

# 污水处理厂自动化能耗监测与节能控制策略研究

张金香

重庆市三峡水务有限责任公司 重庆 401123

**摘要：**随着城市化进程的加速和水资源保护意识的提高，污水处理厂的重要性日益凸显。然而，污水处理厂的能耗问题也成为了制约其可持续发展的一个重要因素。本研究旨在探讨污水处理厂自动化能耗监测与节能控制策略，通过对污水处理厂各处理单元的能耗分析，建立能耗监测系统，实时掌握能耗情况。同时，结合先进的控制算法和节能技术，提出了一系列节能控制策略，以实现污水处理厂的节能减排目标。研究表明，通过实施自动化能耗监测与节能控制策略，污水处理厂的能耗可显著降低，具有良好的经济效益和环境效益。

**关键词：**污水处理厂；自动化能耗监测；节能控制策略；节能减排

## 1 引言

水资源是人类生存和发展的重要基础，随着城市化进程的加速和工业的快速发展，水资源污染问题日益严重。污水处理厂作为水资源保护的重要设施，其运行效率和能耗问题受到了广泛关注。在污水处理过程中，能耗主要用于污水的提升、曝气、搅拌等环节，如何降低污水处理厂的能耗，提高能源利用效率，是实现污水处理厂可持续发展的关键。

## 2 污水处理厂能耗分析

### 2.1 污水处理厂能耗组成

污水处理厂的能耗主要包括电能、药剂消耗和热能等。其中，电能消耗占总能耗的比重较大，主要用于污水提升泵、鼓风机、搅拌器等设备的运行。药剂消耗主要用于化学除磷、消毒等过程，热能消耗主要用于污泥消化和干化等过程<sup>[1]</sup>。

### 2.2 污水处理厂各处理单元能耗分析

预处理单元预处理单元主要包括格栅、沉砂池等，其能耗主要用于污水的提升和预处理设备的运行。污水提升泵的能耗占预处理单元能耗的比重较大，通过合理选择提升泵的型号和运行参数，可有效降低预处理单元的能耗；生物处理单元生物处理单元是污水处理厂的核心处理单元，其能耗主要用于曝气和搅拌。曝气系统的能耗占生物处理单元能耗的比重较大，通过优化曝气系统的运行参数，如曝气强度、曝气时间等，可有效降低生物处理单元的能耗；深度处理单元深度处理单元主要包括混凝沉淀、过滤等，其能耗主要用于药剂投加和设备运行。通过优化药剂投加量和设备运行参数，可有效降低深度处理单元的能耗。

## 3 污水处理厂自动化能耗监测系统

污水处理厂作为城市污水处理的重要设施，其能耗

管理对于提高能源利用效率、降低运营成本和减少环境污染具有重要意义。污水处理厂自动化能耗监测系统的应用，为实现这一目标提供了有力的支持。

### 3.1 能耗监测系统的组成

污水处理厂自动化能耗监测系统主要由传感器、数据采集器、通信网络和监控平台组成，它们协同工作，实现对污水处理厂能耗的全面监测和管理<sup>[2]</sup>。传感器是能耗监测系统的基础，它们被安装在污水处理厂的各处理单元，用于实时采集能耗数据。这些传感器可以精确地测量电能、药剂消耗、热能等各种能源的使用情况，为后续的数据分析提供准确的原始数据。数据采集器负责将传感器采集到的数据进行处理和存储。它具有强大的数据处理能力，能够对大量的实时数据进行快速处理和筛选，去除无效数据和噪声干扰，确保数据的准确性和可靠性。同时，数据采集器还具备一定的存储功能，能够将处理后的数据暂时保存，以便在通信网络出现故障时，不会丢失重要的数据。通信网络是连接数据采集器和监控平台的桥梁，它负责将数据采集器中的数据传送到监控平台。目前，常用的通信网络包括有线网络和无线网络两种。有线网络具有传输速度快、稳定性高的优点，但布线成本较高；无线网络则具有安装方便、灵活性高的特点，但在信号稳定性和传输速度方面可能存在一定的局限性。在实际应用中，需要根据污水处理厂的具体情况，选择合适的通信网络方案。监控平台是能耗监测系统的核心，它用于对能耗数据进行分析 and 处理，实现对污水处理厂能耗的实时监测和管理。监控平台通常配备有专业的数据分析软件，能够对采集到的能耗数据进行深入分析，生成各种能耗报表和分析报告。这些报表和报告可以直观地反映污水处理厂的能耗情况，为管理人员提供决策依据，帮助他们制定合理的节能措施。

### 3.2 能耗监测系统的功能

能耗监测系统能够实时采集污水处理厂各处理单元的能耗数据,包括电能、药剂消耗、热能等。通过传感器的精确测量,系统可以获取到每一个处理环节的能源使用情况,为后续的分析和管理提供详细的数据支持。能耗监测系统能够将采集到的数据通过通信网络传输到监控平台,实现数据的远程传输和共享。这种远程传输功能使得管理人员可以在任何时间、任何地点通过互联网访问监控平台,实时了解污水处理厂的能耗情况,大大提高了管理的效率和便捷性。监控平台能够对能耗数据进行处理,生成能耗报表和分析报告。这些报表和报告可以包括日、周、月、年等不同时间段的能耗数据统计,以及各处理单元的能耗对比分析、能源利用率分析等内容。通过对这些数据的分析,管理人员可以发现污水处理厂在能耗方面存在的问题和潜力,为制定节能措施提供科学依据。能耗监测系统能够对能耗数据进行实时监测,当能耗数据超过设定的阈值时,系统能够自动发出报警信号,提醒工作人员及时采取措施进行处理。这种报警功能可以有效地避免能源浪费和设备故障的发生,保障污水处理厂的正常运行。例如,当某个处理单元的电能消耗突然增加时,系统会自动发出报警信号,提示工作人员检查该处理单元的设备运行情况,是否存在设备故障或异常运行的情况。同时,系统还可以根据历史数据和分析模型,预测未来的能耗趋势,提前发现可能出现的能耗问题,为管理人员提供预警信息,以便他们及时采取措施进行调整和优化<sup>[3]</sup>。

## 4 污水处理厂节能控制策略

污水处理厂作为城市水资源保护和循环利用的重要设施,其能耗问题一直是行业关注的焦点。为了实现污水处理厂的节能减排目标,提高能源利用效率,降低运行成本,需要采取一系列的节能控制策略。

### 4.1 优化运行参数

#### 4.1.1 污水提升泵的优化运行

污水提升泵是污水处理厂的重要设备之一,其能耗在整个污水处理系统中占据较大比例。通过合理设置污水提升泵的运行液位和运行时间,可以有效地避免污水提升泵的频繁启停,降低污水提升泵的能耗。具体来说,可以根据污水处理厂的进水流量和水质变化情况,调整污水提升泵的启动液位和停止液位,使污水提升泵在高液位时启动,低液位时停止,避免在低液位时频繁启动污水提升泵,从而减少污水提升泵的运行时间和能耗。此外,还可以通过采用变频调速技术,根据进水流量的变化自动调整污水提升泵的转速,使污水提升泵的

运行流量与进水流量相匹配,进一步提高污水提升泵的能源利用效率。

#### 4.1.2 曝气系统的优化运行

曝气系统是污水处理厂生物处理过程中的关键设备,其能耗占整个污水处理系统能耗的50%以上。因此,优化曝气系统的运行参数,提高曝气系统的能源利用效率,对于降低污水处理厂的能耗具有重要意义。采用先进的曝气控制技术,如溶解氧(DO)反馈控制、模糊控制等,根据污水水质和处理要求,实时调整曝气系统的运行参数,是实现曝气系统优化运行的重要手段。例如,通过安装溶解氧传感器,实时监测生物处理池内的溶解氧浓度,并将其反馈给曝气控制系统,根据溶解氧浓度的变化自动调整曝气风机的运行频率和曝气量,使生物处理池内的溶解氧浓度保持在适宜的范围内,既满足生物处理的需要,又避免了过度曝气造成的能源浪费。此外,模糊控制技术可以根据污水水质、水量、温度等多种因素的变化,自动调整曝气系统的运行参数,实现更加精确的曝气控制,提高曝气系统的能源利用效率。

#### 4.1.3 搅拌器的优化运行

在生物处理池中,搅拌器的作用是保持池内污水和微生物的充分混合,提高生物处理效果。然而,搅拌器的过度运行会导致能耗的增加。因此,根据生物处理池内的混合情况,合理调整搅拌器的运行时间和运行强度,是降低搅拌器能耗的关键。可以通过安装流速传感器或浓度传感器,实时监测生物处理池内的混合情况,并根据监测结果自动调整搅拌器的运行时间和运行强度。例如,当生物处理池内的混合情况良好时,可以适当减少搅拌器的运行时间和运行强度;当生物处理池内的混合情况较差时,可以适当增加搅拌器的运行时间和运行强度,以确保生物处理池内的污水和微生物得到充分混合,提高生物处理效果,同时降低搅拌器的能耗。

### 4.2 采用节能设备

#### 4.2.1 高效水泵和风机的应用

水泵和风机是污水处理厂中最常用的设备之一,其能耗在整个污水处理系统中占据较大比例。选用高效的水泵和风机,提高设备的运行效率,是降低污水处理厂能耗的重要措施之一。高效水泵和风机通常具有较高的效率和较低的能耗,可以有效地降低污水处理厂的运行成本。在选择水泵和风机时,应根据污水处理厂的实际需求,选择合适的型号和规格,并确保其在高效区运行。此外,还可以通过采用变频调速技术,根据实际需求自动调整水泵和风机的转速,进一步提高设备的运行效率,降低能耗。

#### 4.2.2 节能型曝气装置的应用

曝气装置是曝气系统的核心部件,其性能直接影响曝气系统的能源利用效率。采用微孔曝气、射流曝气等节能型曝气装置,提高曝气系统的氧转移效率,是降低曝气系统能耗的重要途径。微孔曝气装置具有气泡直径小、氧转移效率高、能耗低等优点,可以有效地提高曝气系统的能源利用效率。射流曝气装置则通过高速射流将空气带入污水中,形成强烈的搅拌和混合作用,提高了氧的传递速度和利用率,同时也降低了能耗。在选择曝气装置时,应根据污水处理厂的实际情况,综合考虑处理规模、水质要求、能耗等因素,选择合适的曝气装置,以实现曝气系统的优化运行和节能降耗。

#### 4.2.3 智能控制系统的应用

智能控制系统是实现污水处理厂自动化控制和优化运行的重要手段。通过采用智能控制系统,可以实现污水处理厂各处理单元的自动化控制和优化运行,提高污水处理厂的运行效率和能源利用效率。智能控制系统可以根据污水水质、水量、温度等多种因素的变化,自动调整污水处理厂的运行参数,实现污水处理过程的精确控制和优化运行。例如,智能控制系统可以根据进水水质和水量的变化,自动调整生物处理池的曝气量、搅拌器的运行时间和强度等参数,以确保生物处理过程的高效运行,同时智能控制系统还可以根据出水水质的要求,自动调整化学药剂的投加量,以确保出水水质达标,同时降低化学药剂的消耗<sup>[4]</sup>。

### 4.3 加强管理措施

#### 4.3.1 建立完善的能耗管理制度

建立科学合理的能耗管理制度,明确各部门和人员的职责,加强对能耗的管理和考核,是实现污水处理厂节能降耗的重要保障。能耗管理制度应包括能耗指标的制定、能耗数据的统计和分析、节能措施的实施和监督等内容。通过制定明确的能耗指标,将能耗管理责任落实到各个部门和人员,加强对能耗数据的统计和分析,及时发现能耗管理中存在的问题,并采取相应的措施加以解决。同时,还应加强对节能措施的实施和监督,确保节能措施的有效落实,提高能源利用效率,降低能耗。

#### 4.3.2 加强设备维护和管理

定期对污水处理厂的设备进行维护和保养,确保设备的正常运行,提高设备的运行效率,是降低污水处理

厂能耗的重要措施之一。设备维护和管理应包括设备的日常巡检、定期保养、故障维修等内容。通过加强设备的日常巡检,及时发现设备存在的问题,并采取相应的措施加以解决,避免设备故障的发生;通过定期对设备进行保养,更换易损件,清洗设备等,延长设备的使用寿命,提高设备的运行效率;通过及时对设备故障进行维修,恢复设备的正常运行,避免因设备故障而导致的能耗增加和生产损失。

#### 4.3.3 开展节能培训和宣传

加强对工作人员的节能培训和宣传,提高工作人员的节能意识和操作技能,营造良好的节能氛围,是实现污水处理厂节能降耗的重要基础。节能培训和宣传应包括节能知识的培训、节能技术的推广、节能经验的交流等内容。通过开展节能知识的培训,使工作人员了解节能的重要性和节能的方法,提高工作人员的节能意识;通过推广节能技术,使工作人员掌握先进的节能技术和操作方法,提高工作人员的操作技能;通过开展节能经验的交流,使工作人员相互学习和借鉴节能经验,共同提高节能水平。

## 5 结论

建立污水处理厂自动化能耗监测系统,可以实现对污水处理厂能耗的实时监测和管理。该系统能够实时采集能耗数据,进行数据分析和处理,生成能耗报表和分析报告,为节能管理提供决策依据。提出了一系列污水处理厂节能控制策略,包括优化运行参数、采用节能设备和加强管理措施等。综上所述,污水处理厂自动化能耗监测与节能控制策略的研究对于实现污水处理厂的节能减排目标具有重要意义。通过建立能耗监测系统和实施节能控制策略,污水处理厂能够提高能源利用效率,降低运行成本,实现可持续发展。

### 参考文献

- [1]王伟,李明,张强.污水处理厂能耗监测与节能控制技术[J].环境工程,2020,38(5):45-50.
- [2]刘洋,陈刚,赵磊.基于物联网的污水处理厂能耗监测系统设计与实现[J].自动化与仪器仪表,2019,34(3):12-16.
- [3]张华,李娜,王磊.污水处理厂节能优化控制策略研究[J].中国给水排水,2021,37(8):78-83.
- [4]李强,王芳,陈伟.污水处理厂自动化控制系统设计与节能优化[J].工业控制计算机,2018,31(6):45-48.