

# 1. 实验名称及目的

## 1.1 实验名称

PID+系统模板精细化无人车综合模型仿真验证（simulink外部控制）（仅限完整版及以上版本）

## 1.2 实验目的

在Simulink的Dll模型基础上，基于MATLAB/Simulink设计无人车控制器，并将控制器和Dll模型放在同一个slx文件中，依据特定的输入输出接口，形成一个无人车整体仿真闭环，即综合模型。在得到综合模型后，通过外部控制的方法实现顶层控制。

## 1.3 关键知识点

**本实验需要电脑中部署Visual Studio**

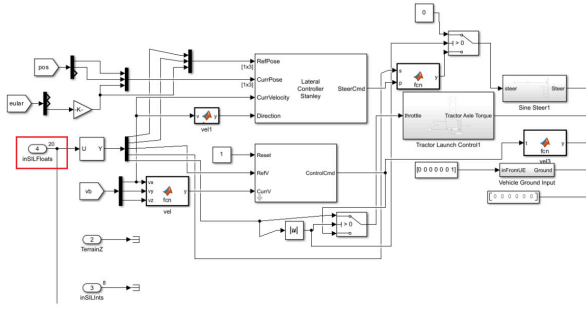
**2022环境，部署方式见：**[[安装目](#)

[录](#)]\RflySimAPIs\1.RflySimIntro\2.AdvExps\6.VisualStudioInstall

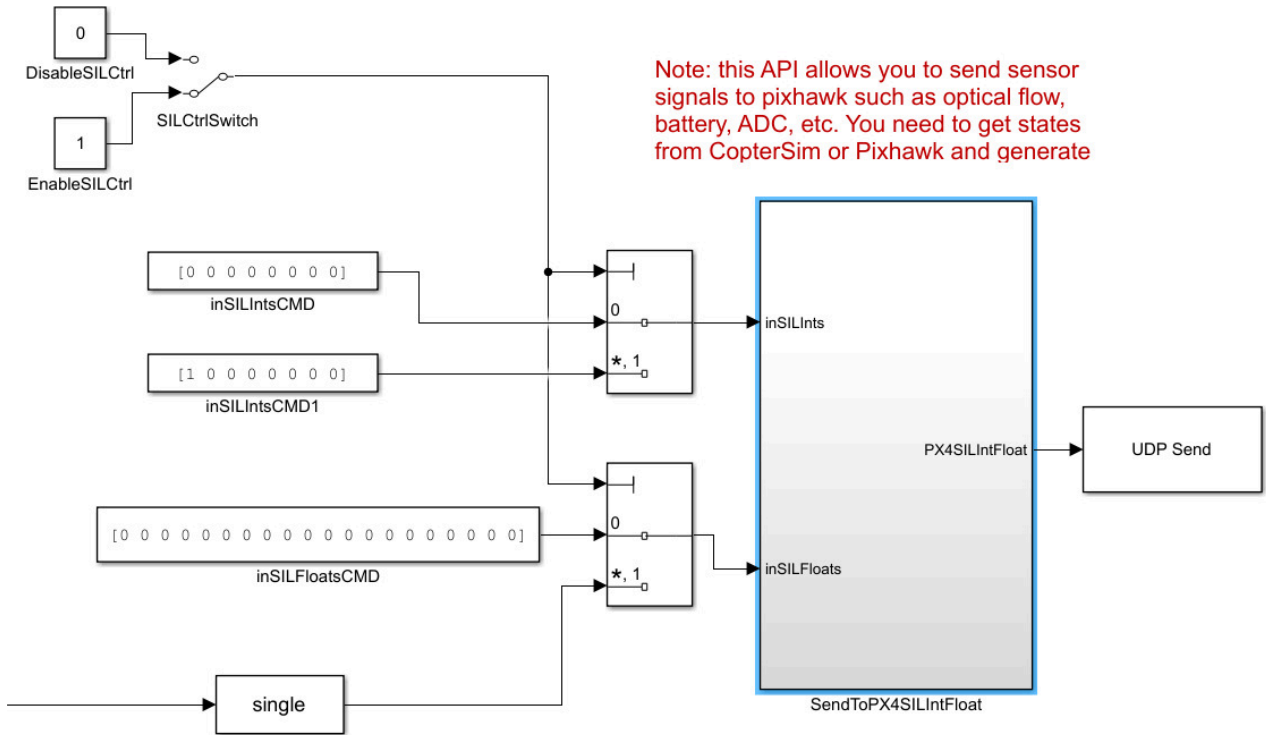
RflySim平台提供高精度模型和质点模型两大类，高精度模型常用于高逼真的仿真，载具数量一般不多。而质点模型则可用于大规模集群。高精度模型又分为两类，一类是使用PX4的控制器，这是最逼真的使用形式，另一类则是将控制器也集成到模型当中，称为综合模型。综合模型的优点在于能更加稳定可靠的支持大规模高逼真集群仿真。

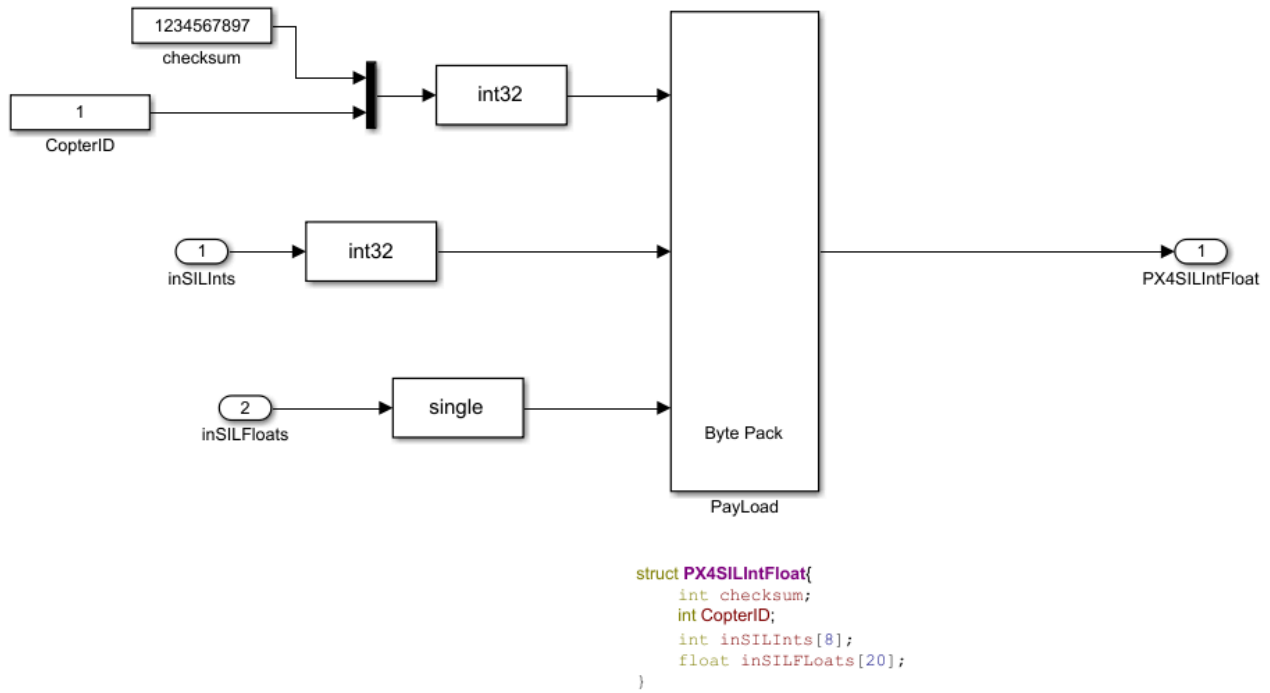
在原有动力学模型的基础上实现控制器，构成综合模型。控制器使用MATLAB Simulink实现基本姿态控制、定点功能。控制器直接拿取模型的真实状态作为输入。综合模型协议最为关键的是约定输入输出接口。整体接口设计仅考虑完整模式，而简化模式在CopterSim中考虑。

综合模型中设置有inSILInts和inSILFloats输入接口，并将从inSILFloats接口收到的数据作为期望位置、速度输入到综合模型的控制器之中。



外部控制可使用Matlab/Simulink，本例程文件夹中的TrailerSender.slx文件通过UDP30100端口发送期望位置、期望速度等控制指令，CopterSim接收到后转发至综合模型对应的dll模型inSILInts和inSILFloats接口，从而控制无人车模型。





## 2. 实验效果

启动软件在环仿真后，通过外部控制的方法发送期望速度、位置控制综合模型运动。

## 3. 文件目录

例程目录：

[\[安装目录\]\RflySimAPIs\4.RflySimModel\3.CustExps\e4\\_TrailerModelCtrl\2.TrailerNoPX4](#)

文件夹/文件名称	说明
TrailerNOpx4full.slx	无人车综合模型，控制器为速度控制
<a href="#">TrailerNOpx4full_init.m</a>	无人车模型参数文件
TrailerSender.slx	外部控制文件
TrailerNOpx4full.bat	无人车综合模型启动脚本
TrailerNOpx4full.dll	无人车综合模型动态链接库，由TrailerNOpx4full.slx自动代码生成后打包形成
GenerateModelDLLFile.p	用于将自动代码生成的C++文件封装成动态链接库

# 4. 运行环境

## 4.1 软件要求

Windows 10及以上版本；RflySim工具链；MATLAB 2023a及以上。

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；\ \台；\ \台。

①：推荐配置请见：<https://rflysim.com/>

# 5. 实验步骤

## Step 1: 编译模型

在MATLAB中打开TrailerNOpx4full.slx文件，在Simulink中，点击编译命令。编译配置可参考 [4.RflySimModel\0.ApiExps\2.UserDefinedC++\2.GenC++\Readme.pdf](#)

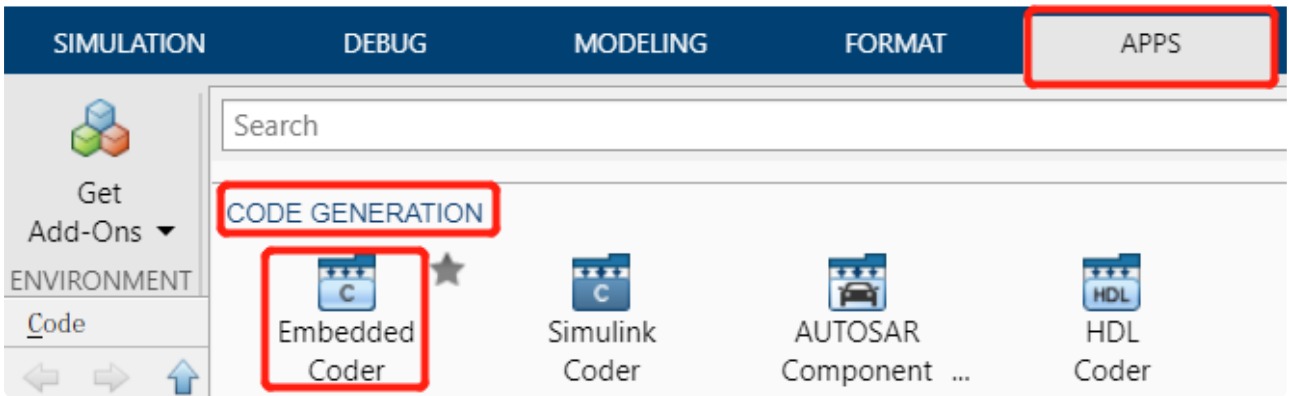
 readme.docx	2024/7/25 13:25	MICROSOFT WORD 文档
 readme.pdf	2024/7/25 13:25	WPS PDF 文档
 Readme_en.docx	2024/7/25 13:25	Microsoft Word 文档
 Readme_en.pdf	2024/7/25 13:25	WPS PDF 文档
 TraiLerNOpx4.bat	2024/7/25 13:25	Windows 批处理文件
 TrailerNOpx4full.dll	2024/7/25 13:25	应用程序扩展
 TrailerNOpx4full.exe	2024/7/25 13:25	应用程序
 TrailerNOpx4full.slx	2024/7/25 13:25	Simulink Model
 TrailerNOpx4full_init.m	2024/7/25 13:25	MATLAB Code
 TrailerSender.slx	2024/7/25 13:25	Simulink Model

对于MATLAB 2019a及之前版本，工具栏样式见下图，直接点击它的编译按钮“Build”即可。

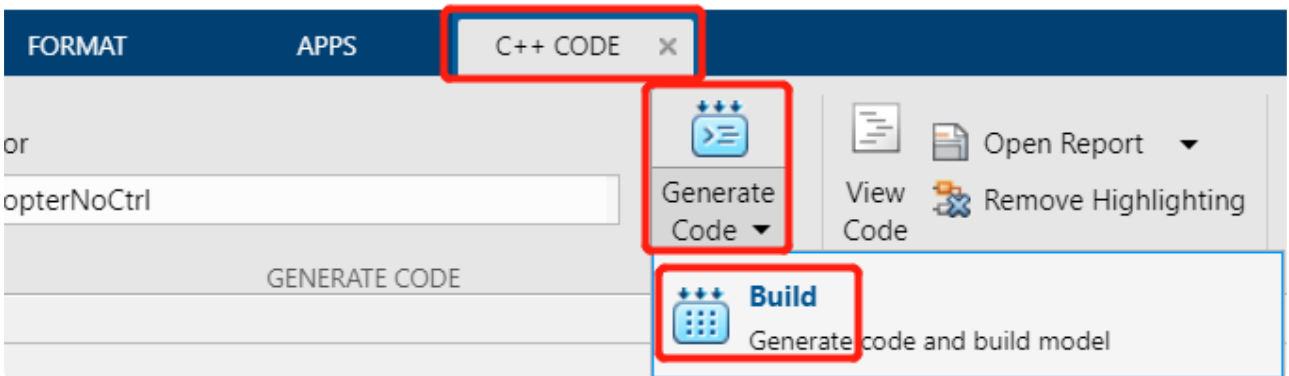


对于2019b及之后版本，点击APPS - CODE GENERATION - Embedded Coder才能弹出代码生成工具栏，在其中如下图所示点击“C++CODE” - “Generate Code” - “Build” 按钮就能编译生成代码。

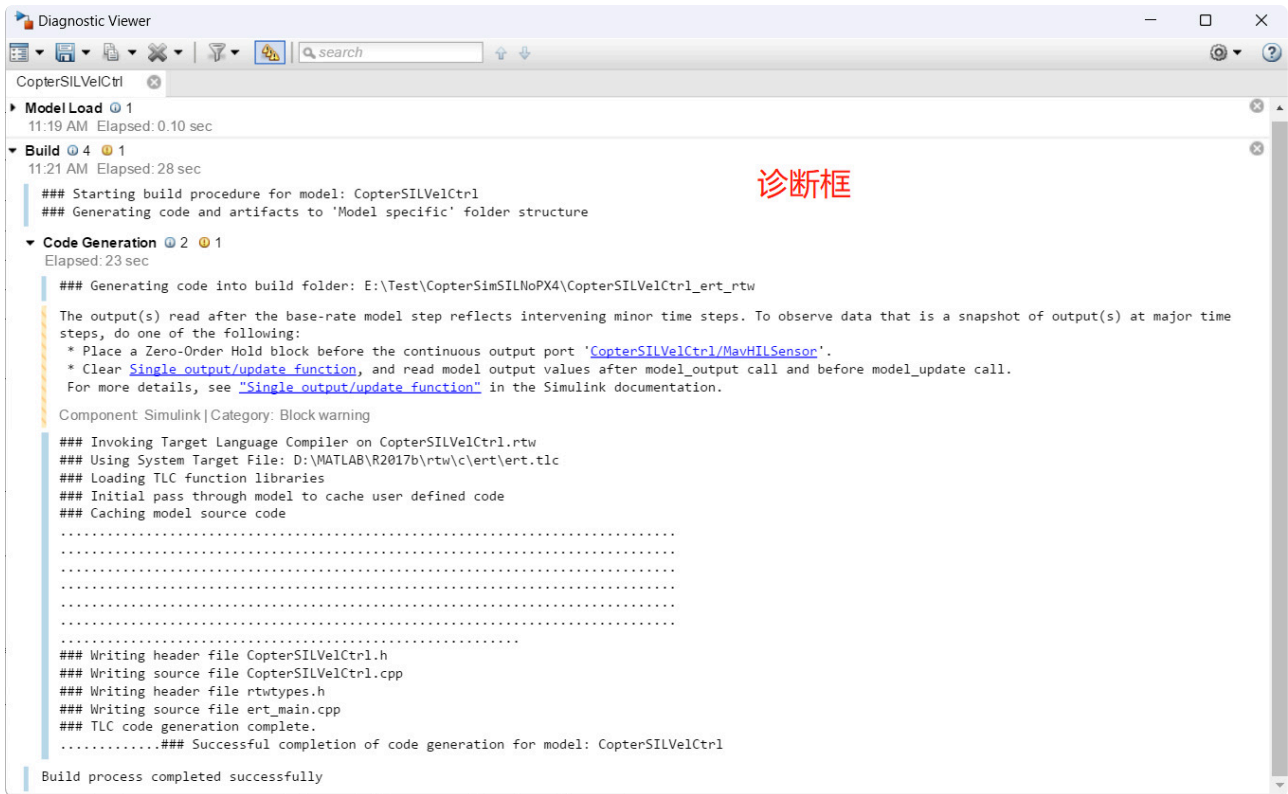
MulticopterCtrlVelocity/Force and Moment Model - Simulink



k

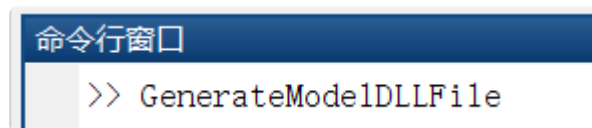


在Simulink的下方点击View diagnostics指令，即可弹出诊断对话框，可查看编译过程。在诊断框中弹出Build process completed successfully，即表示编译成功。

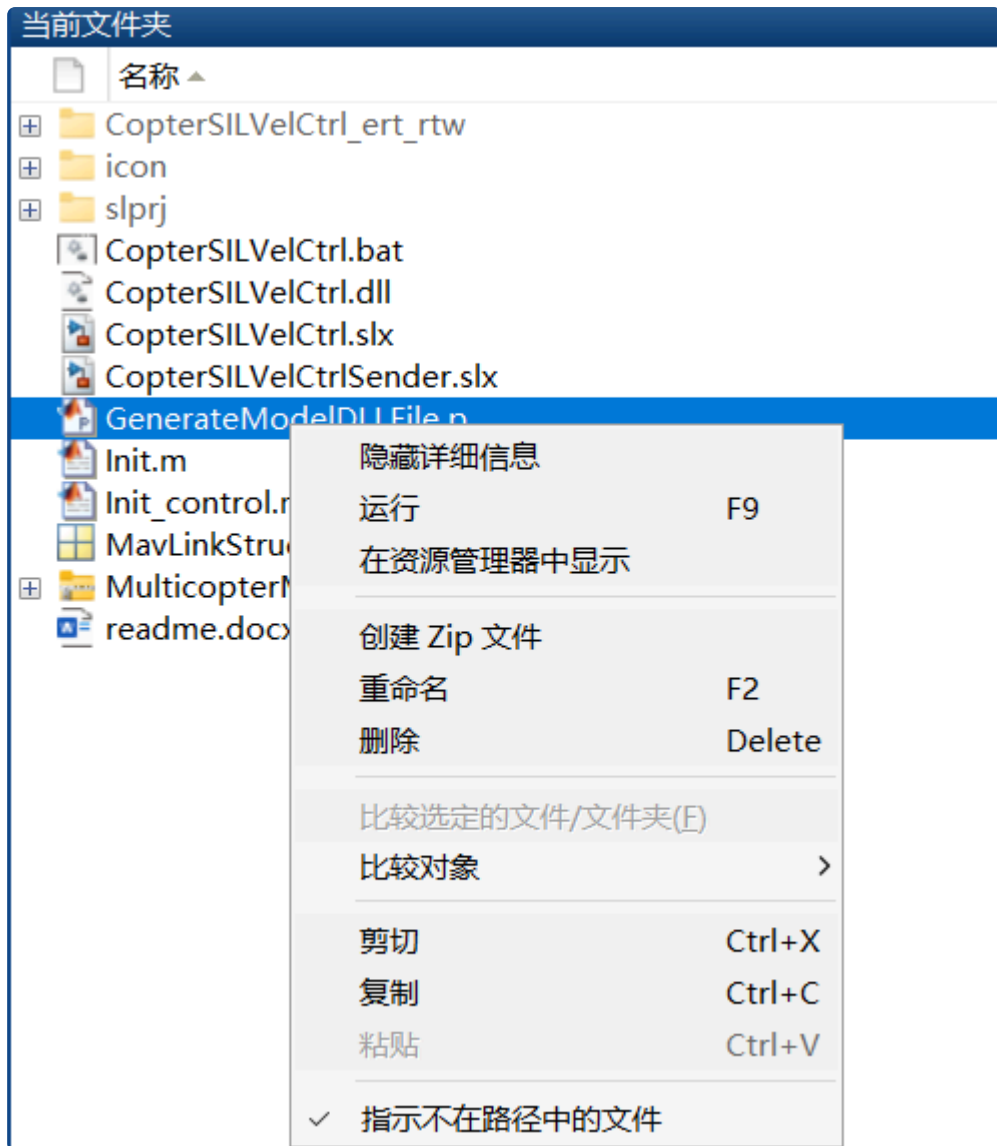


## Step 2: 生成DLL文件

右键运行GenerateModelDLLFile.p文件或在命令行窗口中输入GenerateModelDLLFile后回车，得到综合模型动态链接库TrailerNOpx4full.dll。

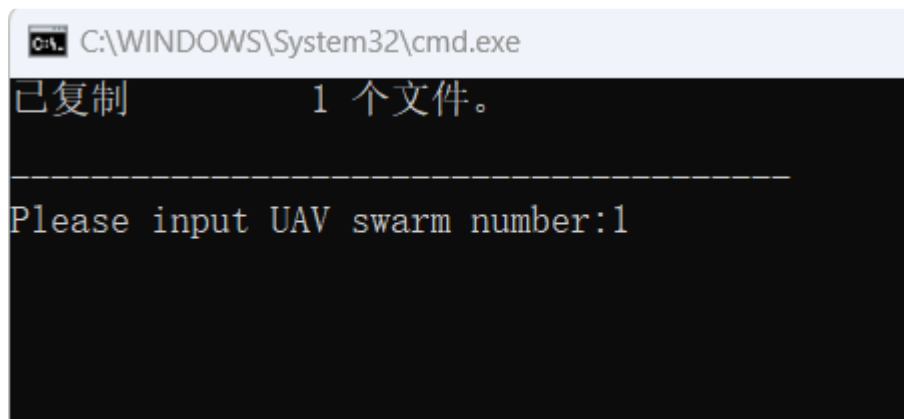


或



### Step 3: 启动仿真

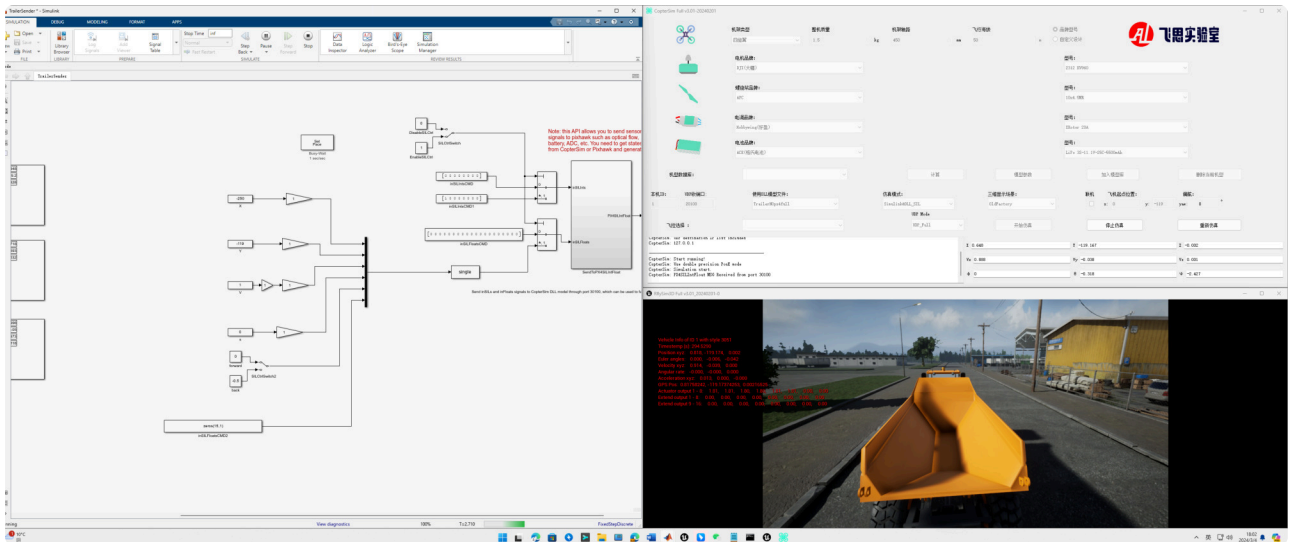
右键点击 [TrailerNOpx4.bat](#) 并以管理员身份运行，输入1，启动1辆无人车综合模型的软件在环仿真。





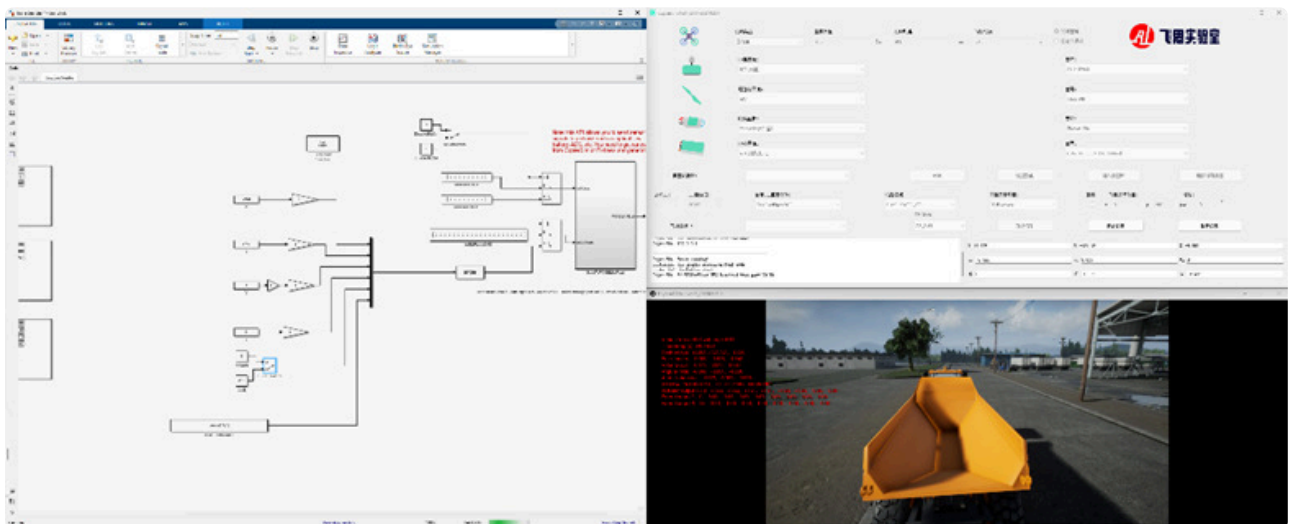
## Step 4: 运行控制模型

右键打开TrailerSender.slx，运行该文件，点击2处将使能标志切换到EnableSILCtrl。



## Step 5: 无人车控制

左侧期望输入由上至下分别为期望目标X,Y;期望速度V, 期望舵偏S与倒车切换标志。在期望舵偏S为0的前提下无人车以期望速度驶向目标位置XY, 在S不为0时则优先满足临时舵偏需求进行转弯。有倒车需求时则切换倒车标志。

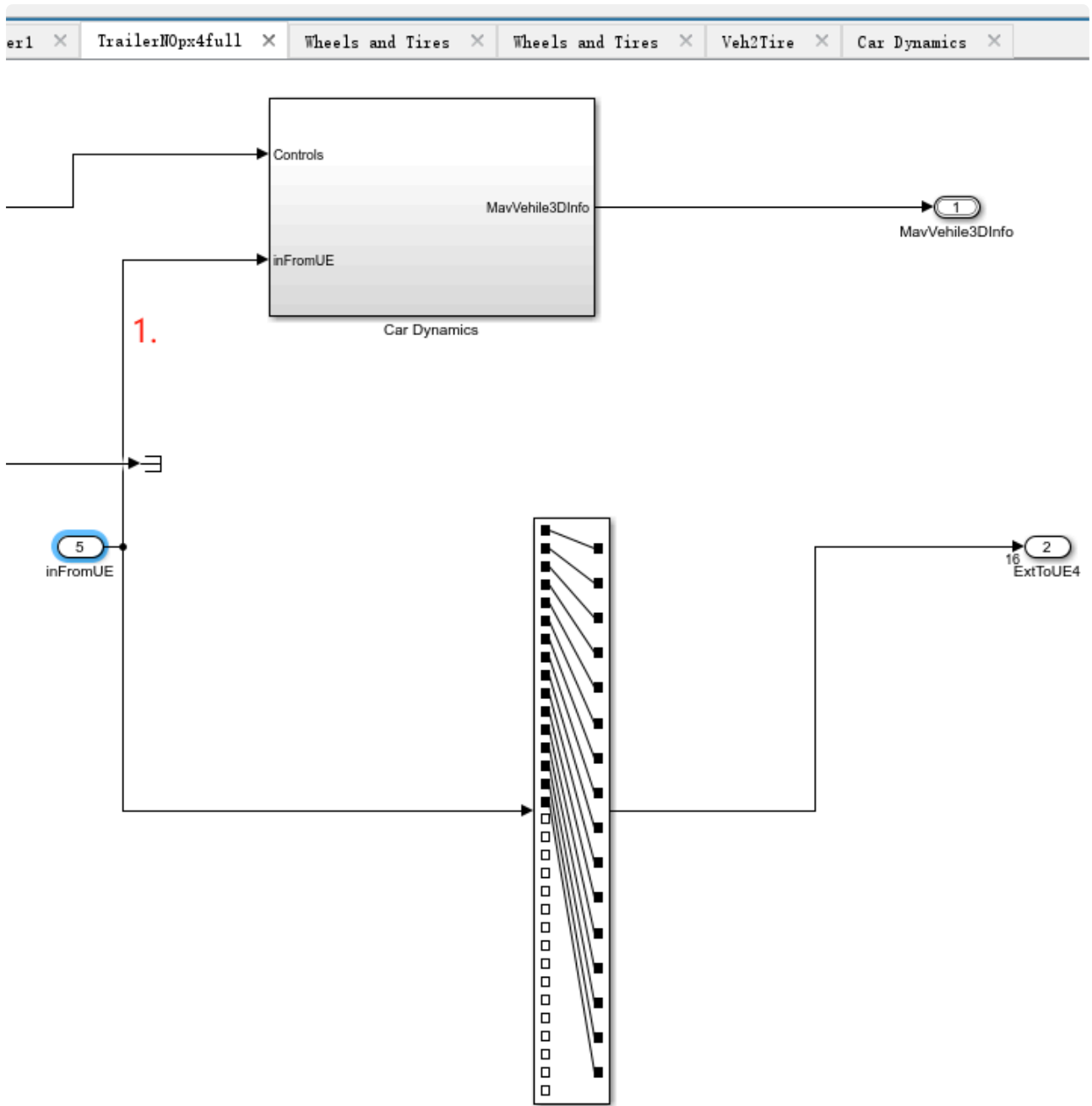


## Step 6: inFromUE接口使用

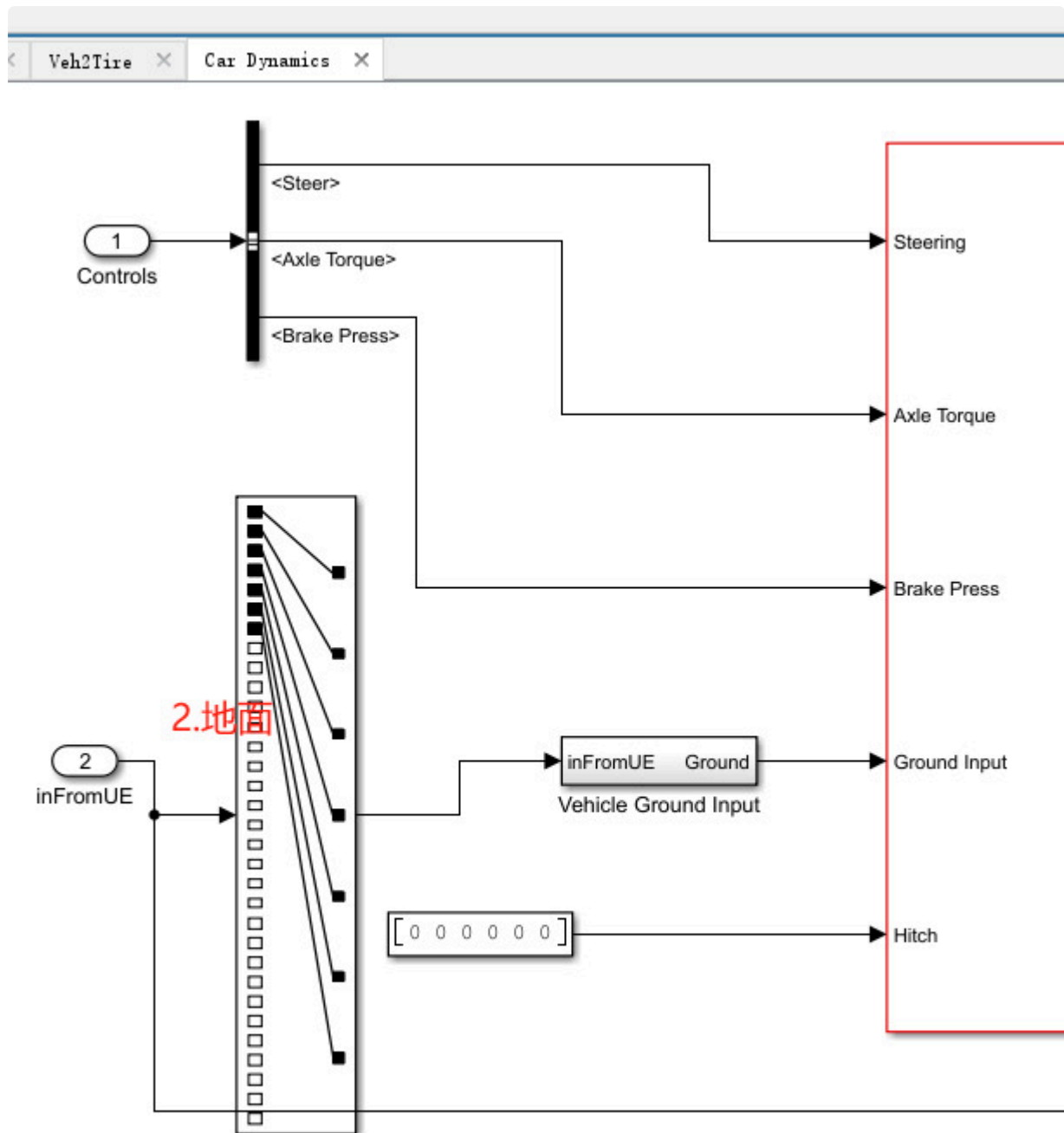
UE通过inFromUE发送给模型地面信息：inFromUE[0:5]分别为按照从左至右，从前至后的顺序为6轮高度；inFromUE[6]为地面摩擦系数；inFromUE[7]为碰撞标志位。下面使用inFromUE接口来传给地面模块数据以计算摩擦力，并使用该接口完成一个简单的碰撞响应。按如下步骤操作：

### 1. 接入inFromUE接口

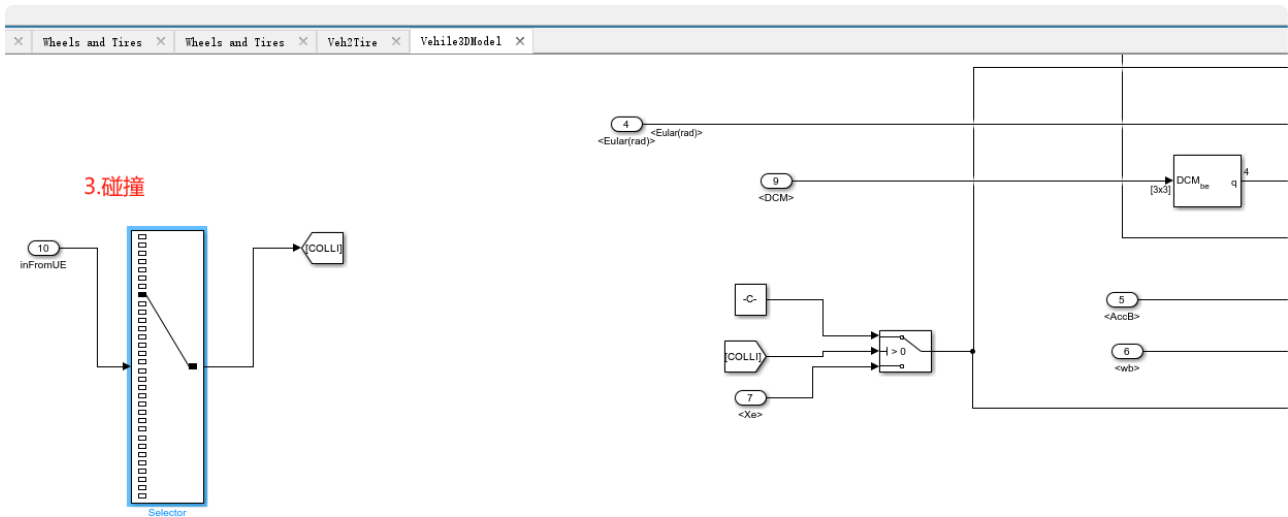
按照下图依次接入inFromUE接口（本目录下inFromUE压缩文件中有编辑好的模型）。



inFromUE的前7位传给地面模块用于计算摩擦力。



利用inFromUE的第8位做一个简单的碰撞响应。



## 2. 编译模型并生成dll模型

按照上文的步骤Step1~Step2，编译模型，运行.p文件得到dll模型。

## 3. 添加文件

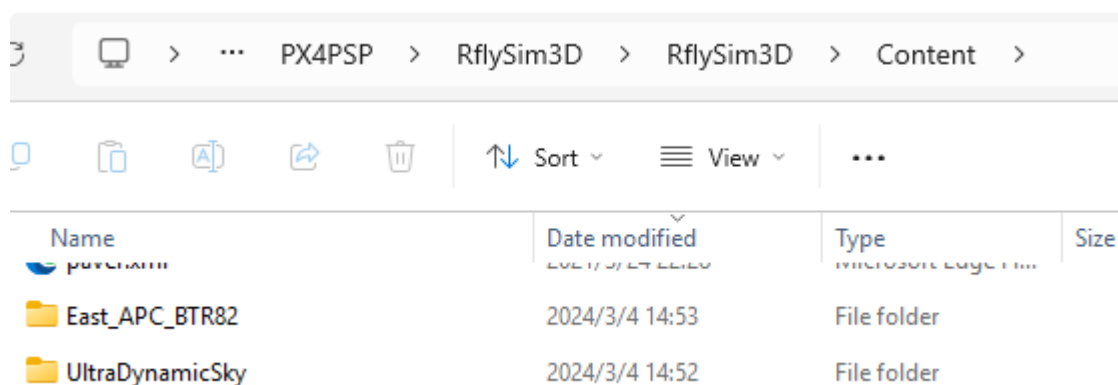
解压Content.zip压缩包

Name	Date modified	Type	Size
Content	2024/8/20 16:49	文件夹	
inFromUE	2024/8/20 16:37	文件夹	
Content.zip	2024/7/25 13:25	ZIP 文件	301,389 KB
controller.m	2024/7/25 13:25	MATLAB Code	1 KB
dir.xlsx	2024/7/25 13:25	XLSX 工作表	11 KB
GenerateModelDLLFile.p	2024/7/25 13:25	MATLAB P-code	7 KB
inFromUE.zip	2024/7/25 13:25	ZIP 文件	367 KB
MavLinkStruct.mat	2024/7/25 13:25	MATLAB Data	5 KB

并且将其中的两个文件夹East\_APC\_BTR82和UltraDynamicSky拷贝到下面的目录：

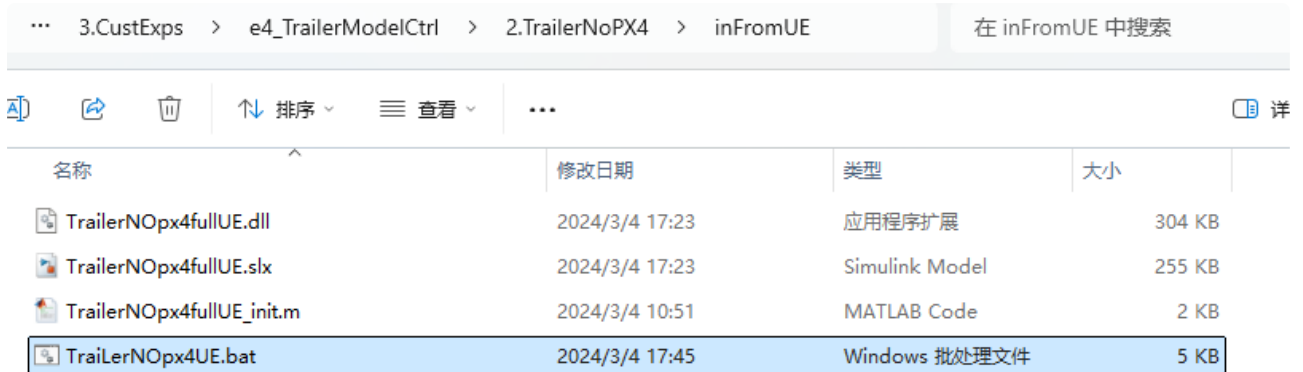
[安装目录]\PX4PSP\RflySim3D\RflySim3D\Content

其中East\_APC\_BTR82是配置了inFromUE接口的三维模型，UltraDynamicSky是该模型用到的天气插件。



## 4. 仿真测试

双击inFromUE文件下的bat脚本启动仿真



然后使用Simulink模型发送控制指令，并观察无人车的运行状况。

## 6. 参考资料

1. DLL/SO模型与通信接口..\..\..\API.pdf
2. 控制模型..\..\..\PX4PSP\RflySimAPIs\6.RflySimExtCtrl\API.pdf。
- 3.

## 7. 常见问题

Q1:

A1:

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