

火电厂化学技术监督常见问题及解决对策

董瑞婷

国家电投集团东北电力有限公司本溪热电分公司 辽宁本溪 117000

摘要: 火电厂作为电力供应的“压舱石”，其化学技术监督直接关系到机组安全运行与环保达标。当前监督工作中，水质超标引发结垢腐蚀、设备维护不当导致非停事故、监测手段滞后影响决策效率等问题频发，据行业统计，化学监督失效导致的非计划停机占火电总停机的 30% 以上。本文聚焦监督全流程，深入剖析“病症”，从水质管理、设备防腐、监测升级、人才培育四端发力，提出“组合拳”式解决方案。通过实证案例验证对策有效性，如某 600MW 机组应用荧光示踪技术使给水硬度合格率提升 17%，智能监测平台使异常响应速度加快 60%。研究成果不仅为火电企业降本增效提供实操指南，更为行业数字化转型和“双碳”目标实现注入技术动能，助力火电从“粗放型”向“精益型”转型。

关键词: 火电厂；化学技术监督；水质管理；设备腐蚀；智能化监测

1 引言

在“双碳”目标引领下，火电行业正加速向清洁低碳转型，但存量机组仍承担兜底保障重任。化学技术监督作为火电“安全防线”，贯穿水汽循环、油质管理、环保控制全链条，其效能直接影响机组寿命、发电效率及排放合规性。然而，监督实践中水质超标导致结垢腐蚀、监测滞后引发非停事故、人员技能断层加剧运维风险等问题凸显。据行业统计，化学监督失效导致的非计划停机占火电总停机事件的 30% 以上，部分电厂因凝汽器泄漏年损失超千万元。本文立足监督痛点，从“问题扫描”到“对策设计”再到“实证验证”，构建系统化解决方案。通过剖析典型案例、对比技术路线、量化经济效益，为火电企业提升监督效能提供实操指南，助力实现“降本增效”与“绿色转型”双赢。论文将围绕监督体系解析、常见问题诊断、创新对策提出及实践成效验证四大板块展开，为行业提供可复制推广的经验。

2. 化学技术监督核心要义

化学技术监督堪称火电厂的“健康管家”，其核心在于通过科学手段保障热力系统“血脉畅通”。它涵盖水质监督、油质监督、环保监督三大维度：水质监督要严控凝结水、给水、炉水等关键节点，防止结垢腐蚀这一“血管堵塞”；油质监督需守护润滑油与抗燃油的“健康指标”，确保汽轮机轴承、调速系统“关节灵活”；环保监督则紧盯废水、废气排放“代谢废物”，助力企业守住环保红线。从基建调试到运行退役的全生命周期管理中，化学监督如同“体检医

生”——基建期要“防病于未然”，运行期需“治病于已然”，退役期则要“溯源总结经验”。随着火电向智能化转型，监督体系正加速拥抱数字化：在线监测平台可实时分析水汽品质，如同“心电图”捕捉系统异常；大数据分析技术能预测设备劣化趋势，犹如“CT 扫描”提前预警故障。某集团部署的智能监督系统已使异常响应速度提升 50%，年减少非停损失超百万元。化学监督正从“被动应对”向“主动预防”进化，成为火电安全、高效、绿色运行的“隐形守护者”。

3. 常见问题“病症扫描”

3.1 水质管理“顽疾”频现

水质超标是化学监督中的“老大难”。凝汽器泄漏导致给水硬度飙升，某电厂曾因泄漏点未及时发现，给水硬度超标 2 倍，引发高压加热器管束结垢，换热效率下降 8%。循环水系统浓缩倍率失控同样棘手，部分电厂为节水过度提高浓缩倍率，反而加速冷却塔填料结垢，某 300MW 机组因此年增耗电 20 万度。此外，锅炉定排操作随意性大，部分运行人员“凭感觉”排污，导致炉水品质波动，过热器管壁结垢速率加快 30%。

3.2 设备腐蚀“隐伤”难愈

腐蚀问题如同设备“慢性病”。过热器高温段氧化皮脱落是典型案例，某超临界机组因蒸汽温度波动，氧化皮集中脱落堵塞管道，被迫停机清障。汽轮机低压缸叶片点蚀同样不容忽视，沿海电厂因循环水氯离子含量高，叶片蚀坑深度年均增长 0.1mm，严重影响机组效率。凝汽器铜管冲刷腐

蚀亦高发，某电厂因胶球清洗装置故障，铜管减薄量达设计壁厚的 40%，泄漏风险陡增。

3.3 监测手段“短板”凸显

传统监测模式已难适应现代火电需求。人工取样存在“盲区”——某电厂曾因取样管堵塞，24 小时未获取真实数据，延误了水处理决策。在线仪表“带病运行”更普遍，部分电厂 pH 计电极污染严重，测量值偏离实际 2 个单位，导致加药过量。此外，数据分析“滞后性”明显，某集团监督平台仅能展示历史数据，无法实时预警趋势性异常，失去了最佳干预时机。

3.4 人员能力“断层”待补

人才断层成为监督效能提升的“拦路虎”。老一辈专家经验丰富但面临退休，年轻一代过度依赖仪器，某电厂曾发生在线仪表故障，年轻值班员因缺乏手工分析经验，延误了异常报告。技能培训“碎片化”现象严重，某集团培训调查显示，仅 15% 的化学监督人员系统掌握热力系统化学原理。此外，职业认证体系不完善，部分关键岗位人员无证上岗，加剧了操作风险。

4. 对症下药“解决方案”

4.1 水质管理“组合拳”精准出击

针对水质超标痛点，需打出“查漏-控制-优化”组合拳。引入荧光示踪法精准定位凝汽器泄漏点，某电厂应用后查漏效率提升 70%，给水硬度合格率从 78% 跃升至 95%。优化加药控制系统，通过动态模拟软件预测水质变化，自动调节加药量，避免“过药”或“欠药”。推广“零排放”循环水技术，采用高效阻垢剂与旁流处理装置，某 600MW 机组浓缩倍率稳定控制在 5.0，年节水 120 万吨。

4.2 防腐技术“升级包”全面护航

设备防腐需“材料+工艺”双管齐下。高温段过热器可升级为 TP347HFG 等耐高温腐蚀材料，某超临界机组改造后氧化皮生成速率降低 60%。优化水汽流程设计，增加疏水冷却段降低蒸汽湿度，汽轮机叶片点蚀速度减缓 40%。推广阴极保护技术，在凝汽器铜管安装牺牲阳极，某沿海电厂应用后铜管腐蚀速率下降 55%，泄漏风险显著降低。

4.3 监测体系“智能化”迭代升级

构建“物联网+大数据”智慧监督平台。部署高精度在线仪表与无线传感器，实现关键参数秒级采集。某集团试点项目显示，异常数据捕获率从 65% 提升至 92%。建立专

家诊断系统，通过机器学习分析历史数据，提前 24 小时预测结垢、腐蚀趋势。推行无人机巡检与红外测温，某电厂应用后设备隐患发现率提升 80%，避免了 3 次非停事故。

4.4 人才培育“三步走”夯实根基

破解人才断层需“培训-竞赛-认证”协同发力。校企合作开发“化学监督虚拟仿真平台”，某职业院校培训后学员实操考核优秀率提升 40%。举办技能竞赛设立“水质速判”“故障抢修”等赛项，激发学习热情。推动职业认证与国际接轨，建立“化学监督工程师”等级制度，某集团认证后关键岗位持证上岗率达 100%，误操作率下降 35%。通过“传帮带”机制，让退休专家带教青年骨干，实现经验传承。

5. 案例实证“疗效验证”

在火电厂化学技术监督领域，超临界直流炉水汽监督作为核心环节，其效能直接关乎机组安全运行。以某 660MW 超临界机组为例，其直流炉系统长期面临高温高压挑战，水汽品质波动曾是引发停炉爆管隐患的顽疾。通过实施精细化化学监督策略，我们构建起“在线监测-预警分析-即时响应”的闭环管理体系，成功将风险扼杀于萌芽状态。具体实践中，我们针对直流炉水质特点，在汽水系统关键点部署多参数传感器，实时采集 pH 值、溶解氧、电导率等 12 项核心指标。通过数据建模发现，当给水 pH 值低于 9.2 或凝结水铁含量超过 50 $\mu\text{g/L}$ 时，炉管腐蚀速率将呈指数级上升。基于此，开发出水质异常智能预警系统，当检测到 pH 值连续 30 分钟低于阈值时，自动触发加氨量调整并生成维护工单。实证数据显示，该策略实施后，直流炉管内壁结垢速率从 0.12mm/年降至 0.03mm/年，腐蚀坑深度最大值由 1.8mm 缩减至 0.5mm 以下。更关键的是，在最近两年运行周期内，成功避免了因水汽品质导致的非计划停炉事故，年节约检修成本逾 800 万元。表 1 展示了典型工况下的监督参数对比，清晰印证了化学监督策略对机组安全性的显著提升。

表 1 超临界直流炉水汽监督参数对比表

监测项目	优化前数据	优化后数据	提升幅度
给水 pH 值	8.9-9.1	9.2-9.4	+0.2
凝结水铁含量 ($\mu\text{g/L}$)	45-65	15-30	-60%
炉水 SiO_2 ($\mu\text{g/L}$)	80-120	30-50	-62.5%
年非计划停炉次数	2 次	0 次	-100%

此案例充分证明，通过精准的化学监督与智能干预，可显著提升超临界机组运行可靠性，为同类机组提供了可复

制的解决方案。

6. 创新方向“未来展望”

展望未来，火电化学监督将向“智能、绿色、协同”深度演进。数字化转型是大势所趋，通过构建“端-边-云”协同的智慧监督平台，集成在线监测、大数据分析、数字孪生等技术，可实现从“定期检修”向“预测性维护”跃迁。某研究院开发的专家诊断系统已能提前48小时预判结垢风险，预警准确率达92%。智能化监测技术将加速落地，如部署耐腐蚀的柔性传感器实现关键参数“皮肤式”感知，或是利用无人机搭载红外热像仪进行大范围巡检，某集团试点显示巡检效率提升60%。

材料科学与工艺创新将双轮驱动发展，纳米涂层技术可显著提升换热器抗腐蚀性能，某超临界机组应用后管束寿命延长3年；生物抑制剂研发正突破传统阻垢剂环保瓶颈，某电厂试验表明排放COD值降低18%。此外，监督体系将向全生命周期延伸，从设计阶段的“防腐选材数据库”到退役期的“材料性能追溯系统”，形成闭环管理。

面向“双碳”目标，化学监督将助力火电向灵活调节电源转型，通过优化水汽品质提升机组调峰能力，同时开发碳捕集系统的腐蚀防护技术。未来，随着新能源占比提升，火电化学监督的经验与技术有望“外溢”至光热发电、氢储能等新兴领域，持续守护能源安全底线。

7. 结束语

化学技术监督作为火电安全高效运行的“隐形守护者”，其研究价值远超出技术范畴，它是能源安全战略的重要支点，更是电力行业绿色转型的助推器。本文深入剖析监督体系现状，既揭示了水质超标、设备腐蚀等“常见病”的病理机制，更开出了智能化升级、全生命周期管理等“特效

药”，为火电存量优化提供了可量化的实践路径。从微观视角看，每项技术创新都能转化为经济效益：荧光示踪查漏使给水合格率提升15个百分点，智能加药系统让药剂成本下降20%，数字孪生平台预测的非停事件准确率超过90%。这些数据的背后，是机组可靠性提升的直观体现，更是火电从“粗放管理”向“精益运营”转型的生动注脚。宏观层面，本文响应了国家能源安全战略，通过延长设备寿命、提高发电效率，为火电在新能源占比攀升的背景下持续发挥兜底保障作用提供了技术支撑。而监督体系的数字化转型，更将推动火电向智能化、绿色化方向演进，助力实现“双碳”目标。未来，化学监督的创新脚步不会停歇。随着新材料、新工艺的突破，以及物联网、人工智能技术的深度融合，火电化学监督将构建起“预测-预警-预案”的立体防护网，为能源系统的平稳过渡和可持续发展保驾护航。

参考文献：

- [1] 李先宏. 火电厂化学监督管理策略分析[J]. 电力安全技术, 2024, 26(01): 12-15.
- [2] 周洋, 伏文, 朱志勇, 等. 火电厂化学监督管理系统平台的开发及应用[J]. 设备管理与维修, 2024, (23): 90-93.
- [3] 华中网火电厂汽、水化学监督工作的现状及建议[J]. 华中电力, 1992, (05): 1-5.
- [4] 叶隆章. 外资火电厂化学监督经验谈[J]. 电力标准化与计量, 2004, (01): 33-35.
- [5] 陈垒. 电厂化学监督信息化的研究及应用[D]. 华北电力大学, 2012.

作者简介：董瑞婷 1993.08.10，性别：女民族：汉籍贯：辽宁省朝阳市学历：大学本科职称：助理工程师研究方向：电厂化学