

火力发电厂热控保护装置自动检修模式优化

徐泽源

汕头华电发电有限公司 广东汕头 515000

DOI: 10.12238/ems.v7i10.15728

[摘要] 目前,火力发电厂里热控自动化设备的部署越来越成熟,自动化水平也在不断地持续提升,这明显简化了设备管理、操作以及调整的流程,热控自动化技术的应用能帮助发电厂对热力系统数据精准监测和有效管理,进而全面提高发电厂的安全性能、运营效率和作业品质,基于此情况,本文深入探究火电厂热控自动化保护装置检修与维护工作存在的问题,并给出相应的优化策略,目的是为相关领域的实践提供参考价值。

[关键词] 火电厂; 热控自动化; 保护装置; 检修维护

1 前言

现在火力发电企业在热控保护系统维护方面正面临严峻挑战,研究显示相关企业虽已提高对热控设备日常维护重视程度且增加资源投入,但因系统结构高度复杂,实际操作过程中仍存在诸多问题,具体体现为在常规维护流程里操作人员常忽视设备带电运行测试这个关键环节,致使潜在故障无法及时被发现,在零部件更换过程中部分技术人员未严格执行断电操作规范而是直接在待机状态下更换作业,与标准操作规程“断电-更换-测试”流程有明显偏差,这些不规范操作不仅影响设备运行稳定性还可能带来安全隐患,基于此现状我研究打算开发一套创新的热控保护系统检修方案,目的是优化维护流程提升操作规范性以确保设备稳定运行并发挥其性能优势。

2 火力发电厂热控保护技术

2.1 控制保护逻辑优化

在传统热力设备保护系统中,主要采用预设程序与固定参数相结合的方式来实现设备过载及故障防护。随着现代控制理论的发展,智能化控制策略逐渐被引入,显著提升了系统的动态响应性能与工况适应能力。其中,基于自适应控制算法的优化方案尤为突出,该系统通过实时采集锅炉、汽轮机及发电机等关键设备的运行参数,实现控制参数的在线优化调整,从而有效应对复杂工况变化并规避潜在安全隐患。

2.2 无忧切换逻辑

无忧切换技术是现代控制系统的关键功能,它主要特征是系统异常或需维护时能让不同控制策略平稳过渡且不中断整体运行流程,该技术通过实时采集压力温度流量等核心工艺参数动态数据建立完整系统状态监测机制,在切换准备阶

段主控制器会基于当前工况参数预先计算目标控制策略初始参数配置以保证切换中关键参数连续性,尤其在手动控制向自动控制转换时系统会先验证当前手动设定值有效性再按预设算法逐步过渡到最优控制点

2.3 增设保护投入和解除控制按钮

在火力发电厂运行的整个过程当中,对于锅炉低水位保护以及汽轮机超速保护等关键保护系统,通常都会配置手动干预功能的相关模块,该模块借助设置保护投入或者解除控制按钮的方式,为运行人员提供了依据工况变化进行人工干预的技术手段,以锅炉低水位保护系统作为具体例子来说,当出现保护误动作这种情况的时候,运行人员能够依据规程执行保护解除方面的操作,需要特别注意的是,此类手动操作必须严格遵循预定的审批流程与操作规范,要确保在充分评估安全风险的前提下实施,系统在设计上一般会配备可视化状态指示装置,能够实时显示保护系统的投入或者解除状态,所有操作行为都需要纳入日志管理系统进行记录以及追溯分析,以此保障操作行为的可追溯性与安全性。

2.4 热控系统电源优化

在电力系统优化这个领域当中主要采取下面三种技术路径,首先是对电源管理策略进行升级并运用智能算法去重构发电全流程的能源配置方案,可引入负荷预测模型且基于时序数据和实时监测信息对未来短周期内的电力需求进行精准预测,进而动态调节发电功率来有效控制能源损耗,通过建立多目标优化函数电源管理系统能够自主调节设备运行参数,在确保系统稳定性的前提下显著降低燃料用量和运维支出以提升整体能源利用效率,其次高性能变频装置的应用是电源优化的关键技术之一,该设备通过实时调节电动机转速

实现按需供能可大幅降低冗余能耗, 实践表明在锅炉辅助设备如鼓风机和引风机中部署变频控制系统, 可根据实际工况动态调整转速以实现能源的精细化管控, 相关实验数据显示该技术方案可实现 10%-30% 的节电效果。

3 火力发电厂热控系统控制技术

3.1 PID 控制应用

在火力发电厂热控系统设计当中, 比例-积分-微分(PID)控制算法凭借良好调节性能得到普遍应用, 该控制策略核心功能是维持温度压力及液位等关键工艺参数在目标值附近动态平衡, 从控制原理方面来看, PID 算法由三个相互协同控制环节共同构成, 比例环节用于即时修正被控量和设定值之间存在的误差, 积分环节致力于消除系统当中存在着的稳态误差, 微分环节通过对误差变化趋势进行预判提升系统动态响应特性, 以锅炉汽包水位调节这个情况作为例子, 当检测到实际水位和设定值之间出现偏离的时候, PID 控制器会依据偏差信号实时调节给水阀门开度大小, 水位偏低时增大给水流量保证水位正常, 水位偏高时则减小给水流量避免水位过高, 这种闭环调节机制有效保障锅炉系统安全稳定运行。

3.2 先进控制策略

火力发电厂热控系统一般都采用 PID 控制策略, 不过这种控制方式在应对非线性时变等复杂工况时存在固有局限, 为了提升系统控制品质, 近些年模糊控制与神经网络控制等智能控制方法在热控领域受到广泛关注, 基于模糊逻辑理论构建的模糊控制系统, 通过建立“水位偏高-适度降低给水量”这类模糊规则集, 有效解决了锅炉水位控制等过程中的不确定性问题, 实践显示, 和传统 PID 控制相比, 模糊控制能把水位波动幅度降低大概 30%, 神经网络控制凭借自身强大的非线性映射能力, 可基于机组历史运行数据建立精确系统模型, 为汽轮机转速等关键参数提供更精准的预测控制。

3.3 控制系统优化

在控制系统的优化研究中, 主要采用模型预测控制(Model Predictive Control, MPC)与遗传算法两种方法。作为现代控制理论中的前沿技术, MPC 通过建立动态预测模型来预估系统未来状态, 并在考虑多种约束条件的前提下, 基于有限时域最优控制原理进行实时优化求解。该控制策略不仅适用于多变量耦合系统的控制, 对非线性系统的调控也展现出良好的适应性。

4 火力发电厂热控保护装置自动检修维护存在的常见问题

4.1 缺乏科学的装置管理

热控自动化保护装置的正常运行需要满足特定的环境参数要求, 部分特殊型号的设备对环境条件更为敏感。当运行环境无法达到预设标准时, 这些装置的功能实现将受到显著制约。在火电厂运行过程中, 若因设备需求而调整环境参数, 必须同步更新施工图纸以确保一致性。此外, 装置的实际安装位置必须与设计图纸保持高度吻合, 否则可能导致设备运行异常。

4.2 缺乏规范的维护机制

当前热控自动化保护装置的维护工作仍存在制度性缺失, 亟需建立系统化的定期与不定期检修维护体系, 以提升设备运行效能并延长其使用寿命。然而, 在实际维护过程中, 由于缺乏标准化的作业规程, 维护人员既无明确的检修依据, 又缺少严格的技术规范要求, 导致设备在维护过程中反而出现二次损伤。更值得注意的是, 火电厂在应急管理方面存在明显不足, 未能建立有效的应急预案体系, 使得设备故障发生时无法及时采取科学应对措施, 安全防护工作存在严重疏漏。

4.3 缺乏严格的运行管理

在设备检修维护的过程当中, 人为操作失误常常会让检修工作做得不到位, 这就使得潜在的设备隐患很难被及时发现, 进而无法实现问题的根本性解决, 需要注意的是, 防护装置定期检查制度缺少具体实施细则, 操作流程也不够规范, 这会让微小问题逐渐累积最后演变成重大故障, 当故障发生的时候, 因为响应机制不够完善, 往往会延误处理问题的时机, 使得隐患持续扩大, 最终有可能造成难以挽回的损失, 对于关键设备及其核心部件而言, 必须严格执行周期性试验规程, 建立起完整的设备检修档案和测试数据库系统, 要通过规范化的数据采集流程来获取测试数据, 并且对数据开展趋势分析和对比研究, 以此为检修维护决策提供科学依据, 还需要强化工作人员的责任意识, 通过专业技能培训和思想教育全面提升他们对设备维护工作的重视程度和业务能力。

5 火力发电厂热控保护装置自动检修维护措施

5.1 完善装置维护程序

在火力发电厂热控自动化保护装置运维管理里, 企业为增进工作效率要结合具体状况, 构建一套科学合理且完善的维护方案来确保后续工作顺畅进行, 自动化控制系统稳定运行对确保汽轮机组平稳操作至关重要, 一旦轴承振动频率超

出预警值系统会自动触发对关键设备全面保护，汽轮机组在火力发电中扮演核心角色其高效能量转换功能不可或缺，要是自动控制系统出现故障会导致保护功能丧失进而引发安全事故，安全事故会造成电厂严重损失还会长期增加维护成本不利于经济效益提升，为消除这些潜在风险电厂要先制定并持续优化维护方案，电厂要定期对自动控制系统进行检查及时发现并解决问题以最大限度减少故障发生可能性，其次自动控制系统要配备详尽维护程序涵盖多方面内容，维护人员需依据这些程序进行维护工作并且提交相关报告，维护过程中要针对关键部件进行针对性检查并贯彻维护标准，检修完成之后要进行试运行检测装置性能并针对问题类型适当处理，以此保障装置能够稳定运行。最后，为提升热控自动化保护装置的维护与检修质量，电厂应紧跟技术发展步伐，勇于创新，将高效检修和维护机制融入日常的故障处理工作中，不断优化检修维护体系，增强保护装置的运行安全性，提升其使用效率，并最大程度地降低运维成本。

5.2 加强检修监督力度

在热控自动化保护装置检修维护的时候，如果出现异常情况，操作人员要完整记录运行参数，并且依据既往操作经验对故障进行诊断分析，准确判定故障性质和成因，从而最大程度减少对发电作业的干扰，针对火电厂热控自动化保护系统，建议建立多级故障处理机制来优化后续维保流程，以自动控制系统作为例子，该系统主要依靠 CPU 与 PLC 协同运作实现精准调控，如果系统启动出现异常，技术人员需要执行以下操作流程，首先开展系统状态初步检测，重点核查跳闸前润滑油系统运行状态以及信号传输情况，以此确认保护程序是否存在误动作，其次实施系统性能测试，精准定位故障点并且分析成因，依据此制定针对性的维修策略，当出现触摸屏短路现象时，应重点检测供电系统，保证热控装置控制电源稳定运行，进而提升信号传输的可靠性，鉴于保护装置故障诱因具有多样性特点，准确识别故障源是确保维保工作高效开展的关键，通过优化维护流程能够显著降低故障对火电机组运行的不利影响。

5.3 提高热控自动化保护装置的信号稳定性

在热控自动化保护装置的检修维护作业中，必须严格检测控制信号的各项参数指标，当发现信号质量不符合规范要求时，维护人员应立即上报处理，以保障装置运行的独立性，避免潜在故障风险。火力发电企业应当优化热控保护系统的

控制策略，最大限度地降低外部环境因素的干扰程度。同时，要建立完善的故障诊断机制，通过系统性排查和制定针对性解决方案，持续提升控制信号的可靠性。维护人员应保持高度警觉性，严格执行检修规程，详细记录关键运行数据，为装置稳定运行提供技术支撑。针对频繁发生的装置故障，需开展深入的故障根源分析，并实施必要的技术改造。当现有设备性能已无法满足发电生产需求时，维护部门应及时向上级主管部门提出设备更新申请，确保发电系统的安全稳定运行。

5.4 科学管理热控自动化保护装置

在火力发电厂电能生产的整个过程当中，科学且有效的管理机制起着决定性作用，面对热控自动化保护系统出现的运行故障，运维人员不但要全面掌握设备运行各项参数，还得保障设备能够稳定地运行，以此规避重大经济损失的风险，电厂要建立起健全完善的热控系统监管体系，实施故障信息实时上报的有效机制，确保故障类型可以被准确识别并采取对应措施，为保障电力生产能够安全稳定地运行，满足社会不断增长的用电需求，需要专业人员对技术资料进行系统化整理与分析，建立起完善的资料归档体系，重点技术资料要实施特殊的保管措施，在管理岗位设置的相关方面，应当选拔具备专业素养的技术人才担任关键职位，要建立完善的热控系统运行监测机制，在故障发生的时候能够快速采取最优解决方案，最大限度降低可能造成的经济损失。

结语

综上，当前热控自动化保护系统的运维管理仍面临诸多技术瓶颈与管理挑战。基于此，火电企业应当立足实际工况，构建科学合理的运维体系，持续优化设备性能配置，强化技术管理流程，通过多维度培训机制提升运维人员的专业技能与应急处置能力。与此同时，政府主管部门应出台配套支持政策，加速先进热控自动化检修技术的推广应用，为火力发电产业的转型升级提供有力支撑。

[参考文献]

- [1] 刘永强. 发电厂 PLC 热控系统的干扰问题与对策分析 [J]. 集成电路应用, 2023, 40 (11): 332-334.
- [2] 赵创. 火力发电厂的热控保护技术及实施要点研究 [J]. 应用能源技术, 2022 (11): 11-13, 24.
- [3] 马立辉, 郑少恒. 火力发电厂调试过程中热控常见问题研究 [J]. 中国高新科技, 2022 (16): 36-38.