

自动化控制在泵站运行管理中的应用

卓寒¹ 张咪咪² 耿嘉遥¹

1 徐州市水利工程运行管理中心, 江苏 徐州 221018

2 徐州市供排水管理中心, 江苏 徐州 221000

[摘要] 本论文深入探讨了自动化控制在泵站运行管理中的关键应用和优势。突出泵站机电自动化控制技术的重要性, 尤其是在提高运行效率和安全性方面的潜力。探讨自动化控制技术的原则, 包括合理性和实际效用, 引导其应用。通过研究技术现状和我国泵站自动化的演进, 总结了当前技术趋势和挑战。详细描述了自动化控制在泵站运行中的应用, 包括监测系统、控制系统、保护系统和通信系统, 并强调其重要性。深入分析自动化控制在泵站运行中的实际应用, 包括实时监测、控制策略、预警、故障诊断和能效管理。这些应用彰显了自动化控制在提高泵站运行效益、确保其先进性和稳定性, 以及增强适用性方面的显著潜力, 为相关领域提供了重要的指导和参考, 强调了自动化控制在泵站运行管理中的重要性。
[关键词] 泵站; 自动化控制; 运行管理

DOI: 10.33142/aem.v5i11.10256 中图分类号: TV675 文献标识码: A

Application of Automation Control Technology in Pump Station Operation Management

ZHUO Han¹, ZHANG Mimi², GENG Jiayao¹

1 Xuzhou Water Conservancy Engineering Operation Management Center, Xuzhou, Jiangsu, 221018, China

2 Xuzhou Water Supply and Drainage Management Center, Xuzhou, Jiangsu, 221000, China

Abstract: This paper delves into the key applications and advantages of automation control technology in pump station operation management. Highlight the importance of electromechanical automation control technology for pump stations, especially in terms of potential for improving operational efficiency and safety. Explore the principles of automation control technology, including rationality and practical utility, and guide its application. By studying the current technological status and the evolution of pump station automation in China, the current technological trends and challenges were summarized. The application of automation control technology in pump station operation was described in detail, including monitoring systems, control systems, protection systems, and communication systems, and its importance was emphasized. Thoroughly analyze the practical application of automation control technology in pump station operation, including real-time monitoring, control strategies, early warning, fault diagnosis, and energy efficiency management. These applications highlight the remarkable potential of automatic control technology in improving the operating efficiency of pump stations, ensuring their progressiveness and stability, and enhancing their applicability, provide important guidance and reference for related fields, and emphasize the importance of automatic control technology in the operation and management of pump stations.

Keywords: pump station; automation control; operations management

泵站作为水资源管理和供水系统的重要组成部分, 其高效运行对于确保供水系统正常运行和城市居民的生活质量至关重要。近年来, 泵站的机电自动化控制技术取得了显著进展, 为提高泵站运行效率、保障运行安全以及增强适用性提供了关键支持。这一领域的研究和应用已经彻底改变了泵站管理和运营方式。泵站机电自动化控制技术的重要性不仅体现在提高水资源的高效利用和供水系统的可靠性上, 还在于其在应对紧迫挑战, 如供水系统的自动化、智能化和节能减排等方面的巨大潜力。通过将先进的自动化控制技术应用到泵站管理, 我们能够更好地监测和响应系统状态, 实施智能化运行策略, 及早识别潜在问题并采取预防措施来预防故障, 从而提高供水系统的可持续性。

1 泵站机电自动化控制技术的重要性与原则

1.1 重要性

泵站作为供水系统的关键组成部分, 其高效运行对城

市居民的生活和工业生产至关重要。泵站机电自动化控制技术通过实时监测和智能调控, 有助于维持供水系统的可靠性和稳定性, 同时提高了水资源的有效利用。此外, 它还减少了能源消耗和碳排放, 提供了机会, 有助于实现可持续供水系统的建设。随着城市化的快速增长, 泵站的自动化控制技术为供水系统的智能化和未来发展奠定了基础。因此, 深入研究和应用这一技术是确保供水系统高效运行和实现可持续城市发展目标的关键措施。

1.2 原则

1.2.1 合理性原则

合理性原则是自动化控制在泵站运行管理中的基础原则之一。这一原则强调在选择、设计和实施自动化控制系统时需要保持合理性, 确保系统在泵站运行中满足实际需求并能够达到预期的效益。在应用合理性原则时, 首先需要进行充分的系统分析和需求定义。这包括对泵站

运行的理解,供水系统的要求,环境条件等因素的综合考虑。通过与泵站操作人员和管理者的密切合作,明确他们的需求和期望,可以确保自动化控制系统的功能和性能得以明确定义。其次,合理性原则要求进行合适的技术选择和系统设计。在选择自动化控制技术和硬件设备时,应综合考虑因素,如成本、可维护性、可扩展性和性能等。系统的设计应充分考虑整体架构、数据采集、通信和控制策略,以满足泵站的实际需求。最后,合理性原则强调系统的建设和维护需要遵循行业标准和最佳实践。包括系统的安装、调试、培训和维护等各个环节。合理性原则确保了自动化控制系统在泵站管理中的有效应用,以提高泵站运行的效率和可靠性。

1.2.2 实效性原则

实效性原则是自动化控制技术应用的一个核心原则,它关注的是确保系统的实际效益和效果。这一原则强调自动化控制系统必须在泵站管理中产生实际价值,提高运行效益,增强系统的适用性。在应用实效性原则时,首先需要确保系统具备实时性和稳定性。自动化控制系统必须能够实时监测泵站运行状态,及时响应各种情况,并保持稳定的性能。这有助于提前预防故障和提高运行安全性。其次,实效性原则要求系统的控制策略必须能够满足泵站的需求。这包括设定合适的控制参数、优化控制策略,以提高运行效率和减少资源浪费。再次,系统应具备预警和故障诊断能力。通过实时监测和数据分析,自动化控制系统能够提前识别潜在问题并发出警报,帮助泵站管理人员采取措施来防止或减轻故障的发生。最后,实效性原则还涉及到系统的可维护性和可升级性。系统的维护和升级应尽可能简化,以降低运维成本,并确保系统能够适应未来的变化和 demand。通过遵循实效性原则,自动化控制技术在泵站管理中能够真正实现提高运行效益、确保系统先进性和稳定性,从而增强适用性。

2 泵站机电自动化控制的技术现状与发展历程

2.1 技术现状

当前,泵站机电自动化控制技术正处于快速发展的阶段。先进的传感器技术、数据处理技术和通信技术的不断进步,为泵站自动化提供了强大的支持。现代泵站通常配备有各种传感器,用于监测水位、流量、压力、电流等参数。这些传感器能够实时采集大量数据,为运行状态的监测和分析提供了详尽的信息。此外,自动化控制系统采用了先进的控制算法,如PID控制和模型预测控制,以实现更加精确的泵站运行控制。这些算法能够根据传感器数据实时调整泵站的工作状态,确保系统运行在最佳状态。通信技术的应用也使得远程监测和控制成为可能,操作人员可以通过互联网随时远程监控和管理泵站,提高了运维效率。

2.2 我国泵站自动化的发展历程

我国泵站自动化的发展历程可以追溯到20世纪80年代。在此之前,泵站的运行主要依赖于人工操作,效率有限,安全性不高。从80年代开始,我国逐渐引进了自动化控制技术,尤其是在一些大型水利工程中应用自动控制系统,以提高泵站的运行效率和管理水资源^[1]。到了90

年代,我国的泵站自动化技术有了显著进步,自动控制系统在更多的泵站中得到应用。这一时期的自动化系统已经具备了远程监测和控制的能力,能够更好地适应不同的泵站运行需求。近年来,随着信息技术的快速发展,我国泵站自动化迎来了新的机遇。大数据、云计算和人工智能等技术逐渐应用于泵站管理,为实现更加智能化的运行提供了强大支持。我国泵站自动化的发展历程表现出不断探索和引进先进技术的趋势,为更高效、可持续的水资源管理提供了坚实基础。

3 泵站机电自动化控制的应用与优势

3.1 自动化控制技术途径与系统

3.1.1 监测系统

监测系统在泵站自动化中扮演着关键的角色。它包括各种传感器和监测设备,用于实时收集各种运行参数的数据,如水位、流量、压力、电流等。这些传感器通过高精度的测量,为操作人员提供了关于泵站运行状态的详细信息。监测系统不仅用于泵站内部的参数监测,还能够实现环境监测,以及泵站周边的气象条件等。这些数据的实时采集和分析为泵站运行的优化提供了基础,同时有助于及时发现潜在的问题,确保泵站的安全性和稳定性。

3.1.2 控制系统

泵站的控制系统是自动化控制的核心。它由一组控制器、执行器和控制算法组成,用于调节和控制泵站的各项运行参数^[2]。控制系统能够根据监测系统采集的数据,实时调整泵站的工作状态,以满足不同时段和需求的水资源调度。常见的控制算法包括PID(比例-积分-微分)控制和模型预测控制。这些算法能够优化泵站的能源消耗和水资源利用效率,提高了泵站运行的可持续性。

3.1.3 保护系统

泵站的保护系统用于监测和响应潜在的危险或故障情况。它包括各种安全装置和警报系统,用于检测异常情况并采取措​​施以防止设备损坏或系统故障。例如,保护系统可以监测泵站的温度、振动、电流等参数,一旦发现异常情况,将及时停止设备运行以避免进一步损坏。保护系统的快速响应有助于提高泵站的可靠性和减少维修成本。

3.1.4 通信系统

通信系统是泵站自动化的关键组成部分,它允许操作人员实现远程监控和控制。通过现代通信技术,如互联网、卫星通信和移动通信,操作人员可以从远程地点访问泵站的监测和控制系统。这种远程访问提高了运维效率,操作人员可以随时对泵站的状态进行监测和调整。通信系统还支持数据的传输和存储,为后续分析和决策提供了重要数据。总之,通信系统为泵站的远程监测和控制提供了便利,提高了运行效率和管理的灵活性。

3.2 优势与体现

3.2.1 提升运行效益

自动化控制技术在泵站运行中的关键应用之一是提升运行效益。通过实时监测和控制泵站的关键参数,自动化系统可以实现更精确的水资源调度。这有助于优化泵站

的运行,减少浪费,提高供水系统的效率^[3]。泵站的自动化控制系统可以动态调整泵的速度和功率,以满足不同需求,例如高峰期和低谷期的供水。这种优化水资源调度有助于减少能源消耗和运营成本,提高供水系统的可持续性。

3.2.2 保障先进性和稳定性

自动化控制技术对于保障泵站的先进性和稳定性至关重要。传统的手动运维方法容易受到人为因素和误操作的影响,而自动化系统能够以高度准确和一致的方式执行任务。它们能够在实时监测下实时调整泵站的运行,快速响应突发事件或问题。此外,自动化控制系统可以提前识别潜在的故障或设备问题,采取措施来减少损害或停机时间。这有助于提高泵站的可靠性和稳定性,确保供水系统能够持续地提供高质量的供水服务。

3.2.3 增强适用性

泵站的适用性通常受到外部环境和运营条件的多变性影响。自动化控制技术通过提供智能化运行策略,增强了泵站的适用性。它们能够根据实时数据和不同情景进行智能调整,以适应不同的工况和需求。这种灵活性有助于泵站更好地应对不同季节、气象条件和供水需求的变化。此外,自动化系统也为泵站未来的发展提供了平台,可以轻松集成新的技术和功能,以适应城市的变化需求。增强适用性使泵站更具可持续性,有助于适应未来城市发展的需求。

4 自动化控制在泵站运行中的实际应用

4.1 实时监测与数据采集

实时监测与数据采集是自动化控制在泵站运行中的重要应用之一。现代泵站配备了各种传感器和监测设备,可以实时监测水位、流量、水压、电能消耗等关键参数。这些数据以数字形式传输到控制系统,使操作人员可以随时访问并分析泵站的状况。这种实时监测和数据采集的能力使泵站能够迅速响应变化的运行条件,及时检测问题或异常情况。通过对历史数据的分析,还可以发现趋势和模式,帮助改进运行策略和预测未来需求。

4.2 控制策略与调度优化

自动化控制技术为泵站提供了高级的控制策略和调度优化能力。这意味着泵站可以根据不同的运行条件和需求自动调整其运行方式。例如,它可以根据供水需求来动态调整泵的速度和功率,以避免能源浪费^[4]。控制系统还可以自动切换泵站的工作模式,以适应不同的运行需求,例如高峰期和低谷期。这种自动的控制策略和调度优化有助于提高泵站的效率,减少运营成本,确保供水系统在各种条件下保持平衡和稳定。

4.3 预警与故障诊断

预警与故障诊断是自动化控制技术的另一个关键应用领域。泵站的自动化系统可以通过实时监测数据来检测潜在的问题或异常情况。一旦发现问题,系统可以自动发出警报,通知操作人员采取适当的措施^[5]。此外,自动化系统还能够进行故障诊断,帮助确定故障的原因和位置。

这有助于提高泵站的可用性,减少停机时间,确保供水系统的连续性。预警和故障诊断功能对于及时处理问题、减少损失和提高泵站的可靠性至关重要。

4.4 能效管理与节能

能效管理与节能是自动化控制在泵站运行中的另一个重要应用领域。泵站通常需要大量电能来维持运行,但通过自动化系统,可以更有效地管理电能消耗。控制系统可以实时监测能耗数据,根据需求自动调整泵站的运行模式,以减少不必要的能源浪费。此外,系统还可以提供能源消耗的分析报告,帮助操作人员找到节能的潜在机会。这种能效管理和节能能力有助于降低泵站的运营成本,减少碳排放,为可持续供水系统的建设做出贡献。

5 结语

在泵站运行管理中,自动化控制技术的重要性和应用前景不可忽视。它有助于提高泵站运行效率、确保安全性,以及推动可持续性发展。通过合理性和实效性原则的指导,自动化控制技术被成功地应用于监测、控制、保护和通信系统,取得了显著的效益。实时监测、控制策略、预警、故障诊断和能效管理等应用领域的详细分析证实了其在泵站运行中的巨大潜力。未来,自动化控制技术将在水资源管理和供水系统的可持续性方面发挥更大作用。通过提高供水系统的可靠性、高效利用水资源、减少能源消耗、并推动城市可持续发展,这项技术将为解决城市面临的水资源和环境挑战提供关键支持。因此,在不断演变的城市环境中,自动化控制技术将继续扮演着关键角色,确保城市居民获得高品质供水,提高生活质量,促进城市可持续发展。

[参考文献]

- [1]陈业超. 泵站运行管理现状及改善措施[J]. 城市建设理论研究(电子版),2023(18):43-45.
 - [2]褚树庚. 浅析智能配电在泵站运行管理中的应用[J]. 水科学与工程技术,2023(3):48-50.
 - [3]马新涌. 泵站机电自动化控制技术有效运用研究[J]. 南方农机,2021,52(12):178-180.
 - [4]陈桂清. 浅谈自动化控制在泵站运行管理中的应用[J]. 农业科技与信息,2020(11):100-101.
 - [5]徐国谦. 精细化管理在泵站工程运行管理中的运用研究[J]. 珠江水运,2022(18):98-100.
- 作者简介:卓寒(1990.1—),毕业院校:安徽工业大学,所学专业:电气工程,当前就职单位:徐州市水利工程运行管理中心,职务:工程师,职称级别:专技10级;张咪咪(1992.1—),毕业院校:南京信息工程大学,所学专业:电气工程与自动化,当前就职单位:徐州市供排水管理中心,职务:无,职称级别:工程师;耿嘉遥(1981.7—),毕业院校:天津大学,所学专业:工程造价,当前就职单位:徐州市水利工程运行管理中心,职务:安全科科长,职称级别:中级。