

# 热控自动化在电厂热工系统中的应用分析

谭忠凯

广东华电清远能源有限公司, 广东清远, 513042;

**摘要:** 热控自动化技术作为电厂热工系统高效运行的核心支撑, 通过融合自动化控制理论、智能传感技术与信息处理技术, 实现对热工系统运行参数的实时监测、精准调控与智能优化, 对提升电厂运行效率、降低能耗、保障运行安全具有关键作用。本文基于电厂热工系统的运行特性, 从热控自动化技术的核心内涵与发展现状出发, 系统阐述其在锅炉、汽轮机、辅助系统等关键环节的应用要点, 分析当前应用中存在的问题, 并提出针对性优化路径, 为推动电厂热工系统智能化升级、实现节能降耗与安全稳定运行提供理论参考。

**关键词:** 电厂热工系统; 热控自动化; 应用分析; 优化路径; 智能调控

**DOI:** 10.69979/3041-0673.26.03.032

## 引言

热控自动化技术以控制理论为基础, 结合计算机技术、传感技术、通信技术等多学科成果, 通过构建智能化控制体系, 实现对热工系统运行参数的实时采集、动态分析与精准调控, 有效解决了传统控制模式的弊端。在电厂热工系统中, 热控自动化技术的深度应用不仅能提升系统运行的稳定性与可靠性, 减少人为操作失误带来的安全风险, 还能通过优化运行参数、实现负荷动态调节, 降低能源消耗与污染物排放, 为电厂实现绿色低碳发展提供有力支撑。因此, 深入分析热控自动化技术在电厂热工系统中的应用要点与优化策略, 对推动电力行业技术升级、提升能源利用效率具有重要现实意义。

## 1 热控自动化技术的核心内涵

热控自动化技术是指在电厂热工系统运行过程中, 通过各类传感器、执行机构、控制器及软件系统的协同工作, 实现对温度、压力、流量、液位等关键运行参数的自动监测、控制与优化的技术体系。其核心内涵体现在三个方面: 一是参数实时感知, 通过部署高精度传感设备, 全面采集热工系统各环节的运行数据, 为控制决策提供数据支撑; 二是智能控制决策, 基于控制理论与算法模型, 对采集到的数据进行分析处理, 自动生成最优控制策略, 实现对执行机构的精准调控; 三是全程动态优化, 根据系统运行状态的变化与外部负荷需求, 实时调整控制参数, 确保系统始终处于最优运行状态, 兼顾效率、安全与节能目标。

## 2 热控自动化在电厂热工系统中的核心应用要点

### 2.1 在锅炉系统中的应用

锅炉作为电厂热工系统的核心装置, 它的燃烧效率和运行稳定性直接关乎电厂的总体能耗与安全水准, 热

控自动化技术于锅炉系统里的应用主要聚焦在燃烧控制、汽温控制与水位控制三个关键方面。

在燃烧管控环节, 利用设置氧量传感器、温度传感器等设备, 实时收集炉膛内的氧量、温度分布等数据, 融合燃料特性与负荷要求, 运用智能燃烧控制算法, 自动调控给煤量、送风量与引风量的配比关系, 保障燃料充分燃烧, 降低不完全燃烧损耗与污染物排放, 利用监测炉膛负压、烟道温度等参数, 自行调节引风机转速, 保证炉膛压力平稳, 防止出现因正压喷火或负压过大而引发的设备损坏问题。

在蒸汽温度控制领域, 按照锅炉过热器、再热器出口蒸汽温度的控制要求, 借助布置温度传感器实时监控蒸汽温度变动, 运用串级控制、模糊控制等策略, 自动调整减温水量或者烟气挡板开度, 保障蒸汽温度稳定在设计范围, 面对负荷波动明显的工况, 采用模型预测控制算法, 预先判断温度变化走向, 达成前瞻性管控, 杜绝温度超出范围与大幅起落。

在水位管控环节, 利用液位传感器实时监控汽包水位, 整合给水流量与蒸汽流量的动态变动, 采用三冲量控制方案, 自动调整给水泵转速或给水调节阀开度, 保证汽包水位在允许区间内, 装设水位高低报警及联锁保护功能, 要是水位超出安全范围, 自动开启报警并执行紧急应对举措, 杜绝出现缺水或满水事故, 保证锅炉安全运行。

### 2.2 在汽轮机系统中的应用

汽轮机作为把热能转变为机械能的关键设备, 其运转状态直接关联发电效率和机组稳定性, 热控自动化技术在汽轮机系统当中的应用主要包含转速控制、负荷控制与振动监测三个方面。

在转速调控方面, 汽轮机开启阶段, 借助转速传感器实时收集转子转速信号, 运用PID控制算法, 自行调

整调速汽门开度,操纵转速按照预设曲线平稳升高,防止转速超调引发的设备冲击,在实现并网运行以后,按照电网频率的改变与负荷的需要,动态调节调速汽门的开度,保障转速处于稳定状态,保证电能质量达到标准规定。

在负荷管控领域,按照电网调度指令跟机组运行情形,运用协同控制策略,达成汽轮机负荷与锅炉出力的协同契合,借助实时监控发电机功率、主蒸汽压力等参数,自动调控调速汽门开度与锅炉燃烧情形,让机组负荷迅速回应调度要求,同时保障主蒸汽压力、温度等参数平稳,杜绝因负荷起伏引发的系统运行失衡。

在振动检测环节,通过在汽轮机转子、轴承等关键部位安置振动传感器与温度传感器,即时收集振动幅值、频率以及轴承温度等数据,利用振动分析算法对数据进行加工,辨认设备运行里的异常振动信号,当振动幅度或者温度超过预设阈值时,自行启动报警,同时按照异常程度发出降低负荷或停止运行指令,防止因设备振动过于剧烈而引发的轴系损坏、轴承烧毁等重大事故。

### 2.3 在辅助系统中的应用

电厂热工辅助系统包含给水系统、凝结水系统、循环水系统、脱硝系统等,尽管不直接介入电能生产,然而对机组的平稳运行与环保达标有着关键意义,热控自动化技术在辅助系统里的应用关键在于达成流程自动化和运行优化。

在给水体系统中,依靠监测给水泵出口压力、流量还有给水母管压力等参数,自动调控给水泵的运行数量与转速,保障给水压力及流量契合锅炉运行需要,同时达成给水泵的经济运转,在凝结水体系里,实时监测凝结水泵出口处压力、凝结水温度以及液位等参数,自动调控凝结水泵的开启与关闭以及调节阀的开度,保障凝结水系统压力平稳,提升凝结水回收比例。

在循环水体系里,按照汽轮机排汽温度、环境温度等参数,自动调整循环水泵转速也或冷却塔风机转速,改良循环水流量与冷却成效,保障汽轮机排汽压力处在合理范围,增进机组循环热效率,在脱硫体系里,借助监测烟气当中二氧化硫、氮氧化物的浓度等参数,自动调整脱硝剂的喷射量与循环风机运行情形,让烟气污染物排放符合标准,同时削减药剂消耗,降低运转成本。

### 2.4 在系统安全保护与故障诊断中的应用

热控自动化技术在电厂热工系统安全保障方面起到了不可替代的功效,主要体现为安全连锁保护与故障诊断两个层面。

在安全连锁防护层面,利用创建全维度的监测体系,

实时获取热工系统各关键设备的运行参数,当参数超出安全范围或出现设备问题时,自动激发连锁保护机制,马上开展停机、中断燃料供应、开启泄压装置等紧急行动,阻止事故恶化,保障设备与人身安全,常见的连锁保护功能包含锅炉水位保护、汽轮机超速保护、发电机过负荷保护等,构建了多维度、全领域的安全防护体系<sup>[1]</sup>。

在故障诊断范畴,依托大数据分析 with 人工智能算法,对热控系统获取的设备运行数据进行深入挖掘,找出设备运行中的异常表征,实现对故障的早期预警和精准诊断,凭借搭建设备故障模型,能够快速找准故障部位与故障因素,且给出有针对性的维修提议,缩减故障处理时长,降低非计划停机频次,增强机组的可用率,借助对故障数据的统计剖析,能为设备的预防性保养提供数据支持,达成从“事后维修”向“事前预防”的过渡。

## 3 热控自动化在电厂热工系统应用中存在的问题

### 3.1 控制策略适应性不足

部分电厂热工系统的热控自动化控制策略依旧依据传统控制理论来设计,采用恒定的控制参数与算法模型,不易适应热工系统的非线性、时变性与耦合性等复杂特性,当机组负荷大幅起伏、燃料特性变异或设备运行状态陈旧时,控制策略的适应能力欠佳,容易引发控制精度下滑、参数波动过大等现象,影响系统运行的稳定性与经济性,一些控制策略未将新能源并网、电网负荷波动等外部因素纳入考量范围,造成系统应对外部环境变化的反应能力欠佳。

### 3.2 设备老化与技术更新滞后

部分陈旧电厂的热控自动化设施服役时间较长,有着传感器精度变差、执行机构阻滞、控制器性能削弱等毛病,影响了数据采集的精确性与控制指令执行的可靠性,鉴于资金投入欠缺或者对技术的重视程度欠佳,一些电厂没能及时跟上热控自动化技术的发展走向,控制系统的硬件装置与软件平台的更新进度滞后,难以适配新型智能算法与集成化管理要求,造成热控自动化系统的功能无法充分施展<sup>[2]</sup>。

### 3.3 数据融合与共享能力不足

眼下部分电厂的热控自动化系统显现“信息孤岛”情形,不同设备、不同系统的数据采集准则与通信协议不协调,造成数据无法达成有效整合与共享,DCS系统、设备状态监测系统、管理信息系统等分别独立运作,数据无法相互贯通,不易实现对热工系统运行状态的全面察觉与综合研判,数据处理与剖析能力欠佳,众多采集

到的数据没能得到充分挖掘与运用,无法为控制优化与运维决策提供有效支撑。

### 3.4 专业队伍建设滞后

热控自动化技术的应用与管理需要具备控制理论、计算机技术、电厂热工知识等多学科背景的综合性人才,目前部分电厂面临热控专业人才匮乏、人员构成老化等状况,现有的工作人员所具备的专业知识和技能难以赶上热控自动化技术的发展节奏,在新型控制系统的操作、维护及故障处理方面能力欠佳,缺失常态化的专业培训模式,造成工作人员的技术水准不能得到及时提高,对热控自动化系统的稳定运行与优化应用产生了影响。

## 4 热控自动化在电厂热工系统中应用的优化路径

### 4.1 优化控制策略,提升自适应能力

鉴于热工系统的复杂特质,融合人工智能、大数据等前沿技术,对现有的控制策略实施升级优化,引入模糊控制、神经网络、模型预测控制等智能算法,创建自适应控制模型,可依据系统运行状态的改变和外部环境的变动,自动调校控制参数与算法逻辑,增强控制策略的适应性与鲁棒性,配合新能源并网、电网负荷调度等需求,改进协调控制策略,达成机组负荷的迅速响应与弹性调节,增强系统对外部变动的适应能力,利用仿真模拟与现场试验,不停优化控制策略参量,保证控制效果实现最佳<sup>[3]</sup>。

### 4.2 更新升级设备,保障系统可靠性

增加对热控自动化设备的资金投入,按时对老化、性能变差的传感器、执行机构、控制器等设备开展更新替换,选用精准度高、稳定性佳、兼容性优的新型设备,增强数据采集的准确性与控制指令执行的可靠程度,提升控制系统的硬件平台跟软件系统,选用先进的DCS系统、工业互联网平台等,达成控制系统的数字化、智能化改进,适应新型智能算法与集成化管理需求,设立设备全生命周期管理架构,加大对设备的日常维护与定时检查,迅速察觉并排除设备故障,提升设备使用期限,保证系统稳定运转<sup>[4]</sup>。

### 4.3 构建一体化数据平台,强化数据应用

破除“信息孤岛”,整合数据采集规范与通信规程,搭建覆盖热工系统各环节的集成化数据平台,促成DCS系统、设备状态监测系统、管理信息系统等的数据融汇

与共享,运用云计算、大数据分析等技术,对收集来的海量数据开展清理、整合与深度剖析,萃取有价值的信息,给控制优化、运维决策、能耗分析等予以数据支持,依靠分析运行数据来优化燃烧参数,借助挖掘故障数据搭建故障诊断模型,达成设备故障的预先告警与精准判别,构建数据安全保障体系,加大对数据采集、输送、存储与应用过程的安全防护,保障数据安全。

### 4.4 加强人才培养,提升专业素养

构建完善热控专业人才培养体系,借助招聘、引入等途径,招纳具备多学科背景的复合型人才,扩充人才队伍,面向现有的工作人员,拟订常态化的专业培训规划,培训内容包含热控自动化新技术、新设备、新算法等范畴,提高工作人员的专业知识与操作本领。举办校企合作、技术交流等活动,邀约行业专家予以指导,推动工作人员与行业前沿水准对接,构建激励体系,激发工作人员投身技术创新与课题研究,增强其处理实际问题的本领,打造一支高水平、专业化的热控人才队伍,为热控自动化技术的深入应用给予人才支撑<sup>[5]</sup>。

## 5 结论

热控自动化技术作为电厂热工系统智能化运行的核心支撑,在提升系统运行效率、降低能耗、保障安全稳定等方面发挥着不可替代的作用。通过优化控制策略、更新升级设备、构建一体化数据平台、加强人才培养等优化路径,可有效解决上述问题,提升热控自动化技术的应用水平。未来热控自动化技术将朝着更加智能、集成、高效的方向发展,通过与人工智能、工业互联网、数字孪生等技术的深度融合,实现电厂热工系统的全流程智能化管控,为电厂实现节能降耗、安全稳定运行与绿色低碳发展注入新的动力。

### 参考文献

- [1]陈程.火电机组热控系统自动化控制优化研究[J].自动化博览,2025,42(09):102-105.
- [2]崔宇轩.热控自动化系统控制设备的安装与调试技术分析[J].电子技术,2025,54(08):226-227.
- [3]李琴.关于火电厂热控自动化系统运行稳定性的探讨[J].仪器仪表用户,2025,32(08):146-148.
- [4]陈勇.基于智能技术的热控自动化系统优化分析[J].电子技术,2025,54(03):216-217.
- [5]渠国防.火电厂热控自动化系统优化与性能提升研究[J].电力设备管理,2025,(02):114-116.