

PACECAT[®]

360 度 TOF 激光扫描测距雷达 使用说明书

适用机型：LDS-E321-S

版 本：Ver 1.2



版本履历

日期	版本	内容更新
2022-12-10	Ver 1.0	LDS-E321-S 初版
2023-10-18	Ver 1.1	上位机软件说明及格式更新
2024-10-09	Ver 1.2	更新部分说明，增加雷达数据异常报警说明

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：400-827-0027
AFTER-SALES SERVICE HOTLINE: 400-822-0027
网站：<http://www.pacecat.com>



安全事项

- 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；
- 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
五. 参数性能.....	6
5.1 基本参数.....	6
5.2 常见指示灯说明.....	8
5.3 数码管显示说明.....	9
5.4 通讯与接口.....	10
5.5 坐标系定义.....	12
六. 上位机教程.....	12
七. 通信协议.....	17
7.1 测量数据协议.....	17
7.2 报警数据协议.....	20
7.3 网络心跳协议.....	21
八. 开发工具与支持.....	23

一. 产品简介



AGV 小车



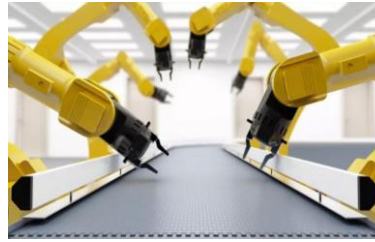
服务机器人



工业机器人



AGV 小车



工业机器人



工业机器人

图 1-1 LDS-E321-S 常见应用场景

LDS-E321-S 典型旋转频率为 15Hz(900RPM)，此转速下角度分辨率为 0.3 度，客户可以根据需求切换成 10Hz(600RPM)/20Hz(1200RPM)/25Hz(1500RPM)。

LDS-E321-S 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 级别的激光器安全标准。近红外脉冲激光结合滤光片的应用可以有效的避光干扰，因此可用于室内室外环境正常使用。

二. 工作原理

LDS-E321-S 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解算, 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- E321-S 内部电机驱动默认设计为顺时针旋转。

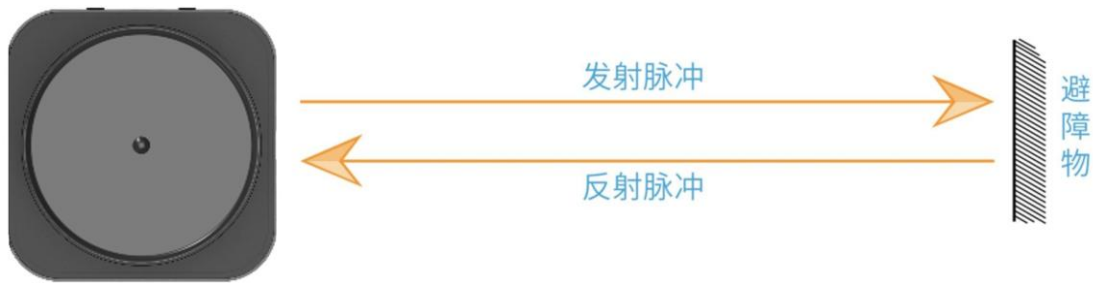


图 2-1 工作原理图

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;
- 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）

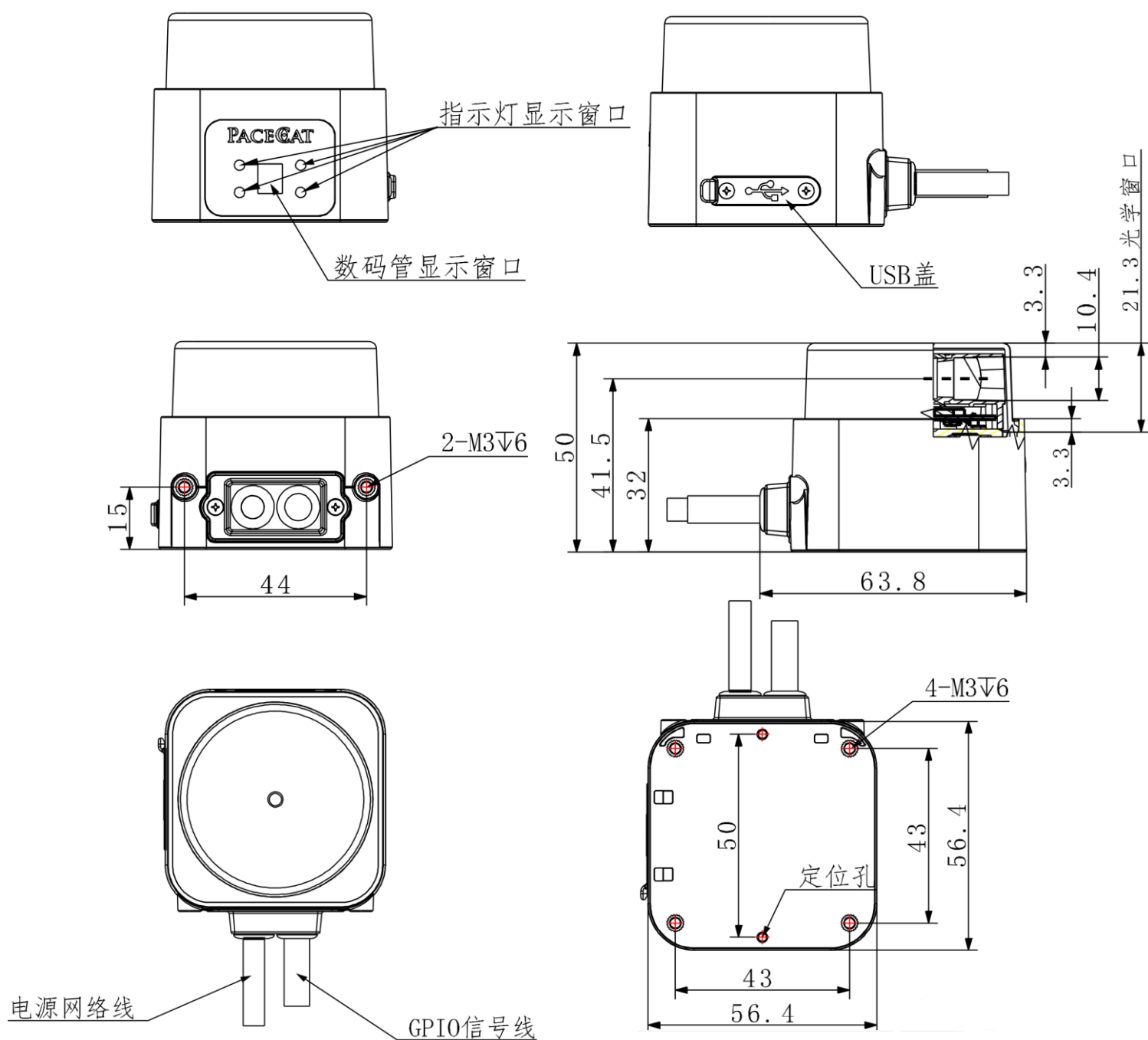


图 4-1 外观及内部结构尺寸示意图

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-E320-S 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-E320-S 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

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 10-26V 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网络连接至上位机。

▷ 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 基本参数

表 5-1 雷达基本参数

产品特点	
产品名称	LDS-E321-S
激光波长	$\lambda=905\text{nm}\pm 15\text{nm}$
激光发散角	$<2.5\text{ mrad}$
激光水平平行度	$\pm 0.3\text{ 度}$
测距范围	0.1m to 20m (90%) 0.1m to 10m (10%)
测距精度	$\pm 30\text{mm}$
测距分辨率	mm
回波强度	0~254 (数值越大, 强度越强)
扫描角度范围	360°
测量速率	18000 测量值/s
扫描频率	10Hz/15Hz/20Hz/25Hz
角度分辨率	$0.2^\circ/0.3^\circ/0.4^\circ/0.5^\circ$
结构/电子参数	
输入输出接口	电源 + I/O
供电电压	DC 10V-DC 26V
功耗	$\leq 4\text{W}$
防护等级	IP65
外型尺寸	56.4mm*56.4mm*50mm(长*宽*高, 不含线)
重量	约 285g

防区功能	
防区范围	0.01m~20m
识别物体形状	任何形状
区域组数量	16 个
每组区域数量	每组分为注意区、警示区、报警区三种区域
接口	
数据通信接口	Type-C USB、Ethernet UDP 100M 全双工
开关量	输入 Ix4；输出 Ox4 NPN 或 PNP
串口功能	可设置防区、转速、波特率、精度修正、主动报送故障信息等
响应时间	50-70MS
环境参数	
抗振动	10-55Hz, 振幅 0.75mm, XYZ 三轴向, 每轴 2 小时; 50-200Hz, 196m/s ² (20G), 扫描速度 2min/循环, XYZ 三轴向, 每轴 2 小时
工作温度	-10°C到+50°C
储存温度	-25°C到+65°C
抗光能力	>80000LX

5.2 常见指示灯说明

表 5-2 雷达指示灯说明

指示灯状态标识	绿色	蓝色（注意）	黄色（警示）	红色（报警）	备注
雷达上电	间隔 0.5 秒闪烁	--	--	--	
网络连接正常	常亮	--	--	--	
防区未设置	常亮	间隔 0.5 秒闪烁	间隔 0.5 秒闪烁	间隔 0.5 秒闪烁	
注意区有入侵	常亮	常亮	--	--	
警示区有入侵	常亮	--	常亮	--	
报警区有入侵	常亮	--	--	常亮	
注意区和警示区均有入侵	常亮	常亮	常亮	--	
警示区和报警区均有入侵	常亮	--	常亮	常亮	
报警区和注意区均有入侵	常亮	常亮	--	常亮	
注意区,警示区报警区均有入侵	常亮	常亮	常亮	常亮	
防区无入侵	常亮	--	--	--	
雷达故障	不亮	间隔 1 秒闪烁	间隔 1 秒闪烁	间隔 1 秒闪烁	三个灯同时闪烁
固件升级/防区设置	间隔 0.5 秒闪烁	间隔 0.5 秒闪烁	间隔 0.5 秒闪烁	间隔 0.5 秒闪烁	四个灯同时闪烁

5.3 数码管显示说明

5.3.1 报警状态显示

E0 低电压报警

当供电电压小于最低工作电压时，指示灯会交替闪烁 E0，提示低电压

E1 电机堵转报警

当电机由于某种原因堵住无法旋转时，指示灯会交替闪烁 E1，提示电机堵转

E2 高温超限报警

当设备自身温度超过设备自身设置的最高温度后，指示灯会交替闪烁 E2，提示温度过高

E3 网络异常报警

当设备网络连接异常时，指示灯会交替闪烁 E3，提示网络异常

E4 雷达无数据报警

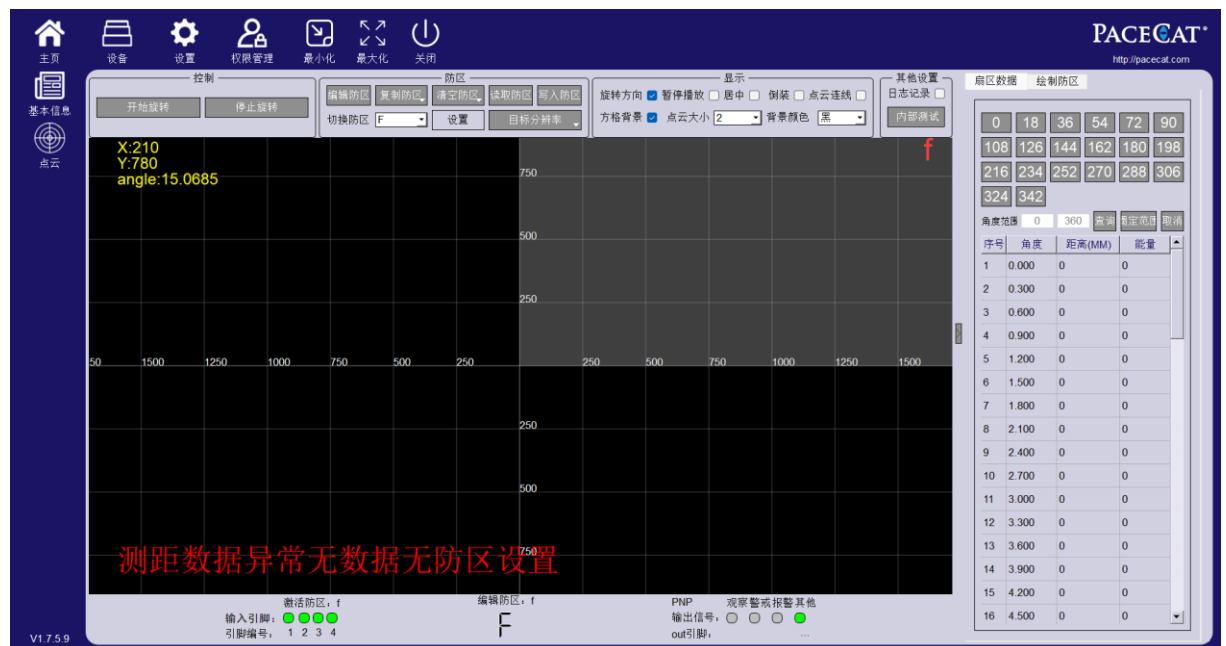
当设备由于某种原因没有数据上传，指示灯会交替闪烁 E4，提示无数据

E5 雷达角度异常报警

当设备角度异常时，指示灯会交替闪烁 E5，提示角度异常

E6 雷达数据异常报警

当雷达输出数据为全 0 时，数码管会交替闪烁 E6，提示测距数据异常，且雷达 O1~O4 输出引脚全部输出报警；



5.3.2 正常状态显示

雷达正常运行状态下，数码管显示当前区域组 0~F，区域组切换说明参照输入与区域组选择表格

5.4 通讯与接口

如图 5-1，LDS-E321-S 有三个外部接口，分别为 P1,P2,P3。

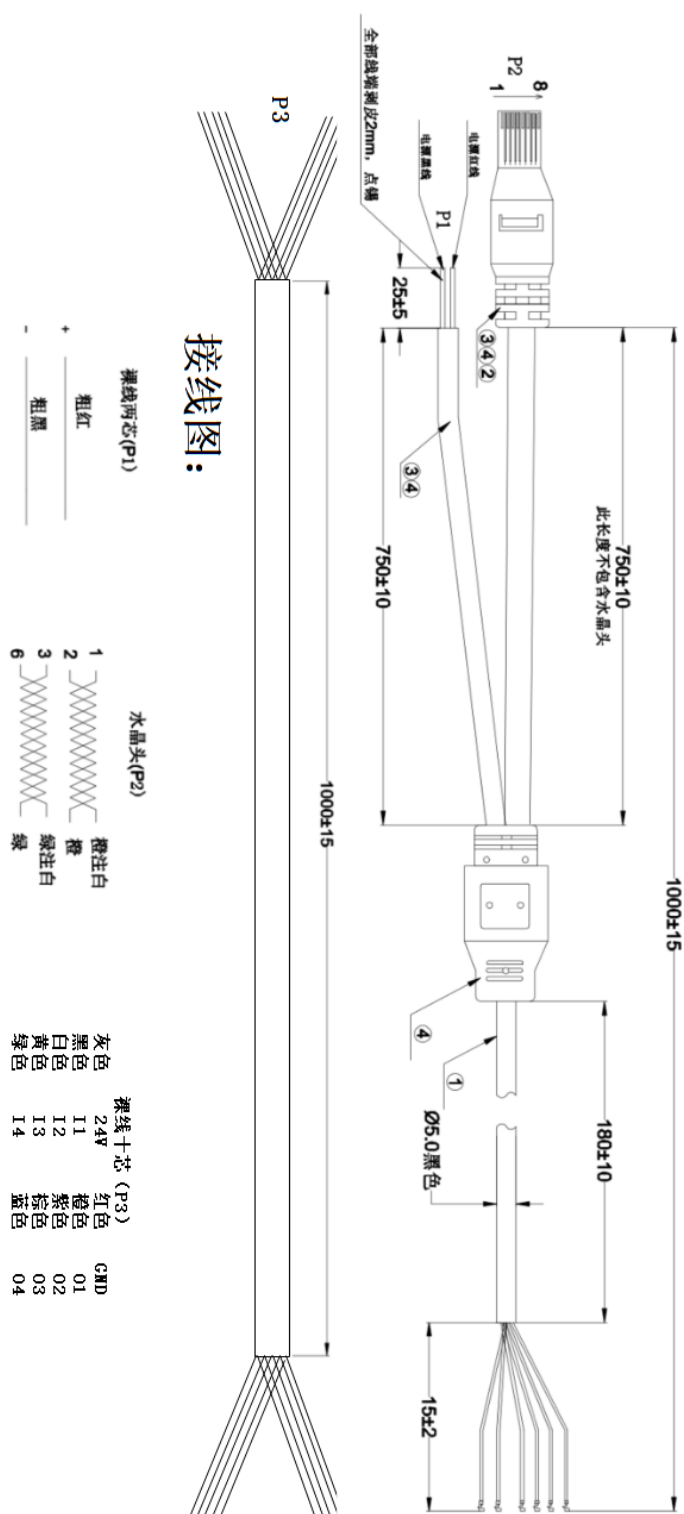


图 5-1 接口定义图

LDS-E321-S 使用10~26V 电源同时为测距模块与电机控制系统供电，信号 VCC 与 OUT1~OUT4 高电平默认输出 12V；若对输出电压有特殊需求，可单独对灰色信号 VCC 供 12~26V DC 电压，输出脚 OUT1~OUT4 高电平输出电压与信号 VCC 电压相同。

表 5-3 LDS-E321-S 引脚定义

LDS-E321-S 引脚定义				
接口	序号	颜色	定义	备注
P1	1	黑色	GND	地线
	2	红色	VCC	10~26V DC
P2	1	橙白	TX+	RJ45 水晶头输出
	2	橙色	TX-	
	3	绿白	RX+	
	6	绿色	RX-	
P3	1	黑色	IN1	E321-S 在原基础上取消 11~I4 硬件切换功能， 转为上位机软件切换防区组
	2	白色	IN2	
	3	黄色	IN3	
	4	绿色	IN4	
	5	橙色	OUT1	该引脚和 OUTPUT_COM-短路（NPN 常开） 该引脚和 OUTPUT_COM-断开（NPN 常闭） 该引脚和 OUTPUT_COM+短路（PNP 常开） 该引脚和 OUTPUT_COM+断开（PNP 常闭）
	6	紫色	OUT2	
	7	棕色	OUT3	
	8	蓝色	OUT4	
	9	灰色	信号 VCC	输出 12V DC，可根据需求提高输入电压
	10	红色	GND	地线

E321-S 一共可以设置 16 个区域组，标记为区域组 0, 1 ... F；每个区域组内包含 3 种区域。雷达通过上位机软件直接设置当前工作区域组。

防区组切换指令：

发送 LSAZN 切换防区命令 4c 48 53 00 11 86 0c 00 4c 53 41 5a 4e 3a 35 48 00 00 00 00 d6
cb 43 8c

返回 OK：4c 48 ac ff cb 4b 04 00 4f 4b 00 00 6e 8c c5 6d

无返回结果，表示不支持此命令

解析：4c 48 帧头，53 00 类型，11 86 序号(随机校验码)，0c 00 长度，4c 53 41 5a 4e 3a 35 48 00 00 00 00 发送到雷达切换防区的命令，LSAZN:5H，d6 cb 43 8c CRC 校验码

5.5 坐标系定义

LDS-E321-S 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，旋转角度沿着顺时针方向旋转增大。如下图所示：

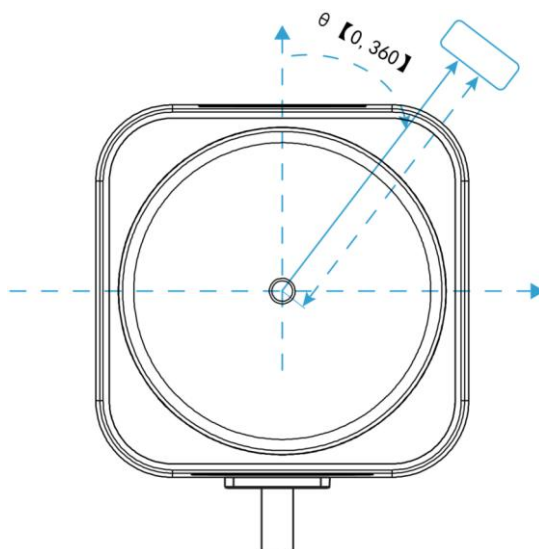


图 5-2 雷达零位及旋转方向示意图

六. 上位机教程

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；

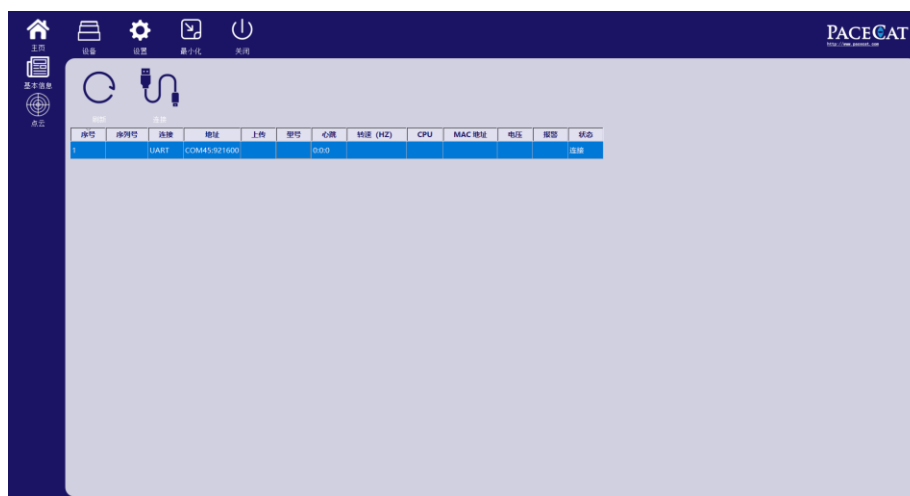
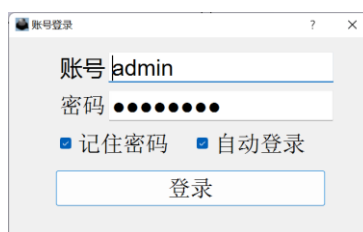


图 6-2 PaceCatView 设备连接界面

上位机连接雷达成功后自动跳转至‘基本信息’；用户可通过权限管理登录管理员权限，登录后可对雷达配置进行修改；

账号：admin

密码：lh123456



登录成功后，选择‘基本信息’，用户可对雷达参数进行修改；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。

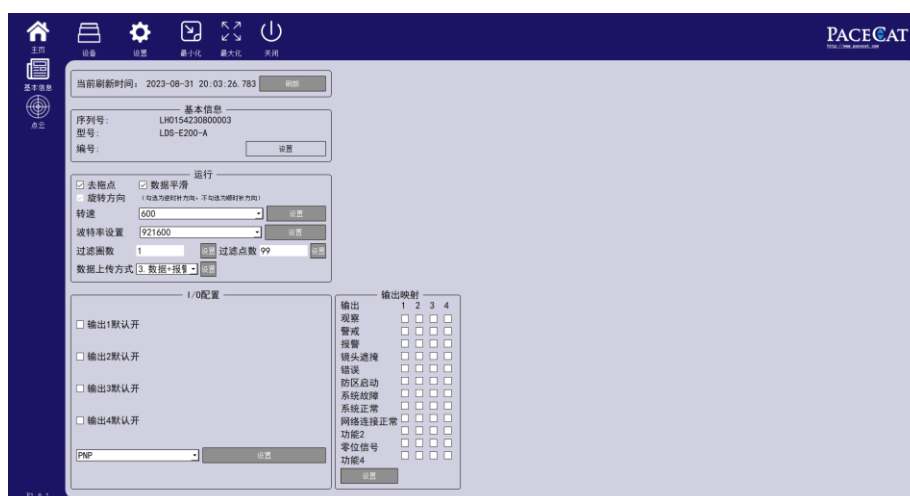


图 6-3 PaceCatView 基本信息界面

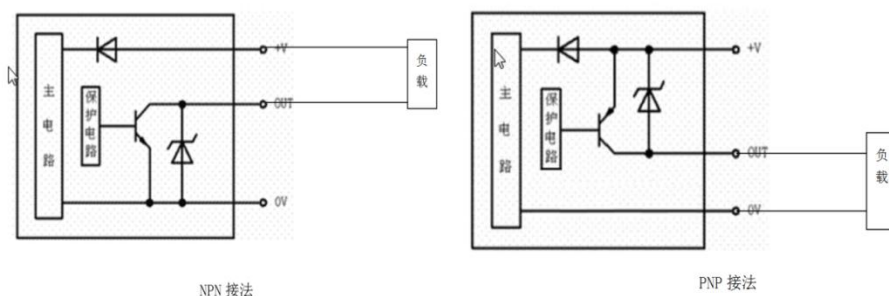
过滤点数为防区内点数判定阈值，可筛选目标大小，如图所示设定值为 3 时，则防区内至少有 3 个连续点，程序才会判定为防区内有目标报警；

过滤圈数为扫描圈数判定阈值，可筛选目标持续时间，如图所示当设定值为 1 时，则雷达扫描需要连续 1 圈防区内都有不少于 3 个连续点，程序才会判定防区内有目标报警；过滤圈数、过滤点数设置可减少误报警情况；

I/O 属性下选择输出方式和工作模式：可切换雷达输出高电平与低电平
如图 6-3 所示，在 NPN 或 PNP 工作模式下：

PNP 模式下为例，默认输出 1—输出 4 不勾选表示防区有物体时输出高电平，防区内无物体时输出低电平；输出 1—输出 4 勾选表示防区有物体时输出低电平，防区内无物体时输出高电平；

输出类型可以在 NPN 模式和 PNP 模式之间切换，模式切换后立即生效；用户可根据需求自行配置切换。



防区分为三级，分别为注意区、警戒区、报警区，三个防区之间无优先等级

IN1--IN4 代表 1-4 号使能开关，使能开关选择对应的区域组；

OUT1--OUT4 为外接负载，用户可连接指示灯或蜂鸣器，防区内存在障碍物时，可以实现防区的声报警与光报警；用户可根据对产品的实际需求进行配置。

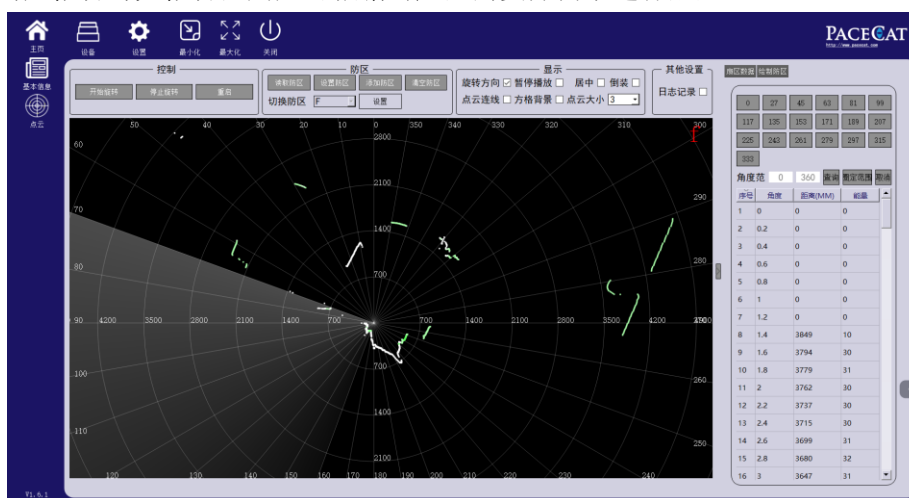


图 6-4 PaceCatView 点云界面

选择‘点云’可查看雷达点云界面；

控制区域可通过按钮控制雷达开始旋转、停止旋转及重启；显示区域可控制点云显示方式、背景及点云大小；

右侧扇区数据可现实每个包点的数据输出，输出数据内容包括角度、距离及能量值；

防区可读取雷达防区、设置防区、添加防区、清空防区及显示当前区域组。

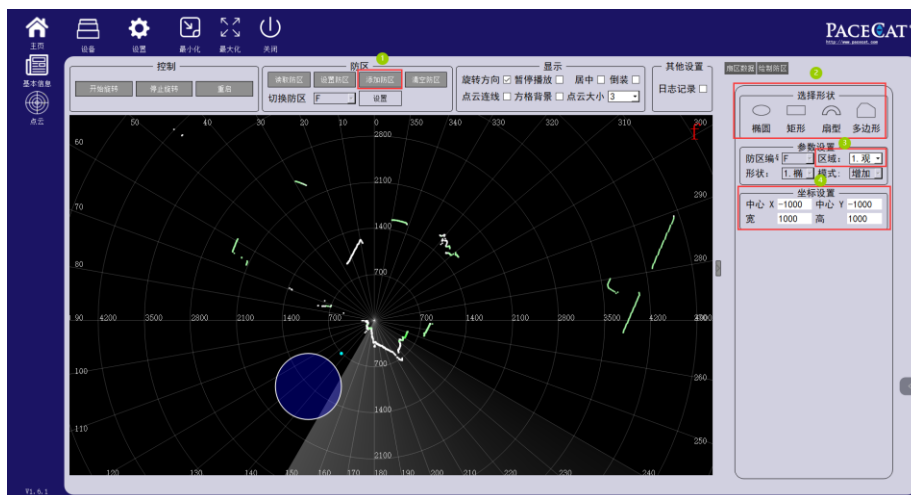


图 6-5 PaceCatView 防区绘制界面

点击‘添加防区’可在右侧唤出绘制防区窗口；

形状窗口可选择需要绘制的防区形状，椭圆、方形、扇形；若需绘制非常规形状防区可选择多边形，鼠标左键在点云界面绘制需要的形状，完成后点击鼠标右键形成完整多边图形；

参数设置中可对区域进行选择：区域包括观察区、警戒区、报警区，对应防区图颜色分别为蓝色、黄色与红色；

图形大小及位置调整可通过坐标设置中的参数值调整，也可通过鼠标拉伸、移动的方式直接调整；

当防区绘制错误或有多余防区图时，可通过鼠标选中防区图形点击右键选择“删除”，可删掉多余的防区；

鼠标选中防区图形点击右键，可选择过滤功能，过滤即在原有防区图基础上消除部分不需要的部位，过滤区域绘制方式与多边形绘制方式相同；



图 6-6 PaceCatView 设置界面

用户可在‘设置’界面切换语言和选择是否保存数据：

配置参数同步框中，支持将当前雷达参数及防区信息导出保存，其他雷达需要进行相同防区配置时，直接导入参数包即可；

固件升级功能需在雷达未连接到上位机软件的状态下进行，雷达通过串口连接后，直接点击“检测可用设备”，可检测到雷达对应的串口名称及波特率；只需选择正确的升级文件路径，点击“升级”按钮即可开始升级，一般升级过程需等待 5~10S，升级完成后会弹窗提示“固件升级成功”。

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。

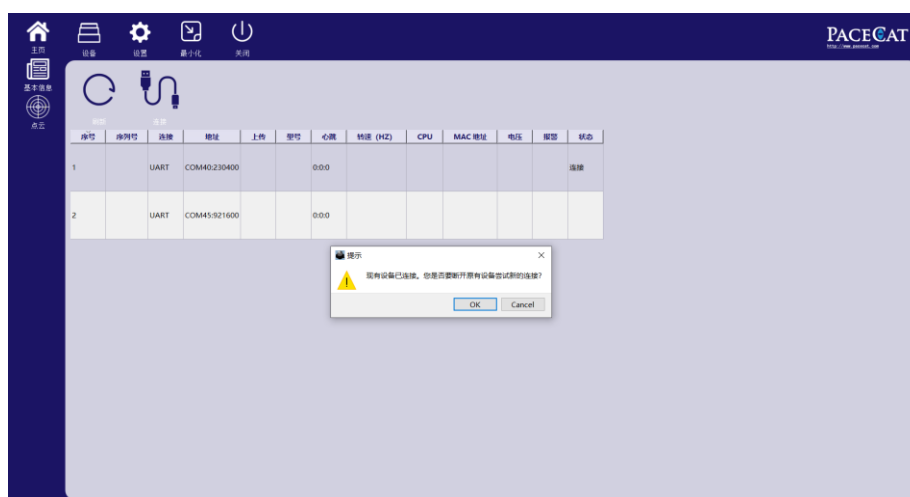


图 6-7 PaceCatView 重新连接新雷达界面

七. 通信协议

7.1 测量数据协议

测量数据（点云输出）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：一个字为一个数据，低字节在前，高字节在后。

```
struct
{
    uint16_t code;
    uint16_t count;
    uint16_t whole_fan;
    uint16_t offset;
    uint32_t begin_ang;
    uint32_t end_ang;
    uint32_t flags;
    uint32_t timestamp;
    uint32_t dev_no;
};
```

code:帧头，两字节，两字节固定为 0xFAC7

count:数据包长度，两字节，表示此数据包的数据个数为 count 个

whole_fan:全部扇区，两字节，表示此数据包所在扇区数据总个数

offset:数据偏置，两字节，表示此数据包在扇区内的偏移

begin_ang:扇区起始角度，四字节，表示当前数据包的起始角度，以 0.01°为单位，例如：180000 表示 180°。

end_ang:扇区结束角度，四字节，以 0.01 度为单位。

flags:数据包标志，四字节。

0x0001 表示单位是 mm，0 为 cm;

0x0002 表示携带强度信息;

0x0004 表示数据去拖点;

0x0008 表示数据经过平滑;

0x0080 表示数据经重采样;

timestamp:时间戳，四字节，取值范围为：0-3600×106μS，当前的时间戳表示当前 UDP 包第一个点云数据激光发射时的时间。

dev_no:设备编号，四字节。

距离数据数组:2×N 字节。

相对角度偏移数组: 2×N 字节，相对起始角度的偏转，单位：0.001°。

强度数据数组: N 字节。

校验：两字节，除帧头（0xFAC7 后所有的和）求和，以字节为单位（强度数据扩展为 2 字节）。

9e 21 19 90 19 f3 01 e8 f9 24	c7 fa	5a 00	5a 00
00 00 a0 8c 00 00 f0 d2 00 00	9f 00 00 08	3e 73	
7c 01 01 00 00 00	00 00 00 00 00 00	e2 04 ed 04	
fb 04 1c 05 26 05 2e 05 36 05 3d 05 42 05 44 05			
42 05 3d 05 2f 05 0b 05 1c 05 1d 05 28 05 31 05			
33 05 3b 05 55 05 64 05 61 05 6d 05 6e 05 73 05			
76 05 79 05 7a 05 7d 05 7d 05 80 05 82 05 85 05			
86 05 87 05 87 05 89 05 8c 05 8f 05 92 05 95 05			
9a 05 9d 05 9f 05 a3 05 a4 05 a6 05 a8 05 aa 05			
ae 05 b4 05 ba 05 c3 05 c5 05 c5 05 c5 05 c8 05			
cd 05 d6 05 dc 05 e3 05 e8 05 ec 05 ef 05 f3 05			
fe 05 2b 06 77 06 9f 06 73 06 4e 06 3a 06 18 06			
9a 05 7e 05 75 05 68 05 5c 05 4a 05 43 05 3c 05			
39 05 35 05 2f 05 2c 05 2b 05	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	58 57		
56 55 55 55 54 54 53 54 54 53 53 50 49 39 26 22			
22 21 21 21 23 2a 46 4b 53 53 52 51 50 51 51 50			
52 53 54 54 53 52 53 53 53 53 52 52 52 52 52 52			
52 52 52 52 52 52 53 53 53 52 50 4c 4b 4b 4b 4a			
4a 49 49 48 49 46 36 1b 19 1a 1b 22 27 2f 36 40			
47 4b 51 52 53 53 51 50 df 10			

图 7-1 数据包解析

如图 7-1，通过 Bluescan 获得 LDS-E330-S 传输的数据包，如下表 7-1 为数据包详细解析。

表 7-1 测量数据包数据解析表

数据	说明
c7 fa	帧头
5a 00	00 5a, 包内测距点个数为 90 个
5a 00	00 5a, 此包所在的扇区内的数据总数量为 90
00 00	00 00, 此包所在的扇区数据的偏移为 0
a0 8c 00 00	00 00 8c a0, 以 0.001 度为单位, 扇区起始角度为 36°
f0 d2 00 00	00 00 d2 f0, 以 0.001 度为单位, 扇区终止角度为 54°
9f 00 00 08	08 00 00 9f, 转换为二进制为 0000 1001 0000 0000 0000 0000 1001 1111; 从左往右, 依次为第 1 位至第 8 位; 第 9 位至第 24 位未启用; 第 25 至 28 位; 第 29 至第 32 位未启用。 第 1 位: 1 表示 mm 级, 默认 mm 机 第 2 位: 1 表示带强度, 默认带强度 第 3 位: 1 表示开启去拖点功能; 0 表示关闭去拖点功能 第 4 位: 1 表示开启滤波功能, 0 表示关闭滤波功能 第 5 位: 1 表示开启 18° 为一个扇区; 0 表示关闭 18° 为一个扇区 第 6 位: 1 表示开启 9° 为一个扇区; 0 表示关闭 9° 为一个扇区 第 7 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 8 位: 1 表示开启固定分辨率; 0 表示关闭固定分辨率 第 25 位: 1 表示注意区防区检测到物体; 0 表示注意区防区未检测到物体 第 26 位: 1 表示警示区防区检测到物体; 0 表示警示区防区未检测到物体 第 27 位: 1 表示报警区防区检测到物体; 0 表示报警区防区未检测到物体 第 28 位: 1 表示带防区设置功能;
3e 73 7c 01	01 7c 73 3e; 时间戳, 转为十进制为: 1697329 毫秒, 约为 28.28 分, 雷达时间戳未设置“时”, 分秒与北京时间同步; 例如: 北京时间 9 时 35 分 30 秒, 雷达时间戳同步显示为 35.5 分 (即 35 分 30 秒)。
01 00 00 00	设备编号
00 00...	距离 (mm)
00 00...	相对扇区起始位角度
58 57...	强度数据
df 10	校验和

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]; // 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  
};
```

示例：

```

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 01 01 00
00 00 00 00 00 00 8d fe f8 42
  
```

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 32 30 34 30 30 30 31 00 00 00 00	编号 LH6401210400011
4c 45 53 2d 34 30 44 2d 43 32 30 45 00 00 00 00	设备类型 LDS-40D-C20E
b9 38 d3 12	版本 0x12d338b9
01 00 00 00	编号 0x00000001
c0 a8 00 81	设备地址 192.168.0.129
ff ff ff 00	标识 255.255.255.0
c0 a8 00 01	网关 192.168.0.1
c0 a8 00 14	服务器地址 192.168.0.20
0c 1a	上传端口 0x1a0c/6668
8f 19	服务器端口 0x198f/6543
01 00	设备状态 0x0001
59 17	转速 0x1759/597.7rpm
b5 03	频率 0x03b5/94.9Hz
ba 00	测距版本 0x00ba
5e 01	温度 0x015e/35 度
40 2e	电压 0x2e40/11.840V
00 00 00 00 00 00 00 00 01 01 00 00 00 00 00 00	报警信息
8d fe f8 42	CRC 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-E321-S 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/blueseas2-ros2>

如有疑问, 可以联系 Pacecat。