



舞台机械

STAGE MACHINERY

袁良忠 ◎主编 俞 健◎主审



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

舞 台 机 械

袁良忠 主编



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

舞台机械 / 袁良忠主编. — 杭州: 浙江大学出版社, 2016.12

ISBN 978-7-308-16035-3

I. ①舞… II. ①袁… III. ①舞台机械—研究 IV. ①J813.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 151571 号

舞台机械

袁良忠 主 编

责任编辑 葛 娟

责任校对 丁佳雯 潘晶晶

封面设计 春天书装

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州中大图文设计有限公司

印 刷 杭州杭新印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 18

字 数 438 千

版 印 次 2016 年 12 月第 1 版 2016 年 12 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-16035-3

定 价 48.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行中心联系方式: 0571-88925591; <http://zjdxcs.tmall.com>

序

舞台机械是剧场中直接或间接为演出服务的机械设备的统称。

我国舞台机械发展的历史不长,1949年时全国的剧场总共仅有几根吊杆,与发达国家的舞台机械相比有相当大的差距。但我国舞台机械发展的速度很快,不久舞台机械就被业内人士称为剧场专用设备中的重工业。特别是近二十年,在经济、文化持续发展的推动下,我国成了世界上剧场建设任务最集中的国家,新建了一批现代化的大剧场,这批剧场大多数采用了达到或接近国际先进水平的舞台机械,这突出地显示了舞台机械在现代化大剧场中的重要地位。现在舞台机械的应用早已不仅仅局限于剧场之内,它正迅速地向会堂、电视业、旅游业、会展业、体育业、休闲业拓展。

舞台机械的种类繁多。有的为换景服务,能实现大型布景、道具的迁移;有的能参与演出,丰富演出效果;有的能改变舞台甚至剧场的形态;还有各种各样为保障安全,实现舞台灯光、建声、音响、隔声等功能或间接为演出服务的舞台机械。

舞台机械,除了与其他机械产品一样,以机械、电气、电子技术为基础,还有应用在演出场所需要的一些特点,如:

- 1.应确保安全,一切环节要绝对可靠;
- 2.运行平稳、噪声低;
- 3.要求重复运行时能精确定位,多台运行时能很好同步;
- 4.能方便地操控及预先编程,并能随时或在演出中方便地检查与修改所有的预存参数。

世界上各国、各地区的舞台表演艺术五彩缤纷,演出种类、剧种极多,同一剧种中的剧目又是千千万万,同一剧目由于不同的审美情趣、不同的舞美设计,又会有不同的演出形式,如此种种都会对舞台机械提出不同的要求。因此舞台机械除了要满足演出的一些共同要求外,还应当考虑满足一些个性化的特殊要求。不同规模的剧场,不同观演关系的剧场,不同运行模式的剧场,也都会对舞台机械提出不同的要求。随着科技的进步,舞台机械的各种设备还在不断地发展,剧场设计理念也在发展。总之世界上的剧场中舞台机械的形式,是多种多样、琳琅满目的。目前我国造得比较多的镜框式品字形舞台机械只是比较适宜于歌剧这类保留剧目剧场的一种舞台机械形式。综观世界,北美流行的是下空舞台和流动舞台台下机械,欧洲镜框式舞台剧场的台下机械也是样式繁多,典型的品字形机械舞台占的比例极少。剧场舞台机械工艺,特别是台下机械工艺,要针对每一个剧场的需要,寻找出最合适的形式,切忌千篇一律。

毕竟舞台机械在我国还是一门很年轻的学科。在看到我国舞台机械取得了极其显著成绩的同时,视野开阔的人也可以觉察到,我国舞台机械还存在着这样或那样的缺点和不足。

总结、介绍我国舞台机械的理论研究、工程实践的发展与现状是一件很有意义的事。

浙江艺术职业学院是我国最早在涉及舞台技术的专业中开设“舞台机械”课程的大学，培养的一批又一批从事舞台机械工程和应用管理的技术人才深受社会欢迎。

袁良忠老师多年来潜心于“舞台机械”的教育和研究工作，参加或接触了多项舞台机械工程实践，始终不懈地追踪国内外舞台机械的新技术、新成果。其他几位编者也是从事舞台机械工程多年的行业专家。现在他们以用于教学的讲义为基础，又补充了一些崭新的内容，正式出版此书，做了一件十分有价值的工作，它不仅能促进“舞台机械”的教学工作，还必定能带动舞台机械的理论研究和工程总结，为我国舞台机械技术水平更上一层楼起到积极的作用。

俞健

（原文化部舞台技术专家组组长、
浙江舞台设计研究院院长、研究员）

2016年5月

前 言

21 世纪初,随着经济社会的发展,我国开始了大规模的剧场建设,社会急需面向剧场和演艺设备工程企业的舞台技术人才。在时任浙江舞台设计研究院院长俞健和浙江省电影学校校长俞志达的动议下,2001 年浙江艺术职业学院开始调研并申报,2002 年正式成立当年即开设了国内首个舞台技术高职专业,专业名称为舞台影视技术,核心课程为音响技术、灯光技术、舞台机械、剧场工艺等。开办伊始,各方面的教学建设得到了浙江舞台院的大力支持,专业教材也由俞健院长牵头动员了诸多技术骨干参与并加紧编写,其中就包括《舞台机械》,其初始版本应用了很多年。

随着舞台机械设备的快速国产化,早先由国外主导的舞台机械设备工程逐渐转变为由国内厂家承担为主,技术资料及参考文献日益丰富,业内还先后出了几本专著和论文集,如段慧文等编著的《舞台机械工程与舞台机械设计》,蒋伟、任慧编著的《舞台机械设备控制技术》,陈德生编著的《舞台机械设计》,徐奇主编的《国家大剧院舞台机械技术及运营管理》论文集,张三明、俞健、童德兴编著的《现代剧场工艺例集》等。由文化部发布的舞台机械相关行业标准也逐渐齐全。

为了尽可能使我们的教学内容跟上舞台技术和工程实践的最新发展,2009 年开始,我们对本教材的内容陆续进行了扩充和调整,并获得了浙江省省级重点教材建设项目的立项支持,使得本教材的正式出版成为可能。

本教材正文部分主要由袁良忠、宋宏、娄海峰合作完成,其他参编人员有陈德生、段慧文、黄高飞、马建林等。附录 1 主要根据中华人民共和国文化行业标准 WH/T 35—2009《演出场馆设备技术术语 舞台机械》整理而成;附录 2 由浙江大丰(杭州)舞台设计院院长丰其云提供并授权公开出版。胡仁荣高工审阅了电气控制部分稿件,俞健研究员审阅了全部稿件。

特别感谢为本书提供技术资料的单位:浙江舞台设计研究院有限公司、浙江大丰(杭州)舞台设计院、国家大剧院、总装备部工程设计研究总院、德国 SBS 舞台技术有限公司、杭州子午舞台设计有限公司、韩国 JASS 舞台设备有限公司等。尤其要感谢杭州子午舞台设计有限公司的黄高飞、马建林同志,他们曾花费大量时间和精力编写了第六章舞台机械电气控制技术另一版本的稿件,由于篇幅限制,本书暂时无法全部采用,但这为将来编写舞台机械控制技术方面的专门教材打下了基础。感谢参考文献中的众多作者以及其他给予编者支持和帮助的同志。感谢浙江大学出版社的葛娟编辑,她为本书的及时出版花费了很多心血。

本书可以作为高校舞台技术相关专业的教材或参考书,也可作为舞台机械工程技术人员、剧场剧团舞台技术从业人员的技术参考书。

由于编者水平和能力的限制,本书肯定存在不少缺点,甚至可能还有错误,在此恳请读者批评指正。

编 者

2016年5月

目 录

第一章 舞台机械概述	1
第一节 舞台机械的发展历程	1
第二节 舞台机械的功能和要求	4
第三节 舞台机械的发展趋势	7
第二章 舞台机械技术基础	9
第一节 镜框式舞台的基本概念	9
第二节 舞台机械的配置	14
第三节 舞台机械的驱动方式	16
第四节 舞台机械设备的通用技术要求	23
第三章 舞台上部机械	36
第一节 台上机械概述	36
第二节 台上机械常用设备	43
第四章 台下机械	81
第一节 升降台	82
第二节 车台	107
第三节 转台	116
第五章 多功能剧场和主题剧场的机械设备	122
第一节 多功能剧场的机械设备	122
第二节 主题剧场的机械设备	130
第六章 舞台机械电气控制技术	137
第一节 概述	137
第二节 弱电控制系统	139
第三节 变频调速技术	145
第四节 闭环控制原理	147

第五节	位置检测技术	148
第六节	网络控制技术	150
第七章	舞台机械工程设计及实例	160
第一节	舞台机械工程设计中应该注意的问题	160
第二节	舞台机械工程的检测与验收	162
第三节	舞台机械工程实例选介	168
第八章	舞台机械设备的操作和维修	197
第一节	术语和定义	197
第二节	人员要求	197
第三节	舞台机械设备的操作	198
第四节	舞台机械设备的维修	200
附录 1	舞台机械部分技术术语	203
附录 2	浙江大丰舞台机械设备上位机控制系统 5.0 操作手册	214
参考文献		279

第一章 舞台机械概述

第一节 舞台机械的发展历程

随着人类社会生产力的发展、经济技术的进步,人们对精神文明的追求不断提高,需要更高层次的文化消费。近几年来,全国各地文化设施的建设掀起了一个新的高潮。戏剧作为一门综合性很强的表演艺术,有赖于文学、美术、音乐、舞蹈的密切配合,反映出时代的文化特征和文明程度。综观历史上各个时代的戏剧艺术,可以看出其表演形式和观演场地是相辅相成的关系,有了戏剧才有剧场,剧场是展现表演艺术、为人们提供精神享受的艺术殿堂,它为观众和演员提供了一种适合于观演的环境。剧场作为一种文化设施,反映出一个国家和地区当代文明发展的进程,一个现代剧场是一个将美学、建筑学、建筑声学、电子及电子技术、计算机网络技术、电视技术、舞台机械、舞台灯光、监控、现代装饰、舞台艺术等多学科、多界面紧密结合的宏大科学艺术体系工程。近年来,我国人民对先进文化和生活质量日益追求,作为我国经济文化同步持续发展的反映,我国剧场建设出现了大好势态,不少地方正在建设具有时代特征和地方特色的标志性剧场,上海、北京、浙江等比较发达的省市开始建设具有国际水平的现代化剧场,这标志着我国的剧场建设进入了新的阶段。

舞台机械,顾名思义,它不同于其他的机械,是运用于剧场舞台、能够满足舞台演出习惯、便于使用、能安全可靠地为表演服务的机械。作为剧场舞台技术的一个分支,舞台机械是专门为剧场演出服务的,是伴随着舞台表演艺术对布景不断增长的要求而发展起来的。舞台机械可以实现布景、道具的快速转换,可以组成各种台阶式的舞台,可以参与演出、产生各种效果,可以悬挂和移动灯具,可以实现剧场的多功能转换,等等。它不仅能为布景、照明提供条件,还要合乎演出的习惯、节奏、动作和各种特技,并且还要为观众欣赏演出提供视觉、听觉上的条件,可以说舞台机械是现代化剧场不可缺少的核心设备。另外舞台机械设备种类较多,有的行程大,有的体量大,和剧场建筑互相结合、密切相关,是剧场的有机组成部分。

舞台机械还不断吸收和应用各种新技术,与时俱进,目前舞台机械往往是现代化剧场投资最大的专业设备。例如:上海大剧院和杭州大剧院的一套歌剧院舞台机械价值1600多万美元,国家大剧院歌剧院和戏剧场的舞台机械价值更高,其中歌剧院的舞台机械价值高达3000多万美元,上海东方艺术中心的舞台机械也价值1亿多人民币。是否包含了先进、合理的舞台机械,是评定剧场水准的重要标志。

从剧场建筑的发展历史可以看出,剧场技术的发展源远流长,古希腊建设了人类第一批剧场(见图 1-1),接着是古罗马剧场(见图 1-2)。舞台机械的起源可以一直追溯到古希腊和罗马的剧场。有资料表明,公元前 5 世纪,希腊剧场中已有了简易的转台、车台和提升飞行设备,当时戏剧手法中已有使用转台、车台改变场景,人物用转台转到台前,随着剧情的变化,场景也常通过转台或车台展现到观众面前。当时也有所谓的提升或飞行设备,用滑轮将演员从表演场地提升到舞台或屋顶上,或从屋顶上降到地面上等。换景有两种方式,一种是可旋转的三棱柱式布景,用木框架钉成三角形棱柱体,上下有支点,下面支点插入地下的石洞中,上面伸入梁上的孔中,三棱体三个面上可画上不同的布景,通过旋转来换景,或城市或海港或乡村,快速方便。另一种是用木框架做成景片,可以做好几层,用完一层就换一层。这种换景方法不仅有记载,还有实例。公元前 4 世纪建的 21000 人的希腊本土最大的迈加洛波利斯剧场,在其舞台一侧建有窄长的布景库,可以存放装有轮子的整体的大型木结构布景,用时可推上舞台,当时这些舞台设备都是用木头做的。罗马时期的剧场,有的舞台前沿有一排 12 个小洞,可插入可伸缩的杆件以升降台前帷幕。有的舞台面是木地板,中间设有演员孔,演员可以从孔中钻出来。随着罗马帝国的解体,兴旺了一千年的希腊、罗马戏剧衰落了,戏剧长时间停留在低谷,在此期间,戏剧以在教堂演出的宗教剧及在露天剧场的流动演出的形式顽强生存着(见图 1-3)。

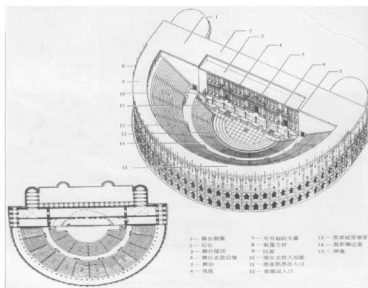
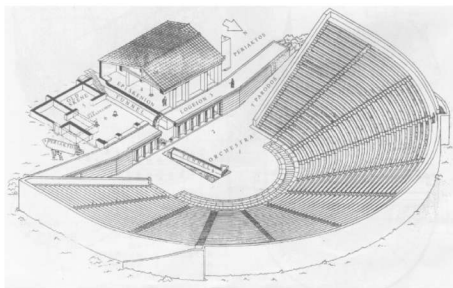


图 1-1 公元前 3 世纪希腊伊拉特里亚(Eratria)剧场 图 1-2 公元前古罗马马赛勒斯(Marcellus)剧场

15 世纪随着戏剧的逐步复苏,观众对戏剧欣赏的品位提高,已经不满足于静态的舞台布景,更爱看有丰富场景的戏剧。于是舞台设计人员开始尝试在舞台有限的空间内制造剧情中不同地点的幻觉,探索运用一些简单的舞台机械来实现布景快速更换的方法,根据剧情的需要烘托出气氛,制造出特殊的效果,把布景作为表现剧情的一部分,同时通过布景的新奇来吸引观众。当时时髦的是飞行效果。一般固定舞台搭在建筑物的前面,在建筑的屋顶上安装了滑轮和绞车,前面用幕或绘制的云片、景片把这些机械构件挡起来,通过这些飞行设备,演员可以在不同高度的舞台面自由升降,高差大的达 12m,有的可以提升周围以云片装饰起来的平台。有些现代效果当时就都已经实现了,如在剧情需要的时候,台下一些土制机械甚至可以喷出喷泉来;在舞台台面上设有不少活动的可掀开的台板小块,便于演员和道具的出入。据记载,有的戏需要 8 个机械师,每个机械师还都配备有多名助手来操作舞台机械。为操作地狱变化的场景须动用 17 个人,因此当时机械师的重要性仅次于导演,他们为了实现一些特殊效果,要对设备进行周密的设计。当时观众对舞台演出的要求有两点:一是场面要壮观,二是布景迅速更换、丰富多彩。这两条要求主宰着当时舞台的发展方向,在这

一发展过程中,舞台与观众厅的体积都迅速增大,舞台技术也日趋复杂。

复杂的布景机械源于意大利,以后在各国不断得到改进。从早期人力驱动的舞台机械,发展到由液压、电力驱动的吊杆系统、升降台、车台和转台系统组成的机械化舞台。如今,不论是传统的镜框式舞台,还是中心式、伸出式等开敞式舞台,以及各种实验性剧场,都离不开舞台机械的使用。每个剧场或多或少都有为满足表演而设置的机械装置,只是设置的形式、规模、数量和复杂程度不同。一个剧场中舞台机械配置是否合理,功能是否优化,设备是否先进可靠,是衡量剧场现代化水平的重要标志之一,因此有人将先进的舞台机械比作剧场的“心脏”。

大规模完善的舞台机械是以德国式的机械化舞台为代表,出现在镜框式台口品字形舞台中,在这种舞台上,主台上装有升降台,两侧的侧舞台内有车台,可以开到主台上换景,后面的后舞台内为转台装在车台上的车转台,可开到主台上作为转台使用,乐池也可以升降,台上配置了相当数量的电动吊杆等台上机械。这种舞台形式成为最主要的舞台形式,其中以纽约林肯中心大都会歌剧院、法国巴黎巴士底歌剧院最具代表性。

始建于1883年,再建于1965年的纽约大都会歌剧院(见图1-4)宽30m、深24.6m、净高33m的主舞台中央有7个液压升降台,每块长18m、宽2.55m,其中前3块和后3块为双层升降台,前3块的双层间距为8.5m,最高可升到8.8m,后3块的双层间距为3m,最高可升到7.3m,中间单层升降台最高可升到6.1m。在前3块升降台中安装了2道手动景杆和1道手动灯杆。其他垂直运输装置包括:台口的2个升降乐池,右侧舞台角上的1个 $23.6\text{m} \times 8.2\text{m}$ 的硬景电梯,主台后部边缘处的1个软景升降台。左侧舞台上有一块 $18\text{m} \times 7.3\text{m}$ 的大车台和6块2.4m宽、长度分别为4.3m、6.7m、7.3m的小车台;右侧舞台上有一块 $18\text{m} \times 7.3\text{m}$ 的大车台和3块 $2.4\text{m} \times 18\text{m}$ 的小车台;后舞台上有一块车载转台,其中转台直径为17.4m。其中左右侧舞台上的两块大车台还被分成60个小块,每个小块下面有两个螺旋升降装置,最大可上升1.2m,使这些车台在水平和垂直方向上有无数种排列组合的布局方式。舞台上部有109根电动景杆和8道灯光吊杆,台口处有3块大幕——石棉防火幕、瓦格纳式大幕和游幕。可以说,大都会歌剧院将当代舞台技术推到了一个新的顶点,使人类的表演活动达到了新的水平。

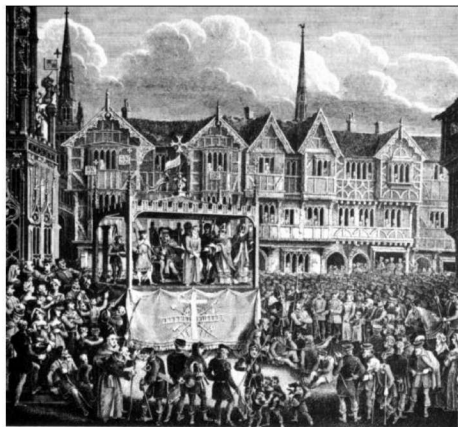


图 1-3 中世纪欧洲露天剧场

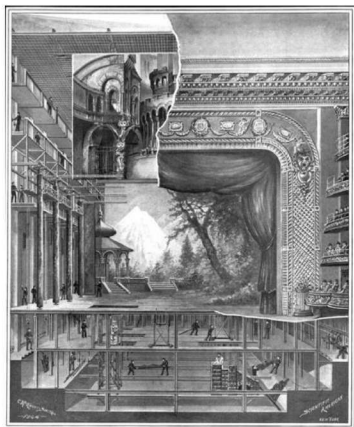


图 1-4 1904 年的美国纽约大都会歌剧院舞台

由于我国的传统表演形式以戏曲为主,表演采用写意的手法,具有高度综合性、虚拟性和程式化的特征。综合性是指唱、念、做、打的综合,即将表演、唱歌、音乐、舞蹈、杂技、武术等诸多表演因素融为一体;虚拟性是指表现戏剧空间和时间的灵活性,布景道具以无代有、点到即是,给戏剧以表现的自由;程式化是指包括了戏剧、音乐、曲牌和动作表演的程式化。由于中国戏曲这些独有的特点以及技术上的原因,传统的舞台多为敞开式舞台,没有机械设备。史料记载中只有在清代末年宫中的三层大戏台上应用了如水唧筒、升降鬼神的简单的卷扬设备等少许简单的舞台机械,除此之外就没有关于舞台机械的记载了。

直到20世纪30年代,在个别城市的少数剧场才安装了一些吊杆等简陋设备。20世纪50年代以后,对外文化交流的增多,促进了舞台艺术的发展和剧场的建设,随后兴建的剧场中开始陆续配置一定数量的吊杆、假台口、大幕机、升降乐池等舞台机械,这些设备大都功能单一、结构简单。20世纪80年代以后,文艺活动进入了一个空前繁荣的时期,在此期间,我国兴建的剧场在舞台机械设置上有了新的发展,机械设备的种类和性能更加完善,如1984年建成的中国剧院舞台上设置了60道电动吊杆、1道均匀伸缩对开大幕机、1套活动假台口、2道灯光渡桥、8个灯光吊笼、1套卷画幕机,台下则设置了6个大型车台、5块升降台(其中有2块为子母升降台)、1个升降乐池;在中央戏剧学院排演场舞台上还出现了直径为14m的鼓筒式转台和气垫式车台。20世纪90年代开始,舞台机械的发展更是出现了新的飞跃,从初期的深圳大剧院到中期的上海大剧院、杭州大剧院、国家大剧院,舞台机械的配置可以说达到了国际先进的水平。

第二节 舞台机械的功能和要求

一、舞台机械的功能

剧场中舞台机械的种类很多,从不同的角度有不同的分类方法,一般我们习惯按照其所在的位置分为台上机械和台下机械。台上机械包括电动吊杆、单点吊机、防火幕、大幕机、灯光吊笼、假台口、灯光渡桥、飞行装置等;台下机械包括升降栏杆、升降乐池、升降台、车台、转台、补偿台等。这些机械的运动方式分为垂直运动、水平运动、旋转运动以及它们的组合形式。

舞台机械实现的主要功能可以概括如下:

1. 关幕或灯光变暗时快速更换布景;
2. 参与表演活动,在观众视线下降送演员、更换布景以及制造特殊气氛等;
3. 按演出剧种和演出方式的要求,改变舞台的形式,如由镜框式舞台变为伸出式舞台等;
4. 按剧情和演出方式的需要改变舞台及观众厅的形状;
5. 为演出提供技术保障,如声反射罩、隔音幕等;
6. 为演出提供安全保障,如各种安全装置、防护网、防火幕等;
7. 为演出提供后勤保障,如硬景升降台、软景升降机等。

二、舞台机械按功能分类

1. 演出机械类

参与演出和更换布景是舞台机械最主要的功能,在演出过程中根据剧情的需要、导演的要求、舞美设计的安排等,在闭幕或舞台灯光变暗时快速迁换布景,或在开幕情况下在观众的视线内更换布景、实现特殊的演出效果等,常常动用的舞台机械有电动吊杆、单点吊机、大幕机、车台、升降台等,这些舞台机械可以被归为演出机械类。对这类舞台机械的各种性能指标往往要求较高,如速度、载荷、定位精度、噪声、运行中的稳定性等都很严格。从目前剧场中布景、道具的使用情况来看,布景的设置由轻便、静止转向多机构、多动作、更加真实具体,因此要求迁换布景、道具的设备的载荷和变换速度有增大的趋势。

由于现代演出的效果要求越来越高、表现的手段越来越丰富,因此导演和舞美设计人员非常迫切地希望能利用舞台机械为演出服务,对舞台机械的性能指标要求也相应提高。比如利用飞行装置、升降台、演员升降机等实现演出中演员的上天入地和反常规的上下场;利用车台的运动实现行船、车的效果;利用升降台的不断上升和下降以及台面的倾斜来表现地震的场面等。

2. 辅助机械类

还有一些舞台机械是为了根据演出剧情、剧种、演出规模的要求,改变舞台和/或观众厅的形式、形状、容积、混响时间,调整观众席的座位等。如利用假台口调整舞台台口的大小,以满足演出的需要;在歌剧院内举办音乐会,就需要搭设声反射罩,使舞台向音乐厅模式转变,以提供更好的声学环境;有的多功能剧场,根据不同的使用要求,在会议模式、T形舞台模式、中心舞台模式、尽端式舞台模式之间转换,需要通过舞台机械来实现。由于这些舞台机械一般在演出前就已经调整好了,在演出时不动,所以对它们的性能指标就要适中一些。这些舞台机械包括假台口、灯光吊笼、声反射罩、升降乐池等。

3. 安全机械类

另有一类舞台机械是为了保障舞台和演出时的安全需要而设置的,最典型的是台口防火大幕,各种防护网、安全门等。

三、对舞台机械的要求

鉴于舞台机械应用于剧场这个特殊的场地,同其他机械设备不同,它是为了满足舞台演出需要、为表演服务的机械,不仅能为布景、照明提供条件,还要合乎演出的习惯、节奏,实现各种动作和演出特技,为观众提供视觉、音响等方面的条件。因此,对剧场中舞台机械提出以下的要求。

1. 安全可靠

舞台机械的安全性能是舞台机械设计的首要指标,所有的舞台机械,不论是演出机械还是辅助机械,都必须是绝对安全的,安全性指标主要体现在确保设备安全、人身安全和电气安全等方面。

2. 适宜的速度性能

前面说过,舞台机械的主要任务是迁换布景和参与演出,其速度指标应能满足演出和换景的需要。有时舞台机械也用于载人,因此,其速度选择时也应考虑演员在机械上的站立或进出舞台机械时的舒适和平稳。在演出中,导演和舞美设计人员往往希望换景的时间越短越好,在某些场合还有一些特技效果的需要,这使得舞台机械的速度有加快的趋势。另外,在确定舞台机械速度指标时,应考虑启动时的加速度以及停止时的减速度,避免过大的加速度产生的惯性力引起的冲击。最好能做成速度可调,以实现缓起缓停。

3. 合理的载荷

舞台机械在换景和演出时通常都需要承载布景、道具、演员等,需要承受一定的载荷。从目前演出的要求来看,布景和道具有大型化的趋势,因此要求舞台机械的承载能力也相应提高,反过来,承载能力提高,要求舞台机械驱动装置的功率等也相应提高,但这样费用就上去了,噪声控制等问题的难度也加大,因此,在满足使用要求时选择一个经济、合理的载荷指标也是舞台机械设计时应该考虑的。

4. 操作程序设置的灵活性

从剧场经营管理角度出发,根据目前我国剧场的经营情况,舞台机械要适应不同剧目的轮换演出、同一剧目的定(长)期演出以及外来剧团的巡回演出等不同要求,同一台设备针对不同剧目以及不同场次要采用不同的运动模式和不同的运动参数。此外,舞台机械还要能适应剧目排练和装台的需要,能迅速修改运动模式和运动参数并能多次重复运行,因此,操作程序设置的灵活性和重复性是衡量舞台机械总体水平的重要标志之一。

要保证这一指标的实现,机械本身必须具备一定的运动精度,包括速度控制精度和位置控制精度,以达到通常规定的重复定位精度和同步运动精度。这个精度值相对于速度、载荷和行程是独立的,不随它们变化。同时操作控制系统还必须具备多台同类或不同设备单独或编组运行的能力。

5. 简单快捷的操作控制系统

操作控制系统的功能要求、装备水平和操作方式随剧场的要求和习惯的不同而不同,但高稳定性、高安全性和满足剧场装台、排练和演出需要这一原则是不变的。采用计算机控制系统可以分散控制或集中控制,能对受控设备的运动参数进行实时控制,以实现运动的重现性。控制系统应能预选设备或设备组及运动参数,并有记忆、手动介入、现场修改和插入、图形及参数显示和故障自诊断功能。

6. 低噪声

作为剧场内为演出和换景设置的舞台机械,对其低噪声的要求是不需多言的,从目前的技术发展水平来看,这一指标越来越高。实践中有两个噪声指标:一个是在机器旁距机器1m处测量的噪声,另一个是在观众厅第一排座椅中间位置处测量的噪声。前者可反映机械的制造精度,后者则是剧场使用要求的实际标准。对在演出活动中运动的设备和演出中不运动的设备进行区分,制定不同的噪声指标是必要的和经济的。

7. 查找故障容易

维修简单、对操作人员要求低,易耗品和备品备件容易获得。

第三节 舞台机械的发展趋势

就舞台机械这一行业而言,机械本体的设计、制造、加工和安装与其他机械行业相比较并没有太多的差异,它也遵循机械行业发展的一般规律,但在剧场这一特殊领域,由于大量使用现代机电液技术,舞台机械设备不仅具有运行平稳、定位准确、同步运行精度高、噪声低等特点,而且在运行速度、空间位置变化上丰富多彩,操作上方便、灵活,使推、拉、升、降、转的各种功能组合变化更加灵活、快捷,形成科学与艺术的完美统一。

舞台机械技术的发展受到科学技术和生产力发展强有力的推动,一个时期的舞台机械技术可以折射出当时科学技术发展的程度,体现了工业装备的基础水平。经过几个世纪的发展,舞台机械的功能和作用随着舞台机械技术水平的提高得到极大的丰富和发展,从最初简单的景片移动和升降功能,到如今可以实现复杂的变换和运动,舞台机械已经成为舞台艺术不可或缺的表演手段,与舞台灯光、音响等共同创造了令人惊叹不已的舞台艺术效果。特别是 20 世纪以来,以计算机、新材料、新工艺等为代表的高新技术和装备在舞台机械中的大量运用,使舞台机械技术得到突飞猛进的发展。

从技术方面来说,有以下特点:

1. 传动方式的发展对舞台机械的影响很大。舞台机械的驱动形式,从早期的人力驱动到用水压驱动;到了 20 世纪,随着液压传动技术和控制技术的成熟和发展,其也应用到了舞台机械领域,但由于液压系统投资较高、后期的维护要求也较高,因此无法得到普遍推广。与此同时,电力驱动方式得到了长足的发展,早期运用的是直流驱动方式,后来交流驱动系统因其结构简单、价格低廉、运行可靠等特点,特别是交流变频调速技术的发展,推动了交流传动方式使其在舞台机械中占据了主导地位。

2. 计算机辅助设计、模拟仿真技术、数值分析技术等先进的设计技术和手段在舞台机械的设计中得到运用,不仅缩短了设计周期、提高了工作效率,而且使舞台机械的设计更加科学合理、经济安全。现代制造技术的发展,使得舞台机械更加精密可靠,整个舞台机械装置运行更加平稳、准确,同时也降低了运行噪声。

3. 各种新专利、新技术不断应用于舞台机械领域。针对舞台机械的使用特点,生产厂商纷纷研制开发出新的产品,如大螺旋(spirallift)、刚性链(rigid chain)等开始在剧场中使用并取得较好的效果。

4. 在舞台机械系统中,对科学技术的发展最为敏感的是其控制系统部分。计算机控制技术、计算机网络技术、变频调速技术、电磁兼容技术等舞台机械控制系统中的应用,使舞台机械的控制从早期的模拟控制方式,发展到控制集成化、网络化,集中控制与分散控制并存;它不仅提供操作功能,还可以实现设备状态的监视、远程诊断、系统维护的功能,同时提供更加良好的人机界面。

从舞台机械的使用来看,呈现如下趋势:

1. 更加追求灵活、多变的效果

在配置舞台机械时更加注重演出的艺术效果和参与表演的功能,设置更趋于灵活多变。如台上机械布置时,除了传统的吊杆外,现在更加重视各种单点吊机的使用;吊杆、单点吊机既可以以单机定速、变速运行,也可以多机编组定速、变速或同步运行,这使得台上设备的吊点空间位置更加灵活、多变,而且运行方式也更加丰富,能更好地满足演出的需要。

2. 崇尚新颖,具有个性特点

随着表演形式的丰富和创新、观众欣赏品位的提高,要求为演出服务的舞台机械也随之发展。目前有些剧场和大型道具是为某些特定的剧目设计制作的,根据剧目设置道具的动作,这些动作构成了对舞台机械的要求,这些舞台机械的参数与常规剧场中的设备相比有了相应的变化,如车台、升降台、电动吊杆等的速度、载荷都有了增大的趋势。

3. 更加强调运行的准确性和安全性

由于舞台机械运景载人、参加演出的特点,对其安全性和在运行过程中的定位精度、同步精度、噪声指标等提出了更高的要求。除了强调舞台机械对人身的安全、机械设备的安

4. 更加重视舞台机械的使用和维护

目前,剧场越来越注重管理的规范化,通过制定各种操作规程,把不同岗位的操作人员分成不同的等级,逐级培训,规定等级和操作权限,决不允许超出权限范围的操作。每场演出之前,剧场操作人员与剧团舞美人员进行交流探讨,以便利用剧场现有的设备,同时既能表现舞美的创意,又能保证演出的安全。

在剧场舞台机械的使用过程中,人们开始认识到对机械设备维修、保养的重要性。

5. 对剧场中舞台机械的投资加大

在我国过去的剧场建设中,对舞台机械重视的程度不够,对舞台机械的投资也偏低。随着经济技术的发展和对外交流的增加,人们逐渐认识到舞台机械的重要性。为了提高舞台机械的总体性能而大量使用新技术、新材料,使得舞台机械的投资比例增加。

6. 舞台机械的运用范围不断扩大

由于近年来人们文化生活的不断丰富,各种文化娱乐设施的不断兴建,舞台机械的内涵在不断丰富、外延在不断扩大。除了我们在正规剧场中所见的舞台机械外,体育馆、会议中心、电视演播厅、主题公园、歌舞厅等场所,也会根据使用的特殊功能要求设置一些机械设备,如活动顶棚、活动隔断、伸缩座椅等,这使得舞台机械的运用范围不断扩大。

思考与练习

1. 舞台机械的定义是什么?
2. 舞台机械的主要功能有哪些?按功能分舞台机械可以分为哪几类?
3. 作为一种特殊的机械设备,舞台机械有哪些要求?
4. 舞台机械技术有哪些发展趋势?