

城市轨道交通供电系统中压环网继电保护方案探究

王春燕 杨晓坤 何瑞璐

金华市金义东轨道交通有限公司 浙江省 金华市 321000

摘要: 本文从城市轨道交通中压环网系统特点入手, 结合中压环网的接线方式及各种运行方式, 针对城市轨道交通大分区供电方案, 介绍一种在不同运行状态及各种故障情况下均能满足保护选择性、速动性和可靠性的完整继电保护优化方案。

关键词: 城市轨道交通; 中压系统方案; 保护配置; 优化方案分析

引言

城市轨道交通供电系统担负着整个系统运行所需电能供应、传输、分配, 是系统安全可靠运行的重要保证, 应具备安全可靠、经济适用的特点, 因此城市轨道交通供电系统继电保护的配置必须合理、规范、准确, 满足速断性、可靠性、选择性、灵敏性相关要求。

1 中压环网系统方案

1.1 中压环网接线方式

中压供电网络构成方案是整个供电系统的基础, 网络构成是否合理, 直接影响到供电系统可靠性、工程投资、运营管理方便性、运营维护工作量、运营成本等。

1.2 供电分区划分

目前国内城市轨道交通中压环网按供电分区环串变电所的数量划分为两种方式: 小环网方式和大环网方式。小分区环网构成方案其特点是全线供电分区多, 每个供电分区变电所数目一般控制在4个以内; 大分区环网构成方案全线供电分区少, 不仅可以节约电缆投资, 还减少了环网电缆在区间的敷设回数, 有利于区间疏散平台或其他通道的布置。

1.3 交流供电系统运行方式

(1) 正常运行方式

正常情况下, 主变电所间联络开关断开, 每座主变电所独立运行, 各自负担其供电范围内的所有牵引及动力照明负荷。各自从地方电网引入一路电源线路, 经降压后, 各自向下级变电所馈出中压电源线路。

(2) 故障情况下运行方式 (N-1)

主变电所一路进线故障或一台主变压器故障退出运行时, 切除故障的进线回路或主变压器, 闭合35kV母联断路器, 切除该主所正常供电范围内的三级负荷, 由另一进线电源和主变压器独立承担该主所供电区域内的牵引及动力照明一、二级负荷。

当任一牵引降压混合变电所或降压变电所的一回

35kV 进线电缆故障时, 合上牵引降压混合变电所或降压变电所的 35kV 母联断路器, 由另一回 35kV 进线向全所的用电负荷供电。

(3) 其他运行方式 (N-2)

任意一座主所 (或两路35kV进线电源) 发生故障退出运行时, 切除相邻主所及本所所负担的三级负荷, 闭合与相邻主所间的环网联络开关, 由相邻主所承担两座主所供电范围内的牵引及动力照明一、二级负荷。

2 继电保护配置原则及常规配置保护介绍

2.1 继电保护配置原则

继电保护和自动装置应尽可能快地切除短路故障和恢复供电。继电保护应满足可靠性、选择性、灵敏性、速动性要求, 并在此原则下, 力求简化保护配置。继电保护装置均采用微机型综合保护测控单元, 通过网络接口接入全所综合自动化系统, 实现保护、测量、信息采集与控制、开关间的联锁与联动、通信等功能, 保护功能具有独立性, 不依赖于网络。

2.2 常规配置保护介绍

2.2.1 主保护介绍

纵联差动保护是用通信通道将输电线两端的保护装置纵向联结起来, 将两端的电气量 (电流、功率的方向等) 传送到对端, 比较两端的电气量以判断故障在本线路范围内还是在线路范围外, 从而决定是否切断被保护线路^[1]。

2.2.2 后备保护介绍

(1) 定时限过流保护

定时限过流保护的動作电流按躲开最大负荷电流整定, 用适当的延时保证动作的选择性。在电网发生故障时, 能根据于电流的增大而动作, 一般情况下, 不仅能保护本线路的全长, 也能保护相邻线路的全长, 起到后备保护的作用^[2]。

(2) 零序电流保护

系统正常运行时,三相对称,零序电流为零(或较小的不平衡、误差电流),当发生单相或两相接地短路时,三相对称被打破,零序电流急剧上升。所以当出现很大的零序电流时,表明电力系统发生了接地短路。

(3) 失灵保护

继电保护动作发出跳闸命令而断路器拒动时,能够以较短的时限切除同一厂站内其他有关的断路器,使故障范围限制在最小。断路器失灵保护作为电网和主设备重要的近后备保护,是继电保护中很重要的保护。

3 继电保护优化方案

3.1 传统的电流保护模式问题

若采用传统的电流保护模式,过电流保护在定值和时限上都要有所配合,主变电所带的区间变电所越多,其过电流的动作时间就越长。而实际主变电所的定值要和上级变电站配合,过流动作时限要在一定范围之内,在采用大分区供电后,过流保护难以实现选择性。

3.2 近区保护加速跳闸的优化方案

3.2.1 配置方案

(1) 进出线保护1: 7SD(光纤矢量差动保护+过流保护),故障加速;

进出线保护2: 7SJ(光纤突变量差动保护+过流保护),故障加速;

母联保护: 7SJ-L(备自投功能);

馈线保护: 7SJ-J(过流保护)。

(2) 保护具有两侧通道间双向互传信号的能力,内部提供可编程逻辑,以实现在故障情况下的加速功能。

3.2.2 故障标志的产生

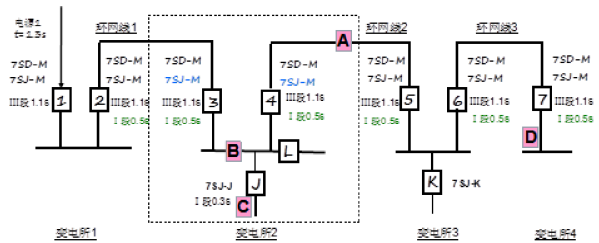


图1

表1

装置	故障标识信号a	故障点A	故障点B	故障点C	区外D	无故障
7SJ-M-3	差动未启动 & 有大电流	1&1=1	1&1=1	1&1=1	1&1=1	1&0=0
7SJ-M-4	差动未启动 & 有大电流	0&1=0	1&0=0	1&0=0	1&1=1	1&0=0
7SJ-M-3开放I段	(7SJ-M-3 a=1) & (7SJ-M-4 a=0)	开放	开放	开放	不开放	不开放
7SJ-M-2开放I段	接受7SJ-M-3开放I段的信号(a=1), 开放自身的I段	开放	开放	开放	不开放	不开放

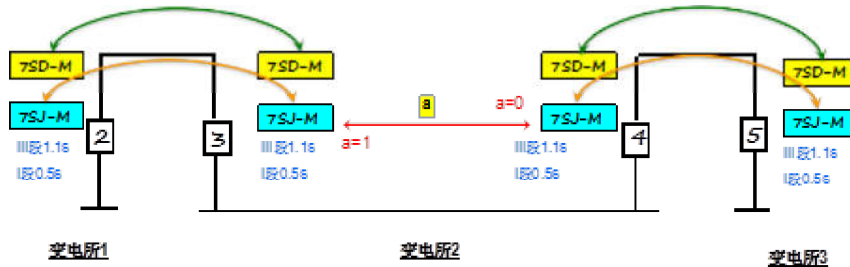


图2

(1) 7SJ-M-2/3/4保护装置: 突变量差动保护运行, 过流Ⅲ段运行,过流I段平时被闭锁;

a=0=>解锁本装置过流 I 段;

②同时7SJ-M-3通过光纤发送信号给另一个变电站的7SJ-M-2使其过流 I 段开放。

(2) 过流 I 段由故障标志信号a 解锁:

①(本装置7SJ-M-3的a=1 & 对侧7SJ-M-4发过来的

3.3.3 后备保护装置故障或光纤通道故障标志^[3]

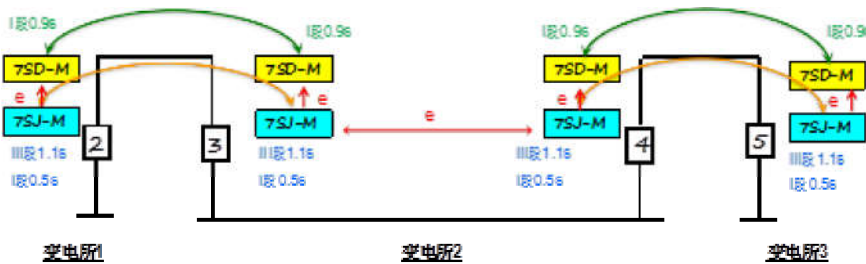


图3

(1) 7SD-M-2/3/4/5保护装置: 矢量差动保护运行, 过流I段平时被闭锁, 由7SJ-M的e信号解锁7SD-M的过流I段, 作为7SJM保护故障的后备保护:

① 7SJ-M-4装置故障、装置失电驱动开出接点与光纤通道故障驱动的开出接点并联接至与之对应的7SD-M-4; 同时7SJ-M-4通过硬接点将e信号送给7SJ-M-3; 7SJ-M-3将e信号送给7SD-M-3, 开放7SD-M-3的过流I段; 同时7SD-M-4通过光纤通道将e信号送给7SJ-M-5, 7SJ-M-5将e信号送给7SD-M-5, 开放7SD-M-5的过流I段。

② 7SJ-M-3装置退出动作逻辑情况相似, 不做详述。

3.3.4 故障类型分析

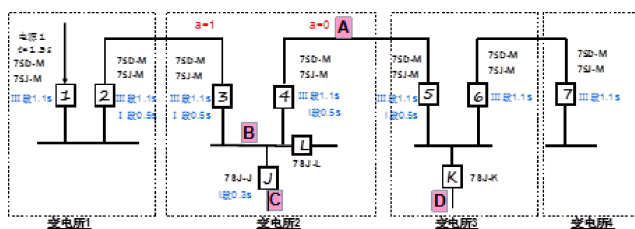


图4

(1) 环网故障 (A点)

① 正常情况下7SD-M-4/-5矢量差动、7SJ-M-4/-5突变量差动0秒跳开断路器4、5;

② 7SJ-M-2/-3 过流III段运行, 满足解锁逻辑过流I段解锁;

③ 如果4号断路器失灵, 由7SJ-M-2/-3的过流I段0.5s跳开断路器2、3。

(2) 母线故障 (B点)

① 7SJ-M-2/-3 过流III段运行, 满足解锁逻辑过流I段解锁;

② 7SJ-M-2/-3的过流I段0.5s跳开断路器2、3。

(3) 馈线故障 (C点)

① 7SJ-M-2/-3 过流III段运行, 满足解锁逻辑过流I段解锁;

② 正常情况下7SJ-J 0.3秒跳开J断路器, 断路器失灵, 失灵保护跳断路器3、4、L。

(4) 区域外的故障 (D点)

对于区域外的故障点, 7SJ-M-3/-4的故障标识信号a均为1或0, 本区内过流I段闭锁, 故障区域内开放近区的过流I段保护实现选择性, 仅切除故障区域。

3.3.5 母联合上时故障分析

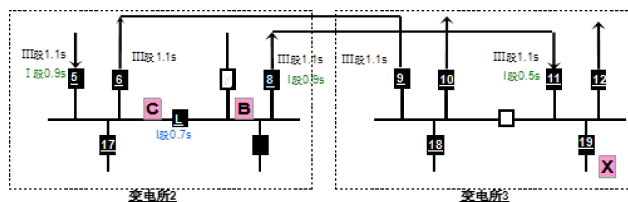


图5

① 当变电所2左供电时(右供电时逻辑情况相似), L号断路器闭合, 发信号给所有进出线断路器的7SJ-M, 使其I段定值从0.5s提高到0.9s, 远方站X点故障断路器11在0.5s切除并跳上游断路器。

② 当B点发生故障, L断路器0.7s切除, 失灵跳断路器5, 并跳上游断路器; 如果故障发生在C点, 断路器5在0.9s切除故障, 并跳上游断路器。

3.3.6 备自投方案

启动方式: A) 进线差动保护以及远跳启动BZT (快速BZT, 合母联带所有站);

B) 一段母线无压启动BZT (慢速BZT, 用于快速BZT失败, 后续站慢速备自投需要设置级差)。

A、B方案可全投实现综合BZT, 每站的A方案快速BZT独立完成切换功能, 不做BZT级差, 每站的B方案慢速BZT独立完成切换功能, 做BZT级差仅实现正常供电模式下的快速/慢速备自投, 不做支援供电模式下的快速/慢速备自投。

4 结语

以常规差动+过流保护配置方案为基础, 结合装置间可编程逻辑及联锁功能, 能够实现后备保护加速动作。当然, 当系统中同时出现多处故障或几个保护装置同时故障, 上述方案也存在缺陷, 随着技术的进步及运行经验的不断积累, 在今后的工程中, 可以对该方案进行不断的优化, 以提高供电系统的可靠性。

参考文献:

[1]张保会,尹项根.电力系统继电保护(第二版)[M].北京:中国电力出版社,2009.

[2]高云霞,王立天.地铁供电系统电流选跳保护及方案优化.现代城市轨道交通,2011.

[3]丁书文.断路器失灵保护若干问题分析[J].电力系统自动化,2006,(03):89-91.