

SM2135E

特点

- ◆ 本司专利的智能调光控制技术
 - a) OUT1/OUT2/OUT3 输出电流 10mA~45mA 可调; OUT4/OUT5 输出电流 10mA~60mA 可调
 - b) 芯片间输出电流偏差 $\leq\pm 4\%$
- ◆ 输入电压: 120Vac/220Vac
- ◆ 集成高压启动供电
- ◆ 单通道最大输出电流 60mA, 可通过 MCU 调节
- ◆ 单通道独立 256 级灰度电流调节
- ◆ 具有过温调节功能
- ◆ 封装形式: ESOP8

应用领域

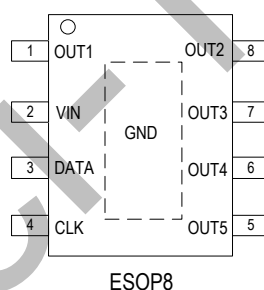
- ◆ LED 球泡灯
- ◆ LED 筒灯、LED 吸顶灯
- ◆ 其它 LED 照明

概述

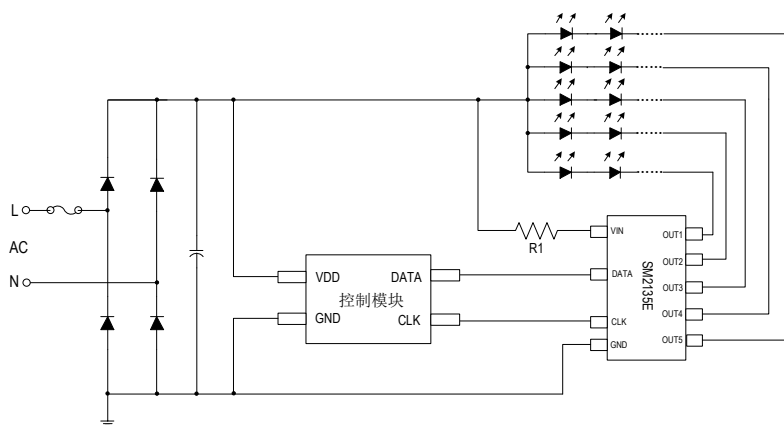
SM2135E 是一款五通道智能调光 LED 线性恒流控制芯片, 适用于驱动小功率 LED 灯具。

SM2135E 具备 5 个独立输出端口, 芯片内部集成 I²C 协议输入端口, 可接收 MCU 输出信号控制每个端口输出电流产生 256 级变化以及每个输出端口所驱动 LED 灯的亮灭以实现智能调光。

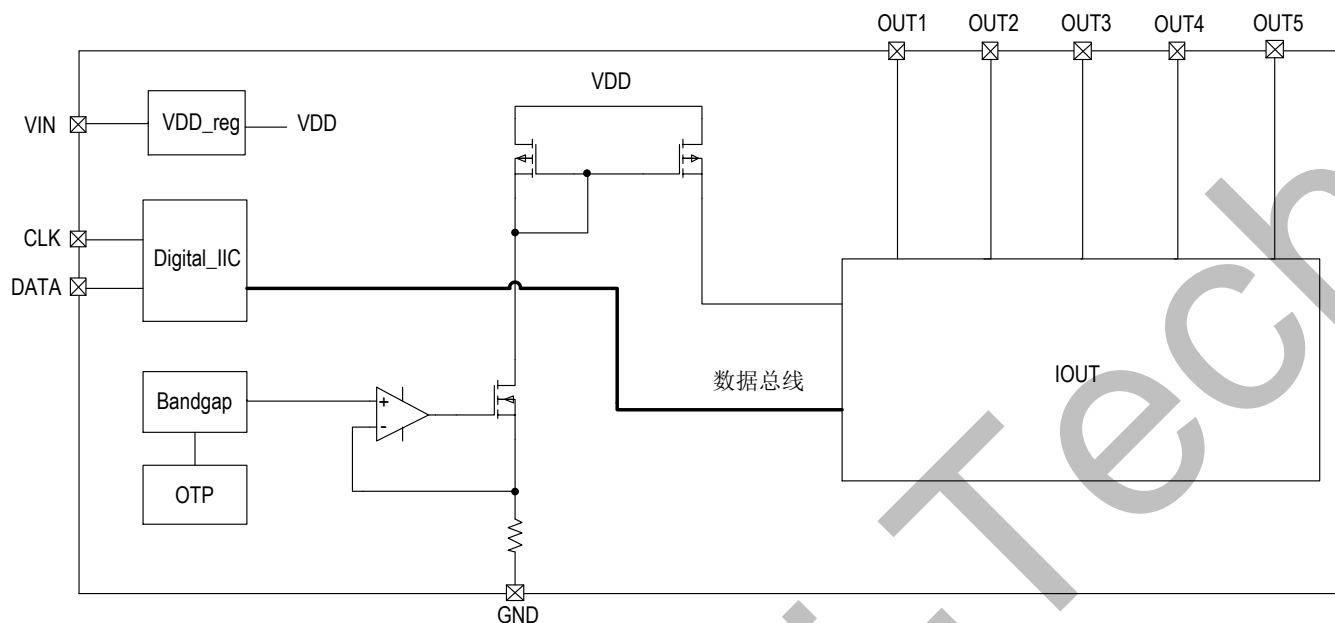
管脚图



典型应用



内部功能框图



管脚说明

管脚序号	管脚名称	管脚说明
1	OUT1	恒流输出口 1 (默认红/绿/蓝)
2	VIN	电源输入端口
3	DATA	调光数据输入端口
4	CLK	调光时钟输入端口
5	OUT5	恒流输出口 5 (默认黄/白)
6	OUT4	恒流输出口 4 (默认黄/白)
7	OUT3	恒流输出口 3 (默认红/绿/蓝)
8	OUT2	恒流输出口 2 (默认红/绿/蓝)
衬底	GND	芯片地

订购信息

订购型号	封装形式	包装方式		卷盘尺寸
		管装	编带	
SM2135E	ESOP8	100000 只/箱	4000 只/盘	13 寸

极限参数 (注 1)

若无特殊说明, $T_A=25^{\circ}\text{C}$ 。

符号	说明	范围	单位
V_{OUT}	OUT 端口电压	-0.5~450	V
V_{IN}	VIN 端口电压	-0.5~450	V
DATA	调光数据输入端	-0.5~8	V
CLK	调光时钟输入端	-0.5~8	V
$R_{\theta\text{JA}}$	PN 结到环境的热阻 (注 2)	65	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
P_{D}	功耗 (注 3)	1.25	W
T_{J}	工作结温范围	-40~150	$^{\circ}\text{C}$
T_{STG}	存储温度	-55~150	$^{\circ}\text{C}$
V_{ESD}	HBM 人体放电模式	2	KV

注 1: 最大输出功率受限于芯片结温, 最大极限值是指超出该工作范围, 芯片有可能损坏。在极限参数范围内容工作, 器件功能正常, 但并不完全保证满足个别性能指标。

注 2: $R_{\theta\text{JA}}$ 在 $T_A=25^{\circ}\text{C}$ 自然对流下根据 JEDEC JESD51 热测量标准在单层导热试验板上测量。

注 3: 温度升高最大功耗一定会减小, 这也是由 T_{JMAX} , $R_{\theta\text{JA}}$ 和环境温度 T_A 所决定的。最大允许功耗为 $P_{\text{D}} = (T_{\text{JMAX}} - T_A) / R_{\theta\text{JA}}$ 或是极限范围给出的数值中比较低的那个值。

电气工作参数 (注 4、5)

若无特殊说明, $T_A=25^{\circ}\text{C}$ 。

符号	说明	条件	范围			单位
			最小	典型	最大	
$V_{\text{OUT_MIN}}$	恒流拐点	$I_{\text{OUT}}=30\text{mA}$	-	-	6.5	V
$V_{\text{IN_BV}}$	VIN 端口耐压	-	450	-	-	V
$V_{\text{OUT_BV}}$	OUT 端口耐压	-	450	-	-	V
I_{DD}	静态电流	$V_{\text{IN}}=10\text{V}$	0.3	0.4	0.5	mA
$I_{\text{OUT1}}/I_{\text{OUT2}}/I_{\text{OUT3}}$	OUT1/OUT2/OUT3 输出电流	-	10	20	45	mA
$I_{\text{OUT4}}/I_{\text{OUT5}}$	OUT4/OUT5 输出电流	-	10	30	60	mA
F_{DATA}	DATA 输入频率	-	1	-	1000	KHz
F_{CLK}	CLK 输入频率	-	1	-	1000	KHz
R_{DATA}	DATA 端口上拉电阻	-	-	120	-	K Ω
R_{CLK}	CLK 端口上拉电阻	$V_{\text{IN}}=10\text{V}$	-	120	-	K Ω
R_{DATA}	DATA 端口上拉电阻	$V_{\text{IN}}=10\text{V}$	-	120	-	K Ω
D_{IOUT}	IOUT 片间偏差	$I_{\text{OUT}}=30\text{mA}$	-	± 4	-	%
T_{SC}	电流负温度补偿起始点 (注 6)	-	-	110	-	$^{\circ}\text{C}$

注 4: 电气工作参数定义了器件在工作范围内并且在保证特定性能指标的测试条件下的直流和交流电参数。对于未给定上下限值的参数, 该规范不予保证其精度, 但其典型值合理反映了器件性能。

注 5: 规格书的最小、最大参数范围由测试保证, 典型值由设计、测试或统计分析保证。

注 6: 电流负温度补偿起始点为芯片内部设定温度 110°C 。

功能表述

SM2135E 是一款五通道智能调光 LED 线性恒流控制芯片，可并联红/绿/蓝三色 LED 灯和白/黄二色 LED 灯，通过 MCU 控制实现红/绿/蓝三色或者白/黄二色智能调光/调色温。

SM2135E 具备 5 个独立输出端口，芯片内部集成类 I²C 协议输入端口，可接收 MCU 输出信号控制每个端口输出电流产生 256 级变化以及在红/绿/蓝三色 LED 灯或者白/黄二色 LED 灯进行切换以实现智能调光。

◆ 过温曲线图

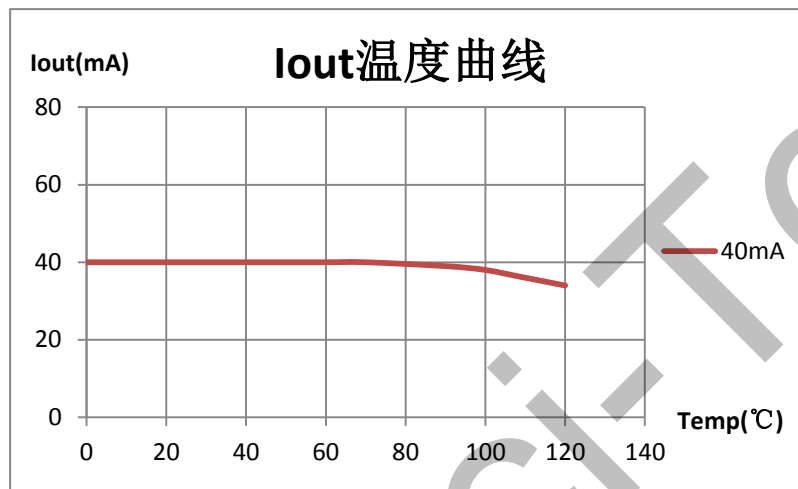


图 1. SM2135E 输出电流温度特性（注 7）

注 7：芯片焊接到 2cm*2cm，厚度为 1mm 的铝基板上。

◆ 效率设计

系统工作效率为：

$$\eta = \frac{P_{LED}}{P_{IN}} = \frac{n * V_{LED} * I_{LED}}{V_{IN} * I_{LED}} = \frac{n * V_{LED}}{V_{IN}}$$

其中 V_{IN} 是系统输入电源电压， V_{LED} 是单个 LED 工作电压降， I_{LED} 是 LED 平均电流。可看出系统串联的 LED 数量 n 越大，系统工作效率越高。系统设计过程中，需根据应用环境调整 SM2135E 的 OUT 端口工作电压，优化 η 值。

◆ LED 串联数量设计

系统串接的 LED 数量设计需考虑以下两个方面：

- 1) OUT 端口电压 $V_{OUT} = V_{IN} - n * V_{LED}$ ，为保证芯片正常工作，需保证 OUT 端口电压 $V_{OUT} \geq V_{OUT_MIN}$ ；
- 2) 芯片 OUT 端口电压越低，系统工作效率越高。

综合以上两点，系统串接的 LED 数量 n 计算为：

$$n = \frac{V_{IN} - V_{OUT}}{V_{LED}}$$

◆ 芯片散热措施

SM2135E 芯片内部有温度补偿电路，为避免芯片温度高引起掉电流现象，系统需有良好的散热处理，确保 SM2135E 芯片工作在合理的温度范围，常见散热措施如下：

- 1) 系统采用铝基板；

- 2) 增大 SM2135E 衬底的覆铜面积;
- 3) 增大整个灯具的散热底座;

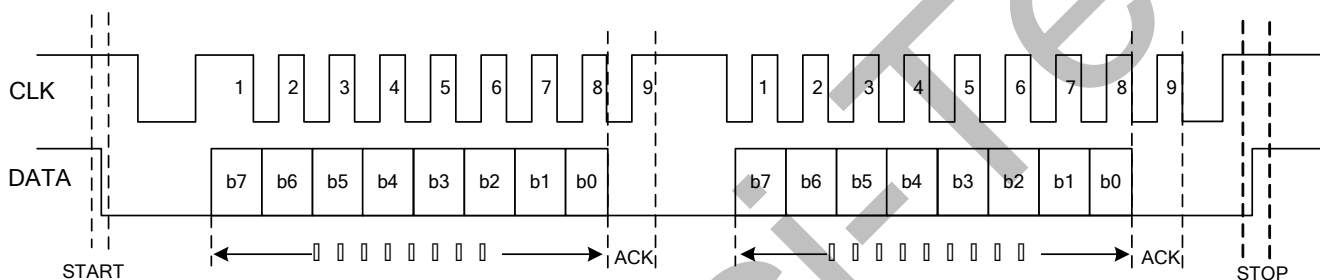
◆ 过温调节功能

当 LED 灯具内部温度过高,会引起 LED 灯出现严重的光衰,降低 LED 使用寿命。SM2135E 集成了温度补偿功能,当芯片内部达到 110°C 过温点时,芯片将会自动减小输出电流,以降低灯具内部温度。

智能调光具体实现方式

◆ I²C 协议简介

通过 MCU 发送调光信号进行智能调光控制,本芯片采用类 I²C 的双线通信协议数字模块接收 MCU 发送的调光信号,分为时钟信号 CLK 和数据信号 DATA,具体协议规则如下:



CLK 端口接收时钟信号, DATA 端口接收数据。

- 1) 当 CLK 为高电平, DATA 由高变低表示开始传输;当 CLK 为高电平, DATA 由低变高表示结束传输。
- 2) 传输数据时,采用串行传输,每 8 位为 1 组数据,当 CLK 为高电平时, DATA 必须保持不变,当 CLK 为低电平时, DATA 才能改变。当 CLK 由低变高时(时钟上升沿),数据写入。每完成 8 位数据传输,即 8 个时钟后,在第 9 个时钟,芯片内部产生应答信号 ACK 将 DATA 管脚拉低(8byte+1ack)。
- 3) 每次数据传输时,第 1 组 8 位信号为地址数据,选择后续数据写入位置;第 2 组信号为开关电流数据,控制芯片进行智能调光;第 3 组到第 7 组 8 位信号分别控制 R/G/B/W/Y,分别 256 级灰度变化。

Byte0	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7
地址指令	最大电流控制	R/G/B或者 W/Y选择	R灯灰度数据	G灯灰度数据	B灯灰度数据	W灯灰度数据	Y灯灰度数据

注: 1: Byte0~Byte7 数据为 8bits 数据。

2: Byte0 为地址指令。0xC0~0xC6 选择往 Byte1~Byte7 地址位写数据,地址初始化,其中 Byte1 为最大电流控制指令,Byte2 为 R/G/B 或者 W/Y 输出选择指令,Byte3~Byte7 为 R/G/B/W/Y 灯的灰度数据。

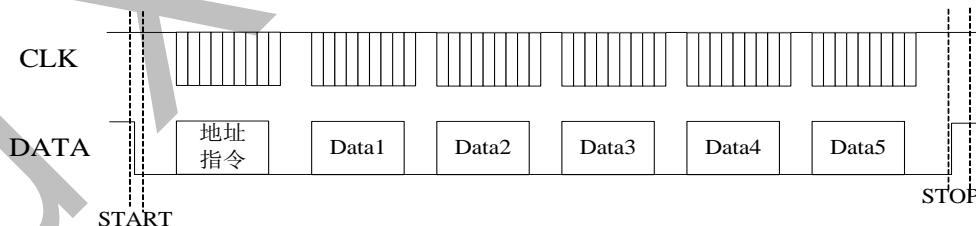
3: Byte1 为最大电流控制指令。第 1bit(最高位)空置不用(建议写 0),第 2~4bits 是控制 R/G/B 的 8 级电流最大值,第 5~8bits 控制 W/Y 的 16 级电流最大值。

4: Byte2 是 R/G/B(0)或者 W/Y(1)选择指令。第 1bit(最高位)为 0,选择 3 路 R/G/B 输出;第 1bit(最高位)为 1,选择 2 路 W/Y 输出,默认为 0 即 3 路 R/G/B 输出,第 2~8bits 空置不用(建议写 0)。



◆ 应用程序实例

1) 选择3路 R/G/B 输出, 最大电流 40mA, R 灯灰度 2/255, G 灯灰度 50/255, B 灯灰度 128/255:



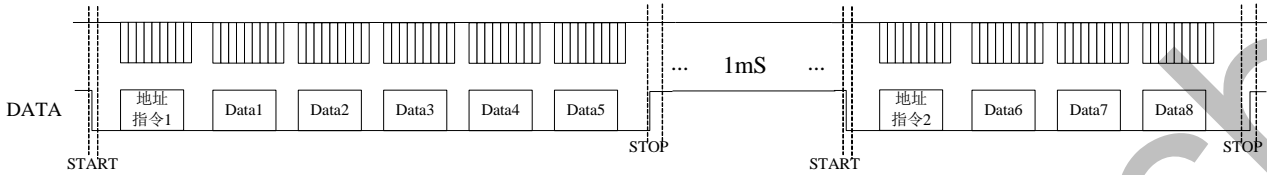
根据前面所述协议规则, MCU 输入程序如下:

- START: 1100 0000 (选择地址 byte1)
- 0110 0100 (写入 byte1 数据, 设置 R/G/B 最大电流为 40mA)
- 0000 0000 (写入 byte2 数据, 设置 R/G/B 输出, W/Y 关闭)
- 0000 0010 (写入 byte3 数据, 设置 R 灯灰度为 2/255)
- 0011 0010 (写入 byte4 数据, 设置 G 灯灰度为 50/255)

1000 0000 (写入 byte5 数据, 设置 B 灯灰度为 128/255)

STOP。

- 2) 选择 3 路 R/G/B 输出, 最大电流 40mA, R 灯灰度 7/255, G 灯灰度 77/255, B 灯灰度 88/255; 1ms 后 R 灯灰度 5/255, G 灯灰度 55/255, B 灯灰度 155/255, 程序如下:



根据前面所述协议规则, MCU 输入程序如下:

START1: 1100 0000 (选择地址 byte1)

0110 0100 (写入 byte1 数据, 设置 R/G/B 最大电流为 40mA)

0000 0000 (写入 byte2 数据, 设置 R/G/B 输出, W/Y 关闭)

0000 0111 (写入 byte3 数据, 设置 R 灯灰度为 7/255)

0100 1101 (写入 byte4 数据, 设置 G 灯灰度为 77/255)

0101 1000 (写入 byte5 数据, 设置 B 灯灰度为 88/255)

STOP1;

START2: 1100 0010 (选择地址 byte3)

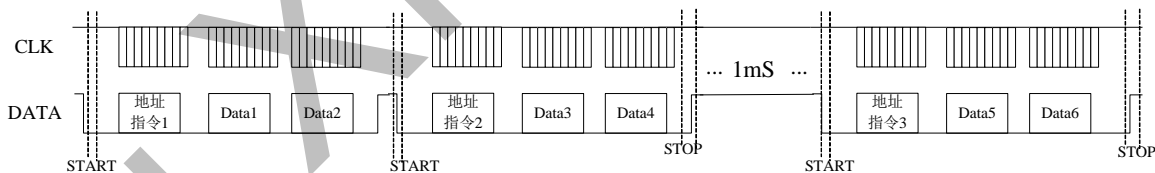
0000 0101 (写入 byte3 数据, 设置 R 灯灰度为 5/255)

0011 0111 (写入 byte4 数据, 设置 G 灯灰度为 55/255)

1001 1011 (写入 byte5 数据, 设置 B 灯灰度为 155/255)

STOP2。

- 3) 选择 2 路 W/Y 输出, 最大电流 50mA, W 灯灰度 2/255, Y 灯灰度 7/255; 1ms 后 W 灯灰度 48/255, Y 灯灰度 22/255, 程序如下:



根据前面所述协议规则, MCU 输入程序如下:

START1: 1100 0000 (选择地址 byte1)

0010 1000 (写入 byte1 数据, 设置 W/Y 最大电流为 50mA)

1000 0000 (写入 byte2 数据, 设置 R/G/B 关闭, W/Y 输出)

STOP1;

START2: 1100 0101 (选择地址 byte6)

0000 0010 (写入 byte6 数据, 设置 W 灯灰度为 2/255)

0000 0111 (写入 byte7 数据, 设置 Y 灯灰度为 7/255)

STOP2;

START3: 1100 0101 (选择地址 byte6)

0011 0000 (写入 byte6 数据, 设置 W 灯灰度为 48/255)

0001 0110 (写入 byte7 数据, 设置 Y 灯灰度为 22/255)

STOP3。

◆ 恒功率设置

芯片最大电流 $I_{\text{总}}$, 芯片设置最大电流 I_{OUT} , 则恒功率设置时规则如下:

1: 3 路 R/G/B 输出, R 灯灰度数据+G 灯灰度数据+B 灯灰度数据 $\leq 255*(I_{\text{总}}/I_{\text{OUT}})$ 。

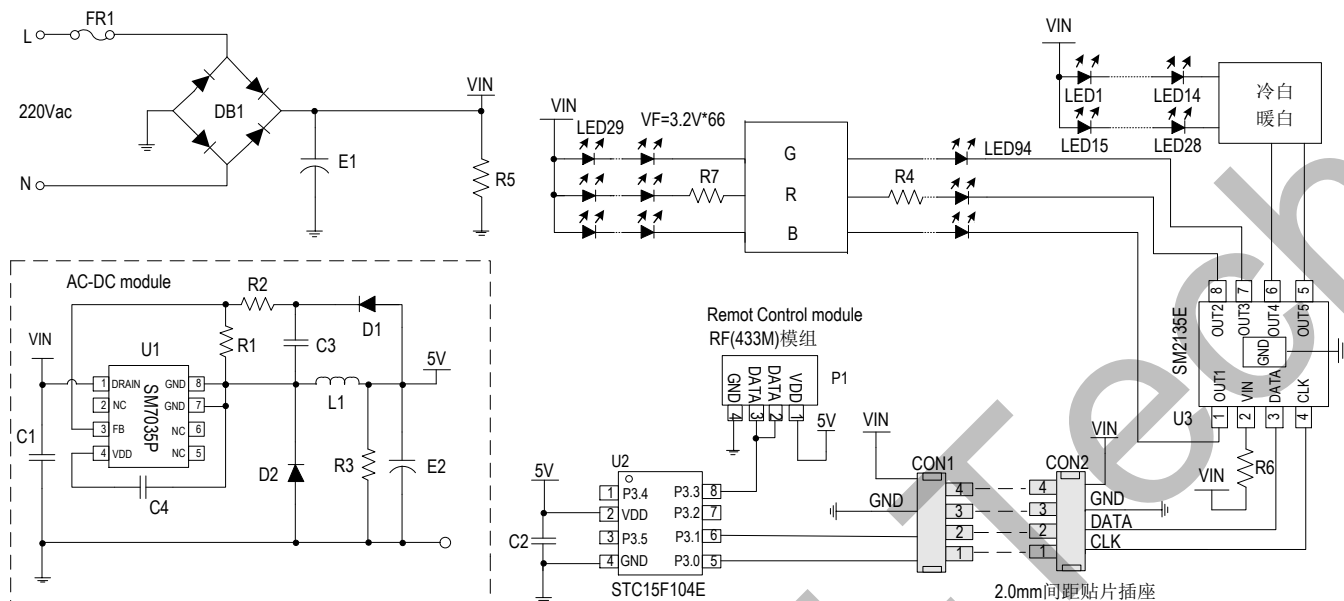
2: 2 路 W/Y 输出, W 灯灰度数据+Y 灯灰度数据 $\leq 255*(I_{\text{总}}/I_{\text{OUT}})$ 。

举例如下:

假设定义芯片功率 8 瓦, 电压 250V, 则芯片最大电流 $I_{\text{总}}=30\text{mA}$ 为佳。MW9212 芯片设置 R/G/B 最大电流 $I_{\text{OUT}}=20\text{mA}$, 则 R 灯灰度数据+G 灯灰度数据+B 灯灰度数据 $\leq 255*(I_{\text{总}}/I_{\text{OUT}})=255*(30/20)=382$ 。如 R 灯灰度数据=100, G 灯灰度数据=111, 则只能设置 B 灯灰度数据 $\leq 382-100-111=171$, 1ms 后 R 灯灰度数据=110, G 灯灰度数据=91, 则只能设置 B 灯灰度数据 $\leq 382-110-91=181$ 。

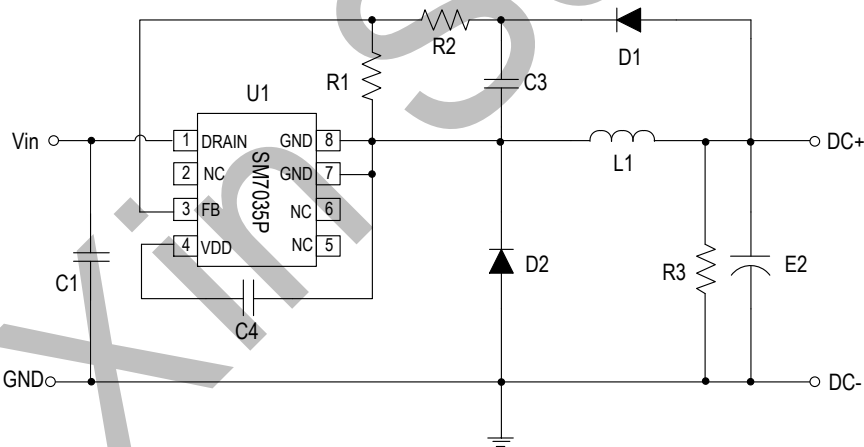
假设定义芯片功率 8 瓦, 电压 250V, 则芯片最大电流 $I_{\text{总}}=30\text{mA}$ 为佳。MW9212 芯片设置 W/Y 最大电流 $I_{\text{OUT}}=40\text{mA}$, 则 W 灯灰度数据+Y 灯灰度数据 $\leq 255*(I_{\text{总}}/I_{\text{OUT}})=255*(30/40)=191$ 。如 W 灯灰度数据=100, 则只能设置 Y 灯灰度数据 $\leq 191-100=91$, 1ms 后 W 灯灰度数据=50, 则只能设置 Y 灯灰度数据 $\leq 191-50=141$ 。

典型应用方案



R6 电阻可增加 IC 可靠性，建议使用，220Vac 线性高压系统 R6 取值 100K。

附 AC-DC 电源模块应用电路图



SM7035P AC-DC 电源模块可提供 5V/200mA 的应用需求，可满足一般控制模块供电。

RF 方案 BOM 单

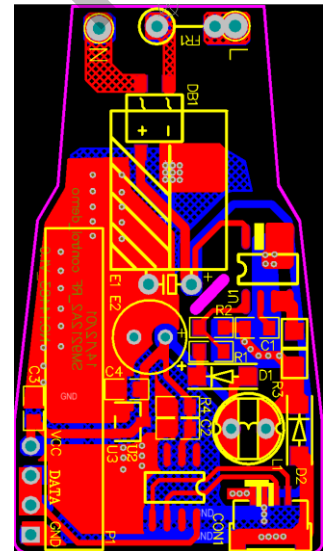
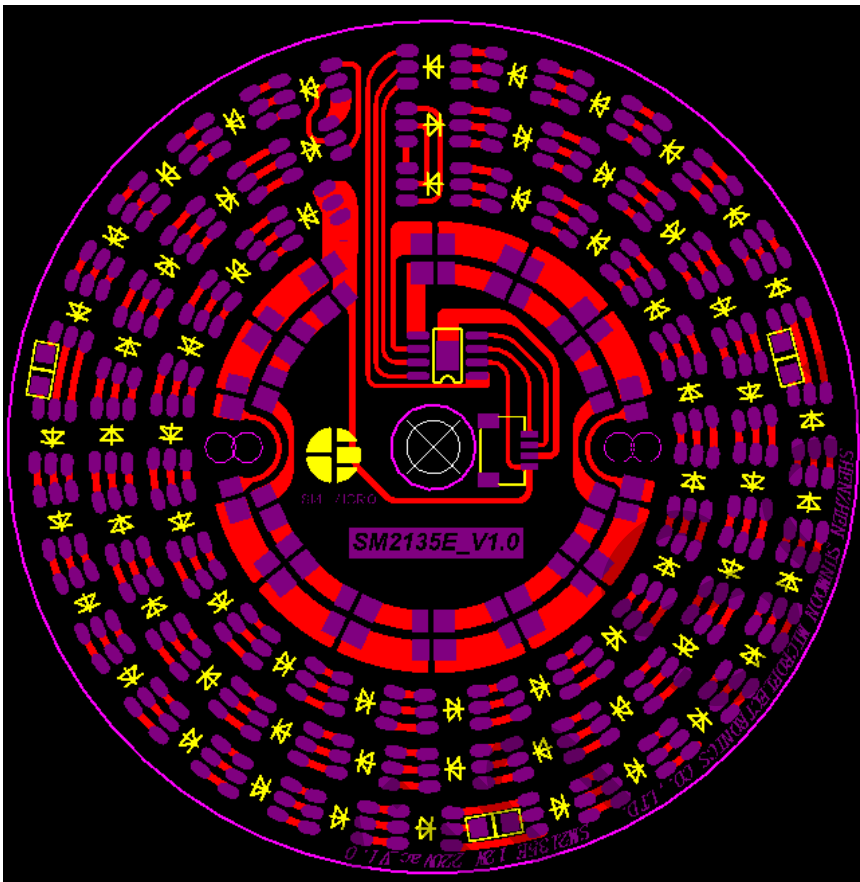
位号	参数	位号	参数
FR1	10R 1W 绕线电阻	L1	470uH/5845 封装
DB1	MB6S	E1	10uF/400V
D1	RS1M	E2	330uF/10V
D2	ES1J	C1	100nF/16V/0805
R1	10K/0805	C3、C4	100nF/16V/0805
R2	18K/0805	C2	0.1uF/50V/0805
R3	1K/0805	U1	SM7035P

R5	1M/1206	U2	STC15F104W/ SOP8
R6	100K/1206	P1	RF 模组

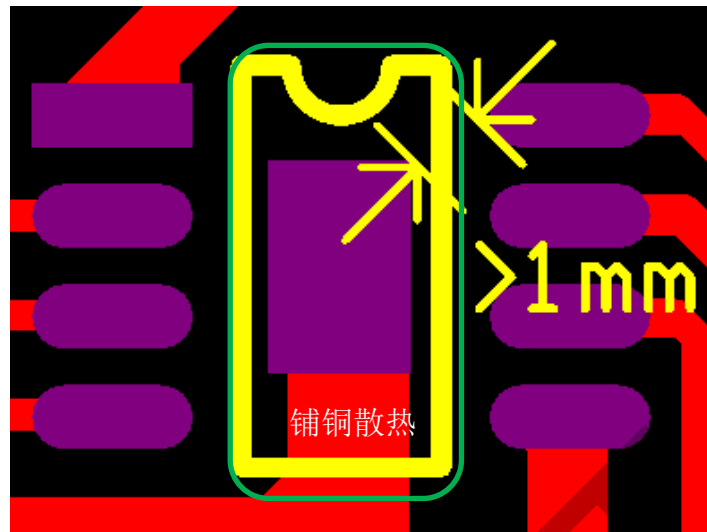
SM2135E 灯芯一体化 BOM 单

位号	参数	位号	参数
U3	SM2135E	LED1--28	2835 封装 18V 灯珠, 2700K/6500K 各 14PCS
R4、R7	430R/1206	LED29-LED-94	5050 封装 RGB 灯珠

◆ SM2135E 系统方案 PCB 图 (灯芯一体化板和控制板 (RF 方案))



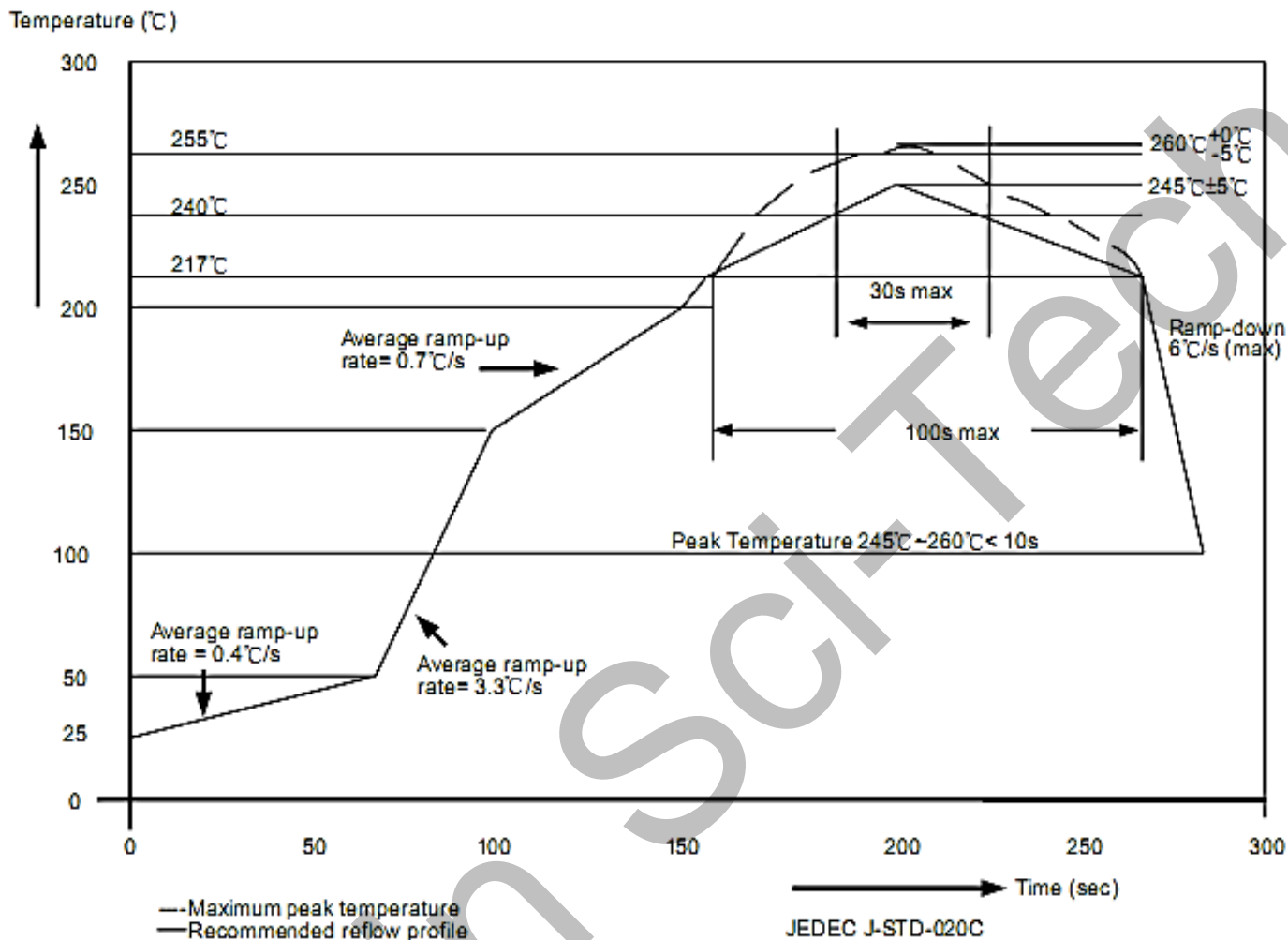
PCB layout 注意事项



- (1) IC 衬底与 PCB 需要采用锡膏工艺，保证 IC 衬底与 PCB 接触良好，IC 衬底禁止使用红胶工艺。
- (2) 系统实际输出功率与 PCB 板及灯壳本身散热情况有关，实际应用功率需匹配散热条件。
- (3) IC 衬底部分进行铺铜处理，进行散热，增加可靠性，铺铜如上图所示，建议衬底焊盘大小为 2.5mm*1.8mm。
- (4) IC 衬底焊盘漏铜距离 VIN 端口需保证 1mm 以上的间距，距离 OUT 端口需保证 0.8mm 以上的间距。

封装焊接制程

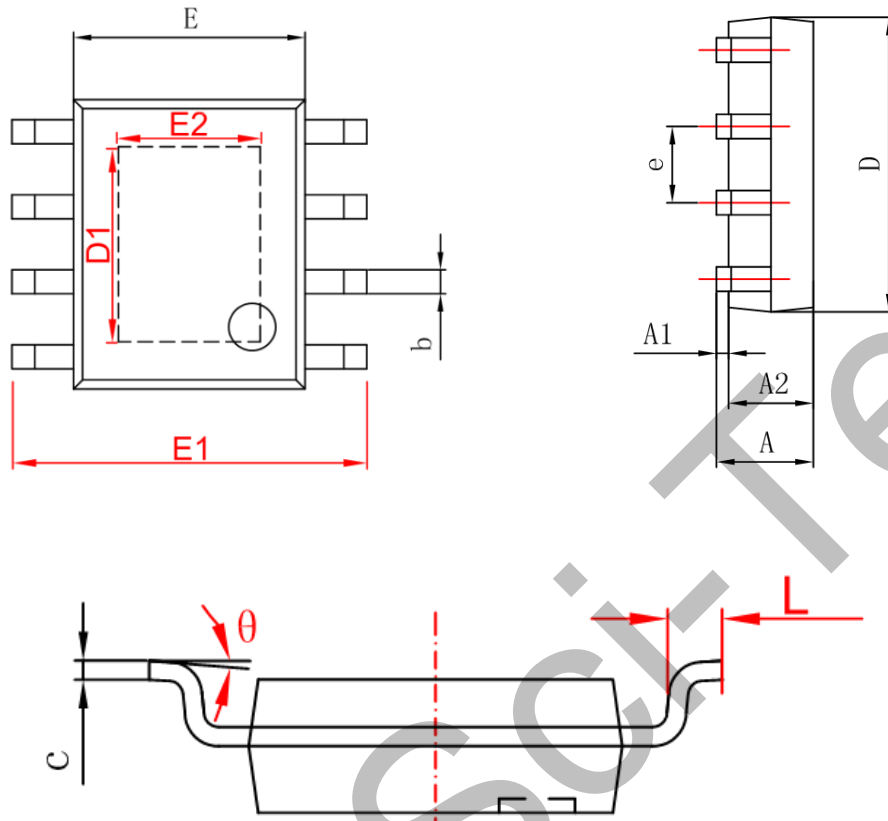
明微电子所生产的半导体产品遵循欧洲 RoHs 标准，封装焊接制程锡炉温度符合 J-STD-020 标准。



封装厚度	体积 mm ³ < 350	体积 mm ³ : 350~2000	体积 mm ³ ≥ 2000
<1.6mm	260+0°C	260+0°C	260+0°C
1.6mm~2.5mm	260+0°C	250+0°C	245+0°C
≥2.5mm	250+0°C	245+0°C	245+0°C

封装形式

ESOP8



Symbol	Min(mm)	Max(mm)
A	1.25	1.95
A1	-	0.25
A2	1.25	1.75
b	0.25	0.7
c	0.1	0.35
D	4.6	5.3
D1	3.12(REF)	
E	3.7	4.2
E1	5.7	6.4
E2	2.34(REF)	
e	1.270(BSC)	
L	0.2	1.5
θ	0°	10°



使用权声明

明微电子对于产品、文件以及服务保有一切变更、修正、修改、改善和终止的权利。针对上述的权利，客户在进行产品购买前，建议与明微电子业务代表联系以取得最新的产品信息，所有技术应用需要严格按照最新产品说明书进行设计。

明微电子的产品，除非经过明微合法授权，否则不应使用于医疗或军事行为上，若使用者因此导致任何身体伤害或生命威胁甚至死亡，明微电子将不负任何损害赔偿赔偿责任。

此份文件上所有的文字内容、图片及商标为明微电子所属之智慧财产。未经明微合法授权，任何个人和组织不得擅自使用、修改、重制、公开、改作、散布、发行、公开发表等损害本企业合法权益。对于相关侵权行为，本企业将立即全面启动法律程序，追究法律责任。