

火电厂热工自动化事故防范

白文强

山西国际能源集团宏光发电有限公司 山西 吕梁 033300

摘要: 本文围绕火电厂热工自动化事故展开研究。先分析事故成因,涵盖前期设计、设备质量、运行环境、人为操作四个维度。接着构建防范体系,设定可靠性、安全性、经济性目标,搭建多层次框架,优化全生命周期流程。随后强调关键环节控制,包括系统设计、设备管理、运行监控。最后提出保障措施,从人员培训与考核、制度全生命周期覆盖、引入先进技术及加强研发创新等方面着手,以提升事故防范能力,保障系统稳定运行。

关键词: 火电厂; 热工自动化; 事故防范; 系统可靠性; 设备管理; 运行监控

引言: 在火电厂运行中,热工自动化系统发挥着关键作用,其稳定运行直接关乎电厂的生产安全与经济效益。然而,受多种因素影响,热工自动化事故时有发生,给电厂带来严重损失。从事故成因来看,前期设计不合理、设备质量不过关、运行环境干扰以及人为操作失误等,都是导致事故发生的重要风险点。为有效防范热工自动化事故,需构建一套系统完备的防范体系,从目标设定、框架搭建、流程优化入手,强化关键环节控制,并从人员、制度、技术等方面提供坚实保障。

1 火电厂热工自动化事故的主要成因分析

热工自动化事故的发生并非单一因素作用的结果,而是多种风险因素共同叠加、相互影响的产物。从系统全生命周期的角度来看,事故成因可归纳为前期设计、设备质量、运行环境、人为操作四个核心维度。在前期设计阶段,若未能充分结合火电厂的生产工况、设备特性进行系统规划,可能存在控制逻辑不合理、冗余设计不足、信号传输路径规划不当等问题,为后续事故埋下隐患。设备质量方面,传感器、执行器、控制器等核心元器件若存在质量缺陷,或在选型时未满足火电厂高温、高压、高粉尘的恶劣运行环境要求,易出现设备故障,导致参数采集失真、控制指令无法准确执行。运行环境的干扰也是重要成因,电磁干扰可能影响信号传输的稳定性,温度、湿度的异常波动会加速设备老化,粉尘堆积则可能导致设备性能下降。此外,人为操作因素不可忽视,运行人员若对系统操作不熟练、对异常工况判断失误,或维护人员在设备检修时未严格按照规范流程操作,均可能引发热工自动化事故^[1]。

2 火电厂热工自动化事故防范体系的构建

2.1 防范体系的目标设定

热工自动化事故防范体系的核心目标是保障热工自动化系统的持续稳定运行,具体可细化为:(1)可靠性

目标,通过优化设计、强化设备管理,确保系统在规定的运行条件下,能够长期、准确地完成参数采集与控制任务,降低设备故障发生率;(2)安全性目标,建立完善的风险预警与应急处置机制,在事故发生前及时识别风险,在事故发生时能够快速响应,避免事故扩大化,保障人员与设备安全;(3)经济性目标,通过有效的事故防范措施,减少因事故导致的生产中断、设备维修等成本损失,提升火电厂的整体经济效益。

2.2 防范体系的框架搭建

防范体系框架应采用“多层次、全覆盖”的结构,主要包括决策层、执行层与监控层。决策层由火电厂的技术管理部门与安全管理部门组成,负责制定事故防范的总体策略、规章制度与技术标准,统筹协调各部门资源,对防范体系的运行效果进行评估与优化。执行层涵盖热工自动化系统的设计单位、设备供应商、运行维护团队,设计单位需严格按照相关标准进行系统设计,设备供应商需提供符合质量要求的设备并配合后期技术支持,运行维护团队则负责日常的设备巡检、维护保养与故障处理。监控层以热工自动化系统的监控平台为核心,通过实时采集系统运行数据,对设备状态、参数变化、控制逻辑执行情况进行持续监控,及时发现异常情况并发出预警信号,为决策层与执行层的工作提供数据支持。

2.3 防范体系的流程优化

流程优化是确保防范体系有效运行的关键,需围绕系统设计、设备采购、安装调试、运行维护、报废更新等全生命周期环节,建立标准化的流程规范。在系统设计流程中,增加设计方案的评审环节,组织技术专家对设计方案的合理性、安全性、可靠性进行严格审核,确保设计方案满足火电厂的实际需求;在设备采购流程中,建立严格的供应商准入机制与设备质量验收标准,

对设备的性能参数、质量认证、售后服务进行全面评估,避免不合格设备进入生产环节;在安装调试流程中,制定详细的安装调试方案,明确各环节的技术要求与质量控制点,确保系统安装调试质量;在运行维护流程中,建立定期巡检、定期维护、故障报修的标准化流程,实现设备管理的规范化与精细化;在报废更新流程中,制定设备报废标准,及时对老化、失效的设备进行更新替换,避免因设备超期服役引发事故^[2]。

3 火电厂热工自动化事故防范的关键环节控制

3.1 系统设计环节的控制

系统设计是热工自动化事故防范的源头,需从控制逻辑设计、冗余设计、信号传输设计三个方面加强控制。在控制逻辑设计中,应充分考虑火电厂生产过程的复杂性与工况变化的多样性,采用模块化、标准化的设计思路,确保控制逻辑清晰、合理,避免因逻辑漏洞导致控制失误;同时,需对控制逻辑进行仿真测试,模拟不同工况下的系统运行状态,验证控制逻辑的可靠性。在冗余设计方面,针对关键参数的采集与控制,采用“一用一备”或“多用一备”的冗余配置方式,如重要的温度、压力传感器设置冗余,核心控制器采用双机热备模式,确保在单一设备故障时,系统能够自动切换至冗余设备,不影响正常运行。在信号传输设计中,合理规划信号传输路径,避免信号线缆与动力线缆平行敷设,减少电磁干扰;对于远距离信号传输,采用光纤传输或加装信号隔离器等措施,提升信号传输的稳定性与抗干扰能力。

3.2 设备管理环节的控制

设备管理是热工自动化系统预防事故的重要手段,需从选型、安装验收、维护保养三方面加强控制。(1)设备选型时,要依据火电厂运行环境参数(温度、压力等)与系统性能要求,挑选有资质认证、质量可靠的产品。优先选用技术成熟、故障率低且售后服务完善的设备,并对供应商的生产能力与质量控制体系实地考察,确保设备质量达标。(2)设备安装验收环节,应制定详细安装技术规范与验收标准,安排专业人员全程监督安装过程,检查安装位置、接线、密封等情况。安装完成后,按验收标准全面测试设备性能参数,如传感器测量精度、执行器动作响应速度等,合格后方可投入使用。(3)设备维护保养方面,建立设备台账,记录设备相关信息,实现全生命周期跟踪管理。制定个性化维护保养计划,根据设备运行特点与厂家建议,定期清洁、润滑、校准、检测设备。同时,建立设备故障预警机制,通过监控系统实时采集运行数据,分析状态,参数异常

时及时预警,安排维修,防止故障扩大。

3.3 运行监控环节的控制

运行监控对热工自动化系统事故防范意义重大,需从监控平台建设、异常识别、预警处置三方面强化控制。(1)监控平台建设上,整合系统各类运行数据,搭建统一平台,对温度、压力等关键参数及传感器等设备状态实时监测。平台应具备数据采集、存储、分析、图形展示和报警提示等功能,方便运行人员实时查看系统状态、查询历史数据并分析趋势,为工况判断和事故分析提供数据支撑。(2)异常识别环节,建立完善的判断标准,依据火电厂生产工艺和设备特性,设定参数正常运行范围与报警阈值(含预警和紧急报警阈值)。监控平台对比实时参数与标准范围,自动识别参数、设备状态及控制逻辑执行异常,如参数超预警阈值、设备无响应等。(3)预警处置方面,构建分级预警机制,按异常严重程度分一般、重要、紧急三级,并制定处置流程。预警信号发出后,系统自动通知相关人员。运行人员核实判断异常,轻微异常调整参数处理,严重异常立即启动应急预案,停机、隔离故障设备,组织维修并做好记录,为后续事故分析和防范优化提供依据^[3]。

4 火电厂热工自动化事故防范的保障措施

4.1 人员保障措施

人员是事故防范工作的执行者,提升人员的专业能力与责任意识是关键。(1)加强人员培训,制定系统的培训计划,针对运行人员、维护人员、技术管理人员分别开展针对性培训。对运行人员,重点培训热工自动化系统的操作流程、异常工况判断方法、应急处置技能等,通过理论教学、模拟操作、现场实操等多种培训方式,提升其操作熟练度与应急处理能力;对维护人员,重点培训设备的结构原理、检修技术、故障诊断方法等,确保其能够快速准确地排查与修复设备故障;对技术管理人员,重点培训事故防范的相关标准规范、风险评估方法、体系建设思路等,提升其决策与管理能力。(2)建立健全人员考核机制,将事故防范工作纳入人员绩效考核体系,明确考核指标,如设备故障处理及时率、异常工况识别准确率等,通过考核激励人员积极履行职责,提升工作质量;同时,强化人员的安全责任意识,定期开展安全警示教育,通过分析事故危害、讲解安全法规,让人员充分认识到事故防范的重要性,自觉遵守规章制度,杜绝违章操作。

4.2 制度保障措施

完善的规章制度是事故防范工作的行为准则,需建立覆盖热工自动化系统全生命周期的制度体系。(1)建

立系统设计管理制度,明确设计方案的编制、评审、审批流程,规定设计人员的职责与权限,确保设计工作规范有序开展;同时,制定设计标准,明确控制逻辑、冗余配置、信号传输等方面的技术要求,为设计工作提供依据。(2)建立设备管理制度,包括设备采购管理制度、设备安装验收管理制度、设备维护保养管理制度、设备报废管理制度等,规范设备从采购到报废的全过程管理,确保设备质量与运行安全。(3)建立运行监控管理制度,明确监控平台的运行维护职责、异常情况的上报与处置流程、运行数据的存储与管理要求等,确保监控工作有效开展;同时,制定参数设定与调整管理制度,规范参数正常范围、报警阈值的设定与调整流程,避免随意更改参数导致系统异常。(4)建立应急处置管理制度,制定热工自动化事故应急处置预案,明确不同类型事故的应急响应流程、应急救援组织机构与职责、应急物资的储备与管理要求等;定期组织应急演练,检验预案的可行性与人员的应急处置能力,及时发现并完善预案中的不足。

4.3 技术保障措施

先进的技术手段是提升事故防范能力的重要支撑,需结合火电厂的实际需求,引入与应用相关的技术成果。(1)应用状态监测与故障诊断技术,通过在传感器、执行器、控制器等设备上安装状态监测传感器,实时采集设备的振动、温度、电流、电压等状态参数,利用大数据分析、人工智能等技术,对设备运行状态进行评估,预测设备可能出现的故障,实现设备故障的早期预警与精准诊断,为设备维护提供技术支持。(2)应用信息安全技术,随着热工自动化系统与网络的融合,信息安全风险日益凸显,需加强系统的信息安全防护,采用防火墙、入侵检测系统、数据加密技术等,防止外部攻击、数据泄露、恶意篡改等安全事件发生;同时,建立信息安全管理制,规范系统的访问控制、数据备份

与恢复、安全事件的应急处置等,保障系统信息安全。

(3)应用数字化技术,构建热工自动化系统的数字化模型,实现系统的虚拟仿真与模拟运行,可在系统设计阶段对设计方案进行验证与优化,在运行阶段模拟不同工况下的系统运行状态,为运行人员的操作培训、异常工况的模拟演练提供平台;同时,利用数字化模型对系统运行数据进行分析,优化系统控制参数,提升系统运行效率与稳定性。(4)加强技术研发与创新,鼓励与科研机构、高校合作,针对火电厂热工自动化事故防范中的关键技术难题开展研究,推动技术成果的转化与应用,不断提升事故防范的技术水平^[4]。

结束语

火电厂热工自动化事故防范是一项系统性、长期性工程,关乎电厂安全稳定运行与经济效益提升。通过深入剖析事故成因,构建涵盖目标设定、框架搭建、流程优化的防范体系,并着重把控系统设计、设备管理、运行监控等关键环节,同时从人员、制度、技术三方面提供坚实保障,形成了一套全面且行之有效的事故防范策略。未来,随着技术不断进步与行业需求变化,需持续完善防范体系,强化各环节控制,紧跟技术发展趋势,不断引入新技术、新方法,提升事故防范能力,为火电厂热工自动化系统的可靠运行筑牢根基,推动火电厂安全、高效、可持续发展。

参考文献

- [1]傅彬.基于节能减排的火电厂热工自动化设计及应用[J].科技与创新,2021,000(024):71-72.
- [2]邹子锋.自动控制理论在火电厂热工自动化中的应用研究[J].中国设备工程,2021(01):217-219.
- [3]梁馨月.自动控制理论在火电厂热工自动化中的应用研究[J].中国设备工程,2021(24):91-92.
- [4]姜瑞.火电厂热工自动化及事故防范分析[J].中国高新科技,2022(14):16-18.