

PACECAT®

360 度 TOF 激光扫描测距雷达 使用说明书

适用机型：LDS-E200-E-9
版 本：Ver 1.1



版本履历

日期	版本	内容更新
2024-11-21	Ver 1.0	LDS-E200-E-9 初版
2024-11-28	Ver 1.1	更新引脚定义说明

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 PHOTOLECITY 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

- 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 通讯设置	8
5.3 接口定义	9
5.4 坐标系定义	10
六. 上位机教程	11
七. 数据通讯协议	14
7.1 数据解析	14
7.2 数据解析示例	15
7.3 网络心跳协议	17
八. 开发工具与支持	19

一. 产品简介

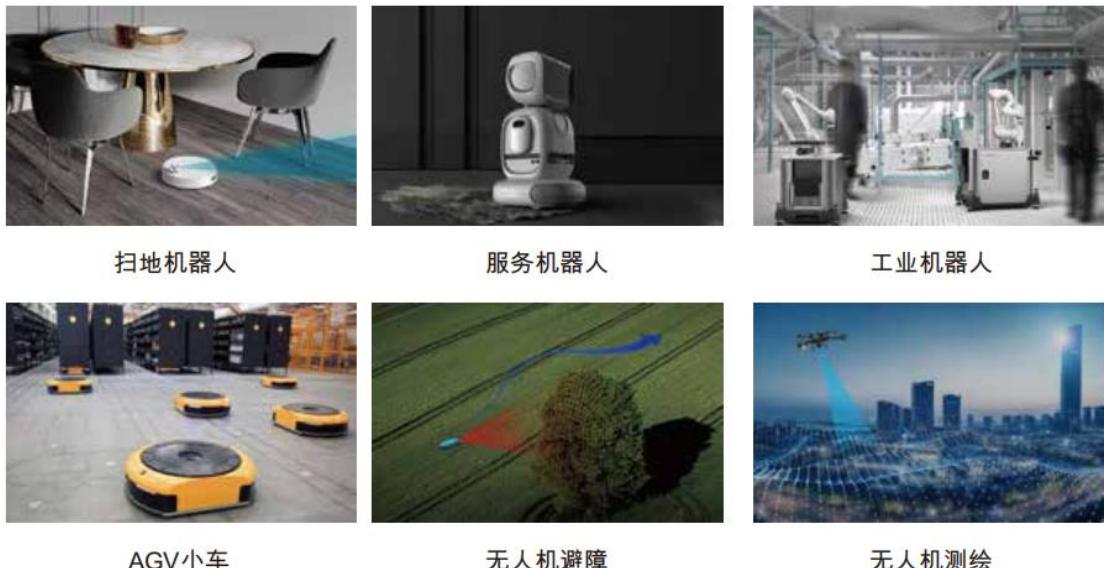


图 1-1 LDS-E200-E-9 常见应用场景

LDS-E200-E-9 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-E-9 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-E-9 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-E-9 内部电机驱动默认设计为逆时针旋转。

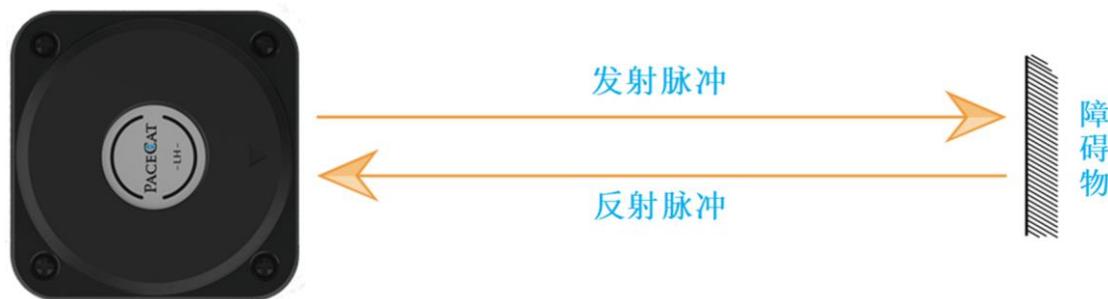


图 2-1 工作原理图

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)

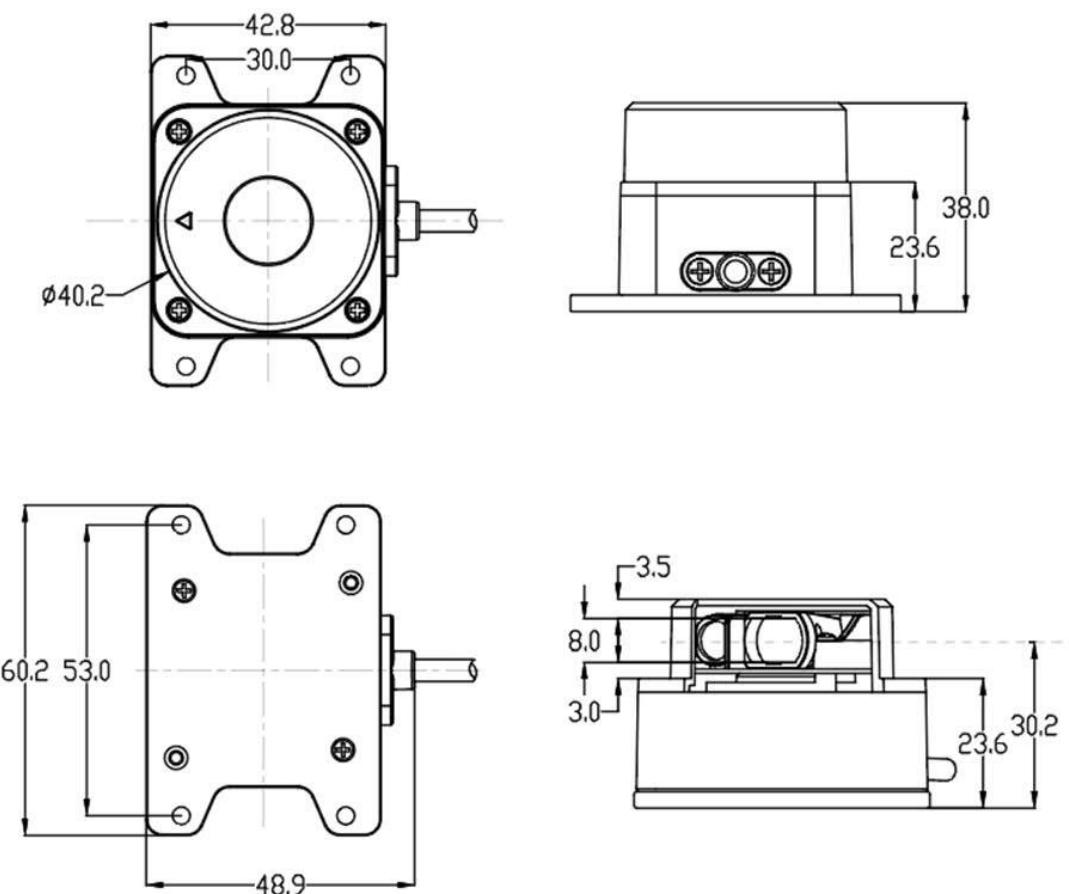


图 4-1 外观及内部结构尺寸示意图

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-E-9 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-E-9 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 θ ，雷达俯仰角为 α 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 $2*(200*\tan(2.5°)+4)\text{mm}=25.5\text{mm}$ 。

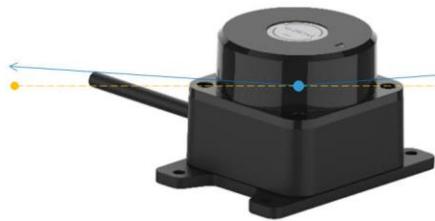


图 4-2 激光垂直角度示意图

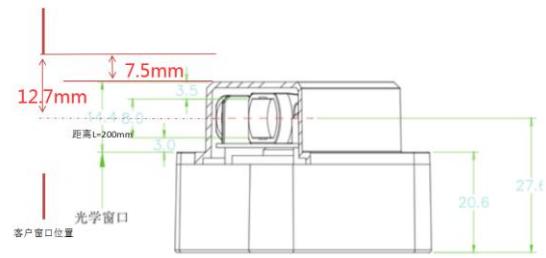


图 4-3 开窗尺寸示意图

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。

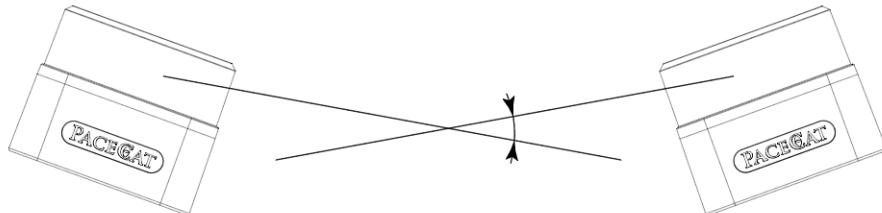


图 4-3 激光雷达等高度横向放置

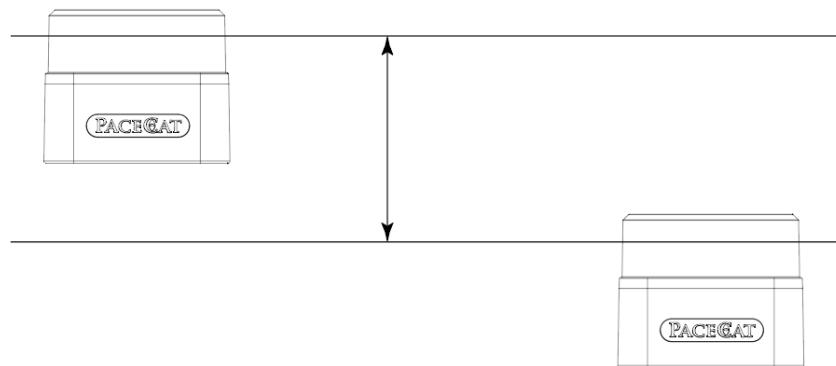


图 4-4 激光雷达不同高度正装

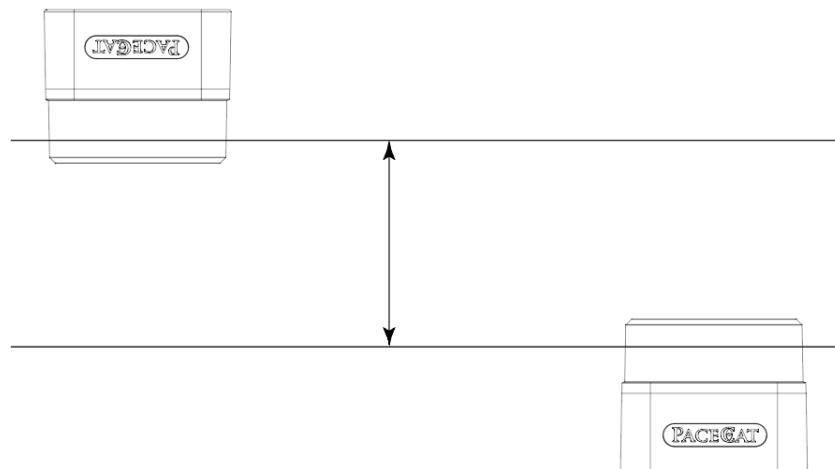


图 4-5 激光雷达不同高度放置，其中一台倒装

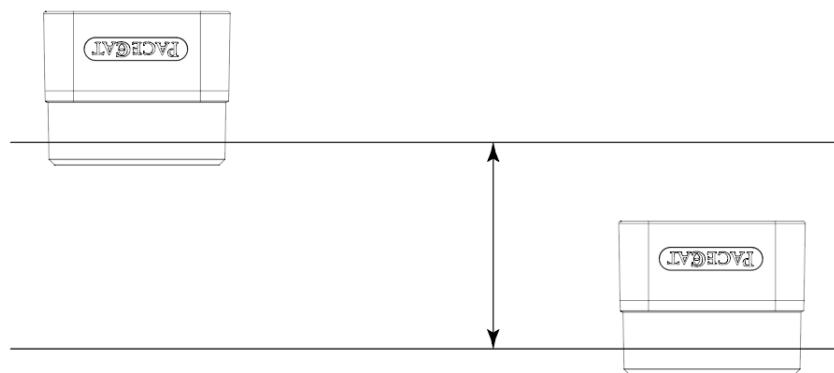


图 4-6 激光雷达不同高度倒装

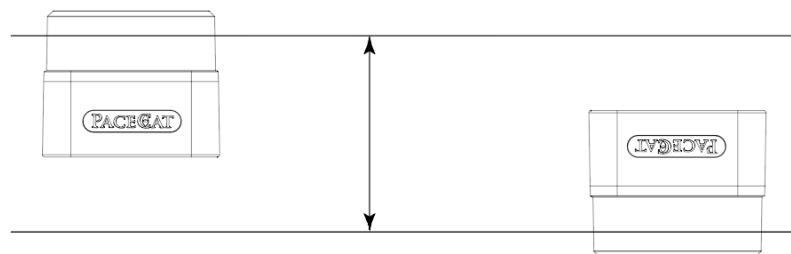


图 4-7 激光雷达不同高度放置，其中一台倒装

五. 参数性能

5.1 设备物理参数

型号	LDS-E200-E-9
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	Ethernet
功耗	<2.5W
输出	原始数据 (距离、角度、能量)
环境光	>80000lux
供电	10~26V DC
工作温度	-10°C~50°C
存储温度	-20°C~60°C
外形尺寸	60.2mm*42.8mm*38mm (长*宽*高)

5.2 通讯设置

LDS-E200-E-9 与电脑之间使用标准以太网接口连接网线。为了保证雷达能够和电脑正常通讯，需要保证二者在同一个网段。

雷达出厂设置如下：

- 雷达 IP: 192.168.64.105
- 雷达子网掩码: 255.255.255.0
- 雷达网关: 192.168.64.1
- 雷达默认上传地址: 192.168.64.20

电脑网络设置如下：

- 电脑 IP: 192.168.64.20
- 电脑子网掩码: 255.255.255.0
- 电脑网关: 192.168.64.1

电脑 IP 设置流程如下：

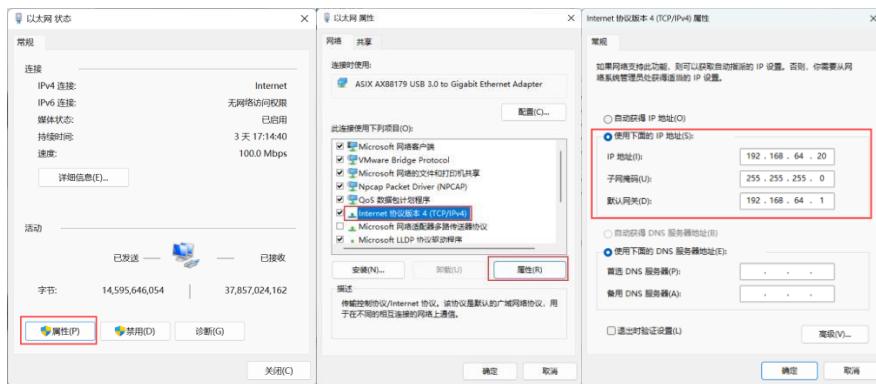


图 5-1 电脑 IP 配置

5.3 接口定义

雷达使用定制连接线，线长 $600\pm10\text{mm}$ ，接口定义如图 5-2 所示

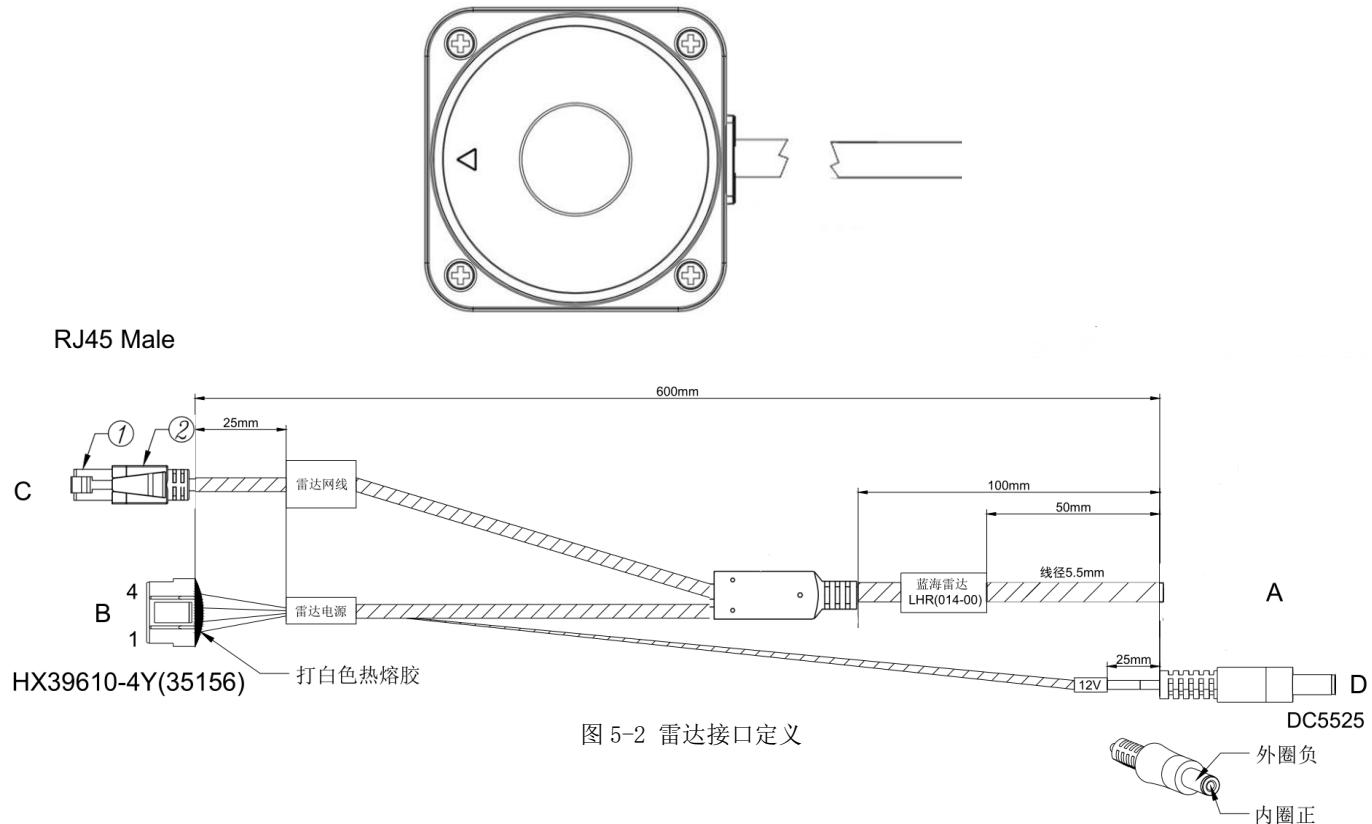


图 5-2 雷达接口定义

接线引脚定义					
A	B	C	D	线色	定义
12V	3			红色	12V
GND	4			黑色	GND
	1		内圈	红色	12V
	2		外圈	黑色	GND
TX+		1		橙白	TX+
TX-		2		橙色	TX-
RX+		3		蓝白	RX+
RX-		4		蓝色	RX-

图 5-3 LDS-E200-E-9 雷达线接口定义

5.4 坐标系定义

LDS-E200-E-9 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：

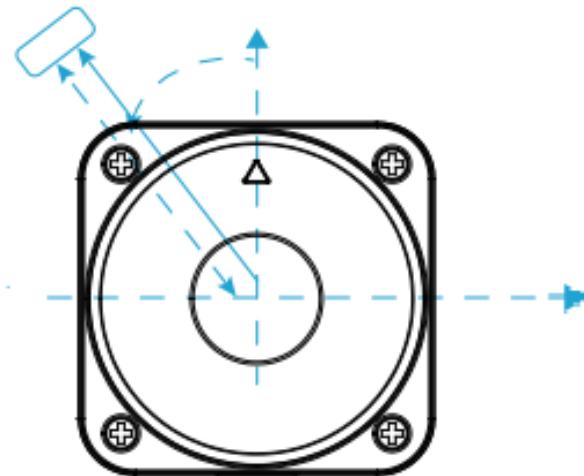


图 5-3 雷达零位及旋转方向示意图

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；

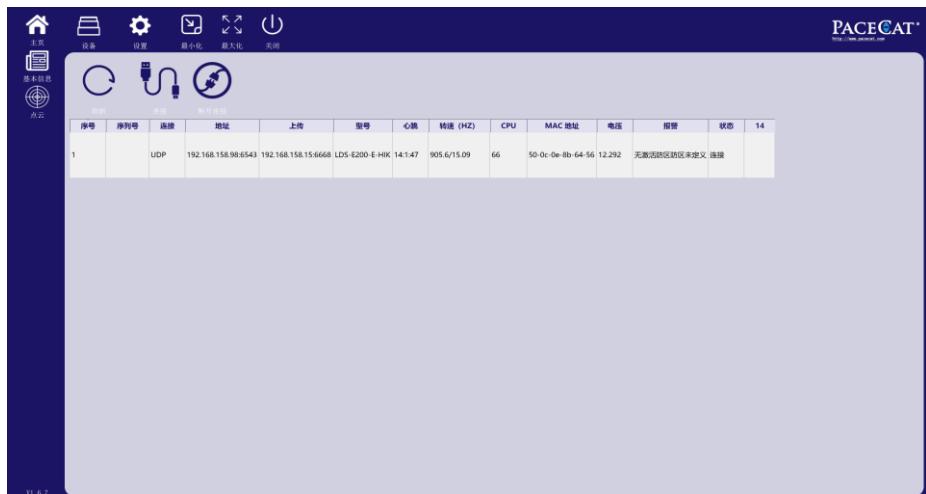


图 6-2 PaceCatView 设备连接界面

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。

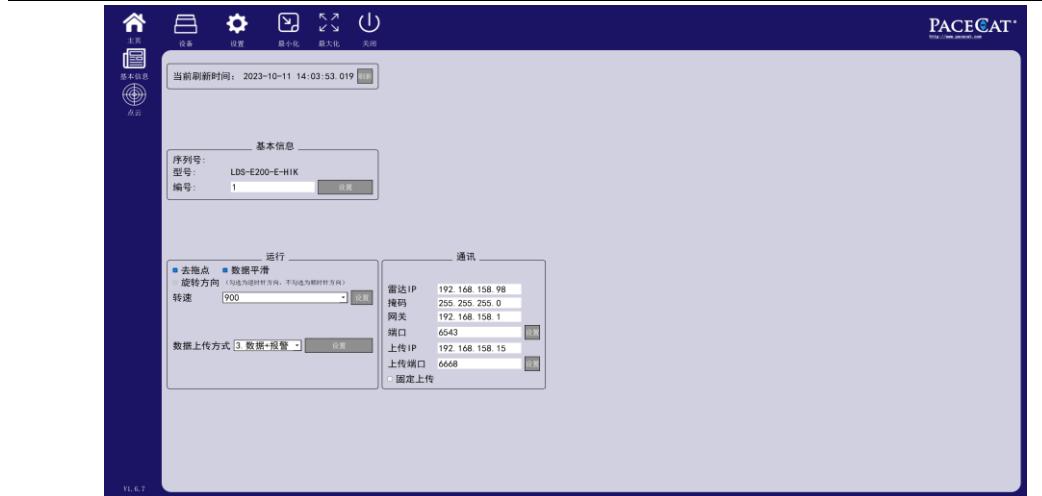


图 6-3 PaceCatView 基本信息界面

选择‘点云’可查看雷达点云界面；

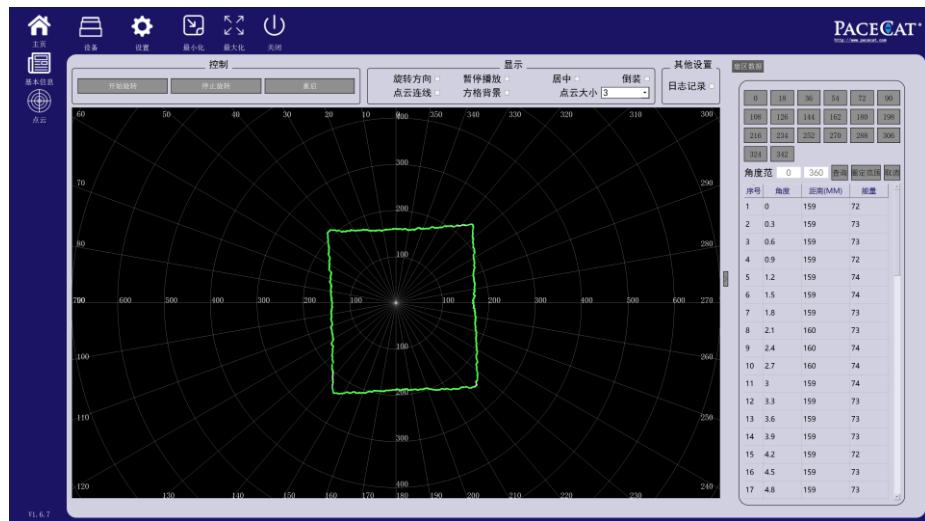


图 6-4 PaceCatView 点云界面

用户可在‘设置’界面切换语言和设置日志保存路径；在‘点云’界面‘其他设置’选择是否打开日记记录功能，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。

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

测量数据包格式：点云数据基于以太网 UDP 协议包进行传输，默认端口号为：6668(软件可配置)。

格式说明：低字节在前，高字节在后。

```
struct
{
    uint16_t code;      两字节，帧头，固定为 0xc7fa
    uint16_t count;     两字节，扇区内分包测距点数
    uint16_t whole_fan; 两字节，扇区内总测距点数
    uint16_t offset;    两字节，扇区偏移量
    uint32_t begin_ang; 四字节，扇区起始角度
    uint32_t end_ang;   四字节，扇区终止角度
    uint32_t flags;     四字节，状态包
    uint32_t timestamp; 四字节，时间戳 (3.6*10^6,取当前时间的小时后部分的时间戳
(mm), 表示 UDP 包第一个点云数据发射时的时间。)
    uint32_t dev_no;    四字节，设备编号
    uint16_t distance; 两字节* count, 区内分包所有距离数据
    uint16_t angle;     两字节* count, 区内分包所有角度数据
    uint8_t strength;   一字节*count, 区内分包所有强度数据 (计算校验码时自动补足为
两字节)
    uint16_t verify;    两字节,校验
};
```

7.2 数据解析示例

LDS-E200-E-9 数据包中一个扇区为 18 度，下图是数据包解析。

C7 FA	5A 00	5A 00	00 00	00 00 00 00	50 46 00 00
9F 01 00 00	8D FC	06 00	01 00 00 00	9A 00 9A 00	
9A 00 9A 00	9A 00 99 00	9A 00 9A 00	9B 00 9B 00		
9B 00 9C 00	9D 00 9D 00				
9D 00 9D 00					
9E 00 9E 00	9E 00 9D 00	9D 00 9D 00	9D 00 9D 00	9D 00 9D 00	
9D 00 9D 00					
9D 00 9D 00	9D 00 9E 00	9E 00 9E 00	9E 00 9E 00	9E 00 9E 00	
9E 00 9F 00	9F 00 9F 00	A0 00 A0 00	A0 00 A0 00	A0 00 A0 00	
A0 00 A0 00					
A0 00 A0 00	A0 00 A1 00	A1 00 A1 00	A1 00 A1 00	A1 00 A1 00	
A1 00 A0 00	A1 00 A0 00	A1 00 A1 00	A2 00 A4 00	A4 00 A4 00	
A6 00 A5 00	A5 00 A6 00	A6 00 A6 00	A8 00 A8 00	A8 00 A8 00	
00 00 C8 00	90 01 58 02	20 03 E8 03	B0 04 78 05		
40 06 08 07	D0 07 98 08	60 09 28 0A	F0 0A B8 0B		
80 0C 48 0D	10 0E D8 0E	A0 0F 68 10	30 11 F8 11		
C0 12 88 13	50 14 18 15	E0 15 A8 16	70 17 38 18		
00 19 C8 19	90 1A 58 1B	20 1C E8 1C	B0 1D 78 1E		
40 1F 08 20	D0 20 98 21	60 22 28 23	F0 23 B8 24		
80 25 48 26	10 27 D8 27	A0 28 68 29	30 2A F8 2A		
C0 2B 88 2C	50 2D 18 2E	E0 2E A8 2F	70 30 38 31		
00 32 C8 32	90 33 58 34	20 35 E8 35	B0 36 78 37		
40 38 08 39	D0 39 98 3A	60 3B 28 3C	F0 3C B8 3D		
80 3E 48 3F	10 40 D8 40	A0 41 68 42	30 43 F8 43		
C0 44 88 45	49 4A 49 49	4A 4A 49 49	49 49 49 49	49 49 49 49	
49 48 49 48	48 48 48 48	48 48 48 49	48 48 47 47	47 47 47 47	
46 46 46 45	46 45 46 46	46 46 45 46	44 44 44 44	44 44 44 45	
44 44 45 45	45 44 44 45	45 45 45 45	44 44 44 43	43 44 44 44	
45 44 44 44	44 44 43 44	43 44 43 43	44 44 44 43	43 44 44 44	
44 43 44 44	43 43 44 44	44 44 43 43	43 44 43 44	44 43 6B CE	

图 7-1 数据包解析

数据	说明
c7 fa	帧头
5a 00	00 5a, 扇区内分包测距点数为 90
5a 00	00 5a, 扇区内总测距点数为 90
00 00	00 00, 扇区偏移量为 0
00 00 00 00	00 00 00 00, 以 0.001 度为单位, 扇区起始角度为 0°
50 46 00 00	00 00 46 50, 以 0.001 度为单位, 扇区终止角度为 18°
9f 01 00 00	00 00 01 9f, 转换为二进制为 0001 1001 1111; 右起为第 0 位 第 0 位:1 表示 mm 级, 默认 mm 机 第 1 位:1 表示带强度, 默认带强度 第 2 位:1 表示开启去拖点功能; 0 表示关闭去拖点功能 第 3 位:1 表示开启滤波功能, 0 表示关闭滤波功能 第 4 位:1 表示开启 18°为一个扇区; 0 表示关闭 18°为一个扇区 第 5 位:1 表示开启 9°为一个扇区; 0 表示关闭 9°为一个扇区 第 6 位:1 表示开启其他度数作为一个扇区; 0 表示关闭其他度数作为一个扇区 第 7 位:1 表示开启固定分辨率; 0 表示关闭固定分辨率 第 8 位:1 表示开启逆时针旋转, 0 表示开启顺时针旋转 第 9 位:reserved 第 10 位:reserved 第 11 位:reserved
8d fc 06 00	时间戳
01 00 00 00	设备编号
9a 00...	距离
00 00...	角度
49...	强度
6b ce	校验和=ce6b $=0x005a+0x005a+0x0000+0x0000+0x0000+0x0000+0x4650+0x0000+0x019f+0x0006+$ $0xfc8d+0x0000+0x0001+0x009a+...+0x0000+...+0x0049+...+0x0044$

7.3 网络心跳协议

```
Struct
{
    char sign[4]; //must be "LiDA"
    uint32_t proto_version; //协议版本
    uint32_t timestamp[2]; //时间戳
    char dev_sn[20]; //雷达序列号
    char dev_type[16]; //设备类型
    uint32_t version; //程序版本号
    uint32_t dev_id; //雷达 id
    uint8_t ip[4]; //雷达 ip 地址
    uint8_t mask[4]; //子网掩码
    uint8_t gateway[4]; //网关
    uint8_t remote_ip[4]; //上传 IP 地址
    uint16_t remote_udp; //上传端口
    uint16_t port; //服务端口
    uint16_t status; //雷达状态
    uint16_t rpm; //雷达转速
    uint16_t freq; //频率
    uint8_t ranger_version[2]; //测距头版本号
    uint16_t CpuTemp; //CPU 的温度
    uint16_t InputVolt; //输入电压
    uint8_t alarm[16]; //报警信息
    uint32_t crc; //校验码
};
```

ff ff 19 91 1a 85 00 78 44 55	4c 69 44 41 01 01
00 00 b9 a7 d5 dc 97 00 00 00	4c 48 36 34 30 31
32 31 30 34 30 30 30 30 31 00	00 00 00 00 00 00
53 2d 45 32 30 30 2d 45 2d 48	49 4b 00 00 62 86
d3 12 01 00 00 00 c0 a8 9e 62	ff ff ff 00 c0 a8
9e 01 c0 a8 9e 0f 0c 1a 8f 19	01 00 90 17 ed 03
df 00 96 02 77 30 00 00 00 00	00 00 00 01 01 00 00
00 00 00 00 00 00 06 29 b1 81	

图 7-2 网络心跳数据包解析

数据	说明
4c 69 44 41	帧头/LiDA
01 01 00 00	版本/0x00000101
b9 a7 d5 dc 97 00 00 00	时间戳/0x00000097dcda7b9; 单位 ms
4c 48 36 34 30 31 32 31 30 34 30 30 30 31 00 00 00 00 00	编号/LH6401210400001
4c 44 53 2d 45 32 30 30 2d 45 2d 48 49 4b 00 00	设备类型/LDS-E200-E
62 86 d3 12	版本/0x12d38662
01 00 00 00	编号/0x00000001
c0 a8 9e 62	雷达 IP/192.168.158.98
ff ff ff 00	掩码/255.255.255.0
c0 a8 9e 01	网关/192.168.158.1
c0 a8 9e 0f	上传 IP/192.168.158.15
0c 1a	上传端口/0x1a0c/6668
8f 19	雷达端口/0x198f/6543
01 00	设备状态/0x0001
90 17	转速/0x1790/603.2rpm; 单位 0.1
ed 03	频率/0x03ed/10.05Hz; 单位 0.01
df 00	测距版本/0x00df
96 02	温度/0x0296/66.2 度; 单位 0.1
77 30	电压/0x3077/12.407V; 单位 0.001
00 00 00 00 00 00 00 01 01 00 00 00 00 00 00 00 00 00	报警信息
06 29 b1 81	校验码

八. 开发工具与支持

为了方便用户快速使用 LDS-E200-E-9 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。