



SM16136

概述

SM16136 是专为 LED 全彩显示屏设计的高刷新率、高灰阶、高恒流精度驱动芯片，内置 16 位灰阶控制的 SM-PWM 技术。

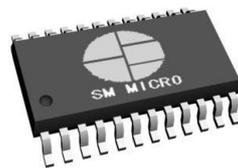
SM16136 的 16 个恒流驱动端口可提供一致且恒定的驱动电流，该电流不受输出端负载电压、芯片供电电压、温度等影响。通过选择外接电阻的阻值，来调整 SM16136 的驱动电流。另外，SM16136 提供了 6 位电流增益调节功能，使用者可通过软件在线调整整体 LED 的驱动电流。

由于采用了 SM-PWM 技术，SM16136 可提升视觉更新率，进而减少画面的闪烁。SM-PWM 技术通过灰度数据和灰度时钟共同作用，将 LED 导通的时间平均分散成数个较短的导通时间且保持灰阶精度不变，不仅提升了刷新率而且降低对控制器所发送灰度时钟的要求。SM16136 可使每个输出通道表现出 16 位（65536 级）灰阶的颜色变化。此外，SM16136 可藉由 16 位灰度数据中用来 gamma 修正或是 LED 偏差信息来调整每一颗 LED 的亮度。

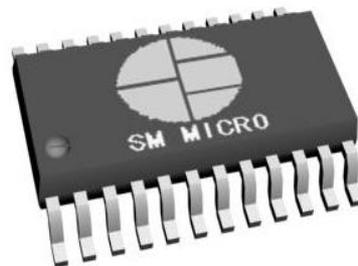
特点

- ◆ 工作电压：3.0V~5.5V
- ◆ 16 通道恒流源电流范围：
3 - 45mA@VDD=5V； 3 - 30mA@VDD=3.3V
- ◆ 精确的电流输出
通道间偏差：$\pm 2.5\%$（最大值）；
芯片间偏差：$\pm 3.0\%$（最大值）
- ◆ 可通过外接电阻调节端口电流
- ◆ 输出通道间的交错时间迟滞，减小电压突波
- ◆ 16 位 PWM 灰阶控制可调
- ◆ 高刷新率的 SM-PWM 技术
- ◆ 高数据更新率的同权传输技术
- ◆ 时钟频率可达 30MHz
- ◆ HBM ESD > 8KV

封装图

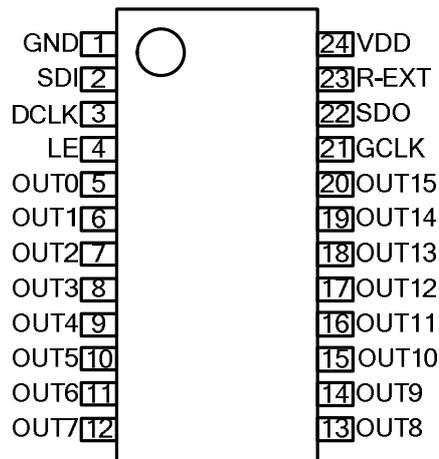


QSOP24-0.635-D1.397 (mm)
(SM16136ES)



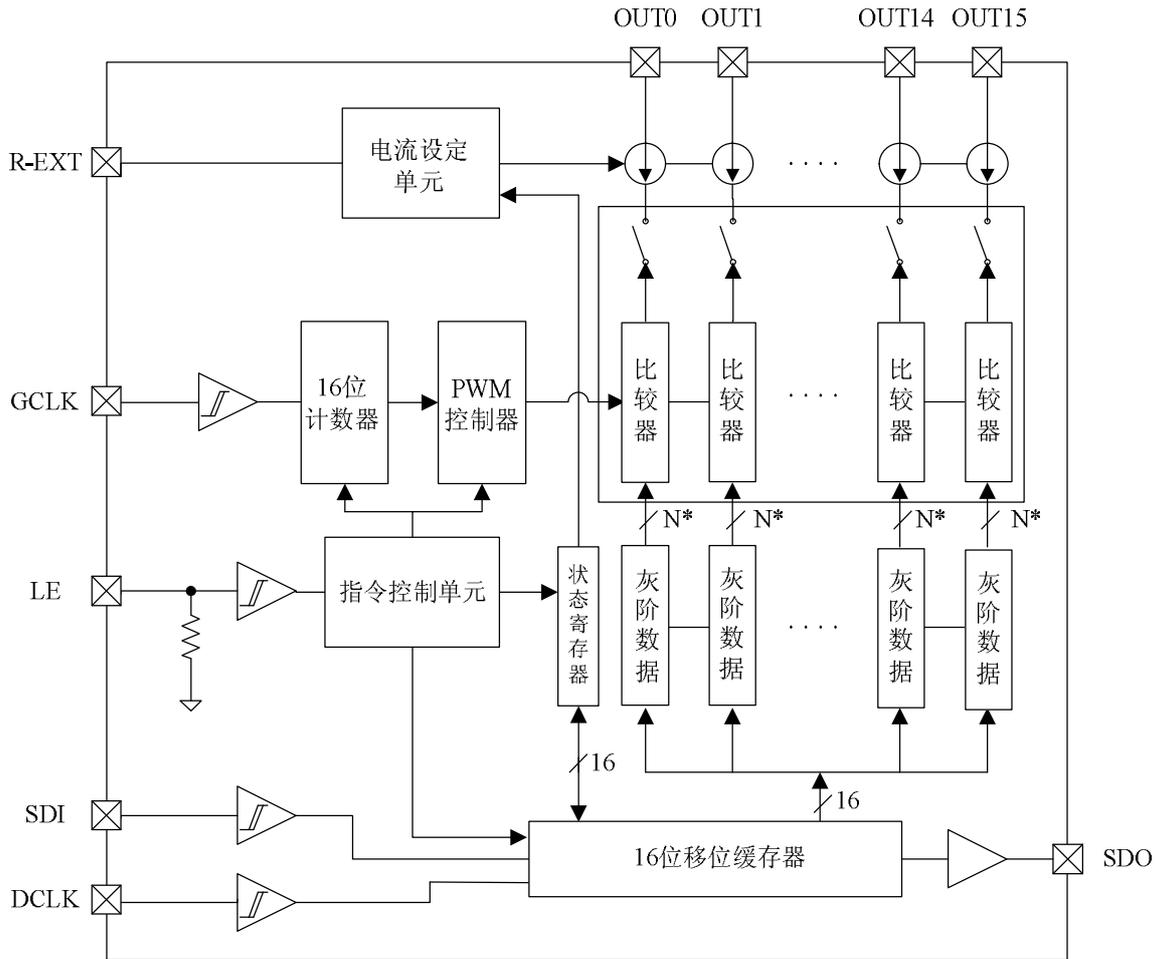
SSOP24L-1.0-D1.50 (mm)
(SM16136)

管脚定义





内部功能框图



*N 是指所需灰度数据的位数。

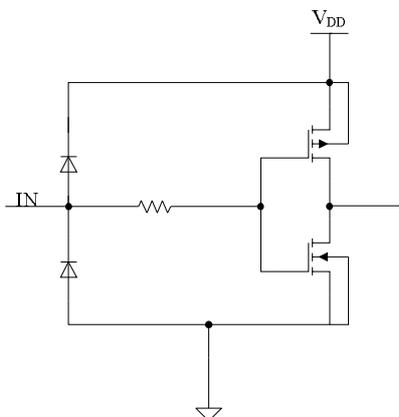
管脚说明

名称	功能说明
GND	控制逻辑及驱动电流的接地端
SDI	串行数据输入端
CLK	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	恒流源输出端
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
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

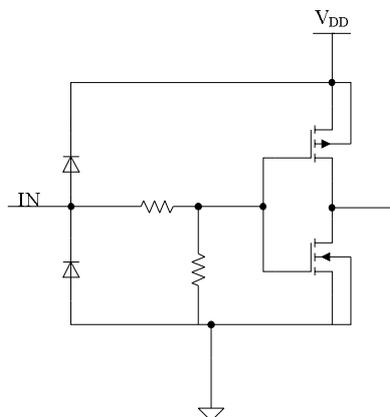


输出及输入等效电路

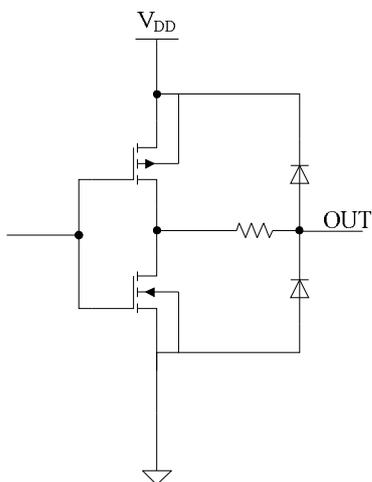
GCLK, DCLK, SDI 输入端



LE 输入端



SDO 输出端



最大限定范围

特性	代表符号	最大限定范围	单位
电源电压	V_{DD}	0~7.0	V
输入端电压	V_{IN}	-0.4~ V_{DD} +0.4V	V
输出端电流	I_{OUT}	+50	mA
输出端承受电压	V_{DS}	-0.5~+18.0	V
时钟频率	F_{GCLK}	33	MHz
	F_{DCLK}	30	
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



静态特性 (V_{DD}=5.0V)

特性		代表符号	测量条件		最小值	典型值	最大值	单位
电源电压		V _{DD}	—		4.5	5.0	5.5	V
输出端承受电压		V _{DS}	OUT0 ~ OUT15		-	-	18	V
输出端电流		I _{OUT}	参考直流特性的测试电路		3		45	mA
		I _{OH}	SDO 饱和输出电流		24	27	30	mA
		I _{OL}	SDO 饱和输入电流		-26	-30	-34	mA
输入电压	输入高电平	V _{IH}	Ta = -40~85°C		0.7*VDD	-	VDD	V
	输入低电平	V _{IL}	Ta = -40~85°C		GND	-	0.3*VDD	V
输出端漏电流		I _{OH}	V _{DS} = 17V		-	-	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
输出端电流 1		I _{OUT1}	V _{DS} = 1V	R _{EXT} = 820Ω	-	17	-	mA
输出电流误差		dI _{OUT1}	I _{OL} = 17mA V _{DS} = 1.0V	R _{EXT} = 820Ω	-	±1.5%	±2.5%	
输出端电流 2		I _{OUT2}	V _{DS} = 1.0V	R _{EXT} = 470Ω	-	31	-	mA
输出电流误差		dI _{OUT2}	I _{OL} = 31mA V _{DS} = 1.0V	R _{EXT} = 470Ω	-	±1.5%	±2.5%	
片间误差		dI _{OUT3}	V _{DS} = 1V	R _{EXT} = 820Ω	-	±1.5%	±3%	
输出电流误差/V _{DS} 变化量		%/ΔV _{DS}	V _{DS} = 1.0V ~ 3.0V		-	±0.1%	±0.3%	%/V
输出电流误差/V _{DD} 变化量		%/ΔV _{DD}	V _{DD} = 4.5V ~ 5.5V		-	±1%	±2%	%/V
Pull-down 电阻		R _{IN(down)}	LE		250	500	800	KΩ
IC 工作电流		I _{DD(off)1}	Rext = 未接, OUT0~OUT15 = OFF		-	1.2	1.5	mA
		I _{DD(off)2}	Rext = 820Ω, OUT0~OUT15 = OFF		-	3.8	4.6	
		I _{DD(off)3}	Rext = 360Ω, OUT0~OUT15 = OFF		-	5.1	6.0	
		I _{DD(on)1}	Rext = 820Ω, OUT0~OUT15 = ON		-	16	19.2	
		I _{DD(on)2}	Rext = 360Ω, OUT0~OUT15 = ON		-	17.9	22	



静态特性 (V_{DD}=3.3V)

特性		代表符号	测量条件		最小值	一般值	最大值	单位
电源电压		V _{DD}	—		3.0	3.3	3.6	V
输出端承受电压		V _{DS}	OUT0 ~ OUT15		-	-	18	V
输出端电流		I _{OUT}	参考直流特性的测试电路		3		30	mA
		I _{OH}	SDO 饱和输出电流		14	16	18	mA
		I _{OL}	SDO 饱和输入电流		-15	-17	-19	mA
输入电压	输入高电平	V _{IH}	Ta = -40~85℃		0.7*VDD	-	VDD	V
	输入低电平	V _{IL}	Ta = -40~85℃		GND	-	0.3*VDD	V
输出端漏电流		I _{OH}	V _{DS} =17V		-	-	0.5	uA
SDO 输出端电压		V _{OL}	I _{OL} =+1mA		-	-	0.4	V
		V _{OH}	I _{OH} =-1mA		2.9	-	-	V
输出端电流 1		I _{OUT1}	V _{DS} =1V	R _{EXT} = 820Ω	-	17	-	mA
输出电流误差		d _{IOUT1}	I _{OL} =17mA V _{DS} =1.0V	R _{EXT} = 820Ω	-	±1.5%	±2.5%	
输出端电流 2		I _{OUT2}	V _{DS} =1.0V	R _{EXT} = 470Ω	-	31	-	mA
输出电流误差		d _{IOUT2}	I _{OL} =31mA V _{DS} =1.0V	R _{EXT} = 470Ω	-	±1.5%	±2.5%	
片间误差		d _{IOUT3}	V _{DS} =1V	R _{EXT} = 820Ω	-	±1.5%	±3%	
输出电流误差/V _{DS} 变化量		%/ΔV _{DS}	V _{DS} = 1.0V~3.0V		-	±0.1%	±0.3%	%/V
输出电流误差/V _{DD} 变化量		%/ΔV _{DD}	V _{DD} = 3.0V~3.6V		-	±1%	±2%	%/V
Pull-down 电阻		R _{IN(down)}	LE		250	500	800	KΩ
IC 工作电流		I _{DD(off)1}	Rext = 未接, OUT0~OUT15 = OFF		-	0.9	1.1	mA
		I _{DD(off)2}	Rext = 820Ω, OUT0~OUT15 = OFF		-	2.7	3.2	
		I _{DD(off)3}	Rext = 470Ω, OUT0~OUT15 = OFF		-	3.9	4.7	
		I _{DD(on)1}	Rext = 820Ω, OUT0~OUT15 = ON		-	15	18	
		I _{DD(on)2}	Rext = 470Ω, OUT0~OUT15 = ON		-	15.5	19	



动态特性 ($V_{DD}=5.0V$)

特性		代表符	测量条件	最小值	一般值	最大值	单位	
建立时间	SDI — DCLK↑	t_{SU0}	$V_{DD}=5.0V$ $V_{DS}=1.0V$ $V_{IH}=V_{DD}$ $V_{IL}=GND$ $R_{ext}=820\Omega$ $R_L=200\Omega$ $C_1=100nF$ $C_2=10\mu F$ $C_L=10pF$ $C_{SDO}=10pF$	1	-	-	ns	
	LE↑ — DCLK↑	t_{SU1}		1	-	-		
	LE↓ — DCLK↑	t_{SU2}		5	-	-		
保持时间	DCLK↑ — SDI	t_{H0}		$V_{DD}=5.0V$	3	-	-	ns
	DCLK↑ — LE↓	t_{H1}		$V_{DS}=1.0V$	7	-	-	
延迟时间 (有效沿到高电平)	GCLK — OUT	t_{PLH1}		$V_{IH}=V_{DD}$	-	32	-	ns
	DCLK — SDO	t_{PLH2}		$V_{IL}=GND$	-	22	-	
	LE — SDO	t_{PLH3}		$R_{ext}=820\Omega$	-	32	-	
延迟时间 (有效沿到低电平)	GCLK — OUT	t_{PLH1}		$R_L=200\Omega$	-	22	-	ns
	DCLK — SDO	t_{PLH2}		$C_1=100nF$	-	22	-	
	LE — SDO	t_{PLH3}	$C_2=10\mu F$	-	32	-		
输出通道间的输出交 错迟滞时间	OUT2n — OUT2n+1	t_{DL}	$C_L=10pF$	-	30	-	ns	
电流输出上升沿时间		t_{OR}	$C_{SDO}=10pF$	-	26	-	ns	
电流输出下降沿时间		t_{OF}		-	20	-		
数据时钟频率		F_{DCLK}		-	-	30	MHz	
灰阶时钟频率		F_{GCLK}		-	-	33	MHz	



动态特性 ($V_{DD}=3.3V$)

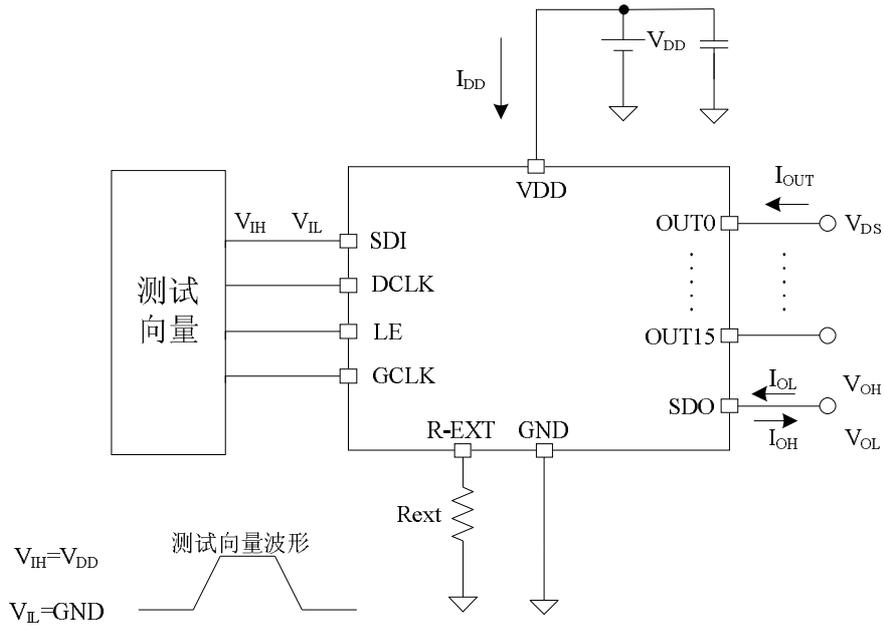
特性		代表符	测量条件	最小值	一般值	最大值	单位
建立时间	SDI — DCLK↑	t_{SU0}	$V_{DD}=3.3V$ $V_{DS}=1.0V$ $V_{IH}=V_{DD}$ $V_{IL}=GND$ $R_{ext}=820\Omega$ $R_L=200\Omega$ $C_1=100nF$ $C_2=10\mu F$ $C_L=10pF$ $C_{SDO}=10pF$	1	-	-	ns
	LE↑ — DCLK↑	t_{SU1}		1	-	-	
	LE↓ — DCLK↑	t_{SU2}		5	-	-	
保持时间	DCLK↑ — SDI	t_{H0}		3	-	-	ns
	DCLK↑ — LE↓	t_{H1}		7	-	-	
延迟时间 (有效沿到高电平)	GCLK — OUT	t_{PLH0}		-	25	-	ns
	DCLK — SDO	t_{PLH1}		-	40	-	
	LE — SDO**	t_{PLH2}		-	32	-	
延迟时间 (有效沿到低电平)	GCLK — OUT	t_{PHL0}		-	42	-	ns
	DCLK — SDO	t_{PHL1}		-	40	-	
	LE — SDO**	t_{PHL2}	-	32	-		
输出通道间的输出 交错迟滞时间	OUT2n* — OUT2n+1*	t_{DL}	-	50	-	ns	
电流输出上升沿时间		t_{OR}	-	27	-	ns	
电流输出下降沿时间		t_{OF}	-	25	-		
数据时钟频率		F_{DCLK}	-	-	25	MHz	
灰阶时钟频率		F_{GCLK}	-	-	20	MHz	

*请参考时序波形图 (3)，其中 $n=0-7$ 。在第一个脉冲宽度调变输出数据时将会有 GCLK 的迟滞；

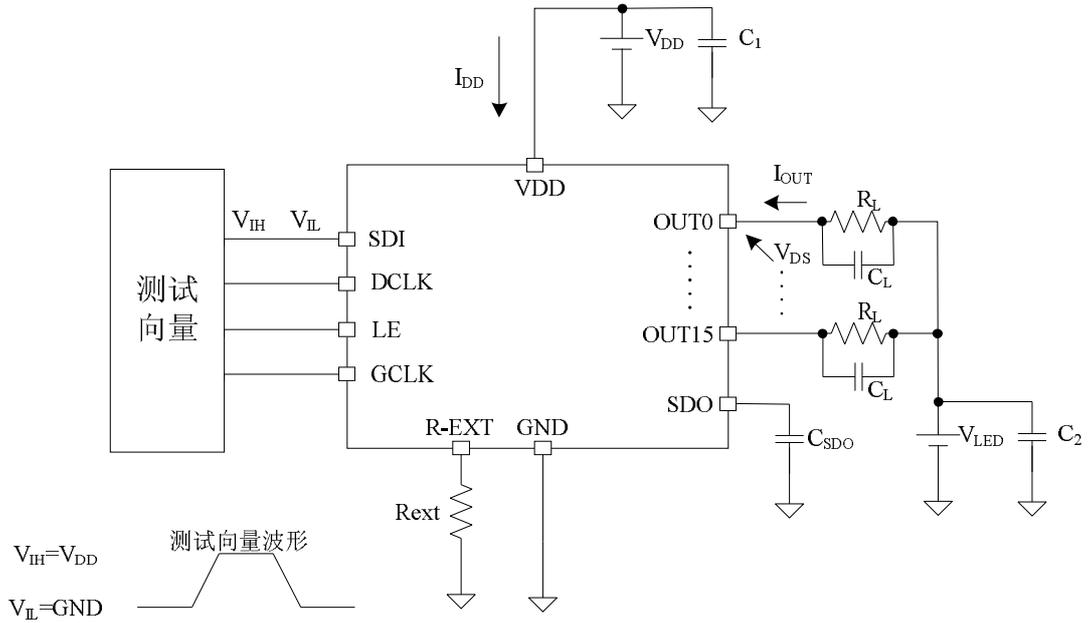
**在时序波形图 (1) 中，LE 下降沿后 SDO 的输出变化。



静态特性测试电路



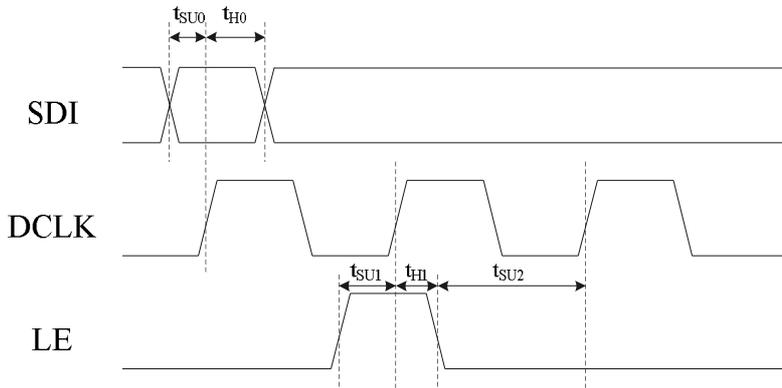
动态特性测试电路



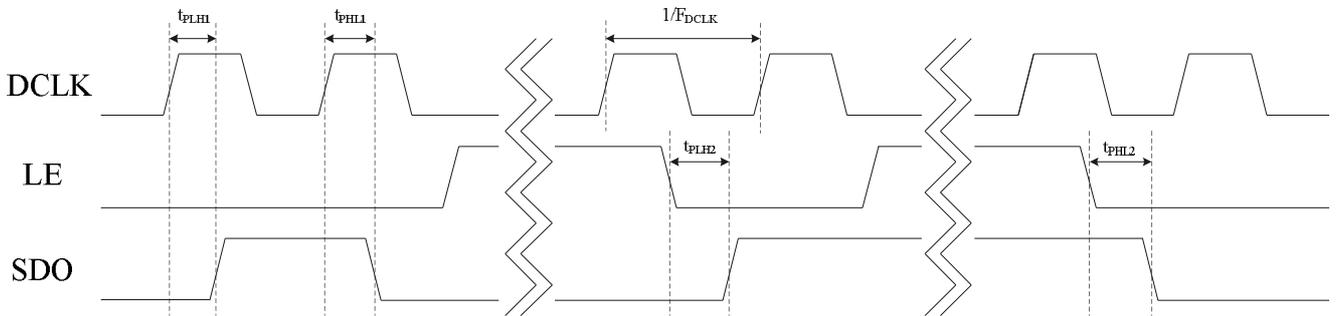


时序波形图

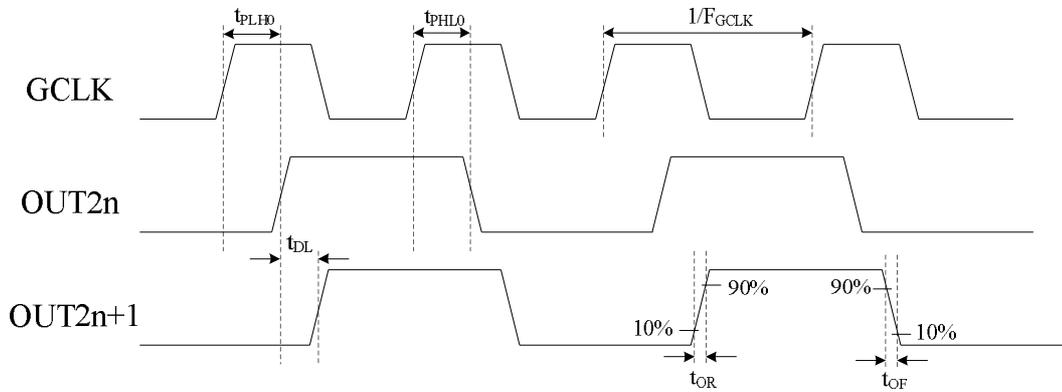
(1)



(2)



(3)





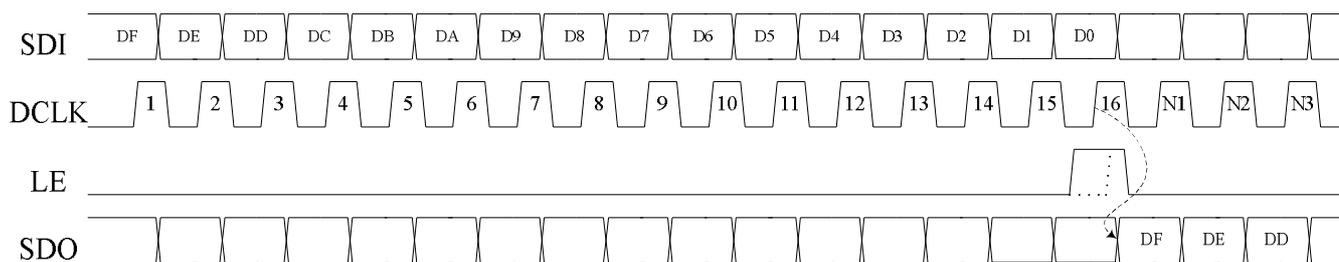
操作原理

表1 指令控制列表

指令	LE 连续高电平内, DCLK 的个数	LE 下降沿时的动作
数据锁存	0 或 1	串行数据送到端口的缓存器
整体锁存	2 或 3	缓存器内数据传送到比较器
读取状态寄存器	4 或 5	将状态寄存器的数据转存到 16 位移位寄存器中
写入状态寄存器	10 或 11	如果之前发送了“状态寄存器写使能”, 就将串行数据存入状态寄存器中
PWM 计数器清零	12 或 13	如果状态寄存器的“B”位设置为“1”, 这个指令将 PWM 计数器清零
状态寄存器写使能	14 或 15	状态寄存器可写。这个指令应该在每次发送“写入状态寄存器”指令前发送

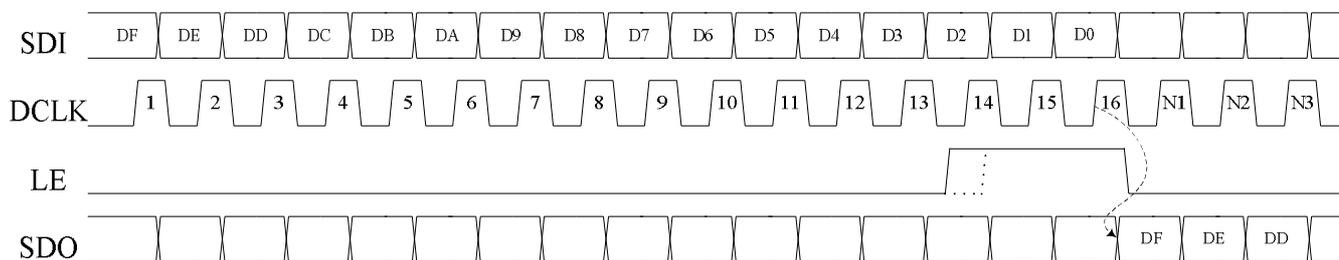
数据锁存

SM16136 能够存储 16 个输出端口的 16 位灰度数据。数据的存储由“数据锁存”和“整体锁存”指令配合完成。由于 SM16136 采用了同权传输的数据传输协议, 每次“数据锁存”指令将存储 16bits 数据, 分别对应着芯片的 16 个端口(从 OUT15 到 OUT0)的某一个权位数据, 譬如说每个端口的最高位; 然后下一次“数据锁存”指令就是存储每个端口的次高位数据。



整体锁存

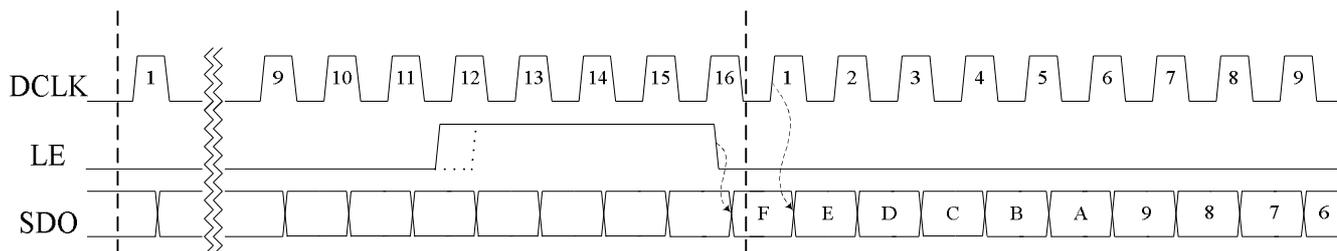
“整体锁存”指令是将所有端口存储的缓存器数据(下一笔数据)整体锁存到下一级缓存器中, 如果设定为“手动同步”, “整体锁存”指令同时也意味着将该数据送到比较器并输出。





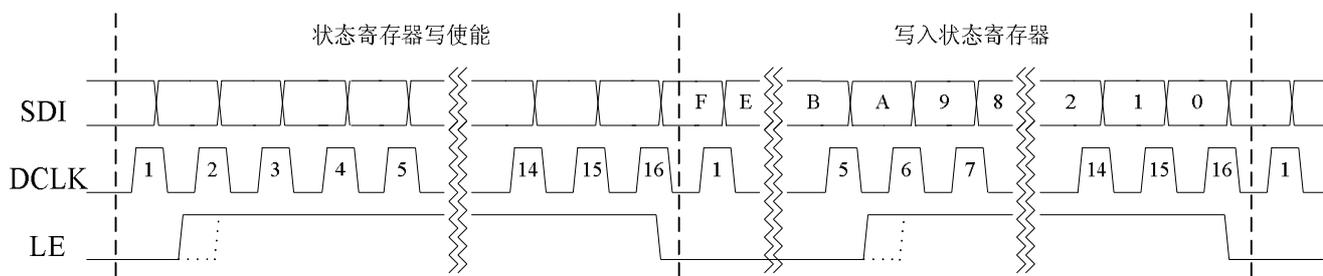
读取状态寄存器

LE 的下降沿动作后，SDO 端口可输出状态寄存器的最高位，并随 DCLK 上升沿，依次将状态寄存器中 16bits 数据传送出去。从芯片中读取其状态寄存器，并传回给控制系统。该指令可用于跟踪芯片状态。



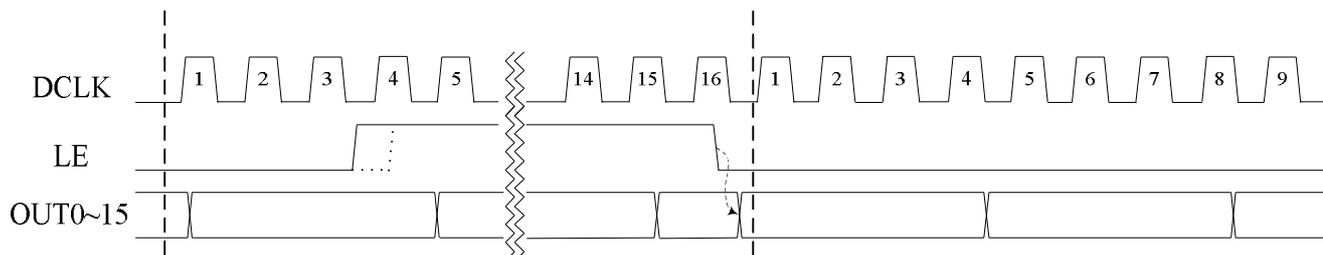
状态寄存器写使能和写入状态寄存器指令

为避免干扰而引起芯片误操作，SM16136 要求在发送“写入状态寄存器”指令前，必须发送“状态寄存器写使能”指令。否则状态寄存器将不做修改。



PWM 计数器清零

如果状态寄存器的“B”位设置为“1”，这个指令将 PWM 计数器清零。在下一个 GCLK 的上升沿到来后，PWM 计数器继续工作。如果设置为“自动同步”，发送了“PWM 计数器清零”指令前更新了显示数据，那么完整显示前一笔灰度数据的 1024 个 GCLK 后，端口显示才更新为后一笔灰度数据显示。





设定像素的灰阶

SM16136 使用 SM-PWM 的控制算法来实现每个输出端口的灰阶设定，所有的输出通道可以表现出 65,536 阶的灰阶显示。

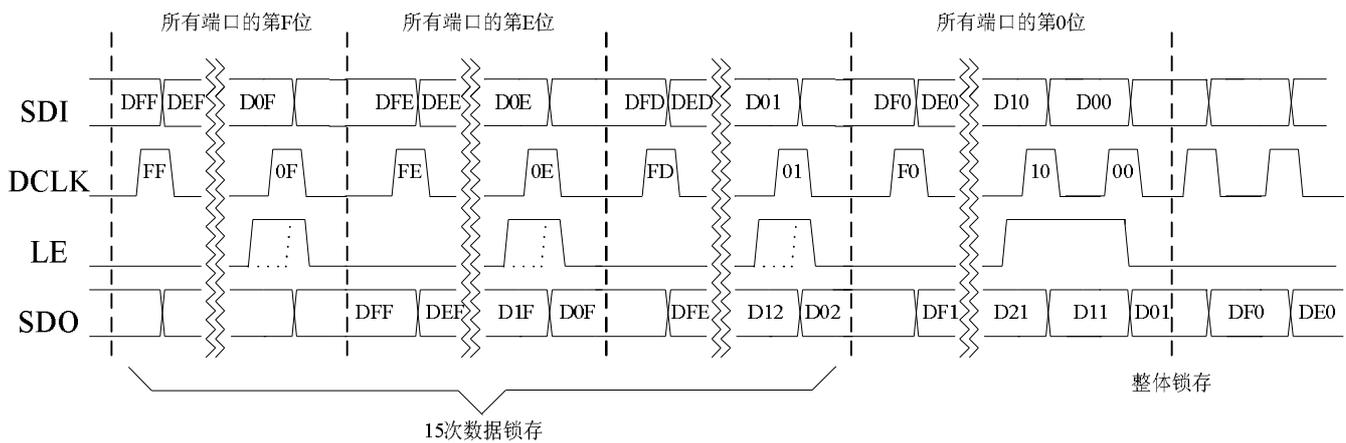
设定“整体锁存”指令的方式如下：

1、当状态寄存器“F”位设定为“0”时，16 位的状态寄存器可依序的由“数据锁存”指令输入，将前 15 次的灰阶显示数据锁存到每一个缓冲存储器中，然后在第 16 笔灰度数据时输入一次“整体锁存”，依照输出 MSB（最重要位）到 LSB（最不重要位），端口 15 到输出端口 0 的顺序，将数据依序加载。

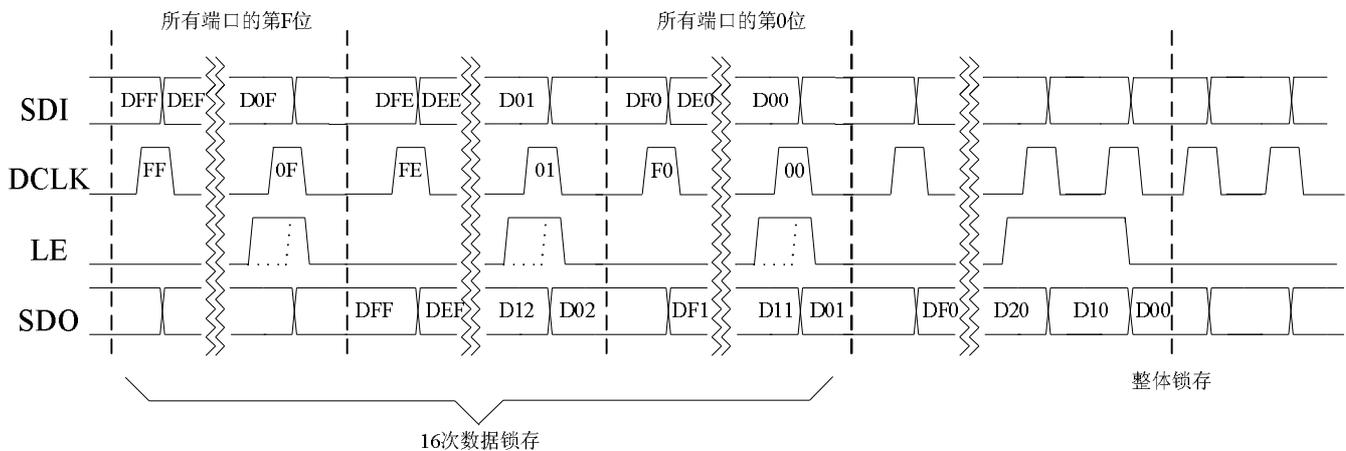
2、当状态寄存器“F”位设定为“0”时，16 位的状态寄存器可依序的由“数据锁存”指令输入，将前 16 次的灰阶显示数据锁存到每一个缓冲存储器中，然后在第 17 笔灰度数据时输入一次“整体锁存”，依照输出 MSB（最重要位）到 LSB（最不重要位），端口 15 到输出端口 0 的顺序，将数据依序加载。其中第 17 笔灰度数据无效。

数据加载时序图

灰度数据为 16 位，当“F”位=“0”



灰度数据为 16 位，当“F”位=“1”





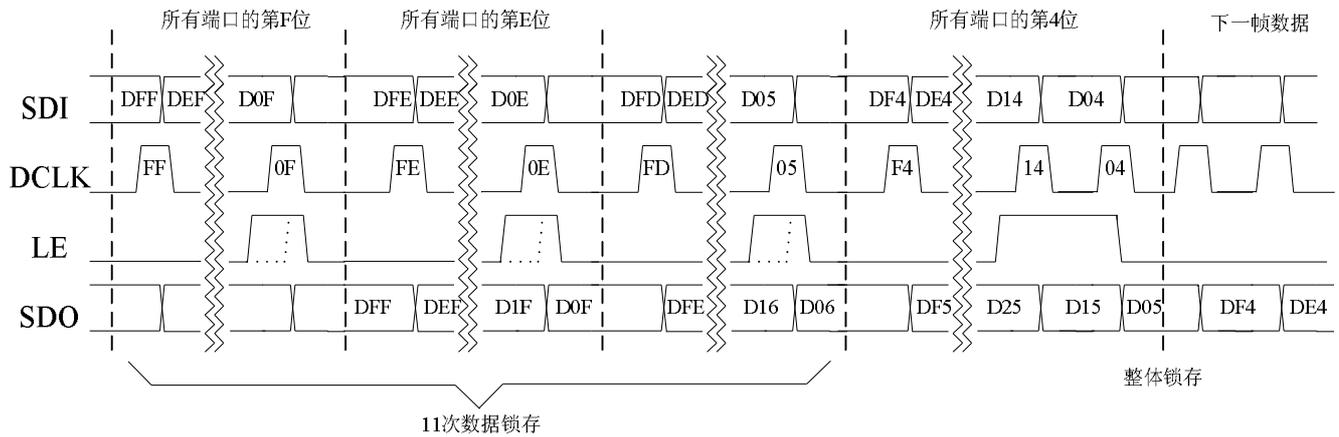
需注意：

1，输出通道数顺序由 15 到 0，位数顺序由 15 到 0。

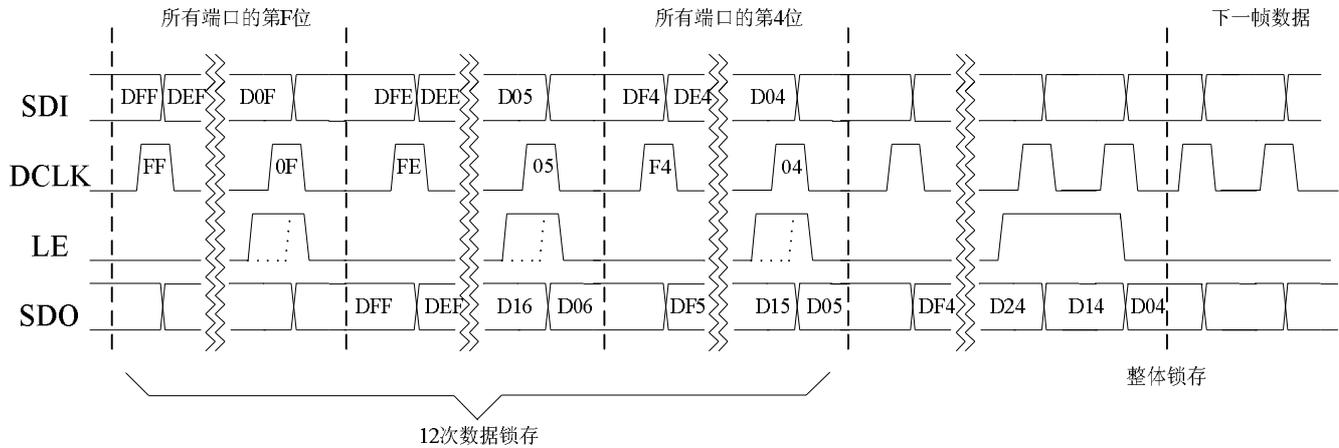
2，DCLK 的“F0”或者 SDI 的“F0”中的“F”表示对应数据将存储到 OUT15 通道，“0”表示对应数据是该通道灰度数据的最低位（LSB）。

SM16136 由于采用了“同权传输”的数据协议，在应用中，可以根据灰度数据的实际位数，设定“数据锁存”的个数，譬如：

灰度数据为 12 位，当“F”位=“0”



灰度数据为 12 位，当“F”位=“1”





状态寄存器的定义

MSB											LSB				
F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

默认值

F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	6'b101011						0	0	0	0

表2 状态寄存器列表

Bit	定义	数值	功能
F	数据下载	0(默认)	N*-1 次“数据栓锁”+ 1 次“整体栓锁”
		1	N 次“数据栓锁”+ 1 次“整体栓锁”
E~C	保留位	保留位	-
B	PWM 计数器清零	0(默认)	关
		1	当 LE 宽度内包含 12 或 13 个 DCLK 时有效
A	PWM 数据同步模式	0(默认)	自动同步
		1	手动同步
9~4	电流增益调节	000000 ~111111	6'b101011 (默认)
3~0	保留位	保留位	-

*灰度数据的位数

状态寄存器控制芯片的工作状态。为了保证其工作的稳定性，在修改状态寄存器之前，需要增加“状态寄存器写使能”的指令。

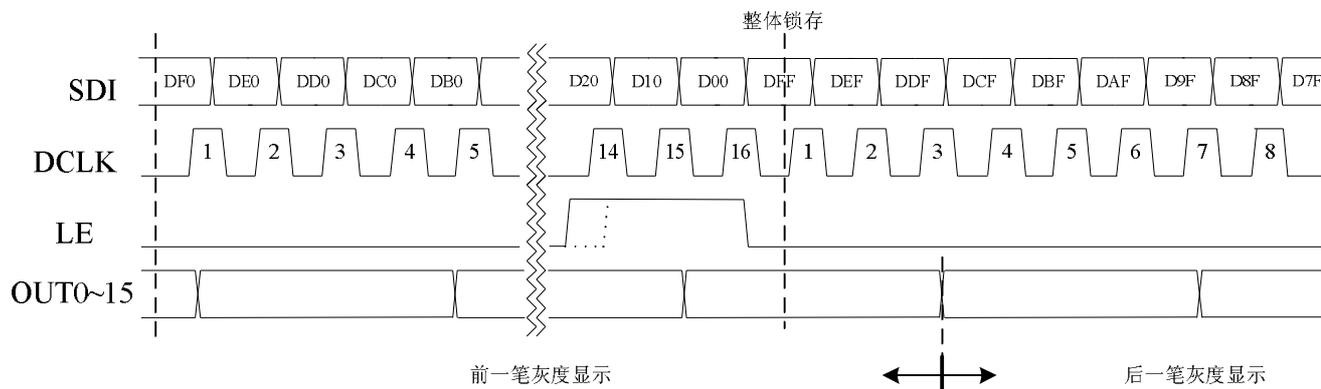


SM-PWM

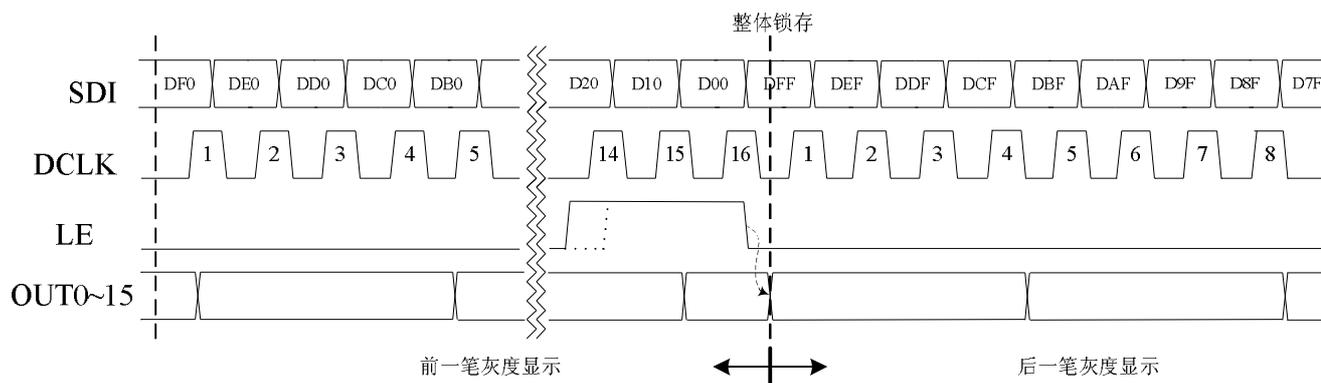
SM16136 支持 SM-PWM。藉由 SM-PWM，可将完整的 PWM 显示周期平均分解成多个小的显示脉冲，因此既可以提升刷新率，又能够完美体现灰度数据要求的分辨率。

PWM 计数同步

当状态寄存器的第“A”位被设定为“0”（默认），SM16136 将自动的将前一笔与下一笔的 PWM 计数数据同步。当前一笔数据完成内部的 PWM 周期（1024 个 GCLK）时，下一笔的影像数据将更新到输出端的缓冲存储器，然后开始 PWM 计数。这可避免影像数据计数的遗失，且可保证数据的正确性。在该模式下，系统的控制器只需要持续的提供 GCLK 给 PWM 计数器即可。



当状态寄存器的第“A”位被设定为“1”，不管此时前笔灰度数据的计数状态如何，SM16136 将立即更新灰度数据到输出端的缓冲存储器。在此模式下，系统控制器需要在 SM16136 的外部进行灰度数据与 GCLK 同步。否则，前笔与下笔灰度数据之间的冲突将导致数据遗失。





产品应用

将 SM16136 应用于 LED 面板设计上时，通道间甚至芯片间的电流，差异极小。此源自于 SM16136 的优异特性：

- ◆ 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。

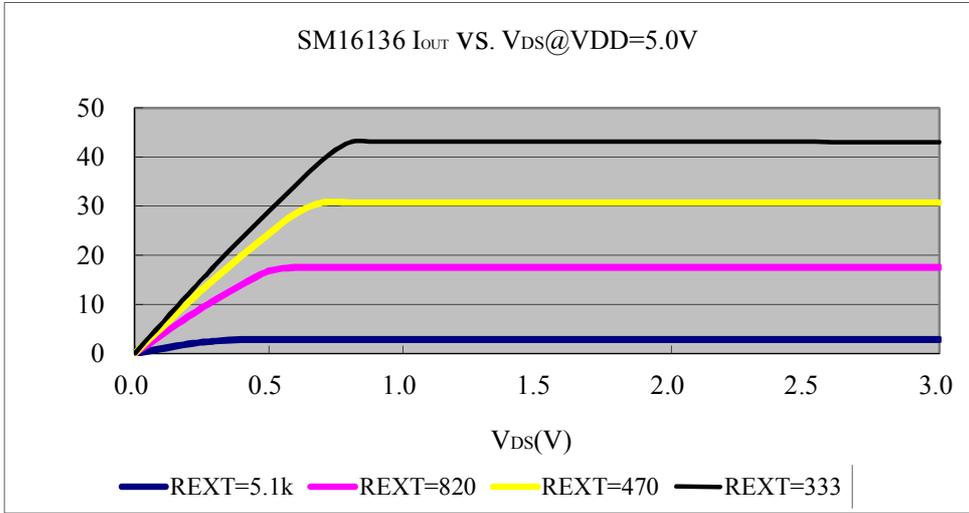


图1 V_{DD} 为 5V 时，I_{OUT} 与 V_{DS} 之间的关系

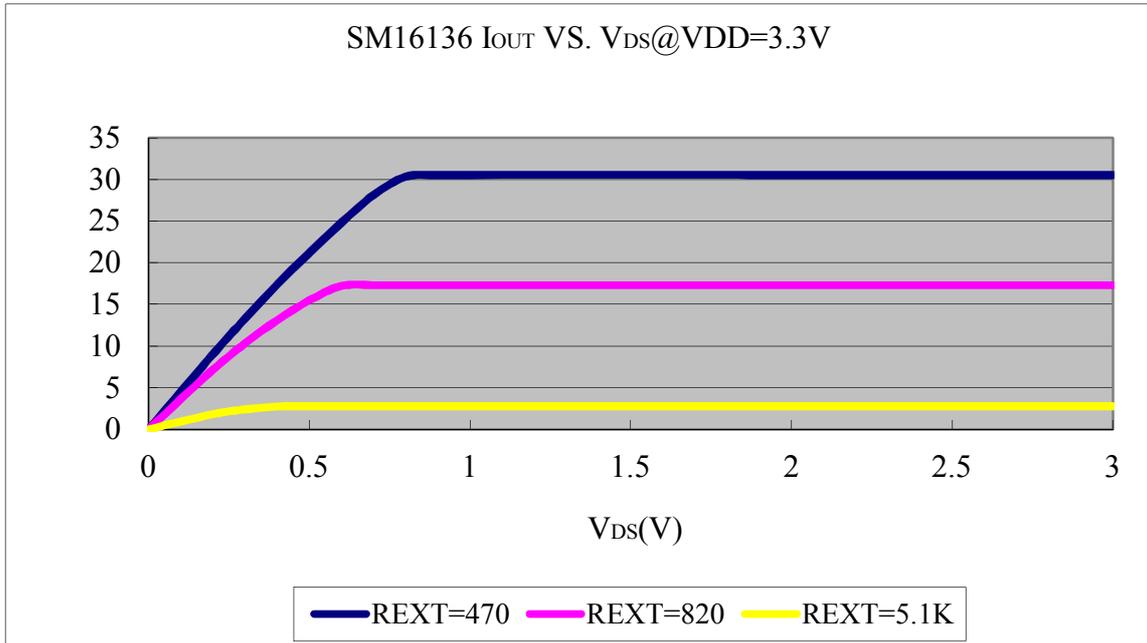


图2 V_{DD} 为 3.3V 时，I_{OUT} 与 V_{DS} 之间的关系

调整输出电流

如下图所示，由外接一个电阻（ R_{EXT} ）调整输出电流（ I_{OUT} ），套用下列公式可计算出输出电流值：

$$V_{R-EXT} = 0.626V \quad (\text{电流增益 } G \text{ 为默认值})$$

$$I_{OUT} = \frac{0.626V * 23}{R_{EXT}} * G$$

$$R_{EXT} = \frac{0.626V * 23}{I_{OUT}} * G$$

公式中的 V_{R-EXT} 是指 R-EXT 端的电压值， R_{EXT} 是指外接至 R-EXT 端的电阻值。当电阻值是 820Ω ，通过公式计算可得输出电流值 $17mA$ ；当电阻值是 470Ω 时，输出的电流则为 $31mA$ ；G 的计算公式见下一章节。

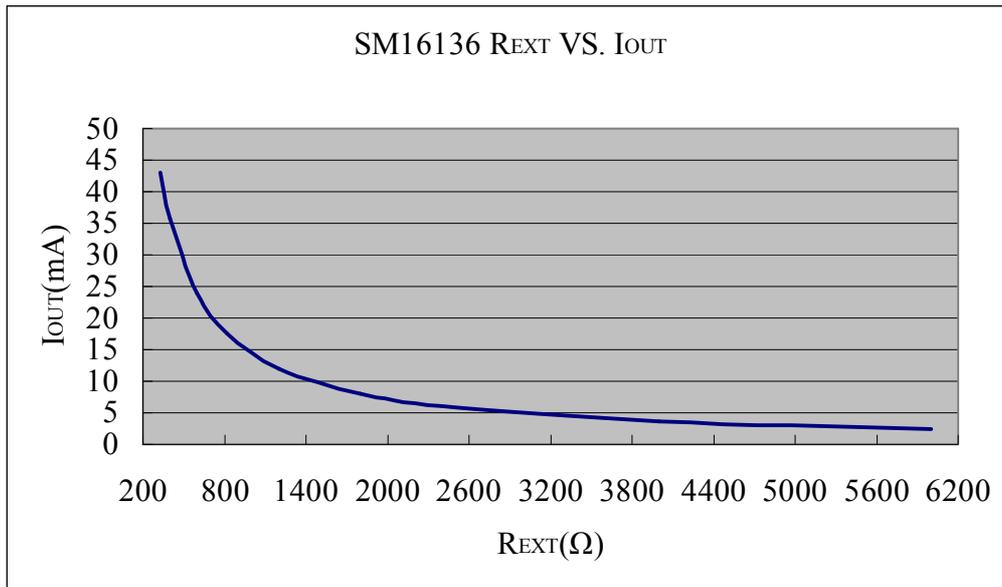


图3 SM16136 的输出端口电流与 R-EXT 电阻间的关系



电流增益调节

状态寄存器的 4-9 位是用来设定输出端的电流增益，范围从 6'b00_0000 到 6'b11_1111，可以设定 64 阶的电流增益。如下表所示。

F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
-	-	-	-	-	-	HC	G ₄	G ₃	G ₂	G ₁	G ₀	-	-	-	-

说明：

- 1, 默认值: G=1; HC, G₄~G₀=101011;
- 2, HC 位是最高位, G₀ 是最低位;
- 3, 当 HC=0 时, 增益范围约为 0.125~0.5; 当 HC=1 时, 增益范围约为 0.5~2。计算公式:

$$G = \begin{cases} 0.0455 * D + 0.5 & (HC = 1) \\ 0.0116 * D + 0.125 & (HC = 0) \end{cases}$$

$$\text{其中: } D = G_4 * 2^4 + G_3 * 2^3 + G_2 * 2^2 + G_1 * 2^1 + G_0 * 2^0$$

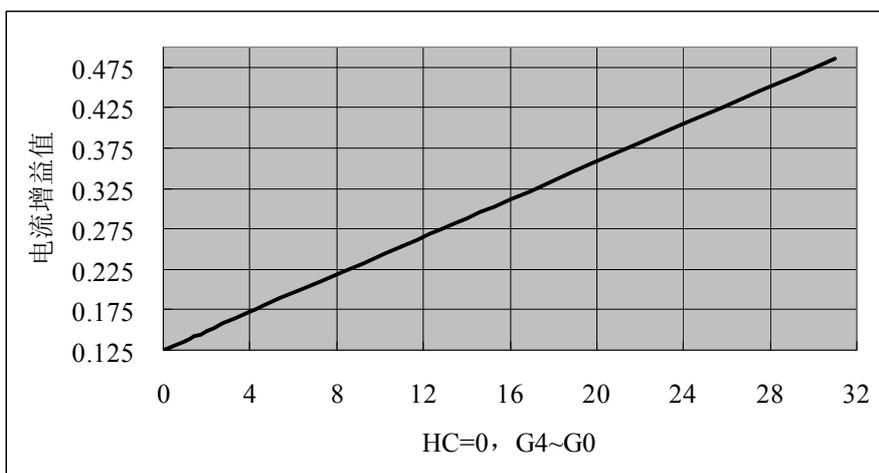


图4 HC=0 时, 增益调节范围

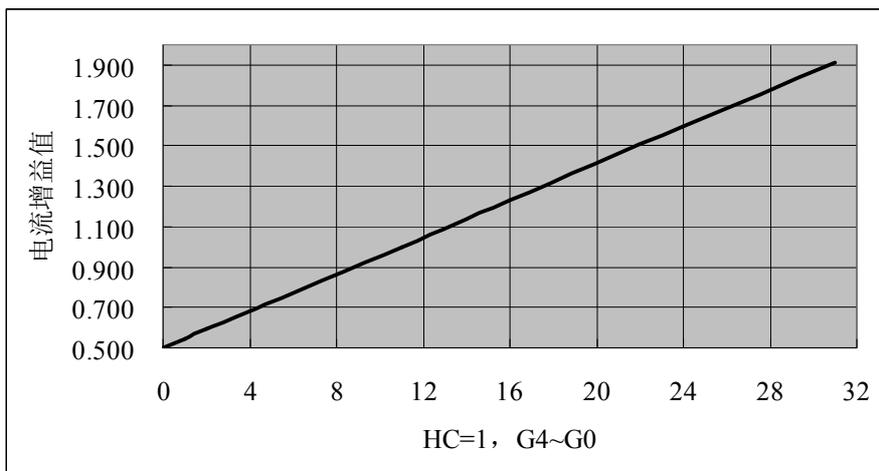


图5 HC=1 时, 增益调节范围

电流端口迟滞输出

SM16136 的 16 个端口并非同时开启，而是每 8 个相邻端口一组迟滞输出，分成了 2 组。OUT2n、OUT2n+1 的迟滞时间为 30ns。

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：

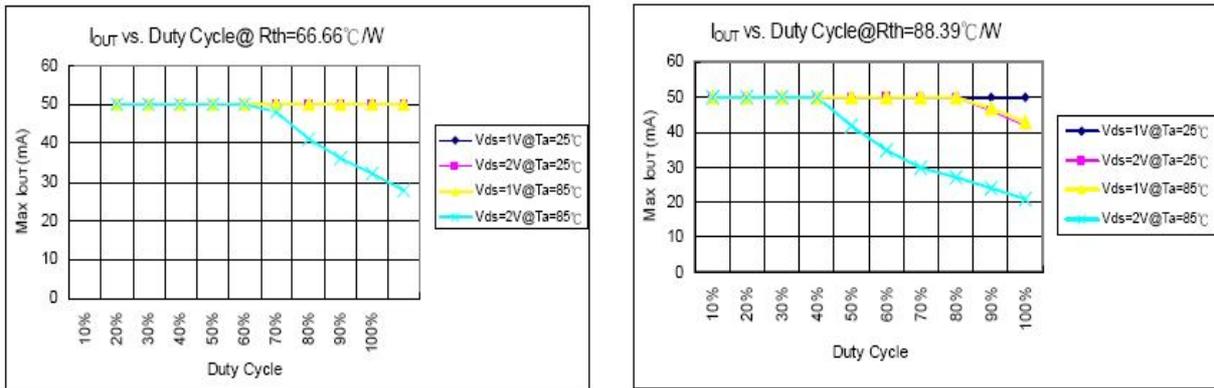


图6 端口电流与输出占空比的关系

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。

负载端供电电压(V_{LED})

为使封装片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 0.8V 左右(依据 $I_{OUT} = 3\sim 45mA$)。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, 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})之效果。外串电阻或稳压管的应用图可参阅下图。

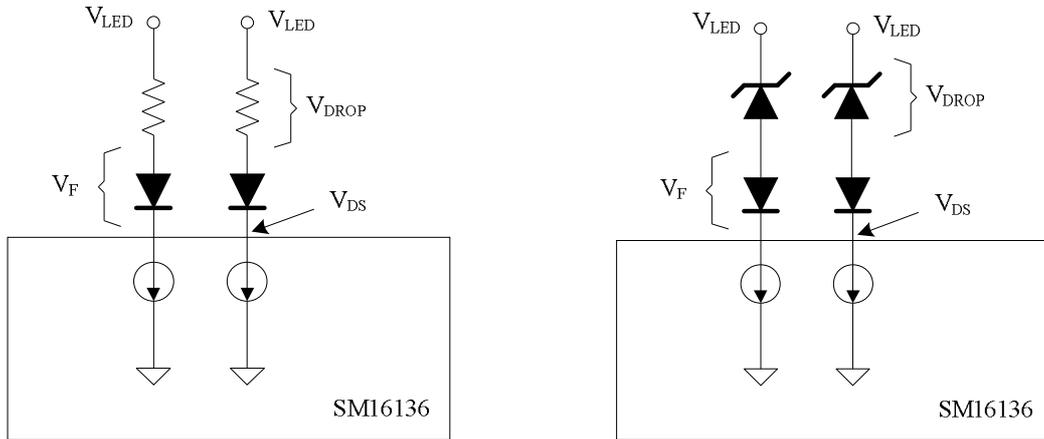
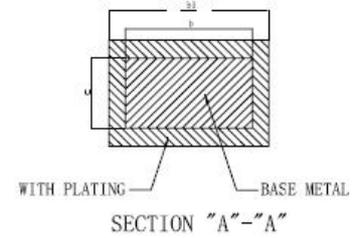
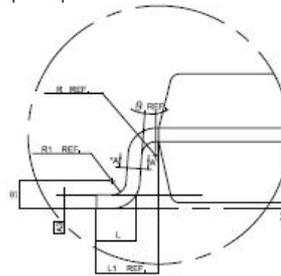
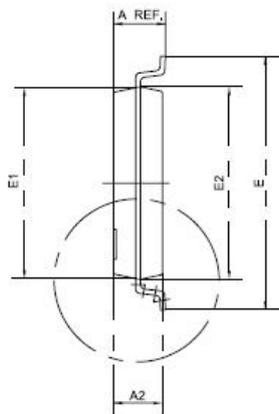
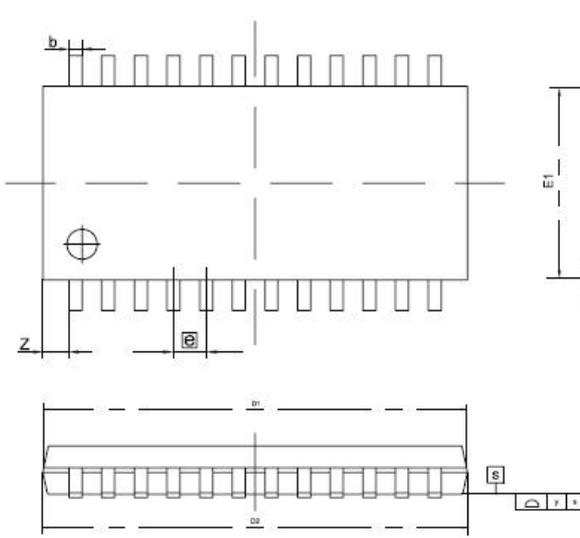


图7 建议降低端口工作电压, 以保证封装片散热需求



封装形式

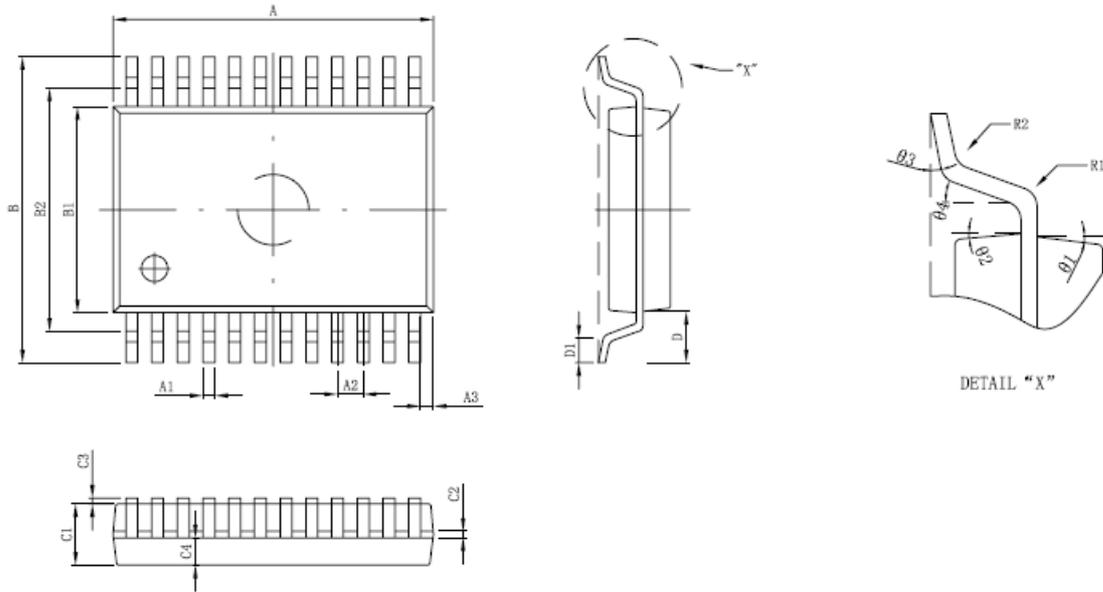
SSOP24L (1.0-D1.50)



Symbol	Min	Nom	Max
A	1.550	1.600	1.650
A1	0,050	0,100	0,150
A2	1,450	1,500	1,550
A3	—	0,172	—
b	0,250	0,300	0,350
b1	0,260	0,320	0,380
c	—	0,152	—
D1	12,900	12,950	13,000
D2	12,950	13,000	13,050
E	7,800	7,900	8,000
E1	5,900	5,950	6,000
E2	5,950	6,000	6,050
e	—	1,000	—
L	0,500	0,600	0,700
L1	—	—	—
R	—	0,150	—
R1	—	0,150	—
θ	0	—	7°
θ 1	0	—	3°
y	—	—	0,050
Z	—	0,850	—



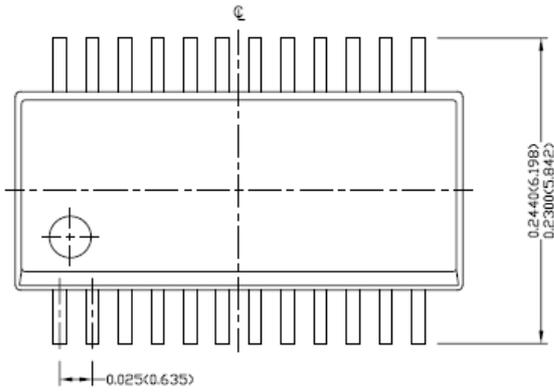
SSOP24-3 (1.0-D1.8)



尺寸	最小 (mm)	最大 (mm)	尺寸	最小 (mm)	最大 (mm)
A	12.9	13.1	C3	0.05	0.2
A1	0.30	0.50	C4	0.80TYP	
A2	1.00TYP		D	0.95TYP	
A3	0.8TYP		D1	0.33	0.73
B	7.60	8.20	R1	0.2TYP	
B1	5.90	6.10	R2	0.2TYP	
B2	7.62TYP		theta 1	8° TYP	
C1	1.70	1.90	theta 2	10° TYP	
C2	0.15	0.30	theta 3	4° TYP	
			theta 4	5° TYP	



QSOP24 (0.635-D1.397)



NOTE:

- 1). LEADFRAME MATERIAL: COPPER
- 2). LEAD FINISH: SOLDER PLATED
- 3). FORMED LEAD SHALL BE PLANAR WITH RESPECT TO ONE ANOTHER WITHIN 0.004 INCHES.
- 4). BOTH PACKAGE LENGTH AND WIDTH DO NOT INCLUDE MOLD FLASH.
- 5). CONTROLLING DIMENSION: INCH(MM)

