

技术与艺术的共生：AI 驱动下音乐剧舞台声光影一体化设计研究

周晨妍（延世大学）*

摘要：本研究立足于人工智能技术赋能舞台艺术创新的时代背景，聚焦 AI 驱动下音乐剧舞台声光影一体化设计的技术路径、艺术表达与实践。通过深度解析 AI 声场智能建模、动态光影生成调度、多媒介协同控制三大核心技术的底层应用逻辑，结合中韩两国代表性音乐剧《翻国王棋》与《洗衣服》的对比分析，揭示了技术赋能与艺术审美深度融合的内在要求。实践表明，AI 技术可以突破传统舞台声光影设计、依赖人工经验的局限，实现声光影元素从“被动辅助舞台呈现”向“主动参与叙事表达”的功能转型，而艺术审美则为技术应用划定清晰边界，以叙事需求与情感传递为核心，有效规避“技术堆砌”的创作误区。本研究为智能时代音乐剧舞台设计的理论创新与实践优化提供可借鉴的参考方案，为音乐剧艺术的数字化转型与跨文化的传播，推动技术与艺术共生的高质量发展。

关键词：人工智能；音乐剧；舞台设计；声光影一体化；技术与艺术共生

* 周晨妍，延世大学，博士，研究方向为文化艺术，E-mail: 1137555624@qq.com。

I. 引言

智能技术的迭代升级正深刻重构艺术创作的生产逻辑与审美，音乐剧作为集音乐、戏剧、舞蹈于一体的综合艺术形式，其舞台呈现的声、光、影元素是构建叙事空间、传递情感内核的核心载体。传统音乐剧舞台声光影设计多依赖设计师的经验判断，存在实时适配性弱、多媒介协同效率低、叙事表达同质化等问题。近年来，人工智能技术在声场仿真、视觉生成、智能控制等领域的突破，为音乐剧舞台声光影的一体化设计提供了技术可能。中韩两国音乐剧行业均积极探索 AI 技术的应用实践，涌现出《翻国王棋》《洗衣服》等融合智能技术的代表性作品，形成了差异化的技术应用路径与艺术表达风格，为技术与艺术共生关系的研究提供了典型样本。说明 AI 驱动音乐剧舞台声光影一体化设计的技术原理与艺术路径，阐释技术赋能与艺术审美相互成就的内在机制，填补智能舞台设计领域的理论空白。本研究通过案例分析提炼可复制的设计策略，为音乐剧创作者提供技术应用参考，推动行业从“技术炫技”向“艺术赋能”转型。本研究结合中韩本土化实践，探讨 AI 技术如何助力音乐剧的文化表达与跨文化传播，为音乐剧的本土化创新与国际化发展提供借鉴。

II. AI 驱动音乐剧舞台声光影一体化设计的技术基础

AI 驱动音乐剧舞台声光影一体化设计的技术基础，核心围绕 AI 声场智能建模、动态光影生成与调度、多媒介协同控制三大技术展开。基于深度学习的声场仿真算法，通过采集剧场声学参数，结合剧情情感基调构建声学模型，可实时调整音响的音量、混响与声道分配，打造三维沉浸式叙事听觉空间。以生成对抗网络与计算机视觉技术为核心的动态光影技术，能通过解析文本情感关键词、捕捉演员肢体动作，自动生成并调度匹配剧情的光影方案，实现“动作—光影—情感”的同步联动。而基于强化学习的多模态融合算法，可打破声、光、影设备的独立运行壁垒，构建一体化智能控制平台，建立“声光影参数—叙事场景—情感表达”的映射模型，支持预设逻辑自动调控与人机协作实时优化，为音乐剧舞台声光影从“被动辅助”转向“主动叙事”提供了关键技术支撑。

2.1. AI 声场智能建模技术：构建叙事性听觉空间

基于深度学习的声场仿真算法是 AI 赋能音乐剧舞台声学设计的核心技术。该技术通过采集剧场空间的声学参数（如混响时间、频率响应），结合音乐剧不同场景的情感基调，构建声学模型数据库。在演出过程中，AI 系统可实时监测演员发声状态、观众席声场反馈，通过卷积神经网络（CNN）动态调整音响系统的音量、混响、声道分配参数，实现“场景化声场”的精准构建。比如在悲剧场

景中，系统可增强低频混响效果，营造苍凉空旷的听觉氛围；在喜剧场景中，可优化高频清晰度，强化台词与唱段的表现力。另外，AI 声场建模技术还可实现虚拟声源的定位与移动，通过多声道音响系统构建三维听觉空间，使观众产生“声源随舞台角色走位移动”的沉浸式体验。

2.2. AI 动态光影生成与调度技术：实现视觉叙事的实时适配

AI 动态光影技术以生成对抗网络（GAN）与计算机视觉技术为核心，可实现光影效果的智能生成与实时调度，其技术逻辑分为两个层面。一是文本驱动的光影生成，AI 系统通过自然语言处理技术解析剧本文本、歌词内容，提取情感关键词（如“悲伤”“激昂”），自动生成匹配的光影色彩、亮度、运动轨迹方案；二是动作驱动的光影调度，通过计算机视觉技术捕捉演员的肢体动作、舞台走位，实时触发光影效果的变化，实现“演员动作—光影变化—情感表达”的同步联动。例如，当演员做出大幅度肢体动作时，系统可自动增强灯光亮度、加快光影切换速度，强化舞台表现力；当演员处于静止抒情状态时，系统可降低灯光饱和度，营造安静的视觉氛围。

2.3. 声光影多媒介协同控制技术：构建一体化智能控制平台

传统舞台声光影设备多为独立运行模式，存在协同性差、响应延迟等问题。基于强化学习的多模态融合算法，构建声光影一体化智能控制平台，打破设备间的技术壁垒。该平台通过统一的通信，实现音响、灯光、投影等设备的联动控制，其核心在于建立“声光影参数—叙事场景—情感表达”的映射关系模型。在演出过程中，AI 系统可根据预设的叙事逻辑，自动调整声光影元素的组合方式；同时，支持设计师的实时干预，通过人机协作模式优化舞台效果。在音乐剧的高潮场景中，系统可同步提升音响音量、增强灯光对比度、投射动态光影图案，形成声光影协同的感官冲击，强化叙事的感染力。

III. AI 音乐剧舞台声光影一体化设计的中韩案例对比分析

中韩两国音乐剧在 AI 技术赋能舞台声光影设计的实践中，形成了贴合本土叙事的差异化探索。本次选取中国史诗题材音乐剧《翻国王棋》与韩国现实题材音乐剧《洗衣服》作为核心案例，聚焦 AI 技术在不同叙事场景中的应用逻辑与艺术表达。《翻国王棋》以构建北欧史诗沉浸感为目标，借助 AI 声场建模技术打造分层级听觉空间，模拟战场立体音效与角色独白的清晰人声；通过 AI 动态光影调度，将棋子等意象转化为随剧情律动的视觉语言，强化史诗叙事的仪式感。《洗衣服》则贴切市井生活叙事，运用 AI 实时音效适配技术捕捉洗衣、晾衣等生活化声音细节，结合观众反馈动态优化音量平衡；以 AI 多媒介协同控制实现灯光与生活化投影的联动，还原屋塔房场景的温情质感。

两部作品均通过 AI 技术实现声光影从“辅助呈现”到“主动叙事”的转型，其差异源于剧目题材属性与中韩本土审美偏好——中国案例侧重宏大场景的沉浸式建构，韩国案例聚焦日常细节的情感共鸣，为智能时代音乐剧舞台设计的本土化创新与跨文化借鉴提供了鲜活样本。

3.1. 中国音乐剧：《翻国王棋》——史诗感叙事的沉浸式声光影建构

《翻国王棋》是中国音乐剧史诗叙事的代表作品，其舞台声光影设计以打造沉浸式北欧史诗场景为核心，依托技术实现了宏大叙事氛围与细腻情感表达的平衡。声学设计上，该剧针对打斗、独白等不同场景搭建分层声学空间，打斗合唱段落通过多声道动态声源定位营造出辽阔的战场听觉效果，孤岛独白场景则弱化环境噪音、突出中频人声，精准传递角色的坚毅特质。光影设计将棋子、棋盘等核心意象转化为动态光影语言，光影的明暗与色彩能随音乐节奏、演员情绪实时调整，主角宣誓的时刻，冷调蓝光渐变为炽热红光，让史诗叙事的氛围感得到强化。这部作品的技术应用紧扣史诗叙事内核，成功构建出极具沉浸感与感染力的北欧史诗舞台空间。



图 1 翻国王棋剧照

3.2. 韩国音乐剧：《洗衣服》——日常温情的生活化声光影营造

《洗衣服》是韩国音乐剧本土化创作的经典，以城市底层小人物日常为叙事核心，舞台创作聚焦还原城市温情，细腻的技术手段呈现生活化场景，唤起观众情感共鸣。该剧通过传感器采集搓衣板摩擦等实景声音，结合演员台词节奏优化音效，让生活细节更具真实感，并且根据观众笑声等现

场反馈调节背景音乐音量，保障叙事清晰。舞台将灯光与晾晒衣物等生活化投影意象融合，借助技术实现多媒介协同控制，在娜英洗衣的场景中，灯光明暗频率可随搓衣动作节奏同步变化，光影基调也能依剧情情感走向，自动在暖黄与冷灰色之间切换，强化角色情绪表达。这部作品的技术应用围绕生活叙事展开，让舞台与观众的距离更近，真切传递出小人物身上的温情与力量。



图 2 洗衣服剧照

3.3. 中韩案例对比的启示

中韩两国音乐剧的 AI 应用实践各有侧重，中国以史诗叙事为核心，借助 AI 打造宏大沉浸的舞台空间，凸显叙事的仪式感与视觉冲击。而韩国以生活叙事为核心，用 AI 还原细腻真实的都市场景，注重叙事的共情力与情感温度。二者的共同点都依托 AI 实现了声光影的一体化控制，让舞台设计从叙事的辅助手段转变为叙事主体。表现出 AI 技术的应用唯有贴合剧目叙事类型、本土文化语境与艺术审美需求，才能实现技术与艺术的深度融合。

IV. 技术与艺术的共生机制：赋能、引领与协作

4.1. 艺术引领技术：锁定技术应用的方向

技术的发展离不开艺术审美的引领，音乐剧舞台声光影设计的核心目标是服务于叙事表达与情感传递，而非单纯的技术炫技。艺术审美对技术应用的引领作用体现在两个层面。一是划定技术应

用的边界，设计师需根据叙事需求与情感基调，选择合适的 AI 技术手段，避免过度依赖技术而忽视艺术表达的本质，如《洗衣服》中便克制了光影的炫技性效果，以简洁的明暗变化传递市井温情；二是赋予技术人文价值，通过艺术创意的注入，使冰冷的技术转化为具有情感温度的舞台语言。这正是艺术审美引领技术应用的体现。

4.2. 人机协作共生：构建新型创作范式

技术与艺术的共生最终体现为人机协作的创作范式。在 AI 驱动的声光影一体化设计中，设计师主导艺术方向，负责设定叙事目标、情感基调与文化表达内核；AI 系统则发挥技术优势，提供精准的声场建模、光影生成与协同控制服务。这种创作范式既保留了人类设计师的艺术创意与审美判断，又发挥了 AI 技术的高效性与精准性，实现了 1+1>2 的创作效果。人机协作的核心是“以人为本”，技术始终作为辅助手段，服务于艺术创作的终极目标。

V. AI 驱动音乐剧舞台声光影一体化设计的挑战与对策

AI 技术在音乐剧舞台声光影一体化设计中的应用，虽突破了传统创作的诸多局限，但仍面临成本适配、人才供给两大核心挑战。在成本适配层面，AI 舞台设计所需的声场传感器、智能控制系统等硬件设备投入高昂，中小剧场难以承担，导致技术应用难以规模化推广；在人才供给层面，行业也需兼具音乐剧舞台艺术审美与人工智能技术操作能力的复合型人才，而当前高校学科设置壁垒明显，人才培养速度无法匹配行业需求。针对上述挑战，本部分提出针对性应对策略：开发轻量化云端 AI 设计工具，搭建行业技术共享平台，降低中小剧场应用门槛；推动高校跨学科专业建设与产学研合作，构建复合人才培养体系，为 AI 技术与音乐剧舞台艺术的深度融合扫清障碍。

5.1. 技术成本问题：高端设备与中小剧场的适配矛盾

AI 驱动的音乐剧舞台声光影一体化设计，高度依赖高精度硬件设备与专业化技术服务的支撑，这与中小剧场的运营现状形成了尖锐的适配矛盾。从硬件投入来看，实现声场智能建模需要部署多组高精度声场传感器、多声道环绕音响系统及声学校准设备，动态光影调度则需配备智能控光台、高流明激光投影仪、全息投影装置等设备，而声光影多媒介协同控制还需搭建专属的智能中控服务器，全套设备的采购成本往往高达数十万元。此外，设备的安装调试需要专业技术团队介入，后期的维护保养、软件迭代升级也需持续投入资金，对于资金链紧张、运营规模有限的中小剧场而言，这一系列成本构成了难以跨越的门槛。

从运营收益角度看，中小剧场的演出场次、观众容量远低于大型剧院，其票务收入与品牌赞助资源相对有限，难以支撑 AI 舞台技术的高额投入。同时，部分中小剧场的物理空间存在局限性，舞台面积狭小、电力负荷不足，无法满足大型 AI 设备的安装与运行要求，进一步限制了技术落地的可能性。这种“高投入、低回报”的成本收益失衡，使得 AI 舞台技术长期集中于头部剧院的精品剧目，难以向中小剧场渗透，形成了“技术红利集中化”的行业现状，制约了音乐剧行业整体的数字化转型进程。

5.2. 人才培养问题：复合型人才的供给短缺

AI 驱动的音乐剧舞台声光影一体化设计，对人才的跨学科复合能力提出了极高要求，从业者需同时兼具扎实的音乐剧舞台艺术素养与系统的人工智能技术能力，而当前人才培养体系的学科壁垒，导致此类复合型人才供给严重短缺。

从知识结构来看，合格的从业者既要深谙音乐剧舞台叙事逻辑，能够精准把握声光影元素服务于剧情表达、情感传递的艺术规律，具备舞台设计、灯光调控、音效编排的专业功底；又要熟练掌握人工智能技术原理，能够操作声场仿真算法、生成对抗网络、多模态协同控制系统等技术工具，具备算法模型优化、智能设备调试、数据可视化分析的技术能力。二者的深度融合，是实现技术与艺术共生的核心前提。当前高校的学科设置仍存在明显的条块分割现象。音乐剧、戏剧影视文学等艺术类专业的课程体系，以艺术理论、舞台实践为核心，鲜有融入人工智能、数字技术的跨学科课程，学生普遍缺乏技术应用的思维与能力；计算机科学、人工智能等理工类专业的教学内容，则聚焦于算法研发、程序设计，对音乐剧的艺术审美、舞台叙事逻辑缺乏关注，技术成果难以转化为贴合舞台需求的解决方案。产学研协同机制的缺失进一步加剧了人才缺口。高校与音乐剧行业、科技企业的合作多停留在短期项目层面，缺乏常态化的联合培养体系，学生难以在实践中实现艺术与技术的融合应用。行业内现有的从业者，大多是从单一领域转型而来，艺术出身者技术能力弱，技术出身者艺术审美不足，难以胜任 AI 舞台设计的复合型岗位需求，最终导致行业人才供给与实际需求严重脱节，制约了 AI 技术在音乐剧舞台领域的深度应用与创新发展。

5.3. 构建跨学科培养体系，培育复合型人才

针对人才短缺问题，高校应打破学科专一，开设音乐剧与人工智能交叉专业，培养兼具艺术创意与技术能力的复合型人才。同时，推动行业与高校的产学研合作，通过实践项目提升人才的综合能力。对 AI 驱动音乐剧舞台设计领域复合型人才短缺的核心痛点，高校需主动打破艺术学科与理工学科的壁垒，构建“艺术创意+技术应用”双轨并行的跨学科培养体系，培养兼具音乐剧舞台审美素养与人工智能技术能力的专业人才。专业设置层面，高校可依托戏剧与影视学、设计学等艺术类专

业，联合计算机科学与技术、人工智能等理工类院系，开设音乐剧智能舞台设计交叉学科专业。课程体系需实现艺术与技术的深度融合，保留音乐剧舞台设计、戏剧叙事美学、声光影艺术表达等核心艺术课程，夯实学生对舞台叙事逻辑、情感传递规律的认知。其次，增设人工智能算法基础、声场仿真技术、多媒介协同控制、数字视觉生成等技术课程，培养学生操作智能设计工具、优化算法模型的实践能力。引入项目式教学模式，以“AI 驱动音乐剧声光影一体化设计”为课题，引导学生分组完成从技术方案选型到艺术效果落地的全流程实践，强化知识转化能力。

VI. 结论

人工智能技术为音乐剧舞台声光影一体化设计带来革命性变革，核心是借技术拓展艺术表达边界，又以艺术审美把控技术的理性运用。技术与艺术的共生，并非简单叠加，而是深度的融合。技术为艺术创新提供工具，艺术为技术赋予人文价值。中韩两国的实践说明人工智能技术的应用唯有契合剧目叙事类型、本土文化语境与艺术审美需求，才能发挥最大的艺术价值。随着人工智能技术持续发展，音乐剧舞台声光影设计将向个性化、沉浸式发展，技术与艺术的动态平衡也将成为智能时代音乐剧发展的核心命题。唯有坚守以人为本的创作理念，以艺术引领技术、以技术助力艺术，才能推动音乐剧行业高质量的发展，创作出兼具技术创新与艺术感染力的经典作品。

参考文献

- [1] 苏超. (2020). 人工智能与数字媒体技术在音乐领域的应用——评《智能音乐学与中国音乐数字媒体论》. 中国科技论文, 15 (07), 866.
- [2] 刘先瑞. (2024). AI 技术在舞台美术影像设计中的创作实践——以音乐剧《沧海一粟》《废柴音乐团》为例. 数字化传播, (10), 63-65.
- [3] 李子易. (2025). AI 驱动的沉浸式声音设计: 打造全新的音乐剧视听体验. 中国音乐剧, (01), 70-72.
- [4] 萧萍. (2022). 具身、想象与共情: 人工智能音乐生成与传播的技术现象学研究. 现代传播 (中国传媒大学学报), 44 (09), 155-161.
- [5] 戚若牧. (2025). 人工智能赋能下的音乐剧叙事结构创新与艺术表达. 中国音乐剧, (04), 40-42.
- [6] 陈钦. (2025). 人工智能发展对舞台技术的变革. 明日风尚, (17), 126-128.
- [7] 蒋志凌. (2024). 人工智能与当代舞台美术设计. 戏剧艺术, (01), 62-73+197-198.
- [8] 袁娅婧. (2024). AI 技术在舞台美术设计中的应用. 视听界, (05), 105-107.
- [9] 徐春雷. (2025). 让黄河之水奔流到海“可复回”——人工智能置入音乐剧《将进酒》的创新审美研究. 中国音乐剧, (03), 31-33.

The symbiosis of technology and art: Research on the integrated design of sound, light and shadow on the stage of musicals driven by AI

Zhou Chenyan (Yonsei University, Korea)

Abstract: This research is based on the background of the era where artificial intelligence technology empowers the innovation of stage art, focusing on the technical path, artistic expression and practice of the integrated design of sound, light and shadow in musical stage driven by AI. By deeply analyzing the underlying application logic of the three core technologies of AI sound field intelligent modeling, dynamic light and shadow generation scheduling, and multi-media collaborative control, and through the comparative analysis of the representative musicals "The King's Chess" from China and "Washing Clothes" from South Korea, it reveals the inherent requirements of the deep integration of technology empowerment and artistic aesthetics. Practice shows that AI technology can break through the limitations of traditional stage sound, light and shadow design and the reliance on human experience, achieving a functional transformation of sound, light and shadow elements from "passive assistance to stage presentation" to "active participation in narrative expression", while artistic aesthetics sets clear boundaries for the application of technology, with narrative needs and emotional transmission at the core, effectively avoiding the creative pitfall of "technological accumulation". This research provides a reference solution for theoretical innovation and practical optimization of musical stage design in the intelligent era, promoting the digital transformation and cross-cultural dissemination of musical art, and driving the high-quality development of the symbiosis of technology and art.

Keywords: Artificial intelligence; Musical drama; Stage design; Integration of sound, Light and shadow; Symbiosis of technology and art

Copyright ©2026 by Author(s). This article is open accessed under the CC-BY License

(<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

