

分散式电流方向母线保护的实现

金耘岭¹, 耿 岩²

(1. 南京南自机电自动化有限公司, 江苏 南京 211100;

2. 国电南京自动化股份有限公司, 江苏 南京 210003)

摘要: 针对 35 kV 及以下变电站缺少快速有效的母线保护的现状, 提出了一种利用厂站自动化系统构成的基于电流方向原理的分散式母线保护方案, 该方案利用厂站自动化系统的间隔层实时通信网络及馈线保护的動作接点构成分散式母线保护。介绍了其实现原理、各单元的功能配置、可实现的功能及可靠性方面的考虑。该方案原理简单、動作速度快、扩展方便, 适用于出线较多的电厂厂用电系统及 35 kV 及以下变电站, 该方案已在 PDS-7000 厂站自动化系统中实用化。

关键词: 分散式; 电流方向母线保护; 自动化系统网络

中图分类号: TM 773

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2006)09-0072-03

35 kV 及以下配电变电站的低压侧一般采取单母分段的主接线方式, 发电厂的厂用电系统通常也采取单母分段的主接线方式, 特点是出线间隔较多, 出线电流互感器(TA)二次绕组一般仅配置 2 组(供保护、测量及计量), 故不专门配置母线保护, 而由变压器低压侧后备保护或进线的后备保护作为母线故障时的保护元件。由于要同出线保护配合, 動作时间一般整定为 1.0~1.5 s, 可能导致在母线故障时, 由于動作太慢而引起事故扩大, 造成设备损坏。因此, 需要在 TA 无多余绕组的前提下寻求一种快速的母线保护解决方案。文献[1-5]对方向式微机母线保护的有关问题和可行性进行了阐述, 但未有实用化方案。文献[6]提出了基于通信网络的方向式 10 kV 母线保护方案和基于电弧光传感技术的母线保护方案, 但未作深入研究和探讨。文献[6]设计了基于方向式原理的母线保护装置样机, 但仅利用了馈线保护的保護動作接点, 在实用化方面存在问题。本文所提出的基于电流方向原理的分散式母线保护方案能较好地解决上述问题, 并已实用化。

1 实现原理

35 kV 及以下变电站或电厂厂用电系统一般采用厂站自动化系统, 模式一般是分层分布式体系结构。所有间隔层设备(线路、变压器、电容器、电动机等)保护由独立的保护测控单元实现, 保护测控单元之间通过现场总线或以太网互联, 构成间隔层网络。随着通信技术的发展, 间隔层通信网络的可靠性越来越高, 通信速率越来越快, 充分利用网络实现信息共享, 在不增加硬件投资的前提下实现某些保护功能已成为可能。

实际上, 国内的自动化厂商已在许多以前需要依靠复杂的硬件系统支撑功能上实现了分散式的应用方案, 如: 电压无功控制功能(VQC)和小电流接地

选线功能等。随着间隔层网络的日益强大(体现在通信速率和信息流量上), 越来越多的保护功能也可以利用网络资源的共享实现分散化, 例如在备用电源自动投入功能和母线保护功能上可以进行这方面的尝试。

新一代厂站自动化系统 PDS-7000, 在母线保护的分散式实现方面作了有益的探索, 并已形成了实际的应用方案。

110 kV 变电站的 10 kV 部分或厂用电系统的 10 kV、6kV 部分有如下特点:

- 一次主接线形式较简单, 多为单母线分段方式;
- 母线上出线间隔较多, 且经常可能扩容(增加间隔);
- 要求较快速切除母线故障, 但对動作时间的要求不如高压电网高。

而我国生产的常规母线保护装置主要针对高压电网设计, 这样的设计应用在低压系统中实属“大材小用”, 同时受硬件资源的限制, 不可能方便地实现单元的扩展, 因此在低压系统中配置常规集中式母线保护装置既不经济也不灵活。

PDS-7000 系统采用分层分布式体系结构, 间隔层采用先进的现场总线和工业以太网实现互联, 所有出线间隔和变压器间隔均分散设置了独立的保护测控装置, 因此可充分利用出线和变压器间隔的保护测控装置实现母线保护的功能。

PDS-7000 系统采用了由分散方向电流元件构成的集中判别的母线保护方案, 主要适用于单母线分段方式的主接线, 无需增加任何硬件投资, 经济性很好。该方案由 3 个模块构成。

- 分散判别元件。母线上所有出线保护单元及分段保护单元(本系统的 PDS-740、PDS-760 系列数字式保护测控装置)中设置方向电流元件, 方向电流元件的動作作为闭锁母线保护的判据。分段保护单元的方向电流元件作为故障母线选择元件。信息的上送考虑 2 条途径: 一是在方向电流元件動作后驱

动一对保护动作接点至集中判别元件;二是通过主动上送网络报文将信息上送集中判别元件。

b. 集中判别元件,也可称为中央单元。即本系统的 PDS-751 系列网络通信装置,在该装置中专设一块处理插件,由该装置中的分散式母线保护功能模块进行集中判断。当判断出母线故障时,由该模块发出母线保护的允许跳闸命令至执行装置——变压器后备保护单元。

c. 执行和就地判别元件。即本系统的 PDS-720 系列的变压器保护装置。当装置接收到 PDS-751 装置的允许跳闸命令后,再次进行就地判据把关后,跳开母联开关或变压器低压侧开关。

2 各单元功能配置

2.1 出线保护单元

出线保护根据实际可配置一个带或不带方向的过流元件(电流定值的选择自动取电流保护最低段定值),该元件动作时驱动一对闭锁接点(常开),并同时发送相应的闭锁报文至集中判别装置。

I 段母线任一出线故障时,将闭锁信号接点至集中判别装置的开入 1,并发送相应的闭锁报文,用来闭锁 I 段母线保护。

II 段母线任一出线故障时,将闭锁信号接点至集中判断装置的开入 2,并发送相应的闭锁报文,用来闭锁 II 段母线保护。

2.2 分段保护单元

分段保护配置一个方向过流元件,主要用于故障母线段选择。方向的指向由控制字选择(根据 TA 的极性而定,内部约定的正方向为 I 母→II 母),动作时驱动闭锁出口,并发送相应的报文。电流定值的选择取电流保护段最低定值,设置 2 个出口,1 个开入。

分段保护正方向过流动作时,输出闭锁信号接点 1 至集中判别装置的开入 1,并发送相应的闭锁报文,用来闭锁 I 段母线保护。

分段保护反方向过流动作时,输出闭锁信号接点 2 至集中判别装置的开入 2,并发送相应的闭锁报文,用来闭锁 II 段母线保护。

当分段保护判断出 I 段母线或 II 段母线有故障且分段开关在合位时延时(默认 100 ms,也可整定)跳开分段开关。

2.3 母线保护中央单元(集中判别装置)

中央单元实时监测开入信号,当有开入 1 或收到闭锁 I 段母线保护的报文时,驱动开出 1 至 1 号变低压侧保护,闭锁 I 段母线保护;当有开入 2 或收到闭锁 II 段母线保护的报文时,驱动开出 2 至 2 号变低压侧保护,闭锁 II 段母线保护。

当同时有开入 1、2 或有闭锁 I、II 段母线保护的报文时,驱动开出 3 至分段保护,闭锁 I、II 段母线保护(闭锁靠电流返回)。

2.4 变压器后备保护单元

变压器后备保护单元作为母线保护的执行单元和就地判别元件。配置一个方向电流元件,动作电

流取电流保护最低定值。配置了复合电压元件,作为就地把关的判据。综合以上单元构成的分散式电流方向母线保护的逻辑框图如图 1 所示。

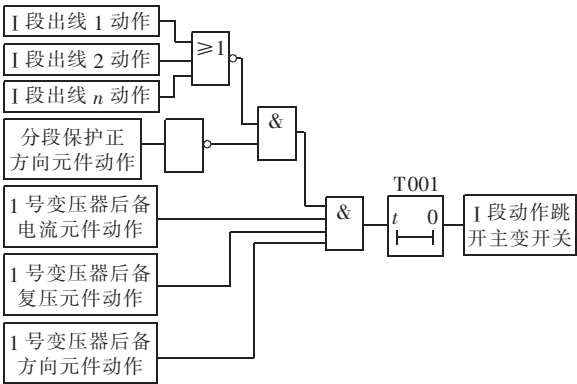


图 1 分散式电流方向母线保护逻辑框图 (I 段为例)

Fig.1 Logic diagram of distributed directional current bus protection(for zone I)

3 可实现的功能

按此方案构成的母线保护可实现如下功能:母线保护功能;出线断路器失灵保护功能;分段断路器失灵保护功能。下面以图 2 说明。仅分析分段开关(QF₃)在合位时,即 2 段母线并列运行的情况,分段开关在跳位可类似分析。

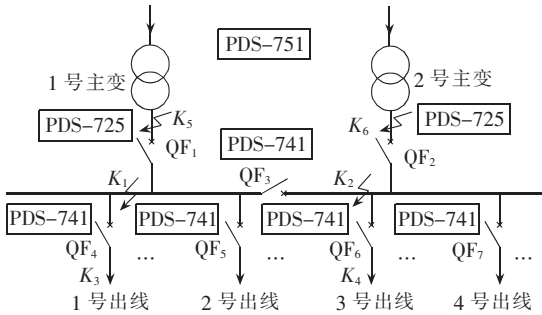


图 2 功能说明示意图

Fig.2 Example of possible protective functions

a. I 段母线上的 K₁ 点发生故障。所有出线保护均不动作,无闭锁信号,中央单元不会发出闭锁信号,分段保护的反方向电流元件动作,发出闭锁 II 段母线保护的信号至中央单元,闭锁 2 号主变动作。分段保护未收到闭锁信号,经可整定的短延时 t₁ 后跳开分段开关 QF₃。1 号变低压侧保护复压闭锁元件开放,满足动作条件,经可整定的延时 t₂ 跳开 QF₁。t₁、t₂ 只需要躲开出线、分段保护闭锁信号传输的延时,取一定的冗余即可。一般可整定为 50~200 ms,可较快地切除母线上故障。

b. 出线上的 K₃ 点发生故障,出线断路器跳闸切除故障。故障线路保护动作,发出闭锁 I 段母线保护信号至中央单元,分段保护发出闭锁 II 段母线保护的信号至中央单元。中央单元瞬时发出闭锁信号至 1、2 号变压器的低压侧保护和分段保护,闭锁 I、II 段母线保护。

c. 出线上的 K_3 点发生故障, 出线断路器失灵。故障线路保护动作发跳闸令, 发出闭锁 I 段母线保护信号至中央单元, 分段保护发出闭锁 II 段母线保护的信号至中央单元。中央单元瞬时发出闭锁信号至 1、2 号变压器的低压侧保护和分段保护, 闭锁 I、II 段母线保护。故障线路断路器失灵, 由故障线路保护解除闭锁, 收回闭锁信号。中央单元瞬时收回闭锁信号, 分段保护经可整定的短延时 t_1 后跳开分段开关 QF_3 。1 号变低压侧保护复压闭锁元件开放, 满足动作条件, 经可整定的延时 t_2 跳开 QF_{10} 。

d. 分段断路器失灵。当分段保护发出跳闸令, 而断路器拒动时, 同样由分段保护解除闭锁, 收回闭锁信号。中央单元瞬时收回闭锁信号, 1 号主变或 2 号主变经复压闭锁元件把关后经延时跳闸。

4 可靠性方面的考虑

在该方案中, 由于采用分散式模式, 对信息的通道有很高的要求。为保证通道的可靠性, 考虑了 2 种信息通道: 一是直接通过接点和开入的“硬”方式; 二是通过网络报文的“软”方式。2 种方式相互补充, 相互校验, 能有效地提高可靠性。具体而言, 在正常运行时, 各分散保护单元(包括出线、分段、变压器)与中央单元进行“握手”, 发送心跳报文, 以保证通信网络的有效性。定时由中央单元发送“自检”报文至分散单元, 分散单元接收到后驱动相应的闭锁开出, 以验证接点的可靠性。当发生故障时, 可采取 2 种方式均有效才确认的方式或任一方式有效的方式, 以确保母线保护动作的可靠性。

5 结语

该方案作为 PDS-7000 厂站自动化系统的分散式应用功能, 已通过了省级鉴定。该方案具有原理简单可靠、动作速度较快、扩展方便、无需额外投资等优点, 可适用于 35 kV 及以下变电站或电厂、企业厂用电系统的母线保护, 具有较好的应用前景。

参考文献:

- [1] 李营, 杨奇逊. 方向式微机母线保护的研究[J]. 继电器, 2000, 28(1): 26-28.

- LI Ying, YANG Qi-xun. Study of microprocessor-based directional bus protection[J]. Relay, 2000, 28(1): 26-28.
- [2] 梁晓亮, 王波, 张勇. 几起 10 kV 母线故障分析及其保护装置的研发和应用[J]. 电力系统自动化, 2004, 28(17): 97-99.
- LIANG Xiao-liang, WANG Bo, ZHANG Yong. Analysis of several 10 kV bus faults and development of bus protection device[J]. Automation of Electric Power Systems, 2004, 28(17): 97-99.
- [3] 徐小龙, 游大海, 尹项根. 方向式母线保护的探讨和应用[J]. 电力系统自动化, 2003, 27(22): 80-81, 88.
- XU Xiao-long, YOU Da-hai, YIN Xiang-gen. Discuss and application of directional bus protection[J]. Automation of Electric Power Systems, 2003, 27(22): 80-81, 88.
- [4] 赵京立, 马晓黎. 一种 10 kV 至 35 kV 母线保护方案[J]. 电力系统自动化, 2000, 24(21): 59-60.
- ZHAO Jing-li, MA Xiao-li. One bus protection of 10 kV to 35 kV[J]. Automation of Electric Power Systems, 2000, 24(21): 59-60.
- [5] 潘贞存, 杜世双. 中低压母线加装专用继电保护的必要性和几种方案的探讨[J]. 电网技术, 2002, 26(9): 75-77.
- PAN Zhen-cun, DU Shi-shuang. On necessity of appending special busbar protection device to original busbar protection in distribution network and several implementing projects[J]. Power System Technology, 2002, 26(9): 75-77.
- [6] 叶启明. 变电站 10 kV 母线保护的分析和研究[J]. 大众用电, 2005(3): 29-30.
- YE Qi-ming. Analyse and study of bus protection of 10 kV busbar in the substation[J]. Popular Utilization of Electricity, 2005(3): 29-30.
- [7] 秦文萍, 邵玉槐. 中低压网络母线微机保护装置的研究[J]. 太原理工大学学报, 2001, 32(6): 588-590.
- QIN Wen-ping, SHAO Yu-huai. Study of microprocessor-based bus protection of middle, low voltage network[J]. Journal of Taiyuan University of Technology, 2001, 32(6): 588-590.
- [8] 宋方方, 王增平, 刘颖. 母线保护的现状及发展趋势[J]. 电力自动化设备, 2003, 23(7): 66-69.
- SONG Fang-fang, WANG Zeng-ping, LIU Ying. Status quo and development tendency of busbar protection[J]. Electric Power Automation Equipment, 2003, 23(7): 66-69.
- [9] 毛乃虎, 周欢荣. 基于 DSP 的数字式断路器失灵保护[J]. 电力自动化设备, 2005, 25(9): 62-64.
- MAO Nai-hu, ZHOU Huan-rong. Digital circuit breaker failure protection based on DSP[J]. Electric Power Automation Equipment, 2005, 25(9): 62-64.

(责任编辑: 李玲)

作者简介:

金耘岭(1970-), 男, 安徽淮南人, 工程师, 从事电力系统继电保护、变电站自动化系统产品的研究和开发工作(E-mail: jinyunling@sina.com);

耿岩(1972-), 女, 北京人, 工程师, 从事电力系统继电保护工程设计等方面的工作(E-mail: gyan@sac-china.com)。

Implementation of distributed directional current bus protection

JIN Yun-ling¹, GENG Yan²

(1. Nanjing Nanzi Electrical & Machine Automation Co., Ltd., Nanjing 211100, China;

2. Guodian Nanjing Automation Co., Ltd., Nanjing 210003, China)

Abstract: Aiming to improve the status quo of being lack of fast and effective bus protection in 35 kV and below substations, a scheme of bus protection based on distributed directional current principle is introduced, which uses the real-time communication network of bay level of power plant and substation automation system and the action contacts of feeder protection. The implementation principle, function configurations of different units and the consideration of possible functions and reliability are presented. With superiorities in principle, speed and expansibility, it is suitable for auxiliary power plant with more outlet lines and 35 kV and below substations. It has been applied in PDS-7000 power plant and substation automation system.

Key words: distributed type; directional current bus protection; automation system network