

# SM16207

## 概述

SM16207是专为LED显示屏设计的恒流驱动芯片，内建CMOS移位寄存器，并置有双锁存功能，可以将串行的输入数据转换成并行输出数据格式，适应于高刷新高利用率显示屏应用领域。

SM16207工作电压为3.3V—5.0V，提供16个1mA—32mA恒流输出端口；IC片内输出电流差异小于±2.5%，IC片间的输出电流差异小于±3.0%；通道输出电流不随着输出端电压（V<sub>DS</sub>）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。

SM16207输出端口耐压可达16V，因此可以在每个输出端串接多个LED灯；SM16207高达25MHz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，有效提高刷新率及利用率；
- ◆ 内置列下消影功能；
- ◆ 16通道恒流输出；
- ◆ 工作电压：3.3V~5.0V；
- ◆ 恒流电流范围：

1—32mA@VDD=5.0V

@片内：<±2.5%；片间：<±3.0%；

1—22mA@VDD=3.3V

@片内：<±2.5%；片间：<±3.0%；

- ◆ 输出电流由外部R<sub>ext</sub>电阻调节；
- ◆ 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)；

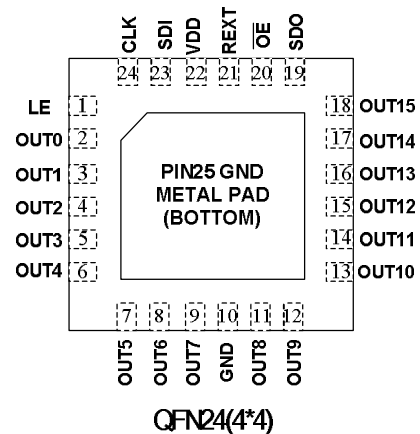
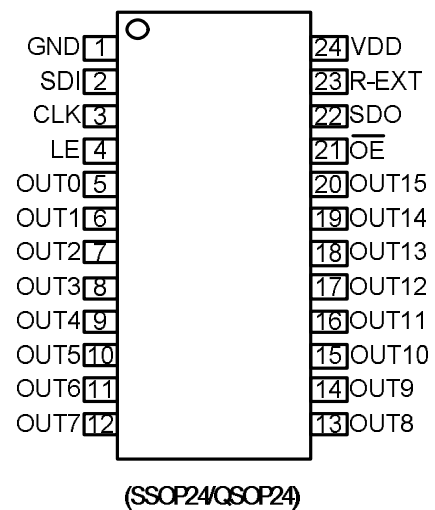
## 应用领域

- ◆ 广告屏
- ◆ LED显示驱动

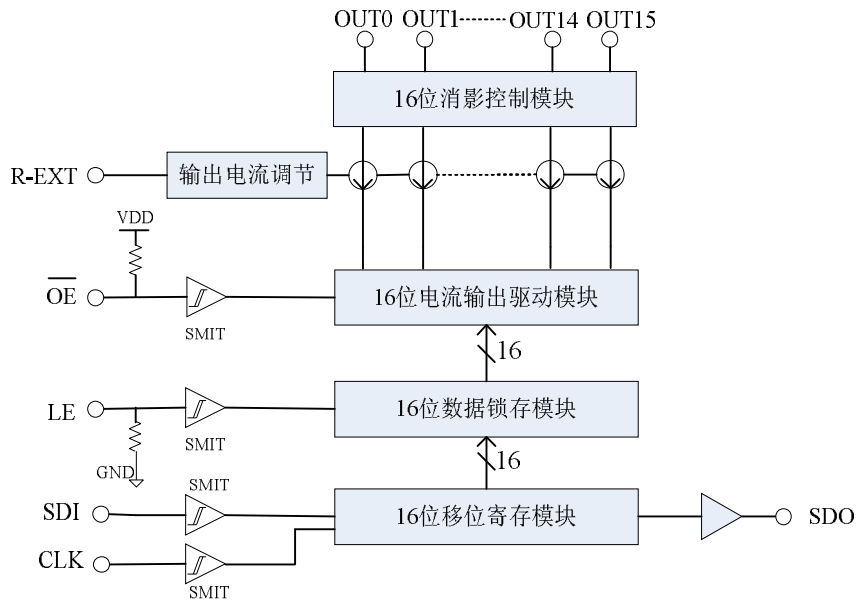
## 封装信息

产品名称	封装形式	塑封体尺寸 (mm)	脚间距 (mm)
SM16207S	QSOP24	8.65*3.9*1.4	0.635
SM16207N	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

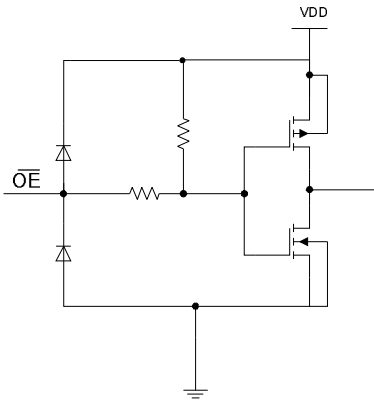
名称	功能说明
GND	芯片地;
SDI	串行数据输入端口;
CLK	时钟信号的输入端口, 时钟上升沿时移位数据;
LE	数据锁存控制端口, 当 LE 为高电平时, 串行数据会被传入至输出锁存器; 当 LE 为低电平时, 数据会被锁存;
OUT0~OUT15	恒流源输出端口;
$\overline{OE}$	输出使能控制端口, 当 $\overline{OE}$ 为低电平时, 即会启动 OUT0~OUT15 输出; 当 $\overline{OE}$ 为高电平时, OUT0~OUT15 输出会被关闭;
SDO	串行数据输出端口, 可接至下一个芯片的 SDI 端口;
R-EXT	连接外接电阻的输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

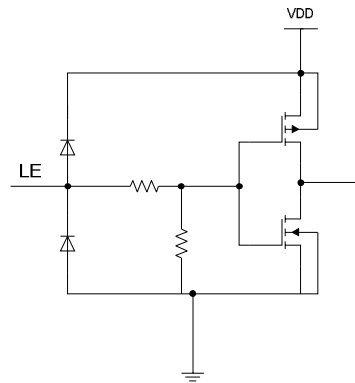
订购型号	封装形式	包装方式		卷盘尺寸
		管装	编带	
SM16207S	QSOP24	100000 颗/箱	4000 颗/盘	13 寸
SM16207N	QFN24(4*4)	/	5000 颗/盘	13 寸

## 输入及输出等效电路

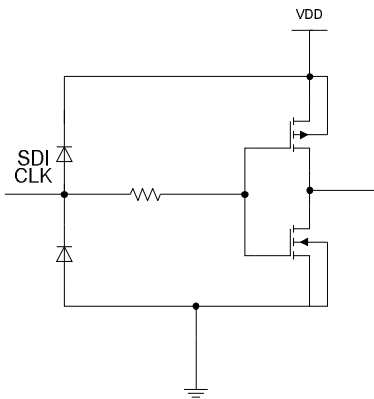
### ◆ $\overline{OE}$ 输入端



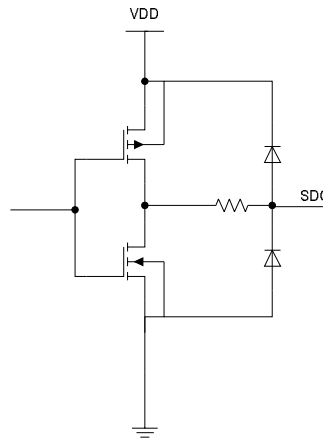
### LE 输入端



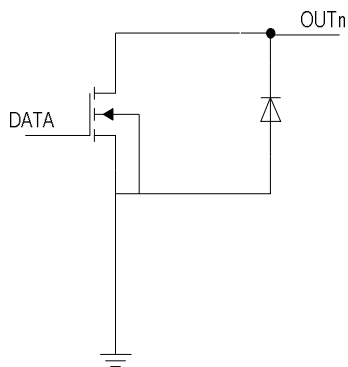
### ◆ CLK,SDI 输入端



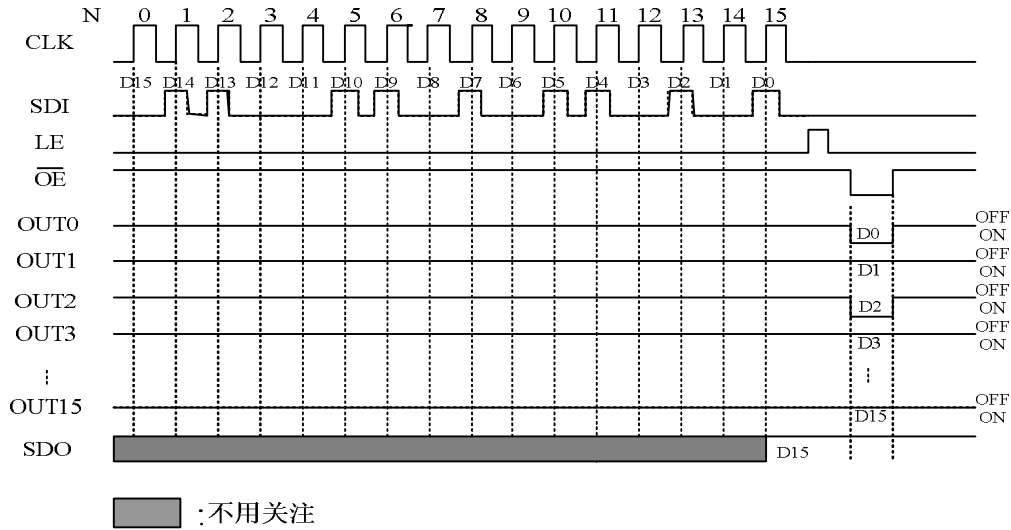
### SDO 输出端



### ◆ 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	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
	X	L	Dn+3	Dn+2...Dn-5...Dn-13	Dn-13
	X	H	Dn+3	off	Dn-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	$V_{SDA}, V_{CLK}, V_{LE}, V_{OE}$	VDD-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~+17.0	V
时钟频率	$f_{CLK}$	30	MHz
IC 工作时的环境温度	$T_{opr}$	-40~+85	°C
IC 储存时的环境温度	$T_{stg}$	-55~+150	°C
HBM 人体放电模式	$V_{ESD}$	>2K	V

备注：表贴产品焊接最高峰值温度不能超过 260°C，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。

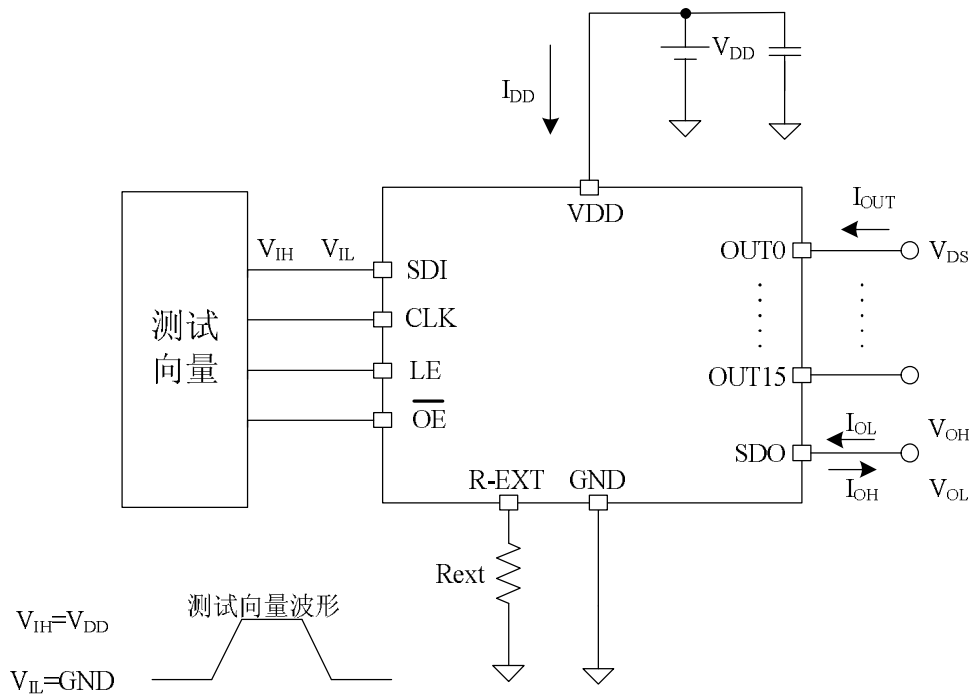
直流特性(若无特殊说明, VDD=5.0V, Ta=25°C)

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		-	1.8	-	mA
	$I_{DD(Off)2}$	Rext=920Ω, OUT0~OUT15=OFF		-	4.0	-	mA
OUT 端口耐压	$V_{DS(MAX)}$	OUT0~OUT15		-	-	16	V
OUT 端口输出电流	$I_{OUT}$	VDD=5.0V		1	-	32	mA
SDO 驱动电流	$I_{OH}$	VDD=5.0V		-	-22	-	mA
	$I_{OL}$			-	23	-	mA
输入端口翻转电平	$V_{IH}$	VDD=5V		3.0	-	-	V
	$V_{IL}$			-	-	1.5	V
OUT 输出端漏电流	$I_{OH}$	OUT输出关闭, $V_{DS}=16V$		-	-	0.5	uA
SDO 输出端电压	$V_{OL}$	$I_{OL}=+1mA$		-	-	0.4	V
	$V_{OH}$	$I_{OH}=-1mA$		4.6	-	-	V
OUT 端口输出端电流 1	$I_{OUT1}$	Rext=920Ω, $V_{DS}=1.5V$		-	21.0	-	mA
输出电流误差	$D_{IOUT}$	$I_{OUT}=21mA$	片内	-	-	±2.5%	
		$V_{DS}=1.5V$	片间	-	-	±3.0%	
OUT 端口输出电流 2	$I_{OUT2}$	Rext=1.8KΩ, $V_{DS}=1.5V$		-	10.8	-	mA
输出电流误差	$D_{IOUT}$	$I_{OUT}=10.8mA$	片内	-	-	±2.5%	
		$V_{DS}=1.5V$	片间	-	-	±3.0%	
输出电流误差/ $V_{DS}$ 变化量	$\%/\Delta V_{DS}$	$V_{DS}=1.0V\sim 3.0V$		-	-	1.0	%/V
输出电流误差/ $V_{DD}$ 变化量	$\%/\Delta V_{DD}$	$V_{DD}=4.5V\sim 5.5V$		-	-	1.0	%/V
Pull-up 电阻	$R_{OE(up)}$	$\overline{OE}$		-	200	-	KΩ
Pull-down 电阻	$R_{LE(down)}$	LE		-	200	-	KΩ

(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	$I_{DD(0f)1}$	Rext 悬空, OUT0~OUT15=OFF		-	1.0	-	mA
	$I_{DD(0f)3}$	Rext=920Ω, OUT0~OUT15=OFF		-	3.4	-	mA
OUT 端口耐压	$V_{DS(MAX)}$	OUT0~OUT15		-	-	16	V
OUT 端口输出电流	$I_{OUT}$	VDD=5.0V		1	-	22	mA
SDO 驱动电流	$I_{OH}$	VDD=5.0V		-	-11	-	mA
	$I_{OL}$			-	11	-	mA
输入端口翻转电平	$V_{IH}$	VDD=3.3V		2.4	-	-	V
	$V_{IL}$			-	-	1.0	V
OUT 输出端漏电流	$I_{OH}$	$V_{DS} = 16V$		-	-	0.5	uA
SDO 输出端电压	$V_{OL}$	$I_{OL} = +1mA$		-	-	0.3	V
	$V_{OH}$	$I_{OH} = -1mA$		3.0	-	-	V
OUT 端口输出端电流 1	$I_{OUT1}$	$V_{DS} = 1.2V$	Rext=920Ω	-	21.0	-	mA
输出电流误差	$D_{IOUT}$	$I_{OUT} = 21mA$	片内	-	-	±2.5%	
		$V_{DS} = 1.2V$	片间	-	-	±3.0%	
OUT 端口输出端电流 2	$I_{OUT2}$	$V_{DS} = 1.2V$	Rext=1.8KΩ	-	10.8	-	mA
输出电流误差	$D_{IOUT}$	$I_{OUT} = 10.8mA$	片内	-	-	±2.5%	
		$V_{DS} = 1.2V$	片间	-	-	±3.0%	
输出电流误差/ $V_{DS}$ 变化量	$\%/\Delta V_{DS}$	$V_{DS} = 1.0V \sim 3.0V$		-	-	1	%/V
输出电流误差/ $V_{DD}$ 变化量	$\%/\Delta V_{DD}$	$V_{DD} = 3.0V \sim 3.6V$		-	-	1	%/V
Pull-up 电阻	$R_{OE(up)}$	$\overline{OE}$		-	200	-	KΩ
Pull-down 电阻	$R_{LE(down)}$	LE		-	200	-	KΩ

## 直流特性测试电路



## 动态特性

(VDD= 5.0V)

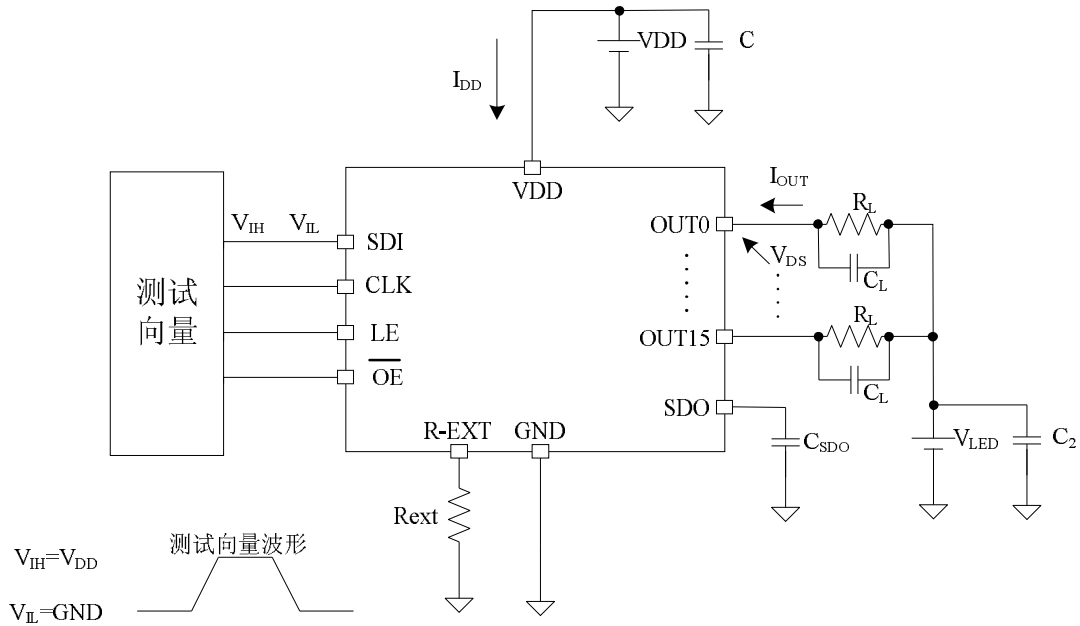
特性		代表符	测量条件	最小值	一般值	最大值	单位
延迟时间 (低电平到高电平)	OE——OUT	$t_{pLH3}$	$V_{IH}=VDD$ $V_{IL}=GND$ $R_{ext}=3K\Omega$ $VDD=5.0V$ $R_L=600\Omega$	--	54	--	ns
	CLK——SDO	$t_{pLH}$		--	33	--	ns
延迟时间 (高电平到低电平)	OE——OUT	$t_{pHL3}$		--	55	--	ns
	CLK——SDO	$t_{pHL}$		--	31	--	ns
电流输出上升沿时间		$t_{OUT-RISE}$		--	58	--	ns
电流输出下降沿时间		$t_{OUT-FALL}$		--	54	--	ns

(VDD= 3.3V)

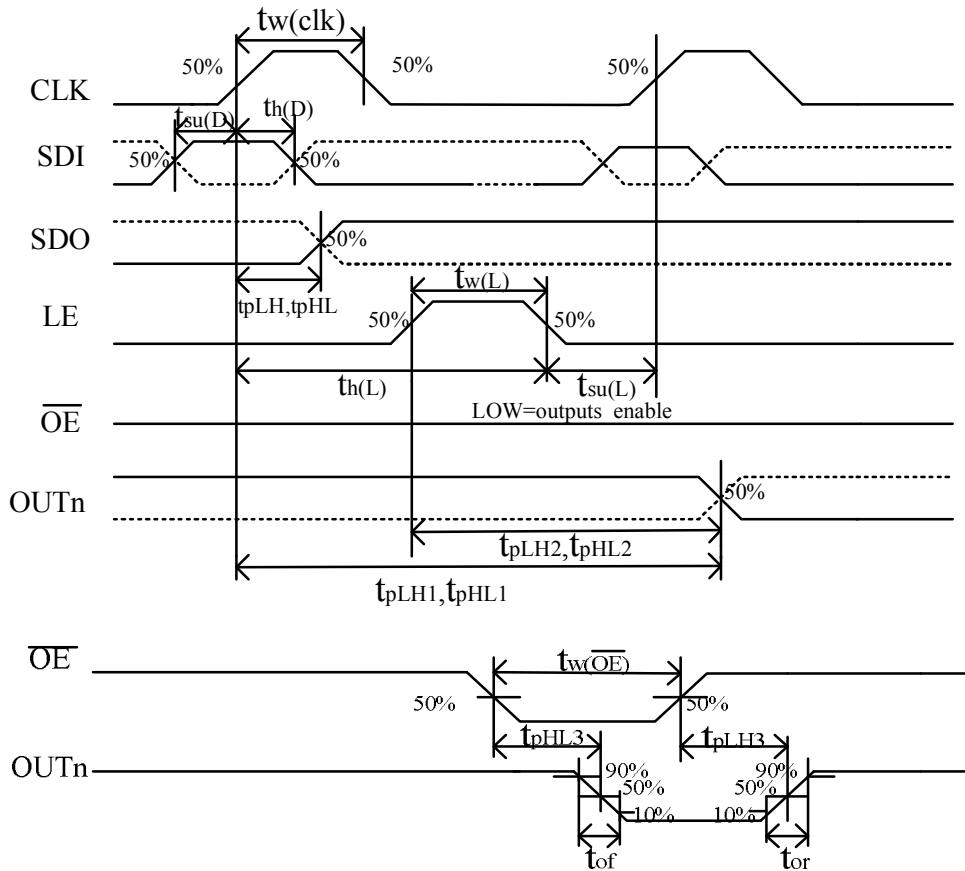
特性		代表符	测量条件	最小值	一般值	最大值	单位
延迟时间 (低电平到高电平)	OE——OUT	$t_{pLH3}$	$V_{IH}=VDD$ $V_{IL}=GND$ $R_{ext}=3.0K\Omega$ $VDD=3.3V$ $R_L=380\Omega$	--	52	--	ns
	CLK——SDO	$t_{pLH}$		--	32	--	ns
延迟时间 (高电平到低电平)	OE——OUT	$t_{pHL3}$		--	44	--	ns
	CLK——SDO	$t_{pHL}$		--	31	--	ns
电流输出上升沿时间		$t_{OUT-RISE}$		--	23	--	ns
电流输出下降沿时间		$t_{OUT-FALL}$		--	18	--	ns



### 动态特性测试电路



### 时序波形图

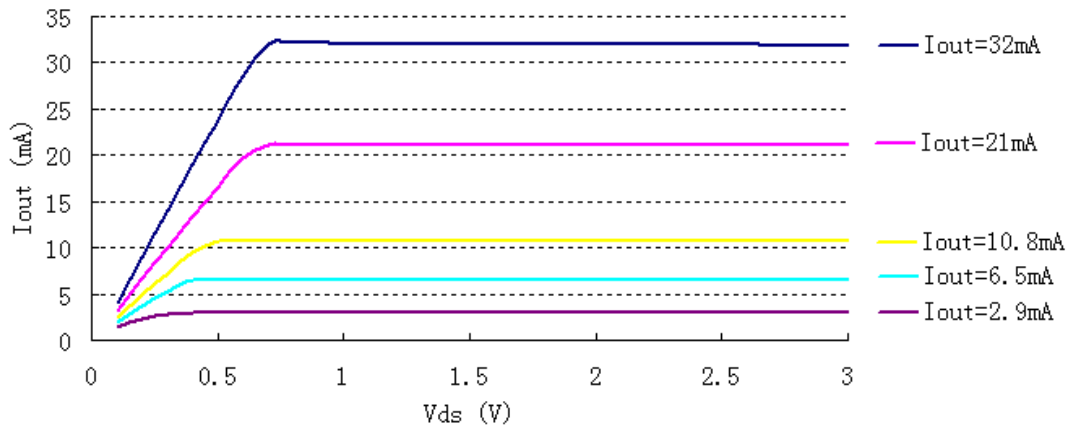


## 产品应用

将 SM16207 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 SM16207 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。

SM16207 Iout VS. Vds



VDD = 5V 时， $I_{OUT}$  与  $V_{DS}$  之间的关系曲线

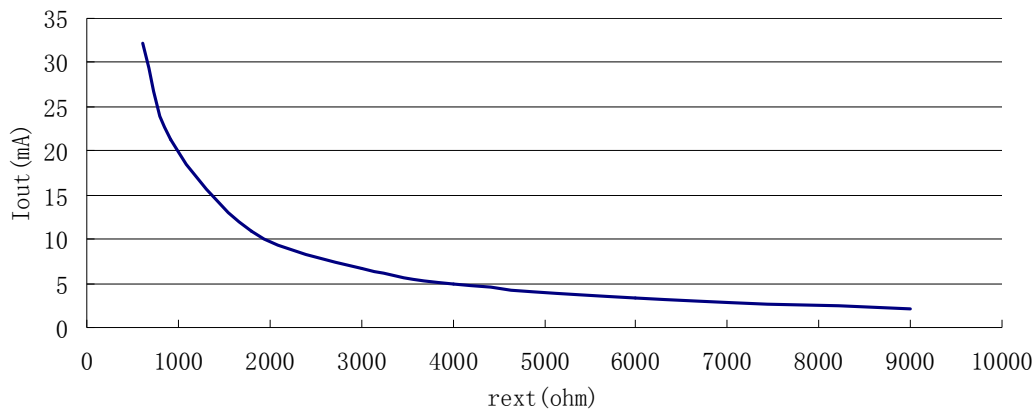
## 调整输出电流

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：

$$I_{OUT} = (19.5/r_{ext}) * 1000 \text{ mA}$$

公式中的  $r_{ext}$  是指 R-EXT 端口对地的电阻值，电流单位是 mA。比如，当  $r_{ext}=750\Omega$  时通过公式计算可得输出电流值 26mA，当  $r_{ext}$  电阻值是  $6000\Omega$  时，输出的电流值则为 3.3mA。

SM16207 Iout VS. rext



$I_{OUT}$  与  $R_{ext}$  电阻的关系曲线

## 封装散热功率(PD)

封装的最大散热功率是由公式:

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

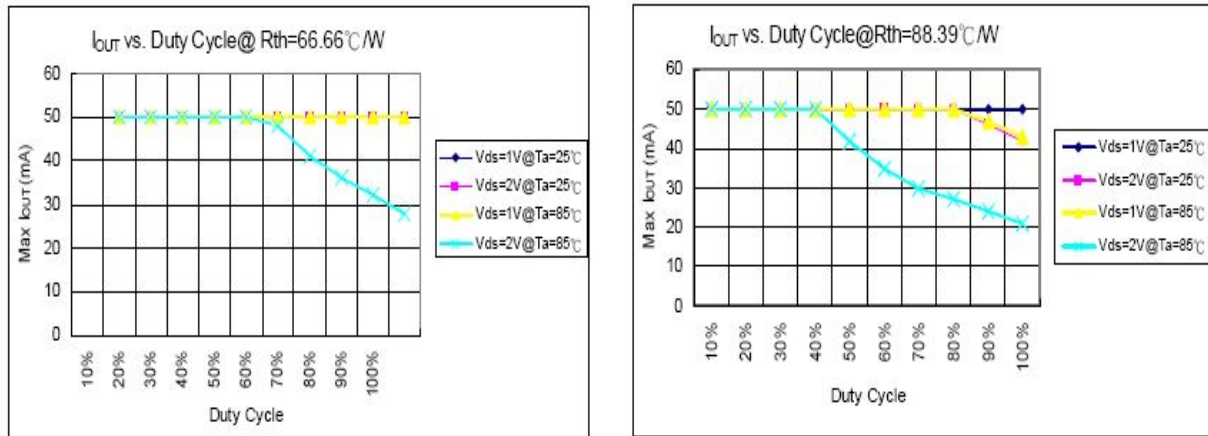
当 16 个通道完全打开时,实际功耗为:

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

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:

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

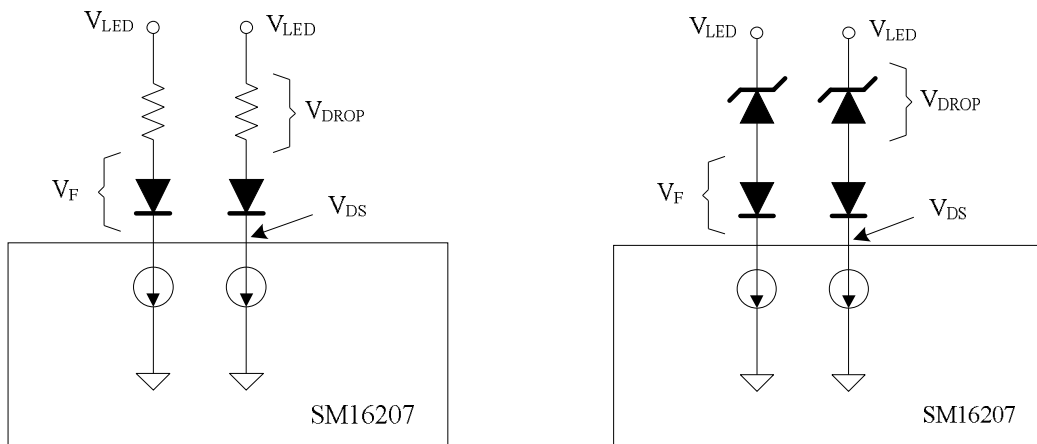
$$R_{fc} = \frac{R_{th(j-a)} * (T_j - T_a)}{P_{D(act)} * R_{th(j-a)} - T_j + T_a}$$

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

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。

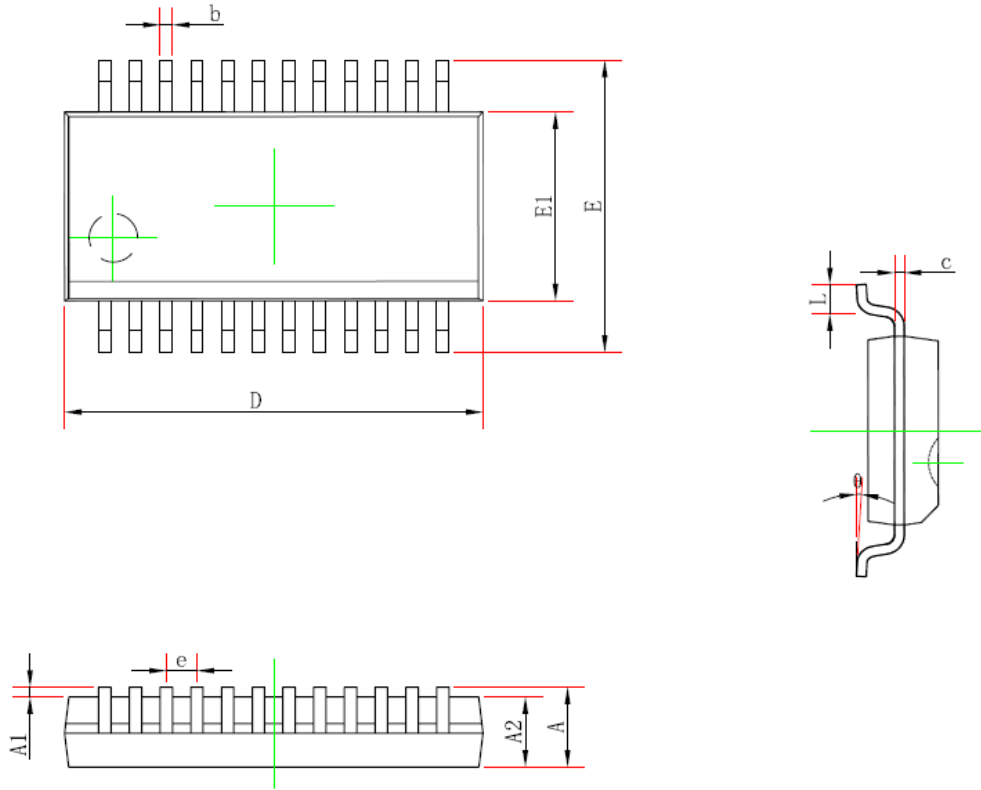
## 负载端电压(VLED)

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 1.2V 左右(依据  $I_{OUT} = 1mA \sim 32mA$ )。如果  $V_{DS} = V_{LED} - V_F$  且  $V_{LED} = 5.0V$  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。



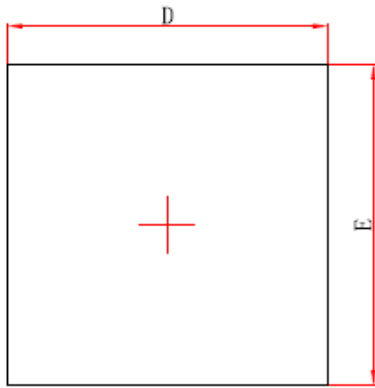
封装形式

QSOP24

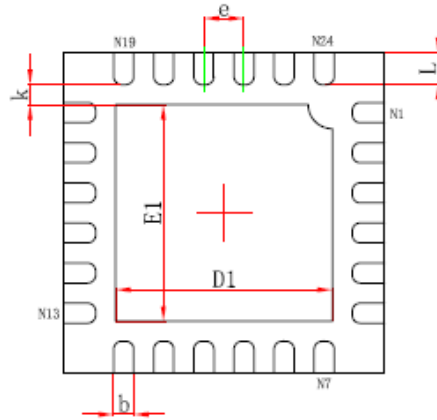


Symbol	Min(mm)	Max(mm)
A	-	1.95
A1	0.05	0.35
A2	1.05	-
b	0.1	0.4
c	0.05	0.254
D	8.2	9.2
E1	3.6	4.2
E	5.6	6.5
e	0.635TYP	
L	0.3	1.5
$\theta$	0°	10°

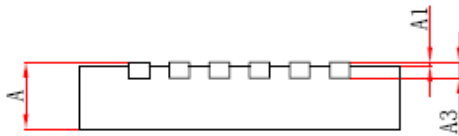
QFN24(4\*4)



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