分布式光伏电站接入配电网后功率因数降低的解决方案

华能国际电力股份有限公司浙江分公司 ■ 朱建群 * 刘建 毛俊海 吴泽华

摘 要：针对分布式光伏电站接入配电网后功率因数降低的问题，本文分析了无功补偿装置补偿失效的原因，并提出了一种有效的解决方案。

关键词：光伏电站；配电网；功率因数；解决方案

0 引言

功率因数是电网公司考核电力用户用电质量的重要指标，一般要求达到 0.85 以上，未达到该要求的电力用户将受到电价考核。因此，用电企业一般会在配电装置上安装无功补偿装置。

分布式光伏电站凭借充分利用建筑物屋顶、不占建设用地、电能就地消纳等优势，得到了迅速发展。在接入系统设计方面，光伏电站所发电往往直接接入用电企业配电装置，能首先供企业使用，多余电能馈入电网，不足部分由电网补充。小型分布式光伏电站因设备少、线路短，利用逆变器发出的无功功率和企业无功补偿装置的调节能力，一般能满足功率因数的要求[1]。但笔者在工程实践中发现，分布式光伏电站并网运行后会干扰用电企业无功补偿装置的运行，而且光伏电站发电功率越接近企业用电负荷，对无功补偿装置补偿精度的影响越大，甚至会引起无功补偿装置退出运行，造成功率因数不合格，本文通过对造成该现象的原因进行分析，提供了一种有效的解决方案。

1 案例介绍

某分布式光伏电站的设计容量为 400 kW_p（峰值），光伏组件安装于企业厂房屋顶，组件发出的直流电就地经组串式逆变器逆变，通过交流汇流箱汇流后接入企业 380 V 配电装置。企业配电变压器容量为 400 kVA，电压为 380 V 的配电装置已配置了无功补偿装置，光伏电站未另行设计无功补偿。接入光伏电站后企业配电装置的主接线的接线方式如图 1 所示。

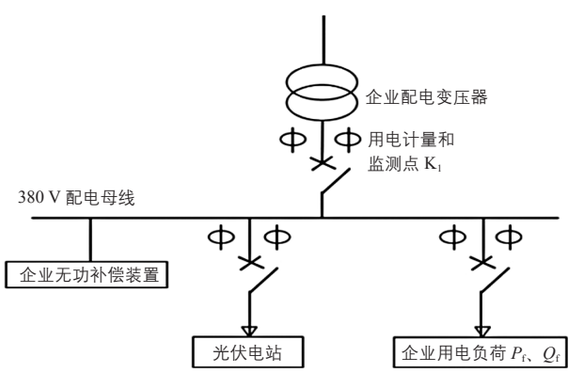


图 1 接入光伏电站后企业配电装置的主接线接线方式

光伏电站投运后发现，随着光伏电站发电功率的提高，企业无功补偿装置补偿电容器组逐步退出，监测点 K_1 的功率因数下降。经检查，此时配电装置母线电压为 408 V，企业无功补偿装置的控制系统、补偿电容器均正常。光伏电站切

收稿日期：2017-08-21

通信作者：朱建群 (1971—)，男，本科，主要从事光伏电站项目的前期、基建、运维管理方面的研究。85394197@qq.com

2018.04印刷.indd 42 2018-4-23 19:20:36

除后，监测点 K_1 的功率因数恢复正常。

2 原因分析

光伏电站投运前，企业用电负荷均由电网供电，无功补偿装置通过监测配电装置母线电压和通过监测点 K_1 的电网的无功功率 Q_1、有功功率 P_1，经控制器综合判断后投入适量的电容器组数量 (如图 2 所示)，以保证通过监测点 K_1 的 P_1、Q_1 的比例关系能保证功率因数 $\cos\varphi=P_1(P_1^2+Q_1^2)^{-\frac{1}{2}}$ 满足电网公司要求。

出于项目的经济性考虑，光伏电站规模一般按接近企业用电变压器容量设计，逆变器功率因数设置在 0.85 以上。光伏电站投运后，当光伏电站发电功率小于企业用电负荷时，企业用电负荷所需电力将由电网和光伏电站同时提供，即 $Q_f=Q_1+Q_2$、$P_f=P_1+P_2$，其中，Q_f、P_f 分别为用电负荷对应的无功功率和有功功率，Q_2、P_2 分别为光伏电站所发电的无功功率和有功功率。此时无功补偿装置动作的判断依据仍为功率因数 $\cos\varphi=P_1(P_1^2+Q_1^2)^{-\frac{1}{2}}$ 是否满足电网公司要求。当光伏电站发电功率 P_2 接近用电负荷 P_f 时，电网提供的有功功率 P_1 急剧下降，甚至为零，企业用电负荷所需要的无功功率也将部分由光伏电站提供，$Q_1=Q_f-Q_2$ 也将减少 [2]。但由于无功补偿装置控制器动作限值根据企业总用电负荷设定，由于通过监测点 K_1 的无功功率较小，未达到无功补偿装置控制器的调节限值，因此，在配电装置母线电压达到合格范围后，无功补偿装置不会增加补偿电容器组的数量，导致电网监测点 K_1 的功率因数急剧下降。

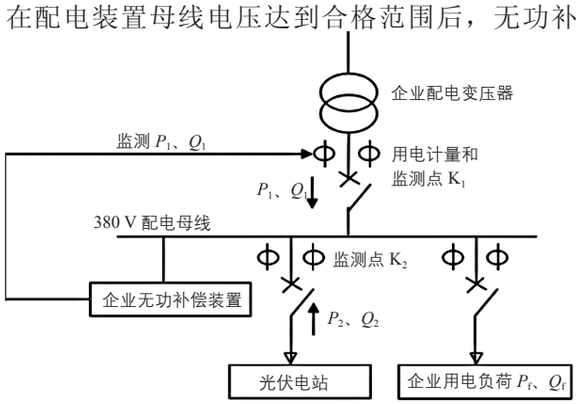


图 2 无功补偿装置监测回路示意图

3 解决方案

在无功补偿监测信息中加入光伏电站发电量信息进行修正，也就是在光伏电站接入配电装置处设置监测点 K_2，增设一套与无功补偿装置原监测点 K_1 同型号、同参数的电流互感器。两套电流互感器二次绕组同向并接后接入无功补偿装置控制器回路，使无功补偿装置能根据用电负荷实际需要的总无功功率调整投入的电容器组数量，保证 K_1 点功率因数满足电网公司的要求。改造后的无功补偿装置监测回路示意图如图 3 所示。

经解决方案改造后，企业无功补偿装置动作正常，未再出现 K_1 点功率因数低于电网公司要求的现象。

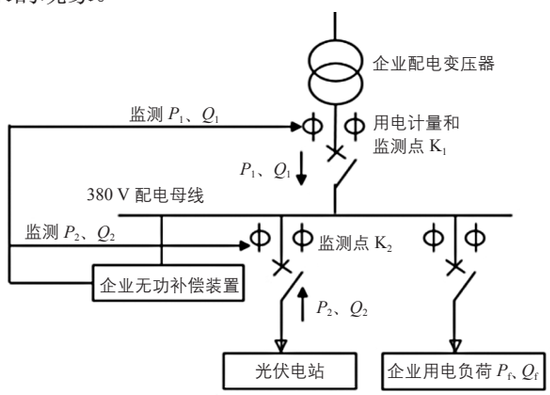


图 3 改造后的无功补偿装置监测回路示意图

4 小结

本文针对分布式光伏电站接入配电网后功率因数降低的情况提出了一种解决方案，并验证了方案的有效性。该解决方案同样适用于 10 kV 电压等级接入用电企业配电装置、光伏电站规模接近企业用电最大负荷的系统。

参考文献

[1] 孟庆天，李莉美 . 光伏电站无功补偿容量分析与计算 [J]. 电力电容器与无功补偿，2012, 33(6): 54.
[2] 贾晓杰 . 光伏电站对所接入配电网功率因数的影响 [J]. 科技与创新，2015, (19): 103.

2018.04印刷.indd 43 2018-4-23 19:20:36