

分布式光伏发电的继电保护对策阐述

Countermeasures of Distributed Photovoltaic Power Generation

顾健 董晓卫

Jian Gu Xiaowei Dong

中电大丰风力发电有限公司 中国·江苏盐城 224100

CLP Dafeng Wind Power Co., Ltd., Yancheng, Jiangsu, 224100, China

摘要: 分布式光伏发电是一种全新的发电技术,不仅有着较高的发电效率,还不会对生态环境产生污染。但是,在分布式光伏发电系统的稳定运行下,不仅传统的配电网结构与短路电流分布会受到一定的影响,就连配电网的继电保护措施也需要进行相应的调整。论文重点针对分布式光伏发电的继电保护对策进行了详细的分析,旨在为分布式光伏发电的普及与应用打好基础。

Abstract: Distributed photovoltaic power generation is a brand new power generation technology, which not only has a high power generation efficiency, but also will not pollute the ecological environment. However, under the stable operation of the distributed photovoltaic power generation system, not only the traditional distribution network structure and short-circuit current distribution will be affected to a certain extent, but also the relay protection measures of the distribution network also need to be adjusted accordingly. This paper focuses on the detailed analysis of the relay protection countermeasures of distributed photovoltaic power generation, aiming to lay a good foundation for the popularization and application of distributed photovoltaic power generation.

关键词: 分布式光伏发电; 继电保护; 配电网

Keywords: distributed photovoltaic power generation; relay protection; distribution network

DOI: 10.12346/peti.v5i1.7533

1 引言

光伏发电是一种有着广阔发展前景的新型发电方式。在分布式光伏发电系统的运行当中,继电保护装置的作用是对故障元件进行及时的隔离,将故障影响范围控制到最小,提高电力生产的可靠性、稳定性与安全性。但是,受到各种因素的影响,继电保护装置的应用很容易出现受损、误动作等问题。在这种情况下,只有采取针对性的继电保护措施,才能够为分布式光伏发电系统的安全稳定运行提供保障,从整体上提高中国电网系统的运行质量。

2 分布式光伏发电的特点

所谓分布式光伏发电,其实就是一种通过光伏组件实现光伏发电的方法。分布式光伏发电系统的运行,以太阳能资源的消耗为主,并不消耗煤炭、石油等传统能源^[1]。这种发

电方式的适用范围非常广泛,无论是城市、乡村,还是山区、牧区,都可以成功搭建分布式光伏发电系统。

分布式光伏发电的应用,主要表现出了以下四大特点。首先,污染性低。分布式光伏发电系统的运行,既不会对周围的水资源、大气环境产生污染,也不会产生噪声污染和光污染,具有较高的环保效益。其次,输出功率低。一般情况下,一个独立的分布式光伏发电项目,容量为数千瓦。且发电站的规模大小,并不影响其最终的发电效率。根据以往的实践经验,小型的分布式光伏发电系统运行效益,与大型分布式光伏发电系统的运行效益并无太大差异。再次,发电用电并存。在实际的大型地面电站运行中,发电是升压接入输电网,且发挥着发电站的作用。而分布式光伏发电则是在尽可能做到“就地消纳”的基础上,与配电网相连。最后,有效缓解局部地区的用电紧张现象^[2]。需要注意的是,分布式光伏

【作者简介】顾健(1994-),男,中国江苏常熟人,本科,助理工程师,从事电气工程、风力发电研究。

发电系统运行，每平方米的功率仅有 100w 左右，能量密度较低。并且，光伏组件的安装需要占用一定的屋顶建筑面积。而这，就涉及到人们的切身利益。只有与人们进行深入的沟通，才能够有效安装分布式光伏发电组件，发挥其在缓解电能紧缺等方面的作用。

3 分布式光伏发电对配电继电保护的影响

一般情况下，光伏发电系统与配电系统的连接，需要使用到 400v 或 10kv 的馈线。当分布式光伏发电系统容量与配电系统容量达到一定比例的时候，就容易出现运行故障，使配网继电保护装置出现误动作现象^[3]。光伏电源会增加故障电流或分流电流，并对继电保护的选择性与灵敏性产生影响，降低各继电保护装置之间的配合默契度。

3.1 当继电保护尚未接入光伏发电系统时

图 1 为当继电保护尚未接入光伏发电系统时的配电网示意图。从图 1 可知，随机一点 K 处出现运行故障的时候，故障电流来源于系统电源，在继电保护原则下，断路器 QF2 需要对故障电流进行切断处理。如果馈线 BC 段与 PV1 连接，当随机一点 K 处发生故障电流的时候，故障电流除了来源系统电源之外，还来源 PV1，所以断路器 QF2 和 QF5 都应当对故障电流进行切断。

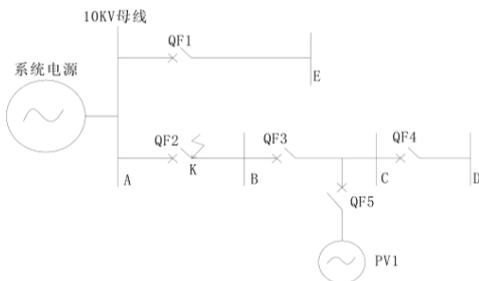


图 1 当继电保护尚未接入光伏发电系统时的配电网示意图

3.2 相邻馈线故障时

如果相邻馈线出现运行故障，反向故障电流的存在，就可能使本馈线继电保护装置出现误动作。图 2 是配电网示意图。从图 2 可知，如果没有接入光伏发电系统，AE 段随机一点 K 发生故障，故障电源则来源于系统电源，断路器 QF1 应当对故障电流进行切断。如果在 AC 段接入光伏系统 PV1 和 PV2，那么光伏系统 PV1 和 PV2 就会将反向电流提供给断路器 QF2 和 QF3。此时，如果光伏系统的容量偏大，提供的反向电流就可能比保护整定值大，进而使断路器出现误动作。

3.3 光伏发电系统并网后

在光伏发电系统并网后，某些配电网电流保护范围将有可能缩小。图 3 是相应的配电网示意图。从图 3 中可知，在继电保护配置的选择性原则下，如果没有加入光伏系统，

BC 段随意一点 K 处出现故障的时候，故障电流来源于系统电源，断路器 QF3 应当对故障电流进行切断^[4]。如果断路器 QF3 没有动作，则应由远后备保护操作断路器 QF2 对故障电流进行切断。如果接入光伏系统 PV1，那么流经断路器 QF2 的故障电流就无法超过未接入光伏系统 PV1 时的电流值，而这将会进一步缩小 AB 段过流保护的 protection 范围。

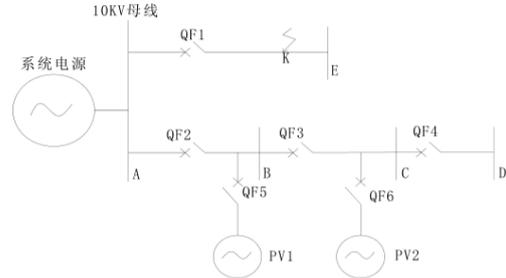


图 2 相邻馈线故障时的配电网示意图

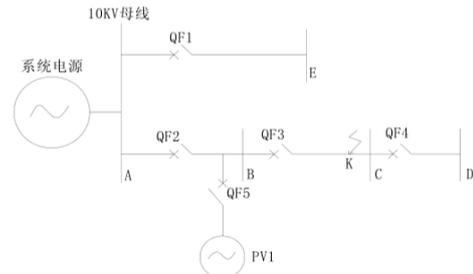


图 3 光伏发电系统并网后的配电网示意图

3.4 接入光伏系统容量增大时

在接入光伏系统容量逐渐增大的时候，配电网继电保护的选择性也会逐渐降低。根据图 4 中的配电网示意图，如果只接入光伏系统 PV1，如果馈线 CD 段的出口处 K 出现故障，在继电保护原则下，断路器 QF4 应当对故障电流进行切断。但是，如果光伏系统容量足够大，那么 BC 段的机电保护范围将可能扩大到 CD 段。此时，BC 段和 CD 段的继电保护装置感受到的故障电流都会达到相应的整定值，进而都会出现保护动作。这样一来，继电保护就不再具有选择性。

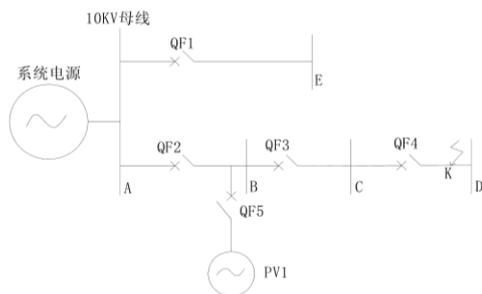


图 4 接入光伏系统容量增大时的配电网示意图

4 分布式光伏发电继电保护对策

4.1 以通信原理为基础的电流保护改进

站在经济性角度分析,对配电网保护进行升级改造,与传统的自适应保护相比,更加符合中国当前的配电网发展情况。以通信原理为基础的电流保护改进,指的是在纵联保护的理念指导下,引入对端互发信号,并对这一信号在纵联保护中的作用加以利用。同时,结合电气量的方向性,对某一区域的配电网是否存在运行故障进行判断^[5]。另外,还要借助单侧通信设备的传输作用,对故障线路进行准确排除。需要注意的是,如果选择采取这种继电保护措施,需要将通信设备安装到线路两端。同时,为了控制成本,无需在线路两端都安装互感器。

4.2 自适应电流保护改进

这种继电保护措施,可以利用功率方向元件,对故障方向进行判断,然后再以短路电流零序和负序分量为参考标准,对故障类别进行明确。这样,就可以将相应整定值进行科学合理的选择。之后,对保护的电流、电压以及相关整定值进行分析和比较,就可以作出是否动作的决定。如果选择这种继电保护方式,工作人员可以按照光伏电源的接入容量和接入位置,对相应的整定值进行灵活调整,防止因为接入光伏系统而出现继电保护拒动作或误动作等问题。虽然这种继电保护措施对于配电网的自动化水平较高、经济性较低,但是却需要对系统进行实时数据同步采样,相应的信息量非常大。

4.3 分布式发电自身的保护配置

站在配电网角度,对配电网继电保护受到分布式发电系统的影响程度进行分析,可以从数据层面支持配电网继电保护工作的顺利开展。因为分布式发电属于独立运行系统,并不受电网系统的控制^[6]。所以配电网方面,并不能对分布式发电的投入予以有效的控制和切除,并不能对分布式发电保护和电网保护之间的联系进行有效的控制。为了提高继电保护装置动作的正确性,为整个电网的安全运行提供保障,中国相关部门已经加大了分布式发电并网的人网审核力度,并给出了具体的并网运行标准。但是,无论是国内,还是西方发达国家,在对并网运行制度进行优化和完善的时候,仅对分布式发电并网不会影响既有配电网继电保护系统的正常运行进行了充分的考虑。如果分布式发电系统出现运行故障,为了保证继电保护的准确性与有效性,需要在第一时间退出配电网系统。这种运行模式虽然不会对电力系统的运行安全产生影响,但是却会使发电商遭受一部分利益损失。而这,就有可能对国家电网分布式发电技术的进一步发展产生不利影响。鉴于此,必须要将专用的保护装置安装到分布式发电系统当中,希望可以借此增强配电网运行的稳定性与可靠性,使分布式发电系统和相关系统顺利的完成户联保互。

互联保护的应用,主要拥有以下三大功能。首先,如果发现配电网出现运行故障问题,需要在第一时间断开微网与

断网之间的连接,对分布式发电系统周围的负荷供电进行有效的保护。与此同时,利用电压继电器或频率继电器设备,对发电机或负荷是否需要进行投切做出决断。其次,当电网的运行故障得到妥善的处理之后,工作人员需要对继电器进行去那面的检查,将微网和电网的电压、频率以及下角等参数进行如实的记录,然后再使微网和电网之间的连接恢复正常。最后,根据功率方向,检测继电器。如果工作人员通过观察发现微网向电网系统送电,可以采取相应的断网措施^[7]。在这一过程中,需要对孤岛检测予以高度的重视,确保可以在最短的时间内找出系统内、系统与微网连接处出现故障的根本原因,将二者之间的连接进行快速的切断,使配电网的电压、频率等参数不受影响。这样一来,重合闸不会出现误动作情况,电网供电状态不会受到影响。在孤岛状态下,分布式发电系统与电网系统连接后,很难保证微网的电压、频率等参数不发生变化,所以在孤岛检测过程中,通常会根据频率变化率原理,来做出是否存在孤岛问题的判断。

4.4 对继电保护制度加以完善

对继电保护制度加以完善,可以明显提高各方面工作的协调性,进而通过管理效率的提高加强继电保护装置运行的稳定性与可靠性。对此,发电企业需要明确企业内部不同岗位的工作职责,并防止出现岗位职责交叉重叠的问题。另外,在完善继电保护制度的时候,还需要对电力设备和相关元件的性能质量提出严格的要求,确保继电系统的保护功能可以得到充足的发挥。

4.5 孤岛问题的预防措施

在中国光伏发电技术日益成熟的形势下,配电网中接入的光伏发电系统数量也越来越多。与此同时,也因为大规模分布式发电系统的应用,出现了严重的孤岛问题。在孤岛问题的基础上,一些专家学者提出了以孤岛运行方案为基础的微电网概念^[8]。所谓微电网,指的是由以下几部分装置组成的电力系统:第一分布式电源、第二负荷、第三储能、第四保护装置、第五控制装置等。微电网的应用优势是,参照光伏发电并网的容量和当地负荷,对计划性孤岛区域进行确定。一旦遇到电网停电故障,就可以根据之前制定好的控制措施,启动孤岛运行计划。同时,借助先进的技术手段提高微电网电能输送的稳定性,使周围负荷能够获得相对可靠、稳定的电源。

4.6 间歇式的切断方式

在光伏并网过程中,针对变压器的选择,可以优先选择能够满足大电流或综合型电流输送需求的变压器。需要注意的是,并网方面的差异,决定了技术人员必须要对中间点的接地控制予以严格的控制,确保中间点的正常工作不会受到间隙的影响,整个配电网系统可以维持在安全稳定运行状态。与此同时,在对光伏并网进行保护的同时,工作人员还需要对变压器使中性点间隙受到光电线路的影响予以重点考虑^[9]。例如,在配电网电压持续上升的过程中,必然会有

一部分变压器绝缘体会出现损伤。技术人员需要设置一个科学合理的警戒值，从而在配电网的电压不断上升，达到这一警戒值的时候，通过自主切断电源的方式来达到保护整个光伏并网系统的目的。

5 结语

在新时代下，分布式光伏发电项目在中国有着极为广阔的发展前景。但是，继电保护问题，却是限制分布式光伏发电项目发展的关键因素。在这种情况下，必须要充分了解接入分布式光伏发电项目后，继电保护受到的具体影响，然后再以此为基础科学选择解决措施，提高继电保护装置运行的可靠性。

参考文献

- [1] 秦金宣.分布式光伏发电的继电保护策略[J].消费电子,2022(4):88-90.
- [2] 张浩,褚晓锐.分布式光伏发电的继电保护策略[J].集成电路应用,2021,38(11):130-131.
- [3] 雷显国.分布式光伏发电系统就地并网对配电网继电保护的影响研究[J].粘接,2021,46(5):159-163.
- [4] 李文才,彭程,王希平,等.分布式光伏发电并网对配电网继电保护的影响研究[J].机电信息,2019(8):37-39.
- [5] 侯大建,王林海,刘亮,等.分布式发电对配电网继电保护的影响[J].百科论坛电子杂志,2018(1):426.
- [6] 魏浩然.分布式光伏发电对吕梁电网继电保护影响的研究[D].武汉:湖北工业大学,2021.
- [7] 熊飞,董蓓蓓,刘艳丽,等.分布式光伏电站接入系统后的继电保护配置[J].内蒙古电力技术,2021,39(1):64-67.
- [8] 李云鹏.分布式光伏接入配电网继电保护的解决方案[J].百科论坛电子杂志,2020(15):1990.
- [9] 常旭东.含分布式光伏发电的农网继电保护方法研究[D].大连:大连理工大学,2019.