

城市给水系统优化调度与节能降耗策略研究

邓承喆

北京燕化天钰建筑工程有限责任公司 北京 102502

摘要: 随着城市化进程的加速,城市给水系统的压力日益增大,如何在保证供水质量的同时,实现优化调度与节能降耗成为亟待解决的问题。本文将从城市给水系统的现状出发,探讨优化调度策略与节能降耗技术的结合应用,以期在城市给水系统的可持续发展提供参考。

关键词: 城市给水系统; 优化调度; 节能降耗; 策略研究

引言

城市给水系统是城市基础设施的重要组成部分,直接关系到居民的生活质量和城市的经济发展。然而,随着城市规模的扩大和人口的增长,给水系统面临着越来越大的压力。如何在保证供水安全的前提下,实现优化调度与节能降耗,成为当前城市给水系统亟待解决的问题。

1 城市给水系统现状分析

1.1 给水系统构成与特点

城市给水系统,作为城市基础设施的重要组成部分,其构成复杂且功能完备。系统从水源开始,通过取水构筑物如泵站、水井等将原水提取,随后送入水处理厂进行净化处理,以去除水中的杂质、微生物等有害物质,确保水质达到国家规定的饮用水标准。处理后的清水经由泵站加压,通过错综复杂的输配水管网,被安全、高效地输送到各个用水户,如居民区、商业区、工业区等,满足城市居民的日常生活用水需求以及各行各业的生产用水需求。城市给水系统的特点在于其高度的复杂性和关联性。系统内的各个环节,如水源、取水、处理、输送和用水等,都是紧密相连、相互依存的。任何一个环节的故障或问题,都可能对整个系统的正常运行造成连锁反应,影响供水的稳定性和安全性。因此,城市给水系统的管理和维护需要高度的专业性和协调性。

1.2 存在问题

当前,城市给水系统面临着一系列亟待解决的问题。其中,管网老化严重是一个突出问题。许多城市的供水管网建设年代久远,管道材质落后,受环境、气候等因素影响,管道老化、腐蚀现象严重,导致漏损率居高不下。这不仅造成了大量的水资源浪费,还增加了供水企业的运营成本。同时,能耗大也是城市给水系统面临的一个重要问题。由于泵站、水处理厂等设备的运行需要消耗大量的电能,加之输配水管网中的水头损失和水量漏损,使得整个系统的能耗水平较高。这不仅增加

了供水成本,还对城市的能源供应和环境保护造成了压力。此外,调度不灵活也是当前城市给水系统存在的一个显著问题^[1]。由于系统构成复杂,加之信息化、智能化水平不高,使得供水调度难以做到精准、高效。在用水高峰或突发事件时,往往难以迅速调整供水策略,保障供水的稳定性和安全性。这些问题不仅影响了供水质量,还对城市的可持续发展造成了不利影响。

2 城市给水系统优化调度策略研究

2.1 用水量预测

2.1.1 预测模型构建

预测模型的构建是用水量预测的核心。可以采用时间序列分析、回归分析、神经网络等多种方法,根据历史用水数据,建立用水量与时间、天气、节假日等多因素之间的关联模型。同时,考虑到用水量数据的周期性、趋势性和随机性特点,可以采用组合预测模型,将不同方法的预测结果进行加权组合,以提高预测的准确性和稳定性。在模型构建过程中,数据的选取和处理至关重要。需要确保数据的完整性、准确性和时效性,对异常数据进行剔除或修正,以避免数据误差对预测结果的影响。此外,还可以通过数据平滑、趋势分析等技术手段,对原始数据进行预处理,以提取出更有用的信息。

2.1.2 实时信息融合

除了历史数据外,实时信息也是用水量预测不可或缺的一部分。可以通过安装水表、流量计等监测设备,实时采集用水量数据,并将其融入预测模型中。同时,还可以利用气象预报、节假日安排等外部信息,对预测结果进行动态调整^[2]。例如,在雨季或高温天气时,用水量通常会有所增加;而在节假日期间,由于居民出行和用水习惯的变化,用水量也会发生相应波动。通过融合这些实时信息,可以更加准确地预测未来用水量,为调度决策提供有力支持。

2.1.3 预测结果应用

用水量预测结果的应用是优化调度的关键环节。可以将预测结果作为调度决策的重要依据,根据预测用水量调整水泵的运行状态、水箱的储水量等参数,以确保供水系统的稳定运行。同时,还可以将预测结果与实际情况进行对比分析,评估调度方案的效果,为后续的调度决策提供参考。

2.2 管网分析与建模

2.2.1 管网模型构建

管网模型的构建是管网分析的基础。可以采用水力模拟软件(如EPANET、WaterGEMS等)建立给水管网的数学模型。该模型应包含管道、节点、水泵、阀门等所有管网元素,并考虑水流方向、流速、压力等水力参数以及水质指标的变化情况。通过输入实际管网的拓扑结构、管道材质、管径等参数,可以构建一个与实际管网高度相似的数学模型。

2.2.2 水力特性分析

在管网模型的基础上,可以对管网的水力特性进行全面分析。通过模拟不同工况下的水流情况,可以了解管网中水流的方向、流速、压力分布等关键信息。这些信息对于优化调度至关重要,因为它们可以帮助确定水泵的启停顺序、调节阀门的开度等调度策略,以确保管网的水力平衡和稳定运行。同时,还可以利用管网模型进行压力管理。通过模拟不同压力下的水流情况,可以找到管网中的压力薄弱点,并采取相应的措施进行改善。例如,增加减压阀、调整水泵扬程等,以确保管网中的压力始终保持在合理范围内。

2.2.3 水质状况评估

除了水力特性外,水质状况也是管网分析的重要内容。可以在管网模型中设置水质监测点,实时监测水质指标的变化情况。通过模拟不同水质条件下的水流情况,可以评估水质对管网运行的影响,并采取相应的措施进行改善。例如,增加水质监测频次、调整水处理工艺等,以确保管网中的水质始终符合国家规定的饮用水标准。

2.2.4 模拟仿真与方案优化

在管网模型的基础上,可以进行模拟仿真实验。通过设定不同的调度方案,可以模拟管网在不同工况下的运行情况,并评估各方案的效果。通过对比分析不同方案的优缺点,可以选择最优方案实施,以提高调度效率和准确性。同时,还可以利用模拟仿真结果进行方案优化。通过调整调度参数、优化管网结构等方式,可以进一步提升调度方案的效果,降低供水成本,提高供水质量。

2.3 智能调度系统应用

2.3.1 实时监测与数据采集

智能调度系统的核心在于实时监测与数据采集。可以在给水系统的关键节点安装传感器和数据采集设备,实时监测水流、压力、水质等关键参数。这些数据将通过无线或有线方式传输到中央控制室,为调度决策提供实时信息支持。

2.3.2 智能预警与决策支持

在实时监测的基础上,智能调度系统还可以实现智能预警和决策支持。通过设定预警阈值,当某个参数超过阈值时,系统将自动发出预警信号,提醒操作人员及时采取措施进行处理。同时,系统还可以根据实时数据和历史数据,为操作人员提供决策建议,如调整水泵运行状态、开启或关闭阀门等。

2.3.3 自动调度与远程控制

智能调度系统最强大的功能在于自动调度和远程控制。通过集成智能算法和控制系统,系统可以根据实时数据和预设的调度策略,自动调整水泵、阀门等设备的运行状态,实现给水系统的自动调度^[3]。同时,操作人员还可以通过远程控制系统,对给水系统进行远程监控和操作,进一步提高调度效率和准确性。

3 城市给水系统节能降耗技术研究

3.1 高效节能设备应用

3.1.1 高效水泵的应用

水泵作为给水系统中的关键设备,其能耗占整个系统能耗的很大一部分。因此,选用高效水泵对于降低系统能耗至关重要。高效水泵具有扬程高、流量大、效率高、噪音低等优点,能够在满足供水需求的同时,最大限度地减少能耗。在选择水泵时,应结合实际需求,综合考虑水泵的扬程、流量、效率等性能指标,选用最适合的高效水泵。同时,为了保持水泵的高效运行,还需要定期对水泵进行维护保养。通过检查水泵的轴承、密封件等易损件,及时更换磨损严重的部件,确保水泵始终处于良好的运行状态。此外,还可以对水泵进行节能改造,如采用变频调速技术,根据实际需求调整水泵的转速,进一步降低能耗。

3.1.2 节能电机的应用

电机作为水泵等设备的动力源,其能耗也占整个系统能耗的很大一部分。因此,选用节能电机对于降低系统能耗同样具有重要意义。节能电机具有效率高、功率因数高、噪音低等优点,能够在满足设备运行需求的同时,最大限度地减少能耗。在选用节能电机时,应结合设备的实际需求,综合考虑电机的功率、转速、效率等性能指标,选用最适合的节能电机。同时,为了保持电

机的高效运行,还需要定期对电机进行维护保养,如清洁电机表面、检查电机轴承等,确保电机始终处于良好的运行状态^[4]。此外,还可以采用电机变频调速技术,根据设备的实际需求调整电机的转速,实现电机的节能运行。通过变频调速技术,可以根据水泵的流量需求,实时调整电机的转速,使水泵始终保持在最佳工作状态,从而降低能耗。

3.2 能源回收利用

3.2.1 泵站余压发电

在城市给水系统中,泵站通常需要将水提升至一定的高度,以满足供水需求。在这个过程中,泵站会产生一定的余压。可以利用这些余压进行发电,将原本浪费的能源转化为电能,供给水系统或其他设备使用。为了实现泵站余压发电,可以在泵站出水口处安装发电装置,如小型水轮发电机等。当水流经过发电装置时,会带动水轮旋转,进而带动发电机发电。通过合理设计和安装发电装置,可以充分利用泵站余压进行发电,提高能源利用效率。

3.2.2 热能回收与利用

在水处理过程中,通常会有一定的热能。这些热能如果得不到有效利用,就会白白浪费掉。可以通过安装热能回收装置,将这些热能回收并再利用。热能回收装置可以将水处理过程中产生的热能转化为热水或蒸汽等形式的能源,供给水处理厂或其他设备使用。通过热能回收与利用,可以减少热水或蒸汽的制备成本,提高能源利用效率。同时,还可以降低水处理过程中的能耗和碳排放,实现环保和节能的双重目标。

3.3 供水压力与流量优化

3.3.1 实时调整泵站运行参数

为了满足不同时间段的用水需求,需要根据实际需求实时调整泵站运行参数。通过安装压力传感器和流量计等监测设备,可以实时监测管网中的压力和流量情况。根据监测数据,可以及时调整水泵的启停顺序、转速等参数,使管网中的压力和流量始终保持在合理范围内。通过实时调整泵站运行参数,可以避免过度供水和压力波动带来的能耗损失。当用水量较小时,可以减少水泵的启动数量或降低水泵的转速,以降低能耗;当用水量较大时,可以增加水泵的启动数量或提高水泵的转速,以满足供水需求。

3.3.2 分区供水方式

为了减少长距离输水过程中的能耗损失,可以采用分区供水方式。通过将城市划分为不同的供水区域,并在每个区域内设置独立的水泵和管网系统,可以实现就近

供水,减少输水距离和能耗。在分区供水方式下,需要根据各区域的用水需求和实际情况,合理设计水泵和管网系统。通过优化水泵的选型、布局和管网的结构、管径等参数,可以进一步提高供水效率和降低能耗。同时,还需要加强各区域之间的协调配合,确保供水系统的稳定运行和满足用水需求。

3.4 管网漏损控制

3.4.1 加强管网巡检养护

为了及时发现并修复管网中的漏损点,需要加强管网的巡检养护工作。通过制定合理的巡检计划和路线,可以定期对管网进行巡查和检测。在巡查过程中,需要仔细观察管道的外观和运行状态,及时发现异常情况并进行处理。同时,还需要对管网进行定期养护和维修。通过清洗管道、更换老化部件、修复破损处等措施,可以保持管网的良好运行状态,延长其使用寿命。通过加强管网巡检养护工作,可以有效降低管网的漏损率,提高供水效率和降低能耗。

3.4.2 采用先进的检漏技术

为了更准确地发现和定位管网中的漏损点,需要采用先进的检漏技术。传统的检漏方法如听音法、观察法等存在较大的局限性和误差。而现代的检漏技术如声波检测法、压力传感器检测法等则具有更高的准确性和精度。通过采用先进的检漏技术,可以更快速地发现和定位漏损点,并及时进行修复。这不仅可以降低管网的漏损率,还可以避免漏损造成的能源浪费和环境污染。同时,还可以通过数据分析和技术手段,对漏损原因进行深入分析,为后续的管网改造和维护提供有力支持。

结语

城市给水系统优化调度与节能降耗是实现城市可持续发展的重要途径。通过科学制定调度策略、推广应用节能降耗技术、完善管理体系和制度建设等措施,可以有效降低供水成本、提高供水质量和供水安全水平。未来,随着科技的进步和政策的支持,城市给水系统的优化调度与节能降耗工作将取得更加显著的成效。

参考文献

- [1]金俊伟.基于管网韧性的城市水系统优化运行研究[J].广东化工,2022,49(21):150-153.
- [2]蔡敏敏.城市综合体消防给水系统设计优化与可靠性分析[J].消防界(电子版),2024,10(03):65-67.
- [3]陈建国.“城市数字赋能,助力双碳双控”水系统节能技术讲坛举行[J].上海节能,2021,(12):1402.
- [4]肖扬.浅谈给水排水工程中的节能减排[J].中外企业家,2020,(01):113.