

1. 实验名称及目的

1.1 实验名称

dll模型通过bat脚本设置水下潜航器初始化水下深度、姿态

1.2 实验目的

除了世界坐标系下的x、y，平台还支持通过SITLPosAtt.bat\SITLPosAttStr.bat\HITLPosAtt.bat\HITLPosAttStr.bat来设置水下潜航器的初始化水下深度、滚转角、俯仰角和偏航角，通过本例程介绍该bat脚本的使用。

1.3 关键知识点

相比于平台SITLRun.bat，SITLPosAtt.bat新增了以下模块，支持通过交互页面分别输入期望初始化x、y、z（北东地坐标系，向下为正）、yaw、roll和pitch。

```
REM Set Copters' x&y Position vector on the map
```

```
SET /P PosXStr=Please enter the PosX (m) list:
```

```
SET /P PosYStr=Please enter the PosY (m) list:
```

```
SET /P YawStr=Please enter the Yaw (degree) list:
```

```
SET /P AltStr=Please enter the PosZ (m) list:
```

```
SET /P RollStr=Please enter the Roll (degree) list:
```

```
SET /P PitchStr=Please enter the Pitch (degree) list:
```

在SITLPosAttStr.bat中，支持设定初始化位置和姿态值，并支持设定多架无人载具的初始化位置和姿态值，通过“，”进行排列。例如，以下是以自定义期望位置和姿态启动2架无人载具的zSITLPosStr.bat设定方式。

```
REM Or comment the above code to use the following form
```

```
SET PosXStr=1,2
```

```
SET PosYStr=0,0
```

```
SET YawStr=10,0
```

```
SET AltStr=-10,-20
```

```
SET RollStr=0,0
```

```
SET PitchStr=0,0
```

具体实现逻辑为：DLL模型中开放了初始化位置和姿态参数接口，CopterSim支持传入初始化位置和姿态参数，如下所示，bat语句中设定了在启动CopterSim时传入该参数。因此，在运行zSITLPos.bat/zSITLPosStr.bat后，CopterSim以期望初始化位置和姿态值调用了DLL模型，同时启动了RflySim3D和QGC，并完成了对应端口设置。

```
start /realtime CopterSim.exe 1 %cntr% %portNum% %DLLModel% %SimMode%  
%UE4_MAP%  
%IS_BROADCAST% %xPos% %yPos% %yawAng% 1 %UDPSIMMODE% %IsSysID%  
%alt%,%rollAng%,%pitchAng%
```

同理，可实现以期望初始化位置和姿态值启动硬件在环仿真。

在DLL模型中对无人载具（多旋翼、固定翼、无人车、水下潜航器等）实现了基于机理的编程，以水下潜航器UUV来说，UUV

DLL模型中包括了电机模块、力和力矩模块、传感器&GPS模块和三维显示模块，力和力矩模块中，对水下潜航器浮力、重力、阻尼力、科里奥利力、电机所产生的力以及对应的力矩进行了建模，与多旋翼不同的是，水下潜航器在水下时，当浮力=重力时，水下潜航器能维持当前状态。因此，通过该脚本将水下潜航器初始化在水下并设定期望姿态值，水下潜航器能保持该状态。

更多实验原理见：<..\4.RflySimModel\0.ApiExps\4.InitAPI\Readme.pdf>

2. 实验效果

设定PosXStr,PosYStr,AltStr,YawStr,RollStr和PitchStr，以 [UUVModel_SITLPosAtt.bat](#) / [UUVModel_SITLPosAttStr.bat](#) / [UUVModel_HITLPosAtt.bat](#) / [UUVModel_HITLPosAttStr.bat](#) 启动软件/硬件在环仿真，水下潜航器会以期望位置、期望姿态完成初始化，并保持。

3. 文件目录

例程目录：

[安装目录]\RflySimAPIs\4.RflySimModel\0.ApiExps\4.InitAPI\2.RunPosAttBat\2.UUV

文件夹/文件名称	说明
UUVModel_SITLPoSAtt.bat	无人载具初始化位置、姿态软件在环仿真启动脚本，支持控制台窗口输入期望位置、姿态初始化值。
UUVModel_SITLPoSAttStr.bat	无人载具初始化位置、姿态软件在环仿真启动脚本，支持在脚本中预先设定初始化位置、姿态值，支持多机设定。
UUVModel_HITLPoSAtt.bat	无人载具初始化位置、姿态硬件在环仿真启动脚本，支持控制台窗口输入期望位置、姿态初始化值。
UUVModel_HITLPoSAttStr.bat	无人载具初始化位置、姿态硬件在环仿真启动脚本，支持在脚本中预先设定初始化位置、姿态值，支持多机设定。
UUVModel.dll	水下潜航器动力学DLL模型。

4. 运行环境

4.1 软件要求

Windows 10及以上版本；RflySim工具链；MATLAB 2017b及以上③。

①：若使用Pixhawk 6X飞控，平台安装时的编译命令为：px4_fmU-v6x_default，推荐PX4固件版本为：1.12.3。其他配套飞控及编译命令请见：

<https://rflysim.com/doc/zh/1/Hardware.html>

4.2 硬件要求

笔记本/台式电脑① 1台；Pixhawk 6X或其它飞控② 1台；数据线 1台。

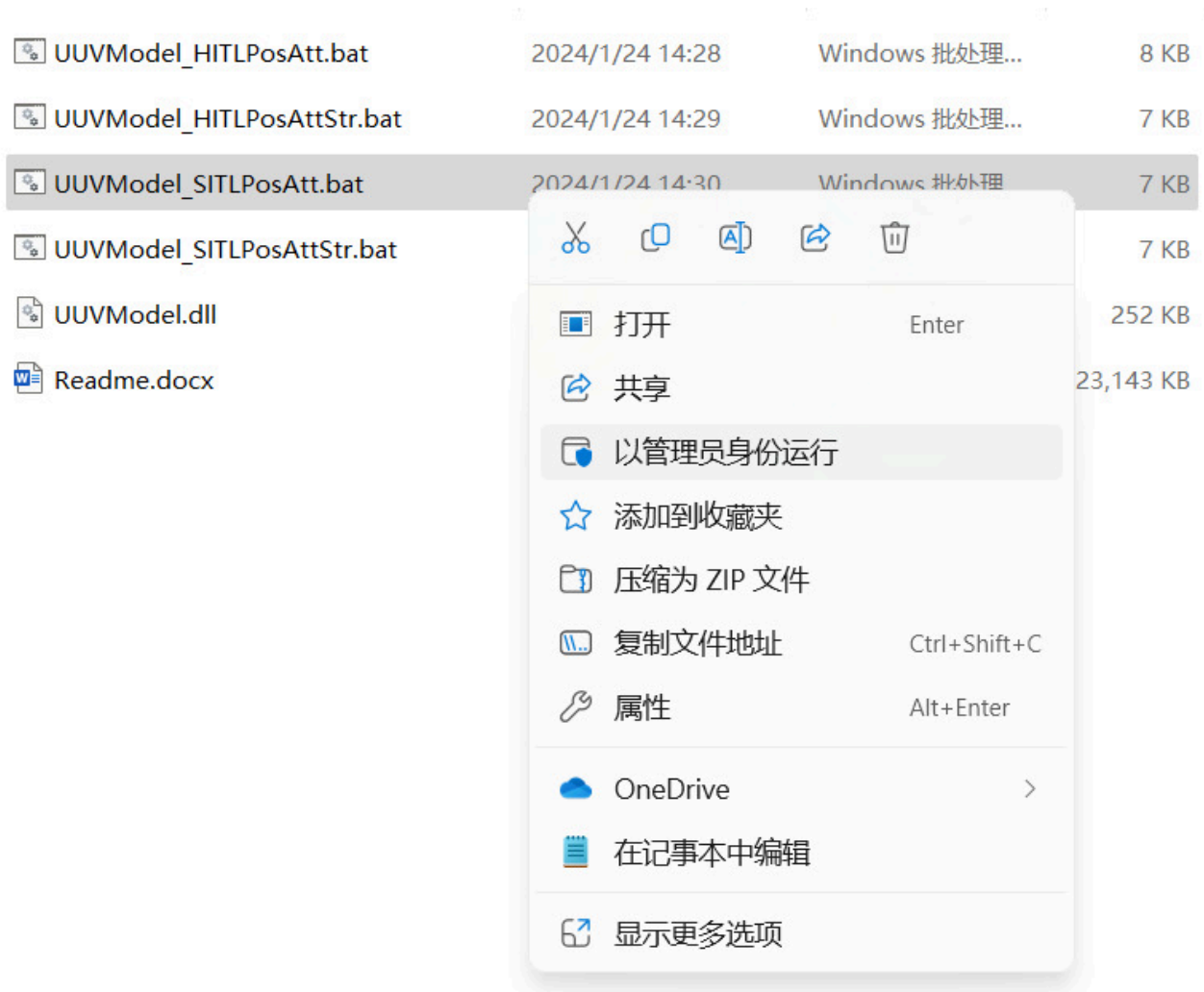
①：推荐配置请见：<https://rflysim.com/>

5. 实验步骤

5.1. 必做实验：软件在环—单架

Step 1: 启动仿真

右键以管理员身份运行 `UUVModel_SITLPosAtt.bat`。



Step 2: 初始化水下深度、姿态

(1) 初始化水下深度实验:

在控制台窗口依次输入 `x`、`y`、`yaw`、`z`、`roll`、`pitch`后，回车。这里高度设定的为-80m（向下为正，[230,-40]坐标处对应的水面高度信息为-102，这里设定-80m即为水下22m），姿态角均为 0° 。

```
C:\WINDOWS\system32\cmd. x + v
With this SIL script, you can initialize your vehicle(s) anywhere you want
Please enter the x, y position (unit m) and yaw angle list with the separator ','
For example, PosX list:1.1,2.2 and PosY list:0,0 and Yaw:0,0 will create two vehicles.
Please enter the PosX (m) list:230
Please enter the PosY (m) list:-40
Please enter the Yaw (degree) list:0
Please enter the PosZ (m) list:-80
Please enter the Roll (degree) list:0
Please enter the Pitch (degree) list:0
```

在RflySim3D左上角信息中可以看到，此时位置为[230,-40,-80]，姿态均为0°。

在控制台窗口依次输入x、y、yaw、z、roll、pitch后，回车。这里高度设定的为-300m（向下为正），姿态角均为0°。

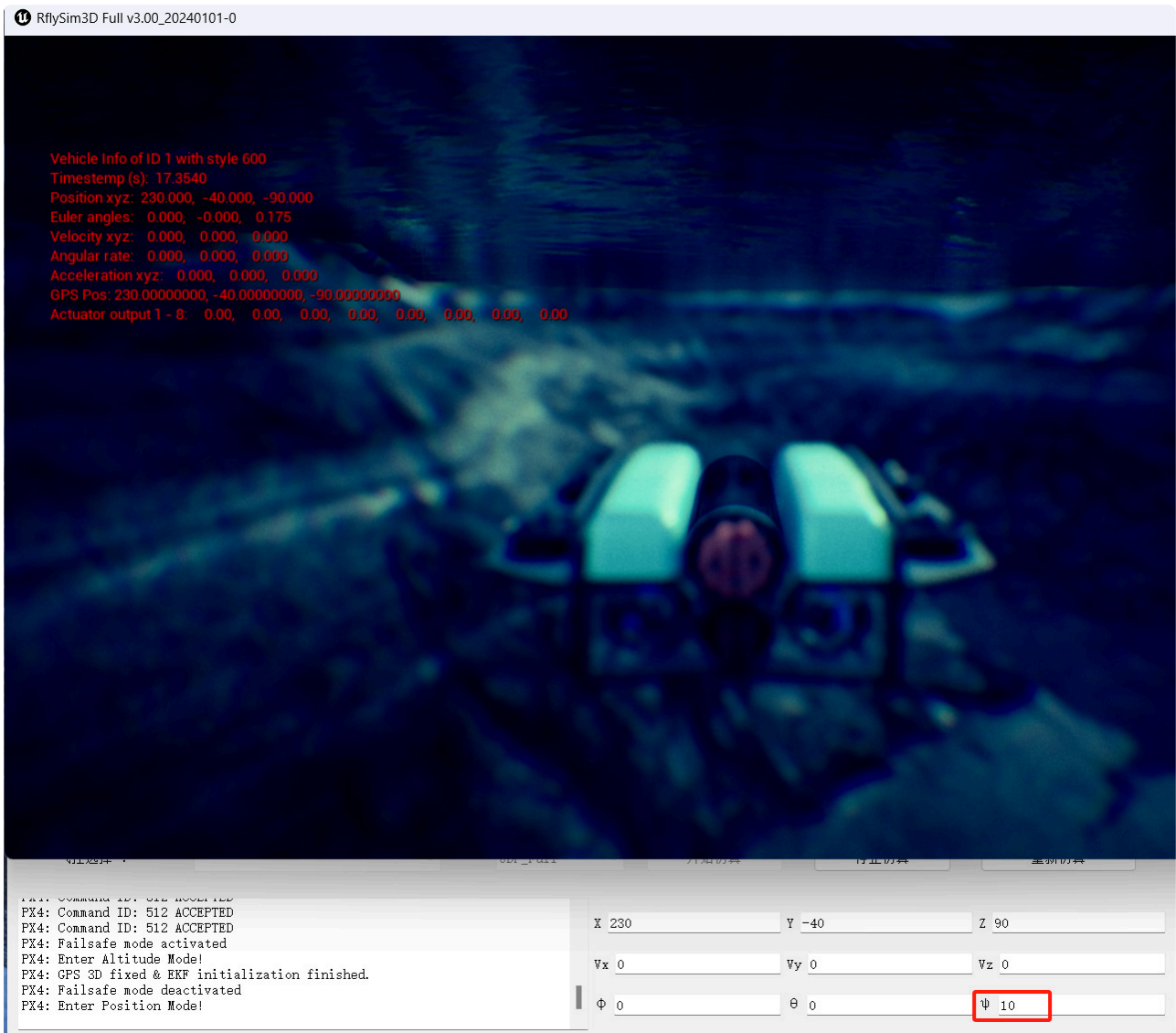


(2) 初始化偏航角实验

重复Step 1，设定yaw为10°，x、y、z、roll、pitch分别为230、-40、-90、0、0，回车。

```
C:\WINDOWS\system32\cmd. x + v
With this SIL script, you can initialize your vehicle(s) anywhere you want
Please enter the x, y position (unit m) and yaw angle list with the separator ','
For example, PosX list:1.1,2.2 and PosY list:0,0 and Yaw:0,0 will create two vehicles.
Please enter the PosX (m) list:230
Please enter the PosY (m) list:-40
Please enter the Yaw (degree) list:10
Please enter the PosZ (m) list:-90
Please enter the Roll (degree) list:0
Please enter the Pitch (degree) list:0
```

水下潜航器按期望位置和姿态值完成初始化，偏航角为10°。



(3) 初始化滚转角实验

重复Step 1，设定roll为20°，x、y、z、yaw、pitch依次为230、-40、-90、0、0，回车。

```
C:\WINDOWS\system32\cmd. x + v
With this SIL script, you can initialize your vehicle(s) anywhere you want
Please enter the x, y position (unit m) and yaw angle list with the separator ','
For example, PosX list:1.1,2.2 and PosY list:0,0 and Yaw:0,0 will create two vehicles.
Please enter the PosX (m) list:230
Please enter the PosY (m) list:-40
Please enter the Yaw (degree) list:0
Please enter the PosZ (m) list:-90
Please enter the Roll (degree) list:20
Please enter the Pitch (degree) list:0
```

水下潜航器按期望位置和姿态值完成初始化，滚转角为10°。

The screenshot displays the RflySim3D Full v3.00_20240101-0 interface. The main window shows a 3D simulation of a submersible underwater. The control panel at the bottom includes the following sections:

- Vehicle Info:** Vehicle Info of ID 1 with style 600, Timestamp (s): 45.1120, Position xyz: 230.000, -40.000, -90.000, Euler angles: 0.349, -0.000, 0.000, Velocity xyz: 0.000, 0.000, 0.000, Angular rate: 0.000, 0.000, 0.000, Acceleration xyz: 0.000, 0.000, 0.000, GPS Pos: 230.00000000, -40.00000000, -90.00000000, Actuator output 1 - 8: 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00.
- Control Panel:** Includes fields for ID (1), UDP port (20100), DLL model (UUVModel), simulation mode (PX4_SITL_RFLY), 3D scene (MountainTerrain_Wat), and start position (x: 230, y: -40, yaw: 0). It also features a UDP Mode dropdown (UDP_Full), buttons for '开始仿真' (Start Simulation), '停止仿真' (Stop Simulation), and '重新仿真' (Restart Simulation), and a flight selection dropdown.
- Log Window:** Displays the following messages:

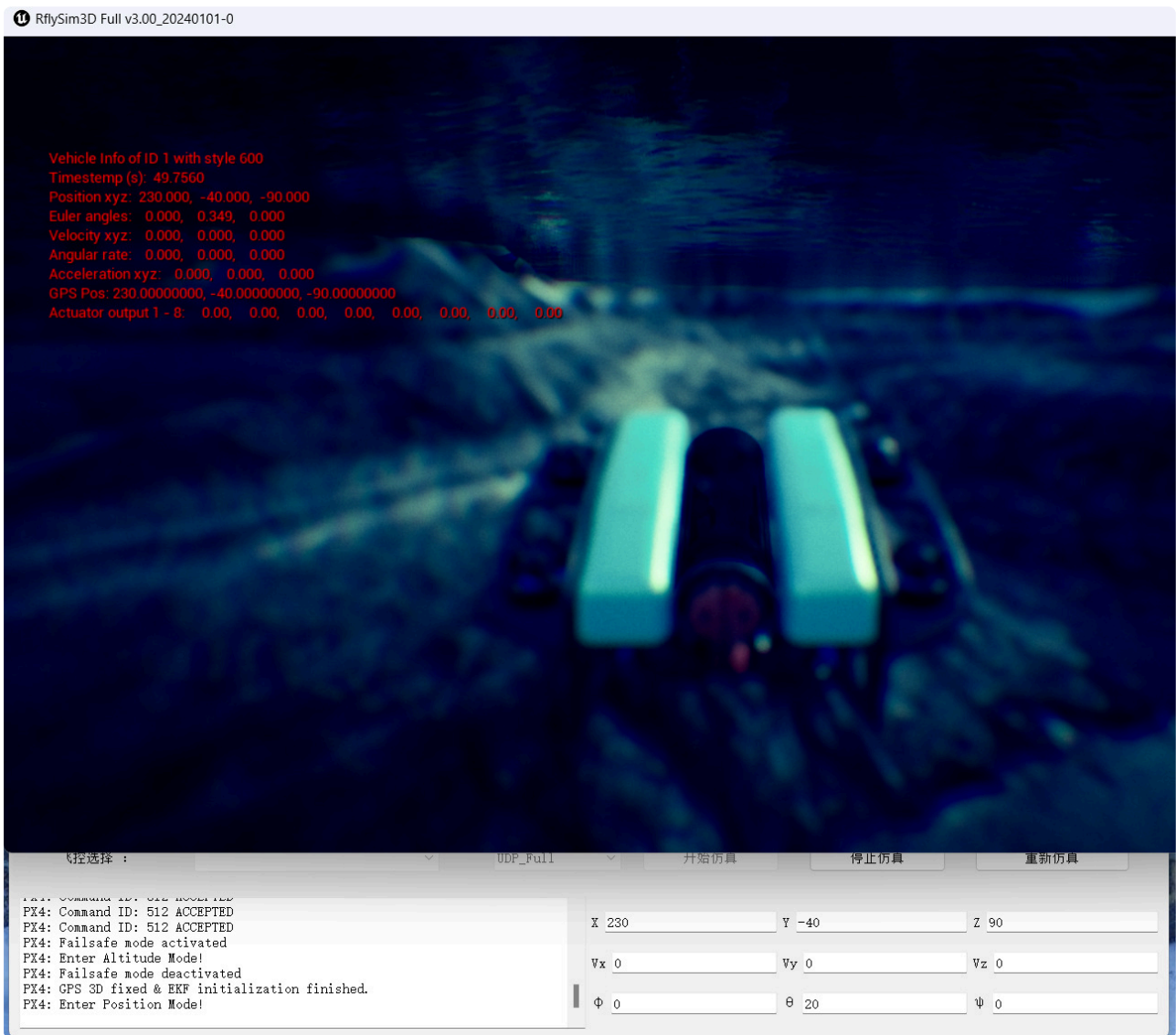
```
FX4: Command ID: 512 ACCEPTED
FX4: Command ID: 512 ACCEPTED
FX4: Failsafe mode activated
FX4: Enter Altitude Mode!
FX4: GPS 3D fixed @ EKF initialization finished.
FX4: Failsafe mode deactivated
FX4: Enter Position Mode!
```
- Parameter Inputs:** Fields for X (230), Y (-40), Z (90), Vx (0), Vy (0), Vz (0), ϕ (20), θ (0), and ψ (0).

(4) 初始化俯仰角实验

重复Step 1，设定pitch为20°，x、y、yaw、z、roll依次为230、-40、0、-90、0，回车。

```
C:\WINDOWS\system32\cmd. x + v
With this SIL script, you can initialize your vehicle(s) anywhere you want
Please enter the x, y position (unit m) and yaw angle list with the separator ','
For example, PosX list:1.1,2.2 and PosY list:0,0 and Yaw:0,0 will create two vehicles.
Please enter the PosX (m) list:230
Please enter the PosY (m) list:-40
Please enter the Yaw (degree) list:0
Please enter the PosZ (m) list:-90
Please enter the Roll (degree) list:0
Please enter the Pitch (degree) list:20
```

水下潜航器按期望位置和姿态值完成初始化，俯仰角为20°。



5.2 必做实验：软件在环—多架

该脚本支持1至多架无人载具初始化位置、姿态的设定，下面以2架为例进行说明：

Step 1: bat脚本设置

以记事本或VS

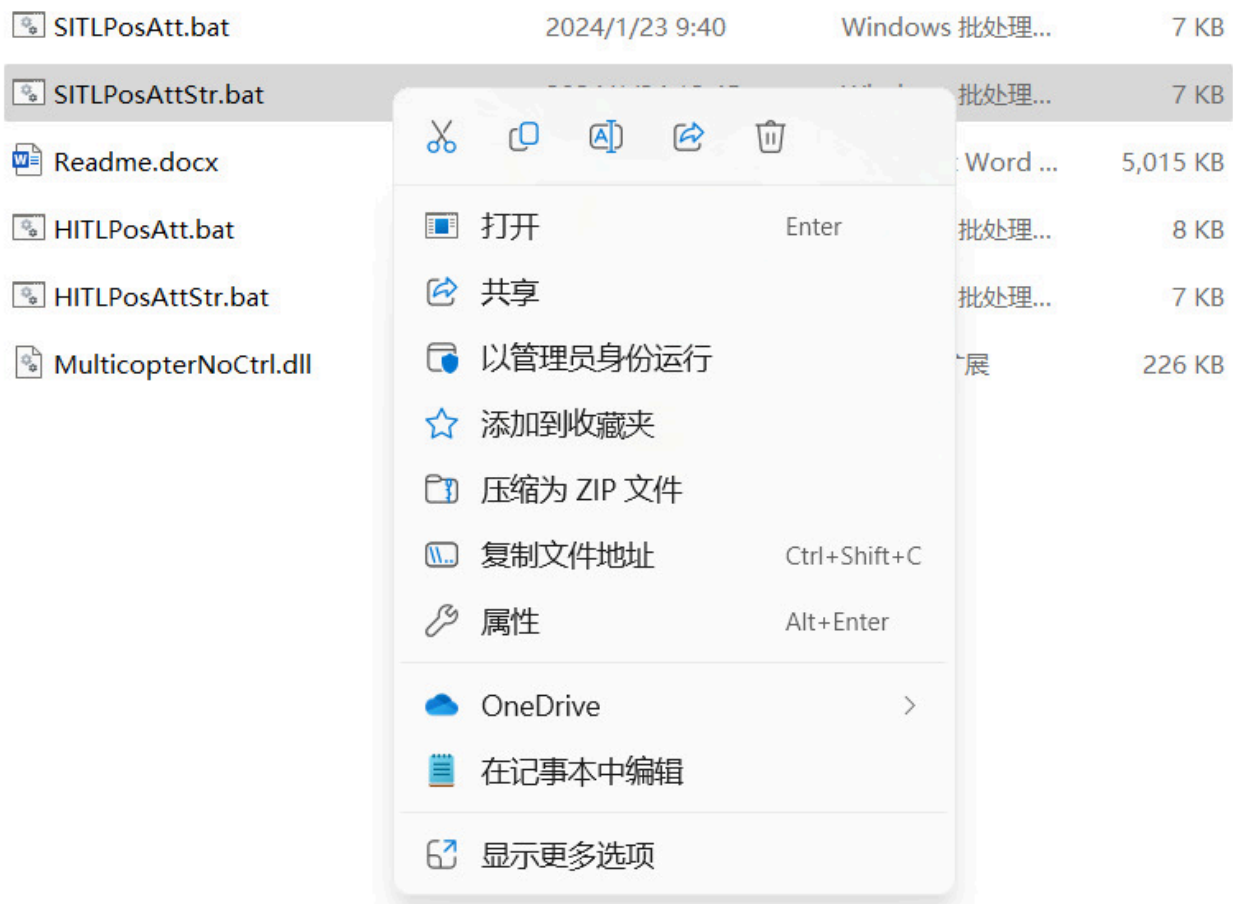
Code打开 [UUVModel_SITLPosAttStr.bat](#)，编辑PosXStr、PosYStr、YawStr、AltStr、RollStr、PitchStr，以“，”区分不同水下潜航器的初始位置和姿态值。

```
REM Or comment the above code to use the following form
SET PosXStr=230,230
SET PosYStr=-40,-40
SET YawStr=0,0
SET AltStr=-90,-85
SET RollStr=0,0
SET PitchStr=0,0
```

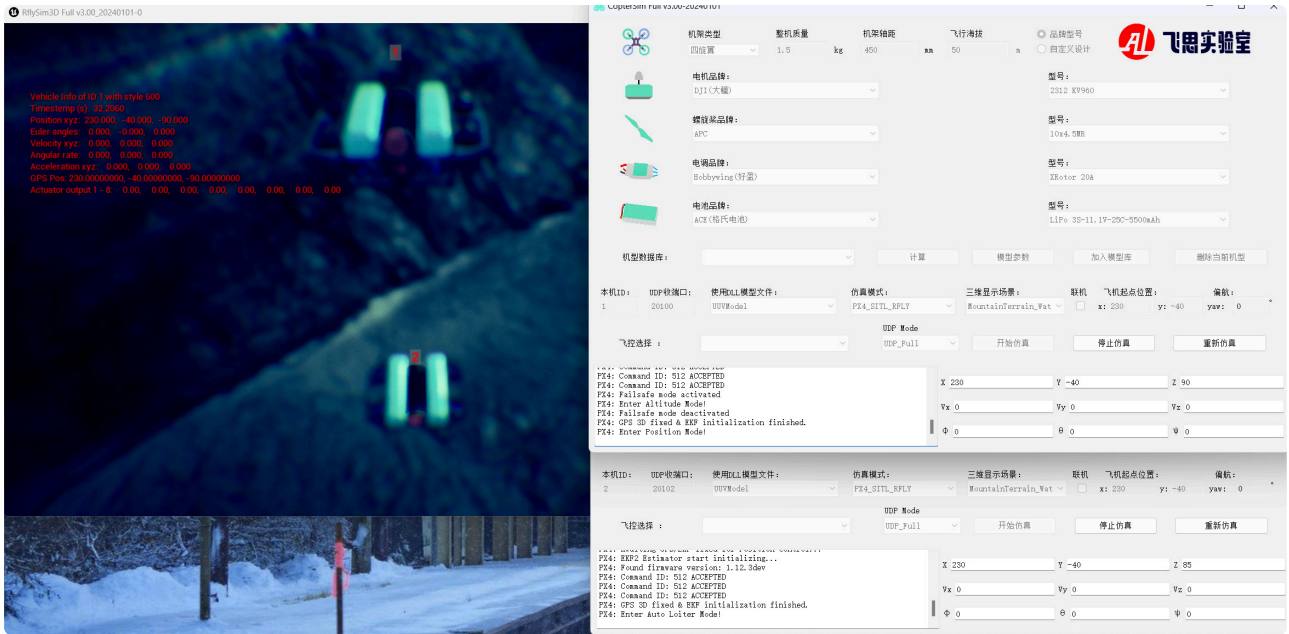
Step 2: 初始化水下深度、姿态

(1) 初始化水下深度实验:

上述设定中1号水下潜航器位置为[230,-40,-90]，2号水下潜航器为[230,-40,-85]，姿态均为0。右键以管理员身份运行 [UUVModel_SITLPosAttStr.bat](#)。



可以看到两个水下潜航器深度分别为-90m，-80m，其他位置和姿态信息均一致。



(2) 初始化偏航角实验

按如下修改 `UUVModel_SITLPosAttStr.bat`，保存后右键以管理员身份运行。

```
REM Or comment the above code to use the following form
SET PosXStr=230,230
SET PosYStr=-40,-35
SET YawStr=10,-10
SET AltStr=-90,-90
SET RollStr=0,0
SET PitchStr=0,0
```

可以看到1号水下潜航器偏航角为 10° ，2号水下潜航器为 -10° 。



(3) 初始化滚转角实验

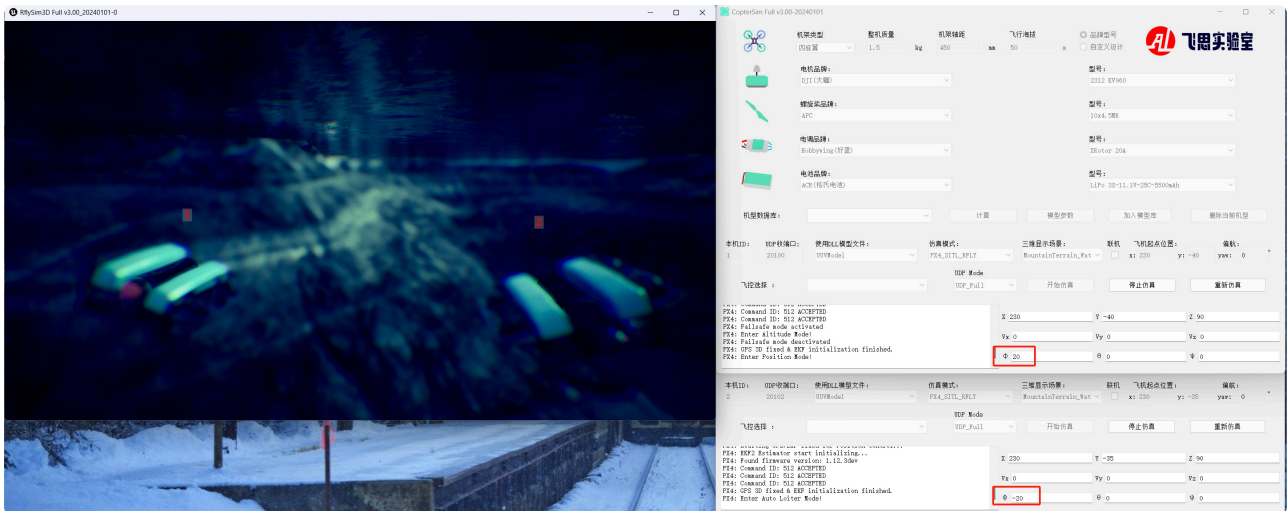
按如下修改 `UUVModel_SITLPosAttStr.bat`，保存后右键以管理员身份运行。

```

REM Or comment the above code to use the following form
SET PosXStr=230,230
SET PosYStr=-40,-35
SET YawStr=0,0
SET AltStr=-90,-90
SET RollStr=20,-20
SET PitchStr=0,0

```

可以看到1号水下潜航器的滚转角初值为 20° ，2号水下潜航器为 -20° 。



(4) 初始化俯仰角实验

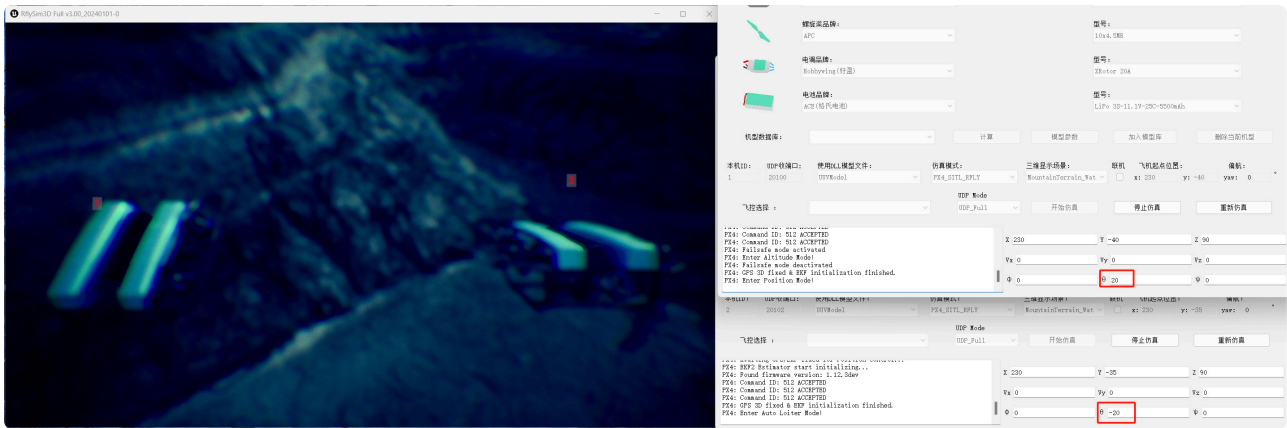
按如下修改SITLPosAttStr.bat，保存后右键以管理员身份运行。

```

REM Or comment the above code to use the following form
SET PosXStr=230,230
SET PosYStr=-40,-35
SET YawStr=0,0
SET AltStr=-90,-90
SET RollStr=0,0
SET PitchStr=20,-20

```

可以看到1号水下潜航器初始俯仰角为 20° ，2号水下潜航器初始俯仰角为 -20° 。



5.3 选做实验：硬件在环—单架

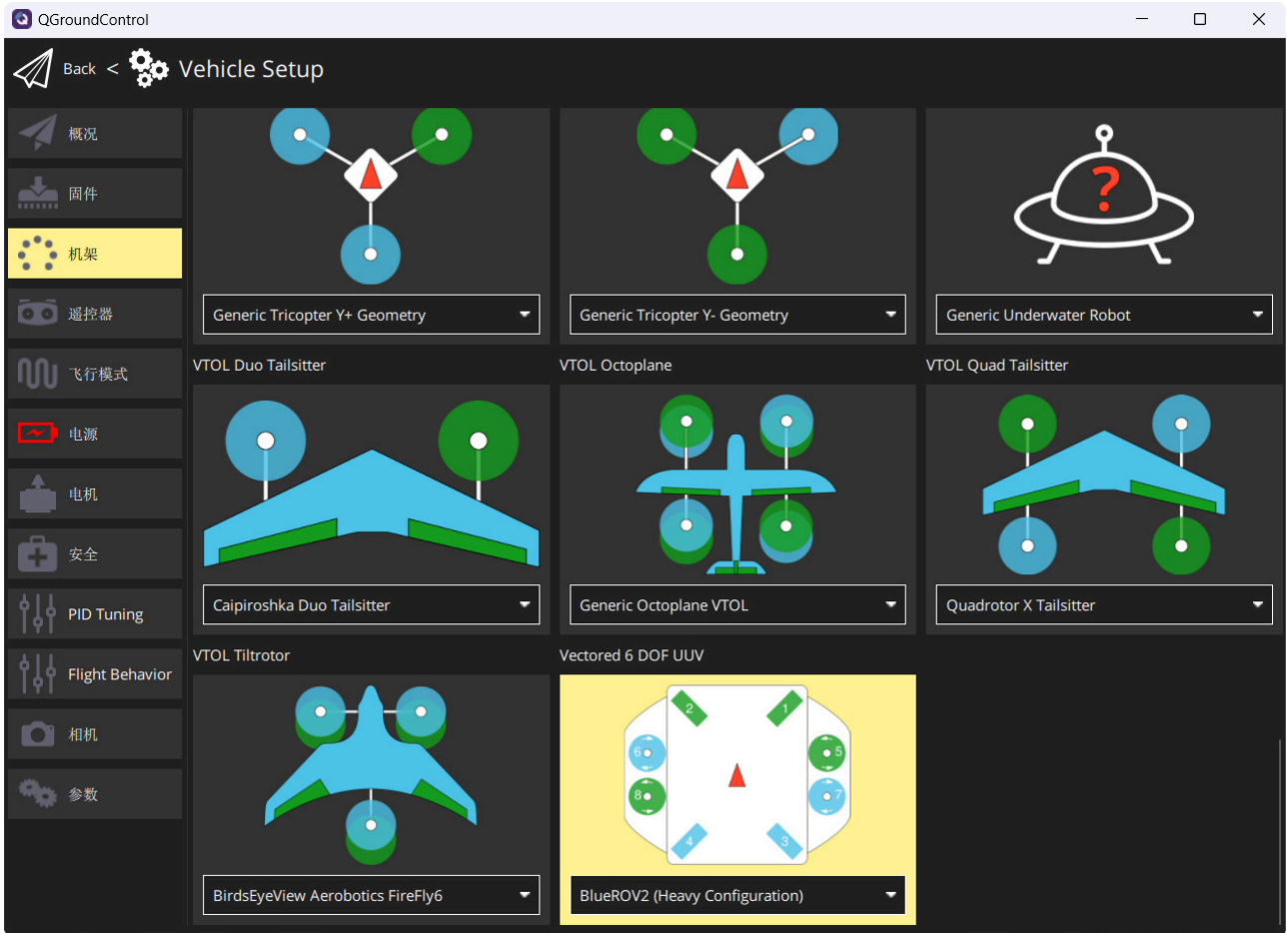
Step 1: 连接飞控

如下图所示，将飞控通过USB线连接电脑，并确保完成硬件在环仿真配置。注意，例程中使用Pixhawk6x飞控，其他飞控配置方法类似（推荐使用Pixhawk飞控）。



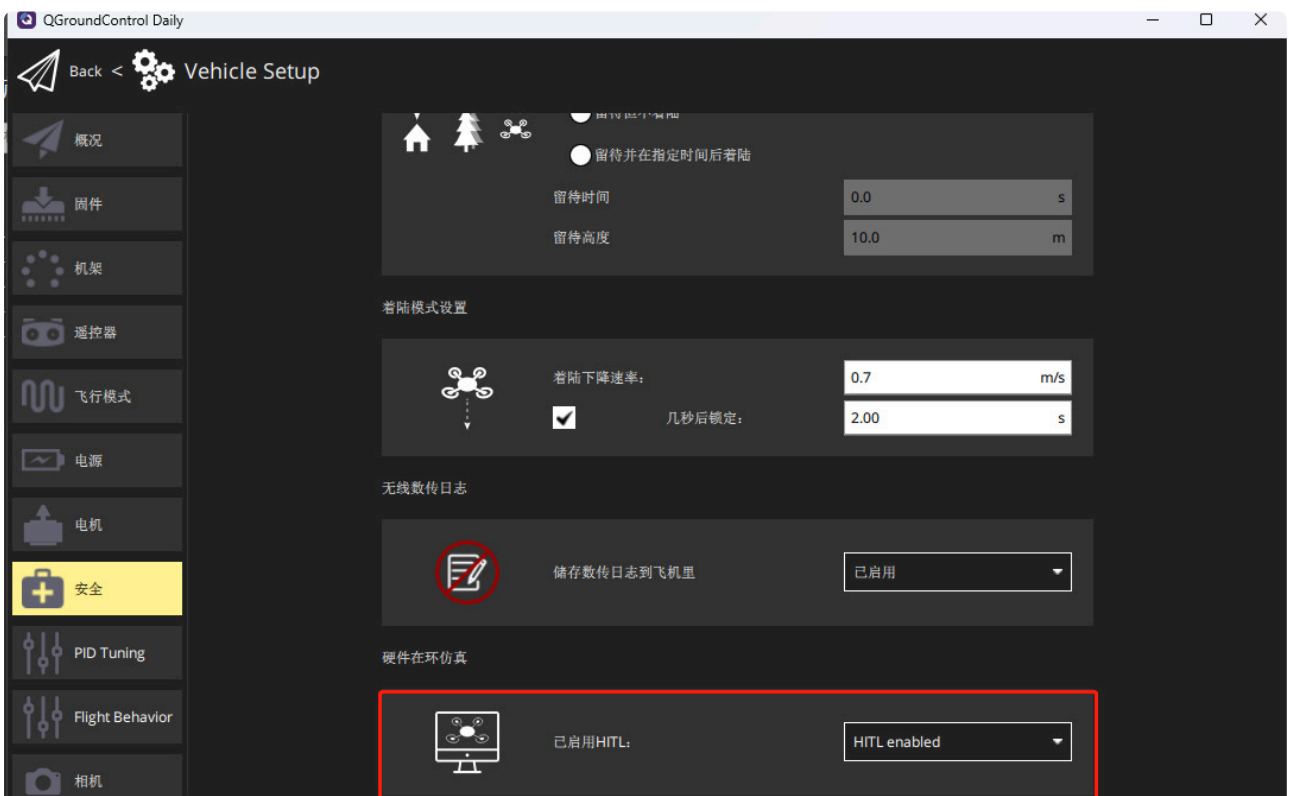
Step 2: 设置硬件在环机架

打开QGC地面站，在机架界面设置机架型号为“BlueRov2(Heavy Configuration)”，设置完毕后点击右侧“应用并重启”。



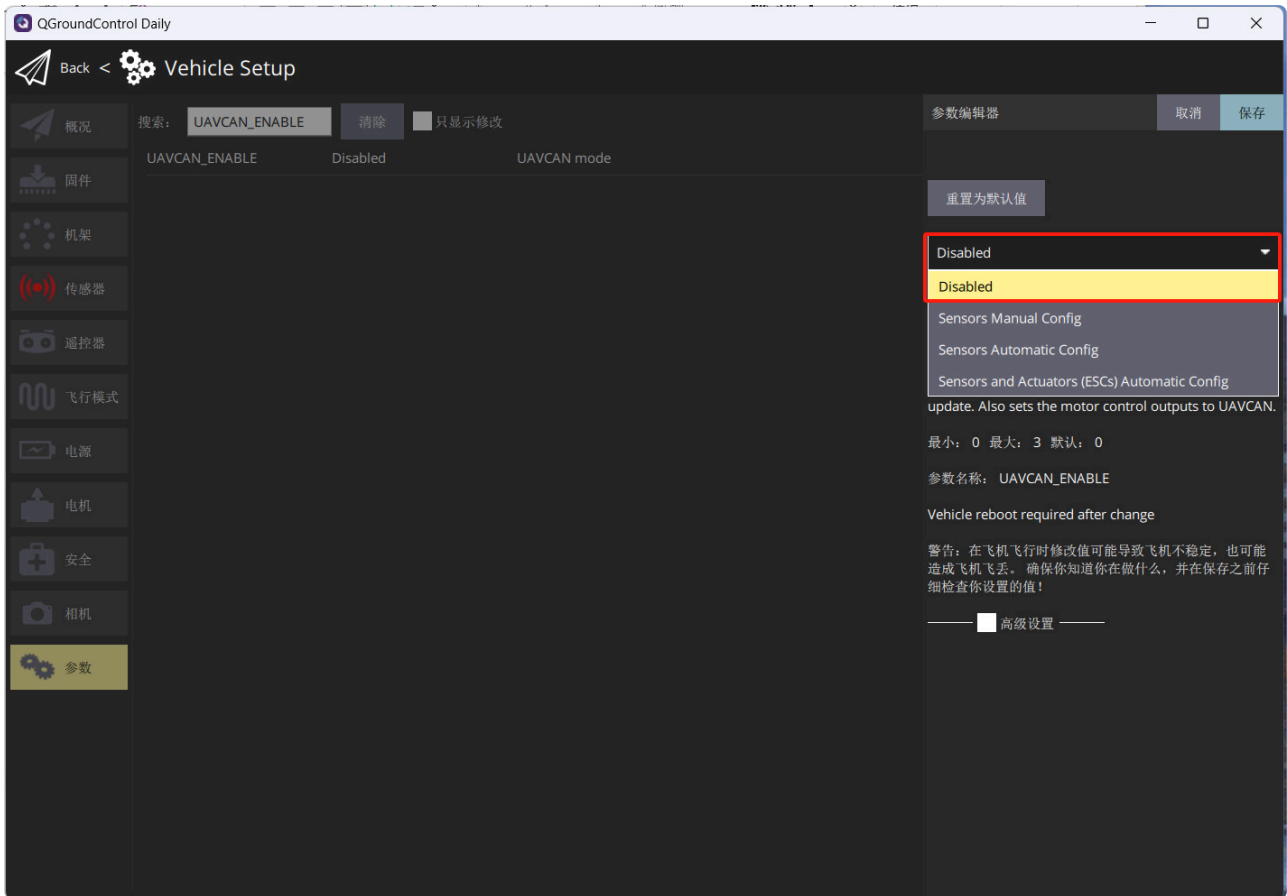
Step 3: 配置硬件在环参数

点击“安全”，设置硬件在环仿真为“HITL enabled”，重新插拔飞控。



若使用PX4

1.13版本固件，还需要点击“参数”，在搜索栏中输入“UAVCAN_ENABLE”，在弹出框中设置为“Disabled”，保存后重新插拔飞控。



Step 4：进行仿真

运行HITLPosAtt.bat，重复5.1的Step 2，效果一致。

5.4 选做实验：硬件在环—多架

参考5.3的Step 1-Step 4准备好飞控环境后，参考5.2的Step 2可完成对应实验，实验效果一致。

6.参考资料

1. API.pdf中DLL/SO模型与通信接口的重要参数部分。
2. [\[RflySim安装目录\]/RflySimAPIs/4.RflySimModel/API.pdf](#)
3. [\[RflySim安装目录\]/RflySimAPIs/4.RflySimModel/API.pdf](#)
4. [\[RflySim安装目录\]/RflySimAPIs/4.RflySimModel/API.pdf](#)

7.常见问题

Q2: 编译报错，无法加载库文件



A2: 这可能是由于安装平台时PX4PSP工具箱未更新到最新版，更新RflySim安装包后按照如下配置重新安装平台即可

Toolbox one-key installation script: RflySimA... — □ ×

(1) Software package installation directory
C:\PX4PSP

(2) PX4 firmware compiling command: firmware versions <= PX4-1.8 use format px4fmu-v3_default; >= PX4-1.9 use format px4_fmu-v3_default
px4_fmu-v6c_default

(3) PX4 firmware version (1: PX4-1.7.3, ... , 6: PX4-1.12.3, 7: PX4-1.13.2, 8: PX4-1.14.4, 9: PX4-1.15.0)
9

(4) PX4 firmware compiling toolchain (1: WinWSL[suitable for all versions], 2: Msys2[suitable for <= PX4-1.8], 3: Cygwin[for >=PX4-1.8])
1

(5) Whether to reinstall PSP toolbox (yes to reinstall and no to remain current installation)
yes

(6) Whether to reinstall the dependent software packages (CopterSim, QGroundControl, CopterSim, etc. About 5 minites)
no

(7) Whether to reinstall the selected compiling toolchain (yes to reinstall and no to remain unchanged, about 5 minites)
no

(8) Whether to reinstall the selected PX4 firmware source code (yes to reinstall and no to remain unchanged, about 5 minites)
no

(9) Whether to pre-compile the selected firmware with the selected command (yes to compile and no to remain unchanged, about 5 minites)
no

(10) Whether to block the actuator outputs in the PX4 firmware code ("yes" to use Simulink controller, "no" to use PX4 official controller)
no

OK Cancel