

# PACECAT®

## 360 度 TOF 激光扫描测距雷达 使用说明书

适用机型：LDS-E200-R  
版 本：Ver 1.3



## 版本履历

| 日期         | 版本      | 内容更新          |
|------------|---------|---------------|
| 2023-05-10 | Ver 1.0 | LDS-E200-R 初版 |
| 2023-06-15 | Ver 1.1 | 更新数据解析        |
| 2024-03-23 | Ver 1.2 | 更新参数及细节说明     |
| 2025-12-05 | Ver 1.3 | 优化接口定义图       |

## 版权

© 2023 浙江省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。

## 联系方式

金华市蓝海光电技术有限公司  
JINHUA LANHAI PHOTOLECTRIC TECHNOLOGY CO., LTD.  
地址：金华市积道街 358 号  
NO.358, JIDAO STREET, JINHUA321000, CHINA  
售后热线：400-827-0027  
AFTER-SALES SERVICE HOTLINE: 400-822-0027  
网站：<http://www.pacecat.com>



## 安全事项

- 使用前请详细阅读说明书，严禁违规操作，任何违规的操作导致设备损坏，责任自负；
- 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。

## 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 .....     | 4  |
| 4.3 装配建议 .....     | 5  |
| 五. 参数性能 .....      | 7  |
| 5.1 设备物理参数 .....   | 7  |
| 5.2 通讯与接口 .....    | 8  |
| 5.3 坐标系定义 .....    | 9  |
| 5.4 测试设备 .....     | 9  |
| 六. 上位机教程 .....     | 10 |
| 七. 数据通讯协议 .....    | 12 |
| 7.1 数据解析 .....     | 12 |
| 7.2 数据校验 .....     | 13 |
| 7.3 数据举例说明 .....   | 13 |
| 八. 开发工具与支持 .....   | 14 |

## 一. 产品简介

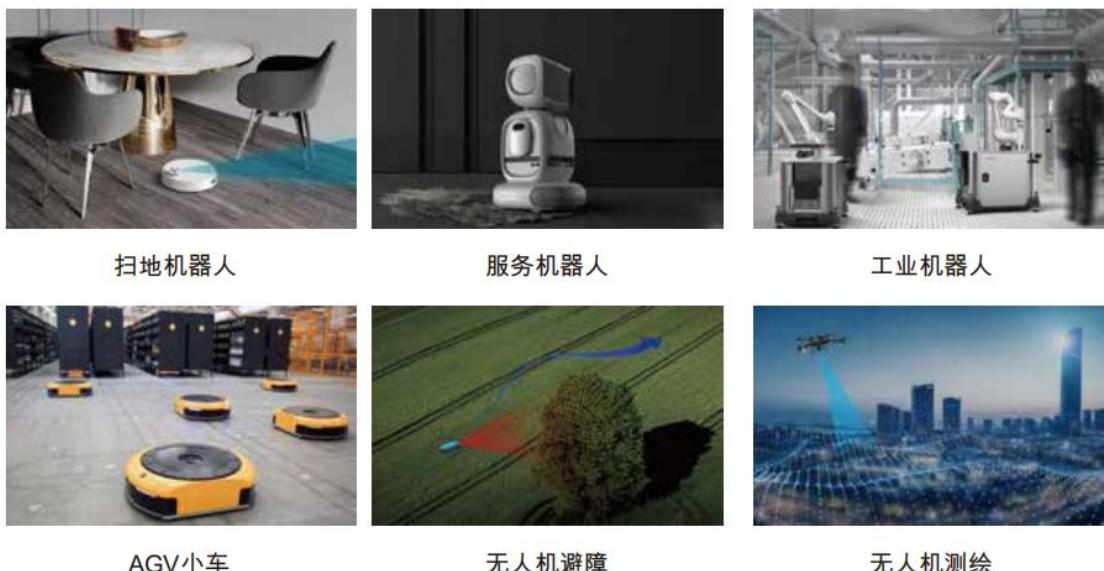


图 1-1 LDS-E200-R 常见应用场景

LDS-E200 -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成 15Hz(900RPM), 角度分辨率为 0.3 度。

LDS-E200-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-E200-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, 照射到障碍物体上会发生反射, 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- E200-R 内部电机驱动默认设计为逆时针旋转。

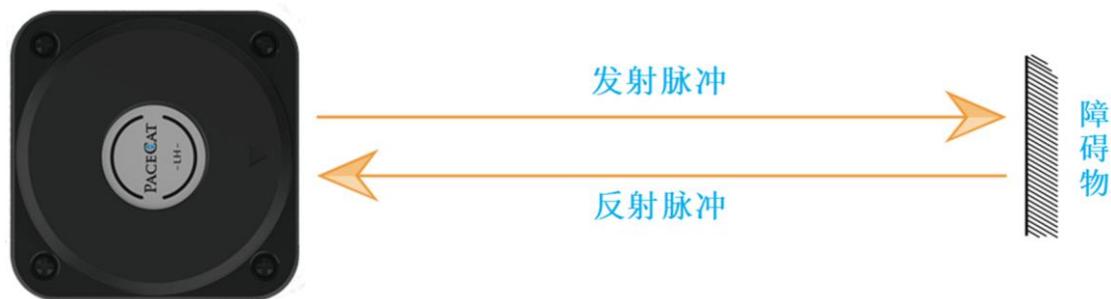


图 2-1 工作原理图

## 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 $\pm 3\text{cm}$ , 不同反射率目标直线一致性好;
- 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)

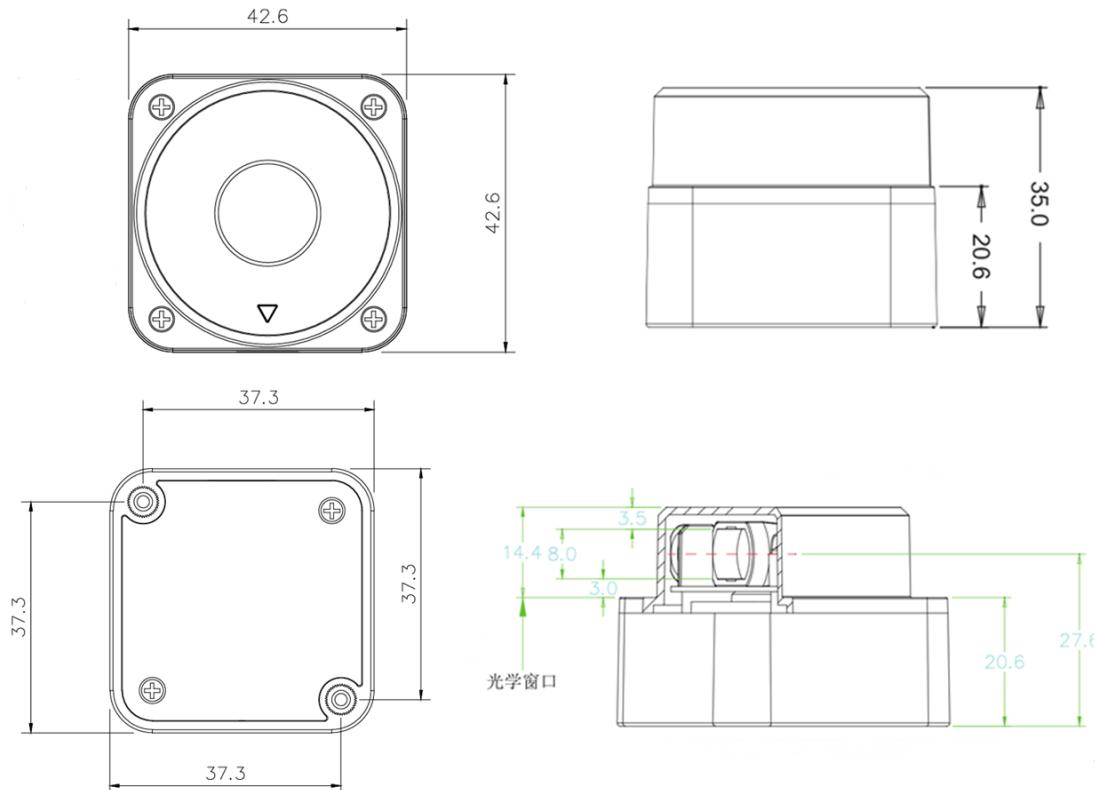


图 4-1 外观及内部结构尺寸示意图

### 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-E200-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。

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-E200-R 发射的垂直角度偏差范围在 0~0.6° 内。

如图 4-3，默认设备窗口中心与雷达发射接收系统光轴重合，假设装配角度误差为  $\theta$ ，雷达俯仰角为  $\alpha$  时，窗口距雷达  $L$ ；窗口大小公式为  $2*(L*Tan(2\theta+\alpha)+4mm)$ 。

例装配角度误差 1°，雷达俯仰角 0.5°，窗口距雷达 200mm，根据公式计算建议窗口大小为  $2*(200*\tan(2.5°)+4)\text{mm}=25.5\text{mm}$ 。



图 4-2 激光垂直角度示意图

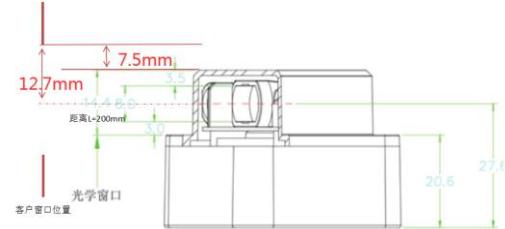


图 4-3 开窗尺寸示意图

### 4.3 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 4-3 所示，当两个或多个雷达在同一高度平面安装时，建议将雷达向下倾斜一定角度避免对射；

如图 4-4、4-5、4-6、4-7 所示，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避免对射。

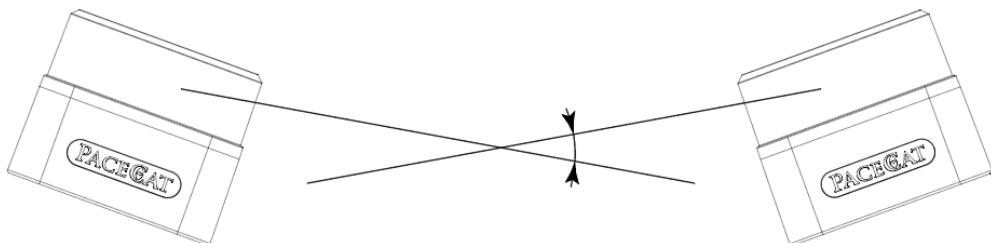


图 4-3 激光雷达等高度横向放置

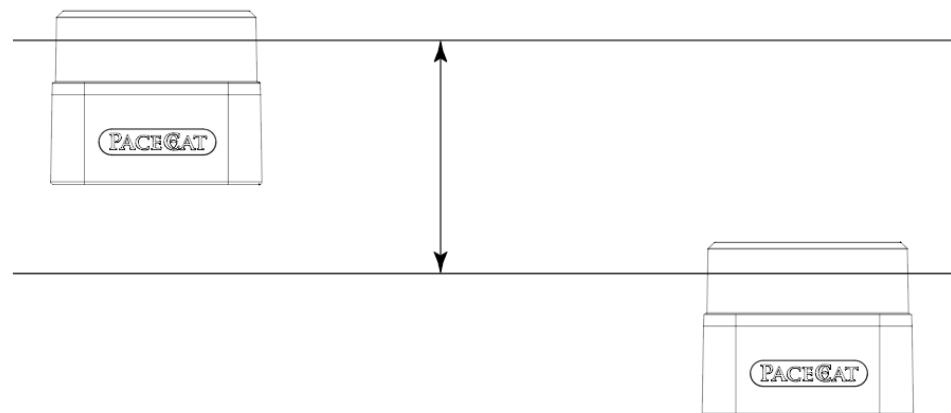


图 4-4 激光雷达不同高度正装

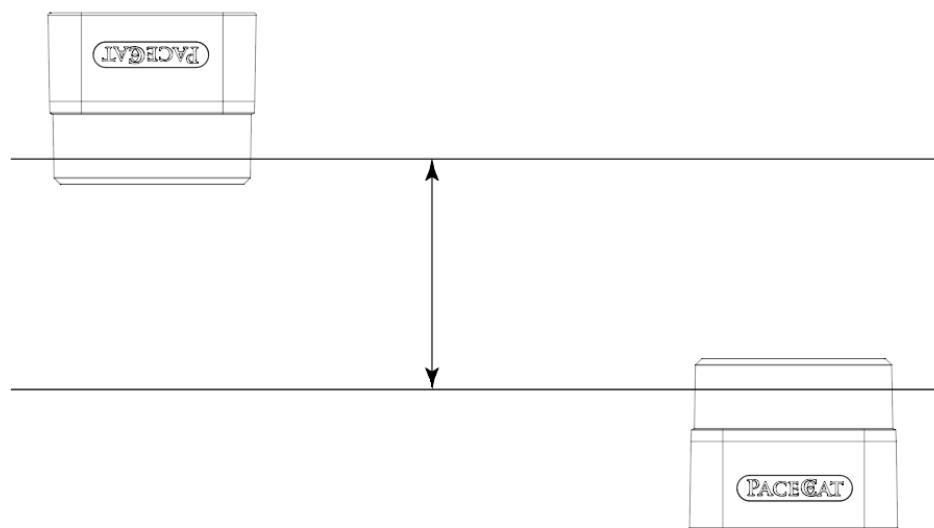


图 4-5 激光雷达不同高度放置，其中一台倒装

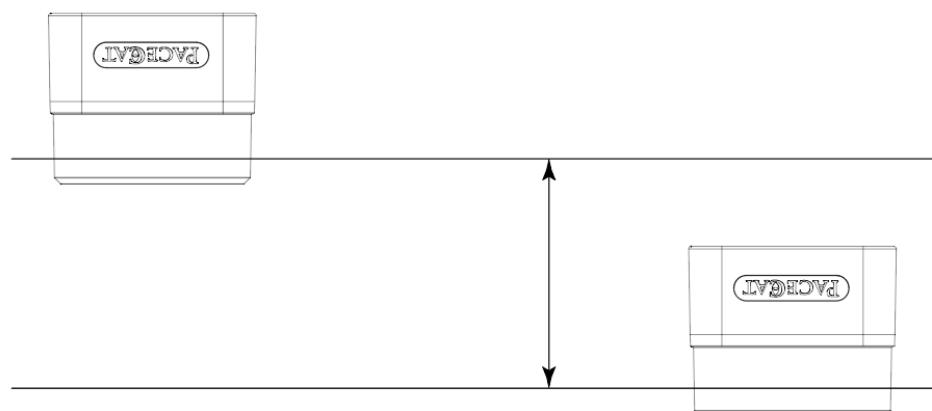


图 4-6 激光雷达不同高度倒装

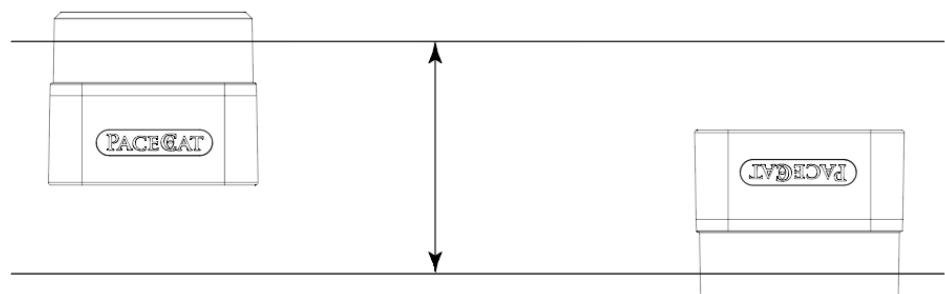


图 4-7 激光雷达不同高度放置，其中一台倒装

## 五. 参数性能

### 5.1 设备物理参数

|         |  |
|---------|--|
| 型号      | LDS-E200-R                                 |
| 激光波长    | 905nm±15nm                                 |
| 检测距离    | 0.1-20m@90% 反射率                            |
|         | 0.1-7m@10% 反射率                             |
| 激光发散角   | <8.5 mrad                                  |
| 激光水平平行度 | 0-0.6 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    | ±30mm (7m 内 10%~90%反射条件下测距精度±30mm,可信度 90%) |
| 距离分辨率   | 10mm                                       |
| 光斑      | 14mm×92mm(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      | 5.1±0.2VDC                                 |
| 工作温度    | -10°C~50°C                                 |
| 存储温度    | -20°C~60°C                                 |
| 外形尺寸    | 42.6mm*42.6mm*35mm (长*宽*高)                 |

## 5.2 通讯与接口

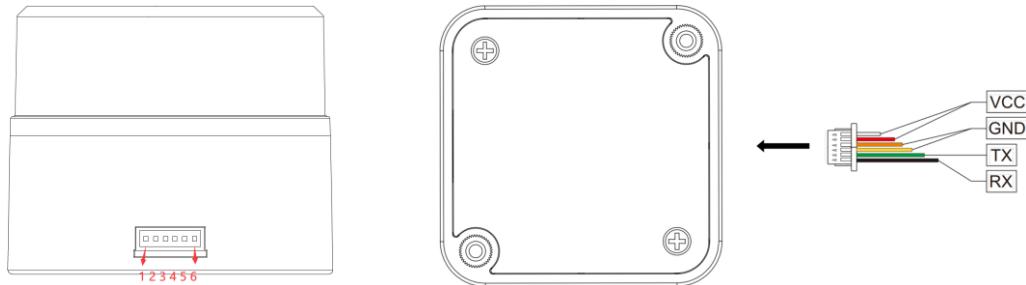


图 5-1 接口定义图

LDS-E200-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.白    | 供电 | 正极输入        | 4.9V | 5.1V | 5.3V            | 超过最大电压将导致核心模块损坏 |
| 2.红    |    |             |      |      |                 |                 |
| 3.橙    | 供电 | 地线          | 0V   | 0V   | 0V              |                 |
| 4.黄    |    |             |      |      |                 |                 |
| 5.绿    | 输出 | 发送 (TX)     | 0V   | 3.3V | 3.5V            |                 |
| 6.黑    | 输入 | 接收 (RX)     | 0V   | 3.3V | 3.5V            |                 |
| 系统启动电流 |    | ≤1A         |      |      | 系统启动需较大电流       |                 |
| 系统工作电流 |    | 150mA~250mA |      |      | 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-E200-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：

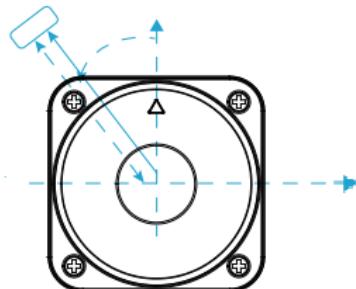


图 5-2 雷达零位及旋转方向示意图

### 5.4 测试设备

LDS-E200-R 通过 USB 转 UART 模块连接到上位机，如图 5-3 所示：

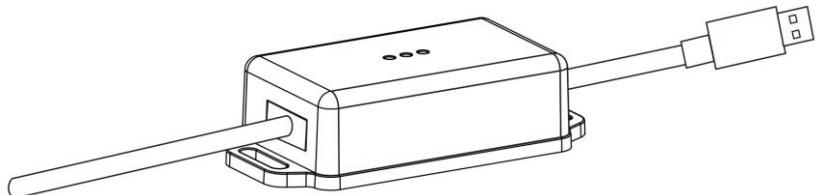


图 5-3 USB 转 UART 模块

此模块使用CH340/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。

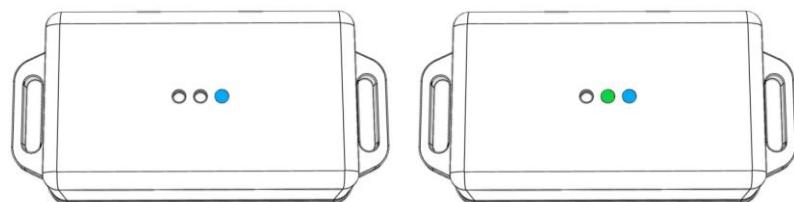


图 5-4 USB 转 UART 模块通电状态图

图 5-5 USB 转 UART 模块工作状态图

## 六. 上位机教程

双击 PaceCatView.exe 安装包，安装上位机，打开 PaceCatView.exe 上位机；选择‘设备’；



图 6-1 PaceCatView 初始界面

选中要连接的雷达，双击；

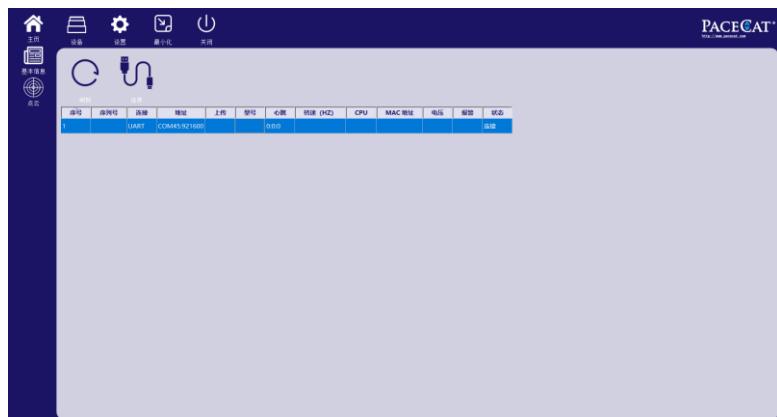


图 6-2 PaceCatView 设备连接界面

上位机连接雷达成功后自动跳转至‘基本信息’；用户可以切换转速，设置后可通过刷新确认雷达是否设置成功，若设置失败，刷新后雷达将返回修改前状态。

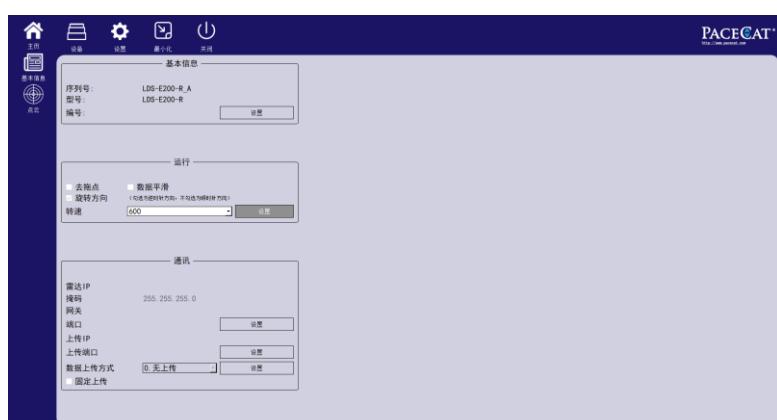


图 6-3 PaceCatView 基本信息界面

选择‘点云’可查看雷达点云界面；

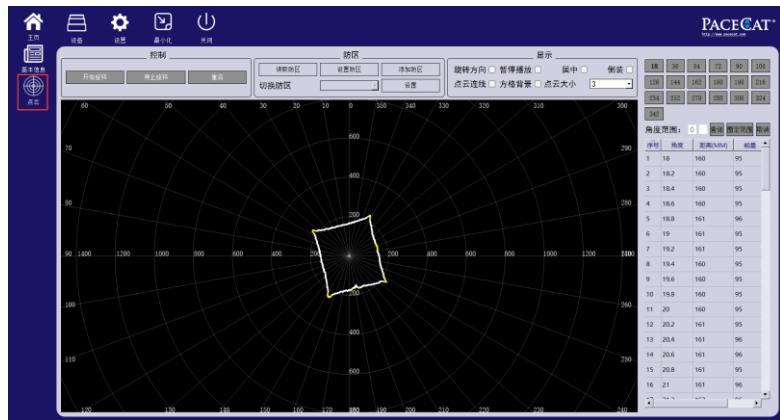


图 6-4 PaceCatView 点云界面

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。

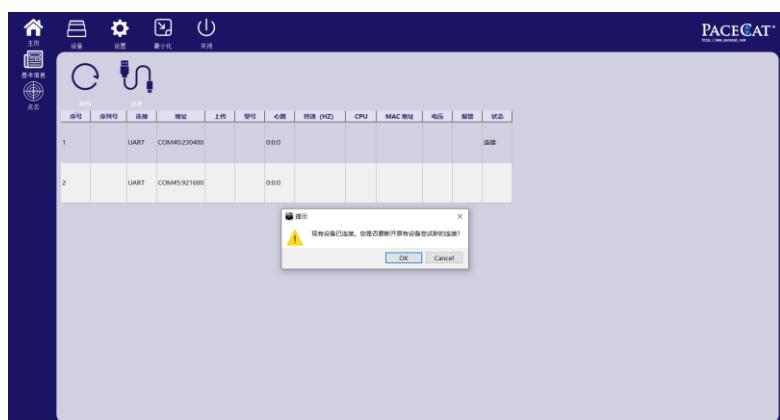


图 6-6 PaceCatView 重新连接新雷达界面

## 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-E200-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 | xx | xx | 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                          |
|----------|-----|----------|-----------------------------|
| <b>a</b> | 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>b</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      | /                           |
| <b>c</b> | 0~7 | 未定义      | /                           |
| <b>d</b> | 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-E200-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-E200-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/bluesea2>

下载 Ros2 驱动, 请访问:

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

如有疑问, 可以联系 Pacecat。