



## 高精度，全面保护和诊断， 具有睡眠模式的恒流 RGB LED 驱动器

### 特点

- 33 恒流灌电流输出通道
- 30mA 最大输出电流
- 5V 最大输出电压
- 3 个输出组：OUTRn、OUTGn、OUTBn
- 输出电流调整
- 每个通道有 7 位点校正
- 每组 8 位强度控制
- 集成 PWM 灰度产生器
- 每个通道有 PWM 调光
- 可调全域灰度模式：12 位、10 位、8 位
- 保护和诊断
- LED 开路检测、LED 短路检测、输出接地短路检测
- 相邻引脚短路检测
- 预热警告、热关断
- IREF 电阻开路和短路检测和保护
- 用于 GCLK 错误检测和 LOD\_LSD 寄存器错误检查的否定位切换
- LOS\_LSF 电路自检
- 可程式设计输出压摆率
- 输出通道群延迟
- 支援来自 8 位单片机的串行资料介面通信
- 支援电源电流低于 100uA 的睡眠模式
- 高精度：每通道典型值 +/-7%

### 应用

- 汽车内饰 和 RGB 环境照明
- 汽车中控台显示幕
- 汽车线控换挡和换档器
- 汽车面板
- 汽车局部调光显示器

### 一般描述

HT1388 设计用于驱动 33 通道 LED

驱动器。它可以提供一个由外部电阻器设定的最大 30mA 恒定输出电流。该元件对每个输出具有 7 位点校正。该元件还具有用于每个颜色组输出的 8 位强度控制。

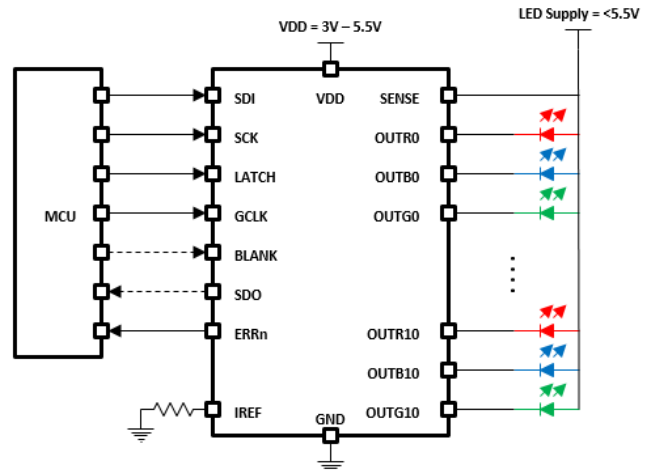
12、10 或 8 位灰度控制可调整每个输出的强度。该元件具有检测系统中故障的电路，包括 LED 故障、相邻引脚短路故障、基准电阻故障等。可以对两个压摆率控制进行程式设计，以便进行调整，以获得最大的系统杂讯降低。

输出电平从 LED 组到不同组的变化之间存在间隔。此间隔有助于减少启动电流。SDI 和 SDO 引脚允许多个器件串联，以便通过一个串行介面进行控制。

### 部件号资讯

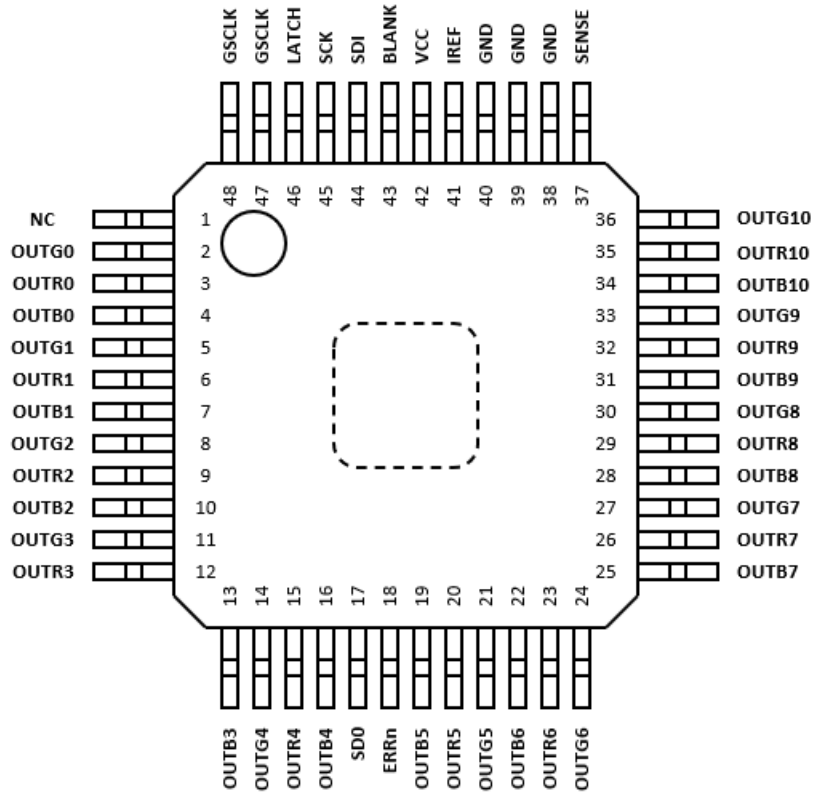
零件编号	封装
HT1388FP	eQFP48
HT1388FN	QFN48

### 典型应用





## 引脚配置和说明



HT1388FP 的引脚分配

## 引脚说明

引脚编号	引脚名称	I/O	描述
44	SDI	I	串行数据输入引脚
45	SCK	I	数据移位时钟输入引脚
46	LATCH	I	锁存使能输入引脚
47,48	GCLK	I	用于灰度 PWM 计数器的时钟输入。这两个引脚在内部连接在一起。
2,5,8,11,14,21,24,27,30,33,36	OUTG0-10	O	绿组恒流输出

高科有限公司（HTT）保留随时更改此处任何产品或规格的权利，恕不另行通知。HTT 对资讯的使用不承担任何责任，也不对因使用资讯而导致的侵犯第三方的专利或其他权利承担任何责任。HTT 不以暗示或其他方式授予任何专利或专利权许可。



3,6,9,12,15,20,23,26,29,32,35,	OUTRO-10	O	红组恒流输出
4,7,10,13,16,19,22,25,28,31,34	OUTBO-10	O	蓝组恒流输出

引脚说明 (续)

引脚编号	引脚名称	I/O	描述
38,39,40	GND	-	电源接地
37	SENSE	I	连接到 LED 电源以进行 LED 诊断
41	IREF	I	基准电流引脚, 用于设置满量程输出电流
42	VCC	-	电源引脚
43	BLANK	I	清空所有输出。空白低电平
18	ERRn	O	漏极开路误差反馈
17	SDO	O	串行资料输出引脚
1	NC	-	未连接
-	Thermal pad	-	接地以提高热性能



## 规格

### 最大额定值

	引脚名称	标记	值	单位
输入电压	V <sub>CC</sub>		-0.3 至 6	V
	SENSE		-0.3 至 6	V
	BLANK, GCLK, LATCH, SCK, SDI		-0.3 至 V <sub>CC</sub> + 0.3	V
输出电压	ERR <sub>n</sub> , IREF, SDO		-0.3 至 V <sub>CC</sub> + 0.3	V
	OUTR0-10, OUTG0-10, OUTB0-10		-0.3 至 6	V
输出电流	OUTR0-10, OUTG0-10, OUTB0-10		0 至 30	mA
结温范围		T <sub>J</sub>	-40 至 +140	°C
最高焊接温度（引线处，10 秒）		T <sub>LEAD</sub>	+300	°C
存储温度范围		T <sub>S</sub>	-55 至 +150	°C
结到外壳（底部）热阻		θ <sub>JC</sub>	30	°C/W

备注：1) 除非另有说明，否则所有电压均对 GND 参考。

### 静电放电等级

		值	单位
HT1388FN (QFN48 封装)			
静电放电	人体模型 (HBM), 根据 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001	±2000	V



推荐的运行条件

		最低	标准	最高	单位
$V_{CC}$	电源输入电压	3		5.5	V
$V_{SENSE}$	LED 电源电压			5.5	V
$V_O$	输出电压			5.5	V
$V_{IL}$	输入逻辑-低电压	0		$0.3 \cdot V_{CC}$	V
$V_{IH}$	输入逻辑-高电压	$0.7 \cdot V_{CC}$		$V_{CC}$	V
$I_{OH}$	SDO 上的高电平输出源电流			1	mA
$I_{OL}$	SDO 上的低电平输出灌电流			1	mA
	ERRn 时的低电平输出灌电流			5	mA
$I_O$	恒定输出灌电流	2		30	mA
$T_A$	工作环境温度	-40		125	°C
$T_J$	工作结温	-40		150	°C



### 电气特性

V<sub>CC</sub> = 5V, T<sub>J</sub>=25°C, V<sub>SENSE</sub> = 5V, GS=FFFh, BC=FFh, DC=7Fh 高 DC\_RANGE (除非另有说明)

参数		测试条件	最低	典型	最高	单位
<b>电源</b>						
I <sub>CC</sub>	电源电流	SDI, SCK, LATCH=L, BLANK=L, GCLK=L, V <sub>OUT</sub> =1V, I <sub>OUT</sub> =2mA		6		mA
		SDI, SCK, LATCH=L, BLANK=L, GCLK=L, V <sub>OUT</sub> =1V, I <sub>OUT</sub> =20mA		9		
		SDI, SCK, LATCH=L, BLANK=H, GCLK=8Mhz, V <sub>OUT</sub> =1V, I <sub>OUT</sub> =20mA, 自动重复开启		10		
		SDI, SCK, LATCH=L, BLANK=H, GCLK=8Mhz, V <sub>OUT</sub> =1V, I <sub>OUT</sub> =30mA, 自动重复开启		16		
I <sub>SHUTDOWN</sub>	关断电流				100	uA
<b>逻辑输入 (SDI、SCK、LATCH、GCLK、BLANK)</b>						
I <sub>kg</sub>	输入漏电流	在 SDI、SCK、LATCH、V I=V <sub>DD</sub> ;		1		uA
R <sub>pd</sub>	下拉电阻在 BLANK, GCLK			500		kΩ
<b>控制输出 (IREF、ERRN、SDO)</b>						
V <sub>IREF</sub>	IREF 电压	R <sub>IREF</sub> = 1600Ω		1.220		V
V <sub>OH</sub>	高电平输出电压	在 SDO, I <sub>OH</sub> = -1mA		V <sub>D D</sub> -0.4		V
V <sub>OL</sub>	低电平输出电压	在 SDO 时, I <sub>OL</sub> = 1mA			0.4	V
V <sub>ERRn</sub>	ERRn 引脚开漏压降	I <sub>ERRn</sub> = 4mA			0.1*V <sub>DD</sub>	V
I <sub>LKG_ERR</sub>	ERRn 引脚漏电流	V <sub>ERRn</sub> = 5V		1		uA
<b>输出阶段</b>						
V <sub>(OUT,min)</sub>	最小输出电压	V <sub>CC</sub> = 3V, I <sub>OUT</sub> = 30mA			0.7	V
K <sub>(OUT)</sub>	电流增益	I <sub>OUT</sub> = 30mA		40		mA/mA
I <sub>LKG(OUT)</sub>	输出漏电流	BLANK=L, V <sub>out</sub> =5V			0.1	uA
<b>通道精度</b>						
I <sub>(OUT)</sub>	恒定输出电流	V <sub>out</sub> =1V, R <sub>IREF</sub> = 24 kΩ		1.8		mA
		V <sub>out</sub> =1V, R <sub>IREF</sub> = 1.6 kΩ		30		
		V <sub>out</sub> =1V, R <sub>IREF</sub> 开路/短路		10		

高科有限公司 (HTT) 保留随时更改此处任何产品或规格的权利, 恕不另行通知。HTT 对资讯的使用不承担任何责任, 也不对因使用资讯而导致的侵犯第三方的专利或其他权利承担任何责任。HTT 不以暗示或其他方式授予任何专利或专利权许可。



电气特性 (续)

V<sub>CC</sub> = 5V, T<sub>J</sub> = 25°C, V<sub>SENSE</sub> = 5V, GS=FFFh, BC=FFh, DC=7Fh 高 DC\_RANGE (除非另有说明)

参数		测试条件	最低	典型	最高	单位
<b>逻辑输入 (SDI、SCK、LATCH、GCLK、BLANK)</b>						
ΔI <sub>(Ch-Ch)</sub>	电流精度 (同一组中的通道到通道)	V <sub>out</sub> = 1V, I <sub>out</sub> = 30mA	-5%		5%	
ΔI <sub>(Dev-Dev)</sub>	电流精度 (设备到设备)	V <sub>out</sub> = 1V, I <sub>out</sub> = 30mA	-5%		5%	
ΔI <sub>(Ch-Ideal)</sub>	电流精度 (通道到理想输出)	V <sub>out</sub> = 1V, I <sub>out</sub> = 30mA	-5%		5%	
ΔI <sub>(OUT-VDD)</sub>	线路调节	V <sub>out</sub> = 1V, I <sub>out</sub> = 30mA V <sub>CC</sub> = 3V to 5.5V	-1%		1%	%/V
ΔI <sub>(OUT-VOUT)</sub>	负载调节	V <sub>CC</sub> = 3V, I <sub>out</sub> = 30mA V <sub>out</sub> = 1V to 3V	-1%		1%	%/V
<b>电路保护</b>						
V <sub>LOD1</sub>	LED 开路检测低阈值	LOD_VOLTAGE = 0b		0.3		V
V <sub>LOD2</sub>	LED 开路检测高阈值	LOD_VOLTAGE = 1b		0.5		V
V <sub>LSD1</sub>	LED 短路检测低阈值	LSD_VOLTAGE = 0b		V <sub>SENSE</sub> - 0.3		V
V <sub>LSD2</sub>	LED 短路检测高阈值	LSD_VOLTAGE = 1b		V <sub>SENSE</sub> - 0.7		V
I <sub>REF_OC</sub>	R <sub>REF</sub> 开路检测阈值	V <sub>CC</sub> = 5V		10		uA
I <sub>REF_OC_HYS</sub>	R <sub>REF</sub> 开路检测迟滞	V <sub>CC</sub> = 5V		5		uA
I <sub>REF_SC</sub>	R <sub>REF</sub> 短路检测阈值	V <sub>CC</sub> = 5V		2.4		mA
I <sub>REF_SC_HYS</sub>	R <sub>REF</sub> 短路检测迟滞	V <sub>CC</sub> = 5V		0.3		mA
T <sub>PTW</sub>	预热警告标志阈值	结温		135		°C
T <sub>PTW_HYS</sub>	预热警告标志迟滞	结温		10		°C
T <sub>TEF</sub>	热错误标志阈值	结温		160		°C
T <sub>TEF_HYS</sub>	热误差标志迟滞	结温		10		°C

高科有限公司 (HTT) 保留随时更改此处任何产品或规格的权利, 恕不另行通知。HTT 对资讯的使用不承担任何责任, 也不对因使用资讯而导致的侵犯第三方的专利或其他权利承担任何责任。HTT 不以暗示或其他方式授予任何专利或专利权许可。



## 时序要求

$V_{CC} = 3\text{ V}$  至  $5.5\text{ V}$ ,  $T_J = -40^\circ\text{C}$  至  $150^\circ\text{C}$ 。

		最低	标准	最高	单位
$f_{CLK(SCK)}$	SCK 资料移位时钟 频率			4	MHz
$f_{CLK(GCLK)}$	GCLK 灰度 时钟 频率			8	MHz
$t_{WH0}$	SCK 高脉冲持续时间	60			ns
$t_{WL0}$	SCK 低脉冲持续时间	60			ns
$t_{WH1}$	LATCH 高脉冲持续时间	80			ns
$t_{WL1}$	LATCH 低脉冲持续时间	80			ns
$t_{WL2}$	BLANK 脉冲持续时间	T GCLK			ns
$t_{WH3}$	GCLK 高脉冲持续时间	40			ns
$t_{WL3}$	GCLK 低脉冲持续时间	40			ns
$t_{SU0}$	SDI - SCK $\uparrow$ 设定时间	55			ns
$t_{SU1}$	BLANK $\uparrow$ - GCLK $\uparrow$ 设定时间	60			ns
$t_{SU2}$	LATCH $\uparrow$ - SCK $\uparrow$ 设定时间	200			ns
$t_{SU3}$	用于 GS 数据的 LATCH $\uparrow$ - GCLK $\uparrow$ 关闭显示时序 复位模式时, 设置时间	90			ns
$t_{SU4}$	用于 GS 资料的 LATCH $\uparrow$ - GCLK $\uparrow$ 启用显示时序 复位模式时, 设置时间	150			ns
$t_{H0}$	SCK $\uparrow$ - SDI 保持时间	55			ns
$t_{H1}$	SCK $\uparrow$ - LATCH $\uparrow$ 保持时间	85			ns
$t_{H2}$	SCK $\uparrow$ - LATCH $\downarrow$ 保持时间	55			ns
$t_{R10}$	SDI、SCK、LATCH 上升 时间			50	ns
$t_{R11}$	GCLK 上升 时间			30	ns
$t_{F10}$	SDI、SCK、LATCH 下降时间			50	ns
$t_{F11}$	GCLK 下降时间			30	ns

## 开关特性

超过工作结温范围 (除非另有说明)

参数		测试条件	最低	标准	最高	单位
$t_{ro0}$	上升时间从 10% $V_{SDO}$ 到 90% $V_{SDO}$			60		ns
$t_{ro1}$	上升时间从 10% $V_{OUT}$ 到 90% $V_{OUT}$	IOOUT = 30mA, SLEW_RATE = 0b		220		ns
		IOOUT = 30mA, SLEW_RATE = 1b		120		
$t_{fo0}$	从 90% $V_{SDO}$ 降至 10% $V_{SDO}$ 的下降时间			60		ns
$t_{fo1}$	下降时间从 90% $V_{OUT}$ 到 10% $V_{OUT}$	IOOUT = 30mA, SLEW_RATE = 0b		220		ns
		IOOUT = 30mA, SLEW_RATE = 1b		120		

高科有限公司 (HTT) 保留随时更改此处任何产品或规格的权利, 恕不另行通知。HTT 对资讯的使用不承担任何责任, 也不对因使用资讯而导致的侵犯第三方的专利或其他权利承担任何责任。HTT 不以暗示或其他方式授予任何专利或专利权许可。





t <sub>pd0</sub>	传播延迟, SCK ↑ 到 SDO		140	ns
T <sub>PD1</sub>	传播延迟, LATCH ↑ 至 SDO		180	ns

## 开关特性 (续)

超过工作结温范围 (除非另有说明)

参数		测试条件	最低	标准	最高	单位
t <sub>pd2</sub>	传播延迟, BLANK ↓ 至 OUTR0, -G0, -B0, -R6, -G6, -B6 关闭			100		ns
t <sub>pd3</sub>	传播延迟, GCLK ↑ 到 OUTR0, -G0, -B0, -R6, -G6, -B6 开启			100		ns
t <sub>pd4</sub>	传播延迟, GCLK ↑ 到 OUTR1, -G1, -B1, -R7, -G7, -B7 开启			150		ns
t <sub>pd5</sub>	传播延迟, GCLK ↑ 到 OUTR2, -G2, -B2, -R8, -G8, -B8 开启			200		ns
t <sub>pd6</sub>	传播延迟, GCLK ↑ 到 OUTR3, -G3, -B3, -R9, -G9, -B9 开启			250		ns
t <sub>pd7</sub>	传播延迟, GCLK ↑ 至 OUTR4, -G4, -B4, -R10, -G10, -B10 开启			300		ns
t <sub>pd8</sub>	传播延迟, GCLK ↑ 至 OUTR5, -G5, -B5 开启			350		ns
t <sub>pd9</sub>	传播延迟, LATCH ↑ 至 V 输出			80		ns
t <sub>pd10</sub>	传播延迟, LATCH ↑ 至 APS_FLAG 变化	APS_CURRENT = 0b		10		us
		APS_CURRENT = 1b		20		
t <sub>pd11</sub>	传播延迟, LATCH ↑ 至 LOD_LSD_FLAG 变化	检测器电路 LOD_LSD 无故障		10		us

高科有限公司 (HTT) 保留随时更改此处任何产品或规格的权利, 恕不另行通知。HTT 对资讯的使用不承担任何责任, 也不对因使用资讯而导致的侵犯第三方的专利或其他权利承担任何责任。HTT 不以暗示或其他方式授予任何专利或专利权许可。



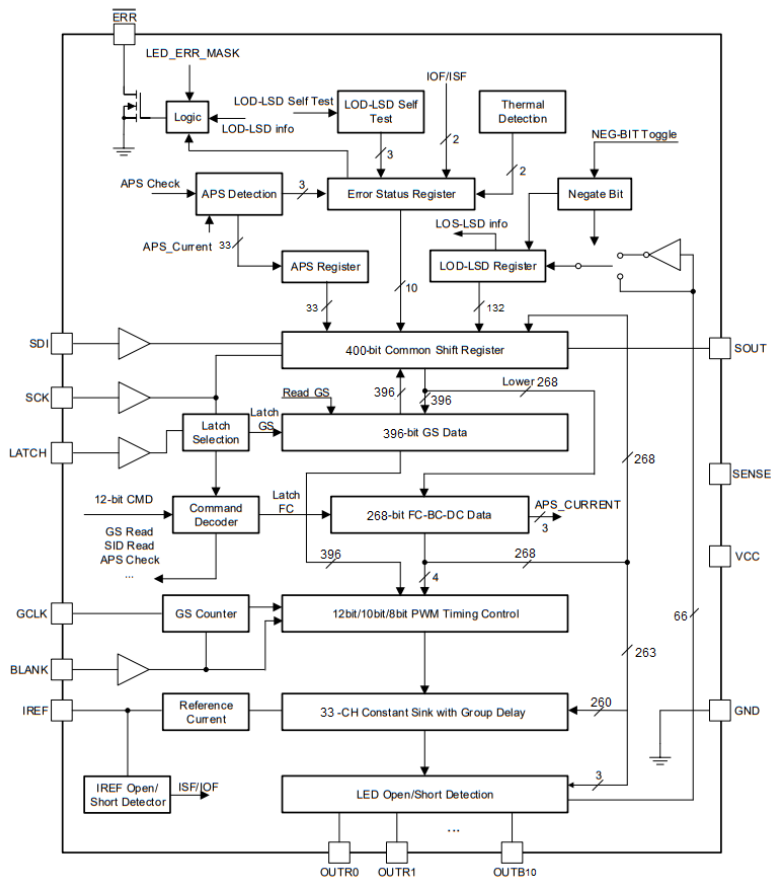
## 详细说明

### 概述

在汽车指示器和局部调光背光应用中，对多通道恒流 LED 驱动器的需求不断增加，以实现 LED 亮度和色温的均匀性。系统级安全考虑需要故障检测功能和器件自检功能。

HT1388 器件是一款具有 LED 诊断功能的汽车 33 通道恒流 RGB LED 驱动器。HT1388 器件提供高达 30mA 的输出电流，由一个外部电阻器设定。电流可以通过 7 位点校正进行调整，其中两个子范围用于单个输出，8 位亮度控制用于每个颜色组的输出。可以通过 12、10 或 8 位灰度控制为每个通道单独调整亮度。故障检测电路可用于检测系统故障，包括 LED 故障、相邻引脚短路故障、基准电阻故障等。否定切换和 LOD-LSD 自检提供器件自检功能，以提高系统可靠性。可配置的压摆率控制可优化系统的杂讯产生并提高系统 EMC 性能。输出通道群延迟有助于降低浪涌电流，从而优化系统设计。SDI 和 SDO 引脚允许以菊花链形式连接多个器件，以便通过一个串行介面进行控制。

### 功能框图



高科有限公司 (HTT) 保留随时更改此处任何产品或规格的权利，恕不另行通知。HTT 对资讯的使用不承担任何责任，也不对因使用资讯而导致的侵犯第三方的专利或其他权利承担任何责任。HTT 不以暗示或其他方式授予任何专利或专利权许可。



## 功能说明

### 最大恒定灌电流设置

LED 满量程电流可以使用连接在 IREF 引脚和 GND 之间的外部电阻器进行程式设计。R<sub>IREF</sub> 电阻值使用以下公式计算。

$$R_{IREF} = K \times \frac{V_{IREF}}{I_{(OUT)max}}$$

当

V<sub>IREF</sub> 是参考电压

K 是 IREF 电流与输出电流之比

I<sub>(OUT)max</sub> 是每个输出的满量程电流

(1)

图 15 显示了基准电阻计算曲线。

### 亮度控制和点校正

HT1388 器件实现了 8 位组亮度控制 (BC) 和 7 位单个点校正 (DC) 来校准输出电流。33 个输出通道分为三组: OUTRn、OUTGn 和 OUTBn。每组包含 11 个输出通道。每个组的 DC 值有两个可配置范围。一个是低直流范围,输出电流为 0 至 66.7% I<sub>(OUT)最大值</sub>。另一个是高直流范围,输出电流从 33.3% I<sub>(OUT)最大值</sub> 到 100% I<sub>(OUT)最大值</sub>。IREF 电阻、BC、DC 和 DC 范围共同决定通道输出电流,如图 21 所示。等式 2 和等式 3 是详细的输出电流计算公式。

公式 2 确定直流处于高调整范围时每个颜色组的输出灌电流。

$$I_{OUT} = \left( \frac{1}{3} \times I_{(OUT)max} + \frac{2}{3} \times I_{(OUT)max} \times \frac{DC}{127} \right) \times \frac{BC}{255} \quad (2)$$

公式 3 确定直流处于低调整范围时每个颜色组的输出灌电流。

$$I_{OUT} = \frac{2}{3} \times I_{(OUT)max} \times \frac{DC}{127} \times \frac{BC}{255} \quad (3)$$



功能说明 (续)

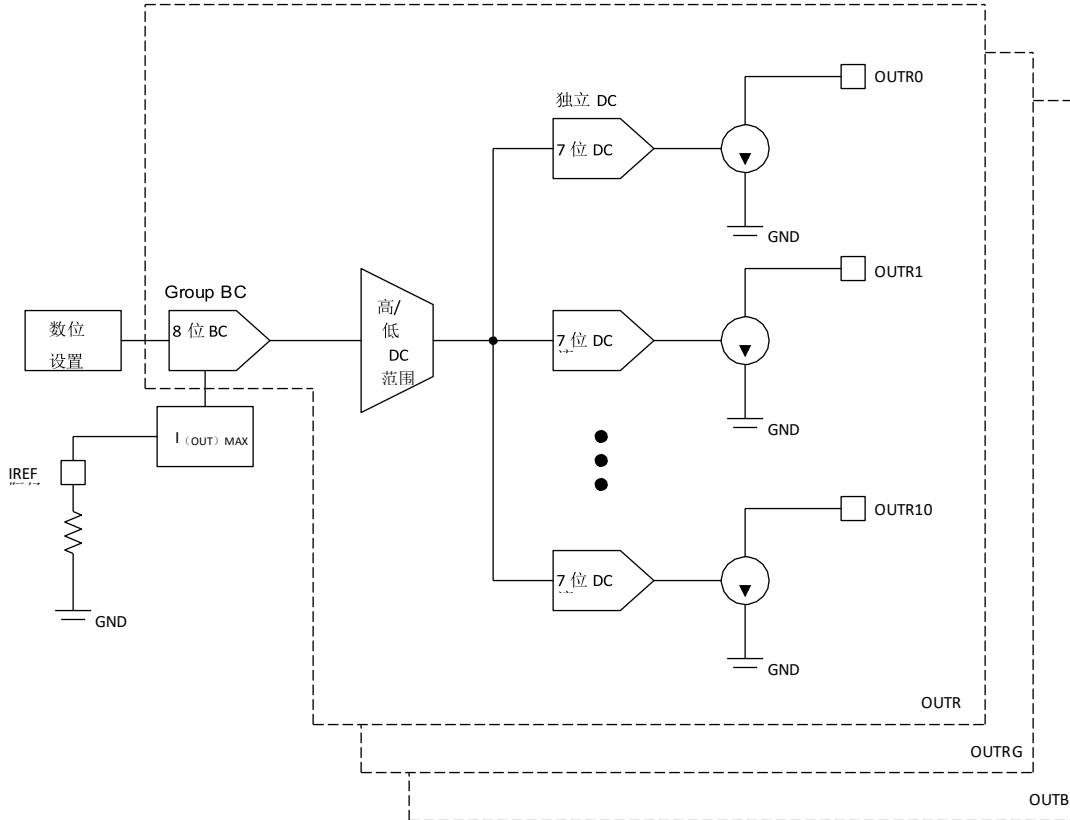


图 21. 亮度控制和点校正框图

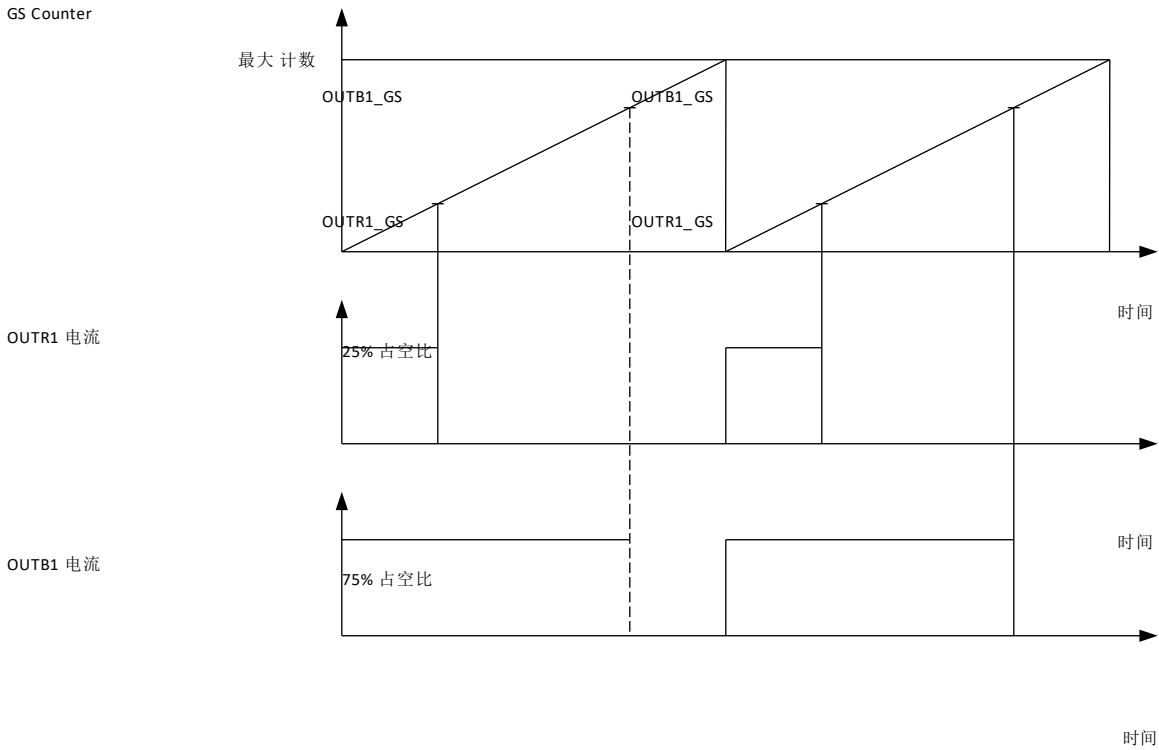
灰度配置

HT1388 器件实现了灰度配置功能，以实现 输出通道的 单独 PWM 调光功能。灰度有三种全域配置模式：12 位、10 位和 8 位。GCLK 输入为 内部 PWM 发生器提供 时钟源。GS 计数器计算 GCLK 编号，并将该编号与通道灰度寄存器值进行比较。当 GS 计数器值达到灰度寄存器值时，输出通道关闭。图 22 显示了 PWM 发生器的详细框图。

要重新启动 新的 PWM 周期，用户可以使用 两种方法。一种是在 GS 计数器达到 最大计数值后切换 BLANK 引脚，因为 BLANK 低电平会重置 GS 计数器，而 BLANK 高电平会重新启动 GS 计数器。另一种方法是将 BLANK 拉高并将 AUTO\_REPEAT&TIMING\_RESET 寄存器位设置为 1。PWM 在 GS 计数器达到 最大计数值后自动启动新周期。



功能说明 (续)



12 位 GS 模式, 最大计数 = 4096  
10 位 GS 模式, 最大计数 = 1024  
8 位 GS 模式, 最大计数 = 256

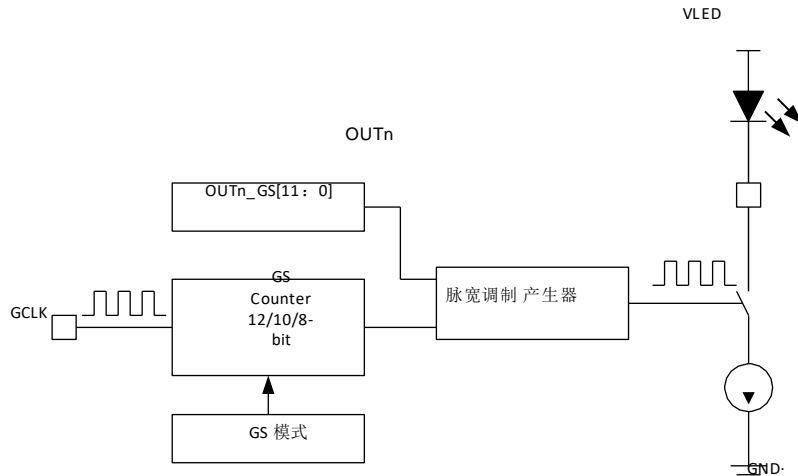


图 22. 脉宽调制产生器

高科有限公司 (HTT) 保留随时更改此处任何产品或规格的权利, 恕不另行通知。HTT 对资讯的使用不承担任何责任, 也不对因使用资讯而导致的侵犯第三方的专利或其他权利承担任何责任。HTT 不以暗示或其他方式授予任何专利或专利权许可。



### 脉宽调制自动重复

PWM 自动重复功能由 AUTO\_REPEAT 位配置。AUTO\_REPEAT 位预设为 0，在此情况下关闭 PWM 自动重复功能。PWM 周期仅执行一次，因此使用者必须切换 BLANK 才能重新启动新的 PWM 周期。图 11 和图 12 显示了该模式下的 PWM 操作。当 AUTO\_REPEAT 位为 1 时，启用 PWM 自动重复功能。只要 BLANK 为高电平且 GCLK 存在，PWM 周期就会自动重复，如图 13 所示。

### 功能说明（续）

#### PWM 定时复位

PWM 定时复位功能由 TIMING\_复位配置。PWM 时序复位功能可在 GS 数据写入后以新配置的占空比重新启动 PWM 周期。TIMING\_RESET 位预设为 0，在这种情况下禁用 PWM 定时复位功能。PWM 占空比不受 GS 数据写入的影响。新配置的 PWM 占空比仅在当前 PWM 周期结束后有效。当 TIMING\_RESET 位为 1 时，PWM 时序复位功能使能，PWM 周期在 GS 数据写入后立即以新的 PWM 占空比重新启动。

#### 诊断

HT1388 器件集成了完整的 LED 诊断功能，如 LED 开路检测（LOD）、LED 短路检测（LSD）和输出接地短路检测（OSD），从而改进了系统安全。

#### 指示灯诊断

LOD-LSD 检测电路将输出电压与 LOD 阈值和 LSD 阈值进行比较，输出结果如表 1 所示。

表 1.LOD-LSD 检测

输出电压条件	检测器输出位值	
	LOD	LSD
$V_{OUTn} < LOD\_VOLTAGE$	1	0
$LOD\_VOLTAGE < V_{OUTn} < LSD\_VOLTAGE$	0	0
$V_{OUTn} > LSD\_VOLTAGE$	0	1

LOD 阈值可按 LOD\_VOLTAGE 位进行配置。LOD\_VOLTAGE= 0 时阈值为 0.3 V，当 LOD\_VOLTAGE = 1 时，阈值为 0.5 V。

表 2.LOD 阈值

LOD_VOLTAGE 位	LOD 阈值
0（预设）	0.3 V
1	0.5 V

LSD 阈值由 LSD\_VOLTAGE 位配置。阈值为  $V_{VSENSE} - 0.3 V - LSD\_VOLTAGE$  时为 0，阈值为  $V_{VSENSE} - 0.7 V$  当 LSD\_VOLTAGE = 1 时。

表 3.LSD 阈值

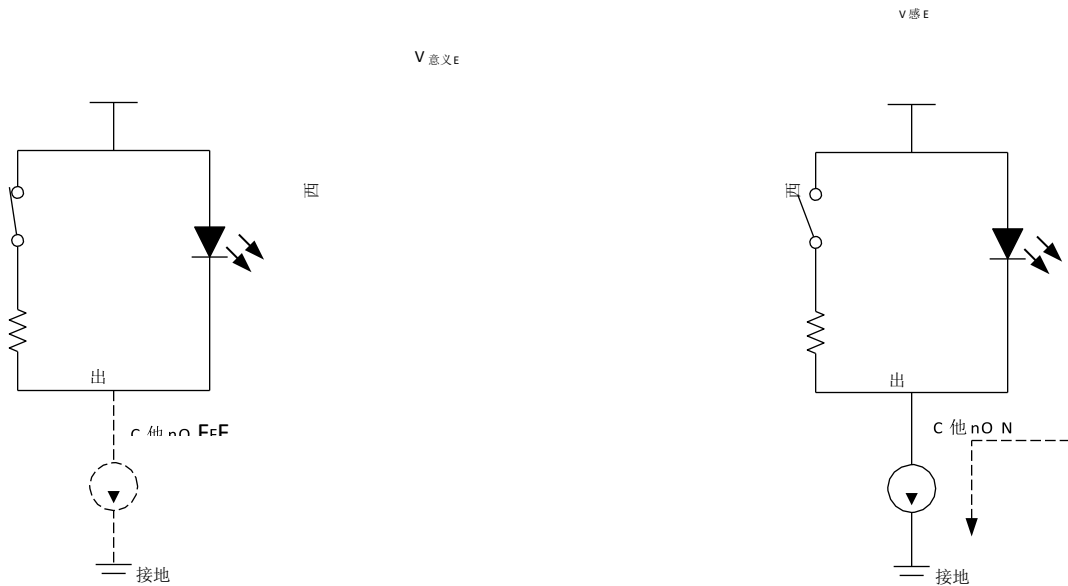
LSD_VOLTAGE 位	LSD 阈值
0（预设）	$V_{VSENSE} - 0.3 V$
1	$V_{VSENSE} - 0.7 V$



器件中有两组 LOD-LSD 寄存器。一个是 LOD1-LSD1 寄存器，另一个是 LOD2-LSD2 寄存器。每组寄存器由 33 位 LOD 数据和 33 位 LSD 数据组成，对应于 33 个通道输出。该元件在第 9 个 GCLK 上升沿更新 LOD1-LSD1 寄存器。器件更新 LOD2-LSD2 寄存器第 N 个 GCLK 上升沿。N 是 PWM 周期内的最大 GCLK 数减去 1，见表 4。

为了检测各种 LED 故障，输出通道应在第 9 个 GCLK 上升沿导通，在第 N 个 GCLK 上升沿关闭。

该元件集成了一个用于 LED 诊断的内部上拉电路，如图 23 所示。电路在通道导通状态期间关断，但在通道关断状态期间导通以对输出引脚充电。对于 LED 短路故障，LSD1 和 LSD2 均为 1。对于 LED 开路故障，LOD1 和 LSD2 均为 1。对于输出接地短路故障，LOD1 和 LOD2 均为 1。表 5 显示了详细资讯。



图像 23. 内部上拉电路

表 4. LOD-LSD 寄存器锁存定时

GS 计数器模式	LOD1-LSD1	LOD2-LSD2
12 位	第 9 GCLK 上升沿	第 4095 GCLK 上升沿
10 位	第 9 GCLK 上升沿	第 1023 GCLK 上升沿
8 位	第 9 GCLK 上升沿	第 255 GCLK 上升沿

高科有限公司 (HTT) 保留随时更改此处任何产品或规格的权利，恕不另行通知。HTT 对资讯的使用不承担任何责任，也不对因使用资讯而导致的侵犯第三方的专利或其他权利承担任何责任。HTT 不以暗示或其他方式授予任何专利或专利权许可。



表 5.LED 状态查找表

指示灯 状态	LOD-LSO 结果			
	LOD1-LSO1 更新于 第 9 GCLK		LOD2-LSO2 更新于 第 N GCLK <sup>(1)</sup>	
LED 正常	LOD1	0	LOD2	0
	LSO1	0	LSO2	1
LED 开路	LOD1	1	LOD2	0
	LSO1	0	LSO2	1
LED 短路	LOD1	0	LOD2	0
	LSO1	1	LSO2	1
输出 短路至接地	LOD1	1	LOD2	1
	LSO1	0	LSO2	0

(1) N = 4095 对于 12 位 GS 模式, 1023 对于 10 位 GS 模式, 255 对于 8 位 GS 模式

在某些情况下, 使用者可能需要 在第 9 个 GCLK 之前 关闭输出通道以关闭输出通道, 或者在 第 N 个 GCLK 开启输出通道以获得更高的亮度。LOD\_LSD 故障报告 如表 6 所示。用户可以 根据 GS 寄存器设置值忽略 故障。





表 6.PWM 状态查找表

脉宽调制 状态	LOD-LSD 结果			
	LOD1-LSD1 更新于 第 9 GCLK		LOD2-LSD2 更新于 第 N GCLK <sup>(1)</sup>	
脉宽调制 正常	LOD1	0	LOD2	0
	LSD1	0	LSD2	1
第 9 GCLK 之前关闭频道	LOD1	0	LOD2	0
	LSD1	1	LSD2	1
第 N GCLK 频道开启	LOD1	0	LOD2	0
	LSD1	0	LSD2	0

(1) N = 4095 对于 12 位 GS 模式, 1023 对于 10 位 GS 模式, 255 对于 8 位 GS 模式

LOD\_LSD 状态每 PWM 周期更新一次。图 14 是 12 位 GS 模式的 LOD-LSD 寄存器更新时序示例。

### 连续引脚短路检查

该元件实现 APS 检查功能, 以检测系统初始化期间相邻引脚短路故障。TI 建议在通道全部关闭时进行 APS 检查。可以通过编写 APS 检查命令来执行 APS 检查。

如果没有相邻引脚短路故障, 则器件通过 APS 检查, 011b 锁接到错误状态寄存器中的 APS 标志中。33 位 APS 寄存器为 0。如果有两个相邻引脚短路, 则 110b 锁存到错误状态寄存器中的 APS\_FLAG 中。APS 寄存器中的相应位设置为 1。使用者可以从 APS 寄存器中读出 33 位数据, 以检查哪个通道出现 APS 故障。表 7 显示了 APS\_FLAG 和 APS 寄存器的详细资讯。表 8 显示了 APS 寄存器的位排列。要读取此 APS 资讯, 请参阅表 22。

表 7. APS 标志 和 APS 寄存器

寄存器	价值	描述
APS_FLAG	011b	通过, 无相邻引脚短路
	110b	故障, 相邻引脚短路
APS 寄存器中的位 (总共 33 位)	0b	此 OUTn 引脚不与其他引脚短路
	1b	此 OUTn 引脚与其他引脚短路

表 8. APS 寄存器的 位排列

APS 寄存	对应输出
位 32	OUTB10
位 31	OUTB9
位 30	OUTB8
位 29	OUTB7
位 28	OUTB6
位 27	OUTB5
位 26	OUTB4
位 25	OUTB3
位 24	OUTB2
位 23	OUTB1



位 22	OUTB0
位 21	OUTG10



表 8. APS 寄存器的位排列 (续)

APS 寄存	对应输出
位 20	OUTG9
位 19	OUTG8
位 18	OUTG7
位 17	OUTG6
位 16	OUTG5
位 15	OUTG4
位 14	OUTG3
位 13	OUTG2
位 12	OUTG1
位 11	OUTG0
位 10	OUTR10
位 9	OUTR9
位 8	OUTR8
位 7	OUTR7
位 6	OUTR6
位 5	OUTR5
位 4	OUTR4
位 3	OUTR3
位 2	OUTR2
位 1	OUTR1
位 0	OUTR0

默认情况下, APS\_FLAG 和 APS 寄存器均为 0。在 APS 检查命令之后, APS\_FLAG 应为 011b 或 110b。否则, APS 检查电路出现故障。如果 APS 校验结果失败, ERR n 引脚被拉低, APS\_FLAG 值为 110b, ERRn 引脚状态保持不变,直到故障删除,使用者执行错误清除命令。图 5 和图 9 显示了更多详细资讯。

由于不同的 LED 具有不同的寄生电容,为了确保 APS 检查功能适用于所有类型的 LED,该元件为 APS 电流提供了两个配置位和 APS 时间。APS 电流由表 9 所示 APS\_CURRENT 选择。APS 时间由表 10 所示 APS\_TIME 选择。

表 9. APS 电流 选择

APS_CURRENT 位	APS 电流
0b	20 $\mu$ A
1b	40 $\mu$ A

表 10. APS 时间 选择

APS_TIME 位	相邻引脚短检测 时间
0b	10 $\mu$ s
1b	20 $\mu$ s

### IREF 短路 和 IREF 开路 检测

高科有限公司 (HTT) 保留随时更改此处任何产品或规格的权利,恕不另行通知。HTT 对资讯的使用不承担任何责任,也不对因使用资讯而导致的侵犯第三方的专利或其他权利承担任何责任。HTT 不以暗示或其他方式授予任何专利或专利权许可。



为了保护器件免受基准电阻短路或开路故障的影响，该器件集成了 IREF 短路和开路保护功能。在 IREF 短路或开路故障情况下，器件报告故障并将输出电流设置为预设值，以提高系统安全性。

默认情况下，ISF 和 IOF 标志为 0。当 IREF 电流超过故障检测阈值时，ERRn 引脚被下拉，ISF 或 IOF 标志设置为 1。错误标志和 ERRn 引脚状态保持不变，直到故障被移除并且出现错误清除命令。

一旦出现 ISF 或 IOF 故障，输出电流将设置为预设值  $I_{(OUT)max}$ ，即 10 mA，参见表 11。消除 ISF 或 IOF 故障后，输出电流立即返回到 IREF 设置值。

表 11. ISF/IOF 的判决标准和相应行动

$I_{REF}$	ISF	IOF	输出
$I_{REF} \leq 10 \mu A$	0	1	$I_{(OUT)max} = 10 \text{ mA}$
$10 \mu A < I_{REF} \leq 2.3 \text{ mA}$	0	0	$I_{(OUT)max} = V_{REF} \times 40 / R_{REF}$
$I_{REF} > 3 \text{ mA}$	1	0	$I_{(OUT)max} = 10 \text{ mA}$

### 预热警告标志

HT1388 器件实现了预热警告 (PTW) 功能。一旦结温超过 PTW 阈值，ERRn 引脚被拉低，错误状态寄存器中的 PTW 标志设置为 1，PTW\_FLAG 和 ERRn 引脚状态保持不变，直到结温降至  $T_{PTW} - THYS_{PTW}$  以下，并且有一个 ERROR clear 命令。

### 热错误标志

HT1388 器件始终监测结温。一旦结温超过热关断门限，所有恒流输出关断，ERRn 引脚被拉低，热错误标志和 ERRn 引脚状态设置为 1 并保持不变，直到故障被移除并且出现 ERROR 清除命令。在此状态下，所有数位功能正常工作，用户可以通过公共移位寄存器读取或写入数据。结温降至  $T_{TEF} - THYS_{TEF}$  以下后，器件再次恢复正常工作。用户可以通过发送错误清除命令来重置 TEF 标志。

### 否定位切换

HT1388 器件实现了否定位切换功能来检查 LOD-LSD 寄存器，这对于安全相关应用非常有用。

寄存器中有 NEG1 和 NEG2 位，预设情况下值均为 0。执行否定位切换命令后，NEG1 和 NEG2 都更改为 1。在这种情况下，LOD-LSD 结果是相反的。如果 LOD-LSD 寄存器卡住，则 LOD-LSD 结果不会反转，这意味着 LOD-LSD 寄存器中存在故障。

LOD1-LSD1 寄存器仅在第 9 个 GCLK 上升沿上更新，LOD2-LSD2 寄存器仅在第 N 个 GCLK 上升沿上更新。因此，在 Negate Bit 切换命令之后，用户必须等待至少一个 GS 计数器周期（12 位 GS 计数器模式为 4096 个 GCLK，10 位 GS 计数器模式为 1024 个 GCLK，8 位 GS 计数器模式为 256 个 GCLK）在读取 SID 寄存器之前。因此，如果 GCLK 信号丢失，也可以通过否定位切换功能进行检测。



### **LOD\_LSD 自检**

HT1388 器件 实现了 LOD\_LSD 自检功能，检查 LOD\_LSD 检测电路，提高 系统可靠性。如果 LOD\_LSD 检测电路 未能检测到 LED 故障， LOD\_LSD 自检功能可以识别并报告故障。

LOD\_LSD 自检功能可以通过发送 LOD\_LSD 自检命令来执行。默认情况下，LOD\_LSD\_FLAG 为 000b。LOD\_LSD 自检命令后，如果检测电路 LOD\_LSD 没有故障，则 LOD\_LSD\_FLAG 值为 011b。如果 LOD\_LSD 检测电路出现故障，则 LOD\_LSD\_FLAG 值为 110b，ERRn 引脚被拉低，位值保持不变，直到故障被移除并执行 ERROR clear 命令。如果 LOD\_LSD\_FLAG 既不是 011b 也不是 110b，则自检过程中应该有问题。

### **ERRn 引脚**

HT1388 器件支援低电平有效漏极开路误差输出。图 24 显示了 错误下拉框图。 10 位错误状态资讯直接控制误差下拉电路。但 LED 故障可以被 LED\_ERR\_MASK 位掩盖。默认情况下，LED\_ERR\_MASK 值为 1，因此 LED 故障会从 误差下拉电路中遮罩。即使出现 LED 故障 ， ERRn 引脚也不会因此 LED 故障而 下拉。如果 LED\_ERR\_MASK 为 0，则 ERRn 引脚被 LED 故障 下拉 ，以指示错误情况。使用者可以使用 MCU 中断来读出 故障资讯。

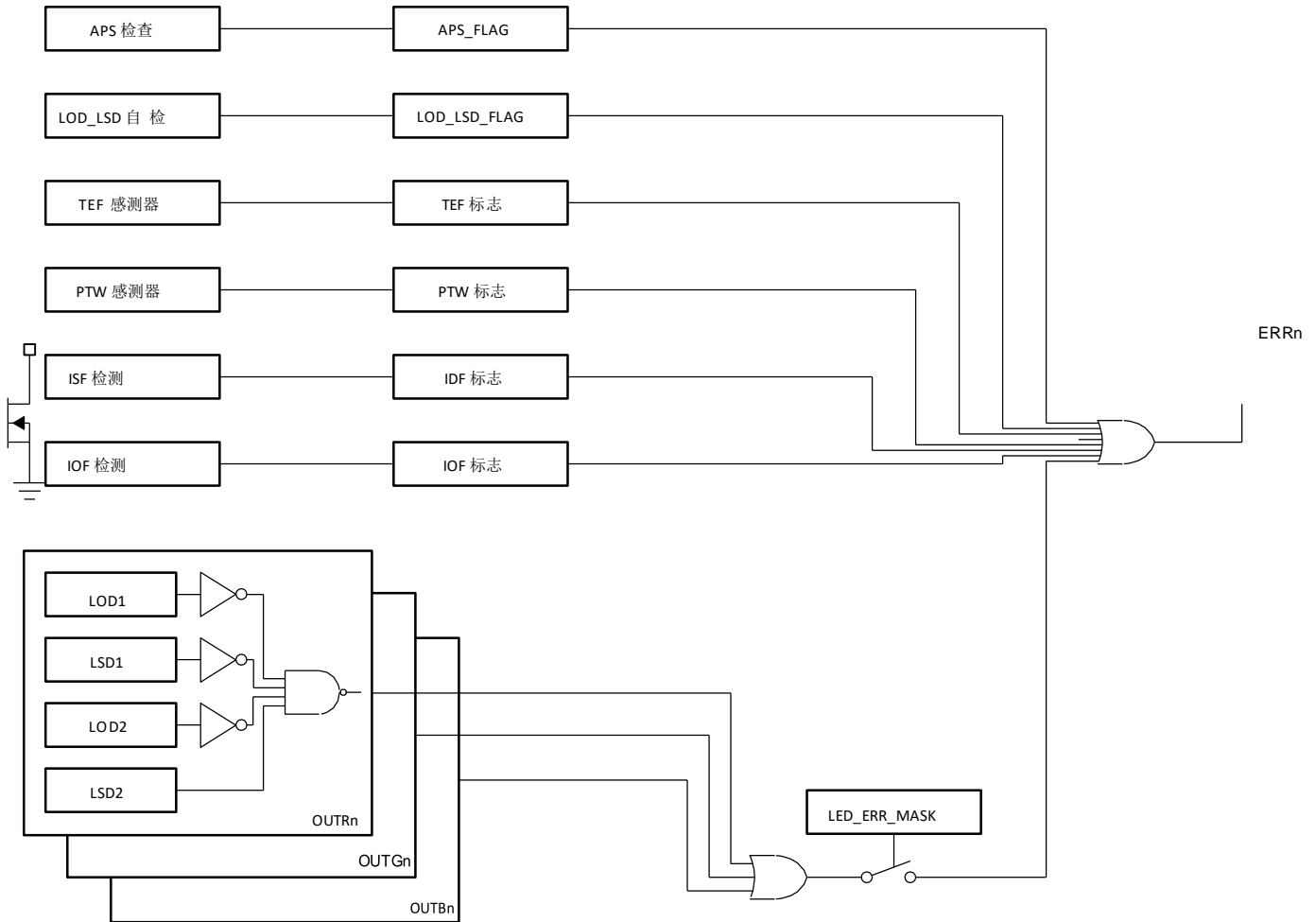


图 24. ERRn 引脚下拉方案

### 错误清除

此命令用于清除错误状态寄存器和 APS 寄存器中的错误标志。A53h 12 位命令代码指示错误清除命令。执行 ERROR clear 命令后，将 132 位 LOD\_LSD 寄存器、1 位 NEG1、1 位 NEG2、10 位错误状态和 33 位相邻引脚短路结果载入到公共移位寄存器中。如果删除错误，错误状态寄存器和 APS 寄存器将重置为 0。有关更多详细资讯，请参见图 9。

### 全域重置

此命令用于通过软体输入实现上电复位。A5Ch 12 位命令代码启动全域复位命令。执行全域复位命令后，所有内部寄存器都将重置为其预设值。有关更多详细资讯，请参见图 10。

高科有限公司 (HTT) 保留随时更改此处任何产品或规格的权利，恕不另行通知。HTT 对资讯的使用不承担任何责任，也不对因使用资讯而导致的侵犯第三方的专利或其他权利承担任何责任。HTT 不以暗示或其他方式授予任何专利或专利权许可。



## 压摆率控制

为了改善系统 EMI 性能，HT1388 元件为输出通道实现了可程式设计压摆率控制。该输出压摆率由 FC-BC-DC 寄存器中的 SLEW\_RATE 位配置。SLEW\_RATE 位预设为 0，输出的上升和下降时间为 200 ns。当 SLEW\_RATE 位为 1 时，每个输出的上升和下降时间为 100 ns。

## 通道组延迟

如果所有 33 个通道同时打开，则大浪涌电流可能会流过系统。这些大电流浪涌可能会给其他电路带来有害的杂讯和电磁干扰 (EMI)。HT1388 器件为每个组实现通道导通延迟，以降低浪涌电流。输出吸电流分为六组。

第 1 组: OUTR0、-G0、-B0、OUTR 6、-G 6、-B 6。

第 2 组: OUTR1、-G1、-B1、OUTR 7、-G 7、-B 7。

第 3 组: OUTR2、-G2、-B2、OUTR 8、-G 8、-B 8。

第 4 组: OUTR3、-G3、-B3、OUTR 9、-G 9、-B 9。

第 5 组: OUTR4、-G4、-B4、OUTR10、-G10、-B10。

第 6 组: OUTR5、-G5、-B5，

所有第 2 组通道的打开和关闭比第 1 组通道晚 50 ns，所有第 3 组通道的打开和关闭晚于 2 组通道，所有第 4 组通道的打开和关闭比第 3 组通道晚 50 ns，所有第 5 组通道的打开和关闭比第 4 组通道晚 50 ns，所有第 6 组通道的开启与关闭时间都比第 5 组通道晚 50 ns 图 1 显示了详细资讯。

## 设备功能模式

### 开启

为了使设备正常工作，用户必须为 HT1388 设备提供两个电源。一个是  $V_{CC}$  3 V –5.5 V，用于器件内部逻辑电源。另一个是高达 5V 的电源，它是 LED 负载的电源。为确保 LED 诊断功能正常工作，LED 电源必须直接连接到 SENSE 引脚。

### 设备初始化

装置上电后，用户必须发送 错误清除命令和全域复位 命令来初始化 设备，并确保电路上不存在 故障。

### 故障模式

HT1388 具有完整的诊断功能。该元件可以侦测故障并将 故障锁定存到寄存器中。对于 IREF 电阻开路或短路等器件故障，器件将进入自我保护场景。器件报告故障并将输出电流 设置为预设值。对于过热故障，器件关断输出通道，并将故障锁存至 TEF 寄存器。除这两个故障外，对于包括 LED 故障在内的所有其他故障，器件仅检测并报告故障，但不采取措施处理故障，通道保持其配置状态。用户必须读出故障并决定如何处理故障。

### 正常操作

用户必须通过 串行介面对 设备进行程式设计才能正常运行。使用者写入 FC-BC-DC 寄存器以设置 工作模式和输出电流，写入灰度寄存器以 设置每个通道的 PWM 占空比，以及 读取 SID 寄存器以获取 设备故障资讯。



## 程式设计

### 寄存器 写和读

HT1388 器件可通过串行介面进行程式设计。包含 400 位公共移位 寄存器，用于将资料从 SDI 移位到 器件中。寄存器 LSB 连接到 SDI，MSB 连接到 SDO。在每个 SCK 上升沿，SDI 上的数据移入寄存器 LSB，所有 400 个数据位移向 MSB。当 400 位公共移位寄存器溢出时，数据将显示在 SDO 上。

HT1388 数据写入命令包含 400 位数据，从位 399 到位 396 的前 4 MSB 位 被保留并忽略。根据 以下不同的标准，有 三种类型的数据写入命令：FC-BC-DC 写入、GS 数据写入和特殊命令。

当 LATCH 在第 400 个 SCK 上升沿处为高电平时，当 400 位数据的 395 位到 384 位的 12 位为 0 时，400 位数据的 268 LSB 将移至 LATCH 上升沿上的功能控制（FC）、亮度控制（BC）和点校正（DC）寄存器，如图 2 所示。

当 LATCH 在第 400 个 SCK 上升沿为低电平时，400 位数据的 396 LSB 将移入 LATCH 上升沿上的灰度（GS）配置寄存器，如图 1 所示。

当 LATCH 在第 400 个 SCK 上升沿处为高电平时，当 400 位数据从位 395 位到 384 位的 12 位匹配时，器件在 LATCH 上升沿之后执行相应的命令，如特殊命令功能所示。

当元件上电时，400 位公共移位寄存器的预设值为 0。

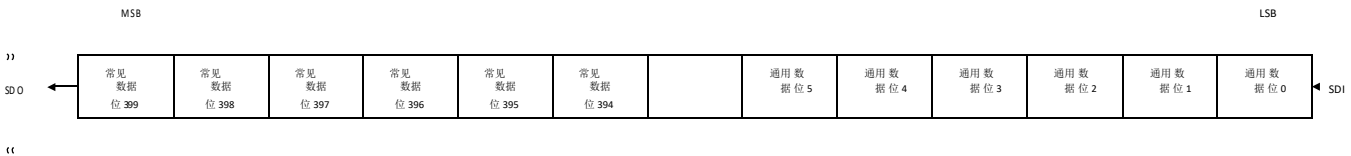


图 25. HT1388 通用 寄存器

### FC-BC-DC 写入

当 400 位数据从位 395 位到 384 位的 12 位为 0 时，该器件将 400 位公共移位寄存器中的 268 LSB 数据锁存到 FC-BC-DC 寄存器中，位于锁存信号的上升沿。

什么时候 这装置是动力上 这 FC-BC-DC 数据 门闩 是重置 自都 0 秒除了为这 LED\_ERR\_MASK 位 哪是 1. 因此 数据 必须是 写自 这 400-位 常见 转变 寄存器 和 锁存 到这 FC-BC-DC 寄存器 以前 把上 这 恒流 输出。它是 更好 自保持 空白 低自 防止 这输出 从把上。

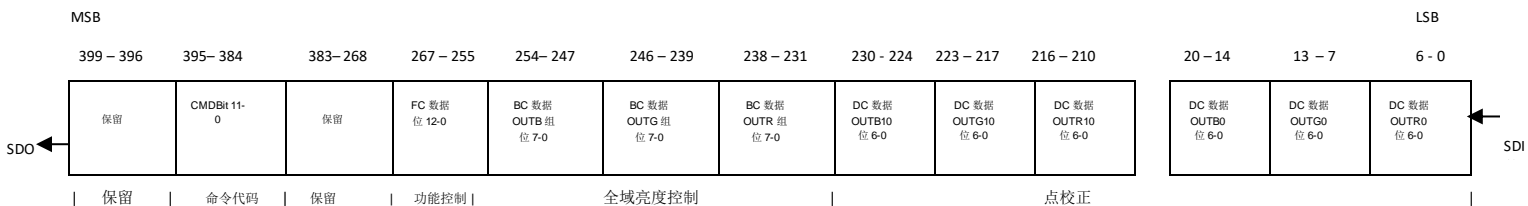


图 26. FC-BC-DC 寄存器





FC 数据写入

FC 数据的长度为 13 位，位于从位 267 到 位 255。有关详细说明，请参阅表 12。所有 FC 数据的预设值均为 0，但 LED\_ERR\_MASK 位除外，该位为 1。

表 12.功能控制数据位 分配

位	名字	描述
267	LED_ERR_MASK	LOD-LSD 故障 或 PWM 错误 资讯 掩码 位 0b = 任何 LOD-LSD 故障 或 PWM 错误 都会拉低 ERRn 引脚 1b = LOD-LSD 故障 或 PWM 错误 被 遮罩，以免 影响 ERRn 引脚
266	SLEW_RATE	启动 和 关断 速度 配置 位 0b = 200 ns 上升 和 下降 时间。 1b = 100 ns 上升 和 下降 时间。
265	LOD_VOLTAGE	LED 开路检测 (LOD) 阈值 0b = LOD 阈值为 0.3 V 1b = LOD 阈值为 0.5 V
264	LSD_VOLTAGE	LED 短路检测 (LSD) 阈值 0b = LSD 阈值为 VSENSE - 0.3 V 1b = LSD 阈值为 VSENSE - 0.7 V
265	APS_CURRENT	相邻引脚 短路检测 灌电流 0b = 20μA APS 电流 1b = 40μA APS 电流
262	APS_TIME	相邻引脚短路检测时间 0b = 10 μs APS 检测时间 1b = 20 μs APS 检测 时间
261–260	GS_MODE	灰度计数器 模式 选择 00/01b = 12 位 模式 10 = 10 位模式 11 = 8 位模式
259	TIMING_RESET	显示定时 复位 模式 0b = 禁用 1b = 已启用
258	AUTO_REPEAT	自动显示 重复 模式 0b = 关闭 1b = 已启用
257	DC_RANGE_B	蓝色 输出的点校正 调整范围 0b = 较低范围 0%–66.7% 1b = 更高范围 33.3%–100%
256	DC_RANGE_G	绿色 输出的点校正 调整范围 0b = 较低范围 0%–66.7% 1b = 更高范围 33.3%–100%
255	DC_RANGE_R	红色 输出的点校正调整范围 0b = 下限 0%–66.7% 1b = 更高范围 33.3%–100%

灰度计数器具有 12 位、10 位和 8 位配置。 FC 寄存器中的 261–260 位配置灰度计数器模式。



表 13. GS 计数器 模式 表

灰度计数器模式 (GS_MODE)		功能模式
位 261	位 260	
0	不在乎	12 位 计数器 模式
1	0	10 位 计数器 模式, 12 位 GS 数据的最低 10 位有效
1	1	8 位 计数器 模式, 12 位 GS 数据的最低 8 位有效

#### BC 数据 写入

BC 数据长度为 24 位，定位从位 254 到 位 231。BC 数据寄存器的数据用于调整每个颜色组的 11 个通道恒流驱动器的恒流值。电流可在每个输出电流的 0% 至 100 % 之间调节，通过亮度控制以 8 位解析度调节。

表 14. 亮度控制 数据 位 分配

位	亮度控制 数据
254-247	OUTB0-OUTB7 组
246-239	OUTG0-OUTG7 组
238-231	OUTR0-OUTR7 组

#### DC 数据 写入

DC 资料的长度为 231 位，位于 位 230 到 位 0。HT1388 器件可以使用 直流功能调节 每个通道 的输出电流。DC 功能有两个 7 位解析度的调整范围。表 15 显示了 DC 寄存器中的 DC 数据分配。高调节范围 DC 可将输出电流调节范围为  $I_{(OUT)}_{最大值}$  的 33.3% 至 100%。低调节范围 DC 可将 输出电流调节范围为  $I_{(OUT)}_{最大值}$  的 0% 至 66.7%。范围控制在位 257– 255 中，在功能控制数据寄存器 中选择高或低调整。位 257 控制 OUTB 直流范围。位 256 控制 OUTG 直流范围，位 255 控制 OUTR 直流范围。详见表 12

表 15. DC 数据 分配

位	数据	位	数据
		118–112	OUTG5
230-224	OUTB10	111–105	OUTR5
223-217	OUTG10	104–98	OUTB4
216-210	OUTR10	97–91	OUTG4
209-203	OUTB9	90–84	OUTR4
202-196	OUTG9	83–77	OUTB3
195-189	OUTR9	76–70	OUTG3
188-182	OUTB8	69–63	OUTR3
181-175	OUTG8	62–56	OUTB2



表 15. DC 数据分配 (续)

位	数据	位	数据
174-168	OUTR8	55-49	OUTG2
167-161	OUTB7	48-42	OUTR2
160-154	OUTG7	41-35	OUTB1
153-147	OUTR7	34-28	OUTG1
146-140	OUTB6	27-21	OUTR1
139-133	OUTG6	20-14	OUTB0
132-126	OUTR6	13-7	OUTG0
125-119	OUTB5	6-0	OUTR0

表 16. 输出电流与 DC (高 DC 范围)

DC 数据 (二进制)	DC 数据 (十进制)	DC 数据 (十六进制)	BC 数据 (十六进制)	电流比率 (%)	电流 (I(OUT)max = 30mA)	电流 (I(OUT)max = 2mA)
000 0000	0	00	FF	33.3	10.00	0.67
000 0001	1	01	FF	33.9	10.16	0.68
000 0010	2	02	FF	34.4	10.31	0.69
...	...	...	...	...	...	...
111 1101	125	7D	FF	99	29.69	1.98
111 1110	126	7E	FF	99.5	29.84	1.99
111 1111	127	7F	FF	100	30.00	2

表 17. 输出电流与 DC 的关系 (低 DC 范围)

DC 数据 (二进制)	DC 数据 (十进制)	DC 数据 (十六进制)	BC 数据 (十六进制)	电流比率 (%)	电流 (I(OUT)max = 30mA)	电流 (I(OUT)max = 2mA)
000 0000	0	00	FF	0	0.00	0
000 0001	1	01	FF	0.5	0.16	0.01
000 0010	2	02	FF	1.0	0.31	0.02
...	...	...	...	...	...	...
111 1101	125	7D	FF	65.6	19.69	1.31
111 1110	126	7E	FF	66.1	19.84	1.32
111 1111	127	7F	FF	66.7	20.00	1.33

表 18. 输出电流与 BC (高 DC 范围)

BC 数据 (二进制)	BC 数据 (十进制)	BC 数据 (十六进制)	DC 数据 (十六进制)	电流比率 (%)	电流 (I(OUT)max = 30mA)	电流 (I(OUT)max = 2mA)
0000 0000	0	00	7F	0	0.00	0
0000 0001	1	01	7F	0.4	0, 12	0.01
0000 0010	2	02	7F	0.8	0, 24	0.02
...	...	...	...	...	...	...
1111 1101	253	FD	7F	99.2	29, 76	1.98

高科有限公司 (HTT) 保留随时更改此处任何产品或规格的权利, 恕不另行通知。HTT 对资讯的使用不承担任何责任, 也不对因使用资讯而导致的侵犯第三方的专利或其他权利承担任何责任。HTT 不以暗示或其他方式授予任何专利或专利权许可。



---

1111 1110	254	FE	7F	99.6	29, 88	1.99
1111 1111	255	FF	7F	100	30.00	2



### 灰度数据写入

灰度资料长度为 396 位元，每个输出包含一个 12 位灰度值。灰度值设置 通道开启时间。图 27 显示了 GS 寄存器配置。图 1 是 GS 写入时序图。396 LSB 数据从 400 位公共移位寄存器锁存到寄存器引脚上升沿的 GS 数据寄存器中。当数据锁存到 GS 寄存器中时，新数据立即在恒流输出上可用。如果数据 锁存时为 空白高电平，则输出可能会意外打开 或关闭。因此，用户应在 BLANK 较低时更新 GS 数据。

12 位 GS 功能具有 4096 个亮度步进，亮度从 0% 到 99.97%。GS 功能 由 12 位 GS 计数器控制。GS 计数器在灰度参考时钟 GCLK 的每个上升沿递增。BLANK 的下降沿将 GS 计数器值重置为 0。GS 计数器值保持 0，而 BLANK 保持低电平，即使存在 GCLK 输入也是如此。将空白拉高启用 12 位 GS 计数器。GS 时钟在 BLANK 变为高电平后的第一个上升沿将 GS 计数器递增 1 并打开输出。每增加一个上升沿，GS 计数器就会增加 1。GS 计数器监视 GCLK 引脚上的 时钟脉冲数。当计数器值小于或等于 GS 设定值时，输出保持打开状态。当计数器高于 GS 设定值时，输出在 GS 计数器值的上升沿关闭。表 20 是 选择 12 位 GS 计数器模式时每个 GS 数据位的导通时间占空比。

当元件上电时，400 位公共移位寄存器和 GS 数据寄存器复位为 0。公式 4 描述了每个输出的准时性。

$$t_{on} = t_{GCLK} \times GS$$

当

$t_{GCLK}$  是 GS 时钟周期

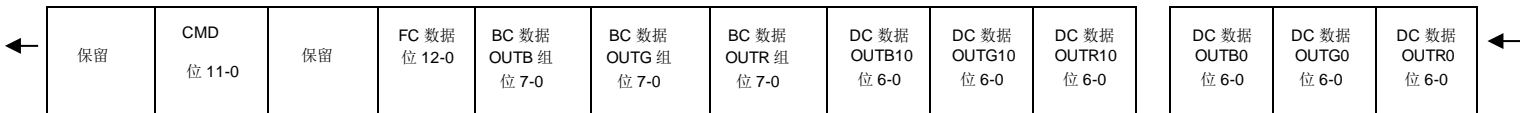
GS 是 每个输出的程式设计灰度值

(4)

公式 5 显示了 占空比 计算 公式。

$$Duty\ cycle = \frac{GS}{4096}$$

(5)



”

图 27. HT1388 灰度 寄存器



一旦 GS 数据锁存到位于寄存器信号上升沿的 GS 寄存器中, FC-BC-DC 数据寄存器就会移位到公共移位寄存器的最低 268 位。因此, FC-BC-DC 数据可以在 GS 写入中从 SDO 读出。这种 FC-BC-DC 读取功能也可以通过读取 FC-BC-DC 命令来实现, 有关时序图, 请参见 [FC-BC-DC Read](#)。

表 19. 灰度数据位分配

位	数据
395-384	OUTB10
383-372	OUTG10
371-360	OUTR10
359-348	OUTB9
347-336	OUTG9
335-324	OUTB10
323-312	OUTR9
311-300	OUTB8
299-288	OUTG8
287-276	OUTR8
275-264	OUTB7
263-252	OUTG7
251-240	OUTR7
239-228	OUTB6
227-216	OUTG6
215-204	OUTR6
203-192	OUTB5
191-180	OUTG5
179-168	OUTR5
167-156	OUTB4
155-144	OUTG4
143-132	OUTR4
131-120	OUTB3
119-108	OUTG3
107-96	OUTR3
95-84	OUTB2
83-72	OUTG2
71-60	OUTR2
59-48	OUTB1
47-36	OUTG1
35-24	OUTR1
23-12	OUTB0
11-0	OUTG0

表 19. G 射线尺度数据位分配 (续)



表 20. GS 资料与输出 准时

GS 资料 (二进位)	GS 资料 (十进位)	GS 资料 (十六进位)	占空比 (%)	导通时间基于 33MHz GS 时钟 (NS)
0000 0000 0000	0	000	0	0
0000 0000 0001	1	001	0.02	30
0000 0000 0010	2	002	0.05	61
...	...	...	...	...
0111 1111 1111	2047	7FF	49.97	62 030
1000 0000 0000	2048	800	50.00	62 061
1000 0000 0001	2049	801	50.02	62 091
...	...	...	...	...
1111 1111 1101	4093	FFD	99.93	124 030
1111 1111 1110	4094	FFE	99.95	124 061
1111 1111 1111	4095	FFF	99.98	124 091

### 特殊命令 功能

HT1388 器件中定义了 12 个特殊命令代码，如表 21 所示。要输入该命令，LATCH 上升沿之前最后一个 SCK 的 LATCH 电平必须很高，最高的 12 位应该是列出了 12 个命令代码。在这种情况下，元件会忽略其他位，并且没有资料锁存到 FC-BC-DC 寄存器中。通常使用者可以在特殊命令中将其他位写入 0。相应的命令功能在 LATCH 信号的上升沿之后执行。

如果未识别特殊命令代码，则该命令为 NULL 命令，不执行特殊命令。该命令与 FC-BC-DC 写入函数相同。

表 21. 特殊命令 代码

命令	命令代码	功能
Lookahead	A5Dh (1010 0101 1101b)	将 s 前瞻引脚值设置为 1，以预览目标修整值
Zap	A5Eh (1010 0101 1110b)	触发 ZAP 脉冲动作以烧坏保险丝
Sleep	A58h (1010 0101 1000b)	进入 s 睡眠模式。当进入休眠模式时，所有类比外设将关闭，而 FC-BC-DC 和 GS 数据寄存器上设置的值将保留。
Wakeup	A5Ah (1010 0101 1010b)	退出 s 睡眠模式。退出休眠模式时，逻辑会将信号选通至模拟模组，直到 nalog_rdy 信号为高电平。
GS read	5AFh (0101 1010 1111b)	将 GS 数据载入到公共寄存器中。
SID read	5A3h (0101 1010 0011b)	将 SID 资料载入到公共寄存器中。
FC-BC-DC read	5ACh (0101 1010 1100b)	将 FC-BC-DC 数据载入到公共寄存器中。这种读取功能也可以通过 GS 数据写入来实现。
APS check	53Ah (0101 0011 1010b)	相邻引脚短路检测，APS 测试从锁存信号的上升沿开始，然后根据测试结果设置 APS 寄存器 (24 位) 并在 SID 寄存器中 APS_Flag。在此测试期间保持关闭所有通道。
LOD_LSD self-test	535h (0101 0011 0101b)	LOD-LSD 探测器电路自检，并根据测试结果在 SID 寄存器中设置 LOD_LSD_FLAG。



Lookahead	A5Dh (1010 0101 1101b)	切换否定位。当否定位 = 0 时，48 位 LOD-LSD 检波器输出数据将被锁存到 LOD1-LSD1 和 LOD2-LSD2 寄存器中，而不会发生反相。当否定位=1 时，48 位 LOD-LSD 检波器输出数据将反转，并锁存到 LOD1-LSD1 和 LOD2-LSD2 寄存器。
否定位切换	55Ah (0101 0101 1010b)	切换取反位。当 Negate Bit = 0 时，48 位 LOD-LSD 检测器输出数据将被锁存到 LOD1-LSD1 和 LOD2-LSD2 寄存器中而不反转。当 Negate Bit = 1 时，48 位 LOD-LSD 检测器输出数据将反转，并锁存到 LOD1-LSD1 和 LOD2-LSD2 寄存器中。
错误清除	A53h (1010 0101 0011b)	将 SID 资料载入到公共寄存器中，然后将错误状态寄存器和 APS 寄存器重置为 0。
全域重置	A5Ch (1010 0101 1100b)	所有内部寄存器均已复位。该命令与开机复位具有相同的功能。
零	不同于 上述任何指令	与 FC-BC-DC 写入功能相同。

### GS 读取

GS 读取命令将 396 位 GS 资料载入公共移位寄存器的最低 396 位中。通过施加 400 个 SCK 时钟，GS 数据从 SDO 引脚移出。详见图 3。

### FC-BC-DC 读取

有两种方法可以读取 FC-BC-DC 数据寄存器。

一种方法是将数据锁存到 GS 数据寄存器中。GS 写操作完成后，FC-BC-DC 数据锁存到公共移位寄存器的最低 268 位。

另一种方法是使用 FC-BC-DC 读取命令。FC-BC-DC 读取命令完成后，FC-BC-DC 数据锁存到公共移位寄存器的最低 268 位。

通过施加 400 个 SCK 时钟，FC-BC-DC 数据从 SDO 引脚移出。有关详细资讯，请参见图 8。

### 状态信息数据读取

状态资讯资料 (SID) 长度为 177 位，包含设备状态资讯和 LED 故障资讯。表 22 描述了 SID 数据载入到公共移位寄存器时的位映射。

位 176–111 是输出通道的 LED 开路信息，位 65–0 是输出通道的 LED 短路信息，位 110–78 是相邻引脚短路信息 输出通道 的资讯，位 77–68 是错误状态寄存器，位 67–66 是 否定位。

上电后，所有错误状态寄存器均设置为 0。如果任何一个错误状态寄存器标志 (位 215–206) 置位，寄存器将锁存故障，直到执行复位错误命令以清除故障。但 LOD\_LSD 数据在每个 PWM 周期都会不断更新。





表 22. SID 寄存器位

公共移位寄存器位	描述
176-166	OUTB10-OUTB0 的 LOD2 数据
165-155	OUTG10-OUTG0 的 LOD2 数据
154-144	OUTR10-OUTR0 的 LOD2 数据
143-133	OUTB10-OUTB0 的 LOD1 数据
132-122	OUTG10-OUTG0 的 LOD1 数据
121-111	OUTR10-OUTR0 的 LOD1 数据
110-100	OUTB10-OUTB0 的 APS 状态数据
99-89	OUTG10-OUTG0 的 APS 状态数据
88-78	OUTR10-OUTR0 的 APS 状态数据
77	热错误标志。
76	预热警告标志。0b=无预热警告, 1b=触发预热 阈值。
75-73	APS 测试标志故障。011b: 通过, 110b: 失败
72	IREF 短故障标志。0b=IREF 未短路, 1b=检测到 IREF 短路
71	IREF 打开故障标志。0b=IREF 未打开, 1b=检测到 IREF 打开
70-68	LOD LSD 自检标志。011b: 通过, 110b: 失败
67	LOD1-LSD1 寄存器的反端位
66	LOD2-LSD2 寄存器的反端位
65-55	OUTB10-OUTB0 的 LSD2 数据
54-44	OUTG10-OUTG0 的 LSD2 数据
43-33	OUTR10-OUTR0 的 LSD2 数据
32-22	OUTB10-OUTB0 的 LSD1 数据
21-11	OUTG10-OUTG0 的 LSD1 数据
10-0	OUTR10-OUTR0 的 LSD1 数据



## 8.6 寄存器地图

HT1388 寄存器映射包括三个部分：GS 寄存器、FC\_BC\_DC 寄存器和 SID 寄存器。用户可以通过串行介面写入 GS 寄存器和 FC\_BC\_DC 寄存器。状态资讯可以通过 串行介面读出。

### 8.6.1 灰度寄存器

表 23 列出了灰度的记忆体映射寄存器。表 23 中未列出的所有寄存器 偏移位址 应被视为 保留位置，并且不应修改 寄存器内容。

灰度 寄存器

表 23. 灰度 寄存器

抵消	缩写	寄存器名称	部分
0h	OUTn_GS	输出 灰度 寄存器	去

复杂的位访问类型被编码以适应小表单元。表 24 显示了本节中用于访问类型的代码。

表 24. 灰度 访问 类型 代码

访问类型	代码	描述
读取类型		
R	R	读
写入类型		
W	W	写
重置或预设值		
-n		重置后的值或 预设值

#### 8.6.1.1 OUTn\_GS 寄存器 (偏移量 = 0h)

OUTn\_GS 如图 28 所示，描述于 表 25 中。返回到 汇总表。

OUTn 灰度 寄存器

图 28. OUTn\_GS 寄存器

								399	398	397	396
								保留			
								R/W-0h			
395	394	393	392	391	390	389	388	387	386	385	384
OUTB10_GS											
R/W-0h											
383	382	381	380	379	378	377	376	375	374	373	372
OUTG10_GS											
R/W-0h											
371	370	369	368	367	366	365	364	363	362	361	360

高科有限公司 (HTT) 保留随时更改此处任何产品或规格的权利，恕不另行通知。HTT 对资讯的使用不承担任何责任，也不对因使用资讯而导致的侵犯第三方的专利或其他权利承担任何责任。HTT 不以暗示或其他方式授予任何专利或专利权许可。



OUTR10_GS											
R/W-0h											
359	358	357	356	355	354	353	352	351	350	349	348
OUTB9_GS											
R/W-0h											
347	346	345	344	343	342	341	340	339	338	337	336
OUTG9_GS											
R/W-0h											
335	334	333	332	331	330	329	328	327	326	325	324
OUTR9_GS											
R/W-0h											
323	322	321	320	319	318	317	316	315	314	313	312
OUTB8_GS											
R/W-0h											
311	310	309	308	307	306	305	304	303	302	301	300
OUTG8_GS											
R/W-0h											
299	298	297	296	295	294	293	292	291	290	289	288
OUTR8_GS											
R/W-0h											
287	286	285	284	283	282	281	280	279	278	277	276
OUTB7_GS											
R/W-0h											
275	274	273	272	271	270	269	268	267	266	265	264
OUTG7_GS											
R/W-0h											
263	262	261	260	259	258	257	256	255	254	253	252
OUTR7_GS											
R/W-0h											
251	250	249	248	247	246	245	244	243	242	241	240
OUTB6_GS											
R/W-0h											
239	238	237	236	235	234	233	232	231	230	229	228
OUTG6_GS											
R/W-0h											
227	226	225	224	223	222	221	220	219	218	217	216
OUTR6_GS											
R/W-0h											

高科有限公司（HTT）保留随时更改此处任何产品或规格的权利，恕不另行通知。HTT 对资讯的使用不承担任何责任，也不对因使用资讯而导致的侵犯第三方的专利或其他权利承担任何责任。HTT 不以暗示或其他方式授予任何专利或专利权许可。



215	214	213	212	211	210	209	208	207	206	205	204
OUTB5_GS											
R/W-0h											
203	202	201	200	199	198	197	196	195	194	193	192
OUTG5_GS											
R/W-0h											
191	190	189	188	187	186	185	184	183	182	181	180
OUTR5_GS											
R/W-0h											
179	178	177	176	175	174	173	172	171	170	169	168
OUTB4_GS											
R/W-0h											
167	166	165	164	163	162	161	160	159	158	157	156
OUTG4_GS											
R/W-0h											
155	154	153	152	151	150	149	148	147	146	145	144
OUTR4_GS											
R/W-0h											
143	142	141	140	139	138	137	136	135	134	133	132
OUTB3_GS											
R/W-0h											
131	130	129	128	127	126	125	124	123	122	121	120
OUTG3_GS											
R/W-0h											
119	118	117	116	115	114	113	112	111	110	109	108
OUTR3_GS											
R/W-0h											
107	106	105	104	103	102	101	100	99	98	97	96
OUTB2_GS											
R/W-0h											
95	94	93	92	91	90	89	88	87	86	85	84
OUTG2_GS											
R/W-0h											
83	82	81	80	79	78	77	76	75	74	73	72
OUTR2_GS											
R/W-0h											
71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60
OUTB1_GS											
R/W-0h											
59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48
OUTG1_GS											
R/W-0h											

高科有限公司（HTT）保留随时更改此处任何产品或规格的权利，恕不另行通知。HTT 对资讯的使用不承担任何责任，也不对因使用资讯而导致的侵犯第三方的专利或其他权利承担任何责任。HTT 不以暗示或其他方式授予任何专利或专利权许可。



47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36
OUTR1_GS											
R/W-0h											
35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24
OUTB0_GS											
R/W-0h											
23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12
OUTG0_GS											
R/W-0h											
11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
OUTR0_GS											
R/W-0h											

表 25.OUTn\_GS 寄存器栏位说明

位	栏	类型	预设	描述
395-384	OUTB10_GS[11:0]	R/W	0h	OUTB10 的灰度寄存器
383-372	OUTG10_GS[11:0]	R/W	0h	OUTG10 的灰度寄存器
371-360	OUTR10_GS[11:0]	R/W	0h	OUTR10 的灰度寄存器
359-348	OUTB9_GS[11:0]	R/W	0h	OUTB9 的灰度寄存器
347-336	OUTG9_GS[11:0]	R/W	0h	OUTG9 的灰度寄存器
335-324	OUTR9_GS[11:0]	R/W	0h	OUTR9 的灰度寄存器
323-312	OUTB8_GS[11:0]	R/W	0h	OUTB8 的灰度寄存器
311-300	OUTG8_GS[11:0]	R/W	0h	OUTG8 的灰度寄存器
299-288	OUTR8_GS[11:0]	R/W	0h	OUTR8 的灰度寄存器
287-276	OUTB7_GS[11:0]	R/W	0h	OUTB7 的灰度寄存器
275-264	OUTG7_GS[11:0]	R/W	0h	OUTG7 的灰度寄存器
263-252	OUTR7_GS[11:0]	R/W	0h	OUTR7 的灰度寄存器
251-240	OUTB6_GS[11:0]	R/W	0h	OUTB6 的灰度寄存器
239-228	OUTG6_GS[11:0]	R/W	0h	OUTG6 的灰度寄存器
227-216	OUTR6_GS[11:0]	R/W	0h	OUTR6 的灰度寄存器
215-204	OUTB5_GS[11:0]	R/W	0h	OUTB5 的灰度寄存器
203-192	OUTG5_GS[11:0]	R/W	0h	OUTG5 的灰度寄存器
191-180	OUTR5_GS[11:0]	R/W	0h	OUTR5 的灰度寄存器
179-168	OUTB4_GS[11:0]	R/W	0h	OUTB4 的灰度寄存器
167-156	OUTG4_GS[11:0]	R/W	0h	OUTG4 的灰度寄存器
155-144	OUTR4_GS[11:0]	R/W	0h	OUTR4 的灰度寄存器
143-132	OUTB3_GS[11:0]	R/W	0h	OUTB3 的灰度寄存器
131-120	OUTG3_GS[11:0]	R/W	0h	OUTG3 的灰度寄存器

高科有限公司 (HTT) 保留随时更改此处任何产品或规格的权利, 恕不另行通知。HTT 对资讯的使用不承担任何责任, 也不对因使用资讯而导致的侵犯第三方的专利或其他权利承担任何责任。HTT 不以暗示或其他方式授予任何专利或专利权许可。



119-108	OUTR3_GS[11:0]	R/W	0h	OUTR3 的灰度寄存器
107-96	OUTB2_GS[11:0]	R/W	0h	OUTB2 的灰度寄存器
95-84	OUTG2_GS[11:0]	R/W	0h	OUTG2 的灰度寄存器
83-72	OUTR2_GS[11:0]	R/W	0h	OUTR2 的灰度寄存器
71-60	OUTB1_GS[11: 0]	R/W	0h	OUTB1 的灰度寄存器
59-48	OUTG1_GS[11: 0]	R/W	0h	OUTG1 的灰度寄存器
47-36	OUTR1_GS[11: 0]	R/W	0h	OUTR1 的灰度寄存器
35-24	OUTB0_GS[11: 0]	R/W	0h	OUTB0 的灰度寄存器
23-12	OUTG0_GS[11: 0]	R/W	0h	OUTG0 的灰度寄存器
11-0	OUTR0_GS[11: 0]	R/W	0h	OUTR0 的灰度寄存器

### 8.6.2 FC-BC-DC 寄存器

表 26 列出了 FC-BC-DC 的記憶體映射寄存器。表 26 中未列出的所有寄存器偏移位址应被视为保留位置，并且不应修改寄存器内容。

FC-BC-DC 寄存器

表 26. FC-BC-DC 寄存器

抵消	缩写	寄存器名称	部分
1 小时	FC-BC-DC	FC-BC-DC 寄存器	去

复杂的位访问类型被编码以适应 小单元。表 27 显示了本节中 用于 存取类型的代码。

表 27. FC-BC-DC 存取类型 代码

访问类型	代码	描述
读取类型		
R	R	读
写入类型		
W	W	写
重置或预设值		
-n		重置后的值或 预设值

#### 8.6.2.1 FC-BC-DC 寄存器 (偏移量 = 1h)

高科有限公司 (HTT) 保留随时更改此处任何产品或规格的权利，恕不另行通知。HTT 对资讯的使用不承担任何责任，也不对因使用资讯而导致的侵犯第三方的专利或其他权利承担任何责任。HTT 不以暗示或其他方式授予任何专利或专利权许可。



FC-BC-DC 如图 29 所示, 如 表 28 所示。

返回到 汇总表。

FC-BC-DC 寄存器

图 29. FC-BC-DC 寄存器

													399	398	397	396
													保留			
													R/W-0h			
395	394	393	392	391	390	389	388	387	386	385	384	383	382	381	380	
CMD												保留				
R/W-0h												R/W-0h				
379	378	377	376	375	374	373	372	371	370	369	368	367	366	365	364	
保留																
R/W-0h																
363	362	361	360	359	358	357	356	355	354	353	352	351	350	349	348	
保留																
R/W-0h																
347	346	345	344	343	342	341	340	339	338	337	336	335	334	333	332	
保留																
R/W-0h																
331	330	329	328	327	326	325	324	323	322	321	320	319	318	317	316	
保留																
R/W-0h																
315	314	313	312	311	310	309	308	307	306	305	304	303	302	301	300	
保留																
R/W-0h																
299	298	297	296	295	294	293	292	291	290	289	288	287	286	285	284	
保留																
R/W-0h																
283	282	281	280	279	278	277	276	275	274	273	272	271	270	269	268	
保留																
R/W-0h																
2 6 7 2 6 6 2 6 5 2 6 4 2 6 3 2 6 2 2 6 1 2 6 0 2 5 9 2 5 8 2 5 7 2 5 6 2 5 2 5 2 5																
LED_E RR_M ASK	SLEW _RATE	LOD_ VOLT AGE	LSD_ VOLT AGE	APS_ CURR ENT	APS_ T IME	GS_MODE	TIMING RE SET	AUTO_ REP EAT	DC_R ANGE_ B	DC_R ANGE_ G	DC_R ANGE_ R	OUTB_BC				
R/W-1h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	
251	250	249	248	247	246	245	244	243	242	241	240	239	238	237	236	
OUTB_BC				OUTG_BC								OUTR_BC				
R/W-0h				R/W-0h								R/W-0h				
235	234	233	232	231	230	229	228	227	226	225	224	223	222	221	220	

高科有限公司 (HTT) 保留随时更改此处任何产品或规格的权利, 恕不另行通知。 HTT 对资讯的使用不承担任何责任, 也不对因使用资讯而导致的侵犯第三方的专利或其他权利承担任何责任。 HTT 不以暗示或其他方式授予任何专利或专利权许可。



OUTR_BC					OUTB10_DC					OUTG10_DC					
R/W-0h					R/W-0h					R/W-0h					
219	218	217	216	215	214	213	212	211	210	209	208	207	206	205	204
OUTG10_DC					OUTR10_DC					OUTB9_DC →					
R/W-0h					R/W-0h					R/W-0h →					
203	202	201	200	199	198	197	196	195	194	193	192	191	190	189	188
←	OUTG9_DC					OUTR9_DC					→				
←	R/W-0h					R/W-0h					→				
187	186	185	184	183	182	181	180	179	178	177	176	175	174	173	172
OUTB8_DC					OUTG8_DC					OUTR8_DC					
R/W-0h					R/W-0h					R/W-0h					
171	170	169	168	167	166	165	164	163	162	161	160	159	158	157	156
OUTR8_DC					OUTB7_DC					OUTG7_DC					
R/W-0h					R/W-0h					R/W-0h					
155	154	153	152	151	150	149	148	147	146	145	144	143	142	141	140
OUTG7_DC			OUTR7_DC					OUTB6_DC							
R/W-0h			R/W-0h					R/W-0h							
139	138	137	136	135	134	133	132	131	130	129	128	127	126	125	124
OUTG6_DC					OUTR6_DC					OUTB5_DC					
R/W-0h					R/W-0h					R/W-0h					
123	122	121	120	119	118	117	116	115	114	113	112	111	110	109	108
OUTB5_DC					OUTG5_DC					OUTR5_DC					
R/W-0h					R/W-0h					R/W-0h					
107	106	105	104	103	102	101	100	99	98	97	96	95	94	93	92
OUTR5_DC			OUTB4_DC					OUTG4_DC →							
R/W-0h			R/W-0h					R/W-0h →							
91	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81	80	79	78	77	76
←	OUTR4_DC					OUTB3_DC					→				
←	R/W-0h					R/W-0h					→				
75	74	73	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60
←	OUTG3_DC					OUTR3_DC					OUTB2_DC				
←	R/W-0h					R/W-0h					R/W-0h				
59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44
OUTB2_DC			OUTG2_DC					OUTR2_DC							
R/W-0h			R/W-0h					R/W-0h							
43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28
OUTR2_DC			OUTB1_DC					OUTG1_DC							
R/W-0h			R/W-0h					R/W-0h							
27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12
OUTB1_DC							OUTB0_DC					OUTG0_DC			
R/W-0h							R/W-0h					R/W-0h			
11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0				
OUTG0_DC					OUTR0_DC										

高科有限公司 (HTT) 保留随时更改此处任何产品或规格的权利, 恕不另行通知。 HTT 对资讯的使用不承担任何责任, 也不对因使用资讯而导致的侵犯第三方的专利或其他权利承担任何责任。HTT 不以暗示或其他方式授予任何专利或专利权许可。





R/W-0h	R/W-0h	
--------	--------	--



表 28. FC-BC-DC 寄存器 字段 说明

位	栏	类型	预设	描述
399-396	保留	R/W	0h	保留
395 - 384	CMD[11: 0]	R/W	0h	命令 功能  25Ch = 全域 复位  535h = LOD_LSD 自检  53Ah = APS 检查  55Ah = 负位 切换  5A3h = SID 读取  5ACh = FC_BC_DC 读取  5AFh = GS 读取  A53h = 错误 清除  A58h = 睡眠  A5Ah = 唤醒  A5Dh = 前瞻  A5Eh = Zap
383-268	保留	R/W	0h	保留
267	LED_ERR_MASK	R/W	1h	指示灯 错误 掩码 0h = 解除遮罩 LE 错误 1h = 遮罩 LED 错误
266	SLEW_RATE	R/W	0h	输出 压摆率 时间  0h = 100 ns 1h = 200 ns
265	LOD_VOLTAGE	R/W	0h	LED 开路检测 电压  0h = 0.3 V 1h = 0.5 V
264	LSD_VOLTAGE	R/W	0h	LED 短路检测 电压  0h = VSENSE - 0.3 V 1h = VSENSE - 0.7 V
263	APS_CURRENT	R/W	0h	相邻引脚 短路检测灌 电流  0h = 20 $\mu$ A 1h = 40 $\mu$ A

高科有限公司 (HTT) 保留随时更改此处任何产品或规格的权利, 恕不另行通知。 HTT 对资讯的使用不承担任何责任, 也不对因使用资讯而导致的侵犯第三方的专利或其他权利承担任何责任。 HTT 不以暗示或其他方式授予任何专利或专利权许可。



262	APS_TIME	R/W	0h	相邻引脚 短路检测 时间 0h = 10 μs 1h = 20 μs
261-260	GS_模式[1: 0]	R/W	0h	灰度 计数器 模式 0h 或 1h = 12 位计数器式 2h = 10 位 计数器模式 3h = 8 位 计数器模式
259	TIMING_RESET	R/W	0h	显示 定时 复位 0h = 禁用 1h = 启用
258	AUTO_REPEAT	R/W	0h	自动重复 0h = 关闭 1h = 启用
257	DC_RANGE_B	R/W	0h	OUTB 组的点校正范围 0h = 低范围 1h = 高范围
256	DC_RANGE_G	R/W	0h	OUTG 组的点校正范围 0h = 低范围 1h = 高范围
255	DC_RANGE_R	R/W	0h	OUTR 组的点校正范围 0h = 低范围 1h = 高范围
254-247	OUTB_BC[7:0]	R/W	0h	OUTB 组的亮度控制
246-239	OUTG_BC[7:0]	R/W	0h	OUTG 组的亮度控制
238-231	OUTR_BC[7:0]	R/W	0h	OUTR 组的亮度控制
230:224	OUTB10_DC[6:0]	R/W	0h	OUTB10 的点校正
223:217	OUTG10_DC[6:0]	R/W	0h	OUTG10 的点校正
216:210	OUTR10_DC[6:0]	R/W	0h	OUTR10 的点校正
209:203	OUTB9_DC[6:0]	R/W	0h	OUTB9 的点校正

高科有限公司 (HTT) 保留随时更改此处任何产品或规格的权利, 恕不另行通知。 HTT 对资讯的使用不承担任何责任, 也不对因使用资讯而导致的侵犯第三方的专利或其他权利承担任何责任。 HTT 不以暗示或其他方式授予任何专利或专利权许可。



202:196	OUTG9_DC[6:0]	R/W	0h	OUTG9 的点校正
195:189	OUTR9_DC[6: 0]	R/W	0h	OUTR9 的点校正
188:182	OUTB8_DC[6: 0]	R/W	0h	OUTB8 的点校正
181:175	OUTG8_DC[6: 0]	R/W	0h	OUTG8 的点校正
174:168	OUTR8_DC[6: 0]	R/W	0h	OUTR8 的点校正
167-161	OUTB7_DC[6: 0]	R/W	0h	OUTB7 的点校正
160-154	OUTG7_DC[6: 0]	R/W	0h	OUTG7 的点校正
153-147	OUTR7_DC[6: 0]	R/W	0h	OUTR7 的点校正
146-140	OUTB6_DC[6: 0]	R/W	0h	OUTB6 的点校正
139-133	OUTG6_DC[6: 0]	R/W	0h	OUTG6 的点校正
132-126	OUTR6_DC[6: 0]	R/W	0h	OUTR6 的点校正
125-119	OUTB5_DC[6: 0]	R/W	0h	OUTG5 的点校正
118-112	OUTG5_DC[6: 0]	R/W	0h	OUTB5 的点校正
111-105	OUTR5_DC[6: 0]	R/W	0h	OUTR5 的点校正
104-98	OUTB4_DC[6: 0]	R/W	0h	OUTB4 的点校正
97-91	OUTG4_DC[6: 0]	R/W	0h	OUTG4 的点校正
90-84	OUTR4_DC[6: 0]	R/W	0h	OUTR4 的点校正
83-77	OUTB3_DC[6: 0]	R/W	0h	OUTB3 的点校正
76-70	OUTG3_DC[6: 0]	R/W	0h	OUTG3 的点校正
69-63	OUTR3_DC[6: 0]	R/W	0h	OUTR3 的点校正
62-56	OUTB2_DC[6: 0]	R/W	0h	OUTB2 的点校正
55-49	OUTG2_DC[6: 0]	R/W	0h	OUTG2 的点校正
48-42	OUTR2_DC[6: 0]	R/W	0h	OUTR2 的点校正
41-35	OUTB1_DC[6: 0]	R/W	0h	OUTB1 的点校正
34-28	OUTG1_DC[6: 0]	R/W	0h	OUTG1 的点校正
27-21	OUTR1_DC[6: 0]	R/W	0h	OUTR1 的点校正
20-14	OUTB0_DC[6: 0]	R/W	0h	OUTB0 的点校正
13-7	OUTG0_DC[6: 0]	R/W	0h	OUTG0 的点校正
6-0	OUTR0_DC[6: 0]	R/W	0h	OUTR0 的点校正

高科有限公司（HTT）保留随时更改此处任何产品或规格的权利，恕不另行通知。HTT 对资讯的使用不承担任何责任，也不对因使用资讯而导致的侵犯第三方的专利或其他权利承担任何责任。HTT 不以暗示或其他方式授予任何专利或专利权许可。



### 8.6.3 SID 寄存器

表 29 列出了 SID 的记忆体映射寄存器。表 29 中未列出的所有寄存器 偏移位址 应被视为 保留位置，并且不应修改寄存器内容。

SID 寄存器

表 29. SID 寄存器

抵消	缩写	寄存器名称	部分
2 小时	SID	SID 寄存器	去

复杂的位访问类型被编码以适应 小表单元。表 30 显示了本节中 用于 存取类型的代码。

表 30. SID 存取类型 代码

访问类型	法典	描述
读取类型		
R	R	读
重置或 预设值		
-n		重置后的值或 预设值

#### 8.6.3.1 SID 寄存器 (偏移量 = 2h)

SID 如图 30 所示，如表 31 所示。返回到 汇总表。

状态 信息 数据

图 30. SID 寄存器

399	398	397	396	395	394	393	392	391	390	389	388	387	386	385	384
保留															
R-0h															
383	382	381	380	379	378	377	376	375	374	373	372	371	370	369	368
保留															
R-0h															
367	366	365	364	363	362	361	360	359	358	357	356	355	354	353	352
保留															
R-0h															
351	350	349	348	347	346	345	344	343	342	341	340	339	338	337	336

高科有限公司 (HTT) 保留随时更改此处任何产品或规格的权利，恕不另行通知。HTT 对资讯的使用不承担任何责任，也不对因使用资讯而导致的侵犯第三方的专利或其他权利承担任何责任。HTT 不以暗示或其他方式授予任何专利或专利权许可。



保留															
R-0h															
335	334	333	332	331	330	329	328	327	326	325	324	323	322	321	320
保留															
R-0h															
319	318	317	316	315	314	313	312	311	310	309	308	307	306	305	304
保留															
R-0h															
287	286	285	284	283	282	281	280	279	278	277	276	275	274	273	272
保留															
R-0h															
271	270	269	268	267	266	265	264	263	262	261	260	259	258	257	256
保留															
R-0h															
255	254	253	252	251	250	249	248	247	246	245	244	243	242	241	240
保留															
R-0h															
239	238	237	236	235	234	233	232	231	230	229	228	227	226	225	224
保留															
R-0h															
223	222	221	220	219	218	217	216	215	214	213	212	211	210	209	208
保留															
R-0h															
207	206	205	204	203	202	201	200	199	198	197	196	195	194	193	192
保留															
R-0h															
191	190	189	188	187	186	185	184	183	182	181	180	179	178	177	176
保留															→
R-0h →															
175	174	173	172	171	170	169	168	167	166	165	164	163	162	161	160
OUTB_LOD2										OUTG_LOD2					
R-0h															
159	158	157	156	155	154	153	152	151	150	149	148	147	146	145	144
OUTG_LOD2					OUTR_LOD2										
R-0h															
143	142	141	140	139	138	137	136	135	134	133	132	131	130	129	128
OUTB_LOD1										OUTG_LOD1					
R-0h															
127	126	125	124	123	122	121	120	119	118	117	116	115	114	113	112
OUTG_LOD1							OUTR_LOD1								

高科有限公司 (HTT) 保留随时更改此处任何产品或规格的权利, 恕不另行通知。 HTT 对资讯的使用不承担任何责任, 也不对因使用资讯而导致的侵犯第三方的专利或其他权利承担任何责任。 HTT 不以暗示或其他方式授予任何专利或专利权许可。



R-0h						R-0h											
111	110	109	108	107	106	105	104	103	102	101	100	99	98	97	96		
←		OUTB_APS										OUTG_APS					
←						R-0h						R-0h					
95	94	93	92	91	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81	80		
OUTG_APS						OUTR_APS											
R-0h						R-0h											
79	78	77	76	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66	65	64		
OUTR_APS		TEF	PTW	APS_FLAG			ISF	IOF	LOD_LSD_FLAG			NEG1	NEG0	OUTB_LSD2			
R-0h		R-0h	R-0h	R-0h			R-0h	R-0h	R-0h			R-0h	R-0h	R-0h			
63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48		
OUTB_LSD2						OUTG_LSD2											
R-0h						R-0h											
47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32		
OUTG_LSD2				OUTR_LSD2										→			
R-0h						R-0h →											
31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16		
OUTB_LSD1						OUTG_LSD1											
R-0h						R-0h											
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0		
OUTG_LSD1						OUTR_LSD1											
R-0h						R-0h											

表 31. SID 寄存器 栏位 说明

位	栏	类型	预设	描述
176-166	OUTB_LOD2[10: 0]	R	0h	LOD2 表示输出 10 -输出 0。对于每个通道： 0h = 未检测到故障 1h = 检测到故障
165-155	OUTG_LOD2[10: 0]	R	0h	LOD2 表示 OUTG10-OUTG0。对于每个通道： 0h = 未检测到故障 1h = 检测到故障
154-144	OUTR_LOD2[10: 0]	R	0h	LOD2 表示输出 10 -输出 0。对于每个通道： 0h = 未检测到故障 1h = 检测到故障
143-133	OUTB_LOD1[10: 0]	R	0h	LOD1 表示输出 10 -输出 0。对于每个通道： 0h = 未检测到故障 1h = 检测到故障

高科有限公司 (HTT) 保留随时更改此处任何产品或规格的权利, 恕不另行通知。 HTT 对资讯的使用不承担任何责任, 也不对因使用资讯而导致的侵犯第三方的专利或其他权利承担任何责任。HTT 不以暗示或其他方式授予任何专利或专利权许可。



132-122	OUTG_LOD1[10: 0]	R	0h	LOD1 表示 OUTG10-OUTG0。对于每个通道：0h = 未检测到故障 1h = 检测到故障
121-111	OUTR_LOD1[10: 0]	R	0h	LOD1 表示输出 10-输出 0。对于每个通道： 0h= 未检测到故障 1h = 检测到故障
110-100	OUTB_APS[10: 0]	R	0h	OUTB10-OUTB0 的 APS 状态。对于每个通道：0h= 未检测到故障 1h = 检测到故障
99-89	OUTG_APS[10: 0]	R	0h	OUTG 10-OUTG0 的 APS 状态。对于每个通道： 0h = 未检测到故障 1h = 检测到故障
88-78	OUTR_APS[10: 0]	R	0h	OUTR 10-OUTR0 的 APS 状态。对于每个通道： 0h = 未检测到故障 1h = 检测到故障
77	TEF	R	0h	热 错误 标志 0h = 未检测到故障 1h = 检测到 故障
76	PTW	R	0h	预热警告标志 0h = 未检测到故障 1h = 检测到 故障
75-73	APS_旗[2: 0]	R	0h	APS 测试标志故障 3h = APS 测试通过 6h = APS 测试失败
72	ISF	R	0h	国际安全框架故障 0h = 未检测到故障 1h = 检测到故障
71	IOF	R	0h	IOF 故障 0h = 未检测到故障 1h = 检测到 故障

高科有限公司（HTT）保留随时更改此处任何产品或规格的权利，恕不另行通知。HTT 对资讯的使用不承担任何责任，也不对因使用资讯而导致的侵犯第三方的专利或其他权利承担任何责任。HTT 不以暗示或其他方式授予任何专利或专利权许可。





70-68	LOD_LSD_旗[2: 0]	R	0h	LOD_LSD 自检 标志 3h = LOD_LSD 自检通过 6h = LOD_LSD 自 检失败
67	NEG1	R	0h	负 1 位 值
66	NEGO	R	0h	负 0 位 值
65-55	OUTB_LSD2[10: 0]	R	0h	LSD2 代表 OUTB10-OUTB0。对于每个通道：0h = 未检测到故障 1h = 检测到故障
54-44	OUTG_LSD2[10: 0]	R	0h	LSD2 代表 OUTG10-OUTG0。对于每个通道：0h = 未检测到故障 1h = 检测到故障
43-33	OUTR_LSD2[10: 0]	R	0h	LSD2 代表 OUTR10-OUTR0。对于每个通道： 0h = 未检测到故障 1h = 检测到故障
32-22	OUTB_LSD1[10: 0]	R	0h	LSD1 代表 OUTB10-OUTB0。对于每个通道：0h = 未检测到故障 1h = 检测到故障
21-11	OUTG_LSD1[10: 0]	R	0h	LSD1 代表 OUTG10-OUTG0。对于每个通道：0h = 未检测到故障 1h = 检测到故障
10-0	OUTR_LSD1[10: 0]	R	0h	LSD1 代表 OUTR10-OUTR0。对于每个通道： 0h = 未检测到故障 1h = 检测到故障

高科有限公司（HTT）保留随时更改此处任何产品或规格的权利，恕不另行通知。HTT 对资讯的使用不承担任何责任，也不对因使用资讯而导致的侵犯第三方的专利或其他权利承担任何责任。HTT 不以暗示或其他方式授予任何专利或专利权许可。

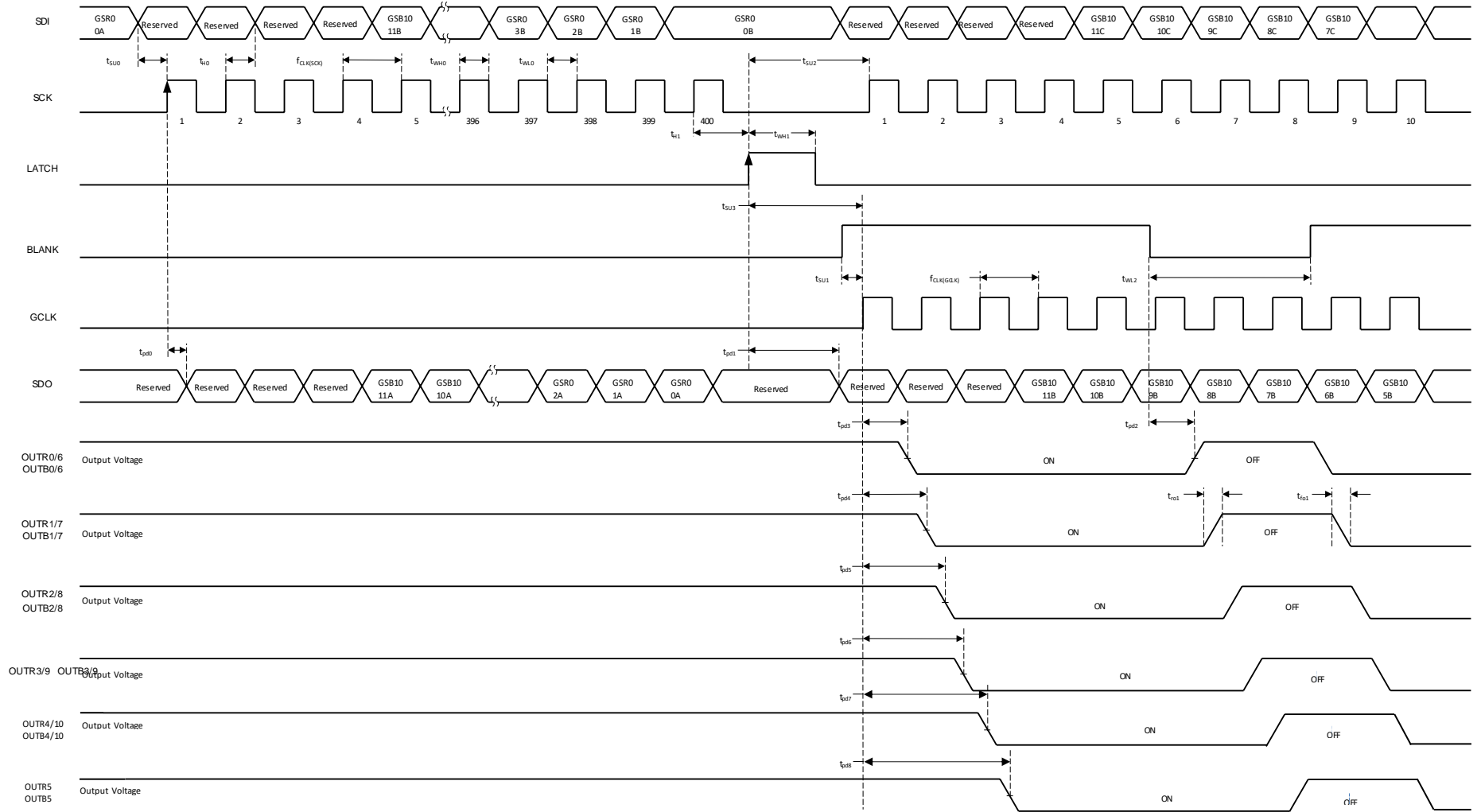


图 1. 灰度 (GS) 数据写入

高科有限公司 (HTT) 保留随时更改此处任何产品或规格的权利, 恕不另行通知。HTT 对资讯的使用不承担任何责任, 也不对因使用资讯而导致的侵犯第三方的专利或其他权利承担任何责任。HTT 不以暗示或其他方式授予任何专利或专利权许可。

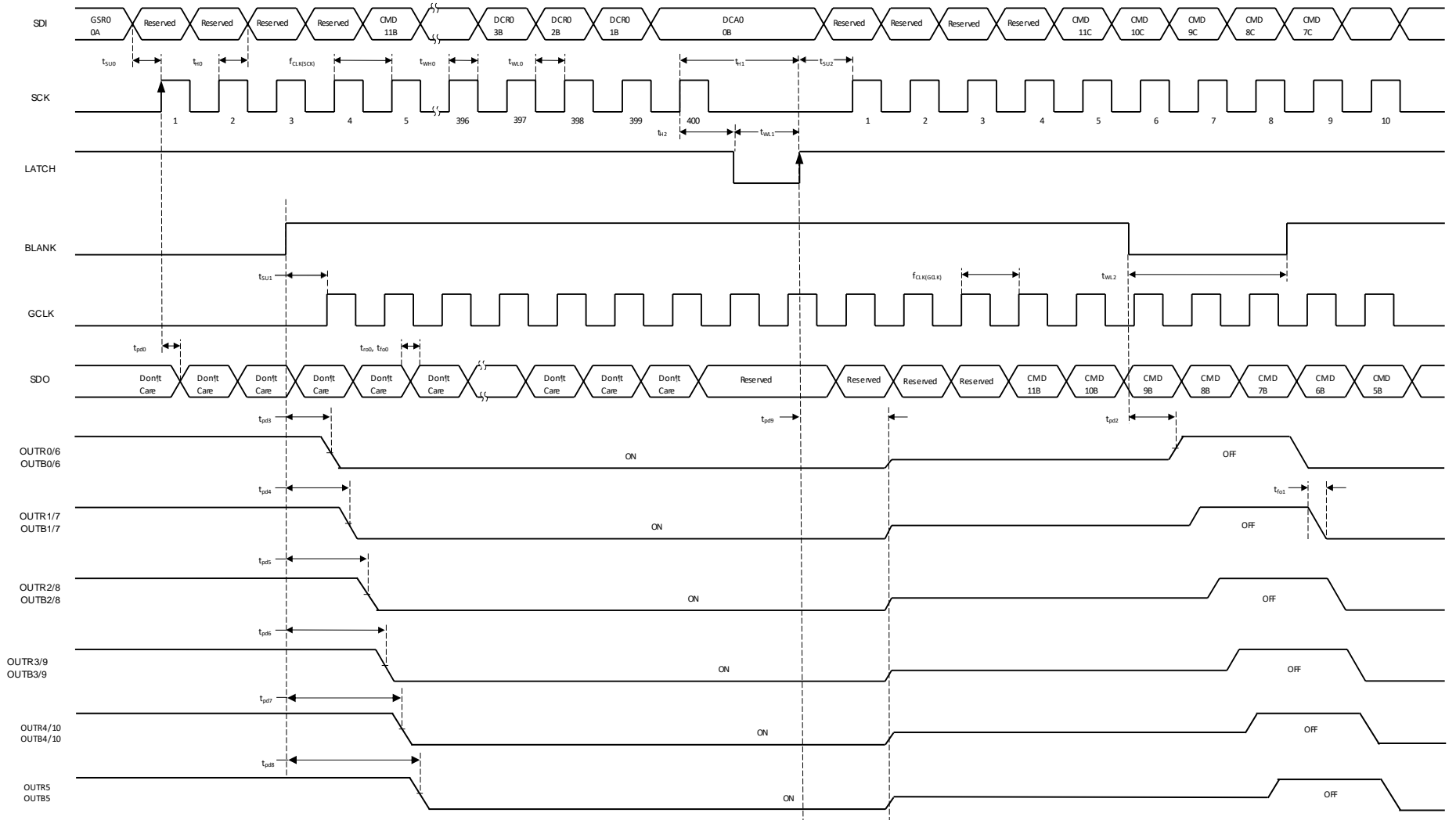
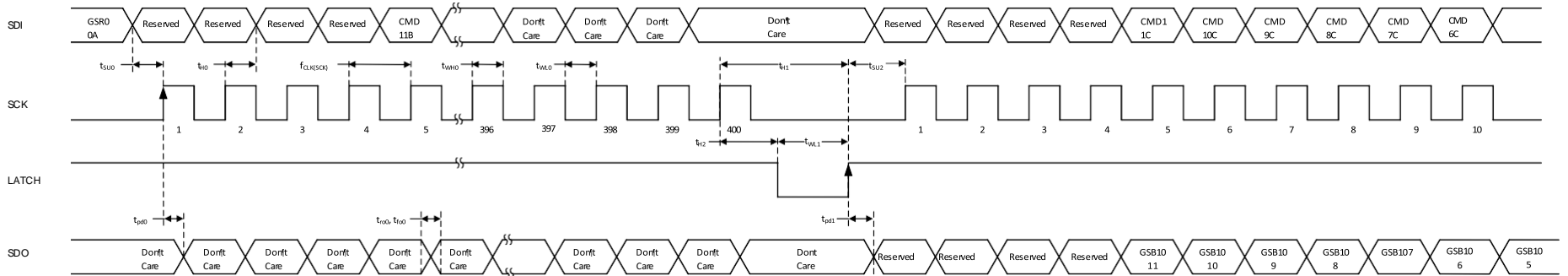


图 2. 功能控制、亮度控制和点校正数据 (FC-BC-DC) 写入

高科有限公司（HTT）保留随时更改此处任何产品或规格的权利，恕不另行通知。HTT 对资讯的使用不承担任何责任，也不对因使用资讯而导致的侵犯第三方的专利或其他权利承担任何责任。HTT 不以暗示或其他方式授予任何专利或专利权许可。

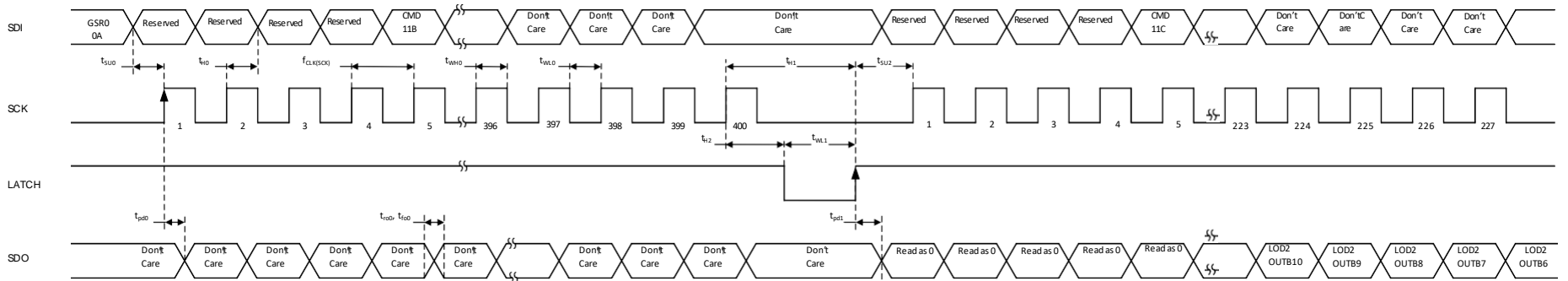
12bit 命令码由CMD11至 CMD0 是 5AFh, 表示这是一个GS 读取命令, GS 数据寄存器中的原始GS数据被加载到公共移位寄存器



由于解码为GS 读取命令, 此时GS数据寄存器中的灰度数据被锁存到公共移位寄存器中

图 3. 灰度 (GS) 数据读取

12bit 命令码由CMD11至 CMD0 是 5A3h, 表示这是一个SID 读取命令, 132bits LOD1/2, LSD1/2检测结果, 1bit NEG1, 1bit NEG2, 10bit 错误状态和33bits 相邻引脚短路检测结果加载到公共移位寄存器



由于解码为SID 读取命令, 此时相应寄存器中的LOD 1/2, LSD 1/2检测结果, NEG1, NEG2, 错误状态和相邻引脚短路检测结果被锁存到公共移位寄存器中

#### 4. 状态信息数据 (SID) 读取

高科有限公司 (HTT) 保留随时更改此处任何产品或规格的权利, 恕不另行通知。HTT 对资讯的使用不承担任何责任, 也不对因使用资讯而导致的侵犯第三方的专利或其他权利承担任何责任。HTT 不以暗示或其他方式授予任何专利或专利权许可。

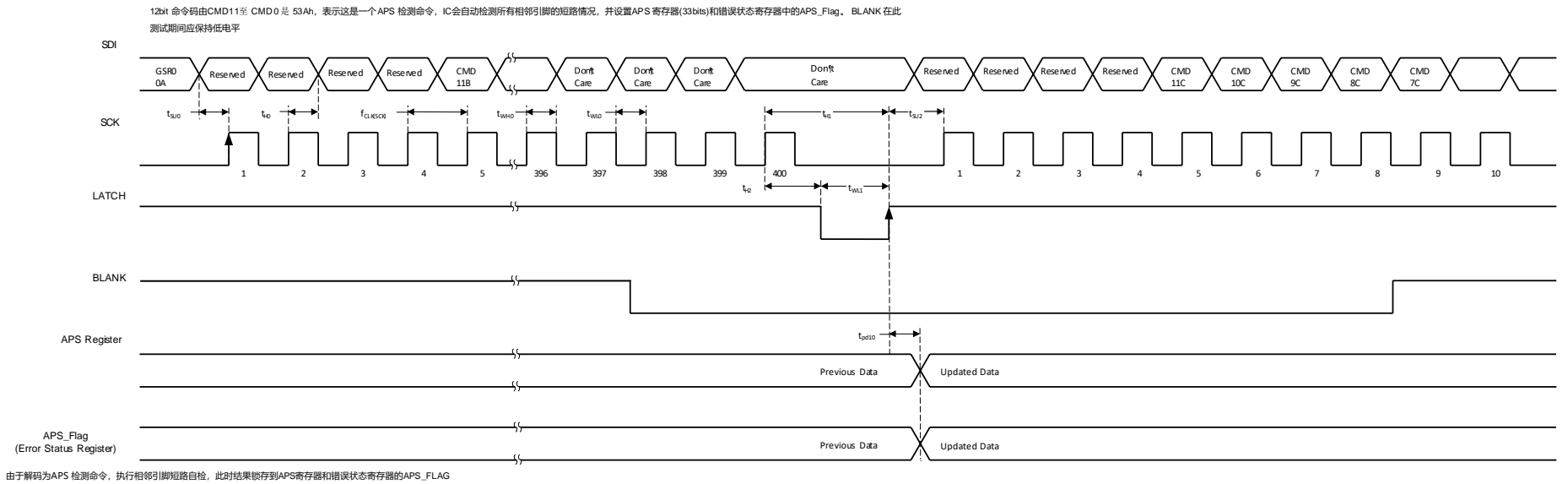


图 5. 相邻引脚短路 (APS) 检查

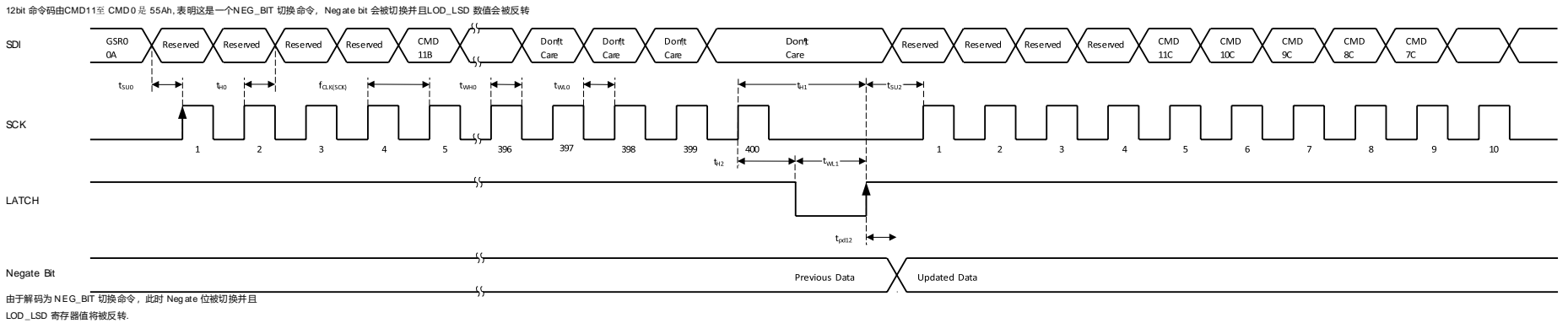


图 6. 取反位切换

高科有限公司 (HTT) 保留随时更改此处任何产品或规格的权利, 恕不另行通知。HTT 对资讯的使用不承担任何责任, 也不对因使用资讯而导致的侵犯第三方的专利或其他权利承担任何责任。HTT 不以暗示或其他方式授予任何专利或专利权许可。

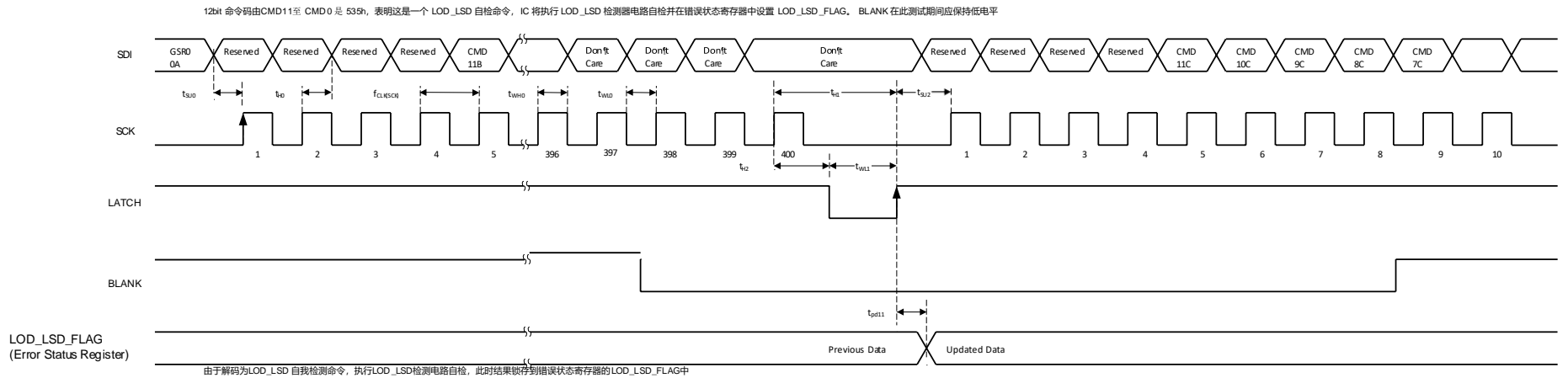


图 7. LOD\_LSD 自检

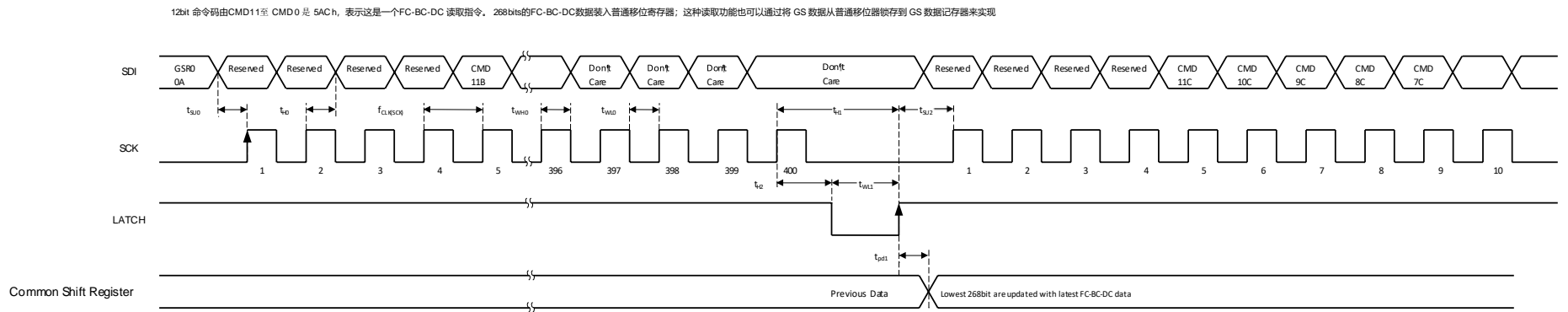


图 8. 功能控制、亮度控制和点校正数据 (FC-BC-DC) 读取

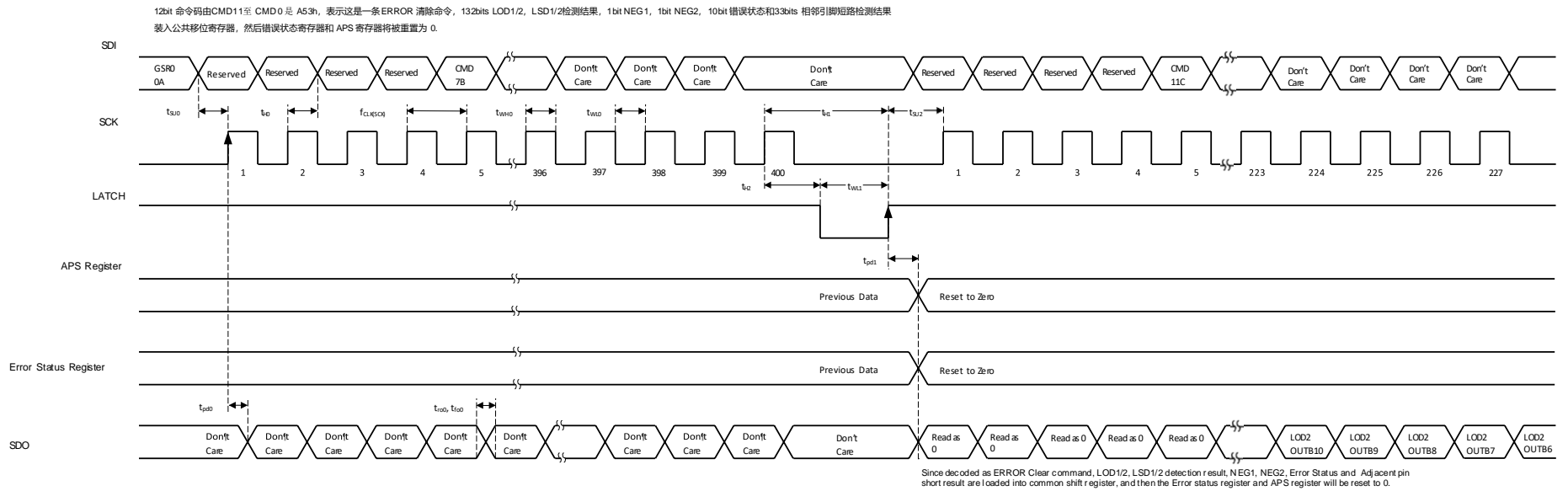


图 9. 清除错误

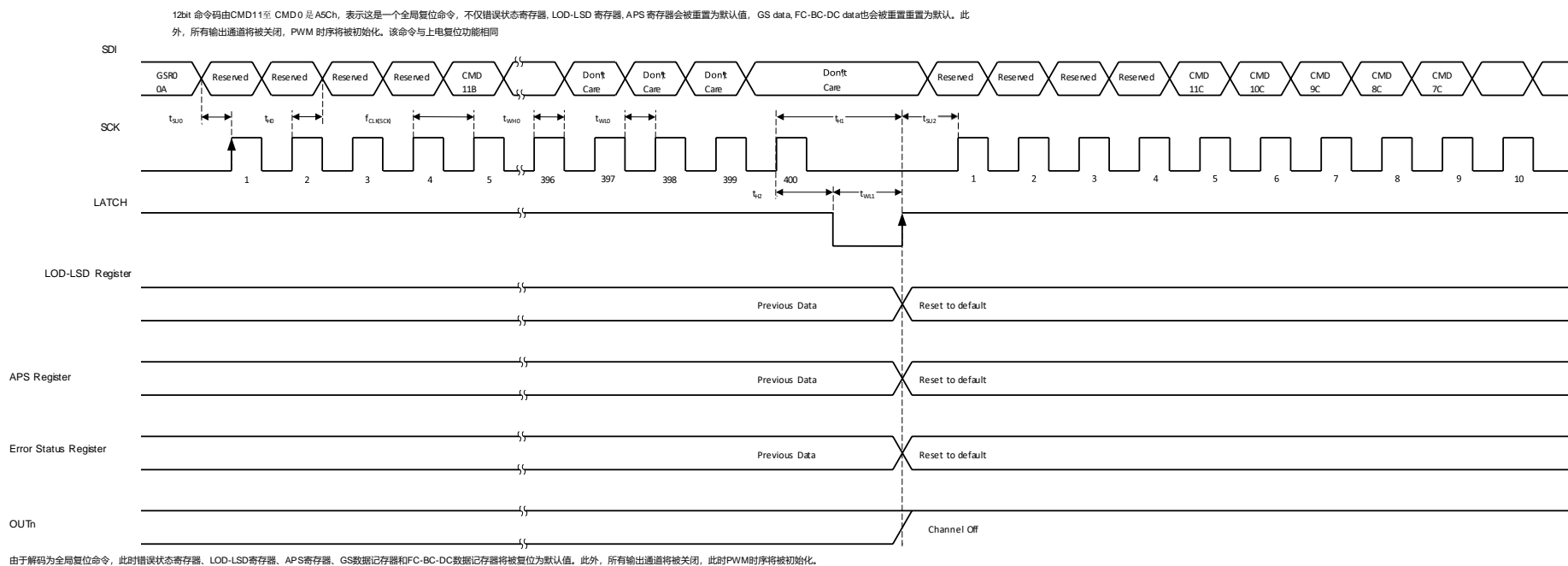
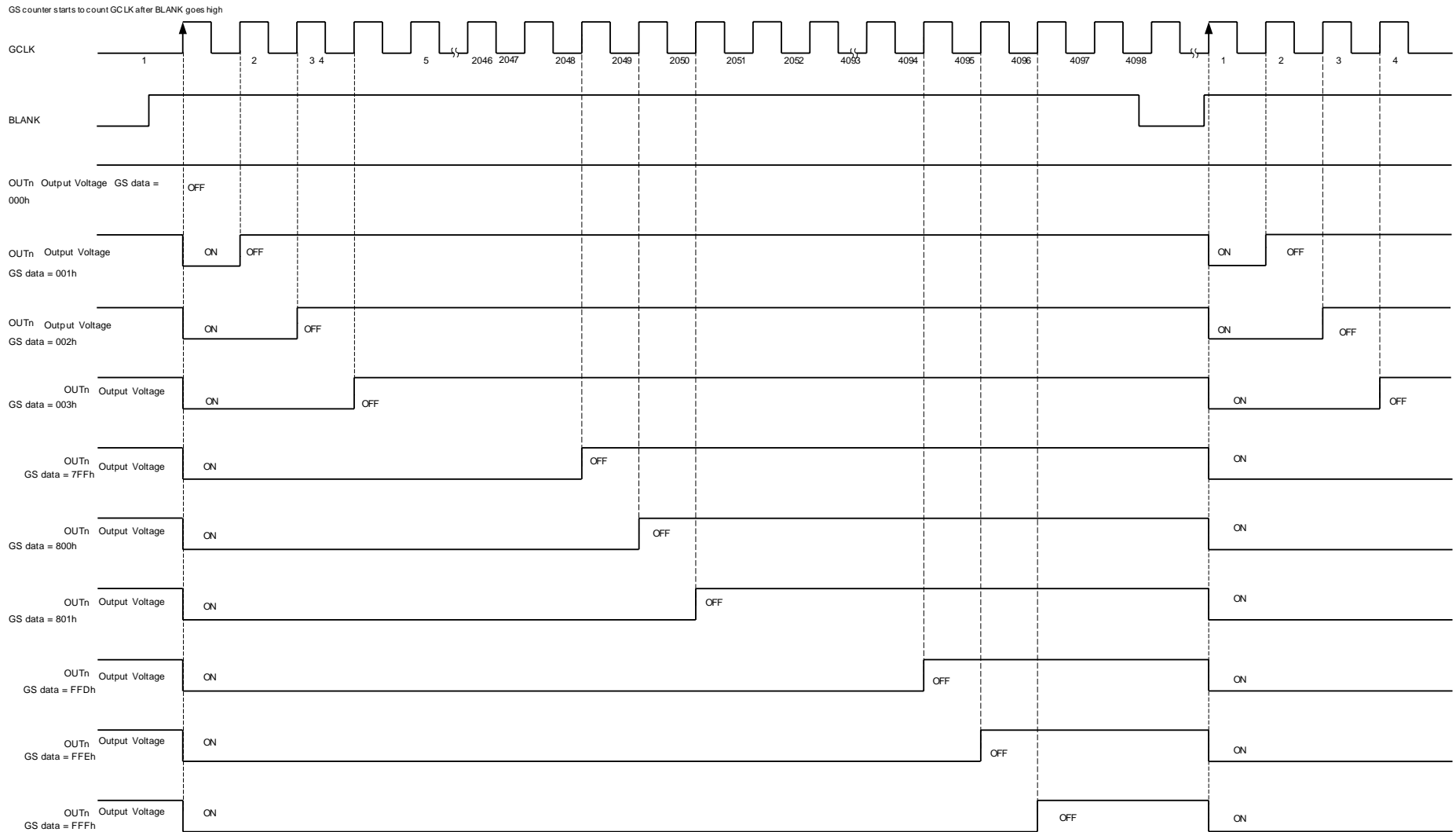


图 10. 全局重置





OUTn 在 BLANK 变高后 GCLK 的第一个上升沿打开，灰度数据为零时除外。

OUTx does not turn on again until BLANK goes low once when disable auto repeat mode

注 1：当 LATCH 输入用于显示时序复位使能的 GS 数据时，会产生内部空白信号，信号也产生于

启用自动重复模式时的第 4096 个 GCLK。当启用 TIMING\_RESET 或 AUTO\_REPEAT 时，BLANK 可以连接到 VCC。

高科有限公司（HTT）保留随时更改此处任何产品或规格的权利，恕不另行通知。HTT 对资讯的使用不承担任何责任，也不对因使用资讯而导致的侵犯第三方的专利或其他权利承担任何责任。HTT 不以暗示或其他方式授予任何专利或专利权许可。

图 11. 不带自动重复模式的 12 位模式 PWM 计数器

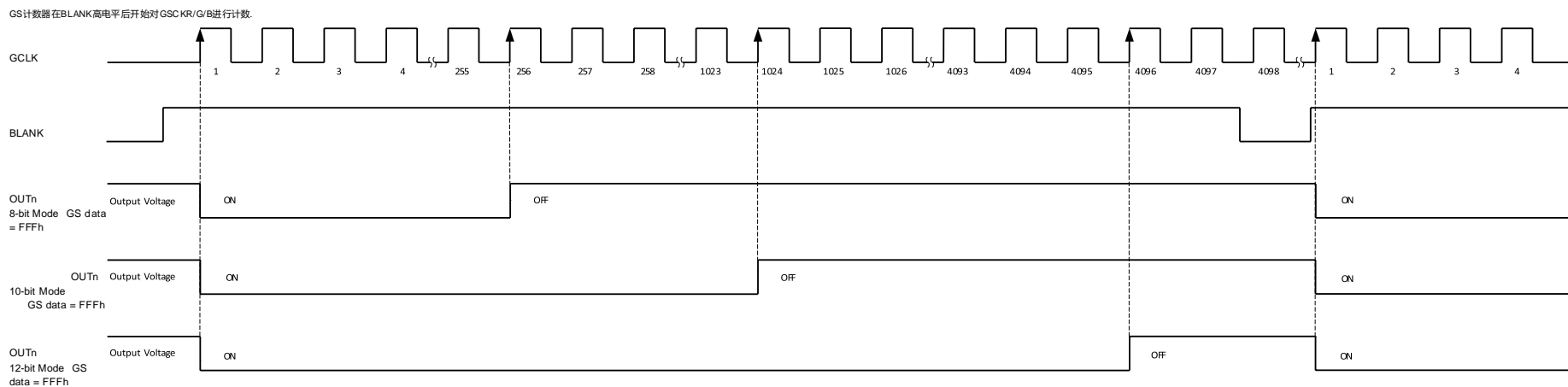


图 12. 不带自动重复模式的 8、10、12 位模式 PWM 计数器

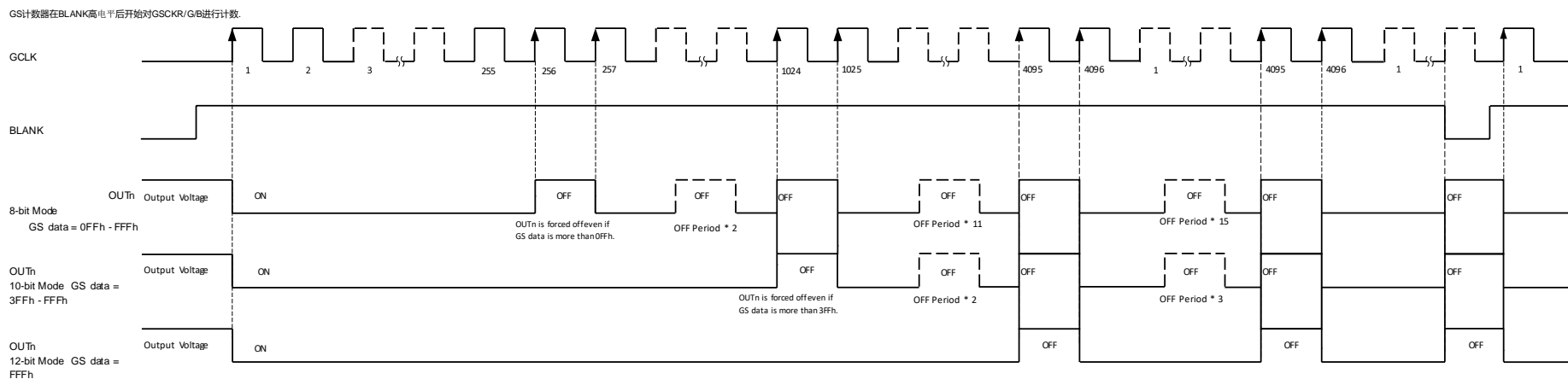


图 13. 具有自动重复模式的 8、10、12 位模式 PWM 计数器

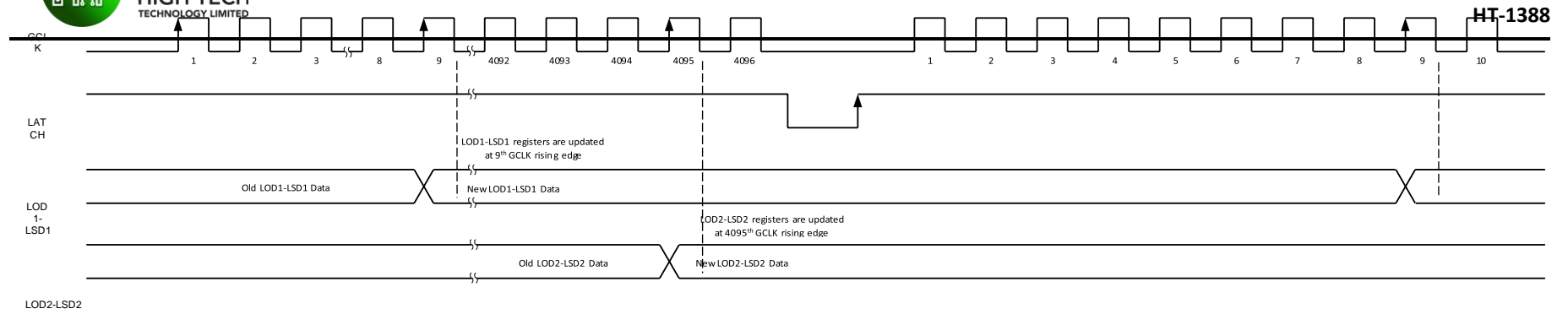


图 14. LOD-LSD 寄存器更新时序

高科有限公司（HTT）保留随时更改此处任何产品或规格的权利，恕不另行通知。HTT 对资讯的使用不承担任何责任，也不对因使用资讯而导致的侵犯第三方的专利或其他权利承担任何责任。HTT 不以暗示或其他方式授予任何专利或专利权许可。