



DX7000 多功能平均电流型 LED 恒流驱动器

1. 特点

- 平均电流工作模式
- 高效率：最高可达 95%
- 内置 5V 稳压管
- 外驱 MOS，最大驱动 50N
- 最大工作频率 1MHz
- 恒流精度 $\leq\pm 3\%$
- 支持 PWM/模拟/分段调光
- 支持高辉调光，调光比 65536: 1
- 封装：SOT23-6

2. 应用领域

- 景观亮化洗墙灯
- 舞台调光效果灯
- 高端汽车照明
- LCD 背光照明
- 建筑照明

4. 应用电路

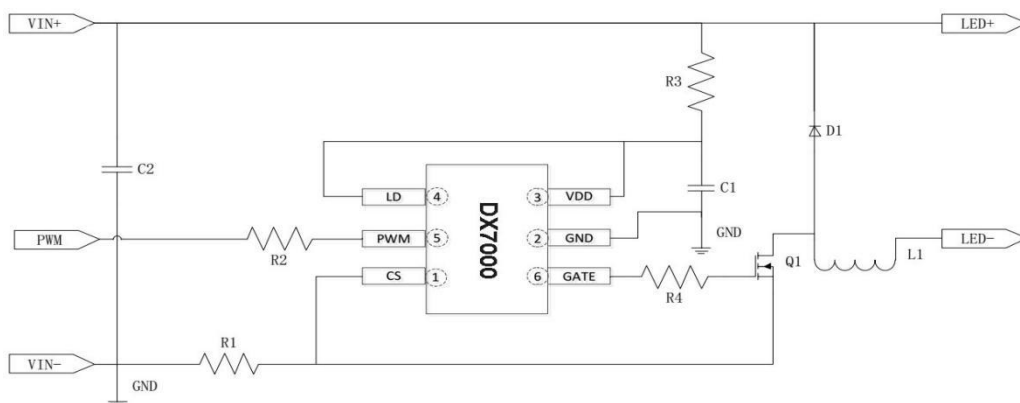


图 4.1 DX7000 应用电路

3. 概述

DX7000 是一款外围电路简单的多功能平均电流型 LED 恒流驱动器，适用于宽电压范围的非隔离式大功率恒流 LED 驱动领域。

芯片 PWM 端口支持超小占空比的 PWM 调光，可响应最小 60ns 脉宽。采用我司专利算法，为客户提供最佳解决方案，最大限度地发挥灯具优势，以实现景观舞台灯高辉的调光效果，65536 (256*256) 级高辉调光。PWM 端口为高电平，芯片正常工作，为低电平芯片输出关闭。

芯片采用我司专利的平均电流控制算法，输出电流恒流精度 $\leq\pm 3\%$ ，且输出电流受输入输出电压、系统电感的影响小；芯片内部集成环路补偿，外围电路简洁，系统更加稳定可靠。

芯片通过对 LD 端口进行控制实现三功能切换。LD 悬空时，系统为高亮模式；LD 比 VDD 高 1V 时，系统为 1/2 电流的低亮模式；LD 接 0.2-1.2V 模拟调光信号输入时，系统为模拟调光模式。LD 高低亮切换模式，用来实现汽车 LED 照明的远近光灯切换。LD 模拟调光模式时，端口电压低于 0.2V，输出关闭。



5. 管脚配置

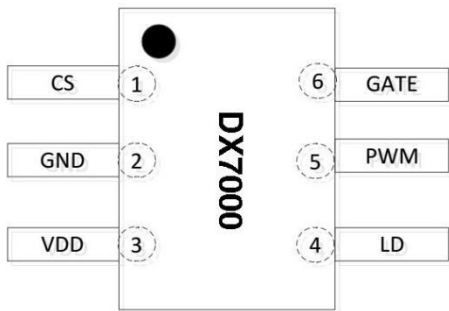


图 5.1 DX7000 管脚

编号	管脚名称	功能描述
1	CS	电流检测端口
2	GND	地
3	VDD	芯片工作电源
4	LD	模拟/分段调光
5	PWM	PWM 调光
6	GATE	NMOS GATE 驱动管脚

6. 极限工作参数

符号	说明	范围	单位
VDD	芯片工作电源	-0.3~7.0	V
VCS	CS 输入电压	-0.3~7.0	V
VPWM	PWM 输入电压	-0.3~7.0	V
VLD	模拟或分档调光输入电压	-0.3~7.0	V
TA	工作温度	-20~125	°C
TSTG	存储温度	-40~150	°C
HBM	人体放电模式	>2	KV

7. 结构框图

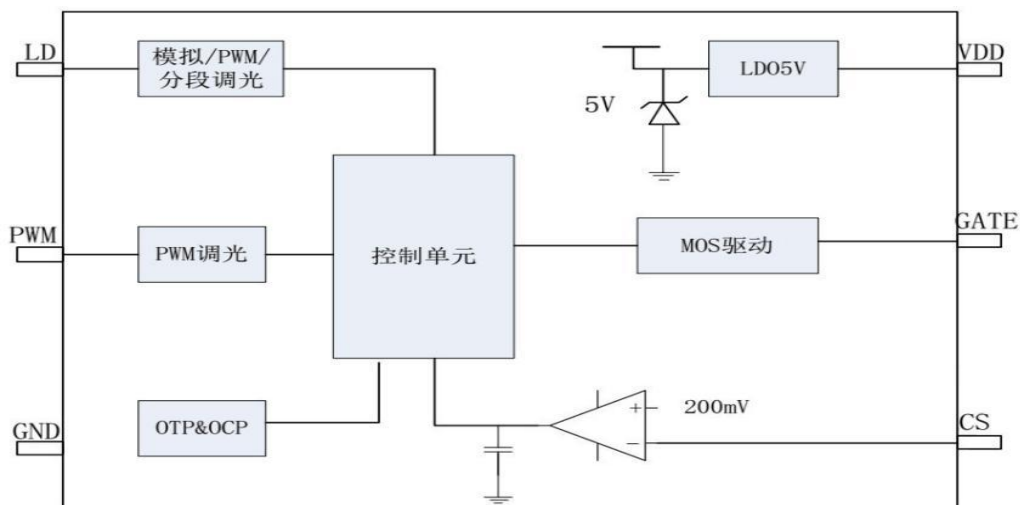


图 7.1 结构框图



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	
VDD 工作部分						
IDD	工作电流	VDD=5V、GATE 悬空	-	1	-	mA
VDDclamp	VDD 钳位电压		-	5.0	-	V
IDDclamp	VDD 钳位电流			-	25	mA
OSC_MAX	系统最大工作频率			1000		KHz
OSC_MIN	系统最小工作频率		30K		50K	
CS 输入部分						
Vcs	过流判断阈值	VDD=5V	216	-	264	mV
VREF	恒流控制电压	VDD=5V	-	200	-	mV
TLEB	LEB 时间		-	120	-	nS
调光端口						

符号	说明	测试条件	范围			单位
			最小	典型	最大	
DMAX	最大占空比	-	-	100	-	%
VPWM_H	PWM 调光检测阈值上限	PWM rising	-	1.4	-	V
VDIM_L	PWM 调光检测阈值下限	PWM falling	-	0.8	-	V
VLD_H	模拟调光起始阈值上限			1.2		V
VLD_L	模拟调光起始阈值下限			0.2		V
ILD_F	分档调光下拉电流			20		uA
过温保护						
Tovt	过温保护阈值	过温降电流的方式-	-	140	-	$^{\circ}\text{C}$



9. 应用说明

DX7000 是一款外围电路简单的多功能平均电流型 LED 恒流驱动器，适用于超宽电压范围的非隔离式恒流 LED 驱动领域。通过对 CS 端口的电流采样来实现精准的电流控制，芯片集成了多种调光模式，拓展了系统应用。

9.1. 输出电流

输出电流由芯片内部的误差放大器采样并且和内部的 0.2V 进行比较以及误差放大，从而实现系统的恒流控制，输出电流公式如下：

$$I_{out} = \frac{0.2V}{RCS} A$$

其中 I_{out} 为输出电流， Rcs 为系统的检流电阻。

9.2. 芯片启动

系统上电后通过启动电阻对连接于电源引脚 VDD 的电容充电，当电源电压高于 4.2V 后，芯片电路开始工作，直到 VDD 端口电压稳定达到钳位电压 5.2V 左右，芯片的供电电流主要有 VDD 端口接入的电阻 R3 提供，对于不同的功率 MOS，需要调整该电阻的大小以适应系统的电流损耗，MOS 越大，电阻越小，输入电压越低，需要的电阻越小。

9.3. 调光设置

通过给 LD 设置，可以让芯片实现不同的调光功能。

当 LD 外接电阻拉高时（上拉电流大于 20uA），芯片进入 1/2 低亮模式，LD 悬空时，芯片进入高亮工作模式。

当 LD 接入 0.2V~1.2V 模拟信号时，芯片进入模拟调光模式，当 LD 端口低于 0.2V 以下关闭输出，该功能主要为电动车的远光以及近光灯切换应用而设计，可以简化外围系统，降低成本，提高集成度，而且 LD 端口也可以实现 PWM 调光的功能，用 LD 端口进行 PWM 调光的时候 LD 端口的高电平要超过 1.2V。

此外 PWM 端口支持超小占空比的 PWM 调光，可以响应 <60ns 的 PWM 脉宽波形，当 PWM 信号为低电平，输出关闭，当 PWM 信号为高电平，输出开启，悬空的时候默认该端口为高电平输入。



9.4. 电感选择

由于芯片原理设定，不同的电感值，会影响到驱动开关频率。电感值决定了输出电流在开关时的升降斜率，而电流斜率决定了 FET 开关时电流从波谷到波峰和波峰到波谷消耗的时间。

$$t_{ON} = \frac{L \times \Delta I}{V_{IN} - V_{LED} - I_{OUT} \times (FET_{RDS(ON)} + DCR_L + R_{SENSE})}$$

$$t_{OFF} = \frac{L \times \Delta I}{V_{LED} + V_{diode} + I_{OUT} \times DCR_L}$$

DCR_L 是电感的直流电阻值， V_{LED} 是 LED 的压降， $FET_{RDS(ON)}$ 是功率 MOSFET 的导通电阻， V_{diode} 为蓄流二极管的压降。

开关频率可由下公式计算：

$$f_{SW} = \frac{1}{t_{ON} + t_{OFF}}$$

电感值越大，输出电流的开关越缓慢。由于 CS 检测到 MOSFET 的开关之间存在传播延时，使得期望值和真实的纹波电流之间存在细微的差异。但是，选择电感时，不应使电流峰值超过电感的额定饱和电流。

9.5. 续流二极管

注意续流二极管的额定平均电流应大于流过二极管的平均电流。平均电流计算公式如下：

$$I_{avg_diode} = I_{OUT} \times \frac{t_{OFF}}{t_{ON} + t_{OFF}}$$

注意，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，建议选择快恢复的肖特基二极管。

9.6. VDD 供电电阻

芯片的主要是通过一个供电电阻 R_3 到芯片 VDD 提供芯片的工作电流，通常情况下，VDD 满足

$$VDD = V_{IN} - I_D \times R_3$$

公式中可以看出， R_3 过大会导致系统供电不足，过小则会导致功耗过大、芯片过热。而且该电阻的选择还与开关频率有一定的关系，系统频率越高，需要 R_3 的阻值越小。

下面以一个输出电流为 1A 的系统给出设计指导，电感为 47uH，

VIN (V)	5	12	24	36	48
R3(Ω)	100	1~2K	2~4K	3~5K	5K



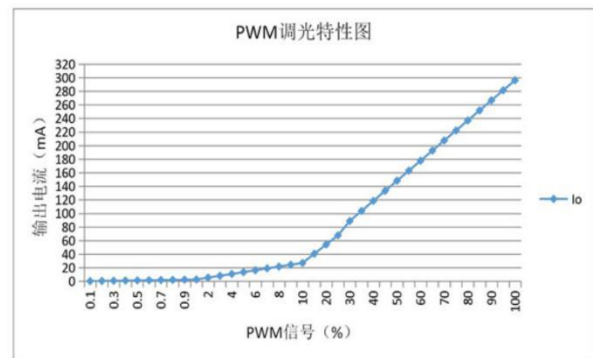
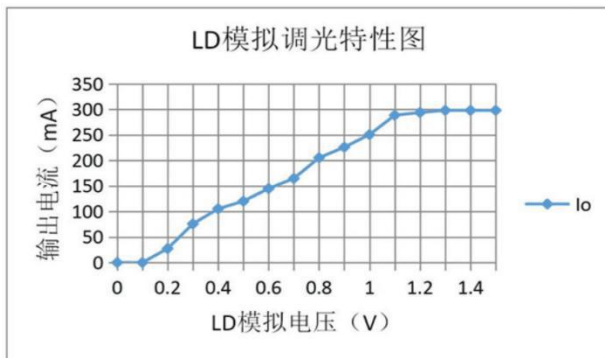
9.7. VDD旁路电容

VDD引脚需要并联一个0.47 μ F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布板的时候VDD电容需要紧挨着端口布局。

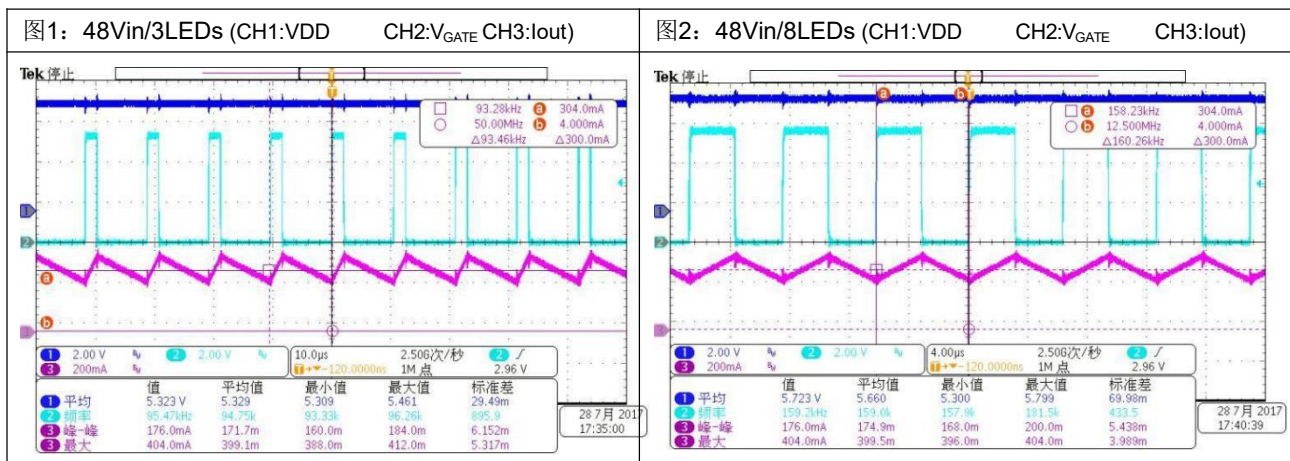
10. 典型特性曲线

10.1. 调光特性

$T_A=25^{\circ}\text{C}$, $I_{OUT}=300\text{mA}$

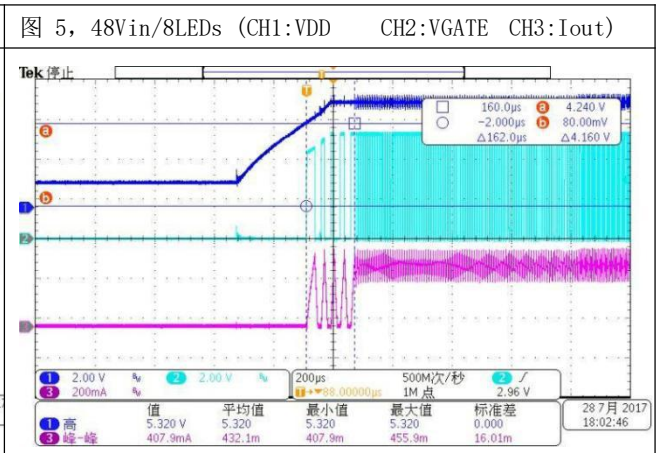
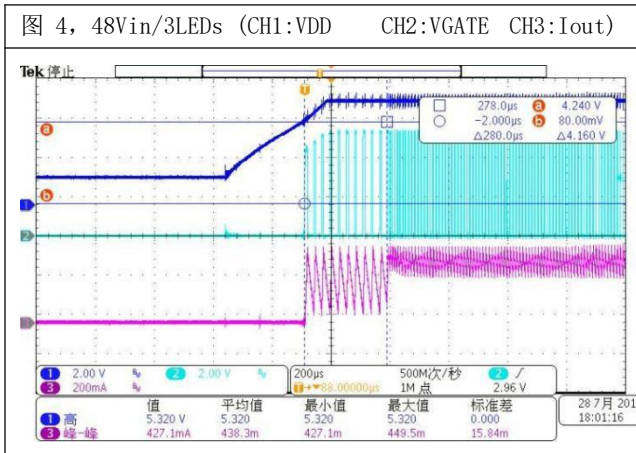


10.2. 稳态波形

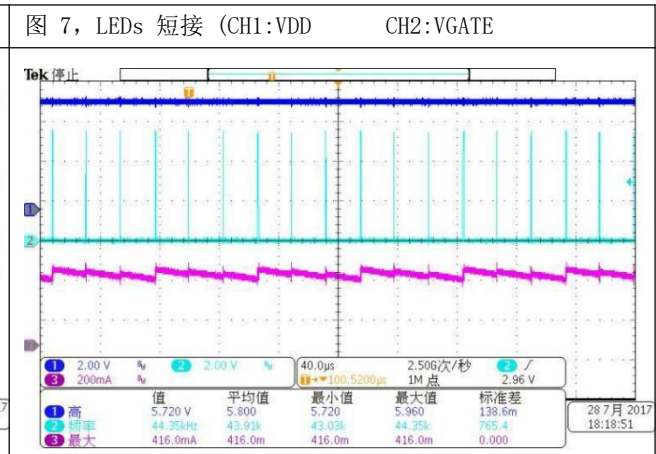
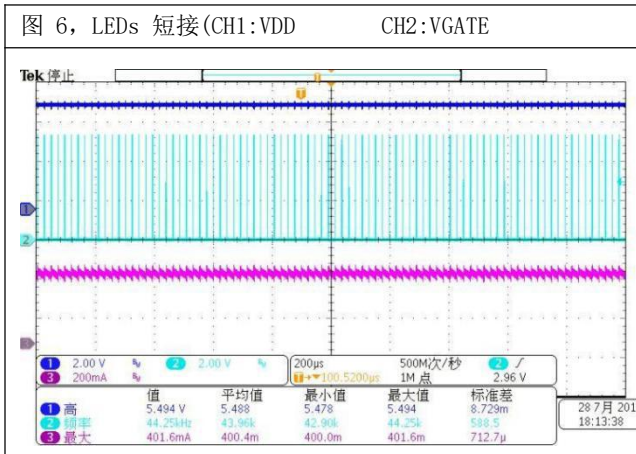




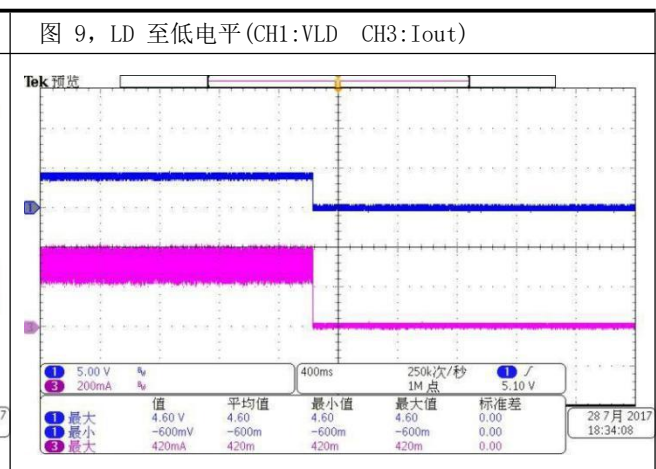
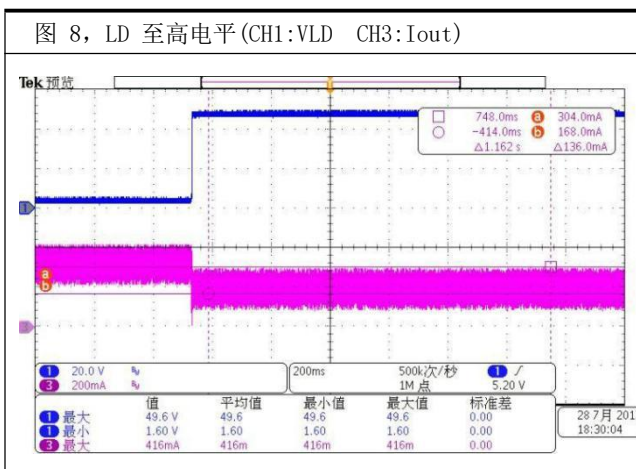
10.3. 启动波形



10.4. 输出短路波形



10.5. LD 分段调光波形





10.6. PWM 调光波形

图 10, PWM 至低电平 (CH1:VDIM CH3:Iout)

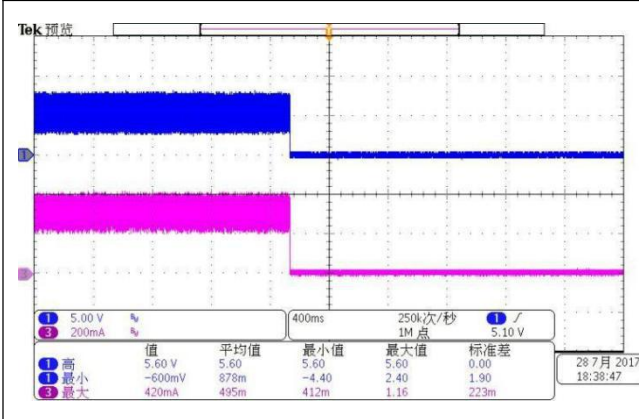


图 11, PWM 调光 (100Hz/0.1%) (CH2:PWM CH3:Iout)

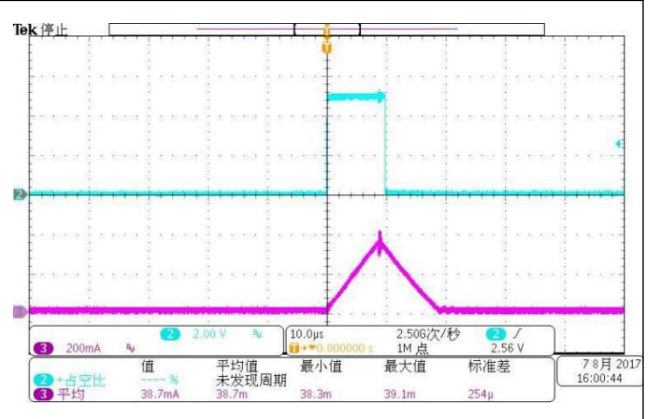


图 12, PWM 调光(100Hz/1%) (CH2:PWM CH3:Iout)

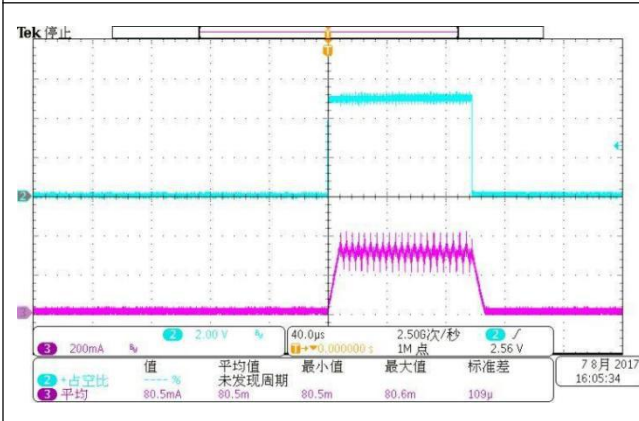


图 13, PWM 调光(100Hz/10%) (CH2:PWM CH3:Iout)

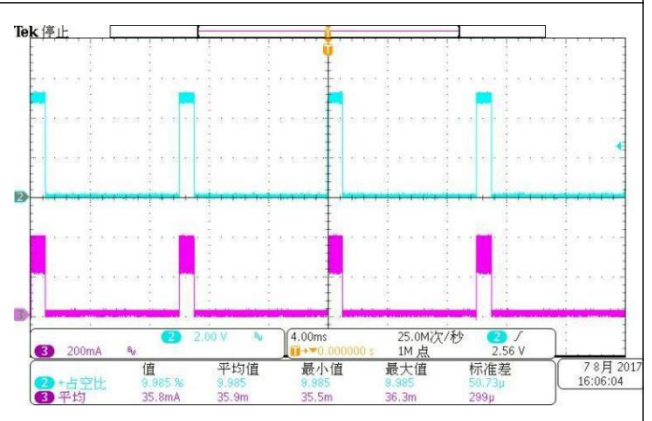


图 14, PWM 调光(100Hz/50%) (CH2:PWM CH3:Iout)

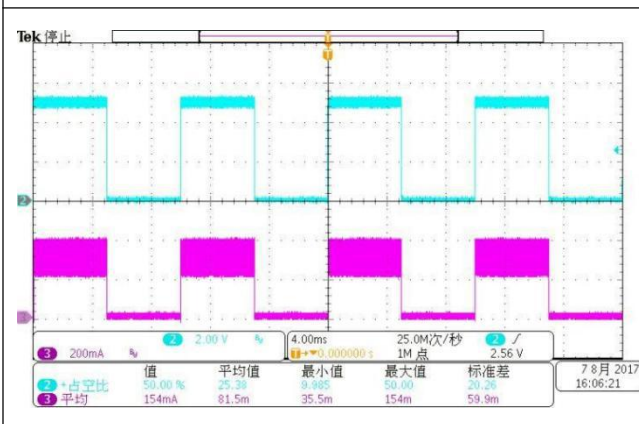
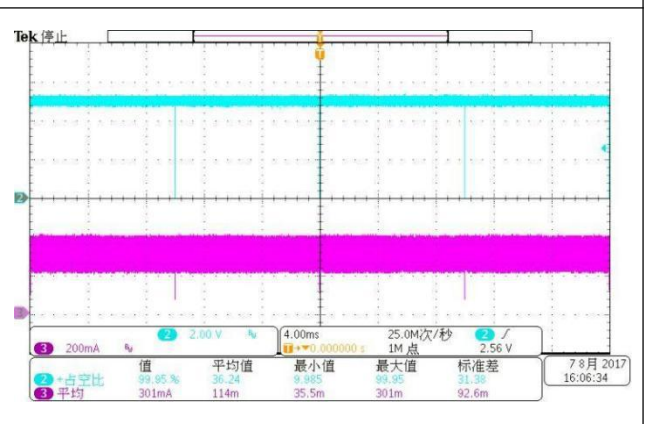


图 15, PWM 调光 (100Hz/100%) (CH2:PWM CH3:Iout)





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DX7000 系统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. 芯片D 端或MOSFET Source 端与 CS 检流电阻的布线覆铜，CS 检流电阻与输入电容 GND的布线覆铜，都应尽可能长度短、线宽大；
3. 芯片的 VDD 电容靠近芯片布局，且 VDD 电容的 GND 端与 CS 检流电阻 GND 端保持单点连接；
4. 系统的输入电容尽可能靠近 DX7001A 系统布局，保证输入电容达到最好的滤波效果；
5. 当 DX7000 系统工作在 RGBW 并联工作时，多路系统与 LEDs 模组连接推荐共阳布线，示意图见图 12.1；
- 6.

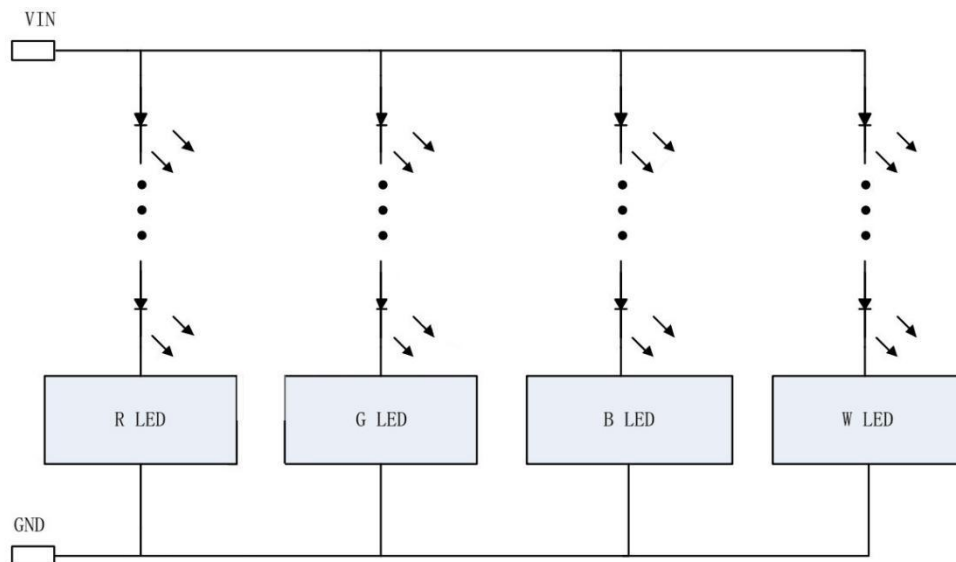
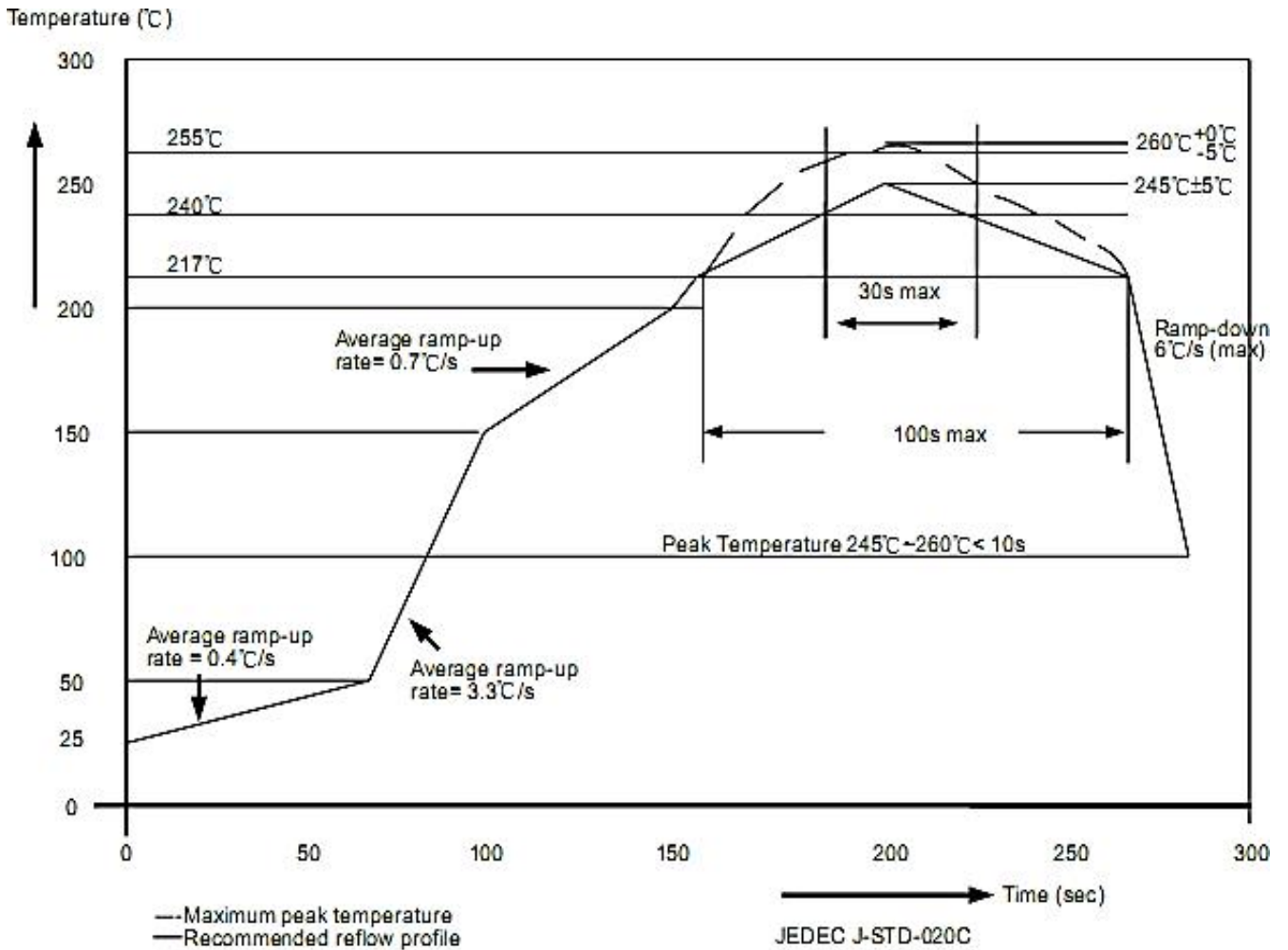


图 11.1 四路共阳连接电路示意图



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。

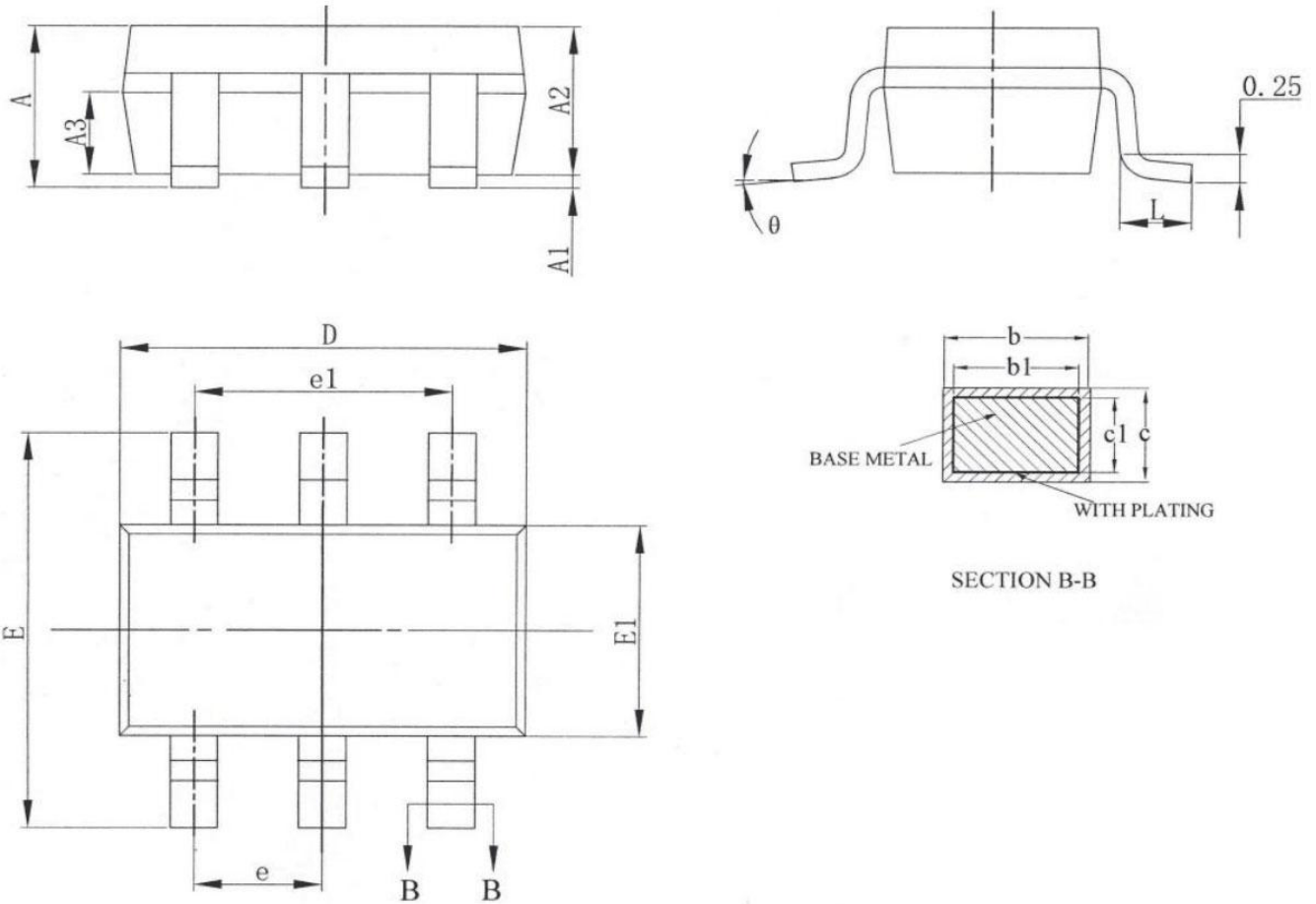


封装厚度	体积 mm ³ < 350	体积 mm ³ : 350~2000	体积 mm ³ ≥ 2000
<1.6mm	260+0° C	260+0° C	260+0° C
1.6mm~2.5mm	260+0° C	250+0° C	245+0° C
≥2.5mm	250+0° C	245+0° C	245+0° C



封装信息

SOT23-6



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	--	--	1.25
A1	0.04	--	0.10
A2	1.00	1.10	1.20
A3	0.55	0.65	0.75
b	0.38	--	0.48
b1	0.37	0.40	0.43
c	0.11	--	0.21
c1	0.10	0.13	0.16
D	2.72	2.92	3.12
E	2.60	2.80	3.00
E1	1.40	1.60	1.80
e	0.95BSC		
e1	1.90BSC		
L	0.30	--	0.60
theta	0	--	8°



使用权声明

德信创微对于产品、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，建议与德信创微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。

德信创微的产品，除非经过德信创微合法授权，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，德信创微将不负任何损害赔偿 responsibility。

此份文件上所有的文字内容、图片及商标为德信创微所属之智慧财产。未经德信创微电子合法授权，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。