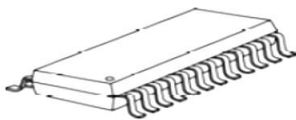


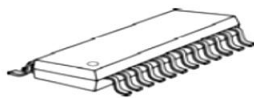
内建 S-PWM 技术，十六位恒流 LED 高刷屏专用驱动

一、特点

- ◆ 16 通道恒流输出
- ◆ 16 位 PWM 恢复度控制
- ◆ 提升图像更新率技术：Scrambled-PWM
- ◆ 6 位可编辑的输出电流增益控制
- ◆ 恒流输出范围值：2~45mA
- ◆ 极为精确的电流输出值
通道间典型差异值：≤±1.5%，最大值：≤±3%
- ◆ 芯片间典型差异值：≤±3%，最大值：≤±6%
- ◆ 输出通道间分成四组交错延迟，有效减小过冲电流
- ◆ 最高时钟频率：30HZ
- ◆ 施密特滞回输入特性，提高抗干扰能力



GF: SSOP24-1.00



GP: SSOP24-0.635

三、应用领域

- ◆ 户内/户外全彩视频 LED 显示屏
- ◆ 交通指示屏，文字信息显示屏
- ◆ 招牌和标识、装饰照明
- ◆ 护栏管 LCD 背光源

二、概述

HX5042 是专为 LED 全彩显示屏应用而设计的驱动 IC，内建有 16W 位灰度控制的脉宽调制功能。其内建的 16 位移位寄存器可以将串行输入数据转换成每个输出通道的灰阶像素。

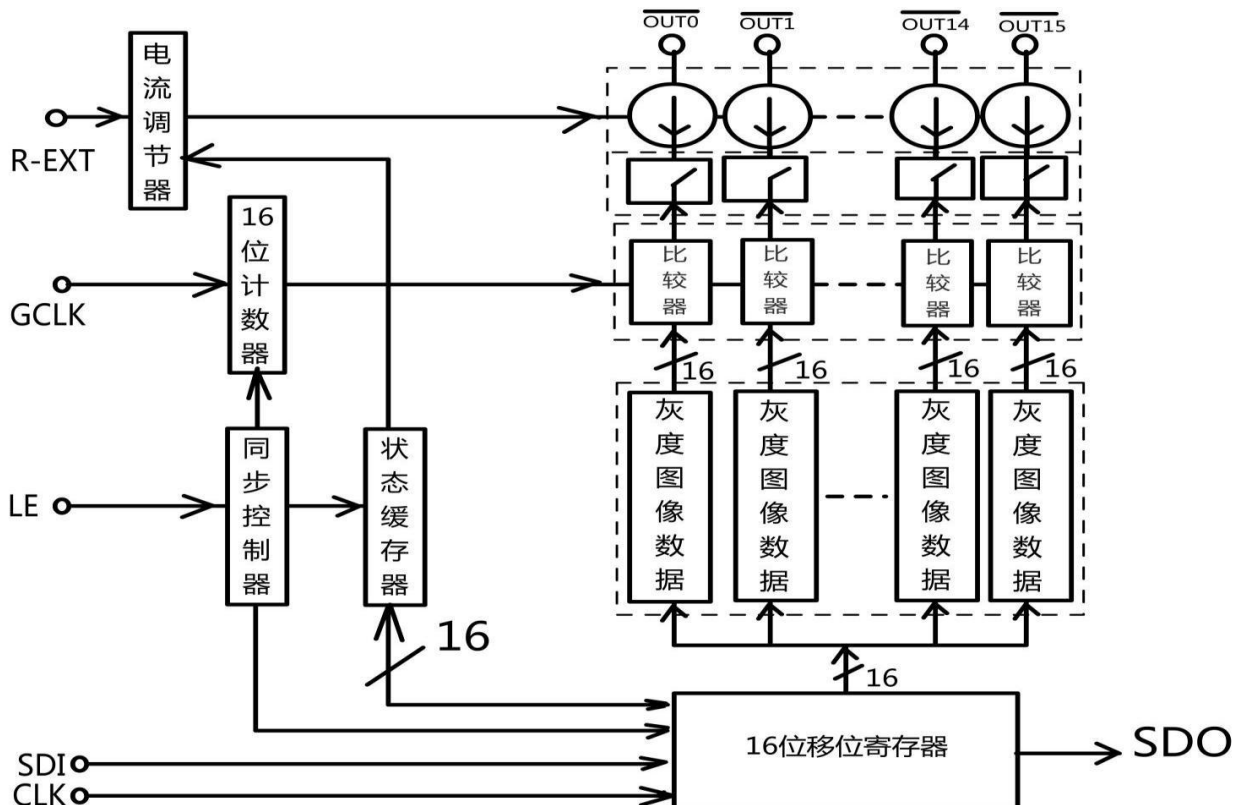
HX5042 的 16 个恒流输出通道可提供一致并且恒定的电流输出，且不会受输出端负载电压的影响。可以通过选取不同阻值的外接电阻来统一调整 HX5042 各个输出端的输出电流大小。除此之外，使用者还可以通过调整可编辑的 6 位电流增益，统一调整各通道的 LED 驱电流。

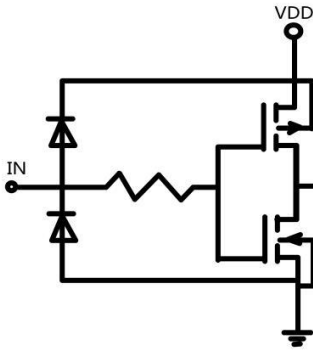
HX5042 借助 Scrambled-PWM(S-PWM 技术)，HX5042 加入了脉宽调制功能，将导通时间分散成数个较短的时间，从而增加了视觉更新率。在设计 16 级灰度的全彩显示屏时，可以借助 S-PWM 技术来减少画面的闪烁。除此之外，HX5042 还可以降低控制器对脉冲宽度调制时钟频率的要求，使用者只需要数兆赫兹的频率即可实现 16 位灰度脉冲宽度调制效果。HX5042 可借助输入的图像数据来调整对应的 LED 亮度，而且可以使每个输出通道表现出 16 位 (65, 536) 的颜色变化。此外，HX5042 可以借助 16 位图像数据中用来补偿的 gamma 校正或是 LED 灯点的偏差信息来调整每一颗 LED 亮度。

四、管脚图

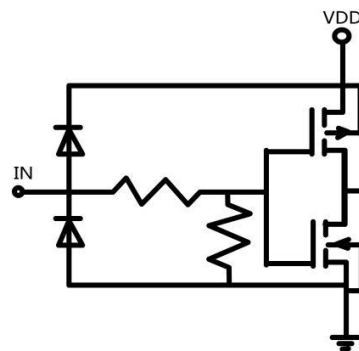
脚位图	序号	管脚	输入/出	功能
	1	GND	I	逻辑控制部份和驱动电流的接地端
	2	SDI	I	移位寄存器的串行数据输入端
	3	CLK	I	数据的时钟信号输入端，数据位移发生在时钟上升沿；LED 启动时，可输入控制指令
	4	LE	I	数据闪控输入端，配合 GCLK 下达控制指令
	5-20	/OUT0-15	O	16 个恒流源输出端
	21	GCLK	I	灰度时钟信号输入端，灰度显示是借助灰度时钟与输入数据的比较来达到脉冲宽度调制功能
	22	SDO	O	串行数据输出端，可接至下一个芯片的 SDI 端口
	23	R-EXT	I	外接电阻输入端，借助外接电阻可统一设定所有输出通道的输出电流
	24	VDD	I	5.0v 电源供应端

五、内部框图典型应用

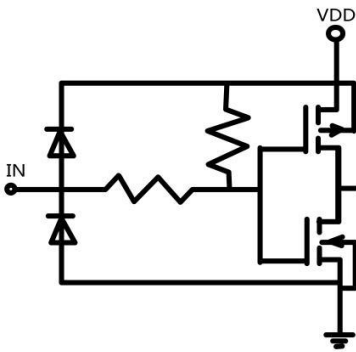
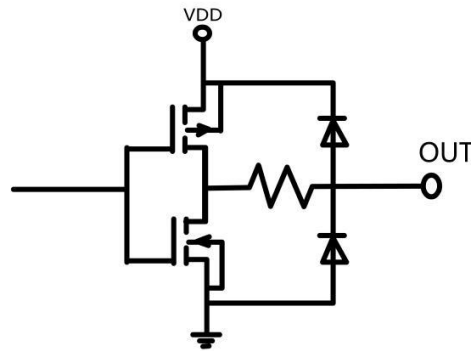


输入输出等效电路


DCLK, SDI输入端



LE 输入端


 $\overline{\text{OE}}$ 输入端


SDO输出端

六、极限参数

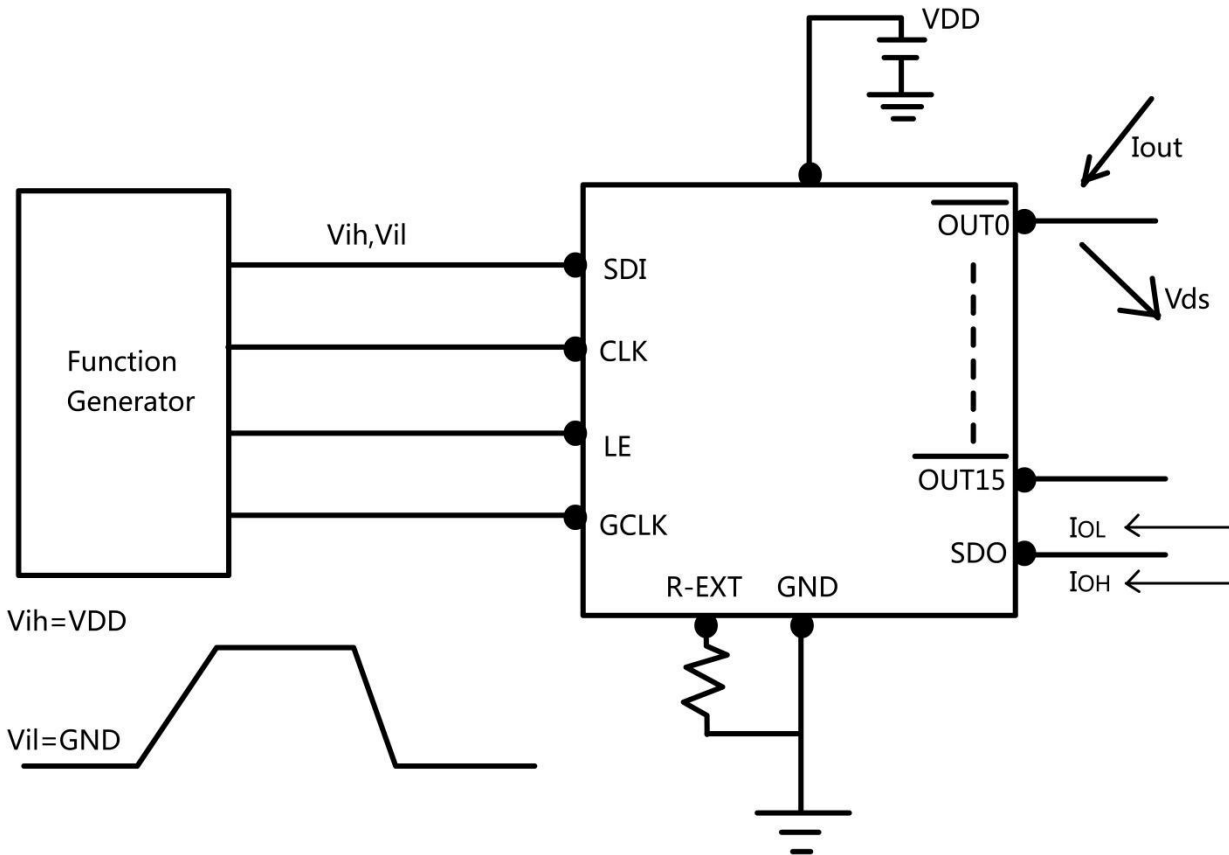
符号	描述		参考范围	单位
VDD	电源电压		0-7.0	V
VIN	输入端电压 SDI		-0.4-V _{DD} +0.4	V
IOUT	输出端电流		+50	mA
VDS	输出端瞬间耐受电压		-0.5-20.0	V
IGND	接地端电流		720	mA
PD	消耗功率		-	W
RTH(J-A)	热阻值		-	°C/W
TOPR	IC 工作时环境温度		-40+85	°C
TSTG	IC 存储时环境温度		-55-150	°C
HBM	静电防护等级	人体静电模式	≥3000	V
MM		机器静电模式	≥300	V

注：极限参数超过上表中规定的工作范围可能导至器件损坏。而工作在以上条件下可能会导致器件的可靠性。

七、直流特性 VDD=5V, TA=25°C

特性		符号	测量条件	最小值	一般值	最大值	单位
电源电压		VDD	-	4.5	5	5.5	V
输出端最大耐压		VDS	OUT0~OUT15	-	-	20	V
输出端电流		IOUT	参考直流特性测试电路	2	-	45	mA
		IOH	SDO	-	-	-1.0	mA
		IOL	SDO	-	-	1.0	mA
输入端电压	高电平	VIH	Ta=-40-85°C	0.7*VDD	-	VDD	V
	低电平	VIL	Ta=-40-85°C	GND	-	0.3*VDD	V
输出端漏电流		IOH	VDS=17V	-	-	0.5	uA
输出端电压	SDO	VOL	IOL=+1mA	-	-	0.4	V
		VOH	IOH=-1mA	4.6	-	-	V
输出驱动电流 (通道间)		dIO1	IOUT=2mA, VDS=1V, REXT=7kΩ		±1.5	±3.0	%
		dIO2	IOUT=25mA, VDS=1V, REXT=560Ω		±1.5	±3.0	%
输出驱动电流 (芯片间)		dIO3	IOUT=2mA, VDS=1V, REXT=7kΩ		±3.0	±6.0	%
		dIO4	IOUT=25mA, VDS=1V, REXT=560Ω		±3.0	±6.0	%
电流偏移量 vs 输出电压		%/dVDS	输出电压=1~3V, REXT=560Ω, IOUT=25mA	-	±0.1	±0.3	%/V
电流偏移量 vs 电源电压		%/dVDD	电源电压=4.5~5.5v	-	±1.0	±2.0	%/V
Pull-up 电阻		RIN(UP)	GCKL	260	330	410	KΩ
Pull-down 电阻		RIN(DOWN)	LE	260	330	410	KΩ
电压源 输出电 流	OFF	IDD(off) 1	Rext=open $\overline{\text{OUT0}}-\overline{\text{OUT15}}=\text{off}$	-	4.2	-	mA
		IDD(off) 2	Rext=560Ω $\overline{\text{OUT0}}-\overline{\text{OUT15}}=\text{off}$	-	6.9	-	
		IDD(off) 3	Rext=560Ω $\overline{\text{OUT0}}-\overline{\text{OUT15}}=\text{off}$	-	8.3	-	
	ON	IDD(on) 1	Rext=560Ω $\overline{\text{OUT0}}-\overline{\text{OUT15}}=\text{on}$	-	5.3	-	
		IDD(on) 2	Rext=360Ω $\overline{\text{OUT0}}-\overline{\text{OUT15}}=\text{on}$	-	6.9	-	

直流特性测试电路



八、动态特性

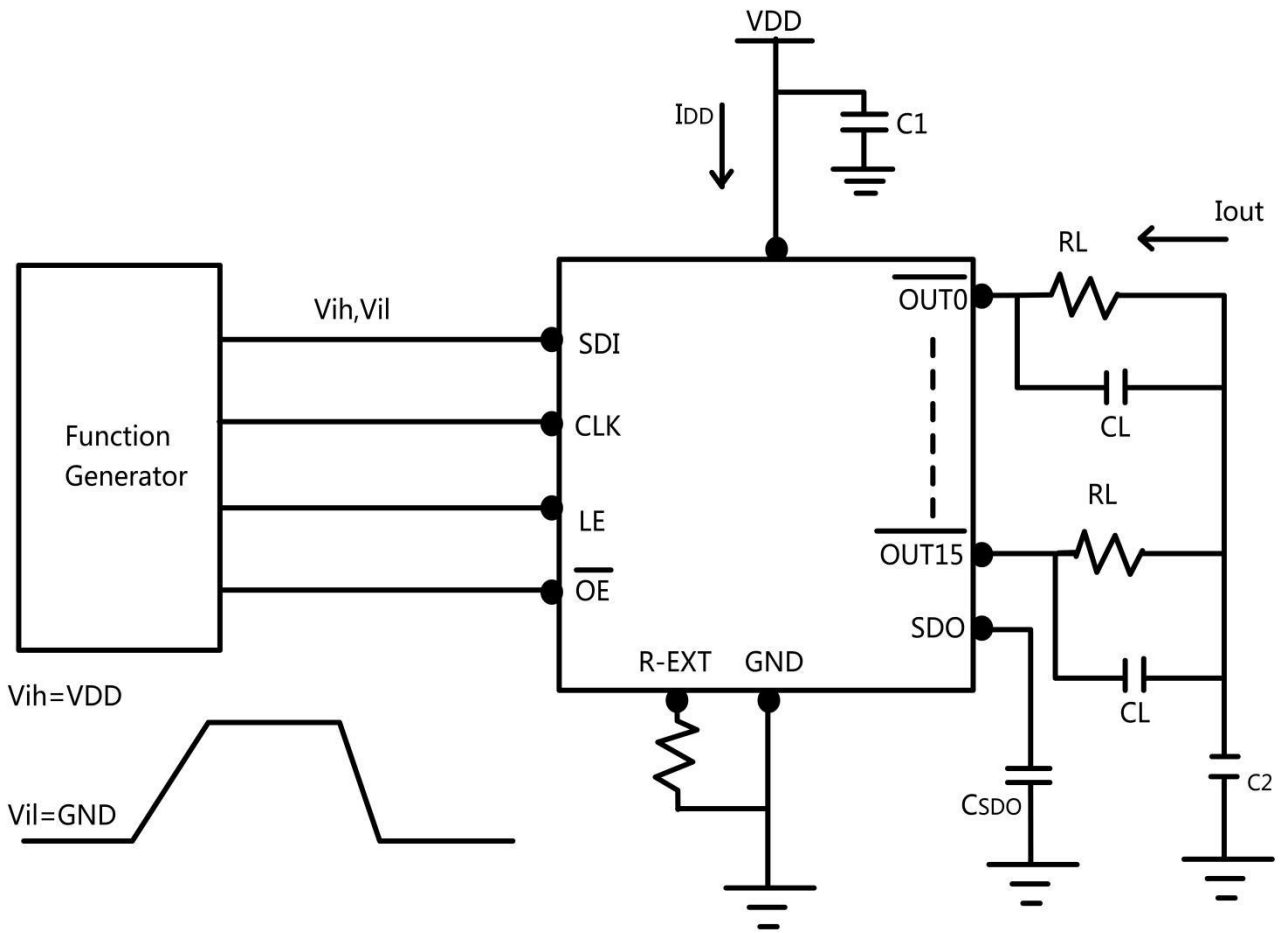
VDD=5.0V

符号	特性	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位	
t_{SU0}	SDI-DCLK \uparrow	$T_a = 25^\circ C$ $V_{DD} = 5.0V$ $V_{IH} = V_{DD}$ $V_{IL} = GND$ $R_{ext} = 700\Omega$ $V_{DS} = 1V$ $R_L = 200\Omega$ $C_L = 10pF$ $C_1 = 100nF$ $C_2 = 10\mu F$ $C_{SDO} = 10pF$	1	-	-	ns	
t_{SU1}	LE \uparrow ~ DCLK \uparrow		建立时间	1	-		-
t_{SU2}	LE \downarrow ~ DCLK \uparrow		建立时间	5	-		-
t_{H0}	DCLK \uparrow ~ SDI		保持时间	3	-		-
t_{H1}	DCLK \uparrow ~ LE \downarrow		保持时间	7	-		-
t_{pD0}	DCLK ~ SDO		延迟时间	-	25		-
t_{pD1}	GCLK ~ OUT4n*		延迟时间	-	33		-
t_{pD2}	LE ~ SDO**		延迟时间	-	28		-
t_{DL1}	OUT4n+1*		输出通道间 交错延迟时间	-	5		-
t_{DL2}	OUT4n+2*			-	10		-
t_{DL3}	OUT4n+3*			-	15		-
$t_w(LE)$	LE		脉冲宽度	5	-		-
$t_w(DCLK)$	DCLK			15	-		-
$t_w(GCLK)$	GCLK			15	-		-
t_{OR}	电流输出端的电位上升时间		10	15	20		
t_{OF}	电流输出端的电位下降时间		10	15	20		
F_{DCLK}	数据时钟频率		-	-	30	MHz	
F_{GCLK}	灰度时钟频率***		-	-	33		

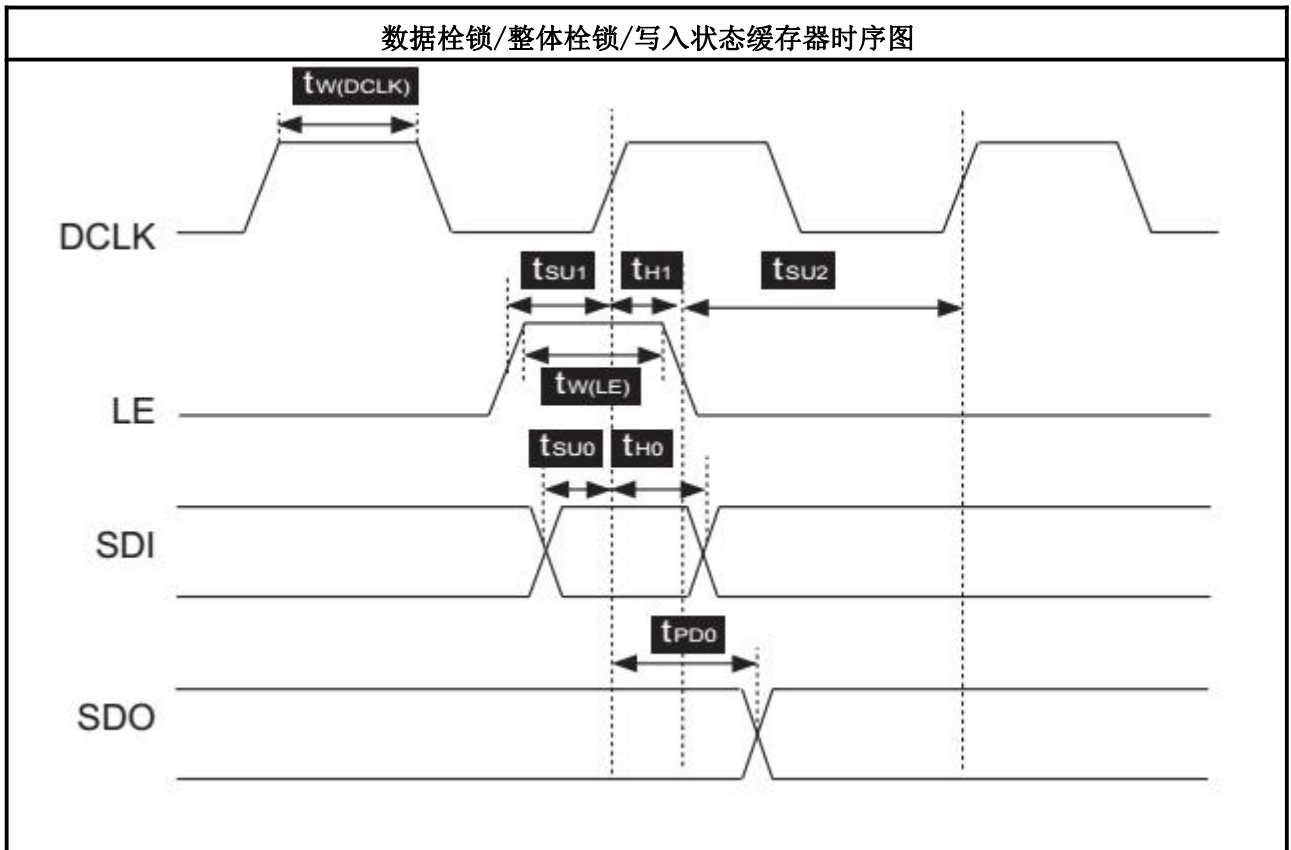
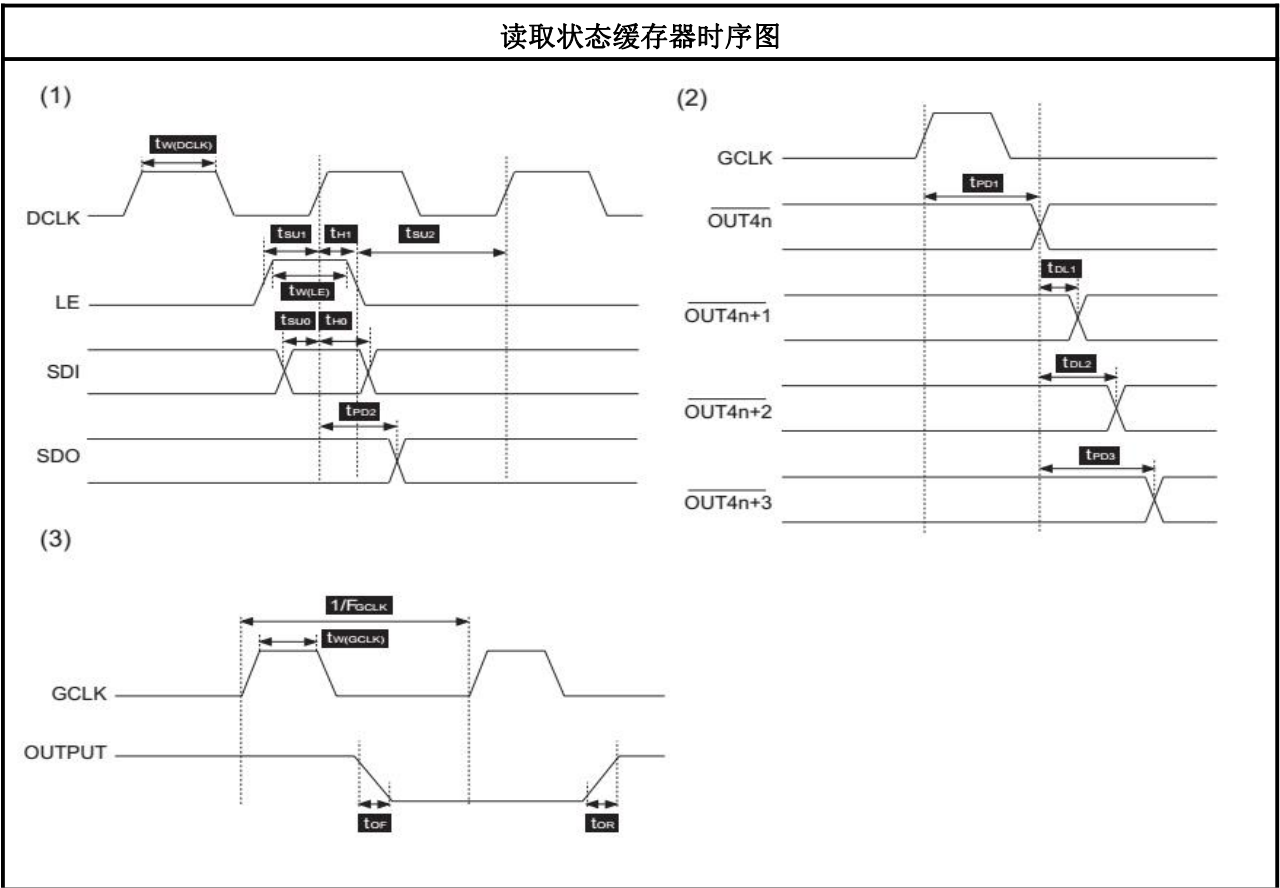
请参考时序波形图，在第一个脉宽调制输出数据时将有一个GCLK的延迟；其中，n=0、1、2、3。

 **在“读取状态寄存器”的时序图中，下一个DCLK上升沿应为LE下降沿后的 t_{pD2} 。

动态特性测试电路



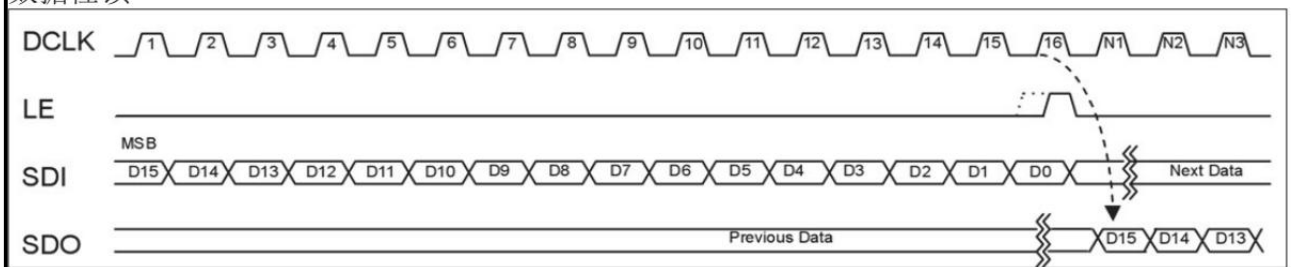
九、时序波形图



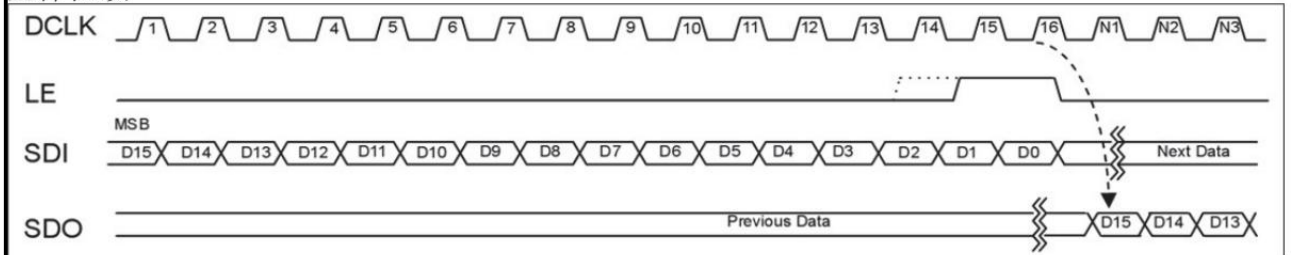
十、控制指令

指令名称	信号组合		说明 (LE 下降沿后的动作)
	LE	LE 包含 DCLK 上升沿个数	
数据栓锁	High	0 或 1	将串行数据传入缓冲存储器
整体栓锁	High	2 或 3	将缓冲存储器的数据传入比较器
读取状态缓存器	High	4 或 5	将状态缓存器的数据传入移位寄存器
写入状态缓存器	High	10 或 11	将串行数据传入状态缓存器
重设 PWM 计数器	High	12 或 13	当状态缓存器“B”位设定为 1 时, 重设 PWM 计数器
使能写入状态缓存器	High	14 或 15	使能写入状态缓存器, 应在每次写入状态缓存器之前送出

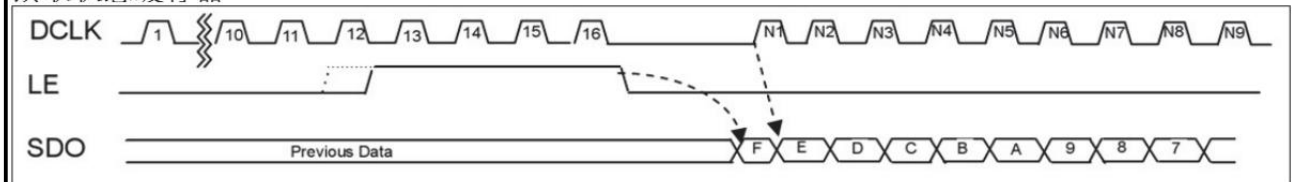
数据栓锁



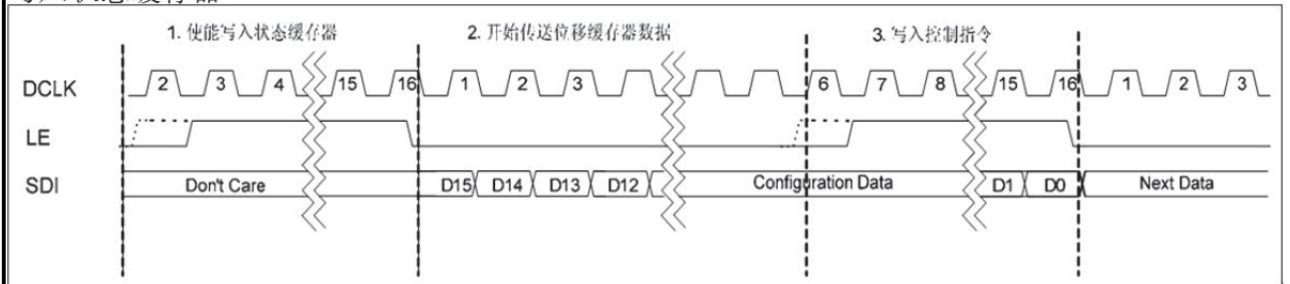
整体栓锁



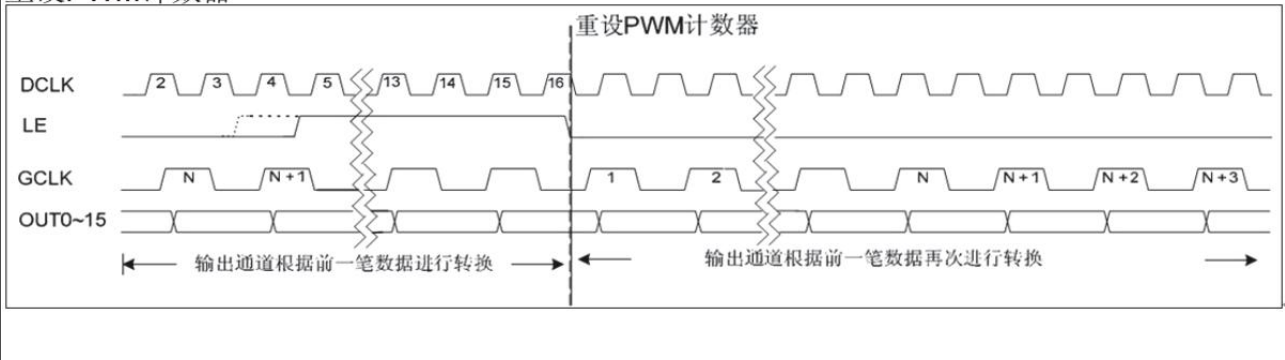
读取状态缓存器



写入状态缓存器



重设PWM计数器



十一、设定像素的灰度

设定像素灰度

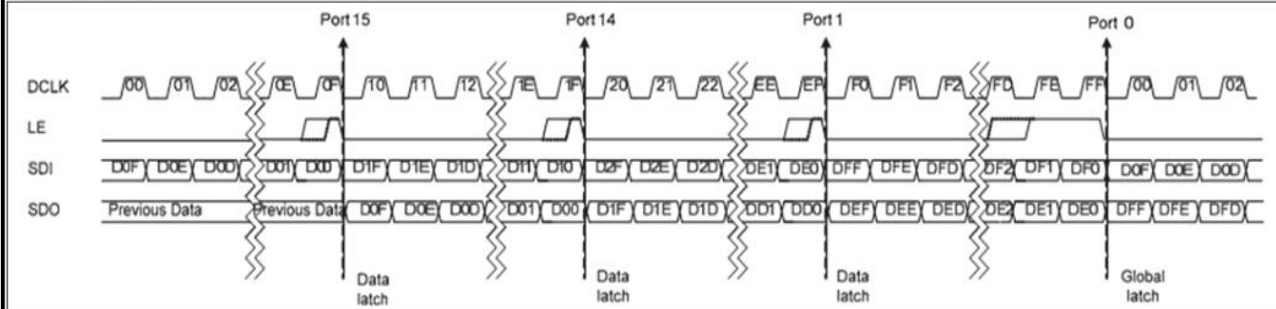
HX5042 使用 S-PWM 技术实现对每个输出端点的灰度控制，所有输出通道可以有 65, 536 位的灰度显示效果。

设定“整体栓锁”指令的方式如下：

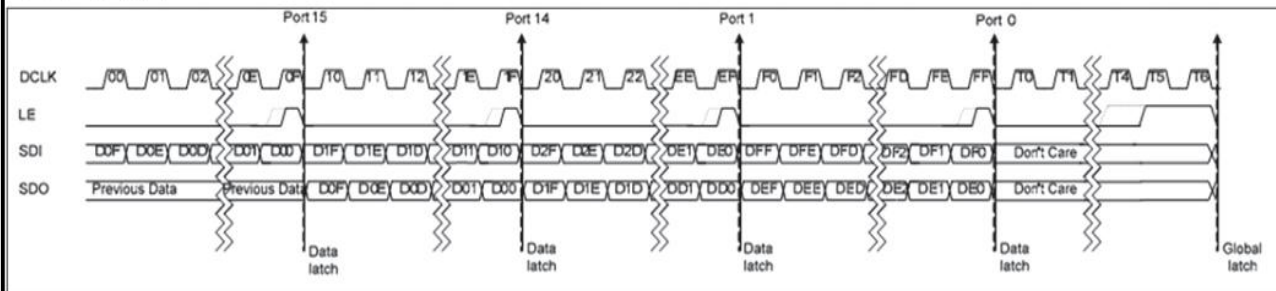
- ①当状态缓存器”F”位设定为 0 时，16 位移位寄存器可依序通过“数据栓锁”指令将前 15 次灰度显示数据送到每一个缓冲存储器，然后在第 16 次灰度数据输入时进行一次“整体栓锁”，依照输出端 15 到 0，MSB（最重要位）到 LSB（最不重要位）的顺序，将数据依次加载。
- ②当状态缓存器”F”位设定为 1 时，16 位移位寄存器可依序通过“数据栓锁”指令将前 16 次灰度显示数据送到每一个缓冲存储器，然后在第 16 次灰度数据输入时进行一次“整体栓锁”，依照输出端 15 到 0，MSB（最重要位）到 LSB（最不重要位）的顺序，将数据依次加载。

数据加载时序图

当“F”位为0



当“F”位为1



输出通道顺序由 15 到 0，位数顺序由 15 到 0

DCLK: “00”表示第 15 个通道的第 0 个 DCLK; “FF”表示第 0 个输出通道的第 15 个 DCLK

SDI: “D0F”表示第 15 个输出通道的 MSB (最重要位); “DF0”表示第 0 个输出通道的 LSB (最不重要位)

状态寄存器自定义

状态寄存器默认值

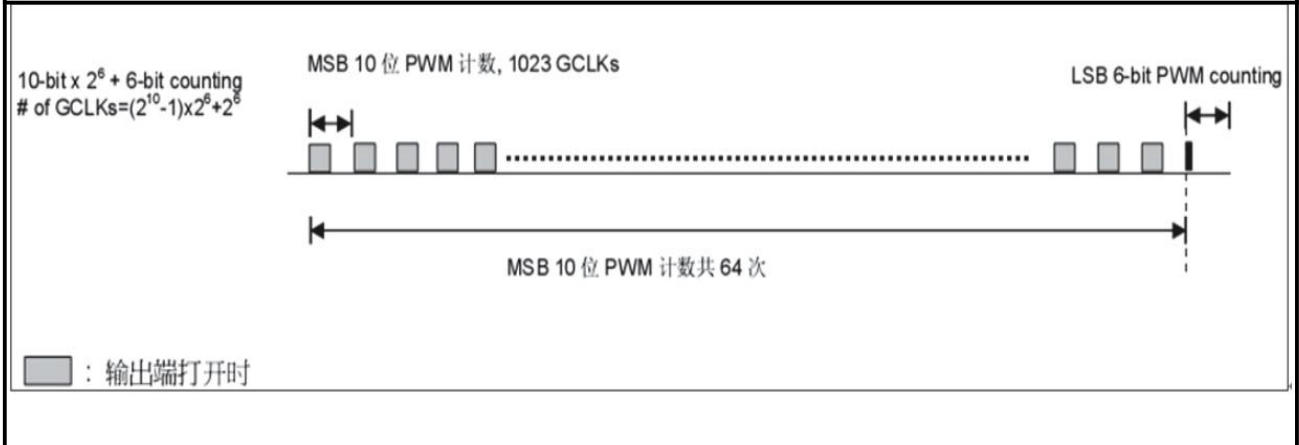
F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	6' 101011						0	0	0	0

MSB

LSB

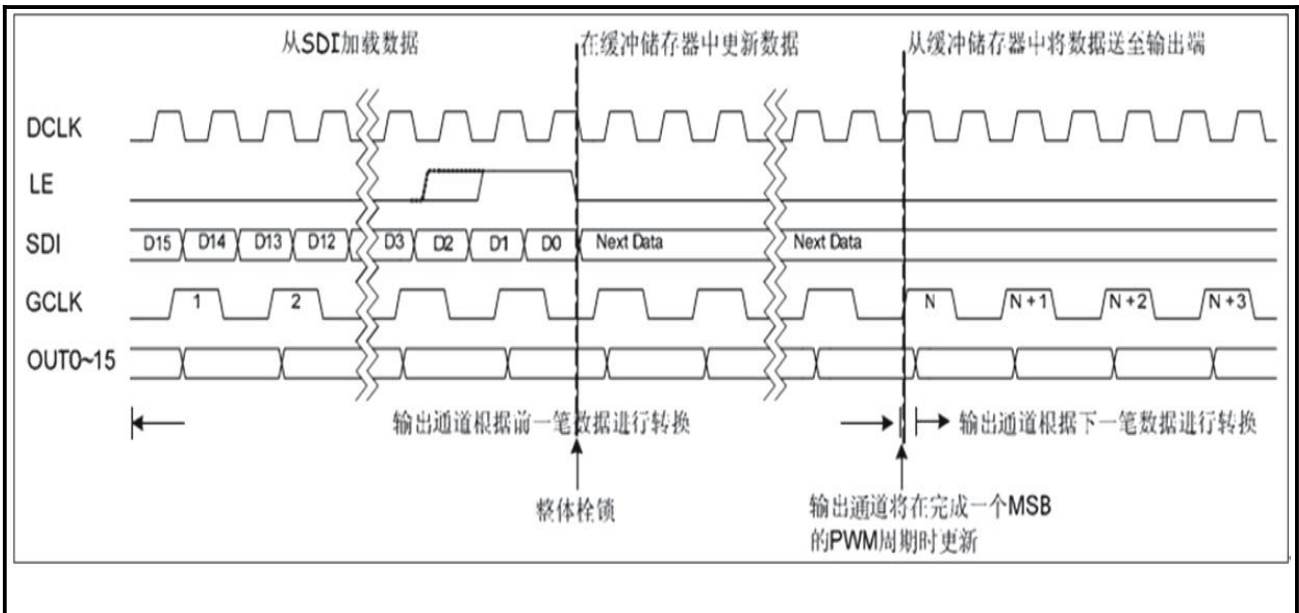
位	属性	定义	值	功能说明
F	读/写	数据加载模式	0 (预设)	15 次“数据栓锁”+1 次“整体栓锁”
			1	16 次“数据栓锁”+1 次“整体栓锁”
E~C	读/写	保留位	可忽略	NA
B	读/写	重设 PWM 计数	0 (预设)	关闭
			1	当 LE 确立时, 输入 12 或 13 个 DCLK 上升沿
A	读/写	PWM 计数同步模式	0 (预设)	自动同步
			1	手动同步
9~4	读/写	电流增益调整	000000~111111	6' 101011 (预设)
3~0	读/写	保留位	可忽略	NA

HX5042 支持 S-PWM 技术，全部 PWM 周期分解成 MSB（最重要位）与 LSB（最不重要位）的灰度周期，因此可以将 MSB 的信息重复更新很多次，从而达到与未分解成 MSB 与 LSB 的 PWM 一样的分辨率

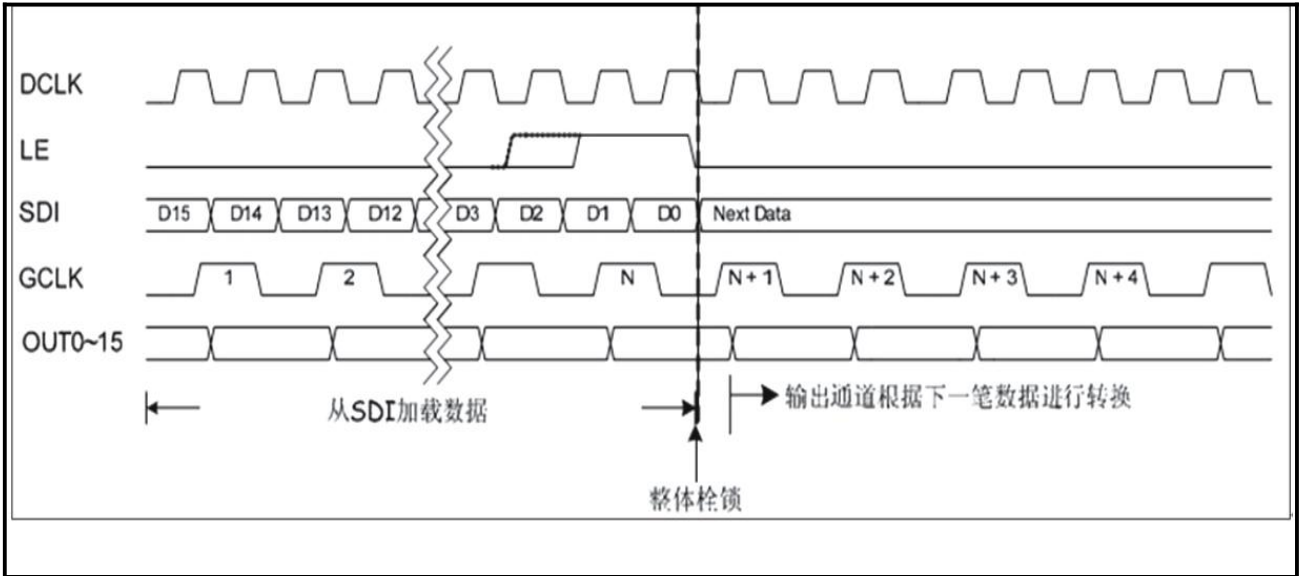


PWM 计数同步

当状态缓存器“*A*”位设定为 0（预设）时，HX5042 自动将前一笔与下一笔 PWM 计数数据同步。当前一笔数据完成内部 PWM 周期时，下一笔图像数据更新到输出端缓冲存储器之后开始 PWM 计数。这样可以避免图像数据计数遗失，保证数据的正确性。在这种模式下，系统的控制器只需要持续地提供 GCLK 给 PWM 计数器。输出端在完成一个 MSB 的 PWM 周期时进行更新。



当状态缓存器“*A*”位设定为 1（预设）时，无论此时前一笔图像的计数状态如何，HX5042 将前立即更新图像数据到输出端的缓冲存储器。在这种模式下，系统控制器需要将 HX5042 的外部图像数据与 GCLK 同步，否则前一笔与下一笔图像数据之间的冲突会导致数据丢失。



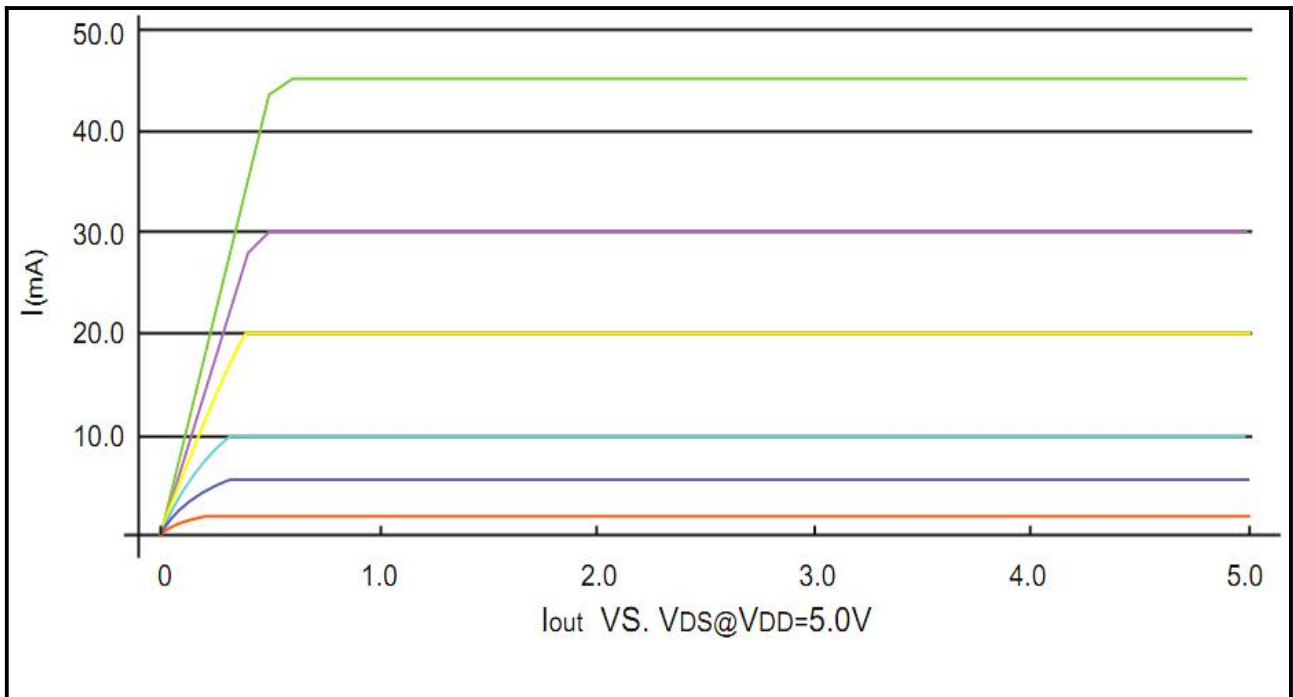
应用信息

恒流输出特性

当用户将 HX5042 应用于 LED 面板设计上时，通道间和芯片间的电流差异极小；

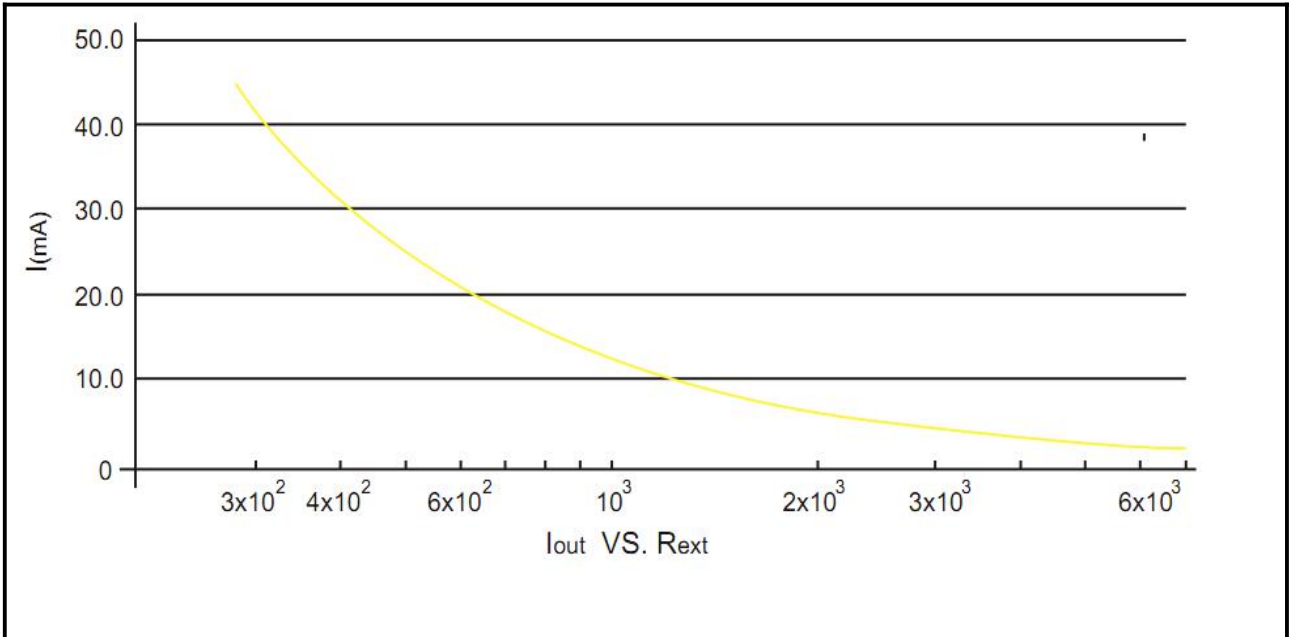
- ①通道间典型电流差异小于±1.5%，芯片间典型电流差异小于±3.0%。
- ②不受负载电压影响的电流输出特性，即输出电流的稳定性不受 LED 顺向电压 V_F 的变化影响，如下图

所示：



电流增益调整

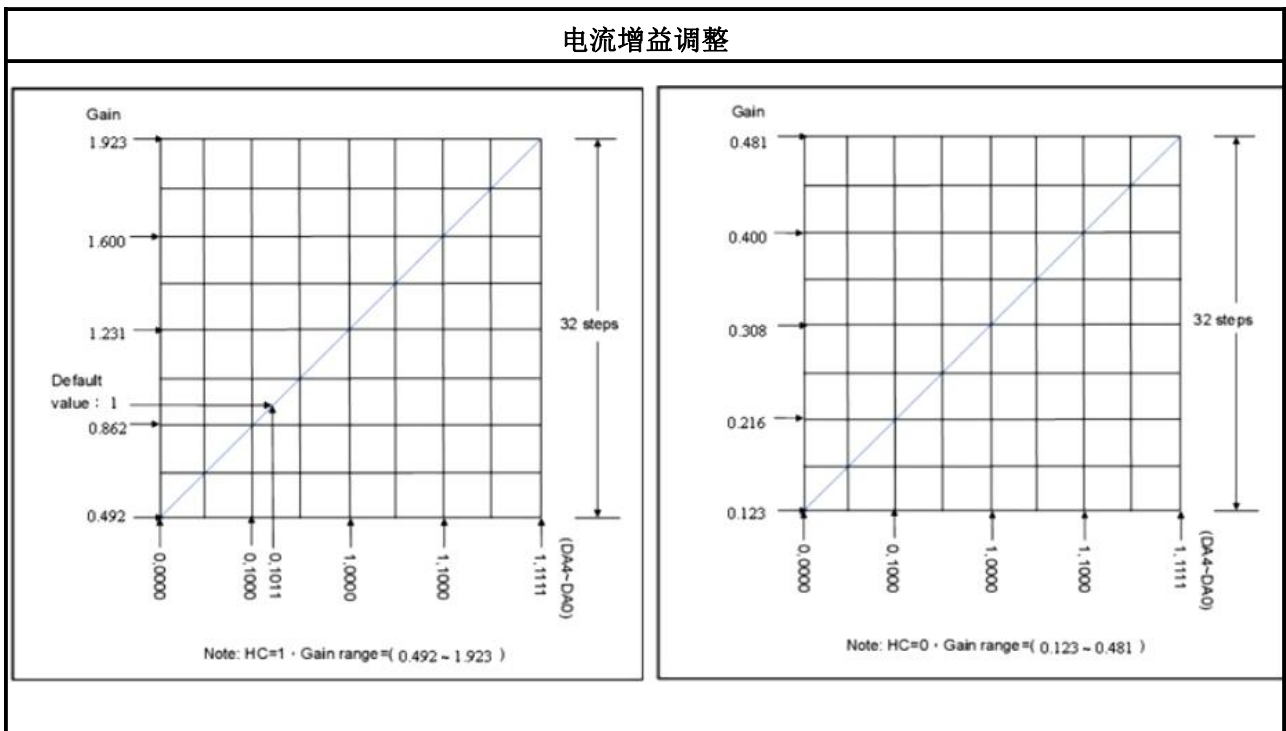
如下图所示，借助外接电阻 R_{ext} 调整输出电流 I_{OUT} 。



利用下列公式可以计算出输出电流的大小：

$$V_{REXT} = 0.60V_{xG1}; I_{OUT} = (V_{REXT}/R_{ext}) \times 15 \times G^2 = (9V_{xG})/R_{ext}, G = G1 \times G2$$

上式中 V_{REXT} 是指外接电阻 R_{EXT} 两端的电压值， R_{EXT} 是指外接电阻的阻值， G 是指数字调整电流的增益，可以通过状态缓存器的第 4 到第 9 位来设定，其初始值为 1。举例来说，当 $R_{EXT} = 4.5k \Omega$ 时输出端电流为 2mA；当 $R_{EXT} = 360 \Omega$ 时输出端电流为 25mA。 G 的公式与设定将在电流增益调整部分说明



状态缓存器的第 4 位到第 9 位用于设定输出端的电流增益，总共有六位可以用来设定 G 的值，其范围从 $6^b000000$ 到 $6^b111111$ ，因此使用者可以设定 64 位的电流增益。这些位可以更进一步在状态缓存器中

定义：

F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
-	-	-	-	-	-	HC	DA4	DA3	DA2	DA1	DA0	-	-	-	-

①第 9 位是 HC 位。当 HC=0 时，设定电流向下调整；当 HC=1 时，设定电流向上调整。

②第 8 位到第 4 位是 DA4 到 DA 位。

电流增益 G 与这些位之间的关系如下：

$$HC=1, D = (65G-32) / 3; HC=0, D = (260G-32) / 3$$

上述十进制表示的 D 可以利用如下等式转换为二进制表示：

$$D = DA4 \times 2^4 + DA3 \times 2^3 + DA2 \times 2^2 + DA1 \times 2^1 + DA0 \times 2^0$$

举例来说，HC=1，G=1.231，D=(65x1.231-32)/3=16。因此，D 用二进制表示为

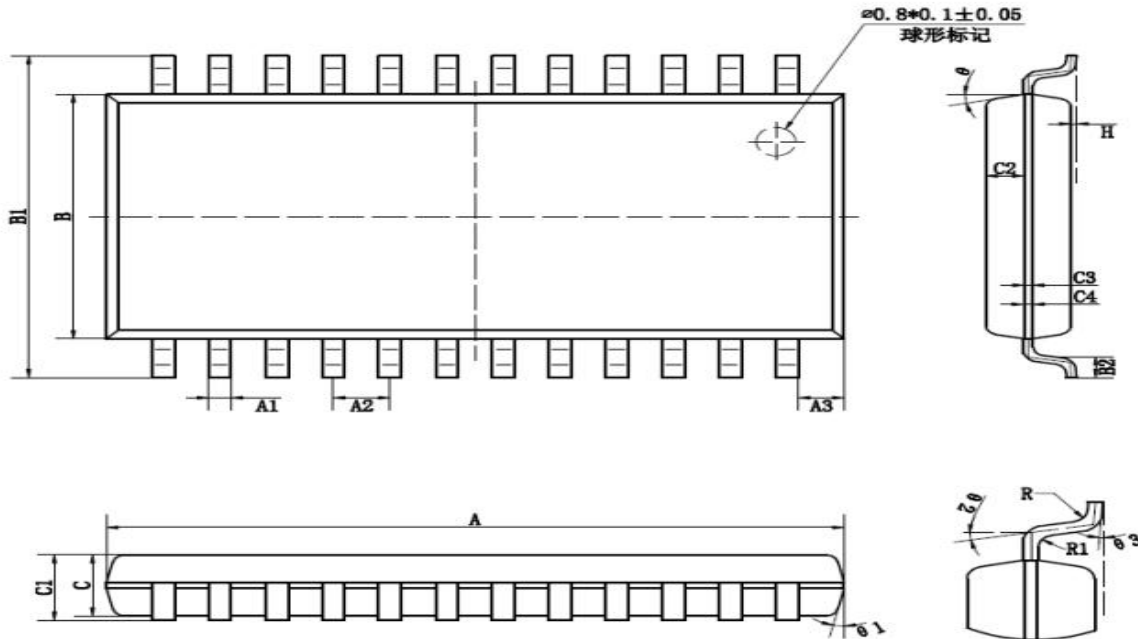
$$D = 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0, \text{ 即状态缓存器第 9 到第 4 位为 } 6'b110000$$

输出端的交错延迟时间

HX5042 内建延迟电路，16 位电流输出端被分成 4 组，OUT4n+1、OUT4n+2、OUT4n+3、OUT4n+4，每一组依照 5ns 的延迟时间依序输出电流。

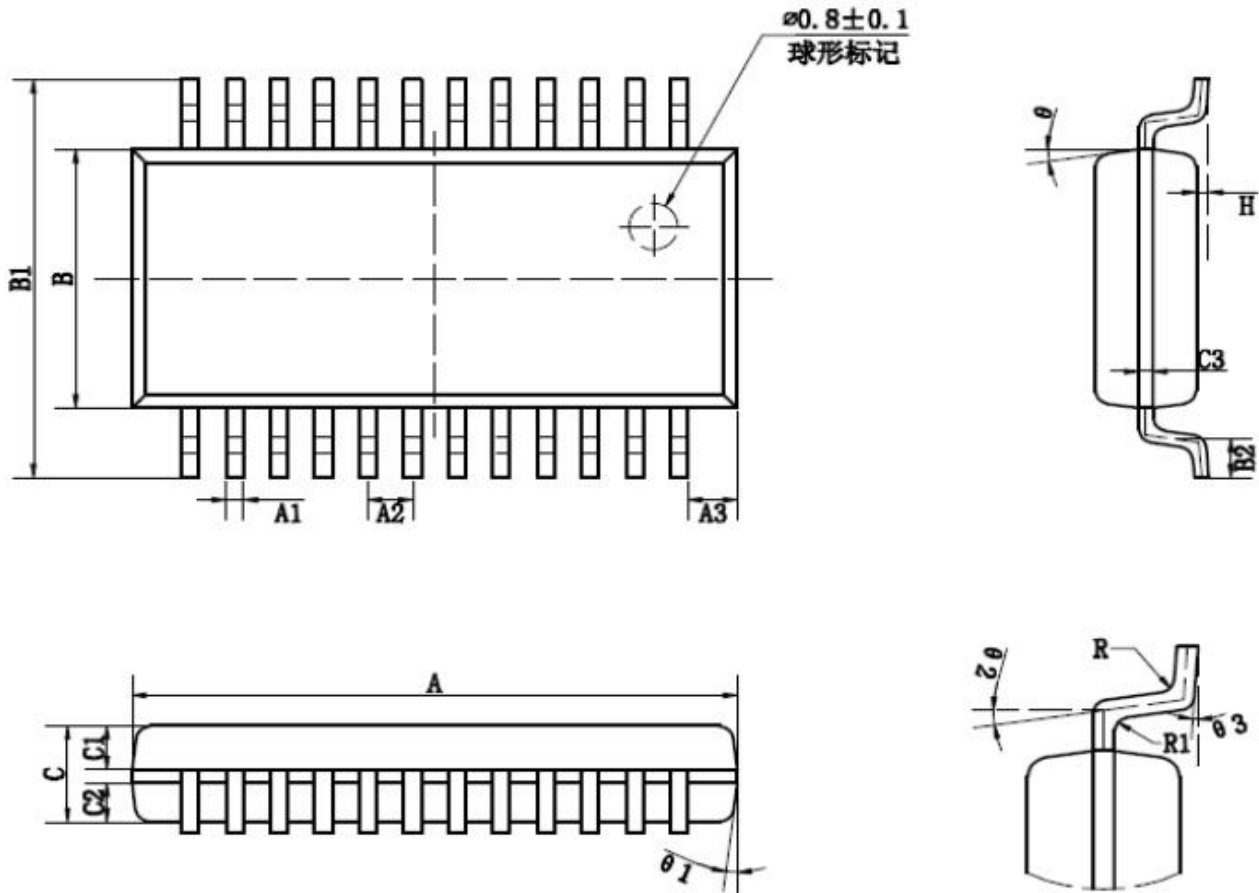
十一、订货信息

完整型号	说明	最小包装(Pcs)
HX5042GP XXXX	第一排型号 第二排年周	2500/盘
HX5042GF XXXX	第一排型号 第二排年周	2000/盘

十二、封装尺寸图
SSOP24-1.0:


标注	尺寸	最小(mm)	最大(mm)	标注	尺寸	最小(mm)	最大(mm)
A		12.95	13.05	C3		0.152	
A1		0.40TYP		C4		0.172	
A2		1.00TYP		H		0.05	0.15
A3		0.80TYP		θ		12° TYP4	
B		5.95	6.05	$\theta 1$		12° TYP4	
B1		7.75	8.05	$\theta 2$		10° TYP4	
B2		0.40	0.60	$\theta 3$		0°~8°	
C		1.45	1.55	R		0.15TYP	
C1		1.45	1.75	R1		0.15TYP	
C2		0.674					

Order Number

SSOP24-0.635:


标注	尺寸	最小(mm)	最大(mm)	标注	尺寸	最小(mm)	最大(mm)
A		8.60	8.70	C3		0.203TYP	
A1		0.254TYP		H		0.10	0.25
A2		0.635TYP		θ		8° TYP4	
A3		0.705TYP		θ 1		7° TYP4	
B		3.85	3.95	θ 2		4°~12°	
B1		5.80	6.20	θ 3		0°~8°	
B2		0.40	0.70	R		0.20TYP	
C		1.40	1.50	R1		0.20TYP	
C1		0.40	0.70				
C2		0.55	0.65				

Order Number

