

SM16509

概述

SM16509 是采用 SM-PWM 协议的共阴高刷恒流驱动芯片，内置 32K SRAM 存储器，支持 1~64 扫 LED 显示屏整帧数据存储及显示。灰阶时钟内置，降低 EMI 干扰，实现 16bit 灰阶，提高画面对比度。

SM16509 内置智慧节能功能，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。

SM16509 内置开路检测功能，解决显示屏 LED 开路“十字架”问题，并支持开、短路信息在线回传。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，适用于 Mini LED 显示屏。

特点

- ◆ SM_PWM 专利技术：16bit 灰阶控制
- ◆ 16 通道恒流输出
- ◆ 共阴方案应用，可实现 R/G/B 独立供电
- ◆ 恒流输出范围：0.6~16mA
- ◆ 内置 SRAM，支持 1~64 扫应用
- ◆ 内置 64 级电流增益调节，亮度调节不损失灰阶
- ◆ 内置消影功能，消除列上鬼影和文字鬼影
- ◆ 内置 LED 开路检测功能，解决开路“十字架”问题
- ◆ 内置 LED 开、短路信息回传功能
- ◆ 内置智慧节能功能
- ◆ 消除偏色、麻点、高对比耦合、跨板耦合等现象
- ◆ 恒流电流偏差：片内 $<\pm 1.6\%$ ，片间 $<\pm 1.6\%$
- ◆ 封装形式：QSOP24、QFN24(4*4)

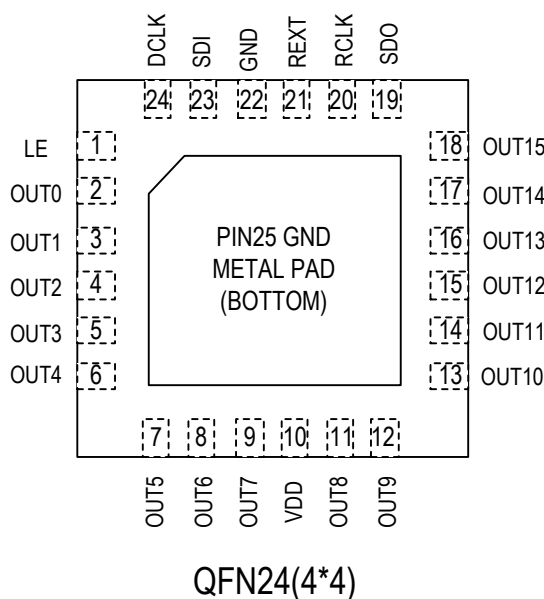
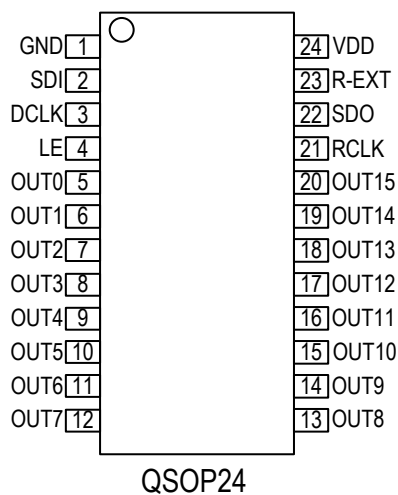
应用领域

- ◆ 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)
SM16509	QSOP24	8.65*3.9*1.4	0.635
SM16509N	QFN24(4*4)	4.0*4.0*0.85	0.5

管脚图



内部功能框图

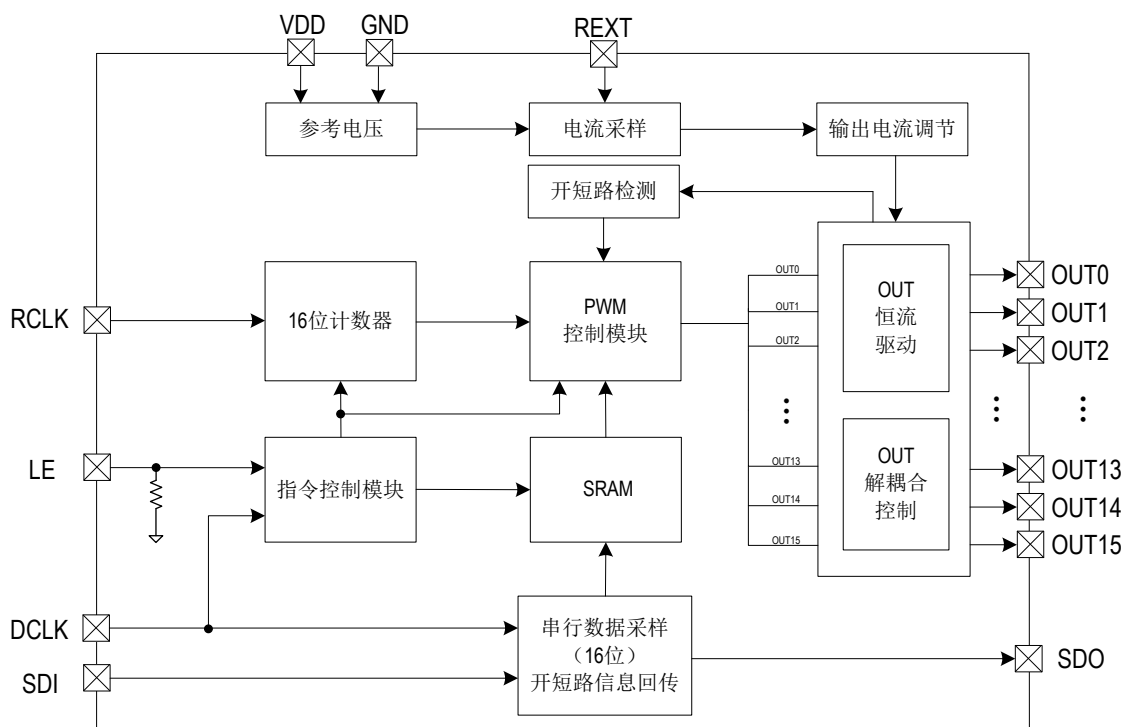


Fig. SM16509 内部功能框图

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
SDO	串行数据输出端；可接至下一个芯片的 SDI 端口
R-EXT	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	
SM16509	QSOP24	50000 只/箱	4000 颗/盘	13 寸
SM16509N	QFN24(4*4)	/	5000 颗/盘	13 寸

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

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	0~6.0	V
V_{IN}	输入端电压	-0.4~ $V_{DD}+0.4$	V
I_{OUT}	OUT 端口电流	16	mA
f_{DCLK_MAX}	时钟频率	30	MHz
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。

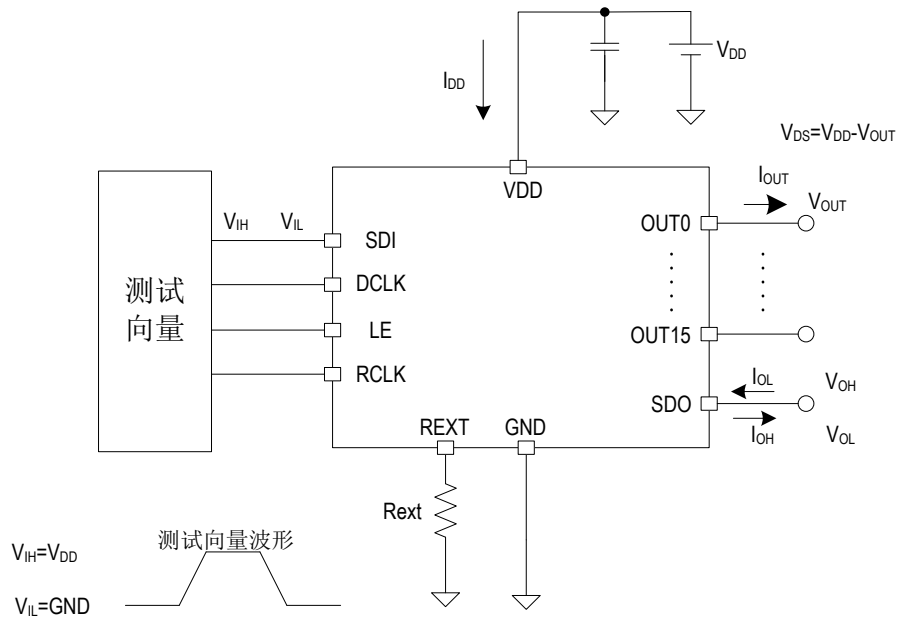
电气工作参数

直流特性

◆ $T_A=25^{\circ}\text{C}$

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	--	2.5	3.8	5.5	V	
I_{DD}	静态电流	SDI 数据为 0, 黑屏节能	-	1.8	-	mA	
	工作电流	$R_{ext} = 1.8\text{K}\Omega$, OUT 端口开启 打开智慧节能, 随灰度变化	2.1	-	6.1	mA	
I_{OUT}	OUT 端口输出电流	OUT 端口开启	0.6	-	16.0	mA	
I_{OH}	SDO 端口驱动电流	$V_{DD}=3.8\text{V}$	-	24.0	-	mA	
		$V_{DD}=2.8\text{V}$	-	17.0	-	mA	
I_{OL}		$V_{DD}=3.8\text{V}$	-	24.0	-	mA	
		$V_{DD}=2.8\text{V}$	-	17.0	-	mA	
V_{IH}	SDI 输入翻转电平	$V_{DD}=2.5\text{V}\sim 5.5\text{V}$	$0.5*V_{DD}$	-	-	V	
V_{IL}			-	-	$0.3*V_{DD}$	V	
$V_{DS,S}$	OUT 端口恒流拐点电压	$V_{DD} = 3.8\text{V}, I_{OUT}=12.0\text{mA}$	-	0.42	-	V	
		$V_{DD} = 2.8\text{V}, I_{OUT}=12.0\text{mA}$	-	0.44	-	V	
I_{OUT}	OUT 端口输出端电流	$R_{ext}= 6.5\text{K}\Omega, G=1$	-	3.0	-	mA	
		$R_{ext}= 1.63\text{K}\Omega, G=1$	-	12.0	-	mA	
d_{IOUT}	输出电流精度	片内	$I_{OUT}=12.0\text{mA}$	-	± 1.0	± 1.6	%
		片间		-	± 1.0	± 1.6	%
$\%/\Delta V_{DD}$	输出电流误差/ V_{DD} 变化量	$V_{DD} = 2.8\text{V}\sim 4.5\text{V}, I_{OUT}=12.0\text{mA}$	-	± 1.0	-	%/V	
$\%/\Delta V_{DS}$	输出电流误差/ V_{DS} 变化量	$V_{DS} = 1.0\text{V}\sim 3.3\text{V}, I_{OUT}=12.0\text{mA}$	-	± 1.0	-	%/V	
R_{down_LE}	LE 端口 Pull-down 电阻	-	-	155	-	$\text{K}\Omega$	

直流特性测试电路



动态特性

◆ $V_{DD}=3.8V$, $T_A=25^{\circ}C$ 。

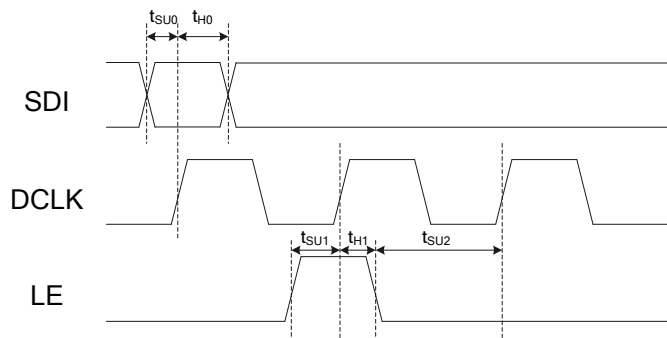
符号	特性		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
t_{PLH1}	延迟时间	DCLK — OUT	$V_{DD}=3.8V$ $V_{DS}=1.0V$ $V_{IH}=V_{DD}$ $V_{IL}=GND$ $R_{ext}=1.63K\Omega$ $C_1=100nF$ $C_L=10pF$ $C_{SDO}=10pF$ GCLK 为 1 倍频	-	120	-	ns
t_{PLH2}		DCLK — SDO		-	22	-	
t_{PHL1}	延迟时间	DCLK — OUT		-	90	-	ns
t_{PHL2}		DCLK — SDO		-	24	-	
t_{OR}	电流输出上升沿时间			-	90	-	ns
t_{OF}	电流输出下降沿时间			-	50	-	
F_{DCLK}	数据时钟频率			-	-	30	MHz

◆ $V_{DD}=2.8V$, $T_A=25^{\circ}C$ 。

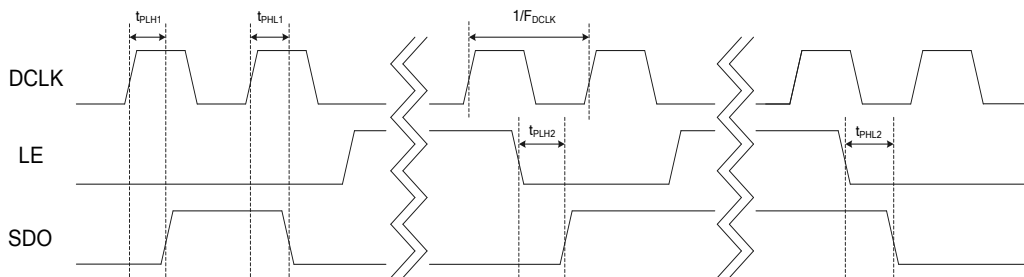
符号	特性		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
t_{PLH0}	延迟时间	DCLK — OUT	$V_{DD}=2.8V$ $V_{DS}=1.0V$ $V_{IH}=V_{DD}$ $V_{IL}=GND$ $R_{ext}=1.63K\Omega$ $C_1=100nF$ $C_L=10pF$ $C_{SDO}=10pF$ GCLK 为 1 倍频	-	170	-	ns
t_{PLH1}		DCLK — SDO		-	26	-	
t_{PHL0}	延迟时间	DCLK — OUT		-	130	-	ns
t_{PHL1}		DCLK — SDO		-	27	-	
t_{OR}	电流输出上升沿时间			-	120	-	ns
t_{OF}	电流输出下降沿时间			-	50	-	
F_{DCLK}	数据时钟频率			-	-	25	MHz

注：如下图所示，图中测试点若无特殊说明，则上升沿为高电平的 90%，下降沿为高电平的 10%。

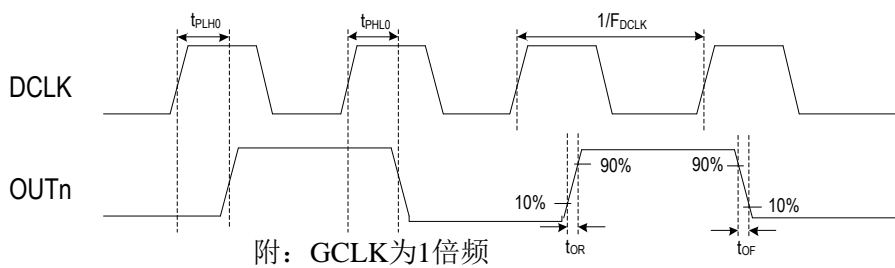
(1)数据采用时序



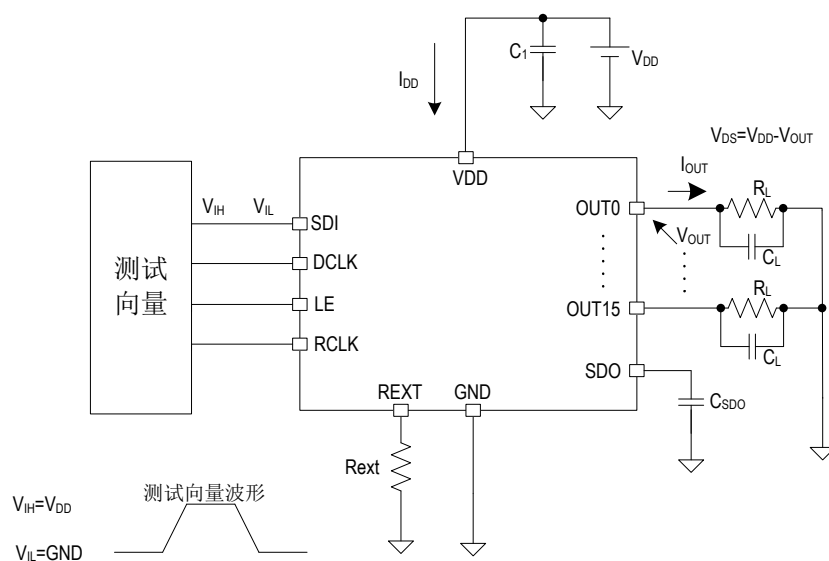
(2)指令发送时序



(3)灰度输出时序

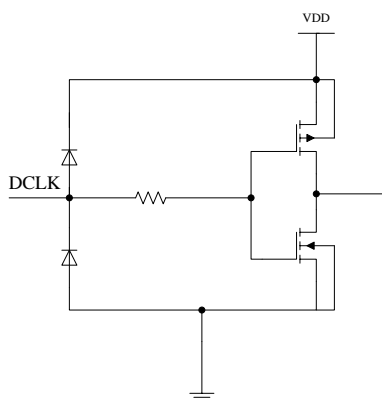


动态特性测试电路

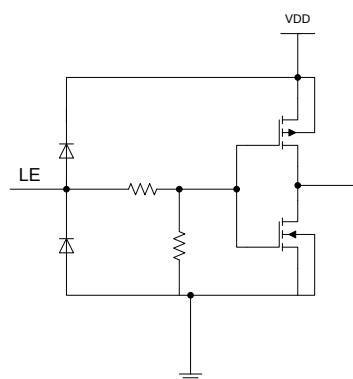


输入及输出等效电路

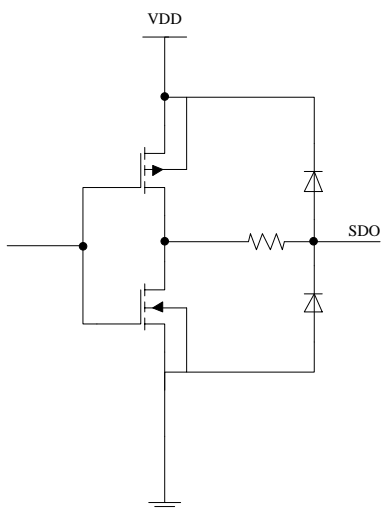
◆ DCLK、RCLK、SDI 输入端



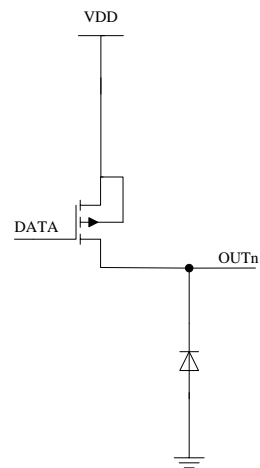
LE 输入端



◆ SDO 输出端



OUT0~OUT15 输出端



恒流特性

SM16509 通道间以及芯片间的电流差异极小，此源自于 SM16509 的优异的恒流输出特性：

- ◆ 通道间的最大电流误差小于 $\pm 1.6\%$ ，而芯片间的电流误差小于 $\pm 1.6\%$ 。
- ◆ 当负载端电压 V_{OUT} 变化时，其输出电流的稳定性不受影响，如下图所示，其中 $V_{DS}=V_{DD}-V_{OUT}$ 。

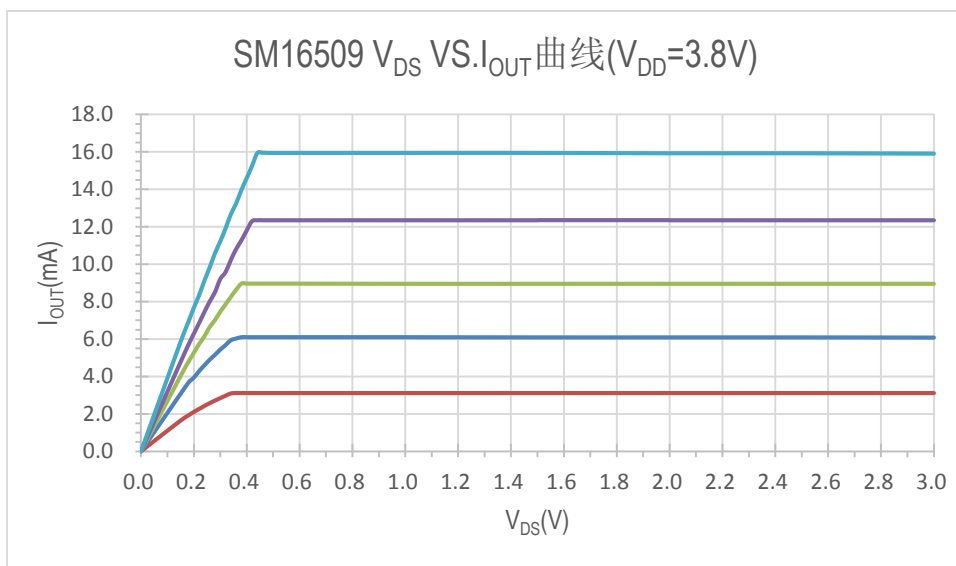


Fig. $V_{DD}=3.8V$ 时，SM16509 I_{OUT} 与 V_{DS} 的关系曲线

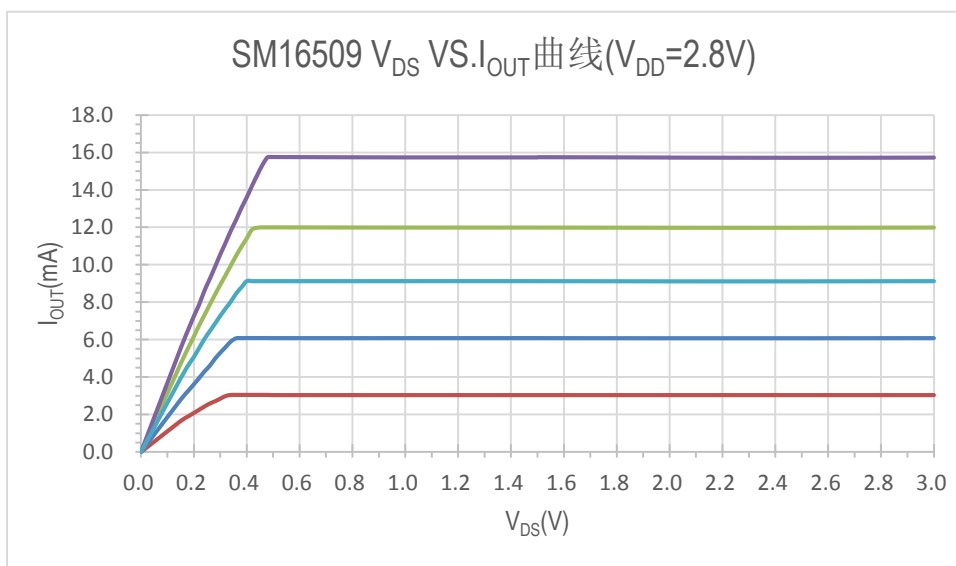


Fig. $V_{DD}=2.8V$ 时，SM16509 I_{OUT} 与 V_{DS} 的关系曲线

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：

$$I_{OUT} = \frac{19500}{R_{ext}} * G \quad \text{mA}$$

公式中：

R_{ext} 是指外接至 $REXT$ 端对 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：

$$I_{OUT} = \frac{19500}{R_{ext}} \quad \text{mA}$$

- 1) 应用时选用 3000Ω 电阻，根据公式可以算出电流 $I_{OUT}=19500/3000=6.5\text{mA}$ ；
- 2) 应用中设计电流为 10mA ，则可以根据上面公式反算出 $R_{ext}=19500/10=1950\Omega$ 。

R_{ext} 和 I_{OUT} 关系曲线如下：

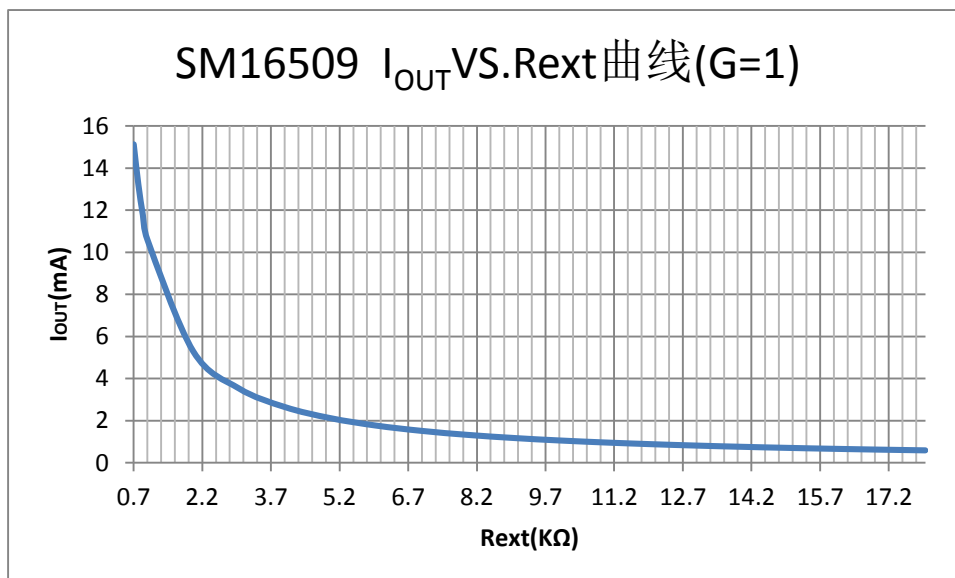


Fig. SM16509 的输出端口电流 I_{OUT} 与 R_{ext} 电阻间的关系 ($G=1$)

电流增益调节

SM16509 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：

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

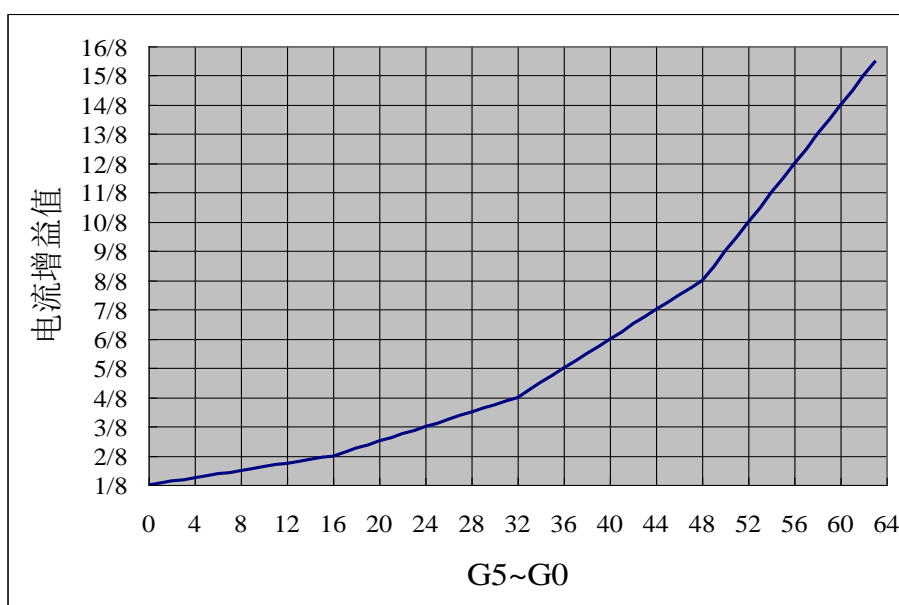


Fig. SM16509 I_{out} 电流增益调节曲线

典型应用方案

SM16509 为共阴恒流驱动芯片，需搭配共阴行驱动芯片，支持 1~64 扫应用。如下图所示，为 SM16509 典型 LED 显示屏应用框图

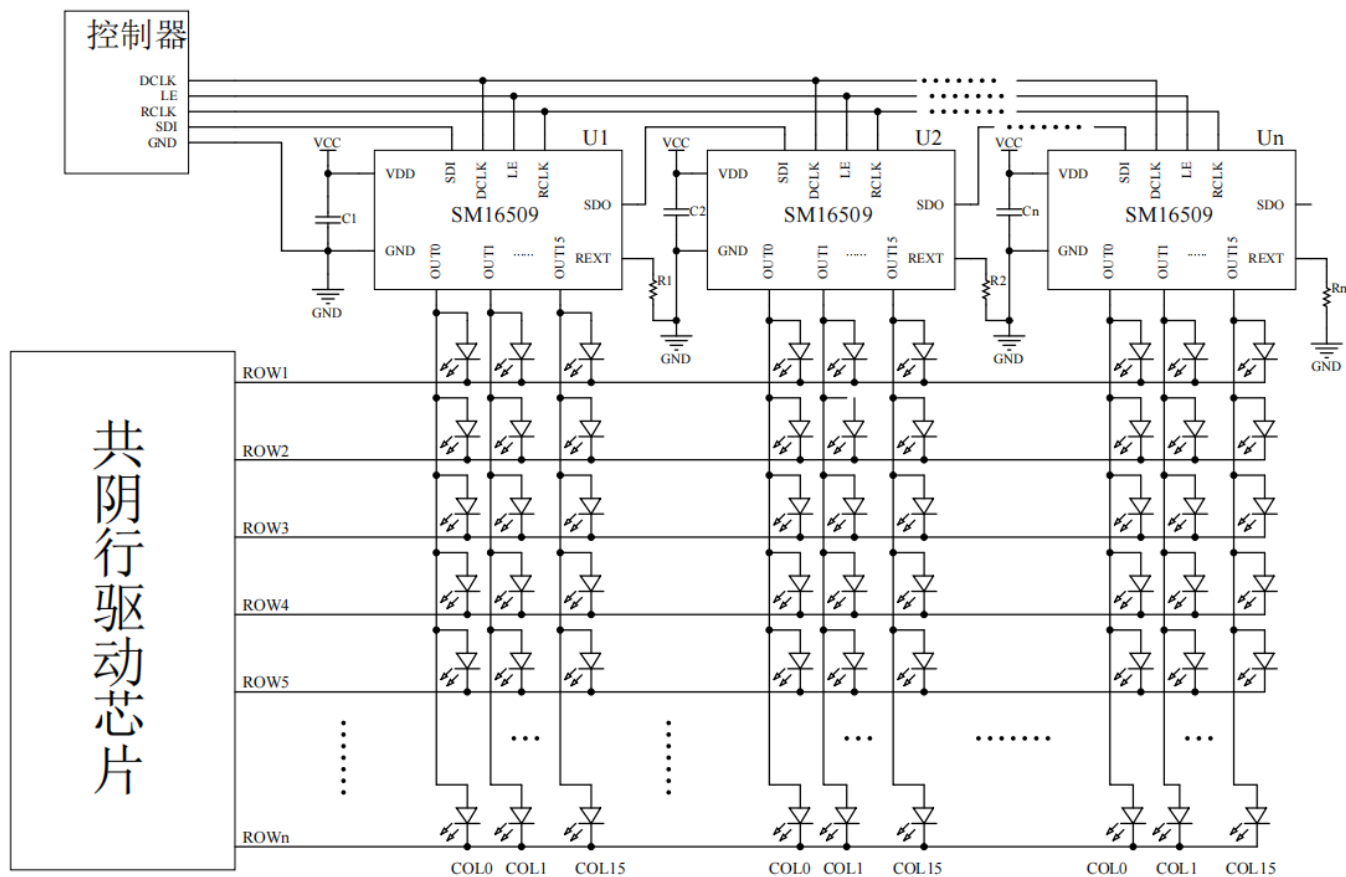


Fig. SM16509 典型 LED 显示屏应用框图

SM16509 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 2.5~5.5V。在显示屏应用方案中，红灯、绿灯和蓝灯应分开供电，以尽可能降低系统功耗，推荐输入电源 VCC 的供电电压为红灯 2.8V，绿灯和蓝灯 3.8V；

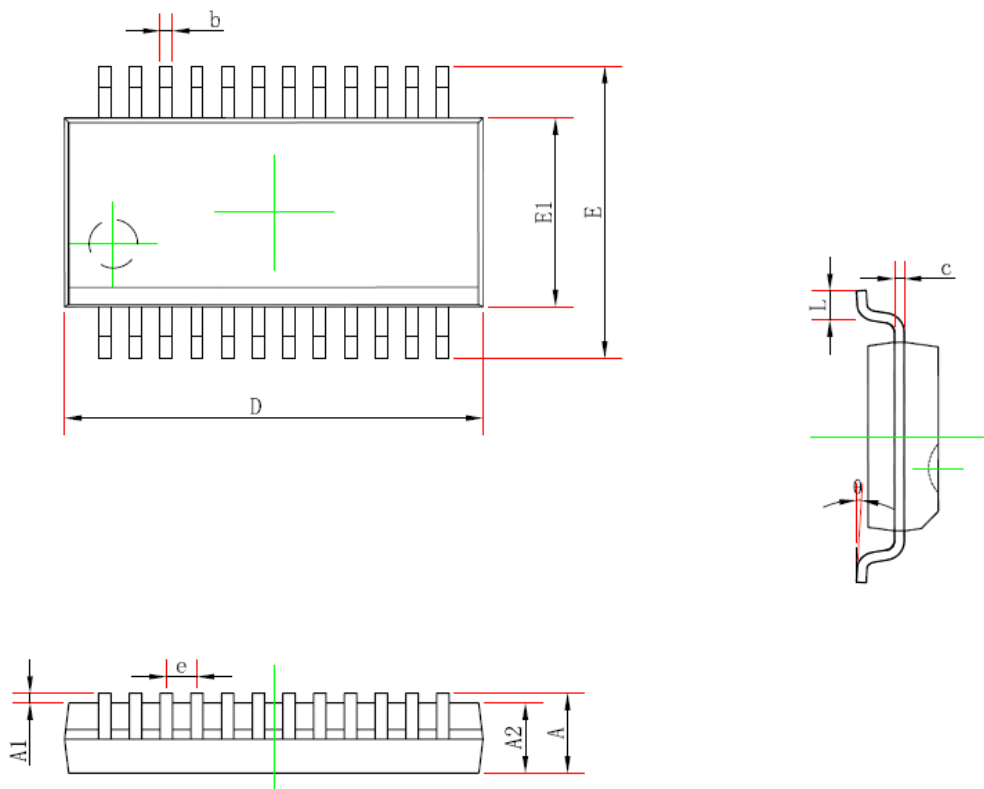
(2) 图中 Cn 为系统电源滤波电容，取值范围为 100nF~10uF，推荐采用 100nF；

(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) SM16509 支持 1~64 扫，图中 ROWn 最大为 ROW64。

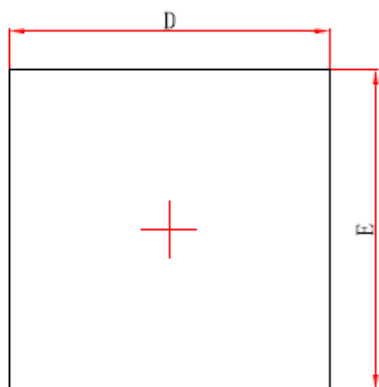
封装形式

QSOP24

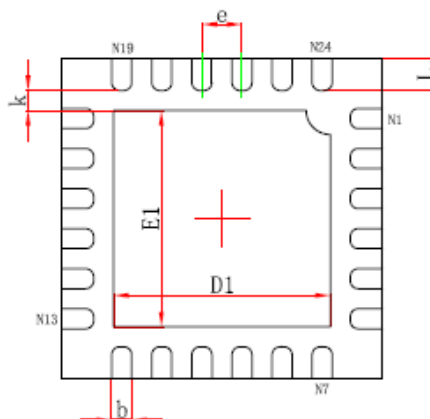


Symbol	Min(mm)	Max(mm)
A	-	1.95
A1	0.05	0.35
A2	1.05	-
b	0.1	0.4
c	0.05	0.254
D	8.2	9.2
E1	3.6	4.2
E	5.6	6.5
e	0.635TYP	
L	0.3	1.5
θ	0°	10°

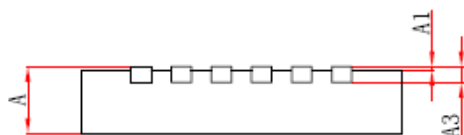
QFN24(4*4)



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

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：

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

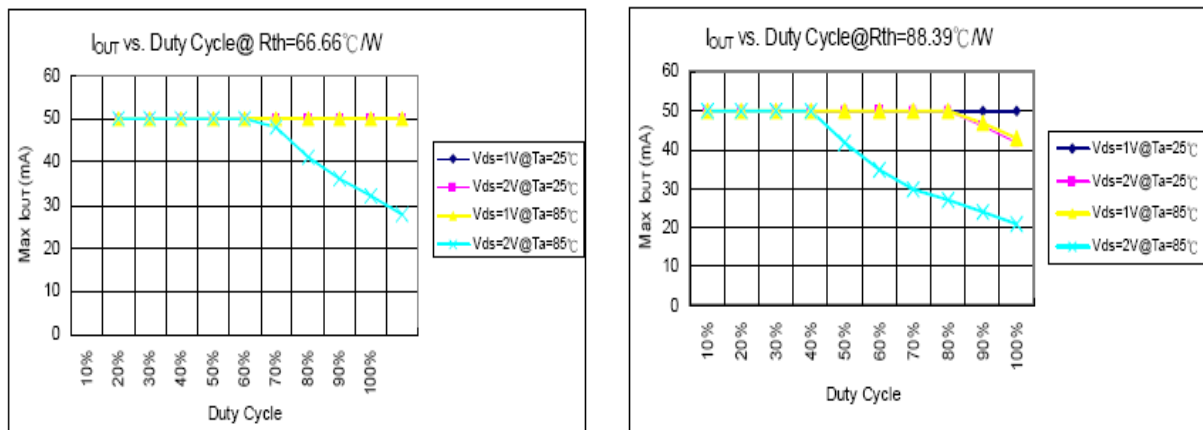
当 16 个通道完全打开时,实际功耗为:

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

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:

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

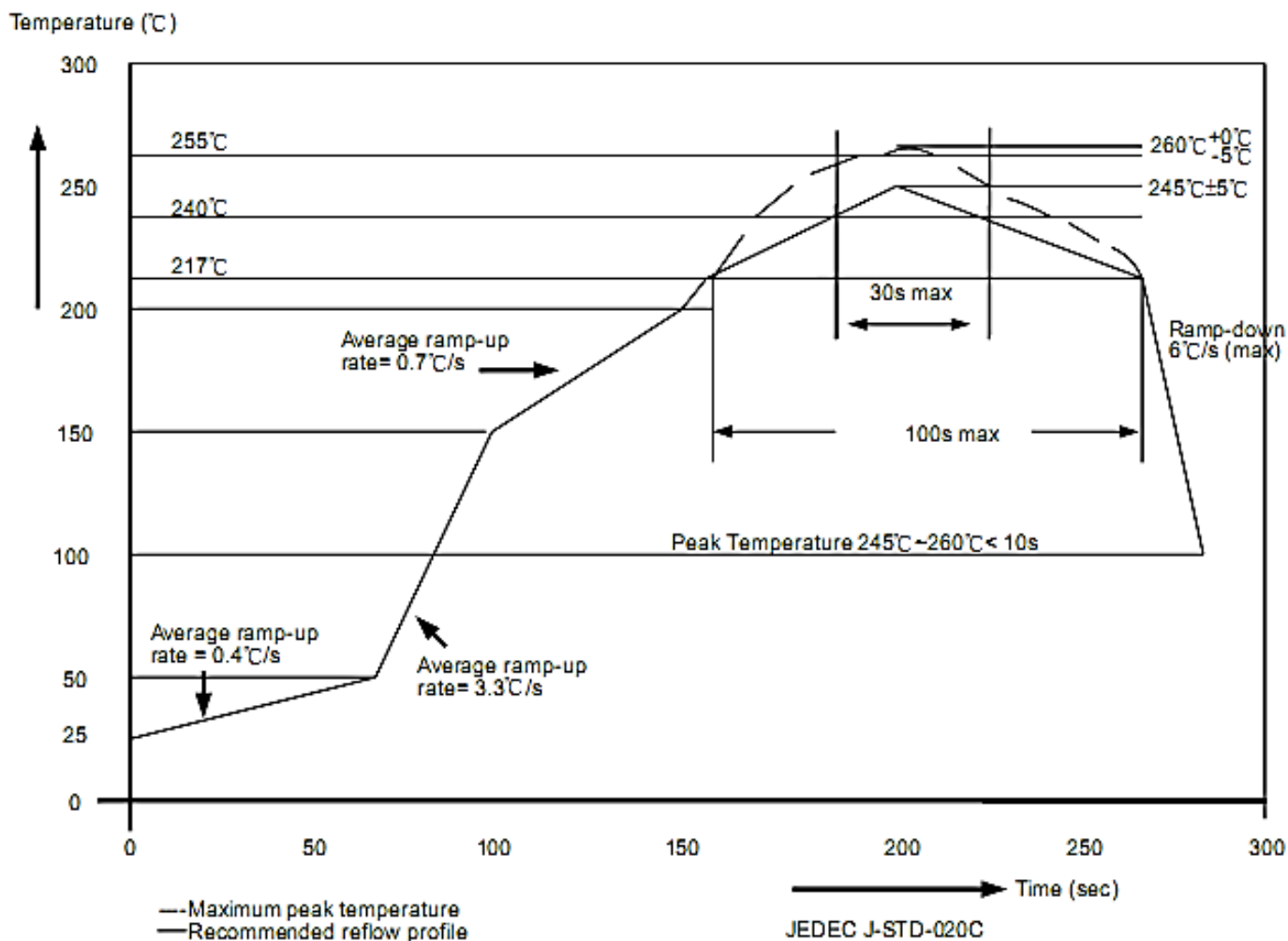
$$R_{fc} = \frac{R_{th(j-a)} * (T_j - T_a)}{P_{D(act)} * R_{th(j-a)} - T_j + T_a}$$

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

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。

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

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。