

0.ApiExps 基础接口类实验

本文件夹中的所有实验均为本讲中接口使用类的实验，旨在帮助用户快速熟悉本讲各种接口以便于后续实验开发。

序号	实验名称	简介	文件地址	版本
1	资源文件安装	该文件夹中主要是包含有本讲(或平台)实验中，所使用的驱动、软件以及各种学习资源。	0.ResourcesFile\Readme.pdf	免费版
2	软件在环仿真	熟悉 Simulink 控制器与仿真平台，该例程提供了一套基于 Simulink/RflySim3D 的较为逼真的仿真环境例程。	1.SoftwareSimExps\Readme.pdf	免费版
3	QGC 实时调整控制器参数	在进行硬件在环仿真和真机实验时，常常需要在 QGC 地面站中观察飞行状态，并对控制器参数进行实时调整，以使得飞机达到最佳的控制效果。	10.QGC-Param-Tune\Readme.pdf	免费版
4	传感器数据读取	通过 RflySim 的底层开发接口，可获取的传感器数据包含磁力计、加速度计、陀螺仪、气压计和时间戳以及 GPS 数据等信息。本实验将进行上述传感器部分数据的获取，以此思路可订阅更加多样的传感器数据。	11.SenorDataGet\Readme.pdf	免费版
5	自驾仪 CPU 使用率查看	在使用 RflySim 平台进行底层开发的时，通常是需要 在自驾仪硬件上验证我们自己开发的算法，但在 Simulink 中搭建的算法模型在自动代码生成自驾仪固件时，可能会因算法的复杂度和模型搭建的合理性，造成自驾仪系统的 CPU 占用率超负载，从而导	12.AutopilotCPUUsageGet\Readme.pdf	免费版

		致实验失败，如下图。本实验将演示如何查看自己自驾仪系统的 CPU 占用率情况。		
6	Simulink 中 M-Fucnction 和 S-Function 对自驾仪系统资源占用对比	PX4 固件的飞控系统都是基于 Nuttx 这个操作系统的。Nuttx 是一个实时嵌入式操作系统 (Embedded RTOS)，它很小巧，在微控制器环境中使用。Nuttx 完全可扩展，可从从小型 (8 位) 至中型嵌入式 (32 位) 系统。它的设计目的还在于完全符合 POSIX 标准，完全实时，并完全开放。以 Holybro Pixhawk 6C 为例，其所使用主处理器为 STM32H743，频率为 480MHz，内存为 2MB，协处理器 STM32F103，频率为 72MHz，静态随机存取存储器 (Static Random-Access Memory, SRAM) 为 64KB。因此在运行较大的算法程序时，可能会造成内存使用爆满，CPU 超载等情况。本实验将分别烧录由 M-Fucnction 和 S-Function 搭建的 Simulink 模型，通过分析自驾仪系统的资源占用情况，可得 S-Function 搭建的 Simulink 模型占用自驾仪资源更少。	13.Simulink_MS_FuncVS\Readme.pdf	免费版
7	SITL 验证自动代码生成代码	Simulink 的自动代码机制可以直接一键生成目标硬件的所有代码并调用相关的编译器自动生成工程文件，省去了模型应用层代码和底层驱动关联的工作环节。TLC (Target Language Compiler) 语言在 Simulink 中是连接模型和目标代码的桥梁，是一种解释性语言。本实验将使用前面实验的文件 (..\3.DesignExps\Exp4_AttitudeSystemCodeGen.slx) 进行自动代码生成，说明基于 RflySim 平台的 SITL 仿真环境下验证自动生成的代码。	14.SITLVeriGenCodeFirm\Readme.pdf	免费版

8	PSP 官方提供	熟悉 PSP 官方提供的实验资源，通过对 px4demo_input_rc.slx 实验的讲解，了解硬件在环仿真流程。本例程是为了方便参与测试，在 PSP 工具箱提供访问飞控内部参数的方法，这样可以在飞行测试实验中，通过地面站软件来修改 Simulink 生成控制器参数。（注：本文档以 px4demo_input_rc.slx 为主进行讲解，其余实验请参见 Pixhawk_Pilot_Support_Package.pdf 文件或关注本平台其余课程实验；本节其他例程在后续例程有更详细的讲解，此文档只做对 PSP 工具箱访问飞控内部参数和自动生成代码配置的说明）	2.PSPOfficialExps\Readme.pdf	免费版
9	姿态控制器设计	熟悉 Simulink 控制器与仿真平台、软件在环仿真、硬件在环仿真以及实飞实验的流程，本实验以一个设计好的姿态控制系统为例，介绍整个实验的基本操作流程。	3.DesignExps\Readme.pdf	免费版
10	飞控固件上传	熟悉飞控固件还原的方法和途径。	4.PX4Firmwares\Readme.pdf	免费版
11	log 数据记录与读取	使用二进制日志记录模块：binary_logger，完成飞行数据写入与读取，log 数据记录，以 RflySim 平台设定了 20s 的四维随机数据，数据存储位置飞控板内的片上外设存储卡内（路径为/fs/microsd/log/pixhawk），熟悉 PX4 飞控的底层运行逻辑。	5.Log-Write-Read\Readme.pdf	免费版
12	uORB 消息读取与写入	自定义 uORB 消息，PX4 的 uORB 消息系统是提供了非常强大且方便的内部模块间数据交互能力，本例程是通过创建一个自定义的 uORB 消息实现读写功能，以此熟悉并掌握 PX4 的 uORB 消息系统。	6.uORB-Read-Write\Readme.pdf	免费版

13	自定义 uORB 消息	通过创建一个自定义的 uORB 消息实现读写功能，以此熟悉并掌握 PX4 的 uORB 消息系统。	7.uORB-Create\Readme.pdf	免费版
14	回传提示消息	在飞控中，我们时常需要向外发布一些文字消息，来反映系统当前的运行状态，这个功能可以通过发送“mavlink_log”的 uORB 消息来实现。	8.Mavlink-Msg-Echo\Readme.pdf	免费版
15	PX4 控制器的外部通信	本例程以外部发送的 rfly_ctrl 数据来作为遥控器输入，同时会将收到的数据向 rfly_px4 发送出去，回传给外部程序。	9.PX4CtrlExternalTune\Readme.pdf	免费版
16	第 01 讲_课程介绍	RflySim 底层飞行控制算法开发系列课程总体介绍。	第 01 讲_课程介绍.pdf	免费版
17	第 02 讲_实验平台配置	本章内容主要面对独立学习的读者或者实验课程老师，需要完成代码生成环境的部署工作并准备好实际飞行实验的平台。如果已经有配置好的实验平台，读者也可以跳过本章的内容，直接在搭建好的平台上按照后续章节内容完成实验课程。本书提供的实验平台总体可以分成两个部分：硬件平台和软件平台。下面将依次介绍各个部分的基本组成，以及详细的平台部署步骤。	第 02 讲_实验平台配置.pdf	免费版
18	第 03 讲_实验平台使用	首先来介绍一下平台的整体组成，本次课程主要是使用 RflySim 平台的第 5 讲部分内容，本次课程中主要用到 RflySim 平台的部分功能和资料有如下：Simulink 控制器设计与仿真系统、Pixhawk 自驾仪硬件系统、多旋翼处理器在环仿真器实验指导包。本节将详细讲解实验平台的使用方法。	第 03 讲_实验平台使用.pdf	免费版

19	第 04 讲_实验流程介绍	本章内容主要面对独立学习的读者或者实验课程老师，需要完成代码生成环境的部署工作并准备好实际飞行实验的平台。如果已经有配置好的实验平台，读者也可以跳过本章的内容，直接在搭建好的平台上按照后续章节内容完成实验课程。本书提供的实验平台总体可以分成两个部分：硬件平台和软件平台。下面将依次介绍各个部分的基本组成，以及详细的平台部署步骤。	第 04 讲_实验流程介绍.pdf	免费版

所有文件列表

序号	实验名称	简介	文件地址	版本
1	基础接口类实验	本文件夹中的所有实验均为本讲中接口使用类的实验，旨在帮助用户快速熟悉本讲各种接口以便于后续实验开发。	Readme.pdf	免费版
2	第 01 讲_课程介绍	RflySim 底层飞行控制算法开发系列课程总体介绍。	第 01 讲_课程介绍.pdf	免费版
3	第 02 讲_实验平台配置	本章内容主要面对独立学习的读者或者实验课程老师，需要完成代码生成环境的部署工作并准备好实际飞行实验的平台。如果已经有配置好的实验平台，读者也可以跳过本章的内容，直接在搭建好的平台上按照后续章节内容完成实验课程。本书提供的实验平台总体可以分成两个部分：硬件平台和软件平台。下面将依次介绍各个部分的基本组成，以及详细的平台部署步骤。	第 02 讲_实验平台配置.pdf	免费版
4	第 03 讲_实验平台使用	首先来介绍一下平台的整体组成，本次课程主要是使用 RflySim 平台的第 5 讲部分内容，本次课程中主要用到 RflySim 平台的部分功能和资料有如下：Simulink 控制器设计与仿真系统、Pixhawk 自驾仪硬件系统、多旋翼处理器在环仿真器实验指导包。本节将详细讲解实验平台的使用方法。	第 03 讲_实验平台使用.pdf	免费版

5	第 04 讲_实验流程介绍	本章内容主要面对独立学习的读者或者实验课程老师，需要完成代码生成环境的部署工作并准备好实际飞行实验的平台。如果已经有配置好的实验平台，读者也可以跳过本章的内容，直接在搭建好的平台上按照后续章节内容完成实验课程。本书提供的实验平台总体可以分成两个部分：硬件平台和软件平台。下面将依次介绍各个部分的基本组成，以及详细的平台部署步骤。	第 04 讲_实验流程介绍.pdf	免费版
6	资源文件安装	该文件夹中主要是包含有本讲(或平台)实验中，所使用的驱动、软件以及各种学习资源。	0.ResourcesFile\Readme.pdf	免费版
7	软件在环仿真	熟悉 Simulink 控制器与仿真平台，该例程提供了一套基于 Simulink/RflySim3D 的较为逼真的仿真环境例程。	1.SoftwareSimExps\Readme.pdf	免费版
8	QGC 实时调整控制器参数	在进行硬件在环仿真和真机实验时，常常需要在 QGC 地面站中观察飞行状态，并对控制器参数进行实时调整，以使得飞机达到最佳的控制效果。	10.QGC-Param-Tune\Readme.pdf	免费版
9	传感器数据读取	通过 RflySim 的底层开发接口，可获取的传感器数据包含磁力计、加速度计、陀螺仪、气压计和时间戳以及 GPS 数据等信息。本实验将进行上述传感器部分数据的获取，以此思路可订阅更加多样的传感器数据。	11.SenorDataGet\Readme.pdf	免费版
10	自驾仪 CPU 使用率查看	在使用 RflySim 平台进行底层开发的时，通常是需要 在自驾仪硬件上验证我们自己开发的算法，但在 Simulink 中搭建的算法模型在自动代码生成自驾仪固件时，可能会因算法的复杂度和模型搭建的合理	12.AutopilotCPUUsageGet\Readme.pdf	免费版

		性，造成自驾仪系统的 CPU 占用率超负载，从而导致实验失败，如下图。本实验将演示如何查看自己自驾仪系统的 CPU 占用率情况。		
11	Simulink 中 M-Function 和 S-Function 对自驾仪系统资源占用对比	PX4 固件的飞控系统都是基于 Nuttx 这个操作系统的。Nuttx 是一个实时嵌入式操作系统（Embedded RTOS），它很小巧，在微控制器环境中使用。Nuttx 完全可扩展，可从从小型（8 位）至中型嵌入式（32 位）系统。它的设计目的还在于完全符合 POSIX 标准，完全实时，并完全开放。以 Holybro Pixhawk 6C 为例，其所使用主处理器为 STM32H743，频率为 480MHz，内存为 2MB，协处理器 STM32F103，频率为 72MHz，静态随机存取存储器(Static Random-Access Memory, SRAM)为 64KB。因此在运行较大的算法程序时，可能会造成内存使用爆满，CPU 超载等情况。本实验将分别烧录由 M-Function 和 S-Function 搭建的 Simulink 模型，通过分析自驾仪系统的资源占用情况，可得 S-Function 搭建的 Simulink 模型占用自驾仪资源更少。	13.Simulink_MS_FuncVS\Readme.pdf	免费版
12	SITL 验证自动代码生成代码	Simulink 的自动代码机制可以直接一键生成目标硬件的所有代码并调用相关的编译器自动生成工程文件，省去了模型应用层代码和底层驱动关联的工作环节。TLC（Target Language Compiler）语言在 Simulink 中是连接模型和目标代码的桥梁，是一种解释性语言。本实验将使用前面实验的文件（..\3.DesignExps\Exp4_AttitudeSystemCodeGen.slx）进行自动代码生成，说明基于 RflySim 平台的 SITL 仿	14.SITLVeriGenCodeFirm\Readme.pdf	免费版

		真环境下验证自动生成的代码。		
13	PSP 官方提供	熟悉 PSP 官方提供的实验资源，通过对 px4demo_input_rc.slx 实验的讲解，了解硬件在环仿真流程。本例程是为了方便参与测试，在 PSP 工具箱提供访问飞控内部参数的方法，这样可以在飞行测试实验中，通过地面站软件来修改 Simulink 生成控制器参数。(注：本文档以 px4demo_input_rc.slx 为主进行讲解，其余实验请参见 Pixhawk_Pilot_Support_Package.pdf 文件或关注本平台其余课程实验；本节其他例程在后续例程有更详细的讲解，此文档只做对 PSP 工具箱访问飞控内部参数和自动生成代码配置的说明)	2.PSPOfficialExps\Readme.pdf	免费版
14	姿态控制器设计	熟悉 Simulink 控制器与仿真平台、软件在环仿真、硬件在环仿真以及实飞实验的流程，本实验以一个设计好的姿态控制系统为例，介绍整个实验的基本操作流程。	3.DesignExps\Readme.pdf	免费版
15	飞控固件上传	熟悉飞控固件还原的方法和途径。	4.PX4Firmwares\Readme.pdf	免费版
16	log 数据记录与读取	使用二进制日志记录模块：binary_logger，完成飞行数据写入与读取，log 数据记录，以 RflySim 平台设定了 20s 的四维随机数据，数据存储位置飞控板内的片上外设存储卡内（路径为 /fs/microsd/log/pixhawk），熟悉 PX4 飞控的底层运行逻辑。	5.Log-Write-Read\Readme.pdf	免费版
17	uORB 消息读取与写入	自定义 uORB 消息，PX4 的 uORB 消息系统是提供了非常强大且方便的内部模块间数据交互能力，本例程是通过创建一个自定义的 uORB 消息实现读写功	6.uORB-Read-Write\Readme.pdf	免费版

		能，以此熟悉并掌握 PX4 的 uORB 消息系统。		
18	自定义 uORB 消息	通过创建一个自定义的 uORB 消息实现读写功能，以此熟悉并掌握 PX4 的 uORB 消息系统。	7.uORB-Create\Readme.pdf	免费版
19	回传提示消息	在飞控中，我们时常需要向外发布一些文字消息，来反映系统当前的运行状态，这个功能可以通过发送“mavlink_log”的 uORB 消息来实现。	8.Mavlink-Msg-Echo\Readme.pdf	免费版
20	PX4 控制器的外部通信	本例程以外部发送的 rfly_ctrl 数据来作为遥控器输入，同时会将收到的数据向 rfly_px4 发送出去，回传给外部程序。	9.PX4CtrlExternalTune\Readme.pdf	免费版

备注

注 1：各版本区别说明详见：<http://rflysim.com/doc/RflySimVersions.xlsx>。更高版本获取请见：<https://rflysim.com/download.html>，或咨询 service@rflysim.com。