

马尔代夫维拉纳机场扩建项目机电系统的设计与建设

石 磊

中国通信建设第二工程局有限公司 陕西 西安 710119

摘 要：维拉纳国际机场扩建项目包括建设一座三层国际航站楼和附属能源中心，总建筑面积7.8万平方米。机电系统设计以科学合理、经济适用、先进可靠为原则，涵盖变电站系统、低压配电系统、SCADA智能监控系统、柴油发电机组系统、UPS电源系统、防雷接地系统、室外照明及灌溉系统、室内消防喷淋及消火栓系统、空调通风系统、给排水系统等。本文分析了上述各子系统的设计与建设方案，结合项目特点提出了节能、可靠、安全的综合解决方案，为类似国际机场项目的机电设计与建设提供参考。

关键词：机场；机电系统；建设分析；设计

引言：本文旨在深入剖析马尔代夫维拉纳国际机场扩建项目机电系统设计的重要性，对机场机电系统的各个组成部分进行概述，并对类似项目的规划设计提供理论支持，以丰富机场电力系统设计的理论体系，并指导实际操作。研究重点在于供电的可靠性、稳定性和经济性，以确保机场电力供应的连续性和稳定性。通过全面的分析和探讨，本研究旨在为机场机电系统的设计与建设提供指导性建议和经验借鉴，预期将对未来的相关项目产生积极的指导作用。

1 工程概况

维拉纳国际机场扩建项目，内容主要包括建设一座三层的国际航站楼和附属能源中心，总建筑面积7.8万平方米。项目建成后，将有力促进马尔代夫旅游业跨越式发展。包括变电站系统、低压配电系统、智能监控SCADA系统、柴油发电机组系统、UPS电源系统、防雷接地系统、室外幕墙灯系统、室内照明系统、灯控系统、安全出口与应急灯系统、室外路灯系统、室外灌溉系统、室内消防喷淋系统、消火栓系统、空调通风系统、给排水系统等。

2 机电系统设计原则

2.1 科学合理

机电系统设计应以科学理论为基础，结合实际应用需求，确保设计符合自然规律和工程实际。科学合理的设计不仅要求严格遵守国家和行业的相关技术标准和规范，避免因不规范设计导致系统故障或不安全隐患，还体现在系统优化与需求匹配上。具体而言，系统优化要求合理布局机电设备，优化系统结构，确保空间利用率高、运行效率优；而需求匹配则强调设计必须基于项目具体需求，避免设计过剩或不足，确保功能满足实际应用。

2.2 经济适用

机电系统设计应着重考虑成本控制，在满足性能要求的基础上，选择经济高效的方案，避免不必要的浪费。成本控制方面，需优化设备选型，合理配置资源，以减少不必要的投资。同时，注重节能设计，采用如高效电机、变频器等节能技术和设备，以降低系统运行中的能源消耗，从而减少长期成本。此外，设计中还需考虑系统的可维护性，简化检修和更换流程，以降低维护费用^[1]。在材料选用上，应在保证安全和可靠的前提下，选择价格合理且适合工程需求的材料和设备。

2.3 先进可靠

机电系统设计应采用先进的技术和理念，确保系统具备长期的可靠性和适应未来发展的能力。具体而言，设计应遵循以下原则：技术先进，选用符合当前技术发展趋势的设备和方案，如自动化控制、智能监控系统等；可靠性高，设计中应充分考虑系统的稳定性和抗风险能力，避免频繁故障导致的停机或维修；适应性强，设计需预留一定的扩展能力，便于未来的功能升级或容量增加；长寿命设计，选用质量可靠、寿命长的关键设备和材料，减少更换频率，延长系统使用周期。

3 机电系统建设分析

3.1 变电站系统

变电所是机场机电系统的核心部分，负责将电网的高压电转换为机场设施所需的低压电。在马尔代夫维拉纳机场的变电所设计中，设计团队充分考虑了设备的选型、布局 and 安全性。通过合理的电气设备配置和自动化控制系统的应用，实现了变电所的高效运行和远程控制。同时，变电所还配备了完善的保护装置和安全防护措施，确保了电力系统的安全可靠。本项目设置3个变电站，每个站包括4个中压室，3个变压器室，3个低压室。

主要设备包括变压器，母线，中压柜，低压柜，监控控制柜，与柴发系统，SCADA系统（数据采集与监控系统）相连接，用于实时监控变电站运行状态。

3.2 低压配电系统

低压配电系统承担着将电能从配电变压器输送到用户用电设备的重任，是为家庭、商业和工业设施提供电力的核心组成部分。它主要由配电线路、配电开关设备以及保护装置等构成。在正常情况下，低压配电系统的电压等级为380V（三相四线制）或220V（单相二线制），并根据不同的电力需求进行适当的分配。在本项目中，我们配备了超过339个二级和三级配电箱，各种规格的电缆总长度超过120万米，以确保机场内所有机电系统和弱电系统的稳定运行。

3.3 SCADA能源管理系统

SCADA（Supervisory Control and Data Acquisition，监控与数据采集）系统是一种自动化管理系统，用于监控和控制工业过程和基础设施。本项目中采用远程终端设备RTU与可编程逻辑控制器PLC进行机场内温度，压力，电流等设备数据进行实时监控、数据采集以及远程控制。具有实时性，集中管理化，高效性，可扩展性。

3.4 柴油发电机组系统

柴油发电机组是一种以柴油为燃料，通过发动机驱动发电机产生电力的设备。它由柴油发动机、控制系统、冷却系统、燃油系统、排气系统等关键部分构成。本项目在能源中心内部配置了发电机房，安装了3台11KV的柴油发电机组，并配备了风冷式冷却系统以及格栅式排气系统。发电机房外部设有2个容量为25000升的柴油储罐和3个日用油箱。控制系统采用PLC可编程逻辑控制器，负责电机的启动、运行监控、停机操作，并与其他设备协调工作，包括市电切换和负载分配等功能。

3.5 UPS电源系统

UPS（Uninterruptible Power Supply，不间断电源）系统是一种提供持续、稳定电力的设备，用于在市电中断或电力异常（如电压波动、频率变化）时，为负载设备提供备用电源，以防止设备停机或数据丢失。本项目部署了16台不同容量（20KH、30KH、60KH、120KH）的在线式三相UPS，确保机场内的弱电机、数据中心等关键设施获得不间断的电力供应，从而避免电力问题对电子设备造成损害，并延长设备的使用寿命。

3.6 防雷接地系统

防雷接地系统是通过科学合理的接地措施，将雷电流迅速导入地下，从而保护建筑物、设备及人员免受雷击伤害的系统。它是建筑物电气设计的重要组成部分。

本系统屋面及下导体采用横截面积为25*3毫米（75平方毫米）的铜带。每个保护装置包括一根安装在建筑物屋顶周边的避雷针，并通过引下线与一个独立的接地电极系统相连。安装过程严格遵守BS和NFPA的规范。根据预期的保护范围和需要保护的区域，本系统共设6根避雷针。接地极采用的铜棒长度为2.4米，确保主屋顶的每根引出导线都直接连接至主接地电缆回路和接地棒，并且接地电阻不超过10欧姆，接地极至少应埋设于地面以下0.8米深处。

3.7 室外幕墙灯系统

室外幕墙灯系统是一种应用于建筑物外立面照明的系统，主要用于展示建筑特色、营造夜间视觉效果，同时提升城市景观形象。幕墙灯系统设计时需要结合建筑的美学特征、功能需求和节能环保要求^[2]。本系统的核心建设内容涵盖：在航站楼的东、西两侧安装具有IP66防水等级的灯具，这些灯具的色温设定为5000K。灯具的安装方式为使用燕尾槽自攻钉，固定于幕墙预留的槽位中。具体而言，系统将配备1319个长度为1米的灯具和4628个长度为0.3米的灯具，以及322个直流电源。此外，系统还将配套4台控制箱，与灯控系统实现无缝结合。

3.8 室内照明系统及智能化照明系统

为满足机场内部空间的功能需求、舒适度和美观性，我们设计了一套先进的电气系统。该系统不仅提供充足的照明以满足工作、生活和安全需求，还兼顾了节能和环保的考量。智能化照明系统运用传感器、网络通信和自动化控制技术，能够根据环境变化或用户需求自动调整灯光，从而实现高效、节能且舒适的照明效果。本项目共安装了12685盏不同类型的灯具及灯带，并通过DALI灯具控制系统对公共区域内的灯具进行智能化管理，包括自动控制、调光管理、能耗监测等多项功能。

3.9 安全出口与应急灯系统

安全出口与应急照明系统是确保建筑物内人员在紧急状况下能够安全疏散的关键设施，其设计与安装必须符合相应的法律法规和技术标准。该系统的核心功能在于提供紧急照明和疏散指示，确保在火灾、地震或其他紧急状况发生时，人员能够迅速且安全地撤离建筑物。本系统的核心建设内容包括：在航站楼三层内外安装总计319套应急灯和424套疏散指示标牌（配备3小时电池），安装方式为壁挂式和天花板安装。

3.10 室外路灯系统

城市室外路灯系统是公共基础设施的关键部分，它主要负责提供夜间道路照明，确保交通安全，优化道路环境，并提升公共区域的可见度与安全性。路灯的设计

和安装必须适应各种环境、交通需求,并符合节能环保的标准。本项目共安装了29根路灯杆,高度分别为15米和10米,照明灯具包括单头、双头以及聚光灯型路灯,采用智能化控制。它们被精心布置在停车场、能源中心以及马路绿化带的中央区域,从而确保了行人和车辆的安全。

3.11 室外灌溉系统

室外灌溉系统专为花园、绿地、农田等户外空间设计,旨在通过科学的水分管理,保障植物的茁壮成长。该系统不仅能够减轻人工浇水的劳动强度,还能提升水资源的利用效率,尤其在干旱地区或气候多变的环境中显得尤为关键。在本项目中,我们已在停车场、绿化带以及花园区域安装了该系统,并设立了一个灌溉控制室。通过智能控制与自动化技术的应用,我们有效避免了过度灌溉的问题,同时大幅减少了人工干预的需要。

3.12 室内消防喷淋系统

现代建筑中常见的室内消防喷淋系统是一种自动灭火系统,主要功能是自动喷水灭火。在火灾发生时,该系统能够自动激活,通过喷头释放水流,迅速扑灭火源,有效遏制火势蔓延,并降低火灾造成的损失。本项目包括7685个喷淋头,分为上喷和下喷两种类型,分别安装于航站楼的公共区域及办公区域。系统采用6台消防泵以确保稳定的水流量和水压。此外,系统还配备了烟感、温感和红外对射等报警与控制系统,用于监测火灾并触发喷淋系统自动喷水。我们设置了一个消防控制室,负责智能化控制和报警功能,通过远程监控和自动检测来提升响应速度。系统还配备了流量传感器、压力监测设备等,以确保在紧急情况下可靠地启动^[3]。

3.13 消火栓系统

消火栓系统是专为消防灭火设计的设备系统,它主要通过提供水源来扑灭火灾。该系统广泛应用于建筑物、道路、工业设施等多种场所,并与消防水带、喷头等辅助设备协同工作以实现灭火目的。消火栓系统主要分为室内和室外两种类型。本项目涵盖室内消防箱和室外消火栓两个部分。在建筑物内部,我们共安装了81个室内消防箱,每个箱内配备有水带、喷枪和阀门,以确保在火灾发生初期,人员能够迅速采取措施控制火势。至于建筑物外部,我们共设置了28个室外消火栓,并将它们连接至市政供水系统,以保证充足的供水。

3.14 空调通风系统

空调通风系统,亦称HVAC系统,是建筑物中用于通过空调、通风、加热和除湿等技术手段,营造舒适室内环境的综合系统。其核心功能在于调节空气的温度、湿度、洁净度和流动性,确保室内环境的舒适度和居住者的健康。本项目由空调机组、冷却塔、冷冻机、空气处理单元(AHU)、通风设备、排风设备、温度传感器等关键组件构成,并由建筑管理系统(BMS)进行统一监控和控制。为了保障机场内的通风和空调需求,我们特别配置了3台冷冻机、6台冷却塔、3台冷却水泵、3台冷冻水泵,44台空气处理单元(AHU)、326台风机盘管、数据中心机房内配备2台精密空调等主要设备。

3.15 给排水系统

给排水系统是建筑设施中不可或缺的核心组成部分,承担着供水和排水的重任,以确保人们日常生活和生产活动的顺利进行。其主要功能涵盖供应清洁水源、排除废水、收集雨水以及处理特定区域的用水需求。本项目特别设计了一间给排水泵房,确保提供清洁、安全的生活和生产用水。在室外区域部署了3台污水泵,专门用于处理低洼区域的污水排放。

结语

该项目在科学规划、经济高效资源配置以及先进可靠技术的运用上取得了显著成就,不仅满足了机场日常运营的高标准要求,而且为该国航空运输和旅游业的持续发展提供了坚实支撑。在项目执行过程中,团队严格遵守国际标准,结合工程实际和未来发展需求,为机场打造了强大的能源支持系统,充分体现了先进技术的应用价值。项目的成功不仅为机场机电系统的设计与实施积累了宝贵经验,也为国际机场工程的可持续发展树立了新的标杆。本本旨在为类似国际工程的机电系统设计与建设提供参考。

参考文献

- [1]宋莉.机场航站楼机电安装工程综合技术分析[J].建材与装饰,2023,19(31):154-156.
- [2]张文萍,卞干军,孙伟.机场航站楼改建工程机电安装施工要点研究[J].中国房地产业,2022(34):188-191.
- [3]卞干军.机场项目机电工程中的应用[J].建筑工程技术与设计,2021(9):2660.