

# 水利水电工程建设运行中机电设备技术的运用研究

马志聪 梁旋

渭南市东雷抽黄工程管理中心

DOI:10.12238/hwr.v9i4.6310

**[摘要]** 水利水电工程在我国的基础设施建设中扮演着至关重要的角色,其建设的质量和运行的效率不仅直接关联到国家能源的有效利用,而且对生态环境的保护和改善具有深远的影响。机电设备技术作为水利水电工程中不可或缺的一部分,它在确保工程的安全性、稳定性以及提升工程智能化水平方面发挥着至关重要的作用。通过采用先进的机电设备技术,可以有效地提高水利水电工程的运行效率,减少故障发生率,延长设备使用寿命,同时还能实现对工程运行状态的实时监控和智能管理,从而为我国的可持续发展提供坚实的技术支撑。

**[关键词]** 水利水电工程; 机电设备技术; 自动化; 智能化; 优化策略

**中图分类号:** TU85 **文献标识码:** A

## Research on the Application of Mechanical and Electrical Equipment Technology in the Construction and Operation of Water Conservancy and Hydropower Projects

Zhicong Ma Xuan Liang

Donglei Yellow River Extraction Project Management Center, Weinan City

**[Abstract]** Water conservancy and hydropower projects play a vital role in China's infrastructure construction. The quality of their construction and operation efficiency are not only directly related to the effective use of national energy, but also have a far-reaching impact on the protection and improvement of ecological environment. As an indispensable part of water conservancy and hydropower projects, mechanical and electrical equipment technology plays a vital role in ensuring the safety and stability of the project and improving the intelligent level of the project. By adopting advanced mechanical and electrical equipment technology, it can effectively improve the operation efficiency of water conservancy and hydropower projects, reduce the failure incidence, extend the service life of the equipment, and realize the real-time monitoring and intelligent management of the project operation status, so as to provide solid technical support for the sustainable development of China.

**[Key words]** water conservancy and hydropower engineering; mechanical and electrical equipment technology; automation; intelligence; and optimization strategy

### 引言

水利水电工程涉及水资源调度、发电、灌溉、防洪等多个领域,其建设和运行离不开机电设备技术的支持。随着科技的发展,机电设备技术不断升级,从传统的机械控制发展到如今的自动化、智能化控制,提高了工程运行的安全性、经济性和可持续性。本文重点探讨水利水电工程建设和运行中机电设备技术的应用现状、关键技术以及优化策略,以期推动工程技术进步。

### 1 水利水电工程建设运行中机电设备技术的应用现状

#### 1.1 水轮发电机组的应用现状

水轮发电机组是水利水电工程的核心设备,其运行性能不仅直接关系到电站的发电效率,还影响整个电网的稳定性和经

济性。随着水电技术的发展,国内外广泛应用可调速水轮机和高效发电机,以进一步提升能量转换效率,并适应复杂多变的水文条件。可调速水轮机能够根据水流量和水头的变化灵活调整运行状态,避免能量浪费,提高机组的整体运行效率。同时,高效发电机采用先进的电磁设计和新型材料,降低了能量损耗,提高了电能转换效率。此外,现代水轮发电机组逐步引入智能控制技术,通过实时监控和数据分析优化运行参数,提高机组的可靠性和寿命。未来,随着大数据、人工智能和智能控制系统的深入应用,水轮发电机组的运行管理将更加智能化,进一步推动水电站的高效、安全、绿色发展,为可再生能源的利用提供更强有力的支撑<sup>[1]</sup>。

### 1.2 自动化控制系统的应用现状

现代水利水电工程已广泛采用自动化控制系统,以提升机组运行的可靠性和智能化水平。通过计算机监控系统、传感器技术和智能算法的结合,实现了机组的自动启停、负荷调节、故障诊断及远程运维等功能。自动化控制系统能够实时监测水流、水位、压力、温度等关键参数,并根据电网需求和水文条件自动调整机组的运行状态,从而优化发电效率,降低人工干预,提高整体运行的安全性和稳定性。同时,智能化的故障诊断系统可以快速识别设备异常,并及时发出预警或自动采取保护措施,减少故障停机时间,提高设备的使用寿命。此外,随着大数据、人工智能和云计算技术的发展,水电站的运行管理逐步向数字化和远程智能监控方向发展,进一步提升运维效率和应急响应能力。未来,水利水电工程将更加依赖智能化控制技术,实现更高层次的自动化管理,为清洁能源的可持续发展提供有力保障。

### 1.3 输变电设备的应用现状

输变电设备在水电工程中承担着至关重要的电能传输任务,其性能直接影响电力输送的效率和电网的稳定性。随着水电规模的扩大和远距离输电需求的增长,高电压、大容量、低损耗的输变电设备得到了广泛应用。这些设备包括超高压(UHV)变压器、特高压输电线路、智能开关设备等,能够有效降低电能在输送过程中的损耗,提高电能利用率,确保远距离输电的经济性和安全性。现代输变电设备采用先进的材料和技术,如气体绝缘变电站(GIS)、智能变压器等,不仅减少了设备体积,还提高了运行的可靠性。此外,智能监测和自动控制系统的引入,使输变电设备能够实时感知负荷变化,优化电力调度,提高输电效率。未来,随着智能电网和新能源融合技术的发展,输变电设备将进一步向高效、智能、环保方向演进,为水电工程的可持续发展和电力系统的稳定运行提供更加坚实的技术支撑。

## 2 水利水电工程建设运行中机电设备的关键技术

### 2.1 智能监测与远程控制技术

智能监测系统依托传感器、物联网技术、云计算和大数据分析,实现对水电站关键设备的实时监测和远程控制。该系统可部署在发电机组、水轮机、输电线路等关键部位,采集包括温度、压力、振动、电流、电压等多维度运行参数,并将数据上传至云端平台。通过智能算法分析数据趋势,可提前识别异常情况,进行故障预警,减少设备突发性损坏的风险。此外,运维人员可通过远程终端随时查看设备运行状态,调整工作参数,甚至在必要时进行远程故障处理,大幅降低人工巡检和维护成本。智能监测系统还能结合历史数据建立预测性维护模型,优化设备检修计划,避免不必要的停机损失,提高水电站运行的稳定性和安全性。随着人工智能和5G技术的发展,未来智能监测系统的响应速度和精准度将进一步提升,为水电站提供更高效的运维管理方案。

### 2.2 高效节能技术

水电站的高效节能技术主要体现在优化设备性能和提升系统运行效率两个方面。首先,在电力转换环节,采用新型节能变

频器能够根据负载需求自动调节电机转速,降低无功损耗,提高能源利用率。此外,通过改进水轮机叶片设计,使其更加符合流体动力学原理,可以有效减少水能损失,提高机组的转换效率。同时,优化导水机构和尾水管形状,使水流更加平稳顺畅,从而降低水流损失,提高发电效率。在控制系统方面,智能调度系统能够根据电网需求、来水情况和气象预测,动态调整水轮机运行模式,实现精准负荷匹配,减少能源浪费。近年来,储能技术的应用也为水电站节能提供了新的解决方案,通过配套抽水蓄能系统或超级电容储能设备,可有效平衡电力供需,提升整体能源利用效率。未来,结合人工智能和大数据分析,水电站的节能技术将更加智能化、精准化,为可持续能源发展提供重要支撑<sup>[2]</sup>。

### 2.3 安全防护与故障诊断技术

水电工程的安全性直接关系到电力供应的稳定性和社会经济的发展。现代水电站在安全防护和故障诊断方面,广泛应用人工智能算法和大数据分析技术,以实现设备健康评估和故障预测。AI算法可通过对设备运行数据的深度学习,分析设备的运行状态,建立健康评估模型,从而识别出潜在故障隐患。例如,通过监测水轮机振动数据,可以判断是否存在叶片裂纹或轴承磨损的问题,从而提前采取维护措施,避免突发性损坏。对于电气设备,如变压器和开关柜,通过红外热成像技术检测温度异常,可有效预防短路和过载故障。大数据分析技术还能结合历史故障数据,建立智能诊断系统,提高故障溯源能力,帮助工程师快速定位故障原因,缩短维修时间。此外,水电站还可结合智能监测系统,利用自动控制技术在发生突发情况时迅速采取应对措施,如自动启用备用设备或切换运行模式,以降低故障对电力供应的影响。未来,随着智能传感器、AI和5G网络的发展,水电站的安全防护和故障诊断技术将更加完善,进一步提升水电工程的安全性和可靠性。

## 3 水利水电工程建设运行中机电设备技术的优化策略

### 3.1 加强技术创新与研发投入

鼓励企业和科研机构加大对机电设备核心技术的研发投入,是提升国产设备竞争力和自主可控能力的关键。随着全球化经济的发展,各国的技术水平不断提高,尤其是发达国家在机电设备领域的技术壁垒逐渐增高,这使得国内企业在自主研发和技术创新方面面临严峻挑战。因此,加强核心技术的研发,尤其是在机电设备领域,显得尤为重要。机电设备作为现代工业的基础支撑,其核心技术的掌握直接决定了产品的性能、稳定性和市场竞争力。近年来,虽然国内一些企业在机电设备的生产上取得了一定的进展,但与国际先进水平相比,仍然存在较大的差距。尤其是在高精度、高性能以及智能化等方面,我国企业还处于技术引进和模仿的阶段。因此,推动科研机构和企业加大研发投入,集中力量攻克关键技术,不仅能提升产品的国际竞争力,还能确保技术自主可控,减少对外部技术的依赖。

机电设备的核心技术不仅涉及机械、电子、控制等多个学科的交叉,还需要大量的资金、人才和技术积累。因此,政府应

积极鼓励企业和科研机构通过政策引导和资金支持,加大研发力度。通过设立专项资金、税收优惠、技术创新奖励等政策,激励企业和科研机构加快技术攻关步伐,推动科研成果的转化应用。同时,国家还应推动产学研结合,鼓励企业与高校、科研院所的合作,共享技术研发资源,提升技术研发的效率。此外,加大研发投入的同时,企业还需要加强自主知识产权的保护,提升创新成果的产业化能力。通过自主研发和知识产权的积累,企业不仅能确保技术的自主可控,还能通过技术创新占领市场高地,获得更多的市场份额<sup>[3]</sup>。

### 3.2 推进数字化与智能化改造

随着科技的不断进步,利用大数据、云计算、人工智能等先进技术来提升水电站的智能化水平,已经成为行业发展的必然趋势。通过这些技术的深度融合,水电站不仅能够实现设备的精准控制,还能实现高效地管理和优化运行,从而大幅提高水电站的生产效率和经济效益。大数据技术的应用为水电站提供了强大的数据分析和处理能力。水电站的运营过程中会产生大量的数据,包括设备运行状态、环境条件、水库水位、气象变化等各类信息。通过大数据分析,可以对这些数据进行深度挖掘,识别出潜在的风险因素和设备故障的早期迹象,实现设备的预警与预防性维护。这种精准的预判能力能够有效减少设备的停机时间,提高设备的可靠性和可用性。

云计算技术在水电站管理中的应用,极大地提升了信息的存储、处理和共享能力。通过云平台,水电站的各类数据可以实现集中管理与实时更新,操作人员可以随时随地访问和监控设备状态,并根据实时数据调整运行策略。此外,云计算平台的高效处理能力使得海量数据的分析更加迅速与精准,支持复杂的决策模型,从而优化水电站的运行方案,提高水资源的利用率和发电效率。人工智能(AI)技术则使水电站的设备控制和管理更加智能化。通过机器学习和深度学习算法,AI能够分析和学习水电站的历史运行数据,预测未来的水流量和发电需求,进而优化发电机组的调度和负荷分配<sup>[4]</sup>。同时,AI技术还可以通过智能化的控制系统,实现自动化调节和故障诊断,提高水电站的自适应能力和运营效率。通过大数据、云计算和人工智能等技术的结合,水电站不仅能够实现设备的精准控制,还能够整体管理和运营上实现智能化。这样的智能化水电站将能够在确保安全、稳定运行的同时,最大化资源的利用效率,为能源行业的可持续发展贡献力量。

### 3.3 完善设备维护与管理体系

建立标准化的设备维护体系,是提高设备可靠性、延长设备使用寿命和提升整体运行效率的关键。设备的正常运行对于企业的生产效益至关重要,因此,建立一套完善的维护体系,不仅

能够有效预防设备故障,还能降低维修成本,提升生产稳定性。标准化的设备维护体系要求制定详细的维护流程和标准,明确设备各项维护工作的具体操作规范和周期。通过规范化的巡检和保养流程,能够确保设备维护工作高效、精准地实施,避免因操作不当或遗漏导致的故障。同时,通过定期的维护计划,可以提前识别设备的潜在问题,做到早发现、早处理,从而最大限度地减少突发性设备故障。

定期进行设备巡检是维护体系的重要组成部分。巡检工作不仅包括对设备外观和运行状态的检查,还需对关键部件和系统进行详细的检测,如温度、压力、振动等参数的监测。通过定期巡检,能够及时发现设备的异常情况,如磨损、腐蚀或疲劳等问题,为后续的维修和调整提供数据支持,确保设备始终保持在最佳运行状态<sup>[5]</sup>。利用先进的诊断技术进行故障预测是提升设备维护效率的关键手段。借助现代化的传感器技术、人工智能、大数据分析等手段,能够实时监测设备的工作状态并进行智能分析,提前识别设备故障的风险。例如,通过振动分析、红外热成像、油液分析等诊断方法,可以对设备的健康状况进行全面评估,预测潜在故障,并在问题发生之前进行维修或更换关键部件,从而避免突发故障对生产造成影响。

## 4 结论

综上所述,机电设备技术是水利水电工程建设和运行的核心环节,其发展直接影响工程的安全性、经济性和智能化水平。通过优化机电设备技术的应用,提高自动化、智能化水平,并加强设备管理,可有效提升水利水电工程的整体效益。未来,应进一步加大技术创新力度,推动数字化、智能化升级,以适应现代水利水电工程的可持续发展需求。

### [参考文献]

- [1]刘斌.水利水电工程水电站机电设备运行和维护方法[J].城市建设理论研究(电子版),2024(18):205-207.
- [2]刘钦冬.浅谈水利水电工程机电设备的运行与管理[J].Water Conservancy & Electric Power Technology & Application, 2024,6(4).
- [3]陈志飞.探讨水利水电工程机电技术问题[J].中国科技纵横,2024(1):123-125.
- [4]仝德刚,施辉雨.黄登水电站机电设备安装工程施工技术质量管理[J].水电站机电技术,2023,46(7):153-155.
- [5]肖亮,李小东,孙建华.水利水电工程机电技术问题分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(4):4.

### 作者简介:

马志聪(1992--),女,汉族,陕西省渭南市人,助理工程师,本科,从事灌区泵站机电技术员。