

SM2135EH

特点

- ◆ 本司专利的智能调光控制技术
 - a) OUT1、OUT2、OUT3 端口最大电流可达 41mA
 - b) OUT4、OUT5 端口最大电流可达 72mA
 - c) 5 个 OUT 端口可同时开启
 - d) 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
- ◆ 待机电流 $<30\mu\text{A}$
- ◆ 内部集成 D/A，控制模块调节的输出电流为非 PWM 模式的恒流输出
- ◆ 单通道独立 256 级灰度，输出无频闪
- ◆ 具有过温调节功能
- ◆ 无需磁性元器件，轻松过 EMI
- ◆ 支持蓝牙、WIFI、2.4G、zigbee 等智能模块
- ◆ 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

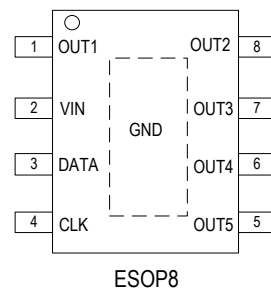
概述

SM2135EH 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。

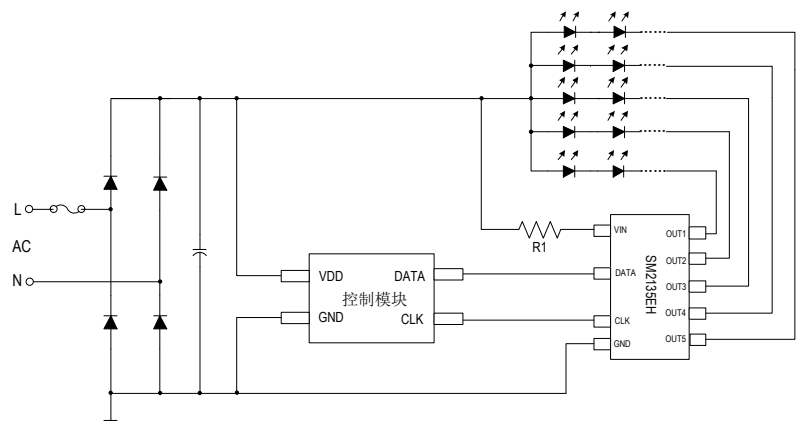
SM2135EH 具备 5 个独立输出端口，芯片内部集成 D/A 功能，具备 I²C 协议输入端口，可接收控制模块输出的控制信号调整每个端口的电流变化，5 个输出端口可设置单独应用或同时开启。

SM2135EH 的输出电流为非 PWM 模式的恒流输出，芯片的每个 OUT 端口能产生 256 级的灰度变化并驱动 LED 灯的亮灭，实现智能调光。

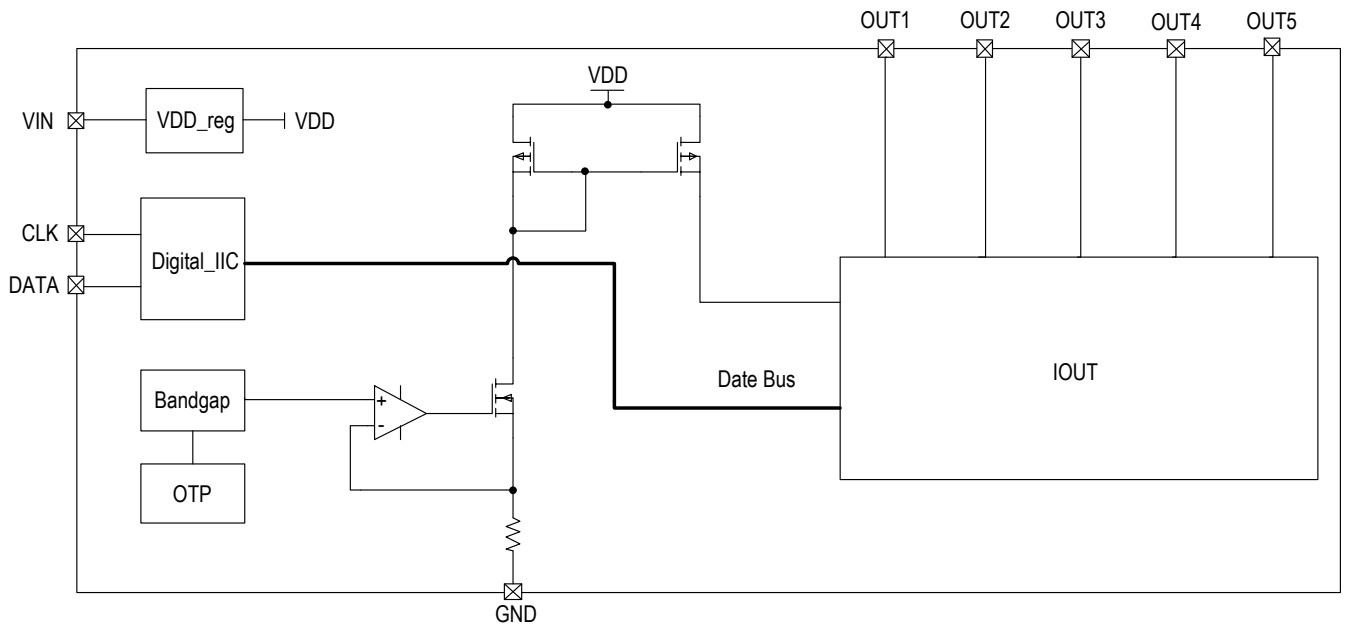
管脚图



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	
SM2135EH	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
V_{DATA}	调光数据输入端	-0.5~8	V
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	最小	典型	最大	单位
$V_{\text{OUT_MIN}}$	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}	工作电流	$V_{\text{IN}}=15\text{V}$, OUT1~OUT5 设置 最大电流输出模式, CLK、DATA 悬空	0.65	0.70	0.75	mA
$I_{\text{DD_STB}}$	待机电流	$V_{\text{IN}}=15\text{V}$, 待机模式, CLK、DATA 悬空	-	-	30	μA
$I_{\text{OUT1}}、I_{\text{OUT2}}、I_{\text{OUT3}}$	OUT1、OUT2、OUT3 输出电流	-	10	-	41	mA
$I_{\text{OUT4}}、I_{\text{OUT5}}$	OUT4、OUT5 输出电流	-	0	-	72	mA
F_{DATA}	DATA 输入频率	-	1	-	1000	KHz
F_{CLK}	CLK 输入频率	-	1	-	1000	KHz
$V_{\text{H_DATA}}$	DATA 输入高电平	$V_{\text{IN}}=15\text{V}$	2.7	-	5.0	V
$V_{\text{H_CLK}}$	CLK 输入高电平	$V_{\text{IN}}=15\text{V}$	2.7	-	5.0	V
$V_{\text{L_DATA}}$	DATA 输入低电平	$V_{\text{IN}}=15\text{V}$	0	-	1.6	V
$V_{\text{L_CLK}}$	CLK 输入低电平	$V_{\text{IN}}=15\text{V}$	0	-	1.6	V
R_{DATA}	DATA 端口上拉电阻	-	-	120	-	K Ω
R_{CLK}	CLK 端口上拉电阻	-	-	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)	-	-	130	-	$^{\circ}\text{C}$

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 130°C。

功能表述

SM2135EH 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, 通过控制模块控制实现红/绿/蓝三色, 白/黄二色智能调光/调色温。

SM2135EH 具备 5 个独立输出端口, 芯片内部集成类 I²C 协议输入端口, 可接收控制模块输出信号控制每个端口输出电流产生 256 级灰度变化, 5 个输出端口可设置单独控制或同时开启。

SM2135EH 的输出电流为非 PWM 模式的恒流输出, 芯片的每个 OUT 端口能产生 256 级的灰度变化并驱动 LED 灯的亮灭, 实现智能调光。

◆ 过温曲线图

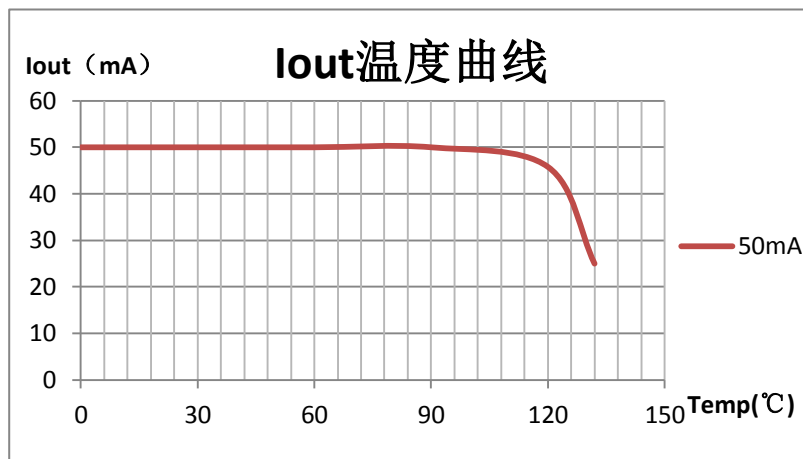


图 1. SM2135EH 输出电流温度特性 (注 7)

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 SM2135EH 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

SM2135EH 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 SM2135EH 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 SM2135EH 衬底的覆铜面积；
- 3) 增大整个灯具的散热底座；

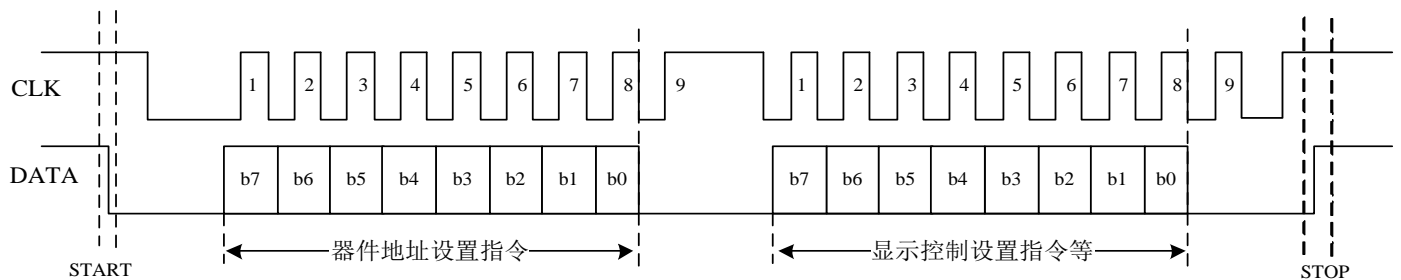
◆ 过温调节功能

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。SM2135EH 集成了温度补偿功能，当芯片内部达到 130°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

通过控制模块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控制模块发送的调光信号，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) 控制模块发送调光信号的 IO 口，IO 口的工作模式需配置为推挽模式。
- 2) 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。
- 3) 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。每组数据传输后，CLK 需有第 9 个时钟脉冲信号，下一组数据才进行传输。
- 4) 每次数据传输时，第 1 组信号（Byte0）为地址数据，选择后续数据写入位置；第 2 组信号（Byte1）为开关电流数据，控制芯片进行智能调光；第 3 组信号（Byte2）为待机功能选择；第 4 组到第 8 组信号（Byte3~Byte7）分别控制 R/G/B/W/Y 实现 256 级灰度变化。

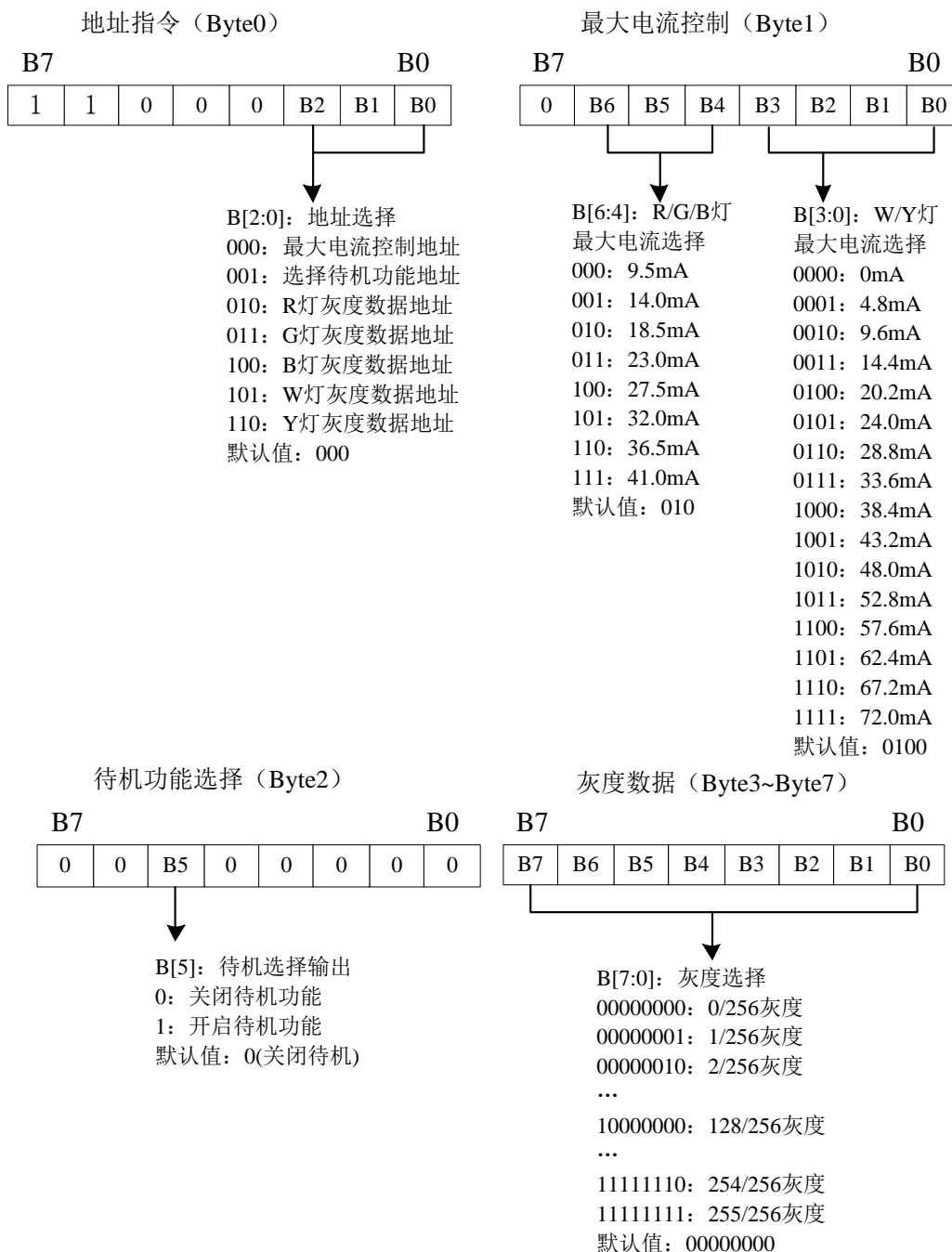
Byte0	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7
地址指令	最大电流控制	待机功能选择	OUT1端口 R灯灰度数据	OUT2端口 G灯灰度数据	OUT3端口 B灯灰度数据	OUT4端口 W灯灰度数据	OUT5端口 Y灯灰度数据

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 为待机功能选择，Byte3~Byte7 为 R/G/B/W/Y 灯的灰度数据。

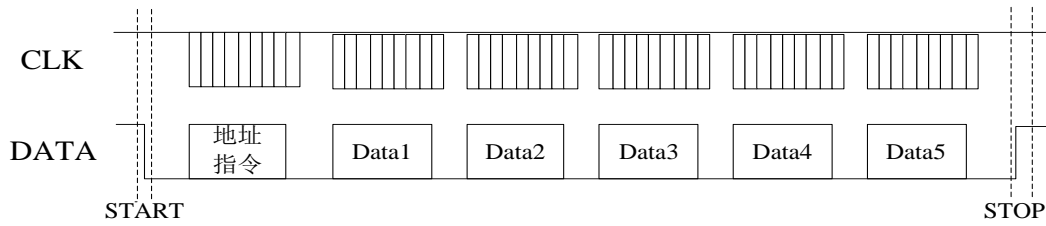
3: Byte1 为最大电流控制指令。第 1bit(最高位)空置不用(建议写 0)，第 2~4bits 是控制 R/G/B 的 8 级电流最大值，第 5~8bits 控制 W/Y 的 16 级电流最大值。

4: 待机功能选择指令。Byte2 的第 3bit 为 0，关闭待机功能；第 3bit 为 1，开启待机功能，默认为关闭待机功能，byte2 的其他位空置不用(建议写 0)。进入待机后，OUT1~OUT5 端口灰度数据需写“00”。数据发送完后，CLK 端口和 DATA 端口电压需置低电平“0”。



◆ 应用程序实例

1) 选择 3 路 R/G/B 输出，最大电流 41mA，R 灯灰度 2/255，G 灯灰度 50/255，B 灯灰度 128/255:



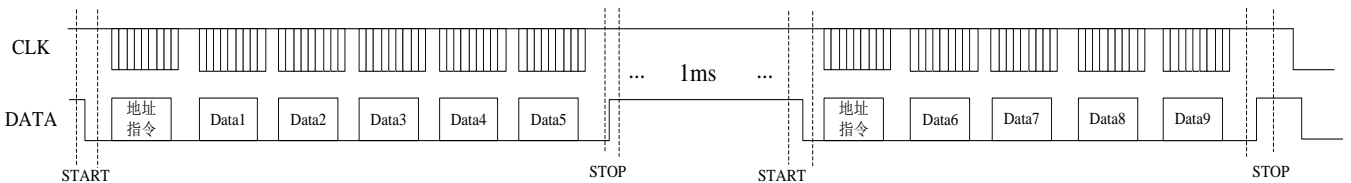
根据前面所述协议规则，控制模块输入程序如下：

```
START: 1100 0000 (选择地址 byte1)
        0111 0000 (写入 byte1 数据，设置 R/G/B 最大电流为 41mA)
        0000 0000 (写入 byte2 数据，设置待机功能关闭)
        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。
```

备注：以上程序对应硬件为：OUT1 端口接 R 灯，OUT2 端口接 G 灯，OUT3 端口接 B 灯。

2) 选择 3 路 R/G/B 输出，最大电流 41mA，R 灯灰度 7/255，G 灯灰度 77/255，B 灯灰度 88/255；1ms 后芯片进入待机模式，程序如下：



根据前面所述协议规则，控制模块输入程序如下：

```
START1: 1100 0000 (选择地址 byte1)
        0111 0000 (写入 byte1 数据，设置 R/G/B 最大电流为 41mA)
        0000 0000 (写入 byte2 数据，设置待机功能关闭)
        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)

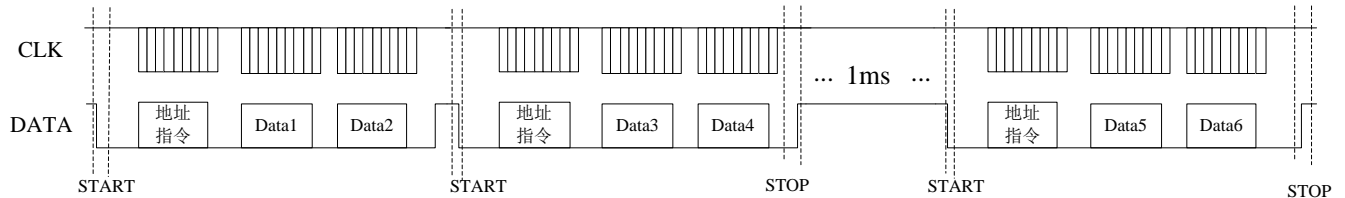
STOP1;
DELAY(1ms);
START2: 1100 0001 (选择地址 byte2)
        0010 0000 (写入 byte2 数据，设置待机功能开启)
        0000 0000 (写入 byte3 数据，设置 R 灯灰度为 0/255)
        0000 0000 (写入 byte4 数据，设置 G 灯灰度为 0/255)
```

0000 0000 (写入 byte5 数据, 设置 B 灯灰度为 0/255)

STOP2。

备注: 以上程序对应硬件为: OUT1 端口接 R 灯, OUT2 端口接 G 灯, OUT3 端口接 B 灯。

3) 选择 2 路 W/Y 输出, 最大电流 48mA, 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, 控制模块输入程序如下:

START1: 1100 0000 (选择地址 byte1)

0000 1010 (写入 byte1 数据, 设置 W/Y 最大电流为 48mA)

0000 0000 (写入 byte2 数据, 设置待机功能关闭)

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;

DELAY(1ms);

START3: 1100 0101 (选择地址 byte6)

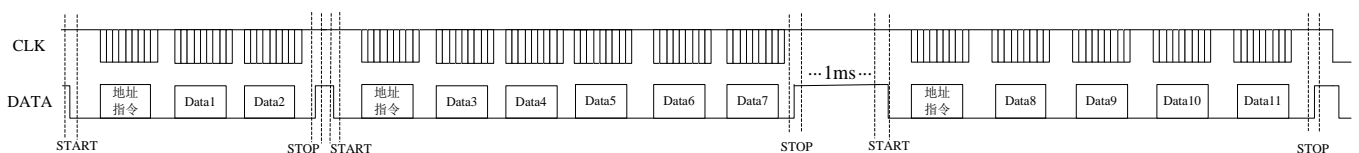
0011 0000 (写入 byte6 数据, 设置 W 灯灰度为 48/255)

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

STOP3。

备注: 以上程序对应硬件为: OUT4 端口接 W 灯, OUT5 端口接 Y 灯。

4) 选择 5 路 R/G/B/W/Y 同时输出, RGB 最大电流 23mA, WY 最大电流 33.6mA, R 灯灰度 7/255, G 灯灰度 77/255, B 灯灰度 88/255, W 灯灰度 2/255, Y 灯灰度 7/255; 1ms 后进入待机, 程序如下:



根据前面所述协议规则, 控制模块输入程序如下:

START1: 1100 0000 (选择地址 byte1)

0011 0111 (写入 byte1 数据, 设置 R/G/B 最大电流为 23mA, 设置 W/Y 最大电流为 33.6mA)

0000 0000 (写入 byte2 数据, 设置待机功能关闭)

STOP1;

START2: 1100 0010 (选择地址 byte3)
 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)
 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;

DELAY(1ms);

START3: 1100 0001 (选择地址 byte2)
 0010 0000 (写入 byte2 数据, 设置待机功能开启)
 0000 0000 (写入 byte3 数据, 设置 R 灯灰度为 0/255)
 0000 0000 (写入 byte4 数据, 设置 G 灯灰度为 0/255)
 0000 0000 (写入 byte5 数据, 设置 B 灯灰度为 0/255)
 0000 0000 (写入 byte6 数据, 设置 W 灯灰度为 0/255)
 0000 0000 (写入 byte7 数据, 设置 Y 灯灰度为 0/255)

STOP3。

备注: 以上程序对应硬件为: OUT1 端口接 R 灯, OUT2 端口接 G 灯, OUT3 端口接 B 灯, OUT4 端口接 W 灯, OUT5 端口接 Y 灯。

◆ 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:

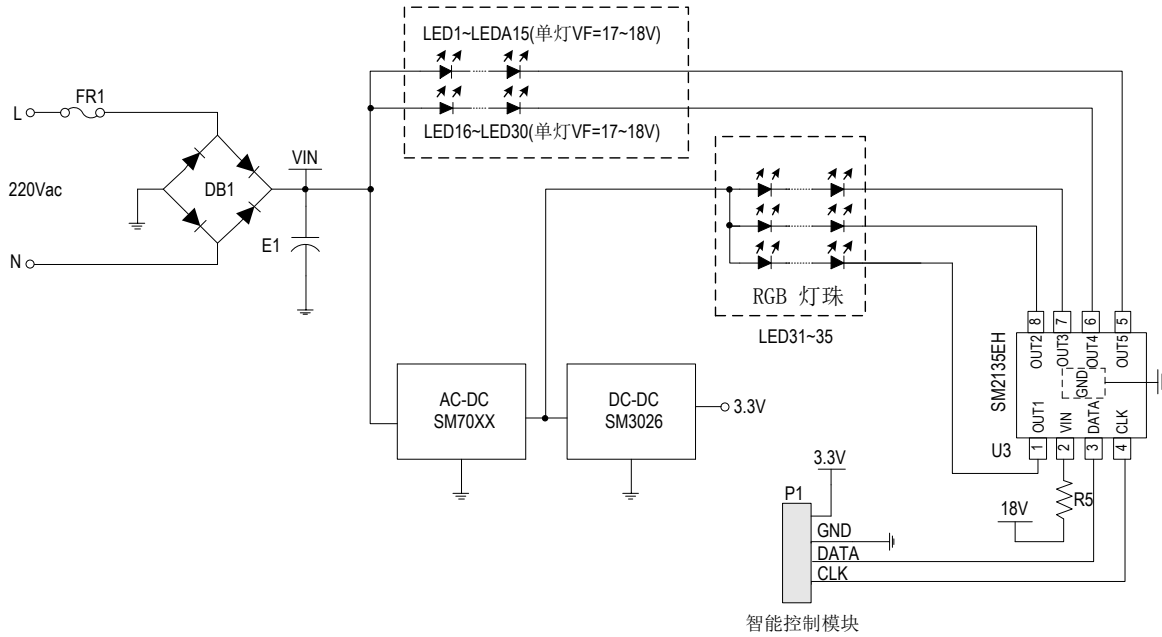
- 1: 3 路 R/G/B 输出, $R \text{ 灯灰度数据} + G \text{ 灯灰度数据} + B \text{ 灯灰度数据} \leq 255 * (I_{\text{总}} / I_{\text{OUT}})$ 。
- 2: 2 路 W/Y 输出, $W \text{ 灯灰度数据} + Y \text{ 灯灰度数据} \leq 255 * (I_{\text{总}} / I_{\text{OUT}})$ 。

举例如下:

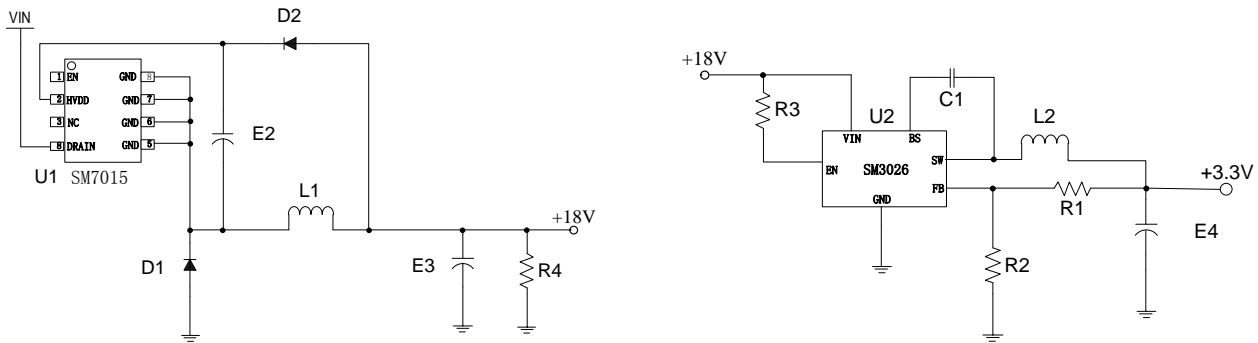
制作 220Vac 输入, 9W 低 PF 方案, 设置最大电流 $I_{\text{总}}=30\text{mA}$ 。芯片设置 R/G/B 最大电流 $I_{\text{OUT}}=23\text{mA}$, 则 $R \text{ 灯灰度数据} + G \text{ 灯灰度数据} + B \text{ 灯灰度数据} \leq 255 * (I_{\text{总}} / I_{\text{OUT}}) = 255 * (30/23) = 332$ 级。如 R 灯灰度数据=100 级, G 灯灰度数据=111 级, 则只能设置 B 灯灰度数据 $\leq 332 - 100 - 111 = 121$ 级, 1ms 后 R 灯灰度数据=110 级, G 灯灰度数据=91 级, 则只能设置 B 灯灰度数据 $\leq 332 - 110 - 91 = 131$ 级。

制作 220Vac 输入, 9W 低 PF 方案, 设置最大电流 $I_{\text{总}}=30\text{mA}$ 。芯片设置 W/Y 最大电流 $I_{\text{OUT}}=48\text{mA}$, 则 $W \text{ 灯灰度数据} + Y \text{ 灯灰度数据} \leq 255 * (I_{\text{总}} / I_{\text{OUT}}) = 255 * (30/48) = 160$ 级。如 W 灯灰度数据=100 级, 则只能设置 Y 灯灰度数据 $\leq 160 - 100 = 60$ 级, 1ms 后 W 灯灰度数据=50 级, 则只能设置 Y 灯灰度数据 $\leq 160 - 50 = 110$ 级。

典型应用方案



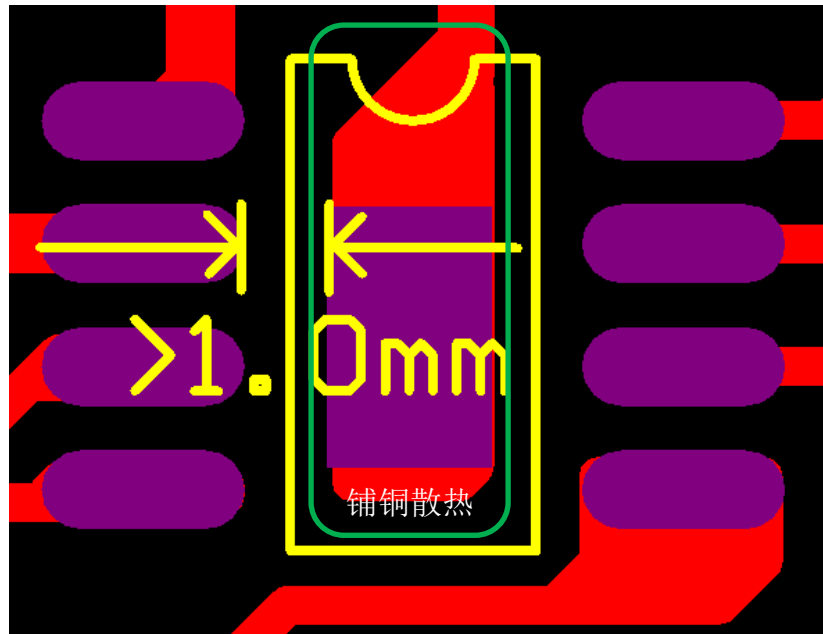
附 AC-DC 和 DC-DC 电源模块应用电路图



SM2135EH+SM7015+SM3026 方案 BOM 单

位号	参数	位号	参数
FR1	10R 1W 绕线电阻	E1	10uF/400V
DB1	MB6S	E2	1uF/50V
D1、D2	E1J	E3	220uF/25V
R1	68K/0805	E4	220uF/6.3V
R2	15K/0805	U1	SM7015-DIP8
R3	100K/0805	U2	SM3026-SOT23-5
R4	43K/0805	U3	SM2135EH-ESOP8
R5	1K/0805	LED1-LED30	2835 封装 17~18V 灯珠, 3000K/6000K 各 15PCS
L1	1mH/EE10	LED31-LED35	5050 封装 3V RGB 灯珠
L2	10uH/功率电感	P1	智能控制模块
C1	0.1uF/16V/0805		

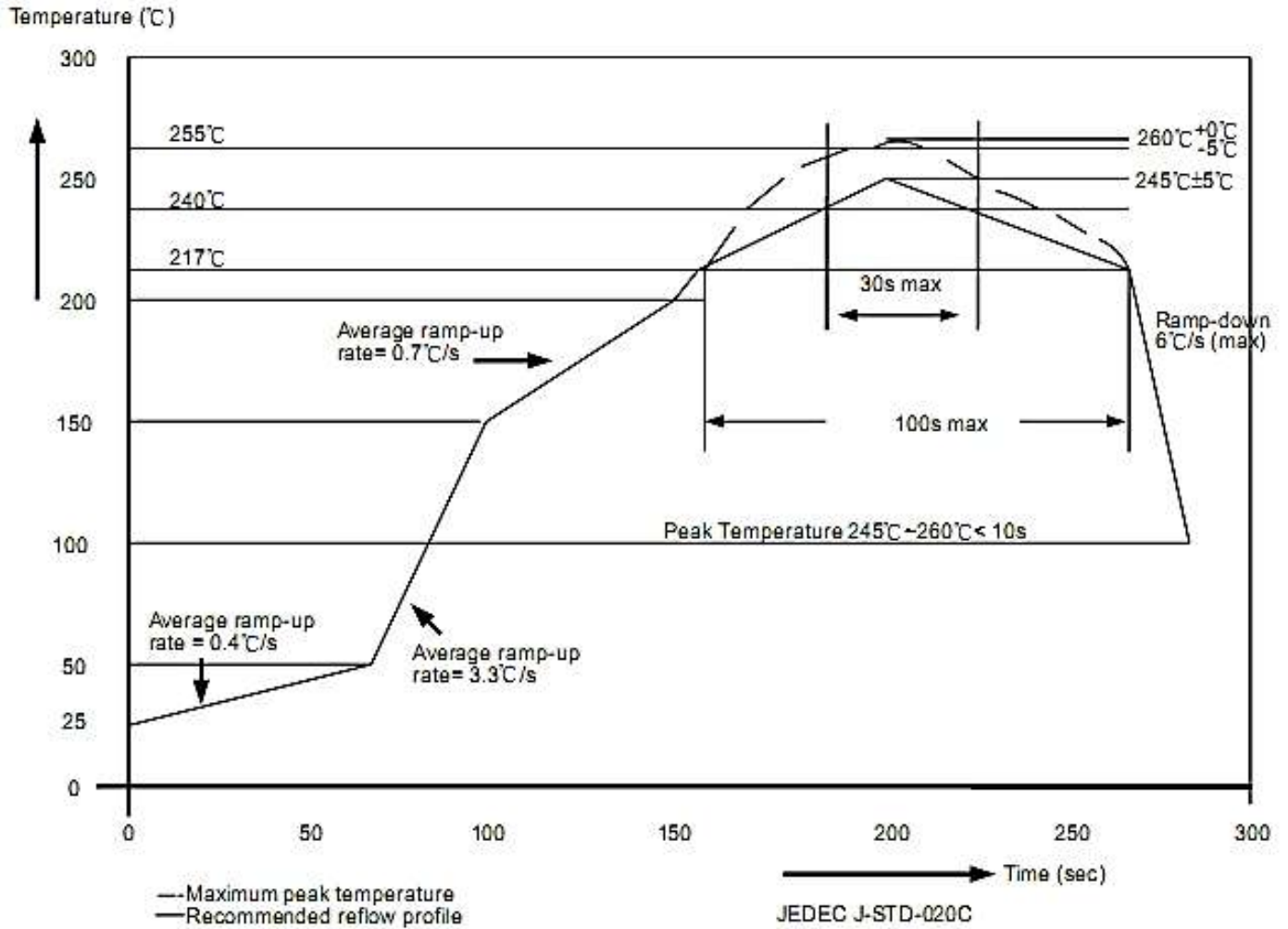
PCB layout 注意事项



- (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*1.6mm。
- (4) IC 衬底焊盘漏铜距离 VIN 或 OUT 端口需保证 0.8mm 以上的间距。

封装焊接制程

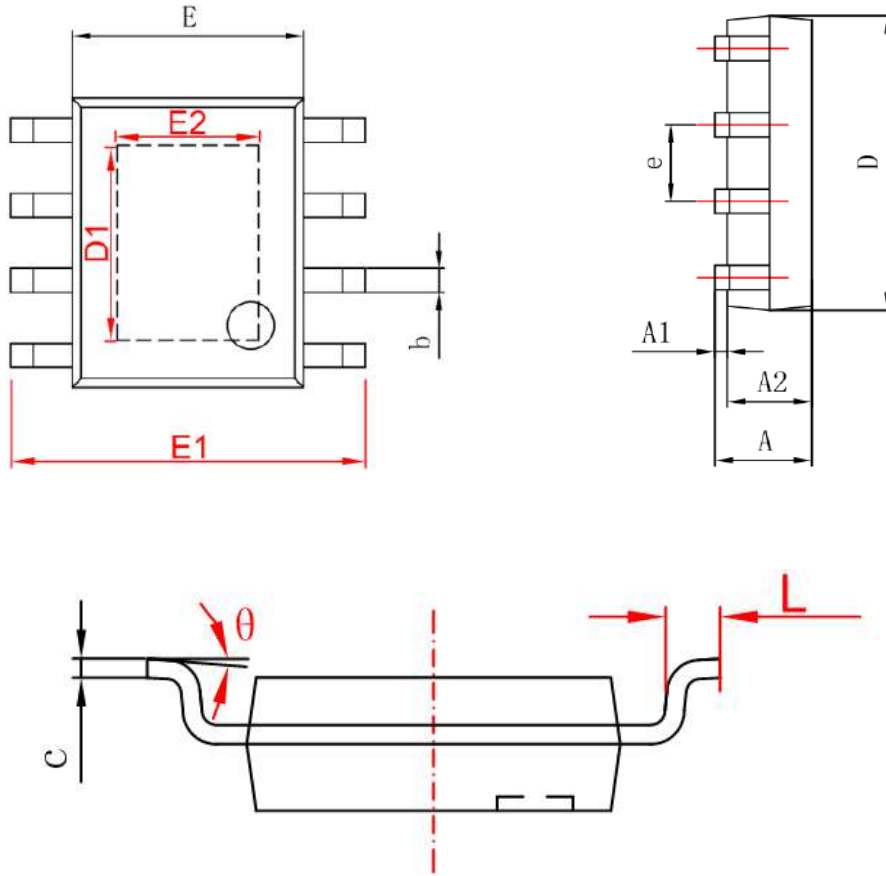
明微电子所生产的半导体产品遵循欧洲 RoHs 标准，封装焊接制程锡炉温度符合 J-STD-020 标准。



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	-	0.1
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°