



对分布式光伏接入企业内网的无功补偿控制器采样改造的探讨

华能浙江清洁能源分公司 ■ 忻一豪* 夏春辉 刘磊 张万雄

摘要: 企业在接入分布式光伏后,电力系统的功率因数显著下降,而无功补偿装置却不能正常投运。对此,该文提出3种改造方案,并选定其中一种方案实施,可为分布式光伏电站的建设提供一定指导。

关键词: 分布式光伏; 功率因数; 无功补偿控制器; 采样点

0 引言

近年来,在应对全球气候变暖的大背景下,大力发展可再生能源以替代化石能源已成为众多国家能源转型的大势所趋,节能环保的发电方式越来越受到各国的青睐。在目前众多备选的可再生能源类型中,太阳能无疑是最理想的能源之一,且在各国中长期能源战略中占有重要地位。

分布式光伏具有因地制宜、分散布局、就地消纳的特点,是未来光伏发展的重要方向,市场潜力巨大。近年来,由于国家鼓励发展清洁能源,分布式光伏的装机容量逐年提高,取得了良好的经济效益和社会效益,但是分布式光伏接入电网后出现的各种问题也日益显现,其中就包括无功补偿问题。

电力系统功率因数降低会引起许多不良情况,不利于电网经济运行,可通过对屋顶安装光伏组件的用户的配电室进行线路改造,提高

用户无功就地补偿装置运行的灵活性,提升用户功率因数,以避免由于功率因数下降造成力调电费增加。

本文以某屋顶分布式光伏电站项目为例,针对企业接入分布式光伏后电力系统功率因数降低的问题,提出3种改造方案,并对各方案进行分析优选。

1 实际案例

1.1 企业情况

某项目厂址位于某市经济开发区,利用多家公司厂房屋顶建设分布式光伏电站。

该光伏电站每个企业用户为1个接入点,以10 kV或380 V电压等级接入用户内部电网或公网,采用“自发自用、余电上网”或“全额上网”的模式。该光伏电站设计寿命为25年。

其中,某子站企业为液压机厂,厂房屋顶铺设了容量为302.94 kW_p的光伏组件,通过逆变器、

收稿日期: 2018-03-21

通信作者: 忻一豪(1994—),男,本科,主要从事光伏电站的基建和运维方面的工作。243078396@qq.com

交流汇流箱后直接接入厂区低压配电房 380 V 母线，采用“自发自用，余电上网”的模式。厂区配电房 380 V 低压母线配置 8×16 kVar 的电容器组。接线图如图 1 所示。

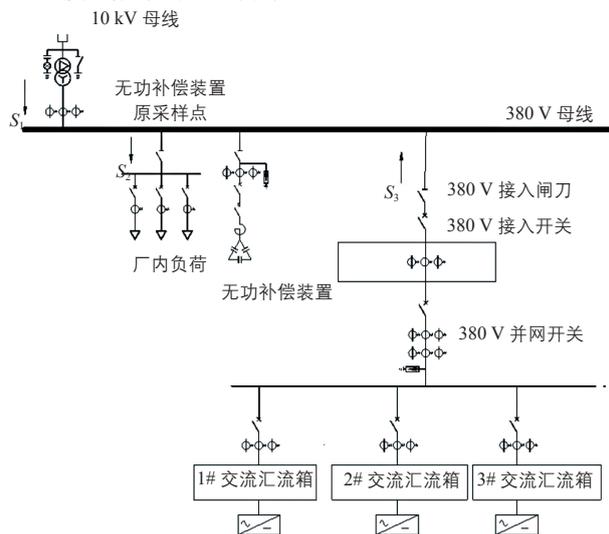


图 1 系统主接线图

1.2 存在问题及分析

企业在接入光伏发电系统前，功率因数也存在力率罚款的情况，但是实际力率较标准力率差距较小，力调电费较低。在接入光伏发电系统后，电网侧计量点测量厂区功率因数较接入前下降明显，特别是在天气晴好、光伏发电量较大时，功率因数在 0.4~0.5 之间，导致企业力调电费增加。

经现场检查发现，在功率因数降低时，存在无功补偿装置无法正常投运的情况，并对这一情况进行分析。无功补偿控制器采样点位于企业变压器低压侧断路器下进线侧，计量电流互感器 (CT) 之前，采样方式为单相电压、电流方向采样，采样点的采样数据 = 电网侧输入功率 S_1 + 厂房用电负荷 S_2 - 光伏发电量 S_3 ^[1]。

控制器以网侧输入功率为正，在接入光伏发电系统前，当厂房用电负荷 S_2 增加时，电网侧输入功率 S_1 也增加，相应控制器投运电容器组，以保证功率因数。

在接入光伏发电系统后，厂内负荷多数由光伏发电量 S_3 提供；个别时间段还存在倒送电的

情况，比如中午日照最好的时间段，却是企业员工的休息时间。因此，原采样点采样到的数据变小，或采样到的功率数据存在负方向倒送的情况，无功补偿装置无法及时投运。

2 解决方案及应用

2.1 解决方案

2.1.1 方案 1：一次线路改造

对企业配电房的光伏接入柜电缆进行改接，将光伏接入电缆接入点移至企业变压器低压侧断路器下进线侧，无功补偿装置控制器采样点位置不变。改造后，采样点的采样数据 = 电网侧输入功率 S_1 + 光伏发电量 S_3 - 厂房用电负荷 S_2 ^[2]，接线图如图 2 所示。

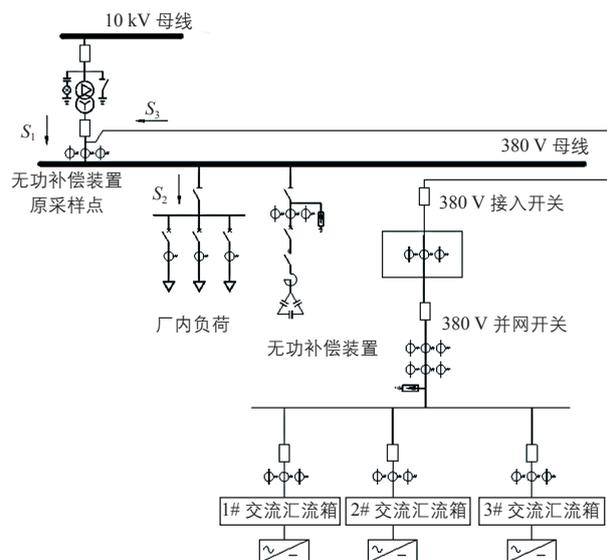
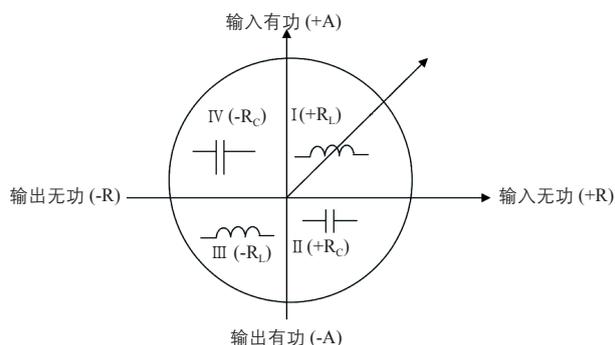
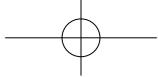


图 2 方案 1 接线图

将光伏接入点直接接入企业变压器低压侧，该方法可以从本质上解决功率因数降低的问题。但是改造需要企业停电，并且需要施工队伍进行配合，在基建期间可以实行，且成本较低。

2.1.2 方案 2：更换四象限无功补偿控制器

四象限无功补偿控制器根据四象限无功原理 (如图 3 所示)，通过测量双向的有功和无功数据，可以计算出四个象限的有功、无功功率，实时得出负载在光伏发电充足时，或光伏发电功率不足负载，需要从电网侧吸收功率时的功率因数，准



注: R_C 为容性无功电能; R_L 为感性无功电能

图3 四象限无功原理

确的投切电容器组。

但是更换四象限控制器需要加装另外两相 CT, 且四象限无功补偿控制器价格较高, 控制器安装位置的规格可能不配套, 需要另行改造, 因此成本较高。

2.1.3 方案3: 在光伏接入侧加装采样 CT

本方案与方案1类似, 通过改造二次回路, 将电网侧输入功率与光伏输入功率的采样信号并联后接入无功补偿控制器; 改造后, 通过二次信号的改造, 接入无功补偿控制器的信号等同于方案1, 光伏发电接入侧的功率信号与电网侧输入功率信号同时接入无功补偿装置控制器中, 提高无功补偿控制器运行的灵活性, 如图4所示。本方案改造不需要停电, 较为方便。

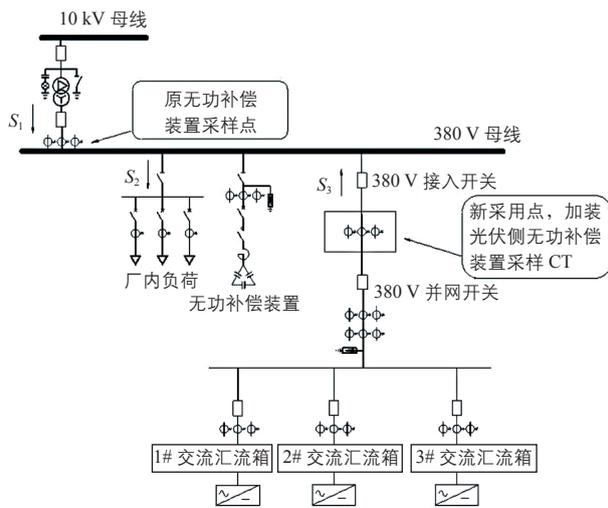


图4 方案3接线图

2.2 关于加装 CT 选型

原无功补偿控制器采样点所采样的电流数

据来自于流经开关本体保护用 CT 的电流, 由于保护用 CT 是根据三相短路的最大短路电流计算 CT 变比的, 所以变比较大, 该企业所用 CT 变比为 600/5, 另一家企业所用 CT 变比为 2000/5。无功补偿装置在安装时直接采用的是开关保护用 CT 所采样的数据, 由于该企业正常运行下负荷电流较小, 约为 100 A, 所以经过 CT 测量后, 二次电流很小, 会影响精度。必要时可加装合适变比的 CT, 以最大负荷电流乘以 1.2~1.3 的可靠系数作为 CT 一次电流来选择 CT, 但是要重新设定无功补偿控制器的参数, 这样可提高控制器采样的精度。

2.3 方案优选

存在此类问题的分布式光伏系统如何进行改造方案的选择: 若项目在基建时期, 或具备进行一次高压线路改造的条件, 可选择方案1; 对于容量大, 负载用电情况复杂的分布式光伏系统, 可选择方案2; 对于不具备一次高压线路停电改造条件的项目, 可选用方案3。

最后该企业采取方案3进行了改造, 无功补偿装置正常投运, 功率因数稳定在 0.7 左右, 相较之前的 0.4~0.5 得到了改善。

3 结语

本文针对企业接入分布式光伏后电力系统功率因数降低的问题提出了3种改造方案, 使问题得到了有效改善。

由于光伏发电是动态变化的, 加上用户的负荷也可能变化, 未经改造的采样线路可能会导致无功补偿控制器无法得到真实采样数据, 因此需根据线路实际情况进行改造, 以保证无功补偿装置正常投运, 保证总进线处的功率因数能够满足供电公司的要求。

参考文献

- [1] 国家电网公司. 国家电网公司电力安全工作规程 线路部分 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2009.
- [2] 张铭辉, 施飞, 陈东楚. 分布式光伏无功补偿问题探讨 [J]. 中国高新技术企业, 2016, (6): 141 - 142. **太阳能**