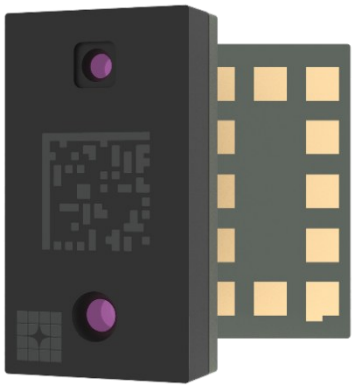


# XL4300 TOF

单点TOF 飞行时间（ToF）传感器

xinlingo

## 产品描述

XL4300 TOF 是一款单通道 dToF（直接飞行时间），集成了自研的高性能 dToF SoC 以及 VCSEL 发射器，能够实现 4m 范围内的超高精度距离测量，帧率 100fps。XL4300 TOF 内置直方图算法，具备一定的抗环境光能力，并且能够对污染物和反射率进行校准，支持加芯岭配套光学镜头，增强抗环境光能力。

XL4300 TOF 采用 940nm 激光，符合 1 类人眼安全要求。采用单电源供电，并基于 I²C 接口进行数据通信，易于集成和使用。

## 产品特点

- 采用高度集成的微型 dToF SiP，基于高性能 SPAD 传感器，尺寸小至 4.4mm×2.4mm×1.0mm
- 集成时间相关光子阈值抗环境光算法以及窄带滤光片，具备优异抗环境光能力
- 支持盖板串扰校准
- 支持回流焊紧凑封装
- 支持掉电自恢复（时间<2ms），支持 I²C 基址可通过出厂烧录预设
- 内部集成 NVRAM 和 RISC-V MCU，出厂即完成模组反射率校正和 Offset 标定，节省客户标定工序
- 内置高精度 TDC，10mm~1000mm 范围精度达±10mm@18%反射率
- 采用直方图技术，基于统计数据结合超分辨算法获得高精度距离结果
- 集成自研协处理器，算法参数灵活调节，可针对应用场景精细适配

## 应用领域

- 手机辅助对焦

# 目录

1 基本参数 ..... 3
2 性能参数 ..... 3
3 功耗 ..... 3
4 数字端口电性参数 ..... 4
5 使用条件 ..... 4
6 系统框图 ..... 5
7 引脚及功能描述 ..... 6
8 典型测试结果 ..... 7
9 应用电路 ..... 8
9.1 应用电路图 ..... 8
9.2 PCB 布线 ..... 9
10 时序说明 ..... 10
10.1 测距时序 ..... 10
10.2 复位与上电时序 ..... 10
11 接口 ..... 11
11.1 接口描述 ..... 11
11.2 数据格式 ..... 11
11.3 I² C-SLAVE 地址 ..... 12
11.4 I² C-时序特性参数 ..... 12
11.5 I² C 总线时序 ..... 13
12 其他注意事项 ..... 14
12.1 光学盖板选型建议 ..... 14
12.2 光学盖板结构建议 ..... 14
12.3 典型光学特性 ..... 14
13 焊接条件 ..... 15
14 封装图纸 ..... 16
15 包装图纸 ..... 17
16 存储说明 ..... 17
17 认证信息 ..... 18
17.1 激光安全说明 ..... 18
17.2 环保说明 ..... 18
18 订购信息 ..... 18
19 版本信息 ..... 19

xinjingso

# 1 基本参数

表 1 基本参数表

| 参数 | 数值 |
|---|---|
| 封装类型 | SiP 微型模组封装 |
| 封装尺寸 | 4.4mm×2.4mm×1.0mm |
| 连接器引脚数量 | 12 |
| 接口类型 | I²C |
| 工作电压 | 典型：3.3V |
| FoI（D86） | 21°±3° |
| 激光波长 | 940 |
| 帧率 | 典型：120fps（跟随客户中断响应速率） |
| 反射率校正 | 有 |
| 温度补偿 | 有 |
| 休眠模式 | 有 |
| 工作温度 | -20°~75° |

# 2 性能参数

表 2 性能参数表

| 参数 | 条件 | 典型值 | 单位 |
|---|---|---|---|
| 量程 | 室内，88%靶面 | 6000 | mm |
| 准度 | 室内，18%/88%靶面 10mm~1000mm | ±10 | mm |
| | 室内，18%/88%靶面，大于 1000mm | ±1 | % |
| 温漂 | -20°~75°全温度范围下相较 25° | ±5 | mm |

测试条件：室温，3.3V 供电，无玻璃盖板，典型配置参数，靶面尺寸覆盖全 FOV。

量程按有效探测率大于 99.7%判定。

准度=测量距离-靶面距离。

# 3 功耗

硬件待机模式，最小电流为 5uA，最大电流为 10uA；

软件待机模式，最小电流 19mA；最大电流为 22mA；

主动测距模式，3.3V 电源平均功耗实测：典型值 30mA。

Xinlingo

# 4 数字端口电性参数

表 3 数字端口电性参数

| 参数 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---|---|---|---|---|
| 工作电压 $V_{DIO}$ | 3.0 | 3.3 | 3.6 | V |
| 端口驱动电流 $I_{out}$ | - | - | 4 | mA |
| 输出高电平 $V_{OH}$（$I_{out}$=4mA） | 0.8$V_{DIO}$ | - | - | V |
| 输出低电平 $V_{OL}$（$I_{out}$=4mA） | - | - | 0.4 | V |
| 输入高电平 $V_{IH}$ | 0.7$V_{DIO}$ | - | $V_{DIO}$ | V |
| 输入低电平 $V_{IL}$ | -0.3 | - | 0.3$V_{DIO}$ | V |
| 输入电流高值 $I_{IH}$（$V_{IN}$=$V_{DIO}$） | -10 | - | 10 | μA |
| 输入电流低值 $I_{IL}$（$V_{IN}$=0V） | -10 | - | 10 | μA |

# 5 使用条件

表 4 使用条件表

| 参数 | | 数值 | 单位 |
|---|---|---|---|
| 工作温度范围 | | -20 ~ +65 | ℃ |
| 抗静电等级[1] | 人体模型抗静电等级（HBM） | ±2000 | V |
| | 机器模型抗静电等级（MM） | ±100 | V |
| | 充电器件模型抗静电等级 | ±500 | V |

[1] 参考标准：HBM：JESD22-A114；CDM：JESD22-C101；MM：JESD22-A115

xinlingo

# 6 系统框图

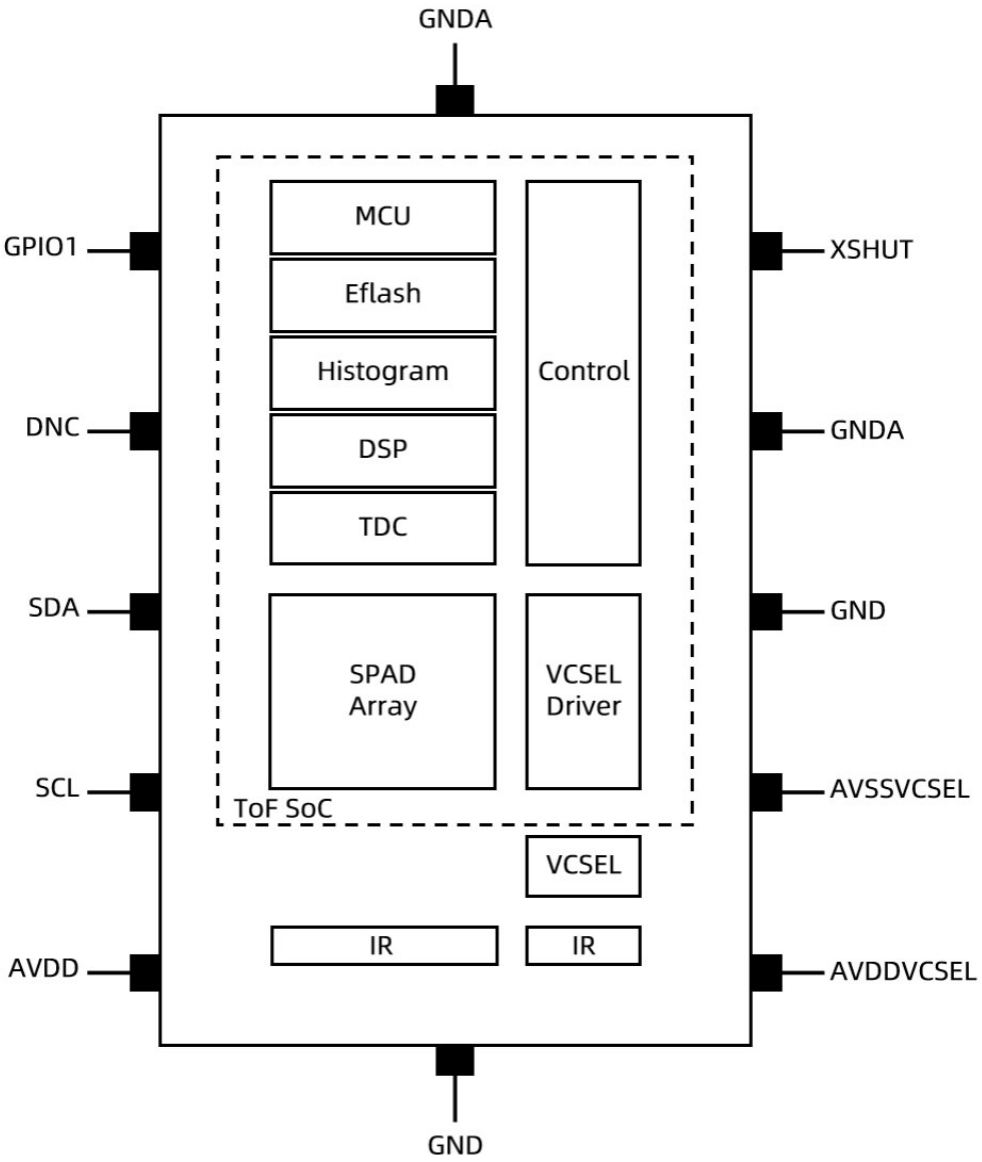



图 1 XL4300 TOF 系统示意图

# 7 引脚及功能描述

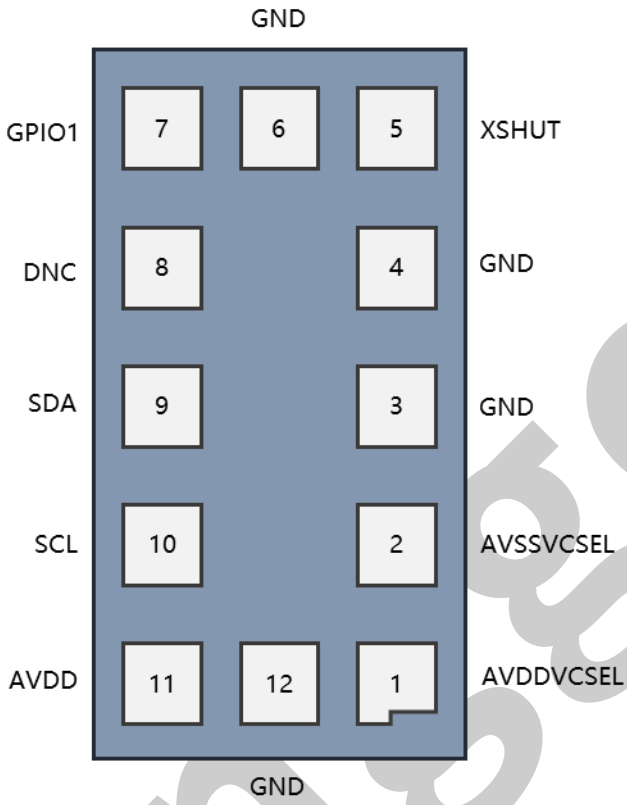



图 2　引脚示意图（底视图）

**各引脚的功能描述如下：**

表 5　引脚功能描述表

| 序号 | 端口名称 | 信号类型 | 端口功能描述 |
|---|---|---|---|
| 1 | AVDDVCSEL | 电源 | VCSEL 3.3V 供电 |
| 2 | AVSSVCSEL | 地 | VCSEL 接地 |
| 3 | GND | 地 | 接地 |
| 4 | GNDA | 地 | 接地 |
| 5 | XSHUT | 数字输入 | 芯片复位，低有效 |
| 6 | GNDA | 地 | 接地 |
| 7 | GPIO1 | 数字开漏输出 | 中断输出 |
| 8 | DNC | 悬空 | 悬空 |
| 9 | SDA | 数字开漏输入输出 | I²C 接口数据信号 |
| 10 | SCL | 数字输入 | I²C 接口时钟信号 |
| 11 | AVDD | 电源 | 3.3V 供电 |
| 12 | GND | 地 | 接地 |

xinlingso

# 8 典型测试结果

下列测试数据基于 XL4300 TOF 标准配置。在室内环境，室温，不带玻璃盖板，目标靶面覆盖全视场角（不同距离靶面）的条件下，测试 18%、88%标准反射率靶面。横坐标为靶面距离，纵坐标为误差（准度）=测量距离-真实距离，每个样品统计 200 帧数据，平均统计 24pcs 样品，误差棒对应标准差。

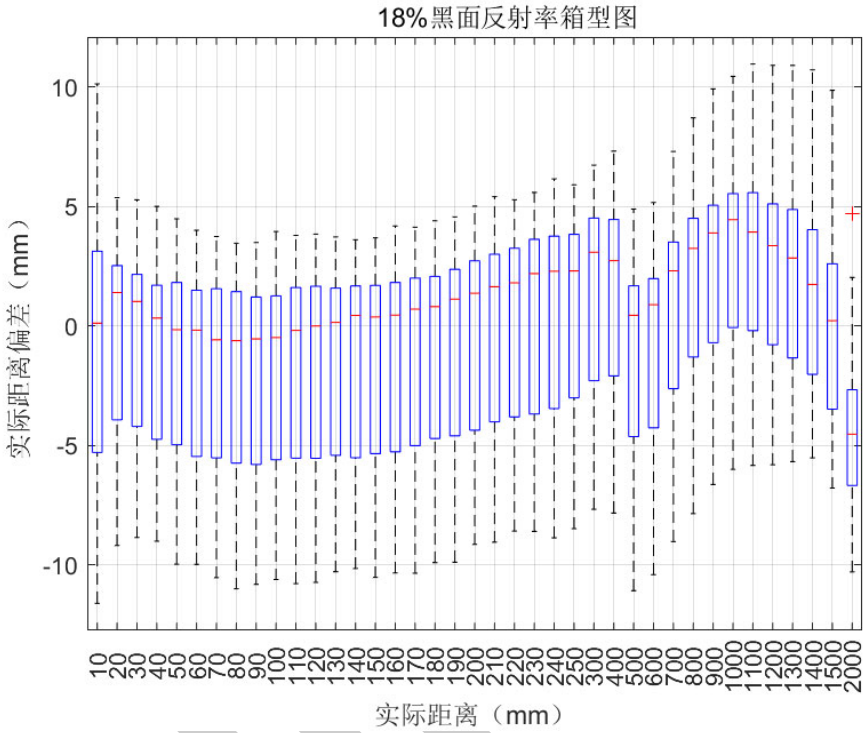



图 3 18%反射率靶面距离-箱型图

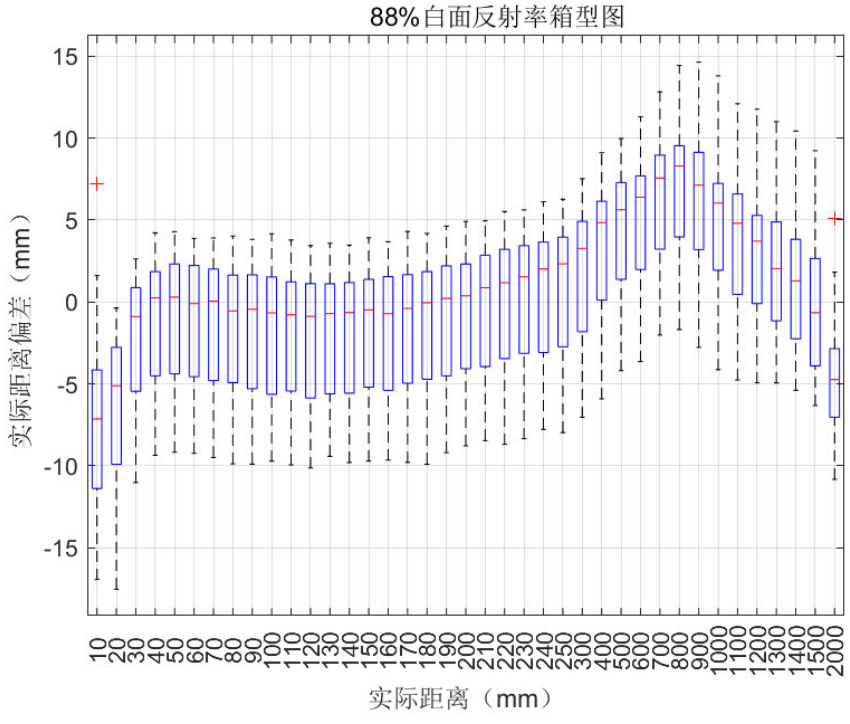



图 4 88%反射率靶面距离-箱型图

# 9 应用电路

## 9.1 应用电路图

XL4300 TOF 推荐应用电路图如下图所示：

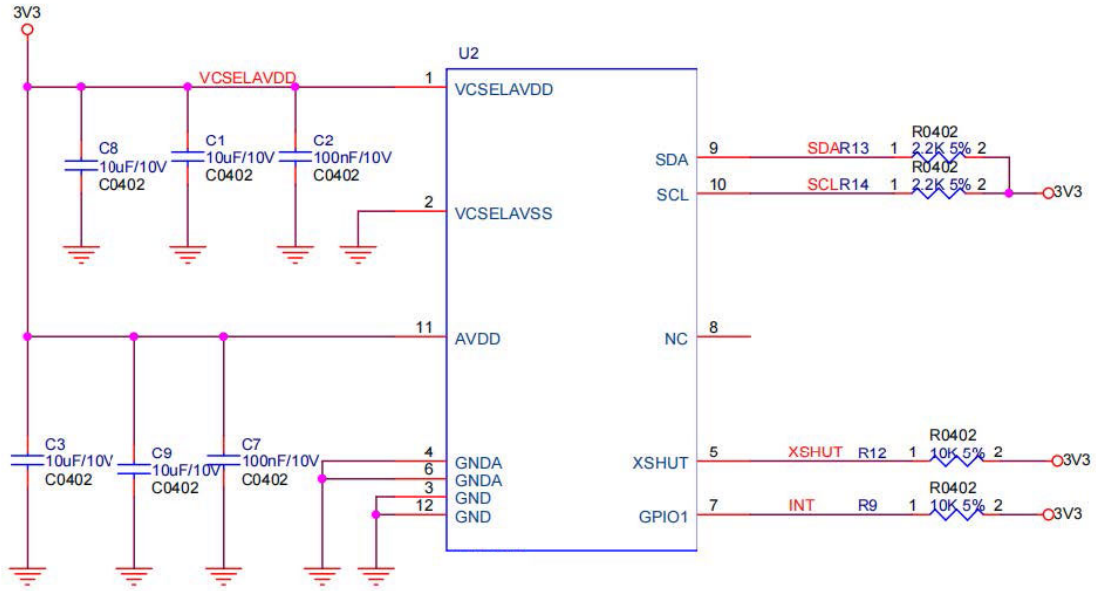



图 7　应用电路图

**说明：**

- 外部电源上的电容应靠近 VCSELAVDD 和 AVDD 引脚；
- XSHUT 上拉电阻推荐值为 10kΩ，如对模组复位功能无需求，建议保持上拉；
- GPIO1 上拉电阻推荐值为 10kΩ，GPIO1 如果没有使用可以保持悬空。

xinlin

## 9.2 PCB 布线

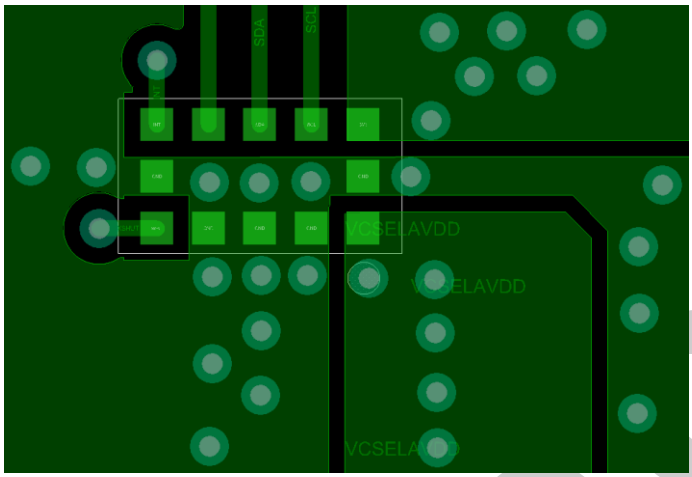



图 8 PCB 正面推荐布局

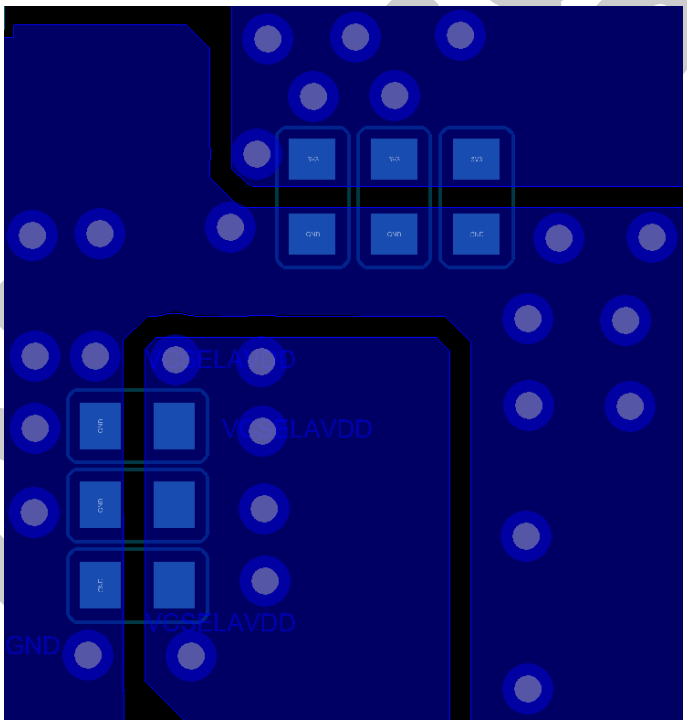



图 9 PCB 背面推荐布局

**PCB 注意事项：**

芯片每个电源管脚至少需要 2 个 10uF/10V，1 个 0.1uF/10V 电容，靠近放在芯片 pin1 和 pin11，PCB layout 需要注意“输入电源--电容--芯片--输出电容--地”环路最小，输入电源 3.3V 加粗铺铜，每个电容两端至少 2 个过孔。

# 10 时序说明

## 10.1 测距时序

XL4300 TOF 在配置完成寄存器之后，通过 I²C 配置 mstart 寄存器启动测量，测量完成之后中断拉起，XL4300 TOF 进入IDLE状态，此时可以通过 I²C 输出测距结果，并且可以修改芯片配置，当需要进行下一帧测量时需要先通过 I²C 清除中断即可开启下一帧测量，如果需要停止测量则可通过 I²C 配置 mstop 寄存器结束测量。

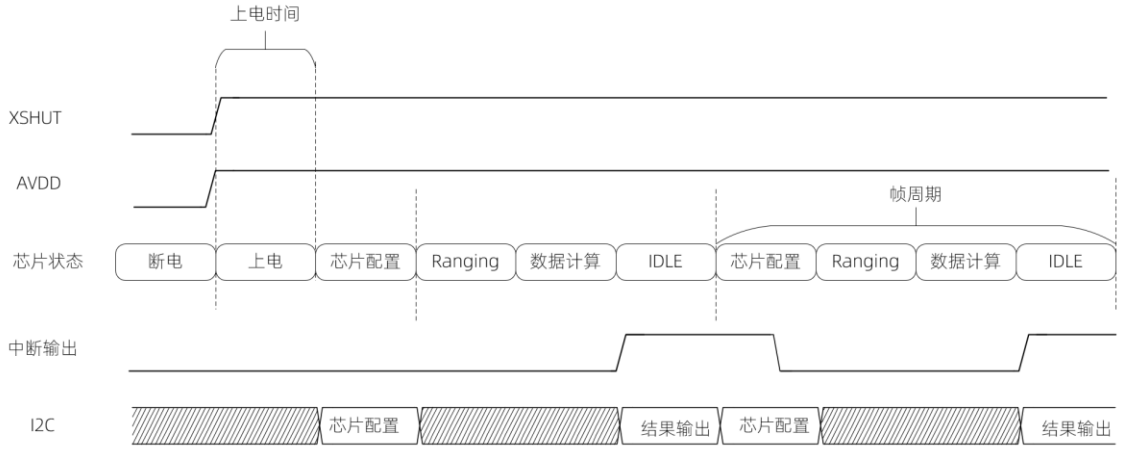



图 10 测距时序图

## 10.2 复位与上电时序

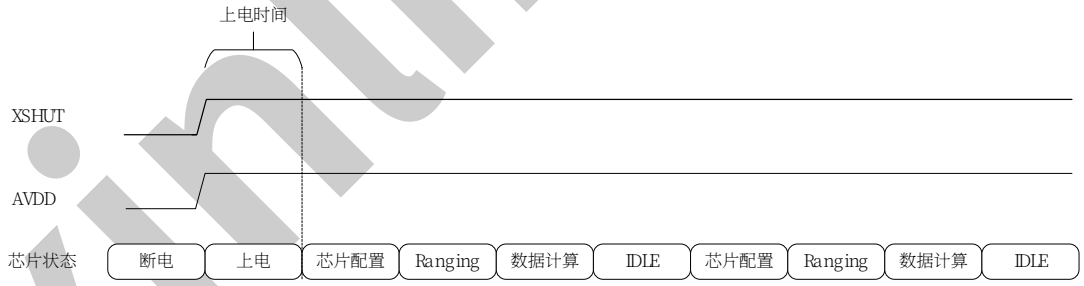



图 11 复位与上电时序图

表 6 上电时序表

| 参数 | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
|---|---|---|---|
| 上电时间 | 2ms | | |

xinlins

# 11 接口

## 11.1 接口描述

XL4300 TOF 采用 I²C 接口进行外部 MCU 等设备访问 dToF 芯片，主要实现以下功能：

1） 配置内部可寄存器，决定芯片的工作模式等；

2） 读取直方图算法的计算结果等信息。

I²C 接口使用 2 个物理信号线——SCL 和 SDA——进行通信。I²C 为同步串行接口，其中 SDA 传递通信数据，SCL 用于传递同步时钟，其波特率和 SCL 频率一致，支持 400K bps 速率。

SCL 为单向输入信号，由 I²C master 设备（例如 MCU）产生和控制。SDA 为双向信号，在 slave 设备（XL4300 TOF上此引脚采用开漏（Open Drain）设计，实际应用中需要通过上拉电阻将此信号线连接到供电电源上。

## 11.2 数据格式

XL4300 TOF I²C接口的传输协议遵循协议《I²C-BUS Specification Version 2.1》,接口的时序和Timing Characteristics请参考此协议内容。XL4300 TOF I²C 接口从机提供多种功能接口。主机可以通过 Func_Addr 和 Func_Type 的选择来调用不同的功能，其协议数据格式如下图所示：

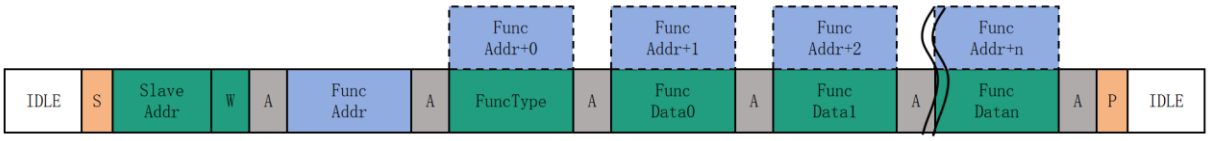



图 12 XL4300 TOF 写数据格式

写操作命令传输格式描述如下：

- 先由 Master Device 产生 Start 条件（S）；
- 传输地址字节，此字节中高 7 位应当为 Slave Address（XL4300 TOF 的默认 I²C 地址为 0x2C [7bit] ），最后一位（LSB）为 1'b0（W）；
- 若地址传输正确，XL4300 TOF 会在地址字节后发送一 bit 的 ACK（A，1'b0）；
- 收到 ACK 后，Master Device 继续发送 byte 序列，每个 byte 后 XL4300 TOF 都会返回一 bit 的 ACK，直到 Master Device产生 STOP 条件（P），表示此次传输结束。

**说明：** byte 序列的 first byte 为本次功能的功能地址 Func_Addr，其后跟着的是当前 Func_Addr 对应的功能类型 Func_Type，后面每个 byte 都为功能所需的相关数据 Func_Data；XL4300 TOF 内部的 I²C 控制器在每一个 Func_Data byte传输结束后，均产生一次写 byte 操作命令，之后自动地将 Func_Addr 递增，使得传输的第 n 个写数据 Func_Datan 对应地目标寄存器地址为 Func_Addr+n。

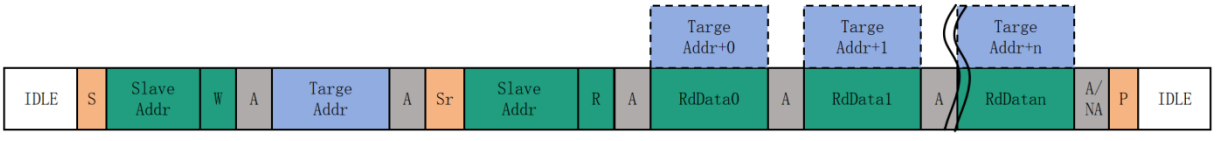



图 13 XL4300 TOF 读数据格式图

**读操作命令传输格式描述如下：**

- 先由 Master Device 产生 Start 条件（S）；
- 传输地址字节，此字节中高 7 位应当为 Slave Address（XL4300 TOF 的默认 I²C 地址为 0x2C [7bit] ），最后一位（LSB）为 1'b0（W）；
- 若地址传输正确，XL4300 TOF 会在地址字节后发送一 bit 的 ACK（A，1'b0）。收到 ACK 后，Master Device 会发送一个 byte，即本次读操作的目标寄存器地址 reg_addr；
- 之后 master 需要发起 re-START 条件（Sr），再次传输地址字节，与之前不同的是，LSB 应当为 1'b1（R）；
- XL4300 TOF 返回 ACK 后，会继续返回 byte 序列，每个 byte 序列后面，Master Device 应当返回 1bit 的 ACK 信号，直到 Master Device 准备结束数据接收，则返回 NACK（NA，1'b1）信号，接着产生 STOP 条件（P），指示本次读操作传输结束。

**说明：**XL4300 TOF 返回的 byte 序列，都是相应的功能命令产生的读数据 RdData，和功能协议传输一样，每一个读数据byte 都对应一次读 byte 操作命令，每次命令之后，XL4300 TOF 的 I²C 控制器会将 Targe_addr 递增 1，因此第 n 个读数据 RdData，对应的寄存器地址为 RdData+n。

## 11.3 I²C-Slave 地址

XL4300 TOF I²C 接口默认地址为 0x2C（7bit）。为了避免实际应用中同一个 I²C 总线上的地址冲突，以及支持系统集成多个 XL4300 TOF 的场景，芯片支持软件修改默认的 I²C slave 地址。

## 11.4 I²C-时序特性参数

对于下表中参数的含义请参见图 11

表 7 I²C 时序特性表

| 符号 | 参数 | Standard Mode | | | Fast Mode | | | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | min | typ | max | min | typ | max | |
| $F_{I^2C}$ | 工作频率 | | 100 | 400 | | 400 | 1000 | kHz |
| $t_{LOW}$ | 低电平时钟脉冲宽度 | 4.7 | | | 1.3 | - | - | μs |
| $t_{HIGH}$ | 高电平时钟脉冲宽度 | 4 | | | 0.6 | - | - | |
| $t_{SP}$ | 输入滤波器抑制的尖峰脉冲宽度 | | 80 | | | 80- | | ns |
| $t_{BUF}$ | 数据传输间的总线空闲时间 | 4.7 | | | 1.3 | - | | ns |
| $t_{HD.STA}$ | 起始信号保持时间 | | | | 300 | - | | |
| $t_{SU.STA}$ | 起始信号建立时间 | 250 | | | 100 | - | | |
| $t_{HD.DAT}$ | 数据输入保持时间 | | | | 300 | - | | |
| $t_{SU.DAT}$ | 数据输入建立时间 | | | | 300 | - | | |
| $t_R$ | SCL/SDA 上升沿时间 | | | | | - | 300 | |
| $t_F$ | SCL/SDA 下降沿时间 | | | | | - | 100 | |
| $t_{SU.STO}$ | 停止信号准备时间 | | | | 2.5 | - | | μs |
| $C_{i/o}$ | 输入/输出电容（SDA） | 1.87 | 2.03 | 2.35 | 1.87 | 2.03 | 2.35 | pF |
| $C_{in}$ | 输入电容（SCL） | 1.87 | 2.03 | 2.35 | 1.87 | 2.03 | 2.35 | |
| $C_L$ | 负载电容 | | | 400 | | 400 | | |

xinsgo

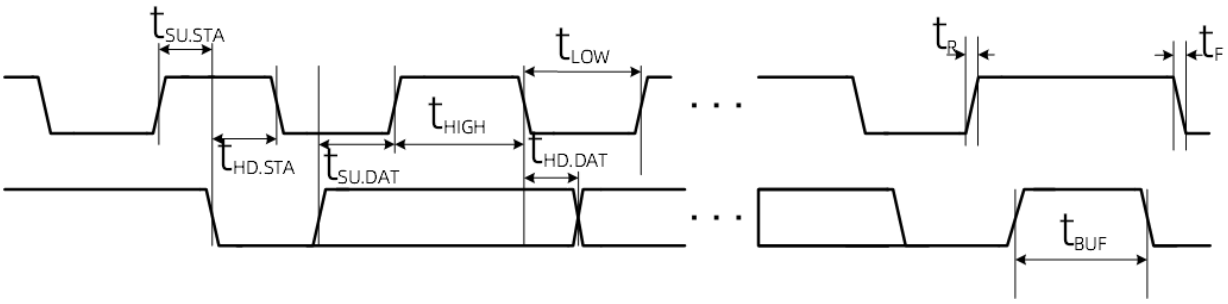
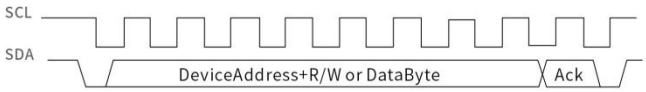


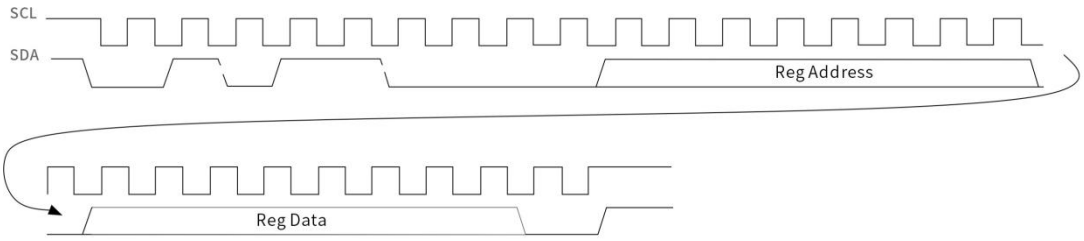

图 14　I²C 时序特性图

## 11.5　I²C 总线时序

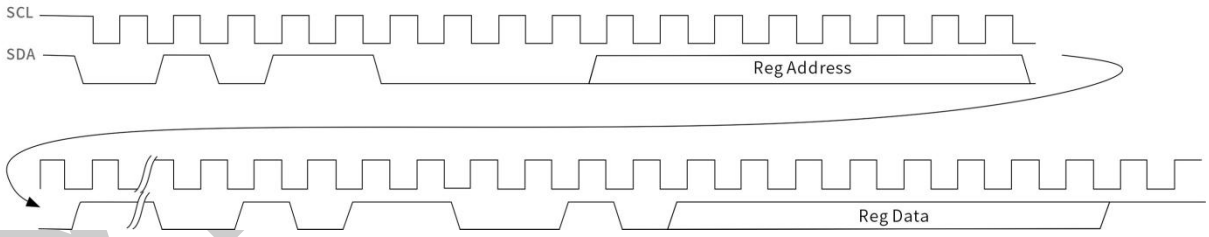
I²C 总线时序如下图所示：




a）I²C 总线协议格式




b）I²C 总线典型写操作




c）I²C 典型读操作

图 15　I²C 总线时序

# 12 其他注意事项

## 12.1 光学盖板选型建议

- 盖板材质对 940nm 波段穿透率 95%以上，雾度 5%以下；
- 盖板本身上下表面平滑平行，材质颜色不作要求；
- 盖板厚度小，建议小于 0.5mm。

滤光片特性

- FWHM：45nm
- 通带中心波长：948nm
- 最小截通波长：400nm
- 最大截通波长：1100nm

## 12.2 光学盖板结构建议

- 盖板和 XL4300 TOF 相互间隙小，无空隙最好；
- 盖板和 XL4300 TOF 结构相互倾斜角度不超过 2 度，结构稳定不松动；
- 盖板和芯片之间间隙可导入黑色胶套，阻隔间隙内漫反射来弥补测距表现。




图 16　光学盖板结构图

## 12.3 典型光学特性

FoI（D86）：21° ±3°

# 13 焊接条件

推荐采用回流焊进行焊接，下图为推荐的回流焊条件，客户可以根据 PCB、锡膏材料的需求进行调整，但注意不应超过此条件范围，即：

- 最高温度不超过 245℃；
- 最高温度持续时间不超过 10 秒；
- 温度变化速度不超过曲线推荐变化速度。

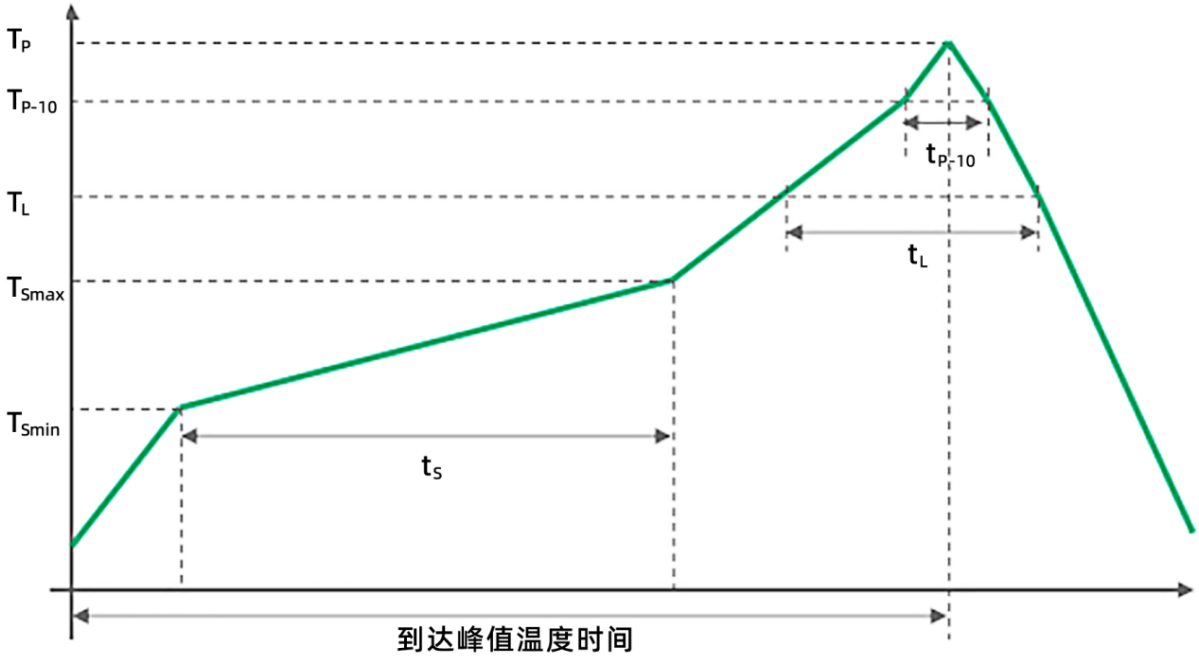
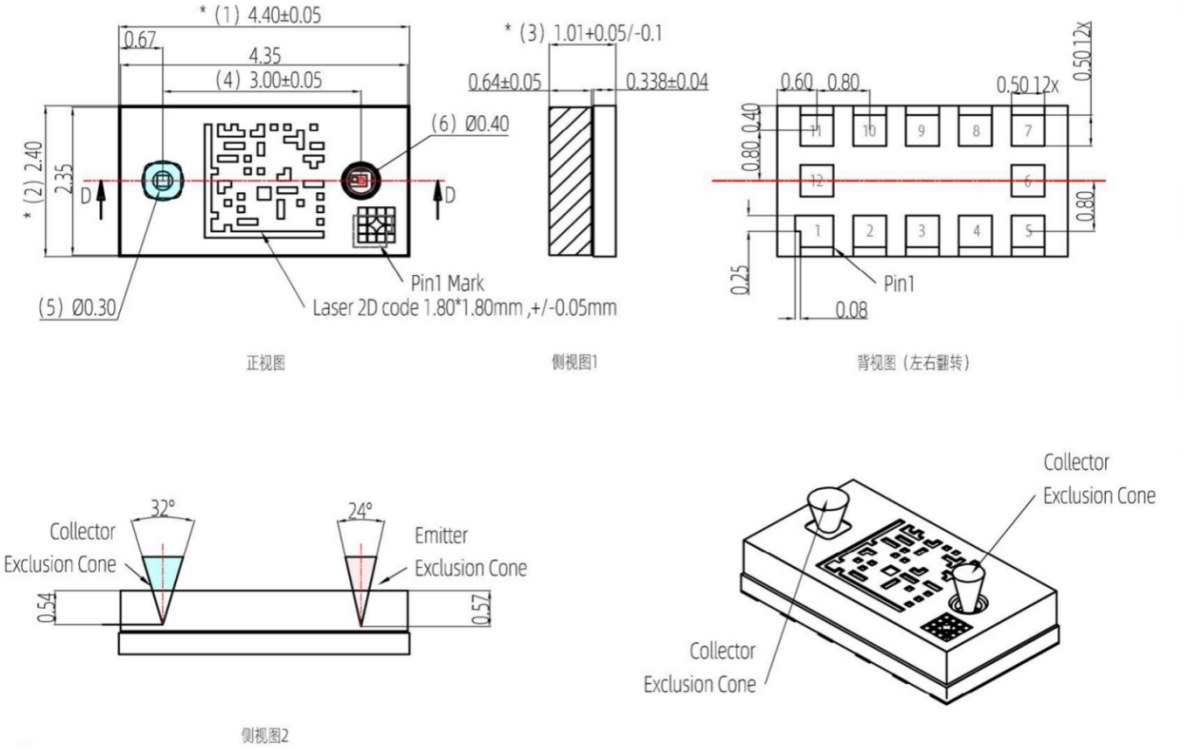



图 17　回流焊条件图

表 8　焊接条件表

| 参数 | 推荐值 | 最大值 |
|---|---|---|
| $T_S$ 最小值（$T_{Smin}$） | 130℃ | 150℃ |
| $T_S$ 最大值（$T_{Smax}$） | 200℃ | 200℃ |
| $T_S$ 持续时间 | 90~110 s | 60~120 s |
| $T_L$ 温度 | 217℃ | 217℃ |
| $T_L$ 持续时间 | 55~65 s | 55~65 s |
| $T_L$ 变化率 | 2℃/s | 3℃/s |
| $T_{P-10}$ 温度 | -- | 245℃ |
| $T_{P-10}$ 时间 | -- | 10s |
| 升温变化率 | -- | 3℃/s |
| 峰值温度 $T_P$ | 240℃ | 245℃ |
| 到达峰值温度的时间 | 300 s | 300s |
| 降温变化率（峰值-$T_L$） | 4s | 6s |

# 14 封装图纸




| PIN DEFINITION | |
|---|---|
| 1 | AVDDVCSEL |
| 2 | AVSSVCSEL |
| 3 | GND |
| 4 | VSPAD |
| 5 | XSHUT |
| 6 | GND |
| 7 | GPIO1 |
| 8 | SW |
| 9 | SDA |
| 10 | SCL |
| 11 | AVDD |
| 12 | GND |

Remark:

1. 未标注公差的见精度等级说明
2. *表示CPK≥1.33，（）表示关键尺寸
3. 所有材料符合RoHs和HF

单位：mm

图 18　模组结构图

# 15 包装图纸

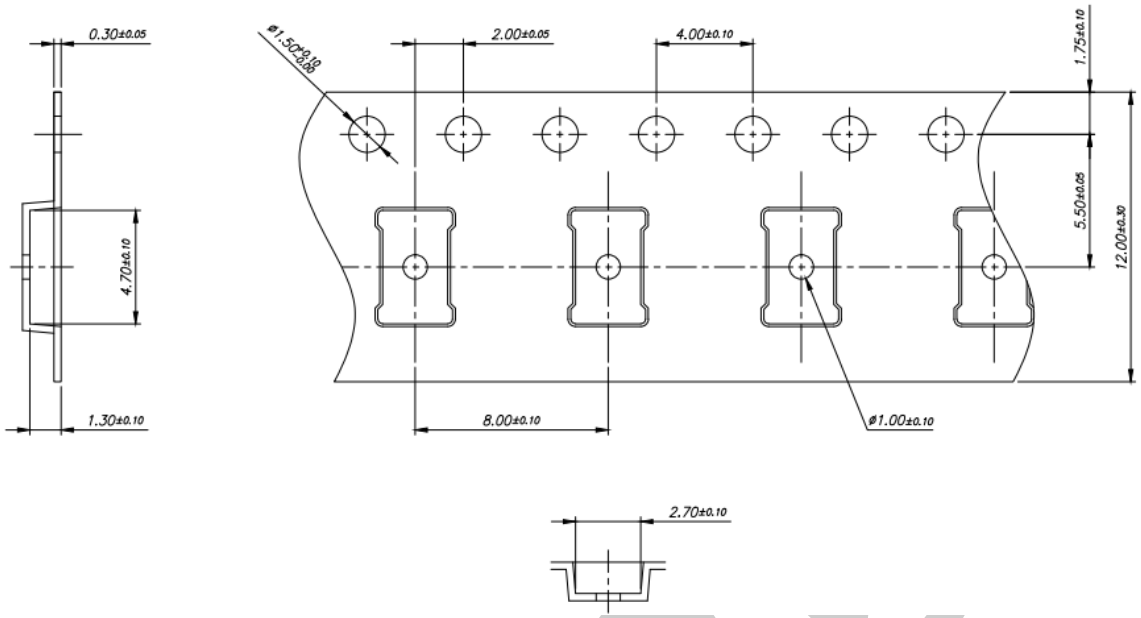



图 19 载带图纸

# 16 存储说明

**温度敏感等级：温度敏感性参照 IPC / JEDEC JSTD-020-C 中描述的 3 级（MSL）**

表 9 温度存储条件表

| 参数 | 温度下限 | 标准值 | 温度上限 | 单位 |
|---|---|---|---|---|
| 温度（存储） | -40 | 25 | 125 | ° C |

xinlings

# 17 认证信息

## 17.1 激光安全说明

本产品包含一个激光发射器和相应的驱动电路。激光输出设计为保持在所有合理可预见的条件下，包括合规的单一故障，在 1 级激光安全限值内符合 IEC 60825-1:2014 及 EN 60825-1:2014+A11:2021 标准。只要采用我们推荐的产品配置并遵守规定的运行条件（特别是本手册中所述的绝对使用条件）。不得以任何方式增加激光输出功率，也不得使用任何光学器件聚焦激光束。

注意：使用本规范规定以外的控制、调整或执行程序可能导致危险的辐射暴露。




## 17.2 环保说明

本产品参考欧盟指令 EU2011/65/EU 及修改指令（EU）2015/863，不含铅、镉、汞等有害物质，符合 RoHS 标准。




# 18 订购信息

表 10 订购信息表

| 产品型号 | 卷盘 | 内包装盒 | 盘/盒 | 盒/箱 | 外箱尺寸 | 数量 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| XL4300 TOF | 13 寸/12mm 宽 | 360×340×50mm | 1 盘/盒 | 4 盒 1 箱 | 372×282×404mm | 5000PCS/盒 |

xinliango

# 19 版本信息

表 11 版本信息表

| 日期 | 版本 | 修改内容 |
| --- | --- | --- |
| 2025 年 5 月 16 日 | 1.0 | 初始发布 |

## 特别声明：

1. 若对本规格书所提供的相关信息有任何不明或质疑之处，请及时与我们联系；
2. 本规格书提供的所有信息仅作为该产品在指定应用配置的详情参考，我们保留后期在未通知用户的情况下对产品信息作相应更改的权利。

xinlingO