

基于智能化技术的抽水泵站机电系统运行优化策略

仲 倩

江苏省皂河抽水站 江苏 宿迁 223800

摘要: 随着科技的不断发展,智能化技术在抽水泵站机电系统中的应用日益广泛。本文深入分析了抽水泵站机电系统的运行现状,探讨了智能化技术在其中的应用潜力,并提出了一系列运行优化策略,旨在提高抽水泵站的运行效率、降低能耗、减少故障发生率,保障供水的稳定性和可靠性,为相关工程实践提供理论指导和技术支持。

关键词: 智能化技术;抽水泵站;机电系统;运行优化

引言

抽水泵站作为水利工程中的重要组成部分,其机电系统的稳定运行对于水资源的合理调配和输送具有至关重要的作用。传统的抽水泵站机电系统运行管理方式存在诸多局限性,如人工监控误差大、故障诊断不及时、运行效率低下等问题。近年来,智能化技术的快速发展为解决这些问题提供了新的思路和方法。通过引入智能化传感器、自动化控制技术、数据分析算法等,可以实现对抽水泵站机电系统的实时监测、精确控制和优化运行,从而提升整个系统的性能。

1 抽水泵站机电系统现状分析

1.1 设备组成与运行原理

抽水泵站机电系统主要由水泵机组、电机、传动装置、管道系统、阀门、电气控制柜等设备组成。水泵机组通过电机驱动,将水从低处提升到高处,传动装置确保动力的有效传递,管道系统和阀门控制水流的路径和流量,电气控制柜则实现对电机和整个系统的电气控制。其运行原理基于流体力学和电机学原理,各个设备协同工作完成扬水任务。

1.2 当前运行存在的问题

(1) 能耗较高:部分抽水泵站的水泵选型不合理,或者运行工况与设计工况偏差较大,导致水泵运行效率降低,能耗增加;缺乏有效的节能控制策略,无法根据实际用水需求动态调整水泵的运行状态。(2) 故障诊断困难:机电系统故障类型多样,传统的依靠人工巡检和经验判断的方式,难以及时准确地发现故障;例如,水泵的微小振动、电机的早期绝缘老化等问题,在初期很难被察觉,往往发展到严重程度才被发现,增加了维修成本和停机时间。(3) 运行管理效率低:人工操作和监控的工作量大,且存在人为误差;例如,在水位控制和阀门操作过程中,人工操作可能无法及时响应水位变化,导致水泵出现抽空或过载等异常情况^[1]。

2 抽水站机电系统特点及运行挑战

抽水站,作为水利工程中不可或缺的一环,其机电系统的特性与运行挑战相较于抽水泵站既有相似之处,也存在独特的差异。以下是对抽水站机电系统特点及运行挑战的详细阐述。

2.1 抽水站机电系统特点

抽水站机电系统以高效、稳定地抽取地下水或低洼地带水源为目标,其设备选型与设计往往更加注重泵组的吸程能力和长时间运行的可靠性。与抽水泵站相比,抽水站的水泵通常需具备更强的自吸能力和耐磨损性能,以适应复杂多变的水源环境。此外,抽水站的电气控制系统也更加注重安全性和稳定性。由于抽水站往往位于偏远地区或环境恶劣的场合,其电气系统需具备较高的抗干扰能力和防护等级,以确保在恶劣条件下仍能稳定工作。

2.2 运行挑战

抽水站在运行过程中面临着诸多挑战。首先,由于水源环境的复杂性,抽水站的水泵容易受到泥沙、杂质等物质的磨损,导致泵组性能下降,甚至发生故障。这要求抽水站需定期进行维护保养,并需具备快速响应和修复故障的能力。其次,抽水站的能耗问题也不容忽视。部分抽水站由于设计不合理或运行策略不当,导致能耗较高,不仅增加了运行成本,也浪费了宝贵的能源资源。因此,如何优化抽水站的运行策略,降低能耗,成为当前亟待解决的问题。

3 智能化技术在抽水泵站机电系统中的应用

3.1 智能化传感器技术

(1) 压力传感器:安装在水泵进出口和管道系统中,实时监测水压变化。通过对压力数据的分析,可以判断水泵的工作状态,如是否存在堵塞、泄漏等问题;压力数据也是控制水泵启停和调节阀门开度的重要依据。(2) 流量传感器:用于测量管道中的水流量。准确的流量数据对

于优化水泵运行参数、计算能耗以及实现水资源的合理调配具有重要意义；结合流量传感器和压力传感器的数据，可以建立水泵的性能曲线，实时评估水泵的运行效率。

(3) 振动传感器：安装在水泵和电机的关键部位，监测设备的振动情况。振动信号中包含了设备运行状态的丰富信息，如转子不平衡、轴承磨损、机械松动等故障都可以通过振动分析技术进行早期诊断。

3.2 自动化控制技术

(1) 可编程逻辑控制器 (PLC)：作为机电系统自动化控制的核心，PLC可以根据预设的逻辑程序，接收传感器采集的数据，并对电机、阀门等设备进行控制。例如，根据水位变化自动启停水泵，根据流量和压力调节阀门开度，实现抽水站的自动化运行。(2) 变频调速技术：通过改变电机的供电频率来调节水泵的转速。在实际运行中，根据用水需求的变化，利用变频调速技术可以使水泵在高效区间运行，降低能耗；还可以减少水泵的启停次数，延长设备使用寿命。

3.3 数据分析与智能算法

(1) 数据采集与存储系统：建立完善的数据采集系统，将传感器采集到的各种数据实时存储到数据库中；这些数据包括设备运行参数、环境参数、故障记录等，为后续的数据分析提供了丰富的数据资源。(2) 数据分析方法：运用统计分析、相关性分析等方法，对大量的运行数据进行挖掘。例如，通过分析不同季节、不同时间段的用水规律，优化水泵的排班计划；通过对设备故障数据的分析，找出故障发生的频率和原因，为预防性维护提供依据。(3) 智能算法应用：采用人工智能算法，如神经网络、遗传算法等，对抽水站机电系统进行优化。神经网络可以建立水泵运行状态的预测模型，提前预测设备故障；遗传算法可以用于优化水泵的运行参数，寻找最佳的控制策略。

3.4 远程监控与管理系统

(1) 远程通信技术：利用物联网技术，实现抽水站机电系统与远程监控中心之间的通信。通过无线通信模块，将现场设备的数据传输到云端服务器，管理人员可以在远程监控中心实时查看设备运行状态。(2) 远程监控平台功能：远程监控平台具备设备状态显示、故障报警、数据分析、远程控制等功能。管理人员可以通过网页或手机APP随时随地掌握抽水站的运行情况，当出现故障时，系统能够及时发出报警信息，并支持远程操作设备，提高故障处理的及时性^[2]。

4 抽水站机电系统运行优化策略

4.1 基于智能化监测的设备维护策略

(1) 实时状态监测与预警是智能化监测的核心环节。我们利用高精度、高可靠性的智能化传感器，对水泵、电机、轴承等关键设备部件进行持续、实时的状态监测。这些传感器能够精准捕捉设备的振动、温度、压力等关键运行参数，并通过数据传输系统实时上传至中央监控平台。在平台上，我们设定了科学合理的阈值范围，一旦监测数据超出这些范围，系统便会自动触发预警机制，向维护人员发出明确的故障预警信息。例如，当振动传感器检测到水泵的振动幅值异常增大，超出预设的正常范围时，系统会迅速判断这可能预示着机械部件的磨损或松动，并立即通知维护人员进行检查和维修，从而有效避免潜在故障的发生。(2) 预防性维护计划的制定则是基于智能化监测数据的深度挖掘和分析。我们利用先进的智能算法，对设备的运行数据、故障历史以及维修记录进行综合分析，找出设备故障的规律性和趋势性。根据这些分析结果，我们可以预测设备未来可能出现的故障类型和时间点，进而制定出针对性的预防性维护计划。对于易损件和关键设备，我们会根据预测结果提前安排维护和更换工作，确保在设备出现故障之前就能及时进行处理，从而大大降低因设备突发故障导致的停机事故和维修成本。这种预防性维护策略不仅提高了设备的可靠性和使用寿命，还显著提升了抽水站机电系统的整体运行效率和经济性。

4.2 基于智能控制的运行效率优化策略

(1) 针对水泵机组的优化调度，我们采用先进的智能算法，结合实时用水需求预测和水泵的性能特性曲线，进行精准的计算和分析。算法会综合考虑不同水泵的扬程、流量、效率等关键参数，以及当前和未来的用水需求变化，从而确定出最佳的水泵组合和运行顺序。在低峰用水期，系统会智能地减少运行中的水泵数量，或者通过调整水泵的转速来降低能耗，同时确保满足基本的供水需求。而在高峰用水期，系统则会确保有足够的水泵投入运行，以保证足够的扬水能力，满足高峰期的用水需求。这种优化调度策略不仅提高了水泵机组的运行效率，还有效避免了因水泵过多或过少运行而导致的能源浪费或供水不足问题。(2) 在运行参数的动态调整方面，我们充分利用自动化控制技术，实时监测抽水站进出口的流量、压力等关键参数，并根据这些参数的变化动态调整水泵的运行参数。特别是通过采用变频调速技术，我们可以精确控制水泵的转速，使其与实际流量需求紧密匹配。这样，水泵就能始终保持在高效工况下运行，避免了因转速过高或过低而导致的能耗增加或性能下降。自动化控制系统还能根据预设的能效优化

策略,自动调整水泵的运行模式,进一步提高了整个抽水站的运行效率。这种动态调整策略不仅提升了系统的响应速度和灵活性,还显著降低了运行成本,为抽水站的长期稳定运行提供了有力保障。

4.3 基于数据融合的故障诊断与修复策略

(1) 数据融合分析是此策略的核心。我们深知,单一传感器提供的数据往往难以全面反映设备的真实运行状态;因而,我们整合了来自压力传感器、流量传感器、振动传感器以及温度传感器等多种传感器的数据,构建了数据融合模型。这一模型能够综合考虑不同数据之间的关联性和互补性,通过算法对多源数据进行深度挖掘和综合分析,从而更全面地揭示设备的运行状态。例如,在水泵出现故障时,数据融合模型能够结合压力、流量、振动和温度等多种数据,更准确地判断故障的具体类型,无论是机械故障、水力故障还是电气故障,都能得到及时且准确的识别。(2) 故障修复指导则是此策略的另一重要组成部分。一旦故障诊断完成,系统会立即根据诊断结果,为维护人员提供详尽的故障修复指导;这些指导内容涵盖了故障的具体位置、可能的故障原因、详细的修复步骤以及所需工具等关键信息;维护人员可以依据这些指导,快速而准确地定位故障点,并采取有效的修复措施,从而大大缩短了停机时间,提高了系统的可用性和运行效率。

4.4 基于远程监控的运行管理策略

(1) 运行数据的远程分析与决策是此策略的核心环节。管理人员无需亲临现场,即可在远程监控中心对抽水站的各项运行数据进行实时、全面的监控与分析;这些数据包括但不限于能耗数据、用水规律、设备状态等,它们为管理人员提供了宝贵的决策依据。例如,通过对长期的能耗数据进行深入分析,管理人员可以识别出能耗高峰和低谷时段,进而调整水泵的运行模式,如采用错峰运行或节能模式,以降低能耗成本。结合用水

规律和设备性能数据,管理人员还可以制定出更为科学合理的设备升级改造计划,以提升系统的整体运行效率。(2) 安全管理与应急响应则是此策略的另一重要方面。远程监控系统内置了严格的安全管理机制,对远程操作进行严格的权限管理和安全认证,确保只有授权人员才能进行操作,有效防止了非法入侵和误操作的风险。我们还建立了完善的应急响应机制。当抽水站发生重大故障或突发事件时,远程监控系统能够迅速识别并发出警报,同时自动启动应急预案;包括但不限于紧急停机、备用设备启动、故障点定位与隔离等措施,以确保抽水站能够在最短时间内恢复正常运行,从而保障供水的连续性和稳定性^[3]。

结语

本文详细阐述了基于智能化技术的抽水站机电系统运行优化策略。通过充分利用智能化传感器、自动化控制技术、数据分析与智能算法以及远程监控与管理系统,可以有效解决传统抽水站机电系统中存在的能耗高、故障诊断困难、运行管理效率低等问题。实施这些优化策略,不仅能够提高抽水站的运行效率和可靠性,降低运行成本,还能提升水资源调配的科学性和合理性,为水利工程的可持续发展提供有力保障。在未来的发展中,随着智能化技术的不断创新和完善,抽水站机电系统的运行优化将向着更加智能化、高效化的方向发展。

参考文献

- [1]鲁云峰.二次加压泵站运行现状及节能改造措施[J].建材与装饰,2020(09):286-287.
- [2]张玉龙.泵站机电设备更新改造的技术与管理问题的探讨[J].科学与财富,2021,13(31):115-116.
- [3]杨磊.机电设备运行中存在的问题及应对措施——谈时钟对泵站自动化系统的影响[J].建筑工程技术与设计,2020(30):2518.