



天电光电 EMC 2016 产品 A40 球泡灯参考设计

Lightning EMC 2016LED A40 Bulb Reference Design

目录 Table of contents

简介 Introduction.....	1
灯具规格需求 Define lighting requirements.....	2
设计目标 Define design goals.....	2
整灯方案规划 Estimate system efficiency.....	2
确定 LED 型号及数量 Calculate the number of LED needed.....	3
散热方案设计 Thermal requirements.....	4
驱动电源 Driver.....	5
二次光学配件 Secondary optics	6
样灯完成及测试结果 Prototyping and test results.....	7
BOM 表估算 Bill of materials.....	8
结论 Conclusion.....	9

简介

本参考设计手册系统描述了如何应用天电光电EMC系列2016LED产品来制作A40球泡灯，可以替代40W传统白炽灯泡。2016LED产品可以提供卓越的光电性能并大幅降低灯具系统成本。所制作的球泡灯可广泛应用于各种室内应用，涵盖家居及商用照明应用等。天电光电2016LED产品提供超高光通量及能量效率，是制作球泡灯的最佳LED光源之一。同时，在T5或T8应用里也有非常大的优势。

Introduction

This application note details the design of a 40-watt equivalent bulb replacement lamp using TDEMC 2016 LED. The 2016 LED offers industry-leading performance and reduces system cost sharply. LED bulb lamps are widely used in various indoor and outdoor applications, residential and commercial lighting applications. The high flux and efficacy offered by the TD EMC 2016 LED make it a particularly best candidate for use in a bulb lamp. Meanwhile, there is a great advantages in T5 or T8 tube applications.



灯具规格需求

重要性	指标	单位
关键	光通量	LM
	整灯功率	W
	色温	K
	功率因数	/
	寿命 (L70)	H
	显色指数	/
重要	价格	\$
	工作温度	°C
	调光	/
	外形尺寸	/
	产品一致性	/
	生产能力 (工艺性)	/

设计目标

本次设计需要达到以下参数目标:

参数	Min.	Typ.	Max.	Unit
LED		12		PCS
光输出	420	470	510	Lm
功率		7	7.5	W
寿命	30000			H
色温		2700		K
显色指数	80			/
功率因数	0.5@220V			/
光效	60	65		Lm/W

整灯方案规划

本次参考设计主要通过较低的温度、较高的光学效率、较高的电源效率来达到设计目标。

◆LED 选型及方案

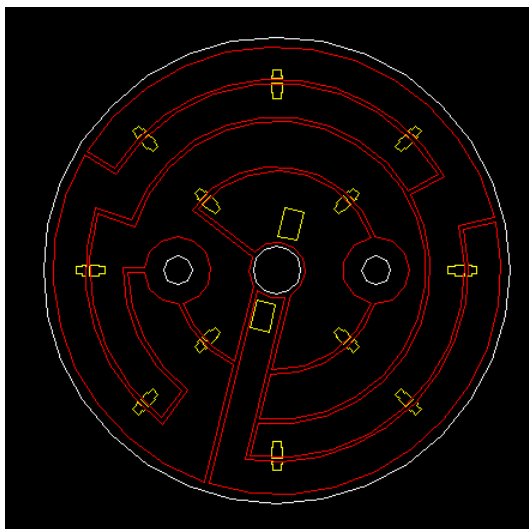
LED	V _F (V)	Operate current(mA)	Luminous Flux(lm) @T _j =25°C		Flux @T _j forecast(lm) 85°C		Flux @optical loss (90%)		Flux@Ripple loss (99%)		LED quantity	Total Luminous Flux(lm)
			Min.	Typ.	Min.	Typ.	Min.	Typ.	Min.	Typ.		Typ.
2016	6.0~6.2	80	50	52	44	45.76	39.6	41.18	39.2	40.77	12	489.24



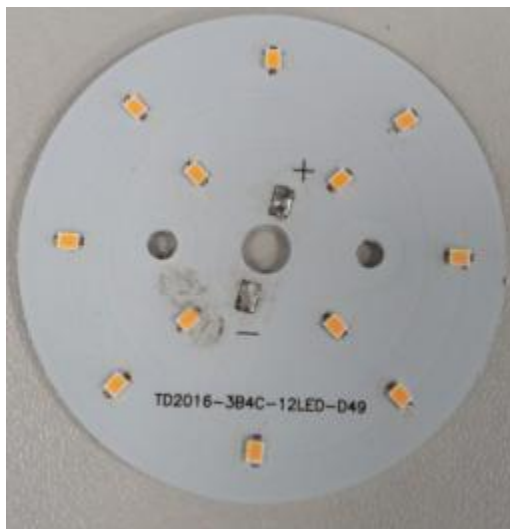
从上面表格可以看出，采用我司2016LED（6.0-6.2V, 80mA, 50-54lm）12颗即可以达到光通量489.24lm。单颗LED功率0.49W，LED灯板总功率5.88W，假设电源效率为85%，整灯功率6.92W。整灯光效理论上可以达到 $489.24/6.92=70.71\text{lm/W}$ 。

◆LED on PCB

从LED选型及方案可以计算出需要12pcs 2016LED,在铝基板layout时，结合电源设计及输出电流考虑，我们用3并4串的方式进行布线，所以电源需要输出恒流为240mA。



MCPCB layout



LED on PCB

◆散热方案

LED灯80%以上的输入电能转化为热，其余20%转化为光，所以需要一个好的散热系统来保证灯具长期可靠运行。对于一个470lm的A40球泡灯，总功率7.0W左右，有5.6W左右功率会转换成热量。我们的散热器选用星焯星照明有限公司的7W塑包铝散热器以及雾化泡壳光学套件，从而可以保证LED充分散热。



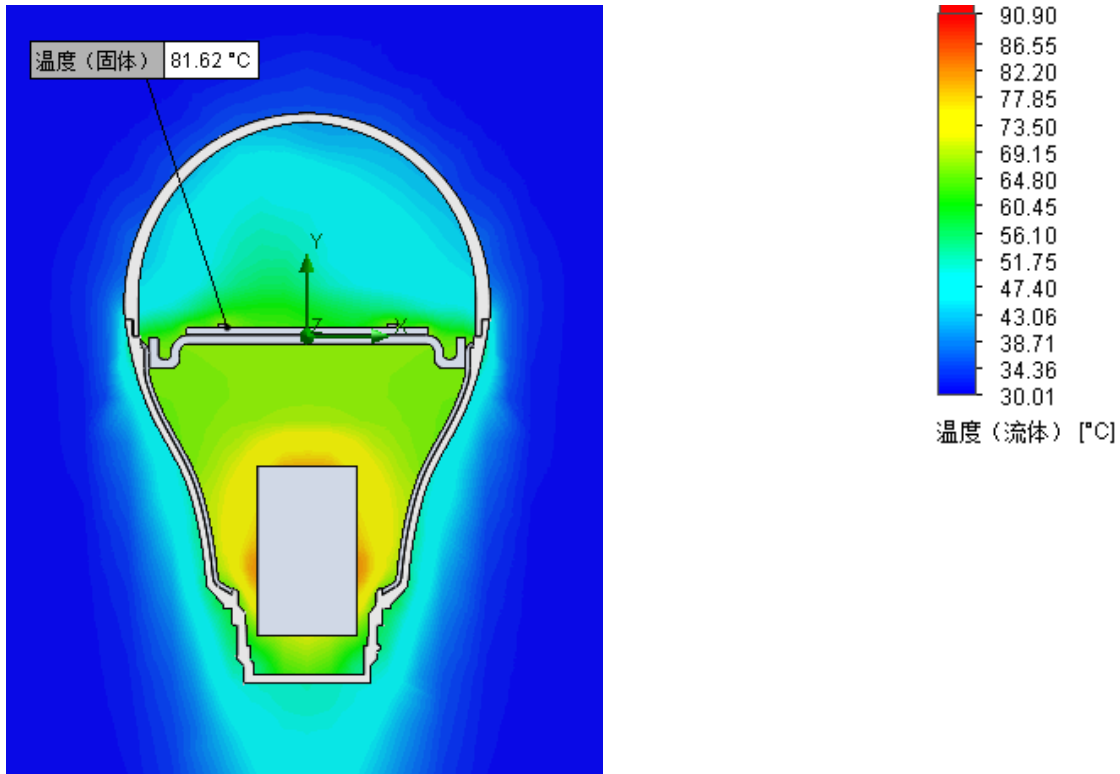
结构散热套件

热模拟:

环境温度：25℃

散热器材料：AL6063&PBT

LED功率：5.88W 电源总功率：1.04W



经过模拟，LED焊点温度为**81.62℃**。

从LED规格书查出相关信息如下：

Item	Symbol	Value	Unit
Junction Temperature	T _j	115Max.	℃
ThermalResistance	(R _{th j-sp})	35Typ.	℃/W

$$\begin{aligned}
 T_j &= T_s + P_{LED} \times R_{th\ j-sp} \\
 &= 81.62 + 0.49 \times 35 \\
 &= 98.77^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

从以上计算可以看出，LED结温在环境温度25℃下，模拟结果为98.77℃，在环境温度40℃下，为113.77℃，没有超过规格书里标示的最大值115℃，所以此散热器可以符合我们设计要求。



热测试:



测试条件:

环境温度: 28.8℃
驱动电流: 231mA
整灯功率: 7.25W

测试结果:

Ta(°C)	Ts(°C)	Tc (°C)
28.8	83.3	75.4

注: 如果有需要, 可以多测试几个焊点温度, 这样可以知道铝基板上温度分布情况。

◆TM-21 LED寿命估算:

实验测得当Ts=105℃时, 整灯光通量的衰减情况如下表:

250H	500H	750H	1000H
98.43%	97.71%	97.22%	96.30%

计算:

$$100\% - 96.3\% = 3.7\%$$

假设灯的光通量衰减到初始值的70%时, 灯点亮了n小时, 则:

$$n/1000 = 30/3.7, \text{ 解之得}$$

$$n = 8108h$$

根据温度每降低10℃, LED的寿命增加一倍。

当Ts=95℃时, Lifetime=16216h, 即要使灯的寿命>16,000小时, Ts<95℃;

当Ts=85℃时, Lifetime=32432h, 即要使灯的寿命>30,000小时, Ts<85℃。

基于封装芯片的技术以及目前对灯的热测试结果, 我们对该灯L70 寿命>30,000小时是有信心的。

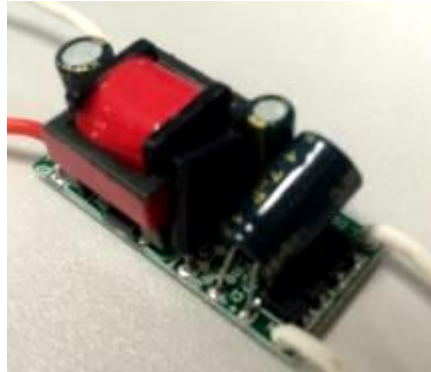
如果LED寿命要达到50000h, Ts需控制在80℃以下为宜。

整灯寿命主要还受电解电容限制, 经测试得出电解电容温度是78.1度, 为获得高寿命, 可选择RUBYCON的电解电容, 电容额定温度105度, 8,000小时, 用RUBYCON的公式计算后可以保证电解电容寿命大于30,000小时。



◆电源方案

结合本次的参考设计灯具实际使用情况，技术要求和设计目标，我们选择睿达电子有限公司的 4-7W 球泡灯驱动模块来配套我们的灯具。



驱动电源外观图

电源主要性能参数:

项目	参数
工作电压范围 (V)	AC 90-264V
输入电流 (mA)	80 Max. @220V
效率 (%)	80% Min.
功率因数	0.5Min.
输出电流 (mA)	240mA+/-5%
输出电压 (V)	16-30V
输出功率 (W)	7W Max.
工作温度 (°C)	-10-60
存储温度 (°C)	-20-80

◆二次光学

我们同样选择星星照明有限公司的雾化泡壳光学套件来配套散热器。



雾状高透光率PC泡壳，透光率达到88%以上。

样灯完成及测试结果

◆**组装样灯**（本次设计整灯功率不大，所以没有对电源进行硅胶灌封）

1. 装电源及E27灯头装散热器（如下图）



2. 涂导热硅胶及固定灯板焊线（如下图）



3. 加装泡壳（如下图）

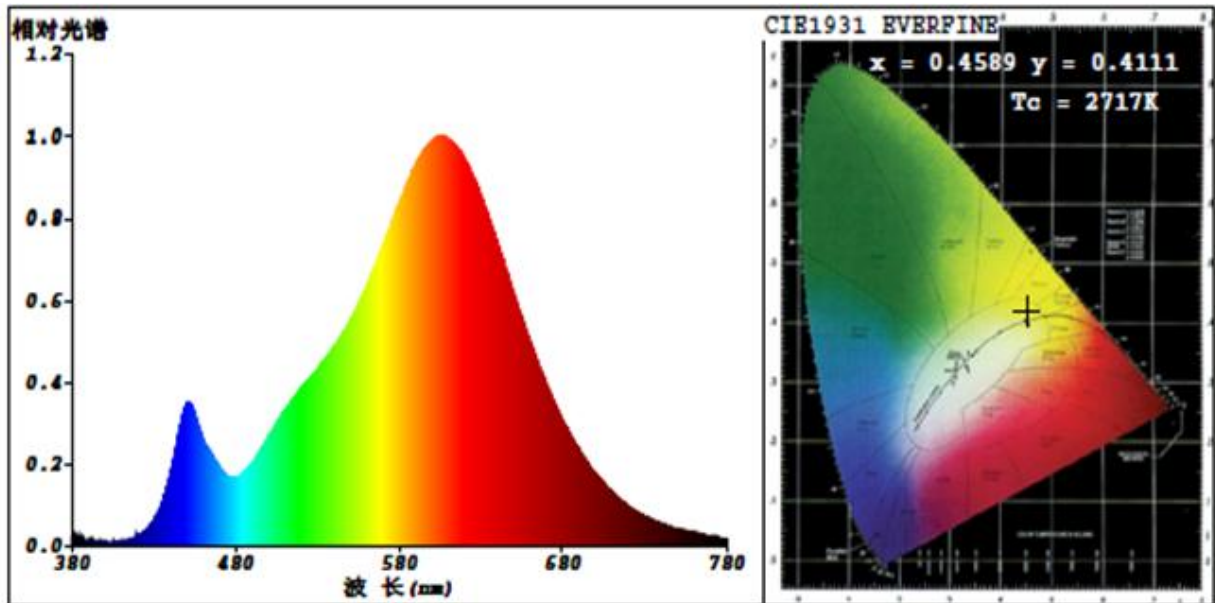


◆**测试结果：**

稳态光通量 (lm)	色温 (K)	显色指数	R9	整灯功率 (W)	功率因数	输出电流 (mA)	输出功率 (W)	电源效率 (%)	光效 (Lm/W)
466.5	2717	81.6	6	7.25	0.585	231	5.64	77.8	64.3

从结果可以看出，电源效率偏低，其他基本达到设计要求。

光源光谱测试报告



颜色参数:

色品坐标: $x=0.4589$ $y=0.4111/u'=0.2617$ $v'=0.5274$

相关色温: $T_c=2717K$ 主波长: $\lambda_d=584.0nm$ 色纯度: $Purity=61.1\%$

红色比: $R=26.7\%$ 峰值波长: $\lambda_p=606.1nm$ 半宽度: $\Delta\lambda_d=117.1nm$

显色指数: $R_a=81.6$

$R1 = 80$ $R2 = 91$ $R3 = 96$ $R4 = 79$ $R5 = 80$ $R6 = 90$ $R7 = 81$

$R8 = 56$ $R9 = 6$ $R10=80$ $R11=77$ $R12=74$ $R13=82$ $R14=98$ $R15=72$

光度参数:

光通量 $\Phi_v = 466.5 lm$ 光效: $0.00 lm/W$ 辐射通量 $\Phi_e = 1.683 W$



BOM表估算

预估整灯成本为RMB10.98(USD1.77)

序号	组件	供应商	材料/型号	数量	单位	预估价格
1	LED	天电光电	2016 0.5W 2700K	12	pcs	2.88
2	铝基板	和合信	T=1.2mm	1	pcs	0.80
3	泡壳	星焯星照明	PC, 雾状	1	pcs	1.2
4	散热平台	星焯星照明	铝 1070	1	pcs	0.5
5	散热外壳	星焯星照明	PC, 白色塑料+铝 1070	1	pcs	2.0
6	电源	睿达电子	4-7W 恒流电源	1	pcs	3.30
7	E27 灯头	星焯星照明	E27, 免焊	1	pcs	0.15
8	其他		导热硅脂、导线、螺钉等	1	pcs	0.15
Total					RMB	10.98

结论

- 此次参考设计是设计一款可以代替传统40W白炽灯的LED球泡灯；
- 所用LED为天电光电EMC系列 2016贴片LED 12颗（3并4串）
- 所用散热器套件为公模产品，散热效果较好
- 实测LED焊点温度在80度左右，可以保证LED寿命
- 雾状高透光率PC泡壳，透光率达到88%以上
- 测试结果可以达到最初设计目标，有些参数甚至高于预设目标
- 整灯成本较低，基本控制在RMB11.0元以内