓可能让贝斯继续原型、补空、反向推迟或锁定重拍几条路的资格发生变化。若前后仍各有四条合理后路，而其中两条被另外两条替换，这就是等量换址的典型形状：律动表面开放度不变，互动地图却已换页。

第三种场景是复调。复调音乐特别说明“续域不是单声部候选表”。一个声部的进入会同时改变自己的下一音、其他声部可避免或可形成的音程、模仿时距以及终止位置。这里的续域必须定义为多

声部联合状态，规模会迅速膨胀，因此实际研究需要压缩表示。但概念上，它展示了为什么路径能够回写约束：某个声部不是在别人的规则之外添加一条线，而是它的现实化改变了其余声部接下来还能合法做什么。

第四种场景是集体即兴。这里最接近 Stover 所说的从虚拟未来中实际化一路，但合奏使“实际化之后的重写”非常明显。萨克斯手的一次延长音也许并不新奇，然而它占用了进入窗口，使鼓手从回应转为保持，使贝斯手原先可用的换和声时机推迟；下一轮的候选表因此换了成员。发生不是谁“创意更大”，而是一次动作怎样改变其他人的可接手结构。这个解释也允许权力进入分析：某位乐手长期拥有改变他人续域的能力，而自己的续域较少被他人改写，这会形成不对称的互动地理。

第五种场景是电子与算法音乐。映射表、传感器、软件状态和随机过程使“目标移动”不再只是隐喻。同一手势在不同状态下可以产生不同声响，同一声响也可以因为路由变化通向不同后续控制。Kreković 已经明确讨论这种 shifting possibility spaces，所以本文不能把“动态映射”据为己有；本文能做的是把每次状态切换前后的许可成员清点出来，分出“只是候选数量改变”与“候选身份换址”。如果系统不断变映射却让演奏者无法重新定位，它还会暴露移动目标防御带来的另一条限制：变化过度会摧毁接手。

十七、从“可期待什么”再往下一层：音乐理论共同容易把候选身份当作背景

把近邻放在一起看，会发现一个比任何单篇理论更隐蔽的共同地基。Meyer、Huron 与 IDyOM 把注意力放在下一事件的期待与概率；形式功能理论关心当前或既往材料被听成什么；即兴可能空间理论关心行动者面对的潜能及其选择；生成算法关心什么序列满足规则。这些传统并非都忽略候选集合，恰恰相反，它们往往必须有一个候选域才能工作。共同之处是：候选域经常作为计算期待、选择或功能的背景，真正被报告的是概率、选择结果、形式解释或生成合法性。

本文试图把背景翻到前景：不是问候选里谁赢，而是问比赛名单本身何时被刚才的事件换掉。这个转向很小，因此必须对新颖性保持克制。Kreković 已经指出 possibility space 会随时间 morph；Maler 的 affordance 也把潜能理解为关系性、可变的。本文没有资格说“音乐学从未发现未来会变化”。更准确的缺口是：在被检索到的这些代表性理论中，“集合成员的置换”很少被当作与集合大小、概率权重相互独立的读数，并进一步承担“发生”这个问题。

这个缺口是否足够构成新的理论对象，最终不能靠文献措辞决定，只能靠分离预测。若一个现有期待模型在保留完整事件标签的概率向量后，已经能完全解释 M 的所有行为效应，那么续域迁移只是该模型的一种重参数化；若等量换址在熵、最大概率、信息量都近似不变时仍系统影响接续、协调或形式判断，成员身份才获得独立地位。本文把这个问题留给实验，而不是用“更深层”“更系统”一类无法判决的语言抢先获胜。

十八、多参数续域：同一拍可以在音高上收口，在节奏上换址，在音色上开口

真实音乐很少只有一条参数轴。音高、时值、节拍位置、力度、音色、发音法、空间位置、身体动作与互动角色都可以限制下一步。因此，更完整的续域应被写成多参数状态，而不是把所有信息塞进一个巨大的平面集合。最直接的做法是分别建立 C_{tpitch} 、 $C_{trhythm}$ 、 $C_{t^{*}timbre}$ 等局部续域，再记录它们之间的耦合；也可以把联合事件作为一个成员，但会遭遇组合爆炸。本文的 Nottingham 检验只采用 $pitch-class-like$ 的七级音高近似，正因为它承担的是最低成本的否认任务，而不是最终模型。

多参数结构带来一个重要预测：音乐可以通过“迁移的轮换”维持连续性。某一段音高选择越来越少，节奏续域却可能扩大；某一段节奏锁死，音色与力度的后路则开始换址；合奏中一个声部的域收缩，另一个声部可能获得更大介入空间。这样，音乐的活性不必表现为所有维度同时复杂化。相反，许多有力音乐恰恰通过把自由从一个维度转移到另一个维度来发生。

这也给“重复为什么仍能有生命”一个比“其实每次都不一样”更严格的回答：必须指出自由迁移到了哪一维，并给出可清点变化。如果同一循环的音高、时值、力度、音色、空间和互动角色在预先固定尺度上都没有改变，理论就不能凭听者主观感受强行宣称存在隐藏迁移。反之，如果音高完全重复而相位关系每轮改变，就应在相位续域上测，而不是拿音高数据替它作证。

十九、作品、表演与聆听不是三套发生，而是三种续域来源

一个常见争论是音乐究竟发生在作品、演奏还是听者之中。本文不把三者选一，因为三者可以分别提供续域约束。作品或风格提供长期候选规则；表演把身体、设备、场地和共同节拍加入局部条件；聆听则以记忆和学习不断更新当前可接续模型。固定录音的物理序列不会改变，但听者的短期模型会随着听到的事件更新；现场即兴既改变声学序列，也改变演奏者彼此的行动域。

这并不意味着“音乐发生在一切地方”，因为每个研究问题必须指定它计算的是哪一套续域。如果研究乐谱风格，可用语料统计的 C_t ；如果研究合奏协调，可用演奏者实际可用动作和互相响应窗口；如果研究听觉期待，可用个体学习得到的概率支持集。三种续域可能不一致，而这种不一致本身就是可研究对象：作曲语法仍允许的路径，演奏者身体已经来不及走；演奏者能做的路径，听者的风格模型却不承认；听者期待的路径，又可能被现场设备故障或社会规则阻断。

因此，“音乐如何发生”不是寻找一个唯一代理变量，而是定位何种约束在这一轮拥有改写下一轮的权力。时间地理提醒我们谁能在何时何地汇合，网络防御提醒我们谁有权主动移动目标，营养几何提醒我们当理想目标不可达时系统怎样承受偏差。三者合起来，发生问题从“哪一个音导致哪一种效果”转成“哪一种约束先改了候选账本，以及其他约束如何被迫跟着改”。

这条路径论也允许我们重新安排“作品—表演—聆听”的因果次序。假如一首作品被理解为一套预先完成的规则，那么表演只是在规则中找路，听者则在结果上做预测；这是一条从规则到实例的单向链。但很多实际音乐过程不按这个顺序工作。一次演奏中的失误、延宕、换气、声部抢入或设备限制，可能迫使表演者临时改变下一组可行动作；听者对这种改变的适应又会反过来影响演奏者接下来

愿意承担的风险；反复演出后，这种局部应对甚至可能进入版本传统，成为作品层的新常规。路径于是会回写目标，局部事件会改动后续“什么还算同一个作品/同一种演法”的边界。本文不把这种循环归结为任一主体的意图，而把它看作续域在不同来源之间的接力。

要让这种接力能被经验研究，必须先决定“谁的续域”与“哪个时间尺度”。例如研究室内乐排练，可以把每位演奏者的可接手动作当作局部续域，再记录一个人的行动怎样改变另一个人的候选；研究 DJ 混音，可以把可安全衔接的曲目/节拍/频段组合当作续域；研究固定录音的听觉学习，则可以比较同一听者第一次与第十次聆听时的支持集。三种研究都不能把自己的 C_t 偷换成别人的 C_t。若演奏者可做而听者不预期，这不是矛盾，而是两个不同续域；真正值得问的是它们在何时耦合、何时分离，以及谁的改变先迫使另一个改变。

这又导出一个对跨文化研究尤其重要的限制：不能先用西方和声语法定义“可接续”，再拿这个集合去证明别的传统也在做续域迁移。每个传统的许可集合必须从它自己的实践、语料、身体技术与制度约束中建立。鼓乐传统的关键成员可能是节奏型与入点，吟诵传统可能是音型—文本—呼吸的联合状态，电子现场可能是控制映射和设备状态。只有当不同材料都能在各自原生编码中出现“当前事件改写下一轮成员集合”的结构，才有资格把续域迁移看成跨传统机制，而不是某一套音乐理论的改名。

由此也可以把“路径”与“风格”区分开。风格通常被写成一组长期稳定的统计规律或规范，但具体发生链只使用其中一小片局部可达域。两个事件都可以高度符合风格，却因为它们对下一轮续域的改写不同而具有完全不同的发生后果；反过来，一个低概率事件如果被后续过程迅速吸收并建立新的可接手域，也不必被解释成单纯的“违反风格”。这给异常、装饰、错音与创新留下同一套可检验语言：问题不在它偏离常模多少，而在偏离之后系统是否重新建立了可持续的候选账本，以及这个新账本与旧账本换了哪些成员。

这里尤其需要防止一种过度因果化。本文说“当前事件回写下一轮”，并不等于每一名听者都在神经层面显式维护一个集合，也不等于作曲者在创作时真的列出候选表。C_t 是一个可操作的中层对象：它可以由行为、语料、规则、交互记录或模型近似得到。若未来神经研究找不到对应表征，不会自动推翻序列层的结构事实；但若行为和生成任务都显示成员迁移与接续毫无关系，那么把它提升为音乐发生机制就站不住。这个区分避免把数学表示偷换成心理实体。

最后，路径型问题要求给出可干预次序。若某段合奏持续失去协调，续域框架不会先问“谁演错了”，而会依六步链定位：汇束是否失败、当前续域是否过窄或边界不一致、践路后是否发生过强换址、折衷是否牺牲了关键维度、回写是否让参与者拥有不同版本的下一步。每一处对应不同干预：修正耦合窗口、公开候选规则、降低一次变化的跨度、改变代价权重、或建立共同回写信号。只有能把发生机制转换成这种顺序诊断，How 的答案才不是一个漂亮的新名词。

同样的顺序也可以用于创作而不变成配方。作曲者不必追求高迁移率，而可以先决定哪些约束需要汇束，再决定某一时刻的候选应当多窄；随后设计一次事件，使未来在数量或成员上发生特定变化；最后检查这种变化是否仍留下足够的接手信息。一个段落可以故意让音高续域收缩到单一路径，却把音色续域换成另一批成员；也可以维持节奏候选数量不变，只替换其中的进入位置。这样使用时，M 不是“好音乐分数”，而是一把观察未来结构如何被当前事件改写的尺。它允许创作者准确地说自己在改变什么，也允许听者和分析者用同一口径反驳。

二十、与最危险的既有说法逐一划界

第一位邻居是 Meyer 与 Huron 的期待理论。它们告诉我们音乐事件如何建立、满足、延迟或违反期待，并把意外与情感反应连接起来。本文不声称期待不重要。分离线是：期待主要评价“某个下一事件有多可能/多意外”，续域迁移评价“事件发生后，下一轮候选成员表改了多少”。若两个时刻具有相近熵和相近最高概率，但合法成员大幅替换，期待总量可近似不变而 M 很高；若候选身份不变但概率重新加权，期待会变而 M 可以为0。两种读数因此不互相替代。

第二位是 Pearce 与 Wiggins 的 IDyOM 以及更广泛的概率预测模型。IDyOM 能给每个下一事件概率分布，并用 information content 与 entropy 表示意外和不确定性。本文的真实检验事实上借用了相似的序列统计精神，但故意把问题换成支持集成员。判决案例是“等量换址”：若前后都有三个等概率候选，熵同为 $\log 3$ ，但前后三个成员只重叠一个，IDyOM 的熵读数相同， M 则显著大于0。完整概率分布当然可以看见成员标签，因此本文不是说概率模型做不到，而是说现有解释通常没有把“成员置换”单独提升为发生变量。

第三位是 Maler 的 formal affordance 与 Schmalfeldt 所代表的 becoming/形式功能生成传统。Maler 把形式功能理解为听者与作品互动中不断生成、可回顾性重释的关系。本文与它共享“关系可变”，但对象不同：形式功能问已经听到的单元现在被听成什么，续域问下一轮还有哪些事件仍能接手。一个段落完全可以在没有发生形式标签重判的情况下出现高续域迁移；反过来，一个先前单元被回顾性重释，也可能不改变下一事件的许可成员。

第四位也是最近的一位：Stover 的 improvisational spaces。Stover 已明确提出即兴事件从虚拟未来的许多潜能中实际化一条路径。因此“音乐有可能空间”“即兴是走路径”都不能再作为本文的新意。本文与他的可裁决差别在选择之后：若事件只实现一个潜能而剩余潜能结构不变，Stover 的事件仍然成立，但本文的迁移率可为0；若事件使下一轮潜能的成员发生置换，本文才判定发生了续域迁移。

第五位是 Slávo Kreković 的 shifting possibility spaces。这是最危险的概念占位者。Kreković 在即兴与生成系统语境中明确讨论 possibility space 的动态性质和 shifting possibility spaces，甚至举出映射环境改变后同一手势产生不同声音的例子。因此本文不能宣称“以前没人说可能空间会变”。本文只能保留更窄的贡献：把“变化的可能空间”拆成“数量变化”与“成员身份变化”两个独立维度，提出等量换址这一可清点格，并把它放到固定语料的留出检验里。若未来发现 Kreković 或其他文献已经用同一集合成员指标和相同判决结构做过该区分，本文的概念新颖性应当下调。

第六位是 Atkinson 的 improvisational possibility spaces 与更一般的 affordance 理论。可能空间或 affordance 会描述一个环境为行动者提供哪些行动机会。本文的分离线在“回写”：若环境的 affordance 集合由外部条件固定，行动者只是在其中选择，续域迁移不一定发生；若一次行动反过来改变下一轮 affordance 成员，才对应本文机制。Gibson 1979 年的经典 affordance 因此是方法学祖先，而不是可以被忽略的外部背景。

第七位是控制即兴 (control improvisation) 的自动机/形式语言框架。Fremont、Donzé、Seshia 与 Wessel 等人把音乐即兴视为在语言约束、软约束和随机性要求下生成可接受序列。这类方

法非常接近“许可集合”。差别仍在动态边界：若 admissibility language 在整段生成中固定，生成器是在固定许可域里抽样；本文专门关注当前输出是否改变下一轮许可成员本身。若一个控制即兴系统采用状态相关自动机，实际上已经能实现这种改变，此时本文不是替代算法，而是给这种状态转移增加一个可解释读数。

第八位是“音乐作为过程/成为”的广泛哲学说法。说“音乐不是物而是过程”太宽，几乎无法失败。本文只有在能回答一条具体问句时才成立：在固定语料、固定上下文长度与固定编码下，事件发生前的 C_t 与发生后的 C_{t+1} 有多少成员还是同一批？若长期观察发现音乐事件通常只改变概率而不改变续域成员，或成员迁移并不比语音、随机序列等对照更能解释音乐结构，那么“续域迁移”作为音乐发生机制应被降级为一般时序系统的一个描述量。

二十之二、第九位： β 多样性分解——一位必须交手的方法学占位者

版本 1.0 的八位划界全部落在音乐理论与即兴研究上，方法学方向是空的。补上这一位，因为它比前八位都更贴近本文的核心动作。

生态学在处理群落之间的差异时，早已把 Jaccard 或 Sørensen 距离分解为两个可加成分：一个是 turnover（物种替换，即丰富度不变而成员被换掉），另一个是 nestedness（丰富度差异导致的成分损失）。这个分解是这一行的标准工具，被广泛用于比较不同站点、不同时间窗的群落组成。

这意味着「把集合差异拆成数量变化与成员置换两个独立维度」不是本文首创，而是一个成熟的方法学动作；本文的二维辨别格与它同构，本文的「等量换址」正是丰富度相等时的纯 turnover 分量。版本 1.0 第二十六节自己写下的判据——若出现更早的、用 Jaccard 或等价集合指标测量置换的研究，本文的创新主张必须迁移——在这一位面前必须执行。

执行之后，本文剩下的分离线有两条，都必须写清楚：

其一，方向。生态学比较的是空间上并置的站点或互不干涉的时间窗，两个集合之间没有因果方向；本文的 C_t 与 C_{t+1} 是时间上相邻的两步，且后者的成员由前者的实现所决定。回写这一条不在那一族的形式里。判定形式：把本文的 M 换成 β_{sim} ，两步之间的先后关系随之消失，而本文全部关于「发生」的主张都建立在这个先后关系上。

其二，稀疏度的地位。那一族把样本量对 β 多样性的影响当作需要校正的方法学偏差（抽样不足会高估 turnover）；本文第十三之三节的饱和曲线把它提升为判据本身——不是先扣掉稀疏性再看真实的 turnover，而是主张在稀疏性被扣干净之后是否还剩下什么（ σ ），才是这个对象存不存在的判据。

这两条分离线本文认为成立，但必须承认它们比版本 1.0 自以为的那条窄得多。更要紧的是：如果生态学那一族早已有人做过「turnover 随抽样强度的饱和曲线」并把趋近值当作群落自身的性质，那么本文第十三之三、十三之四两节也只是那个做法在音乐语料上的一次应用。本文没有能力穷尽那一族的文献，因此把这一条写成一个公开的悬赏：谁能出示这样一篇，本文的方法学新颖性即归零，只保留音乐语料上的实测结果。

二十一、五组反例压力测试：它不能把一切有次序的东西都叫音乐

第一组是语言。语言显然也会更新下一词的可行集合，因此“续域迁移”不是音乐专属。本文的判断是机制而非物种鉴定器：音乐和语言可以共享底层时序机制。若要用它做音乐/语言划界，还必须加入参数耦合、节拍、音高、音色、身体同步或社会功能等其他维度。把一个共享机制误写成音乐本质，会重新落回本文刻意避开的 What 问题。

第二组是随机序列。若每一步都随机重设允许成员， M 可以极高，但这不保证音乐。移动目标防御给出的反向约束在此生效：变化必须维持某种 operational integrity。音乐里的对应物不是“系统无故继续发声”，而是参与者或听者仍能把新状态接到刚才的过程上。完全无耦合、无可恢复局部规则的随机换表可以有迁移，却缺少汇束与接手，因此不是本文六步链的完整实例。

第三组是固定重复。节拍器、机械循环或纯重复音可能 $M \approx 0$ 。它们能否成为音乐取决于分析维度和层级：如果听觉过程在音高层不变，却在重音分组、相位、身体动作、音色或结构功能上更新续域，机制仍可工作；若预先规定所有相关维度均严格不变，本文应承认迁移机制几乎休眠。这是对“任何音乐每一瞬间都必须高迁移”的否定。

第四组是沉默。休止并非没有事件。只要沉默具有计时、延迟、闭合、等待或合奏协调功能，它可以极强地重写下一事件的续域。反过来，无边界的环境静默如果没有形成任何可接续账本，就不能仅凭“听者也许会想象什么”自动计入。

第五组是生成式人工智能。一个模型可以在概率分布中逐音采样，也可以动态改写约束。本文不以“人类作者在场”判音乐。可裁决问题是：模型输出是否在可追踪的约束中改变下一轮可接续成员，同时维持可持续的运行身份？如果只是高温采样导致频繁换成员而结构不断崩解，属于高迁移、低完整性；如果规则永远固定，只是抽样，属于低回写。两者与音乐性都不能简单画等号。

二十二、三门外部学科反过来削弱了什么

时间地理削掉了“只要后来能解释，前面任何路都可以”的宽松说法。路径有能力、组合和权威约束；未来域不能靠分析者任意想象。对应到音乐，续域必须由可核的风格、身体、乐器、任务或语料边界生成，不能把“理论上所有十二音都能出现”当作有意义的候选清单。它还要求时间尺度先固定：一次分析不能因为结果不合预期就在拍、乐句、乐章之间来回切换。

移动目标防御削掉了“变化越大越发生”的说法。一个安全系统如果把合法用户也甩掉，不叫成功的移动目标防御；同理，一个音乐过程如果每一步都把前一刻建立的任何接手关系完全销毁，仅凭高 M 不能被判为更强的音乐发生。本文因此把“可接手的运行身份”写进边界：迁移必须发生在某种可持续框架之内。

营养几何削掉了“后路越多越好”的价值排序。折衷规则提醒我们，受约束系统可以理性地承受某一维的损失，以避免另一维更高代价。真实数据进一步把这条约束变成经验事实：在留出民歌中，实际选择并没有比风格频率基线保存更多未来分支。于是本文从“开放性最大化”退回“成员迁移与代价折衷”。若没有营养几何这一刀，本文很可能会把自由度美化成音乐的普遍价值。

二十三、可证伪预测：看到什么，本判断就该退

预测一：在固定语料、固定粒度下，续域迁移率 M 应当提供超出单纯分支数 $|C|$ 的结构信息。若跨多个音乐语料后， M 与 $|C|$ 几乎完全单调对应，等量换址极少或不存在，那么把“成员身份”单列为新维度没有必要。本文的 Nottingham 留出结果给出初步反例于这种消解：分支数相同的176步中，81.8%发生成员替换，但这仍需其他传统复核。

预测二：若 M 只是在重述概率熵，那么控制 entropy 后， M 不应再解释任何下一步结构、边界感、表演反应或记忆变化。未来实验可以挑选熵近似相等而 M 高低不同的片段，让听者判断后续可接续感或让演奏者即兴接续。若所有效应都被 entropy 吸收，本文应并入期待理论。

预测三：若“变化而不失用”的约束是必要的，那么极高 M 但局部规则完全崩解的随机对照，不应比同等 M 、但保留可接手框架的音乐片段更稳定地诱发接续、同步或结构判断。若随机序列同样表现，MTD 带来的 operational integrity 约束没有贡献。

预测四：不同音乐传统可以有不同的折衷规则，不应都偏向最大分支。若大量跨文化数据反而显示，在控制风格概率后，实际事件普遍显著选择最大未来储备，那么本文撤回的“保留后路”强版本应被重新启用；反之，若扩张、收缩与等量迁移的比例随传统和任务系统变化，则更符合折衷机制。

预测五：若续域是发生机制而非分析幻觉，表演中的干预应能改变后续域。可做最小实验：让合奏者在相同前文下分别收到一个只改变当前声音而不改未来许可的扰动，以及一个保持当前可接受但重写下一轮许可成员的扰动。若两种扰动对后续协调、错误恢复或接手成本没有差异，续域迁移的行为意义受到挑战。

预测六：跨参数层级必须可被明确编码。若任何一次零迁移都可以事后通过增加“更深层的音色/身体/文化参数”被解释成有迁移，则理论不可证伪。因此每项研究必须在取数前写死参数与时间尺度；本次数据只检验调内旋律音级的四音上下文，不用别的参数救结果。

本次修订的更新：预测一与预测二均已被触发。预测一写的是「若跨多个音乐语料后， M 与 $|C|$ 几乎完全单调对应、等量换址极少或不存在，则把成员身份单列为新维度没有必要」——第十三之二节测得秩相关 0.999、等量替换率 0.1%，条件成立。预测二写的是「若 M 只是在重述概率熵，则控制熵后 M 不应再解释结构」——节奏轴上 M 与熵变化的秩相关 0.968，在分支数相同的子集上更高，条件在该轴上成立。两条预测都是版本 1.0 自己写下的，本文按字面执行，不作补救性重解释。

预测一因此被替换为一条更严的新预测：任何主张音乐在重写可能空间的工作，必须先出示自己的饱和曲线——固定留出集、只改许可模型规模，报出成员置换率随规模的变化。若该曲线趋于零，则该工作测到的是稀疏性；若趋于一个显著非零的 σ ，则它测到的可能是材料本身。没有饱和曲线的迁移率读数，本文自己判定为无效，包括版本 1.0 的那一份。

二十四、分层证据：即使核心构念失败，哪些东西仍然可以留下

本文把主张分为三层。第一层最强：续域迁移是理解音乐发生的一条核心机制。它需要跨语料、跨文化、跨参数和行为实验支持，当前只有概念论证与一次低成本语料检验，证据远未完成。第二层

较弱：把“未来数量”与“未来成员身份”分开，是一种有用的分析工具。Nottingham 数据已经证明两者可以经验分离，但仍不能证明这种分离对听者有心理现实。第三层最稳：在序列数据里，单看分支数会漏掉成员置换；这个主张不依赖“音乐发生”这一宏大解释，只依赖集合清点本身。

这种分层很重要。若未来听觉实验发现人类根本不敏感于 M ，第一层会受重创；但第二层仍可能作为生成分析工具存在。若跨语料发现等量换址极罕见，第二层也会缩小；第三层仍是数学事实。反过来，不应把第三层的确定性借给第一层，假装一个集合指标已经解释了音乐经验。

本次修订后的三层状态：第一层（续域迁移是音乐发生的核心机制）在音高音级这一层已被自己的第二语料检验驳倒，降为「待在其他参数轴与其他传统上重测」。第二层（把数量与成员分开是有用的分析工具）被削去一半——分开仍然有用，但只有在同时报告饱和曲线时才有用，否则读到的是许可模型的稀疏度而不是材料的性质。第三层（单看分支数会漏掉成员置换，这是集合清点的数学事实）不受影响，它本来就与音乐无关。

值得单记的是：版本 1.0 曾把第二层当作「Nottingham 数据已经证明两者可以经验分离」的既成事实。饱和曲线说明那次分离是训练规模 64 首造成的。本文因此把第二层的证据从「已证明」改回「条件成立时才成立」。

二十五、方法伦理与使用边界：不要把迁移率变成给音乐家打分的 KPI

任何可量化的新读数都容易被管理系统抢走。续域迁移率尤其危险，因为它看起来像“创新度”“复杂度”或“开放度”的现成分数。本文明确禁止三种用法。第一， M 指向一个位置和编码关系，不指向一个人的创造力；不能据此说演奏者A“比”演奏者B更有音乐性。第二，不得为了让 M 好看而强迫教育、医疗、集体创作或安全关键表演增加变化；高迁移可能只是失去稳定性。第三，如果机构真的把这个读数用于不利安排，必须公开语料边界、粒度、编码规则、阈值与复核通道。

更深的反噬是：一旦“迁移”成为评价目标，最省事的达标方式就是人为不断换候选，而不是形成更有意义的音乐过程。那会把移动目标防御里的“变化而不失用”切掉，只剩变化。本文看不到一个可以用单一分数完全消除这种 Goodhart 式反噬的出口，因此最安全的制度位置是诊断、比较与生成分析，而不是个人绩效排名。

二十六、本文自己的位置：这篇文章也必须接受它提出的判据

如果本文主张音乐发生于续域被回写，那么本文自身的论证也应该表现出同样结构。最初的候选未来包括“音乐最大化后路”“音乐维持适度不确定性”“音乐不断扩大可能空间”等更讨喜的说法。营养几何和预注册数据把其中一些路关闭；近邻检索又迫使本文承认 Stover 与 Kreković 已经把“虚拟未来”“动态可能空间”推进得很远，因而“可能空间会变”本身不能再占据新颖位置。文章最终留下的是一个更窄的续域成员指标和等量换址格。

这意味着本文不是一个从头到尾保持原样的论证。它的承重句被数据与近邻改写过。如果未来出现一篇早于本文、已经把音乐可能空间分成 cardinality 与 membership、用 Jaccard 或等价集合指标测量事件间置换，并将其定义为音乐发生机制的研究，本文的创新主张必须再次迁移：要么并入该

传统，要么只保留真实数据与应用部分。这个后果不是礼貌性的“本文有局限”，而是本文判据对自身的直接执行。

本次修订是本文判据对自身的第二次执行，而且比第一次更狠。

第一次执行发生在版本 1.0：预注册数据驳掉了「音乐保留更多后路」，近邻检索迫使本文承认「可能空间会变」已被 Stover 与 Kreković 说过，于是承重收缩到「成员置换」这一更窄的贡献。

第二次执行就发生在这一版：那个更窄的贡献也没有站住。第二语料把等量换址从 81.8% 打到 0.1%，饱和曲线把版本 1.0 的三个数字还原成训练规模 64 首的产物，方法学检索又找出生态学早已把 Jaccard 距离分解为 turnover 与 nestedness。三件事合起来，本文原来押注的那一刀在三个方向上同时变钝：经验上不成立、跨语料不稳定、方法上非首创。

本文没有把这一版写成「进一步完善」，因为那会掩盖它实际发生的事：本文提出的读数，被本文自己写下的预测判为在音高层无效。留下的东西是三样：一条可复算的饱和曲线，一个把稀疏度从待校正偏差提升为判据的做法，以及一个负面但精确的实测结论 ($\sigma \approx 0$)。

如果连这三样也被证明是别处的现成做法，本文应当整篇退回到一份数据报告，而不是继续以发生机制自居。

二十七、结论：每一拍不是回答上一拍，而是在重画下一拍的地图

本文给“音乐是如何发生的”一个可失败的回答：音乐发生于一个受约束的续域被事件反复重写。首先，身体、材料、规则、伙伴和时间形成汇束；其次，它们给出此刻仍能接手的有限未来；然后，一个事件践行其中一路；这一步使下一轮的未来成员扩张、收缩或换址；系统依代价作折衷，而不是最大化开放；新续域再回写为下一事件的约束。发生因此不是“从可能到现实”的单向箭头，而是“现实反过来重造下一批可能”的循环。

最值得保留的分辨线是：未来“有多少”与未来“是哪一些”不同。Nottingham 的一次预注册留出检验没有支持音乐额外保存未来分支的强版本，却在分支数量相等的步骤里看到大量成员置换。这个失败使本文从“保留后路”改成“迁移后路所在”。它也让三个外部学科各自留下真实限制：时间地理要求路径受可达性约束，移动目标防御要求变化不摧毁运行身份，营养几何要求承认目标不可达时的折衷。

一句最短的结论是：音乐不是每一拍都在给上一拍一个答案；音乐之所以发生，是因为每一拍都在重画下一拍还能去哪里的地图。若未来的地图从未被刚才的事件改写，我们听到的可能仍是有组织的声音，但本文所说的发生机制没有启动。

本次修订后的结论必须重写一遍，因为上面那段话已经不成立。

版本 1.0 的结论是：音乐发生于一个受约束的续域被事件反复重写，最值得保留的分辨线是未来「有多少」与「是哪一些」不同。第二语料与饱和曲线说明，在音高音级四音上下文这一层，这条分辨线随许可模型饱和而消失。

修订后的结论只能这样写：续域不是音乐自身的属性，而是许可模型的属性。一段音乐的「下一步还有哪些」，其答案随定义「还算数」所用的库存规模而变，且以可测的方式单调衰减到零。因此「音乐是如何发生的」这个问题，在本文所能触及的层面上，没有得到一个关于音乐的答案，而得到了一个关于提问方式的答案：在问「未来被改写了多少」之前，必须先说清是谁、用多大的库存、在哪个参数轴上定义了「未来」。

一句最短的结论是：版本 1.0 以为自己测到了音乐在重画地图，实际测到的是自己手里那张地图太小。

这句话不好看，但它是本文四次检验里唯一被三组数据同时支持的一句。

二十八、写死日期的经验赌注

本文把一条可执行赌注写到2028年12月31日：在至少三个彼此独立的音乐语料（其中至少一个非西方传统、至少一个以节奏或音色而非音高为主要编码）中，研究者应能预注册一个固定粒度的续域，并找到“前后候选数量相同但成员替换”的等量换址事件；同时，在控制候选数量与概率熵后，M 至少在一个行为或生成任务中提供独立解释力。

什么不算命中也写死。只在同一 Nottingham 数据上换上下文长度不算；只给定性例子不算；事后挑阈值不算；没有控制 entropy/分支数不算；把“成员换了”换成“概率变了”不算；仅在随机生成器中出现而没有音乐语料不算。若到该日期仍没有任何独立语料与任务满足这些条件，本文应把“续域迁移”从音乐发生机制降级为一种一般序列描述工具。

本次修订把赌注改写得再严。原赌注要求在三个独立语料中找到等量换址事件；饱和曲线说明，只要把训练语料取得足够小，任何语料都能“找到”等量换址。因此原赌注在当前形式下是必然命中的，不构成赌注。

改写后的赌注仍压 2028 年 12 月 31 日：在至少三个彼此独立的语料（其中至少一个非西方传统、至少一个以节奏或音色而非音高为主要编码）中，研究者出示完整的饱和曲线，并在曲线趋于饱和的一端测到显著非零的饱和余量 σ ；同时在控制候选数量与概率熵后， σ 至少在一个行为或生成任务中提供独立解释力。

什么不算命中也随之更严：只在小语料上报高迁移率不算；不出示饱和曲线不算；曲线未趋近平台就宣布 σ 不算；把 σ 的非零归因于未编码维度而不重测不算；只在随机生成器中出现而没有音乐语料不算。若到该日期没有任何一处测到非零 σ ，本文应把「续域迁移」整体降级为一种关于许可模型稀疏度的度量，与音乐发生学脱钩。

参考文献

- Hägerstrand, T. (1970). What about people in regional science? Papers of the Regional Science Association, 24, 7–21. DOI: 10.1007/BF01936872.
- NIST. (2026). Moving Target Defense. Computer Security Resource Center Glossary; source: NIST SP 800-172r3.

- Zhuang, R., Zhang, S., Bardas, A., DeLoach, S. A., Ou, X., & Singhal, A. (2013). Investigating the Application of Moving Target Defenses to Network Security. 6th International Symposium on Resilient Control Systems, 162–169. DOI: 10.1109/ISRCS.2013.6623770.
- Zheng, J., & Namin, A. S. (2019). A Survey on the Moving Target Defense Strategies: An Architectural Perspective. *Journal of Computer Science and Technology*, 34(1), 207–233. DOI: 10.1007/s11390-019-1906-z.
- Simpson, S. J., & Raubenheimer, D. (1993). A multi-level analysis of feeding behaviour: the geometry of nutritional decisions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 342, 381–402. DOI: 10.1098/rstb.1993.0166.
- Raubenheimer, D., & Simpson, S. J. (1993). The geometry of compensatory feeding in the locust. *Animal Behaviour*, 45, 953–964.
- Morimoto, J. (2023). Nutrigonometry IV: Thales’ theorem to measure the rules of dietary compromise in animals. *Scientific Reports*, 13, 7466. DOI: 10.1038/s41598-023-34722-7.
- Meyer, L. B. (1956). *Emotion and Meaning in Music*. University of Chicago Press.
- Huron, D. (2006). *Sweet Anticipation: Music and the Psychology of Expectation*. MIT Press.
- 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. DOI: 10.1111/j.1756-8765.2012.01214.x.
- Schmalfeldt, J. (2011). *In the Process of Becoming: Analytic and Philosophical Perspectives on Form in Early Nineteenth-Century Music*. Oxford University Press.
- Stover, C. (2017). Time, Territorialization, and Improvisational Spaces. *Music Theory Online*, 23(1). DOI: 10.30535/mto.23.1.6.
- Kreković, S. (2019). *Topographies of Behaviours: Improvising with Spaces, Objects, and Algorithms*. Master’s Thesis, Institute of Sonology, Royal Conservatoire of The Hague.
- Maler, A. (2022). Listening to Phrase Structure and Formal Function in Post-Tonal Music. *Intégral*, 35, 45–68.
- Atkinson, M. (2020). Types, Styles, and Spaces of Possibility: Phenomenology and Musical Improvisation. *Gestalt Theory*, 42.
- Fremont, D. J., Donzé, A., Seshia, S. A., & Wessel, D. (2015/2017). Control Improvisation. Formal-language framework for constrained randomized generation; music improvisation is among the motivating applications.
- Gibson, J. J. (1979). *The Ecological Approach to Visual Perception*. Houghton Mifflin.
- Kereliuk, C., Sturm, B. L., & Larsen, J. (2015). Deep Learning, Audio Adversaries, and Music Content Analysis. *IEEE WASPAA*, 1–5. DOI: 10.1109/WASPAA.2015.7336950.
- Saadatpanah, P., Shafahi, A., & Goldstein, T. (2020). Adversarial Attacks on Copyright Detection Systems. *Proceedings of ICML*, PMLR 119, 8307–8315.
- Carney, G. O. (1990). Geography of Music: Inventory and Prospect. *Journal of Cultural Geography*, 10(2).
- Kong, L. (1995). Popular Music in Geographical Analyses. *Progress in Human Geography*, 19(2), 183–198.
- Krims, A. (2007). *Music and Urban Geography*. Routledge.
- Nottingham Music Database / ABC Music Project. ABC version of the Nottingham Music Database, Reels A–C (81 tunes); collection page last uploaded 20 June 2003.
- Baselga, A. (2010). Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. *Global Ecology and Biogeography*, 19(1), 134–143. DOI: 10.1111/j.1466-8238.2009.00490.x.
- Baselga, A. (2012). The relationship between species replacement, dissolution of species richness differences and nestedness. *Global Ecology and Biogeography*, 21(12), 1223–1232.

第二语料：某公开传统曲调数据仓库（爱尔兰传统），按曲目去重后音名字母序列长度不少于四十者 23,061 首；本次修订的全部脚本与随机种子随稿保存。

附录：本次真实检验的预注册摘要

数据：Nottingham Music Database, Reels A–C, 81首；按既定顺序1–64训练、65–81留出。

解析：只取旋律音名字母；去引号内和弦、装饰、元数据、休止、倚音括号与反复符；忽略时值、八度、升降号；相对调号主音归一为七个调内音级。

模型：固定4音上下文；训练集记录每个上下文后实际出现过的合法下一音级及频次。

主读数：实际下一音形成的新4音上下文的后继分支数 / 当前合法选择中可得到的最大后继分支数。

主检验：留出17首曲目层实际平均R是否大于按训练频率加权的基线；单侧Wilcoxon, $\alpha=.05$ 。

次检验：实际选择最大未来分支候选的比例是否高于频率加权基线。

判伪：主检验不显著或平均差 ≤ 0 ，即撤回“音乐额外保存未来储备”的强主张；次检验失败则不得声称最大化。

描述性检查：许可率；下一上下文分支数增加/减少/不变；当前与下一续域的Jaccard重叠；分支数相等时的成员置换。

附录二：本次修订新增检验的预注册摘要

检验三（第二语料复核）：语料=某公开传统曲调数据仓库，去重后 23,061 首；口径与检验一完全一致（四音上下文、调内七级、忽略时值与八度、按主音归一），训练与留出 8:2。预注册的判伪规则直接取自版本 1.0 的预测一：若 M 与分支数变化的秩相关接近 1、且等量步中成员替换率接近 0，则撤回「成员身份是独立维度」这一主张。结果： $\rho=0.999$ ，等量替换率 0.1%，判伪条件成立。

检验四（饱和曲线）：固定留出集 800 首与全部其余口径，只把训练曲数取 64/128/256/512/1,024/2,048/8,192/全部，各重跑一次。预注册的判伪规则：若等量步成员替换率不随训练规模单调下降，则「稀疏性解释」不成立，版本 1.0 的结果须另寻解释。结果：87.2% $\rightarrow$ 0.0% 单调衰减，无平台；训练 64 首一行复现版本 1.0 的三个数字。

检验五（节奏轴）：同一语料的时值序列，按对数时值离散化，其余口径不变。预注册的判伪规则：若 M 与熵变化的秩相关超过 0.9，则该轴上的 M 是熵的重述。结果：全样本 0.882，分支数相同的子集 0.968，判伪条件成立。

三项检验的原始输出、脚本与随机种子随稿保存，可按同一口径复算。

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、饱和曲线是一条已知曲线，本文应当认领它的名字

本文最重要的一处工作是饱和曲线：固定留出集、只改训练规模，等量步中的成员替换率从 87.2%（训练 64 首）单调衰减到 0.0%（训练两万余首），中间没有平台。作者据此把版本 1.0 的全部结果收回——“测到的不是音乐的结构，是许可模型稀疏的结构”。这个自我审计是全批最硬的一次。

但这条曲线在计算语言学里有名字，且有理论预测：**Good-Turing** 的未见事件质量随样本量的衰减，以及 Heaps/Herdan 定律描述的新形态亚线性增长。本文的“许可模型”就是一个 4-gram 的支持集，“成员替换”就是留出集里落在训练支持集之外的部分——也就是 missing mass。 $\Rightarrow$ 这两个后果，一个削弱本文、一个强化本文，都应当写明。

削弱： $\sigma \approx 0$ 这个结果在理论上是可以事先预期的。对一个有限字母表（本文的调内七级）与固定上下文长度（四音）的模型，支持集的大小上界是 $7^5 = 16,807$ ，而训练语料有两万余首；在这个规模下 missing mass 趋零几乎是必然的。作者在第十三节之三把"中间没有平台"读作一条经验发现，其实它是这条理论曲线的标准形状。**强化：**正因为如此，本文提出的那条方法学纪律——**任何主张音乐在重写可能空间的工作，必须先出示自己的饱和曲线；没有饱和曲线的迁移率读数一律无效，包括本文版本 1.0 自己那一份**——不是一句谨慎，而是一条有理论依据的强制要求。这条纪律的适用范围远大于本文，它对任何以"候选集合变化"为读数的序列研究都成立。

据此可提一条本文未写、却是最自然的下一步：**把 σ 定义为 missing mass 的渐近下界，并给出它与字母表大小、上下文长度的解析关系**。若能写出这个关系，" σ 是否非零"就从一个实验问题变成一个可以先算后测的问题——而这恰好是本文所要求的"先出示曲线"的最强形式。

二、被同批姊妹篇交手、本篇零命中的一位：邻近可能

本文的核心构念"续域"——此刻仍能接手这一过程的下一事件集合，且它随每一步实际发生而改变——与 Kauffman 的**邻近可能**是同一个结构：可能性空间不是固定的相空间，每一次实际化都生成新的邻近可能。作者在同批的《接出序》一篇里对这位做了逐条分界（并把"本文已把无交付条件下的排序一致度测成零"作为判别），本篇却零命中。

本篇可用的分离线与《接出序》那篇不同，且对本篇更有利：邻近可能是一个**集合**，其成员资格由组合规则决定，且该传统从不主张它可以从有限观测中被估计；本文的续域是一个**被许可模型估计出来的集合**，而本文的全部负面结果恰恰说明这种估计的性质由估计器而非由对象决定。 $\Rightarrow$ 这构成本文对邻近可能一族的一条实质贡献，而不只是划界：**凡把"可能性空间随实际化而扩张"做成可测读数者，其读数的稳定性受估计器稀疏度支配，而这一支配关系在饱和之前不可分离**。这句话可以离开音乐单用，且它是本文在承重构念被自己判死之后，仍然站得住的那一块。建议把它写进结论。

三、一条对本文有利、作者未主张的推论

本文诚实到近乎自毁：三条预测被自己触发、承重命题改写为否定式、赌注被重写得更严（因为原赌注"在当前形式下是必然命中的，不构成赌注"）。这种处理在可证伪性一维上给出了全批最高的读数。但本文因此漏掉了一条对自己有利的推论。

第十三节之二报告：第二语料上 M 与分支数变化的秩相关达 0.999，"是哪一些"不再提供独立于"有多少"的信息。作者把它读作构念失败。但这个结果同时说明另一件事：**在饱和的许可模型上，成员身份与成员数量是同一个自由度**——这不是平凡的。若成员身份真是一个独立维度，即使在饱和模型上也应当残留可测的置换。 $\Rightarrow$ 因此 $\rho = 0.999$ 不只是"本文错了"，它是一条关于符号音乐序列结构的正面读数：**在四音上下文这一层，爱尔兰传统曲调的许可结构是低维的**。这条读数有独立价值，且它是可复现、可跨传统比较的（换一个传统， ρ 是否仍达 0.999？）。本文把自己的失败记得很清楚，却没有把失败里长出来的这条正面结果记下来。这是本文最应当补的一处。

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《接出序》

见该篇附论二中与本篇对应的一条。**本批最需要合并处理的一对。** → 读该篇

与《冻段》

见该篇附论二中与本篇对应的一条。**本批最实质的一处站内自撞。** → 读该篇

与《途生项》

见该篇附论二中与本篇对应的一条。 → 读该篇

与《退占体》

见该篇附论二中与本篇对应的一条。 → 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、目录未收入本页（格式类）。原稿在摘要之后附有一份三十余条的目录清单，其条目与正文各节标题一一对应。本页已按站内长文体例生成阅读结构，故目录未重复收入；正文各节标题与顺序逐字未改。

二、未作任何内容改动。三次连续失败的全部数字（单侧 Wilcoxon $p = 0.796$ 与 $p = 0.344$ 、第二语料等量换址 $81.8\% \rightarrow 0.1\%$ 、 $\rho = 0.999$ 、节奏轴 $\rho = 0.968$ 、饱和曲线 $87.2\% \rightarrow 0.0\%$ ）、被改写的承重命题、以及被重新写严的赌注，逐字保留。

三、第二语料的匿名表述保留。原稿把第二语料写作「某公开传统曲调数据仓库（爱尔兰传统），按曲目去重后音名字母序列长度不少于四十者 23,061 首」，未指名。本站未作补名，亦未核实该语料身份；读者复算时须向作者索取语料标识与脚本。

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。