

Hi7301 高精度无频闪调光降压 LED 恒流驱动器

1. 特性

- 支持 100: 1 调光比
- 工作电压范围 6.5-75V
- 支持软启动
- 转换效率>95%
- 负载调整率 $\leq\pm 0.5\%$
- 低待机功耗
- 真正无频闪调光
- 支持最大输出电流设置
- 支持调光频率超过 32K
- 支持开关频率设置
- 支持 PWM 转模拟/模拟调光
- 内置 80V LDO 供电
- 恒流精度 $\leq\pm 3\%$
- 支持过温降电流
- 封装: ESSOP10

2. 应用领域

- 0~10V 调光
- Dali 调光
- 智能照明
- 低压商业 LED 照明

4. 芯片选型

3. 说明

Hi7301 是一款外围电路简洁的宽调光比无频闪降压调光 LED 恒流驱动器，适用于 6.5-75V 输入电压范围的 LED 恒流照明领域。

Hi7301 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 $\leq\pm 3\%$ ，负载调整率 $\leq\pm 0.5\%$ ，可以轻松满足宽输入输出电压的应用需求，全程调光无频闪。

PWM 调光支持高辉应用，支持 100Hz 以上的调光频率，分辨率超过 100: 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 $<80\mu\text{A}$ ，当 EN/DIM 端口拉高以后芯片重新启动。EN/DIM 管脚内置上拉，不使用时可以悬空。

LD 端口支持模拟调光，调光范围 0~1.8V，应用于最大电流设置。LD 端口接电容到地，可以设置软启动时间。

芯片的输出电流通过 ISENSE 对 VIN 端口的检流电阻来设定。

支持过温降电流。

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
Hi7301	≤ 1.5	内置 MOS	ESSOP10	4000	80V

5. 管脚配置

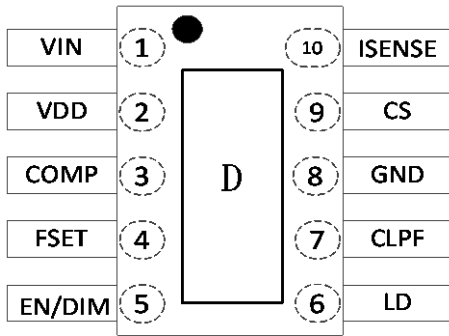


图 5.1 Hi7301 管脚图

编号	管脚名称	功能描述
1	VIN	供电输入
2	VDD	内部电源
3	COMP	环路补偿
4	FSET	倍频使能
5	EN/DIM	芯片使能/PWM 转模拟调光
6	LD	模拟调光, 设置输出最大电流
7	CLPF	基准滤波电容
8	GND	芯片地
9	CS	峰值电流检测
10	ISENSE	输出电流检测
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	-0.3~80	V
ISENSE	输出电流检测	-0.3~80	V
D	功率 MOS 的 DRAIN 端输出	100	V
CS	峰值电流检测管脚	-0.3~60	V
其余管脚	VDD、FSET、LD、COMP、CLPF、EN/DIM、GND	-0.3~6	V
TSTG	存储温度	-40~150	°C
TA	工作温度	-40~125	°C
ESD	HBM 人体放电模式	>2	KV

7. 结构框图

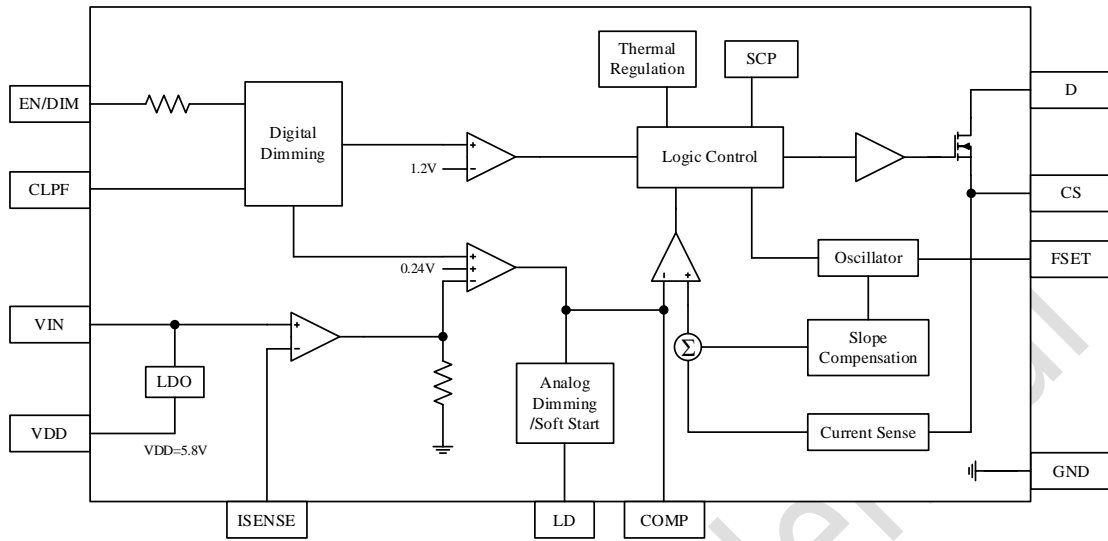


图 7.1 芯片内部结构框图

8. 应用电路

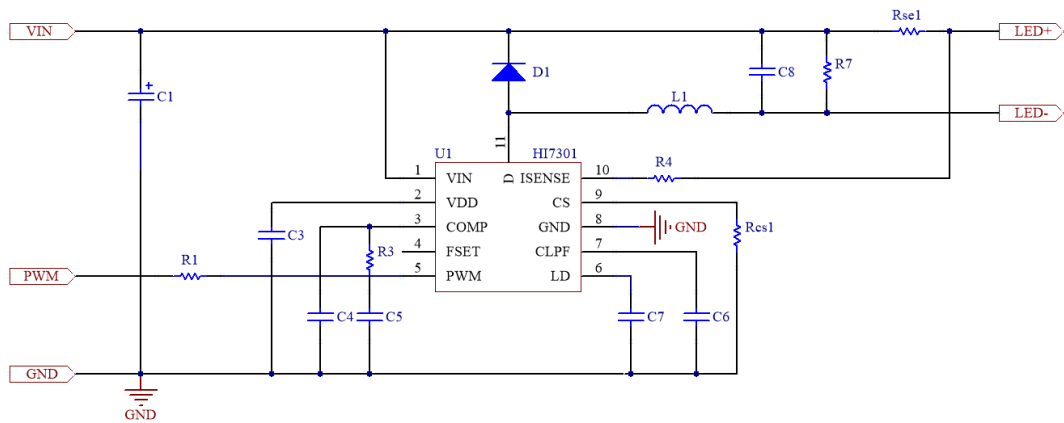


图 8.1 典型应用电路

9. 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	$V_{IN}=6.5\text{V}$	-	1	-	mA
$I_{STANDBY}$	休眠待机电流		-	-	80	uA
V_{IN}	V_{IN} 电压范围		6.5	-	75	V
V_{DD}	V_{DD} 电压		-	5.8V	-	V
U_{VLO}	欠压保护范围		3	-	6	V
恒流工作部分						
V_{CS}	恒流调节电压	$V_{IN}=6.5\text{V}$	-	-	500	mV
$V_{IN}-V_{SENSE}$	电流检测基准电压		-	240	-	mV
震荡器						
D_{MAX}	最大占空比		-	99	-	%
F_{SET}	默认开关频率 1	FSET 接 GND	-	230	-	KHz
	默认开关频率 2	FSET 悬空	-	130	-	KHz
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	-	1.8	V
	模拟调光高到低调光电压范围		0	-	1.8	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	-	134	-	$^{\circ}\text{C}$

备注:

- 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。
- 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。

10. 应用说明

Hi7301 是一款外围电路简洁的宽调光比降压调光 LED 恒流驱动芯片，适用于 6.5-75V 输入电压范围的 LED 恒流照明领域。芯片采用本司专利的恒流控制算法，输出电流精度在±3%以内，负载调整率 <±0.5%，可以做到 100: 1 的无频闪调光。

10.1. 输出电流

输出电流通过 ISENSE 对 VIN 端口的检流电阻采样并且和内部的 0.24V 进行比较，从而实现系统的恒流控制，输出电流公式如下：

$$I_{out} = \frac{0.24V}{R_{se}} A$$

其中 Iout 为输出电流，Rse 为系统的检流电阻。

10.2. 芯片启动

系统上电后通过 VIN 管脚对芯片供电，对连接于电源引脚的 VDD 电容充电，当电源电压高于 6.5V 后，芯片电路开始工作，直到 VDD 端口电压稳定达到钳位电压 5.8V 左右。

10.3. 调光设置

EN/DIM 端口兼容 PWM 转模拟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 <80uA，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。

EN/DIM 管脚内置上拉，不使用时可以悬空。

LD 端口支持模拟调光，调光范围 0~1.8V，应用于最大电流设置。

LD 端口接电容到地，可以设置软启动时间。

10.4. 频率设置

当 FSET 管脚悬空，开关频率是 130KHz；当 FSET 管脚接 GND，开关频率是 230KHz。

10.5. 电感选择

电感的选择可通过计算公式算出：

$$L = \frac{(V_{IN} - V_{OUT}) \times V_{OUT} \times 10^6}{r \times I_{OUT} \times f \times V_{IN}} (uH)$$

V_{IN}: 输入电压, V_{OUT}: 输出电压, I_{OUT}: 输出电流, r: 电流纹波率, f: 工作频率。

举例: V_{IN}=48V、V_{OUT}=36V、I_{OUT}=1A、f=130kHz、r=0.35, 代入公式计算得电感 L≈198uH, 选用 200uH。

电感的选择影响功率、效率、稳态运行、瞬态行为和回路的稳定性。电感值决定了电感的纹波电流。选用电感需要注意其额定饱和电流以及是否适合高频调光。

电感平均电流计算公式：

$$I_{AVG} = I_{OUT}(A)$$

电感峰峰值电流计算公式：

$$I_{PP} = \frac{V_{OUT}}{L \times f} \times \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right)(A)$$

电感峰值电流计算公式：

$$I_{PK} = I_{OUT} \times \left(1 + \frac{r}{2}\right)(A)$$

10.6. 续流二极管选择

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。二极管平均电流计算公式如下：

$$I_D = I_{OUT} \times \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right)(A)$$

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，选择肖特基二极管。

10.7. 峰值电流检测电阻选择

芯片通过 CS 电阻在 MOSFET 打开时检测峰值电流。检测信号将增加控制回路的坡度补偿。CS 峰值电流检测电阻计算公式如下：

$$R_{CS} = \frac{2 \times f \times L \times (V_{IN} - V_{OUT})}{2 \times f \times L \times I_{OUT} \times V_{IN} + V_{IN} \times V_{OUT} - V_{OUT}^2} (\Omega)$$

V_{IN} ：输入电压， V_{OUT} ：输出电压， I_{OUT} ：输出电流， L ：电感值， f ：工作频率。

举例： $V_{IN}=48V$ 、 $V_{OUT}=36V$ 、 $I_{OUT}=1A$ 、 $f=130kHz$ 、 $L=100\mu H$ ，代入公式计算得 $R_{CS} \approx 0.186\Omega$ ，选用 0.1Ω 。

10.8. VDD、VIN 和 ISENSE 旁路电容选择

为了保持电路的稳定，VDD 引脚对地并联 $0.1\mu F$ 电容，VIN 对地并联 $1\mu F$ 电容。

PCB 布板时，VDD、VIN 旁路电容需要紧挨着芯片引脚布局。

10.9. 过温处理

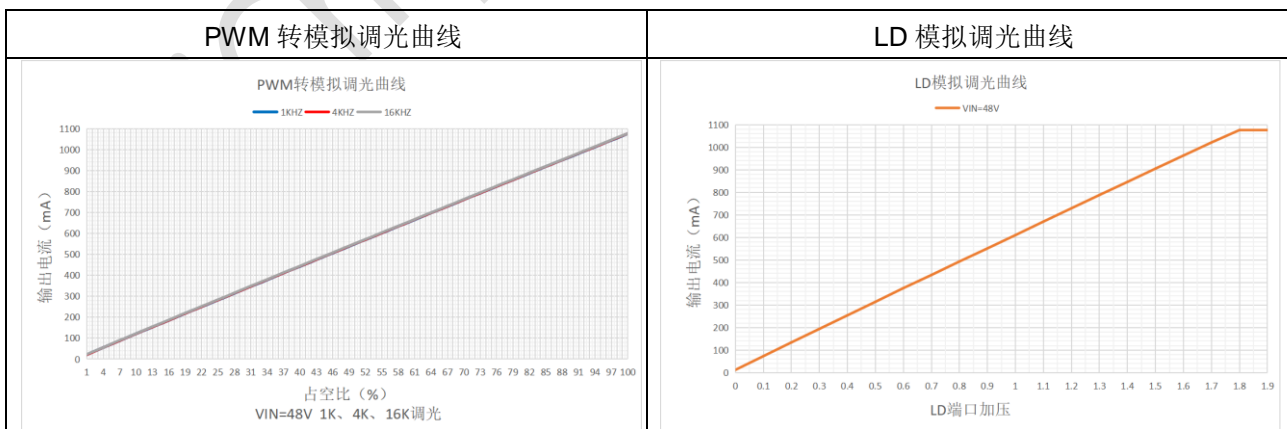
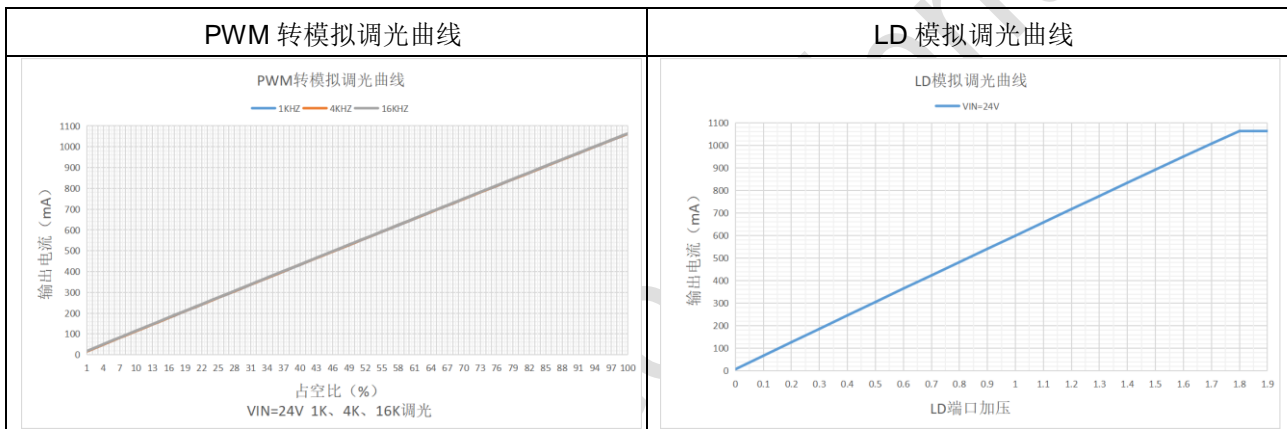
当芯片温度过高时，系统会限制输入电流峰值，典型情况下当芯片内部温度达到 $134^\circ C$ 以上时，过温调节开始起作用；随温度升高，输入电流逐渐减小，从而限制输入功率，增强系统可靠性。

11. 典型特性曲线

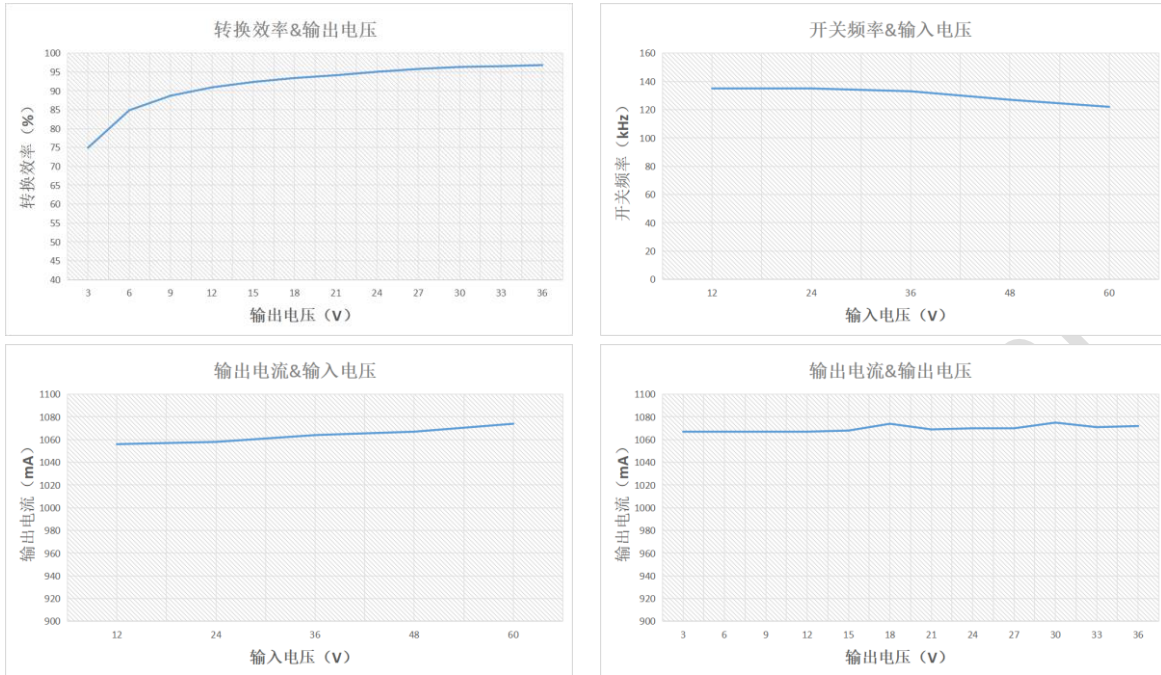
11.1. 调光特性曲线

测试条件: $T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{IN}=24\text{V}$; $V_{OUT}=6$ 串 4 并白灯; $I_{OUT}=1062\text{mA}$, $R_{se}=0.4R+0.5R$; $R_{CS}=0.02R$; FSET 悬空, $f=130\text{KHZ}$; $L1=100\mu\text{H}$; $Q1=\text{DHS180N10LD}$; 补偿: $R1=110\text{K}$ 、 $C7=22\text{nF}$ 、 $C6=33\text{pF}$;
 $C1=22\mu\text{F}/100\text{V}$; $C8=100\mu\text{F}/50\text{V}$; $C2=100\text{nF}/50\text{V}$; $D1=\text{SS510}$;

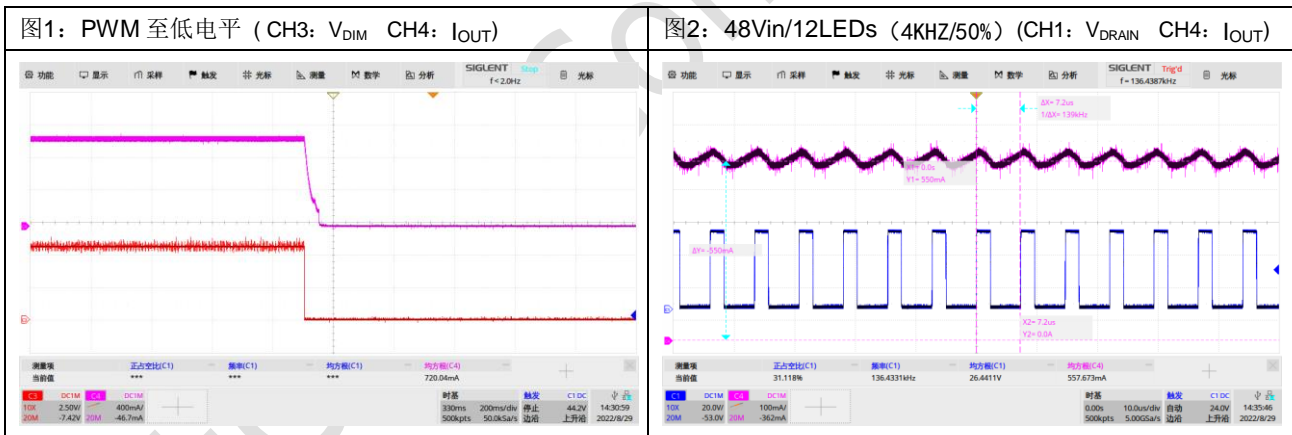
测试条件: $T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{IN}=48\text{V}$; $V_{OUT}=12$ 串 4 并白灯; $I_{OUT}=1076\text{mA}$, $R_{se}=0.4R+0.5R$; $R_{CS}=0.02R$;
FSET 悬空, $f=130\text{KHZ}$; $L1=100\mu\text{H}$; $Q1=\text{DHS180N10LD}$; 补偿: $R1=110\text{K}$ 、 $C7=22\text{nF}$ 、
 $C6=33\text{pF}$; $C1=22\mu\text{F}/100\text{V}$; $C8=100\mu\text{F}/50\text{V}$; $C2=100\text{nF}/50\text{V}$; $D1=\text{SS510}$;



11.2. 典型曲线



11.3. PWM 调光波形



11.4. 稳态波形

图5: 24Vin/6LEDs (CH1: V_{DRAIN} CH4: I_{OUT})

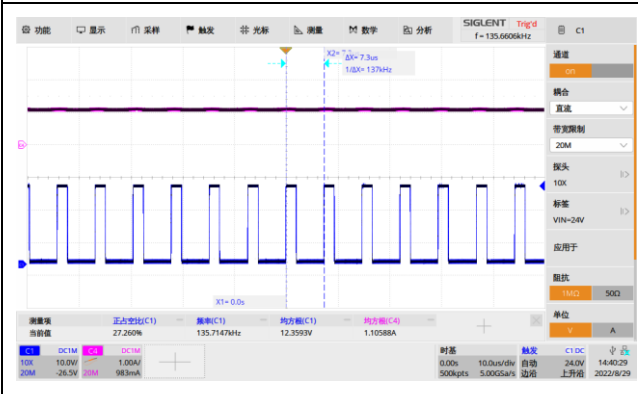
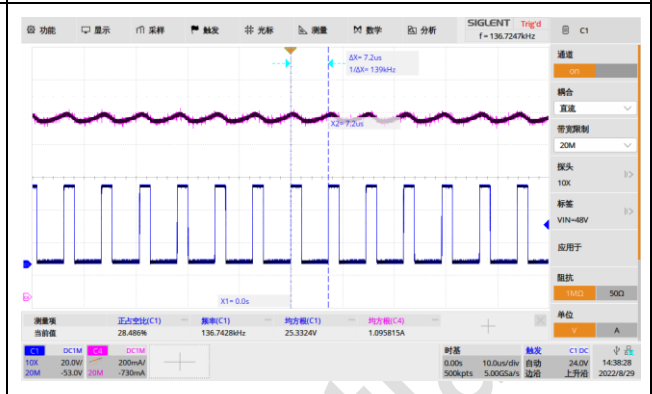


图6: 48Vin/12LEDs (CH1: V_{DRAIN} CH4: I_{OUT})



11.5. 开关机波形

图7: 24Vin/6LEDs (CH1: V_{DRAIN} CH4: I_{OUT})

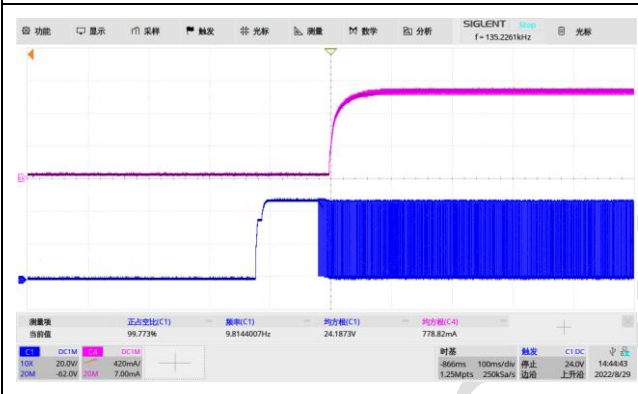
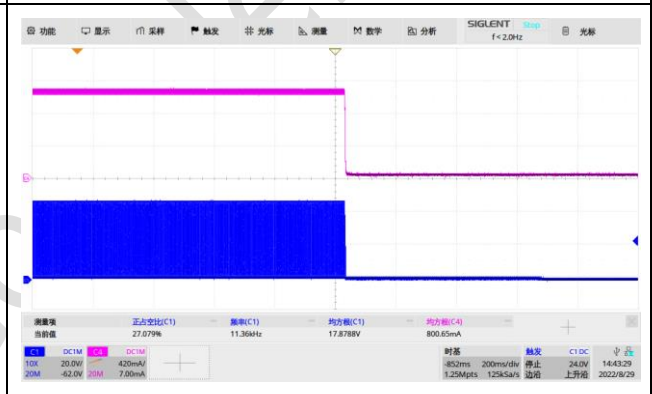


图8: 48Vin/12LEDs (CH1: V_{DRAIN} CH4: I_{OUT})



11.6. 输出短路波形

图9: 48Vin/12LEDs (CH1: V_{DRAIN} CH4: I_{OUT})

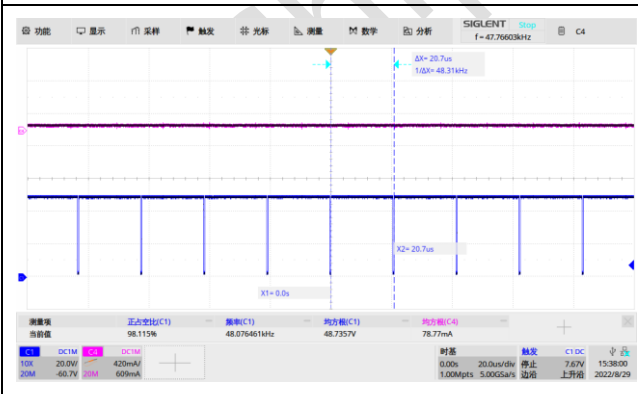
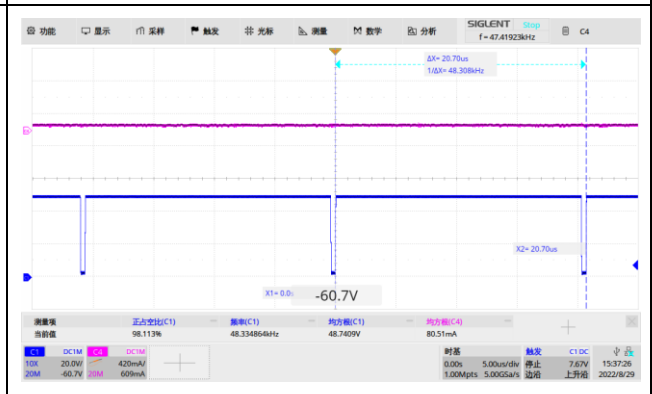


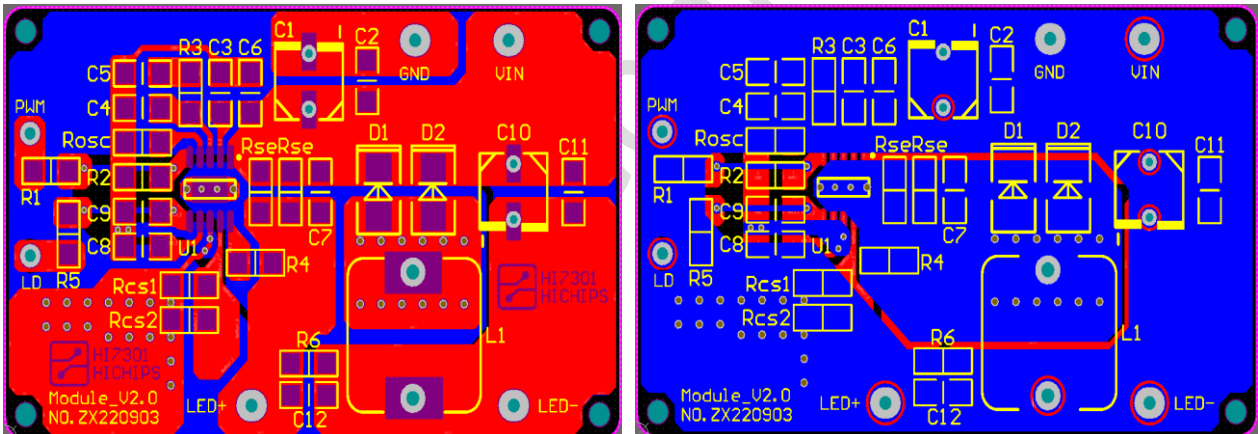
图10: 48Vin/12LEDs (CH1: V_{DRAIN} CH4: I_{OUT})



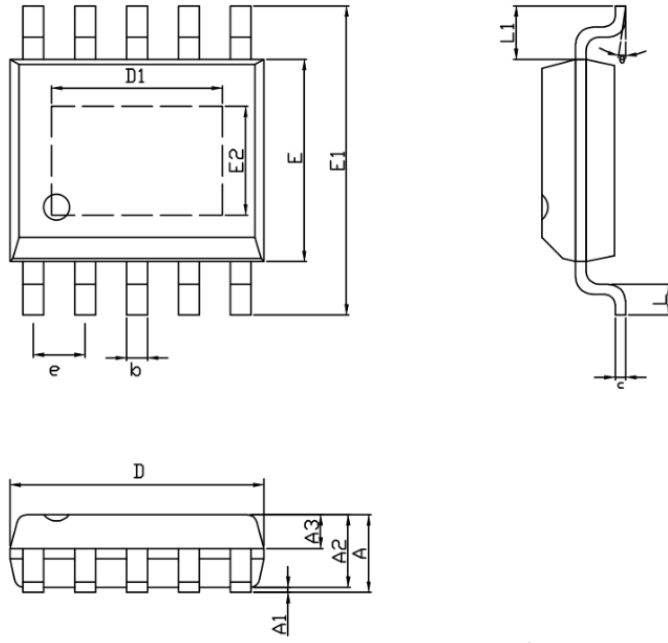
12. PCB 设计注意事项

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 Hi7301 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. MOSFET Source 端与 CS 峰值电流检测电阻的布线覆铜，CS 峰值电流检测电阻靠近 CS 与 GND 管脚；
3. 芯片 ISENSE 和 VIN 管脚为敏感节点，请远离功率电感、NMOS 管、续流二极管等开关切换节点，避免受到干扰；
4. 检流电阻 Rse 要靠近芯片 ISENSE 和 VIN 管脚布局，走线应尽可能长度短、线宽大；
5. 输入电容与 CS 峰值电流检测电阻的地布线覆铜，尽可能长度短、线宽大，上下层地多打过孔连接；
6. 芯片的 VDD 电容、LPF 电容靠近芯片管脚与 GND 管脚布局，且 VDD 和 LPF 电容的 GND 端、芯片 GND 端与 CS 峰值电流检测电阻 GND 端保持单点连接；
7. 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；



13. 封装信息



Symbol	Dimensions In Millimeters	
	Min	Max
A	1.35	1.52
* A1	0.00	0.07
A2	1.35	1.45
A3	0.60	0.70
* b	0.30	0.50
c	0.19	0.25
D	4.80	5.00
D1	3.20	3.40
E	3.80	3.95
* E1	5.80	6.20
* E2	2.00	2.20
e	1.0 (bSC)	
* L	0.55	0.75
* L1	0.99	1.10
θ	0°	8°

HiChips Co.