

LIMA

羅子強
Sales Manager
S.Z.Mobile:137-1457-2551
MSN:luoziqiang@hotmail.com
QQ:107521149

LED 电源

利瑪電子(新加坡)有限公司
Add:深圳市華強北電子科技大廈A座3908室
Tel:0755-8836 5152 Fax:0755-8836 4656
E-mail:lima@limaic.com
Website:www.limaic.com



摘要: 本文首先通过对 LED 电源的现状分述。在此基础上,总结出 LED 电源的技术开发工作继续进行的理论基础。

关键词: 标准 LED VI曲线 效率 光通量效率曲线 恒流 功率因数 EMC

◇ LED 电源的现状分析

1) LED 电源的现状

LED 电源也是一个配套产品,现在做 LED 电源的人确实很多,但是能做好的却不多。

主要原因:

1. 生产 LED 照明及相关产品的公司的技术人员对开关电源的了解不够,做出的电源是可以正常工作,但一些关键性的评估及电磁兼容的考虑不够,还是有一定得隐患。
2. 大部分 LED 电源生产企业都是从普通的开关电源转型过来做 LED 电源,对 LED 的特点及使用认识还不够。
3. 现在关于 LED 的标准几乎没有,大部分都是参考开关电源和电子整流器的标准。
4. 现在大部分 LED 电源没有统一,所以量大部分都比较小。采购量小,价格就偏高,而且元器件供应商也不太配合。

在市场 LED 产品如火如荼的发展态势下,就 LED 驱动电源企业而言,目前面临几个挑战。

1. LED 电源的稳定性: 宽电压输入, 高温和低温工作, 温度保护等问题都没有一一解决。
2. 首先是驱动电路整体寿命, 尤其是关键器件如: 电容在高温下的寿命直接影响到电源的寿命。
3. 是 LED 驱动器应挑战更高的转换效率, 尤其是在驱动大功率 LED 时更是如此, 因为所有未作为光输出的功率都作为热量耗散, 电源转换效率的过低, 影响了 LED 节能效果的发挥。
4. 目前在功率较小(1-5W)的应用场合, 恒流驱动电源成本所占的比重已经接近 1/3, 已经接近了光源的成本, 一定程度上影响了市场推广。

◇ 选择和设计 LED 电源必须考虑的问题

1) LED 的特点分析:

LED 由于环保、寿命长、光电效率高等众多优点，近年来在各行各业应用得以快速发展，LED 的驱动电源更成了关注热点，理论上，LED 的使用寿命在 10 万小时以上，但在实际应用过程中，由于驱动电源的设计及驱动方式选择不当，使 LED 极易损坏。

LED 的具体特点有：

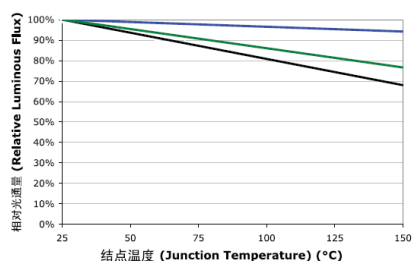
1. LED 是电流随电压的变化很大。
2. LED 是电压与温度是变化成反比。
3. LED 的光通量随温度的升高而降低。
4. LED 的寿命随温度的升高而减小。
5. LED 的正向 VF 值。

下面以 Cree 7090XR-E 为例进行分析，下图分别为：（图 1）是基本的参数；（图 2）为光通量与节温的曲线；（图 3）为 VI 曲线。

热阻，结点到焊点	°C/W	8	
发光角度 (FWHM) - 白色	度	90	
发光角度 (FWHM) - 深蓝色、蓝色、绿色	degrees	100	
电压温度系数 - 白色、深蓝色、蓝色、绿色	mV/°C	-4.0	
ESD 类别 (HBM, 依照 Mil-Std-883D)		2 类	
直流正向电流 - 白色 \geq 5000 K、深蓝色、蓝色	mA		1000
直流正向电流 - 白色 < 5000 K、绿色	mA		700
直流脉冲电流 (1 kHz, 10% 占空系数)	A		1.8
反向电压	V		5
正向电压 (350 mA 时)	V	3.3	3.9
正向电压 (700 mA 时)	V	3.5	
1000 mA 时正向电压 - 白色 \geq 5000 K、深蓝色、蓝色	V	3.7	
LED 结温 *	°C		150

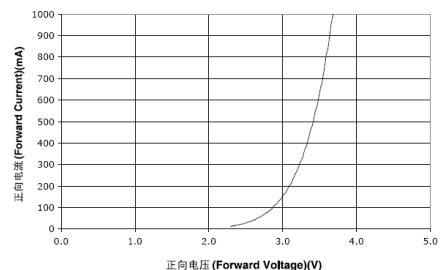
图 (1)

光通量与结温曲线图 ($I_f = 350 \text{ mA}$)



(图 2)

电学特征 ($T_j = 25 \text{ °C}$)



(图 3)

2) 配套 LED 的驱动电源要求

根据 LED 特点，使用配套电源时要注意：

1. 根据 LED 电流和电压特点，比较理想的是使用恒流驱动。它能避免 LED 正向电压的改变而引起电流变动，同时恒定的电流使 LED 的亮度稳定。
2. 另外，LED 光通量与温度成反比，所以使用中应尽量减少电源发热和设计良好的散热系统。从而降低 LED 的工作的温度。
3. 为了保证 LED 的整体寿命必须将 LED 的节温控制在一定的范围内。

根据电网的用电的特点，LED 特性的要求以及相关 LED 产品，在选择和设计 LED 驱动电源时要考虑到以下几点：

1. 高可靠性
LED 产品主要是有 LED 和电源，外壳，控制电路等组成。其中 LED 电源的好坏直接影响了产品的好坏。特别是 LED 路灯产品，由于装在高空，维修不方便，维修的花费也大。
2. 高效率
LED 是节能产品，驱动电源也要符合节能的要求。特别是电源安装在灯具内的结构，尤为重要。因为 LED 的发光效率随着 LED 温度的升高而下降。电源的效率越高，它的耗损功率小，在灯具内发热量就小，也就降低了灯具的温升。可延缓 LED 的光衰有利。
3. 高功率因素
参考日关灯电子整流器的要求 $\geq 25W$ 功率的必须有高功率因素。
4. 恒流驱动方式
为了配合 LED 的 VI 特性，所以 LED 电源必须使用恒流驱动的方式。
5. 浪涌保护
LED 抗冲击能力比较差，所以要加强这方面的保护。特别是一些装在户外的产品，由于电网负载的启动和雷。因此 LED 驱动电源要有抑制浪涌的侵入，保护 LED 不被损坏的能力。
6. 温度保护功能
电源除了常规的保护功能外，最好在恒流输出中增加 LED 温度负反馈，防止 LED 温度过高。
7. LED 电源寿命
驱动电源的寿命要与 LED 的寿命相配和。
8. 安规和电磁兼容的要求。
为是产品满足各国标准及市场的要求。
9. 工作环境问题：
由于各个地方的环境的不同。
10. 软启动电路
考虑到电源的工作方式，如果不加软启动电路，通电瞬间，输出会有一个电压尖峰。为更好的保护 LED，所以需要加软启动电路。
12. 温度保护功能

由于 LED 的温度直接影响到其寿命,所以必须对 LED 的温度加以控制。当 LED 的温度达到一定值后,温度保护开始起控,将 LED 的功率减小,使其温度降低。

3) LED 照明发展中一些争议

1. 担心散热不会很好解决

散热主要看我们设计的方式。在设计 LED 灯具长期受使用灯泡(点光源)结构概念影响,总会认为散热解决难度高。没有迹象表明只有设计像灯泡结构才可以在照明市场广泛采用,应该抛开现有传统概念,要有突破性的构思与发展。传统灯具结构也是不断发展才会有现在的结构,圆体积比较符合真空需要,可以承受几千高温度,所以它可以设计比较集中的光源。LED 只能承受 150℃ 结温度,现阶段只要是 LED 价格可以接受的领域,都得到很好的应用和发展。并没有受到散热条件的限制而不能采用 LED。温度,通常很多要求 LED 产品表面温度 50℃ 以内,这种心态是不对的。要看我们具体使用环境条件,在很多环境温度不能保证在 25℃,要实现产品表面 50℃ 显然是困难的。在设计 LED 产品时最需要考虑 LED 结温度。如果表面温度很低,热量未散出,结温度超过合理值,很显然这产品设计是很失败!反过来,LED 产品设计的散热热阻很小,结温度保持在合理范围内,即使产品外壳温度达到了 70℃,我认为也是可以接受的。

2. 担心安规问题LED

没有明确的文件遵循,不会影响LED 进程。很多产品没有相应标准,不都发展的好好的嘛! LED 电源与现行的电压开关电源产品在安规方面不会有太大区别,安全规定适用LED 产品,只是光源不同,没有本质的区别。就算新出台针对LED 安全规定,也一定是有利于LED 未来发展方向,不可能出现限制条款。

3. 担心使用电解电容寿命短影响LED 进程

我们不能拿电解电容寿命判定LED 产品寿命,理论值与实际值会相错很远,宣传中LED 有10 万小时寿命,这一理论值很难得到印证。电解电容在现有的灯具广泛应用,也没有看到会有那么严重的后果。电子产品不可能保证100%不损坏,LED 产品也是一样,其它器件寿命落后于LED器件,市场会迫使电解电容更新或新器件诞生。不会影响LED 照明发展进程,担心实属多余。LED可以承受合适的脉动直流驱动,在某些领域可以不需要滤波。

◇ 发展趋势

未来LED 肯定是需要恒流方式点亮。LED 照明是新型产业,没有可参考模式,需要原创设计才可以迎合市场需求,市场的初创需求显得非常重要。更需要的是驱动新概念,突破性驱动设计概念是指引LED 照明线路设计,及IC规划设计未来的基础。为LED 照明应用设计奠定坚实的基础。

1) 前沿技术 IC 的发展趋势

1. 随着全球的对节能要求的提高,对LED产品的效率也相应的要求比较高。一些IC设计企业也加大投入努力的提高产品的效率。现阶段DC TO DC的效率最高已可以做到97%.
2. 由于一些灯具和产品结构的限制,为满足更小空间,更大功率。IC工作频率也是进一步提升。现阶段IC的工作频率都达到了5MHz.
3. IC的耐温也进一步提升,现阶段的IC的节温都可以达到160℃
4. 随着LED产业的发展,IC设计对LED相应的应用和保护考虑的越来越全面。现阶段已经针对LED应用,增加了,恒流功能;过温保护;调光功能;宽电压输入;温度控制端口;过压保护等。
5. 在IC设计中更充分考虑电磁兼容的需求,并开发出了一些新的技术。如:增加抖频技术抑制EMI。
6. 随着电网对功率因数的要求,IC前沿设计也在努力的改善功率因数。

2) LED 应用的发展

1. 针对LED的特点开发一系列恒压恒流控制电子电路,利用集成电路技术将每颗LED的输入电流控制在最佳电流值,使得LED能获得稳定的电流,并产生最高的输出光通量。LED驱动电路在输入电压和环境温度等因素发生变动的情况下最好能控制LED电流的大小。
2. LED驱动电路具有智能控制功能,使LED的负载电流能够在各种因素的影响下都能控制在预先设计的水平上。当负载电流因各种因素而产生变化时,初级控制IC可以通过控制开关使负载电流回到初始设计值上。
3. 在控制电路电路设计方面,要向集中控制,标准模块化,系统可扩展性三方面发展。
4. 在目前LED光效和光通量有限的情况下,充分发挥LED色彩多样性的特点,开发变色LED灯饰的控制电路。

◇ 设计 LED 电源的整体思路

已经介绍过 LED 电源的需要注意的地方及对整个产品的重要性,首先,我们了解一下我们常用的 LED 电源的几种工作方式参考(图4)

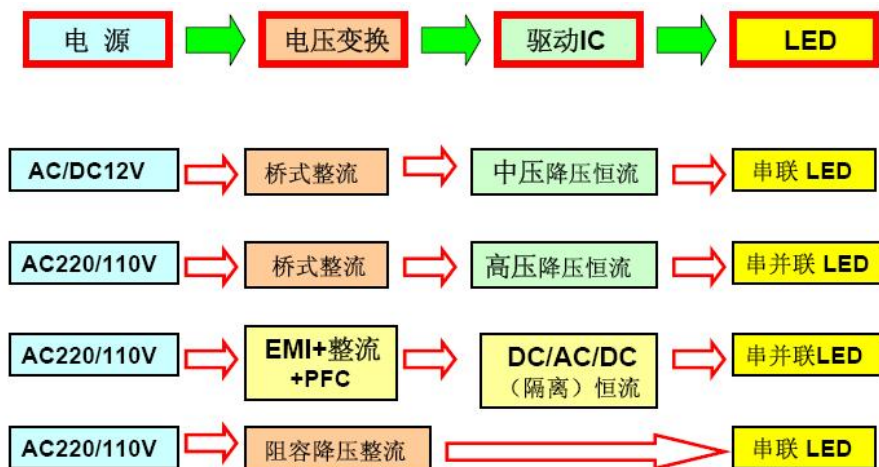


图 4

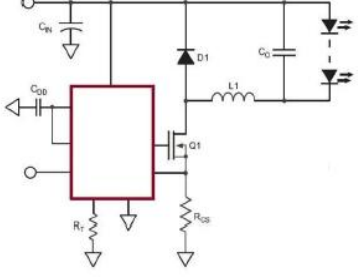
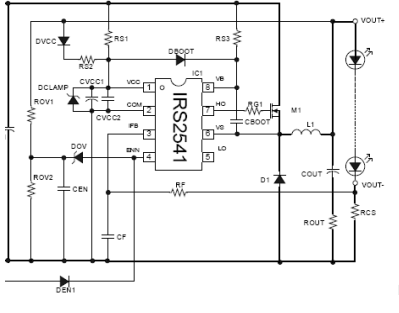
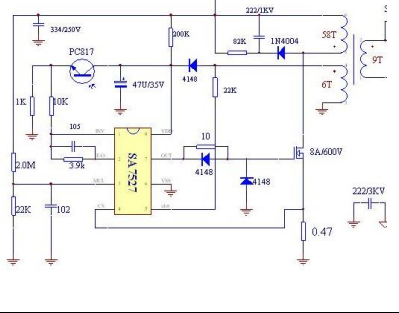
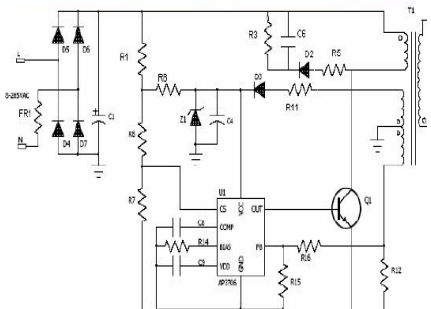
设计 LED 驱动电源的理念

1. LED的VF电压都很低，一般 $V_F = 1.8-3.8V$ ，普通LED的 I_F 在13-20 mA；大功率LED的 I_F 在300-1400mA；因此LED电源的输出电压是 $V_F \times N$ 或 $V_F \times X1$ ， I_F 恒流在13-1400mA。
2. 大功率LED是低电压、大电流的驱动器件，其发光的强度由流过LED的电流决定，电流越大，光强越高，功耗也越大，同样发热也越大，所引起LED的衰减也越大。所以在设计LED电流时要综合LED光强和发热，将LED电流设定在最合适的值。
3. 随着大功率LED的发展和应用的日益广泛，功率型LED驱动显得越来越重要。对于用市电驱动大功率LED电源。还需要解决隔离、PFC（功率因素校正）问题。
4. 设计LED电源是一定要考虑到通用性和兼容性。例如：1x3W、3xW、1W应该是可以采用统一的方案和PCB等。
5. 在LED领域，要体现出节能和长寿命的特点，LED电源也要与其匹配。
6. 作为一个设计人员不仅要设计好的产品，而且要将成本控制在尽量低的范围内。这就需要工程师对元器件的价格和生产工艺有一定的了解。

◇ 现阶段重点要做的工作及要解决的问题

1)、日关灯电源项目的相关工作

首先从我们分析一下目前市场推广的一些方案：

电路结构	优点	缺点
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 迟滞型转换器，电路结构简单，使用方便。 2. 体积可以做得比较小，可以直接装到光源底部。 3. 价格相对便宜点。 4. 效率较高。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 输出电流误差比较大，达到10% 2. 不隔离的输出为高压。 3. 功率因数不容易做得较高。 4. 电路的稳定性不够。
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Buck电路结构，性能相对稳定 2. 体积可以做得比较小，可以直接装到光源底部。 3. 电路采用双闭环控制，恒流精度可以做得较高可达到4%。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 价格比较高。 2. 设计相对比上一种复杂。 3. 功率因数不容易做得较高。 4. 不隔离的输出为高压。
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 功率因数可以做的比较高可达到0.9以上。 2. 初次级为隔离相对安全。 3. 电路采用单级PFC反激电路，性能稳定。 4. 恒流精度可以做得较高。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 电路设计比较复杂 2. 变压器不好设计。 3. 价格相对第一种高 4. 效率相对不够高
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 反激电路结构，性能稳定。 2. 初次级为隔离相对安全。 3. 恒流精度可以做得较高。 4. 价格相对便宜。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 电路设计比较复杂。 2. 功率因数相对较低。 3. 效率相对较低。

目前，我司采用的是第一种方案，此种方案优点很明显，但缺点也很突出。在新的电源还没有开发出来时，建议暂时使用此种电源。通过以上对比我们不难看出，第三种电路是比较合适的方案。但第三种方案结合日光灯外壳还有一些问题有待解决。

主要问题有：

1. 电源的整体高度偏高，不容易安装。
2. 由于是装在灯壳里面，电解电容的使用寿命不够。
3. 初次级高压绝缘问题。
4. 认证问题。

5. 不用去掉传统的电子整流器和启辉器，直接使用的问题。

针对以上问题，后期的工作重点就是解决以上问题。

1. 目前按照通用的变压器结构，是不容易将高度做的比较低。解决此问题可以采用两种方法：

a 用两个变压器，采用串并联的方式。

b 采用平面变压器结构，可以降低高度。

2. 由于普通的电解电容的寿命，受电解液和温度的限制，所以使用电解电容有可能会影响到产品的寿命。因为电解电容在电源里面主要的作用就是滤波，是输出电压比较平稳。但LED不一定要平稳的直流电才可以点亮，所以可以采用一些容量较大的无极性瓷片电容。来解决电容寿命及整个电源寿命的问题。

3. 由于LED散热的需要和外观的要求，日光灯的外壳大都采用金属结构的。这就得高压比较难通过。要解决此问题：

a 电源本身高压必须通过。主要影响高压的元件就是变压器，变压器次级采用三重绝缘线基本上就可以解决电源本身高压的问题。

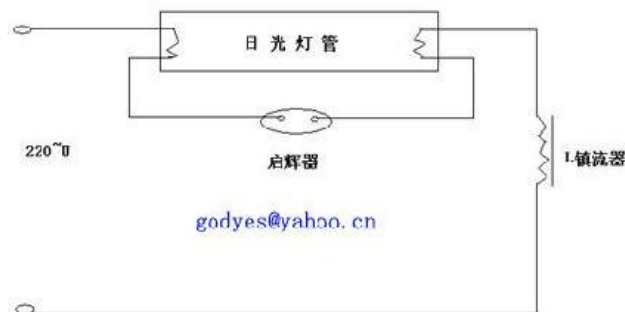
b 初级的器件（电源）必须与次级（外壳和光源部分）有足够的距离。按照我国电压的要求距离至少要大于6.5mm。由于外壳内部空间有限要保证大于6.5mm的距离，只有通过采用绝缘材料隔离和将电源整体灌胶的方式。另外，胶水有一定得导热性，灌胶以后可是使整个灯具的热更平均，这样不仅有利于解决高压的问题也会让电源更加稳定。

4. 通过跟认证机构的了解，目前关于LED日光灯的标准还没有，做认证时都是参考LED电子整流器的标准。根据电子整流器的标准LED日光灯必须满足谐波、功率因数(PFC)、电磁兼容(EMC)、安全等的要求。所以在前期设计时，必须考虑到以上的要求，并增加相关的电路。

5. 首先了解一下日光灯工作特点：

a 日光灯管两端装有灯丝，玻璃管内壁涂有一层均匀的薄荧光粉，管内被抽成真空度，充入氖气，同时还注入微量的液态水银。当通电后，电压通过启辉器产生一个400-600V，100mA，持续时间1S左右高压使灯丝发热，同时使氖气发光。由于灯丝发热时里面的液态水银蒸发。从而使灯管两端导通点亮。

图五为启辉器接线示意图



图五

要想直接替代电子整流器或启辉器，启动瞬间的电源必须能承受600V以上的交流电压，不损坏。

为了使600V的高压不至使电源损坏：

a 将电源输入电压设计在600V以上工作，就目前的技术及元器件的市场看，还是有很大的难度，成本也会比较高。

b 将这个600V，电流100mA，持续时间1S的能量钳位在265V以下。这样相对容易实现。

二)、 路灯配套电源项目

目前，市场上电源的工作方式主要有两种：第一种是整体恒流。第二种是逐路恒流。

这两种工作方式各有优缺点：

整体恒流		逐路恒流	
优点	缺点	优点	缺点
1. 成本比较低。 2. 电磁兼容容易处理。 3. LED光源板容易设计，可以直接并联。 4. 整体效率高可以达到90%以上 5. 接线容易，光源板只需要2根导线就可以了。	1.对LED的VF值一致性要求很高，否则会造成电流不平衡，从而损毁。	1.对LED的VF一致性要求不高，而且每一路电流很平均。LED工作比较可靠。	1. 成本比较高。 2. 电磁兼容不容易处理。 3. 整体效率不高最高达到85% 4. 接线容易，光源板只需要2根导线就可以了。

从以上对比可也看出，逐路恒流虽然缺点比较多，成本也比较高。但是它能真正的起到保护LED和延长LED的寿命，所以我认为逐路恒流才是未来的趋势。在此我选择的是逐路恒流的工作方式：

由于LED路灯是使用在户外，为配合客户及市场的要求。结合产品主要是的特点。我认为要做好LED路灯电源的难点主要是高压部分的设计，具体有：

1. 高稳定性，高功率因数。
2. 长寿命，至少达到5000小时以上。
3. 较高的整体效率。
4. 超强的环境适应能力。如工作环境温度-20-60度 雷击4KV等。
5. 防水等级要达到IP66以上。

针对以上问题，后期的工作重点就是解决以上问题。

1. 要满足高功率因数和效率的，LLC效率是比较高的，但是不够稳定.因为它是靠变压器的漏感谐振工作的。正激加同步整流效率也比较高，但目前正激同步整流技术比较复杂。准谐振加同步整流相对以上两种，效率稍微偏低，但稳定性好，方案成熟。所以选择准谐振加同步整流。
2. 因为准谐振加同步整流的方案不能没有电解电容。所以在设计和元器件选择余量

比较大，寿命较高的电解电容。同时，为满足工作环境的要求，所使用的元器件至少要选用-20-105度的耐温。

3. 在输入端为满足电磁兼容和雷击等要求，需要加防雷击电路和EMC滤波电路。一些高频的地方还要做屏蔽处理。
4. 电源的采用灌胶处理，以满足IP防护等级的要求。

附录：

功率因数

- A. 功率因数是加在负载上的电压和电流波形之间的相角余弦(若电压波形与电流波形的相角差为 ϕ ，则 $\cos \phi$ 便是电源的功率因数)。当加在负载上的电压和电流波形相位一致时(即相角差 $\phi = 0$)，则功率因数 $\cos \phi = 1$ 是理想的情况；当加在负载上的电压和电流波形相角差为 90° 时(即 $\phi = 90^\circ$)，则功率因数等于零(处于最小值)；通常，电源的功率因数处于0到1之间，即 $0 \leq \cos \phi \leq 1$ ，可用百分数表示。
- B. 加在负载上的电压和电流波形之间存在相位差导致的结果之一是供电效率降低，即产生所要求的电力需要输入更大的电力。导致的另外一个结果是电压和电流的波形差产生过多的高次谐波。大量的高次谐波反馈到主输入线(电网)，造成电网被高次谐波污染。同时，这种高次谐波也会扰乱控制系统里的敏感低压电路。
- C. 交流系统里实际功率等于视在功率乘以功率因素。目前，基本上所有的电源都有功率因素的指标，我国传统的节能灯功率因素为0.5