

标签，更不得据此推送信息；同时禁止利用算法实施屏蔽信息、过度推荐、操纵榜单排序、控制热搜等干预信息呈现的行为。

（三）个人层面：学会与算法偏见相处

作为普通用户，我们同样需要掌握一些与算法偏见共舞的相处之道。比如，面对推荐算法构造的独特信息世界，可以通过刻意点击多元内容、设置自己不感兴趣的话题、拒绝开放部分数据权限等方式，打破反馈循环的强化效应；也能通过主动设定感兴趣的

话题等方式，强化算法的偏见效应，进而实现自身目标。与算法的交互过程，核心在于始终抱有质疑意识。当收到如“未匹配到合适岗位”这类算法生成的决策结果时，不妨进一步思考，这份结果的背后，是否存在算法偏见在发挥作用？

技术从来不是中立的，它承载着价值选择。尽管完全消除偏见并不现实，但如何让技术向善，而不是复制人类的不公，是AI时代科技与人文需要共同面对的课题。

Marco Bidin：多层技术方法 在乐器与计算机混合音乐创作中的应用

一、引言

在科技飞速发展的当下，音乐领域也正经历着深刻的变革。从传统音乐创作与演出，到融合了电子技术、人工智能等多元技术的混合音乐出现，这一转变不仅仅是技术层面的简单叠加，更是一场组织逻辑上的范式转换。传统音乐创作和演出依赖于较为固定的模式，记谱方式沿用数百年，音乐家之间的协作遵循既定规则，时间和声音的组织也有着明确的行业标准。随着电子乐器、数字音频处理技术以及人工智能作曲辅助工具等的不断涌现，音乐创作与演出的边界被不断拓宽。但乐器与计算机的混合音乐创作长期面临一个核心困境，即电子声部的复杂性与不可预测性往往导致其与现场演奏者脱节，最终使电子部分沦为背景音效或机械节拍器，而非平等的音乐伙伴。许多创作实践陷入“以技术为中心”的误区，追求算法的复杂性或实时处理的炫技，却忽略了音乐作为时间艺术在演出情境中的可执行性与审美凝聚力。

混合音乐多层技术方法论应运而生，它打破了以往音乐创作与演出中单一技术主导的局面，将多种技术进行有机整合，并从组

织逻辑的高度重新审视音乐创作与演出的全过程。该方法论的核心在于，将关注的重点从技术本身的堆叠转向音乐意图在技术系统中的有效组织与传达，通过多层技术的融合构建一个更加灵活、高效且富有创造力的音乐生产体系。它强调不同技术之间的协同作用，以及在音乐创作与演出中各要素之间的动态平衡，不再将技术视为孤立的工具，而是看作一个相互关联的有机整体。基于此，本文将深入探讨混合音乐多层技术方法论的核心方法体系，从记谱革新、协作模式、时间治理以及声音组织等多个维度，剖析其在音乐创作与演出中的具体应用与创新，揭示其如何通过一套严谨的方法论，在保障演出可靠性的前提下，重建人机之间的音乐性对话，并最终实现复杂性与即兴性、技术逻辑与审美直觉的统一。

二、混合音乐创作与演出的核心方法体系

（一）记谱革新：从比例迷宫到视觉导航

在混合音乐的创作与演出中，记谱方式的革新构成了多层技术方法论的基础性突

破。传统复杂比例记谱法（如7:16、8:9:32等）具有精密的表示时间关系的标记，虽然在理论上能够忠实记录作曲家的时间设计意图，却在演出实践中构筑了一座“数拍子的迷宫”。这种记谱方式迫使演奏者将宝贵的认知资源消耗在抽象的心算过程中，从而割裂了其与电子声部之间本应建立的听觉联系。当演奏者的注意力被强制集中于计算拍点时，即兴互动的可能性和细腻表达的灵活性便不可避免地遭到扼杀，最终导致人机协作停留在机械同步的浅层阶段。

针对传统记谱的局限，可以尝试用视觉化记谱替代精密比例。该方法的核心在于构建一个以能量起伏、音色演变和密度变化为主要参数的视觉锚点系统，通过引入幅度—时间曲线、频谱色彩区块、空间位置标记等可视化语言，电子织体的宏观结构与微观变化得以直观地呈现于谱面之上。这些视觉元素并非简单地替代传统音符，而是创造了一种全新的音乐信息传递方式：幅度—时间曲线勾勒出声音能量的动态轮廓，为演奏者提供清晰的时间预期；频谱色彩区块则通过颜色的渐变与对比，暗示了音色变化的轨迹与特质。这种记谱系统使演奏者能够通过视觉直观把握电子声部的整体走向，从而将注意力重新回归到音乐性的聆听与互动本身。

符号系统的改变也推动了乐谱功能的根本性重构。在这种谱面可视化体系中，乐谱完成了从“法律文本”到“导航界面”的质变。传统的乐谱如同具有绝对权威的法律条文，要求演奏者追求唯一正确的读法；而视觉化记谱则更类似于一个智能导航系统，它不通过强制性指令约束演奏者，而是通过提供丰富的环境信息和路径建议，引导演奏者在音乐空间中自主探索。这种新型乐谱的核心功能在于沟通音乐意图而非下达精确指令，它将音乐诠释的主动权重新交还给演奏者，使其能够基于视觉提示与实时聆听，与电子系统展开真正意义上的深度对话，进而从根本上改变了演奏者与乐谱、演奏者与电

子声部之间的关系。演奏者不再是被动的指令执行者，而是成为了音乐的共同创造者；乐谱也不再是僵化的规范文本，而是变成了激发音乐创意的催化剂。当演奏者能够通过视觉直观理解电子声部的音乐意图时，他们与电子系统之间的互动就超越了简单的时间同步，升华为真正意义上的音乐对话——这种对话既建立在精确的技术协调基础上，又保留了即兴发挥的艺术空间，为混合音乐注入了新的生命力。

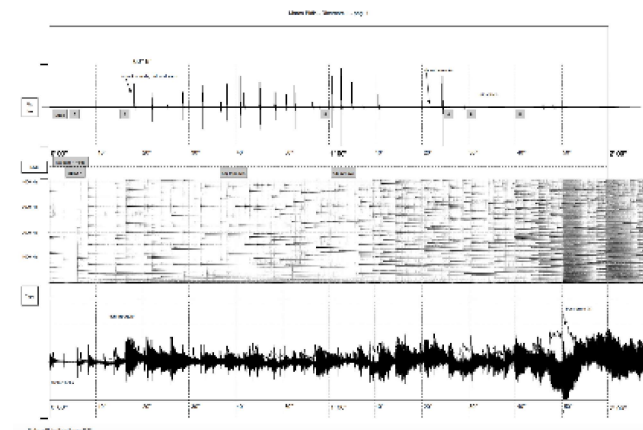


图1 Bidin作品《Ricerca II》乐谱案例

（二）协作模式：人机室内乐的构建逻辑

在混合音乐创作与演出中，电子系统与乐器演奏组合成的“人机协作的室内乐”逐渐成为一种重要的演出形态，而“动作—反应—再反应”的互动回路则是这种协作模式的核心运作机制。在传统的音乐表演中，音乐家之间的协作主要依赖于彼此之间的默契和对音乐作品的共同理解，通过眼神、肢体语言以及音乐的节奏和旋律来进行互动。在人机协作的环境下，互动方式变得更加复杂和多样化。电子系统首先发起一个具有明确音乐性格的“动作”（如一个音簇、一个节奏脉冲等）；演奏者据此做出“反应”；系统再对演奏者的输入进行实时分析处理，产生“再反应”。此回路形成了一个持续、相互激发、不断循环的音乐对话流，使得演奏者和电子设备之间能够建立起一种紧密的协作关系，共同创造出丰富多变的音乐效

果。在此模式下，电子声部的能动性得到了极大的提升，逐渐实现了角色跃迁。它摆脱了“背景伴奏”或“效果渲染器”的被动地位，不再是机械地按照预设程序进行演奏，而是成为一个具有音乐决策能力的“伙伴”。它的每一次发声都承载着结构功能与表现意图，能够主动引导音乐走向，与乐器声部共同塑造音乐的张力与结构。

这一协作逻辑，实质上是古典室内乐中核心的“互相聆听”精神在数字时代的复现与扩展。尽管音乐创作与演出的环境和方式发生了很大的变化，但“互相聆听”的传统理念依然具有重要的价值，它要求演奏者与计算机系统（及其背后的设计者）彼此关注、即时回应，通过互动来实现音乐的和谐与统一，共同维系一个有机的音乐整体，从而在技术环境中重新注入了人性化的互动温度。在人机协作的音乐表演中，演奏者要关注电子设备生成的音乐内容和反应，从中获取灵感和信息，调整自己的演奏；电子设备也要通过对演奏者演奏数据的实时监测和分析，理解演奏者的意图和情感表达，从而做出更加准确和恰当的反应。通过这种方式，演奏者和电子设备能够在数字环境下实现深度的互动和协作，共同演绎出精彩的音乐作品，让“互相聆听”的传统理念焕发出新的生机与活力。

（三）时间治理：舞台时间的同步与控制策略

在混合音乐多层技术方法论的框架中，时间治理构成了确保演出稳定性与艺术完整性的核心环节。该体系通过建立精确的时间参照系统，为人机交互提供了可靠的时序基础。固定媒介在此发挥着“稳定河床”的基础性作用——预置的音频材料从作品起始同步运行，形成一个确定不移的时间流。所有实时生成的声音事件与乐器演奏都以此作为对齐基准，既确保了技术执行的精确度，又为自由段落的即兴演绎提供了可回归的结构参照，实现了确定性框架与不确定性表达之

间的辩证统一。在时间控制策略层面，该方法论采用混合触发机制来实现技术自动化与艺术干预的平衡。系统将规则明确、无需审美判断的技术性任务（如特定时间点的采样播放、效果器参数自动化等）交由计算机精确执行；而涉及音乐性格转变、需要临场艺术判断的关键节点，则设置为由演奏者或现场工程师手动触发。这种分工机制既充分发挥了计算机在时序控制方面的技术优势，又保留了人类在艺术决策中的主导地位，形成了人机优势互补的协同模式。

该时间治理体系重构了技术精确性与艺术自由度之间的关系。在固定媒介建立的基础时序框架内，实时电子声部与乐器演奏既能在自由段落中弹性伸缩，又能在关键节点精确对齐，形成一种动态平衡的时间组织结构。这种结构既避免了纯粹算法控制导致的机械性，也防止了完全自由即兴可能带来的结构松散，为混合音乐创造了一种新型的时间美学——在技术保障下的艺术自由，在规则基础上的即兴创造。同时明确的技术边界也为艺术表达创造了更大的自由空间，当计算机系统可靠地处理基础性时序任务时，演奏者便能将认知资源集中于需要人性判断的音乐瞬间，在确保结构完整性的同时充分发挥艺术创造性。这种刚柔并济的设计理念，使混合音乐演出既保持了现代技术所需的精确度，又延续了传统音乐表演的艺术温度。

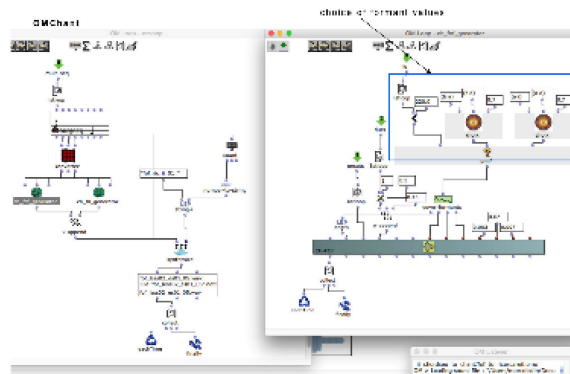


图2 OpenMusic录音素材预处理界面（Bidin设计）

（四）声音组织：实时处理的定位与设计

声音组织是实现音乐结构完整性的关键环节，而实时处理被视为舞台声音组织的重要部分。多层技术方法论主张，乐器信号通过话筒采集，再经过实时分析、滤波、空间化等处理流程，其参数变化都严格遵循乐谱设计与时间线规划的要求，从而使电子声部成为音乐结构中不可或缺的有机组成部分，而非外在的装饰性元素。这种定位转变突破了单纯技术展示的局限，使得技术处理与音乐表达形成了深层次的融合。实时录音叠加是实时处理系统中的标志性技术之一，具有独特的结构价值。该技术能够即时捕捉演奏者刚呈现的音乐短句，通过延迟、循环与再语境化处理，形成一支围绕独奏者的“数字乐队”或“声音影子”。这种设计不仅创造了超越常规乐器持续时间的音响效果，更重要的是将空间化的声像运动提升为音乐结构的基本构成要素。声源在三维空间中的运动轨迹与声音材料的演变过程相互交织，共同构筑起作品的立体化结构框架。同时参数约束与现场弹性之间还保持着精妙的辩证关系，处理算法的核心参数，包括反馈时间、滤波范围与混响特性等，均经过预先设定以确保系统行为的可预测性。与此同时，这些参数被赋予适当的浮动区间，使其能够对现场演奏的动态变化进行弹性响应。

这种设计哲学既保障了作品基本结构的稳定性，又为每次演出的独特表现预留了艺术空间，实现了音乐作品的确定性与演出独特性之间的有机统一。同时其在声音组织层面重新定义了实时处理在音乐创作中的结构性角色。电子声部不再局限于传统意义上的伴奏或音色修饰功能，而是通过与原声乐器的深度交互，共同构建起多层次的声像叙事；空间化处理也不再仅仅是声场美化的手段，而是成为塑造音乐形式的重要途径。这种全面而系统的声音组织理念，使混合音乐创作突破了传统声学音乐的局限，在保持现

场表演活力的同时，拓展了音乐结构的表现维度。



图3 MaxMSP现场计算机音乐与传统乐器的交互界面（Bidin设计）

三、AI时代的技术哲学与文化实践

（一）AI的角色界定与作曲者的角色转型

在混合音乐多层技术方法论的框架内，人工智能被赋予明确的“技术助理”角色定位。该体系严格界定AI的功能边界，将其限定于高效执行定义清晰、重复性高且计算密集的子任务，例如生成特定谐波密度的背景声部或实时分析演奏音频特征。值得注意的是，AI系统不参与关乎作品艺术风格与核心结构的关键决策，其辅助性质的确立为人类创作者保留了充分的艺术自主空间。这一技术定位对作曲家的专业能力提出了新的要求。作曲家需要具备将抽象的审美诉求转化为机器可理解、可执行的“中层指标”的能力，将主观审美描述精确转译为能量包络形态、频谱重心分布、瞬态密度指数、不协和度系数等可量化的声学参数。这种从感性描述到理性指标的技术转译能力，成为数字时代作曲家不可或缺的核心素养。

尽管人工智能技术显著扩展了音乐创作的技术边界，但人类在艺术创作中始终占据着主导地位。作品的艺术灵魂、风格定位与结构设计等核心要素仍由人类作曲家与演奏者全权把控。AI系统作为技术工具，虽然极大地丰富了作曲家的声音调色板，但如何运用这些声音材料、如何构建音乐形式等

关键艺术决策，其责任与判断权始终掌握在人类创作者手中。需要建立清晰的人机协作边界，充分发挥人工智能在计算处理方面的技术优势，同时确保艺术创作中的人类主体性。在这种协作模式中，技术承担了基础性的计算任务，使创作者能够将更多精力集中于高层次的艺术构思与审美判断，从而实现技术进步与艺术创新的良性互动，不仅能够确保艺术作品的人文价值，更在技术革新的背景下进一步强化了作曲家的核心角色与艺术责任。

（二）文化适配与教育路径

多层技术方法论在文化适应性层面具有广阔的应用前景，可以为中国传统音乐元素与混合音乐创作的融合提供系统化的实践路径。这一方法的核心在于超越对表面音色的简单采样，转而深入分析并重构民族音乐内在的“能量—音色”叙事逻辑。通过对传统音乐元素（比如琵琶轮指的颗粒感、古琴吟猱的韵味变化、戏曲唱腔的声腔动态等）进行微观分析，提取其能量起伏与音色演变特征，并将其转化为可视化的参数系统，从而实现传统文化元素在现代技术语境中的创造性转化。为了进一步实现文化深度融合，还需要建立与本土听觉经验相匹配的音色语义体系，即构建一套能够准确描述中国音色特质的专业词汇库，并确立其与声学参数的对应关系。例如，将“圆润”“苍劲”“空灵”等传统审美概念转化为频谱重心、谐波结构、动态包络等可量化的技术指标。通过这种本土化音色语义系统的建立，人工智能系统得以更准确地理解和生成符合中国文化审美的声音材料，推动技术手段与人文内涵的有机统一。这种面向音色—能量—空间的再表述路径，也为“古典音乐传统如何在当代继续表达”提供了一个在技术视角下可操作的切口，即用新的声音组织方式呈现同样的诗意与节律，而非机械地把古典素材贴到电子织体之上。在教育实践层面，该方法论也有广阔的探索空间，可以推动建立“课

程—实验—演出”三位一体的循环工作坊机制，将理论教学、技术实验与艺术实践紧密结合，在课程阶段系统学习跨学科理论基础与技术工具，在实验阶段完成作品创作与系统调试，最终以小型音乐会形式实现作品的艺术呈现。这种项目制、闭环式的培养模式，有效促进理论知识与实践能力的转化，为培养具备技术素养与艺术创造力的复合型音乐人才提供了可行路径。

四、理论启示

（一）跨学科整合的理论价值

从跨学科视角审视，该方法论的“乐谱—系统—演出”整合框架具有重要的理论价值。对音乐学而言，这一框架为重估记谱学的沟通功能提供了有力的支持，通过记谱革新，引入能量、音色与密度的视觉化锚点系统，推动记谱学研究的范式转型，将乐谱视为协调人机交互的设计界面，丰富了音乐符号学的理论内涵。乐谱不再仅仅是音符和节奏的记录，更成为了一种能够传达丰富音乐信息的多维载体，进而促使学界从关注“如何记录”扩展到探索“如何沟通”，推动音乐领域内部以及音乐与其他学科之间的交流与合作。从计算机科学与工程学的角度来看，该框架在舞台语境下的稳定性优先原则具有重要意义，它强调稳定性与可预期性是所有“自由”得以发生的前提，代码价值应体现在为艺术表达提供可靠服务上，而非单纯追求算法的复杂性。

（二）组织观高于技术论的理论智慧

多层技术方法论提出了一种超越技术层面的组织智慧，强调组织观高于技术论，通过精密的系统设计与严谨的工作流程，将复杂的技术可能性转化为舞台上可执行的指令流，同时为即兴灵感与审美判断保留弹性空间，在技术框架与艺术自由之间建立动态平衡。此外，本方法论也促使人们反思音乐的本质属性。音乐不是对声音的被动记录，而是对声音的主动组织与集体约定。在数字时

代，多层技术方法论通过建立新型的声音组织方式与协作模式，既延续了音乐创作的本质追求，又拓展了其表现维度。这种将技术

融入艺术本体论思考的视角，为理解当代音乐发展提供了重要的理论参照，也为中国传统音乐文化的现代转型开辟了新的可能性。