

# 水利水电工程泵站供配电节能设计浅析

卜晓岩

山西东山水务集团有限公司 山西 太原 030600

**摘要：**随着能源日渐紧缺，环境保护意识逐渐增强，节能减排显得愈发重要；泵站，作为水利水电的核心部分，其供配电系统的节能性受到广泛关注。为了实现泵站的高效稳定运行并有效降低能耗，我们必须深入探讨其供配电系统的节能技术与管理方法，这不仅关乎泵站的运营效率，更是对环境保护和能源可持续利用的重要贡献；通过科学的技术改进和管理策略，我们可以共同推动泵站的绿色发展。

**关键词：**水利水电工程；泵站供配电；节能设计

引言：随着高新科技的不断进步，水利行业也随之取得了显著的发展；本文介绍了泵站供配电系统的构成、运行原理及其现状分析，重点探讨了设备老化、设计不合理、管理不到位等问题。针对这些问题，提出了优化设计方案、选用高效节能设备、智能化控制与管理等节能技术措施，并强调了建立节能管理体系、加强人员培训以及实施节能考核与激励等管理策略的重要性。通过这些措施和策略的综合应用，旨在提高泵站的能效，降低运营成本，推动泵站的绿色可持续发展。

## 1 泵站供配电系统构成及运行原理

### 1.1 泵站供配电系统的构成

电缆、开关、控制设备及保护设备共同构成了泵站供配电系统的关键部分；电缆，作为电力输送的主动脉，承担着将电力稳定、安全地传输到泵站各设备的重要任务。它不仅要满足电流电压需求，还需具备多重防护特性，如防水、抗腐蚀、绝缘等，确保电力传输的可靠性。开关则扮演着电力的控制中心，它可以操控泵站内的电源及各设备的开启与关闭，实施电路的分闸、合闸等操作，是保障泵站正常运行及电路安全的关键元件<sup>[1]</sup>。控制设备如PLC、仪表及调速器等，是实现泵站自动化、高效运行的核心，PLC提升了泵站的自动化水平，仪表实时监控泵站各项参数，而调速器则使泵站能灵活应对各种工作条件。保护设备则是泵站安全运行的守护者，包括过流继电器、接地保护器等，它们在电流异常、设备过热等情况下能迅速切断电路，有效预防设备损坏及安全事故。

### 1.2 泵站供配电系统的运行原理

泵站供配电系统的运行原理是泵站稳定、高效运行的基础，当外部电源通过输电线路接入泵站后，供配电系统开始发挥其核心作用。（1）电力经过高压开关设备，这些设备确保电流的稳定供应，并在必要时提供过载和短路保护；随后，电力被分配到不同的低压配电

盘，这些配电盘进一步将电力精细化分配到泵站的各个部分，如水泵、控制系统、照明和通风设备等。（2）在这个过程中，泵站内的自动化设备，如可编程逻辑控制器（PLC），起着关键作用，PLC根据预设的程序和传感器反馈的实时数据，自动调节泵站设备的运行状态，确保设备在最佳效率下工作。例如，当水位达到某个预设值时，PLC会自动启动或停止水泵，以保持水位在安全范围内，这些数据不仅用于实时监控泵站的运行状态，还为后续的维护和故障排查提供了重要依据。

## 2 泵站供配电系统现状分析

### 2.1 设备老化

在水利水电工程泵站中，设备老化是一个不容忽视的问题，随着时间的推移，许多泵站设备已经超过了其设计使用寿命，这直接导致了设备性能的显著下降。机械部件的磨损、电气元件的老化，都使得设备的运行效率大大降低；为了维持这些老化设备的正常运转，往往需要消耗更多的能源，这无疑增加了泵站的运营成本。更为严重的是，老化的设备更容易出现故障，这些故障不仅会影响泵站的正常运行，导致生产效率下降，甚至还可能引发安全事故，对人员和设备造成损害。此外，频繁的设备故障也意味着需要更多的维修和更换，这进一步增加了泵站的维护成本，从长远来看，设备老化问题不仅增加了泵站的运营成本，也对其可持续发展造成了负面影响。

### 2.2 设计不合理

泵站的设计阶段是决定其能效和运行稳定性的关键时期；然而，部分泵站在设计过程中并未给予节能因素足够的重视，这导致了供配电系统配置的不合理。（1）电缆线径的选择可能不当，如果电缆线径过小，会导致电流通过时产生的电阻损耗增大，进而增加线路损耗和能耗，这不仅降低了电能的传输效率，还可能因过热而

引发安全隐患。(2) 变压器容量的配置也可能存在问题。如果变压器容量过大, 会造成“大马拉小车”的现象, 导致能效低下; 而如果变压器容量过小, 又可能因超负荷运行而缩短设备使用寿命, 甚至引发故障。(3) 无功补偿装置的配置也至关重要, 如果无功补偿不足, 会导致功率因数降低, 增加电网的负担和能耗, 这些不合理的设计选择不仅增加了泵的能耗和运行成本, 也影响了供配电系统的稳定性和经济性。

### 2.3 管理不到位

泵站的管理是其稳定、高效运行的关键, 然而, 部分泵站在管理上暴露出显著的短板; 这主要体现在两大方面: 缺乏科学的管理体系和专业的技术人员。没有一套科学的管理制度, 泵站的日常运营就如同没有方向的航船, 随时可能偏离航道。设备的定期维护和检查变得随意而无规律, 这直接加大了设备故障的风险, 当设备因为缺乏必要的维护而出现性能下降或故障时, 泵站的能效和运行稳定性都会受到严重影响。再者, 专业技术人员的缺失是另一个突出的问题, 没有专业的技术人员进行能耗监测和优化, 泵站就难以精准地掌握自身的能耗状况, 更别提进行有效的节能措施了。技术人员的缺失, 不仅让泵站在能耗管理上捉襟见肘, 更可能在日常的设备调试、维修中遇到重重困难。

## 3 泵站供配电节能技术措施

### 3.1 优化设计方案

在泵站设计过程中, 优化设计方案是实现节能目标的首要步骤; 供配电系统, 作为泵站能耗的重心, 其设计的合理性对泵站的能效有着决定性影响。这就要求设计师在设计之初就应将节能原则贯穿其中, 确保每一个细节都符合节能要求, 为了确保泵站内各种设备能够高效、稳定地运行, 设计时必须精细考虑变压器、电动机、水泵等设备的额定功率和运行特性。这些设备不仅要满足泵站的基本功能需求, 还要在额定功率下达到最佳的运行效率, 从而避免设备过载运行导致的能效下降和安全隐患。电缆的选择同样不容忽视, 电缆截面过大, 虽然可以减少线路电阻, 降低电压降, 但也会增加材料成本和安装难度; 电缆截面过小, 则可能导致线路过热, 增加能耗, 甚至引发火灾等安全事故<sup>[2]</sup>。此外, 电缆路径的规划也至关重要, 避免不必要的迂回和过长铺设, 不仅可以减少电缆的使用量, 还能有效降低线路损耗, 提高电能的传输效率; 在泵站设计中, 这些看似微小的环节, 实则对泵站的能效有着深远的影响。

### 3.2 选用高效节能设备

在泵站的建设与优化过程中, 选用高效节能设备是

实现节能减排目标的关键举措; 高效电动机和节能型水泵作为泵站的核心设备, 其性能和效率直接影响到泵站的能耗和运行成本。(1) 高效电动机以其卓越的能量转换效率和低损耗特性, 为泵站带来了显著的节能效益, 相较于传统电动机, 高效电动机在长时间连续运行时, 能够大幅度减少电能消耗, 从而降低泵站的运营成本, 这种电动机的广泛应用, 不仅提升了泵站的工作效率, 也为推动行业绿色转型贡献了重要力量。(2) 节能型水泵的设计充分考虑了流体力学原理, 实现了在保证水泵扬程和流量的同时, 以更低的能耗运行, 这种水泵的引入, 极大地提高了泵站的整体运行效率, 减轻了能源负担, 实现了经济效益与环境保护的双重目标。(3) 设备的选择仅仅是节能工作的起点, 为了确保这些高效设备能够持续、稳定地发挥作用, 建立完善的设备维护管理制度至关重要; 通过定期对设备进行检修、保养, 及时更换损坏的零部件, 我们不仅可以避免设备故障对泵站运行造成的不良影响, 更能确保设备始终处于高效运行状态, 从而实现持续的节能效果。

### 3.3 智能化控制与管理

智能化控制与管理在泵站节能方面的应用, 无疑是一场技术与效率的革命, 这种智能化控制系统的引入, 使得泵站的运行更加精细、高效, 智能化控制系统通过高精度传感器实时监测设备的运行状态和能耗数据, 为管理人员提供了前所未有的透明度。这意味着, 与过去相比, 管理人员现在能够更准确地了解泵站的实时运行状况, 从而做出更为明智的决策, 当泵站的需求下降时, 这一系统能够智能地调整水泵的转速或开启台数。这种动态的调整方式, 确保了泵站始终在最优能耗状态下运行, 既满足了实际需求, 又避免了不必要的能源浪费; 更值得一提的是, 智能化控制系统还配备了先进的数据分析功能<sup>[3]</sup>。系统能够整合历史数据和实时数据, 进行深入的分析和预测。这种基于数据的洞察, 为管理人员提供了宝贵的决策支持; 例如, 根据天气和季节的变化, 系统可以预测泵站未来的运行需求。这使得管理人员能够提前做好准备, 调整设备的运行状态, 从而在满足需求的同时, 最大程度地实现节能。

## 4 泵站供配电节能管理策略

### 4.1 建立节能管理体系

节能管理体系的建立是泵站供配电系统实现节能目标的基础, 为了确保节能工作的有序、高效进行, 必须构建一套结构完整、层次分明的节能管理体系; 这一体系的建立需要从制度层面明确各项节能措施的实施细节, 确保每一项节能工作都有据可依。(1) 要制定详细

的节能管理制度,这些制度应涵盖泵站供配电系统的各个环节,包括设备的选型与采购、运行与维护、能耗监测与统计等,制度中应明确各项节能标准和要求,为员工提供清晰的操作指南。(2)操作规程的制定也是关键一环。操作规程应针对泵站供配电系统的特点和实际情况,提供具体的操作步骤和方法,指导员工在日常工作中如何落实节能措施;例如,可以规定在特定时间段内调整设备的运行参数,以达到节能效果。(3)在管理体系的建立过程中,明确各部门和人员的职责与分工至关重要,各部门应各司其职,密切配合,形成高效的节能工作团队。运行部门应实时监控供配电系统的运行状态,及时调整运行策略以降低能耗;维护部门则需定期检查和维护设备,确保其高效运转;管理部门则负责统筹规划和监督整个节能工作的进展。

#### 4.2 加强人员培训

在泵站供配电节能管理中,加强人员培训是确保节能措施有效执行的关键环节,员工不仅是泵站运营的核心力量,更是推动节能工作深入开展的重要因素。培训内容应全面且深入,不仅要涵盖节能的基本原理和技术方法,还要结合泵站供配电系统的实际情况,详细介绍系统中的节能特性和潜在节能点。通过深入浅出的理论课程,使员工充分理解节能的紧迫性和重要性,同时掌握实施节能所必须的基本理论知识,实践操作培训同样重要,员工需要在模拟或真实的泵站环境中进行实践操作,通过亲手操作设备、调整运行参数,深刻理解和熟练掌握各种节能技术。这种理论与实践相结合的方式,不仅能够加深员工对节能技术的理解,还能提升他们的实际操作能力;除了基本技能培训,培训中还应强调创新意识和学习能力的培养。节能工作是一个持续优化的过程,需要员工在日常工作中不断探索新的节能途径和方法;通过培养员工的创新意识和学习能力,可以激发他们的主动性和创造性,为泵站的节能工作注入源源不断的动力。

#### 4.3 实施节能考核与激励

要确保节能措施在泵站得到长期且有效的执行,建立并实施一套科学的节能考核与激励机制至关重要;通

过将节能目标与个人绩效紧密结合,我们可以极大地提高员工对节能工作的热情和参与度。(1)为每一位员工或团队量身定制明确的节能目标,这是整个考核机制的核心,这些节能目标需要是具体、可量化的,比如设定降低单位能耗的百分比,或者提升设备运行效率的具体指标;这样,每个员工都能清楚地知道自己的职责所在,以及如何通过实际操作来达到这些目标。(2)为了持续跟踪和评估这些目标的完成情况,定期的数据采集和分析工作成为不可或缺的一环;通过对比历史数据和当前数据,我们可以客观地衡量节能工作的成效,及时调整策略,确保目标得以顺利实现,当然,单纯的考核并不足以维持员工的持续动力<sup>[4]</sup>。(3)对于在节能方面取得显著成效的员工或团队,及时的奖励和表彰是必不可少的,这种正向激励不仅能够肯定他们的努力和成果,还能在团队中树立榜样,激发更多员工投身节能工作的热情。(4)考核机制中还应包括一个反馈和改进的环节。当某些员工或团队未能达到预期的节能目标时,我们需要深入剖析原因,是技术上的难题还是操作上的失误,然后提出具体的改进措施。

结语:综上所述,泵站供配电系统的节能工作是一项系统工程,涉及设备选型、设计方案优化、智能化控制以及管理策略等多个方面。通过综合应用本文提出的节能技术措施和管理策略,泵站可以显著提高能效,降低运营成本,同时为实现绿色、可持续的水利水电工程发展做出贡献;未来,随着技术的不断进步和管理理念的创新,泵站的节能工作将迎来更多的挑战和机遇。

#### 参考文献

- [1]李振龙.水利水电工程管理及施工质量控制中存在的问题及策略[J].农家参谋,2022(07):153-155.
- [2]张旭腾,沈文欣,唐文哲,康延领.水利水电工程设计企业创新能力研究[J].水力发电学报,2022,41(05):115-124.
- [3]龚建伟.近年来中国水利水电工程伦理问题研究进展[J].云南水力发电,2022,38(01):254-258.
- [4]姚玉琴.水利水电工程征地移民70年[J].水力发电,2020,46(05):8-12+55.