XL5302 TOF测距模块规格书

XL5302 TOF Ranging Module User manual

V1.0

2026.04

xinlinggo

深圳市芯岭技术有限公司

www.xinlinggo.com

版本

Version	Date	Write	Appove	Description
V1.0	**2026/04/27**	CHM	TOM	首次发行

xinlingso

目 录

1、产品概述.....4
2、特点.....4
3、应用.....5
4、封装及引脚定义.....5
5、产品尺寸图.....6
5.1、应用原理图.....7
6、电气特性.....7
6.1、绝对最大值额定值.....7
6.2、推荐工作条件.....8
6.3、ESD性能.....8
6.4、数据输入和输出.....8
7、典型测距特性.....9
8、功能描述.....10
8.1、I²C接口.....10
8.2、时序说明.....13
8.2.1、测距时序.....13
8.2.2、复位与上电时序参数.....14
8.3、功耗.....14
8.4、典型光学特性.....14
9、包装说明.....15

xinlingso

1、产品概述

XL5302 TOF直接飞行时间（dToF）传感器采用单模块封装设计，集成了单光子雪崩二极管（SPAD）接收阵列以及VCSEL激光发射器。该传感器可对物体进行精确的距离测量而不受物体颜色、反射率和纹理的影响，为市场上的微型ToF 传感提供了紧凑的解决方案。利用自主研发的 SPAD 和独特的 ToF 采集与处理技术，快速测距频率可达 90 Hz。 不加配套光学镜头情况下XL5302 TOF 可实现最大 4 米的精确距离测量，加上配套光学镜头和8k/rom，64k/Flsah以上资源的MCU资源最大能做到11.5m的距离测距。XL5302 TOF 11.5m标定方法：在上电前对准2m的靶点单点标定，等待程序初始化完成，标定成功后即可正常使用。

该传感器内置了基于直方图的算法，能够对玻璃罩进行校准并补偿污渍或污染物，从而实现稳定可靠的运行。其采用了亚纳秒光脉冲和特殊的人眼安全控制电路，符合 1 类人眼安全标准的要求。该传感器通过窄带滤光片和内置的阳光抑制算法将环境光噪声降到最低，可用于室外阳光环境下的距离测量。测量数据及系统配置信息通过 I2C 快速模式通信接口进行传输。该传感器易于系统集成，使用单电源供电，且不需要额外的光学元件。

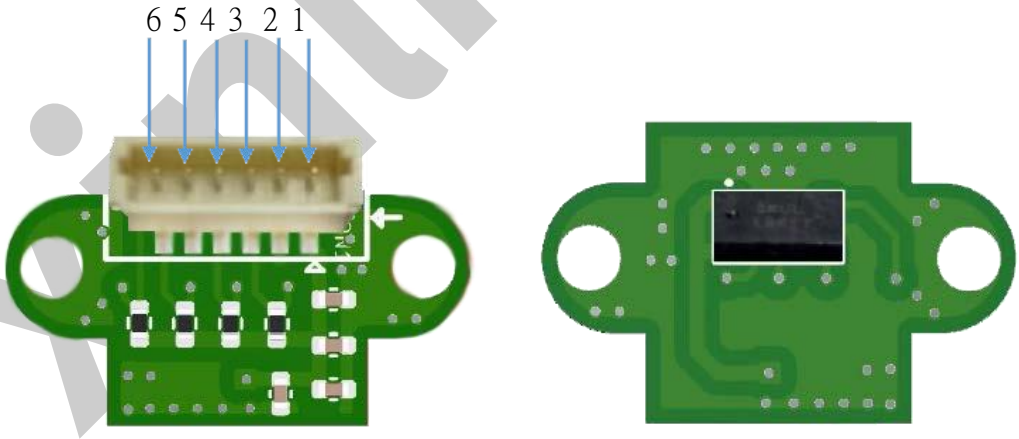
- 全集成系统级封装模块
  尺寸：10 mm * 16 mm
  - 940 nm VCSEL 激光发射器
- 测距方法
  - 直接飞行时间测量
  - 直方图算法
  - 参考 SPAD
- 测距特性
  - 距离：最大 4 m
  - 测距频率：最大 90 Hz
  - 测量精度：±4%
  - 距离与置信度反馈
- 工作电压：3.2 V ~ 3.6 V
- 工作温度：-20℃ ~ 70℃
- I²C 接口：最大 1 MHz ，地址：0xd8
- 光学特性
  - 1 类激光产品
- 片上补偿
  - 环境光抑制
  - 玻璃罩校准
  - 玻璃罩污渍动态补偿
- 易于集成
  - 单电源供电
  - 系统级封装设计
  - I²C 通信接口

Xinlingsc

3、应用

- 激光检测自动对焦（LDAF）
- 接近感应
- 避障与防撞
- 1D 手势识别
- 低功耗系统运行时的物体检测
- 智能手机/平板
- 车载导航等领域
- 台灯
- 摄像头快速聚焦辅助
- 人员经过、闯入检测
- 无人机定高、避障

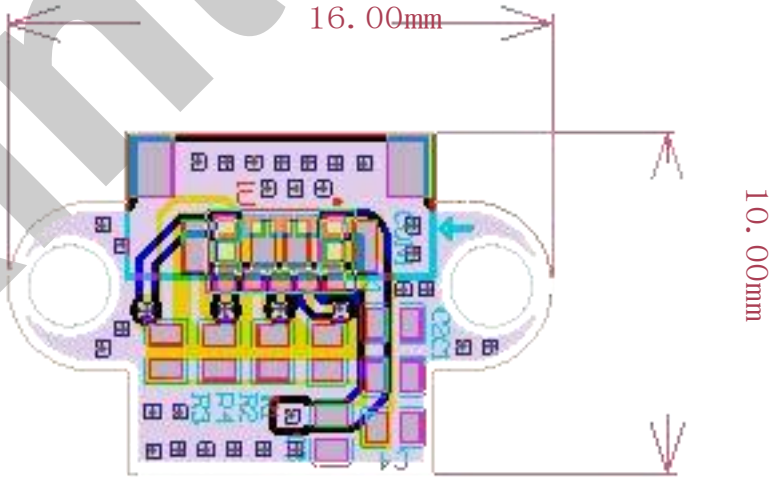
4、封装及引脚定义



xinlingo

序号	引脚名称	类型	说明
1	VDD	电源	3.2 V ~ 3.6 V DC
2	GND	地	接地
3	SCL	数字输入	I²C 串行时钟输入
4	SDA	数字输入/输出	I²C 串行数据
5	XSHUT	数字输入	硬件待机模式的复位输入端，低电平有效
6	GPIO1	数字输出	中断输出，漏极开路

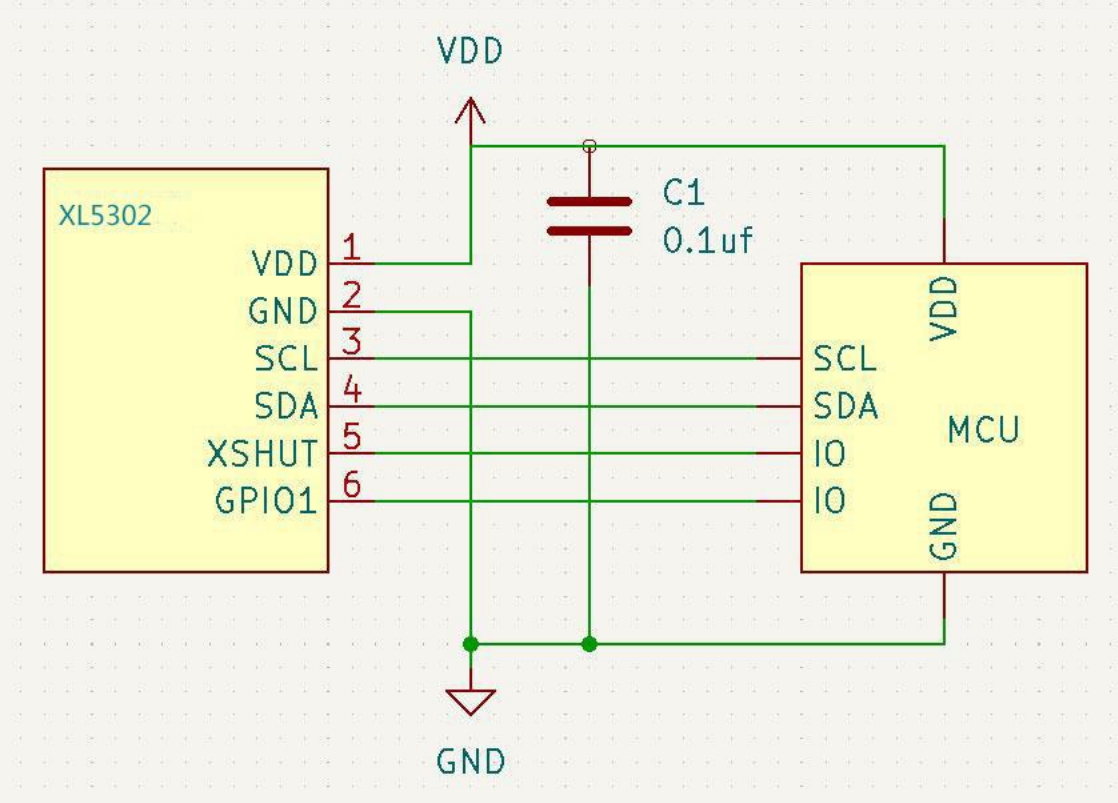
5、 产品尺寸图



PCB： 0.8mm

xinlingo

5.1、 应用原理图



6、电气特性

6.1、绝对最大额定值

参数	最小	典型	最大	单位
AVDD	-0.3	-	3.6	V
SCL，SDA，XSHUT 及 GPIO1	-0.3	-	3.6	V
存储温度	-40	-	85	℃
相对湿度（无冷凝）	-	-	85	%
潮湿敏感度等级 MSL	MSL.3 [2)]			-

[1)] 超出表中所列的绝对最大额定值可能导致器件永久性损坏。上表中只是强调的额定值，不代表器件的正常工作条件。长期在绝对最大额定值条件下工作会影响器件的可靠性。

[2)] 指在环境温度 < 30℃且相对湿度 < 60%的条件下，器件的最大车间寿命为 168 h。

6.2、推荐工作条件

参数	最小	典型	最大	单位
电压（AVDD）	3.2	3.3	3.6	V
IO (IOVDD) 1.8V 模式	1.7	1.8	1.9	V
IO (IOVDD) 3.3V 模式	3.0	3.3	3.6	V
环境温度（正常工作）	-20	-	70	℃

6.3、ESD 性能

参数	标准	条件
HBM（人体放电模型）	JS-001-2017	±2000 V
CDM（充电器件模型）	JS-002-2018	±500 V

6.4、数字输入和输出

符号	参数	最小	典型	最大	单位
中断引脚（GPIO1）					
V_{IL}	低电平输入电压	-	-	0.3xIOVDD	V
V_{IH}	高电平输入电压	0.7xIOVDD	-	-	V
V_{OL}	低电平输出电压（I_{OUT} = 4 mA）	-	-	0.4	V
V_{OH}	高电平输出电压（I_{OUT} = 4 mA）	IOVDD-0.4	-	-	V
F_{GPIO}	工作频率（C_{LOAD} = 20 pF）	68	75	83	MHz
I^2C 接口（SDA/SCL）					
V_{IL}	低电平输入电压	-	-	0.3xIOVDD	V
V_{IH}	高电平输入电压	0.7xIOVDD	-	-	V
V_{OL}	低电平输出电压（I_{OUT} = 4 mA）	-	-	0.4	V
$I_{IL/IH}$	漏电流 [1]	-	-	0.1	μA
	漏电流 [2]	-	-	1	μA

[1] AVDD = 0 V

[2] AVDD = 3.3 V; I/O 电压 = 1.8 V

xinlingso

7、典型测距特性

为了达到下文所述的测距性能，需要执行算法校准。校准测试应在具有最小环境光且传感器视野范围60cm 内无目标物的封闭空间内进行。XL5302 TOF 会生成校准数据集永久存储在主机上。在XL5302 TOF每次上电时，主机会在执行任何算法前将校准数据通过 I²C 接口发送至 XL5302 TOF （命令=0x0A）。

下表的测距特性数据是在不带玻璃盖板、覆盖全视场角的条件下测得的，积分次数　　131072。

参数	条件	最小	典型	最大	单位
最大距离检测，1 m x 1 m 目标	350 lx 荧光灯照射目标，88%反射率白卡	-	4000	-	mm
	350 lx 荧光灯照射目标，18%反射率灰卡	-	2500	-	mm
	350 lx 荧光灯照射目标，10%反射率黑卡	-	2000	-	mm
	700lx 卤素灯照射目标 [2]，88%反射率白卡		1500		mm
	700lx 卤素灯照射目标 [2]，18%反射率灰卡	-	1200	-	mm
	14000 lx 卤素灯照射目标 [3]，18%反射率灰卡	-	480	-	mm
最小距离检测，18%反射率灰卡，1 m x 1 m 目标		-	25	-	mm
精度	目标距离≥250 mm	-	±4	-	%
	25 mm≤目标距离<250 mm	-	±10	-	mm

[1] 置信度大于 30，检出率 90%。

[2] 700 lx 卤素灯光等同于 5k lx 阳光；光仅照射目标物体。增大积分次数、发射光功率可提高最大检测距离。

[3]14000 lx 卤素灯光等同于 100k lx 阳光；光仅照射目标物体。增大积分次数、发射光功率可提高最大检测距离。

Xinlingao

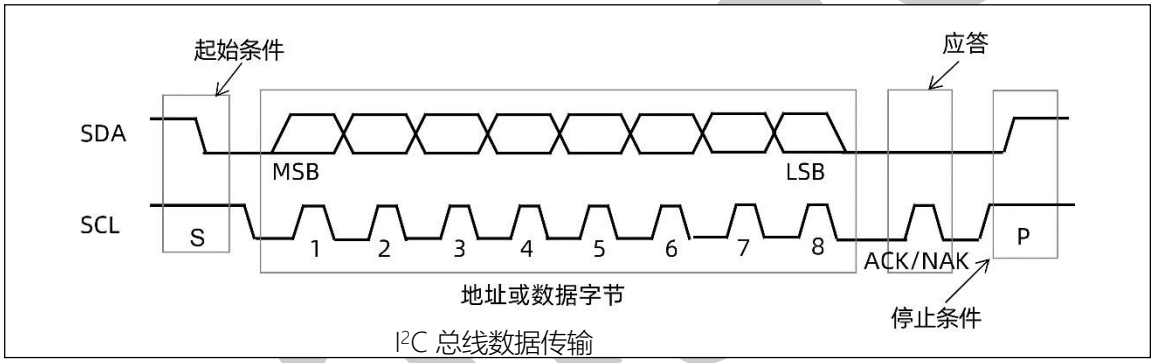
8、功能描述

8.1、 I²C 接口

I²C 接口使用两个信号：串行数据线（SDA）和串行时钟线（SCL）。每个连接到总线的器件使用一个唯一的地址，且相互之间存在一个简单的主/从关系。XL5302 提供标准的 I²C 接口，器件地址0xd8 （写地址 0xd8，读地址 0xd9），8 位地址和 8 位数据，用来配置寄存器。

SDA 和 SCL 线都是通过主机上的上拉电阻连接到正的电源电压。两条线路均只能主动拉低。当出现一个高电平的情况时，线路是浮动的，由上拉电阻把线拉高。当没有数据传输时，两条线路都是 高电平。

主机生成时钟信号（SCL）并启动数据传输。XL5302 TOF 的 I²C 总线最大传输速率为 1 Mbps。

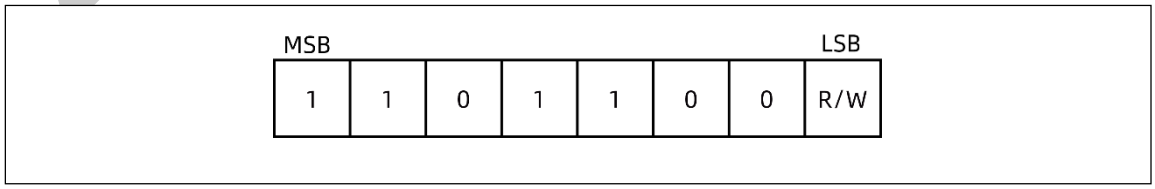


I²C 总线数据传输

传输的数据被打包在 8 位数据包（字节）中，在写数据时，XL5302 在 8 位数据包后会附带一个应答位（ACK）；在读数据时，主机在 8 位数据包后会附带一个非应答位（NAK）。SCL 上升沿时通过 SDA 采样生成内部数据。外部数据必须在 SCL 高电平期间保持稳定。SCL 保持高电平时存在一个例外情况，即 SDA 状态由高到低为起始信号，SDA 状态由低到高为停止信号。

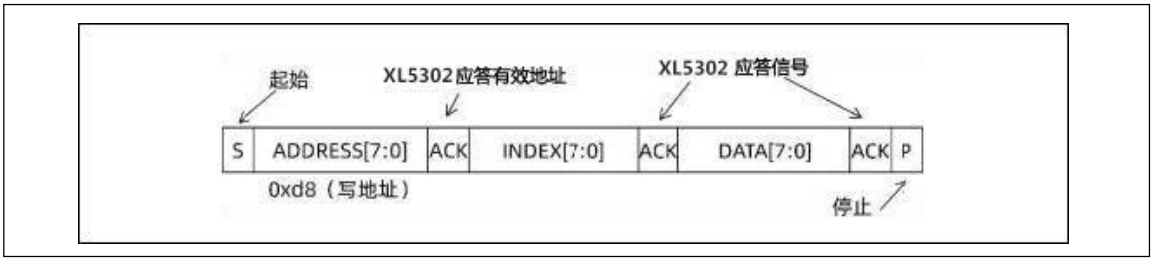
数据位的前面是起始条件，后面是停止条件或者重复起始条件（又一个起始条件，但前面没有停止 条件），重复起始条件后面是下一次数据传输。第一个字节包含器件地址（0xd8），同时指定了数 据方向。当最低有效位低电平时（即0xd8）主机写数据到从机。当S高电平（即0xd9）主机从从机读数据。

XL5302 TOF I²C 器件地址 0xd8



XL5302 TOF 的串行通信必须以起始条件开始，通过拉低 SDA 线确认接收有效地址。读写位（地址字节的最低有效位）状态会被保存，然后开始解析从 SDA 采样的下一个数据字节。在写数据时，从机接收到的第二个字节会提供 8 位索引来指向内部的某个 8 位寄存器。

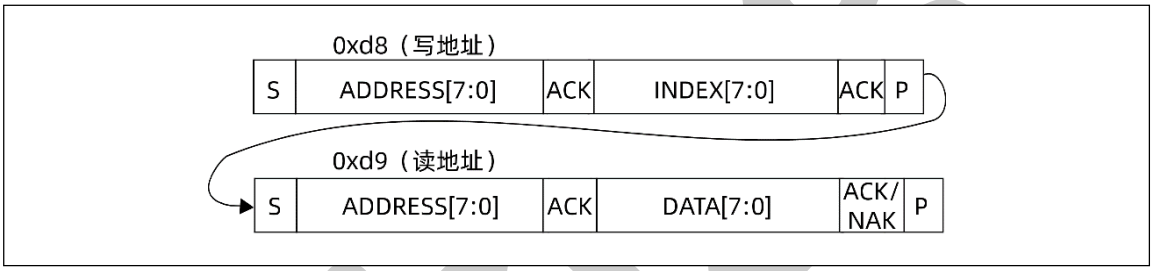
XL5302 TOF 写数据格式



当从机接收到数据后会逐位写入串行/并行寄存器。从机在接收完所有数据字节后会生成应答信号， 随后数据会被存储在由当前索引地址指向的内部寄存器中。

在读数据时，由当前索引寻址的寄存器中的内容会跟在器件地址字节后面按字节读出。该寄存器的 内容被同步加载到串行/并行寄存器中，并在 SCL 下降沿时从设备输出。

XL5302 TOF 读数据格式

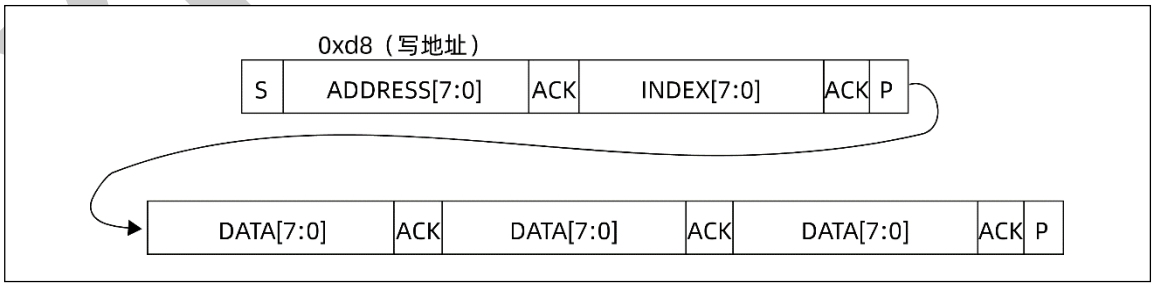


写数据时，XL5302 TOF 会在每个字节的末尾输出应答信号。

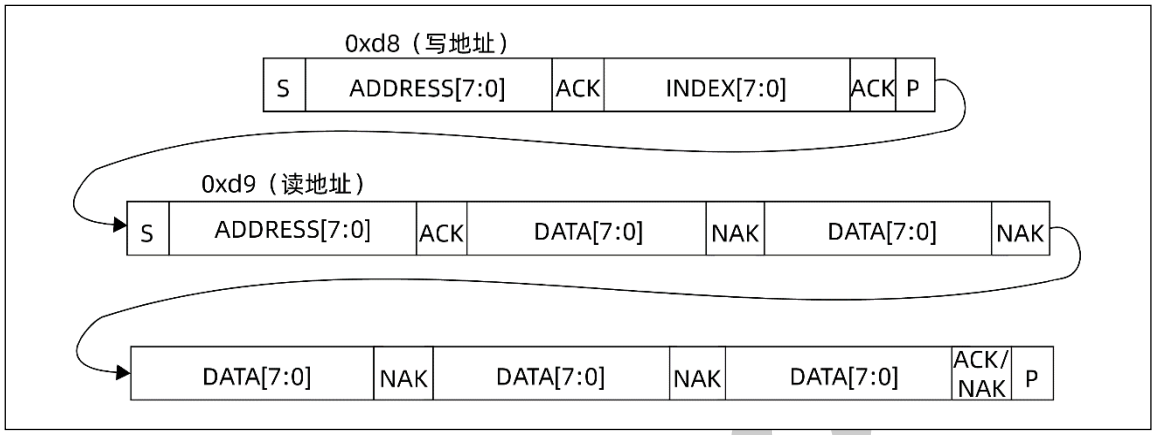
数据传输只能由主机终止，主机在读数据时序中读取一个完整的字节后发送非应答信号（即 SDA 线不拉低）。

该接口还支持自动增量索引。在第一个数据字节传输完成后，索引自动增加 1。因此，主机可以连续向从机发送数据字节，直到从机未能给出应答或主机以停止条件终止写通信为止。如果使用了自 动增量索引功能，则主机不必在发送数据字节时附带地址索引。

XL5302 TOF 连续写数据格式



XL5302 TOF 连续读数据格式

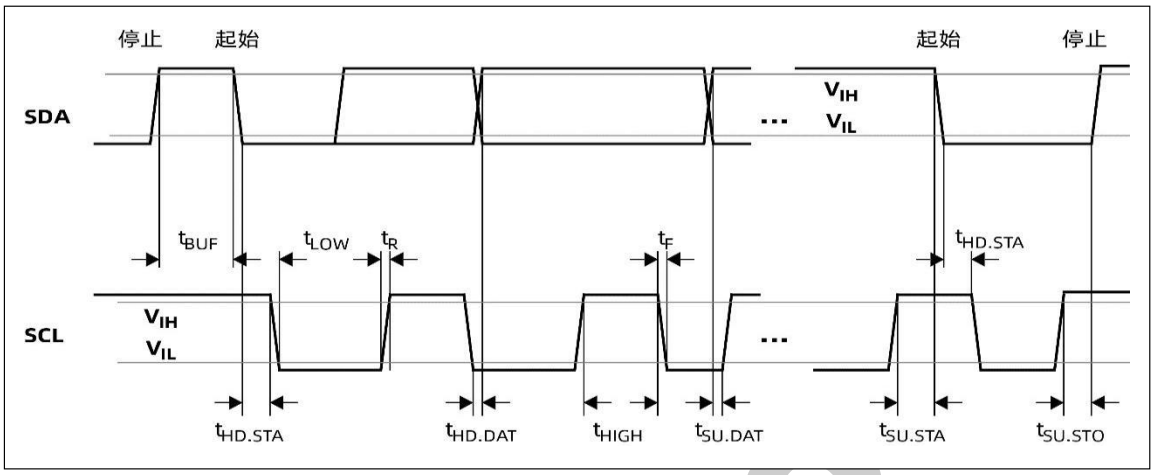


I²C 接口 – 时序特性参数 对于下表中参数的含义请参见图：

符号	参数	最小	典型	最大	单位
F_{I2C}	工作频率	0	-	1	MHz
t_{LOW}	低电平时钟脉冲宽度	0.5	-	-	μs
t_{HIGH}	高电平时钟脉冲宽度	0.26	-	-	
t_{SP}	输入滤波器抑制的尖峰脉冲宽度	-	-	50	ns
t_{BUF}	数据传输间的总线空闲时间	0.5	-	-	μs
$t_{HD.STA}$	起始信号保持时间	0.26	-	-	μs
$t_{SU.STA}$	起始信号建立时间	0.26	-	-	
$t_{HD.DAT}$	数据输入保持时间	0	-	0.9	
$t_{SU.DAT}$	数据输入建立时间	50	-	-	ns
t_R	SCL/SDA 上升沿时间	-	-	120	
t_F	SCL/SDA 下降沿时间	-	-	120	
$t_{SU.STO}$	停止信号准备时间	0.26	-	-	μs
$C_{i/o}$	输入/输出电容（SDA）	-	-	10	pF
C_{in}	输入电容（SCL）	-	-	4	
C_L	负载电容	-	140	550	

xinling

I²C 时序特性

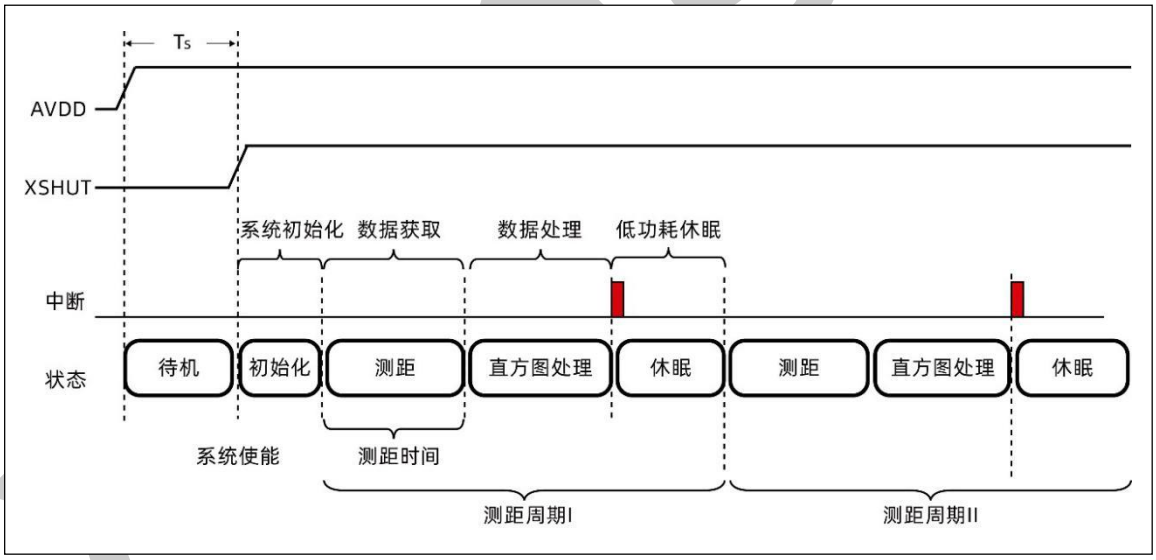


所有时序均通过 V_{IL} 或 V_{IH} 测出。

8.2、时序说明

8.2.1、测距时序

测距时序图



测距时序参数

参数	最小	典型	最大	单位
默认测距时间 [1]	-	19.2	-	ms
测距初始化（含电气校准） [2]	-	8	-	ms
测距周期 [3]	11	33	-	ms

[1] 不同的工作模式下测距时间不同；

[2] 仅在启动时检测到温度与上一次校准不同时进行；

[3] 可通过接口配置。

8.2.2、复位与上电时序参数

参数	最小	典型	最大	单位
上电（启动时间）	-	5	-	ms
使能高电平到测量就绪时间 [1]	-	2	-	ms
待机到工作时间	-	1	-	ms
工作到待机时间	-	1	-	ms
使能低电平到断电时间	-	1	-	ms

[1] 不含校准数据下载时间

8.3、功耗

下表给出了芯片在正常工作模式下各个电源工作的典型值。

参数	最小	典型	最大	单位
硬件待机模式 [1]	-	-	1	μA
软件待机模式 [2] IOVDD 1.8V	6	8	20	μA
软件待机模式 [2] IOVDD 3.3V	6	8	10	μA
主动测距平均功耗 [3]	-	15	-	mA

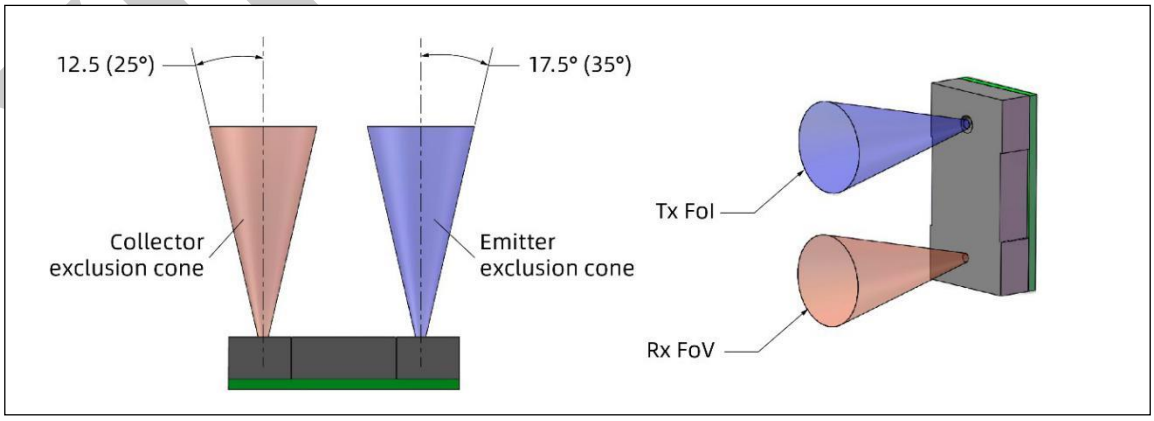
[1] AVDD 3.3 V, XSHUT 低电平；

[2] AVDD 3.3 V, XSHUT 高电平，I²C 通电；

[3] 65536 x 2 次积分，数据上报帧率 30 fps。

8.4、典型光学特性

XL5302 TOF FoI/FoV



滤光片特性

- FWHM 45 nm
- 通带中心频率 940 nm
- 最小截通频率 917.5 nm
- 最大截通频率 962.5 nm

9、包装说明

XL5302 TOF 模块采用防静电塑料 Tray 盘包装，每个 Tray 盘盛放 100 个产品。 每 10 个Tray 盘用防静电袋真空包装后，放入专用包装箱， 一件包装箱共计 1000 个产品。

Tray 盘：

材质： PS 吸塑，防静电

颜色： 黑色

包装数量： 10 行 10 列， 一板共计 100 个产品

包装外尺寸： 279mm * 205 mm * 16mm

包装箱：

包装箱外尺寸： 280mm* 210mm * 155 mm

包装数量：10 个 Tray 盘， 共计 1000 个产品

