

SM16238S

特点

- ◆ 内置双锁存协议，提升刷新率及电流利用率
- ◆ 内置 LED 开路检测功能，消除开路“十字架”
- ◆ 内置消影功能
- ◆ 内置电流增益调节功能
- ◆ 工作电压：3.3V~5.0V
- ◆ 恒流输出范围：1—32mA @5.0V、1—24mA @3.3V
- ◆ 恒流拐点电压低：
 $I_{OUT}=20mA@V_{DS}=0.24V$ 、 $V_{DD}=4.0V$
 $I_{OUT}=20mA@V_{DS}=0.24V$ 、 $V_{DD}=3.3V$
- ◆ 恒流电流偏差：
 片内： $<\pm 2.5\%$ ；片间： $<\pm 3.0\%$
- ◆ 快速的输出电流响应， \overline{OE} （最小值）：35ns
- ◆ 封装形式：QSOP24

应用领域

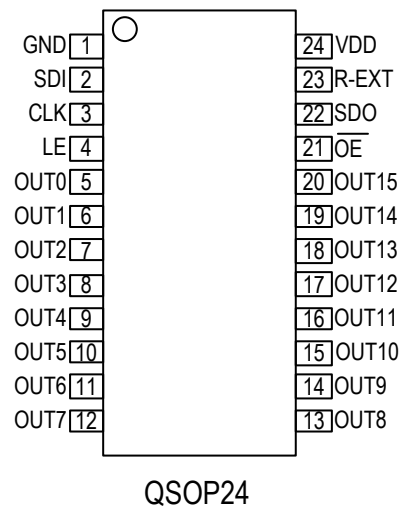
- ◆ LED 显示屏
- ◆ LED 照明

概述

SM16238S 是一款带开路检测功能的低功耗 16 通道恒流驱动芯片，内置双锁存、电流增益和列下消影功能，适用于高刷新和高利用率显示屏应用领域。

SM16238S 工作电压为 3.3V—5.0V，提供 16 个 1—32mA 恒流输出端口；IC 输出电流片内差异小于 $\pm 2.5\%$ 、片间差异小于 $\pm 3.0\%$ ；输出电流不随输出端电压 (V_{DS}) 的变化而变化，且电流受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调整，同时芯片内置 32 级电流增益调节功能。

管脚图



内部功能框图

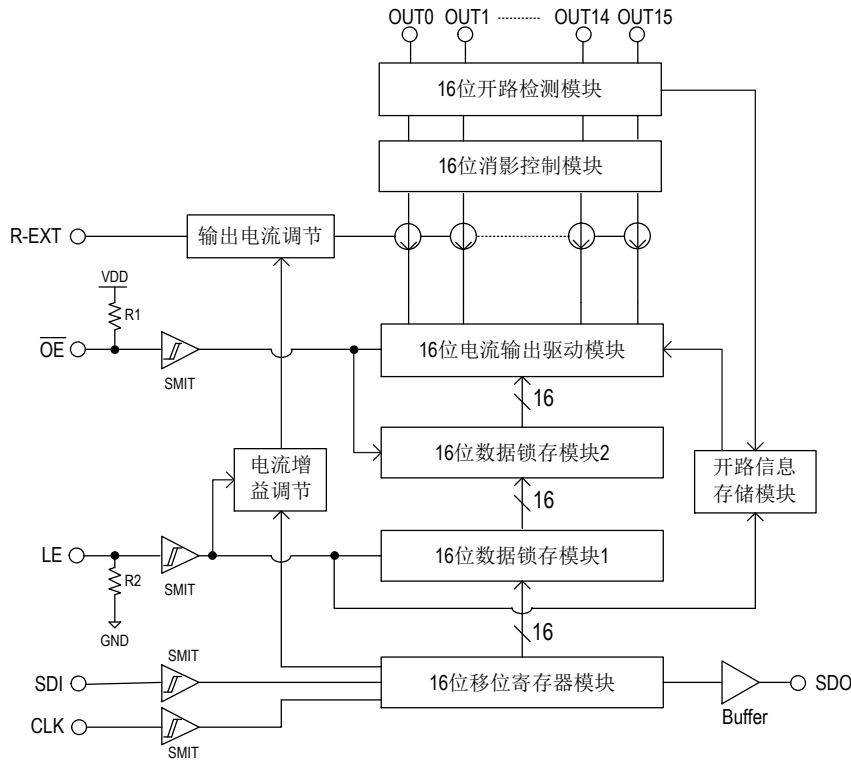


Fig. SM16238S 内部功能框图

管脚说明

管脚序号	管脚名称	管脚说明
1	GND	芯片地
2	SDI	串行数据输入端口
3	CLK	时钟信号的输入端口, 时钟上升沿时移位数据
4	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, 数据会被锁存
5~20	OUT0~OUT15	恒流驱动端口
21	OE	输出使能控制端口, 当 OE 为低电平时, 即会启动 OUT0~OUT15 输出; 当 OE 为高电平时, OUT0~OUT15 输出会被关闭
22	SDO	串行数据输出端口, 可接至下一个芯片的 SDI 端口
23	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
24	VDD	芯片电源

订购信息

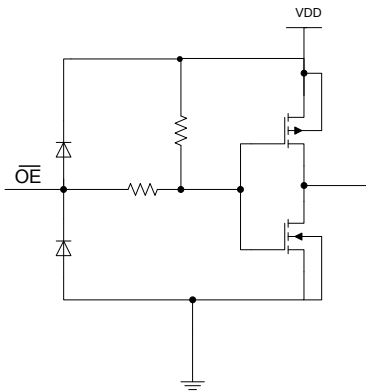
订购型号	封装形式	包装方式		卷盘尺寸
		管装	编带	
SM16238S	QSOP24	50000 只/箱	4000 只/盘	13 寸

业务电话: 400-033-6518

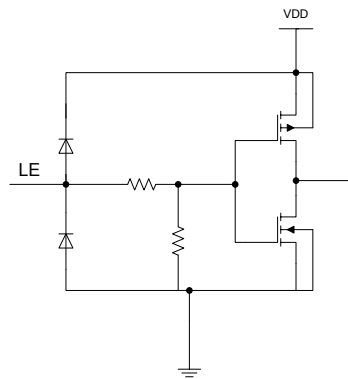
注: 如需最新资料或技术支持, 请与我们联系

输入及输出等效电路

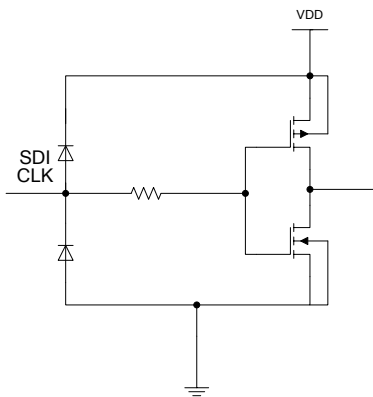
◆ $\overline{\text{OE}}$ 输入端



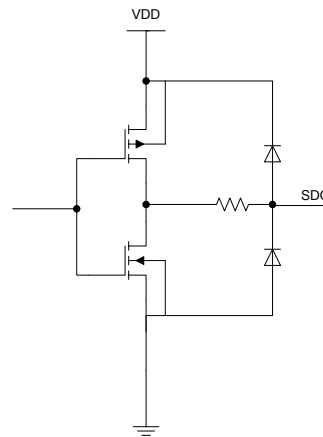
LE 输入端



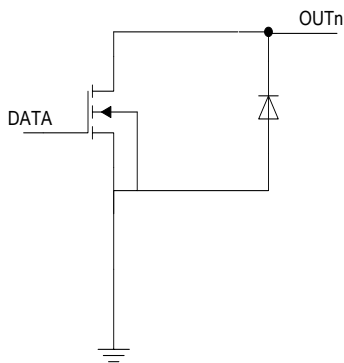
◆ CLK,SDI 输入端



SDO 输出端



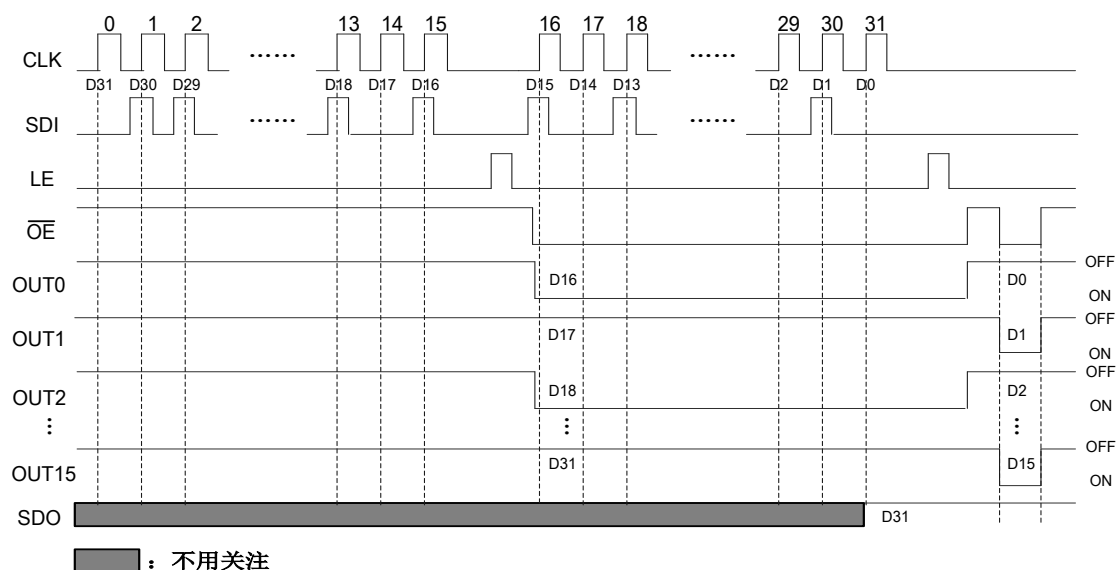
◆ OUT0~OUT15 输出端



业务电话：400-033-6518

注：如需最新资料或技术支持，请与我们联系

时序图



真值表

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

极限参数 (注1)

若无特殊说明, $T_A=25^\circ\text{C}$ 。

符号	参数	最大限定范围	单位
VDD	电源电压	0~7.0	V
$V_{SDA}, V_{CLK}, V_{LE}, V_{OE}$	输入端电压	-0.4~VDD+0.4	V
I_{OUT}	OUT 端口电流	32	mA
f_{CLK_MAX}	最高时钟频率	30	MHz
T_{opr}	芯片工作结温	-40~+150	$^\circ\text{C}$
T_{stg}	芯片储存温度	-55~+150	$^\circ\text{C}$
V_{ESD}	HBM 人体放电模式	>4	KV

注 1: 最大输出功率受限于芯片结温, 最大极限值是指超出该工作范围, 芯片有可能损坏。在极限参数范围内工作, 器件功能正常, 但并不完全保证满足个别性能指标。

业务电话: 400-033-6518

注: 如需最新资料或技术支持, 请与我们联系

直流特性

◆ VDD=4.2V、Ta=25℃。

符号	参数	测量条件	最小值	典型值	最大值	单位
$I_{DD(0\text{脚}1)}$	静态电流	Rext 悬空, OUT0~OUT15=OFF	-	3.5	-	mA
$I_{DD(0\text{脚}2)}$		Rext=920Ω, OUT0~OUT15=OFF	-	5.9	-	mA
$I_{DD(0\text{脚}3)}$		Rext=3KΩ, OUT0~OUT15=OFF	-	4.1	-	mA
I_{OH}	SDO 驱动电流	VDD=4.2V	-	-16.5	-	mA
I_{OL}			-	17.5	-	mA
V_{OL}	SDO 输出端电压	$I_{OL}=+1\text{mA}$	-	-	0.4	V
V_{OH}		$I_{OH}=-1\text{mA}$	3.8	-	-	V
V_{IH}	输入端口翻转电平	VDD=4.2V	0.6*VDD	-	-	V
V_{IL}			-	-	0.3*VDD	V
I_{OUT}	OUT 端口输出电流	I_{OUT} 开启, $V_{DS}=1.0\text{V}$	1	-	32	mA
I_{OUT1}	OUT 端口输出端电流 1	Rext=920Ω, $V_{DS}=1.0\text{V}$	-	18.7	-	mA
D_{IOUT}	输出电流误差	$I_{OUT}=18.7\text{mA}$, $V_{DS}=1\text{V}$	片内	-	-	±2.5%
			片间	-	-	±3.0%
I_{OUT2}	OUT 端口输出电流 2	Rext=1.8KΩ, $V_{DS}=1.0\text{V}$	-	9.5	-	mA
D_{IOUT}	输出电流误差	$I_{OUT}=9.5\text{mA}$, $V_{DS}=1\text{V}$	片内	-	-	±2.5%
			片间	-	-	±3.0%
$\%/\Delta V_{DS}$	输出电流误差/ V_{DS} 变化量	$V_{DS}=1.0\text{V}\sim 3.0\text{V}$, $I_{OUT}=18.7\text{mA}$	-	1	-	%/V
$\%/\Delta V_{DD}$	输出电流误差/ V_{DD} 变化量	$V_{DD}=4.0\text{V}\sim 5.0\text{V}$, $I_{OUT}=18.7\text{mA}$	-	1	-	%/V
$R_{OE(up)}$	Pull-up 电阻	\overline{OE}	-	160	-	KΩ
$R_{LE(down)}$	Pull-down 电阻	LE	-	160	-	KΩ

业务电话：400-033-6518

注：如需最新资料或技术支持，请与我们联系

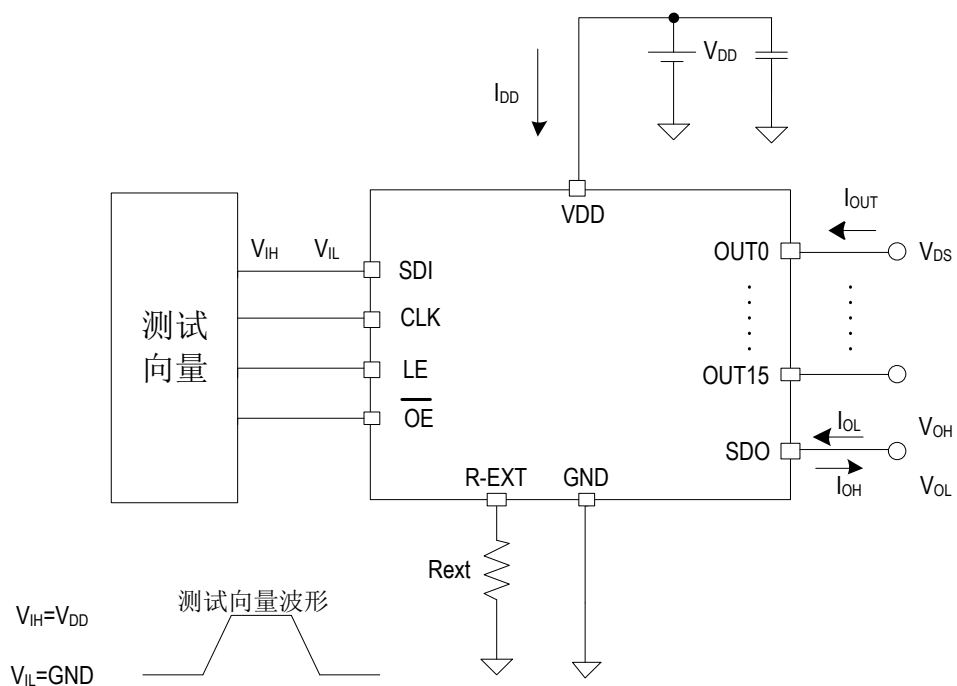
◆ VDD=3.3V、Ta=25°C。

符号	特性	测量条件	最小值	典型值	最大值	单位	
$I_{DD}^{(off)1}$	静态电流	Rext 悬空, OUT0~OUT15=OFF	-	3.1	-	mA	
$I_{DD}^{(off)2}$		Rext=920Ω, OUT0~OUT15=OFF	-	5.5	-	mA	
$I_{DD}^{(off)3}$		Rext=3.0KΩ, OUT0~OUT15=OFF	-	3.9	-	mA	
I_{OH}	SDO 驱动电流	VDD=3.3V	-	-10.8	-	mA	
I_{OL}			-	12.0	-	mA	
V_{OL}	SDO 输出端电压	$I_{OL}=+1mA$	-	-	0.4	V	
V_{OH}		$I_{OH}=-1mA$	2.9	-	-	V	
V_{IH}	输入端口翻转电平	VDD=3.3V	0.6*VDD	-	-	V	
V_{IL}			-	-	0.3*VDD	V	
I_{OUT}	OUT 端口输出电流	I_{OUT} 开启, $V_{DS}=1.0V$	1	-	24	mA	
I_{OUT1}	OUT 端口输出端电流 1	Rext=920Ω, $V_{DS}=1.0V$	-	18.7	-	mA	
D_{IOUT}	输出电流误差	$I_{OUT}=18.7mA$, $V_{DS}=1V$	片内	-	-	±2.5%	-
			片间	-	-	±3.0%	-
I_{OUT2}	OUT 端口输出电流 2	Rext =1.8KΩ, $V_{DS}=1.0V$	-	9.5	-	mA	
D_{IOUT}	输出电流误差	$I_{OUT}=9.5mA$, $V_{DS}=0.6V$	片内	-	-	±2.5%	-
			片间	-	-	±3.0%	-
%/ ΔV_{DS}	输出电流误差/ V_{DS} 变化量	$V_{DS}=1.0V\sim 3.0V$, $I_{OUT}=18.7mA$	-	1	-	%/V	
%/ ΔV_{DD}	输出电流误差/ V_{DD} 变化量	$V_{DD}=3.3V\sim 3.8V$, $I_{OUT}=18.7mA$	-	1	-	%/V	
$R_{OE}^{(up)}$	Pull-up 电阻	\overline{OE}	-	160	-	KΩ	
$R_{LE}^{(down)}$	Pull-down 电阻	LE	-	160	-	KΩ	

业务电话：400-033-6518

注：如需最新资料或技术支持，请与我们联系

直流特性测试电路



业务电话：400-033-6518

注：如需最新资料或技术支持，请与我们联系

动态特性

◆ VDD=4.2V, T_A=25°C

符号	特性		测量条件	最小值	典型值	最大值	单位
t _{pLH3}	延迟时间 (低电平到高电平)	OE—OUT	V _{IH} =VDD	--	33	--	ns
t _{pLH}		CLK—SDO	V _{IL} =GND	--	27	--	ns
t _{pHL3}	延迟时间 (高电平到低电平)	OE—OUT	Rext=2.8KΩ	--	44	--	ns
t _{pHL}		CLK—SDO	VDD=4.2V	--	26	--	ns
t _{OUT-RISE}	电流输出上升沿时间		R _L =500Ω	--	19	--	ns
t _{OUT-FALL}	电流输出下降沿时间		V _{LED} =4.2V	--	29	--	ns

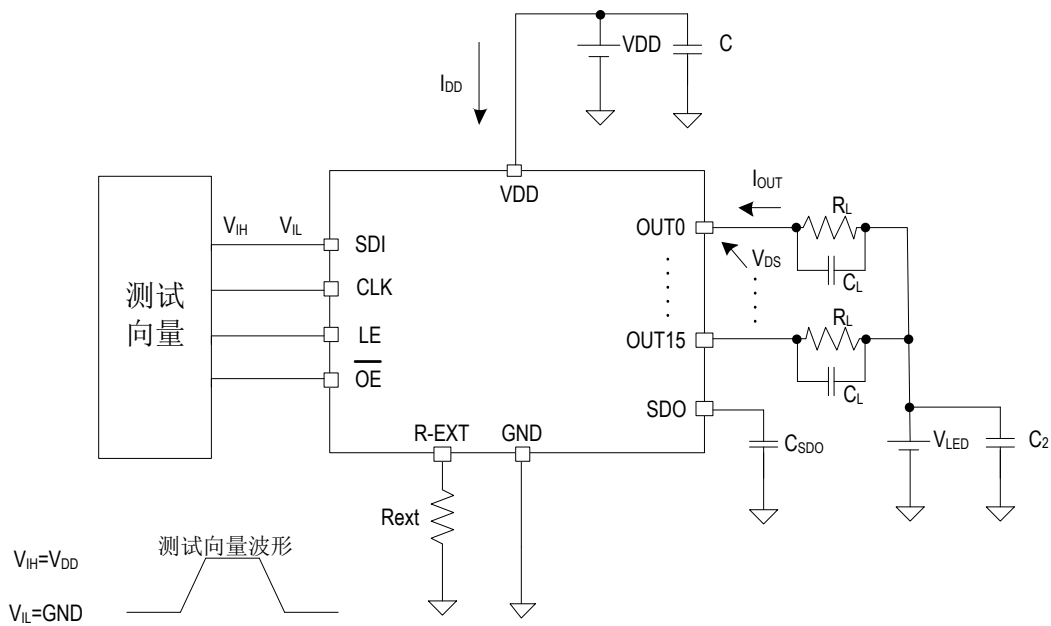
◆ VDD= 3.3V、T_A=25°C

符号	特性		测量条件	最小值	典型值	最大值	单位
t _{pLH3}	延迟时间 (低电平到高电平)	OE—OUT	V _{IH} =VDD	--	37	--	ns
t _{pLH}		CLK—SDO	V _{IL} =GND	--	30	--	ns
t _{pHL3}	延迟时间 (高电平到低电平)	OE—OUT	Rext=2.8KΩ	--	47	--	ns
t _{pHL}		CLK—SDO	VDD=3.3V	--	29	--	ns
t _{OUT-RISE}	电流输出上升沿时间		R _L =500Ω	--	23	--	ns
t _{OUT-FALL}	电流输出下降沿时间		V _{LED} =4.2V	--	32	--	ns

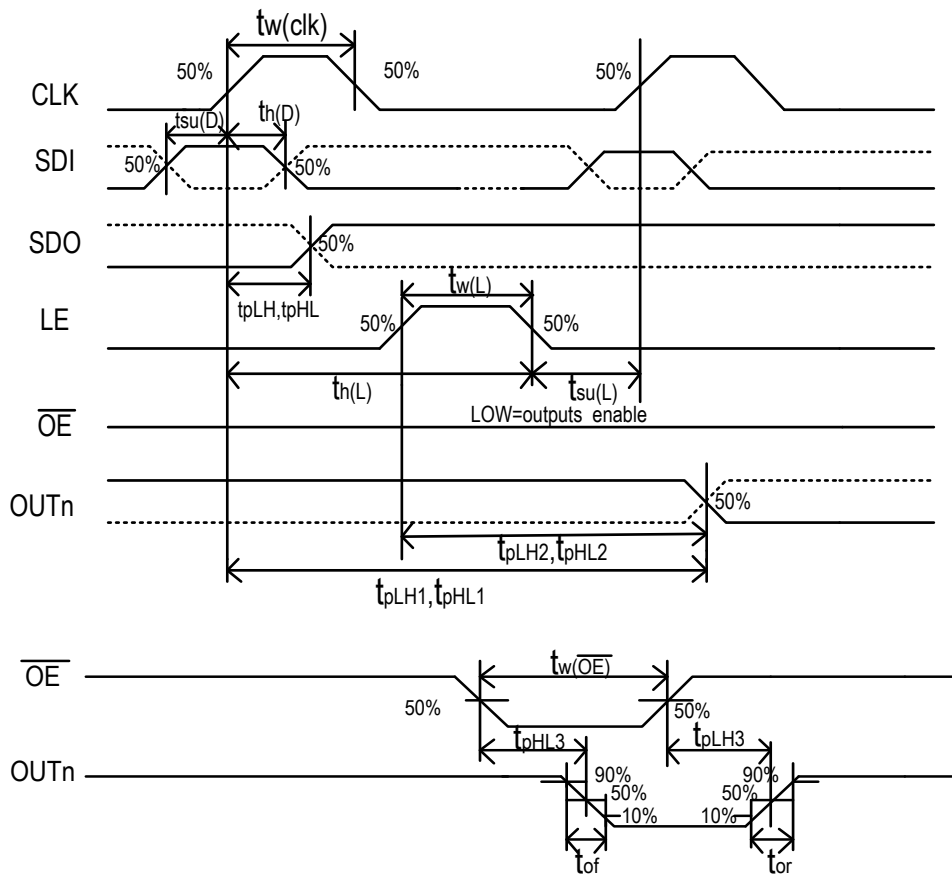
业务电话：400-033-6518

注：如需最新资料或技术支持，请与我们联系

动态特性测试电路



时序波形图



业务电话：400-033-6518

注：如需最新资料或技术支持，请与我们联系

恒流特性

SM16238S 通道间以及芯片间的电流差异极小，此源自于 SM16238S 优异的恒流输出特性：

- ◆ 片内通道间的最大电流误差小于 $\pm 2.5\%$ ，而芯片间的最大电流误差小于 $\pm 3.0\%$ ；
- ◆ 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。

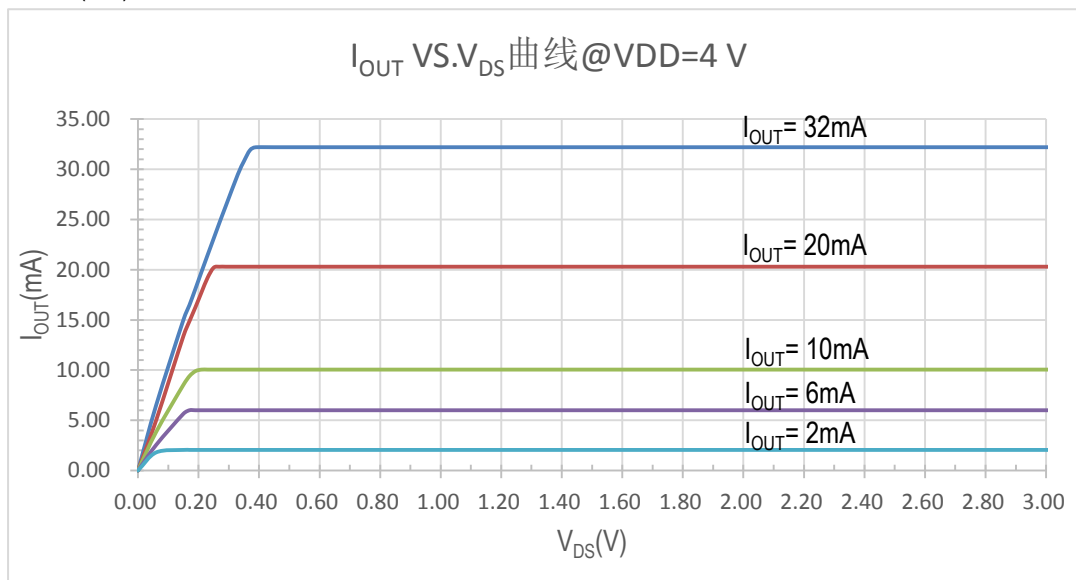


Fig. SM16238S I_{out} 恒流曲线图

业务电话：400-033-6518

注：如需最新资料或技术支持，请与我们联系

输出电流设置

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

$$I_{OUT} = G * 17160 / R_{ext} \quad \text{mA}$$

其中 G 为电流增益，可调范围：6.67%~100%，默认 $G=1$ ，故默认时 I_{OUT} 电流计算公式为：

$$I_{OUT} = 17160 / R_{ext} \quad \text{mA}$$

例如：

- 1) 应用时选用 3000Ω 电阻，根据公式可以算出电流 $I = 17160 / 3000 = 5.72\text{mA}$ ；
- 2) 应用中设计电流为 10mA ，则可以根据上面公式反算出 $R_{ext} = 17160 / 10 = 1716\Omega$

R_{ext} 是指 R-EXT 端口对地的电阻值，电流单位是 mA。当 $G=1$ 时， R_{ext} 和 I_{OUT} 关系曲线如下：

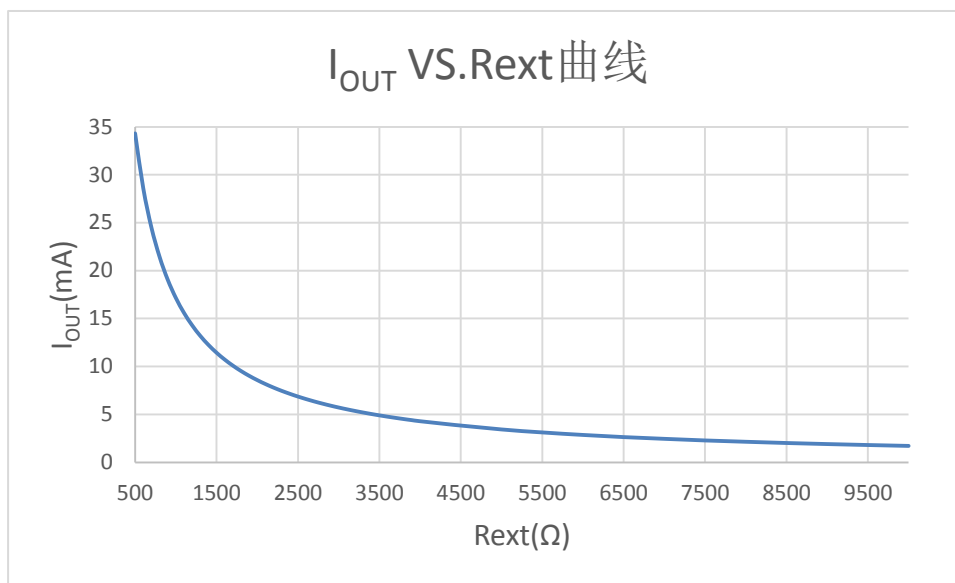


Fig. SM16238S I_{OUT} VS. R_{EXT} 曲线图

电流增益调节

SM16238S 支持在线软件设定输出端的电流, G4、G3、G2、G1、G0 共五位可调, 电流增益范围从 5'b0_0000 到 5'b1_1111, 可以设定 32 级。默认情况下 G4G3G2G1G0=5'b11111, G=100%。说明: G4 位是最高位, G0 是最低位。

电流增益值范围为 6.67%~100%, 计算公式如下:

$$G = \frac{1}{4^{1-G4}} * \frac{1}{2^{1-G3}} * \left(\frac{8}{15} + \frac{4*G2}{15} + \frac{2*G1}{15} + \frac{G0}{15} \right)$$

根据上面公式, 可以计算出状态寄存器内部 G4、G3、G2、G1、G0 在不同设置参数条件下的增益值:

状态寄存器 G4G3G2G1G0	电流增益 G	状态寄存器 G4G3G2G1G0	电流增益 G
00000	6.67%	10000	26.67%
00001	7.50%	10001	30.00%
00010	8.33%	10010	33.33%
00011	9.17%	10011	36.67%
00100	10.00%	10100	40.00%
00101	9.33%	10101	43.33%
00110	11.67%	10110	46.67%
00111	12.50%	10111	50.00%
01000	13.33%	11000	53.33%
01001	15.00%	11001	60.00%
01010	16.67%	11010	66.67%
01011	18.33%	11011	73.33%
01100	20.00%	11100	80.00%
01101	21.67%	11101	86.67%
01110	23.33%	11110	93.33%
01111	25.00%	11111(默认值)	100.00%

业务电话: 400-033-6518

注: 如需最新资料或技术支持, 请与我们联系

封装散热功率(PD)

封装的最大散热功率是由公式：

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

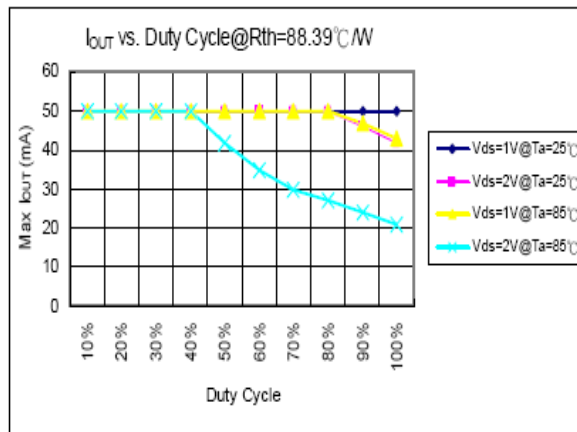
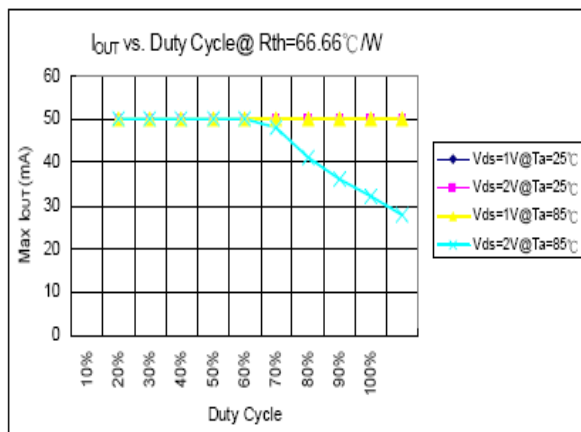
当 16 个通道完全打开时,实际功耗为:

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

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:

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

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

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

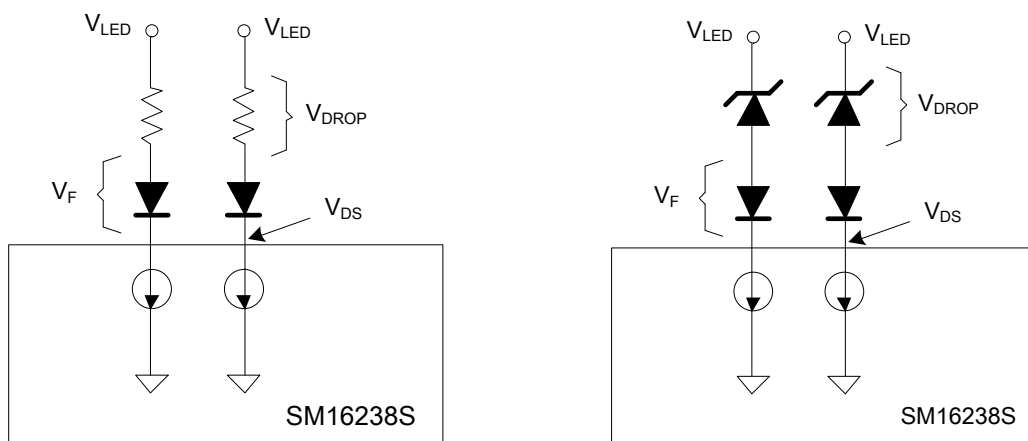
因此如果要输出更大的电流 I_{OUT} , 由上面公式可以计算出必须给 IC 加热阻为 R_{fc} 的散热片。

业务电话: 400-033-6518

注: 如需最新资料或技术支持, 请与我们联系

负载端电压(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 0.6V 左右(依据 $I_{OUT} = 1mA \sim 32mA$)。如果 $V_{DS} = V_{LED} - V_F$ 且 $V_{LED} = 4.2V$ 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。

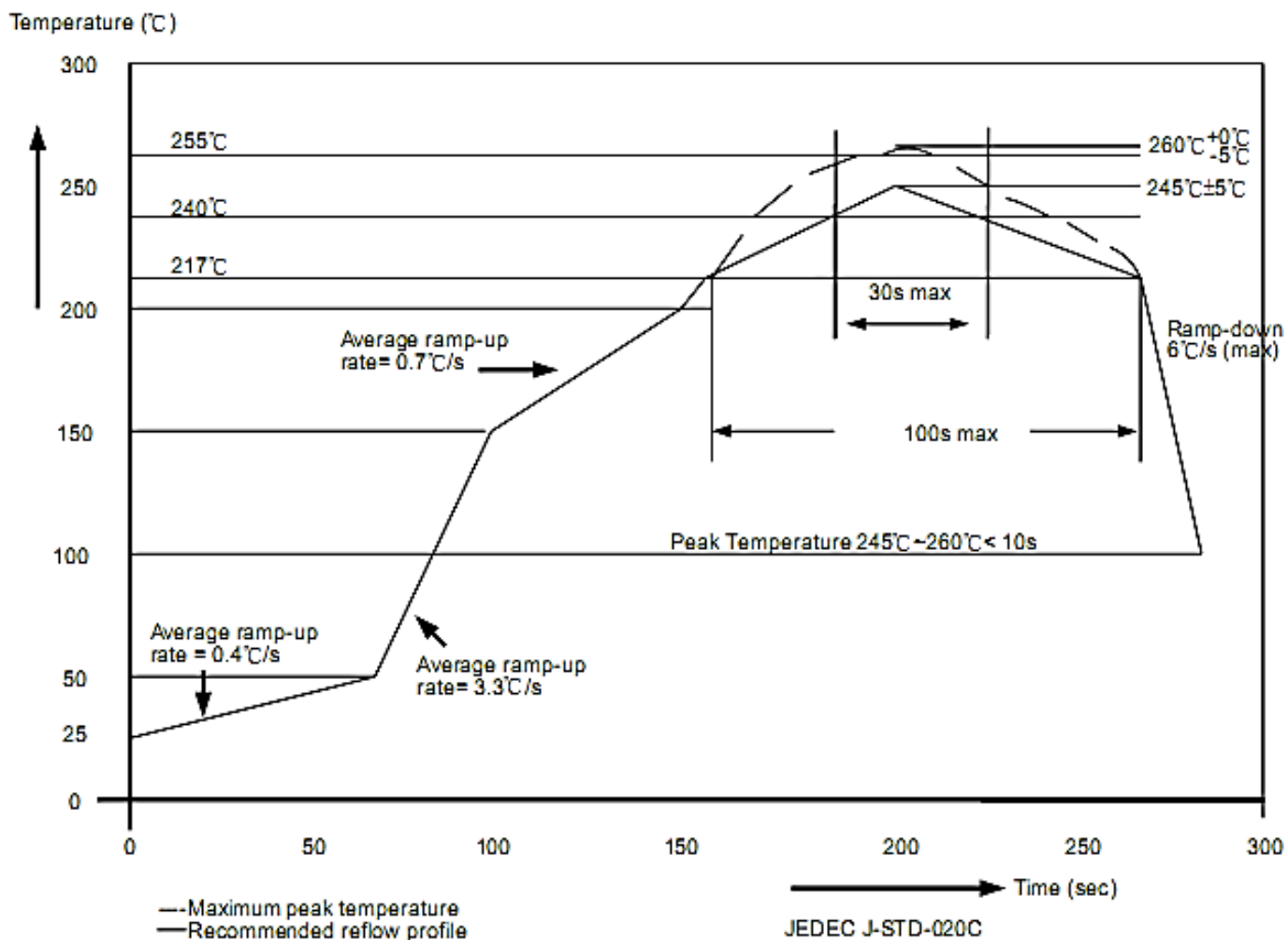


业务电话: 400-033-6518

注: 如需最新资料或技术支持, 请与我们联系

封装焊接制程

明微电子所生产的半导体产品遵循欧洲 RoHs 标准，封装焊接制程锡炉温度符合 J-STD-020 标准。



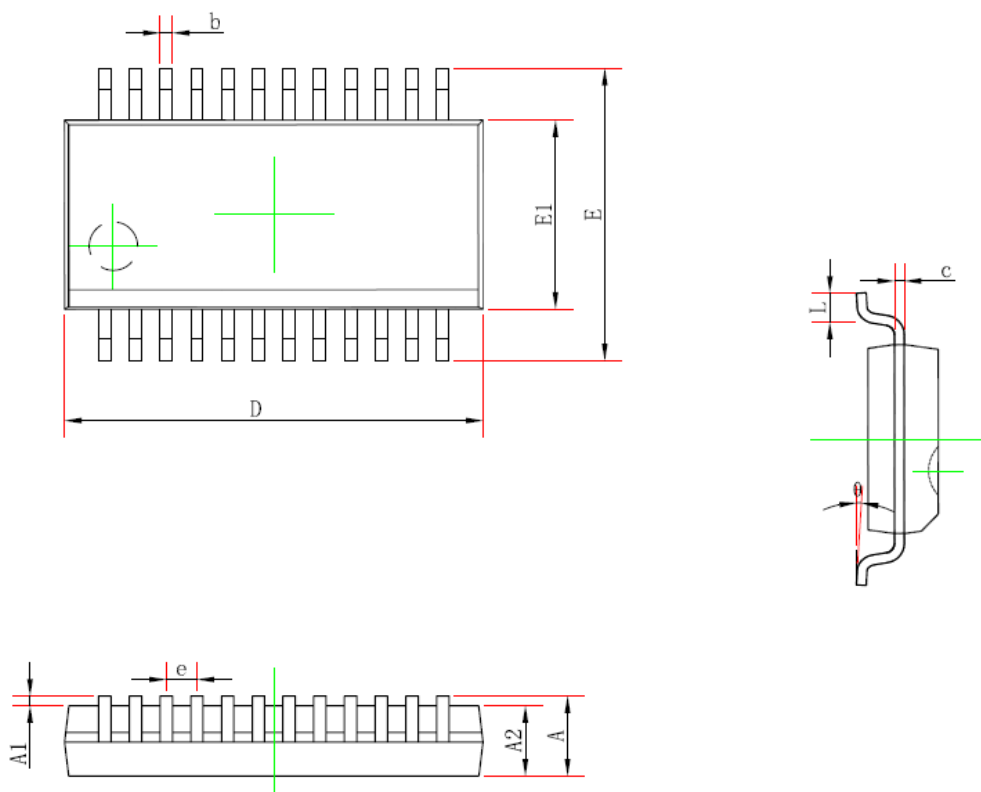
封装厚度	体积		
	mm ³ < 350	mm ³ : 350~2000	mm ³ ≥ 2000
<1.6mm	260+0°C	260+0°C	260+0°C
1.6mm~2.5mm	260+0°C	250+0°C	245+0°C
≥2.5mm	250+0°C	245+0°C	245+0°C

业务电话：400-033-6518

注：如需最新资料或技术支持，请与我们联系

封装形式

QSOP24



Symbol	Min(mm)	Max(mm)
A	-	1.95
A1	0.05	0.35
A2	1.05	-
b	0.1	0.4
c	0.05	0.254
D	8.2	9.2
E1	3.6	4.2
E	5.6	6.5
e	0.635TYP	
L	0.3	1.5
θ	0°	10°

业务电话：400-033-6518

注：如需最新资料或技术支持，请与我们联系