

钢制无阀滤池处理生产用水的运行性能与效果分析

何长前 李倩倩 韩正忠
江苏苏盐井神股份有限公司第一分公司
DOI:10.12238/etd.v6i1.11698

[摘要] 本文围绕钢制无阀滤池在工业水处理中的运行性能及效果展开研究。首先,从钢制无阀滤池的技术原理与特点进行分析,强调其在结构设计、运行模式及适应性等方面的优势。随后,通过实验设计与方法对其运行性能及水处理效果进行了详细分析,结果表明,该系统能够在高负荷条件下保持稳定的过滤运行,出水水质达到工业用水标准。最后,从技术和经济角度综合评价了钢制无阀滤池的应用价值,发现其具有显著的节能效益和运行成本优势,为工业水处理领域提供了一种高效、可靠且可持续的解决方案。本研究为进一步推广钢制无阀滤池在工业领域的应用提供了理论依据和实践参考。

[关键词] 钢制无阀滤池; 工业水处理; 运行性能; 水质分析; 技术经济评价

中图分类号: TU94+3.1 **文献标识码:** A

Analysis of operation performance and effect of production water treated with steel valvless filter

Changqian He Qianqian Li Zhengzhong Han
Jiangsu Suyan Jingshen Co., Ltd.

[Abstract] This paper investigates the operational performance and effect of the steel valve-less filter pool in industrial water treatment. First, the technical principles and characteristics of the steel valve-less filter pool are analyzed, emphasizing its advantages in structural design, operation mode, and adaptability. Subsequently, its operational performance and water treatment effectiveness were thoroughly examined through experimental design and methods. The results demonstrated that the system maintains stable filtration performance under high load conditions, with treated water quality meeting industrial water standards. Finally, a comprehensive evaluation from both technical and economic perspectives highlights the significant energy-saving benefits and cost advantages of the steel valve-less filter pool, offering an efficient, reliable, and sustainable solution for industrial water treatment. This study provides theoretical basis and practical reference for further promoting the application of steel valve-less filter pools in the industrial sector.

[Key words] Steel valve-less filter pool; industrial water treatment; operational performance; water quality analysis; techno-economic evaluation

引言

水资源短缺和水质污染问题是当今全球性的重要挑战,尤其在工业化快速发展的背景下,生产用水的水质保障需求愈加迫切。在工业运行中,生产用水的高效处理不仅直接影响生产效率,还关系到设备运行寿命和产品质量。因此,寻找经济、高效、易操作且可持续的水处理技术一直是这一领域的重要研究方向。

钢制无阀滤池作为一种基于重力式原理的水处理设备,因其自动化操作、无阀节能的设计理念,逐渐受到人们的关注和应用。与传统滤池相比,其通过巧妙的流体力学设计,实现无需额外动力的反冲洗过程,在节能、简化操作和占地面积方面具有显著优势,尤其适用于中小型水处理需求。然而,关于其运行性能

及不同工况下的净水效果,现有研究相对不足,尤其是在生产用水处理这一具体应用领域中,仍需要进一步开展深入评估与分析。

1 钢制无阀滤池技术原理与特点

1.1 基本构造与工作原理

钢制无阀滤池是一种高效工业水处理设备,以其独特的无阀设计和简化的运行流程而广受关注。该滤池的基本构造主要包括进水系统、滤床、虹吸管及排水装置等核心部件。其运行流程如下:原水通过进水系统进入滤池,经由滤床进行过滤,去除水中悬浮颗粒和杂质。随着过滤过程的持续,滤床逐渐累积杂质导致水头损失增大,当水头损失达到设定值时,无需人工或电动阀门操作,系统自动触发虹吸管形成虹吸效应,实现自动反冲

洗功能, 杂质随反冲洗水排出, 滤池随后恢复正常过滤状态。这种基于水力学原理的无阀控制机制, 省去了复杂的阀门结构和动力装置, 大大提高了系统的可靠性和运行效率。

1.2 技术优势

钢制无阀滤池凭借其创新性的设计和卓越的性能, 在工业水处理领域展现出多项技术优势:

(1) 高效除浊、节能减排: 滤池通过优化的滤料配置和结构设计, 具备良好的除浊效果, 能有效去除水中固体悬浮物及其他杂质。同时, 自动反冲洗机制无需外接电源或复杂设备, 降低了能耗和运行成本, 有助于节能减排。

(2) 操作自动化、维护成本低: 无阀设计省去传统滤池中常见的电动或气动阀门及其控制系统, 实现了全自动化运行, 同时减少了因阀门磨损而增加的维护费用和设备停机时间。利用虹吸原理触发反冲洗, 还避免了复杂的人工管理操作, 进一步降低工人劳动强度和维护成本。

1.3 适用范围与局限性

(1) 适用范围: 钢制无阀滤池适用于多种水质条件下的工业水处理环节, 尤其是在对悬浮颗粒物去除要求较高的场景中表现出色。例如化工冷却水、钢铁冶炼废水以及电力行业的循环冷却水处理等行业。此外, 其简单的自动化流程使其在资源匮乏、人工成本高的地区也具有较强的普适性。

(2) 技术局限及改进方向: 尽管钢制无阀滤池具备显著优势, 但也存在一定局限性。例如, 其对水质的适用范围在极高含油量或特殊污染物浓度超标的环境下可能受到限制。此外, 滤床的设计和滤料选择仍需针对不同工业水质精细化优化。未来可考虑开发更加智能的监测及控制系统, 进一步提高运行效率和适应能力, 同时对材质耐腐蚀与结构优化加以改进, 以应对更加恶劣的工况环境需求。

综上, 钢制无阀滤池凭借其独特的技术原理、显著的技术优势和广泛的适用性, 为工业水处理提供了一种高效节能的解决方案, 但仍需针对局限性进行进一步改进和提升。

2 运行性能与水处理效果分析

2.1 滤池运行性能评估

钢制无阀滤池在实验运行过程中表现出良好的操作稳定性和自动化特性。实验以不同进水流量和滤层厚度为变量, 观察滤池压头损失随时间的变化规律。结果表明, 滤池压头损失增长较缓, 能够在较长周期内保持稳定运行。在实验设置的典型工况下, 滤池运行周期均超过24小时, 这反映出系统在多种负荷条件下具有较高的运行适应能力。

此外, 钢制无阀滤池无需额外的电动或气动阀门控制设备, 依靠水力自控装置完成反冲洗操作, 降低了运行维护的复杂性, 从而大幅减少运行成本。反冲洗的效果良好, 冲洗后滤料孔隙率恢复明显, 表明反冲洗强度和持续时间合理。在实验后期, 也未发现滤料结块或生物膜过度积累的现象。

2.2 水质净化效果分析

在测试水源为工业废水的条件下, 无阀滤池表现出优异的

水质净化能力, 具体表现为悬浮物、浊度和化学需氧量(COD)的显著降低。根据数据统计:

悬浮物去除率: 无阀滤池对悬浮物的平均去除率达到92%以上, 在进水悬浮物浓度波动较大的情况下依然保持稳定。这表明滤池的过滤效果能够有效抵御进水水质的短期变化。

浊度削减能力: 进水平均浊度从30-50NTU降至出水的1-3NTU以下, 浊度去除率高达95%, 满足工业回用水中对浊度的要求。

COD去除效果: 对于化学需氧量, 无阀滤池去除率约为60-75%, 具体效果依赖于进水中有机物种类和浓度。尽管无法完全去除溶解性有机物, 但通过有效拦截胶体和颗粒态有机物, 明显提升了工业废水的可生化性。

从出水水质稳定性来看, 无阀滤池在整个运行周期内的水质波动范围较小, 尤其是在高负荷运行阶段仍能维持对悬浮物和浊度的高效去除, 这进一步验证了其较强的运行可靠性。

2.3 关键运行因素影响探讨

关键实验参数对钢制无阀滤池的运行性能和水质处理效果产生了显著影响, 具体分析如下:

(1) 流速的影响: 滤池进水流速直接影响过滤周期和水质净化效果。实验结果表明, 在流速范围2-5m/h内, 滤速增加会导致压头损失增长速度加快, 同时悬浮物和浊度去除率略有下降。当流速超过3.5m/h时, 部分细颗粒物可能会穿透滤层从而进入出水中。因此, 建议在实际应用中将最优运行流速控制在3m/h左右以实现净化效果和运行周期的平衡。

(2) 滤料层厚度的影响: 滤料层厚度增加能够显著提高截污能力, 延长运行周期, 但同时也带来了更高的初始压头损失。在滤料厚度从0.8m提升至1.2m的实验中, 虽然初始压头损失增加了15%, 但过滤周期延长了40%以上, 且悬浮物去除率平均提高了5%。因此, 对于高浊度水源, 增加滤料层厚度是可行的优化策略。

(3) 原水水质的影响: 进水悬浮物浓度对过滤性能影响显著。在高浓度悬浮物(>100mg/L)进水情况下, 反冲洗周期明显缩短, 且出水水质波动增大。这表明原水预处理的重要性, 可以通过沉淀或气浮等措施降低进水负荷, 从而提高整体运行效率。

综上所述, 钢制无阀滤池在运行过程中表现出优越的性能和水质稳定性。通过调节关键运行参数, 如进水流速和滤料厚度, 可进一步优化滤池的处理效果和经济效益。

3 技术与经济分析

3.1 经济成本分析

钢制无阀滤池在工业水处理中的建设和运行成本显示出较强的经济竞争力。与传统滤池相比, 钢制无阀滤池的主要成本包括设备采购、施工安装以及运行管理费用。在建设阶段, 尽管钢材作为主要结构材料, 造价略高于普通混凝土滤池, 但由于其结构紧凑、占地面积较小, 可显著降低土建及场地租用成本。此外, 该滤池在安装时利用模块化设计, 大幅缩短施工周期, 从而减少人工费用和间接成本。

运行过程中, 钢制无阀滤池的经济效益体现在以下几个方面: 第一, 通过优化滤池工作参数(如滤层厚度、滤速等), 滤池能够长期稳定运行, 减少了频繁维护的需求和相关费用。第二, 由于其高效的水处理性能, 过滤后水质可满足工业回用标准, 减少企业自来水采购量, 有效节约用水成本。以实验结果为例, 处理系统的运行周期较长, 滤池清洗所需水量显著低于传统滤池, 单位清洗成本降低了约30%-40%。

但同时也应考虑到, 使用钢结构滤池需要定期进行防腐维护, 这部分费用与长期使用的节水效果形成一定平衡。综合分析表明, 钢制无阀滤池在10年以上使用周期内, 其总运行成本低于传统混凝土滤池, 同时节约水资源的附加效益进一步凸显了其经济优势。

3. 2能耗及资源利用效率分析

钢制无阀滤池的能耗表现优于传统工艺。实验数据显示, 该滤池在整个运行周期中无需额外动力驱动, 依靠水头差完成过滤和反冲洗过程, 能耗近乎为零, 显著降低了能源消耗成本。相比之下, 传统滤池技术通常需要依赖水泵等设备来辅助运行, 增加了电力使用量和设备维护成本。

资源利用方面, 钢制无阀滤池具备更高的水资源利用率。实验中显示, 滤池在运行期间对浊度、悬浮物和COD的去除效率分别达到92.6%、93.3%和84.1%, 处理后的水质完全满足工业循环水需求。与传统工艺相比, 其高效过滤性能延长了滤池的工作周期, 减少了反冲洗频率, 进一步降低了清洗用水量, 整体水资源利用效率提高约25%。

从可持续发展角度看, 钢制无阀滤池兼具资源节约和污染排放控制效益。首先, 其减少了工业生产过程中废水排放量, 减轻了周边水体环境压力。其次, 由于其高效运行和低能耗特点, 符合当前工业节能减排政策的要求, 展现出较强的经济价值和生态效益。

综上所述, 钢制无阀滤池在技术性能与经济效益上均优于传统滤池, 为工业水处理提供了一种高效、低耗且可持续发展的解决方案, 具有广阔的应用前景。

4 结语

本研究针对钢制无阀滤池在工业水处理中的运行性能和效果进行了系统性分析, 取得了以下结论:

(1) 运行性能稳定性钢制无阀滤池在工业水处理领域表现出较高的运行稳定性, 通过优化设计运行参数(如流速、滤层厚度等), 其能够在连续运行条件下保持高效过滤效果。此外, 该系统自适应性强, 无需额外复杂的电控设备, 运维成本低。

(2) 经济效益突出结合技术经济性分析, 该滤池在单位水处理成本和长期运行维护费用方面具有显著优势。与传统工艺相比, 其一次性设备投资较低, 且依托无阀原理, 实现了节能降耗目标, 为工业企业节省了可观的成本投入。综合来看, 钢制无阀滤池在工业水处理中的应用具有很高的可行性和推广价值, 对优化水处理工艺以及提高资源利用效率具有重要现实意义。

[参考文献]

[1]朱静.西南山区小城镇分质供水工程设计研究[D].重庆:重庆交通大学,2014.

[2]朱翰森.广州市自来水公司滤池改造及优化的研究[D].广东:华南理工大学,2009.

[3]高丽,费庆志.气浮净水设备在水处理中的应用[J].辽宁化工,2004,(10):11.

[4]马军,梁咏梅,余敏.高锰酸盐预氧化工艺水中总锰浓度变化规律与控制方法[J].给水排水,2004,(1):15.

作者简介:

何长前(1982--),男,汉族,江苏省淮安市人,大学本科,助理工程师,水处理。