

燃气蒸汽联合循环热电厂电气设备运行故障及对策研究

蔡魏赞

丹阳中鑫华海清洁能源有限公司 江苏 镇江 212311

摘要: 随着我国经济的平稳增长和环境保护意识的增强,燃气蒸汽联合循环热电厂作为一种清洁高效的能源发电方式,得到了广泛应用。然而,由于设备结构复杂、运行参数高、工作环境恶劣等因素,电气设备在运行过程中容易出现各种故障。本文旨在探讨燃气蒸汽联合循环热电厂电气设备运行故障的原因及对策,为提升电厂运行稳定性和安全性提供参考。

关键词: 燃气蒸汽联合循环;热电厂;电气设备;运行故障;对策

引言

燃气蒸汽联合循环热电厂通过能源梯级利用,实现了高效率 and 低排放,成为当前清洁能源发电的重要选择。然而,电气设备的运行故障不仅影响电厂的正常运行,还可能造成安全隐患和经济损失。因此,对电气设备运行故障及对策进行研究,对于提高电厂的运行稳定性和安全性具有重要意义。

1 燃气蒸汽联合循环热电厂电气设备概述

燃气蒸汽联合循环热电厂的电气系统主要包括发电机、变压器、开关设备、保护装置、励磁系统以及静止变频启动装置(SFC)等。这些设备协同工作,完成电能的转换、传输和分配。电气系统的工作原理基于电磁感应定律和能量守恒定律。天然气在燃烧室中燃烧产生高温高压燃气,驱动燃气轮机转动,进而带动发电机发电。蒸汽轮机则利用燃气轮机排气的余热产生蒸汽,驱动蒸汽轮机转动,再通过发电机发电。

2 燃气蒸汽联合循环热电厂电气设备运行故障分析

2.1 发电机故障

在燃气蒸汽联合循环热电厂中,发电机作为核心设备,其稳定运行至关重要。然而,发电机在运行过程中易遭受多种故障,其中定子绕组绝缘损坏、转子匝间短路及轴承过热尤为常见。定子绕组绝缘损坏,往往源于长期运行中的热老化、机械应力以及过电压冲击,导致绝缘材料性能下降,甚至引发局部放电或短路。转子匝间短路则可能因转子绕组制造缺陷、运行中的振动磨损或异物侵入而触发,造成磁场分布不均,影响发电机效率。轴承过热问题,通常与润滑系统失效、轴承安装不当或负载过大有关。润滑不良会导致摩擦增大,进而产生高热量,加速轴承磨损,严重时可能引发轴承烧毁,威胁发电机安全。

2.2 变压器故障

变压器作为燃气蒸汽联合循环热电厂电气系统中的关键组件,承担着电压变换与电能传输的重任,但其运行过程中亦不乏故障挑战,绕组绝缘损坏、铁芯过热及油位异常便是其中的典型代表。绕组绝缘损坏,根源多在于长期承受高电压与热应力的双重作用,加之环境湿度、污染物的侵蚀,加速了绝缘材料的老化进程,导致绝缘性能下降,易于发生短路或击穿。铁芯过热,往往是由于铁芯多点接地、磁通分布不均或冷却系统失效所致,过高的温度不仅会降低变压器效率,还可能引发绝缘材料热解,进一步加剧故障程度^[1]。油位异常,则可能源于油箱密封不严、油质劣化或油枕呼吸器堵塞等问题,油位的过高或过低均会影响变压器的散热与绝缘性能,严重时甚至导致变压器内部放电或爆炸。

2.3 开关设备故障

在燃气蒸汽联合循环热电厂中,开关设备作为电气系统的重要控制元件,其性能直接关系到电厂的运行安全与稳定。然而,开关设备在运行过程中亦常遭遇故障,触头烧蚀与操作机构失灵便是其中的主要问题。触头烧蚀,通常是由于开关设备在频繁操作或过载条件下,触头间产生的高温电弧烧蚀触头表面,导致接触电阻增大,进而影响开关的导电性能与分断能力。操作机构失灵,则可能源于机械部件的磨损、卡滞或润滑不良,以及控制电路的故障。操作机构的失灵会导致开关无法准确、迅速地完成分合闸动作,严重时甚至引发误操作,威胁电厂的安全运行。

2.4 保护装置故障

保护装置在燃气蒸汽联合循环热电厂中扮演着至关重要的角色,它们负责监测电气系统的运行状态,并在异常情况下迅速动作,以保护设备免受损坏,确保电厂的安全运行。然而,保护装置自身也可能发生故障,主要表现为保护拒动或误动。保护拒动,即保护装置在

应动作时未能正确响应,可能是由于元件老化导致性能下降,或设置不当使得保护阈值偏离实际运行需求。此外,保护装置的电源故障或接线错误也可能引发拒动。误动,则是保护装置在无异常情况下错误动作,这可能是由于软件错误、电磁干扰或外部触发信号误传导致。误动不仅会影响电厂的正常运行,还可能引发不必要的设备停机与检修。

2.5 励磁系统故障

励磁系统是燃气蒸汽联合循环发电厂发电机的重要组成部分,负责为发电机提供稳定的励磁电流,以维持其正常运行。然而,励磁系统在实际运行中也可能发生多种故障,进而影响发电机的电压稳定性和整体性能。励磁电源故障是励磁系统常见的故障之一,可能由电源线路断路、短路或电源设备本身故障引起,导致励磁电流中断或不稳定,进而引发发电机电压波动。调节器故障则可能导致励磁电流无法根据发电机负载变化进行适时调整,影响发电机的电压调节能力^[2]。这类故障可能源于调节器内部元件损坏、控制程序错误或外部信号干扰。整流器故障会影响励磁电流的波形和质量,可能导致发电机电压波形畸变或谐波增加,进而影响电网的稳定性和设备的使用寿命。整流器故障可能由二极管击穿、滤波电容失效或电路接线错误引起。

2.6 SFC故障

SFC作为燃气蒸汽联合循环发电厂中燃气轮机的重要启动设备,其性能直接影响到燃气轮机的启动成功率与运行稳定性。然而,SFC在实际应用中也面临着一系列故障挑战。变频器故障是SFC常见的故障类型之一,可能由变频器内部元件损坏、控制程序错误或电源问题引起。变频器故障会导致输出频率不稳定或无法调节,进而影响燃气轮机的启动过程。控制电路故障则可能影响到SFC的整体控制逻辑与信号传输。这类故障可能源于电路接线错误、元件老化或外部干扰,导致控制信号失真或中断,进而影响SFC的正常运行。传感器故障也是SFC故障的一个重要方面。传感器负责监测SFC及燃气轮机的各种运行参数,并将这些信号反馈给控制系统。传感器故障可能导致信号传输错误或中断,进而影响SFC对燃气轮机的精确控制。

3 燃气蒸汽联合循环发电厂电气设备运行故障的对策研究

3.1 加强设备维护与管理

在燃气蒸汽联合循环发电厂中,电气设备的稳定运行是保障电厂安全、高效运行的基础。为有效应对电气设备运行故障,加强设备维护与管理显得尤为重要。首

先,应建立完善的设备管理制度,明确各级维护人员的职责与权限,确保维护工作有序进行。制度中应详细规定设备的维护周期、维护内容以及维护标准,以便操作人员能够准确执行。其次,定期对电气设备进行维护和检查是预防故障的关键。维护工作应包括设备的清洁、紧固、润滑、调整以及更换易损件等。同时,应利用先进的检测仪器和技术手段,对设备的运行状态进行实时监测和评估,及时发现并处理潜在故障。在维护过程中,还应注重设备的保养与修复。对于因长期使用而磨损或老化的部件,应及时进行更换或修复,以恢复设备的性能。此外,还应定期对设备进行性能测试与校验,确保其满足运行要求。除了日常的维护与检查外,还应加强设备的预防性维护。通过分析设备的运行数据和故障记录,找出设备的薄弱环节和潜在故障点,制定针对性的预防措施和维修计划,以降低故障发生的概率。最后,为提高设备维护与管理的效率和质量,应加强对维护人员的培训和教育。通过定期组织培训课程和技能竞赛等活动,提高维护人员的专业技能和综合素质,使其能够更好地胜任设备维护与管理工作。

3.2 提高设备质量

在燃气蒸汽联合循环发电厂中,电气设备的质量直接关系到电厂的运行稳定性和安全性。为提高设备质量,降低故障发生率,必须从设备采购这一源头抓起,加强对供应商的质量评估和监管。首先,在设备采购前,应明确设备的技术规格、性能要求以及质量标准,确保采购的设备满足电厂的实际需求。同时,应建立严格的设备采购流程,包括市场调研、供应商筛选、样品测试、合同签订等环节,确保采购过程的规范性和透明度。在供应商筛选方面,应重点考察供应商的生产能力、技术实力、质量管理体系以及售后服务等方面。可以通过查阅供应商的资质证书、业绩案例、客户评价等信息,对供应商进行综合评估,选择质量可靠、信誉良好的供应商合作。在设备采购过程中,还应加强对设备质量的监管。可以派遣专业技术人员对供应商的生产过程进行实地考察,确保设备生产过程中的质量控制符合标准要求。同时,在设备到货后,应进行严格的验收工作,包括外观检查、性能测试、质量证明文件核对等,确保设备质量符合要求^[3]。除了加强设备采购过程中的质量监管外,还应建立设备质量反馈机制。在使用过程中,如发现设备存在质量问题或性能不稳定等情况,应及时向供应商反馈,并要求其进行整改或更换。同时,应定期对设备的使用情况进行总结和分析,为后续的设备采购和供应商选择提供参考依据。

3.3 优化运行条件

在燃气蒸汽联合循环热电厂中,电气设备的运行条件对其性能和寿命具有重要影响。为降低故障发生的可能性,必须优化电气设备的运行条件。首先,合理设置运行参数是关键。对于各类电气设备,应根据其设计特性和实际运行需求,合理设置电压、电流、频率等运行参数。过高或过低的参数设置都可能导致设备性能下降或故障。因此,应定期对设备运行参数进行检查和调整,确保其处于最佳状态。其次,加强散热措施是保障设备稳定运行的重要手段。电气设备在运行过程中会产生大量热量,如不及时散热,可能导致设备温度过高,进而引发故障。因此,应确保设备散热系统畅通无阻,定期清理散热器和风扇等部件,提高散热效率。同时,还可以采用先进的散热技术和材料,如热管、散热片等,进一步提升散热效果。此外,改善运行环境也是优化运行条件的重要方面。电气设备应放置在干燥、通风、无尘的环境中,避免受潮、受热或受污染。对于户外设备,还应采取防雨、防雷、防晒等措施,确保其正常运行^[4]。除了以上措施外,还应加强对电气设备运行状态的监测和预警。通过安装传感器、监测仪器等设备,实时采集设备运行数据,并进行处理和分析。一旦发现异常情况,应及时发出预警信号,并采取相应的处理措施,防止故障扩大。

3.4 完善保护系统

在燃气蒸汽联合循环热电厂中,完善电气设备的保护系统是确保电厂安全运行的关键环节。保护系统能够在设备发生故障时迅速响应,及时切除故障设备,防止事故扩大,保护人员和设备的安全。为完善保护系统,应首先对电厂内的所有电气设备进行全面的保护需求分析,明确各设备的保护需求和保护级别。根据分析结果,配置相应的保护装置,如过流保护、过压保护、欠压保护、接地保护等,确保设备在异常情况下能够得到及时有效的保护。保护装置的配置应遵循可靠性、灵敏

性、选择性和速动性的原则。可靠性要求保护装置在故障发生时能够准确动作,不拒动、不误动;灵敏性要求保护装置对故障信号有足够的响应能力;选择性要求保护装置能够区分故障设备和正常设备,避免误切除;速动性要求保护装置在故障发生后能够迅速动作,减少故障对设备的损害。除了配置保护装置外,还应定期对保护装置进行校验和测试。校验工作应包括保护装置的定值校验、动作时间校验以及与其他设备的配合校验等,确保保护装置的性能符合设计要求。测试工作则应在电厂实际运行条件下进行,模拟各种故障情况,检验保护装置的响应能力和动作准确性。此外,还应加强对保护系统的维护和管理。建立保护系统的维护档案,记录保护装置的校验、测试、维修和更换情况。定期对保护系统进行巡检,及时发现并处理潜在问题。同时,还应加强对保护系统的培训和教育,提高运维人员的专业技能和故障处理能力。

结语

燃气蒸汽联合循环热电厂电气设备运行故障是影响电厂运行稳定性和安全性的重要因素。通过加强设备维护与管理、提高设备质量、优化运行条件、完善保护系统等措施,可以有效降低电气设备运行故障的发生率,提高电厂的运行稳定性和安全性。

参考文献

- [1]孙明举,冯志顺,李凯同.燃气蒸汽联合循环机组SSS离合器故障处理实例[J].吉林电力,2024,52(04):40-42.
- [2]奚凌峰.燃气-蒸汽联合循环机组性能状态评估及优化技术研究[J].科技创新与应用,2024,14(21):144-147.
- [3]龙涛,李卫华,杨若冰,等.HA.01燃气-蒸汽联合循环机组共振故障自动监测方法[J].自动化与仪器仪表,2023,(11):58-61+66.
- [4]魏海军.燃气-蒸汽联合循环机组余热锅炉腐蚀泄漏的缓解与预防措施[J].设备管理与维修,2023,(22):80-82.