



PACECAT[®]

使用说明书

360度TOF激光扫描测距雷达

LDS-E310-E:适用机型

Ver 1.2:版 本

目录

PACECAT[®]

P01	产品简介
P02	工作原理
P02	产品优势
P03	机械尺寸和光学窗口
P03	机械尺寸
P03	光学窗口
P04	参数性能
P04	设备物理参数
P05	通讯与接口
P06	坐标系定义
P06	扇区角度
P07	软件测试
P07	客户端使用教程
P08	上位机使用说明
P08	功能操作区
P09	点云显示区
P09	数据显示区
P09	指令区
P10	数据通讯协议
P10	测量数据包格式
P11	数据解析
P12	字指令
P13	报警信息输出协议
P14-15	网络心跳协议
P16	开发工具与支持
P16	修订历史

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-E310-E应用场景

LDS-E310-E典型旋转频率为20HZ(1200RPM),此转速下角度分辨率为0.24度,客户可根据需求切换成10Hz(600RPM)/15Hz(900RPM)/25Hz(1500RPM),角度分辨率分别为0.12度/0.18度/0.3度。

LDS-E310-E激光雷达采用的是近红外脉冲激光器作为光源,激光器脉冲仅在纳秒时间内进行发射。因而可以确保对人类及宠物的安全性,符合FDA 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。

工作原理

LDS-E310-E采用飞行时间(TOF, Time Of Flight)原理设计,进行每秒高达30000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-E310-E内部电机驱动设计为顺时针旋转。

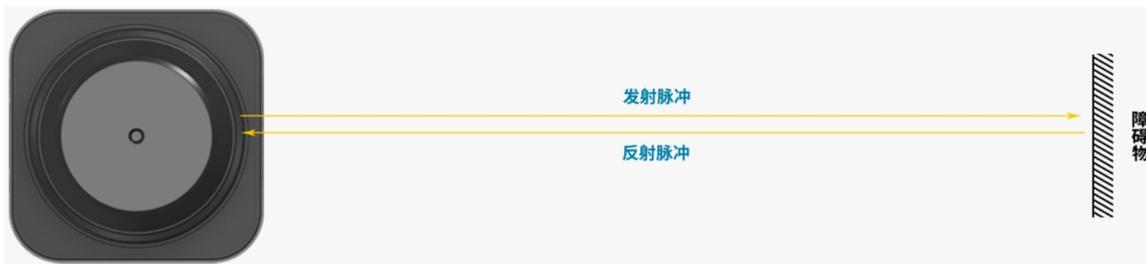


图2-1. LDS-E310-E 工作原理图

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 $\pm 3\text{cm}$,不同目标物直线特性优良;
- 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;

机械尺寸和光学窗口

机械尺寸

单位：毫米 (mm)

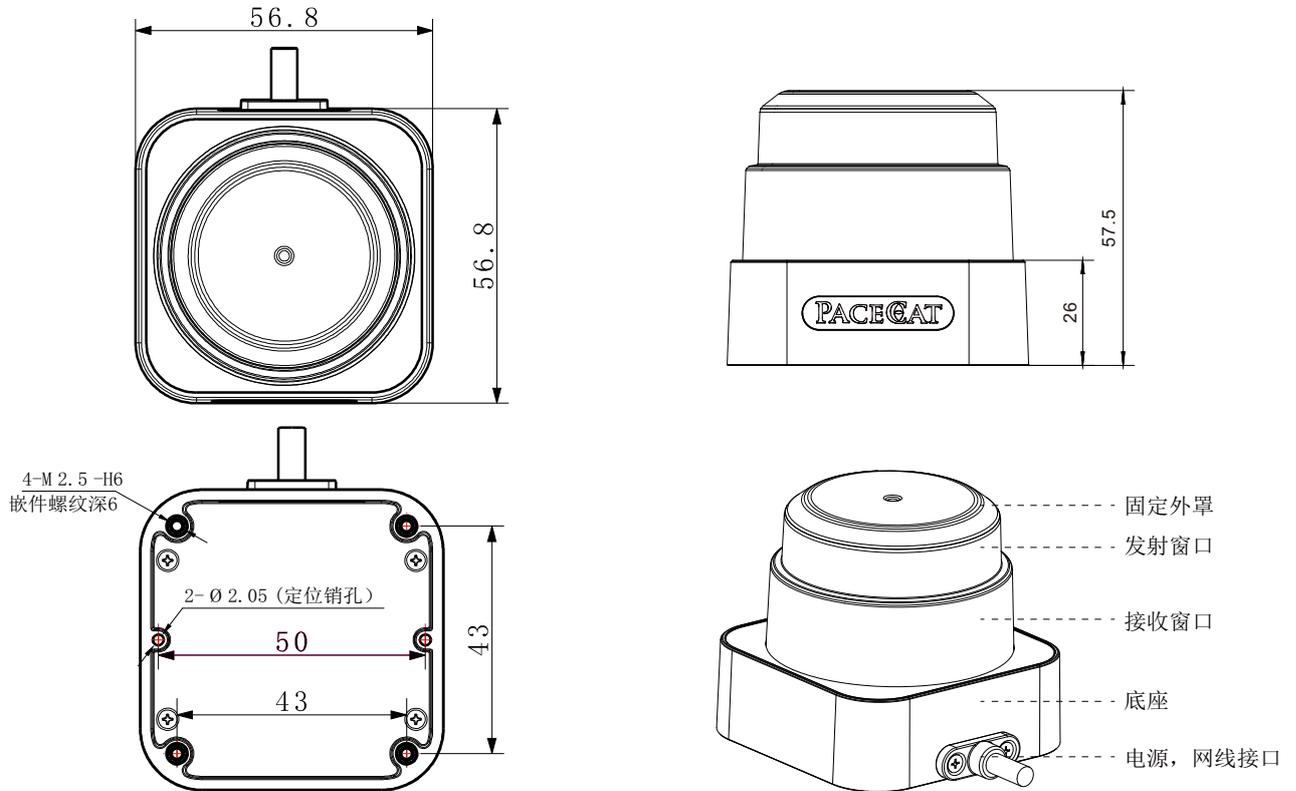


图4-1外观及尺寸示意图

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-E310-E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,如图4-2所示。若有特殊的需求或者要采用透明罩对此传感器进行保护,请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4-3,每一台出厂的雷达发射的激光的垂直角度会有微小偏差,以水平面为参考,LDS-E310-E发射的垂直角度偏差范围在 $\pm 0.3^\circ$ 内。

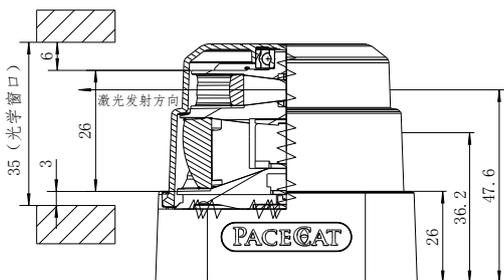


图4-2 LDS-E310-E内部结构



图4-3 激光垂直角度示意图

参数性能

设备物理参数

型号	LDS-E310-E
激光波长	905nm ± 15nm
检测距离	0.1-40m@90% 反射率
	0.1-12m@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度
扫描速率	10Hz,15Hz,20Hz,25Hz
角分辨率	0.12° ,0.18° ,0.24° ,0.3°
测量速率	30000测量值/s
测距精度	±30mm (20m内10%~70%反射条件下测距精度±30mm,可信度90%)
距离分辨率	10mm
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	10~26VDC
工作温度	-10° C-50° C
存储温度	-25° C-65° C
外形尺寸	56.8mm*56.8mm*57.5mm (长*宽*高)

☰ 通讯与接口

LDS-E310-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：

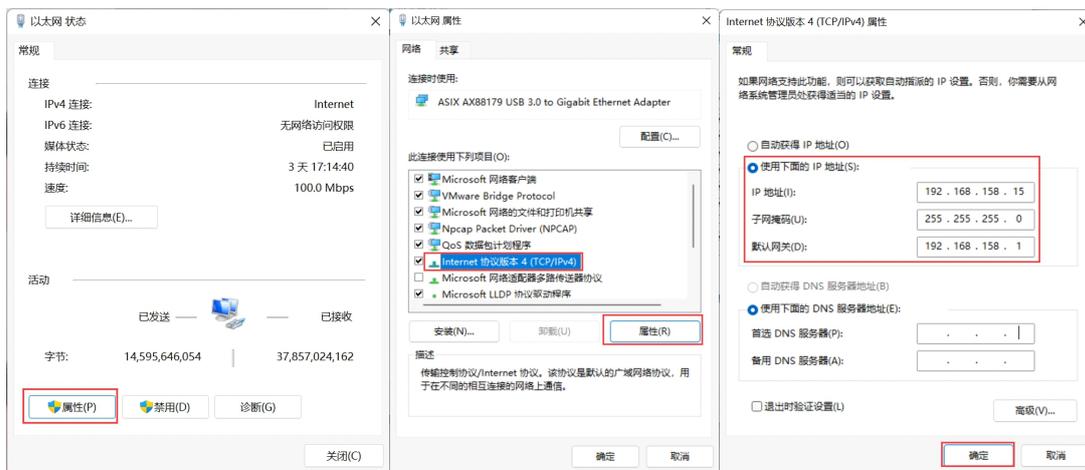


图5-1 电脑IP配置

坐标系定义

LDS-E310-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。如下图所示:

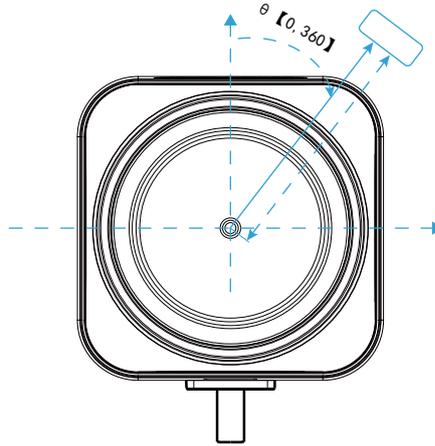


图 5-4 雷达零位及旋转方向示意图

扇区角度

转速	扇区角度
600	9° , 一圈中最后一个扇区为18°
900	18°
1200	18°
1500	18°

软件测试

客户端使用教程

双击Bluescan打开软件, 点击“连接”“网络”, 弹出‘设备列表’窗口, 选择对应的设备进行连接。设备列表中显示雷达基本信息, 如图所示。从左至右依次为: 雷达序列号; 雷达IP; 雷达端口号; 上传IP; 上传端口号; 当前转速; 雷达型号; 固件版本; CPU温度; 当前输入电压。

设备列表

SN	address	port	upload	port	RPM	type	version	CPU	Vol
LH6401210400011	192.168.158.98	6543	192.168.158.15	6668	598.0	LDS-E310-E	301.211231	53.8	11.803

图6-1 网络搜索连接窗口

Bluescan显示界面分为四个区: 功能操作区、点云显示区、数据显示区、指令区。如图6-2所示。

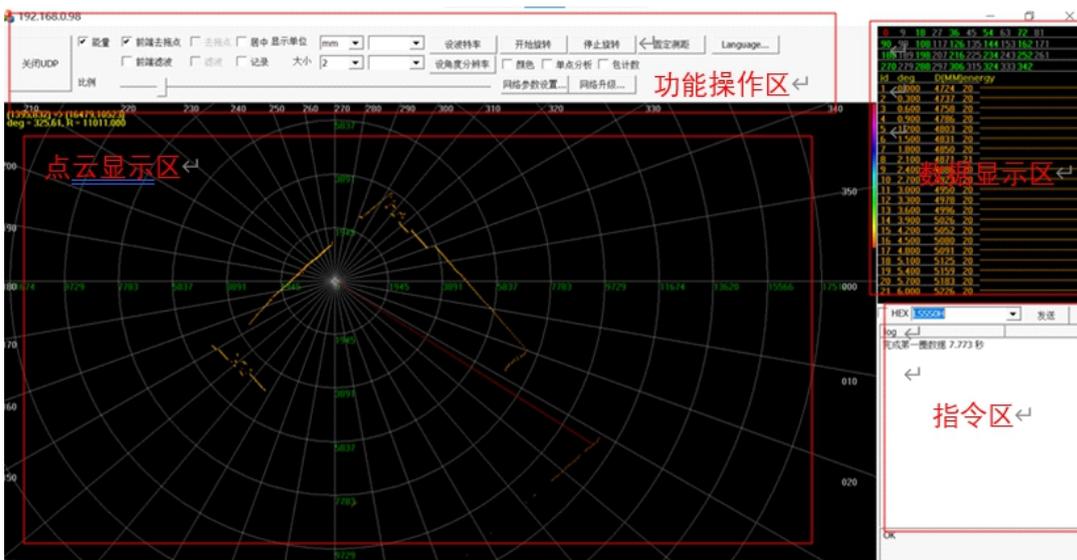


图6-2 雷达测试工作界面

上位机使用说明

功能操作区



图6-3 功能操作区

- 1、能量:LDS-E310-E只支持数据带能量输出。
- 2、前端去拖点、前端滤波:通过上位机设置是否打开去拖点、前端滤波开关。
- 3、记录:打开“记录”,上位机将生成*.dump文件记录雷达原始数据,文件自动保存在上位机所在根目录下,关闭“记录”,上位机自动结束记录。
- 4、设波特率:LDS-E310-E不支持设波特率。
- 5、设角度分辨率:LDS-E310-E不支持设角度分辨率。
- 6、开始旋转、停止旋转、固定测距:可控制雷达启动、停止与固定测距。
- 7、颜色:可设置雷达输出数据强度颜色。
- 8、单点分析:可持续监测单点输出的距离、角度数据,单点分析默认显示0度角点云距离变化,若要监测其他角度点云变化,可在点云显示区右键选中监测的角度。
- 9、包点数:可持续监测雷达包点数及丢包情况。
- 10、网络参数设置:用户可在此查看或修改雷达配置信息,如下图所示。

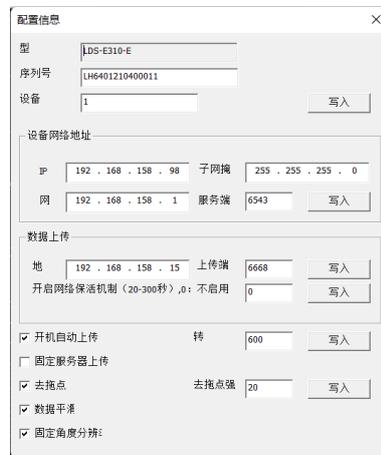


图6-4 配置信息

- 设备ID:客户可根据自身需求进行编号设置,设置范围为0-2147483647(D),转换为十六进制即为0-7FFFFFFF(H)。
- 设备网络地址:192.168.158.98,客户可根据实际需求设置IP地址,服务端口号默认为:6543。
- 数据上传地址:192.168.158.15,客户可根据实际需求设置IP地址,上传端口号默认为:6668。
- 开机自动上传:选中开机自动上传后,雷达上电后会持续上传数据;若未选中开机自动上传,雷达上电后数据不主动上传,需对雷达发送任意指令后才会输出数据。
- 固定服务器上传:若选中,只有在数据上传处设置的地址可接收到数据;若未选中,则与雷达同一网段内的任一IP地址上位机软件都可接收到雷达数据。
- 去拖点:开启去拖点功能后,可有效去除前后目标之间的拖点,用户可自行设置去拖点强度,区间为(0,200]。
- 数据平滑:开启数据平滑后,可减少雷达数据线性波动,点云趋于平滑。
- 固定角度分辨率:此款雷达支持任意角度分辨率和固定角度分辨率两种模式输出。
- LDS-E310-E转速支持600转/900转/1200转/1500转。

点云显示区

雷达检测到的目标均在点云显示区显示,用户可以直观观察点云的形状,距离,角度信息,点云数据的显示大小可在功能操作区中调整,如图所示。

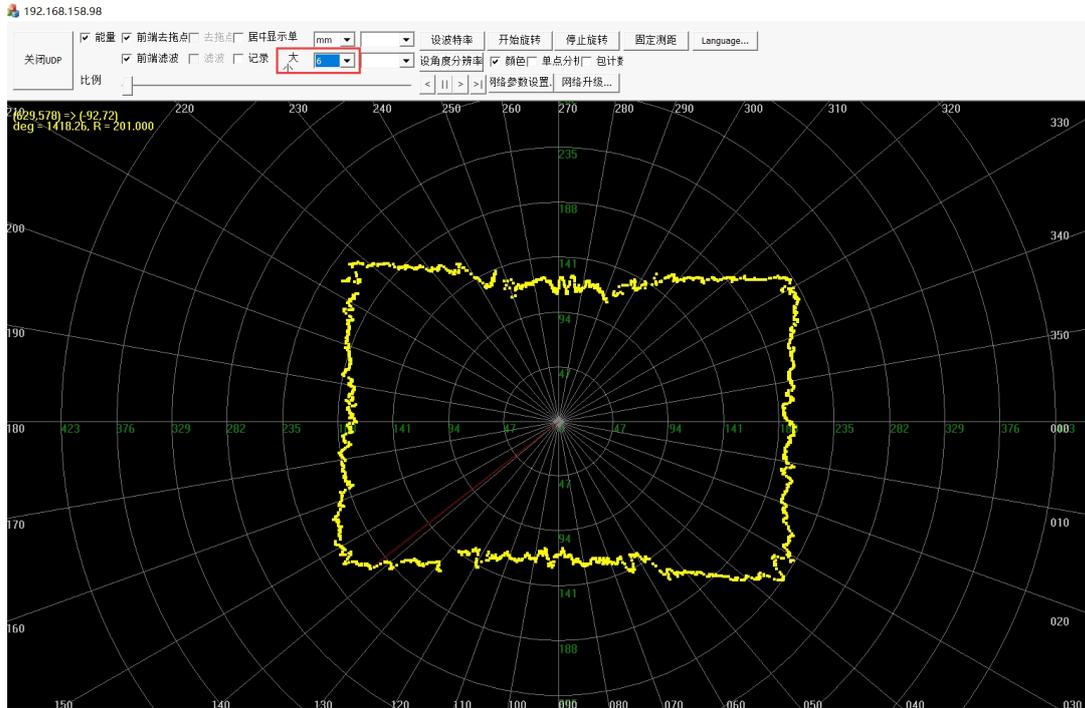


图6-4 点云显示区

数据显示区

点云显示区中的点云数据均在数据显示区中显示,用户可在数据显示区中选择关注的角度范围,选中后,点云数据会在下方显示,如图所示。

指令区

用户可在指令区输入规范指令,对雷达进行控制,如图所示,具体指令请参考P12



图6-5 数据显示区

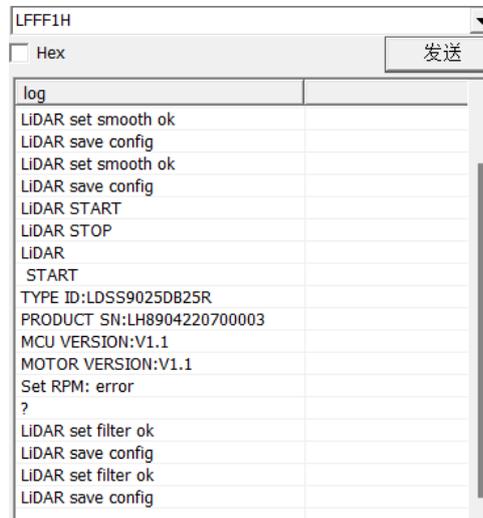


图6-6 指令区

数据通讯协议

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
};
```

数据解析

LDS-E310-E转速为600转时,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 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 F6 3B
A1 C7 FA 2D 00 2D 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机, 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 00 00	时间戳
01 00 00 00	设备编号
00 00...	距离
00 00...	角度
a7...	强度
3b a1	校验和=a13b =0x002d+0x002d+0x0000+0x0000+0x0000+0x0000+0x0000+0x2328+0x0000+0x00af+0x0000+0xf60c+0x0000+0x0001+0x0000+...+0x0ef6+0x0000+...+0x2260+0x00a7+...+0x00f6

三字指令

指令	备注
LSTOPH	停止旋转
LSTARH	开始旋转
LRESTH	重新启动
LVERSH	获取版本 (激光头、控制板)
LUUIDH	获取SN
LTYPEH	获取型号
LSSS1H	开启滤波
LSSS0H	关闭滤波
LFFF1H	开启去拖点
LFFF0H	关闭去拖点
LSRPM:xxxH	设置转速为xxx

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

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 30 31 00 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 LES-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 00 00	报警信息
8d fe f8 42	校验码

开发工具与支持

为了方便用户快速使用LDS-E310-E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>

如有疑问，可以联系Pacecat。

修订历史

日期	版本	内容更新
2022-01-04	Ver 1.0	LDS-E310-E 初始版本
2022-01-05	Ver 1.1	更新网络心跳协议解析表
2022-09-07	Ver 1.2	更新说明书排版

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；

未经蓝海光电科技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；

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 FDA 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，请联系蓝海光电科技有限公司进行检测，任何维护、零件更换的措施必须由蓝海光电科技有限公司执行。

声明

- 本产品受已获准及尚在审批的中华人民共和国专利保护；
- 未经蓝海光电科技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，蓝海光电科技有限公司保留解释权；

PACECAT[®]

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>

版权：© 2021 浙江省金华市蓝海光电技术有限公司版权所有

