



—飞智控
efy technology

Finix200M 智能多旋翼无人机飞行控制系统
操作手册
V1.1.3

一飞智控（天津）科技有限公司（以下简称“一飞智控”）为客户提供全方位的技术支持和服务。直接向一飞智控购买产品的用户，如果在使用过程中有任何问题，可与一飞智控用户服务中心联系。

读者如有任何关于一飞智控产品的问题，或者有意进一步了解公司其他相关产品，可通过下列方式与我们联系：

公 司 网 址： <http://www.efy-tech.com>

技术支持热线： 8622-59860797

技术支持传真： 8622-59860797

技术支持邮箱： service@efy-tech.com

客户投诉热线： 8622-59860797

公司总部地址： 天津市滨海新区南海路 156 号津滨通厂 29 号

邮 政 编 码： 300457

声 明

Copyright ©2018

一飞智控（天津）科技有限公司

版权所有，保留一切权利。

非经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本书内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

对于本手册中出现的其它商标，由各自的所有人拥有。

由于产品版本升级或其它原因，本手册内容会不定期进行更新。除非另有约定，本手册仅作为使用指导，本手册中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。

前言

概述

本文档为飞行操作手册，主要介绍 Finix200M 智能多旋翼无人机飞行控制系统在植保作业时执行的各种操作。

产品版本

与本文档相对应的标配模块版本如下所示。

产品名称	版本
硬件	
自动驾驶单元 (APU)	A1.0
DGNS-A+	A1.0
长距离电台	A1.0
航灯模块	A3.0
独立磁模块	A1.0
地形跟随模块	C2.0
线上 HUB	A1.0
流量计	A1.0
高精度踩点器	A3.0
软件	
百思农场	V2.0.29 及以上

符号约定

在本文中可能出现下列标志，它们所代表的含义如下。

符号	说明
	警告 以本标志开始的文本表示有潜在危险，如果不能避免，可能导致人员伤害。
	注意 以本标志开始的文本表示有潜在风险，如果忽视这些文本，可能导致设备损坏、数据丢失、设备性能降低或不可预知的结果。
	说明 以本标志开始的文本是正文的附加信息，是对正文的强调和补充。

版本变更记录

记录累积了每次文档更新的说明。最新版本的文档包含以前所有文档版本的更新内容。

文档版本	发布日期	说明	作者
V1.0	2017-2-15	首次开发和编写	张金燕
V1.1.3	2018-5-28	针对 RTK 套装，全面修改： 1. 增加 RTK 套装相关说明 2. 修改指示灯说明、技术参数 3. 全面修改相关功能操作，包括修改 AB 点作业、自主喷洒等	张金燕

目 录

前 言	i
概述	i
产品版本	i
符号约定	ii
版本变更记录	ii
1 产品介绍	1
1.1 概述	1
1.2 主要特性	1
2 场外飞行	2
2.1 飞行作业要求	2
2.1.1 环境要求	2
2.1.2 飞行器状态检查	2
2.2 飞行器状态指示灯说明	2
2.3 磁校准	5
2.4 解锁飞行	6
2.4.1 基础飞行	6
2.4.2 定高飞行	7
3 喷洒作业	8
3.1 遥控喷洒	9
3.2 AB 点等宽喷洒	9
3.2.1 AB 点作业	9
3.2.2 断点续喷	12
3.3 全自主喷洒	13
3.3.1 全自主作业	13
3.3.2 断点续喷	13

附录 技术规格	15
----------------------	-----------

1 产品介绍

1.1 概述

Finix200M 是一款专门针对农业航空植保应用设计的多旋翼无人机飞行控制系统，针对精准农业提出 RTK 解决方案，采用高精度导航定位技术，手持端航线规划，能够为各种类型的多旋翼无人机提供完美的农业植保行业应用飞行控制解决方案。

采用工业级设计，能够适应恶劣的户外工作环境，在高温、高湿、振动、农药腐蚀、小于 5 级风力环境下稳定可靠运行。Finix200M 具备即时故障处理能力，能够在数据链路中断、卫星信号丢失、遥控器信号中断等多种极端状况发生时，执行定点悬停、定点降落等预定异常处理策略，为农业植保机提供安全保障。

1.2 主要特性

Finix200M 主要特性如下：

- 工业级设计，适应农业植保恶劣环境要求。
- 农业植保行业专用飞行控制系统，GPS 和北斗双模卫星定位，适用于各种多旋翼无人机（起飞重量 100kg 以下）。
- 电压输入范围为 3S~12S，支持电压检测和报警。
- 等宽喷洒模式全新升级，实现 AB 点作业。
- 自主喷洒模式全新升级，支持不规则地块上自主规划喷洒路径。
- AB 点等宽喷洒和自主喷洒模式下，均支持断点、断电续喷。
- 智能喷洒控制，喷洒流速实时监测与报警。
- 支持地形跟随技术，与农作物保持相对高度。

2 场外飞行

2.1 飞行作业要求

2.1.1 环境要求

1. 空旷环境下，无遮挡，以免影响搜索卫星信号。
2. 风力小于五级（ $\leq 8\text{m/s}$ ）。
3. 周围无强磁场，例如：高压线、磁铁矿等，以免影响磁罗盘正常工作。

2.1.2 飞行器状态检查

1. 检查所有连接和线路，确保连接状况良好。
2. 检查电池及供电情况，供电量充足。
3. 接通电源，检查航灯状态是否正常。
4. 切换遥控模式，推动遥控器摇杆，检查飞行器反应是否正常。



有关遥控器各通道的配置信息，请参见《百思农场操作手册》。

2.2 飞行器状态指示灯说明

指示灯状态		状态描述
APU 指示灯		
	NAV 指示灯蓝色闪烁	IMU 工作状态正常
	FCS 指示灯绿色闪烁	飞控工作状态正常
	PWR 指示灯红色常亮	电源供电状态正常

指示灯状态		状态描述
DGNS-A+ 指示灯		
	FAU 蓝色不定时闪烁	与地面端有通信
	SAT 绿色快闪	定位模式为单点
	SAT 绿色慢闪	定位模式为浮动
	SAT 绿色常亮	定位模式为固定
	PWR 红色常亮	系统上电正常
	PWR 红色闪烁	通信异常
长距离电台指示灯		
	LINK 绿色快闪	初始化
	LINK 绿色常亮	正在对频
	LINK 绿色 1 秒 1 闪	已对频，使用基站的 RTCM
	LINK 绿色 1 秒 2 闪	已对频，未使用基站 RTCM
	PWR 红色常亮	系统上电正常
航灯模块指示灯		
地面调试—磁校准（三轴校准）		
	深蓝色常亮	启动磁校准
	深蓝色快闪	水平校准过程中，飞控姿态未保持水平状态
	白色常亮	水平校准成功
	白色快闪	垂直校准（机头方向）未保持与地面垂直
	浅蓝色闪烁	三轴校磁成功
	红色快闪 3 秒	校准失败
地面调试—磁校准（水平校准）		
	深蓝色常亮	启动磁校准
	深蓝色快闪	校准过程中，飞控姿态未保持水平状态

指示灯状态		状态描述
	浅蓝色闪烁	校准成功
	红色快闪 3 秒	校准失败
地面调试—IMU 校准		
	红色快闪	IMU 传感器校准中
	浅蓝色闪烁	IMU 传感器校准结束
上电自检		
 ↔ 	红、白色交替闪烁	IMU 自检不通过
	浅蓝色快闪	磁自检不通过
起飞自检（遥控器掰杆解锁）		
	黄色快闪	飞控已被百思智云后台加锁锁定
	红色快闪	IMU 姿态大于 45°不能起飞、IMU 加速度反向不能起飞
	浅蓝色快闪	磁干扰； DGNS（双天线）航向解析与磁的航向偏差大于 22.5°
	深蓝色快闪	DGNS 星数少于 15 颗，星数不足
	红色间歇性快闪	飞机处于禁飞区外 120 米内，不限制正常飞行
	红色常亮	飞机在禁飞区内
飞行		
	亮蓝色闪烁	姿态模式
	紫色闪烁	姿态定高
	深蓝色闪烁	增稳模式
	浅蓝色闪烁	自动 AB 点、自主降落
	橙色闪烁	自主返航
	绿色闪烁	自主起飞
	棕色闪烁	一键作业（全自主）

指示灯状态	状态描述
 橙色间歇性快闪	飞控低电量报警
 ... 橙色快闪	流量计断药提醒



- DGNS 搜星状态会影响指示灯的闪烁频率。

- 当 DGNS 搜星数低于 15 颗时，指示灯快闪。
- 当 DGNS 搜星数达到 15 颗或以上时，指示灯慢闪。

例如，AB 点等宽喷洒时，在 DGNS 搜星数低于 15 颗时，指示灯为浅蓝色快闪，而搜星数达到 15 颗后，则变为浅蓝色慢闪。

- 飞机找点（起始点、断点等）时，指示灯的闪烁情况由当时的飞行作业模式决定，哪种模式下找点即是该模式对应颜色的闪烁状态。

2.3 磁校准

首次使用，必须进行磁校准，否则系统可能无法正常工作，影响飞行安全。飞行器出现以下情况时，请重新校准磁罗盘：

- 飞行地点与上一次飞行的地点不一致。
- 独立磁重新拆装。
- 飞行时飘移严重，譬如出现画圈。



- 磁罗盘容易受到其它电子设备干扰，导致数据异常，影响飞行，甚至导致飞行事故。因此，经常校准可以使磁罗盘工作在最佳状态。
- 请在外场空地上校准，不要在室内或汽车旁等强磁体环境下进行校准。
- 不要在有强磁场干扰的地方校准磁罗盘。
- 校准时身上最好不要携带铁质物体（如钥匙等）和手机。
- 不要在大金属物体旁边校准磁罗盘。

校准磁罗盘的步骤如下：

1. 开启遥控器后，给飞行器上电。
2. 飞控启动正常后，在 5 秒内将遥控器 U 通道（飞行模式切换）来回切换 5 次，航灯状态指示灯深蓝

色常亮，磁校准程序启动。

3. 保持飞机处于水平状态（姿态误差在 5 度以内），缓慢旋转（约三到五圈），直到指示灯变为白色常亮，表示水平校准成功。

若校准过程中，指示灯出现深蓝色快闪，表示飞机未处于水平状态，需重新调整好飞行器后，再继续转动。

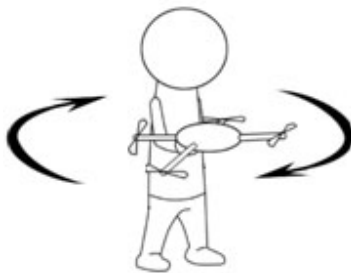


图 2-1 水平校准

4. 将飞行器的机头垂直朝上下左右任一方向均可（姿态误差在 5 度以内），缓慢旋转（约三到五圈），直到指示灯由白色常亮变为浅蓝色闪烁，表示垂直校准成功。

浅蓝色指示灯闪烁频率由搜星数决定，快慢均表示校准成功。

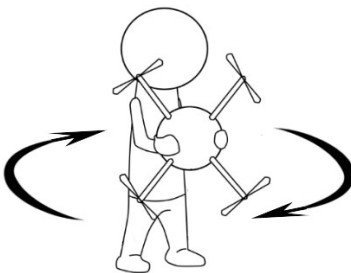


图 2-2 垂直校准

5. 飞行器重新上电，即可执行飞行操作。



- 若校准过程中，指示灯出现 3 秒钟红色快闪，表示校准失败，遥控器退出校准，需再次启动校准程序，重新校准。
- 水平、垂直校准两个动作之间时间间隔不能超过 10 秒，且整个校准过程时长不能超过 60 秒，否则需重新校准。
- 通过调参软件也可校准磁罗盘，具体操作请见《百思农场操作手册》的调参部分。

2.4 解锁飞行

2.4.1 基础飞行

飞行器基础飞行步骤如下：

1. 将飞行器放置于作业区域附近，用户面朝机尾。
2. 先开启遥控器，再连接飞行器电源。
3. 将遥控器 U 通道拨至增稳模式，等待搜星。飞行器状态指示灯浅蓝色慢闪，表示 GPS 信号良好。
4. 掰杆解锁启动电机后，向上推动油门杆，让飞行器平稳起飞，如图 2-3 所示。



图 2-3 解锁起飞

2.4.2 定高飞行

Finix200M RTK 套装配有地形跟随模块，支持激光定高飞行，其锁定高度为相对飞行高度。

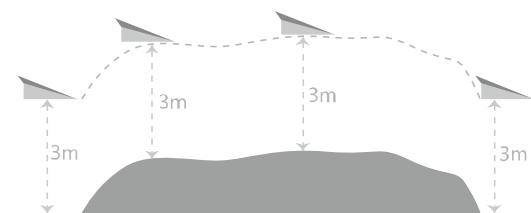


图 2-4 定高示意图

飞行器进入定高模式的步骤如下：

1. DGNS 搜星数达到 15 颗，将遥控器的 U 通道拨到增稳模式。
2. 掰杆解锁起飞后，油门杆回中，则飞行器锁定当前高度，进入定高模式。
3. 可以手动干预飞行：通过控制油门摇杆使飞行器悬停在任意高度，可通过控制其他摇杆使飞行器移动到任意位置。

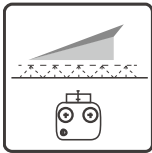
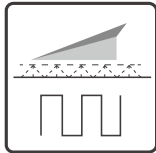
副翼摇杆控制左右移动，升降摇杆控制前后移动，方向摇杆控制方向，油门摇杆控制高度。油门摇杆在中位以上，飞行器向上爬升；油门摇杆在中位以下，飞行器向下降落；油门杆回中，飞行器维持当前高度。



- 遥控喷洒、AB 点等宽喷洒、自主喷洒三种作业模式均具备定高功能。
- 激光定高飞行时，须保持飞行器与作物表面的间距在 1~5 米之间，否则该功能失效。

3 喷洒作业

Finix200M 支持遥控喷洒、AB 点等宽喷洒、全自主喷洒三种作业模式，三种模式的差异如下表所示。

作业模式 具备功能	遥控喷洒	AB 点等宽喷洒	全自主喷洒
飞行操控图示			
应用场景	小面积喷洒作业（扫边）	大面积喷洒作业	大面积自主喷洒作业
操作方式	手动	全自动	全自动
定高	有	有	有
航向锁定	无	有	有
电子围栏	无	有	有
喷洒开关	自动	自动	自动
喷洒药量智能控制	有	有	有
断点续喷	无	有	有
自主规划喷洒路径	无	无	有



航向锁定是指遥控器手动打方向舵时，飞行器不转向，但能通过其他摇杆前后左右移动。

3.1 遥控喷洒

遥控喷洒作业的操作方式如下：

1. DGNS 搜星数达到 15 颗后，将 U 通道拨到增稳模式档。
2. 掰杆解锁后，推油门起飞。
3. 您可以执行以下操作：
 - ✧ 升降杆控制前进和后退：推杆即走，松杆即停，无最大行进距离限制。
 - ✧ 副翼杆控制侧向平移：推杆即走，松杆即停，无最大行进距离限制。
 - ✧ 高度控制：通过遥控器油门，可随时控制飞行高度。
 - ✧ 通过拨动 S 通道，选择喷洒作业模式。

3.2 AB 点等宽喷洒

3.2.1 AB 点作业

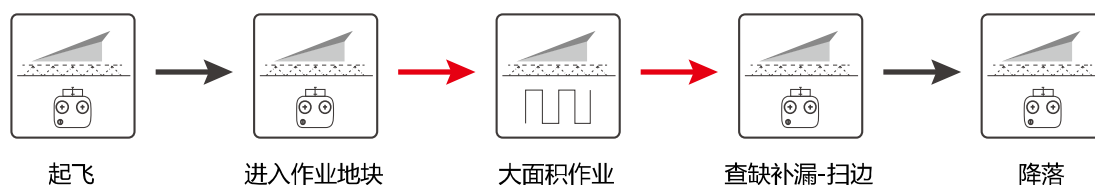
AB 点喷洒模式是一种全自动作业模式，通过应用电子围栏技术、简化的遥控器操作方式，控制飞行器飞行及喷洒作业，主要用于大面积农业植保作业。



- 作业时，务必确保飞行器处于视线范围内。
- 作业时，务必确保作业区域 GPS 信号良好（DGNS 卫星数 ≥ 15 ），否则可能无法顺利完成作业任务。



- 作业过程中，飞行器飞行时自动喷洒农药，悬停或左右侧移时均不喷洒农药。
- 侧移时，无需一直推拉方向杆，只要有相应推拉动作，飞行器即可自动移至相邻垄。
- 实际作业时，建议结合手动喷洒进行作业，流程如下：



通过遥控器辅助，可实现在作业过程中按照操控者的意愿主动记录当前作业地块的纵向长度（以 A、B 坐标点作为标识），并在之后的喷洒作业过程中按照所记录的 AB 线段进行平移光栅式路径规划，实现全自动喷洒作业，减轻操控者的作业负担。

AB 点全自动喷洒方向默认为向右。通过 AB 点航线实现自动等宽喷洒的步骤如下：

1. 产品安装完成后已通过百思农场 APP 进行过喷幅设置，您可以根据需要重新设置。设置完成后，即可进行作业。
2. 将遥控器 U 通道拨至 AB 点模式。
3. DGNS 搜星数达到 15 颗后，将 U 通道拨至增稳模式档，AB 通道拨至最下档清除状态，解锁起飞。
4. 设置 A、B 标识点。
 - a) 飞行器飞至 A 点悬停，将 AB 通道拨至中间档记录 A 点；
 - b) 飞行器飞至 B 点悬停，将 AB 通道拨至最上档记录 B 点。



- A、B 点记录完成后，若需更新，则需要重新记录 A、B 点。
- 记录 A、B 点时，尽量保证 AB 方向与作业区域矩形的一条边保持平行，以达到最佳作业效果。

5. 执行喷洒作业。

- a) 将 U 通道切换至 AB 点模式，飞行器将自动调整机头方向对准 AB 线；
- b) 根据切换工作模式时的位置，飞行器自动飞至离其最近的 A 点或者 B 点右侧一垄处；
- c) 按照 AB 点设定的前后距离以及设定好的喷幅，飞行器自动向右侧移，执行喷洒任务，如图 3-1 所示。
通过遥控器副翼杆可以开启左右飞行命令，向左打杆松开后，飞行器即可开启向左自主飞行。
- d) 将 S 通道切换至自动档，喷洒药量会随飞行器飞行速率自动调节。

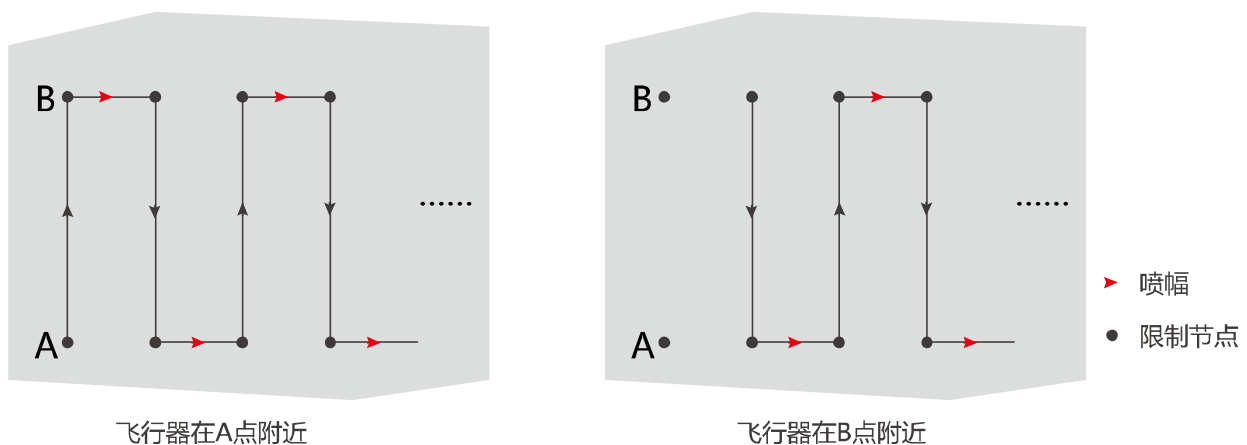
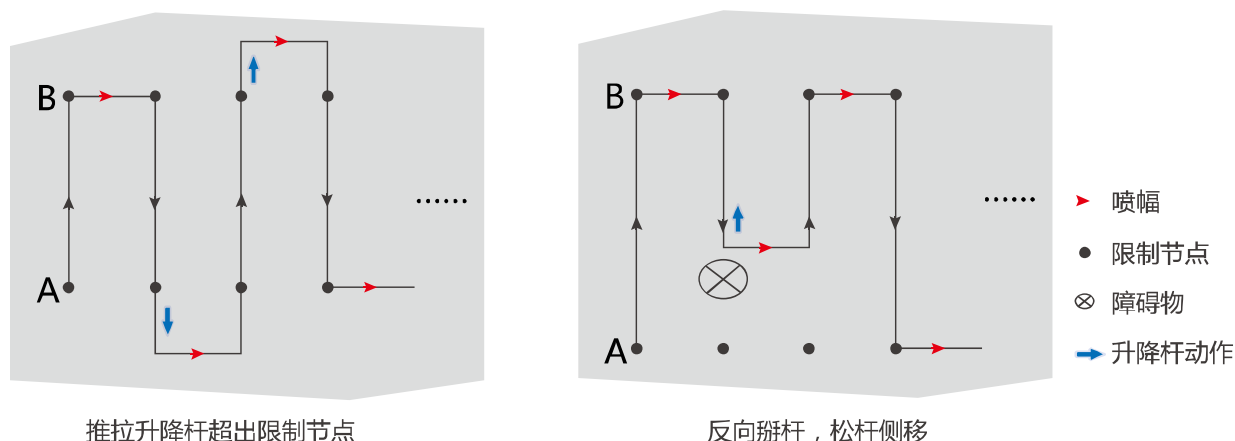


图 3-1 自动喷洒飞行示例

e) 喷洒过程中，您还可以通过遥控器摇杆控制飞行器前后左右移动：

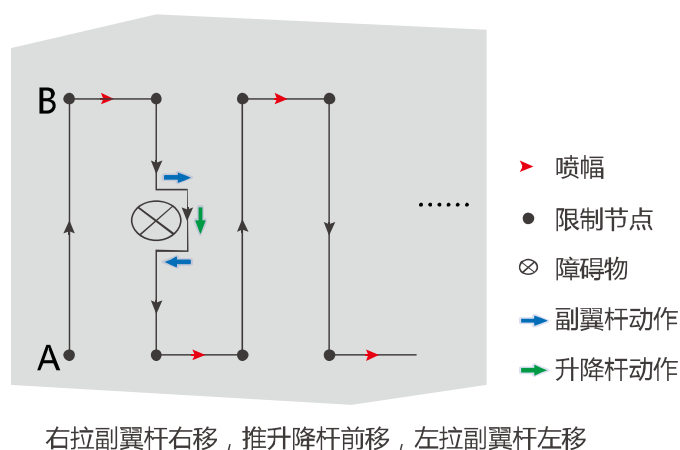
- 推拉升降杆，控制飞行器前后移动，且不受限制节点限制，如图 3-2 所示。

如果推拉杆动作与飞行方向相同，飞行器将随推拉杆速度继续向前或向后飞行；如果推拉杆动作与飞行方向相反，飞行器则先停止向前或向后飞行，再随推拉杆速度反向飞行，松杆后自动侧移，如图 3-2 所示。



- 推拉升降杆和副翼杆，控制飞行器前后左右移动，绕过障碍物。

打副翼杆使飞行器进入增稳模式后，通过推拉副翼杆和升降杆，手动控制飞行器绕到障碍物后面，再将 U 通道拨至增稳模式后再拨回 AB 点模式，继续 AB 点作业，如图 3-3 所示。



6. 暂停或结束喷洒。

- 暂停喷洒：将 U 通道切换至增稳模式，飞行器减速悬停，暂停喷洒，并记录切换点为暂停点。U 通道切回 AB 点模式后，飞行器移至暂停点后继续喷洒。
- 结束喷洒：将 AB 通道切换至清除档或记录 A 档，当前记录的 AB 点数据被清除，飞行器停止喷洒，自动进入增稳模式。



对于 AB 点等宽喷洒作业和全自主喷洒作业，飞行器只记录最后的操作。若设置全自主喷洒航线后，AB 点记录成功，全自主喷洒航线数据将被清除，反之 AB 点记录数据将被清除。

3.2.2 断点续喷

为了解决喷洒作业中需要中途加药或更换电池的问题，Finix200M 还提供断点续喷功能。断点续喷的实现步骤如下：

1. 将遥控器 U 通道由 AB 点模式切换至增稳模式或手动模式，飞行器减速悬停，暂停喷洒，并记录切换点为断点。



若药液已喷完，在记录断点操作前，飞行器就会自动悬停。

2. 控制飞行器降落，完成以下对应操作后，重新起飞。
 - 加注药液后，将 S 通道拨至打开档，等到航灯由橙色快闪变为正常状态，再将其拨回自动档，使喷洒药量能随飞行器飞行速率自动调节。
 - 更换电池后，航灯会直接由橙色快闪变为正常状态。
3. 操控飞行器至合适的位置后，将 U 通道切换回 AB 点模式，飞行器将自动飞到断点位置，按照之前的航迹继续进行喷洒作业。继续作业后，该断点记录会自动消失。

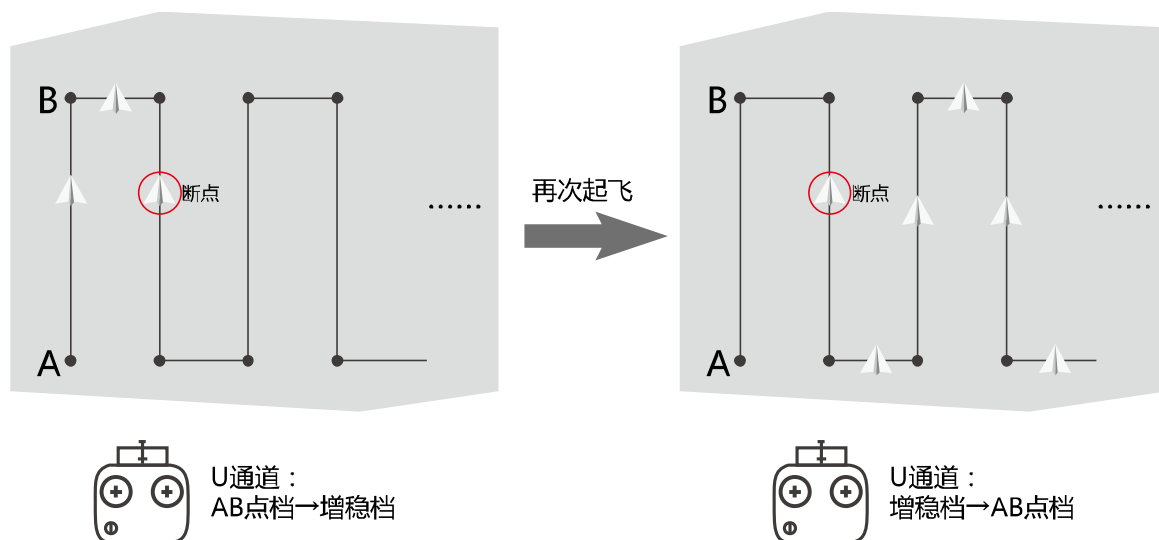


图 3-4 AB 点模式下断点续喷示例

3.3 全自主喷洒

3.3.1 全自主作业

全自主喷洒模式是一种全自动的作业模式，主要用于大面积农业植保作业。该模式下，飞行器可自主规划喷洒路径，实现沿边侧向快速平移、智能喷洒流量控制及自动断点续喷等功能。

采用 DGNS-GH 云基站定位，还可以实现一站多机全自主协同作业。机载端 DGNS-A+与云基站 DGNS-GH 可按照 3:1 的比例配合使用，在最大有效距离 3 公里范围内形成一站多机工作模式，即多架植保机可以在局部范围内共用一个 DGNS-GH 云基站，从而提高作业效率，降低使用成本。

一站多机协同作业时，每架飞机单独操作，互不影响，各飞机的操作方式与单架飞机相同。以 3 架飞机为例，一站多机协同作业的操作步骤基本如下：

1. 划出作业地块范围并创建任务。
2. 启动全自主作业。
 - a) 选中飞机 1，设置其作业参数，启动该作业架次。
 - b) 选中飞机 2，设置其作业参数，启动该作业架次。
 - c) 选中飞机 3，设置其作业参数，启动该作业架次。

全自主作业通过百思农场实现，具体操作请参见《百思农场操作手册》。



对于全自主喷洒作业和 AB 点等宽喷洒作业，飞行器只记录最后的操作。若设置全自主喷洒航线后，AB 点记录成功，全自主喷洒航线数据将被清除，反之 AB 点记录数据将被清除。

3.3.2 断点续喷

自主喷洒作业时，断点续喷的实现步骤如下：

1. 飞行器断药或需更换电池时，会自动减速悬停，暂停喷洒，并在断点处记录一个返航点。



若药液已喷完，在记录断点操作前，飞行器就会自动悬停。

2. 飞行器自动返航并降落后，完成以下对应操作。
 - 加注药液后，将 S 通道拨至打开档，等到航灯由橙色快闪变为正常状态，再将其拨回自动档，使喷洒药量能随飞行器飞行速率自动调节。
 - 更换电池后，航灯会直接由橙色快闪变为正常状态。

3. 重新启动全自主作业，选择从断点开始后，飞行器将自动飞到返航点，按照之前的航迹继续进行喷洒作业。继续作业后，该断点记录会自动消失。

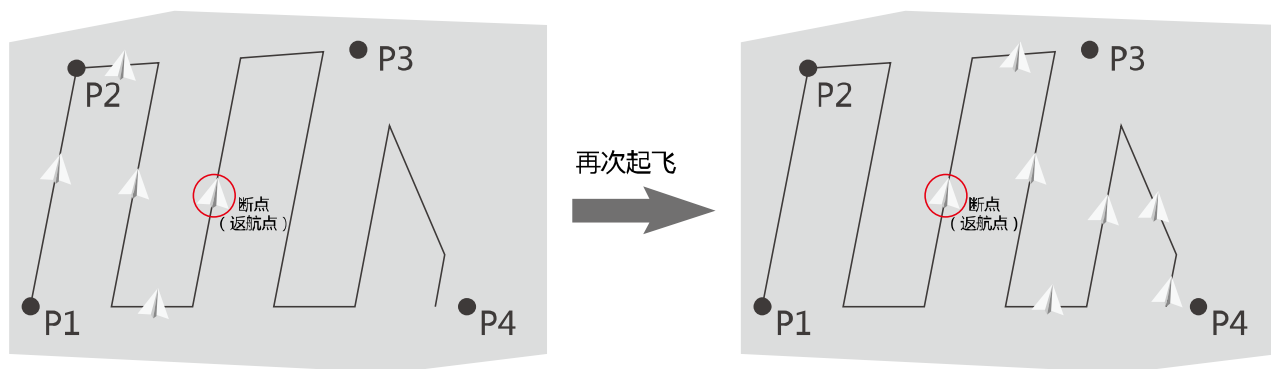


图 3-5 全自主作业之断点续喷示例

附录 技术规格

参数名称	说明
电子机械特性	
重量	APU : 158g DGNS-A+ : 118g 长距离电台 : 84g 高精度踩点器 : 235g 航灯 : 62g 独立磁 : 19g 地形跟随模块 : 52g 线上 HUB : 42g 流量计 : 29g
尺寸	APU : 100mm (L) x 60mm (W) x 40.6mm (H) DGNS-A+ : 91.4mm (L) x 50.7mm (W) x 27mm (H) 长距离电台 : 64mm (L) x 54mm (W) x 20mm (H) 高精度踩点器 : 45mm (R) x 55mm 航灯 : 54mm (L) x 54mm (W) x 18.9mm (H) 独立磁 : 32mm (L) x 20mm (W) x 11mm (H) 地形跟随模块 : 69mm (L) x 34.6mm (W) x 25.8mm (H) 线上 HUB : 56mm (L) x 17mm (W) x 13.2mm (H) 流量计 : 54.5mm (L) x 39.9mm (W) x 23.5mm (H)
额定功耗	3W
电压输入范围	10V~55V
静电防护等级	1C 级 (<2000V)
工作环境温度	- 10 °C ~70 °C
工作环境湿度	5~95%
存储温度	-40 °C ~85 °C

参数名称	说明
功能	
飞行模式	遥控喷洒、AB 点等宽喷洒、自主喷洒
失控保护功能	原地悬停并降落
保护功能	遥控器失控保护、GPS 丢星保护
地面站功能	航点采集、编辑、上传；飞行状态回传；自主喷洒启动、返航
外围设备	
飞行器类型	I4、X4、I6、V6、IY6、Y6、X4_8、I8、V8、自定义
电子调速器输出	最多支持 8 通道电机电调和 1 路水泵电调
接收机类型	8 通道及以上 S.Bus 接收机
操作系统配置要求	WinXP、WIN7、WIN8、WIN10
飞行特性（受飞行器类型和负载影响）	
悬停精度	垂直方向：1.5cm+1ppm 水平方向：1cm+1ppm
最大抗风能力	8m/s（小于五级）
最大飞行速度	上升：2m/s；下降：2m/s；前向：15m/s；侧向：6m/s
农业施药喷洒速度	前向：1~15m/s；侧向：1~6m/s



地址: 天津市滨海新区南海路 156 号津滨通厂 29 号
电话: 8622-59860797 传真: 8622-59860797
网址: <http://www.efy-tech.com>

邮编: 300457