



明阳半导体

MY9931

3通道高精度恒流LED驱动器

内建级联自动定址标准DMX512传输协议及差分信号传输接口

### 产品说明

MY9931是3通道高精度恒流LED驱动芯片支持级联自动寻址标准DMX512传输协议、宽共模输入范围的差分信号及Gamma灰度调整。配合自适应脉冲密度调变(APDM)控制可降低非对称电流响应造成的损耗，大幅提高画面刷新率。

独家DMX512解码技术利用内置时钟精准译码标准DMX512信号。差分信号接口设计支持宽共模输入范围，使MY9931更适合长距离传输及恶劣环境条件下使用<sup>(\*)</sup>。

(\*)要以低阻抗连接DMX512信号的参考地和MY9931的地

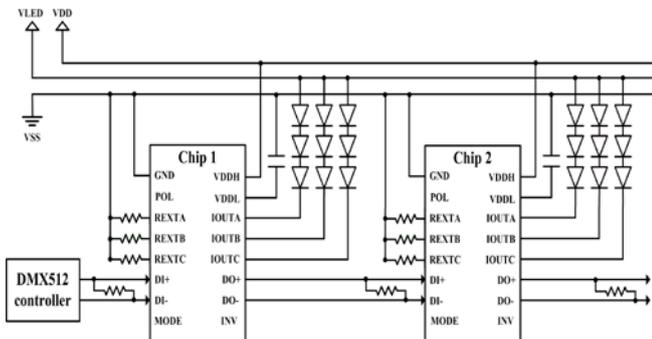
MY9931可在7至40伏特电压下工作。芯片提供3个最大承受电压40伏特的漏极开路高精度恒流60毫安沉入输出，并且藉由三个外接电阻来设定电流的输出大小。MY9931更提供Gamma灰度调整功能，利用Gamma调整值2.2将8位DMX512信号转换成14位APDM/PWM信号来提升画面灰度对比质量。同时，采用自适应脉冲密度调变控制确保画面刷新率大于2000Hz。在驱动高功率LED时，芯片支持传统脉冲调变控制降低电流切换损耗，大幅提高发光效能。

MY9931简化电路板所需的被动组件而且提供了±1.5%的通道间电流输出精度。MY9931提供SOP16封装型式以适用于不同应用需求，且可以在-40°C到+85°C的外在环境下工作。

### 应用

- 标准DMX512控制系统
- 舞台灯光系统
- 建筑装饰及照明
- LED网状屏、水底灯、洗墙灯、投射灯...等

### 典型应用图



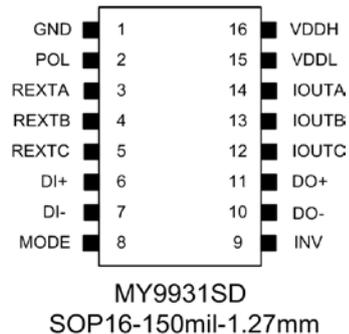
### 产品特点

- ◆ R. G. B 三通道恒流输出
- ◆ 7 ~ 40伏特电源电压
- ◆ 5~60毫安 恒流输出范围
- ◆ 可承受之最大输出电压40伏特
- ◆ 三个外接电阻来设定输出电流
- ◆ ±1.5% (一般值) 通道间电流差异值
- ◆ ±3.0% (一般值) 芯片间电流差异值
- ◆ 级联自动定址架构
- ◆ 标准DMX512协议 (USITT DMX512-A)
- ◆ 独特的标准DMX512差分输出信号适合长距离级联运用
- ◆ 支持宽共模输入电压范围的DMX512差分信号
- ◆ 差分输入信号之无极性连接功能
- ◆ 14位自适应脉冲密度调变控制 (16, 384灰阶)
- ◆ 14位传统不打散脉冲调变控制支持高瓦数LED运用
- ◆ 内置时钟支持DMX512译码及灰阶调变时钟
- ◆ Gamma调整值, 2.2, 将8位DMX512信号转换成14位APDM信号
- ◆ LED驱动运用时, 支持大于2000Hz画面刷新率
- ◆ PWM信号产生器运用时, 支持大于120Hz画面刷新率
- ◆ -40°C到+85°C的环境温度操作范围

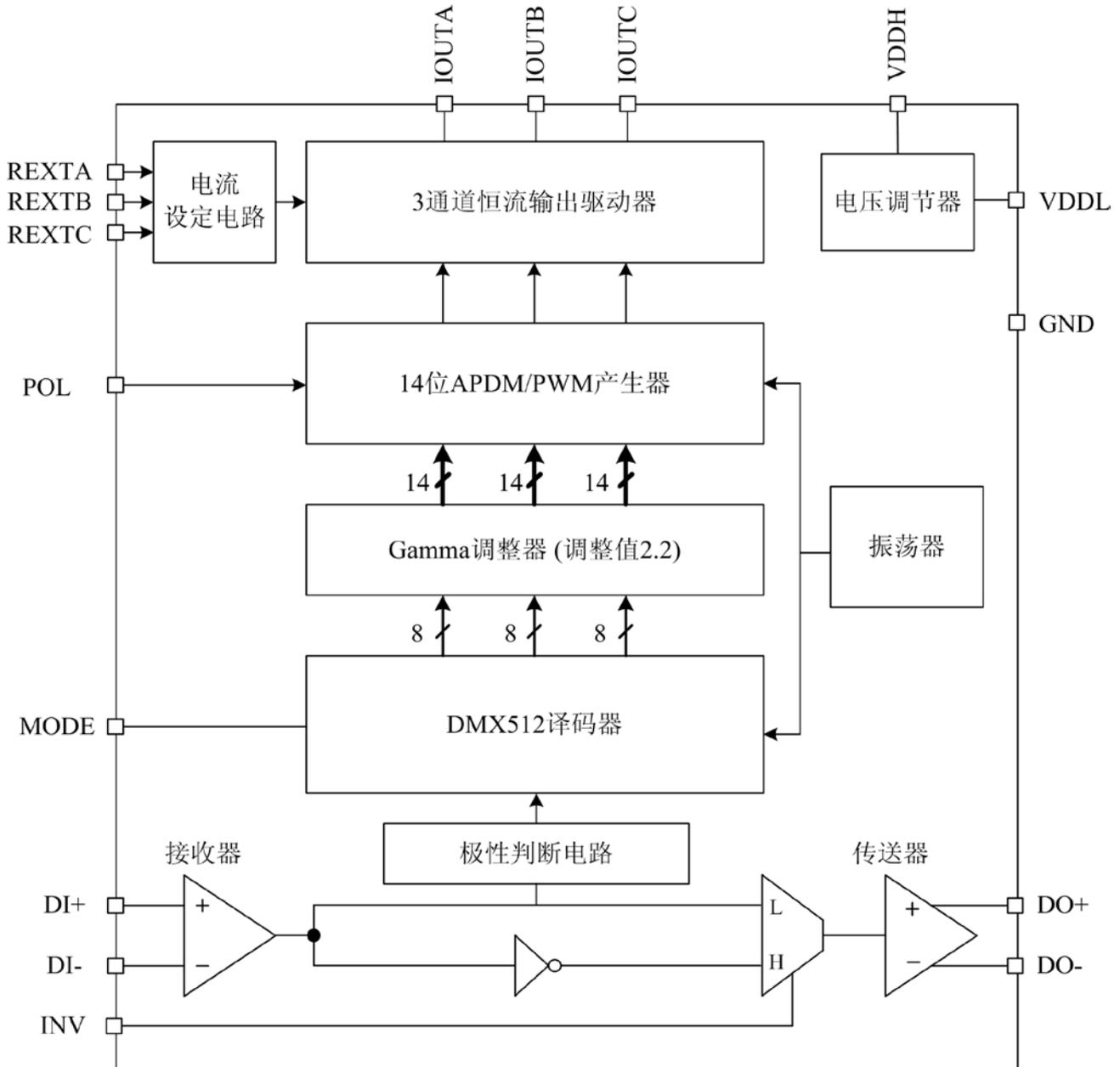
### 下单资讯

编号	封装资讯	
MY9931SD	SOP16-150mil-1.27mm	2500 pcs/Reel

### 脚位图



## 功能方块图

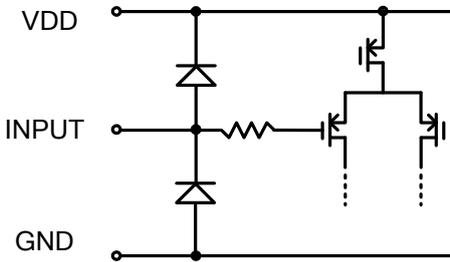


**管脚说明**

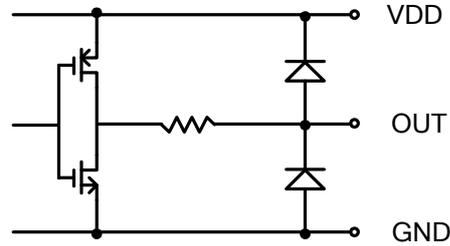
编号.	名称	功能说明
SOP14		
1	GND	控制逻辑及驱动电流之接地端
2	POL	输出恒流极性选择: “L”：当作 PWM 信号产生器(傳統不打散 PWM 波形) “H(空接)”：当作 LED 驱动器(APDM 打散波形)
3 4 5	REXTA REXTB REXTC	连接外接电阻之输入端 外接电阻 REXTA, REXTB, REXTC 分别设定 IOUTA, IOUTB, IOUTC 输出通道之恒流输出
6	DI+	DMX512 差分信号的正(+)输入端
7	DI-	DMX512 差分信号的负(-)输入端
8	MODE	字段(slot)数据读取模式设定: MODE=L：1 个字段模式 MODE=H(空接)：3 个字段模式
9	INV	DMX512 差分输出信号极性选择: “L”：DMXOUT 为反相,可增加级联装置数目 “H(空接)”：DMXOUT 为正相
10	DO-	DMX512 差分信号的负(-)输出端
11	DO+	DMX512 差分信号的正(+)输出端
12 13 14	IOUTC IOUTB IOUTA	恒流输出端
15	VDDL	电压调节器输出端 必须在 VDDL 与 GND 之间连接一 10uF 稳压电容
16	VDDH	7~40V 的电源供应端(增加 RC 电路,避免热插拔损害)

## 输入及输出等效电路

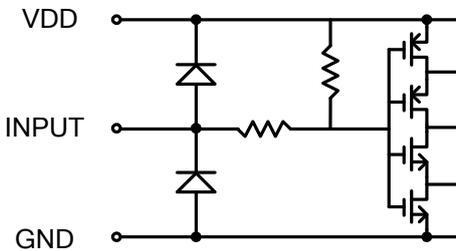
### 1. DI+, DI- 输入端



### 2. DO+, DO- 输出端



### 3. MODE, INV 输入端



## 最大限定范围 (Ta=25°C, Tj(max) = 150°C)

特性	代表符号	最大限定范围	单位
电源电压	VDDH	44	V
电压调节器输出电压	VDDL	7	V
差分输入信号共模范围	VCM	-7 ~ 12	V
输出端电流	IOUT	80	mA
输出端耐受电压	VOUT	-0.3 ~ 44	V
热阻值(On 4-Layers PCB)	Rth(j-a)	75 (SD:SOP16-150mil-0.65mm)	°C/W
IC 工作时的环境温度	Top	-40 ~ 85	°C
IC 储存时的环境温度	Tstg	-55 ~ 150	°C

(1) 操作在这些规定值之上也许会造成元件永久的损伤。在绝对的最大条件之下延长操作期限也许会降低元件的可靠性。这些仅是部分的规定值，并且不支持在规格之外的其他条件的功能操作。

(2) 所有电压值是以接地端做为参考点。

直流特性(VDDL = 5.0 V, Ta = 25°C unless otherwise noted)

特性	代表符号	量测条件	最小值	一般值	最大值	单位
差分输出电压 (没有负载)	VOD1	Io=0mA, figure 1		—	5	V
差分输出电压 (有负载)	VOD2	R=27Ω, figure 1	1.5	—	2	
差分共模输出电压	VOC	R=27Ω, figure 1	—	—	3	
差分输入信号临限电压	VTH	-7V ≤ VCM ≤ 12V	-0.2		0.2	
差分输入迟滞	ΔVTH	VCM=0V		70		mV
差分输入端输入阻抗	RIN		192			kΩ
差分输出短路电流, Vo(DIFF)=High	IOS1	Vo=-7V			TBD	mA
差分输出短路电流, Vo(DIFF)=Low	IOS2	Vo=10V	TBD			mA
差分输入端输入电流	IDI	VIN=12V		50		uA
		VIN=-7V		-30		
电压调节器输出电压	VDDL	VDDH=7~40V		5		V
电流设定回授电压	Vrext	VDDH=40V Rrext=20Ω and Vo=1V		0.4		V
输出端漏电流	ILK	Vo=40V			0.1	uA
电流偏移量 (通道间)*1	dIOUT1	VOUT = 1.0 V Rrext = 20 Ω	—	±1.5	±3	%
电流偏移量 (芯片间)*2	dIOUT2		—	±3	±6	%
电流偏移量 vs. 输出电压*3	% / VOUT	Rrext = 16 Ω VOUT = 7 V ~ 40 V	—	—	±0.1	% / V
电流偏移量 vs. 电源电压*4	% / VDDH	Rrext = 16Ω VDDH = 7 V ~ 40 V	—	±0.6	±1	

\*1 Channel-to-channel skew is defined by the formula below:

$$\Delta(\%) = \left[ \frac{I_{out_n}}{(I_{out_0} + I_{out_1} + \dots + I_{out_{15}})} - 1 \right] * 100\%$$

\*2 Chip-to-Chip skew is defined by the formula below:

$$\Delta(\%) = \left[ \left( \frac{16}{(I_{out_0} + I_{out_1} + \dots + I_{out_{15}})} - (Ideal\ Output\ Current) \right) \right] * 100\%$$

\*3 Output voltage regulation is defined by the formula below:

$$\Delta(\% / V) = \left[ \frac{I_{out_n} (@ V_{out_n} = 3V) - I_{out_n} (@ V_{out_n} = 1V)}{I_{out_n} (@ V_{out_n} = 3V)} \right] * \frac{100\%}{3V - 1V}$$

\*4 Supply voltage regulation is defined by the formula below:

$$\Delta(\% / V) = \left[ \frac{I_{out_n} (@ V_{DDH} = 40V) - I_{out_n} (@ V_{DDH} = 7V)}{I_{out_n} (@ V_{DD} = 7V)} \right] * \frac{100\%}{40V - 7V}$$

特性	代表符号	量测条件	最小值	一般值	最大值	单位
电压源输出电流	$I_{DD1(off)}$	$R_{rxt}$ = 未接 所有输出关闭	—	1.7	2.5	mA
	$I_{DD2(off)}$	输入信号固定 $R_{rxt} = 16\Omega$ 所有输出关闭	—	2.3	3.1	
	$I_{DD1(on)}$	输入信号固定 $R_{rxt} = 16\Omega$ 所有输出打开	—	2.4	3.2	

### 动态特性 (VDDL = 5.0V, Ta = 25°C unless otherwise noted)

特性	代表符号	量测条件	最小值	一般值	最大值	单位
延迟时间 DI-to-DO (“L” to “H”)	$tp_{LH}$	$V_{DDH}=40V$ $R_{DIFF}=54\Omega$ $R_{LOAD}=196k\Omega$ $C_L=100pF$ $DI(DIFF)=1.5V$	—	40		ns
延迟时间 DI-to-DO (“H” to “L”)	$tp_{HL}$		—	40		
延迟时间偏移	$tskew$		5			
DO 的爬升时间	$tr_{(DO)}$		—	20		
DO 的下降时间	$tf_{(DO)}$		20			
电流输出的爬升时间	$t_{or}$		100			
电流输出的下降时间	$t_{of}$		—	100	—	
灰阶时钟频率	FGCK			2	MHz	

### 量测电路

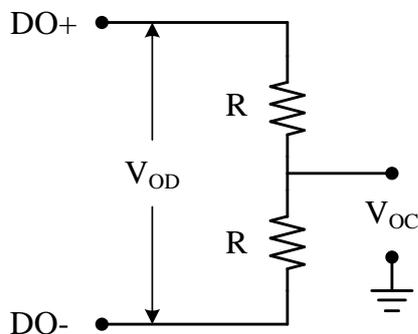


Figure1. 差分输出信号 DC 量测电路

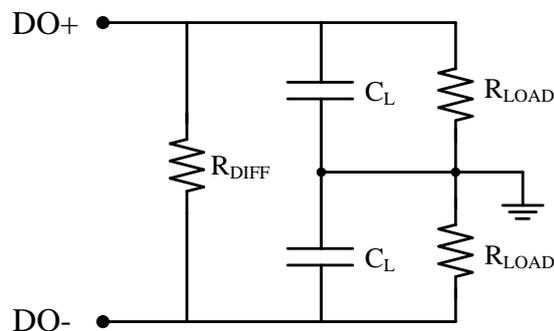


Figure2. 差分输出信号时序量测电路

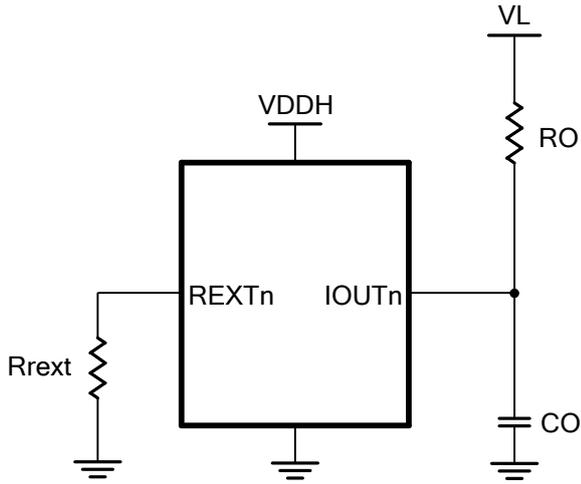
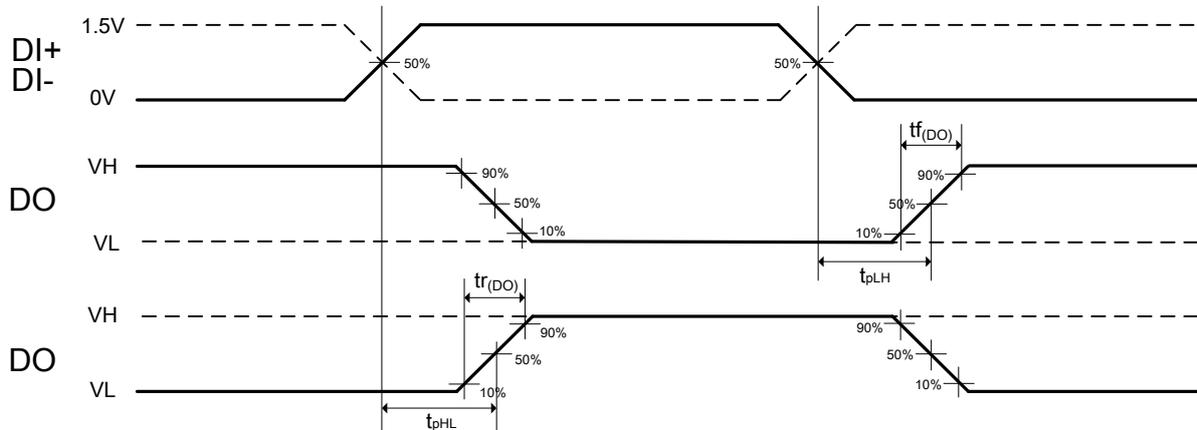


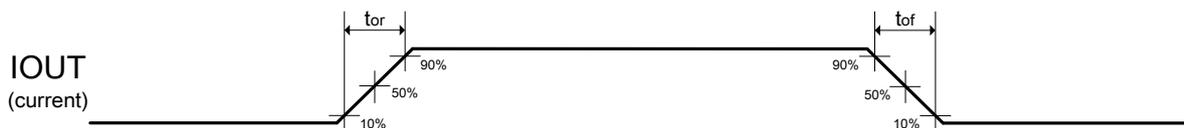
Figure3. 动态特性量测电路

## 时序图

### 1. DI to DO



### 2. IOUT



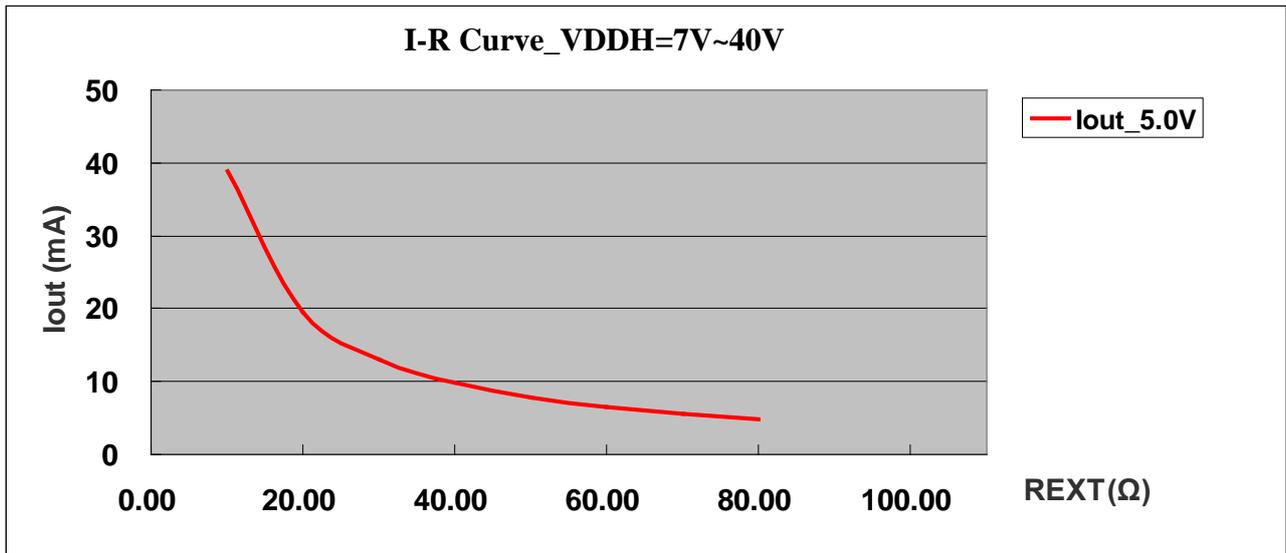
## 调整输出电流

恒流的大小是被跨接于 REXT 和地的外接电阻所决定。电流值可以用以下的公式做计算：

$$I_{out}(mA) = V_{rext}(V) / R_{ext}(k\Omega) = 0.4V / R_{ext}(k\Omega)$$

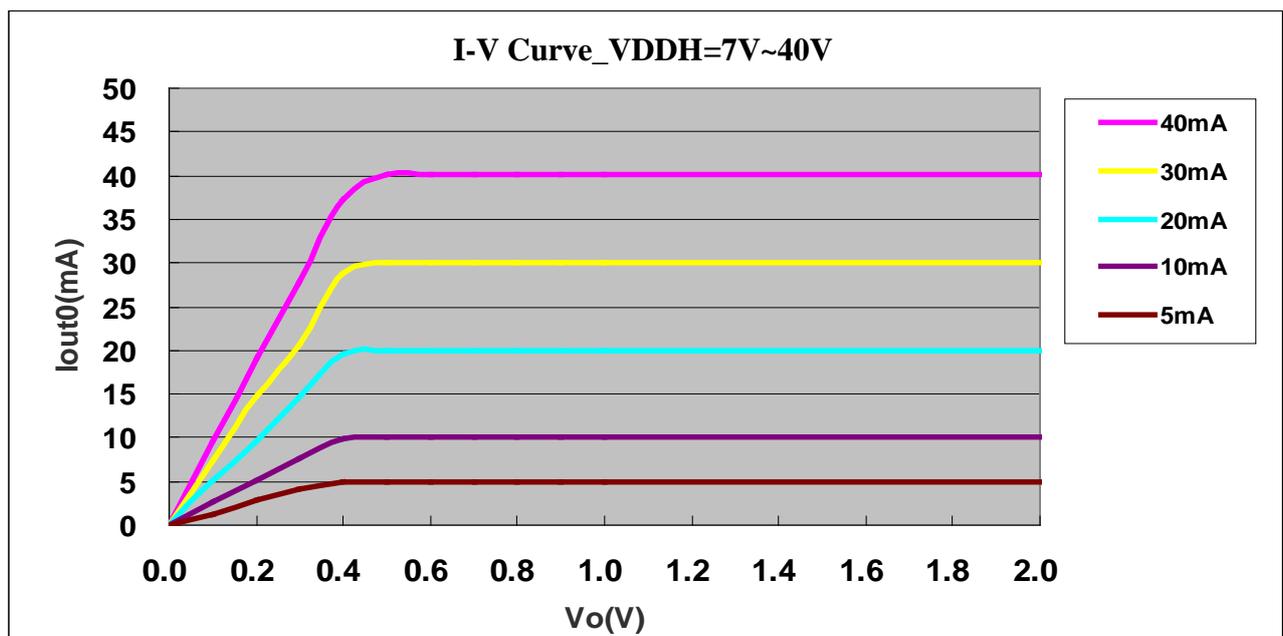
R<sub>rext</sub> 是一跨接于 REXT 和 GND 之间的电阻。

例如：I<sub>out</sub> 是约 20mA 当 R<sub>rext</sub>=20Ω，I<sub>out</sub> 是约 50mA 当 R<sub>rext</sub>=8Ω



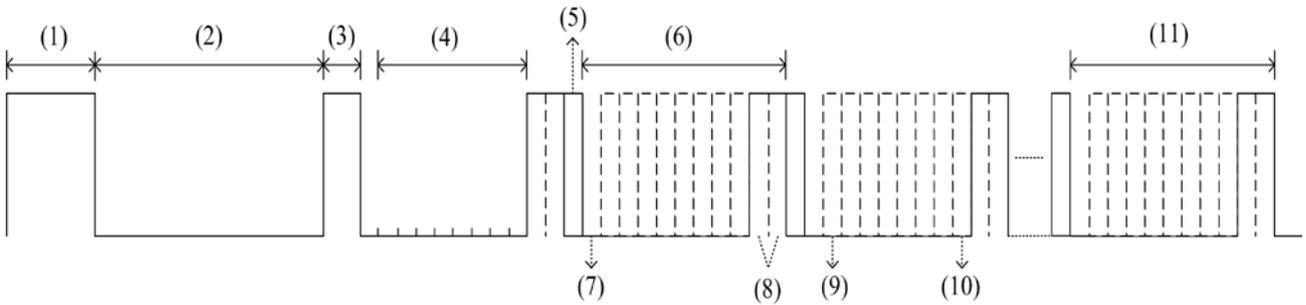
## 恒流输出特性

输出电流几乎不会受到输出电压的影响而有所变动，因此 MY9931 在不同的 LED 顺向电压下仍能够提供精准的恒流输出，下图描述了如何设计适当的输出电压以达到最佳的恒流特性。



## 标准 DMX512 传输协议

DMX512 标准采用一种简单的异步八位串行数据协议，用来描述控制系统与附属装置间的控制方法。MY9931 支持标准 DMX512 协议，此协议符合 USITT DMX512-A 格式，但是复位信号时间必须设定在 88us 到 264us 之间，而且若装置会出现热插拔情况, MBB(或 MAB 或字段之间的占) 必须设定大于 440us。



标号	描述	时间限制
(1)	复位前标记 (MBB)	0us~1s (若装置会出现热插拔, 请参考下列热插拔设定程序)
(2)	复位信号 (BREAK)	$88\mu s \leq T_{Break} \leq 264\mu s$
(3)	复位后标记 (MAB)	4us~1s
(4)	起始码 (字段 0 数据)	$32\mu s \pm 2\%$ (必须为零起始码)
(5)	字段之间的占 (空闲)	0s~1s
(6)	字段 (SLOT)	$44\mu s \pm 2\%$
(7)	起始位	$4\mu s \pm 2\%$
(8)	停止位	$4\mu s \pm 2\%$
(9)	最低数据位	$4\mu s \pm 2\%$
(10)	最高数据位	$4\mu s \pm 2\%$
(11)	数据链中的字段数	2048

**\* 开机设定程序:**

控制器必须在开机后, 先控制 DMX512 输入信号保持高准位超过 440us, 然后再传送 DMX512 信号

**\* 热插拔设定程序:**

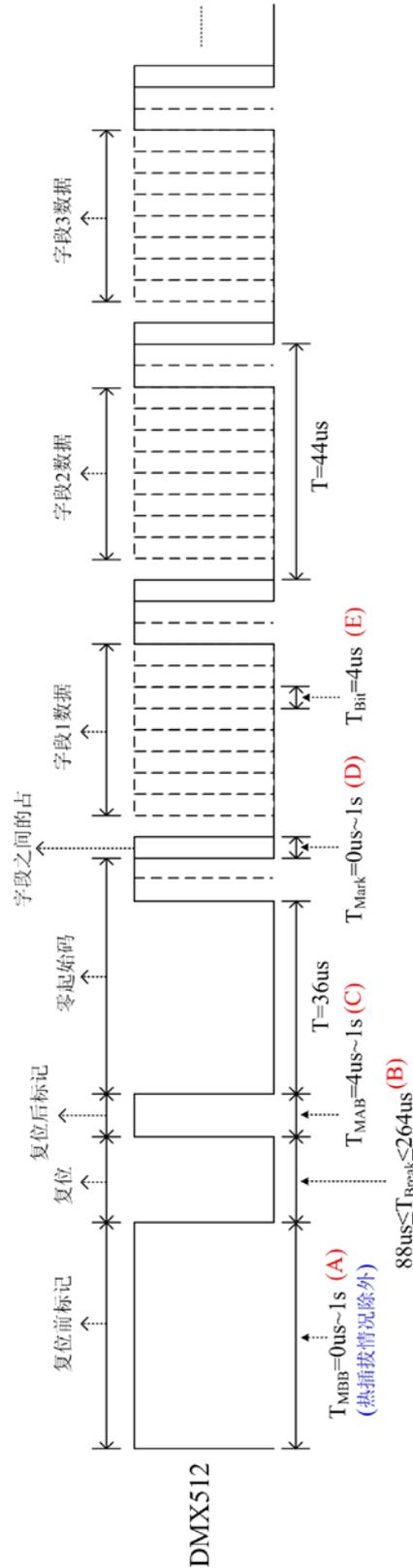
如果装置会出现热插拔情况, 控制器必须设定 MBB(或 MAB 或字段之间的占) 时间超过 440us, 避免热插拔动作造成译码程序错误

**\* 级联颗数:**

数据链路中的字段数不可以少于全部级联装置所需读取的字段数, 否则会造成未读取到字段的装置发生异常

**\* 当 INV=H 时, 开机设定程序及热插拔设定程序可被忽略**

标准 DMX512 信号



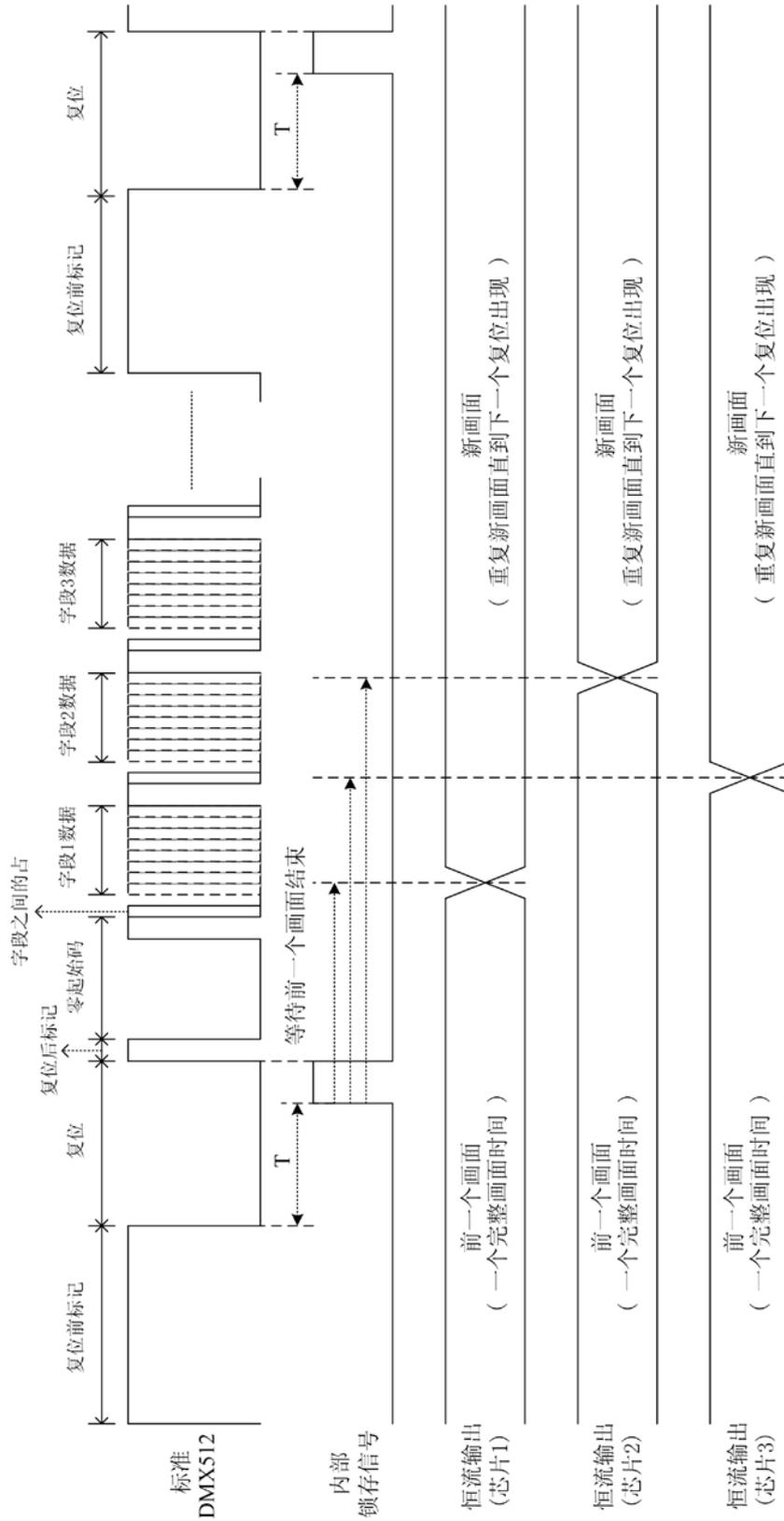
<< 开机设定程序 >>

控制器必须在开机后,先控制DMX512输入信号保持高准位超过440us,然后再传送DMX512信号

<< 热插拔设定程序 >>

如果装置会出现热插拔情况,控制器必须设定MBB (或MAB或字段之间的占)时间超过440us,避免热插拔动作造成译码程序错误

### 画面锁存(复位)

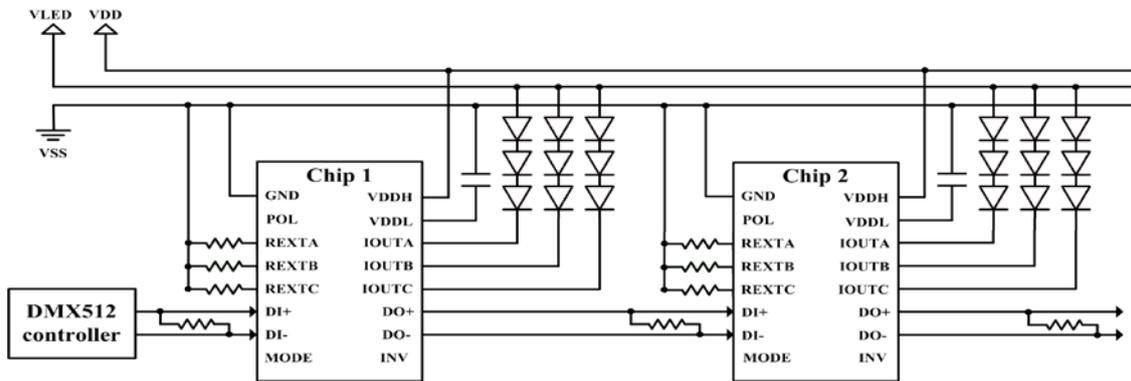


\*\* 自动画面更新锁存: 为了保持画面的完整性, 遇到内部锁存信号后, 下一个画面数据必须等待前一个画面完整结束, 才会被锁存到芯片内

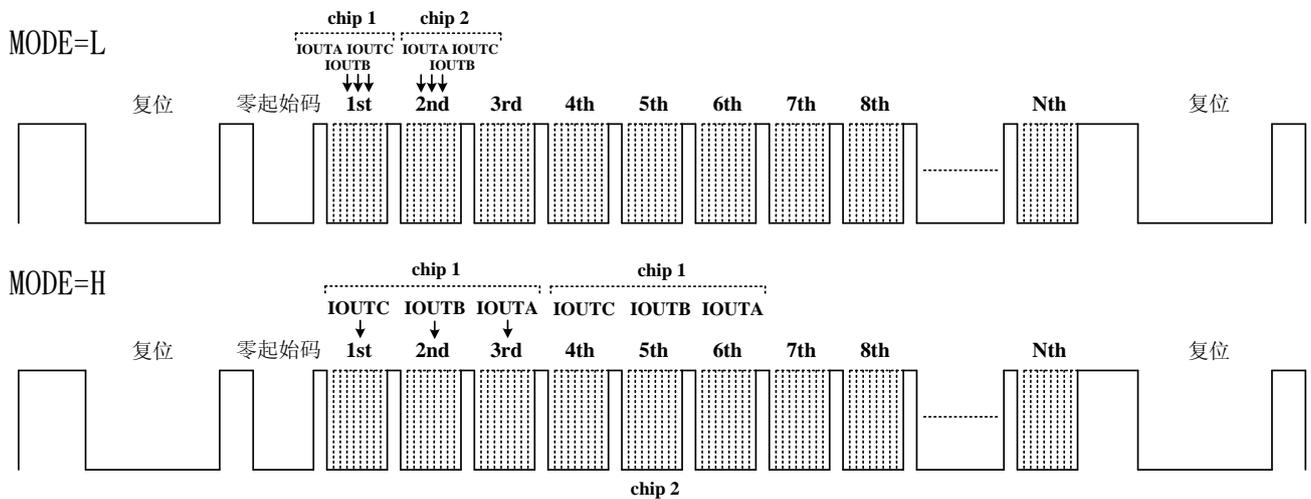
\*\* 一个完整画面时间由每颗芯片的内部振荡器频率决定

\*\* 一个完整14位灰阶画面时间=  $16394 * (0.5\mu s \pm \text{偏差值})$ , 最大偏差值不超过  $0.1\mu s$

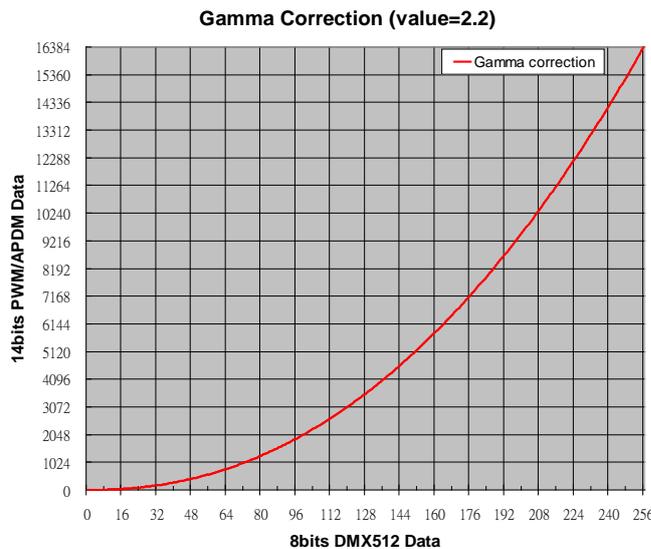
### 级联自动定址技术及字段数据选择



MY9931 采用明阳半导体独有的级联自动定址技术，藉由级联装置位置及一个字段选择脚位 (MODE) 决定装置读取的数据内容，每个装置会依序读取 DMX512 总线的字段数据。



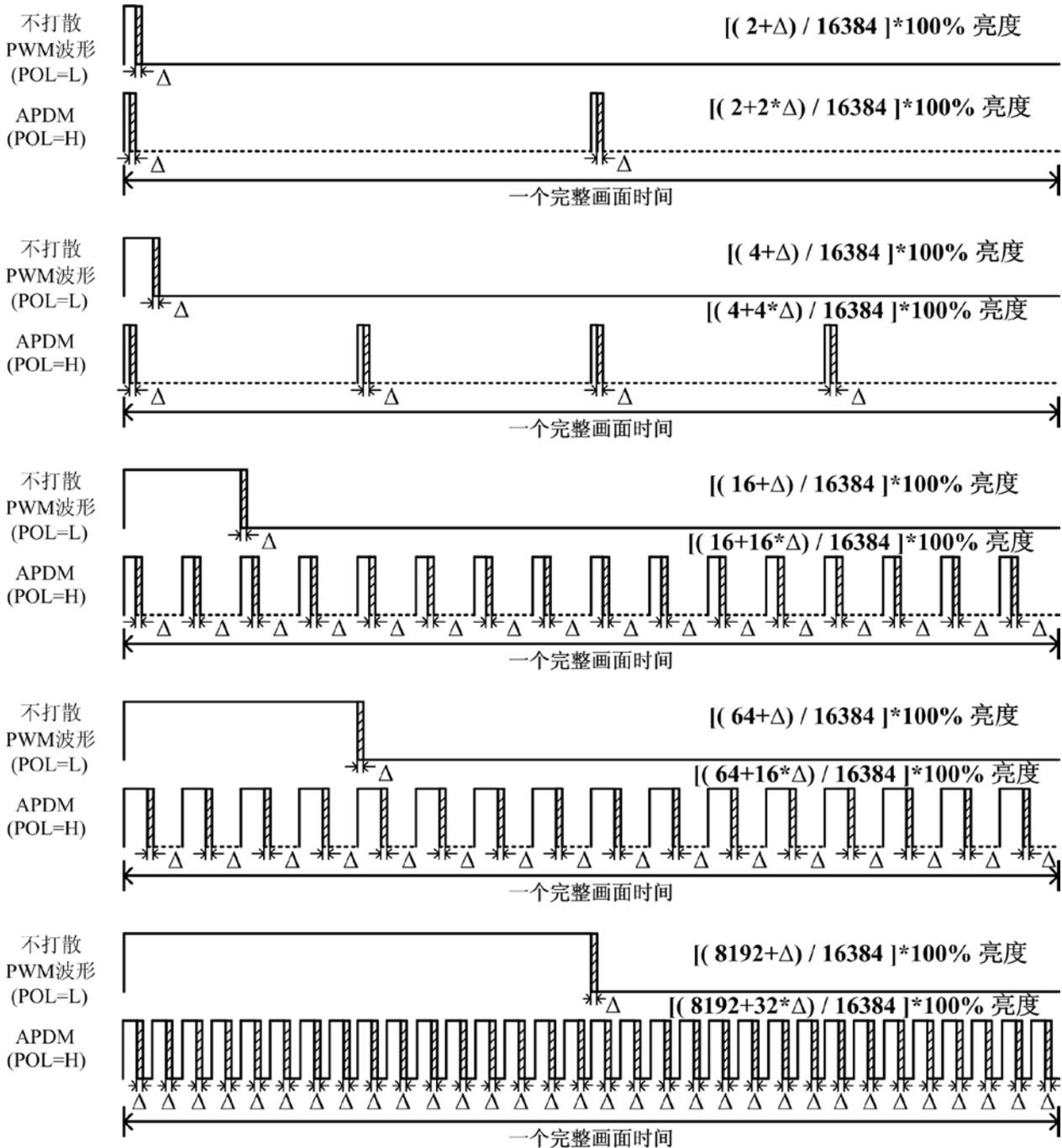
### Gamma 灰度调整功能



MY9931 利用 Gamma 调整值 2.2 将 8 位 DMX512 信号转换成 14 位 APDM/PWM 信号来提升画面灰度

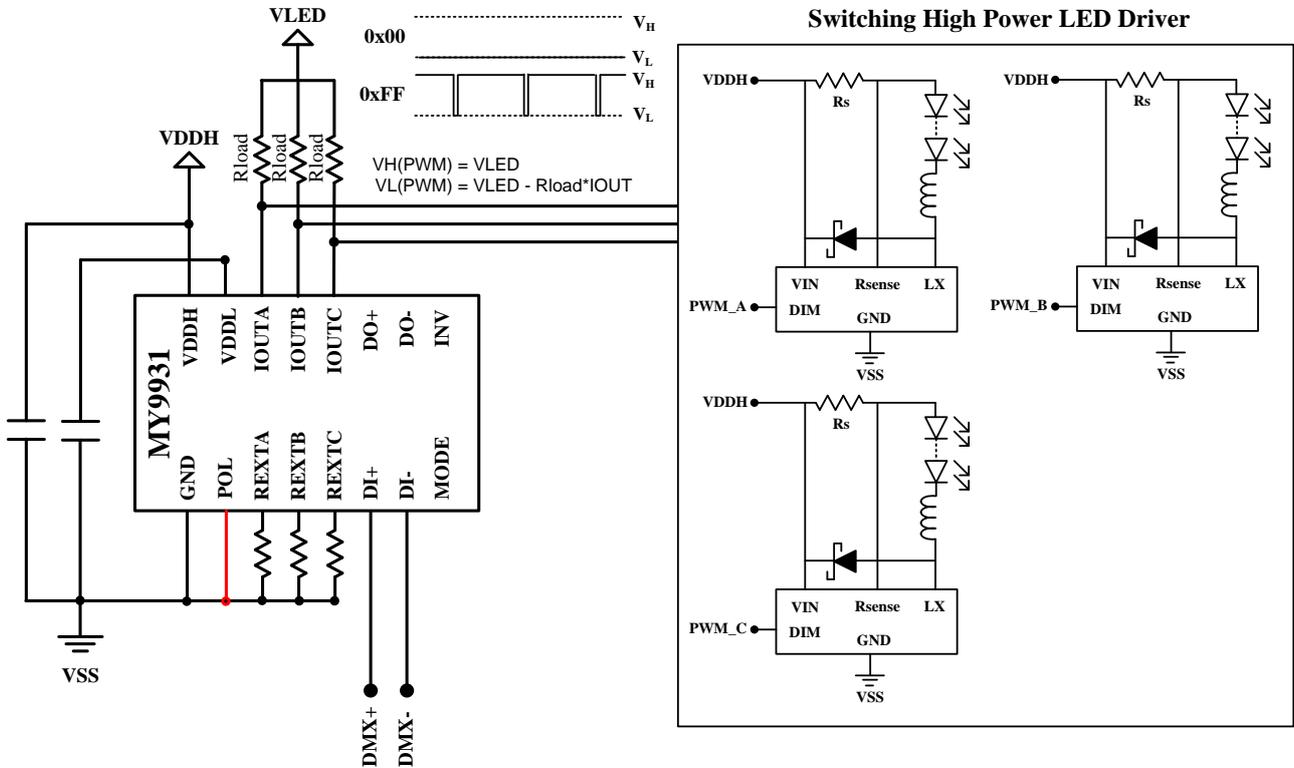
对比质量。

APDM (自适应脉冲密度调变控制, 只适用于当作 LED 驱动器, POL=H)

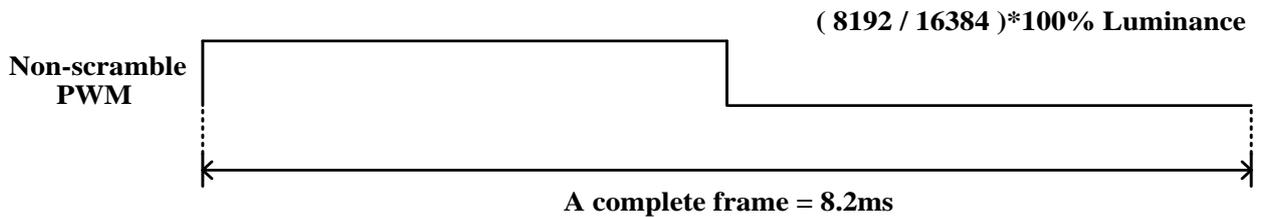


- ▲ 当亮度小于8192/16384, 波形被平分16段
- ▲ 当亮度大于8192/16384, 波形被平分32段
- ▲ MY-semi 独特的APDM技术可降低因非对称电流响应造成的损耗, 并且大幅提高画面更新率
- ▲ APDM技术更采用  $\Delta$  宽度校正功能 ( $\Delta \neq 0$ ) 来补偿非理想恒流瞬时响应造成的亮度损耗

PWM 產生器 (POL=L)



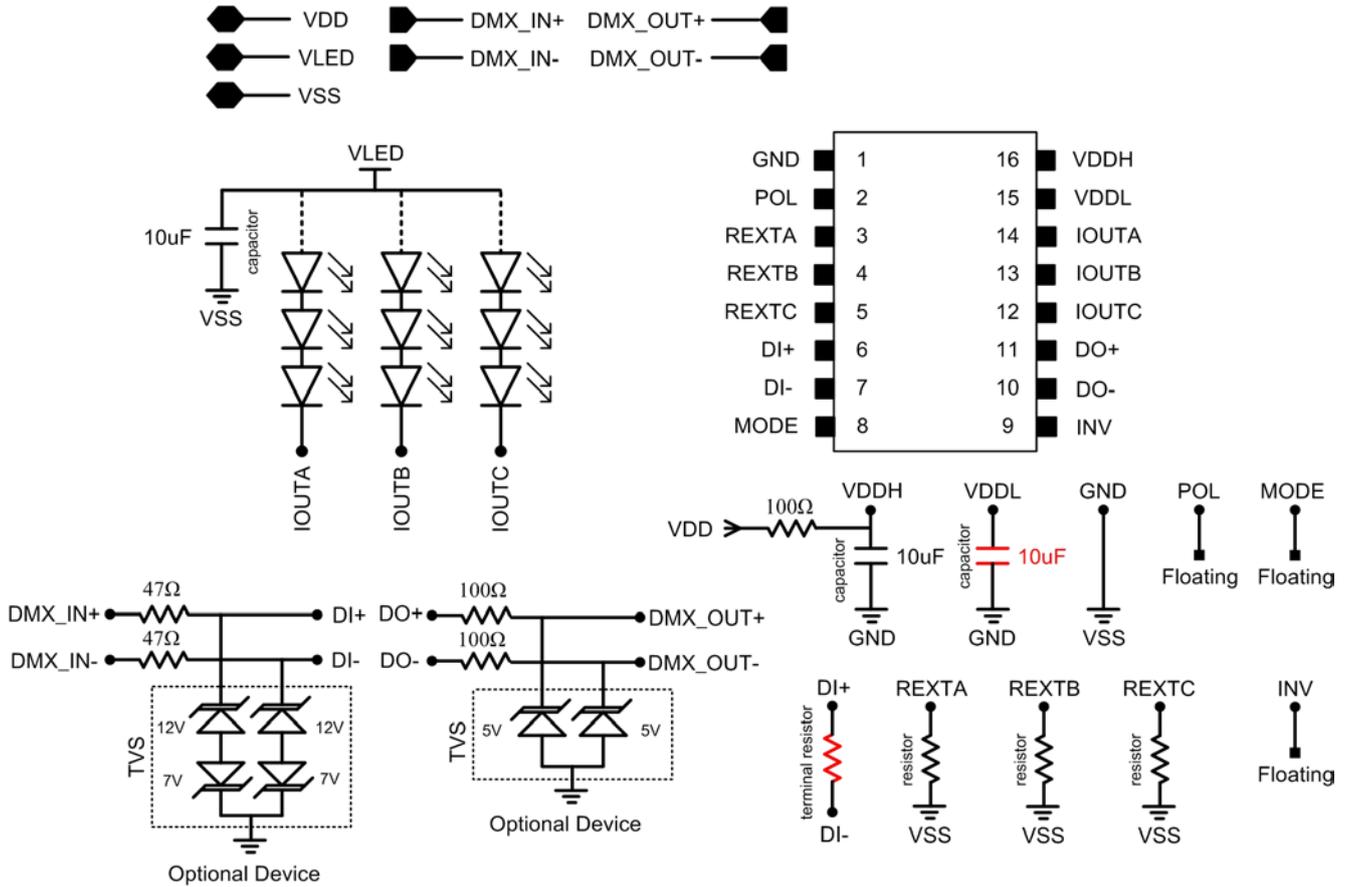
MY9931 可设定成为 PWM 产生器，提供 14 位传统不打散 PWM 信号来控制高功率 LED 驱动电路。将芯片 POL 脚位接地，并且在恒流输出端串联电阻至一电压 VLED，以决定 PWM 波形的高电平及低电平，MY9931 读取 8 位 DMX512 信号后，将藉由 Gamma 转换成 14 位传统不打散 PWM 信号，驱动后端高功率 LED 驱动电路。当 MY9931 当作 PWM 产生器时 (POL=L)，画面刷新率等于 120Hz。



画面刷新率=120Hz (灰阶时钟频率=2MHz)

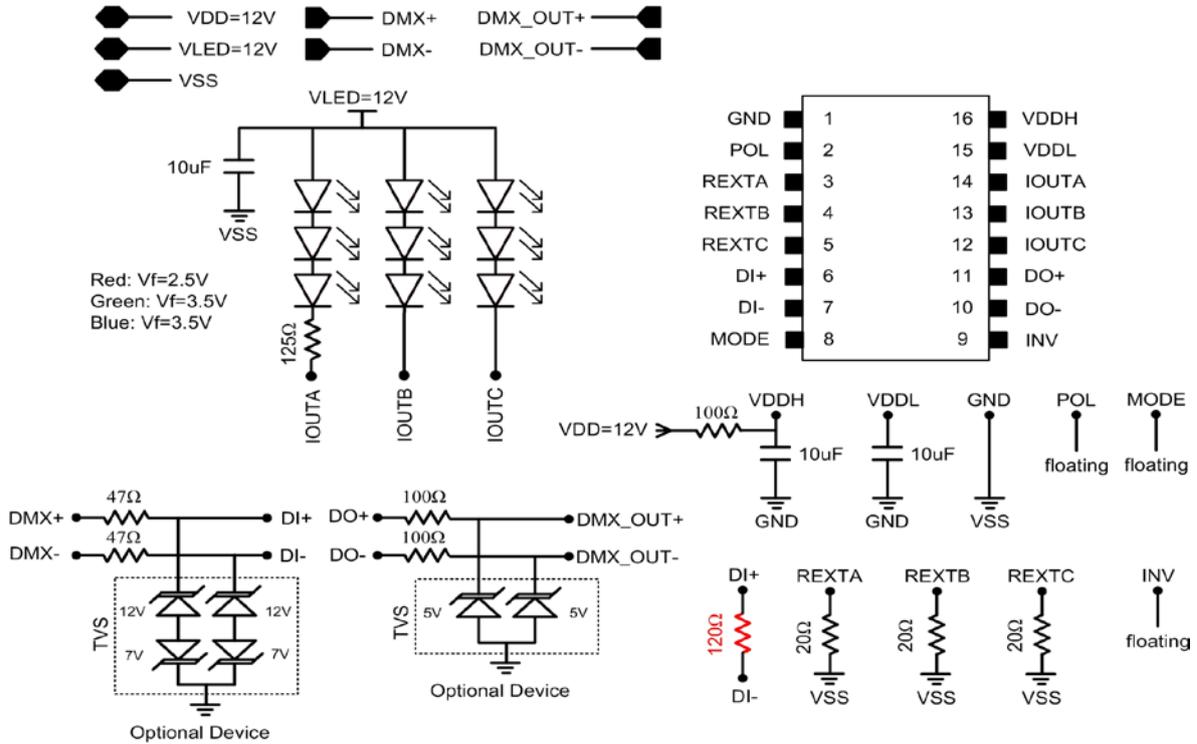
原理图(LED驱动器)

VDD=7V~40V

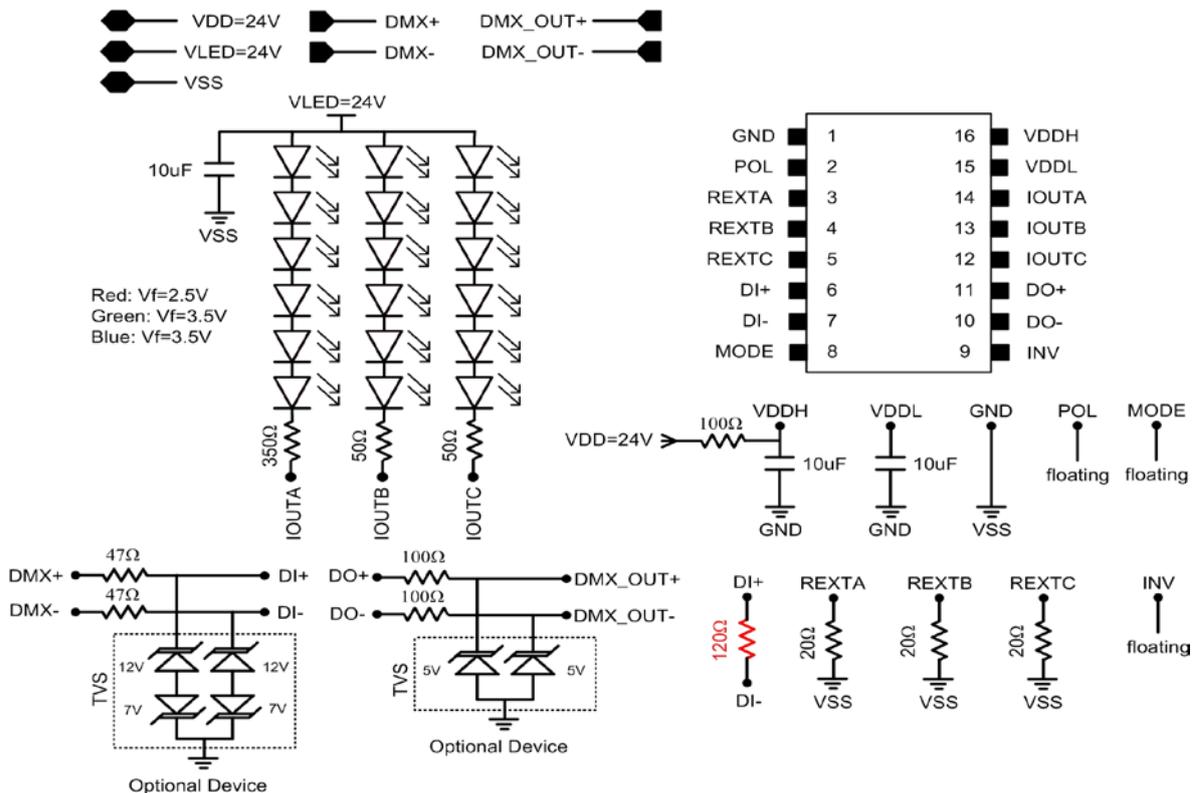


## 范例原理图(LED驱动器)

VDD=VLED=12V, IOOUT=20mA

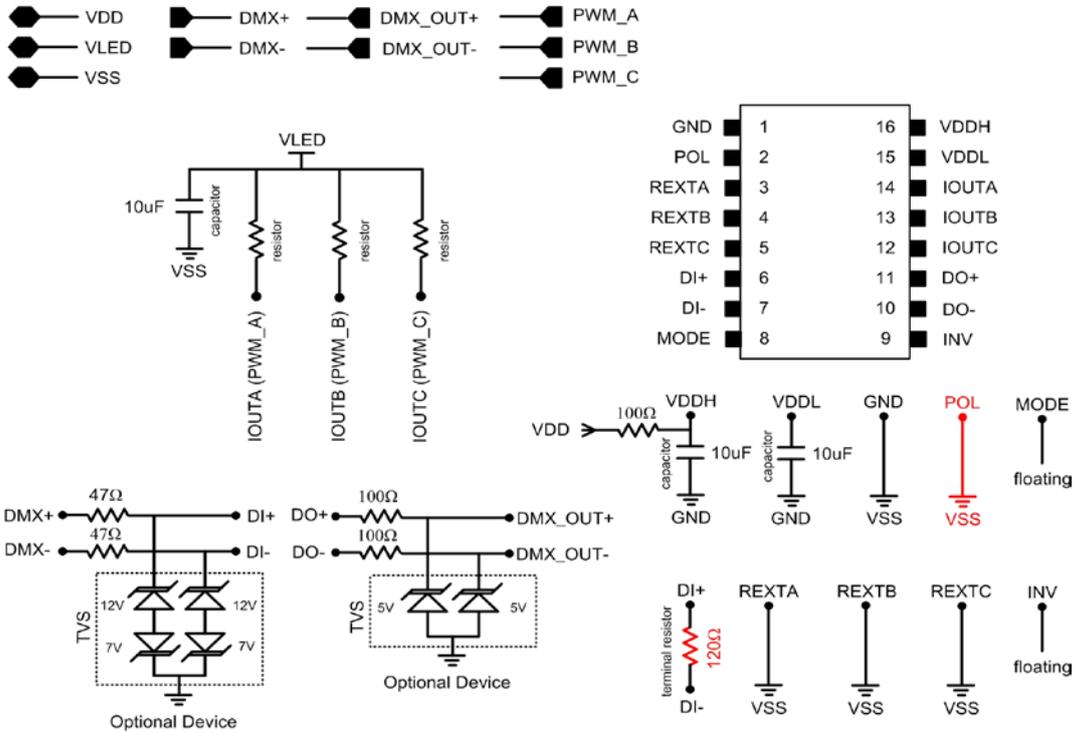


VDD=VLED=24V, IOOUT=20mA



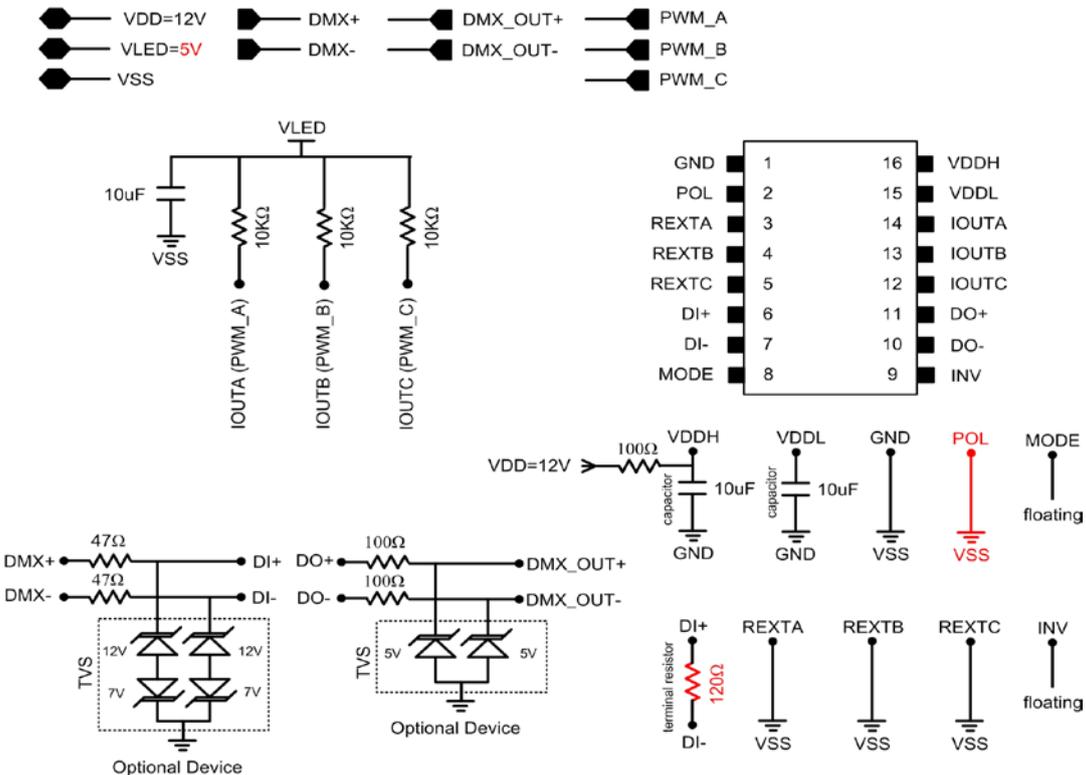
原理图(PWM 信号产生器)

VDD=7V~40V



范例原理图(PWM 信号产生器)

VDD=12V, 画面刷新率=120Hz, PWM 信号=5V(高电平) / 0V(低电平)



## 封装散热功率

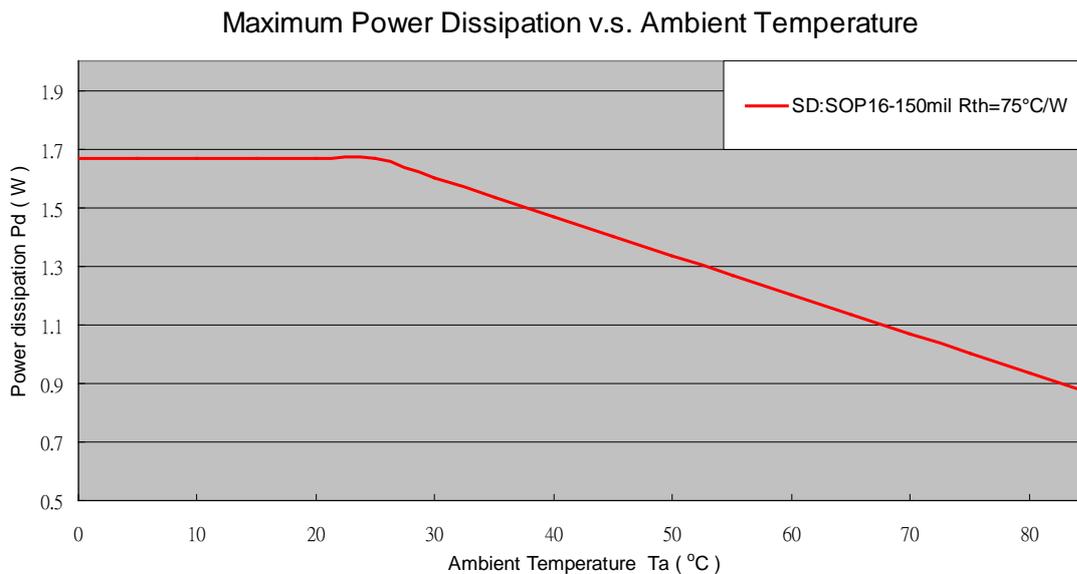
当 3 个输出被打开时，芯片的实际消耗功率是以下的公式决定：

$$PD(\text{practical}) = V_{DDH} \times I_{DDH} + V_{outA} \times I_{outA} \times \text{DutyA} + V_{outB} \times I_{outB} \times \text{DutyB} + V_{outC} \times I_{outC} \times \text{DutyC}$$

为了在安全的条件下操作，芯片的功率消耗必须小于最大容许功率，而这功率是由环境温度以及封装型式所决定，最大功率消耗的公式如下：

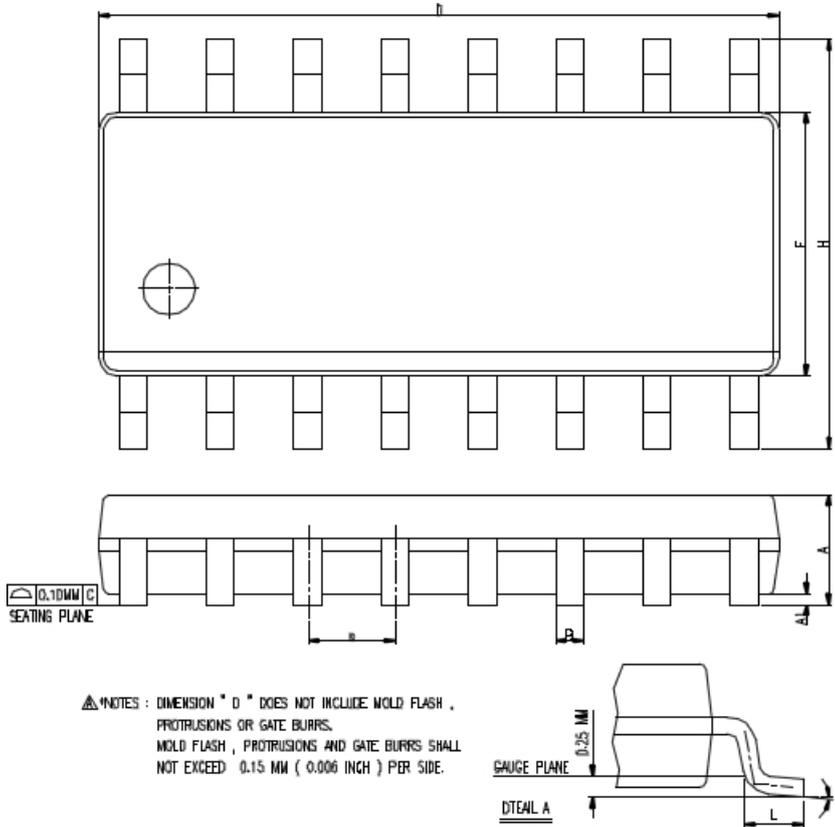
$$PD(\text{max}) = \frac{T_j(\text{max})(^{\circ}\text{C}) - T_a(^{\circ}\text{C})}{R_{th(j-a)}(^{\circ}\text{C}/\text{Watt})}$$

PD(最大值)会随着环境温度上升而下降，因此需要根据封装型式和环境温度小心的设计操作条件，下面的图表描述了 SOP16 封装在最大消耗功率和环境温度的关系：

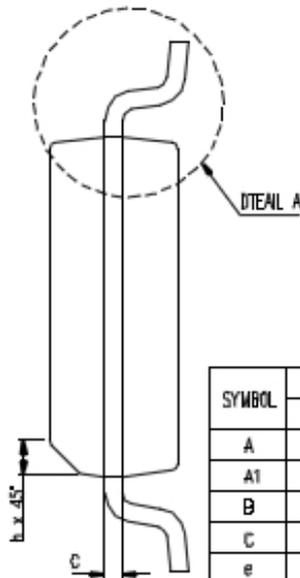


封装示意图

SOP16-150mil-1.27mm



△NOTES : DIMENSION " D " DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH ,  
PROTRUSIONS OR GATE BURRS.  
MOLD FLASH , PROTRUSIONS AND GATE BURRS SHALL  
NOT EXCEED 0.15 MM ( 0.006 INCH ) PER SIDE.



SYMBOL	DIMENSION IN MM		DIMENSION IN INCH	
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
A	1.35	1.75	0.0532	0.0688
A1	0.10	0.25	0.0040	0.0098
B	0.33	0.51	0.013	0.020
C	0.19	0.25	0.0075	0.0098
e	1.27 BSC		0.050 BSC	
D	9.80	10.00	0.3859	0.3937
H	5.80	6.20	0.2284	0.2440
E	3.80	4.00	0.1497	0.1574
L	0.40	1.27	0.016	0.050
h	0.25	0.50	0.0099	0.0196
e	Ø	Ø	Ø	Ø
JEDEC	MS-012 (AC)			

这里列出的产品是设计用于普通电子产品的应用，例如电器、可视化设备、通信产品等等。因此，建议这些产品不应该用于医疗设施、手术设备、航天器、核电控制系统、灾难/犯罪预防设备等类似的设备。这些产品的错误使用可能直接或间接导致威胁到人们的生命或者导致伤害或财产损失。

明阳半导体将不负任何因这些产品的错误使用而导致的责任。任何人若购买了这里所描述的任何产品，并含有上述意图或错误使用，应自负全责与赔偿。明阳半导体与它的通路商及所有管理者和员工必捍卫己方抵御所有索赔、诉讼，及所有因上述意图或操作而衍生的损坏、成本、及费用。