

· 新能源技术 ·

分布式电源和微网在智能配电网自愈功能中的作用分析

Analysis For Effects of Distributed Generation and Microgrid in Smart Distribution Grid Self-healing Function Implemented

战 杰^{1,3} 肖 静² 赵义术^{1,3}

1. 山东电力研究院 济南 250002; 2. 山东电力超高压公司 济南 250021;

3. 国家电网技术学院 济南 250002

【摘要】本文介绍了分布式发电、微网与智能配电网的概念,从供电可靠性、能源利用率、黑启动中备用电源三个方面,对分布式电源和微网在智能配电网自愈功能实现中的作用进行了分析,并指出应在智能配电网规划阶段合理考虑分布式电源与微网的位置与作用。

【关键词】分布式发电 微网 智能配电网 自愈功能

【中图分类号】 TM61

【文献标识码】 A

0 引言

近年来,智能电网已成为电力业界的热门话题,被认为是改变未来电力系统面貌的电网发展模式。特别是在《纽约时报》报导了美国政府将建设智能电网列为其经济振兴计划的主要内容后,更是在全世界范围内掀起了研究智能电网的热潮。我国对建设智能电网也高度重视。2007年底,华东电网启动了智能电网项目的可行性研究;2009年3月,国家电网公司提出要“建设坚强的智能化电网”。目前,智能电网的影响受到了国内外政治、经济、金融投资界的高度关注^[1]。

世界上不同国家针对本国的能源和电网现状制定了不同的智能电网发展目标,其重心大部分都在配电侧。美国侧重于对已有落后的电网基础设施进行改造升级、建设现代化电力系统,并注重需求侧管理和可再生能源的大力应用;欧洲则侧重推广

分布式发电,其智能电网技术研究主要包括电网资产、电网运行和控制、需求侧和计量、发电和电能存储4个方面;日本将构建以应对新能源为主的智能电网,进行可再生能源与电力系统相融合、高可靠性系统技术等智能电网研究。中国提出建设国际领先、自主创新、中国特色的“坚强智能电网”包含电力系统的发电、输电、变电、配电、用电和调度共6个环节,具有信息化、自动化、数字化、互动化的智能技术特征^[2]。

本文对分布式电源和微网在智能配电网自愈功能实现中的作用进行了初步探讨。

1 分布式发电

分布式发电(Distributed Generation, DG),又称分散式发电或分布式供能,一般指将相对小型的发电装置分散布置在用户(负荷)现场或用户附近,以充分利用各种规模不大的分散在用户附近的可再生或非可再生能源的发电方式。从广义上讲,除常规大型集中电站以外的小型电源,如风电、太阳能电站、小型农村水电站、其他小型发电站,均可列入

收稿日期:2010-05-26

基金项目:山东电力集团公司科技项目(合同号 2010A-102)

作者简介:战杰(1981-),男,山东淄博人,讲师,从事新能源发电并网技术、电力系统继电保护方面研究工作。

分布式电源之列。分布式发电具有减轻环境污染、降低终端用户费用、降低线路损耗、改善电能质量和提高供电可靠性等特点。根据用户的需求不同, DG 可以用来实现备用电源、电力调峰、热电联产以及向偏远地区供电等用途。目前,分布式发电与大电网相结合的供电方式被世界许多能源、电力专家公认为是能够节省投资,降低能耗,提高系统安全性、可靠性和灵活性的主要方法,是 21 世纪电力工业的发展方向。

但大量分布式电源并网将有可能造成电力系统对其不可控制和难以管理的局面,并引发相应的电能质量、电网安全性和稳定性等诸多问题。为了解决电力系统与分布式电源之间的矛盾,充分发挥分布式电源为电力系统和用户所带来的技术经济效益,进一步提高电力系统运行的灵活性、可控性和经济性,以及更好的满足电力用户对电能质量和供电可靠性的更高影响,微网概念应运而生。

2 微网

与常规分布式能源直接并网相比,微网灵活、系统的将分布式电源与本地负荷组成为一个整体,通过柔性控制可以大大降低分布式电源并网运行对电力用户的影响。微网是一种由负荷和微电源及储能装置共同组成的有机系统。微电源主要通过电力电子技术实现能量的转换及控制。相对于电力系统(主电网系统中的一个可控单元。它可以在短时间内作出响应以满足外部对主电网的需要;而对于用户,微网可以满足本地负荷的特定电能质量要求,并可提高供电可靠性、降低线损等。利用微网技术可整合多种形式的分布式电源,并考虑当地配电网的特点,在一个局部区域内直接将分布式电源、电力网络和本地用户有机的结合在一起。微网可以方便的实现(冷)热电联供,并可以结合电蓄冷(热)技术,缓解电网高峰用电压力,实现用电的移峰填谷,优化和提高能源利用效率,减轻能源动力系统对环境的影响,实现能源的梯级利用,为将来智能电网的实现提供必备的技术基础。微网的基本结构^[3]如图 1 所示。

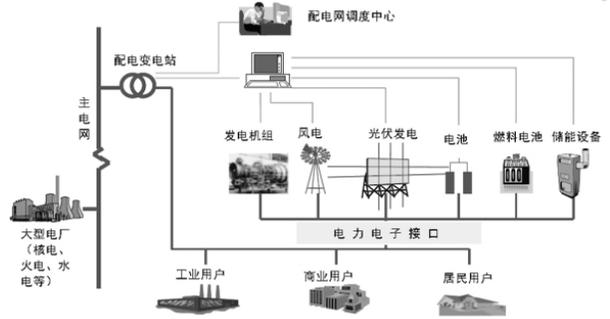


图 1 微网的基本结构

3 智能配电网概念

智能配电网是智能电网的重要组成部分,国外的智能电网研究和实践大部分都集中在配网侧,如图 1 所示。智能配电网就是以配电网高级自动化技术为基础,通过应用和融合先进的测量和传感技术、控制技术、计算机和网络技术、信息与通信等技术,利用智能化的开关设备、配电终端设备,在坚强电网架构和双向通信网络的物理支持以及各种集成高级应用功能的可视化软件支持下,允许可再生能源和分布式发电单元的大量接入和微网运行鼓励各类不同电力用户积极参与电网互动,以实现配电网在正常运行状态下完善的监测、保护、控制、优化和非正常运行状态下的自愈控制,最终为电力用户提供安全、可靠、优质、经济、环保的电力供应和其它附加服务。

智能配电网主要由主站系统、子站系统、通信系统、配电远方终端组成,通过对配电网各个环节、模块和设备的智能化,同时结合地理信息系统应用,实现正常情况下配电网与电力系统各个环节的协调和优化运行以及故障情况下的快速定位、隔离、恢复、负荷转移等功能,从而为用户提供优质可靠的电能,为电力企业提供便捷、高效的管理平台和途径,进而实现电力企业管理者、电力用户、系统运行操作的协调和统一。

图 2 所示是一种智能配电网框架体系^[4]。

4 分布式电源和微网在智能配电网自愈功能中的作用分析

由自动输电和配电系统组成、支持高效可靠提

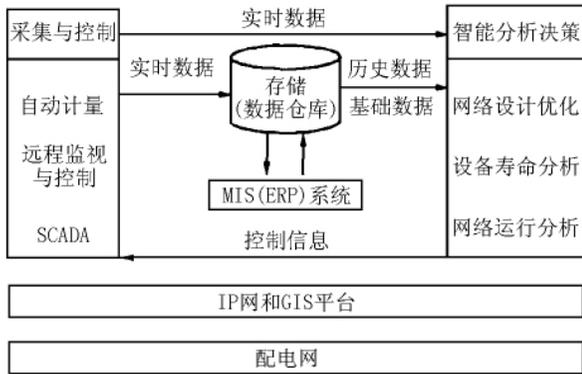


图 2 智能配电网框架

供和传输电力的智能电网体系结构,目标是构建一个具有处理紧急和灾变能力的“自愈电网”(selfhealinggrid,SHG),并能适应当前和今后的电力公用事业环境、市场要求和用户需要。自愈功能的目标是:实时评价电力系统行为、应对电力系统可能发生的各种事件组合、防止大面积停电,并快速从紧急状态恢复到正常状态。其实现方法,可概括为快速仿真决策、协调/自适应控制和分布能源集成 3 个方面。分布能源集成主要将配电系统中的分散发电设备,包括紧急状态下用户为防止停电所作出的反应(需求侧响应资源),纳入配电管理系统(DMS)或配电自动化(distribution automation,DA),使 DER 在电力系统正常、紧急和恢复状态下,实现和输配电系统的实时协调运行。SHG 的任务就是把这些日益增加的分散发电,进一步纳入配电管理系统(DMS)和配电自动化(DA)中,使之在正常、紧急和恢复状态下能与输配电系统实时协调运行。

分布式电源和微网在智能配电网自愈功能实现中的作用主要表现在以下几方面:

1)提高供电可靠性

通过与大电网相配合,分布式发电技术可以大大提高供电的可靠性,在电网崩溃或意外灾害(例如地震、暴风雪、战争)发生情况下,维持重要用户的供电;而且各种分布电源多属于清洁可再生能源,适应了地球环境保护以及可持续发展政策的要求。目前,用作分布式电源的,主要有风电、微型燃气轮机发电、太阳能发电、燃料电池、生物质能、垃圾发电、氢能和小型水电等。发电设施主要包括:以液体或气体为燃料的内燃机、微型燃气轮机、光伏电

池、燃料电池、风力发电机、生物质能发电机等。

2)提高能源利用率

基于系统稳定性和经济性的考虑,分布式发电系统要存储一定数量的电能,用以应付突发事件。随着电力电子学、材料学等学科的发展,储能技术得到了迅速的发展,为分布式发电(DG)提供了很大的空间。分布式发电与储能技术的结合大大提高了系统的能源利用率,改善了系统的热经济性。储能在分布式发电中的作用主要有以下 3 个方面:改善电能质量,维持系统稳定。在风力发电中,风速的变化会使原动机输出机械功率发生变化,从而使发电机输出功率产生波动而使电能质量下降。应用储能装置是改善发电机输出电压和频率质量的有效途径,同时增加了分布式发电机组与电网并网运行时的可靠性。可靠的分布式发电单元与储能装置的结合是解决诸如电压跌落、涌流和瞬时供电中断等动态电能质量问题的有效手段之一。在分布式发电装置不能正常工作时向用户提供电力。在一些特殊情况下,如太阳能发电的夜间,风力发电无风时,储能装置能够起到过渡的作用,持续向用户供电。提高分布式发电单元拥有者的经济效益。在电力市场的环境下,分布式发电单元与电网并网运行,有了足够的储存电力,分布式发电单元成为可调度的机组单元,发电单元拥有者可以根据不同情况向电力公司卖电,提供调峰和紧急功率支持等服务,获取最大的经济效益。储能技术的形式多样,主要有蓄电池储能、超导储能、飞轮储能、电解水制氢储能等。

分布式发电受地理位置及环境状况等因素的约束,在进行分布式发电系统规划时,要根据该地区所处的地理位置环境综合考虑各种衡量指标,从而确定采用何种发电方式。当发电容量满足该地区的负荷时,电网可退出运行,在必要的时候才投入运行。因为目前分布式发电中应用比较成熟的是风力发电和太阳能发电,而这两种发电方式受环境的影响较大,输出功率不稳定。同时,就目前的技术而言,储能系统的容量也是很有限的,不能长时间提供功率来对应分布式发电容量的不足。在分布式电源和储能容量不足时,需电网向负荷供电,以满足

负荷的需求;当发电容量不足该地区的负荷时,电网并入系统且正常运行,两者共同向负荷供电,但尽可能地利用分布式电源;当发电容量超过该地区的负荷时,电网也并入系统,分布式发电将多余的电能送向电网。分布式电源的类型应根据地区的具体情况选择,可能是一种分布式电源,也可能是多种分布式电源及其与储能装置组合起来共同发电,即复合分布式发电。为提高能源的利用率,复合分布式发电技术已成为分布式发电技术发展的主要趋势之一。储能装置的容量及类型应根据分布式电源及其负荷的波动程度作相应的选择。

3) 黑启动中的备用电源

所谓黑启动,是指整个系统因故障停运后,系统全部停电(不排除孤立小电网仍维持运行),处于全“黑”状态,不依赖别的网络帮助,通过系统中具有自启动能力的发电机组启动,带动无自启动能力的发电机组,逐渐扩大系统恢复范围,最终实现整个系统的恢复。黑启动的关键是电源点的启动,水轮发电机组与火电、核电机组相比,具有辅助设备简单、厂用电少,启动速度快等优点,理所当然成为黑启动电源的首选。机组具有黑启动功能不仅是电站在全厂失电情况下安全生产自救的必要措施,也是电网发展的需要。在电网大面积停电后,采取电网黑启动措施,将大大减少电网停电时间,尽快恢复电网的正常运行。所有这些机组包括超临界燃煤机组和燃气—蒸气联合循环机组均需要辅机提供启动功率才能实现自启动,提供如此之大的备用容量是不经济的,尤其是备用柴油机。根据故障发生后 DG 能否作为系统的备用电源可分为 BDG (black-start DG) 与 NBDG (non black-start DG)。BDG 包括联合发电机组、无源逆变器及他励型发电机组等,此外,带有储能装置的风能发电及太阳能发电也可归入 BDG。这类 DG 可以作为系统的备用电源。NBDG 包括自励型发电机组以及未配备储能装置的风能发电及太阳能发电等。该类 DG 不能作为系统的备用电源。考虑到黑启动设备在电网正常运行时通常是不经济的,电网公司通常与相关电厂签订与黑启动相应的商业协议。MT(微型燃气轮机)能够很好地改善这种状况,它既能作为分布

式发电在正常情况下并网或孤立运行,也能在黑启动这类紧急状况下提供备用。并且单台 MT 的效率通常在 25%~35%之间,冷热电联合循环的 MT 通常能获得 80%以上的效率,且氮氧化物排放量能够控制在较低的水平。

黑启动策略的选择受网内主要发电机组电源和黑启动电源分布影响很大。黑启动分区展开在电网恢复速度上有明显的优势,电网发生大面积停电后,应当先将电网分割为多个子系统,同时启动各子系统中具有黑启动能力的机组,建立稳定的各个子系统,并实现同步并列,这是恢复电网运行的最有效的方法,因此在黑启动方案中应考虑多个黑启动电源。

5 结论

文章对分布式电源及微网在智能配电网自愈功能实现中的作用进行了初步探讨。目前智能配电网建设刚刚起步,在规划阶段合理考虑和布置分布式电源与微网在智能配电网中的作用,对于智能配电网自愈功能的实现具有重要意义。

参考文献

- [1] 徐丙垠,李天友,薛永端等.智能配电网讲座[J].供用电,2009,26(03):81-84.
- [2] 马其燕,秦立军.智能配电网关键技术[J].现代电力,2010,27(02):39-44.
- [3] Jim McDonald. Adaptive intelligent power systems: Active distribution networks[J].Energy Policy, Volume 36, Issue 12, December 2008,4346-4351.
- [4] 张铁峰,王江涛,苑津莎.智能配电网研究[J].电力系统通信,2007,28(181):49-52.

Abstract: The definition of distributed generation (DG), microgrid, smart distribution grid (SDG) is given. The paper analyzes the effects of DG and microgrid in SDG self-healing function implemented from power supply reliability, the utilization of energy and the start-up power supply in black start-up. It also points out that the effects and location of DG and microgrid in SDG should be considered reasonable in Planning for SDG.

Key words: distributed generation; microgrid; smart distribution grid; self-healing function