

# 猎鹰 K1 激光雷达

## 用户手册



## 目录

前言	3
1 产品说明	6
1.1 产品介绍	6
1.2 工作原理	6
1.3 结构描述	6
1.4 扫描方式	7
1.5 技术参数	7
2 快速操作	10
2.1 产品发货清单	10
2.2 MEC 配置	10
2.3 连接设备	11
2.4 启动系统	11
2.5 修改 MEC IP	11
2.5.1 Linux 系统操作	11
2.5.2 Windows 系统操作	12
2.6 在 ILA 中查看雷达点云状态	16
2.7 在 ROS 中查看点云状态	17
2.7.1 ROS1 环境操作	17
2.7.2 ROS2 环境操作	24
3 安装	31
3.1 安装注意事项	31
3.2 安装说明	32
3.2.1 电源说明	32
3.2.2 安装尺寸	32
3.3 安装方式	33
3.3.1 线缆说明	34
3.3.2 线缆连接	36
3.4 清洁	36
4 软件操作	38
4.1 ILA 平台操作	38
4.1.1 登录 ILA	38
4.1.2 查看雷达点云状态	38

4.1.3	录制雷达点云数据 .....	39
4.1.4	查看/下载日志 .....	40
4.1.5	查看版本信息 .....	41
4.1.6	关闭系统 .....	41
4.2	ROS1 环境操作 .....	41
4.2.1	获取点云数据 .....	42
4.2.2	查看雷达点云状态 .....	44
4.2.3	录制雷达点云数据 .....	49
4.2.4	回播雷达点云数据 .....	50
4.2.5	关闭系统 .....	55
4.3	ROS2 环境操作 .....	55
4.3.1	获取点云数据 .....	55
4.3.2	查看雷达点云状态 .....	57
4.3.3	回播雷达点云数据 .....	63
4.3.4	关闭系统 .....	68
5	时间同步 .....	69
5.1	PTP 授时 .....	69
5.2	gPTP 授时 .....	69
6	SDK 相关工具 .....	70
7	数据传输方式 .....	71
7.1	TCP 协议下的数据传输 .....	71
7.2	UDP 协议下的数据传输 .....	71
附件 A	上位机配置参考 .....	72
附件 B	升级雷达 .....	73
附件 C	命令行格式说明 .....	74
附件 D	缩略语和术语 .....	74

## 前言

### 产品名称

猎鹰激光雷达

### 制造商

图达通

### 法律信息

本手册内容归图达通智能科技（苏州）有限公司版权所有，如有修改，恕不另行通知。本公司尽力确保该说明书内容的完整性和准确性，如您发现任何遗漏错误之处，请联系图达通，我司将及时修订。© 图达通智能科技（苏州）有限公司版权所有。

### 手册概述

本手册提供了猎鹰激光雷达（以下简称“Falcon”或“雷达”或“激光雷达”）的安装、使用、维护及故障排查的说明。手册内容基于雷达生命周期的各个阶段，包括雷达的安装、配置与维护。

本手册面向对象包括项目开发人员（研发人员、设计人员）、安装人员、电气专业人员、安全专业人员和维护人员。

### 原始文档

本文档为图达通公司的原始文档。

### 手册说明

本文档中已涵盖常见情况下的使用说明及问题处理措施，但仍不能保证可完全解决您的问题。如果您在使用产品的过程中遇到其他问题，请及时联系图达通相关人员。本手册将随着产品技术的升级进行更新，最新用户手册请咨询图达通相关人员。

联系电话：0512-67888711

邮 箱：[info@cn.seyond.com](mailto:info@cn.seyond.com)

### 注意事项

本用户手册包括猎鹰激光雷达的介绍、安装、搬运、使用、维护、故障排查、废弃处理等相关内容，及软件使用说明。

由于该产品为激光类产品（1550 纳米），使用前请仔细阅读本手册，谨记注意事项，避免危险。在使用过程中，严格遵守手册内所述步骤进行操作。

### 安全使用注意事项

使用产品前，请仔细阅读本手册内容，并严格遵循相关指导说明。

为降低触电风险并避免违反保修条例，请勿私自拆开或改装雷达。本产品不包含用户可维修零件，保养和维修请咨询图达通认证的维修人员。



注意

使用本产品规定之外的控件、调节方法或工作步骤，可能导致有害的辐射泄漏。



注意

- ▶ 等级为 1 的激光产品。
- ▶ 未遵循本手册的使用、控制、调整或者操作雷达可能会导致严重的辐射危险。

**CLASS 1  
LASER PRODUCT**

▶ 本产品内部所配置的等级为 4 光纤激光系统本身可能会带来辐射危险。本产品采用保护外壳和故障扫描设计。使用或维护时，人员不会接触或暴露在光纤激光系统所产生的辐射下。

- ▶ 在移除保护外壳或解除故障扫描措施时，严禁使用本产品。
- ▶ 激光器带电部分的维修仅由图达通维修人员或经过图达通培训认证过的人员负责。



注意

本产品符合下列标准：

IEC 60825-1 Ed. 3.0: 2014 Class 1 Laser Product.  
Complies with FDA performance standards for laser products except for deviations pursuant to Laser Notice No. 50, dated June 24, 2007.

- IEC 60825-1:2007
- IEC 60825-1:2014
- 21 CFR 1040.10 以及 1040.11，除 2007 年 6 月 24 日颁布的 Laser Notice No.50 的偏差外。

## 设备保养与维护

本产品由金属、玻璃和塑料构成，内部含敏感电子元件。

- 请勿跌落、焚烧、刺穿、撞击或挤压等不当方式使用本产品。
- 产品一旦跌落、撞击，应立即停止使用，请及时联系图达通工作人员获取技术支持。
- 任何情形下，如果您怀疑产品已受损，请立即停止使用本产品，避免用户使用过程中受到伤害或产品遭到损伤。
- 请勿用手触摸雷达窗口，以防产品性能降低。
- 如果雷达窗口已沾上污渍，请按本手册[清洁](#)章节所述方法清洁本产品。

- 严禁用户私自拆开与维护本产品。拆卸本产品可能会导致产品损坏、防水性能失效或人员受伤。

## 电气安全

- 应使用图达通提供的连接线和电源适配器给产品供电。
- 在潮湿环境中使用损坏的线缆或适配器供电，可能导致火灾、电击、人员受伤、产品损坏或其他财产损失。

## 防烫

- 长时间持续接触产品热表面可能导致人员不适或受伤。
- 为了避免热量积蓄，请保持设备周边通风流畅。
- 设备长时间运行时温度可能较高，建议断电几分钟后再次接触。

## 使用环境

- 请勿使产品受到强烈振动。如需获取性能参数，请联系图达通工作人员获取技术支持。
- 请勿通过放大设备（如显微镜、放大镜）直视传输中的激光，尽管产品设计符合 Class 1 人眼安全标准。为最大程度地实现自我保护，用户应避免直视运行中的激光。
- 请勿通过其他电子设备直视传输中的激光。
- 请勿将本产品放置于易燃易爆品附近。
- 请勿将本产品暴露在爆燃性空气的区域内，例如空气中含有高浓度可燃性化学物质、蒸汽区域。
- 请勿将本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。

## 射频干扰

使用前，请仔细阅读产品背面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。

## 医疗设备干扰

本产品包含的部分组件和无线电装置会发射电磁场，可能干扰医疗设备，例如植入耳蜗、心脏起搏器和除颤器。请向您的医师和医疗设备制造商咨询有关您的医疗设备的特定信息，例如是否需要与本产品保持安全距离。如您怀疑本产品正在干扰您的医疗设备，请立刻停止使用。

# 1 产品说明

## 1.1 产品介绍

### ❖ 产品概述

猎鹰 K1 激光雷达是 Seyond 新一代车规级超远距激光雷达产品。最远探测距离 500 米，10%反射率下标准探测距离 250 米，和市场平均水平相比产品寿命提升 1.5 倍，噪点更少，点云质量更高，能够应用于更多复杂道路场景，有效保障辅助驾驶和自动驾驶安全性。

### ❖ 产品特点

- 500 米超远探测距离，图像级超高分辨率。
- 定睛凝视，ROI 视场角灵活可调节。
- 1550nm 激光光源，提供更好的人眼保护。
- 车规量产，稳定可靠，保证超长产品寿命。

## 1.2 工作原理

本产品的测量距离原理为飞行时间测量法（TOF）：

- 1) 激光发射器发射出一束超短激光脉冲；
- 2) 激光投射到物体上，发生漫反射，激光接收器收到漫反射光；
- 3) 通过测量激光束在空中的飞行时间，可准确计算目标物体到传感器的距离。

因此被测距离表示为：

$$d = \frac{ct}{2}$$

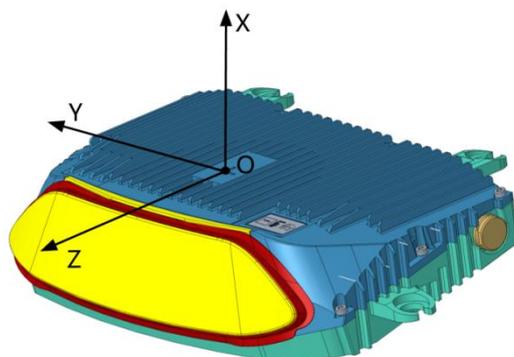
d:距离    c:光速    t: 激光束的飞行时间

## 1.3 结构描述

Falcon 为混合固态激光雷达，激光光源波长为 1550nm。

三维坐标系定义如下。

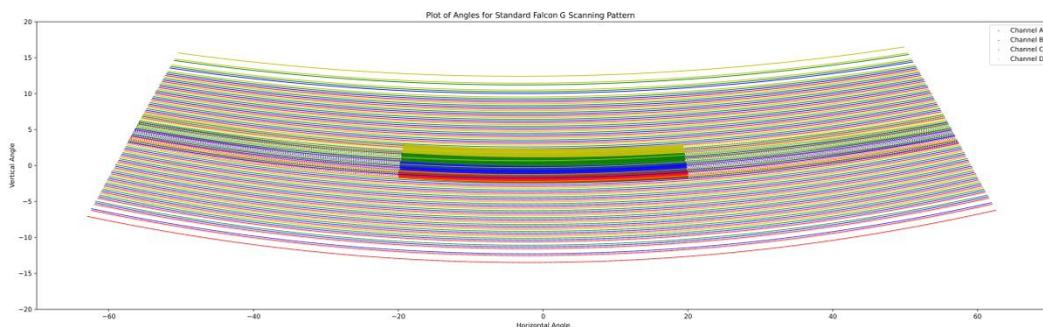
- x 与地面垂直，指向上方。
- y 与地面平行，指向右方。
- z 与地面平行，指向前方。
- 坐标原点为雷达标定参考原点。



## 1.4 扫描方式

Falcon 扫描采用二维扫描模式。FOV 为激光雷达可扫描区域。水平方向 FOV 设定为  $120^\circ$ ，分辨率为  $0.18^\circ$ ；垂直方向 FOV 设定为  $25^\circ$ ，分辨率为  $0.24^\circ$ 。ROI 为激光雷达可扫描区域内的高密度区域，点云密度是非 ROI 区域的 6 倍左右。水平方向 ROI 设定为  $40^\circ$ ，分辨率为  $0.09^\circ$ ；垂直方向 ROI 设定为  $4.8^\circ$ ，分辨率为  $0.08^\circ$ 。通过上位机下发指令给雷达，ROI 区域可以在整个 FOV 内实现实时动态调整。

雷达的扫描示例如图所示。



## 1.5 技术参数

表1 参数表

光学性能	
探测范围	1.5 ~ 500 m
探测距离(10%反射率@10 Hz)	250 m@100 klx sunlight, POD >90%
测距准度	$\pm 5$ cm(典型值) $\pm 10$ cm(高反目标)
测距精度(10%反射率, 1 标准差)	2 cm(50 m@1sigma)

## Falcon K1 激光雷达用户手册

测距分辨率	0.5 cm
垂直方向激光光束	1520 线/秒
FOV 区域视场角	水平视场角: 120° 垂直视场角: 25°
ROI 区域视场角	水平视场角: 40° 垂直视场角: 4.8°
FOV 区域角分辨率	水平角分辨率: 0.18° 垂直角分辨率: 0.24°
ROI 区域角分辨率	水平角分辨率: 0.09° 垂直角分辨率: 0.08°
测角准度	± 0.1°
帧率	10 FPS(可调节: 5-20 FPS)
噪点率	<0.01% @ 100 klx sunlight
回波模式	单回波, 双回波(最强+次强), 双回波(最强+最远)
<b>激光器</b>	
激光安全等级	Class 1 (IEC 60825-1:2014)
激光波长	1550 nm
光束发散角	0.1°
<b>数据输出</b>	
传输方式	千兆以太网(UDP & TCP)
点频	900,000 点/秒
点云数据传输率(兆每秒)	7.385MB/s (单回波) 10.965MB/s (双回波)
<b>控制接口</b>	
交互接口	TCP 和 HTTP 应用程序接口
时间同步	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IEEE1588(PTP)。精度: &lt;1μs error</li> <li>• IEEE 802.1as(gPTP)。精度: &lt;1μs error</li> </ul>
<b>机械/电气</b>	
额定功率	12V/30W
输入电压	9 ~ 34V DC
接插件	专用可插拔接插件(电源+车载以太网+CAN)
尺寸(H×W×D)	58.9 × 228 × 149.6 mm

## Falcon K1 激光雷达用户手册

重量	1.75kg
安装方式	4 颗 M4×18 螺钉，位于衬套中
<b>环境要求</b>	
工作温度	-40 °C ~ +85 °C
存储温度	-40 °C ~ +105 °C
安全防护等级	IP67(机体) IP69K(视窗)
抗冲击	IEC 60068-2-27
抗振动	IEC 60068-2-64
合规认证	IEC60825-1:2014 Class 1 人眼安全 RoHS CE
<b>配件</b>	
线束	5m 线束(电源线&网线)
可选配转换器	Metadaptor
可选配支架	安装支架
<b>软件</b>	
驱动环境	ROS/ROS2

### 说明

参数表如有更改，请见最新产品手册，恕不另行通知。

## 2 快速操作

### 2.1 产品发货清单

雷达发货清单分为标准发货清单与可选发货清单，客户可根据实际要求联系我司工作人员进行确认。

表3 产品标准发货清单

序号	名称	数量
1	雷达	1
2	雷达线束	1

表4 可选发货清单

序号	名称	数量
3	雷达电源适配器	1
4	Metadapter	1
5	Metadapter 1.5m Type-C 电源线	1
6	Metadapter 220V 转 5V 适配器	1

#### 说明

送货清单以您的订单为准，本节内容仅供参考。

### 2.2 MEC 配置

下表为 MEC 的配置参考，用户可根据此表选择合适的 MEC。

#### 说明

此表推荐的 MEC 配置仅满足查看点云数据需求，若有其他需求，请咨询图达通工作人员。

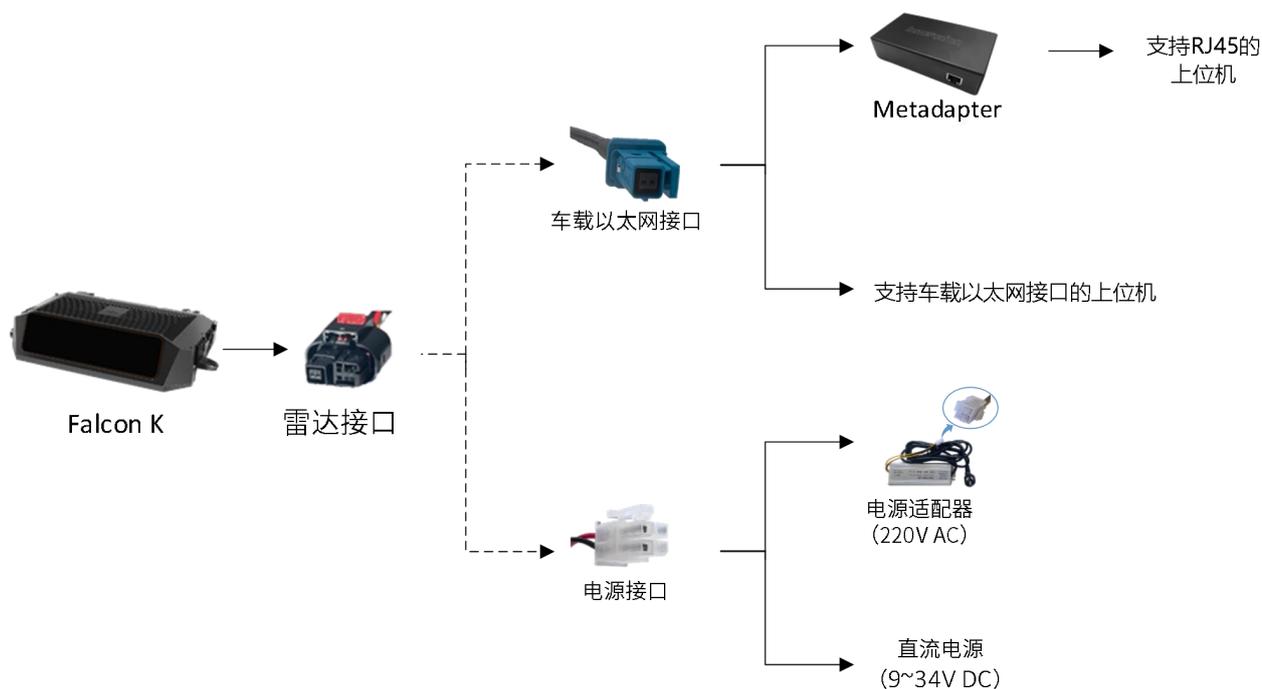
此表仅为 MEC 最低配置参考，用户可在满足此表需求的基础上提高 MEC 配置。

表5 MEC 配置参考

属性	配置
CPU	双核 CPU 英特尔 i-7 7 <sup>th</sup> 代或同等性能及以上的其他类型处理器
RAM	1 GB

属性	配置
空余硬盘空间	≥ 1000 MB
网络接口连接器类型	RJ-45 接口
网络接口传输速率	1000Mbps, 半双工/全双工

## 2.3 连接设备



## 2.4 启动系统

- 1) 启动系统时接通电源，系统即可通电。
- 2) 通电 11~18 s 后，系统完成初始化，并生成数据。

### 说明

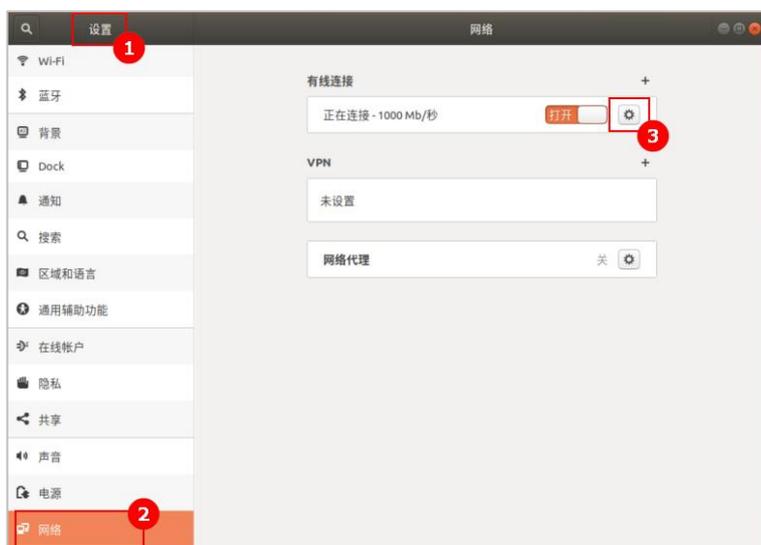
系统没有电源开关，通电后即可使用。

## 2.5 修改 MEC IP

查看点云状态前，需先修改 MEC IP，使其与雷达 IP 地址在同一个网段。

### 2.5.1 Linux 系统操作

- 1) 将 MEC 连接至雷达，保证网络处于接通状态。
- 2) 进入设置界面，依次点击【设置】>>【网络】>>【设置】。

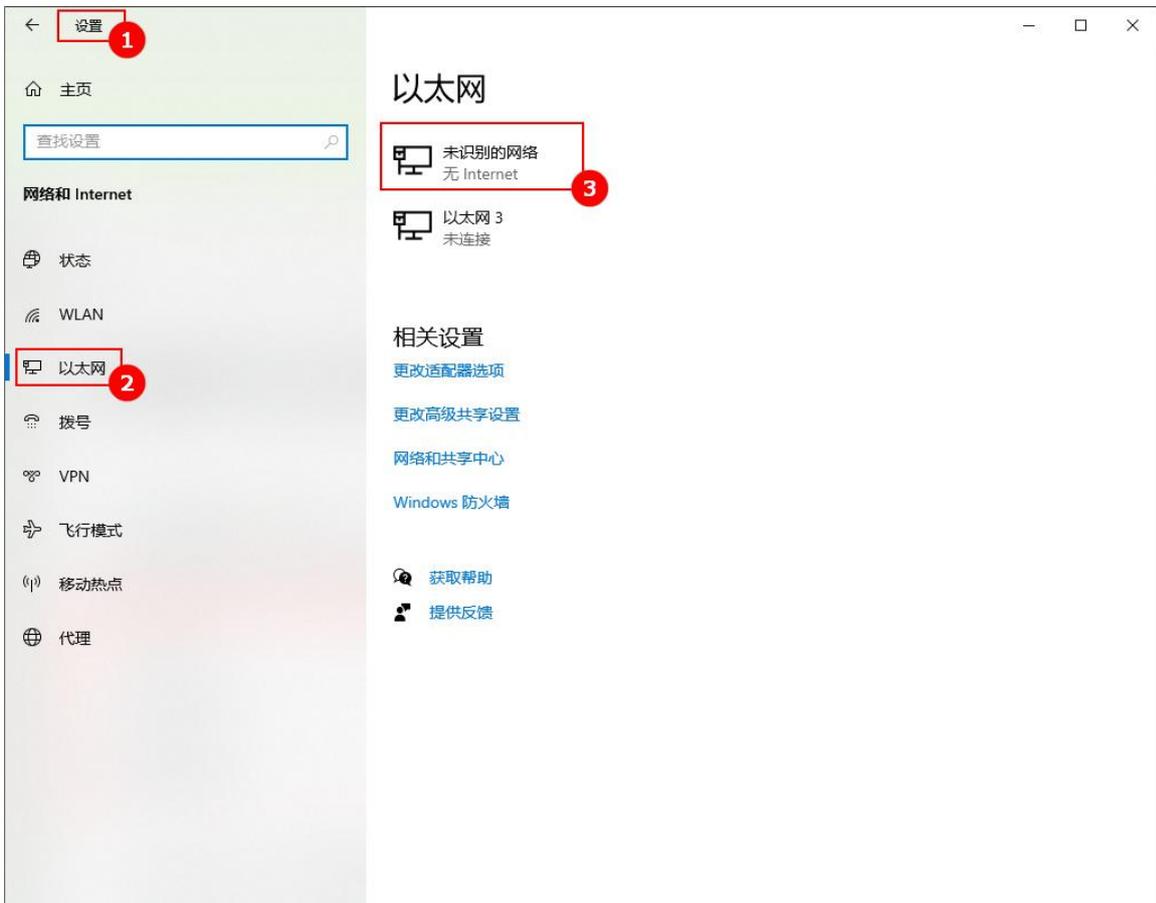


- 3) 在弹框中，依次选择【IPv4】>>【手动】，手动修改电脑 IP 地址。使电脑 IP 地址与雷达 IP 地址在同一个网段。



## 2.5.2 Windows 系统操作

- 1) 将 MEC 连接至雷达，保证网络处于接通状态。
- 2) 进入设置界面，依次点击【设置】>>【网络和 Internet】>>【以太网】，选择对应网口。



3) 点击【编辑】。



- 4) 在【编辑 IP 设置】弹窗，选择【手动】。修改电脑 IP 地址并保存，使电脑 IP 地址与雷达 IP 地址在同一个网段。

← 设置

### 未识别的网络

#### 按流量计费的连接

如果你的流量套餐有限制，因此想要更好地控制设为按流量计费的网络。当你连接到此网络时，方式，以减少数据使用量。

设为按流量计费的连接

关

如果设置流量上限，Windows 将为你进行按流量你不超过上限。

[设置流量上限](#)，以帮助控制在此网络上的数据使用

#### IP 设置

IP 分配: 手动

IPv4 地址: 172.168.1.110

IPv4 子网前缀长度: 16

IPv4 网关: 172.168.1.1

#### 属性

链接速度(接收/传输): 1000/1000 (Mbps)

本地链接 IPv6 地址: fe80::e587:c3df:6ce8:7c

IPv6 DNS 服务器: fec0:0:0:fff::1%1  
fec0:0:0:fff::2%1

### 编辑 IP 设置

1

#### IPv4

开

#### IP 地址

#### 子网前缀长度

#### 网关

#### 首选 DNS

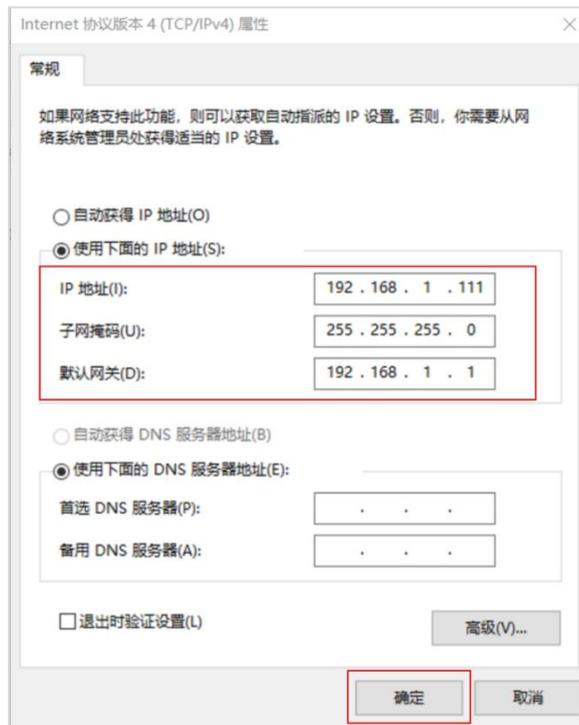
#### 备用 DNS

2

#### IPv6

关

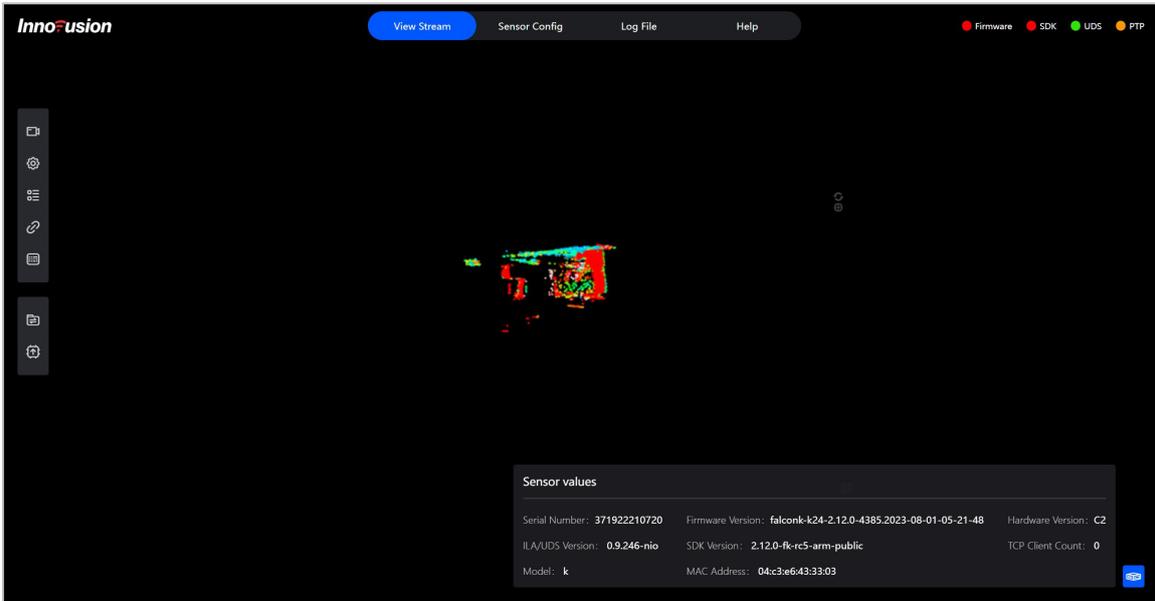
3



## 2.6 在 ILA 中查看雷达点云状态

### 说明

- 推荐使用 Google chrome 浏览器登录 ILA 页面。
  - 雷达 IP 地址默认为：172.168.1.10。ILA 端口默认为 8675。ILA 登录地址默认为：172.168.1.10:8675。
  - 建议 ping 通雷达 IP 地址，确认电脑与雷达网络连接通畅。
- 1) 将 MEC 连接至雷达，保证网络处于接通状态。
  - 2) 打开 Chrome 浏览器，在地址栏中输入雷达 IP 和端口号 <IP Address>: <PORT>，进入 ILA 页面。
  - 3) 登录 ILA 页面后，用户可直接在【View Stream】页面实时查看激光雷达点云状态。用户可使用键盘和鼠标，在不同视角查看雷达点云。
  - 4) 点击 **Viewer Only** 可在新标签页中打开雷达点云。



## 2.7 在 ROS 中查看点云状态

### 2.7.1 ROS1 环境操作

- 1) 查看系统详情，获取对应驱动程序。复制驱动至系统根目录，执行 `dpkg -i` 命令安装驱动。

```
sudo dpkg -i <package.deb>
```

#### 说明

步骤中 `package.deb` 为雷达的驱动名称，请按系统实际情况获取最新版本驱动。目前支持的系统版本请参考表 3。

- 2) 执行 `roscore` 命令运行 `ros` 环境。驱动安装正确时的返回值如图所示。

```
roscore
```

```
demo@demo-OMEN-by-HP-Laptop-16-b0xxx:~$ roscore
... logging to /home/demo/.ros/log/a09b36de-9f71-11ec-874a-c85acfaa1d16/roslaunch-demo-OMEN-by-HP-Laptop-16-b0xxx-9812.log
Checking log directory for disk usage. This may take a while.
Press Ctrl-C to interrupt
Done checking log file disk usage. Usage is <1GB.

started roslaunch server http://demo-OMEN-by-HP-Laptop-16-b0xxx:42677/
ros_comm version 1.14.12

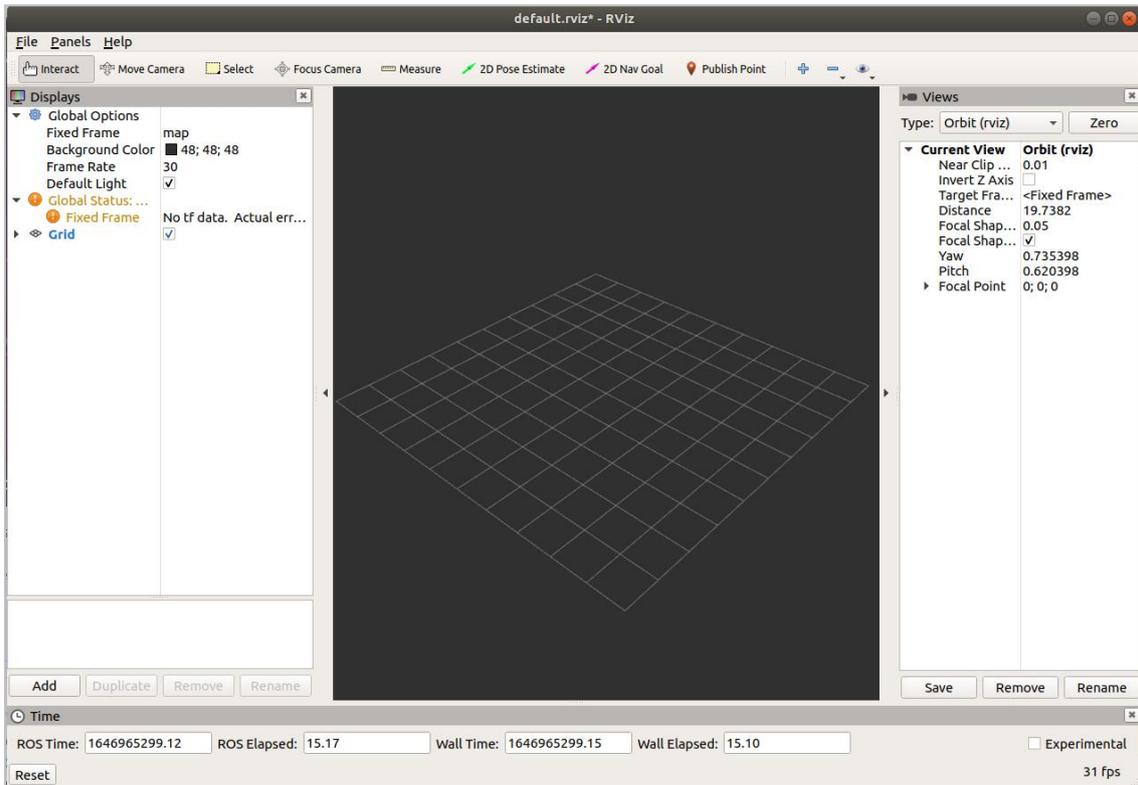
SUMMARY
=====
PARAMETERS
* /rostdistro: melodic
* /rosverison: 1.14.12

NODES

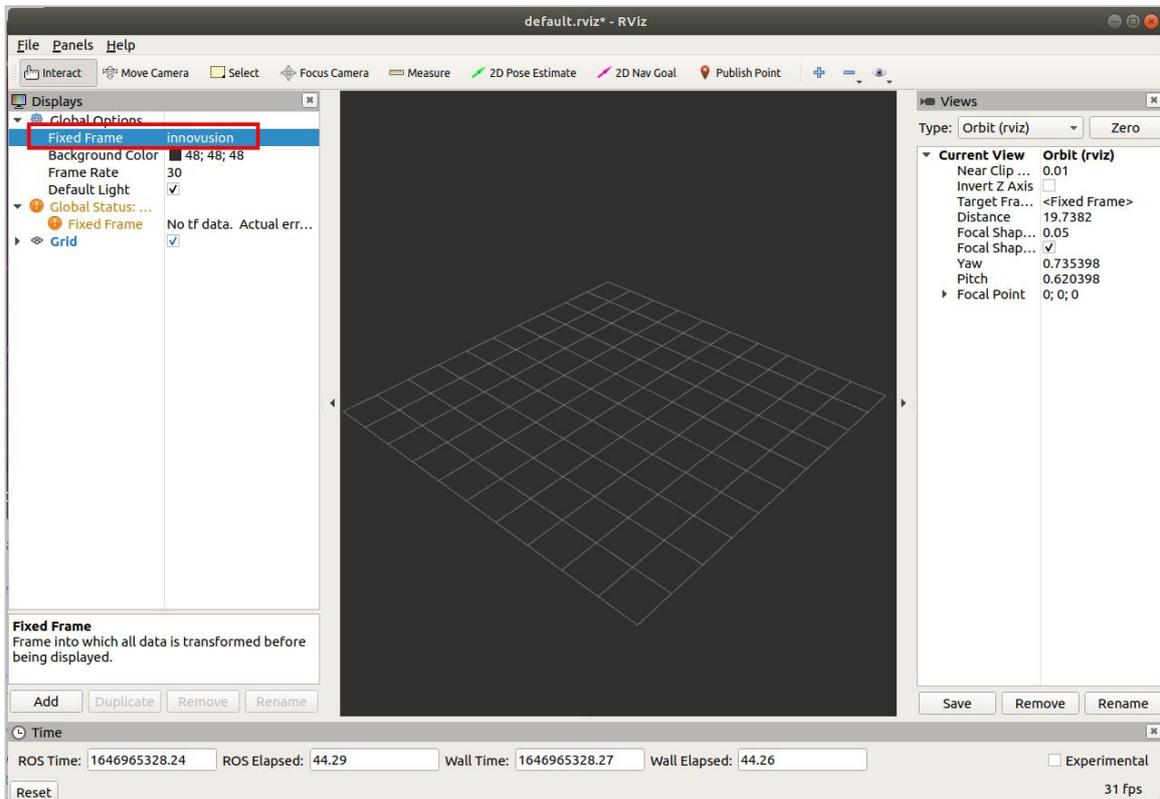
auto-starting new master
process[master]: started with pid [9822]
ROS_MASTER_URI=http://demo-OMEN-by-HP-Laptop-16-b0xxx:11311/

setting /run_id to a09b36de-9f71-11ec-874a-c85acfaa1d16
process[rosout-1]: started with pid [9833]
started core service [/rosout]
```



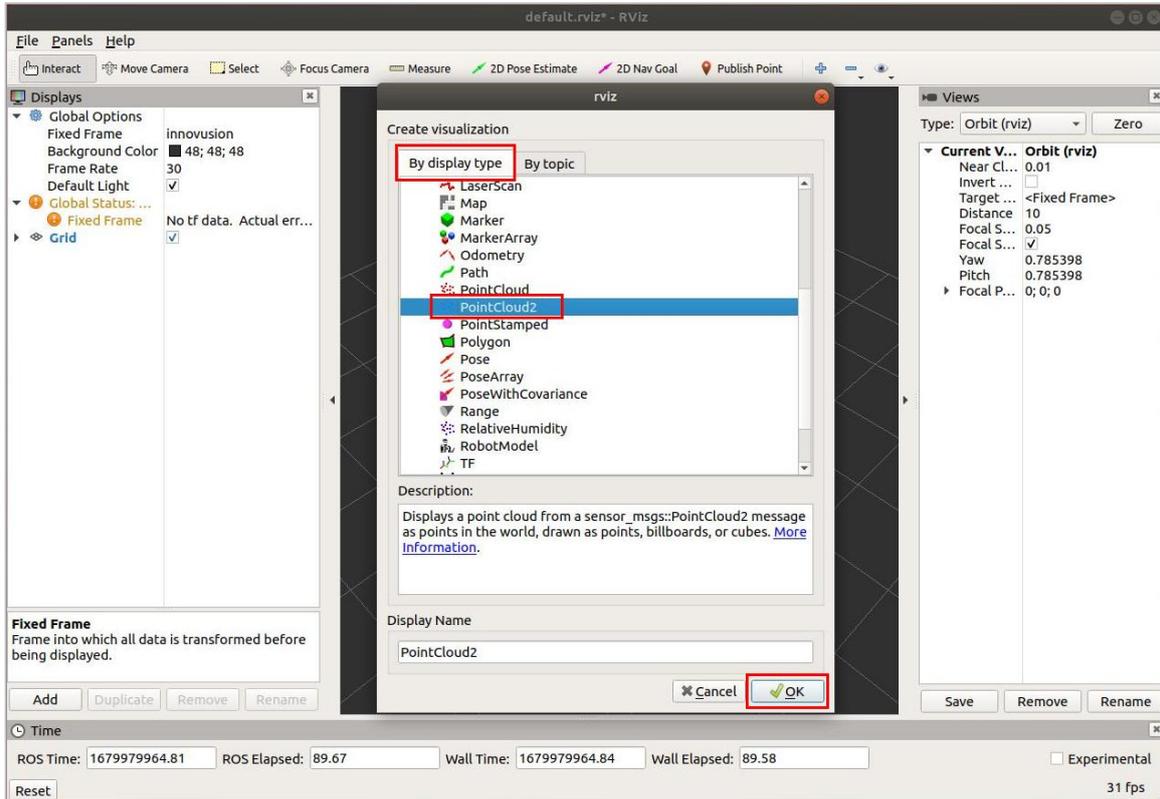


5) 选择【Global Options】>【Fixed Frames】,修改值为 **innovusion**。

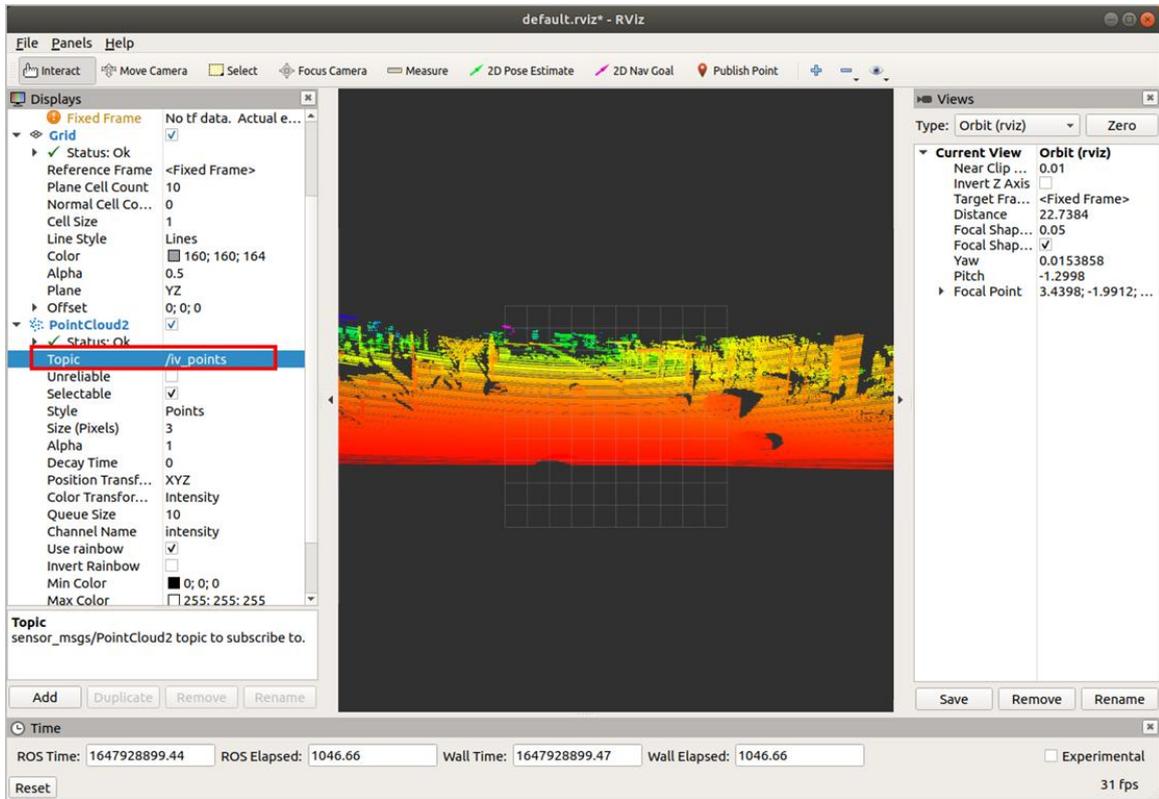


## 6) 添加并调整 PointCloud2。

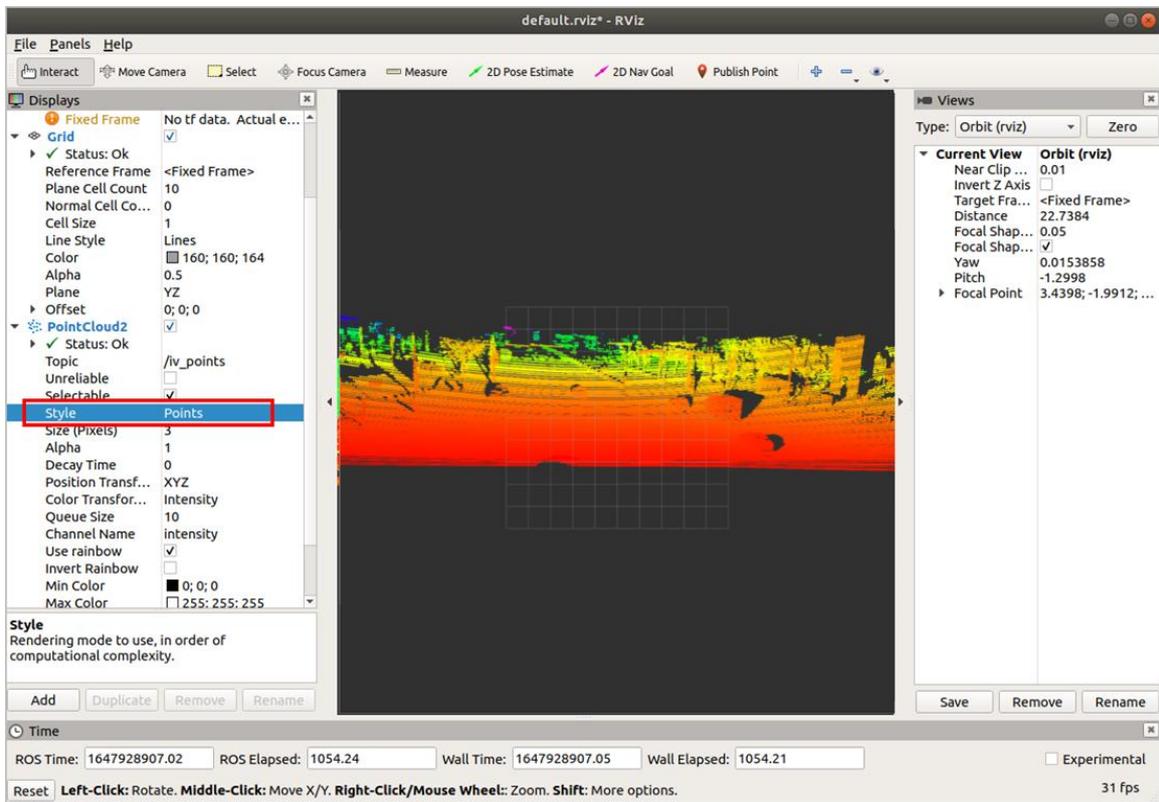
- 将 PointCloud2 添加至【Displays】栏。
  - 点击 **Add**。
  - 选择【By display topic】>【PointCloud2】。
  - 点击 **OK**。



- 选择【PointCloud2】>【Topic】，修改 **Topic** 值为 `/iv_points`。

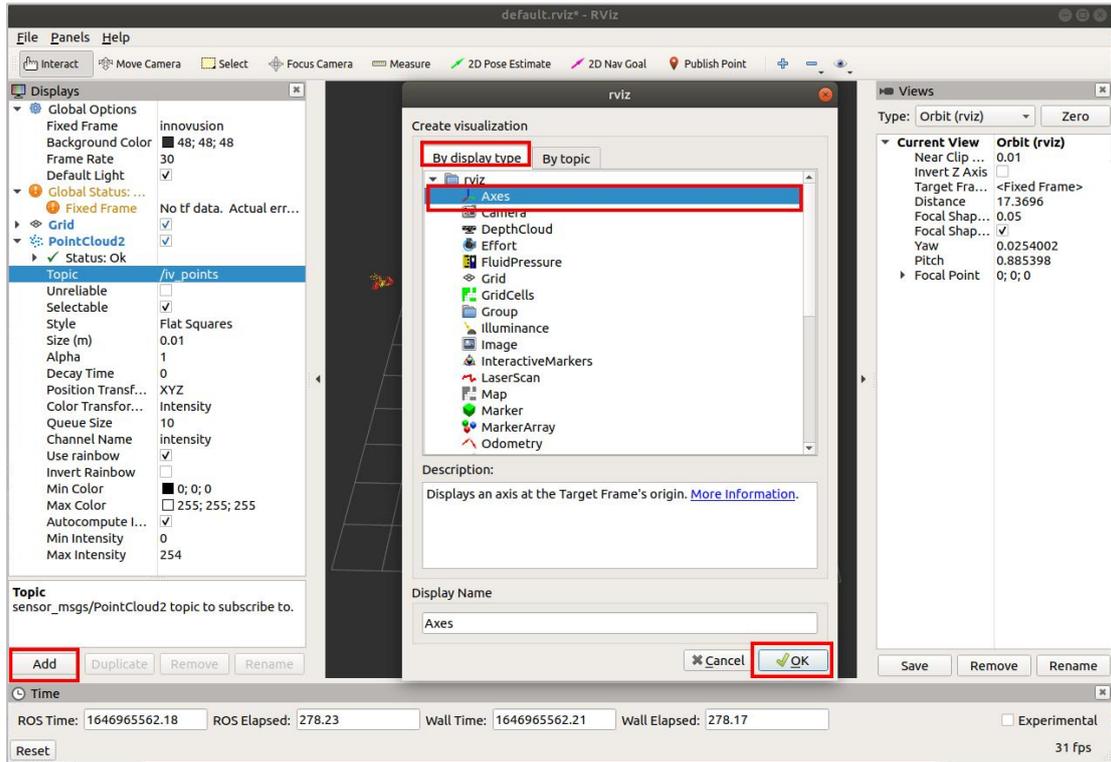


- 选择【PointCloud2】>【Style】,修改 Style 值为 Points。

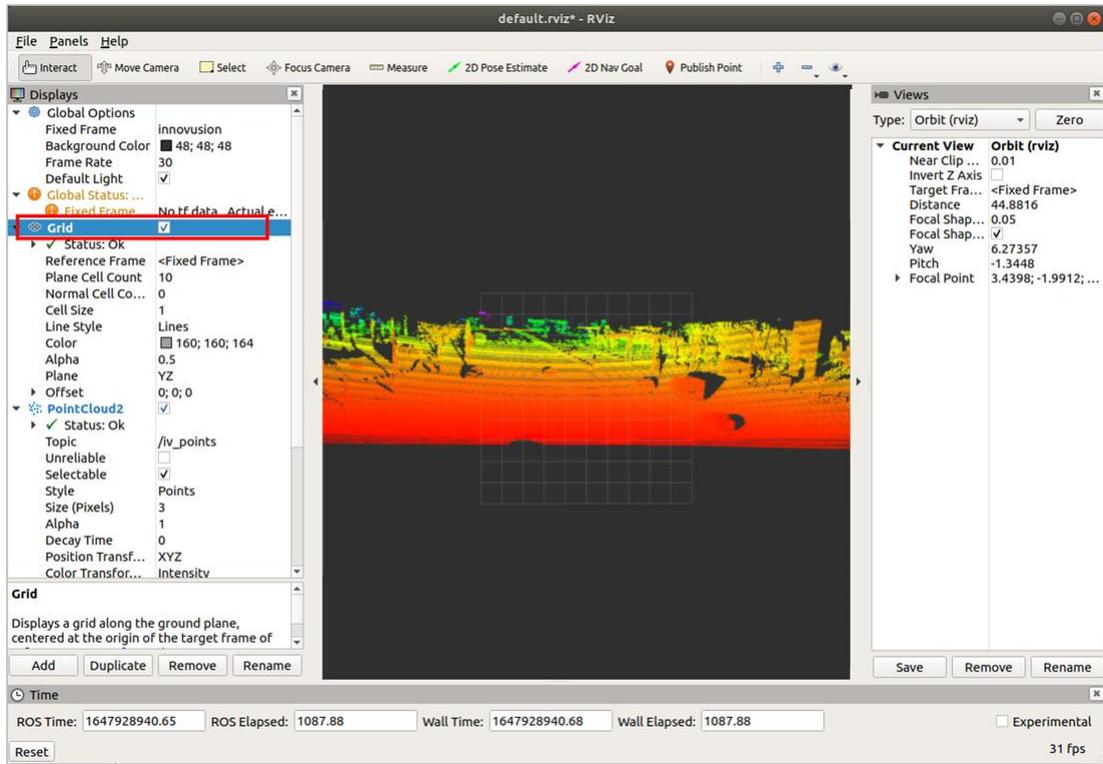


7) (可选) 用户可通过操作鼠标切换角度和距离查看实时雷达点云状态，并可根据需要查看更多信息。

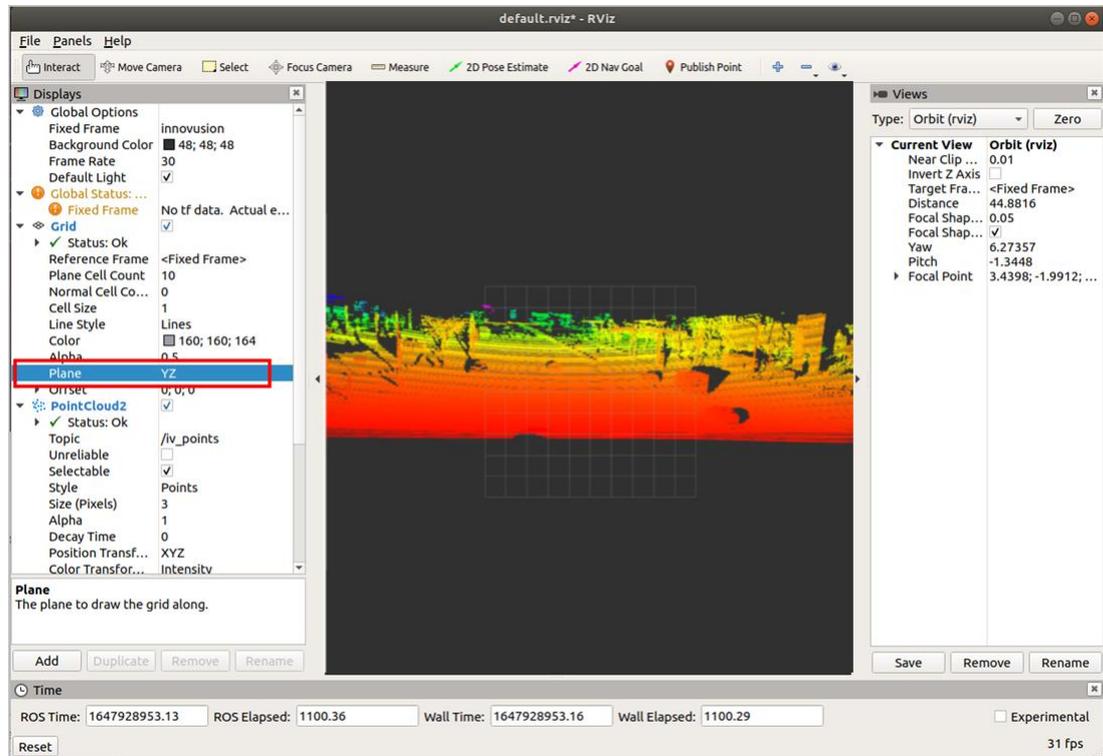
- 添加 **Axes** 可将坐标系显示在点云状态图上作为参考。
  - 选择 **[Add] > [By display type] > [Axes]**。
  - 点击 **OK**，添加 **Axes**。
  - 勾选 **Axes** 可将坐标系显示在点云状态图上作为参考。



- 勾选 **Grid** 可将网格显示在点云状态图上作为参考。rviz 开启时 **Grid** 默认开启。



- 修改 **Plane** 值可得到不同参考坐标下的点云状态图。**Plane** 值有 **XY**、**XZ**、**YZ** 三种可选。



## 2.7.2 ROS2 环境操作

- 1) 查看系统详情，获取对应驱动程序。复制驱动至系统根目录，执行 `dpkg -i` 命令安装驱动。

```
sudo dpkg -i <package.deb>
```

### 说明

步骤中 `package.deb` 为雷达的驱动名称，请按系统实际情况获取最新版本驱动。目前支持的系统版本请参考表 3。

- 2) 执行 `roscore` 命令运行 `ros` 环境。驱动安装正确时的返回值如图所示。

```
roscore
```

```
demo@demo-OMEN-by-HP-Laptop-16-b0xxx:~$ roscore
... logging to /home/demo/.ros/log/a09b36de-9f71-11ec-874a-c85acfaa1d16/roslaunch-demo-OMEN-by-HP-Laptop-16-b0xxx-9812.log
Checking log directory for disk usage. This may take a while.
Press Ctrl-C to interrupt
Done checking log file disk usage. Usage is <1GB.

started roslaunch server http://demo-OMEN-by-HP-Laptop-16-b0xxx:42677/
ros_comm version 1.14.12

SUMMARY
=====
PARAMETERS
 * /rostdistro: melodic
 * /rosverison: 1.14.12

NODES
auto-starting new master
process[roscore]: started with pid [9822]
ROS_MASTER_URI=http://demo-OMEN-by-HP-Laptop-16-b0xxx:11311/

setting /run_id to a09b36de-9f71-11ec-874a-c85acfaa1d16
process[rosout-1]: started with pid [9833]
started core service [/rosout]
```

- 3) 获取雷达点云数据。点云数据获取正确时返回值如图所示。

- 使用 TCP 端口时执行以下命令获取雷达点云数据。
  - 方法一

```
source /opt/ros/foxy/setup.bash
ros2 launch innovusion ivu_pc2.py device_ip:=<device_ip> lidar_port:=<TCP_port>
```

- 方法二

```
source /opt/ros/foxy/setup.bash
ros2 run innovusion publisher --ros-args -p device_ip:=<device_ip> -p lidar_port:=<TCP_port>
```

- 使用 UDP 端口时执行以下命令获取雷达点云数据。
  - 方法一

```
source /opt/ros/foxy/setup.bash
ros2 launch innovusion ivu_pc2.py device_ip:=<device_ip> udp_port:=<UDP_port>
```

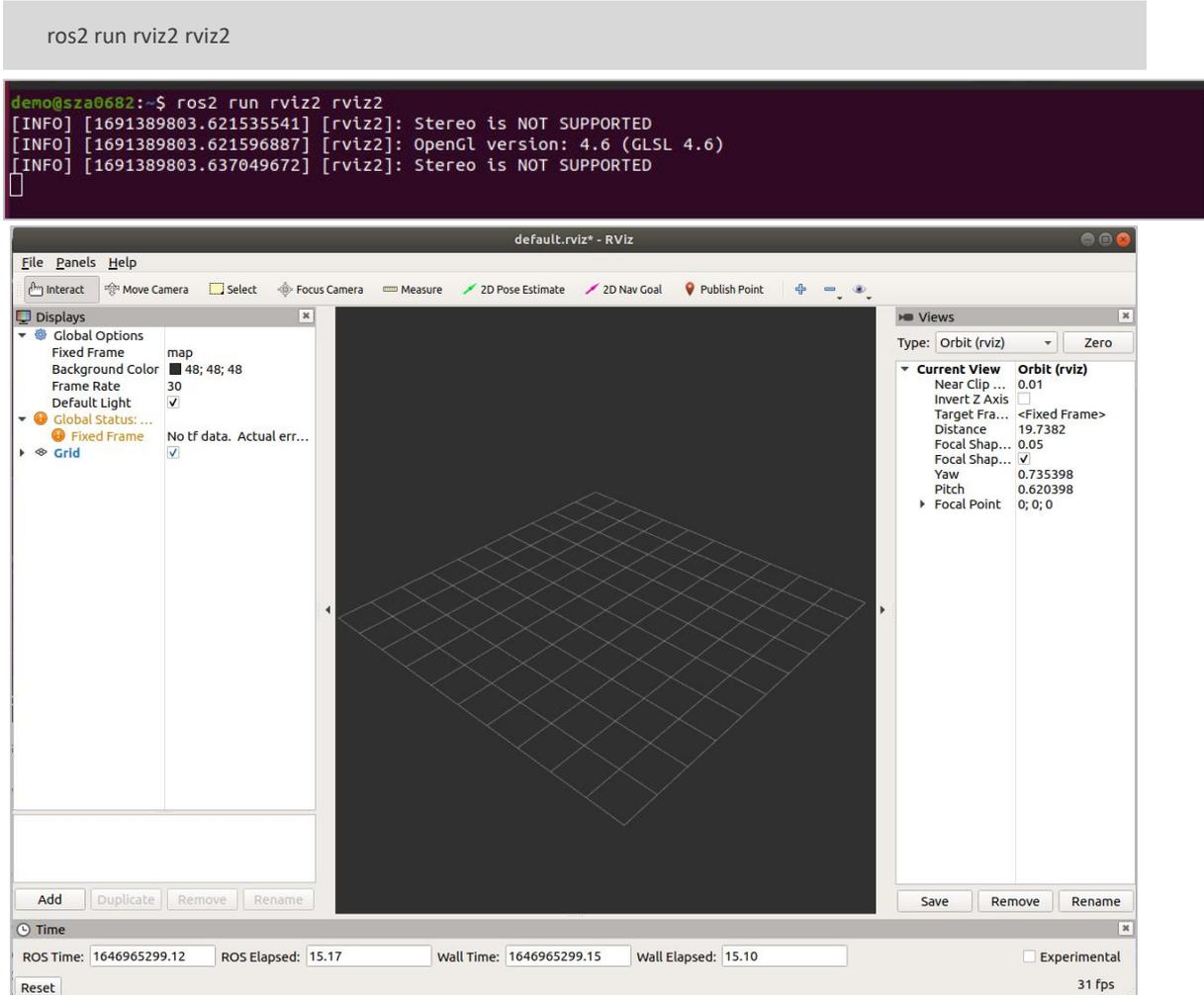
◦ 方法二

```
source /opt/ros/foxy/setup.bash
ros2 run innovusion publisher --ros-args -p device_ip:=<device_ip> -p udp_port:=<UDP_port>
```

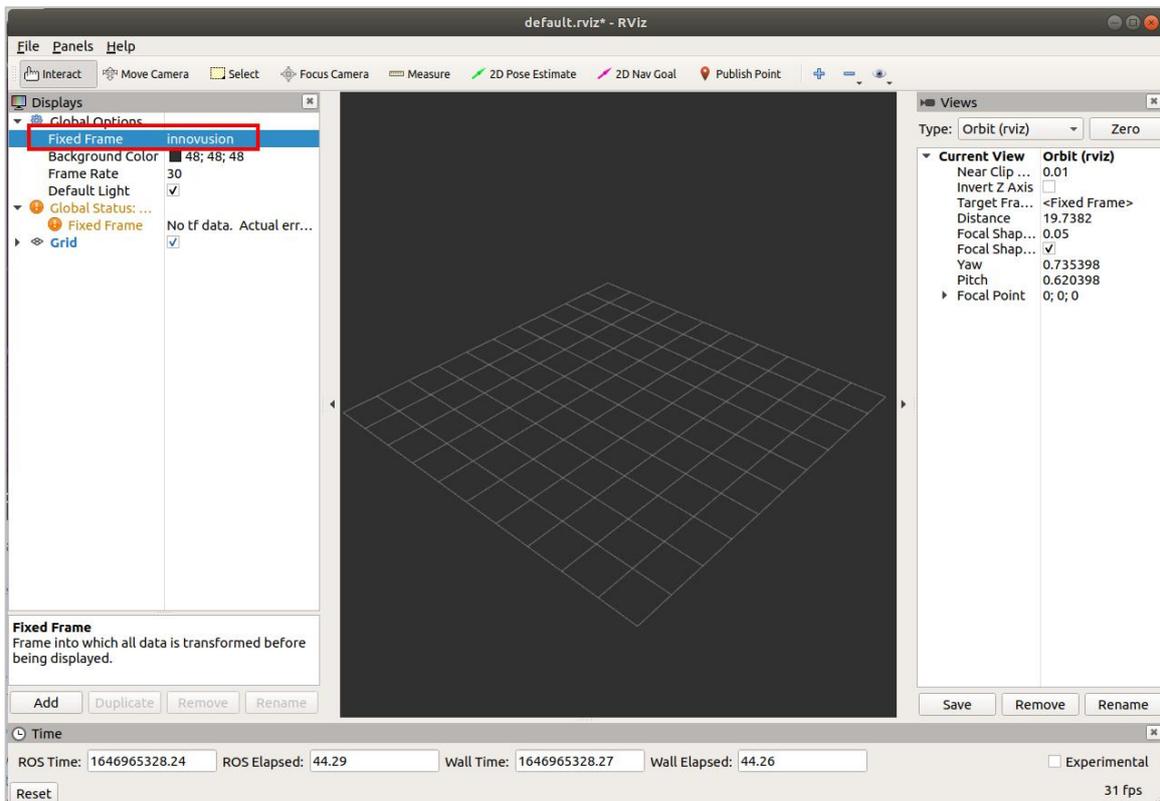
### 说明

device\_ip 默认为 172.168.1.10。TCP\_port 端口默认为 8010。

- 4) 执行 `rviz2` 命令启动 ROS 的图形化工具 `rviz`。开启后返回值如下图，`rviz` 客户端被打开。

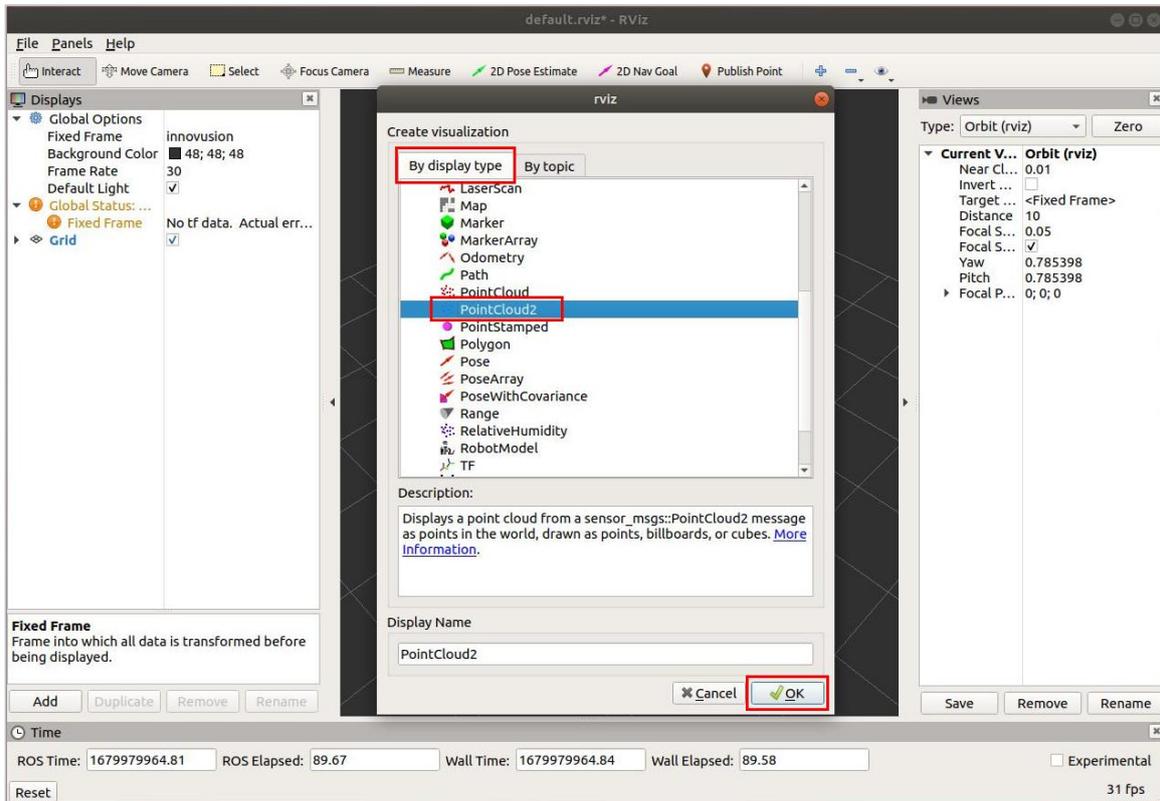


- 5) 选择【Global Options】>【Fixed Frames】，修改值为 `innovusion`。

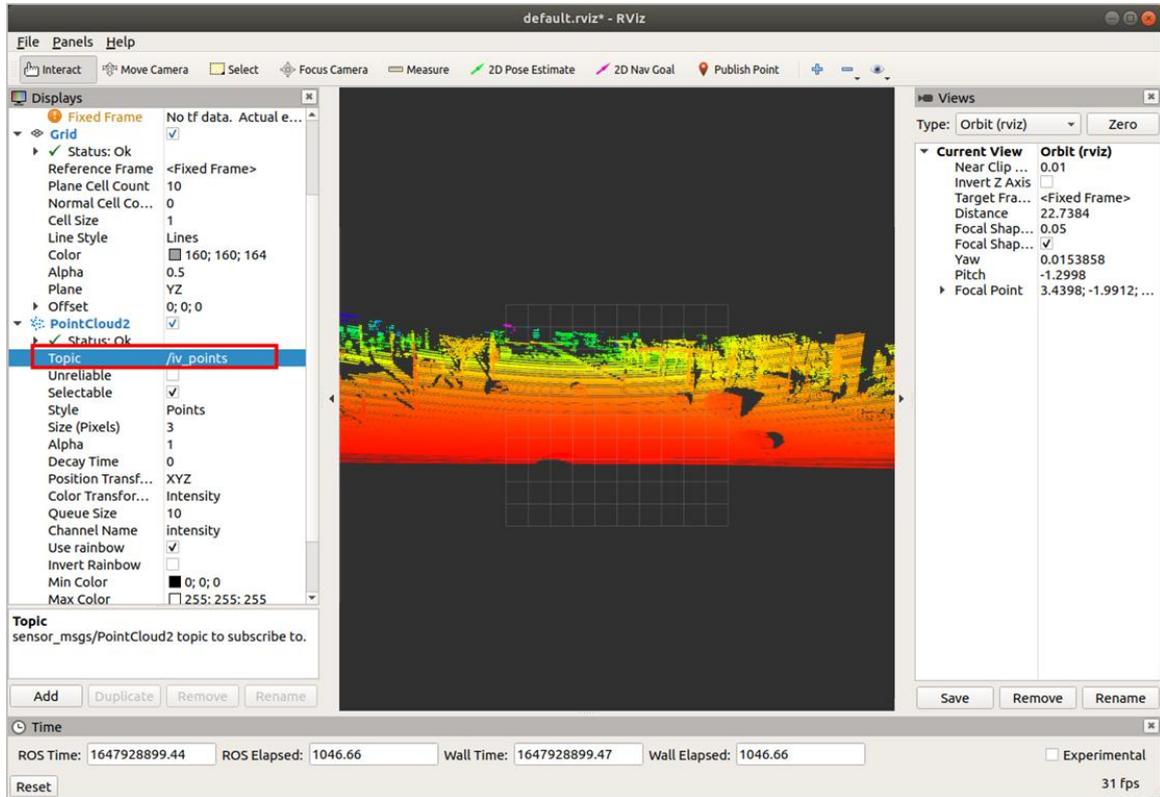


## 6) 添加并调整 PointCloud2。

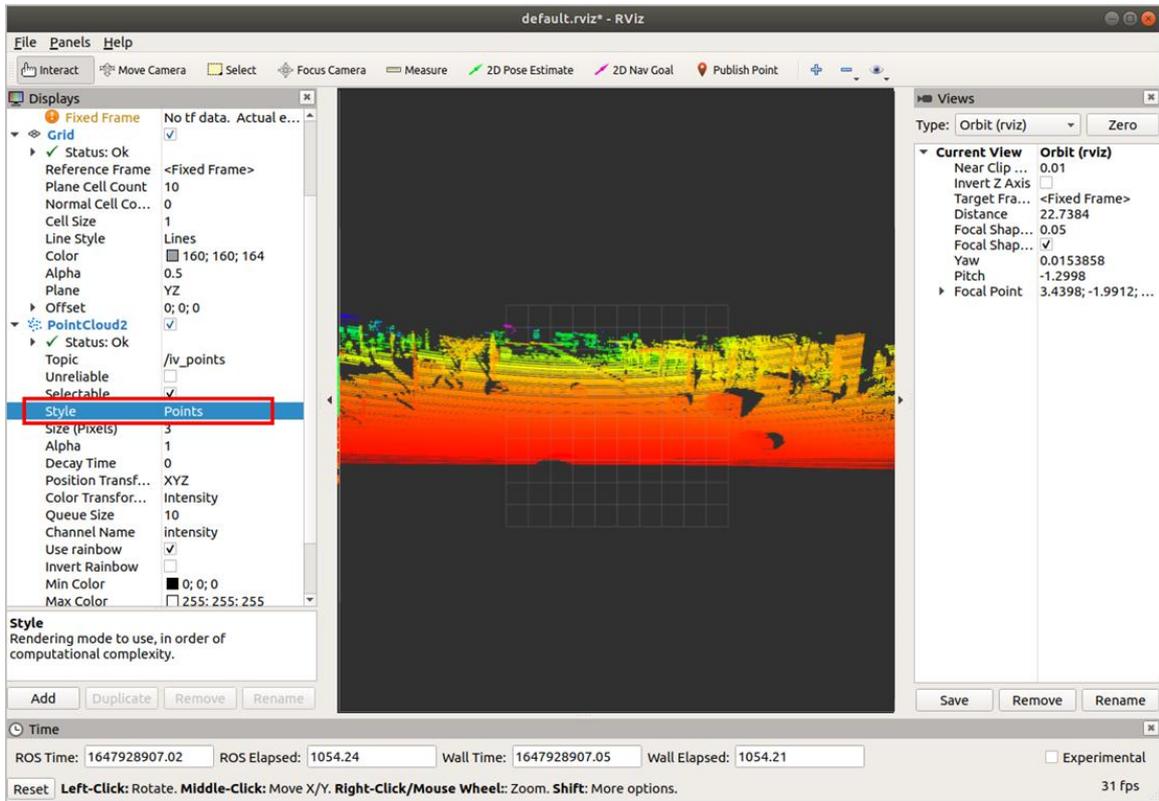
- 将 **PointCloud2** 添加至 **【Displays】** 栏。
  - 点击 **Add**。
  - 选择 **【By display topic】 > 【PointCloud2】**。
  - 点击 **OK**。



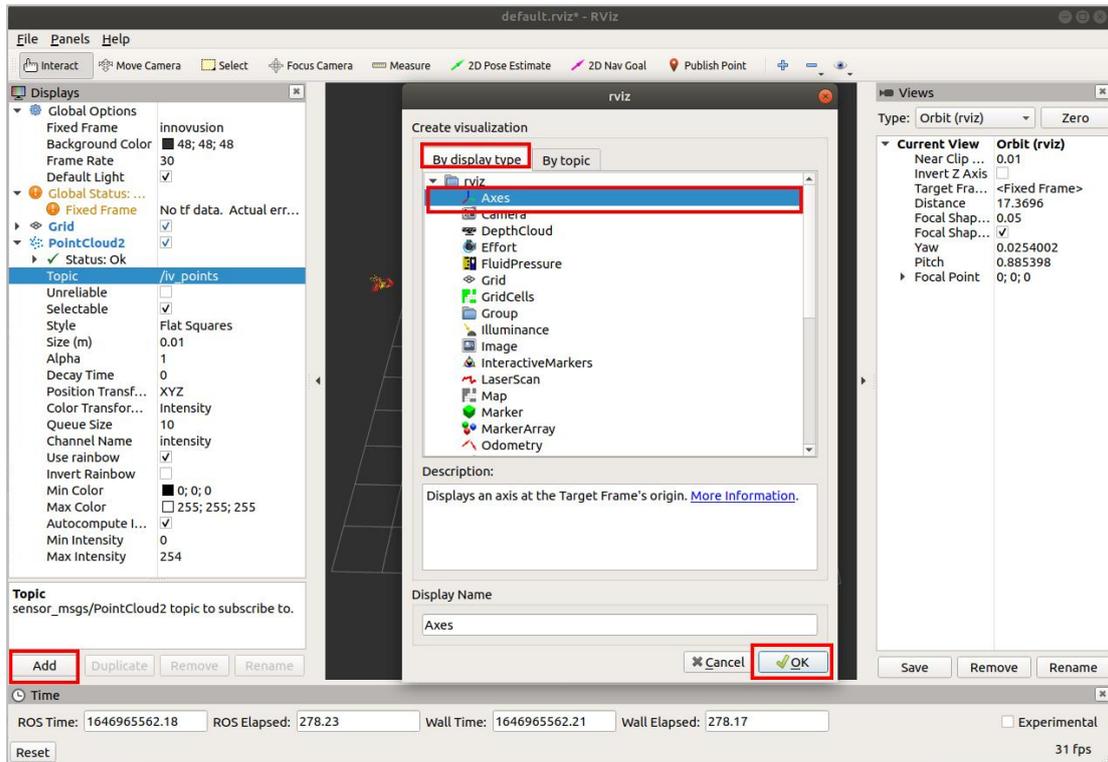
- 选择【PointCloud2】>【Topic】，修改 Topic 值为/iv\_points。



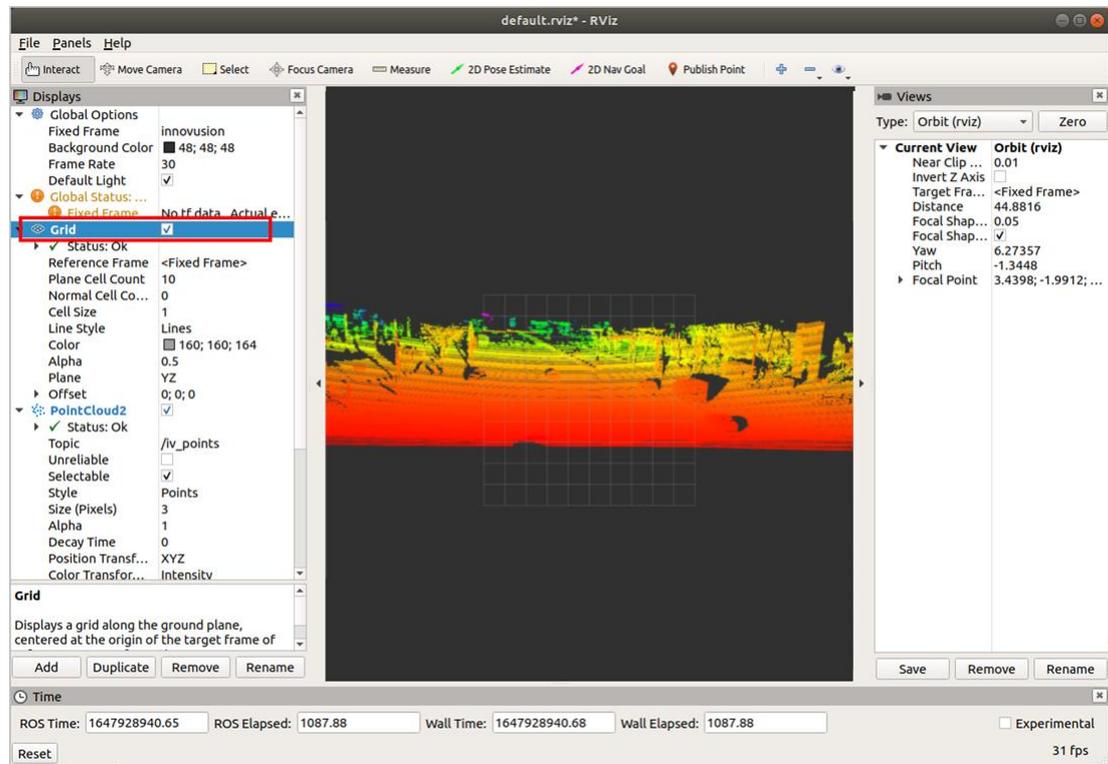
- 选择 **【PointCloud2】 > 【Style】** ,修改 **Style** 值为 **Points**。



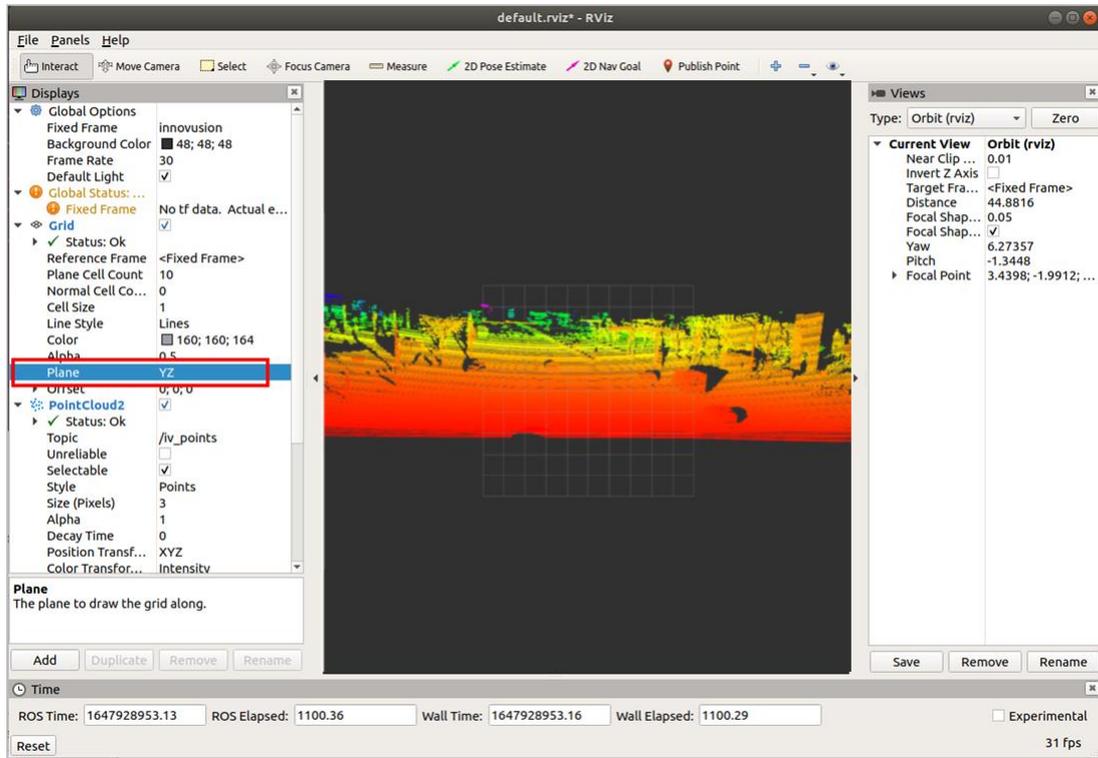
- 7) (可选) 用户可通过操作鼠标切换角度和距离查看实时雷达点云状态，并可根据需要查看更多信息。
- 添加 **Axes** 可将坐标系显示在点云状态图上作为参考。
    - 选择 **【Add】 > 【By display type】 > 【Axes】**。
    - 点击 **OK**，添加 **Axes**。
    - 勾选 **Axes** 可将坐标系显示在点云状态图上作为参考。



- 勾选 **Grid** 可将网格显示在点云状态图上作为参考。rviz 开启时 **Grid** 默认开启。



- 修改 **Plane** 值可得到不同参考坐标下的点云状态图。**Plane** 值有 **XY**、**XZ**、**YZ** 三种可选。



## 3 安装

### 3.1 安装注意事项

安装时请注意以下事项。

#### 人员要求

仅由合格的且已接受培训的专业人员进行安装。

#### 安装

- 安装时部件如有损坏或遗失，请联系图达通工作人员获取支持。
- 确保激光雷达安装面平整。
- 建议安装面使用铝合金材质，有助于激光雷达散热。
- 确保激光雷达线缆保持一定程度的松弛。
- 雷达出线处应保留 8cm 的空间，便于布线。
- 雷达安装前请确认安装位置不遮挡雷达视角。雷达的垂直视角为 $-13^{\circ}\sim+12^{\circ}$ ，雷达水平视角为 $-60^{\circ}\sim+60^{\circ}$ 。

#### 存储

- 请将产品存放于通风的、干燥的地方。推荐的存储温度为 $-40^{\circ}\text{C}\sim+85^{\circ}\text{C}$ ，湿度低于 85%。
- 在未经我司官方同意，且条件比较严酷的条件下，请勿将产品持续浸泡在水里，以防造成有害影响。（避免将产品暴露于超过防护等级的环境中）

#### 运输

- 设备应采用包装箱包装，箱内填充缓冲材料，避免运输过程中产品遭受到损坏。
- 搬运过程中请小心轻放，严禁撞击，以免仪器内的光学部件造成损坏或方向偏离。
- 考虑是否需要搬运工具或助手，思考运输过程中空间与位置，尽可能地减少搬运距离。
- 请勿将仪器置于不平稳的位置，勿以不正确的姿势搬运，防止仪器损坏和人身伤害。

#### 包装材料废弃



- 包装材料为可再次回收利用的物品，废弃时请正确处理；
- 应将包装袋、纸箱或塑料薄膜放置在婴幼儿无法触及的地方，避免受伤或窒息。

#### 仪器废弃

根据《废弃电器电子产品回收处理管理条例》的有关规定和保护环境，产品废弃处置将按以下实施：

- 基于《产品中有害物质的名称及含量》对产品进行回收，详情见[产品中有害物质的名称及含量](#)。
- 由有废弃电器电子产品处理资格的企业处理。



1.

## 3.2 安装说明

### 3.2.1 电源说明

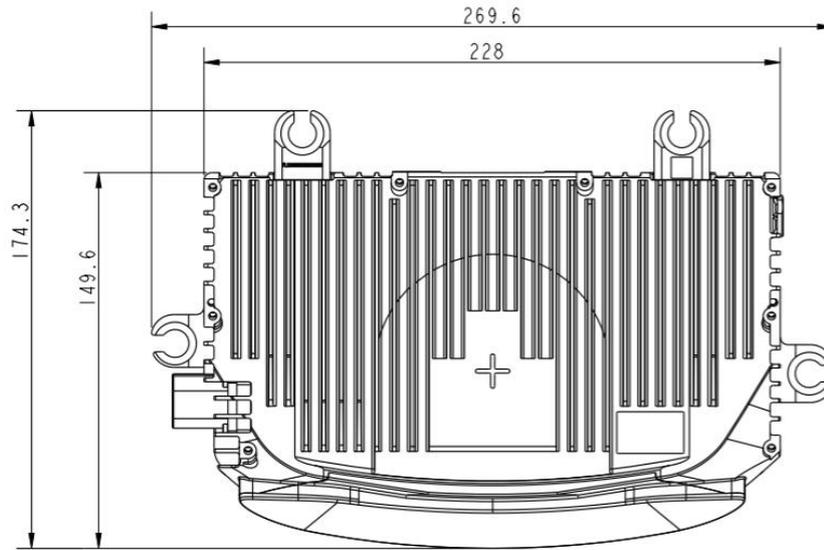
Falcon 激光雷达供电电压范围为 9 ~ 34V DC，推荐使用 12V 标准电压供电。

雷达正常工作状态下功耗约为 30W。雷达启动时峰值功率为 50W，峰值功率持续时间小于 1s，用户选择雷达电源时需考虑峰值功率。

### 3.2.2 安装尺寸

单位：mm

主视图



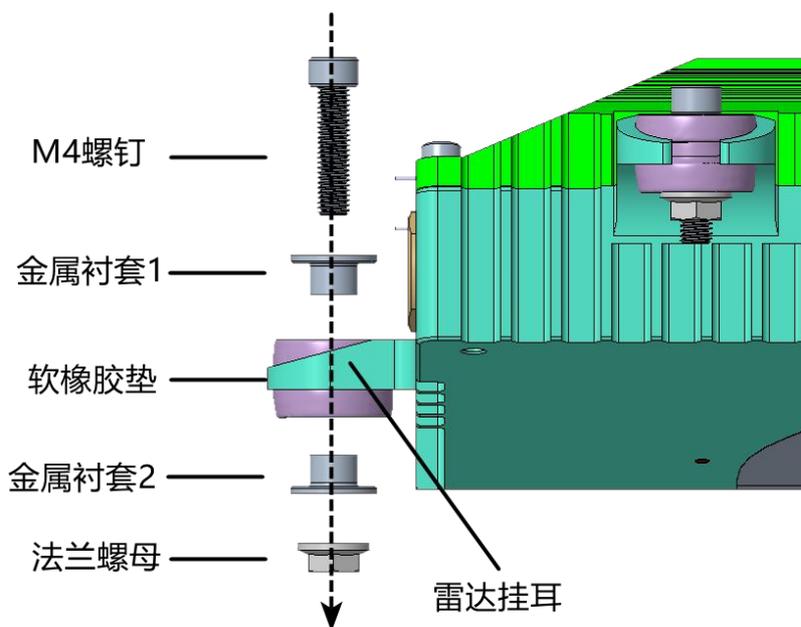
单位：mm

俯视图

### 3.3 安装方式

雷达通过 4 个挂耳与车端连接，每个挂耳配备 1 个二级减震圈。雷达与车端通过螺栓固定并通过软橡胶减震圈减震。

安装过程中需要用户根据车身的布置方案及安装工艺预留合理的操作空间。挂耳的尺寸及与雷达的相对位置参见 [3.2.6 安装尺寸](#)。安装方式如下图。



### 3.3.1 线缆说明

Falcon 附带两种规格线缆。本节将分别介绍两种线缆及接口，用户可按需选择使用对应线缆。若 Falcon 需使用 RJ45 接口连接至标准以太网，则需要使用转换器将 1000Base-T1 接口切换到 RJ45 接口。

#### ❖ 线缆

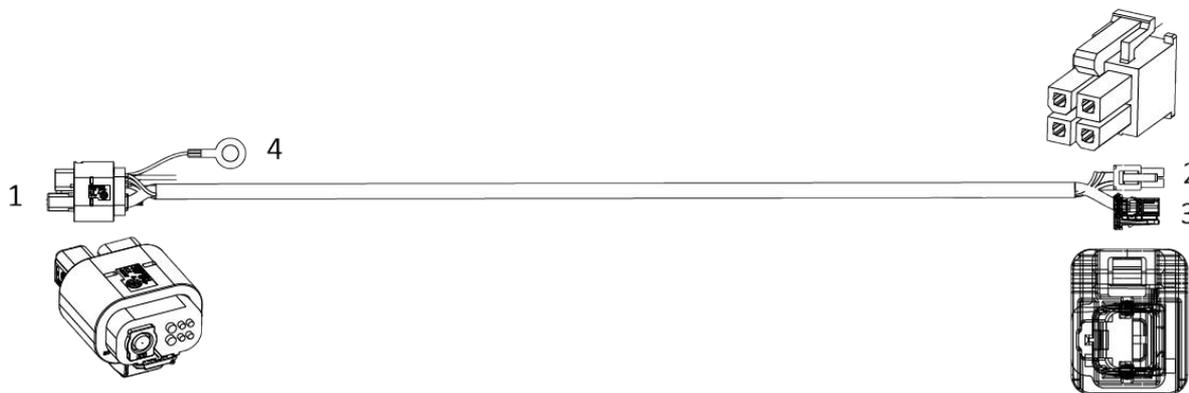
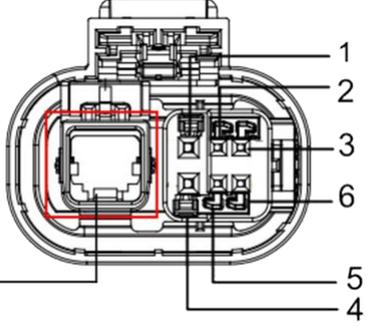
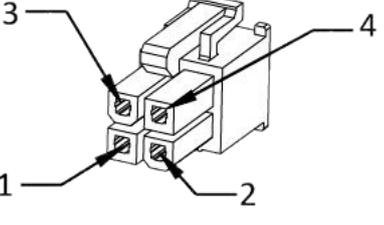
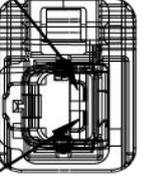


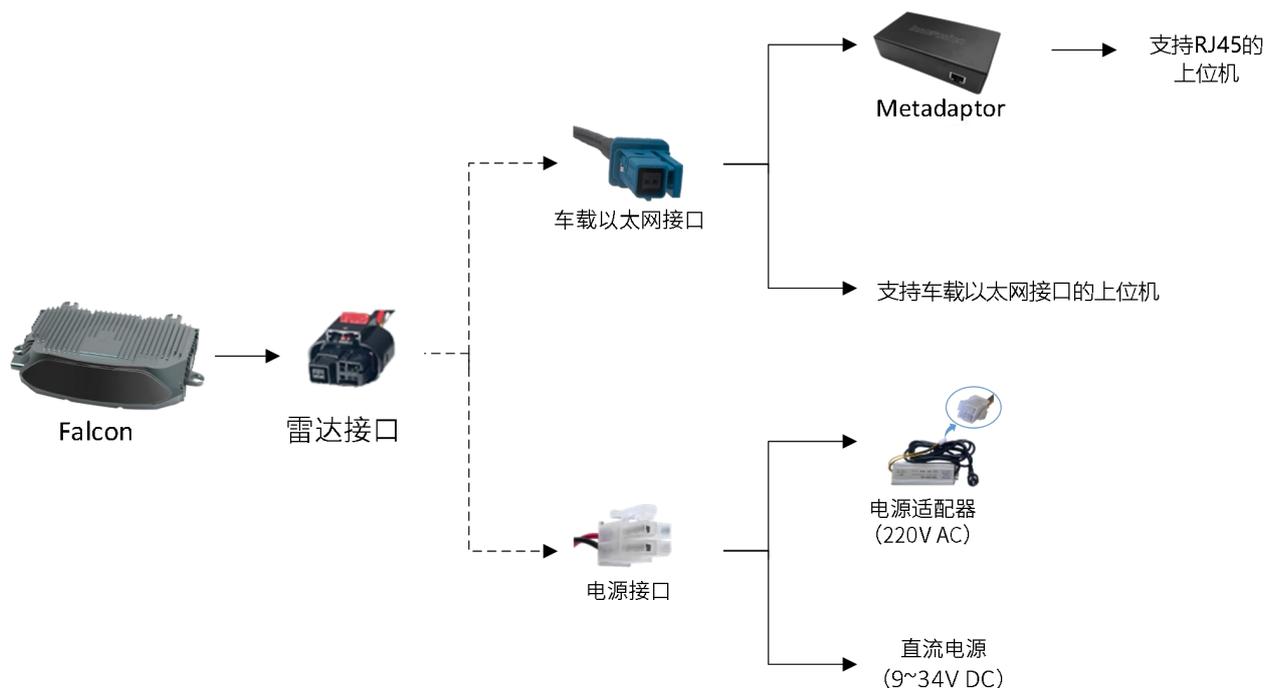
表2 线缆接口说明

序号	名称	说明
1	雷达接口	8pin 接口，pin 脚定义具体如下。

序号	名称	说明
		 <p>[1]:电源负极                  [2]:空 pin                  [3]:整机外壳接地                  [4]:电源正极                  [5]:CAN 高                  [6]:CAN 低                  [7]和[8]: 在红框内部, 为千兆以太网</p>
2	电源线	<p>4 pin 接口, pin 脚定义具体如下。</p>  <p>[1]:电源负极                  [2]:空 pin                  [3]:电源正极                  [4]:空 pin</p>
3	1000Base-T1 车载以太网	<p>1000Base-T1 车载以太网, pin 脚定义具体如下。</p>  <p>[1]:以太网信号发送口</p>

序号	名称	说明
		[2] :以太网信号接收口
4	接地线	整机外壳接地

### 3.3.2 线缆连接



## 3.4 清洁

为了产品获得最佳性能，必须定期检查雷达窗口是否干净。清洁光学窗口步骤如下。

- 1) 准备一块干净无尘布，将无尘布用酒精浸湿后拧干。
- 2) 用无尘布润湿雷达的窗口玻璃 1 分钟。请注意不要擦拭雷达窗口玻璃。



- 3) 等待 1 分钟，用干净无尘布轻擦雷达窗口污渍，擦干即可。切勿用力过大导致光学涂层损伤。

#### 说明

- 接触产品前请洗干净双手或佩戴 PVC 无粉洁净手套。

- 擦拭过机身的无尘布不可再擦拭雷达窗口玻璃。
- 雷达窗口是由一种特殊的塑性材料制成，清洁时请注意以下事项：
  - 避免皮肤直接接触光学窗口。
  - 勿使用腐蚀性清洁剂和溶剂。
  - 勿使用纸巾清洁，以免划伤材料

## 4 软件操作

雷达连接完成后，用户可通过四种方式操作雷达。

- 在 ILA 平台操作雷达。
- 在 ROS 环境下操作雷达。
- 在 Metaview 平台操作雷达。
- 使用 SDK 相关工具操作雷达。

2. 本章仅介绍前三种通过软件操作雷达的方法。SDK相关工具操作雷达的方法请参考“[SDK相关工具操作](#)”章节，如果用户想要了解更多的信息与功能，请联系图达通人员获取相关手册。

### 4.1 ILA 平台操作

本章节基于 4385 固件版本进行介绍。

#### 4.1.1 登录 ILA

##### 说明

- 推荐使用 Google chrome 浏览器登录 ILA 页面。
- 请确保系统已开启，系统没有电源开关，通电后即可使用。

- 1) 修改 IP 地址，使电脑 IP 地址与雷达 IP 地址在同一个网段。
- 2) 将电脑/上位机连接至雷达，保证网络处于接通状态，连接方法参考[线缆连接](#)。
- 3) 打开 Chrome 浏览器，在地址栏中输入雷达 IP 和端口号<IP Address>: <PORT>，进入 ILA 页面。

##### 说明

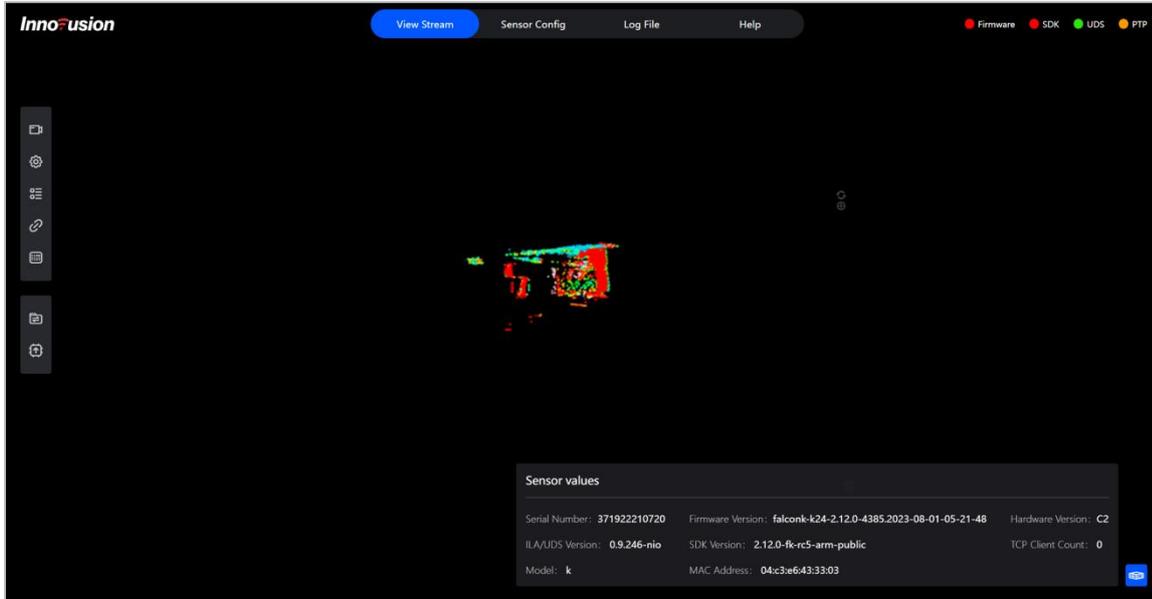
- 雷达 IP 地址默认为：172.168.1.10。ILA 端口默认为 8675。ILA 登录地址默认 172.168.1.10:8675。
- 须确认上位机可以正常访问 Internet。
- 建议使用 ping 指令确认上位机与雷达之间连接通畅，连接通畅时返回值如图所示。

```
demo@demo-OMEN-by-HP-Laptop-16-b0xxx:~$ ping 172.168.1.10
PING 172.168.1.10 (172.168.1.10) 56(84) bytes of data:
64 bytes from 172.168.1.10: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.100 ms
64 bytes from 172.168.1.10: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.155 ms
64 bytes from 172.168.1.10: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.159 ms
^C
--- 172.168.1.10 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2052ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.100/0.138/0.159/0.026 ms
demo@demo-OMEN-by-HP-Laptop-16-b0xxx:~$
```

#### 4.1.2 查看雷达点云状态

登录 ILA 页面后，用户可直接在【View Stream】页面实时查看激光雷达点云状态。用户可使用键

盘和鼠标，在不同视角查看雷达点云。



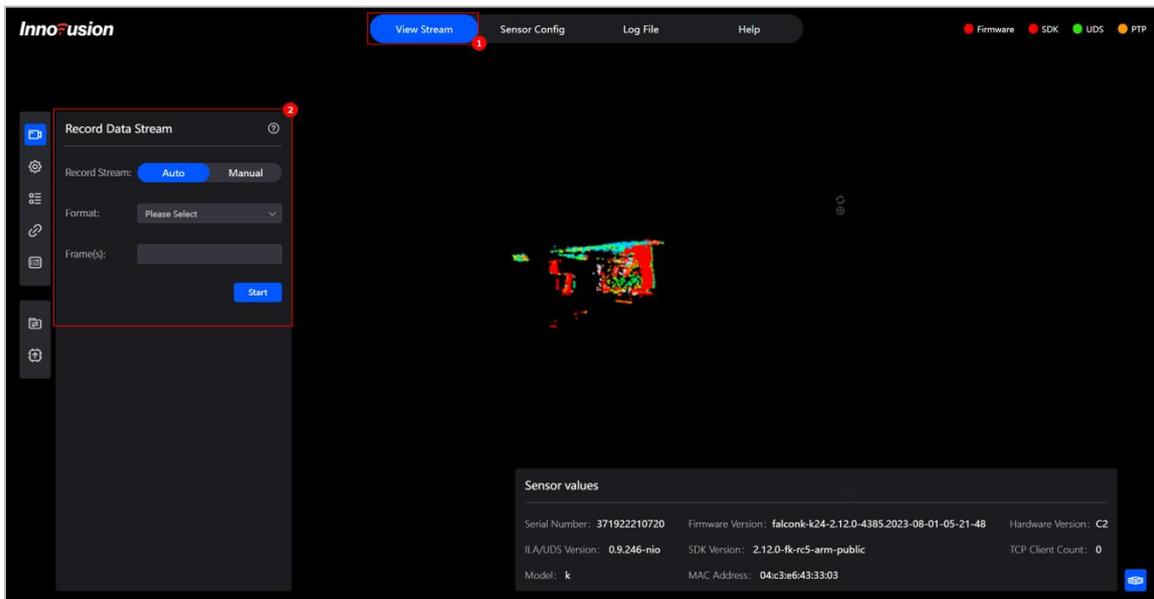
## 说明

为查看雷达点云状态，电脑/上位机须可访问公共网络。

### 4.1.3 录制雷达点云数据

用户可录制不同格式的雷达点云数据。

1) 进入【View stream】>【Record Data Stream】模块。



2) 选择录制方式、需要录制数据的文件格式及文件大小。

- 录制.pcd 格式文件：在【Format】下拉框选择 **Pointcloud snapshot (.pcd)**，在【frame(s)】输入框中输入文件的帧数，取值范围为：1~20。
- 录制.pcd\_binary 格式文件：在【Format】下拉框选择 **Pointcloud binary snapshot (.pcd binary)**，在【frame(s)】输入框中输入文件的帧数，取值范围为：1~20。
- 录制.inno\_pc 格式文件：在【Format】下拉框选择 **Inno-point cloud (.inno\_pc)**，在【frame(s)】输入框中输入文件的帧数，取值范围为：1~100000。

.inno\_pc 是图达通的私有点云文件，inno\_pc 输出的是球坐标。

- 录制.inno\_pc\_xyz 格式文件：在【Format】下拉框选择 **Cartesian coordinates Pointcloud (.inno\_pc\_xyz)**，在【frame(s)】输入框中输入文件的帧数，取值范围为：1~10。

.inno\_pc\_xyz 是图达通的私有点云文件，inno\_pc\_xyz 输出的是笛卡尔坐标。建议优先录制.inno\_pc\_xyz 格式文件。

- 录制.inno\_raw 格式文件：在【Format】下拉框选择 **Innovusion raw data (.inno\_raw)**，在【MiB】输入框中输入文件的大小，取值范围为：1~100000MiB。

.inno\_raw 格式是图达通特有的原始点云文件。

- 录制.png 格式文件：在【Format】下拉框选择 **Portable Network Graphic (.png)**。
- 录制.csv 格式文件：在【Format】下拉框选择 **Comma-separated value (.csv)**，在【frame(s)】输入框中输入文件的帧数，取值范围为：1~20。
- 录制.yaml 格式文件：在【Format】下拉框选择 **YAML file (.yaml)**。

3) 点击【Start】，开始录制文件。如选择【Manual】录制方式，需点击【Stop】停止录制。

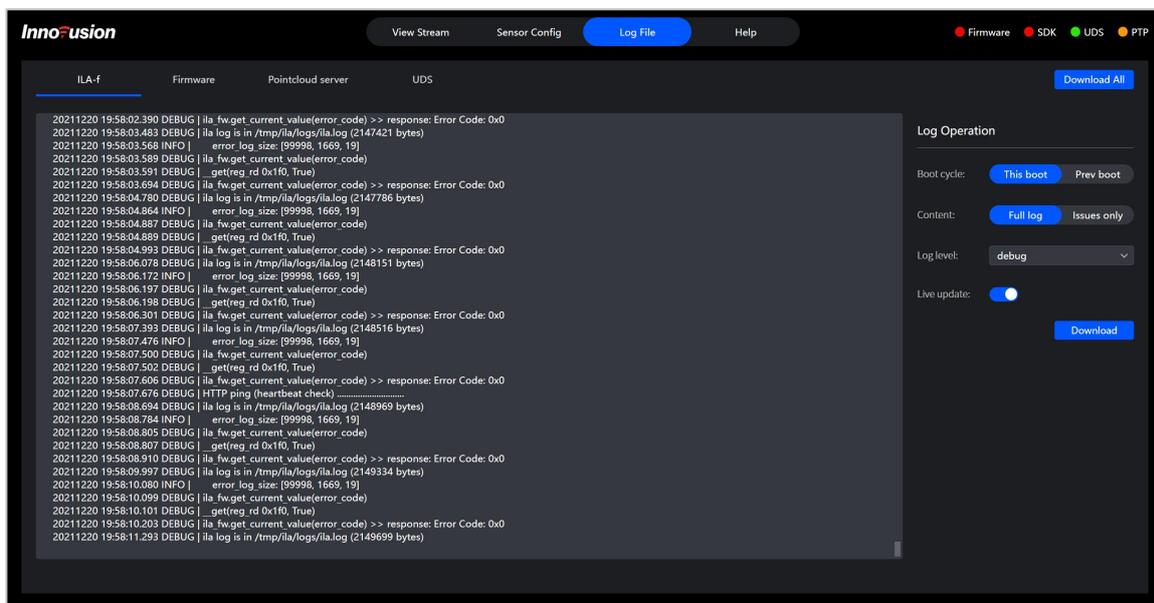
#### 说明

点云数据录制默认从当前时间开始。

#### 4.1.4 查看/下载日志

用户可查看和下载不同类型的日志，并确认操作记录和报警信息。

- 1) 进入【Log File】页面。
- 2) 选择日志类型。用户可选择 **ILA-f (web 页面相关日志)**、**Firmware**、**Pointcloud server**、**UDS** 四种类型的日志。



### 3) (可选) 筛选日志信息。

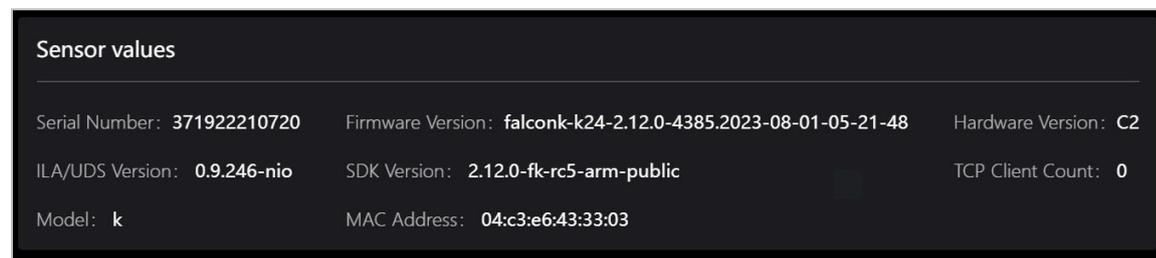
- 时间范围：选择 **Prev boot** 或 **This boot**，显示本次开机前生成的日志最后 100 条日志，或本次开机后生成的日志。
- 日志类型：选择 **Issues only** 或 **Full log**，仅显示问题日志或显示所有日志。
- 日志等级：点击 **【log level】** 下拉框，选择显示的日志级别。

4) 用户可在左侧查看日志。也可点击 **【Download】**，下载对应日志。

#### 4.1.5 查看版本信息

用户可在 **【View Stream】 > 【Sensor values】** 模块中查看设备序列号，硬件版本及 SDK 版本信息

。



#### 4.1.6 关闭系统

当关闭系统时，应断开电源，系统即可断电。

## 4.2 ROS1 环境操作

本章节中的操作内容只针对 Ubuntu 18.04，ROS 版本为 melodic。

## 4.2.1 获取点云数据

### 说明

- 启动 ROS 驱动前，请确保系统已开启。
- 系统关闭、打开或软件重启后，需重启 ROS 驱动。
- ROS 环境的安装方法请参考 <http://wiki.ros.org/>。

- 1) 将电脑/上位机连接至雷达，保证网络处于接通状态，连接方法参考[线缆连接](#)。
- 2) 修改电脑 IP 地址，使电脑 IP 地址与雷达 IP 地址在同一个网段。

### 说明

- 雷达 IP 地址默认为：172.168.1.10。
- 建议使用 ping 指令确认上位机与雷达之间连接通畅，连接通畅时返回值如图所示。

```
demo@demo-OMEN-by-HP-Laptop-16-b0xxx:~$ ping 172.168.1.10
PING 172.168.1.10 (172.168.1.10) 56(84) bytes of data:
64 bytes from 172.168.1.10: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.100 ms
64 bytes from 172.168.1.10: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.155 ms
64 bytes from 172.168.1.10: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.159 ms
^C
--- 172.168.1.10 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2052ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.100/0.138/0.159/0.026 ms
demo@demo-OMEN-by-HP-Laptop-16-b0xxx:~$
```

- 3) 查看系统详情，获取对应驱动程序。复制驱动至系统根目录，执行 `dpkg -i` 命令安装驱动。

```
sudo dpkg -i <package.deb>
```

### 说明

步骤中 `package.deb` 为雷达的驱动名称，请按系统实际情况获取最新版本驱动。目前支持的系统版本请参考表 3。

表 3 系统版本支持情况

系统版本	CPU 类别	支持情况
Ubuntu 16.0.4	ARM	支持
	X86	支持
Ubuntu 18.0.4	ARM	支持
	X86	支持
Ubuntu 20.0.4	ARM	支持
	X86	支持

- 4) 执行 `roscore` 命令运行 ros 环境。驱动安装正确时的返回值如图所示。

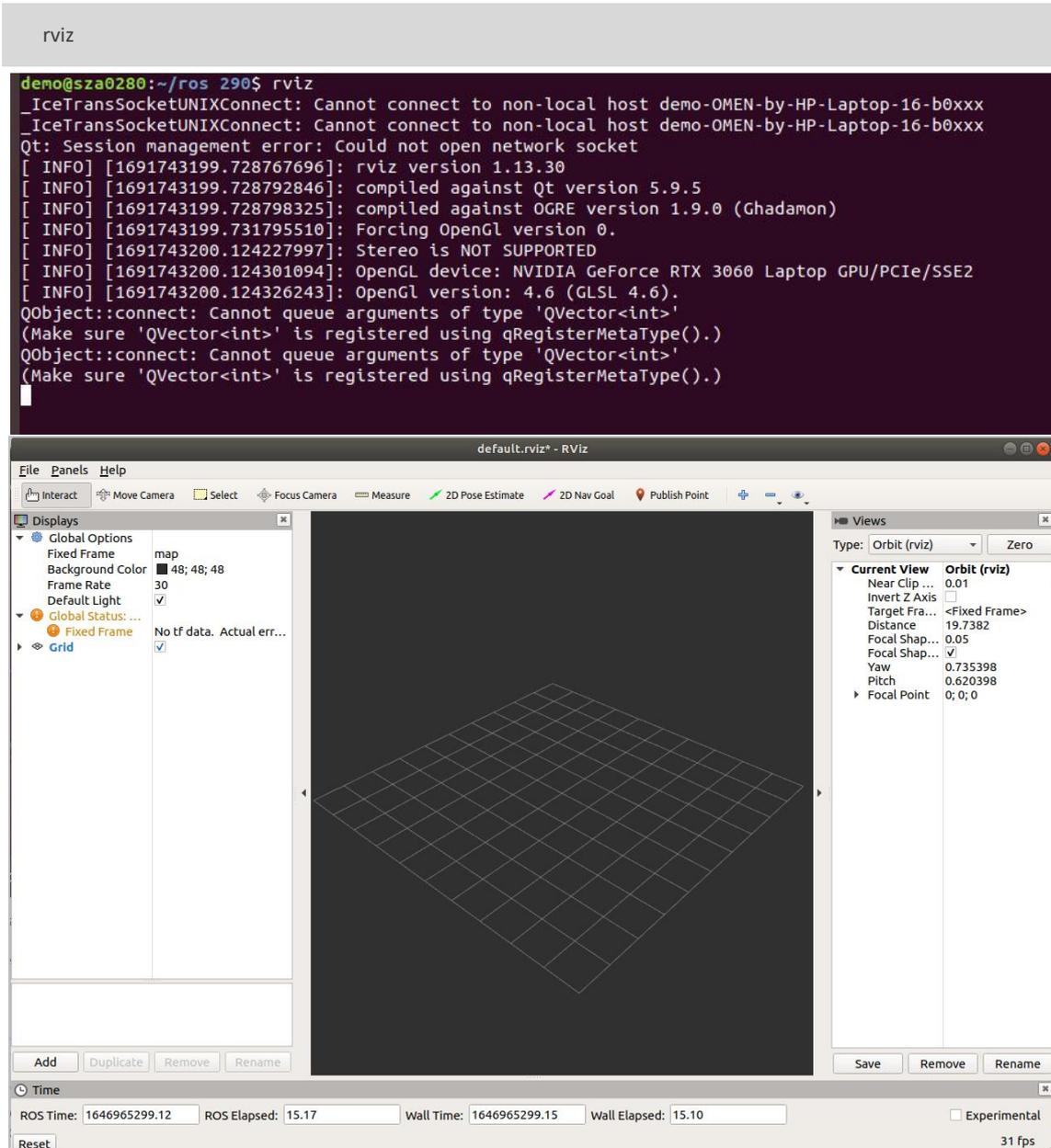


## 4.2.2 查看雷达点云状态

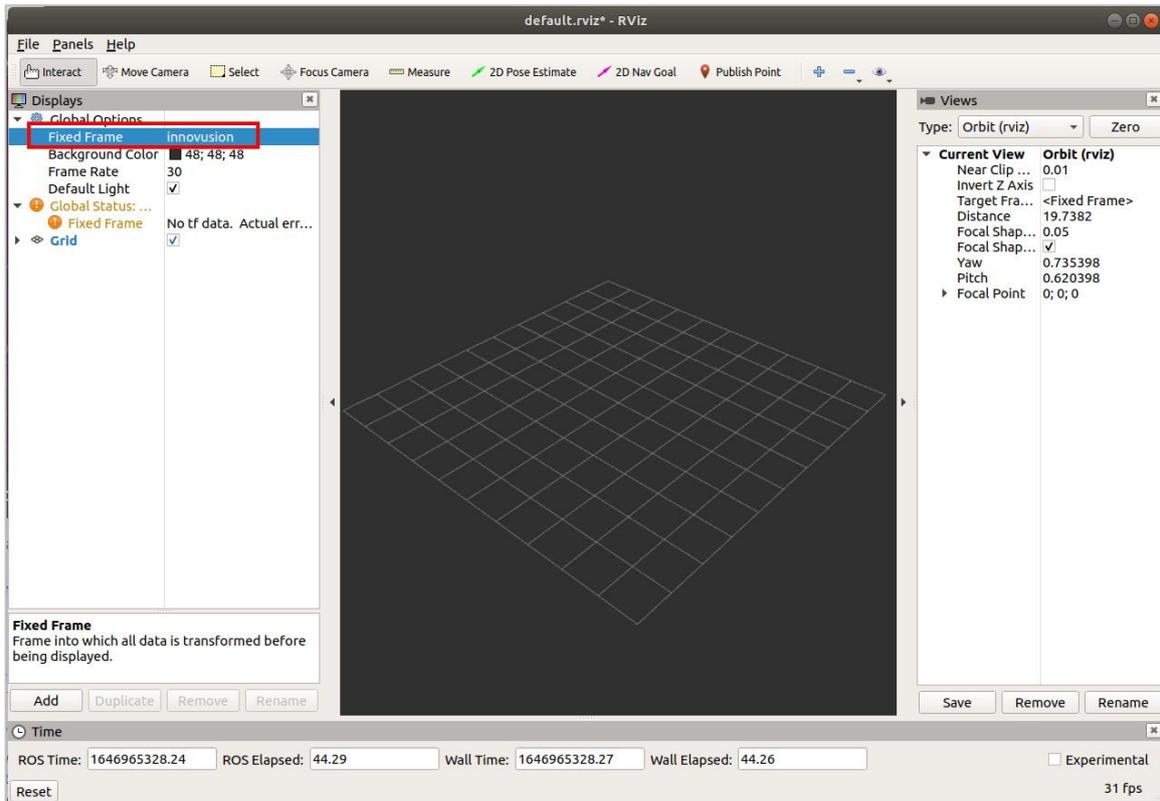
### 说明

查看雷达点云状态前请确认已正确获取点云数据。

- 1) 执行 `rviz` 命令启动 ROS 的图形化工具 `rviz`。开启后返回值如下图，`rviz` 客户端被打开。

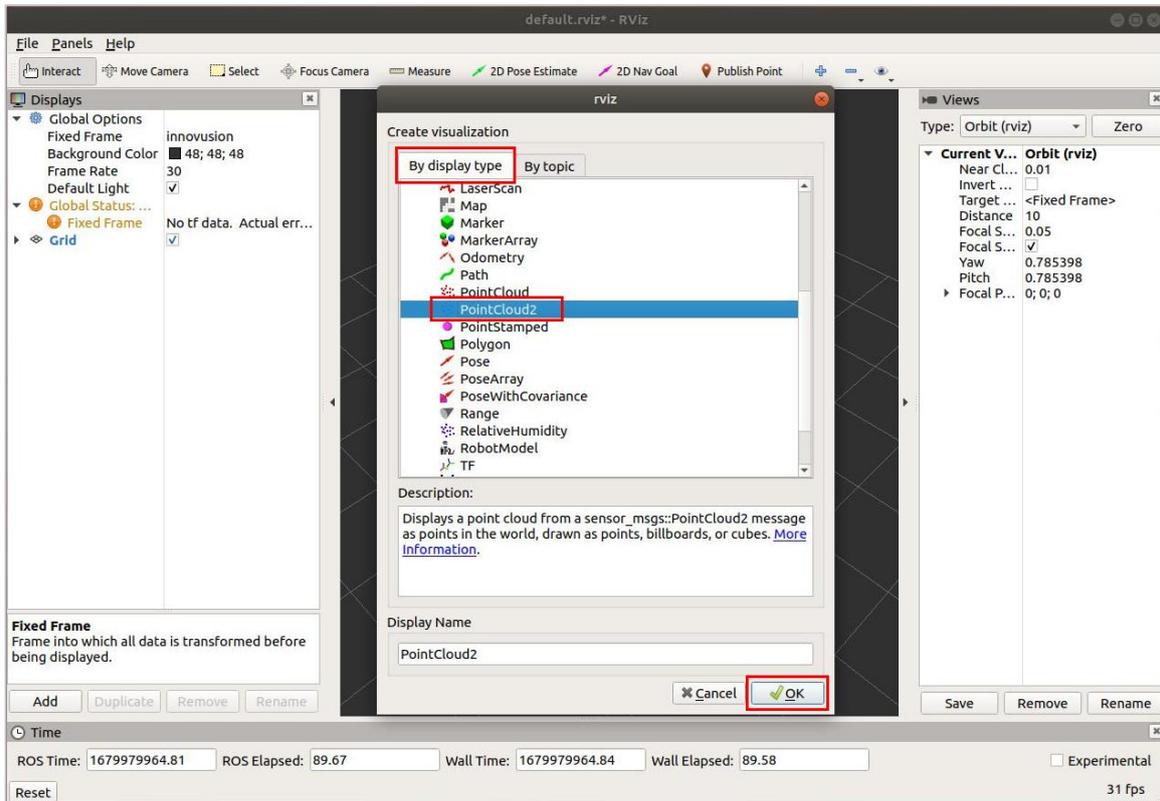


- 2) 选择【Global Options】>【Fixed Frames】,修改值为 `innovusion`。

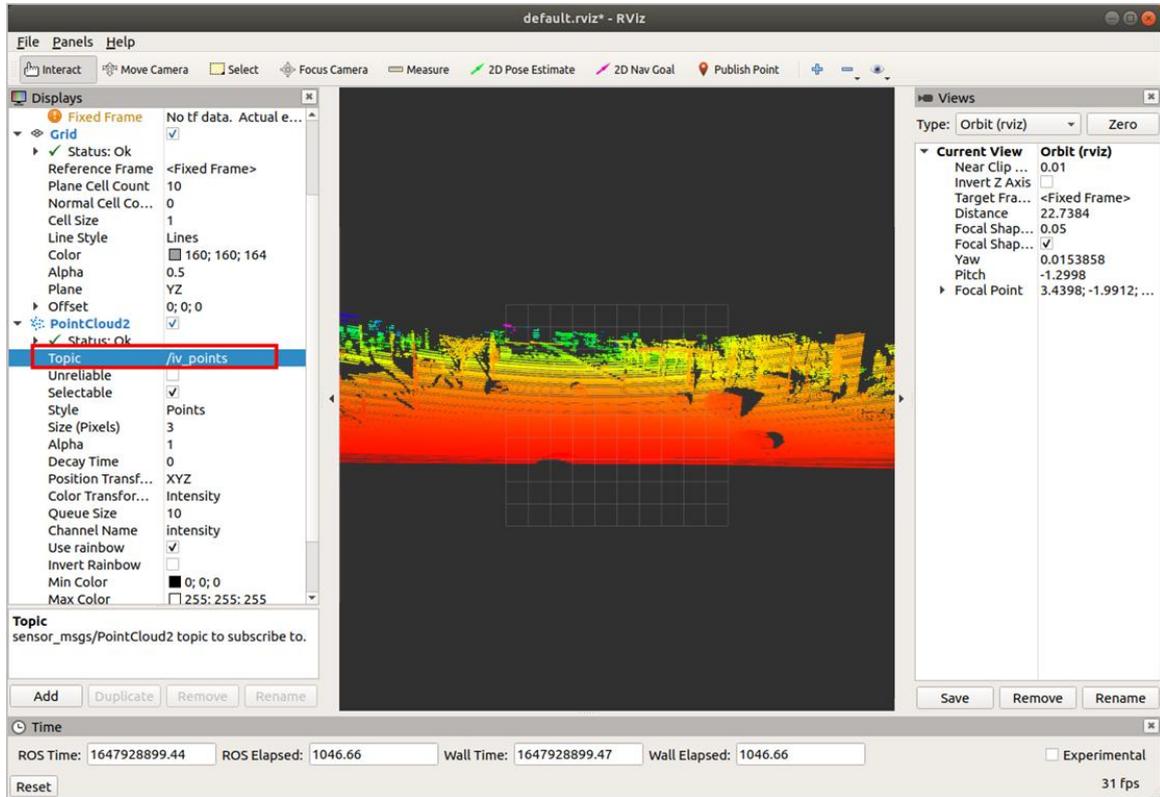


### 3) 添加并调整 PointCloud2。

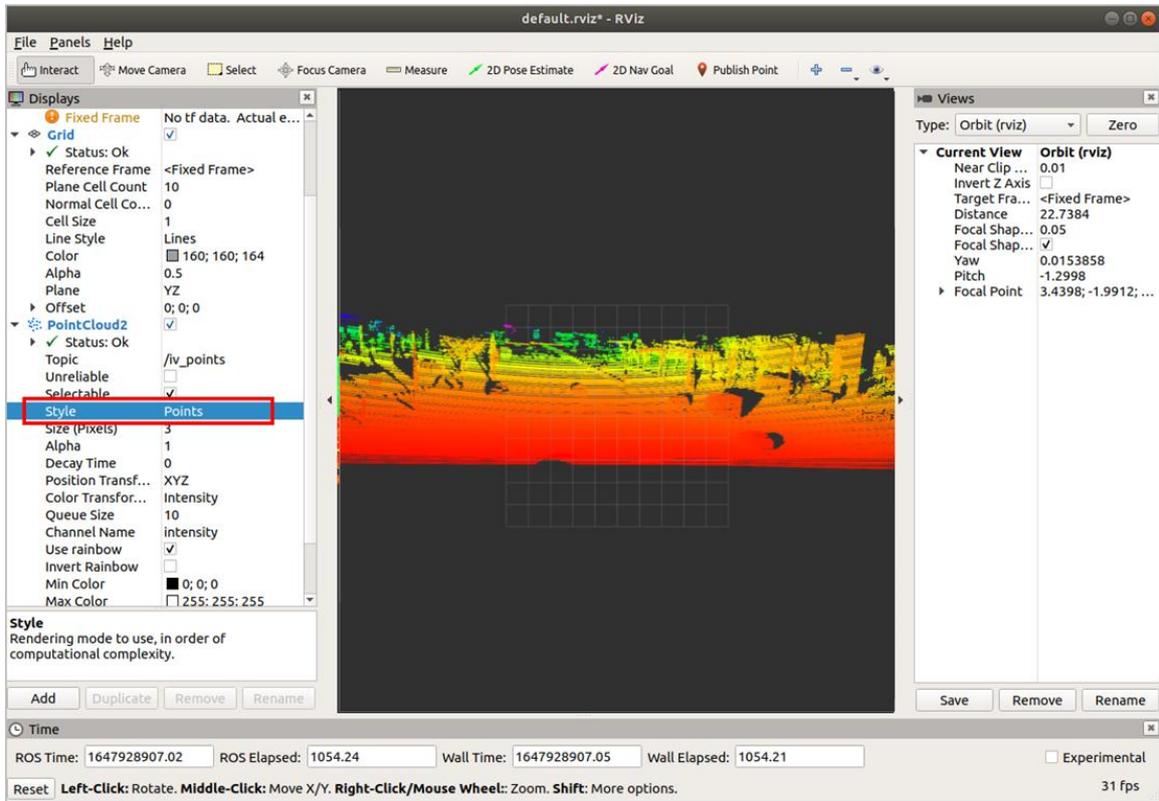
- 将 **PointCloud2** 添加至 **【Displays】** 栏。
  - 点击 **Add**。
  - 选择 **【By display topic】 > 【PointCloud2】**。
  - 点击 **OK**。



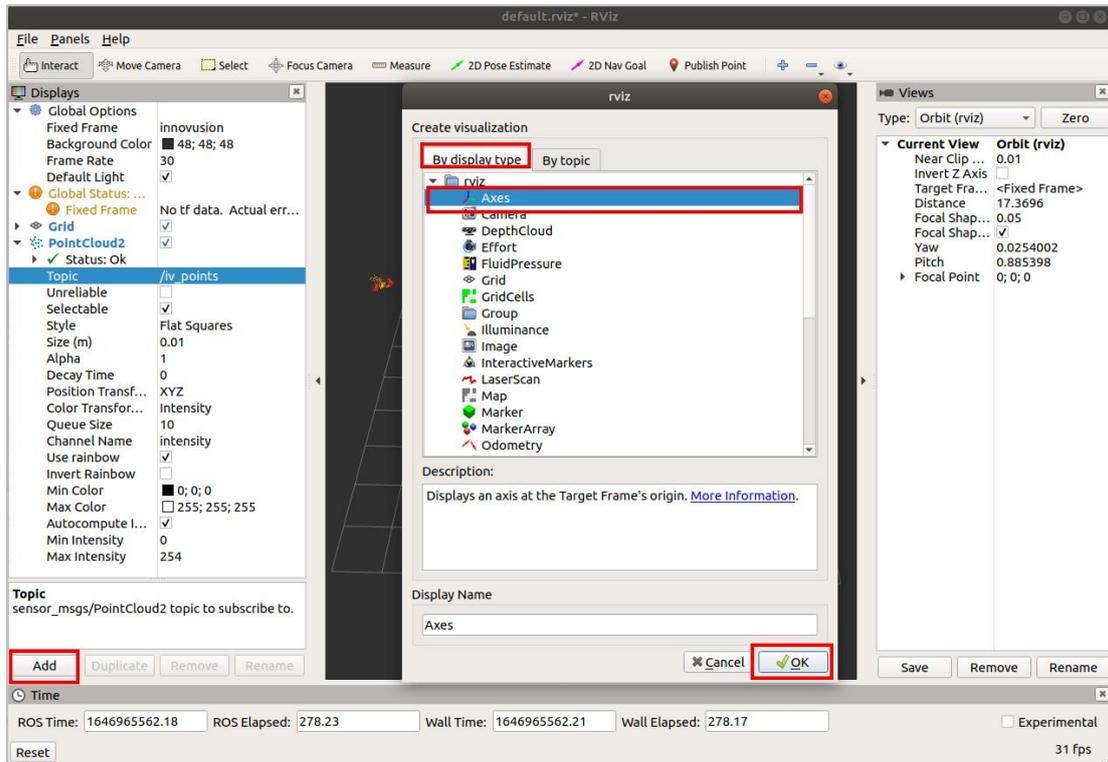
- 选择【PointCloud2】>【Topic】，修改 Topic 值为/iv\_points。



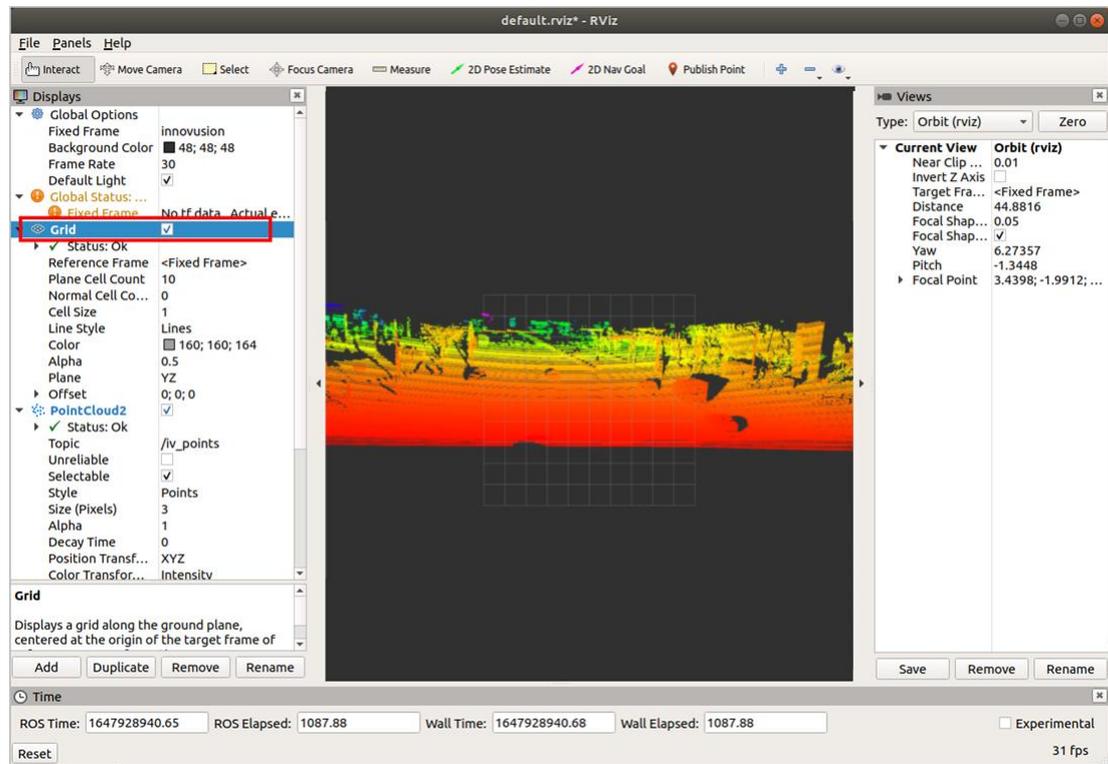
- 选择 **【PointCloud2】 > 【Style】** ,修改 **Style** 值为 **Points**。



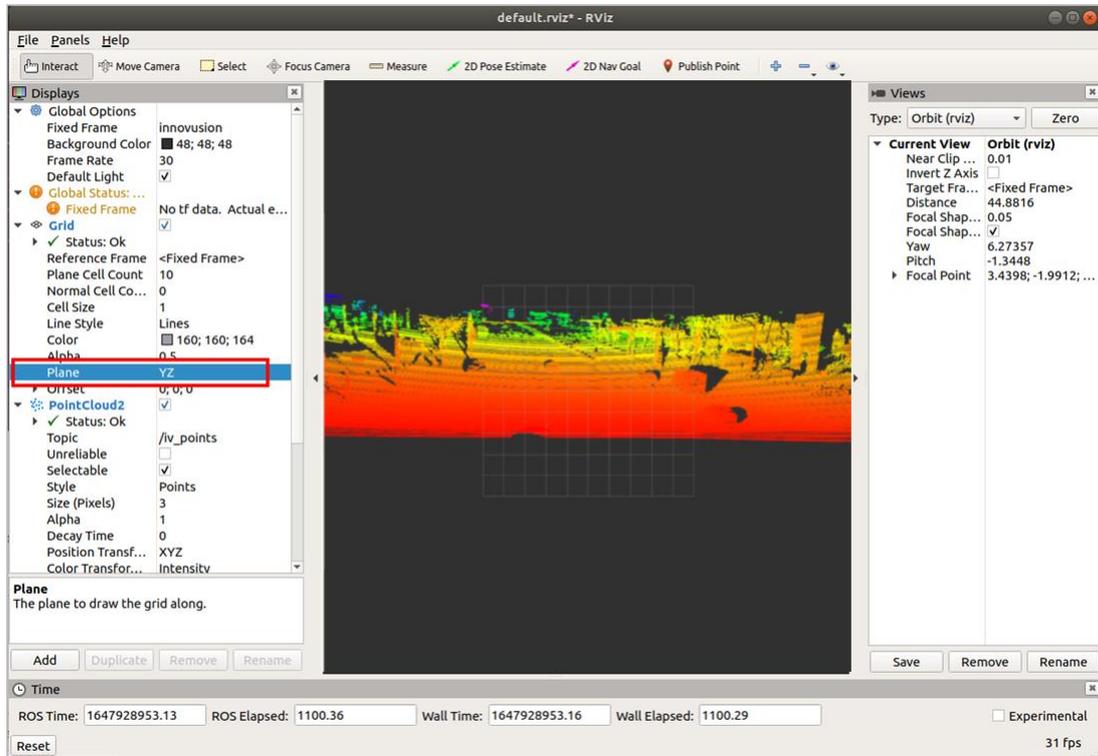
- 4) (可选) 用户可通过操作鼠标切换角度和距离查看实时雷达点云状态，并可根据需要查看更多信息。
  - 添加 **Axes** 可将坐标系显示在点云状态图上作为参考。
    - 选择 **【Add】 > 【By display type】 > 【Axes】**。
    - 点击 **OK**，添加 **Axes**。
    - 勾选 **Axes** 可将坐标系显示在点云状态图上作为参考。



- 勾选 **Grid** 可将网格显示在点云状态图上作为参考。rviz 开启时 **Grid** 默认开启。



- 修改 **Plane** 值可得到不同参考坐标下的点云状态图。**Plane** 值有 **XY**、**XZ**、**YZ** 三种可选。



### 4.2.3 录制雷达点云数据

用户可在 ROS 环境下录制.bag 格式的雷达点云数据。

#### 说明

录制雷达点云数据前请确认已通过 ROS 正确获取点云数据。关于如何获取点云数据，请查看[获取点云数据](#)。

1) 执行以下命令，录制.bag 格式的点云数据。录制从命令执行时间开始。

```
rosbag record /iv_points -o inno //在当前路径中开始录制点云数据，文件名称为"inno-年-月-日-时-分-秒.bag"。
```

```
demo@demo-OMEN-by-HP-Laptop-16-b0xxx:~$ rosbag record /iv_points -o inno
[ INFO ] [1646810706.460522054]: Subscribing to /iv_points
[ INFO ] [1646810706.463553818]: Recording to 'inno_2022-03-09-15-25-06.bag'.
```

2) 按 **Ctrl+C** 键，停止点云数据录制。

3) (可选) 执行 `ls -a` 命令，可查看录制的雷达点云数据文件。

```

^Cdemo@demo-OMEN-by-HP-Laptop-16-b0xxx:~$ ls -a
.
..
.bash_history
.bash_logout
.bashrc
.cache
catkin_ws
.config
.dbus
examples.desktop
.gnupg
google-chrome-stable_current_amd64.deb
.gvfs
ICEAuthority
inno_2022-03-09-15-25-06.bag
.innovusion
.innovusion
.local
.mozilla
.nv
.pki
.profile
demo@demo-OMEN-by-HP-Laptop-16-b0xxx:~$ rosbag record /iv_points -o inno
[ INFO] [1646811350.997787571]: Subscribing to /iv_points
[ INFO] [1646811351.000001151]: Recording to 'inno_2022-03-09-15-35-50.bag'.
^Cdemo@demo-OMEN-by-HP-Laptop-16-b0xxx:~$ ls -a
.
..
.bash_history
.bash_logout
.bashrc
.cache
catkin_ws
.config
.dbus
Python-2.7.15.tgz
.ros
ros-driver-test-public_ubuntu1604-kinetic-jsk-ceres.tar
ros-driver-test-public_ubuntu1804-melodic-jsk-ceres
.ros_kinetic
ros-kinetic-innovusion-driver-release-2.4.0-rc226-arm-public.deb
ros-melodic-innovusion-driver-release-2.4.0-rc224-arm-public.deb
ros-melodic-innovusion-driver-release-2.4.0-rc226-arm-public.deb
ros-melodic-innovusion-driver-release-2.4.0-rc226-public.deb
.rviz
.rviz_kinetic
.ssh
.sudo_as_admin_successful
.thunderbird
公共的
模板
视频
图片
文档
下载
音乐
桌面

```

#### 4.2.4 回播雷达点云数据

用户可通过 ROS 回播.bag 格式的雷达点云数据文件。

##### 说明

回播雷达点云数据前请确认已获得录制好的点云数据文件。

- 1) 执行 `roscore` 命令运行 `ros` 环境。驱动安装正确时的返回值如图所示。

```
roscore
```

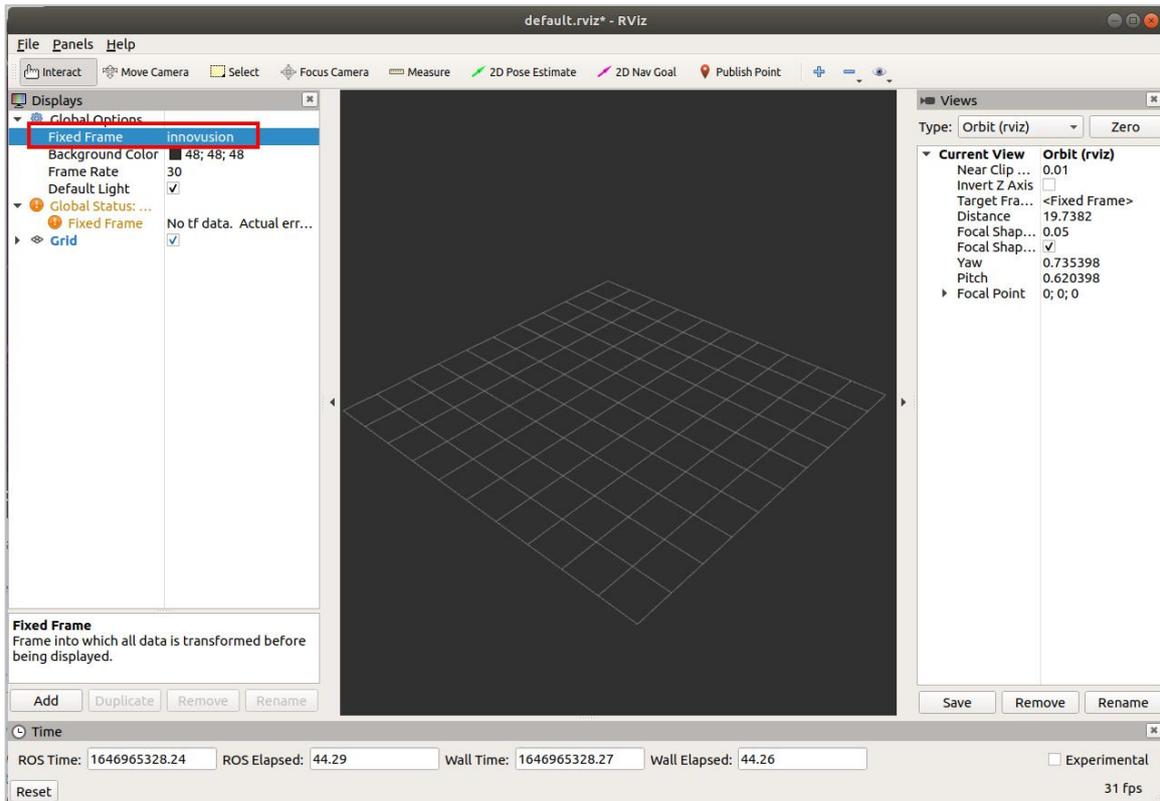
- 2) 执行 `rviz` 命令启动 ROS 的图形化工具 `rviz`。开启后返回值如下图，`rviz` 客户端被打开。

```
rviz
```

- 3) 执行以下指令，在 `rviz` 中回播雷达点云数据。

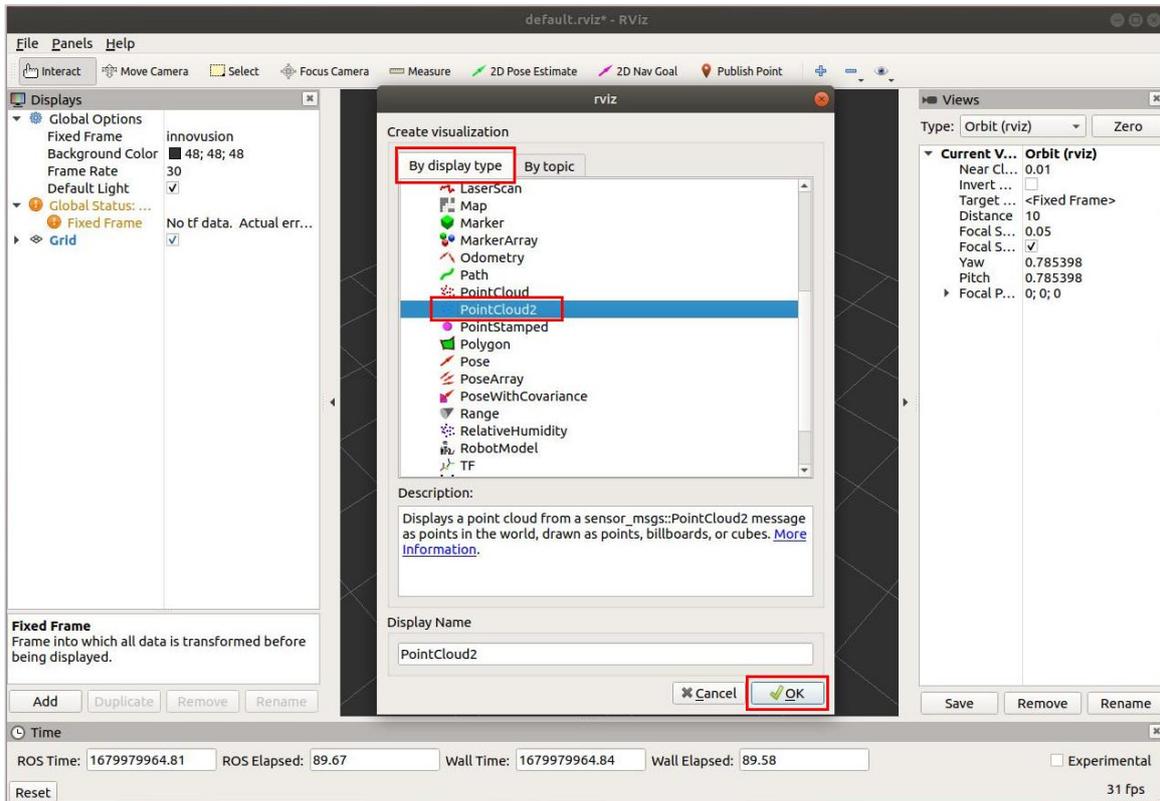
```
rosbag play <filename.bag>
```

- 4) 选择【Global Options】>【Fixed Frames】，修改值为 `innovusion`。

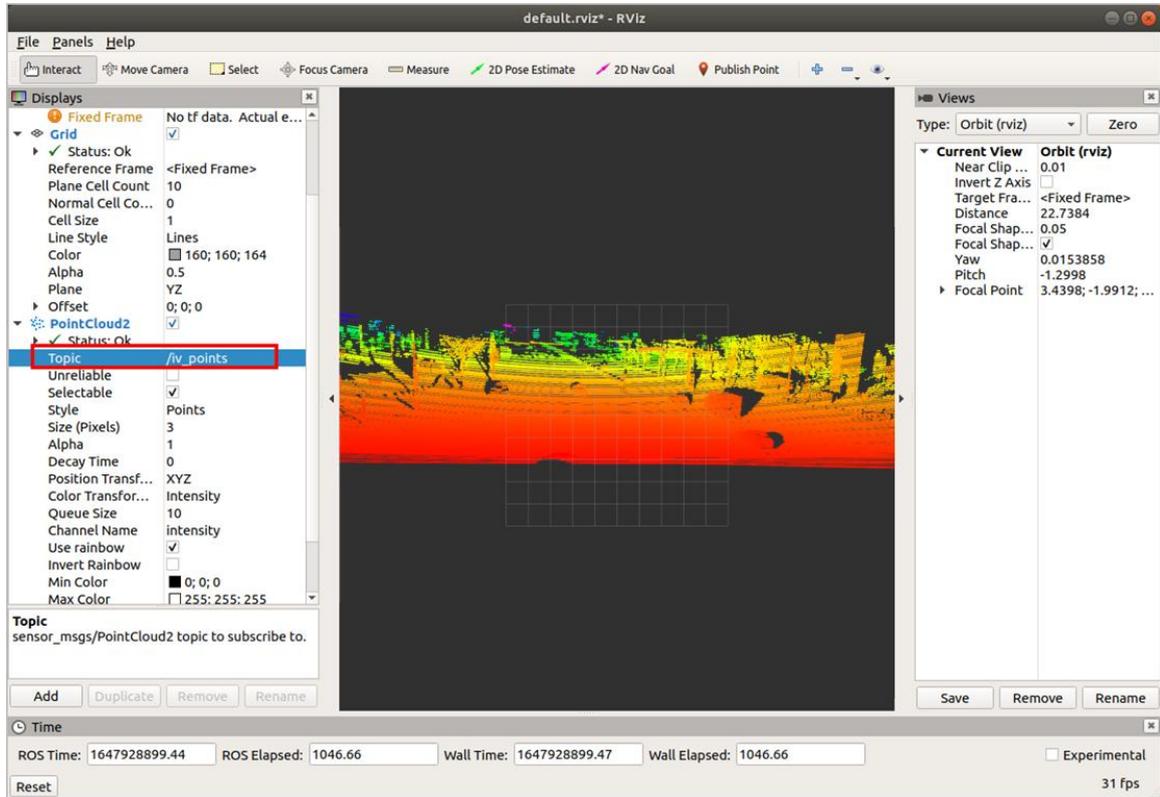


5) 调整 PointCloud2 中参数。

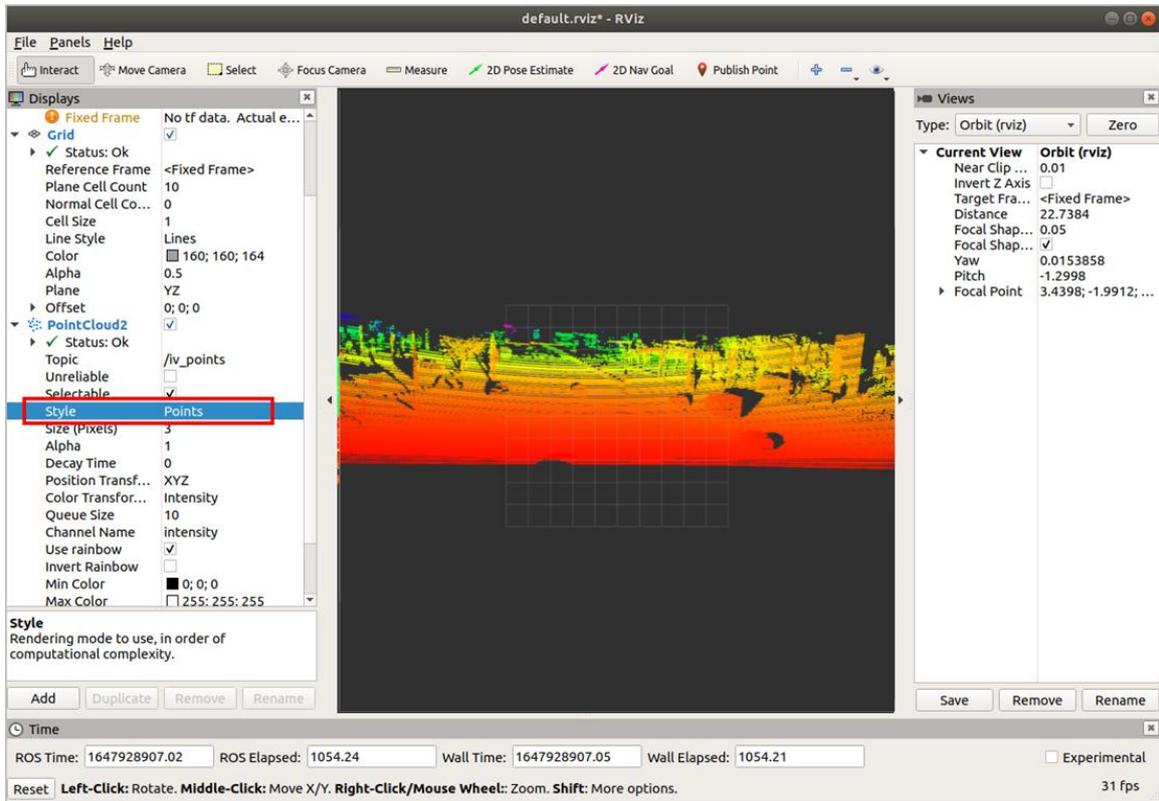
- 将 **PointCloud2** 添加至 **Display** 栏。
  - 选择 **【Add】 > 【By display type】 > 【PointCloud2】**。
  - 点击 **OK**。



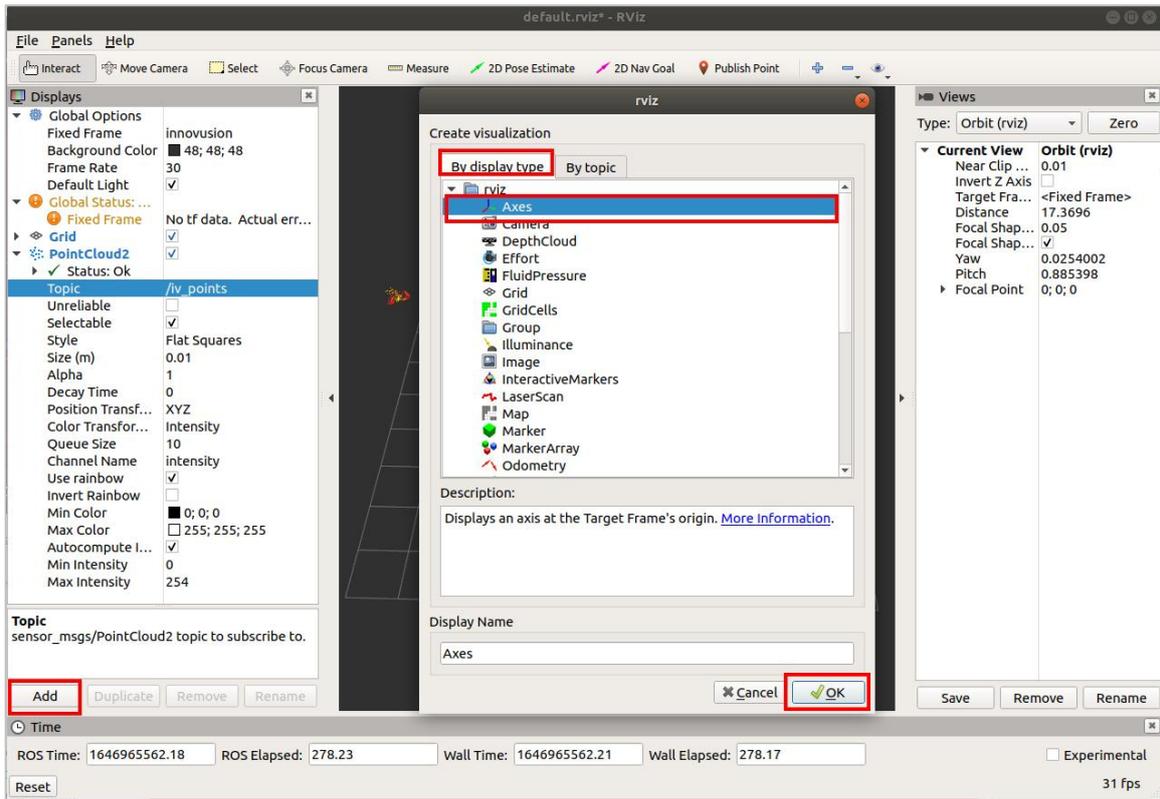
- 选择【PointCloud2】>【Topic】，修改 Topic 值为/iv\_points。



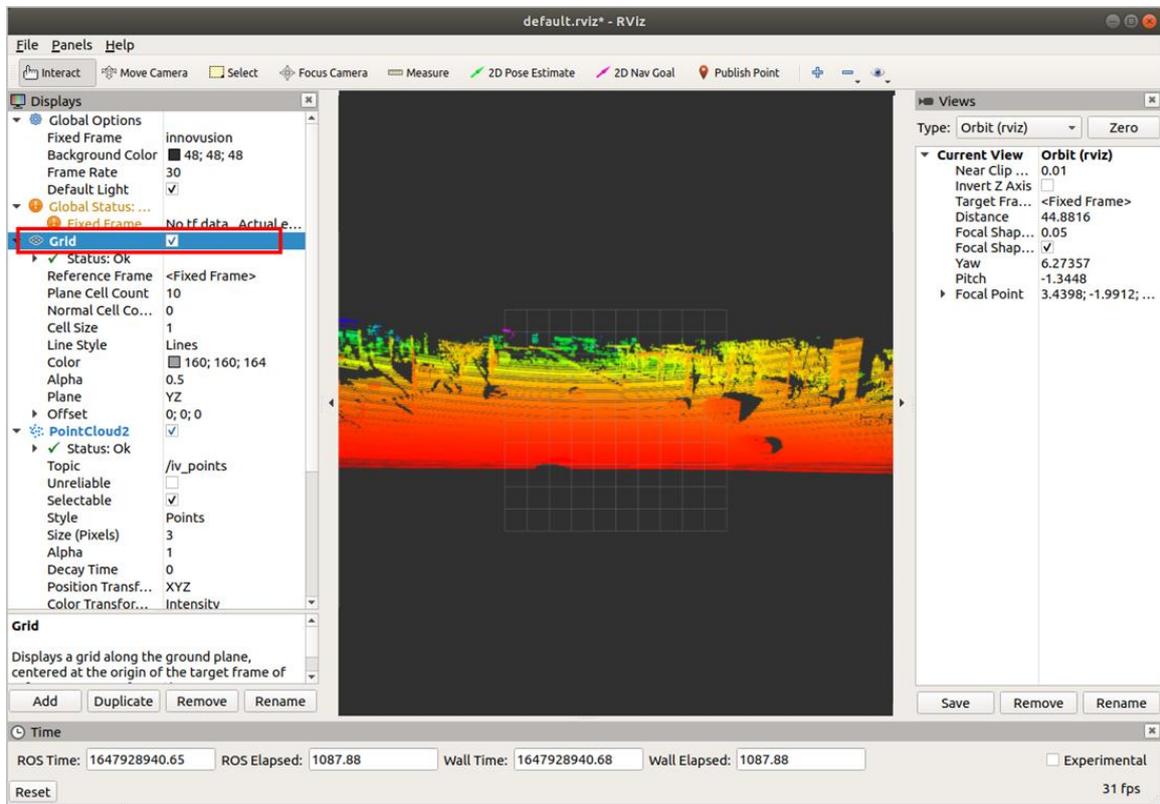
- 选择 **【PointCloud2】 > 【Style】**，修改 Style 值为 **Points**。



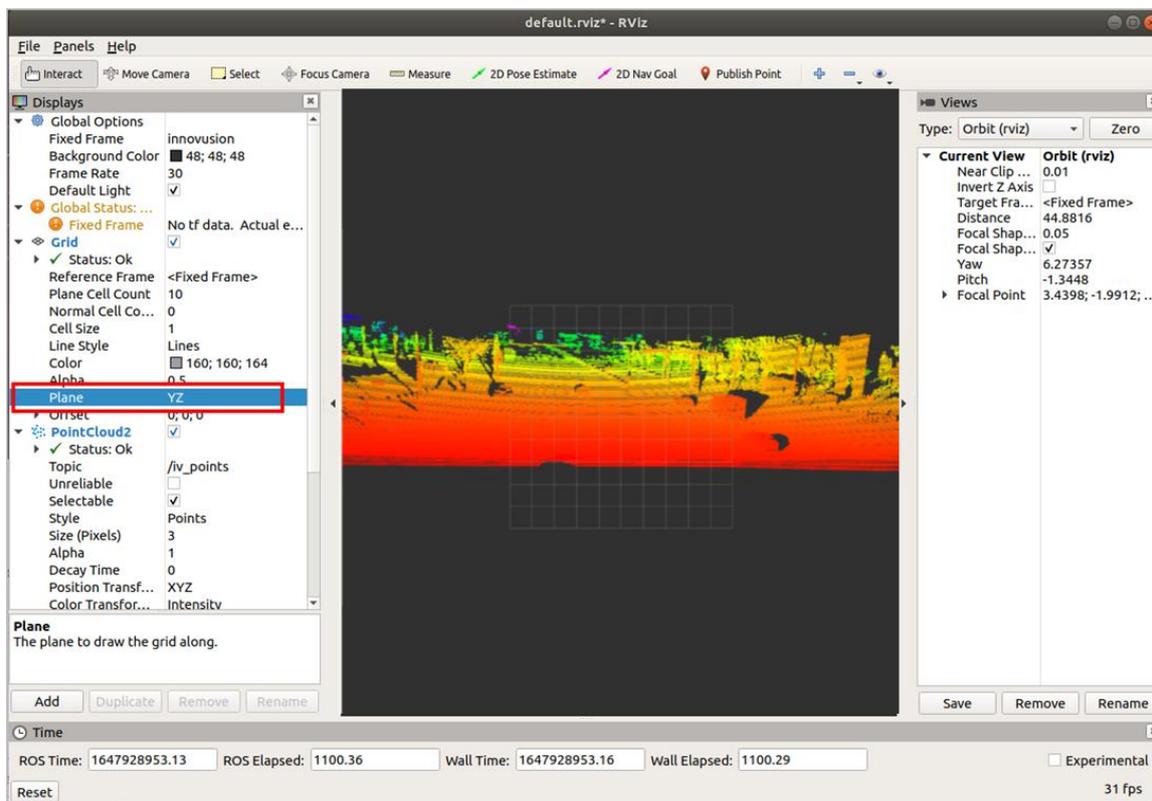
- 6) (可选) 用户可通过操作鼠标切换角度和距离查看实时雷达点云状态，并可根据需要查看更多信息。
  - 添加 **Axes** 可将坐标系显示在点云状态图上作为参考。
    - 选择 **【Add】 > 【By display type】 > 【Axes】**。
    - 点击 **OK**，添加 **Axes**。



- 勾选 **Grid** 可将网格显示在点云状态图上作为参考。rviz 开启时 **Grid** 默认开启。



- 修改 **Plane** 值可得到不同参考坐标下的点云状态图。**Plane** 值有 **XY**、**XZ**、**YZ** 三种可选。



7) 在终端按 **Space** 键，暂停回播点云数据文件。

## 4.2.5 关闭系统

当关闭系统时，应断开电源，系统即可断电。

## 4.3 ROS2 环境操作

本章节中的操作内容只针对 Ubuntu 20.04，ROS 版本为 foxy。

### 4.3.1 获取点云数据

#### 说明

- 启动 ROS 驱动前，请确保系统已开启。
- 系统关闭、打开或软件重启后，需重启 ROS 驱动。
- ROS2 环境的安装方法请参考 <http://wiki.ros.org/>。

- 1) 将电脑/上位机连接至雷达，保证网络处于接通状态，连接方法参考[线缆连接](#)。
- 2) 修改电脑 IP 地址，使电脑 IP 地址与雷达 IP 地址在同一个网段。

**说明**

- 雷达 IP 地址默认为：172.168.1.10。
- 建议使用 ping 指令确认上位机与雷达之间连接通畅，连接通畅时返回值如图所示。

```
demo@demo-OMEN-by-HP-Laptop-16-b0xxx:~$ ping 172.168.1.10
PING 172.168.1.10 (172.168.1.10) 56(84) bytes of data:
64 bytes from 172.168.1.10: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.100 ms
64 bytes from 172.168.1.10: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.155 ms
64 bytes from 172.168.1.10: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.159 ms
^C
--- 172.168.1.10 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2052ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.100/0.138/0.159/0.026 ms
demo@demo-OMEN-by-HP-Laptop-16-b0xxx:~$
```

- 3) 查看系统详情，获取对应驱动程序。复制驱动至系统根目录，执行 `dpkg -i` 命令安装驱动。

```
sudo dpkg -i <package.deb>
```

**说明**

步骤中 `package.deb` 为雷达的驱动名称，请按系统实际情况获取最新版本驱动。目前支持的系统版本请参考[表4](#)。

表4 系统版本支持情况

系统版本	CPU 类别	支持情况
Ubuntu 20.0.4	ARM	支持
	X86	支持
Ubuntu 22.0.4	ARM	支持
	X86	支持

- 4) 获取雷达点云数据。点云数据获取正确时返回值如图所示。

- 使用 TCP 端口时执行以下命令获取雷达点云数据。

- 方法一

```
source /opt/ros/foxy/setup.bash
ros2 launch innovusion ivu_pc2.py device_ip:=<device_ip> lidar_port:=<TCP_port>
```

- 方法二

```
source /opt/ros/foxy/setup.bash
ros2 run innovusion publisher --ros-args -p device_ip:=<device_ip> -p lidar_port:=<TCP_port>
```

- 使用 UDP 端口时执行以下命令获取雷达点云数据。

◦ 方法一

```
source /opt/ros/foxy/setup.bash
ros2 launch innovusion ivu_pc2.py device_ip:=<device_ip> udp_port:=<UDP_port>
```

◦ 方法二

```
source /opt/ros/foxy/setup.bash
ros2 run innovusion publisher --ros-args -p device_ip:=<device_ip> -p udp_port:=<UDP_port>
```

**说明**

device\_ip 默认为 172.168.1.10。TCP\_port 端口默认为 8010。

### 4.3.2 查看雷达点云状态

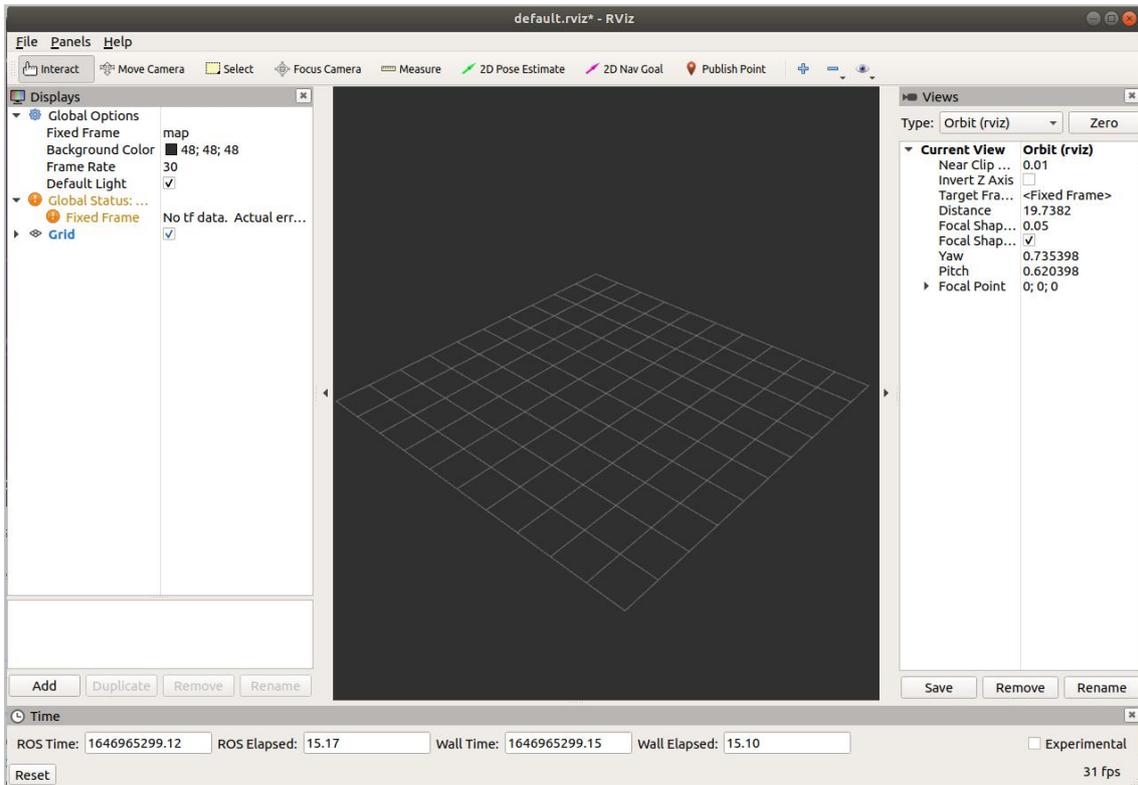
**说明**

查看雷达点云状态前请确认已正确获取点云数据。

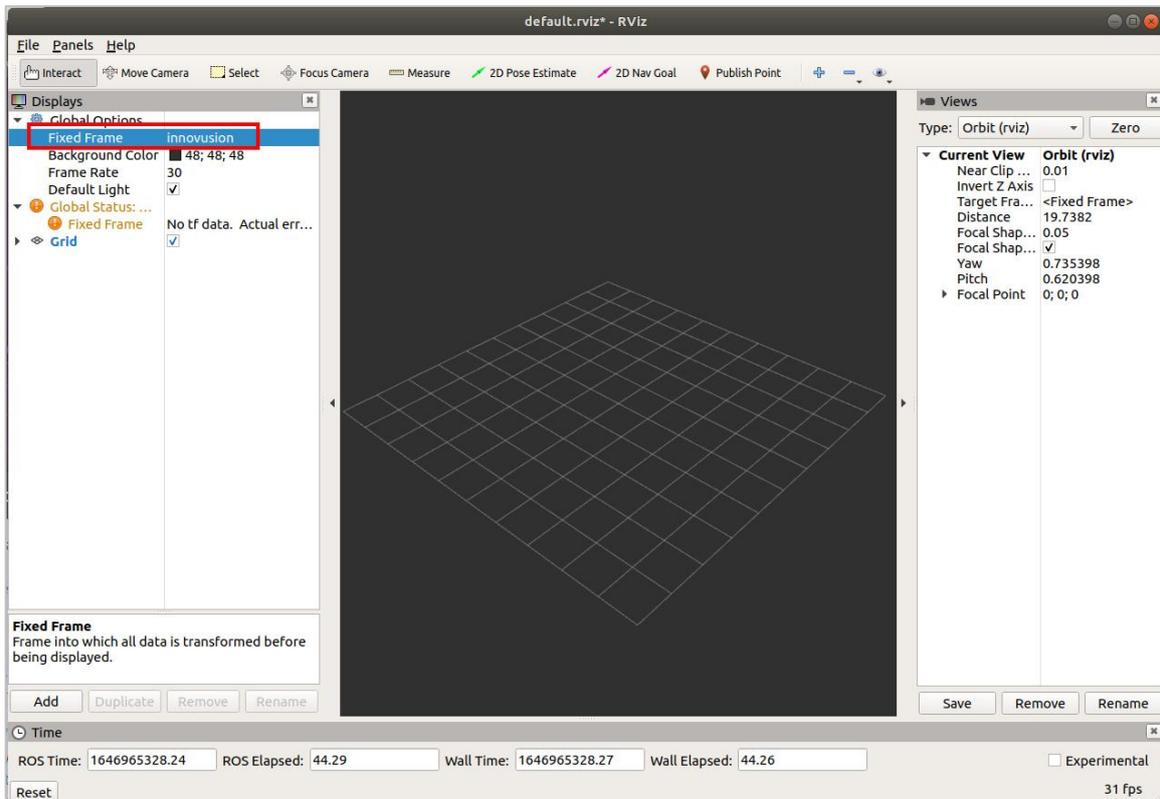
- 1) 执行 `rviz2` 命令启动 ROS 的图形化工具 `rviz`。开启后返回值如下图，`rviz` 客户端被打开。

```
ros2 run rviz2 rviz2
```

```
deno@sza0682:~$ ros2 run rviz2 rviz2
[INFO] [1691389803.621535541] [rviz2]: Stereo is NOT SUPPORTED
[INFO] [1691389803.621596887] [rviz2]: OpenGL version: 4.6 (GLSL 4.6)
[INFO] [1691389803.637049672] [rviz2]: Stereo is NOT SUPPORTED
□
```

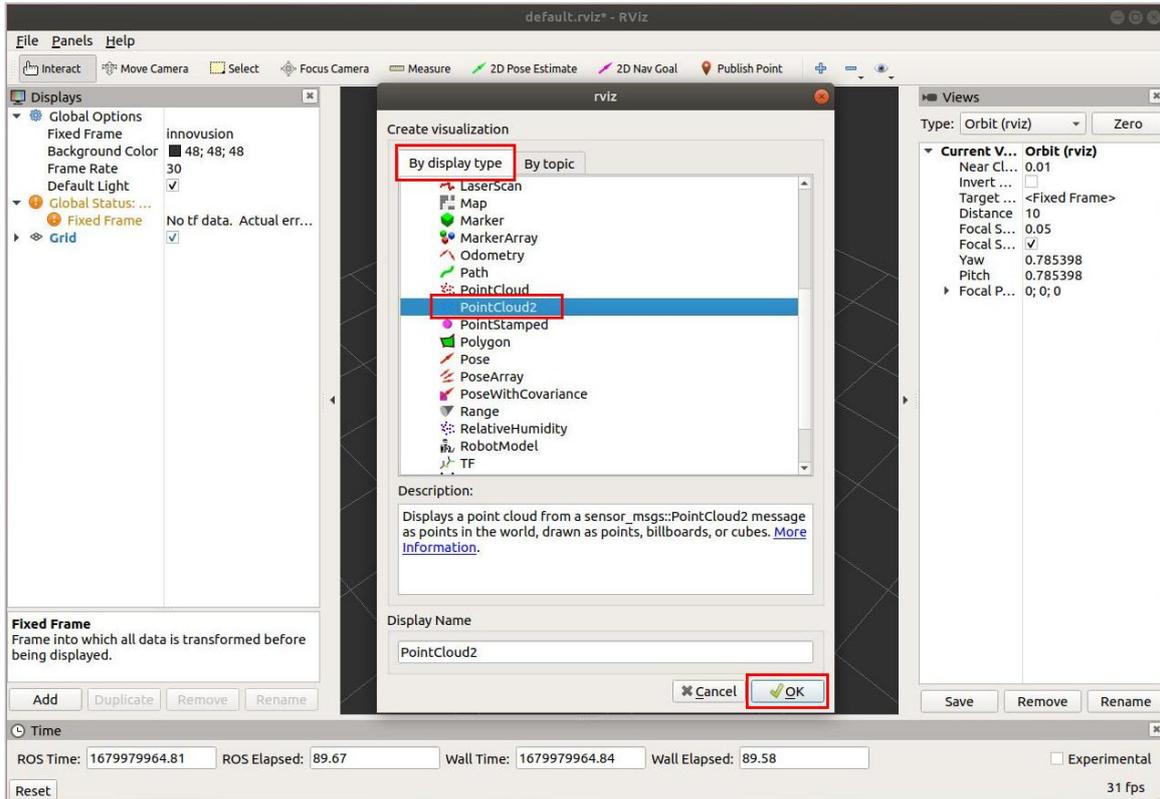


2) 选择【Global Options】>【Fixed Frames】,修改值为 innovusion。

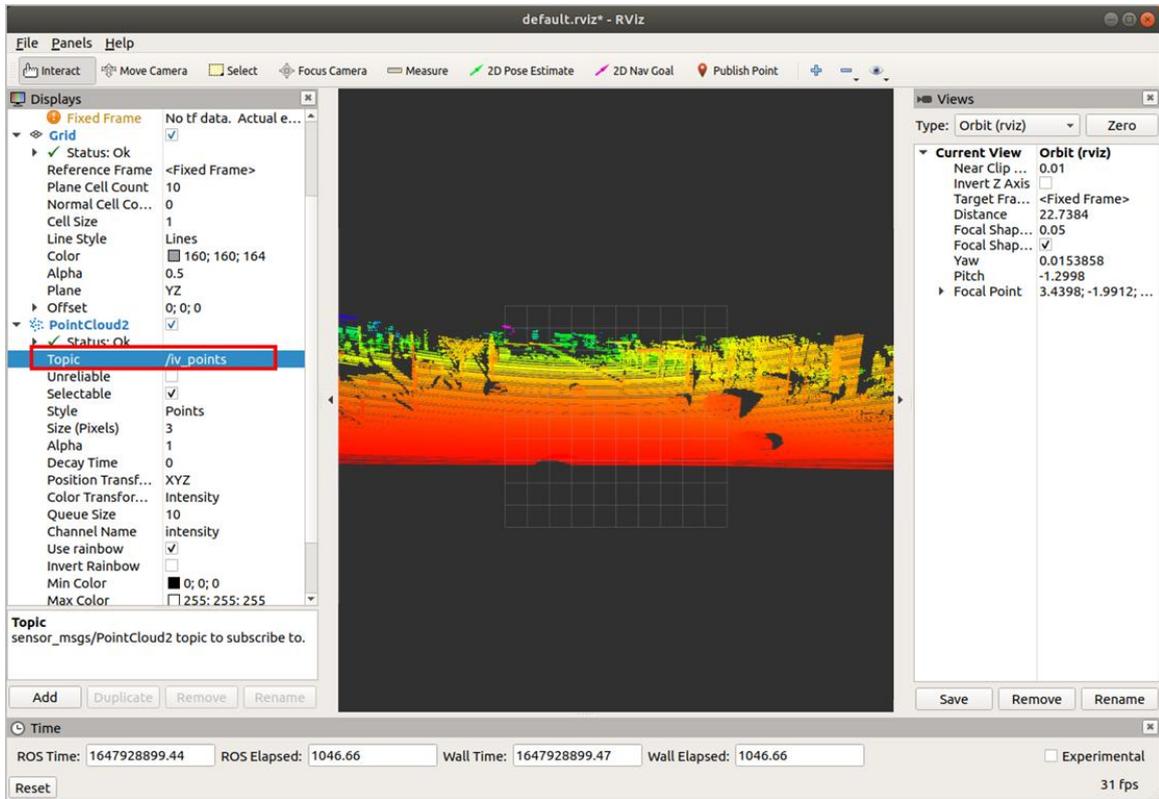


## 3) 添加并调整 PointCloud2。

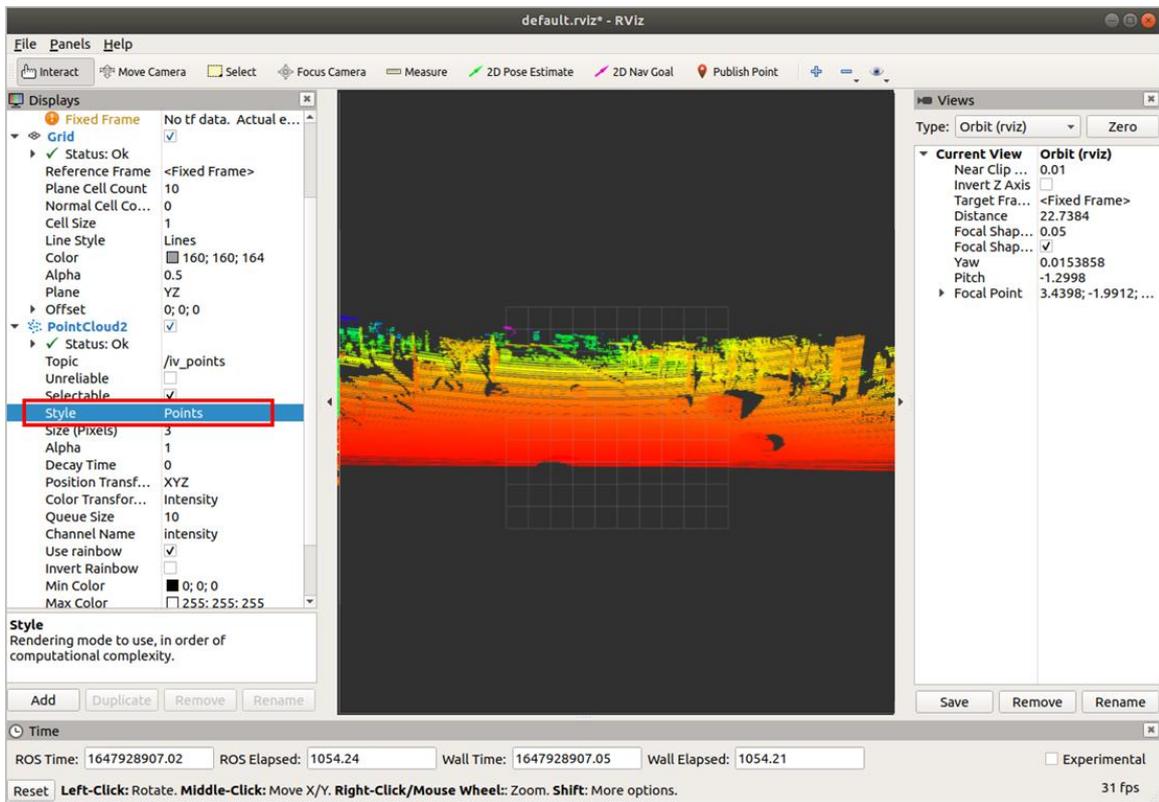
- 将 **PointCloud2** 添加至 **【Displays】** 栏。
  - 点击 **Add**。
  - 选择 **【By display topic】 > 【PointCloud2】**。
  - 点击 **OK**。



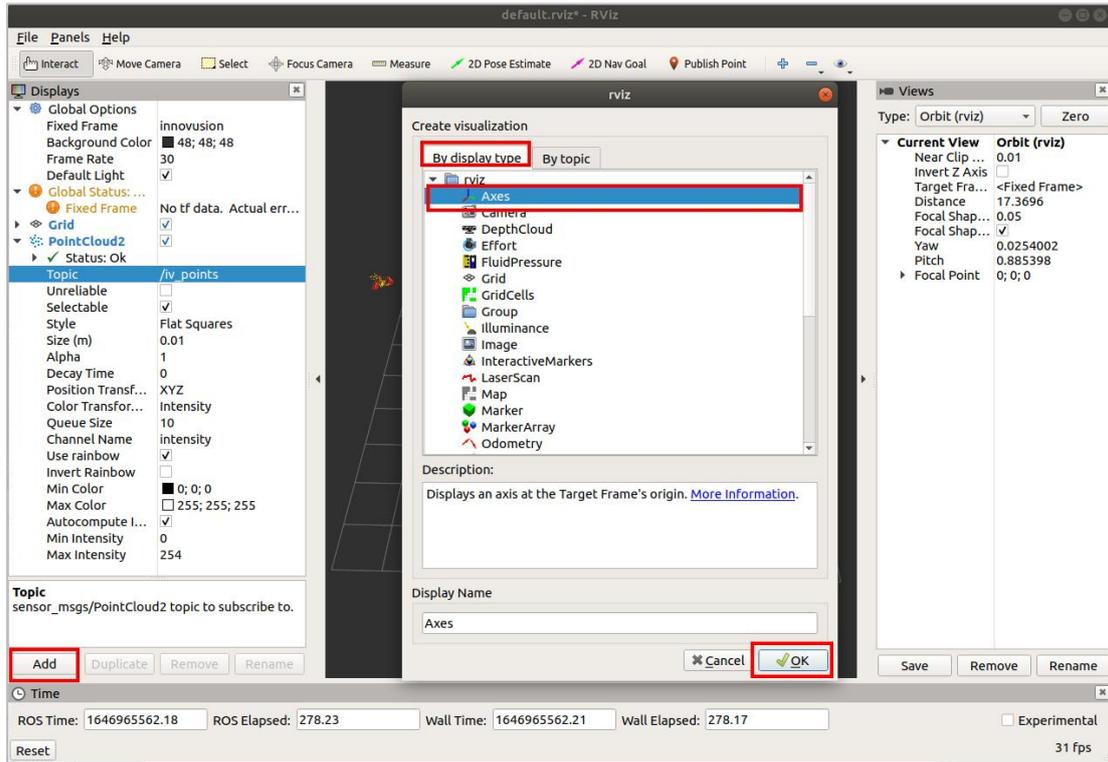
- 选择 **【PointCloud2】 > 【Topic】**，修改 **Topic** 值为 `/iv_points`。



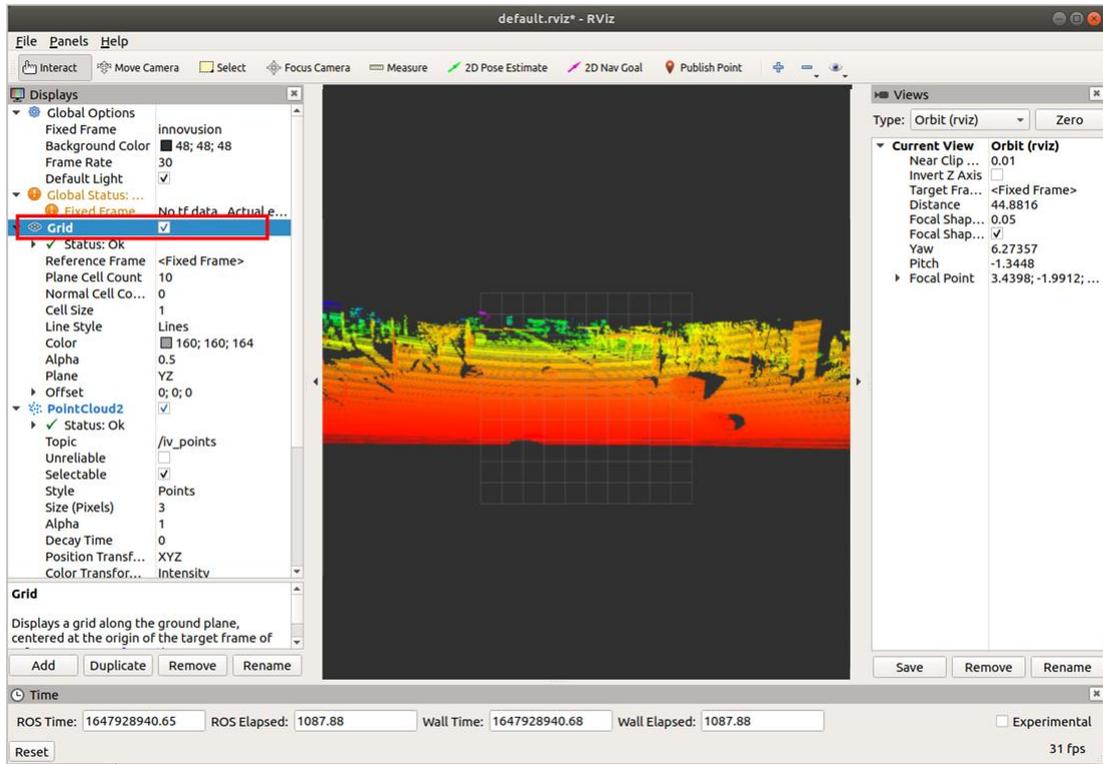
- 选择【PointCloud2】>【Style】,修改 Style 值为 Points。



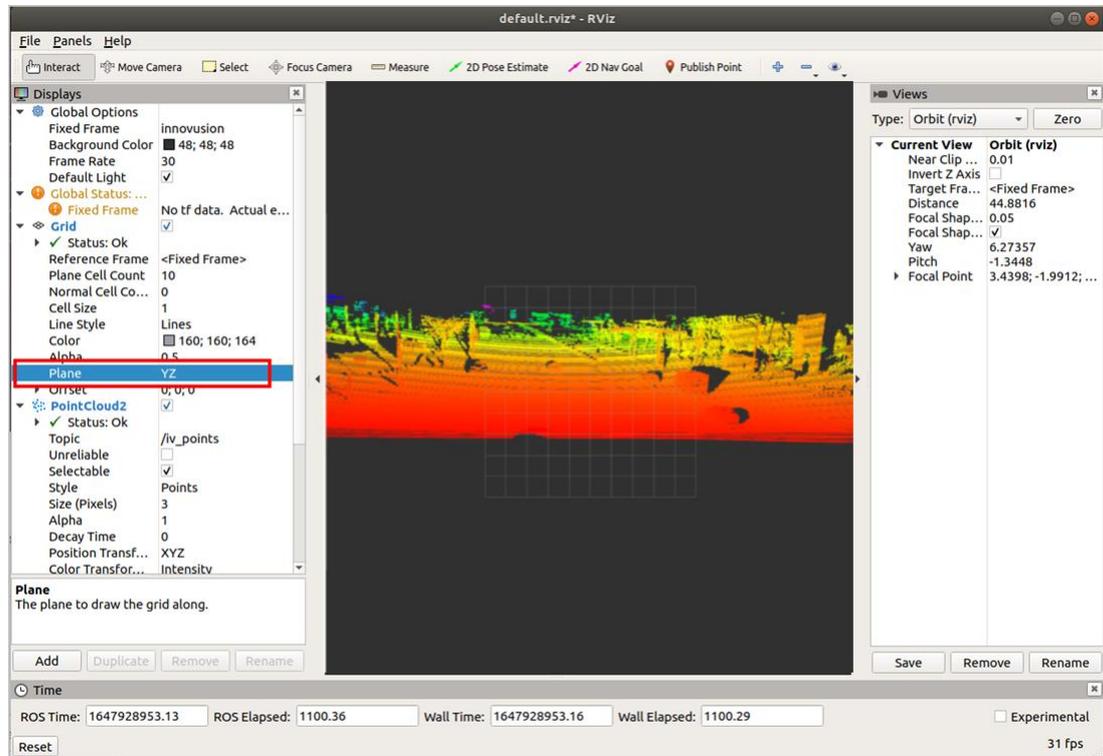
- 4) (可选) 用户可通过操作鼠标切换角度和距离查看实时雷达点云状态，并可根据需要查看更多信息。
- 添加 **Axes** 可将坐标系显示在点云状态图上作为参考。
  - 选择 **[Add] > [By display type] > [Axes]**。
  - 点击 **OK**，添加 **Axes**。
  - 勾选 **Axes** 可将坐标系显示在点云状态图上作为参考。



- 勾选 **Grid** 可将网格显示在点云状态图上作为参考。rviz 开启时 **Grid** 默认开启。



- 修改 **Plane** 值可得到不同参考坐标下的点云状态图。**Plane** 值有 **XY**、**XZ**、**YZ** 三种可选。



### 4.3.3 回播雷达点云数据

用户可通过 ROS2 回播.pcap 格式的雷达点云数据文件。

#### 说明

回播雷达点云数据前请确认已获得录制好的点云数据文件。

- 1) 执行 `rviz2` 命令启动 ROS 的图形化工具 `rviz`。开启后返回值如下图，`rviz` 客户端被打开。

```
ros2 run rviz2 rviz2

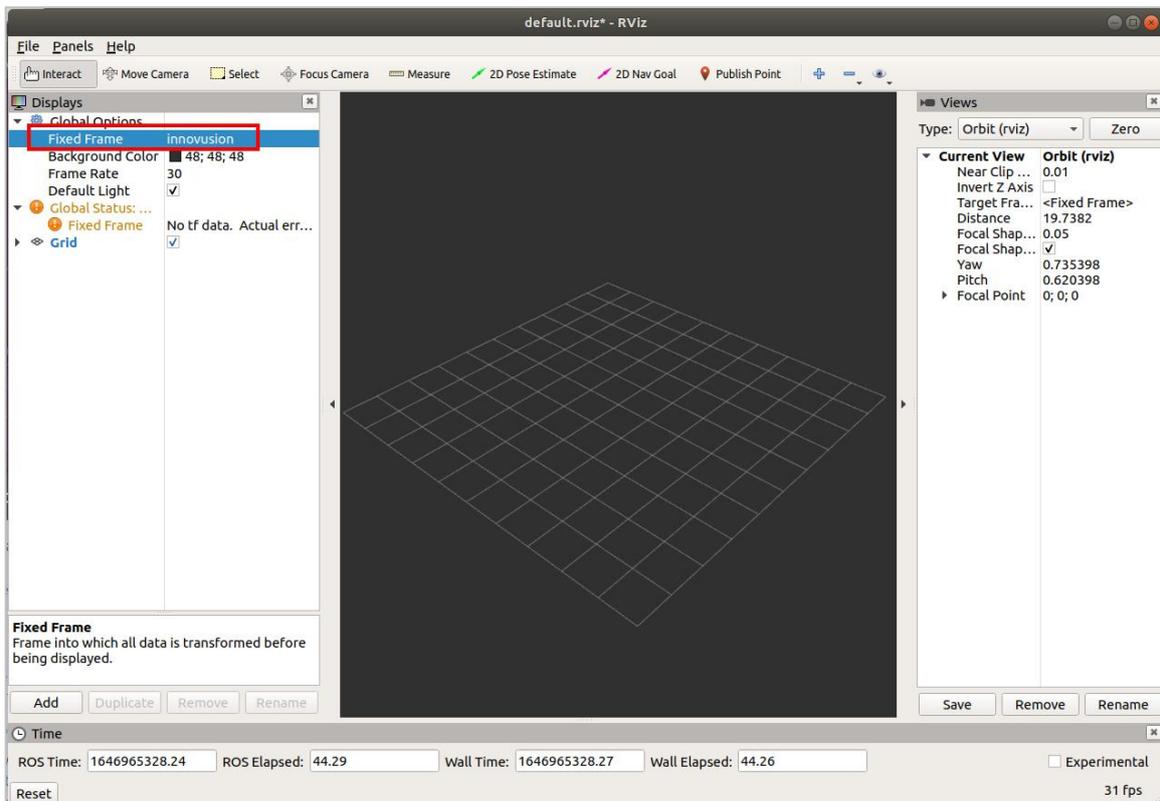
demo@sza0682:~$ ros2 run rviz2 rviz2
[INFO] [1691389803.621535541] [rviz2]: Stereo is NOT SUPPORTED
[INFO] [1691389803.621596887] [rviz2]: OpenGL version: 4.6 (GLSL 4.6)
[INFO] [1691389803.637049672] [rviz2]: Stereo is NOT SUPPORTED
□
```

- 2) 执行以下指令，在 `rviz` 中回播雷达点云数据。

```
ros2 run innovusion publisher --ros-args -p device_ip:=<data_ip> -p pcap_file:=<pcap_file> -p
udp_port:=<data_port> [-p packet_rate:=<playback_rate>] | [-p file_rewind=<file_rewind>]
```

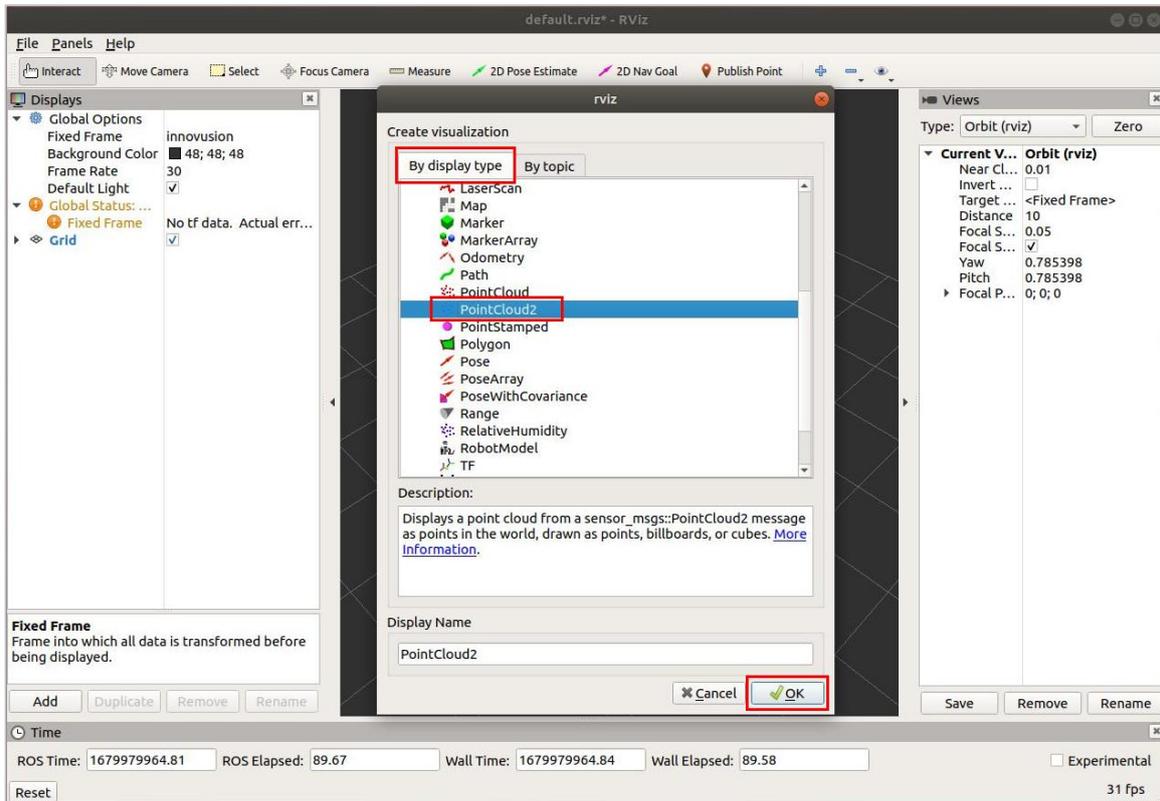
#### 【参数说明】

- `device_ip`: 回播数据中雷达的 IP。
  - `pcap_file`: 回播文件名称。
  - `udp_port`: 回播数据中雷达的 UDP 端口。
  - `packet_rate`(可选): 回播文件的播放速度。默认值为 20。
    - `play_rate=0` 时，播放速度尽可能快。
    - `play_rate≤100` 时，播放速度的单位为 `mb/s`。例如：当 `play_rate=50`，播放速度为 50 `mb/s`。
    - `play_rate>100` 时，播放速度为 `play_rate/10000.0`。例如：当 `play_rate=15000`，播放速度为 1.5 倍。
  - `file_rewind`(可选): 回播次数。
    - 取值为 0 时，不重复播放。
    - 取值为 -1 时，文件将无限重复，直到手动停止程序。
- 3) 选择 **【Global Options】** > **【Fixed Frames】** ,修改值为 `innovusion`。

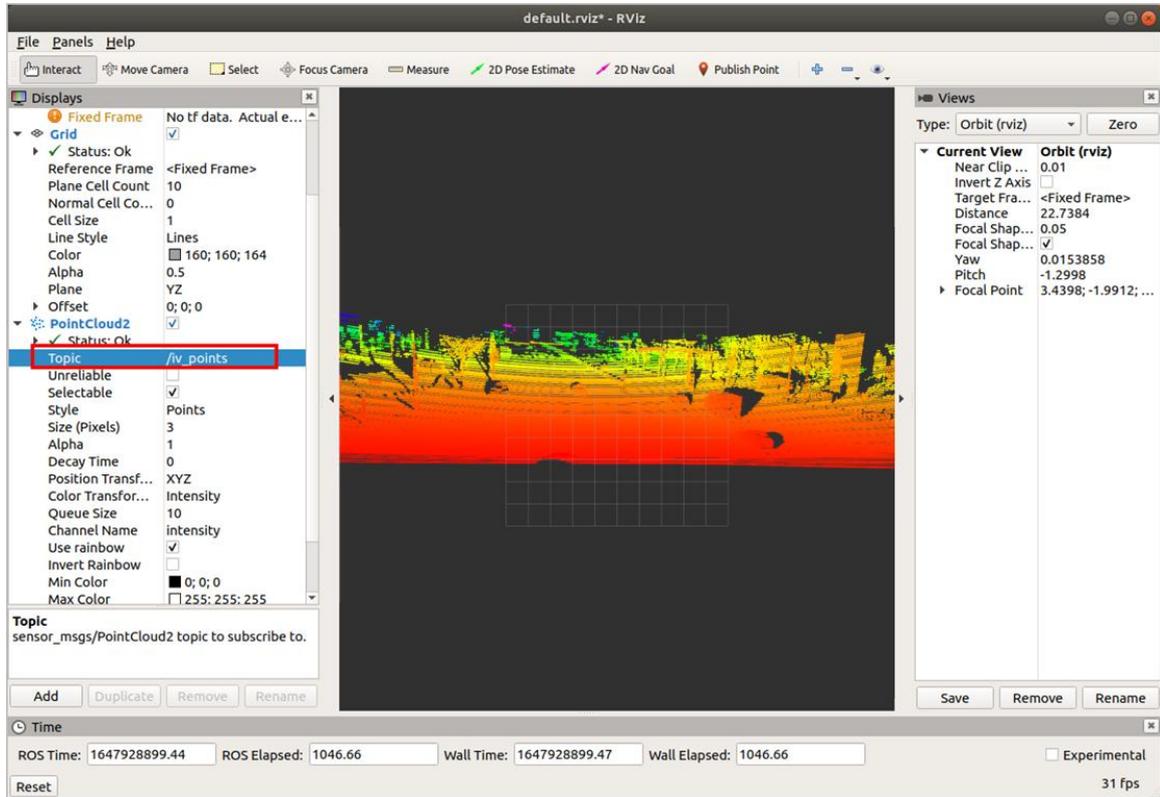


#### 4) 调整 PointCloud2 中参数。

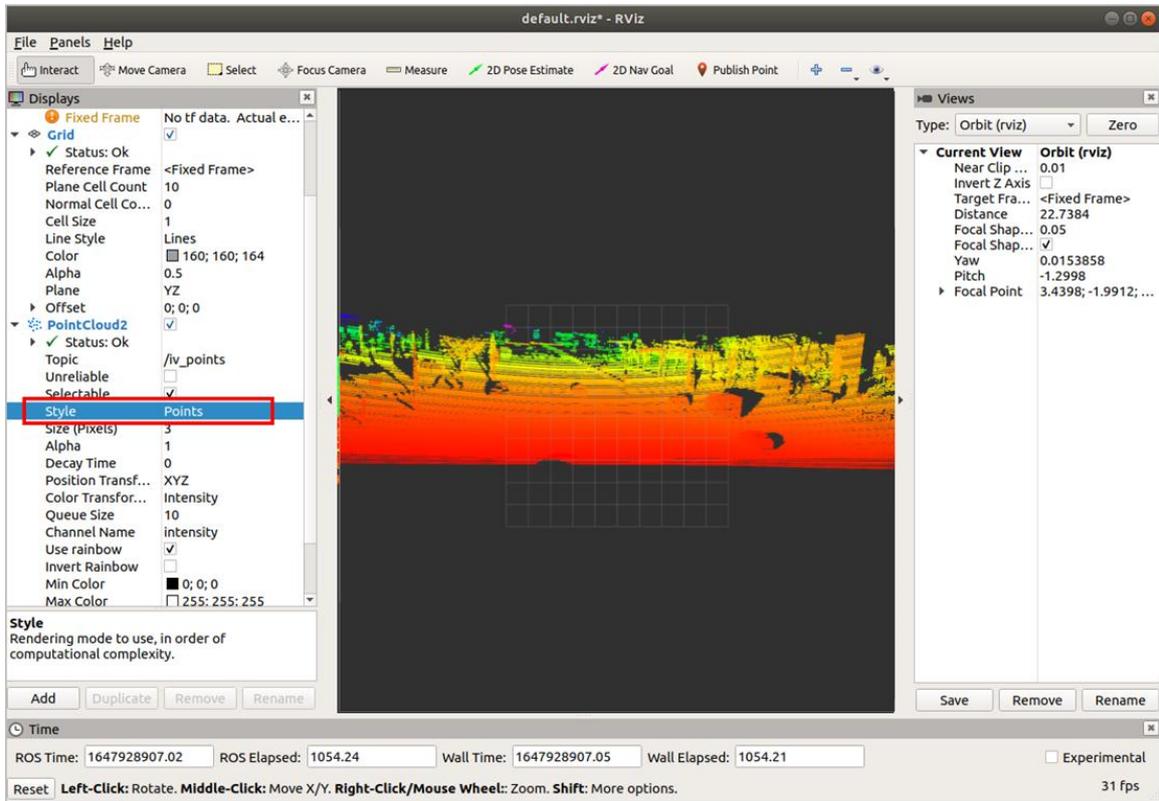
- 将 **PointCloud2** 添加至 **Display** 栏。
  - 选择 **【Add】 > 【By display type】 > 【PointCloud2】**。
  - 点击 **OK**。



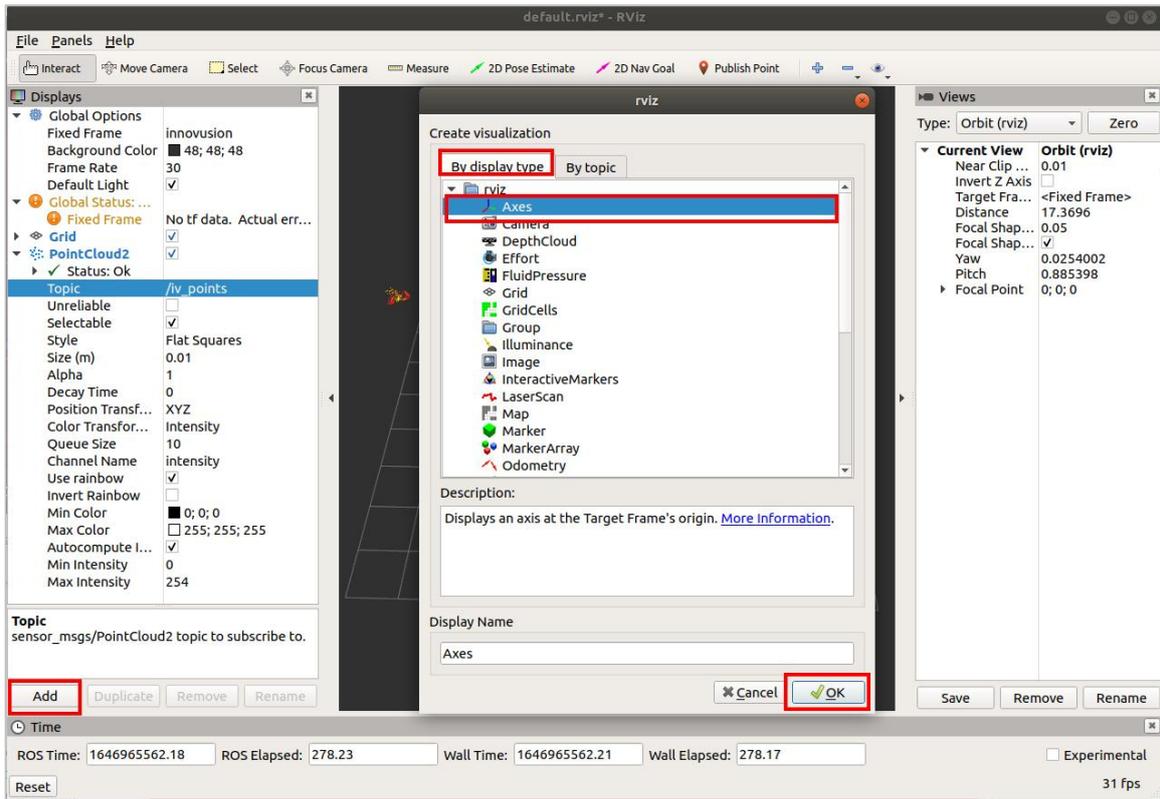
- 选择【PointCloud2】>【Topic】，修改 Topic 值为/iv\_points。



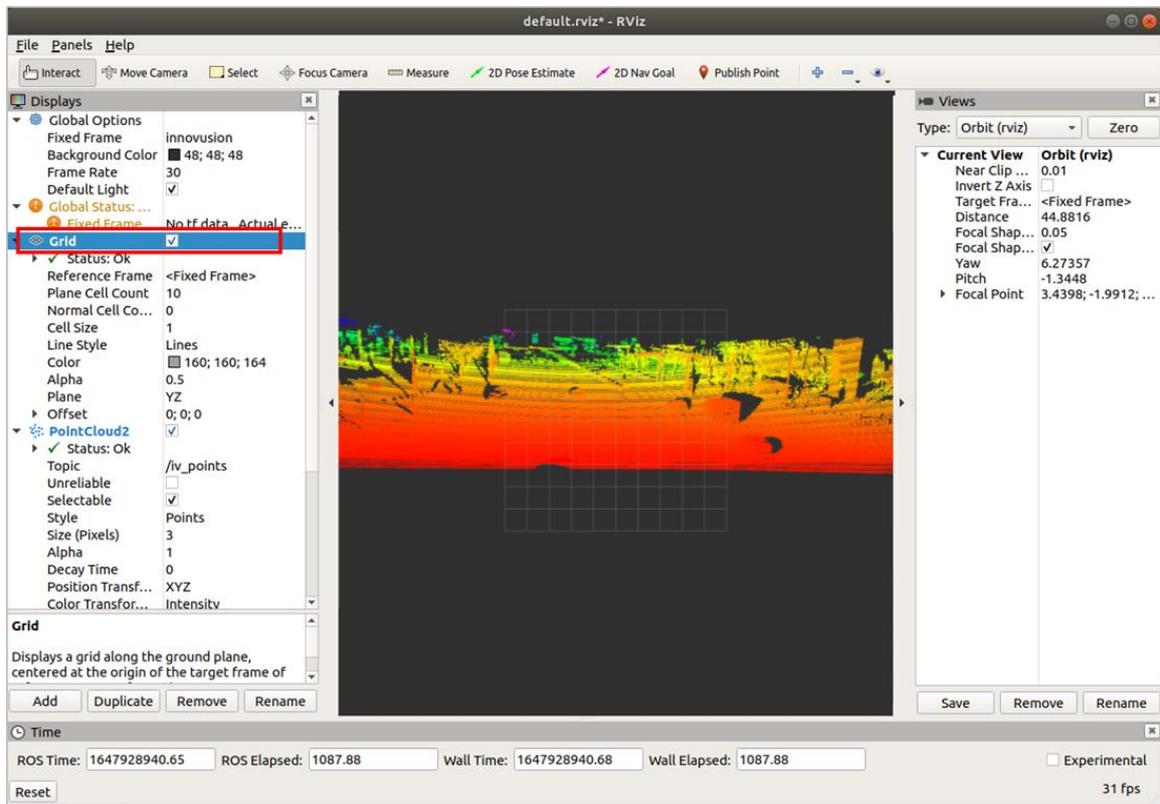
- 选择 **【PointCloud2】 > 【Style】**，修改 Style 值为 **Points**。



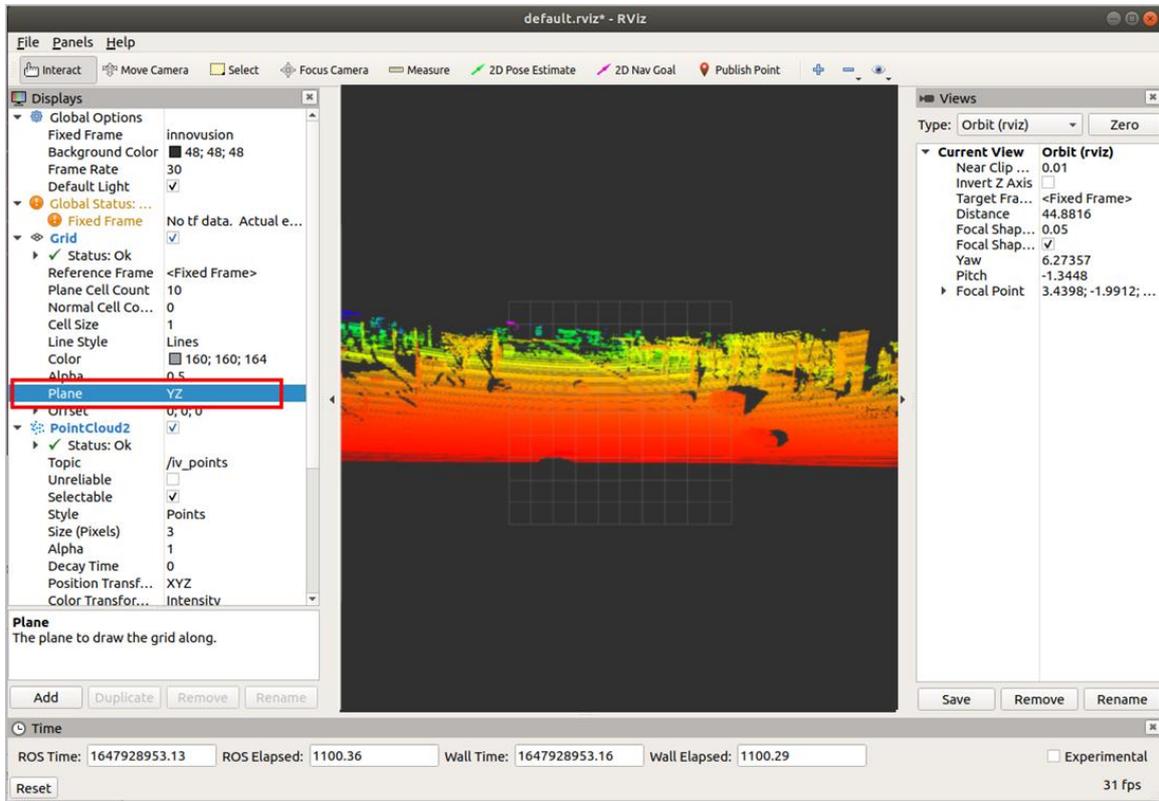
- (可选) 用户可通过操作鼠标切换角度和距离查看实时雷达点云状态，并可根据需要查看更多信息。
  - 添加 **Axes** 可将坐标系显示在点云状态图上作为参考。
    - 选择 **【Add】 > 【By display type】 > 【Axes】**。
    - 点击 **OK**，添加 **Axes**。



- 勾选 **Grid** 可将网格显示在点云状态图上作为参考。rviz 开启时 **Grid** 默认开启。



- 修改 **Plane** 值可得到不同参考坐标下的点云状态图。**Plane** 值有 **XY**、**XZ**、**YZ** 三种可选。



- 6) 在终端按 **Space** 键，暂停回播点云数据文件。

#### 4.3.4 关闭系统

当关闭系统时，应断开电源，系统即可断电。

## 5 时间同步

激光雷达作为一种测量仪器，输出的点云信息或结构化数据均带有关联的时间戳信息，在网络节点中，为了便于设备调测、多传感器融合、运营维护等需求，也需要进行时间信息的管理。时间同步成为激光雷达使用过程中必不可少的一个需求，主流的时间同步方式有 GPS、NTP、PTP、gPTP，当前 Falcon 支持 PTP、gPTP 和 NTP 授时方式。

### 说明

如用户需使用 NTP 授时，具体操作方法请联系图达通工作人员获取。

### 5.1 PTP 授时

PTP 是一种高精度时间同步协议,授时分为 Hardware 硬件时间戳同步（同步精度为 Sub microsecond）与 Software 软件时间戳同步（同步精度 Tens of microseconds）。

同步方式		同步原理	同步精度
PTP	Hardware	硬件时间戳同步	Sub microsecond
	Software	软件时间戳同步	Tens of microseconds

### 说明

对 Falcon 进行授时需满足以下条件。

- Falcon 和 MEC 之间网络互通。
- MEC 已获取 innovusion\_lidar\_util 文件。关于 innovusion\_lidar\_util 的获取和用法，请参考 innovusion\_lidar\_util 相关手册。

### 5.2 gPTP 授时

使用 gPTP 授时模式时，需要确认作为授时的服务器至雷达中的所有节点设备都支持 PTP 授时。

### 说明

对 Falcon 进行授时需满足以下条件。

- Falcon 和 MEC 之间网络互通。
- MEC 已获取 innovusion\_lidar\_util 文件。关于 innovusion\_lidar\_util 的获取和用法，请参考 innovusion\_lidar\_util 相关手册。

## 6 SDK相关工具

表5 SDK 相关工具介绍

序号	软件	说明
1	get_pcd	该可执行文件允许用户记录数据文件并在不同格式之间转换数据。它对自动数据收集非常有用
2	Innovusion_lidar_util	您可以使用命令来获取激光雷达的状态并检查固件日志。
4	cURL commands	cURL 命令提供了调整 ROI 位置、下载系统日志和启动/停止点云服务器 (PCS)的便捷方法。

## 7 数据传输方式

设备支持 TCP 或 UDP 协议获取雷达的点云数据。本章阐述在两种协议下 server 端和 client 端之间如何进行数据传输，以及在两种协议下如何获取雷达信息。

### 说明

本章示例中的 SDK 文件均为 2.12.0 版本。

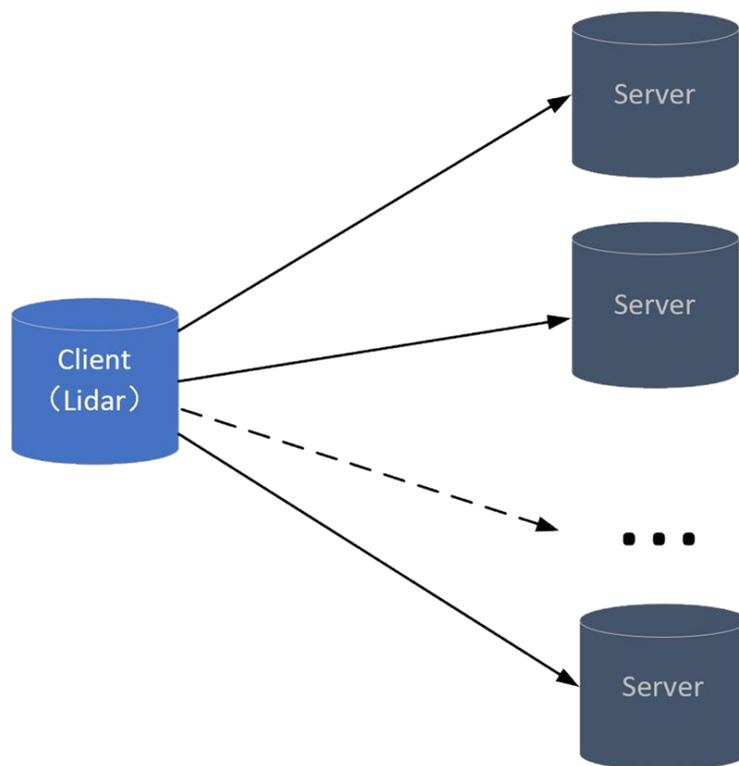
### 7.1 TCP 协议下的数据传输

TCP 为面向连接的单播传输协议。在 TCP 协议下，雷达作为 server 端，客户作为 client 端。Client 端可发起连接请求，向 server 端请求数据。建立可靠连接后，server 端将主动向 client 端发送数据。



### 7.2 UDP 协议下的数据传输

在 UDP 协议下，雷达作为 client 端，客户作为 server 端。Client 端主动向一个或多个 server 端发送数据。由于 UDP 在传输大数据时容易出现丢包情况，所以在使用 UDP 传输时建议只传输数据量较小的数据信息，其连接关系如下图所示。



## 附件 A 上位机配置参考

下表为上位机的配置参考，用户可根据此表选择合适的上位机。

### 说明

- 此表推荐的上位机配置仅满足查看点云数据需求，若有其他需求，请咨询图达通工作人员。
- 此表仅为上位机最低配置参考，用户可在满足此表需求的基础上提高上位机配置。

表6 上位机配置参考

属性	配置
CPU	双核 CPU 英特尔 i-7 7 <sup>th</sup> 代或同等性能及以上的其他类型处理器
RAM	1 GB
空余硬盘空间	≥ 1000 MB
网络接口连接器类型	RJ-45 接口
网络接口传输速率	1000Mbps, 半双工/全双工

## 附件 B 升级雷达

- 1) 获取 格式的升级包，并将存有升级包的电脑/上位机连接至雷达，保证网络处于接通状态。

### 说明

若有需求，请联系图达通工作人员获取 格式升级包。升级包同时包括固件升级和软件升级。

- 2) 修改 IP 地址，使电脑 IP 地址与雷达 IP 地址在同一个网段。
- 3) 打开 Chrome 浏览器，在地址栏中输入雷达 IP。

### 说明

- 雷达 IP 地址默认为：172.168.1.10。
- 建议使用 ping 指令确认上位机与雷达之间连接通畅，连接通畅时返回值如图所示。

```
demo@demo-OMEN-by-HP-Laptop-16-b0xxx:~$ ping 172.168.1.10
PING 172.168.1.10 (172.168.1.10) 56(84) bytes of data:
64 bytes from 172.168.1.10: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.100 ms
64 bytes from 172.168.1.10: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.155 ms
64 bytes from 172.168.1.10: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.159 ms
^C
--- 172.168.1.10 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2052ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.100/0.138/0.159/0.026 ms
demo@demo-OMEN-by-HP-Laptop-16-b0xxx:~$
```

- 4) 点击 **Recovery/Update File**。



- 5) 点击 **Choose File**，弹出【打开】窗口，选择所需升级包。



- 6) 点击 **Start Recovery/Update**，开始升级。
- 7) 升级完成后断电并重启系统。
- 8) （可选）在【System info】页面可查看版本信息。

## 附件 C 命令行格式说明

3. 格式	4. 意义
5. <>	6. 表示用“<>”括起来的部分在命令配置时是必须由实际值进行替代的
7. []	8. 表示用“[]”括起来的部分在命令配置时是可选的
9. [x   y   ...]	10. 表示从多个选项中仅选取一个
11. //	12. 由“//”号开始的行表示为注释行

## 附件 D 缩略语和术语

表7 缩略语

缩略语	全称
AC	Alternating Current, 交流电
DC	Direct Current, 直流电
ETH	Ethernet, 以太网
FAQ	Frequently Asked Questions, 常见问题解答
FOV	Field of View, 视场角
GEN	Generation, 代
GND	Ground, 电线接地端
GPS	Global Positioning System, 全球定位系统
H × W × D	Height × Width × Depth, 高×宽×深
IP	Internet Protocol, 互联网协议
LiDAR	Light Detection and Ranging, 激光雷达
MAC	Media Access Control, 媒体存取控制
MEC	Multi-Access Edge Computing, 多接入边缘计算
NTP	Network Time Protocol, 网络时间协议
PPS	Pulse Per Second, 脉冲数/秒
PTP	Precision Time Protocol, 精确时间协议
PWR	Power, 电源
ROI	Region of Interest, 感兴趣区域

ROS	Robot Operating System, 机器人操作系统
SDK	Software Development Kit, 软件开发工具包
SN	Serial Number, 序列号
SW	Software, 软件
TCP	Transmission Control Protocol, 传输控制协议
TOF	Time of Flight, 飞行时间测量法
UDP	User Datagram Protocol, 用户数据报协议

表8 专业术语

术语	定义
1 类激光产品	在相应波长和发射持续时间内, 人员接触激光辐射不允许超过 1 类可达发射极限的激光产品。
NTP	NTP 是一种用来使计算机时间同步化协议, 广泛用于将计算机同步到 Internet 时间服务器, 例如无线电或卫星接收器或电话调制解调器服务。
PTP	PTP 是一种高精度时间同步协议, 其本身用于设备之间的高精度时间同步, 但也可被借用于设备之间的频率同步。
安装人员	安装人员是指他们在相关领域受过专业培训和具有丰富的经验, 并充分了解机器上保护装置的应用和能够评估其工作安全状态。
调试人员	调试人员是指他们在相关领域受过专业培训和具有丰富的经验并充分了解机器上保护装置的应用和能够评估其工作安全状态。
飞行时间测量法	飞行时间测量法通过确定测量发射信号与接收信号的飞行时间间隔来实现距离测量, 公式可见 <a href="#">工作原理</a> 章节。
激光产品	用于构成或准备用于构成一个激光器或一个激光系统的任何产品或部件的组合。作为一个部件而出售给其他制造商者的电子产品元件不属于激光产品。
激光器	主要通过受控激光发射过程而产生或放大波长在 180 纳米~1 毫米范围的电磁辐射装置。
激光设备	激光产品的组合或包含激光器的激光产品。

上位机	可以直接发出操控命令的计算机。上位机发出的命令首先给下位机，下位机再根据此命令控制设备。下位机不时读取设备状态数据，转换成数字信号反馈给上位机。
配置人员	配置人员应掌握相关领域的专业知识和经验，具备充分经验，能够评估机器在使用防护设备后是否处于安全运转状态。
人眼安全	尽管产品设计符合 Class 1 人眼安全标准，为了最大程度地保护自身安全，勿使用放大设备（如显微镜、放大镜）直视传输中的激光。
维护人员	合格的维护人员是指他们在相关领域受过专业培训和具有丰富的经验，充分了解机器上保护装置的应用，并在机器操作方面接受过机器操作主管的指导。
车载以太网	车载以太网是一种连接车内电子单元的新型局域网技术。

修订记录

版本号	修订内容	修订时间
V2.1.0	资源中心版本	2024/03/26

UM-CN-I-V2.1.0-20240326