

降低电子镇流器谐波含量的有效措施

随着电子产品的效能不断改进和提高。以及电子电气产品和服务在家庭和商业部门中的迅速增加，人们对于交流电网谐波电流和电网质量要求也越来越高，对谐波电流所造成的严重后果也越来越关心，这就引起了国际电工委员会高度重视从而导致了谐波电流的标准生产和更新。要求电子电气设备把自己的电流谐波的辐射限制在规定的限值以内，以保证电网的质量和可靠，保证电磁环境的安全和卫生。在一些比较发达的国家 L 级的产品可以用于大面积使用或用于高级场所，而旧国标中“H”级产品则不宜大面积使用更不可用于高级场所，因此现国家强制认证的“CCC”标准中对谐波的要求极为苛刻。

一种有源功率因数校正（APFC）升压式变换器电路大家都知道关于对电子镇流器电源谐波含量的要求，国家在 GB/T15144-94 IEC929；1990 标准中规定了“L”和“H”二个限制等级；L 级为低谐波含量，H 级为高谐波含量。

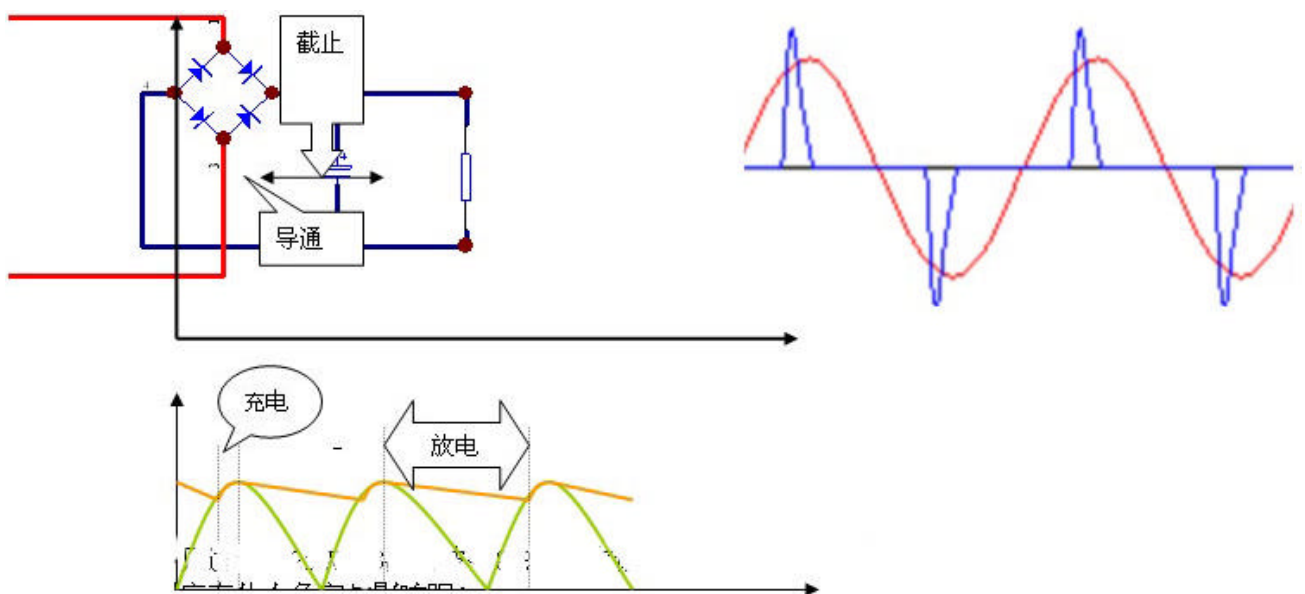
那么谐波有什么危害呢？又是如何产生的呢？为什么国家对这些谐波要求如此之严？谐波电流产生的根源主要是由具有相角控制和整流电源器件产生的，这类设备会产生非正弦的电流输入回路。在接通电源时，电容器被充电，这一过程一直进行到电容器充电到整流电压的峰值为止。一旦充电电流消失，二极管便导通交流电流、且只有在交流源大于电容器时才对电容器充电。当交流电源电压低于电容器电压时，二极管截至。

在交流电压波形最高点上对电容器充电将引起交流电流以连续的窄电流脉冲形式流过电容器。这样就形成了谐波含量很大的非线性交流供电电流。

在照明电器设备中目前产生谐波电流的主要电器设备是电子镇流器，电子镇流器在本质上也就是开关电源，所以产生谐波电流的原因也就一目了然了。

从电工学原理可知，任何一个非正弦周期信号都是由不同频率的正弦波组成。这些不同频率的每一个正弦部分，则被子称为一个谐波分量。事实上，谐波含量与波形的平滑度有关。

下图是最常见的整流电解滤波电路及相关波形，其功率因数在 0.5-0.6 之间：



以上的电路只适合做 25W 以 3 次谐波 86%，5 次谐波 61%的电子镇流器

谐波电流到底有什么危害与影响呢？

凡是具有非线性电流波形的电子电气设备将对交流供电产生许多有害的影响，当大量的使用这因电子电气装置时，将对交流电网有下列危害：

过量的谐波电流会使发电机和电动机产生附加的功耗引起发热；

对无功补偿电容器组谐波电流过大可能导致电力电容器过载而损坏；

谐波电流会增加变压器和电网的损耗，浪费能源；

对电网继电保护、自控装置和电产生干扰或造成误动作；

对计量检测仪器引入较大的误差，不能保证计量和检测正确度；

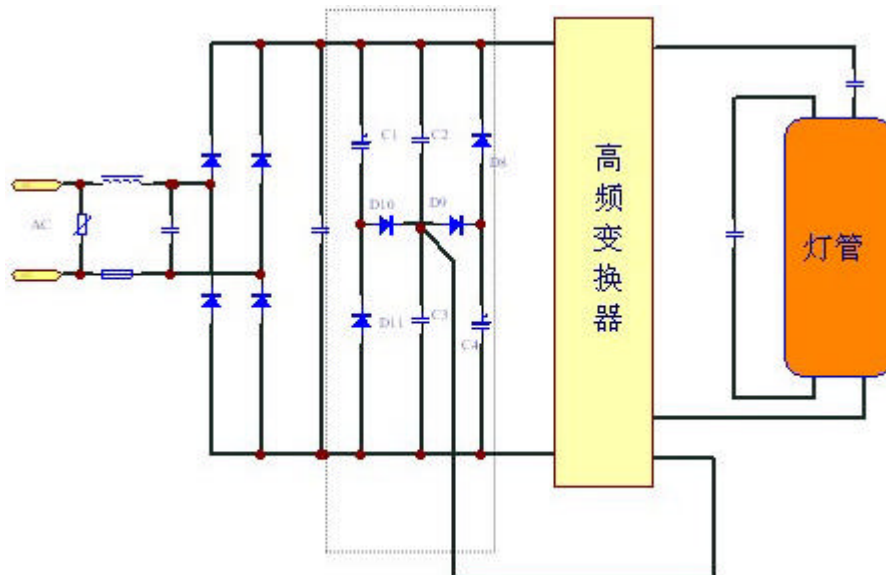
过量的谐波电流会使在三四线 Y 形供电系统中使用权中性线电流急剧增大，远远高于相电流，引起中性线超负荷，并使设备损坏；

由于谐波电流与供电系统阻抗相互作用而引起严重的电压失真，可通用性使接到相同分支电路上的设备不能正常工作。

那么我又采取什么措施来降低谐波的含量呢？

其实很早就有人采用了无源谐波滤波的逐流电路。

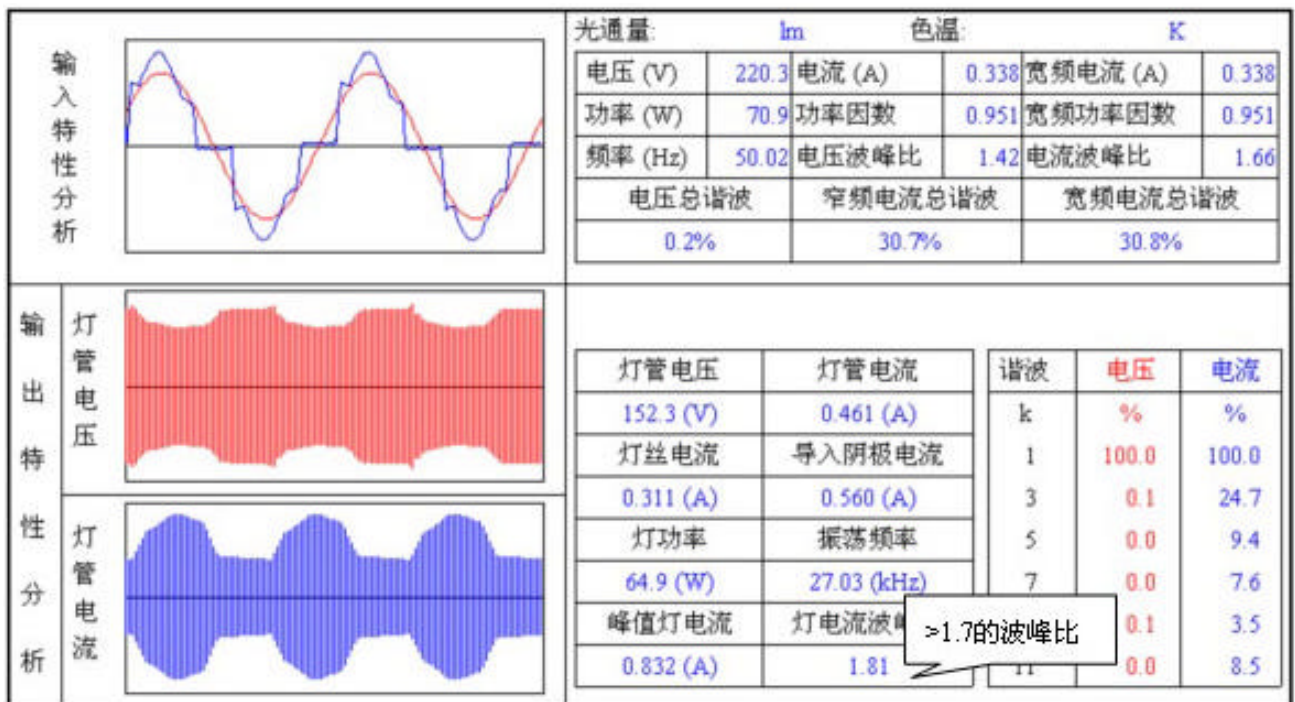
所谓的逐流意思就是电子镇流器交流输入端的电源电流追逐电源电压瞬时的变化轨迹，即含有追逐，又含有续流以下是我们最常用的带高频反馈环路的改进型逐流电路。



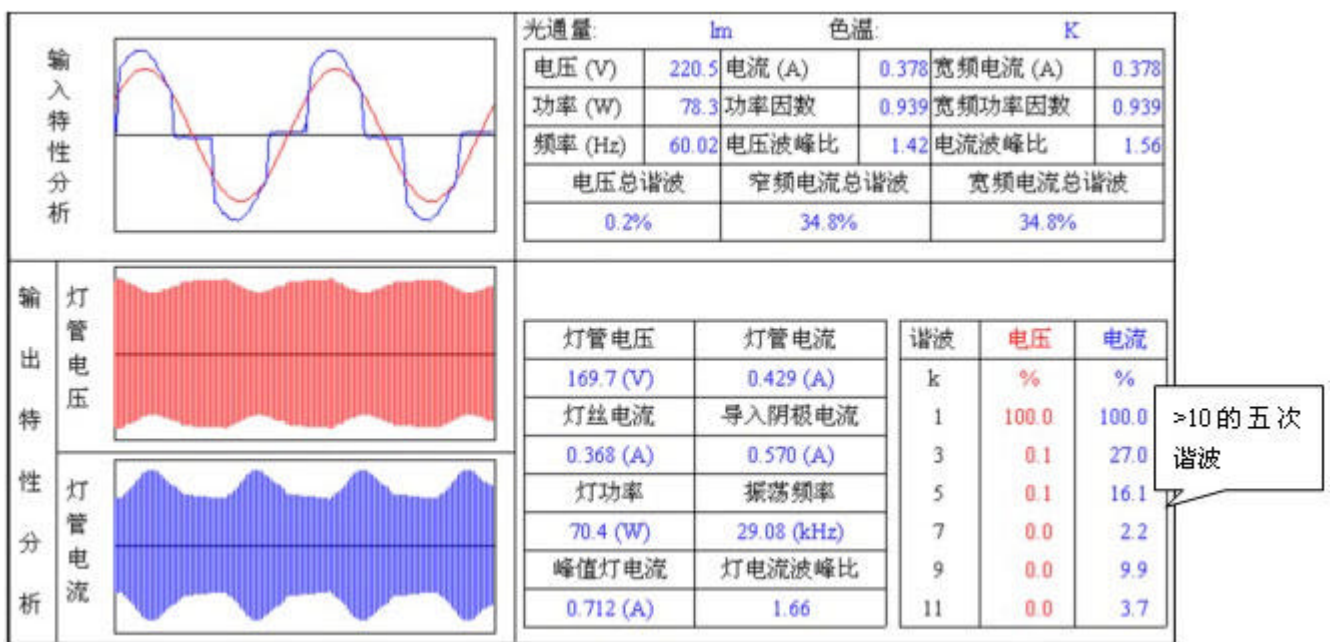
带高频反馈环路的改进型逐流电路

这种集逐流电路与高频反馈式无源滤波网络于一体的 PFC 电路，功率因数可 0.95，各次谐波也基本可以满足 H 级谐波含量的要求，但是无法达到 L 级低谐波含量的要求，同时灯电流的波峰比也就提高到 1.7 ~ 1.9，大家都知道灯管的电流波峰比系数是一项比较重要的技术改善，波峰比高就直接影响灯的寿命，有许多只做镇流器的厂家就一味的将镇流器输入参数做的很好，各项参数都可以达到国标的要求，但其灯管的电流波峰比参数就很糟糕，都在 1.8 ~ 1.9，甚至有些到了 2 以上。

下图是我们采用带高频反馈环路的改进型逐流电路调出的参数，其3次和5次谐波可以满足H级谐波含量的要求的参数，但是波峰比就超过了1.7：



下面的参数也是带高频反馈环路的改进型逐流电路将灯电流波峰比降到1.7以下，但3次和5次谐波就无法满足H级谐波含量的要求。



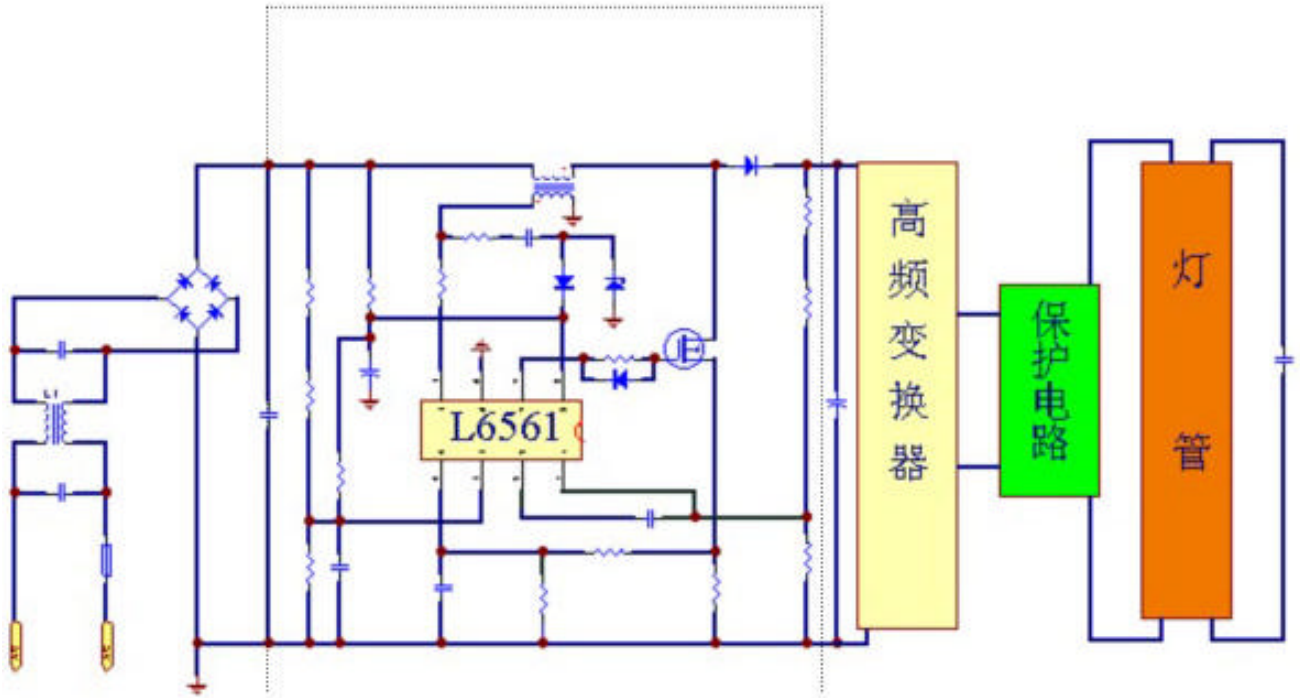
现国家即将执行的新“CCC”标准中对谐波的要求不再是“H”和“L”级之分，而是在原“L”级上稍做调整的统一要求：

标准	2次	3次	5次	7次	9次	11~39次
原“L”级	5	30λ	7	4	3	2
新标准要求	2	30λ	10	7	5	3

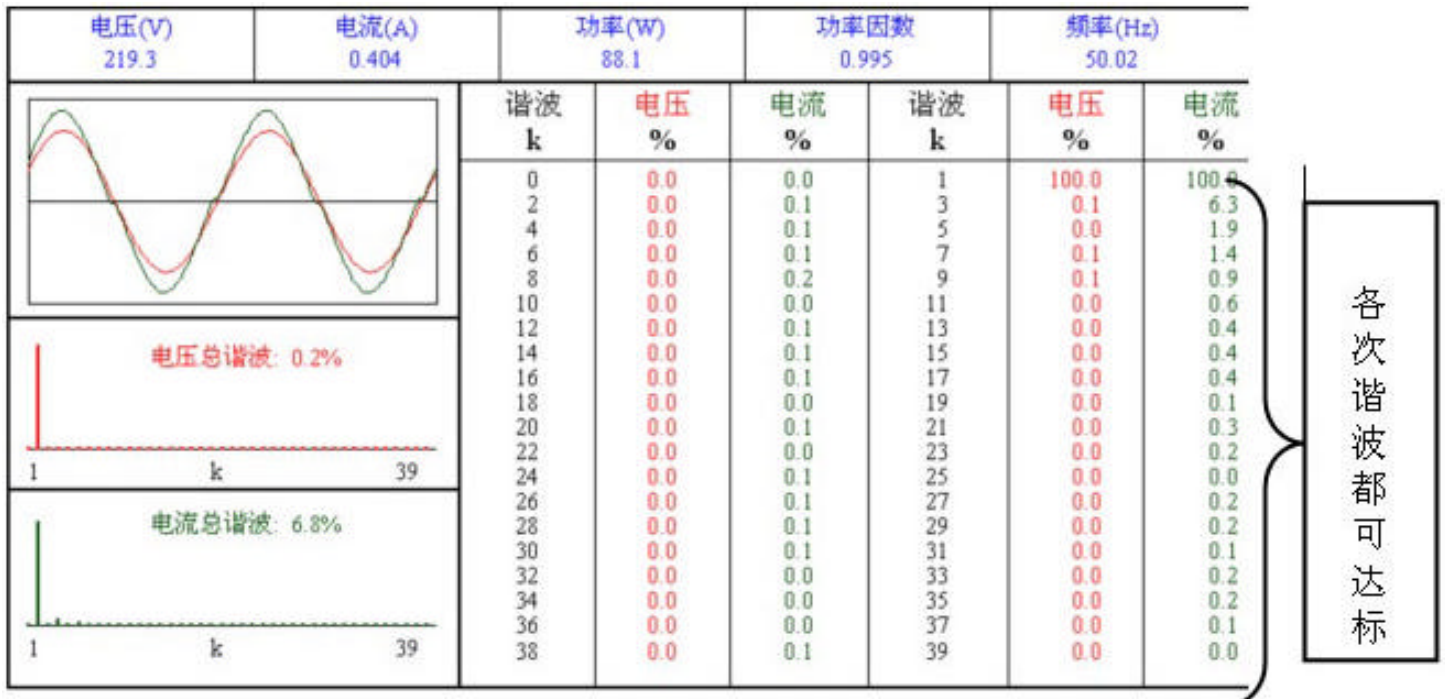
所以难度也就可想而知，想用以上带高频反馈环路的改进型逐流电路将谐波达到现新标准的要求是不可能的。针对这

种种技术上的难题，本人（许多技术人员）极力建议使用许多厂家用其正在做大功率电子镇流器一种有效抑制谐波的有源电力滤波器(APFC)。它是一种电力电子装置，其基本原理是从补偿对象中检测出谐波电流，由补偿装置产生一个与该谐波电流大小相等而极性相反的补偿电流，从而使电网电流只含基波分量。这种滤波器能对频率和幅值都变化的谐波进行跟踪补偿，能有效的地抑制了输入电源电流的波形失真，且补偿特性不受电网阻抗的影响，同时还能够小范围的衡压（170V~250V 的输入电压其输出电压不变）。这样灯管的参数就不再令人头痛了，灯电流波峰比就很容易做到 1.5。

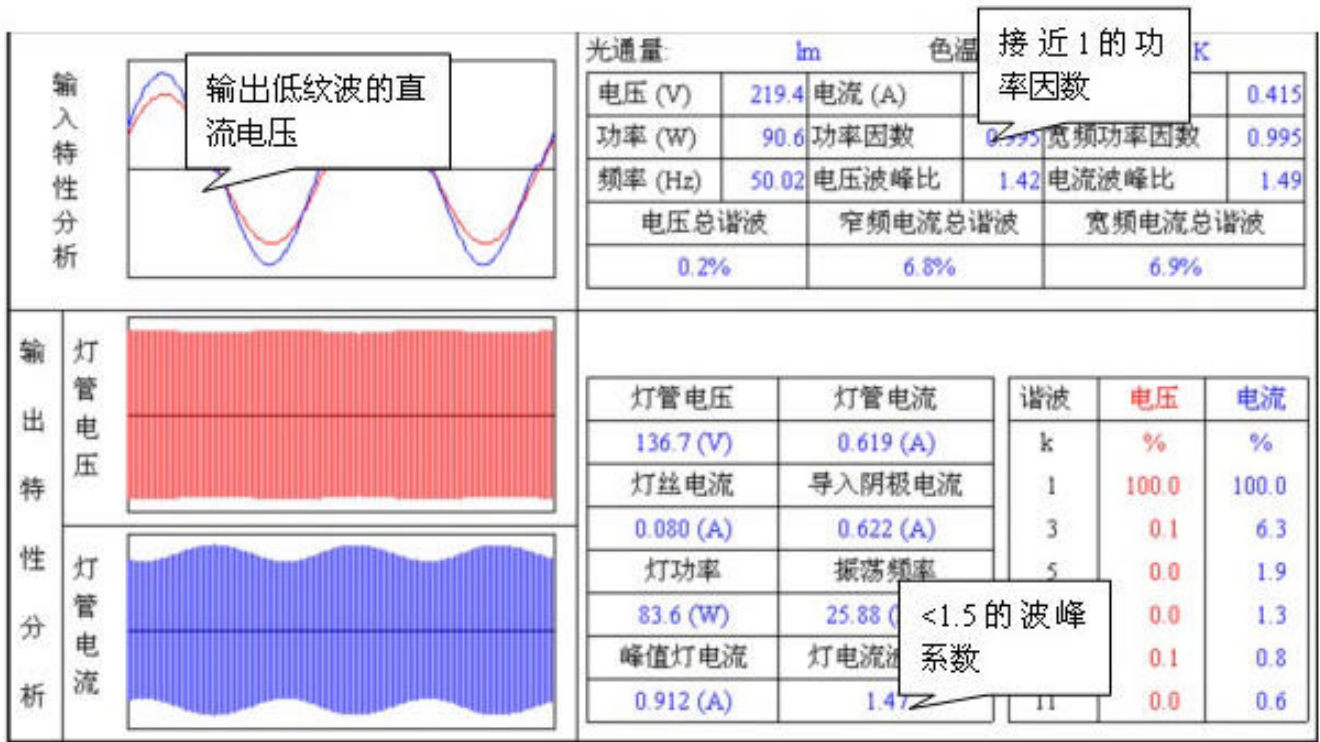
下图虚线内是我们常用的一种用 6561 的升压式 APFC 变换器电路：



下图是在高频变换电路前用 6561 的升压式 APFC 变换器电路的镇流器输入参数：



下图是在高频变换电路前用 6561 的升压式 APFC 变换器电路的镇流器全特性参数：



根据以上许多的参数，此电路是最可行也最成熟的电路，由于此电路成本较高，电路结构也较复杂，很难实现市场需求的低价位、小型化。但也并非不可解决的：

一、做为一家好的企业首先是应该想到做好自己的每一个产品，将品牌定的高那么性价比自然应该高，更何况现在许多的消费者和工程使用的场所不再是那种只贪便宜的思想了，只要我们的产品做得好，有一个合理的价格，很快就会得到消费者和工程的认可，因此我们根本没必要去和其他厂家打价格战，要打就要打技术战。

二、在技术设计上做调整：

将一系列的多种规格设计成统一的 APFC 变换器电路并做为模块型，这样就统一了电子元件，统一了生产工艺，提高了生产效率，实现了小型化的产品设计。同时也扩大元件采购量，量大价格就自然降低，我们现在少量使用 6561 的升压式 APFC 变换器电路加上一个 450V 的滤波电解电容的总价格大约是十元左右，如果实现了统一模块再大量生产（月产量 2 万到 3 万），价格起码可以降低 2 到 3 元，我们现正在使用的改进型逐流电路的那部分电路的价格大约在 3.5 元到 4 元左右，而且谐波方面是无法达到现新标准的要求。

合理的用好每一个电子元器件，不同功率的电路（高频变换电路以及其它部分）选用合理的电子元器件，这也是降低成本的方案之一。

总之要做好一个能够满足方方面面要求的好镇流器想不增加一些成本是比较困难的。

以上仅代表本人对电子镇流器性能肤浅看法。欢迎同行专家、教授批评指正。