1. 实验名称及目的

1.1. 实验名称

直升机 BSC 控制器位置控制实验（仅限完整版及以上版本）

1.2. 实验目的

基于 BSC 控制器设计直升机位置控制模型，实现直升机的定点控制。

1.3. 关键知识点

Backstepping 方法适用于严格反馈形式（strict-feedback form）的非线性系统。设计过程从一个已知稳定的子系统开始，逐步向外扩展，通过设计虚拟控制量和 Lyapunov 函数，确保每个子系统的稳定性。这种方法利用了系统的非线性特性，避免了反馈线性化方法中可能的非线性抵消问题。

2. 实验效果

实现直升机的位置控制。

3. 文件目录

文件夹/文件名称	说明
Init_PosControl_BacksteppingControl.m	控制器初始化参数文件。
PosControl_BacksteppingControl.slx	Simulink 动力学模型文件

4. 运行环境

序号	软件要求	硬件要求	
		名称	数量
1	Windows 10 及以上版本	笔记本/台式电脑①	1
2	RflySim 工具链	Pixhawk 6X 飞控②	1
3	MATLAB 2022B 及以上版本	遥控器③	1
		遥控器接收器	1

① ：推荐配置请见：https://doc.rflysim.com

② ：本实验中所使用的飞控为 Pixhawk 6x mini，须保证平台安装时的编译命令为：px4_fmu -v6x_default，固件版本为：1.13.2。其他配套飞控请见：http://rflysim.com。

③：本实验演示所使用的遥控器为：天地飞 ET10、配套接收器为：WFLY RF209S。遥控器相关配置见：https://rflysim.com/doc/zh/B/3.1ET10.html

5. 实验步骤

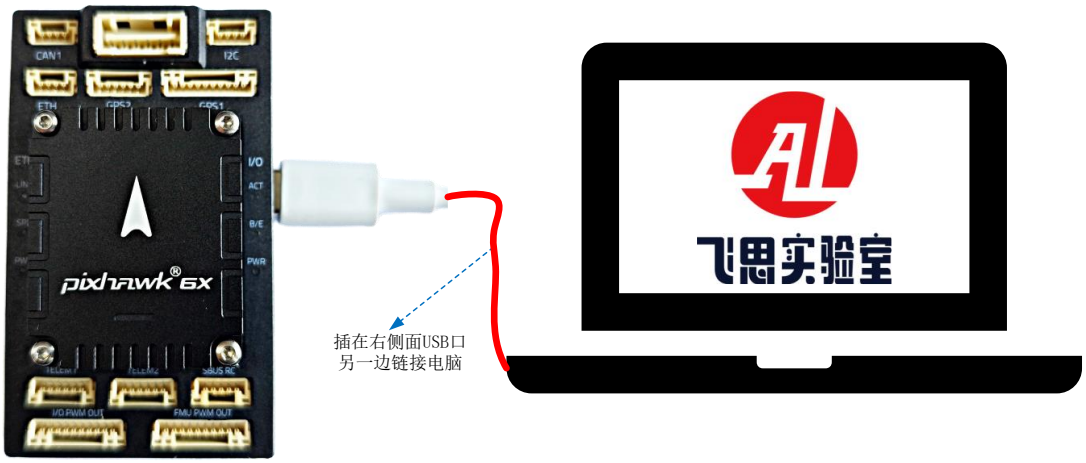
5.1. 编译固件及加载

打开 MATLAB 软件，在 MATLAB 中打开 Init_PosControl_BacksteppingControl.m 文件，

点击运行。

打开 PosControl_BacksteppingControl.slx 文件，点击上方 HARDWARE，之后点击编译选项。

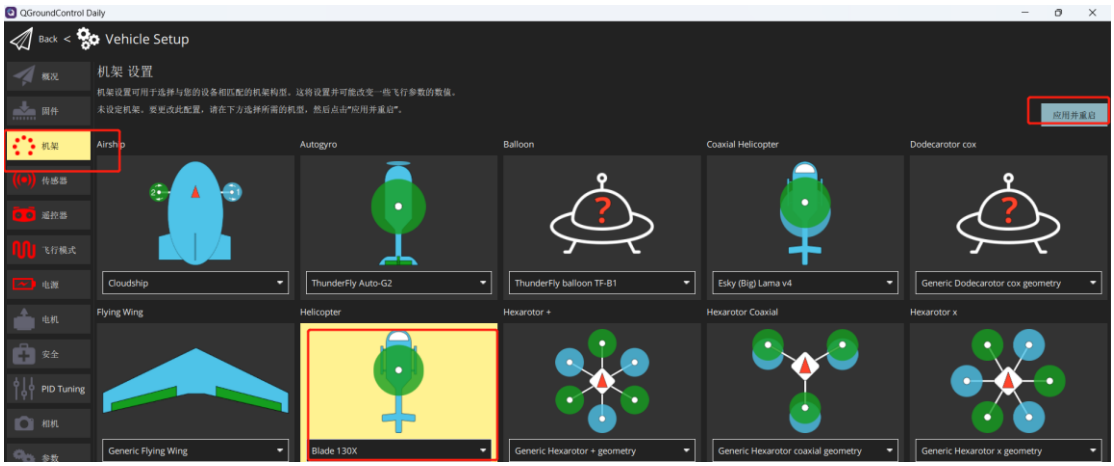
等待编译完成后，链接飞控与计算机。



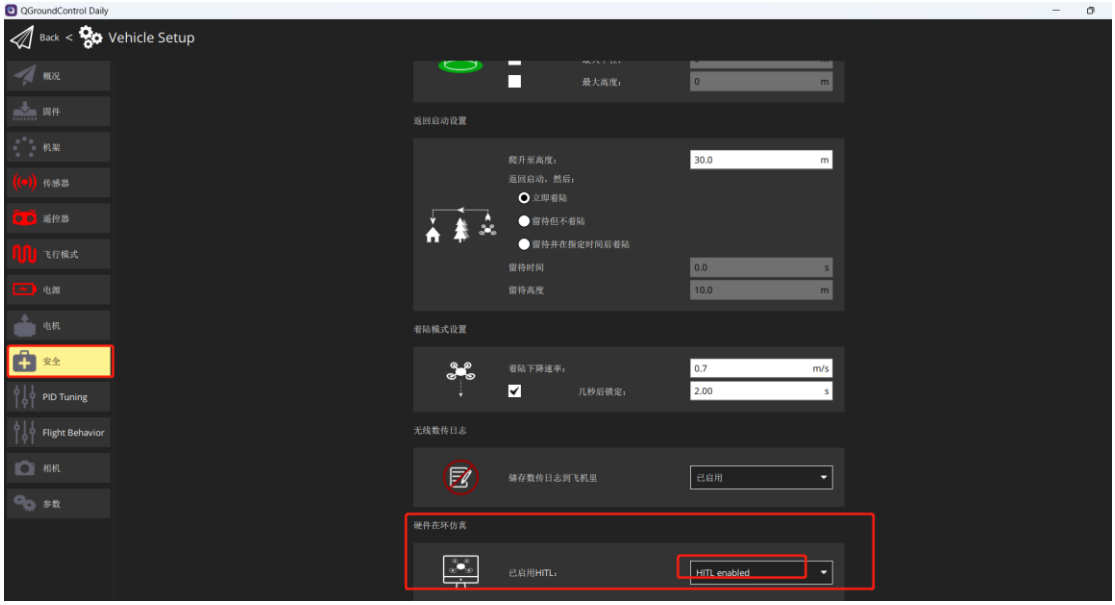
点击上方“代码”选项，点击“PX4 PSP:Upload code to Px4FMU”，进行固件烧录，等待下载完成。

5.2. 参数设置

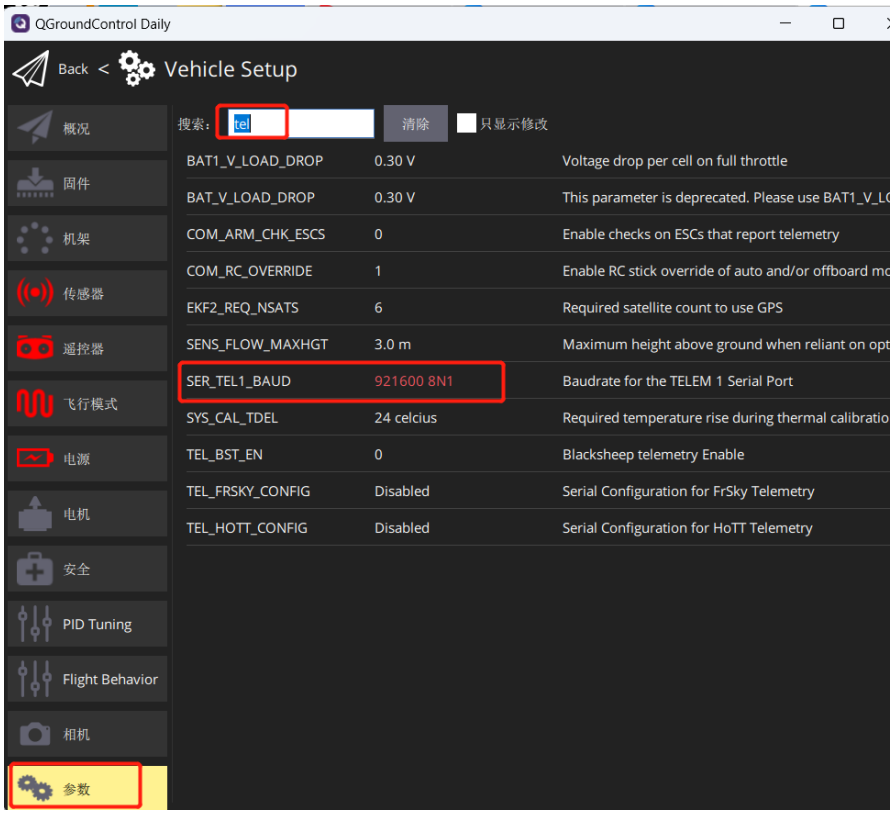
打开 QGroundControl，等待飞控进行链接，之后进入机架选项，选择直升机机架“Blade 130X”，之后点击右上方的应用并重启，选择应用机架。

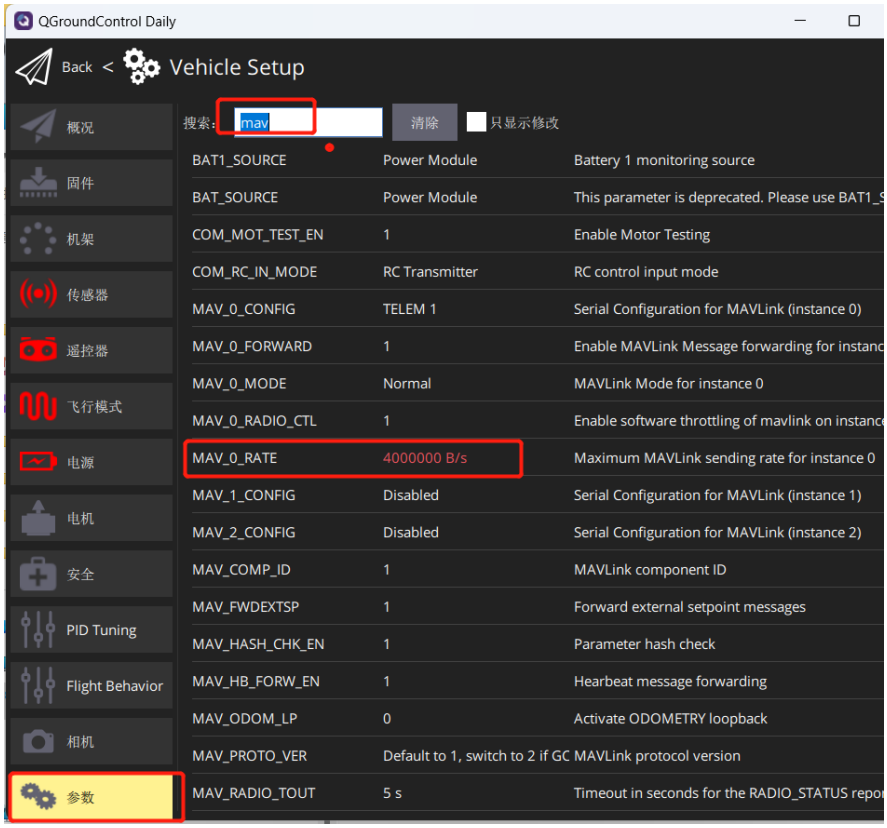


之后，点击“安全”选项，找到“硬件在环模式”，在其中选择“HITL enabled”。



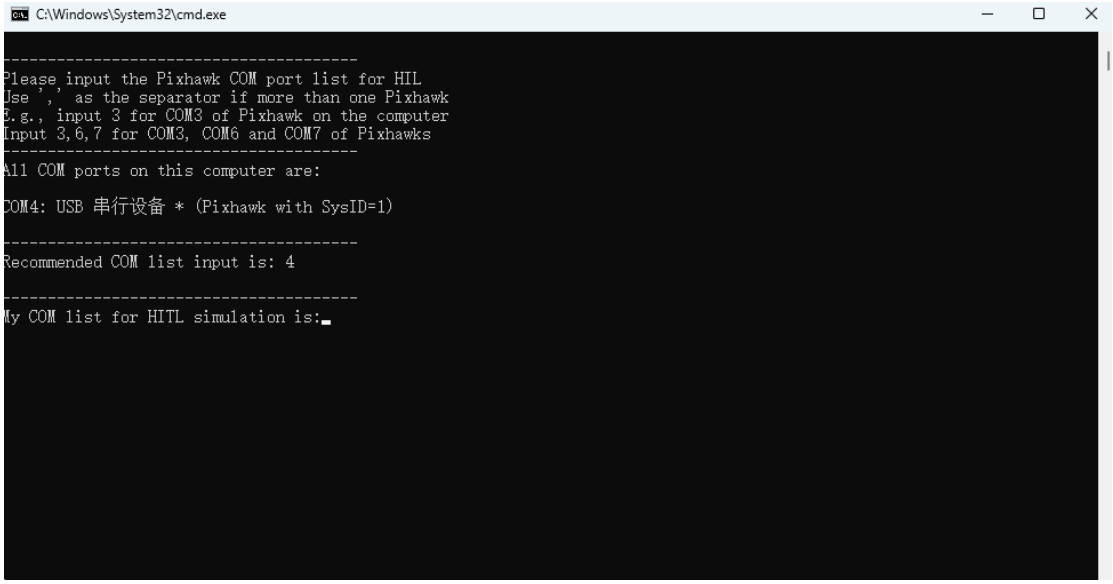
点击参数，输入 tel 进行搜索，设置 SER_TEL1_BAUD 为 921600 8N1；输入 mav 进行搜索，设置 MAV_0_RATE 为 4000000。然后点击右上角工具，选择重启飞行器即可。





5.3. 开始仿真

右键以管理员身份运行 HITLRun.bat 脚本，等待 coptersim 显示“PX4: GPS 3D fixed & EKF initialization finished.”。



通过遥控器 CH5 通道进行解锁，之后推动油门进行起飞，在油门在中值时，无人机保持悬停。

6. 参考资料

[1].

7. 常见问题

Q1：***

A1：***