



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 $\pm 3\%$ ；多颗 IC 间的输出电流差异小于 $\pm 6\%$ ；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： $<\pm 3\%$
 - 片间最大误差： $<\pm 6\%$
- ◆ 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)

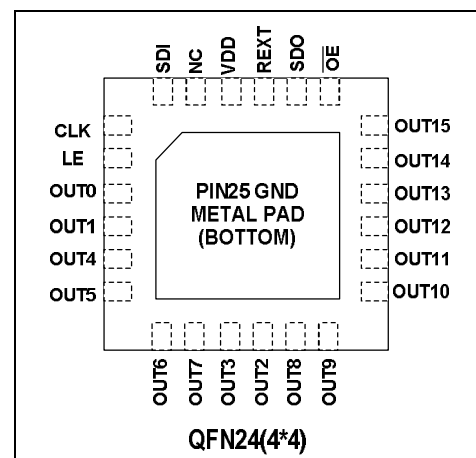
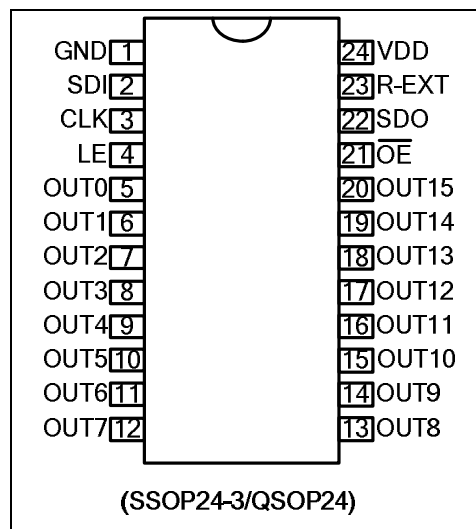
应用领域

- ◆ 广告屏
- ◆ LED 照明

封装信息

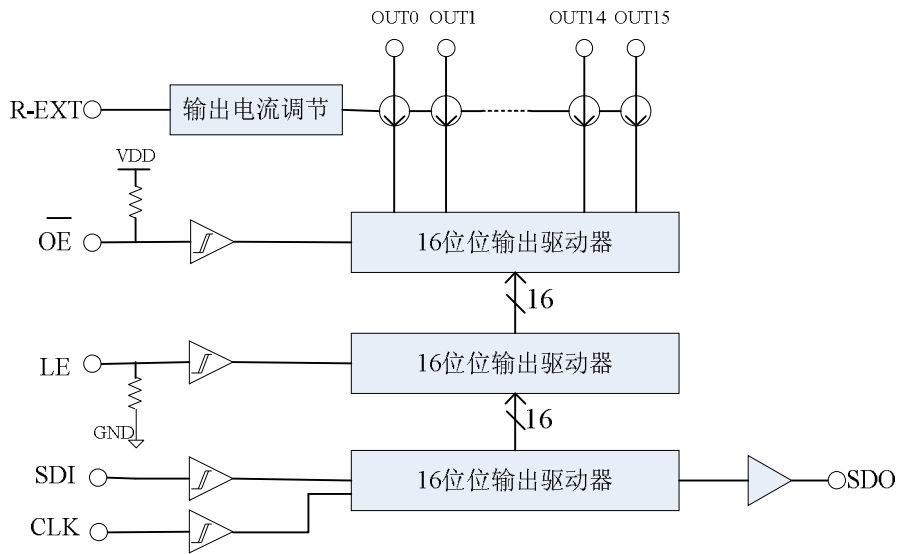
产品名称	封装形式	塑封体尺寸 (mm)	脚间距 (mm)
SM16126D	SSOP24-3	13.0*6.0*1.8	1.0
SM16126ES	QSOP24	8.65*3.9*1.4	0.635
SM16126N	QFN24(4*4)	4*4*0.85	0.5

管脚定义





内部功能简单框图



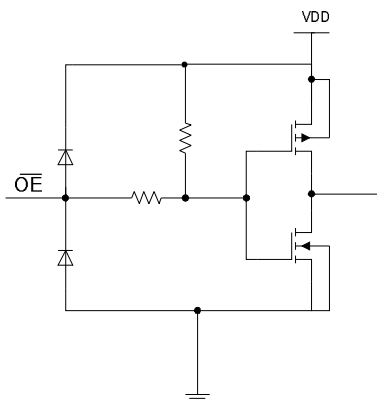
管脚说明

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

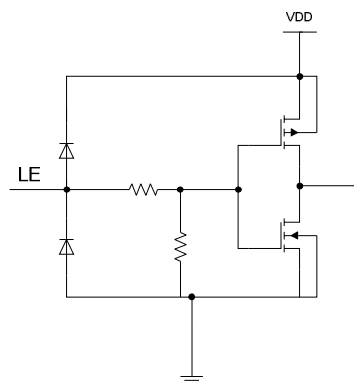


输出及输入等效电路

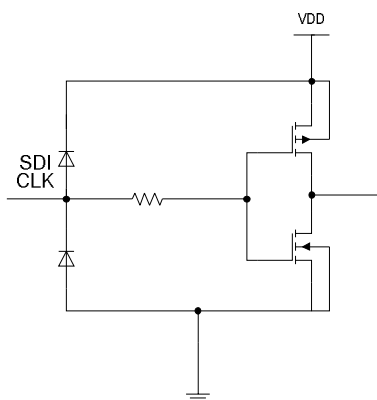
◆ $\overline{\text{OE}}$ 输入端



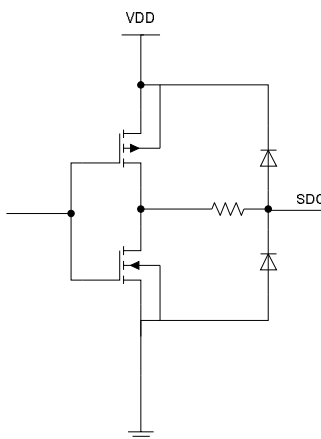
LE 输入端



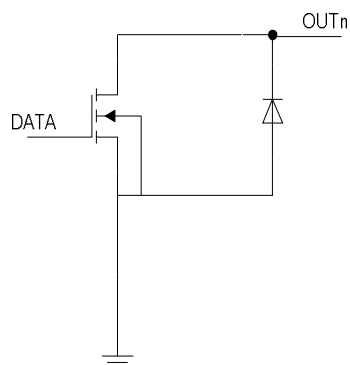
◆ CLK,SDI 输入端



SDO 输出端

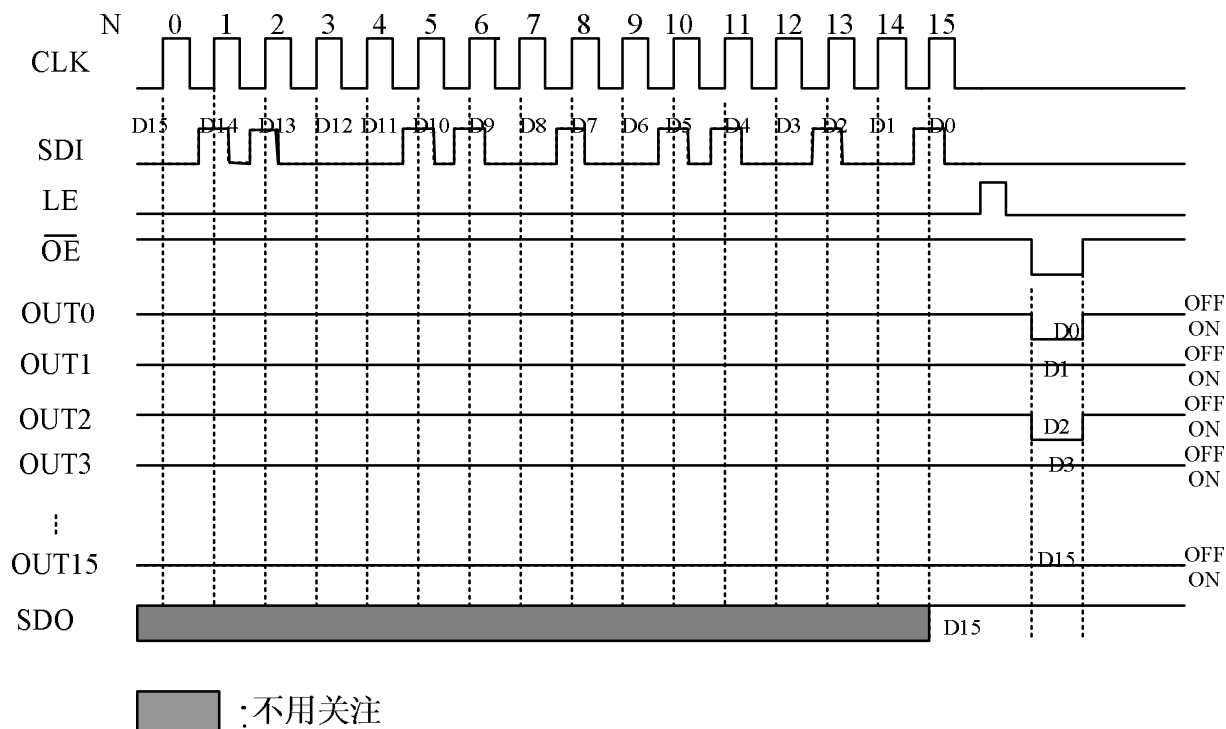


◆ OUT0~OUT15 输出端





时序图



真值表

CLK	LE	OE	SDI	OUT0...OUT7...OUT15	SDO
	H	L	Dn	$\overline{Dn...Dn-7...Dn-15}$	Dn-15
	L	L	Dn+1	No Change	Dn-14
	H	L	Dn+2	$\overline{Dn+2...Dn-5...Dn-13}$	Dn-13
	×	L	Dn+3	$\overline{Dn+2...Dn-5...Dn-13}$	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	V _{SDA} , V _{CLK} , V _{LE} , V _{OE}	-0.4~VDD+0.4V	V
电流输出端电流	I _{OUT}	+65	mA
输出端承受电压	V _{DS}	-0.5~+18.0	V
时钟频率	f _{CLK}	25	MHz
IC 工作时的环境温度	T _{opr}	-40~+85	°C
IC 储存时的环境温度	T _{stg}	-55~+150	°C



直流特性(VDD= 5.0V, Ta = 27°C)

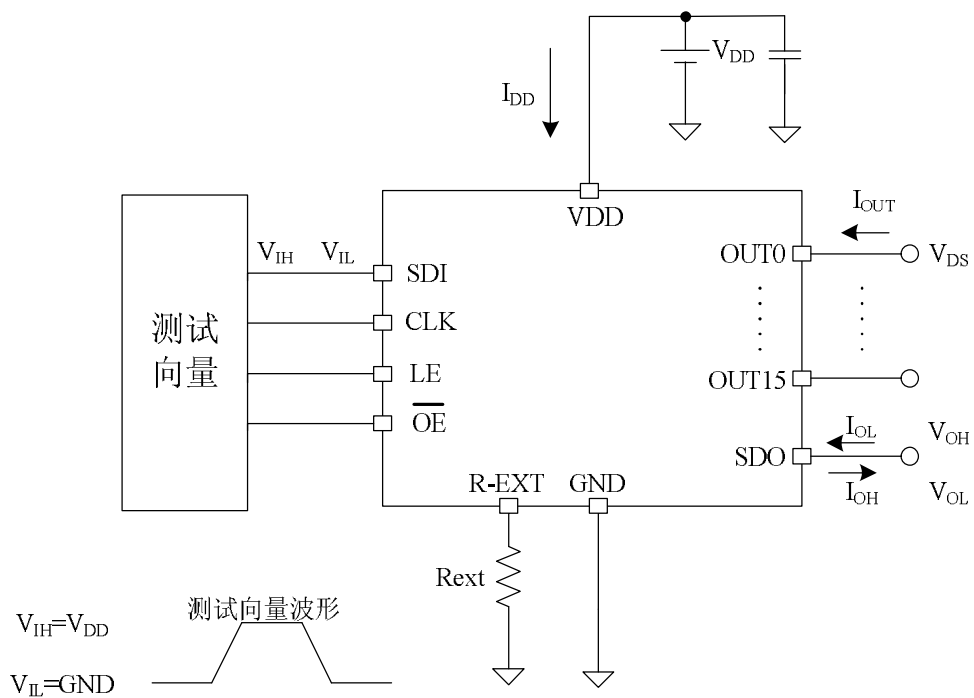
特性	代表符号	测量条件		最小值	典型值	最大值	单位
电源电压	VDD			4.5	5.0	5.5	V
静态电流	IDD	VDD=5.0V,R-EXT 悬空,I _{OUT} 关闭		-	1.9	-	mA
OUT 端口耐压	V _{DS (MAX)}	OUT0 ~OUT15		-	-	18	V
OUT 端口输出电流	I _{OUT}	VDD=5.0V		3	-	45	mA
SDO 驱动电流	I _{OH}	VDD=5.0V		-	-22	-	mA
	I _{OL}			-	21	-	mA
输入端口翻转电平	V _{IH}			0.7*VDD	-	VDD	V
	V _{IL}			GND	-	0.3*VDD	V
OUT 输出端漏电流	I _{OH}	V _{DS} =18V		-	-	0.5	uA
SDO 输出端电压	V _{OL}	I _{OL} =+1mA		-	-	0.4	V
	V _{OH}	I _{OH} =-1mA		4.6	-	-	V
OUT 输出端电流 1	I _{OUT1}	V _{DS} =1.0V	R _{ext} =1100Ω	-	16.9	-	mA
输出电流误差	D _{IOUT}	I _{OUT} =16.9mA V _{DS} =1.0V R _{ext} =1100Ω	片内	-	-	±3%	
			片间	-	-	±6%	
输出端电流 2	I _{OUT2}	V _{DS} =1.0V	R _{ext} =620Ω	-	30.0	-	mA
输出电流误差	D _{IOUT}	I _{OUT} =30.0mA V _{DS} =1.0V R _{ext} =620Ω	片内	-	-	±3%	
			片间	-	-	±6%	
输出电流误差/V _{DS} 变化量	%/ΔV _{DS}	V _{DS} =1.0V~3.0V		-	±0.1%	-	%/V
输出电流误差/V _{DD} 变化量	%/ΔV _{DD}	V _{DD} =4.5V~5.5V		-	±0.5%	-	%/V
Pull-up 电阻	R _{OE(up)}	$\overline{OE}$		-	600	-	KΩ
Pull-down 电阻	R _{LE(down)}	LE		-	610	-	KΩ
IC 工作电流	I _{DD(off)1}	Rext = 未接, OUT0~OUT15 = OFF		-	1.9	-	mA
	I _{DD(off)2}	Rext = 1100Ω, OUT0~OUT15 = OFF		-	4.2	-	
	I _{DD(on)3}	Rext = 620Ω, OUT0~OUT15 = OFF		-	6.0	-	
	I _{DD(off)4}	Rext = 1100Ω, OUT0~OUT15 = ON		-	20.8	-	
	I _{DD(off)5}	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 _{OUT} 关闭		-	1.5	-	mA
OUT 端口耐压	V _{DS (MAX)}	OUT0 ~OUT15		-	-	18	V
OUT 端口输出电流	I _{OUT}	VDD=3.3V		3	-	30	mA
SDO 驱动电流	I _{OH}	VDD=3.3V		-	-11.0	-	mA
	I _{OL}			-	11.0	-	mA
输入端口翻转电平	V _{IH}			0.7*VDD	-	VDD	V
	V _{IL}			GND	-	0.3*VDD	V
OUT 输出端漏电流	I _{OH}	V _{DS} =18V		-	-	0.5	uA
SDO 输出端电压	V _{OL}	I _{OL} =+1mA		-	-	0.3	V
	V _{OH}	I _{OH} =-1mA		3.0	-	-	V
OUT 输出端电流 1	I _{OUT1}	V _{DS} =1.0V	R _{ext} =1100Ω	-	17.3	-	mA
输出电流误差	D _{IOUT}	I _{OUT} =17.3mA V _{DS} =1.0V R _{ext} =1100Ω	片内	-	-	±3%	
			片间	-	-	±6%	
输出端电流 2	I _{OUT2}	V _{DS} =1.0V	R _{ext} =620Ω	-	30.0	-	mA
输出电流误差	D _{IOUT}	I _{OUT} =30.0mA V _{DS} =1.0V R _{ext} =620Ω	片内	-	-	±3%	
			片间	-	-	±6%	
输出电流误差/V _{DS} 变化量	%/ΔV _{DS}	V _{DS} =1.0V~3.0V		-	±0.1%	-	%/V
输出电流误差/V _{DD} 变化量	%/ΔV _{DD}	V _{DD} =3.0V~3.6V		-	±0.5%	-	%/V
Pull-up 电阻	R _{OE(up)}	$\overline{OE}$		-	600	-	KΩ
Pull-down 电阻	R _{LE(down)}	LE		-	610	-	KΩ
IC 工作电流	I _{DD(off)1}	Rext = 未接, OUT0~OUT15 = OFF		-	1.5	-	mA
	I _{DD(off)2}	Rext = 1100Ω, OUT0~OUT15 = OFF		-	3.9	-	
	I _{DD(on)3}	Rext = 620Ω, OUT0~OUT15 = OFF		-	5.7	-	
	I _{DD(off)4}	Rext = 1100Ω, OUT0~OUT15 = ON		-	17.6	-	
	I _{DD(off)5}	Rext = 620Ω, OUT0~OUT15 = ON		-	18.3	-	

直流特性测试电路





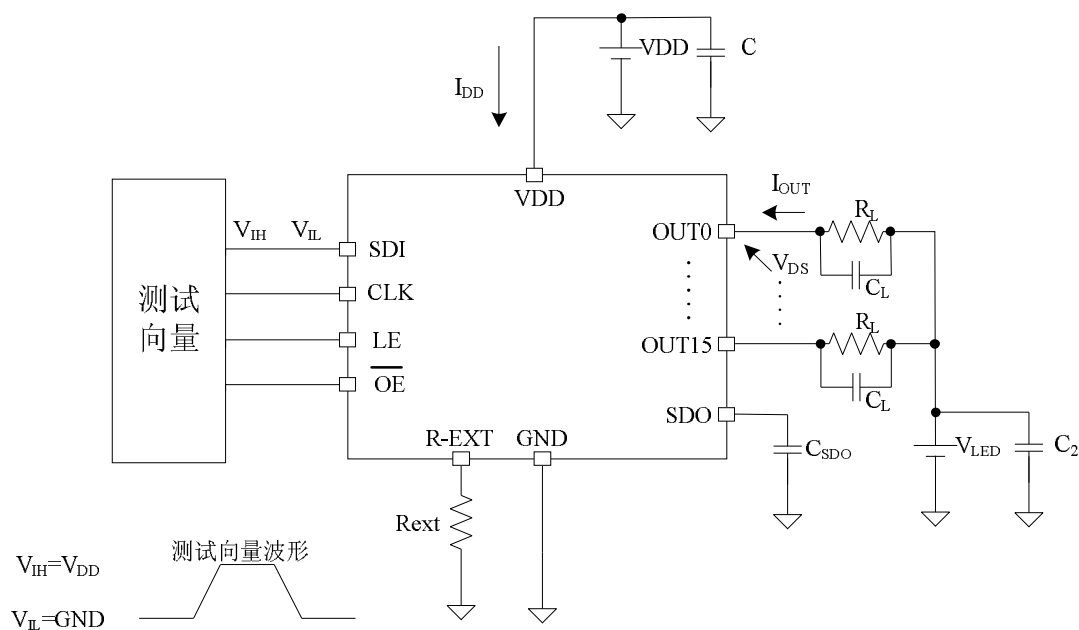
动态特性 (VDD= 5.0V)

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

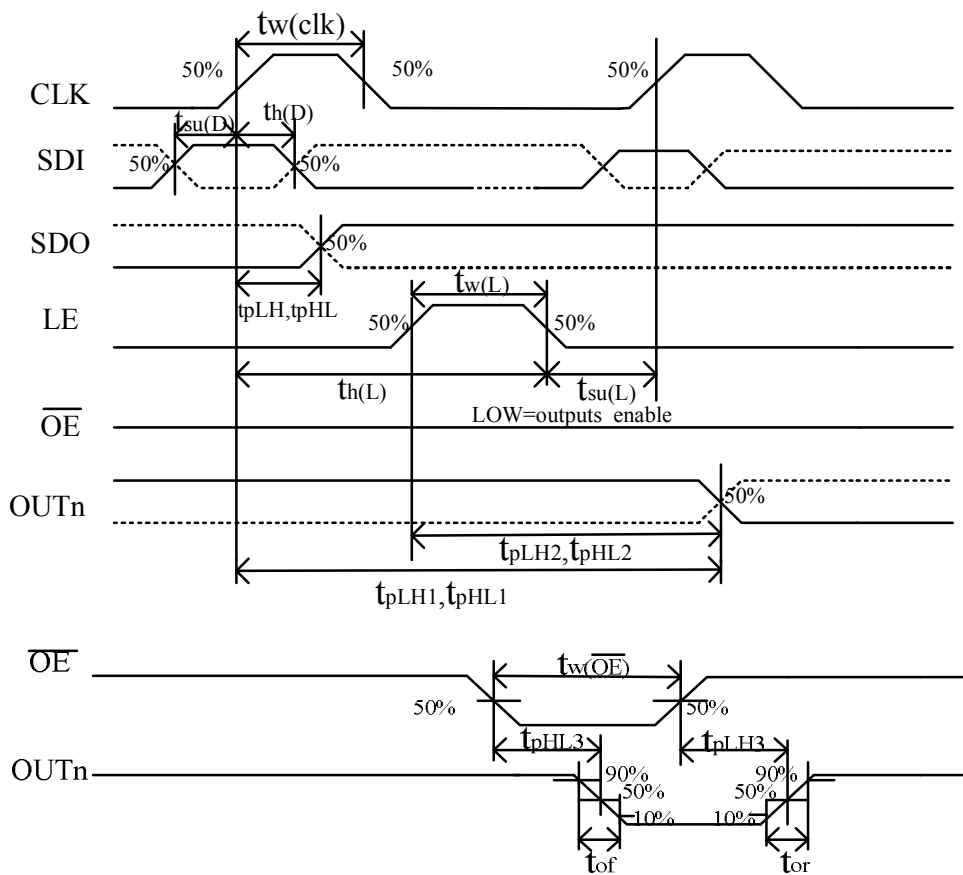
动态特性 (VDD= 3.3V)

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

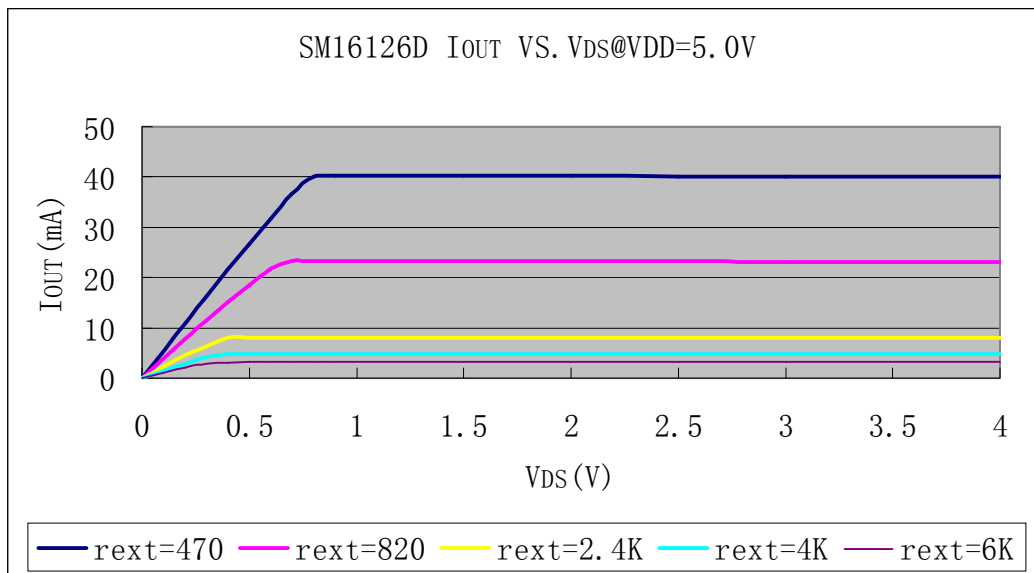




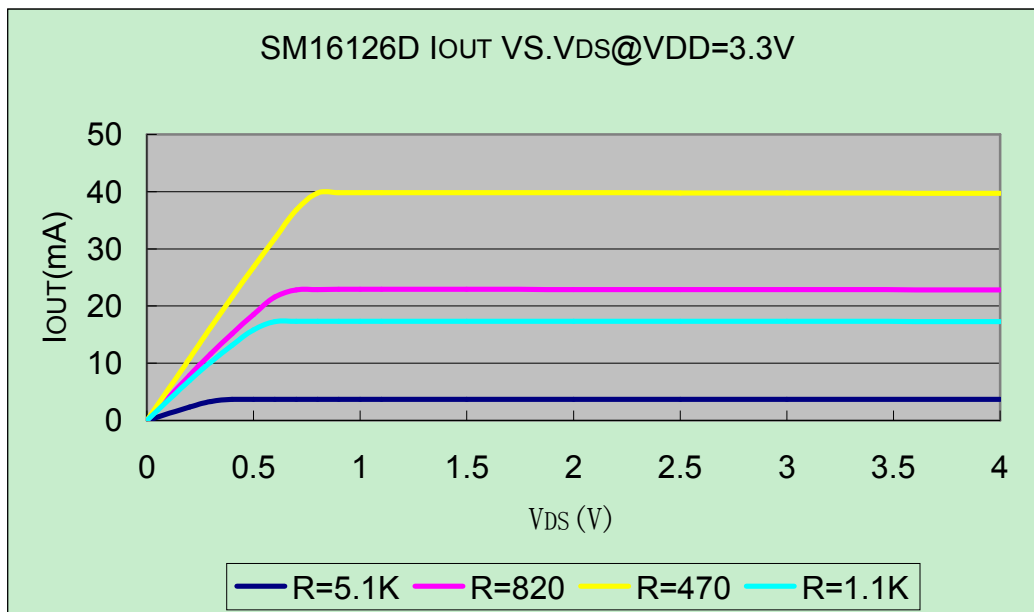
产品应用

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



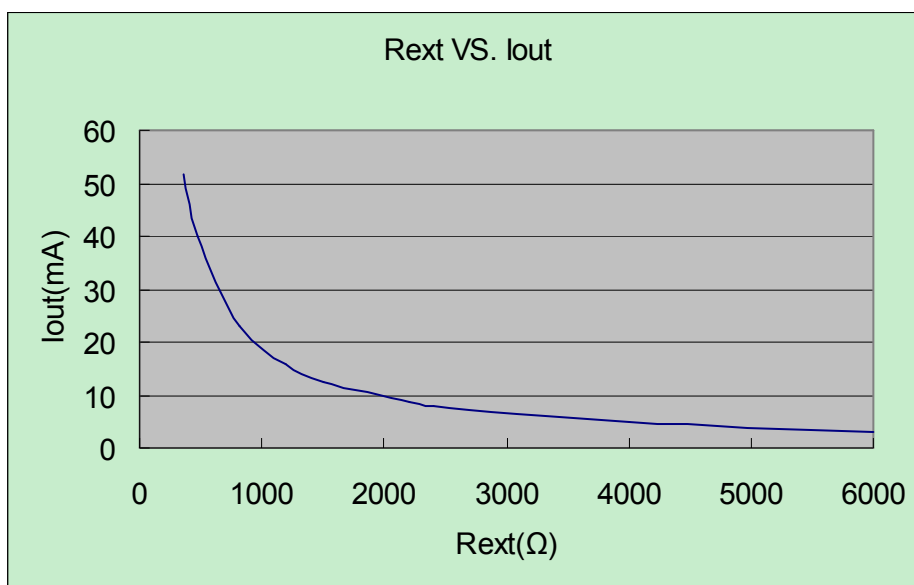
调整输出电流

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 700Ω ，通过公式计算可得输出电流值 $27.21mA$ ；当电阻值是 1000Ω 时，输出的电流则为 $19.05mA$ 。



R_{EXT} 与 I_{OUT} 的关系图



封装散热功率(P_D)

封装的最大散热功率是由公式:

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

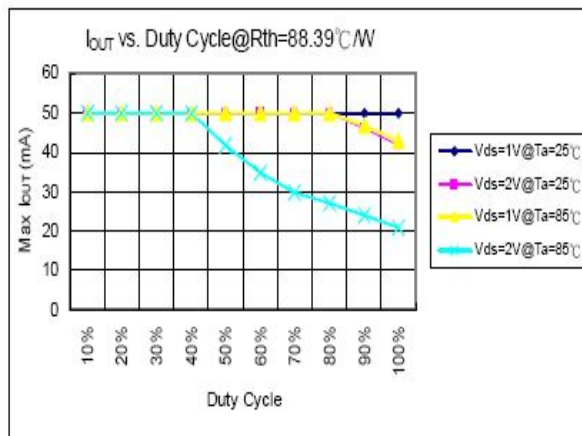
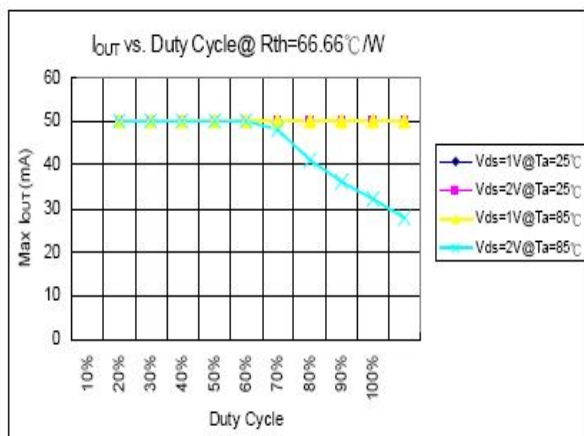
当 16 个通道完全打开时,实际功耗为:

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

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:

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

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:

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

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

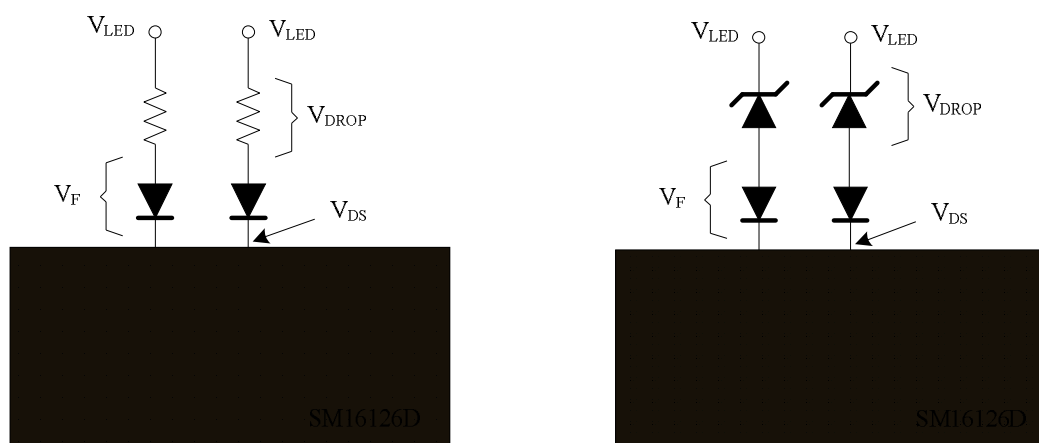
$$\text{其中 } P_{D(act)} = I_{DD} * V_{DD} + I_{OUT} * \text{Duty} * V_{DS} * 16$$

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})

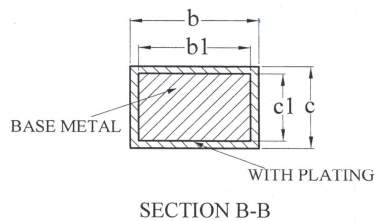
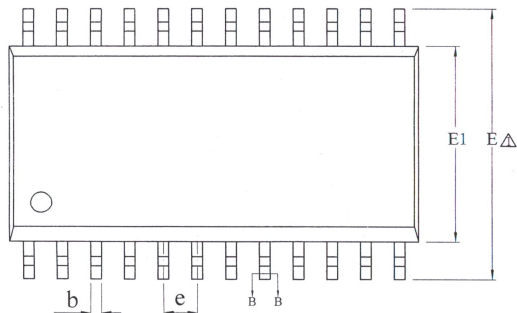
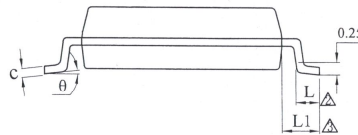
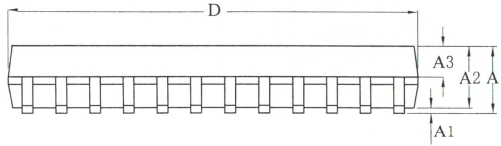
为使封装体散热能力达到最佳化,建议输出端电压(V_{DS})的最佳工作范围是 1.0V 左右(依据 $I_{OUT} = 3 \sim 45mA$)。如果 $V_{DS} = V_{LED} - V_F$ 且 $V_{LED} = 5.0V$ 时,此时过高的输出端电压(V_{DS})可能会导致 $P_D(Act) > P_D(max)$ 。在此状况,建议尽可能使用较低的 V_{LED} 电压供应,也可用外串电阻或稳压管当做 V_{Drop} ,此可导致 $V_{DS} = (V_{LED} - V_F) - V_{DROP}$,达到降低输出端电压(V_{DS})的效果。





封装形式

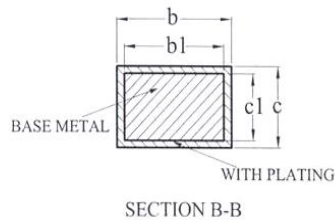
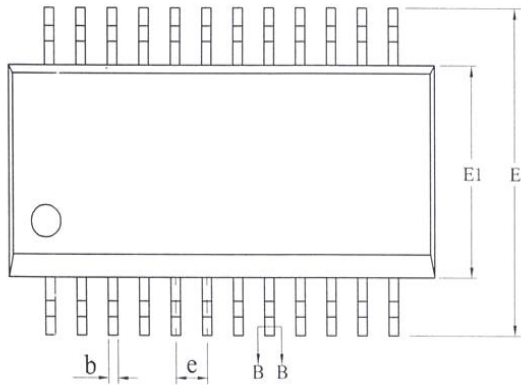
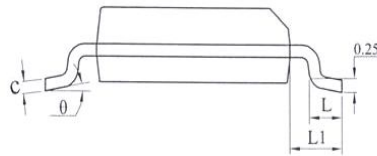
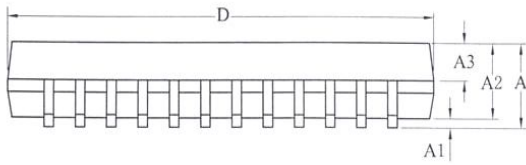
SSOP24-3



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		



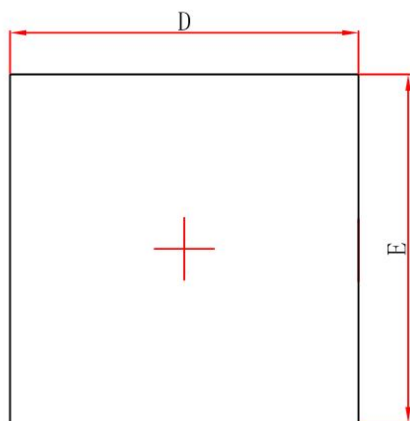
QSOP24



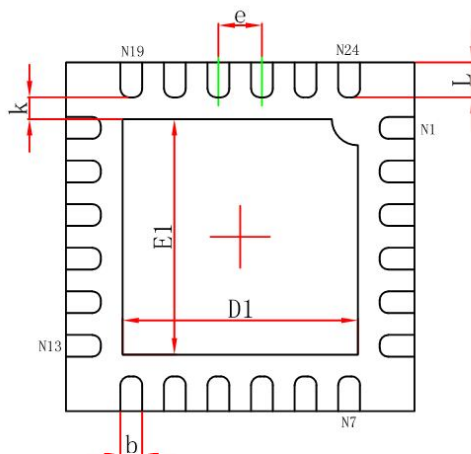
SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	—	—	1.77
A1	0.08	0.18	0.28
A2	1.20	1.40	1.60
A3	0.55	0.65	0.75
b	0.23	—	0.33
b1	0.22	0.25	0.28
c	0.21	—	0.26
c1	0.19	0.20	0.21
D	8.45	8.65	8.85
E	5.80	6.00	6.20
E1	3.70	3.90	4.10
e	0.635BSC		
L	0.50	0.65	0.80
L1	1.05BSC		
θ	0	—	8°



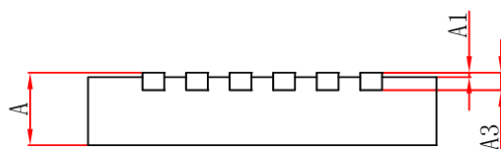
QFN24(4*4)



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