

SM16169

概述

SM16169 是采用 SM-PWM 协议的高刷恒流驱动芯片，内置 8K 的 SRAM 存储器，能够存储一帧完整显示数据，支持 1~16 扫 LED 显示屏整帧数据存储及显示。SM16169 降低了数据时钟频率，并可实现高刷新、高灰阶显示效果。

SM16169 内建 16 位灰阶控制的脉冲宽度调变功能，16 个恒流输出通道所输出的电流值不受输出端负载电压的影响并提供一致且恒定的输出电流。可通过选用外接电阻或调节 6 位电流增益来调整 OUT 端口驱动电流。

特点

- ◆ SM_PWM 专利技术：16 位灰阶控制
- ◆ 内置 64 级电流增益调节功能
- ◆ 内置 SRAM，支持 1~16 扫
- ◆ 提升刷新率的行扫倍频技术，消除拍照横条纹
- ◆ 内置低拐点节能功能，满足 4.2V 电压应用
- ◆ 内置开路检测功能，消除开路“十字架”
- ◆ 内置消影功能
- ◆ 工作电压：3.3V~5.0V
- ◆ 输出恒流范围：
2~30mA@VDD=5.0V；2~16mA@VDD=3.3V
- ◆ 恒流精度：
片内：$\pm 2.5\%$；片间：$\pm 3.0\%$

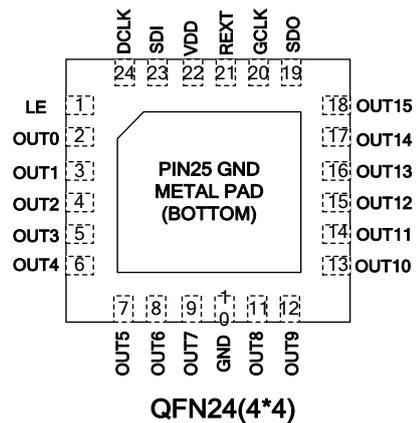
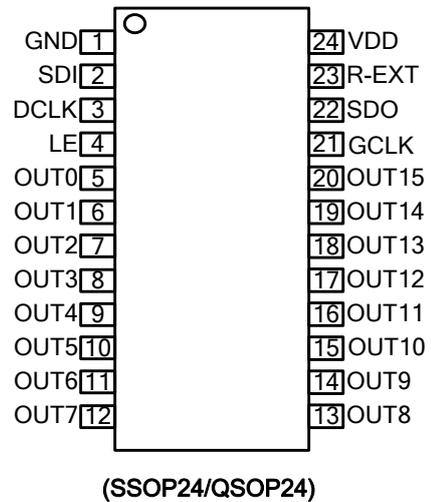
应用领域

- ◆ LED 显示屏
- ◆ 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)
SM16169S	QSOP24	8.65*3.9*1.4	0.635
SM16169N	QFN24(4*4)	4.0*4.0*0.85	0.5

管脚定义



内部功能框图

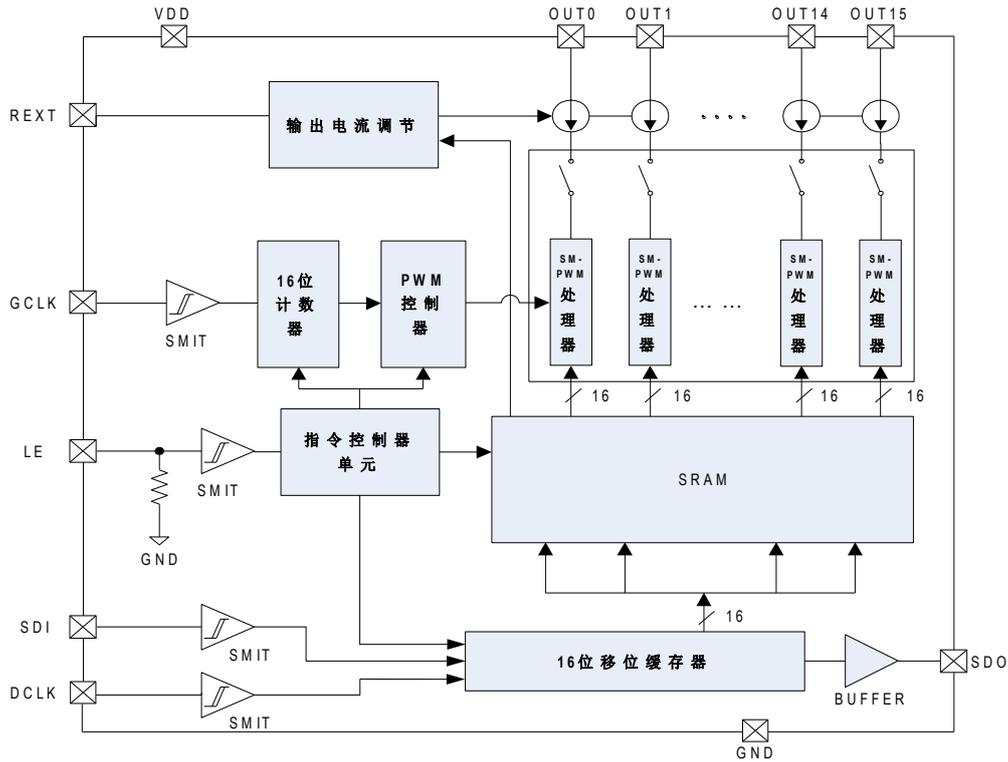


Fig. SM16169 内部功能框图

管脚说明

管脚序号	管脚名称	管脚说明
QSOP24		
1	GND	控制逻辑及驱动电流的接地端
2	SDI	串行数据输入端
3	DCLK	串行时钟信号的输入端；时钟上升沿时移位数据
4	LE	数据锁存控制端。配合 DCLK 下达控制指令
5~20	OUT0~OUT15	恒流驱动端口
21	GCLK	灰阶时钟信号输入端；灰阶显示是通过灰阶时钟和灰度数据的共同作用来调节脉冲宽度
22	SDO	串行数据输出端；可接至下一个芯片的 SDI 端口
23	REXT	连接外接电阻的输入端；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
QFN24(4*4)		
1	LE	数据锁存控制端。配合 DCLK 下达控制指令
2~18	OUT0~OUT15	恒流驱动端口
19	SDO	串行数据输出端；可接至下一个芯片的 SDI 端口
20	GCLK	灰阶时钟信号输入端；灰阶显示是通过灰阶时钟和灰度数据的共同作用来调节脉冲宽度
21	REXT	连接外接电阻的输入端；此外接电阻可设定所有输出通道的输出电流
22	VDD	芯片电源
23	SDI	串行数据输入端
24	DCLK	串行时钟信号的输入端；时钟上升沿时移位数据

业务电话：400-033-6518

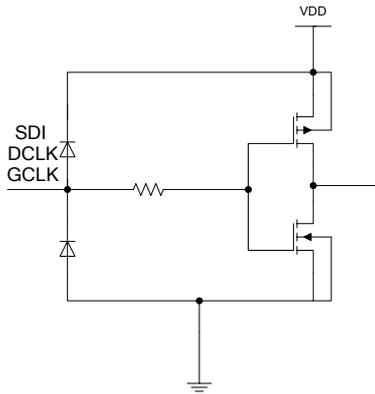
注：如需最新资料或技术支持，请与我们联系

订购信息

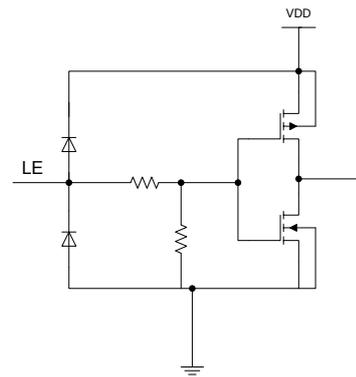
订购型号	封装形式	包装方式		卷盘尺寸
		管装	编带	
SM16169S	QSOP24	100000 颗/箱	4000 颗/盘	13 寸
SM16169N	QFN24(4*4)	/	5000 颗/盘	13 寸

输出及输入等效电路

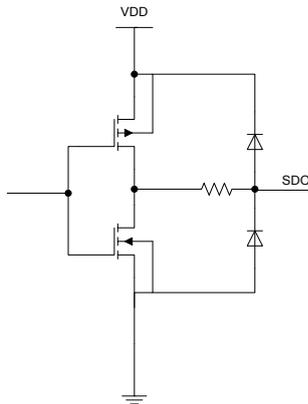
GCLK, DCLK, SDI 输入端



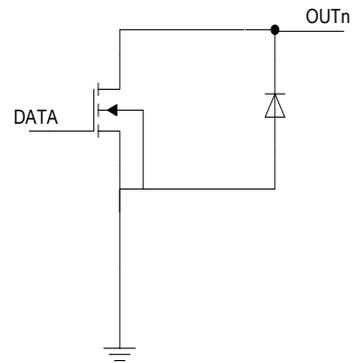
LE 输入端



SDO 输出端



OUT0~OUT15 输出端



极限参数

符号	特性	范围	单位
V_{DD}	电源电压	0~7.0	V
V_{IN}	输入端电压	-0.4~ $V_{DD}+0.4$	V
I_{OUT}	OUT 端口电流	32	mA
F_{GCLK}	时钟频率	33	MHz
F_{DCLK}		30	
T_{opr}	工作结温	-40~+150	°C
T_{stg}	存储温度	-55~+150	°C
V_{ESD}	HBM 人体放电模式	>4	KV

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

静态特性 ($V_{DD}=4.2V$, $T_a=25^{\circ}C$)

符号	参数	测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
I_{DD1}	静态电流	Rext 悬空		-	3.2	-	mA
I_{DD2}		Rext = 3K Ω , IOOUT OFF		-	5.2	-	mA
I_{OUT}	OUT 端口输出电流	OUT 端口开启		2	-	30	mA
I_{OH}	SDO 端口驱动电流	VDD=4.2V		-	-22	-	mA
I_{OL}				-	22	-	mA
V_{IH}	SDI 输入翻转电平	VDD=4.2V		0.7*VDD	-	-	V
V_{IL}				-	-	0.3*VDD	V
V_{OL}	SDO 输出端电压	$I_{OL}=+1mA$		-	-	0.4	V
V_{OH}		$I_{OH}=-1mA$		3.8	-	-	V
I_{OUT1}	输出端电流 1	$V_{DS}=1V$	$R_{EXT} = 920\Omega$, $G=1$	-	9.9	-	mA
d_{IOUT1}	输出电流误差	片内	$I_{OUT1}=9.9mA$ $V_{DS}=1.0V$	-	$\pm 2.5\%$	-	
		片间		$\pm 3.0\%$	-		
I_{OUT2}	输出端电流 2	$V_{DS}=1.0V$	$R_{EXT} = 470\Omega$, $G=1$	-	19.4	-	mA
d_{IOUT2}	输出电流误差	片内	$I_{OUT2}=19.4mA$ $V_{DS}=1.0V$	-	$\pm 2.5\%$	-	
		片间		$\pm 3.0\%$	-		
$\%/\Delta V_{DS}$	输出电流误差/ V_{DS} 变化量	$V_{DS} = 1.0V \sim 3.0V$, $I_{OUT}=9.9mA$		-	1	-	%/V
$\%/\Delta V_{DD}$	输出电流误差/ V_{DD} 变化量	$V_{DD} = 4.0V \sim 5.0V$, $I_{OUT}=9.9mA$		-	1	-	%/V
$R_{IN(down)}$	Pull-down 电阻	LE		-	147	-	K Ω

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

静态特性 ($V_{DD}=3.3V$, $T_a=25^{\circ}C$)

符号	特性	测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
I_{DD1}	静态电流	Rext 悬空		-	3.0	-	mA
I_{DD2}		Rext = 1.8K Ω , IOOUT OFF		-	4.2	-	mA
I_{OUT}	OUT 端输出端电流	VDD=3.3V, OUT 端口开启		2	-	16	mA
I_{OH}	SDO 输出驱动电流	VDD=3.3V		-	-10	-	mA
I_{OL}				-	11.5	-	mA
V_{IH}	SDI 输入翻转电平	VDD=3.3V		0.7*VDD	-	-	V
V_{IL}				-	-	0.3*VDD	V
V_{OL}	SDO 输出端电压	$I_{OL}=+1mA$		-	-	0.3	V
V_{OH}		$I_{OH}=-1mA$		3.0	-	-	V
I_{OUT1}	输出端电流 1	$V_{DS}=1V$	$R_{EXT} = 920\Omega, G=1$	-	9.9	-	mA
d_{IOUT1}	输出电流误差	片内	$I_{OUT1}=9.9mA$ $V_{DS}=1.0V$	-	$\pm 2.5\%$	-	
		片间		$\pm 3.0\%$	-		
I_{OUT2}	输出端电流 2	$V_{DS}=1.0V$	$R_{EXT} = 3K\Omega, G=1$	-	3.0	-	mA
d_{IOUT2}	输出电流误差	片内	$I_{OUT2}=3.0mA$ $V_{DS}=1.0V$	-	$\pm 2.5\%$	-	
		片间		$\pm 3.0\%$	-		
$\%/\Delta V_{DS}$	输出电流误差/ V_{DS} 变化量	$V_{DS} = 1.0V \sim 3.0V, I_{OUT}=9.9mA$		-	1	-	%/V
$\%/\Delta V_{DD}$	输出电流误差/ V_{DD} 变化量	$V_{DD} = 3.3V \sim 3.8V, I_{OUT}=9.9mA$		-	1	-	%/V
$R_{IN(down)}$	Pull-down 电阻	LE		-	147	-	K Ω

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, Ta = 25°C)

符号	特性		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位		
t _{PLH1}	延迟时间	GCLK — OUT	V _{DD} =4.2V V _{IH} =V _{DD} V _{IL} =GND R _{ext} =1.1KΩ R _L =370Ω C ₁ =100nF C ₂ =10uF C _L =10pF C _{SDO} =10p	-	22	-	ns		
t _{PLH2}		DCLK — SDO		-	24	-			
t _{PLH3}		LE — SDO		-	32	-			
t _{PHL1}	延迟时间	GCLK — OUT		V _{DD} =4.2V V _{IH} =V _{DD} V _{IL} =GND R _{ext} =1.1KΩ R _L =370Ω C ₁ =100nF C ₂ =10uF C _L =10pF C _{SDO} =10p	-	52	-	ns	
t _{PHL2}		DCLK — SDO			-	25	-		
t _{PHL3}		LE — SDO			-	32	-		
t _{OR}	电流输出上升沿时间				V _{DD} =4.2V V _{IH} =V _{DD} V _{IL} =GND R _{ext} =1.1KΩ R _L =370Ω C ₁ =100nF C ₂ =10uF C _L =10pF C _{SDO} =10p	-	12	-	ns
t _{OF}	电流输出下降沿时间					-	44	-	
F _{DCLK}	数据时钟频率					-	-	30	MHz
F _{GCLK}	灰阶时钟频率		-			-	33	MHz	

动态特性 (V_{DD}= 3.3V, Ta=25°C)

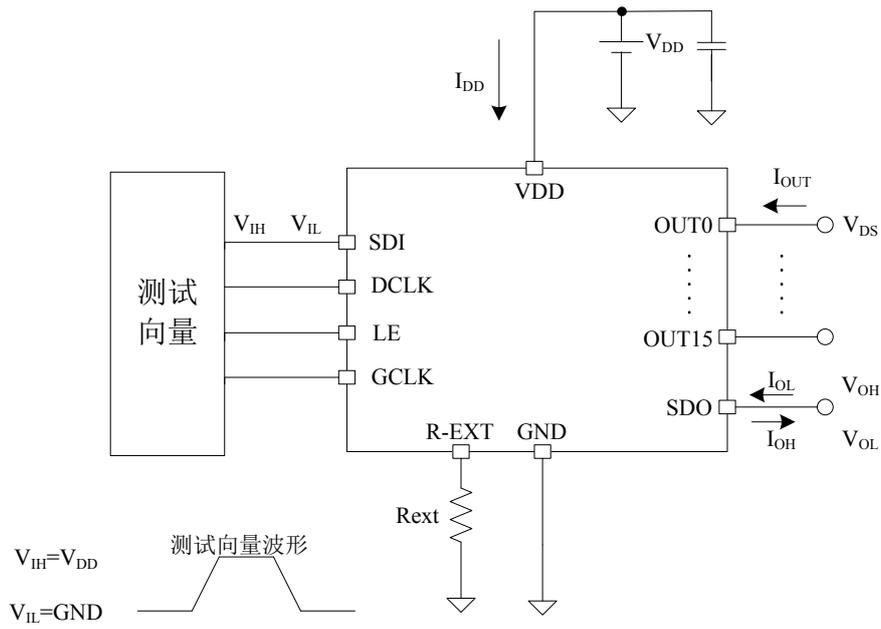
符号	特性		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位		
t _{PLH0}	延迟时间	GCLK — OUT	V _{DD} =3.3V V _{DS} =1.0V V _{IH} =V _{DD} V _{IL} =GND R _{ext} =1.1KΩ V _{LED} =2.7V R _L =370Ω C ₁ =100nF C ₂ =10uF C _L =10pF C _{SDO} =10pF	-	26	-	ns		
t _{PLH1}		DCLK — SDO		-	28	-			
t _{PLH2}		LE — SDO*		-	32	-			
t _{PHL0}	延迟时间	GCLK — OUT		V _{DD} =3.3V V _{DS} =1.0V V _{IH} =V _{DD} V _{IL} =GND R _{ext} =1.1KΩ V _{LED} =2.7V R _L =370Ω C ₁ =100nF C ₂ =10uF C _L =10pF C _{SDO} =10pF	-	60	-	ns	
t _{PHL1}		DCLK — SDO			-	28	-		
t _{PHL2}		LE — SDO*			-	32	-		
t _{OR}	电流输出上升沿时间				V _{DD} =3.3V V _{DS} =1.0V V _{IH} =V _{DD} V _{IL} =GND R _{ext} =1.1KΩ V _{LED} =2.7V R _L =370Ω C ₁ =100nF C ₂ =10uF C _L =10pF C _{SDO} =10pF	-	12	-	ns
t _{OF}	电流输出下降沿时间					-	48	-	
F _{DCLK}	数据时钟频率					-	-	25	MHz
F _{GCLK}	灰阶时钟频率		-			-	25	MHz	

*在时序波形图(1)中, LE 下降延后 SDO 的输出变化。

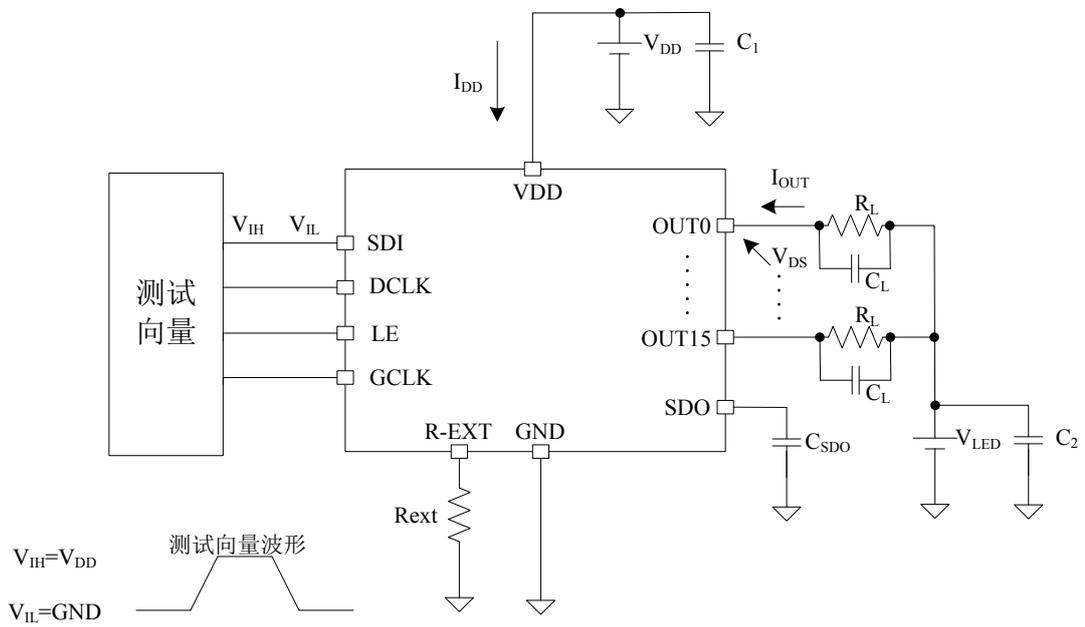
业务电话: 400-033-6518

注: 如需最新资料或技术支持, 请与我们联系

静态特性测试电路



动态特性测试电路

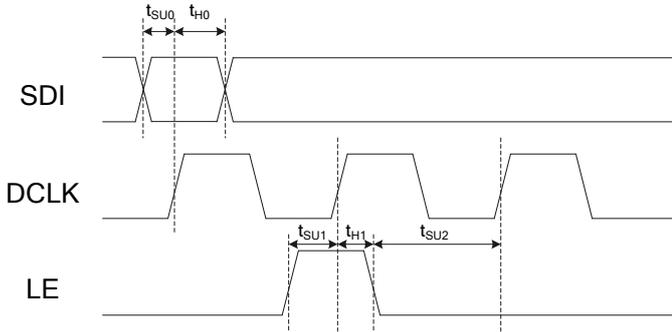


业务电话：400-033-6518

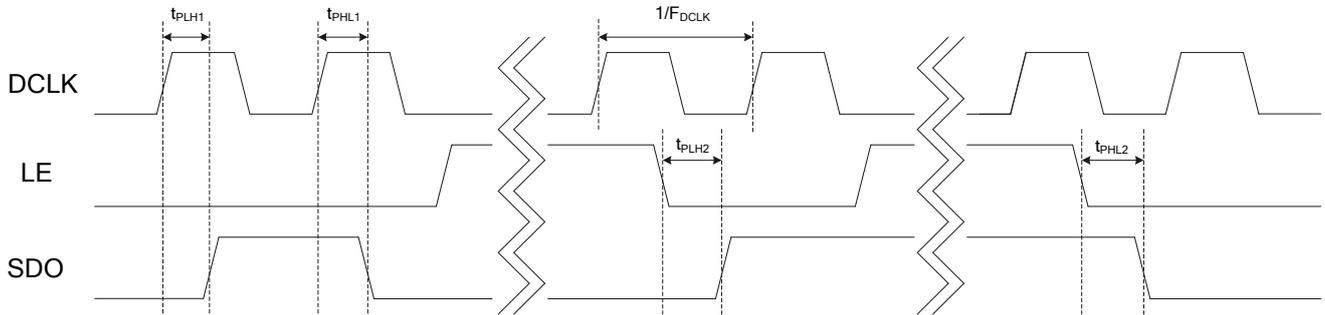
注：如需最新资料或技术支持，请与我们联系

时序波形图

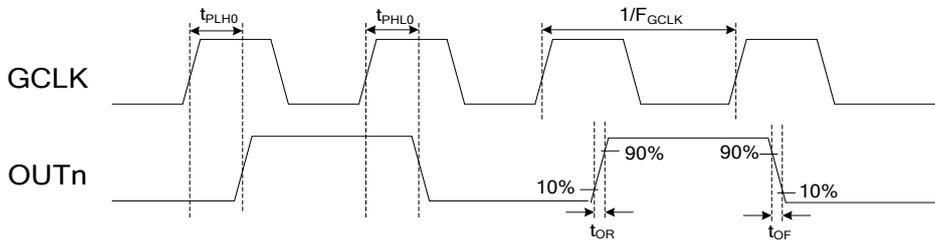
(1)数据采用时序



(2)指令发送时序



(3)灰度输出时序



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

产品应用

恒流精度

SM16169 通道间以及芯片间的电流差异极小，此源自于 SM16169 的优异的恒流输出特性：

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

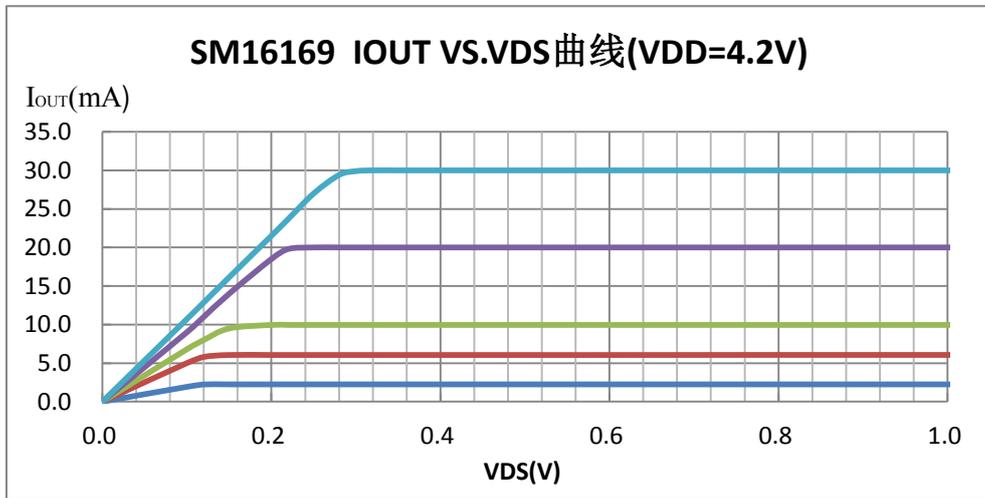


Fig. VDD=4.2V 时，SM16169 I_{OUT} 与 V_{DS} 的关系曲线

调整输出电流

如下图所示，由外接电阻（ 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：

$$I_{OUT} = \frac{9100}{R_{EXT}} * G \quad \text{mA}$$

公式中：

R_{EXT} 是指外接至 R_{EXT} 端的电阻值；

G 是指电流增益，详情见“电流增益调节”章节。

若 $G=1$ ，当 R_{EXT} 电阻值是 920Ω ，通过公式计算可得输出电流值 9.9mA ；当 R_{EXT} 电阻值是 $3.0\text{k}\Omega$ 时，输出的电流则为 3.0mA 。

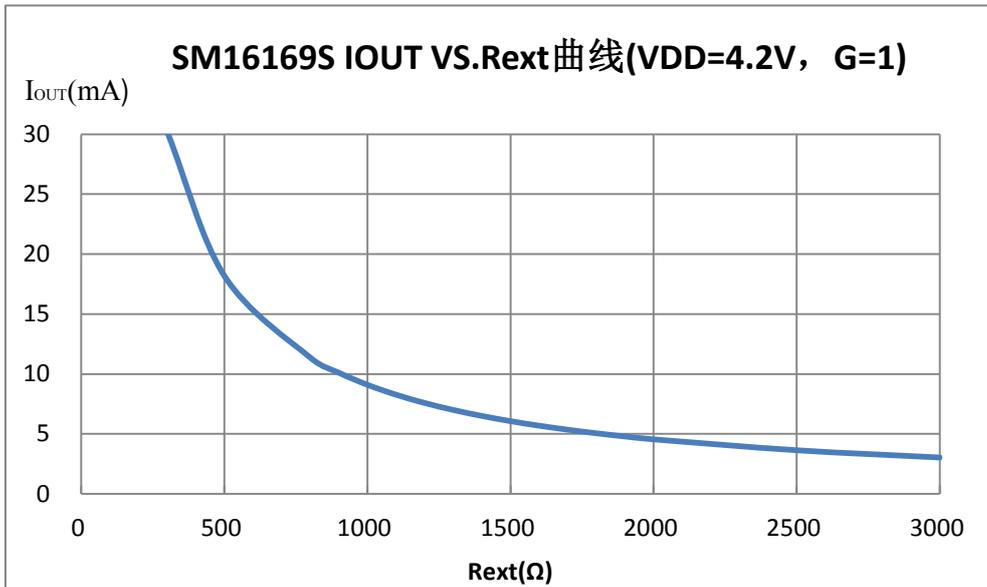


Fig. SM16169 的输出端口电流 I_{OUT} 与 R_{EXT} 电阻间的关系 ($G=1$)

电流增益调节

SM16169 支持在线软件设定输出端的电流，电流增益范围从 6'b00_0000 到 6'b11_1111，可以设定 64 级。如下表所示。

F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	G ₅	G ₄	G ₃	G ₂	G ₁	G ₀

说明：

G₅ 位是最高位，G₀ 是最低位；

电流增益值范围为 1/8~2，计算公式如下：

$$G = \frac{2^{G_5 * 2^1 + G_4 * 2^0}}{8} \left(1 + \frac{1}{16} * (G_3 * 2^3 + G_2 * 2^2 + G_1 * 2^1 + G_0 * 2^0) \right)$$

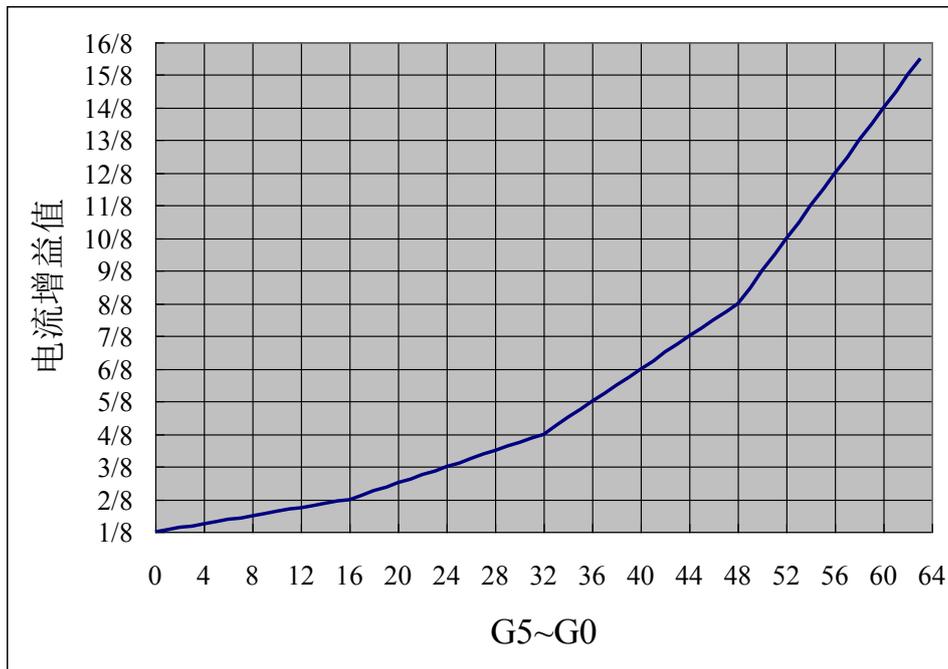


Fig. SM16169 I_{OUT} 电流增益调节曲线

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(P_D)

封装的最大散热功率是由如下公式来决定:

$$P_{D(max)} = \frac{T_j - T_a}{R_{TH(j-a)}}$$

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:

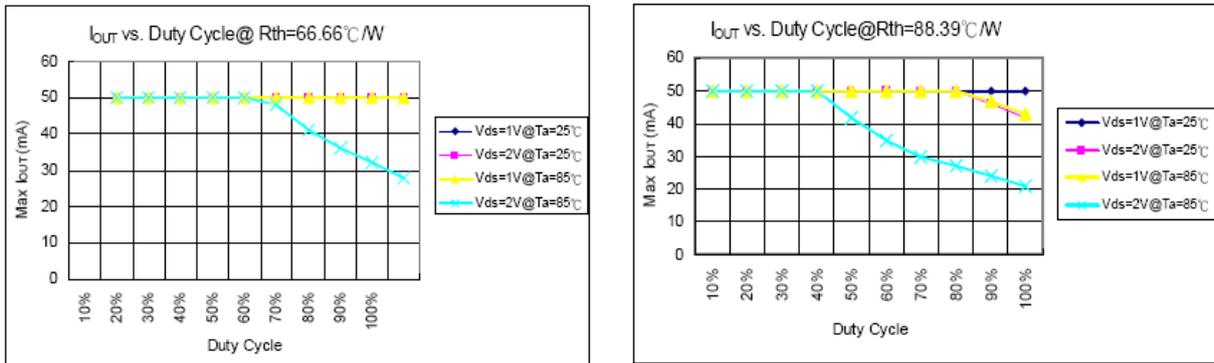


Fig. 端口电流与输出占空比的关系

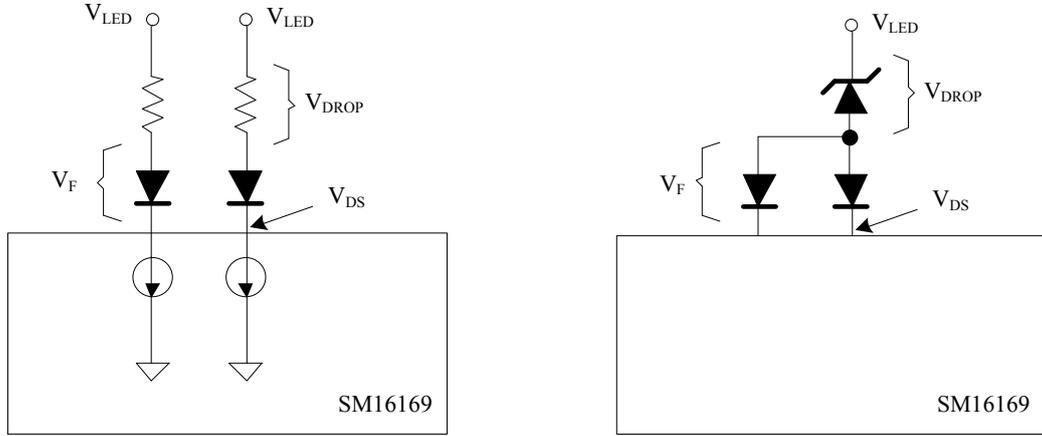
如果需要更大的输出电流 I_{OUT} , 则需要加散热片, 其计算公式由 $\frac{1}{R_{TH(j-a)}} + \frac{1}{R_{FC}} = \frac{P_{D(act)}}{T_j - T_a}$ 得:

$$R_{FC} = \frac{R_{TH(j-a)} * (T_j - T_a)}{P_{D(act)} * R_{TH(j-a)} - (T_j - T_a)}$$

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。

负载端供电电压(V_{LED})

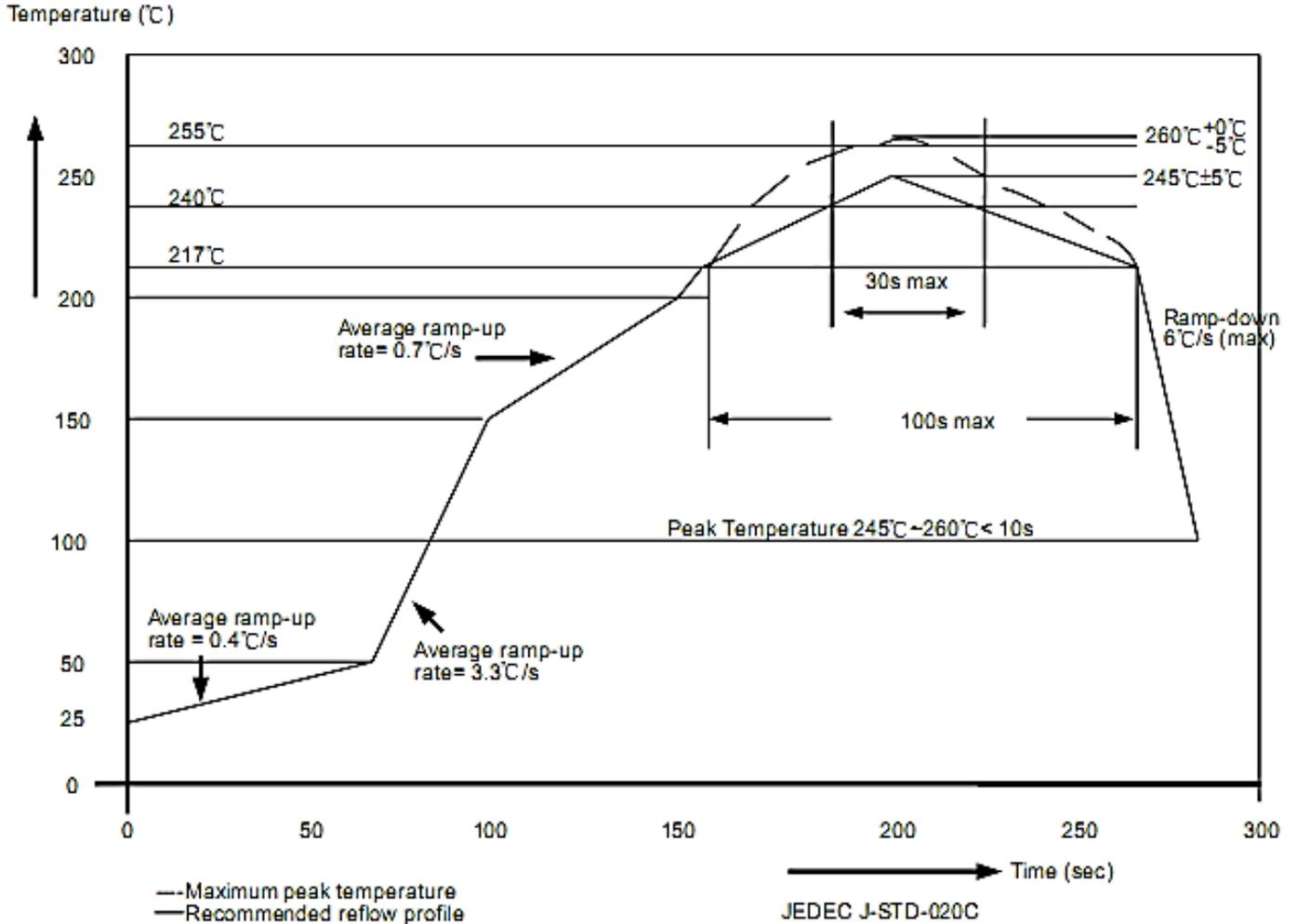
为使封装片散热能力达到最佳化, 建议输出端电压(V_{DS})的最佳工作范围是 0.5V 左右(依据 $I_{OUT} = 2 \sim 30mA$)。如果 $V_{DS} = V_{LED} - V_F$ 且 $V_{LED} = 5V$ 时, 此时过高的输出端电压(V_{DS})可能会导致 $P_{D(act)} > P_{D(max)}$ 。建议尽可能使用较低的 V_{LED} 电压, 可用外串电阻或稳压管当做 V_{DROP} , 这样可降低端口电压 $V_{DS} = (V_{LED} - V_F) - V_{DROP}$, 达到降低输出端口电压(V_{DS})的效果。外串电阻或稳压管的应用图可参阅下图。



建议降低端口工作电压, 以保证封装片散热需求

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。



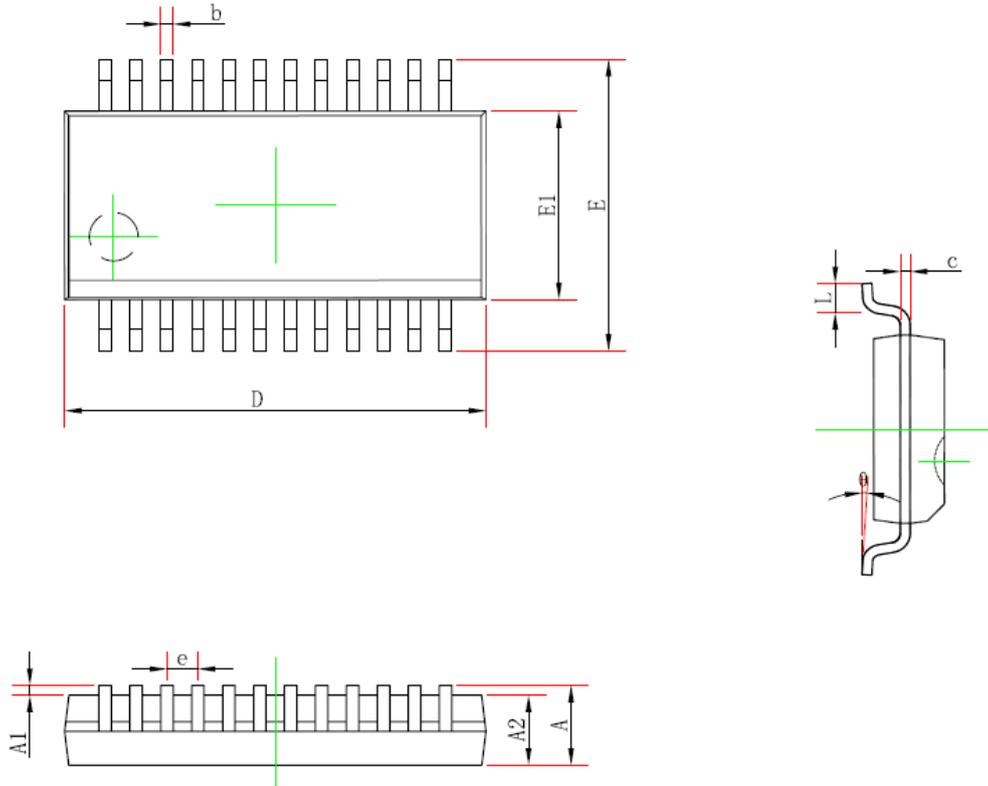
封装厚度	体积 mm ³ < 350	体积 mm ³ : 350~2000	体积 mm ³ ≥ 2000
<1.6mm	260+0°C	260+0°C	260+0°C
1.6mm~2.5mm	260+0°C	250+0°C	245+0°C
≥2.5mm	250+0°C	245+0°C	245+0°C

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

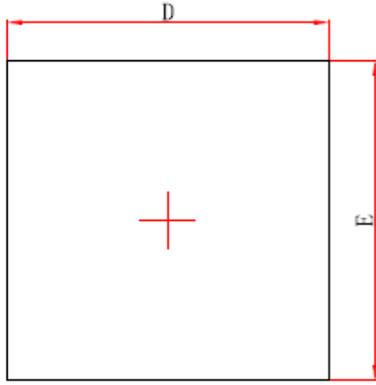


Symbol	Min(mm)	Max(mm)
A	-	1.95
A1	0.05	0.35
A2	1.05	-
b	0.1	0.4
c	0.05	0.254
D	8.2	9.2
E1	3.6	4.2
E	5.6	6.5
e	0.635TYP	
L	0.3	1.5
θ	0°	10°

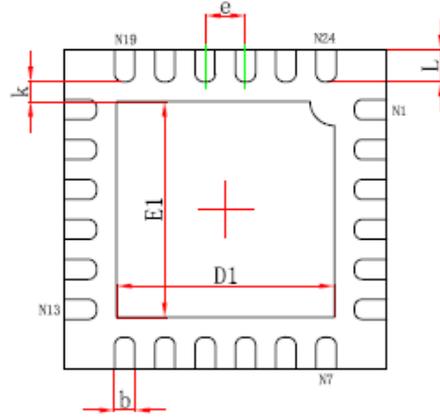
业务电话：400-033-6518

注：如需最新资料或技术支持，请与我们联系

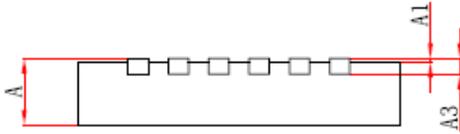
QFN24(4*4)



Top View



Bottom View



Side View

Symbol	Min(mm)	Max(mm)
A	0.6	1.0
A1	-	0.1
A3	0.203REF	
D	3.8	4.3
E	3.8	4.3
D1	2.4	3.0
E1	2.4	3.0
K	0.2min	
e	0.5TYP	
b	0.1	0.4
L	0.2	0.7

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