

# 地铁牵引供电系统直流开关柜故障特征分析与处理对策

金鑫

徐州地铁运营有限公司 江苏 徐州 221000

**【摘要】**：地铁牵引供电系统是地铁安全运行的保障，而直流开关柜作为其中的核心设备之一，其故障将直接影响系统稳定性。本文深入分析了直流开关柜常见故障的特征，如电气接触不良、过电流保护失效及设备老化等，探讨了故障发生的原因和影响因素。在此基础上，提出了针对性强的故障处理对策，包括改进设备检测技术、优化维护流程以及升级配套设备等，以提高供电系统的安全性与稳定性。通过本研究，有助于提升地铁牵引供电系统的可靠性，减少故障发生，确保地铁运行的安全与高效。

**【关键词】**：地铁牵引供电系统；直流开关柜；故障特征；处理对策；电气故障

DOI:10.12417/2811-0528.26.07.008

## 引言

地铁牵引供电系统是城市轨道交通的核心设施，其稳定运行直接影响到地铁的安全性和效率。在这一系统中，直流开关柜作为关键的电力配电设备，起到了切换、保护和控制电力流动的重要作用。近年来，随着地铁网络的扩展与负荷的增加，直流开关柜故障问题逐渐成为影响供电系统稳定性的重要因素。故障原因复杂，表现多样，可能源于电气接触不良、设备老化、过电流保护失效等问题。这些故障若不能及时发现和处理，将严重影响地铁运营的安全性。因此，深入分析直流开关柜故障特征，提出科学有效的处理对策，已成为提升地铁供电系统可靠性的重要课题。

## 1 直流开关柜故障特征的识别与分析

针对直流开关柜的常见故障，制定有效的处理对策是确保地铁牵引供电系统稳定运行的关键。电气接触不良是导致开关柜故障的主要原因之一，针对这一问题，必须加强接触点的日常检查与维护。通过定期对开关柜内接触件进行清洁、紧固以及氧化层去除，可以减少接触不良的发生。采用高质量的接触材料，并对接触点进行定期更换，能够有效延长设备的使用寿命。对于接触点受损严重的开关柜，应及时进行更换和修复，确保其在负荷工作下的安全性。对于设备的保护系统，尤其是过电流保护和短路保护功能，必须确保其灵敏度和可靠性。通过引入先进的保护装置和自动化监控系统，能够实时监测开关柜的运行状态，并在故障发生前提前采取保护措施，避免设备受到过载或短路的损害。

对于直流开关柜的设备老化问题，处理对策应聚焦于技术更新与设备升级。老化是长期运行中不可避免的现象，通过对开关柜元件的定期检查和测试，可以及时发现并排除隐患<sup>[1]</sup>。采用在线监测技术对开关柜内部的温度、电流、电压等关键参数进行实时跟踪，能够有效提前发现设备老化迹象并及时采取更换或维护措施。结合现代化的智能检测技术，可以实现对开

关柜设备的远程监控与故障预警，从而减少人为因素对设备维护的影响，提高检修效率。在运行管理上，地铁运营方应对开关柜的维护流程进行优化，确保每一项工作都能按照标准流程进行，避免因操作不当引发的故障。加强人员培训，确保操作人员掌握相关故障诊断和处理技能，也是防止故障发生的重要环节。

## 2 故障处理对策的制定与实施

结合直流开关柜常见故障特征（电气接触不良、过电流保护失效、设备老化），聚焦故障发生后的快速处置、精准排查与现场修复，制定可落地、可操作的处理对策，确保故障及时闭环，减少对供电系统的影响，具体实施措施如下：

一是建立故障分级处置机制，明确处置流程与时限。针对不同类型、不同严重程度的直流开关柜故障，划分紧急故障（如短路、大面积接触不良导致供电中断）、一般故障（如局部接触不良、保护装置误报）、潜在故障（如老化部件性能衰减），制定差异化处置流程。紧急故障实行“先恢复供电、后排查根源”原则，启用现场应急处置预案，快速切换备用回路，安排专业人员现场排查故障点，采用临时修复措施保障供电连续性；一般故障与潜在故障实行“先排查根源、后彻底修复”原则，避免故障扩大化，确保修复后设备达到正常运行标准。

二是优化故障排查技术手段，提升排查精准度与效率。针对核心故障类型，配备专用排查设备，如绝缘电阻测试仪、红外测温仪、保护装置校验仪等，辅助工作人员快速定位故障点——对于电气接触不良故障，重点排查接线端子、触头部位，通过清洁、紧固、更换受损部件实现修复；对于过电流保护失效故障，重点校验保护装置参数、检查线路绝缘情况，及时调整参数或更换故障保护元件；对于设备老化故障，重点排查老化部件（如绝缘子、导线、密封件），评估老化程度，果断更换无法继续使用的部件。同时，梳理常见故障排查台账，总结典型故障排查经验，形成标准化排查手册，规范工作人员操作，

减少人为排查误差。

三是强化现场修复质量管控与闭环管理。故障修复过程中,严格遵循设备操作规范,选用与原设备匹配的配件,杜绝不合格配件投入使用;修复完成后,对设备进行全面检测(测试接触电阻、绝缘性能、保护装置灵敏度等),确保设备运行参数符合标准。建立故障处置闭环台账,详细记录故障发生时间、故障特征、排查过程、修复措施、检测结果及责任人,定期梳理台账,分析故障重复发生的原因,针对性优化处置对策,避免同类故障再次发生。

### 3 提升地铁牵引供电系统稳定性的综合措施

聚焦故障预防、长效管控与系统整体提升,立足直流开关柜设备运行全生命周期,结合供电系统整体运行需求,制定综合性措施,从根源上减少直流开关柜故障发生,全面提升地铁牵引供电系统稳定性,重点突出“事前预防与长效保障”:

一是完善设备全生命周期管理体系,从源头降低故障风险。在直流开关柜采购环节,严格筛选符合地铁供电需求、可靠性高、抗干扰能力强的设备,优先选用智能化、易维护的产品,避免因设备质量问题引发故障;在设备运行环节,建立常态化巡检机制,划分巡检频次(日常巡检、每周巡检、每月巡检、季度巡检),明确巡检内容(设备运行状态、部件损耗情况、环境防护情况等),及时发现并处置潜在故障隐患;在设备退役环节,对达到使用年限、性能无法满足要求的设备,及时启动更新换代工作,避免老化设备长期运行引发故障。

二是构建智能化监控与预警体系,实现故障提前预判。在

直流开关柜及供电系统关键节点,部署智能化监控设备,实时采集设备运行参数(温度、电流、电压、接触电阻、绝缘性能等),搭建统一的监控与预警平台,对参数异常情况进行实时报警。通过大数据分析技术,挖掘设备运行参数变化规律,预判设备老化趋势、故障发生概率,提前发出预警信号,提醒工作人员及时采取维护、更换措施,将故障消灭在萌芽状态。同时,实现监控数据与故障处置台账联动,为故障预防与对策优化提供数据支撑。

三是强化运维团队建设与技术赋能,提升长效管控能力。定期开展运维人员专业培训,内容涵盖直流开关柜设备原理、常见故障特征、故障排查技术、修复操作规范、智能化监控设备使用等,结合实操演练、案例分析等形式,提升工作人员专业技能与应急处置能力。建立技术交流机制,邀请设备厂家、行业专家开展技术指导,引进先进的运维技术与管理经验,优化运维管理模式。同时,明确运维岗位职责,建立绩效考核机制,保证工作人员落实巡检、维护、预警处置等工作,确保各项长效保障措施落地见效。

### 4 结语

通过对地铁牵引供电系统直流开关柜故障特征与处理对策的分析,能够明确故障对地铁系统稳定性的影响。采取智能化监控、备用设备配置、定期检修和运维人员培训等多方面的综合措施,有助于提高供电系统的可靠性与安全性。未来,随着技术的不断发展,地铁牵引供电系统将更加智能化、自动化,为地铁的稳定运行提供更强保障。

### 参考文献:

- [1] 刘禹兴,郑淳淳,赖沛鑫,谢金莲,谢悦海,刘雅杰.基于布尔逻辑运算的地铁直流牵引供电系统直流母线过流保护方案研究[J].城市轨道交通研究,2025,28(7):241-247.
- [2] 凌越.地铁直流牵引供电系统双边联跳保护[J].人民公交,2025(4):64-66.
- [3] 王开康,吕意.地铁直流牵引供电系统接触网故障点测距方法[J].城市轨道交通研究,2022,25(7):222-224+229.