

PACECAT[®]

360 度 TOF 激光扫描测距雷达 使用说明书

适用机型：LDS-E300-E
版 本：Ver 1.4



版本履历

日期	版本	内容更新
2022-01-04	Ver 1.0	LDS-E300-E 初版
2022-01-05	Ver 1.1	更新网络心跳协议解析表
2022-09-01	Ver 1.2	更新数据教程、上位机使用说明
2023-09-25	Ver 1.3	增加结构装配建议说明
2024-09-25	Ver 1.4	更新说明书排版及上位机软件说明

版权

© 2022 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然或者继发的损失，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 PHOTOELECTRICITY 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	5
4.3 装配建议	6
五 . 参数性能	9
5.1 设备物理参数	9
5.2 通讯与接口	10
5.3 接口定义	11
5.4 坐标系定义	11
六 . 上位机教程	12
七 . 数据通讯协议	14
7.1 测量数据包格式	14
7.2 数据解析	15
7.3 报警信息输出协议	17
7.4 网络心跳协议	19
八 . 开发工具与支持	21

一. 产品简介



扫地机器人



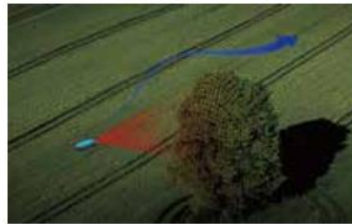
服务机器人



工业机器人



AGV小车



无人机避障



无人机测绘

图 1-1 LDS-E300-E 应用场景

LDS-E300-E 典型旋转频率为 15HZ(900RPM)，角度分辨率为 0.3 度,客户可根据需求切换成 10Hz(600RPM)/20Hz(1200RPM)/25Hz(1500RPM)，角度分辨率为 0.2 度/0.4 度/0.5 度。

LDS-E300-E 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 级别激光器安全标准。近红外脉冲激光结合滤光片的应用可以有效的避免强光干扰，因此可在室内室外环境正常使用。

二. 工作原理

LDS-E300-E 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中输出。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-E300-E 内部电机驱动设计为顺时针旋转。



图 2-1 LDS-E300-E 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;
- 多雷达同时运行, 雷达之间无干扰;
- 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）

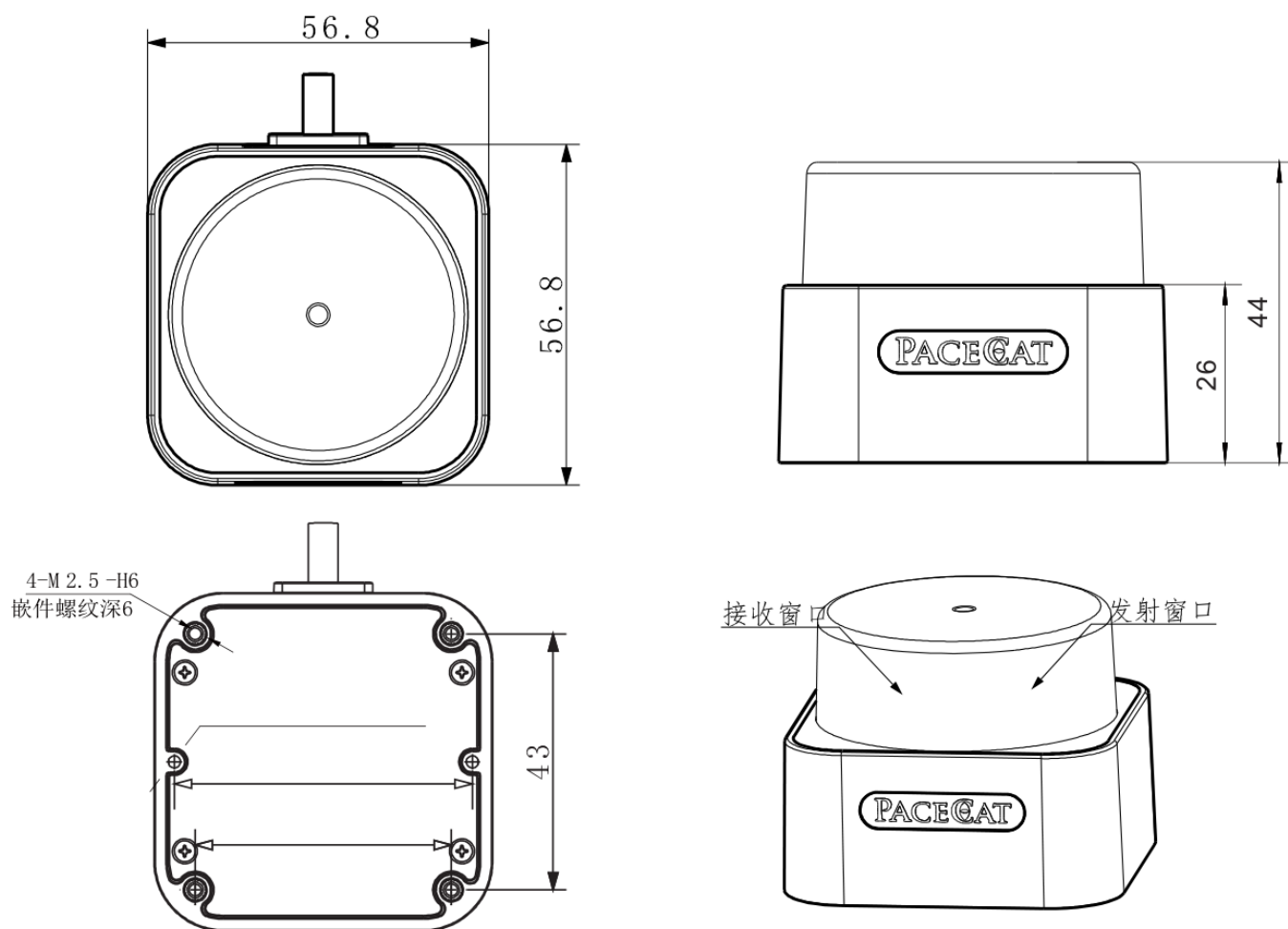


图 4-1 外观及尺寸示意图

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 进行 LDS-E300-E 设计时，合理安排了激光发射接收窗口，并在此寄出上设计了外罩。若有特殊的要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 LDS-E300-E 发射的激光的水平角度会有微小的偏差，以水平面为参考，LDS-E300-E 发射的水平角度偏差范围在 $\pm 0.3^\circ$ 以内。

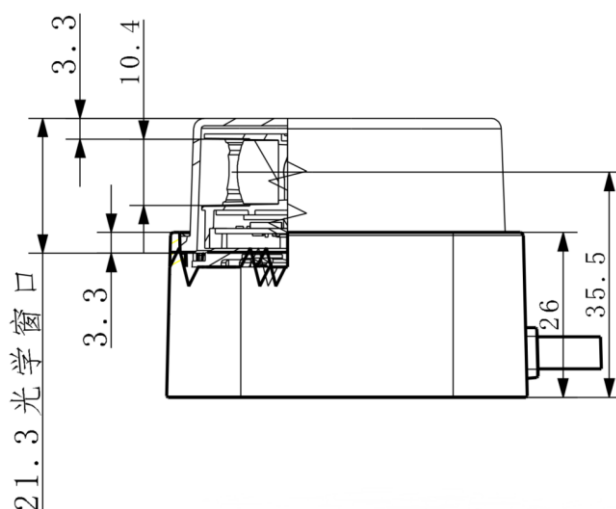


图 4-2 LDS-E300-E-6 内部结构

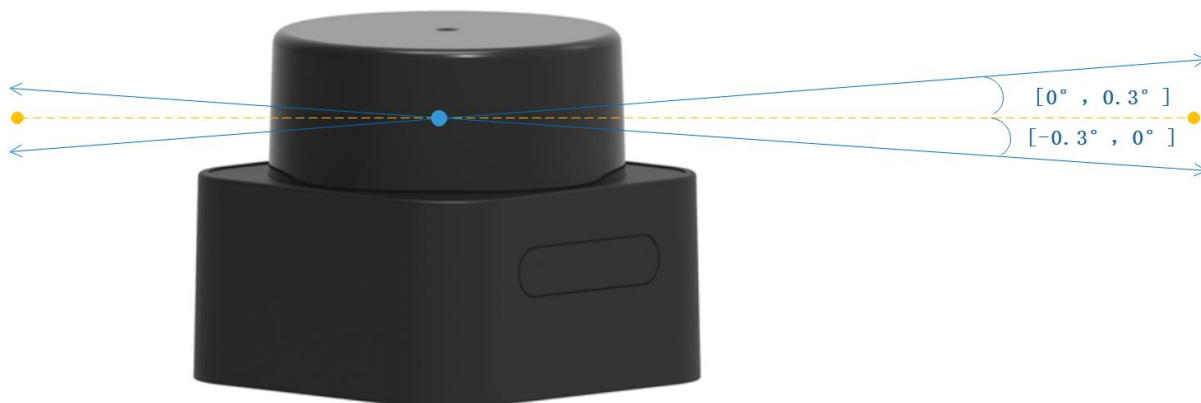


图 4-3 激光水平角度示意图

4.3 装配建议

如图 4-4 所示，雷达底面为塑料水平面，设备安装前需确保安装孔与底座预留螺丝孔对齐、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，影响雷达正常运行；

图 4-5 所示为正确装配图示，底座面水平，螺丝孔位与雷达螺丝孔对齐；

图 4-6 所示为错误装配示例，底座有台阶凸起，雷达装配后会引起底座受挤压变形，导致雷达发生转动异响、电机堵转无法启动、甚至塑料底座或电路板原件损坏等异常问题。



图 4-4 雷达底部视图

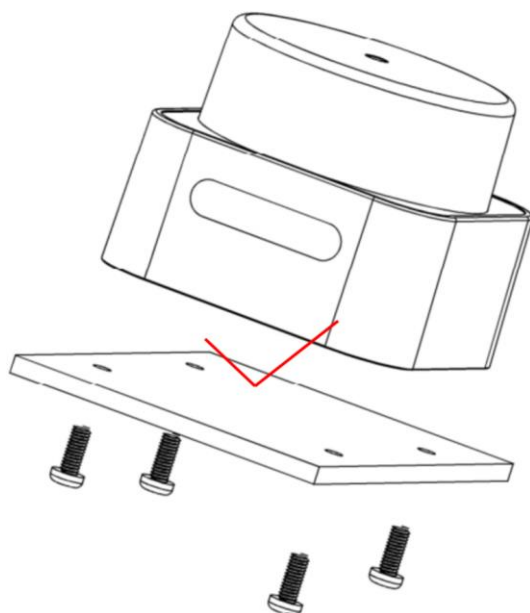


图 4-5 正确装配图示

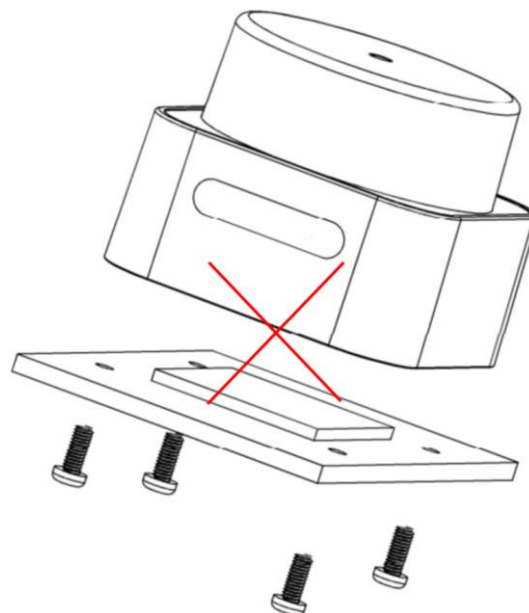


图 4-6 错误装配图示

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 4-7 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 4-8、4-9、4-10、4-11 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。

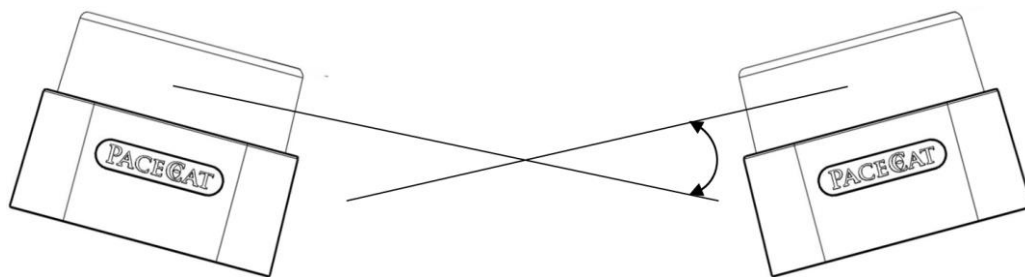


图 4-7 激光雷达等高度横向放置

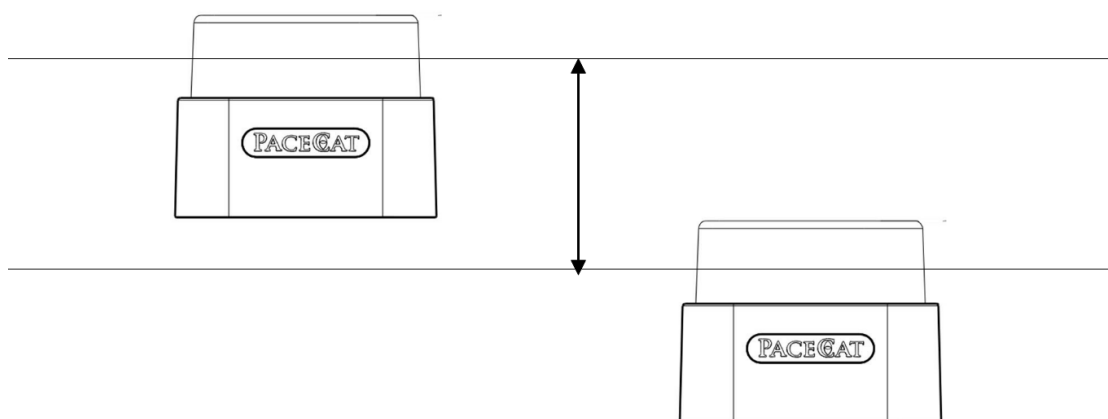


图 4-8 激光雷达不同高度正装

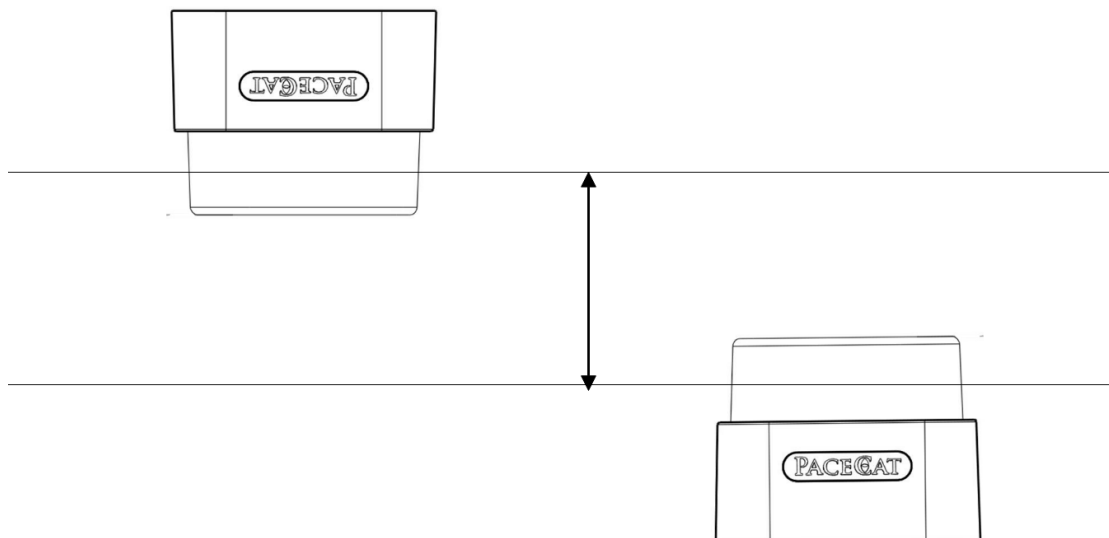


图 4-9 激光雷达不同高度放置，其中一台倒装

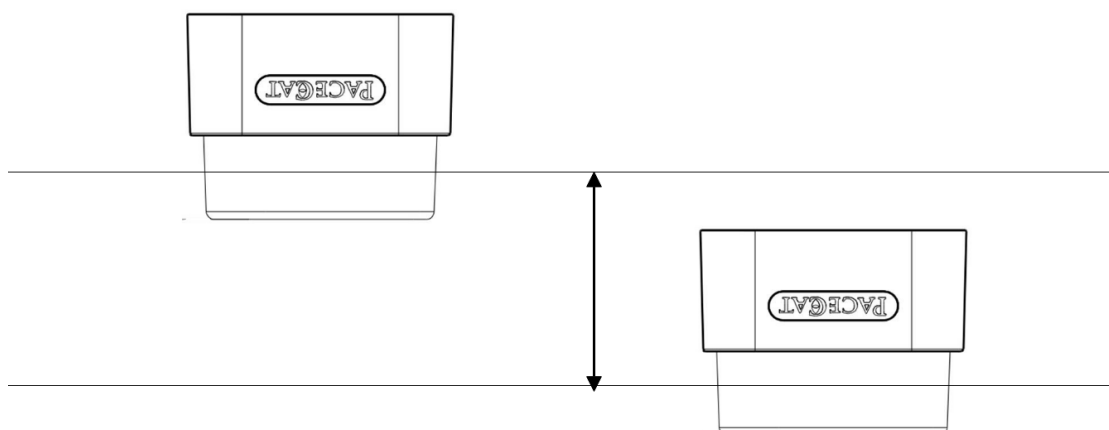


图 4-10 激光雷达不同高度倒装

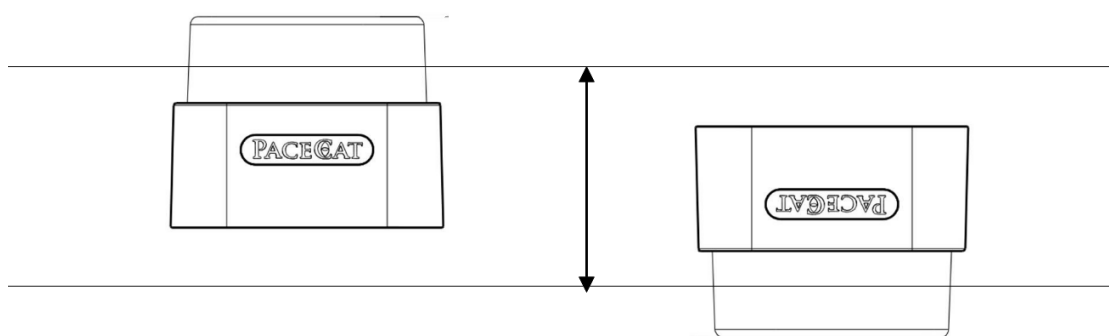


图 4-11 激光雷达不同高度放置，其中一台倒装

五. 参数性能

5.1 设备物理参数

型号	LDS-E300-E
激光波长	905nm±15nm
检测距离	0.1-25m@90% 反射率
	0.1-10m@10% 反射率
激光发散角	<2.5 mrad
激光水平平行度	±0.3 度
扫描区域	360°
扫描速率	10Hz,15Hz,20Hz,25Hz
角分辨率	0.2°,0.3°,0.4°,0.5°
测量速率	18000 测量值/s
测距精度	±30mm (10m 内 10%~90%反射条件下测距精度±30mm,可信度
距离分辨率	mm
接口类型	EtherNet
功耗	<3W
输出	原始数据 (距离、角度、能量、时间戳)
环境光	>80000lux
供电	10~26V DC
工作温度	-10°C~50°C
存储温度	-25°C~65°C
外形尺寸	56.8mm*56.8mm*44mm(长*宽*高, 不含线)

5.2 通讯与接口

LDS-E300-E 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: 192.168.158.98
- 雷达子网掩码: 255.255.255.0
- 雷达网关: 192.168.158.1
- 雷达默认上传地址: 192.168.158.15

电脑网络设置如下：

- 电脑 IP: 192.168.158.15
- 电脑子网掩码: 255.255.255.0
- 电脑网关: 192.168.158.1

电脑 IP 设置流程如下：

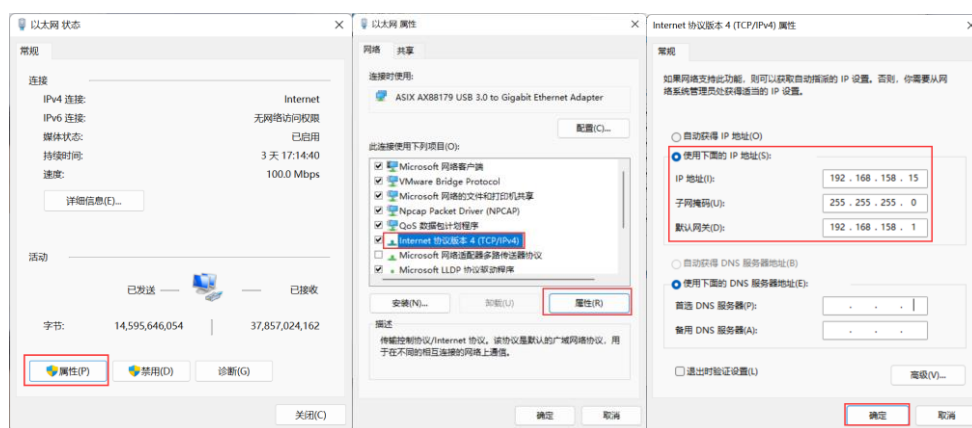
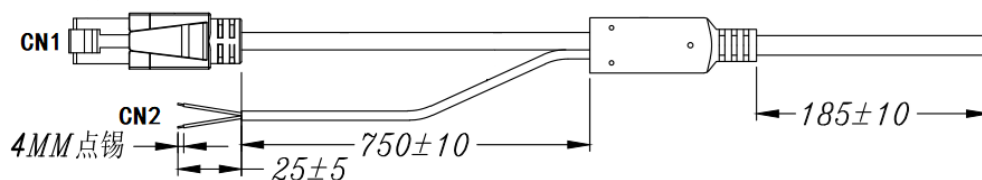


图 5-1 电脑 IP 配置

5.3 接口定义

雷达使用电源裸线+RJ45 水晶头接口方式,引脚定义如下图。



接线方式		
CN1	颜色	信号定义
1	橙白	TX+
2	橙	TX-
3	蓝白	RX+
6	蓝	RX-
CN2	颜色	信号定义
1	红	24V
2	黑	GND

图 5-3 LDS-E300-E 雷达线接口定义

5.4 坐标系定义

LDS-E300-E 雷达的正前方中心定义为坐标系的 x 轴（即 0 角度位置），坐标系原点为测距单元的旋转中心，旋转角度沿着顺时针方向旋转增大。如图 5-4 所示：

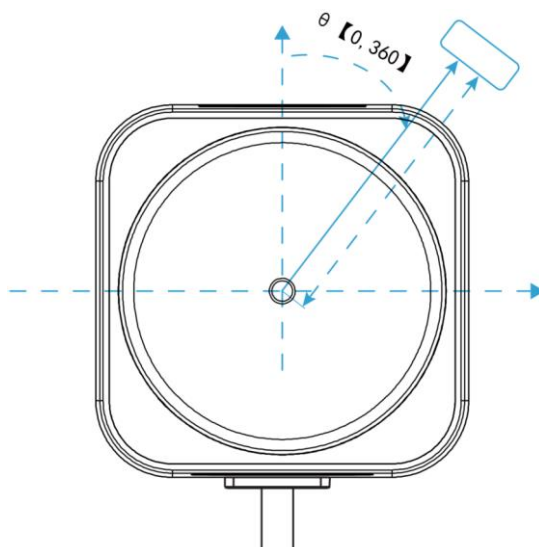


图 5-4 雷达零位及旋转方向示意图

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；

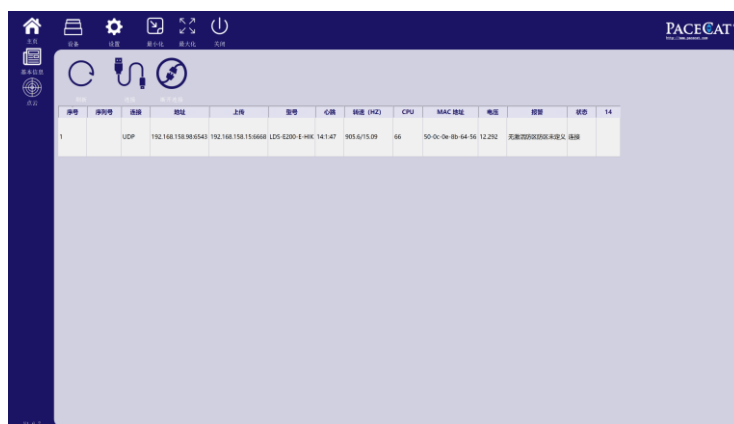


图 6-2 PaceCatView 设备连接界面

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。

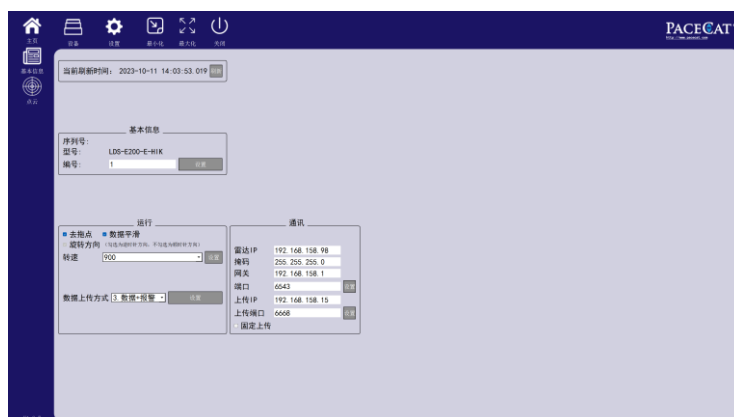


图 6-3 PaceCatView 基本信息界面

选择‘点云’可查看雷达点云界面；

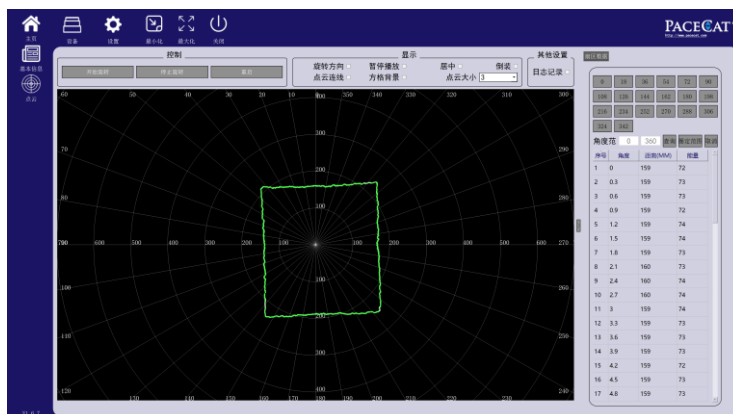


图 6-4 PaceCatView 点云界面

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。

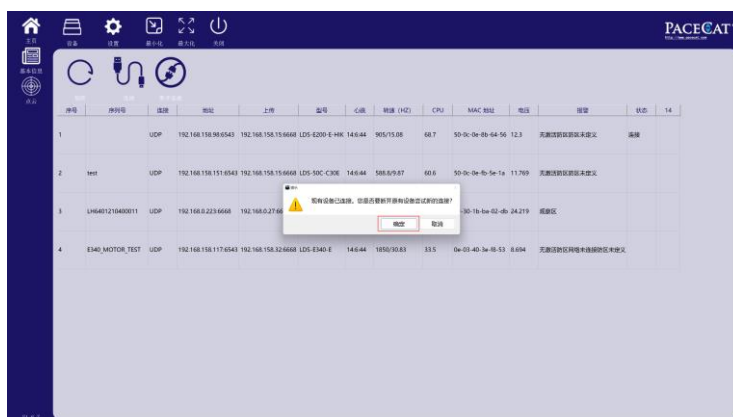


图 6-6 PaceCatView 重新连接新雷达界面

七. 数据通讯协议

7.1 测量数据包格式

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

LDS-E300-E 数据包中一个扇区为 9 度，但是一圈中最后一个扇区为 18 度。下图中以 9 度一个扇区为例进行数据解析。

B4	56	C7	FA	2D	00	2D	00	00	00	00	00	00	00	00	28	23
00	00	AF	00	00	00	0C	F6	00	00	01	00	00	00	00	00	00
00	00	00	00	23	0E	28	0E	2A	0E	31	0E	38	0E	3D	0E	
47	0E	49	0E	4B	0E	4F	0E	54	0E	5A	0E	5C	0E	5E	0E	
5D	0E	66	0E	72	0E	80	0E	86	0E	8E	0E	8D	0E	90	0E	
8D	0E	92	0E	9F	0E	A9	0E	AC	0E	AE	0E	AE	0E	B2	0E	
B7	0E	BD	0E	C3	0E	CE	0E	D1	0E	D5	0E	DA	0E	DF	0E	
E5	0E	EE	0E	F3	0E	F6	0E	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	A7	BF	C1	C4	C5	C8	CA	CB	CD	D0	D0	D3	D4	D5	
D2	D6	D1	A0	62	34	2B	28	28	29	2A	29	29	2E	42	73	
C0	DE	E5	ED	E9	F4	F8	E9	F7	FE	FE	FE	FE	FE	FE	F6	3B
A1	C7	FA	2D	00	2D	00	00	00	00	28	23	00	00	50	46	00

图 7-1 数据包解析

数据	说明
c7 fa	帧头
2d 00	00 2d, 扇区内分包测距点数为 45
2d 00	00 2d, 扇区内总测距点数为 45
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°
28 23 00 00	00 00 23 28, 以 0.001 度为单位, 扇区终止角度为 9°
af 00 00 00	00 00 00 af, 转换为二进制为 1010 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
0c f6 06 00	时间戳
01 00 00 00	设备编号
00 00...	距离
00 00...	角度
A7...	强度
fa e7	校验和=ce6b =0x005a+0x005a+0x0000+0x0000+0x0000+0x0000+0x4650+0x0000+0x019f+0x 0006+ 0xfc8d+0x0000+0x0001+0x009a+...+0x0000+...+0x0049+...+0x0044

表 7-1 数据输出协议解析表

7.3 报警信息输出协议

```
struct LidarMsgHdr
{
    char sign[4]; //must be "LMSG"

    uint32_t proto_version; //协议版本，当前为 0x101

    char dev_sn[20]; //设备编号

    uint32_t dev_id; //设备序号

    uint32_t timestamp; //时间戳

    uint32_t flags; //消息类型

    uint32_t events; //消息内容位组合

    uint16_t id; //消息序号

    uint16_t extra; //长度 80

    uint32_t zone_activated; //当前激活防区

    uint8_t all_states[32]; //设备各功能状态

    uint32_t reserved[11]; //保留
};
```

图 7-2 报警数据包解析

表 7-2 报警信息输出协议解析表

7.4 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]; // 设备序列号  
  
    char dev_type[16]; // 设备类型  
  
    uint32_t version; // 程序版本号  
  
    uint32_t dev_id; // 设备 id  
  
    uint8_t ip[4]; // 设备 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; // 设备状态  
  
    uint16_t rpm; // 雷达转速, 以 0.1 为单位, 例: 所得值为 6000, 转速为 600  
  
    uint16_t freq; // 频率, 以 0.01 为单位, 例: 所得值为 1000, 频率为 10Hz  
  
    uint8_t ranger_version[2]; // 测距头版本号  
  
    uint16_t CpuTemp; // CPU 的温度, 以 0.1 为单位, 例: 所得值为 270, 温度为 27°C  
  
    uint16_t InputVolt; // 输入电压, 以 0.001 为单位, 例: 所得值为 12000, 电压为: 12V  
  
    uint8_t alarm[16]; // 报警信息  
  
    uint32_t crc; // 校验码  
  
};
```



```

ff ff ff ff ff ff 50 0c 20 cc 1c a3 08 00 45 00
00 8c 03 11 00 00 ff 11 f7 26 c0 a8 00 81 ff ff
ff ff 19 91 1a 85 00 78 30 17 4c 69 44 41 01 01
00 00 b2 14 0b 8d 00 00 00 00 4c 48 36 34 30 31
32 31 30 34 30 30 30 31 31 00 00 00 00 00 4c 45
53 2d 34 30 44 2d 43 32 30 45 00 00 00 00 b9 38
d3 12 01 00 00 00 c0 a8 00 81 ff ff ff 00 c0 a8
00 01 c0 a8 00 14 0c 1a 8f 19 01 00 59 17 b5 03
ba 00 5e 01 40 2e 00 00 00 00 00 00 00 01 01 00
00 00 00 00 00 00 8d fe f8 42
  
```

图 7-3 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
b2 14 0b 8d 00 00 00 00	时间戳/0x000000008d0b14b2; 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 45 53 2d 34 30 44 2d 43 32 30 45 00 00 00 00	设备类型/LES-40D-C20E
b9 38 d3 12	版本/0x12d338b9
01 00 00 00	编号/0x00000001
c0 a8 00 81	雷达 IP/192.168.0.129
ff ff ff 00	掩码/255.255.255.0
c0 a8 00 01	网关/192.168.0.1
c0 a8 00 14	上传 IP/192.168.0.20
0c 1a	上传端口/0x1a0c/6668
8f 19	雷达端口/0x198f/6543
01 00	设备状态/0x0001
59 17	转速/0x1759/597.7rpm; 单位 0.1
b5 03	频率/0x03b5/9.49Hz; 单位 0.01
ba 00	测距版本/0x00ba
5e 01	温度/0x015e/35 度; 单位 0.1
44 2e	电压/0x2e44/11.840V; 单位 0.001
00 00 00 00 00 00 00 00 01 01 00 00 00 00 00 00	报警信息
8d fe f8 42	校验码

表 7-3 网络心跳协议解析表

八. 开发工具与支持

为了方便用户快速使用 LDS-E300-E-6 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。