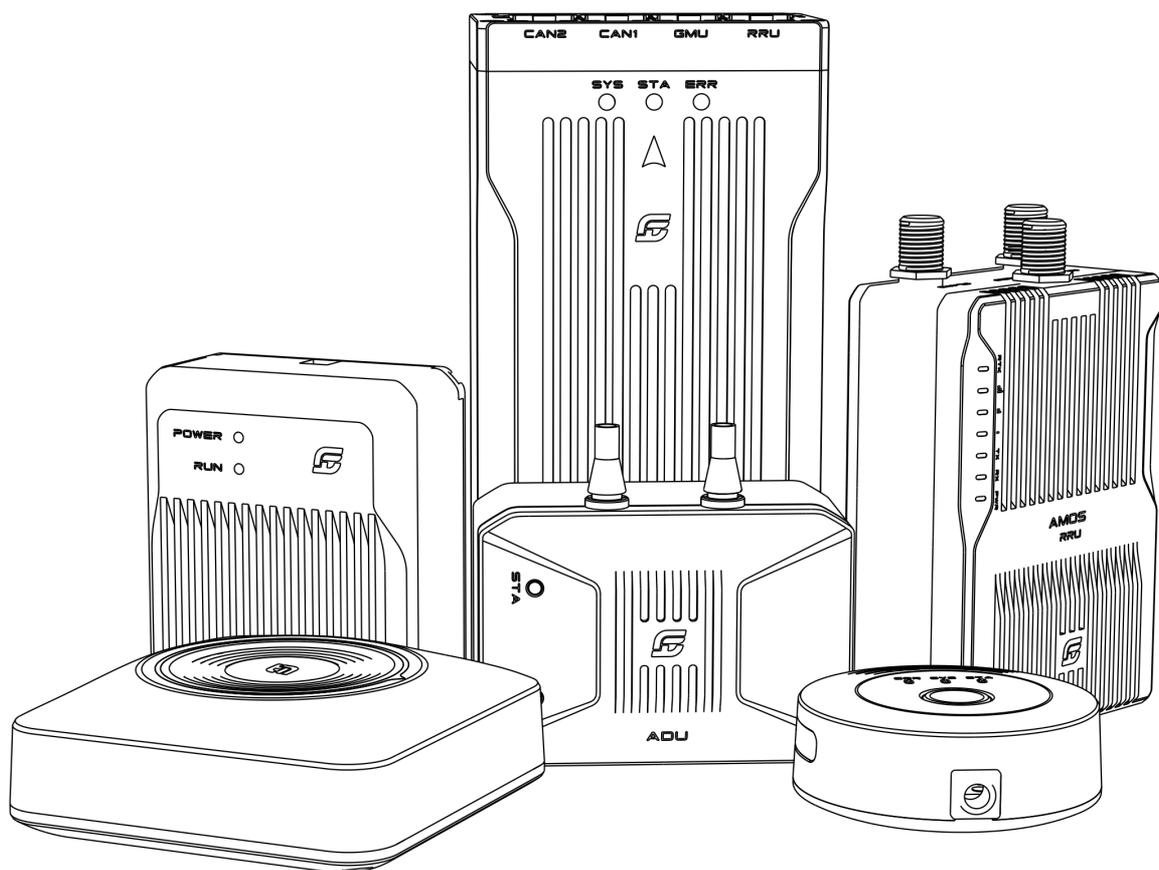


AMOS 飞控用户手册

(V1.2-20240401)



目录

1. 认识 AMOS	1
1.1. 系统概述	1
1.2. 系统组成	1
1.3. 部件和端口描述	2
FCC	2
GMU	3
PMU	3
RRU	4
RDU	5
ADU	5
GCI	6
2. 技术规格参数	7
2.1. 系统性能指标	7
2.2. 电气参数	7
2.3. 物理参数	8
2.4. 通信参数	8
2.5. 环境参数	8
3. 系统功能	9
3.1. 旋翼飞行功能	9
3.1.1. 遥控器飞行功能	9
3.1.1.1. 解锁	10
3.1.1.2. 主动上锁	10
3.1.1.3. 摇杆操纵飞行	10
3.1.1.4. 位置模式	11
3.1.1.5. 姿态模式	11
3.1.1.6. 角速度模式	11
3.1.1.7. 飞行模式的配置	11
3.1.1.8. 强制接管	12
3.1.1.9. 自动起飞	12
3.1.1.10. 自动降落	12
3.1.1.11. 自动返航	12
3.1.1.12. 地面检查	13
3.1.2. 地面站飞行功能	13
3.1.2.1. 解锁	13
3.1.2.2. 上锁	13
3.1.2.3. 自动起飞	14
3.1.2.4. 降落	14
3.1.2.5. 飞行至指定位置	14
3.1.2.6. 航点飞行	14
3.1.2.7. 直线返航	15

3.1.2.8.	原路返航	15
3.1.2.9.	航点自动备降	15
3.1.2.10.	航点指定备降	15
3.1.2.11.	热点环绕	15
3.1.2.12.	改变相对高度	16
3.1.2.13.	改变相对位置	16
3.1.2.14.	改变相对航向	16
3.1.2.15.	暂停航点任务	16
3.1.2.16.	恢复航点任务	16
3.1.2.17.	终止当前任务	17
3.1.2.18.	地面检查	17
3.1.3.	航点任务说明	17
3.1.3.1.	航点飞行	17
3.1.3.2.	航点飞行、原路返航、航点备降	21
3.1.3.3.	航点动作	22
3.1.4.	安全飞行	23
3.1.4.1.	飞行围栏	23
3.1.4.2.	失联保护	23
3.1.4.3.	电量过低	25
3.1.4.4.	导航异常	25
3.1.4.5.	飞行异常	26
3.1.4.6.	动力异常	27
3.2.	垂起固定翼飞行功能	28
3.2.1.	遥控器飞行功能	28
3.2.1.1.	旋翼飞行	28
3.2.1.2.	旋翼向固定翼转换	28
3.2.1.3.	固定翼飞行	28
3.2.1.4.	固定翼向旋翼切换	29
3.2.2.	地面站飞行功能	29
3.2.2.1.	解锁	29
3.2.2.2.	上锁	29
3.2.2.3.	自动起飞	29
3.2.2.4.	降落	30
3.2.2.5.	飞行至指定位置	错误！未定义书签。
3.2.2.6.	航点飞行	31
3.2.2.7.	直线返航	32
3.2.2.8.	原路返航	32
3.2.2.9.	航点自动备降	33
3.2.2.10.	航点指定备降	33
3.2.2.11.	改变飞行参数	33
3.2.2.12.	暂停航点任务	35

3.2.2.13. 恢复航点任务	35
3.2.2.14. 终止当前任务	35
3.2.2.15. 地面检查	36
3.2.3. 安全飞行	37
3.3. SDK	37
4. 安装调试	38
4.1. 基础连接框图	40
4.2. 硬件安装	41
4.2.1. FCC 安装	41
4.2.2. PMU 安装	41
4.2.3. GMU 安装	42
4.2.4. RDU/RRU 安装	42
4.2.5. GCI 安装	42
4.2.6. ADU 安装(仅垂起固定翼机型)	43
4.2.7. CANHUB 安装	43
4.2.8. 电机安装	43
4.2.9. 舵机安装	43
4.2.10. 接收机安装	45
4.2.11. 其它安装	45
4.3. 连接无人机	45
4.4. 基础配置	46
4.4.1. 机架类型	46
4.4.2. 安装参数	49
4.4.3. 遥控器配置	49
4.4.4. RRU/RDU 配置	49
4.5. 校准操作	50
4.5.1. 遥控器校准	50
4.5.2. ADU 校准	50
4.5.3. 电调校准	50
4.5.4. 舵机校准	50
4.5.5. 磁力计校准	51
4.5.6. IMU 校准	51
4.6. 飞行调试	52
4.6.1. 飞行调试	52
4.6.2. 飞行设置	52
5. 地面站	53
5.1. 地面站简介	53
5.2. 地面站进入	53
5.3. 连接飞行器	54
5.4. 主界面介绍	54
5.5. 飞行控制面板	56

5.6. 如何新增航线	60
5.7. 如何执行航线	62
5.8. 禁飞区	63
5.9. RTK 功能	64
5.9.1. 本地 RTK 基准站	64
5.9.2. 网络 CORS 站登录	66
5.10. 地面站升级	67
附录 1 多功能接口	68
附录 2 LED 灯速查	69
FCC 灯定义	69
GCI 灯定义	70
RRU/RDU 灯定义	71
ADU 灯定义	72
GMU 灯定义	72
PMU 灯定义	72

1. 认识 AMOS

1.1. 系统概述

AMOS 是丰翼科技第 6 代飞控系统，它采用了高度集成的多余度冗余硬件设计，旨在提高飞行器的安全性和可靠性。

多余度冗余硬件设计可以确保在某个组件发生故障时，系统可以继续正常运行，并且不会对整个系统的性能和功能产生严重影响。

通过融合高度集成的硬件，AMOS 能够在较小的尺寸和重量下实现复杂的飞行控制功能。这种高度集成的设计有助于提高系统的性能和效率，并为飞行器提供更多的功能和灵活性。

1.2. 系统组成

AMOS 基础航电包含 FCC、GMU、RRU(或 RDU)、ADU、GCI、PMU。

FCC	Flight Control Computer	飞行控制计算机
GMU	GNSS and Magnetometer Unit	卫星磁力计模块
PMU	Power Management Unit	电源管理模块
RRU	Radio and RTK Unit	电台和 RTK 模块
RDU	Radio Unit	电台模块
ADU	Air Data Unit	空速计
GCI	Ground Crew Interface	地面控制和指示模块

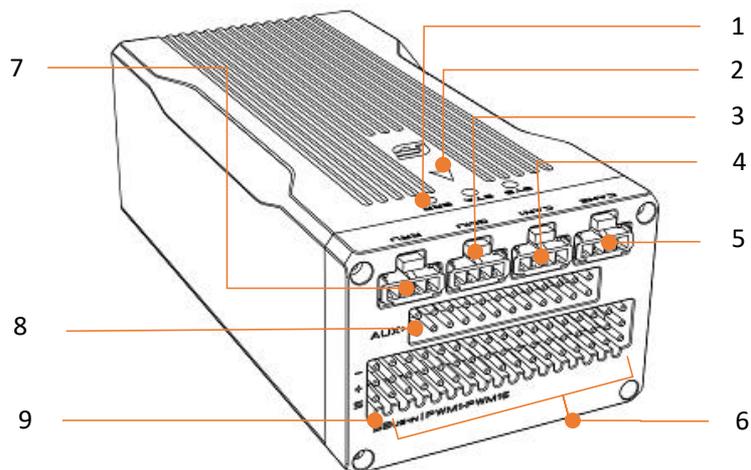
FCC 是飞行控制系统的核心模块，利用惯性传感器、气压计，可以实现精准的姿态控制和高精度定位功能。

说明：实际包含的模块与用户需求有关，根据用户的选择有所不同。

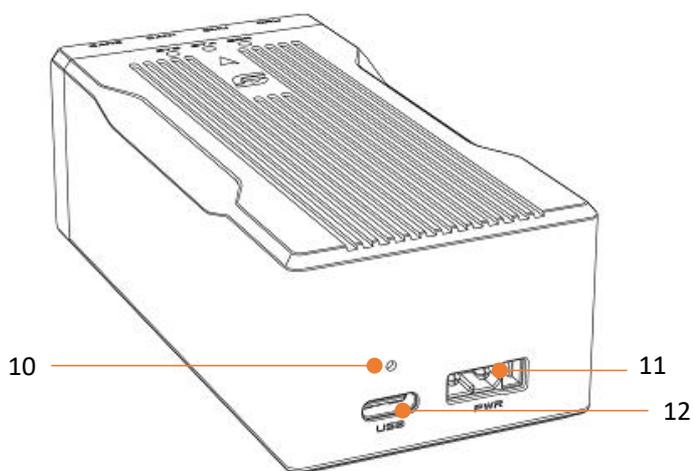
1.3. 部件和端口描述

FCC

FCC 内置 3 冗余 IMU、具有 2 路 CAN 总线。
其中 CAN1 用于连接传感器，CAN2 用于连接智能电调。

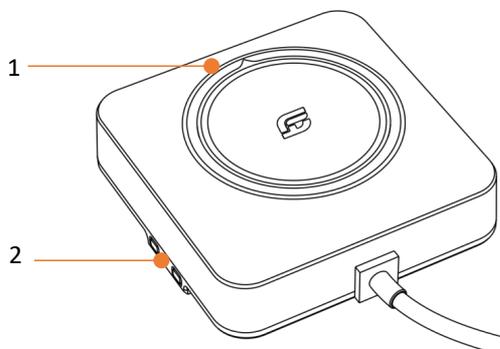


1. 状态指示灯
2. FCC 安装方向
3. CAN1-GMU
4. CAN1
5. CAN2
6. 16 路 PWM 接口
7. RS232-RRU
8. 多功能接口(详见多功能接口章节)
9. S.Bus 接收机
10. USB 线紧固孔位
11. PMU 电源接口
12. USB Type-C 接口



GMU

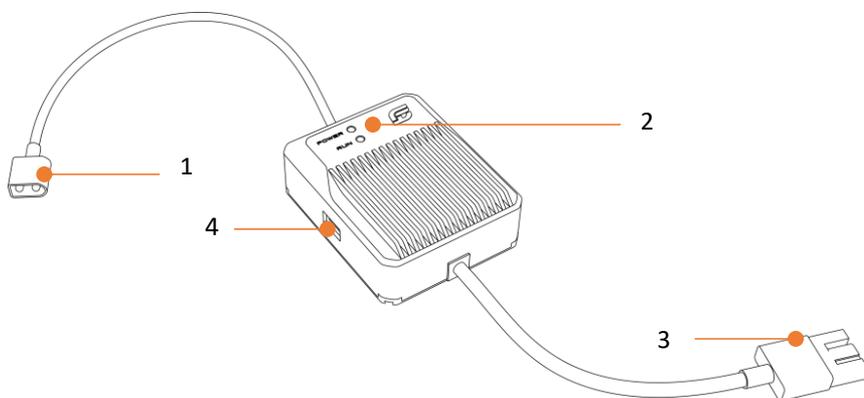
GMU 是一种集成了全球导航卫星系统（GNSS）和磁力计功能的模块。它主要用于获取飞行器的位置和磁场信息。



1. GMU 安装标记-指向机头安装方向
2. GMU 状态指示灯

PMU

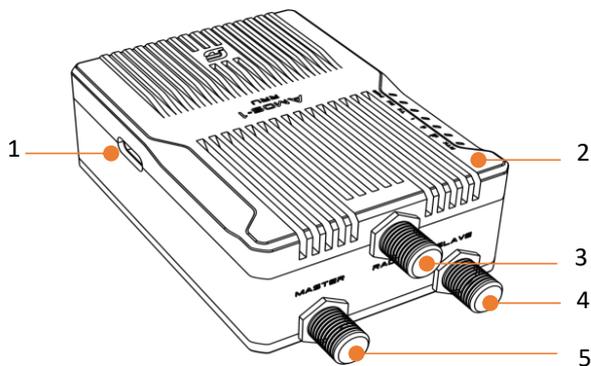
电源管理模块，为整个系统供电，并提供保护功能。



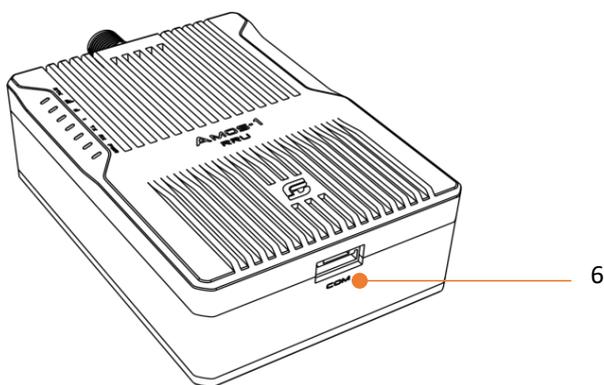
1. 电池输入接口
2. 状态指示灯
3. 电源输出
4. 外接电流传感器接口

RRU

RRU 是一种集成了电台和 RTK 功能的模块，主要用于通讯和获取差分数据。

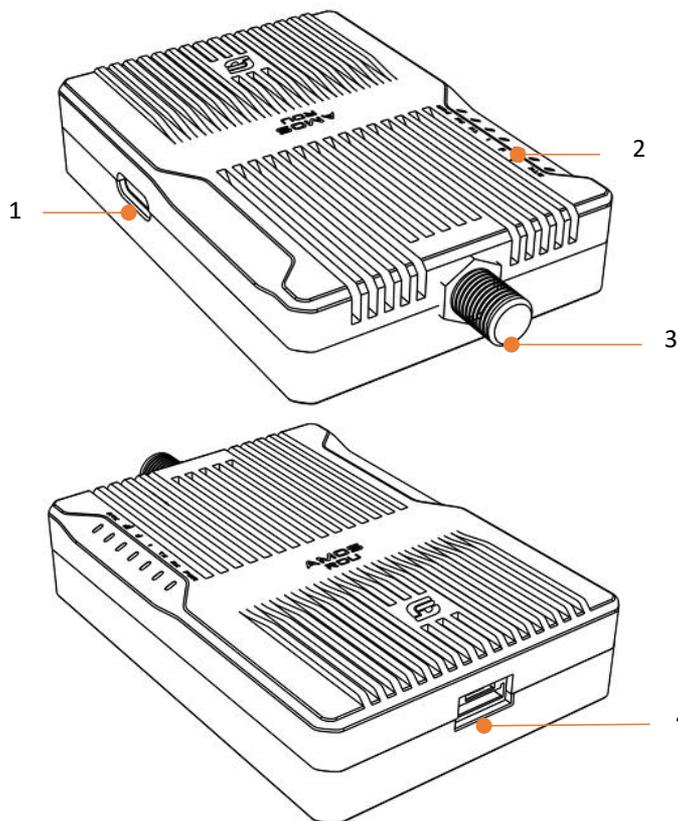


1. RRU USB 口
2. RRU 状态指示灯
3. 电台天线接口
4. RTK 从天线接口
5. RTK 主天线接口
6. RRU RS232 接口



RDU

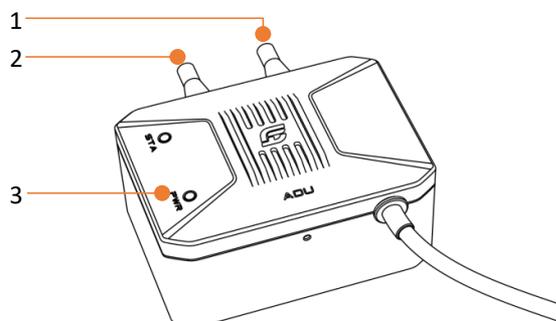
RDU 是电台模块，主要用于数传链路通讯。



- 1.RDU USB 口
2. RDU 状态指示灯
- 3.电台天线接口
4. RDU RS232 接口

ADU

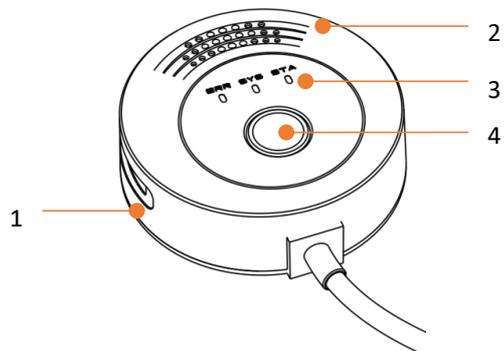
ADU 是一种空气数据采集单元，主要用于测量和记录空气流动相关的数据。



1. 静压口
2. 总压口
3. ADU 状态指示灯

GCI

地面控制和指示模块，用于状态提示和按键解锁。同时可以接入 S.Bus 接收机。



1. S.Bus 接口
2. 蜂鸣器
3. 状态指示灯
4. SafetyKey 按键

2. 技术规格参数

2.1. 系统性能指标

参数	指标
姿态精度	0.1°
航向绝对精度	2° (50cm 基线) 2° GPS 航向(高速运动模式) 5° (磁力计)
水平速度精度	0.1-0.2m/s
垂向速度精度	0.1-0.2m/s 卫导失效: 0.3m/s
水平位置精度	GPS: 1-5m RTK: 0.05-0.2m
高度精度	GPS: 1-2m RTK: 0.05-0.2m 气压高: 0.2m
加速度测量范围	±38g
角速度测量范围	±1800° /s

2.2. 电气参数

参数	值
PMU 输入电压	15v-65v\4S-14S 电池
功耗	10w(典型值)

2.3. 物理参数

模块	Size (mm)	Weight (g)
FCC	102.5 * 50.0 * 35.0	190
PMU	53.0 * 44.0 * 20.0	54
RRU	65.0 * 46.0 * 23.0	92
GMU	54.5 * 54.5 * 19.5	48
GCI	41.0 * 41.0 * 15.5	22
ADU	51.5 * 47.0 * 28.0	52

2.4. 通信参数

参数	指标
工作电压	12V
工作频段	840~845MHz
发射功率	2W(33dBm)
接收灵敏度	-108dBm
通信距离（通视）	≥30km

2.5. 环境参数

参数	温度
工作环境温度	-20℃~60℃
储存温度	-40℃~70℃

3. 系统功能

3.1. 旋翼飞行功能

3.1.1. 遥控器飞行功能

遥控器功能指使用遥控器对飞行器进行操纵、控制的功能，可以使用摇杆直接控制飞行器的飞行，也可以通过开关触发飞行器自动起飞、自动返航和自动降落等功能。遥控器指令具有最高优先级，可以在任何时刻通过切换飞行模式获取飞行器的完全控制权。

使用遥控器时，需要配备合适的遥控器，并且根据指定的要求对遥控器各通道进行配置。目前最大支持 16 个通道的遥控器数据，已规定每个通道的功能，用户需要自行进行遥控器通道的映射配置，以达到期望的控制效果。遥控器每个通道数据采用 PWM(脉冲宽度调制)的定义方式，可通过参数统一进行 PWM 最大值、最小值、死区的设置。

遥控器通道信号 1-4 控制通道默认施加死区，滚转、俯仰、偏航死区施加在中间值，3 通道映射为高度时，死区施加在中间值，3 通道映射为油门时，死区施加在最小值。其它通道可通过参数设置是否施加死区，死区施加在中间值。

表 1 遥控器通道定义

通道序号	通道意义	PWM 最小值	PWM 中间值	PWM 最大值
1	控制滚转/横向运动	向左		向右
2	控制俯仰/前后运动	向前		向后
3	控制油门	最小油门		最大油门
	控制垂向运动	向下		向上
4	控制航向运动	机头左转		机头右转
5	切换飞行模式	角速度模式 ^①	姿态模式 ^①	位置模式 ^①
		姿态模式 ^②	位置模式 ^②	位置模式 ^②
		位置模式 ^③	位置模式 ^③	位置模式 ^③
6	切换紧急模式	默认	/	紧急模式
7	旋翼/固定翼切换	切换至多旋翼	默认	切换至固定翼
8	地面检查	多旋翼检查	默认	固定翼检查
9	自动起降	自动起飞	默认	自动降落
10	自动返航/任务	自动任务	默认	自动返航
11	襟翼挡位	默认	一档襟翼	二档襟翼
12	自定义			
13	自定义			
14	自定义			
15	自定义			
16	自定义			

- ①飞行模式参数配置为位置、姿态、角速度
 - ②飞行模式参数配置为位置、位置、姿态
 - ③飞行模式参数配置为位置、位置、位置
- 遥控器的通道映射自行根据习惯配置，不作要求。

3.1.1.1. 解锁

解锁指解除飞行器的锁定，飞行器的执行机构如电机、舵机等进入工作或准备工作状态，飞行器所有飞行功能均要处于解锁状态下进行。解锁后，桨叶可能转动、飞行器可能快速运动，需要确认安全后再进行解锁。

在飞行器准备就绪的情况下，可通过遥控器的摇杆组合操作，对飞行器进行解锁。解锁动作为保持油门杆最低(3 通道 PWM 最小)+方向杆最右(4 通道 PWM 最大)+紧急杆处于默认位置(6 通道 PWM 最小)约 2 秒。

飞行器解锁后，飞行器旋翼电机即处于启动或待启动状态，需要在确保安全后再进行解锁操作。根据状态的不同，飞行器解锁后可能进入怠速、地面检查或者是角速度飞行模式。

3.1.1.2. 主动上锁

上锁指锁定飞行器，飞行器的执行机构如电机、舵机等进入关停状态。

正常飞行情况下，飞行结束后飞行器一般会主动上锁，在某些情况下需要主动上锁。上锁动作为保持油门杆最低(3 通道 PWM 最小)+方向杆最左(4 通道 PWM 最小)约 2 秒。

位置或姿态模式飞行过程中，飞行器检测到当前处于飞行中，上锁动作无法起作用，避免误操作造成坠机。如果此时确实需要强制上锁时，需要将遥控器紧急杆置于紧急位置(6 通道 PWM 最大)，然后进行上锁操作，即可强制上锁。角速度模式下，飞行器空中上锁保护可能失效，需要避免误操作上锁。

在其它非飞行功能时，使用上锁动作即可上锁。

3.1.1.3. 摇杆操纵飞行

摇杆操纵飞行指使用遥控器的摇杆以特定的飞行方式操纵飞行器飞行，是使用遥控器操纵飞行器的主要方式。摇杆操纵飞行，对于用户的操作技术具有一定的要求，在某些飞行模式下，可能会由于操作不当造成事故。

根据飞控参与控制辅助程度的不同，飞行模式分为位置模式、姿态模式和角速度模式。飞行模式可以通过遥控器模式通道进行切换，模式通道通常配置为三段开关，通道开关处于不同位置对应的飞行模式可通过参数进行配置。

摇杆操纵飞行具有对飞行器的最高控制优先级，可随时从自动飞行任务中切换至摇杆操纵飞行模式，对飞行器进行强制接管。

3.1.1.4. 位置模式

位置模式下，遥控器摇杆可对飞行器的水平位置、高度和航向角进行控制。油门杆控制高度，滚转杆控制左右运动，俯仰杆控制前后运动，航向杆控制航向运动。各摇杆控制量对应飞行器各方向的运动速度，当摇杆处于中位时，飞行器自动保持当前水平位置不变，保持高度不变，保持航向角不变。

飞行器处于位置模式时，解锁后，飞行器自动进入怠速，将遥控器油门杆推过中位一定位置持续数秒，飞行器将加速离开地面，进入位置模式的摇杆操纵飞行。当操纵飞行器下降到达地面，且油门杆一直处于最低位置时，飞行器自动判断已到达地面，将自动上锁。

所有普通自动飞行任务都需要飞行器飞行模式处于位置模式下，自动任务结束后，如果飞行器仍在空中，会自动进入位置模式的摇杆操纵飞行。

飞行器位置模式需要导航状态处于定位模式下，当导航定位失效时，会自动进入姿态模式，当导航定位恢复后，会自动恢复为位置模式。

3.1.1.5. 姿态模式

姿态模式下，遥控器摇杆可对飞行器的滚转角、俯仰角、高度和航向角速度进行控制。油门杆控制高度，滚转杆控制滚转角度，俯仰杆控制俯仰角度，航向杆控制航向角速度。当各摇杆处于中位时，飞行器自动保持高度不变，保持姿态水平，航向角速度为零，但无法保持水平位置。

飞行器处于姿态模式时，解锁后，飞行器自动进入怠速，将遥控器油门杆推过中位一定位置持续数秒，飞行器将加速离开地面，进入姿态模式的摇杆操纵飞行。当操纵飞行器下降到达地面，且油门杆一直处于最低位置时，飞行器自动判断已到达地面，将自动上锁。

3.1.1.6. 角速度模式

角速度模式下，遥控摇杆可对飞行器的滚转角速度、俯仰角速度、航向角速度和油门进行控制。滚转杆控制滚转角速度，俯仰杆控制俯仰角速度，航向杆控制航向角速度，油门杆控制油门，油门杆处于最低位置时飞行器怠速，处于最高位置时油门最大。处于该模式下，飞行器不具备任何位置、姿态保持能力，对用户的操纵技术要求非常高，容易因操作不当造成坠机，一般仅在前期调试过程使用，使用过程中需要确保遥控器信号良好。

飞行器处于角速度模式时，解锁后，飞行器即进入角速度模式的摇杆操纵飞行。角速度模式下，飞行器不会自动上锁。

3.1.1.7. 飞行模式的配置

飞行模式通过遥控器的飞行模式通道进行切换。飞行模式通道一般配置为三段拨杆开关，拨杆位置对应的飞行模式可通过参数进行配置。模式通道三个拨杆位置可配置为位置姿态角速度、位置姿态、位置位置位置三个模式，根据不同的需求进行选择，对于专业人员可配置为位置姿态角



速度，对于普通用户可配置为位置位置姿态或位置位置位置。

3.1.1.8. 强制接管

遥控器操纵飞行对飞行器具有最高的控制优先级，在飞行器执行自动飞行任务过程中，可随时通过遥控器强制接管飞行器，进入摇杆操纵飞行。

遥控器强制接管方式主要为拨动飞行模式杆（5通道）和紧急模式拨杆（6通道），只要飞行模式拨杆位置发生变化或者紧急模式拨杆处于紧急位置，即可强制终止自动飞行任务，进入飞行模式拨杆指定的摇杆操纵飞行模式。飞行模式杆的位置变化在遥控器信号连接或断开过程不会被触发。

在进行遥控器姿态模式或角速度模式飞行时，需要确保遥控器信号良好，避免因遥控器信号丢失造成飞行事故。在遥控器飞行模式杆处于姿态模式或角速度模式时，遥控器信号丢失后会自动切换为位置模式飞行，如果开启了失联返航功能，将可能触发失联返航。失联返航过程中，如果遥控器信号恢复，需要强制接管飞行器或者终止返航任务，则需要注意当前飞行模式杆的位置，飞行器将进入对应模式的飞行，需要谨慎操作避免出现飞行事故。

3.1.1.9. 自动起飞

飞行器处于位置模式，解锁怠速后，油门杆处于中位，拨动自动起降杆至起飞位置，即可触发自动起飞任务，飞行器将自动起飞至离地面3米的地方悬停，进入位置模式操纵飞行。

3.1.1.10. 自动降落

飞行器处于位置模式操纵飞行时，拨动自动起降杆至降落位置，即可触发自动降落任务，飞行器将在原位置自动降落，降落到地面后，自动上锁。

降落过程中，可通过遥控器控制水平位置。当油门杆超过中位一定程度，或者自动起降杆不在降落位置，可终止自动降落任务。

自动降落时，如果飞行器配置了对地高度测量装置，则对地高度高于5米时会以最大速度下降，低于5米时会减速至预设的安全触地速度，最终降落到地面，自动上锁。如果飞行器没有配备对地高度测量装置，则全程会以预设的安全降落速度降落，最终降落到地面，自动上锁，如果安全降落速度过大，可能会使飞行器触地所受的冲击较大，如果安全降落速度过小，则可能降落的时间过长。

3.1.1.11. 自动返航

飞行器处于位置模式操纵飞行时，拨动自动返航杆，如果起飞时记录到起飞点位置，即可触发自动返航任务，飞行器将直线飞行至起飞点上空，然后自动降落并上锁。

用户可通过参数设置默认返航高度，最低为7米。飞行器距离起飞点处于不同位置时，返航逻辑如下。



水平距离	高度	返航逻辑
>15m	<返航高度	爬升至返航高度>调整航向对正起飞点>返航至起飞点上空>降落
>15m	>返航高度	调整航向对正起飞点>返航至起飞点上空>降落
>2m	<7m	爬升至 7m>调整航向对正起飞点>返航至起飞点上空>降落
>2m	>7m	调整航向对正起飞点>返航至起飞点上空>降落
<2m	/	返航至起飞点上空>降落

3.1.1.12. 地面检查

飞行器处于地面上锁状态时，将地面检查杆拨至多旋翼地面检查位置，然后解锁，即进入飞行器地面检查状态。

当油门杆处于中位以下时，旋翼电机按编号顺序逐个依次怠速转动，可检查电机的转向是否正确。

当油门杆处于中位以上时，飞行器进入一个限制了操纵能力的角速度飞行模式，与角速度飞行模式控制相同，但角速度和油门的控制量都被限制在较低水平，可以通过摇杆测试飞行器的角速度控制及油门响应是否正确。

飞行器解锁后，再拨动地面检查拨杆无效。

3.1.2. 地面站飞行功能

地面端功能指地面端发送指令和相关参数实现的飞行功能。地面端指地面站、SDK 终端等可发送相关指令的用户终端，飞控对此不做区分。通过地面端，可实现飞行器各种复杂的自动飞行功能以及直接操纵飞行器以各种模式飞行。

3.1.2.1. 解锁

解锁指解除飞行器的锁定，飞行器的执行机构如电机、舵机等进入工作或准备工作状态，飞行器所有飞行功能均要处于解锁状态下进行。解锁后，桨叶可能转动、飞行器可能快速运动，需要确认安全后再进行解锁。

在飞行器准备就绪的情况下，可通过发送解锁指令，对飞行器进行解锁。解锁指令发出后，飞控会检查当前是否允许解锁，并给出反馈。

3.1.2.2. 上锁

上锁指锁定飞行器，飞行器的执行机构如电机、舵机等进入关停状态。

正常飞行情况下，飞行结束后飞行器一般会自动上锁，在某些情况下需要主动发送上锁指令进行上锁。



上锁指令在任何已解锁的状态下都能上锁。

3.1.2.3. 自动起飞

飞行器解锁后处于位置模式，发送自动起飞指令，飞行器将自动起飞至指定高度悬停。

自动起飞后，飞行器处于悬停状态，如果开启了失联保护功能，并且处于失联状态，飞行器会执行失联保护功能。

3.1.2.4. 降落

飞行器处于位置模式飞行状态时，发送降落指令，飞行器立即原地降落并自动上锁。

3.1.2.5. 飞行至指定位置

飞行器处于位置模式飞行状态时，发送飞行至指定位置指令，并指定任务完成后的后续任务，飞行器立即直线飞行至指定位置，然后执行指定的降落任务或悬停。

任务完成后，如果飞行器处于悬停状态，如果开启了失联保护功能，并且处于失联状态，飞行器会执行失联保护功能。

3.1.2.6. 航点飞行

在航点任务信息已上传完毕并且已校验通过的情况下，发送航点飞行指令并且指定起始航点，飞行器将按指定方式飞往指定的起始航点，然后按照航点指定的飞行方式从指定航点开始进行航点飞行，具有航点动作时，在满足动作触发条件时执行航点动作。航点任务信息可以指定航点飞行任务的重复次数，重复次数不为零的，航点飞行结束后，继续飞往第一个航点，从第一个航点开始进行航点飞行，直到达到任务重复次数。最终任务全部完成后，按照航点任务指定的后续任务，飞行器将执行悬停、降落、原路返航降落、直线返航降落等任务。

执行航点飞行任务支持在飞行器在地面怠速或者在空中以位置模式飞行时进行，如果飞行器尚未起飞，则先执行自动起飞任务，再执行航点飞行任务；如果飞行器已经起飞，则直接执行航点飞行任务。

航点飞行任务过程中，可以执行暂停、恢复、终止操作。飞行器正常执行航点飞行任务时，发送暂停任务指令，飞行器将减速并悬停，暂停执行航点动作，飞行器如果处于航线上，则保持悬停的位置处于航线上；航点飞行任务处于暂停状态时，发送恢复指令，则飞行器恢复正常执行航点飞行任务，如果此时飞行器的位置距离暂停开始时的位置过远，则首先回到原暂停位置，再继续进行航点飞行任务，执行航点动作。飞行器处于暂停状态时，可以使用遥控器对飞行器进行位置模式飞行操纵，但如果切换飞行模式或者触发其它飞行任务，则会导致退出航点飞行任务且无法恢复。飞行器处于航点飞行任务过程中，发送终止指令，则退出航点飞行任务，进入位置模式飞行。

航点任务信息，包括航点的总体设置、航点、备降点、兴趣点、动作等，需要在航点任务执行



前设置并上传到飞控，否则将无法执行航点任务并报错。

具体参考[航点相关任务](#)章节。

3.1.2.7. 直线返航

飞行器处于位置模式飞行状态时，发送直线返航指令，并指定任务完成后的后续任务，飞行器将直线飞行至起飞点上空，然后执行指定的降落任务或悬停。返航过程中，如果飞行器高度低于预设的返航高度，则先爬升至预设返航高度，再直线返航；如果飞行器高度高于预设的返航高度，则保持原高度直线返航。返航逻辑与遥控器直线返航一致。

3.1.2.8. 原路返航

在执行航点任务过程中，发送航点返航指令，并指定任务完成后的后续任务，飞行器将沿航线飞行返航至第一个航点再飞行至起飞点，然后执行指定的降落任务或悬停。

原路返航过程中，不再执行航点动作，以预设速度返航。

3.1.2.9. 航点自动备降

在执行航点任务过程中，如果航点信息里包含了备降点，发送航点自动备降指令，并指定任务完成后的后续任务，飞行器将自动选择最近备降点，沿航线飞行至备降点附近的航点，然后飞行至备降点，然后执行指定的降落任务或悬停。

备降过程中，不再执行航点动作，以预设速度备降。

3.1.2.10. 航点指定备降

在执行航点任务过程中，如果航点信息里包含了备降点，发送航点指定备降指令，并指定备降点序号和任务完成后的后续任务，飞行器将沿航线飞行至指定备降点附近的航点，然后飞行至该备降点，然后执行指定的降落任务或悬停。

备降过程中，不再执行航点动作，以预设速度备降。

3.1.2.11. 热点环绕

飞行器处于位置模式飞行状态时，发送热点环绕指令，并指定环绕的半径、速度、方向参数，飞行器将按照指定的半径、速度、方向，围绕指定的热点做圆周运动，机头始终朝向兴趣点。热点环绕一旦开始，不会自动终止，直到任务被主动终止或被其它任务打断。

3.1.2.12. 改变相对高度

无人机处于位置模式飞行状态时，发送热点环绕指令，并指定环绕的半径、速度、方向参数，无人机将按照指定的半径、速度、方向，围绕指定的热点做圆周运动，机头始终朝向兴趣点。热点环绕一旦开始，不会自动终止，直到任务被主动终止或被其它任务打断。

热点环绕的最小半径为 5 米，最小速度为 0.1 米/秒，最大速度不超过无人机的最大飞行速度。当设置的环绕速度超过无人机的最大飞行速度，或者超过环绕半径的向心加速度的限制时，实际环绕速度可能小于设置值。

3.1.2.13. 改变相对位置

飞行器处于位置模式飞行、航点相关任务(航点飞行、航点返航、航点备降)暂停悬停时，发送改变相对位置指令，并指定相对位置参数，飞行器将自动改变相对当前的水平位置。航点相关任务(航点飞行、航点返航、航点备降)仅在暂停悬停后可响应改变相对位置指令，并且恢复任务后，如果当前位置距离开始悬停时的位置过远，将先飞行至开始悬停的位置，再恢复航点相关任务。

3.1.2.14. 改变相对航向

飞行器处于位置模式飞行、航点飞行、航点返航、航点自动备降、航点指定备降等任务时，发送改变相对航向指令，并指定相对航向参数，飞行器将自动改变相对当前的航向。航点相关任务(航点飞行、航点返航、航点备降)飞行过程中，如果指定了航向类型为固定航向，飞行器改变航向后将保持该航向飞行，如果指定了其它航向类型，则可能改变相对航向无法达到预期。

3.1.2.15. 暂停航点任务

飞行器处于航点相关任务(航点飞行、航点返航、航点备降)过程中，发送暂停航点任务指令，飞行器将暂停执行航点相关任务，减速并悬停等待，飞控记录下暂停位置。航点任务暂停过程中，可以使用遥控器对飞行器的位置和航向进行操纵。但不要强制接管飞行器，否则将无法恢复原航点任务。

3.1.2.16. 恢复航点任务

飞行器处于航点相关任务(航点飞行、航点返航、航点备降)暂停后，发送恢复航点任务指令，飞行器将恢复原航点相关任务。如果飞行器在暂停位置附近，则直接恢复执行航点相关任务；如果飞行器远离暂停位置，则先飞行至暂停位置，再恢复执行航点相关任务。

3.1.2.17. 终止当前任务

飞行器处于所有自动飞行任务(非遥控器操纵飞行)过程中, 发送终止当前任务指令, 飞行器终止当前自动飞行任务, 进入遥控器操纵飞行模式。

终止自动飞行任务后, 如果开启了失联保护功能, 并且处于失联状态, 飞行器会执行失联保护功能。终止部分紧急飞行任务后(如失联返航、失联降落等), 如果触发紧急任务的条件继续存在, 则可能立即重新触发紧急飞行任务, 导致当前任务无法终止。

3.1.2.18. 地面检查

飞行器解锁后, 发送地面检查指令, 将执行特定的地面检查程序, 电机依次按照编号顺序逐个依次怠速转动, 可对电机进行顺序、转向等进行地面检查。地面检查完毕后, 必须需要先上锁, 再重新解锁, 才能进行正常的飞行。

在接入遥控器时, 与遥控器地面检查功能一致。

3.1.3. 航点任务说明

航点飞行是通过定义航点相关信息和动作相关信息, 控制飞行器跟踪指定空间轨迹并执行复杂的飞行动作的功能。通过航点飞行, 可实现大部分与飞行器飞行相关的需求, 覆盖大部分飞行器应用场景。

3.1.3.1. 航点飞行

航点飞行是飞行器按照指定的方式跟踪航点指定的空间轨迹飞行。飞行器以指定的巡航速度进行严格的三维航线跟踪, 以指定的方式通过航点, 并且按照指定的方式控制航向。

航点是从地面端设置并上传的, 航点信息指定了航点总数、航点的空间位置、航点的形式、飞行速度、飞行方式等。

航点总体信息

航点总体信息指定了航点飞行中的全局配置信息, 该配置信息对所有航点、备降点、兴趣点均有效。

任务重复次数, 航点任务执行完毕后, 如果任务重复次数不为零, 则直线返回第一个航点, 重新开始执行航点任务, 直至达到指定的任务重复次数。

航点总数, 指定了航点总数。

备降点总数, 指定了备降点总数。

兴趣点总数, 指定了兴趣点总数。



最大飞行速度，航线飞行过程中最大限制飞行速度，对航点速度进行总体限制，飞行器航点返航、航点备降时以该速度飞行。如果设置的航线最大飞行速度比飞行器的最大飞行速度要大，则以自动限制为较小值。

飞向第一个航点的方式，指定了飞行器开始执行航线任务时从当前位置飞往第一个航点的方式，可配置为爬升到航点高度后水平飞往第一个航点、直线飞往第一个航点。如果飞行器尚未起飞，且配置为直线飞往第一个航点时，飞行器将起飞至约 3 米高度，然后直线飞往第一个航点。

任务完成动作，指定了航点任务完成后飞行器的后续任务，可配置为悬停、降落、原路返航并降落、直线返航并降落。

失联行为，指定了航点任务飞行过程中，遥控器信号丢失后飞行器的下一步动作，可配置为继续航点任务、原路返航、直线返航，默认为继续航点任务。

航点

航点指定了每个航点的空间位置、巡航速度、航向模式和经过航点方式。

航点飞行的基本方式，是以指定的巡航速度严格跟踪航点指定的三维轨迹，经过航点时，以指定的方式经过航点。航点飞行的预设空间轨迹，在航点划设时即可得到，飞行器将严格跟踪预设的航点轨迹。航点飞行过程中，根据任务动作的配置，还会执行指定动作。

空间位置，指定了航点的三维空间位置，坐标的形式根据航点总体信息指定。

巡航速度，航点飞行过程中指定的巡航速度，经过航点转弯时的转弯半径根据巡航速度和巡航倾角自动确定，指定巡航速度时，不能超过飞行器能够达到的最大飞行速度，否则飞行器将以能够达到的最大速度飞行。

航向模式，指定了航点飞行过程中，航向(机头)的指向，可配置为默认(跟随速度方向)、固定航向、指向当前航点、指向指定兴趣点。默认方式跟随速度方向，进行协调转弯飞行；固定航向时，保持开始的航向不变飞行；指向当前航点和指向指定兴趣点时，航向始终朝向指定点，当飞行器靠近指定点时，航向有可能迅速改变。航向模式配置为大于等于 10 为指向兴趣点模式，指向第(N-10)个兴趣点，当指定兴趣点无效时，默认跟随速度方向。垂起固定翼不支持航向模式指定。

航点跟踪属性

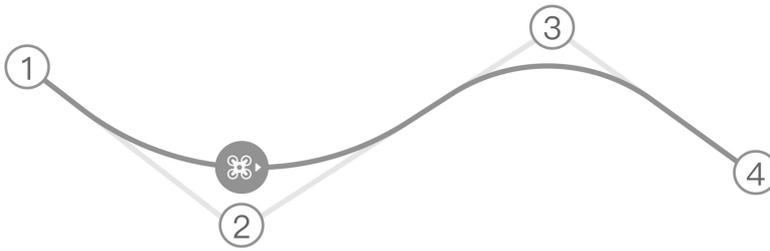
定义飞行器水平和垂向飞过航点的方式。

水平跟踪方式

提前转弯：到达航点前进入两段航线的内切圆过渡至下一航线

提前转弯

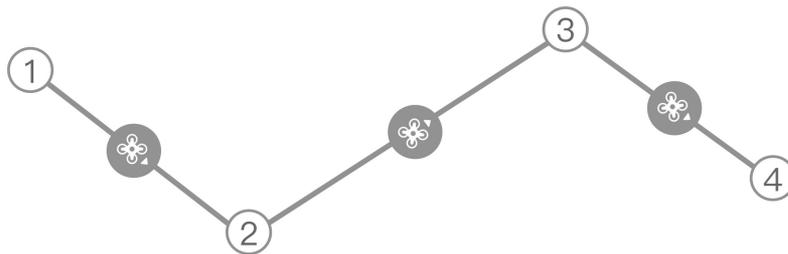
① 航点 航线 飞行轨迹



到达航点：减速到达航点后悬停调整航向，对准下一航线继续飞行

到达航点

① 航点 航线 飞行轨迹

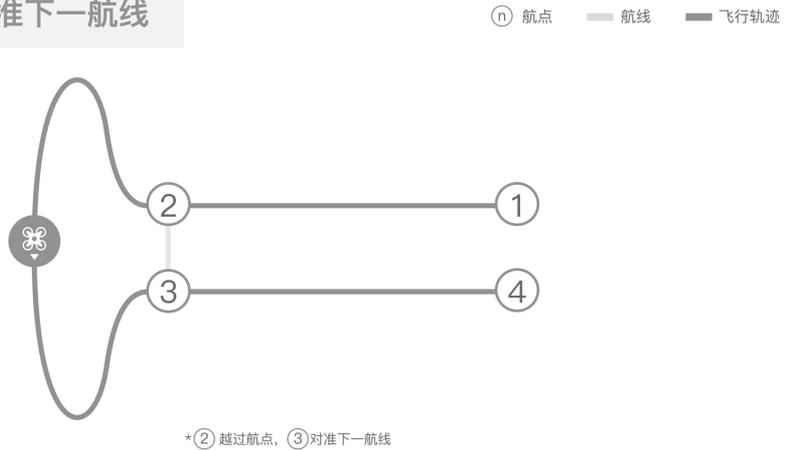


*在该航点的速度为0，到达之后调整航向，对准下一航线继续飞行。

越过航点：到达航点并从航点飞出后，通过圆弧过渡至下一航线

对准下一航线：在进入目标航点前，先调整飞行器航向对准航线。越过航点与对准下一航线通常在测绘场景中组合使用，结束拍照点设置为越过航点，开始拍照点设置为对准下一航线。

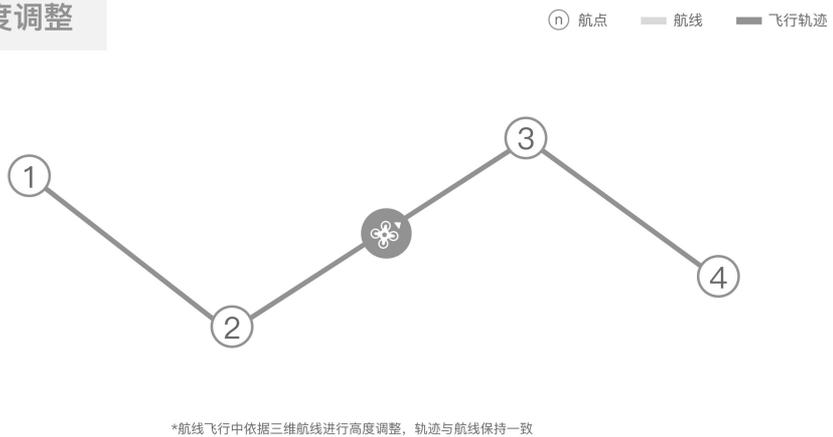
越过航点&对准下一航线



垂向跟踪方式

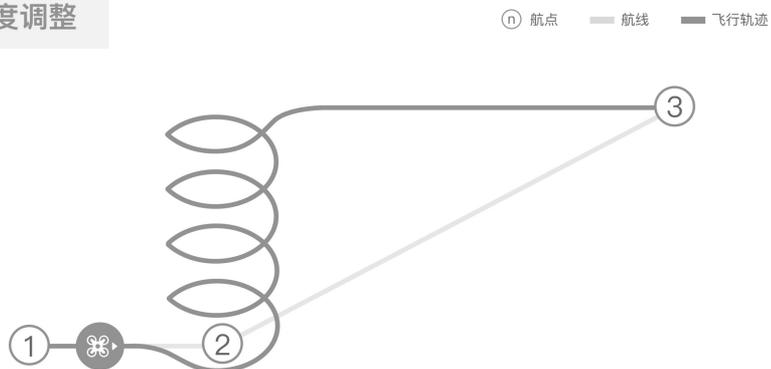
直线高度调整: 航线飞行中依据三维航线进行高度调整中, 轨迹与航线保持一致

直线高度调整

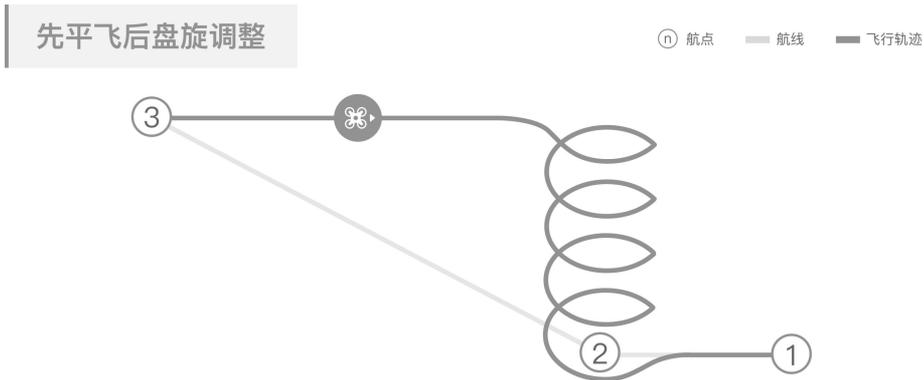


先盘旋高度调整: 无人机在进入目标航段前, 先盘旋调整至目标航点高度, 再平飞至目标航点水平位置

先盘旋高度调整



先平飞后盘旋调整：先平飞至目标航点水平位置，后盘旋进行高度调整



机型	水平跟踪方式				垂向跟踪方式		
	提前转弯	到达航点	越过航点	对准下一航线	直线跟踪	先盘旋高度调整	先平飞后盘旋调整
旋翼	√	√	√	×	√	×	×
垂起固定翼	√	√	√	√	√	√	√

√：机型支持该种航点属性设置

×：机型不支持该种航点属性设置

备降点

备降点指定了每个备降点的空间位置。航点任务过程中，需要执行备降任务时，需要判断是否具有合理的备降点。

兴趣点

兴趣点指定了航点飞行过程中的兴趣点，在航点的航向模式中，可配置飞行器航向指向指定的兴趣点方向。

垂起固定翼不支持兴趣点配置。

3.1.3.2. 航点飞行、原路返航、航点备降

航点飞行、原路返航、航点自动备降、航点指定备降等任务都是与航点信息相关的任务。

航点任务信息上传后，首先需要执行航点飞行任务，航点飞行任务可以实现航点轨迹跟踪和航点动作的执行等复杂的飞行功能。

在航点飞行过程中，可以触发航点返航、航点自动备降、航点指定备降等任务，这三个飞行任



务均可以实现航点轨迹跟踪的功能，均以快速到达指定位置为目的，不执行航点动作。

航点飞行过程中可执行航点返航、航点自动备降、航点指定备降等任务，航点返航、航点自动备降、航点指定备降等任务过程中，无法再切换到其它航点相关的任务。

航点飞行、航点返航、航点自动备降、航点指定备降等任务均可以暂停和恢复执行，也可以主动终止。

终止任务后，无法恢复原任务，但可以重新上传航点任务信息，重新执行新的航点飞行任务。航点飞行、航点返航、航点自动备降、航点指定备降等任务均可以改变相对高度，改变相对高度后，等同于所有航点和备降点的高度同时改变。

3.1.3.3. 航点动作

航点动作是飞行器在沿航点飞行过程中执行的飞行器飞行动作或者载荷动作。一个航点动作包括了动作类型和触发条件，航点飞行过程中，如果满足了该动作的触发条件，则触发该动作。航点动作相关信息与航点信息一起上传。

动作类型

目前定义的动作类型包括悬停、航向调整、抛投、拍照、开始录像、停止录像。其中，悬停、航向调整为飞行器自身动作，飞行器自动完成；抛投为飞行器及抛投机构的组合动作，抛投的飞行动作由飞行器完成，载荷管理系统检测到相关动作状态后，完成抛投机构的释放；拍照、开始录像、停止录像为载荷动作，载荷管理系统检测到动作状态变化后，发送相应动作指令。

悬停，可通过参数配置悬停时间，悬停动作触发后，到达指定航点位置悬停指定的时间，然后继续执行航点飞行任务。

航向调整，可通过参数配置航向调整角度、是相对当前的角度或者绝对角度，动作触发后，按照指定的方式调整航向，直到调整完成。航向调整期间，会继续执行航点飞行任务和其它动作。

抛投，可通过参数配置抛投的悬停时间、是下降高度或者距地高度，动作触发后，先悬停至指定航点位置，下降到指定高度悬停，载荷管理系统检测到悬停后给抛投机构发送指令释放货物，悬停指定时间后，爬升到原高度，继续执行航点任务。

拍照、开始录像、停止录像，动作触发后，载荷管理系统向相机发送拍照、开始录像、停止录像指令。

触发条件

触发条件包括到达航点时触发、时间间隔触发、距离间隔触发。

到达航点触发，可通过参数配置航点序号，到达或经过航点时会触发动作。不经过航点的飞行方式，例提前拐弯，将不会触发动作。

时间间隔触发，可通过参数配置间隔时间、起始航点序号、结束航点序号，从起始航点开始，到结束航点结束，每相隔固定的时间，触发动作。

距离间隔触发，可通过参数配置间隔距离、起始航点序号、结束航点序号，从起始航点开始，



到结束航点结束，每相隔固定的距离，触发动作。

常见航点动作及触发条件组合

到达航点悬停，到达指定航点后，触发悬停动作，悬停指定时间。

到达航点调整航向，到达指定航点后，开始调整航向，直到调整完成或者下一次调整。

到达航点抛投，到达指定航点后，开始抛投动作。

到达航点拍照。

时间间隔拍照。

距离间隔拍照。

到达航点开始录像。

到达航点停止录像。

3.1.4. 安全飞行

安全飞行指一系列能够最大限度保证飞行器在正常和非正常情况下的飞行安全的策略。

3.1.4.1. 飞行围栏

飞行围栏可划设飞行器的飞行范围，包括限制飞行高度和限制飞行半径。该飞行围栏仅在遥控器位置模式飞行时起作用，自动任务飞行前也会检查是否会超出围栏，超出围栏的自动任务将拒绝执行。飞行围栏分为水平半径围栏和相对高度围栏，均相对于起飞点位置，水平半径围栏最小为 15 米，高度围栏最小为 5 米，起飞时记录到起飞点位置后有效，均可单独开启或关闭。

遥控器位置模式飞行时，到达围栏边界后，将无法继续往远离起飞点的方向飞行，但可继续往靠近起飞点的方向飞行。遥控器姿态或角速度模式飞行时，围栏将不起作用，但飞出围栏后，切换为位置模式，将无法继续往远离起飞点的方向飞行，但可继续往靠近起飞点的方向飞行。

部分自动飞行任务，执行前将检查飞行范围是否会超出围栏，超出围栏的自动任务将拒绝执行。在围栏区外部，仅可执行直线返航和自动降落任务，其它自动任务无法执行。需要执行远距离自动飞行任务(如航点任务)时，建议将围栏范围扩大或者关闭围栏，防止任务无法正常执行。

3.1.4.2. 失联保护

失联保护功能指遥控器或链路信号长时间丢失后自动触发的保护功能，可通过参数开启或关闭。失联保护功能中，分为遥控器信号失联和链路信号失联，均可通过参数开启或关闭失联检测。失联检测开启后，如果信号断联持续超过一定时间，将判断为失联，如果开启了失联保护功能，则会触发对应的保护逻辑。

失联保护功能可在遥控器操纵飞行和航点任务飞行中触发。遥控器操纵飞行中失联保护动作为



直线返航或原地降落，通过参数进行配置；航点任务飞行中失联保护动作可配置为继续任务、航点返航、直线返航或降落，需要通过航点信息进行配置。

需要注意的是，在部分自动任务（如地面端自动起飞）执行完毕后会进入遥控器操纵飞行，此时如果使能了失联保护功能并且满足失联条件，则会触发失联保护动作。

遥控器失联保护

遥控器信号失联检测开启后，可开启遥控器失联返航功能，在遥控器操纵飞行过程中遥控器信号失联时，如果满足返航条件（导航定位有效、起飞点有效等），无人机则优先直线返航至起飞点降落，返航逻辑与直线返航一致，否则无人机将原地降落。

当无人机处于姿态或角速度飞行模式时，遥控器信号丢失后会立马恢复为位置模式悬停，如果遥控器信号短时间内恢复，则自动恢复姿态或角速度飞行模式飞行，否则将可能触发失联直线返航或降落。触发失联返航/降落后，如果遥控器信号恢复，需要使用遥控器终止任务或强制接管无人机，则需要注意当前飞行模式杆所处的飞行模式，避免无人机恢复到姿态或角速度模式飞行时操纵无人机不当造成事故。建议在遥控器信号良好的情况下进行姿态模式和角速度模式的飞行，当在姿态或角速度模式下触发失控返航/降落后，为了避免风险，建议等待返航/降落完成或者使用遥控器强制接管无人机且及时将飞行模式切换至位置模式。在遥控器操纵飞行过程中，遥控器失联返航/降落，地面端终止当前任务指令可能无效，因为遥控器一直处于失联过程中。

遥控器信号失联检测开启后，可通过航点信息配置航点飞行过程中的失联保护动作，包括航点返航、直线返航、降落。在航点飞行过程中遥控器信号失联时，如果满足对应飞行条件（返航需要起飞点有效），无人机则会根据配置的失联保护动作，实现航点返航、直线返航或降落。如果航点信息配置的失联保护动作为继续任务，则将忽略信号失联，继续航点飞行。

链路失联保护

链路信号失联检测开启后，可通过航点信息配置航点飞行过程中的失联保护动作，包括航点返航、直线返航、降落。在航点飞行过程中链路信号失联时，如果满足对应飞行条件（返航需要起飞点有效），无人机则会根据配置的失联保护动作，实现航点返航、直线返航或降落。如果航点信息配置的失联保护动作为继续任务，则将忽略信号失联，继续航点飞行。

链路信号失联检测开启后，可通过参数配置链路信号失联自动恢复任务时间，在航点相关任务（航点飞行、航点返航、航点备降）暂停过程中，如果链路信号失联持续时间超过设定的时间，无人机将自动恢复飞行任务。

3.1.4.3. 电量过低

电量状态通过 PMU 模块测量动力电池电压进行估计(普通锂电池)。电量过低保护功能可通过参数开启和关闭,电量过低保护功能包括低电量自动(直线)返航和低电量自动降落,可通过参数分别设置对应的低电量电压阈值。

飞行器起飞前,如果开启了电量过低保护功能,且当前电池电压低于自动返航或自动降落电压阈值,则会拒绝起飞。如果自动返航电压阈值低于自动降落电压阈值,则可能优先触发低电量自动降落,无法触发低电量自动返航。

飞行器飞行过程中,电压波动较大,电池电量接近耗尽时电压下降较快,需要合理设置低电量电压阈值,以达到预期保护功能。

低电量自动返航

飞行器处于遥控器位置模式操纵飞行或非降落自动飞行任务时,如果开启了电量过低保护功能,当飞行器当前动力电池电压低于自动返航阈值时,且满足返航条件(导航定位有效、起飞点有效等),飞行器将自动返航直线飞行至起飞点降落。

可通过参数配置是否开启航点相关任务(航点飞行、航点返航、航点备降)低电量自动(直线)返航功能。

低电量返航过程中,如果主动终止了返航任务,则不会再次触发低电量返航。

低电量自动降落

飞行器处于遥控器操纵飞行或自动飞行任务时,如果开启了电量过低保护功能,当飞行器当前动力电池电压低于自动降落阈值时,飞行器将自动原地降落。

低电量降落过程中,如果主动终止了返航任务,则不会再次触发低电量返航和低电量降落。

3.1.4.4. 导航异常

导航异常通常包括定位失效、导航故障。定位失效是指导航系统丢失定位信息,飞行器无法进行位置的控制;导航故障是指导航系统发生严重故障无法提供有效的导航数据或者导航数据长时间未更新。

定位失效发生后,飞行器会自动进入姿态飞行模式,控制姿态水平,等待定位恢复。如果定位长时间未能恢复,则立即以姿态模式降落并上锁;如果定位信息及时恢复,则恢复执行原飞行任务。

导航故障发生后,如果飞行器装备降落伞,则可能会上锁关停电机并打开降落伞;如果飞行器未装备降落伞,则可能会直接上锁关停电机。紧急上锁和打开降落伞功能可通过参数进行开启和关闭。

定位失效

在遥控器操纵飞行时，当处于位置模式飞行时定位失效，会自动切换为姿态模式飞行，定位恢复后会自动恢复位置模式飞行。当处于姿态模式或角速度模式飞行时定位失效，将不受影响。

在执行非降落的自动任务时，定位失效，会自动进入姿态悬停等待任务，与姿态模式操纵飞行一致，可使用遥控器操纵飞行。当姿态等待过程中定位恢复，部分任务可自动恢复执行，部分任务直接终止进入位置模式悬停。当姿态悬停等待任务超过一定时间，导航 AHRS 状态超过 15 秒、导航 VG 状态超过 5 秒，会自动触发紧急降落任务，以姿态模式降落。

在执行降落任务时，定位失效，将直接触发紧急降落任务，以姿态模式降落。

姿态模式降落时，遥控器可控制飞行器的姿态，高度的调整与普通自动降落一致。

导航故障

在飞行器空中飞行的过程中，如果发生导航故障，且开启了紧急上锁功能或紧急打开降落伞功能，则会立即上锁关停电机。如果飞行器装备了降落伞并且降落伞处于可用状态，且开启了紧急打开降落伞功能，则会同时打开降落伞。

注意： 本文档中所有关于降落伞的操作仅支持安装并配置了丰翼伞降系统的飞行器！

3.1.4.5. 飞行异常

飞行异常指飞行器的飞行状态明显超出了限定范围或者物理极限，包括倾角过大、速度过大等。飞行异常有可能是飞行器真实失去控制，也有可能是由于导航数据异常导致，但飞行器暂时无法区分两种情况，因此作为同一情况处理。

倾角过大

飞行器在自动飞行(非遥控器操纵飞行)过程中，如果飞行器倾角过大，超过了预设角度，且开启了紧急上锁功能或紧急打开降落伞功能，则会自动上锁关停电机。如果飞行器装备了降落伞并且降落伞可用，且开启了紧急打开降落伞功能，则会自动上锁关停电机并同时打开降落伞。紧急上锁和打开降落伞功能可通过参数进行开启和关闭。

飞行器在地面怠速过程中，如果飞行器倾角过大，超过了预设角度，则会自动上锁关停电机。

速度过大

飞行器在自动飞行(非遥控器操纵飞行)过程中，如果飞行器速度(水平速度和垂向速度)过大，大幅超过了预设速度，且开启了紧急上锁功能或紧急打开降落伞功能，则会自动上锁关停电机，如果飞行器装备了降落伞并且降落伞可用，且开启了紧急打开降落伞功能，则会自动上锁关停电机并



同时打开降落伞。紧急上锁和打开降落伞功能可通过参数进行开启和关闭。

3.1.4.6. 动力异常

动力异常指与飞行器飞行动力相关的异常，包括动力过高、动力饱和、电机停转等。

飞行器动力饱和后，飞行器会自动进入姿态模式，控制姿态水平，等待动力饱和恢复。如果动力饱和长时间未能恢复，则立即降落并上锁；如果动力饱和及时恢复，则恢复执行原飞行任务。飞控采用优化的控制分配算法可以优先满足飞行器姿态和高度的控制。

动力饱和

在遥控器操纵飞行时，当处于位置模式飞行时动力饱和，会自动切换为姿态模式飞行，动力饱和和恢复后会自动恢复位置模式飞行。当处于姿态模式或角速度模式飞行时动力饱和，将不受影响。

在执行非降落的自动任务时，动力饱和，会自动进入姿态悬停等待任务，与姿态模式操纵飞行一致，可使用遥控器操纵飞行。当姿态等待过程中动力饱和恢复，部分任务可自动恢复执行，部分任务直接终止进入位置模式悬停。当姿态悬停等待任务超过 10 秒，会自动触发紧急降落任务，以姿态模式降落。

在执行降落任务时，动力饱和，将直接触发紧急降落任务，以姿态模式降落。

姿态模式降落时，遥控器可控制飞行器的姿态，高度的调整与普通自动降落一致。

3.2. 垂起固定翼飞行功能

3.2.1. 遥控器飞行功能

3.2.1.1. 旋翼飞行

参考旋翼机型飞行功能描述。

3.2.1.2. 旋翼向固定翼转换

切换： 旋翼向固定翼转换（加速）

遥控器 10 通道为切换杆，正向触发切换，反向触发反切换，拨杆方向可在调参软件界面上进行确定。

操作： 通过遥控器 10 通道拨杆触发，拨杆后立刻进入切换模式，根据主控制模式分为姿态切换和速度切换。

遥控器杆	姿态模式	速度模式
滚转杆	滚转角	滚转角
俯仰杆	俯仰角	垂向速度
油门杆	尾推电机油门，刚进入切换模式，需要将油门杆收到底后再推出，才能进行尾推电机转速控制	飞控自动给出尾推油门指令，控制杆无效
偏航杆	无	无

切换完成条件： 空速可用时，空速达到切换速度以上，空速不可用时，旋翼电机油门值小于一定阈值。

3.2.1.3. 固定翼飞行

根据主控制模式分为姿态飞行和速度飞行。

遥控器杆	姿态模式	速度模式
滚转杆	滚转角	滚转角
俯仰杆	俯仰角	垂向速度
油门杆	尾推电机油门	空速增量
偏航杆	无	无

3.2.1.4. 固定翼向旋翼切换

反切换： 固定翼向旋翼转换（减速）

通过遥控器 10 通道反向拨杆触发，拨杆后立刻进入切换模式，根据主控制模式分为姿态切换和速度切换。

遥控器杆	姿态模式	速度模式
滚转杆	滚转角	滚转角
俯仰杆	俯仰角	垂向速度
油门杆	尾推电机油门	飞控自动给出尾推油门指令，控制杆无效
偏航杆	无	无

3.2.2. 地面站飞行功能

3.2.2.1. 解锁

解除飞行器的锁定，所有电机和舵机进入准备状态。

无人机表现： 所有电机（包括旋翼电机和尾推电机）以怠速值进行转动，舵机位于舵面中位。

条件：

- ❖ 若连接遥控器，则遥控器油门杆需位于中位值以下且紧急拨杆在非紧急模式
- ❖ 系统未解锁
- ❖ 系统允许解锁(SafetyKey)

3.2.2.2. 上锁

关闭无人机所有动力输出，电机和舵机进入关停状态。

无人机执行完任务落地后通常会主动上锁，但若出现长时间（通常不超过 10s）无法上锁的情况，需要地面站操作人员主动发送上锁指令。

3.2.2.3. 自动起飞

无人机自动起飞爬升指定高度后悬停。

指令执行条件：

- ❖ 无人机解锁处于怠速状态
- ❖ 电池电量正常
- ❖ 若选择不使用 RTK 进行定位导航，则导航模式处于 POS；否则导航模式处于 RTK
- ❖ 若连接遥控器，则遥控器模式杆处于速度模式且紧急拨杆在非紧急模式

3.2.2.4. 降落

无人机减速后在当前位置立刻下降，完成降落后自动上锁。

指令执行条件：

- ❖ 若连接遥控器，则遥控器油门杆处于中位以下、模式杆处于速度模式且紧急拨杆在非紧急模式（自动指令，对遥控器均有此约束要求）
- ❖ 无人机已起飞
- ❖ 无人机当前并没有执行降落任务

主动退出降落条件：

遥控器油门杆处于中位油门以上（> 60%）

飞行表现：

- ❖ 降落过程中，可通过遥控器进行水平位置和航向控制
- ❖ 若无人机配有对地高度传感器，则高于 5m 会以最大速度下降，低于 5m 会减速至预设的安全触地速度，并最终降落至地面。若无人机未配有对地传感器，则全程以一个较慢的速度下降，具体下降速度可通过调参软件配置。
- ❖ 某些情况下，无人机降落至地面后，可能无法主动上锁，若长时间未上锁（通常不超过 10s），用户可地面站主动点击上锁。

3.2.2.5. 飞行至指定位置

无人机飞行至空中某指定点，并以指定结束动作继续后续任务执行。

指令执行条件：

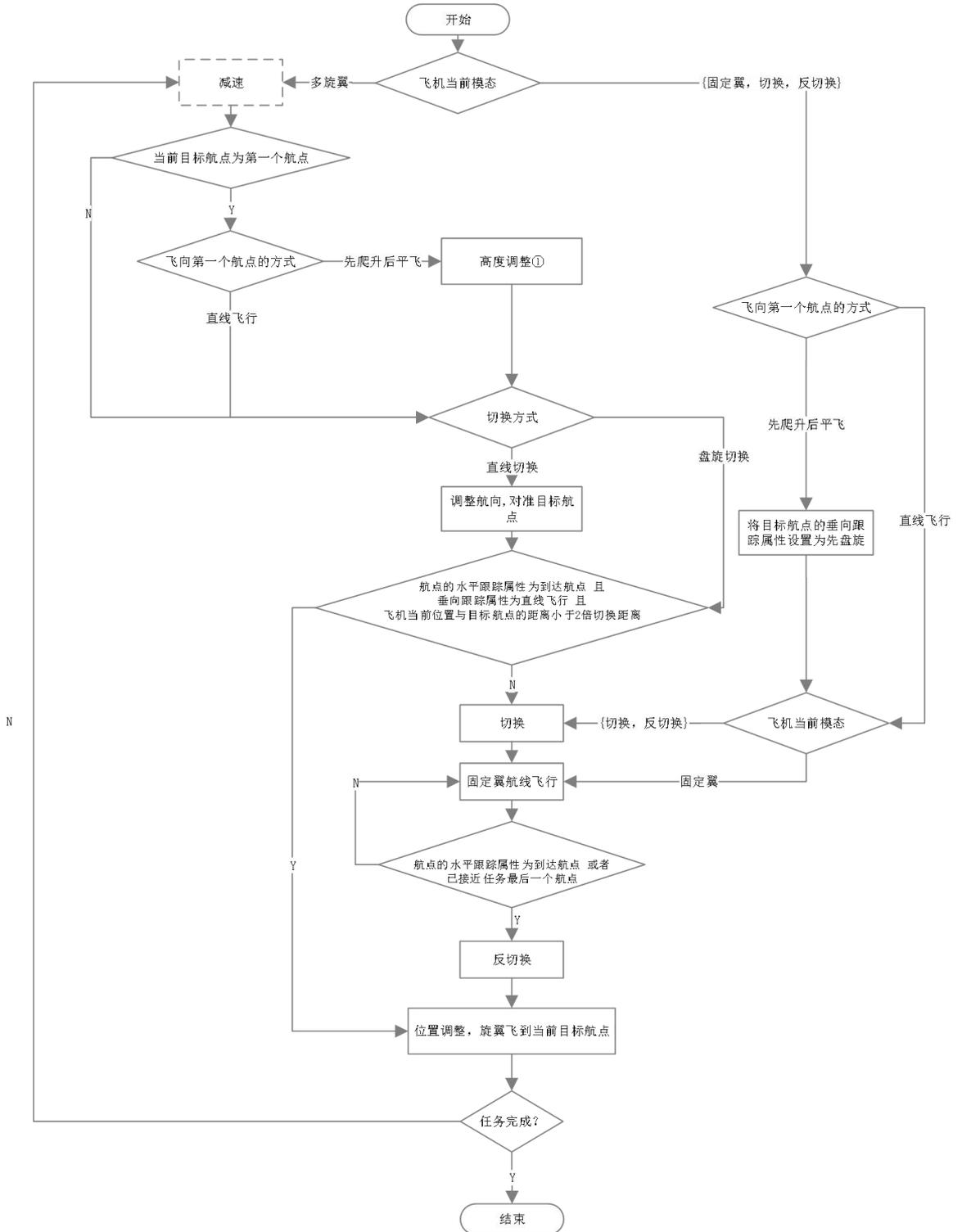
- ❖ 若连接遥控器，则模式杆处于速度模式且紧急拨杆在非紧急模式
- ❖ 无人机已起飞
- ❖ 目标点与无人机当前位置距离小于最大航点间距
- ❖ 结束动作合理(若结束动作为沿航线返航，则需存在合理航线)
- ❖ 导航模式为 RTK 或者 POS
- ❖ 电池电压高于告警电压

飞行表现：

- ❖ 若无人机当前处于旋翼模式且无人机与目标点的距离小于两倍切换距离，则无人机以旋翼模式飞往目标点，否则无人机以固定翼方式飞往目标点
- ❖ 若无人机以固定翼方式飞行，飞行速度为设置的固定翼巡航速度；若无人机比目标点矮，则无人机先盘旋爬升至指定高度后，再直线飞往目标点。
- ❖ 若无人机当前位置高于目标点位置，则飞机并不会下降飞行，仍以当前较高的高度飞行，若需要更改高度，可用改变高度指令进行修改。

3.2.2.6. 航点飞行

飞行流程图如下：



3.2.2.7. 直线返航

按照无人机当前位置与返航点之间的距离进行选择：

序号	条件			策略	主飞行方式
	水平距离	高度	当前状态		
1	> 2Dist_Trans	>返航高度	旋翼	调整航向对准返航点>直线切换>飞往返航点>直线反切换>位置调整>航向调整>降落	固定翼
2	> 2Dist_Trans	<返航高度	旋翼	爬升至返航点>调整航向对准返航点>直线切换>飞往返航点>直线反切换>位置调整>航向调整>降落	固定翼
3	< 2Dist_Trans	>返航高度	旋翼	调整航向对准返航点>飞往返航点>减速>航向调整>降落	旋翼
4	<2Dist_Trans	<返航高度	旋翼	爬升至返航点<飞往返航点>减速>位置调整>航向调整>降落	旋翼
5	> Dist_Trans	>返航高度	固定翼	飞往返航点>直线反切换>位置调整>航向调整>降落	固定翼
6	>Dist_Trans	<返航高度	固定翼	盘旋爬升至返航点>直线反切换>位置调整>航向调整>降落	固定翼
7	<Dist_Trans	>返航高度	固定翼	飞往返航点>盘旋反切换>位置调整>航向调整>降落	固定翼
8	<Dist_Trans	>返航高度	固定翼	盘旋爬升至返航点>盘旋反切换>位置调整>航向调整>降落	固定翼

Dist_Trans: 旋翼向固定翼切换无人机飞行的距离

3.2.2.8. 原路返航

无人机飞行方式为控制无人机沿航线返航，因此当无人机不处于航线中时，无法响应该指令。

- ❖ 当任务为航线飞行/原路返航/备降飞行时，无人机沿着划设的航线飞行，称无人机处于航线中，可响应原路返航和备降等指令。
- ❖ 当任务为直线返航/飞行至指定位置时，无人机的飞行轨迹与划设的航线无关，此时飞机便无法响应原路返航和备降等指令。
- ❖ 需注意悬停和盘旋这一指示，无人机的任务和状态均有悬停和盘旋，当任务为悬停或者盘旋时（状态也为相应的悬停或者盘旋），此时无人机并没有可执行的任务，处于等待中，也无法响应原路返航备降等指令；若无人机的状态为悬停或盘旋，表明为当前任务的暂停阶段，其能否响应返航备降指令需以其当前任务为准，一句话总结即为能否响应原路返航和备降指令，依据当前所执行的任务进行判断。

3.2.2.9. 航点自动备降

该命令为控制无人机沿航线飞往最近备降点，因此命令执行条件为无人机处于航线飞行中。

3.2.2.10. 航点指定备降

该命令为控制无人机沿航线飞往指定备降点，因此命令执行条件为无人机处于航线飞行中。

3.2.2.11. 改变飞行参数

改变高度

作用范围：

- ❖ 地面站点击修改高度后，目标点的高度在原有数值基础上做相对的高度增量变化
- ❖ 高度增量可累积
- ❖ 当再次响应航线任务飞行指令时，此参数被复位至 0
- ❖ 当地面站响应其他带位置参数的指令时，此参数被复位至 0
- ❖ 紧急救机阶段不响应该指令，降落阶段不响应该指令，手动飞行不响应该指令。
- ❖ 无人机未起飞，不响应该指令
- ❖ 可以进行位置控制

改变盘旋半径

作用范围：

- ❖ 地面站点击修改盘旋半径后，飞控中的盘旋半径参数随即被修改，当前以及之后无人机的盘旋半径均以此参数为准
- ❖ 飞行过程中其他圆弧轨迹不受此参数影响
- ❖ 在此后的其他任务飞行中，若响应盘旋指令，则盘旋半径也与此参数一致
- ❖ 当再次响应航线任务飞行指令时，此参数被复位至初始值
- ❖ 该指令仅在盘旋过程中响应

限制：该参数不得小于最小盘旋半径

改变目标点

作用范围：

- ❖ 地面站点击修改相对目标点位置后，无人机当前的目标位置发生相对的变化



- ❖ 该相对位置可累积
- ❖ 当目标航点发生改变时，该参数复位至 0
- ❖ 仅悬停和盘旋过程中可响应该指令

3.2.2.12. 暂停航点任务

执行条件

- ❖ 若连接遥控器，则模式杆处于速度模式且紧急拨杆在非紧急模式
- ❖ 可以进行位置控制
- ❖ 无人机已起飞
- ❖ 无人机不处于切换状态中
- ❖ 无人机处于任务飞行(悬停或盘旋为非任务飞行)中，且当前状态非悬停或盘旋
- ❖ 紧急救机过程中，不支持暂停

飞行表现

- ❖ 若无人机当前状态为固定翼，点击暂停后，进入盘旋状态，无人机会在当前的目标航段上选择一个点(无人机前方两倍盘旋半径处，不超过当前目标航点)，作为盘旋中心，该阶段支持修改盘旋中心(相对当前中心移动)、盘旋半径和盘旋高度。
- ❖ 若无人机当前为旋翼状态，点击暂停后，进入悬停状态，无人机会沿着当前目标航段减速，最终停在航线上。该阶段可以修改悬停位置(相对位置)。

3.2.2.13. 恢复航点任务

执行条件

- ❖ 若连接遥控器，则模式杆处于速度模式且紧急拨杆在非紧急模式
- ❖ 可以进行位置控制
- ❖ 无人机处于任务飞行(悬停、盘旋非任务飞行)中，且当前状态为悬停或盘旋

3.2.2.14. 终止当前任务

执行条件

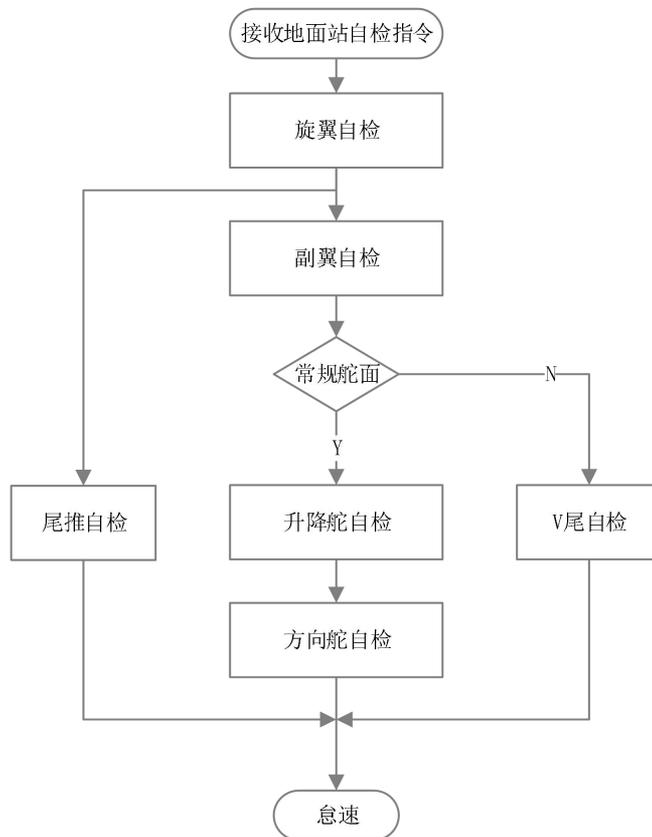
- ❖ 无人机已起飞
- ❖ 无人机处于任务飞行(悬停或盘旋为非任务飞行)中



飞行表现

- ❖ 若无人机当前状态为固定翼，点击终止后，任务显示为盘旋，飞行状态也会显示为盘旋，以当前位置作为盘旋中心，该阶段支持修改盘旋中心(相对当前中心移动)、盘旋半径和盘旋高度。
- ❖ 若无人机当前为旋翼状态，点击暂停后，进入悬停状态，无人机会沿着当前目标速度方向减速。该阶段可以修改悬停位置(相对位置)。

3.2.2.15. 地面检查



自检项目	动作	重复次数	结束动作
旋翼自检	所有电机按照序号以怠速依次转动，每个电机持续 1s	1	电机停转
副翼自检	1. 左副翼上满偏，右副翼下满偏，持续 0.5s 2. 左副翼下满偏，右副翼上满偏，持续 0.5s	2	舵面回中
升降舵自检	1. 升降舵下满偏，持续 0.5s 2. 升降舵上满偏，持续 0.5s	2	舵面回中
方向舵自检	1. 方向舵左满偏，持续 0.5s 2. 方向舵右满偏，持续 0.5s	2	舵面回中

V 尾自检	1. V 尾同时向下满偏，持续 0.5s 2. V 尾同时向上满偏，持续 0.5s 3. 左 V 尾下满偏右 V 尾上满偏，持续 0.5s 4. 左 V 尾上满偏右 V 尾下满偏，持续 0.5s	2	舵面回中
尾推自检	尾推怠速转动	一直	~

说明：

- 1) 左右方向以机尾向机头朝向看；
- 2) 指令运行过程中，可再次响应该指令。

3.2.3. 安全飞行

参考旋翼机型飞行功能描述。

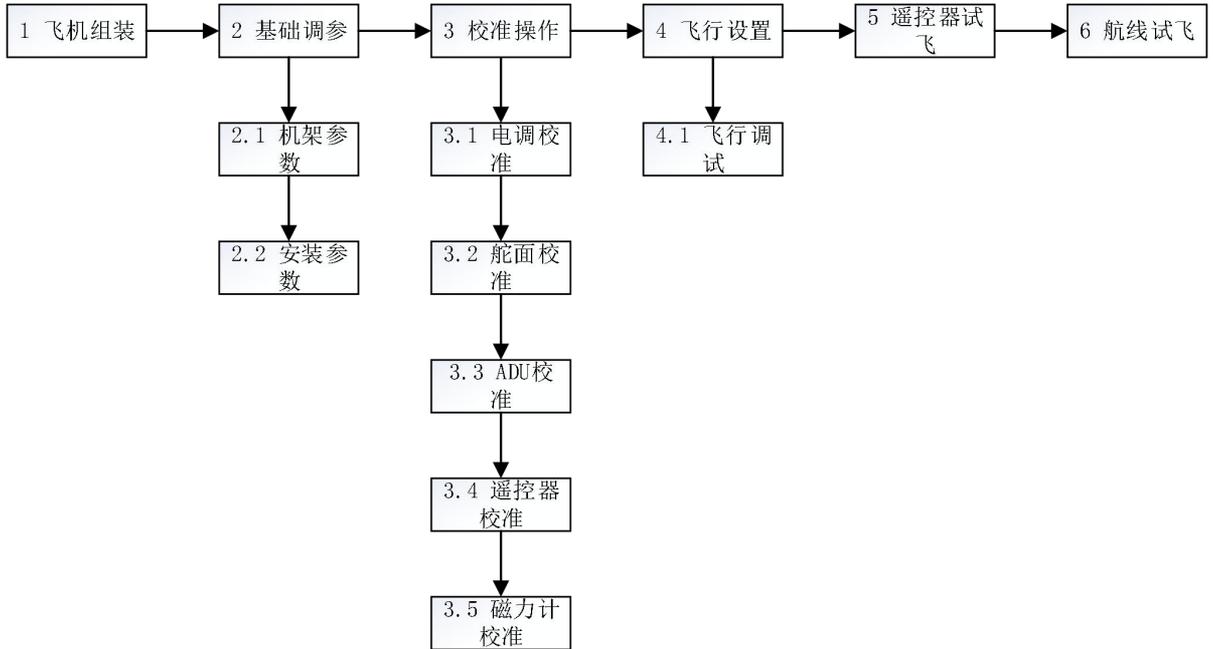
3.3. SDK

飞控系统内置一路全双工 RS422 总线接口，用于连接多功能 SDK 设备，通过 SDK 接口可以订阅系统消息，可以通过 SDK 接口向飞行器发送控制指令。

SDK 满足客户个性化的定制需求。

4. 安装调试

AMOS 航电的基本使用流程如下：



1 无人机组装

首先需要将 AMOS 航电按照要求安装在飞行器上，完成飞行器组装。

2 基础调参

基础调参主要完成飞行器安装相关的参数配置。

2.1 机架参数

主要写入机架的相关参数，需要提供轴距和重量等信息，可选择常规机架类型和自定义机架类型。若选择自定义，则需要提供更多无人机信息。

2.2 安装参数

安装参数主要写入 FCC、GMU、RRU 的安装位置参数。

3 校准操作

3.1 电调校准

主要完成电调行程校准并进行测试。

3.2 舵面校准

主要进行舵面校准并进行测试。

3.3 ADU 校准

主要进行 ADU 的零偏校准和比例系数写入。

3.4 遥控器校准

主要进行遥控器的行程校准。

3.5 磁力计校准

完成磁力计校准，建议整机校准，空旷室外完成。

4 飞行设置

完成飞行相关的基础参数写入，一般情况下多旋翼可以使用默认参数，而垂起固定翼则需要根据飞行器的设计值写入相关参数。

4.1 飞行调试

飞行调试完成无人机控制律的调试，此部分调试请在技术人员的指导下进行！

5 遥控器试飞

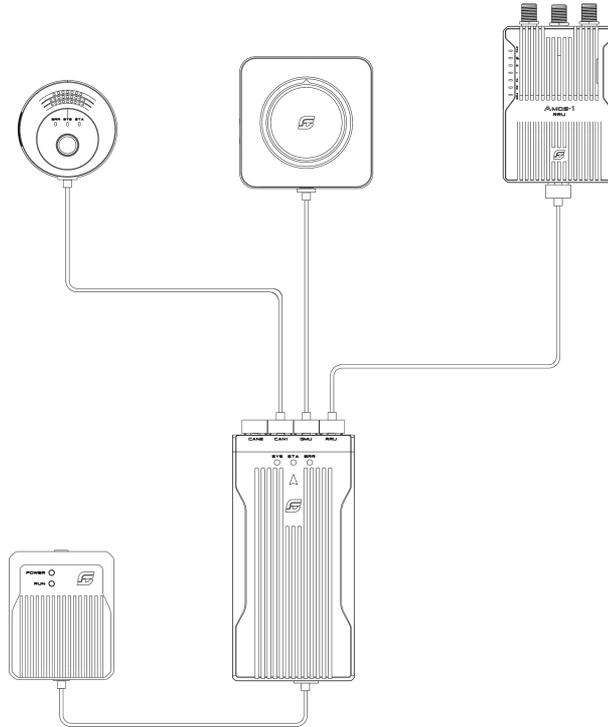
以上调试完成后，开展遥控器试飞。

6 航线试飞

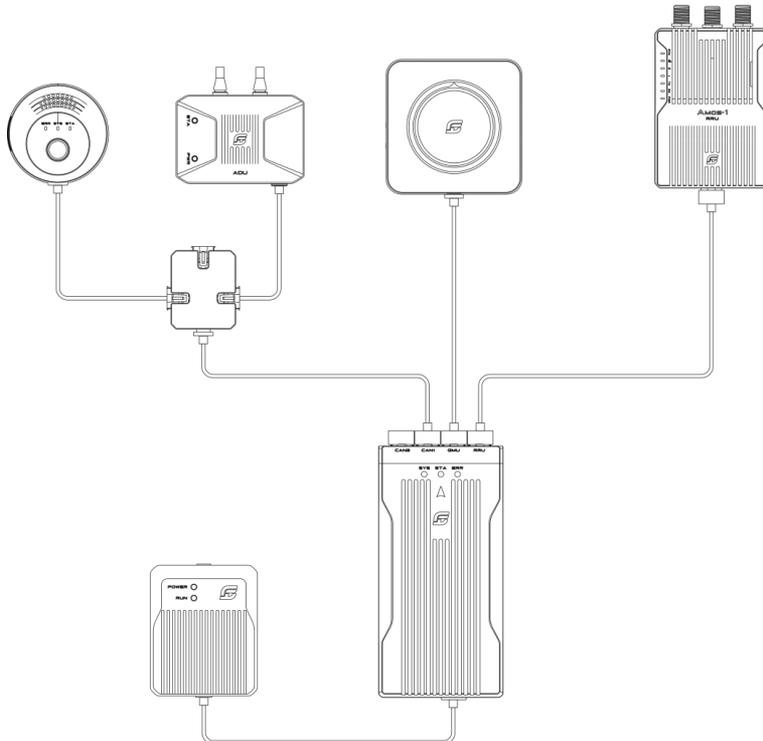
确认以上准备完毕后，可以开展航线试飞。

4.1. 基础连接框图

多旋翼版航电基础连接框图参考如下：



垂起固定翼版航电基础连接框图参考如下：



4.2. 硬件安装

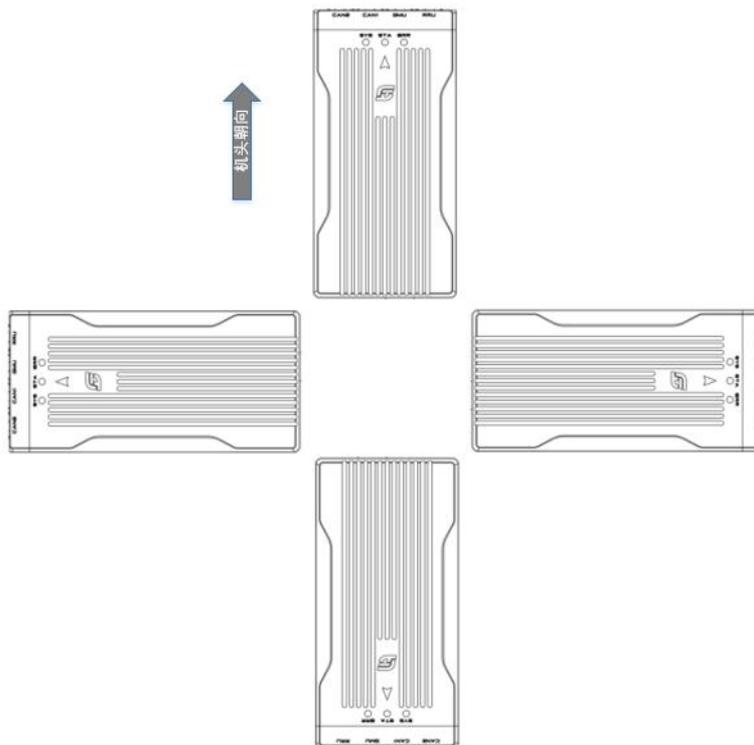
请参考航电基础连接框图完成航电模块的连接安装！

4.2.1. FCC 安装

AMOS FCC 为飞控核心模块，建议水平安装在靠近重心、振动较小的位置较为合适。

为了适应在不同机架内部的放置方式，FCC 支持不同角度的放置，仅需通过调参软件设置对应的安装方向即可。

支持与机身轴线成 0° 、 90° 、 180° 、 270° 放置，如下图所示：



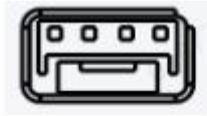
4.2.2. PMU 安装

PMU 与 FCC 通过“PWR”接口相连，为航电供电。

该模块无安装方向要求，固定牢固即可。

默认情况下，PMU 支持电压采样，若需要电流采样，则需外接电流传感器。

外接电流传感器接口定义如下：



5V	电流值	霍尔参考值	GND
----	-----	-------	-----

4.2.3. GMU 安装

GMU 具备 GPS 定位功能和地磁航向测量功能。

安装要求：

- ❖ 箭头朝向机头：这意味着 GMU 应该以箭头指向无人机的机头方向进行安装。
- ❖ 水平安装：GMU 应该水平安装，以确保其正常工作。
- ❖ 若机身干扰大，则建议架高安装。

为了保证良好的搜星能力和航向测量能力，建议在安装时尽量远离金属结构。金属结构可能会对 GPS 信号和地磁场产生干扰，因此远离金属结构可以减少干扰，提高定位和航向测量的准确性。

4.2.4. RDU/RRU 安装

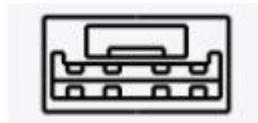
RDU 和 RRU 均具备通信功能，但它们之间的区别在于 RRU 还具备 RTK 功能。

在安装时，首先需要将模块固定牢靠，并通过馈线与电台天线连接。

RRU 需要安装 RTK 主从天线，关于 RTK 天线的具体接线方法，可以参考 RRU 部件说明书或相关文档。

RDU 安装除了不需要安装 RTK 天线外，其它与 RRU 安装方式一致。

需要特别注意的是，RTK 主从天线最小安装间距为 40cm，若间距过小，会影响 RTK 定向的精度。



GND	12V	Rx	Tx
-----	-----	----	----

4.2.5. GCI 安装

GCI 作为状态指示和地面人员操作接口，一般可以放在机身外面，也支持遥控器接收机的接入。



S. Bus	5V	GND
--------	----	-----

4.2.6. ADU 安装(仅垂起固定翼机型)

ADU 用于固定翼机型的空速测量功能，需要自备皮托管，请参考部件图连接。

注意：总压口和静压口勿接反。

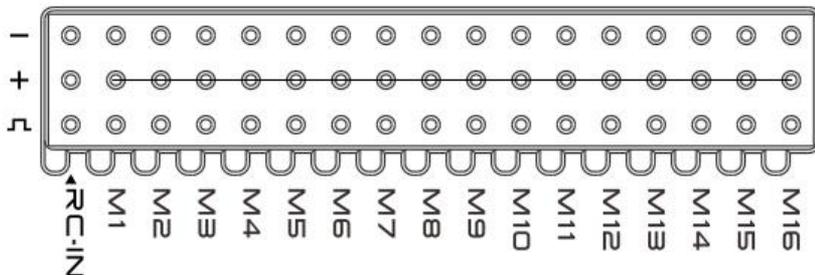
4.2.7. CANHUB 安装

CANHUB 为可选模块，用于扩展模块连接。

一个 CANHUB 有 3 个接口，最多支持扩展 3 个模块。

4.2.8. 电机安装

AMOS FCC 通过 PWM 控制电机，最多支持 16 路 PWM，端口定义如下：



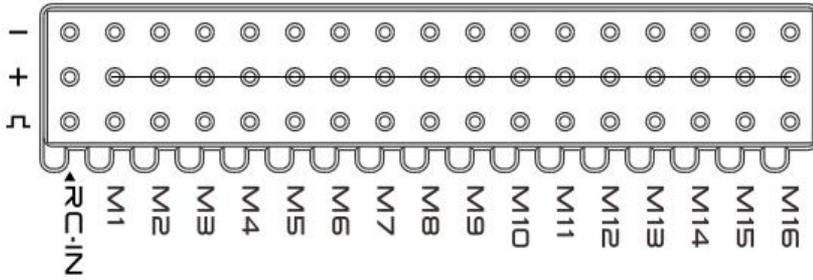
GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND
5V																
S. BUS	PWM1	PWM2	PWM3	PWM4	PWM5	PWM6	PWM7	PWM8	PWM9	PWM10	PWM11	PWM12	PWM13	PWM14	PWM15	PWM16

说明：

- 1) 接电调 PWM 信号时中间针脚悬空；
- 2) AMOS 的供电系统不会给电机供电，电机电调需要单独供电；
- 3) VCC 内部互相连接。

4.2.9. 舵机安装

AMOS FCC 通过 PWM 控制舵机，最多支持 16 路 PWM，端口定义如下：



GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND
5V																	
S. BUS	PWM1	PWM2	PWM3	PWM4	PWM5	PWM6	PWM7	PWM8	PWM9	PWM10	PWM11	PWM12	PWM13	PWM14	PWM15	PWM16	

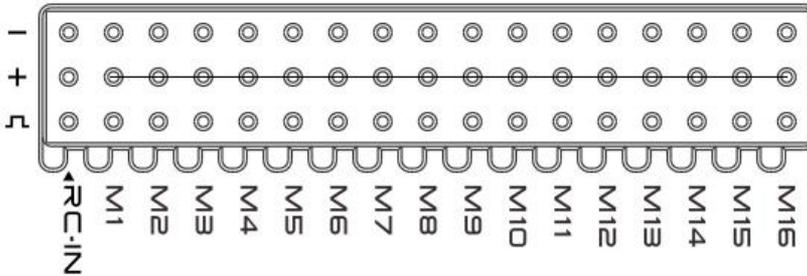
说明：

- 1) 用户可以选择单独给舵机供电；
- 2) 可通过 VCC 某个管脚作为舵机电源的输入，给连接的舵机供电。

4.2.10. 接收机安装

AMOS 提供两种接收机接入方式。

FCC 接入 S.Bus 的端口定义



GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND
5V																
S.BUS	PWM1	PWM2	PWM3	PWM4	PWM5	PWM6	PWM7	PWM8	PWM9	PWM10	PWM11	PWM12	PWM13	PWM14	PWM15	PWM16

GCI 接入 S.Bus 的端口定义(俯视从左往右)

S.Bus	5V	GND
-------	----	-----

默认情况下，FCC 使用 GCI 作为 S.Bus 输入，如果需要使用 FCC 接入，则需要通过调参软件将“遥控器输入源”设置为“FCC”。

4.2.11. 其它安装

一般情况下以上组件安装完毕后，即完成了飞行器的基本组装，如果外接载荷，则根据飞行器情况安装并固定牢固。

4.3. 连接无人机

飞行器在组装完毕后需要连接丰翼调参软件完成调参才能开展后续测试，同时也需要连接地面站观察无人机的状态。

资源准备

- ❖ 飞行器：已按要求组装完毕
- ❖ 地面基站：地面端 RRU/RDU
- ❖ 电脑：已安装丰翼调参软件和地面站

连接步骤

- 1) 将地面端 RDU 或者 RRU 通过外接电源供电(12V)



RRU 支持本地 RTK 基准站功能, 若选择本地 RTK 基准站需要将地面端 RRU 外接 RTK 天线(装机清单不包含 RTK 基准站天线, 需要用户自行购买!)

2) 通过 Type-C USB 线连接电脑;

3) 飞行器上电;

4) 打开调参软件或地面站

调参软件: 调参软件会自动搜索串口并建立连接

地面站: 地面站需要用户选择串口并设置后建立连接

5) 连接成功后进入主界面, 完成连接。

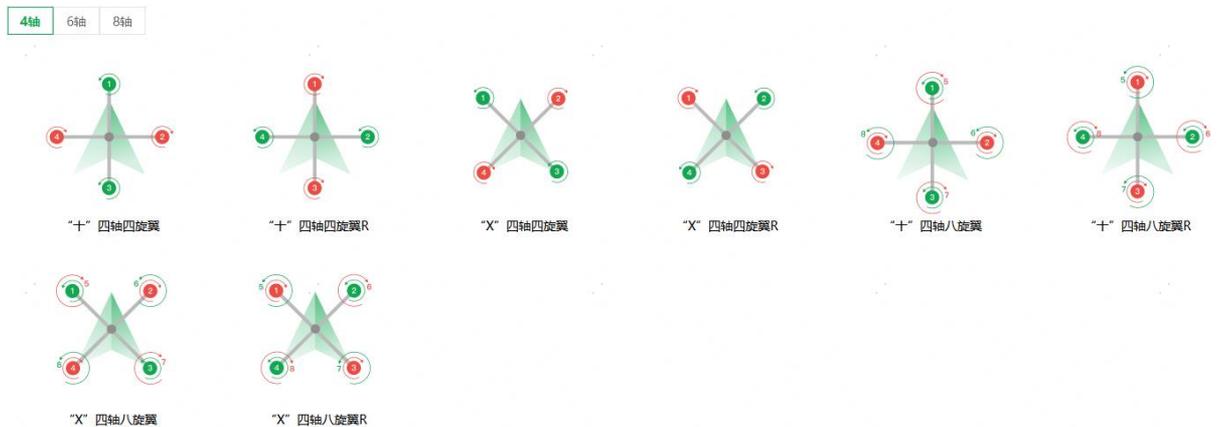
4.4. 基础配置

基础配置主要完成与航电安装相关的参数写入。

4.4.1. 机架类型

AMOS 支持常规的机架布局类型, 也支持自定义类型, 可以根据需要选择, 灵活配置。

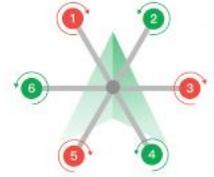
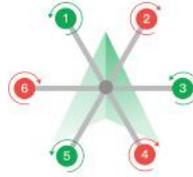
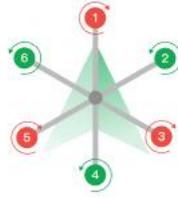
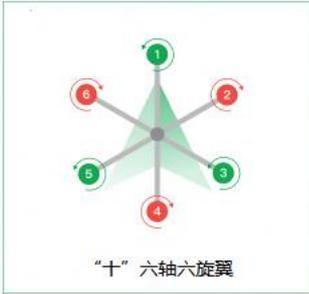
多旋翼常规机架支持类型



4轴

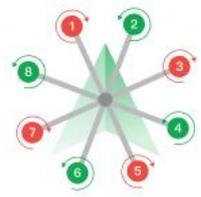
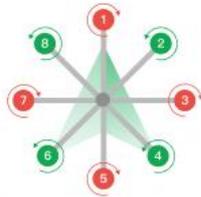
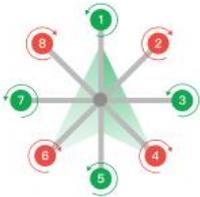
6轴

8轴



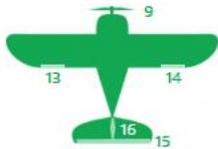
4轴

6轴

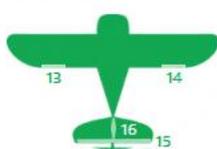
8轴

固定翼常规机架支持类型

常规尾翼 V型尾翼



前单推进



后单推进

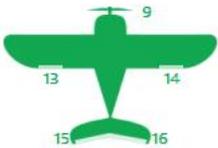


前后双推进



左右双推进

常规尾翼 V型尾翼



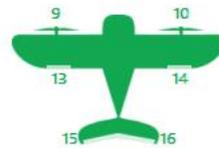
前单推进



后单推进



前后双推进



左右双推进

自定义机架类型参数设置

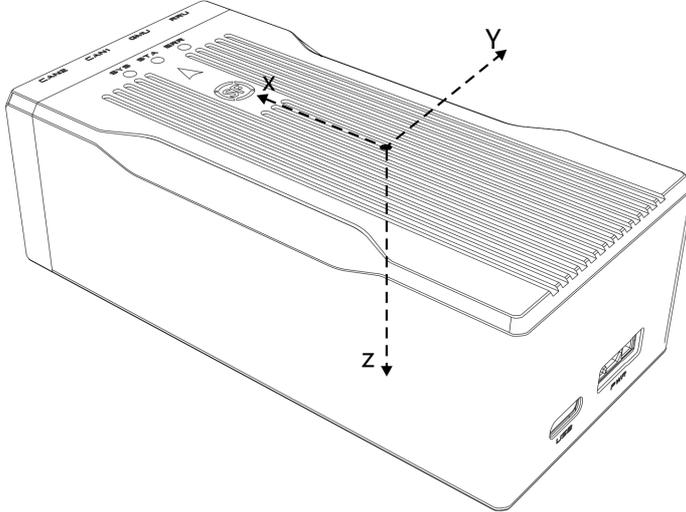
自定义机架类型需要用户输入一些基本参数，参考如下，建议参考调参软件界面。

分类	参数	备注
基本参数	起飞重量	
	电机总数量	
	最大滚转角加速度	
	最大俯仰角加速度	
	最大偏航角加速度	
	电机拉重比	
	电机响应时间	
电机参数	X	
	Y	
	转向	
	扭矩系数	

4.4.2. 安装参数

请参考调参软件配置。

安装参数包含 AMOS 关键航电模块安装在机架上的位置坐标和方向。
其中坐标系原点一般选取机体中心位置或 FCC 安装的位置。



X 轴：机身箭头方向为 X+(一般指飞行器正前方向)

Y 轴：与机身箭头方向垂直且向右的方向为 Y+(一般指飞行器向右方向)

Z 轴：与机身箭头方向垂直且向下的方向为 Z+(朝向地面)

FCC 模块安装参数：

朝向：一般情况下“向前”，根据实际情况可选择“向左”、“向右”、“向后”

位置：结合坐标系测量 FCC 实际的 X、Y、Z 值

GMU 模块安装参数：

朝向：一般情况下 GMU 需要朝前安装，且相对机身保持水平

位置：结合坐标系测量 GMU 实际的 X、Y、Z 值

RTK 模块安装参数：

朝向：无朝向要求，但是需要注意主从天线

位置：结合坐标系测量 RTK 主从天线实际的 X、Y、Z 值

4.4.3. 遥控器配置

请参考调参软件配置。

4.4.4. RRU/RDU 配置

请参考调参软件配置。

RRU/RDU 地面端(接地面站)选择 RRU 主模式配置；



RRU/RDU 机载端，选择 RRU 从模式配置

注意：

RRU 支持 RTK 基准站功能，可配置为固定坐标和自主定位。

固定坐标：需要配合地面站使用，需要通过千寻同步坐标系

自主定位：设备自主确定坐标系，飞行器飞行过程中不允许断电

4.5. 校准操作

4.5.1. 遥控器校准

请参考调参软件配置。

4.5.2. ADU 校准

请参考调参软件配置。

只有垂直起降固定翼的机型才支持 ADU 校准，ADU 校准主要有 3 个部分，

安装检测、零偏校准、比例系数。

安装检测：主要是检测 ADU 模块是否正确安装，防止 ADU 静压管和总压管装反或者其他错误。检测时需要人为配合往 ADU 的皮托管吹气，正常模拟空速，然后点击检测按钮，持续 2~3 秒即可停止吹气此时调参软件界面上就有检测结果。

零偏校准：校准 ADU 的零偏，需要在无风的环境下对 ADU 进行零偏的校准。

比例系数：根据实际飞行测试情况调整。

4.5.3. 电调校准

请参考调参软件配置。

根据搭配的电调按照调参软件具体步骤进行电调的校准，电机的蜂鸣声音由具体的电调决定。

电调校准过程中注意拆卸螺旋桨。

4.5.4. 舵机校准

请参考调参软件配置。

可进行舵面中位、上偏、下偏位置的校准，具体参考调参软件指南进行舵面的校准。

4.5.5. 磁力计校准

首次使用，必须进行磁力计校准，否则系统可能无法正常工作，从而影响飞行安全。磁力计容易受其它电子设备干扰，将导致数据异常影响飞行，甚至导致飞行事故。经常校准可以使磁力计工作在最佳状态。

校准注意事项

- ❖ 请勿在强磁场区域或大块金属附近校准，如磁矿、停车场、带有地下钢筋的建筑区域等。
- ❖ 校准时请勿随身携带铁磁物资，如钥匙、手表等。
- ❖ 不支持室内校准磁力计。
- ❖ 可能有钢铁类的物质影响了磁力计时，请将飞行器移动到其他的位置放置。

校准步骤

请选择空旷场地，进入调参软件磁力计校准界面，根据软件提示进行校准。

需要重新校准的情况

- ❖ 地面站提示磁力计数据异常。
- ❖ 地面站提示 RTK 航向异常，且 RTK 安装位置与配置参数检查均正常。
- ❖ 飞行器机械结构有变化。
- ❖ 飞行时漂移比较严重，或者直线飞行时机头有偏角。

4.5.6. IMU 校准

请参考调参软件配置。

注意：一般出厂已完成 IMU 校准，除非提示需要校准，否则无需进行！

4.6. 飞行调试

4.6.1. 飞行调试

飞行调试主要涉及多旋翼和固定翼无人机的控制律调试。

在飞行调试过程中，控制率是指无人机的姿态控制和动态响应能力。

对于多旋翼飞行器，控制率调试各个回路的参数，以确保无人机能够稳定地悬停、进行加速、减速、转弯等动作，并对外部环境的扰动做出快速响应。

对于固定翼无人机，控制率调试各个回路的参数，以确保无人机能够稳定地保持特定的姿态，如俯仰、滚转，并能够对操纵输入做出精确和灵敏的响应。

飞行调试通常需要在实际飞行中进行，通过观察无人机的飞行特性和响应，以及根据飞行员或操作人员的反馈，逐步调整控制器的参数，以达到期望的飞行性能和稳定性。

飞行调试是无人机研发和运营过程中的重要环节，它确保无人机的控制系统能够正常运行，并具备适应不同飞行任务和环境条件的能力。

在进行飞行调试时，有几个重要的注意事项需要考虑：

- ❖ **安全第一：**确保在安全的飞行环境下进行调试，选择合适的飞行场地，并遵守当地的飞行规定和法规。在调试过程中，要保持警惕，随时注意无人机的状态和周围环境，以确保飞行的安全性。
- ❖ **逐步调整：**飞行调试应该是一个逐步进行的过程，不要一次性调整过多的参数。开始时，可以使用默认的控制器的参数进行飞行，观察无人机的响应和性能。然后，逐步调整控制器的参数，进行小幅度的改变，并仔细观察调整后的效果。这样可以避免过大的调整导致无人机失控或不稳定。
- ❖ **记录数据：**在飞行调试过程中，记录关键的飞行数据非常重要。这些数据可以包括飞行姿态、控制输入、传感器数据等。通过记录数据，可以更好地分析无人机的性能和响应，以及评估不同参数调整的效果。
- ❖ **注意飞行环境：**在飞行调试中，要注意飞行环境对无人机性能的影响。例如，风速、气温、湿度等因素都可能对无人机的飞行特性产生影响。在调试过程中，要留意这些环境因素，并相应地进行调整和评估。
- ❖ **与专业人员合作：**如果对飞行调试不熟悉或缺乏经验，最好与具有相关专业知识和经验的人员合作。他们可以提供指导和建议，确保调试过程更加安全和有效。

飞行调试是一个复杂的过程，需要综合考虑无人机的机械结构、控制系统、环境因素等多个因素。遵循上述注意事项可以帮助确保飞行调试的顺利进行，并获得准确的调试结果。

请参考调参软件配置。

4.6.2. 飞行设置

一般情况下，飞行设置的基本参数不需要调整，用户可根据实际情况调整。

请参考调参软件配置。

5. 地面站

5.1. 地面站简介

丰翼地面站是一款功能强大、易用性高、专业性强的飞行器地面站 PC 客户端软件。它通过云端服务或本地连接实现超视距实时监控和飞行控制，提高飞行效率和飞行的安全性。丰翼地面站还支持高度定制化的航线规划、多机控制、实时数据监控和记录，为用户提供全面的飞行控制和航线规划，实现更安全、高效、便捷的飞行器飞行体验。

丰翼地面站下载链接：<https://ie-uocs-lvs.sf-express.com/zip/丰翼地面站.zip>

建议使用 windows10 及以上的系统安装丰翼地面站。

5.2. 地面站进入

启动应用后，将进入如下界面，选择“单机模式”，即可进入支持本地串口连接的地面站使用界面。

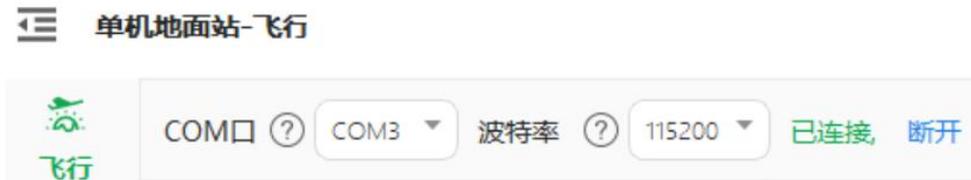


注意：AMOS 飞控产品目前只支持通过本地串口连接使用丰翼地面站

5.3. 连接飞行器

连接地面站和无人机的步骤如下：

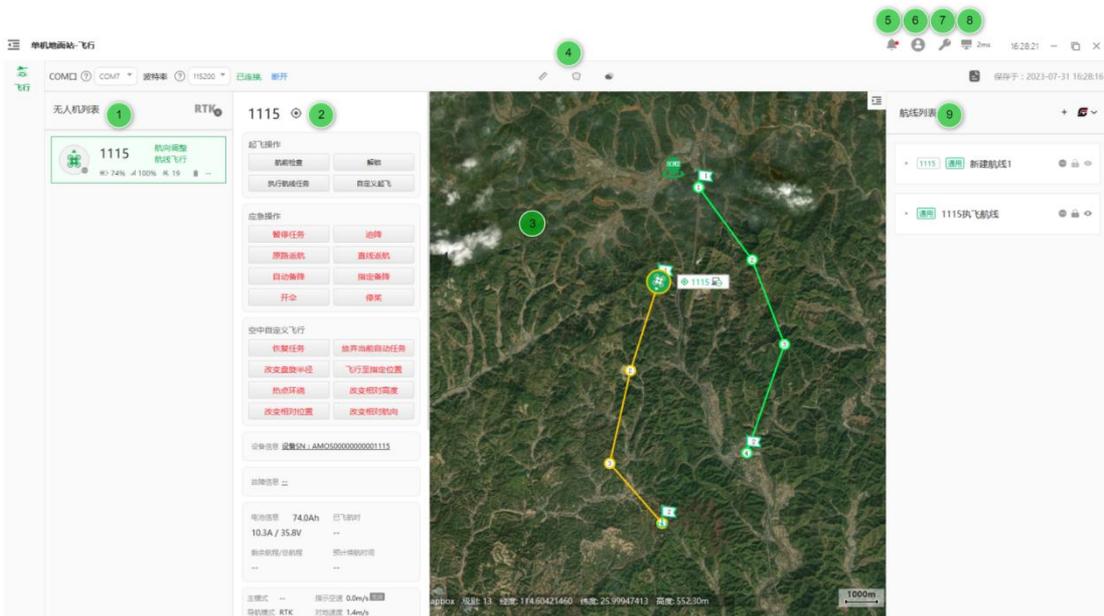
- 1) 将已经配对成功的 RRU 或 RDU 通过 USB 连接电脑；
- 2) 进入地面站后，选择串口，设置波特率(默认 115200)，点击“连接”即可完成连接；



注意：RRU 或 RDU 单独供电电压为12V。RRU/RDU USB 供电仅适用于室内的调试，在外场正常作业情况下请使用12V 电源进行供电。

5.4. 主界面介绍

进入丰翼地面站-单机模块，用户连接上飞行器后将看到如下界面：



① 飞行器列表：飞行器和地面站的连接状态建立后，将展示在飞行器列表区域；列表卡片可显眼地看出当前无人机的无人机编号、飞行状态、任务状态、搜星数和通信质量。

② 飞行器飞行控制面板：飞行器飞行控制面板的详细介绍内容请参照本文档飞行控制面板的专版。

③ 地图区：地图区显示了多项内容，包括地图明细(可通过设置进行地图样式切换)、任务中的航线信息(包括巡航点、兴趣点、起降点、备降点)以及飞行器的实时位置。点击飞行器，还可以查看实时飞行控制信息。

④ 地图配套工具：丰翼地面站提供了三种基于地图的实用工具：距离测量、面积测量和气象探针。距离测量工具可帮助用户快速计算地图上任意两点之间的水平距离。面积测量工具可用于快速计算平面区域的面积。气象探针工具则提供了任意位置的快速气象信息查看功能。

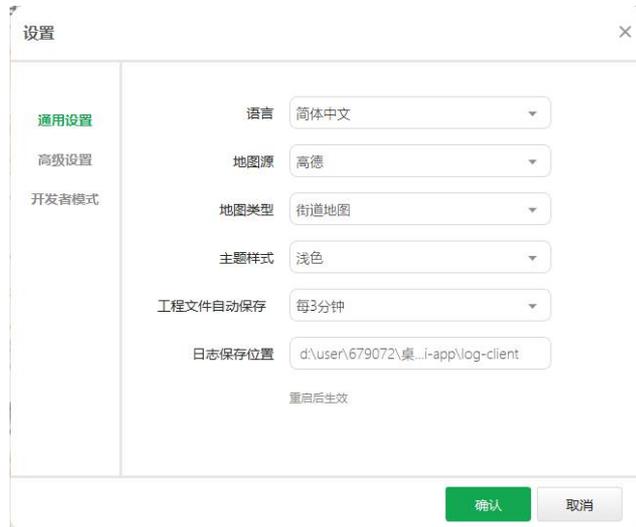
⑤ 消息：通知的查看入口。

⑥ 设置

点击设置，界面展示多个功能入口：设置、关于、用户手册、退出登录；



点击下拉展示入口的设置，用户可操作通用设置、高级设置、开发者模式配置：



⑦ 工具箱：丰翼地面站当前工具箱里提供了 RTK 校准的功能。

⑧ 服务连接状态：实时显示当前服务的延时时间。

⑨ 航线列表：列表显示了当前存储的所有航线，用户可以点击相应的航线查看详细信息。在航线列表中，红色字体标注的航线表示存在错误，需要用户进行修正。

5.5. 飞行控制面板

在飞行器列表里，选择点击任一飞行器，即可进入该飞行器的控制面板



① 起飞操作

- ❖ **航前检查:** 当用户点击航前检查时，飞行器将执行航前检查逻辑。电机将按照编号顺序逐个依次怠速转动。请用户仔细观察是否存在异常情况。在航前检查期间，航前检查按钮将变为停止检查按钮，用户可以通过点击该按钮来结束检查。
- ❖ **解锁:** 飞行器的解锁按钮。
- ❖ **执行航线任务:** 详细请参照本文档如何执行航线的内容。
- ❖ **自定义起飞:** 用户需输入向上飞的高度，发送自定义起飞指令后，飞行器将自动起飞至指定高度悬停。

② 应急操作

- ❖ **暂停任务:** 使用该功能，飞行器处于空中时将悬停或者盘旋。
- ❖ **迫降:** 飞行器收到迫降指令后，飞行器将立即原地降落并自动上锁。
- ❖ **原路返航:** 在执行航线任务过程中，发送原路返航指令，并指定任务完成后的后续任务，飞行器将沿航线飞行返航至第一个航点再飞行至起飞点，然后执行指定的降落任务或悬停。
- ❖ **直线返航:** 飞行器执行航线任务过程中，发送直线返航指令，飞行器将直线飞行至起飞点上空，然后执行指定的降落任务或悬停。

- ❖ **自动备降:** 在执行航点任务过程中, 如果航点信息里包含了备降点, 发送航点自动备降指令, 并指定任务完成后的后续任务, 飞行器将自动选择最近备降点, 沿航线飞行至备降点附近的航点, 然后飞行至备降点, 然后执行指定的降落任务或悬停。备降过程中, 不再执行航点动作, 并以预设速度备降。
- ❖ **指定备降:** 在执行航点任务过程中, 如果航点信息里包含了备降点, 发送航点指定备降指令, 并指定备降点序号和任务完成后的后续任务, 飞行器将沿航线飞行至指定备降点附近的航点, 然后飞行至该备降点, 然后执行指定的降落任务或悬停。备降过程中, 不再执行航点动作, 并以预设速度备降。
- ❖ **开伞:** 在已经配置好降落伞的条件下, 用户操作该功能, 飞行器将停桨, 降落伞将被打开。
- ❖ **停桨:** 执行此功能, 飞行器将上锁。在空中飞行时操作该功能, 将导致飞行器坠机, 该功能为高危操作, 请避免误操作!

③ 空中自定义飞行

- ❖ **恢复任务:** 飞行器处于航线相关任务(航点飞行、航点返航、航点备降)暂停后, 发送恢复任务指令, 飞行器将恢复原航线相关任务。如果飞行器在暂停位置附近, 则直接恢复执行航线相关任务; 如果飞行器远离暂停位置, 则先飞行至暂停位置, 再恢复执行航线相关任务。
- ❖ **放弃当前自动任务:** 飞行器处于所有自动飞行任务(非遥控器操纵飞行)过程中, 发送终止当前任务指令, 飞行器终止当前自动飞行任务, 进入遥控器操纵飞行模式。
- ❖ **改变盘旋半径:** 支持用户输入和执行新的盘旋半径。
- ❖ **飞行至指定位置:** 飞行器处于位置模式飞行状态时, 发送飞行至指定位置指令, 并指定任务完成后的后续任务, 飞行器立即直线飞行至指定位置, 然后执行指定的降落任务或悬停。
- ❖ **热点环绕:** 飞行器处于位置模式飞行状态时, 发送热点环绕指令, 并指定环绕的半径、速度、方向, 飞行器将按照指定的半径、速度、方向, 围绕指定的热点做圆周运动, 机头始终朝向兴趣点。热点环绕一旦开始, 不会自动终止, 直到任务被主动终止或被其它任务打断。
- ❖ **改变相对高度:** 飞行器处于位置模式飞行、航点飞行、航点返航、航点自动备降、航点指定备降等任务时, 发送改变相对高度指令, 并指定高度参数, 飞行器将自动改变相对当前的飞行高度。航点相关任务(航点飞行、航点返航、航点备降)飞行过程中, 改变了相对高度后, 后续将整体与航线保持当前相对航线的高度。航点飞行执行部分航点动作(如抛投)时, 将不支持改变相对高度。
- ❖ **改变相对位置:** 飞行器处于位置模式飞行、航点相关任务(航点飞行、航点返航、航点备降)暂停悬停时, 发送改变相对位置指令, 并指定相对位置参数, 飞行器将自动改变相对当前的水平位置。
- ❖ **改变相对航向:** 飞行器处于位置模式飞行、航点飞行、航点返航、航点自动备降、航点指定备降等任务时, 发送改变相对航向指令, 并指定相对航向参数, 飞行器将自动改变相对当前的航向。航点相关任务(航点飞行、航点返航、航点备降)飞行过程中, 如果指定了航向类型为固定航向, 飞行器改变航向后将保持该航向飞行, 如果指定了其它航向类型, 则可能改变相对航向无法达到预期。

④ 设备信息



点击设备信息，即可弹出设备信息详情弹窗。



⑤ 故障信息

点击故障信息，即可弹出故障信息详情弹窗。



⑥ 电池相关信息

电池相关信息包括：电池剩余容量、电池电压、已飞航时、剩余航程、总航程、预计续航时间等。



⑦ 实时飞行控制信息

丰翼地面站提供全方位的实时飞行控制信息展示

主模式	--	指示空速	0.0m/s 无效
导航模式	RTK	对地速度	10.0m/s
飞行模式	航线巡航	垂直速度	0.0m/s
任务状态	航线飞行	滚转角	-0.1°
飞机模式	--	俯仰角	-4.4°
通讯延时	--	航向	205.7°
降落伞	未使用	搜星数	19
安全锁	解锁	经度	114.6798845
接收机	未连接	纬度	26.0467743
气压高	200.0m	海拔高	200.0m
真高	0.0m 无效	主控温度	52°C

⑧ 飞行仪表

丰翼地面站提供全方位的仪表信息展示



5.6. 如何新增航线

丰翼地面站支持 2 种方式新增航线：导入工程文件、使用表单新增航线。

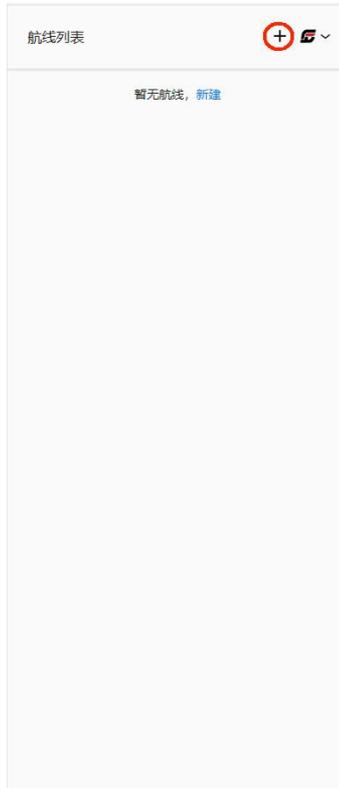
方式一：导入工程文件夹

用户可通过导入其他用户的丰翼地面站的工程文件夹来快速创建航线。

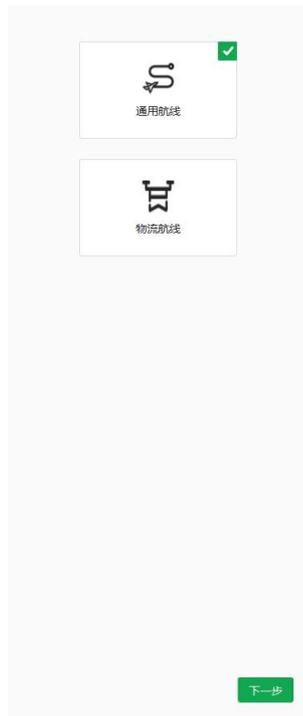


方式二：使用表单新增航线

步骤 1：在航线列表，点击右上角+



步骤 2: 选择通用航线。默认 AMOS 飞控产品只支持通用航线。若需要物流航线，请联系售后做定制化服务。



步骤 3: 在此步骤，用户需设置航线的初始化数据。此外，用户可通过 kml 或者 xlsx 文件导入航点数据。

新建航线1 ✎ 通用

盘旋切换

航线任务飞行次数(1-99)

航线最大飞行速度 (m/s,0-300)

固定翼盘旋半径 (m,50-6500)

航点初始化海拔高度 (m, -500-8000)

初始化水平跟踪航点

初始化垂直跟踪航点

初始化机头方向

航线规则检测 🔍

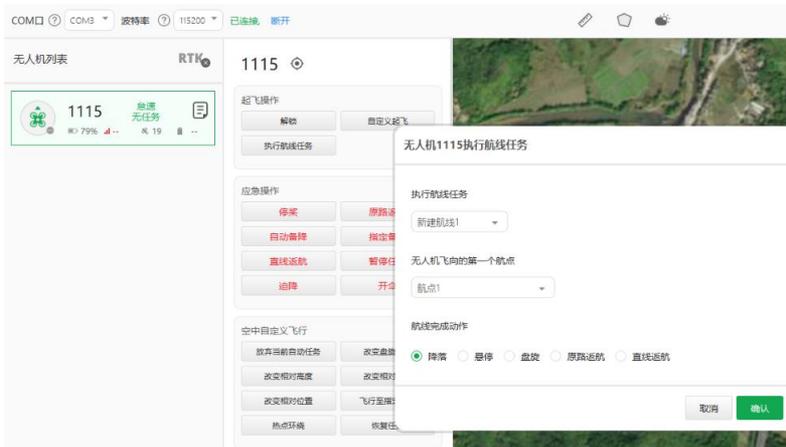
支持文件: kml, xlsx

步骤 4: 进行航点、备降点、动作的规划。



5.7. 如何执行航线

步骤 1: 在需要执行该航线的飞行器的控制面板上，点击执行航线任务命令。将出现左图弹窗。选择相应的航线，点击确定，即可执行航线。



步骤 2: 系统会自动执行航前检查、发送航线和执行起飞。

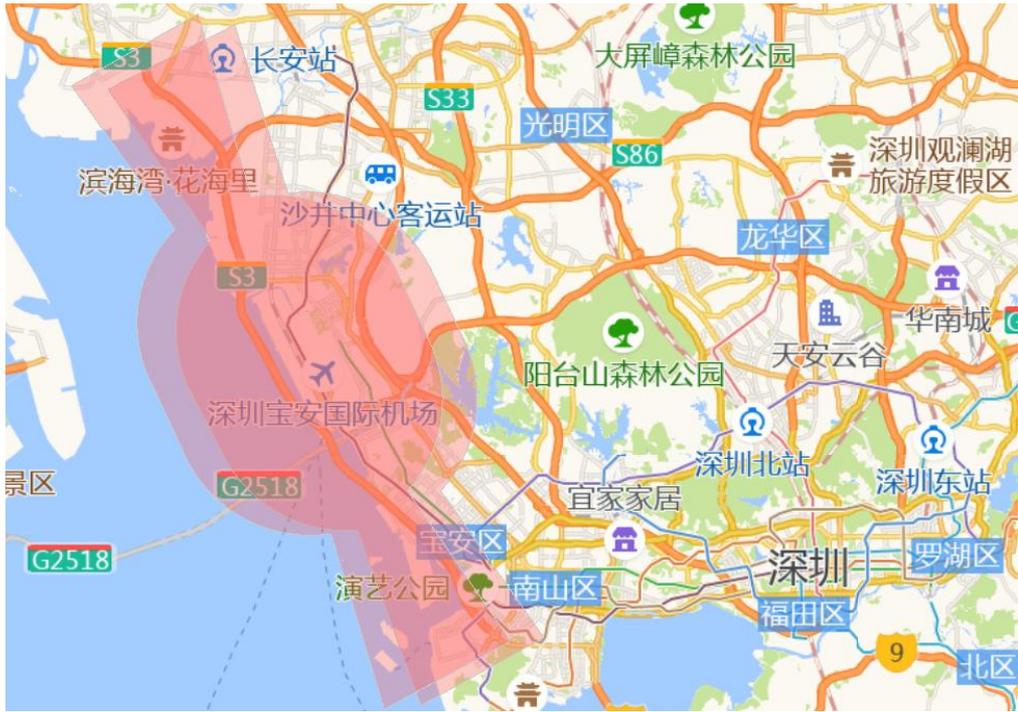


5.8. 禁飞区

禁飞区是指根据法律法规或特定规定，无人机不得飞行或需要特殊许可才能飞行的区域。这些禁飞区可能包括但不限于以下情况：

- ❖ 机场和飞行限制区域：无人机不得进入机场和其周边区域，以确保航空安全。
- ❖ 政府和军事设施：无人机不得飞行在政府机构、军事基地、警察局、监狱等敏感设施的上空，以维护国家安全。
- ❖ 人口密集区域：无人机不得飞行在人口密集的城市、居民区、公园、体育场等地方，以保护公众安全和隐私。
- ❖ 自然保护区和野生动物保护区：无人机不得飞行在自然保护区、野生动物保护区等生态环境敏感区域，以保护生物多样性和环境。
- ❖ 临时禁飞区：根据特定事件或活动的需要，当地政府或相关部门可以设立临时禁飞区，无人机不得进入该区域。

丰翼地面站将在地图区域展示禁飞区信息(如下图), 用户不可在禁飞区进行航线规划和执行飞行活动。



5.9. RTK 功能

RTK 定位(Real-Time Kinematic, 实时差分定位)是飞行器飞行中的关键功能。利用卫星载波相位观测进行实时动态相对定位的技术, 实现厘米级定位。RTK 技术消除了电离层、时钟、对流层等误差, 提供了精准的位置信息, 使飞行器能够稳定飞行、精确执行任务, 并在复杂环境中更安全地操作。

丰翼地面站提供了本地 RTK 基准站和网络 CORS 站实时定位 2 种功能。

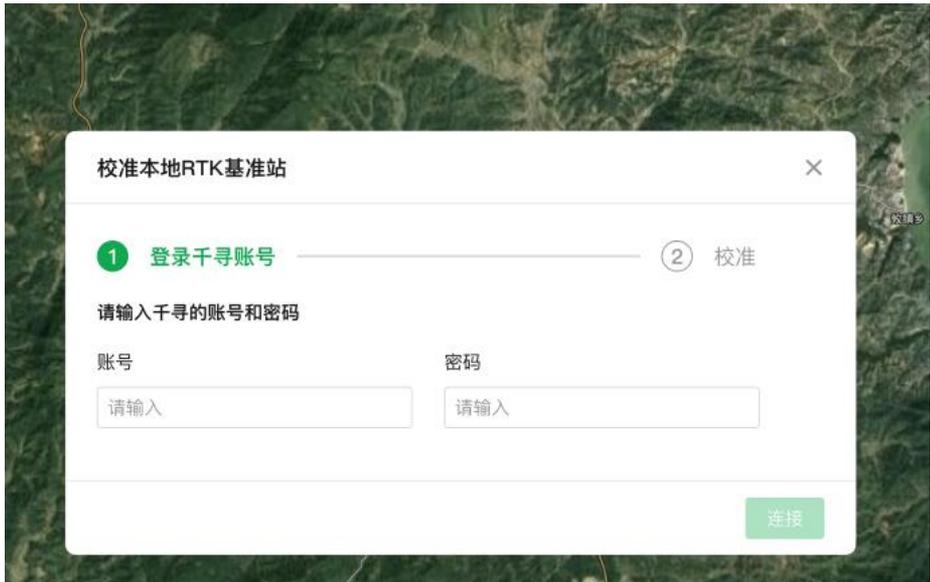
5.9.1. 本地 RTK 基准站

本地 RTK 基准站, 需要搭配 RRU 地面端使用。具体的可参照 RRU 地面端配置说明, 必须在地面站完成校准后才能使用。RTK 基准站校准流程如下:

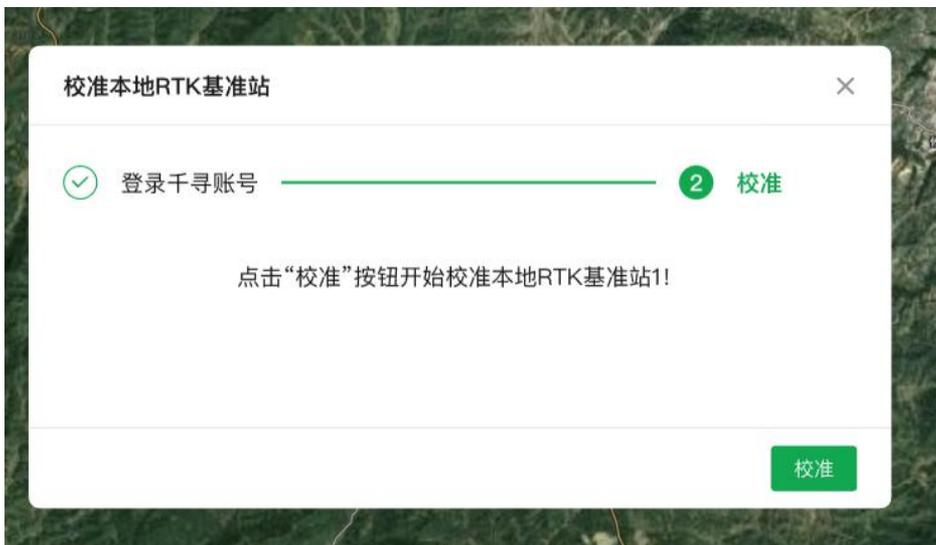
步骤 1: 点击工具箱-RTK 校准;



步骤 2: 输入千寻账号密码，点击连接；



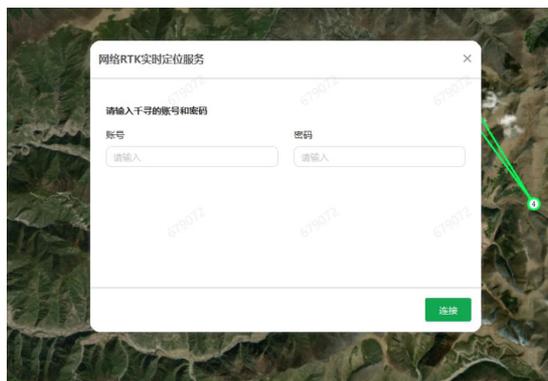
步骤 3: 界面上会显示当前可校准的 RTK 基准站，点击校准即可进入校准环节。校准过程中，请耐心等待，校准成功后，界面会显示校准成功！





5.9.2. 网络 CORS 站登录

用户输入已申请的千寻账号、密码，即可使用网络 RTK 实时定位功能。



AMOS 飞控产品咨询/购买，请拨打 电话：0755-36393300 咨询。

5.10. 地面站升级

请按照以下步骤进行地面站升级检查：

打开地面站应用。

点击设置菜单。

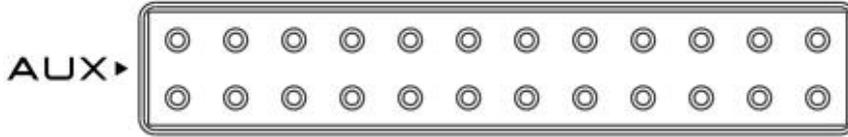
点击关于选项。

在关于界面中，点击检查更新。

地面站将自动检查是否有可用的升级版本。如果有可升级版本，将弹出一个提示窗口通知您。



附录 1 多功能接口



12V	Gnd	RS232-Rx Payload	RS232-Tx Payload	RS232-Rx PCT	RS232-Tx PCT	IO1	IO2	IO3	S. Bus -OUT	Gnd	5V
12V	Gnd	RS485-Y	RS485-Z	RS485-B	RS485-A	ADC-60V	ADC-24V	ADC-12V	Gnd	Gnd	5V

电源类	12V 电源两组，组合最大输出电流 2A；5V 电源两组，组合最大输出电流 2A。
SDK 接口	AMOS 飞控的 SDK 接口对外提供的是标准的全双工 RS485 接口。 上图接口的 RS485-Y、RS485-Z、RS485-B、RS485-A。
协议载荷接口	AMOS 飞控对外提供一组 RS232 载荷接口，该接口可以转发地面站的消息到第三方载荷，方便地面站集成串口载荷功能。 接口对应上图 Rx-Payload、Tx-Payload。
降落伞接口	AMOS 支持丰翼降落伞模块(选配)。 降落伞模块通过此接口连接可实现异常开伞/主动开伞功能。
GPIO 载荷接口	AMOS 飞控对外提供 GPIO 类载荷控制接口，该接口可受地面站控制输出一个开关量，从而控制开关信号载荷。 接口对应上图 IO1、IO2、IO3。
S.Bus-OUT	可用于与 S.Bus 接口的设备通讯，如 S.Bus 接口云台。
ADC 采样接口	AMOS 飞控对外提供 3 组 ADC 采样接口，采样值可以通过 SDK 协议接口获得。 ADC-12V 输入电压范围 0 到 12v ADC-24V 输入电压范围 0 到 24v ADC-60V 输入电压范围 0 到 60v

附录 2 LED 灯速查

正常闪烁	高电平 500ms,低电平 500ms
快闪	高电平 100ms,低电平 100ms
慢闪	高电平 2000ms,低电平 2000ms

FCC 灯定义

 红灯(ERR)	快闪	系统有错误
	常亮	系统有严重故障
	常灭	指示灯不可用或者无任何错误
 绿灯(SYS)	正常闪烁	自检完成，系统处于 DISARM 状态时，常规运行指示灯。
	快闪	1: 系统当前正在自检 2: 系统按下 SFK 后等待 ARMED 命令时
	慢闪	系统处于 ARMED 状态，常规运行指示灯
	常灭	指示灯不可用
 蓝灯(POS)	正常闪烁	不可以进行位置控制
	常亮	可以进行位置控制
	常灭	指示灯不可用

GCI 灯定义

ERR	 红灯快闪	系统有错误
	 黄灯正常闪烁	电池电压一级告警(剩余 20%电量)
	 黄灯快闪	电池电压二级告警(剩余 10%电量)
	 红、黄 正常交替闪烁	磁参考超限、磁罗盘受干扰
	 黄、蓝 正常交替闪烁	飞控温度过低
	 常亮	系统有严重故障
	 常灭	指示灯不可用或者无任何错误
SYS	 正常闪烁	自检完成，系统处于 DISARM 状态时，常规运行指示灯。
	 快闪	1: 系统当前正在自检 2: 系统按下 SFK 后等待 ARMED 命令时
	 慢闪	系统处于 ARMED 状态，常规运行指示灯
	 常灭	指示灯不可用
POS	 正常闪烁	不可以进行位置控制
	 常亮	可以进行位置控制

	常灭	指示灯不可用
蜂鸣器	异常鸣叫 (快响)	系统发生 0 级故障
	提醒鸣叫 (正常响)	1、磁力计校准旋转过程提醒。 2、无人机按下SFK键解锁,取消锁定后 一直持续鸣叫,直到 10min后还没有arm,自动锁定,取消鸣叫

RRU/RDU 灯定义

 红灯(PWR)	电源灯	系统正常上电是常亮
		指示灯不可用或者系统未上电时常灭
 绿灯(Rx)	数据接收灯	有数据接收时点亮,无数据接收时熄灭
 红灯(Tx)	数据发射灯	有数据发射时点亮,无数据发射时熄灭
 绿灯(III)	信号强度灯	按接收信号强度显示 $\geq -85\text{dBm}$ 三格信号亮 $\geq -95\text{dBm}$ & $< -85\text{dBm}$ 两格信号灯亮 $< -95\text{dBm}$ 且数据接收正常,一格信号灯亮 无接收时,所有灯全灭
 绿灯(RTK)	RTK 指示灯	RTK 正常时闪烁:1Hz RTK 故障时闪烁:5Hz 设备类型为 RDU 时:熄灭

ADU 灯定义

 红灯(PWR)	常亮	系统正常上电
	常灭	指示灯不可用或者系统未上电
 绿灯(STA)	正常闪烁	系统正常工作
	常亮	系统上电自检失败，工作异常
	常灭	指示灯不可用或者系统未上电

GMU 灯定义

 红灯(PWR)	常亮	系统正常上电
	常灭	指示灯不可用或者系统未上电
 绿灯(STA)	正常闪烁	系统正常工作且卫星定位正常
	快闪	卫星定位异常，未定位
	常亮	系统上电自检失败，工作异常
	常灭	指示灯不可用或者系统未上电

PMU 灯定义

 红灯(PWR)	常亮	系统正常上电
	常灭	指示灯不可用或者系统未上电
 绿灯(STA)	正常闪烁	系统正常工作
	常亮	系统上电自检失败，工作异常
	常灭	指示灯不可用或者系统未上电