

文化艺术中心项目舞台机械及灯光施工技术

薛 锐 何仕健

中建一局集团建设发展有限公司 北京市 100102

摘 要: 本文主要针对文化艺术中心项目舞台机械及灯光施工技术进行阐述,舞台机械及灯光工艺先进、功能强大,并大量采用国际舞台设施领域最新科技成就,是目前国内设备较复杂、技术要求较高的方案之一。机械化舞台是演职人员活动的场所,要求更具安全性、可靠性和技术先进性,因此舞台机械设备不但要求有精心的设计、精细的制造,还要有精良的安装和精密的调试。

关键词: 文化艺术中心;舞台机械;灯光系统

嘉兴市文化艺术中心舞台机械、灯光系统方案工艺先进、功能强大,并大量采用国际舞台设施领域最新科技成就,是目前国内设备较复杂、技术要求较高的方案之一。机械化舞台是演职人员活动的场所,要求更具安全性、可靠性和技术先进性,因此舞台机械设备不但要求有精心的设计、精细的制造,还要有精良的安装和精密的调试。

一、重难点及对策

经过我们认真研究,归纳总结了本工程在施工过程中的特点难点。

1、新型舞台设备技术含量高

舞台设备整体性能优越,技术先进,调试难度大;舞台设备表演功能性强,技术含量高。这些设备技术要求高、安装复杂,涉及多种学科、多个专业的技术支持。

2、项目重要性强、工程质量要求高

嘉兴市文化艺术中心舞台机械、灯光系统作为重点工程,建成后将是嘉兴市最现代化的大型文化娱乐设施,各个方面对项目的质量和管理标准高、要求严。舞台设施工程无论是深化优化设计、设备选型、加工制造,还是安装调试、外观美化,其质量都非常关键。

3、舞台机械系统调试复杂

本项目舞台系统规模大,设备多,各舞台设备之间关联性强。系统调试能否达到设计及使用要求,将直接影响整个项目功能的有效发挥。

4、舞台设备噪音控制要求高

噪音指标是舞台设备最重要的指标之一,将直接影响舞台演出的声学效果。因此,在设计制造和安装施工各个环节,从噪音产生和传播的途径入手,尽可能的降低设备和系统的噪音。

二、舞台机械主要设备安装工艺

1、测量放线

(1) 以设定的永久基点、基线为基准;

(2) 用经纬仪、50m 卷尺、1m 钢尺等测量工具将驱动设备、中心线放设在钢架或预埋件上;

(3) 用墨线在钢架或预埋件上弹出各中心线;

(4) 用水平仪、1m 钢尺等测量工具将标高线测设到钢架或预埋件,并作明显标记;

(5) 检查各预埋件或预埋螺栓的偏差、垂直度和标高情况,并作记录。

2、吊装孔洞预留

(1) 首先按照台上机械平面布置图,卷扬机房设备布置图确定吊杆的位置及提升机组的位置。

(2) 拐角滑轮组及吊点滑轮组的安装:

根据以上所述确定的吊杆位置,再根据吊杆装配图用压板和螺栓将拐角滑轮组和吊点滑轮组固定在设备层的滑轮梁上,所有螺栓应拧紧,并有防松措施,吊点滑轮组与拐角滑轮组对应的钢丝绳槽应在同一直线上。安装滑轮组时棚顶下面舞台区域内不能有人,否则应有安全防护网,防护网能承受拐角滑轮组的下落力量。

(3) 台上提升机组的吊装:

用吊车将提升机组吊到两侧卷扬机安装马道,吊装时严格按照吊装作业规则作业,起吊时下面严禁站人。根据卷扬机房设备布置图放置提升机组,与相应拐角滑轮组对齐,用垫片将提升机组底座

平,螺栓孔位置不准有间隙,螺栓从基础槽钢的侧隙中穿出,穿入底座的孔中,垫入橡胶防震垫后拧紧。提升机组应水平,机组之间应平齐,机组之间应有间隙。

(4) 穿钢丝绳:

将钢丝绳穿入卷筒上的槽孔内,按设计要求进行钢丝绳终端固定;钢丝绳在卷筒上绕两圈,然后穿过拐角滑轮、吊点滑轮。注意认真查清每个钢丝绳的走向,以免穿错方向。每根钢丝绳应编上编号,注明与要连接的吊杆杆体的名称编号。

(5) 杆体:将杆体分段运至现场,组装后焊接,焊后杆体应平直,直线度误差小于 $3/1500$,注意焊接时不要忘记按吊点位置把吊环放在杆体的上一根杆内,焊后应补油漆。

(6) 连接:

钢丝绳通过花篮螺栓与杆体联结,联结处应按技术图纸的要求打卡子,6个吊点全部联结好后,用花篮螺栓将杆体调平,使得每一吊点上的钢丝绳都一样松紧,钢丝绳的端头应用铝套封牢。注意钢丝绳在穿绳过程中应小心,不要把钢丝绳划伤。钢丝绳如与其它固定结构干涉,应适当移动、让开,保证不出现摩擦与干涉。

(7) 限位:调整限位机构内的凸轮设置限位。

(8) 超程:调整机构内的凸轮设置超程保护。

(9) 检查:吊杆安装完成后,应进行全面检查,检查所有螺栓是否拧紧,转动部件是否转动灵活,安全限位机构是否动作可靠,检查钢丝绳是否有损坏。

3、防火幕

(1) 导轨的铺设:

防火幕导轨铺设尺寸位置按装配图进行。找正台口中心线,并标记。

检验预埋钢板位置。按图从台口中心线往两侧找正。找正幕体导轨及配重导轨安装面,并标记。

按幕体导轨及配重导轨安装面的找正标记定位,将导轨连接槽钢与固定在墙体上的钢板焊接,要求导轨连接槽钢与地面垂直,误差小于 10 毫米;

将幕体导轨用压板紧固在连接槽钢上,将配重导轨用螺栓紧固在连接槽钢上,导轨安装后要求导轨大平面与地面垂直,误差小于 10 毫米。导轨大平面上涂上润滑脂。

(2) 沙槽的安装

沙槽安装在台口上部预埋钢板上,与钢板焊接,安装尺寸详装配图。

(3) 吊点梁的安装

将装好滑轮的吊点梁组件用辅助提升机吊至下层葡萄架上部的吊点牛腿处,按总图要求调整吊点梁组件在同一直线上且中心线距墙一致,调整合适后将吊点梁组件与吊点牛腿的预埋钢板焊接牢固。

(4) 幕体的安装

幕体尺寸共分成 13 块制作,安装时将高度方向分成 5 层安装,长度方向第一、三、五层分成 3 块,第二、四层分成 2 块。先将第一层 3 块幕架用螺栓连接成整体,调整对角线长度相等后将上部工字钢对接处焊牢,焊高不得小于 6mm。将导向轮各一件连接在幕体两侧,用螺栓预紧。用辅助提升机将第一层幕体平衡提升起,使第二层幕体能够放入,将导轨各一件连接在幕体两侧,用

螺栓紧固。用调整垫片调整导向轮与幕体导轨平面的间隙,合适后紧固螺栓。将第二层 2 块幕架用螺栓连接成整体,调整对角线长度相等,用葫芦吊入第一层幕体下部,将第二层幕体与第一层幕体用螺栓连接成整体,调整对角线长度相等后将侧面槽钢对接处焊牢,焊高不得小于 6mm。填充第一层幕体的防火棉,并用钢铆钉将蒙皮与幕体开口面铆合。提升一、二层幕体,依次连接第三、四、五层幕体,要求同上。一至五层幕体连接后要求对角线误差不大于 15mm,四周框架要求焊成一体,且焊接牢固,无虚焊、裂缝等缺陷。将幕体放下,在幕体上部安装沙槽挡板,在幕体侧部安装密封板。

(5) 配重框的安装

用葫芦将配重框架吊至合适位置,并搭建井架,在单个配重框架内预装配重块约 1 吨,然后用辅助提升机将配重框吊起至最上部。

用螺栓将配重框导轨连接到配重框上,使与配重导轨配合。

连接幕体与配重框之间的钢丝绳,调节钢丝绳长短,使两侧平衡。

两边配重框安装同步进行。

钢丝绳连接合适后,确认配重框不会跌落,可松开辅助提升机吊钩。

同时在两边配重框内增加配重块各 4 吨,观测平衡状态,适当增减配重块,调整至幕体总重量与配重总重量约 0.6~0.8 吨,安装好防护栏。

(6) 提升及阻尼机构的安装

将提升及阻尼机构安装在设备天层上,根据现场情况布置卷扬钢丝绳。

用手动控制方式(点动)启动提升电机来提升幕体,观测幕体提升是否正常。

安装和调节行程开关及超行程开关。

安装手动释放装置。

调节阻尼机构各调速阀流量,使防火幕达到各速度段要求。

(7) 调试

各部件安装完毕后,要进行防火幕全过程运行调试,结果应符合客户标书要求及相关规定。

幕体及配重要上下运行自如,无卡滞现象。

幕体靠自重下落,下落全过程不得大于 45 秒。

幕体下落至距地面 2.5 米时,幕体下降应减速,运行时间不少于 10 秒。

手动松闸应准确、可靠。全过程连续正常运行 5 次即可认定调试合格。

(8) 油漆与补漆

幕体两侧钢板面涂灰色防火涂料;固定件面漆黑色。

4、假台口

(1) 按照台上机械平面图找到假台口的中心线,以此为基准进行安装。

(2) 首先检测悬吊钢天桥位置是否准确,然后安装侧片轨道,轨道需找水平,水平度误差应不大于 0.5mm/m,左、右片轨道应在同一直线上,误差不大于 2mm。

(3) 然后安装上片。

(4) 按图纸要求安装,传动装置应安装牢固,并进行空载试运转。

(5) 在滑轮梁平面安装滑轮组,并穿好钢缆,钢缆的松紧由花篮螺栓调节。

(6) 侧片安装,将侧片组装好后吊起与轨道联接。

(7) 安装电气部件。试运行,全行程手动、电动试运行。运行应平稳,无异常噪声,电机制动可靠。

5、大幕机

(1) 按照台上机械平面图找到大幕机的中心线,以此为基准进行安装。

(2) 安装大幕机升降导向钢丝绳,上面与棚顶钢结构联接,下面与舞台地面联接,钢丝绳应垂直于地面,垂直度误差不大于 3mm。

(3) 将大幕机钢架在台面上组装好,并安装好导向机构。

(4) 在滑轮梁平面安装滑轮组,并穿好钢缆,钢缆与卷筒联接好,钢缆的松紧由花篮螺栓调节。

(5) 大幕机升降试运行,全行程手动、电动试运行。运行应平稳,无异常噪声,电机制动可靠。

(6) 在大幕机钢架下安装大幕机对开导轨、均缩机构。

(7) 按设计要求穿对开机构牵引钢丝绳。

(8) 对开机构试运行,全行程手动、电动试运行。运行应平稳,无异常噪声。

(9) 安装大幕幕布。

(10) 进行二功能联合试运行。运行应平稳,无异常噪声,电机制动可靠。

三、舞台机械调试内容

A: 防火幕

检查电动机及各电气元件的绝缘性能。

在未连接卷扬机与幕体的钢丝绳前进行幕体下降阻尼系统的调试(该项调试应在工厂内进行)。

点动防火幕卷扬机,使钢丝绳张紧,检查有无障碍物,如果一切顺利,继续点动,使幕体上升;反向点动使幕体下降,检查行程开关是否起作用。

点动电动机,使幕体上升至 0.5m 左右,调整行程比例丝杠上的碰块与行程阀 B、C 接触,并同时使行程阀 B、C 关闭。

继续点动电动机,使幕体上升至 2.5m 左右,行程比例丝杠的碰块与行程阀 B 接触,并使行程阀 B 关闭。

继续点动电动机,使幕体上升至上极限位置,调整上极限行程开关发出信号,使卷扬机无法上升。

点动电动机,使幕体下降,当降至离台面 2.5m 时,检查行程比例丝杠的碰块是否与行程阀 B 接触,继续下降至台面 0.5m 处,检查行程比例丝杠的碰块是否与行程阀 B、C 接触。

继续点动电动机,使幕体下降至台面,检查下极限行程开关是否起作用,使卷扬机的钢丝绳始终处于张紧状态。

反复升降 7~8 次,每次均顺利,并测量电动机的电流、电压和在观众席第一排中间位置处的噪音值。

人为拉动卷扬机制动器的松闸绳,使幕体自由下降,观察在离舞台台面 2.5m、0.5m 处的减速情况,测量幕体的下落时间。如果太快,则分别关小节流阀 A、B、C 的节流口。如果太慢,则分别开大。直到幕体下落时间达到设计要求值为止。

B: 电动吊杆、单点吊机、大幕机等

检查各电动机、行程开关等电气元件的绝缘性能。

分别对每一吊杆、大幕进行通电试验。先点动,后连续运动,在上下极限位置时,其对应的行程开关动作。

分别对电动吊杆进行调试,以等加速—等速—等减速的曲线,反复进行升降运动,并进行定位误差调试。

任选两根电动吊杆,使其速度曲线的设定完全相同,在两吊杆之间放一木板,木板上放置装水的塑料瓶进行升降运动,在升降的全过程保持塑料瓶不倒。

在调试每一个部件时,测量记录电动机的电压、电流值。在观众席第一排中间位置测量机械运动噪音值应符合要求。

对有可能同时工作的吊杆分组,任选一组(一组的 5~8 根吊杆)进行调速试验和同步试验,使一组中的速度曲线基本差不多。

进行对开大幕、二道幕的运动调试。

C: 电控调试主要内容

该设备所属线槽、管、箱接线;电机、减速机的接线;行程开关、接近开关、冲顶、清零天关等的接线;编码器的接线;松绳检测的接线;防剪切装置的接线。

锁定装置;变频器、网卡、滤波器;制动单元、电阻;定速吊杆位置控制器;手动切换开关;紧急停车开关;警示灯(带)警示器;

PLC 程序的完全性、正确性和互锁等的可靠性,以及界面操作的完全性、正确性、友好性等;

整体联合调试,试运行,作好调试报告,转入竣工验收阶段。

参考文献:

[1] 智浩 金建涛 葛德刚,舞台机械技术、工艺、应用系列——舞台机械工艺,演艺科技,2021 年,第 10 期,35~43。