

供电系统继电保护定值整定错误对轨道交通运行安全的影响分析

罗执寅

重庆轨道交通运营有限公司 重庆 400000

【摘要】：轨道交通作为城市公共交通的主要承担者，供电系统稳定运行直接关系到线路的运营安全和乘客的出行秩序，继电保护是供电系统故障防护、风险隔离的重要防线，定值整定是继电保护装置发挥作用的关键部分。定值整定参数的精确性、配合的合理性，直接影响到保护装置能否在故障发生的时候快速、准确地动作，防止故障范围的扩大。本文根据轨道交通供电系统直流牵引供电和中压交流供电并行、负荷波动大、运行连续性要求高的特点，整理出继电保护定值整定错误的常见类型和主要原因，主要从整定错误对供电设备、列车运行、线路运营、公共安全等各方面的多层影响入手，提出相应的优化防控措施，为轨道交通供电系统继电保护规范化整定、筑牢运行安全防线提供一定的借鉴。

【关键词】：轨道交通；供电系统；继电保护；定值整定；运行安全

DOI:10.12417/2811-0528.26.11.006

1 引言

继电保护装置是供电系统安全的防线，它的主要功能就是对供电线路、变压器、开关柜等设备发生短路、过负荷、接地故障的时候，及时地检测出故障信号并发出跳闸指令，准确地隔离出故障区段，保证非故障区域能够正常供电。继电保护动作的效果完全依靠前期整定的电流、电压、动作时限等主要定值，定值参数既要满足系统额定运行的要求，又要考虑故障工况下灵敏度和选择性的需要，还要保证上下级保护装置的时序配合。一旦定值整定出错、失准，就会直接造成保护装置拒动、误动或者越级跳闸，轻则会造成局部供电中断、列车晚点，重则会造成设备烧毁、线路停运，甚至引发电气安全事故，危及乘客和运维人员的生命安全。因此，对定值整定错误的危害进行深入分析，梳理出防控措施，对于保证轨道交通的持续安全运营具有重大的现实意义。

2 继电保护定值整定错误的常见类型与核心成因

2.1 常见整定错误类型

根据轨道交通供电运维实际情况，定值整定错误分为四类，每一类错误都会影响到保护装置的动作逻辑。第一类是基础参数计算偏差，整定过程中没有准确采集线路阻抗、变压器容量、列车最大负荷电流、系统短路电流等核心数据，或者计算时没有考虑可靠系数、自启动系数，造成动作电流、动作电压定值偏离标准范围，要么数值过高导致拒动，要么数值过低导致误动。第二类是上下级保护配合失误，没有合理地设置上下级开关的动作时限差，或者本级保护定值和上级保护定值重叠，故障发生时不能实现逐级跳闸，直接造成越级动作。第三类是运行工况适应性差，整定工作只对初始运营状态进行整定，没有考虑线路延伸、列车增购、运营密度增加、季节性负荷变化等方面的因素，定值参数一直不变，不能适应目前的

运行需求。第四类是特殊保护整定疏漏，对直流牵引供电的电流变化率保护、最大电流增量保护等专用保护，定值整定不符合轨道交通行业技术规范，不能有效地识别列车牵引故障和线路短路故障。

2.2 整定错误的核心成因

定值整定错误大多是由管理、人员、技术三个方面引起的。人员方面，部分整定人员缺少轨道交通供电系统专项经验，对直流牵引保护、交流中压保护的配合逻辑不清楚，对行业整定规范理解不到位，容易造成计算失误、参数选择错误。管理上整定流程不规范，缺少前期数据复核、中期计算校验、后期现场调试的全过程控制，部分线路还存在着定值台账缺失、更新不及时的情况。技术上前期系统设计时没有预留工况调节的空间，在运维过程中缺少动态整定监测手段，不能及时发现定值偏离造成的隐性危险，最终造成小的失误发展成重大故障。

3 定值整定错误对轨道交通运行安全的多层级影响

3.1 直接引发供电设备损坏，缩短设备使用寿命

继电保护定值整定错误最直接的影响就是造成供电设备的物理损坏。当保护动作电流、电压定值过大时，故障发生后保护装置不能及时动作，故障电流持续冲击线路、变压器、开关柜、直流柜等重要设备，会使设备绝缘层迅速老化、击穿，轻者造成设备绕组烧毁、触头损坏，重者造成设备报废，大大增加轨道交通设备的运维和更换成本。牵引变电所直流馈线保护定值过高，当列车牵引线路出现短路故障时，保护装置不能动作，大电流直接烧毁馈线电缆和整流机组，造成不可修复的设备损坏。如果保护定值过低，正常列车启动时的冲击电流、负荷变化都会引起保护误动作，频繁跳闸会增大开关设备的机械损耗和电气损耗，大幅缩短设备的使用寿命，增加日常运维的工作量。

3.2 破坏供电连续性，导致列车运行中断

轨道交通运营对于供电的连续性要求非常高，即使是短暂的停电也会对列车正常行驶造成影响。定值整定有误差造成的保护拒动、误动、越级跳闸属于引起供电中断的重要因素。由于上下级保护配合失误而引起的越级跳闸，会造成故障范围从局部线路扩展到整条母线乃至整个变电所，造成大面积牵引供电中断，正在运行的列车失去动力，被迫停在区间或者车站，不能正常行驶。保护误动会在无故障的情况下切断供电，造成列车突然停运，特别是区间停运，会使得列车不能正常进站、发车，扰乱整个线路的行车调度计划，造成大面积列车晚点。对于高密度运营的城市核心轨道交通线路来说，哪怕是一个小范围的停电事件，也会造成后面的列车无法运行，使整个运营秩序在短时间内无法恢复。

3.3 扰乱车站运营秩序，引发客流拥堵与公共安全隐患

供电中断会造成列车运行受阻，而且会对车站的运营造成直接的影响。动力照明供电系统保护定值错误会造成车站照明、通风、扶梯、闸机、售票系统等配套设施停运，车站内光线不足、通风不畅，大量滞留乘客无法快速进出站，容易造成客流拥堵、拥挤踩踏等公共安全隐患。早晚高峰时期车站客流密度大，供电中断造成的设施停运，会使乘客的恐慌情绪更加严重，现场疏导难度也会增大。如果区间列车长时间停靠，车厢内通风、照明失效，会使得乘客的乘车体验受到影响，还会造成乘客身体不适等各类突发情况。

3.4 诱发电气安全事故，威胁人身安全

严重的定值整定错误，又会引起电气火灾、触电等恶性安

全事故，危及运维人员和乘客的生命安全。故障电流不能被及时切除，会造成设备过热、电缆燃烧，引起供电机房或者区间电缆沟火灾，火势蔓延会破坏更多的供电设备，还会波及列车和车站结构。设备绝缘击穿之后会出现线路带电、接地故障等状况，运维人员在现场处置时若没有及时发现隐患，很容易造成触电事故。此类安全事故不但会造成巨大的经济损失，还会给社会造成恶劣的影响，对轨道交通行业公共服务形象造成损害。

3.5 增加运维处置难度，拉长故障恢复周期

定值整定错误导致的故障，一般具有隐蔽性、复杂性，不像常规设备故障那样容易找到故障原因。越级跳闸之后，要逐级排查上下级保护装置和线路设备，一个一个地核对定值参数，故障排查和处置时间大大增加；定值偏差造成的间歇性误动、拒动，还要反复调试、校验，才能彻底解决。故障恢复时间越长，运营的影响就越大，造成线路停运时长增加，客流疏导和运营恢复的难度也加大。

4 结论

轨道交通运营和运维单位要高度重视继电保护定值整定工作，抛弃重设备、轻整定的旧观念，按照规范的整定流程、加强人员管控、建立动态调整机制、完善日常运维，全面提升定值整定的准确性、规范性，使继电保护装置真正起到安全屏障的作用。只有从源头上避免定值整定的错误，才能保证供电系统的稳定运行，保证轨道交通正常运营秩序，保证乘客出行的安全，推动城市轨道交通行业的安全、高效、可持续发展。

参考文献：

- [1] 张闻勤.基于多目标粒子群算法的继电保护定值多目标优化研究[J].自动化应用,2025,66(02):182-184.
- [2] 张鸿晟,陈蔚,周小林.炼化企业高压供电系统继电保护定值异常诊断方法[J].电工技术,2024,(20):199-201.
- [3] 李正新,李波,陈斗沙,等.考虑多场景运行的电网继电保护定值区正确性校核方法[J].电气自动化,2024,46(04):44-46+49.