

分界负荷开关在 10 kV 架空线路上的应用

赵胜军, 张志强

(北京朝阳供电公司, 北京 100020)

摘要: 重点分析了 10 kV 馈电线路特点、分界负荷开关的主要作用、该装置与保护装置的配合问题以及运行维护中应注意的问题。根据 10 kV 馈电线路特点, 提出在 10 kV 馈电架空线路上采用分界负荷开关, 可大大减少无故障线路的连带性的事故停电、缩小故障停电范围、缩短用户停电时间, 从而提高所带用户的供电可靠性。

关键词: 分界负荷开关; 故障; 线路; 应用

Application of dividing load switch in 10 kV overhead transmission line

ZHAO Sheng-jun, ZHANG Zhi-qiang

(Beijing Chaoyang Power Supply Company, Beijing 100020, China)

Abstract: The characteristic of 10 kV feeder lines are emphatically analyzed. The main function of dividing load switch, the matching problems between this equipment and relay protection device, and some problems that should be noticed in operation and maintenance is focused on. Based on the characteristic of 10kV feeder lines, the adoption of dividing load switch in 10kV feed over-head transmission line is suggested, which can reduce the joint power cut accident of without fault line, shrink the outage time and area, and raise the reliability of power supply system.

Key words: dividing load switch; fault; line; application

中图分类号: TM774 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2008)02-0082-03

0 引言

目前, 首都电网迅速发展, 对安全供电的可靠性要求也越来越高, 作为电力生产部门, 应针对电网运行中的薄弱环节采取有效的治理措施, 千方百计减少事故停电, 缩小停电范围。10 kV 馈线架空线路, 由于露天架设, 其安全运行直接受周围环境和气候条件的影响较大, 存在事故率高、事故查找困难、安全可靠差的问题, 一些架空线路较长的边远山区用户, 更是经常受到恶劣气候的影响不能正常用电。分界负荷开关是将负荷开关和微机保护测控以及通讯模块融为一体的装置, 可随杆架设、体积小、投资少, 它的应用对提高架空线路的安全性, 保证电网的安全运行具有非常重要的意义。

1 10 kV 馈电架空线路的特点

1.1 线路结构比较复杂、事故查找困难

如有的为用户专线只带一两条支线, 有的是 T 接多条支线或多台变压器呈放射状; 有的线路短到几十米, 有的线路长到几十公里; 有的架空线路穿

山越岭维护困难, 有的配电变压器老化严重; 有的全线架空, 有的是电缆架空混合线路; 有些架空线路临时带有电缆用户, 有的带有临时箱变。架空线路一旦发生故障查找困难, 特别是当线路发生单相接地时, 由于故障点难以确定, 往往延误了事故处理, 造成故障扩大, 进一步发展为相间短路, 或者损坏电气设备。

1.2 线路保护配置相对简单

变电站 10 kV 架空线路保护一般只配置过流、速断、重合闸保护, 在小电阻接地系统中再配置两段零序保护。因此, 为保证保护的选择性和灵敏性, 就必须使整条线路都处在保护范围之内, 要求线路末端故障时保护要有足够的灵敏度, 这样, 就会由于一处故障造成全线停电。并且, 线路上下级保护呈阶梯性相互配合, 在线路末端已经没有保护级差时间, 只能失去选择性故障全线掉闸。

1.3 不同的 10 kV 接地方式

我局 2003 年之前 10 kV 系统多采用消弧线圈接地系统, 随着城乡配网线路越来越密集, 安全性要求越来越高, 2004 年城区 10 kV 系统多采用小电

阻接地系统。对于消弧线圈接地系统, 10 kV 配电线路发生线路单相接地故障时开关不掉闸, 只发接地信号。对于小电阻接地系统, 10 kV 配电线路配

置零序保护, 单相接地故障时开关掉闸。

1.4 10 kV 架空线路故障率高、可靠性差(见表 1)

表 1 某电力公司 2003 年、2006 年两年 10 kV 馈线故障统计结果

Tab.1 Statistical analysis of an electric company's 10 kV distribution feeder fault in 2003 and 2006

	10 kV 线路 总数(路)	10 kV 架空线 路(路)	10 kV 架空线 路占有率	10 kV 掉闸 总数(路)	10 kV 架空 掉闸数(路)	10 kV 架空 故障率	架空线停电 时, 户数
2003 年	958	205	21.5%	159	71	44.7%	12054
2006 年	989	192	16.2%	180	68	37.8%	9983

2 分界负荷开关的性能、技术参数和主要作用

2.1 性能及结构

一般分界负荷开关由开关本体及测控单元两大部分构成(示意图 1)。

我局目前使用的分界负荷开关其主要功能: 运行中自动隔离用户侧相间短路故障、自动切除用户侧接地故障, 并可用于操作拉合负荷电流。

分界负荷开关带有一套内置电压互感器、一套内置电流互感器; 有 CPU 内部处理器和通讯模块; 故障跳闸时带有电压判断和故障记忆; 具备跳闸闭锁功能。

分界负荷开关适用于 10 kV 中性点不接地、经消弧线圈接地或经低电阻接地方式下, 10 kV 架空配电线路与用户(含临时用户)的分界。

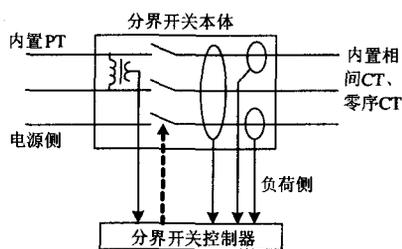


图 1 分界负荷开关接线原理图

Fig.1 The principle of dividing load switch

2.2 主要技术参数

开关额定电压: 10 kV

开关额定电流: 630 A

开关额定短时耐受电流: 16 kA/2s

开关额定关合电流(峰值): 40 kA

开关内置电压互感器变比: 10000/220

开关内置相电流互感器变比: 600/1

开关内置零序电流互感器变比: 20/1

控制器额定输入电压: 220 V

控制器额定输出电压: DC48 V

保护动作值误差范围: $\pm 5\%$

2.3 主要作用

自动切除单相接地故障。当用户支线发生单相接地故障时, 分界开关自动分闸, 甩掉故障支线, 保证变电站及馈线上的其它分支用户安全运行。

自动隔离相间短路故障。当用户支线发生相间短路故障时, 分界负荷开关在变电站出线保护跳闸后立即分闸甩掉故障线路。变电站出线开关重合后, 故障线路被隔离, 使馈线上的其它分支用户迅速恢复供电。

快速定位故障点。用户支线故障造成分界开关动作后, 仅责任用户停电, 并可主动上报故障信息, 使电力公司能迅速明确事故点, 及时进行现场处理, 使故障线路尽早恢复供电。

监控用户负荷。分界负荷开关可将检测数据传送到电力管理中心, 实现对远方负荷的实时监控。

2.4 分界负荷开关的故障处理方式(见表 2)

表 2 故障性质及分界负荷开关处理方式表

Fig.2 Faulty property and the treatment methods of dividing load switch

故障性质及故障点		处理方式
单相接地故障	中性点不接地系统用户界内	判定为永久接地后立即跳闸
	中性点经消弧线圈接地系统用户界内	
	中性点不接地系统用户界外	不动作
	中性点经消弧线圈接地系统用户界外	
	中性点经小电阻接地系统用户界内	先于变电站另序保护动作跳闸
相间短路故障	中性点经小电阻接地系统用户界外	不动作
	用户界内	电源侧开关跳闸停电后分界负荷开关跳闸
	用户界外	不动作

3 分界负荷开关的定值与变电站出线保护定值配合问题

3.1 对于中性点不接地或经消弧线圈接地系统

相间短路动作电流定值：应考虑可靠躲过支线的最大负荷电流。动作时限应与变电站出线保护重合闸动作时间相配合，在重合闸动作之前分界负荷开关动作跳闸。由于北京地区 10 kV 馈线保护重合闸一般为 1 s，可选择 0.3~0.5 s。

单相接地动作电流定值：零序电流动作定值根据架空线路截面和长度确定，应考虑躲过线路对地电容电流。由于在中性点不接地或经消弧线圈接地系统中，发生单相接地故障，变电站出线保护不跳闸，只发出接地信号，允许接地运行。为了便于判断故障，分界负荷开关此时的动作时限应考虑躲过瞬态接地时限，并在变电站发出接地信号之后再动作跳闸，可选择 6~8 s。

3.2 对于中性点经小电阻接地系统

相间短路动作电流定值：同上。

单相接地动作电流定值：中性点经小电阻接地系统中，由于变电站 10 kV 架空出线一般配置两段零序保护，一段 120 A、时限为 0.2 s；二段 20 A、时限为 1 s。因此，此时分界负荷开关的零序电流动作定值和动作时限应与变电站零序保护相配合，选择 0 s。

4 分界负荷开关在运行维护中应注意的问题

1) 应定期检查分界负荷开关本体及控制器外观是否完好；分界负荷开关指示状态是否正确，运行状态下是否储能；瓷瓶有无裂纹、损伤；分界负荷开关引线间距是否符合规程要求；各部位连接是否紧固、有无过热现象；避雷器是否完好；接地装置是否完好、有无锈蚀；控制器指示灯有无闪烁告警。

2) 分界负荷开关轮换或接地电阻摇测是否超期安装有分界负荷开关的用户内部设备相间短路故障，变电站馈线断路器跳闸重合成功后，应及时组织查找线路故障点，发现分界负荷开关分闸时应及时向用电管理部门通报（分界开关动作后，控制器的故障指示灯持续闪烁 48 小时）。

3) 应定期安排对分界负荷开关清扫检查，检查周期与线路登杆清扫检查周期相同。原则上分界负荷开关运行超过 10 年应安排轮换检修。

5 安装分界负荷开关应注意的问题

1) 该装置只能装于分支线路或末端线路上，不得串连使用。（图 2）

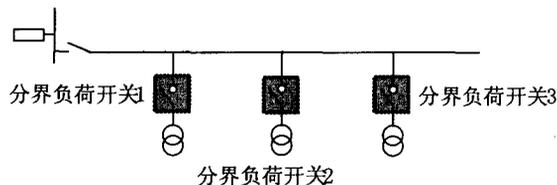


图 2 分界负荷开关安装示意图

Fig.2 The installation schematic of dividing load switch

2) 分界负荷开关作为电力公司与用户分界第一断路器，其一般安装在 10 kV 架空配电线路支线第一棵杆上，负荷侧接用户。

3) 当用户进户线为架空线路，则分界负荷开关的负荷侧以悬式绝缘子悬挂架空绝缘线引入，用户第一基电杆电源侧绝缘线安装挂接地线环，保留单极刀闸。

4) 当用户进户线为电缆线路，则从分界负荷开关的负荷侧以悬式绝缘子悬挂架空绝缘线引至用户第一基电杆，直接联接电缆，用户第一基电杆电源侧绝缘线安装挂接地线环，不再安装跌落式熔断器，保留单极刀闸。

5) 分界负荷开关本体安装时，安装前有关部门应组织进行绝缘电阻测定、工频耐压的检测及试验；绝缘电阻测定标准：使用 2500 V 兆欧表摇测绝缘电阻，分界负荷开关，相对地及断口间： $\geq 1000 \text{ M}\Omega$ ；工频耐压试验标准：分界负荷开关，相对地及断口间：42 kV 1min（因分界负荷开关内部安装 PT，不做相间耐压试验）。

6) 分界负荷开关采取吊装式安装时，吊装架所用主要材料为双 75×75×8×2100（H106 型）角铁横担、双角铁铁 50×50×5×1270（125 型）及连板（235 型）等，角担安装水平倾斜不大于角担长度的 1/100，开关吊装架固定螺栓应带锁紧螺母，应安装牢固。

7) 分界负荷开关分合闸操作面及指示面应朝向外侧。

8) 分界负荷开关控制器的安装：控制器的对地安装高度应不小于 2.5 m，将开关控制电缆（随控制器附件）的控制器端插头插入控制器面板插孔，另一端插入分界负荷开关底座专用插孔，插头应旋紧。控制电缆缆身端头处、转弯处及直线段每隔 1 m 应采用 2.5 mm² 单股铜芯绝缘线固定一次，拧小辫 5 圈，缆身应横平竖直，不应扭斜。

（下转第 87 页 continued on page 87）

器 KM1 与接触器 KM2 线圈上的电压为电源 L2 相与 L3 相的线电压 380 V, 每个线圈分得 190 V 电压, 只有线圈额定工作电压的 50%, 这电压小于交流接触器正常工作电压, 接触器 KM1 及接触器 KM2 的电磁机构产生的电磁吸力不足, 小于反作用弹簧的弹力。在反作用弹簧的弹力的作用下, 接触器 KM1 及接触器 KM2 的主触点及辅助触点迅速分断, 切断主电路及控制线路的电源从而也能对电动机实现瞬时缺相保护作用。

3 结论

综上所述, 交流接触器缺相保护电路不是感应电动机的故障电流, 而是跟随电源电压的变化而动作, 故它对 Y 形、 Δ 形连接的电动机或其它需要进行缺相或欠压保护的用电器均能起到保护作用, 所以该电路的适用范围更广。

4 结语

图 2 所示的交流接触器缺相保护电路, 历经多次生产的实践, 已取得了很好的成功表现。笔者原工作的单位, 地处新的经济开发区, 电网电源不是很稳定, 有一台无人看管根据生产条件自动投入工作的电动机, 就因缺相被多次烧毁, 每次缺相运行时, 热继电器都没有及时动作, 后来笔者改用了图 2 所示的保护电路, 这类事故再也没有发生过。图 2 所示的缺相保护电路, 只是增加了一个交流接触器, 其成本比电子型缺相保护器或综合保护器要低得多, 且电路简单, 线路改动少, 维修方便, 且功耗小, 对缺相故障是瞬时响应, 适用范围广, 具有良好的性价比, 应进行广泛推广使用。

(上接第 84 页 continued from page 84)

6 结论

(1) 分界负荷开关在 10 kV 架空线路上的应用, 大大减少了无故障线路的连带性的事故停电、缩小故障停电范围、缩短用户停电时间, 从而提高所带用户的供电可靠性。

(2) 分界负荷开关较好地解决了变电站 10 kV 出线发生相间短路以及单相接地故障时快速定位查找故障点的要求。

(3) 分界负荷开关在使用中存在一些问题, 如对于消弧线圈接地系统, 当线路较长时末端发生单相接地其灵敏度会受影响; 对于小电阻接地系统, 当线路发生单相接地时不能躲开瞬间接地掉闸; 该装置只能装于分支线路或末端线路上, 不能串连使

参考文献

- [1] 汤蕴璆, 史乃. 电机学(第二版)[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
TANG Yun-qiu, SHI Nai. Electrical Machinery, Second Edition [M]. Beijing: China Machine Press, 2006.
- [2] 李敬梅. 电力拖动控制线路与技能训练(第三版)[M]. 北京: 中国劳动社会保障出版社, 2001.
LI Jing-mei. Electric Traction Control Lines and Skills Training, Third Edition [M]. Beijing: China's Labor and Social Security Press, 2001.
- [3] 李宏任. 实用继电器保护[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
LI Hong-ren. Practical Relay Protection [M]. Beijing: China Machine Press, 2002.
- [4] 方大千. 实用继电保护技术[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2003.
FANG Da-qian. Practical Relay Protection Technology [M]. Beijing: People's Post and Telecommunication Press, 2003.
- [5] 许艳. 节电三相异步电动机断相保护器[J]. 电气时代, 2002, (5): 42-44.
XU Yan. Saving Three-phase Asynchronous Motor Breaking Protective Devices [J]. Electrical Times, 2002, (5): 42-44.
- [6] 刘利宏. 浅谈农用电机的运行与保护[J]. 农村电气化, 2002, (10): 44-46.
LIU Li-hong. On the Operation and Protection of Agricultural Motors [J]. Rural Electrification, 2002, (10): 44-46.

收稿日期: 2007-07-02;

修回日期: 2007-08-12

作者简介:

黎一强(1974-), 男, 本科, 讲师, 从事电机电器及其控制研究。E-mail: lyq181@126.com

用, 对于大分支套小分支的线路保护范围不够; 保护装置正动性难以检测。

参考文献

- [1] 北京电力公司, 继电保护及安全自动装置配置原则 [Z].
- [2] 北京电力公司. 110 kV 及以下电网继电保护及安全自动装置整定计算原则 [Z].

收稿日期: 2007-05-21;

修回日期: 2007-07-24

作者简介:

赵胜军(1962-), 女, 工程师, 从事变电运行、变电检修、变电自动化、继电保护定值计算等工作; E-mail: zhshj8899@sina.com

张志强(1976-), 男, 工程师, 从事继电保护运行及管理工作。