

PACECAT®

360 度 TOF 激光扫描测距雷达 使用说明书

适用机型：LDS-50C-R

版 本：Ver 1.4



版本履历

| 日期 | 版本 | 内容更新 |
|------------|---------|----------------------------|
| 2022-11-21 | Ver 1.0 | LDS-50C-R 初版 |
| 2023-01-03 | Ver 1.1 | 更新数据解析，更新串口通讯参数 |
| 2023-06-13 | Ver 1.2 | 更新上位机教程 |
| 2024-03-07 | Ver 1.3 | 更新参数及细节说明 |
| 2025-05-05 | Ver 1.4 | 更新雷达机械尺寸公差数据 更新光学窗口装配建议 |

版权

© 2022 金华市蓝海光电技术有限公司版权所有

声明

- ▷ 本公司产品受已获准及尚在审批的中华人民共和国专利保护；
- ▷ 未经蓝海光电技术有限公司事先书面许可，不得复制更改本说明书内容；
- ▷ 本产品以此说明书内容为准，对因使用本说明书导致任何偶发或者继发的损失，蓝海光电技术有限公司保留解释权。
- ▷ 由于蓝海光电技术有限公司将不断完善本产品，因此我们保留随时对产品做出更改的权力，此版本手册可能未及时进行更新说明。如果需要进一步帮助，请联系蓝海光电技术有限公司售后。

联系方式

金华市蓝海光电技术有限公司
JINHUA LANHAI PHOTOELECTRIC TECHNOLOGY CO., LTD.

地址：金华市积道街 358 号
NO.358, JIDAO STREET, JINHUA321000, CHINA

售后热线：400-822-0027

AFTER-SALES SERVICE HOTLINE: 400-822-0027

网站：<http://www.pacecat.com>



安全事项

- 本产品自安装之日起，享受规定的免费保修服务；
- 使用前请仔细阅读说明书，严禁违规操作，任何违规的操作导致设备损坏，责任自负，不予维修；
- 未经蓝海光电技术有限公司许可用户不可擅自拆开设备，严禁在设备运行时拆开光学外罩；
- 严禁使用坚硬物品刮擦光学外罩，表面受损会影响测距精度，导致噪点数据增加；为避免灰尘影响测距性能，保持产品外观清洁；
- 设备安装前需确保安装孔与底座预留螺丝空对齐、安装面平整防止因尺寸不匹配或表面异物凸起导致雷达底座变形，影响雷达正常运行；
- 防静电保护，静电可能会导致设备损坏，应在防静电区进行测试；
- 为了避免设备损坏和确保人身安全，严禁在易燃易爆的环境下操作设备，严禁在易腐蚀的环境下放置设备；
- 设备长时间运行，请保持良好的散热；
- 设备运行时持续发射红外激光，符合 EN/IEC 60825-1 Class I 级别激光器安全标准，为确保安全使用，请勿长时间直视发光表面；
- 若产品出现故障无法排障时，请联系蓝海光电技术有限公司进行检测，任何维护、零件更换的措施必须由蓝海光电技术有限公司执行；
- 保修期满后，出现产品故障、损坏等问题，蓝海光电相关服务人员也负责维修，但需加收维修及更换元器件等材料成本工费；
- 保修期满后，蓝海光电相关服务人员仍免费为用户提供答疑服务，包括但不限于购买指导，使用方法，产品安装等。

目录

| | |
|--------------------|----|
| 一. 产品简介 | 2 |
| 二. 工作原理 | 3 |
| 三. 产品优势 | 3 |
| 四. 机械尺寸和光学窗口 | 4 |
| 4.1 机械尺寸 | 4 |
| 4.2 光学窗口 | 5 |
| 4.3 使用事项 | 5 |
| 4.4 设备开窗建议 | 6 |
| 4.5 装配建议 | 7 |
| 五. 参数性能 | 8 |
| 5.1 设备物理参数 | 8 |
| 5.2 通讯设置 | 9 |
| 5.3 坐标系定义 | 10 |
| 5.4 测试设备 | 10 |
| 六. 上位机教程 | 11 |
| 七. 数据通讯协议 | 13 |
| 7.1 数据解析 | 13 |
| 7.2 数据校验 | 14 |
| 7.3 数据举例说明 | 14 |
| 八. 开发工具与支持 | 15 |

一. 产品简介



扫地机器人



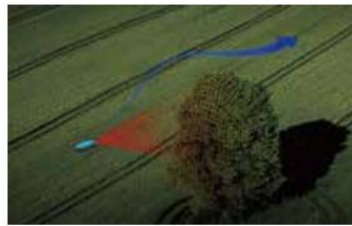
服务机器人



工业机器人



AGV小车



无人机避障



无人机测绘

图 1-1 LDS-50C-R 常见应用场景

LDS-50C-R 典型旋转频率为 10Hz(600RPM)，此转速下角度分辨率为 0.2 度，客户可以根据需求切换到 15Hz(900RPM)，角度分辨率为 0.3 度。

LDS-50C-R 激光雷达采用的是近红外脉冲激光器作为光源，激光器脉冲仅在 ns 时间内进行发射。因而可以确保对人类及宠物的安全性，符合 EN/IEC 60825-1 Class 1 级别激光安全标准。近红外脉冲激光结合滤光片的应用可以有效的避光干扰，因此可在室内室外环境正常使用。

二. 工作原理

LDS-50C-R 采用飞行时间(TOF, Time Of Flight)原理设计, 进行每秒高达 18000 次的测距。测距数据通过高速光通讯发送到供电处理模块进行计算, 将目标物体与雷达的距离值、强度信息从通讯接口输出。如图 2-1, 在工作状态下, 激光器向外发射出一束激光, 照射到障碍物上会发生反射, 接收器对反光信号进行探测, 通过时间分析模块测量出反射光与发射光之间的时间差, 用时间乘以光速即可得到光的飞行距离, 从而计算出障碍物的位置信息。为了获取更多角度的目标信息, 雷达内部通过电机旋转得到不同角度的距离和强度信息, 从而获得完整的二维点云图, LDS-50C-R 内部电机驱动默认设计为**逆时针旋转**。

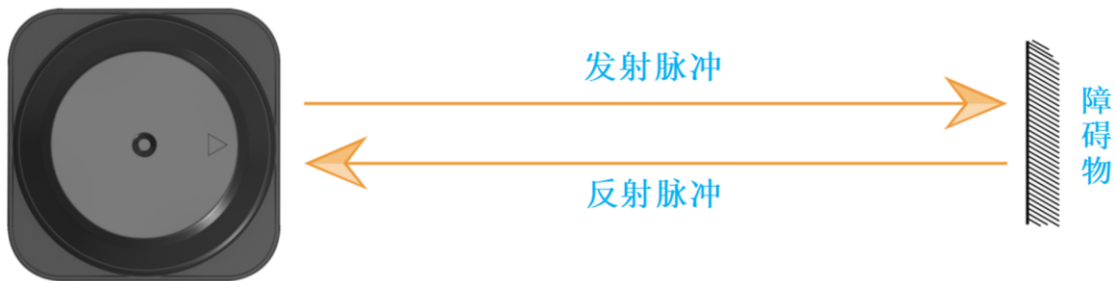


图 2-1 工作原理图

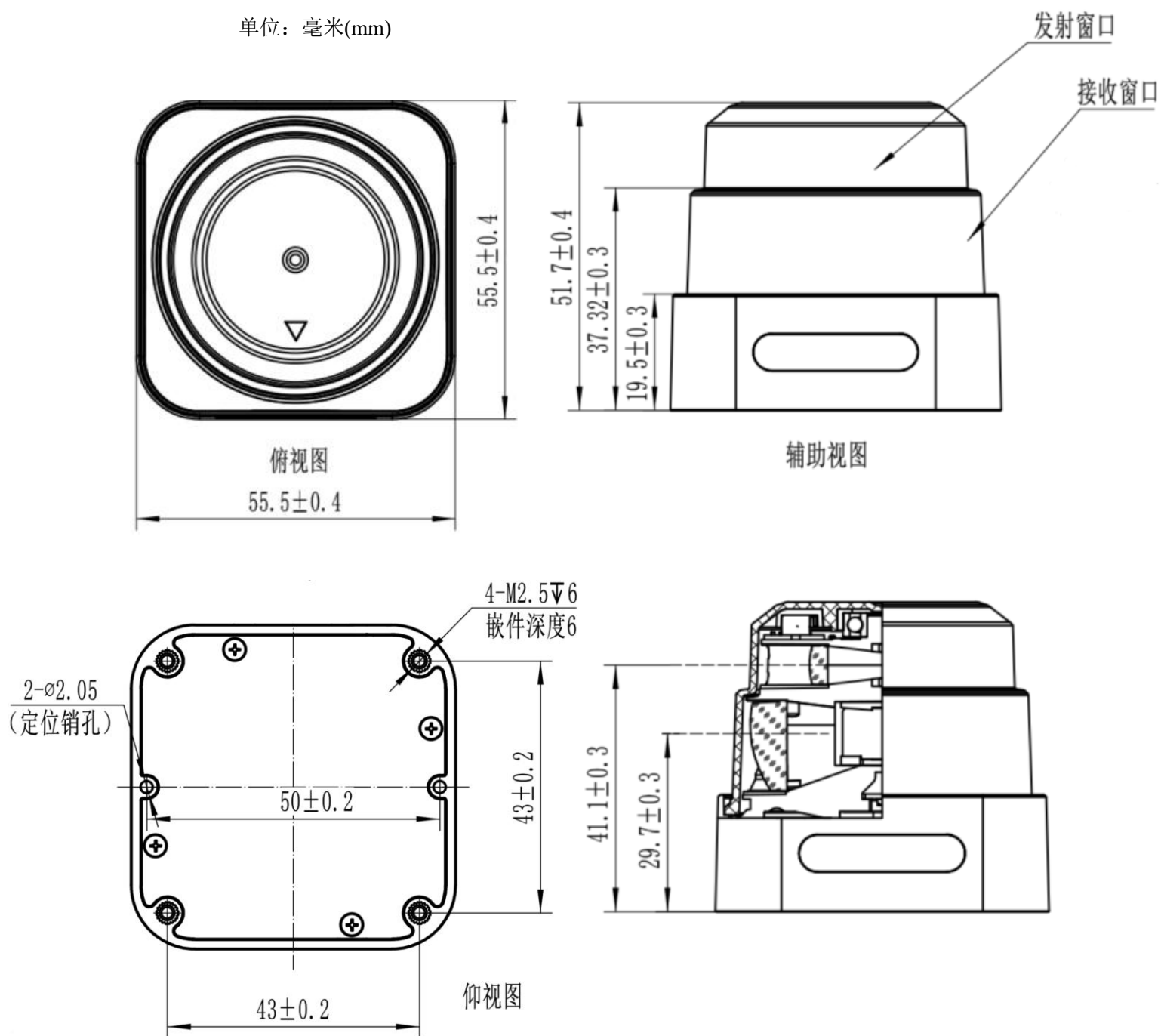
三. 产品优势

- 雷达具有硬件滤波、去拖点功能, 可有效规避一些噪点导致的干扰;
- 雷达可同步输出目标物反射强度, 可用于算法判断;
- 雷达测距精度可达 $\pm 2.5\text{cm}$, 不同反射率目标直线一致性好;
- 多雷达同时运行, 雷达之间无干扰;
- 光电无线数据传输, 无刷电机设计, 使用寿命长;
- 特殊的光学设计, 有效提高抗脏污能力。

四. 机械尺寸和光学窗口

4.1 机械尺寸

单位：毫米(mm)



注：未标注公差尺寸 ± 0.2

图 4-1 外观及内部结构尺寸示意图

4.2 光学窗口

外罩对光学窗口出现遮挡会影响测距性能和精度，因此 pacecat 在进行 LDS-50C-R 设计时，合理安排了激光发射接收窗口，并在此基础上设计了外罩。若有特殊的需求或者要采用透明罩对此传感器进行保护，参考本文档了解光学测距窗口尺寸信息，并联系 pacecat 了解方案设计的可行性。



图 4-2 激光垂直角度示意图

如图 4-2，每一台出厂的雷达发射激光的垂直角度会有微小的偏差，以水平面为参考，LDS-50C-R 发射的垂直角度偏差范围在 $\pm 0.3^\circ$ 内。

4.3 使用事项

在使用上位机前，请用户按下列内容完成相应操作：

▷ 使用雷达前，保证雷达包装盒密封完好，雷达标签清晰可见。

▷ 拆开包装盒后，请确认产品完好度，从以下两点进行判断：

- ① 观察雷达外罩有无磨损，每台雷达发货前均附有保护膜以此来确保雷达外罩在运输途中不被损坏，因此使用前确保雷达保护膜完好后将保护膜撕下。（注：若不撕去保护膜直接使用会对雷达点云显示效果造成影响！）
- ② 观察雷达外壳、线缆等组件是否损坏，使用前确认线缆完好无划痕，雷达接线端固定牢靠无松动，雷达外壳无磨损划痕。

▷ 上述步骤确认好之后，可开始上电检测，建议使用 $5.1 \pm 0.2V$ 直流开关电源/稳压电源供电，上电约 1S 后可听到雷达电机转动声音。

▷ 上述操作完成后即可通过串口连接至上位机。

▷ 注意事项：灰尘等脏污可用防尘布轻轻擦拭，油污用水性清洗剂（比如洗洁精兑水），软布轻轻擦拭，严禁用有机溶剂性的清洗剂比如酒精、丙酮等，保护扫描出光区域镜面。

4.4 设备开窗建议

如图 4-3，设备开窗需要考虑雷达安装角度、光斑俯仰角及光斑长度，默认设备窗口中心与雷达发射接收系统光轴重合；假设雷达装机角度误差为 1° ，雷达俯仰角为 0.3° 时，开窗与雷达中心距离 L 为 0.5m ；光斑长度 $d=6.5+4.3*L$ ，计算可得 0.5m 处光斑长度 8.65mm ；窗口与雷达顶部间隙 $a=1000*L*\tan(1+0.3) + 0.5d-10.6=500*\tan1.3+0.5*8.65-10.6$ ，计算可得间隙距离为 5.075mm ；开窗大小 $W=32.2+a$ 根据计算可得开窗大小至少为 37.3mm ；

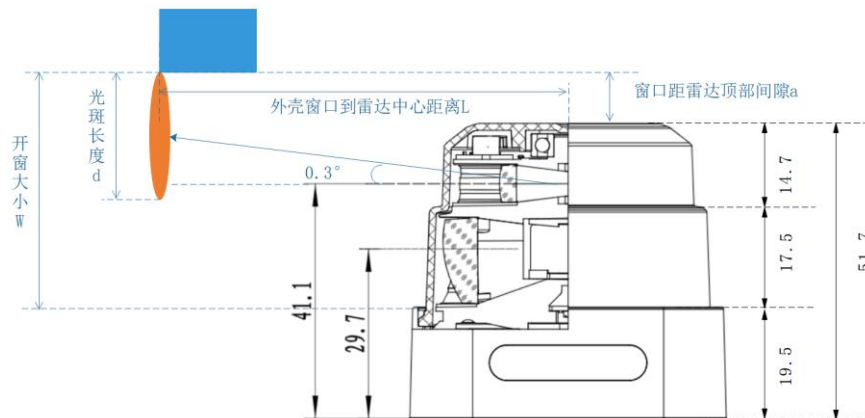


图 4-3 雷达安装环境开窗示意图

- 理想情况下，设备开槽窗口高度需大于激光雷达的光学窗口，具体开窗尺寸参考图 4-3 雷达安装环境开窗示意图；若设备开槽高度需小于光学窗口，需与蓝海研发确认结构设计；
- 开槽内侧上下表面需要做吸光处理，最好用深色涂装，由于激光雷达近端会有部分散光，深色涂装可有效避免近端噪点；
- 开槽面不能有向上的立面或者凸边设计，凸起的立面或台阶可能会有较强漫反射，形成近端噪点或者拉线；
- 上下表面给激光雷达预留的开孔边缘，尽量靠近激光雷达，否则开孔的边缘也有可能引发近端噪点，如下图所示：



- 雷达光学窗口是精密光学器件，安装及使用过程中请勿触摸、挤压、碰撞，其表面需要安排定期清洁，以避免灰尘、油污大量附着产生近端噪点；开槽的下表面也需要定期清理，大量的灰尘或者油污也有可能引起近端噪点

4.5 装配建议

为了避免雷达之间相互对射干扰对雷达产生任何影响，建议按如下示例进行安装：

如图 4-4 所示，当两个或多个雷达在同一高度平面安装时，建议将雷达向上或向下倾斜一定角度避免完全对射；

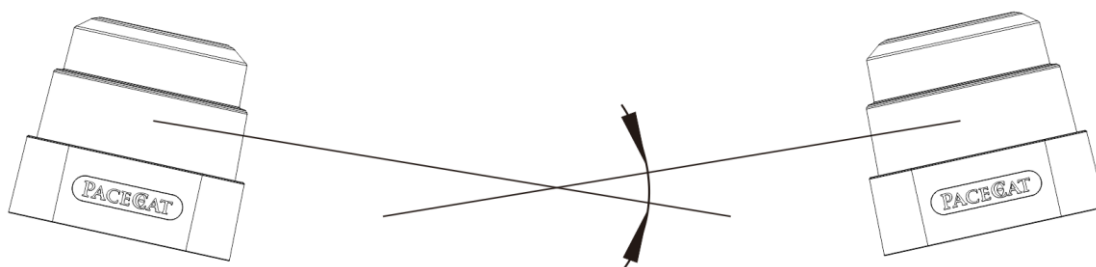


图 4-4 激光雷达等高度横向放置

当两个或多个雷达不在同一平面安装时，建议将雷达光学窗口调整到不同高度安装，尽量避免对射。

五. 参数性能

5.1 设备物理参数

| | |
|-----------|--|
| 型号 | LDS-50C-R |
| 激光波长 | 905nm±15nm |
| 检测距离 | 0.1-40m@90% 反射率 |
| | 0.1-15m@10% 反射率 |
| 激光发散角 | 4.3 mrad |
| 激光水平平行度 | ±0.3 度 |
| 旋转方向 | 逆时针 |
| 扫描区域 | 360 度 |
| 扫描速率 | 10Hz, 15Hz |
| 角分辨率 | 0.2°, 0.3° |
| 测量速率 | 18000 测量值/s |
| 测距精度 | ±25mm (15m 内 10%~ 90%反射条件下测距精度±25mm,可信度 90%) |
| 距离分辨率 | 1mm |
| 光斑 | 22mm×49.5mm(10m) |
| 接口类型 | 串口 UART 3.3V |
| 功耗 | <2.5W |
| 输出 | 原始数据 (距离、角度、能量) |
| 环境光 | >80000lux |
| 供电 | 5.1VDC±0.2V |
| 工作温度 | -10°C~50°C |
| 存储温度 | -25°C~65°C |
| 外形尺寸 | 55.5mm*55.5mm*51.7mm (长*宽*高) |
| 整机重量 (裸机) | 102g |

5.2 通讯设置

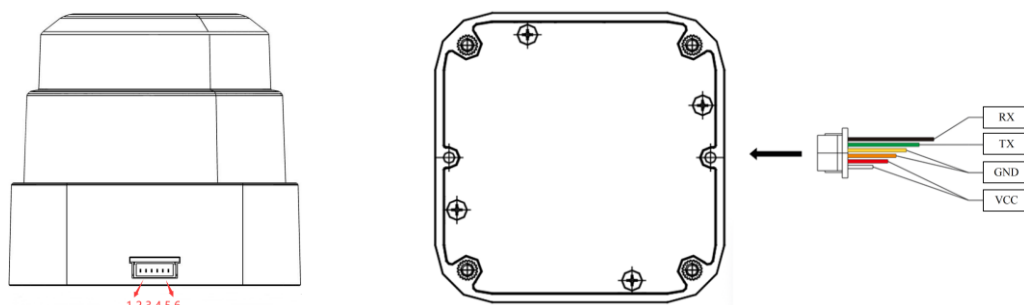


图 5-1 接口定义图

LDS-50C-R 使用5V 电源同时为测距模块与电机控制系统供电，因此外部供电系统需要确保该供电电源的电流输出能力与纹波特性，确保雷达正常工作；雷达串口接口定义如图 5-1 所示，雷达连接器型号为 A1001WR-S-6P，内部插针直径较细，在连接雷达线时需注意对齐接口，防止插拔过程将插针顶歪，导致某个引脚接触不良。

接口参数表

| 串口线颜色 | 定义 | 描述 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 备注 |
|--------|----|-------------|------|------|-----------------|-------------|
| 1.黑 | 输入 | 接收（RX） | 0V | 3.3V | 3.5V | |
| 2.绿 | 输出 | 发送（TX） | 0V | 3.3V | 3.5V | |
| 3.黄 | 供电 | 地线 | 0V | 0V | 0V | |
| 4.橙 | | | | | | |
| 5.红 | 供电 | 正极输入 | 4.9V | 5.1V | 5.3V | 超过电路极限耐受电压 |
| 6.白 | | | | | | 6V 导致核心模块损坏 |
| 系统启动电流 | | ≤1.5A | | | 系统启动需较大电流 | |
| 系统工作电流 | | 300mA~400mA | | | 工作电流 | |
| 供电电压纹波 | | <50mV | | | 高纹波可能导致核心模块工作失效 | |

串口通讯参数

| 项目 | 单位 | 参数值 | 备注 |
|-------|--------|-------------------|----|
| 波特率 | bps | 921600 | |
| 工作模式 | - | 8 位数据，1 位停止位，无校验位 | |
| 输出高电平 | 伏特 (V) | 2.9~3.5 | |
| 输出低电平 | 伏特 (V) | 0~0.4 | |
| 输入高电平 | 伏特 (V) | 2~3.5 | |
| 输入低电平 | 伏特 (V) | 0~0.4 | |

5.3 坐标系定义

LDS-50C-R 雷达的正前方中心处定义为坐标系的 x 轴（即 0 角度位置），坐标系原点为测距单元的旋转中心，旋转角度沿着逆时针方向旋转增大。如下图所示：

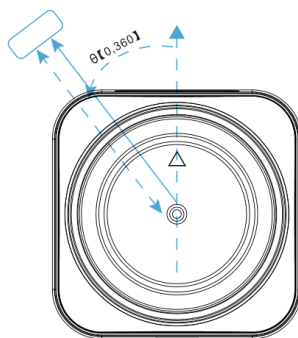


图 5-2 雷达零位及旋转方向示意图

5.4 测试设备

LDS-50C-R 通过 USB 转 UART 模块连接到上位机，如图 5-3 所示。

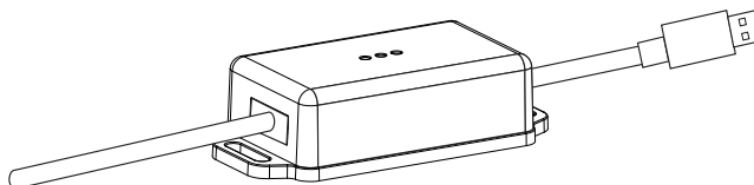


图 5-3 USB 转 UART 模块

此模块使用 CP2102 驱动芯片，CP2102 驱动可从 Silicon Labs 的官网下载：

<https://www.silabs.com/developers/usb-to-uart-bridge-vcp-drivers>

通过电脑连接雷达时，首先将 USB 转 UART 串口模块插入电脑 USB 口，为保证供电充足，尽量选择 USB3.0 接口，接通电源后，转换器上蓝色指示灯会亮起，如图 5-4 所示。

然后将 UART 线插入雷达数据接口，等待 1~4 秒转换器绿色指示灯会亮起，表示雷达数据已经正常输出，如图 5-5 所示。

注：若遇到 USB 接口供电不足时，请外接 5V 电源，保证供电。

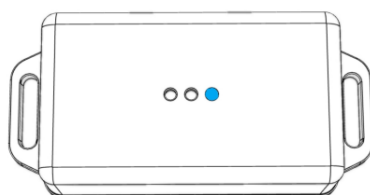


图 5-4 USB 转 UART 模块通电状态图

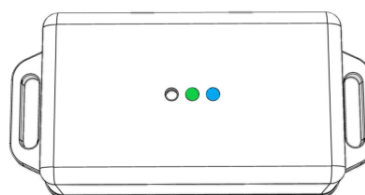


图 5-5 USB 转 UART 模块工作状态图

六. 上位机教程

双击上位机安装包，安装至电脑，打开 PaceCatView.exe；选择‘设备’；



图 6-1 PaceCatView 初始界面

选中要连接的雷达，双击；

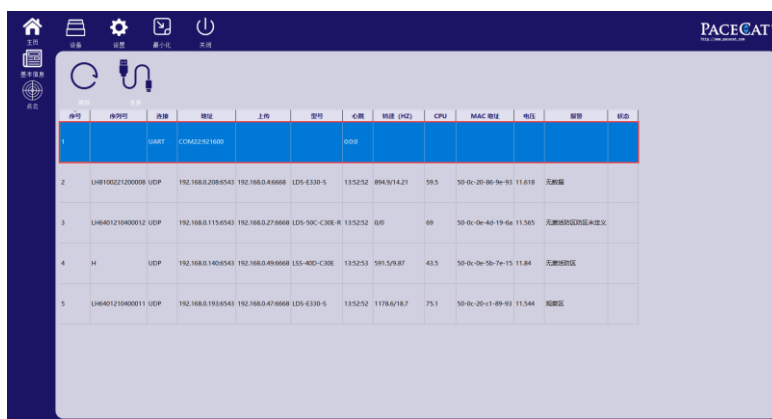


图 6-2 PaceCatView 设备连接界面

上位机连接雷达成功后自动跳转至‘基本信息’；用户可修改‘运行’参数，其他均为雷达出厂时默认参数，不可修改；

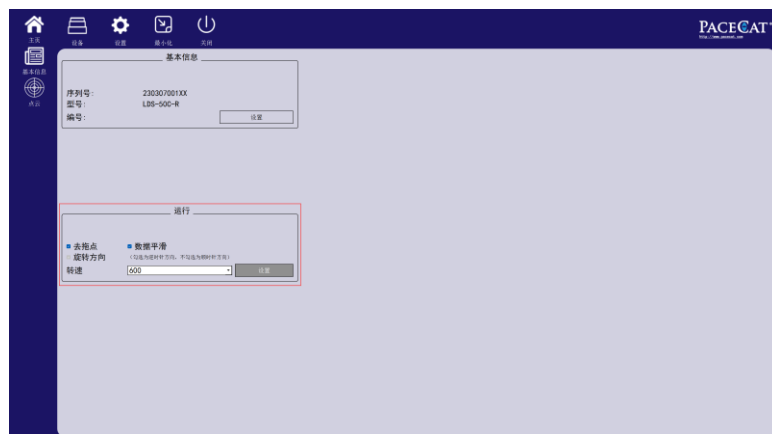


图 6-3 PaceCatView 基本信息界面

选择‘点云’可查看雷达点云界面；

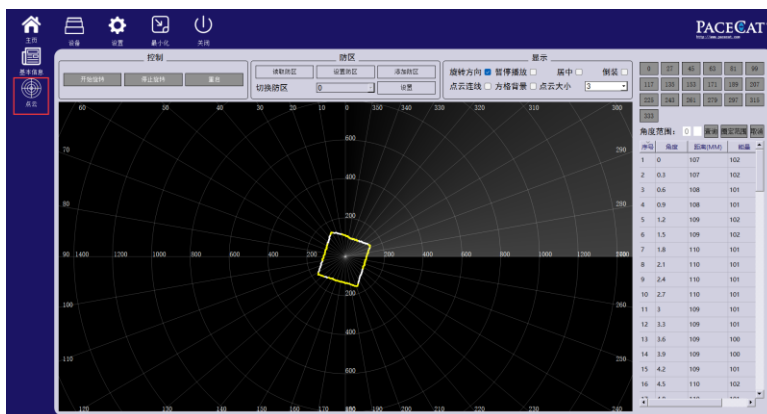


图 6-4 PaceCatView 点云界面

用户可在‘设置’界面切换语言和选择是否保存数据；



图 6-5 PaceCatView 设置界面

若要重新连接其他雷达，选择‘设备’界面双击要连接的雷达即可。

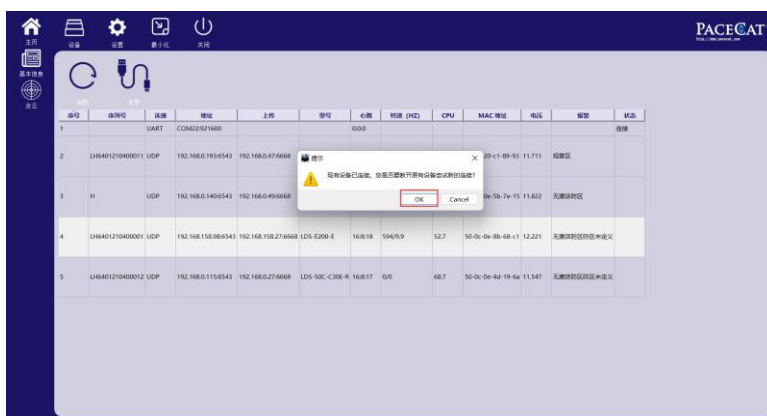


图 6-6 PaceCatView 重新连接新雷达界面

七. 数据通讯协议

7.1 数据解析

测量数据包：雷达扫描获取到的强度、角度、距离信息的数据包。

测量数据包格式：

- 1、起始数据：帧头，两字节，固定为 0xCFFA。
- 2、数据点数量 N：两字节，表示当前测得数据数量 N。
- 3、起始角度：两字节，表示当前数据包起始角度。
- 4、扇区角度范围：两字节，表示当前扇区角度范围大小。
- 5、强度距离：三字节，第一个字节表示强度，后两个字节表示距离数据；共有 N 个数据点。
- 6、校验：两字节，返回数据的校验和。

状态数据包：LDS-50C-R 二维激光雷达在进行扫描时，每秒发送一次状态数据包。

表 7-1 状态数据包解析

| | | | | | | | | |
|------|----|----|----|---|---|---|----|----|
| 十六进制 | 53 | 54 | a | b | c | d | 45 | 44 |
| 对应值 | S | T | xx | - | - | - | E | D |

如上表 7-1，状态数据包内容为：STabcdED，abcd 右起为 0 位。

表 7-2 状态数据包位定义

| | 位 | 含义 | 说明 |
|----------|-----|----------|----------------------------|
| a | 0 | cm/mm 单位 | 0:cm/1:mm(默认为 1，不可改) |
| | 1 | 强度 | 0:关闭强度/1:打开强度(默认为 1，不可改) |
| | 2 | 去拖点 | 0:关闭去拖点/1:打开去拖点(默认为 1，不可改) |
| | 3 | 滤波 | 0:关闭滤波/1:打开滤波(默认为 1，不可改) |
| | 4 | 18°一个扇区 | 0:关闭 18°一个扇区/1:打开 18°一个扇区 |
| | 5 | 9°一个扇区 | 0:关闭 9°一个扇区/1:打开 9°一个扇区 |
| | 6 | 其他度数一个扇区 | 0:关闭其他度数一个扇区/1:打开其他度数一个扇区 |
| | 7 | 固定角度分辨率 | 0:关闭重采样/1:打开重采样(默认为 1，不可改) |
| b | 0 | 电机旋转方向 | 0:顺时针旋转/1:逆时针旋转(默认为 1，不可改) |
| | 1~7 | 未定义 | / |
| c | 0~7 | 未定义 | / |
| d | 0 | 底板低压报警 | 0:电压正常/1:连续 3 秒小于 4.5V |
| | 1 | 底板高压报警 | 0:电压正常/1:连续 3 秒大于 5.5V |
| | 2 | 机头温度异常 | 0:机头温度正常/1:连续 10 分钟大于 85°C |
| | 3~7 | 未定义 | / |

7.2 数据校验

表 7-3 数据校验表

| 帧头 | 个数 | 起始角度 | 扇区角度范围 | 强度 | 距离 | ... | 强度 | 距离 | 校验码 |
|-------|-------|-------|--------|-----|-------|-----|-----|-------|-------|
| CF FA | 3C 00 | 76 02 | B4 00 | 68 | 0F 01 | | 55 | 00 00 | A7 44 |
| 16 位 | 16 位 | 16 位 | 16 位 | 8 位 | 16 位 | | 8 位 | 16 位 | 16 位 |

校验码=个数+起始角度+强度+距离+.....+强度+距离

0x44A7=0x003C+0x0276+0x00B4+0x68+0x010F+...+0x55+0x0000

7.3 数据举例说明

LDS-50C-R 数据包中一个扇区为 18 度，一圈中第一个扇区和最后一个扇区为 27 度。

下图以 18 度一个扇区的数据包进行解析。

```

01 B5 53 CF FA 3C 00 76 02 B4 00 68 0F 01 68 0E
01 68 0C 01 68 0C 01 68 0C 01 68 0B 01 68 0B 01
68 0A 01 69 09 01 69 09 01 69 08 01 6B 08 01 6B
08 01 6B 07 01 6C 06 01 6C 05 01 6D 03 01 6E 03
01 6E 01 01 6F 00 01 6F 00 01 6F FF 00 70 FF 00
70 FF 00 70 FB 00 70 FA 00 70 F8 00 70 F8 00 70
F8 00 70 F7 00 70 F6 00 70 F6 00 70 F5 00 70 F4
00 70 F3 00 70 F1 00 70 EF 00 70 EE 00 71 EE 00
71 ED 00 71 EC 00 71 EA 00 70 E8 00 70 E7 00 6F
E6 00 70 E6 00 6E E5 00 6F E4 00 6D E2 00 6C E0
00 6C DF 00 6B DE 00 6A DD 00 6A DC 00 69 DB 00
68 DA 00 67 D9 00 67 D8 00 67 D8 00 67 D8 00 4F
56 CF FA 3C 00 2A 03 B4 00 66 D7 00 66 D5 00 65
D5 00 65 D3 00 65 D1 00 65 D0 00 65 CE 00 65 CC
00 66 CB 00 6F CA 00 67 C9 00 6F C8 00 66 C7 00
6F C6 00 70 C6 00 71 C5 00 70 C5 00 70 C4 00 6F
C4 00 70 C4 00 70 C2 00 70 C2 00 70 C0 00 71 BF
00 71 BD 00 72 BC 00 73 BB 00 74 BA 00 75 B9 00
76 B8 00 77 B9 00 76 B9 00 76 B9 00 74 B8 00 75
B7 00 77 B5 00 78 B2 00 7A B1 00 7A B0 00 7A AE
00 7A AC 00 7A AB 00 77 A7 00 76 A4 00 79 A3 00
7D A0 00 7F 9F 00 80 9D 00 7E 93 00 7C 8E 00 78
8A 00 77 88 00 75 86 00 72 00 00 6E 00 00 6B 00
00 69 00 00 67 00 00 56 00 00 55 00 00 A7 44 53
54 9F 01 00 00 45 44 CF FA 3C 00 DE 03 B4 00 51
  
```

图 7-1 数据包解析

表 7-4 测量数据包数据解析表

| 十六进制数据 | 数据含义 |
|----------|---|
| CF FA | 帧头 |
| 3C 00 | 0x003C 测距点数量为 60 个。 |
| 76 02 | 0x0276 扇区起始角度为 63 度，单位为：0.1°。 |
| B4 00 | 0x00B4 扇区角度范围为 18 度，单位为：0.1°。 |
| 68 0F 01 | 68 光强为 104；0x010F 测距距离为 271mm。 |
| | 如上，均表示强度和距离信息。 |
| A7 44 | 校验码 0x44A7=0x003C+0x0276+0x00B4+0x68+0x010F+...+0x55+0x0000 |

表 7-5 状态数据包数据解析表

| 十六进制数据 | 数据含义 |
|--------|---|
| 53 54 | 53 54 即为 ST，状态包起始标志 |
| 9F | 9F 转换为二进制是 1001 1111；从低到高表示：雷达为 mm 机，强度开启、去拖点功能开启、滤波功能开启、关闭 9 度扇区，打开 18 度扇区，关闭任意角度扇区，打开固定角度分辨率。 |
| 01 | 01 表示：雷达逆时针旋转 |
| 00 | 未启用 |
| 00 | 00 表示：雷达状态正常 |
| 45 44 | 45 44 即为 ED，状态包结束标志。 |

八. 开发工具与支持

为了方便用户快速使用 LDS-50C-R 型号激光雷达进行产品开发，Pacecat 提供了如下开发工具：

下载 Windows、Linux 等平台下的 SDK 开发包及示例程序，请访问：

<https://github.com/BlueSeaLidar/sdk2>

下载 Ros 驱动，请访问：

<https://github.com/BlueSeaLidar/blueseas2>

下载 Ros2 驱动，请访问：

<https://github.com/BlueSeaLidar/blueseas-ros2>

如有疑问，可以联系 Pacecat。