

Common Fault Maintenance and Operation Strategies for ABB Medium-Voltage Switches in Power Plants

Bin Dong

Guo Nuclear Demonstration Power Station Co., Ltd., Weihai, Shandong, 264308, China

Abstract

The medium-voltage switch in power plants is responsible for switching on and off the load current under normal conditions and clearing the short-circuit current in case of faults. The ABB medium-voltage switch has the characteristics of high technical maturity and stable operation performance, and is the most widely used equipment in the industry. Due to the influence of multiple factors such as long-term operation, environmental factors, operation specifications, and equipment aging, the ABB medium-voltage switch is prone to various faults. Based on this, the article first analyzes the four major faults of the operating mechanism, arc extinguishing system, insulation performance, and secondary circuit, and discusses the maintenance strategies for these faults. Then, from the aspects of daily inspection and operation, regular test and operation, maintenance of key components, and emergency response and operation, it proposes maintenance strategies.

Keywords

Power plant; ABB medium-voltage switchgear; Fault; Operation and maintenance

电厂 ABB 中压开关常见故障检修及运维策略

董斌

国核示范电站有限责任公司, 中国·山东 威海 264308

摘要

电厂中压开关肩负着正常情况下通断负荷电流、故障情况下切除短路电流的重要功能。ABB中压开关具有技术成熟度高、操作性能稳定等特点,是行业内应用最广泛的设备。受长期运行、环境因素、操作规范及设备老化等多重因素的影响,ABB中压开关易出现各类故障。文章基于此,首先分析了操作机构、灭弧系统、绝缘性能、二次回路四大故障,探讨了故障的检修策略,继而从日常巡检运维、定期试验运维、关键部件维护、应急处置运维四个方面,提出了运维策略。

关键词

电厂; ABB中压开关; 故障; 运维

1 引言

中压开关作为电厂电力系统中的关键电气设备,其运行状态直接关系到电厂发电、输电及配电环节的安全性与稳定性^[1]。一旦出现故障,易引发设备损坏、停电等严重后果。本文以 ABB 中压开关为例,分析其常见故障,探讨检修与运维策略。

2 电厂 ABB 中压开关常见故障检修

2.1 操作机构故障检修

操作机构是 ABB 中压开关分合闸动作的核心,其运行状态直接决定开关可靠性,分合闸异常和卡涩是电厂运维中

最常见的问题,多出现于弹簧、电磁操动机构,严重时会导致开关拒动、误动,影响供电连续性。具体表现为合闸无响应、合闸后立即分闸、分闸不彻底,卡涩则是操作阻力大、动作卡顿,甚至完不成分合闸。分合闸异常的原因主要有三点:一是操动机构储能不足,合闸弹簧疲劳、储能电机故障或限位开关损坏,导致储能不到位。二是电磁操动机构线圈烧毁、电压过低,吸力不足无法驱动铁芯动作。三是辅助开关触点接触不良、行程开关位置偏差,信号传输异常。卡涩则是传动连杆变形、轴承磨损、销轴锈蚀,或润滑脂干涸变质,部件摩擦力增大,也可能是内部异物堵塞导致。检修遵循先电气后机械、先易后难原则,先用电万用表检测储能机电电压、线圈阻值,排查电机、线圈故障,检查熔断器、接触器及辅助开关触点,调整行程开关位置。

2.2 灭弧系统故障检修

灭弧系统是 ABB 中压开关熄灭电弧、切断故障电流的关键,由灭弧室、灭弧介质、触头组成,电厂常用真空或

【作者简介】董斌(1990-),男,中国黑龙江虎林人,本科,助理工程师,从事电气工程及其自动化,电气设备检修研究。

SF6 灭弧室。灭弧室损坏、电弧熄灭异常是典型故障，处理不及时会烧毁部件，甚至引发短路、设备爆炸。灭弧室损坏表现为漏气、外壳破裂、内部零件损坏。电弧熄灭异常则是分闸时电弧熄灭慢、重燃，或分闸后有放电声。灭弧室损坏主要因长期运行受电力、机械力冲击，密封件老化或外壳破裂，导致 SF6 漏气或真空度下降。也可能是触头磨损过度、导电杆变形，或安装检修时撞击挤压造成隐性损坏。电弧熄灭异常核心是灭弧介质不足，或触头接触不良、灭弧栅损坏、异物堵塞，分闸速度过慢也会导致电弧重燃^[2]。检修中，SF6 灭弧室用检漏仪查泄漏，更换密封件、补充气体至 0.6-0.8MPa，外壳破裂则整体更换。真空灭弧室检测真空度，不达标立即更换，触头磨损超 3mm 则更换组件。同时检查灭弧栅、调整分闸速度、清洁触头。检修后做耐压和灭弧试验，日常定期检测介质参数、清洁部件，及时排查隐患。

2.3 绝缘性能故障检修

绝缘性能是 ABB 中压开关安全运行的基础，用于隔离带电与接地部件、不同相带电部件，防止漏电短路。电厂环境高温、高湿、强电场、多粉尘，绝缘老化、泄漏电流超标是常见故障，会导致内部漏电、局部放电，严重时绝缘击穿，造成设备损坏、停电。绝缘老化表现为部件变色、开裂、脆化。泄漏电流超标则是绝缘电阻下降、电流异常增大，可能伴有放电声、异味。绝缘老化主要因长期受电应力、热应力影响，绝缘材料性能下降，绝缘子、套管等部件老化更快。环境高温高湿、表面脏污会加速老化，部件质量缺陷或安装损伤也会加剧老化。泄漏电流超标多由绝缘老化、表面脏污受潮、部件破损导致，中压开关泄漏电流通常不超过 1mA，测试方法或仪器误差也可能导致结果异常。检修先用电 2500V 兆欧表测主回路绝缘电阻（不低于 10MΩ），辅助回路用 500V 兆欧表（不低于 2MΩ），同步测泄漏电流。老化较轻的清洁干燥处理，严重的更换原厂关键部件。泄漏电流超标需清洁干燥部件、更换破损件，重新检测直到达标。检修后做耐压试验，日常定期清洁、检测，及时更换老化部件。

2.4 二次回路故障检修

二次回路由控制、信号、保护回路组成，是 ABB 中压开关的“神经中枢”，负责控制分合闸、监测运行状态、传递故障信号，其状态影响开关控制精度和故障响应能力。电厂中，二次回路故障主要是控制回路失灵、信号异常，前者导致开关无法正常分合闸，后者表现为指示灯不亮、信号误报、传输中断，多由线路接触不良、元件损坏、接线错误引发。控制回路失灵原因主要有线路松动氧化、电缆破损，信号传输中断；继电器、接触器、熔断器烧毁，按钮开关失灵，回路无法导通；控制电源电压不足、断电或电源模块损坏；保护装置跳闸后合闸闭锁未复位；信号异常则是指示灯、传感器损坏，线路短路断路，接地不良或保护装置配置错误，导致信号异常。检修先查控制电源，确保稳定可靠，再用万用表检测线路通断，紧固端子、更换破损电缆和损坏元件，

复位逻辑闭锁。信号异常需更换损坏元件，排查线路、校正保护装置参数。

3 电厂 ABB 中压开关运维策略

3.1 日常巡检运维策略

日常巡检是保障 ABB 中压开关稳定运行的基础。需遵循全面覆盖、重点突出、责任到人的原则，结合电厂生产节奏，制定科学合理的巡检计划。正常运行状态下，每日至少进行 1 次常规巡检，每周进行 1 次全面巡检，每月进行 1 次重点巡检。常规巡检主要查看开关外观、运行状态，包括外壳是否完好，有无破损变形；指示灯显示是否正常，有无异常声音、异味或发热现象；操作机构有无松动、卡涩迹象。全面巡检则需深入检查各部件，包括灭弧室密封情况、绝缘部件清洁度；二次回路接线端子是否紧固，电缆连接是否可靠。储能机构储能状态是否正常。隐患排查是日常巡检的关键，需聚焦开关易出故障的部位，逐一排查潜在隐患。重点排查操作机构的润滑情况、弹簧状态，避免出现卡涩、储能不足等问题。排查灭弧室有无泄漏，真空度是否达标，防止电弧熄灭异常。排查绝缘部件有无老化、脏污、破损，避免泄漏电流超标。排查二次回路线路有无破损、接触不良，控制元件有无损坏迹象。排查过程中，要做好详细记录。对发现的轻微隐患，立即现场处置。对无法现场解决的隐患，需挂牌警示，暂停相关设备运行。制定专项处置方案，明确整改时限和责任人，跟踪整改落实情况。日常巡检还需注意环境维护，保持开关运行环境干燥、清洁。避免粉尘、油污、水汽侵蚀设备，定期清理开关表面及周边杂物。检查通风散热装置是否正常，防止高温环境加速部件老化。巡检人员需具备专业素养，熟悉 ABB 中压开关的结构和运行特性。能准确判断异常现象，熟练掌握基础处置方法。巡检完成后及时提交巡检报告，形成巡检排查处置复盘的完整流程，最大限度降低故障发生率。

3.2 定期试验运维策略

定期试验是检验 ABB 中压开关性能、及时发现隐性故障的关键手段。需严格遵循 IEC 标准和行业规范，结合开关的运行年限、负荷情况，制定详细的试验计划。绝缘试验主要用于检验开关的绝缘性能，防止绝缘击穿、漏电等故障，试验项目包括绝缘电阻测试、耐压试验和泄漏电流测试。绝缘电阻测试每月进行 1 次，采用 2500V 兆欧表测量主回路绝缘电阻，辅助回路采用 500V 兆欧表测量。主回路绝缘电阻不低于 10MΩ，辅助回路不低于 2MΩ。若测试值低于标准，需及时排查绝缘部件老化、脏污、受潮等问题。耐压试验每半年进行 1 次，按照设备额定电压的 1.5 倍施加试验电压，持续 1 分钟。无击穿、闪络现象即为合格。机械特性试验主要检验操作机构的动作可靠性，试验项目包括分合闸速度测试、分合闸时间测试、储能时间测试和动作次数试验。分合闸速度和时间测试每季度进行 1 次，采用机械特性测

试仪,测量开关分合闸的最大速度、平均速度和动作时间。确保符合 ABB 厂家规定的标准。若速度过快过慢或者时间过长,需调整操作机构的行程、弹簧张力或分闸弹簧。储能时间测试每月进行 1 次,记录储能电机的储能时间。若储能时间过长,需排查储能电机故障、弹簧疲劳等问题。动作次数试验每年进行 1 次,模拟开关正常分合闸动作,累计动作 1000 次以上。观察开关动作是否顺畅、无卡涩,各部件有无磨损。定期试验过程中,需做好详细的试验记录,包括试验时间、试验数据、试验结果和异常情况。对比历史试验数据,分析设备性能变化趋势,及时发现隐性故障。试验完成后,对试验中发现问题,立即制定整改措施。整改完成后重新进行试验,直至达标。

3.3 关键部件维护策略

断路器触头、母排搭接点、电缆接头等关键部位,直接关系到设备的安全运行、通流能力、绝缘性能和故障防护。随着使用年限的延长,关键部位易出现磨损、老化、性能下降等问题。对此,需从易损件更换、部件校准、维护档案构建三个方面,采取好策略。易损件更换上,结合中压开关关键部件的特点、性能以及过往的运维资料,提前明确易损件的种类、使用寿命和更换周期,并做好常见易损件的储备,避免更换时出现配件短缺。更换时,严格按照 ABB 厂家的操作规范进行,切断电源、释放储能。更换后进行调试,验证部件性能。部件校准上,针对精度要求较高的部件,要做好部件校准,确保其性能符合运行标准。核心校准对象包括操作机构的行程开关、限位开关,二次回路的传感器、保护装置,灭弧系统的分合闸速度调节部件。行程开关和限位开关每季度校准 1 次,调整其位置,确保能准确触发分合闸动作以及储能限位,避免出现信号异常、储能不到位等问题。传感器和保护装置每半年校准 1 次,采用专业校准仪器,调整参数精度,确保能准确监测开关运行状态,及时发出故障信号。保护装置的动作值需符合电厂生产要求,避免误动作或拒动作。维护档案构建上,关键部件维护过程中,需做好维护记录,详细记录部件更换时间、型号、数量,校准数据和结果。建立部件维护档案,跟踪部件的运行状态和使用寿命。维护人员需熟悉关键部件的结构和性能,掌握正确的更

换和校准方法,避免操作不当损坏部件。

3.4 应急处置运维策略

应急处置运维策略是应对 ABB 中压开关突发故障的重要保障。故障响应是应急处置的第一步,需建立快速响应机制,明确故障上报流程和时限^[1]。当 ABB 中压开关出现拒动、误动、电弧熄灭异常、绝缘击穿等突发故障时。现场运维人员需立即停止相关设备运行,切断电源,做好安全防护。即刻向运维负责人和调度中心上报故障情况,包括故障现象、发生时间、影响范围、设备编号等信息。严禁擅自处置故障,避免故障扩大。运维负责人接到上报后,立即组织专业技术人员赶赴现场,开展故障排查。快速判断故障类型和原因,制定针对性的处置方案。快速恢复是应急处置的核心目标,需根据故障类型,采取科学有效的处置措施,优先保障供电恢复。针对操作机构卡涩、储能不足等机械故障,立即拆解操作机构,更换损坏部件、补充润滑脂。调整部件位置,完成后进行分合闸试验,验证正常后恢复运行。针对灭弧室泄漏、真空度下降等灭弧系统故障,立即更换灭弧室或补充灭弧介质。进行耐压和灭弧试验,达标后恢复运行。针对绝缘老化、泄漏电流超标等绝缘故障,更换老化绝缘部件,清洁干燥处理。重新检测绝缘性能,达标后恢复运行。针对二次回路故障,快速排查线路和元件,更换损坏元件、紧固接线。校正保护装置参数,确保信号正常、控制可靠。

4 结语

电厂 ABB 中压开关的稳定运行是保障电厂安全生产和供电连续性的关键,其故障检修和运维工作需科学规范、精准高效。本文梳理的四大常见故障及检修方法,提出的四大运维策略,形成了全流程管理体系。

参考文献

- [1] 芮祖存,任旭会,刘振华.中压开关柜内部燃弧故障的探究[J].农村电气化,2025(02):30-35.
- [2] 陈亮,曹张保.地铁供电系统中压开关柜电流分析理论和方法[J].现代城市轨道交通,2021(1):40-45.
- [3] 伍安辉.中压开关柜在地铁运营初期的缺陷整治和维保探讨[J].黑龙江电力,2019(19):82-83.