

# Research on the Use and Maintenance Management of Open and Closed Roofs in Large Comprehensive Sports Centers

Hu Wang Bigang Wang Long Feng Wei Ding Wenhao Cai

China Construction Eighth Engineering Division Co., Ltd. Southern Company Shenzhen Branch, Shenzhen, Guangdong, 518000, China

## Abstract

This paper takes the large open and close roof in the Shenzhen Sports Center engineering project as the research object, and conducts in-depth research on the use and maintenance management of such special devices, mainly focusing on three key aspects: debugging technical points, operation management, and regular maintenance. In terms of debugging techniques, this paper discusses in detail the specific steps of multiple debugging stages, including preparation work, initial operation debugging, structural posture adjustment, overall linkage debugging, testing and acceptance. For operation management, this paper involves content such as operation permissions, personnel skills, opening and closing operation mode settings, and operation standards, emphasizing that the primary principle is safety management. In addition, this paper emphasizes the key role of regular maintenance in ensuring stable equipment operation, dividing maintenance into four stages: first level, second level, third level management, and major overhaul, and standardizing the specific content and cycle of each level of maintenance stage. This paper provides useful references for large and extra large open and close roofs or similar projects, which helps to promote the rapid development of the field of large-scale sports hall engineering.

## Keywords

retractable roof; debugging techniques; operational management; regular maintenance

# 大型综合体育馆开合屋盖使用和维护管理的研究

王虎 王必刚 冯龙 丁伟 蔡文昊

中国建筑第八工程局有限公司南方公司深圳分公司, 中国 · 广东 深圳 518000

## 摘要

论文以深圳市体育中心工程项目中的大型开合屋盖为研究对象, 深入研究了此类特种装置的使用和维护管理, 主要聚焦在调试技术要点、运行管理和定期维护三个关键方面。在调试技术要点方面, 论文详细探讨了准备工作、初次运行调试、结构姿态调整、整体联动调试、试验与验收等多个调试阶段的具体步骤。对于运行管理, 论文涉及了操作权限、人员技能、开合运行模式设定以及操作规范等内容, 强调了首要原则是安全管理。另外, 论文强调了定期维护在确保设备稳定运行中的关键作用, 将维护划分为一级、二级、三级管理和大修四个阶段, 并规范了各级维护阶段的具体内容和周期。论文为大型、特大型开合屋盖或类似工程提供了有益的参考, 有助于推动大型体育馆工程领域的快速发展。

## 关键词

开合屋盖; 调试技术; 运行管理; 定期维护

## 1 引言

论文以深圳市体育中心工程项目中的大型开合屋盖为基础, 深入研究这类特种装置的使用和维护管理。在调试技术要点方面, 详细探讨准备工作、初次运行调试、结构姿态调整、整体联动调试、试验与验收等多个阶段的具体步骤。运行管理方面, 包含操作权限、人员技能、开合运行模式设定以及操作规范等内容, 特别强调安全管理的首要原则。最

后, 论文强调定期维护在确保设备稳定运行中的关键作用, 将维护划分为一级、二级、三级管理和大修四个阶段, 并规范各级维护阶段的具体内容和周期。

## 2 工程概况

深圳市体育中心工程项目位于深圳市福田区笋岗西路 2006 号, 即笋岗西路、上步北路、泥岗西路围合的三角形地块。工程总建筑面积为 26.59 万 m<sup>2</sup>, 其中, 体育馆建筑面积为 5.76 万 m<sup>2</sup>, 呈方形倒角平面, 外围护幕墙边长为 147m。体育馆地上 6 层, 地下 2 层, 建筑最高高度为 48.6m。

该体育中心的活动屋盖开启尺寸为 59m × 33.8m 的矩形

【作者简介】王虎 (1988-), 男, 中国安徽阜阳人, 本科, 工程师, 从事高新技术应用研究。

开口,采用平行移动的开启方式。活动屋盖由两个对称的结构单元构成,每个单元均能独立运动,在两条独立的轨道上水平运动,实现打开或关闭。活动屋盖的基本状态为全闭状态。屋盖开口平面尺寸为59.0m(东西向)×33.8m(南北向),最大可开启面积(水平投影)约为2000m<sup>2</sup>。

活动屋盖每单元尺寸为65.4m×24.5m。支承活动屋盖的轨道桁架宽度为4.0m。下部固定屋盖轨道桁架通过立柱与轨道梁连接,轨道梁上放置台车,台车、齿轮一齿条啮合驱动系统与两个管桁架结构活动单元通过法兰盘连接,屋盖结构顶标高为45.5~46.2m,总用钢量约为600t。

### 3 调试技术要点

设备在安装过程中,需要进行多次调试运行,并配合安装对设备的姿态、位置高度进行调整。安排调试人员1人,监控人员2人,每个监控位置拉好安全绳,做好个人防护措施。初步调试应该在连接负载前,方便设备的调整。正式调试时先走小行程,仔细检查有无干涉等后,再逐步加大行程。

#### 3.1 调试准备

①检查确认设备与固定部分连接稳固。检查工作面干涉检查。设备系统同步运行轨迹干涉检查。

②检查控制箱、管线安装、外观是否正常。电气管线敷设完毕,穿线完毕,管线经过绝缘电阻测试合格,配电箱安装完毕,且经过绝缘测试合格。桥架、电缆敷设完毕,电缆绝缘测试合格。

③检测电源连接是否正常,检查电源功率、电压是否正常。供电电源大于50kW;电压为AC380V,三相五线。

④检查电气回路有无短路、异常,接地是否良好。绝缘电阻应大于0.5MΩ;采用接地摇表直接测量,接地电阻要求小于4Ω。

#### 3.2 初次运行调试

①移动屋盖的第一次运行调试在钢结构框架和设备系统安装完成,并清理好轨道的情况下进行。

②检测负载电阻是否正常。

③接入电源,检查各部分电压是否正常,有无报警。

④写入调试专用程序,接入调试操作面板,测试各继电器、限位、刹车是否正常工作。

⑤点动驱动电机,查看电机旋转方向是否一致<sup>[3]</sup>。

⑥连接电流检测装置,驱动电机,查看电机电流是否异常。

⑦调整电机驱动装置,使电机起停平稳,驱动迅速。

⑧一切正常后,将单个移动屋盖50mm,检查各部件是否工作正常;逐步加大行程,往复多次行走,再逐次检查。

#### 3.3 结构姿态的调整

①对经过调试运行的提升装置及设备进行检查。

②对发现设备安装有问题的地方进行调整。

③检查移动状态时移动屋盖前端的误差,根据设计要

求和调试结果进行综合判断,是否可以通过设备处进行对移动屋盖姿态进行调整。

④根据分析判断结果,确定需要调整的设备点,采取调整措施。

#### 3.4 整体联动调试

①活动屋盖的全部安装工作完成后(包含屋面材料),进行整体联动调试。

②检测负载电阻是否正常,检查通信电缆接线是否正常。

③测试电源控制按钮是否可以正常控制屋盖总电源。

④接通总电源,写入调试程序,检查各个控制箱是否通讯正常,各部件状态是否通讯正常。

⑤由总控逐个继电器、电机,观察是否动作正常。

⑥由总控对单个驱动:点动驱动电机,检查电机方向,刹车反应;检查启停是否平稳;检查限位装置信号,是否正常。

⑦全部移动屋盖同时重载往返启动运行5个来回,检查继电器、电源、电缆有无异常。

⑧根据要求调整人机界面。调试过程应安排专人记录。

#### 3.5 试验与验收

①当符合设计要求的现场调试完成后,现场的双方代表应根据技术文件进行合同设备的试运行。

②在试运行期间,当合同设备已达到良好稳定运行时,双方进行性能试验;性能试验应根据有关规定进行,其结果应作记录并由双方现场代表在每次性能试验结束后签字。如果有关规定的保证指标在性能试验时都达到设计要求,则进行最终验收。

③最终验收按业主认可的《验收大纲》进行,设备质量必须符合国家、部现行有关质量验收规范、标准和设计文件规定的技术指标。终验收完成后,双方代表签署合同设备的验收证书。

### 4 运行管理

大型体育馆开合屋盖的驱动与控制系统属于特种设施,对其验收要求极为严格。为确保安全管理,必须严格按照规定的流程进行运行操作,并采取有效措施消除可能存在的安全隐患,以保障设备和人员的安全。以下是开合屋盖运行与操作的相关管理规定。

#### 4.1 操作权限管理

控制系统设有管理员与操作员两级用户权限。管理员级用户专属于电气控制系统专业的电气设计开发人员,而操作员级用户则是通过专门培训合格的专业技术人员。管理员级用户拥有完全开放的控制程序权限,可以进行开合屋盖的正常运行操作,并对整个系统进行调试维护或故障排除等一系列操作。而操作员级用户只具备部分权限,仅能进行正常的开合运行操作,不能设置和更改系统内部控制参数。进入

系统的管理员和操作员用户都需经过验证登录口令,登录成功后才可进行相应操作。

## 4.2 人员技能管理

为了确保安全可靠的运行操作,必须由具备相应机械、电气等专业知识和教育背景,或通过专门培训、具备资格的被授权人员进行操作管理。操作人员需具备熟练掌握屋盖机械装置的操作规程、安全措施、警示标志、信号含义和故障处理措施的能力。同时,他们需要了解屋盖驱动机械设备和电气控制系统的基本构造、工作原理、主要功能、可能出现的故障和排除方法、设备的关键零部件、易损件及其更换方法。

## 4.3 开合运行模式设定

控制系统设计了手动与自动两种工作模式。手动模式主要用于调试驱动装置,可单独测试各机械动作的正常工作。在驱动装置动作测试完成后,可采用手动模式进行单片活动屋盖试运行,并在检修时切换到手动模式。系统调试完成后,屋盖进入正常运行阶段,宜采用自动模式,实现活动屋盖的同步、对称运行。

## 4.4 操作要求

### 4.4.1 开屋盖开合操作

在每次屋盖开合操作前,维修人员应进行全面检查,确认无误后方可进行下一步操作。屋盖开合操作应全勤值守,操作人员禁止脱离岗位,密切关注系统运行状况。屋盖在半开状态停留时间不得超过10min,在全闭状态应锁闭插销。严禁屋盖开合操作的情况:风速超过15m/s;机械设备或控制系统发现异常;屋顶设备、排水系统等进行检修维护;夜间或管理者不在场;屋面有活荷载、积雪荷载或地震作用;其他非正常状态。

### 4.4.2 事故状态

当开合屋盖结构带有多个活动屋盖单元时,应保持活动屋盖对称运行。非对称位置属于事故状态,应在一定时限(24h)内消除。

### 4.4.3 开合操作流程

接通控制台电源后,电源信号灯、终点锁紧信号灯和关闭到终点信号灯亮。开动终点电动推杆,拔出终点锁紧插销后,插销开锁信号灯亮。设定屋盖运行速度,接通屋盖开启回路,电动机通电运转,屋盖按照设定的速度运行。运行到位后,电动机停止运转,屋盖停止运行。开动终点插销电动推杆,插上锁紧插销,终点锁紧信号灯。

## 5 定期维护

开合屋盖使用单位应根据专业厂家提供的驱动控制设备使用要求,制定完善的维护保养制度,确保机械零件处于

良好的工作状态。活动屋盖设备应保证三个层级的维护管理和定期大修,并应符合下列规定。

### 5.1 一级维护管理(日常维护)

操作人员负责日常维护,包括设备清扫擦拭、润滑油加注。每月进行维护保养,包括检查各开关/按钮的灵敏性,各紧固件是否松动,液压站油箱液位、油管和控制线路是否完好。定期检查活动屋盖台车绝对值编码器连接,焊接部位是否有裂纹,电气设备是否防雨防潮。长期不使用时,每月开启、关闭屋盖一次。每半年更换润滑油,及时更换损坏的电器元件,并填写维护保养记录单。

### 5.2 二级维护管理(年度维护)

每年进行1次二级维护,可请相关厂家协助。检查并更新机械设备易损件,损毁的电器元件,以及屋盖各处密封件。需要时储备易耗零件,建立通畅的供货渠道以满足及时更换的需求。记录并填写维护保养记录表。

### 5.3 三级维护管理(三年维护)

每3年进行一次,必须请相关厂家或集成商协助。对整个驱动控制系统进行全面检查,强制报废和更新已过时的电气元器件,更换老化的电线电缆,机械零部件。更换屋盖接缝处的所有密封条,确保机械性能良好。

### 5.4 大修

根据实际情况,制定大修年限,宜6年或9年进行一次。大修内容包括检查钢结构锈蚀情况,重新涂刷油漆,检查屋面材料破损并进行维修保养。强制报废和更新已过时的电气元器件,更换机械设备的易损件。储备必要的易耗零件,建立通畅的供货渠道以满足及时更换的需求。

## 6 结论

论文专注于深圳市体育中心工程项目中的大型开合屋盖,深入研究了这一特殊装置的使用和维护管理。在调试方面,详细探讨了准备工作、初次运行调试、结构姿态调整、整体联动调试、试验与验收等多个调试阶段的具体步骤。在运行方面,介绍了操作权限、人员技能、开合运行模式设定以及操作规范等关键内容,并强调了安全管理的首要原则。在维护方面,将维护划分为一级、二级、三级管理和大修四个阶段,并规范了各级维护阶段的具体内容和周期。论文可为大型、特大型开合屋盖或类似工程提供了有益的参考,有望推动大型体育馆工程领域的快速发展。

### 参考文献

- [1] 范重,赵长军,李丽,等.国内外开合屋盖的应用现状与实践[J].施工技术,2010,39(8):1-7.
- [2] 崔宏.网球馆开合屋盖的分析[D].成都:西南交通大学,2011.
- [3] 张峥,葛迪,周旋,等.开合屋盖结构体系在游泳馆建筑中的应用与关键问题分析[J].建筑结构学报,2020,41(S2):340-348.