

电厂热工保护措施分析

辛文斌 李 璞 杨晓东

北方联合电力有限责任公司包头第三热电厂 内蒙古 包头 014060

摘 要：本文分析了电厂热工保护系统的基本构成与功能，探讨了热工保护面临的主要挑战，并提出了提高热工保护系统可靠性的措施，包括硬件可靠性提升、软件可靠性提升、操作人员管理与培训、环境条件改善以及其他综合措施，以确保电厂的安全稳定运行。

关键词：电厂热工保护；系统构成；可靠性提升；安全措施

引言

电厂热工保护系统是电厂安全稳定运行的重要保障。该系统通过实时监测电厂设备的运行参数，及时发现并处理异常情况，防止设备损坏和事故发生。随着电厂技术的不断进步，热工保护系统的重要性日益凸显。本文将深入分析电厂热工保护系统的基本构成与功能，探讨其面临的主要挑战，并提出相应的提高可靠性的措施。

1 电厂热工保护系统的基本构成与功能

1.1 热工保护系统的基本构成

热工保护系统的核心，在于前端感知设备——传感器。这些传感器如同电厂的“神经末梢”，遍布于各个关键部位，实时监测着设备的运行参数，如温度、压力、流量、液位等。它们将物理世界的变化转化为电信号，为后续的数据处理和分析提供了基础。传感器的准确性和稳定性至关重要，直接影响到热工保护系统的可靠性和准确性，是系统能够及时发现并响应异常的关键。执行器则是热工保护系统的“肌肉”，根据控制单元的指令，对电厂设备进行直接的操作。当系统通过传感器检测到异常或故障时，执行器会迅速响应，如关闭阀门以切断故障源，或停止电机以防止事故扩大。执行器的快速响应和可靠性是热工保护系统能够有效发挥作用的关键，它们确保了系统在紧急情况下能够迅速、准确地采取保护措施。控制单元作为热工保护系统的“大脑”，负责接收并处理来自传感器的信号^[1]。运用先进的计算机技术和控制算法，对信号进行分析和判断，然后根据预设的逻辑和算法，做出相应的决策和指令。控制单元的智能化和高效性是热工保护系统能够准确、快速地应对各种复杂情况的基础。逻辑组态是控制单元中的软件部分，定义了热工保护系统的逻辑关系和动作流程。通过逻辑组态，可以根据电厂的实际需求和运行状况，灵活地配置和调整热工保护系统的功能和参数。这

使得热工保护系统能够适应不同的电厂环境和运行条件，确保其在各种情况下都能发挥最佳的保护效果。信号传输与反馈机制是热工保护系统中不可或缺的一环。负责将传感器的信号准确、快速地传输到控制单元，并将控制单元的指令传输到执行器。还能够将系统的运行状态和故障信息实时反馈给操作人员，以便他们及时了解系统的运行状况并做出相应的处理。这种实时、准确的信号传输和反馈机制确保了热工保护系统的响应速度和可靠性。

1.2 热工保护系统的主要功能

热工保护系统的主要功能包括报警与预警、连锁与保护、跳闸与停机等，这些功能共同构成了系统完整而强大的保护体系。报警与预警是热工保护系统的基本功能。当系统检测到设备的运行参数超出正常范围或出现异常情况时，会立即发出报警信号，提醒操作人员注意并采取相应的措施。同时系统还能够根据预设的预警条件，提前发出预警信号，为操作人员提供更多的反应时间和处理机会。这有助于操作人员及时发现并处理潜在的安全隐患，防止事故的发生。连锁与保护功能是热工保护系统的重要组成部分。通过将多个设备或系统之间建立连锁关系，确保当一个设备或系统出现故障时，能够迅速切断与其相关的其他设备或系统的运行，防止故障扩大或引发新的事故。这种连锁关系有效地降低了事故的风险和损失，确保了电厂的安全运行。跳闸与停机功能是热工保护系统的最终保护手段。当系统检测到严重的故障或异常情况时，会立即发出跳闸或停机指令，使故障设备或系统迅速停止运行，以防止事故的进一步发展和扩大。虽然跳闸与停机功能会带来一定的生产损失，但它是确保电厂安全运行的最后一道防线，对于防止严重事故的发生具有至关重要的作用。

2 电厂热工保护面临的主要挑战

2.1 硬件设备的老化与故障

电厂热工保护系统中的硬件设备,如传感器、执行器、控制器等,是系统正常运行的基础。随着时间的推移,这些硬件设备会逐渐老化,其性能也会逐渐下降。老化可能导致传感器的灵敏度降低,执行器的动作不准确,控制器的处理能力减弱等问题。这些问题将直接影响热工保护系统的准确性和可靠性,对电厂的安全运行构成威胁。除了老化,硬件设备还可能因为各种原因发生故障。例如,传感器可能受到物理损伤或化学腐蚀,导致信号传输异常;执行器可能因为机械磨损或电气故障,无法准确执行控制指令;控制器可能因为元器件损坏或电路短路,导致系统失控。这些故障都可能引发热工保护系统的误动或拒动,对电厂的安全构成严重威胁。

2.2 软件程序的错误与漏洞

电厂热工保护系统的软件程序是系统的“核心指挥中枢”,负责处理传感器传来的信号,根据预设的逻辑做出决策,并发出相应的控制指令。软件程序并非完美无缺,可能存在错误和漏洞。软件程序的错误可能源于编程过程中的疏忽或错误理解。例如,程序员可能在编写代码时忽略了某个边界条件,导致程序在特定情况下无法正常运行。软件程序还可能因为算法不合理或逻辑不严密而出现错误^[2]。这些错误都可能导致热工保护系统做出错误的决策,进而引发安全事故。除了错误,软件程序还可能存在漏洞。漏洞是软件程序中的安全弱点,可能被恶意攻击者利用来破坏系统的正常运行。例如,攻击者可能通过漏洞入侵热工保护系统,篡改传感器数据或控制指令,导致系统失控。因此,确保软件程序的安全性和可靠性是电厂热工保护系统面临的重要挑战。

2.3 外部环境的干扰与影响

电厂热工保护系统不仅受到内部因素的影响,还受到外部环境的干扰和影响。例如,电厂所处的地理环境可能对系统的正常运行造成不利影响。在雷电、暴雨、大风等恶劣天气条件下,系统的硬件设备可能受到物理损伤或电气干扰,导致性能下降或故障。电厂内部的电磁环境也可能对热工保护系统造成干扰。电厂中存在大量的电气设备和高频信号源,它们可能产生电磁辐射或电磁干扰,影响系统的信号传输和处理。这种干扰可能导致系统误报或漏报,降低系统的准确性和可靠性。

2.4 操作人员的误操作与疏忽

电厂热工保护系统的运行和维护离不开操作人员的参与。操作人员可能因为各种原因出现误操作或疏忽,对系统的正常运行造成不利影响。误操作可能源于操作人员对系统的不熟悉或理解错误。例如,操作人员可能

误将某个传感器的信号线接错,导致系统无法准确获取设备参数;或者误将某个执行器的控制指令设置错误,导致设备无法正常运行。这些误操作都可能引发热工保护系统的误动或拒动,对电厂的安全构成威胁。疏忽则可能源于操作人员的责任心不强或工作疲劳。例如,操作人员可能未按时对系统进行巡检和维护,导致系统存在隐患而未及时发现;或者在处理系统报警时疏忽大意,未能及时采取有效措施消除故障。这些疏忽都可能导致事故的扩大和蔓延,造成严重的后果。

3 提高电厂热工保护系统可靠性的措施

3.1 硬件可靠性提升

硬件设备的可靠性是热工保护系统稳定运行的基石。为了提升硬件的可靠性,首先需要选择高质量的硬件设备。这意味着在采购过程中,要严格把控设备的质量关,选择那些经过严格测试、具有良好声誉和可靠性能的设备供应商^[3]。对于关键设备,还应进行必要的性能测试和质量评估,确保其满足电厂的实际需求。除了选择高质量的设备,采用冗余设计与备份策略也是提高硬件可靠性的重要手段。冗余设计意味着在系统中增加额外的硬件设备,如传感器、执行器和控制器等,以确保在某个设备出现故障时,其他设备可以接管其工作,保证系统的连续运行。备份策略则要求定期对关键数据进行备份,以防止数据丢失或损坏对系统造成影响。定期对硬件设备进行维护与检修也是必不可少的。这包括定期的检查、清洁、校准和更换易损件等。通过定期的维护与检修,可以及时发现并处理设备存在的隐患,延长设备的使用寿命,提高系统的可靠性。

3.2 软件可靠性提升

软件程序的可靠性是热工保护系统准确决策和稳定运行的保障。为了提升软件的可靠性,我们需要从软件设计与编程入手。优化软件设计需采用先进理念和方法,确保软件结构的合理性、逻辑的严密性和算法的准确性。在编程过程中,要遵循良好的编程规范,避免编程错误和漏洞的出现。软件测试与验证是提高软件可靠性的关键环节。在软件开发过程中,要进行严格的单元测试、集成测试和系统测试,确保软件在各个阶段都能正常运行并满足设计要求。还可以采用模拟测试、实际运行测试等方法,对软件进行全面、深入的验证,确保其在实际运行中的可靠性和稳定性。建立软件更新与维护的常规机制也是提高软件可靠性的重要措施。随着电厂运行环境和需求的变化,软件程序可能需要进行更新或升级。应建立完善的软件更新与维护流程,确保软件能够及时、准确地得到更新和维护,保持其与时俱进的

性能和可靠性。

3.3 操作人员管理与培训

操作人员是热工保护系统运行和维护的主体，其技能水平和责任心直接影响系统的可靠性。为了提升操作人员的技能水平，需要强化操作人员的技能培训。这包括定期的技能培训课程、实际操作演练以及经验分享会等。通过这些培训活动，可以提高操作人员的专业技能和应对突发事件的能力。制定严格的操作规程与流程也是确保操作人员正确操作的重要措施。操作规程应明确操作步骤、注意事项和应急处理措施等，确保操作人员在操作过程中有章可循、有据可查。同时还要加强对操作规程的执行和监督，确保操作人员能够严格遵守规程要求，避免误操作或疏忽大意导致的事故发生。提高操作人员的应急处理能力也是必不可少的。电厂运行过程中可能遇到各种突发事件和紧急情况，操作人员需要具备良好的应急处理能力和心理素质，才能迅速、准确地应对这些情况。应定期组织应急演练和培训活动，提高操作人员的应急反应速度和处理能力。

3.4 环境条件改善

环境条件对热工保护系统的可靠性也有重要影响。为了改善环境条件，需要严格控制电子间的环境条件。电子间是热工保护系统的核心部分，其温度、湿度、尘埃等环境因素都会影响设备的性能和寿命。应加强对电子间的环境监控和管理，确保其在适宜的环境条件下运行。提高和改善就地设备的工作环境条件也是必不可少的。就地设备通常暴露在电厂的恶劣环境中，如高温、高压、腐蚀等。为了延长这些设备的使用寿命和提高其可靠性，需要采取必要的防护措施，如安装防护罩、使用耐腐蚀材料等。采取有效的电磁干扰防护措施也是提高系统可靠性的重要手段^[4]。电厂中存在大量的电气设备和高频信号源，可能产生电磁辐射或电磁干扰，影响热工保护系统的正常运行。应加强对电磁干扰的监测和防护，采取必要的屏蔽、滤波和接地等措施，确保系统免受电磁干扰的影响。

3.5 其他综合措施

除了上述措施外，还有多项综合手段可助力提升热

工保护系统的可靠性。热工保护系统的设计是经过严谨论证与测试的，其科学性和合理性不容置疑。必须严格遵循设计规范，切忌随意更改，以免破坏系统的稳定性和引发安全隐患。任何对系统设计的调整，都需经过充分论证和测试，确保万无一失。设备安装或维修完毕后，试运行测试是不可或缺的一环。通过试运行，可以全面记录设备的运行状态和性能参数，及时发现并处理潜在问题，确保设备在正式投入使用前达到最佳状态，为系统的稳定运行奠定坚实基础。定期对保护定值进行核实检查与动作试验也是至关重要的。保护定值是热工保护系统的核心参数，其准确性直接关系到系统的保护效果。必须定期组织专业人员对保护定值进行核实，确保其与实际运行需求相契合。并通过动作试验，验证系统的保护功能和动作准确性，确保系统在紧急情况下能够迅速、准确地作出响应。加强热工保护系统的定期巡视与检查也是提高可靠性的重要途径。通过巡视检查，可以及时发现并处理系统存在的隐患和问题，确保系统始终处于良好运行状态。对运行数据和状态进行记录和分析，为系统的优化和改进提供有力依据。

结束语

电厂热工保护系统的可靠性和安全性对于电厂的安全稳定运行至关重要。通过提升硬件可靠性、软件可靠性、加强操作人员管理与培训、改善环境条件以及采取其他综合措施，可以有效提高热工保护系统的可靠性，确保电厂的安全稳定运行。未来，随着技术的不断进步和电厂规模的扩大，热工保护系统将发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1]谢军.电厂热工保护系统误动原因分析及逻辑优化研究[J].电力设备管理,2023(7):54-56.
- [2]陈晨.发电厂热工自动化仪表的安装与故障分析[J].电子技术,2023,52(12):393-395.
- [3]贾静,孙龙,刘昭,等.浅析发电厂热工仪表自动化技术及故障排除措施[J].家电维修,2023,(12):41-43.
- [4]张立刚.发电厂热工温度保护误动及拒动原因分析[J].科技创新与应用,2023,13(36):137-140.