

CH128X1

车规混合固态激光雷达使用手册



目录

安全提示	2	5.1 GPS 同步	30
1 产品介绍	5	5.2 外同步	32
1.1 简介	5	5.3 雷达内部计时	32
1.2 工作原理	5	6. 点云数据的角度和坐标计算	33
1.3 规格参数	6	6.1 垂直角度	33
1.4 外形尺寸	7	6.2 水平角度	35
1.5 结构描述	8	6.3 距离值	35
2. 电气接口	9	6.4 笛卡尔坐标表示	35
2.1 电源	9	7. 点云数据的精确时间计算	35
2.2 接口	10	7.1 数据包结束时间计算	36
3. 快速指南	13	7.2 通道数据的精确时间计算	36
3.1 WINDOWS 软件显示点云和配置雷达	15	8、点云显示软件	37
3.2 解析点云数据	16	8.1 适用范围	37
4. 通讯协议	17	8.2 软件安装	37
4.1 数据包协议	18	8.3 相关的功能介绍和使用	37
4.2 设备包协议	22	8.4 注意事项	43
4.3 配置包协议	24	9. ROS 系统软件	48
4.4 配置参数和状态描述	26	9.1 硬件连接及测试	48
5. 时间同步	30	9.2 软件操作实例	49

安全提示

使用产品前，请仔细阅读并遵循本说明书指导，同时请参考任何相关的国家和国际安全条例。

△注意

请勿私自拆开或改装雷达，如需要特殊指导请向镭神智能技术支持人员咨询保修及维护事宜。

△激光安全等级

本产品激光安全等级符合以下标准：

- IEC 60825-1:2014
- 21 CFR 1040.10 和 1040.11 标准，除 2019 年 5 月 8 日颁发的第 56 号激光公告（Laser Notice No.56）所述之偏差事项（IEC 60825-1 第三版）外任何情况下，切勿通过放大设备（例如显微镜、头戴式放大镜或其他形式的放大镜）直视传输中的激光。

△安全预警

任何情形下，如果您怀疑产品已出现故障或受损，请立刻停止使用产品，以免造成使用者受伤或产品进一步受损

操作

本产品由金属和玻璃构成，内含精密电路电子元件以及光学器件。高温、跌落、刺穿或挤压等不当操作可能造成产品不可逆损坏

人眼安全

尽管产品设计符合 Class 1 人眼安全标准，切勿通过放大设备（例如显微镜、头戴式放大镜或其他形式的放大镜）直视传输中的激光；为最大程度地实现自我保护，使用者仍应避免直视运行中的产品

供电

使用镭神智能提供的连接线和配套的接插件供电。如果使用不符合供电要求或已损坏的线缆或适配器，或在潮湿环境中供电，可能导致无法正常运行、火灾、人员受伤、产品损坏或其它财产损失

光干扰

某些精密光学设备可能受到产品发出激光的干扰，使用时请注意

外壳

产品内含高速旋转部件，请勿在外壳没有紧固的情况下操作；请勿使用外壳损坏的产品，以免造成无法挽回的损失；为避免产品性能降低，请勿用手触摸光罩。

振动条件

应避免产品受到强烈振动而造成损坏。如需产品的机械冲击和振动性能参数，请联系镭神智能获取技术支持

射频干扰

使用前，请阅读产品底座铭牌的认证及安全信息。尽管产品的设计、检测和制造均符合射频能量辐射的相关规定，但来自产品的辐射仍有可能导致其他电子设备出现故障

爆燃性和其他空气条件

请勿在任何存在潜在爆燃性空气的区域使用产品，例如空气中含高浓度可燃性化学物质、蒸汽或微粒（例如颗粒、灰尘或金属粉末）的区域。请勿将产品暴露在高浓度工业化学品环境中，包括易蒸发的液化气体（如氦气）附近，以免损坏或削弱产品功能。请遵循所有标记和指示

维修

请勿擅自拆解雷达，拆卸产品可能导致防水性能失效或人员受伤。

1 产品介绍

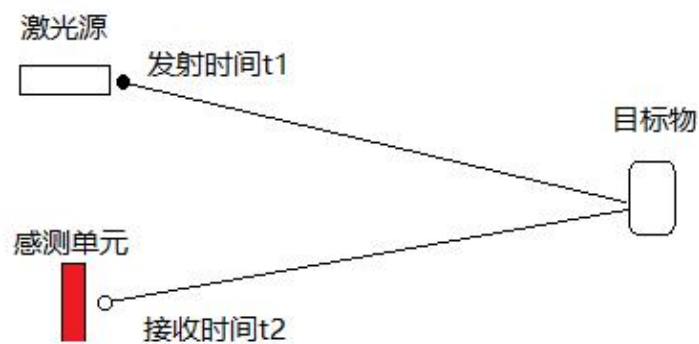
1.1 简介

CH128X1 基于镭神智能在车规级高线束混合固态激光雷达小型化技术上取得的重大技术突破,不仅满足自动驾驶中远程探测感知性能要求,而且尺寸迷你,适合嵌入车顶或前保位置,更贴合乘用车外观设计的审美需求。

1.2 工作原理

多线混合固态激光雷达采用飞行时间测量法 (Time of Flight)。激光雷达发出激光脉冲开始计时(t_1),当激光遇到目标物体光返回,接收端停止计时(t_2)。

距离 = 光速 \times ($t_2 - t_1$)/2



1.3 规格参数

表 1.1 CH128X1 激光雷达规格参数表

型号	CH128X1	水平角度分辨率	5Hz: 0.1°; 10Hz: 0.2°; 20Hz: 0.4°
测距方式	脉冲式	扫描速度	5Hz、10Hz、20Hz、25Hz
激光波段	905nm	通信接口	车载以太网
激光等级	1 级（人眼安全）	供电范围	9V~36VDC
激光通道	128 路	操作温度	-40℃~+85℃
测量范围	200m（160m@10%）	储存温度	-40℃~+105℃
测距精度	±3cm	冲击	500 m/sec ² , 持续 11 ms
单回波数据速率	76 万点/秒	振动	5Hz~2000Hz, 3G rms
垂直视场角	-18°—7°	防护等级	IP6K9K
水平视场角	120°	尺寸	118x90x75mm
垂直角度分辨率	中间 ROI 区域 0.125°, 两边 0.25°	重量	1kg

1.4 外形尺寸

- 1) CH128X1 线激光雷达底部有 4 个安装孔和两个定位孔，由客户自行配 4 个 M5*10（内六角杯头组合螺丝）的机械螺丝锁紧固定，配弹垫平垫，如图 1.1 所示，为 CH128X1 激光雷达外形尺寸图。
- 2) 安装要求：（1）安装螺钉：M5*10，内六角杯头组合螺丝；（2）螺钉：GB70；（3）弹垫：GB93；（4）平垫：GB93.1；（5）电批扭力矩：5NM。

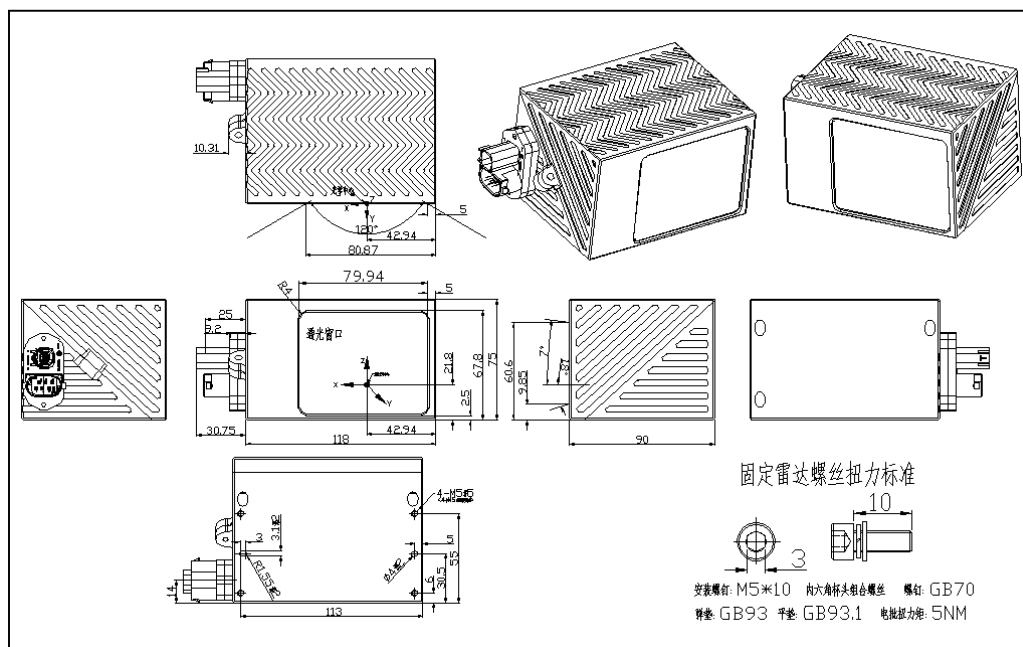


图 1.1 CH128X1 激光雷达外形尺寸图

1.5 结构描述

CH128X1 激光雷达通过镜面旋转，实现对水平 120 度区域扫描，通过特殊的光学设计，实现垂直方向上更加密集的光线分布。如图 1.2 为 CH128X1 激光雷达外观图。如图 1.3 为 CH128X1 激光雷达光学中心位置，该光学中心也是上位机显示软件的坐标原点。



图 1.2 CH128X1 激光雷达外观图

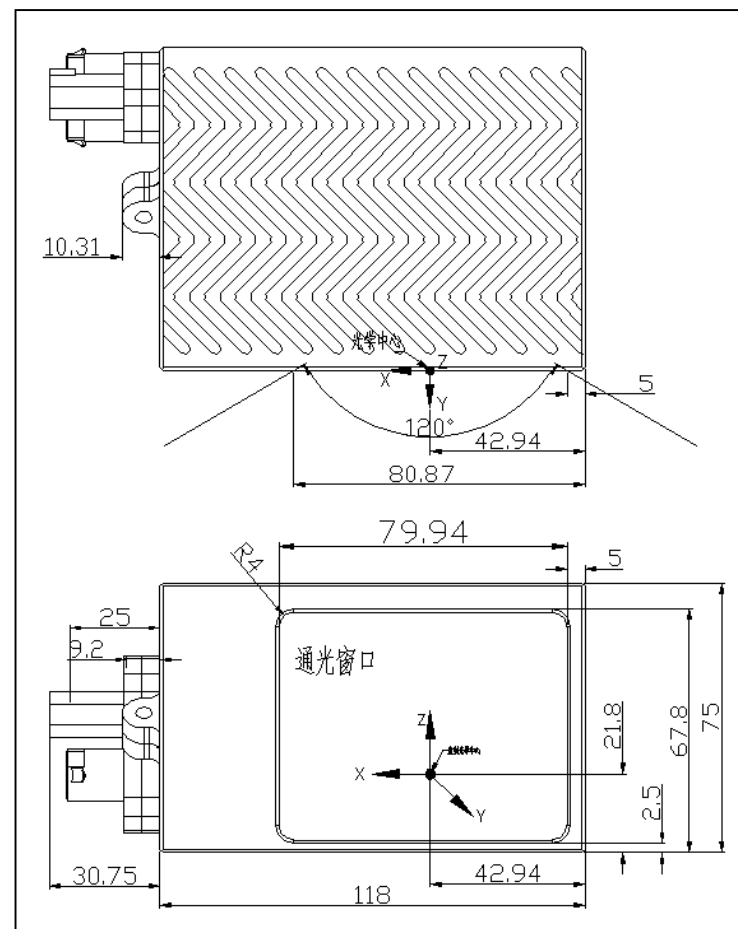


图 1.3 CH128X1 激光雷达光学中心位置

2. 电气接口

2.1 电源

- 电源输入范围：9V~36VDC。如果使用其它直流电源供电，推荐电源输出电压：12VDC,19VDC,24VDC、输出最大电流： $\geq 2A$ （雷达启动时要求瞬时启动电流大，启动电流小可能导致不能正常启动）、输出纹波噪声： $<120mVp-p$ ；输出电压精度： $<5\%$ 。推荐使用 12V/3A 或者 24V/2A 电源适配器。
- DC 9V、36V 为短期极限环境供电，不能作为工作电压供电，当电压输出出现波动，激光雷达无法保证正常工作。
- 供电电源电压越高，放电能力越强对激光雷达的冲击越严重（如车载直接供电，不使用适配器和接线盒），需采用大功率 TVS 瞬态抑制二极管进行防护，以免出现损坏。
- 激光雷达电源直出接线长度为 5~10m，供电电压需 $>19V$ ；电源直出接线 $>10m$ ，建议采用 220VAC 适配器就近供电（不建议使用直流电长距离供电）。

2.2 接口

■ CH128X1 系列多线激光雷达机体下端侧面引出缆线，缆线为 6 芯电源线和 2 芯车载以太网线，序号如下图所示。注：如选择的是 CAN 网络授时雷达，线序定义如图 2.1，选择的是 GPS 授时雷达,线序定义如图 2.2。

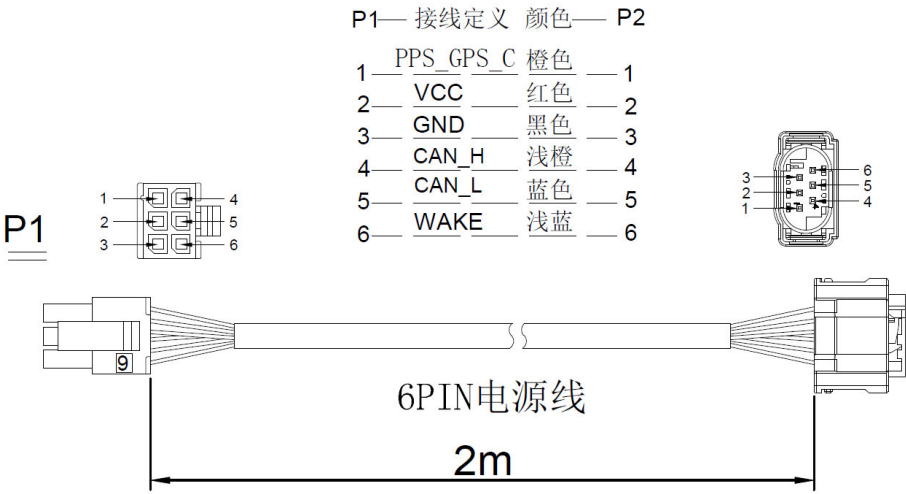


图 2.1 雷达对外 6 芯电源线缆（CAN 网络授时）示意图

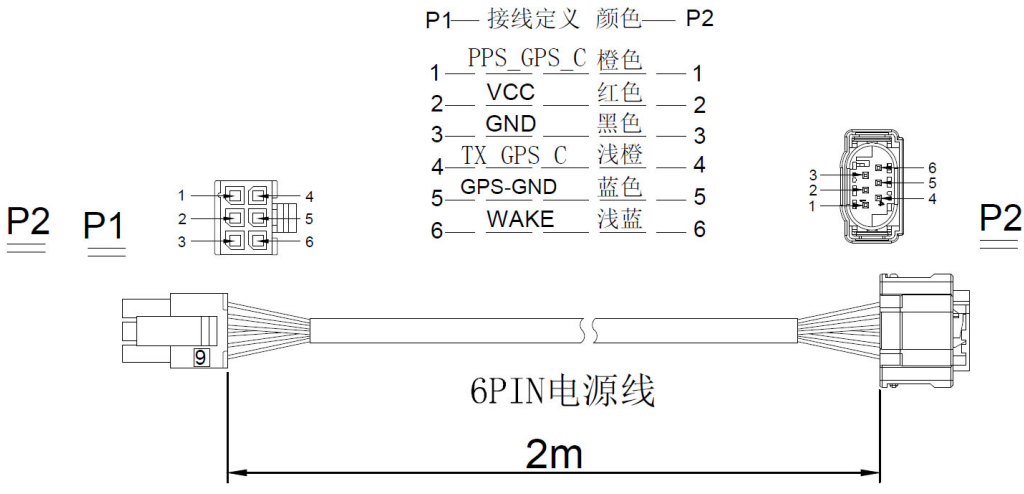
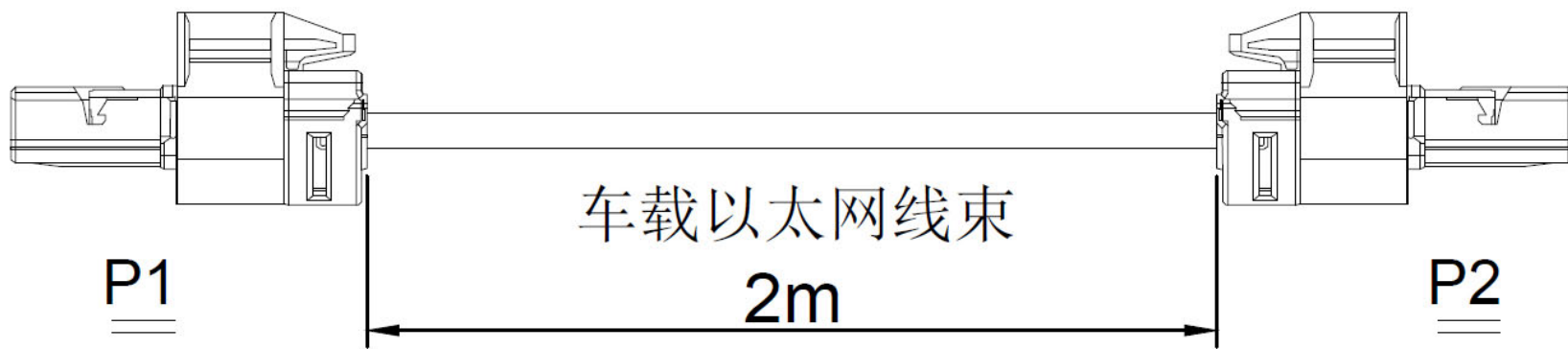


图 2.2 雷达对外 6 芯电源线缆（GPS 授时）示意图



P1	定义	颜色	P2
1	1000Base-T1-P	白色	1
2	1000Base-T1-N	绿色	2
SHIELD	BRAIDING		SHIELD

图 2.3 CH128X1 2 芯车载以太网线示意图

6 芯电源线缆定义如下：

序号	线缆的颜色和规格	定义	定义说明
1	橙色	GPS_PPS_C	GPS 输入 PPS 信号
2	红色	VCC	电源正
3	黑色	GND	电源负
4	浅橙色	CAN_H / TX_GPS_C	CAN_H / TX_GPS_C
5	蓝色	CAN_L / GPS-GND	CAN_L / GPS-GND
6	浅蓝色	唤醒输入	唤醒输入信号

2 芯以太网线缆定义如下：

序号	线缆的颜色和规格	定义	定义说明
1	白	1000Base-T1_P	以太网发射差分正端
2	绿色	1000Base-T1_N	以太网发射差分负端

■为方便客户测试以及接插件的连接，产品配套转接盒，该转接盒并不是雷达运行的必备配件。CH128X1 激光雷达接线盒接口包括：车载以太网口、车载电源线接口、孔径 2.1MM 的 DC 插座、指示灯、RJ45 网口、6 针 GPS 接口，如下图 2.4。

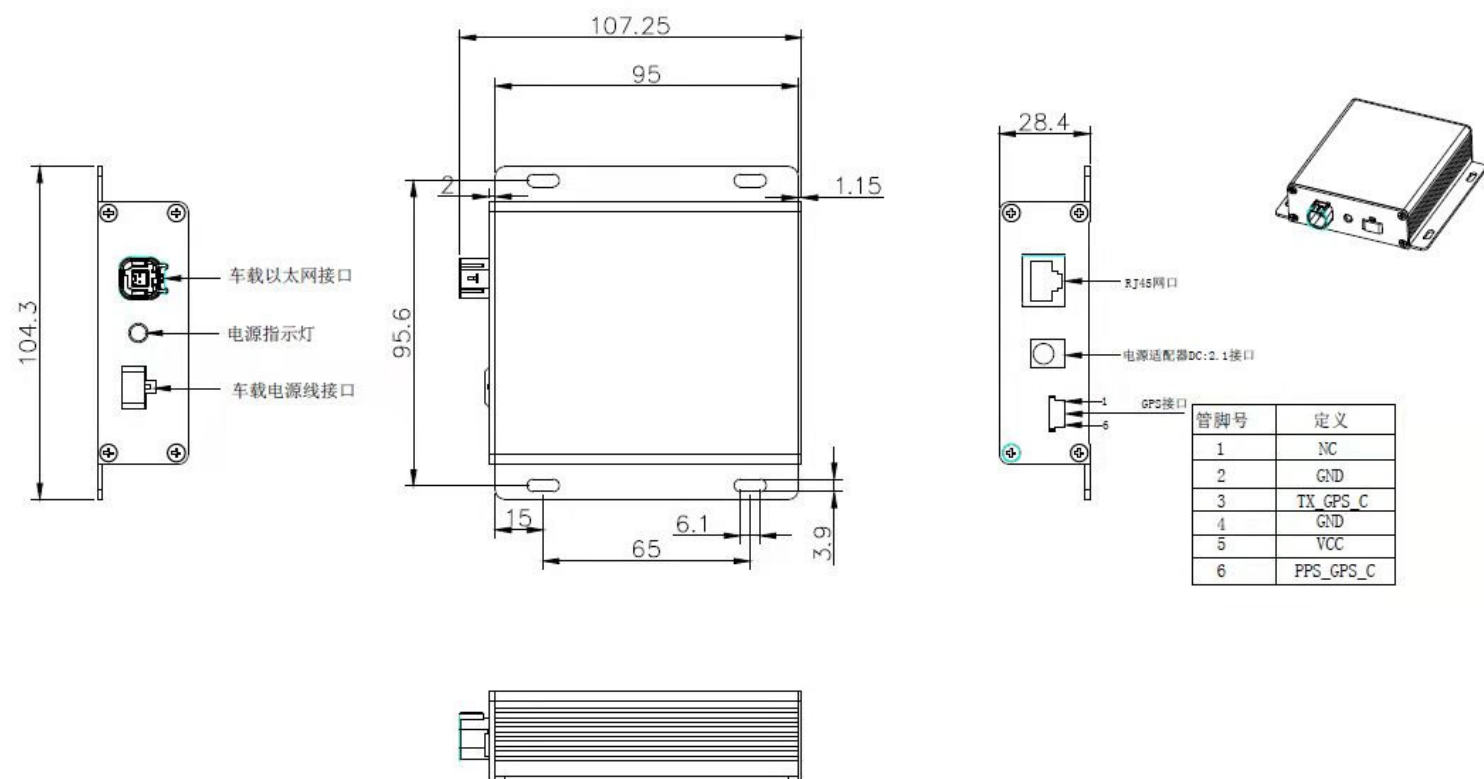


图 2.4 CH128X1 接线盒

转接板的 GPS 接口母座规格为 JST 公司的 SM06B-SRSS-TB,外接 GPS 模块的推荐插头接口是 JST 公司的 SHR-06V-S-B

接口定义：

引脚号	功能定义	I/O	使用要求
1	PPS 同步信号	I	TTL 电平范围 3.3V 至 12V,周期 1 秒，建议脉冲宽度超过 5MS
2	GPS 供电 5V	O	不要带电拔插
3	GPS 电源地	O	良好接触
4	GPS 经纬度时分秒	I	RS232 电平，波特率 9600bps
5	GPS 电源地	O	良好接触
6	NC	-	-

3. 快速指南

3.1 连接激光雷达

3.2 Windows 软件显示点云和配置雷达

随雷达附送的点云显示软件解析数据包和设备包信息，显示 3D 点云数据，通过可视化界面，用户可以重置雷达参数。具体操作流程见点云显示软件章节。

雷达网络参数缺省的 IP 和端口号如下表：

表 3.1 雷达默认网络配置

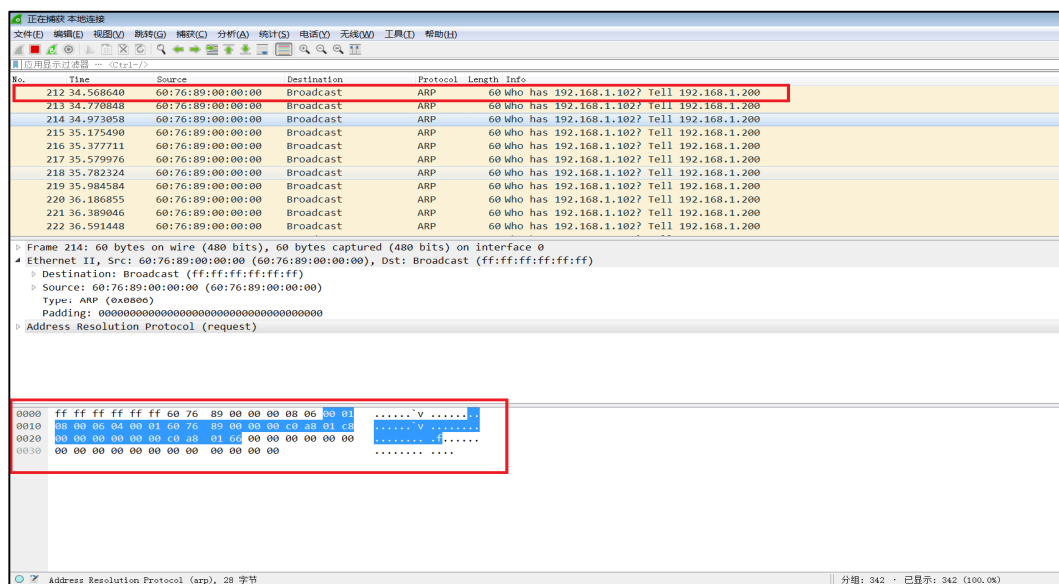
	IP 地址	UDP 设备包端口号	UDP 数据包端口号
雷达	192.168.1.200	2368（固定不可配）	2369（固定不可配）
电脑	192.168.1.102	2369	2368

注意：

设置雷达 IP 时，本地 IP 与目的 IP 不能设置为同一 IP，否则雷达将不能正常工作。

雷达组播模式时，两个目的端口禁止设置为同一个端口号。

连接雷达时，电脑与雷达的 IP 在不同网段时，需要设置网关；相同网段时，设置不同 IP 即可，例如：192.168.1.x，子网掩码为 255.255.255.0。若需查找雷达的以太网配置信息，连接雷达后电脑可以使用 Wireshark 软件抓取设备 ARP 包进行分析，有关 ARP 包的特征识别，见下图。



注意：Wireshark 软件为第三方软件，客户使用过程中造成的版权和商业纠纷等问题，均与镭神智能无关。

3.3 解析点云数据

用户如需自行解析雷达数据，依照如下步骤：

- 解析数据包，获得每一线的相对水平角度、测距信息、强度数据和微秒时间戳信息；
- 读取设备包，获取水平修正角度值、UTC 时间(GPS 或 NTP 授时)和设备当前状态配置等信息；
- 依据雷达光束分布得到每一线的垂直角度；
- 根据点云数据的测距值、垂直角度以及计算后的水平角度，得到 XYZ 坐标值；
- 如果需要，通过 UTC 时间、微秒时间戳、雷达每一线发光时刻和单双回波模式，计算点云数据的精确时间；
- 根据需要重新配置以太网、PPS 同步水平角度、转速等信息，打包配置包协议。

4. 通讯协议

雷达数据输出和配置使用百兆以太网 UDP/IP 通讯协议，共有三种 UDP 包协议，包长均为 1248bytes（42bytes 以太网包头和 1206bytes 有效载荷）。

雷达的通信协议有：

- 主数据流输出协议 MSOP(Main data Stream Output Protocol)，雷达测量的距离、角度、强度等信息输出；
- 设备信息输出协议 DIFOP(Device Information Output Protocol)，雷达和附属设备的当前状态和各种配置信息输出；
- 用户配置写入协议 UCWP(User Configuration Write Protocol)，设置雷达的配置参数。

表 4.1 UDP 包协议

UDP 包名称	简称	功能	长度 (Byte)	发送间隔
MSOP	数据包	输出测量数据、时间戳等	1248	约 0.148ms
DIFOP	设备包	输出参数配置和状态信息		1s (发 1 包)
UCWP	配置包	输入配置参数		不固定

4.1 数据包协议

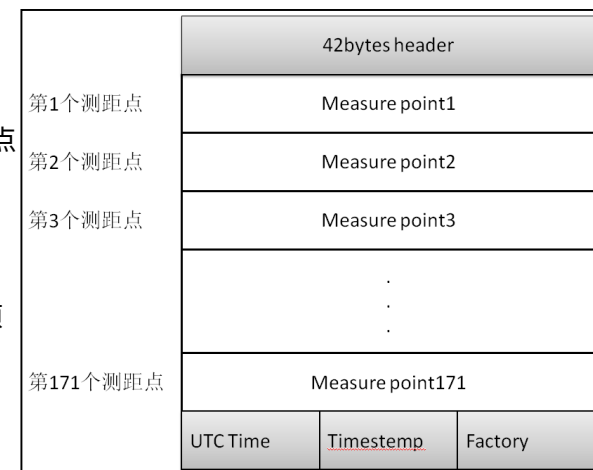
数据包输出点云的角度值、距离值、强度值、时间戳等测量数据。数据包的数据采用大端模式 (Big-Endian)。

数据包包括 42 字节以太网包头和 1206 字节的有效载荷，长度 1248 字节。有效载荷由 1197 字节的点云数据和 9 字节的附加信息（前 3 个字节 UTC 时间时分秒,后 4 字节为 Timestamp,最后 2 字节为 Factory）组成。

4.1.1 数据包格式

雷达支持单回波，单回波测量最近回波值。每个 MSOP 数据包包含 1206 个字节数据。每包数据包含 171 个点即 $171 \times 7 = 1197$ 个 byte，帧尾长度 9byte（3 byte UTC 时间时分秒,4byte Timestamp，2byte 的 Factory 字节）。参见右图：

注意：雷达显示点云图像按帧显示，当 MSOP 数据包其中第一个点的数据为 FF AA BB CC DD EE11 表示点云帧起始标志（雷达此时扫描到最右边），点云帧起始标志可能在一包数据里面的任意位置，不一定是包头，该点不作为点云数据显示，仅为一帧图像开始的同步判断标志。



4.1.2 以太网包头

以太网包头: 42Bytes				
名称	序号	信息	Offset	长度 (Byte)
Ethernet II MAC	0	Destination	0	6
	1	Source	6	6
Ethernet 数据包类型	2	Type	12	2
Internet Protocol	3	Version,Header Length,Differentiated Services,Field,Total Length,Identification,Flags,Fragment Offset,Time to Live,Protocol,Header,Checksum,Source IP Address,Destination IP Address	14	20
UDP 协议端口号	4	源端口(0x0941, 代表 2369)	34	2
	5	目的端口(0x0940, 代表 2368)	36	2
UDP 协议的长度和求和 校验	6	长度(0x04BE, 代表 1214 bytes)	38	2
	7	求和检验	40	2

以太网包头 Header 共 42 字节，举例如上表。

4.1.3 子帧

子帧是数据包的有效数据区域，共 1197byte，包含 171 个点，即 $171 \times 7 = 1197$ 个 byte。以第一个测距点为例：

Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7
Line_num	Horizontal angle[15:8]	Horizontal angle[7:0]	Distance[23:16]	Distance[15:8]	Distance[7:0]	strength

- 第一 byte 表示线号，取值范围是 0 至 127 共 128 线，分别对应着整个垂直视场中最下的一根光线至最上的一根光线，例如线号 0 代表垂直角度为 -18° ，线号 1 代表垂直角度为 -17.75° ，相邻线号之间角度相差 0.25° 或者 0.125° 。
- 第二 byte、第三 byte 表示水平方向角度，高位在前低位在后，单位为 0.01° ，如 $0x11AD = 4525$ 即 45.25° 。
- 第四 byte、第五 byte、第六 byte 表示距离值，高位在前，低位在后，高两个字节为整数部分，单位厘米，最后一个字节为小数部分，单位为 $1/256\text{cm}$ 。
距离值解析方式，例如：获取的数据包里的距离值得十六进制数 $0x02$ ， $0x18$ ， $0x32$ ，将前两个字节组成 16bit 无符号数据。表示为： $0x0218$ 转换为十进制距离值： 536cm 。最后一个字节为小数部分， $0x32$ 转换为十进制为 50，即 $50 \times 1/256\text{cm} = 0.1953125\text{cm}$ ，两部分加起来为 536.1953125cm 。
- 第七 byte 表示回波强度信息，取值范围为 0-255。（回波强度信息可以反映实测环境下系统对被测物的能量反射特性，通过回波强度信息可以完成对不同反射特性的物体区分。）

4.1.4 方位角

水平角度值的分辨率根据电机转速(5Hz、10Hz、20Hz)确定(0.1°、0.2°、0.4°)。水平方向角度定义雷达水平方向右边为 0°，左边为 180°，垂直方向为 90°，雷达水平方向的取值范围为 30°至 150°，如图所示。

附加信息：附加信息长度 9 字节，包括 3 个字节 UTC 时间时分秒
4 字节微秒时间戳 Timestamp 和 2 节的 Factory。

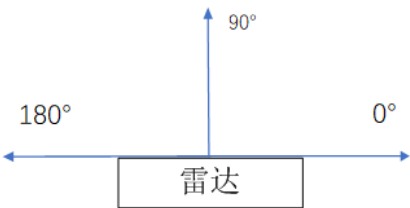


表 4.2 附加信息

附加信息：9Bytes			
名称		长度（Byte）	功能
UTC 时间		3	UTC 时间的时分秒
Timestamp		4	时间戳，单位微秒（us）
Factory	厂商信息	1	0x80 代表 CH128x1 雷达
	回波信息	1	0x1 代表单回波雷达，0x2 代表双回波雷达

- 1) 有 GPS 输入 PPS 时，依据 PPS 时间为周期计时产生时间戳，时间戳的范围 0-999999 (us)；
- 2) 有外同步输入 PPS 时，依据外同步 PPS 时间为周期计时产生时间戳，时间戳的范围 0-999999 (us)；
- 3) 无同步输入 PPS 时，雷达内部以 1 小时为周期计时产生时间戳，时间戳的范围 0-3599_999_999 (us)。

4.2 设备包协议

设备包输出版本号、以太网配置、电机转速和运行状态、故障诊断等只读参数和状态信息。设备包的数据采用大端模式（Big-Endian）。

设备包包括 42 字节以太网包头和 1206 字节的有效载荷，长度 1248 字节。有效载荷由 8 字节的帧头 Header、1196 字节的数据 Data 和 2 字节的帧尾 Tail 组成。

表 4.3 设备包的数据格式

以太网包头: 42Bytes				
名称	序号	信息	Offset	长度 (Byte)
Ethernet II MAC	0	Destination	0	6
	1	Source	6	6
Ethernet 数据包类型	2	Type	12	2
Internet Protocol	3	Version,Header Length,Differentiated Services,Field,Total Length,Identification,Flags,Fragment Offset,Time to Live,Protocol,Header,Checksum,Source IP Address,Destination IP Address	14	20
UDP 协议端口号	4	源端口(0x0940, 代表 2368)	34	2
	5	目的端口(0x0941, 代表 2369)	36	2

UDP 协议的长度和求和	6	长度(0x04BE, 代表 1214 bytes)	38	2
校验	7	求和检验	40	2
有效载荷: 1206Bytes				
名称	序号	信息	Offset	长度(Byte)
Header	0	设备包识别头	0	8
Data	1	电机转速	8	2
	2	以太网配置	10	22
	3	雷达旋转/静止	40	2
	4	设备流发包间隔	42	2
	5	GPS 时间	52	6
	6	经纬度	58	22
Tail	7	帧尾	1204	2

Header 是设备包识别头, 固定为 0xA5,0xFF,0x00,0x5A,0x11,0x11,0x55,0x55, 其中前 4 个字节可作为包的检查序列。帧尾 Tail 固定为 0x0F,0xF0。

4.3 配置包协议

- 1) 配置包协议对雷达的以太网、电机等参数进行配置，配置包的数据采用大端模式（Big-Endian）。
- 2) 配置包包括 42 字节以太网包头和 1206 字节的有效载荷，长度 1248 字节。有效载荷由 8 字节的 Header、1196 字节的数据，以及 2 字节的 Tail 组成。

注意：推荐用户通过 Win 点云软件配置雷达，禁止客户自行打包配置雷达参数。

表 4.4 配置包数据格式

以太网包头: 42Bytes				
名称	序号	信息	Offset	长度 (Byte)
Ethernet II MAC	0	Destination	0	6
	1	Source	6	6
Ethernet 数据包类型	2	Type	12	2
Internet Protocol	3	Version, Header Length, Differentiated Services, Field, Total Length, Identification, Flags, Fragment Offset, Time to Live, Protocol,Header, Checksum,Source IP Address Destination IP Address	14	20

UDP 协议端口号	4	源端口(0x0941, 代表 2369)	34	2
	5	目的端口(0x0940, 代表 2368)	36	2
UDP 协议的长度和 求和校验	6	长度(0x04BE, 代表 1214 bytes)	38	2
	7	求和检验	40	2
有效载荷: 1206Bytes				
名称	序号	信息	Offset	长度 (byte)
Header	0	设备包识别头	0	8
Data	1	电机转速	8	2
	2	以太网配置	10	22
	3	雷达旋转/静止	40	2
	4	设备流发包间隔	42	2
Tail	7	帧尾	1204	2

Header 是配置包识别头, 固定为 0xAA,0x00,0xFF,0x11,0x22,0x22,0xAA,0xAA, 其中前 4 个字节作为包的检查序列。帧尾 Tail 固定为 0x0F,0xF0。

4.4 配置参数和状态描述

4.4.1 电机转速

电机转速（2Bytes）		
序号	Byte1	Byte2
功能	转速 5Hz/10Hz/20Hz	

配置电机转速，电机顺时针旋转，可以设置三种转速：当设置为 0x04B0 时，转速 1200rpm；设置为 0x0258 时，转速 600rpm；设置为 0x012C 时，转速 300rpm。不支持其他设置数据。

4.4.2 以太网配置

表 4.5 以太网配置

以太网配置（22Bytes）								
序号	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7	Byte8
功能	IP_SRC				IP_DEST			
序号	Byte9	Byte10	Byte11	Byte12	Byte13	Byte14	Byte15	Byte16

功能	只读 MAC_ADDR						数据端口 port1
序号	Byte17	Byte18	Byte19	Byte20	Byte21	Byte22	
功能	设备端口 Port2		预留				

源 IP 地址 IP_SRC，长度 4Bytes；目的 IP 地址 IP_DEST，长度 4Bytes；每台雷达有固定的 MAC 地址 MAC_ADDR，长度 6Bytes，用户不可配置；port1 为 UDP 数据端口号，port2 为 UDP 设备端口号。

4.4.3 雷达扫描和静止

雷达旋转/静止（2Bytes）		
序号	Byte1	Byte2
功能	0：旋转；1：静止	

0x0000 雷达旋转，0x0001 雷达静止，雷达缺省值为旋转扫描。

4.4.4 设备包发包间隔

设备包发包间隔（2Bytes）		
序号	Byte0	Byte1
功能	0：每发送 4 个数据包时发送一个设备包；其它值：每秒发 1 包；	

配置 0x0000 表示每发送 4 个数据包时发送一个设备包，其它值时每秒发 1 包，默认值为 1（1 秒连续发 1 包）。

4.4.5 时间

雷达接收 GPS 信号，解析\$GPRMC 信息，UTC 时间同步 GPS；当无 GPS 授时时，UTC 时间为全 0。雷达支持 GPS 波特率为 9600，无校验位，8 个数据位，1 个停止位。

UTC 时间（6Bytes 只读）						
序号	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6
功能	Year	Month	day	hour	min	sec
	0~255 对应 2000~2255 年	1~12 month	1~31 day	0~23 hour	0~59 min	0~59 sec

4.4.6 经纬度

经纬度字节（22Bytes 只读）								
序号	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7	Byte8
功能	保留	纬度（Latitude）						
序号	Byte9	Byte10	Byte11	Byte12	Byte13	Byte14	Byte15	Byte16
功能			经度（Longitude）					
序号	Byte17	Byte18	Byte19	Byte20	Byte21	Byte22		
功能					纬度南北 N/S	经度东西 W/E		

经纬度，ASCII 码形式输出。

4.4.7 配置包打包示例

如用户想重新设置本地 IP 为 192.168.1.105，目的 IP 为 192.168.1.225，数据端口为 6688，设备信息端口 8899，转速为 1200rpm 时，根据 UCWP Packet 和每个寄存器的定义，可以按照如下表格进行重新配置。

表 4.6 配置示例

信息	更改内容	配置内容	长度 (byte)
Header		0xAA,0x00,0xFF,0x11,0x22,0x22,0xAA,0xAA	8
转速	1200rpm	0x04,0xB0	2
本地 IP (IP_SRC)	192.168.1.105	0xC0,0xA8,0x01,0x69	4
目的 IP (IP_DEST)	192.168.1.225	0xC0,0xA8,0x01,0xE1	4
数据端口 (port1)	6688	0x1A20	2
设备端口 (port2)	8899	0x22C3	2
雷达旋转/静止	旋转	0x0000	2
预留	预留	0x00	1180
Tail		0x0F,0xF0	2

使用本协议配置设备时，不可进行字节级或区段级寻址、写入，必须完整写入整个列表；列表写入后，对应功能即刻更新生效

5. 时间同步

激光雷达与外部设备的同步有两种方式：GPS 同步、外 PPS 同步。如果没有外同步输入，雷达内部产生计时信息。点云数据的绝对精确时间由数据包 3 个字节的时分秒和 4 字节的时间戳（精确到微秒）与设备包 3 字节的 UTC 时间（年月日）相加获得。

5.1 GPS 同步

GPS 同步时，雷达在接收到 PPS 秒脉冲后以微秒 us 为单位计时，计时值作为数据包的时间戳输出。雷达从 GPS 的 \$GPRMC 信息提取 UTC 信息作为 UTC 时间输出，其中 UTC 中年月日放在设备包和 UTC 时间的时分秒放在数据包。

5.1.1 GPS 设备使用

CH128X1 雷达 GPS_REC 接口电平协议有两种，分别为 TTL 电平标准和 RS232 电平标准；电源盒上面的 GPS_REC 接口规格为 SH1.0-4P 母座，两种协议的区别有两点，分别为：

TTL 电平引脚定义：

引脚 GPS_TX 接收来自 GPS 模块输出的 TTL 电平标准的串口数据；

引脚 GPS_PPS 接收 GPS 模块输出的正 TTL 同步脉冲信号；

RS232 引脚定义：

引脚 GPS_TX 接收来自 GPS 模块输出的 R232 电平标准的串口数据；

引脚 GPS_PPS 接收 GPS 模块输出的正同步脉冲信号，电平要求 3.0V~15.0V。

若您使用的 GPS 输出是 RS232 串口协议，而雷达接收端的电平是 TTL 时，则需要自行购买 RS232 转 TTL 的电平转换模块。

GPS 设备授时同步，用以标记和计算每个激光的精确发射测量数据时间。激光雷达精准的点云数据时间可以与 GPS/惯性测量系统的俯仰、滚动、偏航纬度、经度和高度进行匹配。

雷达默认接收 GPS 数据输出的串行配置波特率为 9600，8N1。PPS 高脉冲宽度要求大于 1ms。

GPRMC 信息其标准格式如下：\$GPRMC, <1>, <2>, <3>, <4>, <5>, <6>, <7>, <8>, <9>, <10>, <11>, <12>*hh, 其中说明如下，

序号	名称	说明/格式
1	UTC 时间	hhmmss（时分秒）
2	定位状态	A=有效定位，V=无效定位
3	纬度	ddmm.mmmm（度分）
4	纬度半球	N（北半球）或 S（南半球）
5	经度	dddmm.mmmm（度分）
6	经度半球	E（东经）或 W（西经）
7	地面速率	000.0~999.9 节
8	地面航向	000.0~359.9 度，以真北为参考基准

9	UTC 日期	ddmmyy (日月年)
10	磁偏角	000.0~180.0 度
11	磁偏角方向	E (东) 或 W (西)
12	模式指示	仅 NMEA0183 3.00 版本输出, A=自主定位, D=差分, E=估算, N=数据无效

5.2 外同步

外同步时, 雷达接收到外部其它设备输入的 PPS 信号后以微秒 us 为单位计时, 计时值作为数据包的时间戳输出。此时无 UTC 时间基准, 如需 UTC 时间, 必须通过配置包写入, 否则设备包的 UTC 时间输出信息无效。

外同步信号 PPS 电平为 3.3~5V, 雷达接收上升沿触发, PPS 高脉冲宽度要求大于 1ms。

5.3 雷达内部计时

无 GPS 和其它设备同步时, 雷达以 1 小时 (360*106 us) 为周期, 以微秒 us 为单位计时, 计时值作为数据包的时间戳输出。此时无 UTC 时间基准, 如需 UTC 时间, 必须通过配置包写入, 否则设备包的 UTC 时间输出信息无效。

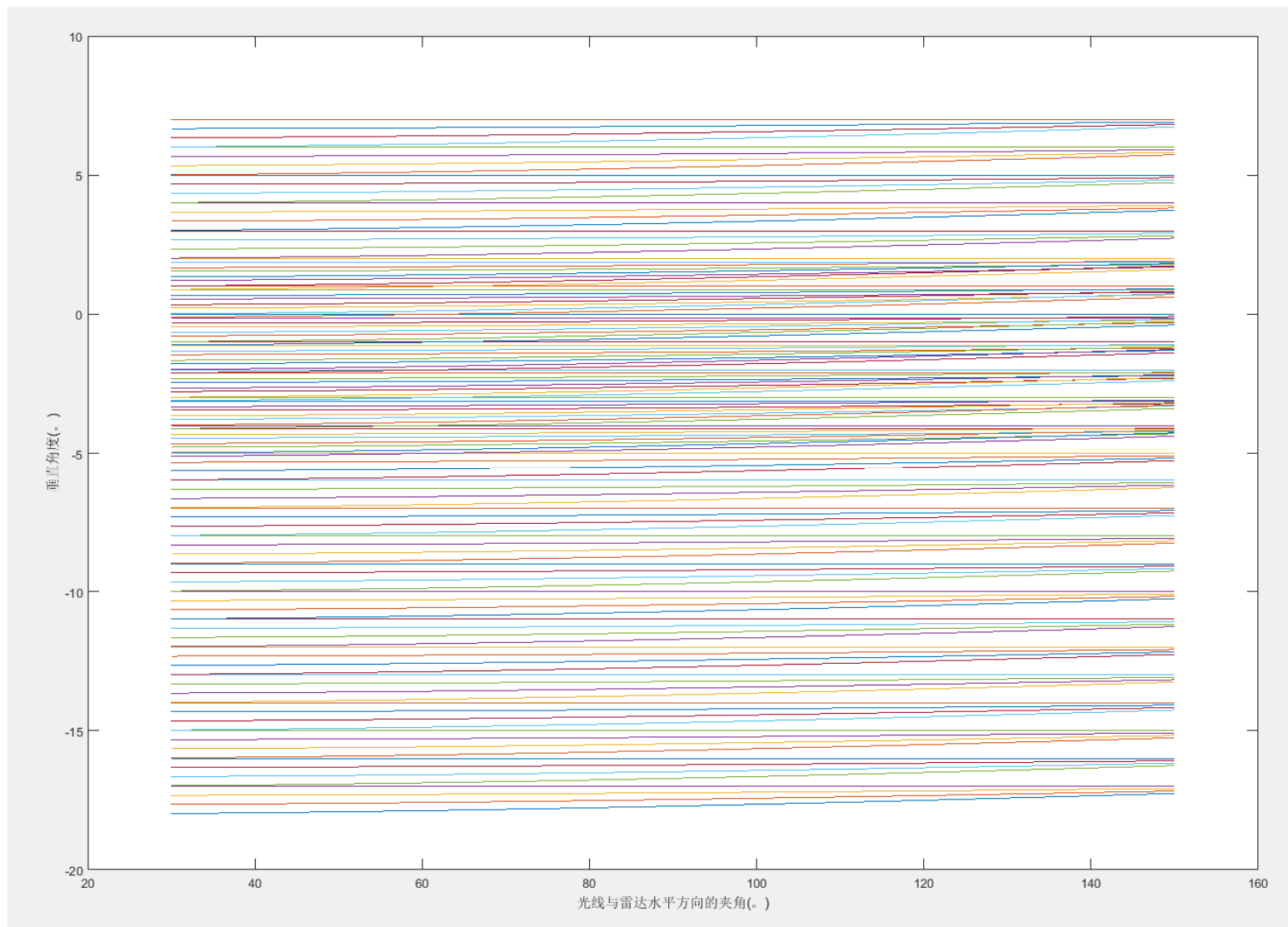
6. 点云数据的角度和坐标计算

6.1 垂直角度

垂直角度通过数据包获取，数据包的有效数据区域共 1197byte，包含 171 个点，即 $171 \times 7 = 1197$ 个 byte。以第一个测距点为例：

Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7
Line_num	Horizontal angle[15:8]	Horizontal angle[7:0]	Distance[23:16]	Distance[15:8]	Distance[7:0]	strength

第一 byte 表示线号，取值范围是 0 至 127 共 128 线，分别对应着整个垂直视场中最下的一根光线至最上的一根光线，例如线号 0 代表垂直角度为 -18° ，线号 1 代表垂直角度为 -17.75° ，相邻线号之间角度相差 0.25° 或者 0.125° ，如下图。



6.2 水平角度

数据包测距点的第二 byte、第三 byte 表示水平方向角度，高位在前低位在后，单位为 0.01 度，如 0x11AD=4525 即 45.25°。

6.3 距离值

第四 byte、第五 byte、第六 byte 表示距离值，高位在前，低位在后，高两个字节为整数部分，单位厘米，最后一个字节为小数部分，单位为 1/256cm。

距离值解析方式，例如：获取的数据包里的距离值得十六进制数 0x02, 0x18, 0x32,将前两个字节组成 16bit 无符号数据。表示为：0x0218 转换为十进制

距离值：536cm。最后一个字节为小数部分，0x32 转换为十进制为 50，即 $50 \times 1/256\text{cm} = 0.1953125\text{cm}$,两部分加起来为 536.1953125cm。

6.4 笛卡尔坐标表示

获取雷达的垂直角度、水平角度和距离参数。

7. 点云数据的精确时间计算

要精确计算点云数据的时间，需要获取雷达输出的数据包时间戳和设备包 UTC 时间，时间戳和 UTC 时间来自同一同步源，如 GPS。

128 线激光雷达的激光发射间隔时间约为 0.868us，相邻的点的测量时间间隔为 0.868us。

一个数据包共有 171 个测距数据，数据包打包时长约需 $0.868\text{us} \times 171 \approx 148.428\text{us}$ ，数据速率约为 $1\text{s} / 148.428\text{us} \approx 6737$ 个数据包/秒。

7.1 数据包结束时间计算

数据包中的时间戳是微秒级的相对时间，定义为数据包中最后一通道激光测量数据的打包时刻（数据包结束时间），小于 1 秒，因此计算数据包结束的绝对时间，需要先获取数据包中 3 个字节的时分秒和 4 字节的微秒时间戳，再从设备包中获取 UTC 时间的年月日，两者相加即为数据包结束的准确时间。

7.2 通道数据的精确时间计算

取得数据包结束的准确时间，按照 171 个数据的发光时间间隔，就可以计算每个数据的精确测量时刻。

7.2.1 数据点结束时间

1) CH128X1 线雷达每个数据包块包含 171 个测量数据，因此，每个数据包（单回波模式）结束时间间隔为 148.428us。假设数据包结束的绝对时间为

$T_{\text{Packet_end}}$ ，计算数据块结束时间 $T_{\text{Block_end}}(N)$ 步骤如下：

2) 数据包中包含 171 个数据点。在单回波模式下，计算每个数据块的结束时间如下：

$$T_{\text{Block_end}}(N) = (T_{\text{Packet_end}} - 0.868\text{us} \times (171 - N))。 (N = 1, 2, \dots, 171)$$

其中 $T_{\text{Block_end}}(N)$ 表示第 N 个数据点的结束时间。

8、点云显示软件

本章节介绍镭神智能 CH128X1 线激光雷达在 Windows 操作系统下的点云显示和软件使用。

8.1 适用范围

镭神智能 CH128x1 激光雷达点云显示软件用于 CH128x1 激光雷达的点云显示、参数配置、简单的雷达测试和故障检测。

8.2 软件安装

- 1) 安装环境: 本软件目前只能运行在 Windows x64 系统操作平台下。对安装软件的计算机配置要求为: CPU: Intel(R) Core(TM) i5 以上, 显卡: NVIDIA GeForce GTX750 以上效果最好, 否则可能影响软件的显示效果。且需要在安装完成镭神多线软件后, 补充安装随软件安装文件携带的 WinPcap 第三方库。
- 2) 将雷达附赠软件安装光盘插入光驱, 打开光盘内容, 双击安装文件, 弹出安装界面窗体。
- 3) 点击 next 进入安装路径选择界面。
- 4) 完成自定义安装路径后(请不要使用中文路径), 点击 next 进入安装界面, 点击 install 按钮, 等待完成安装。

8.3 相关的功能介绍和使用

8.3.1 软件界面

软件界面包含菜单区、工具栏区、3D 视窗区域、数据表区域、公司网站链接等，各部分的标示如下图所示：

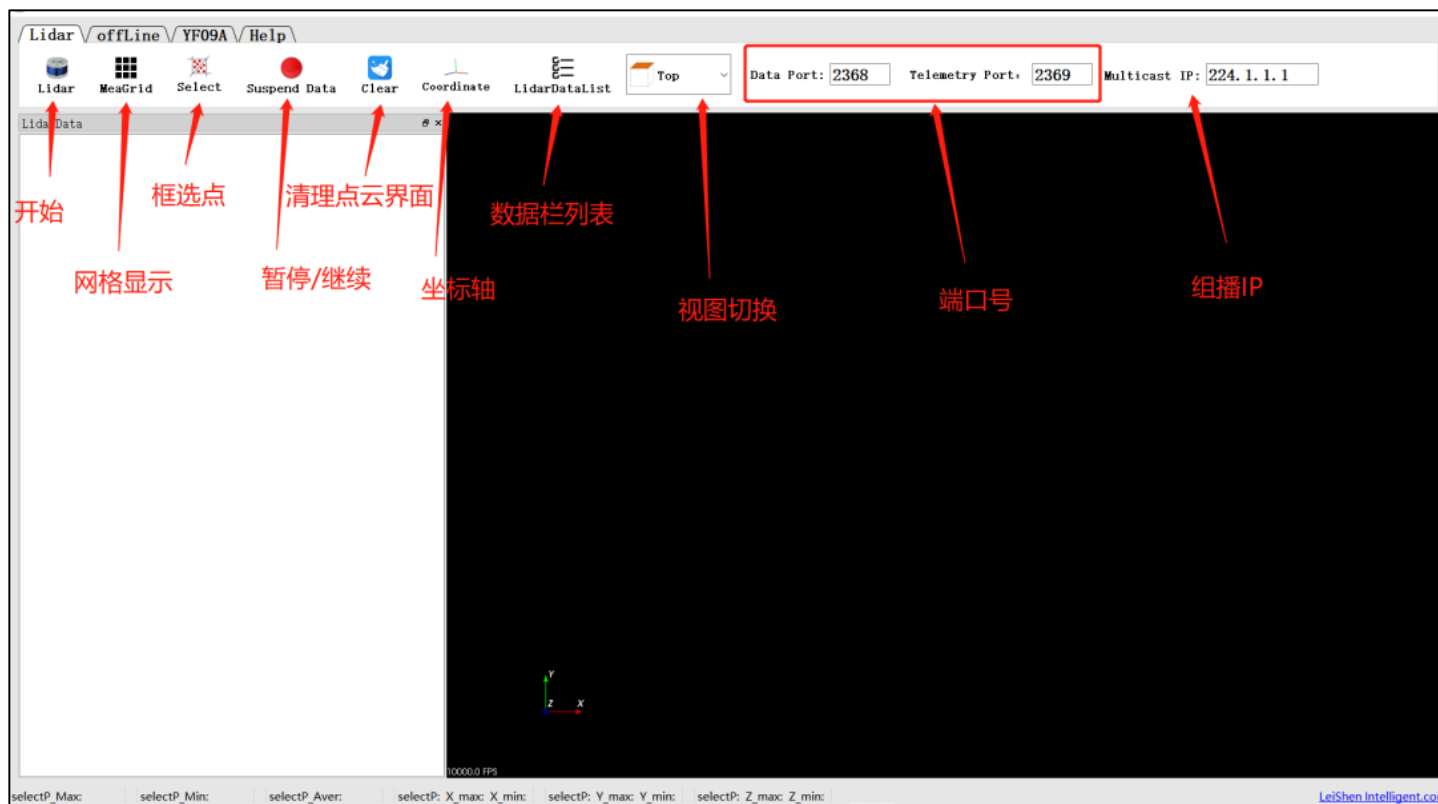



图 8.1 初始界面

8.3.2 运行

- 设置数据端口号（默认 2368），设备包端口号（默认 2369）

Data Port: 2368

Telemetry Port: 2369

- 当雷达的电源和网线连接后，点击  按钮，实现实时接收雷达数据。

- 数据表的显示：

数据表包含(PointID、Points_m_XYZ、Azimuth、Distance、Intensity、Laser_id、timestamp)。其中的 PointID 为点号，Points_m_XYZ 为空间 x、y、z 的坐标。Azimuth 为方位角、Distance 为距离、Intensity 为反射强度、Laser_id 为雷达通道、timestamp 为时间戳。

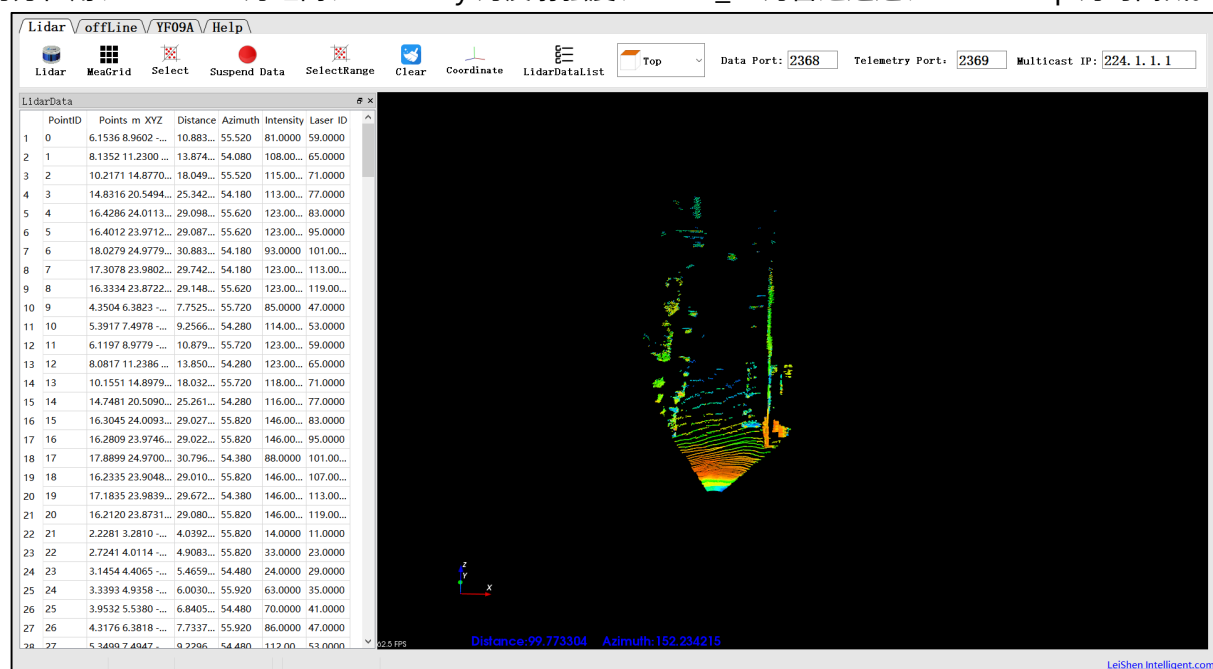


图 8.2 雷达点云实时显示

8.3.3 软件界面介绍

■ 点云显示介绍

20 个圆和 40*40 的网格，每两个相邻的圆半径相差 10m，每两个网格(横向或者纵向)间相差 10m，最外层圆圈半径为 200m。网格和辅助圆便于用户查看点云的位置。3D 显示界面坐标轴的方向与点云参考系 x-y-z 轴上的 X-Y 轴方向一致。

点云显示界面支持操作：

- 鼠标滚轮进行放大/缩小显示界面；按住鼠标右键向上 /向下拖动，也可进行放大/缩小操作。
- 按住鼠标左键拖动，可以调整显示界面的视角；
- 按住鼠标滚轮拖动，可进行平移显示界面；或者按住键盘上的 shift 键与鼠标左键也可以进行界面的平移。

■ 菜单栏按钮功能介绍






● Lidar 菜单

按钮	说明	
 Lidar	开始按钮开始接收显示数据	
	控制是/否显示测量网格	
 Select	框选带你功能，标注点云图中框选的点	
 Pause	暂停界面点云图像和数据	
 SelectRange	选择角度的点云	
	清除屏幕显示内容	
	控制是否显示原点位置坐标轴	
	控制是否显示/隐藏左边数据栏	
	选择视图按钮，设置观察角度，从顶部，正面，左面看点云图像	

● Offline 菜单

按钮	说明	
	选择打开离线数据	
	开始/结束保存离线数据，雷达实时接受数据时有效	
	跳转到文件开始位置	
	暂停时，查看上一帧 播放时，倒回（多次点击可选择 2x、3x、1/2x、1/4x 和 1x 倍速）	   
	点云文件加载完成后，点击开始播放 播放时，点击可暂停	
	暂停时，查看下一帧 播放时，快进（多次点击可选择 2x、3x、1/2x、1/4x 和 1x 倍速）	   
	跳转到文件结束位置	
	拖动进度条或输入帧序号，跳转至指定位置	

● 参数菜单

按钮	说明	
	设置雷达参数窗体	窗体上部为雷达参数设置部分，参数包括雷达本地 IP，雷达目的 IP，子网掩码，网关，雷达本地端口，雷达目的端口，雷达转速设置(在 combobox 下可选择 5hz/10hz/20hz 三种转速模式)，是否获取本地时间，Mac 地址信息，设备包发包间隔。 下面部分为雷达实时状态信息栏，根据雷达定时发出的 DIFOP 状态包，显示雷达当前的状态信息，包括 GPS 位置信息，卫星时间信息，电机转速、雷达当前 IP、雷达当前端口号。
 Chanel	控制雷达相关通道号是/否显示	Vertical Angle 表示对应通道数据在垂直方向的角度、channel 表示通道对应的数据排列序号，Laser ID 表示雷达的通道号
 SaveData	保存.CSV 格式数据	
 Intensity ▼	设置点云的显示方式	强度，线号，方位角等
 DualEcho ▼	设置回波的方式	双回波、最强回波、第二次回波

注意：电脑显卡必须支持 OpenGL 2 以上的图形加速才能正常显示点云

8.4 注意事项

■ 雷达设置使用问题：

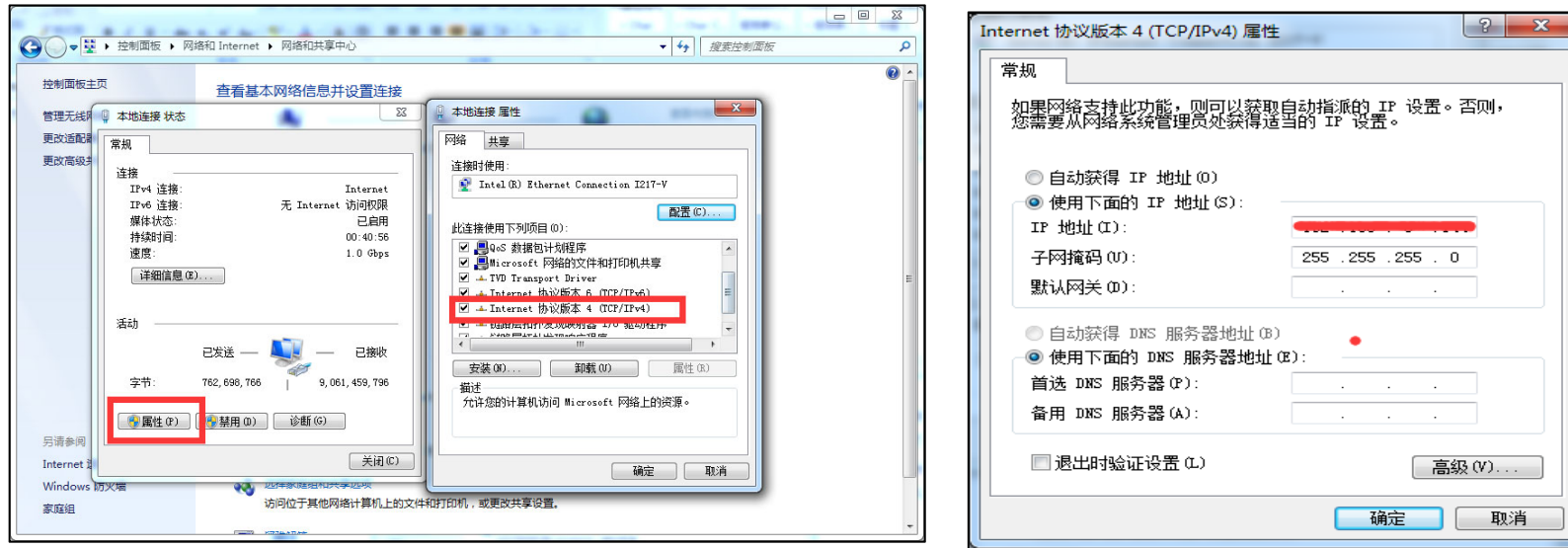
(1) 在同一台电脑中不能同时使用镭神 CH128X1 激光雷达显示软件两次进程（同时打开两次）接收数据，由于 PC 机的端口占用一般具有排他性，一个进程绑定指定端口号后，其他相同进程或者使用同一端口号的软件均不能正常工作，例如 Veloview 软件使用相同端口号，则不能在同一 PC 上使用这两种软件同步接收雷达数据，会导致其中一方软件崩溃。同时由于软件开发底层使用了 Qt，对中文路径不能识别，所以在文件命名及路径文件夹命名时请不要使用中文路径。镭神 CH128X1 激光雷达显示软件检测到端口被占用后，会提示通信网口配置失败，并且自动关闭软件，用户需关闭占用端口的软件进程，并且重新打开镭神 CH128X1 激光雷达显示软件，方能正常使用。

(2) 由于镭神 CH128X1 激光雷达能够通过用户配置修改端口号，雷达通过预设好的目的 IP 和端口向上位机发送数据，所以本地的笔记本或者台式机及其他设备在接收数据时，需将 IP 设置为雷达的目的 IP，本地的上位机程序绑定的端口需为设置好的目的端口号，如下图所示，通过 Wireshark 抓取分析的数据包参数：

Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1 0.000000	192.168.3.208	192.168.3.144	UDP	1248	2368 → 2368 Len=1206
2 0.000704	192.168.3.208	192.168.3.144	UDP	1248	2368 → 2368 Len=1206
3 0.001318	192.168.3.208	192.168.3.144	UDP	1248	2368 → 2368 Len=1206

- 然后在红框中标示出的分别为雷达的目的 IP 和端口。
- 在控制面板->网络和 Internet->网络共享中心，点击本地连接按钮。

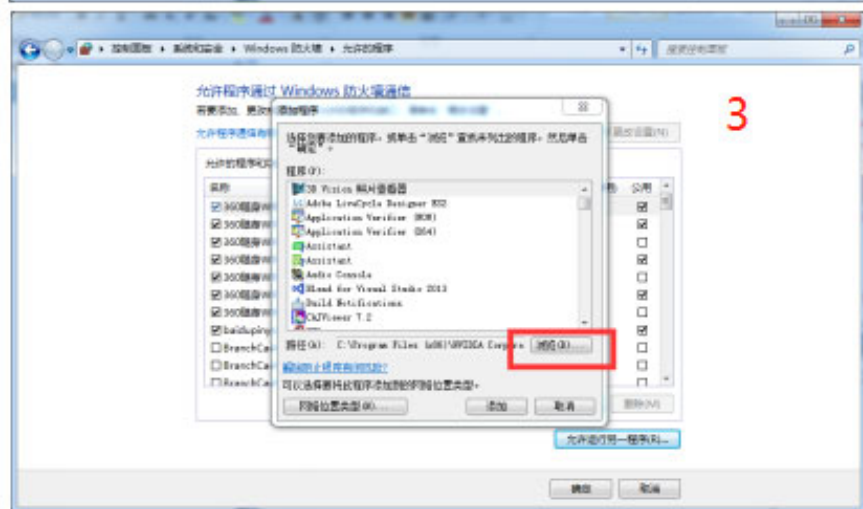
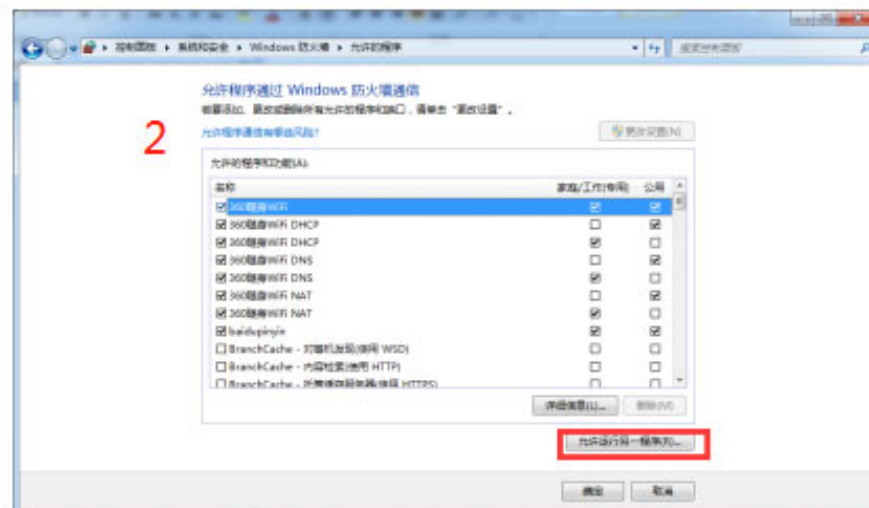
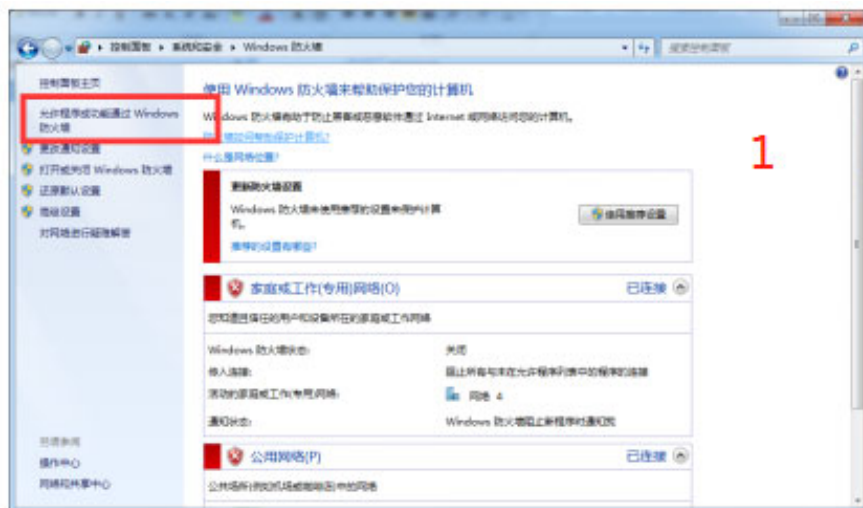
- 在弹出的状态框中点击属性，在弹出的属性框中点击 TCP/IP4 协议版本，如下图所示。
- 在 TCP/IP4 属性设置中将 ip 地址设置为雷达的目的 IP（在雷达通讯协议中有雷达默认出厂 IP 和端口），子网掩码设置为 255.255.255.0。



(3) 由于镭神多线雷达显示系统程序需通过网络在短时间内获取大量的数据包，所以可能会被网络防火墙认为是恶意程序而禁止。

可能会出现用 wireshark 软件抓包可以看到数据包已经发送到电脑，但是上位机不能显示的情况。如下图所示：

- 在控制面板->系统和安全->Windows 防火墙设置中，点击允许程序功能通过 Windows 防火墙，
- 通过浏览，找到软件安装路径选中之后点击确定，将程序的网路将设置应用。
- 根据用户的网络性质将红框中标出的部分勾选，点击确定后，即可看到数据。



■ 电脑显卡设置

双显卡的情况可在电脑配置中查看，在我的电脑->右键->属性->设备管理器中可以看到电脑的显示适配器情况：

所以需要手动调整设置，将软件的适用显卡手动切换选定为高性能独立显卡。设置步骤如下所示：

- 以安装了 Intel(R)HD Graphics 530 集成显卡和 NVIDIA GeForce GTX 960 独立显卡的笔记本电脑为例，在桌面空白处点击鼠标右键弹出右键菜单，选择 NVIDIA 控制面板。
- 在弹出的 NVIDIA 控制面板程序界面中选择管理 3D 设置按钮。
- 在管理 3D 设置界面选择程序设置按钮。
- 在管理 3D 设置界面点击添加按钮。
- 在弹出的添加界面中点击浏览按钮
- 在弹出的浏览界面中根据软件的安装路径找到软件的应用程序文件（.exe 文件）。
- 点击确定自动返回 NVIDIA 控制面板，在选项—2.为此程序选择首选图形处理器下拉框中选择高性能 NVIDIA 处理器，并点击右下角应用，带电脑应用设置完毕之后，关闭 NVIDIA 控制面板完成设置。

9. ROS 系统软件

9.1 硬件连接及测试

1.连接雷达网络接口和电源线。

2.根据雷达设置的目标 IP 设置电脑有线连接 IP, (可用 ifconfig 命令查看有线 ip 是否设置成功,如图目标 ip 为 192.168.1.102)。

备注：雷达出厂默认目的 ip：192.168.1.102，要根据雷达实际配置修改的目的 IP 对电脑进行配置。第一次设置 IP 后，请重启雷达电源。

1) 雷达上电启动后，观察电脑有线连接图标是否连接正常；

2) 打开终端:ping 雷达 IP，测试硬件是否连接正常，若 ping 通则正常，否则检查硬件连接；

3) 可进一步用:sudotcpdump -n-i eth0, (此处 eth0 为有线网络设备名，详见 ifconfig 有线连接显示设备名)查看雷达发送数据包情况(如图显示雷达发送到目的端数据包 1206 个字节，则表示雷达数据发送正常)

```
leishen@robot:~$ ifconfig
eth0      Link encap:以太网  硬件地址 c4:54:44:89:ee:52
          inet 地址:192.168.1.102 广播:192.168.1.255 掩码:255.255.255.0
          inet6 地址: fe80::c654:44ff:fe89:ee52/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  跃点数:1
          接收数据包:68364 错误:0 丢弃:0 过载:0 帧数:0
          发送数据包:121 错误:0 丢弃:0 过载:0 载波:0
          碰撞:0 发送队列长度:1000
          接收字节:85304016 (85.3 MB) 发送字节:37473 (37.4 KB)
```

```
leishen@robot:~$ sudo tcpdump -n -i eth0
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth0, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
19:49:08.973111 IP 192.168.1.200.2368 > 192.168.1.102.2368: UDP, length 1206
19:49:08.973717 IP 192.168.1.200.2368 > 192.168.1.102.2368: UDP, length 1206
19:49:08.974308 IP 192.168.1.200.2368 > 192.168.1.102.2368: UDP, length 1206
19:49:08.974913 IP 192.168.1.200.2368 > 192.168.1.102.2368: UDP, length 1206
19:49:08.975517 IP 192.168.1.200.2368 > 192.168.1.102.2368: UDP, length 1206
19:49:08.976107 IP 192.168.1.200.2368 > 192.168.1.102.2368: UDP, length 1206
19:49:08.976714 IP 192.168.1.200.2368 > 192.168.1.102.2368: UDP, length 1206
```

9.2 软件操作实例

1. 建立工作空间，构建编译环境

```
mkdir -p ~/leishen_ws/src  
cd ~/leishen_ws
```

备注：工作空间可以任意命名，(注意 ROS 工作空间整个路径不支持中文)。例如 leishen_ws 可以改成任意命名。

2. 下载雷达驱动和依赖包

备注：驱动和依赖包可以从客服处获取，将获取到的 LSLIDAR_CH128X1_V1.0.1_210415_ROS.tar.gz 拷贝到新建的工作空间 leishen_ws/src 下，使用 tar -xvf LSLIDAR_CH128X1_V1.0.1_210415_ROS.tar.gz 命令解压缩即可

3. 编译打包

```
cd ~/leishen_ws
```

```
catkin_make
```

4. 运行程序

```
source ~/leishen_ws/devel/setup.bash
```

```
roslaunch lslidar_ch_decoder lslidar_ch.launch
```

```
setting /run_id to 480e4bb8-294a-11ea-bcd0-107b447f7db2  
process[rosout-1]: started with pid [15684]  
started core service [/rosout]  
process[lslidar_c32_driver_node-2]: started with pid [15687]  
process[lslidar_c32_decoder_node-3]: started with pid [15688]  
[ INFO] [1577520960.834013850]: start angle and end angle select feature activated.  
[ INFO] [1577520960.839708503]: distance threshlod, max: 200, min: 0.2  
[ INFO] [1577520960.913739610]: publishing 84 packets per scan  
[ INFO] [1577520960.923351316]: Only accepting packets from IP address: 192.168.1.200  
[ INFO] [1577520960.923407877]: Opening UDP socket: port 2368  
[ INFO] [1577520960.924932953]: Only accepting packets from IP address: 192.168.1.200  
[ INFO] [1577520960.924972990]: Opening UDP socket: port 2369
```

备注：若修改了雷达目的端口及 IP，请打开 lslidar_ch.launch 进行相应的修改配置，默认数据包端口为 2368，设备包端口为 2369，IP 地址为 192.168.1.200。

备注：若出现 timeout 则表示驱动无数据接受，请检测硬件连接。

再重新打开一个终端，执行以下命令：

```
roslaunch rviz rviz
```

如果 1,2,3 步已完成，下次再重新打开 Displays 窗口时，只需要从第 4 步开始执行即可

5. 显示雷达检测到的数据

在弹出的 Displays 窗口中，将“Fixed Frame”的值修改成 laser_link 即可，同时点击 add 按钮，在 By topic 下点击 PointCloud2 添加多线点云节点。

6. 修改配置参数

可以在 launch 文件修改配置参数，具体参数如下。

```
<launch>
```

```
<arg name="device_ip" default="192.168.1.200" />
```

```
<!--雷达源 IP，默认值：192.168.1.200。如需修改，请与上位机设置的源 IP 保持一致-->
```

```
<arg name="msop_port" default="2368" />
```

```
<!--雷达数据包目的端口，默认值：2368。如需修改，请与上位机设置的数据包目的端口保持一致-->
```

```
<arg name="difop_port" default="2369" />
```

```
<!--雷达设备包目的端口，默认值：2369。如需修改，请与上位机设置的数据包目的端口保持一致-->
```

```
<arg name="time_synchronization" default="false" />
```

```
<!--是否开启外部时间同步，默认是不开启（false：不开启；true：开启）-->
```

```
<node pkg="lslidar_ch128x1_driver" type="lslidar_ch128x1_driver_node" name="lslidar_ch128x1_driver_node" output="screen">
```

```
<!--param name="pcap" value="$(find lslidar_ch128x1_driver)/pcap/xxx.pcap"/-->
```

```

<param name="lidar_ip" value="$(arg device_ip)"/>
<param name="msop_port" value="$(arg msop_port)" />
<param name="difop_port" value="$(arg difop_port)"/>
<param name="add_multicast" value="false"/>

<!--是否开启组播模式，默认不开启（false：不开启；true：开启） -->
<param name="group_ip" value="224.1.1.2"/>

<!-- 组播 IP，add_multicast 的值为 true 则启用，默认值： 224.1.1.2-->
<param name="time_synchronization" value="$(arg time_synchronization)"/>
</node>

<node pkg="lslidar_ch128x1_decoder" type="lslidar_ch128x1_decoder_node" name="lslidar_ch128x1_decoder_node" output="screen">
  <param name="frame_id" value="laser_link"/>

  <!--点云坐标系名称，默认值： laser_link-->
  <param name="point_num" value="2000"/>

  <!--每一帧的点云数量，不同频率对应每一帧的点云数量不同，默认值： 2000 -->
  <param name="min_range" value="0.15"/>

  <!--扫描范围的最小值，小于此范围的点云数据将被移除，默认值： 0.15 米-->
  <param name="max_range" value="200.0"/>

  <!--扫描范围的最大值，大于此范围的点云数据将被移除，默认值： 200.0 米-->
  <Param name="pointcloud_topic" value="lslidar_point_cloud"/>

  <!--点云话题名称-->
  <param name="frequency" value="10"/>

  <!--扫描频率，默认值： 10.0Hz -->
  <param name="publish_point_cloud" value="true"/>

  <!--发布 pointcloud 点云话题，默认值： true（false:不发布；true：发布） -->

```

```
<param name="time_synchronization" value="$(arg time_synchronization)"/>
<param name="publish_laserscan" value="false"/>
```

```
<!--发布 publish_laserscan 点云话题，默认值：false（false:不发布；true：发布）-->
<param name="channel_num" value="64"/>
```

```
<!--开启 publish_laserscan 之后，显示的通道序号，默认是：64-->
</node>
```

```
<!--node name="rviz" pkg="rviz" type="rviz" args="-d $(find lsidar_ch_decoder)/launch/lsidar_ch.rviz" output="screen"/-->
<!--使用 rviz 功能启动，默认被注释掉，需要可以将注释删除即可开启此功能-->
</launch>
```



镭神智能，让驾驶更安全，让机器更智能，让生活更美好！

Make Safer Driving, Smarter Machine, and Better Life !



镭神官方二维码

深圳市镭神智能系统有限公司
LeiShen Intelligent System Co.,Ltd.

总部地址:深圳市宝安区沙井街道运华时代大厦 4-5 楼
电话 TEL: +86-0755-23242821

深圳工厂地址:深圳市光明新区公明街道办田寮社区同观路泰嘉乐工业园办公楼 601
电话 TEL: +86-0755-27190511

徐州工厂地址: 徐州市睢宁县徐州空港经济开发区安澜大道东, 临空大道北 S05 厂房

北京办事处:北京市石景山区古城街道古城金融街长安中心 26 号院 7 号楼 2106 室
电话 TEL: 18026965489 林先生

天津办事处: 天津市西青区中北镇东方环球影城 16 号楼 3 单元 515 室
电话 TEL: 18026965489 林先生

杭州办事处: 浙江省杭州市江干区同协南路宋都时间国际 2 幢 621
电话 TEL: 18098959702 付先生

苏州办事处: 苏州市相城区高铁新城青龙港路 60 号港口大厦 12 层 1206 室
电话 TEL: 18098959702 付先生

上海办事处: 上海市徐汇区宜山路 900 号科技产业化大楼 C 座 20 楼
电话 TEL: 18098959702 付先生

武汉办事处: 武汉市经济技术开发区南太子湖创新谷启迪协信科创园 2 号楼 2 楼贝迪菁汇 8217
电话 TEL: 18098959703 彭先生

汽车事业部: 18018787791 夏先生

法国办事处: 60 Rue Saint Antoine, 75004, Paris, France
电话 TEL: 0033-(0)749044832 Eric Chen

销售邮箱: sales@lslidar.com
售后邮箱: support@lslidar.com
公司官网: www.leishen-lidar.com

*本产品资料如有变更, 恕不另行通知 ©2021 深圳市镭神智能系统有限公司
版权所有, 并保留所有权利。