LED照明与功率因数之间的关系

交流电流过负载时，加在该负载上的交流电压与通过该负载的交流电流产生相位差，人们便从中引出功率因数这一概念。人们生产、生活用电来自电网，电网提供频率为50Hz或60Hz的交流电。作为交流电的负载有电阻、电感、电容三种类型：

1、当交流电通过纯电阻负载时，加在该电阻上的交流电压与通过该电阻的交流电流是同相位的，即它们之间的相位夹角φ=0°，同时在电阻负载上消耗有功功率，电网要供出能量。

2、当交流电通过纯电感负载时，其上的交流电压的相位超前交流电流相位90°，它们之间的夹角φ=90°，在电感负载上产生无功功率，电网供给的电能在电感中变为磁场能短暂储存后又回馈到电网变为电能，如此周期性循环，结果电网并不供出能量，故谓“无功功率”，但产生“无功功率”的“无功电流”还是实际存在的。

3、当交流电通过纯电容负载时，亦类似于此，只不过其上的交流电压的相位滞后交流电流相位90°，它们之间的夹角φ=-90°。

这里，定义相位角度超前为正，相位角度滞后为负。实际负载是电阻、电感的感抗、电容的容抗三种类型的复物，复合后统称“阻抗”，写成数学式即是：阻抗Z=R+j(XL－XC、。其中R为电阻，XL为感抗，XC为容抗。如果(XL－XC、>0，称为“感性负载”；反之，如果(XL－XC、<0称为“容性负载”。

交流电通过感性负载时，交流电压的相位超前交流电流相位(0°<φ<90°)；交流电通过容性负载时，交流电压的相位滞后交流电流相位(-90°<φ<0°)；电工学定义该角度φ为功率因数角，功率因数角φ的余弦值即Cosφ叫做功率因数。对于电阻性负载，其电压与电流的位相差为0°，因此，电路的功率因数为1最大（Cos 0°=1、；而纯电感电路，电压与电流的位相差为90°，并且是电压超前电流；在纯电容电路中，电压与电流的位相差则为-90°，即电流超前电压。在后两种电路中，功率因数都为零（Cos 90°=0、。对于一般性负载的电路，功率因数就介于0与1之间。由数学式阻抗Z=R+j(XL－XC)，如果XL=XC，则Z=R，即阻抗Z变成了一个纯电阻，功率因数便等于1。

这就是说，感性负载和容性负载可以互相补偿，一个电路里的感性元件的感抗值正好等于容性元件的容抗值则可以完全补偿，功率因数补偿的办法就源于此。交流电通过阻抗负载时，产生的总功率S称“视在功率”，视在功率S包括有功功率P和无功功率Q两个分量。其中有功功率P=S*Cosφ，无功功率Q=S*Sinφ。只有当功率因数Cosφ值等于最大值1即φ=0°时，无功分量Q才等于零，有功功率P等于视在功率S的值。但负载的实际工作能力只与有功功率相关。

功率因数与LED照明

本文主要叙述了功率因数、功率因数补偿的概念，由LED灯具容性负载特点，论证在LED照明灯具内无需增加功率因数补偿电路的结论。

功率因数偏低的害处

(1) 供电设备的带负载能力被打了折扣，即降低了带负载能力。如某设备能供出100KVA的视在功率，若功率因数为0.7，则只能供出70KW的有功功率了；若功率因数为0.9，则能供出90KW的有功功率，可见提高功率因数很有意义。

(2) 输电线路由于无功电流存在，增加了输电线路损耗。例如功率因数为0.7，要供出70KW的有功功率，则需要供出100KVA的视在功率，输电线路的电流增大，线路损耗必然增大。

功率因数补偿方法

供电部门供的电能是以“视在功率”来计算的，但是收电费却是以“有功功率”来计算的，用户的“电度表”实为“有功功率表”，两者之间有一个“功率因数”折扣，所以功率因数是供电部门非常在意的一个数据。用户如果没有达到理想的功率因数，相对地就是在消耗供电部门的资源。目前就国内而言功率因数规定是必须介于电感性的0.9～1之间。

可采取以下方式进行功率因数补偿：

(1) 半集中、集中补偿法，要求用电企业的各个配电房必须安装功率因数自控装置，实时检测功率因数大小，自动投入或切除补偿电力电容器的个数，用于电动机运行补偿（因企业主要用电负荷是电动机、，做到局部用电网络功率因数达标。这个办法从上世纪七十年代末、八十年代初便已强制实施，至今少说已有二十多年。还有各个供电所也安装功率因数自控装置，对其下辖供电区域进一步补偿。

(2) 分散补偿法，要求每个用电器具设计时便采用先进技术，满足功率因数达标，这样不论何时何地用电均能保证功率因数达标。但这样做会增加成本、增加电器体积，而有的电器对体积大小限制很严格，加大了设计难度。

电光源照明灯具与功率因数补偿的回顾电光源是由白炽灯泡开始的，白炽灯泡是纯电阻负载，没有功率因数补偿的问题。上世纪50年代后，日光灯迅速普及成了主要的照明灯具，镇流器用的是硅钢片电感，可靠性高，寿命长，至今仍有少量采用的，大多数没有什么功率因数补偿措施，可能是受到成本因素的影响，抑或人们对功率因数补偿不甚了解，节能意识不强。也有加接适当容量的电容器作功率因数补偿的，多用在30W、40W大瓦数日光灯上，20W以下很少用。上世纪90年代后，人们的环保、节能意识增强，开发出三基色萤光粉节能灯，其光功效更高。电子镇流器也随后问世，配上三基色萤光粉灯管，节能效果更加显著。国内外一些集成电路厂商推出了带有源功率因数补偿的灯用芯片，用于电子镇流器，性能优秀，但增加了成本和电子镇流器体积，老百姓还不能接受它的价格，大约只用在高端灯具产品上。大量的普及型电子镇流器包括用于节能灯的都没有加什么功率因数补偿措施，这在市面流行的节能灯、日光灯上随处可见。也就是说以往的灯具基本上没有什么功率因数补偿措施，但大家都在用。

LED耗电更省，灯具功率比起节能灯还要小。LED照明当然更为进步，对环境保护、节能减排更为适宜。LED灯具是否加功率因数补偿，笔者的看法是：

(1) 据专家分析，LED为容性负载。电网的感性负载甚多，例如电动机、变压器等等。往往需要接入容性负载进行补偿，功率因数自控装置就是作此用途的。LED为容性负载，恰恰补偿了电网因感性负载多导致功率因数低的问题，正是用得其所。源于这种认识，笔者认为LED照明灯具原则上无需加功率因数补偿措施。

(2) 室内照明用的单盏LED灯具均是小功率的，功率不会超过30W。灯具功率小对电网的影响也小，笔者认为这类灯具完全可以免去功率因数补偿措施，加了反而不好，反而会失去LED灯具是容性负载能够补偿电网因感性负载多导致功率因数低的功能。这些小功率灯具多是小体积紧凑型的，内部空间十分有限，例如MR16、PAR30、PAR38灯杯，电源PCB板增大后放不下，就是好心想加功率因数补偿措施也加不进。还有加了功率因数补偿后会带来效率下降的副作用，或云得不偿失。再则成本增加影响销售。何况供电部门已采取了应对措施对电网功率因数进行补偿，灯具厂家大可不必再去画蛇添足。

(3) 功率100W以上的可以考虑加功率因数补偿措施，功率大的负载对电网的影响也大，例如一百瓦到数百瓦的LED路灯。路灯属于公益事业，成本略增加一点无大碍，电源PCB板增大一点也有位置可放。加功率因数补偿措施可以帮助供电部门减轻一些调节负担，防止容性负载过大产生过度补偿。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/29012.html