

## 特性描述

TM512-AX是DMX512差分并联协议LED驱动芯片，可选择1/2/3/4通道高精度恒流输出，并带解码转发功能，可通过D0口转换成单线800Kbps数据输出，输出数据编码形式有归0码和归1码两种产品可供选择，D0输出数据可直接控制我公司800Kbps速率IC，可转发192个通道数据。TM512-AX 解码技术精准解码DMX512信号，可兼容并拓展DMX512协议信号，TM512-AX对传输频率在200Kbps~500Kbps以内的DMX512信号完全自适应解码，无需进行速率设置，寻址可达4096通道。TM512-AX内置E2PROM，无需外接，同时支持在线写码，芯片提供4个耐压30V可达60毫安的高精度恒流输出通道，并且通过1个外接电阻来设定电流的输出大小。TM512-AX有PWM反极性降频输出功能，此功能适合外挂三极管，MOS管进行扩流驱动。高端口刷新率，大幅提高画面刷新率。TM512-AX更可将多组恒流输出接口短路以扩大电流驱动能力。它主要为建筑物装饰和舞台灯光效果LED 照明系统而设计，某一个芯片的异常完全不影响其他芯片的正常工作，维护简单方便。本产品性能优良，质量可靠。TM512-AX所对应产品名的功能特点以及分别所适合搭配我司的IC如下列表所示：

产品名称	D0 输出编码形式	D0 转发速率	TM 系列搭配 IC
TM512-AL	归0码	800Kbps	TM1804、TM1809、TM1812等
TM512-AH	归1码	800Kbps	TM1913、TM1909、TM1912、TM1925、TM1926等

## 功能特点

- 兼容并扩展DMX512(1990)信号协议
- 控制方式：差分并联，最大支持4096通道寻址
- 对信号传输速率200Kbps~500Kbps的DMX512信号可完全自适应解码
- 内置E2PROM，无需外接E2PROM
- 单独的地址串联写码线，可一次性自动写码，支持先安装后写码方式
- E2地址码双备份模式，部分E2损坏也不影响地址码读取
- PWM 选择端可选择反极性降频功能，降频后端口刷新率为500Hz
- PWM256级灰度控制
- 画面刷新率2KHz以上
- 内置5V稳压管
- OUTR/OUTG/OUTB/OUTW输出耐压大于30V
- OUTR/OUTG/OUTB/OUTW四位恒流输出通道
- 外置输出恒流可调电阻，每通道电流范围3~60mA
- ±3%通道间电流差异值，±3%芯片间电流差异值
- 支持1/2/3/4组字段数据读取模式
- 上电自检亮白灯，写码成功后亮蓝灯
- 输出通道逐步延时，降低突波电流干扰
- 工业级设计，性能稳定
- 封装形式：SOP16

## 应用领域

点光源，线条灯，洗墙灯，舞台灯光系统，室内外视频墙，装饰照明系统

内部结构框图

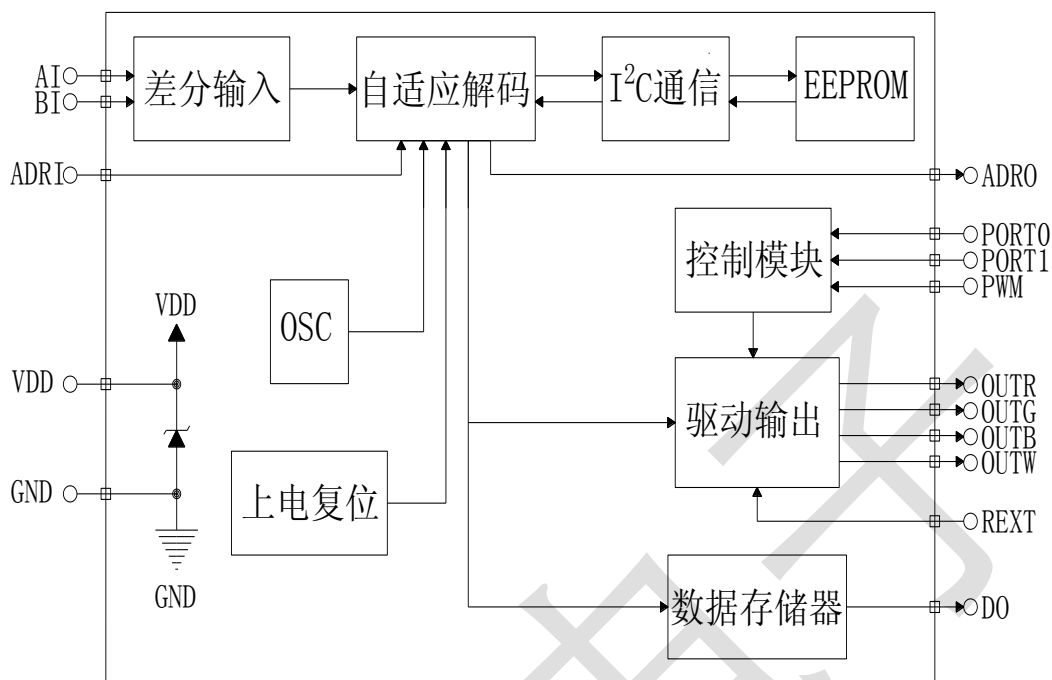


图1

管脚排列

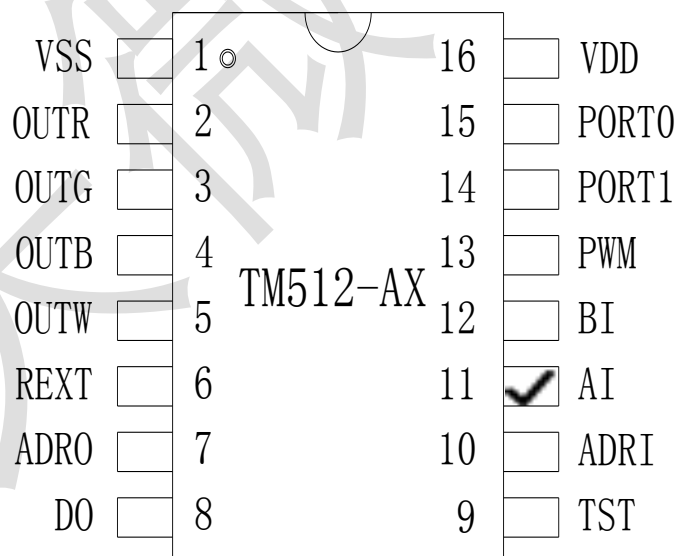
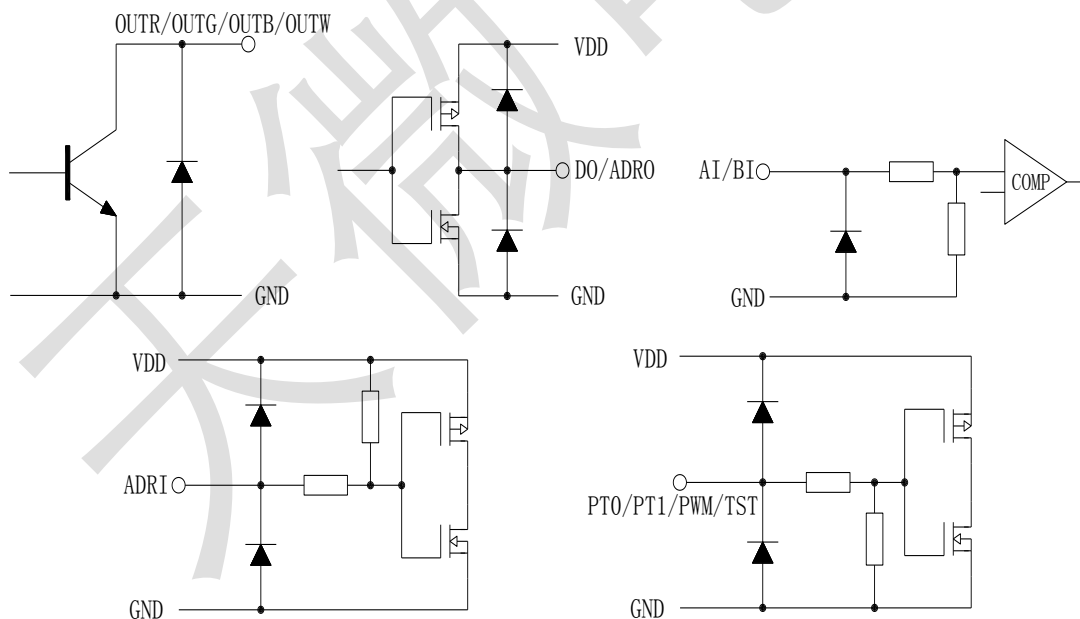


图2

**管脚功能**

引脚名称	引脚序号	I/O	功能说明
VDD	16	--	电源正极
VSS	1	--	电源负极
OUTR/OUTG/OUTB/OUTW	2~5	O	PWM输出端口
REXT	6	I	恒流反馈端，对地接电阻调整输出电流大小
ADRO	7	O	地址写码线输出
DO	8	O	解码转发通道，可控制我公司18系列和19系列IC
TST	9	I	测试脚，内置下拉
ADRI	10	I	地址写码线输入，内置上拉
AI	11	I	差分信号，正
BI	12	I	差分信号，负
PWM	13	I	输出极性选择，一般悬空，接VDD后输出极性相反，同时端口刷新频率降为500Hz
PORT1	14	I	字段选择，内置下拉
PORT0	15	I	字段选择，内置下拉

**输入/输出等效电路**

**图3**


集成电路系静电敏感器件，在干燥季节或者干燥环境使用容易产生大量静电，静电放电可能会损坏集成电路，天微电子建议采取一切适当的集成电路预防处理措施，不正当的操作焊接，可能会造成 ESD 损坏或者性能下降，芯片无法正常工作。

**工作条件**
**1、极限工作条件**

在25℃下测试，VDD=5V，如无特殊说明		TM512-AX	单位
参数名称	参数符号	极限值	
逻辑电源电压	Vdd	+5.5～+6.5	V
输出端口耐压	Vout	30	V
逻辑输入电压	Vi	－0.5～Vdd+0.5	V
工作温度	Topt	－40～+85	℃
储存温度	Tstg	－55～+150	℃
抗静电	ESD	3000	V
封装功耗	Pd	400	mW

- (1) 芯片长时间工作在上述极限参数条件下, 可能造成器件可靠性降低或永久性损坏, 天微电子不建议实际使用时任何一项参数达到或超过这些极限值。
- (2) 所有电压值均相对于系统地测试。

**2、推荐工作条件**

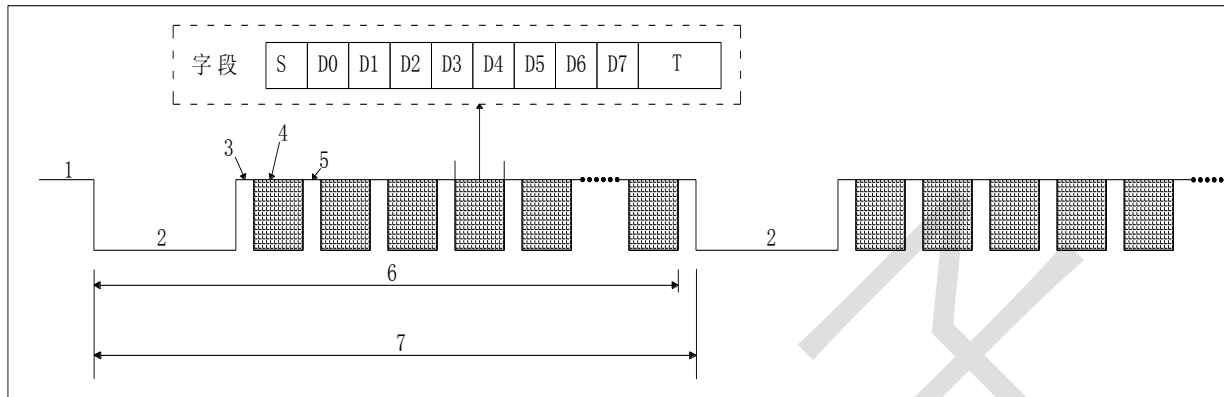
在-40℃~+85℃下测试, VDD=5V, 如无特殊说明			TM512-AX			单位
参数名称	参数符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	
逻辑电源电压	Vdd	--	--	5.5	--	V
高电平输入电压	Vih	--	0.7Vdd	--	Vdd	V
低电平输入电压	Vil	--	0	--	0.3Vdd	V
输出端口耐压	Vout				30	V

**芯片参数**
**1、电气特性**

在-40℃~+85℃下测试, VDD=4.5V~5.5V, VSS=0, 如无特殊说明			TM512-AX			单位
参数名称	参数符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	
低电平输出电流	Iol	Vo =0.4V, DO, ADRO	10	-	-	mA
高电平输出点流	Ioh	Vo =4V, DO, ADRO	10	-	-	mA
输入电流	Ii		-	-	±1	μA
差分输入共模电压	Vcm				12	V
差分输入电流	Iab	VDD=5V			28	μA
差分输入临限电压	Vth	0V<Vcm<12V	-0.2		0.2	V
差分输入迟滞电压		Vcm=0V		70		mV
差分输入阻抗	Rin			270		KΩ
输出管脚电流	Isink	OUTR, OUTG, OUTB, OUTW (REXT 对地电阻 550Ω)	3		60	mA
高电平输入电压	Vih	ADRI	0.7Vdd	-		V
低电平输入电压	Vil	ADRI	-	-	0.3Vdd	V
电流偏移量(通道间)	dIout	Vds=1V, Iout=17mA		±1.5	±3.0	%
电流偏移量(芯片间)	dIout	Vds=1V, Iout=17mA		±3.0	±5.0	%
电压偏移量VS-Vds	%dVds	1V<Vds<3V		±0.1	±0.5	%/V
电压偏移量VS-Vdd	%dVds	4.5V<Vdd<5.5V		±1.0	±2.0	%/V
动态电流损耗	IDDdyn	VDD=5V	无负载		4	mA
热阻值	Rth(j-a)			80	190	℃/W

**功能说明**
**1、通信数据协议：**

TM512-AX数据接收兼容标准DMX512(1990)协议及拓展DMX512协议，数据传输速率200Kbps至500Kbps自适应解码。协议波形如下所示：芯片是AI、BI差分输入的，图中画出的是AI的时序波形，BI与AI相反。


**图4**

标号	描述	最小值	典型值	最大值	单位
	比特率	200	250	500	Kbps
	位时间	5	4	2	μs
S	起始位	5	4	2	μs
D0~D7	8位数据	5	4	2	μs
T	2位停止位	10	8	4	μs
1	复位前标记	0		1000000	μs
2	复位信号	88		1000000	μs
3	复位后标记	8		1000000	μs
4	字段 (note1)	55	44	22	μs
5	字段之间的占	0		1000000	μs
6	数据包的长度	1024		1000000	μs
7	复位信号间隔	4096		1000000	μs

Note1: 字段共11位，包括0起始位，8位数据位和2位停止位。其中0起始位是低电平，停止位是高电平，数据位中的数据是0，则相应的时间段是低电平；数据是1，则相应的时间段是高电平。0起始位停止位及数据位的位时长须相同。

**2、IC接收说明：**

- 当AIBI线上出现复位信号时，IC进入接收准备状态。地址计数器清0。
- 数据包中的第1字段是起始字段，其8位数据必须是“0000\_0000”，该字段不作为显示数据。用于显示的有效字段从第二字段开始，DMX512数据包的第二字段是有效数据的第一字段。IC可自适应的数据传输速率是200Kbps~500Kbps。不同速率对应的字段时长不同，但不管传输频率是200Kbps还是500Kbps，只要确保所有有效字段的时长与起始字段的时长相同即可。
- IC根据其E2中地址确定截取DMX512数据包中对应的字段。如芯片地址为0000\_0000\_0000则从数据包的第一有效字段开始截取，地址0000\_0000\_0001从第二有效字段开始截取。芯片使用多少字段，由PT1和PT0设置。

PT1 (内置下拉)	PT0 (内置下拉)	模式及截取字段数
0	0	3字段模式：截取3字段，分别对应R, G, B
0	1	4字段模式：截取4字段，分别对应R, G, B, W
1	0	2字段模式：截取2字段，分别对应RG, BW
1	1	1字段模式：截取1字段，对应RGBW

上表中1字段模式和2字段模式可以实现扩流的功能，如1字段模式中(一般为单色应用)，可将OUT/OUTR/OUTGB/OUTW 4个输出管脚并接使用，这时最大输出电流可达240mA。上述字段选择为数据转发及扩流情况下才需要，当不需要扩流且在点光源应用(无需转发数据)情况下，从单色到RGB三色应用时

PORT0和PORT1都悬空即可。

4. IC接收数据时，2个复位信号间隔不能小于4ms，即使并联点数极少的情况下，帧频也不能大于250Hz。

### 3、控制器发送数据注意事项：

1. 对于标准DMX512(1990)协议来说，假如控制器的一个分端口接512个通道，也就是170个像素点，要达到刷新率是30Hz，那么每帧的时间宽度33.33ms，传输1bit的时间为4μs，则有效数据时间宽度为 $88+4\mu s \times 11bit \times 512 = 22.7ms$ ，那么每一帧数据之间的时间间隔为 $33.33-22.7 = 10.63ms$ 。在这时间间隔内数据线保持高电平，直到下一个复位信号。

2. TM512-AX要求控制器每个数据包的复位信号间隔不能小于4ms，即帧频最高不能高于250Hz，否则可能无法正常显示画面。

### 4、写码注意事项：

1. 写码器上除写址接线端（P0）外应有A、B接线端，写码时AI、BI线须接在写码器A、B接线端上，写码器的A、B接线端在写码时保持A高B低的电平，IC须在AI高BI低的状态下方能正常写码。

2. 写码完成后，收到新地址码的IC驱动蓝灯常亮。但此时新写入的地址码尚未生效，所有新写过码的IC此时仍使用原地址码，将IC断电后重新上电，新写入的地址码生效（实际应用时应把灯具和控制器都断电，若控制器不断电易造成和控制器写码线直接连接的首灯具被控制器通过写码线充电而无法完全断电，新写入地址码不生效）。

3. 写码完成后先不要将AB线取下，应用写码器自带的专用测试程序进行测试，以确认写码是否完全正确。

4. 写码器P0端口上的地址输入端线在写码完成后应从写码器上拔出，以免写码器失常时误写码。写码线拔出后悬空并用绝缘胶布包裹即可，无需专门接地。

### 5、差分总线连接注意事项：

1. 控制器与IC之间以及IC与IC之间须共地，以防止过高的共模电压击穿IC，可用屏蔽层做共地线可靠连接多个IC节点，并在一点可靠接地，不能双端或多端接地。

2. 板上AI线和BI线至IC间串接的保护电阻须一致，并且板上AIBI线从焊盘至IC的走线方式须尽量一致。

3. AI、BI总线尽可能采用屏蔽双绞线（尤其在强电和弱电走线槽共用工程，发射塔附近或雷电较多的地区），以减少干扰及雷电冲击。用普通超5类屏蔽双绞线即可，但要注意购买铜线。

4. 485总线中485节点要尽量减少与主干之间的距离，一般建议485总线采用手牵手的总线拓扑结构。星型结构会产生反射信号，影响485通信质量。如果在施工过程中必须要求485节点离485总线主干的距离超过30cm以上距离，建议使用485中继器作出一个485总线的分叉。如果施工过程中要求使用星型拓扑结构，应使用485集线器。

5. 485总线随着传输距离的延长，会产生回波反射信号，如果485总线的传输距离较长，建议施工时在485通讯结束端处的AI、BI线上并接一个120欧姆的终端匹配电阻。



## 恒流模块

### 1、输出恒流设置：

OUTR, OUTG, OUTB, OUTW是恒流输出，电流最大可达60mA，不建议将电流设置为更大值应用。恒流电流值由REXT对地接的电阻来决定。电流公式：

$$I_{out} = 48 / (250 + R_{ext}) \quad (1)$$

$$R_{ext} = (48 / I_{out}) - 250 \quad (2)$$

$R_{ext}$ 是跨接在REXT脚和地之间的电阻， $I_{out}$ 是OUTR, OUTG, OUTB, OUTW端口输出的电流。

电流值 (mA)	REXT 阻值 ( $\Omega$ )
18	2416
20	2150
36	1083
60	550

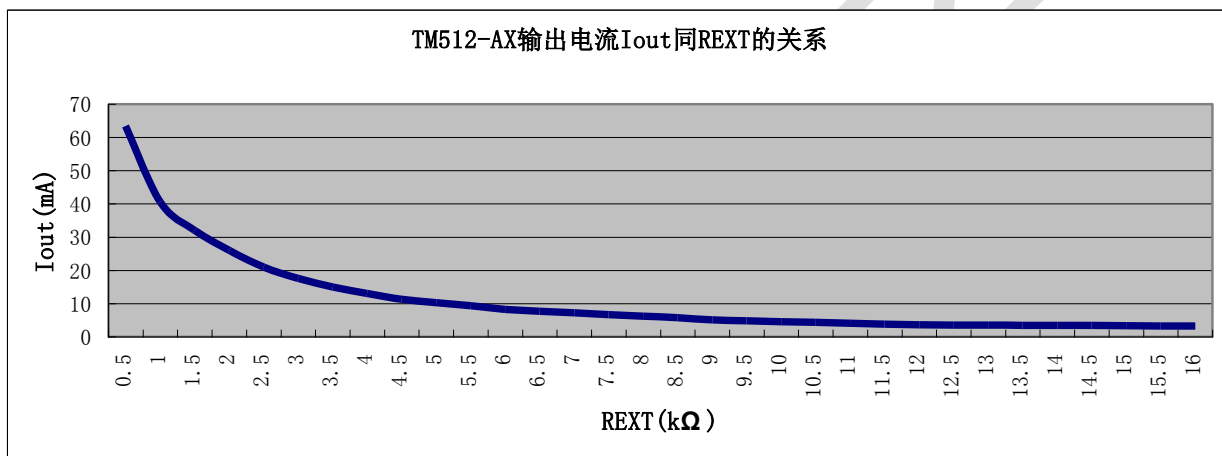


图5

### 2、恒流曲线：

TM512-AX恒流特性优异，通道间甚至芯片间的电流差异极小。

(1) 通道间的电流误差小于 $\pm 3\%$ ，而芯片间的电流误差小于 $\pm 3\%$ 。

(2) 当负载端电压发生变化时，TM512-AX输出电流不受影响，如下图所示。

(3) 如下图TM512-AX输出端口的电流 $I$ 与加在端口上的电压 $V_{ds}$ 曲线关系可知，电流 $I$ 越小，在恒流状态下需要的 $V_{ds}$ 也越小。

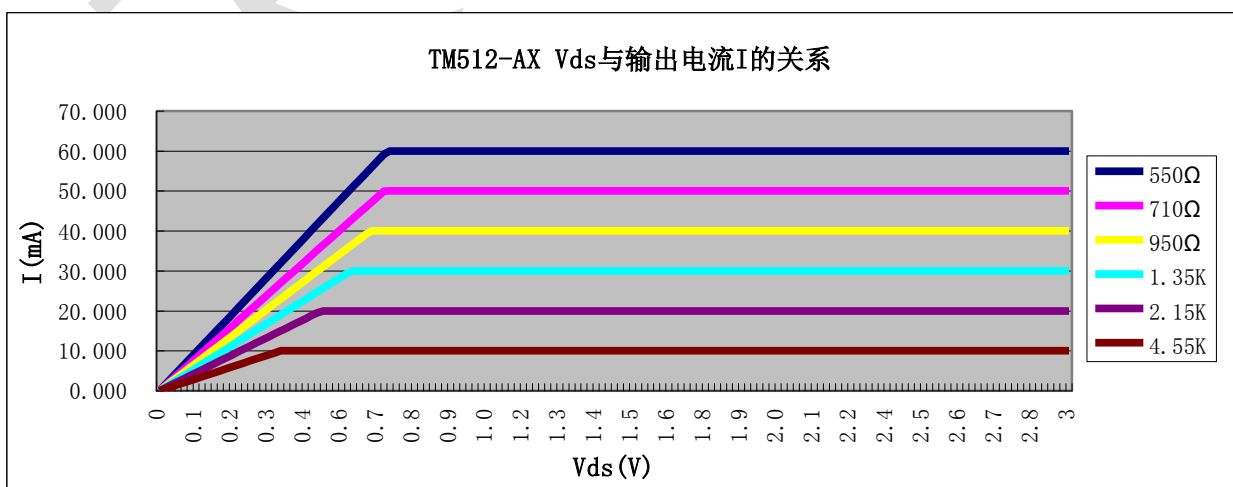


图6

## 应用信息

### 1、应用图1：RGBW 4色应用

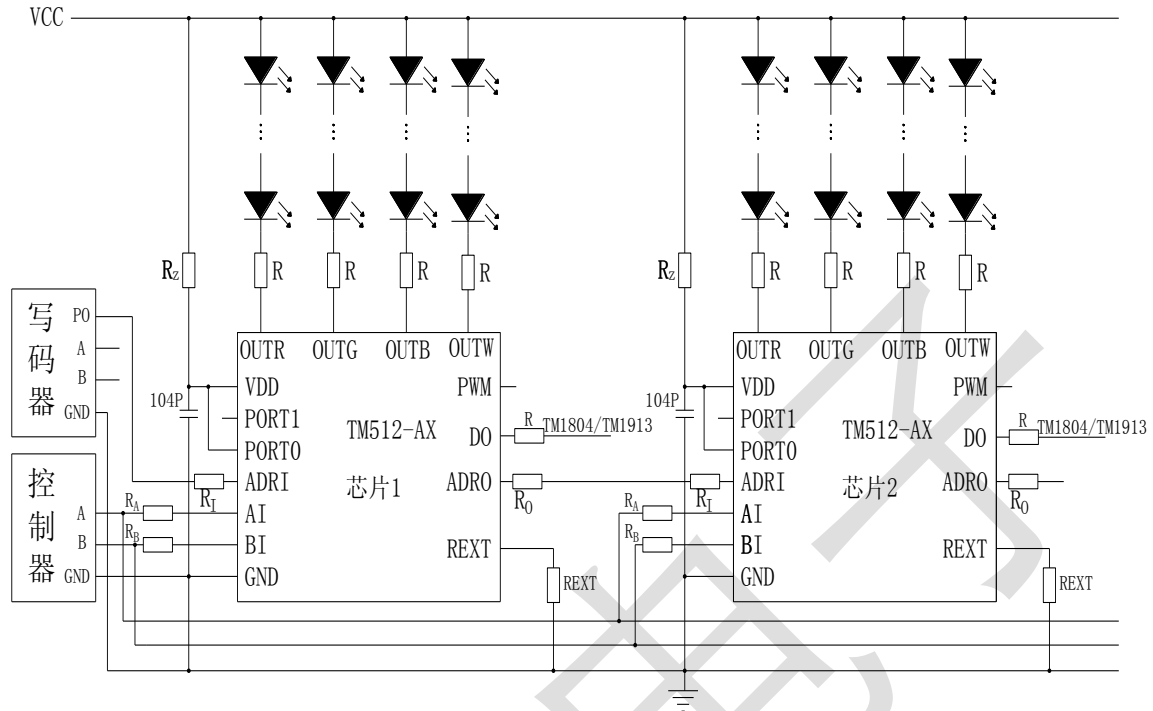


图7

- 注：1. 输出高精度恒流，每通道最高可达60mA，每通道最大并接4组灯（15mA/组）。  
2. 注意分压电阻R的选择，以免IC功耗过大。  
3. 写码时，IC需要保持AI比BI高的电平，建议将AI、BI总线接在写码器的A、B接线端上，由写码器提供A比B高的电平。  
4. REXT端口必须加电阻到地来设置输出电流，此端口不能悬空。

### 2、应用图2：RGB 3色应用

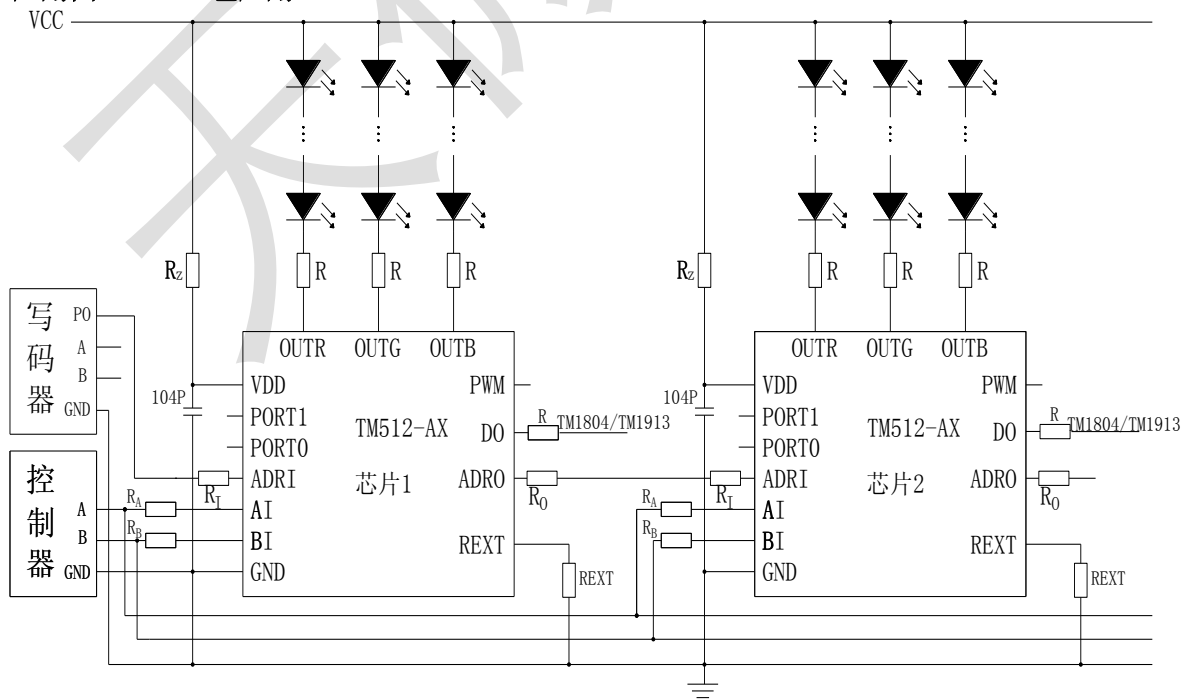


图8



- 注：1. 输出高精度恒流，每通道最高可达60mA，每通道最大并联4组灯（15mA/组）。  
2. 注意分压电阻R的选择，以免IC功耗过大。  
3. 写码时，IC需要保持AI比BI高的电平，建议将AI、BI总线接在写码器的A、B接线端上，由写码器提供A比B高的电平。  
4. REXT端口必须加电阻到地来设置输出电流，此端口不能悬空。

### 3、应用图3：双色应用

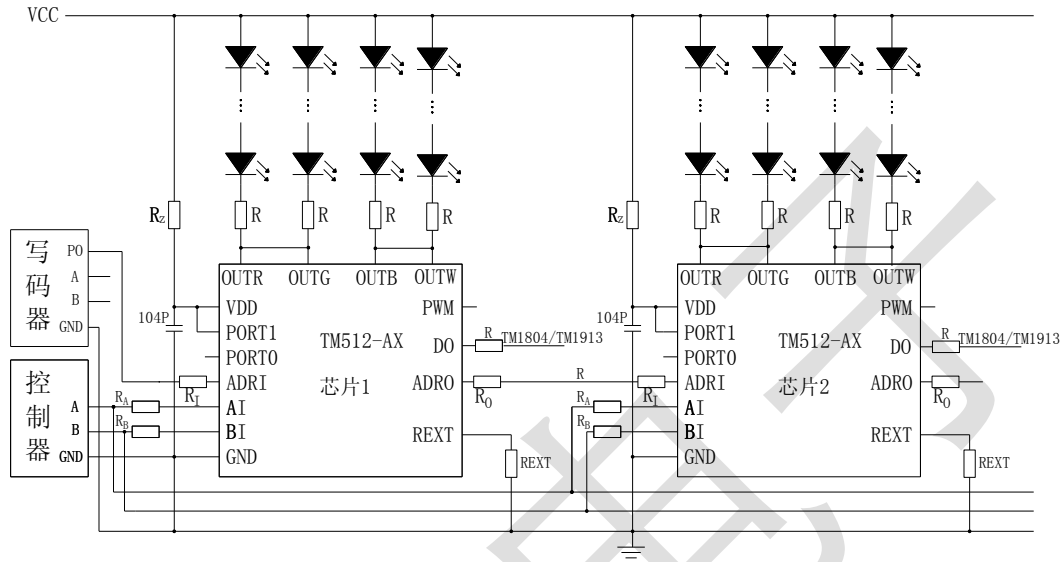


图9

- 注：1. 双色应用时，芯片自身截取2个字节数据，通道OUTR与OUTG数据相同，通道OUTB与OUTW数据相同，图中为并联扩流应用，2通道并联后最大输出电流120mA。  
2. 注意分压电阻R的选择，以免IC功耗过大。  
3. 写码时，IC需要保持A比B高的电平，建议将AI、BI总线接在写码器的A、B接线端上，由写码器提供A比B高的电平。  
4. REXT端口必须加电阻到地来设置输出电流，此端口不能悬空。

### 4、应用图4：单色应用

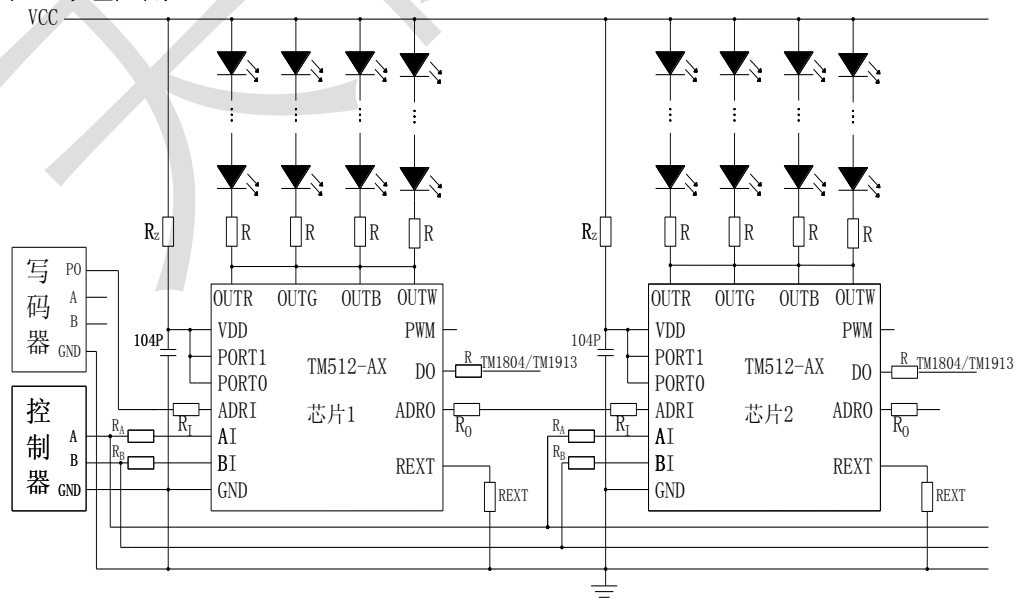


图10

注：1. 单色应用时，芯片自身截取1个字节数据，4通道数据相同，图中为并联扩流应用，4通道并联后最大输出电流240mA。

2. 注意分压电阻R的选择，以免IC功耗过大。

3. 写码时，IC需要保持AI比BI高的电平，建议将AI、BI总线接在写码器的A、B接线端上，由写码器提供A比B高的电平。

4. REXT端口必须加电阻到地来设置输出电流，此端口不能悬空。

#### 5、应用图5：外接三极管应用（也可外接MOS管或大功率恒流驱）

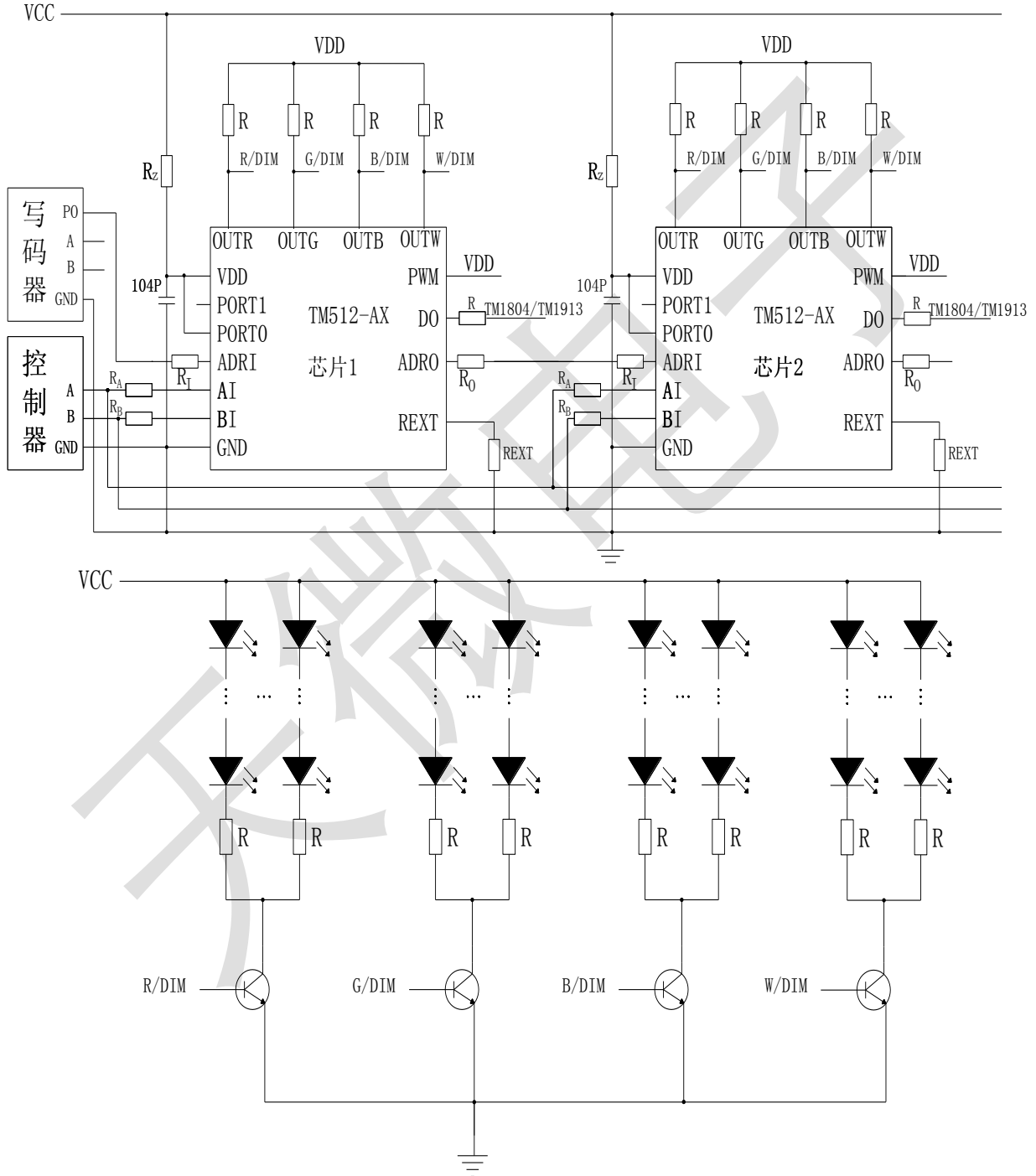


图11

注：1. PWM管脚接VDD时，为反极性降频恒压输出，适用于外接NPN三极管基极（B），MOS管或任何带DIM（调光端）的大功率恒流驱动IC。应用时输出管脚上拉到VDD，也可上拉到其它电源，上拉电阻R一般取5K左右。

2. 上图为4通道反极性应用时的应用图。其它字段反极性应用时注意PORT0及PORT1口选择。
3. 写码时，IC需要保持AI比BI高的电平，建议将AI、BI总线接在写码器的A、B接线端上，由写码器提供A比B高的电平。
4. 建议REXT在反极性应用时也不要悬空。

## 6、元器件选值表

$R_z$  选值表如下

VCC	24V	12V	5V
$R_z (\Omega)$	1.8K~2.0K	650~800	51
$R_I (\Omega)$	100	100	100
$R_O (\Omega)$	100	100	100

$R_A / R_B$  选值表如下

控制器A端口输出电压	12V	5V
$R_A (\Omega)$	30K~50K	100~200
$R_B (\Omega)$	30K~50K	100~200

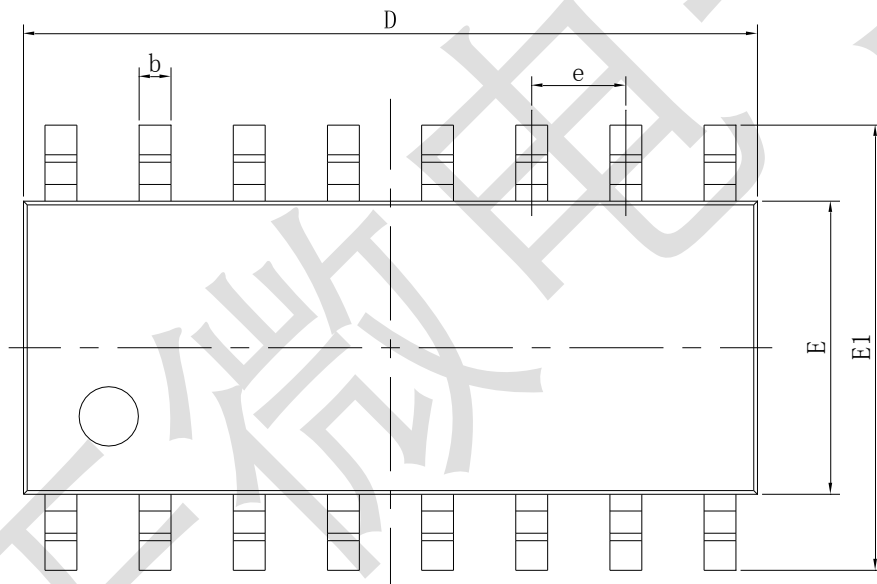
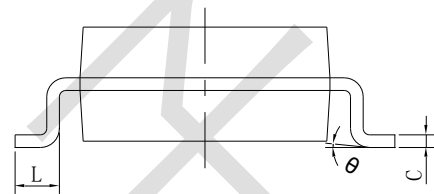
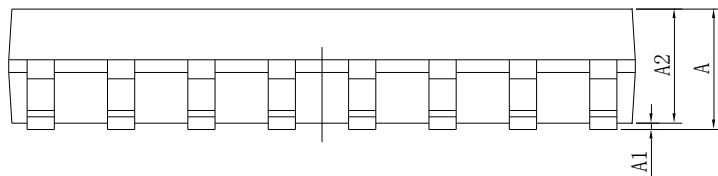
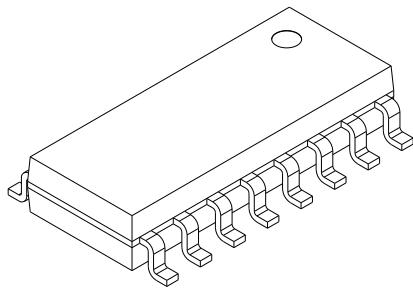
### (1) VDD分压电阻 $R_z$ 的选择

建议将VDD电流设定为10mA，VDD稳压为5.2V，所以 $R_z = (VCC - 5.2) / 0.01$ ，比如，当VCC等于24V时，由公式得 $R_z$ 取值1.88K $\Omega$ 。

### (2) 灯串电阻R的取值选择

由于SOP16封装的长期功耗不能大于400mW，所以应当设置IC功耗小于400mW，随着驱动电流的增大，应该减小芯片通道的输出电压 $V_{out}$ ，即： $400mW > 5.2V * 10mA + V_{out} * I_{out} * N$  (N为通道数量， $V_{out}$ 为通道端口电压， $I_{out}$ 为通道设置电流)，当 $N=4$ ， $I_{out}=30mA$ 时，得 $V_{out} < 2.9V$ ，又因为 $V_{out} = VCC - M * V_L - R * I_{out}$  (M为单个通道上串联的灯数量， $V_L$ 为灯的压降)，当 $VCC=24V$ ， $V_L=2$ ， $M=8$ 时，得 $R > 170\Omega$ ，此外，为了使得输出恒流还应该让 $V_{out} > 0.8V$ ，所以 $R < 240\Omega$ ，为了在功耗符合要求的情况下使芯片具有较好的输出特性，建议R选择适当的中间值。

封装示意图: SOP16



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.30	1.70	0.051	0.067
A1	0.08	0.24	0.003	0.009
b	0.4TYP		0.016TYP	
c	0.25TYP		0.010TYP	
D	8.25	8.85	0.325	0.348
E	3.75	4.15	0.148	0.163
E1	5.70	6.30	0.224	0.248
e	1.27TYP		0.050TYP	
L	0.45	0.85	0.018	0.033
$\theta$	0°	8°	0°	8°

All specs and applications shown above subject to change without prior notice.

(以上电路及规格仅供参考, 如本公司进行修正, 恕不另行通知)