

DX600X 系列高精度调光升压 LED 恒流驱动器

1. 特点

- 支持1000:1 调光比
- 工作电压范围 5-40V
- 启动电压 2.9V
- 支持软启动
- 转换效率 >95%
- 超低待机功耗 <2uA
- 真正无频闪调光
- 支持调光频率超过 32K
- 支持开关频率设置
- 支持PWM调光以及模拟调光
- 内置 40V LDO供电
- 恒流精度 $\leq \pm 3\%$
- 支持过温降电流
- 支持输出过压保护
- 封装: ESOP8 / ESSOP10

2. 应用领域

- 户外照明
- 智能照明
- 带锂电应用方案
- 太阳能
- 补光灯

3. 概述

DX600X 是一系列外围电路简洁的宽调光比升压调光LED 恒流驱动器，适用于 3-40V 输入电压范围的 LED 恒流照明领域。

DX600X 采用我司专利算法，可以实现高精度的恒流效果，输出电流恒流精度 $\leq \pm 3\%$ ，电压工作范围为 5-40V，可以轻松满足锂电池及中低压的应用需求，输出耐压仅由 MOS 耐压决定。

芯片内部有本司专利的高精度低失调恒流算法，请尽量确保 VIN 的上电时间<500ms。

PWM 调光支持高辉应用，支持 1K 以上的调光频率，分辨率超过 1000: 1，调光全程无频闪。当 EN/DIM 拉低到 GND 超过 40ms，芯片自动进入休眠模式以降低功耗，此时待机电流<2uA，当 EN/DIM 端口拉高以后芯片重新启动。EN/DIM 管脚不能悬空，不使用时应与 VIN 管脚短接在一起。

LD 端口支持模拟调光，调光范围 0.2~2.5V。LD 端口接电容到地，可以调整软启动时间。

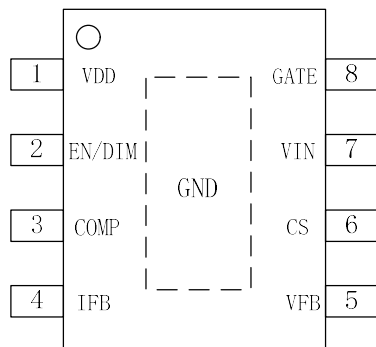
VDD 端口可以为外围的 PWM 控制芯片供电。

芯片的输出电流通过 IFB 端口电阻来设定。支持过温降电流和输出过压保护。

4. 芯片选型:

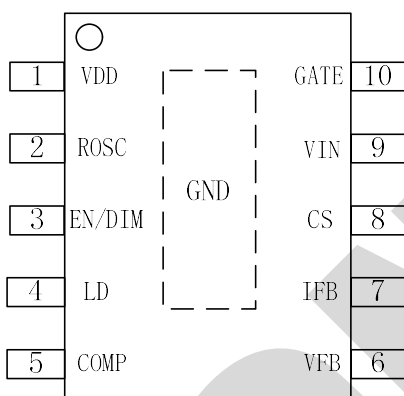
型号	输出电流范围	驱动方式	封装形式	编带数量 (颗/盘)	最高耐压
DX6000A	——	外置MOS	ESOP8	4000	--
DX6000B	——	外置MOS	ESSOP10	4000	--
DX6001	<1A	内置MOS	ESSOP10	4000	--

5. 管脚配置



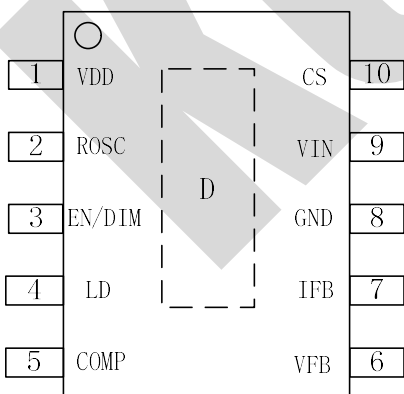
DX6000A管脚图

编号	管脚名称	功能描述
1	VDD	内部电源，旁路电容脚
2	EN/DIM	PWM 调光以及低待机使能
3	COMP	环路补偿电容
4	IFB	输出电流检测
5	VFB	输出过压保护
6	CS	峰值电流检测
7	VIN	外部供电输入
8	GATE	NMOS GATE 驱动管脚
EP	GND	芯片地



DX6000B管脚图

编号	管脚名称	功能描述
1	VDD	内部电源，旁路电容脚
2	ROISC	开关频率调节
3	EN/DIM	PWM 调光以及低待机使能
4	LD	模拟调光/PWM 调光
5	COMP	环路补偿电容
6	VFB	输出过压保护
7	IFB	输出电流检测
8	CS	峰值电流检测
9	VIN	外部供电输入
10	GATE	NMOS GATE 驱动管脚
EP	GND	芯片地



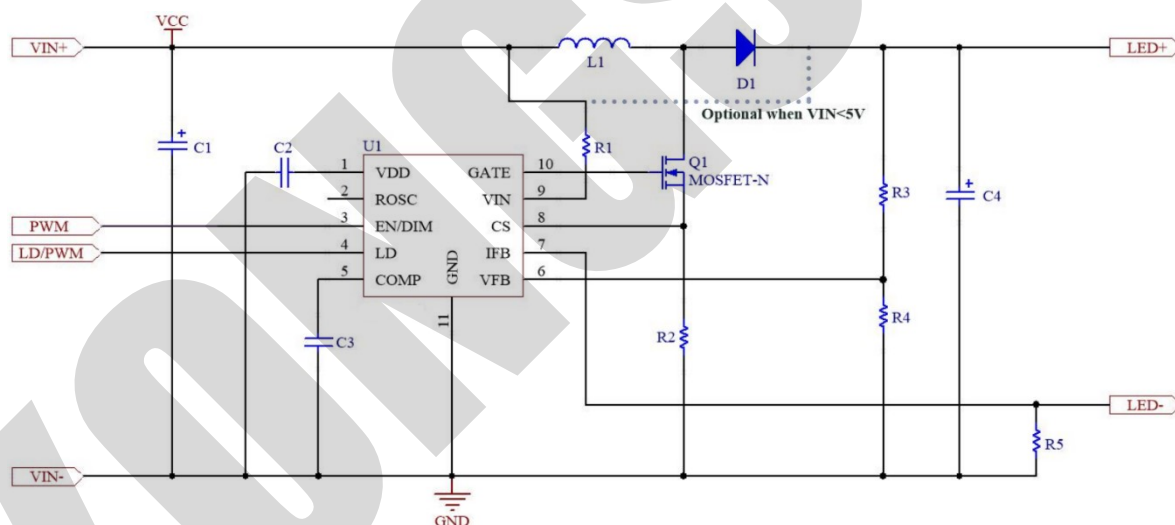
DX6001管脚图

编号	管脚名称	功能描述
1	VDD	内部电源，旁路电容脚
2	ROISC	开关频率调节
3	EN/DIM	PWM 调光以及低待机使能
4	LD	模拟调光/PWM 调光
5	COMP	环路补偿电容
6	VFB	输出过压保护
7	IFB	输出电流检测
8	GND	芯片地
9	VIN	外部供电输入
10	CS	峰值电流检测
EP	D	功率 MOS 的 DRAIN 端输出

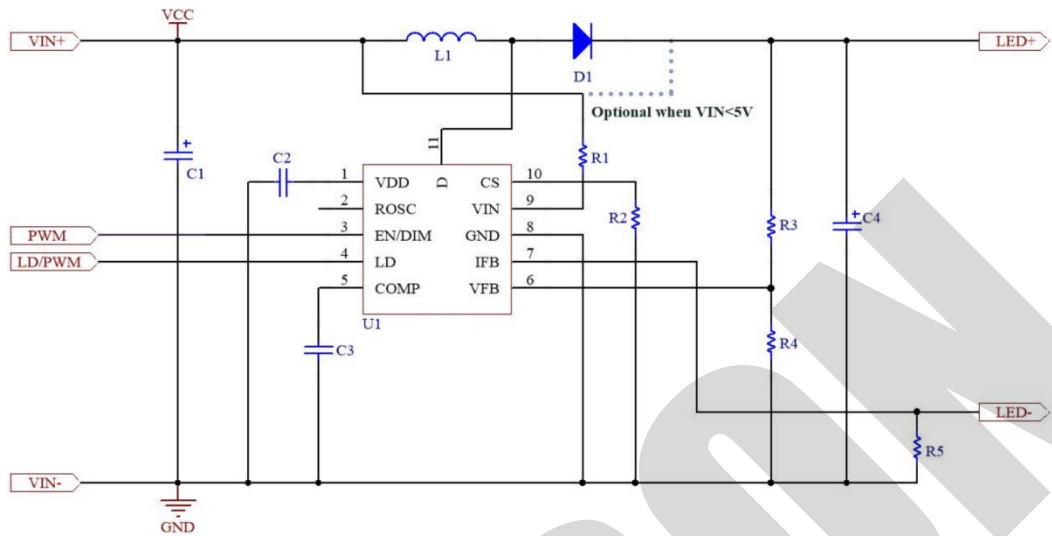
6. 极限工作参数

符号	说明	范围	单位
VIN	外部供电输入	-0.3~46	V
EN/DIM	PWM 调光以及低待机使能	-0.3~46	V
VFB/CS/GATE	输出过压保护、峰值电流检测、NMOS GATE 驱动管脚	-0.3~46	V
D	功率 MOS 的 DRAIN 端输出（仅限 DX6001）	-0.3~60	V
其余管脚	VDD、ROSC、LD、COMP、IFB、GND	-0.3~6	V
TSTG	存储温度	-40~150	℃
TA	工作温度	-40~125	℃
ESD	HBM 人体放电模式	>2	KV

7. 应用电路



DX6000B 典型应用电路



DX6001 典型应用电路

8. 电气特性

(除非特殊说明, 下列条件均为 $T_A=25^{\circ}\text{C}$)

符号	说明	测试条件	范围			单位
			最小	典型	最大	
VIN 工作部分						
I_{DD}	工作电流	$V_{\text{IN}}=5\text{V}$	-	1	-	mA
I_{STANDBY}	休眠待机电流		-	-	2	uA
V_{IN}	V_{IN} 电压范围		2.9	-	40	V
V_{DD}	V_{DD} 电压		-	5.8V	-	V
U_{VLO}	欠压保护范围		2.3	-	2.5	V
恒流工作部分						
V_{CS}	恒流调节电压	$V_{\text{IN}}=5\text{V}$	-	-	235	mV
I_{FB}	电流检测基准电压		-	200	-	mV
震荡器						
D_{MAX}	最大占空比		-	90	-	%
F_{OSC}	默认开关频率 1	R_{OSC} 接 V_{DD}	-	200	-	KHz
	默认开关频率 2	R_{OSC} 悬空	-	130	-	KHz
	外接 R_{OSC} 电阻		-	-	1	MHz
调光端口						
V_{DIM_H}	PWM 调光检测阈值上限	PWM rising	1.2	-	-	V
V_{DIM_L}	PWM 调光检测阈值下限	PWM falling	-	-	0.8	V
V_{LD}	模拟调光低到高调光电压范围		0.2	-	2.5	V
	模拟调光高到低调光电压范围		0.1	-	2.5	V
GATE 驱动						
I_{H}	驱动上拉电流		-	400	-	mA
I_{L}	驱动下拉电流		-	600	-	mA
可靠性						
T_{OVT}	过温保护	过温降电流的方式	-	110	-	℃
V_{FB}	过压保护阈值		1.1	-	1.25	V

备注:

1. 对于未给定上下限值的参数, 本规范不保证其精度, 但其典型值合理反映了器件性能。
2. 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。

9. 应用说明

本芯片是外围电路简洁的宽调光比升压调光 LED 恒流驱动器, 适用于3-40V输入电压范围的DCDC升压恒流LED驱动领域。芯片采用了本司专利的恒流控制算法, 输出电流精度在±3%以内, 可以做到1000:1的无频闪调光。

9.1. 输出电流

输出电流由芯片通过外部IFB连接的电阻 R_{IFB} 进行设置, 输出电流公式如下:

$$I_{OUT} = \frac{0.2}{R_{IFB}} (A)$$

其中 I_{OUT} 为输出电流。

9.2. 芯片启动

系统上电后通过VIN管脚对芯片供电, 其中 R_1 为保护电阻, 防止上电时浪涌电流损坏芯片, 当VIN管脚<12V时 R_1 可以不加, 12V以上请选择330欧姆的电阻。

芯片内部自带高压 LDO 供电, 输入端应用范围宽, 最低可以在2.9V的时候工作, 轻松满足单节锂电池的应用, 当输出电压低于5V时, 建议VIN管脚接到输出的LED+上面来供电。

9.3. 调光设置

EN/DIM端口兼容PWM调光和低功耗待机使能, 当芯片检测到EN/DIM端口低电平时间超过40ms, 芯片进入低待机模式, 此时芯片工作电流<2uA, 当EN/DIM端口电平为高, 芯片被唤醒, 退出低待机模式, 继续工作。

LD端口为模拟调光端口, 当LD的电平高于0.2V, 输出开启, 调光范围为0.2~2.5V, 当LD的电平降低到0.1V以下, 芯片停止输出。

9.4. 频率设置

当ROSC脚位和VDD短接在一起, 开关频率是200KHz; 当ROSC脚位悬空, 开关频率是130KHz; 当ROSC端口对GND接入电阻, 电阻计算公式如下:

$$R_{OSC} = \frac{40 \times F_{OSC}}{130K - F_{OSC}} (Kohm)$$

9.5. 输出过压保护设置

通过电阻 R_3 和 R_4 可以设置输出的过压保护电压, 输出保护电压要比正常工作电压高30%。VFB端口为过压保护检测端口, 当VFB电压高于1.25V时芯片的GATE开关输出关闭, 当VFB的电压低于1.1V时芯片的开关输出重新开始, 以确保输出电压不会超过设定电压, VFB脚位需外接一个下拉电阻 R_4 , 应用中对VFB端口和LED+直接接入一个电阻 R_3 即可实现过压保护:

$$V_P = \frac{1.25 \times R3}{R4} (V)$$

9.6. VDD旁路电容

VDD管脚需要并联一个1.0uF以上的旁路电容，电容的大小选择和驱动MOS的大小有关系，MOS越大，需要的旁路电容也越大。PCB布板时，VDD电容需要紧挨着端口布局。

9.7. 过温处理

当芯片温度过高时，系统会限制输入电流峰值，典型情况下当芯片内部温度达到110℃以上时，过温调节开始起作用；随温度升高，输入电流逐渐减小，从而限制输入功率，增强系统可靠性。

9.8. 电感选择

电感的选择可通过计算公式算出：

$$L = \left(\frac{V_{IN}}{V_{OUT}} \right)^2 \times \left(\frac{V_{OUT} - V_{IN}}{F_{SW} \times I_{OUT}} \right) \times \left(\frac{E_{FF}}{R} \right) (uH)$$

V_{IN} ：输入电压， V_{OUT} ：输出电压， I_{OUT} ：输出电流， F_{SW} ：工作频率， E_{FF} ：转换效率， R ：电感峰峰值 ΔI_L 与电感平均电流的比例(一般设定在0.3~0.5)。

举例： $V_{IN}=12V$ 、 $V_{OUT}=36V$ 、 $I_{OUT}=1A$ 、 $F_{SW}=125kHz$ 、 $E_{FF}=90\%$ 、 $R=0.3$ ，代入公式求得电感 $L=64\mu H$ ，选用68 μH 。

9.9. 电容与续流二极管选择

贴片电容建议选用X5R、X7R材质。

二极管应具有承受反向峰值电压的能力，建议选择反向额定电压大于 V_{IN} 的二极管。为了提高效率，选择肖特基二极管（平均电流大于输入与电感峰值电流，耐压大于输出电压的1.5倍）。

电感平均电流（输入电流）计算公式：

$$I_{AVG} = \frac{V_{OUT} \times I_{OUT}}{V_{IN} \times E_{FF}} (A)$$

电感峰峰值电流计算公式

$$I_{PP} = \left(\frac{V_{IN}}{V_{OUT}} \right)^2 \times \left(\frac{V_{OUT} - V_{IN}}{F_{SW} \times I_{OUT}} \right) \times \left(\frac{E_{FF}}{L} \right) \times I_{AVG} (A)$$

电感峰值电流计算公式：

$$I_P = I_{AVG} + \frac{I_{PP}}{2} (A)$$

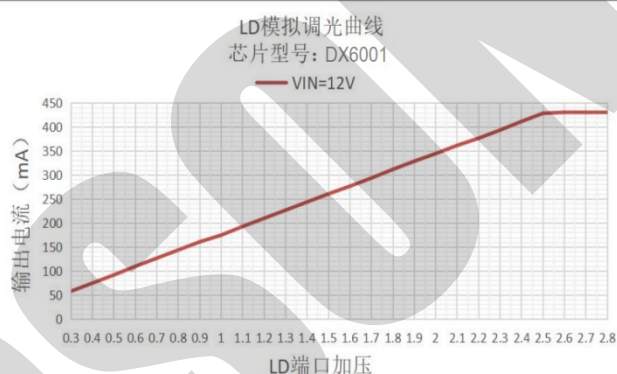
10. 典型特性曲线

10.1. 调光特性

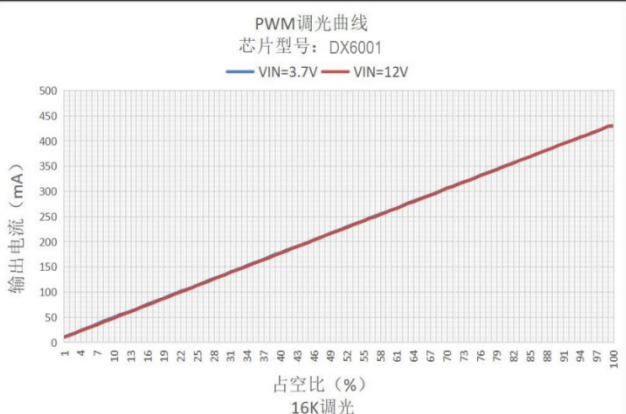
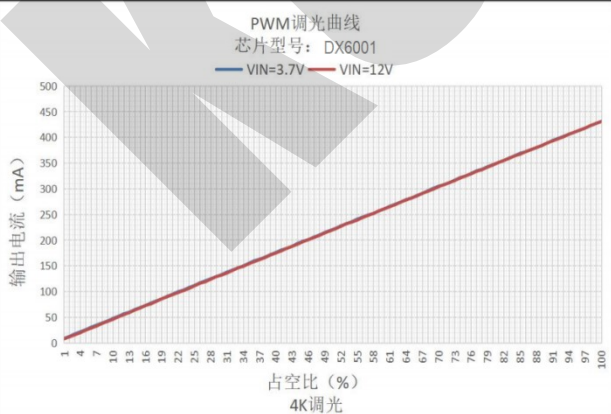
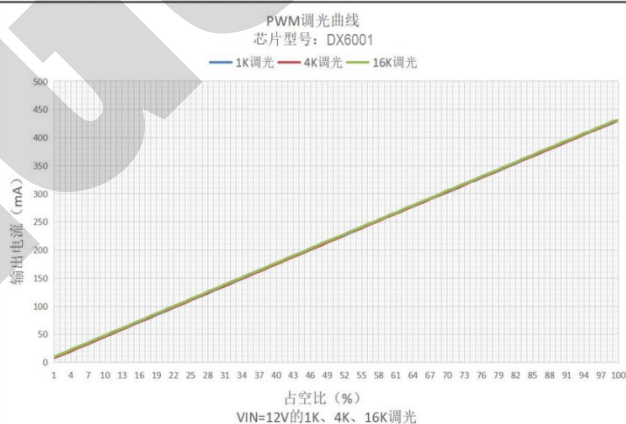
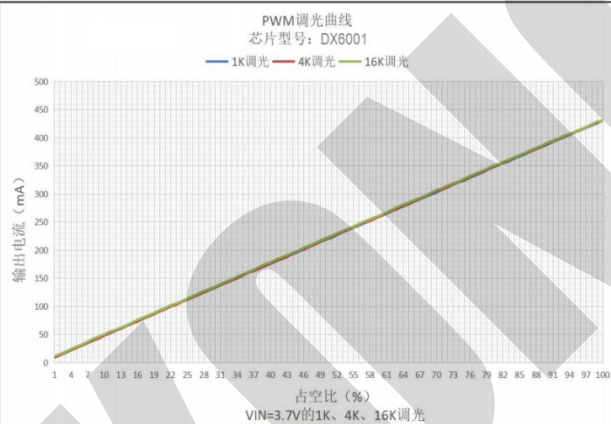
测试条件: $T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{IN}=3.7/12\text{V}$; $I_{OUT}=430\text{mA}$, $R_{IFB}=2\times 1\text{R}$; $R_{CS}=2\times 0.05\text{R}$; R_{OSC} 悬空, $f=130\text{KHZ}$;
电感=100uH; 输入电解=47uF/100V; 输出电解=100uF/50V; $V_{OUT}=6$ 串4并白灯

LD模拟调光曲线

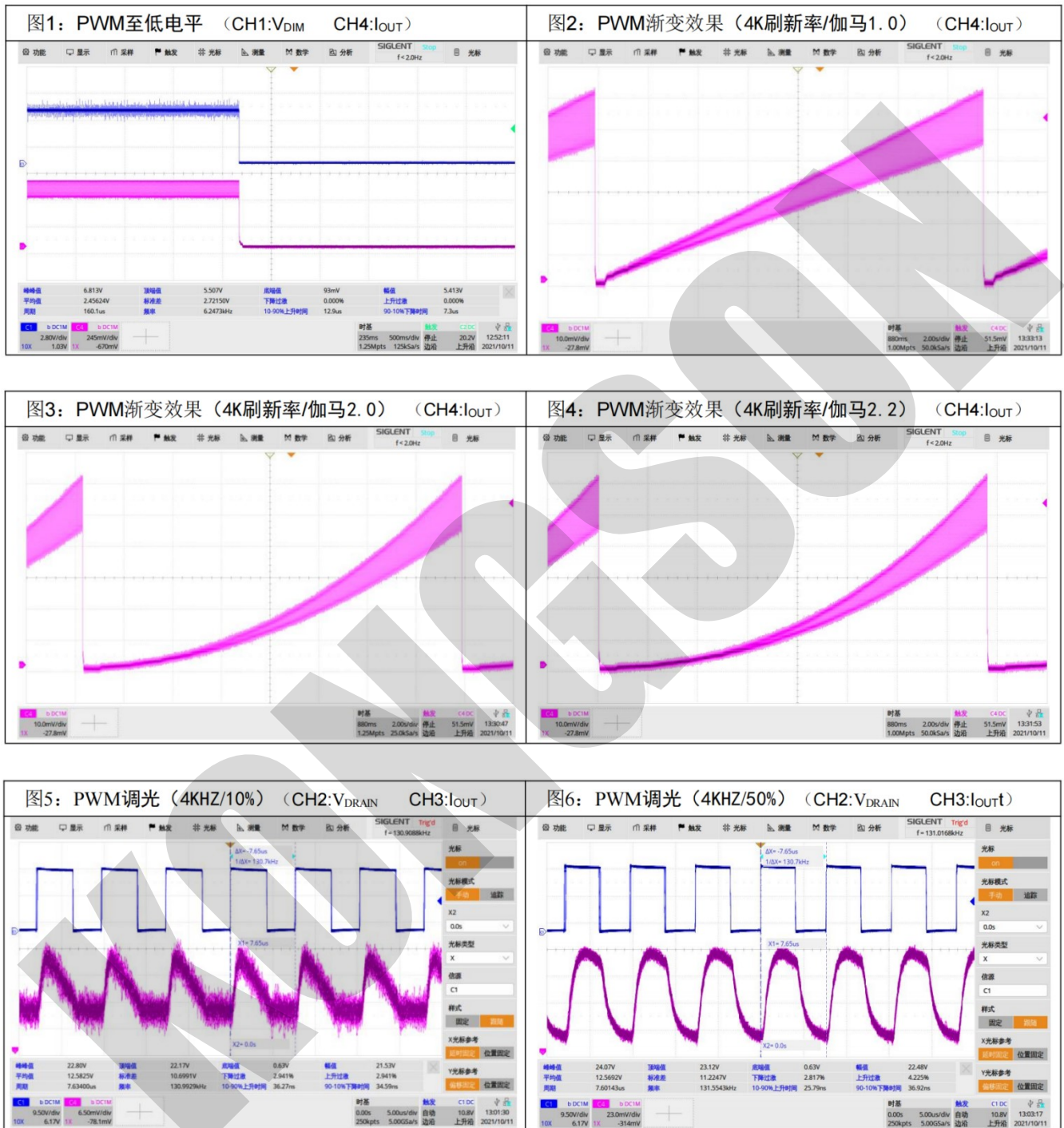
测试条件: LD补偿电路: $R_{LD}=510\text{R}$, $C_{LD}=1\mu\text{F}/50\text{V}$; PWM端口接VIN



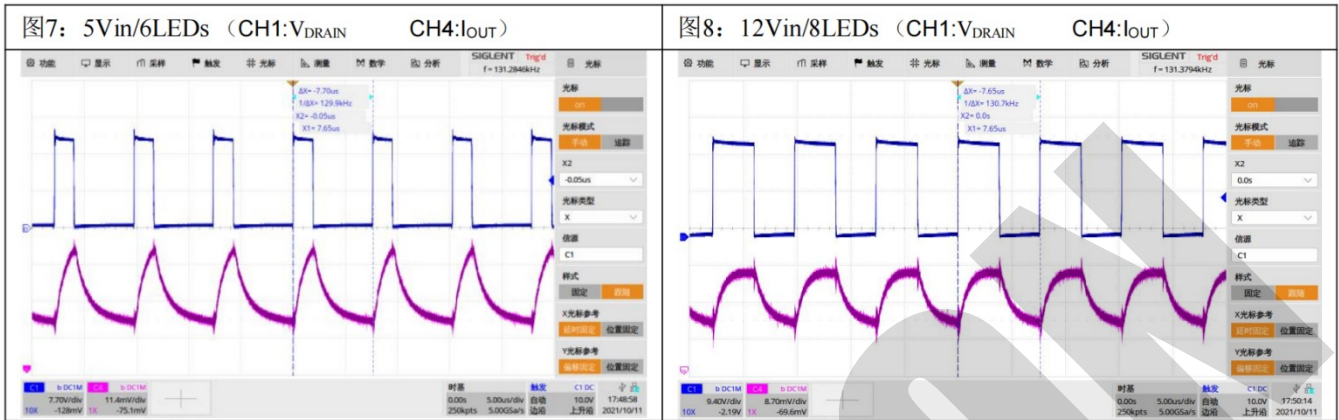
PWM调光曲线



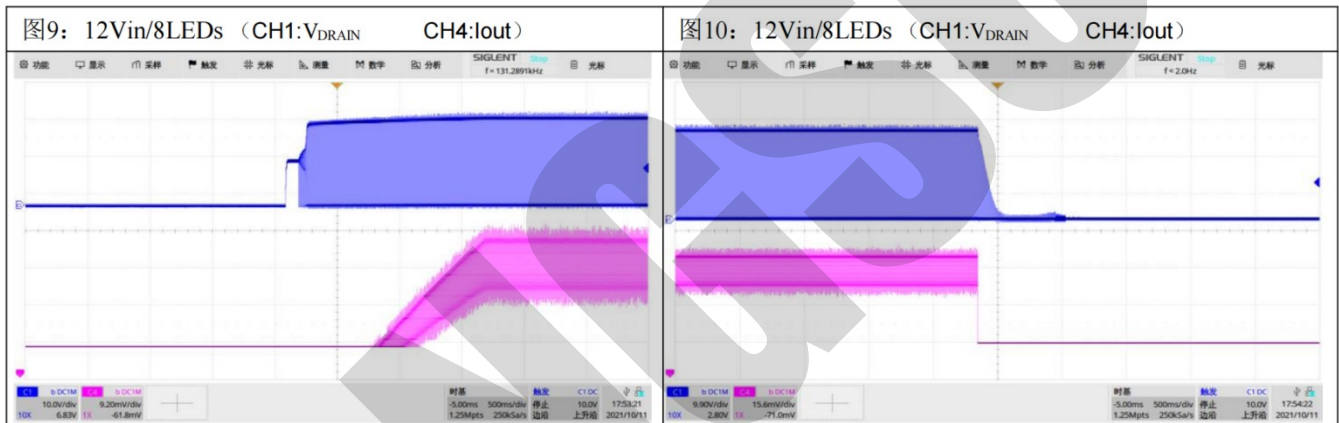
10.2.PWM调光波形



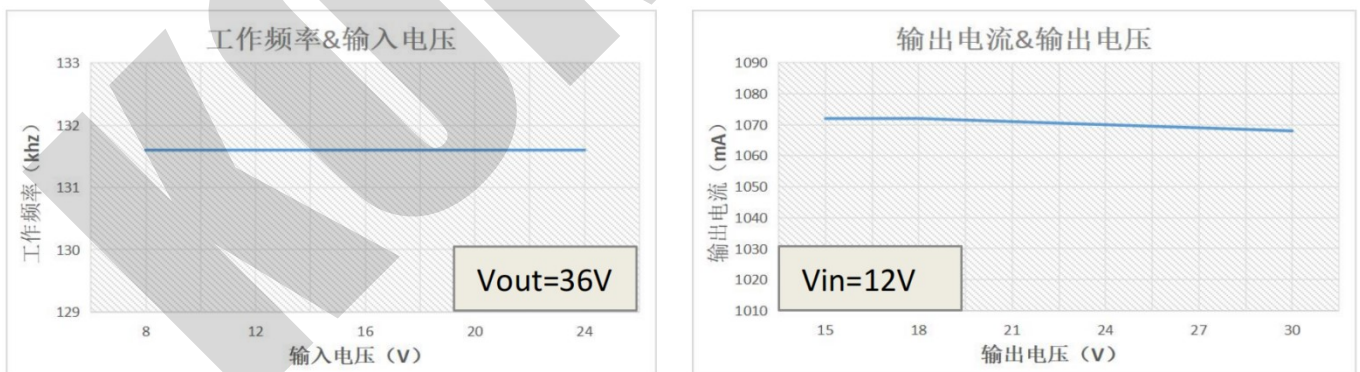
10.3.稳态波形

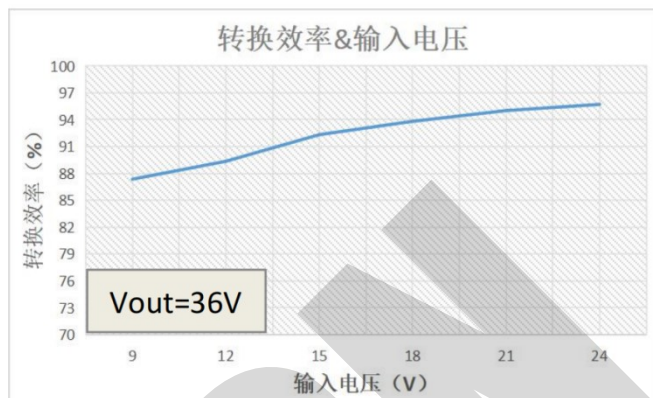
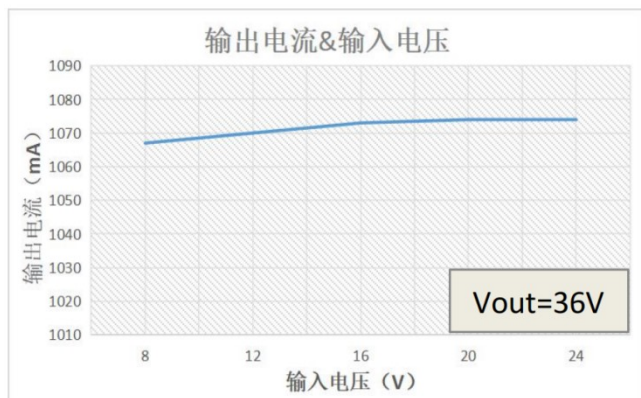


10.4.开关机波形



10.5.典型曲线

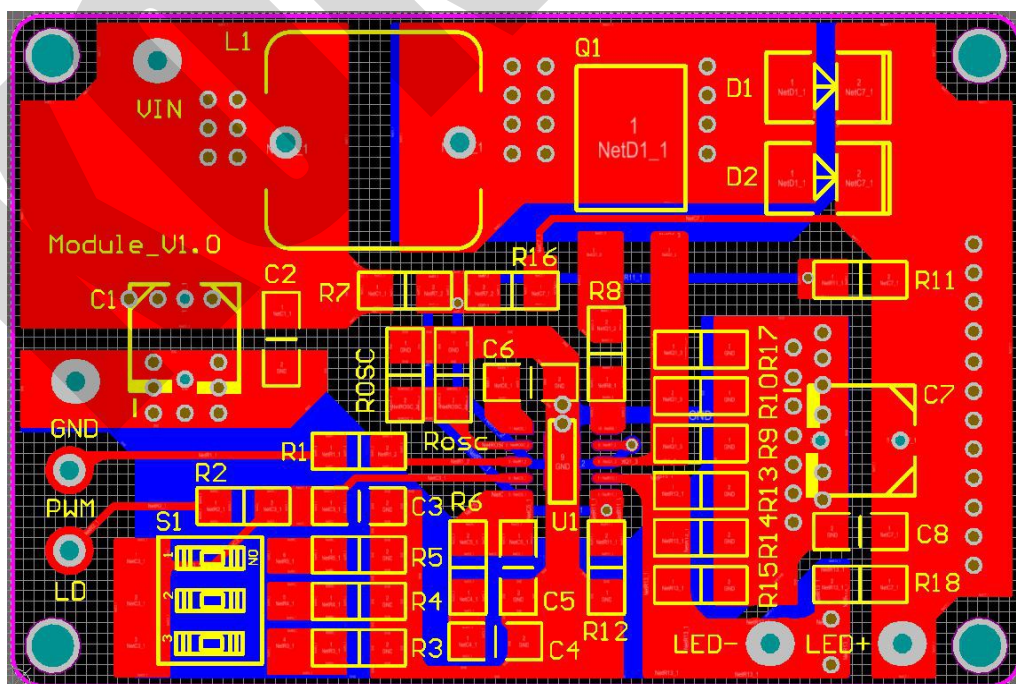


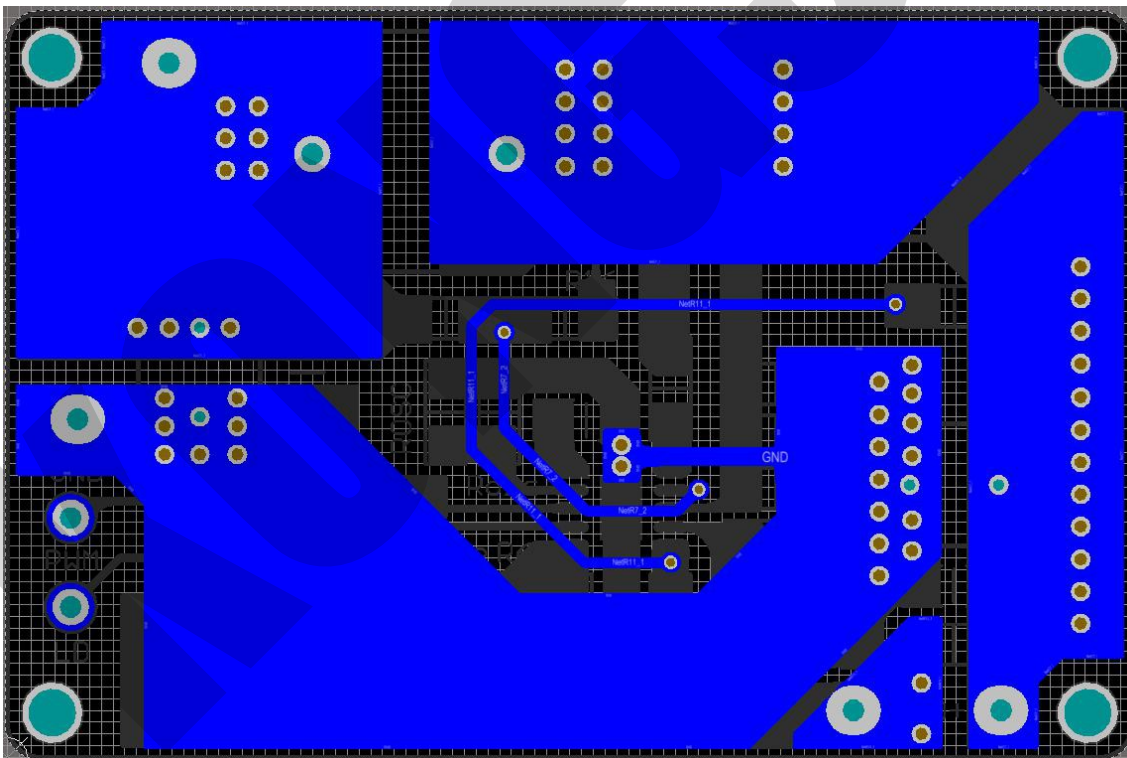
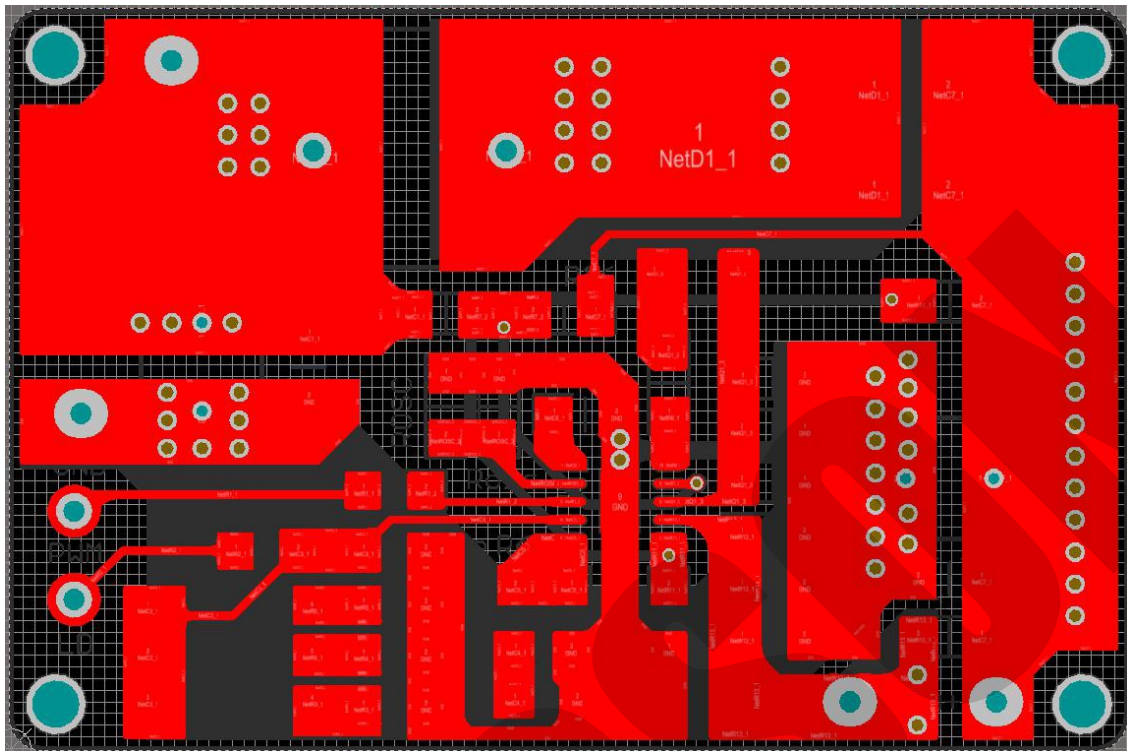


11. PCB设计注意事项

一个好的PCB设计能够最大程度地提高系统的稳定性、终端产品的量产良率。为了提高DX600X系列PCB的设计水准，请尽可能遵循以下布局布线规则：

1. 芯片D端或MOSFET Drain端与续流二极管、功率电感的布线覆铜尽可能长度短、线宽大；
2. MOSFET Source端与CS检流电阻的布线覆铜，CS检流电阻靠近CS与GND管脚；
3. 芯片IFB 管脚要远离功率电感、NMOS管、续流二极管，避免受到干扰；
4. 输入电容、输出电容与CS检流电阻、IFB采样电阻的地布线覆铜，都应尽可能长度短、线宽大，上下层地多打过孔连接；
5. 系统的输入电容尽可能靠近芯片布局，保证输入电容达到最好的滤波效果；
6. 芯片的VDD电容靠近VDD与GND 管脚布局，且VDD电容的GND端、芯片GND 管脚与CS检流电阻、IFB采样电阻GND端保持单点连接；
7. 输出电容的地一定要靠近CS检流电阻、IFB采样电阻的地，可以降低开关切换尖冲和输出高频噪声。
8. 输出过压保护电阻靠近OVP与GND 管脚布局；

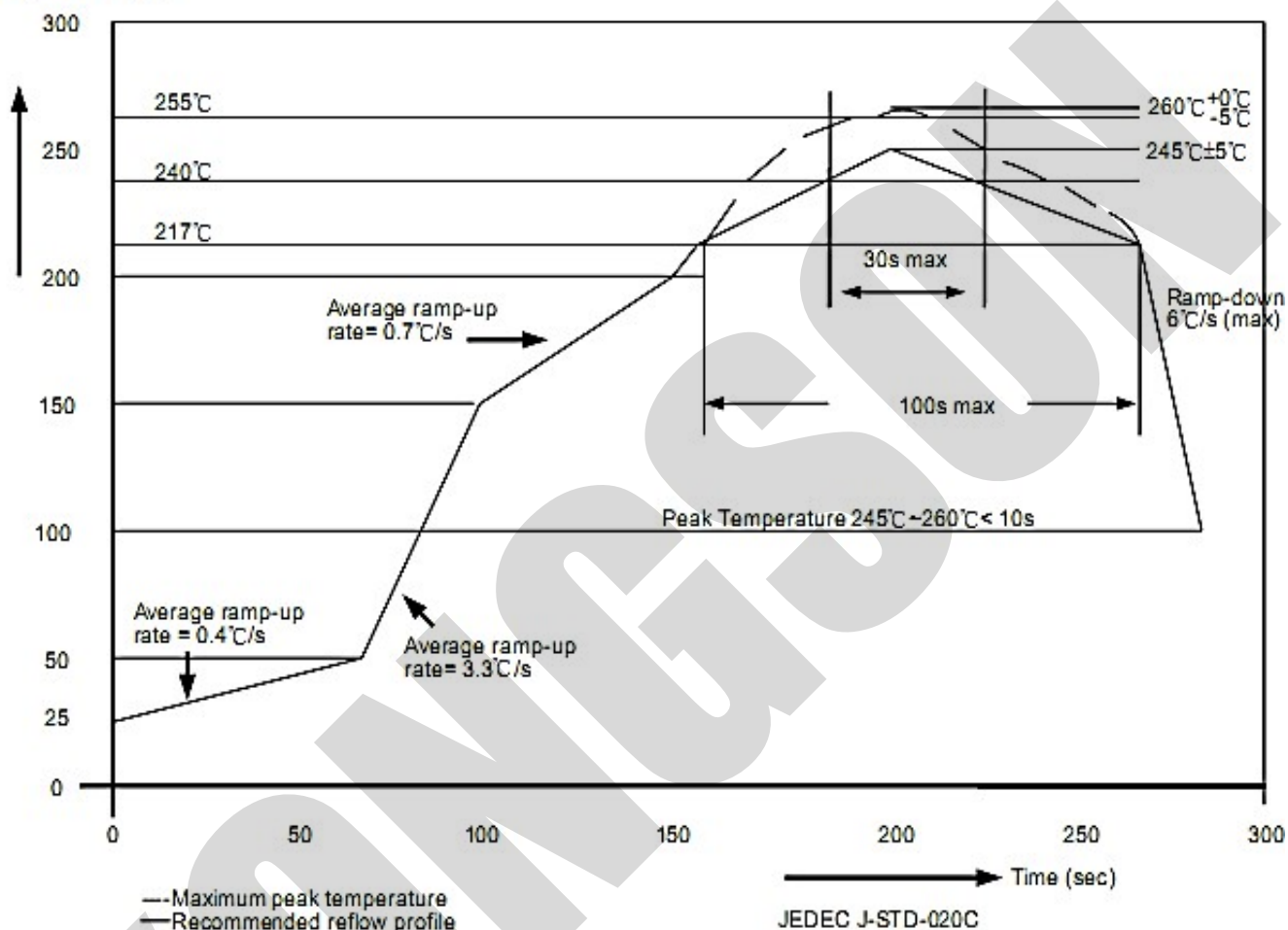




封装焊接制程

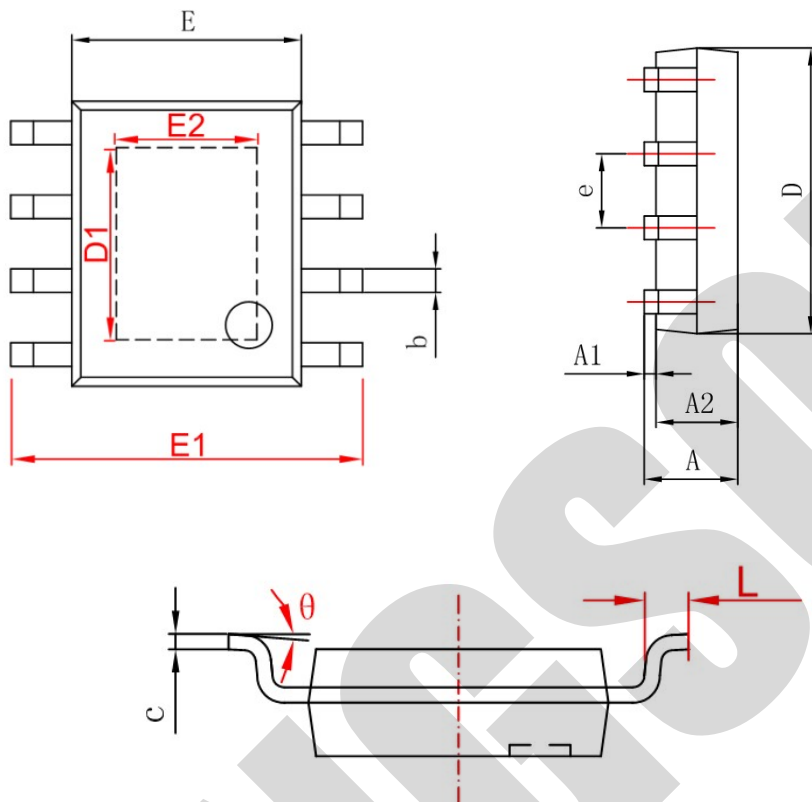
德信创微电子所生产的半导体产品遵循欧洲 RoHs 标准，封装焊接制程锡炉温度符合 J-STD-020 标准。

Temperature (°C)



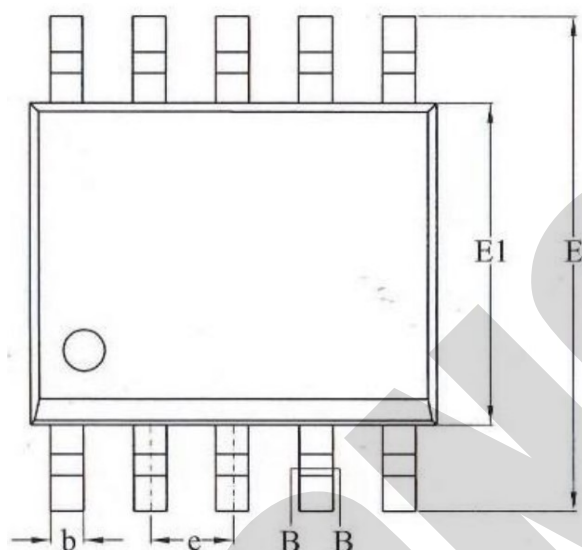
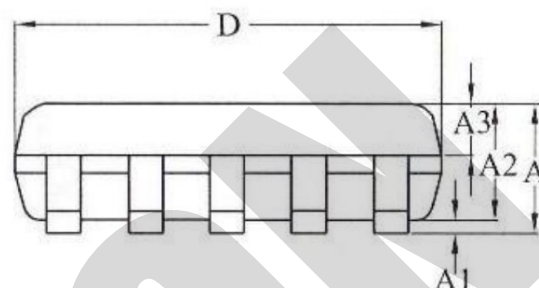
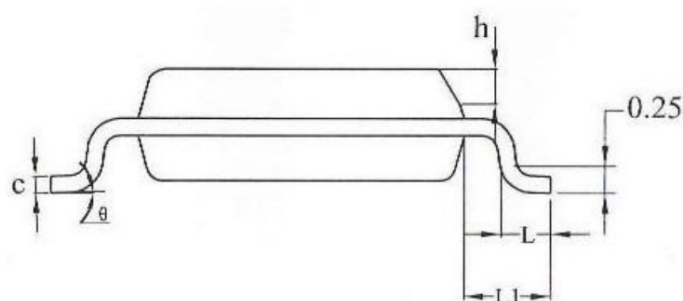
封装厚度	体积 mm ³ < 350	体积 mm ³ : 350~2000	体积 mm ³ ≥ 2000
<1.6mm	260+0° C	260+0° C	260+0° C
1.6mm~2.5mm	260+0° C	250+0° C	245+0° C
≥2.5mm	250+0° C	245+0° C	245+0° C

ESOP8



	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供参考	
E	3.7	4.2
E1	5.7	6.4
E2	2.34供参考	
e	1.270(BSC)	
L	0.2	1.5
Θ	0°	10°

ESOP10



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	—	—	1.75
A1	0.10	—	0.225
A2	1.30	1.40	1.50
A3	0.60	0.65	0.70
b	0.39	—	0.47
b1	0.38	0.41	0.44
c	0.20	—	0.24
c1	0.19	0.20	0.21
D	4.80	4.90	5.00
E	5.80	6.00	6.20
E1	3.80	3.90	4.00
e	1.00BSC		
h	0.25	—	0.50
L	0.50	—	0.80
L1	1.05REF		
θ	0	—	8°