

特性描述

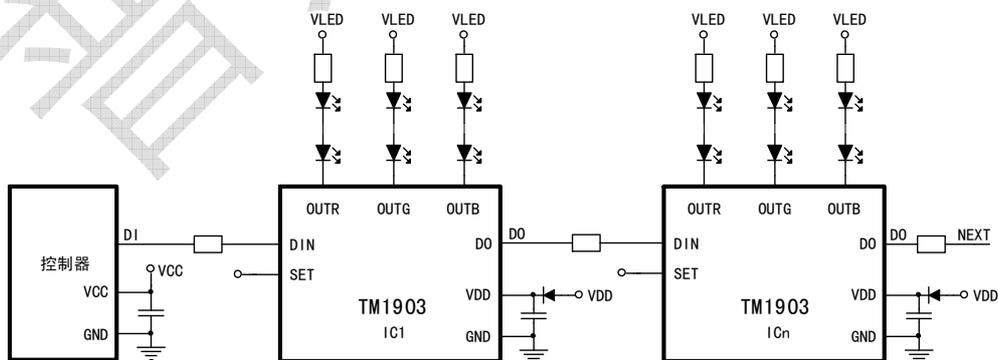
TM1903是三通道LED（发光二极管）恒流驱动控制专用电路，内部集成有MCU数字接口、数据锁存器、LED高压恒流驱动等电路。通过外围MCU单线串行控制实现该芯片的单独辉度、级联控制实现户外大屏的彩色点阵发光控制。本产品性能优良、质量可靠。

功能特点

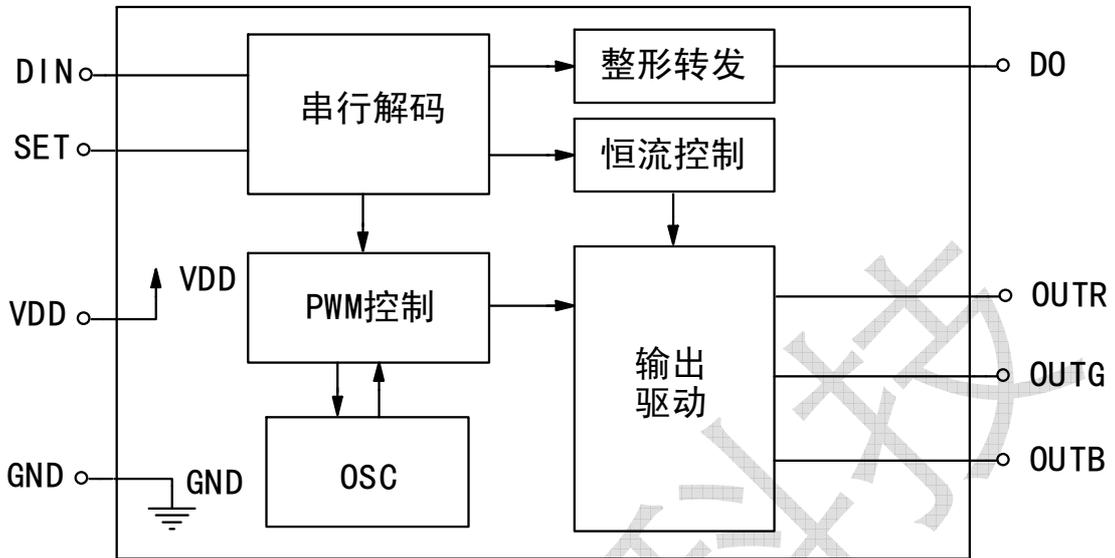
- 采用高压功率CMOS工艺
- 输出端口耐压24V
- 芯片工作电压支持7~24V
- 辉度调节电路,256级辉度可调,低亮度时等效1024级
- 单线串行级联接口
- 振荡方式：内置RC振荡并根据数据线上信号进行时钟同步，在接收完本单元的数据后能自动将后续数据整形后通过数据输出端发送至下级,信号不随级联变远而出现失真或衰减
- 内置上电复位电路
- PWM控制端能够实现256级调节，扫描频率不低于2Khz/s
- 恒流控制端能够实现32级调节
- 能通过一根信号线完成数据的接收与解码
- 当刷新速率为30帧/s时，级联数低速模式下不小于512点，高速模式下不小于1024点
- 数据发送速度可达400Kbps与800Kbps两种模式
- 封装形式：SOP8、DIP8

外部应用框图

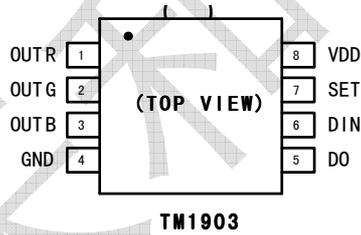
适用领域：点光源、护栏管、软灯条、户内、外大屏等。



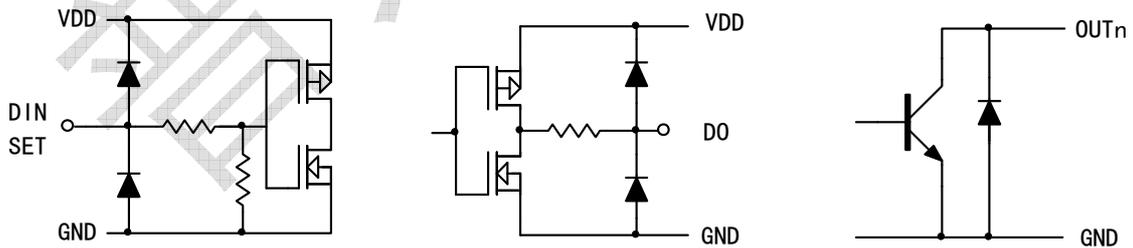
内部结构框图



管脚信息



输出及输入等效电路



管脚功能

端口		I/O	功能描述
名称	管脚		
DIN	6	I	显示数据输入
DO	5	O	显示数据级联输出
SET	7	I	接VDD: 低速模式; 悬空: 高速模式
OUTR	1	O	Red 恒流输出或PWM控制输出
OUTG	2	O	Green 恒流输出或PWM控制输出
OUTB	3	O	Blue 恒流输出或PWM控制输出
VDD	8	-	9.0V~24.0V
GND	4	-	接系统地



在干燥季节或者干燥使用环境中, 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	-0.4~+28.0	V
VIN	输入端电压范围	DIN,SET	-0.4~VDD+0.4
IOUT	输出端电流(DC)	OUTR,OUTG,OUTB	41
VOUT	输出端电压范围	OUTR,OUTG,OUTB	-0.4~+30.0
FCLK	时钟频率	DIN	800
Topr	工作温度范围		-40~+85
Tstg	储存温度范围		-55~+150
ESD	人体模式 (HBM)		4000
	机器模式 (MM)		400

(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。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。

3 通道 LED 恒流驱动 TM1903

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	TM1903			单位
			最小值	典型值	最大值	
直流参数规格表: VCC=9.0V~24.0V						
VCC	电源电压		7.0		24.0	V
VO	输出端耐压范围	OUT			24.0	V
VIH	高电平输入电压		3.5		VDD	V
VIL	低电平输入电压		GND		1.5	V
IOH	高电平输出电流	VCC=9.0V,SDO=8.0V		1		mA
IOL	低电平输出电流	VCC=9.0V,SDO=1.0V		10		mA
IOLC	恒定输出灌电流	OUTR, OUTG, OUTB = 1.0V			41	mA
TA	工作温度范围		-40		+85	°C
TJ	工作结温范围		-40		+125	°C
交流参数规格表: VCC=3V~5.5V						
FCLK	数据时钟频率	DIN			800	KHZ
FOUT	OUT PWM 输出频率	OUTR, OUTG, OUTB		2		KHZ

电气特性

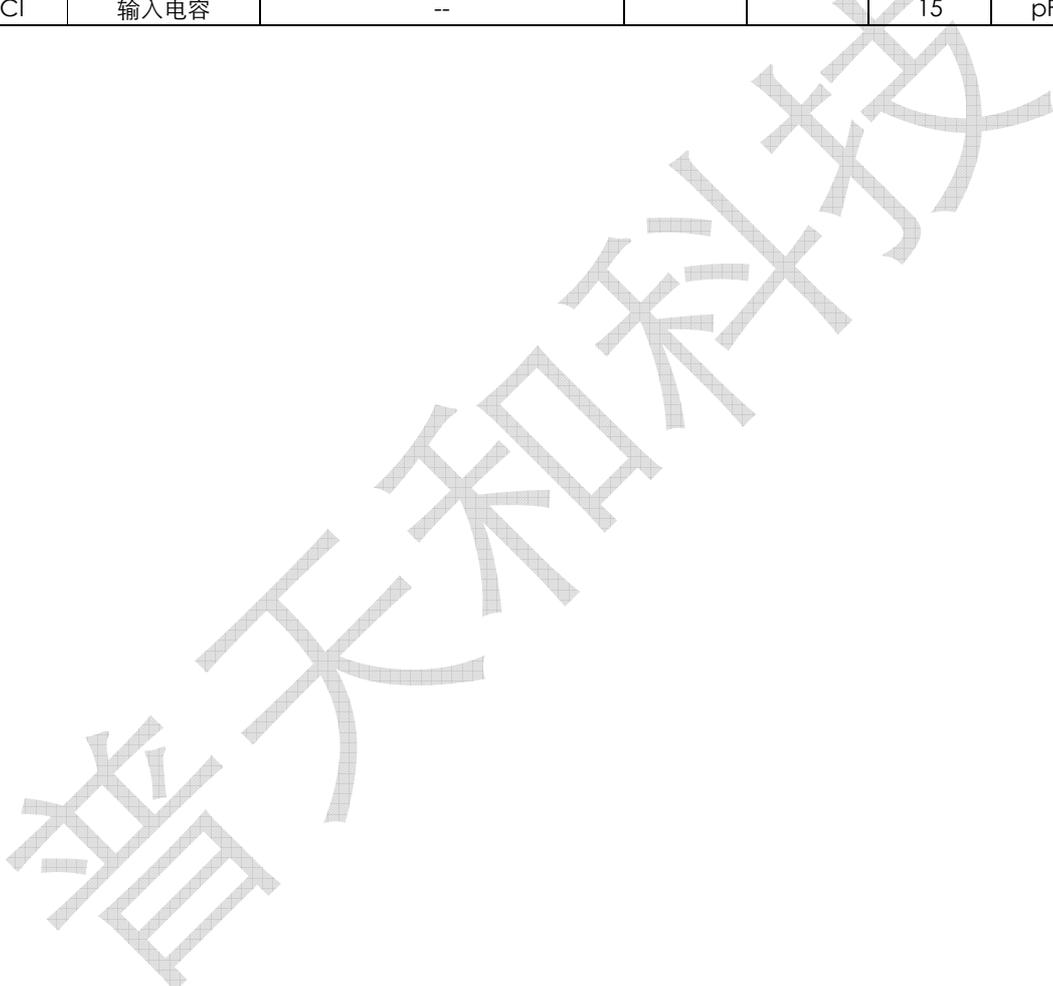
(在 VCC=9.0V~24.0V 和-40°C~+85°C下, 典型值 VCC=12V 和 TA=+25°C) 除非另有说明

参数		测试条件	TM1903			单位
			最小值	典型值	最大值	
VOH	高电平输出电压	IOH=-6mA: DO	VDD-0.4		VDD	V
VOL	低电平输出电压	IOL=10mA: DO			0.4	V
IIN	输入电流	DIN =接 VCC 或 GND	-1		1	uA
ICC0	电源电流 (VDD)	OUTR, OUTG, OUTB ,DIN, DO=开路	2.6	3.0	3.4	mA
ICC1		OUTR, OUTG, OUTB ,DIN, DO=开路,VDD=12V	3	3.4	3.8	mA
IOLC	恒定输出电流	OUTR, OUTG, OUTB 开,= 1.0V 设定恒流值 30H, TA=25°C	39	40	41	mA
IOLKG	输出漏电流	OUTR, OUTG, OUTB =OFF			0.1	uA
T _{PWM}	OUT端口占空比周期	OUT接1K上拉电阻		500		us
ΔIOLC0	恒流误差 (通道对通道)	OUTR, OUTG, OUTB =ON ,VOUn =1V		±1	±1.5	%
ΔIOLC1	恒流误差 (芯片对芯片)	OUTR, OUTG, OUTB =ON ,VOUn =1V		±2	±3	%
ΔIOLC2	线性调整	OUTR, OUTG, OUTB =ON ,VOUn =1V		±0.5	±1	%/V
ΔIOLC3	负载调整	OUTR, OUTG, OUTB =ON ,VOUn =1V~3V		±1	±3	%/V
IDDdyn	动态电流损耗	OUTR, OUTG, OUTB =OFF DO=开路			6	mA
Rth(j-a)	热阻值	--	79.2		190	°C/W
PD	消耗功率	(Ta=25° C)			250	mW

开关特性

(在 VCC=9.0V~24.0V 和-40°C~+85°C下, 典型值 VCC=12V 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	--		400		KHz
fosc2	高速模式	--		800		KHz
tPLZ	传输延迟时间	DIN → DOUT			400	ns
tPZL	--	CL = 15pF, RL = 10K Ω			100	ns
TTHZ	下降时间	CL = 300pF, OUTR/OUTG/OUTB			120	μs
Fdat	数据传输率	占空比50%	400		800	Kbps
CI	输入电容	--			15	pF



功能描述

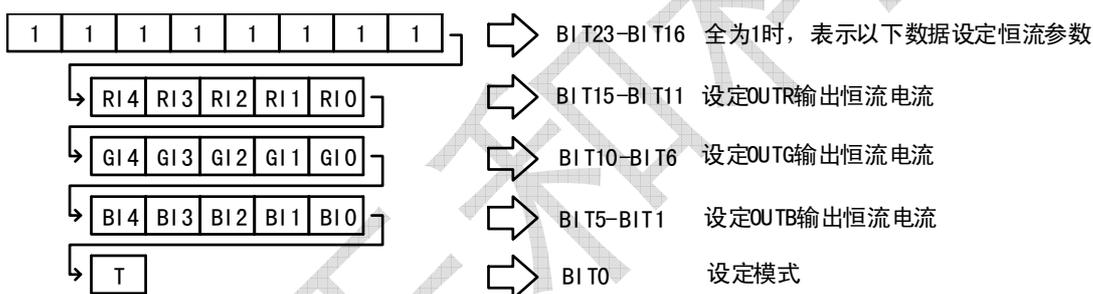
本芯片采用单线通讯方式，采用归零码的方式发送信号。芯片在上电复位以后，接收DIN端送来的数据，接收完24bit后，DO端口开始转发DIN端继续发来的数据，为下个级联芯片提供输入数据。在转发数据之前，DO口一直为低电平。芯片OUTR、OUTG、OUTB三个输出根据接收到的24bit数据，可设置恒流输出或PWM占空比信号输出。如果DIN端输入信号为RESET信号，芯片根据24bit数据输出恒流电流或PWM占空比信号，芯片将在RESET信号结束后重新接收新的数据，在接收完开始的24bit数据后，通过DO口转发数据，芯片在没有接收到RESET码前，OUTR、OUTG、OUTB管脚原输出保持不变。

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，仅仅受限刷屏速度要求。

数据结构

恒流模式：

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：



RI [bit15~bit11]:设定R通道恒流值, $I_r = 10 + RI[4:0] \text{mA}$, 即最小 $10 + 0 = 10 \text{mA}$, 最大 $10 + 31 = 41 \text{mA}$

GI [bit10~bit6]:设定G通道恒流值, 设定方式同上

BI [bit5~bit1]:设定B通道恒流值, 设定方式同上

T: 模式选择位, 1: 此位置位时, OUT为恒流输出工作方式

0: 此位清零时, OUT为PWM恒流输出工作方式

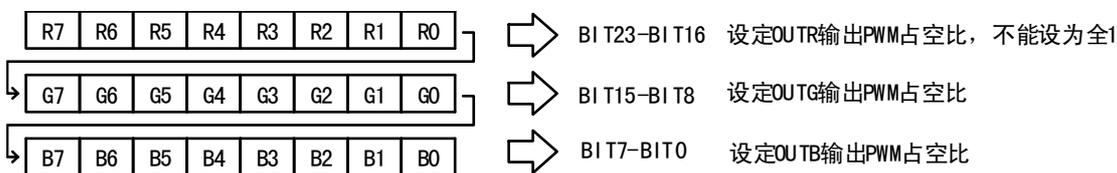
[bit15~bit1]位为分别独立设定OUTR, OUTG, OUTB引脚输出恒流值, 数值范围从0~31, 对应以下表中的恒流值。

3 通道 LED 恒流驱动 TM1903

OUTR	R14	R13	R12	R11	R10	数值	恒流值 (mA)
	BIT15	BIT14	BIT13	BIT12	BIT11		
OUTG	G14	G13	G12	G11	G10		
	BIT10	BIT9	BIT8	BIT7	BIT6		
OUTB	B14	B13	B12	B11	B10		
	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

PWM模式:

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:



PWM占空比从0-255连续可调, 注意高8位不全为1。

24bit数据发送时高位先发, 按照RGB的顺序发送数据。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低电平时间不要超过10us, 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
TOH	输入0码, 高电平时间	VDD=12V GND=0V	500	700	900	ns
T1H	输入1码, 高电平时间		1100	1500	2000	ns
TOH'	输出0码, 高电平时间		--	700	--	ns
T1H'	输出1码, 高电平时间		--	1300	--	ns
T	0码或1码的周期时间		--	2.4	--	us
Treset	Reset码, 低电平时间		8	24		us

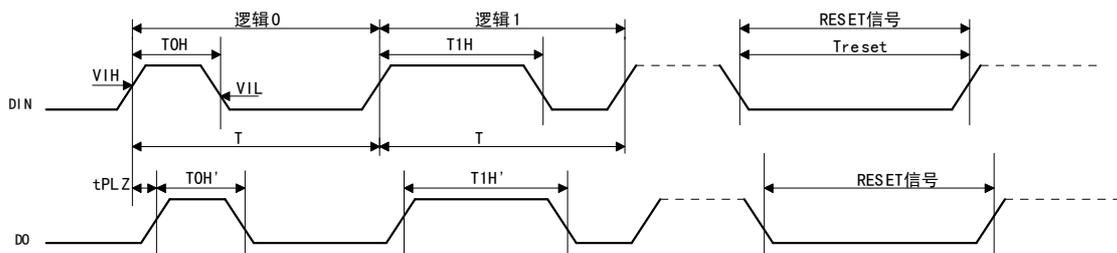
注意: 低速模式下发送 1 码或 0 码的周期时间为 2.4us (频率 400KHZ)。

高速模式时间

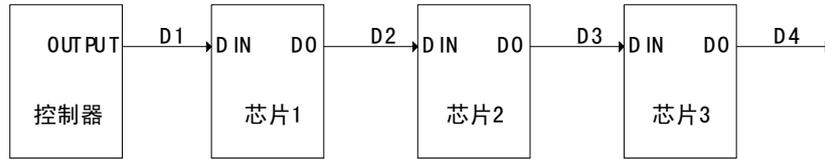
符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
TOH	输入0码, 高电平时间	VDD=12V GND=0V	150	300	450	ns
T1H	输入1码, 高电平时间		550	800	950	ns
TOH'	输出0码, 高电平时间		--	300	--	ns
T1H'	输出1码, 高电平时间		--	700	--	ns
T	0码或1码的周期时间		--	1.2	--	us
Treset	Reset码, 低电平时间		8	24		us

注意: 高速模式下发送 1 码或 0 码的周期时间为 1.2us (频率 800KHZ)。高低速模式的 Treset 复位时间是一样的。字节之间的低电平时间不要超过 8us, 否则芯片会复位, 复位后又重新接受数据, 则无法实现数据传送。

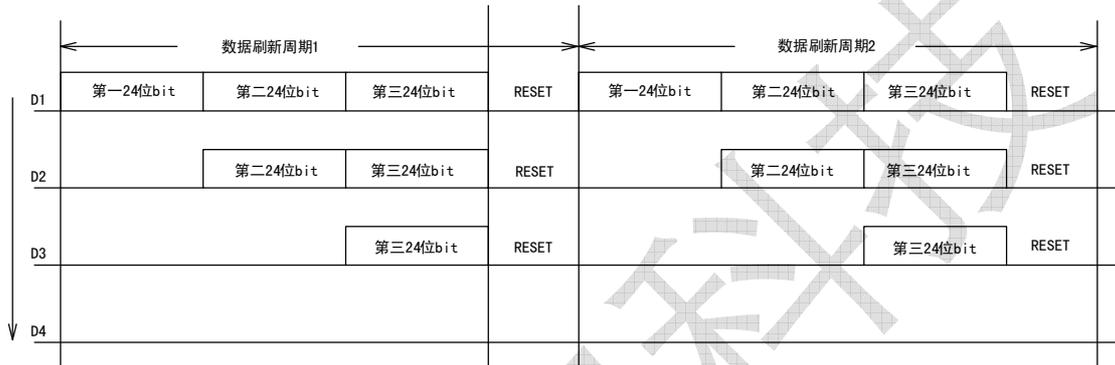
时序图



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TM1903转发的数据



芯片级联和数据传输并转发过程：控制器发来数据（D1），当芯片1接收完第一24bit，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再接收第二24bit，由于芯片1已经存有了第一24bit，因此，芯片1通过DO把第二24bit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又把接收到的第三24bit转发到芯片2，由于芯片2也已经存有一个24bit，所以，芯片2又把第三24bit转发（D3），芯片3接收到第三24bit，此时如果控制器发送一个大于15us的RESET低电平信号，所有芯片就会复位并把各自接收到的24bit数据解码后控制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，需要一个TM1903芯片来控制。

按照高速模式计算：

一BIT传输最高速率为800KHZ（1.2uS周期），一个像素数据包括红（8BIT），绿（8BIT），蓝（8BIT）共24BIT位，传输时间为 $24 \times 1.2\mu S = 28.8\mu S$ ，如果一个系统中共有1000个像素点，一次刷新全部显示的时间为 $28.8 \times 1000 = 28.8mS$ （忽略RESET码时间），即一秒钟刷新率为： $1 \div 28.8 \times 1000 \approx 34.7Hz$ 。

低速模式刷新速率对应高速模式下减一倍。

以下是级联点阵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)
1~50	1.44	694	2.88	347
1~100	2.88	347	5.76	174
1~200	5.76	174	11.52	87
1~400	11.52	87	23.04	43
1~800	23.04	43	46.08	22
1~1000	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TM1903无限级联。

2、如何使TM1903工作在最佳恒流状态

TM1903输出为恒流驱动，输出时根据恒流曲线可知，在恒流40mA电流时，进入恒流区域OUT端电压需为0.8V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1~2V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：VCC，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

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

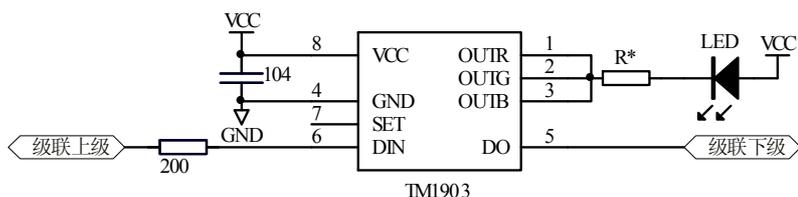
例：系统供电24V，单个LED导通压降：2V，串联LED个数：6个，恒流值40mA

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

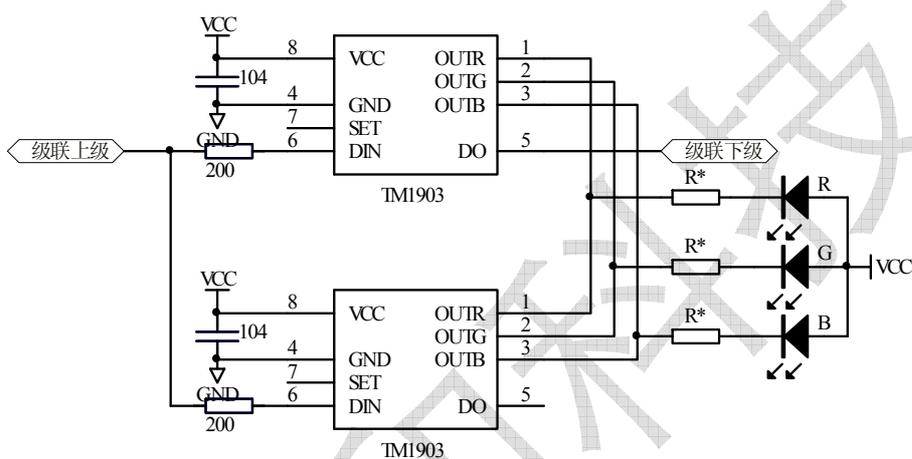
3、使用TM1903如何扩流

TM1903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。

3 通道 LED 恒流驱动 TM1903



以下是另一种扩流方式，优点是不需改软件，增加一颗TM1903每路最大可扩流41mA，容易实现RGB像素控制。



4、用程序驱动LED方法

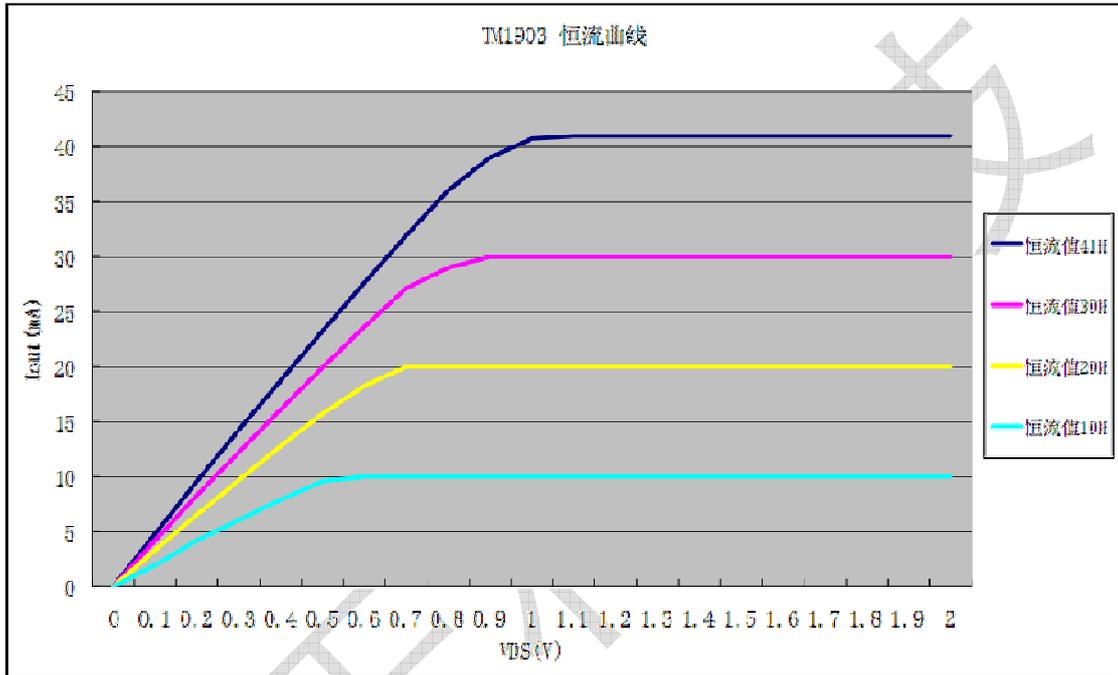
- 4.1 要实现芯片对LED亮度控制，首先确保RGB端口电压，能够使芯片进入恒流工作（具体请看“恒流曲线”）；
- 4.2 芯片上电复位，初始化先对恒流寄存器值进行设定且模式位T为0（允许PWM输出），如设定输出通道RGB的恒流电流为20mA,那么允许流过最大电流就为20mA。应根据LED设定恒流值；
- 4.3 对PWM寄存器进行写入，设定PWM输出，如设定输出通道RGB的PWM辉度级别为100,那么流过LED的电流为 $100 \div 256 \times 20\text{mA} = 7.8\text{mA}$ ；
- 4.4 不停改变PWM的值，就能随心所欲调节LED变化了。设定PWM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），输出最大低电平占比波形，LED最亮。
- 4.5 如果设定恒流值且模式位T为1,那么RGB输出电流始终为恒流设定值，PWM输出控制关闭。

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。

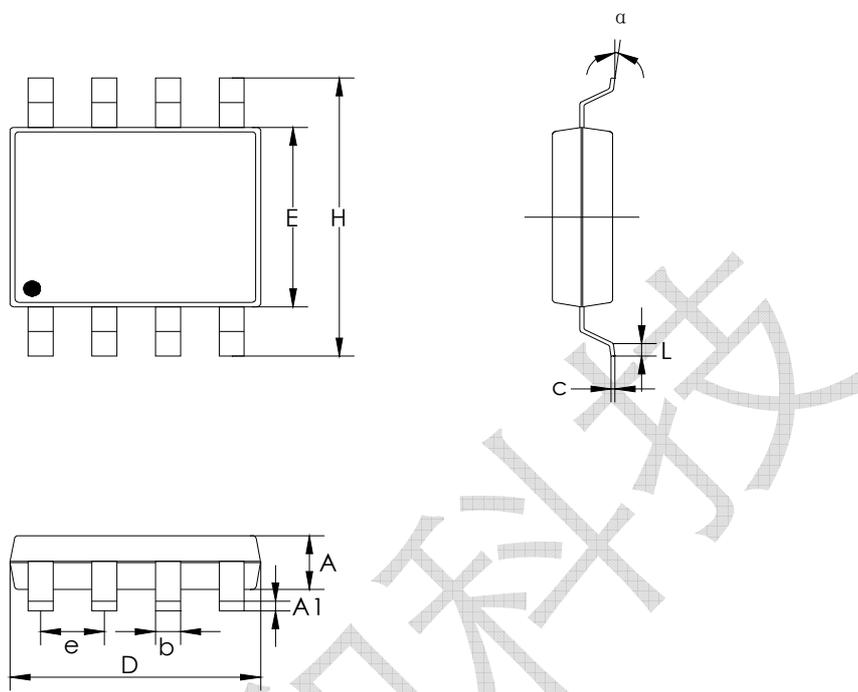
恒流曲线

将 TM1903 应用到 LED 面板设计上时，通道间甚至芯片间的电流差异极小。此源于 TM1903 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} 与加在端口上的电压 V_{ds} 关系可知，当在恒流工作状态下， $V_{ds} > 0.8V$ ，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。

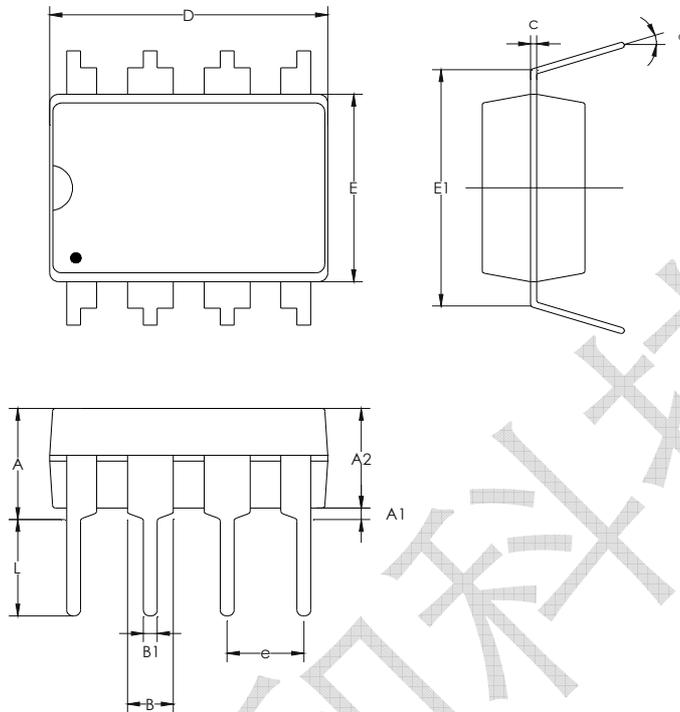


封装示意图
SOP8



标号	英寸			毫米		
	最小	标准	最大	最小	标准	最大
A	0.051	0.059	0.067	1.30	1.50	1.70
A1	0.002	0.006	0.010	0.06	0.16	0.26
b	0.012	0.016	0.022	0.30	0.40	0.55
c	0.006	0.010	0.014	0.15	0.25	0.35
D	0.186	0.194	0.202	4.72	4.92	5.12
E	0.148	0.156	0.163	3.75	3.95	4.15
e		0.050			1.27	
H	0.224	0.236	0.248	5.70	6.00	6.30
L	0.018	0.026	0.033	0.45	0.65	0.85
α	0°		8°	0°		8°

DIP8



标号	英寸			毫米		
	最小	标准	最大	最小	标准	最大
A			0.170			4.31
A1	0.015			0.38		
A2	0.124	0.134	0.144	3.15	3.4	3.65
B	0.015	0.018	0.020	0.38	0.46	0.51
B1	0.050	0.060	0.070	1.27	1.52	1.77
c	0.008	0.010	0.012	0.20	0.25	0.30
D	0.352	0.362	0.372	8.95	9.20	9.45
E	0.242	0.252	0.262	6.15	6.40	6.65
E1		0.300			7.62	
e		0.100			2.54	
L	0.118	0.130	0.142	3.00	3.30	3.60
α	0°		15°	0°		15°

修订历史

版本	发行日期	修订简介
V1.1	2011-09-29	正式版发行
V1.2	2011-12-21	改版发行
V1.3	2012-05-08	改版发行
V1.4	2012-06-21	改版发行

普天利科技