

火力发电厂热控保护及控制技术分析

谢业涛

江投国华信丰发电有限责任公司 江西 赣州 341600

摘要: 火力发电在能源供应体系中占据关键地位,其安全、稳定、高效运行直接关乎社会生产生活。本文围绕火力发电厂热控保护及控制技术展开分析。先对热控保护与控制技术进行概述,接着详细阐述了超温、水位、过载、启动、断电等常见热控保护技术,以及自动调节、顺序、联锁、机组协调、燃烧优化等控制技术。同时探讨了其智能化发展、提高环境适应性、多功能运用等发展趋势。旨在全面剖析火力发电厂热控保护及控制技术,为相关技术的应用、优化及发展提供参考,提升火力发电厂运行的安全性、稳定性与高效性。

关键词: 火力发电厂;热控保护;控制技术;分析

引言:火力发电厂作为电力供应的重要组成部分,其安全、稳定运行至关重要。热控保护及控制技术作为保障火力发电厂可靠运行的关键技术,直接影响着机组的性能和效率。随着电力行业的不断发展,对热控保护及控制技术的要求也日益提高。一方面,需要确保设备在各种工况下的安全运行,防止事故发生;另一方面,要实现更高效的能源利用和生产控制。因此,深入分析火力发电厂热控保护及控制技术,探索其发展趋势,具有重要的现实意义。

1 火力发电厂热控保护与控制技术概述

在火力发电厂的运行体系中,热控保护与控制技术扮演着极为关键的角色。热控保护技术,主要是通过一系列自动化的监测与防护手段,对发电设备在运行过程中出现的异常状况进行及时预警,并在必要时采取紧急措施,避免设备损坏或引发安全事故。例如,当设备温度、压力、流量等关键参数超出正常范围时,热控保护系统能够迅速响应,启动相应的保护装置,使设备停止运行或调整到安全状态。而热控控制技术,则侧重于对发电设备的运行过程进行精准调节和管理,以确保整个发电流程高效、稳定地进行。它能够根据不同的工况需求,自动调整设备的运行参数,使机组维持在最佳运行状态。热控保护与控制技术相互关联、相辅相成。控制技术保障设备正常运行,而保护技术则是在设备出现异常时的最后一道防线,防止故障扩大化。二者共同协作,为火力发电厂的安全稳定运行提供坚实保障,对于提高发电效率、降低能耗、延长设备使用寿命以及保障人员安全等方面都具有不可替代的作用^[1]。

2 火力发电厂常见热控保护技术

2.1 超温保护技术

在火力发电厂中,众多设备在运行时会产生大量热

量,超温保护技术便显得尤为关键。其原理基于对设备关键部位温度的实时监测,通过布置在各处的温度传感器,将温度数据实时传输至控制系统。一旦监测到温度超过预先设定的安全阈值,系统立即启动相应的降温措施。在汽轮机运行中,若轴承温度过高,超温保护系统会触发报警,并联动相关冷却系统,加大冷却水量,防止轴承因高温而烧损。超温保护技术有效避免了设备因过热导致的机械性能下降、材料变形甚至设备报废等严重后果,保障了设备的稳定运行与使用寿命,进而确保整个发电流程的持续稳定。

2.2 水位保护技术

水位对于火力发电厂的各类容器设备,如锅炉汽包等,是极为重要的运行参数。水位保护技术通过水位传感器实时监测水位高低。在锅炉运行中,当水位过高时,可能导致蒸汽带水,影响蒸汽品质,甚至引发汽轮机水冲击事故。此时,水位保护系统会自动开启排水阀,降低水位至正常范围。相反,若水位过低,会使受热面得不到充分冷却,有引发爆管的风险。这种情况下,水位保护技术会迅速切断燃料供应,并启动补水装置,紧急提升水位。在实际应用中,水位保护系统具有多重冗余设计,以确保在复杂工况下能准确可靠地运行。它是保障锅炉等设备安全运行的关键防线,避免因水位异常引发重大安全事故,维持发电过程的平稳有序。

2.3 过载保护技术

火力发电厂的电机、泵等设备在运行时可能会因各种原因出现过载现象。过载保护技术主要依靠电流互感器监测设备运行电流。当设备电流超过额定值一定比例且持续时间达到设定阈值时,判断为过载状态。例如,给水泵电机若因泵体堵塞等原因导致负载增加,电流上升,过载保护系统将迅速动作。一般会先发出报警信

号,提醒运行人员检查设备状况,同时根据预设逻辑,自动降低设备负载或直接切断电源,使设备停止运行。这一技术有效防止了设备因长时间过载运行,导致绕组过热烧毁、机械部件损坏等问题,不仅保护了设备本身,还避免了因设备故障引发的整个发电系统停机,提高了发电系统的可靠性与稳定性,保障了电力的持续供应。

2.4 启动保护技术

火力发电厂设备启动过程较为复杂,启动保护技术旨在确保设备在启动阶段的安全。在设备启动前,保护系统会对设备的各项参数进行全面检查,如润滑油压力、设备各部件连接状态等。以汽轮机启动为例,启动保护技术会监测汽轮机的盘车装置是否正常,油温、油压是否满足启动条件。若参数异常,将禁止设备启动,并发出故障提示。在启动过程中,还会实时监测设备的振动、转速等参数。当转速上升过快或振动过大超出允许范围时,启动保护系统会立即采取措施,如降低启动速度或紧急停机,防止设备因启动不当造成轴系损坏、动静部件摩擦等严重事故。它为设备顺利启动并过渡到正常运行状态提供了有力保障,减少了设备启动阶段的故障风险。

2.5 断电保护技术

电力供应的稳定性对火力发电厂至关重要,断电保护技术就是应对突发断电情况的关键手段。当系统检测到外部电源断电时,断电保护系统迅速启动。一方面,通过不间断电源(UPS)等设备,为关键控制系统和部分重要设备提供短时间的应急电力,确保控制系统的的核心数据不丢失,设备状态信息得以保存,以便在电源恢复后能快速恢复正常运行。另一方面,对于一些大型旋转设备,如发电机等,断电保护技术会立即触发制动装置,避免设备因惯性继续旋转,造成设备损坏或其他安全问题。同时,系统会自动切换到备用电源(若有),维持部分重要设备的运行,保障电厂关键功能的持续运行,减少因断电带来的生产中断和设备损坏风险,提升电厂应对突发断电事件的能力。

3 火力发电厂热控控制技术

3.1 自动调节控制

自动调节控制技术是火力发电厂热控系统的基础组成部分。其核心原理是依据反馈控制理论,通过各类传感器实时采集设备运行的关键参数,如温度、压力、流量等,并将这些参数与预先设定的目标值进行对比。系统依据偏差值自动调整相应的执行机构,以维持参数稳定。例如,在锅炉燃烧过程中,通过监测蒸汽压力,自动调节燃料供应和送风量,确保蒸汽压力稳定在设定范

围。当蒸汽压力降低时,系统自动增加燃料供给和鼓风量,提高燃烧强度;反之则减少。在汽轮机运行中,自动调节控制技术根据负荷变化调节进汽量,保障汽轮机转速稳定。该技术极大地提高了设备运行的稳定性和可靠性,减少了人工干预,有效降低了操作人员的劳动强度,同时使机组运行更加高效、节能,显著提升了火力发电厂的整体运行性能^[2]。

3.2 顺序控制

顺序控制在火力发电厂热控系统中用于按特定顺序启动、停止或切换设备。它依据预先编制好的逻辑程序,严格控制设备的动作顺序和时间间隔。以火力发电厂的机组启动为例,顺序控制系统先启动润滑油泵,确保各轴承得到充分润滑,待油压稳定后,依次启动辅助设备,如凝结水泵、循环水泵等,最后才启动汽轮机和发电机。在机组停机时,则按照相反顺序进行操作。这一过程严格遵循设备运行的安全要求和工艺规范,避免了因设备启动或停止顺序不当而引发的故障或事故。顺序控制还应用于设备定期切换,通过精确的顺序控制,提高了设备操作的准确性和规范性,提升了发电系统的自动化水平,确保发电过程有条不紊地进行。

3.3 联锁控制

联锁控制是保障火力发电厂设备安全运行的重要手段。它基于设备之间的相互关联和制约关系,当某一设备状态发生变化时,与之相关的其他设备自动做出相应动作。例如,当锅炉的引风机故障停机时,联锁控制立即触发送风机停止运行,防止炉膛内出现正压,引发火焰喷出等危险情况。同时,燃料供应系统也自动切断,避免燃料继续进入炉膛造成堆积。在输煤系统中,各皮带输送机之间通过联锁控制,前级皮带停机时,后级皮带自动依次停止,防止物料堆积。联锁控制还能实现设备的紧急保护,如在紧急情况下按下停机按钮,相关设备会按照预定的联锁逻辑迅速停止运行,避免事故扩大。

3.4 机组协调控制

机组协调控制旨在实现火力发电厂机、炉、电等主要设备的协同运行,使机组能快速、稳定地响应电网负荷变化。它综合考虑锅炉的蓄热能力、汽轮机的调节特性以及发电机的输出功率等因素,通过一套先进的控制系统,对锅炉的燃料量、送风量、给水量以及汽轮机的进汽量等进行统一协调控制。当电网负荷增加时,机组协调控制系统迅速增加锅炉的燃料供给和送风量,提高蒸汽产量,同时适当增加汽轮机的进汽量,使发电机输出功率相应提升。在负荷变化过程中,保持机前压力、汽包水位等关键参数稳定。该技术有效提升了机组对电

网负荷变化的适应性,减少了机组运行参数的波动,提高了机组运行的经济性和稳定性,增强了火力发电厂在电网中的调节能力,为保障电力供应的可靠性和稳定性发挥了重要作用。

3.5 燃烧优化控制

燃烧优化控制技术致力于提高火力发电厂锅炉的燃烧效率,降低能源消耗和污染物排放。它通过对燃烧过程的全面监测和分析,利用先进的控制算法,实时调整燃烧参数。例如,通过监测烟气中的氧含量、一氧化碳含量以及飞灰含碳量等指标,精确调节燃料与空气的混合比例,使燃烧更充分。同时,根据不同的煤种特性,优化燃烧器的配风方式和燃烧器的运行角度,改善炉内燃烧工况。在实际应用中,燃烧优化控制技术结合人工智能和大数据分析,建立燃烧模型,实现对燃烧过程的精准控制。通过实施燃烧优化控制,不仅显著提高了锅炉的热效率,降低了燃料消耗,还减少了二氧化硫、氮氧化物等污染物的生成和排放,满足了环保要求,提升了火力发电厂的经济效益和环境效益。

4 火力发电厂热控保护与控制技术的发展趋势

4.1 智能化发展

智能化成为火力发电厂热控保护与控制技术的核心发展方向。随着人工智能、机器学习技术的深度融合,热控系统将拥有自我学习与决策能力。设备故障诊断不再依赖人工经验,智能算法能依据海量实时数据,精准识别潜在故障隐患,提前预警并自动规划维修策略。在控制方面,智能系统可根据电网负荷变化、设备运行状况,动态优化控制参数,实现发电效率的最大化。智能化还体现在远程监控与运维,工作人员通过移动终端即可实时掌握电厂设备运行全貌,远程操控设备,大幅提升工作效率,降低运维成本,推动火力发电向智能化、无人化迈进。

4.2 提高环境适应性

面对复杂多变的环境,提升热控保护与控制技术的环境适应性迫在眉睫。一方面,在极端气候条件下,如高温、高湿、严寒地区,热控设备需具备更强的耐受能力。研发新型材料与防护技术,确保传感器、控制器

等关键部件在恶劣环境中稳定运行,数据采集与传输不受干扰。另一方面,随着环保要求日益严苛,热控技术要助力电厂更好地适应减排需求。通过优化控制算法,降低污染物生成,同时增强设备对不同品质燃料的适应性,使电厂在使用多种燃料时,仍能维持高效稳定运行,减少因环境变化与燃料差异对发电生产造成的不利影响,保障电厂长期稳定供电。

4.3 多功能运用

火力发电厂热控保护与控制技术正朝着多功能运用方向拓展。传统单一功能的热控设备将被整合,形成集多种功能于一体的综合系统。例如,热控保护装置不仅能在故障时紧急停机,还可在运行中对设备进行状态监测与性能优化。一套控制系统可同时实现对发电设备的自动调节、顺序控制与联锁控制,减少设备数量,简化系统架构,降低维护难度。此外,热控技术还将与电厂其他系统深度融合,如与电气系统协同,实现电能质量的精准控制,与环保系统联动,实时调整污染物处理参数,全方位提升电厂运行的综合性与协调性,提高电厂整体运行效益^[3]。

结束语

综上所述,火力发电厂热控保护及控制技术对电厂安全、高效运行起着关键作用。热控保护技术在超温、水位、过载等方面筑起坚实防线,避免设备损坏与事故发生;热控控制技术则通过自动调节、顺序控制等多种方式,优化发电流程,提升机组性能。当下,智能化、环境适应性及多功能运用等发展趋势,正推动热控技术不断革新。持续深化对这些技术的研究与应用,将助力火力发电厂进一步提升供电可靠性,实现节能减排目标,在能源领域持续发挥重要价值。

参考文献

- [1]刘永强.发电厂PLC热控系统的干扰问题与对策分析[J].集成电路应用,2023,40(11):332-334.
- [2]赵创.火力发电厂的热控保护技术及实施要点研究[J].应用能源技术,2022(11):113-132.
- [3]马立辉,郑少恒.火力发电厂调试过程中热控常见问题研究[J].中国高新科技,2022(16):136-138.