

关于2×660mw火力发电厂设备缺陷分级管理与闭环处置机制研究

熊文平

陕西黄陵发电有限公司 陕西 延安 716000

摘要: 本文聚焦2×660MW火力发电厂, 阐述其设备构成与运行特点, 剖析常见缺陷类型及成因。详细介绍设备缺陷分级管理, 包括分级原则、标准制定及不同级别缺陷的管理策略。构建闭环处置机制, 涵盖总体设计、各环节流程与要求以及信息沟通协同。通过案例分析该机制在电厂的应用情况, 从安全、效益、管理三方面评估应用效果。结果表明, 分级管理与闭环处置机制贴合机组需求, 有效提升设备运行稳定性与经济效益, 为同类电厂提供借鉴。

关键词: 2×660MW火力发电厂; 设备缺陷; 分级管理; 闭环处置机制

引言: 在电力需求持续增长背景下, 2×660MW火力发电厂作为重要电力供应主体, 其设备稳定运行至关重要。然而, 该类机组设备运行面临超临界参数、连续满负荷、高自动化程度等挑战, 设备损耗与故障风险高, 缺陷频发影响机组安全与发电效益。传统缺陷管理方式存在分级模糊、流程混乱、协同不足等问题。因此, 研究设备缺陷分级管理与闭环处置机制, 实现缺陷精准管控与高效处置, 对保障机组稳定运行、提升发电效益、推动火力发电行业可持续发展具有重要意义。

1 2×660MW火力发电厂设备概述

1.1 发电厂主要设备构成

在2×660MW火力发电厂中, 核心设备按功能可划分为四大系统, 共同构建起完整的发电链路。锅炉系统选用超临界参数煤粉锅炉, 这一系统涵盖炉膛、制粉系统以及脱硝脱硫装置。其核心作用是将燃料中的化学能高效转化为热能, 进而产生高温高压蒸汽, 为后续发电环节提供强大动力。汽轮机系统采用凝汽式汽轮机, 由高压缸、中压缸、低压缸以及调速系统组成。高温高压蒸汽进入汽轮机后, 通过膨胀做功, 驱动转子高速旋转, 成功实现热能向机械能的转变。发电机系统配备水氢氢冷却式发电机, 与汽轮机同轴连接, 将汽轮机传递来的机械能进一步转化为电能。同时, 搭配励磁系统与配电装置, 严格保障电能质量并实现稳定输出。辅助系统包含循环水系统、给水系统、除灰渣系统等^[1]。其中, 循环水泵为机组冷却提供坚实保障, 给水预热器则通过提升给水温度, 有效提高整个发电系统的效率。另外, 还配备先进的DCS控制系统, 实现对全流程设备运行的实时监控与精准调控, 各设备协同运作, 确保机组稳定输出额定功率。

1.2 设备运行特点与常见缺陷类型

该机组设备运行具备超临界参数、连续满负荷、高自动化程度三大显著特点。长期处于高温、高压、高转速的严苛工况下, 设备损耗与故障风险相对较高。锅炉系统常见缺陷为受热面磨损与腐蚀, 由于煤粉的持续冲刷以及烟气的强烈腐蚀, 管壁逐渐变薄, 极易引发泄漏问题, 严重影响锅炉安全运行。制粉系统则易出现磨机振动过大、煤粉泄漏等情况, 进而影响燃烧的稳定性。汽轮机系统缺陷多集中在轴系振动超标、密封件老化。在高速旋转过程中, 轴系平衡一旦被破坏, 或者密封件出现泄漏, 都会显著降低机组效率。发电机系统常见励磁回路接触不良、冷却系统泄漏等问题, 导致励磁不稳定、设备过热, 威胁发电机的正常运行。辅助系统中, 循环水泵轴承磨损、阀门卡涩现象频发, DCS系统偶尔也会出现传感器失灵、信号传输故障等情况。

2 2×660MW火力发电厂设备缺陷分级管理

2.1 设备缺陷分级原则与依据

设备缺陷分级严格遵循“安全优先、影响导向、高效处置”的重要原则。其核心依据在于全面考量缺陷对机组安全运行、发电负荷、环保达标以及经济损失等多方面的影响程度, 同时综合处置难度、所需时间与资源等因素进行判定。分级过程中, 必须兼顾客观性与可操作性, 坚决避免主观判定带来的偏差, 确保同一类型缺陷在不同场景下分级标准保持高度统一。在分级时, 优先考量安全风险, 对于那些可能引发人身伤亡、设备严重损坏、机组非计划停运等严重后果的缺陷, 应列为高级别。其次, 评估对发电能力的影响, 导致负荷骤降或无法满负荷运行的缺陷, 其等级要高于不影响负荷的缺陷。环保达标情况也是关键依据, 影响脱硝、脱硫效

率,进而导致排放超标的缺陷,需优先定级^[2]。另外,结合处置周期,那些需要停机检修、涉及跨部门协作的缺陷,其等级高于日常可快速处理的缺陷。通过这样全面、细致的考量,为后续精准管控设备缺陷提供明确且可靠的依据。

2.2 设备缺陷分级标准制定

结合机组特性,精心制定四级缺陷标准,以实现精准分类管控。I类(紧急缺陷)危害极大,可能引发机组非计划停运、人身事故或重大设备损坏,像锅炉受热面泄漏、汽轮机轴系断裂前兆等情况,必须立即停机处置,处置时限严格控制在 ≤ 2 小时。II类(重大缺陷)影响机组满负荷运行、环保排放超标,或有可能升级为I类缺陷,例如磨煤机故障导致燃烧不稳、发电机励磁波动等,需在8小时内启动处置,并在24小时内完成。III类(一般缺陷)不影响机组额定出力与安全,仅轻微影响设备工况,如阀门轻微渗漏、传感器精度偏差等,处置时限为72小时内。IV类(轻微缺陷)对设备运行无实质影响,可在日常巡检维护中顺带处理,像设备表面锈蚀、配件松动等,处置时限为15个工作日内。同时,为各等级缺陷明确判定指标,并附上典型案例清单,确保标准能够切实执行落地。

2.3 不同级别缺陷的管理策略

针对不同级别缺陷实施差异化管理策略,可有效提升处置效率与针对性。对于I类缺陷,立即启动应急管控机制,迅速停止相关设备运行,同时启动应急预案,成立临时处置小组,协调检修、运行、安全等部门24小时全力攻坚,全程跟踪处置进度。处置完成后,需经过多重严格验收,确保设备安全无误后方可重启。II类缺陷实行专人负责制,由设备主管牵头制定详细处置方案,优先调配检修资源,暂停非必要检修任务,确保在规定时间内完成处置。处置过程中,加强运行监控,防止缺陷进一步升级。III类缺陷纳入常规检修计划,合理安排检修窗口期,结合设备定期维护开展处置工作,并做好过程记录与质量管控。IV类缺陷实行台账化管理,汇总至下次定期检修统一处理,日常加强巡检监测,避免小缺陷积累引发大问题。此外,建立分级考核机制,将责任压实到各环节,确保管理策略有效执行。

3 2×660MW 火力发电厂设备缺陷闭环处置机制构建

3.1 闭环处置流程总体设计

基于国际广泛认可且行之有效的PDCA循环理念,精心构建一套“发现上报—分级判定—处置实施—验收销号—复盘改进”的全流程闭环处置机制。此机制旨在达成缺陷从初始产生直至最终解决的全生命周期精准管

控,确保每一个缺陷都能得到妥善处理。流程设计紧紧围绕“高效、精准、可追溯”三大核心要素展开,将设备运行、检修以及管理各环节紧密衔接,形成一个完整且无缝的闭环管理回路。借助先进的DCS系统以及便捷的巡检终端,实现缺陷的快速上报。一旦发现缺陷,信息能迅速传递。由专业的分级判定小组在1小时内完成缺陷等级的精准划分以及任务的科学分派。在处置环节,依据分级策略灵活调配各类资源,明确责任主体与具体时间节点^[3]。验收销号环节严格执行“谁处置、谁负责,谁验收、谁签字”的严谨制度。复盘改进环节则全面汇总缺陷数据,深入分析根源问题,进而优化管控措施。整体流程深度嵌入信息化管理平台,实现各环节数据实时同步、全程可追溯,有效打破部门信息壁垒,大幅提升处置协同效率。

3.2 各环节具体流程与要求

为确保闭环处置机制能够切实落地,发电厂对各环节流程均制定了明确且细致的操作规范与核心要求。在发现上报环节,运行人员与巡检人员肩负着重要职责。他们通过现场细致入微的排查,或是借助系统实时监测,一旦发现缺陷,需在15分钟内将缺陷信息准确无误地录入信息化平台。录入内容务必详尽,涵盖缺陷所在的具体位置、呈现出的具体现象、对设备运行造成的影响范围,以及初步的判断分析。同时,还需附上现场照片或相关数据作为有力佐证,从源头上杜绝瞒报、漏报等不良行为,保证缺陷信息的完整性和真实性。分级判定环节,判定小组由设备、安全、检修方面的负责人共同构成。他们依据既定的分级标准,迅速且精准地对缺陷进行定级,并同步下达处置指令,明确处置部门、具体责任人以及完成时限。对于特殊缺陷,还会组织专项论证,确保处置方案的科学性和合理性。处置实施环节,责任人接到指令后,要立即制定详细合理的处置方案,并严格按照规程操作。关键工序安排专人全程旁站监督,及时更新处置进度。若遇突发情况,必须立即上报并迅速调整方案。验收销号环节,处置完成后责任人需提交验收申请,验收小组现场严格核查,合格后签字销号,不合格则退回重新处置,形成完整闭环。

3.3 闭环处置机制中的信息沟通与协同

为保障闭环流程顺畅运转,建立多维度信息沟通与协同机制至关重要。搭建专门的信息化沟通平台,实时推送缺陷分级结果、处置进度、验收情况等关键信息,实现运行、检修、管理部门之间的数据共享,让各方及时掌握缺陷处置动态。建立分级沟通会议制度,针对I、II类较为严重的缺陷,每2小时召开一次进度协调

会,集中解决处置过程中遇到的难题;对于Ⅲ、Ⅳ类缺陷,每日进行汇总沟通,同步处置计划。明确各部门协同职责,运行部门负责提供缺陷运行工况数据,配合完成停机、隔离等操作;检修部门承担具体处置任务,及时反馈技术问题;安全部门全程监督安全措施落实情况;管理部门统筹资源调配与考核工作。建立跨部门联动机制,针对复杂缺陷成立临时协同小组,打破部门边界,集中力量高效推进处置工作。同时,规范信息记录与归档工作,确保沟通内容可追溯,为后续协同优化提供详实可靠的依据,不断提升整体处置水平。

4 2×660MW 火力发电厂设备缺陷分级管理与闭环处置机制应用案例分析

4.1 案例企业选择与介绍

选取能源集团旗下2×660MW超临界火力发电厂作为案例企业,该电厂于2018年投产运营,承担区域骨干供电任务,机组采用“锅炉-汽轮机-发电机”常规配置,配套先进脱硝、脱硫、除尘设备,环保排放达到超低标准。电厂现有员工320人,下设运行部、检修部、设备管理部等8个部门,此前存在缺陷处置流程混乱、分级模糊、协同不足等问题,导致设备故障频发,2022年机组非计划停运时长累计达48小时,影响发电效益与供电稳定性。为解决上述问题,该厂于2023年引入设备缺陷分级管理与闭环处置机制,经过一年试运行优化,形成成熟管控体系,具备典型案例分析价值。

4.2 设备缺陷分级管理与闭环处置机制应用情况

该厂结合自身机组特性,优化完善四级缺陷分级标准,补充30余项典型缺陷判定细则,嵌入信息化管理平台实现分级自动化辅助判定。搭建闭环处置流程,打通运行、检修、管理部门数据链路,实现缺陷上报、判定、处置、验收全流程线上管控。针对Ⅰ、Ⅱ类缺陷建立应急响应小组,配备专用检修设备与备件,确保快速处置;Ⅲ、Ⅳ类缺陷纳入常规检修计划,合理规划检修窗口期。建立月度协同会议制度,复盘缺陷处置情况,优化资源调配方案。应用过程中,同步开展全员培训,强化分级判定与流程操作能力,规范缺陷记录与归档,确保机制落地执行。试运行期间,累计处置各类设备缺

陷1268项,其中Ⅰ类8项、Ⅱ类152项、Ⅲ类486项、Ⅳ类622项。

4.3 应用效果评估与分析

从安全、效益、管理三方面评估应用效果,整体成效显著。安全层面,Ⅰ、Ⅱ类缺陷处置响应时间平均缩短60%,未发生因缺陷升级导致的人身事故或重大设备损坏,2023年机组非计划停运时长降至12小时,同比减少75%,设备运行稳定性大幅提升^[4]。效益层面,缺陷处置效率提升40%,检修成本同比降低18%,因缺陷导致的发电量损失减少2.3亿千瓦时,新增经济效益约1.1亿元;环保排放达标率保持100%,未出现因缺陷导致的排放超标问题。管理层面,形成标准化缺陷管控体系,部门协同效率显著提升,缺陷瞒报、漏报率降至0,设备台账完整性与准确性提升至98%。分析表明,分级管理与闭环处置机制贴合机组运行需求,有效化解缺陷管控痛点,为同类电厂提供可借鉴经验。

结束语

2×660MW火力发电厂设备缺陷分级管理与闭环处置机制的研究与应用成效显著。通过科学分级与全流程闭环管控,有效提升了设备运行的安全性与稳定性,降低非计划停运时长,减少发电量损失,创造了可观的经济效益。同时,标准化管控体系与高效协同机制优化管理流程,提高部门间协作效率。未来,随着技术不断进步,应持续完善该机制,融入更多智能化元素,进一步提升火力发电厂设备管理水平,为电力行业高质量发展提供有力支撑。

参考文献

- [1]刘宏芳,郭玉光,李文华,等.基于改进PID的火力发电厂设备智能控制系统[J].电子设计工程,2025,33(21):83-87.
- [2]虞兴亮.新形势下大型火力发电厂设备管理研究[J].今日自动化,2022(3):168-170.
- [3]高明翔,王建乐,江小明,等.基于数字孪生技术的火力发电厂设备运行异常数据感知研究[J].设备管理与维修,2025(20):15-17.
- [4]柯昌书.火力发电厂设备的综合维护管理系统研究[J].电力设备管理,2024(6):83-85.