

分布式发电对配电网继电保护和重合闸的影响

刘 林

(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 attach importance to distributed generation. However, running with distributed generation will affect the magnitude, the flow direction and the distribution of short-circuit current in the distribution network as well as its structure. The effect of distributed generation on relay protection is analyzed as well as the coordination between the recloses when there is a fault in distribution network.

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

中图分类号: TM77 **文献标志码:** B **文章编号:** 1003-6954(2011)02-0028-02

0 引 言

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^[1]。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地渗透。

2 分布式发电对配电网继电保护的影响

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 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。

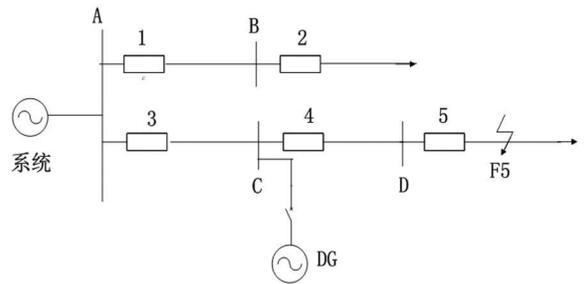


图 1 分布式电源使保护范围过大

2.2 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 protection 范围延伸,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

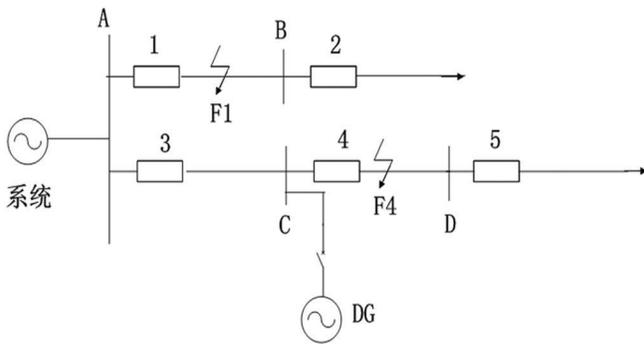


图 2 分布式电源降低保护灵敏度和引起所在线路保护误动作向故障点提供反向短路电流。DG 的存在不仅使得故障点的电流增大,该馈线上的保护超范围误动作,而且有可能引起 DG 所在馈线保护的误动作。由于保护 3 并不具有识别故障方向的能力,当相邻线路发生三相短路故障时,保护 3 将检测到 DG 提供的反向电流,此时保护 3 可能误动,造成 DG 所在的正常运行线路中断供电。故障点离母线越近,短路电流越大,保护越有可能发生误动,造成 DG 所在线路的无故障跳闸。

2.3 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 s 发生短路故障,持续时间为 0.05 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。

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

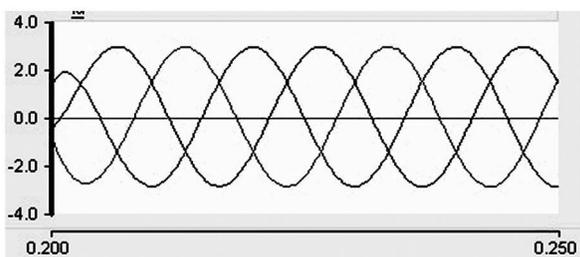


图 3 F4 故障时,流过保护 3 的电流(未接入 DG)

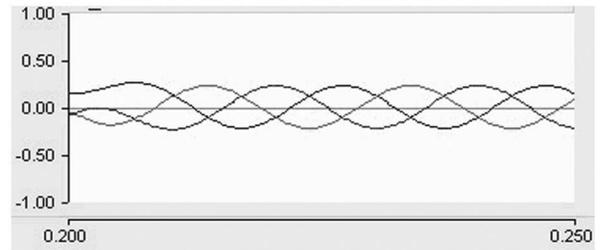


图 4 F4 故障时,流过保护 3 的电流(接入 DG)

闸的动作时限一般为 0.5 s 最短可以达到 0.2 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。

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,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

(下转第 94 页)

的调整量。在产出不变的条件下,水电企业可以按各松弛变量给出的调整信号对投入要素进行合理调整,以提高生产效率,进而达到弱 DEA 有效或 DEA 有效。以表 2 中效率最低的 2006 年为例,该年份在保持目前产出水平不变的前提下要达到 DEA 有效,应该缩减(或增加)相应的输入值,如耗水率减低 $0.27 \text{ m}^3/\text{MW}$,年末库水位系数减少 0.13 ,单位库容损失降低 $2.19 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{MW}$,发电量增加 $58\,428 \text{ MW}$ 。同理可以对其他未达到 DEA 有效的年份进行类似分析。

③从表 3 的综合效率情况可知该水电企业 2009 效益最佳,2008 年其次,说明该水电企业在开展节能调度后效益有提升;虽然存在一些网络约束,造成了 2009 年水量利用系数较低和较高水平的弃水调峰损失电量,但总体上节能调度的开展是有利于该水电企业,因此应对该水电企业节能调度开展的成效予以肯定。

4 结 论

针对节能调度实施后对水电企业的影响,提出了水电企业节能调度效益评价指标体系,并在此基础上结合 DEA 分析方法测度水电企业生产效率。最后根据综合效率的大小实现对水电企业节能调度前后效益的排序、判断和评价。为评价节能调度成效的企业分析人员提供了一套完整可行的评价新方法,具有较强的灵活性和实用性。

参考文献

- [1] 傅书颢,王海宁. 关于节能减排与电力市场的结合 [J]. 电力系统自动化, 2008, 32(6): 31—34, 75.
- [2] 艾琳,华栋. 电力系统节能发电调度研究 [J]. 华东电力, 2008, 36(9): 85—89.

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.

- [3] 耿静,严正,冯冬涵,等. 节能调度综述 [J]. 华东电力, 2010, 38(1): 54—58.
- [4] 张安华. 关于节能发电若干问题的思考 [J]. 电力需求侧管理, 2008, 10(6): 4—6.
- [5] 文福拴,陈青松,褚云龙,等. 节能调度的潜在影响及有待研究的问题 [J]. 电力科学与技术学报, 2008, 23(4): 72—77.
- [6] 杨梅,王黎,马光文,等. 节能调度对电力企业的影响及对策研究 [J]. 水力发电, 2009, 35(1): 88—91.
- [7] 陆涛,马光文,王黎. 节能调度对水力发电企业的影响及应对措施 [J]. 华东电力, 2010, 38(1): 36—38.
- [8] 尚金成,刘志都. 节能发电调度协调理论及应用 [J]. 电力自动化设备, 2009, 29(6): 109—114.
- [9] 王鹤,张婷,韩英豪,等. 电力市场环境下的独立发电企业新评价指标体系研究 [J]. 华东电力, 2007, 35(2): 32—36.
- [10] 陈云华. 基于综合指标法的发电企业市场竞争力分析 [J]. 水利发电学报, 2006, 25(5): 14—16.
- [11] 王宇飞. DEA 方法在中国电力行业效益评价中的应用 [J]. 上海电力学院学报, 2008, 24(4): 388—392.
- [12] 荀志远,乔淑芳. 考虑环境因素的项目投资 DEA 效率测度 [J]. 青岛理工大学学报, 2010, 31(4): 19—23.
- [13] 魏权龄. 数据包络分析 [M]. 北京:科学出版社, 2004.

作者简介:

张 鹏 (1986), 男, 硕士研究生, 从事电力市场研究。

秦毓毅 (1972), 男, 重庆万州人, 博士研究生, 从事调度运行管理、调度计划管理和电力市场运行方面的研究。

唐茂林 (1962), 男, 硕士, 高级工程师, 主任, 主要研究方向电网调度运行管理。

凌 亮 (1970), 男, 工程硕士, 从事电力市场辅助服务定价研究。

刘俊勇 (1963), 男, 四川成都人, 教授, 博士研究生导师, 长期从事电力市场等领域的研究。

(收稿日期: 2011—01—09)

(上接第 29 页)

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, 2007, 30(2): 30—33.

作者简介:

刘 林 (1985), 男, 硕士研究生, 西南交通大学电气学院, 专业电力系统及其自动化,专业方向继电保护。

(收稿日期: 2010—12—15)