

自动化技术在现代剧院中的应用

●李海磊



[摘要] 随着科技的快速发展,自动化技术在现代以剧院中的应用越来越广泛,尤其是在舞台设备的控制与管理中。本文分析了自动化技术在舞台灯光、音响、布景等方面的具体应用,探讨了其如何提升演出效率与质量、增强艺术表现力和观赏体验,及如何促进舞台技术的创新与发展。自动化技术不仅能减少人工操作的误差和不确定性,还能通过智能化控制带来更加丰富、精准的表演效果,使观众获得更加沉浸的观赏体验。

[关键词] 自动化技术;现代剧院;舞台设备

现代剧院不仅是艺术表演的场所,更是科技与艺术融合的典范。随着舞台表演形式的多样化发展,舞台设备也变得更加复杂和精细。传统的手动操作方式已无法满足现代剧院的需求,因此自动化技术在舞台设备控制中的应用逐渐普及。自动化技术能够通过计算机控制系统对舞台的灯光、音响、布景等元素进行实时调控,能有效提升舞台表演的效率与质量。

Q 现代剧院中自动化技术的应用现状

目前,剧院内部用来支持演出活动的机械系统,正通过智能化升级实现与自动化技术的深度融合。在现代舞台表演艺术中,利用计算机与传感器技术相结合的系统,实现了对舞台灯光、音响、布景等元素的精准控制,使得切换与调整过程更加迅速且灵活。例如,自动化灯光控制系统能够依据事先编程的指令,实现对灯光亮度、色温、位置等属性的自动优化;智能化的音响系统能够对音效进行实时的调整与切换控制;自动化布景装置运用升降和旋转机制,促进舞台场景的迅速切换。自动化技术的广泛采用让舞台设备的操作变得更为高效和精准,既能降低人工操作的错误,又能提高表演的技术水准和观众的观赏体验。

Q 自动化技术在现代剧院中的应用分析

(一) 自动化技术在舞台灯光控制中的应用

1. 自动化灯光控制系统的构成

在舞台灯光的精确控制中,灯光控制器、调光器与灯光执行器三者携手合作,担任关键角色。例如,系统中的核心控制单元为灯光控制器,其功能在于接收并执行来自外部的各类控制指令,包括但不限于预先设定的灯光场景程序,

也涉及操作人员的即时调整命令。数据流实时处理构成了控制器运作的基础,保障了参数能够被精确地在指定的时间窗口内送达目标设备,实现了灯光变化的精细调控。

在系统中,承担调整灯光亮度和色温任务的是调光器。作为多个执行单元之一,调光器利用数字信号处理技术改变灯光设备所接收的电流或电压,从而实现对亮度的精准控制。公式化表达调光过程可用以下电功率公式:

$$P=VI\cos\theta$$

其中, P 代表功率, V 代表电压, I 代表电流, $\cos\theta$ 代表功率因数。调光器通过改变功率控制输出的光照强度,精准调节灯光效果。

灯光执行器承担着灯光移动、定位以及焦距调整的任务,通常依靠伺服电机来驱动。高精度编码器和反馈系统的采用,确保了现代灯光执行器中灯光的位置及角度的精确度。在遵循剧情发展的同时,该系统通过精确控制灯光的移动轨迹、速度及变化时机,能够实现灯光变化的精细同步。伺服控制可以通过以下公式描述:

$$\theta(t)=\theta_0+\omega t+\frac{1}{2}\alpha t^2$$

其中, $\theta(t)$ 是灯光角度随时间变化的函数, θ_0 是初始角度, ω 是角速度, α 是角加速度。这些技术的结合使得自动化灯光系统具备极高的精准度和灵活性,满足了复杂舞台演出的需求。

2. 自动化灯光控制的优势

自动化的照明设备一般集成有数量众多的控制通道,这些通道分别对各自的亮度、色温、颜色以及光线投射位置进行独立调节。亮度控制功能是现代照明装置的一项基本特性,其可调整的亮度级别从完全关闭的0%至完全亮起的

100%之间，具体调节分辨率高达1%，由此能赋予灯光设计师对各盏灯光进行细致入微的调整能力。在一个舞台表演过程中，灯光的亮度可以由初始的10%渐进提升至80%，以适应情感的波动。色温调节功能是自动化系统的一部分，使得现代舞台灯光能够覆盖从2,700K至6,500K的范围，借此可打造不同的场景气氛，既可以是温馨的，也可以是冷冽的。

自动化灯光控制系统能够对灯光的角度和位置进行迅速且精确地改变，这在灯光的移动与定位上显得尤为重要。当前尖端自动照明装置能在短短一秒钟内实现全面360度转动，其精度确保在1度以内。在舞台表演中，设备能迅速且精准地将灯光从舞台中央转移到边缘，这一高速精准的定位功能为动态变化提供了坚实的辅助。在音乐剧等戏剧表演中，负责灯光设计的专家能够提前配置超过一千种独立的灯光模式，借助自动化的控制体系，这些设定能够在演出期间实现自动化转换。假设以一个时长为一小时四十分分钟的戏剧表演作为案例，其灯光与场景转换的轮换可能达到五次。自动化机械的介入，能使每次轮换的间隔缩短至不足一秒钟。详情如表1所示。

表1 自动化灯光控制应用参数

参数	数值
亮度控制范围	0%~100%
亮度调节精度	1%
色温范围	2700~6500K
灯光旋转速度	1秒内360度
定位误差	不超过1度
场景切换时间	不到1秒
场景切换次数(两小时演出)	500次

（二）自动化技术在舞台音响效果中的应用

1. 自动化音响控制系统的构成

在现代剧院中，自动化音响控制系统发挥着不可或缺的关键作用。该系统的主体构建涵盖了音效控制单元、调音设备以及音效实施装置。在系统中，被称为“大脑”的音效控制器承担着关键职能，接收既定指令并依据剧情进展动态调控音效的播放。该系统常借助MIDI(乐器数字接口)或DMX512等通信协议，与调音台及音效设备进行数据交互，以达到各音效设备间的准确同步。调音台主要功能是对音频信号的音量以及均衡效果进行调整，涉及如频率、增益等各项参数的设定。96至128个独立音频通道、高端调音台具备、各通道均可独自进行精细调整。音效执行器这类设备，主要功能是将数字信号转化为物理声波，进而输出实际的声音。例如，扬声器、低音炮等。

在多变的现场表演环境中，自动化音响设备能够事先编程设定众多音效组合，实现依据表演需求自动化的切换功

能。在戏剧表演中，音效的变换可能高达两百次，这种转换间隔通常不超过毫秒级(不超过10毫秒)，以保持音效与剧情的紧密协调。此类自动化的声音调控机制，因其迅速的反应性能有效优化了音质转换的连续性，减少了因人工介入而可能导致的延迟与不准确问题。详情如表2所示。

表2 自动化音响控制系统构成数据

参数	数值	描述
音频通道数量	96至128个	高端调音台配备的音频通道数量
音效切换次数	200次	一场戏剧中音效切换的次数
切换延迟时间	10毫秒以内	每次音效切换的延迟控制在毫秒级
传输协议	MIDI/DMX512	用于音效控制器与其他设备的标准通信协议

2. 自动化音响控制的优势

自动化的音响控制系统，主要优点体现在其调节音效时的灵活性与准确性上。这种系统能够依据不同演出的具体需要，作出相应的效果调整。传统音响设备的操控主要依靠人工直接干预，这种方法往往会导致时间上的误差或声音效果与预期不符。

在现代舞台上，自动化音响系统能与其他设备如灯光、布景等实现数据联动，这种协同作业显著提升了各个舞台环节的协调性。在音乐剧或演唱会进行时，音响设备能够即时修改歌手的音效变量，如音量、平衡、回声等，以便每位歌手的独特的演唱风格得到最佳地展现。在每秒内对音频数据的处理能力通常需达到几百兆字节量级，这可以有效保障音质的高度保真与播放同步零延迟。

（三）自动化技术在舞台布景变换中的应用

1. 自动化舞台布景装置的应用

在现代剧院中，舞台背景的更迭需在极短时间内实现同步与顺滑切换，对技术要求极高。在戏剧表演艺术中，自动升降台、旋转平台以及电动轨道等自动化布景设备被广泛运用，为舞台场景的变换提供了便捷。借助计算机系统的控制，设备能在短短几秒钟实现繁复的布景变换。比如，自动式升降平台能在3至5秒迅速调节2至3米的高度，其精度不超过1厘米；旋转平台的功能是在四秒钟内实现三百六十度的旋转，其定位的精确度不超过0.5度；电动轨道的应用令布景得以在水平和垂直方向上迅速移动，速度通常为每秒1米，从而保证场景转换的顺畅进行。

自动化设备一般由伺服电机、编码器以及传感器等构成，由控制系统实时监管。每个舞台布景的移动路径都是事先通过计算机编码设定，以保障剧演过程中不会出现错误或意外情况。此系统集成了一项安全监控功能，该功能能够实时监控设备运行状况，一旦设备出现过载或卡滞等异常状况，系统将迅速启动报警机制，并实施紧急停机，以保障舞台区域的安全。详情如表3所示。

表3 自动化舞台布景装置构成数据

参数	数值	描述
升降台移动时间	3至5秒	升降台完成高度移动所需时间
升降台高度	2至3米	升降台可上下移动的高度范围
旋转平台 旋转时间	4秒内完成 360度旋转	旋转平台完成旋转所需时间
定位精度	0.5度以内	布景装置的定位精度， 误差控制范围

2. 自动化布景变换的优势

自动化布景变换系统具备高效率、精确度和可重复性的显著优势。相较于人工布景变换，该系统能在很短的时间内完成复杂场景的转换，同时可确保每次变换的精确度。例如，在历史剧中，舞台可以在5秒内迅速且精确地从一个古代宫殿场景转换为现代街道场景，这种高效的变换不仅提升了演出效率，还加强了视觉效果。

在戏剧表演的全过程中，自动化布景技术配合舞台灯光与声音效果的同步操控，实现场景切换、照明更迭及声响调节的协调一致。借助自动化控制技术，实现各元素在瞬间的无缝同步转换，从而使得场景更替过程平滑且连贯。在戏剧的紧张情节中布景能迅速转换，同时灯光与音效也随之协调变化，共同构造出一个更为流畅的视觉与听觉享受。

Q 自动化技术在现代剧院中的应用效果分析

（一）提升演出效率与质量

在当代剧院环境中，自动化技术的集成，特别是控制系统的应用，极大提高了演出过程的效率及艺术表现水平。使得舞台设备的转换与调整能够在极短时间内完成，从而优化了整体演出流程。例如，通过预设程序，灯光控制系统能自动变换场景，可大幅提升灯光变化过程中的效率与精准度。自动化控制系统能够实现音响设备音量的精确调整与音效的迅速转换，保障音质在整体上的协调性与恒定性。

自动化技术的运用能显著降低人工操作中的错误和不稳定性，从而提升表演的整体水平。借助计算机的精确控制与机械设备的准确执行，舞台设备能够实现同步运动和精确定位，保障每次演出均能呈现最佳状态。此种演出方法，不仅能提高观众的观看感受，还能降低从事演艺工作者的劳动压力，使其对艺术创作与展现更加投入。

（二）增强艺术表现力与观赏体验

在当代剧院环境中，自动化技术的利用可有效提升艺术表现和观众的观赏质量。利用自动化技术，舞台的照明、音响、布景等可根据剧情及演员动作实现更为灵动的协同，

进而营造出更为多元和生动的综合视听景象。剧情的进展、音乐的节奏以及演员的表演，也可以通过灯光师事先设计的多样化场景和动态模式，实现灯光的实时且精确调整。

在音频领域利用自动化手段，剧情的进展能够使音效自动变换，从而构建紧迫、悬疑或温馨等多样化的氛围。自动化音响系统能精确地对音效进行定位并调整，为观众营造出逼真且立体的听觉体验。

（三）促进舞台技术创新与发展

自动化技术的运用促进了舞台技术的革新与发展，随着此技术的持续进化与深化应用，舞台设备的功能与效能亦在持续地增强与完善之中。

自动化技术结合虚拟现实与增强现实，能缔造更富沉浸感和互动性的剧场感官体验。观众借助虚拟现实头盔或增强现实眼镜，能亲临其境地投身于舞台表演之中，与演员和场景展开互动，进而享受更为独特且印象深刻的观演体验。创新的舞台技术不仅增加了观众的互动和观看体验，同时也推进了舞台艺术的创新与发展。

Q 结束语

自动化技术在现代剧院舞台设备中的应用，不仅能提升演出的效率和质量，通过智能化的控制系统还能增强舞台的艺术表现力和观赏体验。自动化技术将灯光、音响、布景等舞台元素无缝衔接，为复杂表演提供了强有力的技术支持。同时，随着自动化技术与虚拟现实、增强现实等新兴技术的结合，舞台表演的未来将充满更多可能性。这一技术进步不仅推动了舞台艺术的创新发展，也为观众带来了前所未有的沉浸式体验。

参考文献

- [1]付佳文.自动化技术在电力系统运行中的应用[J].集成电路应用,2022,39(11):260-261.
- [2]包秀娇.浅析舞台技术的个性化设计 and 应用[J].文化创新比较研究,2018,2(20):44-45.
- [3]翟锡葵.一种剧院车台自动化控制系统的解决方案[J].演艺科技,2016(04):41-43,53.
- [4]章璇娅.大剧院智能化系统总体方案规划与设计初探——以琴台剧院为例[J].电子技术与软件工程,2013(24):94.

作者简介:

李海磊(1986—),男,汉族,宁夏吴忠人,硕士,工程师,宁夏回族自治区会务保障服务中心,研究方向:剧院设备技术管理。