

电厂化学监督对机组安全运行的影响及改进措施

詹昕潼 刘悦

云南华电昆明发电有限公司 云南 昆明 650000

摘要: 电厂化学监督贯穿机组运行全周期,是保障热力设备安全稳定运转的重要技术支撑。本文围绕化学监督对机组安全运行的影响路径展开分析,从水汽品质、油务状态、燃料成分及环保指标四个维度剖析化学异常对设备运行的传导机制,梳理取样频次偏差、仪器精度漂移、数据传导断裂等现实薄弱环节,提出在线监测升级、数据融合平台搭建、人员分层培训及跨专业协同监督等改进方向,为电厂化学监督体系的优化完善提供系统性参考。

关键词: 电厂化学监督; 机组安全运行; 水汽品质; 在线监测; 跨专业协同

引言: 电厂化学监督覆盖水汽、燃料、油务及环保监测等多个职能模块,各模块协同联动构成机组安全运行的重要技术屏障。化学指标一旦偏离管控区间,会通过结垢腐蚀、油品劣化、燃烧失稳等路径向设备安全状态持续传导,叠加监督盲区与数据滞后问题,易推动机组非计划停运。当前取样检测频次与运行节奏脱节、在线仪器校准滞后、化学数据与运行调度信息传导断裂等短板仍然突出,急需从监测体系、数据平台、人员能力及协同机制等维度推进系统性改进。

1 电厂化学监督的职能体系与运行逻辑

1.1 水汽品质监控在机组运行中的基础支撑作用

水汽介质是火电及热电机组热力循环的核心载体,水汽品质的稳定状态直接决定热力设备的运行工况。常态化的水汽品质监控能够持续维持水体洁净状态,抑制各类杂质在管道与换热设备内部积聚^[1]。规范的水质管控可以弱化金属材质的腐蚀与结垢进程,维持热力系统换热效率的稳定输出,保障机组热力循环过程的平稳推进。水质指标的常态化管控能够规避设备内部异常工况的滋生,为机组长期平稳运转提供基础保障。

1.2 燃料化学分析对燃烧效率的关联影响

燃料化学分析工作聚焦燃料自身的理化特性研判,依托精细化的成分检测掌握燃料燃烧适配属性。燃料理化指标的精准把控能够适配机组燃烧工况的调控需求,让燃烧反应保持稳定的转化状态。合理的燃料品质管控可以优化能量转化效率,减少燃烧过程中无效能耗的产生,维持机组做功输出的稳定性。针对性的化学分析工作可以适配不同燃料的燃烧特性,维系机组燃烧系统的平稳运行状态。

1.3 油务监督在设备润滑保护中的运行机制

机组各类转动设备的运转稳定性依托润滑介质的性能状态维系,油务监督针对各类润滑油品的性能指标开

展常态化管控。油品性能的持续监测可以把控介质润滑、密封与散热的实际能力,保障设备摩擦部位保持良好运行状态。及时的油品状态调控可以延缓介质性能衰减速度,降低设备机械磨损的发生概率,维持辅机设备长期稳定的运行工况,夯实机组整体运行的硬件基础。

1.4 环保化学监测对排放管控的约束作用

电厂生产运行产生的各类排放介质需要依托环保化学监测完成品质把控,监测工作贯穿生产排污的全流程环节。系统化的化学监测可以规范各类排放物质的生成与处置状态,把控生产末端排放介质的各项指标。持续的监测管控能够规范电厂生产排污的整体状态,维系生产运行与环境管控的适配性,保障机组生产流程的合规有序推进。

1.5 化学监督各职能模块间的协同联动关系

电厂化学监督体系由水汽、燃料、油务及环保监测多个职能模块共同构成,各模块分别覆盖机组生产运行的不同环节。各模块独立开展专项监督工作的同时,能够依托生产流程的内在关联形成互补衔接的运行模式。各模块的监测数据与管控状态可以相互支撑,完善机组全流程化学管控的覆盖范围,构建全方位的生产监督体系,提升机组整体运行的稳定程度。

2 化学监督对机组安全运行的影响路径

2.1 水汽品质异常对锅炉受热面结垢腐蚀的加速效应

热力系统水循环过程中会携带各类微量盐质与腐蚀性离子,这类物质会持续附着于锅炉受热面金属内壁。水汽各项控制指标偏离既定标准时,水体中的各类杂质成分会在高温换热界面持续富集堆积,逐步形成质地坚硬的沉积层^[2]。沉积层覆盖金属表面后,会大幅弱化受热面的热传导能力,造成管壁局部区域热量堆积,金属壁温出现异常攀升并引发内部热应力分布不均。水体内部的侵蚀性离子可穿透沉积层缝隙接触金属基体,持续诱

发均匀腐蚀与局部点蚀问题。结垢现象会加剧换热不良与温度异常,腐蚀问题会破坏金属结构完整,两类问题相互作用持续恶化受热面运行状态,不断削弱热力系统安全运行基础。

2.2 油品劣化对汽轮机轴承及调节系统的损伤传导

汽轮机各类用油长期处于机组高温高压的运行工况中,理化性能会随运行时长逐步衰减,油品洁净度、粘度及抗氧化性能都会出现不同程度衰减。品质劣化的油品内部会滋生酸性产物与细小固体颗粒,介质流经汽轮机轴承接触面时会持续产生冲刷摩擦作用。轴承精密接触面会逐步形成磨损痕迹与微观划痕,破坏转动结构的运行平稳度。油品原有润滑缓冲与压力稳定性能持续衰减,无法为汽轮机调节机构提供可靠的介质支撑。调节系统精密构件会出现动作滞涩、行程偏移等问题,逐步打乱汽轮机整体运行工况,持续扩大机械设备的隐性损伤范围。

2.3 燃料成分波动对锅炉燃烧稳定性的干扰机制

入炉燃料的热值、挥发分、灰分等基础理化参数产生波动时,锅炉炉膛内部的燃烧工况会产生持续性异动。燃料燃烧释放热量的速率处于动态变化状态,炉膛内部温度分布格局随之失衡,火焰燃烧形态无法维持稳定状态。燃烧状态的频繁变动会引发炉膛负压持续起伏,打乱炉膛内部热量交换的平衡状态。持续的工况扰动会提升炉膛火焰熄灭、热负荷匹配失衡的发生概率,干扰锅炉负荷动态调控节奏,让机组热力输出状态产生波动,不利于燃烧系统的稳态运行。

2.4 化学指标超标对环保设施运行的连带冲击

机组运行期间水汽、烟气等介质化学指标脱离管控区间后,超标污染成分会伴随介质输送流程进入各类环保处理设施。杂质与污染物含量超标会加重环保设备处理负荷,持续损耗设施内部填料、反应组件的工作性能。介质成分的异常变动会打破环保设备内部的化学反应平衡,降低污染物净化处置的实际效率。长期承载超标介质会让环保设备运行工况持续劣化,缩短设备稳定服役周期,打乱机组生产排污的标准化处置流程,引发环保设施运行状态波动。

2.5 监督盲区与数据滞后对机组非计划停运的推动作用

化学监督工作覆盖范围存在的空白区域,会让部分设备介质运行状态脱离常态化管控,潜藏的设备运行隐患难以被及时甄别处置。监测数据采集、传输及更新环节存在的延迟问题,会让机组化学运行状态研判缺失实时数据支撑,造成运行调控决策出现偏差疏漏。各类细

微的介质异常状态会在机组持续运行过程中不断累积,逐步从隐性隐患转化为显性设备故障。各类未及时处置的隐患问题会扰乱机组正常运行秩序,提升非计划停运的发生概率,破坏机组运行过程的连续性与整体稳定性。

3 当前化学监督工作中存在的薄弱环节

3.1 取样检测频次与机组实际运行节奏的匹配偏差

机组运行工况会随负荷调整、启停操作及外界工况产生动态变化,介质理化状态随之产生相应波动^[3]。固定化的取样检测频次难以适配机组动态运行节奏,无法贴合工况变动规律开展针对性检测作业。稳态运行阶段的高频检测会造成人力与设备资源的无谓消耗,工况波动阶段的检测间隔过长则会遗漏介质状态的瞬时变化。固定采样模式无法覆盖机组特殊运行阶段的化学状态变化,造成部分异常工况无法被及时捕捉,弱化化学监督的动态管控能力。

3.2 在线监测仪器精度偏移与校准滞后的叠加问题

长期投入连续运行的在线监测设备会受高温、杂质附着及介质冲刷等多重因素影响,监测精度会逐步出现小幅偏移。仪器校准工作未能按照设备损耗规律及时开展时,精度偏差会在持续运行过程中不断累积。未得到修正的监测数据会持续偏离真实介质指标,形成错误的监测输出结果。精度漂移与校准拖延形成的叠加问题,会持续干扰化学监督的基础数据来源,降低监测工作的可靠程度。

3.3 化学监督数据与运行调度之间的信息传导断裂

化学监测工作产出的各类指标数据集中留存于化学专业管控体系,数据流转渠道存在一定封闭性。运行调度环节难以实时获取介质化学状态的更新信息,调度决策仅依托常规运行参数开展制定。化学层面的隐性隐患数据无法有效传递至运行管控端口,数据价值难以转化为工况调控的有效依据。专业板块之间的数据互通壁垒,造成化学监督与机组运行调度工作相互脱节,弱化整体管控的联动效能。

3.4 监督人员专业判断能力与新型水质问题的适配不足

机组设备升级与水源结构调整会催生各类新型水质异常问题,水质变化机理呈现更为复杂的变化特征。现有人员的知识储备与研判经验多适配传统水质管控场景,应对新型水质波动的分析能力存在短板。复杂水质异常的诱因识别与处置研判不够精准,难以快速定位水质波动的核心成因。专业能力的适配缺口会拖延异常处置进度,让水质异常状态持续作用于热力设备。

3.5 化学监督标准更新速度与机组技术迭代的节奏

错位

电力机组设备改造、工艺升级的推进速度持续加快,新型运行工艺对介质品质管控提出全新要求。化学监督相关管控规范与指标体系更新进度较为迟缓,难以适配新型机组设备的运行管控需求。沿用的传统监督标准无法匹配新技术架构的管控侧重点,监督管控的精准性与针对性持续下降。节奏层面的错位让监督工作无法全面适配现代化机组的运行管控标准。

4 化学监督工作的优化方向与改进措施

4.1 在线监测体系的升级与全流程自动取样改造

更新替换老旧低效的监测硬件设备,引入高精度智能传感设备完成在线监测体系整体升级,强化各类热力介质指标的捕捉能力^[4]。在机组水汽循环、油品输送、烟气排放等关键生产环节布设全覆盖自动取样装置,完善生产全链条取样架构。智能控制系统可结合机组负荷波动与运行工况变化,灵活调整取样频次与取样点位,贴合生产实际状态采集有效数据。自动化作业模式能够弱化人工操作带来的数值偏差,提升监测数据的精准度与连续性,筑牢化学监督智能化管控的硬件基础。

4.2 化学数据与机组运行参数的融合分析平台搭建

统筹整合水质、油品、燃料、环保等多维度化学监测数据,归集机组负荷、介质温度、管道压力等核心运行参数,搭建一体化智能分析平台。打通各类生产数据的互通壁垒,实现海量监测信息的集中存储、分类梳理与智能解析。依托平台数据运算能力,深挖化学介质状态变化与机组运行工况波动的内在关联,实现数据资源的深度利用。数字化平台的搭建能够助力生产管控精准化落地,为机组精细化运维提供坚实的数据支撑。

4.3 监督人员技能培训体系的分层化与常态化设计

依据岗位履职要求与人员专业功底划分差异化培训层级,构建适配不同岗位人员能力提升的专属培训体系。围绕新型水质异常处置、智能监测设备运维、数字化数据分析等前沿内容搭建课程体系,补齐现有人员的专业能力短板。规划长效固定的培训周期,搭配实操演练与专业研讨模式,持续更新从业人员的知识储备与实操能力。分层常态化的培训模式可以稳步提升团队专业研判与应急处置能力,适配现代化机组化学监督的岗位需求。

4.4 化学监督标准的动态修订与机组工况的适配调整

跟随机组设备改造、生产工艺升级的推进节奏,持续排查现有化学监督管控规范的适配性缺陷。结合新型生产设备的运行特性与介质管控需求,科学调整各类化学指标的管控阈值与监督要求。结合机组稳态运行、变负荷运行等不同工况特征,细化差异化监督管控细则,让监督规范贴合实际生产场景。动态更新的监督标准能够适配机组技术迭代节奏,提升化学监督工作的专业性与适配性。

4.5 跨专业协同监督机制的建立与信息共享通道打通

搭建化学、运行、检修、调度多专业联动的监督工作机制,打破各专业独立运维的工作壁垒。搭建专属高效的信息共享传输渠道,实现化学监测数据、设备运行状态、机组调控信息的高效流转与互通共用^[5]。推动各专业人员深度联动配合,联合研判生产过程中潜藏的各类化学隐患。多元协同的管控模式可以填补单一专业的监管盲区,化解数据滞后引发的管控疏漏,有效降低机组非计划停运的发生概率。

结束语

电厂化学监督是维系机组安全运行不可或缺的技术防线。从水汽品质异常对受热面的侵蚀传导,到油品劣化对汽轮机轴承的损伤累积,再到化学数据与运行调度之间的信息断层,各环节相互嵌套、彼此影响。唯有同步推进在线监测体系升级、数据融合分析平台搭建、监督人员分层培训及跨专业协同机制建设,方能有效化解当前监督工作中的深层矛盾,夯实机组安全运行的化学管控根基,推动电厂生产管理水平持续提升。

参考文献

- [1]王超.电厂化学监督对机组安全运行的影响及改进措施[J].电力系统装备,2025(8):145-147.
- [2]杨祥,宗和刚,王伟,等.化学监督在水电厂各类油质监督管理中的应用[J].云南水力发电,2025,41(4):182-185.
- [3]宋岩杰.智能化电厂化学监督与控制体系建设研究[J].消费导刊,2025(41):93-95.
- [4]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(1):12-15.
- [5]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.