

分布式发电对配电网馈线保护的影响

张超, 计建仁, 夏翔

(杭州市电力局, 浙江 杭州 310009)

摘要: 分布式发电是一种新兴的高效、环保的发电技术, 近年来获得飞速发展。然而, 大量分布式发电的并网运行将深刻影响现有配电网的结构、以及配电网中短路电流的大小、流向及分布, 由此给配电网的运行与控制带来多方面的影响。为了提高配电网的供电可靠性和供电质量, 该文详细探讨了分布式发电对配电网馈线保护及其动作行为的影响。

关键词: 电力系统; 分布式发电; 馈线保护; 配电网

中图分类号: TM77 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2006)13-0009-04

0 引言

近年来, 随着发电技术的进步以及社会用电需求的增加, 以燃油(气)轮机、燃料电池、风力发电机等功率为数千瓦至几十兆瓦的小型电源为代表的分布式发电(Distributed Generation, DG)以其方便、高效、清洁的特点引起各级电力公司和广大电力用户的广泛关注^[1]。作为新兴的电力电源, 尤其在国家电力供应面临电源性短缺的大形势下, DG能够有效地缓解当前紧张的用电形势, 提高供电的可靠性, 具有比较高的经济效益和社会效益, 因此在我国城镇中、低压配电网中获得了飞速的发展和越来越多的应用^[2]。

而目前我国的中、低压配电网主要是不接地(或经消弧线圈接地)、单侧电源、辐射型供电网络^[3], 而且地区之间的继电保护及自动化发展水平很不均衡, 整体水平不高。在这种形式下, 大量分布式发电的并网运行将深刻影响配电网的结构以及配电网中短路电流的大小、流向及分布^[4], 由此给配电网的运行与控制带来多方面的影响。为保证配电网的安全稳定运行, 本文结合杭州市电力局配电网馈线保护的配置及实际应用, 详细分析 DG对配电网馈线保护及其动作行为的影响。

1 配电网馈线保护的配置

目前, 我国的中低压配网大都是单侧电源、辐射型配电网, 以杭州电力局为例, 所有 10 kV 馈线都是从 35 kV 至 220 kV 变电站的 10 kV 母线送出, 大部分馈线都属于直接向用户供电的终端线路(如图 1 所示线路 L_1 和 L_3), 只有部分 10 kV 馈线通过其

它变电所 10 kV 母线转供其它 10 kV 终端线路, 本文将称之为非终端线路(如图 1 所示线路 L_2)。馈线保护装设在变电站内靠近母线的馈线断路器处, 一般配置传统的三段式电流保护, 即: 瞬时电流速断保护、定时限电流速断保护和过电流保护。其中, 瞬时电流速断保护按照躲过线路末端故障产生的最大三相短路电流的方法整定, 不能保护线路全长; 定时限电流速断保护按照线路末端故障有灵敏度并与相邻线路的瞬时电流速断保护配合的方法整定, 能够保护本线路全长; 过电流保护按照躲线路最大负荷电流并与相邻线路的过电流保护配合的方法整定, 做相邻线路保护的远后备, 能够保护相邻线路的全长。除此之外, 对非全电缆线路, 配置三相一次重合闸, 保证在馈线发生瞬时性故障时, 快速恢复供电。对于不存在与相邻线路配合问题的终端线路, 为简化保护配置, 一般采用瞬时电流速断保护加过电流保护组成的二段式保护, 再配以三相一次重合闸(前加速)的保护方式, 其中电流速断保护按照线路末端故障有灵敏度的方法整定, 能够保护全线。

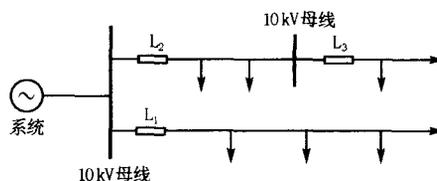


图 1 10 kV 配电系统

Fig 1 10 kV distribution system

2 DG对配电网馈线保护的影响

DG一般通过 10 kV 馈线接入配电系统, 根据其容量小, 接入位置分散的特点, 我们分别针对终端线

路和非终端线路,在线路中的不同位置引入 DG,分析所引入的 DG对馈线保护及其动作行为的影响。

2.1 终端线路的末端引入 DG

假如只在 L_1 (终端线路) 的线路末端引入 DG,配电网如图 2 所示。可以发现, DG 引入后, L_1 变为双侧电源供电线路,其它馈线仍然视为单侧电源供电线路。

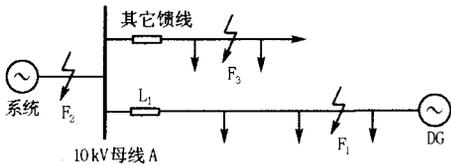


图 2 终端线路的末端引入 DG

Fig 2 DG is connected at the end of terminal power line

当线路 L_1 中任意点 F_1 发生故障时,流过故障点的总故障电流将由系统和 DG 共同提供,但对于馈线 L_1 的保护而言,引入 DG 前后,其感受到的故障电流均只由系统侧提供,大小不变,故保护的动作为不受 DG 影响。对于母线 A 其它出线的保护,由于没有感受到故障电流,保护的动作为亦不受影响。

当系统侧(含母线 A) F_2 或其它馈线中任意一点 F_3 发生故障时,对于馈线 L_1 的保护而言,它将感受到 DG 提供的流向故障点的故障电流,如果 DG 容量足够大,此故障电流将可能大于保护的速断或过流定值,造成馈线 L_1 的保护误动作;对于发生故障的馈线的保护而言,其感受到的电流为系统和 DG 共同提供的总故障电流,其值大于 DG 引入前只由系统提供的故障电流,若故障馈线是终端线路,此影响是有利的,保护更加灵敏,若故障馈线属于非终端线路,须校验其瞬时速断定值,保证其可靠躲过线路末端故障产生的最大三相短路电流,否则保护可能失去选择性;对于母线 A 其它出线中的非故障线保护而言,由于没有感受到故障电流,保护的动作为不受影响。

通过以上分析,我们得出结论,在终端线路的末端引入 DG,须校验此终端馈线的速断及过流保护定值,防止保护在系统侧故障或母线其它出线故障时误动;除此之外,须校验母线 A 所供其它非终端线路的瞬时速断保护定值,避免保护在线路发生故障时失去选择性。

2.2 终端线路的中间段引入 DG

假如只在线路 L_1 (终端线路) 中间的任意位置

引入 DG,配电网如图 3 所示。在这种情况下,馈线 L_1 被分为两段,其中,母线 A 与 DG 之间的区段为双侧电源供电,而 DG 至馈线末端的区段以及其它馈线仍然属于单侧电源供电。

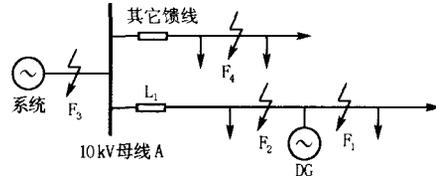


图 3 终端线路的中间段引入 DG

Fig 3 DG is connected in the middle of terminal power line

当 DG 至馈线末端中任意点 F_1 发生故障时,流过故障点的总故障电流将由系统和 DG 共同提供,但对于馈线 L_1 的保护而言,引入 DG 后其感受到的故障电流小于引入 DG 前其感受到的故障电流^[4],保护动作的灵敏度将降低,严重时拒动,母线 A 其它出线的保护不受 DG 影响;当母线 A 与 DG 之间任意点 F_2 发生故障时,各馈线保护的动作为不受 DG 影响。当系统侧(含母线 A) F_3 发生故障或母线其它出线中任意一点 F_4 发生故障时, DG 对各馈线保护的影响类似 2.1。

通过以上分析,我们得出结论,在终端线路的中间位置引入 DG,须校验本终端馈线的速断和过流保护定值,防止保护在系统侧故障或母线其它出线故障时误动,还须保证保护在 DG 至馈线末端的区段中任意点发生故障时具有足够灵敏度,防止保护拒动;除此之外,须校验母线 A 所供其它非终端线路的瞬时速断保护定值,避免保护在线路发生故障时失去选择性。

2.3 非终端线路的转供线中引入 DG

假如线路 L_1 (非终端线路) 所转供的终端馈线 L_2 中任意位置(含末端)引入 DG,配电网如图 4 所示。可以发现, DG 引入后,母线 A 与 DG 之间为双侧电源供电, DG 下游区段及母线 A 其它馈线仍然属于单侧电源供电。

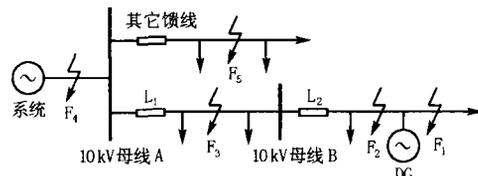


图 4 非终端线路的转供线中引入 DG

Fig 4 DG is connected to the feeder supplied by non-terminal power line

当 DG 下游任意点 F_1 发生故障时,故障点上游的保护 (L_1 和 L_2) 感受到的故障电流变小, L_1 的过流保护和 L_2 的速断及过流保护的灵敏度降低,甚至拒动,其它馈线的保护不受 DG 影响;当馈线 L_2 断路器与 DG 之间任意点 F_2 发生故障时, DG 对各保护的动作为没有影响。当线路 L_1 与 L_2 断路器之间任意点 F_3 发生故障时, DG 只对本馈线中故障点下游的保护 (L_2) 有不利影响,因其感受到 DG 提供的反向故障电流,保护存在误动的可能。当系统侧 (含母线 A) F_4 或母线 A 其它出线中任意点 F_5 发生故障时, DG 对各保护的影响类似 2.2。

通过以上分析,我们得出结论,在非终端线路所转供的馈线中引入 DG,对于非终端线路的保护,须保证其定时限速断保护在线末故障时有足够灵敏度,同时须保证其过流保护在 DG 下游任意点故障时具有灵敏度,防止保护拒动,还应防止速断和过流保护在系统侧故障或母线其它出线故障时误动;对于非终端线路所转供线路的保护,须保证其速断和过流保护在 DG 下游任意点故障时具有足够灵敏度,防止保护拒动,还应防止速断和过流保护在保护上游任意处故障时误动;对于母线 A 所供其它馈线的保护,须校验其中的非终端线路的瞬时速断保护定值,避免保护在线路发生故障时失去选择性。

2.4 非终端线路中引入 DG

假如只在 L_1 (非终端线路) 线路中的任意位置 (含末端) 引入 DG,配电网如图 5 所示。DG 引入后, DG 上游的区段为双侧电源供电,而 DG 下游的区段及母线 A 其它馈线仍然可视为单侧电源供电。

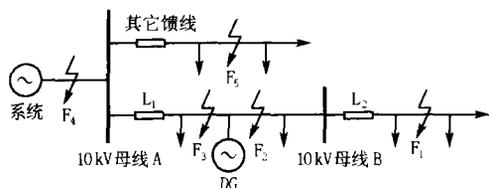


图 5 非终端线路中引入 DG

Fig 5 DG is connected in the middle of non-terminal power line

当 DG 下游保护的下游区段任意点 F_1 故障时,对于 DG 上游的保护 (L_1) 而言,引入 DG 后,其感受到的故障电流变小,其过流保护的灵敏度降低甚至拒动。对于 DG 下游,故障点上游的保护 (L_2) 而言,其感受到的故障电流变大,保护将变得更加灵敏,母线 A 其它出线的保护不受 DG 影响;当 DG 与 DG 下游保护之间任意点 F_2 发生故障时,对于 DG 上游的保护 (L_1) 而言,引入 DG 后,其感受到的故障电流变小,其所有保护的灵敏度降低甚至拒动,其它保护的

动作为不受 DG 影响;当 DG 与 DG 上游保护之间任意点 F_3 发生故障时,所有保护的动作为不受 DG 影响。当系统侧 (含母线 A) 任意点 F_4 或母线 A 其它出线中任意点 F_5 发生故障时, DG 对各保护的影响类似 2.2。

通过以上分析,我们得出结论,在非终端线路中引入 DG,对于非终端线路的保护,须保证其定时限速断保护在线末故障时有足够灵敏度,同时须保证其过流保护在所转供线路任意点故障时具有灵敏度,防止保护拒动,还应防止速断和过流保护在系统侧故障或母线其它出线故障时误动;对于非终端线路所转供的线路的保护,无不利影响;对于母线 A 所供其它馈线的保护,须校验其中的非终端线路的瞬时速断保护定值,避免保护在线路发生故障时失去选择性。

3 DG对重合闸的影响

如果线路为非全电缆线路,为了能够在线路发生瞬时性故障时,快速恢复对负荷的供电,保护通常投入重合闸功能。但是当 DG 引入之后,线路两侧连接的是两个活的电源,重合闸动作前,必须保证 DG 已停止运行或者已从配网中切除。否则,重合闸重合时,故障点由于去游离时间不足,电弧可能重燃,使得重合闸不成功。因此,系统侧宜延长重合闸时限, DG 侧需装设低周、低压解列装置,同时为避免非同同期合闸给 DG 带来致命冲击,系统侧重合闸继电器宜检线路无压, DG 侧检同期。

4 结论

分布式发电作为一种新兴的高效、环保的发电技术,近年来获得飞速发展。然而,大量分布式发电的并网运行将深刻影响配电网的结构以及配电网中短路电流的大小、流向及分布,由此给配电网的运行与控制带来多方面的影响。为了提高配电网的供电可靠性和供电质量,本文结合杭州市电力局配网馈线保护的配置及实际应用,详细分析 DG 对配电网馈线保护及其动作行为的影响,有益于分布式发电在电力系统中的推广和应用。

参考文献:

- [1] 郑健超. 电力前沿技术的现状和前景 [J]. 中国电力, 1999, 32 (10): 9-12
ZHENG Jian-chao Current Status and Prospects of Power Technologies at the Frontier [J]. Electric Power, 1999, 32

- (10): 9-12
- [2] 王敏, 丁明. 含分布式电源的配电系统规划 [J]. 电力系统及其自动化学报, 2004, 16(6): 5-8
WANG M in, DING M ing Distribution Network Planning Including Distributed Generation [J]. Proceedings of the CSU-EPSA, 2004, 16(6): 5-8
- [3] 王明俊, 刘广一, 于尔铿. 配电系统自动化及其发展 [J]. 电网技术, 1996, 20(12): 62-65.
WANG M ing-jun, LIU Guang-yi, YU Er-keng Distribution Automation System and Its Development [J]. Power System Technology, 1996, 20(12): 62-65.
- [4] Girgis A, Brahma S Effect of Distributed Generation on Protective Device Coordination in Distribution System [A]. Proceedings of 2001 IEEE PES Summer Meeting 2001.
- [5] 刘健, 杜宇, 等. 配电网故障区段判断和隔离的矩阵算法 [J]. 电力系统自动化, 1999, 23(1): 31-33.
LIU Jian, DU Yu, et al A Unified Matrix Algorithm Fault Section Detection and Isolation in Distribution System [J]. Automation of Power Electronics, 1999, 23(1): 31-33.
- [6] Urdaneta A J, Nadira R, Perez L G Optimal Coordination of Directional Overcurrent Relays in Interconnected Power Systems [J]. IEEE Trans on Power Delivery, 1988, 3(3): 903-911.

收稿日期: 2005-12-28; 修回日期: 2006-01-15

作者简介:

张超 (1977 -), 男, 硕士, 主要从事电力系统继电保护及自动化的研究与工作; E-mail: zhangchao_2008@163.com

计建仁 (1972 -), 男, 硕士, 主要从事电力系统继电保护及自动化的技术管理工作;

夏翔 (1974 -), 男, 硕士, 主要从事电力系统自动化以及运行管理工作。

Effect of distributed generation on the feeder protection in distribution network

ZHANG Chao, JI Jian-ren, XIA Xiang

(Hangzhou Electric Power Bureau, Hangzhou 310009, China)

Abstract: As an efficient and clean power generation technology, distributed generation develops very fast recently. Gradually increased distributed generation in the power system will badly affect the present network's structure, its short current strength, current direction and distribution and consequently bring distribution network substantial challenges and new requests on its coordination and control. To enhance power supply reliability and power quality, this paper details the effects of distributed generation on the feeder protection and its operation behavior in the distribution network.

Key words: power system; distributed generation; feeder protection; distribution network

(上接第 8 页 continued from page 8)

2003, 31(6): 42-45.

- WU Ping, ZHANG Yao Location Using One Terminal Data for Transmission Line [J]. Proceedings of the EPSA, 2003, 15(4): 5-7.
- [10] 安艳秋, 高厚磊. 基于分布参数线路模型的精确故障测距算法 [J]. 继电器, 2003, 31(6): 42-45.
AN Yan-qiu, GAO Hou-lei An Accurate Fault Algorithm Based on Distributed Parameter Line Model [J]. Relay, 2003, 31(6): 42-45.
- 收稿日期: 2006-01-14; 修回日期: 2006-03-25
- 作者简介:
- 胡少鹏 (1966-), 男, 电气高级工程师, 从事电网规划、建设、运行及技术管理工作; E-mail: epyqliu@scut.edu.cn
- 徐鹏 (1971-), 男, 讲师, 从事电力系统继电保护研究工作。

A new annealing concurrent computing algorithm for fault locating based on the characteristic of arc

HU Shao-peng¹, XU Peng²

(1. Shanwei Power Supply Bureau, Guangdong Power Grid Corporation, Shanwei 516611, China;

2. Guangdong Electric Power School, Guangzhou 510520, China)

Abstract: This paper proposes a new fault location method on the basis of the characteristic of arc. According to a simulation test and experimental data, the gradient of the arc voltage is large when the arc current passes through zero. An index within the gradient information of the arc voltage on the local region of zero can reflect fault location effectively. A simulated annealing concurrent computing algorithm is adopted to fast and effectively locate the fault points of overhead transmission line. The result shows the method is simple and effective.

Key words: fault location; simulated annealing; concurrent algorithm