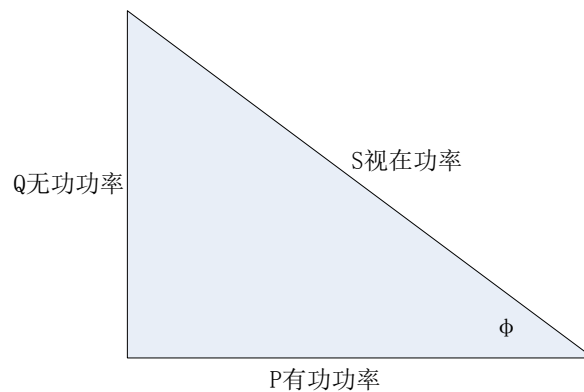


安装光伏系统后，功率因数下降的原因分析及解决方案

最近，光伏系统与原有配电系统的兼容问题得到了大家的关注，因为电网的功率因数达不到电网公司的要求而受到罚款的情况也时有发生，本文档将从功率因数概念入手，分析事例，最后给出建议和问题处理办法。

◆ 功率因数的概念

在交流电力系统中，有三种常用的功率表征量：有功功率 P、无功功率 Q 和视在功率 S，他们之间的三角关系如下图：



而功率因数就是 $\cos\varphi = P/S = P/(P^2 + Q^2)^{1/2}$

有功功率可以看做交流电路中阻性负载消耗的功率，而无功功率主要由电路中感性负载决定。

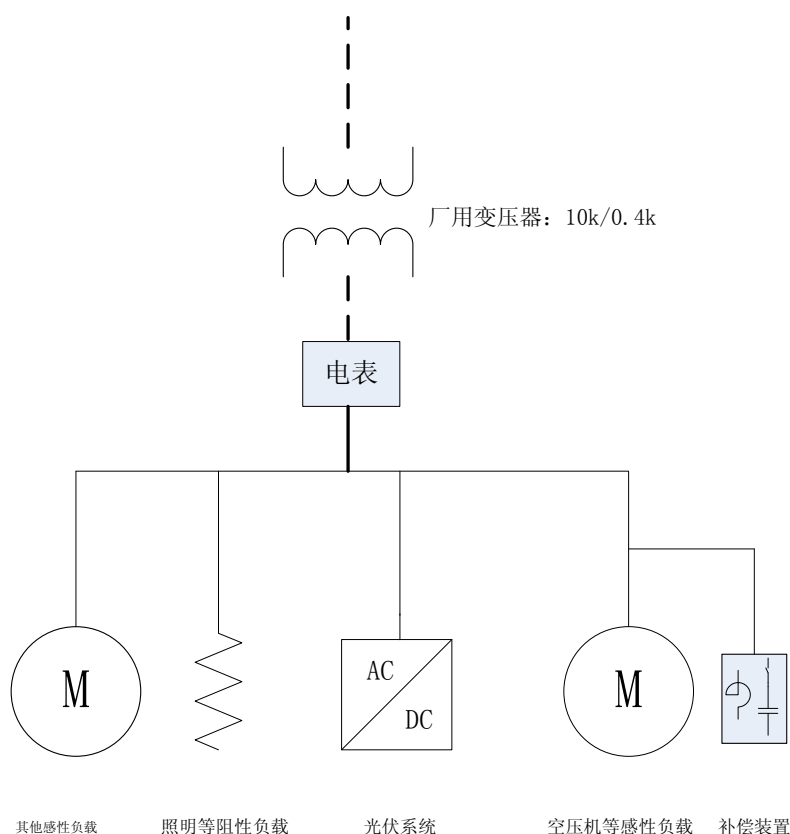
在国内分布式光伏商业项目中，安装光伏系统后，原有配电网功率因数下降主要原因：

- 原有补偿设备实际可用补偿容量不足；
- 补偿设备检测点选择不正确；
- 电网中负载带来的谐波较大，补偿电容器无法正常投切；

而补偿设备实际可用容量不足和检测点位置选择不正确，是问题的主要原因。

◆ 事例分析

项目现场电网、负载、无功补偿设备和光伏系统接线示意如下：



项目现场检查

1. 检查无功补偿装置，发现由于使用时间过长，有一些交流接触器损坏，同时补偿电容的容量也有所衰减；
2. 在配电网中所有设备工作时，电表显示的有功功率会随着光伏系统功率增大而减小，从而功率因数减小；
3. 暂时关闭‘其他感性负载’，电表显示有功功率和无功功率同时降低，

计算得出的功率因数较小；

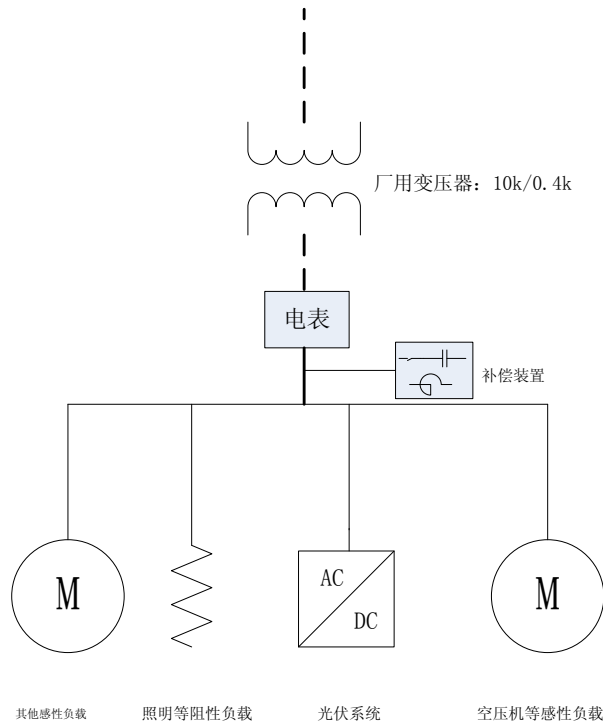
4. 暂时关闭光伏系统，电表显示的有功功率增加，无功功率变化较小，计算得到的功率因数在 0.91 附近波动，也会有低于 0.9 的情况；

功率因数下降的原因如下：

1. 配电网中，无功补偿装置可用容量较小；
2. 没有安装光伏系统之前，配电网的功率因数在临界状态，‘其他感性负载’和‘照明等阻性负载’决定了配电网功率因数；当安装光伏系统后，由于光伏系统的功率因数接近 1，即输出功率基本为有功功率，照明等阻性负载直接从光伏系统取得功率，而‘其他感性负载’的无功功率还是来自电网，因此导致配电网功率因数降低；
3. 无功补偿装置的检测点选择错误，现场的无功补偿装置只能补偿‘空压机等感性负载’，而不能补偿配电网中的‘其他感性负载’，导致并网点的功率因数降低。

项目整改

1. 将无功补偿装置的检测点后移至变压器的出线侧，即如下图：



2. 评估配电网中感性负载、阻性负载和光伏系统之间关系，按照功率因数三角形得出需要补增的无功补偿容量；

施工完成后，观察一个月，项目功率因数正常。

◆ 建议和处理办法

项目开始之前，明确：

- 自发自用、余电上网的分布式光伏系统的容量尽量不要超过上级变压器容量的 30%-40%；
- 补偿装置的检测点要放在配电网检测那一级；
- 分布式商业电站在项目设计之初就要考虑到原有变压器、无功补偿装置、传输线缆、负载类型和功率以及光伏系统的兼容问题；
- 光伏系统的并网点最好选择功率稳定的并网点，频繁功率波动，

可能会出现无功补偿装置无法正常投切的事件；

项目运行过程中遇到问题，可以：

- 暂时将逆变器的输出功率因数调低（不要低于 0.9），让光伏系统暂时输出一定的无功功率；
- 检查无功补偿装置检测点的位置；
- 检查无功补偿装置实际可用容量能不能满足功率因数的要求，不足的情况下，可以增加或者更换补偿柜。