

PACECAT®

360 度 TOF 激光扫描测距雷达 使用说明书

适用机型：LDS-E210-D

版 本：Ver 1.4



版本履历

日期	版本	内容更新
2025-10-17	Ver 1.0	LDS-E210-D 初始版本
2025-11-12	Ver 1.1	更新公司信息 修正激光水平平行度范围 $0\pm0.3^{\circ}$ 更新雷达接口定义图
2025-11-14	Ver 1.2	修改部分安全事项说明 增加开发工具链接
2025-11-17	Ver 1.3	更新雷达机械尺寸图 更新参数表时间同步方式 更新雷达连接线接口定义图，修正接口型号
2025-11-19	Ver 1.4	更新雷达线束要求 更新线束尺寸

版权

© 2025 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；
- ▷ 说明书中涉及的技术参数、结构示意图仅供用户使用参考，未经许可不得用于商业转载、技术研发等非授权用途，违者需承担侵权责任；
- ▷ 本产品以此说明书内容为准，若用户未按说明书步骤操作如违规拆解、未撕保护膜导致直接或间接损失，本公司不予赔偿，且不承担免费维修责任；
- ▷ 本公司对产品性能参数的最终解释权限于产品本身在标准测试条件下的表现，不承担因现场应用条件与测试条件不同而产生的性能差异责任；
- ▷ 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 PHOTOELECTRICITY TECHNOLOGY CO., LTD.

地址：浙江省金华市婺城区秋滨街道仙华南街 1398 号

NO. 1398, XIANHUA SOUTH STREET, JINHUA, 321000, ZHEJIANG, 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；
- 使用前请详细阅读说明书，严禁用户未经本公司许可拆解设备、改装光学窗口、电路接口；因上述操作导致的设备损坏（如激光模块烧毁、测距失效），本公司不予保修，且不承担由此引发的安全风险（如激光泄漏）责任；
- 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；
- 设备需在规定的运行环境内运行（工作温度-20℃~55℃、无腐蚀 / 易燃易爆气体），若超出环境范围导致设备故障，本公司不承担维修责任，且保修条款自动失效；
- 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；因不可抗力（如地震、洪水）或意外事故（如设备坠落、外力撞击）导致的设备损坏，或保修期满后出现的产品故障、损坏等问题，本公司不承担保修责任，但可提供付费维修服务；
- 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	6
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	8
六. 上位机教程	9
6.1 雷达连接	9
6.2 登录权限	10
6.3 保存日志	10
6.4 切换雷达	11
6.5 固件升级	12
七. 数据通讯协议	14
7.1 数据解析	14
7.2 数据举例说明	16
八. 开发工具与支持	18

一. 产品简介



扫地机器人



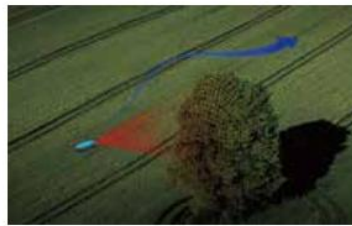
服务机器人



工业机器人



AGV小车



无人机避障



无人机测绘

图 1-1 LDS-E210-D 常见应用场景

LDS-E210-D 典型旋转频率为 15Hz(900RPM), 此转速下角度分辨率为 0.15 度。

LDS-E210-D 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-E210-D 采用飞行时间(TOF, Time Of Flight)原理设计, 进行每秒高达 36000 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- E210-D 内部电机驱动默认设计为**逆时针旋转**。

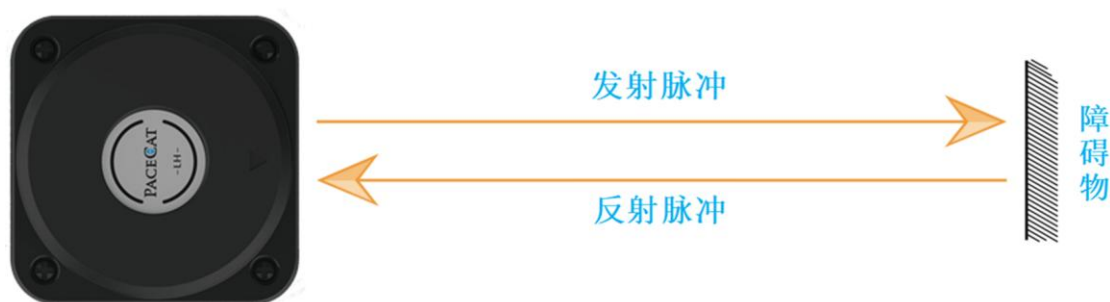


图 2-1 工作原理图

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 $\pm 25\text{mm}$, 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)

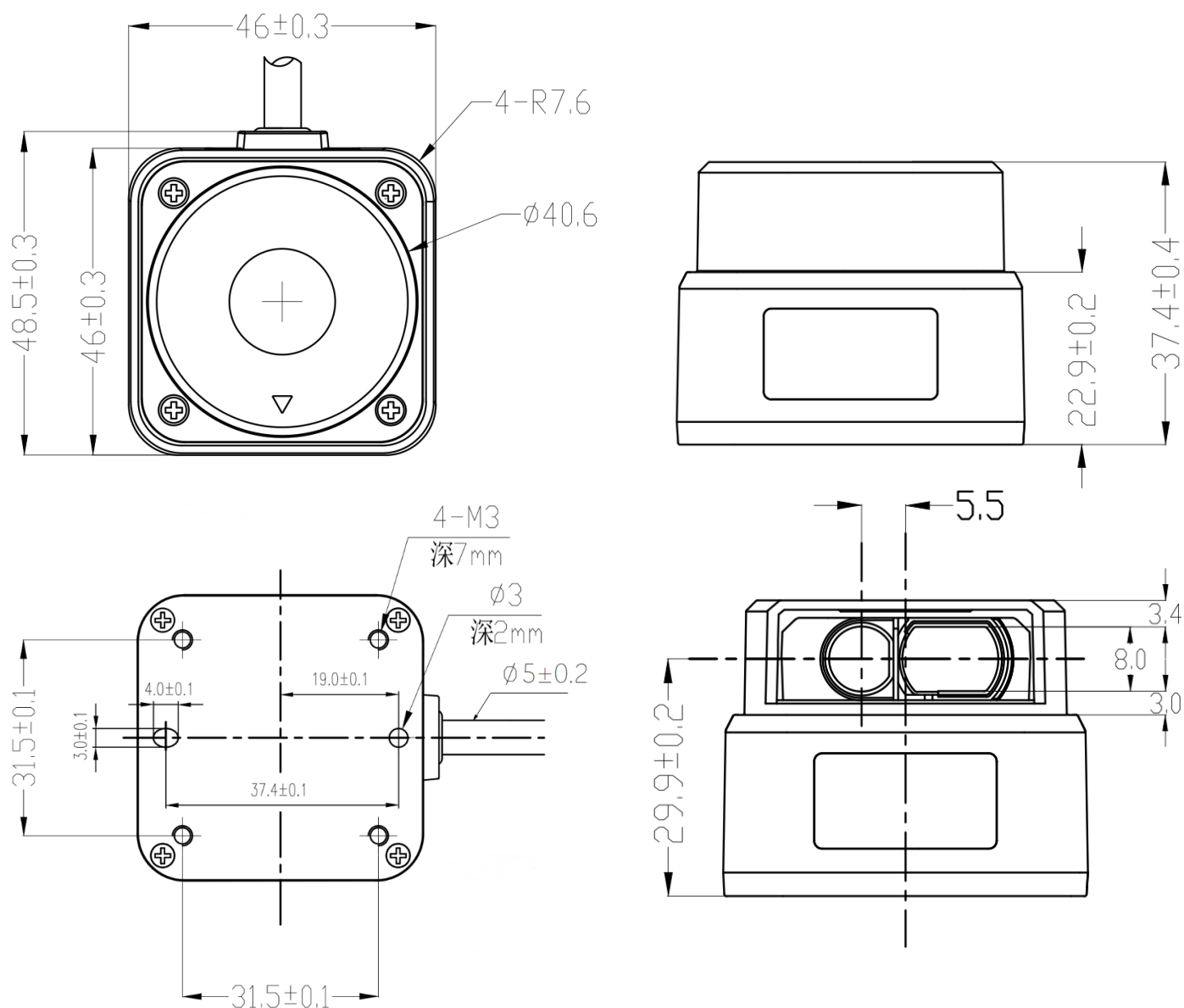


图 4-1 外观及内部结构尺寸示意图

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-E210-D 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-E210-D 发射的垂直角度偏差范围在 $\pm 0.3^\circ$ 内。



图 4-2 激光垂直角度示意图

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，雷达发射中心距离外罩顶部 7.4mm，假设装配角度误差 θ 为 1° ，雷达俯仰角 α 为 0.3° 时，窗口距雷达 L 为 0.5m；光斑长度 $d = 9.7 \times L + 6 = 10.85\text{mm}$ ，窗口与雷达顶部间隙 $a = L \times \tan(1 + 0.3) + 0.5d - 7.4$ ，计算可得间隙距离 9.37mm；开窗大小 $W = a + 14.4$ ，根据计算可得开窗大小至少为 23.77mm。

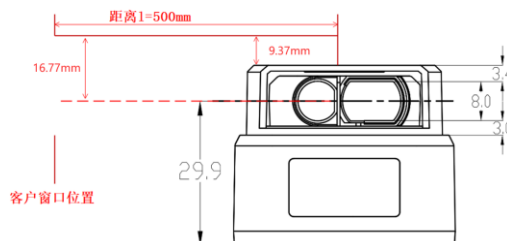


图 4-3 开窗尺寸示意图

- 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。

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 12V 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。

五. 参数性能

5.1 设备物理参数

型号	LDS-E210-D
激光波长	905nm±15nm
检测距离	0.05-40m@90% 反射率
	0.05-15m@10% 反射率
激光发散角	9.7mrad
激光水平平行度	0°±0.3°
旋转方向	逆时针
扫描区域	360 度
扫描速率	15Hz
角分辨率	0.15°
测量速率	36kHz
测距精度 ¹	±2.5cm@≤15m ±3cm@ > 15m
最小距离单位	1mm
接口参数	RS485 3125000bps
接口数据	角度、距离、强度
时间同步	GPS (PPS+UTC)
供电	10V~26V DC
运行功耗	< 2W
抗环境光	100kLux
工作温度	-20°C~55°C
存储温度	-40°C~70°C
防护等级	IP67
外形尺寸	46mm*46mm*37.4mm (长*宽*高)

1)测距精度数据由蓝海光电实验室测试得出，实验室温度 23°C、室内环境光条件下，采用 90%标准漫反射目标板，至少采集 100 次样本数据均值与真值之差，详细数据及测试报告请联系蓝海光电。激光雷达属于精密光电类传感器，其测试结果与安装方式、温度、湿度、振动、环境光等因素相关。

5.2 通讯与接口

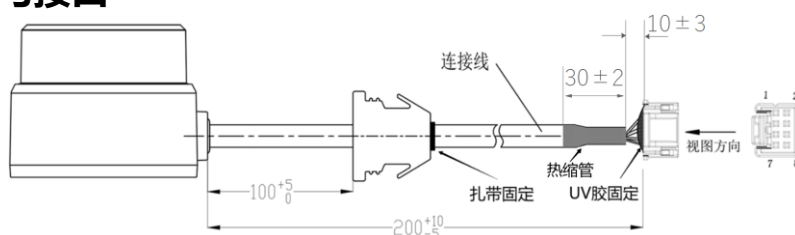


图 5-1 接口定义图

LDS-E210-D 需使用 10~26V 直流电源，同时为测距模块与电机控制系统供电。因此，外部供电系统应确保其具备足够的电流输出能力与良好的纹波特性，以保障雷达正常工作。

雷达接口定义如图 5-1 所示。其中 RS485_A 与 RS485_B 信号线由白、黄双色线双绞而成，线材整体带金属屏蔽层。物理接口型号为 JST PUDP-08V-S，引脚定义参照下表。

接口参数表

引脚序号	颜色	定义	备注
1	红色	VCC	10~26V DC
2	黑色	GND	
3	白色	RS485_A	双绞线 波特率: 3125000bps
4	黄色	RS485_B	
5	橙色	PPS	
6	绿色	GPS_TX	

5.3 坐标系定义

LDS-E210-D 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，旋转角度默认沿着逆时针方向旋转增大。如下图所示：

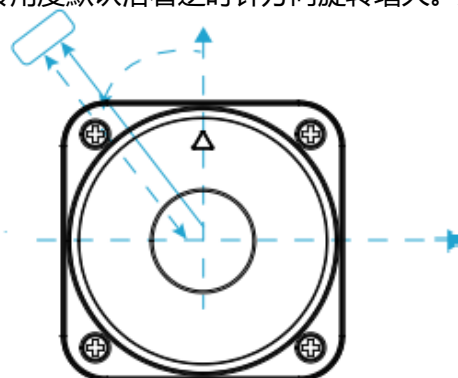


图 5-2 雷达零位及旋转方向示意图

六. 上位机教程

6.1 雷达连接

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

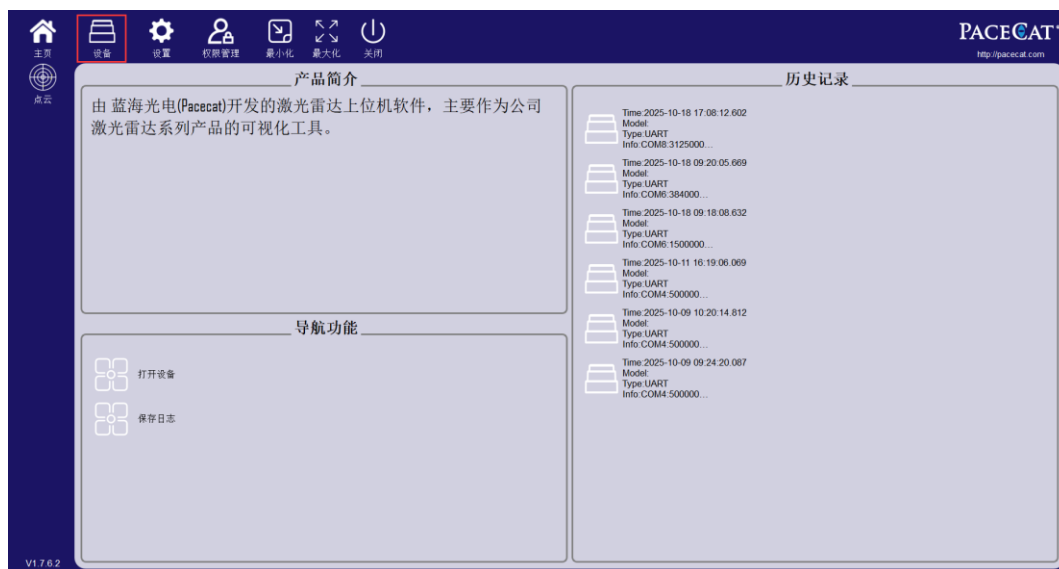


图 6-1 PaceCatView 初始界面

选中要连接的雷达，双击；

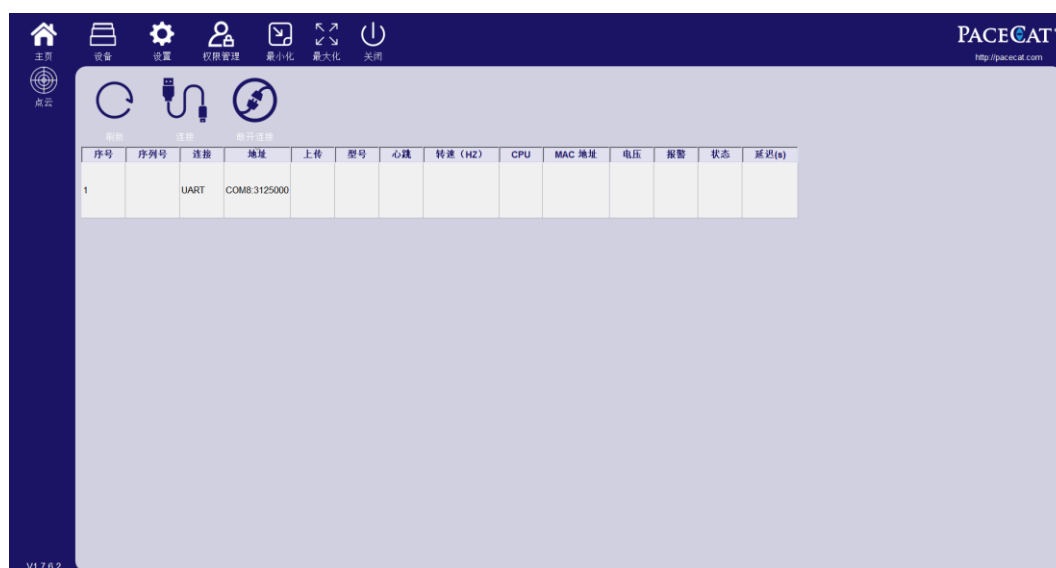


图 6-2 PaceCatView 设备连接界面

6.2 登录权限

上位机连接雷达成功后跳转至‘基本信息’;

‘权限管理’处可登录管理员权限，修改运行参数;

登录账号：admin

登录密码：lh123456

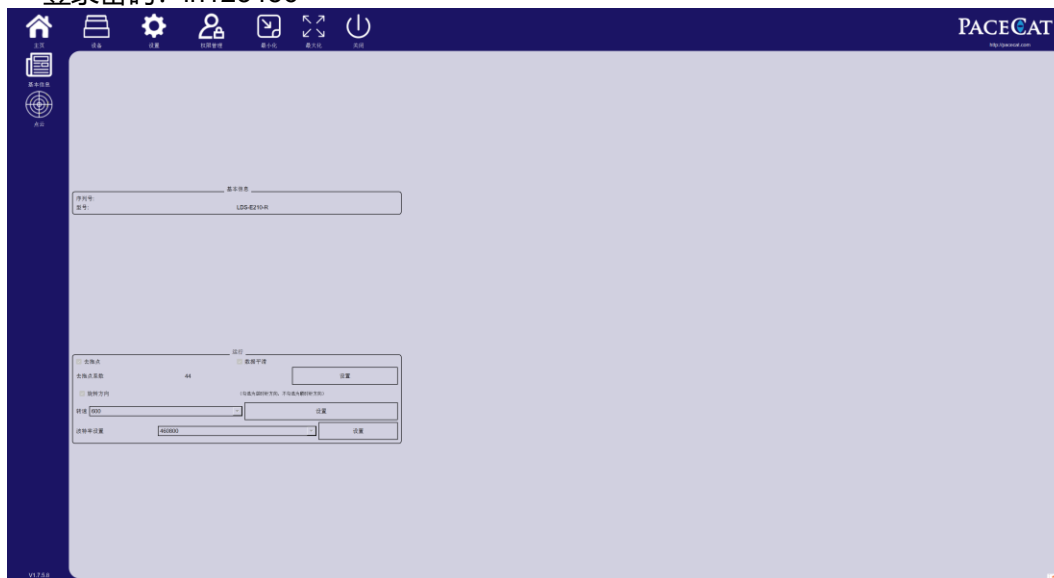


图 6-3 PaceCatView 基本信息界面

6.3 保存日志

选择‘点云’可查看雷达点云界面;

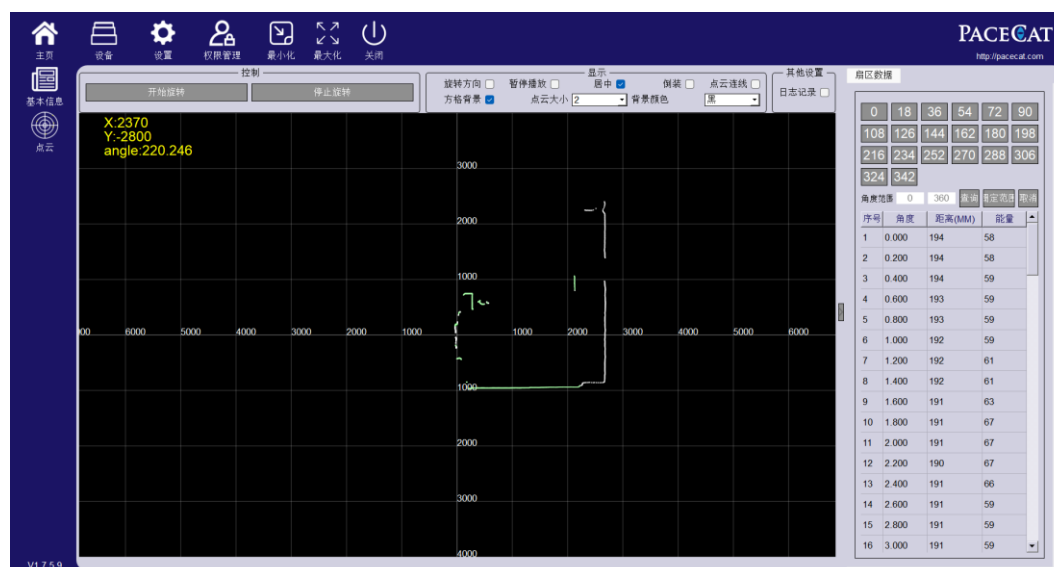


图 6-4 PaceCatView 点云界面

用户可在‘设置’界面切换语言和设置日志保存路径；在‘点云’界面‘其他设置’选择是否打开记录功能，若打开，点云日志被记录在已经设置好的路径下，关闭则不在保存。

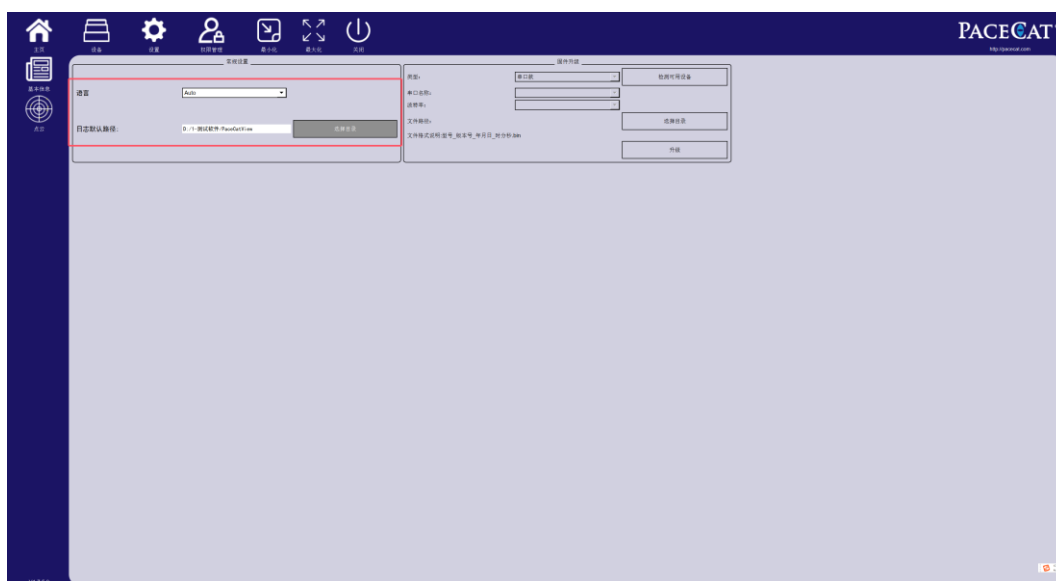


图 6-5 PaceCatView 设置界面

6.4 切换雷达

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。

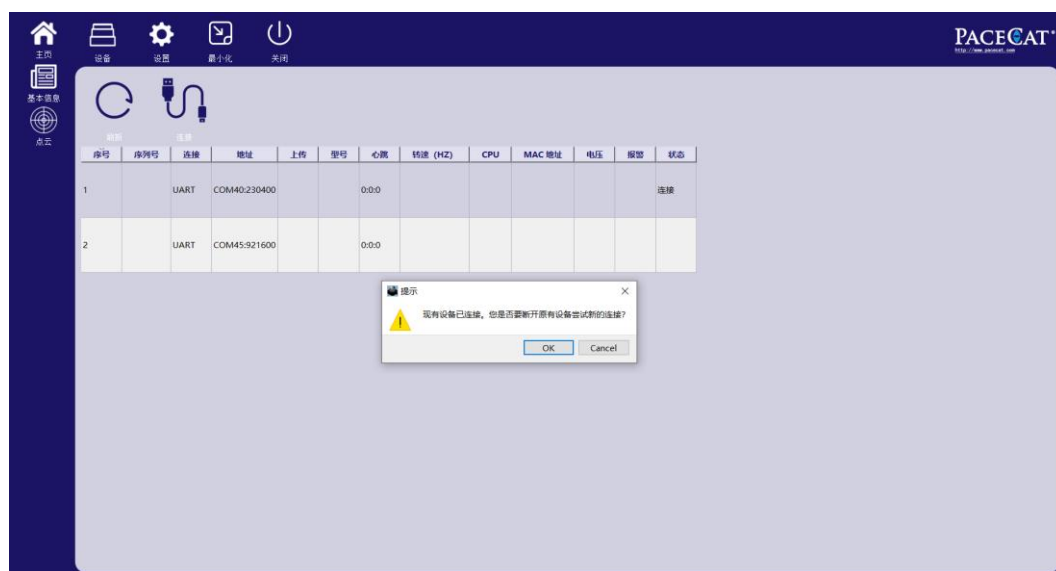


图 6-6 PaceCatView 重新连接新雷达界面

6.5 固件升级

注意：固件升级需要保证上位机处于未连接雷达的离线状态，如果已经连接雷达，按照下图所示断开连接即可；

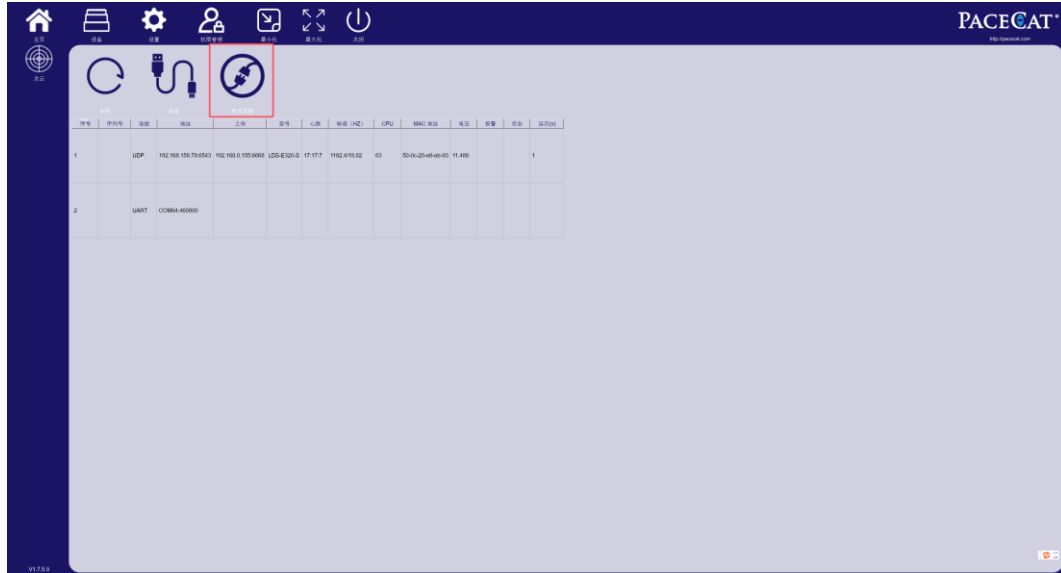


图 6-7 PaceCatView 设备连接界面

选择‘设置’，按照下图图标所示步骤操作，确认类型/串口名称/波特率正确后，选择准备升级的固件；

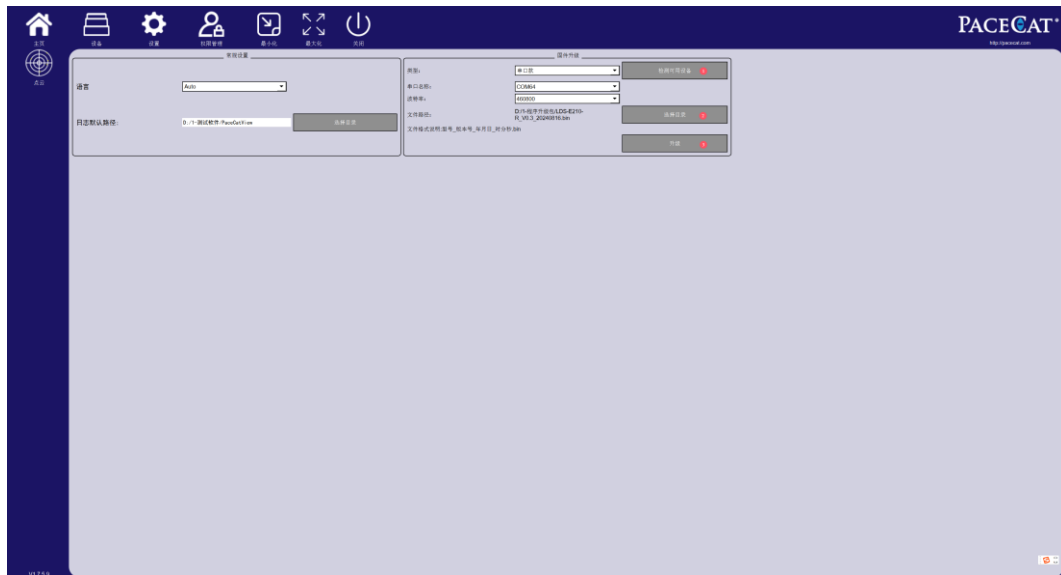
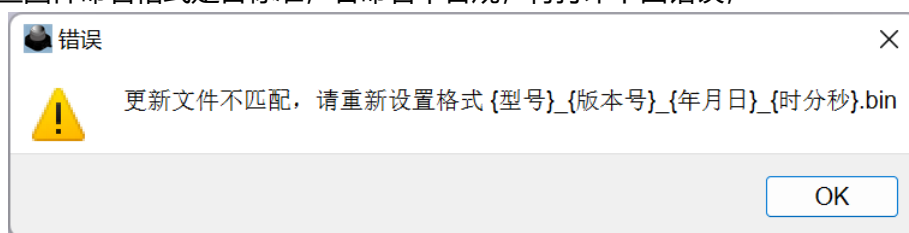


图 6-8 PaceCatView 设备连接界面

检查固件命名格式是否标准，若命名不合规，将打印下面错误：

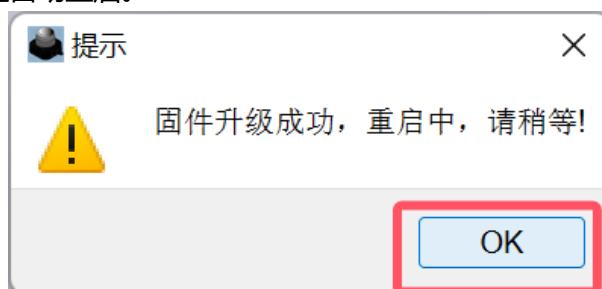


确认准确后，选择升级；

上位机提示如下，确认后选择'ok'；



升级成功，雷达自动重启。



升级前确保电源稳定，避免中途断电，升级中断可能导致雷达无法启动，需联系售后恢复。

七. 数据通讯协议

7.1 数据解析

表 7-1 雷达点云数据包协议

字段	内容	长度	数据类型	描述
preheader	0xEE	1	uint8_t	先导符，用于识别包的开始
	0xFF	1	uint8_t	
	Protocol Version Major	1	uint8_t	通讯协议版本号，默认 0x00
	Protocol Version Minor	1	uint8_t	通讯协议版本号，默认 0x00
	分时复用诊断信息的版本号	1	uint8_t	无用
	Data Type	1	uint8_t	见数据包的类型定义
header	Date&Time	6	uint8_t[6]	UTC 时间，按照年月日时分秒的顺序依次存储
	Timestamp	4	uint32_t	时间戳，单位 us，当前 UTC 时间的秒后小数部分，取值 0~999999
Data	Data			见数据包的内容
Tail	CRC	4	uint32_t	preheader+header+data 的 CRC 校验值

状态数据包：LDS-E210-D 二维激光雷达在进行扫描时，每秒发送一次状态数据包。

表 7-2 状态数据包位定义

内容	长度	数据类型	描述
"ST"	2	char[2]	雷达状态包起始，固定字符 "ST"
state	4	uint8_t[2]	雷达状态信息
"ED"	2	char[2]	雷达状态包末尾，固定字符 "ED"
CRC	4	uint32_t	"ST" + state + "ED" 的 CRC 值

表 7-3 点云数据包位定义

内容	长度	数据类型	描述												
azimuth	2	uint16_t	扇区起始角度，单位：0.01°												
数据单元 1	3	<table><tr><th>内容</th><th>长度</th><th>数据类型</th><th>描述</th></tr><tr><td>Distance</td><td>2</td><td>uint16_t</td><td>测距值 单位：1mm</td></tr><tr><td>Reflectivity</td><td>1</td><td>uint8_t</td><td>反射率</td></tr></table>		内容	长度	数据类型	描述	Distance	2	uint16_t	测距值 单位：1mm	Reflectivity	1	uint8_t	反射率
内容	长度			数据类型	描述										
Distance	2			uint16_t	测距值 单位：1mm										
Reflectivity	1			uint8_t	反射率										
数据单元 2	3														
.....														
数据单元 xx	3														
Dirty Degree	4	未使用													
Lidar State	1	uint8_t	未使用												
Reserved_id	1	uint8_t	软件版本												
Reserved_info	2	int16_t	温度，单位：0.1℃												
Sequence Num	2	uint16_t	数据包的序列号，每包数据加 1												

7.2 数据举例说明

LDS-E210-D 数据包中一个扇区为 18 度；下图以 18 度一个扇区的数据包进行解析。

```

53 54 9F 01 60 00 45 44 AF EC A4 D5 EE FF 00 00 00 01 46 01 01 00 00 38 B4 30 0C 00 50 46 59 00
31 59 00 31 59 00 31 59 00 31 59 00 31 59 00 31 59 00 31 58 00 32 58 00 31 57 00 32 57 00 31 57
00 32 58 00 31 58 00 31 59 00 31 59 00 31 58 00 31 58 00 32 58 00 32 57 00 32 56 00 31 57 00 32
56 00 32 56 00 31 56 00 32 56 00 31 55 00 32 56 00 32 56 00 32 56 00 32 55 00 31 56 00 32 55 00
32 56 00 31 57 00 31 57 00 32 58 00 32 58 00 32 57 00 32 56 00 31 57 00 32 56 00 32 56 00 31 56
00 31 56 00 32 55 00 32 55 00 32 55 00 32 55 00 31 55 00 31 55 00 32 55 00 32 54 00 31 54 00 31
54 00 31 54 00 31 54 00 31 54 00 31 54 00 32 55 00 31 55 00 32 55 00 32 56 00 32 55 00 32 56 00
32 56 00 32 55 00 32 55 00 32 55 00 32 54 00 32 54 00 32 55 00 32 54 00 33 53 00 32 53 00 32 52
00 32 51 00 32 51 00 32 51 00 33 51 00 33 52 00 33 52 00 32 52 00 33 52 00 32 53 00 33 52 00 33
52 00 33 52 00 33 53 00 33 52 00 33 51 00 33 51 00 33 50 00 34 50 00 33 51 00 33 51 00 33 51 00
33 52 00 33 51 00 33 51 00 33 51 00 32 50 00 33 4F 00 33 50 00 33 51 00 33 52 00 32 52 00 32 54
00 32 53 00 32 53 00 32 53 00 32 52 00 32 52 00 32 52 00 32 52 00 32 52 00 33 52 00 33 52 00 32
52 00 33 52 00 33 00 00 00 00 00 09 83 01 07 40 63 6B DA 2C EE FF 00 00 00 01 46 01 01 00 00 38
  
```

表 7-4 测量数据包数据解析表

十六进制数据	数据含义
EE FF	帧头。
00 00	通讯协议版本号，默认 0x0000
00	分时复用诊断信息版本号，无用，默认 0x00
01	0x01 数据包类型：0x00 180 个点，0x01 120 个点，0x02 90 个点
46 01 01 00 00 38	UTC 时间，按照年月日时分秒的顺序依次存储
B4 30 0C 00	时间戳，单位 us，当前 UTC 时间的秒后小数部分，取值 0~999999
50 46	扇区起始角度，单位：0.01°，0x4650 为 180.0°，
59 00 31	0x0059 测距距离为 89mm，0x31 为强度值 49
.....	如上，均表示距离和强度信息。
00 00 00 00	脏污状态，未使用，默认 0x00000000
00	雷达状态，未使用，默认 0x00
09	软件版本 0x09
83 01	机头温度，单位 0.1°C，0x0183 为 38.7°C
07 40	数据包的序列号，每包数据加 1，范围 0~0xFFFF
63 6B DA 2C	preheader+header+data 的 CRC 校验值

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	0x1001 1111；从低到高表示：雷达为 mm 机、强度开、去拖点开、滤波开、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			
	bit:0	cm/mm 单位	0:cm/1:mm(默认为 1，不可改)	
	bit:1	强度	0:关闭强度/1:打开强度(默认为 1，不可改)	
	bit:2	去拖点	0:关闭去拖点/1:打开去拖点(默认为 1，不可改)	
	bit:3	滤波	0:关闭滤波/1:打开滤波(默认为 1，不可改)	
	bit:4	18°一个扇区	0:关闭 18°一个扇区/1:打开 18°一个扇区	
	bit:5	9°一个扇区	0:关闭 9°一个扇区/1:打开 9°一个扇区	
	bit: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	
	bit: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)	
01	01 表示：雷达逆时针旋转			
	bit0	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)	
	bit1~7	未定义	/	
60	0x0110 0000，无 PPS 信号报警，无 GPS 信号报警			
	bit:0	线圈断开	0：正常，1：报警	shutdown
	bit:1	线圈过流	0：正常，1：报警	shutdown
	bit:2	码盘错误	0：正常，1：报警	warning，长时间未恢复需要重启
	bit:3	电机故障	0：正常，1：报警	warning，长时间未恢复需要重启
	bit:4	时间同步精度低	0：正常，1：报警	warning，检查 GPS 信号源
	bit:5	无 GPS 信号	0：正常，1：报警	warning，检查 GPS 信号源
	bit:6	无 PPS 信号	0：正常，1：报警	warning，检查 GPS 信号源
	bit:7	GPS 信号异常	0：正常，1：报警	warning，检查 GPS 信号源
00	00 表示：雷达状态正常			
	bit:0	底板低压	0：正常，1：报警	warning，长时间未恢复需要检查电压
	bit:1	底板高压	0：正常，1：报警	shutdown
	bit:2	机头温度异常	0：正常，1：报警	shutdown
	bit:3	机头低压	0：正常，1：报警	warning，长时间未恢复需要检查电压
	bit:4	机头高压	0：正常，1：报警	shutdown
	bit:5	机头无数据	0：正常，1：报警	shutdown
	bit:6	机头数据异常	0：正常，1：报警	shutdown
	bit:7	红外接收错误	0：正常，1：报警	warning，长时间未恢复需要重启
45 44	45 44 即为 ED，状态包结束标志			
AF EC A4 D5	“ST” + state + “ED” 的 CRC 校验值			

8. 开发工具与支持

为了方便用户快速使用 LDS-E210-D 型号激光雷达进行产品开发，蓝海提供了如下开发工具：

下载 Windows、Linux 等平台下的 SDK 开发包、示例程序及 Ros 驱动，请访问：

[GitHub - BlueSeaLidar/lidar-e210-d](https://github.com/BlueSeaLidar/lidar-e210-d)

如有疑问，可以联系蓝海售后热线 400-822-0027。