

火电厂热工控制系统检修关键技术要点分析

李云龙 白杰 岳伟

锡林郭勒热电有限责任公司 内蒙古锡林浩特 026000

摘要: 本文以锡林郭勒热电有限责任公司2×660MW机组为例,深入探讨火电厂热工控制系统检修关键技术要点。首先对火电厂热工控制系统进行概述,明确其重要性及构成。接着阐述热工控制系统检修的必要性,包括保障设备安全运行、提高发电效率以及满足行业发展需求等方面。然后详细分析检修关键技术要点,涵盖设备安装调试质量把控、系统性能和逻辑功能检查、故障排查与处理以及检修后系统试验等内容。最后得出结论,强调科学合理检修对火电厂热工控制系统稳定运行的重要意义。

关键词: 火电厂;热工控制系统;检修技术要点

引言

在现代电力供应体系中,火电厂依旧扮演着举足轻重的角色。其热工控制系统作为保障机组安全、稳定、经济运行的关键,直接关系到发电效率与供电质量。随着电力行业的不断发展以及环保要求的日益提高,火电厂面临着提升发电效率、降低污染物排放等诸多挑战,这对热工控制系统的性能和可靠性提出了更高要求。以锡林郭勒热电有限责任公司2×660MW机组为例,该机组采用了先进的汽轮机、锅炉和发电机设备,其热工控制采用炉、机、电集中控制方式,这虽为机组运行带来便利,但也对热工控制系统的检修工作提出了新的考验。深入研究火电厂热工控制系统检修关键技术要点,能够有效保障设备安全运行、提高发电效率,满足行业发展需求,进而推动火电厂朝着智能化、高效化、环保化方向迈进。

一、火电厂热工控制系统概述

火电厂的热工控制系统构成了火电厂自动化系统的关键部分,其主要功能是对锅炉、汽轮机等关键设备的热工参数进行精确控制,确保电厂的安全和经济高效运行。它的功能涉及到温度、压力和流量的准确调整,包括变送单元、调整单元和执行单元。

就自动控制而言,可以提高机组运行安全性和经济性。一个35万千瓦的汽轮发电机组存在许多测量点

和操作任务,仅依赖手动监控和操作是不够的,但热工控制系统能够轻松地应对这些挑战。自动检测可以对反映生产过程中的各物理量、化学量以及设备的工作状态参数进行及时地检查与测量,其检测参数主要有温度、压力和流量,以便对生产过程进行状态与趋势的监测。自动保护则利用自动化装置,对机组状态、参数和自动调节系统进行监视,当发生事故时,自动采取措施防止事故扩大或保护生产设备不受破坏,如汽机的超速保护和锅炉的超压保护等。常见的自动调节系统包括过热汽温的单回路PID调节系统。综上所述,火电厂热工控制系统在电厂稳定、高效运行过程中发挥着关键作用。

二、火电厂热工控制系统检修的必要性

(一) 保障设备安全运行

确保火电厂设备的安全运行是非常关键的,设备的故障不仅可能导致生产的停滞,还可能触发安全事故,造成严重的人员伤亡和财产损失。安全管理制度不健全,操作人员培训不到位,装备老化和维修不到位,应急预案欠缺及安全文化欠缺,均会对装备安全运行造成影响。

为了确保设备的安全运行,应建立完善的安全管理制度、明确的责任分配及实施标准,以便于隐患的检查与纠正。系统培训操作人员,让他们掌握必备的安全意识与技能,减少事故风险。周期性地对设备进行保养和维修,及时替换老化的部分,以延长设备的使用年限并减少运营的总成本。需要制定一个高效的紧急应对计划,以便在设备出现问题或发生安全事故时能够迅速作出反应,从而降低潜在的损失。强化安全文化的构建,提升员工对于安全议题的关注水平,并营造一个全体员工都能参与的安全管理环境。

作者简介: 李云龙(1991.03—),男,满族,内蒙古锡林浩特人,毕业于南昌大学,大学本科,电力系统及其自动化专业,工程师,现就职于锡林郭勒热电有限责任公司,研究方向为热能动力专业。

（二）提高发电效率

提高发电效率对于满足不断增长的电力需求和迎接能源挑战具有重要意义。随着全球人口的不断增加和经济的持续增长，对电力的需求也在不断上升。气候变化对能源供应的稳定性构成了挑战，因此，提升发电效率已经成为一个不可避免的选择。在技术方面，新型涡轮叶片材料的使用可以提高叶片的耐高温与抗腐蚀性能，增加叶片的使用寿命，涡轮机械结构的优化可以减小叶片的气动阻力与振动，提高机械效率；通过采用智能优化算法，涡轮机械设计可以实现智能化和自动化，从而提升设计的效率。在冷却技术方面，利用新的冷却剂及冷却技术对冷却系统进行优化设计，与先进的热管理技术相结合，可以提高冷却效率，降低冷却水的用量，达到动态调节的目的，促进发电效率的全面提高。另外，循环流化床燃烧技术、富氧燃烧技术以及其他高效燃烧技术都可以显著提高燃烧效率并降低能源浪费及污染物排放；利用燃烧的余热回收方法，我们可以有效地回收烟气中的热能，从而增强能源的使用效率。

（三）满足行业发展需求

适应行业的发展需要，是火电厂热工控制系统大修的一个重要目的。伴随着科技进步与产业发展，产业对于创新、人才等的需求越来越紧迫。从创新层面看，数字产业开放性与互联性带动了多行业资源的整合，使信息流、资金流与技术流无缝衔接，促进了产业链条重构与价值链延伸，火力发电厂的热工控制系统也需要借助这些创新思维，以提高其智能化程度。在人才方面，人工智能、大数据和云计算等新兴技术的蓬勃发展使得企业对于具有上述技术运用能力的优质应用型人才需求大幅提升，热工控制系统检修工作同样需要这种复合型人才来解决系统中的复杂问题。与此同时，随着消费者对个性化需求的日益关注，火电厂也可以参考其他行业的成功经验，通过对用户需求的深入研究，为他们提供定制化的热工控制系统方案，例如针对不同电厂规模和设备特点提供定制检修服务等，使其能够较好地顺应行业发展潮流，促进自身乃至全行业向前发展。

三、火电厂热工控制系统检修关键技术要点

（一）设备安装调试质量把控

在火电厂热工控制系统运行过程中，设备安装和调试的质量把控非常关键。在安装之前需要事先进行准备，对设备外部包装及内部零部件进行检查，对需要的物资及工具进行检查，并对施工现场进行清理，务必保证安装的环境满足设备的标准，这包括温度、湿度和通风等

各种条件，并为其准备达到质量要求的安装材料。

在设备的安装过程中，必须严格遵循设备的安装图纸进行操作。这份图纸为安装和调试提供了宝贵的指导，因此需要仔细核对图纸与实际状况是否相符，以确保图纸的精确性和稳定性。同时，合理安排施工队伍也很关键，要有一支经验丰富的施工队伍来完成安装调试工作，确保施工人员熟悉安装流程和技术要求。

在决定装置安装位置及环境时应认真进行测量，做到装置安装位置达到要求，环境符合装置工况。备好必备的安装工具及器材，确保器材安装工艺的顺利实施。安装过程中，对设备安装各个环节进行了及时记录，保证了安装过程可追溯。

在调试环节中，需要对装置进行充分的调试，主要包括电气连接、传动系统和控制系统的调试，以保证装置可以正常工作。对该装置进行功能测试、性能测试及安全测试以检验其性能能否满足要求，保证其工作时不存在安全隐患。然后对该装置进行了试运行，考察了该装置的运行状态及性能，看看能否达到项目要求。在设备试运行的阶段，能够及时识别并处理任何设备故障，以确保设备能够正常工作。在设备安装调试工作结束时，准备好设备安装的详细资料，对设备安装情况及测试结果作出说明，安装记录及报告归档，以便今后调阅、查阅。

（二）系统性能和逻辑功能检查

在火电厂热工控制系统大修过程中，系统性能及逻辑功能检查至关重要，关系到系统是否能够稳定高效地工作。

系统性能检查聚焦于系统运行的速度、可扩展性和稳定性等维度，与功能测试关注“系统运行正确与否”不同，性能测试关注“系统运行的好坏”。对于热工控制系统来说，参数测量的准确性是一个重要的指标，利用标准仪器对热工参数测量仪表进行标定，以确保温度、压力和流量的精确测量，从而为系统的控制提供可靠的依据。还需要对控制回路的性能进行严格的检测，模拟出各种工况下的输入信号并观测其输出信号的变化情况，对控制精度及响应速度进行评价，保证系统能够迅速准确地调整热工参数。数据传输的稳定性也是至关重要的，对数据的传输网络进行考察，对延迟和丢包率进行检测，以免因为数据的传输问题而造成系统的判断错误或者失控。

逻辑功能检查重点检查系统控制逻辑是否正确可靠。以控制逻辑为核心对系统进行操作，根据热工控制系统设计要求查看逻辑图及程序代码并对控制策略的合理性进行分析，保证系统能够针对各种工况对设备操作进行

自动调整。联锁保护逻辑作为确保装置安全的一道重要防线，通过对故障进行仿真，检测联锁保护装置是否动作以验证当装置出现异常时是否能及时启动保护机制以避免事故的扩大。报警逻辑检查保证系统能够在参数出现异常的情况下及时、准确地发出警报，并对警报阈值进行合理的设定，以免发生错报、漏报的情况，提示运行人员对出现的问题进行及时处理。通过对系统性能及逻辑功能进行全面详细的考察，发现和解决可能存在的问题，确保火电厂热工控制系统稳定、可靠地运行。

（三）故障排查与处理

在火电厂热工控制系统的检修过程中，故障的诊断和处理是至关重要的一步，必须严格遵循“安全优先、逻辑清晰、快速定位”的原则，以避免因盲目操作而引发二次故障或造成人身伤害。对电源故障时，如果该装置不能起动，指示灯不亮，万用表测量装置端子没有电压时，则需要确认配电室总断路器跳闸，母线电压正常，按顺序检查装置所处回路中断路器、熔断器和漏电保护器动作情况。

线路故障主要体现在设备的频繁启停、发热、产生火花或者在工作过程中电压/电流的剧烈波动等。排查时用螺丝刀将接线端子拧紧，以免接触不良，并检查线路连接情况；切断电源并用绝缘物体将带电导线挑出；检查线的绝缘情况，并用绝缘电阻测试仪测量线的对地绝缘电阻情况，如绝缘降低，则需要更换导线或者修补绝缘层；检查线路负载时，使用钳形电流表测量线路电流，如大于导线额定电流时，则需要降低负载或者更换较粗导线。

设备本体故障就拿电机来说事，如果电机不能起动，起动时发出异响，严重发热，转速降低，首先要确认电机端子电压是否正常，相序正确与否，如果断路器跳起，则需要检查是过载还是短路；检查端部连接情况，查看设备电源线有无断裂，插头有无松动，接线端子有无氧化等；执行控制回路检查以观察接触器的吸合情况，热继电器的动作情况以及起动/停止键的工作情况；也可以对电机内部检查，利用绝缘电阻测试仪测量电机绕组的对地绝缘情况等。

在进行故障排查时，要先易后难地优先检查出常见且容易解决的问题，然后才能解决复杂的问题；首先从外部检查设备的外部连接，然后拆解设备以检查其内部组件；首先是电源，其次是负载，首先要确定电源的正常与否，然后对负载设备自身进行检查。在故障排查的过程中，必须及时上报故障的具体情况，并严格遵守安全操作的相关规范，以确保人员和设备的绝对安全。

（四）检修后系统试验

检修后系统试验是确保火电厂热工控制系统稳定可靠运行的关键环节，涵盖静态与动态试验两方面。静态试验注重系统的参数设置和逻辑功能验证。需对热工控制系统的参数设置进行细致检查，保证控制参数、报警阈值、保护定值等符合设计要求。之后再次验证系统逻辑功能，模拟各种工况，测试系统的控制、报警、保护等功能是否正常，确保检修后逻辑无误，为系统稳定运行奠定基础。

动态试验包括空载试验和带载试验。空载试验在机组空载状态下进行，检查系统启动、停止、调节等功能，观察参数变化是否正常，初步检验系统运行状况。带载试验则在机组带载运行时开展，更真实模拟实际运行工况，检查系统在负荷变化时的调节能力和稳定性。通过带载试验，能评估系统性能，为进一步优化提供依据，保证系统在实际运行中高效稳定，满足火电厂发电需求。

结论

火电厂热工控制系统的大修具有重要的意义，效果显著。在这次的维修过程中，领导高度重视并与员工共同努力，成功地消除了大多数的缺陷，达到了94.1%的消缺率，并协同完成了若干技术改进措施。通过落实设备安装调试质量控制，系统性能及逻辑功能检查，故障排查及处理，大修后系统试验关键技术要点，能够保证设备的安全运行，提高发电效率，适应行业发展的需要。但也存在着技术掌握不够全面的缺陷，今后还需要继续总结经验，加强研究，更新理念，促进检修水平的提高，促进热工控制系统的平稳可靠运行。

参考文献

- [1] 赵前程. 火电厂热工保护控制系统可靠性提升要点分析[J]. 2024(1): 34-36.
- [2] 林承宇. 火电厂热工保护控制系统可靠性提升分析[J]. 装备维修技术, 2024(5).
- [3] 钟才茂. 浅析火电厂的热工保护控制系统可靠性技术提升策略[J]. 新潮电子, 2023(6): 73-75.
- [4] 曹刘锋. 关于火电厂热工自动控制可靠性的探讨[J]. Mechanical & Electronic Control Engineering, 2023, 5(12).
- [5] 刘文昌. 热工自动控制在火电厂的可靠性分析[C]//2023年电力行业技术监督工作交流会暨专业技术论坛论文集(上册). 2023.