

火电厂热工自动化事故防范

李兵华

山西兆光发电有限责任公司 山西 霍州 031400

摘要: 本文探讨了火电厂热工自动化系统的架构、潜在风险及事故防范措施。通过对热工自动化系统基本构成的剖析,识别了设备与软件、人为与环境等风险点,并提出了日常维护与事故预防的技术措施,以提升火电厂热工自动化系统的安全性和可靠性。

关键词: 火电厂; 热工自动化系统; 事故防范; 冗余设计; 故障诊断

引言: 火电厂热工自动化系统作为电厂运行的核心部分,其安全性和可靠性直接关系到电厂的稳定运行和发电效率。随着技术的不断发展,热工自动化系统日益复杂,潜在的风险也随之增加,对热工自动化系统进行事故防范显得尤为重要。

1 热工自动化系统架构及潜在风险剖析

1.1 热工自动化系统的基本构成

热工自动化系统是一个复杂而精细的系统,其基本构成主要包括控制系统、检测系统、执行机构和通讯网络四个核心部分。控制系统作为整个系统的指挥中枢,承担着接收、处理并发出指令的重任,由控制器、输入/输出模块、电源模块等组件构成。控制器是控制系统的核心部件,执行各种控制算法,根据检测系统的反馈信号及时调整输出,以确保电厂设备的稳定运行。输入/输出模块则充当控制系统与外部设备的桥梁,负责数据的采集和指令的发送。检测系统则负责实时监测电厂设备的运行状态和参数,如温度、压力、流量等。由传感器、变送器、数据采集装置等组成。传感器作为检测系统的前端,感受被测参数的变化并将其转换为电信号。变送器对传感器输出的信号进行放大、转换和处理,使其适合控制系统的接收。数据采集装置则负责收集并处理这些信号,为控制系统提供精准的数据支持。执行机构则是根据控制系统的指令来执行相应动作的部分,如开关阀门、调节电机转速等。由执行器、传动机构等构成。执行器作为执行机构的核心,将控制系统的电信号转换为机械动作。传动机构则将执行器的动作传递给被控设备,实现对设备的精确控制。通讯网络则负责将控制系统、检测系统、执行机构等各个部分紧密连接在一起,实现信息的高效传输和交换。由通讯设备、通讯线路以及通讯协议组成,确保各个部分能够准确、及时地传递和接收信息,共同维持热工自动化系统的稳定运行。

1.2 热工自动化系统的风险点之设备与软件问题

热工自动化系统中的设备长期处于高温、高压、高湿度的恶劣环境中,容易发生老化现象。设备老化会导致其性能下降,甚至出现故障^[1]。例如,传感器可能因长时间使用而灵敏度降低,变送器可能因元件老化而输出不准确,执行器可能因机械磨损而动作不灵活等。这些设备问题都会直接影响热工自动化系统的正常运行。热工自动化系统的控制软件是系统的核心部分,负责执行各种控制算法和逻辑判断。然而,软件在开发过程中难免存在缺陷,如逻辑错误、计算错误、内存泄漏等。这些缺陷可能导致系统运行不稳定,甚至引发安全事故,对系统软件进行严格的测试和验证是至关重要的。

1.3 热工自动化系统的风险点之人为与环境因素

热工自动化系统的操作需要专业人员进行,人为因素往往是导致事故的重要原因之一。操作人员可能因疲劳、疏忽、缺乏经验或培训不足等原因而操作失误。例如,误操作控制开关、设置错误的参数、忽视报警信息等。这些操作失误都可能对热工自动化系统造成严重影响,甚至引发安全事故。热工自动化系统所处的外部环境也可能对其造成干扰。例如,电磁干扰、雷电冲击、温度变化等都可能影响系统的正常运行。电磁干扰可能导致信号传输错误或丢失,雷电冲击可能损坏系统设备,温度变化可能影响传感器的测量准确性。对外部环境进行有效的屏蔽和防护是保障热工自动化系统稳定运行的重要措施。

2 热工自动化设备与系统的日常维护

2.1 检测设备的定期检查与校准

在热工自动化系统中,传感器和变送器扮演着至关重要的角色,它们负责采集现场的各种物理参数,并将这些参数转换为电信号供控制系统处理。这些设备的准确性和可靠性直接关系到系统的整体性能。为了确保传感器和变送器的正常运行,应定期进行检查和校验。检查内容涵盖传感器的灵敏度、线性度、响应时间等关

键性能指标,同时确认变送器的输出信号与传感器的输入是否一致。一旦发现性能下降或故障,需立即修复或更换,以确保数据的准确性。传感器和变送器的校准也是维护工作中不可或缺的一环。校准工作应依据标准的校准设备和程序进行,确保校准结果的准确性和可追溯性,从而保障测量结果的可靠性。显示仪表的准确性验证也不容忽视。显示仪表负责将采集的数据直观呈现给操作人员,其准确性和稳定性对决策至关重要。验证工作主要通过比较显示值与标准值的差异,检查漂移或非线性误差等问题。一旦发现准确性问题,需及时调整或更换显示仪表,以确保监控和分析的准确性。

2.2 控制系统的日常巡检与软件更新

控制系统在热工自动化系统中起着核心作用,负责处理检测设备的信号,并依据预设逻辑和算法做出控制决策,其稳定性和可靠性对系统整体性能至关重要。为确保控制系统稳定运行,日常巡检是必不可少的一环。巡检工作需细致检查控制器的运行状态、电源供应是否稳定、通信连接是否畅通等。一旦发现控制器存在异常或故障报警,应迅速排查并处理,确保系统正常运行。定期对控制器进行性能测试和功能验证也是保障系统性能的重要措施。通过测试验证,可以确保控制器满足系统的控制需求,保持最佳工作状态。软件更新是提升控制系统性能和可靠性的关键途径。随着技术进步,控制系统软件需不断更新完善,以修复错误、提升稳定性,并引入新功能和算法,增强控制性能和智能化水平。

2.3 执行机构的维护与调试

执行机构在热工自动化系统中起着至关重要的作用,负责根据控制系统的指令执行各种动作,如开启或关闭阀门、调节流量等。其灵活性和准确性对系统的整体性能具有重要影响^[2]。日常维护中,检查执行器的动作灵活性是一项重要任务。这需要对执行器的机械部件进行仔细检查,确认是否存在磨损、卡涩等问题,并确保其动作流畅无阻滞。一旦发现执行器动作不灵活或出现卡顿,需立即进行润滑、清洁或更换相关部件。定期对执行器进行功能测试也是必不可少的。定位精度与响应时间测试是维护的关键环节。定位精度衡量执行器到达指定位置的准确性,响应时间则反映执行器从接收指令到开始动作的迅速性。若测试发现定位精度或响应时间存在问题,应立即对执行器进行调整或更换相关部件,以确保其性能满足系统要求。

2.4 通讯网络的稳定性与安全性保障

通讯网络是热工自动化系统中各个部分之间传递信息的桥梁。通讯网络的稳定性和安全性对于系统的整体

性能具有重要影响。网络设备状态监控是确保通讯网络稳定运行的重要措施。这包括监控网络设备的运行状态、通信连接状态以及网络流量等。在监控过程中,如果发现网络设备存在异常状态或通信故障,应立即进行排查和处理。还应定期对网络设备进行性能测试和功能验证,以确保其能够满足系统的通信需求。数据传输安全性验证也是通讯网络维护的重要环节。在热工自动化系统中,传输的数据往往包含重要的生产信息和敏感数据。必须确保数据传输的安全性。这包括使用加密技术保护数据传输过程中的安全性,以及建立严格的访问控制机制防止未经授权的访问和篡改。还应定期对数据传输的安全性进行验证和测试,以确保其始终处于最佳状态。

3 热工自动化事故预防的技术措施

3.1 控制系统冗余设计

在热工自动化系统中,控制系统的冗余设计是预防事故的重要手段。冗余设计意味着在关键部位设置多重备份,以确保在单一部件或系统出现故障时,整个系统仍能正常运行。重要控制回路的双重化或三重化配置是冗余设计的核心。这意味着对于关键的控制回路,不仅有一个主回路在工作,还有备份回路随时准备接管。当主回路出现故障时,备份回路能够立即启动,确保控制任务不中断^[3]。这种设计大大提高了系统的可靠性和稳定性。备用控制器的自动切换机制也是冗余设计的重要组成部分。在热工自动化系统中,控制器是控制系统的核心部件。为了确保在控制器故障时系统仍能正常运行,通常会配备一个或多个备用控制器。当主控制器出现故障时,自动切换机制会立即启动,将控制权交给备用控制器,从而确保系统的连续运行。冗余设计不仅提高了系统的可靠性,还降低了因单一故障导致的系统停机风险。这种设计在热工自动化系统中尤为重要,因为任何停机都可能对火电厂的运行效率和安全性产生重大影响。

3.2 故障诊断与预警系统

故障诊断与预警系统是预防热工自动化事故的另一道重要防线。这些系统能够实时监测系统的运行状态,及时发现并诊断潜在故障,从而避免事故的发生。实时故障监测与诊断算法是故障诊断与预警系统的核心。这些算法能够分析系统的运行数据,识别出异常状态,并给出故障类型和可能的原因。通过实时监测和诊断,系统能够在故障发生前发出预警信号,为操作人员提供足够的时间来采取措施,防止事故的发生。预警信号的及时发布与处理流程也是至关重要的。当系统检测到潜在故障时,预警信号应即时发布给相关人员。这些信号应清晰、准确地指示故障位置及性质,以便操作人员迅速

做出反应。还应建立一套完善的应急处理流程,指导操作人员如何根据预警信号采取相应措施,确保系统安全运行。故障诊断与预警系统的建立大大提高了热工自动化系统的安全性和可靠性。通过实时监测和诊断,系统能够及时发现并处理潜在故障,从而避免事故的发生,确保火电厂的安全、高效运行。

3.3 系统安全性与可靠性提升

提升系统的安全性及可靠性是预防热工自动化事故的关键。这包括系统权限管理与访问控制、数据备份与恢复机制以及系统抗干扰能力的提升。系统权限管理与访问控制是确保系统安全性的基础。在热工自动化系统中,应建立一套严格的权限管理机制,确保只有授权人员才能访问和操作关键系统。还应实施访问控制策略,限制对敏感数据和关键功能的访问,以防止未经授权的访问和操作导致的安全事故。数据备份与恢复机制是提升系统可靠性的重要手段。在热工自动化系统中,数据是系统运行的核心。为了确保在数据丢失或损坏时能够迅速恢复,应建立一套完善的数据备份与恢复机制。这包括定期备份重要数据、建立异地备份中心以及制定数据恢复流程等措施。通过数据备份与恢复机制,可以确保在数据丢失或损坏时能够迅速恢复系统,从而避免对火电厂的运行产生重大影响。系统抗干扰能力的提升也是预防事故的重要措施。在热工自动化系统中,各种干扰源可能对系统的正常运行产生负面影响。应采取一系列措施来提升系统的抗干扰能力,如使用抗干扰性能强的硬件设备、优化系统布线以及实施电磁兼容性测试等。通过提升系统抗干扰能力,可以确保系统在恶劣环境下仍能稳定运行,从而避免事故的发生。

3.4 人机界面优化

人机界面的优化对于提高热工自动化系统的操作效率和安全性具有重要意义。一个设计良好的人机界面能

够使操作人员更加便捷地监控系统状态、执行控制任务以及处理异常情况^[4]。操作界面的简洁明了设计是优化人机界面的关键。在热工自动化系统中,操作界面应简洁、直观,避免过多的冗余信息和复杂的操作步骤。通过优化操作界面,可以使操作人员更加快速地了解系统状态,减少误操作的风险。重要信息的突出显示与报警功能也是优化人机界面的重要方面。在热工自动化系统中,一些关键信息对于系统的安全运行至关重要。应在操作界面中突出显示这些信息,以便操作人员能够迅速注意到并采取相应的措施。还应建立完善的报警功能,当系统出现异常或故障时,能够立即发出报警信号,提醒操作人员及时处理。人机界面的优化不仅提高了操作人员的工作效率和安全性,还降低了因误操作导致的系统停机风险。这种优化在热工自动化系统中尤为重要,因为任何停机都可能对火电厂的运行效率和安全性产生重大影响。

结束语:火电厂热工自动化系统的事故防范是一个系统工程,需要从设备维护、技术改进、人员管理等多个方面入手。通过加强日常维护和技术措施的实施,可以有效降低事故发生率,保障火电厂的安全稳定运行。未来,随着技术的不断进步和应用的深入,热工自动化系统的安全性和可靠性将得到进一步提升。

参考文献

- [1]王磊,张明.基于人工智能的火电厂电气自动化控制优化研究[J].热能动力工程,2022(5):78-85.
- [2]李志强,王建华.大型火电厂电气自动化控制系统优化研究[J].电力系统自动化,2023(4):56-63.
- [3]高洋.火电厂热工仪表自动化技术的应用与发展[J].中国高新科技,2021,(14):121-122+125.
- [4]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(1):217-219.