

Siman



OW1

360° 48 线

3D 激光雷达

使用说明书

目录

版本说明	3
前言	4
第 1 章 激光雷达概述	6
1.1 产品简介	6
1.2 测距原理	6
1.3 产品形态	7
1.3.1 产品结构	7
1.3.2 FOV 分布	8
1.4 数据定义	9
1.4.1 坐标原点	9
1.4.2 XYZ 坐标计算方法	10
1.4.3 反射率映射	10
1.4.4 回波原理	10
1.4.5 回波模式配置	10
1.4.6 时间同步	11
1.5 技术参数	11
第 2 章 产品安装	14
2.1 机械安装	14
2.1.1 机械尺寸图	14
2.1.2 典型安装接口	14
2.2 电气接口	16
2.2.1 航插接口及定义	16
第 3 章 通讯协议	17
3.1 默认网络设置	17
3.2 整体数据协议	17
3.2.1 设备信息帧(DIF)	18
3.2.2 双回波点云数据帧(PCF)	22

3.2.3 点云数据包整体协议格式	23
第4章 软件操作	27
4.1 参数配置上位机	27
4.1.1 整体页面介绍	27
4.1.2 用户使用方法	28
4.2 ROS 上位机驱动软件	32
4.2.1 安装环境	32
4.2.2 软件安装	32
4.2.3 点云显示功能使用方法	33
4.3 LidarView 软件	34
4.3.1 软件安装	34
4.3.2 软件使用	35
第5章 附属清单	42
5.1 包装清单	42
5.1.1 硬件清单	42
5.1.2 软件清单	42
5.2 设备维护	42
5.2.1 包装与储存	42
5.2.2 运输要求	42
5.3 开箱测试	43
5.3.1 开箱检查	43
5.3.2 设备连接	43
5.3.3 状态测试	43
5.4 故障自查	44
附录一 PTP 时间同步	47
附录二 诊断故障码	50
附录三 诊断原始值	54

版本说明

版本	修订日期	说明
V0.1	2025/5/30	初版发布

前言

➤ 安全提示

使用产品前，请仔细阅读并遵循说明书指导。

■ 激光安全等级



OW1 型激光雷达为 CLASS 1 型人眼安全，并适用 IEC 60825-1:2014 标准。

注意：严格禁止通过放大镜等具有光学会聚功能的设备直视正在工作的激光雷达。

■ 外壳高温警示



产品运行一段时间内，外壳温度会逐步升高，避免皮肤直接接触产品外壳。

■ 电气安全

OW1 型激光雷达的设计工作电压为 12VDC，额定工作电流 0.6A，支持 9~27VDC 范围输入。需要注意的是，当用户选择如市电 220VAC 等高压电作为供电源，经 12VDC 电源适配器转换后连接系统时，应注意高压电连接时的电气作业安全。

■ 机械安全

OW1 型激光雷达内部有高速振动的扫描部件，在开机使用激光雷达之前务必将其稳定地固定在工作台面或车辆上。

OW1 型激光雷达在工作时自身产生热量，其内部温度会高于环境温度，当误接触内部高温模块时可能存在烫伤风险。因此，用户若发现激光雷达外壳或面板发生脱落、破损，应停止继续使用激光雷达，并联系设备供应商以获得指导与帮助。

■ 操作

为避免影响产品性能，产品安装前请勿撕掉光窗保护膜，光窗保护膜取掉后请勿用手触碰光窗，产品使用过程中尽量保证光窗清洁。

➤ 风险说明

本用户使用说明书用于描述 OW1 型激光雷达的产品特点、性能参数、适用场景、安装及使用方法和保养维护说明。本手册中所涉及文字、表格及插图等描述内容的版权归郑州西曼传感技术有限公司(以下简称“西曼传感”)所有。西曼传感保留对激光雷达结构、性能、算法软件等要素的改动权利,并提供和产品相对应的说明书。本产品由于更新升级致使说明书有所更改,恕不另行通知。未经西曼传感事先书面许可,不得以任何方式复制或传播本说明书全文或任何章节。

未经西曼传感许可,不允许对该激光雷达的设计、安装、结构和算法软件做任何改动。擅自改动的设备视为非法生产设备,西曼传感不再对该设备承担任何法律责任,并保留追究改动者法律责任的权利。

严格遵守所在国家和地区的法律、法规和操作规程,是确保该设备正常使用、周围人员设备安全的必要条件。

➤ 技术支持

感谢您选择本公司 OW1 激光雷达,如需进一步技术支持,您可以通过以下方式与本公司取得联系,获取技术支持相关的服务与帮助。

➤ 售后服务

凡购买本公司生产的激光雷达,从发货之日起,用户凭保修单和购买凭证可保修一年。

凡属下列情况之一的,不予保修:

- (1) 用户未经授权对产品私自拆卸。
- (2) 用户保管或使用不当(如撞击、磕碰、滑落等)。
- (3) 非正常工作原因造成的损坏。

第1章 激光雷达概述

1.1 产品简介

OW1 是一款高线数的环视/补盲激光雷达产品，能够对水平 360°、垂直 50° 视场范围内的目标物进行激光扫描和测距，最远可覆盖半径 80m，20000 m²超大面积，生成带有角度和深度信息的三维点云，实现对周围环境的快速精确感知。

OW1 型激光雷达具有视场范围大、精度高、尺寸小巧、重量轻等优点，可应用在机器人、物流配送、智能仓储 AGV、无人机测绘等诸多领域。

OW1 型激光雷达是本公司研发的光机电一体化精密测量设备，可以在前述多种工程技术领域稳定运行，解决客户环境感知、导航定位等智能化需求。

1.2 测距原理

OW1 型激光雷达采用飞行时间法（TOF）进行距离测量，方法如下：

- (1) 激光雷达内的激光器对外发射光脉冲；
- (2) 激光照射到目标物体后产生漫反射；
- (3) 激光雷达内的光电传感器接收漫反射光；
- (4) 激光雷达测得激光脉冲从发射到接收的飞行时间，计算目标物到激光雷达的距离。

具体计算公式如下

$$R = \frac{c \cdot T}{2}$$

其中：

T：飞行时间；

R：目标物到激光雷达的距离 R；

c：空气中的光速。

1.3 产品形态

1.3.1 产品结构

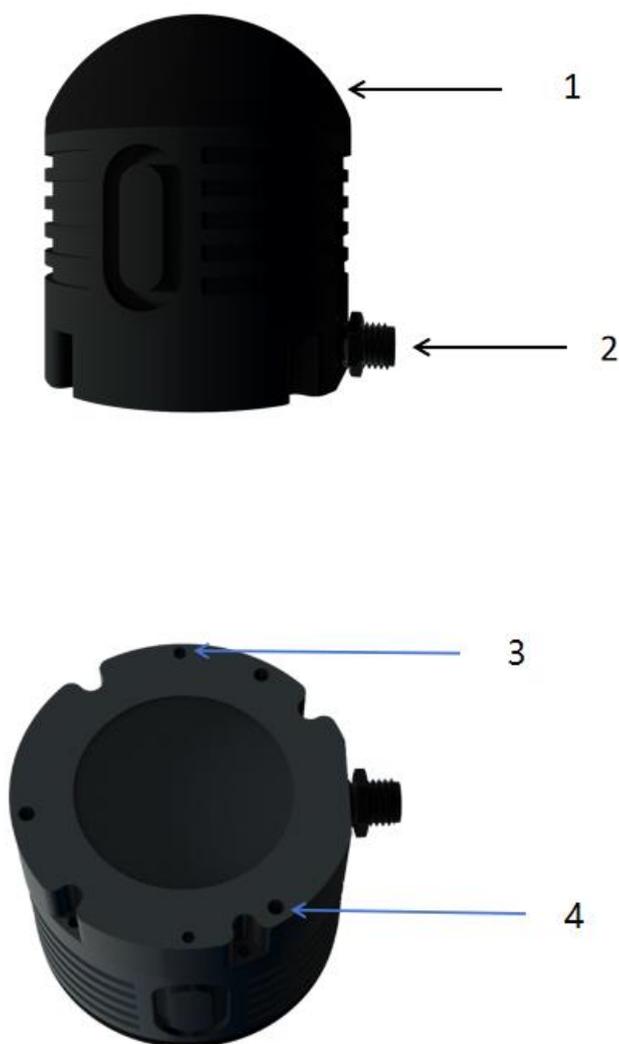


图 1.1 OW1 结构外形图

1. 透光罩

激光雷达光束在接收和发射过程中都需透过弧形特制的防护罩，故应避免 FOV 范围对光罩进行遮挡以及严重脏污覆盖

2. 航空插头

用于激光雷达与外部设备供电及通讯使用，为 8pin 航空插头

3. 定位孔

作为激光雷达安装和固定使用，具备提升设备安装稳定性工能，尺寸规格为 R1 ±0.05，深 2mm

4. 安装孔

用于雷达设备与转接板或安装支架间连接固定，为 M3 螺纹深度 4mm

1.3.2 FOV 分布

OW1 的水平 FOV 范围为 0~360°，垂直 FOV 范围为 -5~45°，水平角度间隔为 0.36° 均匀分布，垂直角度间隔为 1.04° 均匀分布

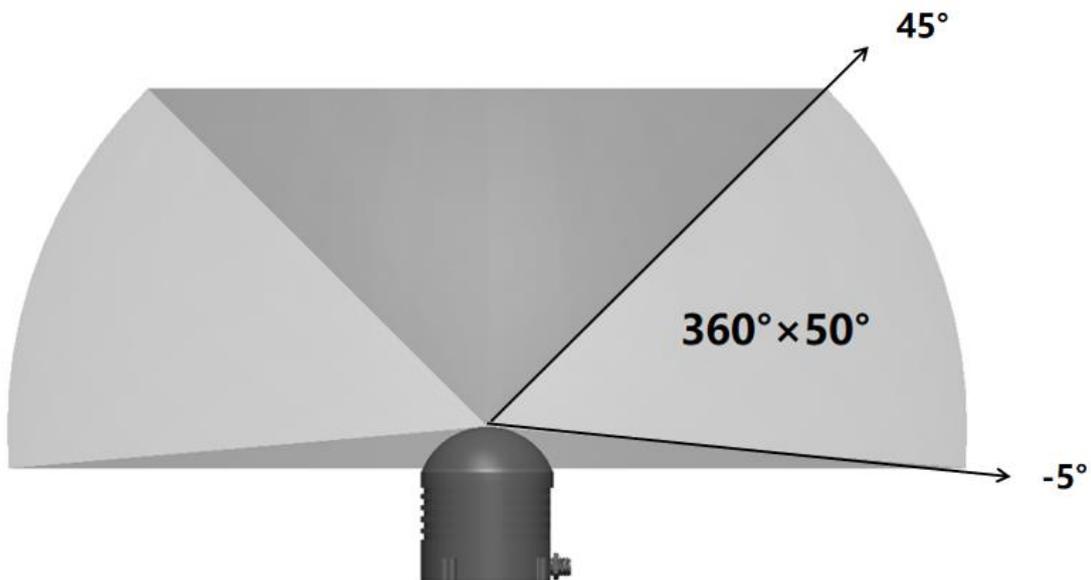


图 1.2 OW1 FOV 分布图

1.4 数据定义

1.4.1 坐标原点

OW1 型激光雷达主机输出点云的坐标原点在激光雷达底座中心处，具体位置如下图 1.3 所示：



图 1.3 坐标原点位置

OW1 型激光雷达三轴坐标系如下图所示：

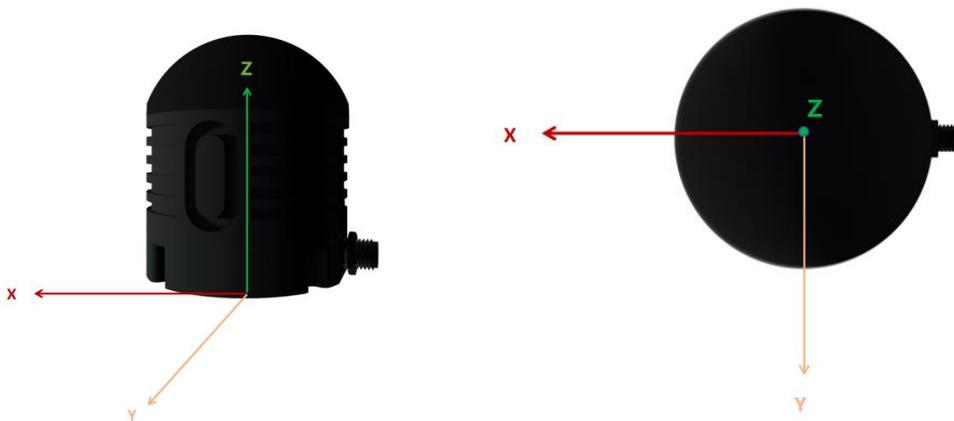


图 1.4 激光雷达坐标系示意图

1.4.2 XYZ 坐标计算方法

目前激光雷达的回波数据包内仅提供点云水平旋转角度和距离参考值，如需要通过原始数据解算出点云在空间三维内的坐标位置，可参考下述转换公式

$$X = r * \cos(\omega) * \cos(-\alpha) + R \cos(-\alpha)$$

$$Y = r * \cos(\omega) * \sin(-\alpha) + R \sin(-\alpha)$$

$$Z = r * \sin(\omega) + z$$

其中：

- ① r 为实测距离值；
- ② ω 为激光在垂直方向的角度；
- ③ α 为激光雷达的水平旋转角度相对于 X 轴的角度；
- ④ R 为接收光心到原点的平面半径；
- ⑤ z 为光心到激光雷达坐标系原点在 Z 轴上的高度；

r&z 作为固定参数存储在雷达中，用户可通过上电后以读取配置方式获取

1.4.3 反射率映射

OW1 激光雷达通过反射率强度信息来表示被探测目标物的表面反射率，标定后的反射率强度范围为 1~255

1.4.4 回波原理

OW1 激光雷达可支持多回波模式输出，包括最强回波、最近回波、最远回波及双回波模式配置，用户可依据使用场景自行配置

理论上双回波数据量为单回波的双倍

1.4.5 回波模式配置

OW1 激光雷达出厂默认配置为最强回波，用户如需更改回波模式，需通过上位机软件端进行配置，其中雷达点云数据标志位解析见 3.2.3 章节

1.4.6 时间同步

OW1 激光雷达支持 GPS、PTP 时间同步，用户可在上位机软件参数配置端进行配置，详情见第 4 章

1.4.6.1. GPS 同步原理 & 使用

1. GPS 时间同步原理

GPS（全球定位系统）时间同步是一种基于卫星信号的高精度授时技术，广泛应用于通信、电力、金融、军事等领域。其核心原理是通过接收 GPS 卫星发射的时间信号，校准本地时钟，实现与 UTC（协调世界时）或 GPS 系统时间的同步。

2. GPS 时间同步方法

OW1 可通过硬件 IO 接口接收 GPS GPRMC 和 PPS 脉冲信号，建议用户设置 pps 脉宽为 20~200ms 之间，GPRMC 完成时间建议为上升沿后 500ms 内

GPS 模块输出应为 RS232 电平标准串口数据，输出正同步脉冲信号电平要求为 3~15V

1.4.6.2. PTP 同步原理 & 使用

1. PTP 同步原理

PTP（Precision Time Protocol，精密时间协议，IEEE 1588 标准）是一种用于计算机网络中高精度时间同步的协议，尤其适用于局域网（LAN）环境。其核心目标是实现主从设备之间的亚微秒级时间同步，广泛应用于工业自动化、电信、电力系统等领域。

2. PTP 同步使用方法

用户可参考上位机软件参数配置开启 PTP 同步，并通过附录一提示进行测试

注：OW1 激光雷达仅可作为 slave 端获取时钟源同步数据，同步精度亦受 Master 主时钟影响

1.5 技术参数

OW1 型激光雷达核心指标参数如下表所示：

表 1.1 OW1 型激光雷达参数

性能参数	
线数	48 线
测距能力	0.1~70m (40m@10%)
测距精度	2cm (1 σ)
水平视场角	360°
水平角分辨率	0.36°
垂直视场角	50° (-5° ~ +45°)
垂直角分辨率	1.04°
扫描速率	10Hz
机械/电气	
激光波长	905nm
激光器等级	Class 1 人眼安全
尺寸	64.6 (H) × 55.2 (ϕ) mm
重量	220g ± 20g
通讯接口	千兆以太网 100BASE-TX
输入电压	9~27V
功耗 (典型值)	≤8W
防护等级	IP67&IP6K9K
工作温度	-20~60°C
储存温度	-40~85°C
数据输入/输出	

传输协议	UDP
输出数据	距离、角度、反射率
有效点频	480,000 点/秒 (单回波)
	960,000 点/秒 (双回波)
时间同步输入源	PTP&GPS

第2章 产品安装

2.1 机械安装

2.1.1 机械尺寸图

OW1 激光雷达主机的机械尺寸为 64.6 (H) × 55 (φ) mm (不含接口尺寸), 尺寸如图所示:

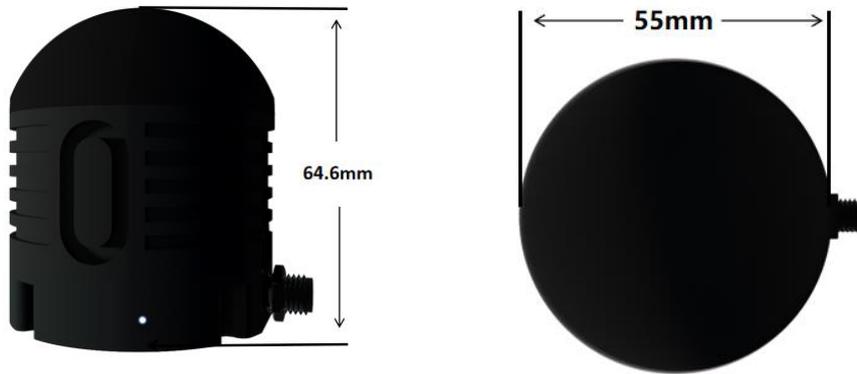


图 2.1 OW1 激光雷达主机机械尺寸 (单位: mm)

2.1.2 典型安装接口

OW1 激光雷达主机提供其底面的 3 个 M3 螺孔为典型安装接口, 2 个 R1 的定位孔, 用户可依据尺寸要求自行设计转接板, 具体接口尺寸如下图 (仰视视角) 所示:

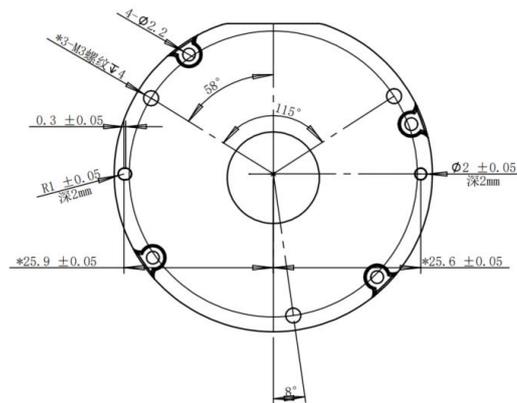


图 2.2 OW1 激光雷达主机底座安装接口 (单位: mm)

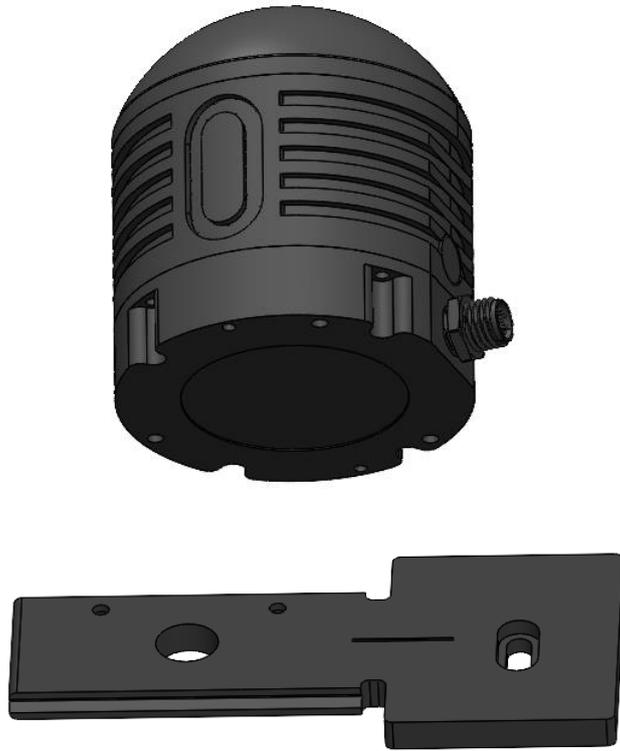


图 2.3 OW1 激光雷达主机底座安装示意图

安装要求:

1) 安装要求:

激光雷达安装面平面度应 $<0.1\text{mm}$, 安装时应避免挤压碰撞雷达和光罩, 安装应考虑线束的弯折半径 $\geq 5\text{cm}$

2) 安装螺丝规格要求:

GB/T 70.1, M3 * 6, 内六角杯头, 强度等级 10.9, 带耐落

3) 散热要求:

若用户自行设计支架, 应考虑材料散热要求, 激光雷达底座筒壁不可全部被包裹和覆盖, 详细散热设计及需求可联系我司技术支持

2.2 电气接口

2.2.1 航插接口及定义

OW1 激光雷达主机配置 8 pin 航插接口，接口位置和线序如下图所示：

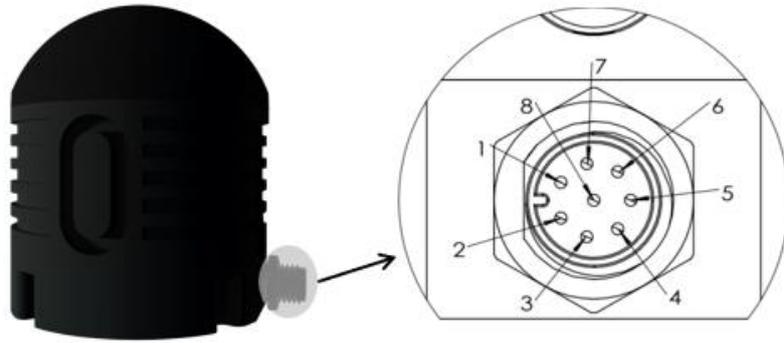


图 2.4 OW1 型激光雷达主机接口线序

各引脚定义如下表所示：

表 2.1 OW1 激光雷达主机接口引脚定义

引脚号	端子功能	描述
1	PWR	供电输入 9 - 27V
2	IO-PPS	GPS 的 pps 信号
3	IO-GPRMC	GPS 的数据信号 TTL 电平
4	RX-	100 兆以太网接收信号 N 端
5	RX+	100 兆以太网接收信号 P 端
6	TX+	100 兆以太网发送信号 P 端
7	TX-	100 兆以太网发送信号 N 端
8	GND	供电 gnd

第3章 通讯协议

3.1 默认网络设置

OW1 型激光雷达设备出厂时，默认 IP 和端口号设计如下：

上位机 IP：192.168.111.204，子网掩码：255.255.255.0，网关：192.168.111.1，端口号：5600

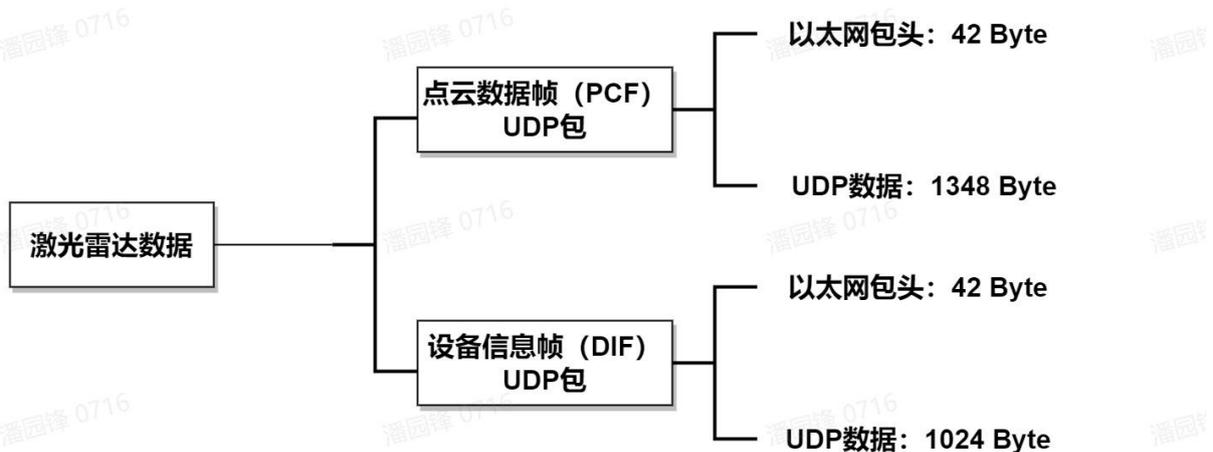
激光雷达 IP：192.168.111.51，子网掩码：255.255.255.0，网关：192.168.111.1

雷达端口号为系统随机分配；

出厂雷达 MAC 地址查询见 4.1.2 节。

3.2 整体数据协议

OW1 激光雷达数据输出采用 UDP 通信协议，包括点云数据帧 UDP 包与设备信息帧数据 UDP，每个周期内发送 1 个 DIF 和 1 组 PCF（FOV 范围内点云）。激光雷达采用 UDP 协议进行通信，每个 UDP 包在起始位置都包含有 42 字节的包头字段，用于描述 UDP 包的状态连接信息，包头后放置的是储存数据的数据块。



3.2.1 设备信息帧(DIF)

设备信息帧的数据块长度为 1024Byte,包含了设备编号、软件版本、工作模式、运行状态和诊断数据等信息。数据块包含内容如下表所示:

信号说明 Description	信号长度 Byte Length	起始字节 Start Bit	数据类型 Data Type	精度 Resolution	单位 Unit	偏移量 Offset	范围 Range	默认值 Default
包头	4	0	Unsigned	1		0	0xDD, 0xEE, 0x33, 0x44	0xDD, 0xEE, 0x33, 0x44
包计数	4	4	Unsigned	1		0	0~4294967295, 每个包递增, 高字节在前, 以下同理 如 0x00, 0x00, 0x01, 0x80, 代表 384	0
设备型号	4	8	Unsigned	1		0	Byte8-9 预留 Byte10 0: 第一批 1: 第二批 2: 第三批... Byte11 10:0W1	0
设备编号信息	4	12	Unsigned	1		0	16 进制, 0x00, 0x00, 0x03, 0x04 代表编号 0x0304=772	0
主板软件版本	4	16	Unsigned	1		0	0x00, 0x02, 0x03, 0x04 V2.3.4	0
底板软件版本	4	20	Unsigned	1		0	0x00, 0x02, 0x03, 0x04 V2.3.4	0
蓝牙软件版本	4	24	Unsigned	1		0	0x00, 0x02, 0x03, 0x04 V2.3.4	0
协议版本	2	28	Unsigned	1		0	High Byte : 大版本, 16 进制 Low Byte : 小版本, 16 进制	0
预留 1	1	30	Unsigned	1		0		0

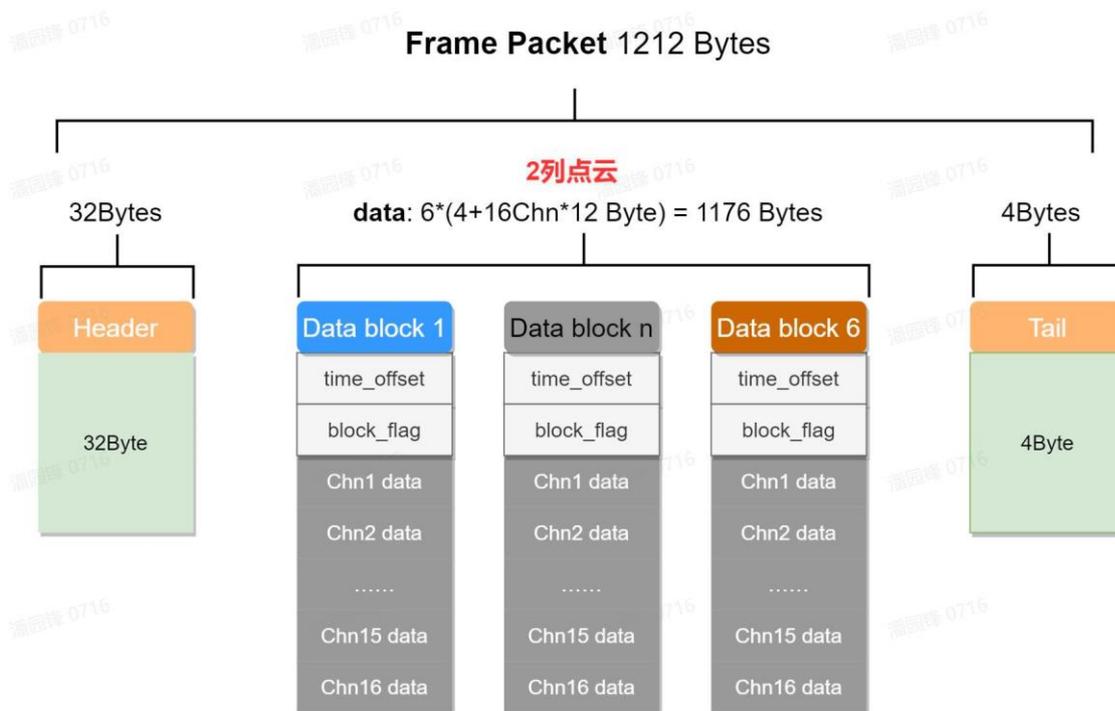
数据类型	1	31	Unsigned	1		0	bit7-4:PCF 帧类型 0x0 用户点云帧_双回波 0x1 标定点云帧_双回波 0x2 用户点云帧_单回波 0x3 标定点云帧_单回波 其他:预留状态 bit3-0:DIF 帧类型 0x0 整体信息帧 0x1 点云修正帧 (不使用) 其他:预留状态	0x0
雷达工作模式	1	32	Unsigned	1		0	0x00:工作模式 0x04:待机模式	0
预留 2	1	33	Unsigned	1		0		0
帧率	2	34	Unsigned	0.01	Hz	0	0~2000	1000
时间同步方式	1	36	Unsigned	1		0	0x00:关闭授时 0x01:PTP 授时 (E2E-L4) 0x03:GPS 授时	0
时间同步状态	1	37	Unsigned	1		0	bit7-4 预留 bit3-2 仅时间同步方式为 ptp 授时 时有效 0: PTP 关闭, 1: PTP 为 master, 2:PTP 为 slave bit1-0 0:未授时, 1:已授时	0x08 PTP 为 slave 未授时
时间戳-秒	6	38	Unsigned	1	秒	0	1970.1.1 0:0:0 以来的时间的秒 数。 4Byte 表示秒可以表示 136 年, 可 以表示到 2106 年, 13-16 字节 6Byte 表示秒可以预留后续客户指 定年月日时分秒格式	0
时间戳-亚秒	4	44	Unsigned	0.1	微秒	0	1970.1.1 0:0:0 以来的时间的亚秒 数。 0~99999999	0
以太网 IP 源地 址	4	48	Unsigned	1		0	0xC0, 0xA8, 0x6F, 0x33 192.168.111.51	192.168.111.51

以太网 IP 目的地址	4	52	Unsigned	1		0	0xC0, 0xA8, 0x6F, 0xCC 192. 168. 111. 204	192. 168. 111. 204
以太网网关	4	56	Unsigned	1		0	0xC0, 0xA8, 0x6F, 0x01 192. 168. 111. 1	192. 168. 111. 1
以太网子网掩码	4	60	Unsigned	1		0	0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF 255. 255. 255. 0	255. 255. 255. 0
以太网本机 MAC 地址	6	64	Unsigned	1		0	0x54, 0x57, 0xA9, 0XX, 0XX, 0XX	0x54, 0x57, 0xA9, 0x00, 0x03, 0x04
DIF 端口号	2	70	Unsigned	1		0	0x16, 0x44 5700	5700
PCF 端口号	2	72	Unsigned	1		0	0x15, 0xE0 5600	5600
预留 3	24	74	Unsigned					
预留 4	152	98	Unsigned					
光心到原点的平面半径 R	2	250	Unsigned	0.001	米	0	0~65.535 米	
光心到原点的 Z 轴高度	2	252	Unsigned	0.001	米	0	0~65.535 米	
预留 5	2	254	Unsigned					
外参 x	2	256	Signed	0.01	米	0	-327.68~327.67 米	
外参 y	2	258	Signed	0.01	米	0	-327.68~327.67 米	
外参 z	2	260	Signed	0.01	米	0	-327.68~327.67 米	
外参 roll	2	262	Unsigned	0.1	度	0	0~360 度	
外参 pitch	2	264	Unsigned	0.1	度	0	0~360 度	
外参 yaw	2	266	Unsigned	0.1	度	0	0~360 度	

预留 6	598	268					
预留 7	16	866					
诊断故障码	8	882					详见附件诊断故障码
诊断原始值	128	890					详见附件诊断原始值 例：查询电机转速 902 字节为 0x00, 903 字节为 0x64, 电机转速原始值=0x0064 电机转速实际值 =0x0064*0.1=10hz
校验码	2	1018				0	未使用
包尾	4	1020					0x77, 0x88, 0x99, 0xAA

3.2.2 双回波点云数据帧(PCF)

以双回波点云协议，UDP 包的数据块长度为 1212Byte，包含 2 列 96 通道扫描点云的数据信息（对应个 Data Block）。



极坐标通道数据内容说明 (10B)

信号说明 Description	信号长度 Byte Length	数据类型 Data Type	精度 Resolution	单位 Unit	偏移量 Offset	范围 Range
水平夹角, 极坐标, chn1	2	Unsigned	0.01	度	0	0~35999, 即 0~359.99 度
回波 1 径向距离, 极坐标	2	Unsigned	0.009368	米	0	0~65535, 即 0~299.788m 注 1: 回波 1 指双回波更近回波或单回波

回波 1 反射率	1	Unsigned	1	1	0	0~255
回波 1 脉宽	1.5 High Byte 8bit +low Byte high 4bit	Unsigned	62.5	ps	0	0~131.04ns
回波 1 置信度	0.5 low 4bit	Unsigned	1	1	0	低置信度标记, 即回波信号的可信程度。 bit7-1: 预留 bit0: 0x1 标记低置信度 0x0 正常
回波 2 径向距离, 极坐标	2	Unsigned	0.009368	米	0	0~65535, 即 0~299.788m 注 2: 回波 2 指双回波更远回波
回波 2 反射率	1	Unsigned	1	1	0	0~255
回波 2 脉宽	1.5 High Byte 8bit +low Byte high 4bit	Unsigned	62.5	ps	0	0~131.04ns
回波 2 置信度	0.5 low 4bit	Unsigned	1	1	0	低置信度标记, 即回波信号的可信程度。 bit7-1: 预留 bit0: 0x1 标记低置信度 0x0 正常

3.2.3 点云数据包整体协议格式

信号说明 Description	信号长度 Byte Length	起始字节 Start Bit	数据类型 Data Type	精度 Resolution	单位 Unit	偏移量 Offset	范围 Range
包头	4	0	Unsigned	1		0	0xBB, 0xCC, 0x55, 0x66
帧计数	2	4	Unsigned	1		0	0~65535, 每个帧递增, 100ms 一帧
包计数	2	6	Unsigned	1		0	1~500, 在每个扫描周期内递增, 不同点云格式协议存在差别
预留 0	2	8	Unsigned	1		0	预留
回波模式	1	10	Unsigned	1		0	0: 双回波/强零
时间戳-秒	6	11	Unsigned	1	秒	0	1970.1.1 0:0:0 以来的时间的秒数。 4Byte 表示秒可以表示 136 年, 可以表示到 2106 年, 13-16 字节 6Byte 表示秒可以预留后续客户指定年月日时分秒格式
时间戳-亚秒	4	17	Unsigned	0.1	微秒	0	1970.1.1 0:0:0 以来的时间的亚秒数。 0~9999999
总包数	2	21	Unsigned	1		1	当前点云帧由多少个 udp 数据包组成
预留 1	8	23	Unsigned				
数据类型	1	31	Unsigned	1		0	0: 极坐标数据
数据块时间戳-偏移量, Block1	2	32	Unsigned	0.1	微秒	0	相对于本帧时间戳的时间偏移量, 0~65535

数据块标识, Block1	2	34	Unsigned	1		0	<p>高字节: 预留</p> <p>低字节:</p> <p>bit7-4</p> <p>0:chn1-16 1:chn17-32</p> <p>7:chn113-128</p> <p>bit3 预留</p> <p>bit2-1 镜面标识</p> <p>0: 镜面 A, 1: 镜面 B, 2: 镜面 C</p> <p>bit0 机芯定义</p> <p>0: 负机芯 1: 正机芯</p>
极坐标双回波 Chn1	10	36					
极坐标双回波 Chn 2-M	140	46					
极坐标双回波 Chn16	10	186					
.....
数据块时间戳-偏移量, Block8	2	32+164*7	Unsigned	0.1	微秒	0	相对于本帧时间戳的时间偏移量, 0~65535
数据块标识, Block8	2	34+164*7	Unsigned	1		0	<p>高字节: 预留</p> <p>低字节:</p> <p>bit7-4</p> <p>0:chn1-16 1:chn17-32</p> <p>7:chn113-128</p> <p>bit3 预留</p> <p>bit2-1 镜面标识</p> <p>0: 镜面 A 1: 镜面 B 2: 镜面 C</p> <p>bit0 机芯定义</p> <p>0: 负机芯 1: 正机芯 (原左机芯)</p>
极坐标双回波 Chn1	10	36+164*7					

极坐标双回 波 Chn 2-M	140	46+164*7					
极坐标双回 波 Chn16	10	186*164*7					
包尾	4	1344					0x77, 0x88, 0x99, 0xAA

注：M：通道数 1-16, N：Block 数 1-6

第4章 软件操作

OW1 型激光雷达为用户提供参数配置上位机来对雷达参数进行修改与雷达状态的显示，提供 Windows 系统下的点云显示软件及 ubuntu 系统下点云驱动，方便用户查看点云状态。网页与软件使用前请先进行如下设置：

■ 配置计算机的 IP 地址

找到连接激光雷达设备的计算机网络适配器，修改计算机 IP 地址、子网掩码与默认网关、端口号，具体数据见第 3.1 节。

■ 关闭计算机的防火墙

由于激光雷达设备默认采用了较大的网络端口号进行通信，会有被操作系统防火墙拦截的风险。建议用户在使用点云显示软件之前，先关闭系统防火墙，避免出现由于数据被防火墙拦截导致无法连接设备的问题。

4.1 参数配置上位机

此上位机软件用于雷达参数配置、查看设备信息等。

4.1.1 整体页面介绍

参数配置上位机由一个 Read Mode 下拉菜单及四个功能分区组成：

1. 内部使用：用户不可进行配置和写入；
2. 通讯 IP：用户需确认“雷达 IP”与“本地 IP”是否正确后才可进行正常通讯，如果通过参数配置上位机修改了雷达 IP 或本地 IP（确保位于同一网段），需在此重新输入新的 IP 后，点击“确认”；
3. 配置工作参数：用户可进行雷达内部参数查询及部分参数修改写入；
4. 升级参数：主要为下发和读取标定文件以及 OTA 版本升级功能。



图 4.1 配置工具界面展示

4.1.2 用户使用方法

首先需解压下载的软件包 ，并双击打开 LidarCommunicator_V1.0.5.exe 运行程序，程序运行过程中，控制台需保持开启。

- 内部使用

用户侧不必关注此栏中功能。

- 通讯 IP

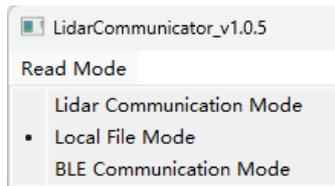
主要用于 IP 修改和配置，修改后需点击右侧“确认”。



- 配置工作参数

- 读取默认 Excel 文件

从 Read Mode 下拉菜单中选择 Local File Mode 模式（默认为该模式）

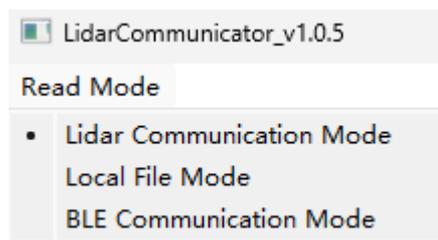


点击“读取默认 Excel 文件”，将自动从 exe 同级目录中查找默认 Excel 文件表格，并显示当前 Excel 中可视的 sheet：



■ 读取雷达工作参数表

从 Read Mode 下拉菜单中选择“Local Communication Mode”模式，注意“通讯 IP”一栏要保持与雷达 IP 及本地 IP 一致



单机“读取雷达工作参数表”，通讯正常的情况下，将从雷达内部实时读取当前参数，并更新 UI 界面的 sheet，有更新的 sheet 会变红显示



■ 手动修改参数值

请首先确保没有打开 “Lidar_Parameter360_template.xlsx”。

单击上述 sheet 后，在弹出的表格中的 “Current_value” 列中可输入新的参数

注意：参数需满足 $\min \sim \max$ 的限制，只能修改白色格子内的数值

推荐用户在充分了解参数项含义后经过智驰领驭 FAE 确认后进行修改配置

Current_value 当前值
Current_value 当前值
1
1

修改参数完毕后需点击表格右下角的 “Save Changes”，即可将新值记录下来，控制台可查询之前的改动记录

The screenshot shows a spreadsheet titled "基础参数" (Basic Parameters) with the following columns: Bit, sub Data Name(C) (子信息名称(中文)), Range, Min (Phy.) (物理值最小值), Range, Max (Phy.) (物理值最大值), Default (默认值), Factor (转换精度), Offset (偏移量), Unit (单位), Data Type (数据类型), Conversion(C) (转换关系(中文)), Note (备注), and Current_value (当前值). The table lists parameters such as "外参z", "外参roll", "外参pitch", and "外参yaw". An "Info" dialog box is overlaid on the spreadsheet, displaying "Saved 1 changes" and an "OK" button. The "Save Changes" button is highlighted in the bottom right corner of the spreadsheet. Below the spreadsheet, the console output shows the following log entries:

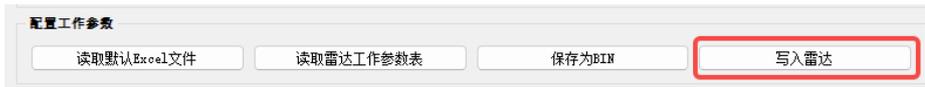
```

[find change] in sheet: "网络参数" Row= 5 Column= 20 Original value= "168" New value= "11"
annual modification: Sheet= "网络参数" Row= 5 Column= 20 Original value= "168" New value= "11"
[find change] in sheet: "基础参数" Row= 45 Column= 20 Original value= "0" New value= "10"
annual modification: Sheet= "基础参数" Row= 45 Column= 20 Original value= "0" New value= "10"
[find change] in sheet: "基础参数" Row= 45 Column= 20 Original value= "10" New value= "1"
annual modification: Sheet= "基础参数" Row= 45 Column= 20 Original value= "10" New value= "1"

```

■ 写入雷达

点击 “写入雷达” 前需确保目前仍处于 “Local Communication Mode” 模式



■ 确认参数写入成功

点击“写入雷达”后，建议可再次点击“读取雷达工作参数表”，查看雷达工作参数是否为此前输入值

● 升级参数

此项目下方为雷达内部标定参数及版本 OTA 升级相关配置选项，用户不需进行修改和配置，如有需要联系智驰领驭 FAE 寻求技术支持

！如自行进行文件异常写入或更改，因此造成的任何雷达故障用户将自行承担

4.2 ROS 上位机驱动软件

驱动软件名为 `lidar_view`，具有点云显示功能。

4.2.1 安装环境

`lidar_view` 点云显示软件是基于 ROS 开发，并在 ROS 平台上运行。ROS (Robot Operating System) 是用于编写机器人软件程序的一种具有高度灵活性的软件架构，包含了大量工具软件、库代码和约定协议。ROS 由多个互相通信的独立程序构成，可提供一系列程序库和工具以帮助软件开发者创建机器人应用软件，包括硬件抽象、设备驱动、函数库、可视化工具、消息传递和软件包管理等诸多功能。

各型号激光雷达可在和 ROS 平台下进行点云可视化操作。在 ROS 平台下，激光雷达由以太网口进行数据通信并配置相应的激光雷达驱动对原始数据流进行解析，并通过激光雷达的通用消息结构 `PointCloud2` 格式发布，利用 ROS 自带的 RVIZ 可视化工具接收消息并显示点云数据。推荐在 Ubuntu 18.04 版本的操作系统和 Kinetic 版本的 ROS 平台下进行使用。

4.2.2 软件安装

■ 首先建立工作空间，并下载编译代码，操作流程如下：

(1) 新建文件夹 `lidar_driver` 在 `lidar_driver` 下新建文件夹 `src`，在终端中可通过下述代码实现：

```
$ mkdir -p ~/lidar_driver/src
```

(2) 下载程序代码：

```
$ cd ~/lidar_driver/src  
$ git clone https://github.com/Lab/lidar\_view.git
```

说明：Lab/lidar_view 仓库更新频率较低，建议联系技术支持获取最新版本，下载压缩包并解压后使用。

(3) 编译程序，在终端中输入如下代码：

```
$ cd ~/lidar_driver && catkin_make
```

若编译通过，终端中会有提示信息。

(4) 设置环境变量。在终端中输入如下代码：

```
$ echo "source ~/lidar_driver/devel/setup.bash" >> ~/.bashrc  
$ source ~/.bashrc
```

或打开 `~/.bashrc` 环境变量文本文件进行编辑，在文本末尾另起一行并输入 `source ~/lidar_driver/devel/setup.bash` 后保存。

■ 运行 `lidar_view` 驱动包，并打开 `rviz` 进行激光雷达点云可视化显示，操作流程如下：

(1) 将上位机网络选择为预设 IP 地址的网络（网络连接设置数据见第 3.1 节）。

(2) 新开终端 2，运行 `lidar_view` 中的 `launch` 启动文件，发布激光雷达信息，并在 `rviz` 中显示。在终端中输入如下代码：

```
$ roslaunch lidar_view OW1.launch
```

■ 若终端 2 中未出现红色错误提示，且上位机启动并显示 `rviz` 界面，则说明软件已成功安装。

4.2.3 点云显示功能使用方法

■ 点云显示

打开新终端 1，执行 `lidar_view` 驱动包。需运行 `lidar_view` 中的 `launch` 启动文件，发布激光雷达消息，并在 `rviz` 中显示。在终端 1 中输入如下命令行：

```
$ roslaunch lidar_view OW1.launch
```

■ 点云 bag 录制

先打开新终端 1，执行 `lidar_view` 驱动包。再打开新终端 2，输入以下命令录制数据包：

```
$ rosbag record -O test.bag /lidar_pointcloud
```

`test.bag` 为录制的包，默认存放在 `~/home` 下，`lidar_pointcloud` 为录制的话题。

■ 点云 bag 回放

先打开新终端 1，执行 `lidar_view` 驱动包。再打开新终端 2，输入以下命令回放数据包：

```
$ rosbag play test.bag
```

回放数据包之后，`rviz` 中就会显示出点云。

4.3 LidarView 软件

4.3.1 软件安装

■ 使用环境

软件支持 Windows 7 及以上（64 位）操作系统。

■ 适用激光雷达型号

目前本软件支持 Tensor 系列、Scope 系列、Tempo 系列、Focus 系列、OW1 系列的雷达产品。

■ 硬件配置

软件无需特殊配置，解压缩后直接运行 `LidarView.exe` 即可正常使用。由于 `LidarView` 中使用的三维可视化点云功能涉及到大量三维点的渲染任务，对显卡性能有一定的要求，为避免软件的使用体验受到影响，请使用带独立显卡的计算机。

■ 运行软件

解压下载的压缩包文件 `LidarView Vx.x.x.rar`（`x.x.x` 为软件版本号），在解压后的文件目录下找到并进入 `LidarView` 目录，在该目录中找到 `LidarView.exe` 文件打开即可启动程序。

■ 软件界面介绍

打开 `LidarView` 主程序后将会进入软件的主界面。`LidarView` 的主界面由四部分组成，包括工具栏、点云显示页面（即三维绘制窗口）、其他 Dock 窗口以及状态栏组成，其中 Dock 窗口页面在本版本中包含点信息显示页面（被框选后的点信息列表），Dock 功能窗口默认均为关闭状态。

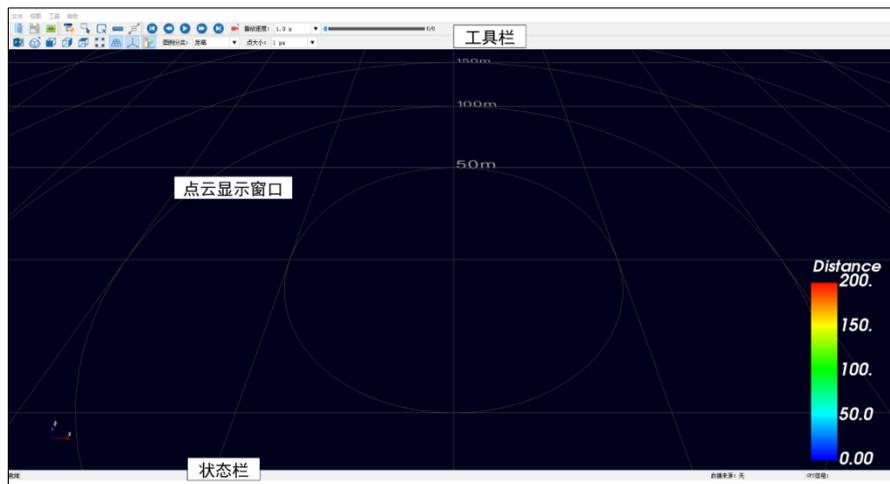


图 4.5 LidarView 主页面说明

4.3.2 软件使用

- 工具栏按钮及排布



图 4.6 工具栏

- 工具栏按钮功能介绍

表 4.1 工具栏按钮功能介绍

文件操作工具栏	
	打开 pcap/csv/pcd 格式点云数据文件， pcap 为多帧点云数据流，csv/pcd 为单帧点云数据文件
	另存为 csv/pcd 数据文件集合
	打开设备连接窗口，选择对应雷达型号，连接激光雷达设备
数据操作工具条	
	打开点云数据筛选配置页面，过滤不符合规则的点云数据
	在点云显示窗口中进行框选操作
	清除框选的点云

回放控制工具条

	播放第一帧点云数据（查看实时激光雷达点云时不生效）
	播放上一帧点云数据（查看实时激光雷达点云时不生效）
	播放/暂停（查看实时激光雷达点云时不生效）
	播放下一帧点云数据（查看实时激光雷达点云时不生效）
	播放最后一帧点云数据（查看实时激光雷达点云时不生效）
	录制 pcap/csv/pcd 数据文件（回放激光雷达点云时不生效）
播放速度: 1.0 x	控制点云回放的速度（查看实时激光雷达点云时不生效）
	显示回放的进度

场景控制工具条

	显示/取消正交投影视图		全屏显示点云窗口
	默认观察视角		显示/隐藏地面网格标尺
	正视图观察视角		显示/隐藏原点的坐标轴
	右视图观察视角		显示/隐藏图例标尺
	俯视图观察视角		
图例分类: 距离	按指定图例分类修改点云颜色		
点大小: 3 px	修改点云显示窗口中点大小		

- 状态栏信息说明



图 4.7 状态栏

状态栏共分为三部分：

- (1) 一般操作信息，包括播放状态、操作信息等；

(2) 数据来源信息，包括实时连接的激光雷达信息、打开的文件信息；

(3) GPS 信息。

● 设备连接配置

OW1 型雷达设备在菜单栏中【工具】->【连接设备】或者点击工具栏的图标，打开设备连接窗口，打开后的设备连接界面如下图：

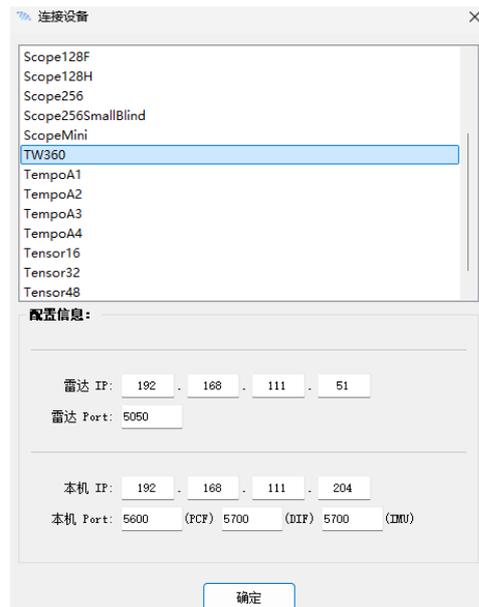


图 4.8 设备连接界面图示

设备连接配置功能说明：

(1) 选择要连接的设备型号

(2) 填写当前激光雷达设备的 IP 地址和通信端口号（即激光雷达设备的源端口号）。

(3) 填写本计算机的 IP 地址和本机接收数据的通信端口号（即激光雷达发送的目的端口号）。

注意：

✧ 在连接激光雷达设备时，请正确选择所连接激光雷达设备的型号，否则会导致连接不到设备。

✧ 在回放 pcap 数据文件时也请选择正确的激光雷达型号，选择错误的设备型号去解析将造成不可预知的错误，不能保证有效的点云数据显示功能以及其他数据处理功能的正常使用。

● 点云显示界面

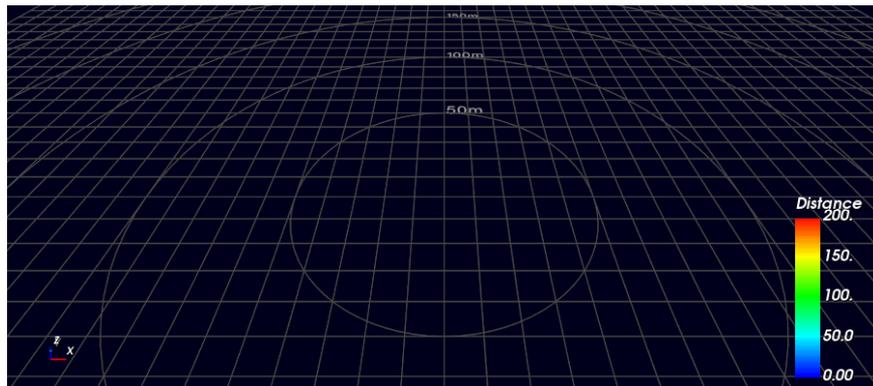


图 4.9 点云显示界面

当有激光雷达设备连上 LidarView 或者播放 pcap/csv/pcd 点云数据文件后，可用点云显示界面查看点云绘制图。显示界面的中间为地面标尺网格线、左下角为参考坐标系、右下角为图例 bar 条，用户可通过修改“图例的类别”来按照不同类别的颜色显示当前点云的信息。

- 点数据窗口

此窗口可显示被框选后的所有点信息，可在菜单栏中【视图】->【点云窗口】打开点云数据窗口，打开后界面选择【OW1】，确认配置信息：



图 4.10 点数据窗口界面展示

功能介绍：

- (1) 显示被框选点的信息
- (2) 点击【显示信息】按钮，勾选/取消显示的点参数

(3) 点击【另存为】实现将当前表格中的点存储到 csv/pcd 文件

- 点云数据过滤条件设置

可在工具栏中，点击图标 ，打开过滤条件设置窗口，打开后界面如下图：

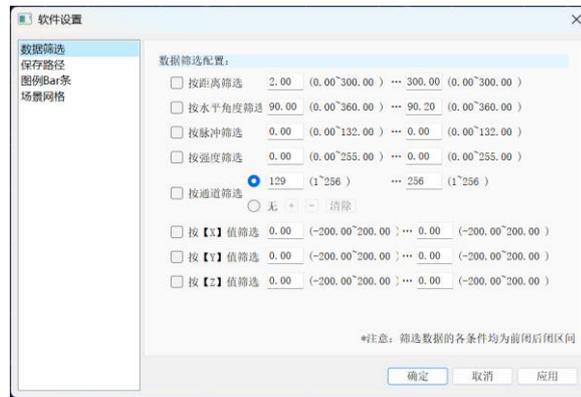


图 4.11 点云数据过滤设置界面

功能介绍：

- (1) 开启/关闭筛选配置
- (2) 按距离范围进行点云数据的条件过滤
- (3) 按水平角度值进行点云数据的条件过滤
- (4) 按坐标 X/Y/Z 值进行点云数据的条件过滤

点击【确定】按钮，记录并执行当前配置，点击【取消】按钮，退出本次操作且不做记录和修改。

- 软件配置

点击菜单栏中【工具】->【软件设置】打开软件的配置页面，关于软件的配置功能共分为三部分：

- (1) 点云保存：点击图标  设置点云保存地址，使用前先设置点云保存地址，后续点击图标  进行点云录制时，均默认为已设点云路径。

- (2) 图例 Bar 条配置，具体功能界面如下图：

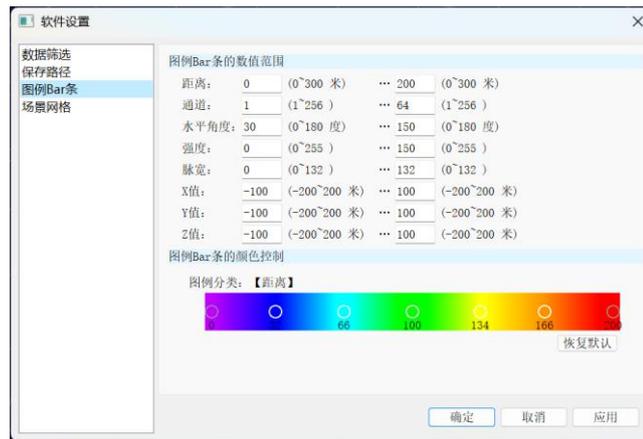


图 4.12 图例 Bar 条配置界面展示

功能介绍：

图例 Bar 条的数据范围控制：按照距离、通道号、水平角度、脉宽、X/Y/Z 坐标值的范围进行颜色控制，绘制出渐变色的点云图。请依据每种配置的数值范围进行设置，距离范围 0~300 米，通道范围 1~192，水平角度范围 0~180 度，脉宽值范围 0~60 纳秒，X/Y/Z 坐标值范围 -200~200 米（不同的版本因为激光雷达性能不同，数值范围可能会做相应的调整）。

图例 Bar 条的颜色控制：在数据控制的基础上，对色域进行分解，将色域分为三种类型全色系、白-红、纯色（白色），选取不同的色域，将会使绘制点云的所有点都呈现在当前的色域范围内。如果使用纯色，所有点将被使用单一色绘制出来。

注意：

◇ 超出数值范围的点颜色按范围极限处颜色进行显示。

(3) 场景网格配置，具体功能界面如下图：

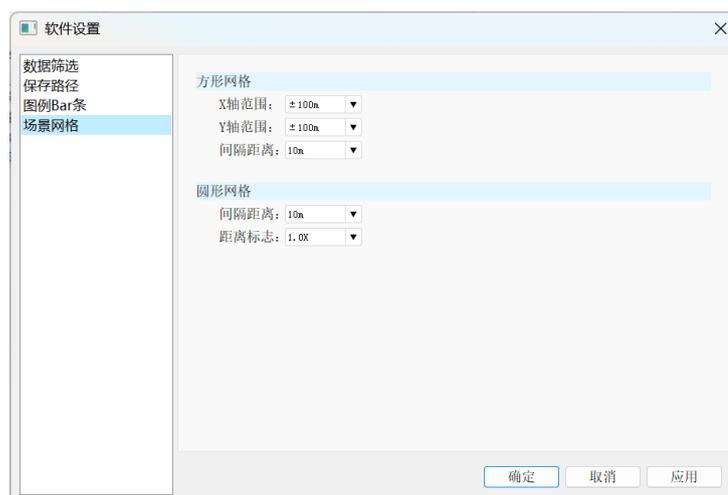


图 4.13 场景网格配置界面展示

功能介绍：

方形网格：三维场景中的地面标线的划分规则，通过设置 X/Y/Z 轴的范围和网格线的间隔，自适应绘制场景中的地面网格线。

圆形网格：圆形网格仅需控制每圈网格线的间隔，圆形网格的范围由方形网格 X/Y 范围的最大值决定，圆形网格线旁的距离文字提示由软件自适应显示。

第5章 附属清单

5.1 包装清单

5.1.1 硬件清单

OW1 型激光雷达包括激光雷达主机 1 台、航插接口线束 1 条、DC 适配器（选配）1 个和网线 1 根，以上主机和配件会统一包装配送。

5.1.2 软件清单

OW1 型激光雷达配套提供 Windows 系统上位机点云显示软件。

ROS 上位机点云显示软件位于 lidar_view 文件夹中，其目录下包含 include 文件夹、launch 文件夹、resource 文件夹、rviz 文件夹、scripts 文件夹、src 文件夹、CMakeLists.txt 文件、package.xml 文件、README.md。

Windows 系统上位机点云显示软件使用与运行可参考第 4.3 节。

5.2 设备维护

5.2.1 包装与储存

本公司初始提供的激光雷达设备及其附件会使用硬质纸盒进行包装，纸盒内填充有定制的软性泡沫进行包裹防护；

当用户需要储存设备时，需注意以下几点：

- (1) 尽量使用原装包装物进行包裹防护；
- (2) 储存在室内干燥通风的环境；
- (3) 避免长期处于阳光直射的环境；
- (4) 避免处于剧烈振动的环境；
- (5) 储存温度范围 $-40^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ ；
- (6) 相对湿度不得超过 50%，避免处于腐蚀性环境；
- (7) 储存周期超过 100 天时，再度启用设备前应先检查设备状况

5.2.2 运输要求

当用户需要对 OW1 型激光雷达进行运输时，需注意以下几点：

- (1) 对设备进行包装防护，尤其注意对设备工作表面的保护，免于受到冲击和划损；

- (2) 避免暴晒、潮湿、高温、腐蚀、剧烈振动的运输条件；
- (3) 需经专业人士进行打包、装卸和运输等过程。

5.3 开箱测试

5.3.1 开箱检查

用户收到 OW1 型激光雷达设备时，应首先进行开箱检查，确认设备完整性及完好性。

- (1) 观察包装物，无明显破损或挤压变形；
- (2) 打开包装箱，核对配件种类和数量未存在偏差（参考第 5.1 节）；
- (3) 检查各部件不存在外形损伤；

(4) 以上硬件设备状态确认无误后，联系设备供应商获取 Windows 系统的上位机显示软件安装包，并进行软件安装与环境配置（软件安装和使用方法详见第 4 章节相关内容）。

5.3.2 设备连接

硬件与软件准备就绪后，继续进行设备的连接。

- (1) 激光雷达主机通过底部的安装孔固定在便携式支架上(如摄影三脚架、可移动推车)，并将工作面朝向相对开阔简易的场景；
- (2) 将航插接口线束与激光雷达主机进行电气连接；
- (3) 线束另一侧（RJ45 接口）用网线与 LidarView 点云显示软件的上位机进行通信连接（如使用 Windows 系统下上位机进行测试请参考第 4.3 节）；
- (4) 用 DC 适配器将市电 220VAC 与航插接口线束 DC 接口进行电气连接。

5.3.3 状态测试

设备连接完成后，利用上位机软件进行点云显示，以测试设备的状态。

- 在 Ubuntu 系统网络设备配置中，将本机 IP 地址、子网掩码、端口号按 3.1 节数据进行设置（激光雷达出厂默认上传 IP），并连接到该网络连接。如下图所示：

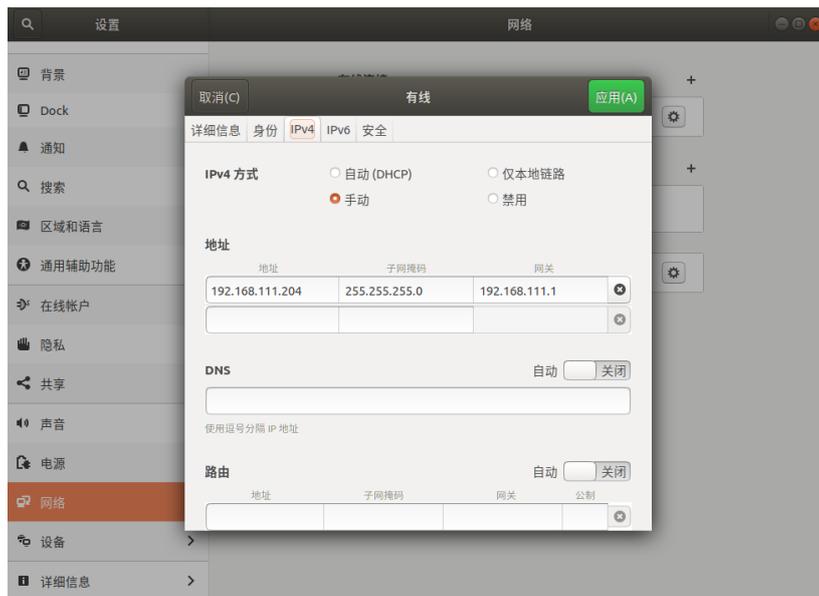


图 5.1 Ubuntu 系统下的本机 IP 修改

- 点击 **Ctrl+Alt+T** 快捷键或在桌面单击右键选择 **open the terminal** 打开一个终端，在终端中输入命令行“**\$ roslaunch lidar_view OW1.launch**”，打开 **rivz** 界面显示点云。

```
$ roslaunch lidar_view OW1.launch
```

- 在 Windows 系统网络设备配置中，将本机 IP 地址、子网掩码、端口号按 3.1 节数据进行设置（激光雷达出厂默认上传 IP），并连接到该网络连接。上位机软件使用方式按照 4.3 节 LidarView 软件使用。

- 在显示窗口中调整观察角度，实时观察点云，确认点云可正常复现外界环境。

- 在终端中点击 **Ctrl+C** 快捷键停止程序运行，断开设备电源。

经过以上检查和测试，以确认 Focus 型激光雷达处于可正常工作状态。在进行上述检查和测试过程中，若出现任何异常，请及时与本公司联系以获得帮助。

5.4 故障自查

出现以下故障可按对应操作进行排查，若操作后未解决问题，请联系智驰领取技术支持。

表 5.1 故障自查表

故障现象	检查与排除办法
网线传输有数据而点云显示软件无数据	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 计算机防火墙是否已关闭； ➤ Windows 下确认“连接设备”中，设备类型、雷达 IP、雷达 Port、本机 IP、本机 Port 设置是否正确； ➤ ROS 平台下，请检查雷达连接配置文件 lidar_view/launch/OW1.launch 中的“host”、“port”、“LiDARhost”、“LiDARport”参数是否正确； ➤ 操作后重新上电，查看故障是否消失。
网线传输无数据	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 确认网线两端连接正常，可重新插拔网线； ➤ 确定计算机 IP、子网掩码、网关、端口号是否配置正确； ➤ 操作后重新上电，查看故障是否消失。
网页无法打开	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 确认网线两端连接正常，可重新插拔网线； ➤ 确定计算机 IP、子网掩码、网关、端口号是否配置正确； ➤ 使用抓包工具抓包，查看雷达是否有数据包上发； ➤ 操作后重新上电，查看故障是否消失； ➤ 重启计算机或将网线连接到其他计算机尝试；
数据包异常	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 在参数配置工具中确认雷达参数是否正确； ➤ 在参数配置工具中获取雷达实时帧率是否在 8-12Hz 范围内； ➤ 使用点云显示软件观察是否总是存在随机丢失垂直方向的整块点云数据 ➤ 重新上电，查看故障是否消失。
点云不正常	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 在参数配置工具中获取雷达实时帧率是否在 8-12Hz 范围内； ➤ 在参数配置工具中获取设备温度是否在 -20-60°C 范围内； ➤ 确认雷达光学平板是否洁净，否则请用专用的镜片清洁布与酒精进行处理； ➤ 重新上电，查看故障是否消失。
IP 更改失败	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 确认参数配置工具中的地址设置更改是否满足可以更改的范围； ➤ 重新上电，再次尝试更改。

雷达运行中有异响

- 在参数配置工具中读取雷达实时帧率是否在 8-12Hz 范围内；
- 重新上电，查看故障是否消失。

附录一 PTP 时间同步

PTP (Precision Time Protocol, 精确时间协议) 是一种时间同步的协议, 其本身主要用于通过网络通讯的形式实现设备之间的高精度时间同步, 也可被借用于设备之间的频率同步, 相对于 NTP 亚秒级的时间精度, PTP 则可达到微秒级。

本设备默认使用 PTP 1588v2 的时间同步方式, 支持 PTPv2 协议。采用 PTP 作为时间来源时, 用户需要连接 PTP master 设备来获取绝对时间。

● PTP 连接方式

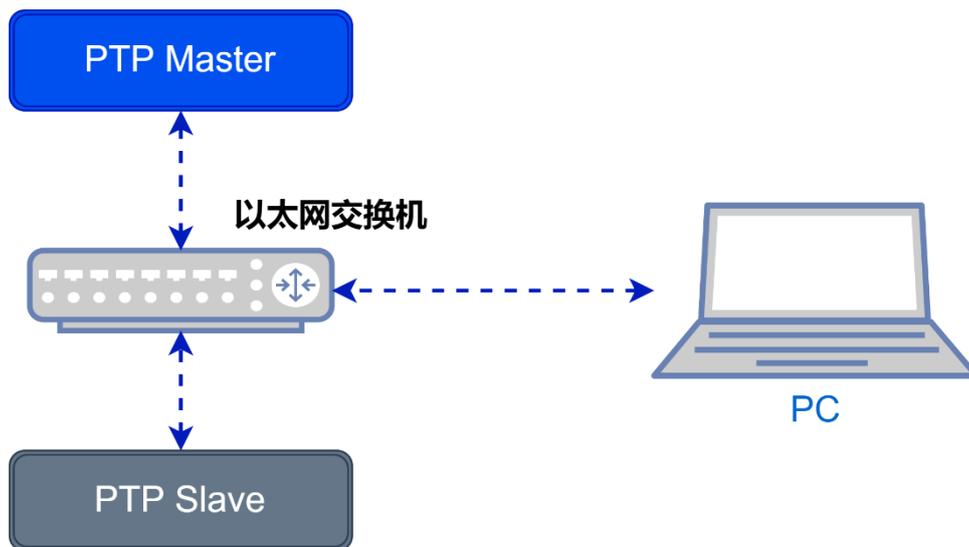
使用 PTP 授时功能, 需要使用附表 1.1 中设备, 并按照附图 1.1 的连接方式进行连接。

附表 1.1 PTP 授时设备需求表

序号	设备	作用
1	PTP Slaver	支持 PTP 协议的待授时设备, 例如本设备
2	以太网交换机	实现网络数据传输和交换
3	电脑	配置授时模式和观测授时状态

我司设备作为 PTP Slave 设备只获取 PTP Master 发出的时间, 不做准确度判断。若解析雷达点云时间与真实时间出现偏差, 请检查 PTP Master 提供的时间是否准确;

雷达同步之后, 若 PTP Master 断开连接, 点云数据包中的时间会继续按照雷达内部时钟进行叠加。雷达断电重启后时间才会被重置。



附图 1.1 PTP 连线方式图

- PTP 功能使用

PTP 如何打开授时？

注：PTP 授时功能设置需断电重启生效。

在按照上图中方式正常连接上电后，可通过本设备（slave）“诊断信息”页面查看设备时间和时间同步状态标识查看设备当前的同步状态。

- 测试方法

- 1) 连接设备和电脑，电脑系统必须为 linux 系统，以 Ubuntu 为例。
- 2) 查看网卡名，如下图所示网卡名为 enp0s31f6。

\$ ifconfig

```
tw@tw:~/下载$ ifconfig
enp0s31f6: flags=4099<UP,BROADCAST,MULTICAST> mtu 1500
inet 192.168.111.204 netmask 255.255.255.0 broadcast 192.168.111.255
ether f8:75:a4:89:e7:f1 txqueuelen 1000 (Ethernet)
RX packets 54243594 bytes 67648030379 (67.6 GB)
RX errors 3671 dropped 0 overruns 0 frame 2770
TX packets 155507 bytes 19941469 (19.9 MB)
TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0
device interrupt 16 memory 0xe9200000-e9220000
```

- 3) 下载并安装 ptpd 工具。

\$ sudo apt install ptpd

4) ptpd 命令的使用。

```
$sudo ptpd -M -i enp0s31f6 -C
```

设置命令后反馈如图，则 PTP Master 建立完毕，可以进行正常的授时功能验证。

```
tw@tw:~/下载$ sudo ptpd -M -i enp0s31f6 -C
2022-06-29 20:57:32.232915 ptpd2[11162].startup (info)      (___) Configuration OK
2022-06-29 20:57:32.233102 ptpd2[11162].startup (warning)  (___) Interface enp0s31f6 seems to be down. PTPd will not operate correctly until it's up.
2022-06-29 20:57:32.233146 ptpd2[11162].startup (info)      (___) Successfully acquired lock on /var/run/ptpd2.lock
2022-06-29 20:57:32.233255 ptpd2[11162].startup (notice)   (___) PTPDv2 started successfully on enp0s31f6 using "masteronly" preset (PID 11162)
2022-06-29 20:57:32.233270 ptpd2[11162].startup (info)      (___) TimingService.PTP0: PTP service init
2022-06-29 20:57:32.233437 ptpd2[11162].enp0s31f6 (warning)  (init) Interface enp0s31f6 seems to be down. PTPd will not operate correctly until it's up.
2022-06-29 20:57:32.334001 ptpd2[11162].enp0s31f6 (notice)  (lstn_init) Now in state: PTP_LISTENING
2022-06-29 20:57:42.233639 ptpd2[11162].enp0s31f6 (notice)  (lstn_init) TimingService.PTP0: elected best TimingService
2022-06-29 20:57:42.233738 ptpd2[11162].enp0s31f6 (info)      (lstn_init) TimingService.PTP0: acquired clock control
2022-06-29 20:57:44.334881 ptpd2[11162].enp0s31f6 (notice)  (mst) Now in state: PTP_MASTER, Best master: f875a4ffffe89e7f1(unknown)/1 (self)
```

```
$Sudo ptpd -M -i ens33 -C -d 0 (增加域号设置部分字段)
```

网络中可能含有多个 PTP 域，PTP 域是独立 PTP 时钟同步系统，一个 PTP 域内有且只有一个时钟源，域内的所有设备都与该时钟源保持同步，不同 PTP 域内的设备无法进行时间同步，默认域号为 0。

附录二 诊断故障码

诊断故障码					
Byte	bit	序号	诊断项	意义说明	故障等级
882	bit7	63			
	bit6	62			
	bit5	61			
	bit4	60			
	bit3	59			
	bit2	58	码盘状态异常	1 故障, 0 无故障	故障模式
	bit1	57	电机转速异常	1 故障, 0 无故障	故障模式
	bit0	56			
883	bit7	55			
	bit6	54			
	bit5	53			
	bit4	52			
	bit3	51			
	bit2	50	SPAD 高压异常	1 故障, 0 无故障	故障模式
	bit1	49			
	bit0	48			
884	bit7	47			
	bit6	46			

	bit5	45			
	bit4	44			
	bit3	43			
	bit2	42	激光器 1 温度异常	1 故障, 0 无故障	故障模式
	bit1	41			
	bit0	40	SPAD 温度异常	1 故障, 0 无故障	故障模式
885	bit7	39			
	bit6	38			
	bit5	37			
	bit4	36			
	bit3	35			
	bit2	34			
	bit1	33			
	bit0	32			
886	bit7	31			
	bit6	30			
	bit5	29			
	bit4	28			
	bit3	27			
	bit2	26			
	bit1	25			

	bit0	24			
887	bit7	23			
	bit6	22			
	bit5	21			
	bit4	20			
	bit3	19			
	bit2	18	无光通讯数据	1 故障, 0 无故障	故障模式
	bit1	17			
	bit0	16			
	888	bit7	15		
bit6		14			
bit5		13			
bit4		12			
bit3		11			
bit2		10			
bit1		9			
bit0		8			
889	bit7	7			
	bit6	6			
	bit5	5			
	bit4	4			

	bit3	3			
	bit2	2			
	bit1	1			
	bit0	0			

附录三 诊断原始值

诊断原始值							
起始 Byte	结束 Byte	序号	诊断项	数据类型	精度	偏移量	单位
890	891	63					
892	893	62					
894	895	61					
896	897	60					
898	899	59					
900	901	58	码盘状态异常	unsigned short	1	0	-
902	903	57	电机转速异常	unsigned short	0.1	0	hz
904	905	56					
906	907	55					
908	909	54					
910	911	53					
912	913	52					
914	915	51					
916	917	50	SPAD 高压异常	unsigned short	0.01	0	V
918	919	49					
920	921	48					
922	923	47					
924	925	46					

926	927	45					
928	929	44					
930	931	43					
932	933	42	激光器 1 温度异常	unsigned short	0.01	-273.15	开尔文
KAI934	935	41					
936	937	40	SPAD 温度异常	unsigned short	0.01	-273.15	开尔文
938	939	39					
940	941	38					
942	943	37					
944	945	36					
946	947	35					
948	949	34					
950	951	33					
952	953	32					
954	955	31					
956	957	30					
958	959	29					
960	961	28					
962	963	27					
964	965	26					
966	967	25					

968	969	24					
970	971	23					
972	973	22					
974	975	21					
976	977	20					
978	979	19					
980	981	18	无光通讯数据	unsigned short	1	0	-
982	983	17					
984	985	16					
986	987	15					
988	989	14					
990	991	13					
992	993	12					
994	995	11					
996	997	10					
998	999	9					
1000	1001	8					
1002	1003	7					
1004	1005	6					
1006	1007	5					
1008	1009	4					

1010	1011	3					
1012	1013	2					
1014	1015	1					
1016	1017	0					