

水利水电技术及管理措施

刘佳敏

武汉市排水泵站管理处 湖北 武汉 430000

摘要：水利泵站作为水利工程的关键设施，其电气系统的稳定运行至关重要。本文全面探讨了水利泵站电气技术及管理措施，包括电气主接线、电力变压器、电动机控制等关键技术概述，以及电气设备的选择与安装要点。同时还详细阐述了水利泵站电气系统的运行管理制度建立、日常巡检与维护、故障诊断与处理技术等运行管理与维护措施，旨在为水利泵站电气系统的安全、稳定、高效运行提供全面指导。

关键词：水利；泵站；电气技术；管理措施

引言

水利泵站作为水利工程的重要组成部分，其电气系统的稳定性和可靠性直接关系到整个水利工程的运行效率。随着科技的不断发展，电气技术在水利泵站中的应用日益广泛，对电气系统的管理和维护也提出了更高的要求。本文旨在探讨水利泵站电气技术及管理措施，以期为泵站的安全、高效运行提供有益参考。

1 水利泵站电气技术概述

1.1 电气主接线技术

单母线接线作为电气接线中最基础的形式，以其结构简洁、操作便捷及投资成本相对较低的特点，广泛应用于供电负荷相对较小的小型泵站中。这种接线方式将所有电源和出线集中连接在一条母线上，满足了小型泵站对供电稳定性要求不高且维护管理相对简单的需求。然而，单母线接线的局限性在于，一旦母线发生故障，整个泵站将面临停电风险，影响正常运作。为解决这一缺陷，单母线分段接线技术应运而生，它通过分段开关将母线划分为两段或多段，使不同电源和出线分别接入不同分段，从而在某段母线故障时，分段开关能迅速隔离故障段，确保其他分段继续供电。中型泵站因对供电可靠性有一定要求同时需控制成本，因此广泛采用单母线分段接线。相比之下，双母线接线技术则展现出更高的供电可靠性和灵活性，它配置了两条母线并通过母线联络开关相连，一条母线正常工作，另一条作为备用。当工作母线发生故障时，负荷可迅速切换至备用母线，实现不间断供电，这一特性使双母线接线成为大型泵站的首选，因为大型泵站对供电可靠性要求极高，任何供电中断都可能对水利工程造成重大影响。

1.2 电力变压器技术

变压器容量的确定需严谨而精确，需基于泵站总负荷需求进行计算，这不仅要考虑所有电气设备的额定功

率，还需兼顾设备可能的同时运行系数，尤其是装备有多台大功率水泵电机的泵站，电机启动时产生的巨大冲击电流对变压器容量的要求尤为严格。为确保变压器能应对电机启动时的电流冲击及日常运行中的电力需求，必须预留足够的裕量。同时考虑到泵站未来的发展和可能的负荷增长，变压器容量应略大于当前计算负荷，以满足当前需求并为未来发展预留空间。在变压器类型选择上，油浸式变压器以其散热性能好、容量大、价格相对较低等优点在大型泵站中广泛应用，但其易燃易爆的安全隐患不容忽视，需配备完善的防火、防爆设施。相比之下，干式变压器因无油、防火、防潮、免维护等显著优势，更适合安全要求高、环境条件苛刻的泵站，如城市供水泵站等关键设施，它不仅能有效避免油浸式变压器的安全隐患，还能在恶劣环境下保持稳定运行^[1]。

1.3 电动机控制技术

直接启动控制最为简单直接的方法，因其控制逻辑简洁、成本效益显著而被广泛应用于小型电动机，如小型泵站中的排水泵电机、通风机电机等辅助设备。这些设备功率较小，启动电流相对可控，对电网的冲击有限。但是直接启动控制虽便捷经济，但仍需留意其对电网电压可能造成的轻微波动，选择时需权衡电动机功率与电网承载能力。对于大功率电动机，为减轻启动电流对电网的冲击，降压启动控制方式成为首选，包括星—三角降压启动和自耦变压器降压启动，两者均能有效降低启动电压，保护电网和电气设备免受大电流损害，确保泵站电气系统稳定运行。随着技术进步，变频调速控制作为先进电动机控制技术，在现代泵站中的应用日益广泛。通过调节电源频率，变频调速控制能精确控制电动机转速，进而根据实际用水量或水位变化实时调整水泵电机转速，实现高效节能运行。

2 水利泵站电气设备的选择与安装

2.1 高压开关柜的选择与安装

高压开关柜作为高压电气设备的核心控制与保护单元,直接关系到泵站运行的安全稳定性与效率。选型时,需综合考量泵站的具体运行需求、日常运维的便捷性要求以及经济预算限制等多方面因素。高压开关柜通常分为固定式和手车式两类,固定式以其结构简单、成本较低的特点适用于运维要求不高的场合,但检修维护相对复杂;而手车式则凭借出色的检修便利性、高度的元件互换性和快速恢复供电能力,在供电可靠性和连续性要求极高的大型泵站中成为首选,能在回路故障时迅速替换故障手车,减少停电时间,确保泵站稳定运行。安装时,需确保基础槽钢水平度和垂直度达标,为开关柜提供稳固基础,并遵循整齐排列原则,保持相邻开关柜缝隙均匀、连接紧密,同时强化接地系统的可靠性,以保障人员安全和设备完好。安装过程中还需严格检查调试开关柜内电气元件,包括断路器的分合闸性能、隔离开关的接触情况及其他元件的稳定性,确保所有操作符合标准规范,全面提升高压开关柜的安装质量和运行效能。

2.2 低压配电柜的选择与安装

GGD配电柜结构简单、防护等级高,能够满足一般工业和民用场所的基本电能分配需求,且成本相对较低,但是在泵站这类对供电可靠性要求极高的特殊场合,GCS和MNS配电柜则凭借其抽屉式结构、高度的互换性和便捷的维护性而备受推崇。抽屉式结构不仅使电气元件布局紧凑合理,简化了维修和更换元件的过程,提高了工作效率,还便于根据泵站负荷多样化和变化频繁的特点灵活调整配电方案。在选择低压配电柜时,需充分考虑泵站的负荷性质、容量大小及运行管理要求,抽屉式配电柜因其便于抽出和插入回路单元进行检修和更换,以及良好的散热性能,成为泵站更为合适的选择。在安装低压配电柜时,需确保基础牢固平整,严格按照设计图纸和规范要求操作,保证配电柜水平和垂直度符合要求,同时注重电器元件布局合理性,确保接线正确牢固,避免虚接、短路等问题,并在安装完成后对保护装置进行调试和校验,保障配电柜正常运行和人员安全,有效切断故障回路,保护设备和人员安全^[2]。

2.3 电缆的选择与敷设

在泵站中,电力电缆负责传输电能,其选型需综合考量敷设环境、电压等级及负荷电流等因素,交联聚乙烯绝缘电力电缆凭借其出色的绝缘性能、高热耐受力和大载流量特性,成为多数泵站电力传输的首选,确保

电能稳定、可靠地传输。而控制电缆则专注于精确传输控制信号,屏蔽电缆因能有效屏蔽电磁干扰,确保信号清晰无误,成为控制电缆的理想之选。选型时还需根据电缆的敷设方式、长度及负荷需求确定规格型号,以平衡系统稳定性与经济成本。敷设前,需科学规划电缆路径,确保与管道、设备保持安全距离,避免干扰。敷设方式应灵活选择,直埋敷设适用于电缆量少、土壤条件佳的场合,施工简便、成本低,但维护不便;电缆沟与桥架敷设则更适宜电缆密集场景,便于敷设、维护及提升美观度。敷设过程中,需严格控制电缆弯曲半径,防止损伤,并牢固固定电缆,防止位移,确保系统稳定运行。

2.4 照明与接地系统的设计与安装

照明系统的设计需紧密贴合工作场所的照度要求,确保操作人员在明亮、清晰的环境中能够安全、准确地进行各项操作和维护作业。针对不同场所和环境条件,照明灯具的选择须具备高度的针对性和适应性,特别是在水泵房等潮湿环境中,应优先选用防水、防尘性能卓越的照明灯具,以防止水汽、尘埃等环境因素引发照明故障,从而确保照明系统的持续、稳定运行。照明系统的控制方式也需灵活多样,以满足泵站不同作业场景的需求,包括便于统一管理和调度的集中控制、根据区域实际需要分别控制的分区控制,以及便于操作人员根据实际情况随时开启或关闭照明的就地控制。此外为了有效应对停电等紧急情况,照明系统中还应配备应急照明灯具和蓄电池等备用电源,以确保在电力中断时,操作人员仍能依靠应急照明进行安全撤离和紧急处理,从而全面保障人员安全。而泵站的接地系统应采用联合接地方式,将电气设备的工作接地、保护接地、防雷接地等连接成一个统一、高效的接地网,且接地电阻需严格符合相关标准要求,通常不应大于 4Ω ,以确保接地系统的可靠性和安全性,在安装过程中,需确保接地极的埋设深度和间距达到规定要求,接地导线的截面积足够大,连接牢固可靠,以防止因接地不良而引发电气事故。

3 水利泵站电气系统的运行管理与维护

3.1 运行管理制度的建立与完善

在水利泵站电气系统的运行管理与维护工作中,建立一套科学完善的运行管理制度至关重要,这是确保泵站安全高效运行的基础,该制度首要环节是制定详尽的操作规程,明确规定设备从启动、运行调整至停止的每一步操作步骤及关键注意事项,比如启动水泵电机时必须严格遵循先合隔离开关、再合断路器的顺序,并实时监测电机的启动电流、振动及运行状态,确保操作无误,这些规程应以清晰直观的方式张贴于操作现场,便

于操作人员随时查阅,保障操作规范安全。泵站应实行严格的24小时值班制度,要求值班人员具备电气专业知识和操作技能,熟练掌握设备运行原理和维护方法,按时巡检设备并记录电压、电流、功率因数、温度等关键运行参数,一旦发现异常立即报告并采取相应措施,防止事态扩大。为有效应对突发电气事故,泵站还需制定涵盖事故分类、应急处理流程、应急救援措施等内容的完善应急预案。泵站还应定期组织应急预案演练,通过模拟真实事故场景,提升操作人员的应急处理能力,确保在突发情况下能够迅速、有序地应对,提高泵站电气系统对突发事件的能力和效率,保障其安全稳定运行。

3.2 设备的日常巡检与维护

巡检工作首先从外观检查入手,巡检人员需细致观察设备外壳的完整性、接线端子的紧固情况以及指示灯的正常显示,这些基础检查虽看似简单,却能迅速捕捉设备表面的潜在问题,为后续维护工作指明方向。紧接着,运行参数监测成为巡检的核心,巡检人员借助专业检测工具,精准测量电压、电流、功率因数、温度等关键参数,并与设备正常运行范围进行对比分析,以判断设备健康状况,如果发现参数异常,立即进行深入分析,追溯问题根源,并采取相应措施予以解决。声音和气味检查同样不可或缺,巡检人员通过听觉和嗅觉敏锐捕捉设备运行时的声音变化及周围异常气味,这些感官判断往往能揭示设备内部如轴承磨损、绝缘老化等潜在故障,一旦发现异常,立即停机检查,防止故障升级。基于巡检结果,及时对设备进行维护至关重要,包括清洁设备表面灰尘、紧固接线端子、润滑关键部件以及根据参数异常调整设备状态,确保设备始终处于最佳运行状态,保障水利泵站电气系统的安全、稳定运行^[1]。

3.3 故障诊断与处理技术

在水利泵站电气系统的运行管理中,故障诊断与处理技术发挥着至关重要的作用,它们是保障系统稳定运行、迅速应对并有效解决故障的关键所在。当电气系

统出现故障时,首先依赖的是直观检查法这一初步诊断手段,巡检人员凭借专业知识和丰富经验,通过观察设备的外观状态、运行状态,聆听设备运行声音,嗅闻设备周围气味,迅速锁定可能的故障区域。若直观检查无法明确故障原因,则进一步采用仪器检测法,利用万用表、示波器、绝缘电阻测试仪等电气检测仪器,精确测量设备的电压、电流、电阻、绝缘电阻等电气参数,并与设备正常运行参数进行对比分析,从而准确判断故障所在。逻辑分析法是基于电气系统的工作原理和控制逻辑,对故障现象进行深入分析推理,精确定位故障点,这要求巡检人员具备扎实的电气专业知识和对系统控制逻辑的深刻理解。一旦故障原因被确定,便需立即按照严格的故障处理流程进行处理,包括故障报告、故障隔离、故障修复和设备测试四个步骤,值班人员发现故障后应迅速向上级领导报告,并采取措施将故障设备与其他设备隔离,防止故障扩大,随后根据故障原因制定并实施修复方案,修复完成后对设备进行全面测试,确保设备性能恢复正常,以保障水利泵站电气系统的安全稳定运行。

结语

综上所述,水利泵站电气技术及管理措施对于保障泵站的安全、高效运行具有重要意义。通过不断优化电气技术,完善管理制度,加强日常巡检与维护,提高故障诊断与处理能力,我们可以进一步提升水利泵站的运行效率和稳定性,为水利事业的发展作出更大贡献。

参考文献

- [1]郑海英.水利电气技术及管理措施[J].建筑工程技术与设计,2020(34):2896.
- [2]刘虹含.试析水利电气技术及管理措施[J].电脑爱好者(普及版)(电子刊),2021(8):3992-3993.
- [3]何耀勤.水利工程中泵站安装与调试施工技术研究[J].水上安全,2024(20):181-183.