

产品描述

SDAM 是一款全集成单通道 dToF 测距小型模组，集成高灵敏红外增强 SPAD 传感器，在正常环境光下量程可达 20m。片内集成时间相关光子计数（TCSPC）算法、直方图统计算法以及快速 TDC 架构等，实现高精度测距的同时，实现 12m@10WLux 的抗阳光能力，并具有反射率校正功能。

SDAM 集成电源模块，采用 3.3V 单电源供电，内置温度补偿功能。支持 I2C、UART 接口，易于集成和使用，并采用紧凑可靠的光学封装，且尺寸小、重量轻，是微小型 dToF 应用的绝佳选择。

访问西曼传感官网 www.siman.asia 取更多产品信息。



SDAM

单点 dToF 传感器微型测距模组

产品特点:

- 高集成度 dToF 测距小型模组方案
- 超小结构尺寸，仅有 21x15x7.87 毫米；
- 超轻的重量，仅为 1.35 克；
- $\pm 6\text{cm}@200\text{mm}\sim 6\text{m}$ ； $1\%@>6\text{m}$ 精度；
- 集成直方图统计算法，双目标探测；
- 时间相关单光子计数（TCSPC）算法，具备 12m 10Wlux 抗环境光能力
- TDC 时间窗可配置，适应不同应用场景需求；
- 具备反射率校正功能。

应用领域:

- AGV 避障
- 定高和避障
- 接近检测
- 有无感知

目录

| | |
|--|----|
| 单点 DTOF 传感器微型测距模组..... | 1 |
| 1 参数表..... | 3 |
| 2 系统框图..... | 4 |
| 3 引脚图..... | 5 |
| 4 模组结构..... | 6 |
| 5 使用注意事项..... | 6 |
| 6 硬件接口使用说明..... | 7 |
| 7 UART 协议内容..... | 8 |
| 7.3 命令及解析..... | 9 |
| 7.3.1 开始测量命令 0x01..... | 9 |
| 7.3.2 查询版本号 0x0a..... | 10 |
| 7.3.3 结束测量任务 0x02..... | 10 |
| 7.3.4 设置波特率 0x10..... | 11 |
| 7.3.5 获取波特率 0x11..... | 11 |
| 7.3.6 设置 I ² C 地址 0x12..... | 12 |
| 7.3.7 获取 I ² C 地址 0x13..... | 12 |
| 8 I ² C 协议..... | 14 |
| 9 版本信息..... | 15 |
| 10 联系我们..... | 15 |

1 参数表

1.1 基本参数

| 参数 | 数值 |
|---------|-----------------------------|
| 封装尺寸 | 21mm×15mm×7.87mm |
| 连接器引脚数量 | 6 |
| 接口类型 | UART/I ² C |
| 工作电压 | 典型：3.3V 最小：3.0V 最大：3.6V |
| 帧率 | 默认：100fps 50fps/250fps 接口配置 |
| Fob | <2° |
| 多目标探测 | 双峰检测数据 |
| 温度补偿 | 有 |
| 反射率校正 | 有 |
| 激光波长 | 905nm |
| 模组重量 | 1.35g |

1.2 性能参数

| 参数 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|------------------|---|------|--------|-------|
| 量程 (@10WLux 环境光) | 0.2 | - | 22 | m |
| 帧率 | 50 | 100 | 250 | Hz |
| 精度 | ±6cm@0.2m~6m; ±1%@>6m (对应靶面反射率 18%~88%) | | | |
| 抗阳光 100kLux | | 12 | | m |
| I2C 接口速率 | - | - | 400k | bit/s |
| UART 接口速率 | - | - | 921600 | baut |
| 待机电流 | - | 48.7 | - | mA |
| 工作电流 | - | 99.6 | - | mA |

1.3 使用条件

| 参数 | 数值 | 单位 | |
|--------------------|-------------------|------|---|
| 工作温度范围 | -20 ~ 50 | °C | |
| 存储温度范围 | -40 ~ 85 | °C | |
| 抗静电等级 ³ | 人体模型抗静电等级 (HBM) | 2000 | V |
| | 机器模型抗静电等级 (MM) | 200 | V |
| | 充电器件模型抗静电等级 (CDM) | 500 | V |

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

2 系统框图

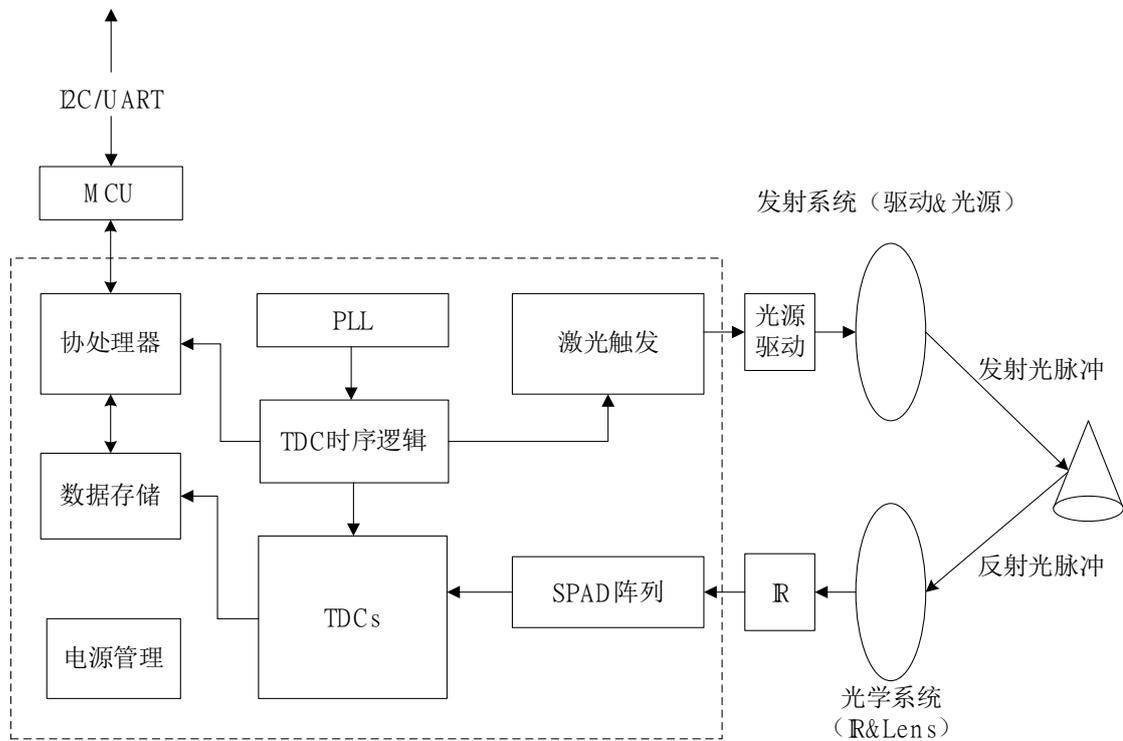


图 1 SDAM 系统示意图

3 引脚图

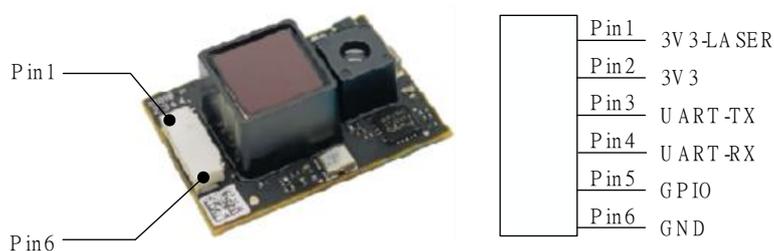


图2 UART 引脚示意图

各引脚的功能描述如下:

| 序号 | 端口名称 | 线色 | 端口功能描述 |
|----|--------------------|----|--|
| 1 | 3.3V LASER | 红色 | 模组激光器升压电路供电 |
| 2 | 3.3V 供电 | 黑色 | 模组低压电路供电 |
| 3 | UART_TX I2C_SDA | 黄色 | 模组支持 UART 和 I2C 两种通信模式，使用 GPIO(端口 5)外部上下拉模式来选择通信模式。 1) 当工作在 UART 模式下时，此端口用作 UART 的 TX 端口，即模组通信输出管脚； 2) 当工作在 I2C 模式下时，此端口用作 I2C 总线的 SDA 信号； |
| 4 | UART_RX I2C_SCL | 绿色 | 模组支持 UART 和 I2C 两种通信模式，使用 GPIO(端口 5)外部上下拉模式来选择通信模式。 1) 当工作在 UART 模式下时，此端口用作 UART 的 RX 端口，即模组通信输入管脚； 2) 当工作在 I2C 模式下时，此端口用作 I2C 总线的 SCL 信号； |
| 5 | GPIO | 蓝色 | 模组支持 UART 和 I2C 两种通信模式。 1) GPIO 端口在外部下拉状态启动后，模组工作在 UART 模式下，此模式下 GPIO 管脚无功能； 2) GPIO 端口在外部上拉或悬空状态启动后，模组工作在 I2C 模式下，此时 GPIO 端口作为中断输出管脚，在一帧测量完成后输出高脉冲指示； |
| 6 | GND | 白色 | 接地 |

注：3\4\5 接口为复用接口，UART、I2C，两种模式，详见硬件接口使用说明。

4 模组结构

| 引脚定义 | |
|------|------------------------|
| 1 | 3_V _L LASER |
| 2 | 3_V ₃ |
| 3 | UART_TX |
| 4 | UART_RX |
| 5 | GND |
| 6 | DGND |
| G1 | DGND |
| G2 | DGND |

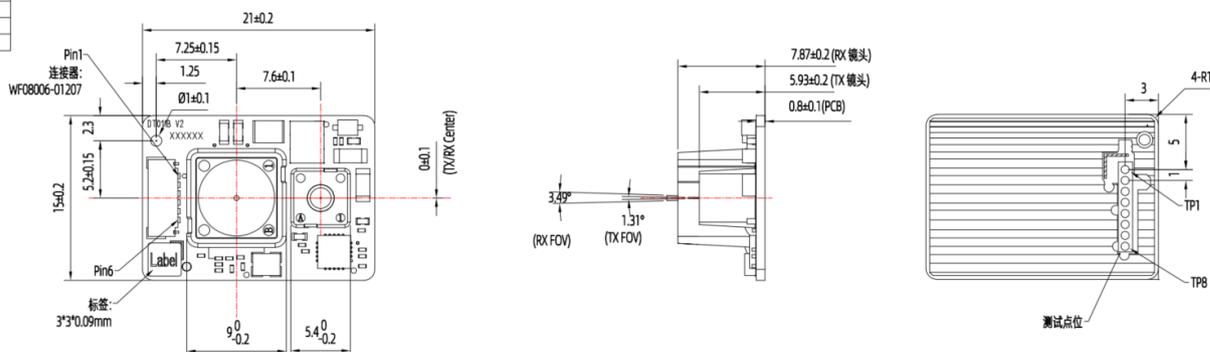


图 3 模组结构图

5 使用注意事项

5.1 光学遮光片的选型与安装建议

面板选型建议

- 面板材质对 905nm 波段穿透率 95%以上，雾度 5%以下。
- 面板上下表面平滑平行，材质颜色不拘。
- 面板最好小于 0.5mm，最厚不要超过 2mm。
- 面板表面平整度小于 0.03mm。

面板安装建议

- 面板和模组相互间隙 0.1mm-0.2mm 为宜。
- 面板和模组组装后面板表面与模组端面的平行度小于 0.05mm。
- 如有防雾/防盐碱需要，面板和模组之间间隙可用黑色胶套阻隔间隙防止镜面起雾或结晶。



图 4 遮光片的安装示意图

5.2 光斑尺寸

SDAM 激光具有一定发散角 $<2^\circ$ ，不同距离光斑尺寸不同，光斑尺寸参考下方示意图：

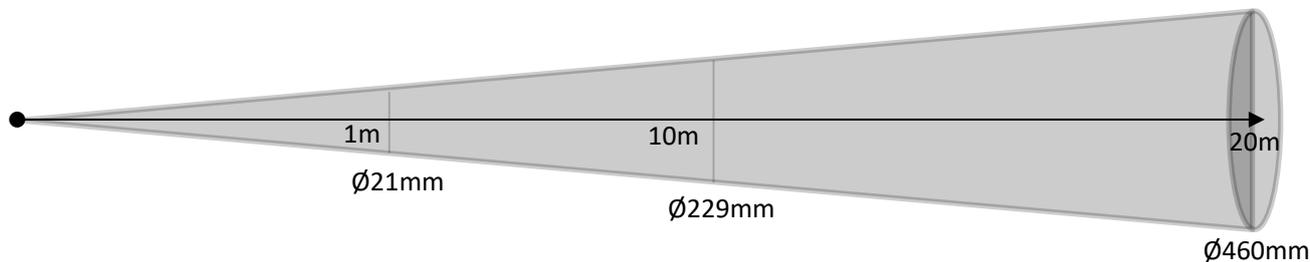


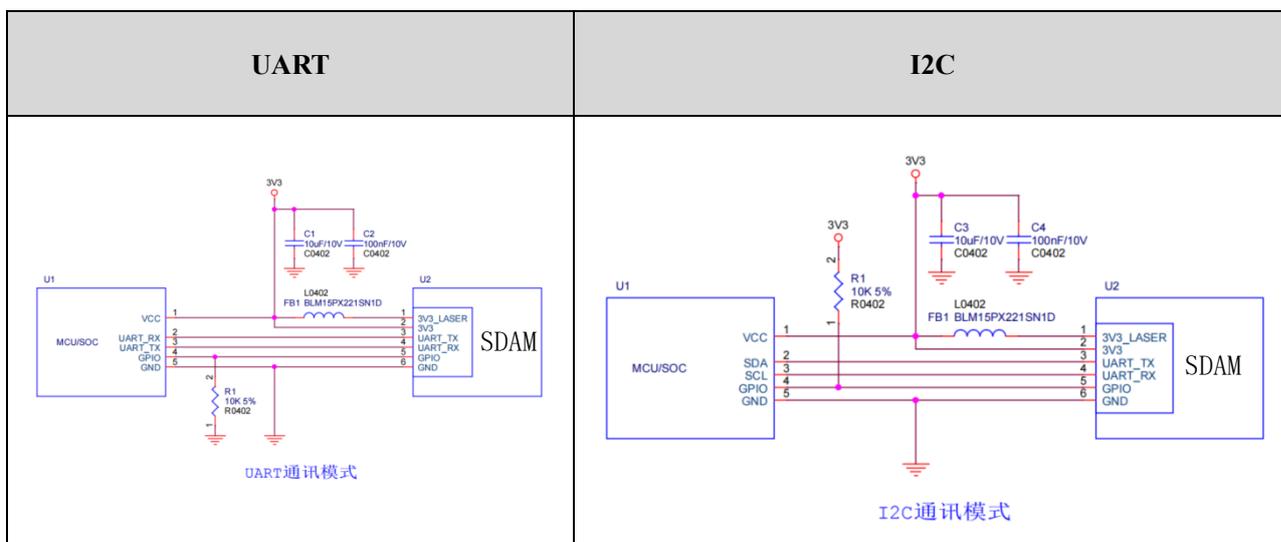
图 5 光斑尺寸示意图

6 硬件接口使用说明

模组支持 UART, IIC 两种通讯方式，但上电时，只能选择其中一种接口运行。

使用 UART 时，上电可将 GPIO 管脚接地；

使用 I2C 接口，上电时 GPIO 管脚需要上拉一个 4.7K 的电阻或者直接悬空；



7 UART 协议内容

本协议采用主从通信模式，其规定：主机端为上位机，本模组为下位机。上位机向下位机传送数据称之为发送，下位机向上位机传送数据称之为应答。

本协议的默认通信速率为：921600 bps。

本文采用的硬件通信格式：1 位起始位，8 位数据位和 1 位停止位，其他无。

本文中对每帧数据进行 CRC16 数据计算，该计算中包含除校验外的所有数据。

CRC-16 校验采用 modbus 的校验方式。具体参数如下：

- 多项式为：0×8005
- 初始值为：0×ffff
- 结果异或值：0×0000
- 输入数据反转：是
- 输出数据反转：是

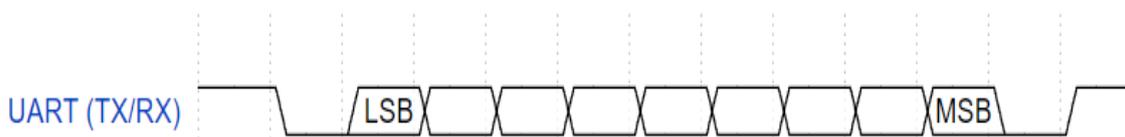


图 6 UART 总线时序图

7.1 协议总表

| 编号 | 命令名称 | 命令代码 |
|----|-----------|------|
| 1 | 开始流 | 0x01 |
| 2 | 结束流 | 0x02 |
| 3 | 版本号 | 0x0a |
| 4 | 设置波特率 | 0x10 |
| 5 | 获取波特率 | 0x11 |
| 6 | 设置 IIC 地址 | 0x12 |
| 7 | 获取 IIC 地址 | 0x13 |
| 8 | 切换帧率 | 0x1A |
| 9 | 获取帧率 | 0x1B |

7.2 协议帧格式

整个协议内容有两种形式的通讯方式：

命令 0x02,0x0A,0x10,0x11,0x12,0x13,0x1A,0x1B 都是采用上位机问-下位机答（即一问一答）。命令 0x01 采用的上位机问-下位机周期回复（根据设置的帧率周期性回复）

发送帧格式

| 包头 | 设备号 | 设备类型 | CMD | 保留位 | 长度 | Data | CRC16 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 byte | 2 byte | N byte | 2 byte |

应答帧格式

| 包头 | 设备号 | 设备类型 | CMD | 保留位 | 长度 | Data | CRC16 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 byte | 2 byte | N byte | 2 byte |

- 包头：为 1 个字节，即为 0xA5。
- 设备号：为 1 个字节，即为 0x03。
- 设备类型：为 1 个字节，根据下位机评估板的类型而定，为 0x20。
- CMD：为 1 个字节，命令功能码，是上位机要下位机执行的功能。
- 保留位：为 1 个字节，以留后续使用。
- 长度：为 2 个字节，是 data 区数据的长度（高位在前，低位在后）。
- Data[0]-Data[N-1]：为 N 个字节，根据每个命令解析。
- CRC16：为 2 个字节，所有数据的 CRC16 效验的结果(高位在前，低位在后)；
- 命令码对应的功能如下表所示，其中命令码为十六进制表示。其中，应答帧中的“命令”与发送帧中的命令一致，即发送什么命令则应答同样的命令。

7.3 命令及解析

发送命令和对应的应答命令一一匹配，表格中或者带 0x 的数据均为十六进制。

7.3.1 开始测量命令 0x01

命令格式

| 方向 | 包头 | 设备号 | 设备类型 | CMD | 保留位 | 长度 | Data | CRC16 |
|----|------|------|------|------|------|-----------|------|--------|
| 发送 | 0xA5 | 0x03 | 0x20 | 0x01 | 0x00 | 0x00 0x00 | 0 字节 | 根据实际计算 |
| 接收 | 0xA5 | 0x03 | 0x20 | 0x01 | 0x00 | 0x00 0x01 | 1 字节 | |

上位机发送：

命令码区：0x01

Data 区：无

下位机应答

- 示例：0xA5 0x03 0x20 0x01 0x00 0x00 0x0E 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0x4B 0x03 0x5E 0x00 0x24 0x23 0x01 0x00 0xBB 0xD8
- 0x01：为命令开流。（发送一次后，下位机周期性自动应答）
- 0x00：保留字节
- 0x00 0x0E：数据区长度
- 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0x4B 0x03 0x5E 0x00 0x24 0x23 0x01 0x00：数据区
- 0xFF 0xFF：次目标距离
- 0xFF 0xFF：次目标校正
- 0xFF 0xFF：次目标强度
- 0x4B 0x03：主目标距离（距离结算为低位在前，高位在后，距离换算为 034B = 843mm）

- 0x5E 0x00: 主目标校正
- 0x24 0x23: 主目标强度
- 0x01 0x00: 阳光基底
- 0xBB 0xD8: 16 位 CRC 校验

注：以上均为低位在前，高位在后

7.3.2 查询版本号 0x0a

命令格式

| 方向 | 包头 | 设备号 | 设备类型 | CMD | 保留位 | 长度 | Data | CRC16 |
|----|------|------|------|------|------|-------|------|--------|
| 发送 | 0xA5 | 0x03 | 0x20 | 0x0a | 1 字节 | 00 00 | 无 | 根据实际计算 |
| 接收 | 0xA5 | 0x03 | 0x20 | 0x0a | 1 字节 | 00 01 | 1 字节 | |

上位机发送:

命令码区: 0x0a

Data 区: 无数据

下位机应答:

示例: 0xA50x030x200x0A0x00 0x00 0x12 0x44 0x54 0x53 0x36 0x30 0x31 0x32 0x5F 0x41 0x50 0x50 0x5F 0x 56 0x31 0x2E 0x32 0x36 0x43 0x0F 0x0B

- 0x0A:查询版本命令
- 0x00:保留位
- 0x00 0x12:数据区长度（高字节在前低字节在后）
- 0x44 0x54 0x53 0x36 0x30 0x31 0x32 0x5F 0x41 0x50 0x50 0x5F 0x56 0x31 0x2E 0x32 0x36 0x43: 版本号为 DTS6012_APP_XXXXX
- 0x0F 0x0B: 16 位 CRC 校验（高字节在前低字节在后）

7.3.3 结束测量任务 0x02

命令格式

| 方向 | 包头 | 设备号 | 设备类型 | CMD | 保留位 | 长度 | Data | CRC16 |
|----|------|------|------|------|------|-----------|------|--------|
| 发送 | 0xA5 | 0x03 | 0x20 | 0x02 | 1 字节 | 0x00 0x00 | 无 | 根据实际计算 |
| 接收 | 0xA5 | 0x03 | 0x20 | 0x02 | 1 字节 | 0x00 0x01 | 1 字节 | |

上位机发送:

命令码区: 0x02

Data 区: 无数据

下位机应答:

示例: 示例: 0xA5 0x03 0x20 0x02 0x00 0x00 0x01 0x00 0x7C 0xC6

- 0x02: 结束测量命令
- 0x00: 保留位
- 0x00 0x01: 数据区长度（高字节在前低字节在后）
- 0x00: 数据区。返回一个字节变量。返回 0 表示设置成功，返回 1 表示设置失败。
- 0x7C 0xC6: 16 位 CRC 校验（高字节在前低字节在后）

7.3.4 设置波特率 0x10

命令格式

| 方向 | 包头 | 设备号 | 设备类型 | CMD | 保留位 | 长度 | Data | CRC16 |
|----|------|------|------|------|------|-----------|------|--------|
| 发送 | 0xA5 | 0x03 | 0x20 | 0x10 | 1 字节 | 0x00 0x01 | 1 字节 | 根据实际计算 |
| 接收 | 0xA5 | 0x03 | 0x20 | 0x10 | 1 字节 | 0x00 0x04 | 4 字节 | |

上位机发送:

命令码区: 0x10, 波特率设置命令。

Data 区: 共 1 个字节, 0-12 波特率选择码。

下位机应答:

示例: 0xA5 0x03 0x20 0x10 0x00 0x00 0x04 0x00 0x0E 0x10 0x00 0x2B 0xE0

- 0x10 : 设置波特率命令
- 0x00 : 保留位
- 0x00 0x04: 数据区长度 (高字节在前低字节在后)
- 0x00 0x0E 0x10 0x00: 波特率为 921600 (高字节在前低字节在后)
- 0x2B 0xE0: 16 位 CRC 校验 (高字节在前低字节在后)
- 波特率选择码与波特率对应关系:

| 波特率选择码 | 波特率 |
|--------|--------|
| 0x00 | 9600 |
| 0x01 | 14400 |
| 0x02 | 19200 |
| 0x03 | 38400 |
| 0x04 | 43000 |
| 0x05 | 57600 |
| 0x06 | 76800 |
| 0x07 | 115200 |
| 0x08 | 128000 |
| 0x09 | 230400 |
| 0x0A | 256000 |
| 0x0B | 460800 |
| 0x0C | 921600 |

7.3.5 获取波特率 0x11

命令格式

| 方向 | 包头 | 设备号 | 设备类型 | CMD | 保留位 | 长度 | Data | CRC16 |
|----|------|------|------|------|------|-----------|------|--------|
| 发送 | 0xA5 | 0x03 | 0x20 | 0x11 | 1 字节 | 0x00 0x00 | 无 | 根据实际计算 |
| 接收 | 0xA5 | 0x03 | 0x20 | 0x11 | 1 字节 | 0x00 0x04 | 4 字节 | |

上位机发送:

命令码区: 0x11, 波特率获取命令。

Data 区：无。

下位机应答：

示例：0xA5 0x03 0x20 0x11 0x00 0x00 0x04 0x00 0x0E 0x10 0x00 0xE7 0x21

- 0x11:获取波特率命令
- 0x00: 保留位
- 0x00 0x04: 数据区长度（高字节在前低字节在后）
- 0x00 0x0E 0x10 0x00: 波特率为 921600（高字节在前低字节在后）
- 0xE7 0x21: 16 位 CRC 校验（高字节在前低字节在后）

7.3.6 设置 I²C 地址 0x12

命令格式

| 方向 | 包头 | 设备号 | 设备类型 | CMD | 保留位 | 长度 | Data | CRC16 |
|----|------|------|------|------|------|-----------|------|--------|
| 发送 | 0xA5 | 0x03 | 0x20 | 0x12 | 1 字节 | 0x00 0x01 | 1 字节 | 根据实际计算 |
| 接收 | 0xA5 | 0x03 | 0x20 | 0x12 | 1 字节 | 0x00 0x01 | 1 字节 | |

上位机发送：

命令码区：0x12，I²C 地址设置命令。

Data 区：共 1 个字节，Data[0]为 I²C 器件地址。(7bit<<1+0)

下位机应答：

示例：0xA5 0x03 0x20 0x12 0x00 0x00 0x01 0xA2 0x06 0x86

- 0x12:设置 I²C 地址命令
- 0x00: 保留位
- 0x00 0x01: 数据区长度（高字节在前低字节在后）
- 0xA2: 设置的 I²C 地址
- 0x06 0x86: 16 位 CRC 校验（高字节在前低字节在后）获取 I²C 地址 0x13

7.3.7 获取 I²C 地址 0x13

命令格式

| 方向 | 包头 | 设备号 | 设备类型 | CMD | 保留位 | 长度 | Data | CRC16 |
|----|------|------|------|------|------|-----------|------|--------|
| 发送 | 0xA5 | 0x03 | 0x20 | 0x13 | 1 字节 | 0x00 0x00 | 无 | 根据实际计算 |
| 接收 | 0xA5 | 0x03 | 0x20 | 0x13 | 1 字节 | 0x00 0x01 | 1 字节 | |

上位机发送：

命令码区：0x13，I²C 地址获取命令。

下位机应答：

D 示例：0xA5 0x03 0x20 0x13 0x00 0x00 0x01 0xA2 0xC6 0xBB

- 0x13:获取 I²C 命令
- 0x00: 保留位
- 0x00 0x01: 数据区长度（高字节在前低字节在后）
- 0xA2: 获取的 I²C 地址
- 0xC6 0xBB: 16 位 CRC 校验（高字节在前低字节在后）

7.3.8 设置帧率 0x1A

命令格式

| 方向 | 包头 | 设备号 | 设备类型 | CMD | 保留位 | 长度 | Data | CRC16 |
|----|----|------|------|------|------|-----------|------|--------|
| 发送 | A5 | 0x03 | 0x20 | 0x1A | 0x00 | 0x00 0x01 | 1 字节 | 根据实际计算 |
| 接收 | A5 | 0x03 | 0x20 | 0x1A | 0x00 | 0x00 0x01 | 1 字节 | |

上位机发送:

命令码区: 0x1A, 切换帧率命令。

Data 区: 1 个字节, 0x00: 50FPS 0x01: 100FPS 0x02: 250FPS。

下位机应答:

示例: 0xA5 0x03 0x20 0x1A 0x00 0x00 0x01 0x01 0xBE 0x27 0x1A: 设置帧率命令

- 0x00: 保留位
- 0x00 0x01: 数据区长度 (高字节在前低字节在后)
- 0x01: 返回设置的帧率
- 0x00 0x01: 数据区长度 (高字节在前低字节在后)
- 0x01: 1 字节, 0x00: 50FPS 0x01: 100FPS 0x02: 250FPS。
- 0xBE 0x27: 16 位 CRC 校验 (高字节在前低字节在后)

7.3.9 获取帧率 0x1B

命令格式

| 方向 | 包头 | 设备号 | 设备类型 | CMD | 保留位 | 长度 | Data | CRC16 |
|----|------|------|------|------|------|-----------|------|--------|
| 发送 | 0xA5 | 0x03 | 0x20 | 0x1B | 0x00 | 0x00 0x00 | 无 | 根据实际计算 |
| 接收 | 0xA5 | 0x03 | 0x20 | 0x1B | 0x00 | 0x00 0x01 | 1 字节 | |

上位机发送:

命令码区: 0x1B, 获取帧率命令。

Data 区: 无。

下位机应答:

示例: 0xA5 0x03 0x20 0x1B 0x00 0x00 0x01 0x01 0x7E 0x1A

- 0x1B: 获取帧率命令
- 0x00: 保留字节
- 0x00 0x01: 数据区长度 (高字节在前低字节在后)
- 0x01: 1 字节, 0x00: 50FPS 0x01: 100FPS 0x02: 250FPS。
- 0x7E 0x1A: 16 位 CRC 校验 (高字节在前低字节在后)

注意: 在未设置帧率信息时, 获取值为默认 0xff, 配置为默认 100fps。

8 I²C 协议

I²C 控制器地址为 7bit, 0x51, 0 位为读写位, $(0x51 \ll 1) | (w/r)$ 。

8.1.1 I²C 总线时序

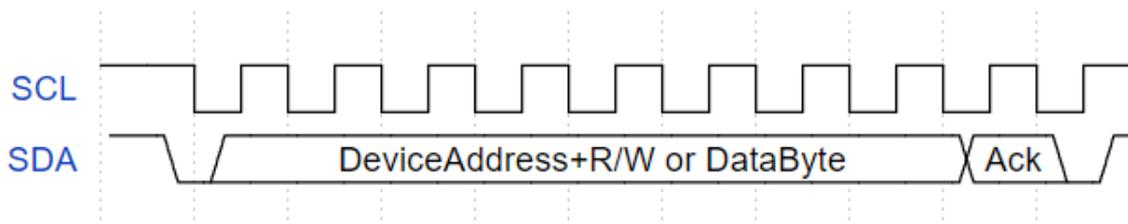


图 7 I2C 总线协议格式

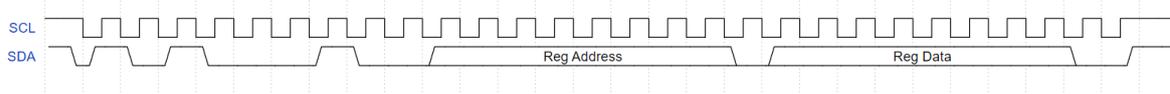


图 8 I2C 总线单字节写操作

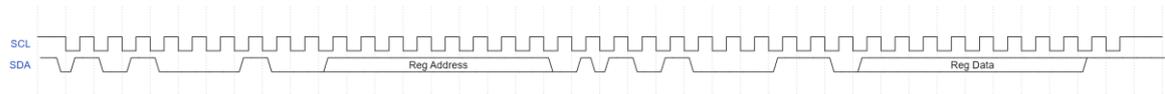


图 9 I2C 总线单字节读操作

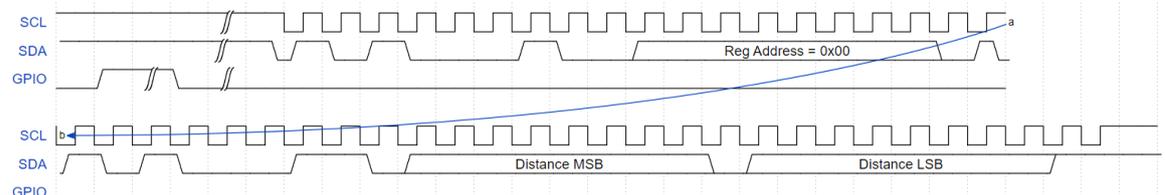


图 10 典型测距数据读取操作

8.1.2 寄存器表:

| 地址 | 寄存器含义 | 读写属性 | 备注 |
|------|------------------------|------|---|
| 0x00 | 测量距离高 8 位 | RO | 距离使用 2byte 表示 (单位 mm) |
| 0x01 | 测量距离低 8 位 | RO | 距离使用 2byte 表示 (单位 mm) |
| 0x02 | 开始/结束测量命令 [®] | RW | 写 1 开始测量, 激光开启, 距离数据开始刷新, 写 0 结束测量激光关闭。 |
| 0x03 | 测试寄存器 | RO | 默认值 0x3B |

注: 固件版本不同, 可能存在不需要开始测量命令即可输出距离信息

9 版本信息

| 日期 | 版本 | 修改内容 |
|------------------|-----|----------------------------|
| 2023 年 9 月 7 日 | 1.0 | 初始发布 |
| 2023 年 9 月 11 日 | 1.1 | 增加 6012M UART 协议内容 |
| 2023 年 11 月 9 日 | 1.2 | 更新结构尺寸 |
| 2023 年 11 月 27 日 | 1.3 | 新增接口使用说明, IIC 寄存器说明 |
| 2024 年 1 月 15 日 | 1.4 | 新增串口波特率、IIC 地址修改说明 |
| 2024 年 4 月 23 日 | 1.5 | 新增精度数据、新增光学盖板设计参考、新增帧率切换说明 |
| 2024 年 7 月 26 日 | 1.6 | 修改系统框图和参考电路图, 新增协议逻辑时序图 |

10 联系我们



西曼传感技术有限公司

网址: www.siman.asia

郑州办事处: 郑州市高新区长椿路 11 号国家大学科技园西区孵化 1 号楼 1216-1217 室

上海办事处: 上海市青浦区万达茂 1 号楼 607 室

东莞办事处: 东莞市塘厦镇塘龙东路 65 号金航国际大厦 1107 室

商务负责人: 褚经理 电话: 17503975687, Email: 17503975687@163.com

业务联系

华东区域负责人: 蒋先生 电话: 13391208082, Email: 13391208082@163.com

华南区域负责人: 皇甫女士 电话: 18737118612, Email: 18737118612@163.com

华中区域负责人: 吕先生 电话: 15238312802, Email: 15238312802@163.com

其他区域负责人: 王先生 电话: 15238360758, Email: 15238360758@163.com