

N7

飞行控制器

ArduPilot 用户手册



思翼科技（深圳）有限公司

www.siyi.biz

感谢您购买思翼科技的产品。

N7 飞控搭载 H7 双精度浮点运算单元处理器，采用内置双 IMU 冗余、内减震结构设计，赋予飞行器高可靠性。N7 飞控同时适配 Ardupilot 与 PX4 开源生态，实现丰富的应用扩展，为无人机、无人车船、智能机器人爱好者及行业应用探索者提供稳定而全面的系统级解决方案。

为了带给您良好的产品使用体验，请您在装机、飞行前仔细阅读用户手册。本手册可以帮助您解决大部分的使用疑问，您也可以通过访问思翼科技官方网站（www.siyi.biz）与产品相关的页面，致电思翼科技官方售后服务中心（400-838-2918）或者发送邮件到 support@siyi.biz 直接向思翼科技工程师咨询产品相关知识以及反馈产品问题。

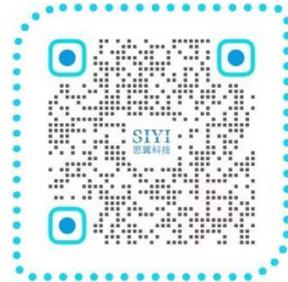
联系思翼

思翼科技官方 QQ 群 (②群)

群号: 850561469



思翼科技
微信公众号



思翼科技
微信视频号



说明书版本更新记录

版本号	更新日期	更新内容
1.0	2023.10	初始版本

目录

阅读提示	7
标识、图标	7
安全	7
设备闲置、携带、回收	9
1 产品简介	10
1.1 产品特性	10
1.2 接口与引脚定义	12
1.3 典型连接示意图	14
1.4 技术参数	15
1.5 物品清单	17
1.6 GPS 指示灯定义 (ArduPilot)	18
2 首次设置	19
2.1 安装地面站软件	19
2.2 固件升级	20
2.3 安装飞控	24
2.3.1 安装方向	24
2.3.2 安装 GPS	24
2.3.3 电机编号与转动方向	25
2.3.4 减震	27
2.3.5 磁干扰	28
2.4 必须执行的飞控参数配置	30
2.4.1 基础系统总览	30
2.4.2 机架类型	30
2.4.3 电机编号和方向	30
2.4.4 遥控器校准	31
2.4.5 加速度计校准	34
2.4.6 指南针校准	36
2.4.7 遥控器飞行模式配置	38
2.4.8 电调校准	39
3 首飞与调参	41
3.1 解锁前安全检查	41
3.2 解锁和上锁	44
3.2.1 解锁电机	44
3.2.2 上锁电机	45
3.3 起飞 - 给新手的提示	46
3.3.1 首次飞行	46
3.3.2 初次飞行的提示	47
3.4 测量震动	48
3.4.1 地面站实时视图	48
3.4.2 震动数据闪存 (Dataflash) 日志	49
3.5 推力损失和航向不平衡告警	51
3.5.1 潜在的推力损失	51

3.5.2 航向不平衡	52
4 高级配置	54
4.1 电源模块	54
4.2 安全开关	55
4.3 串口配置选项	56
4.4 CAN 总线配置	57
4.5 重置参数	58
4.6 N7 飞控常用参数	59
4.7 Log 飞行日志	60
5 售后与保修	61

阅读提示

标识、图标

在阅读用户手册时，请特别注意有如下标识的相关内容。

-  **危险** 很可能导致人身伤害的危险操作
-  **警告** 有可能导致人身伤害的操作警告
-  **注意** 注意不要因为违规操作导致不必要的财产损失

-  **禁止事项**
-  **必须执行**
-  **注意事项**

安全

N7 飞行控制器为专业应用场景设计制造，出厂前已经完成必要调试，请勿自行拆装飞控或者更改其机械机构，也不要为飞控进行额外改装。飞控结构精密，操作人员需要具备一定的基本技能，请务必小心使用。任何针对本产品的不规范、不负责任的操作造成的不必要产品损坏，造成使用者或他人的经济损失甚至人身伤害，思翼科技不承担任何责任。未成年人使用本产品时须有专业人士在场监督指导。思翼科技的产品为商用场景设计，禁止将思翼产品用于军事目的。未经思翼科技允许，禁止擅自拆卸或改装本产品。

为了共同维护飞行安全并让您更好地发挥本产品的特性，请特别注意以下事项：

-  禁止在人群密集的地方（广场、公园等）、障碍物较多的地方（街道、停车场等）、有强磁场或信号干扰源的地方（高压线、铁路沿线、雷达站等）或其他可能引起不必要的经济损失乃至人身伤害的区域使用思翼产品操控飞行器、载具或模型。
-  在作业时，绝对不要覆盖遥控器天线或以其他形式阻挡信号传输。
-  遥控器标准全向天线的顶端是信号传输最弱的部分。在作业时，避免将其指向您的飞行器、载具或模型。
-  禁止在疲惫、醉酒或者身体不适时使用思翼产品操控飞行器、载具或模型。
-  未经特殊作业许可，禁止在雨天、夜晚或强风环境下使用思翼产品操控飞行器、载具或模型。
-  当您飞行器、载具或模型上的发动机、电机仍在运转时一定要提前切断遥控器电源。
-  为了飞行安全，请在操作飞行器时保持飞行器在视野范围内。
-  在作业时，请务必从系统参数设置页面返回至主页面。
-  开始作业前，请务必检查遥控器电量和天空端供电电压。
-  结束作业时，先为天空端断电，再为遥控器断电。

- ❗ 在设置遥控器参数前，请务必将发动机、电机断电，以防意外启动。
- ❗ 开始作业前，请务必在遥控器上或地面站软件内预先设置好失控保护功能。
- ❗ 开始作业前，先将遥控器开机并保持油门在最低位，再为天空端供电。
- ❗ 装机时，请避免将天空端与 GPS 模块的安装位置过近，以免产生干扰。建议天空端与 GPS 模块间距大于 20 厘米。

设备闲置、携带、回收

当您拥有的思翼产品闲置，或要携带思翼产品外出作业，或产品已到达使用寿命，请特别注意以下事项：

危险

思翼产品闲置时应远离儿童容易触碰到的区域。

请避免将思翼产品放置在过热（60 摄氏度以上）、过冷（零下 20 摄氏度以下）的环境中。

注意

请避免将思翼产品放置在潮湿或沙尘环境下。

携带、运输思翼产品时请避免震动或撞击等有可能损坏元器件的操

作。

1 产品简介

1.1 产品特性

百花齐放 开源生态

N7 飞控系统支持配套一系列功能丰富的思翼产品以及开源生态产品，轻松满足不同应用需求。结合使用 PX4、ArduPilot、QGroundControl、Mission Planner 在内的高性能固件与软件以支持更广泛的应用场景，为使用者提供强大的系统级解决方案。同时降低使用门槛，为开发者提供完善的开发平台，助力应用开发。

内减震结构

双 IMU 与双磁力计冗余

IMU 恒温控制

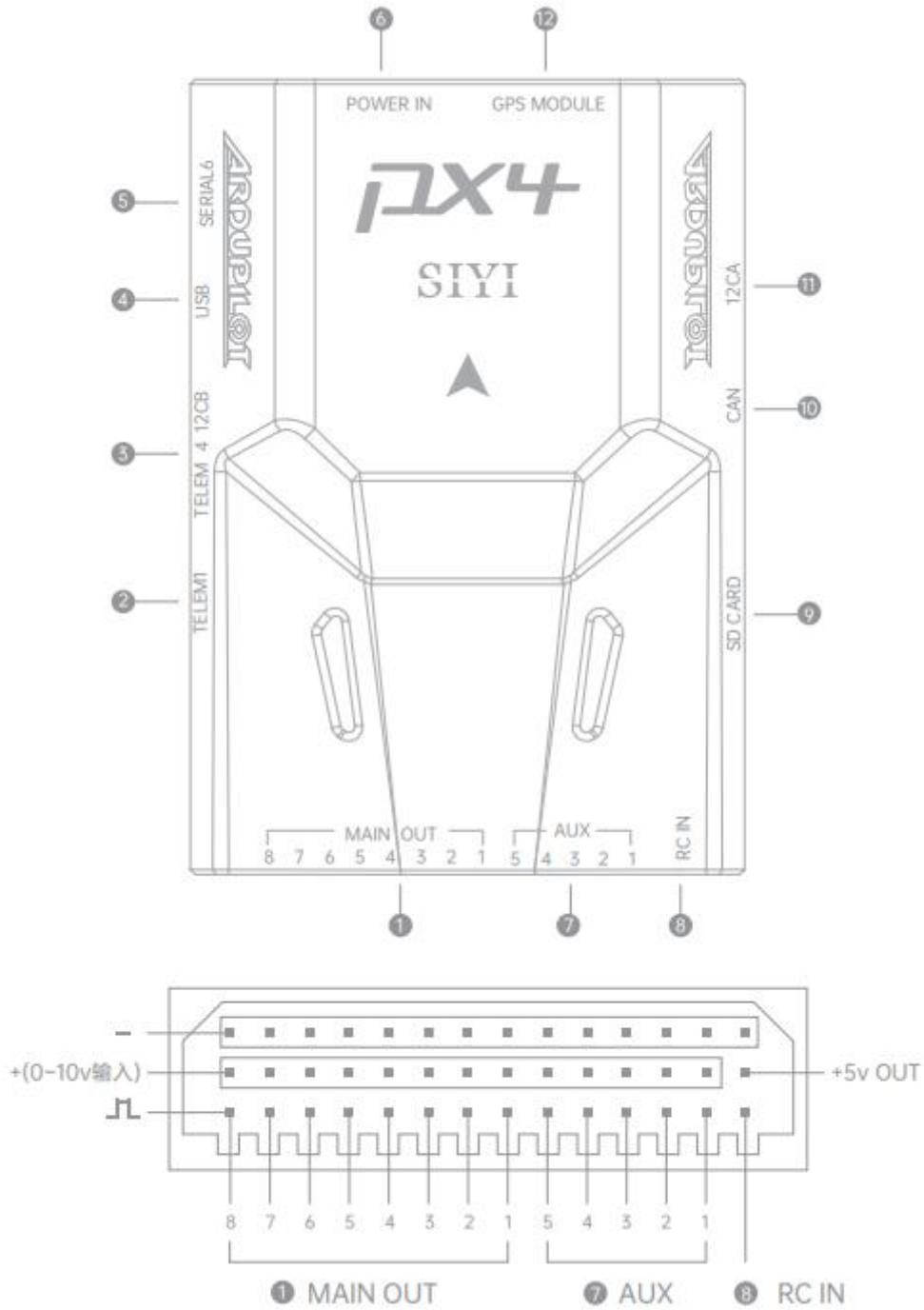
N7 飞控的内减震结构设计可以满足更多机型的工作要求。内置双 IMU 冗余设计、GPS 模块磁力计与飞控板载磁力计双冗余设计、内置加热电阻保障飞控 IMU 在低温环境下依然能保持恒温工作，系统性综合设计，极大提高飞行稳定性与可靠性。

H7 双精度浮点运算单元处理器

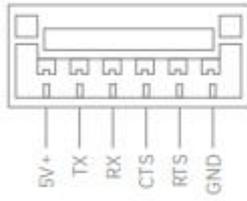
N7 飞控搭载 STM32H743I1K6 处理器，具备双精度浮点运算单元 (DSP&FPU)，高达 480 MHz 主频、2 MB 闪存、1 MB 内存，带来强大

的运算能力，高速的数据处理能力，显著提升飞行稳定性，创造更广阔的功能开发空间。

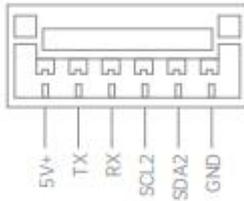
1.2 接口与引脚定义



② TELEM 1



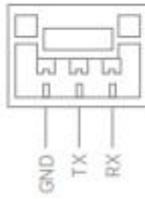
③ TELEM 4 12CB



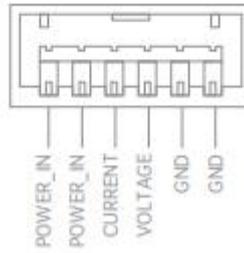
④ USB



⑤ SERIAL 6



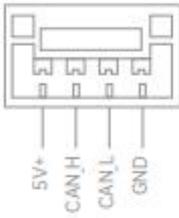
⑥ POWER IN



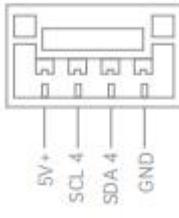
⑨ SD CARD



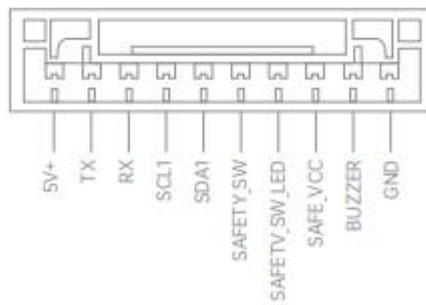
⑩ CAN



⑪ I2CA



⑫ GPS MODULE



1.3 典型连接示意图



*图例仅展示典型用法，N7飞控支持更强大更丰富的应用扩展，欢迎加入我们一起探索！

1.4 技术参数

硬件参数

主处理器	STM32H743IIK6 (32 Bit Arm® Cortex®-M7, 480MHz, 2MB memory, 1MB RAM)
协处理器	STM32F103 (32 Bit Arm® Cortex®-M3, 72MHz, 20KB SRAM)

传感器

加速度计/陀螺仪	BMI088/ICM20689
电子罗盘	IST8310
气压计	MS5611

外部接口

UART 串口	4
I2C	3
CAN 标准总线	1
PWM 输出	8 x 标准 PWM IO 5 x 可编程 IO
RC IN (SBUS、PPM)	1
PM 电源模块输入	1
GPS 与安全开关	1
Debug 接口	1

USB 接口 (Type-C)	1
TF 卡槽	1

整体性能

支持机型	PX4 / ArduPilot 固件 (固定翼、3-8 轴多旋翼、直升机、VTOL 垂起、无人车、无人船等)
Power 口工作电压	4.5 ~ 5.5 V
USB 输入电压	5 V (±0.25 V)
伺服输入监测电压	0 ~ 10 V
工作温度	-20 ~ 65 °C
产品尺寸	47 x 68 x 19 mm
重量	57 g

注

为保证飞行 LOG 记录流畅稳定，使用前，请将存储卡格式化为 FAT32 格式并将最小存储单元设置为 64KB。

N7 飞行控制器默认出货固件为 ArduCopter v4.3.7。

为使飞行稳定，请将外置指南针设为主指南针。

1.5 物品清单

基础套装	GPS 套装
1 x N7 飞行控制器 1 x 飞控电源模块	
	1 x M9N GPS 模块
2 x I2C / CAN 转接线	
1 x TELEM1 转接线	
1 x S. Bus 转接线	
1 x TELEM4 转 I2C 线	
1 x 思翼云台与 PX4、ArduPilot 飞控 UART 连接线 (用于直连 PX4、Ardupilot 飞控 UART 串口, 实现数据通信与云台控制)	
1 x USB 转 Type-C 连接线 (用于连接电脑调参、刷写固件)	
3 x 3M 双面胶 (4 cm x 2 cm) (用于固定 N7 飞行控制器)	

1.6 GPS 指示灯定义 (ArduPilot)

- ● 红蓝交替快闪：初始化（校准陀螺仪等）
- ● ● 红绿蓝交替闪：保存微调或指南针、电调校准中
- ● 红黄交替闪：卡尔曼滤波器故障保护
- ● 蓝黄交替闪：GPS 故障
- ● ● 黄灯快闪：Radio、GCS、Batt 故障保护
- 绿灯长亮：已解锁 - GPS 3D Fix
- 蓝灯长亮：已解锁 - 无 GPS 定位
- ● 黄灯两闪：未解锁 - 解锁检查失败
- ● ● 绿灯快闪：未解锁 - DGPS Fix
- ● 绿灯慢闪：未解锁 - GPS Fix
- ● 蓝灯慢闪：未解锁 - 无 GPS 定位

2 首次设置

如果你是第一次接触 Ardupilot 开源飞控，欢迎您直接访问 ArduPilot 官方链接查询详细的使用教程与文档。

ArduPilot 官方文档

<https://ardupilot.org/copter/docs/copter-introduction.html#>

2.1 安装地面站软件

地面站软件支持设置飞控、监控飞行状态以及控制载具的所有运行姿态。



注

建议使用 Windows 版 Mission Planner 地面站软件进行调参。

下载 Mission Planner:

<https://firmware.ardupilot.org/Tools/MissionPlanner/MissionPlanner-latest.msi>

2.2 固件升级

ArduPilot 飞控支持通过 Mission Planner 地面站软件进行固件升级。

进行固件升级前，有必要准备好以下工具、固件、软件：

- N7 飞控 Ardupilot 固件



注

以上工具和固件可从思翼官网 (<https://siyi.biz>) 相关产品页面获得。

思翼官网提供的 N7 飞控 ArduPilot 固件为发布时的初始版本。飞控连接 Mission Planner 升级固件时会提示用户是否更新飞控固件到 ArduPilot 最新发布的版本。如果您需要获取最新的 ArduPilot 特性，建议同步到 ArduPilot 最新官方固件。

- 飞控升级数据线 (Type-C 转 USB-A)



注

以上工具在产品发货时标配。

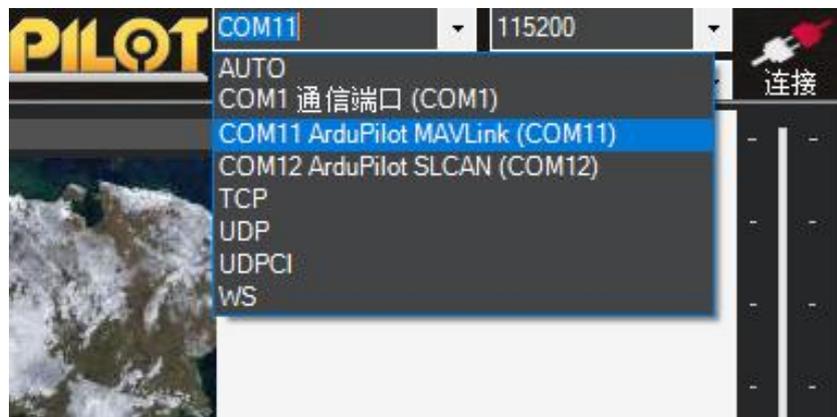
- Mission Planner 地面站软件

固件升级步骤

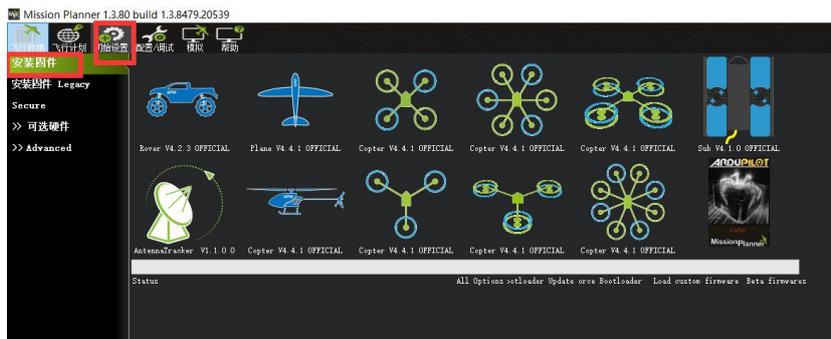
1. 安装 Mission Planner 地面站软件到您的 Windows 设备。
2. 安装完成后，使用飞控升级数据线直接连接 Windows 设备的 USB 端口和飞控的 Type-C 升级口。连接成功后，Windows 系统将自动检测并安装正确的驱动程序。



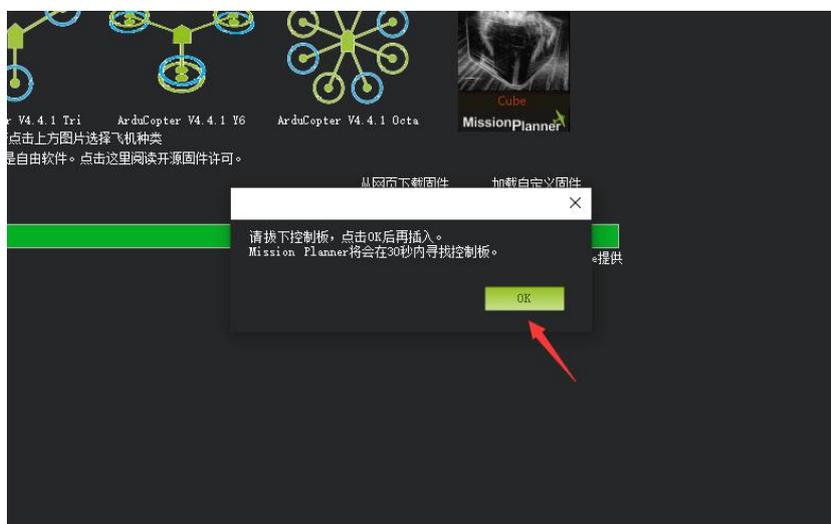
3. 运行 Mission Planner 地面站，参考下图，打开地面站界面右上角的 COM 端口下拉列表。选择“**AUTO**”或特定端口，将波特率设置为 115200，暂时不要点击连接。



4. 在 Mission Planner 地面站，进入“初始设置 - 安装固件 - 选择与您的无人机匹配的类型”。



5. Mission Planner 地面站将尝试检测您正在使用的飞控型号，这个过程中可能会要求您断开飞控连接，则点击 OK，然后重新接入以检测飞控类型。



6. 如果一切顺利，您将在左下角看到状态更新，包括“擦除程序...”“烧写程序...”“验证程序...”和“上传完成”。此时，固件已成功上传到飞控主板。

注

同个机型下更新飞控固件版本不会更改现有飞控参数。
更新固件为不同机型时，飞控参数将重置为该机型的默认值。
为了避免飞控参数被意外重置，在固件更新之前，建议使用

Mission Planner “配置 - 完整参数树”选项卡上的“保存到文件”按钮保存参数，升级完成后再重新导入。

升级到新版本固件后，请勿立即应用所有参数，因为某些参数可能与当前版本不兼容。

2.3 安装飞控

飞行控制器应该靠近载具的重心安装（无论是水平方向还是垂直方向）。一般而言，这意味着飞控应该尽量放在载具的水平面正中心且与电机保持在同一平面。

若偏离载具重心位置安装，则需设置 IMU 位置偏移参数。

2.3.1 安装方向

飞控外壳上的箭头指向应当与机头方向保持一致。

2.3.2 安装 GPS

建议将 GPS 模块远离飞控主板安装以远离磁干扰，且面向天空尽量获取最好的对空视野方便搜星。



注

GPS 模块外壳上的箭头指示方向应当与机头方向保持一致。



安装 GPS 模块时：

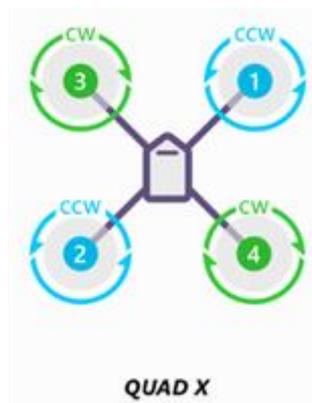
- 应当安装在载具外部（尽量架高），面向天空无遮挡，尽可能远离电机、电调、无线设备等。
- 应当与直流电源线、电池之间应尽量保持 10 厘米以上间距。
- 应当尽量远离金属物体安装（推荐使用塑料、铝材等无磁性的支架）。
- 可以的话，缠绕电源线和地线。

2.3.3 电机编号与转动方向

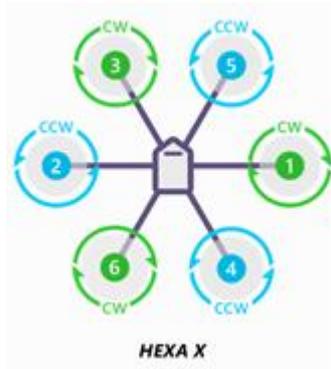
下列图片展示了常用机架类型的电机编号顺序。其中，数字编号对应飞控的输出引脚编号。螺旋桨方向以绿色（顺时针，CW）或蓝色（逆时针，CCW）显示。



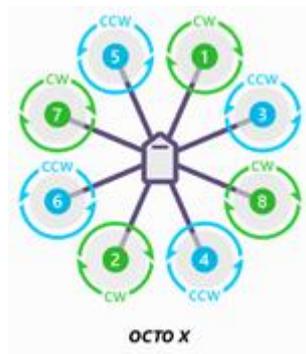
常见机型与电机编号



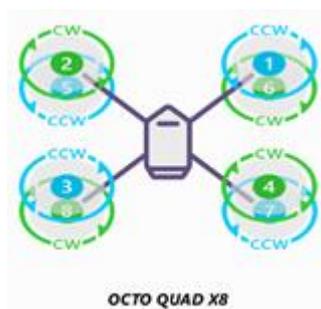
四轴飞行器



六轴飞行器



八轴飞行器



四轴八桨飞行器

 注

N7 飞控 ArduPilot 固件支持多元化的机型，更多信息请访问：

<https://ardupilot.org/copter/docs/connect-escs-and-motors.html>

2.3.4 减震

飞控搭载的高精度加速度计对于震动很敏感。加速度计值、气压计和 GPS 数据用于计算飞机位置。如果受到严重震动干扰，位置与高度计算会产生较大误差，从而严重影响依赖精确定位模式下的工作性能（例如：AltHold、Loiter、RTL、Guided、Position 和 Auto Flight 等模式）。



注

关于如何测量飞控震动，建议访问 ArduPilot 官方链接：

<https://ardupilot.org/copter/docs/common-measuring-vibration.html#common-measuring-vibration>

减震的原则在于降低高频和中频振动，一定程度上允许飞控主板移动引起的低频震动与飞机整体运动协同。



注

N7 飞控内减震结构可以应对一般震动场景。在震动较大的机型上有必要使用外置减震板。



关于减震的建议

飞行中的多旋翼无人机最大的震动来源是螺旋桨旋转经过机臂时引起的，也存在其他震动源，都可以通过采取以下措施减少：

1. 机架尤其时机架变形是异步震动的主要原因，请尽可能选择刚性足够强的机架、机臂；
2. 确保电机、电机座、机臂、机身安装牢固且不会变形；
3. 电机运行平稳（轴承没有磨损或噪音）；
4. 桨座和电机要同心且非常平齐，安装桨叶时要平衡完好；
5. 螺旋桨动平衡良好，桨叶没有肉眼可见的弯曲、破损；
6. 各个部件之间连接线固定完好不弹跳；
7. 与飞控连接的所有线材使用软连接。

2.3.5 磁干扰

飞控指南针受到磁场干扰会对导航产生严重影响，本章节介绍了您

可以采取的硬件措施以减少指南针磁干扰。

危险

多旋翼无人机非常依赖指南针导航，用户也可以选择加装 RTK 模块以替代指南针。

优化飞控安装方式以减少指南针磁干扰

1. 优先使用外部指南针，将指南针模块安装在支架上以远离磁干扰源，包括远离分电板。
2. 尽可能缩短分电板、电调和电池之间的线缆长度。电调到电机的三相线不那么重要，因为它们是交流的，产生的干扰较少。
3. 缠绕分电板、电调和电池之间的电线并使用屏蔽线。
4. 用四合一电调代替分电板和电调，因为它们往往会产生较少的干扰，可能是因为它们的线缆更短，彼此更接近，并且顶部还有铝板可以帮助减少干扰。
5. 在电调到电机的线缆周围添加铝箔屏蔽层可能会减少交流干扰。但铝箔对于减少直流干扰没有帮助。

注

更多有关磁干扰的详细介绍请访问：

<https://ardupilot.org/copter/docs/common-magnetic-interference.html#common-magnetic-interference>

2.4 必须执行的飞控参数配置

本章节介绍了首次飞行前必需进行参数配置的硬件。



注

本章节基于围绕 N7 飞控的思翼全家桶产品编辑。如果需要了解更多通用于 ArduPilot 生态的硬件，请访问：

<https://ardupilot.org/copter/docs/configuring-hardware.html>

2.4.1 基础系统总览

思翼科技将向您展示一些基于 N7 飞控的典型的生产力全家桶组合以及使用方法，敬请期待！

2.4.2 机架类型

“FRAME_CLASS” 和 “FRAME_TYPE” 参数用于匹配正在使用的机架。

详细内容请参阅本说明书 2.3.3 章节。

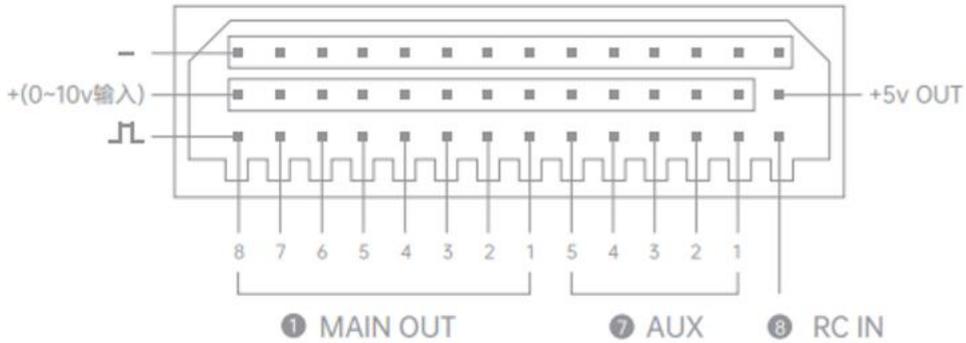
2.4.3 电机编号和方向

请参阅本说明书 2.3.3 章节了解关于电机编号和方向的基本信息。

连接电调和电机

本文介绍了如何将电调、电机和桨叶连接到 N7 飞控上。

1. 按照电机编号顺序，连接每一个电调的供电引脚（+）、接地引脚（-）和信号引脚（s）到飞控的主要输出引脚。
2. 参考您的机架类型以分配电机引脚顺序。



2.4.4 遥控器校准

本章节介绍如何使用 Mission Planner 执行遥控器校准操作。

遥控器校准会抓取每个遥控通道的最大、最小输出值和微调值以便于 ArduPilot 可以正确编译通道输出。

遥控器校准步骤

1. 确保您的遥控器和接收机已对频，且与飞控正常通信。
2. 连接飞控到 PC 并运行 Mission Planner。
3. 选择“初始设置 - 必要硬件 - 遥控器校准”。
4. 通过拨动摇杆、开关、旋钮检查遥控器每个通道的映射关系。



5. 点击“校准遥控”按钮，然后“确认”并检查遥控器是否开机、飞控是否上电、桨叶是否未安装。



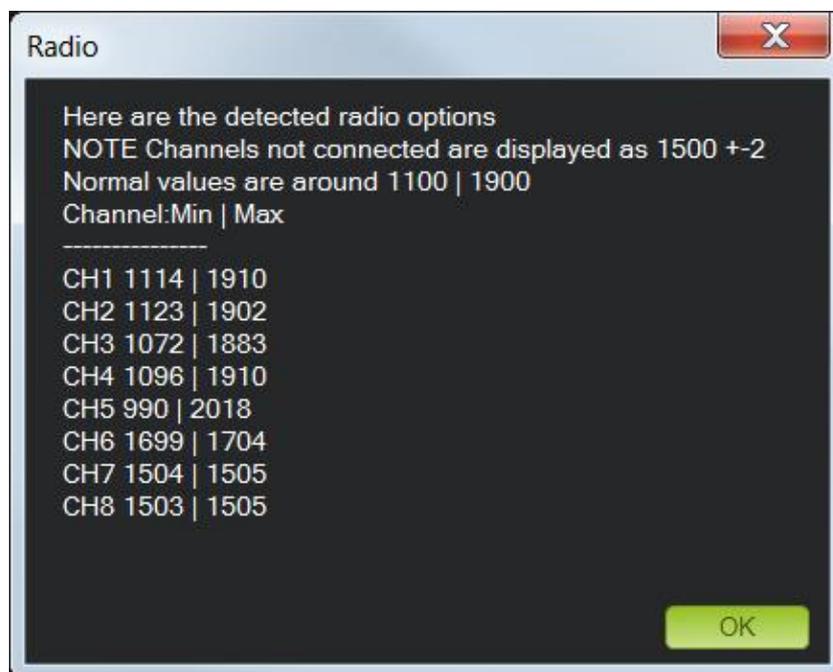
6. 推动遥控器的摇杆、旋钮、开关到最大限位。通道进度条上的红线表示校准迄今为止的最大最小值。



7. 最大、最小值校准完成后，点击确认，地面站会提醒“确保所有

的摇杆和拨轮已自然回中或回到油门初始位置”，然后继续。

8. Mission Planner 会弹出校准结果。一般而言，最大输出值在 1900 附近，最小输出值是 1100 附近。



关于遥控器美国手与日本手

遥控器主要有两种油门杆类型：

- 美国手：左手油门
- 日本手：右手油门

通道映射

以多旋翼无人机为例，飞控默认的通道映射如下：

- 1 通道：ROLL（横滚）
- 2 通道：PITCH（俯仰）
- 3 通道：THROTTLE（油门）

- 4 通道：YAW（航向）
- 5 通道：飞行模式



注

N7 飞控的“RC IN”接口支持 S. Bus 或 PPM 信号输入。

2.4.5 加速度计校准

本文介绍如何使用 Mission Planner 为 N7 飞控执行加速计六面校准，以校准加速度计的灵敏度、零偏和轴间误差等参数。进行校准时，通过将云台放置在六个不同的方向上记录每个方向上的输出值以便确定加速度计的误差模型。六面校准可以提高加速度计的精度和可靠性。



警告

加速度计校准是 ArduPilot 飞控必须执行的操作。



危险

禁止在飞机解锁后进行加速度计校准。

如果飞控安装在非标准方向（即箭头不指向飞行方向），请在进行加速度计校准之前确保正确设置“AHRS_ORIENTATION”参数。

校准步骤

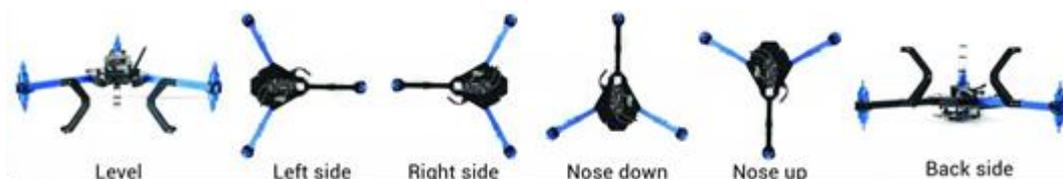
1. 在“初始设置 - 必要硬件”，在左侧菜单中选择“加速度计校准”。



2. 点击“校准加速度”以开始完整的三轴校准。
3. Mission Planner 将提示您在校准期间按照顺序将飞行器放置在六个不同的方向上。在每一个方向上按下任意键告诉地面站飞控已就位，然后继续到下一个方向。

六个校准方向分别为：

水平、左侧、右侧、机头朝下、机头向上和背面。



4. 每个校准方向上开始校准时，飞控必须立即保持静止，这比获得正确的角度更重要。除了第一个“水平”方向外，其他方向可以有 20 度以内的角度误差。

水平校准

水平位置是最重要的校准位置，因为这将是您的飞控在飞行时被认为水平的姿态。

您也可以在安装飞控并准备飞行前，使用 Mission Planner 重新校准水平位置。将载具放置在其飞行时的水平姿态，在地面站点击“水平校准”即可。



注

水平校准只能校准初始姿态和最终姿态之间不超过 10 度的误差，且仅校准俯仰轴和横滚轴的误差，不校准偏航轴的误差。

2.4.6 指南针校准

进行指南针校准前，请确认您的飞控系统内部或外部至少有一个指南针，并且已启用。



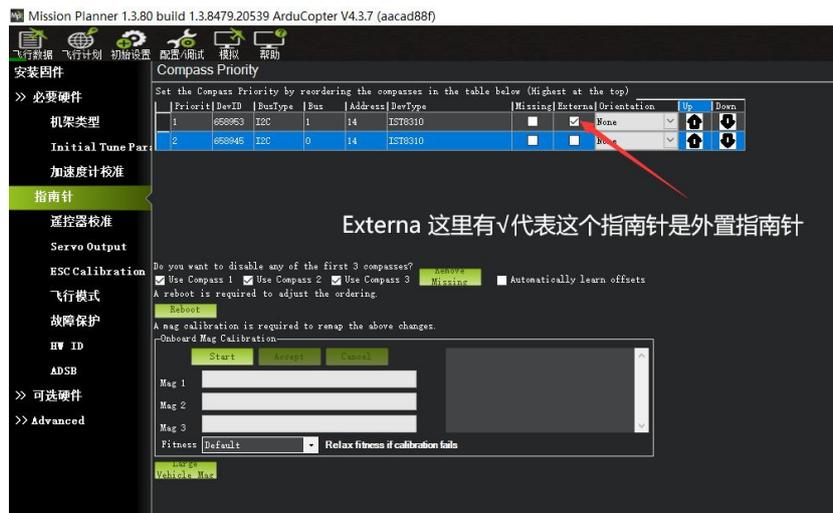
警告

请勿在金属部件或有磁性的物体（如计算机、手机、金属桌、电源等）附近校准指南针，以避免校准失败。

请优先将外置指南针设置为主指南针。

校准步骤

1. 运行 Mission Planner，进入“初始设置 - 必需硬件”，选择指南针校准。



2. 将外置指南针设置为主指南针，点击“UP”和“DOWN”可以调整指南针优先级。
3. 点击“开始”按钮。如果您的飞控连接了蜂鸣器，您应该听到每秒一次的告警音和短暂的蜂鸣声。
4. 将飞行器抱离地面，并将每个侧面（前面、后面、左侧、右侧、顶部和底部）依次指向地面，并保持几秒钟。也可以进行完整的360度旋转，每次旋转时将机身不同方向指向地面，这样要完整旋转六次。



5. 旋转飞行器时，绿色进度条会逐渐前进，直到校准完成。
6. 校准成功后，将听到蜂鸣器鸣叫，并出现提示窗口“请重新启动飞控”。此时，您需要重新启动飞控。

校准失败的情形

1. 蜂鸣器会发出校准失败的提示音，绿色进度条可能会重置到左侧，校准程序可能会重新开始。Mission Planner 将自动重试校准，因此请按照上述校准步骤继续执行。
2. 如果持续无法成功校准，请考虑远离磁场干扰的区域、远离可能带来干扰的电子产品。
3. 如果仍然无法成功校准，请点击“取消”按钮，并将“适应性”下拉菜单设置为更宽松的选项，然后再次尝试。
4. 如果持续校准失败，把 COMPASS_OFFS_MAX 参数从 850 提升到 2000 甚至 3000 可能有帮助。
5. 最后，也可以禁用校准失败的指南针，然后把你认为可靠的指南针设置为主指南针。

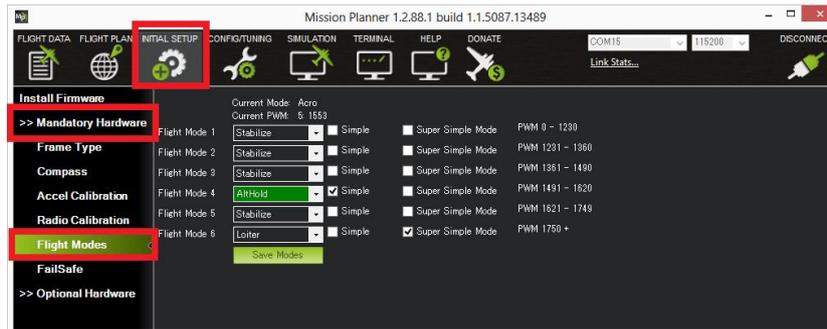
注

某些 900 MHz 的数传电台会对指南针有干扰，从而影响校准。

2.4.7 遥控器飞行模式配置

本章介绍如何通过遥控器设置最多六种飞控飞行模式。

开关位置和飞行模式之间的映射在 Mission Planner 飞行模式菜单可以设置。



设置步骤

1. 运行 Mission Planner，进入“初始设置 - 必要硬件 - 飞行模式”菜单。
2. 通过下拉选项配置飞行模式。
3. （多旋翼）确认至少一个开关位置用于 STABILISE 模式。
4. 完成记得保存配置。

注

ArduPilot 支持多样的飞行模式，有关飞行模式详细介绍请访问此链接：<https://ardupilot.org/copter/docs/flight-modes.html>

2.4.8 电调校准

电调负责以飞控需要的速度旋转电机。大多数电调需要校准，以便电机能够正确获取飞控发送的最大、最小 PWM 值。

注

本章节仅适用于“多旋翼无人机”设置，不适用于“无人车”或

“固定翼无人机”。

进行电调校准前，请先完成遥控器校准。

危险

安全须知！

进行电调校准前，请确保您的无人机没有安装桨叶、飞控没有通过 USB 端口连接 PC、电池已经断开连接。

校准步骤

1. 运行 Mission Planner 地面站软件。
2. 进入“初始设置 - 电调校准”，然后根据地面站软件的指引进行电调校准。

注

更多有关电调校准的介绍请访问此链接：

<https://ardupilot.org/copter/docs/esc-calibration.html>

3 首飞与调参

本节介绍您首次飞行前需要了解的信息以及使您的多旋翼无人机顺利飞行的一些基本配置。

3.1 解锁前安全检查

ArduPilot 包含一套预先启动安全检查，如果发现任何问题（如未完成校准、配置错误或传感器数据异常），将阻止飞行器解锁。这些检查有助于防止坠机或失控，但有些情况下也可以禁用其中的一些检查。



切勿禁用启动检查（即 `ARMING_CHECK` 不等于“1”），除非进行工作台测试。在飞行之前，应该解决任何预启动或启动失败问题。否则可能导致飞行器飞丢。

常见解锁失败原因

- `check firmware or FRAME_CLASS`: 请选择机架类型
- `3D Accel calibration needed`: 加速度计需要校准
- `safe switch`: 安全开关未关闭，长按至灯长亮
- `RC not calibrated`: 遥控器没有校准
- `Baro not healthy`: 气压计不健康

- Alt disparity: 气压计与惯性导航系统的高度不一致超过 2 米以上，这一消息通常是短暂的。
- Compass not healthy: 罗盘不健康
- Compass not calibrated: 罗盘没有校准
- Compass offsets too high: 罗盘偏移值太大，也许是附近有金属或者其他干扰
- Check mag field: 所感测的磁场在该区域中的磁场是 35% 高于或低于预期值，需要重新校准罗盘
- Compasses inconsistent: 内部和外部的罗盘指向不同的方向（大于 45 度），通常是 GPS 外置罗盘放置位置不一致
- GPS Glitch: GPS 故障，当选择的飞行模式需要 GPS 定位，或者开启地理围栏，此时 GPS 没有定位会有此提示
- Need 3D Fix: 全球定位系统没有三维固定，当选择的飞行模式需要 GPS 定位，或者开启地理围栏，此时 GPS 没有定位会有此提示
- High GPS HDOP: GPS 精度低于高于 2.0，可以在首页查看 GPS 精度实时变化数据
- INS not calibrated: 加速度计没有校准
- Accels not healthy: 加速度计不健康，可能硬件问题，可能发生在刷新固件没有重启
- Accels inconsistent: 加速度计不一致超过 1m/s/s
- Gyros not healthy: 陀螺不正常，可能硬件问题，可能发生在

刷新固件没有重启

- Gyro cal failed: 陀螺仪校准未能捕捉偏移，这个由于启动校准时候移动了飞控，在红蓝闪烁就是校准时刻
- Gyros inconsistent: 陀螺不一致超过 20deg/sec
- Check Board Voltage: 检查板上电压，应该在 4.3V 到 5.8V 之间，如果通过 USB 供电，请尝试更换端口或者线缆
- Ch7&Ch8 Opt cannot be same: 7/8 通道不能设置一致
- Check FS_THR_VALUE: 3 通道最低值太接近失控保护值
- Check ANGLE_MAX: 检查 ANGLE_MAX 参数。

3.2 解锁和上锁

3.2.1 解锁电机

解锁飞行器意味着电机开始旋转。在解锁之前，请确保所有人员、物体和任何身体部位（如手）远离螺旋桨。然后按照以下步骤操作：

1. 遥控器开机。
2. 未飞控上电，红色和蓝色灯应该会闪烁几秒钟，此时陀螺仪正在校准（请不要移动飞行器）。
3. 预解锁检查将自动运行，如果发现任何问题，GPS 指示灯将闪烁黄色，并在地面站显示故障信息。
4. 检查您的飞行模式切换器是否设置为 Stabilize（稳定模式）AltHold（定高模式）、Loiter（悬停模式）或 PosHold（位置保持模式）。
5. 按下飞控安全开关直到指示灯变成常亮。
6. 如果计划使用自主模式（如 Loiter（悬停模式）、RTL（返航模式）、Auto（自动模式）等），将飞行器切换到 Loiter 或 PosHold 模式，并等待 LED 闪烁为绿色，表示 GPS 信号良好。
7. 通过将油门下拉并将方向舵向右推动 5 秒来解锁电机。请不要将方向舵向右推动太久（超过 15 秒），否则将启动自动校准功能。
8. 解锁后，LED 将常亮，螺旋桨将开始旋转。
9. 推动油门，使飞行器起飞。



注

在任何上述飞行模式下，如果您将油门保持在最低位长达 15 秒钟，电机会自动上锁。

3.2.2 上锁电机

关闭电机将导致电机停止旋转。请执行以下操作以关闭电机：

1. 检查您的飞行模式切换器是否设置为 Stabilize（稳定模式）、ACRO（特技模式）、AltHold（定高模式）、Loiter（悬停模式）或 PosHold（位置保持模式）。
2. 将油门保持在最小位置，然后将方向舵向左移动 2 秒钟。
3. LED 将开始闪烁，表示飞行器已经上锁。
4. 按下飞控安全开关直到指示灯开始闪烁。
5. 断开电池连接。
6. 关闭遥控器。



注

有关解锁上锁详细介绍请访问此链接：

https://ardupilot.org/copter/docs/arming_the_motors.html

3.3 起飞 - 给新手的提示

本页提供针对没有或只有少量经验飞行遥控飞机或多旋翼飞行器的人的初步飞行策略建议。

3.3.1 首次飞行

- 将多旋翼放在平坦的地面上并连接电池，直到陀螺仪校准完成后（LED 灯交替闪烁红色和蓝色），不要移动多旋翼。确保您的遥控模式切换开关处于自稳模式。缓慢提高油门，直到多旋翼轻轻升起。（自稳模式下遥控器油门直接控制电机油门，无定高参与）
- 如果看起来会翻转或者升空时不是直线上升，可能是设置了错误的机架类型、电机接错，或者螺旋桨方向。
- 如果任何控制被反转（俯仰或滚动反过来，意味着多旋翼向与您的摇杆相反的方向移动），则需要在您的遥控器端反转受影响的通道。如果您不熟悉该过程，请参阅遥控器的手册。在反转通道后，建议您重新进行任务计划程序的遥控器校准。
- 如果它顺利起飞，您可能会看到一点偏航。那不应该超过 30 度，将在更多的飞行时间内自行纠正。不应有明显的摇晃（如果有，则可能是螺旋桨不平衡或电机不平衡）。
- 多旋翼也应倾向于保持在原地，您不应该不断地朝左或右或前或后移动。如果您确实看到这种行为，请勿使用您的遥控器微调。

相反，这可能意味着在校准期间多旋翼可能没有完全水平或机架不平（一个电机倾斜）。降落并纠正它。

- 假设到目前为止一切都很好，您可以尝试更高级的模式，例如高度保持和定点悬停。

3.3.2 初次飞行的提示

- 确保您处于无风的环境中飞行
- 确保您的遥控器没有进行任何微调（遥控器永远不应该使用微调）。
- 连接电池后，保持多旋翼静止和平稳以允许陀螺仪初始化。
- 在高出地效的位置，大约在 2-3 米的高度上。
- 我们建议不要从简单模式开始。从基本的自稳模式开始飞行。
- 多旋翼在解锁时会刷新返航位置，因此请在您希望指定为家庭位置的位置上解锁您的多旋翼。
- 切记远离人群，建筑物。

3.4 测量震动

飞控的加速度计对震动非常敏感。加速度计数据与气压计和 GPS 数据相结合以估算载具的位置。如果受到过度震动，估算可能会有偏差，并导致依赖精确定位的飞行模式（例如多旋翼的 AltHold、Loiter、RTL、Guided、Position、Auto 模式）表现变差。

本章节将介绍如何测量震动水平。

3.4.1 地面站实时视图

地面站可以显示震动和削波的实时视图。单击 Mission Planner HUD 上的“Vibe”以显示当前的震动级别。

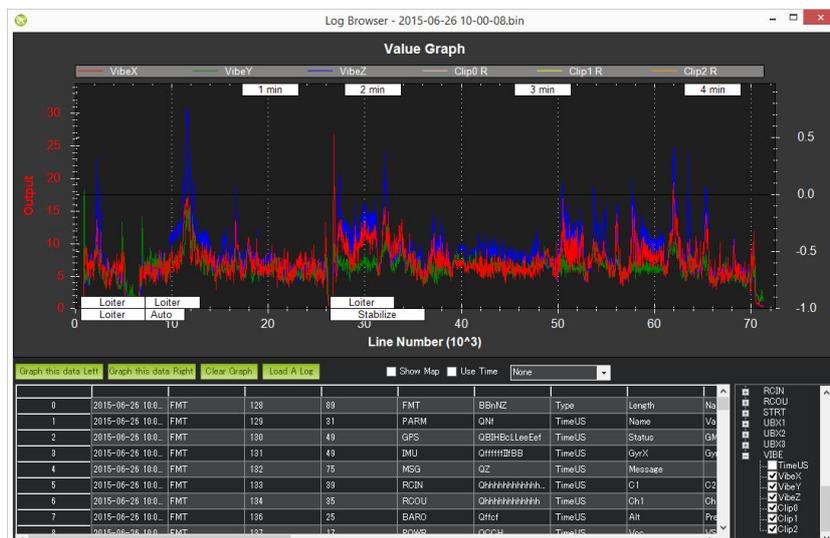


低于 30m/s/s 的震动水平通常是可以接受的。高于 30m/s/s 的水平可能会出现位置问题，而高于 60m/s/s 的水平几乎总是会出现位置保持或高度保持问题。

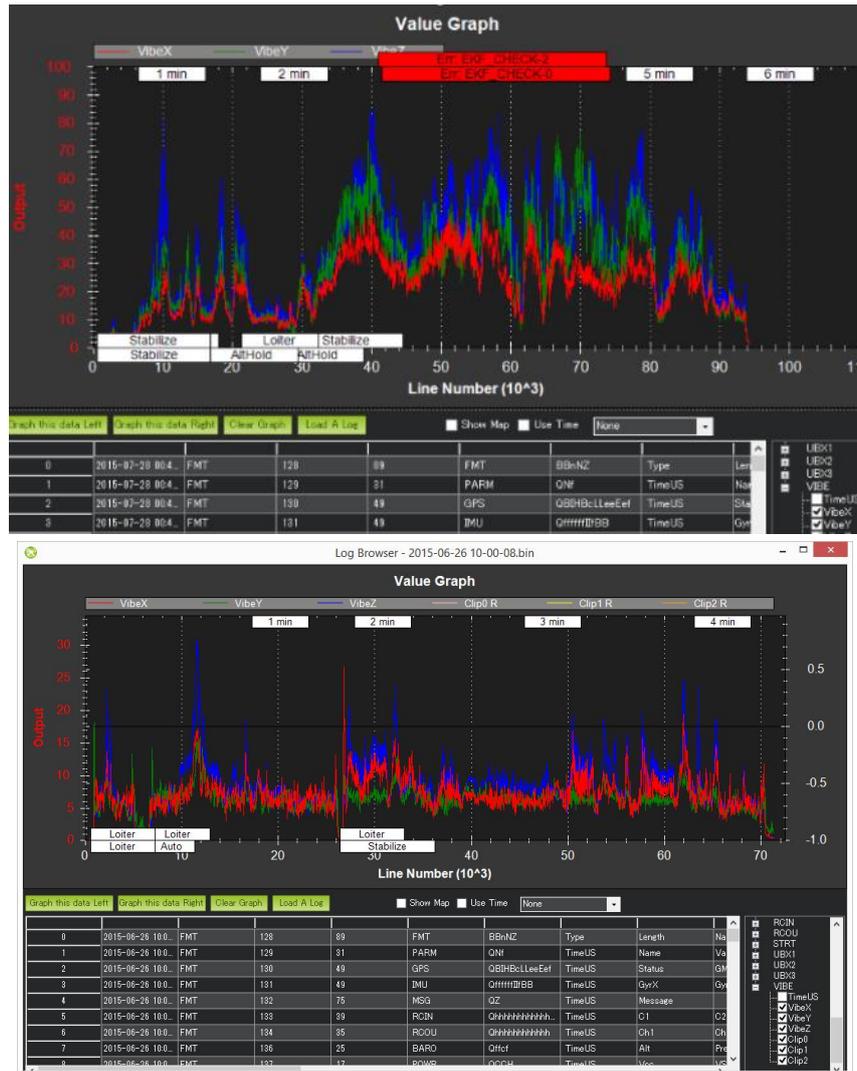
3.4.2 震动数据闪存 (Dataflash) 日志

日志记录的震动水平大多低于 30m/s/s.

- 进行一次至少几分钟的正常飞行（不仅是悬停）并下载数据闪存日志。
- 使用 Mission Planner 或其他地面站绘制 VIBE 消息的 VibeX、VibeY 和 VibeZ 值。这些值显示主加速度计输出的标准偏差，单位为 m/s/s。下面的图片显示正常水平低于 15m/s/s，但偶尔达到 30m/s/s 的峰值。最大可接受值似乎应低于 30m/s/s。
- 绘制 Clip0、Clip1 和 Clip2 值的图表，每次其中一个加速度计达到其最大限制（16G）时，这些值都会增加。理想情况下，在整个飞行过程中这些值应该为零，但较低的值（<100）是可能的，特别是如果它们发生在硬着陆期间。



下图是由于高振动而具有位置估计问题的飞行器的示例。



注

更多有关测量震动的介绍，请访问此链接：

<https://ardupilot.org/copter/docs/common-measuring-vibration.html>

3.5 推力损失和航向不平衡告警

如果您观察到推力丢失或航向不平衡告警，本页面概述的一些排查方法可以解决该问题。在大多数情况下，这些告警是由于错误的硬件选择或配置引起的。

这些告警旨在检测动力系统硬件故障。如果它们开始在之前没有告警的飞机上出现，应检查动力系统。这些警告更容易在较大负载和强风、阵风的情况下发生。

3.5.1 潜在的推力损失

如果在地面站或数据闪存日志中看到潜在的推力丢失消息，应进行调查以找出原因和解决方法。告警信息会给出一个电机编号，例如：

“Potential Thrust Loss (3)”

这些警告是由于一个或多个电机 100%油门饱和引起的。由于油门饱和，ArduCopter 无法再实现所请求的滚转、俯仰、偏航和油门输出。如果这种情况持续较长时间，无人机将减少高度和姿态控制，并可能坠机。

如果这些消息在悬停或比较轻松的飞行中出现，则问题必须通过硬件方式解决。可以通过更改动力系统或减轻质量来增加飞机的推重比。

如果仅在爬升和大机动过程中出现，那么降低所需的加速度和速度

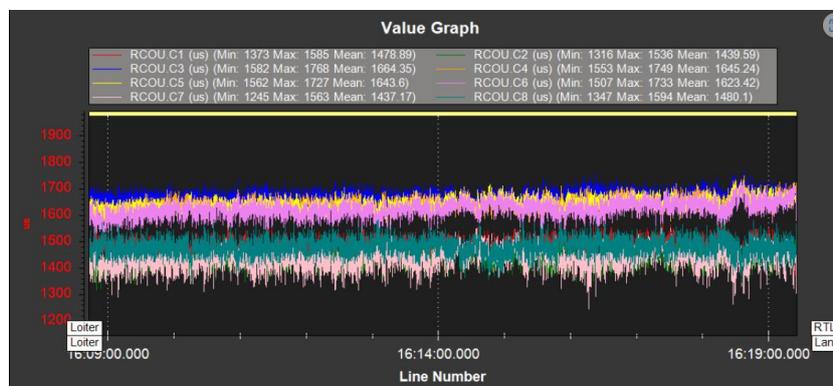
可能就足够了。同理，可以增加飞机的推重比以允许更高的加速度和速度。

3.5.2 航向不平衡

航向不平衡告警是衡量无人机进行偏航操作难度的指标，该告警会在偏输出饱和之前触发。如果偏航输出达到饱和状态，无人机维持航向的能力将受到损害。在最糟糕的情况下，无人机可能会迅速自旋。告警消息显示最大偏航输出的百分比。100%表示达到饱和状态。例如：

“Yaw Imbalance 87%”

如果在悬停时观察到这个告警，应该从硬件着手解决该问题。如果该值在没有飞手进行偏航输入的情况下持续增加，应立即降落飞行器。可以通过比较对侧电机之间的 PWM 输出在数据闪存日志中识别航向不平衡。它会表现为顺时针和逆时针电机之间的油门水平差异，如下所示：



这个问题应该从硬件上着手修复。最常见的原因是电机在电机座上

没有垂直安装。如果不平衡问题仍然存在，可以稍微倾斜电机，使推力角度有助于偏航旋转方向。某些飞行器对电机推力向量非常敏感。

如果警告只在大的偏航机动中出现，可以通过提高 `ATC_RAT_YAW_IMAX` 值来增加警告阈值。然而，也可能值得重新调整航向参数。



注

使用 `FLIGHT_OPTIONS` 参数可以禁用推力损失和航向不平衡告警。只有在进行广泛的日志检查和测试并验证告警不是由于真正的问题引起后才能执行此操作。

4 高级配置

本章节将向您介绍更高级的飞控配置与调参。

4.1 电源模块

电源配置常用参数

BATT_ARM_VOLT 允许解锁的最低电压。
BATT_ARM_MAH 允许解锁的最小剩余容量。
BATT_LOW_VOLT 电池电压低
BATT_LOW_VOLT 电池电量低
BATT_LOW_TIMER 低电量超时
BATT_FS_LOW_ACT 低电量失控保护动作



注

查询完整的 ArduPilot 参数表请访问：

<https://ardupilot.org/copter/docs/parameters.html#>

更多关于低电量失控保护设置的说明，请访问：

<https://ardupilot.org/copter/docs/failsafe-battery.html#failsafe-battery>

4.2 安全开关

安全开关可用于启用、禁用电机和舵机的输出。开关控制无人机的“安全”状态。在此状态下，电机将被阻止运行（在固定翼的手动模式下强制启动除外且 BRD_SAFETY_MASK 参数设置为启用控制电机的输出），并生成预解锁错误以防止意外启动，且舵机 PWM 输出被禁用。



注

更多有关安全开关配置的说明，请访问：

<https://ardupilot.org/copter/docs/common-safety-switch-pixhawk.html>

4.3 串口配置选项

N7 飞行控制器 ArduPilot 串口映射如下：

SERIAL 0	USB port
SERIAL 1	Telemetry port 1 (UART2)
SERIAL 2	USER port, disabled.
SERIAL 3	GPS port (UART1)
SERIAL 4	GPS2, Telemetry port 4 / I2CB (UART4)
SERIAL 5	USER port, disabled.
SERIAL 6	SERIAL6 (UART7 Debug port)
SERIAL 7	USB2 (virtual port on same connector)

Telem1 端口有 RTS/CTS 引脚，其他 UARTs 没有 RTS/CTS。



注

TELEM1 端口有 RTS、CTS 引脚，其他 UART 接口没有。

更多有关串口配置的说明请访问：

<https://ardupilot.org/copter/docs/common-serial-options.html>

4.4 CAN 总线配置

控制器局域网（CAN 总线）是一种强大的车辆总线标准，旨在允许微控制器和设备在没有主机的应用中相互通信。它是一种基于消息的协议，最初设计用于汽车内的多路电线以节省铜缆，但也用于许多其他环境。

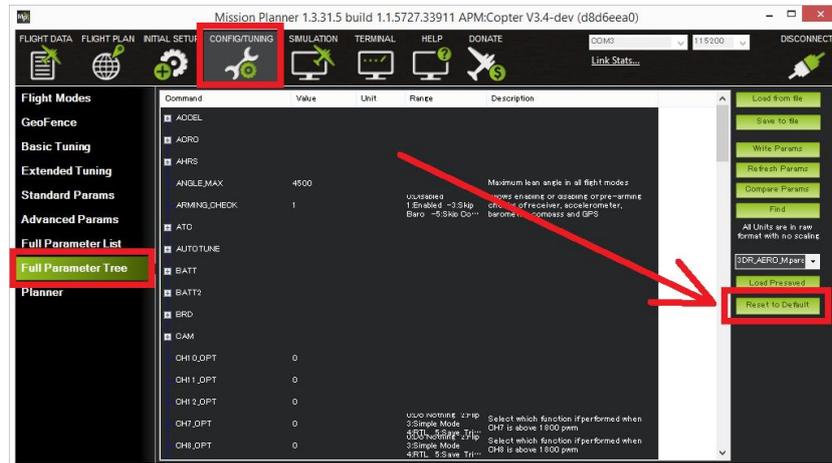


更多有关 CAN 总线配置的说明请访问：

<https://ardupilot.org/copter/docs/common-canbus-setup-advanced.html>

4.5 重置参数

Mission Planner 有一个专用的重置按钮，用来重置飞控的默认值。



注

更多有关重置参数的说明请访问：

<https://ardupilot.org/copter/docs/common-parameter-reset.html>

4.6 N7 飞控常用参数

BRD_SAFETY_DEFLT 禁用安全开关

ARMING_RUDDER 允许方向舵上锁

LOG_BACKEND_TYPE 禁用日志

ARSPD_AUTOCAL 空速动态校准

GPS_TYPE 配置（主）GPS 类型

FS_THR_ENABLE 遥控器信号丢失后所执行的动作

BATT_LOW_VOLT 电池电压低于这个参数触发电池故障保护

BATT_FS_LOW_ACT 触发电池故障保护后的动作

AHRS_ORIENTATION 飞控安装方向



注

查询完整的 ArduPilot 参数表请访问：

<https://ardupilot.org/copter/docs/parameters.html#>

4.7 Log 飞行日志

有两种方法可以记录您的飞行日志。除去一些特例，两种方法以不同的方式记录相似的数据：

1. 数据闪存日志：存储在飞控（上的内存卡里），可以在飞行后下载。
2. 遥测数据日志：存储在地面站软件和电脑本地存储里，需要地面站与飞控建立数传连接。

常用的飞行日志参数

LOG_BACKEND_TYPE：保存日志的位掩码。

LOG_BITMASK：记录哪些项的位掩码。

LOG_DISARMED：上电（上锁）状态下开始记录飞行日志。

LOG_FILE_DSRRMROT：上电（上锁）状态下停止在当前文件记录飞行日志。

LOG_FILE_MB_FREE：清除 SD 保存的历史日志以维持充足的存储空间。

LOG_FILE_RATEMAX：设置流式日志消息被记录到文件后端的最大速率，以限制文件大小。

5 售后与保修

请浏览思翼科技 <https://www.siyi.biz/index.php?id=support> 以了解最新的售后保修信息。