

Hi7020 多功能平均电流型 LED 恒流驱动器

1. 特性

- 支持高辉调光，调光比 65536: 1
- 平均电流工作模式
- 高效率：最高可达 95%
- 输出电流可调范围 60mA~5A
- 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
- 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

3. 说明

Hi7020 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。芯片采用我司专利算法，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 端口为高电平时，芯片正常工作。为低电平时，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。

4. 应用电路

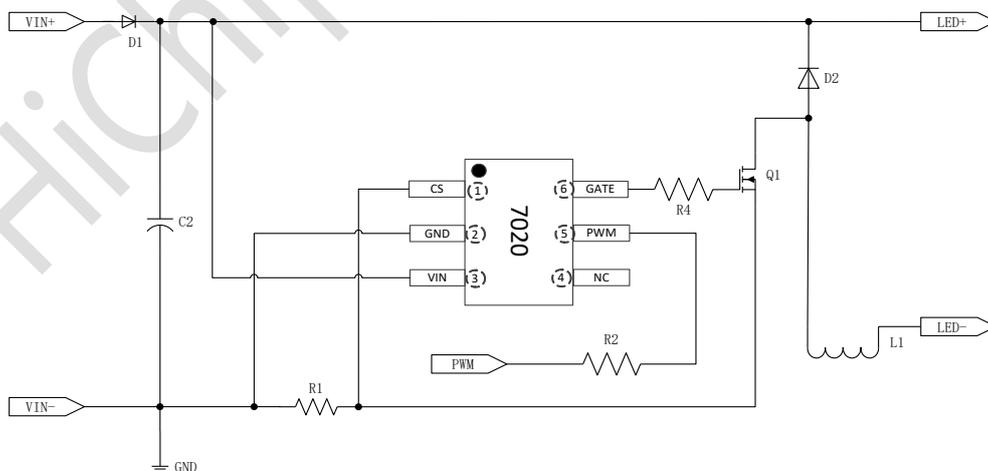


图 4-1 Hi7020 应用电路

5. 管脚配置

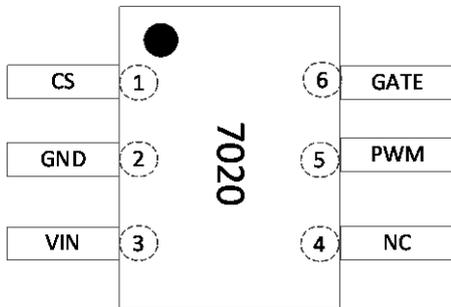


图 5-1 Hi7020 管脚图

编号	管脚名称	功能描述
1	CS	内置功率 MOS 管的 Source 端
2	GND	芯片地
3	VIN	供电输入
4	NC	----
5	PWM	PWM 调光端口
6	GATE	NMOS GATE 驱动管脚

6. 极限工作参数

符号	说明	范围	单位
VIN	芯片供电输入	-0.3~80	V
VCS	CS 输入电压	-0.3~7.0	V
VPWM	PWM 输入电压	-0.3~7.0	V
TA	工作温度	-40~125	°C
TSTG	存储温度	-40~150	°C
HBM	人体放电模式	>2	KV

7. 结构框图

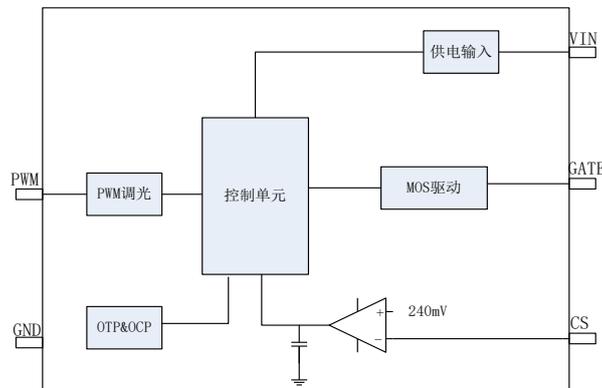


图 7-1 结构框图

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	
VIN 工作部分						
I_{IN}	静态电流	$V_{DIM}=0V$	-	1	-	mA
V_{on}	VIN 启动电压			4.7		V
V_{off}	VIN 关闭电压			3.8		V
OSC_MAX	系统最大工作频率			1000		KHz
OSC_MIN	系统最小工作频率			30		KHz
CS 输入部分						
V_{CS}	过流判断阈值		248	-	304	mV
V_{REF}	恒流控制电压		-	240	-	mV
T_{LEB}	LEB 时间		-	120	-	nS
调光端口						
DMAX	最大占空比	-	-	100	-	%
V_{PWM_H}	PWM 调光检测阈值上限	PWM rising	-	1.4	-	V
V_{DIM_L}	PWM 调光检测阈值下限	PWM falling	-	0.8	-	V
过温处理						
T_{ovt}	过温掉电流阈值		-	143	-	$^\circ\text{C}$

9. 应用说明

Hi7020 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，芯片采用本司专利的恒流控制算法，输出电流精度在±3%以内。

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 0.24V 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：

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

其中 I_{out} 为输出电流， R_{CS} 为系统的检流电阻。

9.2. 芯片启动

系统上电后对连接于 VIN 引脚的电容充电，当电源电压高于 4.7V 后，芯片电路开始工作，为了使芯片有更好的稳定性，建议 VIN 最小工作电压在 6.5V 以上，VIN 脚对芯片地要并联一个 1uF 以上的电容。PCB 布板时，VIN 电容需要紧挨着 VIN 端口布局。

9.3. 调光设置

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，会影响到驱动的开关频率。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。

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

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

DCR_L 是电感的直流电阻值， V_{LED} 是 LED 的压降， $FET_{R_{DS(ON)}}$ 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：

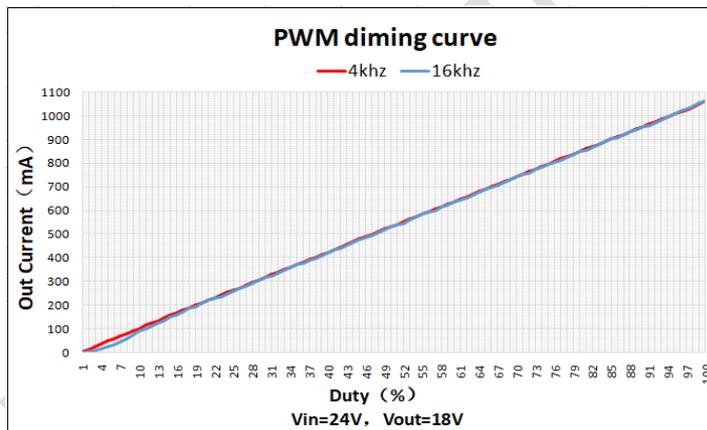
$$I_{avg_diode} = I_{OUT} \times \frac{t_{OFF}}{t_{ON} + t_{OFF}}$$

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，选择肖特基二极管。

10. 典型特性曲线

10.1. 调光特性

$T_A=25^{\circ}C$, $I_{OUT}=1A$



10.2. 稳态波形

图1: 48Vin/3LEDs (CH2:Drain CH3:Iout)

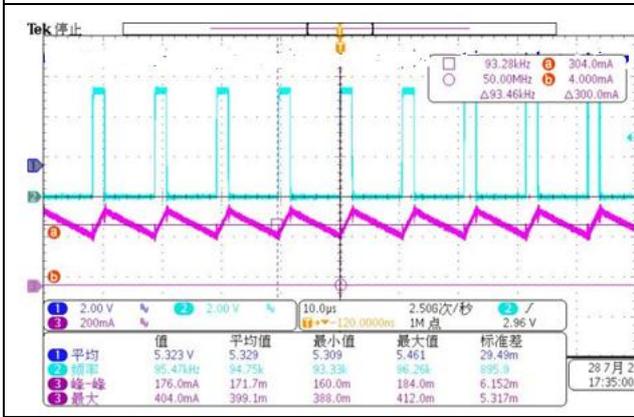
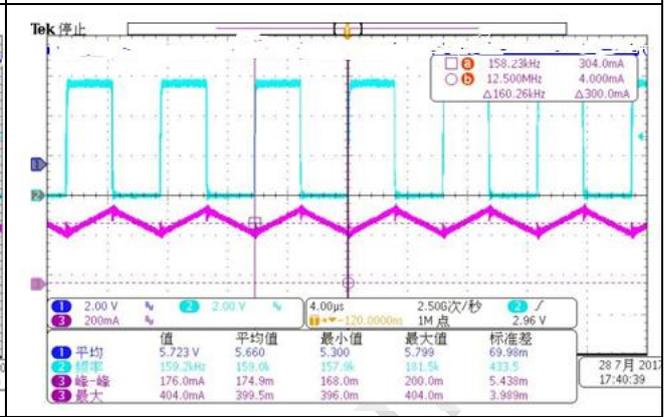


图2: 48Vin/8LEDs (CH2:Drain CH3:Iout)



10.3. 输出短路波形

图 3, LEDs 短接 (CH2: Drain CH3:Iout)

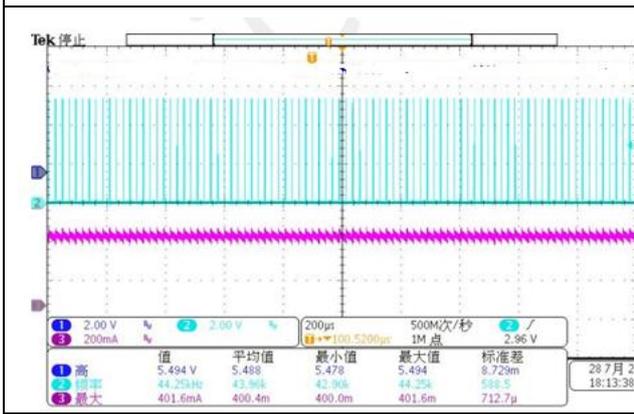
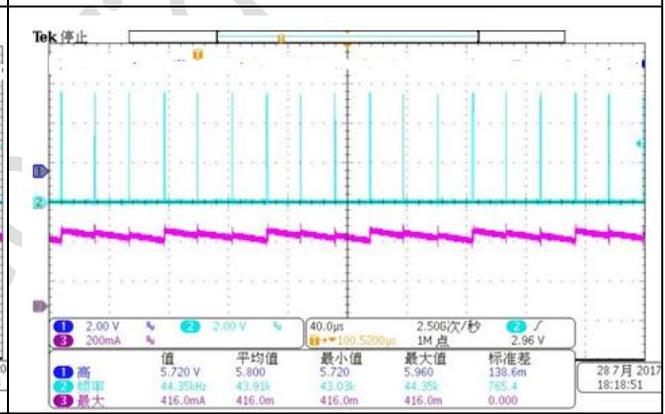


图 4, LEDs 短接 (CH2: Drain CH3:Iout)



10.4. PWM 调光波形

图 5, PWM 至低电平 (CH1:VDIM CH3:Iout)

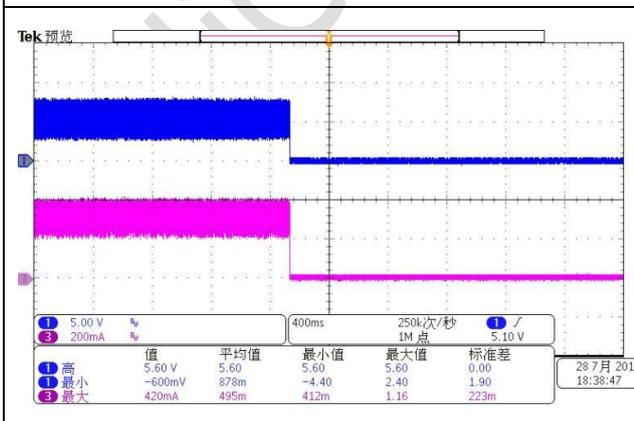


图 6, PWM 调光(100Hz/0.1%) (CH2:PWM CH3:Iout)

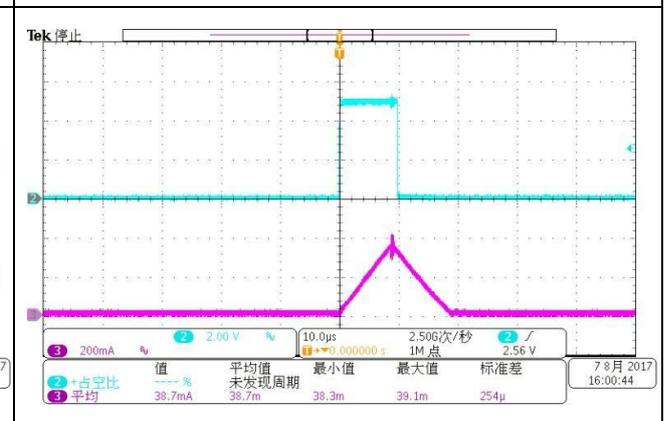


图 7, PWM 调光(100Hz/1%) (CH2:PWM CH3:Iout)

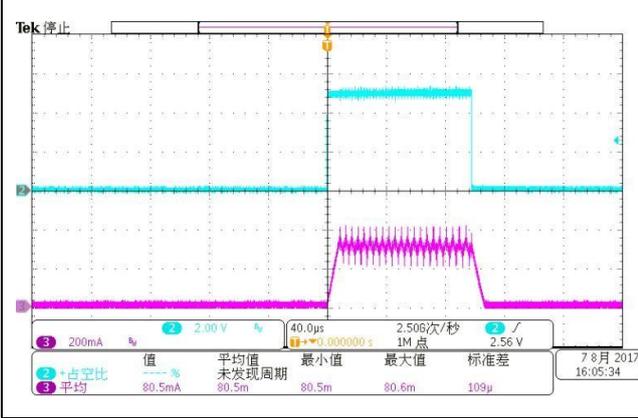


图 8, PWM 调光(100Hz/10%) (CH2:PWM CH3:Iout)

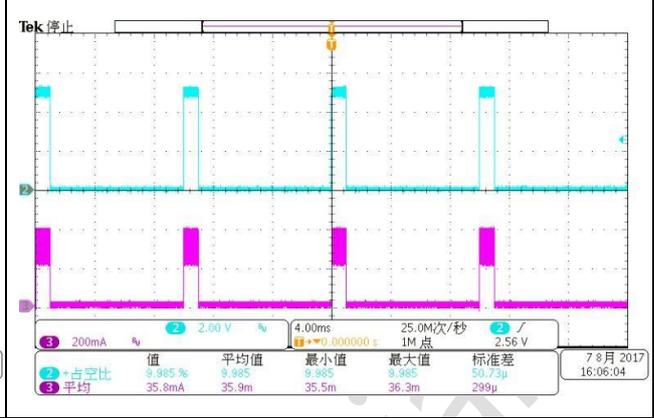


图 9, PWM 调光(100Hz/50%) (CH2:PWM CH3:Iout)

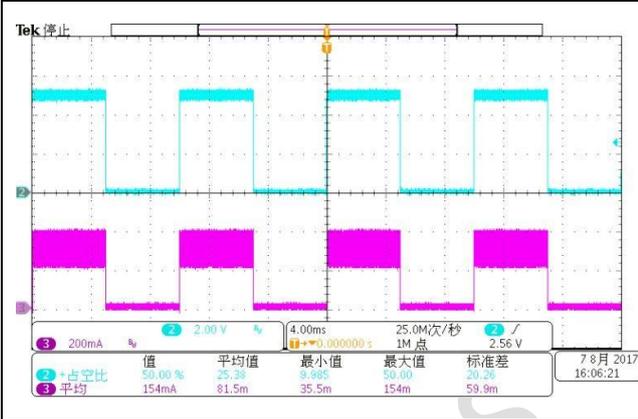
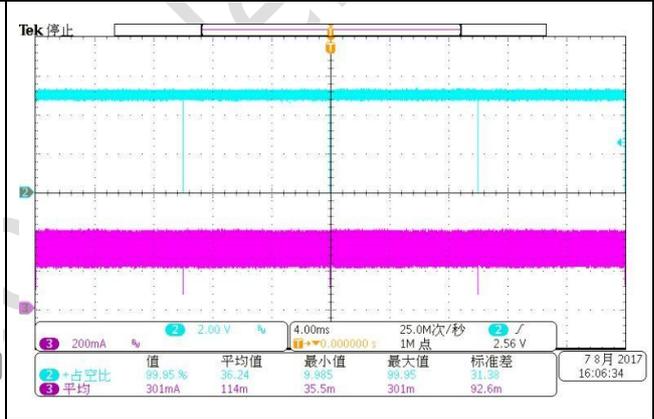


图 10, PWM 调光(100Hz/100%) (CH2:PWM CH3:Iout)



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 Hi7020 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；
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；
3. 系统的输入电容尽可能靠近 Hi7020 系统布局，保证输入电容达到最好的滤波效果；
4. 当 Hi7020 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 11.1；

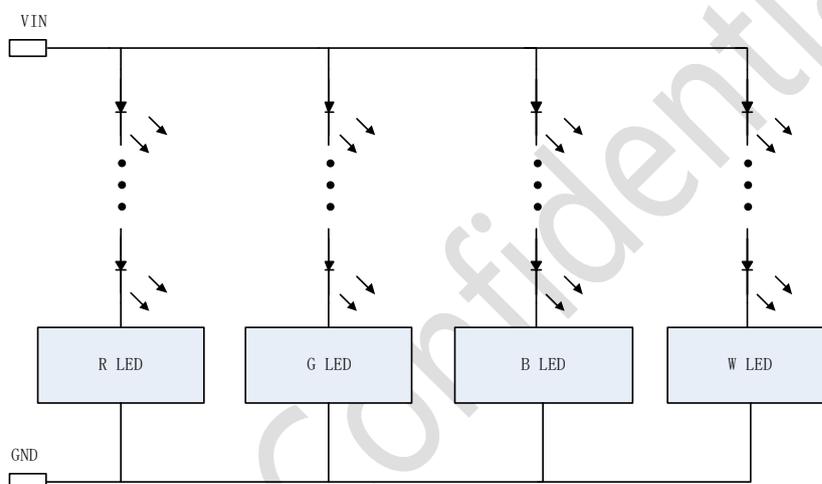
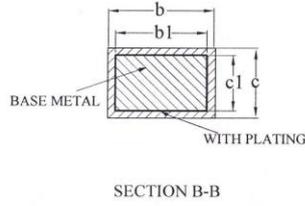
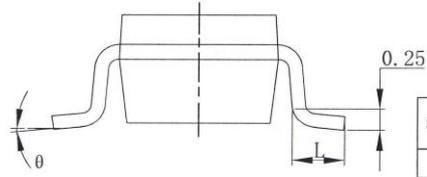
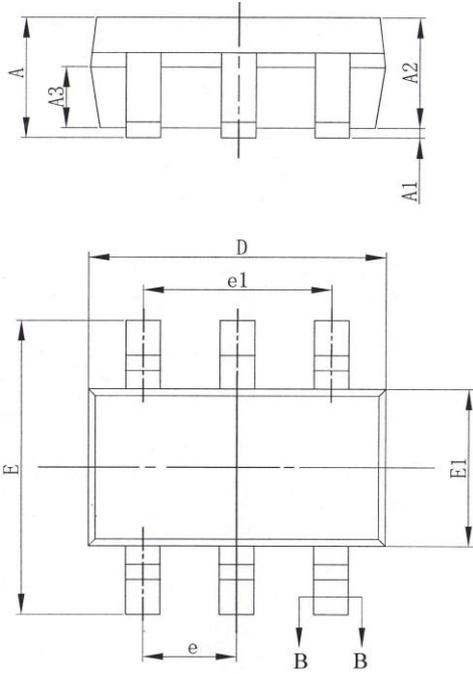


图 11-1 四路共阳连接电路示意图

12. 封装信息



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
θ	0	—	8°

HiChips Cont...