

# VisCreate 传感器快速配置与仿真验证实验

## 1. 实验目的

通过本实验，学生将掌握以下技能和知识：

1. 熟练使用 VisCreate 图形化工具快速配置无人系统的各类传感器（RGB 相机、深度相机、激光雷达等）
2. 理解传感器关键参数（视场角、分辨率、刷新率、安装位姿）对仿真效果的影响规律
3. 掌握 RflySim3D 仿真环境与传感器系统的集成方法，实现实时数据可视化
4. 学会配置传感器数据传输协议（共享内存、UDP 网络传输），为后续算法开发做准备

## 2. 实验要求

- 软件要求：Windows 10及以上版本；RflySim工具链<sup>[1]</sup>；3ds Max2021；Unreal Engine4.27。
- 硬件要求：笔记本/台式电脑1台<sup>[2]</sup>。

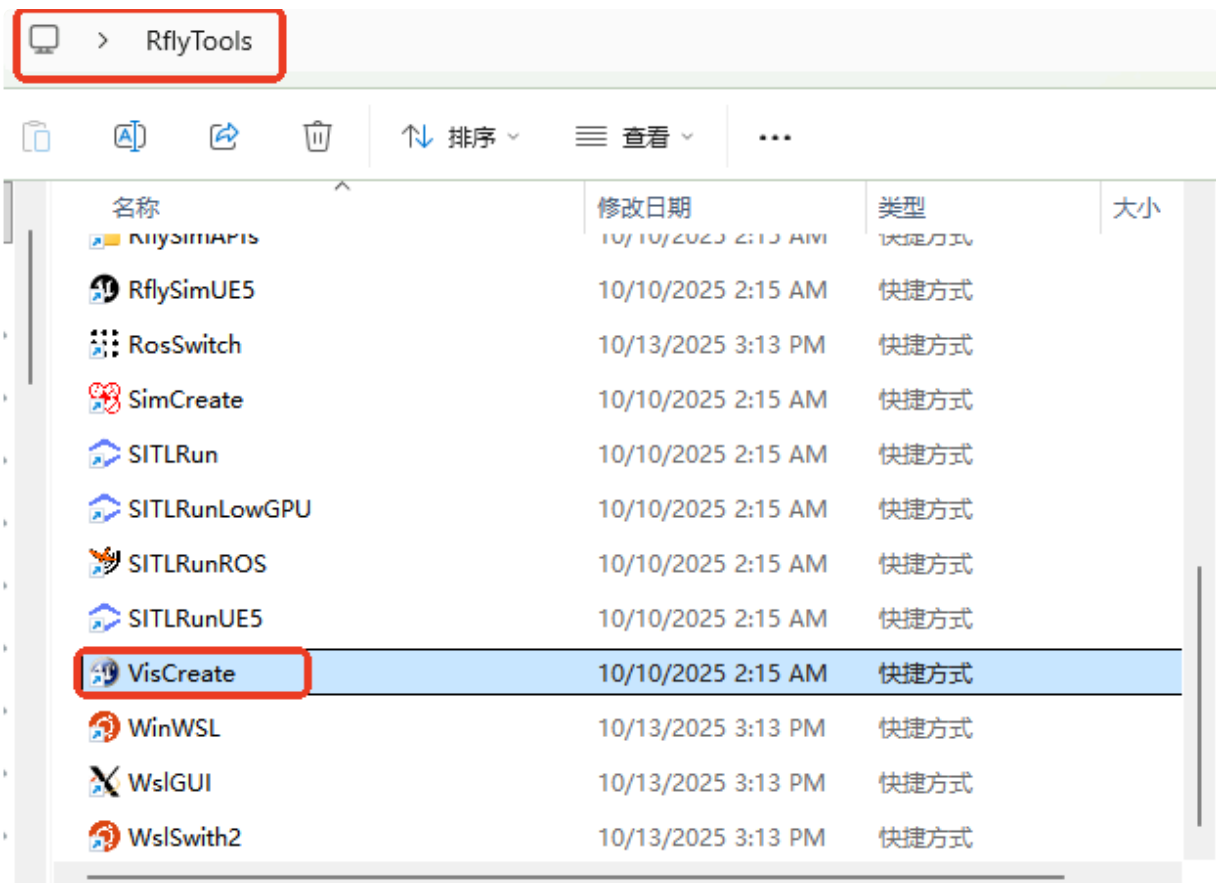
## 3. 实验地址

例程目录：[\[安装目录\]\RflySimAPIs\2.RflySimUsage\1.BasicExps\e19.VisCreateUsage](#)

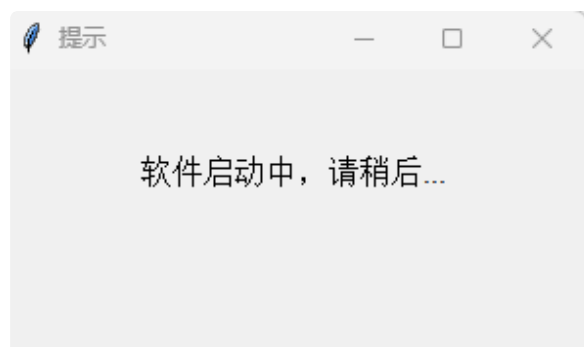
## 4. 实验内容或步骤

### 4.1 步骤 1：启动 VisCreate 软件

1. 导航到 `桌面/Rflytools` ，双击启动软件 `VisCreate.exe`



2. 等待启动画面消失，约 3-5 秒后主界面出现





主界面包含两个区域：上部：场景和载具配置区；下部：传感器配置与创建区

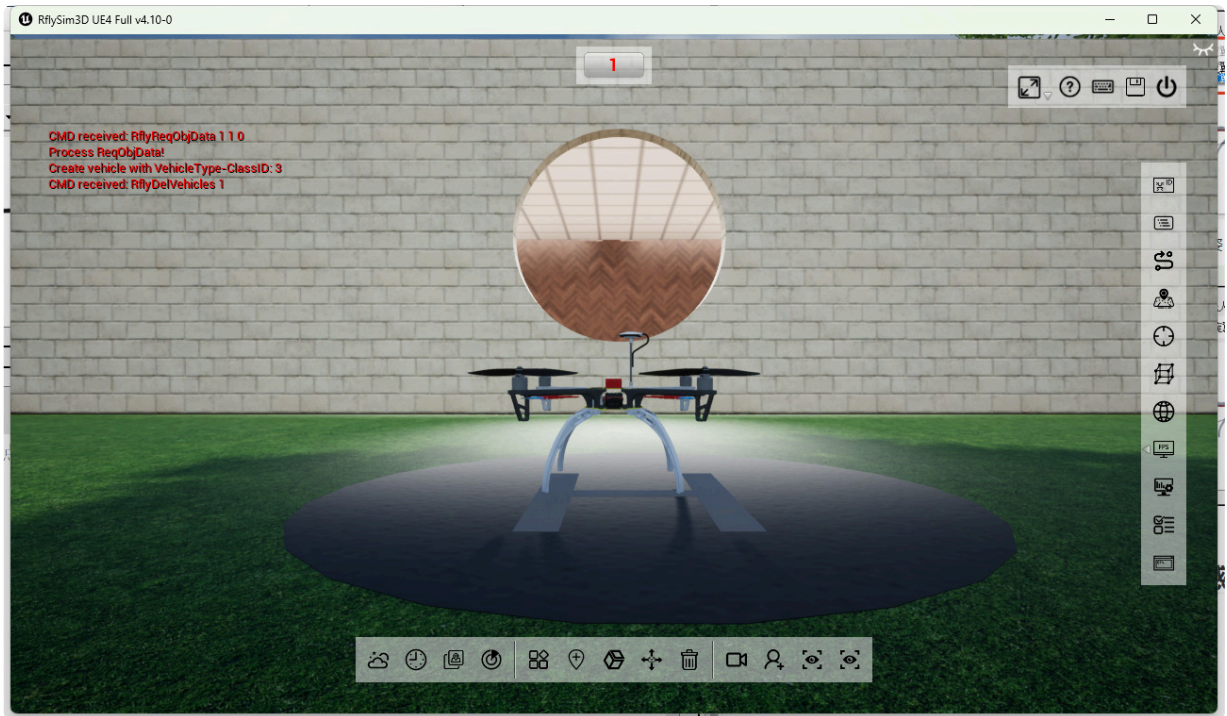
## 4.2 步骤 2：配置并启动 RflySim3D 仿真环境

1. 在主界面左上方，勾选"自动启打开RflySim3D"复选框（推荐）



若未勾选，需要点击按钮打开RflySim3D





2. 在"场景名称"下拉框中选择仿真场景：此处为**MatchScene**：标准竞赛场景，包含建筑物和地标



3. 在"载具类型"下拉框中选择目标载具：包括四旋翼和固定翼

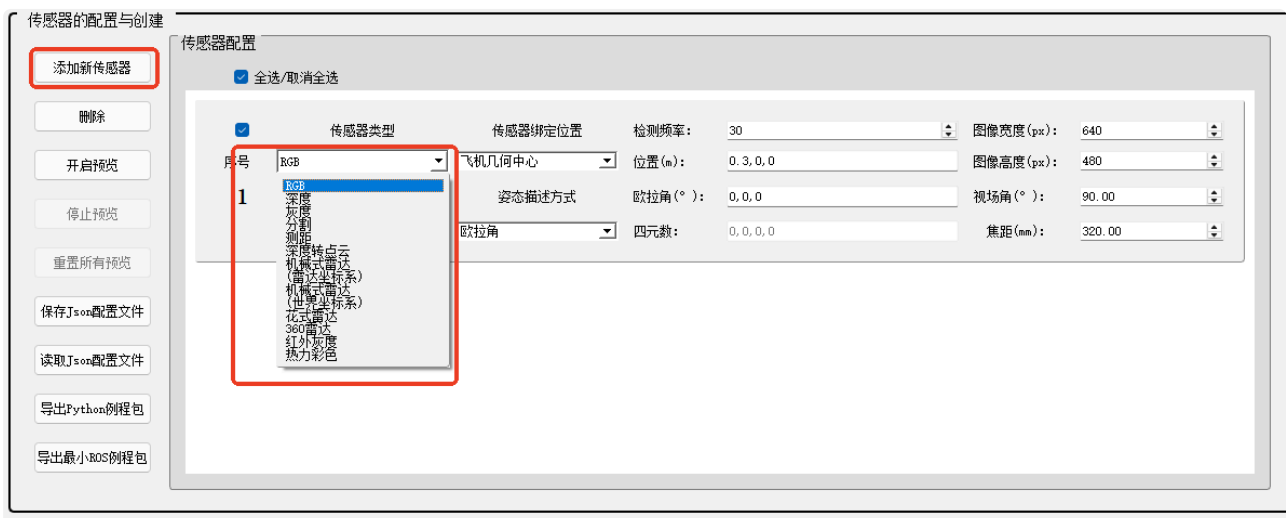


4. 在"载具配置"区域，设置载具初始位姿（勾选贴合地面时无法调整高度），调整参数后点击"修改无人机配置"按钮使调整生效



## 4.3 步骤 3：添加并配置传感器

点击"添加传感器"按钮，在弹出的传感器配置面板中传感器类型下拉框选择需要的传感器，并分别配置参数



## RGB 相机传感器

具体参数含义参见：[RflySimSDK: 可见光RGB 图像传感器](#)

- 在弹出的传感器配置面板中：
  - 传感器类型**：选择"RGB"
  - 分辨率宽度**：640（像素）
  - 分辨率高度**：480（像素）
  - 视场角（FOV）**：90（度）
  - 刷新率**：30（Hz）
- 配置安装位置（相对载具中心）：
  - X 偏移**：0.3（米，向前）
  - Y 偏移**：0（米）
  - Z 偏移**：0（米）
- 配置安装姿态（欧拉角）：



- **Roll:** 0 (度)
- **Pitch:** 0 (度, 水平朝前)
- **Yaw:** 0 (度)

## 灰度图像



配置方法与RGB类似，具体参数含义参见：[RflySimSDK: 灰度图像传感器](#)

## 语义分割图



配置方法与RGB类似，具体参数含义参见：[RflySimSDK: 分割图](#)

不同的分割图的使用，需要参考例

程 `8.RflySimVision\0.ApiExps\1-UsageAPI\1.ImgSenorAPI\5.SegmentImageDemo`

## 红外灰度图（限完整版平台）

<input checked="" type="checkbox"/>	传感器类型	传感器绑定位置	检测频率:	30	图像宽度(px):	640
序号	红外灰度	飞机几何中心	位置(m):	0.3, 0, 0	图像高度(px):	480
1	传输协议	姿态描述方式	欧拉角(°):	0, 0, 0	视场角(°):	90.00
	共享内存	欧拉角	四元数:	0, 0, 0, 0	焦距(mm):	320.00

配置方法与RGB类似，具体参数含义参见：[RflySimSDK: 红外灰度图](#)

不同红外灰度图的使用，需要参考例程

8.RflySimVision\0.ApiExps\1-UsageAPI\1.ImgSensorAPI\7.InfraredgrayThermalImageDemo

## 热力彩色图（限完整版平台）

<input checked="" type="checkbox"/>	传感器类型	传感器绑定位置	检测频率:	30	图像宽度(px):	640
序号	热力彩色	飞机几何中心	位置(m):	0.3, 0, 0	图像高度(px):	480
1	传输协议	姿态描述方式	欧拉角(°):	0, 0, 0	视场角(°):	90.00
	共享内存	欧拉角	四元数:	0, 0, 0, 0	焦距(mm):	320.00

具体参数含义参见：[RflySimSDK: 热力分割图](#)

不同热力彩色图的使用，需要参考例程

8.RflySimVision\0.ApiExps\1-UsageAPI\1.ImgSensorAPI\7.InfraredgrayThermalImageDemo

## 测距传感器

<input checked="" type="checkbox"/>	传感器类型	传感器绑定位置	检测频率:	30	可测最大距离(m):	200.00
序号	测距	飞机几何中心	位置(m):	0.3, 0, 0		
1	传输协议	姿态描述方式	欧拉角(°):	0, 0, 0		
	共享内存	欧拉角	四元数:	0, 0, 0, 0		

无需配置分辨率和视场角，需要配置可测举例，具体参数含义参见：

[RflySimSDK: 测距传感器](#)

该传感器通常需要绑定在别的传感器（如RGB）获得可视化效果，详见例程

8.RflySimVision\0.ApiExps\1-UsageAPI\1.ImgSensorAPI\6.RangingImageDemo

## 深度相机传感器

<input checked="" type="checkbox"/>	传感器类型	传感器绑定位置	检测频率:	30	图像宽度(px):	640	最小深度(m):	0.30
序号	深度	飞机几何中心	位置(m):	0.3,0.0	图像高度(px):	480	最大深度(m):	12.00
1	传输协议	姿态描述方式	欧拉角(°):	0,0,0	视场角(°):	90.00		
	共享内存	欧拉角	四元数:	0,0,0,0	焦距(mm):	320.00		

相较于RGB还需额外配置最小深度和最大深度，具体参数含义参见：[RflySimSDK: 深度相机](#)

## 深度转点云

<input checked="" type="checkbox"/>	传感器类型	传感器绑定位置	检测频率:	10	深度图宽度:	1024	最大深度(m):	100.00
序号	深度转点云	飞机几何中心	位置(m):	0.3,0.0	深度图高度:	1024		
1	传输协议	姿态描述方式	欧拉角(°):	0,0,0	视场角(°):	120.00		
	共享内存	欧拉角	四元数:	0,0,0,0	焦距(mm):	295.60		

与深度图配置类似，具体参数含义参见：[RflySimSDK: 深度转点云](#)

## 激光雷达传感器

具体参数含义参见：[RflySimSDK: 激光雷达传感器分类](#)

以机械式雷达为例

<input checked="" type="checkbox"/>	全选/取消全选							
<input checked="" type="checkbox"/>	传感器类型	传感器绑定位置	点云帧率:	10	点云个数:	900	最大可测范围(m):	200.00
序号	机械式雷达 (雷达坐标系)	飞机几何中心	位置(m):	0.3,0.0	线束数量:	32	精度(m):	0.05
1	传输协议	姿态描述方式	欧拉角(°):	0,0,0	垂直上限(°):	20.00	水平上限(°):	45.00
	共享内存	欧拉角	四元数:	0,0,0,0	垂直下限(°):	-20.00	水平下限(°):	-45.00

### 1. 配置激光雷达参数:

- **传感器类型:** 选择"机械式雷达(雷达坐标系)"
- **每圈点数:** 900
- **线束数量:** 32
- **刷新率:** 10 Hz

### 2. 配置雷达特殊参数:

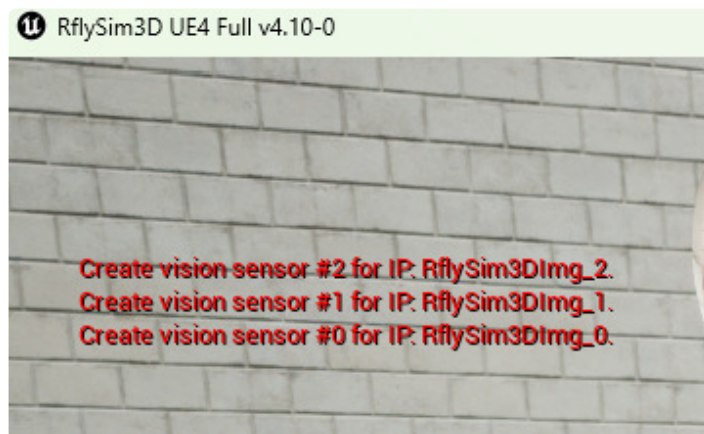
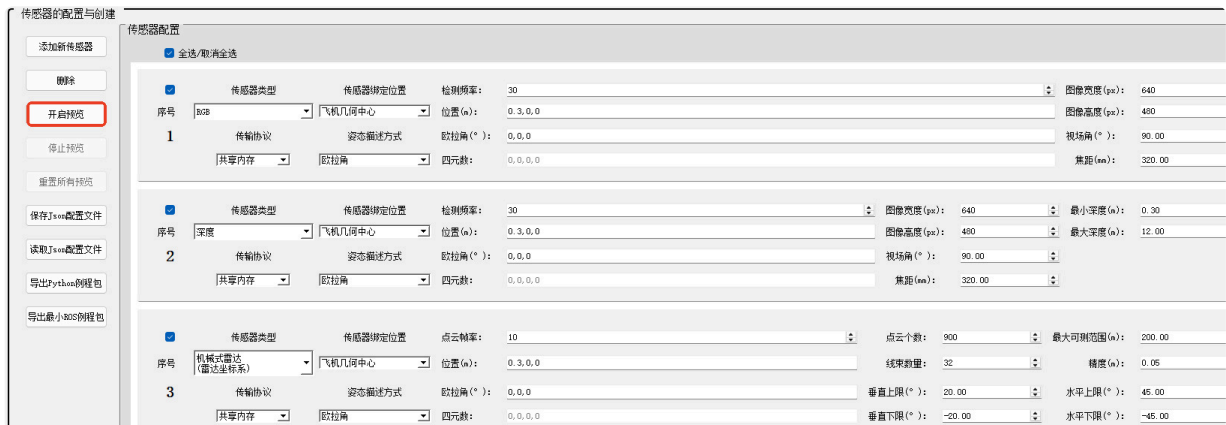
- **最大测量范围:** 200 米
- **点云精度:** 0.05 米
- **水平扫描角度:** -45° 到 45°
- **垂直扫描角度:** -20° 到 20°

## 4.4 步骤 4：同时预览多个传感器

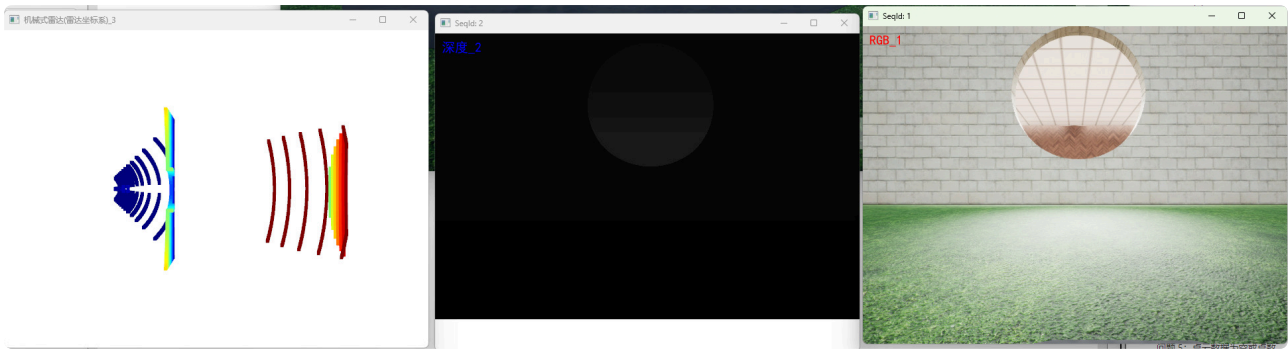
1. 这里添加 RGB 相机、深度相机和激光雷达为例
2. 在传感器列表中，选中多个传感器



3. 点击"开启预览"按钮



同时打开 3 个独立窗口：RGB 相机窗口显示彩色图像，深度相机窗口显示深度图，激光雷达窗口显示点云。三个窗口同步更新（视角一致）



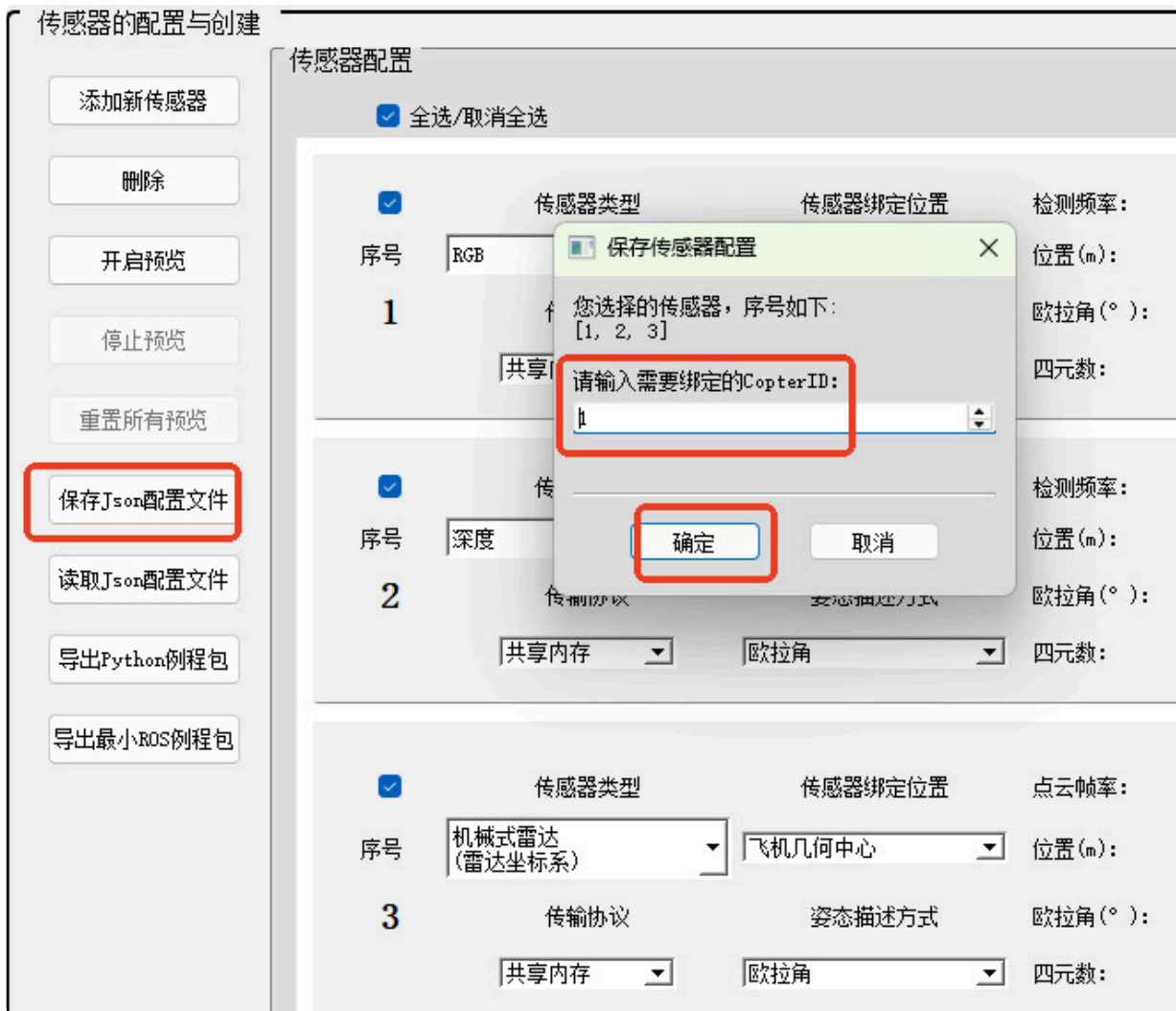
### 性能提示：

- 同时预览多个传感器会增加 CPU/GPU 负载
- 如果帧率下降，可以降低刷新率或分辨率
- 推荐配置：最多同时预览 3-4 个传感器

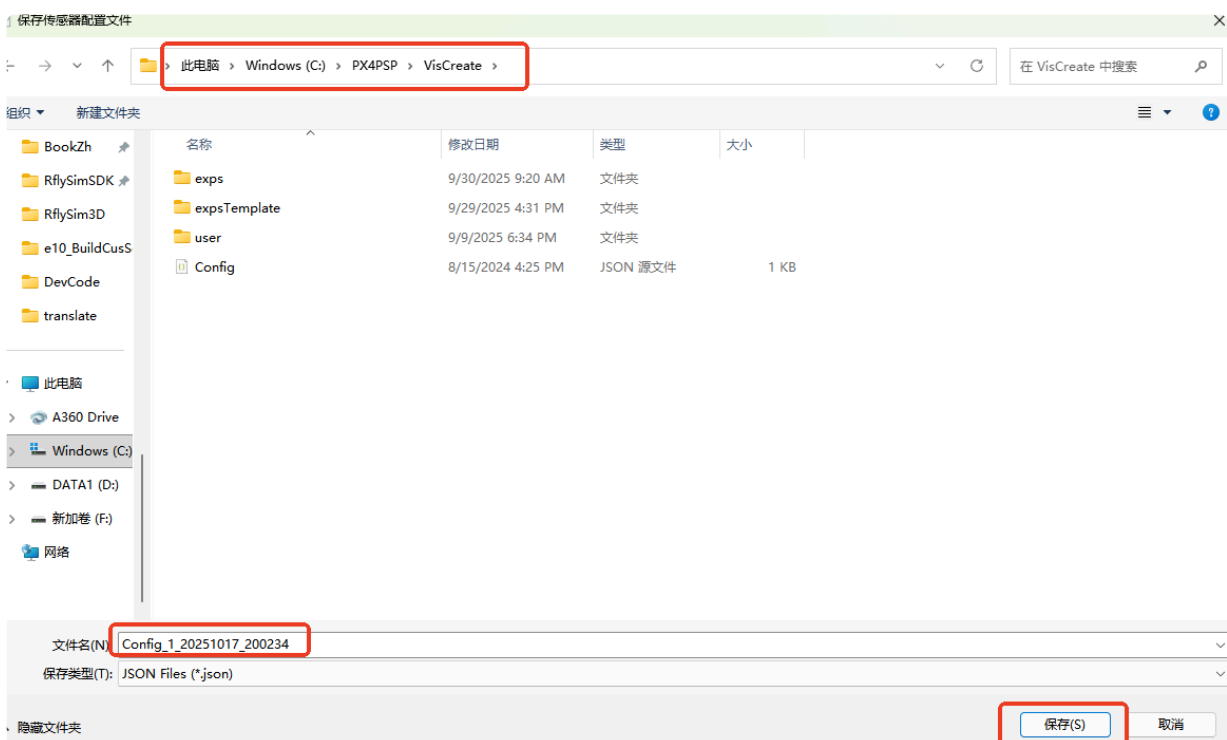
## 4.5 步骤 5：导入导出传感器配置

### 导出传感器配置

1. 点击菜单栏"保存json配置"，在弹窗中指定传感器安装的载具，点击确定



2. 在弹出的对话框中选择保存路径，输入文件名，例如 `Config_1_20251017_200234.json` 点击"保存"按钮



**预期结果：**

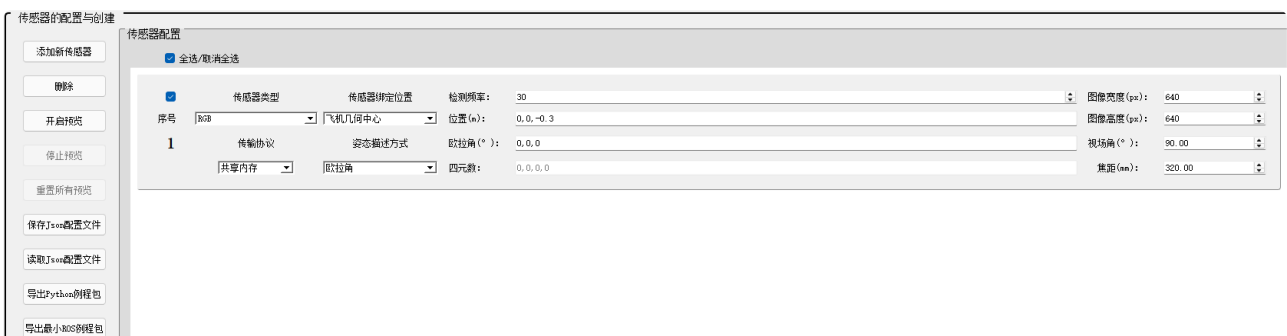
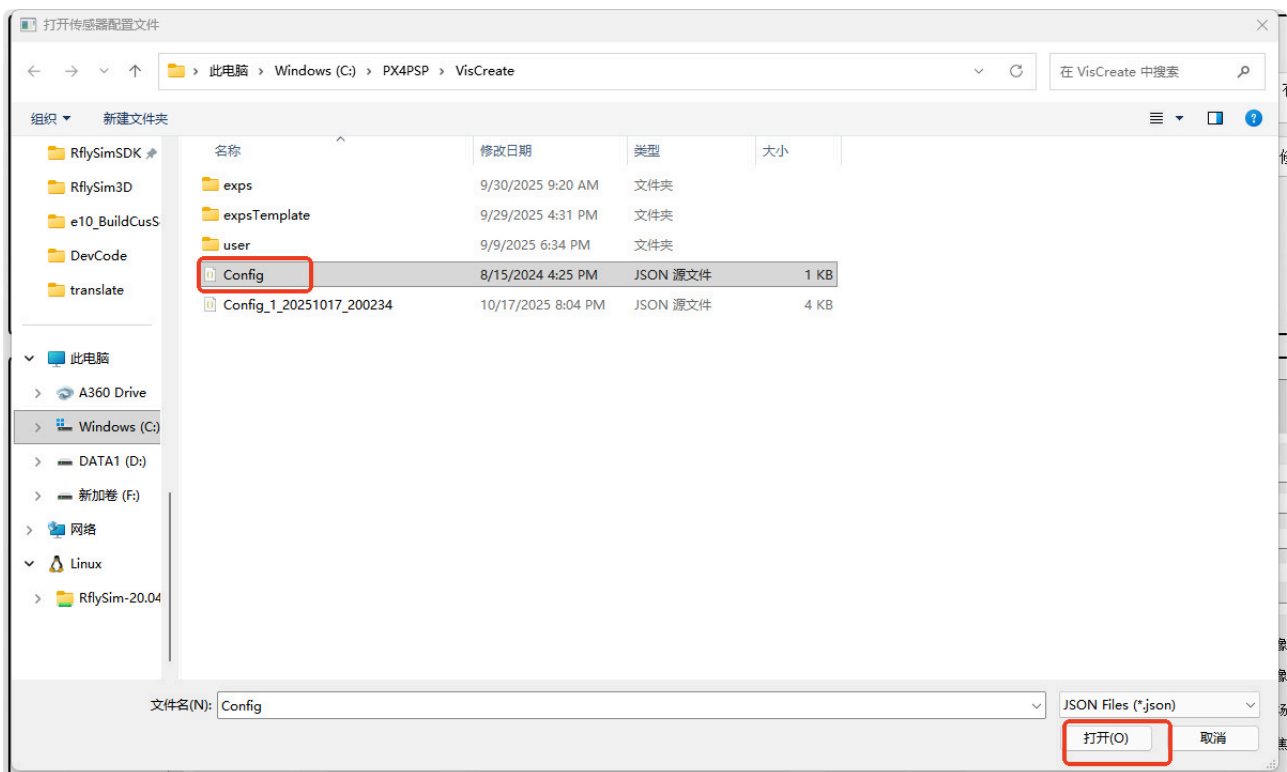
- 生成 JSON 格式配置文件
- 文件大小约 1-5 KB
- 包含所有传感器的完整参数

配置文件内容示例（参考 [config/sensor\\_config.json](#)）：

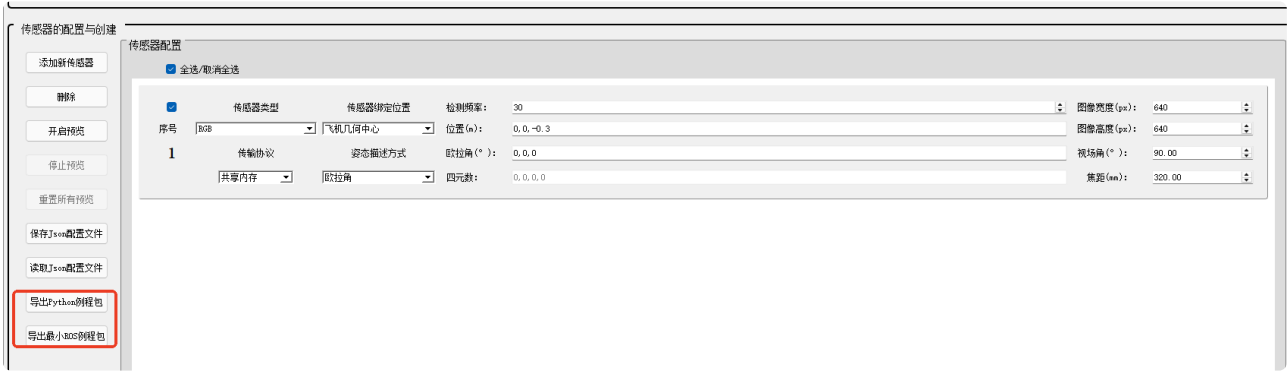
```
1  {
2    "version": "1.0",
3    "copter_id": 1,
4    "vehicle_type": 3,
5    "vehicle_position": [0, 0, 1],
6    "vehicle_attitude": [0, 0, 0],
7    "sensors": [
8      {
9        "SeqID": 0,
10       "TypeID": 1,
11       "Name": "RGB Camera",
12       "DataWidth": 640,
13       "DataHeight": 480,
14       "CameraFOV": 90,
15       "DataCheckFreq": 30,
16       "SensorPosXYZ": [0.3, 0, 0],
17       "SensorAngEular": [0, 0, 0],
18       "SendProtocol": [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]
19     },
20     {
21       "SeqID": 1,
22       "TypeID": 2,
23       "Name": "Depth Camera",
24       "DataWidth": 640,
25       "DataHeight": 480,
26       "CameraFOV": 90,
27       "DataCheckFreq": 30,
28       "SensorPosXYZ": [0.3, 0.1, 0],
29       "SensorAngEular": [0, 0, 0],
30       "otherParams": [0.3, 12, 0.001, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]
31     }
32   ]
33 }
```

## 步骤 10：导入已有配置（可选）

1. 点击菜单栏“读取json配置”，选择任意保存的 JSON 配置文件，点击“打开”按钮



## 4.6 步骤 6：导出传感器数据转发例程模板



导出例程模板的使用详见例程 `2.RflySimUsage\0.ApiExps\e13_VisAPIPyCpp`

## 5. 关键知识点

### 关键知识点1：VisCreate 软件架构与功能

VisCreate 是一款基于 PyQt5 开发的可视化传感器配置工具，专为 RflySim 仿真平台设计。该软件采用模块化架构，通过图形化界面简化了传感器创建、参数调整和实时预览的全过程。

**核心功能模块：**

- 场景管理模块：**支持多种仿真场景的快速切换（MatchScene、SimpleScene、CityScene 等）
- 载具配置模块：**支持多种载具类型创建（四旋翼、固定翼、六旋翼等），可自定义初始位置和姿态
- 传感器创建模块：**提供 12+ 种传感器类型的配置模板，一键添加和删除
- 参数调节模块：**实时调整传感器的 FOV、分辨率、安装位姿等参数
- 数据预览模块：**实时显示传感器捕获的图像、深度图、点云数据
- 配置导出模块：**支持将传感器配置导出为 JSON 文件，便于复用和分享

**软件工作流程：**

启动软件 → 选择场景 → 创建载具 → 添加传感器 → 配置参数 → 实时预览 → 导出配置

## 关键知识点2：传感器类型与应用场景

具体传感器配置协议参见：

RflySimSDK: 视觉传感器配置协议：[https://rflysim.com/doc/zh/RflySimAPIs/RflySimSDK/html/md\\_vision\\_2md\\_2VisionConfig.html](https://rflysim.com/doc/zh/RflySimAPIs/RflySimSDK/html/md_vision_2md_2VisionConfig.html)

VisCreate 支持的传感器类型及典型应用：

传感器类型	TypeID	应用场景	关键参数
RGB 相机	1	目标检测、图像识别	FOV、分辨率
深度相机	2	障碍物检测、3D 重建	深度范围、精度
灰度相机	3	特征提取、光流计算	分辨率、刷新率
分割相机	4	语义分割、场景理解	分辨率
测距传感器	5	高度测量、避障	最大测距
深度转点云	7	SLAM、路径规划	深度范围、步长
机械式雷达	20/21	环境建图、避障	线束数、扫描角度
花式雷达	22	高精度建图	点云密度
360 雷达	23	全方位感知	测距范围
红外灰度	40	夜视、热成像	分辨率
热力彩色	41	热源检测	分辨率

## 关键知识点3：传感器坐标系与安装位姿

在 VisCreate 中配置传感器时，需要理解坐标系的定义和变换关系。

坐标系定义：

- **世界坐标系 (ENU)**：东-北-天坐标系，X 轴指向东，Y 轴指向北，Z 轴指向天
- **机体坐标系 (FRD)**：前-右-下坐标系，X 轴指向机头，Y 轴指向右侧，Z 轴指向下方
- **传感器坐标系**：通常 Z 轴为光轴方向

### 安装位置参数 (SensorPosXYZ):

- 相对于载具绑定点的偏移量，单位：米
- 例如 `[0.3, 0, 0]` 表示安装在机头前方 30 厘米处

### 安装姿态参数 (SensorAngEular):

- 采用欧拉角表示 (Roll-Pitch-Yaw)，单位：度
- Roll (横滚)：绕 X 轴旋转角度
- Pitch (俯仰)：绕 Y 轴旋转角度
- Yaw (偏航)：绕 Z 轴旋转角度

### 姿态变换公式:

$$R = R_z(\text{Yaw}) \cdot R_y(\text{Pitch}) \cdot R_x(\text{Roll})$$

其中旋转矩阵为:

$$R_x(\phi) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \phi & -\sin \phi \\ 0 & \sin \phi & \cos \phi \end{bmatrix}$$

$$R_y(\theta) = \begin{bmatrix} \cos \theta & 0 & \sin \theta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \theta & 0 & \cos \theta \end{bmatrix}$$

$$R_z(\psi) = \begin{bmatrix} \cos \psi & -\sin \psi & 0 \\ \sin \psi & \cos \psi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

## 关键知识点4: 视场角 (FOV) 与焦距的关系

相机的视场角和焦距是相互关联的参数，理解它们的关系有助于准确配置传感器。

### 转换公式:

$$\text{FOV} = 2 \times \arctan \left( \frac{w}{2f} \right)$$

$$f = \frac{w}{2 \tan(\text{FOV}/2)}$$

其中:

- FOV 为视场角 (弧度)
- $w$  为传感器宽度 (像素)

- $f$  为焦距（毫米或像素单位）

### 实际应用：

- **广角相机** (FOV > 90°)：适合环境感知，但边缘畸变较大
- **标准相机** (FOV ≈ 60-90°)：适合一般视觉任务，畸变较小
- **窄角相机** (FOV < 60°)：适合远距离目标识别，视野有限

### VisCreate 中的配置：

直接设置 `CameraFOV` 参数即可，软件会自动计算对应焦距，确保渲染正确。

## 关键知识点5：传感器数据传输协议

VisCreate 支持多种数据传输协议，满足不同应用场景的需求。

### 协议类型 (SendProtocol[0])：

协议编号	协议名称	特点	适用场景
0	共享内存	速度最快，仅限本机	Windows 本地开发
1	UDP-JPEG	有损压缩，网络传输	远程可视化
2	UDP-Raw	无压缩，延迟低	实时算法处理
3	UDP-PNG	无损压缩	需要精确图像

### 配置方法：

```

1 | SendProtocol = [
2 |     0,          # [0] 传输协议类型
3 |     127,       # [1] IP 地址第 1 位
4 |     0,          # [2] IP 地址第 2 位
5 |     0,          # [3] IP 地址第 3 位
6 |     1,          # [4] IP 地址第 4 位
7 |     9999,      # [5] 端口号
8 |     0,          # [6-7] 保留
9 |     0
10 | ]

```

### 注意事项：

- 共享内存模式 (0) 仅支持 Windows 系统

- UDP 模式需要确保防火墙允许通信
- 不同传感器应使用不同端口号，避免冲突

## 关键知识点6：深度相机特殊参数配置

深度相机是 SLAM 和避障算法的核心传感器，其配置参数需要特别注意。

### 关键参数 (otherParams):

- **otherParams[0]**: 最小识别距离 (米)，小于此距离的物体无法识别
- **otherParams[1]**: 最大识别距离 (米)，超过此距离输出 NaN (65535)
- **otherParams[2]**: 精度刻度 (米)，决定深度值的量化精度

### 深度值编码:

深度相机输出 uint16 格式的 depth 图，实际深度值的计算公式为:

$$\text{Depth}_{real} = \text{PixelValue} \times \text{Scale}$$

例如，如果 `otherParams[2] = 0.001` (毫米刻度)，像素值为 1500，则实际深度为:

$$\text{Depth}_{real} = 1500 \times 0.001 = 1.5 \text{ 米}$$

### 配置建议:

- 室内环境: 最大距离 10-15 米，精度 0.001 米
- 室外环境: 最大距离 20-50 米，精度 0.01 米
- 精确测量: 最小距离 0.3 米，避免盲区

## 关键知识点7：激光雷达参数配置

激光雷达是无人系统感知的重要传感器，VisCreate 支持多种雷达类型。

### 机械式雷达配置:

- **DataWidth**: 每圈点数 (水平分辨率)
- **DataHeight**: 线束数量 (垂直分辨率)
- **otherParams[0]**: 最大测量范围 (米)
- **otherParams[1]**: 点云精度 (米)
- **otherParams[2-3]**: 水平扫描角度范围 (度)
- **otherParams[4-5]**: 垂直扫描角度范围 (度)

### 点云数据量计算:

$$N_{points} = \text{DataWidth} \times \text{DataHeight} \times f_{refresh}$$

例如，900 点/圈  $\times$  32 线束  $\times$  10 Hz = 288,000 点/秒

### 雷达类型对比：

雷达类型	TypeID	特点	适用场景
机械式（雷达坐标系）	20	点云在雷达坐标系	SLAM 建图
机械式（世界坐标系）	21	点云在世界坐标系	静态环境感知
花式雷达	22	高密度扫描	精细建图
360 雷达	23	全方位覆盖	全局避障

## 6. 参考资料

### 1. RflySim 官方文档

- 主页：<https://rflysim.com>
- 用户手册：<https://rflysim.com/docs>
- 提供完整的 RflySim 工具链使用说明和 API 文档

### 2. Unreal Engine 4 官方文档

- <https://docs.unrealengine.com/4.27/zh-CN/>
- 深入理解 RflySim3D 底层仿真引擎

### 3. OpenCV 中文文档

- <https://opencv-python-tutroals.readthedocs.io/zh/latest/>
- 图像处理和计算机视觉算法参考

### 4. ROS 传感器接口 Wiki

- <http://wiki.ros.org/Sensors>
- 了解 ROS 中的传感器消息格式和接口

# 7. 常见问题

## Q1: VisCreate.exe 双击后无反应或闪退

A1: 原因及解决方案:

- **原因:**
  - 缺少 Visual C++ 运行库
  - PSP\_PATH 环境变量未配置
  - 依赖的 DLL 文件缺失
- **解决方案:**
  - i. 安装 Visual C++ Redistributable:
    - 下载地址: [https://aka.ms/vs/17/release/vc\\_redist.x64.exe](https://aka.ms/vs/17/release/vc_redist.x64.exe)
    - 运行安装程序, 按提示完成安装

ii. 检查环境变量:

```
1 | # 查看 PSP_PATH
2 | echo %PSP_PATH%
3 |
4 | # 如果未配置, 手动设置 (临时)
5 | set PSP_PATH="C:\RflySim" # 替换为实际安装路径
6 |
7 | # 永久设置: 在"系统属性->环境变量"中添加
```

iii. 检查依赖文件:

- 确保 `[PSP_PATH]\RflySimAPIs\` 目录存在
- 确保 `UE4CtrlAPI.dll` 和 `VisionCaptureApi.dll` 存在

iv. 以管理员权限运行:

- 右键点击 `VisCreate.exe`
- 选择"以管理员身份运行"

## Q2: 点击"创建飞机"后 RflySim3D 未自动启动

A2: 原因及解决方案:

- **原因:**
  - RflySim3D 路径不正确
  - 启动超时
  - 防火墙或杀毒软件阻止

- **解决方案:**

- i. 手动启动 RflySim3D:

```
1 | cd $env:PSP_PATH\RflySim3D
2 | .\RflySim3D.exe
```

- ii. 检查 RflySim3D 路径:

```
1 | Test-Path "$env:PSP_PATH\RflySim3D\RflySim3D.exe"
```

如果返回 `False`，说明路径不正确

- iii. 调整防火墙设置:

- 打开 Windows Defender 防火墙
- 允许 RflySim3D.exe 通过防火墙

- iv. 增加启动等待时间:

- 在 VisCreate 设置中，将"启动超时"调整为 60 秒

## I Q3: 传感器窗口显示黑屏或无图像

A3: 原因及解决方案:

- **原因:**

- 传感器 ID 冲突
- 载具未正确创建
- 传输协议配置错误
- 传感器位置在载具内部

- **解决方案:**

- i. 检查传感器 ID 是否唯一:

- 每个传感器的 SeqID 必须不同
- 删除重复 ID 的传感器，重新添加

- ii. 验证载具是否存在:

- 在 RflySim3D 中按 `F9` 切换到自由视角
- 查看载具是否在场景中

- iii. 切换传输协议:

- 将"共享内存"改为"UDP-Raw"
- 重新预览传感器

- iv. 调整传感器位置:

- 确保传感器不在载具内部
- 建议 X 偏移至少 0.2 米

v. 重启软件:

- 关闭 VisCreate 和 RflySim3D
  - 重新启动并创建传感器
- 

1. <https://rflysim.com/> ↩

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