

Analysis of leachate water quality characteristics in chemical water treatment of power plant

Zhenzhen Shen

Guangzhou Huantou Zengcheng Environmental Protection Energy Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 511300, China

Abstract

The efficient and stable operation of chemical water treatment systems in power plants is critical for ensuring the safety of generating units. Leachate, a complex and highly variable wastewater, significantly impacts various treatment processes when entering the system. This paper thoroughly analyzes the effects of leachate on core water treatment processes such as pretreatment, ion exchange, and membrane separation, while also outlining relevant water quality analysis and characterization techniques. Based on this analysis, a comprehensive control strategy for leachate is proposed, covering source control, treatment technology selection, and operational improvements. The aim is to mitigate adverse impacts, enhance the adaptability and stability of power plant water treatment systems, and provide theoretical support.

Keywords

chemical water treatment in power plant; leachate; water quality characteristics; pollutants; impact analysis; control strategies

电厂化学水处理中渗滤液水质特性分析

申真真

广州环投增城环保能源有限公司, 中国·广东 广州 511300

摘要

电厂化学水处理系统要想高效又稳定地运行, 这对于保障发电机组安全十分关键。渗滤液属于成分复杂且波动较大的一种特殊废水, 当其进入水处理系统时, 会明显影响到各个工艺环节。文章详细剖析了渗滤液给预处理、离子交换、膜分离这些核心水处理工艺造成的影响, 还概述了有关的水质分析表征技术。依托于此, 从源头控制、处理技术选取以及运行改良等诸多方面给出了渗滤液的综合控制方案, 希望借此减轻其不良影响, 改善电厂水处理系统的适应能力和稳定性, 提供理论支撑。

关键词

电厂化学水处理; 渗滤液; 水质特性; 污染物; 影响分析; 控制策略

1 引言

电厂化学水处理系统的稳定运行关乎发电机组的安全性及经济性。渗滤液属于电厂内成分复杂的一种特殊废水, 它的水质特性同常规原水差别很大, 会给水处理的整个过程带来潜在风险。精确剖析渗滤液所含污染物的种类、浓度大小以及变化规律, 是考量其影响范围、制订恰当解决方法的科学依据。经由系统地探究渗滤液的源头特点、水质情况以及这些因素对处理工艺产生作用的原理, 希望给电厂水处理系统的改良设计运行赋予理论支持, 并给予实践操作方面的指导。

2 渗滤液的来源与组成

2.1 渗滤液的主要产生途径

电厂渗滤液的生成与工业活动布局紧密相关, 其产生途径存在明显的空间分布特性。煤场区域受自然降水影响产生淋滤液, 该液体溶解了煤炭内部的矿物质与可溶性组分。灰渣堆场长时间堆积时, 由于雨水浸润渗透, 会溶出碱性物质及重金属离子, 从而生成高 pH 值的渗滤液。化学药剂储存区若出现设备泄漏或者操作残留情况, 则会使得包含特定化学成分的废水流入排水系统。

2.2 渗滤液中的典型污染物种类

渗滤液的污染物合成与其来源特征相关, 其属于多相态、多组分的复杂体系。无机盐类为其主要合成单元, 其中涉及钙、镁、钠、钾等阳离子以及氯根、硫酸根等阴离子, 这会致使水体出现高矿化度的情况。有机污染物存在多种来源, 一方面源自煤炭溶解产生的多环芳烃、酚类物质, 另一方面源于生产流程中加入的油脂类有机物。悬浮态污染物包

【作者简介】申真真 (1995-), 女, 中国河南兰考人, 本科, 助理工程师, 从事生活垃圾处理电厂化验研究。

含煤粉微粒、灰渣颗粒以及胶体物质，这些颗粒既会影响水体浊度，又充当污染物载体，加大处理难度。就特征污染物而言，铅、铬、砷等重金属离子潜藏生态风险，而氨氮、磷酸盐等营养盐有可能造成水体富营养化现象。

2.3 影响渗滤液水质的主要因素

渗滤液水质受到诸多因素的耦合作用而表现出突出的时空异质性。气象条件属于主要的外部因素，降雨强度和历时会直接影响污染物的淋溶效率，气温的改变会影响到化学反应速率以及生物活动强度。物料特性则是内部决定因素，煤炭品质、灰渣化学成分存在差别，这就造成所溶出的污染物种类和浓度有所区别^[1]。场地的经营情况对水质有着重要的影响，防渗措施是否完备、清洁分流执行得怎样，这些都会直接影响到渗滤液的生产量以及污染负荷。

3 渗滤液的关键水质指标分析

3.1 常规理化指标分析

常规理化指标是表征渗滤液基本特性的一组重要参数。其中，pH 值显示水体的酸碱性质，其变化范围会左右处理工艺的选定以及调控策略。COD（化学需氧量）和BOD5（生化需氧量）属于有机污染综合指标，它们的比值可用来推测水体的生物降解能力。浊度和悬浮物浓度直接显示出水体中颗粒物质的含量，是考量预处理需求的主要依照。总溶解固体和电导率一同表明含盐量的水平，这对后续除盐工艺的设计具备指导价值。总硬度和碱度指标可用于预测结垢倾向，这关乎系统防腐防垢措施的制订。这些基础指标形成水质评价的基本框架，需经由标准化检测方法获取可靠数据，从而为后续的深度分析提供支撑。

3.2 特征污染物指标分析

特征污染物分析要找出渗滤液里的特定风险物质，就得用更针对性的检测方法。针对有机特征污染物，多环芳烃、挥发酚和石油类物质的浓度监测很关键，它们也许会给生化处理单元造成抑制作用。重金属元素筛查的重点在于砷、汞、铬、镉、铅等有毒物质，这些物质的存在形式和浓度直接影响到处理工艺的抉择以及污泥的处置方式。氮磷营养盐的检测既关乎到水体富营养化风险的考量，又对生物处理系统的运行参数设置具备一定的参考意义。

3.3 水质指标的波动特性

渗滤液水质指标存在动态变化，这是其突出特点之一。这种波动表现在诸多方面，从时间角度看，降雨事件引发的初期冲刷现象致使污染物浓度突然上升；季节性气候变化造成水质出现规律性改变；生产活动具有时段性，从而引起水质在一天之内发生波动。就空间而言，厂区内不同功能区所产生的渗滤液其成分差别很大，汇流过程中发生的混合作用又带来新的水质特性^[2]。这种波动还体现为不同污染物指标的变动不是同步的，有些指标会很快变化，而有些指标则比较稳定。

4 渗滤液对水处理系统的影响

4.1 对预处理工艺的影响

渗滤液给预处理系统造成的冲击表现在诸多方面。它含有较高的悬浮物，这会突出加重混凝沉淀单元的负担。那些形状不规则的颗粒物破坏了理想的混凝环境，使得矾花生成变差，沉降效率下滑。而且，高浓度的有机物会占用预氧化步骤所需的氧化剂量，既提升运行成本，又有可能产生消毒副产品。水质出现波动，会影响到加药系统的精准调控，造成絮凝剂投放量与实际需求不符。有些胶体物质经由沉淀单元流入过滤阶段，从而削减滤料的反冲洗间隔时间，加大自用水比率。预处理阶段对难降解有机物的去除比较有限，这种状况会慢慢累积，给后续工艺带来潜在风险。这些影响致使预处理出水水质出现波动，进而给后续的深度处理工艺运行带来风险。

4.2 对离子交换与膜系统的影响

渗滤液给深度处理系统造成的威胁很严重。有机物污染离子交换树脂时，树脂交换容量会不断减小，大分子有机物黏附在树脂骨架上，堵住扩散通道，氧化性物质会破坏树脂交联结构，引发树脂永久失效。膜系统存在多种污染风险，胶体颗粒会在膜表面凝聚成致密的滤饼层，有机分子吸附会使膜孔堵塞、通量减小，重金属离子在浓缩过程中有可能超出溶度积而形成金属氢氧化物沉淀^[3]。生物污染和有机污染常常相互作用，加重性能衰减。这些污染现象致使操作压力增大、产水量缩减，频繁执行化学清洗会减小膜元件的寿命，系统能耗大幅上升，运行经济性变差。

4.3 对系统运行稳定性的影响

渗滤液对全系统的运行稳定性影响是全面的。水质波动使得运行参数需频繁调整，这加大了操作的困难。污染物存在累积效应，且该效应具有滞后性，短期内也许看不出异常，但长时间运行会促使性能加快变差。要应对冲击负荷就得加大预处理力度，提升清洗频率，从而提升制水成本。情况最为糟糕的是，水质一旦变差就有可能冲破处理链，造成锅炉给水质量下滑，进而致使热力设备出现结垢与腐蚀现象。系统可靠性降低，非计划停机的风险就会增大，而且维修保养的工作量也大幅增多。

5 渗滤液水质特性分析技术

5.1 水质采样与预处理方法

科学规范的采样方法是得到可靠数据的根基。采样点的设置要包含污染源区、迁移路径以及汇流节点这些关键地方。采样时间的选定要考量降雨事件的影响，涵盖降雨之前、之中、之后各个阶段具有代表性的采样。采样器具的选择具备特异性，重金属检测要用酸洗聚乙烯瓶，有机物检测要用棕色玻璃瓶，并且防止样品被暴晒。样品保存条件要严格把控，必要时可加固定剂并低温保存以维持样品稳定。样品前处理涉及过滤去除悬浮物、萃取浓缩微量组分、消解处理重

金属样品等步骤,各个环节均需遵照标准操作程序,保证样品从采集到分析整个过程质量可控,从而为后续的准确分析形成基础。

5.2 主要分析项目与检测技术

分析项目的选取要兼顾全面性与针对性。常规指标可利用标准分析方法来保证结果的可比性,pH值、电导率这些物理指标,要用经过校准的便携式仪器在现场测定;而COD、BOD₅之类的,则按照国家标准规定的化学分析法或者专用分析仪来进行。重金属元素的分析大多靠原子吸收光谱法或者电感耦合等离子体质谱法,后者能够做到多元素的同步快速检测。有机特征污染物的分析则依靠色谱-质谱联用技术,气相色谱-质谱适合挥发性和半挥发性的有机物,液相色谱-质谱适合难挥发的大分子有机物^[4]。总有机碳分析仪可评定有机污染的总体水平,离子色谱利于阴离子的精准测量。技术选取时应调和检测限、精度、成本与效率,从而创建起多层次的分析体系。

5.3 数据分析与特性表征方法

数据分析是把原始检测数据转为成有用信息的重要部分。基本统计分析包含计算均值、极值、标准差等表示统计量,相关性分析表现指标之间的本质联系,逐步回归分析找出关键影响因子。主成分分析经由降维获取综合指标,聚类分析做到水质分类和源的分析,时间序列分析显示变化规律,频谱分析找出周期性特点。空间插值方法直观显示污染分布,多元统计模型量化影响因素的贡献率。这些分析方法一起搭建起从数据到认识的桥梁,有益于了解污染产生机制、预测变化趋向,给分类治理提供科学依据。

6 渗滤液的处理与控制策略

6.1 源头控制与减量化措施

源头控制属于最高效的经济治理策略,其重点在于缩减渗滤液的产生量并减小污染负荷。煤场、灰场等地域创建防风抑尘网以及永久性顶棚,从而在物理层面阻止雨水接近污染源。完备场地的硬化和防渗系统,并设置专门的渗滤液收集导排设施,做到清污分流,防止交叉污染。巩固化学品存储管理,依照规范操作流程防止跑冒滴漏。改良厂区排水系统,执行雨污分流和分级收集,对于初期的高浓度雨水单独加以处理。定时清理堆场周围的排水沟渠,杜绝污染物的汇集。经由工艺改良削减湿法作业,利用干式清扫等方式来减小废水的产生。这些举措要归入到日常经营体系当中,形成起长效的管理机制。

6.2 针对性的处理技术选择

处理技术的选择要依照水质特征与回用目标来确定。合成工艺往往比单个技术表现更好,预处理单元主要依靠混凝沉淀、气浮过滤等方法,可以去除大量悬浮物和胶体物质。深度处理按照目标可选膜技术或者高级氧化途径,反渗透适合达到较高标准的回用要求,不过要解决浓水问题;高级氧化适宜应对难降解有机物的处理情况。生物处理工艺对于可生化性较好的渗滤液较为经济有效,但是须要精确掌控进水水质。吸附技术作为辅助手段,可用来清除微量污染物。工艺的结合必要改善衔接顺序,防止单元之间相互影响。技术经济的对比包含投资经营成本、处理效果的稳定性、操作守护的复杂程度等诸多方面,从而挑选出最为合适的定制方案。

6.3 运行优化与过程控制建议

精细化运行对于保障处理效果十分关键。要形成完备的过程观察体系,在线水质仪表被采用之后,可以随时监测进水水质,从而为工艺参数预先调整给予依照。混凝单元经由絮体粒径的在线检测来改良絮凝剂的投放情况,膜系统依靠跨膜压差监测来及时判定污染情形。创建关键设备的运行档案,把维护历史记录下来以做到预测性维护。药剂投放系统达成精确计量,防止因过度投放而引发的浪费或者二次污染。定时开展能效评定并改良运行模式,削减单位处理能耗。

7 结语

电厂化学水处理中的渗滤液管控属于系统工程,包含源头、过程和末端部分。由于水质复杂且波动强烈,给传统水处理工艺带来诸多挑战,所以需采用适应性更强的控制策略。后续工作重点在于研发高效又节能的深度处理技术,加强源头削减和过程精确控制,并形成依靠水质警报的智能调节体系。经由技术与运作革新达成渗滤液的有效管控,这对保障电厂水系统安全、优化水资源循环利用率以及推进绿色电厂创建有着重要的应用意义。

参考文献

- [1] 丁宇乾.生活垃圾渗滤液处理难点与技术[J].中国资源综合利用,2025,43(05):259-261.
- [2] 肖冬杰,田黎黎,刘李柱,等.生活垃圾渗滤液膜滤浓缩液的蒸发特性[J].中国给水排水,2024,40(17):98-103.
- [3] 李丽,陈文艳,张惠祥.乡镇生活垃圾填埋场渗滤液处理现状与展望[J].工业安全与环保,2023,49(09):89-92.
- [4] 王浩.臭氧深度处理垃圾渗滤液的效能分析及工艺优化研究[D].中国矿业大学(北京),2023.