

# 应用分布式母差保护应考虑的因素

李嘉逸, 刘汉伟, 吴冲, 罗彬

(西南电力设计院, 四川 成都 610021)

**摘要:** 相比集中式母差保护而言, 分布式母差保护具有很多的优越性, 但在现阶段由于控制保护设备布置方式、开关场规模、主接线形式和价格等因素的影响, 制约着其优越性的发挥。通过一个工程实例, 讨论了选择分布式母差保护或集中式母差保护的利弊, 对母差保护的工程选型有一定的参考价值。

**关键词:** 分布式母差保护; 优越性; 因素

## Factors considered in selecting distributed busbar protection

LI Jia-yi, LIU Han-wei, WU Chong, LUO Bin

(Southwest Electric Power Design Institute, Chengdu 610021, China)

**Abstract:** Compared with centralized busbar protection, distributed busbar protection has been provided with some advantages. However, at the present time, the layout mode of protection cubicles, switchyard dimensions, the type of main connection, and the equipment price, etc restrict its advantages. Through a project example, this paper discusses the advantage and disadvantage in option of distributed busbar protection or centralized busbar protection. It has certain value for type selection of busbar protection in engineering application.

**Key words:** distributed busbar protection; advantage; factors

中图分类号: TM773 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)12-0129-03

## 0 引言

随着计算机、通信技术水平的迅速提高, 厂站控制保护设备从集中模式, 迅速向以一次设备为对象的分散布置方向发展。

分布式微机母线差动保护作为适应保护分散布置、就地化发展趋势的产品, 它的研制和应用代表了微机型母差保护的主要发展方向。相比集中式母差保护而言, 分布式母差保护具有很多的优越性, 但在现阶段由于控制保护设备布置方式、开关场规模、主接线形式和价格等因素的影响, 制约着其优越性的发挥, 因此, 在选择分布式母差保护时应充分考虑这些因素, 对外部条件不具备的厂站, 仍建议采用集中式母差保护。

## 1 分布式母差保护原理

分布式母差保护按结构划分, 分为有主站和无主站分布式母差保护。它们的共同之处, 都是在被保护母线所连接的每一个元件回路上装设一个母线保护单元。不同点在于, 有主站分布式母差保护还

有一个后台主机, 主机通过通信网汇总所有单元采样数据、开关状态等信息供母差保护完成功能计算, 并向相关回路的母线单元发出跳闸命令, 回路上装设的母线保护单元只负责采样和执行跳闸。

而无主站的分布式母差保护无共用的后台主机, 每个保护单元除了对本回路的电流进行采样外, 还通过通信网络接收其它所有回路电流的采样值。在本单元内通过计算比较即可独立检测和判断母线的故障, 一旦某个保护单元判断为母线故障, 只将其本身回路从母线上断开, 而不影响其他回路。

与集中式母差保护相比, 分布式母差保护有很多的优越性, 比如, 某个母差保护单元偶尔误跳闸时只误跳一个回路, 不会造成整个母线停电; 节省了从电流互感器到控制室长距离敷设的大量二次电缆; 能够适应于变电站主接线, 以及系统运行方式的变化等等。但是现阶段, 由于受多种外部条件的限制, 分布式母差保护的优越性得不到有效的发挥, 反而, 因为其更为复杂的结构, 增加了运行和维护的难度。因此, 在选择分布式母差保护时, 应充分考虑以下一些因素。

## 2 选择分布式母差保护应考虑的因素

### (1) 保护、控制及测量设备的布置方式

分布式微机母差保护是为适应保护分散布置、就地化发展趋势而开发的产品，只有在变电站采用将保护、控制及测量设备下放到以间隔为单位的开关场，并在每个间隔设置继电器小室的模式下，其优越性才能充分地发挥。

### (2) 开关场的规模和占地面积

开关场的规模越大、间隔的数量越多，采用分布式母差保护比采用集中式母差保护带来的好处越多。这是因为，开关场的规模和占地面积越大，集中式母差保护使用的电缆就越长越多，模拟电流信号就更容易受到变电站强电磁干扰的影响，并且电流互感器也更容易饱和。而分布式母差保护就不存在这些问题。

### (3) 主接线的形式

国内 220 kV 以上电压等级常用的电气主接线主要有双母线接线和一个半断路器接线。一个半断路器接线通常用于 500 kV 系统，单套母差保护需要接入的元件数量最多也就十几个；而主要用在 220 kV 系统的双母线接线，单套母差保护需要接入的元件数量最多可达二十~三十个，并且还须引入每个元件的隔离开关辅助触点信号，如果采用集中式母差保护，电缆的敷设量会很大，而且接线也很复杂。当采用分布式母差保护后，电流互感器电流、隔离开关辅助触点信号只需接入每个间隔的保护单元中，只需很少量的电缆。因此，分布式母差保护更适合应用在间隔元件数量很多的双母线接线的厂站。

### (4) 产品价格问题

分布式母差保护相对于集中式母差保护，结构更复杂，研发和设计的难度更大，价格会比集中式母差保护高出好几倍。目前，国内 1 套集中式微机母差保护的价格在 20 万左右，而 1 套分布式母差保护的价格却要卖到 100 万左右，如 ABB 公司 REB500、AREVA 公司 MICOM P740 等分布式母差保护。因此，是否采用分布式母差保护需进行经济技术比较。随着分布式母差保护的大量应用，厂家生产成本的下降，相信分布式母差保护的价格也会降低到一个合理的价位。

### (5) 新产品应用的问题

分布式母差保护作为一种新型的母差保护，在国内电力系统内，目前有一套四方公司的 CSBD-100A 型分布式母差保护在辽宁丹东 220 kV 变电站投入运行。分布式母差保护还缺乏电力系统长期运行的考验。

由于高压母线联接着厂站的所有间隔元件，是电能汇集与分配的枢纽，高压母线故障是电力系统最严重的故障之一，因此对分布式母差保护的推广应持谨慎的态度。不要首先试用于重要的，对系统影响大的变电站，而应该先在一些次要的，对系统影响小的变电站装设，待到分布式母差保护逐渐成熟后，再应用到重要的厂站。因此，在考虑一个厂、站是否采用分布式母差保护时，应该综合考虑以上因素，本文以楚雄换流站为例，探讨了楚雄换流站是否采用分布式母差保护。

## 3 楚雄换流站是否采用分布式母差的分析

### 3.1 楚雄换流站的概况

楚雄换流站交流 500 kV 系统采用一个半断路器接线方式，按 8 个完整串规划。本期 500 kV 出线 6 回（远期出线 7 回），换流变进线 4 回，交流滤波器 4 大组，站用变压器 2 台（1 台进串，1 台直接连接至母线），组成 7 个完整串和 1 个不完整串。交流 500 kV 开关场长 280 m，宽 150 m 左右，设 51、52 两个继电器室，两个继电器室相距 150 m。

### 3.2 楚雄换流站母差保护选型分析

依据分布式母差保护和集中式母差保护各自的特点，结合应用分布式母差保护应考虑的几个因素，以下从几个方面分析是否在楚雄换流站配置分布式母差保护。

#### (1) 楚雄换流站电气布置对母差配置的影响

目前，楚雄换流站的电气布置是采用集中式布置，在开关场统一设两个继电器室，所有保护和控制设备均布置在这两个继电器室内，以间隔为单位的开关场就地没有设单独的继电器小室。在这种电气布置方案下，分布式母差保护相比集中式母差保护来说，其分散布置防止误跳闸、误操作，节省电缆的优越性得不到发挥，反而因为更复杂的原理和结构，还不如集中式母差保护简单，可靠。

#### (2) 换流站交流开关场的规模和占地面积对母差配置的影响

从开关场规模来说，如果采用集中式母差保护，最远距离的一个间隔元件的电流回路电缆长度约 450 m，考虑采用 6 mm<sup>2</sup> 的控制电缆，忽略导线电感，电缆阻抗：

$$Z_1 = \frac{L}{\gamma A} = \frac{450}{57 \times 6} = 1.32 \Omega$$

式中： $L$  为电缆长度，m； $A$  为导线截面，mm<sup>2</sup>； $\gamma$  为电导系数，铜取 57 m/(Ω·mm<sup>2</sup>)。

由于 CT 二次电流为 1 A，450 m 电缆带来的 CT 负荷不算很大，不到 2 VA，电缆的长度还不至

于对集中式母差保护性能构成很大影响。虽说分布式母差有更多的优越性,但对于楚雄换流站规模和占地面积来看,集中式母差同样满足运行要求。

(3) 换流站交流主接线的形式对母差配置的影响

换流站交流 500 kV 采用一个半断路器接线方式,共配 7 个完整串和 1 个不完整串,两台站用变,1 台进串,1 台直接连接到母线。

从换流站交流 500 kV 主接线形式来看,一个半断路器接线的母差保护接线简单,需引入的电气量不多,引接的电缆数量相对于双母线接线少很多。

从进出线的规模来看,楚雄换流站单套母差保护需接入的间隔元件数量只有 9 个元件,需要母差保护处理的信息量也不大。

因此,楚雄换流站一个半断路器的主接线形式,不大的进出线规模,削弱了分布式母差保护相对于集中式母差保护的优越性。

(4) 采用两种类型母差保护的经济性比较

分布式母差保护相对于集中式母差保护能节约大量的电缆,但由于其复杂的结构和有限的应用现状,使分布式母差保护的价格相对昂贵。综合消耗的电缆和母差保护自身的价格两方面因素,对两种类型母差保护的经济性比较如下:

从消耗的电缆来看,如果楚雄换流站配置集中式母差保护,按 500 kV 两个母线段,4 套母差保护考虑,平均到每套保护约需 2 500 m 电缆。电缆按 20 元/m 估算,再考虑 1 万元电缆敷设费用,则一套集中式母差保护要比分布式母差保护多 6 万元左右电缆费用(这里假设分布式母差保护可以以间隔为单元配置)。

而一套集中式母差保护的价格约 20 万,分布式母差要 80 万,从这个价格来看,对于楚雄换流站,在技术上同样都能满足换流站母差保护配置要求的前提下,即使考虑消耗电缆的费用,集中式母差保护仍有价格上的优势,4 套母差保护总计节省约 200 万元。

(5) 母差保护应用情况的考虑

分布式母差保护作为一种新型的母差保护,在国外已广泛应用于 220 kV 以上电压等级的厂站,例如 ABB 公司的 REB500 数字型母差保护在全球超过 45 个国家得到应用,目前已有 300 多套保护投入运行。而在国内电力系统内,仅有一套四方公司的 CSBD-100A 型分布式母差保护在辽宁丹东 220 kV 变电站投入运行。分布式母差保护在我国的应用才刚刚起步,还缺乏电力系统长期运行的考验。

而集中式母差保护已广泛应用于我国 500 kV

及以下各种电压等级系统。多年的应用和发展,已使集中式母差保护的技术十分成熟,有着丰富的运行经验。所以,在国内应用分布式母差保护应十分慎重,不要首先试用于重要的,对系统影响大的厂站。

根据以上分析,楚雄换流站的电气布置方式、开关场规模、主接线形式均限制了分布式母差保护优越性的发挥,其高昂的价格,即使扣除节省的电缆费用,仍高出集中式母差保护好几倍。因此,作为我国第一条特高压 $\pm 800$  kV 直流输电线路的楚雄换流站,担负着西电东送 5 000 MW 容量的输送,其地位十分重要。对其母差保护的选择应持谨慎的态度,在同样满足技术要求的前提下,应优先选用有长期运行经验,成熟、可靠产品。因此,我们的结论是楚雄换流站仍采用集中式母差保护。

## 4 结论

母线是发电厂和变电站的重要组成部分,是联接各个电气元件的枢纽,母线工作的可靠性关系到电力系统的安全稳定运行。母差保护装置作为切除母线故障的重要手段,它的拒动或误动将给电力系统带来严重危害。正是由于母差保护在电网中特殊的重要地位,在应用分布式母差保护时,应充分考虑制约分布式母差保护优越性发挥的各种因素,对推广和应用分布式母差保护保持谨慎的态度。

## 参考文献

- [1] 董杏丽,徐瑞东,薄志谦,等.分布式母线保护技术及实现[J].继电器,2005,33(14):19-22.  
DONG Xing-li, XU Rui-dong, BO Zhi-qian, et al. Technology and Implementation of Distributed Busbar Protection[J]. Relay, 2005,33(14):19-22.
- [2] 王风光,焦彦军,张新国,等.一种分布式母线保护的新型通信方案[J].电网技术,2005,29(11).  
WANG Feng-guang, JIAO Yan-jun, ZHANG Xin-guo, et al. A New Communication Scheme for Distributed Busbar Protection[J]. Power System Technology, 2005,29(11).
- [3] 李营,杨奇逊.分布式微机母线保护的探讨[J].电力系统自动化,1999,23(21).  
LI Ying, YANG Qi-xun. A Study of Distributed Digital Bus Protection[J]. Automation of Electric Power Systems, 1999,23(21).

收稿日期:2008-07-21; 修回日期:2008-08-10

作者简介:

李嘉逸(1974-),男,工学硕士,工程师,主要从事继电保护及安全自动装置工程设计工作;E-mail:lijiaiyi@yahoo.com

刘汉伟(1964-),男,高级工程师,主要从事继电保护及安全自动装置工程设计工作;

吴冲(1981-),男,工学硕士,主要从事继电保护及安全自动装置工程设计工作。