

Analysis and Countermeasures Research on Frequent Filter Media Caking of Gravity Air Scrubbing Filters in a Coastal Thermal Power Plant

Hongbo Li Tao Wang

Sinohydro (Huating) Power Generation Co., Ltd., Huating, Gansu, 744100, China

Abstract

As an efficient filtering equipment in line with energy-saving and environmental protection requirements, the gravity air scrubbing filter not only demonstrates excellent filtering performance but also maintains low operating energy consumption. By utilizing the dual effects of gravity and air scrubbing, this filter can effectively remove suspended solids and impurities in water, ensuring water quality cleanliness and safety. This paper conducts a comprehensive analysis and discusses the main causes of frequent filter media caking in three gravity air scrubbing filters during operation in a 2×115MW coastal thermal power plant. Meanwhile, the article emphasizes the importance of solving this problem for ensuring the safe and stable operation of the power plant and improving economic benefits.

Keywords

thermal power plant; gravity air scrubbing filter; filter media caking; cause discussion; solution

沿海某火力发电厂重力式空气擦洗滤池滤料频繁板结原因分析及对策研究

李红波 王涛

中电建（华亭）发电有限公司，中国·甘肃 华亭 744100

摘要

重力式空气擦洗滤池作为一种高效且符合节能环保要求的过滤设备，不仅展现了卓越的过滤性能，而且其运行能耗也维持在较低水平。这种滤池通过利用重力和空气擦洗的双重作用，能够有效地去除水中的悬浮物和杂质，确保水质的清洁和安全。本文针对沿海某2×115MW火力发电厂的3台重力式空气擦洗滤池在运行过程中频繁出现的滤料板结问题，进行了全面的分析和主要成因探讨。同时，文章强调了解决这一问题对于确保电厂安全稳定运行及提升经济效益的重要性。

关键词

火力发电厂；重力式空气擦洗滤池；滤料板结；成因探讨；解决

1 引言

随着全球能源需求的持续增长，火力发电作为主要的电力供应方式之一，其稳定运行对于保障能源安全和经济发展至关重要。然而，在沿海某火力发电厂的运行过程中，化学重力式空气擦洗滤池作为一种关键的海水预处理设施，在设备运行过程中频繁出现滤料板结现象，影响了海水过滤效率和水质稳定性。滤料板结不仅导致过滤阻力增大，还能引发滤池堵塞、产水量下降等一系列连锁反应，给电厂的安全高效运行带来巨大挑战。

沿海某 2×115MW 火力发电厂化学用水配套一座海水

预处理系统，水源取自循环水母道，在重力式空气擦洗滤池进水管通过絮凝剂加药装置投加絮凝剂，经混合器充分混合后进入 3 台（两用一备）重力式空气擦洗滤池进行过滤，出水浊度要求 ≤ 5NTU，过滤出水自流至两座 200m³ 露天混凝土制的过滤水池，供多介质过滤器及海水反渗透等设备使用。

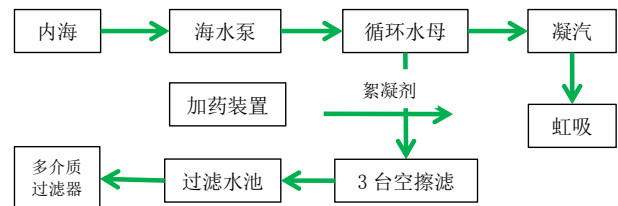


图 0-1: 海水预处理工作流程

【作者简介】李红波（1981-），男，中国甘肃宁县人，本科，工程师，从事火力发电厂运行管理研究。

2 重力式空气擦洗滤池工作原理及流程

重力式空气擦洗滤池是一种通过重力过滤截留水中悬浮杂质，并利用空气擦洗技术高效反冲洗的水处理设备，其工作过程涵盖进水、过滤、反冲洗等主要环节。当原水流入滤池，在重力势能驱动下垂直穿过多层级滤料层，滤料层可借助物理筛滤作用、深层截留效应及表面吸附作用，有效去除水中悬浮固体（SS）、胶体物质及部分有机污染物，实现水质净化。然而当滤池的运行时长达到一定程度后，滤料表面会累积大量污染物，系统便会开启反冲洗流程。首先，运用压缩空气通过底部布气系统注入0.15-0.3MPa压缩空气，使滤料流态化膨胀率达到20%-30%。气固两相剧烈湍动产生颗粒间碰撞摩擦，有效剥离滤料表面粘附污染物，同时破坏滤层内部泥球结构。随后，引入反向水流，在气水混合流的协同作用下，将剥离的污染物及松动杂质彻底排出滤池，使滤料恢复过滤性能。气水交替的反冲洗方式，既能提高清洗效率，又可降低冲洗能耗，确保滤池长期稳定运行。

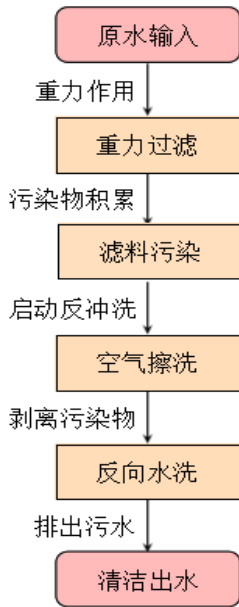


图 1-1: 重力式空气擦洗滤池工作流程

3 设备运行过程中出现的滤料板结现象及危害

设备投运以来，多次出现滤料板结情况，尤其是在雨季和暴雨后，严重影响设备正常运行。板结现象致使设备反冲洗的频次增加，能耗攀升，设备缺陷频发，系统的整体性能下降。

4 重力式空气擦洗滤池频繁污堵的原因分析

4.1 海水悬浮物含量影响

随着工业的发展和人口的增加，原水受到的污染越来越严重，尤其在雨季及暴雨后生活垃圾等悬浮物大量集聚。

循环水取水口内海湾原水中有机物含量从过去的 5mg/L 上升到了现在的 15mg/L，微生物含量也从每毫升 100 个增加到了 750 个，悬浮物含量从 20mg/L 增加到了 65mg/L，导致滤料层中杂质的积累，在滤料表面形成了一层覆盖体，进而引发频繁污堵。



图 2-1: 重力式空气擦洗滤池滤料板结情况

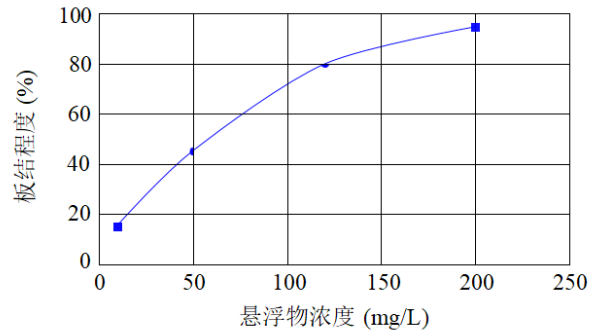


图 3-1: 悬浮物含量与板结程度关系曲线

4.2 设备运行参数影响

反冲洗强度不足，无法将滤料层中的杂质和悬浮物彻底冲洗干净，导致滤料层逐渐堵塞。通过运行人员多次试验，发现 3 台重力式空气擦洗滤池反洗进气动阀阀芯存在设备

制造缺陷,气动反洗时阀门不能全开,致使气动反洗过程中阀门开度受限,进气量显著不足,使气动反洗强度下降,无法将滤料表面的杂质和悬浮物擦洗下来,滤料层中的杂质残留。且气动反洗时,滤料层上部水位偏高,使得滤料层处于非正常流化状态。原本应通过均匀气流带动滤料充分翻滚摩擦的擦洗过程,因气流不均而演变为局部滤料剧烈扰动、其余区域却冲刷不足的失衡局面。这种情况下,杂质不仅难以被彻底剥离,还会在滤料缝隙中形成顽固附着,加速滤料层的板结进程。

4.3 运行人员反冲洗操作不规范

运行人员在水反冲洗操作时,反冲洗时间不够,缺少排水口取样化验浊度项目,使滤池污堵加剧。由于反冲洗时间不足,滤料表面的泥饼层未能彻底剥离,残留的胶体物质与滤料形成顽固粘连,导致滤层孔隙进一步被封堵。而缺失的排水口取样化验环节,使得运行人员无法及时掌握反冲洗效果。

4.4 滤池内部缺陷影响

检修人员对空气擦洗滤池进行检查时,发现滤池内壁存在局部环氧树脂涂层脱落现象,导致滤料层区域水流下降通道出现局部受阻,破坏了滤池原有的水力平衡状态,影响滤池反冲洗效率。长期运行,杂质在水流滞缓区域逐渐沉积压实,最终引发滤料层板结,严重影响滤池的过滤效率与运行稳定性。

检修人员对空气擦洗滤池进行检查时,发现滤池滤料分布不均,未能按设计标准实施粒径分层级配(即粗颗粒滤料层、细颗粒滤料层的梯度布置),将导致滤池内部水流阻力场分布异常,滤池局部水流阻力差异,杂质在低效清洗区域反复沉积并压实,在滤料表面形成黏性泥膜,长期积累后与滤料黏结成硬块(板结),不仅降低反冲洗效果,还可能因板结体挤压破坏滤层级配,对滤池的长期可靠运行构成系统性威胁。

5 重力式空气擦洗滤池频繁污堵的治理措施

针对内海湾取水口悬浮物超标问题,在取水口增设了两层滤网,定期安排渔民对滤网垃圾及悬浮物进行清理,提升滤网运行效率,进一步隔离垃圾及悬浮物进入循环水系统。同时,加强对取水口水质的监测和管理,根据季节及天气变化及时掌握原水水质的变化情况,适时调整次氯酸钠药剂的加药量,降低原水 pH,破坏原水微生物分泌的胞外聚合物(EPS),减少生物黏附现象,从而降低滤料板结情况。

针对重力式空气擦洗滤池反冲洗强度不足问题,联系检修人员更换了3台重力式空气擦洗滤池的反洗进气气动阀,确保了反冲洗过程中的气流更加均匀和强劲,提高反冲洗效率。同时,在进行气动反洗时,将滤料层上部水位在原有基础上降低了10-20cm,这一调整使得空气气泡能够更有

效地穿过滤料层,增加了滤料之间的摩擦力,从而更好地清除附着在滤料表面的杂质和悬浮物,减少滤料板结的生成,保证了滤池的过滤效率和水质的纯净度。

针对运行人员反冲洗操作不规范问题,制定以下整改措施:首先完善了空擦洗滤池反冲洗操作流程,明确了反冲洗时间参数、冲洗周期,确保反冲洗时间充足,彻底剥离滤料表面泥饼层,避免胶体物质与滤料顽固粘连。同时,在空擦洗滤池反冲洗操作流程中增加了排水口取样化验浊度环节,对运行人员开展取样化验方法培训,明确化验频率及浊度合格标准(浊度 ≤ 5 NTU),要求详细记录反冲洗时间和化验结果,形成标准化操作记录。管理人员定期对空擦洗滤池反洗过程进行全面跟踪,确保流程、化验过程规范,达到反冲洗的效果,有效缓解滤池污堵情况。

针对滤池内壁环氧树脂涂层脱落问题,检修人员对涂层破损区域进行了彻底清理,去除疏松层及附着杂质,采用高强度、耐腐蚀的环氧树脂材料进行分层涂抹修复,确保涂层厚度及附着力符合设计标准,同时对滤池内壁全区域进行涂层完整性及厚度检测,确保涂层附着力及厚度达到设计要求,预防潜在脱落风险。

针对滤料级配紊乱导致的水流阻力场失衡及板结风险,检修人员对滤池内部滤料全部进行了人工清理、冲洗、晾晒和筛选分级,并严格按照粗颗粒滤料层(底层)、中颗粒滤料层(中层)、细颗粒滤料层(上层)的梯度布置原则进行了重新装填,确保粒径级配符合设计规范,铺设过程中保证滤料层平整,避免局部堆积或凹陷。装填完成后,进行通水试验测试滤池整体水头损失及水流均匀性,确保滤池过滤效率与运行稳定性。

6 结论

重力式空气擦洗滤池频繁污堵是一个比较常见的问题,其原因主要包括原水水质恶化、滤料选择不当、运行参数不合理和设备缺陷管理等方面,通过上述措施的实施后,有效减少了重力式空气擦洗滤池滤料频繁板结现象,提高了空气擦洗滤池的过滤效果和使用寿命,保证水处理系统的正常运行。

参考文献

- [1] 钮荣.浅谈净水站空气擦洗滤池运行中存在的问题[J].发电与空调,2013,34(01):17-20.
- [2] 杨长生,龚明树,羊梅,等.高密度沉淀池+空气擦洗滤池工艺电厂原水净化站的设计[J].成都航空职业技术学院学报,2011,27(03):41-43.
- [3] 赵文博,谭军.150m³重力式空气擦洗滤池系统优化[C]//2018(第九届)电力行业化学专业技术交流会.中国电力技术市场协会,2018.
- [4] 费宗奇.重力式空气擦洗滤池出力偏差的问题分析[J].科技经济导刊,2020,v.28;No.732(34):120-121.