



# SM16126

## 概述

SM16126 是专为 LED 显示屏设计的驱动芯片，内建 CMOS 位移寄存器与锁存功能，可以将串行的输入数据转换成并行输出数据格式。

SM16126 工作电压为 3.3V—5V，提供 16 个电流源，可以在每个输出端口提供 3—45mA 的恒定电流；且单颗 IC 片内输出通道的电流差异小于±3%；多颗 IC 间的输出电流差异小于±6%；通道输出电流不随着输出端耐受电压 ( $V_{DS}$ ) 的变化而变化；且电流受电压和环境温度影响的变化小于 1%；每个通道的输出电流大小由外接电阻来调整。

SM16126 输出端口耐压可达 18V 以上，因此可以在每个输出端串接多个 LED 灯；另外，SM16126 高达 25MHz 的时钟频率可以满足系统对大量数据传输的需求。

## 特点

- ◆ 16 通道恒流源输出
- ◆ 电流输出大小不因输出端负载电压变化而变化
- ◆ 恒流电流范围：
  - 3—45mA@VDD=5.0V；
  - 3—30mA@VDD=3.3V
- ◆ 极为精确的电流输出
  - 片内最大误差：<±3%
  - 片间最大误差：<±6%
- ◆ 通过外部电阻调节，设定电流输出值
- ◆ 高达 25MHz 时钟频率
- ◆ 工作电压：3.3V~5.0V
- ◆ 封装形式：SSOP24-3、QSOP24、QFN24(4\*4)

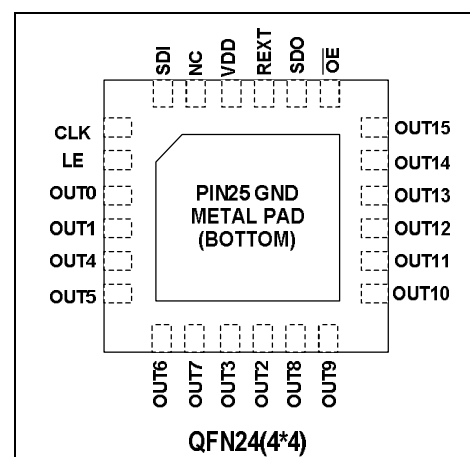
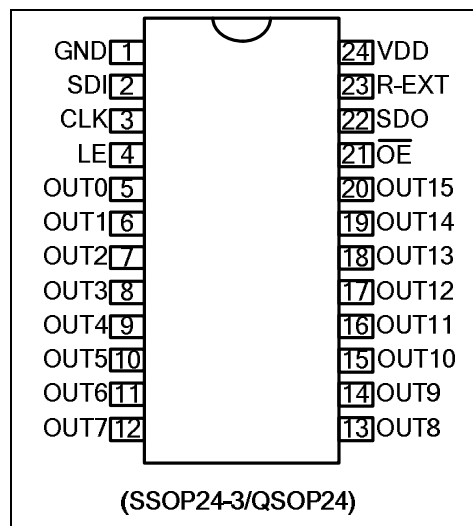
## 应用领域

- ◆ 广告屏
- ◆ LED 照明

## 封装信息

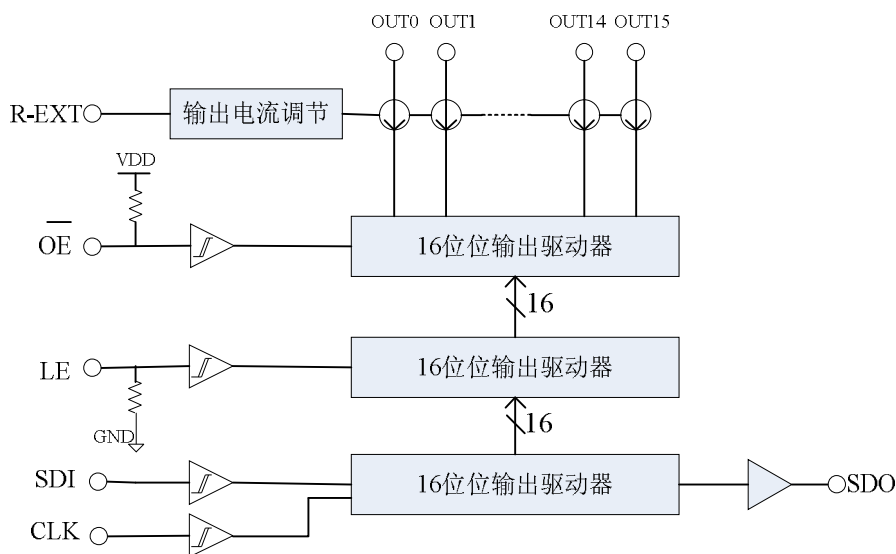
产品名称	封装形式	塑封体尺寸 (mm)	脚间距 (mm)
SM16126D	SSOP24-3	13.0*6.0*1.8	1.0
SM16126ES	QSOP24	8.65*3.9*1.4	0.635
SM16126N	QFN24(4*4)	4*4*0.85	0.5

## 管脚定义





## 内部功能简单框图



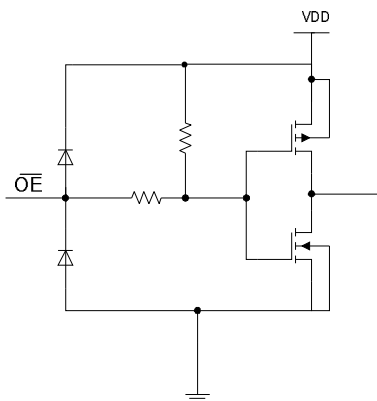
## 管脚说明

名称	功能说明
GND	芯片地
SDI	串行数据输入端口
CLK	时钟信号的输入端口；时钟上升沿时移位数据
LE	数据锁存控制端口。当 LE 为高电平时，串行数据会被传入至输出锁存器；当 LE 为低电平时，资料会被锁存
OUT0~OUT15	恒流源输出端口
$\overline{\text{OE}}$	输出使能控制端口。当 $\overline{\text{OE}}$ 为低电平时，即会启动 OUT0~OUT15 输出；当 $\overline{\text{OE}}$ 为高电平时，OUT0~OUT15 输出会被关闭
SDO	串行数据输出端口；可接至下一个芯片的 SDI 端口
R-EXT	连接外接电阻的输入端口；此外接电阻可设定所有输出通道的输出电流
VDD	芯片电源

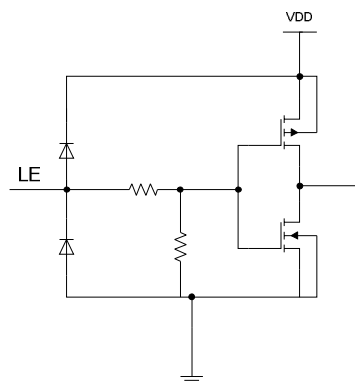


## 输出及输入等效电路

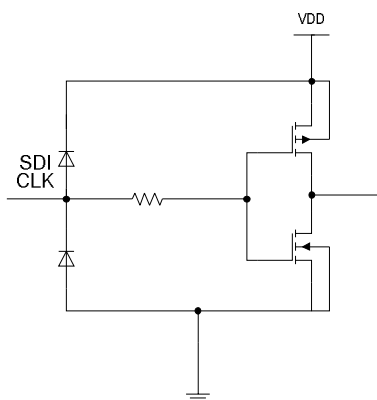
### ◆ $\overline{\text{OE}}$ 输入端



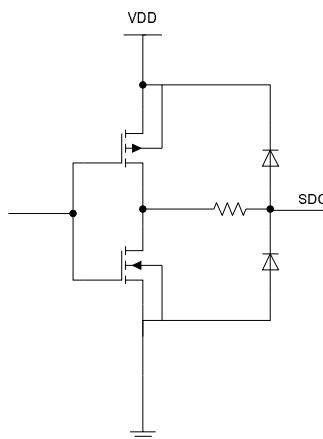
### LE 输入端



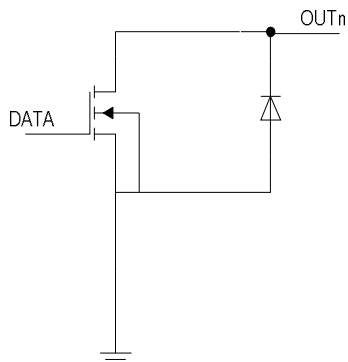
### ◆ CLK,SDI 输入端



### SDO 输出端

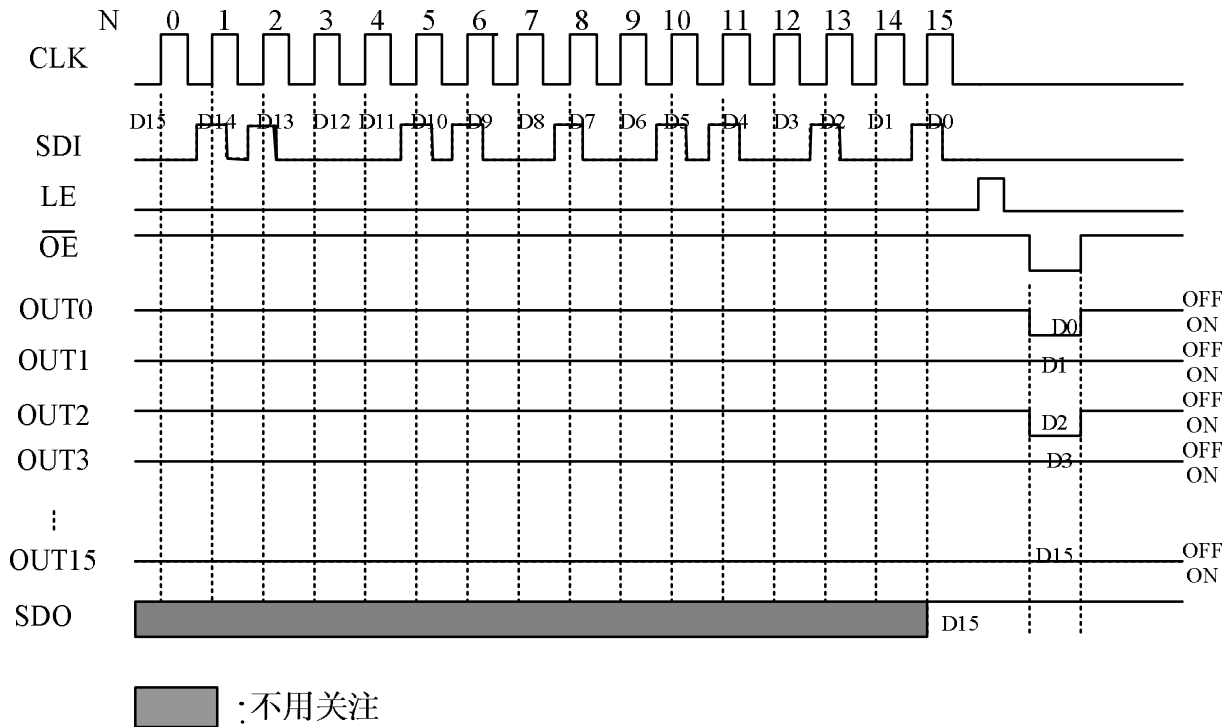


### ◆ OUT0~OUT15 输出端





### 时序图



### 真值表

CLK	LE	$\overline{OE}$	SDI	$\overline{OUT0 \dots OUT7 \dots OUT15}$	SDO
	H	L	Dn	$\overline{Dn \dots Dn-7 \dots Dn-15}$	Dn-15
	L	L	Dn+1	No Change	Dn-14
	H	L	Dn+2	$\overline{Dn+2 \dots Dn-5 \dots Dn-13}$	Dn-13
	×	L	Dn+3	$\overline{Dn+2 \dots Dn-5 \dots Dn-13}$	Dn-13
	×	H	Dn+3	off	Dn-13

### 最大极限参数

特性	代表符号	最大限定范围	单位
电源电压	VDD	0~7.0	V
输入端电压	VSDA, VCLK, VLE, VOE	-0.4~VDD+0.4V	V
电流输出端电流	IOUT	+65	mA
输出端承受电压	VDS	-0.5~+18.0	V
时钟频率	fCLK	25	MHz
IC 工作时的环境温度	T <sub>opr</sub>	-40~+85	°C
IC 储存时的环境温度	T <sub>sig</sub>	-55~+150	°C



直流特性(VDD= 5.0V, Ta = 27°C)

特性	代表符号	测量条件		最小值	典型值	最大值	单位
电源电压	VDD			4.5	5.0	5.5	V
静态电流	IDD	VDD=5.0V,R-EXT 悬空,I <sub>OUT</sub> 关闭		-	1.9	-	mA
OUT 端口耐压	V <sub>DS (MAX)</sub>	OUT0 ~OUT15		-	-	18	V
OUT 端口输出电流	I <sub>OUT</sub>	VDD=5.0V		3	-	45	mA
SDO 驱动电流	I <sub>OH</sub>	VDD=5.0V		-	-22	-	mA
	I <sub>OL</sub>			-	21	-	mA
输入端口翻转电平	V <sub>IH</sub>			0.7*VDD	-	VDD	V
	V <sub>IL</sub>			GND	-	0.3*VDD	V
OUT 输出端漏电流	I <sub>OH</sub>	V <sub>DS</sub> =18V		-	-	0.5	uA
SDO 输出端电压	V <sub>OL</sub>	I <sub>OL</sub> =+1mA		-	-	0.4	V
	V <sub>OH</sub>	I <sub>OH</sub> =-1mA		4.6	-	-	V
OUT 输出端电流 1	I <sub>OUT1</sub>	V <sub>DS</sub> =1.0V	R <sub>ext</sub> =1100Ω	-	16.9	-	mA
输出电流误差	DI <sub>OUT</sub>	I <sub>OUT</sub> =16.9mA V <sub>DS</sub> =1.0V R <sub>ext</sub> =1100Ω	片内	-	-	±3%	
			片间	-	-	±6%	
输出端电流 2	I <sub>OUT2</sub>	V <sub>DS</sub> =1.0V	R <sub>ext</sub> =620Ω	-	30.0	-	mA
输出电流误差	DI <sub>OUT</sub>	I <sub>OUT</sub> =30.0mA V <sub>DS</sub> =1.0V R <sub>ext</sub> =620Ω	片内	-	-	±3%	
			片间	-	-	±6%	
输出电流误差/V <sub>DS</sub> 变化量	%/ΔV <sub>DS</sub>	V <sub>DS</sub> =1.0V~3.0V		-	±0.1%	-	%/V
输出电流误差/VDD 变化量	%/ΔV <sub>DD</sub>	V <sub>DD</sub> =4.5V~5.5V		-	±0.5%	-	%/V
Pull-up 电阻	R <sub>OE(up)</sub>	$\overline{OE}$		-	600	-	KΩ
Pull-down 电阻	R <sub>LE(down)</sub>	LE		-	610	-	KΩ
IC 工作电流	I <sub>DD(off)1</sub>	Rext = 未接, OUT0~OUT15 = OFF		-	1.9	-	mA
	I <sub>DD(off)2</sub>	Rext = 1100Ω, OUT0~OUT15 = OFF		-	4.2	-	
	I <sub>DD(on)3</sub>	Rext =620Ω, OUT0~OUT15 = OFF		-	6.0	-	
	I <sub>DD(off)4</sub>	Rext = 1100Ω, OUT0~OUT15 = ON		-	20.8	-	
	I <sub>DD(off)5</sub>	Rext = 620Ω, OUT0~OUT15 = ON		-	22.0	-	

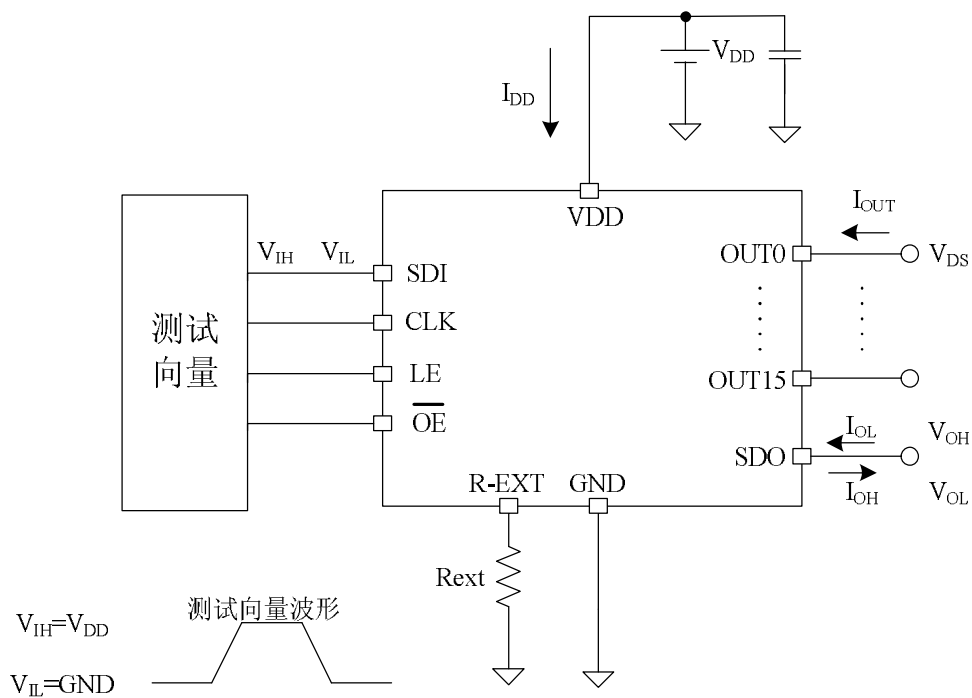


直流特性(VDD= 3.3V, Ta = 27°C)

特性	代表符号	测量条件		最小值	典型值	最大值	单位
电源电压	VDD			3.0	3.3	3.6	V
静态电流	IDD	VDD=3.3V,R-EXT 悬空,I <sub>OUT</sub> 关闭		-	1.5	-	mA
OUT 端口耐压	V <sub>DS (MAX)</sub>	OUT0 ~OUT15		-	-	18	V
OUT 端口输出电流	I <sub>OUT</sub>	VDD=3.3V		3	-	30	mA
SDO 驱动电流	I <sub>OH</sub>	VDD=3.3V		-	-11.0	-	mA
	I <sub>OL</sub>			-	11.0	-	mA
输入端口翻转电平	V <sub>IH</sub>			0.7*VDD	-	VDD	V
	V <sub>IL</sub>			GND	-	0.3*VDD	V
OUT 输出端漏电流	I <sub>OH</sub>	V <sub>DS</sub> =18V		-	-	0.5	uA
SDO 输出端电压	V <sub>OL</sub>	I <sub>OL</sub> =+1mA		-	-	0.3	V
	V <sub>OH</sub>	I <sub>OH</sub> =-1mA		3.0	-	-	V
OUT 输出端电流 1	I <sub>OUT1</sub>	V <sub>DS</sub> =1.0V	R <sub>ext</sub> =1100Ω	-	17.3	-	mA
输出电流误差	D <sub>IOUT</sub>	I <sub>OUT</sub> =17.3mA V <sub>DS</sub> =1.0V R <sub>ext</sub> =1100Ω	片内	-	-	±3%	
			片间	-	-	±6%	
输出端电流 2	I <sub>OUT2</sub>	V <sub>DS</sub> =1.0V	R <sub>ext</sub> =620Ω	-	30.0	-	mA
输出电流误差	D <sub>IOUT</sub>	I <sub>OUT</sub> =30.0mA V <sub>DS</sub> =1.0V R <sub>ext</sub> =620Ω	片内	-	-	±3%	
			片间	-	-	±6%	
输出电流误差/V <sub>DS</sub> 变化量	%/ΔV <sub>DS</sub>	V <sub>DS</sub> =1.0V~3.0V		-	±0.1%	-	%/V
输出电流误差/V <sub>DD</sub> 变化量	%/ΔV <sub>DD</sub>	V <sub>DD</sub> =3.0V~3.6V		-	±0.5%	-	%/V
Pull-up 电阻	R <sub>OE(up)</sub>	$\overline{OE}$		-	600	-	KΩ
Pull-down 电阻	R <sub>LE(down)</sub>	LE		-	610	-	KΩ
IC 工作电流	I <sub>DD(off)1</sub>	Rext = 未接, OUT0~OUT15 = OFF		-	1.5	-	mA
	I <sub>DD(off)2</sub>	Rext = 1100Ω, OUT0~OUT15 = OFF		-	3.9	-	
	I <sub>DD(on)3</sub>	Rext = 620Ω, OUT0~OUT15 = OFF		-	5.7	-	
	I <sub>DD(off)4</sub>	Rext = 1100Ω, OUT0~OUT15 = ON		-	17.6	-	
	I <sub>DD(off)5</sub>	Rext = 620Ω, OUT0~OUT15 = ON		-	18.3	-	



## 直流特性测试电路





动态特性 (VDD= 5.0V)

特性		代表符	测量条件	最小值	一般值	最大值	单位
延迟时间 (低电平到高电平)	CLK—OUT	$t_{pLH1}$	$V_{IH}=V_{DD}$ $V_{IL}=GND$ $R_{ext}=1100\Omega$ $V_{DD}=5.0V$ $R_L=240\Omega$ $C_L=10pF$	--	30	--	ns
	LE—OUT	$t_{pLH2}$		--	25	--	ns
	OE—OUT	$t_{pLH3}$		--	27	--	ns
	CLK—SDO	$t_{pLH}$		--	24	--	ns
延迟时间 (高电平到低电平)	CLK—OUT	$t_{pHL1}$		--	40	--	ns
	LE—OUT	$t_{pHL2}$		--	38	--	ns
	OE—OUT	$t_{pHL3}$		--	37	--	ns
	CLK—SDO	$t_{pHL}$		--	24	--	ns
电流输出上升沿时间		$t_{OUT-RISE}$	--	40	--	ns	
电流输出下降沿时间		$t_{OUT-FALL}$	--	30	--	ns	

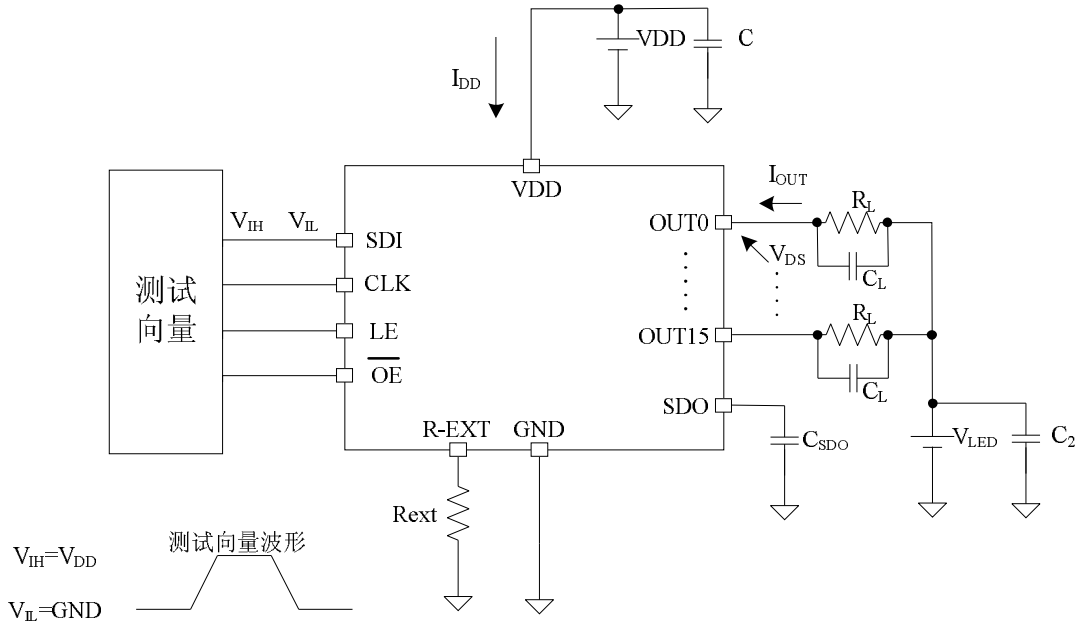
动态特性 (VDD= 3.3V)

特性		代表符	测量条件	最小值	一般值	最大值	单位
延迟时间 (低电平到高电平)	CLK—OUT	$t_{pLH1}$	$V_{IH}=V_{DD}$ $V_{IL}=GND$ $R_{ext}=1100\Omega$ $V_{DD}=3.3V$ $R_L=120\Omega$ $C_L=10pF$	--	24	--	ns
	LE—OUT	$t_{pLH2}$		--	22	--	ns
	OE—OUT	$t_{pLH3}$		--	25	--	ns
	CLK—SDO	$t_{pLH}$		--	30	--	ns
延迟时间 (高电平到低电平)	CLK—OUT	$t_{pHL1}$		--	42	--	ns
	LE—OUT	$t_{pHL2}$		--	39	--	ns
	OE—OUT	$t_{pHL3}$		--	39	--	ns
	CLK—SDO	$t_{pHL}$		--	30	--	ns
电流输出上升沿时间		$t_{OUT-RISE}$	--	38	--	ns	
电流输出下降沿时间		$t_{OUT-FALL}$	--	24	--	ns	

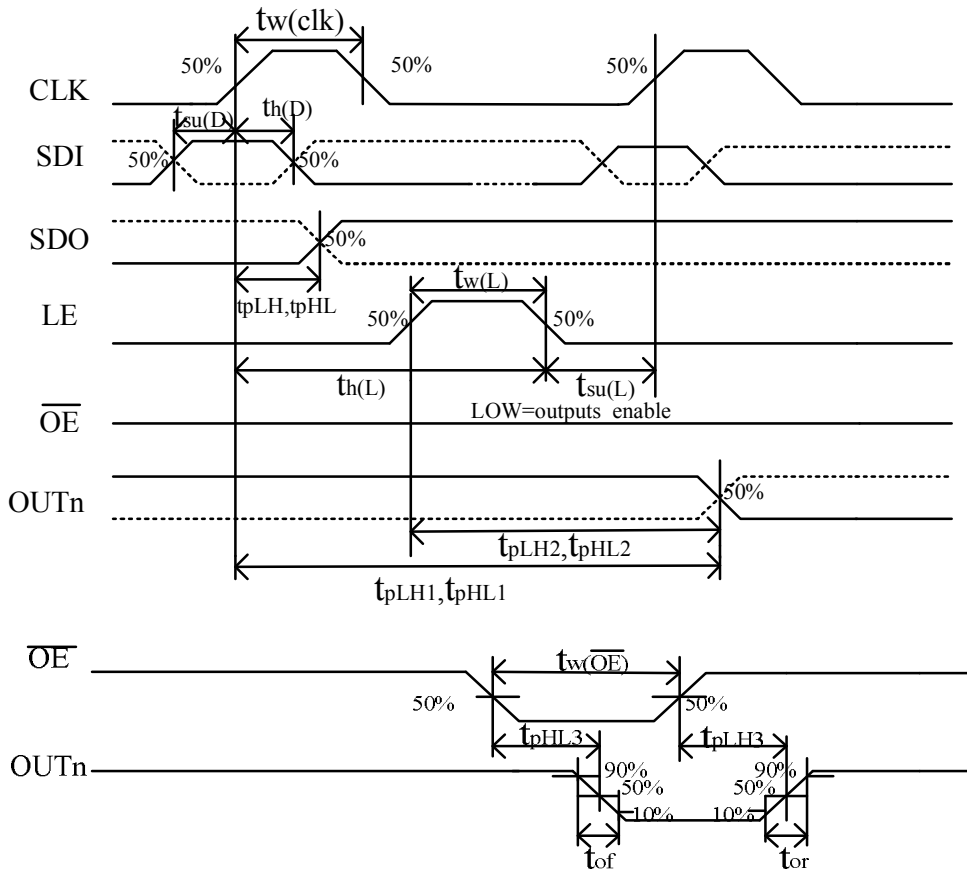




### 动态特性测试电路



### 时序波形图

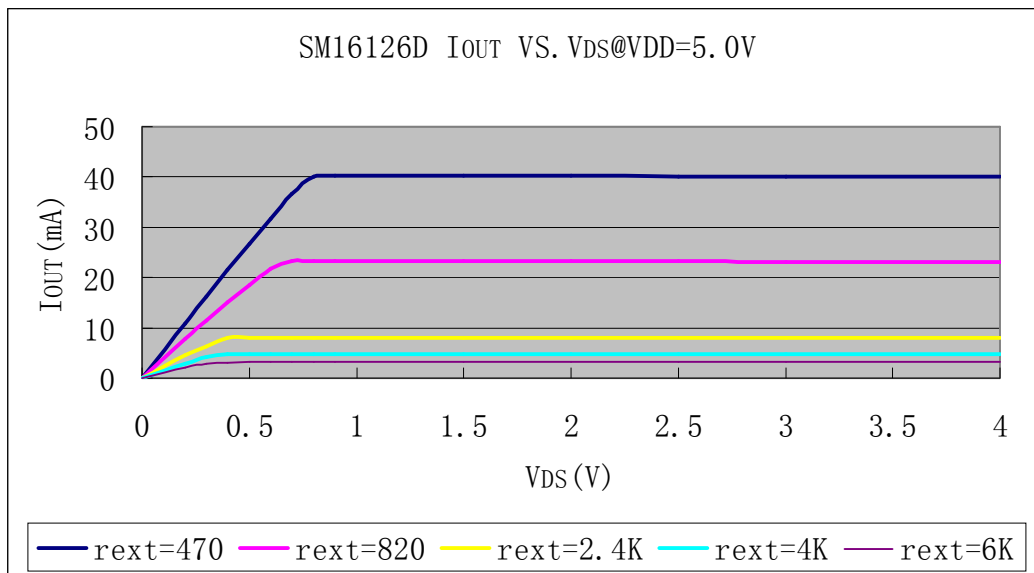




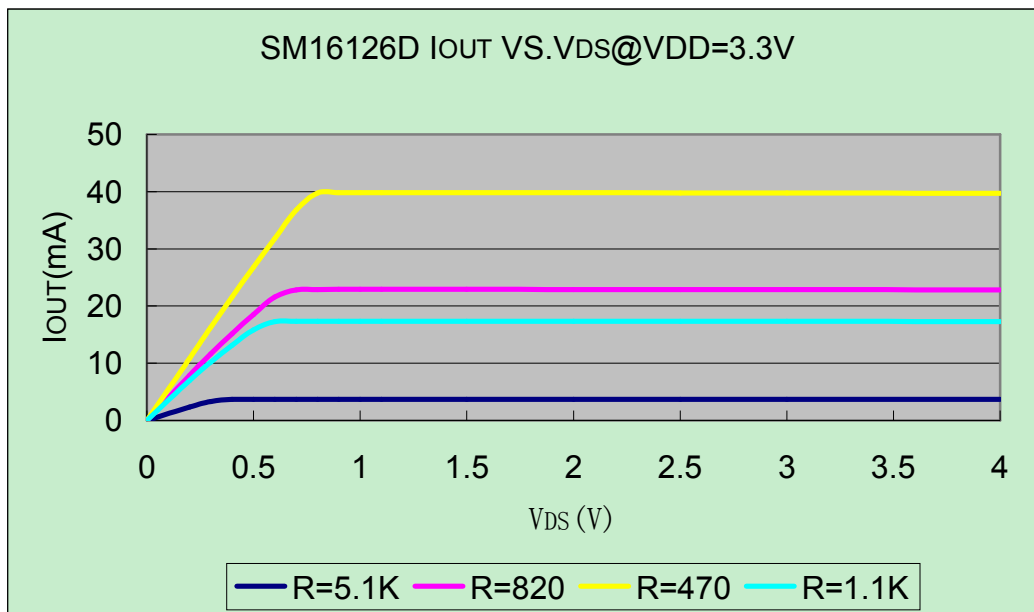
## 产品应用

将 SM16126 应用于 LED 面板设计上时，通道间甚至芯片间的电流，差异极小。此源自于 SM16126 的优异特性：

- ◆ 片内通道间的最大电流误差小于 $\pm 3\%$ ，而芯片间的最大电流误差小于 $\pm 6\%$ 。
- ◆ 当负载端电压( $V_{DS}$ )变化时，其输出电流的稳定性不受影响，如下图所示。



VDD 为 5V 时， $I_{OUT}$  与  $V_{DS}$  之间的关系



VDD 为 3.3V 时， $I_{OUT}$  与  $V_{DS}$  之间的关系



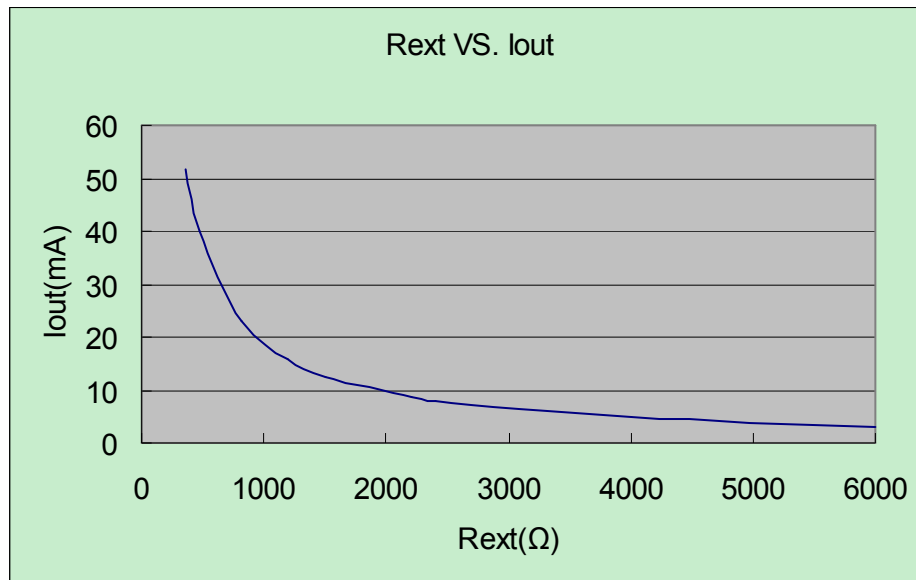
## 调整输出电流

如下图所示，由外接一个电阻( $R_{EXT}$ )调整输出电流( $I_{OUT}$ ),套用下列公式可计算出输出电流值:

$$V_{R-EXT}=1.27V$$

$$I_{OUT}=V_{R-EXT}*(1/R_{EXT})*15$$

公式中的  $V_{R-EXT}$  是指 R-EXT 端口的电压值， $R_{EXT}$  是指外接至 R-EXT 端口的电阻值。当电阻值是  $700\Omega$ ，通过公式计算可得输出电流值  $27.21mA$ ；当电阻值是  $1000\Omega$  时，输出的电流则为  $19.05mA$ 。



Rext 与 Iout 的关系图



## 封装散热功率(P<sub>D</sub>)

封装的最大散热功率是由公式:

$$P_{D(max)} = \frac{(T_j - T_a)}{R_{th(j-a)}} \text{ 来决定的}$$

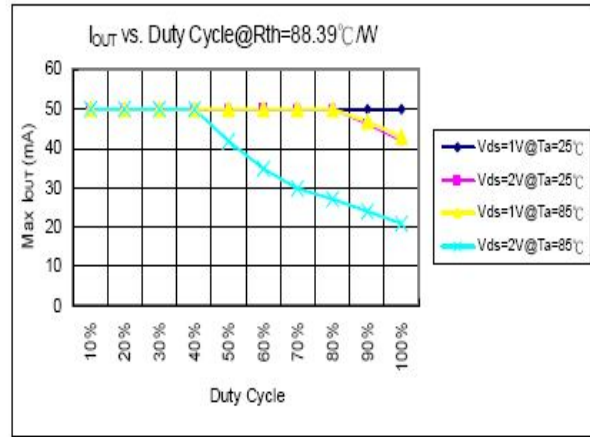
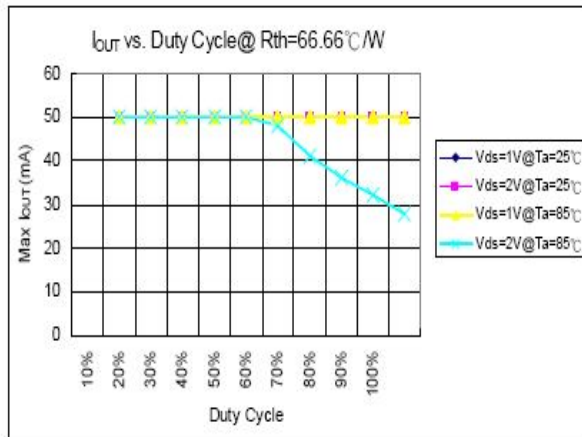
当 16 个通道完全打开时,实际功耗为:

$$P_{D(act)} = I_{DD} * V_{DD} + I_{OUT} * Duty * V_{DS} * 16$$

实际功耗必须小于最大功耗,即  $P_{D(act)} < P_{D(max)}$ , 为了保持  $P_{D(act)} < P_{D(max)}$ , 输出的最大电流与占空比的关系为:

$$I_{out} = \frac{\frac{T_j - T_a}{R_{th(j-a)}} - I_{DD} * V_{DD}}{V_{DS} * Duty * 16}$$

其中  $T_j$  为 IC 的工作温度,  $T_a$  为环境温度,  $V_{DS}$  为稳流输出端口电压,  $Duty$  为占空比,  $R_{th(j-a)}$  为封装的热阻。下图为最大输出电流与占空比的关系:



如果需要更大的输出电流  $I_{OUT}$ , 则需要加一定的散热片, 其计算公式为:

$$\text{由 } \frac{1}{R_{th(j-a)}} + \frac{1}{R_{fc}} = \frac{P_{D(act)}}{T_j - T_a} \text{ 得:}$$

$$R_{fc} = \frac{R_{th(j-a)} * (T_j - T_a)}{P_{D(act)} * R_{th(j-a)} - T_j + T_a}$$

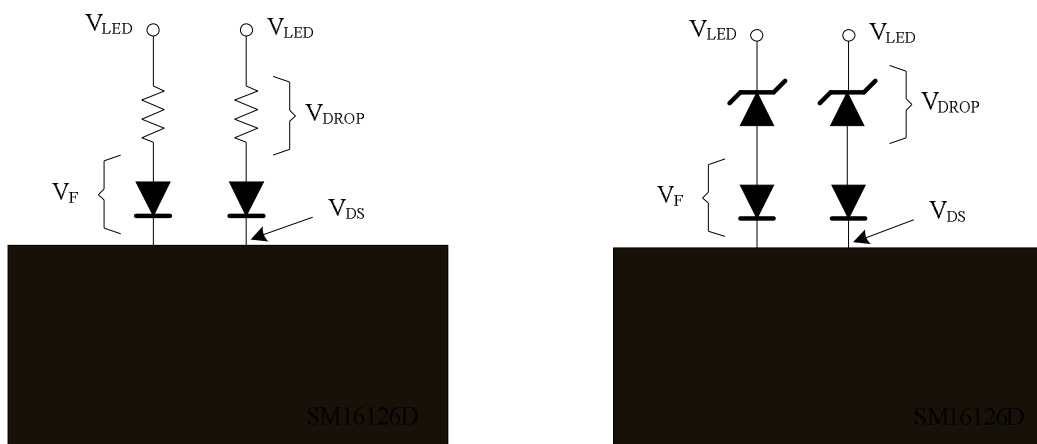
$$\text{其中 } P_{D(act)} = I_{DD} * V_{DD} + I_{OUT} * Duty * V_{DS} * 16$$

因此如果要输出更大的电流  $I_{OUT}$ , 由上面公式可以计算出必须给 IC 加热阻为  $R_{fc}$  的散热片。



## 负载端供应电压( $V_{LED}$ )

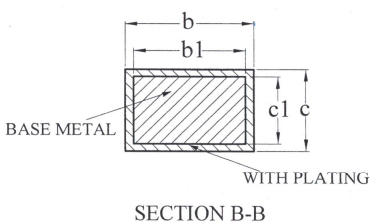
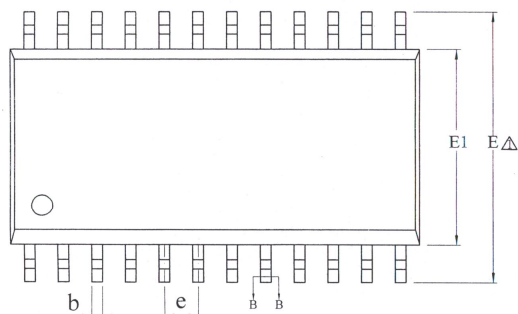
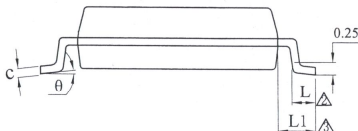
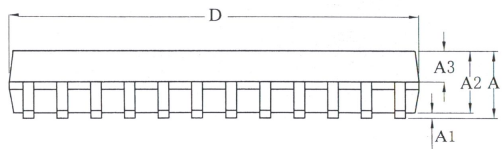
为使封装体散热能力达到最佳化, 建议输出端电压( $V_{DS}$ )的最佳工作范围是 1.0V 左右(依据  $I_{OUT} = 3\sim 45mA$ )。如果  $V_{DS} = V_{LED} - V_F$  且  $V_{LED} = 5.0V$  时, 此时过高的输出端电压( $V_{DS}$ )可能会导致  $P_D(Act) > P_D(Max)$ 。在此状况, 建议尽可能使用较低的  $V_{LED}$  电压供应, 也可用外串电阻或稳压管当做  $V_{Drop}$ , 此可导致  $V_{DS} = (V_{LED} - V_F) - V_{DROP}$ , 达到降低输出端电压( $V_{DS}$ )的效果。





## 封装形式

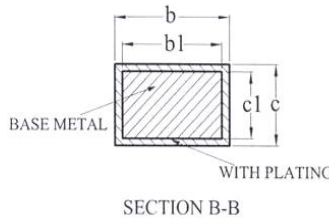
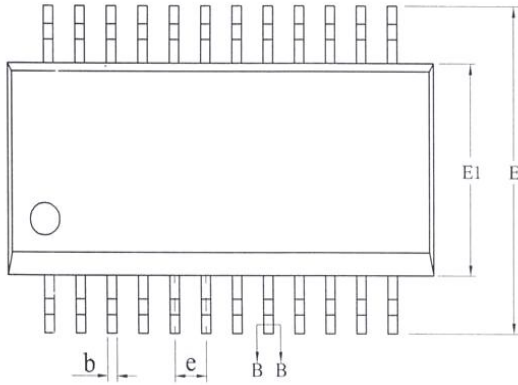
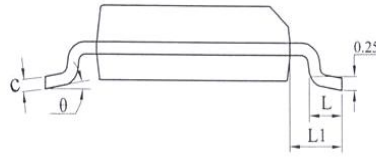
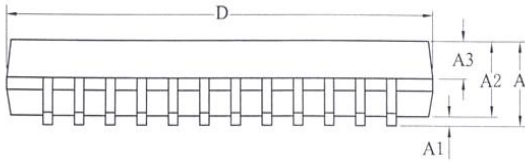
SSOP24-3



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	—	—	2.20
A1	0.10	—	0.30
A2	1.70	1.80	1.90
A3	0.62	0.82	0.92
b	0.39	—	0.47
b1	0.38	0.40	0.43
c	0.15	—	0.20
c1	0.14	0.15	0.16
D	12.80	13.00	13.20
E	8.20	8.40	8.60
E1	5.80	6.00	6.20
e	1.00BSC		
L	0.60	0.70	0.80
L1	1.20BSC		
θ	0	—	8°
L/P载体尺寸 (mil)	160*170		



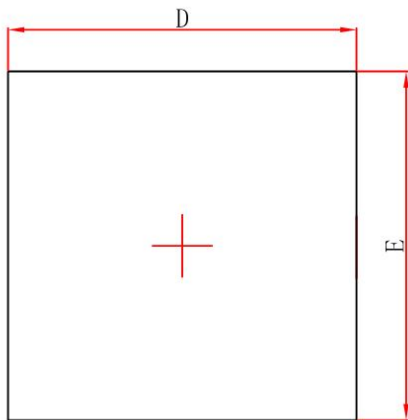
QSOP24



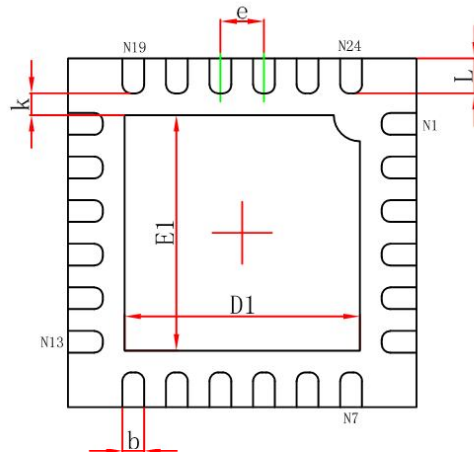
SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	—	—	1.77
A1	0.08	0.18	0.28
A2	1.20	1.40	1.60
A3	0.55	0.65	0.75
b	0.23	—	0.33
b1	0.22	0.25	0.28
c	0.21	—	0.26
c1	0.19	0.20	0.21
D	8.45	8.65	8.85
E	5.80	6.00	6.20
E1	3.70	3.90	4.10
e	0.635BSC		
L	0.50	0.65	0.80
L1	1.05BSC		
theta	0	—	8°



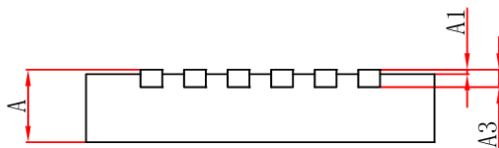
QFN24(4\*4)



Top View



Bottom View



Side View

Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A	0.700/0.800	0.800/0.900	0.028/0.031	0.031/0.035
A1	0.000	0.050	0.000	0.002
A3	0.203REF.		0.008REF.	
D	3.924	4.076	0.154	0.160
E	3.924	4.076	0.154	0.160
D1	2.600	2.800	0.102	0.110
E1	2.600	2.800	0.102	0.110
k	0.200MIN.		0.008MIN.	
b	0.200	0.300	0.008	0.012
e	0.500TYP.		0.020TYP.	
L	0.324	0.476	0.013	0.019