

分布式电源对配网供电电压质量的影响与改善解析

叶一博

国网浙江省电力有限公司温岭市供电公司, 浙江 台州 317500

摘要 : 由于我国社会经济的不断发展、人口的不断增多, 以工商业为代表的城市居民用电负荷呈递增趋势, 也因此增加了电量消耗。但是, 伴随着对电源资源的消耗越来越大, 我国人均用电资源也越来越少, 在将来很有可能会发生能源枯竭的问题。为了防止这样的局面发生, 我们目前已经开始关注电力领域的技术发展, 并对电力领域中长期存在的一些问题展开深入的探讨, 对分布式电源对配网供电电压的质量的影响展开深入的分析, 并给出切实可行的改进措施, 从而在一定程度上, 对配电网供电电压的质量进行改进, 从而达到降低能源投资、降低能源消耗、提升资源的人均占有率以及用电用户的供电质量及供电安全性的目的。

关键词 : 分布式电源; 配网供电电压质量; 影响分析; 改善措施

中图分类号 : U223

文献标识码 : A

文章编号 : 2023030075

Analysis of the Impact and Improvement of Distributed Power Supplies on Distribution Network Power Supply Voltage Quality

Ye Yibo

Wenling Power Supply Company, State Grid Zhejiang Electric Power Co., Ltd., Taizhou, Zhejiang 317500

Abstract : Due to the continuous development of China's social economy and the increasing population, the power load of urban residents, represented by industry and commerce, has been increasing, which also increases the power consumption. However, along with the increasing consumption of power resources, China's per capita power resources are becoming less and less, and it is very likely that the problem of energy depletion will occur in the future. In order to prevent such a situation, we have begun to pay attention to the technological development in the field of electric power, and to carry out in-depth discussions on some of the long-standing problems in the field of electric power, to carry out an in-depth analysis of the impact of distributed power on the quality of power supply voltage in the distribution network, and to give practical improvement measures, so that, to a certain extent, the quality of power supply voltage in distribution network can be improved, the purpose of reducing energy investment, reducing energy consumption, improving the per capita occupancy rate of resources, as well as the quality and safety of power supply for electricity users can be achieved.

Key words : distributed power supply; distribution network power supply voltage quality; impact analysis; improvement measures

我国不断提高新能源利用率, 也逐步突出了传统配网供电模式的不足, 在电力行业不断研发出各种新型技术, 通过在实际工作中应用, 发现分布式供电方式可以降低整体供电成本, 而且可以节省能耗, 可以在最大限度上满足电力需求, 这也是我国电力行业重要的发展方向。

一、概述分布式电源

(一) 定义

对比传统的供电模式, 分布式电源主要包含小型功率模块式的独立电源, 而且利用的独立电源适用于各种环境, 可以归于电力部门和个人以及第三方机构所有, 可以同时满足配电网供电需求和个人的用电需求。用户自主安装的发电设备也属于分布

式电源的范畴, 可以实现热电、冷电联产。当期那我国的分布式电源包含小机组发电设施和火电型发电设施。分布式能源系统没有继续利用传统发电技术, 而是综合自动控制系统和先进材料技术以及制造工艺等, 形成新型能源生产系统, 具有低污染、灵活方便、可靠性等特点^[1]。

(二) 分类

分析分布式电源的不同使用领域, 可以获得分类方式。例如

在能源可再生领域中，可以划分分布式电源为两种类型，第一种类型为利用可再生能源的发电电源，这类电源利用的发电资源包括太阳能和风能等。第二种类型为不可再生能源发电，发电过程中主要是利用固体燃料，例如可以利用燃料电池和发电轮机等。根据分布式电源、配电系统连接形式进行分类，可以划分为旋转型和逆变型两种类型。

（三）发展现状

分布式电源可以通过分散方式开发利用推动风力和太阳能等可再生能源，从而满足偏远地区电力供应需求，而且可以保障供电质量和供电安全，高效的利用清洁能源。随着国家对资源与环保的日益紧张，大力发展分布式电源技术，能够实现节能减排的目的，提升电力供应的安全性及品质。在此基础上，提出了一种基于分布式电源资源状况、电力系统经营策略以及产业供电需求的分布式电源^[2]。资源条件直接决定着分布式电源的发展规模，而我国提出的电力系统管理政策关系到分布式电源发展速度，而分布式电源发展的成本则取决于行业供电的需求。

1. 资源条件

我国当前主要利用的清洁能源包括风能和太阳能，而我国三北和东南沿海地区具有丰富的风能资源，有利于集中开发风能。当前在开发风能资源的时候，主要是利用集中开发方式，分布式发电主要发挥着辅助作用。我国西北和华北地区集中太阳能资源，适合利用集中开发方式。

2. 电力系统管理政策

针对我国的电力系统管理政策，采取的电价方式为对小水电进行成本核算。针对风能资源发电和太阳能资源发电，利用的管理政策为杠杆上网电价，其中已经基本完善了小水电、太阳能发电、风能发电等发电政策^[3]。

3. 产业供电需求

我国不断提高产业工业化发展速度，再加上经济发展速度不断提高，因此增加了能源需求，导致能源供应过程越来越紧张，每年都在不断攀升用电量。因为我国使用的配电网技术不够先进，因此还需进一步提高分布式电源接受能力。

二、分布式电源对配网供电电压质量的影响

分布式电源在配电网电力系统中的应用发挥着重要的作用，如果分布式电源管理效果较差，不利于保障运行质量，那么分布式电源的使用将会影响到配电网供电电压质量，因此需要分析分布式电源对配网供电电压质量的影响。

（一）对电压分布运行的影响

传统的配电网连接单一分布式电源，将会影响到配电网电压分布和运行的稳定性，因为转变了配电网单一发电方式为多点分布式发电方式，因为无法统一每个发电点电源电压，那么和电源线路前端距离较远的部分，将会增加对电压的负面影响，距离较近的部分产生的影响相对较小^[4]。

（二）电压跌落

如果在供电系统中，变压器装置出现了三相电短路的情况，

在进行维护之后，技术人员可以合理利用分布式电源，并根据计算的比例在配电网接入适量的分布式电源，这样就可以使变压器装置的电压得以有效的提升，优化电力系统电压控制效果。另外，为了保证变压器的电压稳定性，可以合理增加分布式电源的功率。分布式电源可以将其分成两种，一种是同步机，另一种是逆变器，在对配电网中的电压跌落的现象进行处理的时候，可以使用到逆变器分布式电源。这是因为，相对于同步机分布式电源来说，逆变器分布式电源在电压功率处理速度以及信号传输质量方面，都有更好的表现^[5]。因此，在改善电压跌落时，应该选用逆变器分布方式。无论变压器的任何相位发生问题，都需要提高分布式电源的电压，避免出现电压跌落问题。但是，如果在使用分布式电源来提升变压器的电压功率的时候，如果不对其进行约束，很容易造成变压器电压过载，在这种条件下，无故障的相位电压也会随着提升而超过变压器的额定电压，影响到电变压器运行的稳定性，因此在控制电压跌落的时候，需要结合变压器上限。

（三）谐波问题

利用分布式电源的过程中，利用电力设备的变流装置在总配电网中接入，因此频繁开关电源，在开关和电源周边将会产生谐波分量，因此污染配电网本体。固定分布式电源接入电网的位置之后，分布型电源的总功率直接关系到电网馈线上的电压谐波畸变率，在电网总负荷中逐渐提高总功率的占比，将会增加电网同一条馈线发生谐波斜边问题的概率，如果问题比较严重，将会超过电压限制和安全值。因为在电网中不同位置安装分布型电源，因此增加了不同馈线谐波畸变率的不同，在靠近电网线路末端安装分布型电源，将会提高电网中不同网络节点的谐波电压畸变率，如果再靠近电网系统的母线位置安装分布型电源，那么将会降低网路节点谐波电压畸变率。

虽然利用分布型电源可能会影响到总配电网的供电质量，但是利用分布型电源之后，可以使整体电流质量因此提高，如果配电网具有较大的工作负荷，可以快速投入使用备用的分布型电源，可以保证配电网稳定性地供应电力资源^[6]。

（四）电压闪变

在常规条件下，传统配电网中，由于电压不稳将会引发电压闪变问题。增大使用分布式电源数量之后，导致电网中电压闪变现象的原因越来越多。以下是具体的原因：首先部分 DV 组件是因为使用者本身的技术水平较低而由使用者自行使用与管理，造成 DV 的使用与维修缺乏科学性。严重时，会引起不正常的起停，引起电压的跳动。其次，当 DG 在新一代电力系统中应用时，考虑到 DG 系统会受到自然条件、气候条件等因素的严重影响，因此 DG 系统的运行需要作出相应的调节。另外德国靠近使用分布式电源模块，极易产生相位效应，造成电压不稳定，最终演变为电压闪变。

（五）供电电压

配电网系统的结构类型以放射性为主，分布式电源接入配电网系统后会对供电电压产生影响，具体表现为：首先，因为分布式电源存在自主开合、发电波动等问题，必然会对用户的供电电

压产生影响,通常来说分布式电源会出现供电失稳、不牢固等问题,在特殊时期还有可能出现波动较大,不难发现分布式电源对配电网的供电电压产生了一定的威胁;其次会增加配电网系统的短路容量和提高系统的电压强度,从而造成了该地区的配网电压的波动,若与配网距离较近的部位发生了故障,则可以对母线电压的闪变和电压跌落进行控制。虽然,在配电网中,由于分布式能源的加入,会引起许多供电品质的问题。但是当配电网运行负载太大的时候,后备的分布式能源可以迅速而有规划地做出反应,极大地提升了配网供电的稳定性和可靠性。

(六)对电压评估的影响

接入分布式电源将会影响到并入点,从而产生冲击。因此需要合理设定电压变化评估点,并且将其作为分布式电源接入点。如果因为分布式电源改变配电网系统供电之后,将会改变吸纳路电流。实际DG接入电的电压变化情况公式如下: $\Delta U_{DGP} = (R_s + jX_s)(\Delta I_p + j\Delta I_p)$ 。通常情况不会增大大配线路相位移。因此可以忽视 ΔU_{PCC} 的垂直分量,在DG接入带你电压变化率评估过程中利用水平分量,可以利用公式: $D = \Delta U_{DGP}/U$ 。通过综合分析,分布式电源将会影响到配网电压,主要影响因素包括输入功率和分布式电源功率以及系统短路电流。

三、分布式电源对配网供电电压质量改善措施

(一)控制电压

对比逆变型分布式电源和旋转型分布式电压电源,逆变型分布式电源的应用效果更好一些,固定其他条件之后,逆变型分布式电源对配电网电压产生的影响比较小,虽然可再生资源分布式电源供电系统运行过程中缺乏稳定性,但是其优势也是非常显著的。如果配电网缺乏稳定的电压频率,利用逆变型分布式电源不利于有效处理系统内部电压波动^[7]。如果需要提高配电网吸纳路电压的稳定性,需要运用旋转型分布式电源,这是因为固定渗透率的背景下,利用旋转型分布式电源将会产生较强的短路电流,因此没有任何外界干扰因素,可以有效控制电压质量。

(二)储存能量

当前我国面临着严重的能源危机,因此我国不断提高节能环保

保的力度,大规模的推广可再生能源。而利用各种能源将会影响到发电稳定性。为了在发电过程中有效利用可再生能源,提高供电过程的稳定性,需要在配网供电系统中储存更多的电能,此外需要减少配电网供电系统短路容量。避免在利用储能节点存储电能的时候,在DG发电单元中存储能源,实现分布式电能储存,当前主要是利用飞轮和蓄电池作为储备介质。

(三)恢复配电网故障

在电力系统中的变压器出现问题,备用的分布式电源主要分为两种类型,可将其划分为黑启动分布式电源和非黑启动分布式电源两种。利用分布式电源的时候,则须尽早取得电力供应的同意。DPS的黑启动与非黑启动的DPS均能在电力系统中起到提高电力系统中的电压作用。在变压器发生故障之后,可以利用备用分布型电源,可以注入较大的电流功率,有利于尽快恢复电网正常供电,可以稳定性的供应电力资源。

(四)电压质量治理措施

在电网中引入DG后,由于DG的输入功率发生了改变,从而引起电网的电压品质降低。以一台感应式风力发电机为例子,它在接入配电系统后,会在对电力系统进行无功吸附的同时,加剧了对电力系统的干扰,提高了系统的电压波动速率^[8]。为克服分布式发电造成的电网电压品质恶化问题,可以从如下几个方面进行了探讨:一是感应式风力发电机本身没有任何的无功输出,通过对感应式风力发电机的无功补偿,可以提高电网的电压品质;由于DVR在电网中的有功变化会引起电网的不稳定,利用DVR对电网中的无功和有功进行实时补偿,可以有效地消除电网中的电压波动。通过采用各种存储方式,使分散能源的输出功率达到一定程度,可以起到一定的稳压作用。

结束语:

近些年在配网供电系统中不断引入分布式电源,也逐渐突出了分布式电源带来的影响,其的关键因素包括电压质量,因为电压质量直接关系到人们的生活质量,因此需要加强把控分布式电源对配网供电电压质量的影响,保证配电网可以高质量的供应电力资源。

参考文献:

- [1] 吴豫, 刘阳, 苗福丰等. 高渗透率分布式电源接入光伏网多元化电能双层调度研究 [J]. 高电压技术, 2023, 49(S1): 226-230.
- [2] 唐海天, 冯银平. 计及约束的分布式电源与配电网联合优化 [J]. 上海电力大学学报, 2023, 39(04): 345-352.
- [3] 李翠萍, 朱文超, 李军徽等. 分布式电源接入中压配电网的运行方案研究 [J]. 东北电力大学学报, 2023, 43(04): 57-64.
- [4] 蔡蕾, 薛凌峰, 王丙东等. 基于归一化指标的分布式电源接入配电网方案评估 [J]. 农村电气化, 2023(09): 59-65.
- [5] 王荔. 分布式电源对配网供电电压质量的影响 [J]. 模具制造, 2023, 23(09): 235-237.
- [6] 路峰, 熊涛, 李锦锦. 基于多智能体系统的分布式电源配电网保护方案优化策略 [J]. 自动化与仪器仪表, 2023(08): 174-177.
- [7] 程静, 魏凯. 基于纵横优化的含分布式电源配电网两阶段动态重构 [J]. 电网与清洁能源, 2023, 39(08): 145-154.
- [8] 杨洁霞. 基于 PSO 算法的含分布式电源的配电网无功优化 [J]. 太原学院学报 (自然科学版), 2023, 41(03): 59-64.