

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，消除列下鬼影和文字鬼影
- ◆ 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)

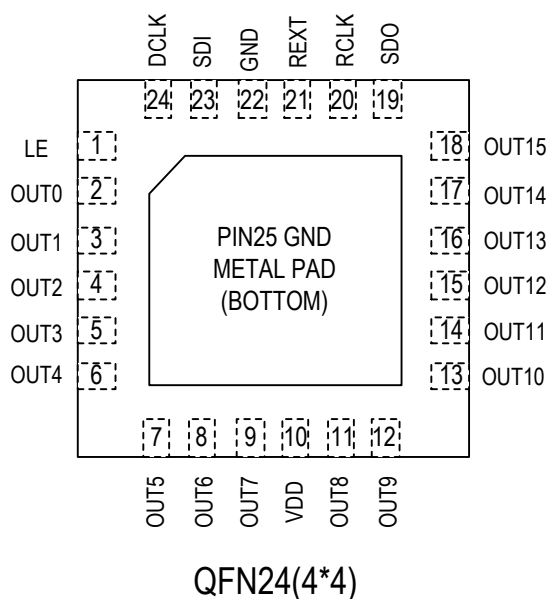
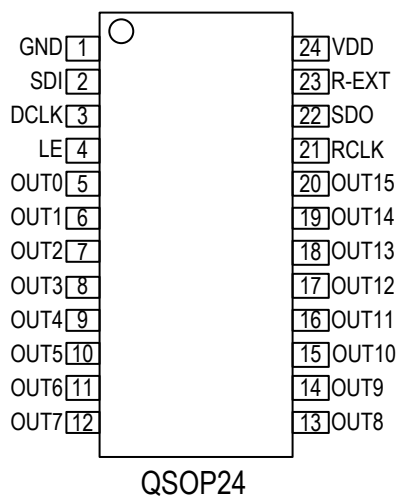
应用领域

- ◆ 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) |
|----------|------------|--------------|----------|
| SM16509S | 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

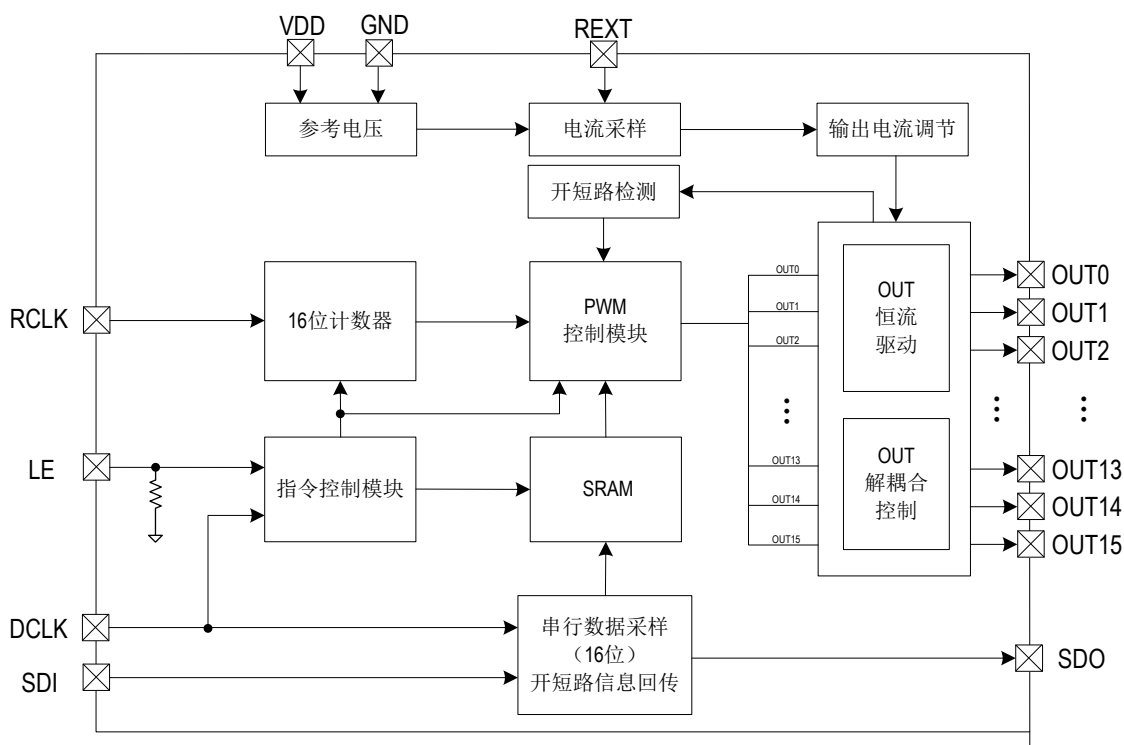


Fig. SM16509 内部功能框图

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 | |
| SM16509S | 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。

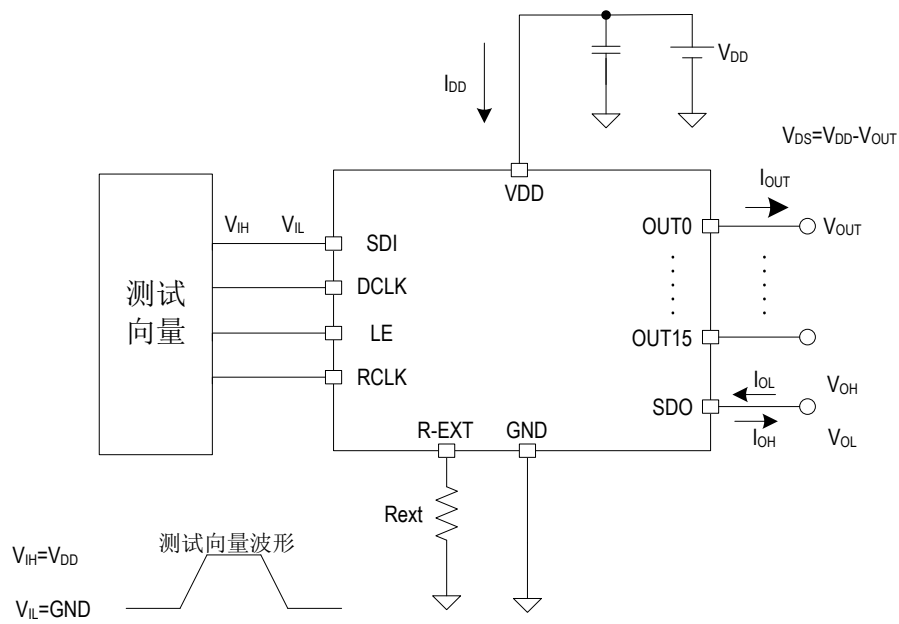
电气工作参数

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

◆ $V_{DD}=3.8V$, $T_A=25^{\circ}C$ 。

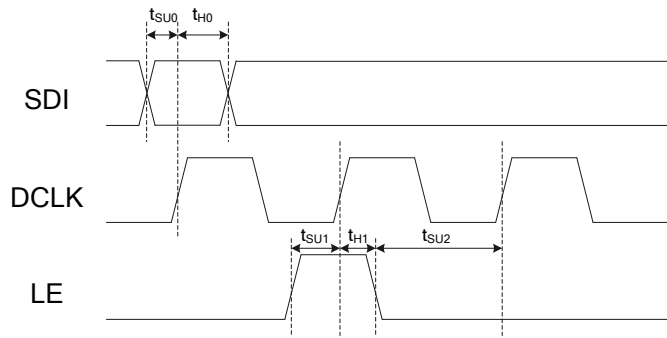
| 符号 | 特性 | | 测试条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|------------------|-----------|------------|--|-----|-----|-----|-----|
| t_{PLH1} (注 6) | 延迟时间 | DCLK — OUT | $V_{DD}=3.8V$ $V_{DS}=1.0V$ $V_{IH}=V_{DD}$ $V_{IL}=GND$ $R_{ext}=1.63K\Omega$ $C_1=100nF$ $C_L=10pF$ $C_{SDO}=10pF$ GCLK 为 1 倍频 | - | 120 | - | 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 |

◆ $V_{DD}=2.8V$, $T_A=25^{\circ}C$ 。

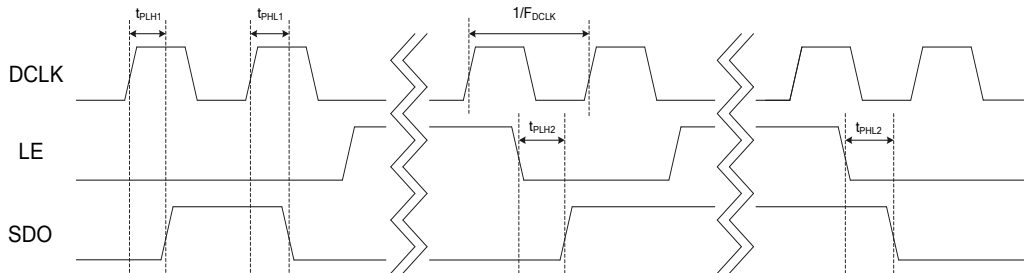
| 符号 | 特性 | | 测试条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|------------|-----------|------------|--|-----|-----|-----|-----|
| t_{PLH0} | 延迟时间 | DCLK — OUT | $V_{DD}=2.8V$ $V_{DS}=1.0V$ $V_{IH}=V_{DD}$ $V_{IL}=GND$ $R_{ext}=1.63K\Omega$ $C_1=100nF$ $C_L=10pF$ $C_{SDO}=10pF$ GCLK 为 1 倍频 | - | 170 | - | ns |
| t_{PLH1} | | 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%。

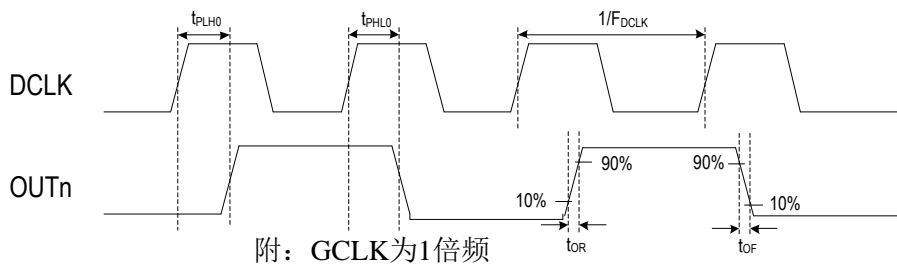
(1)数据采用时序



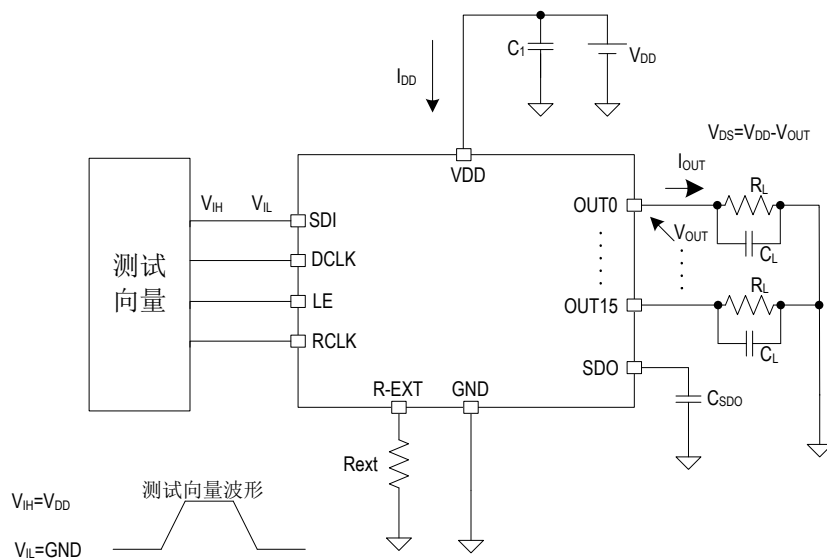
(2)指令发送时序



(3)灰度输出时序

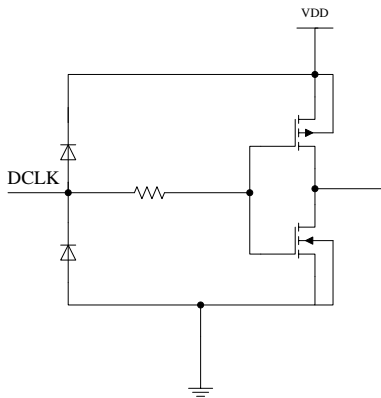


动态特性测试电路

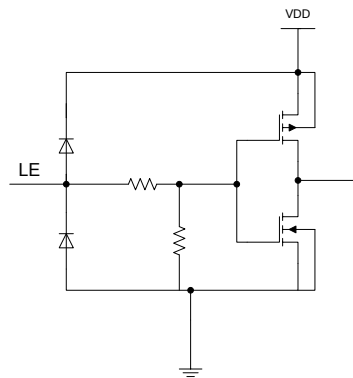


输入及输出等效电路

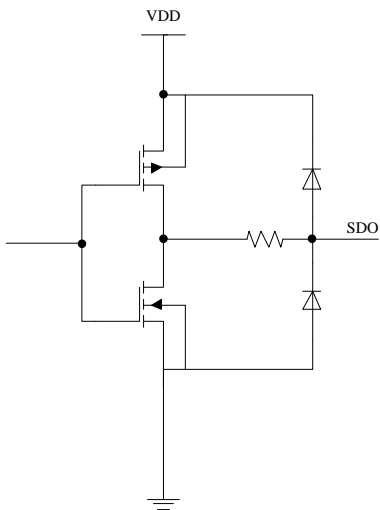
◆ DCLK、RCLK、SDI 输入端



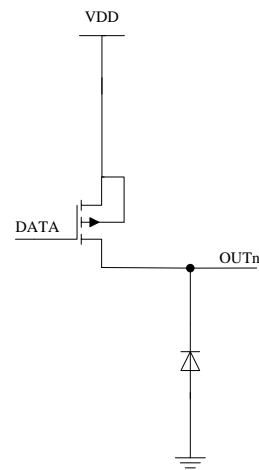
LE 输入端



◆ 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 $V_{DS}=V_{DD}-V_{OUT}$ 。

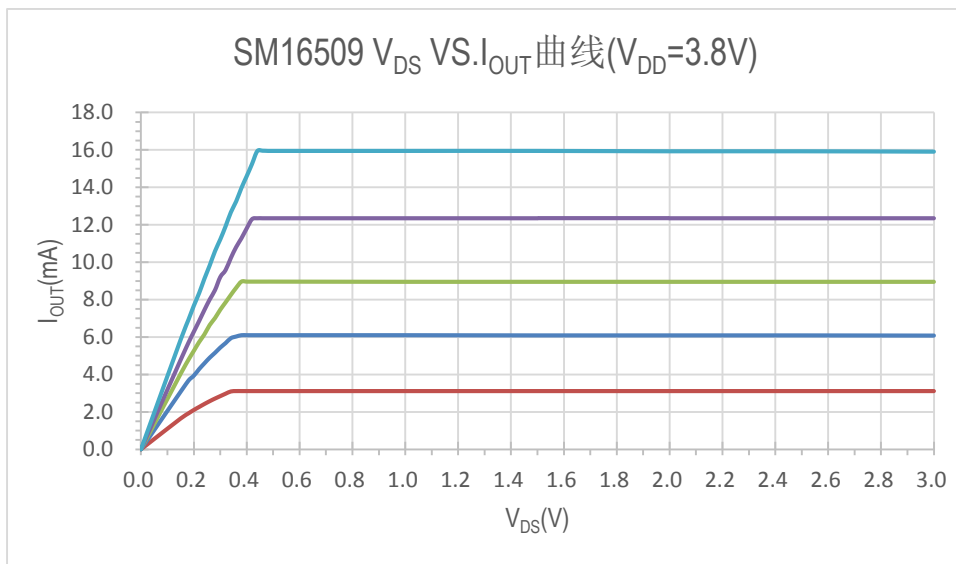


Fig. $V_{DD}=3.8V$ 时，SM16509 I_{OUT} 与 V_{DS} 的关系曲线

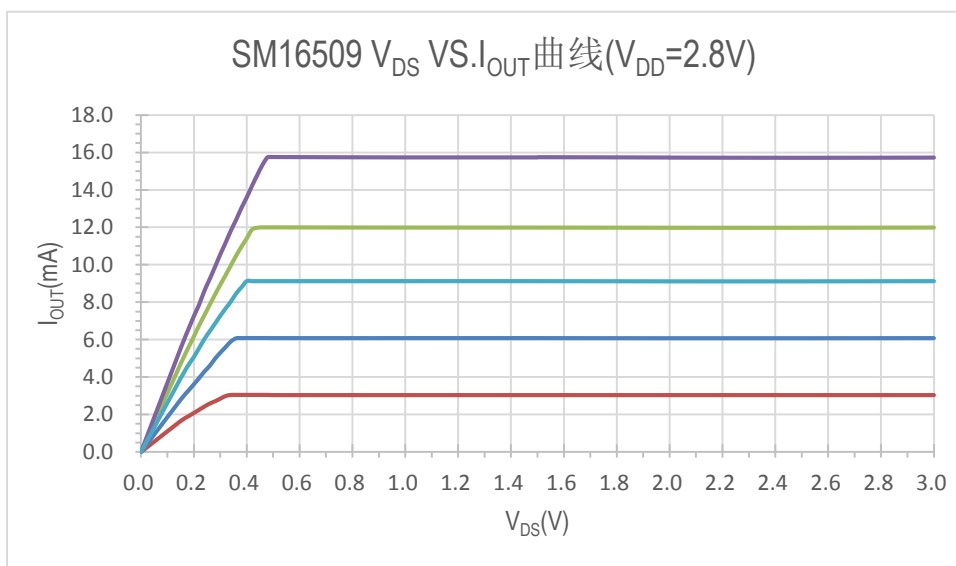


Fig. $V_{DD}=2.8V$ 时，SM16509 I_{OUT} 与 V_{DS} 的关系曲线

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：

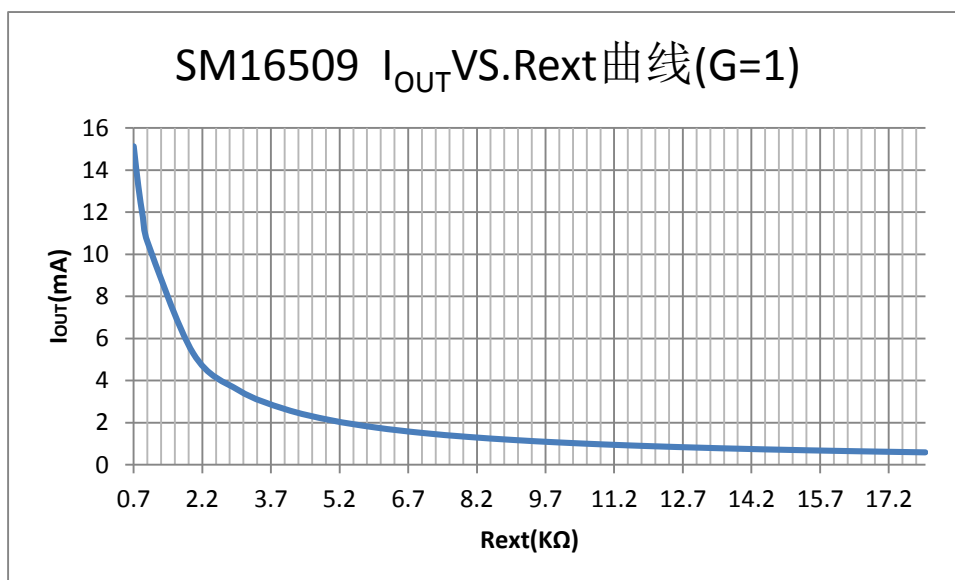


Fig. SM16509 的输出端口电流 I_{OUT} 与 R_{ext} 电阻间的关系 ($G=1$)

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：

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

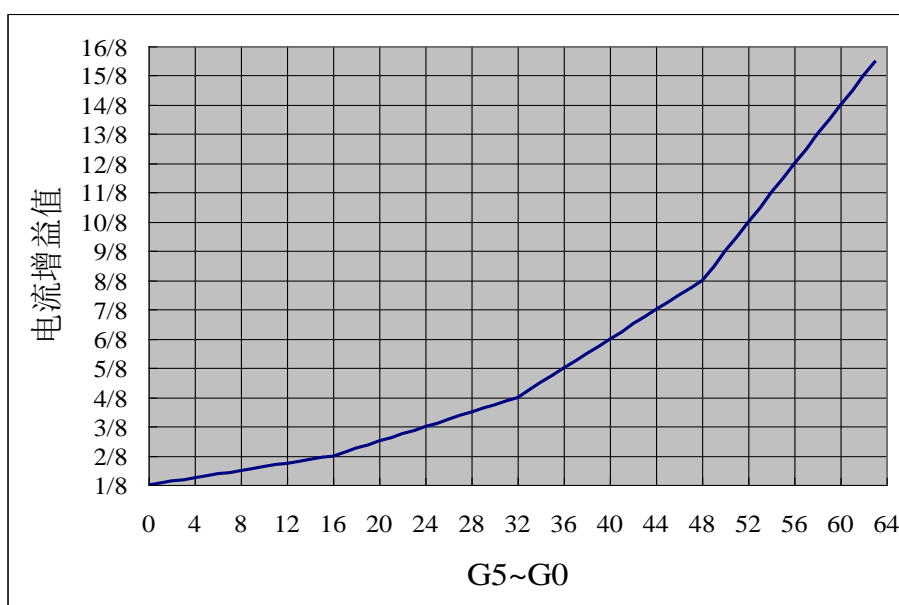
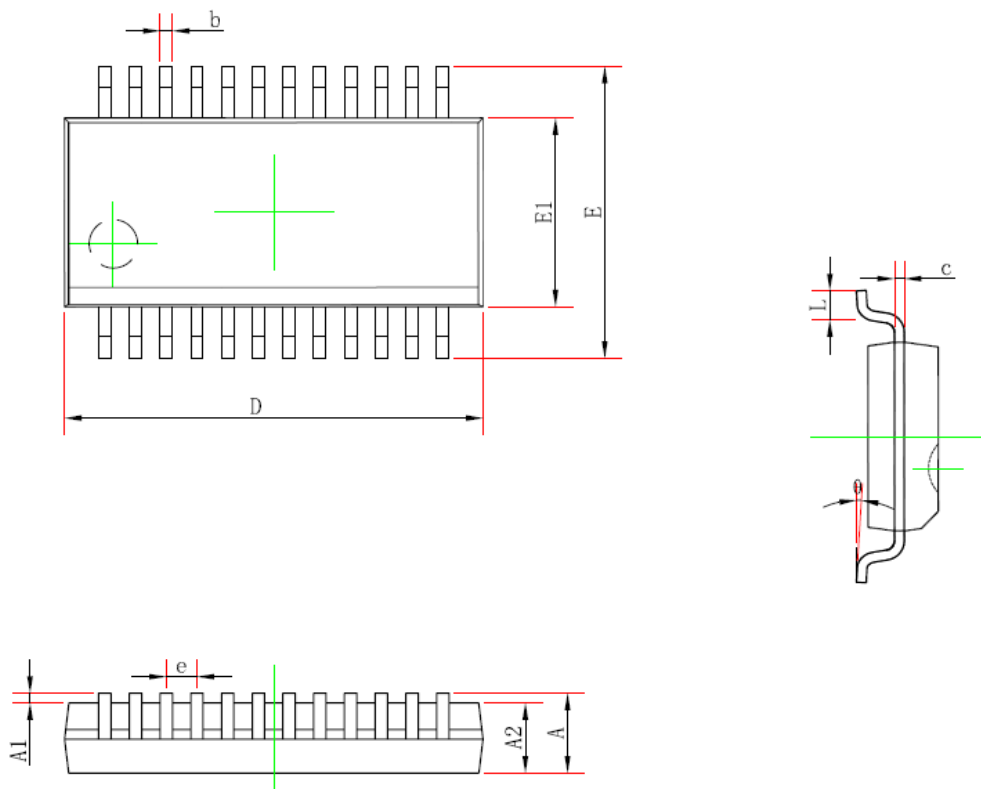


Fig. SM16509 I_{out} 电流增益调节曲线

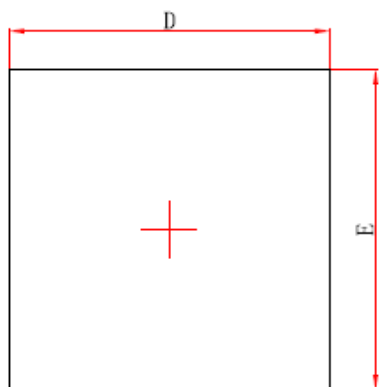
封装形式

QSOP24

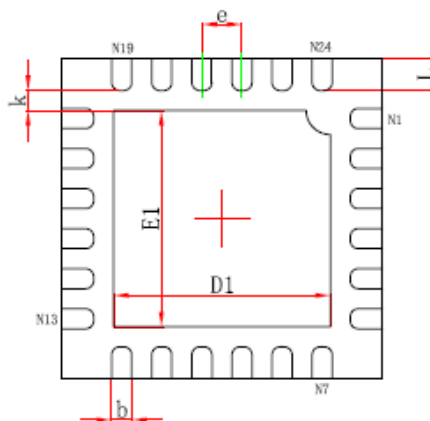


| Symbol | Min(mm) | Max(mm) |
|----------|----------|---------|
| A | - | 1.95 |
| A1 | 0.05 | 0.35 |
| A2 | 1.05 | - |
| b | 0.1 | 0.4 |
| c | 0.05 | 0.254 |
| D | 8.2 | 9.2 |
| E1 | 3.6 | 4.2 |
| E | 5.6 | 6.5 |
| e | 0.635TYP | |
| L | 0.3 | 1.5 |
| θ | 0° | 10° |

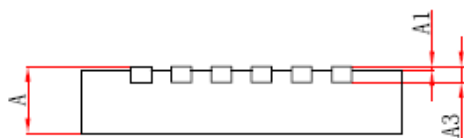
QFN24(4*4)



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:

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

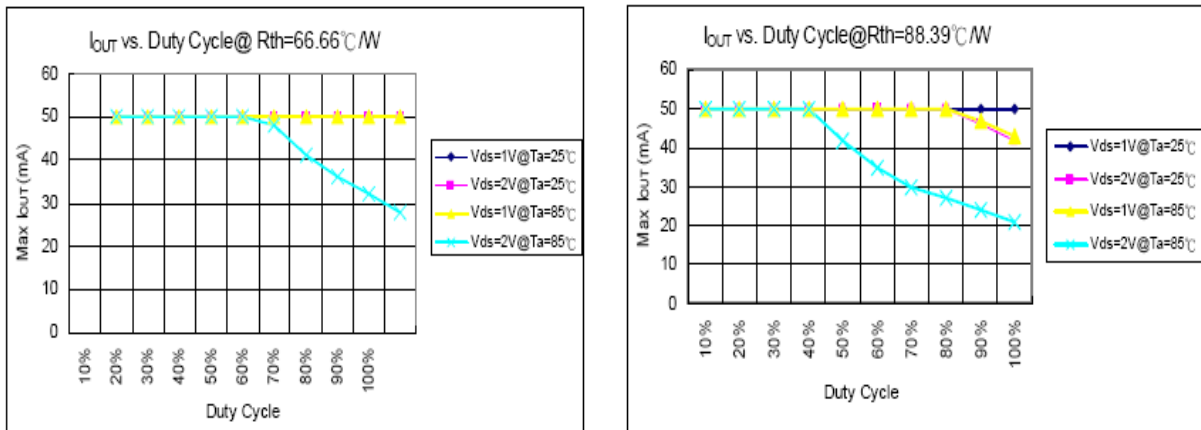
当 16 个通道完全打开时,实际功耗为:

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

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:

$$I_{OUT} = \frac{T_j - T_a}{R_{th(j-a)}} - I_{DD} * V_{DD} \div (V_{DS} * Duty * 16)$$

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:

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

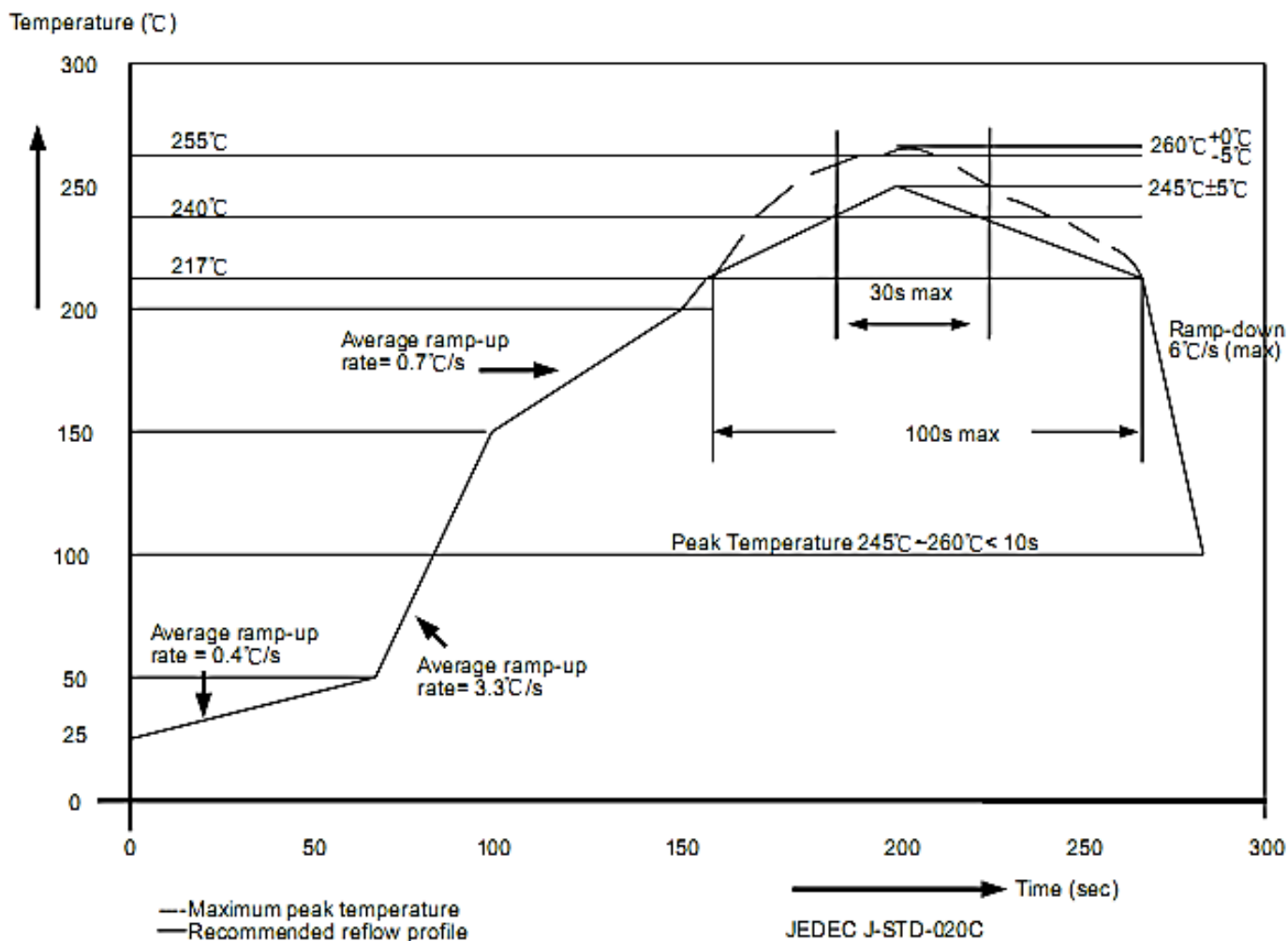
$$R_{fc} = \frac{R_{th(j-a)} * (T_j - T_a)}{P_{D(act)} * R_{th(j-a)} - T_j + T_a}$$

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

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：如需最新资讯或技术支持，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。