

带I2C 数字输出的环境光及接近检测传感器

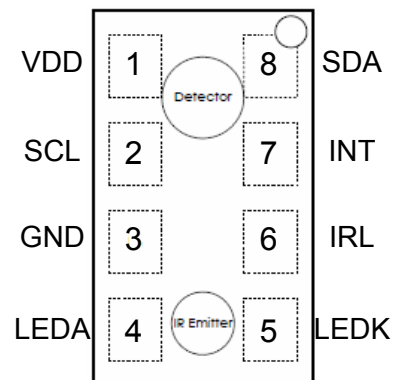
概述

QX3530 是一款具有环境光检测、接近检测及数字接口的传感器芯片。

在阳光直射条件下，QX3530 的环境光检测最大的光强范围可达 60,000 lux。由微处理器读取的 QX3530 环境光检测的数字输出值，可以通过经验公式将其转化为接近人眼光谱响应的 lux 数值。QX3530 接近检测功能由近距检测电路，红外 LED 驱动电路和一个外置红外 LED 来实现，

在环境光检测模式和接近检测模式下，芯片的内置状态机提供一个用户自定义时间的待机省电状态，可以使芯片进入低功耗状态，以实现低功耗特性。

模组顶视图



特性

单芯片上集成环境光及接近检测功能

环境光检测 (ALS)

- 接近人眼光学响应
- 可编程的积分时间和增益
- 阳光下最大可检测光强 60,000Lux
- 很高的光灵敏度和分辨率
- 非常适合在黑色玻璃下应用

接近检测 (PS)

- 可编程积分时间、增益
- 内有外置红外 LED 的驱动电路
- 具有饱和提示功能

环境光检测及接近检测中断功能

- 可编程的中断阈值
- 可编程的中断过滤器

低功耗

- 芯片睡眠态工作电流仅为 2.2uA
- 等待状态下工作电流为 90uA

I²C 高速接口

- I²C 速度可达 400K bit/s
- I²C 端口电压可兼容 3.3V 和 1.8V

典型应用

- ◆ 背景光检测
- ◆ 手机触屏自动关闭打开
- ◆ 开关控制
- ◆ 工业控制
- ◆ 医学诊断
- ◆ 打印机控制

终端产品

- ◆ 手机, 平板电脑, 笔记本电脑, 高清电视等等
- ◆ 医用及工业用仪器仪表
- ◆ 白色家电
- ◆ 玩具
- ◆ 工业以及商业照明
- ◆ 数字站牌
- ◆ 打印机
- ◆ 学习机

带I²C 数字输出的环境光及接近检测传感器

封装图（请参考封装图文件） 引脚说明

引脚		类型	描述
名称	序号		
VDD	1	电源 (+)	供电电源
SCL	2	输入	I ² C 时钟端 — 为 I ² C 串行数据提供的时钟信号
GND	3	电源 (-)	电源接地端，所有电源参考 GND
LEDA	4	A	红外 LED 阳极
LEDK	5	K	红外 LED 阴极
IRL	6	输出	接近光探测中红外 LED 驱动模块发射端 — 开漏
INT	7	输出	中断 — 开漏 (低有效).
SDA	8	输入/输出	I ² C 数据端 — I ² C 串行数据输入输出端

可选产品

产品	I ² C 地址	封装	I ² C 接口说明	备注
QX3530-01	0x39		V _{BUS} =V _{DD}	
QX3530-03	0x39		V _{BUS} =1.8V	
QX3530-05	0x29		V _{BUS} =V _{DD}	
QX3530-07	0x29		V _{BUS} =1.8V	

带I²C 数字输出的环境光及接近检测传感器

详细描述

QX3530 内置两个光敏二极管、积分运放、模数转换器(Analog-Digital Converter, ADC)、振荡器、缓冲器、比较器、状态机, 以及 I²C 接口。两个光电二极管, 其中一个(CHa)可以响应可见光及红外光, 另一个(CHb)主要响应红外光。两个积分 ADC 将放大的光电流转换成为 16 位的数字输出, 并在转换结束后, 将16 位的数字输出传送到相应的寄存器。

QX3530中的接近检测系统只需要一个外接的红外LED, 通过设置内部寄存器的PS_DRV位, 其内部的LED驱动能够给LED提供15mA, 30mA, 60mA, 以及120mA的驱动电流(不需要外加限流电阻进行实现), 并且通过设定配置寄存器SET0(0x0D)中的PDL位得到上述各驱动电流的1/8倍的驱动电流值。另外因接近检测系统中LED的脉冲个数可编程范围为从1到255, 每个脉冲的周期为16.2μs脉宽为7.4μs。因而, 接近检测系统的光检测动态范围达到16,000:1。

QX3530有两套独立的中断机制, 分别针对环境光检测(ALS)以及接近检测(PS), 中断信号可由独立的INT引脚或内部软件位的设定来提示中断事件。中断信号可以通过I²C命令设置或清除, 中断机制使得系统效率得到了简化和提高。当环境光检测以及接近检测中测得的经过转化的值超过设定的上下限, 那么一个中断就产生了, 另外, QX3530设置了一个可编程中断信号过滤器, 客户可根据需要, 对其进行赋值, 从而控制中断信号触发的灵敏度。

QX3530通过双线I²C串行接口和微处理器或嵌入式控制器连接, 实现其高速(超过400kHz)通信。数字化的输出明显优于带有固有噪声的模拟接口。

极限参数 常温常压自然环境(除非特别说明)

供电电压, V _{DD} (注意1)	3.8 V
输入电压	-0.5 V 至 3.8 V
输出电压 (除IRL)	-0.5 V 至 3.8 V
输出电压(IRL)	3.8 V
输出电流(除 IRL)	-1mA 至 20mA
存储温度范围, T _{stg}	-40°C 至 85°C
ESD静电承受能力(人体模型)	2000 V

此处仅提供芯片能承受的极限应力。当芯片承受的应力超过所示极限参数会导致器件损坏。其它应用导致部分条件超出其规定范围会影响芯片可靠性

注意 1: 所有电源电压参考 GND

推荐工作条件

	最小	典型	最大	单位
供电电压, V _{DD} (HKP3530-01 & HKP3530-05) (I ² C V _{bus} = V _{DD})	2.4	3.0	3.6	V
供电电压, V _{DD} (HKP3530-03 & HKP3530-07) (I ² C V _{bus} = 1.8 V)	2.7	3.0	3.6	V
工作温度, T _A	-30		70	°C

环境光测试 (ALS) 参数 V_{DD} = 3 V, T_A = 25°C, ALS_GAIN = 16×, ALS_EN = 1 (除非特别说明) (注释 1, 2, 3)

参数	测试条件	通道	最小	典型	最大	单位
黑暗条件 ADC 计数值	E _e =0, ALS_GAIN=120×,	CHa	0	1	5	个数

带I2C 数字输出的环境光及接近检测传感器

参数	测试条件	通道	最小	典型	最大	单位
	ALS_T = 0xDB (100ms)	CHb	0	1	5	
ADC 积分时间间隔	ALS_T = 0xFF		2.62	2.77	2.94	ms
ADC 积分间隔个数 (注释 4)			1		256	间隔数
ADC 每间隔计数值 (注释 4)	ALS_T = 0xFF		0		1024	个数
ADC 计数值 (注释 4)	ALS_T = 0xC0		0		65535	个数
ADC 计数值	白光照射, E _e = 263.9μW/cm ² , ALS_T = 0xF6 (27.7ms) (注释 2)	CHa	4000	5000	6000	个数
		CHb		680		
	λ _p = 850 nm, E _e = 263.4μW/cm ² , ALS_T = 0xF6 (27.7ms) (注释 3)	CHa	4000	5000	6000	
		CHb		2850		
ADC 计数值之比: CHb/CHa	白光照射, ALS_T = 0xF6 (27.7ms) (注释 2)		0.086	0.136	0.186	
	λ _p = 850nm, ALS_T = 0xF6 (27.7ms) (注释 3)		0.456	0.570	0.684	
辐照响应度 R _e	白光照射, ALS_T = 0xF6 (27.7ms) (注释 2)	CHa		18.9		个数/ uW/cm ²
		CHb		2.58		
	λ _p = 850nm, ALS_T = 0xF6 (27.7ms) (注释 3)	CHa		19.0		
		CHb		10.8		
相对于 1× 设定的增益 放大系数	ALS_GAIN = 1× 及 AGL = 1		0.128	0.16	0.192	x
	ALS_GAIN = 8× 及 AGL = 0		7.2	8.0	8.8	
	ALS_GAIN = 16× 及 AGL = 0		14.4	16.0	17.6	
	ALS_GAIN = 120× 及 AGL = 0		108	120	132	

注释:

1. 光学测量设备由小角度入射 LED 光源制备。常用白光 LED 和 850nm 波长红外 LED 是最终产品的测试用 LED。
2. 白光 LED 发出色温为 4000K 的白光。
3. 由 850nm GaAs LED 辐照 E_e 必须满足以下条件: 峰值波长 λ_p = 850nm 和光谱半频带宽度 Δλ_{1/2} = 42nm。
4. 此项参数由设计和制造决定, 并未测试。

等待状态(WAIT)参数 V_{DD} = 3 V, T_A = 25° C, WAT_EN = 1 (除特别说明)

参数	测试条件	最小	典型	最大	单位
等待间隔时间宽度	WAT_T = 0xFF	2.62	2.77	2.94	ms
两次积分之间等待的间隔数 (注释 1)		1		256	间隔数

注释 1: 此项参数由设计和制造决定, 并未测试。

接近检测 (PS) 参数 V_{DD} = 3 V, T_A = 25° C, PS_GAIN = 1, PS_EN = 1 (除非特别说明)

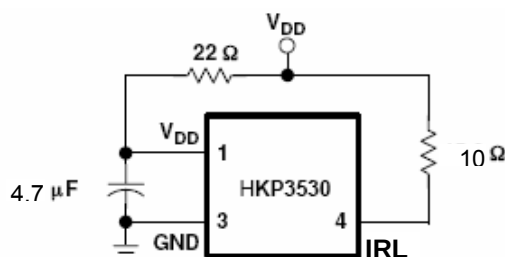
参数	测试条件		最小	典型	最大	单位
工作电流 I _{DD}	IRL 脉冲驱动打开			3		mA
ADC 转换时间间隔	PS_T = 0xFF		2.62	2.77	2.94	ms
ADC 积分间隔个数 (注 1)			1		256	间隔数
ADC 每间隔计数值 (注 1)	PS_T = 0xFF		0		1023	个数
ADC 计数值	$\lambda_p = 850\text{ nm}$, $E_e = 263.4\text{ }\mu\text{W}/\text{cm}^2$, PS_T = 0xFB, PS_PULSES = 4	CHa	1500	2000	2500	个数
		CHb	900	1200	1500	
ADC 输出响应度	$\lambda_p = 850\text{ nm}$, PS_T = 0xFB, PS_PULSES = 1	CHa		1.90		个数 /uW/c m2
		CHb		1.14		

带I2C 数字输出的环境光及接近检测传感器

参数	测试条件		最小	典型	最大	单位
相对于 1× 设定的增益放大系数	PS_GAIN = 2×			2		x
	PS_GAIN =4×			4		
	PS_GAIN = 8×			8		
噪声 (注释 1, 2, 3)	E _e = 0, PS_T = 0x0FB, PS_PULSES = 4 (注释 6)	CHa		0.5		%FS
		CHb		0.5		
红外 LED 脉冲个数 (注 1)			0		255	个数
红外 LED 脉冲宽度				16.2		μs
红外 LED 脉冲宽度 — LED 亮的时间				7.4		μs
红外 LED 驱动电流	I _{SINK} 下拉电 流 @ 1.6 V, IRL 引脚	120mA: PS_DRV = 0 & PDL = 0	87	116	145	mA
		60mA: PS_DRV = 1 & PDL = 0		58		
		30mA: PS_DRV = 2 & PDL = 0		29		
		15mA: PS_DRV = 3 & PDL = 0		14.5		
		15mA: PS_DRV = 0 & PDL = 1		12.9		
		7.5mA: PS_DRV = 1 & PDL = 1		6.4		
		3.8mA: PS_DRV = 2 & PDL = 1		3.2		
		1.9 mA: PS_DRV = 3 & PDL = 1		1.6		
最大检测距离(注 1, 4, 5)	PS_DRV = 0 及 PDL = 0 (116mA), PS_PULSES = 64 红外 LED 发射光: λ _p = 850nm, 20°半角, 及 60 mW/sr 目标:16×20 英寸, 90%反射率的柯达灰卡(白面) 光路: 开放环境(无玻璃, 无光衰减)			45.7 (18)		cm (英寸)

注释:

1. 此项参数由设计和制造决定, 并未测试。
2. 接近噪声被定义为 600 个样本中有一个标准差。
3. 接近噪声通常会随着 $\sqrt{\text{PS_PULSES}}$ 增加
4. 通过设计精巧的光路可以获得更大的检测距离。
5. 最大检测距离依赖于 LED 发射效率和物体表面的发射度。
6. 接近噪声由下图测试:



直流参数 $V_{DD} = 3\text{V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$ (除非特别说明)

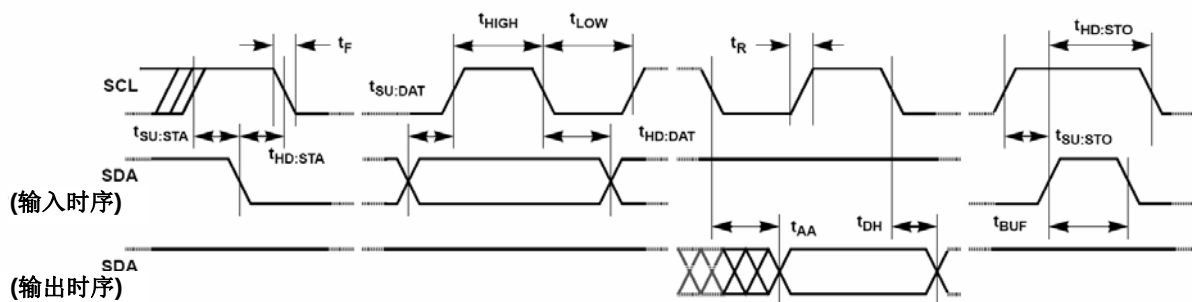
参数	测试条件	最小	典型	最大	单位
待机电流 I_{DD}	工作状态 — IRL 驱动关闭		200	250	μA
	等待状态		90		
	睡眠状态 — 无 I ² C 活动		2.2	4	
INT SDA 输出低电平 V_{OL}	3mA 下拉电流	0		0.4	V
	6mA 下拉电流	0		0.6	
SDA, SCL, INT 漏电流 I_{LEAK}		-5		5	μA
IRL 漏电流 I_{LEAK}		-5		5	μA

带I²C 数字输出的环境光及接近检测传感器

参数	测试条件	最小	典型	最大	单位
SCL, SDA 输入高电平 V_{IH}		$0.7V_{DD}$			V
		1.25			
SCL, SDA 输入低电平 V_{IL}				$0.3V_{DD}$	V
				0.54	

AC 交流参数 $V_{DD} = 3V$, $T_A = 25^\circ C$ (除非特别说明)

参数	最小	典型	最大	单位
$f_{(SCL)}$ I ² C 时钟频率	0		400	kHz
$t_{(BUF)}$ I ² C 总线停止和启动之间的总线空闲时间	1.3			μs
$t_{(HDSTA)}$ 起始条件保持时间(经过该时间后, 第一个时钟产生)	0.6			μs
$t_{(SUSTA)}$ 重复起始条件的建立时间	0.6			μs
$t_{(SUSTO)}$ 停止条件的建立时间	0.6			μs
$t_{(HDDAT)}$ 数据保持时间	0			μs
$t_{(SUDAT)}$ 数据建立时间	100			μs
$t_{(LOW)}$ SCL 时钟低电平时间	1.3			μs
$t_{(HIGH)}$ SCL 时钟高电平时间	0.6			μs
t_{AA} SCL 下降沿至 SDA 输出有效数据之间的时间			900	ns
t_{DH} 输出数据保持时间	0			ns
t_F 时钟/数据下降沿时间			300	ns
t_R 时钟/数据上升沿时间			300	ns
C_i 每个 I ² C 管脚输入电容			10	pF

图 1. I²C 时序图

带I2C 数字输出的环境光及接近检测传感器

寄存器列表

QX3530 芯片内置有多组寄存器组，通过这些寄存器组，可以对芯片的工作模式和工作状态进行控制和监测。寄存器组的总列表如表 1 所示。

表 1. 寄存器列表

地址	寄存器	读/写	位								默认值
			7	6	5	4	3	2	1	0	
——	CMD	只写	CM	MODE		ADDR					0x00
0x00	ACT_CTRL	读/写	保留	SAI	PSINT_EN	ALSINT_EN	WAT_EN	PS_EN	ALS_EN	PWR_ON	0x00
0x01	ALS_T	读/写	ALS 积分时间寄存器								0xFF
0x02	PS_T	读/写	PS 积分时间寄存器								0xFF
0x03	WAT_T	读/写	WAIT 积分时间寄存器								0xFF
0x04	ALSINT_LT0	读/写	ALSINT 下限寄存器低八位								0x00
0x05	ALSINT_LT1	读/写	ALSINT 下限寄存器高八位								0x00
0x06	ALSINT_HT0	读/写	ALSINT 上限寄存器低八位								0x00
0x07	ALSINT_HT1	读/写	ALSINT 上限寄存器高八位								0x00
0x08	PSINT_LT0	读/写	PSINT 下限寄存器低八位								0x00
0x09	PSINT_LT1	读/写	PSINT 下限寄存器高八位								0x00
0x0A	PSINT_HT0	读/写	PSINT 上限寄存器低八位								0x00
0x0B	PSINT_HT1	读/写	PSINT 上限寄存器高八位								0x00
0x0C	PRST	读/写	PS_PRST				ALS_PRST				0x00
0x0D	SET0	读/写	保留					AGL	WATLONG	PDL	0x00
0x0E	PS_PULSES	读/写	PS_PULSES								0x00
0x0F	SET1	读/写	PS_DRV		PS_DIO		PS_GAIN		ALS_GAIN		0x00
0x12	CHIP_ID	只读	CHIP_ID								CHIP_ID
0x13	FLAG	只读	保留	PS_SAT	PS_INT	ALS_INT	保留		PS_OK	ALS_OK	0x00
0x14	CHaDataL	只读	CHaDATA L								0x00
0x15	CHaDATAH	只读	CHaDATA H								0x00
0x16	CHbDATA L	只读	CHbDATA L								0x00
0x17	CHbDATAH	只读	CHbDATA H								0x00
0x18	PSDATA L	只读	PSDATA L								0x00
0x19	PSDATAH	只读	PSDATA H								0x00

对特定寄存器操作的方法依赖于相应的协议，请查看前面关于 I²C 协议的页面。通常，首先通过 I²C 总线写入命令寄存器一个特定的命令字，然后再对特定的控制或状态寄存器进行相应的读写操作。

带I2C 数字输出的环境光及接近检测传感器

命令寄存器 CMD

命令寄存器指定需要进行读写的寄存器的地址和数据传输类型。

表 2. 命令寄存器

域	位	描述	
CM	7	选择命令寄存器。 当对命令寄存器寻址时，该位需写值为 1。	
MODE	6:5	选择数据传输类型：	
		设值	功能描述
		00	只对寻址的寄存器进行写动作
		01	读写过程中寄存器地址自增
		10	无功能
		11	特殊指令功能
		在写寄存器过程中，传输类型 00 会对寻址指定的寄存器进行重复写动作。 传输类型 01 会在读写过程中提供寄存器地址自增模式。即对某一寄存器进行读/写后，寻址地址自加一，自动指向下一地址寄存器。	
		在读寄存器过程中，传输类型 00 和 01 提供一样的功能模式：寄存器地址自增。	
ADDR	4:0	命令寄存器低 5 位为寄存器地址或特殊指令，这由上述数据传输类型决定： 当数据传输类型为 00 或 01，为寄存器地址； 当数据传输类型为 11，为特殊指令。 特殊指令作用如下所述：	
		设值	功能描述
		00000	无功能
		00101	对接近检测的中断信号进行清除
		00110	对环境光检测的中断信号进行清除
		00111	同时对接近检测和环境光检测的中断信号进行清除
		00100	同时对接近检测和环境光检测的中断信号进行置位
		其它	备用，暂无功能

使能寄存器 ACT_CTRL (0x00)

通过使能寄存器的设值可以对芯片的各种功能模式进行使能（包括期间的上电和掉电）。

表 3. 使能寄存器

域	位	描述
保留	7	无功能(请不要使用该位)
SAI	6	中断触发睡眠。当该位有效时，芯片在接近检测或环境光检测的有效中断信号产生后，进入睡眠态。
PSINT_EN	5	接近检测中断功能使能。该位有效时，接近检测的INT口中断信号才允许产生。
ALSINT_EN	4	环境光检测中断功能使能。该位有效时，环境光检测的INT口中断信号才允许产生。
WAT_EN	3	Wait 状态使能。该位有效时，激活芯片的等待功能。
PS_EN	2	接近检测功能使能。该位为1时，接近检测功能有效；该位为0时，接近检测功能无效。
ALS_EN	1	环境光检测功能使能。该位为1时，环境光检测功能有效；该位为0时，环境光检测功能无效。
PWR_ON	0	该位为1时有效，芯片内部振荡器开始工作。该位为0时，内部振荡器停止工作。

环境光检测(ALS)积分转换时间寄存器 ALS_T(0x01)

环境光检测时间寄存器控制环境光检测模式的 ADC 通道积分转换时间，该时间为 2.77ms 的整数倍。在芯片上电时，环境光检测时间寄存器的默认值为 0xFF。

表 4. ALS 积分转换时间寄存器

带I2C 数字输出的环境光及接近检测传感器

域	位	描述			
ALS_T	7:0	值	积分周期数	时间	最大值
		0xFF	1	2.77ms	1024
		0xF6	10	27.7ms	10240
		0xDC	36	99.7ms	37888
		0xC0	64	177.3ms	65535
		0x00	256	709.1ms	65535

接近检测(PS)积分转换时间寄存器 PS_T (0x02)

接近检测时间寄存器控制接近检测模式的 ADC 通道积分转换时间，该时间为 2.77ms 的整数倍。在芯片上电时，接近检测时间寄存器的默认值为 0xFF。在一般的应用下，该寄存器的推荐设值为默认值 0xFF。

表 5. PS 积分转换时间寄存器

域	位	描述			
PS_T	7:0	值	积分周期数	时间	最大值
		0xFF	1	2.77ms	1023

待机时间寄存器 WAT_T(0x03)

待机时间寄存器控制芯片待机状态(Wait)的时间，该时间为 2.77ms 的整数倍。在芯片上电时，待机时间寄存器的默认值为 0xFF。这里需要注意的是，另一个配置寄存器 SET0(0x0D)的待机时间控制位 WATLONG 有效时，在相同的 WAT_T 值下，等待时间会增大 12 倍。

表 6. 待机时间寄存器

域	位	描述			
WAT_T	7:0	值	等待时间	时间 (WATLONG = 0)	时间 (WATLONG = 1)
		0xFF	1	2.77ms	0.0335sec
		0xB6	74	205ms	2.43sec
		0x00	256	709.1ms	8.52sec

提示: 接近检测模式下的待机时间寄存器的设值应该在 PS_EN 或 ALS_EN 设值之前。

环境光检测(ALS)中断阈值寄存器 ALSINT_LT0(0x04), ALSINT_LT1(0x05), ALSINT_HT0(0x06), ALSINT_HT1(0x07)

通过环境光检测中断阈值寄存器的设值，可以灵活设置环境光检测模式中断信号的触发点。当通道 CHa 的数据 CHaDATA 高于高阈值或低于低阈值，芯片将产生环境光检测的初步中断信号。

表 7. ALS 中断阈值寄存器

寄存器	地址	位	描述
ALSINT_LT0	0x04	7:0	ALS 中断低阈值的低 8 位
ALSINT_LT1	0x05	7:0	ALS 中断低阈值的高 8 位
ALSINT_HT0	0x06	7:0	ALS 中断高阈值的低 8 位
ALSINT_HT1	0x07	7:0	ALS 中断高阈值的高 8 位

接近检测(PS)中断阈值寄存器 PSINT_LT0(0x08), PSINT_LT1(0x09), PSINT_HT0(0x0A), PSINT_HT1(0x0B)

通过接近检测中断阈值寄存器的设值，可以灵活设置接近检测模式中断信号的触发点。当接近检测值高于高阈值或低于低阈值，芯片将产生接近检测的初步中断信号。

表 8. PS 中断阈值寄存器

寄存器	地址	位	描述
PSINT_LT0	0x08	7:0	PS 中断低阈值的低 8 位
PSINT_LT1	0x09	7:0	PS 中断低阈值的高 8 位
PSINT_HT0	0x0A	7:0	PS 中断高阈值的低 8 位
PSINT_HT1	0x0B	7:0	PS 中断高阈值的高 8 位

带I2C 数字输出的环境光及接近检测传感器

中断信号过滤寄存器 PRST(0x0C)

中断信号过滤寄存器控制芯片中断信号的触发率。在芯片中断模式下，每当检测值超出中断阈值范围，芯片都会产生一个初步中断信号。而通过中断信号过滤寄存器的设置，可以使芯片累计多个初步中断信号后才产生一个最终有效中断信号。

表 9. 中断信号过滤寄存器

域	位	描述		
PS_PRST	7:4	接近检测中断信号过滤器.控制接近检测中断信号的触发率。		
		设值	含义	功能描述
		0000	Every	每一个接近检测周期都产生一个有效中断信号
		0001	1	1 个初步中断信号产生一个有效中断信号
		0010	2	2 个连续的初步中断信号产生一个有效的中断信号
		...	...	...
		1111	15	15 个连续的初步中断信号产生一个有效的中断信号
ALS_PRST	3:0	环境光检测中断信号过滤器.控制环境光检测中断信号的触发率。		
		设值	含义	功能描述
		0000	Every	每一个环境光检测周期都产生一个有效中断信号
		0001	1	1 个初步中断信号产生一个有效中断信号
		0010	2	2 个连续的初步中断信号产生一个有效的中断信号
		0011	3	3 个连续的初步中断信号产生一个有效的中断信号
		0100	5	5 个连续的初步中断信号产生一个有效的中断信号
		0101	10	10 个连续的初步中断信号产生一个有效的中断信号
		0110	15	15 个连续的初步中断信号产生一个有效的中断信号
		0111	20	20 个连续的初步中断信号产生一个有效的中断信号
		1000	25	25 个连续的初步中断信号产生一个有效的中断信号
		1001	30	30 个连续的初步中断信号产生一个有效的中断信号
		1010	35	35 个连续的初步中断信号产生一个有效的中断信号
		1011	40	40 个连续的初步中断信号产生一个有效的中断信号
		1100	45	45 个连续的初步中断信号产生一个有效的中断信号
		1101	50	50 个连续的初步中断信号产生一个有效的中断信号
		1110	55	55 个连续的初步中断信号产生一个有效的中断信号
		1111	60	60 个连续的初步中断信号产生一个有效的中断信号

配置寄存器 SET0 (0x0D)

配置寄存器可对 ALS 增益级别、IRL 口电流驱动能力以及待机状态(Wait)时间倍增模式进行设置。

表 10. 配置寄存器

域	位	描述
保留	7:3	无功能
AGL	2	ALS 增益级别调整. 该位有效时, 1 倍和 16 倍的 ALS 增益模式(ALS_GAIN)将会降为 1/6 倍; 8 倍和 120 倍的 ALS 增益模式(ALS_GAIN)将会降为 8/6 倍。
WATLONG	1	Wait 状态时间倍增模式. 该位有效时, Wait 状态时间将会增大为原先的 12 倍。

带I2C 数字输出的环境光及接近检测传感器

PDL	0	IRL 口电流驱动水平调整。该位有效时，接近检测模式的 IRL 驱动电流变为原来的 1/9。
-----	---	--

接近检测(PS)的红外 LED 驱动脉冲数寄存器 PS_PULSES(0x0E)

在接近检测的 PS 积分工作态，IRL 口会向红外 LED 输出驱动脉冲，驱动脉冲的个数由驱动脉冲数寄存器进行设置。

表 11. PS 红外 LED 驱动脉冲数寄存器

域	位	描述
PS_PULSES	7:0	IRL 口脉冲数。指定接近检测模式下 IRL 口产生的驱动脉冲个数。

控制寄存器 SET1(0x0F)

控制寄存器主要对模拟模块的模拟量进行控制：比如增益设置、驱动电流设置等。

表 12. 控制寄存器

域	位	描述
PS_DRV	7:6	接近检测模式下红外 LED 的驱动电流强度调整
		设值
		红外 LED 驱动电流 (PDL = 0)
		红外 LED 驱动电流 (PDL = 1)
		00
		120mA
PS_DIO	5:4	接近检测的光电管选择项
		设值
		光电管选择
		00
		接近检测不使用光电管
		01
PS_GAIN	3:2	接近检测增益调整项
		设值
		接近检测增益值
		00
		1X 增益
		01
ALS_GAIN	1:0	环境光增益调整项
		设值
		环境光检测增益值
		00
		1X 增益
		01

产品编号寄存器 CHIP_ID(0x12)

通过产品编号寄存器 CHIP_ID 可以将芯片的产品编号读出。该寄存器为只读寄存器。

表 13. 产品编号寄存器 CHIP_ID

域	位	描述
CHIP_ID	7:0	产品编号
		0x30 = HKP3530-01 和 HKP3530-05 0x39 = HKP3530-03 和 HKP3530-07

带I2C 数字输出的环境光及接近检测传感器

状态寄存器 FLAG(0x13)

通过状态寄存器，可以将芯片的内部状态读出。该寄存器为只读寄存器。

表 14. 状态寄存器

域	位	描述
保留	7	无功能。读出值为 0
PS_SAT	6	接近检测饱和。标志接近检测的测量处于饱和态。
PS_INT	5	接近检测中断信号标志位。标志芯片产生一个有效的接近检测中断信号。
ALS_INT	4	环境光检测中断信号标志位。标志芯片产生一个有效的环境光检测中断信号。
保留	3:2	无功能。读出值为 0
PS_OK	1	接近检测有效标志位。芯片在 PS_EN 有效后完成一个接近检测工作周期，该位会被置为有效。
ALS_OK	0	环境光检测有效标志位。芯片在 ALS_EN 有效后完成一个环境光检测工作周期，该位会被置为有效。

ADC 通道数据寄存器 CHaDataL(0x14), CHaDATAH(0x15), CHbDATAH(0x17)

环境光的检测使用两个 ADC 通道，所以环境光检测结果为两个 16 位数据。在对环境光检测数据寄存器进行读取数据时，命令寄存器的传输类型必须设为寄存器地址自增模式，先把低 8 位数据读出，再把高 8 位数据读出。而且需要注意的是，若想把通道 CHb 的数据正确读出，必须先把 CHa 数据先读出。

表 15. ADC 通道数据寄存器

寄存器	地址	位	描述
CHaDataL	0x14	7:0	ALS 通道 CHa 的数据低 8 位
CHaDATAH	0x15	7:0	ALS 通道 CHa 的数据高 8 位
CHbDATAH	0x17	7:0	ALS 通道 CHb 的数据高 8 位

接近检测(PS)数据寄存器 PSDATAL(0x18), PSATAH(0x19)

接近检测的结果为 16 位数据，存储在两个 8 位的数据寄存器。在对接近检测数据寄存器进行读取数据时，命令寄存器的传输类型必须设为寄存器地址自增模式，先把低 8 位数据读出，再把高 8 位数据读出。

表 16. 接近检测数据寄存器

寄存器	地址	位	描述
PSDATAL	0x18	7:0	接近检测数据低 8 位
PSDATAH	0x19	7:0	接近检测数据高 8 位

带I²C 数字输出的环境光及接近检测传感器

操作原理

I²C 协议

QX3530 芯片支持 7 位的 I²C 地址协议。微控制器对 QX3530 芯片的控制是通过 I²C 串行接口（标准或快速模式）对芯片进行写命令或内部寄存器设值来实现的。I²C 标准协议提供 3 种总线传输类型：写、读、复合块读取。

I²C 字节写操作

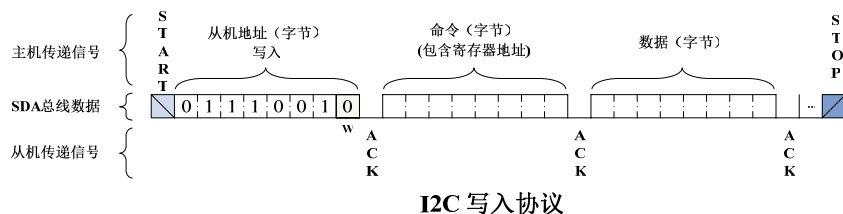
在 I²C 字节写操作中，QX3530 芯片会从 I²C 总线接收到从机地址字节、操作命令(包括内部寄存器地址)字节以及需传输的数据字节。主机和芯片在 START 指令产生之后开始进行通信。主机会向芯片发送从机地址字节、操作命令字节以及数据字节。其中从机地址字节的读写标志位为 0。在接收到从机地址字节、操作命令字节以及数据字节后，芯片都会向主机进行响应(ACK)。而主机终端收到芯片对数据字节的响应(ACK)后，都会产生一个 STOP 指令以停止通信。之后芯片不会对任何通信请求进行响应(NAK)直到接收到下一个 START 指令

I²C 字节读操作

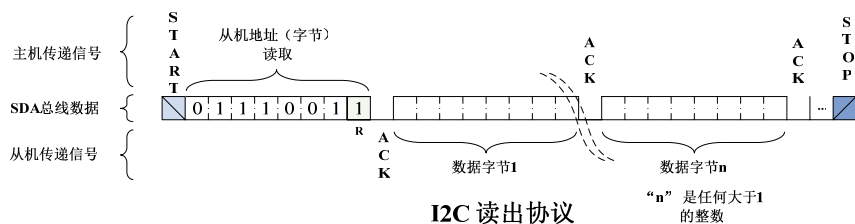
在 I²C 字节读操作中，QX3530 允许主机终端对自己的内部寄存器数据进行读取。主机和芯片在 START 指令产生之后开始进行通信。主机会向芯片发送从机地址字节，其中从机地址字节的读写标志位为 1，标志主机需要从芯片读取数据。在芯片对从机地址字节进行响应后，芯片开始向主机传输数据。主机在收到 8 位数据字节后，如果需要继续从芯片读取数据，则对芯片发出一个响应(ACK)，芯片收到该响应会继续向主机发送数据。如果主机在收到数据字节后不再需要从芯片读取数据，则不对芯片进行响应(NAK)，并产生一个 STOP 指令以停止通信。

I²C 块复合模式

若主机想指定从芯片某一内部寄存器读取数据，则可能要用到复合模式。主机和芯片在 START 指令产生之后开始进行通信。主机会向芯片发送从机地址字节（写标志位为 0）、操作命令字节以确定内部寄存器地址。之后主机再次向芯片发送从机地址字节（读标志位为 1），开始对芯片进行数据读取。

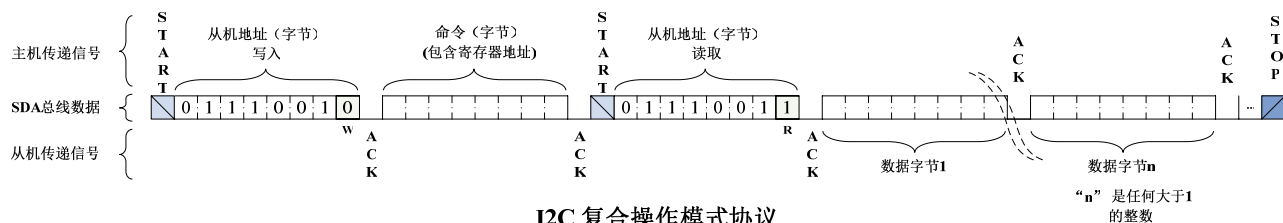


I²C 写入协议



I²C 读出协议

“n” 是任何大于 1 的整数



I²C 复合操作模式协议

“n” 是任何大于 1 的整数

带I2C 数字输出的环境光及接近检测传感器

图 2. I²C 协议

光电二极管

大多数环境光传感器会对红外波段的辐射产生强烈的响应，而人眼对红外辐射不产生响应。对于包含大量红外线光源（比如白炽灯），环境光传感器检测到的信号会比人眼看到的数量要高很多，这会导致传感器的光谱响应和人眼的光谱响应存在显著的差异。本款芯片通过使用两个具有不同光谱响应的光电管对上述问题进行解决，每个光电管都对应着一个独立的积分通道。其中积分通道 A 对应的光电管对可见光和红外光都可以进行响应，而积分通道 B 对应的光电管主要对红外光进行响应。这两个独立的积分 ADC 将光电管电流转化为数字输出，并将数字输出的数据通过经验公式处理使其结果最终符合人眼的光谱响应特性。

系统状态机

为使芯片在不同的功能模式下顺利进行切换，芯片系统设计有内部状态机。状态机的状态跳转由用户编程指令及内部状态定时器共同控制，其状态转换框图如图 3 所示。

芯片上电时，其上电复位功能将芯片系统进行初始化，使芯片处于低功耗睡眠状态(sleep)。当检测到I²C总线的开始传输数据命令，芯片将跳转至空状态并检测使能寄存器ACT_CTRL(0x00)的PWR_ON位是否有效：若PWR_ON位有效，芯片将继续处于空状态直到环境光检测或接近检测有效；若PWR_ON为无效，芯片将返回睡眠态。

当使能寄存器ACT_CTRL(0x00)的ALS_EN位被置为1，芯片将进入环境光检测模式。系统状态机将会先后进入ALS初始化状态和ALS AD转换状态。其中，ALS初始化状态会耗时2.77ms，而ALS AD转换的时间则由可编程的环境光积分转换寄存器ALS_T(0x01)的值决定。若在环境光检测过程中有中断信号产生，并且使能寄存器ACT_CTRL(0x00)的SAI位有效，芯片会在环境光检测结束时跳转至睡眠态。

当使能寄存器ACT_CTRL(0x00)的PS_EN位被置为1，芯片将进入接近检测模式。系统状态机将会先后进入PS初始化, PS积分, PS等待, PS AD转换 这几个状态. 其中PS初始化和PS等待状态均耗时2.77ms，PS积分状态的时间由接近检测脉冲数寄存器PS_PULSES(0x0E)的个数决定，PS AD转换的时间则由可编程接近检测积分转换寄存器PS_T(0x02)的值决定。若在接近检测过程中有中断信号产生，并且使能寄存器ACT_CTRL(0x00)的SAI位有效，芯片会在接近检测结束时跳转至睡眠态。

当使能寄存器ACT_CTRL(0x00)的功耗控制模式使能(WAT_EN)，系统状态机将会跳转至待机状态(等待)。状态机处于待机状态(等待)的时间由可编程的待机时间寄存器(WAT_T)决定。若配置寄存器SET0(0x0D)的待机时间控制位WATLONG 位有效，等待状态的时间将会增大12倍。

当使能寄存器ACT_CTRL(0x00)的PWR_ON, PS_EN, WAT_EN, ALS_EN 同时有效时，芯片将会依次进入接近检测模式、功耗控制模式、环境光检测模式。如果接近检测模式或环境光检测模式产生中断信号同时中断触发睡眠功能有效(SAI)，芯片将跳转至睡眠态(内部振荡将停止工作)并处于低功耗模式直到下一个I²C命令的到来。

带I2C 数字输出的环境光及接近检测传感器

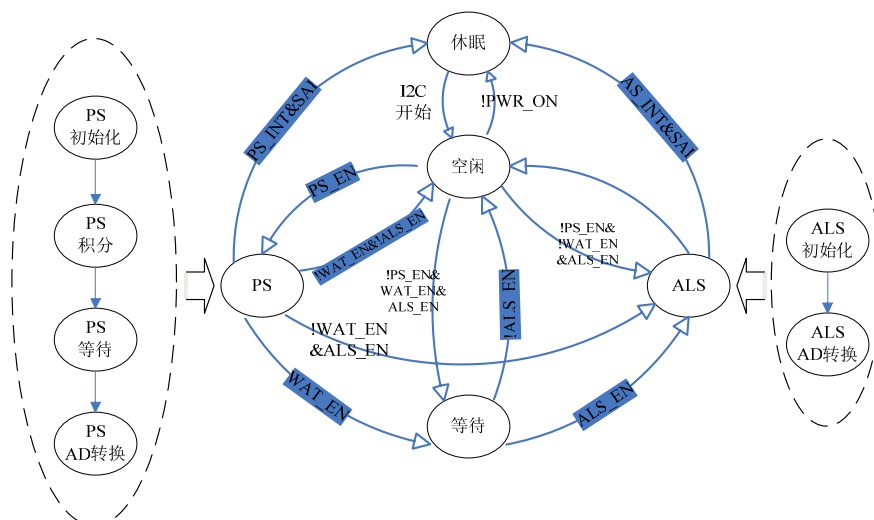


图 3. 系统状态机状态跳转图

环境光检测

QX3530 芯片内置有两个光电二极管用以将光信号转化为电流，两个光电二极管分别对应积分通道 A 和积分通道 B。在光信号经过处理转化为电流后，通过两个独立的 ADC 转换器将电流输出转换为数字数据，并在完成转换过程后将转换得到的数据存储在数据寄存器(CHaDATA 和 CHbDATA)。两个 ADC 转换器的积分转换时间可由用户灵活设定。控制寄存器 SET1(0x0F)的环境光检测增益控制(ALS_GAIN)和环境光积分转换时间寄存器 ALS_T(0x01)会对环境光检测的分辨率以及灵敏度产生影响。

当芯片完成第一次的环境光检测，状态寄存器 FLAG(0x13)的环境光有效标志位(ALS_OK) 将会被置为有效，直到芯片退出环境光检测模式（使能寄存器 ACT_CTRL (0x00)的 ALS_EN 被置为 0）。

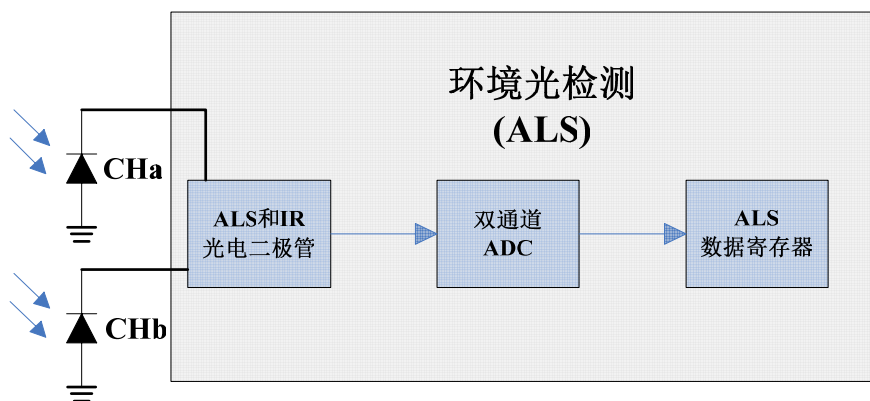


图 4. 环境光检测原理

用于积分和等待时间的寄存器值是以二进制的补码形式体现出来。可编程环境光积分转换时间寄存器 ALS_T(0x01)的值与 ADC 转换器的实际积分转换时间的关系如下经验公式所示：

$$ALS_T = 256 - \text{积分转换时间} / 2.77\text{ms}$$

由上述公式，可得 ADC 转换器的实际积分转换时间为：

$$\text{积分转换时间} = 2.77\text{ms} \times (256 - ALS_T)$$

为了滤除人工光源引起的 50Hz 或 60Hz 闪烁噪声，ADC 转换器的积分转换时间需要设为 10ms 或 8.3ms 的倍数或者一半。当 ADC 积分转换时间设为 50ms (ALS_T = 0xED)或 50ms 的倍数 (i.e. 100, 150, 200, 400, 600)，则可将这两个频率的闪烁噪声都滤除。

带I2C 数字输出的环境光及接近检测传感器

环境光检测的增益大小由控制寄存器 SET1(0x0F)的环境光检测增益控制 ALS_GAIN 和配置寄存器 SET0(0x0D)的环境光检测增益调整位 AGL 共同控制。ALS_GAIN 位于控制寄存器 SET1(0x0F)，控制增益大小有 1 倍、8 倍、16 倍、120 倍这 4 种选择可选。而当 AGL 位被置为 1 有效时，1 倍增益和 8 倍增益会降为 1/6 倍增益和 8/6 倍增益，这使得芯片可检测的环境光光强高至 60k Lux。需要注意的是，当 ALS_GAIN 设为 16 倍或 120 倍时，AGL 不允许置为有效。

光强计算

光强度 lux 是 ADC 通道 A 计数值(CHaDATA)，ADC 通道 B 计数值(CHbDATA)，ALS 增益(ALS_GAINx)，和 ALS 积分时间（以毫秒为单位，ALS_T_ms）的函数。如果存在一个光路，玻璃或塑料，或者一个光管能够等同的衰减 300nm 到 1100nm 的频谱，那么玻璃衰减校准因子(GA)就可以用来补偿衰减量。对于一个直接在空气中工作（没有光路衰减）的器件，GA=1。如果频谱范围内不是等同衰减，那么就需要定制一个 lux 计算公式。当积分时间(ALS_T)或者 ALS_GAIN 改变了，每 lux 计数值(CPL)就需要重新计算，除非它是一个常量。因此根据方案的不同光强计算也会有所不同，请参考华润半导体应用方案指导手册。

接近检测

当使能寄存器ACT_CTRL(0x00)的PS_EN位被置为1，芯片将进入接近检测模式。在该模式下，芯片内部的LED 电流驱动模块通过IRL口对外置红外LED 进行驱动。红外LED 发出的红外光碰到感测物体后反射回来，被芯片的 CHa或CHb光电管捕获并转化为光电流，光电流通过ADC转换器处理转化为16位的数据，并存储在接近检测专用数据存储器(PSDATA1和PSDATAH).如图5所示。

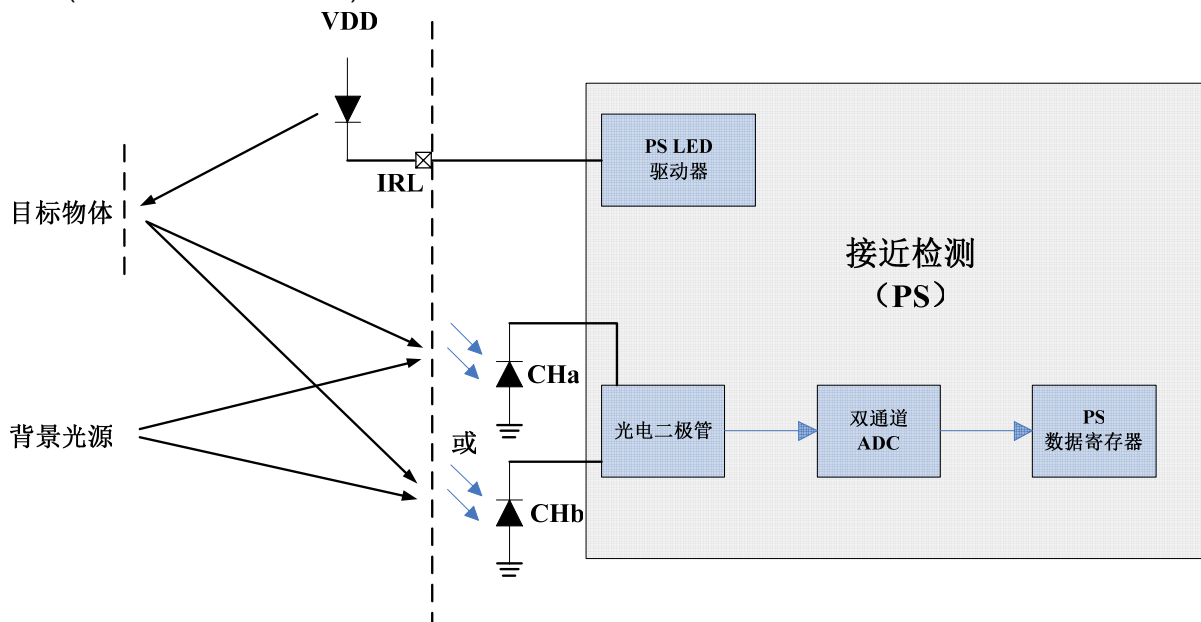


图 5. 接近光检测原理

芯片处于接近检测模式时，由于 LED 驱动电流模块可以提供比较固定的电流，所以 IRL 口不需要外接限流电阻。IRL 口输出的 LED 驱动电流大小由控制寄存器 SET1(0x0F)的 PS_DRV 和 配置寄存器 SET0(0x0D)的 PDL 共同决定。当 PDL 无效时，通过对 PS_DRV 的设置，有 120mA, 60mA, 30mA, 15mA 这 4 档电流可选。当 PDL 有效且 $V_{IRL} = 1.6V$ ，驱动电流将降为原来的 1/8，即有 15mA, 7.5mA, 3.8mA, 1.9mA 这 4 档电流可选。

芯片内部的 LED 电流驱动模块在状态机处于接近检测状态(PS 积分状态)时对外置红外 LED 进行驱动，其驱动电流脉冲如图 6 所示。LED 驱动电流可以设置，并且脉冲个数（1 到 255）可选，脉冲个数由可编程的红外 LED 驱动脉冲数寄存器 PS_PULSES(0x0E)的值决定。同时，红外 LED 发出的光信号强度与驱动电流脉冲个数成对应比例关系，即脉冲个数越多，红外 LED 光信号越强，同时必须清楚噪声也与 PS_PULSES 的平方根成正比。

带I2C 数字输出的环境光及接近检测传感器

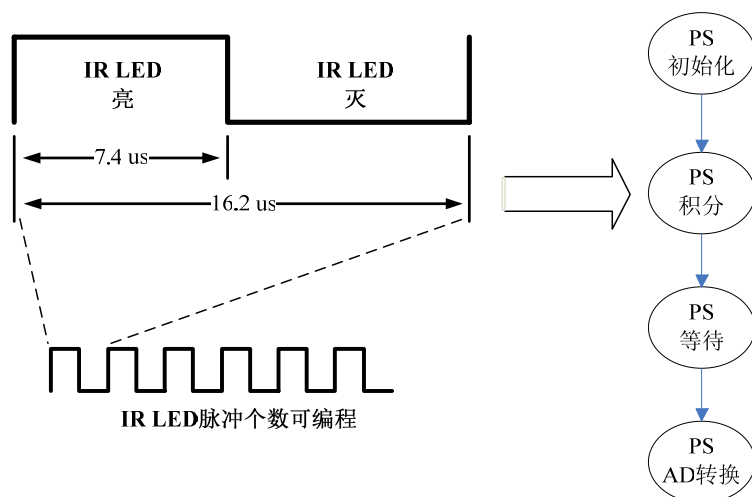


图 6. 接近检测模式的红外 LED 驱动电流脉冲

QX3530 接近检测依赖于物体反射回来的红外光。图 5 显示了外部红外 LED 发射的红外光经过物体反射，然后被 CHa 和 CHb 两个通道的光电二极管吸收的原理图。而图 6 显示，每个 LED 驱动电流脉冲的周期为 16.2 μ s。在每个脉冲周期里，红外 LED 打开的时间固定为 7.4 μ s，关闭的时间为 8.8 μ s。在红外 LED 开启的 7.4 μ s 时间里，CHa 或 CHb 光电管会捕获反射回来的红外光以及背景光。而在红外 LED 关闭的 8.8 μ s 里，CHa 或 CHb 会捕获背景光。然后芯片将红外 LED 开启和关闭所捕获的光能量进行相减，以去除背景光对接近检测的影响。

QX3530 内置两个光电管，而控制寄存器 SET1(0x0F) 的接近检测光电管选择位 (PS_DIO) 决定哪个光电管将用于接近检测，需要注意的是，当芯片上电时，两个光电管都默认不用于接近检测，故进行接近检测时，需先对 PS_DIO 进行设置。

控制寄存器 SET1(0x0F) 的接近检测增益控制位 (PS_GAIN) 决定了 ADC 的积分转换率，通过 PS_GAIN 的设值，可以得到 1 倍，2 倍，4 倍，8 倍的增益值。在芯片上电时，PS_GAIN 默认设值为 1 倍增益，而在大多数的应用场合，PS_GAIN 的推荐设值也为 1 倍增益。

在红外 LED 开启时，如果积分器出现饱和态，状态寄存器 FLAG(0x13) 的接近检测饱和标志位 PS_SAT 将会被置为 1。这种情况出现在增益设值太大且应用场合的光强很强的时候（比如在强日光持续照射）。PS_SAT 一旦被置为 1，只有通过接近检测中断信号清除命令进行清零（参考命令寄存器）。

当芯片完成第一次的接近检测，状态寄存器 FLAG(0x13) 的接近检测有效标志位 (PS_OK) 将会被置为有效，直到芯片退出接近检测模式（PS_EN 被置为 0）。

芯片进行接近检测时，ADC 转换器的转换时间由可编程的接近检测转换时间寄存器 PS_T(0x02) 的值决定，为 $(256 - PS_T) \times 2.77\text{ms}$ 。在实际的应用中，PS_T 的设值越大，则检测结果中所包含的噪声污染就越多。因此，通常应使 PS_T 的值为默认值 0xFF，即 ADC 转换时间为 $1 \times 2.77\text{ms}$ 。

中断功能

芯片的中断功能可以通过对使能寄存器 ACT_CTRL(0x00) 的接近检测中断使能位 (PSINT_EN) 或环境光检测中断使能位 (ALSINT_EN) 进行使能有效。当检测到的环境光的值或接近检测到的值超出用户设定的范围，一个中断信号就会随之产生。中断信号有效之后，状态寄存器 FLAG(0x13) 的中断有效标志位 ALS_INT 和 PS_INT 会被置为有效。

通过对 16 位的中断阈值寄存器 (ALSINT_LTx, ALSINT_HTx, PSINT_LTx, PSINT_HTx) 的设值，用户可以得到符合自己期望的环境光检测和接近检测中断阈值。当环境光检测值 (CHaDATA) 低于 ALS 中断低阈值 (ALSINT_LTx)，或高于 ALS 中断高阈值 (ALSINT_HTx)，那么芯片会产生一个环境光检测中断信号。同样的，当

带I2C 数字输出的环境光及接近检测传感器

接近检测值(PDATA)低于PS 中断低阈值(PSINT_LT_x)，或高于PS中断高阈值(PSINT_HT_x)，那么芯片会产生一个接近检测中断信号。

需要指出的是，无论是环境光检测还是接近检测，芯片的检测值都是先跟中断低阈值进行比较，再跟中断高阈值进行比较。如果低阈值的设值大于高阈值，那么芯片检测值只会跟低阈值进行比较，而高阈值被视为无效。另外，如果低阈值(ALSINT_LT_x 或 PSINT_LT_x)设为0x0000，而高阈值(ALSINT_HT_x 或 PSINT_HT_x)设为0xFFFF，那么中断信号无法产生。

为了减少错误中断信号的触发率（比如在进行环境光检测时，存在背景大噪声或出现突然的闪光，都会导致中断信号的错误触发），HKP3530设置了一个用户可编程的中断信号过滤器。中断信号过滤器(0x0C)可用于与设定中断触发率，其高4位为接近检测中断信号过滤值(PS_PRST)，低4位为环境光检测中断信号过滤值(ALS_PRST)。用户可根据需要，对中断信号过滤器进行设值，调节中断信号触发的灵敏度。比如，PS_PRST设值为n，则芯片只有连续产生了n个 PS中断信号后才会最终产生一个有效中断信号。

当中断信号过滤器产生一个有效中断信号后，状态寄存器FLAG(0x13)的中断标志位(ALS_INT 或 PS_INT)将会被置为1。此后，中断标志位会一直保持有效，直到清除中断信号的命令到来（参考命令寄存器指令）。同时，中断标志位也可以通过I²C写命令进行置位（参考命令寄存器指令）。

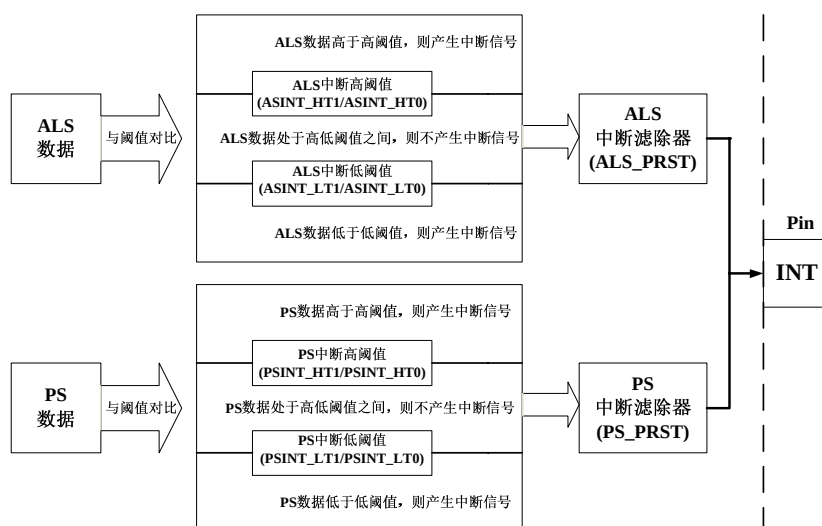


图 7. 中断操作原理

电源管理

QX3530 的功耗可以通过状态机的待机状态(等待)进行调节。当状态机处于待机状态，芯片的工作电流最小只有90μA。下面提供一个本芯片功耗调节的例子，在本例中，芯片的平均工作电流约为 182μA。

表 18. 电源管理

系统状态(状态机)	可编程寄存器	编程设定值	时间(ms)	典型电流(mA)
PS 初始化			2.77	0.2
PS 积分	PS_PULSES	0x04	0.065	
PS 积分 - LED 亮			0.029 (注释 1)	119
PS 积分 - LED 灭			0.035(注释 1)	0.2
PS 等待			2.77	0.2
PS AD 转换	PS_T	0xFF	2.77	0.2
等待	WAT_T	0xEE	49.9	0.09
	WATLONG	0		
ALS 初始化			2.77	0.2

带I2C 数字输出的环境光及接近检测传感器

系统状态(状态机)	可编程寄存器	编程设定值	时间(ms)	典型电流(mA)
ALS AD 转换	ALS_T	0xEE	49.9	0.2

注释: 1.PS 积分 - LED 亮时间 = $7.4 \mu\text{s/pulse} \times 4 \text{ pulses} = 29.6 \mu\text{s} = 0.0296 \text{ ms}$

2.PS 积分 - LED 灭时间 = $8.8 \mu\text{s/pulse} \times 4 \text{ pulses} = 35.2 \mu\text{s} = 0.0352 \text{ ms}$

平均 IDD 电流 = $((0.0296 \times 119) + (0.0352 \times 0.200) + (2.77 \times 0.200) + (49.9 \times 0.090) + (49.9 \times 0.200) + (2.77 \times 0.200 \times 3)) / 109 \approx 182 \mu\text{A}$

按例子保持其它参数不变, 表 19 指出了等待状态的时间对芯片平均工作电流 IDD 的影响。待机状态(等待)的时间的长短由使能寄存器 ACT_CTRL(0x00)的 WAT_EN, 待机时间寄存器 WAT_T(0x03)和配置寄存器 SET0(0x0D)的 WATLONG 的设值决定。需要指出的是, 最坏的情况发生在待机状态(等待)没有使能的时候。

表 19. 平均 IDD 电流

WAT_EN	WAT_T	WATLONG	等待状态时间(ms)	平均 I _{DD} 电流 (μA)
0	n/a	n/a	0	258
1	0xFF	0	2.77	251
1	0xEE	0	49.9	182
1	0x00	0	709.2	103
1	0x00	1	8511	91

带I²C 数字输出的环境光及接近检测传感器

应用方案说明

接近检测系统的 LED 驱动器引脚

在进行接近检测工作模式下，QX3530 的 IRL 口在驱动红外 LED 时，输出超过 100mA 的快速转换电流。因此在一些设计里，必须将此因素考虑进去，在 IRL 口输出驱动电流脉冲时减少耦合到芯片内部的电源噪声，以获得更加的性能。在这里，首先推荐的做法是使用双电源对芯片进行供电：一个电源为芯片的 VDD 供电，另一个电源为外置红外 LED 供电。在许多应用系统里，存在一个低噪声的模拟电源和一个高噪声的数字电源，则用低噪声的模拟电源为芯片 VDD 供电，用高噪声的数字电源为红外 LED 供电。此外，在尽可能靠近 VDD 端口的地方放置一个 1 μ F 的去耦电容，然后在红外 LED 的阳极也放置一个 1 μ F 的去耦电容，并在为红外 LED 供电的电源输出端放置一个 22 μ F 的电容。

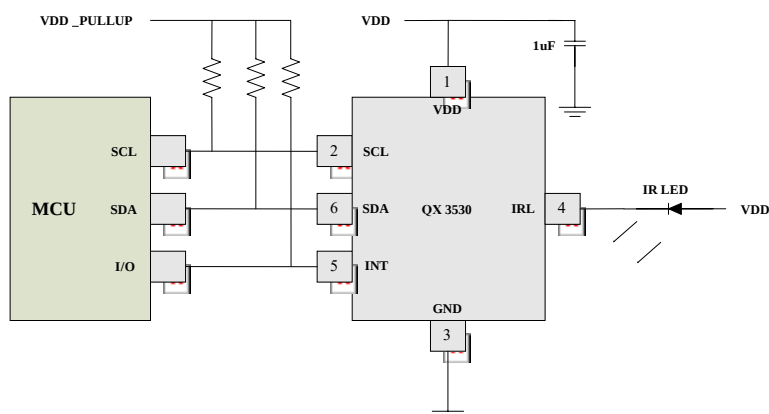


图 8. 接近检测用双独立电源供电应用图

若应用系统里没有双电源，在此情况下芯片也可以由单电源进行供电，但需要在 VDD 电源线接入一个 10 Ω 的电阻和一个 4.7 μ F 的低 ESR 去耦电容，以有效地滤除电源噪声。

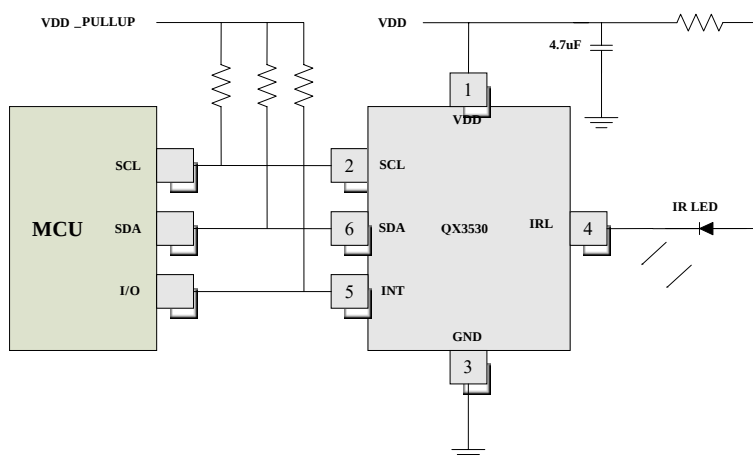


图 9. 接近检测单电源供电应用图

如图 8 图 9 中所示的 I²C 总线电压 V_{BUS} 可以为 V_{DD} 或 1.8 V。在实际应用时，由于 I²C 信号和中断口为开漏输出，故需要接上拉电阻。上拉电阻值的选取与 I²C 总线电压、I²C 总线速度以及总线电容负载有关。QX3530 开发板所用的 I²C 总线速度为 400kbps，上拉电阻为 1.5k Ω ，其中 INT 口所用的上拉电阻为 10k Ω 。

带I2C 数字输出的环境光及接近检测传感器

典型特性曲线

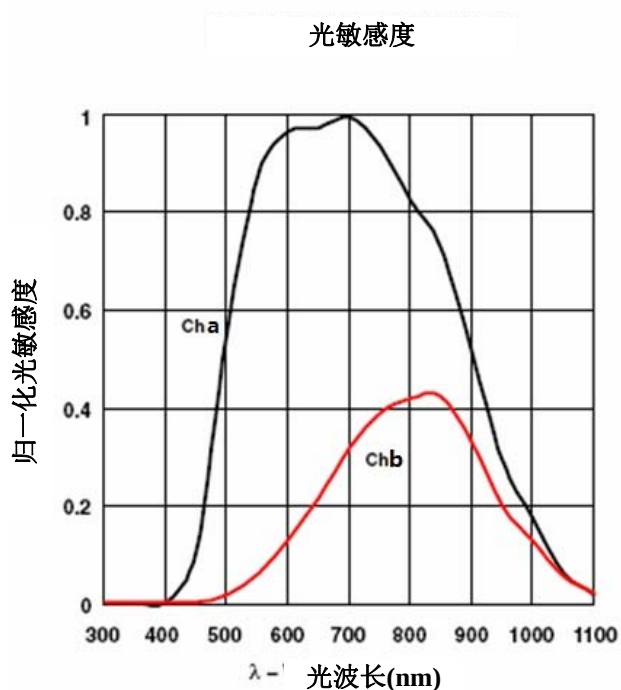


图 10

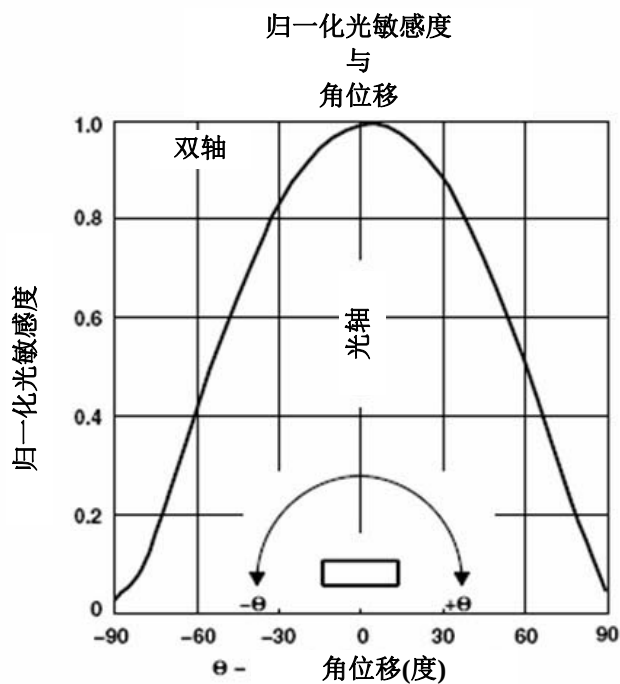


图 11

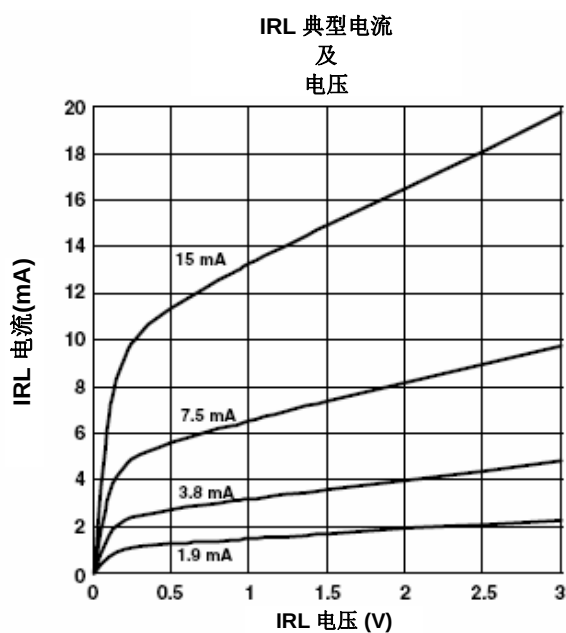


图 12

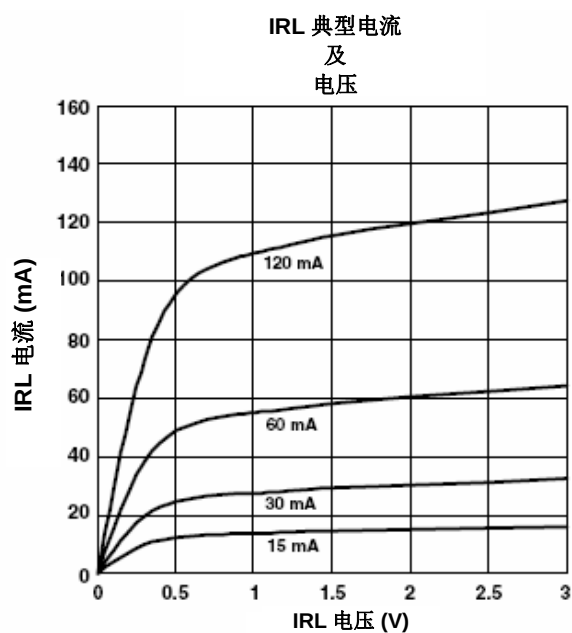


图 13

带I2C 数字输出的环境光及接近检测传感器

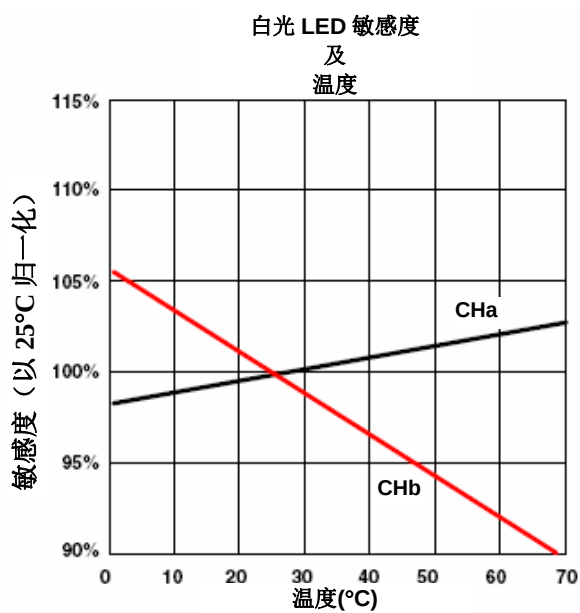


图 14

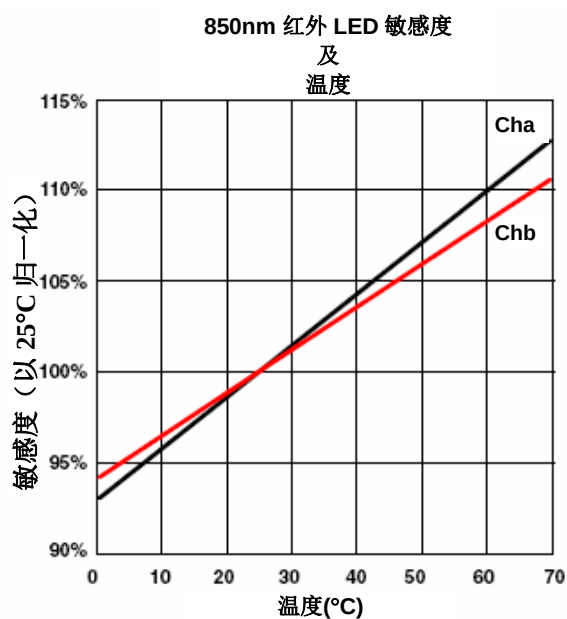


图 15

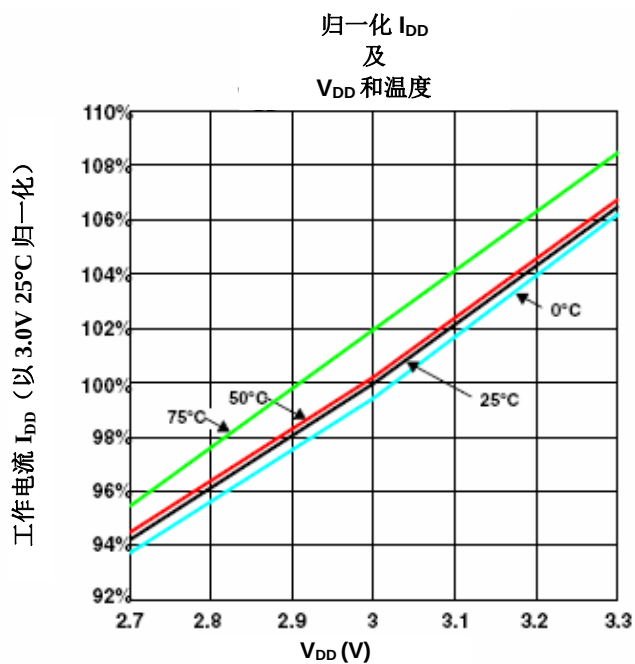
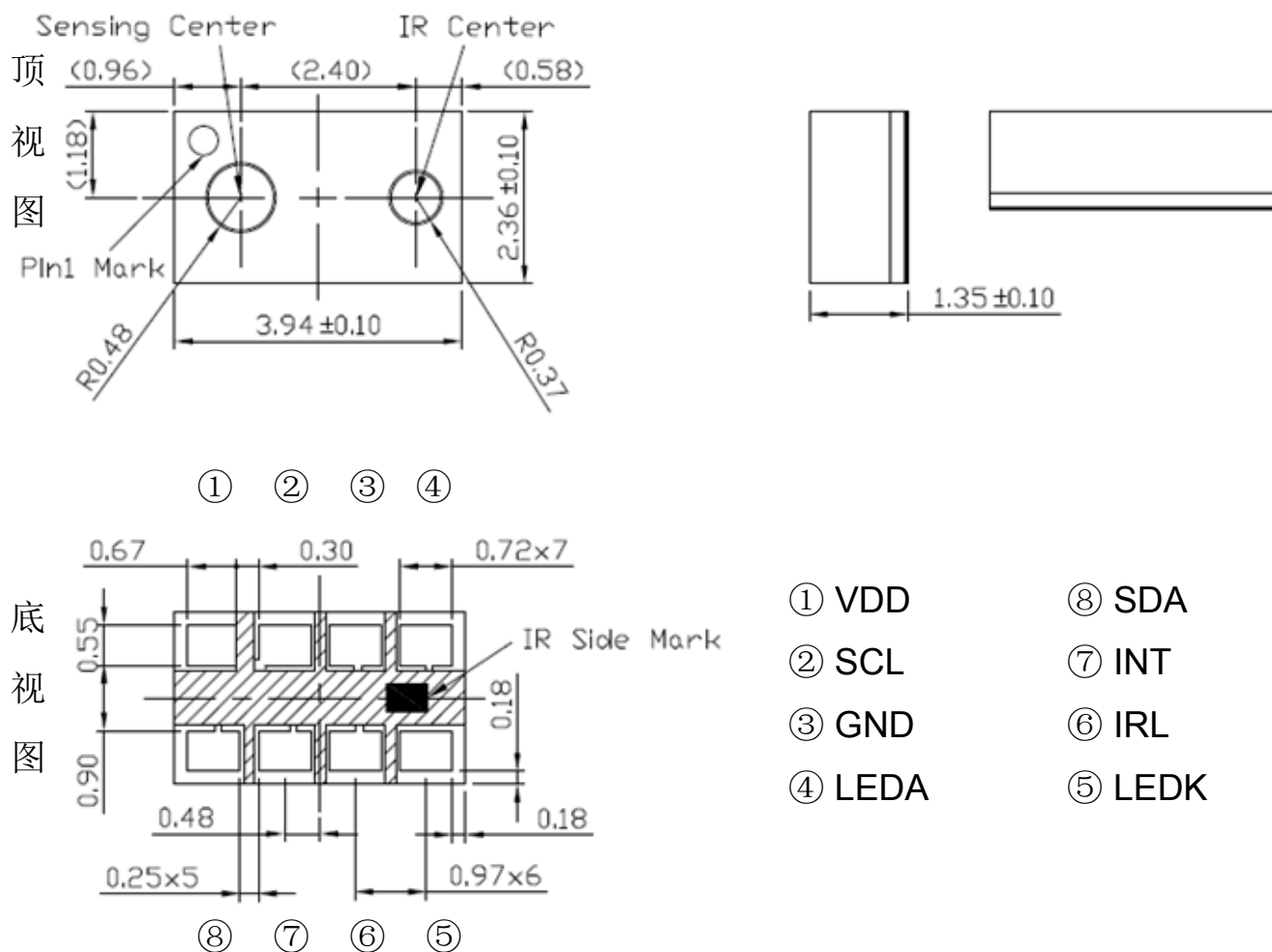


图 16

带I2C 数字输出的环境光及接近检测传感器

模组封装图

符合 IPC-7351B 常规条件进行表面贴装设计和 Land Pattern Standard (2010)的 SON(Small Outline No-lead)封装图如图所示:



- 注释:
1. 所有尺寸以毫米(mm)为单位
 2. 图案更改时, 恕不另行通知

DFN8 封装图