

电厂热工保护的优化路径探析

张 鹏

国能承德热电有限公司 河北 承德 067102

摘要：本文深入探讨了电厂热工保护的核心议题，包括其重要性、具体内容、优化策略及未来发展趋势。通过对热工保护系统的细致剖析，文章提出了一系列优化举措，如采用智能化控制系统、实施全面调试流程、引入冗余设计理念及选用高质量元件等，旨在全面提升电厂设备的可靠性与安全性，为电厂的持续稳定运行构筑坚实的防护屏障，确保电力供应的安全高效。

关键词：电厂热工保护；智能化控制系统；全面调试；冗余设计；高质量元件

引言：电厂热工保护系统，作为保障设备安全与可靠运行的关键环节，其重要性在电厂运营中举足轻重。随着自动化技术的日新月异，热工保护系统的优化升级已成为提升电厂运行效率、确保设备安全的关键所在。本文旨在全面剖析电厂热工保护的重要性、涵盖内容、优化策略及未来趋势，以期为电厂的安全高效运行提供有力支撑与指导。

1 电厂热工保护的重要性

1.1 预防设备损坏，保障生产安全

电厂热工保护系统的主要功能是在机组启动和运行期间，对可能危及设备安全的各种因素进行实时监测和预警。当机组的关键参数，如温度、压力、流量等，超出预设的安全范围时，热工保护系统能够迅速响应，自动采取保护或联锁措施，如停机、减负荷等，以防止设备因过热、过压等原因发生损坏。这种及时的干预不仅避免了设备故障导致的生产中断，还减少了因设备损坏带来的维修成本和时间损失，从而保障了电厂的生产安全。

1.2 防止事故扩大，降低安全风险

在电厂运行过程中，一旦设备发生故障，如不及及时处理，很容易引发连锁反应，导致事故扩大，甚至造成灾难性后果^[1]。热工保护系统通过实时监测和快速响应，能够在故障初期就采取有效措施，将事故控制在最小范围内。例如当锅炉水位异常时，热工保护系统能够立即启动报警并采取调整措施，防止锅炉干烧或满水等严重事故的发生。这种及时的干预不仅降低了事故发生的概率，还减少了事故对人员和环境的潜在威胁。

1.3 提升电厂运行效率，保障电力供应

电厂热工保护系统的优化和完善，不仅提高了设备的安全性和可靠性，还间接提升了电厂的运行效率。一方面，通过实时监测和预警，热工保护系统能够及时发现并处理设备故障，减少了因故障导致的停机时间，提

高了设备的可用率和发电效率。另一方面，热工保护系统的智能化和自动化水平不断提高，使得电厂在应对突发事件时能够更加迅速、准确地做出反应，保障了电力供应的稳定性和可靠性。这对于满足社会经济发展和人民生活用电需求具有重要意义。

2 电厂热工保护内容

电厂热工保护是确保电力生产过程中锅炉、汽轮机、发电机等关键设备安全运行的重要机制。它通过对设备运行状态进行实时监测和预警，及时采取必要的保护措施，防止因设备故障引发的事故，保障电厂的稳定运行和电力供应的安全可靠。

2.1 锅炉热工保护

锅炉是电厂中的关键设备之一，其热工保护主要涵盖以下几个方面：（1）主蒸汽压力高保护：当锅炉主蒸汽压力超过预设的安全值时，热工保护系统会立即启动，通过降低燃烧强度或开启旁路阀等方式，将蒸汽压力控制在安全范围内，防止锅炉因超压而发生爆炸等严重事故。（2）汽包水位保护：汽包水位是锅炉运行中的重要参数，过高或过低的水位都会对锅炉的安全运行构成威胁。热工保护系统通过实时监测汽包水位，当水位超出设定范围时，会自动启动报警或停机保护，防止锅炉因缺水或满水而发生损坏。（3）直流锅炉断水保护：对于直流锅炉，断水保护尤为重要。当给水泵故障或给水管堵塞导致锅炉断水时，热工保护系统会立即停止燃烧，保护锅炉受热面不受过热损伤。

2.2 汽轮机热工保护

汽轮机是电厂中将蒸汽热能转化为机械能的重要设备，其热工保护主要包括以下几个方面：（1）轴向位移保护：轴向位移是汽轮机转子在轴向方向上的位移量，当位移量超过设定值时，表明汽轮机可能存在轴瓦磨损、推力瓦故障等问题，热工保护系统会启动报警或停

机保护，防止轴瓦损坏或转子与定子碰撞^[2]。（2）缸胀和差胀保护：缸胀和差胀是汽轮机缸体及其内部部件在热胀冷缩过程中产生的变形量。当这些变形量超过设定值时，热工保护系统会采取措施，如调整蒸汽温度或流量，以防止缸体变形过大而导致密封不严或部件损坏。

（3）超速保护：汽轮机在超速运行时，会产生巨大的离心力，对轴瓦和转子造成严重损伤。热工保护系统通过实时监测汽轮机转速，当转速超过设定值时，会自动启动超速保护装置，如关闭主汽门或调节汽门，使汽轮机减速至安全范围。（4）振动保护：振动是汽轮机运行中的常见问题，当振动幅度超过设定值时，表明汽轮机可能存在不平衡、轴瓦松动或转子裂纹等问题。热工保护系统会启动报警或停机保护，防止振动过大导致设备损坏。

2.3 发电机热工保护

发电机是电厂中将机械能转化为电能的关键设备，其热工保护主要关注温度和振动等参数的监测与保护。

（1）温度保护：发电机在运行过程中会产生大量的热量，当温度超过设定值时，热工保护系统会启动冷却装置，如增加冷却风量或开启水冷冷却系统，以降低发电机温度，防止因过热而引发故障。（2）振动保护：与汽轮机类似，发电机的振动幅度也是重要的监测参数。当振动幅度超过设定值时，热工保护系统会启动报警或停机保护，防止振动过大导致发电机定子和转子之间的摩擦损坏。

2.4 炉机电大联锁保护

炉机电大联锁保护是电厂热工保护系统的核心功能之一，它在机组面临异常工况时发挥着至关重要的作用。该保护系统依据预设的逻辑关系和优先级，能够迅速而准确地响应各种故障情况，自动启动相应的保护措施。无论是锅炉、汽轮机还是发电机出现故障，炉机电大联锁保护都能迅速协调各设备的运行状态，要么维持机组在安全状态下继续运行，要么果断地执行紧急停机操作，以防止事态进一步恶化。这种综合保护和协调控制的能力，极大地提升了电厂运行的安全性和可靠性，为电厂的稳定运行提供了坚实的保障。

3 电厂热工保护的优化路径

电厂热工保护的优化是提升电厂运行安全性和效率的关键环节。随着科技的进步和智能化技术的发展，电厂热工保护的优化路径日益清晰，主要包括采用智能化控制系统、全面调试与跟踪记录、采用冗余设计思路以及使用高质量元件等方面。

3.1 采用智能化控制系统

智能化控制系统是电厂热工保护优化的重要方向。

这种系统基于先进的数学模型和算法，能够实时监测机组的关键参数，如温度、压力、流量等，并通过数据分析与处理，预测机组可能出现的故障。智能化控制系统不仅能够及时发现潜在的安全隐患，还能自动调整控制参数，避免因热应力等不利因素引起的设备故障。如当系统监测到锅炉水位异常时，可以立即启动报警并自动调整给水量，确保锅炉水位在安全范围内。另外智能化控制系统还能根据机组运行状态和外部环境的变化，自动调整控制策略，提高设备的可靠性和运行效率。在实施智能化控制系统时，需要注重系统的稳定性和可靠性。这要求系统具备强大的数据处理能力和故障预测能力，还需要具备完善的安全防护措施，防止因系统漏洞或误操作导致的安全事故。此外智能化控制系统的建设和运行还需要与电厂的实际情况相结合，充分考虑电厂的工艺流程、设备特点以及运行需求，确保系统的实用性和有效性。

3.2 全面调试与跟踪记录

全面调试是电厂热工保护系统建设的重要环节。在完成设备安装后，需要对系统进行全面调试和测试，确保各项功能正常、参数准确^[3]。调试过程中，需要重点关注保护出口卡等关键硬件设备的调试情况，确保设备合格并满足设计要求。还需要对调试过程进行详细的跟踪记录，包括调试时间、调试人员、调试结果等信息，以便后续维护和故障排查。在调试过程中，需要注重细节和规范性。调试人员需要严格按照调试流程和标准进行操作，确保调试结果的准确性和可靠性。并且还需要对调试过程中发现的问题进行及时整改和优化，确保系统在实际运行中能够发挥最佳性能。此外调试完成后，还需要对系统进行定期的维护和检查，确保系统长期稳定运行。

3.3 采用冗余设计思路

冗余设计是提高电厂热工保护系统可靠性和安全性的重要手段。在电厂热工保护系统设计中，需要充分结合电厂的发展现状与未来发展需要，采用冗余设计思路。冗余设计意味着在主系统出现故障时，备用系统能够迅速接管并继续执行任务，从而保障机组的安全运行。在实施冗余设计时，需要注重系统的可靠性和灵活性。冗余系统需要与原系统保持高度一致性和兼容性，确保在主系统出现故障时能够无缝切换。同时冗余系统还需要具备独立的监测和控制功能，以便在主系统正常运行时也能够对机组状态进行实时监测和预警。此外冗余设计还需要考虑系统的可扩展性和升级性，以便在未来电厂扩建或设备升级时能够方便地进行系统扩展和升级。

3.4 使用高质量元件

高质量元件是电厂热工保护系统稳定运行的基础。在配置电厂热工保护系统时,需要选择质量可靠、性能稳定的元件,并运用成熟的技术进行组装和调试。高质量元件能够减少故障率、延长系统使用寿命并降低维护成本^[4]。在选择元件时,需要注重元件的质量和性能。元件需要符合国际标准和行业规范,具备良好的耐温、耐压、耐腐蚀等性能。还需要考虑元件的可靠性和稳定性,确保在恶劣环境下也能够正常工作。此外,在选择元件时还需要考虑其兼容性和可扩展性,以便在未来进行系统升级和扩展时能够方便地进行元件更换和升级。在实施高质量元件配置时,还需要注重系统的整体性能和稳定性。元件之间的连接和配合需要紧密可靠,避免出现松动或接触不良等问题。同时还需要对系统全面的测试和验证,确保各项功能正常、性能稳定。另外还需要定期对系统进行维护和检查,及时发现并处理潜在的安全隐患。

4 电厂热工保护趋势

随着电厂自动化技术的持续革新与升级,热工保护系统的未来发展将呈现出更加智能化、自动化和集成化的显著趋势。这些趋势不仅将极大地提升热工保护系统的性能,还将对电厂的整体运行效率和安全性产生深远影响。

4.1 智能化控制系统的完善

未来电厂热工保护系统的智能化控制将迈向更高层次。借助先进的人工智能技术和大数据分析,智能化控制系统将能够实现对机组运行状态的实时监测与精准预测。这种实时监测不仅限于传统的物理参数,如温度、压力、流量等,还将扩展到更复杂的运行状态和故障模式识别。通过深度学习和机器学习算法,系统能够自动分析历史数据,识别潜在故障模式,并提前采取措施进行预防,从而显著提高保护系统的准确性和可靠性。

4.2 自动化程度的提升

自动化程度的提升是电厂热工保护系统未来发展的

另一大趋势。随着自动化技术的不断进步,热工保护系统将逐步实现更高的自动化水平,包括自动调整控制参数、自动切换保护策略、自动报警与故障诊断等^[5]。这些自动化功能的实现将大大减轻运维人员的工作负担,提高工作效率,同时也有助于减少人为操作失误带来的安全隐患。

4.3 与电厂其他自动化系统的集成

未来电厂热工保护系统将与其他自动化系统实现更紧密的集成。这种集成不仅限于数据层面的共享,还将扩展到控制策略的优化和故障处理流程的协同。通过一体化的监控与管理平台,电厂运维人员将能够实现对全厂设备的集中监控和统一管理,从而更加高效地处理各种异常情况。此外,这种集成还将促进电厂内部的信息流通和资源共享,为电厂的智能化、数字化转型提供有力支持。

结束语

电厂热工保护系统的优化是提升电厂运行效率和保障设备安全的重要手段。通过采用智能化控制系统、全面调试、冗余设计及高质量元件应用等优化措施,能够显著提高热工保护系统的可靠性和准确性,为电厂的稳定运行提供有力保障。未来,随着自动化技术的不断发展,热工保护系统将向智能化、自动化和集成化方向发展,为电厂的可持续发展做出更大贡献。

参考文献

- [1]王胜利,李书森.电厂热工保护误动及拒动原因浅析及对策[J].节能,2019(04):10-12.
- [2]冯培举.电厂热工保护系统改造方式的研究[J].集成电路应用,2019,36(04):95-96.
- [3]陈宏亮.电厂热工仪表及自动装置的维护与调试[J].中国高新技术企业,2019(20):166-167.
- [4]周双双.热工保护的可靠性分析[J].企业技术开发,2019,34(23):60-61.
- [5]徐光宝.浅谈提高热工保护信号的可靠性[J].华北电力技术,2019(04):45-47+54.