

缩短变电站 10 kV 母线短路故障切除时间措施初探

曾伟忠

(广东电网公司东莞供电局, 广东 东莞 523008)

摘要: 列举了变电站 10 kV 母线短路故障几率较高的原因, 论述了 10 kV 母线短路电流对开关柜和主变的危害, 提出了缩短 10 kV 母线短路故障切除时间的必要性和三种措施。一是缩短主变保护切除 10 kV 侧开关的时间, 二是装设简易母差保护, 三是装设电弧光保护。比较了三种措施的优缺点, 以及各自的适用范围。介绍了东莞供电局的应用情况。

关键词: 变电站; 母线故障; 切除时间

Measures to shorten the time of clearing short-circuit faults on 10kV bus

ZENG Wei-zhong

(Dongguan Power Supply Bureau, Guangdong Power Grid Co., Dongguan 523008, China)

Abstract: This paper enumerates the most possible causes of short-circuit faults on 10kV bus in transformer substation, discusses the hazards of the short-circuit current on 10kV bus to switch cabinet and main transformer, the necessity and three methods to shorten the clearing time of fault are put forward. It includes shortening the clearing time of the transformer protection, equipping simple bus differential protection, and equipping arc protection. The disadvantage and shortcomings of these three methods and their applicability are compared, and the application in Dongguan Power Supply Bureau is introduced.

Key words: transformer substation; bus fault; clearing time

中图分类号: TM76

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2007)16-0061-03

0 引言

2005年8月, 我局某220 kV变电站的10 kV母线发生短路故障, 由于低压侧复合电压不满足保护动作要求, 导致主变10 kV侧复合电压过流保护拒动, 造成10 kV开关柜严重烧毁的事故; 2005年9月, 广东电网又发生一起220 kV变电站的10 kV母线短路故障, 由于主变保护的10 kV侧复合电压压板没有投运, 导致10 kV侧复合电压过流保护拒动, 造成10 kV开关柜严重烧毁的事故。运行经验表明, 由于变电站10 kV母线上的出线多, 操作频繁, 三相导体相间距离及与大地的距离均比较接近, 容易受小动物危害, 设备制造质量比高压设备差, 特别是刀闸的质量较差, 运行温度高, 设备绝缘容易老化, 以及10 kV电压互感器铁磁谐振和人为误操作等原因, 导致10 kV母线的故障几率一直较高, 如2005年广东电网公司共发生10多起变电站10 kV母线短路故障。

1 10 kV 母线短路故障的危害

变电站10 kV母线短路产生的电弧会直接烧毁

故障点附近的母排和开关柜, 严重时发生爆炸危及相邻的开关柜, 引起“火烧连营”, 造成整段开关柜损坏; 10 kV母线短路产生的电动力, 可能引起主变压器低压侧线圈变形, 造成主变损坏。由此可见, 10 kV母线短路故障对设备的危害是非常巨大的, 而10 kV母线短路故障对设备的危害程度与短路故障持续的时间成正比关系。事实上, 10 kV开关柜和主变压器能够承受10 kV母线短路故障的时间有严格规定, 如IEC298标准附录AA中规定的10 kV开关柜的内部燃弧时间为100 ms, 目前市场上销售的开关柜基本上是按照IEC298标准生产的, 即开关柜可以承受的电弧燃烧时间为100 ms; 国标规定的110 kV及以上电压等级变压器的动稳定时间为0.25 s。因而, 缩短10 kV母线短路故障的切除时间, 对保证主设备的安全, 提高供电可靠性, 具有重要意义。

2 缩短10 kV 母线短路故障切除时间的措施

目前, 我局变电站的10 kV母线均没有装设专用的母线保护, 10 kV母线短路故障依靠主变后备保护来切除, 主变后备保护切除10 kV侧开关的时间一般整定为不小于1.3 s, 远远大于10 kV开关

柜和主变压器能够承受 10 kV 母线短路故障的时间规定。因此, 缩短变电站 10 kV 母线短路故障切除时间的措施, 一是缩短主变后备保护切除主变 10 kV 侧开关的时间, 二是加装 10 kV 母线保护。

2.1 缩短主变后备保护切除 10 kV 侧开关的时间

根据国标《继电保护和安全自动装置技术规程》(DL400-91) 和东莞电网的实际情况(主变负荷较重), 我局主变压器 10 kV 侧装设了复合电压闭锁过电流保护, 作为 10 kV 母线和 10 kV 线路的后备保护。主变 10 kV 侧保护配置和整定配合情况见表 1。

表 1 东莞供电局主变 10 kV 侧保护配置和整定配合表 (旧)

Tab.1 The protective equipment and setting scheme on 10kV side of transformer in Dongguan Power Supply Bureau(old)

设备名称	保护名称	整定原则
10 kV 线路保护	瞬时电流速断	按保护架空线路 1.5 km、电缆线路 4 km 处短路有灵敏度整定, 0 s
	时限电流速断	按保证线路末端故障有足够灵敏度整定, 0.2 s
	定时限过流	一般按线路安全电流整定; 对冲击负荷, 按不超过 1.5 倍安全电流整定, 0.7 s
110 kV 主变保护	10 kV 侧复合电压闭锁过流 I 段	按主变容量整定, 时限与 10 kV 出线定时限过流配合, 1.0 s 跳 10 kV 分段开关
	10 kV 侧复合电压闭锁过流 II 段	按主变容量整定, 时限与 10 kV 侧复合电压闭锁过流 I 段配合, 1.3 s 跳主变 10 kV 侧开关
	10 kV 侧复合电压闭锁过流 I 段	按主变容量或变低开关额定电流整定, 时限与 10 kV 出线过流配合, 1.0 s 跳 10 kV 分段开关
220 kV 主变保护	10 kV 侧复合电压闭锁过流 II 段	按主变容量或变低开关额定电流整定, 时限与 10 kV 侧复合电压闭锁过流 I 段配合, 1.3 s 跳主变 10 kV 侧开关
	10 kV 侧复合电压闭锁过流 III 段	按主变容量或变低开关额定电流整定, 时限与 10 kV 侧复合电压闭锁过流 II 段配合, 1.6 s 跳主变各侧开关

从表 1 可见, 主变 10 kV 侧电流保护均带有复合电压闭锁, 且切除主变 10 kV 侧开关的时间较长。运行经验表明, 主变 10 kV 侧电流保护带复合电压闭锁后, 容易受闭锁电压的影响引起保护拒动, 如在引言中提到的两起保护拒动。为提高主变后备保护的灵敏性和缩短切除 10 kV 侧开关的时间, 我局决定利用主变保护中现有的后备保护, 整定一段主变 10 kV 侧纯电流的时限速断保护, 电流定值按保证 10 kV 母线短路有足够灵敏度整定, 动作时限与 10 kV 出线时限速断 (0.2 s) 配合, 0.5 s 跳主变 10 kV 侧开关, 并缩短主变 10 kV 侧复合电压过流保护时限, 1.0 s 动作跳 10 kV 分段开关和主变 10 kV 侧开关。新的主变 10 kV 侧保护配置和整定配合见

表 2。

表 2 东莞供电局主变 10 kV 侧保护配置和整定配合表 (新)

Tab.2 The protective equipment and setting scheme on 10kV side of transformer in Dongguan Power Supply Bureau(new)

设备名称	保护名称	整定原则
110 kV 主变保护	10 kV 侧电流时限速断	按保证 10 kV 母线短路有足够灵敏度整定, 时限与 10 kV 出线时限速断 (0.2 s) 配合, 0.5 s 动作跳主变 10 kV 侧开关
	10 kV 侧复合电压闭锁过流 I 段	按主变容量整定, 时限与 10 kV 出线过流 (0.7 s) 配合, 1.0 s 跳 10 kV 分段
	10 kV 侧复合电压闭锁过流 II 段	按主变容量整定, 时限与 10 kV 出线过流 (0.7 s) 配合, 1.0 s 跳主变 10 kV 侧开关
220 kV 主变保护	10 kV 侧电流时限速断	按 10 kV 母线短路有足够灵敏度整定, 时限与 10 kV 出线时限速断 (0.2 s) 配合, 0.5 s 动作跳主变 10 kV 侧开关
	10 kV 侧复合电压闭锁过流 I 段	按主变容量或变低开关额定电流整定, 时限与 10 kV 出线过流 (0.7 s) 配合, 1.0 s 跳 10 kV 分段
	10 kV 侧复合电压闭锁过流 II 段	按主变容量或变低开关额定电流整定, 时限与 10 kV 出线过流 (0.7 s) 配合, 1.0 s 跳主变 10 kV 侧开关
	10 kV 侧复合电压闭锁过流 III 段	按主变容量或变低开关额定电流整定, 时限与 10 kV 侧复合电压闭锁过流 II 段 (1.0 s) 配合, 1.3 s 跳主变各侧开关

2.2 加装 10 kV 简易母差保护

据了解, 部分保护厂家的主变 10 kV 后备保护中配置了一段母线速断保护, 10 kV 出线保护中具备电流闭锁节点, 利用该母线速断保护和电流闭锁节点可以实现 10 kV 简易母差保护, 原理如下:

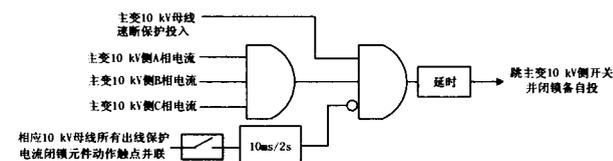


图 1 10 kV 母线速断保护原理图

Fig.1 Block diagram of quick-break protection for 10 kV bus

对 10 kV 侧出线无小电源的 10 kV 母线, 利用部分主变 10 kV 侧后备保护中配置的母线速断保护段, 以 10 kV 侧后备保护中的电流元件作为启动元件, 10 kV 母线上所有出线保护中瞬时动作的电流闭锁节点作为闭锁元件, 一起构成 10 kV 简易母差保护, 如图 1 所示。当 10 kV 母线发生短路故障时, 所有 10 kV 出线保护中的电流闭锁节点均不会动作, 仅 10 kV 侧后备保护中的启动元件会动作, 以一小延时 (约 0.2 s) 动作跳主变 10 kV 侧开关, 切除

10 kV 母线故障; 10 kV 母线出线上发生故障时, 该 10 kV 出线的电流闭锁节点瞬时动作, 闭锁 10 kV 简易母差保护。

2.3 加装电弧光保护

电弧光保护是一种通过检测开关柜内发生短路时发出的电弧光来判断故障并发出跳闸命令切除故障的保护。电弧光保护主要由主控单元、电流单元和弧光单元组成, 如图 2 所示。主控单元为电弧光保护的控制中心, 它收集来自电流单元和弧光单元的动作信号, 并对收集的数据进行处理、判断; 电流单元检测短路故障的电流, 并将电流动作信号传送给主控单元; 弧光单元采集来自弧光传感器的动作信号, 并将弧光传感器的动作信号传送给主控单

元。

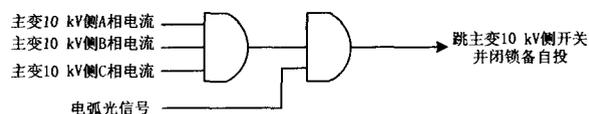


图 2 电弧光保护原理图

Fig.2 Block diagram of arc protection

2.4 措施比较和应用情况

以上介绍了缩短变电站 10 kV 母线短路故障切除时间的三种措施, 以下对三种措施的优缺点进行了比较, 详见表 3。

表 3 缩短变电站 10 kV 母线短路故障切除时间的措施比较

Tab.3 Comparison between methods clearing time of fault on 10 kV bus

序号	措施	动作时间	实施方法	实施工作量	是否增加设备	是否增加维护量	投资	适用范围
一	整定一段主变 10 kV 侧纯电流的时限速断保护	500 ms	在主变保护上直接整定, 少量改接线	很少	否	否	无	主变 10 kV 侧电流保护具备三段以上, 且所带的复合电压闭锁可按段分别整定
二	加装 10 kV 简易母差保护	200 ms	增加主变保护和 10 kV 保护间的闭锁连线	较少	否	很少	很少	主变保护中配置了 10 kV 母线速断保护, 10 kV 出线保护具有电流闭锁元件, 10 kV 出线无小电源的 10 kV 母线
三	加装电弧光保护	10 ms	在开关柜上加装主控单元、电流单元和弧光单元	较多	是	较多	较大	所有 10 kV 母线

从表 3 可见, 措施一不需增加设备, 实施容易, 切除 10 kV 母线故障的时间比原来减少了 800 ms, 目前已在我局大部分主变保护上实施, 运行情况良好; 措施二不需增加设备, 实施较容易, 切除 10 kV 母线故障的时间比原来减少了 1 100 ms, 我局计划在一 110 kV 寮步站的主变保护上实施, 待取得运行经验后再在其它具备条件的变电站实施; 措施三需要增加设备, 投资较大, 实施较困难, 但保护动作时间很快, 切除 10 kV 母线故障的时间小于 100 ms, 满足开关柜和主变承受 10 kV 母线短路故障的时间规定, 我局计划在一 110 kV 变电站实施, 待取得运行经验后再在其它有需要的变电站装设。

3 结束语

随着广东电网系统容量的增大, 变电站 10 kV 母线的短路电流越来越大, 其短路故障对 10 kV 开关柜和主变的危害也越来越严重, 特别是引起开关柜“火烧连营”后, 将造成大面积长时间的停电。而随着社会和经济的发展, 政府和群众对供电可靠性的要求越来越高。在 10 kV 配电网尚未实现环网

供电前, 只能通过采用加装 10 kV 母线保护等措施, 缩短 10 kV 母线短路故障的切除时间, 来提高 10 kV 母线的供电可靠性。

参考文献

- [1] 贺家李, 宋从矩. 电力系统继电保护原理[M]. 北京: 中国电力出版社, 1994.
HE Jia-li, SONG Cong-ju. The Principle of Relay in Power Systems[M]. Beijing: China Electric Power Press, 1994.
- [2] 王维俭. 电气主设备继电保护原理与应用(第二版)[M]. 北京: 中国电力出版社, 2001.
WANG Wei-jian. Theory and Application of Main Electric Equipment of Protection, Second Edition[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2001.
- [3] 电力系统继电保护规程汇编(第二版)[M]. 北京: 中国电力出版社, 2000.
Chinese Official Rules and Regulations of Power System Relaying, Second Edition[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2000.

收稿日期: 2007-02-02; 修回日期: 2007-04-10

作者简介:

曾伟忠(1968-), 男, 工程师, 从事继电保护专业工作。
E-mail: zzw9339@126.com