

# 火力发电厂废水处理环保监督管理实践

黄熙媛

国家能源集团内蒙古上海庙发电有限公司 内蒙古 鄂尔多斯 016200

**摘要：**火力发电厂废水处理环保监督管理实践聚焦废水分类处理与全流程监管。针对化学、生活、含煤及脱硫废水等不同类型，采用物理沉淀、化学中和、生物降解及膜分离等技术实现达标排放。通过构建排污许可、在线监测、环境信用评价等制度，强化政府监管与企业主体责任。同时，推广废水零排放、资源化利用及智能化控制技术，提升处理效能与经济效益，形成“预防-治理-监管-改进”的闭环管理体系，推动行业绿色转型。

**关键词：**火力发电厂；废水处理；环保监督管理；实践

引言：在“双碳”目标与生态文明建设背景下，火力发电厂作为能源消耗与废水排放大户，其废水处理成效直接影响区域水环境安全与行业可持续发展。由于发电过程涉及化学水处理、脱硫、输煤等多环节，废水成分复杂、处理难度大，且存在企业环保投入不足、监管手段有限等挑战。本文从废水分类特性出发，系统梳理物理、化学及生物处理技术实践，结合排污许可、在线监测等监管制度创新，探讨技术升级与管理优化路径，为提升火力发电行业废水治理水平提供参考。

## 1 火力发电厂废水来源与分类

### 1.1 废水主要来源

(1) 化学废水。主要源于锅炉补给水处理系统与循环水系统。锅炉补给水处理过程中，为去除原水中的杂质、离子等，会产生过滤反冲洗水、树脂再生废水等；循环水在长期运行中，因水分蒸发导致盐类浓缩，需定期排污，形成循环水排污水，这类废水通常含有一定量的化学药剂与盐类。(2) 生活污水。产生于厂区员工日常生活活动，包括宿舍、办公楼、食堂等区域排放的污水，主要成分有有机物、悬浮物、洗涤剂以及少量病菌等，水质相对稳定，但需经过处理达标后排放或回用。

(3) 含煤废水。来自输煤系统的冲洗作业，在煤炭运输、储存过程中，会产生粉尘与煤渣，通过冲洗形成含煤废水，其特点是悬浮物含量高，且水中含有煤颗粒、煤粉等，若直接排放会造成水体污染与资源浪费。(4) 脱硫废水。是烟气脱硫工艺的产物，脱硫过程中采用石灰石-石膏法等技术，会产生高盐废水，这类废水不仅含盐量极高，还含有重金属（如汞、铅、镉等）、氟化物等有害物质，处理难度较大<sup>[1]</sup>。

### 1.2 废水特性分析

(1) 关键指标差异显著。化学废水pH值易偏离中性，COD（化学需氧量）较低，但盐含量较高；生活污

水COD中等，悬浮物含量适中，pH值接近中性；含煤废水悬浮物含量远超其他类型废水，COD较低；脱硫废水pH值多呈酸性，COD较低，却含有大量重金属与高浓度盐分，各项有害指标超标风险高。(2) 处理难度与环保风险不一。生活污水与含煤废水处理难度相对较低，通过常规的生化处理、沉淀过滤等工艺即可达标，环保风险较小；化学废水因盐含量较高，需针对性脱盐处理，处理成本与难度有所上升；脱硫废水因同时含有重金属与高盐，处理工艺复杂、成本高昂，若处理不当，重金属泄漏与高盐污染会对土壤、水体造成严重且长期的环境危害，环保风险极高。

## 2 火力发电厂废水处理技术与实践

### 2.1 常规处理技术

(1) 物理处理。沉淀技术通过重力作用分离废水中的悬浮物，如含煤废水中的煤颗粒经沉淀池可去除80%以上；过滤技术采用石英砂、活性炭等滤料，进一步截留细小杂质，提升水质透明度；膜分离技术（如超滤、反渗透）利用半透膜选择性透过性，去除水中盐分与有机物，常用于锅炉补给水深度处理，脱盐率可达99%以上。(2) 化学处理。中和处理通过添加酸碱药剂（如石灰、硫酸）调节废水pH值，将脱硫废水酸性水质中和至中性；氧化还原技术利用氧化剂（如次氯酸钠）将废水中的有毒物质转化为无害形态，如去除重金属离子；混凝沉淀技术投加聚合氯化铝等混凝剂，使细小悬浮物凝聚成大颗粒，加速沉淀分离，适用于生活污水与化学废水预处理<sup>[2]</sup>。(3) 生物处理。活性污泥法利用微生物菌群分解生活污水中的有机物，通过曝气池供氧促进微生物繁殖，COD去除率达85%以上；MBR膜生物反应器结合生物降解与膜分离，取代传统二沉池，出水悬浮物含量极低，可直接回用，且占地面积仅为传统工艺的60%。

### 2.2 特殊废水处理技术

(1) 脱硫废水零排放技术。蒸发结晶技术通过蒸发浓缩脱硫废水,使盐分结晶析出,结晶盐可回收利用,实现废水零排放,某300MW机组电厂采用该技术后,年减少废水排放12万吨;烟道蒸发技术将脱硫废水雾化喷入锅炉烟道,利用烟气余热蒸发水分,盐分随飞灰一同被捕集,工艺简单且投资成本低,但需控制烟道腐蚀风险。(2) 重金属废水深度处理。离子交换技术利用树脂吸附废水中的重金属离子(如汞、铅),吸附饱和后通过再生剂洗脱树脂,实现重金属回收;吸附法采用活性炭、沸石等吸附材料,对低浓度重金属废水处理效果显著,吸附容量可达50mg/g,适用于脱硫废水深度处理<sup>[3]</sup>。

### 2.3 典型案例分析

(1) 某电厂脱硫废水零排放工程实践。某600MW燃煤电厂采用“预处理+蒸发结晶”工艺,预处理阶段通过中和、混凝沉淀去除悬浮物与重金属,后续经蒸发浓缩与结晶分离,实现脱硫废水全量回用,工程总投资800万元,运行成本3.5元/吨水,投运后年节约新鲜水用量15万吨,减少固废排放量800吨,符合国家“双碳”政策要求。(2) 循环水排污水回用技术经济效益评估。某电厂将循环水排污水经“过滤+反渗透”处理后,回用至循环水补水系统,处理成本2.2元/吨,相比使用新鲜水(成本4.5元/吨),年节约水费180万元,同时减少排污费支出30万元,投资回收期仅3年,兼具环境与经济效益。

## 3 火力发电厂废水处理环保监督管理体系构建

### 3.1 政策法规依据

我国火力发电厂废水处理环保监督管理的管理框架构建,以多层次政策法规为根本遵循。《中华人民共和国水污染防治法》从法律层面界定了企业主体责任与政府监管责任的边界,为管理体系中的责任划分提供根本依据;《火力发电厂污染防治技术政策》结合行业特点,明确了废水处理管理的技术导向与流程规范,为制度设计提供行业适配性依据。此外,《排污许可管理条例》《环境监测管理办法》进一步细化了管理流程中的许可审批、监测管控等关键环节要求,形成“责任界定-流程规范-环节管控”的政策支撑体系,保障管理体系有序运行。

### 3.2 监督管理组织架构与职责划分

(1) 政府层级监管组织。作为监管主导层,构建“省级统筹、地市执行、区县巡查”的三级组织架构,省级环保部门负责区域总量规划与政策落地统筹,地市环保部门承担排污许可核发、重点企业监管等核心职能,区县环保部门负责日常巡查与隐患排查,形成层级清晰、权责统一的监管组织体系。(2) 企业内部管理组

织。建立“决策层-管理层-执行层”三级架构,决策层负责环保投入与管理体系顶层设计,管理层(环保管理机构)统筹日常监管、台账管理与培训组织,执行层(车间班组)落实设备运维、数据记录等具体工作,实现管理责任纵向贯通。(3) 第三方专业支撑组织。作为补充力量,纳入监管组织体系的协同环节,承接政府与企业委托的专业监测、技术评估等工作,为管理决策提供专业支撑,完善“政府监管-企业自管-专业协管”的多元组织协同格局<sup>[4]</sup>。

### 3.3 监督管理制度体系与责任机制

(1) 许可与总量管控联动制度。建立排污许可与总量控制协同管理机制,将总量指标分解纳入排污许可证管理,明确企业许可排放限值与总量责任;同步建立总量动态监管制度,环保部门定期核算企业排放总量,企业建立总量台账,形成“许可审批-过程管控-总量核算”的闭环管理制度。(2) 全流程监测与数据管理制度。构建“企业自监测-第三方监测-政府监督性监测”三位一体监测制度,要求企业规范安装在线监测系统(CEMS)并实现数据联网,建立监测数据溯源与核查制度;明确企业对监测数据真实性负责、环保部门对数据监管负责的责任机制,确保监测数据作为管理决策的有效依据。(3) 信用评价与责任追究制度。建立基于废水处理全流程表现的环境信用评价制度,细化评价指标与分级标准;配套完善奖惩与责任追究机制,对守信企业实施审批绿色通道等激励,对失信企业落实限产停产、信用惩戒等措施,同时明确企业负责人、环保管理人员、操作岗位的分级责任,对违法违规行为实施全链条责任追究,筑牢“制度约束-责任倒逼”的管理防线。

## 4 火力发电厂废水处理环保监督管理实践难点与对策

### 4.1 技术层面挑战

(1) 脱硫废水高盐高氯难处理问题。脱硫废水因含有大量氯离子(浓度常达10000mg/L以上)与钙、镁等盐类,常规处理技术难以实现有效脱盐。若采用蒸发结晶技术,高氯环境易导致设备腐蚀,增加维护成本;若选择烟道蒸发,盐分易在烟道内沉积结垢,影响锅炉换热效率,甚至引发烟道堵塞风险。同时,高盐废水处理过程中产生的杂盐,因纯度不足难以资源化利用,易形成固废二次污染,给企业环保达标带来巨大压力。(2) 废水处理设施运行稳定性不足。部分电厂废水处理设施存在“重建设、轻运维”现象,设施老化、配件损坏问题突出。例如,膜分离系统因原水预处理不彻底,膜组件易受污染堵塞,导致出水水质波动;生物处理系统受水温、进水负荷变化影响大,冬季低温时微生物活性下

降, COD去除率可降低20%-30%。此外, 设施自动化程度低, 依赖人工操作调整, 难以实时应对水质变化, 进一步加剧运行不稳定性。

#### 4.2 管理层面挑战

(1) 企业环保主体责任落实不到位。部分企业存在“重生产、轻环保”思维, 为降低成本, 擅自减少废水处理药剂投加量、停运部分处理设施, 甚至通过暗管偷排废水。环保台账管理不规范, 存在数据造假、记录不完整等问题, 如虚报废水处理量、篡改在线监测数据, 导致环保监管失去数据支撑。同时, 企业内部环保考核机制缺失, 未将环保指标与员工绩效挂钩, 员工环保意识薄弱, 操作不规范现象普遍。(2) 监管管理存在短板。基层执法人员少, 辖区电厂却多而散, 没法高频巡检, 一些违规排污行为难被及时察觉; 执法设备老旧, 复杂废水成分得靠第三方检测, 流程拖沓, 监管管理效率大打折扣。此外, 跨部门协同不足, 环保部门与电力监管、市场监管等部门数据不互通, 难以形成监管合力, 对企业违法违规行为的震慑力有限。

#### 4.3 对策建议

(1) 推广先进处理技术(如分质处理、资源化利用)。针对脱硫废水高盐问题, 推广分质处理技术, 将高盐废水与其他低盐水分分类处理, 降低处理难度; 鼓励采用膜分离与蒸发结晶耦合技术, 提升脱盐效率与杂盐纯度, 实现杂盐资源化。同时, 推动废水资源化利用, 如将处理后的循环水排污水回用至脱硫系统、输煤冲洗等环节, 减少新鲜水用量, 降低废水排放量。(2) 强化环保培训与考核机制。要定期参加企业组织的环保专题培训, 跟着专家学透最新政策法规、废水处理实操技能和应急处置流程, 确保关键岗位同事都持证上岗、依规操作。同时, 企业把废水达标率、设施运行稳定性、

台账记录完整性这些指标, 直接纳入绩效考核, 干得好的团队和个人拿奖励, 要是出现违规操作、数据造假的情况, 也会严肃追责问责<sup>[5]</sup>。(3) 完善内部协同与外部监督联动机制。各车间、班组要主动配合环保部门的工作, 及时上报排污、生产相关数据, 助力企业搭建内部信息共享平台, 方便跨岗位协同核查。另外, 也能主动关注政府官网、微信公众号公开的企业排污信息, 要是发现身边有违法排污行为, 大胆通过举报渠道反馈, 一旦查实还有奖励, 共同筑牢“岗位自律+车间互查+公众监督”的环保防线。

#### 结束语

火力发电厂废水处理环保监督管理实践是推动电力行业绿色转型的关键举措。通过精细化分类处理技术、智能化监控体系与多元化监管机制的协同应用, 既实现了废水达标排放与资源化利用, 又倒逼企业落实环保主体责任。未来, 需持续强化技术创新与政策引导, 推动分质处理、零排放工艺普及, 完善跨部门协同与公众监督机制, 构建“技术-管理-社会”共治格局, 为能源行业高质量发展与生态环境保护提供坚实保障。

#### 参考文献

- [1]信忠瑞.燃煤火力发电厂脱硫废水零排放处理技术探讨[J].科学与信息化,2021,(16):96-97.
- [2]张伟,李明.火力发电厂废水处理技术研究进展[J].水处理技术,2023,49(3):45-52.
- [3]王磊.脱硫废水零排放技术在火电厂的应用[J].环境科学与技术,2022,40(5):87-93.
- [4]赵宏.反渗透膜技术在电厂废水深度处理中的应用[J].水资源保护,2023,39(2):66-72.
- [5]刘慧.火电厂循环冷却废水回用及优化研究[J].工业水处理,2022,38(4):32-39.