



SM16125

概述

SM16125 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。SM16125 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，大小由外接电阻来调整。

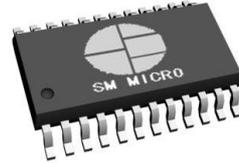
特点

- ◆ 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：$\leq \pm 3\%$
 - 片间最大误差：$\leq \pm 6\%$
- ◆ 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：
 - SSOP24L-0.635-D1.40
 - SSOP24L-1.0-D1.80

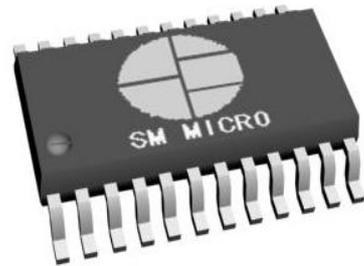
应用领域

- ◆ 广告屏
- ◆ LED 照明

封装图

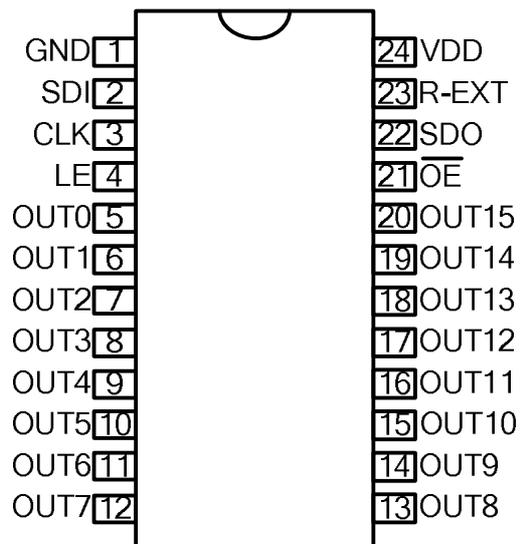


SSOP24L-0.635-D1.40 (mm)
(SM16125ES)



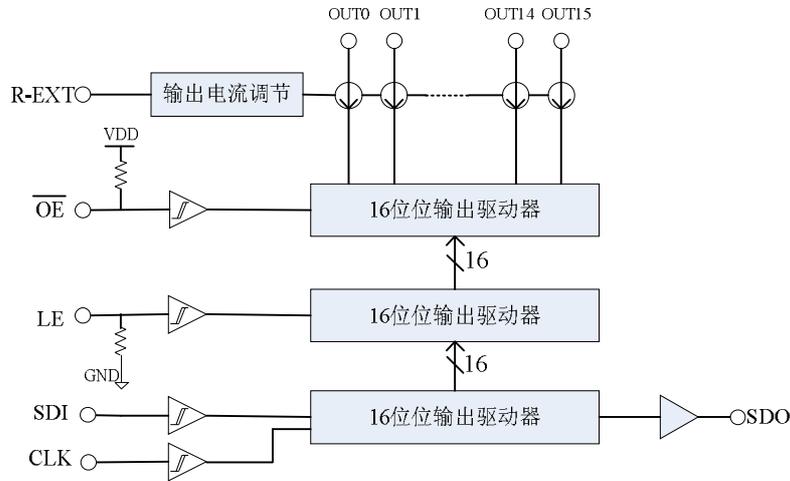
SSOP24L-1.0-D1.80 (mm)
(SM16125)

管脚定义





内部功能简单框图



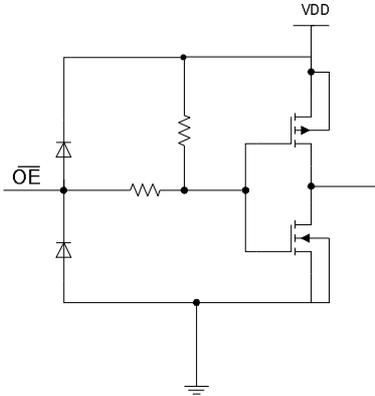
管脚说明

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 是高电平时，串行数据会被传入至输出锁存器；当 LE 是低电平时，资料会被锁存
OUT0~OUT15	恒流源输出端口
\overline{OE}	输出使能控制端口。当 \overline{OE} 是低电平时，即会启动 OUT0~OUT15 输出；当 \overline{OE} 是高电平时，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

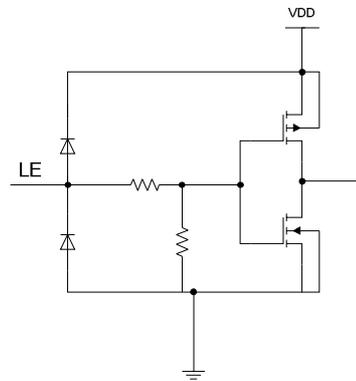


输出及输入等效电路

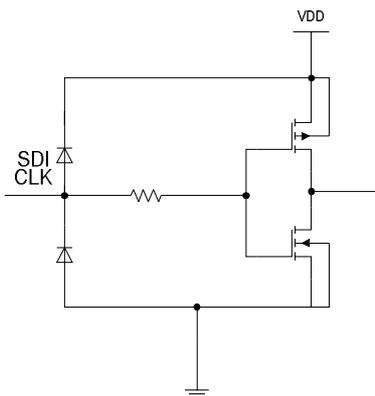
◆ OE 输入端



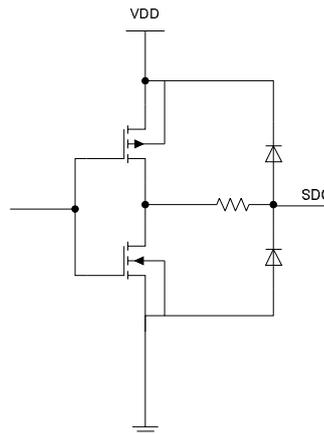
LE 输入端



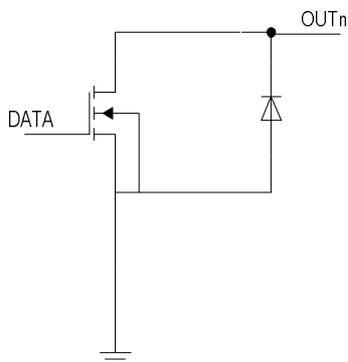
◆ CLK,SDI 输入端



SDO 输出端

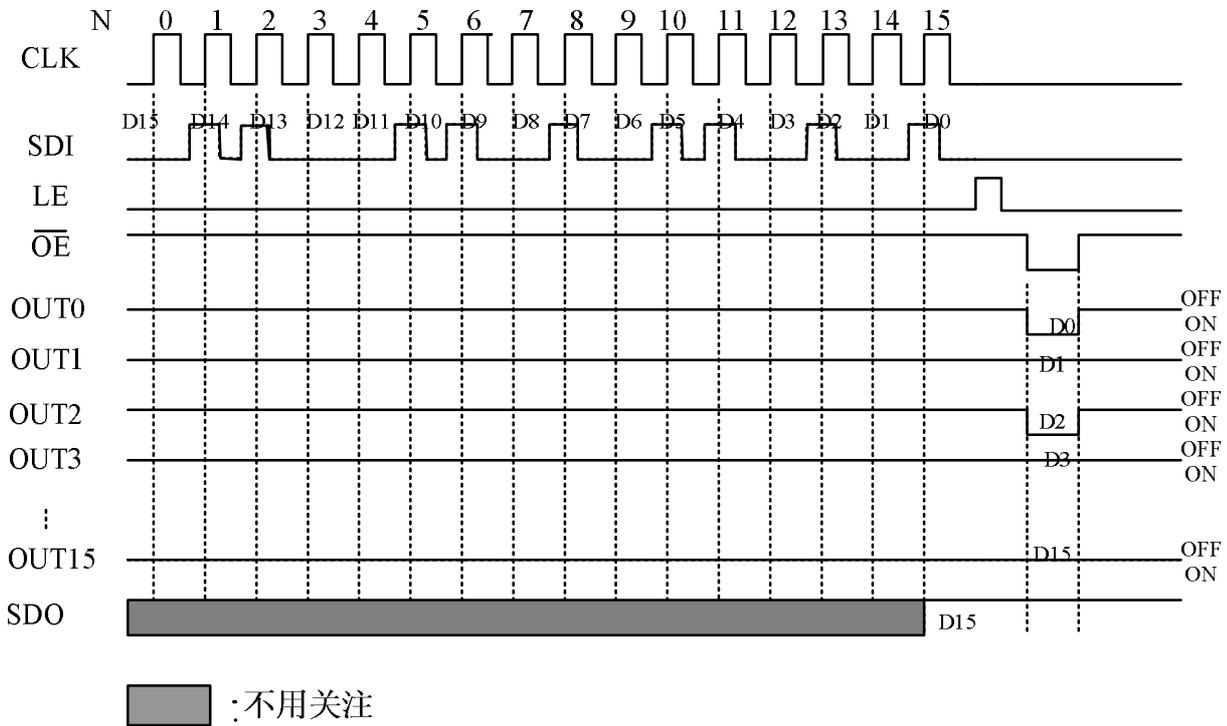


◆ OUT0~OUT15 输出端





时序图



真值表

CLK	LE	\overline{OE}	SDI	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	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		-	2.1	-	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}			-	20	-	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	-	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	-	30.5	-	mA
输出电流误差	D _{IOUT}	I _{OUT} =30.5mA 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}		-	740	-	KΩ
Pull-down 电阻	R _{LE(down)}	LE		-	730	-	KΩ
IC 工作电流	I _{DD(off)1}	Rext = 未接, OUT0~OUT15 = Off		-	2.1	-	mA
	I _{DD(off)2}	Rext = 1100Ω, OUT0~OUT15 = OFF		-	5.5	-	
	I _{DD(on)3}	Rext =620Ω, OUT0~OUT15 = OFF		-	6.2	-	
	I _{DD(off)4}	Rext = 1100Ω, OUT0~OUT15 = ON		-	16.7	-	



	$I_{DD(\text{off}5)}$	$R_{\text{ext}} = 620\Omega$, $\text{OUT0} \sim \text{OUT15} = \text{ON}$	-	17.2	-	
--	-----------------------	--	---	------	---	--

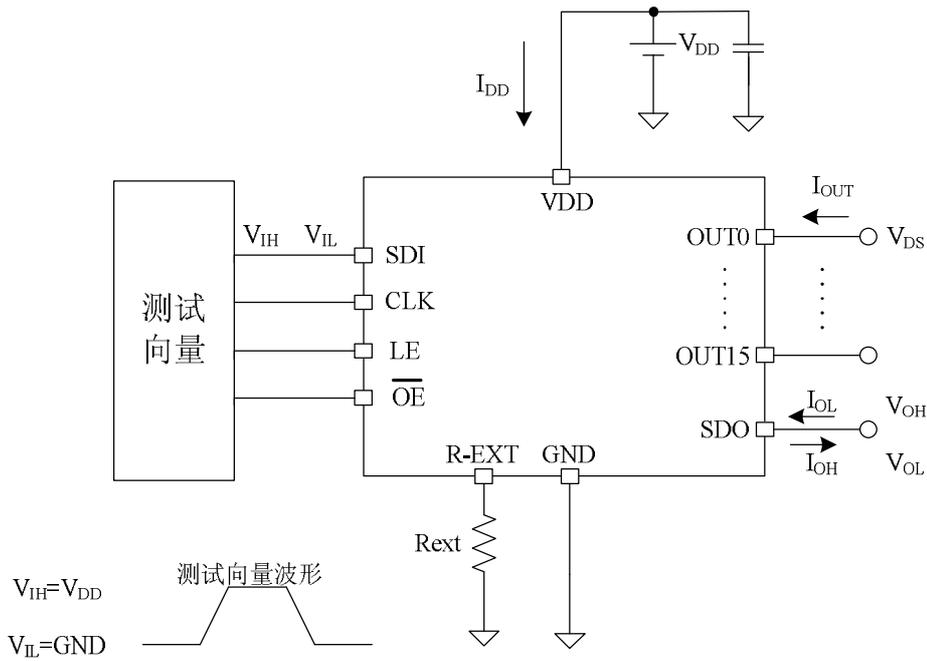
直流特性 ($V_{DD} = 3.3V$, $T_a = 27^\circ\text{C}$)

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		-	1.6	-	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	-	mA
	I _{OL}			-	10	-	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	-	17.7	-	mA
输出电流误差	D _{IOUT}	I _{OUT} = 17.7mA 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	-	30.5	-	mA
输出电流误差	D _{IOUT}	I _{OUT} = 30.5mA 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 ~ 3.3V		-	±0.5%	-	%/V
Pull-up 电阻	R _{OE(up)}	$\overline{\text{OE}}$		-	740	-	KΩ
Pull-down 电阻	R _{LE(down)}	LE		-	730	-	KΩ
IC 工作电流	I _{DD(off)1}	R _{ext} = 未接, OUT0 ~ OUT15 = Off		-	1.6	-	mA
	I _{DD(off)2}	R _{ext} = 1100Ω, OUT0 ~ OUT15 = OFF		-	4.1	-	
	I _{DD(on)3}	R _{ext} = 1100Ω, OUT0 ~ OUT15 = OFF		-	5.8	-	



	$I_{DD(\text{off}4)}$	$R_{\text{ext}} = 620\Omega, \text{OUT0} \sim \text{OUT15} = \text{ON}$	-	13.4	-
	$I_{DD(\text{off}5)}$	$R_{\text{ext}} = 620\Omega, \text{OUT0} \sim \text{OUT15} = \text{ON}$	-	14.4	-

直流特性测试电路





动态特性 (VDD= 5.0V)

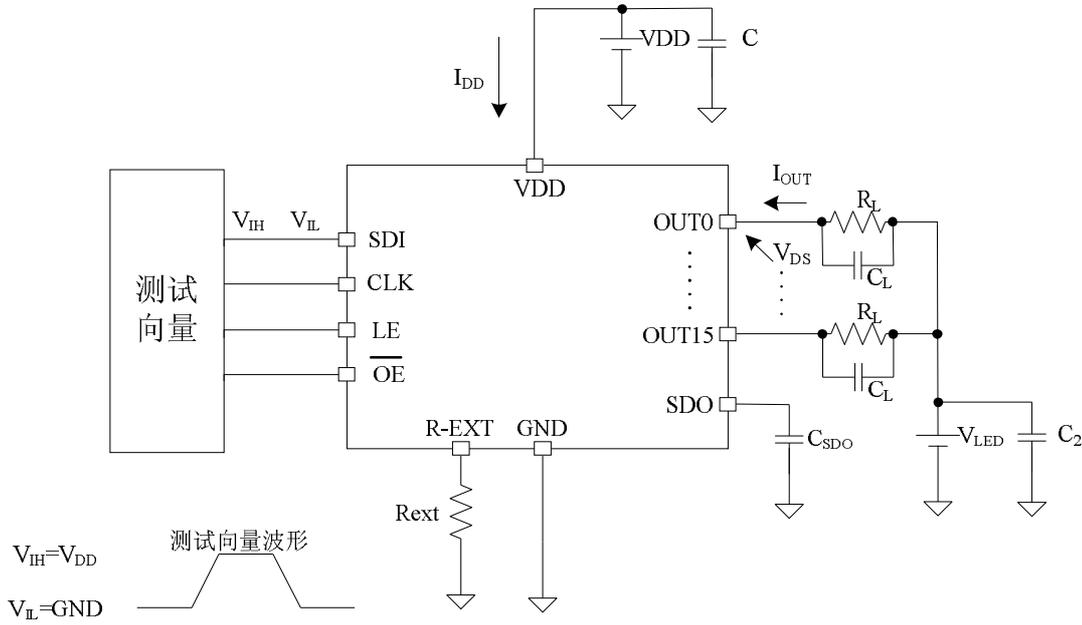
特性		代表符	测量条件	最小值	一般值	最大值	单位
延迟时间 (低电平到高电平)	CLK—OUT	t_{pLH1}	$V_{IH}=VDD$ $V_{IL}=GND$ $R_{ext}=820\Omega$ $VDD=5.0V$ $R_L=170\Omega$ $C_L=10pF$	--	24	--	ns
	LE—OUT	t_{pLH2}		--	22	--	ns
	OE—OUT	t_{pLH3}		--	24	--	ns
	CLK—SDO	t_{pLH}		--	23	--	ns
延迟时间 (高电平到低电平)	CLK—OUT	t_{pHL1}		--	46	--	ns
	LE—OUT	t_{pHL2}		--	44	--	ns
	OE—OUT	t_{pHL3}		--	45	--	ns
	CLK—SDO	t_{pHL}		--	23	--	ns
电流输出上升沿时间		$t_{OUT-RISE}$	--	78	--	ns	
电流输出下降沿时间		$t_{OUT-FALL}$	--	26	--	ns	

动态特性 (VDD= 3.3V)

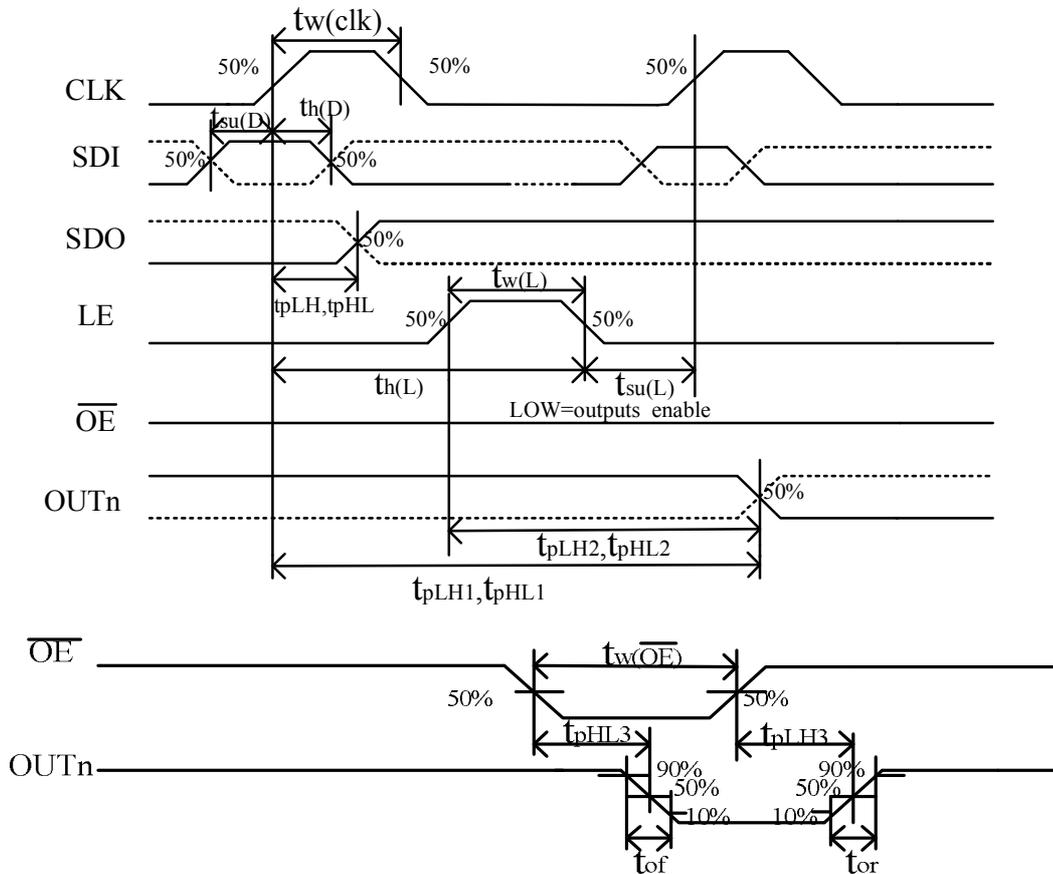
特性		代表符	测量条件	最小值	一般值	最大值	单位
延迟时间 (低电平到高电平)	CLK—OUT	t_{pLH1}	$V_{IH}=VDD$ $V_{IL}=GND$ $R_{ext}=820\Omega$ $VDD=3.3V$ $R_L=100\Omega$ $C_L=10pF$	--	30	--	ns
	LE—OUT	t_{pLH2}		--	29	--	ns
	OE—OUT	t_{pLH3}		--	33	--	ns
	CLK—SDO	t_{pLH}		--	29	--	ns
延迟时间 (高电平到低电平)	CLK—OUT	t_{pHL1}		--	57	--	ns
	LE—OUT	t_{pHL2}		--	52	--	ns
	OE—OUT	t_{pHL3}		--	53	--	ns
	CLK—SDO	t_{pHL}		--	29	--	ns
电流输出上升沿时间		$t_{OUT-RISE}$	--	114	--	ns	
电流输出下降沿时间		$t_{OUT-FALL}$	--	19	--	ns	



动态特性测试电路



时序波形图

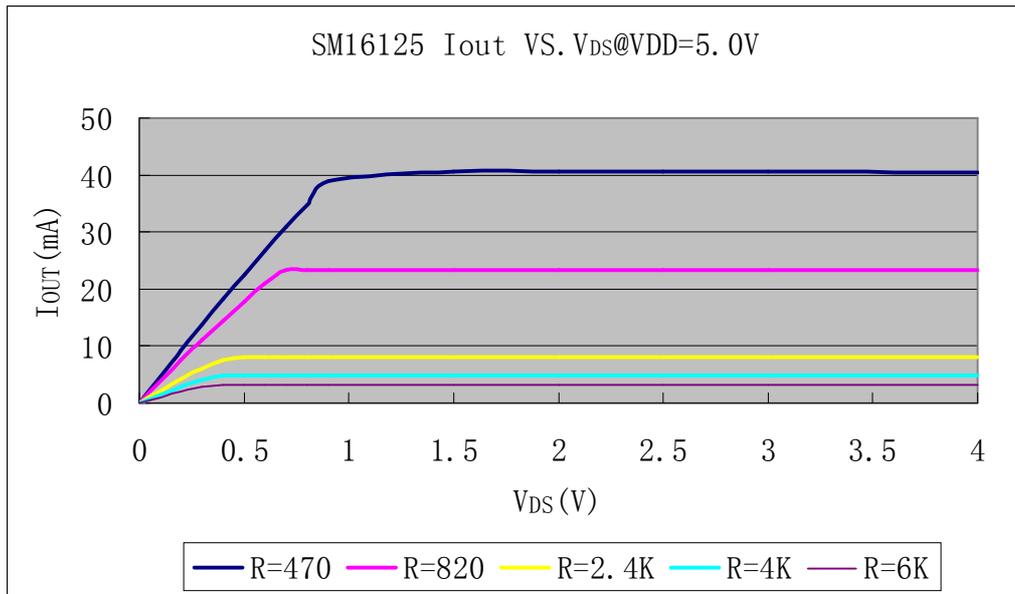




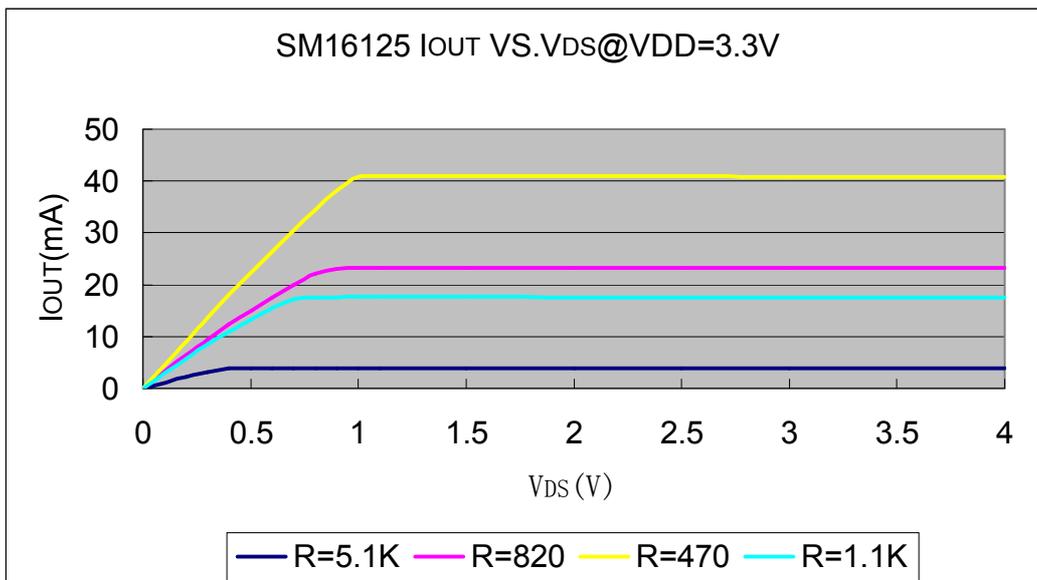
产品应用

将 SM16125 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 SM16125 的优异特性：

- ◆ 片内通道间的最大电流误差小于±3%，而芯片间的最大电流误差小于±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



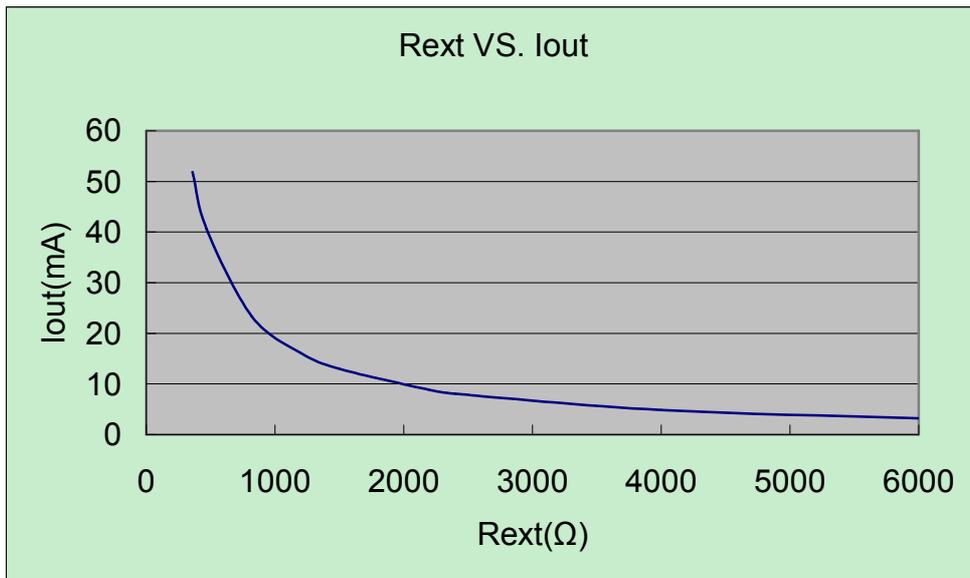
调整输出电流

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 $19.05mA$ 。



Rext 与 Iout 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:

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

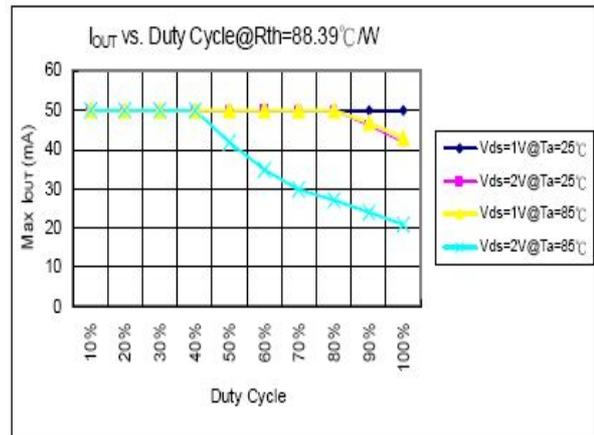
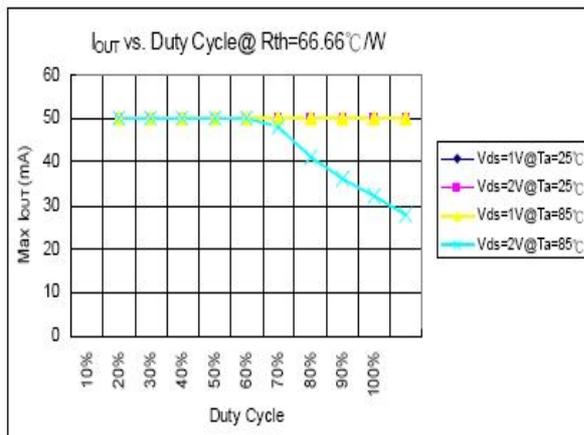
当 16 个通道完全打开时,实际功耗为:

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

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:

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

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

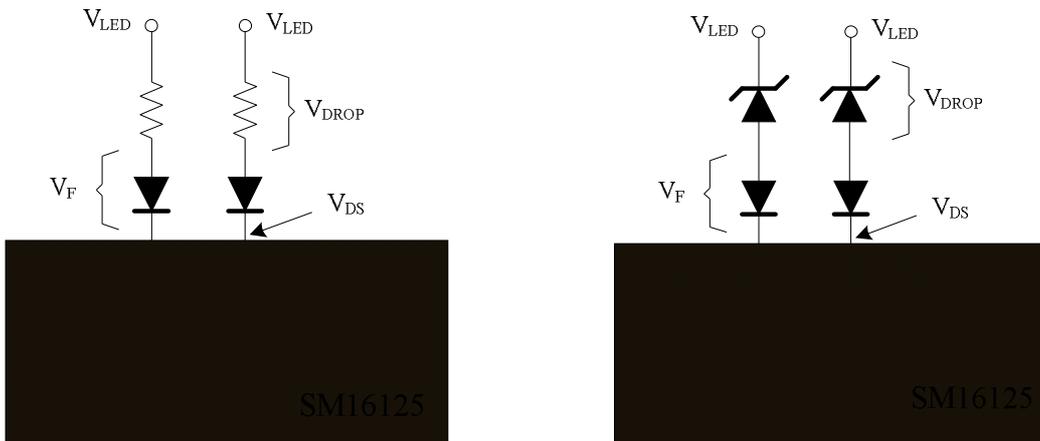
$$\text{其中 } P_{D(act)} = I_{DD} * V_{DD} + I_{OUT} * Duty * V_{DS} * 16$$

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})

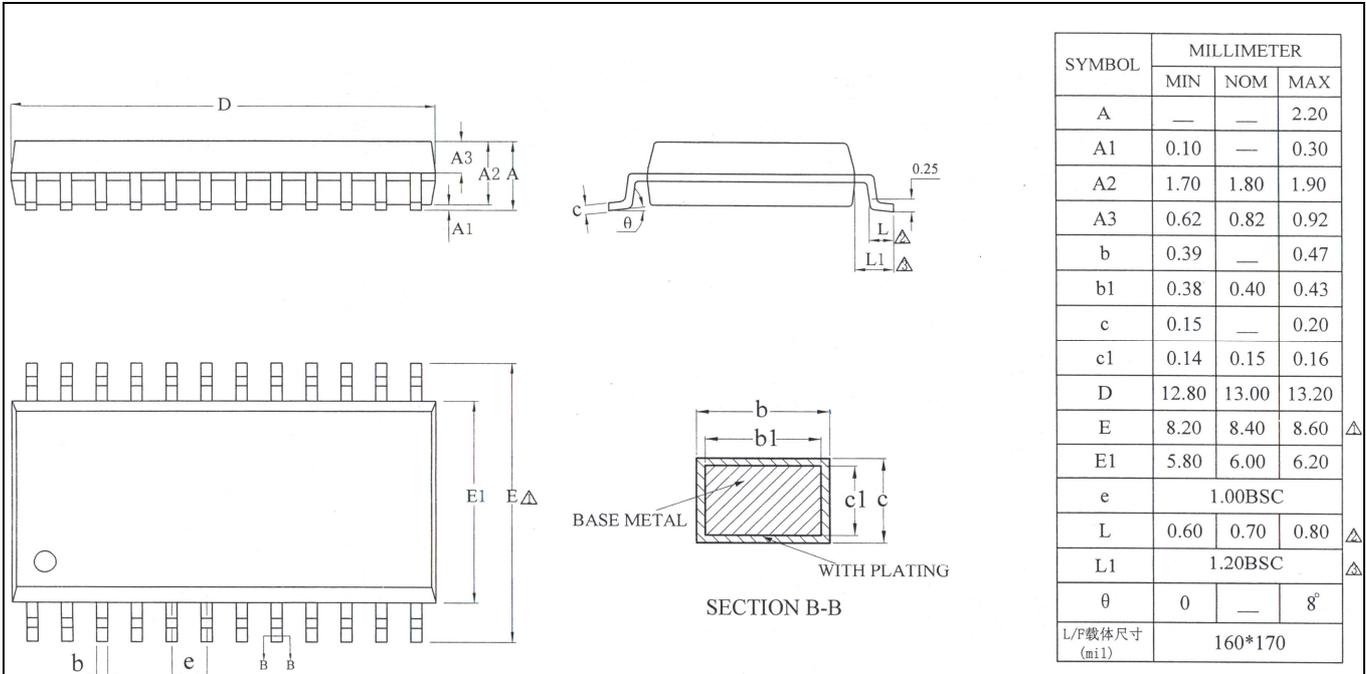
为使封装体散热能力达到最佳化, 建议输出端电压(V_{DS})的最佳工作范围是 1.0V 左右(依据 $I_{OUT} = 3\sim 45mA$)。如果 $V_{DS}=V_{LED}-V_F$ 且 $V_{LED}=5.0V$ 时, 此时过高的输出端电压(V_{DS})可能会导致 $P_D(act) > P_D(max)$ 。在此状况, 建议尽可能使用较低的 V_{LED} 电压供应, 也可用外串电阻或稳压管当做 V_{Drop} , 此可导致 $V_{DS}=(V_{LED}-V_F)-V_{DROP}$, 达到降低输出端电压(V_{DS})的效果。





封装形式

SSOP24L (1.0-D1.80)



SSOP24L (0.635-D1.40)

