



# V2X 车路协同 移动路侧终端 使用说明书 V1.0



# 第一章 序言

随着智能交通系统（ITS）的不断演进，车辆与外界的通信技术（Vehicle-to-Everything，简称 V2X）正逐渐成为推动智能交通系统发展的关键力量。V2X 技术涵盖了车辆与车辆（V2V）、车辆与基础设施（V2I）、车辆与行人（V2P）以及车辆与网络（V2N）等多种通信方式，它不仅能够提高道路安全性，还能提升交通效率，减少拥堵，并为自动驾驶技术的发展提供支持。

随着 5G 网络的普及和物联网技术的进步，V2X 技术的应用前景愈发广阔。它能够实现车辆之间的实时信息交换，比如位置、速度和行驶方向，从而预警潜在的碰撞风险，减少交通事故的发生。同时，V2X 技术还能与交通信号灯等基础设施进行通信，优化交通流，减少等待时间，提高道路使用效率。

本说明书主要介绍 V2X 移动路侧终端的基础操作与功能使用方法。内容涵盖硬件、软件配置、功能演示。文档采用图文结合的方式，建议配合 V2X 移动路侧终端台架进行实操，帮助用户直观理解车路协同系统的运行流程。



## 目录

第一章 序言 .....	2
第二章 产品介绍 .....	4
第三章 车路协同路侧终端 .....	5
3.1. 基础操作 .....	5
3.1.1. SSH 登录设备 .....	5
3.1.2. 设备文件查看/修改 .....	6
3.2. RSU 介绍 .....	7
3.3. RSU 调测 .....	8
3.3.1. RSU 程序操作 .....	9
3.3.2. 检查 GNSS 的状态 .....	10
3.3.3. 检查 V2X 模组 .....	11
3.3.4. 配置文件查看/修改 .....	11
3.3.5. RSU 端消息查看 .....	13
第四章 路侧终端软件 .....	15
4.1. 工作原理 .....	15
4.2. 装调 .....	16
4.3. V2X 通讯验证 .....	错误！未定义书签。



## 第二章 产品介绍

EXB 风向标



## 第三章 车路协同路侧终端

### 3.1. 基础操作

#### 3.1.1. SSH 登录设备

##### ① SSH 的使用意义

当我们在进行台架的调试时，需要在 RSU/ObU 等设备上运行命令行，这些设备是没有显示屏，也不能在上面接入鼠标和键盘进行操作。因此，我们需要通过远程的方式来实现对 RSU/ObU 等设备的控制。通常我们使用 SSH 登录的方式来进行远程是比较可靠的、SSH 专为远程登录会话和其他网络服务提供安全性的协议。

##### ② SSH 的安装与启用

安装 ssh 服务：`sudo apt-get install openssh*`，我们的台架上的设备已经安装好了 SSH，用户无需重新安装。

##### ③ SSH 的使用

输入远程登录命令：`ssh root@192.168.135.11`，这里的 root 是设备的账号（每个设备账号不同），后面的 IP 是设备的 IP 的地址，在登录 SSH 登录时，我们可能会遇到如下图中显示的问题，这是由于当前登录的主控与之前所远程登录使用的主控不同导致的，只需要复制终端所提示的 `ssh-keygen` 这一行内容运行后重新进行登录即可。

```
passoni@passoni:~$ ssh -Y wheeltec@192.168.0.100
@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@
@    WARNING: REMOTE HOST IDENTIFICATION HAS CHANGED!    @
@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@
IT IS POSSIBLE THAT SOMEONE IS DOING SOMETHING NASTY!
Someone could be eavesdropping on you right now (man-in-the-middle attack)!
It is also possible that a host key has just been changed.
The fingerprint for the ECDSA key sent by the remote host is
SHA256:D4DzjZWH58/gI9ZMhX1nVZxAJy2UX3X1zhuK9qoVEJQ.
Please contact your system administrator.
Add correct host key in /home/passoni/.ssh/known_hosts to get rid of this messag
e.
Offending ECDSA key in /home/passoni/.ssh/known_hosts:7
remove with:
ssh-keygen -f "/home/passoni/.ssh/known_hosts" -R "192.168.0.100"
ECDSA host key for 192.168.0.100 has changed and you have requested strict check
ing.
Host key verification failed.
passoni@passoni:~$ ssh-keygen -f "/home/passoni/.ssh/known_hosts" -R "192.168.
0.100"
# Host 192.168.0.100 found: line 7
/home/passoni/.ssh/known_hosts updated.
Original contents retained as /home/passoni/.ssh/known_hosts.old
passoni@passoni:~$ ssh -Y wheeltec@192.168.0.100
The authenticity of host '192.168.0.100 (192.168.0.100)' can't be established.
ECDSA key fingerprint is SHA256:D4DzjZWH58/gI9ZMhX1nVZxAJy2UX3X1zhuK9qoVEJQ.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no)? yes
Warning: Permanently added '192.168.0.100' (ECDSA) to the list of known hosts.
wheeltec@192.168.0.100's password:
Welcome to Ubuntu 18.04.5 LTS (GNU/Linux 4.9.140-tegra aarch64)
```



#### ④ SSH 无法登录的问题

如果无法进行远程登录的话，有几种可能性：用户名/密码错误、网络配置错误或者网络未连接导致。

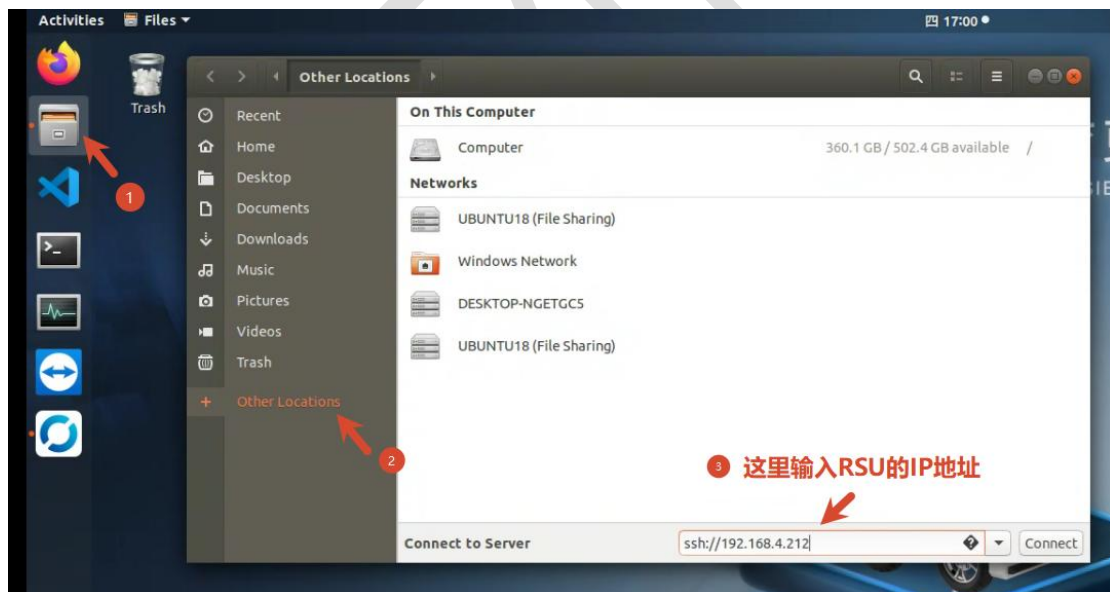
### 3.1.2. 设备文件查看/修改

#### ① 使用图形化方式查看文件意义

当我们在进行台架的调试时，因查看 map.json、rsi.json 文件时使用命令行的方式查看不方便且不适合初学者来学习，因此我们可以使用 Linux 系统自带的图形化文件管理器来查看或者修改文件。

#### ② 文件查看/修改方式

在系统中打开文件管理器，点击“Other Locations”，在“Connect to Server”中输入“ssh://192.168.4.212”（其中 192.168.4.212 是 RSU 设备的 IP 地址），最后点击“Connect”进行连接，如下图所示：



第一次连接可能会出现这个界面，输入“nvidia”密码后点击“Unlock”即可。

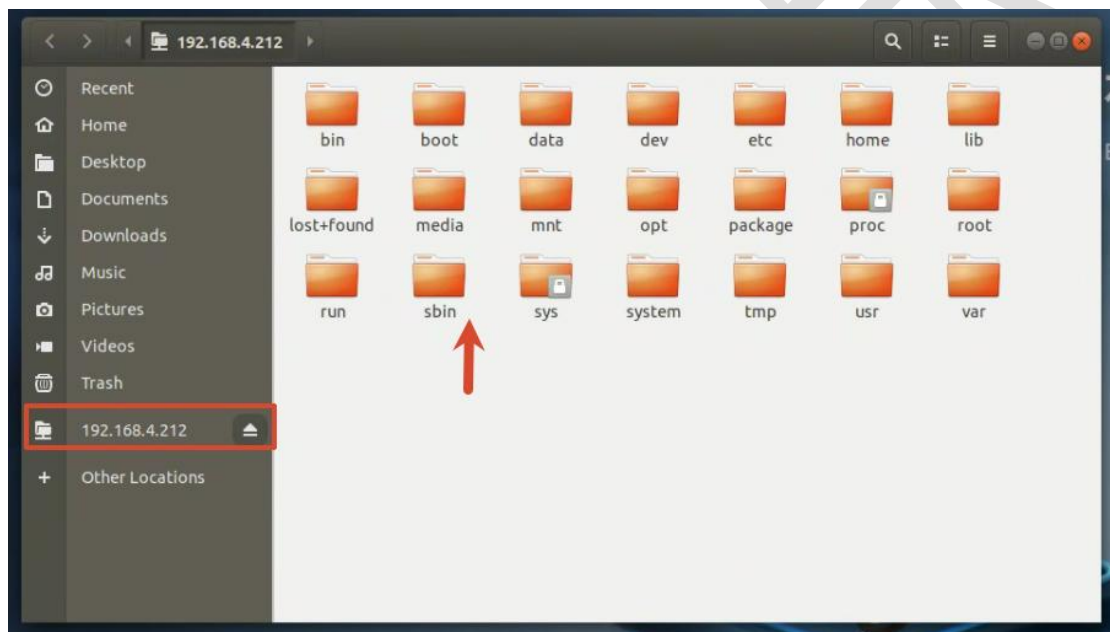




然后需要输入 RSU 设备的账号密码；账号：root，密码：cwr54321，输入完成后点击“Connect”进行连接，如下图所示：



连接成功后就可以显示 RSU 设备上的文件了。



## 3.2. RSU 介绍

### ① 概述

RSU 5G 路侧设备，融合最新 C-V2X 与 5G 通信技术，可实现交通体系中人、车、路、网、云、控、管等元素的协调工作。

路侧设备 V2X 通信符合 3GPP R14 标准，最大可覆盖 800 米通信范围，用于实现 V2I、V2P 等 V2X 应用，支持完整 V2X 国标一期/二期应用场景；其 5G 通信符合 3GPP R15 标准，下行峰值速率高达 1.7Gbps，支持 ms 级时延。设备内嵌 GNSS

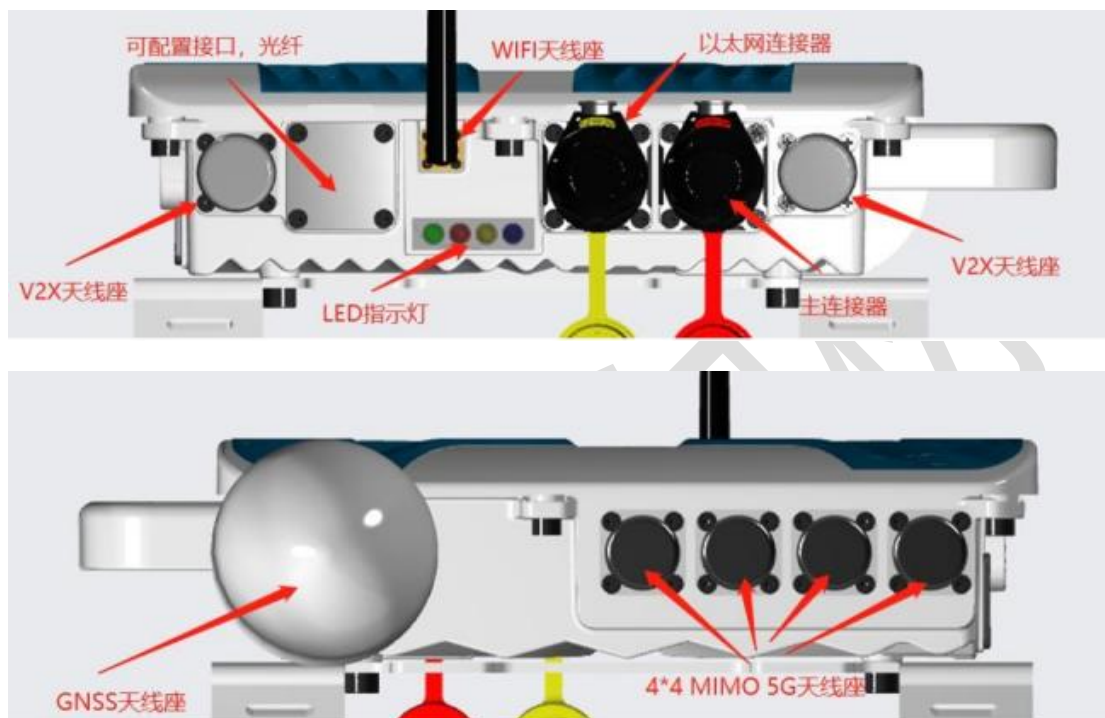




定位模组与定位板卡，可实现厘米级高精度定位，同时也可作为高精度定位基站，为其他车载终端提供差分定位服务。

路侧设备依托 V2X、5G、差分定位等技术可广泛应用于远程监控、车路协同、车联网、协作式交通运输系统、边缘计算等各种智慧交通领域。

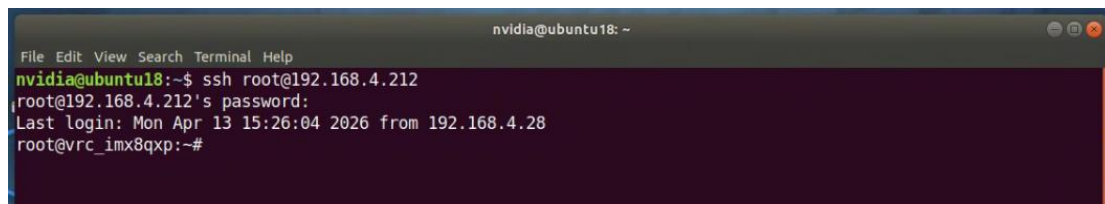
## ② 设备接口描述



## 3.3. RSU 调测

在进行 RSU 的调测前需要使用 SSH 远程登录到 RSU 中，操作如下：

首先按键盘的 CTRL + ALT + T 打开终端窗口，输入：`ssh root@192.168.135.10` 后按回车，这一步会提示输入密码，RSU 的密码为：crv654321，输入完密码后按回车即可进入到 RSU 系统中；如下图所示。







### 3.3.1. RSU 程序操作

#### ① 启动 RSU 程序

在连接 RSU 的终端中输入 `systemctl start start_rsu_all.service` 命令来启动 V2X 程序，如下图所示：

```
nvidia@ubuntu18: ~  
File Edit View Search Terminal Help  
root@vrc_imx8qxp:~# systemctl start start_rsu_all.service  
root@vrc_imx8qxp:~#
```

程序启动后可以使用 `systemctl status start_rsu_all.service` 命令来查看程序启动的状态，输出显示 Active: active (running) 并且进程有 ./V2xApps、rsu\_spat\_pub.py 字样说明程序已经启动成功，如下图所示：

```
nvidia@ubuntu18: ~  
File Edit View Search Terminal Help  
root@vrc_imx8qxp:~# systemctl start start_rsu_all.service  
root@vrc_imx8qxp:~# systemctl status start_rsu_all.service  
● start_rsu_all.service - start_rsu_all  
   Loaded: loaded (/etc/systemd/system/start_rsu_all.service; enabled; vendor preset: enabled)  
   Active: active (running) since Thu 2026-04-16 10:44:01 CST; 9min ago  
 Main PID: 4457 (start_rsu_all.s)  
    Tasks: 41 (limit: 2085)  
   CGroup: /system.slice/start_rsu_all.service  
           └─ 4457 /bin/sh - /system/start_rsu_all.sh  
             └─ 4527 ./V2xApps  
               └─ 4750 ./app/mod_log_arm  
                 └─ 4760 ./app/mod_r2v_arm -f ./config/  
                   └─ 4783 /bin/bash ./app/tcpmonitor.sh  
                     └─ 6353 python3 v2x_rsu_data.py  
                       └─ 6782 python3 rsu_spat_pub.py  
                         └─ 21490 sleep 2  
                           └─ 21671 sh -c du -m --max-depth=1 ./log/  
  
Apr 16 10:53:40 vrc_imx8qxp start_rsu_all.sh[4457]: 2026-04-16 10:53:40:502[I][MOD_LOG][control_totalSize]<18  
Apr 16 10:53:40 vrc_imx8qxp start_rsu_all.sh[4457]: [1B blob data]  
Apr 16 10:53:40 vrc_imx8qxp start_rsu_all.sh[4457]: 2026-04-16 10:53:40:510[I][MOD_LOG][control_totalSize]18
```

#### ② 停止 RSU 程序

在连接 RSU 的终端中输入 `systemctl stop start_rsu_all.service` 命令来停止 V2X 程序，如下图所示：

```
nvidia@ubuntu18: ~  
File Edit View Search Terminal Help  
root@vrc_imx8qxp:~# systemctl stop start_rsu_all  
root@vrc_imx8qxp:~#
```

RSU 的终端中输入 `systemctl status start_rsu_all.service` 可以查看停止的详细信息，如下图所示：

```
nvidia@ubuntu18: ~
File Edit View Search Terminal Help
root@vrc_imx8qxp:~# systemctl stop start_rsu_all
root@vrc_imx8qxp:~# systemctl status start_rsu_all.service
● start_rsu_all.service - start_rsu_all
   Loaded: loaded (/etc/systemd/system/start_rsu_all.service; enabled; vendor preset: enabled)
   Active: inactive (dead) since Fri 2026-04-17 09:49:17 CST; 2min 8s ago
   Process: 25456 ExecStart=/system/start_rsu_all.sh (code=exited, status=0/SUCCESS)
   Main PID: 25456 (code=exited, status=0/SUCCESS)

Apr 17 09:40:17 vrc_imx8qxp start_rsu_all.sh[25456]: [1B blob data]
Apr 17 09:40:17 vrc_imx8qxp start_rsu_all.sh[25456]: 2026-04-17 09:40:17:615[I][MOD_LOG][control_totalSize]<1
Apr 17 09:40:17 vrc_imx8qxp start_rsu_all.sh[25456]: [1B blob data]
Apr 17 09:40:46 vrc_imx8qxp systemd-journald[2048]: Suppressed 3511 messages from start_rsu_all.service
Apr 17 09:40:46 vrc_imx8qxp start_rsu_all.sh[25456]: [2026/04/17 09:40:46][datasecurekit 43] N: auto stop SDP
Apr 17 09:40:46 vrc_imx8qxp start_rsu_all.sh[25456]: [2026/04/17 09:40:46][spirecv 82] I: spi receive task en
Apr 17 09:40:48 vrc_imx8qxp systemd-coredump[4308]: Process 25525 (V2xApps) of user 0 dumped core.
Apr 17 09:49:16 vrc_imx8qxp systemd[1]: Stopping start_rsu_all...
Apr 17 09:49:16 vrc_imx8qxp start_rsu_all.sh[25456]: Terminated
Apr 17 09:49:17 vrc_imx8qxp systemd[1]: Stopped start_rsu_all.
lines 1-16/16 (END)
```

### ③ RSU 程序命令详解

systemctl start start\_rsu\_all.service: 启动 V2X 程序服务

systemctl stop start\_rsu\_all.service: 停止 V2X 程序服务

systemctl status start\_rsu\_all.service: 查看 V2X 程序状态服务

systemctl restart start\_rsu\_all.service: 重启 V2X 程序服务

注意：手动修改了“config”文件夹中的文件需要重启 V2X 程序才会生效！

## 3.3.2. 检查 GNSS 的状态

在连接上 RSU 的终端内输入 `gpsmon` 命令查看 RSU 是否正常接收到 GPS 信号，输出信息内“Quality”的值大于或者等于 1，说明 RSU 正常接收 GPS 信号，如下如所示：

```
tcp://localhost:2947 NMEA0183>
Time: 2026-04-17T06:12:28.700Z Lat: 22 39.891180' N Lon: 114 11.866820' E or":14}
Cooked TPV er": "NMEA0183"
: "N", "stopbits"
GNGGA GNGLL GNRMC GNVTG GNGSA GPGSV GLGSV GAGSV GBGSV false, "timing"
Sentences
PRN Az El S/N Time: 061228.70 Time: 061228.70
40 255 19 0 Latitude: 2239.89118 N Latitude: 2239.89118
65 183 11 32 Longitude: 11411.86682 E Longitude: 11411.86682
71 58 39 31 Speed: 0.002 Altitude: 05.7
72 137 48 30 Course: Quality: 2 Sats: 12
76 222 30 37 Status: A FAA: D HDOP: 0.47
78 329 2 14 MagVar: 3.42 W Geoid: -2.0
86 35 33 37 RMC GGA
87 346 33 32 Mode: A3 Sats: 65 72 86 87 UTC: RMS:
77 280 32 0 DOP: H=0.47 V=0.76 P=0.89 MAJ: MIN:
88 292 0 0
```



### 3.3.3. 检查 V2X 模组

在连接上 RSU 的终端内输入 `ifconfig` 命令先查看 V2X 模组是否在线，输出有显示：`usb_CV2X0` 字样的说明当前 V2X 模组是在线的，如下图所示：

```
uap0      Link encap:Ethernet  HWaddr 6c:1d:eb:d3:98:25
          inet addr:192.168.110.1  Bcast:192.168.110.255  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: fe80::6e1d:ebff:fed3:9825/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:3093 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:349 errors:24 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:225190 (219.9 KiB)  TX bytes:45014 (43.9 KiB)

usb_CV2X0 Link encap:Ethernet  HWaddr 42:34:72:c0:84:03
          inet addr:192.168.42.10  Bcast:192.168.42.255  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: fe80::4034:72ff:fec0:8403/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:4000  Metric:1
          RX packets:14202 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:10429 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:712258 (695.5 KiB)  TX bytes:1400747 (1.3 MiB)

root@vrc_imx8qxp:~#
```

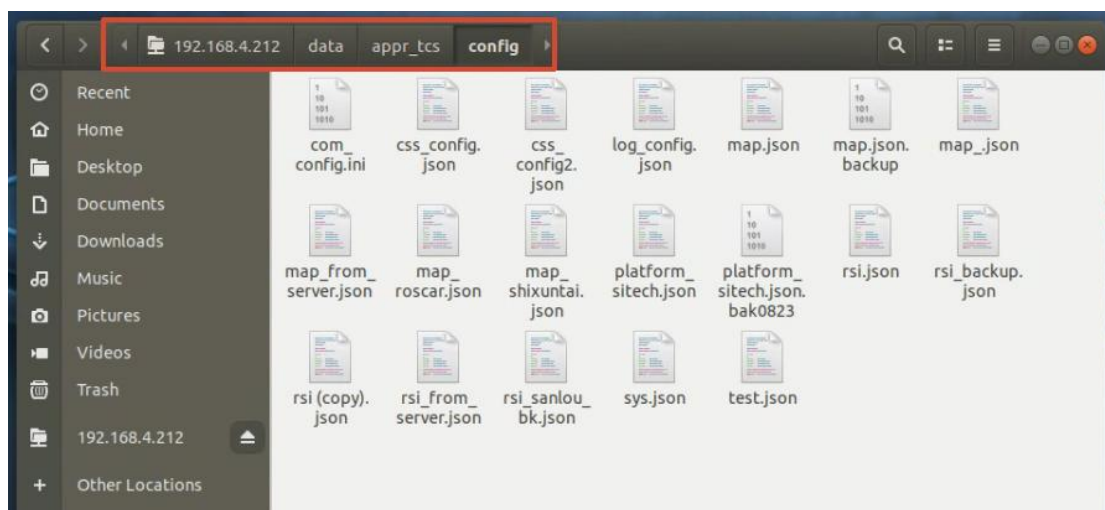
确认 V2X 模组是在线后，可以输入 `./v2x_module.sh -s` 命令来查看 V2X 的状态是否正常，执行后查看是否有输出 `^V2XCSNC: 1,255` 字样，有显示 1,255 才表示 V2X 模组当前状态运行正常，如下图所示。

注意：只有 V2X 模组状态正常了才可以进行后面的操作，否则后面的操作都是错误的。

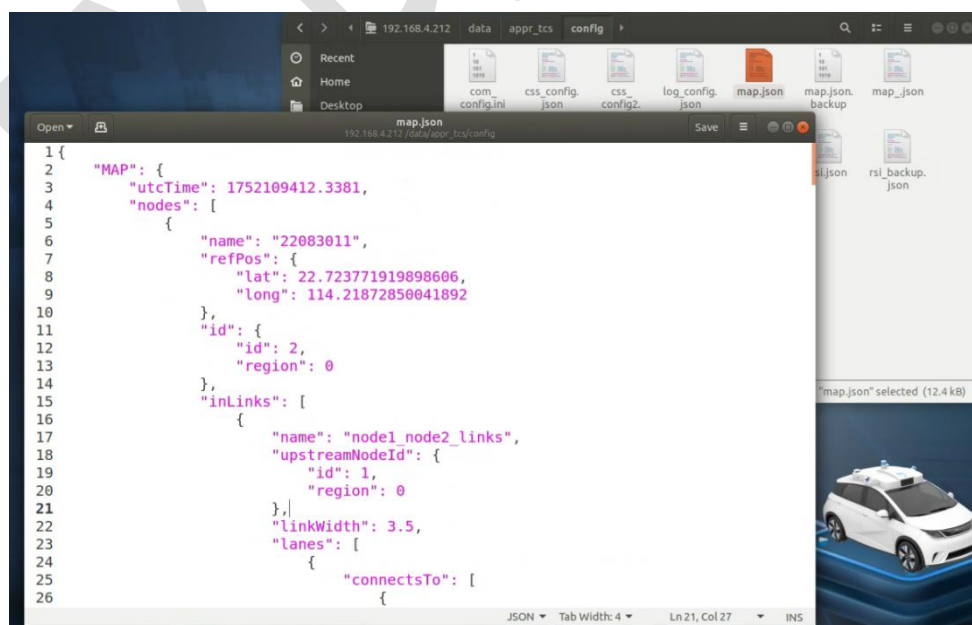
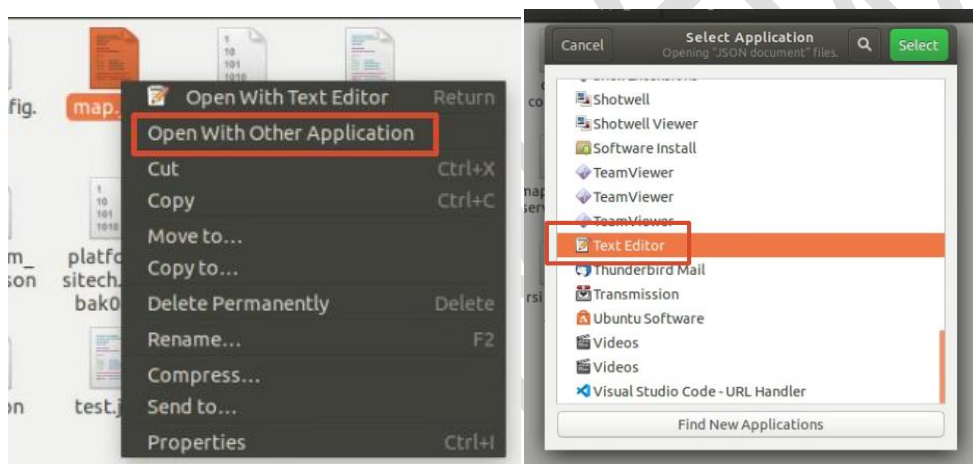
```
nvidia@ubuntu18: ~
File Edit View Search Terminal Help
root@vrc_imx8qxp:~# ./v2x_module.sh -s
^V2XCSNC: 1,255
OK
root@vrc_imx8qxp:~#
```

### 3.3.4. 配置文件查看/修改

图形化登录 RSU 端后进入到“config”文件夹中，具体路径为：“data-->ap pr\_tcs-->config”，如下图所示：



在“config”文件夹中可以看到有 map.json 和 rsi.json 文件，后期可以使用 Text Editor 来打开查看或者修改，如下图所示：







### 3.3.5. RSU 端消息查看

#### ① RSU 端 MAP 消息查看:

SSH 登录 RSU 后, 在终端中输入 `tail -n 0 -F /data/v2xlogs/v2x.log | grep -a MAP` 命令来查看 RSU 程序是否有发出 MAP 消息, 如下图所示

```
nvidia@ubuntu18: ~  
File Edit View Search Terminal Help  
root@vrc imx8qxp:~# tail -n 0 -F /data/v2xlogs/v2x.log | grep -a MAP  
[04/16/26][17:38:55:054908 +08:00] [D] [4558][MECS][subThread][70]recv mec data:MAP:{\"MAP\":{\"nodes\":{\"id\":{\"id\":\"i  
d\":\"2\",\"region\":\"0\"},\"inLinks\":{\"lanes\":{\"connectsTo\":{\"connectingLane\":{\"lane\":\"2\",\"maneuver\":\"3\",\"phaseId\":\"1\",\"re  
moteIntersection\":{\"id\":\"3\",\"region\":\"0\"},\"connectingLane\":{\"lane\":\"7\",\"maneuver\":\"3\",\"phaseId\":\"1\",\"remoteIntersecti  
on\":{\"id\":\"5\",\"region\":\"0\"}},\"laneID\":\"1\",\"lanewidth\":\"3.5\",\"points\":{\"lat\":\"22.725078473893941\",\"long\":\"114.2186452785  
0182\"},{\"lat\":\"22.723817864168669\",\"long\":\"114.21868342240657\"},\"speedLimits\":{\"speed\":\"8.3330000000000002\",\"type\":  
5}}},\"linkWidth\":\"3.5\",\"name\":\"node1_node2_links\",\"upstreamNodeID\":{\"id\":\"1\",\"region\":\"0\"},\"lanes\":{\"connectsTo  
\":{\"connectingLane\":{\"lane\":\"2\",\"maneuver\":\"4\",\"phaseId\":\"2\",\"remoteIntersection\":{\"id\":\"3\",\"region\":\"0\"},\"connecting  
Lane\":{\"lane\":\"1\",\"maneuver\":\"4\",\"phaseId\":\"2\",\"remoteIntersection\":{\"id\":\"1\",\"region\":\"0\"},\"laneID\":\"1\",\"lanewidth\":\"3.  
5\",\"points\":{\"lat\":\"22.723838319206106\",\"long\":\"114.22315346502114\"},{\"lat\":\"22.72378398874687\",\"long\":\"114.218804626  
28449\"},\"speedLimits\":{\"speed\":\"8.3330000000000002\",\"type\":\"5\"}},\"linkWidth\":\"3.5\",\"name\":\"node5_node2_links\",\"up  
streamNodeID\":{\"id\":\"5\",\"region\":\"0\"},\"lanes\":{\"connectsTo\":{\"connectingLane\":{\"lane\":\"1\",\"maneuver\":\"1\",\"phaseId  
\":\"1\",\"remoteIntersection\":{\"id\":\"1\",\"region\":\"0\"},\"connectingLane\":{\"lane\":\"7\",\"maneuver\":\"4\",\"phaseId\":\"1\",\"remoteInt  
ersection\":{\"id\":\"5\",\"region\":\"0\"}},\"laneID\":\"1\",\"lanewidth\":\"3.5\",\"points\":{\"lat\":\"22.708815916291172\",\"long\":\"114.212  
03051437784\"},{\"lat\":\"22.708775585815385\",\"long\":\"114.21089133501205\"},\"speedLimits\":{\"speed\":\"8.3330000000000002,  
\"type\":\"5\"}},\"linkWidth\":\"3.5\",\"name\":\"node3_node2_unused\",\"upstreamNodeID\":{\"id\":\"3\",\"region\":\"0\"},\"name\":\"220830  
11\",\"refPos\":{\"lat\":\"22.723771919898606\",\"long\":\"114.21872850041892\"},\"id\":{\"id\":\"1\",\"region\":\"0\"},\"inLinks\":{\"lane  
s\":{\"connectsTo\":{\"connectingLane\":{\"lane\":\"2\",\"maneuver\":\"1\",\"phaseId\":\"0\",\"remoteIntersection\":{\"id\":\"3\",\"region  
\":\"0\"},\"connectingLane\":{\"lane\":\"7\",\"maneuver\":\"1\",\"phaseId\":\"0\",\"remoteIntersection\":{\"id\":\"5\",\"region\":\"0\"}},\"laneID  
\":\"1\",\"lanewidth\":\"3.5\",\"points\":{\"lat\":\"22.725069621069952\",\"long\":\"114.21879753258868\"},{\"lat\":\"22.725136182438241\",\"l  
ong\":\"114.2241318717668\"},\"speedLimits\":{\"speed\":\"15.27777777\",\"type\":\"5\"}},\"connectsTo\":{\"connectingLane\":{\"la  
ne\":\"1\",\"maneuver\":\"1\",\"phaseId\":\"1\",\"remoteIntersection\":{\"id\":\"3\",\"region\":\"0\"},\"laneID\":\"2\",\"lanewidth\":\"3.5\",\"maneuve  
rs\":{\"lat\":\"22.725037636716777\",\"long\":\"114.2188045462849\"},{\"lat\":\"22.72510310000499\",\"long\":\"114.224012  
69912982\"},\"speedLimits\":{\"speed\":\"15.27777777\",\"type\":\"5\"}},\"linkWidth\":\"3.5\",\"name\":\"node1_node4_links\",\"upstre  
amNodeID\":{\"id\":\"2\",\"region\":\"0\"},\"name\":\"node1\",\"refPos\":{\"lat\":\"22.725081540708064\",\"long\":\"114.21871639683189\"}}  
,\"utcTime\":\"1752109412.3381\"}}  
^C
```

#### ② RSU 端 RSI 消息查看:

SSH 登录 RSU 后, 在终端中输入 `tail -n 0 -F /data/v2xlogs/v2x.log | grep -a RSI` 命令来查看 RSU 程序是否有发出 RSI 消息, 如下图所示

```
nvidia@ubuntu18: ~  
File Edit View Search Terminal Help  
root@vrc imx8qxp:~# tail -n 0 -F /data/v2xlogs/v2x.log | grep -a RSI  
[04/16/26][17:39:52:794655 +08:00] [D] [4559][RSI][getRteAid][45]rsi rte data Aid :3620  
[04/16/26][17:39:52:794674 +08:00] [D] [4559][RSI][getRsiAid][66]rsi Aid :3620  
[04/16/26][17:39:53:790063 +08:00] [D] [4558][MECS][subThread][70]recv mec data:RSI:{\"RSI\":{\"id\":\"323230383330  
3131\",\"refPos\":{\"elevation\":\"30\",\"lat\":\"22.722170806656031\",\"long\":\"114.22280233062088\"},\"rtes\":{\"description\":\"shi  
gutixing\",\"eventConfidence\":\"0\",\"eventPos\":{\"elevation\":\"0\",\"lat\":\"0\",\"long\":\"0\"},\"eventSource\":\"0\",\"eventType\":\"0\",\"prior  
ity\":\"0\",\"referencePaths\":{\"activePath\":{\"lat\":\"0\",\"long\":\"0\"},\"pathRadius\":\"0\"},\"rteId\":\"1\"},\"r  
tss\":{\"description\":\"jizhuanwan\",\"eventConfidence\":\"60\",\"priority\":\"70\",\"referencePaths\":{\"activePath\":{\"lat\":\"2  
2.722175750907816\",\"long\":\"114.22336603808377\"},{\"lat\":\"22.722181684009954\",\"long\":\"114.22404248703926\"},\"pathRadius  
\":\"6.5999999999999996\"},\"rtsId\":\"1\",\"signPos\":{\"elevation\":\"30\",\"lat\":\"22.722178717458885\",\"long\":\"114.22370426256151\"  
},\"signType\":\"2\"},\"description\":\"zhixing\",\"eventConfidence\":\"60\",\"priority\":\"70\",\"referencePaths\":{\"activePath\":{\"  
lat\":\"22.723034586933963\",\"long\":\"114.22431825735636\"},{\"lat\":\"22.723800039120455\",\"long\":\"114.22430917498326\"},\"path  
Radius\":\"6.5999999999999996\"},\"rtsId\":\"1\",\"signPos\":{\"elevation\":\"30\",\"lat\":\"22.723505634433341\",\"long\":\"114.224312668  
20368\"},\"signType\":\"96\"},\"description\":\"renxinghengdao\",\"eventConfidence\":\"60\",\"priority\":\"70\",\"referencePaths\":{\"a  
ctivePath\":{\"lat\":\"22.723807079192046\",\"long\":\"114.22065288274757\"},{\"lat\":\"22.723790780054273\",\"long\":\"114.21934823  
112657\"},\"pathRadius\":\"6.5999999999999996\"},\"rtsId\":\"1\",\"signPos\":{\"elevation\":\"30\",\"lat\":\"22.723798929623161\",\"long  
\":\"114.22000055693707\"},\"signType\":\"114\"},\"utcTime\":\"1593582675.4100001\"}}  
[04/16/26][17:39:53:791506 +08:00] [D] [4559][RSI][getRteAid][45]rsi rte data Aid :3620  
[04/16/26][17:39:53:791531 +08:00] [D] [4559][RSI][getRsiAid][66]rsi Aid :3620  
^C
```

#### ③ RSU 端 SPAT 消息查看:

SSH 登录 RSU 后, 在终端中输入 `tail -n 0 -F /data/v2xlogs/v2x.log | grep -a`



a SPAT 命令来查看 RSU 程序是否有发出 SPAT 消息，如下图所示

```
nvidia@ubuntu18: ~  
File Edit View Search Terminal Help  
root@vrc_imx8qxp:~# tail -n 0 -F /data/v2xlogs/v2x.log | grep -a SPAT  
[04/16/26][17:41:16:047688 +08:00] [D] [4558][MECS][subThread][70]rcv mec data:SPAT:{"SPAT": {"name": "220830  
11", "intersections": [{"intersectionId": {"id": 2, "region": 0}, "status": 32, "phases": [{"id": 1, "phaseSta  
tes": [{"light": 3, "timing": {"counting": {"startTime": 0, "nextStartTime": 41, "likelyEndTime": 18, "nextDur  
ation": 50}}, {"light": 5, "timing": {"counting": {"startTime": 18, "nextStartTime": 91, "likelyEndTime": 26,  
"nextDuration": 8}}, {"light": 7, "timing": {"counting": {"startTime": 26, "nextStartTime": 99, "likelyEndTi  
me": 41, "nextDuration": 15}}}}}], "utcTime": 1776332476.090023}  
[04/16/26][17:41:16:962553 +08:00] [D] [4558][MECS][subThread][70]rcv mec data:SPAT:{"SPAT": {"name": "220830  
11", "intersections": [{"intersectionId": {"id": 2, "region": 0}, "status": 32, "phases": [{"id": 1, "phaseSta  
tes": [{"light": 3, "timing": {"counting": {"startTime": 0, "nextStartTime": 40, "likelyEndTime": 17, "nextDur  
ation": 50}}, {"light": 5, "timing": {"counting": {"startTime": 17, "nextStartTime": 90, "likelyEndTime": 25,  
"nextDuration": 8}}, {"light": 7, "timing": {"counting": {"startTime": 25, "nextStartTime": 98, "likelyEndTi  
me": 40, "nextDuration": 15}}}}}], "utcTime": 1776332477.004303}}
```

## 第四章 路侧终端软件

### 4.1. 工作原理

#### 4.1.1. 路测设备单元

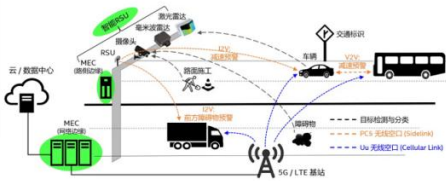
路侧设备单元

车载设备单元

边缘计算设备

车路协同综合实训台
返回

工作原理
内部构造
无人车应用



**路测设备单元工作原理**

路测设备单元 (RSU, Road Side Unit) 是智能交通系统中的重要组成部分,是部署在道路旁边的设备,用于收集、处理和传输交通信息。RSU的工作原理如下:

- 数据采集与处理:**
  - RSU通过获取 MEC处理后的传感器和摄像头等设备,对周围的交通环境进行实时感知和数据采集的数据。这些数据包括交通流量、信号灯状态、道路条件等信息。
- 通信与传输:**
  - RSU利用无线通信技术 (如DSRC或LTE-V2X/5G) 与车辆、行人等交通参与方进行双向通信。RSU可以向车辆发送实时的道路信息,如交通拥堵、事故警告等,同时也能接收车辆发送的数据,如车速、加速度等。
- 数据传输:**
  - RSU利用通信技术 (如以太网、C-V2X、DSRC等) 将处理后的交通信息传输给交通管理中心或车辆。
- 信息广播:**
  - RSU通过V2X广播方式播报交通信息,包括交通信号灯信息、道路限制条件等,提供实时的道路情况给车辆。
  - RSU与车辆之间通过PCS通信接口直接通信,将感知到的目标结果发送到智能驾驶车辆,使车辆获得局部实时交通状况,以增强智能车辆的感知能力,从而减小交通事故发生概率。

[路测单元工作原理](#) < >

#### 4.1.2. 车载单元

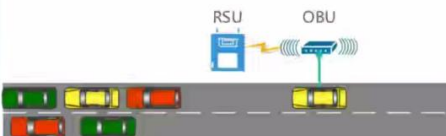
路侧设备单元

车载设备单元

边缘计算设备

车路协同综合实训台
返回

工作原理
内部构造
无人车应用



**车载设备单元工作原理**

车载设备单元 (OBU, On-Board Unit) 是自动驾驶和智能交通系统中车辆上的重要硬件设备,用于与RSU (Road Side Unit) 和其他车辆进行通信。OBU的工作原理如下:

- 信息感知和数据传输:**
  - OBU将感知到的数据通过通信网络传输给其他车辆的OBU或者道路上的RSU (Roadside Unit, 路侧单元)。同时,OBU也能接收来自其他车辆和RSU的数据,形成全方位的信息交互。这一过程依赖于高效可靠的通信网络,以确保信息的及时传递。
- 数据处理:**
  - OBU内部包含处理器和存储器,用于处理接收到的数据,包括交通信息、预警事件等。处理器负责执行各种计算任务,如路径规划等。
- 协同与配合:**
  - OBU支持V2X服务、车路协同策略、交通及网络数据获取推送及边缘计算(MEC)功能。它通过Uu口与V2X平台互联,通过PC5口与RSU相连,上传车辆位置等信息至V2X平台,并接收交通信号、路况、控制等信息。
- 定位信息:**
  - OBU包含定位系统 (如GPS),用于确定车辆的位置和导航信息。通过定位信息,OBU可以准确地确定车辆在道路上的位置,并进行导航和路径规划。

15



### 4.1.3. 边缘计算设备

路侧设备单元

车载设备单元

边缘计算设备

#### 车路协同综合实训台

工作原理 内部构造 无人车应用

##### 边缘计算设备工作原理

边缘计算设备（MEC，Multi-Access Edge Computing）是一种新型的网络架构，旨在将计算和存储资源放置在接近用户的网络边缘，以降低延迟、提高网络效率，并支持各种实时应用。MEC的工作原理如下：

- 边缘部署：**
  - MEC将计算和存储资源放置在网络边缘，通常位于基站、云边缘节点或边缘服务器上。这种部署方式可以减少数据传输距离，降低网络延迟。
- 数据处理与分析：**
  - MEC平台对原始数据进行识别、融合、分析、去重，并实现路侧多种设备的数据融合，生成结构化数据。
  - 利用AI算法对目标物进行跟踪、定位、轨迹分析、行为预测，实现标准定义的V2X应用场景，如碰撞预警、超车预警、变道预警等。
- 实时数据处理：**
  - 基于结构化数据，生成满足协议标准的RSI、RSM等消息，并发布至RSU，通过RSU通知OBU路侧交通事件、交通标志、交通参与者信息，实现信息交互、辅助驾驶或自动驾驶。
  - RSI、RSM等消息还会同步发布至中心云控，实现全局层面的交通环境感知及拓扑呈现，实现多级计算调度与V2X业务跨区域调度等全局管理。

边缘计算设备工作原理 < >



## 4.2. 装调

### 4.2.1. 相机

- 1) 相机标定，首先在“装调”页面中打开相机画面，如下图打开相机画面，然后点击“标定”进入标定界面如下图相机标定界面。

激光雷达

毫米波雷达

相机

联合标定

红绿灯

RSU

OBU

MEC

#### 车路协同综合实训台

装调 标定

相机IP地址: 192.168.4.210

配置相机

关闭

2025-01-07 17:04:41



IPC

如图打开相机画面



如图相机标定界面

- 2) 在标定界面中，需要先设置棋盘格内角点尺寸（棋盘格类型）和棋盘格子大小后才能进行标定，如果标定板的尺寸为 11x11 如图标定板样式；然后进行设置棋盘格类型和棋盘格大小（如图设置标定板参数）



如图标定板样式



如图设置标定板参数

- 3) 将棋盘格摆放不同角度并且如果棋盘格被识别，则按下捕获按钮，会采集一次数据，一共需要采集九次（注意！棋盘格未被识别将不要按下捕获按钮，如图捕获棋盘格）。



如图捕获棋盘格

- 4) 当采集九次数据后，点击标定，软件将会计算出相机内参矩阵和畸变系数，可以填写保存路径进行保存（保存文件后缀推荐.yaml，如图标定结果）。





如图标定结果

- 5) 当标定成功后，即计算出相机矩阵和畸变系数后，可以点击验证，观察标定前和标定后图像边缘的差异；



标定验证

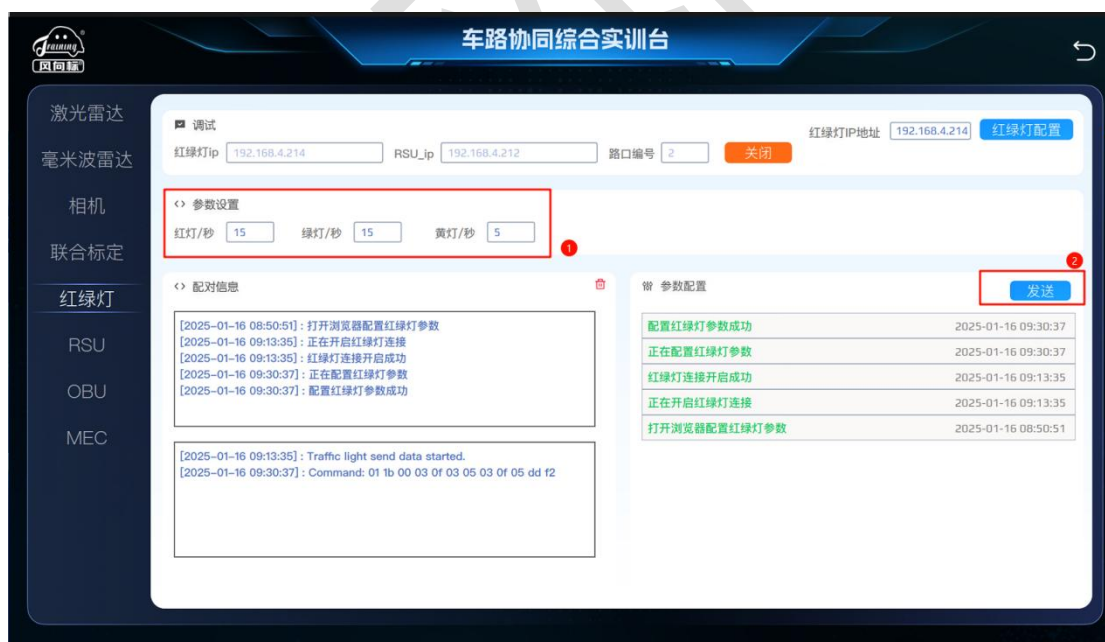
## 4.2.2. 红绿灯

1. 修改红绿灯的配时信息，首先需要填写当前红绿灯的 IP 地址，这里以 192.168.4.214 为例，然后点击“连接”按钮，如下图红绿灯连接。



如图红绿灯连接

2. 连接成功后需要在“参数配置”中填写对应的红绿灯配时信息，例如这里设置的配时信息是：红灯 15 秒、绿灯 15 秒、黄灯 5 秒，然后点击“发送”按钮，将预设的配时信息发送至红绿灯上，如图发送配时信息。



如图发送配时信息

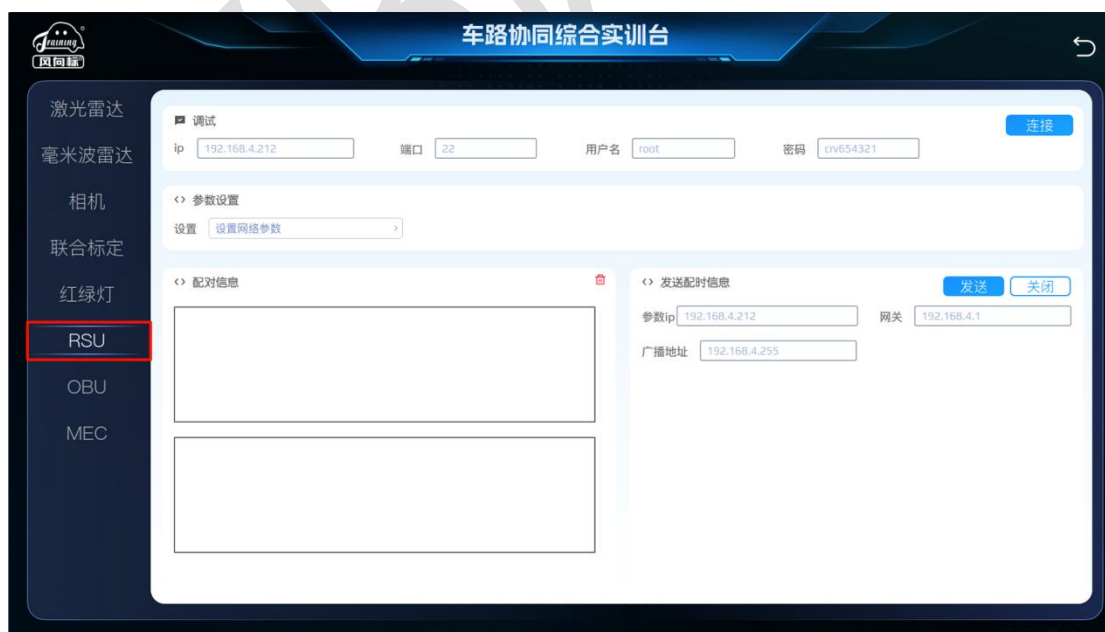
3. 关闭红绿灯配置，发送配时信息后无需手动进行关闭，最后只需要关闭与红绿灯的连接就可以，如图关闭连接。



如图关闭连接

### 4.2.3. 路测单元

- 1) 打开软件，点击主界面中的“装调”选项，再选择“路测单元”界面。如下图路侧单元界面。



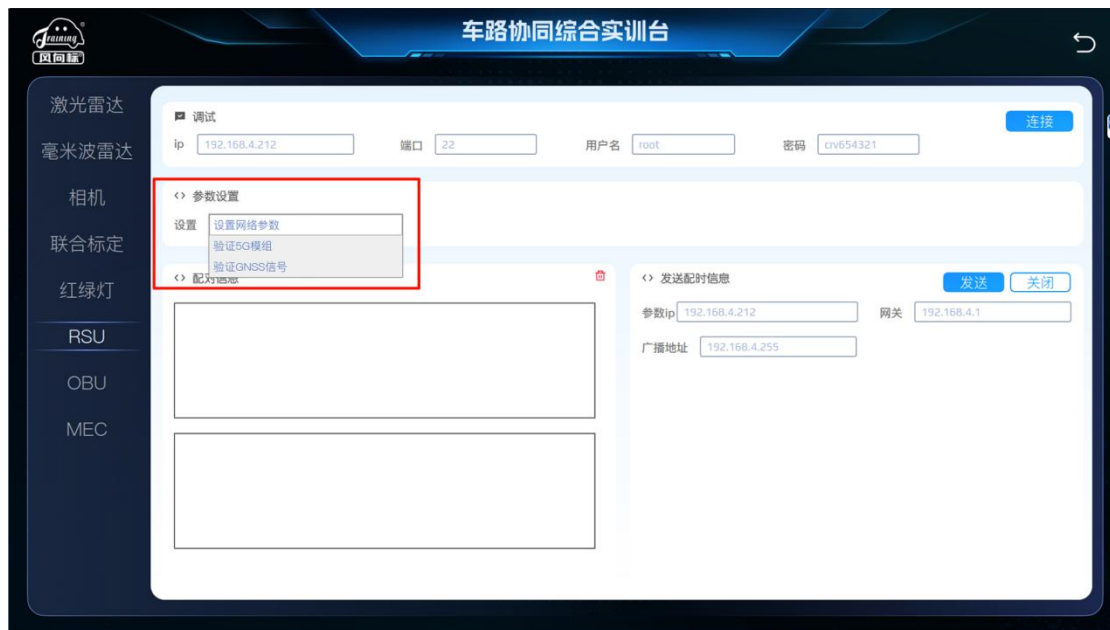
如图路侧单元界面

- 2) 在该界面中，当“路侧单元”设备安装完成后，可进行的参数配置选项有：

•



设置网络参数、验证 5G 模组、验证 GNSS 信号。如下图路侧单元参数设置选项。



如图路侧单元参数设置选项。

3) 例如查看 5G 模组设置：



如图验证 5G 模组数据显示





## 4.2.4. 边缘计算设备

### ① 装调

1) 打开软件，点击主界面中的“装调”选项，再选择“边缘计算设备”界面。

如下图边缘计算设备界面。



如图边缘计算设备界面

2) 在该界面中，当“边缘计算设备”设备安装完成后，可进行的参数配置选项有：设置网络参数、验证设备 PING 通讯。如图边缘计算设备参数设置选项。





如图边缘计算设备参数设置选项

- 3) 例如这里向路侧单元设备发送了验证设备 PING 通讯后，如 PING 成功后会返回“请求验证 PING 数据成功”，当出现此字样时说明边缘计算设备是可以与 PING 通的，物理连接上没有出现问题，如图返回请求验证 PING 数据成功。



如图返回请求验证 PING 数据成功

## ② 算法运行

在算法运行模块中，可以控制一些算法的运行，其中在这算法运行中可以对“行人识别”和“交通事件识别”两个算法进行控制是否启用，如下图所示。



● 公司总部

总部电话：0755-29822896  
国内销售中心电话：0755-29189185  
海外销售中心电话：0755-28077519  
地址：深圳市龙岗区横岗街道大运AI小镇A07栋  
网址：[www.fengxb.com](http://www.fengxb.com) 邮编：518115

● 公司总部售后客服

电话：400-0755-408  
0755-29822921  
手机：13510391665



官方微信公众号