

城市轨道交通 35 kV 供电系统允许式电流选跳保护分析

闫 石¹ 钟素梅²

(1. 深圳市机场(集团)有限公司, 518103, 深圳; 2. 深圳市地铁集团有限公司, 518040, 深圳//第一作者, 工程师)

摘 要 针对我国城市轨道交通 35 kV 供电系统通常采用的闭锁式电流选跳保护存在保护配置复杂及发生过误动作等问题, 提出一种允许式电流选跳保护。通过分析其在不同类型故障时的动作情况, 阐述其动作逻辑与原理。该电流选跳保护借助数字通信保护技术实现电流选跳保护之间的信息交换, 通过不同类型的允许信号逐级加速, 实现故障点相邻若干级保护的動作时间配合, 有选择性地快速切除故障, 使可靠性更高且保护配置简单。

关键词 城市轨道交通; 35 kV 供电系统; 允许式电流选跳保护

中图分类号 U231.8

DOI:10.16037/j.1007-869x.2020.10.039

Analysis of Selective Trip Protection for Urban Rail Transit 35 kV Power Supply System

YAN Shi, ZHONG Sumei

Abstract Since the complex protection configuration and malfunction problems of the blocking current selective trip protection adopted widely in urban rail transit 35 kV power supply system in China, a selective trip protection method is proposed. Through analyzing the performances of the new method in different fault conditions, its operational logic and working principle are expounded. The new protection method supports the information exchanges between different current selective trip protections based on digital communication protection technology, ensures the escalated acceleration through different types of permissive signals, also realizes the action time coordination between levels of protection adjacent to fault points, removes the fault selectively and quickly, solves the complex protection configuration and malfunction problems effectively.

Key words urban rail transit; 35 kV power supply system; selective trip protection

First-author's address Shenzhen Airport (Group) Co., Ltd., 518103, Shenzhen, China

采用电流选跳保护^[1-12]。电流选跳保护能解决传统电流保护的不足, 借助数字通信保护技术实现有选择性地快速切除故障。但在运行实践中, 曾发生保护误动而导致的大面积停电事故。本文提出一种允许式电流选跳保护, 其有别于通常采用的闭锁式电流选跳保护^[6-10], 能提高电流选跳保护的可靠性, 简化配置。

1 城市轨道交通允许式电流选跳保护的特点

允许式电流选跳保护的原理是上级保护启动并收到下级保护的允许信号, 则判断为区内故障进而动作出口。允许信号传输的是区内故障的信息, 它是加速保护动作的信号。由于大分区接线中保护级数多, 所有保护逐级配合难以满足, 通过不同类型的信号使与故障相邻的若干级保护逐级加速以满足局部选择性, 动作时间无法配合的上游保护则在故障切除后返回而不发生误动。

2 35 kV 供电系统允许式电流选跳保护的動作

由于运行方式调整, 进、出线保护会互换, 允许式电流选跳保护通过方向元件的启动进行逻辑判断, 并确定交换的信息与动作出口。允许式电流选跳保护规定的正方向由母线指向线路, 反方向由线路指向母线。

馈线保护作为 35 kV 末端保护仅向其上级保护发送信号而不接收信号。而进线保护、出线保护、母线分段保护则既向相邻保护发送信号又接收相邻保护的信号。

为考虑保护动作的可靠性, 保护设置能可靠地收到允许信号变位的延时, 延时大小应考虑防止避雷器动作引起的误动作及通信方式、保护装置的性能^[13]。

我国城市轨道交通 35 kV 供电系统越来越多地

考虑弹簧操作机构断路器、微机保护装置的性能有一定的时间裕度,时间级差按 0.2 s 整定。

2.1 母线分列运行时电流选跳保护的動作

35 kV 供电系统发生故障时(见图 1),按其所有上级保护均启动的最不利情况进行分析。

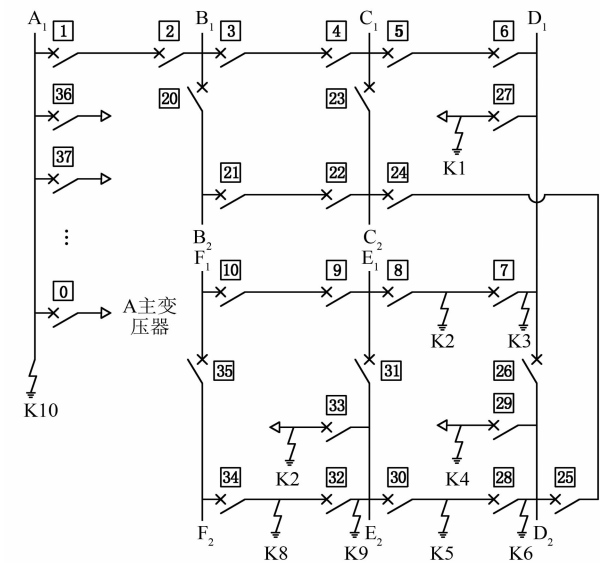


图 1 35 kV 供电系统故障示意

1) K1 故障(馈线故障)时:保护 27 启动后发送馈线保护启动信号至保护 6、7、26,延时 40 ms 或 0.4 s 跳闸;保护 6 反方向启动并收到保护 27 的信号后发送进线保护加速信号至保护 5,延时 0.6 s 跳闸;保护 5 正方向启动并收到保护 6 的信号后延时 0.6 s 跳闸;保护 1—4 延时 0.8 s 跳闸;保护 7、26 不动作。进线保护动作逻辑如图 2 所示。

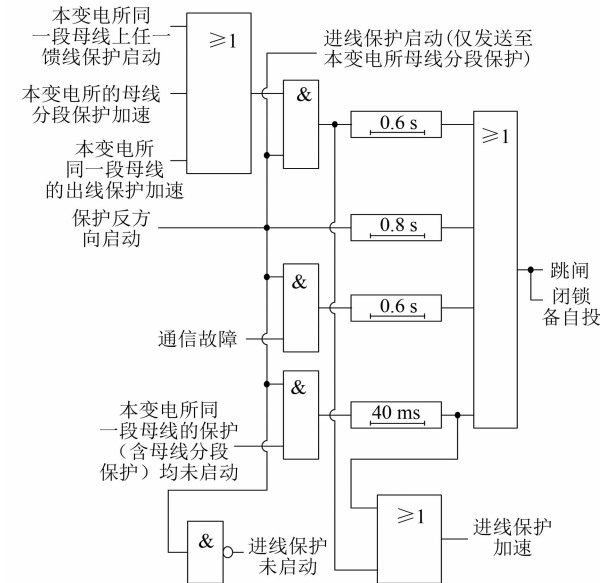


图 2 进线保护动作逻辑

2) K2 故障(线路故障)时:保护 7 正方向启动并收到保护 8 未启动信号后,延时 40 ms 发送出线保护加速信号至保护 6、26,并跳闸;保护 6 反方向启动后发送进线保护启动信号至保护 26,收到保护 7 的信号后发送进线保护加速信号至保护 5,延时 0.6 s 跳闸;保护 5 正方向启动并收到保护 6 的信号后延时 0.6 s 跳闸;保护 1—4 延时 0.8 s 跳闸;保护 26 不动作。出线保护动作逻辑如图 3 所示。

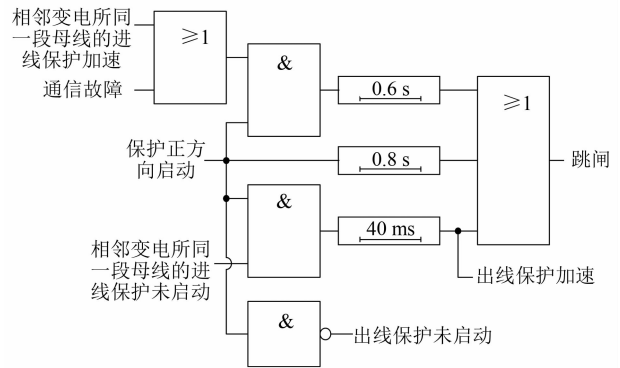


图 3 出线保护动作逻辑

3) K3 故障(母线故障)时:保护 6 反方向启动后发送进线保护启动信号至保护 26,收到保护 7、26、27 未启动信号后,延时 40 ms 发送进线保护加速信号至保护 5,并跳闸及闭锁备自投;保护 5 正方向启动并收到保护 6 的信号后延时 0.6 s 跳闸;保护 1—4 延时 0.8 s 跳闸;保护 26 不动作。

4) K1、K2、K3 故障时,各保护动作时间配合如表 1 所示。

表 1 母线分列运行时不同故障电流选跳保护动作时间

项目	K1、K2、K3 故障时电流选跳保护的動作时间/s		
	K1 故障	K2 故障	K3 故障
保护 27	0.04/0.40		
保护 7		0.04	
保护 6	0.60	0.60	0.04
保护 5	0.60	0.60	0.60
保护 1—4	0.80	0.80	0.80

2.2 母线并列运行时电流选跳保护的動作

D₁ 母带 D₂ 母并列时电流选跳保护的動作如下:

1) K4 故障(馈线故障)时:保护 29 启动后发送馈线保护启动信号至保护 25、26、28,延时 40 ms 或 0.4 s 跳闸;保护 26 启动并收到保护 29 的信号后延时 0.6 s 跳闸;保护 1—6 延时 0.8 s 跳闸;保护 25、28 不动作。

2) K5 故障(线路故障)时:保护 28 正方向启动

并收到保护 30 未启动信号后,延时 40 ms 发送出线保护加速信号至保护 25、26 并跳闸;保护 26 启动并收到保护 28 的信号后延时 0.6 s 跳闸;保护 1—6 延时 0.8 s 跳闸;保护 25 不动作。

3) K6 故障(母线故障)时:保护 26 启动并收到保护 6 启动信号及保护 7、25、27、28、29 未启动信号后,延时 40 ms 发送母线分段保护加速信号至保护 6、7、25、28,并跳闸;保护 6 反方向启动后发送进线保护启动信号至保护 26,并收到保护 26 的信号后发送进线保护加速信号至保护 5,延时 0.6 s 跳闸;保护 5 正方向启动并收到保护 6 的信号后延时 0.6 s 跳闸;保护 1—4 延时 0.8 s 跳闸;保护 7、25、28 不动作。母线分段保护动作逻辑如图 4 所示。

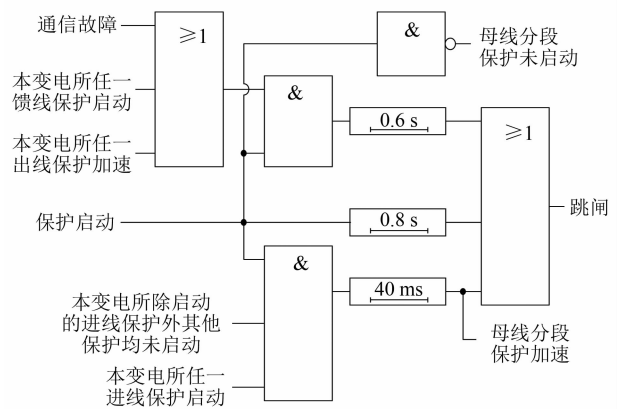


图 4 母线分段保护动作逻辑

4) D₁ 母带 D₂ 母并列时,各保护动作时间配合如表 2~3 所示。

表 2 D ₁ 母带 D ₂ 母并列时 K4、K5、K6 故障下电流选跳保护动作时间			
项目	K4、K5、K6 故障时电流选跳保护的動作时间/s		
	K4 故障	K5 故障	K6 故障
保护 29	0.04/0.40		
保护 28		0.04	
保护 26	0.60	0.60	0.04
保护 6	0.80	0.80	0.60
保护 5	0.80	0.80	0.60
保护 1—4	0.80	0.80	0.80

表 3 D ₁ 母带 D ₂ 母并列时 K7、K8、K9 故障下电流选跳保护动作时间			
项目	K7、K8、K9 故障时电流选跳保护的動作时间/s		
	K7 故障	K8 故障	K9 故障
保护 33	0.04/0.40		
保护 32		0.04	
保护 30	0.60	0.60	0.04
保护 28	0.60	0.60	0.60
保护 26	0.80	0.80	0.80
保护 1—6	0.80	0.80	0.80

2.3 通信故障时电流选跳保护的動作

保护 3、4 通信故障且 K5 故障时:保护 28 延时 40 ms 跳闸,保护 3 延时 0.6 s 跳闸,其下级的保护 4—6 延时 0.8 s 跳闸;但保护 28 切除故障后,保护 1—6、保护 26 返回。发生区外故障时的通信故障,不会导致电流选跳保护误动。

保护 28、30 通信故障且 K5 故障时:保护 28 延时 0.6 s 跳闸,保护 26、保护 1—6 延时 0.8 s 跳闸;保护 28 切除故障后,保护 1—6、保护 26 返回。发生区内故障时的通信故障,仅导致故障切除时间延长。其中,最不利情况是区内故障时发生通信故障,且未被监测到。

表 4 为保护信号丢失时电流选跳保护的動作时间。从表 4 可知:馈线故障时,保护不会误动;线路故障时,由于线路差动保护切除故障,保护不会误动;母线故障时,保护会误动。但此类情况属于多重故障,发生概率极低。

表 4 保护信号丢失时电流选跳保护的動作时间			
项目	K1、K2、K3 故障时电流选跳保护的動作时间/s		
	K1 故障	K2 故障	K3 故障
保护 27	0.04/0.4		
保护 7		0.8	
保护 1—6	0.8	0.8	0.8

2.4 主变压器 35 kV 侧保护的動作

主变压器 35 kV 侧保护(保护 0)的動作时间通常为 1.4~1.7 s,甚至更长。配置允许式电流选跳保护,快速切除主变压器出口故障,有利于主变压器、35 kV 开关柜,其動作逻辑较简单。K10 故障(母线故障)时,保护 0 启动并收到保护 1、36、37 等全部出线保护均未启动信号,延时 40 ms 跳闸,否则延时 1.4 s 跳闸。通信故障不会导致保护 0 误动,仅导致其以长延时切除故障,具有很高的可靠性。

3 结语

允许式电流选跳保护实现的关键在于通信方式。考虑电流选跳保护之间的信息交换较多,宜采用 IEC 61850/GOOSE 通信方式。该方式具有传输速度快、二次回路简单、通信故障定位迅速等优点^[8]。

1) 允许式电流选跳保护通过不同类型的信号使与故障相邻的若干级保护的動作时间相配合,形成多级后备保护,而无需配置失灵保护。

2) 区外故障时发生通信故障,不会导致允许式

电流选跳保护误动;区内故障时发生通信故障,仅故障切除时间延长。但应配置完善的通信监测措施以防止通信故障未被监测到而导致的保护误动。

3) 主变压器 35 kV 侧配置允许式电流选跳保护,与主变压器低后备保护构成双重保护,可提高主变压器出口故障切除的可靠性。

参考文献

- [1] 刘晓晖,肖涛古,钟建恩. 数字通信过电流选跳保护在地铁大环网供电系统中的应用[J]. 城市轨道交通研究, 2015(6): 137.
- [2] 吕文博. IEC 61850/GOOSE 网络选跳保护方案研究[J]. 电气化铁道, 2016(3): 47.
- [3] 王军平,赵勤,曹捷. 宁波轨道交通 GOOSE 全面智能电流选跳方案验证[J]. 都市轨道交通, 2016(4): 111.
- [4] 王平. 电流选跳在轨道交通供电系统中的应用[J]. 都市轨道交通, 2013(4): 109.
- [5] 刘卓,王胜利. 地铁 35 kV 交流供电系统电流选跳保护的探讨

[J]. 现代城市轨道交通, 2011(12): 43.

- [6] 王凯建,隋佳斌,陈海辉. 基于 GOOSE 通信的智能保护装置在青岛地铁中压供电网络的应用[J]. 都市轨道交通, 2019(2): 109.
- [7] 魏巍,严伟,沈全荣. 地铁数字电流保护技术的应用[J]. 都市轨道交通, 2014(5): 60.
- [8] 赵勤,王军平,曹捷. GOOSE 全面智能电流选跳在城轨供电系统中的应用[J]. 都市轨道交通, 2016(3): 98.
- [9] 张刚. 城市轨道交通大分区中压供电系统保护方案及应用[J]. 都市轨道交通, 2019(2): 75.
- [10] 高云霞,王立天. 地铁供电系统电流选跳保护及方案优化[J]. 现代城市轨道交通, 2011(4): 1.
- [11] 李景坤. 地铁中压环网数字通信过电流保护方案[J]. 都市轨道交通, 2014(3): 104.
- [12] 鲍鸣. 一种 35 kV 大分区供电保护方案在地铁中的应用分析[J]. 现代城市轨道交通, 2013(4): 19.
- [13] 丛伟,潘贞存,郑罡,等. 配电线路全线速切继电保护技术[J]. 电力自动化设备, 2009(4): 91.

(收稿日期:2019-12-04)

大兴国际机场投运满一年 已形成综合枢纽格局

9月24日,北京进入航空“双枢纽”时代满一周年。记者获悉,目前,大兴机场单日最高航班量突破660架次,单日最高旅客量突破9.2万人次。截至9月21日,大兴机场累计完成航班起降8.4万架次,客流总量突破1000万人次,货邮吞吐量约3.9万t。航班始发正常率、放行正常率、起飞正常率,在国内机场中均靠前列。北京大兴国际机场于2019年9月25日正式投运,一年来,机场及驻场航空公司等各单位积极应对疫情挑战,北京市、区相关部门各尽其责,为机场安全运营提供有力保障。目前,大兴机场单日最高航班量突破660架次,单日最高旅客量突破9.2万人次。自大兴机场投运以来,“五纵两横”外围综合交通系统运行平稳,轨道交通、城际铁路、高速公路等组成的集疏运体系为大兴机场客流持续增长提供了有力保障,其中公交出行占比达40%以上。轨道交通大兴机场线有效承载了市区与大兴机场之间的旅客运输工作,特别是在疫情爆发以来,严格落实相关防疫防控措施要求,平稳、有序运营,切实保障乘客出行需求。开通运营至2020年9月16日,日均客运量26600人次,其中,大兴机场站进站量13000人次,出站量13300人次;累计实际开行83330车次,配合最晚航班时刻及大规模转场加开临客16列,列车时刻表兑现率99.97%,列车正点率99.98%。京雄城际铁路开通大兴机场至北京西站段,每天开行12对列车,日均客运量为530人次。大兴机场至雄安新区段正在加快建设,预计年底全线贯通,将进一步对京津冀区域路网布局、构建快速立体式交通体系发挥作用,对支撑雄安新区发展产生重要影响。值得一提的是,草桥城市航站楼在建设运营模式创新、提升城市功能水平等方面,发挥着日益突出的作用,已成为行业标杆。轨道运营企业与民航企业积极突破行业壁垒,共同打造空轨联运平台,协商解决流程衔接、综合协调管理等跨行业问题。草桥城市航站楼具备航空旅客值机、行李托运功能,真正实现了轨道交通与航空旅行无缝衔接,城市服务功能更加完善,“轨道加航空”的出行体验获得新的提升。记者了解到,大兴国际机场二期工程项目也在推进实施。轨道交通方面,目前,已开通大兴机场至草桥段,北延草桥—丽泽区间已开工建设,计划2022年开通。与项目同步,丽泽城市航站楼正在开展国际方案招标,并加快建设前期工作。全线贯通后,近期,可接驳地铁10号线、19号线、14号线、16号线等骨干线路,实现“四线换乘”。将一次换乘的辐射范围扩展至三里河政务区、中关村西区、北京南站、CBD等重点功能区。远期,还可以与地铁11号线、丽金线等换乘。同时,城际铁路联络线一期工程正在抓紧施工,预计2022年底工程竣工。一期建成后,可实现新航城、廊坊市与大兴机场连接,并连通津兴铁路至天津市区。远期,通过城际铁路联络线二期建设,可与城市副中心、首都机场实现快速连接。

(摘自2020年9月25日人民网,记者 鲍聪颖报道)