



LED日光灯介绍

——性能、电源、结构和寿命

无锡市爱芯科微电子有限公司市场应用部 马坤

20100429

■ 普通日光灯与节能灯介绍



普通日光灯与节能灯比较

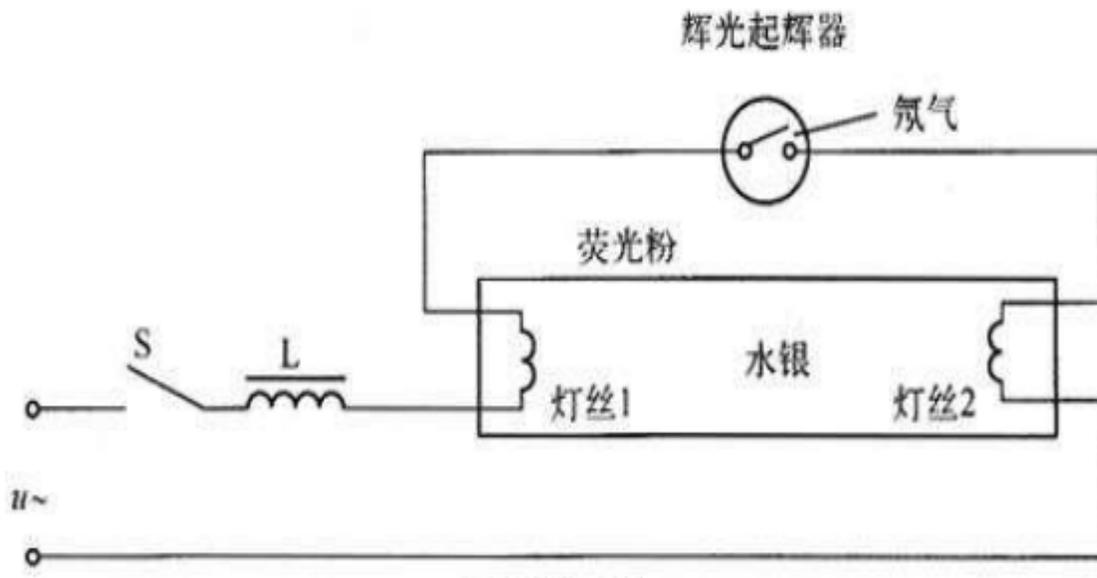
- 荧光灯也俗称为日光灯，主要是荧光灯的显色性能接近日光而故得此名。
- 节能灯指的是三基色的荧光灯，是20世纪80年代初从荷兰的飞利浦公司研制成功而传到中国的。节能灯以其体积小、寿命长、光效高、节能效果明显等特点，很快被人们所接受。正在逐步取代日光灯。其实节能灯也是日光灯，但和一般的日光灯比，节能灯的结构紧凑，工作原理也略有不同。
- **结构：** 日光灯主要由灯管、镇流器、启动器组成。
节能灯是由灯管和电子镇流器组成。



- 日光灯管的两端各有一个灯丝，灯管内充有微量的氩和稀薄的汞蒸汽，灯管内壁涂有荧光粉。
节能灯管只有一个灯丝，内部充有的气体与日光灯相同，灯管内壁也涂有荧光粉，但荧光粉的材料与日光灯的不同。
- 日光灯的内壁涂的是卤磷盐荧光粉。
节能灯管涂的却是氧化铊、氧化钇等稀土荧光粉。
- 节能灯比日光灯节能的关键在于所用的荧光粉。荧光粉都是由紫外线激发而发光的，所发光呈现红、绿、蓝三种基色，混在一起成白色。人眼对不同波长光的视觉灵敏度是不同的，人对黄绿光最为敏感，对红光、紫光比较迟钝。一个物体发出的光的视觉效果的好与坏，不仅决定于其中可见光成分的多少，还决定于不同频率光波成分的相对比例。光学技术中用显色指标显示复色光的视觉效果。
- 例如：白炽灯依赖于高热的钨丝发光，波谱很宽，但人眼对其中很多成分没有视觉反应或反应较迟钝，所以白炽灯的显色指标很小。日光灯比白炽灯前进了一大步，它的显色指标高达55。节能灯选用的稀土荧光粉使得视觉效果很好的绿光占很大比例，而且谱线宽度较小，单色性较好的红绿蓝三种色光经适当配比混合后形成白光，因此节能灯的显色指标可达80以上。

启动方式:

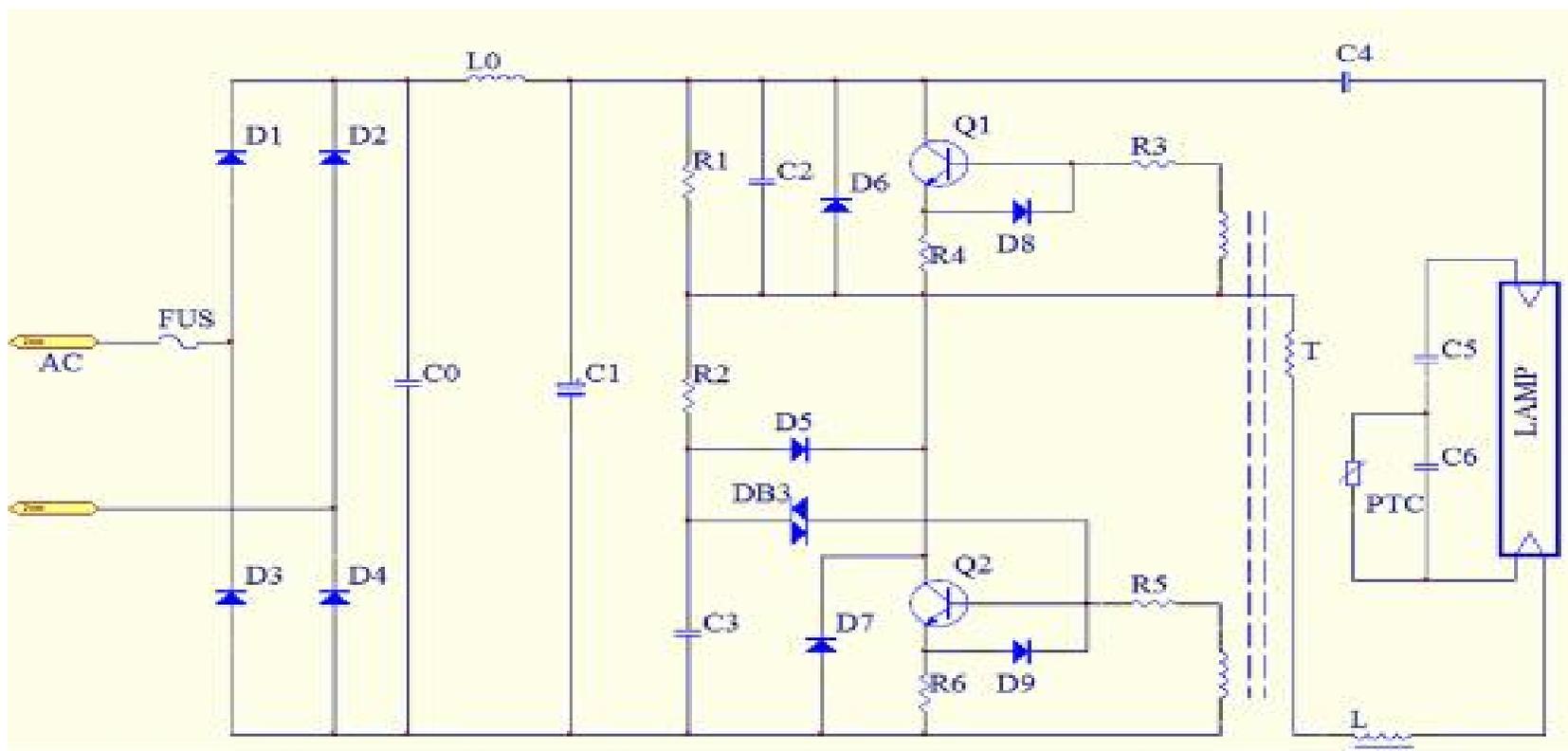
- 日光灯的开关闭合后，电源电压加在启动器上，由于启动器的特殊结构，使电路接通后瞬间又断开。在断开瞬间，镇流器由于自感现象会产生很高的感应电动势，这个自感电动势与电源电压加在一起，形成瞬间高压，加在灯管两端，使灯管中的气体导电，气体导电时发出的紫外线激发管壁上的荧光粉发出柔和的可见光。



- 节能灯是使用电子镇流器启动的。电子镇流器使用半导体元件先将220V的交流电整流成直流，再用电容滤波，然后经震荡电路和三极管将直流或低频交流电转换成高频高压电。此高压电即可驱动气体放电，节能灯不需要启动器。气体放电过程如下：灯丝加热到1160K时，开始发射电子，电子碰撞氙原子，氙原子获得能量后又撞击汞原子，汞原子吸收能量后跃迁到高能级，高能级不稳定，要自发的向低能级跃迁，跃迁时发出紫外线。



- **【例】**：这个是电子节能灯的电路图，它是把交流电整流成直流电后，经过三极管和震荡变压器震荡升压，变成高频高压的直流电，点燃灯管的



- 使用普通镇流器的日光灯使用的是**50**赫兹的交流电，每秒亮灭**50**次，感觉有闪烁。

使用电子镇流器的节能灯供电频率已转换到**20000**赫兹，人眼感觉不到闪烁，可以保护眼睛。而且电子镇流器的智能化程度很高，若遇短路、开路、温度过高时电子镇流器可以按设定方式工作，极大提高了安全性。

节能灯使用注意事项

- 1) 节能灯使用时不宜频繁开启。开启时的瞬间高压极易损坏灯具。一般来说，开关一次等于持续10小时的节能灯的寿命。而且启动时的耗电量是正常工作时的3倍。
- 2) 节能灯不宜使用在调光灯具中，调光灯具的电路大部分是将正常的正弦波削减掉一部分，从而降低输出电压的有效值，但这样的波形却使节能灯的电子镇流器无法工作。

日光灯的规格尺寸

- 常用的日光灯规格有T5、T8、T10、T12
- “T”，代表“Tube”，表示管状的，T后面的数字表示灯管直径。T8就是有8个“T”，一个“T”就是1/8英寸。
- 一英寸等于25.4毫米。那么每一个“T”就是 $25.4 \div 8 = 3.175\text{mm}$
- T12灯管的直径就是 $(12/8) \times 25.4 = 38.1 \text{ mm}$
- T10灯管的直径就是 $(10/8) \times 25.4 = 31.8\text{mm}$
- T8灯管的直径就是 $(8/8) \times 25.4 = 25.4\text{mm}$ [T8的刚好是直径一英寸的灯管]
- T5灯管的直径就是 $(5/8) \times 25.4 = 16 \text{ mm}$

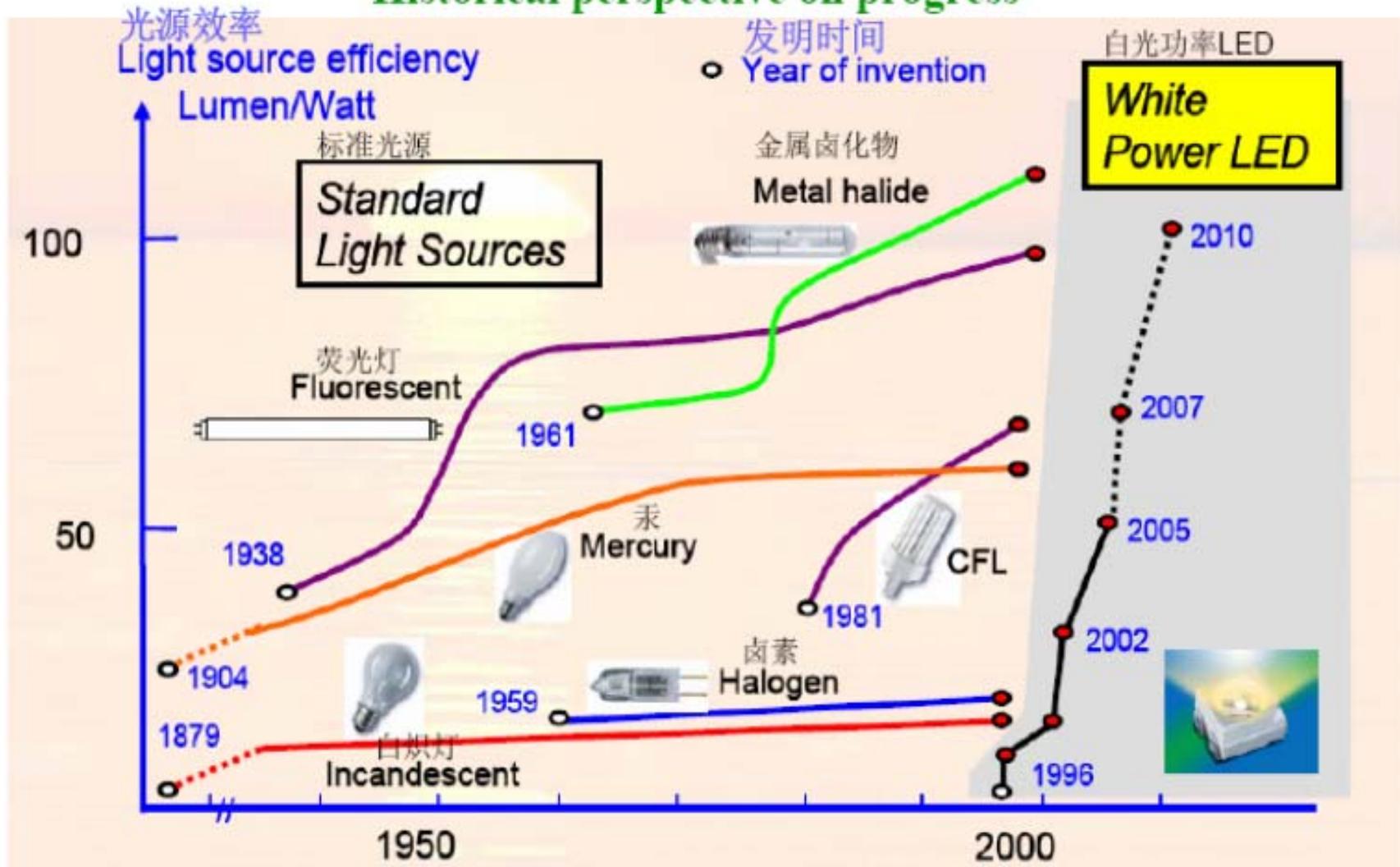


LED-理想的绿色照明

- LED光源是21世纪光源市场的希望，众多优点预告其未来将逐步取代传统光源，奥科委指出高亮度LED将是人类继爱迪生发明白炽灯泡之后，最伟大的发明之一，当前全球能源危机的时候，能源是一种宝贵的资源，所以节约能源是我们未来面临的问题。
- LED作为一种新型的节能、环保的绿色光源产品，必然是未来发展的趋势。

历史发展展望

Historical perspective on progress



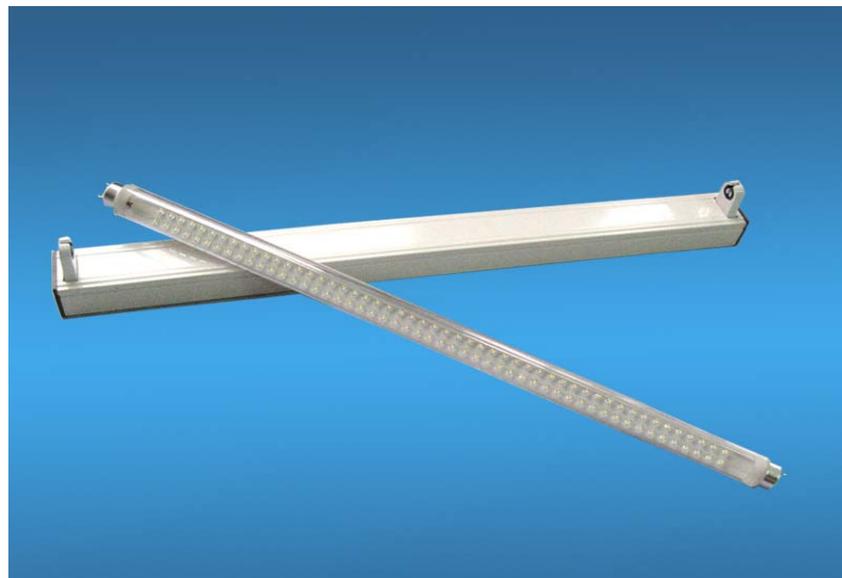
LED日光灯

- 遵循了传统日光灯外型尺寸
- 无需起辉器和镇流器，启动快，无频闪，不容易视疲劳。



LED日光灯特点

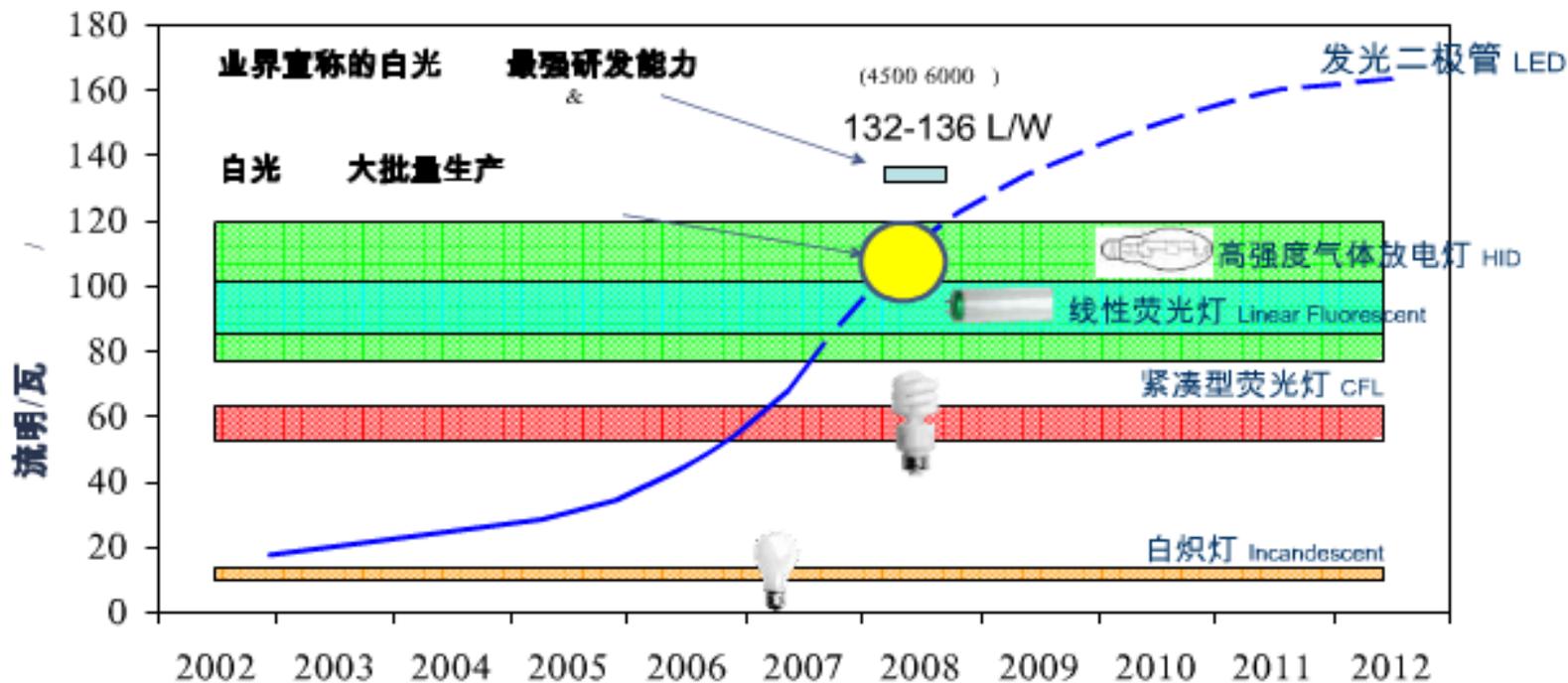
- LED日光灯以质优、耐用、节能为主要特点
- 投射角度调节范围大
- 15W的亮度相当于普通40W日光灯
- 抗高温，防潮防水，防漏电
- 使用电压有:110V、220V可选，外罩可选玻璃或PC材质
- 灯头与普通日光灯一样。规格有T5、T8、T10、T12



LED日光灯与荧光灯的优点

- 相对于荧光灯来说，LED 日光灯具有10 大优点：
- 1. 发光效率高：荧光灯的发光效率大约是55-80 lm/W（Philips 公司T8 荧光灯的发光效率为72lm/W），而LED 的发光效率在100 lm/W 以上，最近Cree 公司的XLampXP-G 的发光效率已经到130 流明/W，而且以后还会不断提升。二者之差现在已经将近一倍。而以后有可能达到3 倍以上。

光源效率发展趋势



- 2. 灯具效率高：灯具的效率主要是指有效光效，因为荧光灯是**360度**发光的，而在反方向发出的光就没有什么用处。所以荧光灯通常采用一个白色的灯罩，可以把相当一部分的反向光反射回来，一般来说，荧光灯的灯具效率大约只有**70%**。而**LED**日光灯则是**120度**发光的，所以全部光都是有效光。虽然有时候也会觉得**120度**发光角度窄了一点，不过大多数情况下还是够用的。而且这个发光角度也是可以根据需要来加以调整的。

「前面提到**Philips**的**T8**荧光灯的发光效率为**72lm/W**，**36W**的荧光灯一共发出**2592**流明，但是灯具效率只有**70%**，所以有效的流明数为**1814.4**流明，而**LED**的发光效率已经超过**130lm/W**，假定为**100lm/W**，那么只要**18W**就可以达到**1800**流明，也就是只要荧光灯一半的功率就可以有相同的亮度。而且**LED**的发光效率还在逐年升高。」

- 3. 电源效率高：因为所有灯具除白炽灯以外都是需要有专门的电源供电的，电源的效率也就影响了整个灯具的效率。
- 下面以Philips 公司的36WT8 荧光灯为例。它的额定输出功率为36W，但是由于接入了电感镇流器，实测输入功率为42.4W，也就是铁芯电感损耗了6.4W,效率降低为85%，大多数国产的铁芯电感功耗在10W 以上，功率因素低于0.512。而LED 的电源效率通常高达90%，一个18W 的LED 日光灯只要20W 的输入功率。功率因素也可以达到0.9 以上。
- 和荧光灯相比大约可以节省一半以上的电，也就是说采用一个18 瓦的LED 日光灯可以取代一个36 瓦的荧光灯。

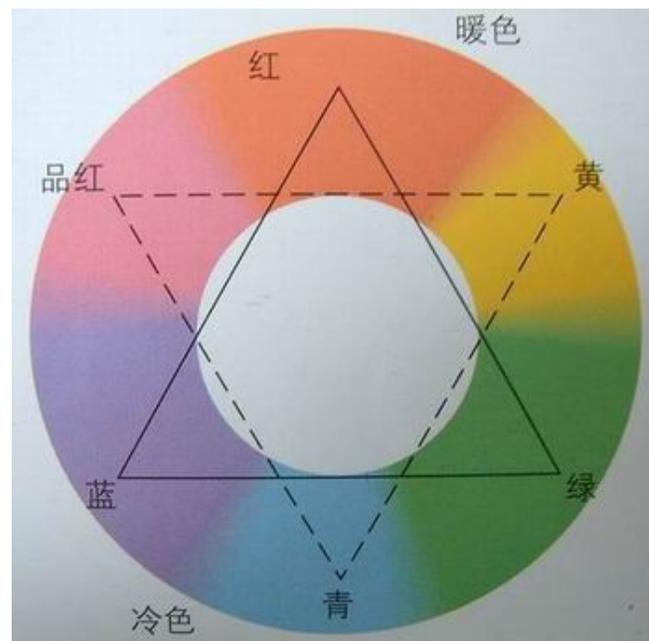
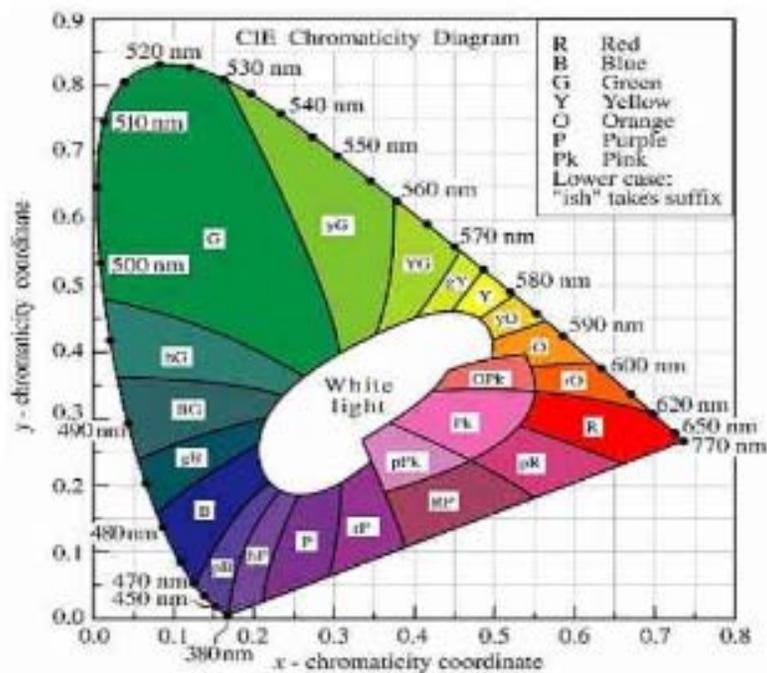
- 4. 寿命长：一个仔细设计的LED 日光灯的寿命可以达到5 万小时。而一个荧光灯的寿命通常只有5,000 小时（有些国产的荧光灯寿命只有300 小时）。二者相差将近10 倍。最好的长寿命日光灯也只有10,000 小时，二者也还相差5 倍。

■ 5. 不含汞，无污染。

我们知道，荧光灯都含有汞。36mm 荧光灯中含有25-45mg 的汞，26mm（T8）中含有20mg 的汞。而荧光灯都是采用易碎的玻璃作为外壳，一旦玻璃破碎，其中的汞就会马上就会蒸发到空气中，瞬间可使周围空气中的汞浓度达到10-20 毫克/立方米，超过国家规定的1000-2000 倍。而汞是一种对人体十分有害的有毒物质，汞蒸气达0.04 至3 毫克时会使人2 至3 月内慢性中毒，达1.2 至8.5 毫克时会诱发急性汞中毒，如若其量达到20 毫克，会直接导致动物死亡。而1mg 的汞就足以污染5454.5 公斤的饮用水，使之达不到饮用标准。而LED 日光灯中不含任何有毒物质，是一种完全绿色环保无污染光源。

- 6. 色温范围广，几乎可以提供任意色温，而且还可以提供红绿蓝以至任何一种颜色的灯光。

「色温是用来表示光源颜色的量，当光源发射的颜色与黑体在某一温度下辐射的颜色相同时，黑体的温度（TC）称为该光源的颜色温度或叫色温。」



- 7. 显色指数高，白炽灯的显色指数为95，荧光灯为65-80，而LED日光灯则可以>80。
- 「光源的显色指数是光源显色性的定量描述，表示符号为Ra。光源对物体颜色呈现的程度称为显色性，也就是颜色逼真的程度，显色性高的光源对物体再显较好，我们所看到的颜色也较接近自然原色；显色性低的光源对颜色的再现性差，我们看到的颜色偏差也较大。国际照明委员会CIE把太阳的显色指数定为Ra=100，各类光源的显色指数各不相同。显色性是照明设计上非常重要的参数，直接影响被照物品灯光下颜色真实的效果。」
- 8. 没有紫外线辐射。
- 9. 非玻璃制品，不易破损，耐冲击，耐振动。
- 10. 外置隔离电源的LED日光灯，在灯管两端都接触不到市电高压，只有低于36V的直流安全电压，不存在触电的危险，完全是一种安全的灯具。

附：LED日光灯与荧光灯比较

特性对比	T8荧光灯管CFL	LED 灯管
结构	标准T5 灯管结构	
灯管功率	28W	16W
镇流器功率	8W	没有
电/光转换效率	0.09	0.28
功率系数	85%	89%
灯体发热温度	80°C	40°C
输入电压	220V +/- 30V 交流输入	
聚焦性能	360 度 需要反光罩	120 度，不需要反光罩来提高亮度
流明 (lm)	420	478
色温	5600K	5600K
灯泡寿命	3千小时	3万小时
材料	含水银等有害物质	RoHS 达标
产品售价	人民币10元	人民币100元
用途	通用照明	通用照明

LED日光灯的价格

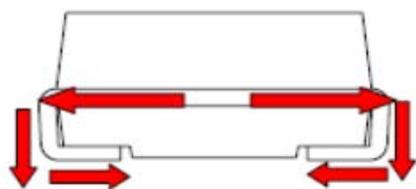
- 目前LED日光灯唯一的缺点就是价格高。
- 不过尽管目前LED日光灯的价格大约是荧光灯的十倍左右，如果联系到它的寿命、节电和无污染来看，仍然是合算的。因为如果和寿命为5,000小时的荧光灯相比，那么寿命为5万小时的LED日光灯就已经值得花10倍的价钱去买，而在其间所节省的电能就完全是纯收益了。在日本，因为荧光灯含汞，所以坏掉的荧光灯还要付出和买一个新的日光灯同样的钱作为有毒物质处理费。所以，在日本即使采用长寿命（10,000小时）的荧光灯，所付出的钱也相当于贵10倍的LED日光灯。
- 在一些24小时连续工作的场地，例如地下停车场、24小时加班生产的工厂等地方。节电也是十分重要的。如上所述，一根T8的LED日光灯大约可以节省20瓦电，一年下来就可以节省 $20 \times 365 \times 24 / 1000 = 175.2$ 度电。假如以每度电0.7元计算，那么一年下来，可以节省电费122.64元，两年下来，就可以节省出这根LED日光灯的成本。以后所节省的电费就成为纯收益了。
- 所以现在国外有一种称之为EMC（能源管理合同Energy Management Contract）作法。就是由一家财团或银行出资。替一个地下停车场或商场免费安装LED日光灯，但是要向业主收取所有节省下来的电费，协议有效期可能为5年。只要2年以后，就可以回收所有投资，第三年开始，所有节省下来的电费就变成是纯收益了。这是一个十分有利的投资项目。国内也开始有人这样做了。
- 更何况按照Haitz定律，LED的价格每十年将降低十倍！

LED连接方式

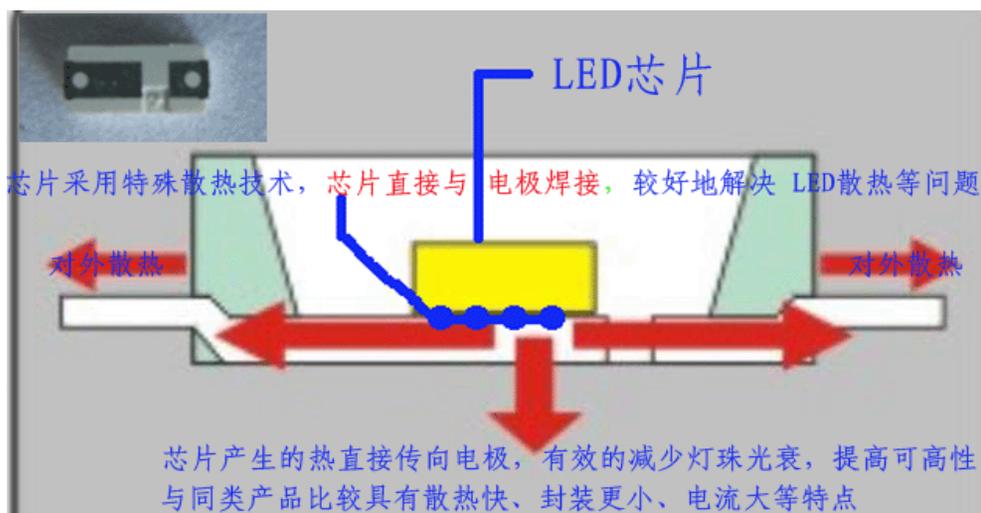
- 为了得到比较均匀的发光和把热量分散开，LED 日光灯通常都是采用很多个小功率的LED 灯珠串并联而构成。
- 小功率LED 有两种，一种是插针式，俗称草帽管，还有一种是贴片式。早期LED 日光灯大都用草帽管，但是这种插针式LED 因为热阻大（高达 450°C/W ），光衰严重，所以现在已经很少人用，而大多数采用贴片式的了。各种LED 的主要指标为发光效率，小功率LED 通常直接以其发光的流明数表示，寿命（通常以在多少结温时的寿命来表示），和热阻 R_{js} 。
- 几种常用的贴片式LED 的指标如下所示：

厂家	型号	发光 mcd	发光 lm	热阻 $^{\circ}\text{C/W}$	寿命 70%, hrs
X 公司	3020	1500-2100		135	
G 公司	3020	1800-2600	5.6 (20mA)	160	20,000 ($T_a=60^{\circ}\text{C}$, 20mA)
L 公司	3014	2100-3600	9 (30mA)	45	50,000 ($T_a=45^{\circ}\text{C}$, 30mA)

- 由于3020 只有两端电极焊接散热，而3014 采用了底板散热，所以二者的热阻相差3 倍多，二者的寿命也相差两倍多。3014 工作30mA，所以它的发光也高达9 流明。相当于90 lm/W 的发光效率。

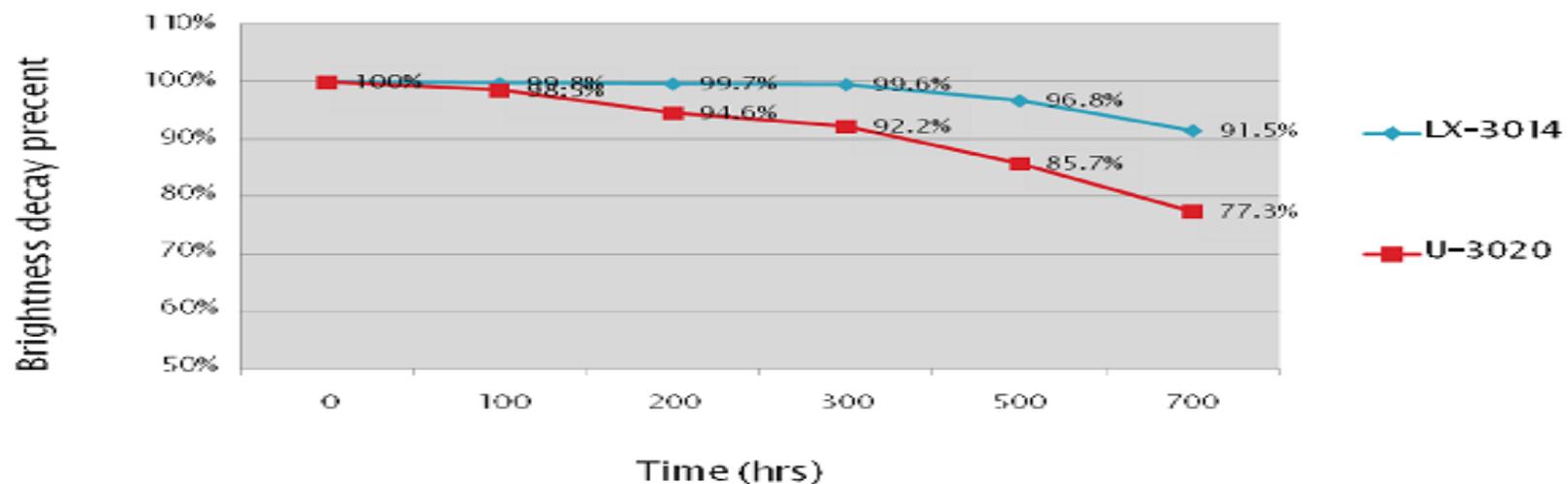


■ 3020的散热机构

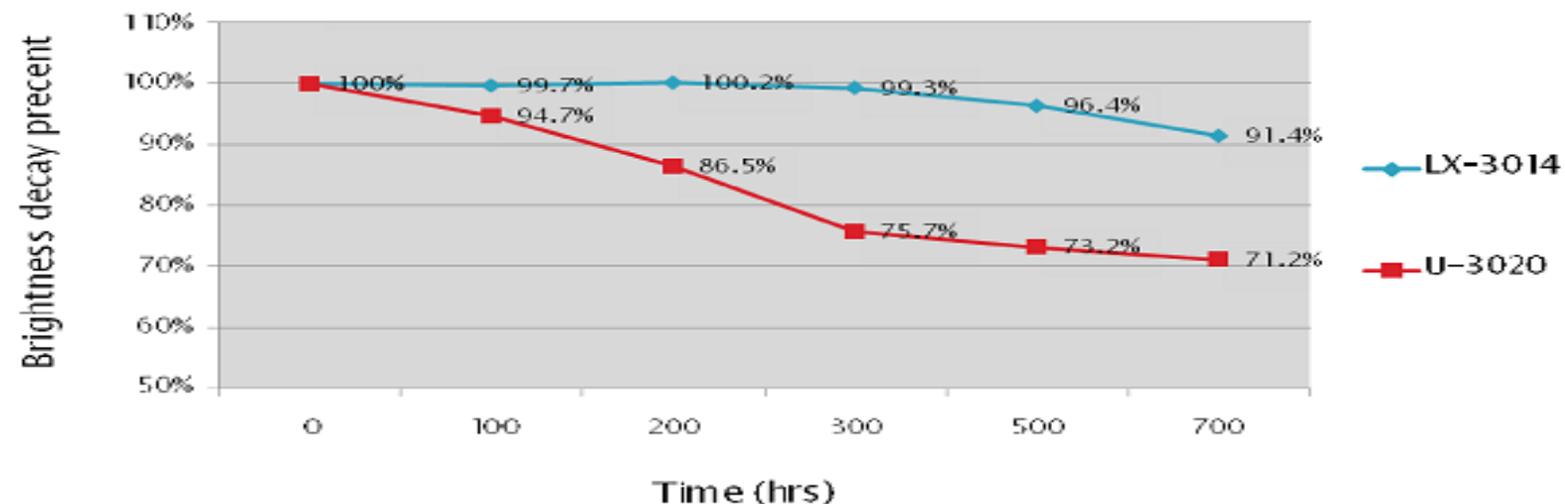


3014的底板散热机构

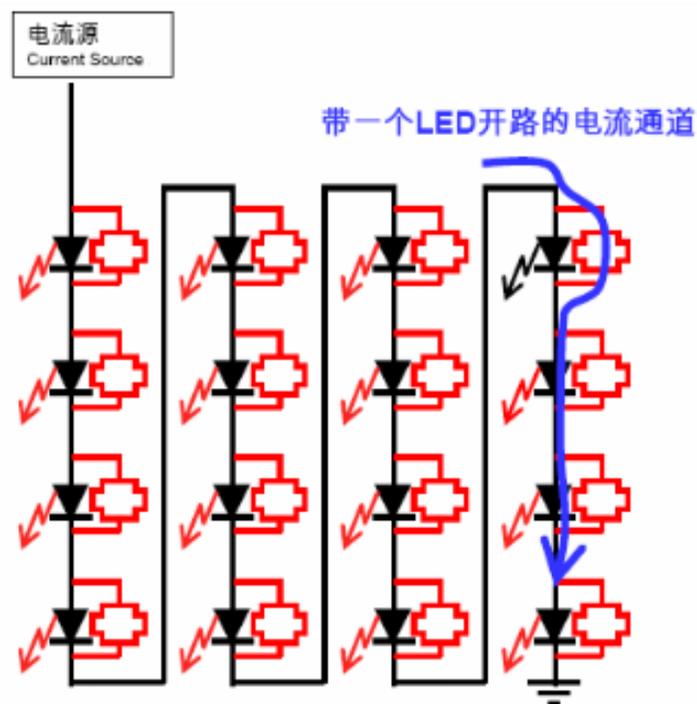
LumenMax 3014 Life test 20 mA, Temp:50°C, Humidity:80%



LumenMax 3014 Life test 30 mA, Temp:50°C, Humidity:80%

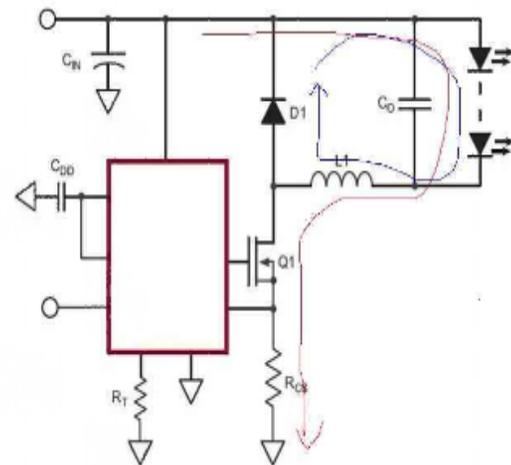
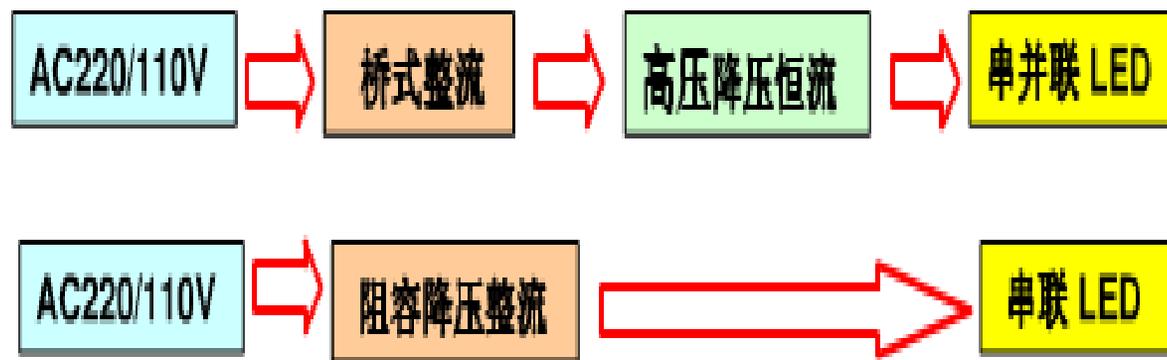


- 在日光灯里所用的LED数目通常在200颗以上，显然不可能全部串联，而必须串并联。
- 一般来说，希望串得少的，并得多，这样，一旦某一串中有一个LED开路，只会使这一串不亮，而这一串的电​​流将分摊到剩余的几路中去。例如，T8 18W日光灯总数为288个（0.06W/个）的LED，假如连结成12串24并，每串20mA，24串的总电流480mA，有一串坏了，每一串的电​​流只增加了0.83mA。反过来，假如连成24串12并，每串20mA，12串总电流240mA，一串开路，20mA就分到剩下的11路中，每路就要平均增加1.82mA。
- 不过有的LED每个都有一个并联的稳压二极管保护，即使有一个LED开路，这一串也不会都不亮，而只是这一个LED不亮而已。上述问题就不存在。此外，假如串联的LED数目少于10个，那么它所需要的电源电压低于35V，也就低于国际安全电压。
- 究竟串多少并多少，还和电源的可能性有关。

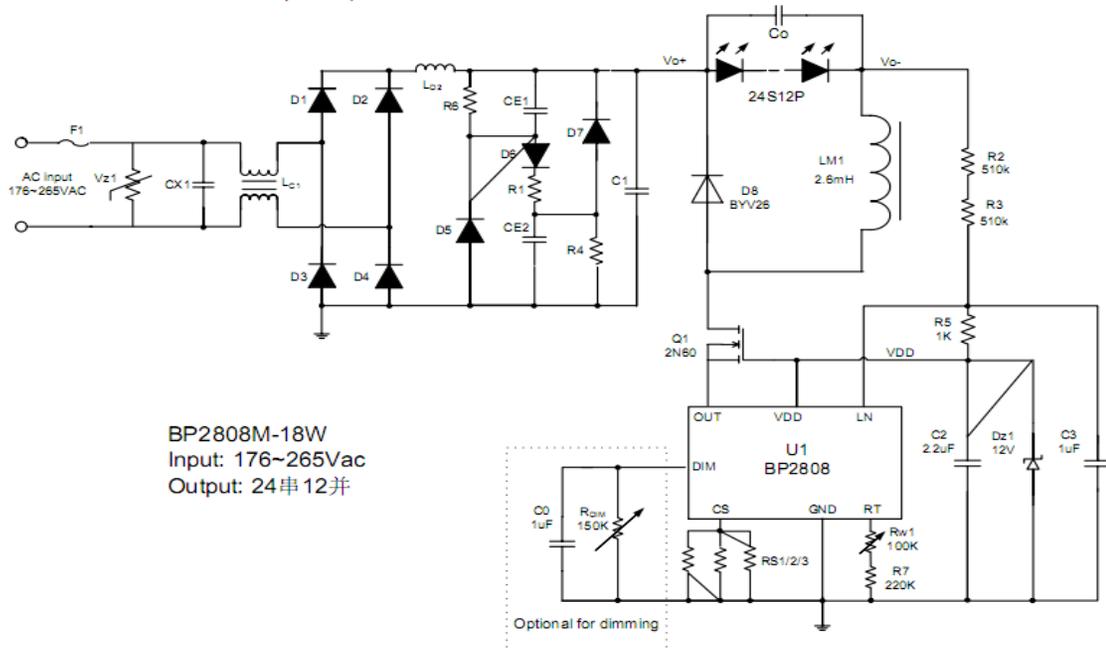
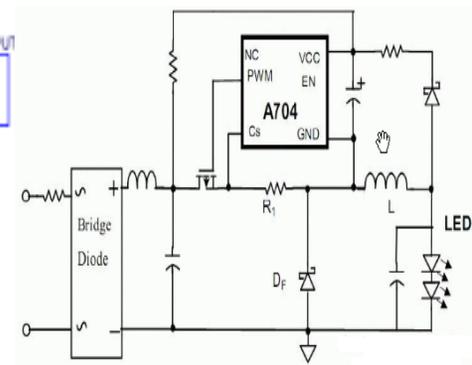
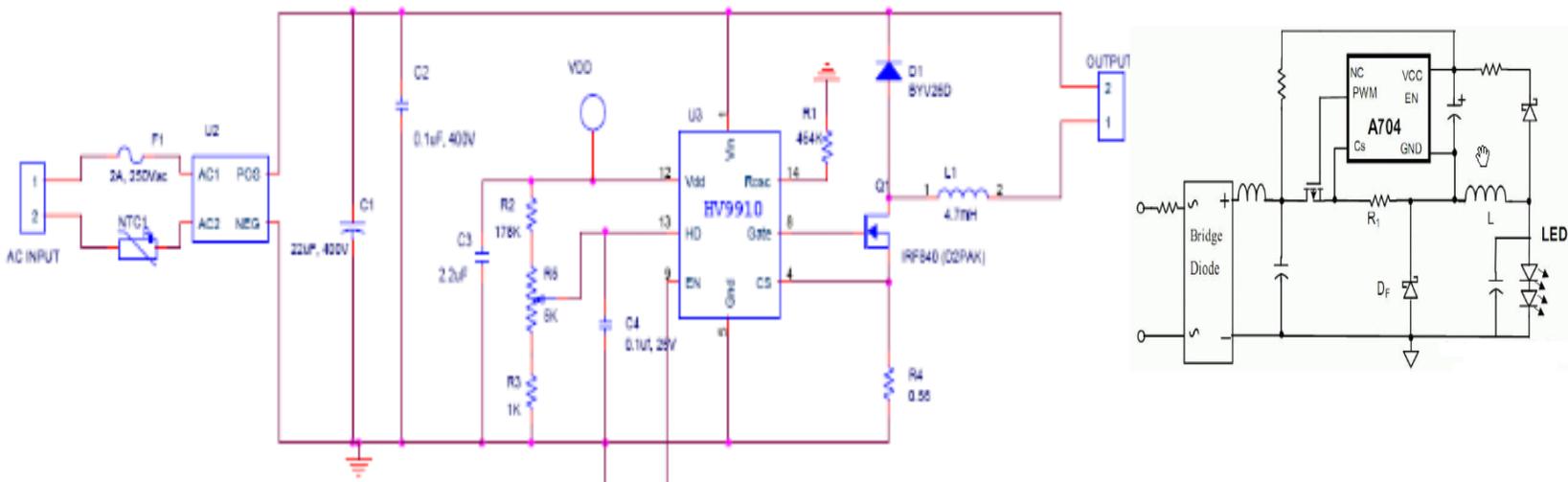


LED驱动电源

- LED驱动电源分为：非隔离型电源和隔离型电源。
- 非隔离型电源：非隔离是指在负载端和输入端有直接连接，因此触摸负载就有触电的危险。
- 目前用得最多的是非隔离直接降压型电源。也就是把交流电整流以后得到直流高压，然后就直接用降压（**Buck**）电路进行降压和恒流控制



■ 非隔离方案示例图



■ 阻容降压驱动

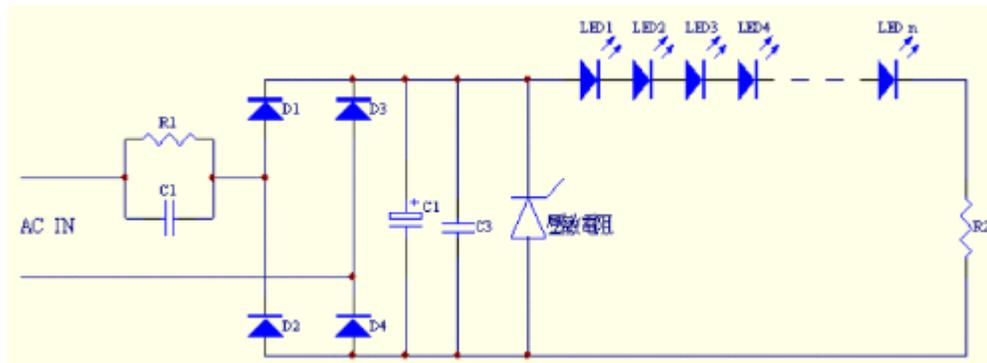
电路采用电容作为限流元件。电容在一定交流信号频率下产生的容抗来限制最大工作电流。

■ C1在电路中的容抗 X_c 为：
$$X_c = \frac{1}{2 \pi f c}$$

■ 流过电容器C1的电流（ I_c ）为： $I_c = U / X_c$

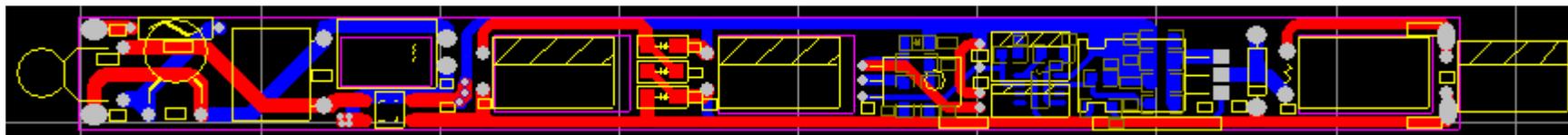
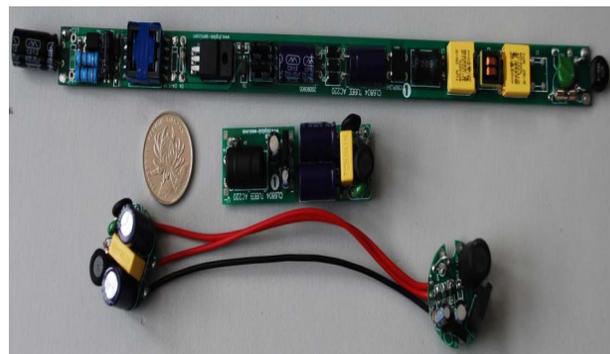
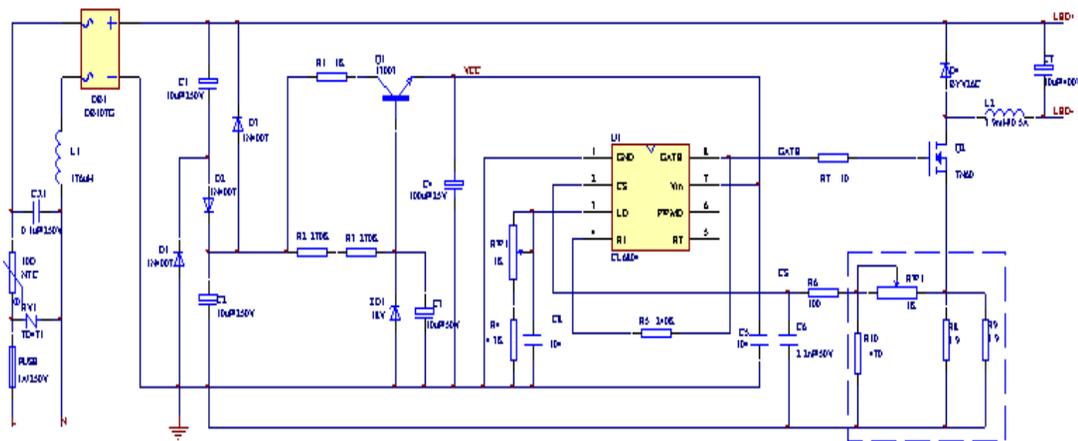
■ 此电路在输入电压波动时，输出电流也随之波动。

■ 输出LED在串联30颗电路稳定工作，但输出的光具有频闪。不适于照明场合。同时不可触及，导致安全隐患。



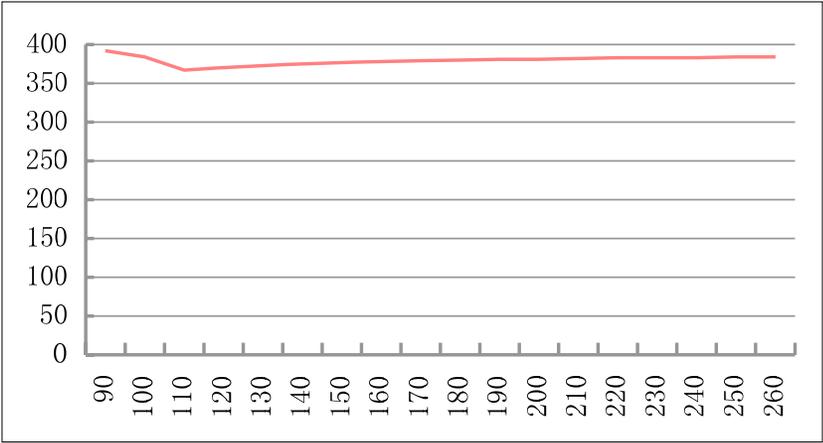
非隔离电源举例

- 这种非隔离式电源的主要技术特点：从185V到250V的电压输入范围；采用峰值电流检测为LED提供恒定的供电电流；可用线性及PWM调光，支持上百个0.06W LED的驱动应用，工作频率60KHz-80KHz，可通过外部电阻来设定。
- 非隔离恒流源的优点是简单、指标高，它的输出电流可以按LED串并联的个数决定。但是大多数情况下，它的输出电流不能太大，输出电压也不能太高



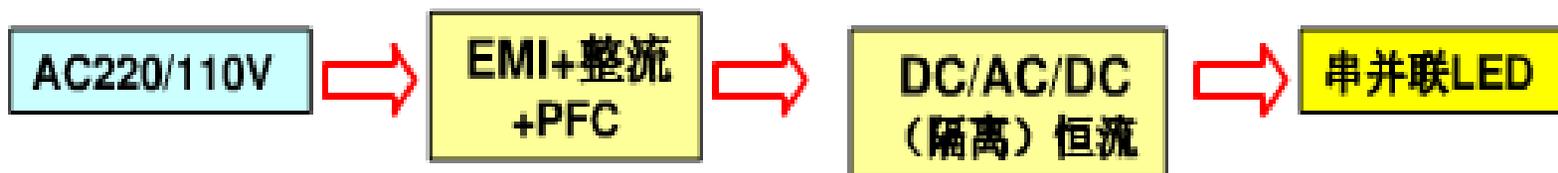
- 例如288个小功率LED 连接成24 个串联，12 串并联，每串20mA，一共240mA。体积也可以做得很小，通常是做成长条形的，以便放进T10 或T8 的管子里。假如每串的电是30mA，12 并就是360mA。或者在负载为24串，每串20MA，一共要480MA。
- 在有些非隔离的电源中就无法实现，为了保持总电流240mA 不变，就只能改成8串并联（30MA）或者保留12串并联（20MA）。但假如LED 的总数不变，就要求串联的数目增加到36 个。这时候总电压就会增加到108.9V。但是通常这种非隔离恒流源的允许的最高输出电压是80V。只能维持原来的24 串，将20MALED更换为30MA，这样LED 的总数就只能176 颗，其总流明数有可能不能满足要求。
- 通常其效率大约在88-90%之间，功率因素在0.9-0.92 之间。
- 然而这种非隔离电源也有一些局限性，因为非隔离的电源会把交流电源的高压引入到负载端，从而引起触电的危险。通常LED 和铝散热器之间的绝缘也就靠铝基板的印制板的薄膜绝缘。虽然这个绝缘层可以耐2000V 高压，但有时螺丝孔的毛刺会产生所谓的爬电现象，使得难以通过CE 认证。

VIN(V)	Ii(ma)	Pi(w)	Vo(V)	Io(ma)	PFC	效率%
90	223	17.63	37.8	392	0.88	95.51
100	183	16.97	37.8	384	0.919	93.07
110	152	15.8	37.8	367	0.942	93.21
120	141	15.89	37.9	370	0.942	93.68
130	130	16.01	37.9	373	0.941	93.84
140	122	16.09	37.9	375	0.939	94.07
150	114	16.17	37.9	377	0.937	94.30
160	108	16.25	37.9	378	0.935	94.29
170	102	16.33	37.9	379	0.932	94.38
180	97	16.4	37.9	380	0.929	94.53
190	93	16.5	37.9	381	0.926	94.51
200	89	16.56	37.9	381	0.922	94.57
210	86	16.62	37.9	382	0.918	94.89
220	82	16.7	37.9	383	0.913	95.20
230	80	16.8	37.9	383	0.91	94.95
240	77	16.88	37.9	383	0.904	95.13
250	75	16.96	37.9	384	0.898	95.56
260	73	17.02	37.9	384	0.89	96.08

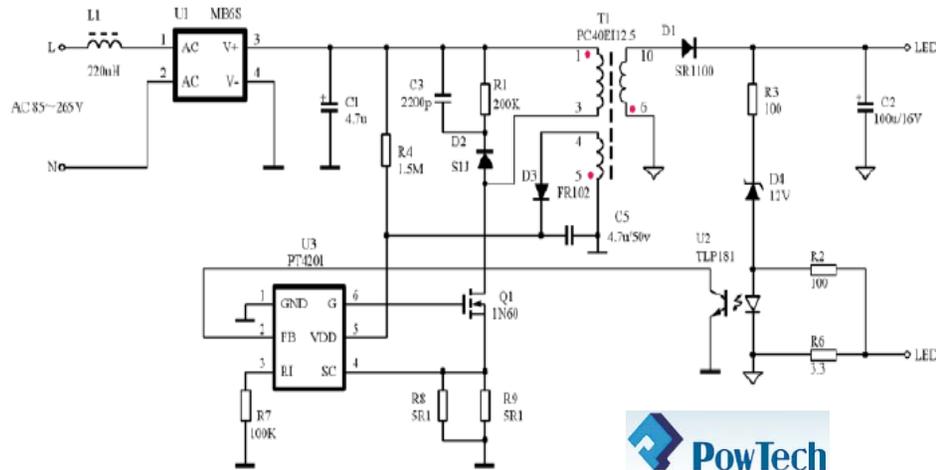
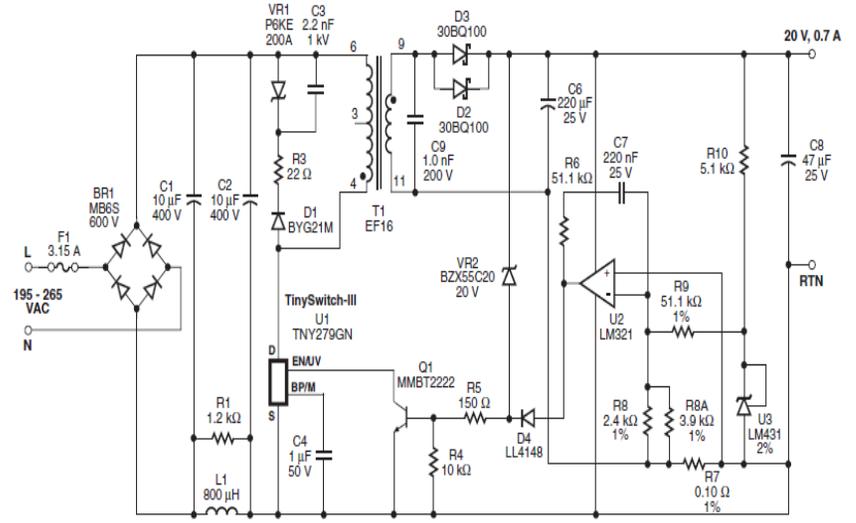
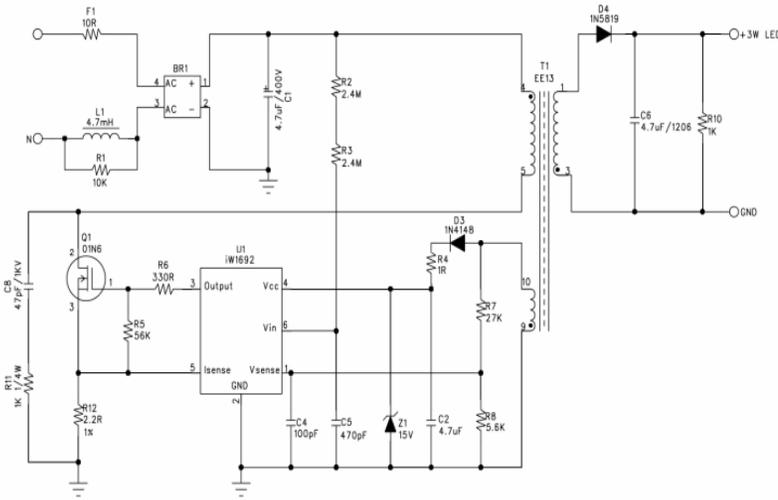


■ 隔离型电源

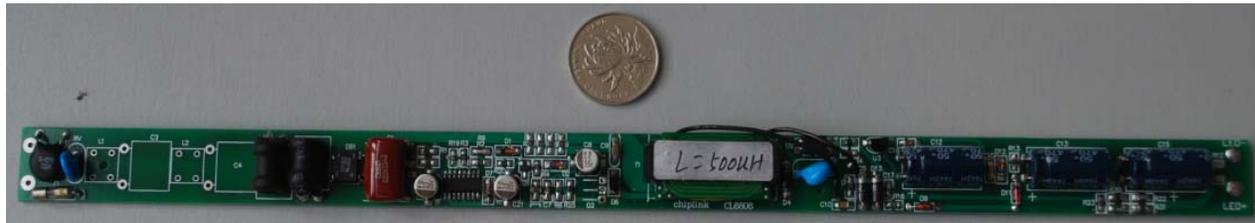
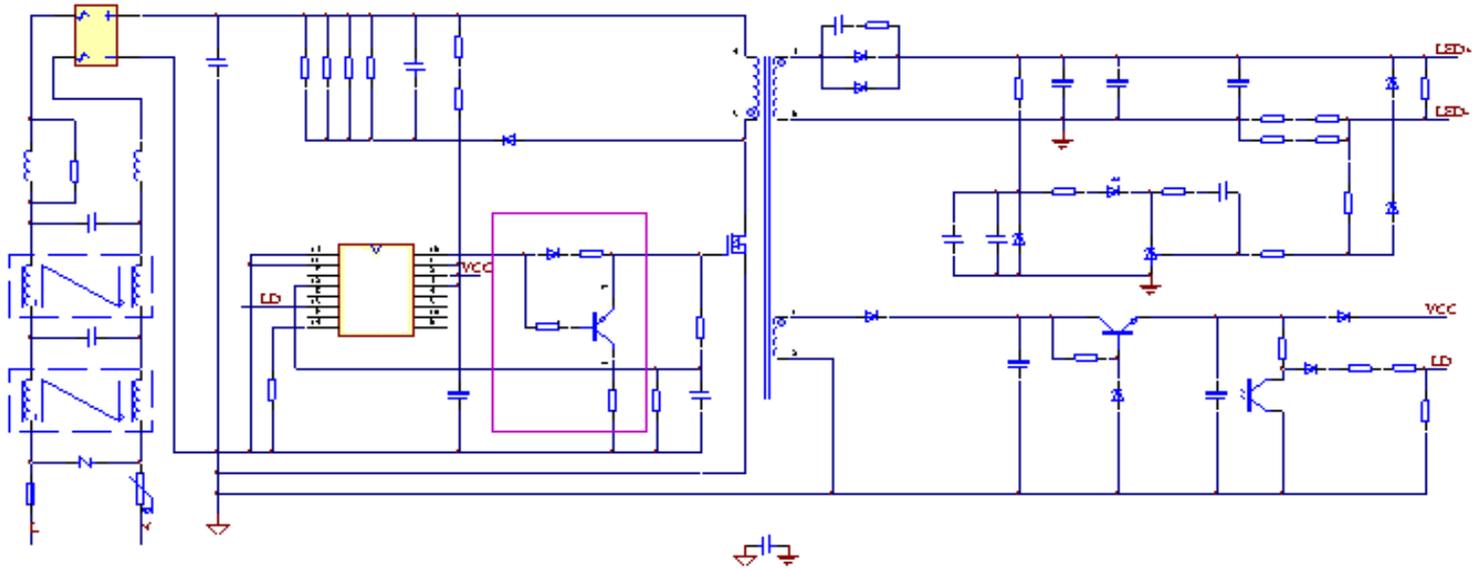
- 隔离式是指在输入端和输出端有隔离变压器隔离，这种变压器可能是工频也可能是高频的。但都能把输入和输出隔离起来。可以避免触电的危险。



隔离型电源示意图

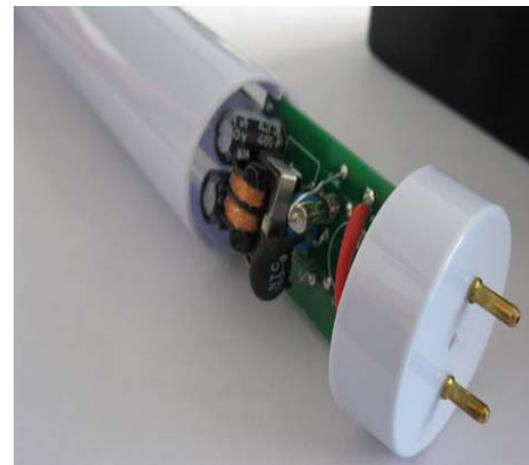
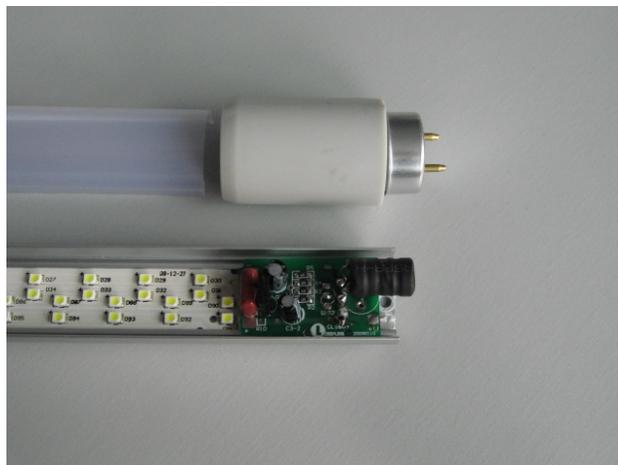


■ 隔离电源示例



LED驱动电源的放置

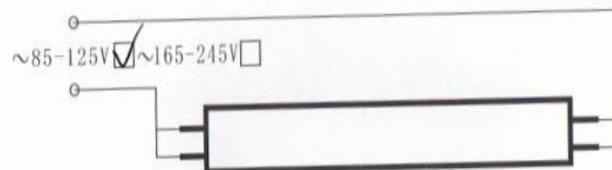
- LED 日光灯的电源分为内置式和外置式两种。
- 所谓内置式就是指电源可以放在灯管内部。
- 这种内置式的最大优点就是可以做成直接替换现有的荧光灯管，而无需作任何改动。所以内置式的形状都是做成长条形，以便塞进半圆形的灯管中去。



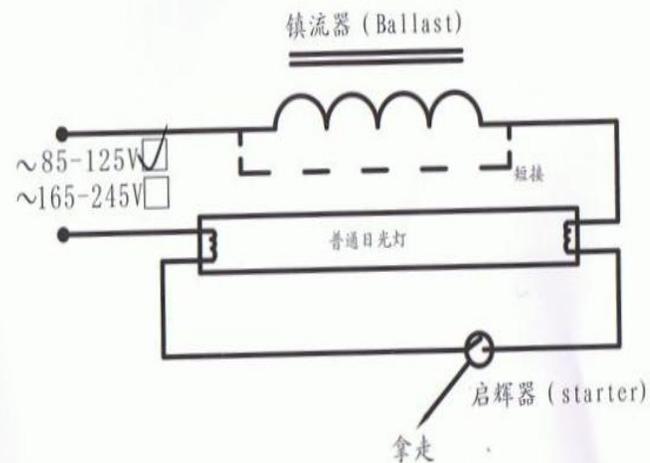
LED日光灯代替普通日光灯

- 最普通的荧光灯的起辉是采用一个串联的铁芯电感和一个并联的起辉器。
- 在直接替换时，只要拔掉起辉器就可以了。
- 但是由于铁芯电感仍然串联在电路中，所以它仍然带来将近**6.4-10W** 的损耗，结果使得这部分的额外损耗大大降低了LED的节电功效。

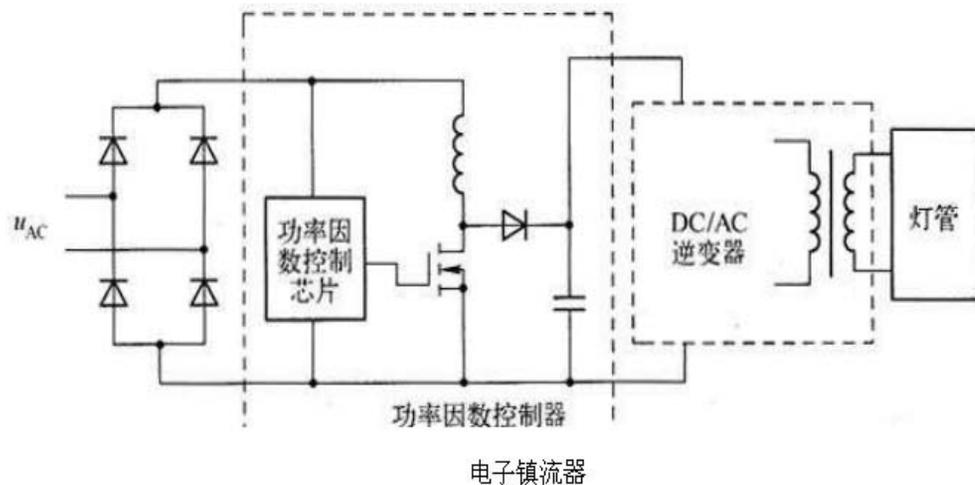
例如，本来一个18W 的LED 日光灯可以取代一个36W 的荧光灯，不论采用上述非隔离式还是隔离式的电源，其效率至少为88%以上，那么其输入功率为20.45W，现在还要加上这个额外的6.4W，使得输入功率变成26.85W，其总效率也就降低为67%，如果采用某些国产的铁芯电感，其功耗高达10W，输入功率就要变成30.45W，使得总效率只有59%。这就使LED 的节电效能大打折扣。



原普通日光灯改装接线图及操作如下：

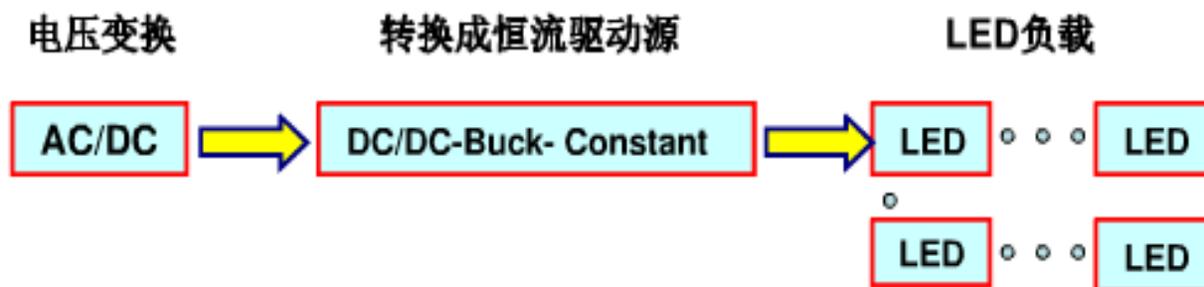


- 不仅如此，由于电源内置，电源的热量也就加入到管内，假定电源的效率为**88%**，所以就有**2.45W**的热量也要散去，假定LED本身的发光效率为**30%**，也就是有**70%**的电功率变成热量，相当于**12.6W**的电功率变成热量，现在还要再加上内置电源的**2.45W**的热量，相当于增加了**20%**的热量。使得LED的散热又增加的一份困难，或者说，使得LED的使用寿命也更加缩短。其实所增加的这部分热量还不至于缩短太多的寿命（**20%**左右），然而把电源放倒管子里面，电源本身就要承受由LED产生的很高的环境温度，这就大大降低了电解电容的寿命，也就降低了整个灯具的寿命。另外真正带来的问题是使得散热器的结构不能最佳化。这个问题才是更为严重的问题，会使LED寿命降低数倍之多。
- 假如原来采用的是电子镇流器，那么直接替换所产生的问题就更麻烦了。因为这时候加在日光灯两端的是一个高频高压。必须先用整流器变成直流高压，再用降压恒流源去驱动LED。这时候的效率将变成前面电子镇流器的效率和后面的降压恒流源效率的乘积，就可能连**70%**都不到。

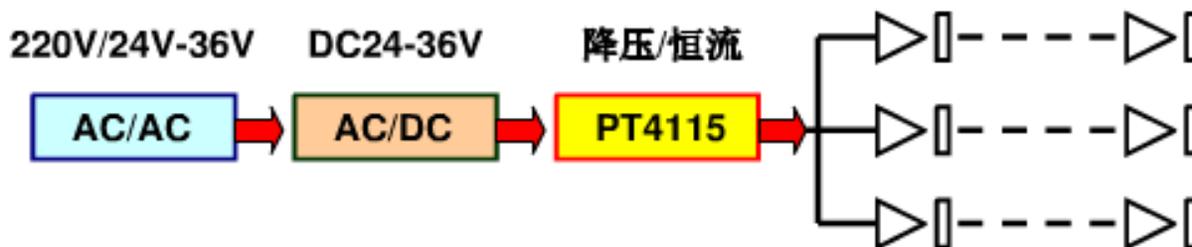


LED驱动电源—集中式外置

- 现在大功率的AC/DC 开关电源的效率很容易做到95%，功率因素可以做到0.995。而降压式的DC/DC 恒流源的效率也很容易做到98%。这样总效率可以做到93.1%。这时的性能可以做到最高。如下图所示：

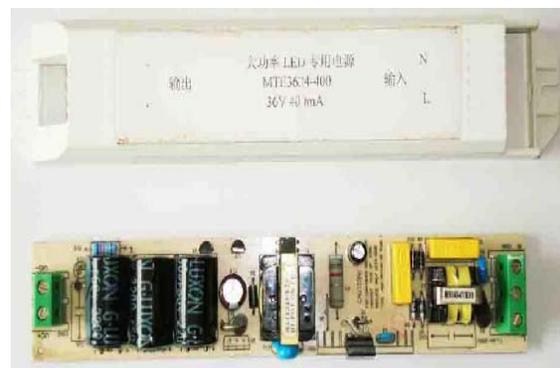
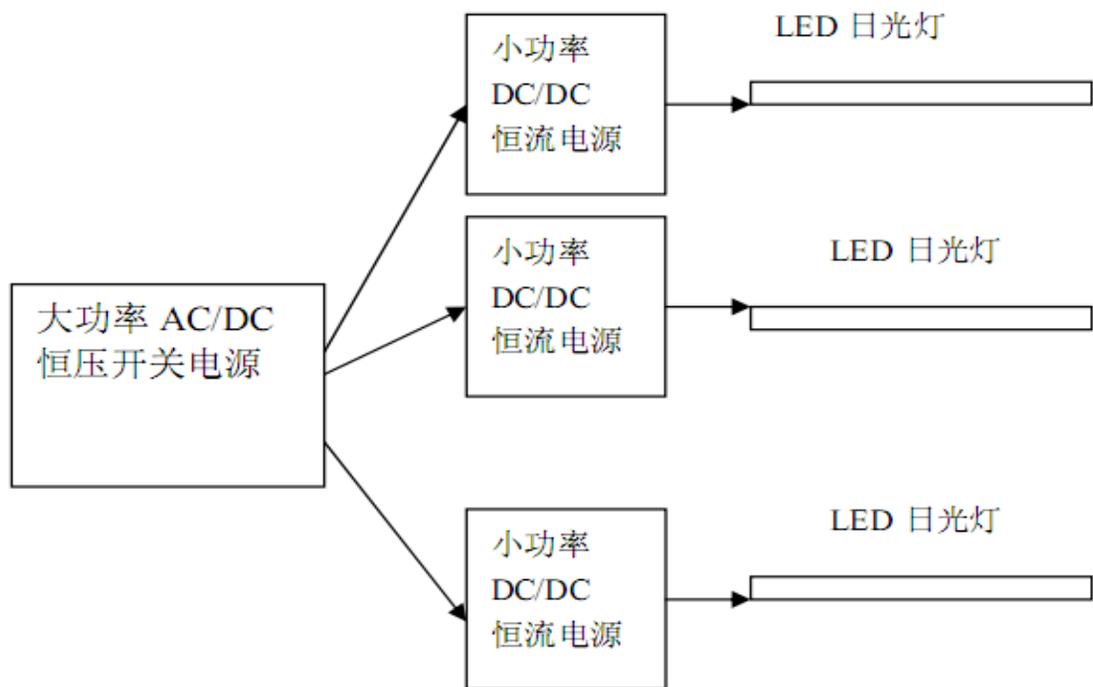


- 具体设计范例：

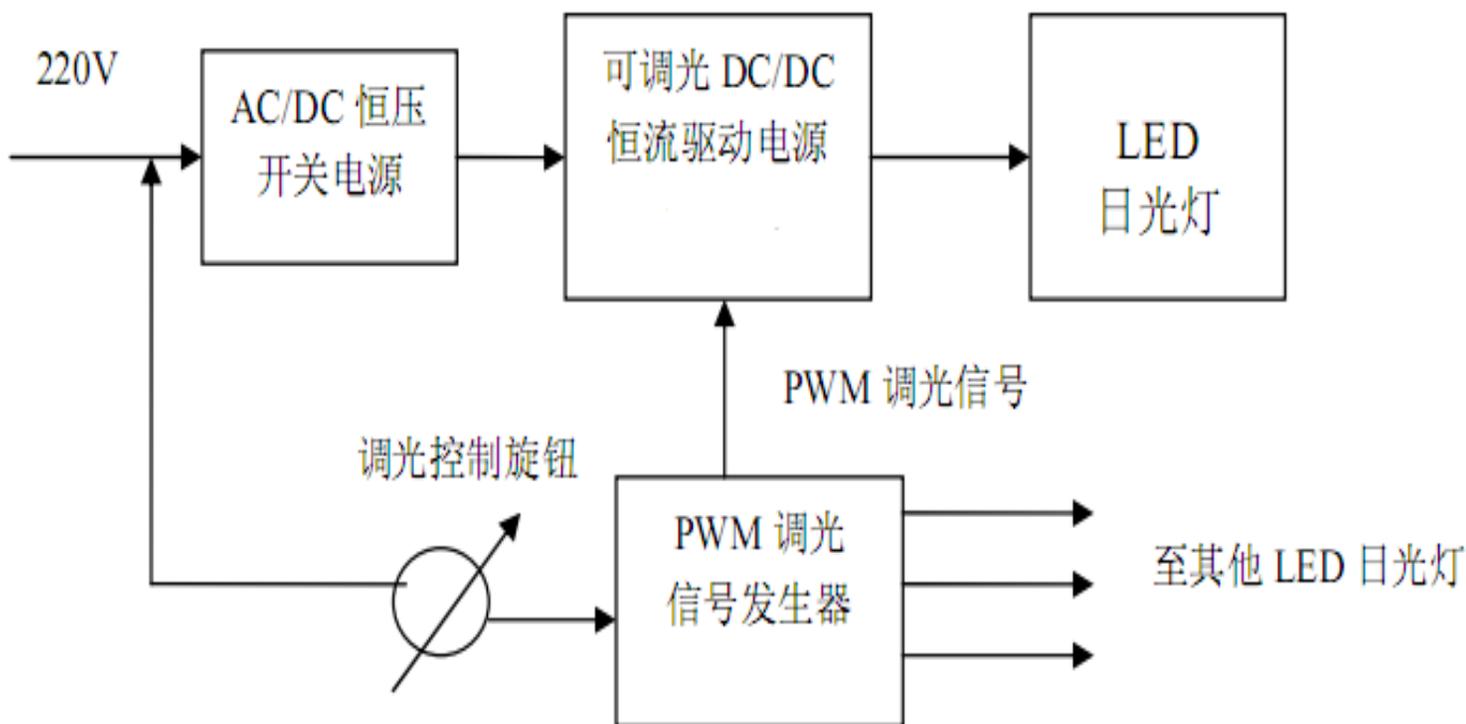


- 前级AC/DC采用大功率开关电源；中间级采用DC/DC恒流源
- 将前级和中间级做在一个电路中采用外置。

- 集中式供电的优点是显而易见的。而且，它还是一种隔离式电源，在灯管处没有220V 高压，只有低于36VDC 的直流低压，也是符合安全使用的条件。



- 另外，这种结构也很容易实现各种调光方案，例如手动调光，光敏调光，只要把调光控制信号送到各个DC/DC 恒流模块就能实现。



LED日光灯结构

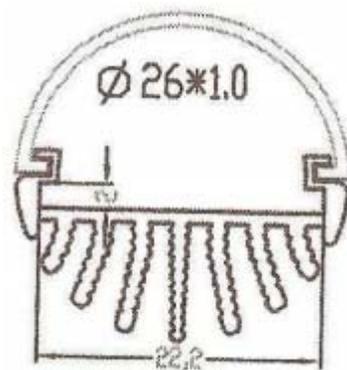
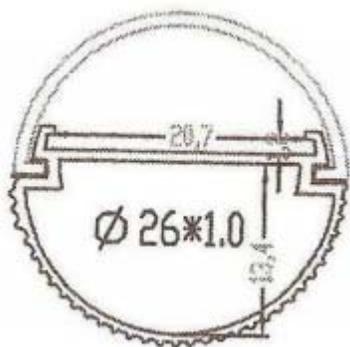
- 按说，LED日光灯既然称为日光灯那么它的结构一定就是荧光灯的模样，连长短、粗细也都一样，甚至称呼也是T10、T8、T5，也都一样，也就没有什么可以讨论的了。其实则不然。LED日光灯在这方面走了很多弯路。
- 1. 全塑灯管，早期的LED日光灯采用的是全塑灯管，因为主要采用非隔离式电源，为了避免触电问题，所以更希望采用全塑灯管。里面采用的是 $\phi 5$ 的草帽管LED。但是很快就证明了这种日光灯的光衰很严重，寿命非常短，不到1000小时就坏了。这才发现，最大的问题是散热问题。由于把热量全部封死在管内，根本无法散出去，再加上草帽管本来寿命就短，当然不可能长寿命。



- 2. 半塑半铝管，在发现了散热问题以后，就想到采用半塑半铝的方案。在需要透光的那一半采用塑料，在不需要透光而需要散热的那一半就采用铝合金。
- 电源当然是放在铝管里面。看来问题似乎是解决了。然而因为LED日光灯的功率通常在20W左右，它的发热量还是相当大的。半根铝管并不能解决它的散热问题。所以又提出另一种散热的铝管结构。



- 3. 扇骨形铝管。它把电源放到管外，从而可以把半边铝壳完全做成散热器。扇骨形铝管采用扇骨形状的散热结构，大大增加了散热器面积。相对于半圆形的铝管来说，它的散热面积至少增大了3倍以上。再加上电源不放在管内，又可以减少热量，这就大大延长了LED的寿命。



- (a) 普通半铝半塑管 (b) 扇骨形铝塑管 (c) 二者的实物照片

LED日光灯寿命

- 我们知道小功率LED指示灯的寿命是非常之长，只是当LED作为照明器件以来，LED的寿命问题才被提出来。其实LED的寿命完全取决于它的结温。只要结温够低，LED的寿命提高到十万小时以上是没有问题的。
- 但是由于LED本身的发光效率目前还是比较低，大约还有70%的输入功率要转化为热能，如果这些热不能很好地散发出去，LED的结温就会升高，于是LED的寿命就会随之降低。

所以延长LED寿命的根本办法就是改进其散热。改进散热要从LED本身做起。前面提到的3014，就是靠增加底板金属面积而改善了散热，使其热阻降低到只有 51°C/W 。只要散热器做得足够好，可以保证接脚温度在 60°C 以下，那么其寿命可以保证在5万小时以上。

- 我们实测的结果也证明了这点，在25度室温下，我们测得铝散热器的表面温度为35度左右，如果在45度环境温度时，那么散热器表面温度就应当是55度，因为采用了扇骨形铝塑管，铝基板和铝散热器的热阻大约 50°C/W 。所以到LED底板温度大约是60度。
- 因此可以保证其寿命为5万小时以上。

- LED的长时间工作会光衰引起老化，尤其对大功率LED来说，光衰问题更加严重。在衡量LED的寿命时，仅仅以灯的损坏来作为LED寿命的终点是远远不够的，应该以LED的光衰减百分比来规定LED的寿命，比如35%，这样更有意义。

LED节能灯

- 根据日光灯的启示，在遵循现有灯具规格，LED应用渗入了各个领域。

- LED节能灯, LED玉米灯,



谢谢！