

浅析分布式发电技术及应用现状分析

殷亮

国网湘西供电公司

DOI:10.12238/jpm.v4i10.6311

[摘要] 分布式发电以其灵活性和可持续性的特点得到了迅猛发展,为节点电压的支持、潮流变化的控制、网络损耗的改善等方面带来了重要作用。论文首先对分布式电源的优势和弊端进行了分析,在此基础上,阐述了分布式电源(Distributed Generation, DG)对电力系统的影响。最后,主要针对分布式电源的选址和定容问题的研究现状进行了重点分析,并对分布式发电的发展趋势进行了展望。

[关键词] 分布式发电, 配电网, 可再生能源, 规划, 选址定容

Analysis of distributed generation technology and application status

Yin Liang

(State Grid Xiangxi Power Supply Company, Jishou, Hunan 416000)

[Abstract] Distributed power generation has developed rapidly with its flexibility and sustainability, which has played an important role in the support of node voltage, the control of power flow change, and the improvement of network loss. The paper first analyzes the advantages and disadvantages of distributed power supply, and on this basis, the influence of distributed power supply (Distributed Generation, DG) on the power system is expounded. Finally, the research status of site selection and fixed capacity of distributed power supply is analyzed, and the development trend of distributed power generation is discussed.

[Key words] distributed power generation, power distribution network, renewable energy, planning, site selection and fixed capacity

随着现代社会的发展,对电力的需求量也急剧上升,对电力产业提出了更高的要求。目前,大型电厂主要使用不可再生能源如煤炭、石油和天然气进行发电,但随着电力需求的增加,化石能源的储备量急剧下降。此外,化石燃料会污染环境,并产生严重的温室效应,对人类的生存构成严重威胁^[1]。因此,在实践中必须探索清洁和可再生能源的发电方式。而分布式发电系统因其灵活性等优势成为政策推广和发展的重点项目,也引起了业界的广泛关注。随着国家政策和技术的不断进步,分布式可再生发电系统的发展势头迅猛。

传统电网必须与分布式电源相结合,以吸取分布式电源的优势。这种巧妙结合可以使传统电力系统更加灵活,提高供电的安全性和可靠性。国内外许多研究者认为,这种相互协调和辅助的发电方式不仅是我国,也是全球电力产业发展的必然趋势^[2-3]。合理规划分布式电源和配电网的设计可以大大提高利用率,并提高电网整体运行的保障,因此,分布式电源与大电网相结合将成为未来发展的新方向。

1、分布式发电的利弊分析

而对于分布式电源来说,其具有低污染,多模式的发电方式,运行费用低的优点是传统集中发电不能实现的。随着科技

发展增加对它的研究,如果能够将分布式发电与大规模电网相结合,可以使电力投资的成本降低,得到更有利的方式发电^[4-6]。分布式发电其主要优势概括:

(1) 分布式发电的可靠性和稳定性。将分散式发电加入到配电网中,使用户可以自主选择分布式发电站,有效地避免了大规模停电。当分布式发电出现事故和线路受损时,发电系统依然能够供电,安全和可持续利用程度提高。

(2) 能源投资成本低,利用效率更高且环保。目前,发电技术能够使用天然气作为燃料来源,也可使用氢气、太阳能、风能等能源,和传统火力发电不同,分布式发电产生出来的污染物要少很多,有效减轻保护环境带来的压力,符合我国可持续发展的要求。

(3) 分布式发电的灵活性更高,可以降低电力损耗。减少新电厂、变电站和配电站的建设,同时,将电力系统的电力用户端与分布式发电电源连接后,能够灵活地控制分布式发电设备的负荷。对于分布式发电设备来说,启动运行仅仅几秒钟,用户能控制每小时的发电量。而值得让人思考的是在后续信息化科技化的时代中,对于电能的利用和需求只会越来越大,分布式电源的利用,能够对电源的多样化提供帮助,分布式电源

的利用能够最大限度的优化能源的使用率其选址定容直接影响到电源的利用空间和生产质量。

分布式发电的蓬勃发展，虽然有助于社会经济的繁荣发展，促进生产生活，同时也存在一些潜在弊端。当分布式电源接入中低压配电网时，配电网的潮流通常会发生变化。必须科学地确定分布式电源的接入点和容量，以保障配电网的正常运行。缺乏科学规划和设计的分布式电源，无论是在选择接入位置上还是接入容量上，都会导致配电网电压异常、网络损失加剧、潮流反向或过载，甚至威胁用电安全。但是，由于并网时需使用升压变压器，变压器可以消除一些谐波。由于分布式电源通常容量较小，且大多采用异步电动机或逆变器并网，所以在配电网出现故障时，分布式电源对短路电流和故障特性的影响相对较小，因此其继电保护出现问题后也更容易应对。要全面考虑分布式电源接入配电网的容量和位置的科学性，合理的设计和布局能更大程度地保障电网的安全，充分发挥分布式电源的优势，并积极促进电网运行和经济发展。

2、分布式电源对电网的影响分析

2.1 系统可靠性的影响

分布式发电对系统可靠性的影响可能是积极的，也可能是消极的，要根据具体情况进行分析^[7]。

(1) 稳定性影响

分布式电源的出现，增加了电网的复杂性，降低了电网的稳定性。来自分布式电源的不稳定能源会造成电网的电压和频率波动，从而影响电网的稳定性。如果连接了太多的分布式电源，就会出现过压和过载问题，进一步影响电网的稳定性。

(2) 供电可靠性影响

接入分布式能源可以提高电网的可靠性，因为分布式能源可以在中央电厂发生故障时提供备用电力。但是，如果接入过多的分布式能源，会对电网的供电可靠性产生负面影响。由于分布式能源的负荷和电网的负荷不能匹配，电网中会出现负荷不平衡的情况，影响电网的可靠性。

(3) 安全性影响

安装分布式电源需要改变和升级网络安全系统，否则会影响电网的可靠运行。此外，还必须考虑到分布式电源对电网短路和故障电流的影响，以确保电网的安全、可靠运行。

2.2 系统网损的影响

分布式电源并网对电网损失的影响，可以用以下三种情况来大致考虑^[8]：

(1) 连接到每个负荷点的分布式电源功率小于该节点的负荷，接入分布式电源可以减少配电网的损失。

(2) 至少有一个负荷节点与分布式电源相连，并且其容量大于该节点的负荷，但与系统相连的分布式电源的总容量小于该系统的总负荷，由于接入分布式电源而导致的配网损失仍然较低，但局部地区的线损可能会增加。

(3) 如果至少有一个负荷节点与分布式电源连接，其容量大于该节点的负荷，且超过总负荷的两倍，那么分布式电源

的连接将不可避免地增加系统损耗。因此，分布式电源互联器对配电网损耗的影响与配电网的拓扑结构、总负荷、分布式电源互联器的位置和互联器的容量直接相关。此外，光伏发电机和风力涡轮机的可变性和随机性将使容量取决于环境。如果连接到配电网的分布式能源资源是上述两种类型，这将导致系统不稳定，使系统损失的分析变得复杂。

2.3 电能质量的影响

连接分布式电源会引起电压波动和谐波干扰。当分布式能源连接到电网时，其输出功率的不稳定性会引起电网的电压波动，特别是在低电压情况下^[9]。此外，分布式电源内部的逆变器电子器件也可能产生谐波，进一步增加电网的谐波含量，影响电压质量。

为了减少分布式能源对电压质量的影响，我们可以采取一些措施。我们可以控制分布式能源的容量，调节它何时和如何连接到电网，以尽量减少它对电压质量的影响。另一方面，我们可以采用电力电子器件等技术，对分布式电源进行谐波滤波和电压调节，减少其对电网电压质量的影响。

3、分布式电源的选址与定容研究现状分析

随着经济全球化的高速发展以及科技的飞速进步，世界各国的政治、经济、文化和科技发展方面在共同学习进步，其中对分布式电源的选址和定容问题的探索和发现，在涉及电源的使用和产生的基础上提升效率有利于资源利用和经济发展^[10]。而通过对配电网中含分布式电源的规划和配置，对其进行有效的选址定容可以高效利用电源的方法是个国家关注的重点，突破关键性问题能够给国内外的经济和科技发展带来巨大的提升和进步，而有关分布式电源在接入配电网中的规划配置这方面研究主要集中在以下几个方面：

(1) 分布式电源包含有多重发电方式（类似于风力发电、太阳能发电），这些能源虽然属于可再生能源是符合了能源的可持续利用，但是在发电和能源使用的过程中要考虑环境因素（温度、气候、地形、）带来的影响，这种环境因素会给电源输出具有一定的不可控性质，导致其能量的波动和输出的可靠性不稳定。能够对此方面进行研究了解变化规律有利于分布式发电的运行。

(2) 配电网中有关 DG 的规划配置，根据传统的集中发电的缺陷进行改进利用分布式发电接入配电网中，如何在保证节省成本和资源的同时生产出满足用户需求的电能，当接在配电网中的分布式电源选址不对，很可能会影响到电力系统的网损、电压质量，不利于系统稳定可控运行。

国内外学者在研究分布式电源的选址定容上通过改进算法和模型建立来分析分布式电源的并网运行以及分布式电源在不同配电网中的规划和配置。如文献[10-11]利用优化算法对配送网络中分布式生产的位置和能力进行优化，然后采用最优轮盘策略、粒子群优化策略和动态相对控制参数对蚁群优化算法进行改进，以提高算法群体的多样性和优化效率，使用改进的蚁群优化算法来优化已建立的函数，并使用 DG 优化配电

网络的网路结构,以获得更好的结构重建结果。文献[12-13]以配电系统安全性为依据,解决了分布电源的最优分配问题,提出了一种基于安全边界的两级分布式电源优化分配算法,该算法利用传统的安全边界数学模型,求出了馈线的安全距离。通过对馈线安全距离的雷达图象分析,确定了馈线筛选指标,并对安全性差的馈线进行了分配。

根据上述分析,配电网的运行与规划将会受到很大的影响,而分布式电源的存在使得负荷预测、规划、运行等方面的不确定性较大。而且,由于有很多用户将会在配电网路上安装分布式电源,这就使得配电网的规划设计工作变得更加困难,也更加难以对其进行精确的预测,进而影响到以后的计划。分布式电力系统的选址与定容是一类多目标中的最佳方案,通过分析其对电力系统的影响,确定其最佳的位置和大小,以保证其在逐渐渗透的同时,不会损害电力系统自身的安全与经济性。

4、总结与展望

分布式电源逐渐能够满足大众所需,在大力提倡节能减排的今天,必须更加重视分布式发电系统的应用,以有效地解决电力系统的环境问题,实现可持续发展。应更多地关注分布式电源的布局、容量和运行方式,其分布式电源对于配电网的节点电压、线路潮流、短路电流和网损都有重大的影响。在分布式电源的开发规划等方面应进一步开展深入研究,如负荷的发展规律存在较大的不确定性,有必要对含分布式电源的配电网负荷预测进行有针对性的研究。以风能、太阳能等可再生能源为主的分布式发电系统,其有功功率与常规电站相比,存在着明显的波动性,而且该波动性受到天气等自然因素的影响,难以进行有效调控,其功率输出也呈现出随机性。为此,需要对其进行计划与统计分析,并对其进行精确建模等。通过不断深入研究从而有效地利用分布式电源获得最大的收益,将为电力系统带来更丰厚的经济和社会效益。

[参考文献]

[1]吕毅,梁文波,王庆,刘恩涛.面向能源互联的主动配电网选址定容研究[J/OL].电气传动:1-8[2023-05-18].

[2]杨扬,王彤.基于多目标双层规划的分布式电源选址定容[J/OL].华北电力大学学报(自然科学版):1-12[2023-05-18].

[3]杨博,俞磊,王俊婷,束洪春,曹璞璘,余涛.基于自适应蝠鲞觅食优化算法的分布式电源选址定容[J].上海交通大学学报,2021,55(12):1673-1688.

[4]方嘉伟.分布式光伏电源接入配电网选址定容及无功控制研究[D].广西大学,2021

[5]柳康,高桂革,文传博.基于改进蚁狮算法的分布式电源选址定容方法[J].上海电机学院学报,2021,24(03):125-129.

[6]方嘉伟,谢玲玲.基于 SVM-MODE 算法的分布式电源选址定容研究[J].电气技术与经济,2021(03):1-7.

[7]郑建,徐青山,施雨松.基于启发式矩匹配法的分布式电源选址定容方法[J].电力系统及其自动化学报,2021,33(08):15-23.

[8]王涛,贺春光,周兴华,邵华,耿光飞,檀晓林.基于分布式电源选址定容的配网降损方法研究[J].可再生能源,2020,38(09):1246-1251.

[9]曹振其,彭敏放,沈美娥.考虑源荷不确定性的分布式电源选址定容[J].电力系统及其自动化学报,2021,33(02):59-65.

[10]肖鱼.考虑可靠性的分布式电源选址定容规划研究综述[J].电力设备管理,2020(06):157-160.

[11]盖克胜,陈焕浩.计及供电可靠性的多目标分布式电源选址定容方法[J].湖南电力,2020,40(03):5-11.

[12]邓景松,王英民,孙迪飞,晏寒婷,何俸禄.计及风险的含电动汽车配电网分布式电源选址定容优化[J].微型电脑应用,2020,36(05):64-67+88.

[13]卢光辉,滕欢,廖寒逊,吴泽穹.基于改进天牛须搜索算法的分布式电源选址定容[J].电测与仪表,2019,56(17):6-12.