

9 通道 LED 恒流驱动 TM1825

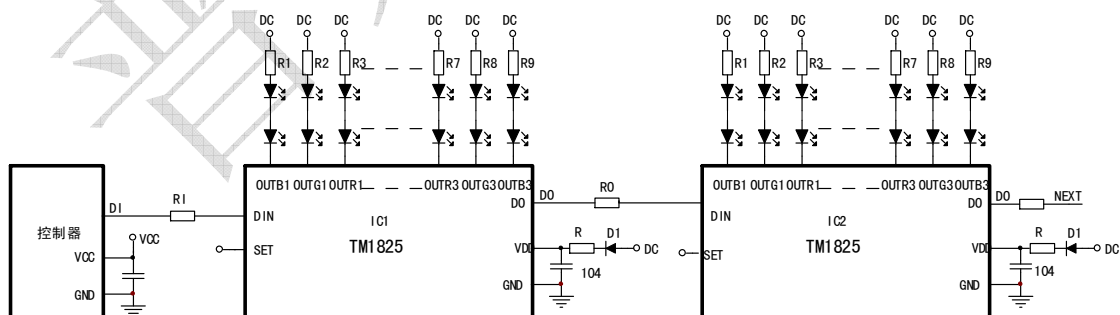
特性描述

TM1825是外控+内控模式的九通道LED（发光二极管）恒流驱动控制专用电路，内部集成有MCU单线数字接口、数据锁存器、LED恒流驱动，PWM辉度控制等电路。芯片可通过单线数字接口（DIN、DO）级联，外部控制器只需单线就可控制该芯片和与其级联的后续芯片。TM1825每个RGB输出端口的恒流值与PWM辉度都可通过命令单独设置。VDD引脚内部集成5V稳压管，外围器件少。本产品性能优良、质量可靠。

功能特点

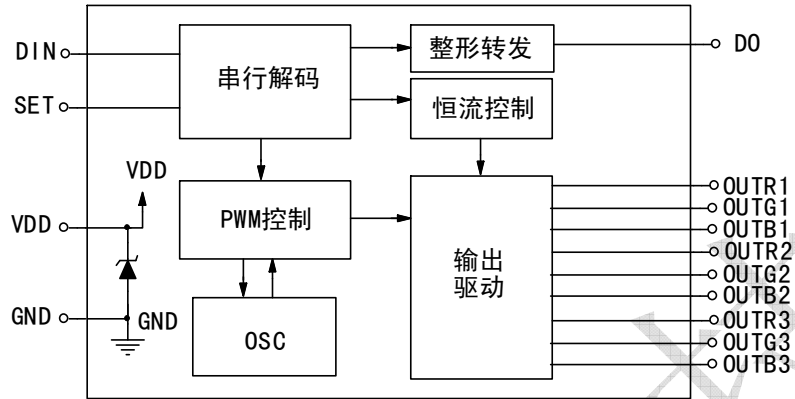
- 采用功率CMOS工艺
- OUT输出端口耐压24V
- VDD内置5V稳压管，串接电阻后电压支持6V~24V
- 振荡方式：内置RC振荡并根据数据线上信号进行时钟同步，在接收完本单元的数据后能自动将后续数据再生后通过数据输出端发送至下级，信号不随级联变远而出现失真或衰减
- 内置上电复位电路，上电复位后内部寄存器默认清0
- 内控模式（七彩闪烁），输入端悬空或高电平5mS后，自动切换到内控模式
- PWM控制能够实现256级辉度调节，扫描频率7KHZ
- 恒流控制能够实现32级调节（10mA—41mA）
- 单线串行级联通讯接口，能通过一根信号线完成数据的接收与解码
- 刷新速率为30帧/s时，低速模式下级联点数不小于1024点，高速模式下级联点数不小于2048点
- 数据传输速率可达800Kbps与1.6Mbps两种模式
- 任意两点传输距离不少于30米
- 适用领域：点光源、护栏管、软灯条、户内、外大屏等
- 封装形式：SOP14、DIP14

外部应用框图

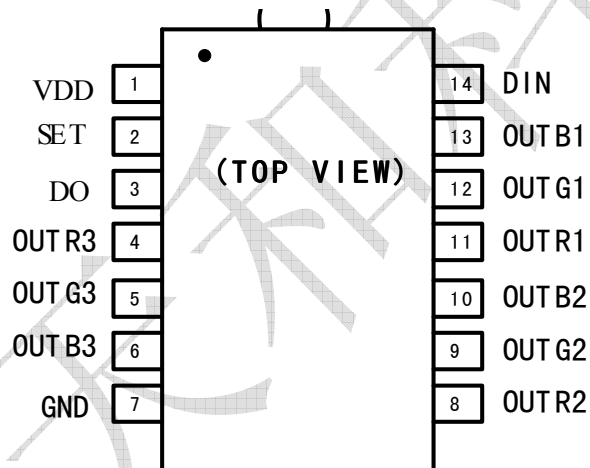


9 通道 LED 恒流驱动 TM1825

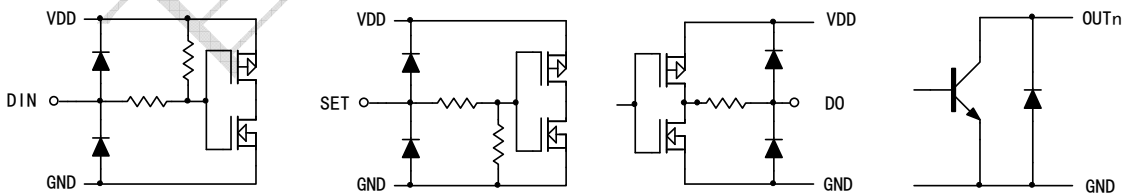
内部结构框图



管脚信息



输出及输入等效电路



9 通道 LED 恒流驱动 TM1825

管脚功能

端口		I/O	功能描述
名称	管脚		
DIN	14	I	数据输入
DO	3	O	数据输出
SET	2	I	接VDD: 高速模式; 接GND或悬空: 低速模式
OUTR1	11	O	Red PWM恒流输出
OUTG1	12	O	Green PWM恒流输出
OUTB1	13	O	Blue PWM恒流输出
OUTR2	8	O	Red PWM恒流输出
OUTG2	9	O	Green PWM恒流输出
OUTB2	10	O	Blue PWM恒流输出
OUTR3	4	O	Red PWM恒流输出
OUTG3	5	O	Green PWM恒流输出
OUTB3	6	O	Blue PWM恒流输出
VDD	1	-	逻辑电源
GND	7	-	接系统地



在干燥季节或者干燥使用环境内, 容易产生大量静电, 静电放电可能会损坏集成电路, 建议采取一切适当的集成电路预防处理措施, 不正当的操作和焊接, 可能会造成 ESD 损坏或者性能下降, 芯片无法正常工作。

绝对最大额定值范围 ⁽¹⁾ ⁽²⁾

参数		范围	单位
VDD	逻辑电源电压	-0.5~+7.0	V
VIN	输入端电压范围	DIN	-0.5~VDD+0.7
VSET	输入端电压范围	SET	-0.5~VDD+0.7
IOUT	输出端电流(DC)	OUTR,OUTG,OUTB	41
VOUT	输出端电压范围	OUTR,OUTG,OUTB	-0.5~+30.0
FCLK	时钟频率	DIN	2.0
Topr	工作温度范围		-40~+85
Tstg	储存温度范围		-55~+150
ESD	人体模式 (HBM)		3000
	机器模式 (MM)		200

(1) 以上表中这些等级, 芯片在长时间使用条件下, 可能造成器件永久性伤害, 降低器件的可靠性。我们不建议在其它任何条件下, 芯片超过这些极限参数工作。

(2) 所有电压值均相对于系统地测试。

9 通道 LED 恒流驱动 TM1825

推荐工作条件范围

(在-40°C~+85°C下,GND=0V) 除非另有说明

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位	
VDD	电源电压	4.5	5.5	6.5	V	
V _{DIN}	DIN 输入耐压范围	DIN 串接 1k 电阻	-0.5	--	VDD+0.7	V
V _{SET}	SET 输入耐压范围	SET 串接 1K 电阻	-0.5	--	VDD+0.7	V
V _{DO}	DO 输出耐压范围	DO 串接 1K 电阻	-0.5	--	VDD+0.7	V
V _{OUT}	OUT 输出耐压范围	OUT = OFF	-0.5	--	24.0	V
T _{MK}	内控模式周期	VDD=5V, OUT 串接 1K 电阻上拉	4.5	5.0	5.5	S
TA	工作温度范围		-40	+85	°C	
TJ	工作结温范围		-40	+125	°C	

电气特性

(在 VDD=5.0V 和 -40°C~+85°C 下, 典型值 VDD=5.0V 和 TA=+25°C) 除非另有说明

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位	
VOH	高电平输出电压	IOH=-6mA: DO	VDD-0.5	VDD	VDD+0.5	V
VOL	低电平输出电压	IOL=10mA: DO			0.4	V
VIH	高电平输入电压	VDD=5.0V	3.5		VDD	V
VIL	低电平输入电压	VDD=5.0V	0		1.35	V
IOH	高电平输出电流	VDD=5.0V, SDO=5.0V		1		mA
IOL	低电平输出电流	VDD=5.0V, SDO=1.0V		10		mA
IIN	DI 输入电流	DIN 接 VDD	-1		1	uA
IDD	静态电流	OUTR, OUTG, OUTB, DIN, SET, DO=开路, VDD=4V	4.0	6.0	8.0	mA
IOLC	恒定输出电流范围	OUTR, OUTG, OUTB = 3.0V	10		41	mA
IOLKG	输出漏电流	OUTR, OUTG, OUTB = OFF	0		0.3	uA
ΔIOLC0	恒流误差 (通道对通道)	OUTR, OUTG, OUTB = ON , VOUTn = 1V			±6	%
ΔIOLC1	恒流误差 (芯片对芯片)	OUTR, OUTG, OUTB = ON , VOUTn = 1V			±6	%
ΔIOLC2	线性调整	OUTR, OUTG, OUTB = ON , VOUTn = 1V		±0.5	±1	%/V
ΔIOLC3	负载调整	OUTR, OUTG, OUTB = ON , VOUTn = 1V~3V		±1	±3	%/V
IDDdyn	动态电流损耗	OUTR, OUTG, OUTB = OFF DO=开路			15	mA
Rth(j-a)	热阻值	--	79.2		190	°C/W
PD	消耗功率	(Ta=25° C)			250	mW

9 通道 LED 恒流驱动 TM1825

开关特性

(在 VDD=5.0V 和 -40°C~+85°C 下, 典型值 VDD=5.0V 和 TA=+25°C) 除非另有说明

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
fosc1	低速模式传输速率	SET 悬空或接 GND	-	800	-	KHz
fosc2	高速模式传输速率	SET 接 VDD	-	1.6	-	MHz
FOUT	OUT PWM 输出频率	OUTR, OUTG, OUTB	6.5	7	7.5	KHz
tPLZ	传输延迟时间	DIN → DOUT			200	ns
tPZL	--	CL = 15pF, RL = 10K Ω			100	ns
TTHZ	下降时间	CL = 300pF, OUTR、OUTG、OUTB			80	μs
CI	输入电容	--			15	pF

功能描述

本芯片采用单线通讯方式, 采用归1码的方式发送信号。芯片在上电复位以后, 接收DIN端送来的数据, 接收完3×24bit后, DO端口开始转发DIN端继续发来的数据, 为下个级联芯片提供输入数据。在转发数据之前, DO口一直为高电平。如果DIN输入RESET复位信号, 芯片将在复位成功后根据接收到的3×24bit数据输出相对应PWM占空比波形, 且芯片重新等待接收新的数据, 在接收完开始的3×24bit数据后, 通过DO口转发数据, 芯片在没有接收到RESET信号前, OUTR、OUTG、OUTB管脚原输出保持不变。

芯片采用自动整形转发技术, 信号不会失真衰减, 使得该芯片的级联个数不受信号传送的限制, 仅受限于刷屏速度要求。

注意: DIN端如果保持接地, 则本芯片OUT端口处于关断状态。

内控模式

芯片正常供电, 芯片DIN端口悬空或接高电平5ms后, 芯片自动切换到内控模式下执行, 进行如下花样循环显示, 芯片与芯片之间的内控模式不能同步。

内控模式的花样显示规律如下:

状态序号	RGB状态		
	R	G	B
0	0	0	0
1	1	0	0
2	0	1	0
3	1	1	0
4	0	0	1
5	1	0	1
6	0	1	1
7	1	1	1

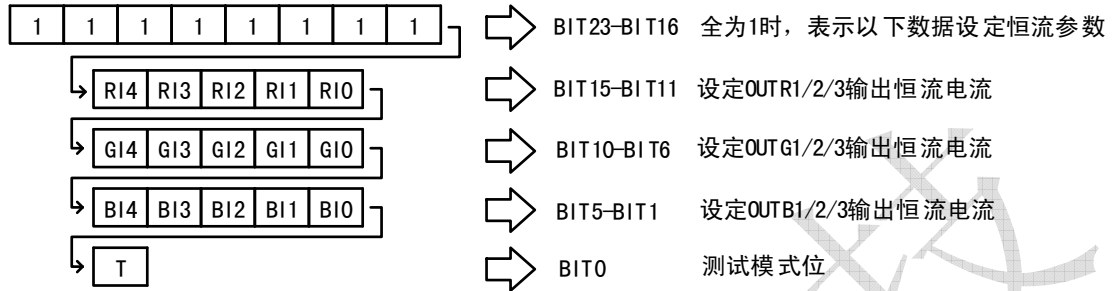
注: '0' 关断, '1' 导通。

9 通道 LED 恒流驱动 TM1825

数据结构

恒流模式命令:

芯片上电复位后, DIN输入的数据为每连续24bit为一个完整数据包, 先发高位, 如果高8位[bit23~bit16]全为1, 则该数据包是恒流设定数据, 其结构如下:



以上为设置1组RGB的数据格式, 设置一片TM1825要3组同样格式的数据包

RI [bit15~bit11]:设定R通道恒流值

GI [bit10~bit6]:设定G通道恒流值

BI [bit5~bit1]:设定B通道恒流值

T: 测试模式位. 1: 此位置位时, 测试模式

0: 此位清零时, 正常工作模式, OUT输出PWM

恒流值的设定:

$$I_R = 10 + RI[4:0] \text{mA},$$

$$I_G = 10 + GI[4:0] \text{mA},$$

$$I_B = 10 + BI[4:0] \text{mA},$$

即最小 $10+0=10\text{mA}$, 最大 $10+31=41\text{mA}$

9 通道 LED 恒流驱动 TM1825

[bit15~bit1]位为分别独立设定OUTR，OUTG，OUTB引脚输出恒流值，数值范围从0~31，对应以下表中的恒流值：

OUTR	RI4	RI3	RI2	RI1	RI0	数值	恒流值 (mA)
	BIT15	BIT14	BIT13	BIT12	BIT11		
OUTG	GI4	GI3	GI2	GI1	GI0	数值	恒流值 (mA)
	BIT10	BIT9	BIT8	BIT7	BIT6		
OUTB	BI4	BI3	BI2	BI1	BI0	数值	恒流值 (mA)
	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1		
	0	0	0	0	0	0	10
	0	0	0	0	1	1	11
	0	0	0	1	0	2	12
	0	0	0	1	1	3	13
	0	0	1	0	0	4	14
	0	0	1	0	1	5	15
	0	0	1	1	0	6	16
	0	0	1	1	1	7	17
	0	1	0	0	0	8	18
	0	1	0	0	1	9	19
	0	1	0	1	0	10	20
	0	1	0	1	1	11	21
	0	1	1	0	0	12	22
	0	1	1	0	1	13	23
	0	1	1	1	0	14	24
	0	1	1	1	1	15	25
	1	0	0	0	0	16	26
	1	0	0	0	1	17	27
	1	0	0	1	0	18	28
	1	0	0	1	1	19	29
	1	0	1	0	0	20	30
	1	0	1	0	1	21	31
	1	0	1	1	0	22	32
	1	0	1	1	1	23	33
	1	1	0	0	0	24	34
	1	1	0	0	1	25	35
	1	1	0	1	0	26	36
	1	1	0	1	1	27	37
	1	1	1	0	0	28	38
	1	1	1	0	1	29	39
	1	1	1	1	0	30	40
	1	1	1	1	1	31	41

9 通道 LED 恒流驱动 TM1825

PWM模式命令：

如果24bit数据包中，高8位不全为1，该数据包是PWM设定数据，其结构如下：



以上为设置1组RGB PWM的数据格式，设置一片TM1825要3组同样格式的数据包

PWM占空比从0-255连续可调，注意每个24bit数据包的高8位不能全为1。

3×24bit数据发送时高位先发，按照RGB的顺序发送数据。每24位可拆分成3个8位数据来发送，注意字节与字节之间的高电平时间不要超过RESET信号时间，否则芯片会复位，复位后又重新接收数据，则无法实现数据传输。

低速模式时间

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
TOL	输入0码，低电平时间	VDD=5V GND=0V	150	300	450	ns
T1L	输入1码，低电平时间		600	800	1000	ns
TOL'	输出0码，低电平时间		--	340	--	ns
T1L'	输出1码，低电平时间		--	680	--	ns
T	0码或1码的周期时间		--	1200	--	ns
Treset	Reset码，高电平时间		140	500	--	us

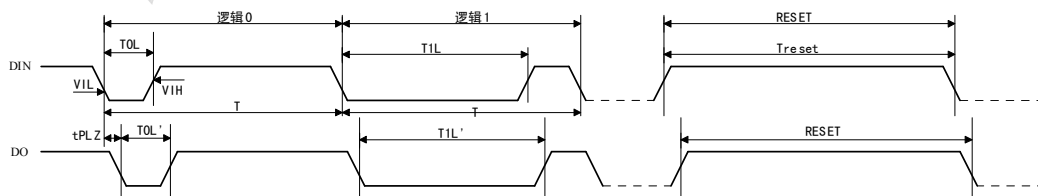
注意：低速模式下发送1码或0码的周期时间为1200ns（频率800KHZ）。

高速模式时间

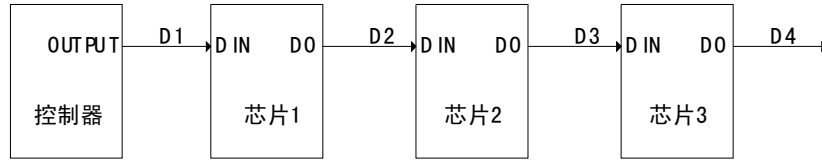
符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
TOL	输入0码，低电平时间	VDD=5V GND=0V	50	170	250	ns
T1L	输入1码，低电平时间		300	450	550	ns
TOL'	输出0码，低电平时间		--	170	--	ns
T1L'	输出1码，低电平时间		--	340	--	ns
T	0码或1码的周期时间		--	600	--	ns
Treset	Reset码，高电平时间		140	500	--	us

注意：高速模式下发送1码或0码的周期时间为600ns（频率1.6MHZ）。高低速模式的Treset复位时间是一样的。

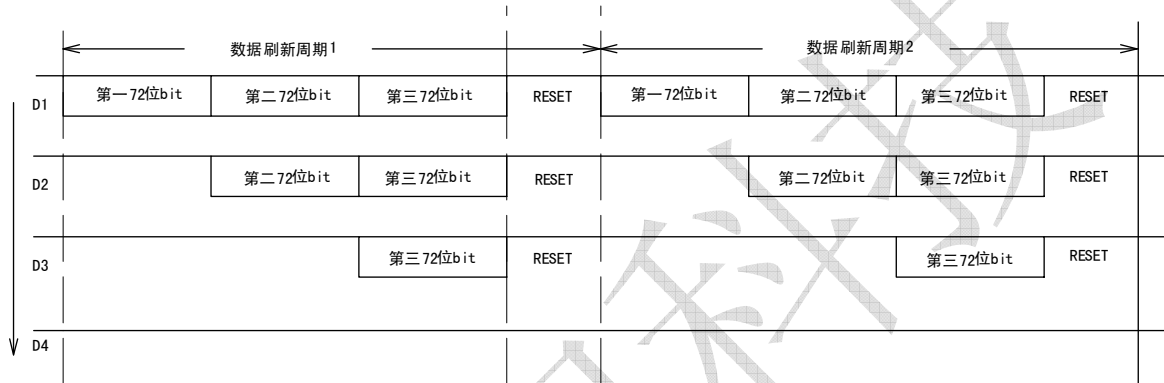
时序图



数据传输和转发



其中D1为控制器发送的数据，D2、D3、D4为级联TM1825转发的数据



芯片级联和数据传输转发过程：控制器发来数据（D1），当芯片1接收完第一72bit，芯片1还没有转发数据（D2），接着控制器继续发来数据，芯片1再接收第二72bit，由于芯片1已存有第一72bit，因此，芯片1通过DO把第二72bit转发出去，芯片2接收芯片1转发来的数据（D2），此时，芯片2还没有转发数据（D3）；控制器继续发来数据，芯片1又把接收到的第三72bit转发到芯片2，由于芯片2也已经存有一个72bit，所以，芯片2又把第三72bit转发（D3），芯片3接收到第三72bit，此时如果控制器发送一个RESET高电平信号，所有芯片就会复位并把各自接收到的72bit数据解码后控制三组RGB端口输出，完成一个数据刷新周期。芯片又回到接收准备状态。

应用信息

1、如何计算数据刷新速率

数据刷新时间是根据一个系统中级联了多少像素点来计算的，一组RGB通常为一个像素，一个TM1825芯片可以控制三组RGB。

按照高速模式计算：

一BIT传输最高速率为600ns（频率1.6MHZ），一个像素数据包括红（8BIT），绿（8BIT），蓝（8BIT）共24BIT位，传输时间为 $24 \times 0.6\mu\text{s} = 14.4\mu\text{s}$ ，如果一个系统中共有2000个像素点，一次刷新全部显示的时间为 $14.4\mu\text{s} \times 2000 = 28.8\text{ms}$ （忽略RESET码时间），即一秒钟刷新率为： $1 \div 28.8 \times 1000 \approx 34.7\text{Hz}$ 。

低速模式刷新速率对应高速模式下减一倍。

以下是级联点数对应最高数据刷新率表格：

像素点	高速模式		低速模式	
	最快一次刷新数据时间 (mS)	最高刷新率 (Hz)	最快一次刷新数据时间 (mS)	最高刷新率 (Hz)
1~500	7.2	138	14.4	69
1~800	11.52	87	23.04	44
1~1000	14.4	69	28.8	35
1~1500	21.6	46	43.2	23
1~1800	25.92	38	51.84	19
1~2000	28.8	35	57.6	17

如果系统对数据刷新率要求不高，则对级联像素点阵数量无要求，只要供电正常，理论上可用TM1825无限级联。

2、如何使TM1825工作在最佳恒流状态

TM1825输出为恒流驱动，输出时根据恒流曲线可知，在恒流41mA电流时，进入恒流区域OUT端电压需为1.2V以上，这时芯片才有恒流效果，但并非此OUT端电压越高越好，电压越高，降在芯片上功耗越大，芯片发热严重，降低整个系统可靠性，因此建议OUT端开启时电压Vout控制在1.2~3V之间较好，常用串联电阻方式进行使用，以下是选用电阻理论计算方式：

系统驱动电压：VDD

单个LED导通压降：Vled

串联LED个数：n

恒流值：Iout

恒流电压：1.5V

电阻：R

$$R = (VDD - 1.5 - n \times Vled) / Iout$$

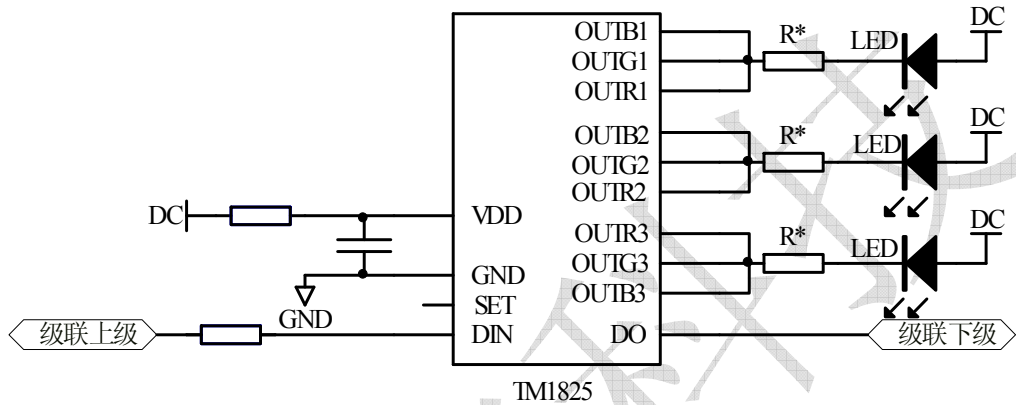
例：系统供电24V，单个LED导通压降：2V，串联LED个数：6个，恒流值40mA

应串联电阻： $R = (24 - 1.5 - 2 \times 6) / 0.04 = 262.5\Omega$ ，只需在OUT引脚上串联260Ω左右的电阻即可。

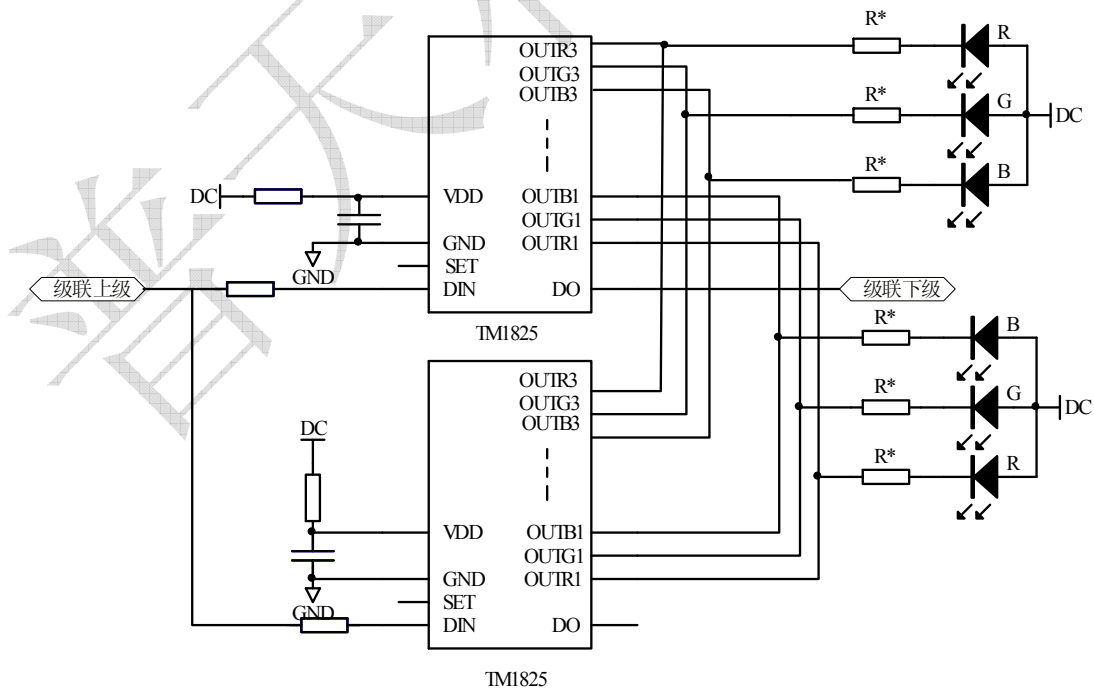
9 通道 LED 恒流驱动 TM1825

3、使用TM1825如何扩流

TM1825每个OUT端最大只能输出41mA恒流，如果用户需要扩大恒流值驱动，可将其中三个OUT端短接后使用，每短路一个OUT端，恒流值最大和将增加41mA，三路短接后最高可恒流123mA左右，但是此方法缺点是需软件同时配合控制，分别写三组寄存器值，优点是可精确得到想要的电流值和恒流电流较大。



以下是另一种扩流方式，优点是不需改软件，增加一颗TM1825每路最大可扩流41mA，容易实现RGB像素控制。



9 通道 LED 恒流驱动 TM1825

4、电源配置

TM1825 可以配置成 6~24V 电压供电，但根据输入电压不同，应配置不同的电源电阻，电阻计算方法：由于在实际应用中，电源电压会随着负载的增大而降低。所以设置流过 VDD 脚的电流按 10mA 计算，VDD 稳压选 5.5V，所以串接 VDD 的电阻 $R = (DC - 5.5V) / 10mA$ (DC 为电源电压)。

配置电阻典型值列表如下：

电源电压 DC	建议电源接口与 VDD 间连接电阻值
5V	无需接电阻，内部稳压管不起作用
6V	50
9V	350
12V	650
24V	1.8K

SET 端接高电平时，应连接在 VDD，禁止接外部电源 VCC，防止芯片击穿。建议在电源输入端接防反接二极管来保护芯片。

5、用程序驱动LED方法

5.1 要实现芯片对LED亮度控制，首先确保RGB端口电压能够使芯片进入恒流工作（具体参考“恒流曲线”）；

5.2 芯片上电复位，初始化先对恒流值进行设定且测试模式位T为0（允许PWM输出），如设定输出通道RGB的恒流电流为20mA,那么允许流过最大电流就为20mA。应根据LED设定恒流值；

5.3 对PWM寄存器进行写入，设定PWM输出，如设定输出通道RGB的PWM辉度级别为100,那么流过LED的电流为 $100 \div 256 \times 20mA = 7.8mA$ ；

5.4 不停改变PWM的值，就能随心所欲调节LED亮度了。设定PWM值为0，输出全高，LED灭。设定PWM值为FFH（注意24BIT高8位不能全为1），输出最大低电平占空比波形，LED最亮。

5.5 如果设定恒流值且测试模式位T为1,则进入测试模式。

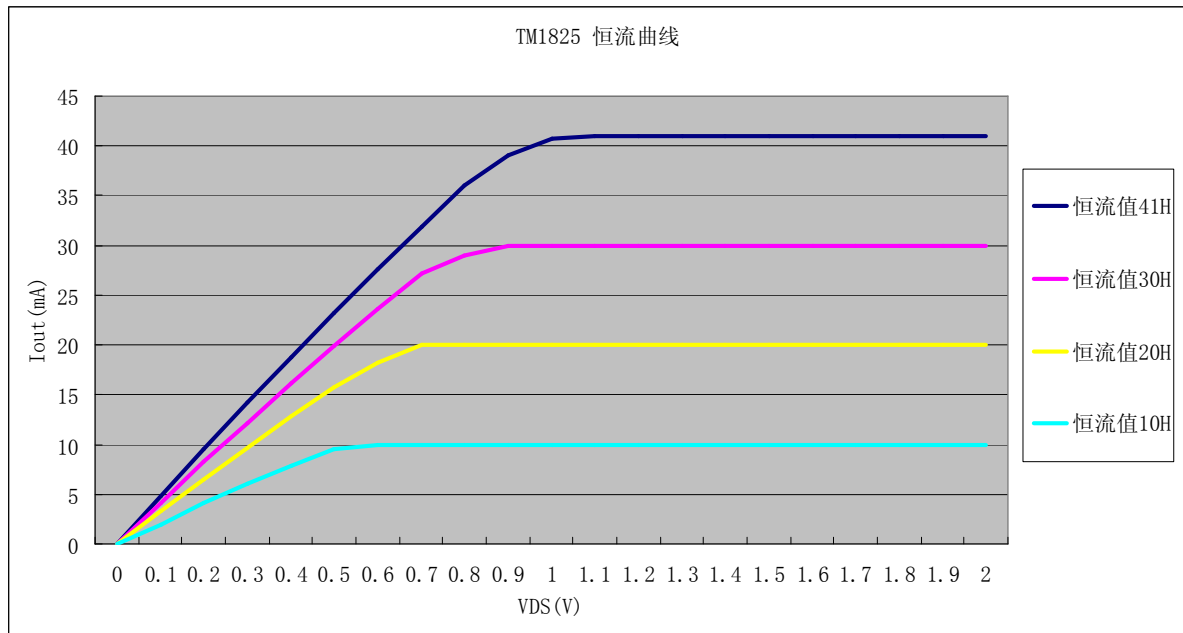
注意事项：为避免芯片断电后又上电而控制器没有断电，造成初始化设定的恒流寄存器值丢失，恒流电流改变，建议在刷新PWM寄存器的过程中定时刷新恒流寄存器或者刷新一次恒流寄存器再刷新一次PWM寄存器。

9 通道 LED 恒流驱动 TM1825

恒流曲线

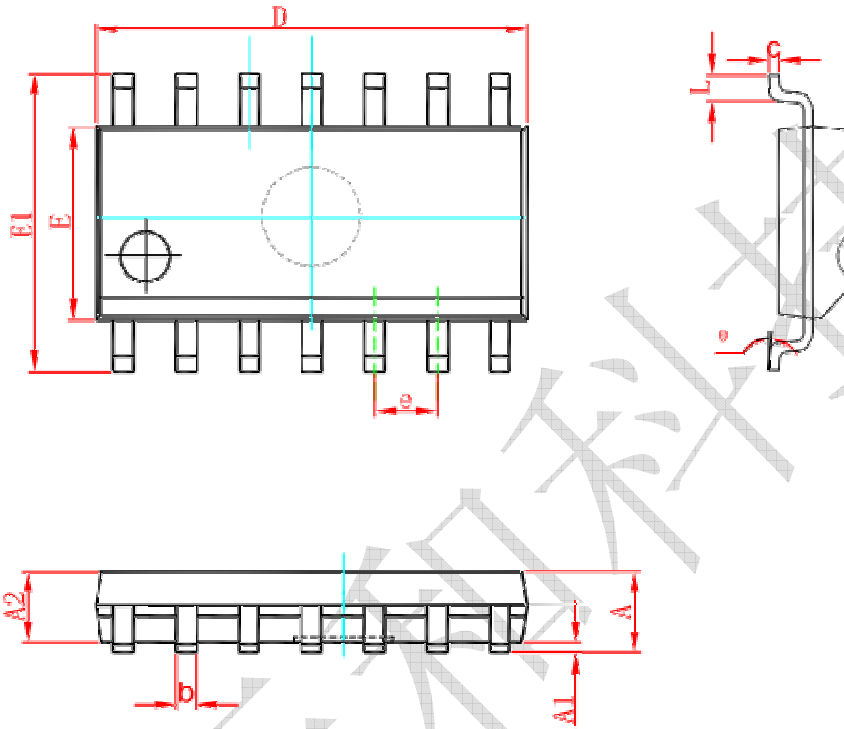
将 TM1825 应用到 LED 面板设计上时，通道间甚至芯片间的电流差异很小，此源于 TM1825 的优异特性：

- 另外，当负载端电压发生变化时，其输出电流的稳定性不受影响，如下图所示
- 图中所示，输出端口的电流 I_{out} 与加在 OUT 端口上的电压 V_{ds} 关系可知，当在恒流工作状态下，端口输出 I_{out} 为恒流值， I_{out} 恒流电流越小，需要的 V_{ds} 也越小，最小不能小于 0.8V。



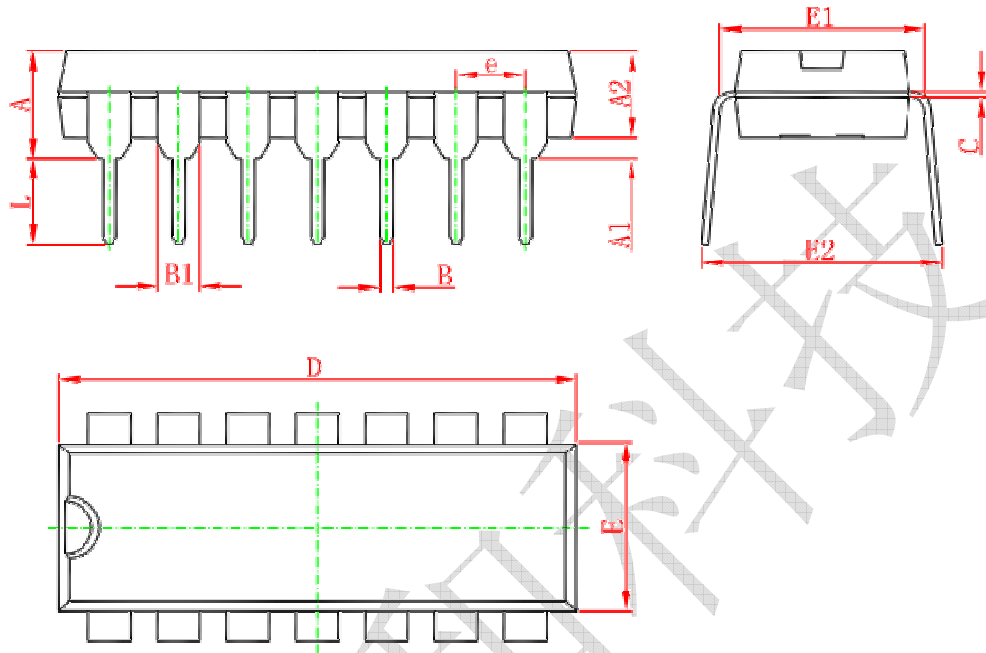
9 通道 LED 恒流驱动 TM1825

封装示意图
SOP14



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.130	0.250	0.004	0.010
A2	1.350	1.550	0.053	0.061
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.007	0.010
D	8.600	8.700	0.338	0.342
E	3.830	4.000	0.150	0.157
EI	5.830	6.200	0.228	0.244
e	1.270 (BSC)		0.050 (BSC)	
L	0.430	1.270	0.016	0.050
θ	0°		8°	

DIP14



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	3.710	4.310	0.146	0.170
A1	0.510		0.020	
A2	3.200	3.600	0.126	0.142
B	0.380	0.570	0.015	0.022
B1	1.524 (BSC)		0.060 (BSC)	
G	0.204	0.360	0.008	0.014
D	18.800	19.200	0.740	0.756
E	6.200	6.600	0.244	0.260
E1	7.320	7.920	0.288	0.312
e	2.540 (BSC)		0.100 (BSC)	
L	3.000	3.600	0.118	0.142
E2	8.400	9.000	0.331	0.354

9 通道 LED 恒流驱动 TM1825

修订历史

版本	发行日期	修订简介
V1.0	2012-03-02	试用版
V1.1	2012-05-08	正式版发行
V1.2	2012-06-21	改版发行

普天科技