

LED 驱动电源方案全攻略

一、什么是 LED ？

LED (Light Emitting Diode)，又称发光二极管，它们利用固体半导体芯片作为发光材料，当两端加上正向电压，半导体中的载流子发生复合，放出过剩的能量而引起光子发射产生可见光。

二、LED 有哪些优点？

★ 高效节能 一千小时仅耗几度电（普通 60W 白炽灯十七小时耗 1 度电，普通 10W 节能灯一百小时耗 1 度电）

★ 超长寿命 半导体芯片发光，无灯丝，无玻璃泡，不怕震动，不易破碎，使用寿命可达五万小时（普通白炽灯使用寿命仅有一千小时，普通节能灯使用寿命也只有八千小时）

★ 光线健康 光线中不含紫外线和红外线，不产生辐射（普通灯光线中含有紫外线和红外线）

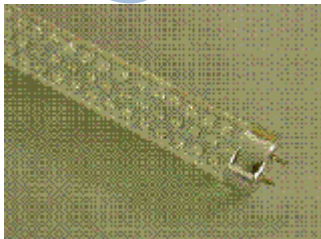
★ 绿色环保 不含汞和氙等有害元素，利于回收和利用，而且不会产生电磁干扰（普通灯管中含有汞和铅等元素，节能灯中的电子镇流器会产生电磁干扰）

★ 保护视力 直流驱动，无频闪（普通灯都是交流驱动，就必然产生频闪）

★ 光效率高，发热小：90%的电能转化为可见光（普通白炽灯 80%的电能转化为热能，仅有 20%电能转化为光能）

★ 安全系数高 所需电压、电流较小，发热较小，不产生安全隐患，可用于矿场等危险场所

★ 市场潜力大 低压、直流供电，电池、太阳能供电即可，可用于边远山区及野外照明等缺电、少电场所。



三、权威预测

半导体照明将在未来 5-10 年内取代现有传统光源。

“未来白光 LED 将更加便宜，市场总体容量将快速增长。”许志鹏乐观地指出，据美国能源部预测，2010 年前后，美国将有 55% 的白炽灯和荧光灯被 LED 替代，可能形成一个 500 亿美元的大产业。而日本提出，LED 将在今年大规模替代传统白炽灯。日、美、欧、韩等国均已正式启动 LED 照明战略计划。

美国能源部预测，到 2010 年前后，美国将有 55% 的白炽灯和荧光灯将被嵌在芯片上的发光体——半导体灯替代。日本计划到 2008 年用这种半导体灯替代 50% 的传统照明灯具。科学家测量发现，在同样亮度下，LED 的电能消耗仅为白炽灯的 1 / 10，寿命则是白炽灯的 100 倍。由于 LED 具有节能、环保、寿命长、体积小等优点，专家们称其为人类照明史上继白炽灯和荧光灯之后的又一次飞跃。根据美国能源部 (DOE) 的预计，传统照明器件的彻底更新换代将在 2010 年开始启动，然而许多 LED 供应商都希望将这个启动时间再提前一到两年。

四、继澳大利亚 欧盟欲让白炽灯两年内“下课”

2007 年 3 月 9 日，在英国伦敦街头，成串的彩灯闪烁。刚刚结束的欧盟首脑会议通过了一系列旨在提高能效的措施。9 日结束的欧盟春季首脑会议已经达成协议，两年内欧洲各国将逐步用节能荧光灯取代能耗高的老式白炽灯泡，以减少温室气体排放。在这之前，澳大利亚已率先通过停止使用白炽灯泡法令。

五、LED 照明产值将超千亿美元 同方正发力

同方股份副总裁兼董秘孙岷近日向记者透露，公司的高亮度 LED 照明项目已基本实现产业化，目前已经有 20 条生产线投产，其产业化技术达到世界先进水平，规划 2008 年年底生产线将达到 50 条，形成绿色照明的规模化效应。预计我国 2008 年应用市场规模将达 540 亿元，到 2010 年，中国半导体照明及相关产业产值将超过 1000 亿美元的规模，其中高亮度芯片国内增长率将高达 100%。

六、首尔半导体期望能取得全球照明市场之中 1,000 亿美元的份额。

韩国首尔半导体公司现正计划用 LED 取代传统的照明灯，目前 Acriche 60 流明/瓦特的亮度在 2007 年第四季提升五成至 80 流明/瓦特，而每一模组为 250 流明；在 2008 年第四季达至 120 流明/瓦特，而每一模组为 400 流明，期望能取得全球照明市场之中 1,000 亿美元的份额。

七、澳大利亚与新西兰将率先停止使用白炽光灯泡

澳大利亚政府最近宣布，为了减少温室气体的排放量，澳大利亚将禁止除医疗用以外的白炽灯的使用。据此，到 2012 年时澳大利亚将减少 400 万吨温室气体的排放。

而据 2007 年 2 月 21 日《The Dominion Post》报道，新西兰能源部长 David Parker 建议参照澳大利亚的做法，新西兰也应在未来两到三年内禁止使用普通白炽光灯泡，用节能环保的荧光灯泡 (Florescent Eco Bulb) 取代。澳大利亚

环境部长 Malcolm Turnbull 说，澳大利亚 2010 年将推行新的民用照明标准，通过新标准的实施，2012 年可减少温室气体排放 400 万吨。

据悉，这种新型荧光灯泡主要从中国进口。

八、为什么首选楼道灯来应用 LED

1，目前比较而言，LED 的售价还较高，楼道灯是共用设施，共同承担大家就能接受。

2，楼道灯现在普遍是使用白炽灯，若换用 LED 灯，节电的效果就特别明显。

3，楼道灯在白天是熄灭的。晚上就频繁的启动或关断。不要说是节能灯，就是白炽灯都会很快的玩完。但是 LED 灯却是不怕，因为它的发光机理与白炽灯和节能灯都不同，就恰恰非常的适应在高速的开关工作状态，绝对不会因为这个原因而损坏。

4，LED 灯的寿命很长，就免除了楼道灯经常需要维修的尴尬状况。

5，楼道灯是物业交电费，投入是一次性的，节约 80% 的电费是长期的，物业部门最合算。

九、LED 灯能直接替换现在的楼道灯吗？

不能。由于现在大家使用的楼道灯是白炽灯，根本就无法用 LED 灯或节能灯去替换，所以如果要换用 LED 灯就必须也要同时换用声光控开关。现在有专用的一体化的 LED 声光控楼道灯，就直接使用 220V 的市电，非常方便使用。我们将强烈建议楼道灯的使用电压用直流的 24V，其好处和原因我们会另文介绍。随着技术发展和成本的降低，LED 灯取代节能灯也就成为必然的了。

十、LED 驱动电源的分类及特性

1、按驱动方式可分为两大类：

(1) 恒流式：

a、恒流驱动电路输出的电流是恒定的，而输出的直流电压却随着负载阻值的大小不同在一定范围内变化，负载阻值小，输出电压就低，负载阻值越大，输出电压也就越高；

b、恒流电路不怕负载短路，但严禁负载完全开路。

c、恒流驱动电路驱动 LED 是较为理想的，但相对而言价格较高。

d、应注意所使用最大承受电流及电压值，它限制了 LED 的使用数量；

(2) 稳压式:

a、当稳压电路中的各项参数确定以后，输出的电压是固定的，而输出的电流却随着负载的增减而变化；

b、稳压电路不怕负载开路，但严禁负载完全短路。

c、以稳压驱动电路驱动 LED，每串需要加上合适的电阻方可使每串 LED 显示亮度平均；

d、亮度会受整流而来的电压变化影响。

2、按电路结构方式分类

(1) 电阻、电容降压方式：通过电容降压，在闪动使用时，由于充放电的作用，通过 LED 的瞬间电流极大，容易损坏芯片。易受电网电压波动的影响，电源效率低、可靠性低。

(2) 电阻降压方式：通过电阻降压，受电网电压变化的干扰较大，不容易做成稳压电源，降压电阻要消耗很大部分的能量，所以这种供电方式电源效率很低，而且系统的可靠也较低。

(3) 常规变压器降压方式：电源体积小、重量偏重、电源效率也很低、一般只有 45%~60%，所以一般很少用，可靠性不高。

(4) 电子变压器降压方式：电源效率较低，电压范围也不宽，一般 180~240V，波纹干扰大。

(5) RCC 降压方式开关电源：稳压范围比较宽、电源效率比较高，一般可以做到 70%~80%，应用也较广。由于这种控制方式的振荡频率是不连续，开关频率不容易控制，负载电压波纹系数也比较大，异常负载适应性差。

(6) PWM 控制方式开关电源：主要由四部分组成，输入整流滤波部分、输出整流滤波部分、PWM 稳压控制部分、开关能量转换部分。PWM 开关稳压的基本工作原理就是在输入电压、内部参数及外接负载变化的情况下，控制电路通过被控制信号与基准信号的差值进行闭环反馈，调节主电路开关器件导通的脉冲宽度，使得开关电源的输出电压或电流稳定（即相应稳压电源或恒流电源）。电源效率极高，一般可以做到 80%~90%，输出电压、电流稳定。一般这种电路都有完善的保护措施，属高可靠性电源。

从以上介绍可以看出 PWM 控制方式设计的 LED 电源是比较理想的 LED 电源。目前珠海市南宇星电子公司生产的“金兴”牌 LED 开关电源就是 PWM 控制技术的开关电源，该类 LED 电源经用户使用反映效果很好。

一、刚刚开始起步成本高

照明成本不仅涉及灯具的初始成本，还涉及灯具所消耗的能源成本，灯具无法正常工作时更换灯具所需的劳动成本，以及所需灯具更换的平均频率。从这一

概念出发就很容易理解，为什么 LED 光源是白炽灯光源价格的 50 倍左右时，LED 交通信号灯的市场就开始启动，而当达到 28 倍时，就已形成新兴产业。目前半导体照明主要以光色照明和特殊照明为主，以后将向普通照明扩展。具体来讲，近几年内，半导体照明市场将广泛应用在各种信号灯、景观照明、橱窗照明、建筑照明、广场和街道的美化、家庭装饰照明、公共娱乐场所美化和舞台效果照明等领域。事实上，我们身边已经随处可见它的身影：电脑显示灯、手机按键和屏幕的背光源、汽车尾灯、建筑物灯光、交通信号灯……等等。

二、不一致性带来的问题：

理论上 LED 都一样，都是能发光的二极管，而实际上所有 LED 的电性能都是有差异的，众多的厂家都在抢生产进度、抓数量；每个厂家的生产工艺是不一致的，甚至相差很大，就是同一厂家的不同时间的工艺都是有差异的；生产发光二极管的半导体材料的纯度要求非常高，不同厂家使用的半导体原材料的纯度是有差异的，这就使 LED 的发光强度与驱动电流是不完全相同的，或者相差很大，而且耐过电流能力和发热的差异也就自然而然的不同了；由于封装工艺和封装材料的不同，使得整体的散热能力是不一样的，所有的厂家都在研究和开发新材料，以求解决组合材料的热膨胀与散热的问题。由此不难看出，LED 发光二极管在短期内仍存在个体之间的很大的差异，如果每个灯只用一个 LED，那是很好控制的，而且是真正的长寿命，例如电视机、DVD 上的电源指示灯就是如此；而当我们用 LED 制作照明灯具时，就不是用单个的 LED，而是用多个，或上百上千个 LED 排成阵列接入电路，再者，需要的亮度就不是指示灯所能做到的，而电流大了、小了亮度都要减弱，且会使寿命大打折扣，甚而致于未出厂就坏掉了；因 LED 的差异性总是存在的，在多个 LED 组成的连路中，当有几个坏掉时（通常是短路），会使电流增大而损坏其他的 LED。这就是不一致性带的结果，也是制约其发展的因素之一。

三、驱动电路复杂成本高、故障率高

a. 在电压匹配方面，LED 不象普通的白炽灯泡，可以直接连接 220V 的交流市电。LED 是 2—3. 伏的低电压驱动，必须要设计复杂的变换电路，不同用途的 LED 灯，要配备不同的电源适配器。

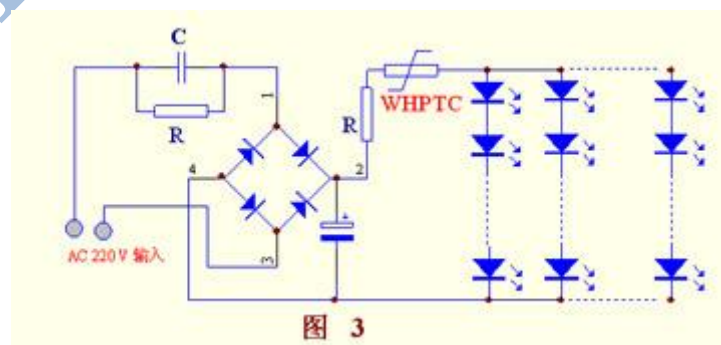
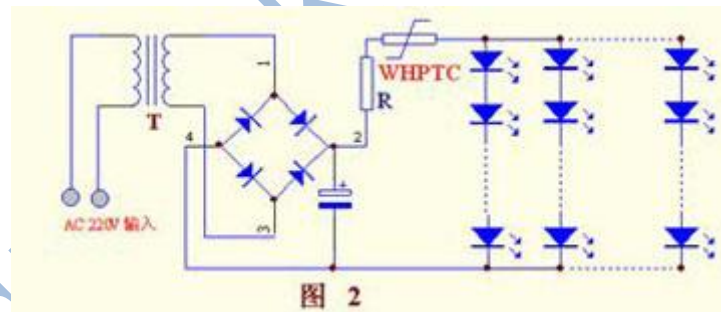
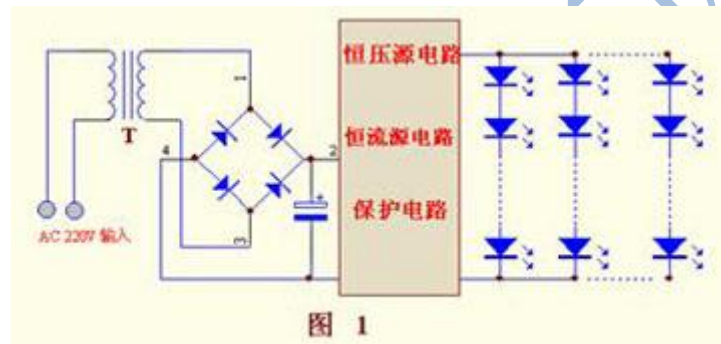
b. 在电流供应方面，LED 的正常工作电流在 15mA—18mA，供电电流小于 15mA 时 LED 的发光强度不够，而大于 20mA 时，发光了强度也会减弱，同时发热大增，老化加快、寿命缩短，当超过 40mA 时会很快损坏。为了延长 LED 照明灯的使用寿命，简易电源是不能使用的，而常用集成电路电源、电子变压器、分离元件电源等，但都要设计恒流源电路和恒压源电路供电的方式，大电流驱动时，要配大功率管或可控硅器件，另加保护电路，这样就使 LED 的电源供应器电路很复杂，故障率增加。元件成本、生产成本、服务成本都将升高。而目前 LED 本身的成本就高，加上电源的成本，这就大大地限制了市场的竞争力与购买群体，LED 照明灯的优势大打折扣，这也是制约其发展与普及的又一关键问题。

四、解决问题的方法与可行性分析：

解决问题的方法可用自复位过流保护器 WHPTC 元件

如果用 WHPTC 过流保护器作保护,将是另外一种结果,从原理可知,当电路的电流超过规定值时会迅速的自动保护,在排除故障后又自动复位,无需人工更换。对 LED 而言,电压的变化不是 LED 损坏的直接原因,而电流的增大才是 LED 的真正杀手。显而易见,利用 WHPTC 的这个特性,在 LED 的电路保护上具有绝对的优势,让简易电源供电变为现实。实践证明,在 LED 电路出现故障以前就有效保护了。在简易电源上,这个优势特别突出。对如下 3 图分析可见,因有了 WHPTC 后可省去恒流、恒压电路,LED 的质量也提高了。器件成本、生产成本、故障率、服务成本等,都大大降低。也大大增加了产品的市场竞争力。所以谁先使用 WHPTC,谁先占领市场。

使用 WHPTC 前后的拓扑结构比较图



浅谈 LED 产品老化我们在应用 LED 时经常会出现这样种问题，LED 焊在产品上刚开始的时候是正常工作的，但点亮一段时间以后就会出现暗光、闪动、故障、间断亮等现象，给产品带来严重的损害。引起这种现象的原因大致有：

1. 应用产品时，焊接制程有问题，例如焊接温度过高焊接时间过长，没有做好防静电工作等，这些问题 95% 以上是封装过程造成。

2. LED 本身质量或生产制程造成。 预防方法有：

1. 做好焊接制程的控制。

2. 对产品进行老化测试。

老化是电子产品可靠性的重要保证，是产品生产的最后必不可少的一步。LED 产品在老化后可以提升效能，并有助于后期使用的效能稳定。LED 老化测试在产品质量控制是一个非常重要的环节，但在很多时候往往被忽视，无法进行正确有效的老化。LED 老化测试是根据产品的故障率曲线即浴盆曲线的特征而采取的对策，以此来提高产品的可靠性，但这种方法并不是必需的，毕竟老化测试是以牺牲单颗 LED 产品的寿命为代价的。

LED 老化方式包括恒流老化及恒压老化。恒流源是指电流在任何时间都恒定不变的。有频率的问题，就不是恒流了。那是交流或脉动电流。交流或脉动电流源可以设计成有效值恒定不变，但这种电源无法称做「恒流源」。恒流老化是最符合 LED 电流工作特征 亲羁蒲 Y 腩 ED 老化方式；过电流冲击老化也是厂家最新采用的一种老化手段，通过使用频率可调，电流可调的恒流源进行此类老化，以期在短时间内判断 LED 的质量预期寿命，并且可挑出很多常规老化无法挑出的隐患 LED。有效防止高温失灵-PTC 热敏电阻用作 LED 限流器近年来，发光二极管（简称 LED）的发展已取得巨大进步：已从纯粹用作指示灯发展为光输出达 100 流明以上的大功率 LED。不久之后，LED 照明的成本将降至与传统冷阴极荧光灯（简称 CCFL）类似的水平。这使得人们对 LED 的下述应用兴趣日浓：汽车照明灯、建筑物内外的 LED 光源、以及笔记本电脑或电视机 LCD 屏的背光。大功率 LED 技术的发展提高了设计阶段对散热的要求。就像所有其它半导体一样，LED 不能过热，以免加速输出的减弱，或者导致最坏状况：完全失效。与白炽灯相比，虽然大功率 LED 具有更高效率，但是输入功率中相当大的一部分仍变成热能而非光能。因而，可靠的运作就需要良好的散热，并要求在设计阶段就考虑高温环境。设计 LED 驱动电路尺寸时，也必须考虑温度因素：必须选择其正向电流，以确保即使环境温度达到最高值，LED 芯片也不会过热。随着温度的升高，就需要通过降低最高容许电流，即降低额定值，来实现降温。LED 制造商把降额曲线纳入其产品规格中。有关此类曲线，参见图 1。

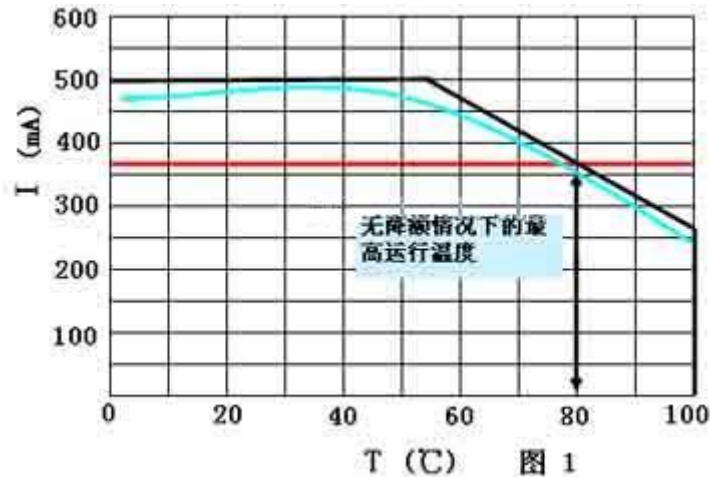


图 1 LED 降频曲线

利用无温度依赖性的电源运行 LED 存在弊端：在高温区域内，LED 则超出规格范围运行。此外，当处于低温区域时，照明源就由明显低于最大容许电流（参见图 1 红色曲线）的电流供电。如图 1 的绿色曲线所示，通过 LED 驱动电路中的正温度系数热敏电阻（简称 PTC 热敏电阻）来控制 LED 电流是一个重大改进。这至少可以带来下列好处：

*在室温下增加正向电流，从而增加光输出

*因为可以减少 LED 使用量，所以可以使用价格较低的驱动集成电路（简称 IC）乃至一个不带温度管理的驱动电路来节约成本

*实现无需 IC 控制的驱动电路设计，此电路亦可使 LED 电流随温度改变

*能够使用较便宜减额值较高安全裕量较小的 LED

*过热保护功能提高了可靠性

*带散热片的热机械设计更为简单

大多数 LED 用驱动电路形式具有一个共同点：即流经 LED 的正向电流是通过固定电阻进行设置（参见图 2）。一般说来，流经 LED 的电流取决于 R_{out} ，即 $I_{LED} \sim 1/R_{out}$ 。由于 R_{out} 不随温度而变，因此 LED 电流也不受温度影响。

将固定电阻换成随温度变化的电路，即可实现对 LED 电流的温度管理。下列图表阐明了如何使用 PTC 热敏电阻来改善标准电路。

示例 1：有反馈回路的恒流源

图 2 中电路 1 为常用的驱动电路。其恒流源包括一条反馈回路。当调节电阻两端的反馈电压达到因 IC 而异的 VFB 时，LED 电流就不变了。LED 电流因而被稳定在 $I_{LED}=V_{FB}/R_{out}$ 。

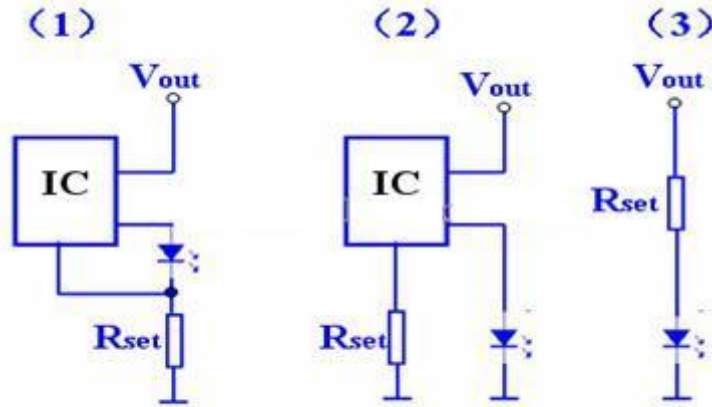


图 2 LED 的传统驱动方式

图 2 LED 的传统驱动方式

图 3 所示为上一电路改良型：此电路借由 PTC 热敏电阻，生成随温度变化的 LED 电流。通过正确选择 PTC 热敏电阻、 R_{series} 以及 $R_{parallel}$ ，此电路与专用驱动 IC 和 LED 组合相匹配。其中，LED 电流可经由下列方程式计算得出：

图 3 所示电路阐明了 LED 电流（参见图 3）的温度依赖性。与针对最高运行温度为 60 度的恒流源相比较，使用 PTC 热敏电阻后 LED 电流可在 0 度和 40 度之间提升达 40%，并且 LED 亮度也能提高同等百分比。

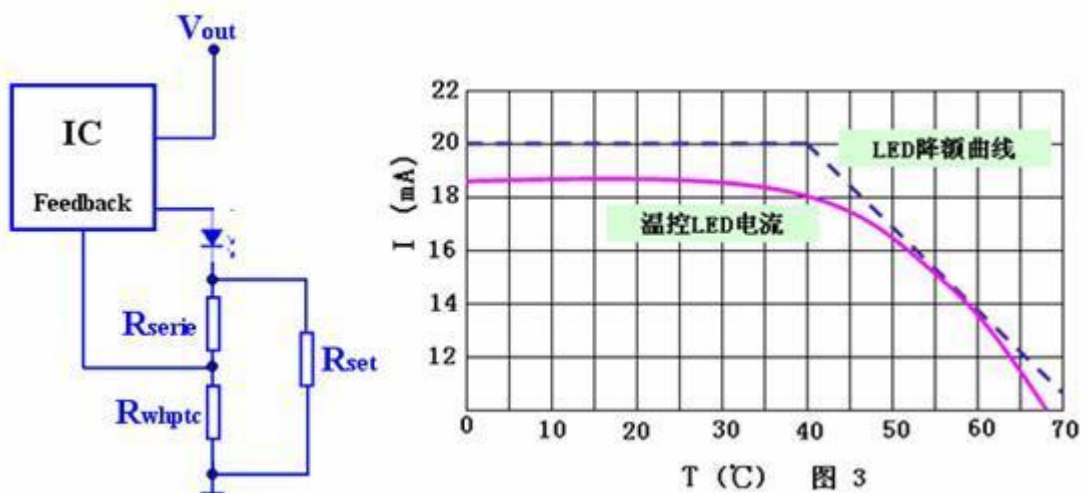


图 3 采用 PTC 热敏电阻的温度监测和电流降频

示例 2：调节电阻与 LED 无串联的恒流源

图 2 所示电路 2 为另一常见的恒流源电路：电流通过连接驱动 IC 的电阻得以确定。然而在这种情况下，调节电阻并未与 LED 串联。Rset 和 ILED 之间的比率由 IC 规格明确。因此，运用 20KΩ 的串联电阻和 TLE4241G 型驱动 IC，最终产生的 LED 电流为 30mA。图 4 所示为标准电路改良型，其中也含有一个 PTC 热敏电阻，尽管此处采用 WHPTC 热敏电阻。在感测温度，元件电阻可达 4.7KΩ，且容许误差值为 ±5℃（标准系列）或 ±3℃（容许误差值精确系列）。

图 4 所示为随外界温度而变化的 LED 电流。固定电阻 Rseries 容许误差范围小，在低温时支配总电阻。只有在低于 PTC 热敏电阻的感测温度大约 15 K 时，由于 PTC 热敏电阻的阻值开始增加，电流才会开始下降。在感测温度（总电阻 = Rseries + RPTC = 19.5KΩ + 4.7KΩ = 24.2KΩ）时的电流大约为 23mA。PTC 电阻在温度更高时急剧上升，迅速引发断路，从而避免因温度过高出现故障。

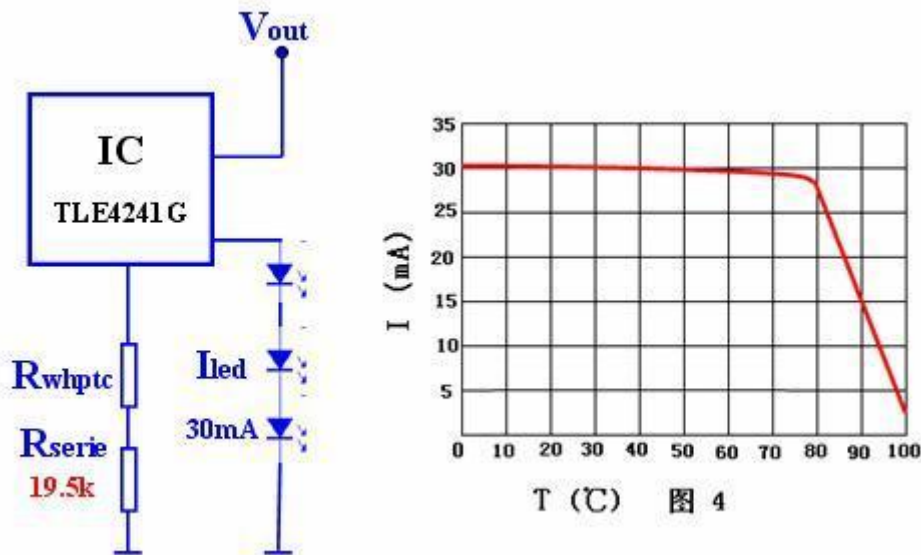


图 4 无分流测量之温度记录

示例 3: 无 IC 简单驱动电路

如图 2 所示电路 3，LED 也可在无驱动 IC 的情况下工作。图示电路是通过车用电池驱动单一 200mA LED。稳压器生成 5 V 的稳定电源电压 Vstab，以避免电源电压出现波动。LED 在 Vstab 处运作，电流则通过与 LED 串联的电阻元件 Rout 决定。在这类电路中，通过下一则等式可算出独立于温度的正向电流，在此等式中，VDiode 是一个 LED 的正向电压：

另一做法是将 WHPTC 的径向引线式 PTC 热敏电阻以及两个固定电阻相组合后，替代上述固定电阻，如图所示。

由于 LED 电流的绝大部分流经 PTC 热敏电阻本身，因此需要选择一个较大的径向引线式元件。PTC 将因为流经电阻本身的电流而导致发热，因此会一直减少

电流，无论环境温度为何（如图 5 所示）。并联两个或更多片式 PTC 热敏电阻会将电流分流，但此方案仍存在局限性。

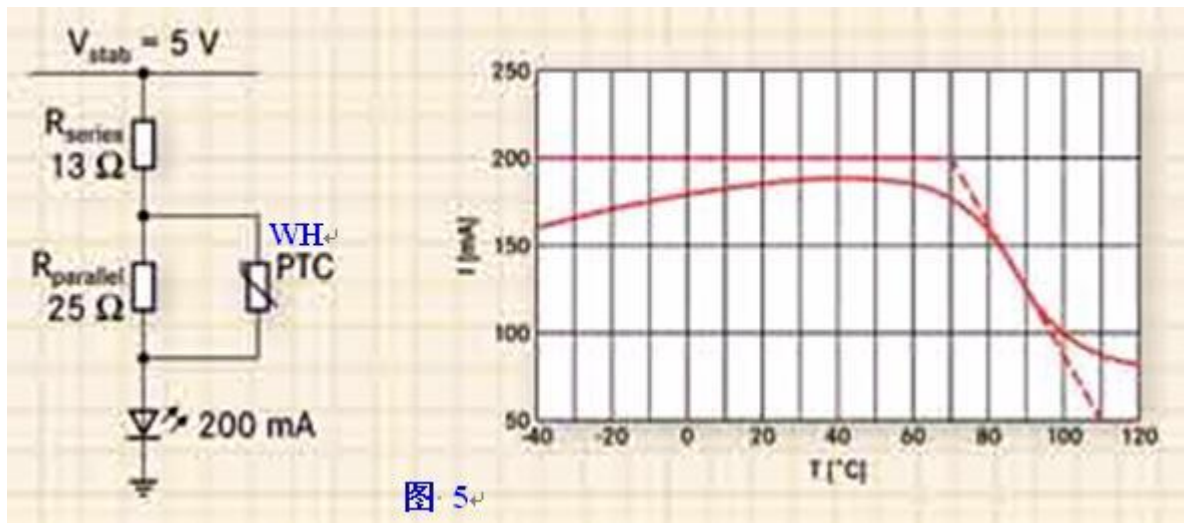


图 5 无需 IC 的温度补偿驱动电路

电流值主要是通过适当选择两个固定电阻来设置的。这两个电阻也在改进电路方面也起到重要作用，因为它们将产生的 LED 正向电流的允差保持在较低水平。这在正常工作温度范围内尤其重要，因为此时 PTC 热敏电阻本身的阻值允差仍较高。第二个并联固定电阻也能确保 PTC 不会在极端高温情况下彻底关闭 LED，因此，电流不会降至低于下列等式计算的所得值：

这项性能在例如汽车电子这样的应用中极其重要，因为安全要求不允许照明灯彻底关闭。

背景资料：LED 的温度依赖性

像所有半导体一样，LED 的最高容许结点温度不能超过，以免导致过早老化或者完全失效。如果结点温度要保持在临界值以下，那么外界温度升高时，最高容许正向电流则必须下降。不过，如果运用散热器，在特定的外界温度时正向电流可以增加。LED 的光输出随着芯片结点温度的升高而下降。上述情况主要发生在红色和黄色 LED，白色 LED 则与温度关系较小。光照效率和正向电流保持同步增长，不过，安装在结层和环境之间的 LED 所具备的高热阻率可以降低乃至逆转这种作用，这是因为随着结点温度的上升，发射光会降低。

此外，当结点温度上升且 LED 正向电压与温度保持同步增长时，发射光的主波长会以 $+0.1 \text{ nm} / \text{K}$ 的典型速率增长。各种白光 LED 驱动电路特性评比 1996 年，日亚化学的中村氏发现蓝光 LED 之后，白光 LED 就被视为照明光源最具发展潜力的组件，因此，有关白光 LED 性能的改善与商品化应用，立即成为各国研究的焦点。目前，白光 LED 已经分别应用于公共场所的步道灯、汽车照明、交通号志、可携式电子产品、液晶显示器等领域。由于白光 LED 还具备丰富的三原色色

温与高发光效率的特性,一般认为非常适用于液晶显示器的背光照明光源,因此,各厂商陆续推出白光 LED 专用驱动电路与相关组件。鉴于此,本文就 LED 专用驱动电路的特性与今后的发展动向进行简单阐述。1 定电流驱动的理由

1.1 白光 LED 的光度以顺向电流规范

白光 LED 的顺向电压通常被规范成 20mA 时,最小为 3.0V,最大为 4.0V,也就是若单纯施加一定的顺向电压时,顺向电流会作大范围的变化。

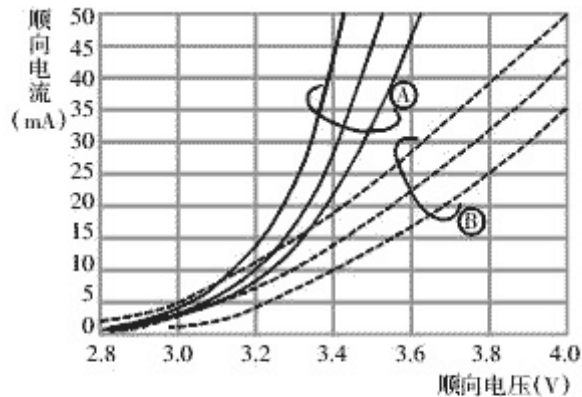


图1 六种随机取样白光 LED 的顺向电压与顺向电流特性

注: —— 三种随机取样,A厂白光LED的VF特性;
----- 三种随机取样,B厂白光LED的VF特性

图1是从A、B两家LED企业的产品中随机取三种白光LED样品进行顺向电压与顺向电流特性检测的结果。根据检测结果显示,若利用3.4V顺向电压驱动上述六种白光LED时,顺向电流会在10~44mA范围内大幅变动。表1为白光LED的电气与光学特性。

表1 白光LED的电气与光学特性(Ta=250C)

项目	符号	条件	最小值	标准值	最大值	单位
顺向电压	—	—	—	3.6	4.0	V
逆向电流	—	—	—	—	50	μ A
光度	等级 T	I _v	720	860	1000	med
	等级 S	I _v	500	600	720	med
	等级 R	I _v	360	430	500	med

注: ①光度的量测误差 \pm 10%;

②日亚 NSCW455 白光 LED 的电气特性是以 I_v=20mA 条件测试时可以预估光度与色度,因此建议以定电流方式驱动

由于白光 LED 的光度与色度是以定电流方式量测的,所以,为获得预期的亮度与色度,通常是用定电流驱动。

表 2 光学坐标的等级

		等级 a ₁			
x		0.28	0.264	0.283	0.296
y		0.248	0.267	0.305	0.276
		等级 b ₁			
x		0.287	0.283	0.330	0.330
y		0.295	0.305	0.360	0.339
		等级 b ₂			
x		0.296	0.287	0.330	0.330
y		0.276	0.295	0.339	0.318
		等级 c ₁			
x		0.330	0.330	0.361	0.356
y		0.318	0.360	0.385	0.351

表 2 为光学坐标的等级 (rank) (IF=25mA, Ta=250C)。

1.2 避免顺向电流超越容许电流值

为确保白光 LED 的可靠性,基本上就是需要设法避免顺向电流超过白光 LED 的绝对最大设计值(定格值)。

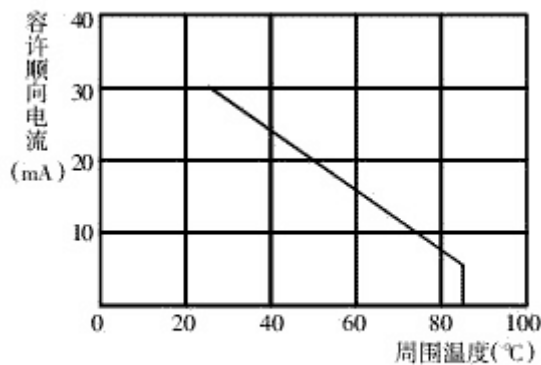


图 2 白光 LED 的绝对最大顺向电流设计值与周围温度的互动关系

图 2 中,白光 LED 的定格最大顺向电流为 30mA,随着周围温度的上升,容许顺向电流则持续衰减,如果周围温度为 50°C,通常顺向电流就不能超过 20mA。此外,利用定电压的驱动方式不易控制流入 LED 的电流值,因此就无法维持 LED 的可靠性。

2 白光 LED 的驱动方法

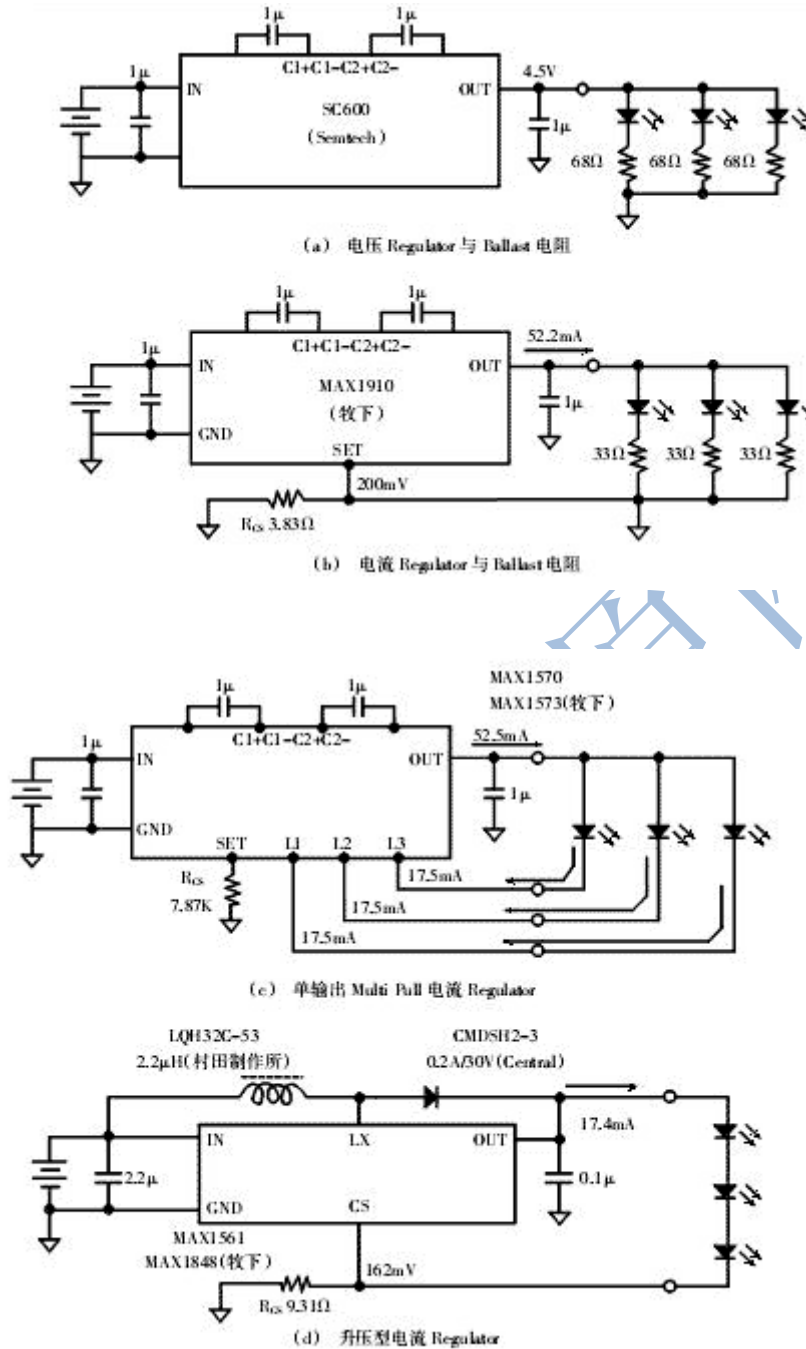


图 3 驱动白光 LED 常用的四种电源电路

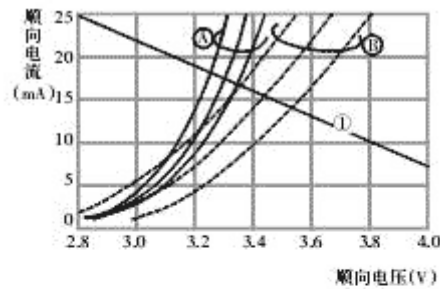
图 3 是驱动白光 LED 常用的四种电源电路；图 4 是上述六种随机取样白光 LED 稳定后的 Regulation 精度特性。

图 4 的测试结果显示,Regulator 的负载特性出现在白光 LED 的 VF 角落上,即图中的交叉点就是各白光 LED 的稳定动作点。

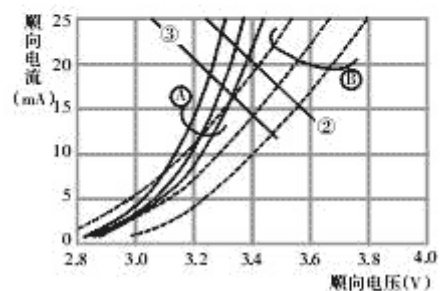
2.1 使用电压 Regulator 的驱动方式

图 3 (a) 的电路分别使用可以控制 LED 电流的电压 Regulator 与 Ballast 电阻,这种电路的优点是电压 Regulator 种类丰富,设计者可以选择的自由度较

大，而且与电压 ReguLator、LED 的接点只有一点；缺点是 BaLLast 造成的电力损失会导致效率恶化。此外，LED 的顺向电流也无法获得精密控制。



(a) 电压 Regulator 与 Ballast 阻抗



(b) 电流 Regulator 与 Ballast 阻抗

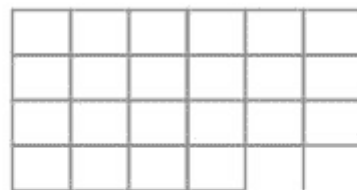


图 4 六种随机取样白光 LED 的 VF 特性
与控制 IC 的负载特性

注：①输出 4.5V 的电压 Regulator+68Ω 的负载特性；
②、③输出 52.5mA 的电流 Regulator+33Ω 的负载特性；
④17.5mA LED 的负载特性

图 4(a)中可以看出，随机取样六个白光 LED 的顺向电流，从 14.2mA 到 18.4mA 分布范围非常广，因此，A 厂商 LED 的（平均值）顺向电流高达 2.0mA。相比之下，图 4 (b) 电路使用的 ReguLator 虽然有小型、低成本的优点，缺点是可能会无法满足性能与可靠性的要求，也就是说本电路的实用性相对较弱。

2.2 使用定电流输出的电压 ReguLator 驱动方式

图 3 (b) 的电路虽然可以使流入 LED 的所有电流稳定化，不过为了匹配 (Matching) 各 LED 的电气特性，电路中特别设置了一组 BaLLast 电阻。

图 3 (b) 中的 MAX1910 属于定电流输出型的电压 ReguLator，虽然本电路使用同厂商、同批号 (Lot) 的白光 LED，获得了极佳的匹配性，不过，在使用不同厂商与批号的 LED 时，就会出现很大的特性差异分布。本电流 Regu-Lator 使

用类似图 3 (a) 的方式控制驱动电流, 不过它却可以使 BaLLast 电阻的消费电力降低一半左右。

图 4 (b) 的测试结果显示, 流入六个随机取样白光 LED 的电流, 从 15.4mA 到 19.6mA, 变化范围非常大。因此, A 厂商与 B 厂商两者的 LED 是以平均 17.5mA 的电流驱动。此电路的缺点是 BaLLast 电阻造成的电力损失有残留之虞, 而且又无法获得 LED 电流的匹配性; 不过整体而言, 本电路兼具动作特性与简洁性, 所以具有相当程度的使用价值。

2.3 使用输出型的 MuLti PuLL 电流 Regu-Lator 的驱动方式

图 3(c)的电路可以使流入 LED 的电流各自稳定化, 因此不需要使用 BaLLast 电阻, 电流的精度与匹配性 ReguLator 则由各自的电流 ReguLator 支配。

图 3 (c) 中的 MAX1570 IC 可以使上述电流 ReguLation 达成 2% 标准的电流精度, 与 0.3% 标准的电流匹配性等目标。

由 MAX1570 IC 构成的电流 ReguLator 为低 Drop Out Type, 因此它的动作效率非常高。图 4 (c) 的测试结果显示, 使用图 3 (c) 的驱动电路时, 流入六个随机取样白光 LED 稳定化的电流为 17.5mA。

虽然 ReguLator 与 LED 之间需要四个连接端子, 不过此电路不需要 BaLLast 电阻, 所以可以有效抑制封装面积, 因此非常适合应用在封装空间极为狭窄的小型液晶面板等领域。

2.4 使用升压型电流 ReguLator 驱动的方式

图 3 (d) 的电路是利用可以使电流稳定化的电感 (Inductor), 构成所谓的高效率 Step Up Converter。本电路的最大特点是 Feed Back ThreshoLd 电压, 可以减少电流检测用电阻的电力损失。此外, LED 采用串联方式连接, 所以流入白光 LED 的电流即使是在各种要求下, 都能够与 LED 完全取得匹配。有关电流的精度基本上取决于 Regu-Lator 的 Feed Back ThreshoLd 精度, 因此不会受到 LED 顺向电压的影响。

由 MAX1848 与 MAX1561 IC 构成的电流 ReguLator 的效率 (PLED/PIN) 分别是: 三个 LED+MAX1848, 87%; 六个 LED+MAX-1561, 84%。

Step Up Converter 的另一优点是 Regu-Lator 与 LED 之间需要两个连接端子, 而且 LED 的使用数量不会受到 Step Up Converter 种类的影响, 这意味着设计者会拥有更大的选择空间。因此, Step Up Converter 广泛应用在各种尺寸的液晶面板; 电路的缺点是电感外形高度、组件成本偏高, 有 EMI 辐射干扰。

3 结束语

以上介绍了白光 LED 常用的驱动电路, 并通过实验方式深入探讨了各电路实际运行时的优缺点和特性。由于 LED 结构的限制, 因此会有波长与驱动电流精度不易控制等困扰, 随着白光 LED 背光模块应用需求的不断增加, 如何改善上述波长与电流精度问题, 同时降低驱动电路的制作成本, 成为必须克服的问题。

OFweek电源网