

微网并网运行存在的问题及应对措施

安典强¹, 常喜强², 李梅³, 张新燕¹

(1. 新疆大学电气工程学院 新疆 乌鲁木齐 830047; 2. 新疆电力调度通信中心, 新疆 乌鲁木齐 830002; 3. 自治区计量测试研究院 新疆 乌鲁木齐 830000)

摘要: 介绍了微网的定义及特点。针对微网并网运行存在的问题进行分析研究, 并提出相应应对措施及建议, 为微网并网运行提供参考。

关键词: 微网; 并网; 技术措施

Abstract: The definition and characteristics of microgrid is introduced. The problems existing in integrated operation of the microgrid are analyzed and studied. The corresponding countermeasures and suggestions are put forward, which will provide a reference for the integrated operation of microgrid.

Key words: microgrid; grid connection; technical measures

中图分类号: TM744 文献标志码: B 文章编号: 1003-6954(2012)04-0001-04

0 引言

随着全球常规能源的逐渐枯竭和环境的污染, 世界各个国家能源结构也在逐渐调整。分布式发电逐渐登上历史舞台, 分布式发电具有灵活、分散、小型、靠近用户、使用清洁能源、可与环境兼容等优点, 能提高局部供电可靠性、减少输电损耗、提高一次能源的利用率以及减少废气排放, 在配电网中得到广泛的应用, 具有很好的应用前景。但是 DGs 的大规模渗透也产生了一些负面影响。如分布式发电单机接入成本较高, 控制较复杂^[1]。另外, 从系统的角度来分析, DGs 是不可控的发电单元, 因此系统总是试图采取隔离、切机的方式来控制微型发电系统, 以消除其对大系统的电压和频率的冲击^[1]。微网的提出整合了分布式发电的优势, 削弱了分布式发电对电网的冲击和负面影响, 充分发挥了 DGs 的效益和价值。但微网并网运行还存在很多问题, 根据微网的定义、特点, 对微网并网运行存在的问题进行分析研究并提出相应应对措施及建议。

1 微网的定义及特点

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51010105064 2011211 A016, BS100122)

1.1 微网的概念

微网, 顾名思义, 也称微电网, 是指由分布式电源(DG)、储能装置、能量转换装置、相关负荷和监控、保护装置汇集而成的小型发配电系统。

1.2 微网的特点

微电网将发电机、负荷、储能装置及控制装置整合在一起, 弥补了分布式发电系统的不足, 具有低成本、低电压、低污染等优点。微网并网甚至能起到削峰填谷的作用。但由于分布式电源的间歇性、复杂性、多样性、不稳定性, 微网并网存在并网、离网两种运行方式, 使得微网并网还存在许多问题。

2 微网并网存在问题分析研究及应对措施

2.1 对电网电压、频率的影响及应对

传统的配电网是一个放射状结构的无源网络, 潮流是单向流动的, 为了使配电网在不同的负荷下维持相对稳定的电压水平, 其电压调整主要依靠上级变电站内变压器有载调压分接开关的切换及无功补偿电容器的投退来实现, VQC 装置根据主变压器负载情况、电压水平等因数来自动调节分接开关位置, 一般采用逆调压方式即当主变压器负荷增大时, 调高主变压器二次侧电压^[1]。微网接入后, 其内的 DG 向电网注入有功功率和无功功率改变了配电网

单向潮流流向。微网接入电网后电网无功增加所以节点电压升高。 $U' = U + \Delta U$ (U' 为接入微网后节点电压; U 为未接入微网时节点电压)。现在就需要根据电压波动情况来调节变压器分接头以适应变化,增加了电网调度的难度。而当微网突然退出时,无功补偿迅速减少,使电网电压下降很大,给电网稳定运行带来威胁。同时微网内部的风电、光伏等电源出力一方面受天气等影响,一定程度上也受用户或业主控制,给电网的控制和管理又增加了困难。此外,微网不同的接入点与微网容量的大小都会对电网电压带来不同的影响。

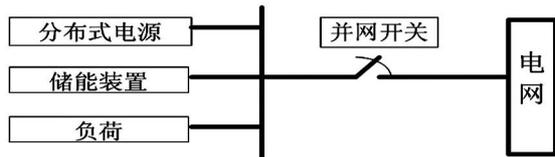


图1 微网并网结构图

微网内分布式电源实际上一个谐波源,微网内电力电子器件产生的大量谐波也注入电网^[5],给电网频率稳定带来挑战。现阶段电网对微网的接纳还很差,只能是电网选择它能接受的微网,而不能随机大量的微网接入电网,最主要原因在于微网并网还不能达到柔性并网。为克服这些问题,应从以下几点做起。

- (1) 研制产生谐波尽量少的的电力电子器件;
- (2) 进行无功动态补偿(SVC,SVG,STATCOM等);
- (3) 根据实际情况合理设置微网容量,使电网尽可能消纳微网产生的问题;
- (4) 考虑微网蓄电池储能。

2.2 对电网保护整定的影响及对策

微网即是“电源”又是“负载”。当微网内分布式电源能够满足微网内负载供电时向大电网送电,呈现“电源”特性。当不能满足时电网向微网馈电,呈现“负载”特性。微网的接入改变了配电网功率单向流动的特点(成为双向潮流)。大量微网的接入使电网产生了大量的随机性潮流,使电网潮流流向和分布发生改变。传统的配电系统在微电网接入前是辐射状单端电源供电系统,无源放射性网络配电网的继电保护是根据配电网这个特点来设计和运行的。馈线上的保护不需要安装方向元件,且多为三段式电流保护。^[5]微网引入后,配电网成为一个有源网络(active distribution),使得原来的继电保护不能满足要求,当

电网发生系统故障后其原有的故障电气特征将发生巨大变化,此时微电网可能呈现电源特性,即向故障供出故障电流。传统的检测故障方法和继电保护不能再满足要求。现做如下分析。

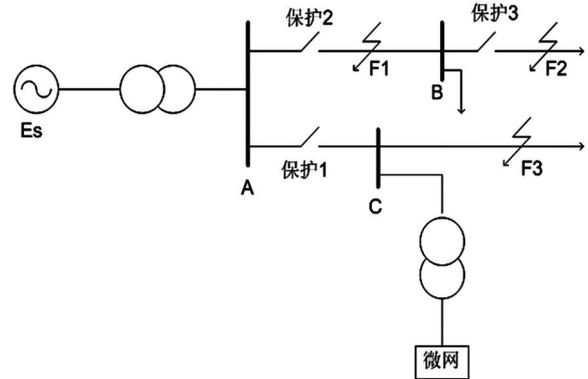


图2 含微网电网不同点的故障示意图

(1) 微网接入可能会导致误动作,而且当微网DG输出功率越大,影响越严重。

如图2所示, F_1 处发生短路故障,未接入微网时,由系统电源向其提供短路电流,对保护1没有影响。当短路电流足够大时,保护2动作切除故障。接入微网后,微网内的DG也向 F_1 提供短路电流,当微网DG功率足够大时,由微网DG向 F_1 提供的短路电流大于保护1电流整定值时,保护1动作,造成误动^[4]。

(2) 微网接入可能会导致保护灵敏度降低,而且当微网DG输出功率越大,影响越严重。

如图2所示,当 F_3 处发生短路故障时,没有接入微网系统电源向故障点提供短路电流,短路电流大于保护1的整定电流时保护1动作,切除故障。并入微网后,微网内DG可能同时与系统电源向故障点提供短路电流,由于DG分流作用,流过保护1的故障电流减小,使其灵敏度降低,微网DG输出功率越大保护1感受到的短路电流越小,灵敏度也越差,甚至造成拒动^[4]。

(3) 当故障点位于DG上游,由于没有方向元件,DG上游的各保护之间可能会失去选择性。

如图2所示,当 F_2 处发生短路,未接入微网时,有系统电源向其提供短路电流,保护2、3协同作用,由保护3切除故障。当微网接入后,微网DG也向其提供短路电流,流过保护2的短路电流变大,微网DG功率越大,流经保护2的短路电流越大,当达到一定值时,保护2动作,切除故障,保护2、3失去选择性,并使停电面积增大。

此外,当微网接入电网馈线始端母线、末端母线时对电网保护也有不同影响,这里不再赘述。

因此对微网接入电网的保护应借鉴输电系统的一些保护设计原则,例如方向、阻抗、差动等加以分析并重新配置;对传统保护系统的适应性和技术进行改造;制定电网、微网保护的协调配合机制。

2.3 对重合闸的影响

众所周知,在电力系统中发生的故障大多为瞬时性故障,重合闸的应用提高了系统供电可靠性,减少了电网维护的工作量。在传统电网结构下,重合闸的工作不会对电网产生任何冲击和破坏。当微网接入后,由于 DG 的存在可能产生威胁。下面就重合闸与继电保护的两种配合方式(自动重合闸前加速和自动重合闸后加速)进行分析。

(1) 对自动重合闸前加速的影响

在某些情况下,当线路断路器断开后,微网未能解列,造成非同期合闸,使电网与微网遭受非同期合闸的冲击,如图 3。

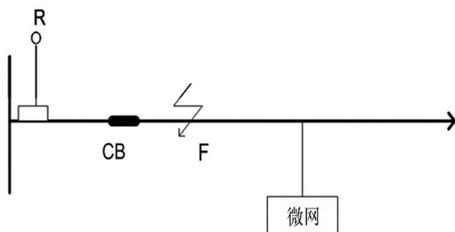


图 3 自动重合闸前加速故障

如图 3 所示,当 F 处发生故障断路器 CB 跳闸后微网并未解列,微网 DG 与系统电势有可能失去同步,使电网与微网受到非同期合闸的冲击。同时反向电流可能对设备造成损坏。

(2) 对自动重合闸后加速的影响

与前加速保护不同的是当线路发生故障后,保护有选择性地切除故障,重合闸进行一次重合后恢复供电。而且每台断路器都配有完备的保护系统和重合闸装置。

如图 4 所示,当 F 处故障时, CB1 断开。微网 DG 向其提供短路电流,使故障点电弧不能熄灭。当微网 DG 提供的短路电流大于 CB2 处整定电流后 CB2 动作增大停电面积。然而 CB1 重合后又可能造成非同期重合问题。

应对措施如下。

(1) 对自动重合闸装置进行改进。在微网 DG 处安装低周期、低压解列装置;

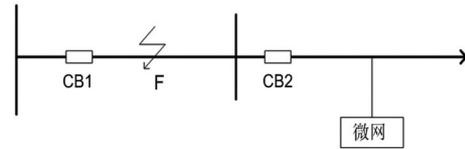


图 4 自动重合闸后加速故障

(2) 研究一种新的继电保护与重合闸配合方式,使微网在重合闸之前解列,或加设通讯线路使微网解列。

2.4 对短路容量的影响及对策

微网即是“电源”又是“负载”。当微网内分布式电源能够满足微网内负载供电时向大电网送电,呈现“电源”特性。当电网故障时,微网内的 DG 会向故障点注入短路电流,如果并网的大量微网都呈现“电源”特性,会对电网的短路容量产生很大的影响。

(1) 将增加电网的短路容量,可能会对电气设备的动热稳定产生不利影响。

(2) 对于短路容量接近额定遮断容量的断路器而言,其影响甚至是危险的。

对策如下。

(1) 改变配电网的运行方式,或在适当地点装设限流电抗器;

(2) 在选址阶段,根据电网状况选择合适的 DG 接入位置。

2.5 孤岛效应

孤岛效应是指由于某种原因电网断电而微网继续向电网提供电能。微网接入电网运行有可能会产生孤岛效应。孤岛效应的产生会对电网、工作人员等产生很大影响。

(1) 孤岛效应发生后微网内电压、频率失去电网的支撑会发生较大波动,从而损坏配电设备和用户设备^[7]。而当电网回复时,可能会产生很大冲击电流给设备带来损坏。

(2) 干扰电网的正常合闸。

(3) 孤岛效应发生后微网内的 DG 有可能对电网故障点继续供电,这给维修工作人员带来危险。

应对孤岛效应的危害主要是预防为主,通过各种检测方法提前知道是否发生孤岛效应。主要的检测方法有:被动检测、主动式检测。

2.6 对供电可靠性的影响及对策

微网即是“电源”又是“负载”。当微网内分布式电源能够满足微网内负载供电时向大电网送电,

呈现“电源”特性。当不能满足时电网向微网馈电，呈现“负荷”特性。因此微网接入电网会对电网的供电可靠性也会存在一定的影响。

当在电网供电能力不足的情况下，而微网又呈现“电源”特性，微网向电网输送电力，满足了本来须限电用户的用电需求。同时，在电网多发时而微网呈现“负荷”特性。消纳了电网的出力。这时微网起到了削峰填谷的作用，对提高供电可靠性及稳定起到了重要作用。反过来说微网则会对电网的供电可靠性及稳定带来危害。

对策如下。

(1) 合理配置微网容量，并设置蓄电装置尽量减少对电网的不利影响；

(2) 通过有规划的孤岛运行模式提高电网供电的可靠性^[11]。

3 结 论

根据微网运行经验及自身特点，大规模并网带来的主要问题是微网内分布式电源的波动性和随机性，引起微网内功率的不平衡随时间变化而导致的安全隐患及薄弱系统的稳定性与电能质量问题，对电网的规划、建设、保护、运行调度、分析控制、经济运行和电能质量等产生一定的影响。

微网技术虽然在中国还不成熟，还有很多技术方面的、政策方面的、管理方面的问题有待解决，但它顺应了中国大力促进可再生能源发电、走可持续发展道路的要求，因此对其进行深入研究具有重大意义。

参考文献

[1] 黄伟,孙昶辉,吴子平,等. 含分布式发电系统的微网技术研究综述[J]. 电网技术 2009 33(9):14-18.

[2] 洪峰,陈金福,段献忠. 微网发展现状研究及展望[C]. 中国高等学院电力系统及其自动化专业第二十四届学术年会论文集(新能源发电):2661-2666.

[3] 赵波,李鹏,童杭伟,等. 从分布式发电到微网的研究

综述[J]. 浙江电力 2010 29(3):1-5.

[4] 刘林,李建兵,刘靖涛,等. 分布式发电对配电网继电保护和重合闸的影响[J]. 四川电力技术,2011,34(1):44-46.

[5] 张献斌,王丽娟. 浅谈分布式发电对配电网及重合闸的影响[J]. 工业科技 2009 38(6):60-61.

[6] 庞建业,夏晓宾,房牧. 分布式发电对配电网继电保护的影响[J]. 继电器 2007 5(11):6-8.

[7] 姚丹,张兴. 分布式发电系统孤岛效应的研究[D]. 合肥:合肥工业大学,2006:12-13.

[8] lassetter R, akhil A, marnay C, et al. The CERTS Micro-grid Concept [EB / OL]. [2008 - 10 - 18]. CERTS. <http://certs.lbl.gov/pdf/50829.pdf>.

[9] Laaksonen Hannu, Kauhaniemi Kimmo. Voltage and Current THD in Microgrid with Different DG Unit and Load Configurations [C] // SmartGrids for Distribution, CIR-ED Seminar, Austria, 2008.

[10] 盛鹏,孔力,齐智平,等. 新型电网-微电网(Micro-grid)研究综述[J]. 继电器 2006 35(12):75-81.

[11] 顾定军. 分布式发电对电网的影响及对策[J]. 电力系统 2010(8):140-144.

[12] 李鹏,张玲,王伟,等. 微网技术应用与分析[J]. 电力系统自动化 2009 33(20):109-115.

[13] 丁明,张颖媛,茆美琴. 微网研究中的关键技术[J]. 电网技术 2009 33(11):6-11.

[14] 裴玮,李澍森,李惠宇,等. 微网运行控制的关键技术及其测试平台[J]. 电力系统自动化 2010 34(1):94-99.

[15] 李鹏,张玲,盛银波. 新能源及可再生能源并网发电规模化应用的有效途径——微网技术[J]. 华北电力大学学报 2009 36(1):10-14.

作者简介:

安典强(1986),男,硕士研究生,研究方向为电工理论与新技术;

常喜强(1978),男,高级工程师,从事电力系统安全稳定性的研究;

张新燕(1964),女,教授,硕士研究生导师,从事风力发电机组故障诊断方面的研究。

(收稿日期:2012-05-07)

欢迎订阅 欢迎投稿