

# 分布式发电对配电网继电保护和重合闸的影响

刘 林, 李建兵, 刘靖涛, 甘立勇

(西南交通大学电气工程学院, 四川 成都 610031)

**摘 要:**近年来,分布式发电技术的研究越来越受到世界各国的重视。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。主要分析配网故障时,分布式电源对继电保护的影响,以及与自动重合闸之间的配合问题。

**关键词:**分布式发电;配电网;继电保护;重合闸

**Abstract:** For the past few years more and more countries take distributed generation into account. However, running with distributed generation will affect the structure of distribution network as well as the magnitude, the flow direction and distribution of short-circuit current in distribution network. The influence of distributed generation on relay protection is analyzed when faults occurring in distribution network, as well as the coordination between distributed generation and reclose in distribution network.

**Key words:** distributed generation (DG); distribution network; relay protection; reclose

**中图分类号:** TM711 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-6954(2011)01-0044-02

## 0 引 言

随着社会经济的发展和人民生活水平的提高,对能源的需求也在不断增加,发展可再生能源将是大势所趋。提高能源利用效率、开发新能源、加强可再生能源的利用,是中国经济和社会快速发展过程中必须解决的问题。

分布式发电技术是一门新兴技术。目前,大电网与分布式发电相结合被世界许多能源、电力专家公认为是能够节省投资、降低能耗、提高电力系统可靠性和灵活性的主要方式,是 21 世纪电力工业的发展方向<sup>[1]</sup>。但同时,由于分布式电源的接入,将给传统的配电网带来一系列的技术问题。

## 1 分布式发电概念

所谓的分布式发电(distributed generation, DG)通常指光伏发电、风能发电、燃料电池发电,燃气轮机、微型燃气轮机等以天然气或氢气为燃料的新型发电技术。近年来,随着竞争性的零售电力市场的出现和新型分布式电源技术研究的突破性进展,又引起了对分布式电源新一轮的更广泛关注,分布式电源与电力系统的优势互补使得其在电力行业得以迅速的渗

透。

## 2 分布式发电对配电网继电保护影响

由于分布式电源的引入,使得配电系统从传统的单电源辐射式网络变为双端或多端有源网络,导致故障发生时原有配电网电流保护出现保护范围过大、误动、灵敏度降低等问题。

### 2.1 配电网保护的配置情况

配电网馈线保护一般配置为传统的三段式电流保护,即电流速断保护、限时电流速断保护和定时限过电流保护。电流速断保护是反映电流升高而不带时限动作的一种电流保护,它是按照躲开下一条线路出口处最大短路电流来整定的,不能保护线路的全长。限时电流速断保护范围不超出下一条线路速断保护的范,而动作时限则比下一条线路的速断保护高出一个时间阶段。如图 1 所示,根据系统配置要

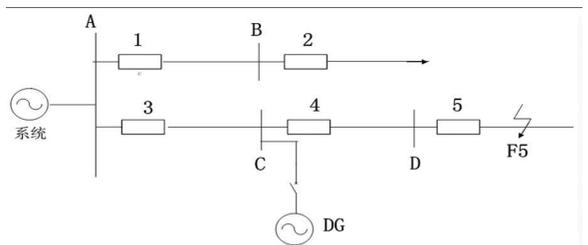


图 1 分布式电源使保护范围过大

求, 电流速断保护的动作为  $0\text{ s}$  限时电流速断保护的动作为  $0.5\text{ s}$  分布式电源投入延时  $0.5\text{ s}$

### 2.2 分布式电源使保护范围过大

如图 1 所示, F5 处发生短路故障。在 DG 接入之前, 保护 4 感受到的是系统提供的故障电流, DG 接入之后, 保护 4 将感受到 DG 提供的助增电流, 这样保护范围外短路时保护 4 仍然感受到较大电流, 导致本线路保护范围过大。

### 2.3 分布式电源引起所在线路保护误动作

如图 2 所示, 分布式电源所在馈线 F4 处短路故障时, 由于 DG 的助增作用, 故障点的短路电流增大, 造成各个保护的保护区延伸, 失去选择性。由于 DG 的接入, 使得流过保护 4 的电流比未接入 DG 时增大, 并且随着 DG 容量的增加, 保护检测到的电流有可能大于整定值, 使得保护误动作。

相邻馈线 F1 处发生短路故障时, DG 通过母线向故障点提供反向短路电流。DG 的存在不仅使得故障点的电流增大, 该馈线上的保护超范围误动作, 而且有可能引起 DG 所在馈线保护的误动作。由于保护 3 并不具有识别故障方向的能力, 当相邻线路发生三相短路故障时, 保护 3 将检测到 DG 提供的反向电流, 此时保护 3 可能误动, 造成 DG 所在的正常运行线路中断供电。故障点离母线越近, 短路电流越大, 保护越有可能发生误动, 造成 DG 所在线路的无故障跳闸。

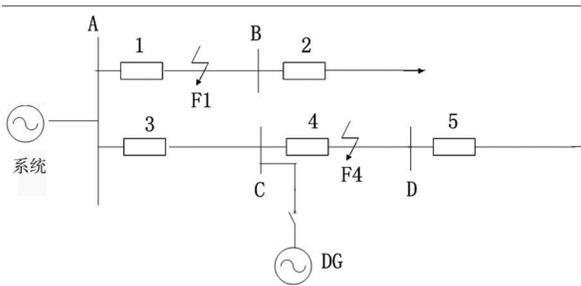


图 2 分布式电源降低保护灵敏度和引起所在线路保护误动作

### 2.4 分布式电源降低保护灵敏度

如图 2 所示, DG 引入之前, 故障点的短路电流只由系统提供, DG 引入之后, DG 和系统都会对故障点提供短路电流。如图 3 和图 4 所示的仿真波形, 线路 F4 在  $0.2\text{ s}$  发生短路故障, 持续时间为  $0.05\text{ s}$  时, 由于有 DG 的接入, 它将向故障点提供短路电流。因此与原配电网相比, 在接入 DG 的情况下, 故障点上游保护 3 检测到的故障电流比未接入 DG 时小, 灵敏度将变低。随着 DG 容量的增大, 保护 3 检测到的故

障电流迅速减小, 过电流保护灵敏度将明显降低。

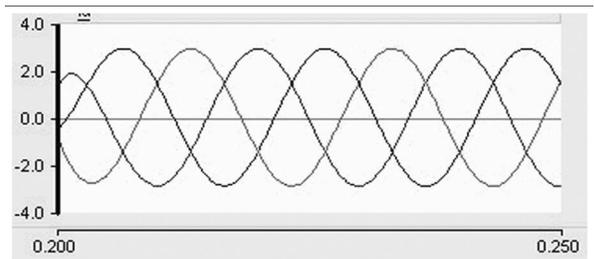


图 3 F4 故障时, 流过保护 3 的电流 (未接入 DG)

## 3 分布式发电对自动重合闸的影响

在电力系统中发生的故障大多数都是瞬时性故障, 因此重合闸在电力系统中应用得非常广泛。重合闸的动作时限一般为  $0.5\text{ s}$  最短可以达到  $0.2\text{ s}$  这样就加大了故障时 DG 系统的解列难度, 若增加自动重合闸时限, 则会降低供电可靠性, 两者之间存在明显的矛盾。文献 [2] 分析了以“重合器 + 分段器”为主构成的配电网馈线自动化的几种方式, 提出了一种新的实用的配电方式, 既可以减少故障时的停电时间和短路电流对线路的冲击次数, 又易于实现保护时间的配合。

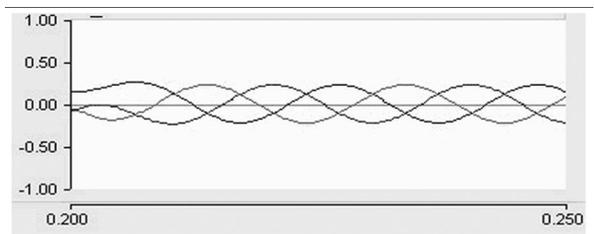


图 4 F4 故障时, 流过保护 3 的电流 (接入 DG)

分布式电源接入后, 若故障出现在系统电源进线段, 则有可能在自动重合闸动作时造成非同期重合闸, 会对配电网系统、特别是对分布式电源产生冲击和破坏 [3]。若故障点位于非系统电源进线处, 分布式电源和系统电源仍然保持电气联系, 则自动重合闸动作时不存在非同期重合闸的问题, 如果故障能够快速切除则分布式电源有可能连续运行, 此时可以减少 DG 机组不必要的切除。文献 [4] 分析了自同期重合闸在分布式发电并网系统中的应用可行性, 通过分析和仿真, 得出了关于以下几点结论。

(1) 自同期合闸时, 对于次暂态电抗相近的分布式电源, 随着容量的增加, 冲击电流越小; 分布式电源接入点距离变电所低压母线越远时, 冲击电流越小,

(下转第 79 页)

(2) 干扰源成因分析: 变电站的干扰是复杂多变的, 很难像拿出故障录波来证明故障电流的存在一样有力的证据来证明干扰的存在。但是可以通过现象去分析和判断。①保护人员对主变压器本体重瓦斯启动跳闸回路进行了认真检查排除了回路接线错误的可能性。②干扰是在 110 kV 母线流过故障电流时出现, 而非电量保护控制电缆刚好处在 110 kV 母线底下电缆沟。当 110 kV 母线流过故障电流时将在母线周围产生磁场, 对周围的回路进行切割产生感应电, 致使非电量保护用的电缆芯产生暂态电压, 使重瓦斯保护误动作。③第一次和第二次故障主变压器本体重瓦斯动作的情况也不同, 第一次是信号掉牌及跳 901 开关。第二次只是信号掉牌, 与两次故障电流的大小有着一定的联系。假如是回路有错误, 应该不会出现前后不同的情况。

## 4 技术整改措施

(1) 更换非电量保护出口继电器插件, 因为出口继电器动作电压不满足规程要求 (规程要求经长回路的出口继电器的动作电压要求大于 50% 额定电压小于 70% 额定电压)。

(2) 做好控制电缆的屏蔽层接地。

(3) 更换插件后, 按照新投运设备的要求, 继电保护人员重新对非电量保护装置做全面的检验, 尤其

(上接第 45 页)

采用自同期合闸可行性越高, 多个分布式电源接入系统, 除距离变电所低压母线最近的分布式电源冲击电流较大, 不推荐采用自同期合闸外, 其余位置的 DG 都适合采用自同期合闸;

(2) 对于逆变型分布式电源, 并网逆变器很关键, 电流瞬时值反馈可以实现合闸并网条件;

(3) 采用“后加速”方式时, 从技术的角度是可以实现的, 但将使配电网的保护变得复杂。

## 4 结 论

分布式电源接入配电网后势必会改变配电网的拓扑结构和潮流方向, 使原来简单的单电源辐射型网络变成复杂的多电源网络。现有的基于单端电源系统设计的配电系统保护和自动重合闸装置也必须

是干扰脉冲对主变压器重瓦斯保护影响的试验, 并进行开出传动试验。检验合格后, 非电量重瓦斯保护方可投入运行。

## 5 结 论

本次重瓦斯保护动作是受到 110 kV PS 线接地故障的干扰, 非电量保护用的电缆芯产生暂态电压而引起的。对本次特殊故障情况下保护动作行为的分析, 有益于今后类似故障情况下保护动作行为的快速准确判断, 具有一定的借鉴价值。

### 参考文献

- [1] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护典型故障分析 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2001.
- [2] 王梅义. 电网继电保护应用 [M]. 北京: 中国电力出版社, 1999.
- [3] 李火元. 电力系统继电保护与自动装置 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2001.
- [4] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护技术问答 (第二版) [M]. 北京: 中国电力出版社, 1999.
- [5] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护规定汇编 (第二版) [M]. 北京: 中国电力出版社, 1999.

(收稿日期: 2010-09-09)

做出相应的调整, 否则由于分布式电源的存在必定使保护出现拒动、误动等问题, 影响保护的选择性和灵敏性, 甚至对配电系统及设备的安全稳定运行造成破坏。

### 参考文献

- [1] 朱成章. 发展直燃式空调机对电力工业的作用 [J]. 华东电力, 2000, 28(5): 27-28.
- [2] 孙福杰, 何俊佳, 邹积岩. 基于重合器和分段器的 10 kV 环网供电技术的研究及应用 [J]. 电网技术, 2007, 24(7): 33-36.
- [3] 袁超, 吴刚. 分布式发电系统继电保护技术 [J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(2): 100-102.
- [4] 谢昊, 卢继平. 重合闸在分布式发电条件下的应用分析 [J]. 重庆大学学报: 自然科学版, 2007(2): 30-33.

(收稿日期: 2010-10-15)