

SM16227

概述

SM16227 是一款低功耗的 16 通道恒流驱动芯片，内置双锁存和列下消影功能，适用于高刷新和高利用率显示屏应用领域。

SM16227 工作电压为 3.3V—5.0V，提供 16 个 2—36mA 恒流输出端口；IC 输出电流片内差异小于 $\pm 3.0\%$ 、片间差异小于 $\pm 3.5\%$ ；输出电流不随着输出端电压 (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。

SM16227 输出端口耐压可达 +15V，因此可以在每个输出端串接多个 LED 灯；SM16227 高达 25MHz 以上的时钟频率可以满足系统对大量数据传输的需求。

特点

- ◆ 具有双锁存功能，提升刷新率及电流利用率；
- ◆ 内置列下消影功能；
- ◆ 内置电流增益调节功能；
- ◆ 恒流输出范围：2—36mA @5.0V、2—24mA @3.3V；
- ◆ 恒流拐点电压低：

$I_{OUT}=20mA @ V_{DS}=0.2V$ 、 $V_{DD}=5.0V$ ；

$I_{OUT}=20mA @ V_{DS}=0.25V$ 、 $V_{DD}=3.3V$ ；

- ◆ 工作电压：3.3V~5.0V；
- ◆ 恒流电流范围：
片内： $< \pm 3.0\%$ ；片间： $< \pm 3.5\%$ ；
- ◆ 快速的输出电流响应， \overline{OE} （最小值）：35ns；
- ◆ 高达 25MHz 时钟频率；
- ◆ 封装形式：QSOP24、QFN24(4*4)；

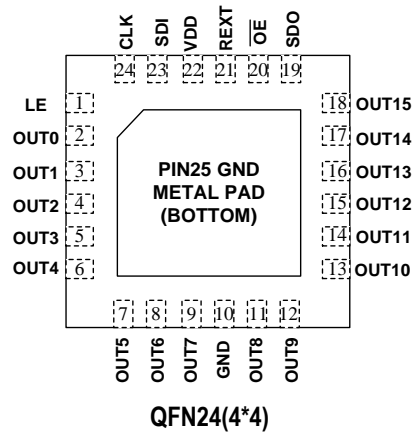
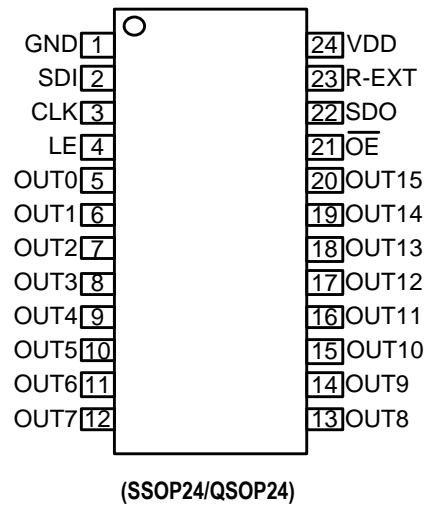
应用领域

- ◆ 广告屏
- ◆ LED 显示驱动

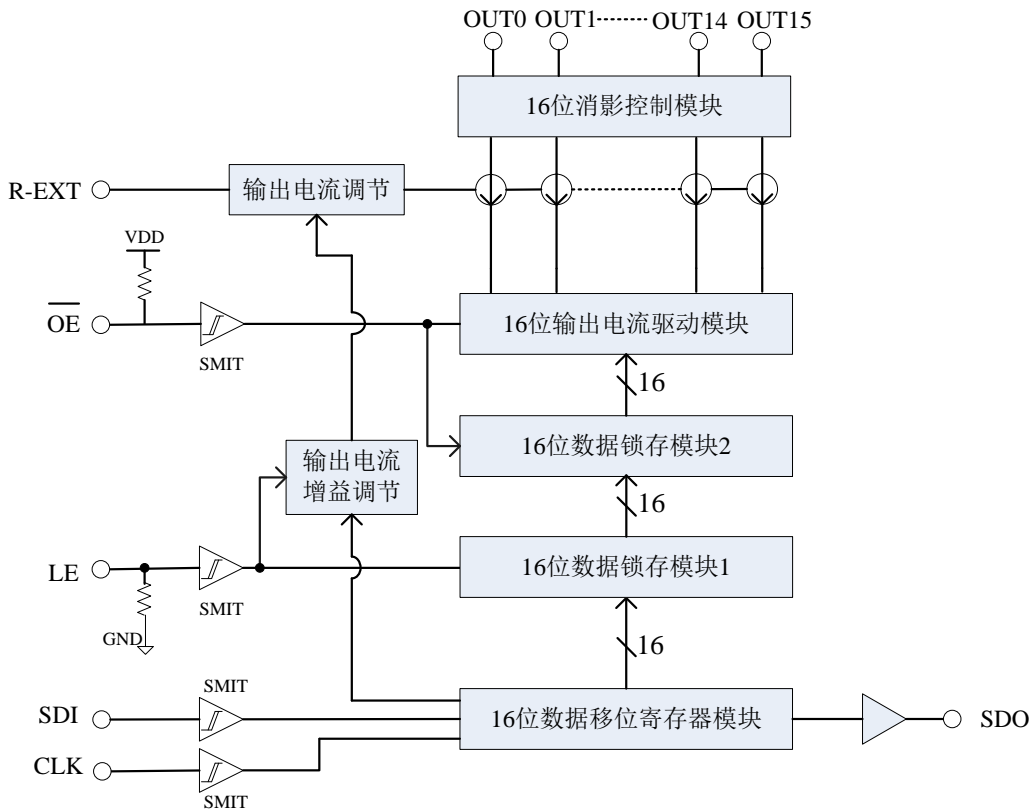
封装信息

产品名称	封装形式	塑封体尺寸 (mm)	脚间距 (mm)
SM16227S	QSOP24	8.65*3.9*1.4	0.635
SM16227N	QFN24(4*4)	4*4*0.85	0.5

管脚定义



内部功能简单框图



管脚说明

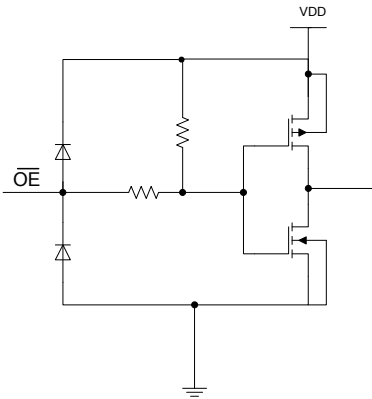
名称	功能说明
GND	芯片地；
SDI	串行数据输入端口；
CLK	时钟信号的输入端口，时钟上升沿时移位数据；
LE	数据锁存控制端口，当 LE 为高电平时，串行数据会被传入至输出锁存器；当 LE 为低电平时，数据会被锁存；
OUT0~OUT15	恒流源输出端口；
$\overline{\text{OE}}$	输出使能控制端口，当 $\overline{\text{OE}}$ 为低电平时，即会启动 OUT0~OUT15 输出；当 $\overline{\text{OE}}$ 为高电平时，OUT0~OUT15 输出会被关闭；
SDO	串行数据输出端口，可接至下一个芯片的 SDI 端口；
R-EXT	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。

订购信息

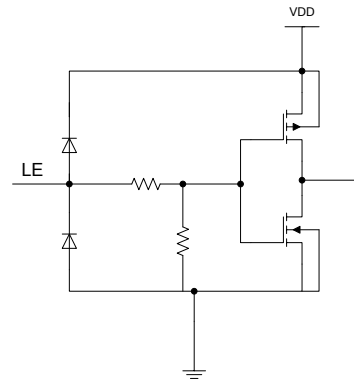
订购型号	封装形式	包装方式		卷盘尺寸
		管装	编带	
SM16227S	QSOP24	100000 颗/箱	4000 颗/盘	13 寸
SM16227N	QFN24(4*4)	/	5000 颗/盘	13 寸

输入及输出等效电路

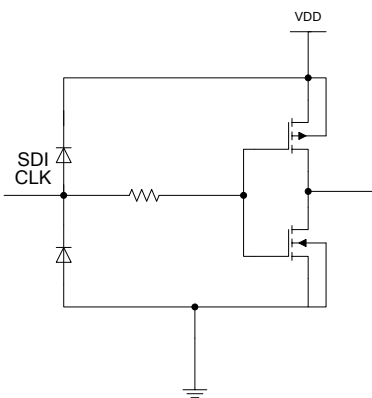
◆ $\overline{\text{OE}}$ 输入端



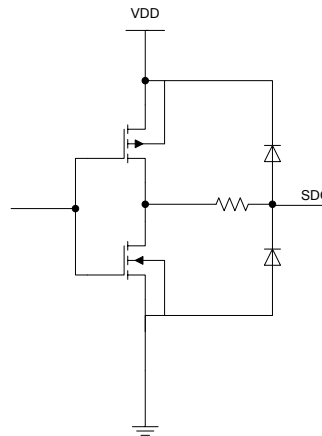
LE 输入端



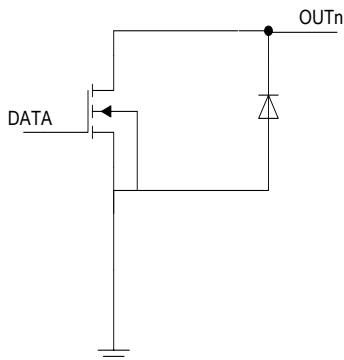
◆ CLK,SDI 输入端



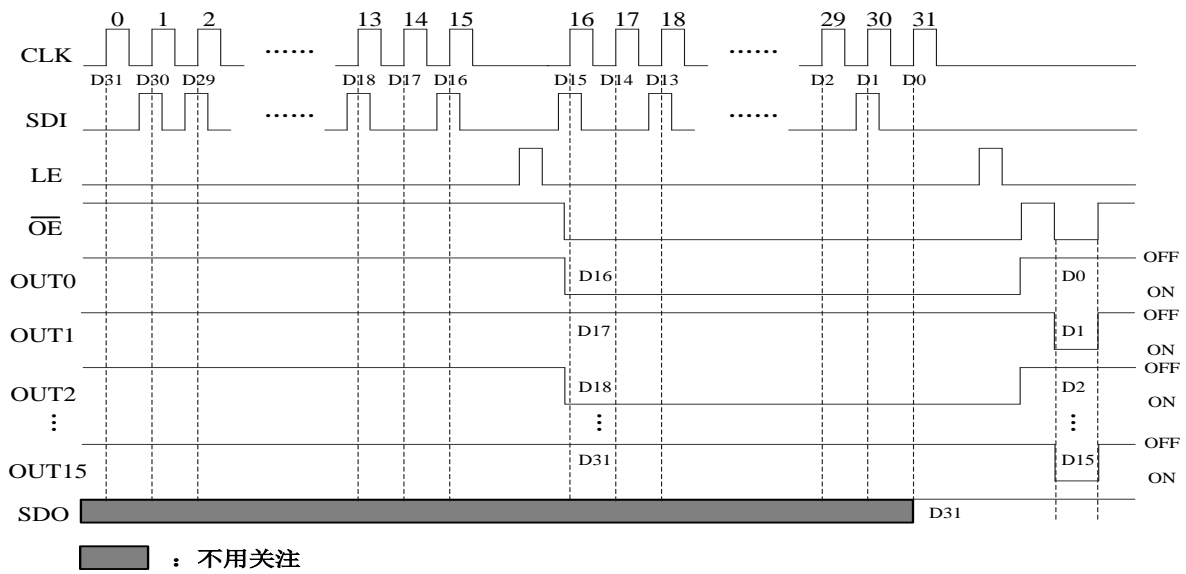
SDO 输出端



◆ OUT0~OUT15 输出端



时序图



真值表

CLK	LE	\overline{OE}	SDI	$\overline{OUT0} \dots \overline{OUT7} \dots \overline{OUT15}$	SDO
	H	L	D _n	$\overline{Dn} \dots \overline{Dn-7} \dots \overline{Dn-15}$	D _{n-15}
	L	L	D _{n+1}	No Change	D _{n-14}
	H	L	D _{n+2}	$\overline{Dn+2} \dots \overline{Dn-5} \dots \overline{Dn-13}$	D _{n-13}
	×	L	D _{n+3}	D _{n+2} \dots Dn-5 \dots Dn-13}	D _{n-13}
	×	H	D _{n+3}	off	D _{n-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	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}	45	mA
输出端承受电压	V _{DS}	-0.5 ~ +16.0	V
时钟频率	f _{CLK}	30	MHz
IC 工作结温	T _{opr}	-40~+150	°C
IC 储存温度	T _{stg}	-55~+150	°C
HBM 人体放电模式	V _{ESD}	>3K	V

备注：表贴产品焊接最高峰值温度不能超过 260℃，温度曲线依据 J-STD-020 标准、参考工厂实际和锡膏商建议由工厂自行设定。

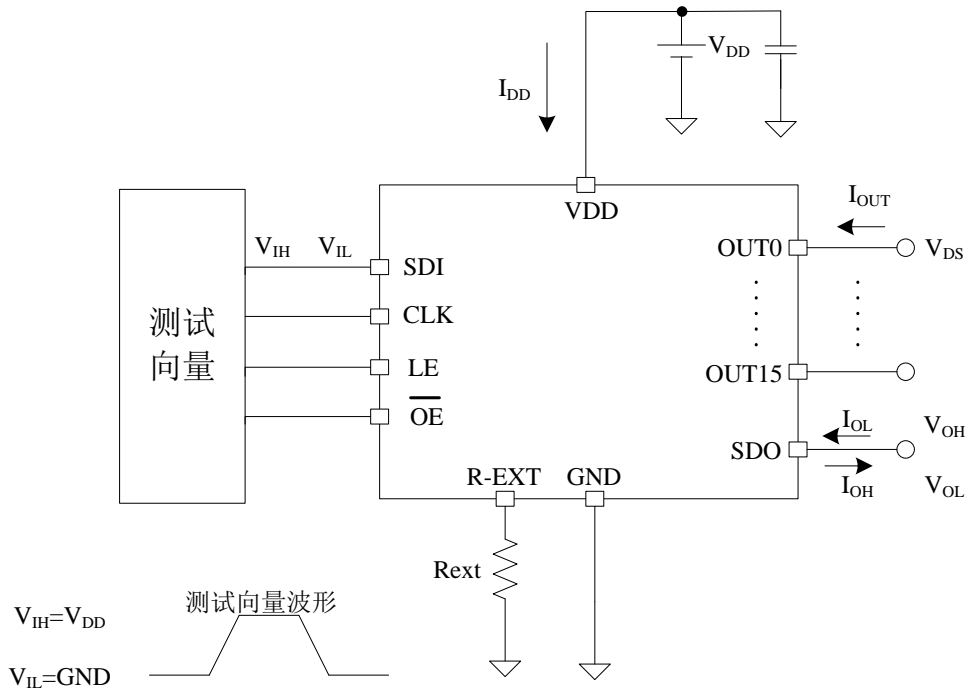
直流特性(VDD=4.2V, Ta=25°C)

特性	代表符号	测量条件	最小值	典型值	最大值	单位
静态电流	$I_{DD(off)1}$	Rext 悬空, OUT0~OUT15=OFF	-	7.8	-	mA
	$I_{DD(off)2}$	Rext=920Ω, OUT0~OUT15=OFF	-	11.3	-	mA
OUT 端口耐压	$V_{DS(MAX)}$	OUT0~ OUT15	-	-	15	V
OUT 端口输出电流	I_{OUT}	VDD=4.2V	2	-	36	mA
SDO 驱动电流	I_{OH}	VDD=4.2V	-	-23	-	mA
	I_{OL}		-	23	-	mA
输入端口翻转电平	V_{IH}	VDD=4.2V	0.7*VDD	-	-	V
	V_{IL}		-	-	0.3*VDD	V
OUT 输出端漏电流	I_{OH}	OUT输出关闭, $V_{DS} = 15V$	-	-	0.2	uA
SDO 输出端电压	V_{OL}	$I_{OL}=+1mA$	-	-	0.4	V
	V_{OH}	$I_{OH}=-1mA$	3.8	-	-	V
OUT 端口输出端电流 1	I_{OUT1}	Rext=910Ω, $V_{DS}=1.0V$	-	20.0	-	mA
输出电流误差	D_{IOUT}	$I_{OUT}=20mA, V_{DS}=1V$ 电流增益位: 00000	片内	-	-	±3.0%
			片间	-	-	±3.5%
OUT 端口输出电流 2	I_{OUT2}	Rext =1.8KΩ, $V_{DS}=1.5V$	-	10.0	-	mA
输出电流误差	D_{IOUT}	$I_{OUT}=10.0mA, V_{DS}=1V$ 电流增益位: 00000	片内	-	-	±3.0%
			片间	-	-	±3.5%
输出电流误差/ V_{DS} 变化量	$\%/\Delta V_{DS}$	$V_{DS}=1.0V\sim 3.0V, I_{OUT}=20mA$	-	1.0	-	%/V
Pull-up 电阻	$R_{OE(up)}$	\overline{OE}	-	170	-	KΩ
Pull-down 电阻	$R_{LE(down)}$	LE	-	170	-	KΩ

直流特性(VDD=3.3V, Ta=25°C)

特性	代表符号	测量条件	最小值	典型值	最大值	单位
IC 静态电流	$I_{DD(off)1}$	Rext 悬空, OUT0~OUT15=OFF	-	7.2	-	mA
	$I_{DD(off)3}$	Rext=920Ω, OUT0~OUT15=OFF	-	10.5	-	mA
OUT 端口耐压	$V_{DS(MAX)}$	OUT0~OUT15	-	-	15	V
OUT 端口输出电流	I_{OUT}	VDD=3.3V	2	-	24	mA
SDO 驱动电流	I_{OH}	VDD=3.3V	-	-17	-	mA
	I_{OL}		-	17	-	mA
输入端口翻转电平	V_{IH}	VDD=3.3V	0.7*VDD	-	-	V
	V_{IL}		-	-	0.3*VDD	V
OUT 端口输出电流 2	I_{OUT2}	Rext =1.8KΩ, $V_{DS}=1.0V$	-	10.0	-	mA
输出电流误差	D_{IOUT}	$I_{OUT}=10mA, V_{DS}=0.6V$ 电流增益位: 00000	片内	-	-	±3.0%
			片间	-	-	±3.5%
OUT 输出端漏电流	I_{OH}	$V_{DS}=15V$	-	-	0.5	uA
输出电流误差/VDS 变化量	$\%/\Delta V_{DS}$	$V_{DS}=1.0V\sim 3.0V, I_{OUT}=20mA$	-	1.0	-	%/V
SDO 输出端电压	V_{OL}	$I_{OL}=+1mA$	-	-	0.3	V
	V_{OH}	$I_{OH}=-1mA$	3.0	-	-	V

直流特性测试电路



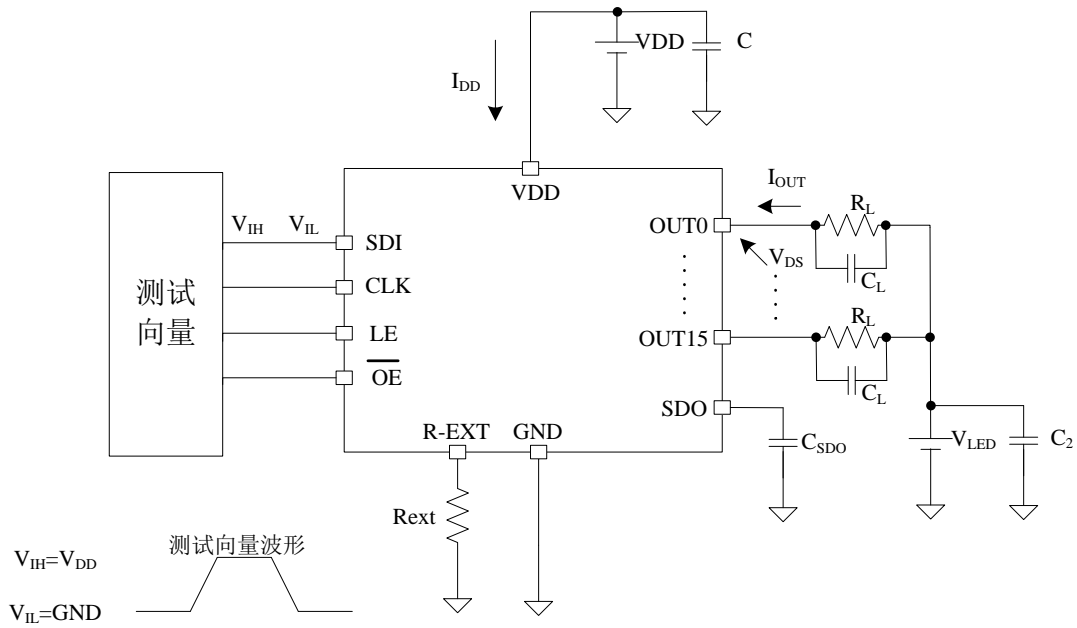
动态特性 (VDD= 4.2V)

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)	OE——OUT	t_{pLH3}	$V_{IH}=VDD$ $V_{IL}=GND$ $R_{ext}=3.0K\Omega$ $VDD=4.2V$ $R_L=570\Omega$	--	52	--	ns
	CLK——SDO	t_{pLH}		--	21	--	ns
延迟时间 (高电平到低电平)	OE——OUT	t_{pHL3}		--	58	--	ns
	CLK——SDO	t_{pHL}		--	21	--	ns
电流输出上升沿时间		$t_{OUT-RISE}$		--	50	--	ns
电流输出下降沿时间		$t_{OUT-FALL}$		--	40	--	ns

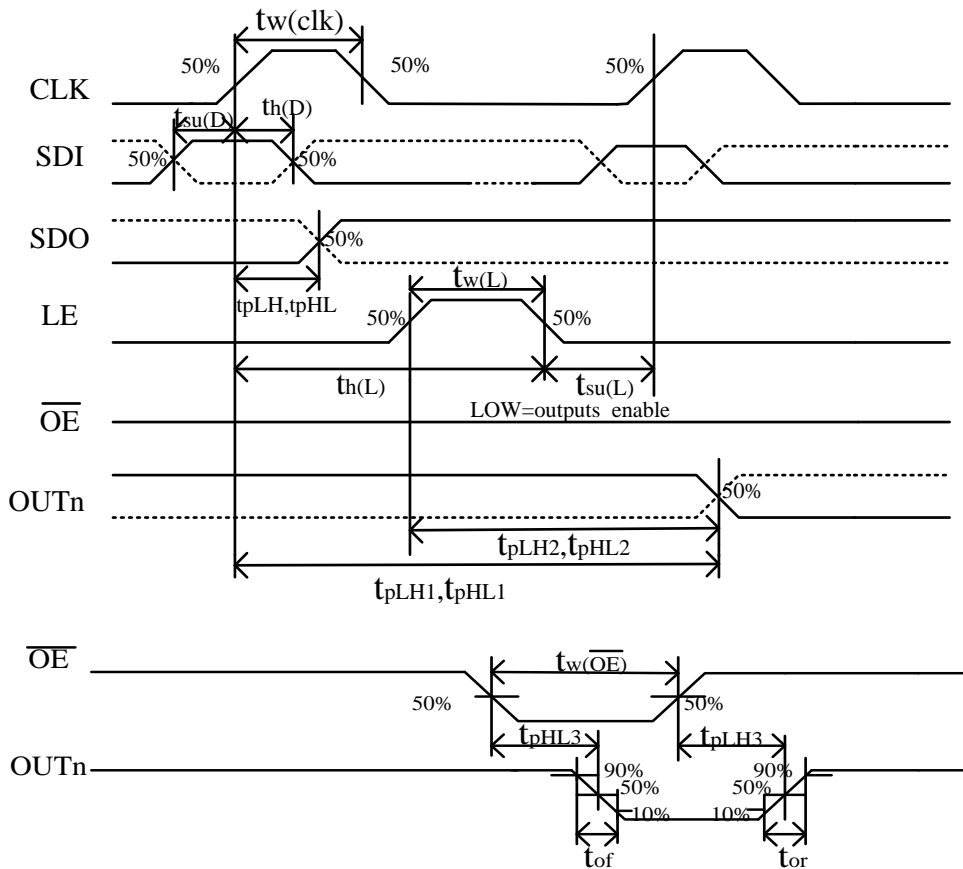
(VDD= 3.3V)

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)	OE——OUT	t_{pLH3}	$V_{IH}=VDD$ $V_{IL}=GND$ $R_{ext}=3.0K\Omega$ $VDD=3.3V$ $R_L=380\Omega$	--	52	--	ns
	CLK——SDO	t_{pLH}		--	23	--	ns
延迟时间 (高电平到低电平)	OE——OUT	t_{pHL3}		--	60	--	ns
	CLK——SDO	t_{pHL}		--	25	--	ns
电流输出上升沿时间		$t_{OUT-RISE}$		--	33	--	ns
电流输出下降沿时间		$t_{OUT-FALL}$		--	33	--	ns

动态特性测试电路



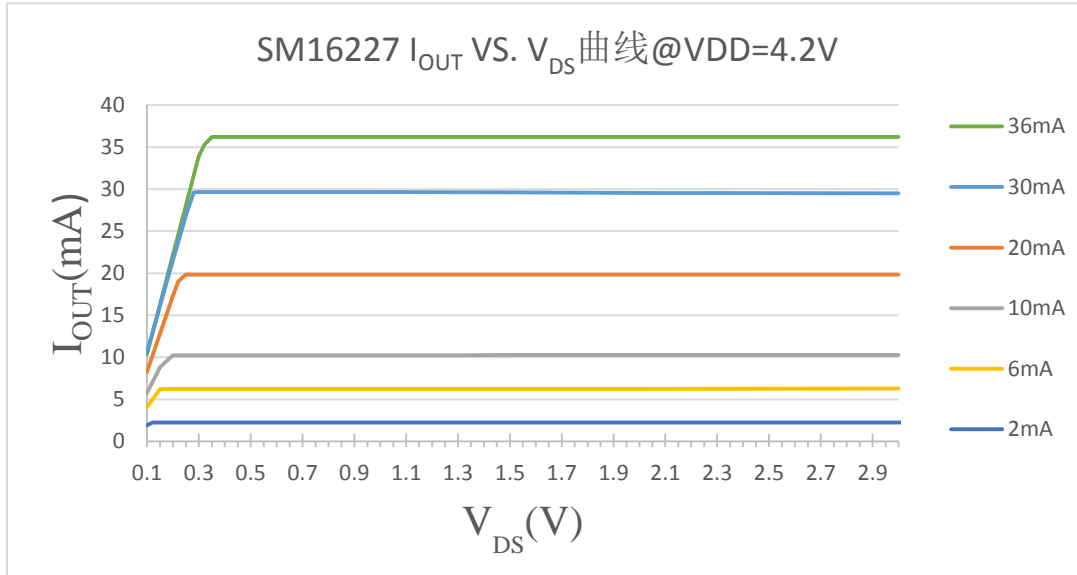
时序波形图



产品应用

将 SM16227 应用于 LED 显示屏设计时，通道间甚至芯片间的电流差异极小。此源自于 SM16227 优异的恒流输出特性：

- ◆ 片内通道间的最大电流误差小于 $\pm 3.0\%$ ，而芯片间的最大电流误差小于 $\pm 3.5\%$ ；
- ◆ 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 = 4.2V 时， I_{OUT} 与 V_{DS} 之间的关系曲线

调整输出电流

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：

$$I_{OUT} = G * 18150 / r_{ext} \quad \text{mA}$$

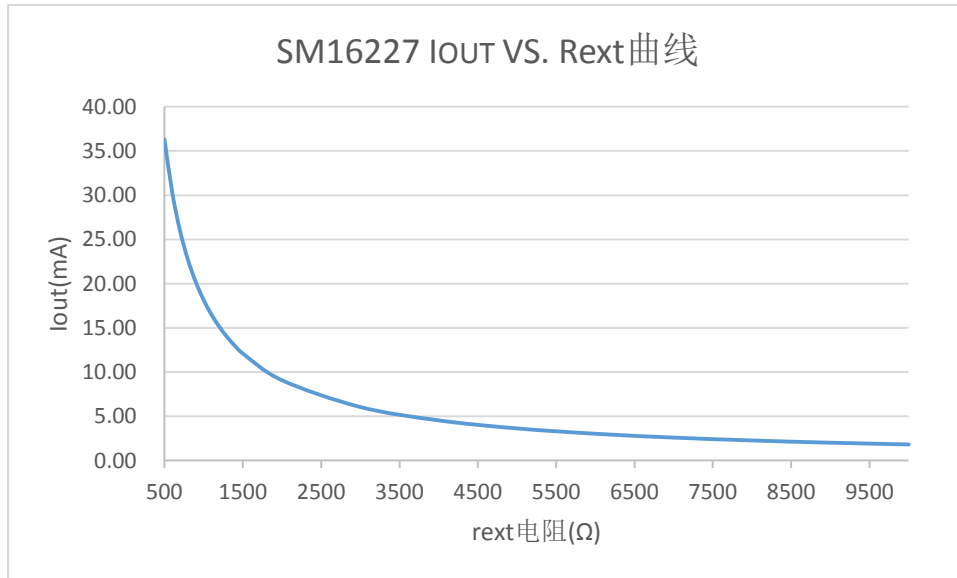
其中 G 为电流增益，可调范围：100%~6.67%，默认 $G=1$ ，故默认时 OUT 电流计算公式为：

$$I_{OUT} = 18150 / r_{ext} \quad \text{mA}$$

例如：

- 1) 应用时选用 3000Ω 电阻，根据公式可以算出电流 $I = 18150 / 3000 = 6.05\text{mA}$ ；
- 2) 应用中设计电流为 10mA ，则可以根据上面公式反算出 $r_{ext} = 18150 / 10 = 1.815\text{K}\Omega$

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：



VDD = 4.2V 时， I_{OUT} 与 R_{ext} 电阻的关系曲线

电流增益调节

SM16227 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'b00000，G=100%。说明：G4 位是最高位，G0 是最低位：

电流增益值范围为 100%~6.67%，计算公式如下：

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

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(默认值)	100.00%	10000	25.00%
00001	93.33%	10001	23.33%
00010	86.67%	10010	21.67%
00011	80.00%	10011	20.00%
00100	73.33%	10100	18.33%
00101	66.67%	10101	16.67%
00110	60.00%	10110	15.00%
00111	53.33%	10111	13.33%
01000	50.00%	11000	12.50%
01001	46.67%	11001	11.67%
01010	43.33%	11010	10.83%
01011	40.00%	11011	10.00%
01100	36.67%	11100	9.17%
01101	33.33%	11101	8.33%
01110	30.00%	11110	7.50%
01111	26.67%	11111	6.67%

Iout 电流完整计算公式应为：Iout=G*18150/rext mA

封装散热功率(PD)

封装的最大散热功率是由公式:

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

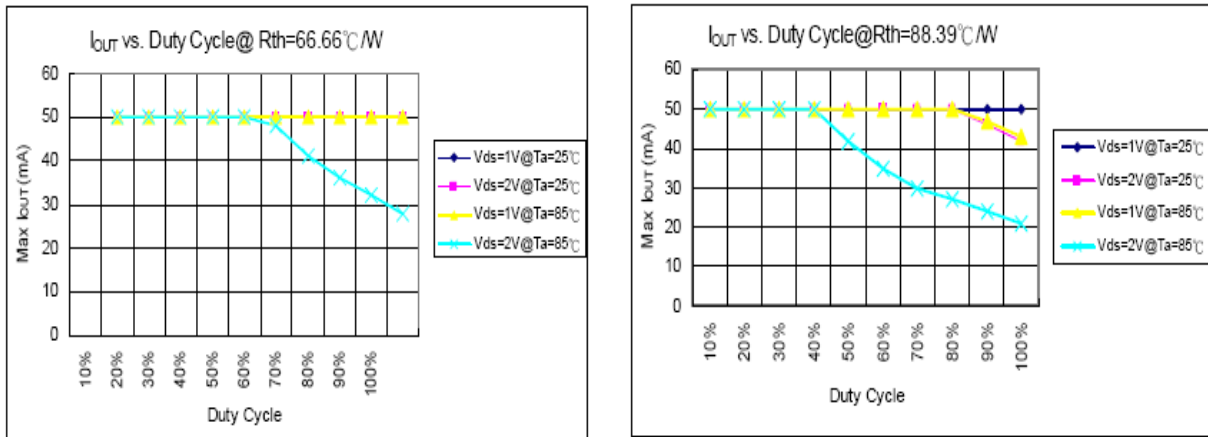
当 16 个通道完全打开时,实际功耗为:

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

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:

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

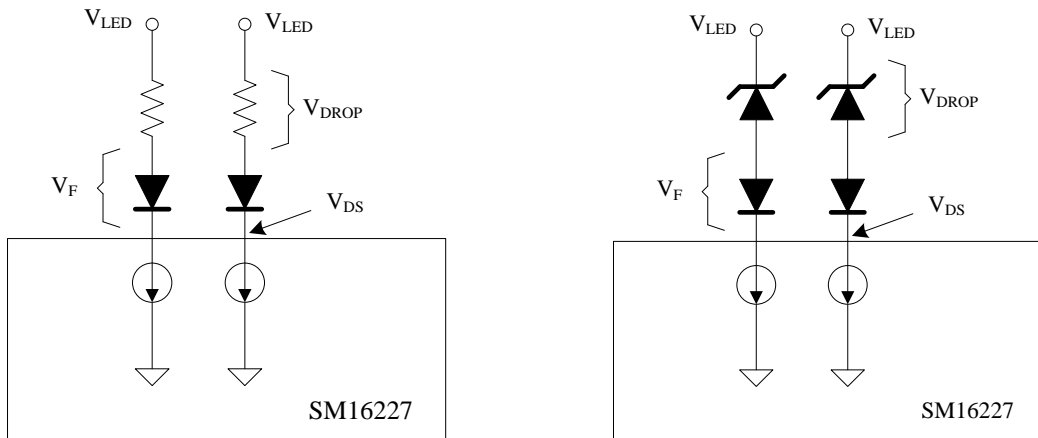
$$R_{fc} = \frac{R_{th(j-a)} * (T_j - T_a)}{P_{D(act)} * R_{th(j-a)} - T_j + T_a}$$

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

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。

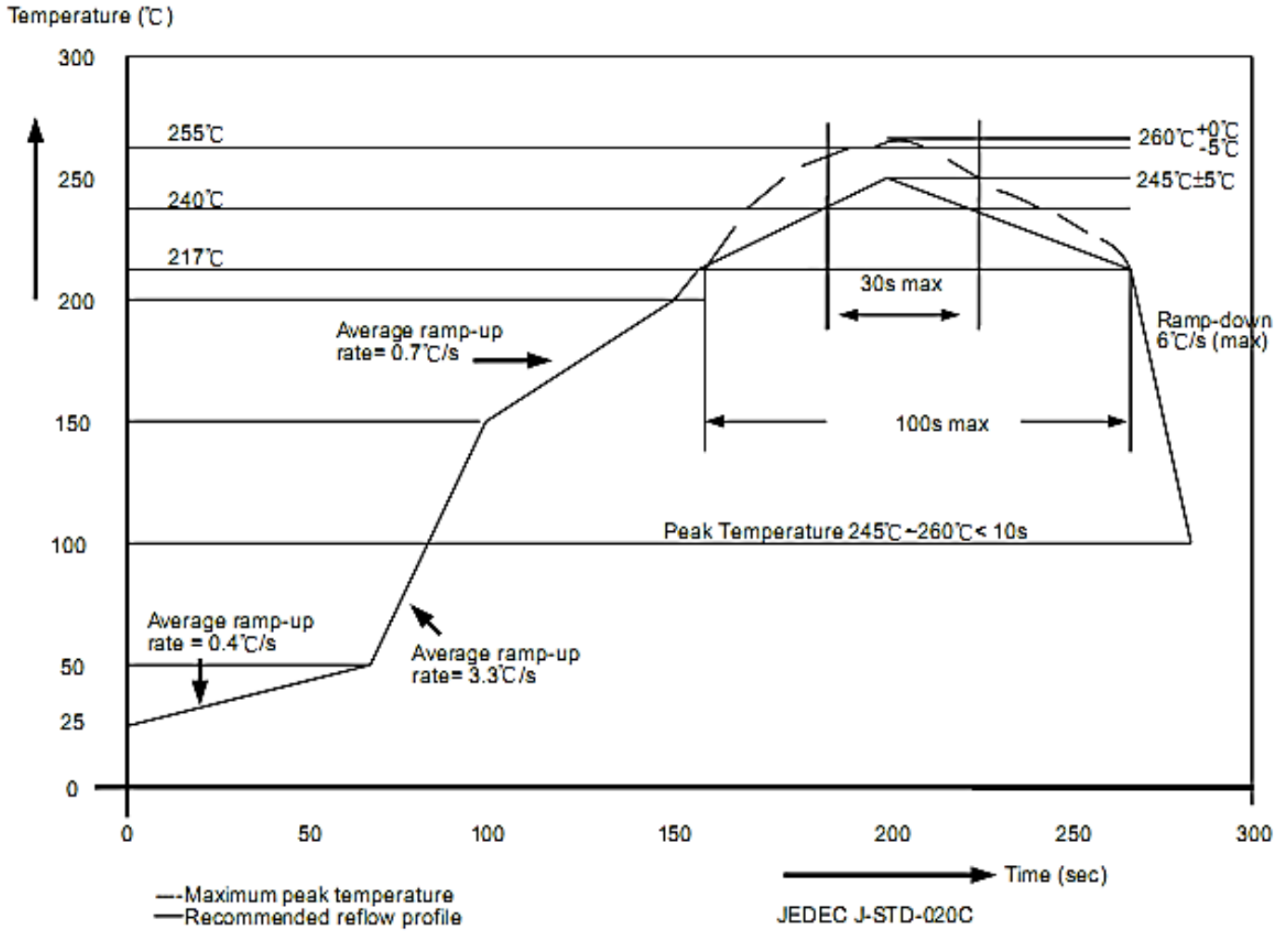
负载端电压(V_{LED})

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 $I_{OUT} = 2mA \sim 36mA$)。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。



封装焊接制程

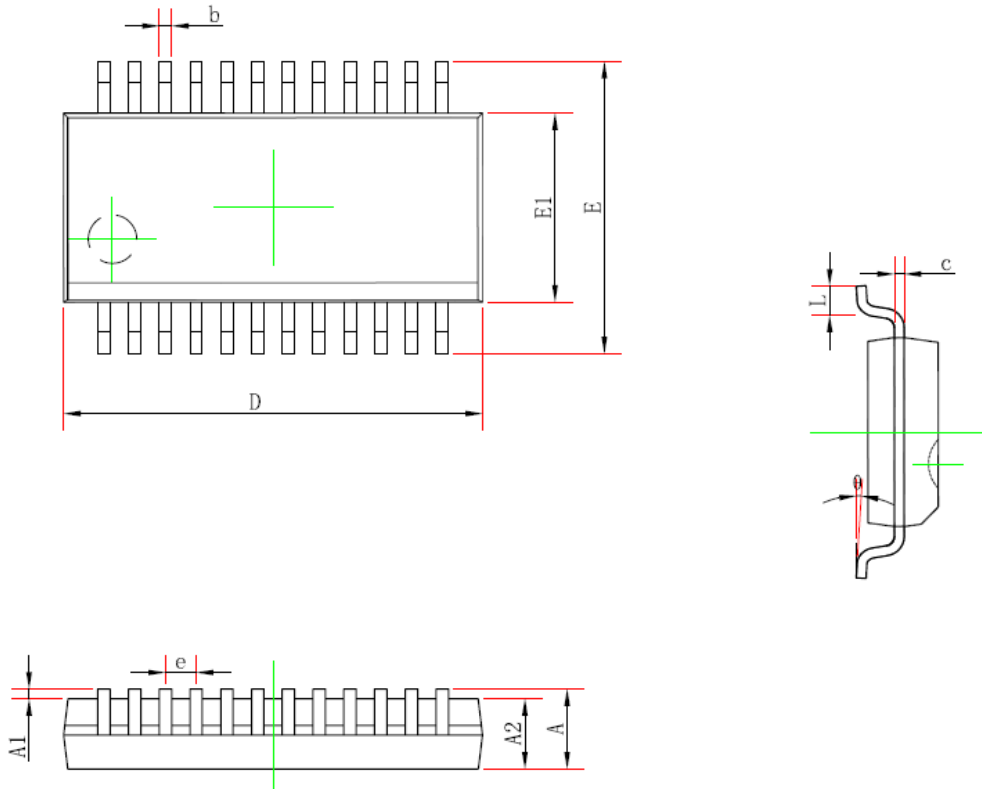
明微电子所生产的半导体产品遵循欧洲 RoHs 标准，封装焊接制程锡炉温度符合 J-STD-020 标准。



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

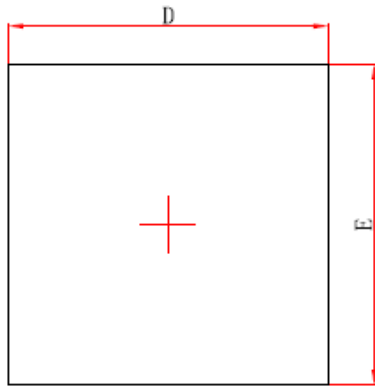
封装形式

QSOP24

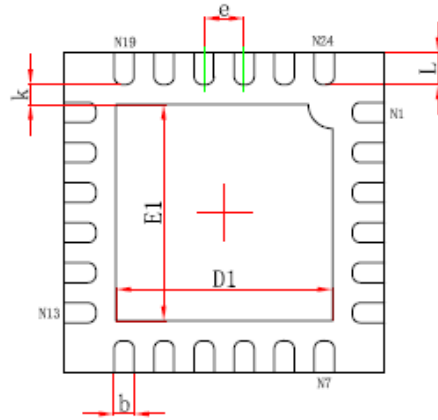


Symbol	Min(mm)	Max(mm)
A	-	1.95
A1	0.05	0.35
A2	1.05	-
b	0.1	0.4
c	0.05	0.254
D	8.2	9.2
E1	3.6	4.2
E	5.6	6.5
e	0.635TYP	
L	0.3	1.5
θ	0°	10°

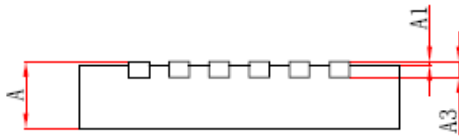
QFN24(4*4)



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

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。