

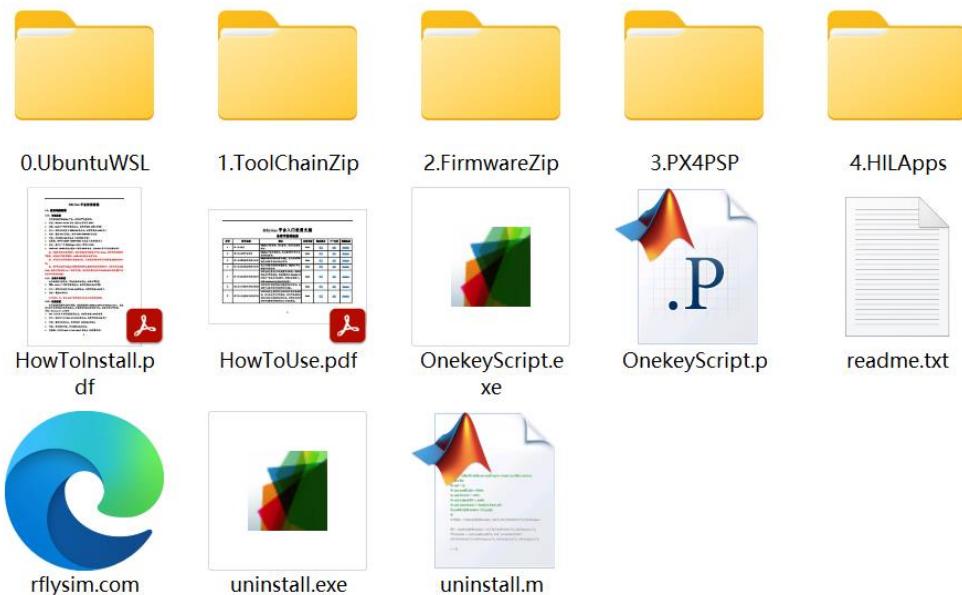
1.	电脑配置说明	2
2.	安装包获取及加载	3
3.	启用 WSL 子系统功能	3
4.	暂时关闭杀毒软件（防止拦截）	5
5.	一键全自动安装	6
6.	安装完成状态	8
7.	安装成功验证	9
8.	工具链软件卸载方法	12
9.	工具链安装故障排除	13
10.	开始使用工具链	14
11.	工具链版本区别	15
12.	其他设置方式	15
12.1.	一键安装脚本(无 MATLAB 安装)	15
12.2.	完整版安装序列号输入	16
12.3.	一键安装脚本详细说明	17
12.4.	第一次运行工具链时注意事项	21
12.5.	Windows7 系统或 WSL 安装失败安装说明	26
13.	其他注意事项	26

1. 电脑配置说明

	常规配置	底层开发配置	最优配置
说明	运行 RflySim 工具链	底层飞控开发，不做视觉算法开发	流畅运行工具链所有例程，能流畅运行 UE4/RflySim3D 和 UE5/RflySimUE5，且能够支持单机尽可能多的视觉窗口，并运行尽快能多的集群飞机
参数	系统：Windows 10/ Windows 11 x64 系统（版本号大于等于 1903） CPU：Intel i5 十代处理器及以上，或同等性能 AMD 处理器 显卡：英伟达 RTX 2060 显卡及以上，或同等性能 AMD 显卡 内存：容量 16G 及以上，频率 DDR3 1600MHz 及以上 硬盘：剩余容量 70G 及以上（推荐固态硬盘） 显示器：分辨率 1080P (1920*1080) 及以上（推荐双屏幕） 接口：至少有一个 USB Type A 接口（可用扩展线） MATLAB：2022b 或以上版本（推荐 2022b 版本，Simulink 等工具箱必须安装）	系统：Windows 10/ Windows 11 x64 系统（版本号大于等于 1903） CPU：Intel i5 十代处理器及以上，或同等性能 AMD 处理器 显卡：英特尔集成显卡 UHD 620 及以上，或同等性能 AMD 显卡 内存：容量 8G 及以上。 硬盘：剩余容量 70G 及以上（推荐固态硬盘） 显示器：分辨率 1080P (1920*1080) 及以上（推荐双屏幕） 接口：至少有一个 USB Type A 接口（可用扩展线） MATLAB：2022b 或以上版本（推荐 2022b 版本，Simulink 等工具箱必须安装）	系统：Windows 10/ Windows 11 x64 系统（版本号大于等于 1903） CPU：Intel i9 十二代处理器及以上，或同等性能 AMD 处理器 显卡：独立显卡 NVIDIA GTX3080 及以上，或同等性能 AMD 显卡 内存：容量 32G 及以上，频率 DDR5 1600MHz 及以上 硬盘：高速固态硬盘，剩余容量 80G 及以上 显示器：分辨率 1080P (1920*1080) 及以上（推荐双屏幕） 接口：至少有一个 USB Type A 接口（可用扩展线） MATLAB：2022b 或以上版本（推荐 2022b 版本，Simulink 等工具箱必须安装）
推荐电脑	台式机参考配置：联想拯救者刃 7000K (13 代 i7-13700KF RTX4070 Ti 12GB 显卡 16G DDR5 1TB SSD)， https://item.jd.com/100042898422.html 笔记本参考配置：联想 Y7000P (i7-13620H 16G 1T RTX4060 16 英寸 2.5K)， https://item.jd.com/100061054764.html	无，目前主流中高配笔记本和台式机均可以运行。	台式机参考配置：联想拯救者刃 9000K (i9-14900KF RTX4080 16G 显卡 32G DDR5 1TB SSD)， https://item.jd.com/100070918986.html
注意事项	<p>注：电脑配置应该越高越好，低配电脑也可以运行本工具链 Demo，但是可能出现控制不稳定、实验效果不佳等问题。MATLAB 请提前自行安装。</p> <p>注：本工具链更适用于游戏本或游戏主机，专业服务器和图形工作站可能出现抖动与卡顿。</p> <p>注：由于从 MATLAB2023b 开始，调速模块 Simulation pace 已经删除了，仿真调速只能用开始仿真那里自带的仿真调速功能。所以使用 RflySim 工具链时，所需使用的 MATLAB 软件版本要求 MATLAB2022b 及以上版本。</p> <p>注：对于只关注于 Python 进行视觉集群等上层控制算法开发的用户，也可不安装 MATLAB，直接使用后文的 exe 一键程序安装，这种模式将无法使用 MATLAB 相关的底层飞控开发和集群控制功能。</p> <p>注：虽推荐硬盘预留容量为 70~80G，但为了保证 RflySim 流程运行，建议安装完成后。所在盘符预留容量在至少在 30G 以上，对于安装在 C 盘的情况，请保证 C 盘为 250G 及以上。</p>		

2. 安装包获取及加载

获取安装包：从官方途径获取最新.iso 的镜像（如： RflySimToolchain-****.iso，后面* ***表示版本号），可以鼠标右键-打开方式-Windows 资源管理器来加载镜像（或用解压软件解压，或用虚拟光驱加载），从而获取右图所示“安装包文件夹”。



其中，关键文件如下：

- HowToInstall.pdf: 安装方法文件夹，包含详细的安装方法。
- HowToUse.pdf: 使用说明书文件夹，包含详细使用方法，以及功能索引。
- OnekeyScript.p: 一键安装脚本，有 MATLAB 安装方式，详见后文第 5 节（一键全自动安装）。
- OnekeyScript.exe: 一键安装脚本，无 MATLAB 安装方式，详见后文第 12.1 节—一键安装脚本(无 MATLAB 安装)。
- uninstall.m/uninstall.exe: 一键卸载脚本，有/无 MATLAB 安装方式。
- readme.txt: 包含一些注意事项，以及版本的更新说明。

注意：免费版镜像可以通过填写邮箱的方式，从 <https://rflysim.com/download> 获取云盘，下载链接。完整版下载链接和注册码请咨询 service@rflysim.com。

注意：网盘链接和密码不会变更，但里面的安装包会经常更新，因此以云盘中安装包更新的时间为版本基准。

3. 启用 WSL 子系统功能

1. 对于 Win10 和 Win11 系统：需要使用 WinWSL 编译器来进行固件编译和 SITL 仿真，需要先进行如下操作：

1) 开启 WSL 子系统功能：双击“0.UbuntuWSL\ EnableWSL.bat”脚本（先关闭杀毒软件以免拦截）。注：Win11 系统，可能弹出如下提示框，点“更多信息” - “仍要运行”。



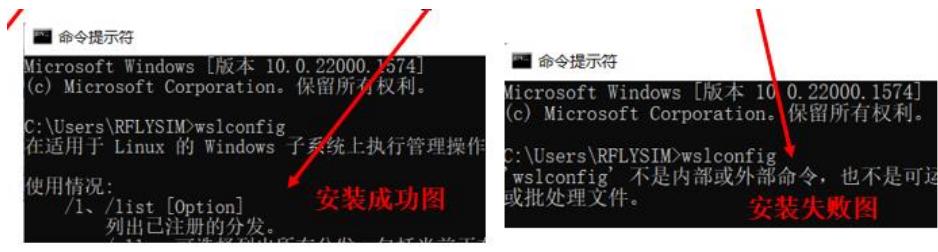
然后，在“用户账户控制”窗口点击“是”，即可自动开启 WSL 子系统。



2) 按需重启电脑。电脑首次执行本命令，需要在弹出窗口中输入“Y”并回车来确认安装并**重启电脑**。如果非首次执行本命令（以启用过 WSL），窗口会自动关闭，不会提示重启电脑，也不需要重启电脑。

3) 检查 WSL 是否安装成功。请打开 CMD 窗口，并输入 wslconfig 命令来检验是否安装成功。

若如下图所示，若提示“在适用于 Linux 的****”则说明配置成功；若提示“wslconfig 不是内部或外部命令”，则说明配置失败，请尝试关闭杀毒软件，再按“0.UbuntuWSL\readme.pdf”的流程尝试手动开启。



注意：对于 Windows 中文家庭版而言，可能会出现如下图所示现象（子系统必须更新问题），则说明当前 Windows 系统中的 WSL 需要更新升级，您可直接双击运行 “[安装包]\0.UbuntuWSL\wsl.2.4.8.0.x64.msi” 文件来手动更新（不需要联网，速度快），或者按提示运行 “wsl.exe --update” 来在线更新（需要联网，速度慢）。

```
管理员: Windows PowerShell
Windows PowerShell
版权所有 (C) Microsoft Corporation. 保留所有权利。
安装最新的 PowerShell, 了解新功能和改进! https://aka.ms/PSWindows
PS C:\Users\rflys> wslconfig
适用于 Linux 的 Windows 子系统必须更新到最新版本才能继续。可通过运行 "wsl.exe --update" 进行更新。
有关详细信息, 请访问 https://aka.ms/wslinstall

正在下载: 适用于 Linux 的 Windows 子系统 2.1.5
[===== 8.9%
```

注意: 如果经过上述操作仍然无法安装 WSL 子系统, 说明系统存在问题, 请直接重装系统, 或如下文步骤尝试使用 Cygwin 编译器 (仅限企业版)。

2. 对于 Win7 系统或 WSL 无法安装的情况 (仅限企业版): 可跳过本步骤, 按第 12.5 节 “Windows7 系统或 WSL 安装失败安装说明” 中步骤进行安装。

4. 暂时关闭杀毒软件 (防止拦截)

RflySim 工具链为绿色 (只运行于文件夹中, 不会修改其他文件) 离线 (不需要联网传输文件) 软件, 无毒且不会传输用户任何信息。但是, 工具链涉及的软件和文件量较大, 可能受到杀毒软件的拦截, 而导致功能失效。因此, 推荐在安装工具链时, 暂时关闭杀毒软件, 以提升安装速度且避免因文件拦截而产生不可预知的错误。主要有两方面的工作:

- 关闭 Windows 自带实时防护。
打开“设置” - “隐私和安全性” - “Windows 安全中心” - “病毒和威胁防护”

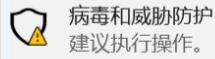


隐私和安全性 > Windows 安全中心

Windows 安全中心是查看和管理设备安全性和运行状况的页面。

[打开 Windows 安全中心](#)

保护区域



这时候，如果没有安装第三方杀毒软件，可以点击“管理设置” - “实时保护”

“病毒和威胁防护”设置

无需执行任何操作。

[管理设置](#)

将开关设置为关闭

实时保护

查找并停止恶意软件在你的设备上安装或运行。你可以在短时间内关闭此设置，然后自动开启。

实时保护已关闭，你的设备易受攻击。

关

注意：如果安装其他杀毒软件，则不会弹出“实时保护”关闭框，直接按后文关闭杀毒软件。

- 关闭其他杀毒软件（如果有安装的话）。例如：联想电脑管家、火绒、360 杀毒卫士/电脑管家、诺顿等。请自行关闭或卸载杀毒软件，且确保没有在后台运行。

5. 一键全自动安装

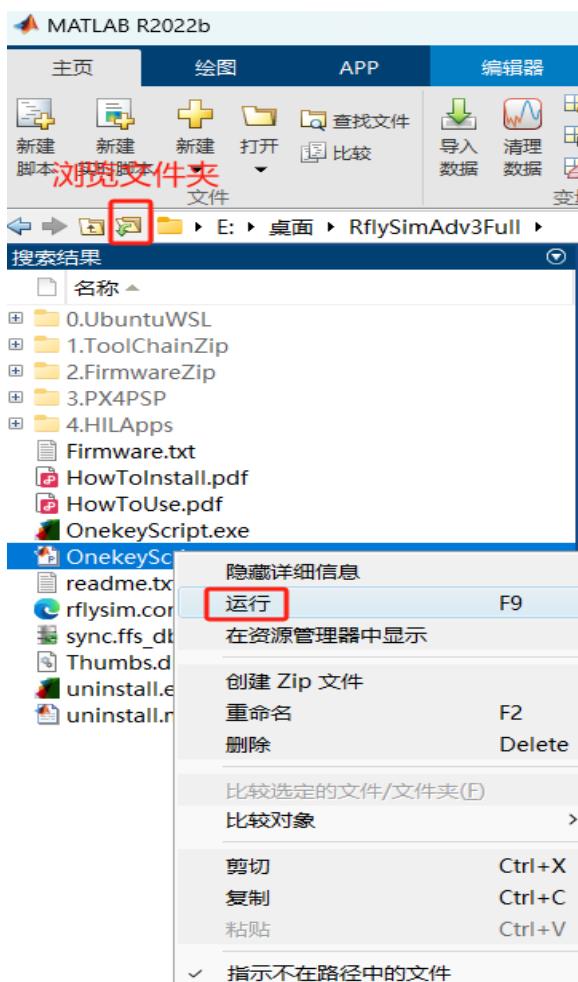
工具链支持采用两种安装方式：

- 无 MATLAB 安装方式，具体安装方法见后文[一键安装脚本\(无 MATLAB 安装\)](#)的步骤。适合基于 Python 的视觉或集群算法开发的用户，无法使用底层飞控自动代码生成功能。若您的相关开发工作暂时涉及不到 MATLAB 软件，可选择本安装方式。
- 有 MATLAB 安装方式，能享受工具链的所有功能，RflySim 工具链推荐本安装方式，可充分利用 MATLAB 的底层飞控、视觉和 AI 算法开发工具箱并通过代码自

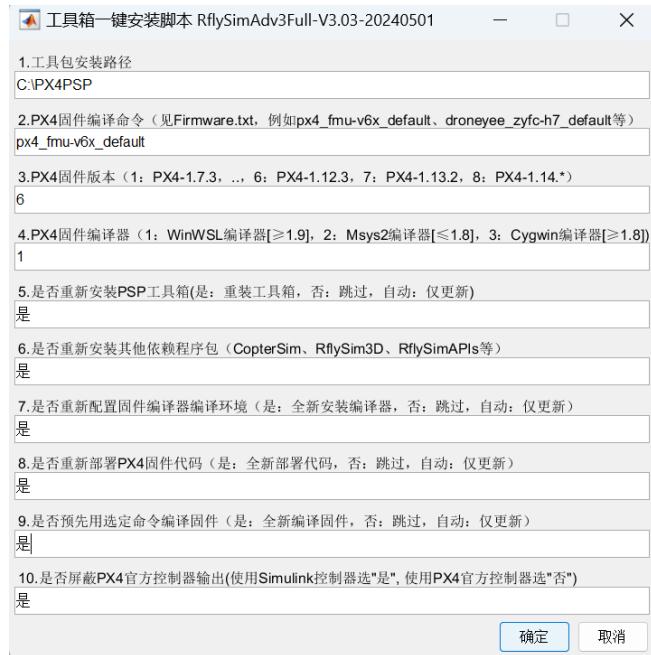
动生成方式实现快速部署。若电脑未安装 MATLAB，请提前全功能安装，这里提供一个 MATLAB 2022b 的安装包：<https://pan.baidu.com/s/1wft9nImiqFsA08SMuPdTQ?pwd=hqn8>。安装完成后，请按下文步骤进行一键安装。

任意打开一个 MATLAB 版本（大于等于 2022b），然后点击主界面的“浏览文件夹”按钮，定位到刚才加载 iso 镜像得到文件夹，鼠标右键 OnekeyScript.p，点击“运行”按钮（或在窗口输入 OnekeyScript 命令）。

注意：如果是完整收费版软件，在运行一键安装脚本后，会弹出序列号激活页面，请按照后文[完整版安装序列号输入](#)“完整版安装序列号输入”内步骤，进行序列号输入与验证。



等待程序运行，待弹出如下界面后，可确定各项具体安装设置，首次安装时，将工具链一键部署到系统中（使用默认配置，全选“是”即可），然后点击“确认”即可一键安装工具链，并完成所有环境配置。



单击图片可见本界面各个选项的[详细说明](#)

后续使用中，再次运行安装脚本，可以修改编译命令、编译器、固件版本、还原软件等。（不需要还原的项目选择“否”，会根据情况更新配置，节省时间）下载新安装包后，直接运行安装脚本（选择“自动”，会需要更新的内容），再点击确认，开始升级。

注：每个选项的含义，以及详细配置方法，可以参考后文[一键安装脚本详细说明](#)的内容。

6. 安装完成状态

等待 OnekeyScript.p/OnekeyScript.exe 文件运行完成后，MATLAB 命令行窗口中就输出“一键安装过程结束 使用方法请参考网站：<http://rflysim.com/>”，同时，将自动弹出新的 CMD 窗口开始编译 PX4 固件，如下图所示：

```

命令行窗口
14. 开始安装RflySim3D扩展场景: 234_UltraStick25B.zip
15. 开始安装RflySim3D扩展场景: 243_Tailsitter.zip
16. 开始安装RflySim3D扩展场景: 244_X47B.zip
17. 开始安装RflySim3D扩展场景: 251_FSJ150.zip
18. 开始安装RflySim3D扩展场景: 310_FS310.zip
19. 开始安装RflySim3D扩展场景: 600_Submarine2.zip
20. 开始安装R
21. 开始安装R
22. 开始安装R -- Found CURL: /usr/lib/x86_64-linux-gnu/libcurl.so (found version "7.68.0")
23. 开始安装R -- Checking for module 'jsoncpp'
24. 开始安装R -- Found jsoncpp, version 1.7.4
25. 开始安装R -- Found JSONCPP: TRUE
26. 开始安装R -- Checking for module 'yaml-0.1'
27. 开始安装R -- Found yaml-0.1, version 0.2.2
28. 开始安装R -- Found YAML: TRUE
29. 开始安装R -- Checking for module 'libzip'
30. 开始安装R -- Found libzip, version 1.5.1
31. 开始安装R -- Found ZIP: TRUE
32. 开始安装R -- Looking for ignition-common3 -- found version 3.17.0
33. 开始安装R -- Looking for ignition-math6 -- found version 6.15.1
34. 开始安装R -- Looking for ignition-msgs5 -- found version 5.11.0
35. 开始安装R -- Found gazebo-classic 11.14.0, including sitl_gazebo-classic simulator and
gazebo-classic targets
36. 开始安装R
37. 开始安装R -- Found Java: /usr/bin/java (found version "13.0.7")
38. 开始安装R -- ROMFS: ROMFS/px4fmu_common
39. 开始安装R Architecture: amd64
40. 开始安装R ==> CPACK_INSTALL_PREFIX = @DEB_INSTALL_PREFIX@
41. 开始安装R -- Configuring done
42. 开始安装R -- Generating done
43. 开始安装R -- Build files have been written to: /mnt/e/PX4PSP/Firmware/build/px4_sitl_d
efault
44. 开始安装R [0/960] git submodule src/modules/uxrce_dds_client/Micro-XRCE-DDS-Client
45. 开始安装R [6/960] git submodule src/drivers/gps/devices
46. 开始安装R [10/960] git submodule src/modules/mavlink/mavlink
47. 开始安装R [960/960] Linking CXX shared library src/examples/dyn_hello/examples__dyn_he
48. 开始安装R llo_px4mod
49. 开始安装R Press Enter to exit
50. 开始安装R
51. 开始安装R

```

开始编译px4固件...

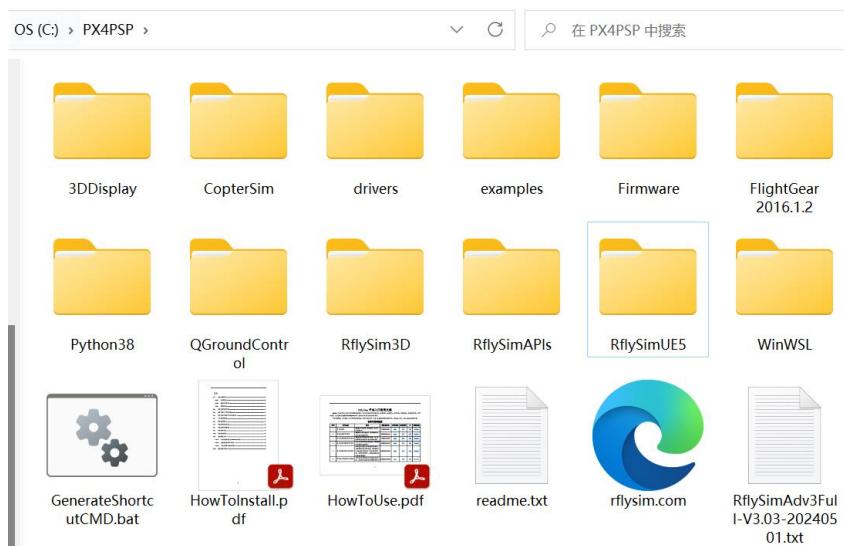
固件编译完毕

一键安装过程结束
使用方法请参考网站: <http://rflysim.com/>

同时，您可以在 MATLAB 命令行或 CMD 查看安装过程是否有报错信息，若有报错可联系 RflySim 技术交流群（可见：<https://link3.cc/rflysim>）中截图咨询。

7. 安装成功验证

1. 如下图所示，在安装目录（默认是 C:\PX4PSP）下可以得到一系列的文件夹，其中“RflySimAPIs”文件夹是工具链所有例程和课程所在文件夹，最为重要。



可以阅读文件夹内“HowToUse.pdf”开始学习工具链使用，在本 PDF 中，直接点击 Intro（学习路线）、PPT（教学课件）、API（接口文件）、Readme（例程索引）等蓝色文字，可直接跳转对应下层详细文档。

RflySim 平台入门使用文档

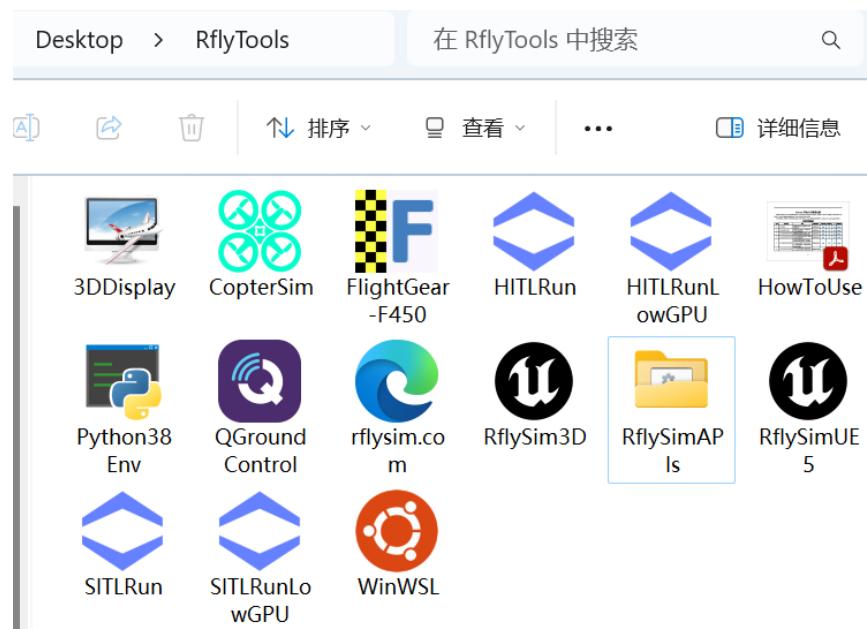
RflySim 平台涉及无人系统开发的三维场景搭建、无人系统的动力学模型建立、底层控制、智能感知、健康评估、网络模拟、集群控制等等。如下表所示，为 “[安装目录]PX4PSP\RflySimAPIs” 文件夹中各个子文件夹详细说明。

平台学习路线：先学习第 1 和 2 讲的感兴趣内容，熟悉平台的使用。然后，直接跳转到感兴趣的章节，按 Intro、PPT、API、Readme 顺序学习。

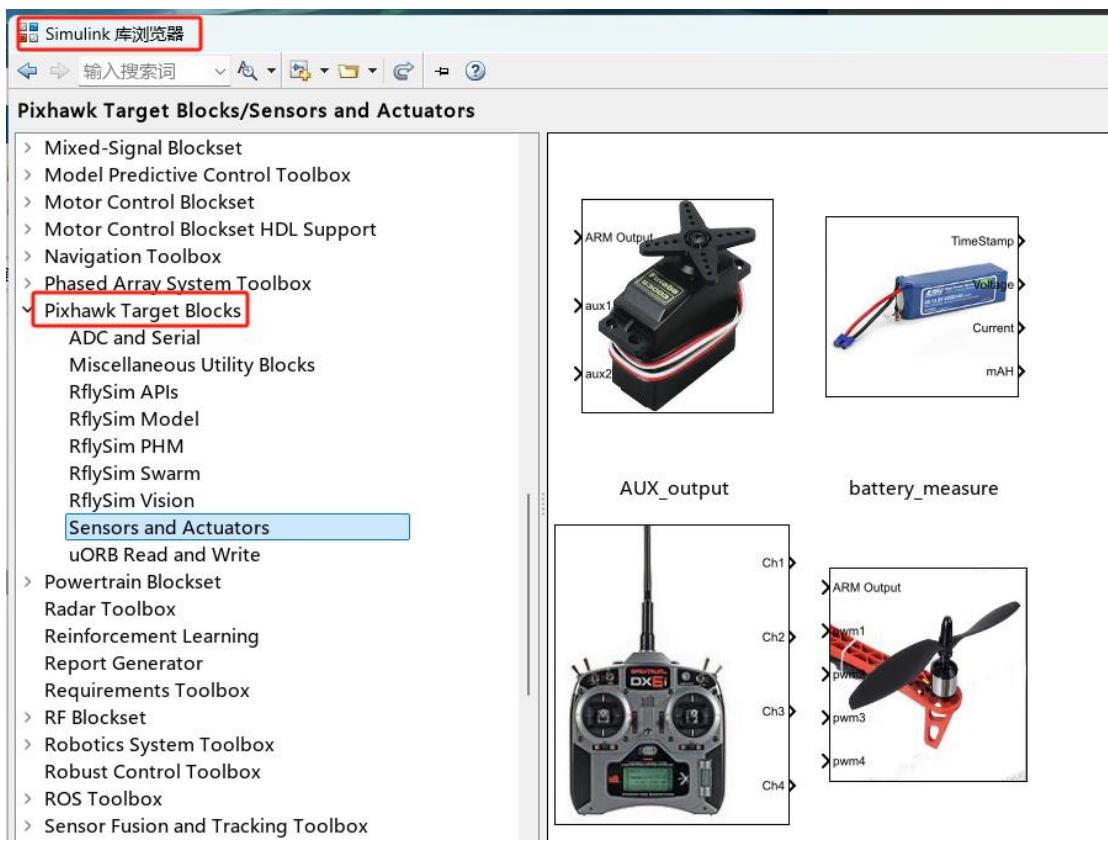
各章节资料检索

序号	章节名称	简介	例程目录名	本章详解	配套课件	API	例程检索
1	第 1 讲-绪论	RflySim 平台简介、版本区别、安装及各功能特点。	1.RflySimIntro	Intro	PPT	API	Readme
2	第 2 讲-实验平台配置	RflySim 平台配置流程、核心组件的使用方法及实验流程等。	2.RflySimUsage	Intro	PPT	API	Readme
3	第 3 讲-三维场景建模与仿真	RflySim3D 软件的架构和功能、无人系统三维建模与场景开发软件的使用等。	3.RflySim3DUE	Intro	PPT	API	Readme
4	第 4 讲-载具运动建模与仿真	无人系统载具的控制模型搭建、RflySim 平台模型开发流程等。	4.RflySimModel	Intro	PPT	API	Readme
5	第 5 讲-位姿控制与滤波估计	本章包含大量无人系统底层开发例程，提供代码生成与下载功能，可以将设计的 Simulink 控制算法一键生成 PX4 固件，并烧录至飞控中。实现 Sim2Real 的基础性实验流程。	5.RflySimFlyCtrl	Intro	PPT	API	Readme
6	第 6 讲-外部控制与轨迹规划	本章通过外部控制接口对智能体发送命令，去实现更上层的轨迹规划等控制功能。	6.RflySimExtCtrl	Intro	PPT	API	Readme

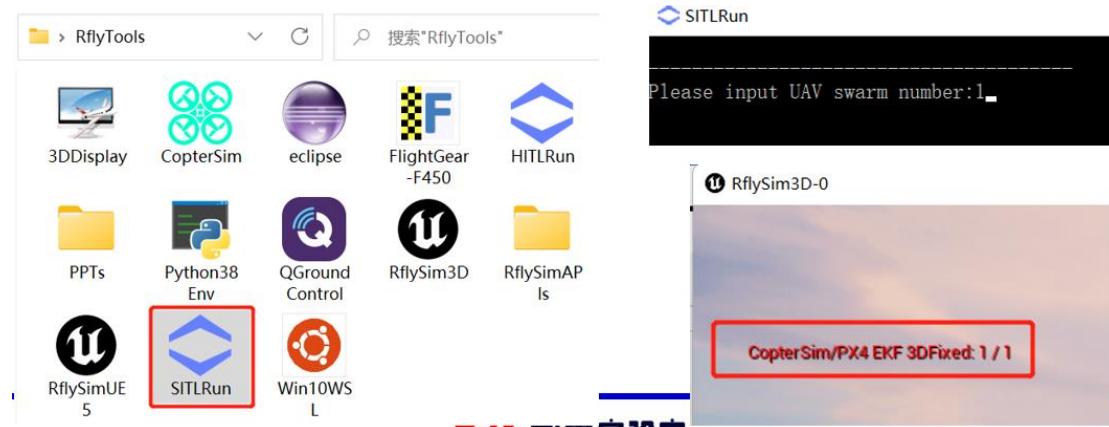
2. 在桌面上可以看到 RflyTools 文件夹，在其中有一系列快捷方式，是工具链的关键软件和脚本。



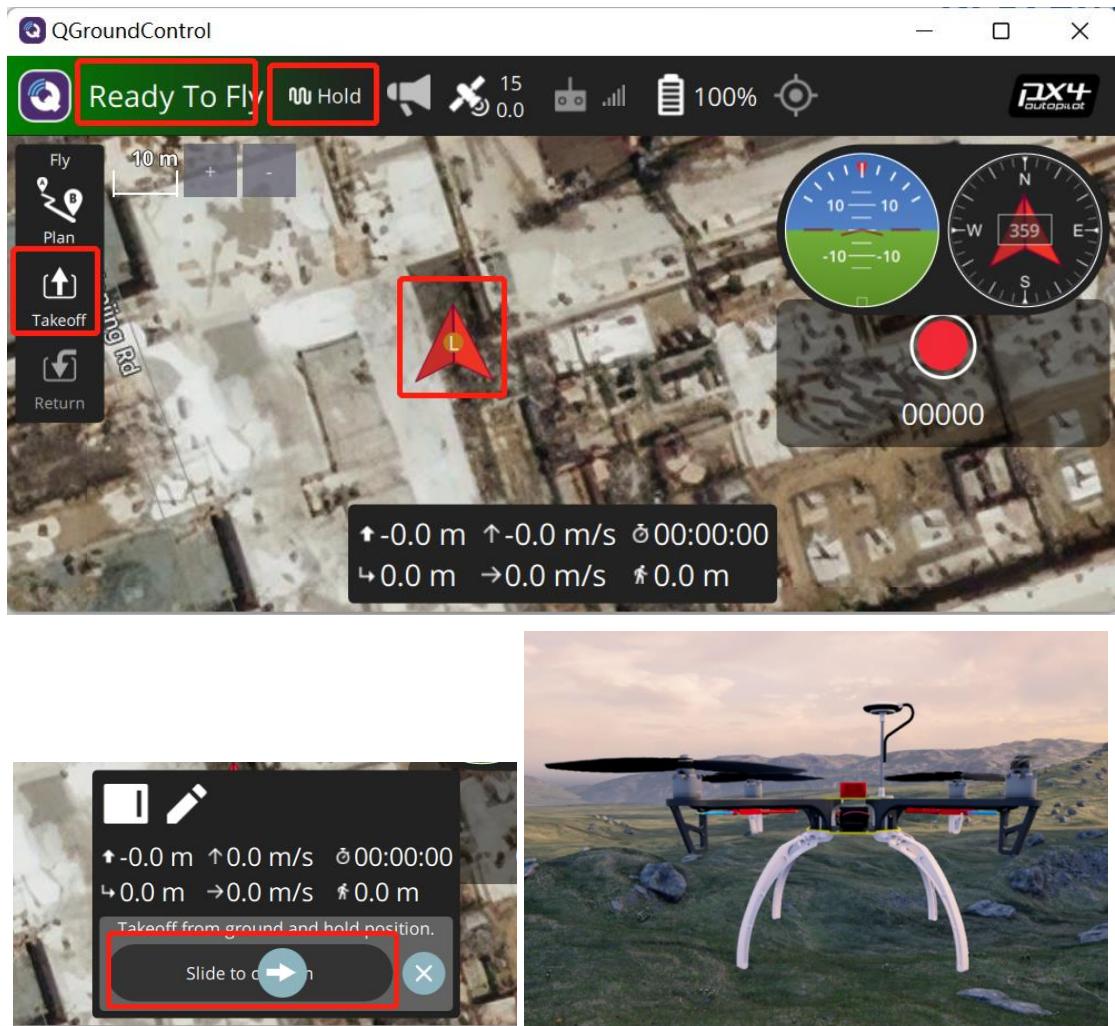
3. (若采用 exe 安装程序一键安装 方式可省略本步) 打开 MATLAB，任意新建一个 Simulin k 程序，进入库浏览器 (Library browser) 页面。如下图，向下翻可以看到 Pixhawk Target B locks 的工具箱，说明安装成功。本功能针对底层飞控算法开发，支持 Simulink 设计飞控算法，并生成代码上传到 Pixhawk 中，进行硬件在环仿真和真机实验。



4. 进入桌面“RflyTools”文件夹，双击“SITLRun”快捷方式，并输入 1，再回车。等到 RflySim3D 显示“*** EKF 3DFixed”(CopterSim 上也会显示)，表示飞控已经初始化完毕，可以开始控制自主飞行。



5. 进入 QGroundControl 软件，看到飞机进入“Hold”模式，点击“Takeoff”按钮。会弹出确认滑块，将其拖到最右侧，开始自动起飞。如果飞机能离地起飞，说明工具链配置正确。

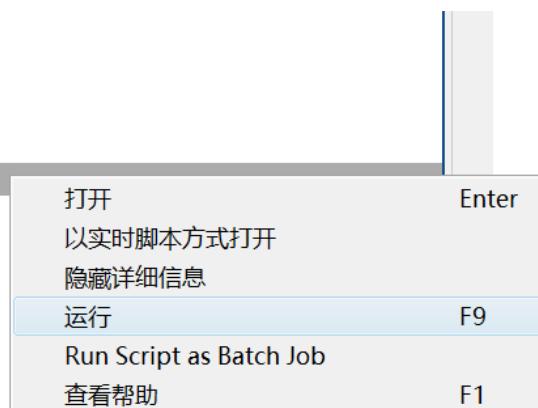


注意：只要飞机能正常起飞说明工具链安装正确，若飞机起飞抖动，说明电脑配置可能不足，可以尝试运行“SITLRunLowGPU”的快捷方式，会使用低显卡要求的引擎来跑软件在环 SITL 仿真。

8. 工具链软件卸载方法

- 自动卸载：**用 MATLAB 打开安装包目录，运行“uninstall.m”脚本（对于无 MATLAB 安装方式，请双击运行 uninstall.exe），点击回车确认后，即可自动完成所有卸载工作。

① 3.PX4FSM
 ② 4.HILApps
 ③ 5.PPTs
 OnekeyScript.p
 readme.txt
 uninstall.m



- 手动卸载：包含如下流程（可查看 `uninstall.m` 内注释）
 1. 删除桌面 RflyTools 内所示快捷方式；
 2. 删除 “[文档]\MATLAB\Add-Ons\Toolboxes\PX4PSP” 文件夹。
 3. 编辑 MATLAB “pathdef.m”，查找并删除残余的 PX4PSP 路径条目；
 4. 在 Windows 系统应用管理界面中卸载 Ubuntu 18.04 LTS 程序。
 5. 删除[文档]目录下的 QGroundControl、FlightGear 等临时目录
 6. 删除 D:\RflyMaps 的本地临时 Cesium 地图目录
 7. 注意：[文档]\Ogre 目录下存储着序列号等文件 `sn6.txt`，完整版会保留。
 8. 删除安装目录（默认 “C:\PX4PSP”）文件夹内的所有文件和子文件夹

9. 工具链安装故障排除

如果蓝屏、无法仿真、或无法起飞，请确认以下要点：

- 若出现编译缓慢、编译时蓝屏、SITL 时无法连接 QGC、Offboard 无法控制飞机、局域网电脑无法联机等问题，请确认，请确认彻底关闭或卸载电脑杀毒软件（如联想电脑管家、火绒、360 杀毒/安全卫士、腾讯电脑管家等），并关闭 Windows10 的实时保护！
- SITLRun 命令行窗口中，查看命令是否有报错，确认 `px4_sitl` 软件控制器运行成功。
- CopterSim 页面，消息框显示了“3D Fixed”字样，确保飞机模型正确初始化且连接飞控。
- 重新运行一键安装脚本，并进入配置页面，确认固件版本 \geq PX4 1.10，编译器为 WinWSL。
- 若还是无法起飞，请将图片和问题描述发布在 <https://github.com/RflySim/RflyExpCode/issues>
- 如安装时 MATLAB 出现文件占用的错误，首先尝试重启并重新打开 MATLAB 来安装，不能解决请卸载重装。



注意：对于电脑配置低，出现飞行仿真抖动的用户，可以尝试运行 `PX4PSP\RflySimA`

PIs\STLRunLowGPU.bat 来启用第性能三维引起模式。如果 LowGPU 模式下能够流畅运行，则对于后续的一些实验 bat 脚本，可以编译并查找其中的 UE4_MAP 变量，将其设置为 Low GPU 地图，启用简易三维引擎来观察效果。

10. 开始使用工具链

请阅读[安装目录]\RflySimAPIs\HowToUse.pdf 文件，或访问 <https://rflysim.com/> 网站来学习如何使用工具链。

RflySim 工具链涉及无人系统开发的三维场景搭建、无人系统的动力学模型建立、底层控制、智能感知、健康评估、网络模拟、集群控制等等。如下表所示，为 “[安装目录]PX4PSP\RflySimAPIs” 文件夹中各个子文件夹详细说明。

表 1 RflySimAPIs 目录下各讲资料检索

序号	章节名称	简介	文件夹
1	第 1 讲 绪论	本讲主要讲述 RflySim 工具链简介、版本区别、安装及各功能特点。	1.RflySimIntro
2	第 2 讲 实验平台配置	本讲主要讲述 RflySim 工具链配置流程、核心组件的使用方法及实验流程等。	2.RflySimUsage
3	第 3 讲 三维场景建模与 仿真	本讲主要讲述 RflySim3D 软件的构架和功能、三维建模与场景开发软件的使用以及 RflySim 工具链的接口等。	3.RflySim3DUE
4	第 4 讲 载具运动建模与 仿真	本讲主要讲述无人载具的控制模型搭建、RflySim 工具链模型导入接口和步骤，帮助读者理解无人系统建模的基本理论。	4.RflySimModel
5	第 5 讲 位姿控制与滤波 估计	本讲包含大量无人系统底层开发例程，提供代码生成与下载功能，可以将设计的 Simulink 控制算法一键生成 PX4 固件，并烧录自驾仪中。实现 Sim2Real 的基础性实验流程。	5.RflySimFlyCtrl
6	第 6 讲 外部控制与轨迹 规划	本讲主要讲述无人系统开发的外部控制接口对智能体发送命令，去实现更上层的轨迹规划等控制功能。	6.RflySimExtCtrl
7	第 7 讲 安全测试与健康 评估	本讲主要针对无人系统开发中的软件单元和集成验证、嵌入式软件和硬件验证、软硬件集成验证到整机集成与测试验证的过程。实现对上述所有的开发阶段进行故障注入与安全测试。	7.RflySimPHM
8	第 8 讲 视觉感知与避障 决策	本讲主要讲述视觉传感器与相关理论，如：载体与各传感器坐标系，视觉控制的常见传感器等；介绍 Linux、ROS、MAVR OS 等相关视觉开发的环境配置方式和 Rfly	8.RflySimVision

		Sim 工具链的视觉接口。	
9	第 9 讲 通信协议与集群 组网	本讲主要讲述无人系统组网的方式与现状、RflySim 工具链中的集群通信的系统架构以及无人系统组网的仿真例程。	9.RflySimComm
10	第 10 讲 集群控制与博弈 对抗	本讲主要围绕多智能体的无人系统集群控制开发，介绍了集群编队、任务规划、博弈等技术，重点讲述 RflySim 工具链无人机集群系统的分布式控制框架和基于 MATLAB/B/Python 的集群控制接口，提供基于蚂蚁算法的多无人机任务规划、多无人机的编队、曲线管道控制、大规模无人机集群控制等案例，帮助读者理解集群控制的原理和实现方式。	10.RflySimSwarm

同时，每讲的例程文件夹内部结构如下表所示，不同的文件夹中存有不同难度的实验，旨在帮助用户循序渐进的学习本讲相关内容。

序号	名称	文件夹/文件
1	基础接口例程文件夹	0.ApiExps
2	基础例程文件夹	1.BasicExps
3	进阶例程文件夹	2.AdvExps
4	自定义例程文件夹 (限完整版)	3.CustExps
5	本讲介绍文件	Intro.pdf
6	本讲接口说明文件	API.pdf
7	本讲配套课件文件	PPT.pdf
8	本讲所有例程检索文件	Readme.pdf

注：教具推荐以及配置方法，请参见第 1 讲 “1.RflySimIntro” 内的介绍。

11. 工具链版本区别

RflySim 工具链目前公开免费的版本已经能够满足绝大多数的无人系统开发功能，针对更复杂定制功能（主要是分布式多机仿真、UE5 引擎支持、最新 PX4 固件等）飞思实验室还提供了付费功能包和项目定制服务，详情请咨询：service@rflysim.com。

各个版本之间的更多区别请见：<https://rflysim.com/doc/zh/RflySimAPIs/1.RflySimIntro/RflysimVersions.pdf> 或见：[\[RflySim 安装目录\]\RflySimAPIs\1.RflySimIntro\RflysimVersions.pdf](#)

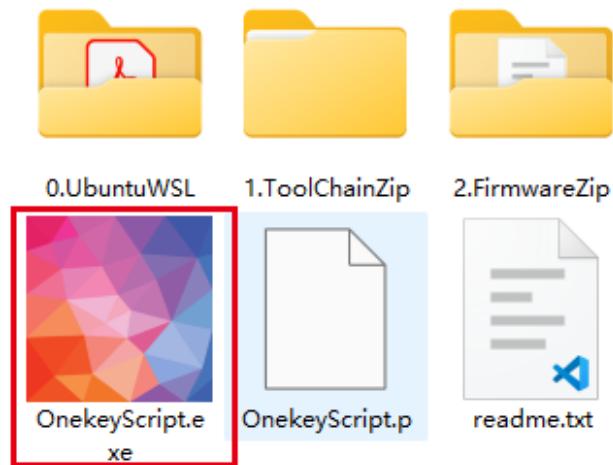
12. 其他设置方式

12.1. 一键安装脚本(无 MATLAB 安装)

由于 MATLAB 需要占用很大空间，针对主要用 Python 进行单机、视觉、集群、通信等上层算法开发的用户，也可不安装 MATLAB，采用 exe 安装程序一键安装。步骤如下：

先下载并安装 MATLAB 的运行库文件 MCR_R2017b_win64：<https://pan.baidu.com/s/1v>

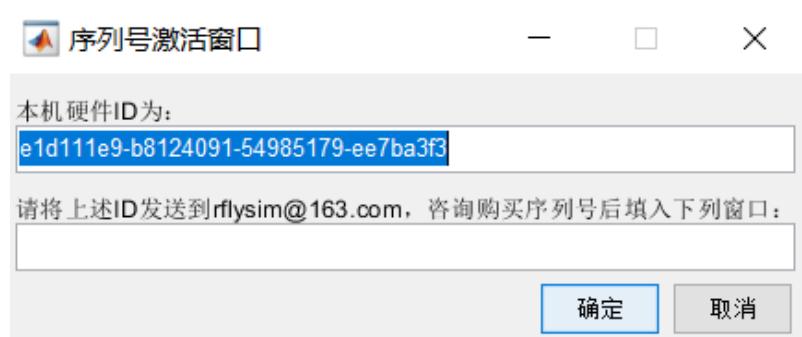
[VNJLtfIQg7fDrV4p0OeUg?pwd=yzdw](#)。然后双击安装包内“OnekeyScript.exe”文件，即可弹出安装界面。



注意：这种方式无法安装自动代码生成工具箱等 MATLAB 相关的功能，也就不支持底层控制算法开发，DLL 模型生成，Simulink 集群控制等。

12.2. 完整版安装序列号输入

完整版会弹出激活页面，获取序列号后输入即可。体验版不会弹出激活窗无需输入序列号！



接着会弹出如右图所示安装页面（安装前请按照安装包内 readme.txt 事项关闭杀毒软件）。

注：将带有上图硬件 ID，和本电脑硬件信息、Windows 版本信息的截图，发送给销售人员，才能获取后续的售后支持。



12.3.一键安装脚本详细说明

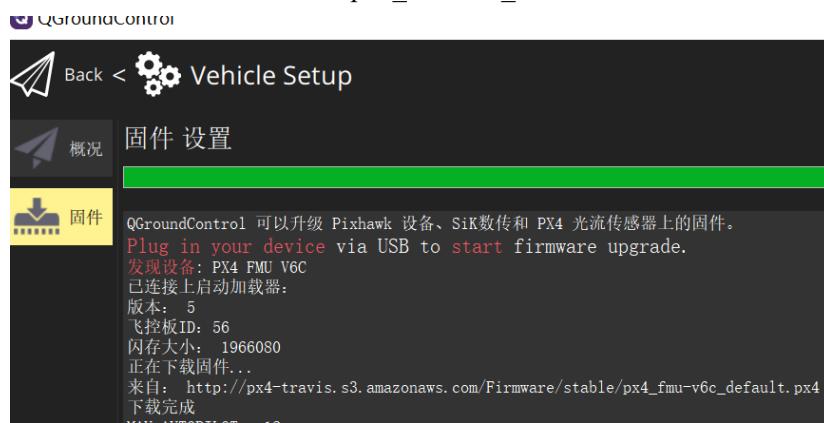
1. 工具包安装路径。本工具链的所有依赖文件都会安装在本路径下，大约需要 20G 的空间。默认安装路径是“C:\PX4PSP”，如果 C 盘空间不够可以选择其他盘符下的路径。注意：路径名称必须正确，且只能用纯英文的路径，否则会导致编译失败。

2. PX4 固件编译命令。主要对应底层控制器开发需求，并使用代码生成功能，需要根据飞控硬件来选择编译命令（注：顶层视觉和集群算法开发用户不需要配置，保持默认即可）。默认为“droneyee_zyfc-h7_default”对应卓翼 H7 自驾仪。除此之外，工具链将长期支持以下三款飞控：Pixhawk V6X 编译命令为：px4_fmu-v6x_default；Pixhawk V6C 编译命令为：px4_fmu-v6c_default；Pixhawk 1 编译命令为：px4_fmu-v3_default。

RflySim 工具链支持所有 PX4 官方支持的飞控硬件，具体的编译命令，可以通过 QGroundControl 的固件烧录页面来查询确认。步骤如下：打开 QGroundControl，进入 Vehicle Setup – 固件页面，插入飞控，在弹出选项中，点击“OK”。



就能自动开始下载固件，从下载固件的链接中，可以获取编译命令。例如：下图所示的页面中，我们从中获取到的编译命令为 `px4_fmu-v6c_default`



注：第一次安装完成后，除了重新运行本安装脚本，另一种针对不同的 Pixhawk 硬件板子想更换不同的编译命令（例如换成 `px4_fmu-v3_default`）的方法，只需要在 MATLAB 中输入命令：`PX4CMD('px4_fmu-v3_default')` 或者使用命令：`PX4CMD px4_fmu-v3_default`。

注意：如果用户设计的底层控制器过于复杂，代码量太大，在编译时可能报错 `overflow`（固件尺寸溢出）。这时候需要用户手动找到编译文件（例如，`Firmware\boards\px4\fmuv6x\default.cmake`，注意 1.14 版开始是`.px4board`后缀），然后手动删除或用#号注释掉不需要的模块，减小固件体积。删减方法：如果做多旋翼开发，可以删除 `fw` 打头的固定翼模块。

```
 64
 65         uavcanapi
 66         ekf2
 67         esc_battery
 68         events
 69         flight_mode_manager
 70         #fw_att_control
 71         #fw_pos_control_l1
 72         gyro_calibration
 73         gyro_fft
 74         land_detector
 75         landing_target_estimator
 76         load_mon
 77         #local_position_estimator
           logger
```

平台也提供了自动屏蔽方法，只需要在输入脚本编译命令处，加上“;机型缩写”的代码即可。代码缩写包括

- mc：多旋翼开发模式。会屏蔽 fw、vtol、rover、uuv 等打头的其他无关模块，减小固件体积。
- fw：固定翼开发模式。会屏蔽其他无关模块，减小固件体积。
- vtol：垂起开发模式。会屏蔽其他无关模块，减小固件体积。
- rover：无人车/船开发模式。会屏蔽其他无关模块，减小固件体积。
- uuv：水下潜航器开发模式。会屏蔽其他无关模块，减小固件体积。

例如

```
多旋翼底层开发，使用如下命令
px4_fmu-v6x_default;mc
```

命令效果如下图所示



3. PX4 固件版本。PX4 源代码每年都会进行更新，目前最新的固件版本为 1.14。随着固件版本的升级，功能会逐渐增加，支持的新产品也越多，但是对旧的一些自驾仪硬件的兼容就会变差。本实验课程推荐使用卓翼 H7 飞控，对应的编译指令为“droneyee_zyfc-h7_default”，选用的固件版本 PX4-1.12.3。

注意：从 RflySim 3.03 开始，仅支持 PX4 1.9.2 及之上版本。此外，免费版安装包内仅提供 1.12-1.13 版本固件，若需要使用 1.9-1.11 版本固件，请按照“2.FirmwareZip\readme.txt”内链接，下载对应固件.zip 压缩包文件后，拷贝到 2.FirmwareZip 目录，再选择对应的固件版本标号。

注意：PX4 1.14 版本固件，仅支持完整版及以上版本，免费版不提供 1.14 固件安装功

能。

4. PX4 固件编译器。由于 PX4 源代码的编译依赖于 Linux 编译环境和相关组件，本工具链提供了三套编译环境来实现 Windows 平台下对 Linux 编译环境的模拟，它们分别是：基于 Windows Subsystem for Linux（WSL）的编译环境 WinWSL 编译器、基于 Msys2 的 Msys2Toolchain 编译环境和基于 Cygwin 的 CygwinToolchain 编译器。注意，如果需要编译 \geq PX4-1.8 版本以上固件，请需要选择 CygwinToolchain 编译器；编译 \leq PX4-1.8 版本的固件，可选择 Msys2Toolchain 编译器。基于 Msys2 或 Cygwin 的本地编译器部署方便，支持 Win7 系统下 PX4 固件编译，但在 Win7 系统下 RflySimUE5 等软件无法使用，编译效率较低，对于 Windows10 1903 及以上的系统版本，推荐安装 WinWSL 编译器，这种方式可以大大加快编译速度，而且兼容所有版本的 PX4 飞控固件。

注意：RflySim v3.03 工具链开始取消 Msys2 编译器和 PX4 1.18 版本固件的支持；同时 Cygwin 编译器仅针对企业版开放。

5. 是否全新安装 PSP 工具箱。如果该选项设置为“是”，会将 PSP 工具箱安装在本地 MATLAB 软件中。如果 PSP 工具箱已经安装过，则会对 PSP 工具箱进行全新安装。如果选择“否”，脚本对 PSP 工具箱不做任何更改（不会卸载掉安装的 PSP 工具箱或其他动作）。

注：还可以选择“自动”，会仅更新变化文件，提升安装时间。

6. 是否全新安装其他依赖程序包。如果该选项设置为“是”，会将 QGC 地面站、CopterSim、3DDisplay 等软件部署在设定的安装路径上，并安装 Pixhawk 硬件的相关驱动程序，以及在桌面生成这些软件的快捷方式。如果安装路径上已经部署过相关依赖软件，选择“是”则会删除旧的安装包并进行全新重新安装。如果该选项设置为“否”则不做任何修改。

注：还可以选择“自动”，会仅更新变化文件，提升安装时间。

7. 是否全新配置固件编译器编译环境。如果该选项设置为“是”，会将选定的编译器部署在设定的安装路径上，如果环境已经存在，则会清空旧的编译环境，进行还原与全新部署。反之，如果该选项设置为“否”则不会进行任何更改。

注：还可以选择“自动”，会仅更新变化文件，提升安装时间。

8. 是否全新部署 PX4 固件代码。如果该选项设置为“是”，会将选定的 PX4 Firmware 源代码部署在设定的安装路径上，如果固件存在，会删除旧的固件文件夹，并进行全新部署。如果该选项设置为“否”则不会进行任何更改。

注：还可以选择“自动”，会仅更新变化文件，提升安装时间。

9. 是否全新编译固件。如果该选项设置为“是”，会对部署固件进行预编译，这样可以大大节省后续代码生成与编译的时间，同时可以检测环境安装是否正常。如果该选项设置为“否”则不会进行任何更改。

注：还可以选择“自动”，会仅更新变化文件，提升安装时间。

10. 是否屏蔽 PX4 自身控制器输出。如果该选项设置为“是”，会对 Firmware 中对电机的控制信号进行屏蔽，防止与生成代码发生冲突（注：本选项不会屏蔽 PX4_SITL 控制器的输出，因此可以正常进行软件在环仿真）。如果选择“否”，则不会进行对固件输出进行屏蔽，可以用于测试 PX4 自带的控制算法，因此如果要生成官方固件，本选项请选择“否”。

注：还可以选择“自动”，会仅更新变化文件，提升安装时间。

注：这里还可以选择输入 actuator_controls_0 来只屏蔽本 uORB 消息。这种方式可以替代默认的 PX4IO 电机输出替换模式，支持创建适用范围更广的控制例程（支持 PX4FMU 输出，支持 DShot，支持各类载具），使用方法如下：



详见例程：[RflySimAPIs\5.RflySimFlyCtrl\0.ApiExps\15.Ctrls0Output\readme.pdf](#)

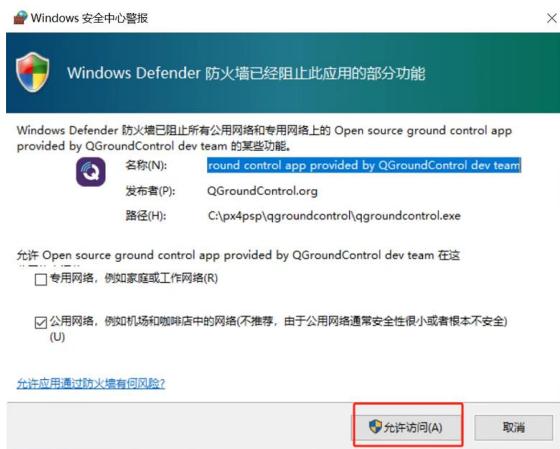
注：这里还可以输入一个 xlsx 的文件，来对制定文件进行替换，或者替换其中的字符串，实现更自由的代码屏蔽方法。通过代码屏蔽功能，我们可以屏蔽 PX4 的特定模块，例如位置控制器的输出，然后自行发送对应的消息，来实现 PX4 功能的替换。



详见例程：[RflySimAPIs\5.RflySimFlyCtrl\2.AdvExps\1.CusMaskPX4Code\Readme.pdf](#)

12.4.第一次运行工具链时注意事项

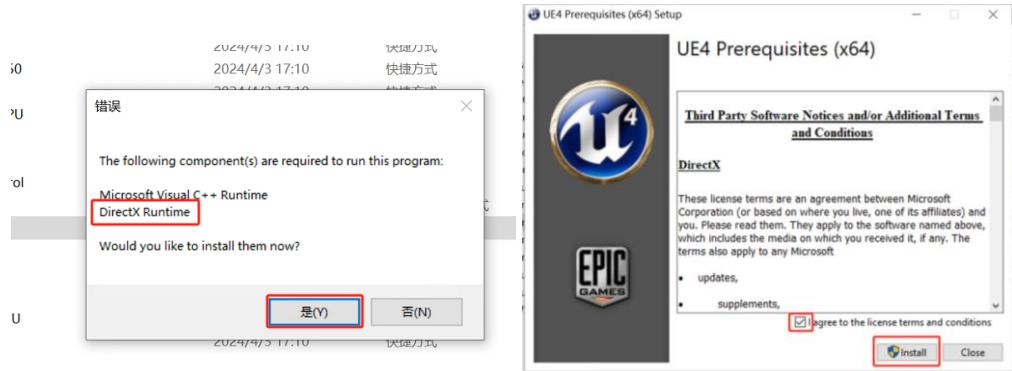
1. QGroundControl、CopterSim、RflySim3D 等软件第一次打开时，会出现网络请求许可，勾选“专用网络”和“公共网络”并点击“允许访问”即可。



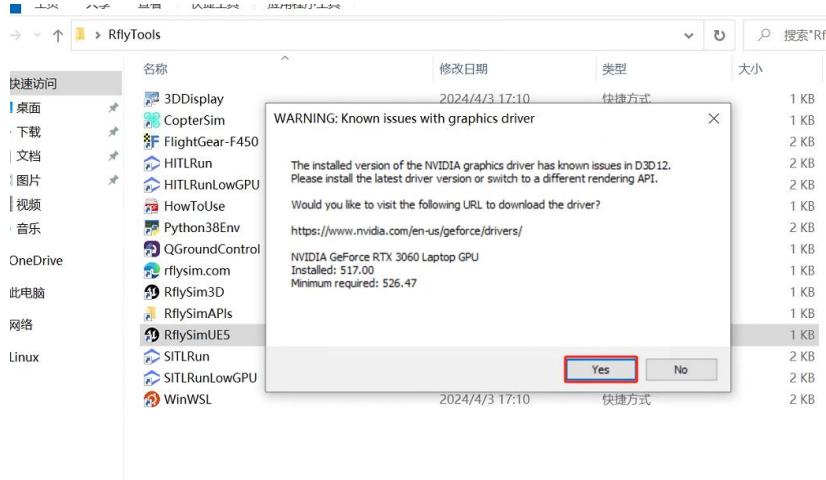
2. QGroundControl 第一次打开时，会弹出测量单位和机型配置框，如下图所示，使用默认配置即可。



3. 第一次打开“RflySim3D”时，会弹出安装 DirectX 的选项。点击确认，按照如下图所示的步骤运行安装即可。接着在弹出的安装窗口点击“同意”，接着点击“安装”等待完成 DirectX 的安装，最后点击“完成”即可。

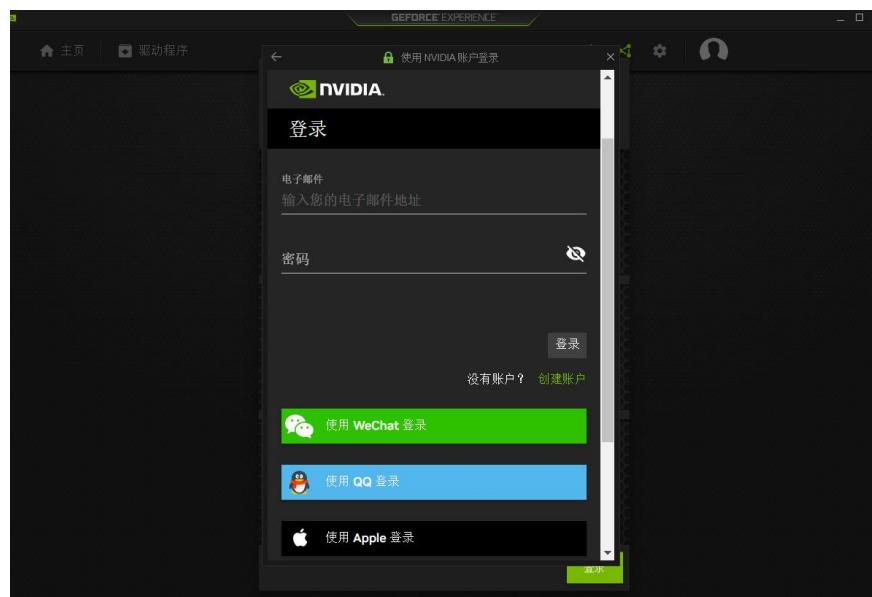


4. 双击桌面“RflyTools\RflySimUE5”快捷方式（仅限完整版），接着会弹出如下图所示提示更新驱动时，可以采取下列方法去更新显卡驱动：（以 RTX3060 显卡为例）。

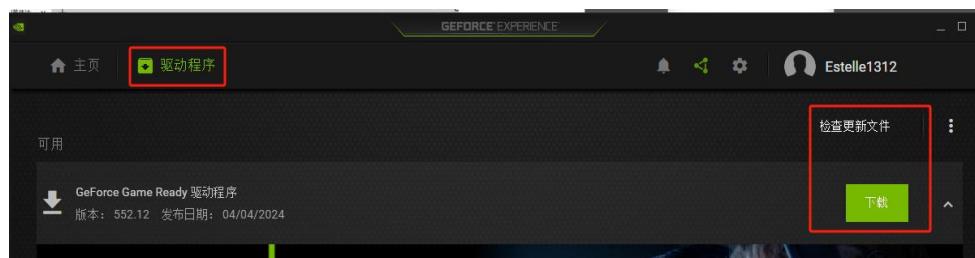


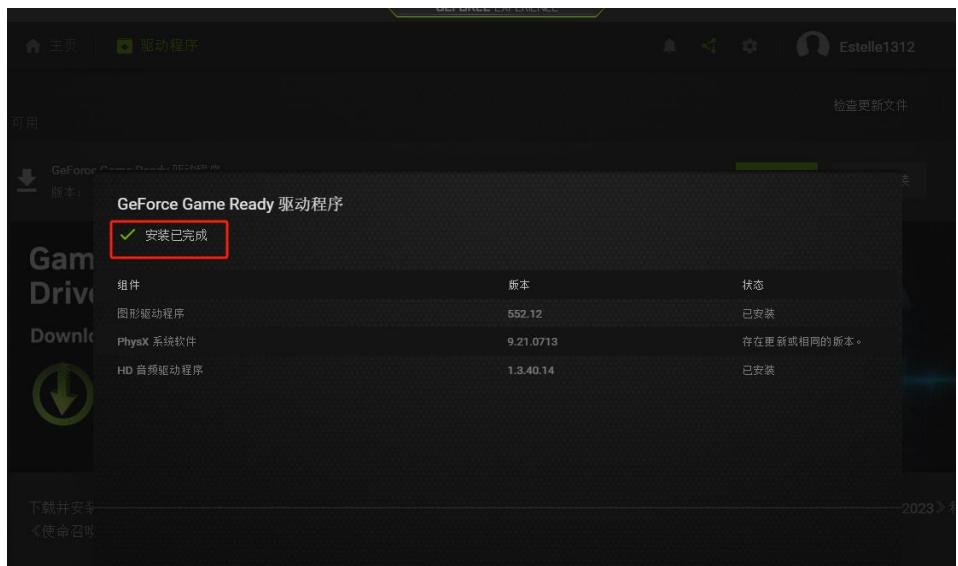
5. 显卡驱动联网在线更新方法

如果电脑系统已经自带“GeForce Experience”软件且能联网：则打开 GeForce Experience 软件，按照提示登录 NVIDIA 账户（可使用自己邮箱去创建一个账户）



点击驱动程序，然后点击右上角检查更新文件，会自动弹出最新的驱动程序，点击下载即可，最后进行安装，完成安装后重启电脑即可。





- 如果电脑系统未附带 GeForce Experience 程序，且本电脑能联网：则访问 NVIDIA 官网（<https://www.nvidia.cn/geforce/drivers/>）进行驱动下载。在下图页面中，请选择“自动更新驱动程序”页面下的“立即下载”选项，就能安装 GeForce Experience 程序并按照前文步骤，进行驱动自动更新。



6. 显卡驱动离线手动更新方法

如果电脑不能联网：请选择一台能联网的电脑，访问 NVIDIA 官网（<https://www.nvidia.cn/geforce/drivers/>），在“手动搜索驱动程序”页面，输入自己的显卡型号（例如，下图为笔记本 RTX3060 驱动搜索配置），并点击“开始搜索”。



- 在弹出页面中，选择最新的驱动程序，并点击“获取下载”

GeForce Game Ready 驱动程序 - WHQL
驱动程序版本: 552.22 - 发行日期: 2024-4-16
获取下载

Force Experience 驱动程序 新闻 支持

立即下载

- 下载完离线安装包后，将驱动文件拷贝到 RflySim 工具链安装电脑上，手动安装即可。

12.5. Windows7 系统或 WSL 安装失败安装说明

若电脑为 Windows7 系统，则无法安装 WSL 编译器（仅适用于 Win10 1903 之后）；对于 Win10 或 Win11 系统，因系统原因，也可能存在无法安装 WSL 编译器的情况。

对于企业版，RflySim 工具链除了 WinWSL 编译器，还提供了一个 Cygwin 编译。具体操作步骤如下：可以跳过第 3 节“启用 WSL 子系统功能”的安装步骤，第 5 节的“一键全自动安装”步骤中，如下图所示，一键安装脚本页面的“4. PX4 固件编译器”选择“3”，对应 Cygwin 编译器。



其余步骤和 WinWSL 编译器的方式完全相同。

13. 其他注意事项

1. 如果安装中遇到任何问题，请先尝试关闭或卸载电脑杀毒软件（或者在任务管理器中保证彻底关闭），如果是 Win10 系统请关闭系统实时防护功能，再运行“4.HILApps\MSVCP_2019.07.20_X64.exe”进行修复，重启电脑后，以管理员方式运行 MATLAB，再次运行本脚本。如果问题仍然存在，请下载 <https://rflysim.com/res/DirectXRepair-v3.7.zip> 并运行其中的修复程序。

2. 首次安装建议全部使用默认配置，直接点“确定”即可，总体安装时间大约三十分钟。

3. 如果想卸载本 RflySim 系统，只需要：运行 uninstall.m 或者 uninstall.exe 进行自动卸载，或者参考 uninstall.m 里面的命令进行手动卸载。注意：对于付费版，[我的文档]\Ogre 目录下存储着序列号文件 sn*.txt，建议保留。

4. 杀毒软件可能会阻止本脚本生成桌面快捷方式。如果脚本提示快捷方式生成失败，请首先关闭杀毒软件（Win10 系统还需要关闭“设置”>“更新和安全”>“Windows 安全中心”>“病毒和威胁防护”>“管理设置”>“实时保护”标签）。然后去安装目录（默认是 C:\PX4PSP）下，鼠标双击运行 GenerateShortcutCMD.bat 脚本。

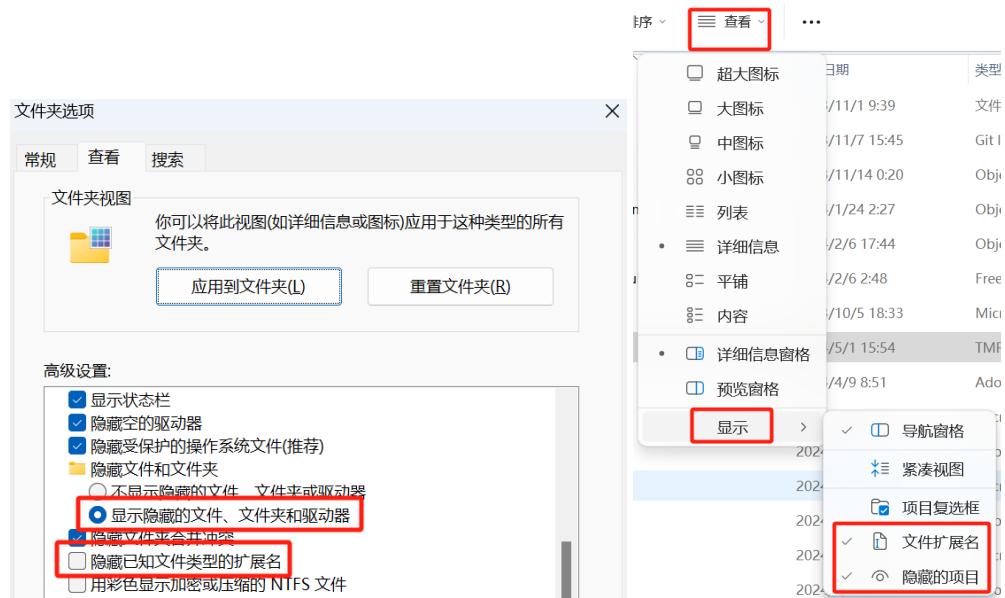
5. 如果你针对不同的 Pixhawk 硬件板子想更换不同的编译命令（例如换成 px4_fmu-v3_default），只需要在 MATLAB 中输入命令：PX4CMD('px4_fmu-v3_default') 或者使用命令：PX4CMD px4_fmu-v3_default

6. 如果想更改固件编译版本或还原修复编译环境，可以再次运行“OnekeyScript”命令，选择对应选项即可。

7. 对于 Windows10 1903 及以上的系统版本，推荐使用高级版并安装 Ubuntu 子系统，然后按“注意 2”方法重新配置环境选项，选择 WinWSL 编译器，这种方式可以大大加快编译速度。

8. 如果打开 CopterSim.exe 失败(提示找不到“VCRUN****.dll”或者无响应等), 请检查杀毒软件是否存在误拦截, 并运行本文件夹下文件“4.HILApps\MSVCP_2019.07.20_X64.exe”进行修复。如果 FlightGear 始终无法正常打开, 请使用 RflySim3D 作为替代来观察飞行效果。

9. 用户使用 RflySim 工具链软件时, 如需要去查找文件, 为方便寻找, 用户可去资源管理器显示界面。打开“显示文件扩展名”的选项, 避免无法区分 bat, txt 和 pdf 的后缀。
注: Win10 系统按下左图方法, 配置“文件夹选项”; Win11 系统, 直接在资源管理器工具栏, 设置“查看”选项。



10. 用户首次安装 RflySim 工具链后, 如果编译窗口出现报错或者卡住不动的情况, 可以去 Windows 系统的安全防护中心排除一下实时保护是否关闭以及电脑是否存在杀毒软件运行。



扫码查看 RflySim 工具链视频安装教程