

火力发电厂电气部分运行过程中的问题与应对措施

王元钊 李 琮 高少凡 杨 乐

华能山东发电有限公司白杨河发电厂 山东 淄博 255200

摘 要：火力发电厂电气部分的稳定运行对电力供应至关重要。本文针对其运行过程中的常见问题及应对措施展开研究，发现电气接地不合理、发电机发热、导线故障、备用电源切换损害设备、碳刷冒火漏电、定子端部紧固件绝缘磨损等问题较为突出。通过分析，提出优化接地设计与管理、控制发电机温度、加强导线维护、改进备用电源切换方案、规范碳刷使用及维护等措施，旨在为提升火力发电厂电气系统运行的安全性与可靠性提供参考。

关键词：火力发电厂；电气部分；运行过程中；问题；应对措施

引言：在能源供应体系中，火力发电占据重要地位，其电气系统的稳定运行直接影响电力生产效率与安全。随着电力需求的增长，火力发电厂电气设备的运行负荷不断增加，各类运行问题也随之凸显。电气接地设计缺陷可能引发设备故障，发电机异常发热威胁机组安全，导线老化与备用电源切换不当等问题更可能导致大面积停电事故。因此，深入分析火力发电厂电气部分运行中的问题，探索针对性的解决措施，对保障电力系统稳定运行、提升能源利用效率具有重要的现实意义。

1 火力发电厂电气部分运行过程中的概述

火力发电厂作为电力供应的重要组成部分，其电气部分在整个发电流程中起到核心枢纽作用。从运行流程来看，火力发电厂通过燃煤、燃油等燃料燃烧产生热能，驱动汽轮机运转，进而带动发电机将机械能转化为电能，最终通过电气系统完成电能的升压、传输与分配。电气部分主要由发电机、变压器、高低压配电装置、输电线路、继电保护及自动装置等构成。发电机是将机械能转换为电能的关键设备，其运行状态直接影响发电效率；变压器负责电能的电压变换，实现电能的高效传输；高低压配电装置则承担着电能的分配与控制任务；继电保护及自动装置作为“安全卫士”，能够在设备出现异常时迅速响应，避免故障扩大。然而，在实际运行过程中，电气部分面临着复杂的工况环境。一方面，长期高负荷运转易引发设备老化、过热等问题；另一方面，外界环境因素，如湿度、温度变化，也会对电气设备的性能产生影响。此外，电力系统的动态特性，如负荷波动、短路故障等，进一步增加了电气部分运行的复杂性与不确定性。因此，全面了解电气部分的运行特点与潜在风险，是保障火力发电厂安全、稳定、高效运行的关键^[1]。

2 火力发电厂电气部分运行过程中的常见问题

2.1 电气接地不

在火力发电厂中，电气接地系统是保障设备安全运行和人员防护的重要屏障。然而，实际运行中接地不合理问题较为突出。部分电厂在接地材料的选择上未严格遵循标准，使用劣质材料，导致接地电阻不达标，无法有效释放设备漏电电流。同时，接地装置的安装缺乏规范性，如接地极埋设深度不足、连接部位焊接不牢固，随着时间推移，连接处易氧化腐蚀，致使接地系统失效。

2.2 发电机严重发热

发电机在火力发电厂运行中承担着能量转换的核心功能，但运行过程中严重发热问题频发。一方面，发电机长时间处于高负荷运行状态，绕组电流过大，产生大量铜损，导致温度急剧升高；另一方面，冷却系统故障是引发发热的重要因素，如冷却介质流量不足、冷却器堵塞，使得热量无法及时散发。此外，发电机内部通风不良，气流无法有效带走热量，造成热量在内部积聚。

2.3 导线故障

导线作为电能传输的载体，在火力发电厂电气系统中不可或缺，但其故障问题严重影响供电可靠性。在电厂复杂的运行环境下，导线长期受到高温、潮湿、腐蚀气体等因素侵蚀，绝缘层易出现老化、破损现象，导致漏电甚至短路事故。同时，部分电厂在导线铺设过程中，未充分考虑其承载能力和机械强度，当线路负荷波动或遭遇外力拉扯时，易引发导线断裂、接头松动等问题^[2]。

2.4 切换备用电源损害电气设备

备用电源是保障火力发电厂在主电源故障时持续供电的关键，但切换过程常对电气设备造成损害。在备用电源切换瞬间，由于切换方案设计不合理，会产生较大的冲击电流和电压波动。这种冲击不仅会对变压器、电动机等设备的绕组绝缘造成破坏，还可能引发继电保护装置误动作。同时，若备用电源与主电源之间的相位、

频率不匹配,切换时会产生环流,加剧设备发热,加速设备老化。

2.5 发电机碳刷发生冒火漏电问题

发电机碳刷作为转子与外部电路的连接部件,运行中冒火漏电问题时有发生。碳刷与滑环之间的接触不良是主要诱因,当碳刷材质与滑环不匹配、碳刷磨损不均或碳刷压力不合适时,会导致接触电阻增大,局部产生高温,引发碳刷冒火。同时,运行环境中的灰尘、油污等杂质附着在碳刷和滑环表面,进一步恶化接触状态,加剧漏电现象。

2.6 定子端部紧固件绝缘磨损

定子端部紧固件在发电机中起到固定绕组端部、保障电气绝缘的重要作用,但其绝缘磨损问题逐渐显现。在发电机运行过程中,电磁力、机械振动等因素会使定子端部产生位移和变形,导致紧固件与绕组端部绝缘材料之间发生摩擦。长期的摩擦作用下,绝缘材料逐渐磨损变薄,绝缘性能降低。

3 火力发电厂电气部分运行问题的应对措施

3.1 优化电气接地设计与管理

3.1.1 规范接地材料选择

为解决电气接地不合理问题,需严格规范接地材料选择。应优先采用耐腐蚀、导电性能良好的热镀锌钢材、铜材等作为接地极和接地线,确保接地材料具备足够的机械强度与稳定性。同时,根据不同电气设备的运行需求及环境条件,选择适配规格的接地材料,避免因材料性能不足导致接地电阻超标,从源头上提升接地系统的可靠性。

3.1.2 加强接地检查与维护

定期加强接地检查与维护是保障接地系统正常运行的关键。建立周期性巡检制度,检查接地装置连接部位是否牢固,有无锈蚀、断裂现象;测量接地电阻是否符合标准要求。对发现的松动、腐蚀等问题及时处理,更换受损部件,确保接地系统连接可靠,有效发挥其保护作用,降低因接地故障引发安全事故的风险。

3.1.3 构建专业检查系统

构建专业检查系统能够提升接地系统的监测与管理水平。引入智能监测设备,实时监测接地系统的运行参数,如接地电流、接地电阻变化情况;利用物联网技术将数据上传至管理平台,通过数据分析及时预警潜在故障。同时,组建专业技术团队,定期评估接地系统性能,为接地系统的优化改进提供科学依据,实现接地管理的智能化与专业化。

3.2 合理控制发电机温度

3.2.1 选择合适的冷却方式

针对发电机严重发热问题,需依据发电机的类型、容量及运行工况选择适配的冷却方式。对于大容量发电机,可采用氢气冷却或水-氢-氢冷却方式,利用氢气密度小、导热性强的特点,以及水冷却高效散热的优势,快速带走发电机运行产生的热量;对于中小型发电机,可选用空气冷却方式,通过优化通风系统设计,增强空气对流,提高散热效率。合适的冷却方式能从根源上改善发电机散热条件,避免因热量积聚导致设备故障^[3]。

3.2.2 加强温度监测与控制

加强温度监测与控制是保障发电机稳定运行的重要手段。在发电机关键部位,如绕组、铁芯等,安装高精度温度传感器,实时采集温度数据。建立温度监测预警系统,设定合理的温度阈值,当温度接近或超过阈值时,系统立即发出警报。同时,将温度数据与冷却系统联动,根据温度变化自动调节冷却介质流量或风机转速,实现对发电机温度的动态控制,确保其始终处于安全运行温度区间。

3.3 加强导线维护与管理

3.3.1 合理铺设导线

合理铺设导线是预防导线故障的基础。铺设前需综合考虑电厂环境、负荷需求及导线特性,科学规划线路走向。避免导线出现过度弯曲、挤压,预留足够的伸缩空间以应对温度变化。同时,依据不同区域环境条件,选择具有耐高温、防潮、防腐蚀性能的导线,如在高温车间采用耐高温绝缘导线,在潮湿区域使用防潮型导线,确保导线在复杂工况下安全稳定运行,减少因铺设不当引发的故障风险。

3.3.2 安装信号装置和保护设备

安装信号装置和保护设备能有效提升导线运行安全性。在导线上加装故障指示器,实时监测线路通断、短路及接地故障,通过信号反馈及时定位故障点。同时,配置过电流保护、漏电保护等装置,当线路电流异常或出现漏电时,迅速切断电源,防止故障扩大。这些装置与电厂监控系统联动,实现对导线运行状态的全方位、智能化监控,为故障快速处理提供有力保障。

3.3.3 定期检查与更换导线

定期检查与更换导线是维持导线良好性能的关键。建立导线定期巡检制度,检查绝缘层是否破损、老化,接头是否松动、氧化,测量导线电阻是否正常。对使用年限较长、存在明显磨损或性能下降的导线,及时更换为符合标准的新导线。通过定期维护,可提前发现并消除导线潜在隐患,避免因导线故障导致电力中断,保障

火力发电厂电气系统持续稳定运行。

3.4 改进备用电源切换方案

3.4.1 优化切换方案

针对备用电源切换损害电气设备的问题,优化切换方案是核心。需综合考虑主电源与备用电源的相位、频率、电压等参数,采用先进的同步检测技术,确保切换时两者参数高度匹配,减少冲击电流与电压波动。引入智能切换控制系统,基于预设逻辑与实时监测数据,精准判断切换时机,优先选择无缝切换或快速切换模式,避免因切换方案不合理对变压器、电动机等设备绝缘造成破坏,降低继电保护装置误动作风险,保障电气设备安全稳定运行。

3.4.2 压缩切换时间

压缩切换时间可有效降低备用电源切换对电气设备的影响。通过升级硬件设备,采用高速断路器、快速切换装置等,提升切换执行效率;优化控制算法,减少信号传输与处理延迟,实现毫秒级快速切换。同时,建立冗余切换路径与应急响应机制,当主切换通道出现故障时,自动启用备用路径,进一步缩短切换时长,满足对供电连续性要求高的设备需求,避免因断电时间过长导致设备损坏,保障电厂生产流程的连续性与稳定性。

3.4.3 定期维护与测试备用电源

定期维护与测试备用电源是确保其可靠运行的重要保障。制定详细的维护计划,对备用电源的蓄电池、逆变器、柴油发电机等关键部件进行定期检查,清理积尘、检测性能参数,及时更换老化或故障组件。同时,定期开展带负荷测试与模拟切换演练,验证备用电源的启动性能、输出稳定性及切换可靠性,根据测试结果优化设备参数与运行策略。通过系统化维护与测试,确保备用电源在主电源故障时能快速、稳定投入使用,降低因备用电源自身问题引发的设备损害风险。

3.5 规范发电机碳刷使用与维护

3.5.1 选用合适的碳刷

碳刷的性能直接影响发电机运行安全,选用适配的碳刷至关重要。需依据发电机的额定电压、电流、转速及滑环材质,精准匹配碳刷型号。优先选择电阻率适中、自润滑性好、耐磨性强的碳刷材料,如电化石墨碳刷,其能有效降低接触电阻,减少摩擦损耗。同时,关注碳刷的硬度与滑环匹配度,避免过硬碳刷损伤滑环,

或过软碳刷加剧自身磨损,确保碳刷与滑环形成稳定、可靠的导电接触,从源头上规避冒火漏电风险。

3.5.2 定期检查与更换碳刷

建立碳刷定期检查与更换机制,是保障发电机正常运行的必要举措。制定严格的巡检周期,检查碳刷磨损程度、表面状态及与滑环的接触情况,测量碳刷剩余长度是否低于安全阈值,观察是否存在打火、过热痕迹。对磨损严重、性能下降或出现异常的碳刷,及时进行更换。同时,记录碳刷使用周期与更换情况,分析磨损规律,为后续碳刷选型和维护计划优化提供数据支持,防止因碳刷老化引发电气故障。

3.5.3 调整碳刷压力

合理的碳刷压力是确保良好导电性能的关键。碳刷压力过大,会加速碳刷与滑环磨损;压力过小,则易导致接触不良、冒火漏电。通过专用压力测试工具,定期检测碳刷压力值,并根据发电机运行参数和碳刷特性进行精准调整。在运行过程中,动态监控碳刷压力变化,结合碳刷磨损情况实时微调,保证每支碳刷压力均匀稳定,维持碳刷与滑环间的最佳接触状态,有效减少发热、冒火现象,延长碳刷和滑环使用寿命^[4]。

结束语

综上所述,火力发电厂电气部分运行过程中面临接地、发热、导线故障等诸多问题,这些问题不仅影响发电效率,还威胁电力系统安全。通过针对性地实施优化接地设计、控制发电机温度、改进备用电源切换方案等措施,可有效降低设备故障风险,提升电气系统运行的稳定性与可靠性。但随着电力技术的发展和电厂运行要求的提高,电气系统的问题与挑战也在不断变化。未来,还需持续关注新技术应用,加强技术创新与管理优化,以适应行业发展需求,保障火力发电安全、高效运行。

参考文献

- [1]马引生.火电厂电气设备状态检修技术探究[J].通信电源技术,2021,35(12):7-9.
- [2]陈江.探析火电厂电气设备的运行故障维修及安全管理[J].低碳世界,2022(12):147-148.
- [3]刘国强.火电厂电气设备常见故障及处理措施研究[J].现代工业经济和信息化,2021,8(10):90-91.
- [4]王晓华.火力发电厂电气运行中故障原因分析及改善措施[J].中国设备工程,2020(4):136-137.