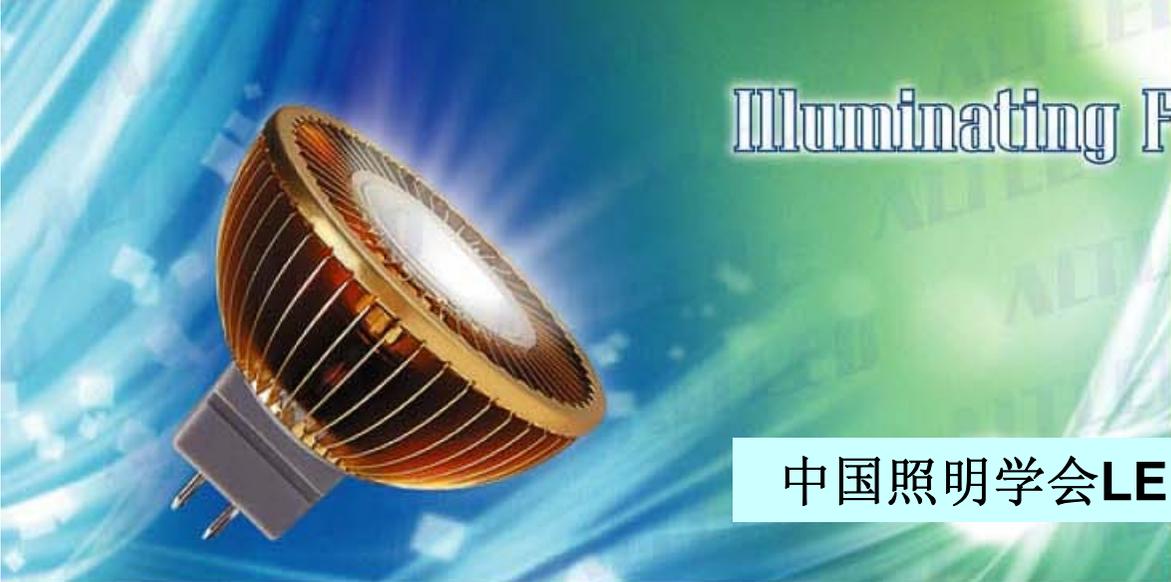




# 绿色照明LED灯具驱动技术



Illuminating Future Life

High Brightness  
Low temperature  
Light weight  
Safe, and Durable

中国照明学会LED灯具设计技术高级培训班

颜重光 高工



# LED绿色照明灯具



华润矽威科技（上海）有限公司

China Resources PowTech(Shanghai)Co., Ltd.

# Green Lighting

- **LED高节能**：节能能源无污染即为环保。直流驱动，超低功耗（单管0.03瓦-1瓦）电光功率转换接近100%，相同照明效果比传统光源节能80%以上。
- **LED长寿命**：LED光源被称为长寿灯。固体冷光源，环氧树脂封装，灯体内也没有松动的部分，不存在灯丝发光易烧、热沉积、光衰快等缺点，使用寿命可达5万到10万小时，比传统光源寿命长10倍以上。
- **LED利环保**：LED是一种绿色光源，环保效益更佳。光谱中没有紫外线和红外线，热量低和无频闪，无辐射，而且废弃物可回收，没有污染不含汞元素，冷光源，可以安全触摸，属于典型的**绿色照明光源**。



# LED灯具驱动工作原理



电压变换

转换成恒流驱动源

LED负载



AC/AC	AC/DC
Non-isolated / Isolation	
AC220V/100V → AC12V/24V/36V → DC12V/24V/36V	
AC220V/100V → AC70V/100V/150V → DC70V/100V/150V	



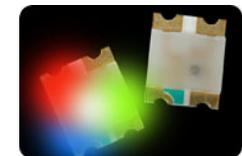
# LED工作原理



- LED工作的主要参数是 $V_F/I_F$ ，其它相关的是颜色/波长/亮度/发光角度/效率/功耗。
- $V_F$ 正向电压是为LED发光建立一个正常的工作状态。
- $I_F$ 正向电流是促使LED发光，发光亮度与流过的电流成正比。
- LED  $V_F$ 标称电压： $3.4V \pm 0.2V$ 。
- LED  $I_F$ 工作电流按应用需要选用，各挡不能混用。

## LED Lamp用各档LED电流:

WLED ( $V_F=3.4V$ )	一般功率LED	大功率LED
$I_F$ 工作电流	15-25mA	200-1400mA



# 关于LED功率

## LED灯具常用WLED二极管:

1) 小功率WLED:  $I_F=15-25\text{mA}$

如  $I_F=20\text{mA}$  草帽灯。。。

2) 大功率WLED:  $I_F=200-1000\text{mA}$

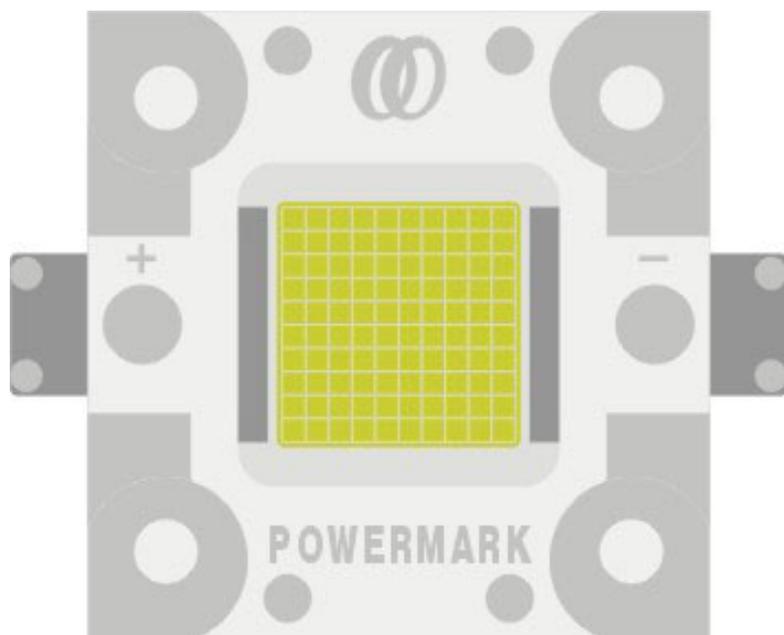
如高亮功率WLED,  $1\text{W}/I_F=350\text{mA}$ ,

$3\text{W}/I_F=700\text{mA}$  ;

3) 功率LED管芯按特殊要求绑定的WLED;



# 大功率照明用LED



大功率照明用**LED**  
其封装从成品来看是单颗芯片的，其实是用**N**颗**LED**管芯封装在一个单位里的。它们的排列组合是串并联，它们是**N**个串联，再**N**个并联，然后由二点联接电源。



# LED灯具对低压驱动芯片的要求

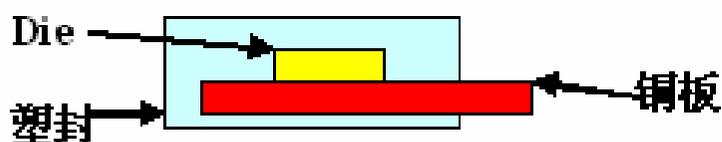


- 驱动芯片具备性能良好、高度集成的DC/DC-Buck→Constant Current功能。
- 驱动芯片的标称输入电压范围应当满足DC8-40V，以覆盖应用面的需要，耐压如能大于45V更好；
- 驱动芯片的标称输出电流要求大于1.2-1.5A，满足1W、3W照明用LED需求的工作电流。LED照明灯具选用的驱动IC必需有足够的电流输出，设计产品时必需使驱动IC工作在满负输出的70-90%的最佳工作区域。
- 驱动芯片的输出电流必需长久恒定，LED才能稳定发光，亮度不会闪烁；同一批驱动芯片在同等条件下使用，其输出电流大小要尽可能一致，也就是离散性要小。
- 驱动芯片的封装应有利于驱动芯片管芯的快速散热。
- 驱动芯片本身的抗EMI、噪音、耐高压的能力也关系到整个LED灯具产品能否顺利通过CE、UL、FCC等认证，因此驱动芯片本身在设计伊始就要有优秀的拓朴结构和高压的生产工艺。
- 驱动芯片自身功耗要求小于0.5W，开关工作频率要求大于120Hz，以免工频干扰而产生可见闪烁。

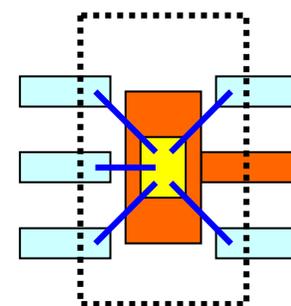


# 驱动芯片散热的物理技术

- 驱动芯片的封装应有利于驱动芯片管芯的快速散热。如将管芯（Die）直接绑定在铜板上，并有一Pin直接延伸到封装外，便于直接焊接在PCB板的铜箔上迅速导热（见图）。如在一个类似4X4mm的硅片管芯上，要长时间通过300-1000mA的电流，必然有功耗，必然会发热，芯片本身的物理散热结构也是至关重要的。



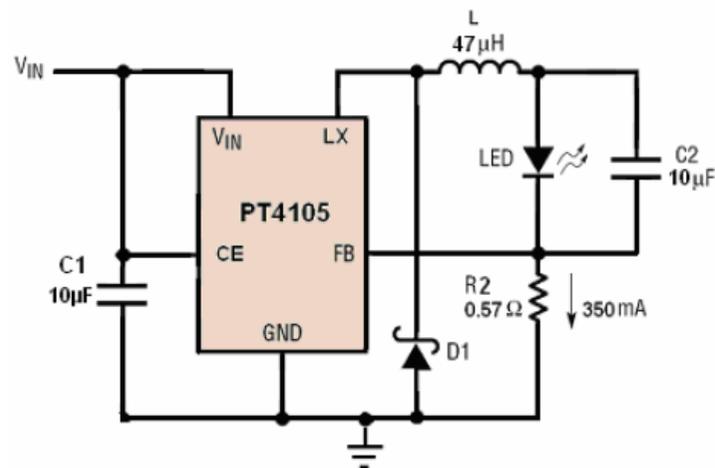
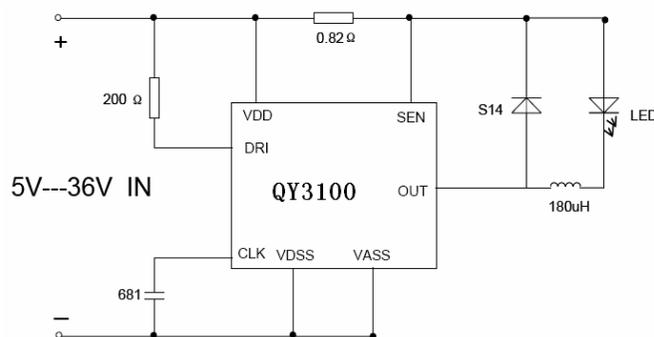
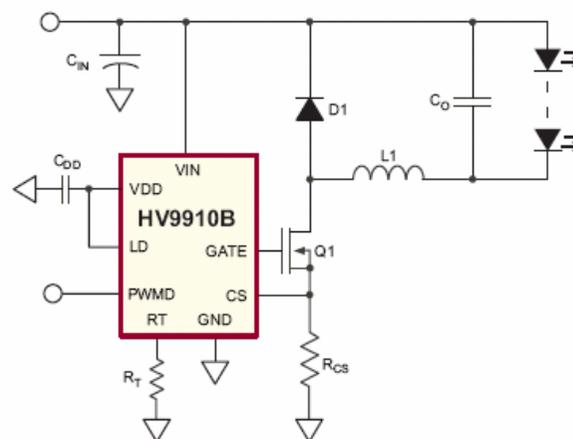
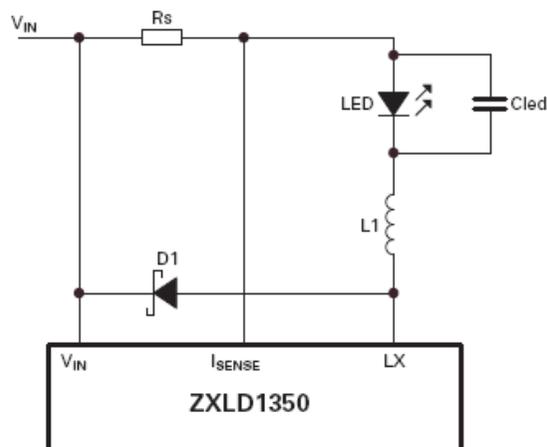
驱动IC剖面



驱动IC俯视



# 常见LED驱动IC

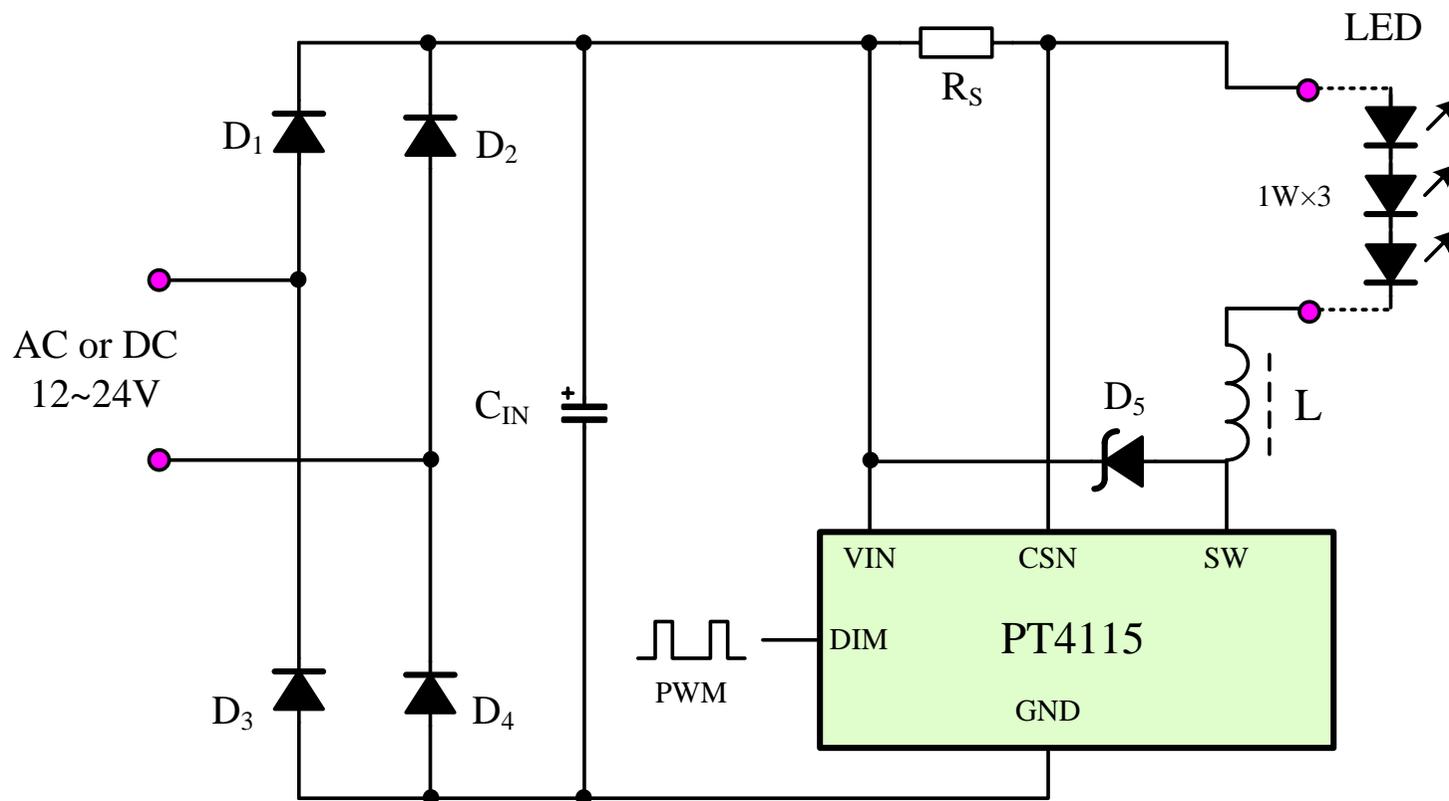


# LED驱动IC的选用理念

- 照明用LED的 $V_F$ 电压都很低，一般 $V_F=2.75-3.8V$ ， $I_F$ 在15-1400mA；因此LED驱动IC的输出电压是 $V_F \times N$ 或 $V_F \times 1$ ， $I_F$ 恒流在15-1400mA。
- 随着大功率LED普遍在灯光装饰和照明中的普遍使用，功率型LED驱动显得越来越重要。用市电驱动大功率LED需要解决降压、隔离、PFC（功率因素校正）和恒流问题，还需有比较高的转换效率，有较小的体积，能长时间工作，易散热、较低的成本，抗电磁干扰，和过温、过流、短路、开路保护等。
- 在LED照明领域，要体现出节能和长寿命的特点，选择LED驱动IC至关重要，没有好的驱动IC的匹配，LED照明的优势无法体现。
- 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，电流过强会引起LED的衰减，电流过弱会影响LED的发光强度，因此，LED的驱动需要提供恒流电源，以保证大功率LED使用的安全性，同时达到理想的发光强度。



# 应用方案简洁的PT4115



PT4115



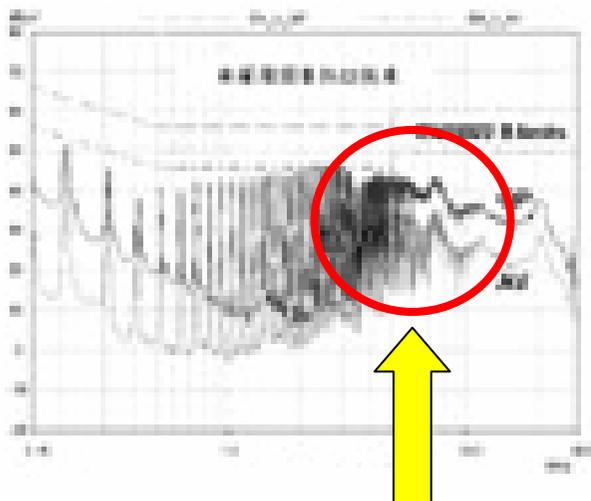
# PT4115的特性

- 高度集成DC/DC-Buck→Constant Current 功能。
- 采用抖频技术有效降低EMI。  
频率抖动技术(Frequency Jitter)是一种从分散谐波干扰能量着手解决EMI问题的新方法。频率抖动技术是指开关电源的工作频率并非固定不变，而是周期性地由窄带变为宽带的方式来降低 EMI，来减小电磁干扰的方法。
- $V_{in}=8-30V$ ，击穿电压 $>45V$ ； $I_{out}=1.2A$ 。
- 效率高达97%。
- DIM调光由高向低调光，安全可靠。
- 超低的关断电流。
- $\pm 5\%$ 输出电流精度。
- LED开路保护
- 采用SOT89-5封装，有利于驱动芯片管芯的快速散热。
- 周边应用电路简约，仅四个元器件，应用成本低。

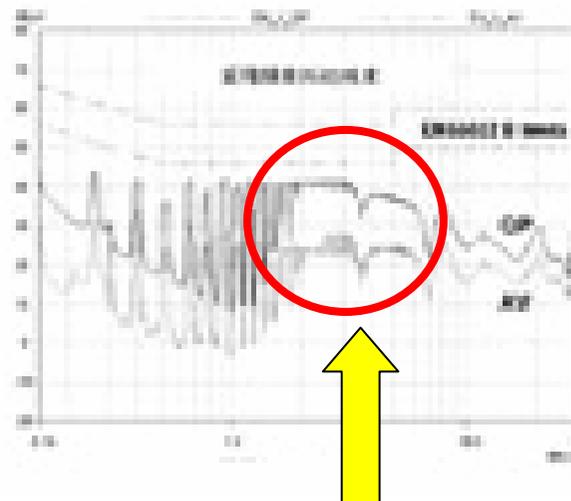
应用：MR11、MR16、水底灯、洗墙灯、泛光灯、应急灯、草坪灯、路灯、隧道灯。。。



# 频率抖动改善EMI



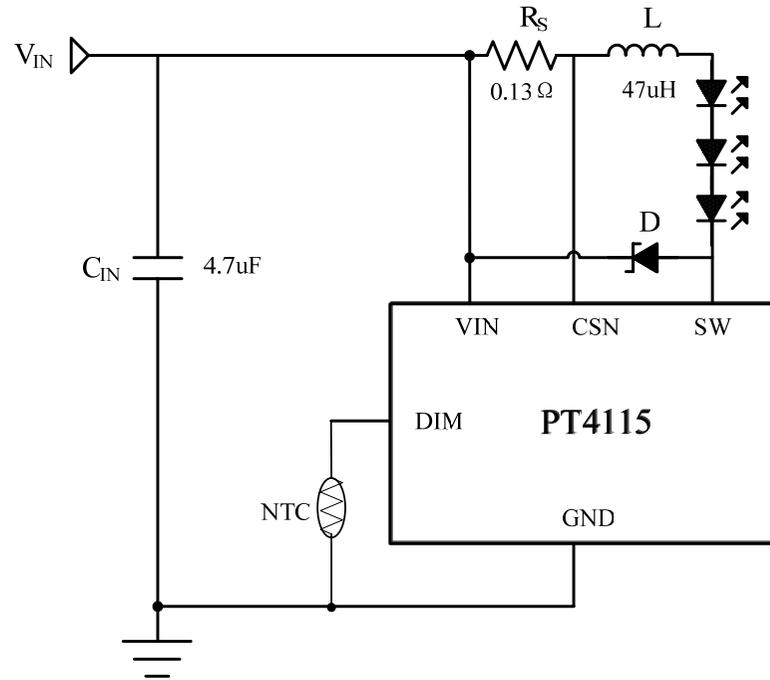
未采用频率抖动技术时，各次谐波较窄而且离散，幅值在谐波频率处较高，EMI集中在峰尖。



采用频率抖动技术时，谐波幅值降低并且变得平滑，高次谐波接近连续响应。减小EMI的效果十分显著。



# 动态温度调节



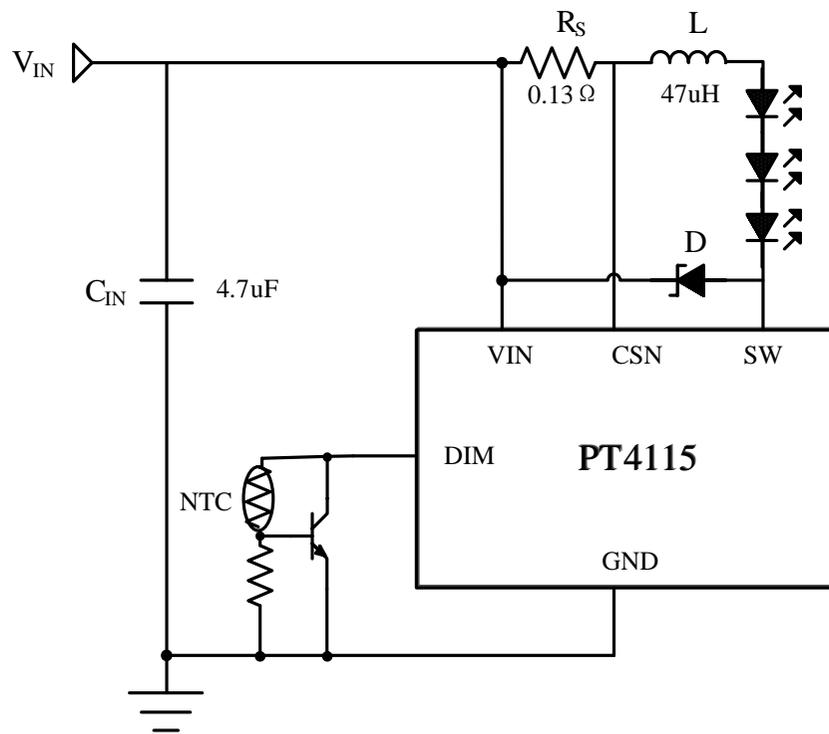
DIM端内部是一个1兆上拉电阻（ $R_{up}$ ）接到内部5V电源。DIM端的电压由 $R_{up}$ 和NTC分压决定，利用模拟调光的原理以及温度对LED电流的负反馈实现动态温度控制。

NTC也可以由二极管来实现，或者二极管串热敏电阻等方法。

PT4115



# 过温保护



如图所示可以实现过温保护，当灯杯或LED温度高于一定值时关断LED电流，当温度降低后，重新开启

PT4115



# PT4115芯片应用特点



- 电感越大，工作频率越低，恒流效果越好；
- 输出电流越大，需要电感值越小，电感选择方便；
- 输出电压越高，效率越高，3颗1W串联比1颗3W效率高；
- 系统损耗由RS损耗（ $0.1 \cdot I_{out}$ ）、电感DCR损耗（ $DCR \cdot I_{out}^2$ ）、功率开关导通损耗（ $R_{sw} \cdot I_{out}^2$ ）、功率开关开关损耗（正比于开关频率）等主要部分组成；
- 通常电感越大，功率开关开关损耗越小，但是DCR会变大，对应电感损耗变大；
- 反馈电压100mV，Rs损耗业界最小，功率开关导通电阻Rsw为0.6欧姆，也比较小，效率比一般产品高；
- 内部含有过温保护功能，外部可以设计过温保护，对LED有双重保护；
- 采用SOT89-5封装，热阻仅为45°C/W，散热特性很好。

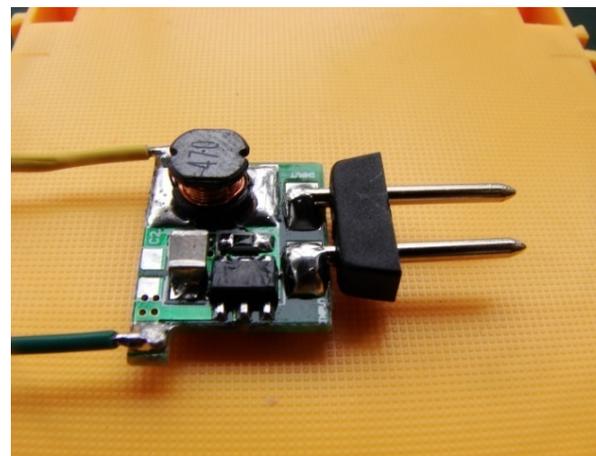
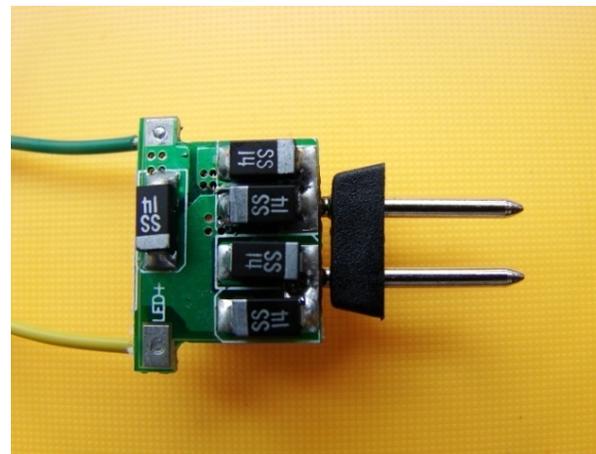


# LED射灯

- AC/AC是将220V交流电压转换成12V交流电压。12V交流电是酒店中广泛应用的卤素灯电源，LED射灯可以在保留现有交流12V的条件下进行设计，针对替代卤素灯的设计。PT4115的主要优势是体积小、可靠性高、输出电流高达1.2A，恰好适合卤素灯灯口直径小的特点。
- 取代卤素灯之后，LED灯一般做成1W或3W。LED灯与卤素灯相比有两大优势：(1)光源比较集中，1W照明所获得的亮度等同于十几瓦卤素灯的亮度，因此比较省电；(2)LED灯的寿命比卤素灯长。
- LED灯的主要弱点是灯光的射角太窄，成本相对较高。但从长远来看，由于LED灯的寿命较长，所以还是具有非常大的成本优势。
- 3颗1W串联比1颗3W的工作效率高。



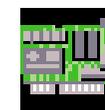
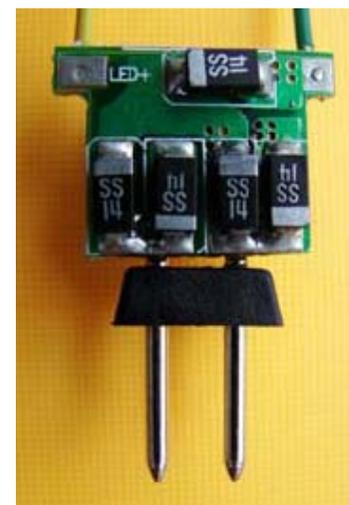
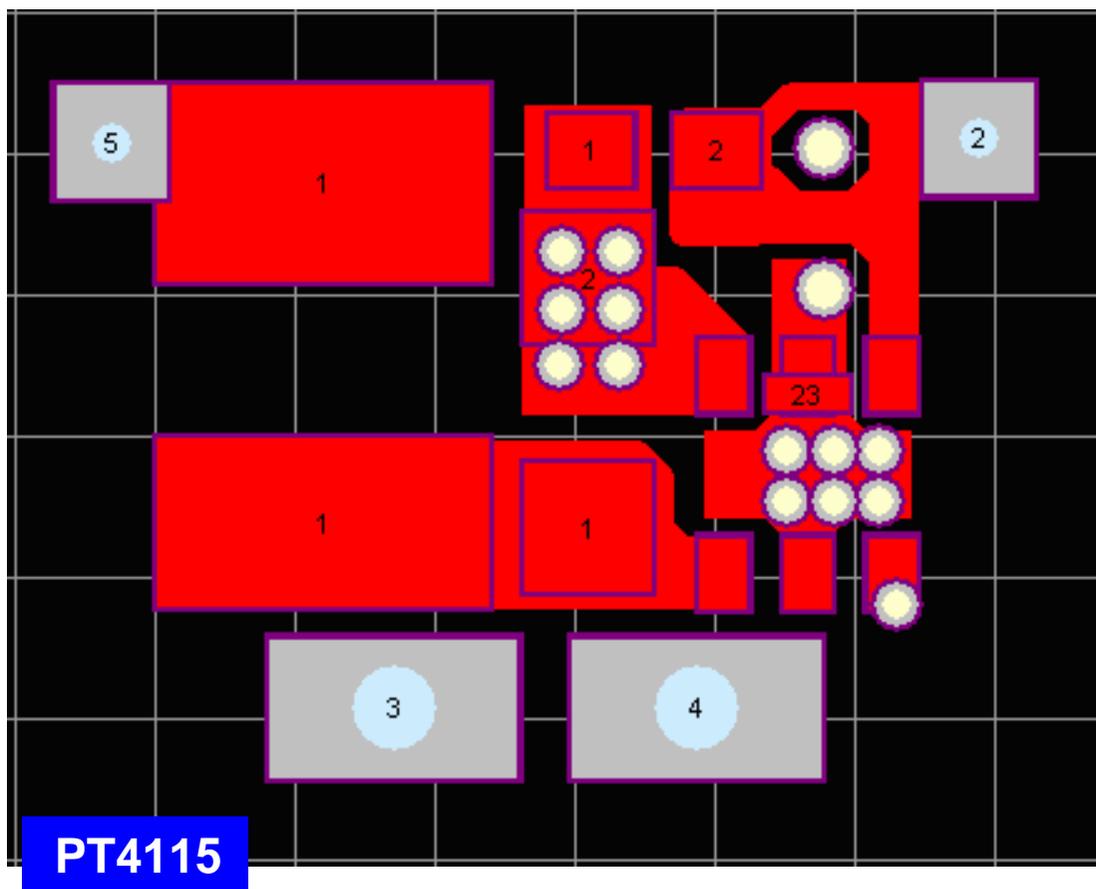
# 向MR16生产厂家提供可用于生产DEMO



华润矽威科技（上海）有限公司

China Resources PowTech(Shanghai)Co., Ltd.

# DEMO PCB版图



PT4115MR16 20080616. PCB



# 外部元器件选择



Rs	精度大于1%	$R_s = 0.1 / I_{LED}$ , 比如要输出350mA, 则 $R_s = 0.1 / 0.35 = 0.2857 \text{ OHM}$
Cin	100uF (工作电压>50V)	输出电流小于400mA
	100uF (工作电压>50V)	输出电流大于400mA
	有续流和滤波的功能, 电容量不宜太小;	
D	SS14	输出电流小于400mA
	SS24	输出电流大于400mA
	导通压降低于0.30V的肖特基二极管, 可以提高系统效率;	
L	33-47uH (饱和电流>1.8A)	输出电流在800mA到1200mA
	47-68uH (饱和电流>1.2A)	输出电流在400mA到800mA
	68-100uH (饱和电流>0.6A)	输出电流小于400mA
	DCR越小, 效率越高。选用锰锌4000磁芯。	
整流二极管	正向压降尽可能低的肖特基二极管, 可有效地降低系统功耗。 电流能力一定要满足应用, 原则上大于 $1.5 * I_{out} * V_{out} / (0.8 * V_{in})$ 。	

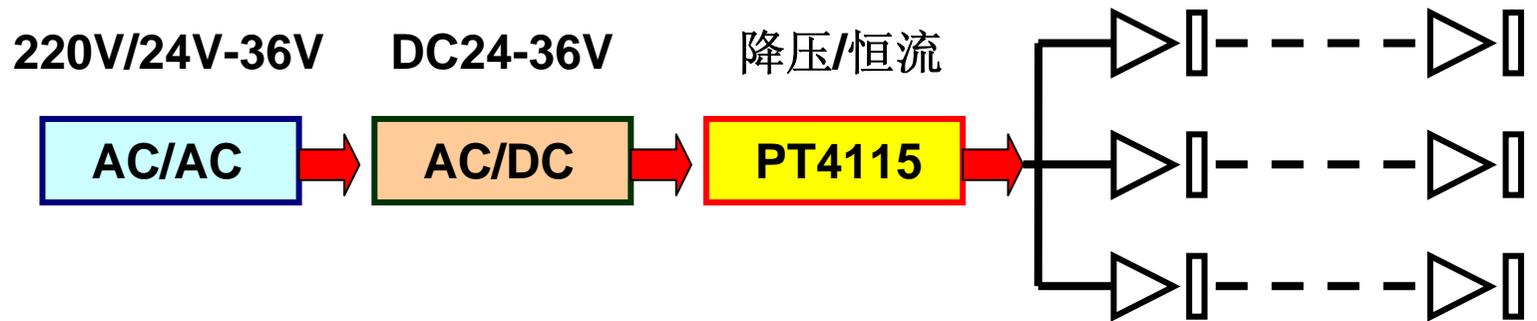
PT4115



华润矽威科技 (上海) 有限公司

China Resources PowTech(Shanghai)Co., Ltd.

# 简单实用低成本LED灯具方案



3- 9个1W LED 串联:

$$\Delta V_F = 3.4 \times N \quad I_F = 350\text{mA}$$

$$V_{in} - \Delta V_F = 1.5V$$

3串并联:

$$\Delta I_F = 3 \times 350\text{mA} = 1050\text{mA}$$

系统设计可采用N组合

适用于：路灯、水底灯、  
洗墙灯、泛光灯、  
隧道灯。。。



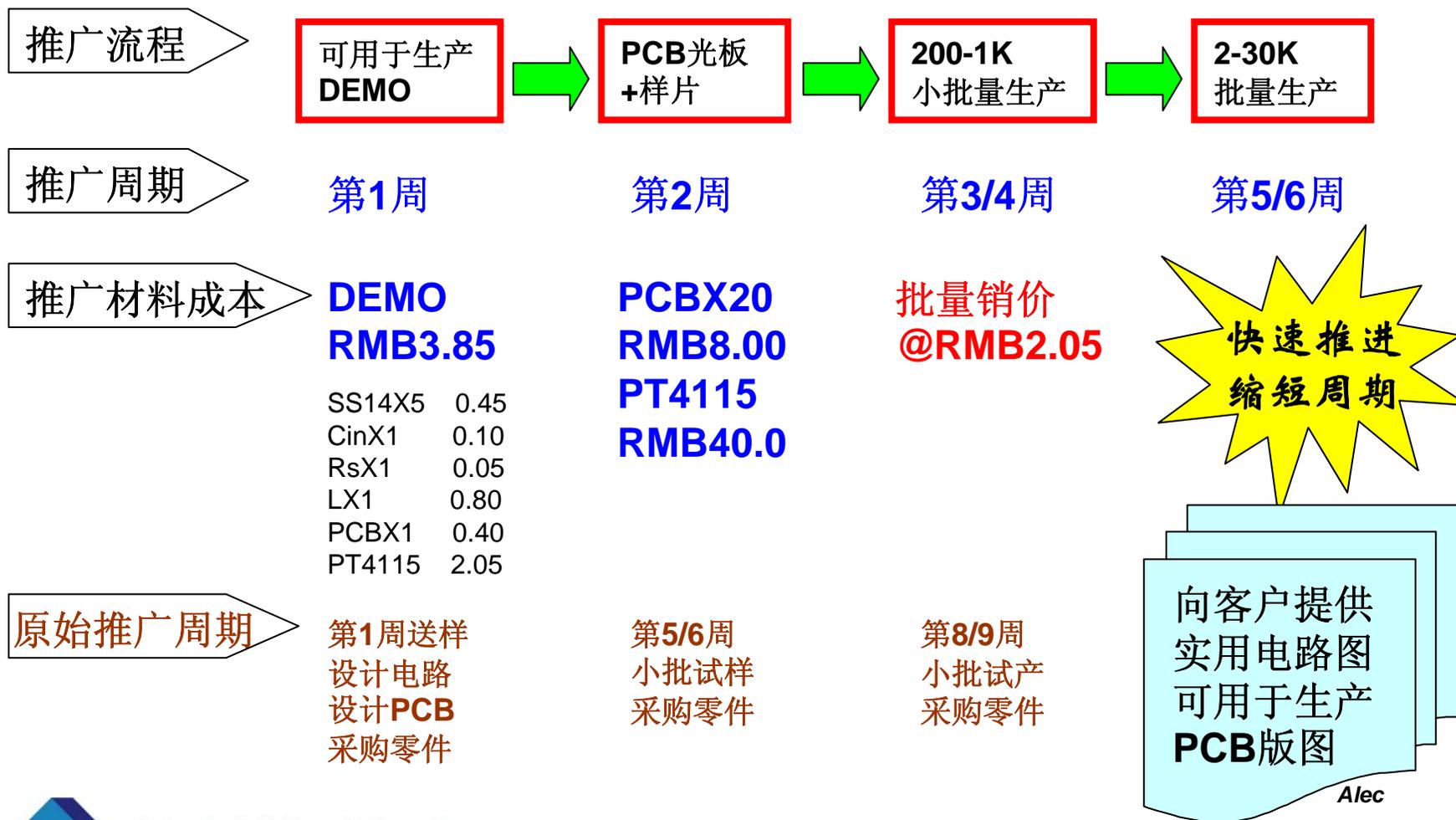
# PT4115应用技术要点



- **AC/DC**电流源要足够大;
- 所有周边器件自身的功耗要尽可能小;
- 确认**Vin**与负载电压的需求;
- **Rs**应按**LED**的电流大小设计,  $Rs = 0.1/I_{LED}$ ;
- **LED**电流小于**400mA**, **L**选用**68-100uH** (饱和电流**>0.6A**); 电流在**400mA**到**800mA**, **L**选用**47-68uH** (饱和电流**>1.2A**); **L**的输出电流=需用电流**X1.5**;
- **L**选用锰锌**4000**磁芯;
- **Cin**有续流和滤波的功能, 电容量不宜太小;
- 整流和续流二极管选用正向压降尽可能低的肖特基二极管, 可有效地降低系统功耗;
- **PCB**铜箔与**PT4115**的**Exposed PAD**和 **GND**的接触面积面积要尽可能大, 以利散热。



# PT4115快速推广模式



# 市场竞争状况



产品型号	最终用户价	性能	优势	状态
Zetex1350	¥3.20~¥4.40	比较好	品牌效应	量产
Zetex1360	¥6.00 ~ ¥8.00	比较好	品牌效应	量产
普诚 CPTC6903	¥2.50~¥3.00	一般	上市早	量产
矽恩SN3350	¥1.80 ~ ¥2.20	?	刚上市	还在送样阶段
士兰SB42511	¥1.80~¥2.20	一般	上市数月	量产
PT4105	¥1.50	尚可	价格低	已停产
PT4115	¥2.20~¥2.80	好	相比于 <b>Zetex1350</b> 有三大优势	<b>08/7 量产</b>



**PT4115**



华润矽威科技（上海）有限公司

China Resources PowTech(Shanghai)Co., Ltd.

# PT4115与主要竞争对手比较



## PT4115相比于Zetex1350/60的三大优势

- **PT4115:** DIM调光由高向低调光安全可靠。

**Zetex1350/60:** 模拟调光在1.25V以上，LED电流超过额定值，引起烧灯

- **PT4115:** 内部设置了过温保护功能（TSD），以保证系统稳定可靠的工作。当IC 芯片温度超出160℃，IC 即会进入TSD 保护状态并停止电流输出，而当温度低于140 时，IC即会重新恢复至工作状态。

**Zetex1350/60:** 芯片内部没有过温保护功能，必须外部另外设计，增加成本和空间

- **PT4115:** 采用频率抖动技术，有效降低EMI。

**Zetex1350/60:** 采用固定频率，增加系统降低EMI成本



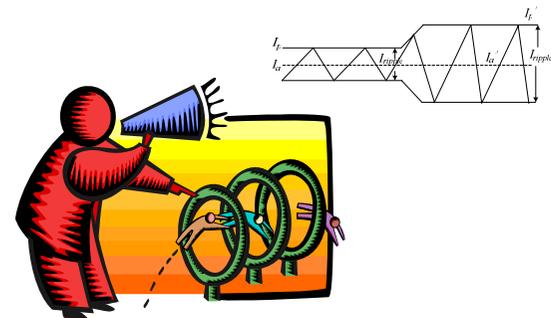
华润矽威科技（上海）有限公司

China Resources PowTech(Shanghai)Co., Ltd.

# 较高电压LED照明驱动



**PT4107使用**  
**华润矽威专利：**  
**补偿峰值电流控制，**  
**提供恒定LED电流。**



华润矽威科技（上海）有限公司  
China Resources PowTech(Shanghai)Co., Ltd.

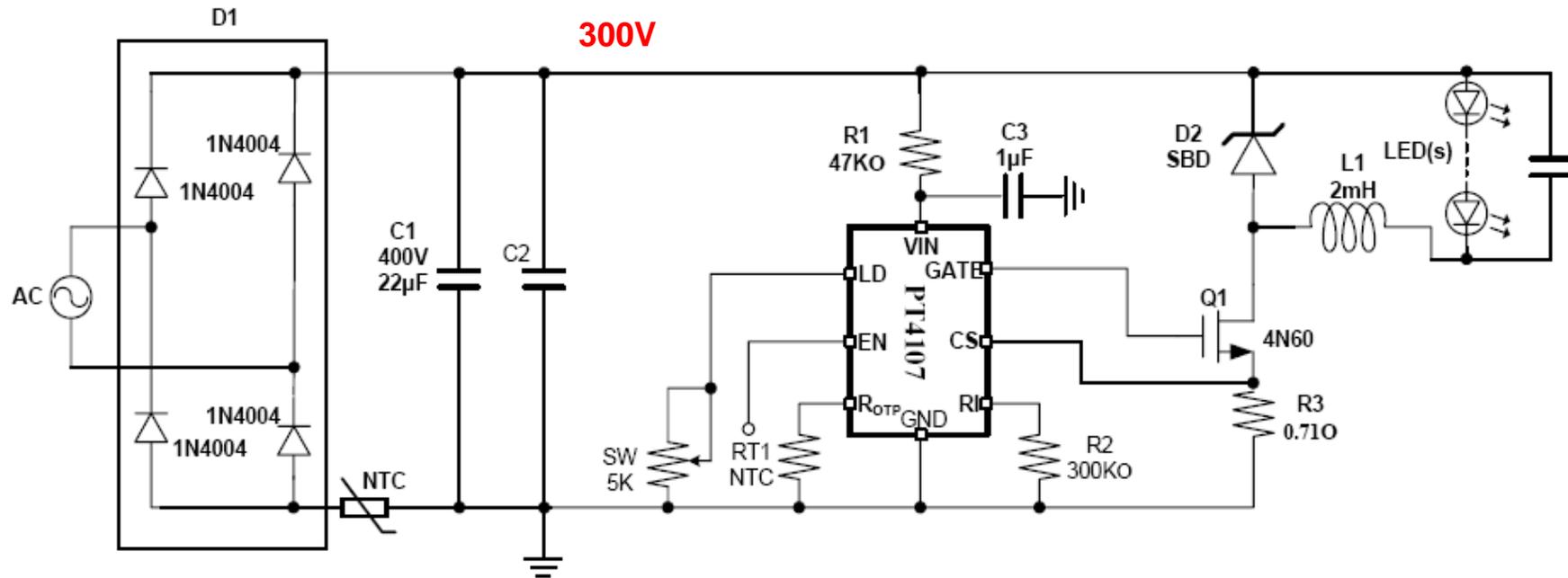
# PT4107通用型高亮LED驱动



- PT4107 是一款针对高功率 LED 照明市场趋势开发，输入电压既可为传统的110V/220V 交流电压又可为 18V 以上到数百伏直流电压的 PWM 恒流控制器。它以独特的电路结构，采用峰值电流检测为大功率 LED 提供恒定的供电电流。另外，PT4107 还为使用者提供良好的调光措施（SW1:5K 的可调），并为系统提供了安全可靠的过流、过温保护，提高了整个系统的可靠性。整体供电效率可达 80% 以上，每个 PT4107 可以驱动 30 串多并的 LED 组合，达到了高效低成本的驱动要求。



# 高亮度LED照明驱动 PT4107



- **AC110/220**输入
- **DC** 输入（去掉整流桥）
- 采用专利的峰值电流补偿技术，电流调整率高，使用电感小



# PT4107特点与应用

## AC/DC通用LED驱动器

110V/220V交流电压或高电压直流输入。

华润矽威专利的补偿峰值电流控制提供恒定LED电流。

### 特点:

- 高效率：典型为85-88%；
- 毫安级到安培级的输出应用；
- 低频可变占空比的数字脉冲调光功能和线性调光功能；
- 多达上百个LED的串/并联使用；
- 内部集成频抖功能改善EMI；
- 外部设定LED过温保护功能；

### 应用:

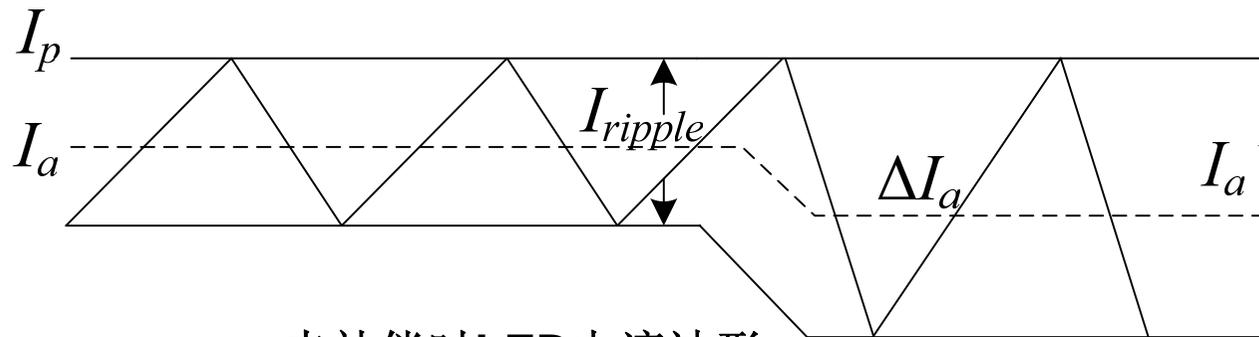
离线式LED驱动、LED日光灯、LED环境照明、LED交通信号灯



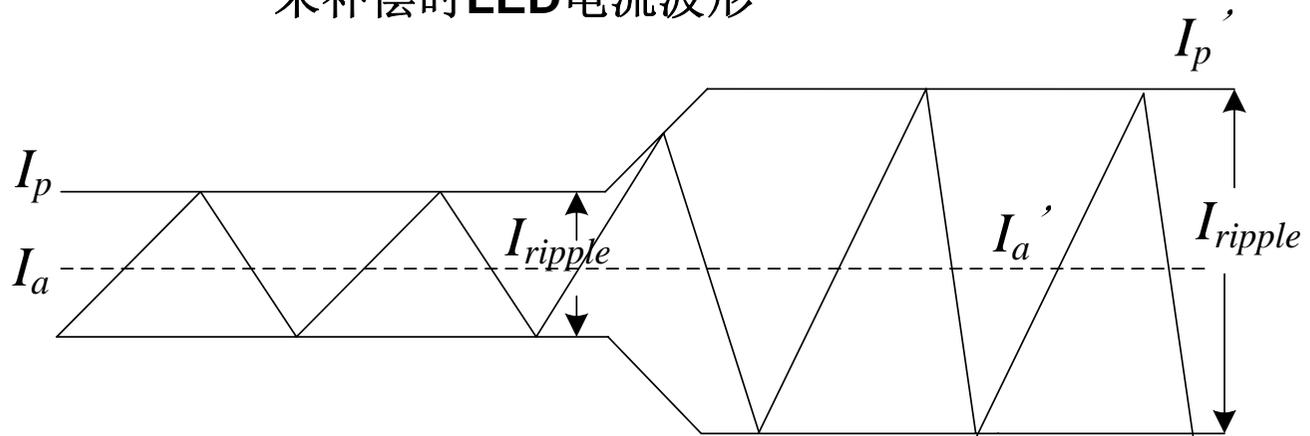
# 补偿峰值电流控制技术



华润矽威专利的补偿峰值电流控制提供恒定LED电流



未补偿时LED电流波形

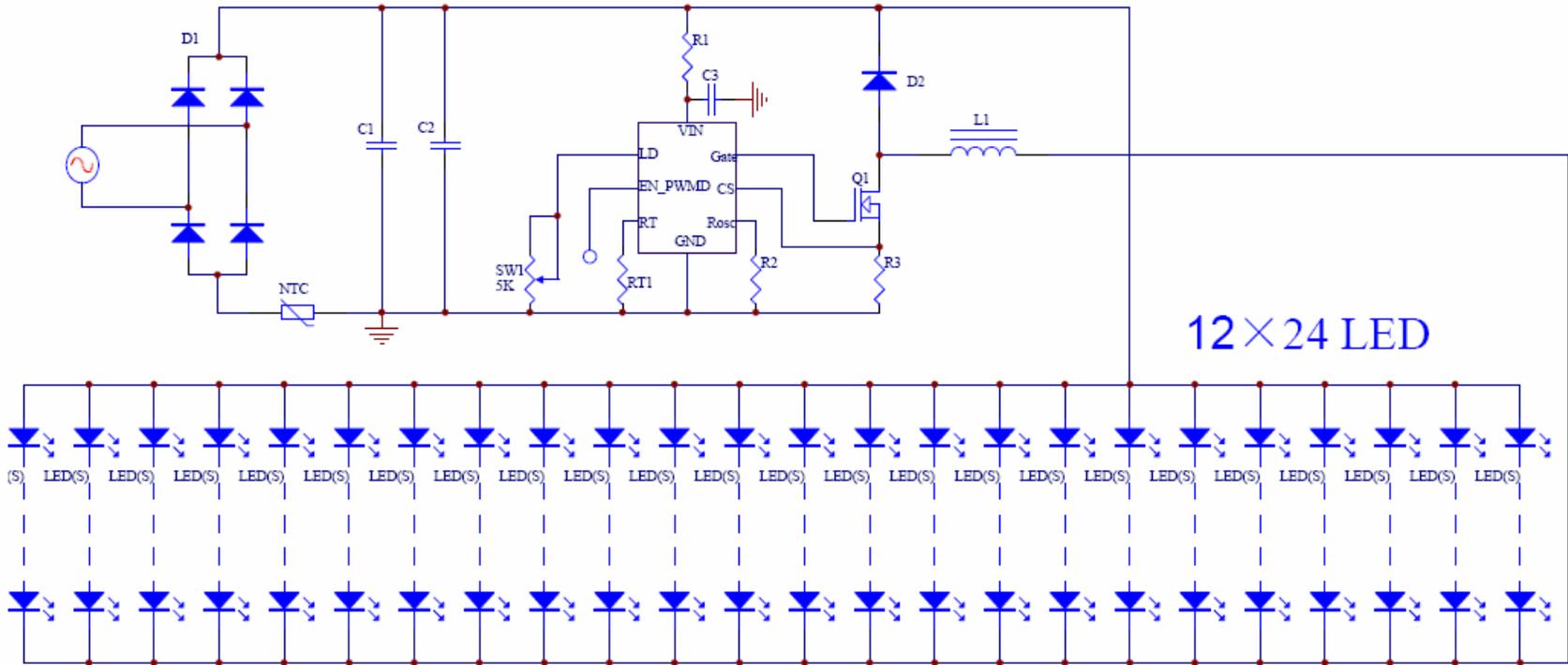


补偿后LED电流波形

PT4107



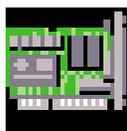
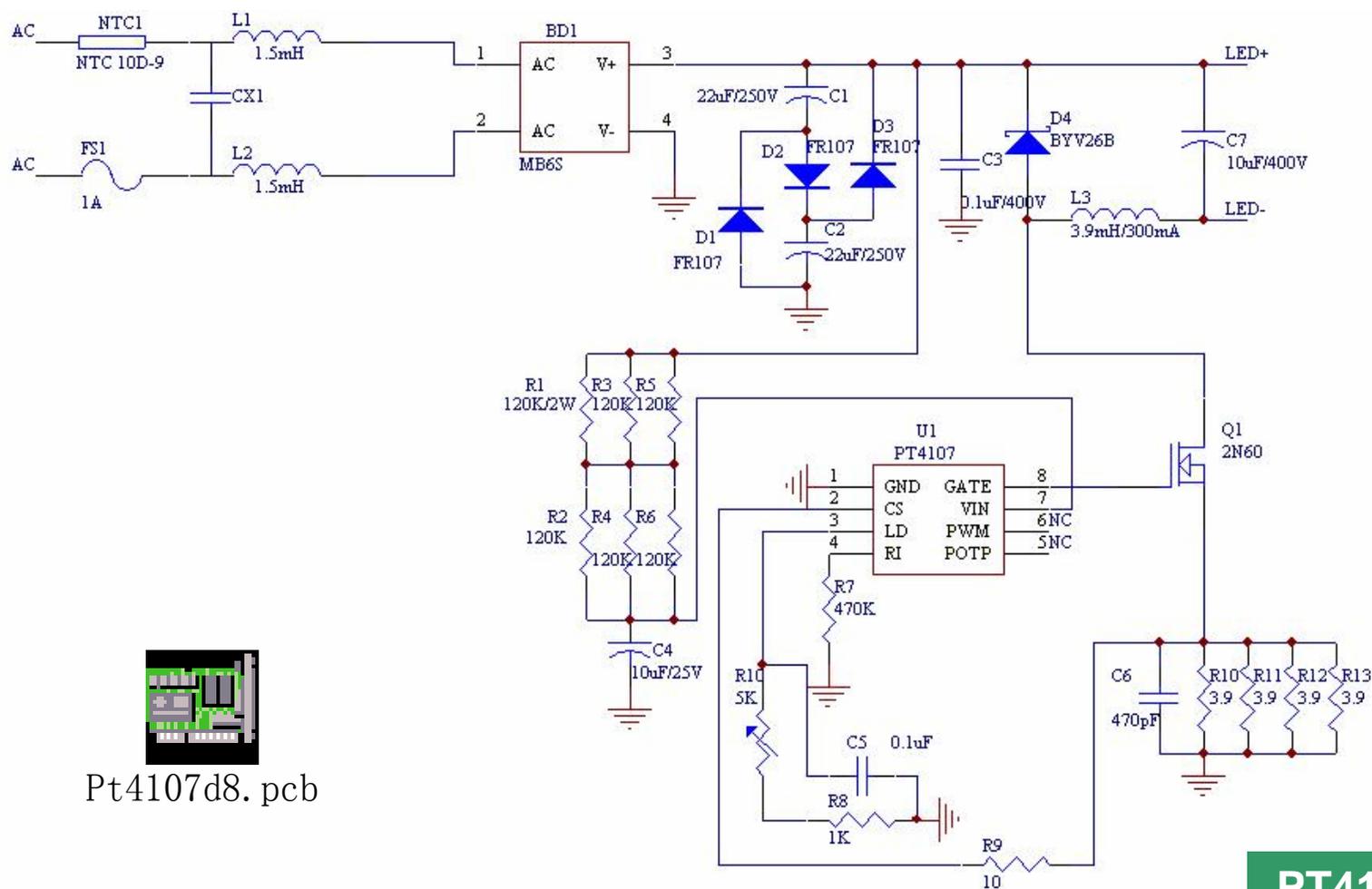
# 18W日光灯应用方案



PT4107



# 18W 日光灯 DEMO 电路图

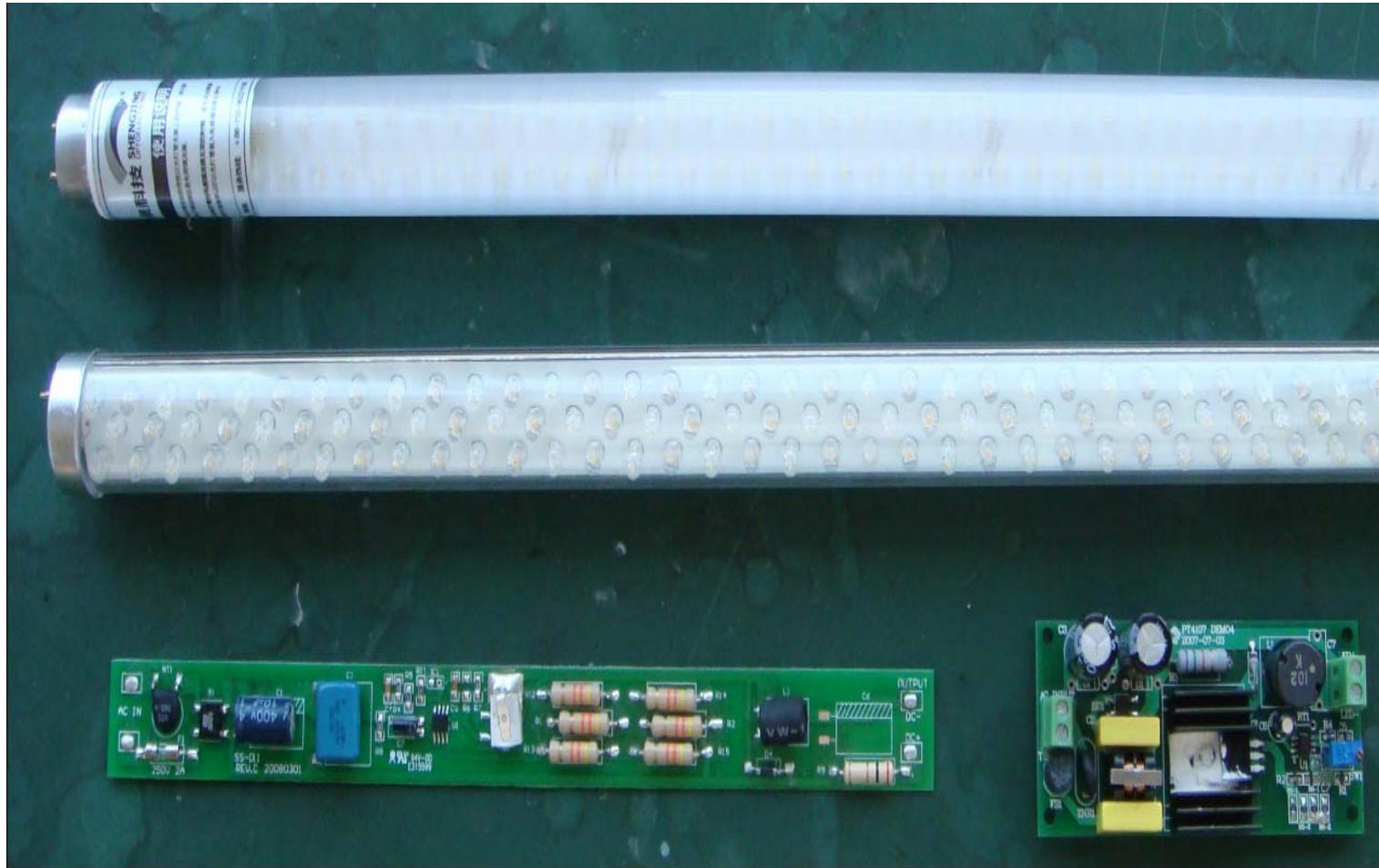


Pt4107d8. pcb

**PT4107**



# PT4107 LED日光灯



华润矽威科技（上海）有限公司

China Resources PowTech(Shanghai)Co., Ltd.

# PT4107 LED日光灯性能参数



输入电压 Input Voltage	AC 180~245V
电源频率 Frequency Range	50~60Hz
功率因数 Power Factor	0.9
总谐波失真 Total Harmonic Distortion	17%
电源效率 Power Factor	88%
工作电压 Working Voltage	40v
LED功耗 LED Consumption	18w
系统功率 System Consumption	20w
LED发光效率 LED Luminous Efficiency	80lm
LED灯具初始光通量 LED Initial Flux	820 Lm
出光效率 Lamp's Efficiency	80%

## 18W LED 日光灯性能参数

平均照度 Average lumination	高度1米 1M height	12 Lux
	高度3米 1M height	8 Lux
	高度4米 1M height	5 Lux
	高度6米 1M height	3.5 Lux
有效照明范围 Effective luminated Area	高度1米 1M height	4m <sup>2</sup>
	高度3米 1M height	12m <sup>2</sup>
	高度4米 1M height	25m <sup>2</sup>
	高度6米 1M height	38m <sup>2</sup>



华润矽威科技（上海）有限公司

China Resources PowTech(Shanghai)Co., Ltd.



# PT4107DEMO恒流源模块的电气参数

项目	18W 25串12并	9W 24串6并	7W 24串5并
输入电压 (V)	170~265	170~265	170~265
电源频率 (Hz)	47~53	47~53	47~53
工作电压 (V)	82	79	79
恒流值 (mA)	240	120	100
恒流值精度 (%)	10%	10%	10%
效率 (%)	85%	82%	80%
功率因数 (COS φ)	0.87	0.85	0.80
总谐波失真 (%)	<15%	<15%	<15%
开关频率 (KHz)	55	55	55





# PT4107新的日光灯应用方案c

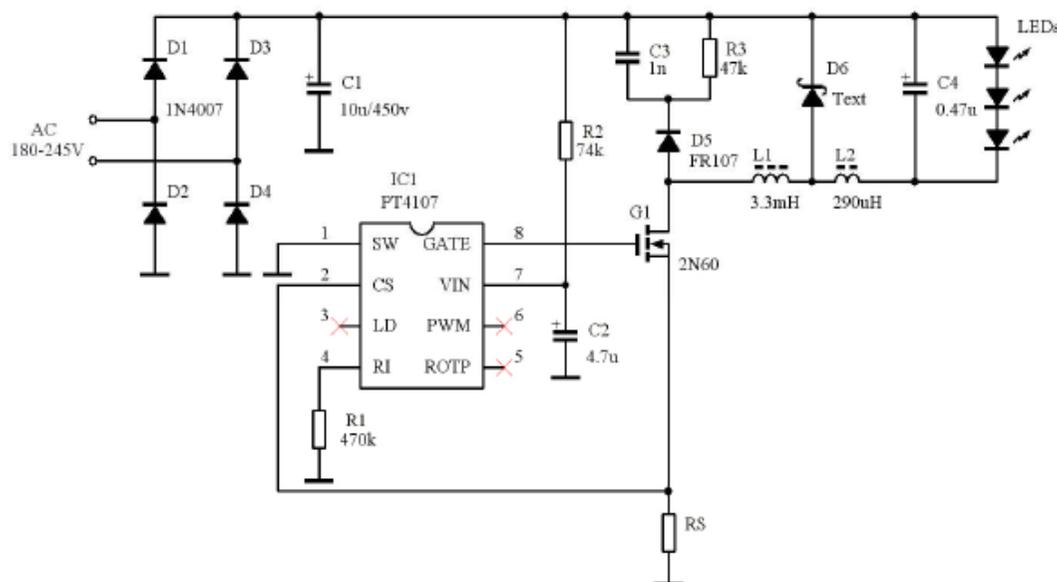
## 3. PT4107倍流续流7W, 9W LED日光灯

优点：适于高降压比，负载电流可数倍于MOS管电流，MOS管工作在小电流状态。

应用：大电流负载，如300~700mA LED

缺点：需要定做抽头电感。

输入电压 (V)	恒流精度(%)	效率(%)	元件数(个)	成本 (RMB)
180~245	13	74 (7W) 78 (9W)	16	17



PT4107



# PT4107新的日光灯应用方案D

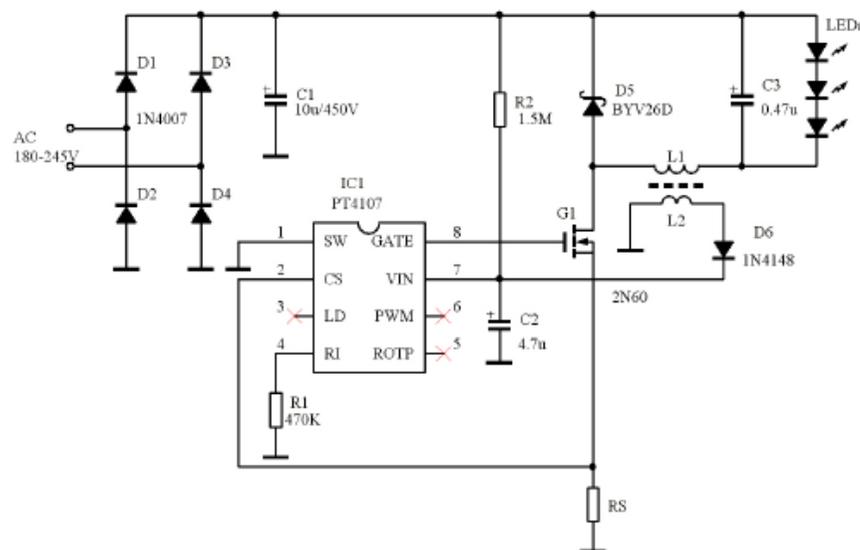
## 4. PT4107反激式绕组供电7W, 9W LED日光灯

优点: 适于高降压比, 具有高效率, 成本低。

应用: 要求小负载, 高效率的情况。

缺点: 需要定做有付绕组的电感。

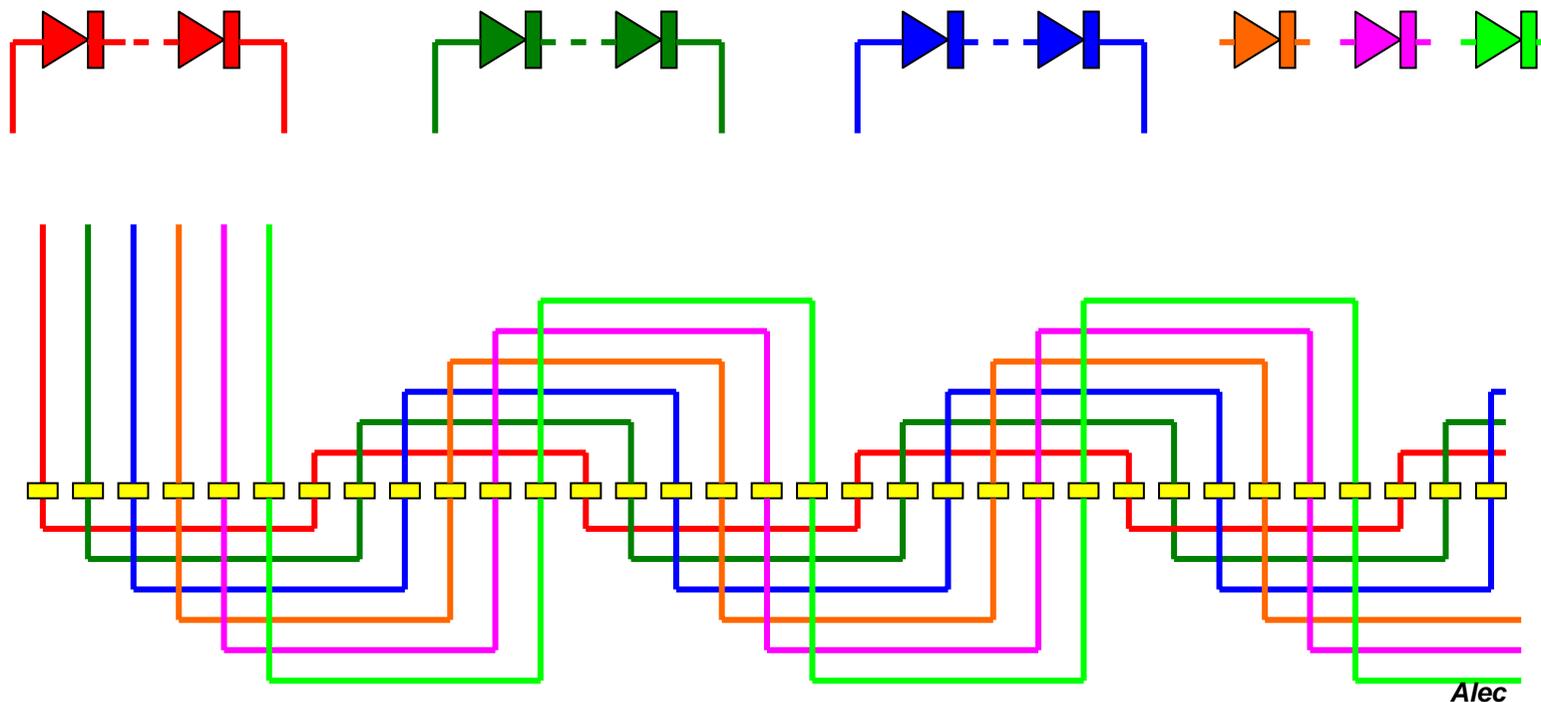
输入电压 (V)	恒流精度(%)	效率(%)	元件数(个)	成本 (RMB)
185~245	12	80 (7W) 82 (9W)	15	16



PT4107



# 多颗LED串并联布线设计思考



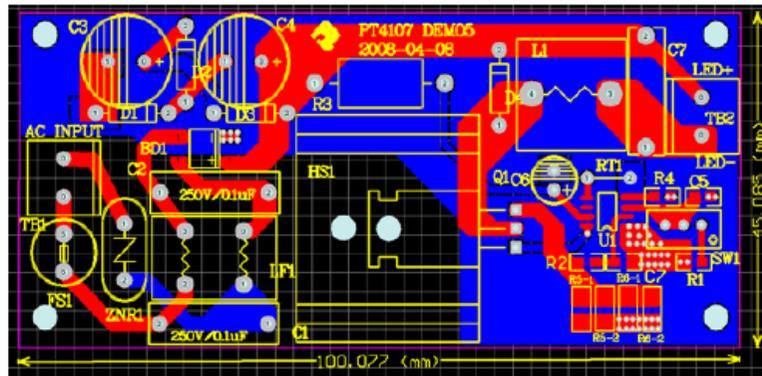
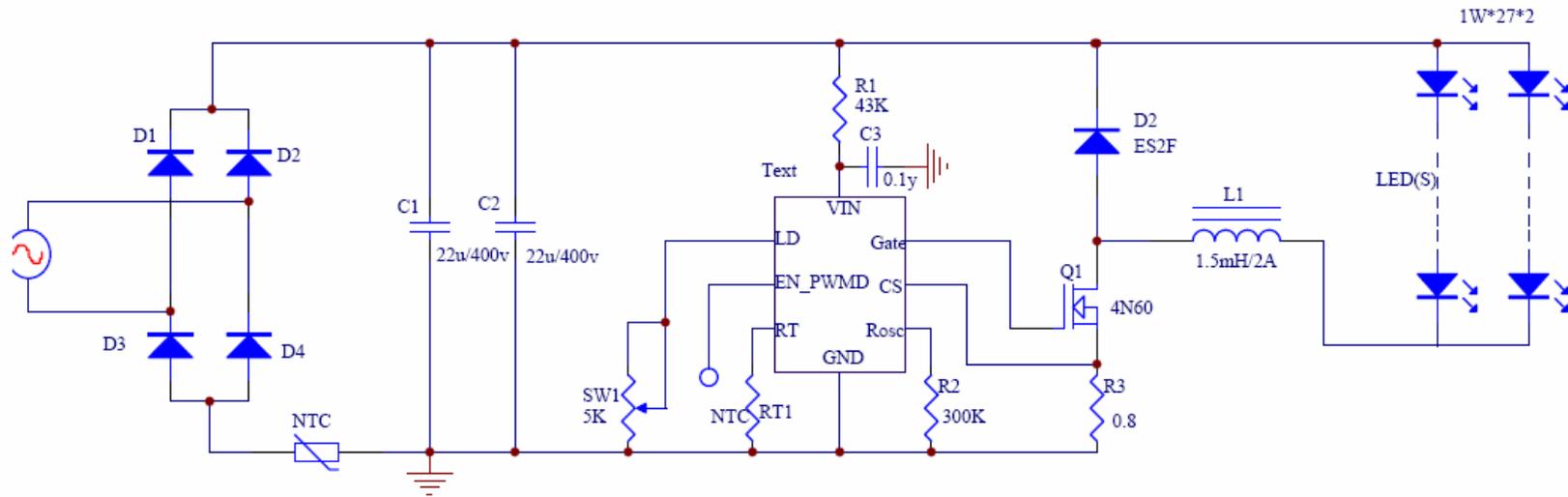
多串多并LED布线设计思考：各串LED交越布列。

优点：1) 有利整灯亮度均匀；

2) 如有1-2个LED开路，不会造成某个区域暗淡；



# 22W吸顶灯应用方案



PT4107

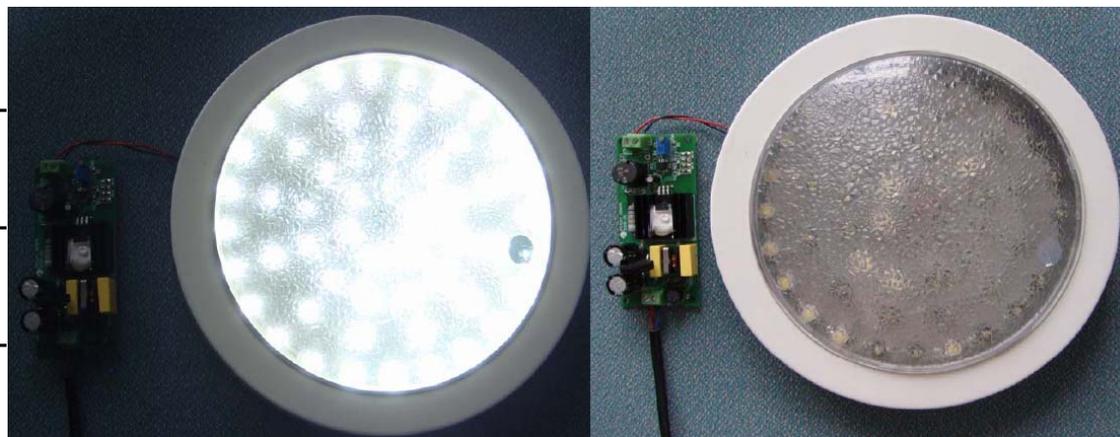


# PT4107 22W吸顶灯



输入电压 Input Voltage	AC 180~245V
电源频率 Frequency Range	50~60Hz
功率因数 Power Factor	0.9
总谐波失真 Total Harmonic Distortion	15%
电源效率 Power Factor	88%
工作电压 Working Voltage	94v
LED功耗 LED Consumption	22w
系统功率 System Consumption	25w

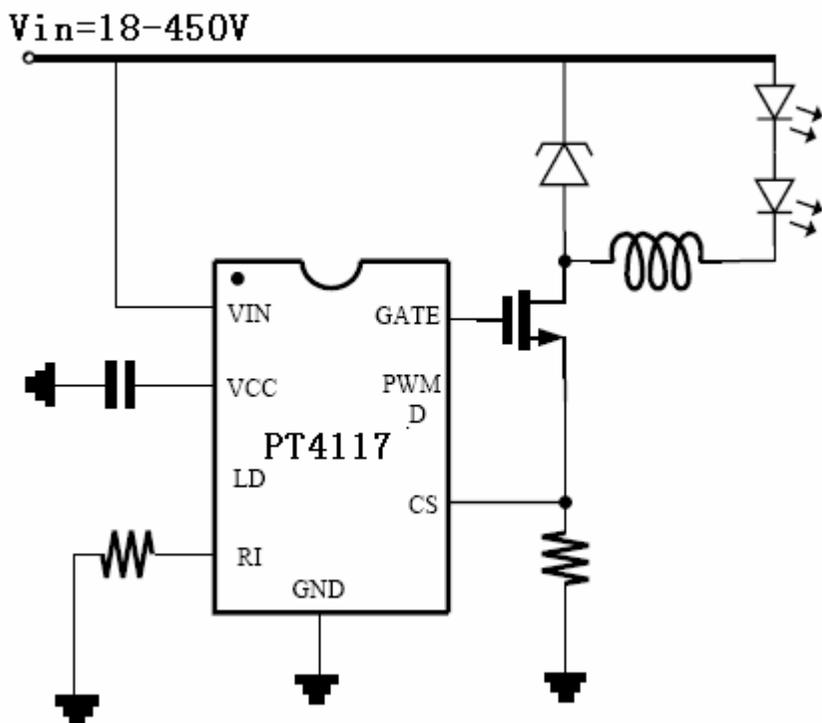
- ✦ 有效照度已经超过**64W**节能灯
- ✦ 节能**50%**以上
- ✦ 高亮度，**100KHz**高频，无闪烁
- ✦ **20000**小时时光衰不超过**20%**
- ✦ 使用寿命**20000**小时
- ✦ 恒流源驱动
- ✦ 过压、过温、短路保护



华润矽威科技（上海）有限公司

China Resources PowTech(Shanghai)Co., Ltd.

# PT4117通用高亮LED 驱动IC



## 特点

- 高效率: >90%
- 宽输入电压范围: 从18V 到450V
- 以恒定电流方式驱动LED
- 支持毫安级到安培级的输出应用
- 支持一个到上百个LED 的驱动应用
- 支持低频0-100%可变占空比的数字脉冲调光功能
- 支持线性调光功能
- 采用频率抖动减少辐射EMI 干扰
- PT4117 能被设定最高以300kHz的固定频率控制外部功率MOS 管的导通, 以恒流的方式可靠地驱动LED 串

**NEW**



华润矽威科技（上海）有限公司

China Resources PowTech(Shanghai)Co., Ltd.

# 带冷却系统的LED灯



# 脉冲恒流源

## 驱动IC新发展

- 脉冲恒流源，其电流脉冲的频率和占空比可以调整，该驱动器提供恒定的电流充分可控，所以可以根据**LED**的性能调节最大的流过**LED**的电流，使得**LED**的发光量增加。由于采用脉冲供电，**LED**处于间歇工作的状况，延长了大功率**LED**的使用寿命。另外，该驱动器是高频工作，充分利用了**LED**内荧光粉的余辉效应，不但不会有光的闪烁现象，还进一步提高了**LED**的发光效率。所以，这类的驱动器，将会提高大功率**LED**的光通量。



# 参考资料



- 低压差线性稳压器的选用技术 颜重光  
[http://www.eetchina.com/ART\\_8800298692\\_628868\\_TA\\_6be9e90a.HTM](http://www.eetchina.com/ART_8800298692_628868_TA_6be9e90a.HTM)
- 手机背光驱动技术的新演变技术 颜重光  
[http://www.eetchina.com/ARTICLES/2007NOV/PDF/EECOL\\_2007NOV20\\_OPT\\_TA\\_20.pdf?SOURCES=DOWNLOAD](http://www.eetchina.com/ARTICLES/2007NOV/PDF/EECOL_2007NOV20_OPT_TA_20.pdf?SOURCES=DOWNLOAD)
- 手机相机的低压闪光灯驱动电路设计及器件选择指南 颜重光  
[http://www.cellphone.eetchina.com/ART\\_8800350556\\_2000007\\_TA\\_1ec71383.HTM](http://www.cellphone.eetchina.com/ART_8800350556_2000007_TA_1ec71383.HTM)
- LCD显示屏的器件选择和驱动电路设计 颜重光  
[http://www.ed-china.com/ART\\_8800011795\\_400003\\_500002\\_TS\\_9041a624.HTM](http://www.ed-china.com/ART_8800011795_400003_500002_TS_9041a624.HTM)
- 便携产品电源芯片的应用技术 颜重光  
[http://www.eetchina.com/ART\\_8800403765\\_628868.HTM](http://www.eetchina.com/ART_8800403765_628868.HTM)
- TFT-LCD背光设计策略 颜重光  
<http://www.eepw.com.cn/article/7633.htm>
- 背光及照明用LED驱动IC技术市场分析 颜重光  
**EDN电源技术2008-3 (EDNCHINA)**
- 照明用LED驱动与控制 080715 颜重光  
**中国照明学会LED灯具设计技术高级培训班**



华润矽威科技（上海）有限公司

China Resources PowTech(Shanghai)Co., Ltd.



*Thank You !*

