

光伏发电接入配电网对继电保护的影响分析

陈 林

中国电建集团吉林省电力勘测设计院有限公司 吉林 长春 130022

摘要：光伏系统将市电接入系统，则会对输出配电网的拓扑结构造成影响。传统的配电网的继电保护无法解决这一问题。所以，对光伏发电接入配电网进行继电保护的影响来探索，有十分重要的作用。本文主要研究和分析配网光伏发电对继电保护的影响，希望能为相关部门提供参考和建议。

关键词：配电网；拓扑结构；继电保护

引言

随着光伏发电系统的日趋成熟和成本降低，并网光伏发电系统已成为使用该资源的最佳方法。但是，光伏发电具有其自身的特征。光伏发电系统的并网，将配电系统从单系统放射状网络转变为具有中小型系统的有源网络。这会改变系统的潮流分配，并对配电系统的继电保护有一定的影响。

1 光伏发电的特点及缺陷

光伏发电是近年来在太阳能生产领域中的主要应用。它建在用电场地附近。操作模式包括统一的购买和销售以及自发的自用/冗余网络连接。调节配电系统的平衡。实际施工过程中要遵循因地制宜，清洁高效，分散规划和附近使用的原则，可以有效利用太阳能资源，减少化石燃料的消耗。其中就近使用则是指发电、并网、转换及应用均要采取就近原则。光伏发电在实践中存在一些问题，影响了它的进一步推广及应用。分析如下：

(1) 机组的输出功率受季节、光照强度和环境温度的影响。负载波动很大，很难对其进行预判、调试和和控制，这将会影响系统电源的供电质量。

(2) 在使用中，光伏发电系统产生的电力应从直流电转换为交流电。此反相过程中使用的电子组件将在系统中产生谐波和直流分量，从而导致系统的电源和频率失真，更有甚者会起到保护的误操作。

(3) 当电网出现故障时，光伏发电系统应根据保护计划迅速评估故障并迅速断开与公共电网的连接，为自身电网的部分负载维持供电，并形成孤岛状态。

2 光伏发电对配电网继电保护动作行为造成的影响

分布式光伏发电系统通常通过以下方式直接向用户供电：将 0.4 kV 连接到现场的低压网络，然后通过升压将其连接到 10 kV 电路，以集成到配电网中。当连接的分布式电源数量较少时，对系统的影响相对有限。但是随着接入数量和容量的增加，配电网的拓扑将发生显著变化，并且配电网的传统继电保护配置是基于拓扑结构上的。对于传统运行条件下的 10 kV 配电网，继电保护的配置主要基于阶段式电流保护。随着分布式光伏电站的使用，原来的单一电源已成为众多电源，发生故障时，短路电流的大小和方向会改变，如果依靠传统的继电保护系统，将无法在很大程度上满足配电网的保

护需求。具体分析如下：

(1) 重新合闸失败。该效果是由于以下事实：当在将分布式光伏发电系统连接到系统的线路中发生暂时故障时，如果光伏发电系统的关闭时间晚于重新合闸时间，则电弧将重新连接，从而导致电弧放电，重新连接失败。

(2) 减少保护范围。接入光伏发电系统已经发生变化，在光伏发电系统输入电源后，并网提供的短路电流会随之减少。如果未重新配置保护，则保护区域将减小，无法完全覆盖线路。

(3) 降低保护灵敏度，保护装置不动作。当连接光伏发电系统时，如果故障发生在光伏电站下方，则下游保护电流将增加，而上游保护电流将减小。如果未及时重置保护设置，则上游保护将失败并且灵敏度将降低。参考图 1 中提到的 K1。流过保护 1 的电流将减小，保护 1 可能会失效。

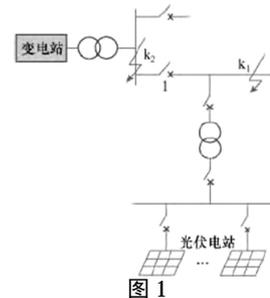


图 1

(4) 保护误动。当光伏发电系统连接到配电网时，如果继电保护系统未及时安装引导组件，因为单电源结构变成了多电源结构，则在发生故障时，系统和电源会发生故障。光伏电站会将故障电流引导至故障点。当光伏电站的上部发生故障时，流过下方保护装置的电流将增加。如果保护设置未更改，它将被激活，发生保护误动。

3 分布式光伏电站 10kV 电压等级并网接入典型保护配置

对于配电网的继电保护系统，主要实现电源的故障排除、隔离和恢复供电三大功能，有效地保证了配电网的可靠供电。传统的配电网具有一个带有一个电源的辐射拓扑，因此该保护主要基于三段式电流保护，并辅以反时限的过流保护和自动重合闸设备。三段式电流保护包括短路保护、限时电流和过流保护。三种保护根据电流的增加而工作。区别在于保护的电流和时间限制是

不同的。三段式电流保护原理简单,效果好,被广泛应用于配电网继电保护中。但是,由于它受到配电网拓扑结构和操作模式的强烈影响,因此在连接光伏电站之后,系统拓扑结构和操作模式已经发生了巨大变化。如果仍在用原始保护配置方法,则无法起到保护作用。

为了确保安全稳定的运行,有必要更改和调整系统侧和光伏电站的保护。并遵循“保证系统侧保护的可靠性并简化光伏侧保护的配置”的基本原理。

4 统购统销模式下的保护配置

(1) 系统侧保护配置

系统侧面的 10 kV 母线具有防分段保护的结构,被光伏电站的断路器阻止,当母线发生故障时会触发断路器。光伏电站的变电站和耦合线具有逐步的方向保护,以防止电流过载。电网侧的线路必须配备三相一次性保护功能,防止重新连接,重新连接时间必须与光伏电站的最大卸载时间相对应; T 引脚上断路器保护的配置必须由当地电力局根据光伏电站的容量等指示。断路器必须配备正常的线路保护,并且必须具有重新合闸功能。

(2) 光伏电站侧保护配置

在属性定界点上调整渐进式电流过载保护,其方向应指向升压变压器;将限时快断电流保护与电路 2 中的 QF1 断路器保护相结合;连接到电源开关的电路必须具有低周期,低电压和高周期,高电压放电等功能,但还必须配备具有快速断裂和差动保护的方向性过电压保护。

5 自发自用 / 余量上网模式的保护配置

(1) 系统侧安全配置

非自愿使用 / 过度访问 Internet 的系统侧保护的配置与统一购买和统一销售模式的保护的配置相对应。

(2) 光伏电站保护配置

必须在属性定界点上配置逐步的方向性过电流保护,该方向指向用户总线,并且该动作由图 3 中的 QF2 触发并与 QF1 配合使用。同时,在性能限制点必须配备可折叠装置的故障,以确保 QF3 的正常运行;断路器 QF3 必须配置防止电流过载的相向保护与 QF2 相互作用,并且方向指示用户电压;光伏装置确定运行后开关装置 QF3 是否启动;连接到网络的交换机的保护配置与一般购买模式和一般计划的配置相对应。

6 结语

通过分析,得出:

(1) 将光伏电源连接到配电网的起点时,将引起短路电流变大,电流保护部 I 的保护范围 I 扩大,根据下位线的 I 部设定保护 II 部,因此保护范围 II 也相应地扩大。

(2) 将光伏电源连接到配电网的中端时,如果此电源的光伏电源的上部出现故障,则光伏电源的连接对相邻电源不会产生影响,并向下游继续供电,出现孤岛效应。此时,连接的功率越高,在此电源出现故障时提供的短路电流就越高,并且不会受到相邻电源保护的短路电流的影响,并且该电源不会发生故障做作的。

(3) 当将光伏电源连接到配电网的末端时,如果该电源发生故障,则不会影响短路电流,而不会超出该电源的损坏范围,而是反向短路电流将从光伏电源的断裂部位提供。由于故障区域仅在上游存在保护装置,因此在下游会形成孤岛效应。光伏电源的容量越大,在故障电流以下馈入的反向短路电流就越大,由于缺少保护方向,可能会发生故障。

简而言之,我们意识到尽管分布式光伏发电系统已连接到配电网,但它将影响原始继电保护系统的运行,但是通过对系统保护配置进行改造和现代化,同时,光伏发电系统配备了保护装置,在连接到配电网后,可以完全满足安全稳定运行的要求。

参考文献:

- [1] 连洁. 分布式发电对配电网继电保护的影响 [C]. 内蒙古工业大学, 2013: 9-10.
- [2] 常佳蕾. 分布式光伏电源接入对配电网影响及并网规划研究 [C]. 华北电力大学, 2016: 10-20.
- [3] 石振刚, 王晓蔚, 赵书强. 并网光伏发电系统对配电网线路保护的影响 [J]. 华东电力, 2010, 38(9): 1406-1409.
- [4] 李斌, 袁越. 并网光伏发电对保护及重合闸的影响及对策 [J]. 电力自动化设备, 2013, 33(4): 12-18.