

SM16380F

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 1~64 扫
- ◆ 行扫倍频技术，刷新率提升 2/4/8/16 倍
- ◆ 内置动态节能功能，显著降低功耗
- ◆ 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
- ◆ 具有较强的抗干扰能力
- ◆ 工作电压：3.3V~5.5V
- ◆ 输出恒流范围：
0.6~16mA@V_{DD}=5.0V；0.6~16mA@V_{DD}=3.3V
- ◆ 恒流精度：
片内：<±1.6%；片间：<±1.6%
- ◆ 封装形式：QSOP24、QNF24(4*4)

应用领域

- ◆ LED 显示屏
- ◆ LED 照明

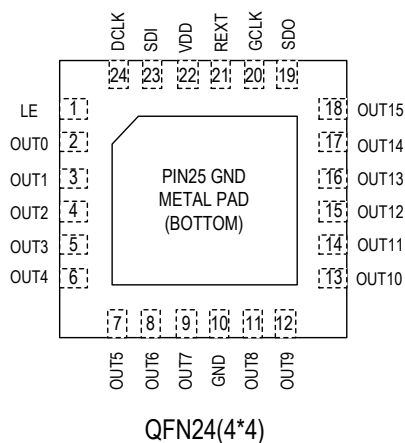
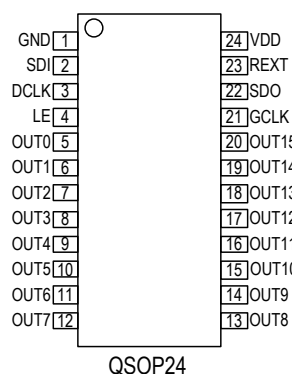
概述

SM16380F 是采用 SM-PWM 协议的高刷恒流驱动芯片，内置 32K 的 SRAM 存储器，支持 1~64 扫 LED 显示屏整帧数据存储及显示。可实现 16bit 灰阶，提高画面对比度。

SM16380F 内置动态节能功能，根据显示画面自动调节芯片内部功耗，最大限度提升节能效率。

SM16380F 内置开路检测功能，解决显示屏 LED 开路“十字架”问题。端口动态响应可调，降低 EMI 干扰。同时端口内置多种功能，解决 LED 显示屏低灰偏色、高对比耦合以及跨板耦合等问题。具有显示一致性好，抗干扰能力强的特点，适用于小间距显示屏应用。

管脚图



内部功能框图

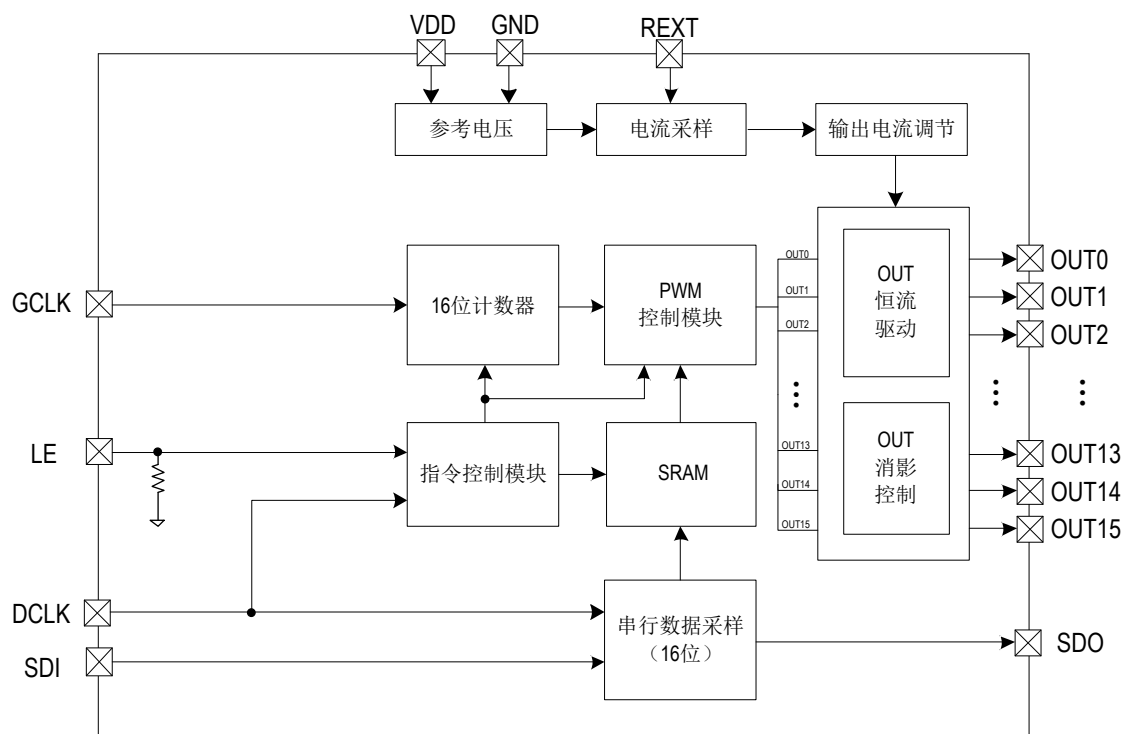


Fig. SM16380F 内部功能框图

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
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
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	
SM16380SF	QSOP24	50000 只/箱	4000 颗/盘	13 寸
SM16380NF	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	20	mA
BV_{OUT_MAX}	端口耐压	12	V
T_{opr}	工作结温	-40~+150	$^{\circ}\text{C}$
T_{stg}	存储温度	-55~+150	$^{\circ}\text{C}$
V_{HBM}	HBM 人体放电模式	± 6	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。

直流特性

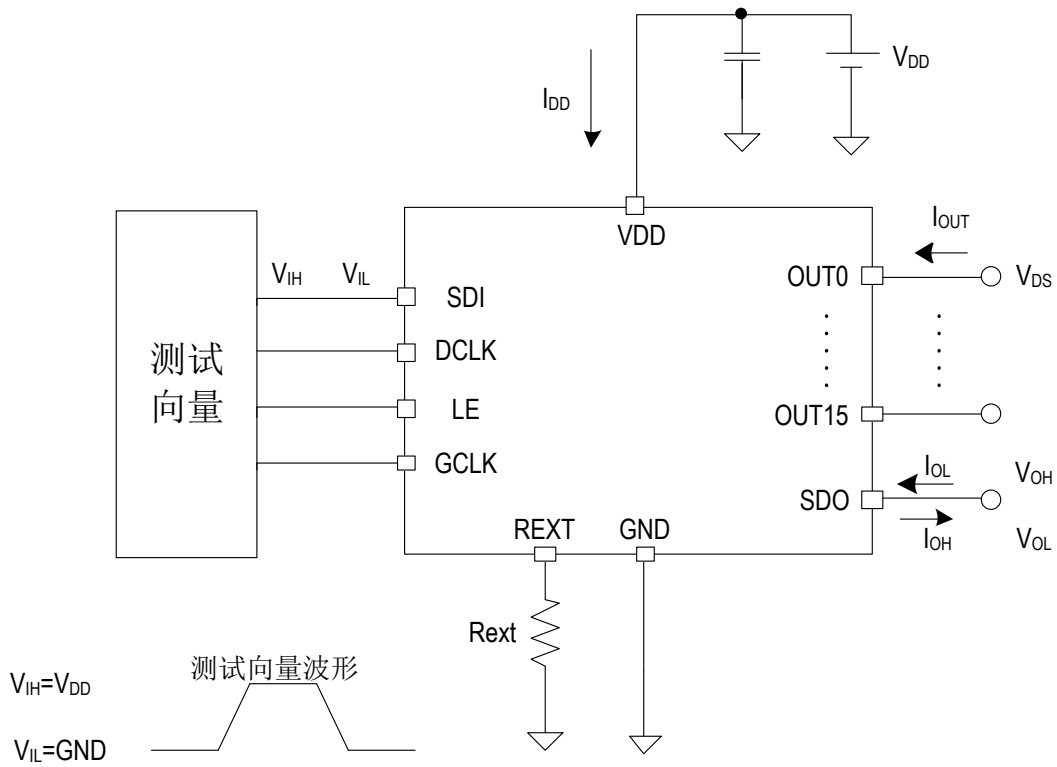
◆ $V_{DD}=5.0V$ 、 $T_A=25^{\circ}C$ 。

	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}	黑屏节能电流	SDI 数据为 0, 开启黑屏节能		0.9		mA	
	静态工作电流	其他端口悬空, 关闭节能		2.0		mA	
V_{IH}	SDI 输入翻转电平	$V_{DD}=5.0V$	$0.5 \cdot V_{DD}$	-	-	V	
V_{IL}			-	-	$0.3 \cdot V_{DD}$	V	
I_{OH}	SDO 端口驱动电流	$V_{DD}=5.0V$	-	22.6	-	mA	
I_{OL}			-	21.0	-	mA	
I_{OUT}	OUT 端口输出电流	OUT 端口开启	0.6	-	16	mA	
		$R_{ext}=9.85K\Omega$, $G=1$ -	-	1.0	-	mA	
		$R_{ext}=1.62K\Omega$, $G=1$	-	6.0	-	mA	
		$R_{ext}=1.09K\Omega$, $G=1$	-	9.0	-	mA	
		$R_{ext}=0.62K\Omega$, $G=1$	-	16.0	-	mA	
$V_{DS,S}$	OUT 端口恒流拐点电压	$I_{OUT}=1.0mA$	-	0.28	-	V	
		$I_{OUT}=6.0mA$	-	0.32	-	V	
		$I_{OUT}=9.0mA$	-	0.34	-	V	
		$I_{OUT}=16.0mA$	-	0.38	-	V	
d_{IOUT}	输出电流精度	片内	$I_{OUT}=6mA$	-1.6	-	+1.6	%
		片间		-1.6	-	+1.6	%
$\%/\Delta V_{DD}$	输出电流误差/ V_{DD} 变化量	$V_{DD}=4.0V \sim 5.0V$, $I_{OUT}=6.0mA$	-1.0	-	+1.0	%/V	
$\%/\Delta V_{DS}$	输出电流误差/ V_{DS} 变化量	$V_{DS}=1.0V \sim 3.0V$, $I_{OUT}=6.0mA$	-1.0	-	+1.0	%/V	
$\%/\Delta Temp.$	输出电流误差/ $Temp.$ 变化量	$T=-35^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$, $I_{OUT}=6.0mA$	-1.0	-	+1.0	%/ $^{\circ}C$	
R_{down_LE}	LE 端口 Pull-down 电阻	-	-	156	-	K Ω	

◆ $V_{DD}=3.3V$ 、 $T_A=25^{\circ}C$ 。

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}	黑屏节能电流	SDI 数据为 0, 开启黑屏节能		0.8		mA	
	静态工作电流	其他端口悬空, 关闭节能		1.8		mA	
I_{OH}	SDO 端口驱动电流	$V_{DD}=5.0V$		-	11.7	-	mA
I_{OL}				-	11.6	-	mA
V_{IH}	SDI 输入翻转电平	$V_{DD}=5.0V$		$0.5 \cdot V_{DD}$	-	-	V
V_{IL}				-	-	$0.3 \cdot V_{DD}$	V
I_{OUT}	OUT 端口输出电流	OUT 端口开启		0.6	-	16	mA
		$R_{ext}=9.85K\Omega$, $G=1$		-	1.0	-	mA
		$R_{ext}=1.62K\Omega$, $G=1$		-	6.0	-	mA
		$R_{ext}=1.09 K \Omega$, $G=1$		-	9.0	-	mA
		$R_{ext}=0.62K\Omega$, $G=1$		-	16.0	-	mA
$V_{DS,S}$	OUT 端口恒流拐点电压	$I_{OUT}=1.0mA$		-	0.28	-	V
		$I_{OUT}=6.0mA$		-	0.34	-	V
		$I_{OUT}=9.0mA$		-	0.36	-	V
		$I_{OUT}=16.0mA$		-	0.42	-	V
d_{IOUT}	输出电流精度	片内	$I_{OUT}=6.0mA$	-1.6	-	+1.6	%
		片间		-1.6	-	+1.6	%
$\%/\Delta V_{DD}$	输出电流误差/ V_{DD} 变化量	$V_{DD}=3.3V \sim 3.8V$, $I_{OUT}=6.0mA$		-1.0	-	+1.0	%/V
$\%/\Delta V_{DS}$	输出电流误差/ V_{DS} 变化量	$V_{DS}=1.0V \sim 2.8V$, $I_{OUT}=6.0mA$		-1.0	-	+1.0	%/V
$\%/\Delta Temp.$	输出电流误差/Temp.变化量	$T=-35^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$, $I_{OUT}=6.0mA$		-1.0	-	+1.0	%/°C
R_{down_LE}	LE 端口 Pull-down 电阻	-		-	156	-	K Ω

◆ 直流特性测试电路



动态特性

◆ $V_{DD}=5.0V$, $T_A=25^{\circ}C$ 。

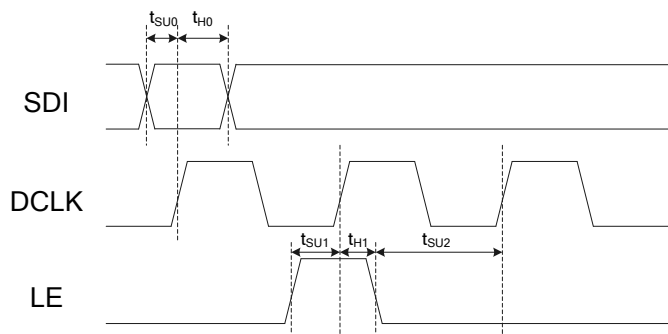
符号	特性		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
t_{SU0}	建立时间	SDI \rightarrow DCLK \uparrow	$V_{DD}=5.0V$ $V_{IH}=V_{DD}$ $V_{IL}=GND$ $R_{ext}=1.64K\Omega$ $V_{LED}=5.0V$ $R_L=600\Omega$ $C_1=100nF$ $C_2=10\mu F$ $C_L=10pF$ $C_{SDO}=10p$	5	-	-	ns
t_{SU1}		LE \uparrow \rightarrow DCLK \uparrow		10	-	-	ns
t_{SU2}		LE \downarrow \rightarrow DCLK \uparrow		10	-	-	ns
t_{H0}	保持时间	DCLK \uparrow \rightarrow SDI		5	-	-	ns
t_{H1}		DCLK \uparrow \rightarrow LE \downarrow		10	-	-	ns
t_{PLH1}	延迟时间	DCLK \uparrow \rightarrow SDO \uparrow		-	18	-	ns
t_{PHL1}		DCLK \uparrow \rightarrow SDO \downarrow		-	18	-	ns
t_{OR0}	OUT 输出上升沿时间			-	50	-	ns
t_{OF0}	OUT 输出下降沿时间			-	120	-	ns
F_{DCLK}	数据时钟频率		-	-	30	MHz	
F_{GCLK}	灰阶时钟频率		-	-	30	MHz	

◆ $V_{DD}=3.3V$, $T_A=25^{\circ}C$ 。

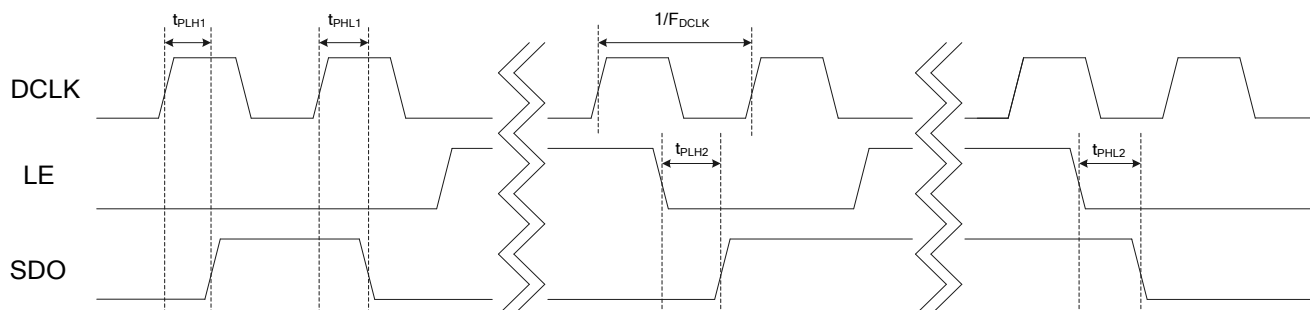
符号	特性		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
t_{SU0}	建立时间	SDI \rightarrow DCLK \uparrow	$V_{DD}=3.3V$ $V_{IH}=V_{DD}$ $V_{IL}=GND$ $R_{ext}=1.64K\Omega$ $V_{LED}=3.3V$ $R_L=333\Omega$ $C_1=100nF$ $C_2=10\mu F$ $C_L=10pF$ $C_{SDO}=10p$	5	-	-	ns
t_{SU1}		LE \uparrow \rightarrow DCLK \uparrow		10	-	-	ns
t_{SU2}		LE \downarrow \rightarrow DCLK \uparrow		10	-	-	ns
t_{H0}	保持时间	DCLK \uparrow \rightarrow SDI		5	-	-	ns
t_{H1}		DCLK \uparrow \rightarrow LE \downarrow		10	-	-	ns
t_{PLH1}	延迟时间	DCLK \uparrow \rightarrow SDO \uparrow		-	19	-	ns
t_{PHL1}		DCLK \uparrow \rightarrow SDO \downarrow		-	20	-	ns
t_{OR0}	OUT 输出上升沿时间			-	38	-	ns
t_{OF0}	OUT 输出下降沿时间			-	115	-	ns
F_{DCLK}	数据时钟频率		-	-	25	MHz	
F_{GCLK}	灰阶时钟频率		-	-	25	MHz	

时序波形图

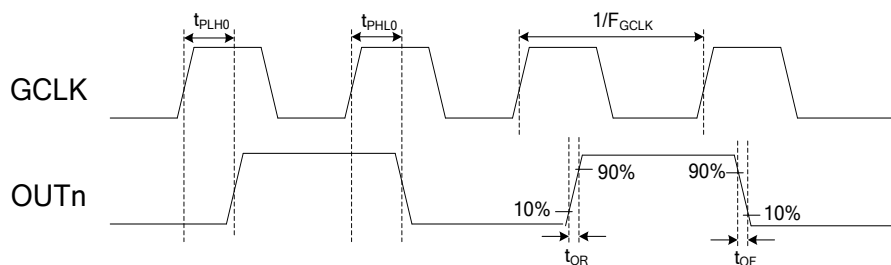
(1) 数据采用时序



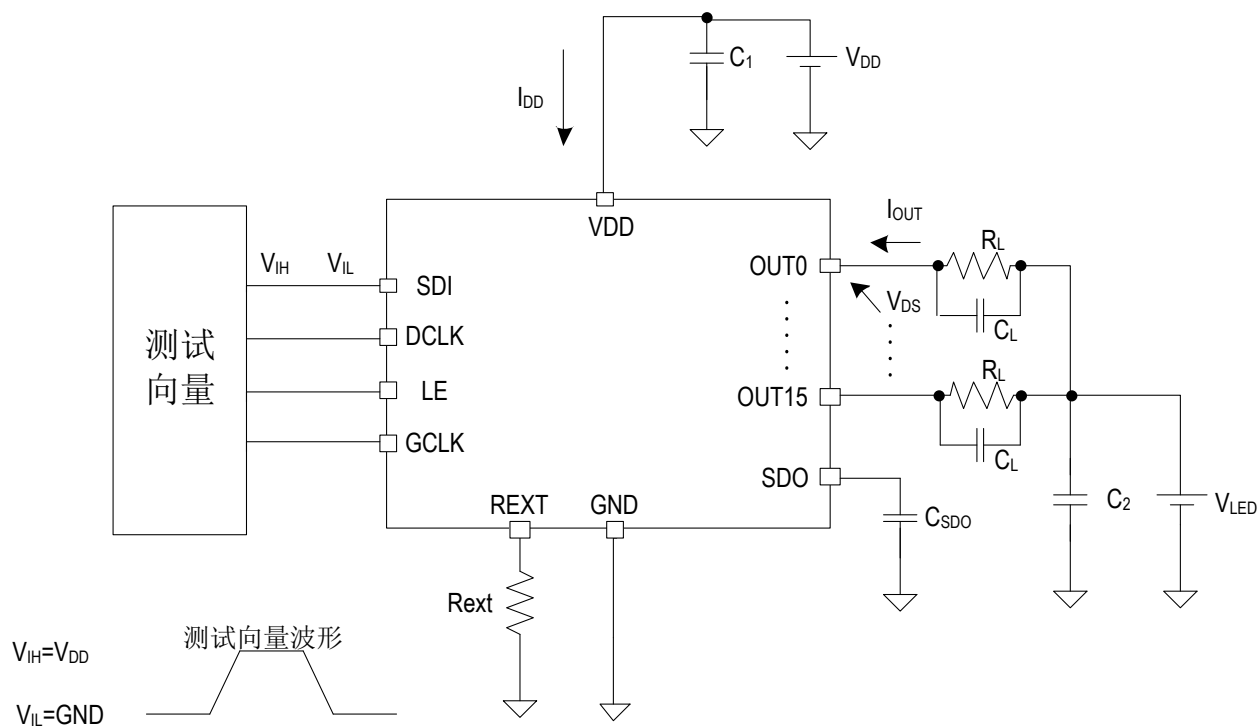
(2) 指令发送时序



(3) 灰度输出时序

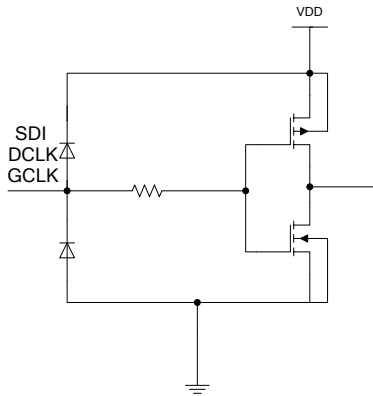


动态特性测试电路

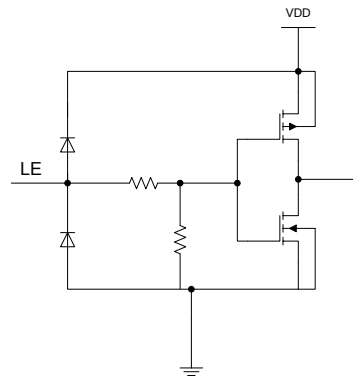


输入及输出等效电路

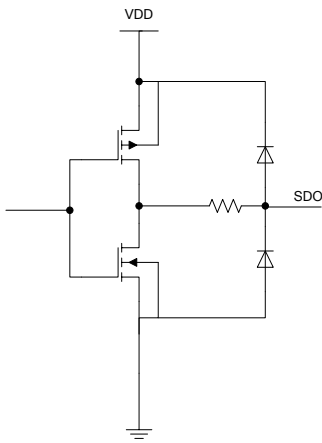
◆ DCLK、GCLK、SDI 输入端



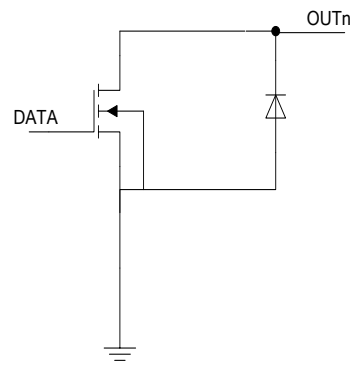
LE 输入端



◆ SDO 输出端



OUT0~OUT15 输出端



恒流特性

SM16380F 通道间以及芯片间的电流差异极小，此源自于 SM16380F 的优异的恒流输出特性：

- ◆ 通道间的最大电流误差小于±1.6%，而芯片间的电流误差小于±1.6%。
- ◆ 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。

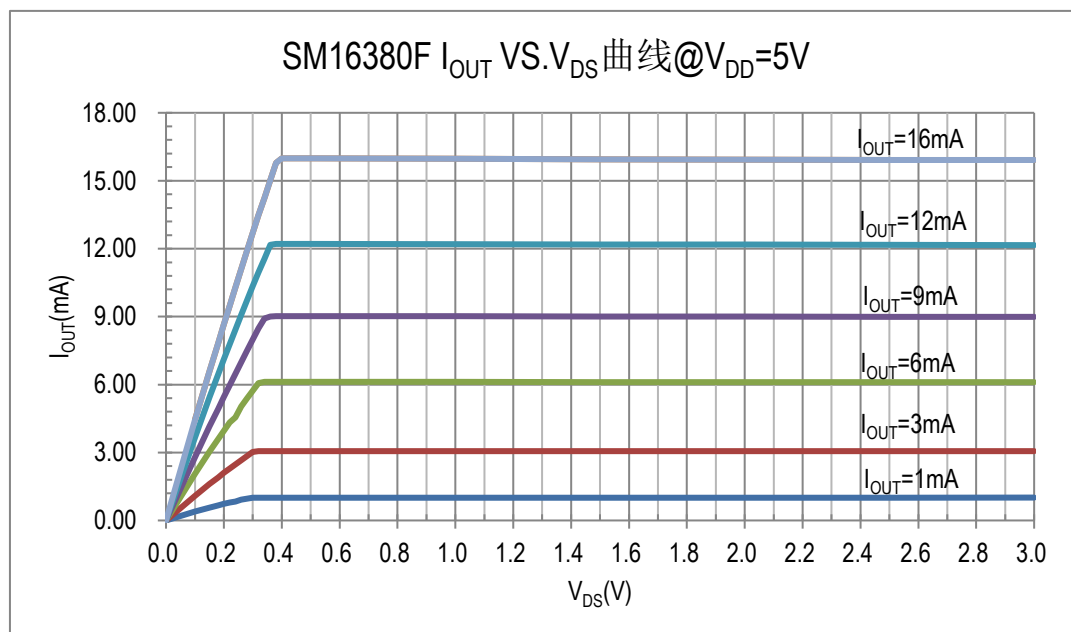


Fig. $V_{DD}=5.0V$ 时，SM16380F I_{OUT} 与 V_{DS} 的关系曲线

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：

$$I_{OUT} = \frac{9850}{R_{EXT}} * G \quad mA$$

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：

$$I_{OUT} = \frac{9850}{R_{EXT}} \quad mA$$

- 1) 应用时选用 3000Ω 电阻，根据公式可以算出电流 $I_{OUT}=9850/3000=3.283mA$ ；
- 2) 应用中设计电流为 $10mA$ ，则可以根据上面公式反算出 $R_{EXT}=9850/10=985\Omega$ 。

R_{EXT} 和 I_{OUT} 关系曲线如下：

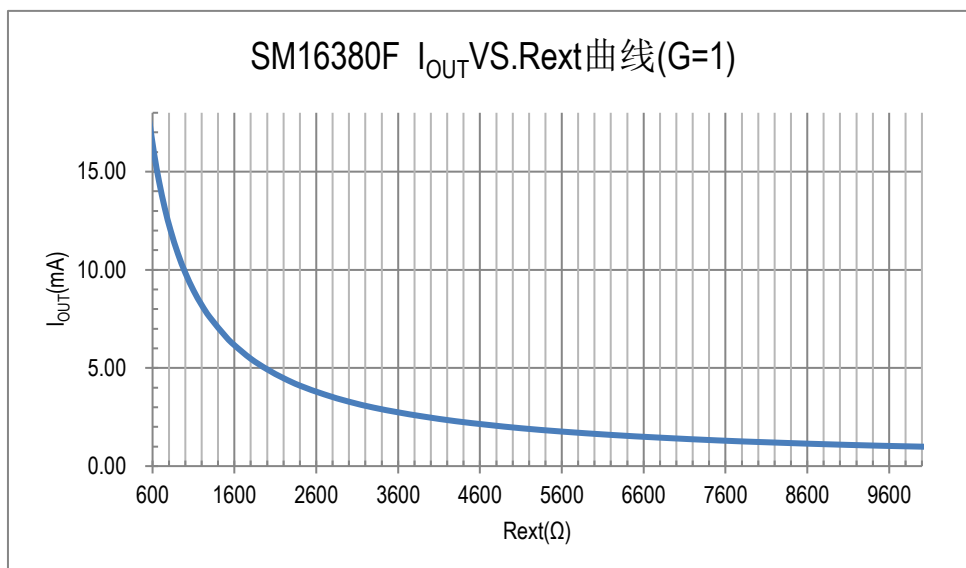


Fig. SM16380F 的输出端口电流 I_{OUT} 与 R_{ext} 电阻间的关系 (G=1)

电流增益调节

SM16380F 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：

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

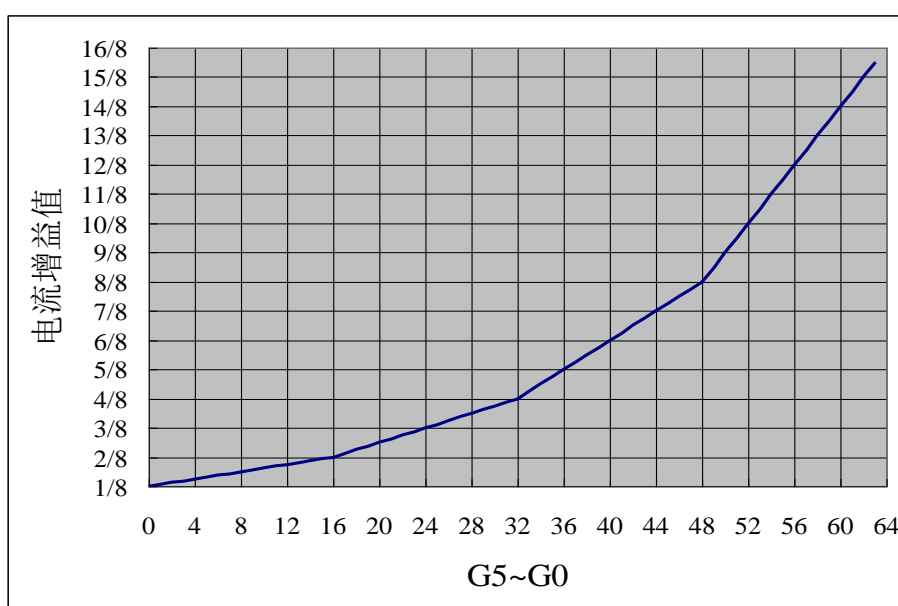


Fig. SM16380F I_{OUT} 电流增益调节曲线

典型应用方案

SM16380F 支持 1~64 扫应用，如下图所示，为 SM16380F 典型 LED 显示屏应用框图。

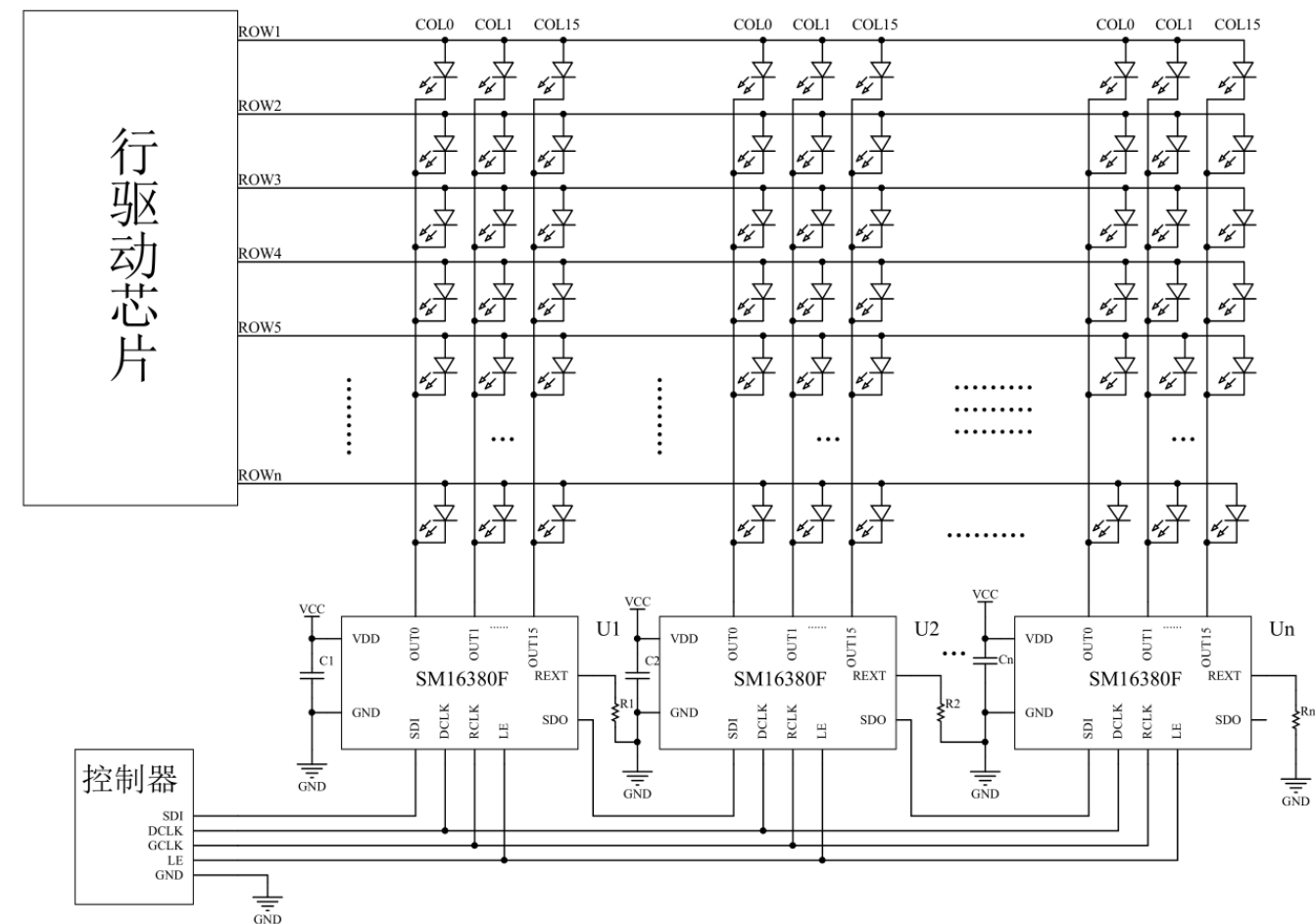


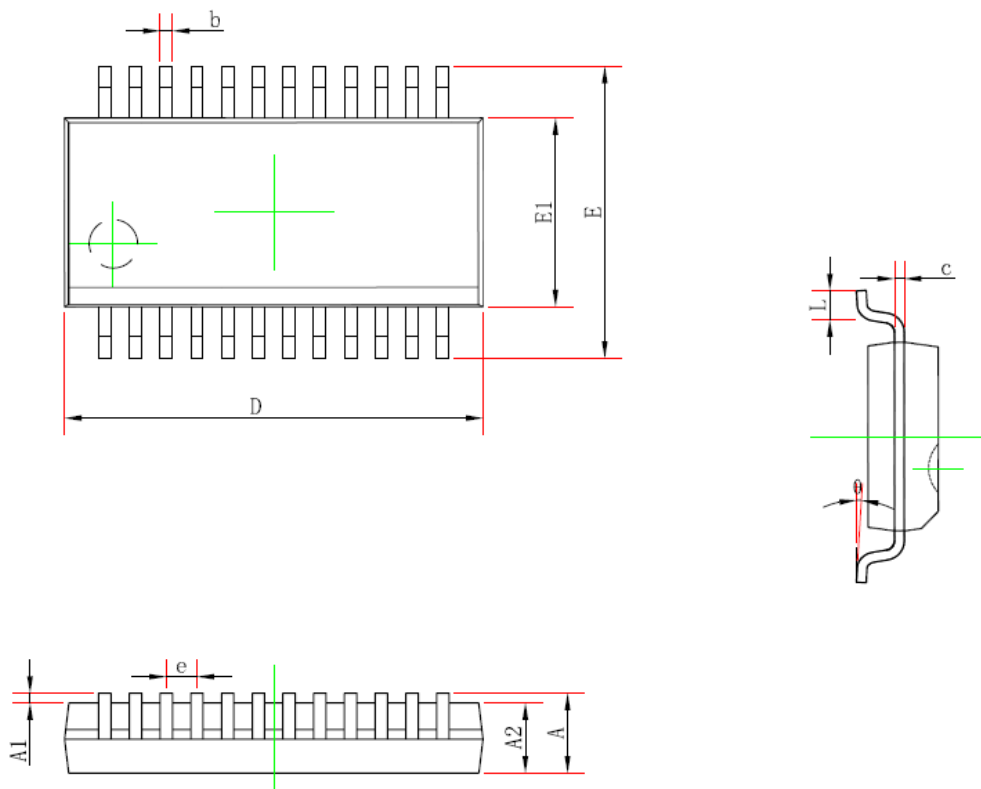
Fig. SM16380F 典型 LED 显示屏应用框图

SM16380F 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) SM16380F 支持 1~64 扫，图中 ROWn 最大为 ROW64。

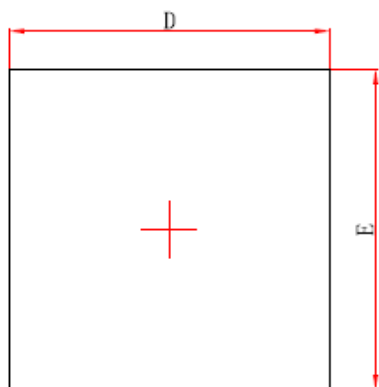
封装形式

QSOP24

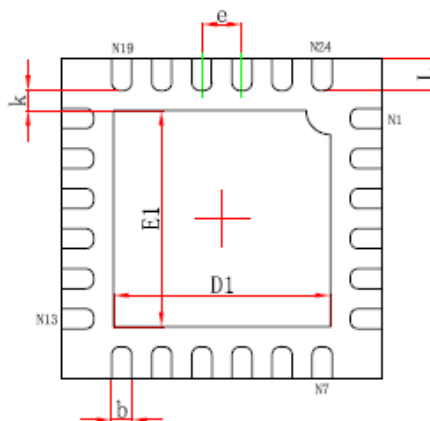


Symbol	Min(mm)	Max(mm)
A	-	1.95
A1	0.05	0.35
A2	1.05	-
b	0.1	0.4
c	0.05	0.254
D	8.2	9.2
E1	3.6	4.2
E	5.6	6.5
e	0.635TYP	
L	0.3	1.5
θ	0°	10°

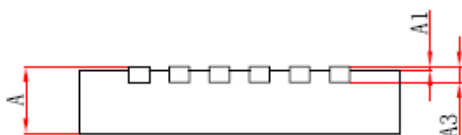
QFN24(4*4)



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:

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

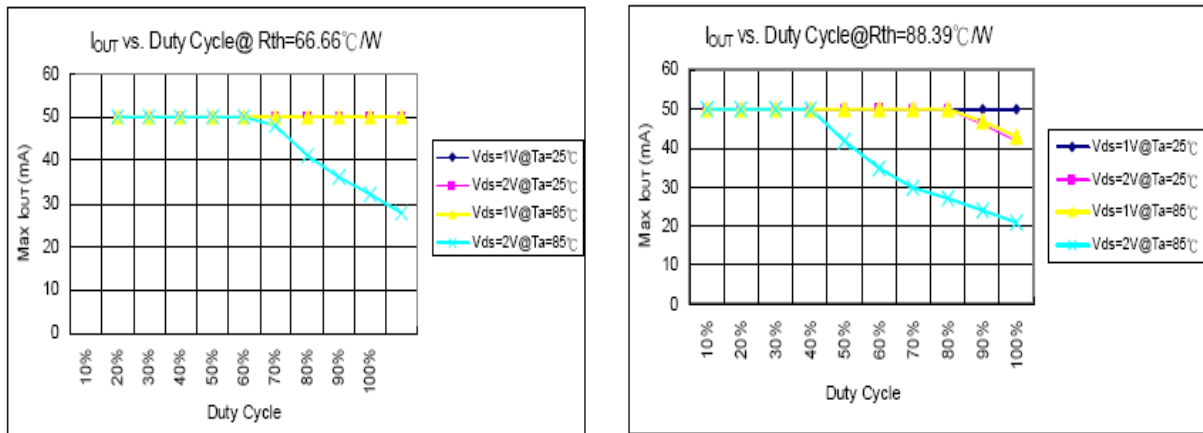
当 16 个通道完全打开时,实际功耗为:

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

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:

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

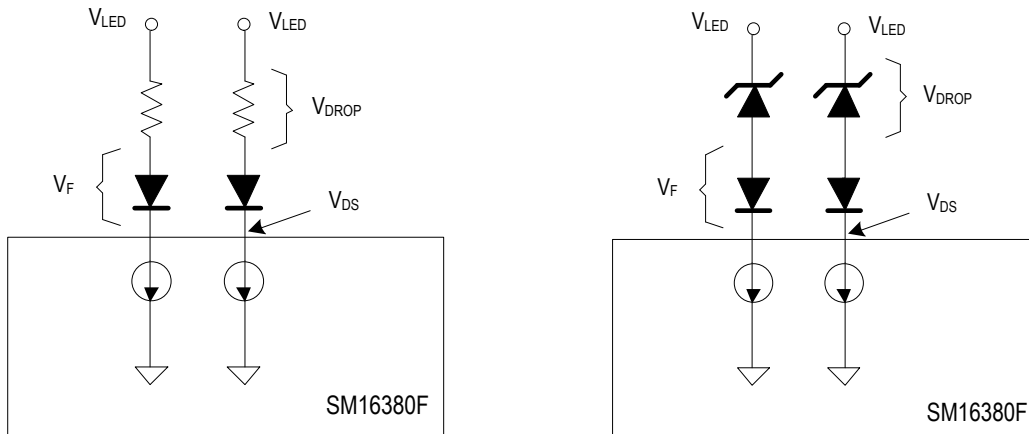
$$R_{FC} = \frac{R_{th(J-A)} * (T_J - T_A)}{P_{D(\text{act})} * R_{th(J-A)} - T_J + T_A}$$

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

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。

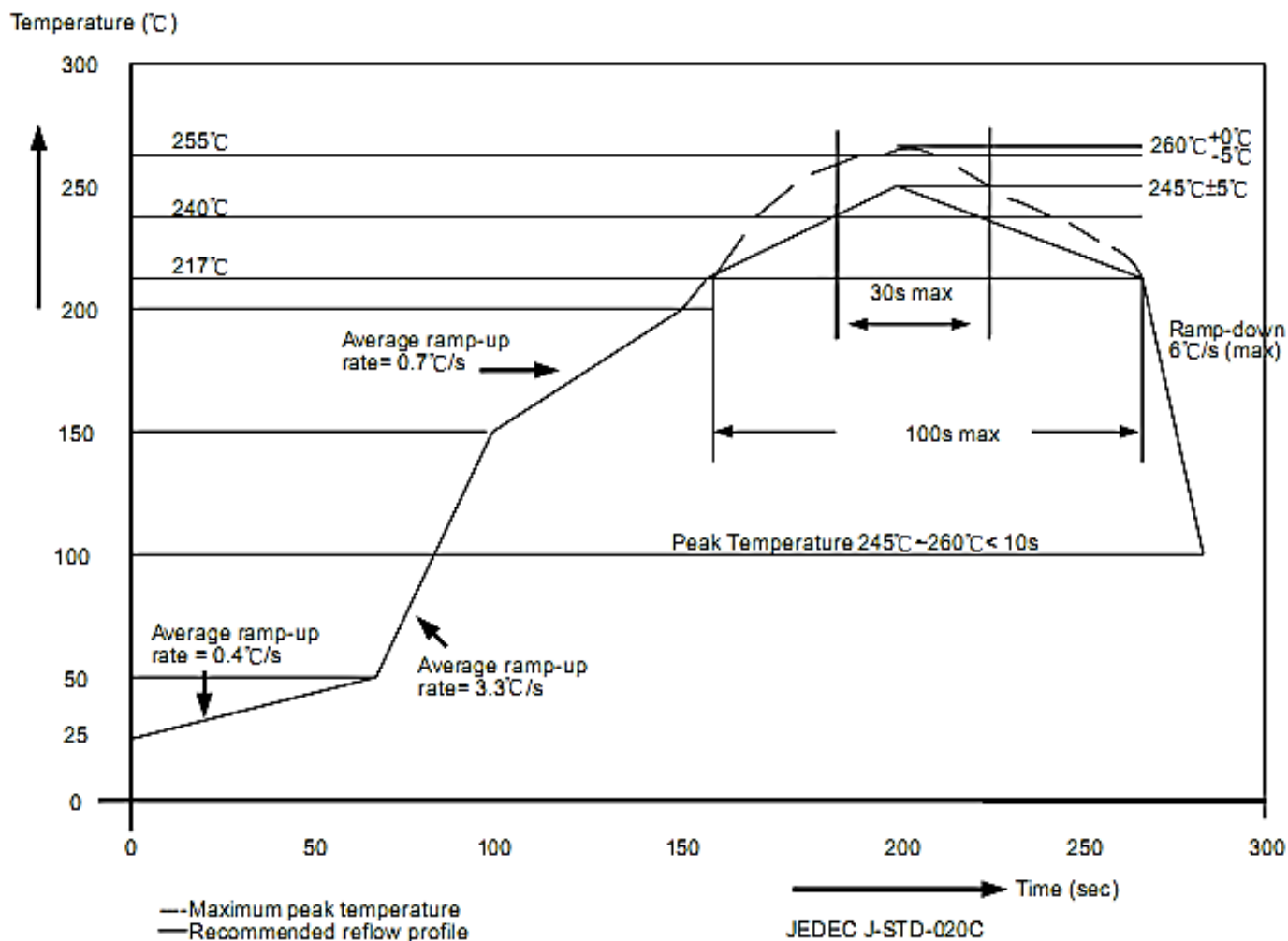
负载端电压(VLED)

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 1.0V 左右(依据 $I_{OUT} = 0.6mA \sim 16mA$)。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

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

使用权声明

明微电子对于产品、文件以及服务保有一切变更、修正、修改、改善和终止的权利。针对上述的权利，客户在进行产品购买前，建议与明微电子业务代表联系以取得最新的产品信息。

明微电子的产品，除非经过明微合法授权，否则不应使用于医疗或军事行为上，若使用者因此导致任何身体伤害或生命威胁甚至死亡，明微电子将不负任何损害赔偿赔偿责任。

此份文件上所有的文字内容、图片、及商标为明微电子所属之智慧财产。未经明微合法授权，任何个人和组织不得擅自使用、修改、重制、公开、改作、散布、发行、公开发表等损害本企业合法权益。对于相关侵权行为，本企业将立即全面启动法律程序，追究法律责任。