

SM16169H

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
- ◆ 优化帧数据控制，消除拍照横条纹和“暗场”
- ◆ 内置黑屏节能功能，降低芯片功耗
- ◆ 内置开路检测功能，消除开路“十字架”
- ◆ 内置消影功能，解决列下拖影和文字鬼影
- ◆ 消除偏色、低灰麻点、第一扫偏暗等异常现象
- ◆ 工作电压：3.3V~5.5V
- ◆ 输出恒流范围：
3~25mA@V_{DD}=5.0V；3~16mA@V_{DD}=3.3V
- ◆ 恒流精度：
片内：<±2.5%；片间：<±2.0%
- ◆ 封装形式：QSOP24、QFN24

应用领域

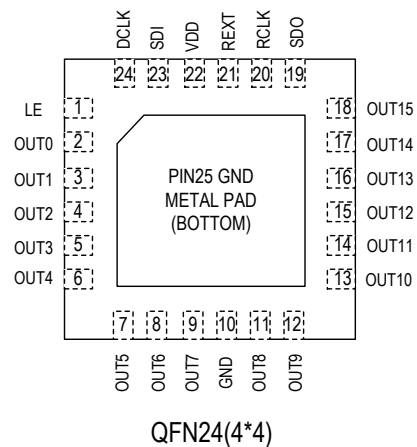
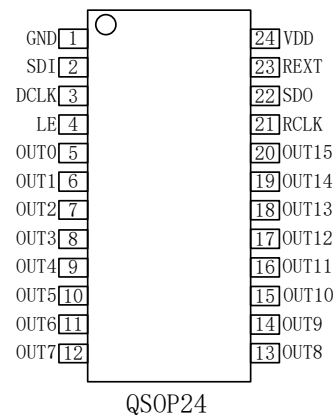
- ◆ LED 显示屏
- ◆ LED 照明
- ◆ LED 点阵
- ◆ 智能音箱

概述

SM16169H 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。SM16169H 降低了数据时钟频率，具有良好的抗干扰和解决第一扫偏暗的能力，应用方案兼容性好，并可实现高刷新、高灰阶显示效果。

SM16169H 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。

管脚图



内部功能框图

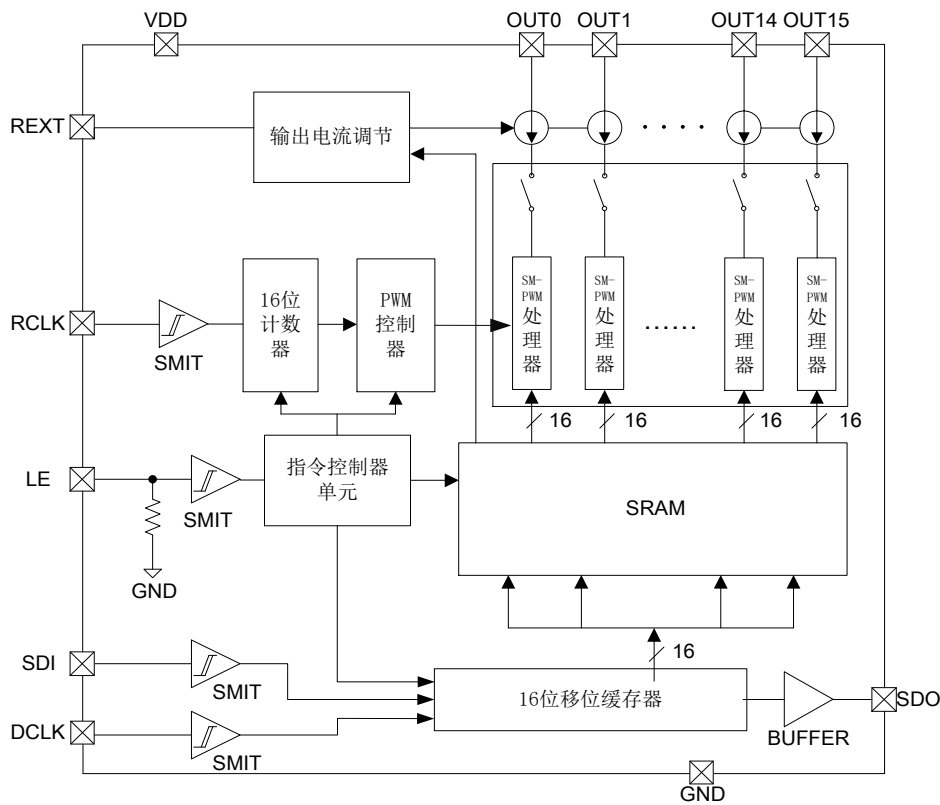


Fig. SM16169H 内部功能框图

管脚说明

管脚名称	管脚说明
GND	控制逻辑及驱动电流的接地端
SDI	串行数据输入端
DCLK	串行时钟信号的输入端；时钟上升沿时移位数据
LE	数据锁存控制端；配合 DCLK 下达控制指令
OUT0~OUT15	恒流驱动端口
RCLK	行扫时钟信号
SDO	串行数据输出端；可接至下一个芯片的 SDI 端口
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
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	
SM16169SH	QSOP24	50000 只/箱	4000 颗/盘	13 寸
SM16169NH	QFN24(4*4)	/	5000 颗/盘	13 寸

极限参数 (注 1)

若无特殊说明, $T_A=25^{\circ}\text{C}$ 。

符号	特性	范围	单位
V_{DD}	工作电压	0~7.0	V
V_{IN}	输入端电压	-0.4~ $V_{DD}+0.4$	V
I_{OUT}	OUT 端口输出最大电流	25	mA
BV_{OUT_MAX}	端口耐压	11	V
f_{DCLK_MAX}	数据时钟频率	25	MHz
T_{opr}	工作温度	-40~+85	$^{\circ}\text{C}$
T_{stg}	存储温度	-55~+150	$^{\circ}\text{C}$
V_{HBM}	HBM 人体放电模式	± 8	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。

电气工作参数

直流特性

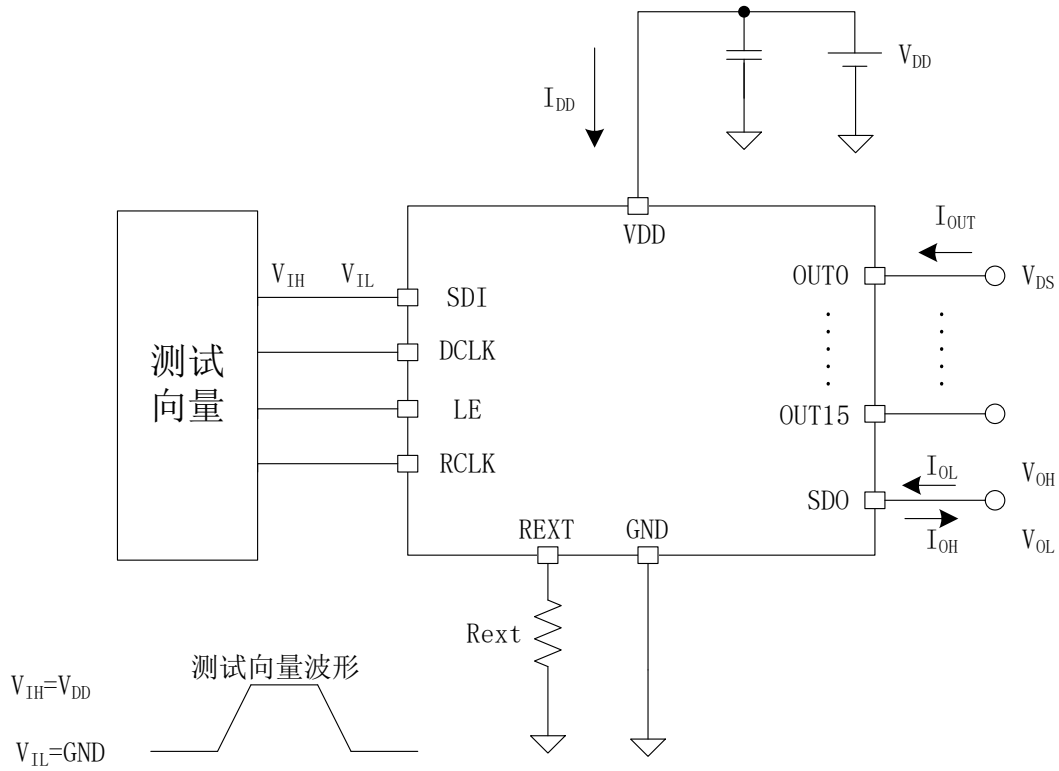
◆ $V_{DD}=5.0V$, $T_A=25^{\circ}C$ 。

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位	
V_{DD}	工作电压	-	3.3	5.0	5.5	V	
I_{DD}	节能电流	SDI 数据为 0, 开启黑屏节能	-	0.67	-	mA	
	工作电流	$R_{ext}=3.3K\Omega$, $G=1$, 其他端口悬空, 关闭节能	-	4.38	-	mA	
V_{IH}	SDI 输入翻转电平	$V_{DD}=5.0V$	$0.5*V_{DD}$		-	V	
V_{IL}			-	-	$0.3*V_{DD}$	V	
I_{OH}	SDO 端口驱动电流	$V_{DD}=5.0V$	-	22	-	mA	
I_{OL}			-	24	-	mA	
I_{OUT}	OUT 端口输出电流	OUT 端口开启	3.0	-	25.0	mA	
		$R_{ext}=5.9K\Omega$, $G=1$	-	3.3	-	mA	
		$R_{ext}=2.7K\Omega$, $G=1$	-	7.2	-	mA	
		$R_{ext}=1.60K\Omega$, $G=1$	-	12.1	-	mA	
		$R_{ext}=0.82K\Omega$, $G=1$	-	23.7	-	mA	
V_{DS_S}	OUT 端口恒流拐点电压	$I_{OUT}=3.3mA$	-	0.30	-	V	
		$I_{OUT}=7.2mA$	-	0.35	-	V	
		$I_{OUT}=12.1mA$	-	0.40	-	V	
		$I_{OUT}=23.7mA$	-	0.50	-	V	
d_{IOUT}	输出电流精度	片内	$I_{OUT}=22.4mA$	-2.5	-	+2.5	%
		片间		-2.0	-	+2.0	%
$\%/\Delta V_{DD}$	输出电流误差/ V_{DD} 变化量	$V_{DD}=4.0V\sim 5.0V$, $I_{OUT}=12.1mA$	-1.0	-	+1.0	%	
$\%/\Delta V_{DS}$	输出电流误差/ V_{DS} 变化量	$V_{DS}=1.0V\sim 3.0V$, $I_{OUT}=12.1mA$	-1.0	-	+1.0	%	
$\%/\Delta Temp.$	输出电流误差/ $Temp.$ 变化量	$T=-40^{\circ}C\sim 85^{\circ}C$, $I_{OUT}=12.1mA$	-1.0	-	+1.0	%	
R_{down_LE}	LE 端口 Pull-down 电阻	-	-	155	-	K Ω	

◆ $V_{DD}=3.3V$, $T_A=25^{\circ}C$ 。

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位	
V_{DD}	工作电压	-	3.3	3.3	5.5	V	
I_{DD}	节能电流	SDI 数据为 0, 开启黑屏节能	-	0.56	-	mA	
	工作电流	$R_{ext}=3.3K\Omega$, $G=1$, 其他端口悬空, 关闭节能	-	3.20	-	mA	
V_{IH}	SDI 输入翻转电平	$V_{DD}=3.3V$	$0.5*V_{DD}$	-	-	V	
V_{IL}			-	-	$0.3*V_{DD}$	V	
I_{OH}	SDO 端口驱动电流	$V_{DD}=3.3V$	-	11	-	mA	
I_{OL}			-	13	-	mA	
I_{OUT}	OUT 端口输出电流	OUT 端口开启	3.0	-	16.0	mA	
		$R_{ext}=5.9K\Omega$, $G=1$	-	3.3	-	mA	
		$R_{ext}=2.7K\Omega$, $G=1$	-	7.2	-	mA	
		$R_{ext}=1.60K\Omega$, $G=1$	-	12.1	-	mA	
		$R_{ext}=1.30K\Omega$, $G=1$	-	15.0	-	mA	
$V_{DS,S}$	OUT 端口恒流拐点电压	$I_{OUT}=3.3mA$	-	0.30	-	V	
		$I_{OUT}=7.2mA$	-	0.35	-	V	
		$I_{OUT}=12.1mA$	-	0.40	-	V	
		$I_{OUT}=15.0mA$	-	0.50	-	V	
d_{IOUT}	输出电流精度	片内	$I_{OUT}=15mA$	-2.5	-	+2.5	%
		片间		-2.0	-	+2.0	%
$\%/\Delta V_{DD}$	输出电流误差/ V_{DD} 变化量	$V_{DD}=3.3V\sim 3.8V$, $I_{OUT}=12.1mA$	-1.0	-	+1.0	%	
$\%/\Delta V_{DS}$	输出电流误差/ V_{DS} 变化量	$V_{DS}=1.0V\sim 2.8V$, $I_{OUT}=12.1mA$	-1.0	-	+1.0	%	
$\%/\Delta Temp.$	输出电流误差/ $Temp.$ 变化量	$T=-40^{\circ}C\sim 85^{\circ}C$, $I_{OUT}=12.1mA$	-1.0	-	+1.0	%	
R_{down_LE}	LE 端口 Pull-down 电阻	-	-	155	-	K Ω	

直流特性测试电路



动态特性

◆ $V_{DD}=5.0V$, $T_A=25^{\circ}C$ 。

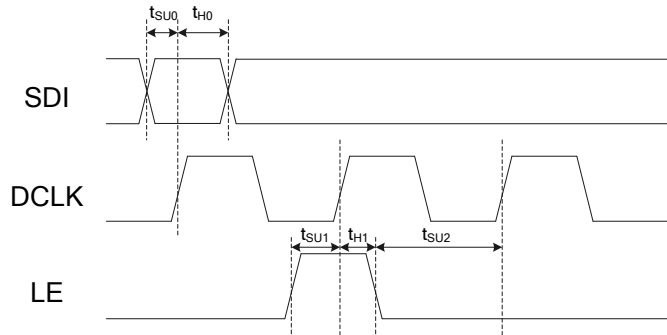
符号	特性	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
t_{SU0}	建立时间	SDI—DCLK↑	10	-	-	ns
t_{SU1}		LE↑—DCLK↑	10	-	-	ns
t_{SU2}		LE↓—DCLK↑	10	-	-	ns
t_{H0}	保持时间	DCLK↑—SDI	10	-	-	ns
t_{H1}		DCLK↑—LE↓	10	-	-	ns
t_{PLH1}	延迟时间	DCLK↑—SDO↑	-	28	-	ns
t_{PHL1}		DCLK↑—SDO↓	-	30	-	ns
t_{OR0}	OUT 输出上升沿时间		-	36	-	ns
t_{OF0}	OUT 输出下降沿时间		-	25	-	ns
F_{DCLK}	数据时钟频率		-	-	20	MHz

◆ $V_{DD}=3.3V$, $T_A=25^{\circ}C$ 。

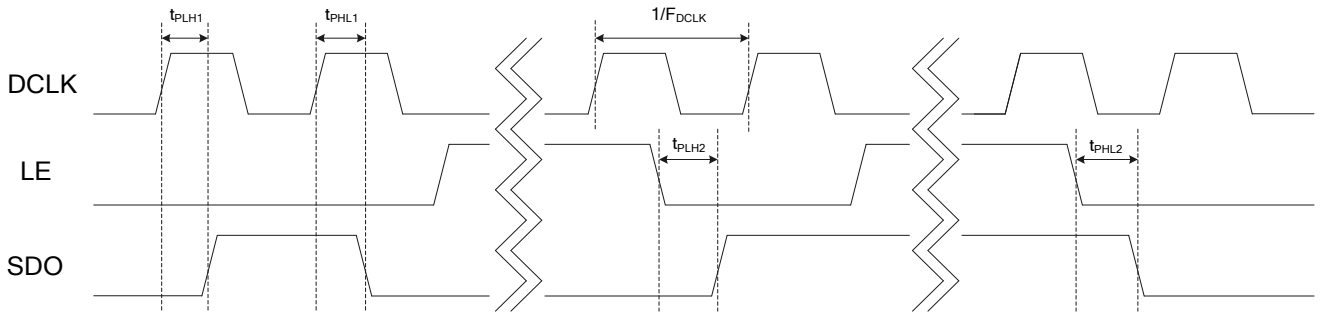
符号	特性	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
t_{SU0}	建立时间	SDI—DCLK↑	10	-	-	ns
t_{SU1}		LE↑—DCLK↑	10	-	-	ns
t_{SU2}		LE↓—DCLK↑	10	-	-	ns
t_{H0}	保持时间	DCLK↑—SDI	10	-	-	ns
t_{H1}		DCLK↑—LE↓	10	-	-	ns
t_{PLH1}	延迟时间	DCLK↑—SDO↑	-	30	-	ns
t_{PHL1}		DCLK↑—SDO↓	-	28	-	ns
t_{OR0}	OUT 输出上升沿时间		-	35	-	ns
t_{OF0}	OUT 输出下降沿时间		-	28	-	ns
F_{DCLK}	数据时钟频率		-	-	20	MHz

时序波形图

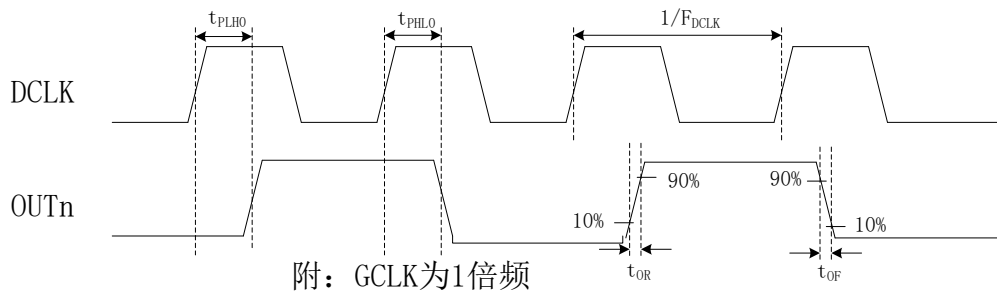
(1)数据采用时序



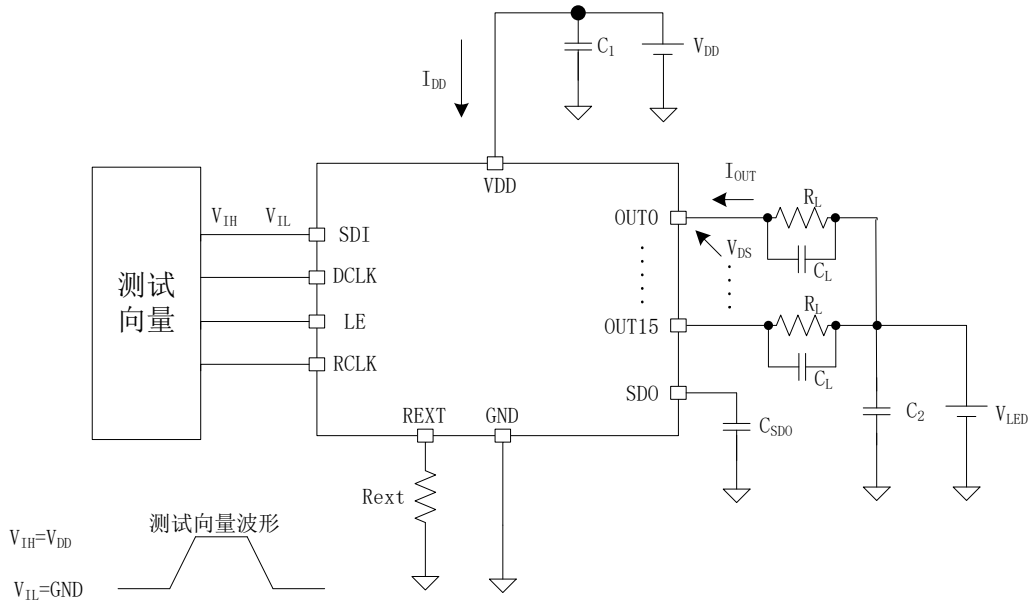
(2)指令发送时序



(3)灰度输出时序

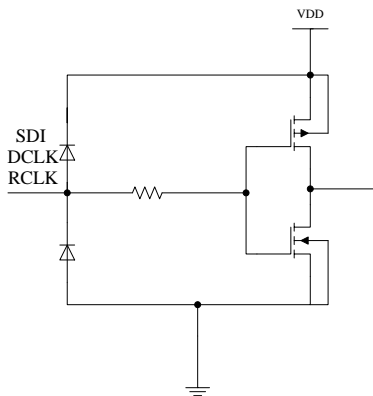


动态特性测试电路

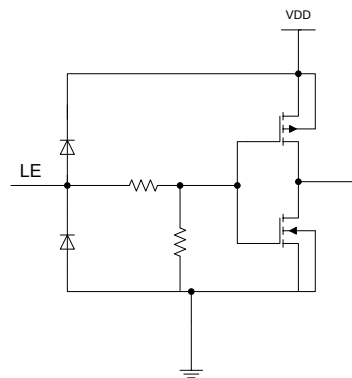


输入及输出等效电路

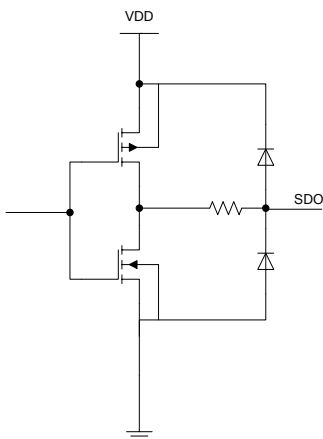
◆ DCLK、RCLK、SDI 输入端



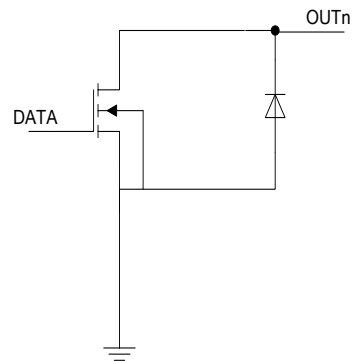
LE 输入端



◆ SDO 输出端



OUT0~OUT15 输出端



恒流特性

SM16169H 通道间以及芯片间的电流差异极小，此源自于 SM16169H 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 $\pm 2.0\%$ 。
- ◆ 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。

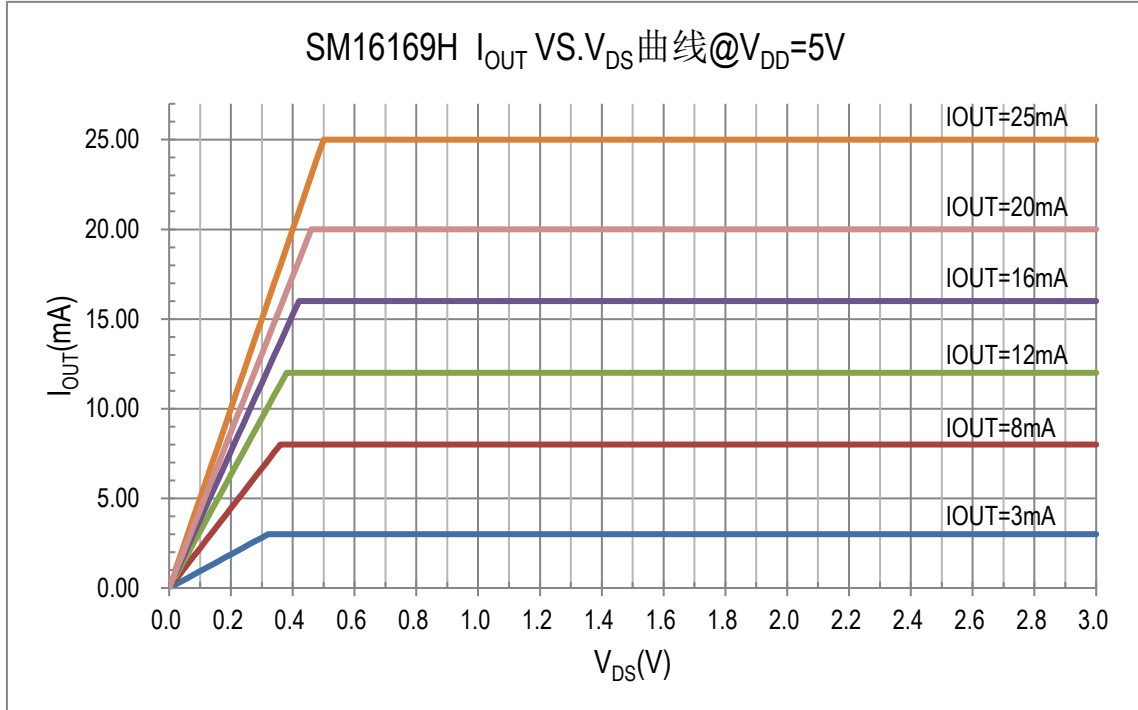


Fig. V_{DD}=5.0V 时，SM16169H I_{OUT} 与 V_{DS} 的关系曲线

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：

$$I_{OUT} = \frac{19400}{R_{ext}} * G \quad \text{mA}$$

公式中：

R_{ext} 是指 REXT 端口对 GND 外接的电阻值，电流单位是 mA；G 是指电流增益，详情见“电流增益调节”章节。

例如，当电流增益 $G=1$ 时：

$$I_{OUT} = \frac{19400}{R_{ext}} \quad \text{mA}$$

- 1) 应用时选用 1000Ω 电阻，根据公式可以算出电流 $I_{OUT}=19400/1000=19.4\text{mA}$ ；
- 2) 应用中设计电流为 10mA ，则可以根据上面公式反算出 $R_{ext}=19400/10=1940\Omega$ 。

R_{ext} 和 I_{OUT} 关系曲线如下：

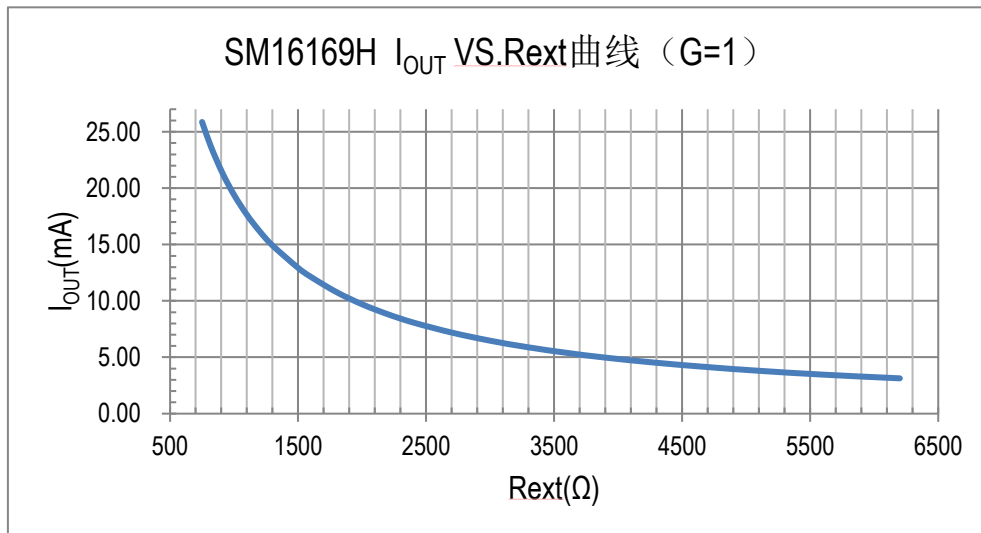


Fig. SM16169H 的输出端口电流 I_{OUT} 与 R_{ext} 电阻间的关系 (G=1)

电流增益调节

SM16169H 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 1/8~31/16，计算公式如下：

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

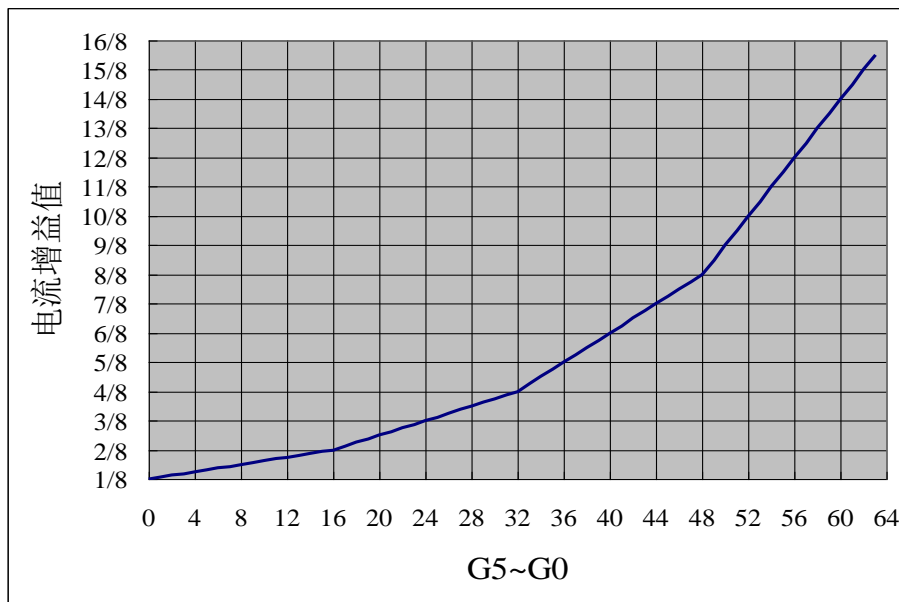


Fig. SM16169H I_{out} 电流增益调节曲线

典型应用方案

SM16169H 支持 1~16 扫应用，如下图所示，为 SM16169H 典型 LED 显示屏应用框图。

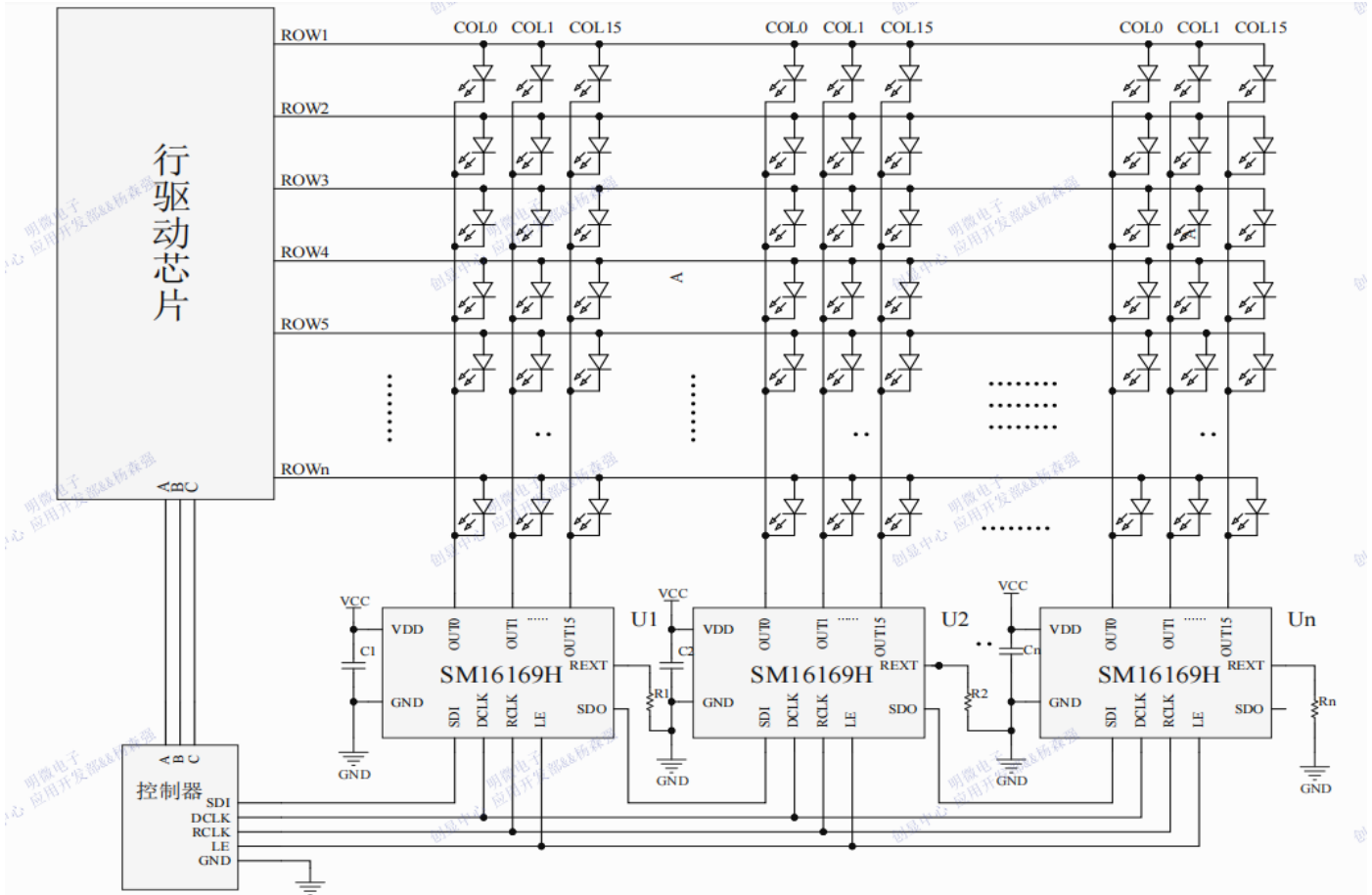


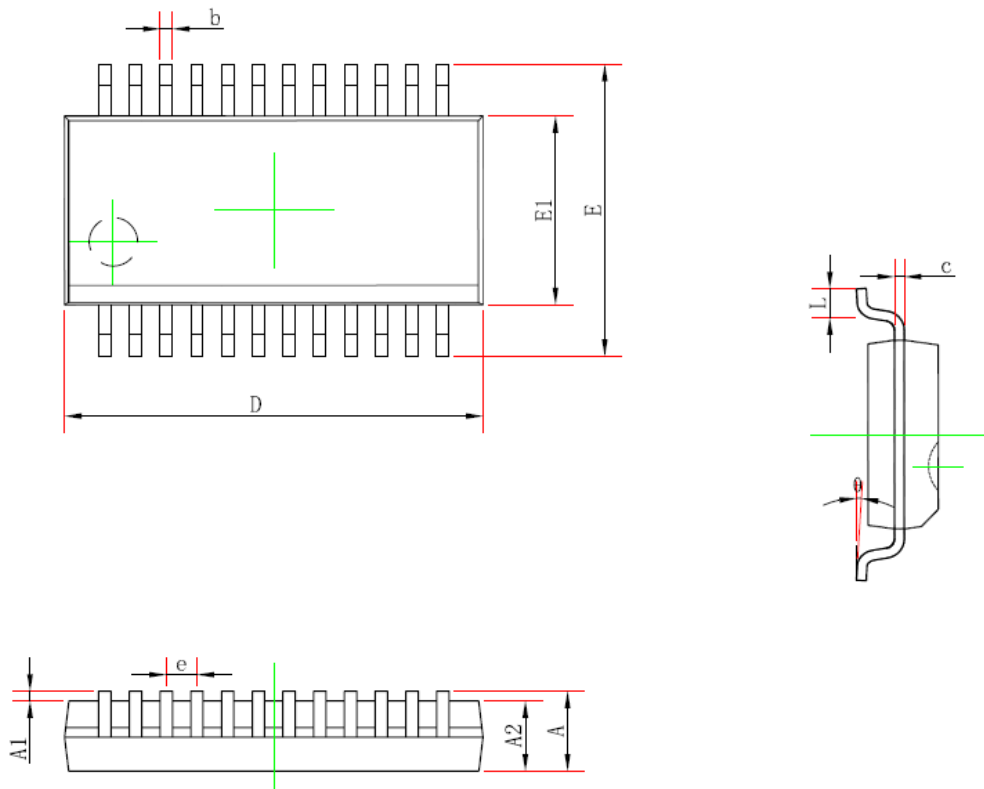
Fig. SM16169H 典型 LED 显示屏应用框图

SM16169H 典型 LED 显示屏应用电路包含电源输入电压 VCC，限流电阻 Rn，系统电源滤波电容 Cn

- (1) VCC 为输入电源电压，允许电压范围为 3.3~5.5V。在显示屏应用方案中其典型应用电压为 5.0V
- (2) 图中 Cn 为系统电源滤波电容，推荐采用 100nF；
- (3) 图中 Rn 为输出电流设置电阻，具体取值需根据实际应用需求进行选择，详细的选型方法见输出电流设置部分说明；
- (4) SM16169H 支持 1~16 扫，图中 ROWn 最大为 ROW16。

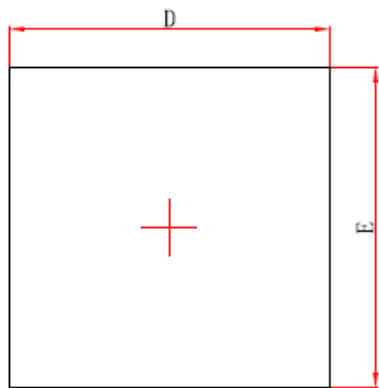
封装形式

QSOP24

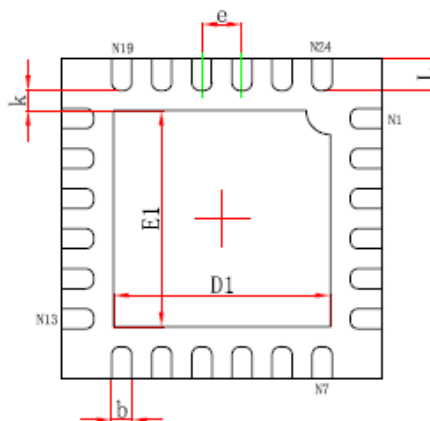


Symbol	Min(mm)	Max(mm)
A	-	1.95
A1	0.05	0.35
A2	1.05	-
b	0.1	0.4
c	0.05	0.254
D	8.2	9.2
E1	3.6	4.2
E	5.6	6.5
e	0.635TYP	
L	0.3	1.5
θ	0°	10°

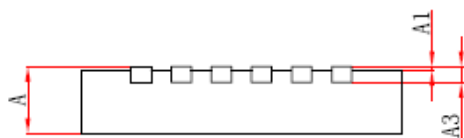
QFN24(4*4)



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

封装散热功率(P_D)

封装的最大散热功率是由公式:

$$P_{D(\max)} = \frac{T_J - T_A}{R_{th(J-A)}} \text{ 来决定的}$$

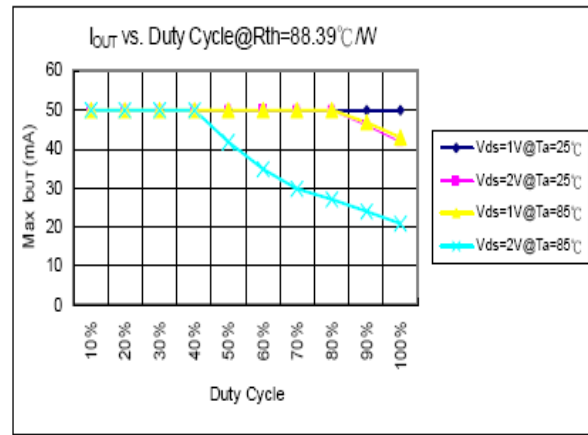
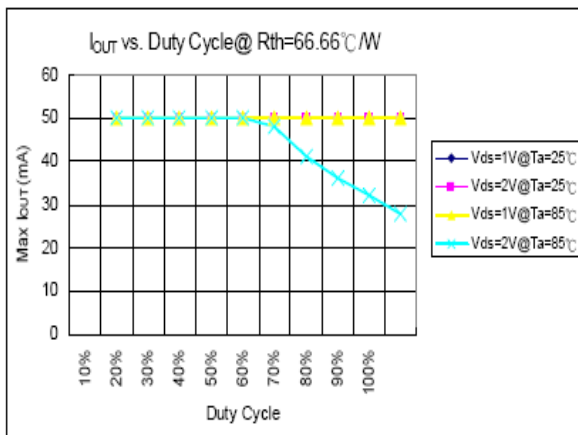
当 16 个通道完全打开时,实际功耗为:

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

实际功耗必须小于最大功耗,即 $P_{D(\text{act})} < P_{D(\max)}$, 为了保持 $P_{D(\text{act})} < P_{D(\max)}$, 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:

$$\text{由 } \frac{1}{R_{th(J-A)}} + \frac{1}{R_{FC}} = \frac{P_{D(\text{act})}}{T_J - T_A} \text{ 得:}$$

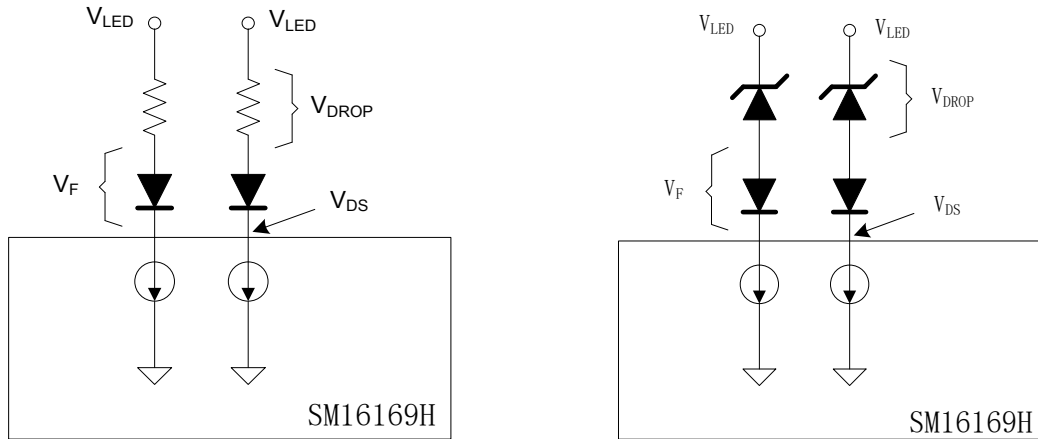
$$R_{FC} = \frac{R_{th(J-A)} * (T_J - T_A)}{P_{D(\text{act})} * R_{th(J-A)} - T_J + T_A}$$

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

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。

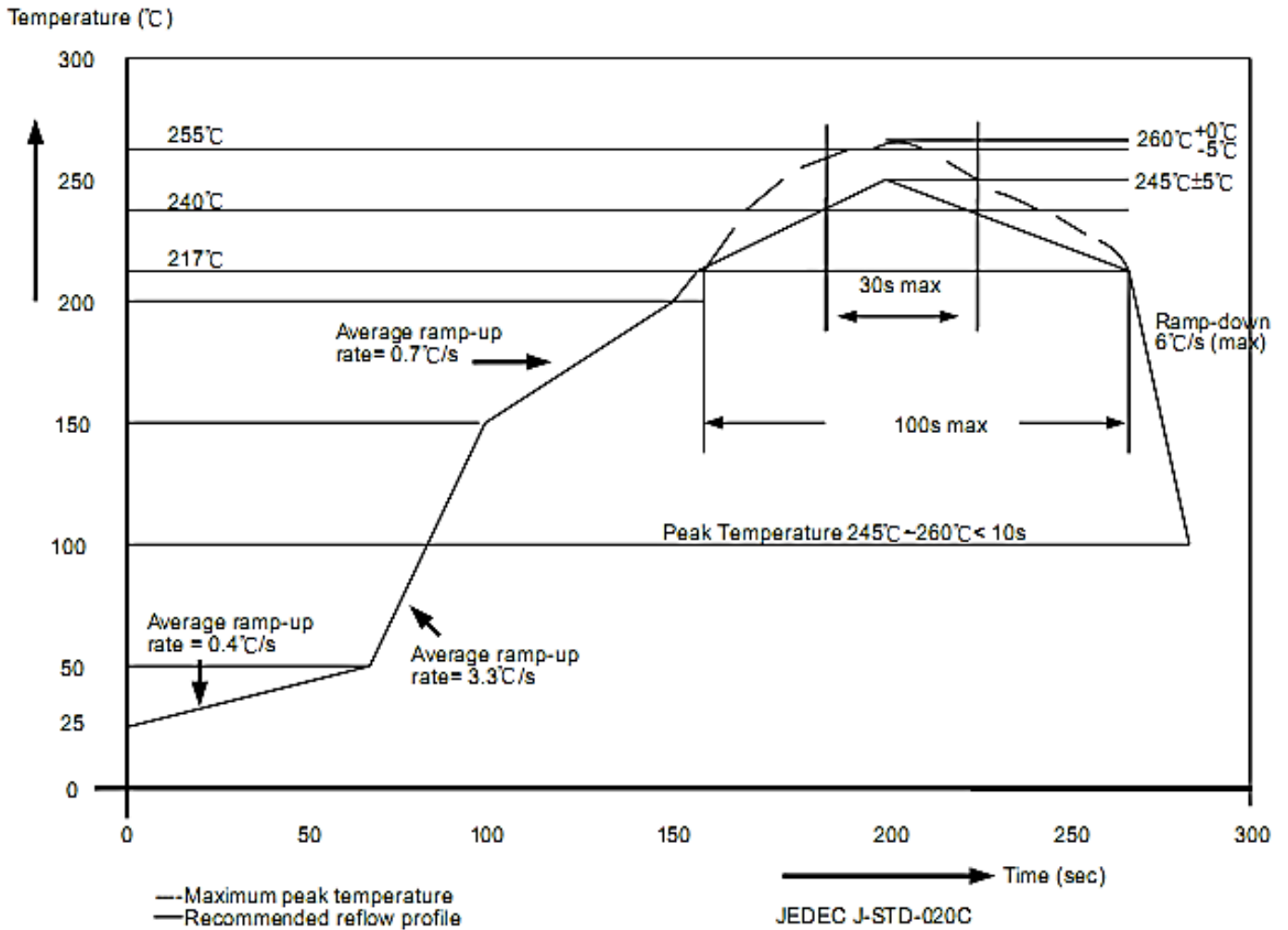
负载端电压(VLED)

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 $I_{OUT} = 3mA \sim 25mA$)。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 $P_D(Act) > P_D(max)$ 。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。



封装焊接制程

我们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