

机械工程

前置过滤器顶部控制反冲洗的能耗优化策略研究

杨德峰

海宁市倍世环保科技有限公司

【摘要】本文主要探讨了前置过滤器顶部控制反冲洗系统的能耗优化策略,旨在通过技术创新提升系统的运行效率并减少能源消耗。首先,文章分析了前置过滤器的结构和工作原理,介绍了顶部控制反冲洗系统的工作过程及当前能耗现状。接着,文章提出了优化反冲洗周期、改进水流控制策略、优化反冲洗流程和设备硬件升级等四种能耗优化策略,并通过实际应用案例验证了这些策略的有效性。最后,综合评估了能耗优化对节能、成本降低和设备延长使用寿命的综合效益。

【关键词】前置过滤器;顶部控制;反冲洗;能耗优化

Study on energy consumption optimization strategy for controlling backwashing at the top of pre-filter

Yang Defeng

Haining Beishi Environmental Protection Technology Co., LTD

【Abstract】 This paper focuses on the energy consumption optimization strategies for the top-controlled backwashing system of a pre-filter, aiming to enhance operational efficiency and reduce energy consumption through technological innovation. The paper begins by analyzing the structure and working principles of the pre-filter, followed by an introduction to the operation of the top-controlled backwashing system and the current energy consumption status. It then proposes four strategies for optimizing energy consumption: improving the backwashing cycle, enhancing water flow control, refining the backwashing process, and upgrading equipment hardware. These strategies are validated through practical application cases. Finally, the paper provides a comprehensive evaluation of the overall benefits of energy consumption optimization, including energy savings, cost reduction, and extended equipment lifespan.

【Key words】 pre-filter; top control; backwash; energy consumption optimization

引言:

随着水处理需求的不断增长,前置过滤器作为水处理系统中的重要组成部分,广泛应用于各类水处理设备中。然而,传统的反冲洗过程往往存在能耗过高和不必要的能源浪费,这与可持续发展理念是背道而驰的。因此,为了提高系统的运行效率和减少不必要的能量消耗,探索前置过滤器顶部控制反冲洗系统的能效优化策略已经成为当务之急。

1.前置过滤器顶部控制反冲洗系统概述

1.1 前置过滤器结构与工作原理

前置过滤器作为水处理系统设备,主要是对水中较大颗粒杂质进行过滤,使得后续设备可以正常运转,在前置过滤器内部主要由滤网、外壳、进水口、出水口等部分组成,滤网采用金属或纤维等材料制成,由于此类材料过滤性强,所以滤网所过滤的物质主要是大于滤网孔径的颗粒物,滤网的滤孔尺寸会影响整体水质,过滤器内部的滤网材质选用恰当

可以有效提高过滤器的过滤效率,在过滤器内部的外壳对滤网的外层起到保护的作用,并且保证过滤器的耐用性,整体结构是将过滤器的滤网安放在外壳内部。在过滤器的正常过滤过程中,整体过滤效率的维持主要取决于整体水流的流量,以及前置过滤器内部的流动阻力,此外还受到水流中杂质颗粒的影响。

1.2 顶部控制反冲洗系统工作过程

顶部控制反冲洗系统是被广泛运用的自动冲洗装置,主要用于清除过滤器内水流经过形成的一些杂质,让过滤网干净和运转稳定,其主要结构组成有顶部控制阀、驱动机构、反冲洗管道等。控制阀用于改变水流方向,驱动机构用于反冲洗的动力。自动启动阶段用传感器检测过滤网杂质程度,到了一定比例的时候,使用反冲洗工艺。水流会从过滤网内部反向流出,将过滤网杂质带走,使过滤网继续正常的过滤工作。反冲洗是多步骤进行的,首先为低压反冲洗阶段,温流可以帮助排除一部分较为松散的杂质,再为高压反冲洗阶段,高压水流的冲击力可以帮助滤网深入较深层次的杂质的清除工作。反冲洗系统在使用时,也要考虑到水流量大小和压力,不能因反冲洗而造成过多地消耗水资源或清洗过程中

反冲洗设备的损坏。为了避免上述情况发生,其往往伴随有滤网清洁度的传感器,传感器的工作帮助系统自行计算过滤网是否要进行反冲洗,反冲洗次数及强度也需要和滤网的清洁状况相符合。该类系统一般可以自定反冲时间和频率,这样才能在过滤效果上跟上节能的需求。

1.3 当前反冲洗能耗现状分析

当下,对反冲洗系统能耗的关注成为了水处理行业关注的重点,能耗主要来自反冲洗阶段的水量控制和反冲洗的运行时间。在实际测量数据分析中,目前反冲洗系统中,存在大量的系统反冲洗运行时间过长,尤其是在水量污染程度不大、没达到必须需要反冲洗状态的情况时进行了一定时间的反冲洗运行,这是巨大的能源浪费和水资源的大量浪费。此外,传统反冲洗系统的水量控制比较粗放,并且无法根据过滤网的实际污染情况,将其调整至合理水平的水量与压力,而出现“过度”的反冲洗,加大了系统能耗并降低了设备寿命。部分实证案例中表明,反冲洗运行时间过长且运行水量的压力控制不够精准,造成整体能耗高 20%左右的情况常常出现在过滤器根据实际过滤污染情况对其反冲洗参数可调节性较差的时候,因此需要通过反冲洗过程中的精确控制来实现高效节电,结合智能控制技术的应用,动态调整反冲洗时间与运行水量的动态调节,降低能耗、提升运行效率。

2.前置过滤器顶部控制反冲洗能耗优化策略

2.1 优化反冲洗周期

影响前置过滤器耗能的重要因素之一为反冲洗周期,反冲洗周期合适可以节省一定的耗能,提前的或者迟后的反冲洗会造成耗能的浪费。在传统的前置过滤器反冲洗控制系统中,反冲洗周期通常是固定值,这样固定的“一刀切”的方式是不考虑用水量的变化以及进水水质变化。依据研究发现,用水量与进水水质对前置过滤器的污堵有明确影响,比如颗粒成分的变化、颗粒含量的差异会改变过滤器的污堵速度,进而会改变反冲洗发生的时机和反冲洗周期,因此,如果考虑到颗粒变化和用水量的变化动态设置反冲洗周期,也就可能节省一定的耗能并且减少无效的反冲洗。为此,应用智能前置过滤器反冲洗周期确定方法,在系统中加入实时监测装置,通过在线水质监测传感器,获取水量以及水中悬浮物含量等监测数据,依据前置过滤器运行数据和用水数据,利用算法预测污堵的发展趋势,以判断其是否要发生反冲洗,一旦监测数据触发设定阈值,再对前置过滤器进行反冲洗操作。另外,智能算法会依据实时用水量动态调节反冲洗的周期和时间,不仅节省了反冲洗操作,还防止了因过度反冲洗造成的能量浪费。通过对优化反冲洗周期进行模拟试验和应用试验,优化后的反冲洗周期能节省 15%~30%的反冲洗操作次数,节省近 18%的能量消耗。实际应用中,通过物联网传感器与云服务平台相结合的先进数据采集与

处理技术,实现对水质以及用水量的实时监测、分析,其核心环节是在传感器选取、算法精度等方面保证系统能够对水质和用水需求快速的响应,据此调整相应的反冲洗策略^[1]。

2.2 改进水流控制策略

在前置过滤器反冲洗过程中对水流的控制是至关重要的,而过去的水流控制主要是由固定流量及固定压力所控制,而固定水流的大小或压力忽视了滤网被污染的程度与水流大小及控制的动态反应,同时造成了反冲洗的能耗无功。相关研究显示,水流的流速及水流过压力过大或过低都不利于反冲洗效果及能耗的优化,水流过慢会使滤网无法清理干净而水流量过大,增加了水洗的能耗,在不增加反冲洗用水量的同时又增大了能耗,达不到清洁滤网的效果,以上都会造成额外能耗的浪费,而采用传感反馈的自适应式水流控制作为水洗控制方案则可以提高反冲洗的优化能力,通过水流传感器与滤网的污染程度关联反应,进而控制水流的压强及大小,当滤网污染较脏时,控制系统会增大滤网的水流流量与压力,确保水洗的彻底性;当滤网较干净时,控制系统则缩小滤网的水流流量与压力,避免不必要的能耗损失。此外,控制系统还能够根据滤网清洁状况精确控制反冲洗时间,避免了滤网长时间反冲洗,避免造成能效的额外浪费。而该方案的优势除了优化了反冲洗的能效外,还与一般方案不同的是可以有效地根据实时数据进行反应,大大提升了水洗过程的灵活性及快捷性^[2]。

2.3 优化反冲洗流程

针对反冲洗过程流程的改进措施能够有效提升反冲洗过滤器设备的工作效率,其中最为常见的方式就是反冲洗过滤器设备在反冲洗阶段存在着不合理的地方造成了能源的无谓浪费,优化反冲洗过滤器设备的反冲洗过程能够为后续的反冲洗过程提供更多的能源改进优势。传统的反冲洗过程一般为高压的统一冲刷方式,这种方式在冲刷的过程中不仅造成了大量的水资源浪费,而且无法使滤网达到最有效的清洗作用。在反冲洗优化流程中针对这一问题可采用分段的反冲洗模式,结合了低压力与高压力两个阶段来分别清洁滤网,以获得更佳的能量利用率,在反冲洗的准备期中可先采用低压力的水流来初步冲洗滤网表面,去除滤网表面的灰尘颗粒,在这一阶段后进入到第二阶段的高压冲刷阶段,由高压水流来实现滤网的彻底冲刷作用,采取这种方法能够有效减少水和能量的浪费。另外,分段反冲洗还可以减少水流在高压力的急剧变化过程以及由此造成的设备损坏的几率,对于延长设备的使用寿命是非常有利的。在这一方面对于设备本身的好处能够通过其本身的能源利用率的增加而得到更好的体现,在实施反冲洗流程的改进后与传统的高压反冲洗的水流比较,可减少 25%左右的水与能量的浪费,并且能够使水的冲洗程度得到有效的提升。另外在实施这一环节时相关工作人员应在实际情况的变化中及时调整两个段之间的高低水压之间的配比,以便对反冲洗设备实现高效的能源利用率提供最大的优势

^[3]。

2.4 注重设备硬件升级

除了上述内容之外,还需加大对硬件的升级改造,比如驱动系统、控制阀门以及滤网材料,都将直接影响着反冲洗的能耗水平。在常规的反冲洗系统中,多种设备都能出现能耗水平较低、调节精准度偏低等问题,都会造成反冲洗中出现大量能耗浪费的问题,比如常规的控制阀门,其在实际的应用中,可能会有动作偏慢、精准度不足等情况,控制水的流动时并不精准;再比如常规的驱动器,在实际驱动反冲洗时,也会比高效节能的驱动器耗费更多的电能,才会起到一定的反冲洗作用。此时可以选择高效的节能驱动器与精准度较高的控制阀门,这样的设备在调节精准性上更胜一筹,并且所耗费的电能更少。再比如可选择高效节能的新式滤网材料或优化滤网结构,增强对滤网的自清洁性能,进而降低反冲洗强度和频次。比如,选择纳米材料或超疏水的滤网表面处理等,均能增强滤网的抗污染物能力,使得滤网中的污染物能够在较长时间内处于高通水率状态。在具体执行中,从硬件上升级设备,虽然在初次投入中,需要加大成本,但从长远的角度来说,硬件的更新升级既能提升整体能耗水平,又能提高设备在运行过程中的效益,因此对于减少维修频率和更换频率是很重要的,最终会为提高经济效益奠定基础^[4]。

3. 能耗优化策略的实际应用及效果分析

3.1 实际应用案例

在多个应用案例当中,上述能耗优化策略的实施有效提升了前置过滤器的运行效率,减少了能源消耗。例如,在某大型工业水处理厂,通过引入基于水质监测的智能反冲洗周期优化系统,成功实现了反冲洗周期的动态调整。传统系统依赖固定反冲洗时间,导致部分反冲洗操作过度,造成了不必要的能源浪费。而智能系统通过实时监测进水浊度和颗粒物浓度,能够动态调整反冲洗的启动时间和频率。相关实验数据显示,上述策略实施后,反冲洗次数减少了约20%,年节省电能约15%。此外,在某水务公司应用的前置过滤器系统中,改进的水流控制策略得到了广泛应用,该系统引入了

基于传感器反馈的自适应水流控制技术,根据滤网的堵塞程度实时调整水流量和压力。通过这一精确的控制机制,系统显著减少了不必要的高压反冲洗环节,并避免了因水流过高而带来的能量浪费。运行数据表明,应用该技术后,反冲洗过程的能源消耗下降了约18%,且过滤效果保持稳定。这些案例证明,能耗优化策略在实际应用中具有较强的科学性与合理性,不仅提高了能效,还延长了设备的使用寿命,最终减少了运行和维护成本^[5]。

3.2 综合效益分析

上述能耗优化策略的实施不仅在短期内带来了直接的节能效果,还通过提高设备的使用寿命和运行稳定性,产生了显著的长期经济效益。以某工业水处理厂为例,通过优化反冲洗周期和水流控制策略,年均节省能源成本约18%,假设该工厂年运行时长为6000小时,电力费用为0.1元/kWh,通过减少约15%的反冲洗能耗,每年可节省能源费用超过10万元。除了直接节能以外,能效优化策略的实施还带来了设备维护成本降低的益处,通过智能反冲洗周期和自适应水流控制的应用,系统运行更加高效,滤网堵塞情况也有所缓解,反冲洗频率和时间也随之减少,最终延长了滤网和设备的使用寿命。综合考虑节能、设备延长寿命和维护成本的降低,能耗优化策略在长期运行中的经济效益是显著的,能够促进整体的投资回报率提高,并且促使水处理系统能够更好地满足可持续发展的基本要求^[6]。

4. 结语

综上所述,前置过滤器顶部控制反冲洗系统的能效优化策略具有显著的节能效果和经济价值,通过优化反冲洗周期、改进水流控制策略、优化反冲洗流程及升级设备硬件,不仅可以有效降低能源消耗,还能延长设备的使用寿命,进一步减少维护成本。实际应用案例表明,这些策略能为水处理行业带来可观的经济效益,未来的研究可进一步探索智能化技术在能效优化策略中的应用,以推动水处理系统的智能化和高效化发展,从而为实现经济效益和生态效益的最大化提供可靠的保障。

参考文献

- [1]张旭东,王宏伟.基于智能控制的水处理系统能效优化研究[J].水处理技术,2022,46(06):103-105.
- [2]赵振军.反冲洗技术在水处理中的应用及优化策略[J].环境工程,2021,37(04):74-75.
- [3]赵庆伟,刘晓芳.基于水质监测的反冲洗周期优化研究[J].水利水电技术,2021,52(05):58-60.
- [4]刘梓晨.高效过滤器反冲洗能耗优化策略[J].清洁技术,2022,24(02):51-52.
- [5]王志鹏.前置过滤器能耗优化研究及实践[J].水处理与环境保护,2022,36(01):47-49.
- [6]徐鹏飞,李昊.水处理反冲洗系统节能技术及应用分析[J].节能技术,2021,39(03):99-101.