

底层飞行控制之基础实验

1. 实验目的

搭建固定翼无人机的姿态控制器，在 Simulink 中进行模型软件在环仿真，绘制相关实验的变化曲线。

2. 实验要求

- 软件要求：Windows 10及以上版本；RflySim工具链;MATLAB2022B以上版本^[1]。
- 硬件要求：笔记本/台式电脑1台^[2]。

3. 实验地址

例程目录：

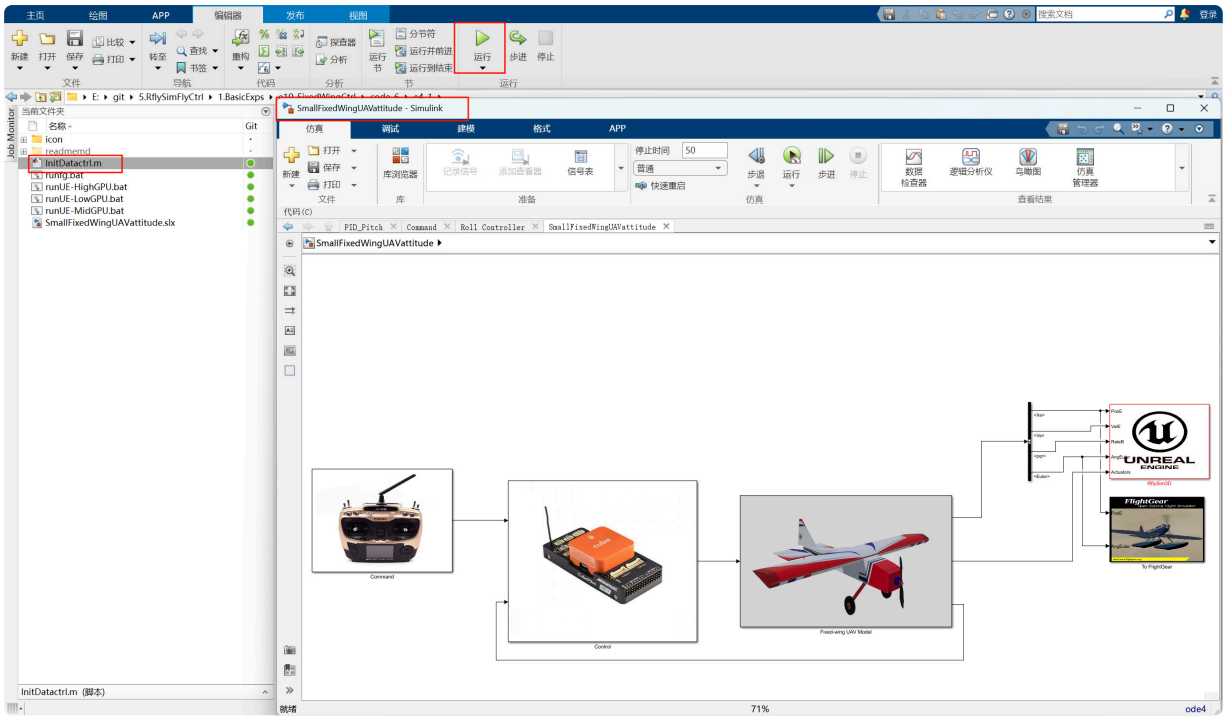
[\[安装目录\]\RflySimAPIs\5.RflySimFlyCtrl\1.BasicExps\e10-FixedWingCtrl\code_6\e4-1](#)

- [InitDatactrl.m](#)：初始化数据控制脚本，用于加载和设置仿真所需的参数。
- [SmallFixedWingUAVattitude.slx](#)：固定翼无人机姿态控制系统Simulink模型文件。
- [Readme.md](#)：实验说明文档。

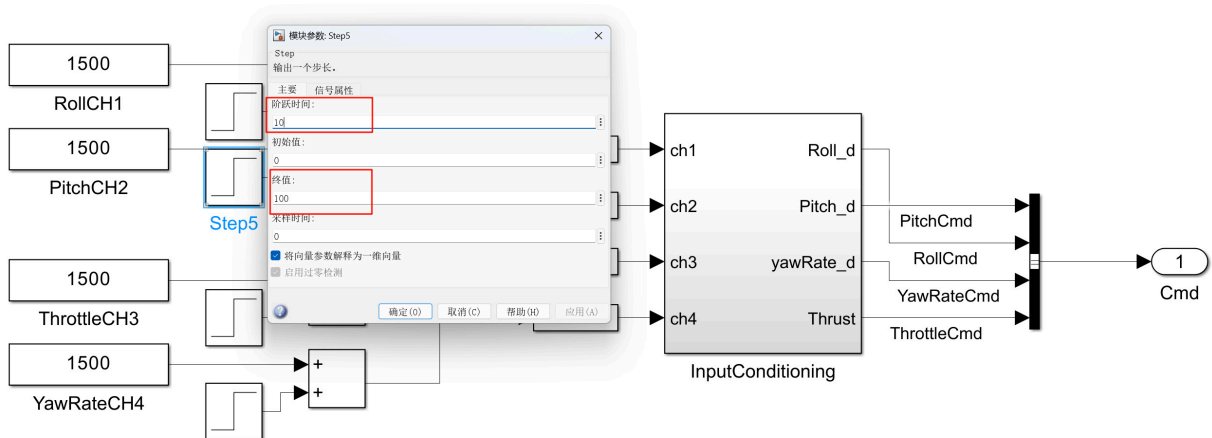
4. 实验内容或步骤

4.1 步骤1：观察并记录姿态控制实验的数据

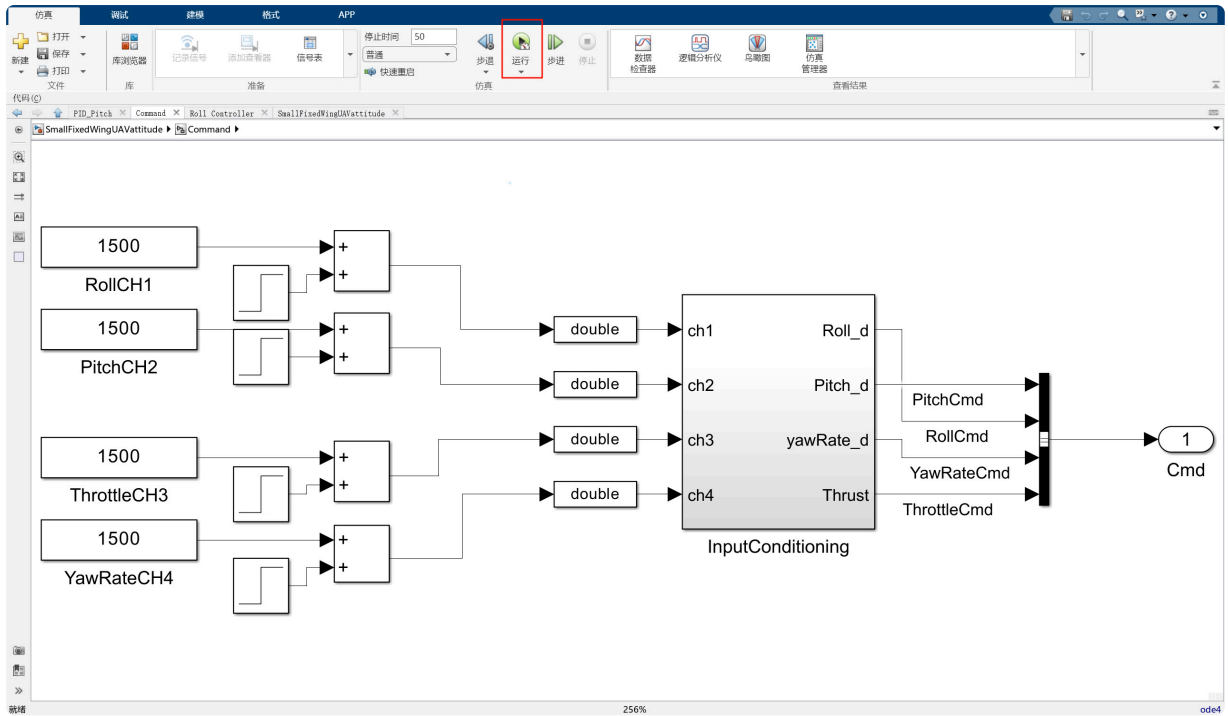
1. 使用MATLAB运行 [InitDatactrl.m](#) 并打开 [SmallFixedWingUAVattitude.slx](#) 文件。



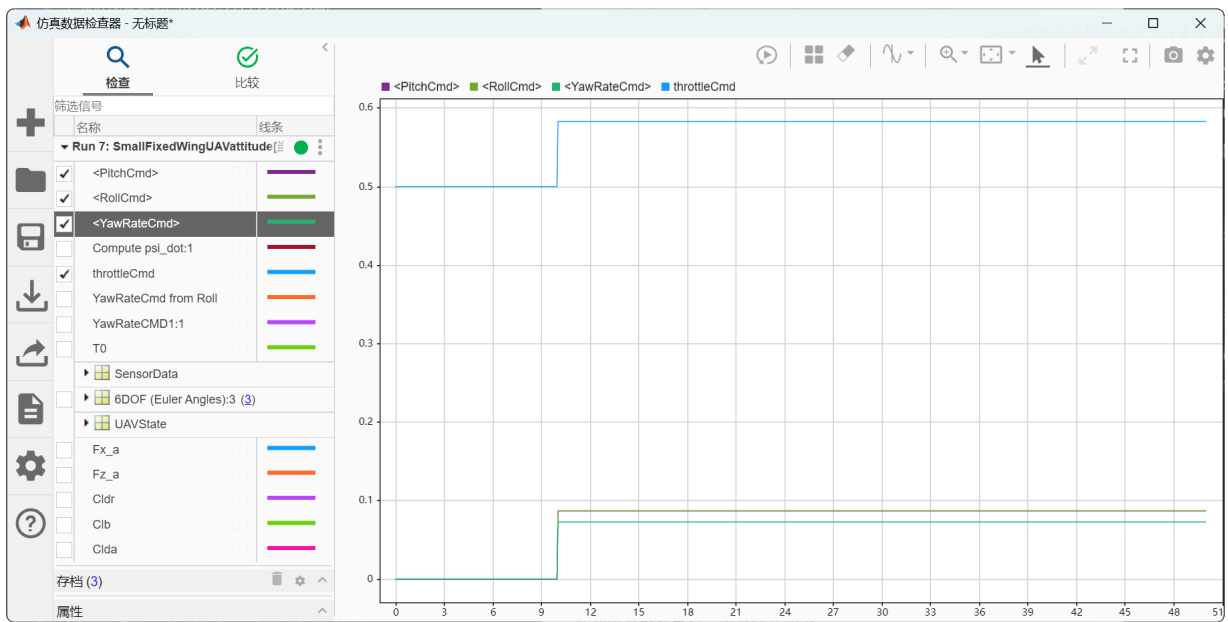
2. 进入到Command模块，打开PitchCH2/RollCH1/ThrottleCH/YawRateCH4.通道的阶跃信号模块 (step)，在阶跃时间设置为10，终值设置为100，点击确定。



3. 运行 `SmallFixedWingUAVAttitude.slx` 程序。



4. 等待程序运行完成，进入到点击数据检查器中，勾选对应的相关状态信息。



5. 关键知识点

关键知识点1：串级PID控制结构

固定翼无人机姿态控制采用串级PID控制结构，包括内环和外环控制。外环控制负责角度控制（如俯仰角和横滚角），内环控制负责角速度控制。这种结构能够提高系统的响应速度和稳定性，有效应对固定翼无人机的非线性、时变性等特点。

| 关键知识点2：积分分离技术

为避免系统超调和积分饱和问题，控制器采用了积分分离技术。当误差较大时，只使用比例和微分控制；当误差较小时，才引入积分控制。这种技术能够有效提高系统的动态响应性能，同时保证稳态精度。

| 关键知识点3：饱和函数限制输出

控制器输出通过饱和函数进行限制，防止控制量超出执行机构的物理极限。这对于保护舵机等执行机构、避免系统不稳定具有重要意义，特别是在大机动飞行时能够有效防止控制输入饱和。

| 关键知识点4:通道解耦设计

固定翼无人机的俯仰角和横滚角控制通道采用解耦设计，分别独立控制。俯仰角通道主要通过升降舵控制，横滚角通道主要通过副翼控制。这种设计简化了控制算法的复杂度，便于参数调节和系统调试。

| 关键知识点5：指令信号处理

系统包含专门的指令信号处理模块，用于生成期望的姿态指令信号。通过阶跃信号等方式模拟遥控器输入，实现对无人机姿态的控制指令生成，便于进行仿真测试和验证。

更多详细实验原理可见:全权,高文瀚,刘润潇,陈鑫泉,戴训华,吕书礼,徐琳,李悦.微小型固定翼无人机飞行控制设计与实践。北京, 2025

6.参考资料

1. 全权,高文瀚,刘润潇,陈鑫泉,戴训华,吕书礼,徐琳,李悦.微小型固定翼无人机飞行控制设计与实践. 北京, 2025.
2. [RflySim官方文档](#)

7. 常见问题

Q1: 仿真运行后姿态无法稳定或发散怎么办?

A1: 首先检查控制器参数是否正确设置，特别是PID参数。其次确认初始化脚本 `InitDatactrl.m` 是否正确运行，模型参数是否加载正常。另外需要检查输入信号是否过大导致系统饱和，可适当减小阶跃信号幅值再进行测试。

Q2: 为什么在数据检查器中看不到仿真结果曲线?

A2: 确保仿真时间设置足够长以观察到完整的系统响应过程。检查示波器模块和数据记录设置是否正确配置。确认在Simulation菜单中启用了数据记录功能("Save simulation output as dataset"选项)。

Q3: 模型运行时报错或提示模块错误如何解决?

A3: 检查MATLAB版本是否符合要求(R2020b及以上)，确认所有必要的工具箱均已安装。尝试清除模型缓存后重新运行，可通过"Simulation"-">"Model Configuration Parameters"-">"Solver"-">"Clear cache"操作完成。

1. <https://rflysim.com/> ↩

2. 推荐配置请见: <https://rflysim.com/doc/zh/HowToInstall.pdf> ↩