

浅析无功补偿在高、低压配电系统中的应用

安科瑞 胡烨

江苏安科瑞电器制造有限公司 江苏江阴 214405

摘要：介绍无功补偿的意义，无功补偿的原理、概念及相关知识，结合某厂实际情况浅析无功补偿在高、低压配电系统中的重要性及应用。

关键词：低压无功补偿；并联电容器；功率因数

1 无功功率的产生及定义

交流电路中，由于感性或容性负载的存在，建立电感的磁场或电容的电场都需要电源多提供一部分不做机械工的功率，称为无功功率。无功功率把电能转换成另一种形式的能量，其不直接消耗电能，这也是各种电气设备能够做功的必要条件，并且使这种能量在电网中进行周期性的转换。电流在电容原件中做功时，电流是超前电压 90° 的，在同一电路工作中，电感产生电流与电容产生电流的方向是相反的，并且相差 180° 。

2 无功补偿的意义

一般大型企业采用大量用电设备，包括电感电动机、变压器等。供电系统中既包括有功功率，又包括无功功率，使发电设备和输电设备不能充分发挥作用，并增加输电线路的功率损耗和电压损失，故提高用户的功率因数有如下益处。①提高电力系统的供电能力；②减少网络中的电压损失，提高供电质量；③降低网络中的功率损耗。

3 无功补偿的方法

为了提高功率因数，要尽可能的减少电力系统中各个设备所消耗的无功功率。特别是减少负荷，减少设备从电网中取用的无功功率，使电网在输送有功功率时，少输送或不输送无功功率。

3.1 选择正确电气设备

- ①选择间隔小，电阻小的电气设备。如选用电动机时，应尽量选择鼠笼式电动机等。
- ②选用设备时，尽量避免轻载运行。如选用电动机、变压器时，应尽量选择容量合适的型号。

3.2 合理运行电气设备

- ①电动机、变压器杜绝轻载运行。针对负荷小于 40%额定功率的电动机，在满足其启动条件和稳定工作等硬性条件下，可以更换小容量的电机，或者将电动机接线采用星型接法。针对平均负荷小于 30%的变压器，可以更换成小容量的变压器，或者调整参数负荷。

②严格按照调度制度，合理安排生产作业时间，控制设备空载运行。

③提高设备的维护保养和检修质量，确保电动机的实际运作情况，符合电磁特性负荷标准。

3.3 人工补偿提高功率因数

人工补偿提高功率因数的做法是采用供应无功功率的设备来就地补偿用电设备所需要的无功功率，以减少线路中的无功输送。

3.4 并联电力电容器组提高功率因数

3.4.1 电容并联补偿的工作原理

在国内的大型企业中，大部分是电感性和电阻性的负载。因此总的电流 i 将滞后电压一个角度 Φ 。如果装设电容器，并与负载并联，则电容器的电流 i_c 将抵消一部分电感电流 i_l ，从而使无功电流 i_l 减小到 i_l' ，总的电流 i 减少到 i' ，功率因数则由 $\cos\Phi$ 提高到 $\cos\Phi'$ ，如果电容器容量选择得当，可使 Φ 减少到0而 $\cos\Phi$ 提高到1，这就是并联补偿的工作原理。

3.4.2 无功补偿区

在供电系统中为提高功率因数，通常采用将电力电容器组并联或者运用其他无功补偿装置。这样就需要考虑电力电容器组装设的地点，不同的装设地点，得到的无功补偿区及其取得的补偿效益是不同的。对于用户供电系统，电力电容器组的设置有高压集中补偿、低压成组补偿和就地补偿三种方式。

①高压集中补偿方式。优点：采用高压集中补偿的初期，投资要求较低。6~10KV母线上产生的无功功率其曲线变化比较平稳，便于运行管理和调节，而且利用率高，可提高企业供电系统的变压器的负荷能力。缺点：高压集中补偿方式对环境要求高，需要设有专门的电容器室，并且通风好，室内温度适宜，并要求有可靠的放电设备。但是其经济效果较差，因为只能补偿6~10KV电源方向上产生的无功功率和所有向该母线供电的线路上的无功功率，而对于负荷方向的电网并没有无功补偿效果。高压集中补偿虽然对本企业的技术经济效益较差，但从整体上完善了地区电网，提高了区域大电网的功率因数，所以至今仍是城市及大中型工矿企业采用的主要无功补偿方式。

②低压成组补偿方式。优点：补偿区域大于高压集中补偿区域，使用用户能够获得较大的经济效益。而且投资小，通常安装在低压配电室，平时运行维护和管理方便安全。

③分散就地补偿方式。优点：这种方式是将电容组分别装设在各组用电设备上，或安装在单独的大容器电动机处。与用电设备要同时启用，同时运行，但不能共用一套控制系统。

4 某厂现有的无功补偿措施及建议

4.1 某厂现在采用的是高压集中补偿和低压组成组补偿

从效果来看，高压集中补偿采用了高压无功自动补偿装置，可根据控制器对系统无功的采样，自动分组投切电容器组，使月平均功率因数稳定在 0.95 以上，无功自动投切成套装置每套容量为 2200kVar，每组容量分别为 450kVar、750kVar、1000kVar，可实现 459、750、1000、1200、1450、1750、2000kVar，七级投切。可实时显示系统电压、电流、功率因数等数据。可在后台控制计算机显示电容器投切及切除情况，引入控制信号于接点电容器进行投切控制。在外部故障或停电时自动退出，送点后自动恢复运行。

低压成组补偿采用安科瑞 ANSVC 低压无功功率补偿装置，适用于频率 50Hz 电压 0.4kV 电网的无功功率自动补偿，它集无功补偿、电网监测于一体，不但可以通过投切电容器组来补偿电网中的无功损耗，提高功率因数，降低线损，从而提高电网的负载能力和供电质量，同时还能够实时监测电网的三相电压、电流、功率因数等电量参数。



功能特点

组成要素：柜体、无功补偿控制器、复合开关、电抗器、浪涌保护器、电容器组等。具有快速的响应速度，可连续无级调节、无涌流、拉弧，无机械开关使用寿命的限制。

应用领域

电力、汽车、冶金、铁道、石油、港口、轻工、机械制造、化工、造纸、纺织、煤炭、造船、通讯、建材、机场、大型场馆、高层建筑等场所配电系统。

4.2 建议某厂的一些单台高压电机加设就地补偿装置

4.2.1 原因

由于变电所的高压集中补偿，只补偿 6000 母排至电网段，而电机至母排段并未得到补偿，由于高压机电的电缆距离比较长，这样在电缆上的损耗就比较大，而且增加了线路上的压降，使电机两端的电压降低。对于感应电动机，其转矩与电压的平方成正比，当电压降低 10%，转矩则降低到 81%，使电动机难以带负荷启动，而且影响电机的使用寿命。

4.2.2 就地补偿装置解决方案

安科瑞 AZC 系列智能电容器由智能测控单元、晶闸管复合开关电路、线路保护单元、两台共补或一台分补低压电力电容器构成，替代常规由熔丝、复合开关或机械式接触器、热继电器、低压电力电容器、指示灯等散件在柜内和柜面由导线连接而组成的自动无功补偿装置，改变了传统无功补偿装置体积庞大和笨重的结构模式，具有更好的补偿效果。



AZCL 系列智能集成式谐波抑制电力电容补偿装置是以低压电力电容器、高性能电抗器、高可靠投切开关、控制系统为主体，采用微电子软硬件技术、微型传感器技术、微型网络技术和电器制造技术等新技术成果，将其智能化，实现低压无功补偿功能，能够可靠工作。主要应用于谐波十分严重场合的无功补偿，能够可靠运行，不会产生谐振，在一定程度上有吸收消除谐波的功能，其中串接 7%电抗器的产品使用于主要谐波为 5 次、7 次及以上的电气环境，串接 14%电抗器的产品使用于主要谐波为 3 次及以上的电气环境。



功能特点

过零投切，分相补偿，温度保护，缺相保护，过压、欠压保护；

谐波功能，智能网络控制，高可靠性；

积木结构，接线简单，扩容方便，维护方便，效果显著。

应用领域

成套柜、户外配电箱、城市电网、农村电网、厂矿企业、石油化工、民用建筑、市政商业建筑、轨道交通配电系统等领域。

参考文献：

[1] 邹有明. 现代供电技术[M] 中国电力出版社, 2007.

[2] 唐志平. 供配电技术[M] 北京: 电子工业出版社, 2005.

[3] 靳龙章, 丁毓山. 电网无功补偿实用技术[M] 北京: 水利水电出版社, 1997.

[4] 安科瑞电气股份有限公司无功补偿解决方案.