基于 LBA3&LGC 地面站集群编队

说明书

V1.3

CUAV
雷 迅 创 新

版本

版本号	日期	责任人	说明
V1.0	2022 年 8 月	RDC	初始版本
V1.1	2022 年 11 月	TD	教程补充
V1.2	2023 年 4 月	RDC	UI 及功能修改
V1.3	2023 年 5 月	TD	教程补充

责任声明

本系统集群编队功能为功能实验版，仅供于集群编队飞行试验，不能作为商业用途，CUAV 不对功能完善性及系统运行期间的安全性负责。

安全须知

- 严禁在人员密集及敏感区域飞行。
- 飞行人员对系统验证过程中的飞行安全负有直接责任，理应做好安全保障预案。
- 首次飞行应再空旷无人区域进行试验，实验时应具有足够的飞行操作人持有遥控器，随时进行安全接管，保障飞行安全。
- 本功能仅在垂直起降固定翼无人机及固定翼机型中完成了实际验证，其它机型尚待验证。

目录

责任声明 2
安全须知 2
一、编队功能特性简介 4
二、编队系统工作原理 4
三、编队系统组成编队 4
1.编队系统将需要使用以下设备 4
2.主机设置 5
四、认识 LGC 编队功能窗 5
1.编队分组 5
2.编队功能菜单 6
3.通用设置 8
4.阵型选择 9
5.阵型状态 11
6.电机检查 11
7.命令群发 11
五、快速新建简单编队飞行 12
六、队形变换 14
七、各队形详解 15
1.三角形 15
2.圆形 16
3.横向一字形 18
4.竖列一字形 19
八、帮助文档 20

一、编队功能特性简介

LBA3 组网链路是专门为固定翼编队设计的组网链路系统

- 最多支持 255 架机编队组网；
- 支持一字形，三角形，扇形等多种阵型可变换阵型；
- 支持支持地面站实时编队飞行控制，机间实时组网通讯，短时组网中断可保持阵型，超出保护时间则单机按预装订航线继续飞行；
- 自动集结，自动解散，可随时操控指定单机；

二、编队系统工作原理

编队系统架构示意如图 2.1 所示，遥控遥测信息通过数传电台建立地面测控站与各飞控之间的数据交互，编队信息由地面测控站及飞控自解算。

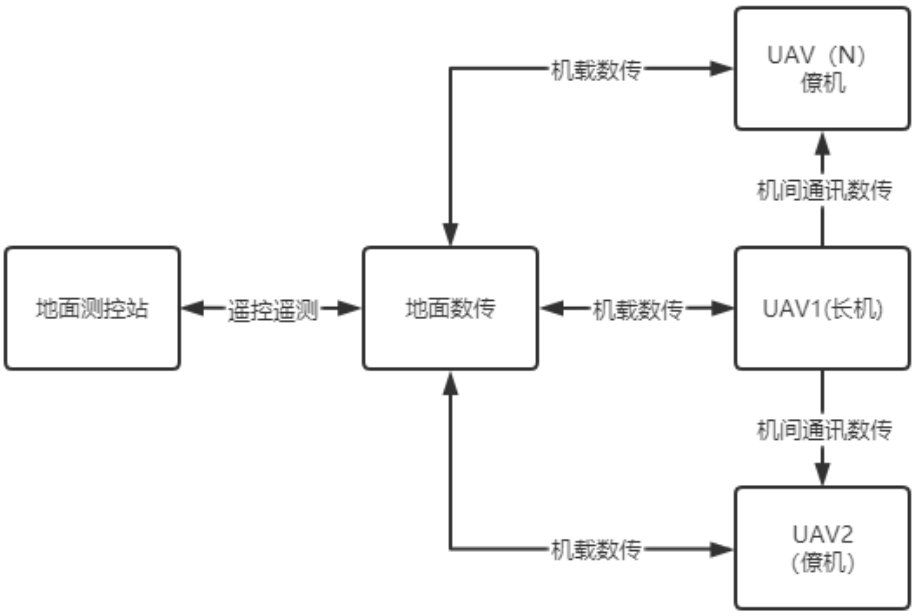


图 2.1

注意：机间通讯尚待实现，机间通讯只用于机间避让，如果设置好飞机间距（尤其是高度差）可不需要机间通信。

三、编队系统组成编队

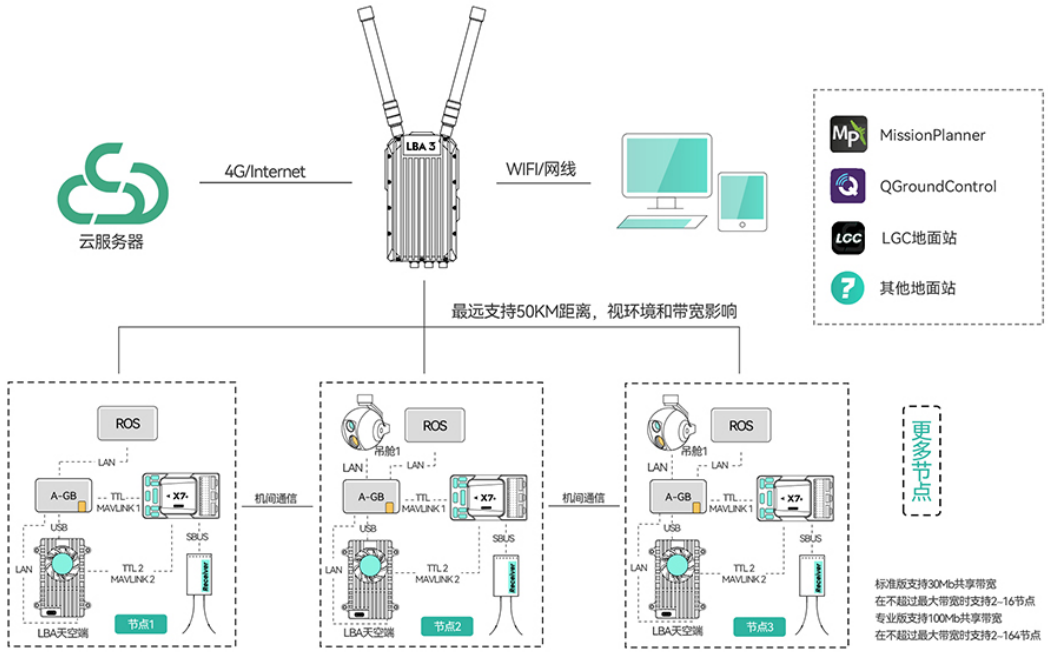
1.编队系统将需要使用以下设备

- LGC 地面站(LBA3 版集群编队)
- LBA3 无人机通信微基站链路

(每个机组一个 LBA 基站，最多可以带 15 个 LW 天空端，每架飞机需要搭载一个天空端)

◆ 搭载 CUAV 飞行控制器的垂直起降固定翼无人机*N

LBA 3集群应用通信原理图



2.主机设置

在地面站飞控参数设置中设置无人机系统 ID(SYSID_THISMAV=1(起始 ID 为主机)

从机设置

无人机系统 ID(SYSID_THISMAV 每台从机设置为不同于主机及其它从机的值)

LBA3 设置

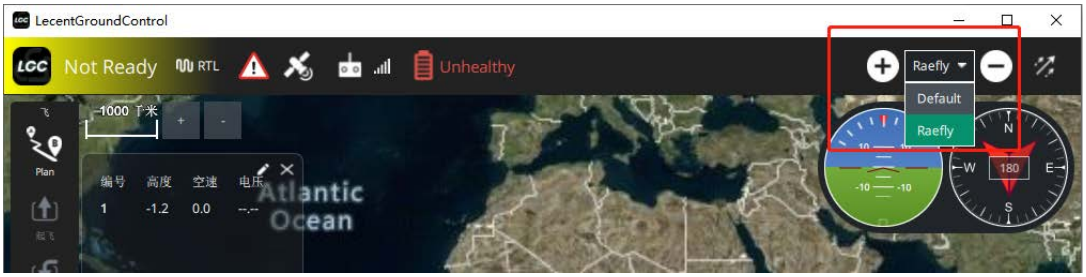
同一机组内的 LBA3 基站端及 LW 天空端需设备为相同的密钥;并且所有的设备处于同一网段(IP:192.168.10.x)且 IP 为唯一,修改 LBA3 设备 IP 说明请查阅《LBA3 使用说明书》

四、认识 LGC 编队功能窗

1.编队分组

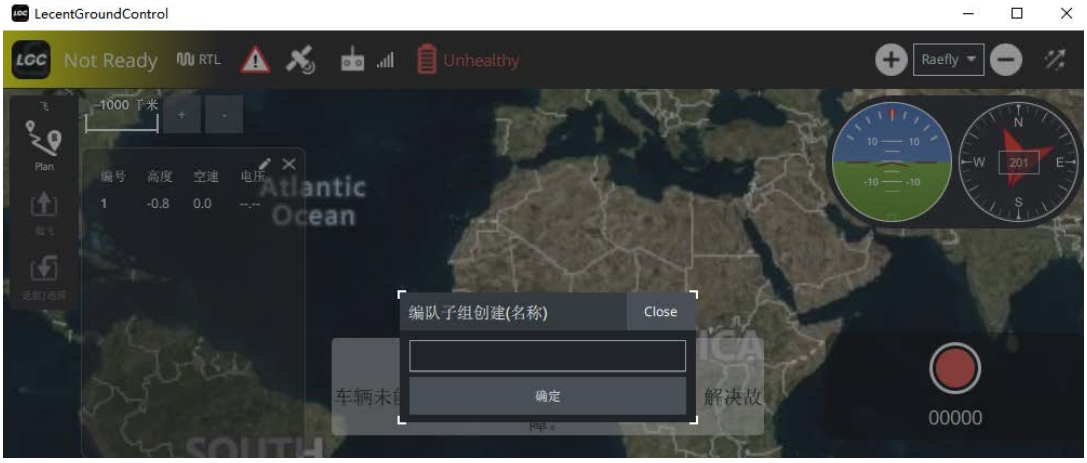
LGC 支持对当前的无人机进行分组管理。每个分组均独立控制，包括参数、队形列表等。可在主界面中的工具栏中进行选中、删除、添加等操作。分组均为独立操作，设置互不影响。

如果仅使用一个机队，不要设置新建分组，采用 Default。

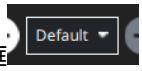


（1） 分组添加

点击添加图标 ，将弹出创建对话框（如下图所示），填写分组名称后，点击确定即可。



（2） 切换分组

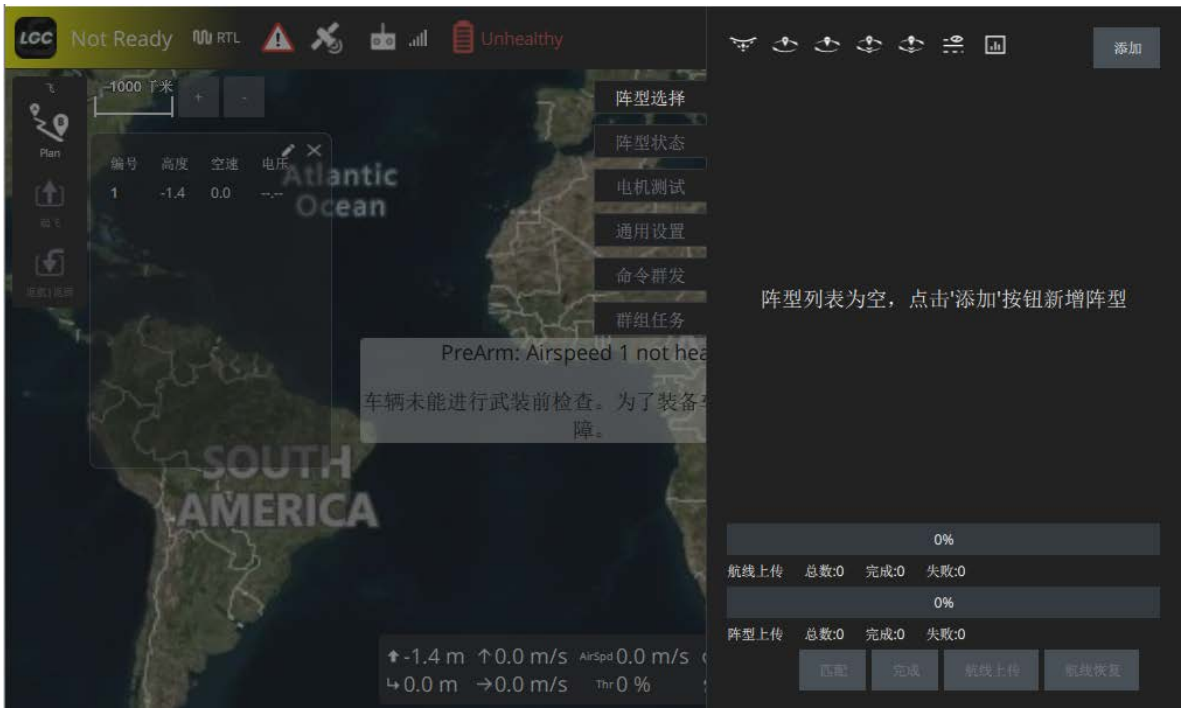
点击工具栏的分组选择框  ，弹出选择菜单，选中对应的分组即可。

（3） 删除分组

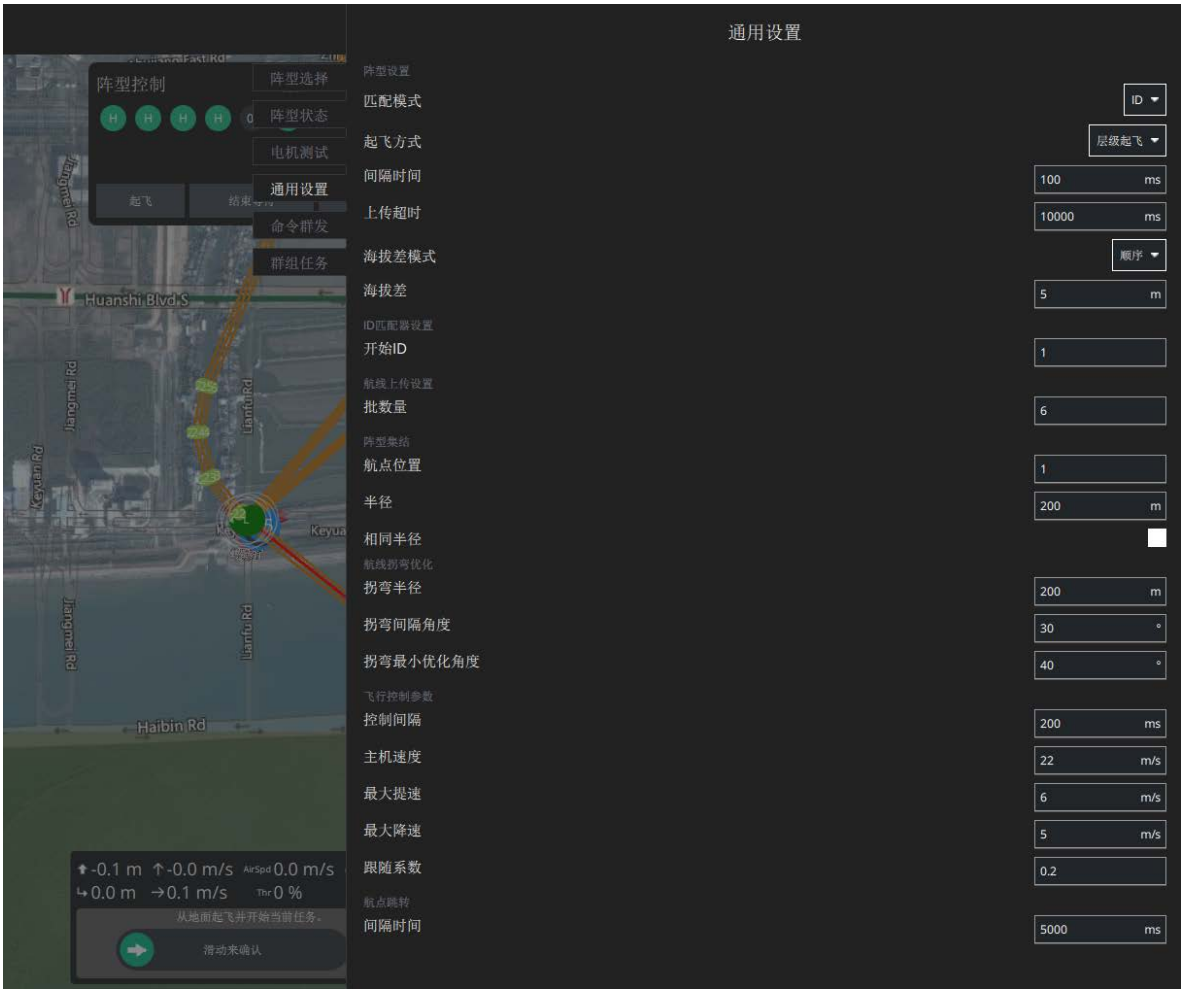
切换到需要删除的分组，点击 图标按钮，会弹出删除对话框，点击“确定”即可。

2.编队功能菜单

点击工具栏 图标，打开编队功能菜单列表（如下图），功能包括：阵型选择、阵型状态、电机测试、通用设置、命令群发、群组任务。


LGC
Not Ready
RTL
Unhealthy
-1000 下米
Plan
编号 高度 空速 电压
1 -1.4 0.0 --.--
Atlantic Ocean
SOUTH AMERICA
阵型选择
阵型状态
电机测试
通用设置
命令群发
群组任务
PreArm: Airspeed 1 not hea
车辆未能进行武装前检查。为了装备
障。
-1.4 m ↑0.0 m/s AirSpd 0.0 m/s
0.0 m →0.0 m/s Thr 0 %
添加
阵型列表为空，点击'添加'按钮新增阵型
0%
航线上传 总数:0 完成:0 失败:0
0%
阵型上传 总数:0 完成:0 失败:0
匹配
完成
航线上传
航线恢复

3.通用设置



匹配模式：如果选择 Default，地面站将在主机附近生成从机分布目标点，将从机搬运到系统对应目标点，将决定该从机位于机队的位置。如果是 ID 模式，则依据 SYSID_THISMAV 序号依序排列。

起飞模式：可设置为同时起飞、层级依序起飞；建议为层级起飞。

间隔时间：层级起飞时，飞机起飞间隔时间。

上传超时：用于系统判别航线上传指令上传超时时间。

海拔差模式：飞机间高程差的模式，可设置为层级及顺序；建议为顺序（层级可能会造成同层级飞机高度一致，导致相撞）

开始 ID:机队飞机的起始 ID。

批数量：略

航点位置：集结点部署的航点、默认为 1

半径：循环集结转弯半径

相同半径：勾选则为所有飞机采用相同半径循环

拐弯半径：转弯时以该半径为圆与航线的切线进行优化

拐弯间隔角度：将大角度转弯分解成多个小角度转弯（外角）的每个角的角度。

拐弯最小角度：当转弯航线内角小于该值时才进行航线优化。

控制间隔：主机和从机速度控制指令的间隔时间

主机速度：设置主机飞行的速度，理应设置为最小飞行速度与最大飞行速度之间和合理速度（速度过高、可能从

机跟不上、过低可能会导致从机失速，根据飞机性能设置）
最大提速：飞机最大加速度（根据飞机性能设置，太小则队形恢复较慢）
最大减速：飞机最大减速
跟随系数：略

4.阵型选择

：航线优化优化转弯，将航线中的锐角转弯，优化成协调转弯航线（曲线）。

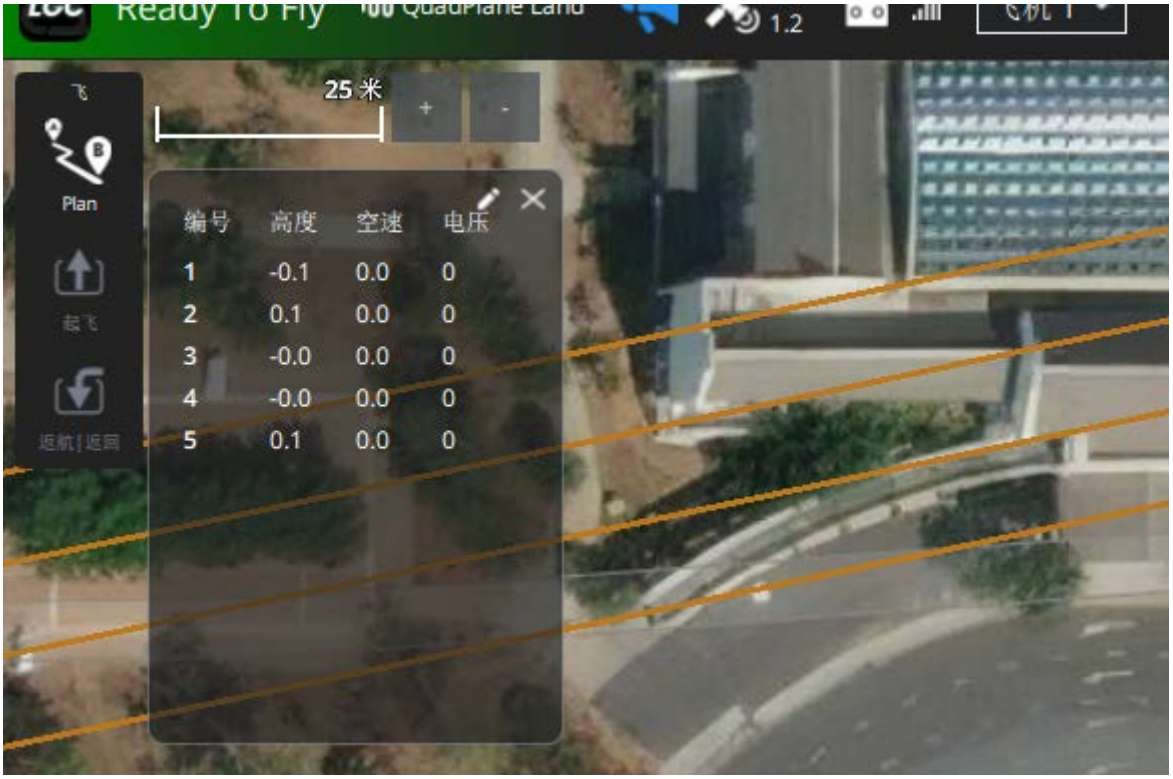
：循环路径，添加循环路径用与机队集结后再进入编队；一般用于起飞后集结等待。

：移除循环路径，移除现有的循环集结路径。

：添加降落循环等待路径，用于较多无人机时，依序返航降落。

：显示/隐藏副航线（从机航线）

：在地面站左侧，显示所有飞机的飞行数据。



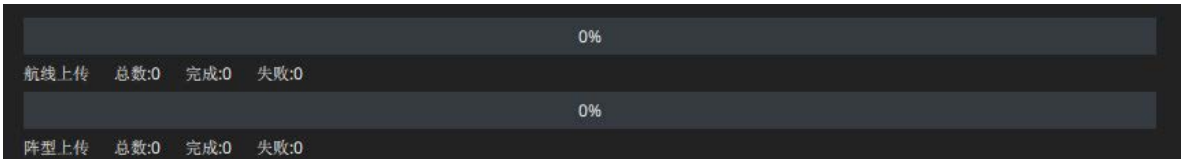
添加：点击添加进入阵型设置界面；可选择三角形、圆形、横向一字、纵向一字、自定义。
每个队形界面需要设置
数量：参加队形的飞机数量
行间隔：飞机之间的行间隔（10m+）
列间隔：飞机之间的列间隔（10m+），

搜索半径：用于通用设置中匹配模式为 Default 时，匹配无人机时的半径。

开始航点：开启队形飞行的航点，默认为-1

结束航点：单种队形时应为-1,多种队形变换设置队形为结束点。

航线上传及阵型上传状态栏



匹配：画好主机航线后，根据队形要求自动生成副航线。

完成：匹配副航线后，点击完成

航线上传：将所有副航线写入匹配的无人机

航线恢复：恢复之前的航线

5.阵型状态

用于显示阵型状态

6.电机检查

用于飞行前，对电机状态进行检查。

注意：测试时请远离螺旋桨，建议拆卸螺旋桨再进行测试或者将电机进行固定后再进行操作；严禁为做好安全措施进行操作，被螺旋桨碰撞将非常严重的人身伤害。

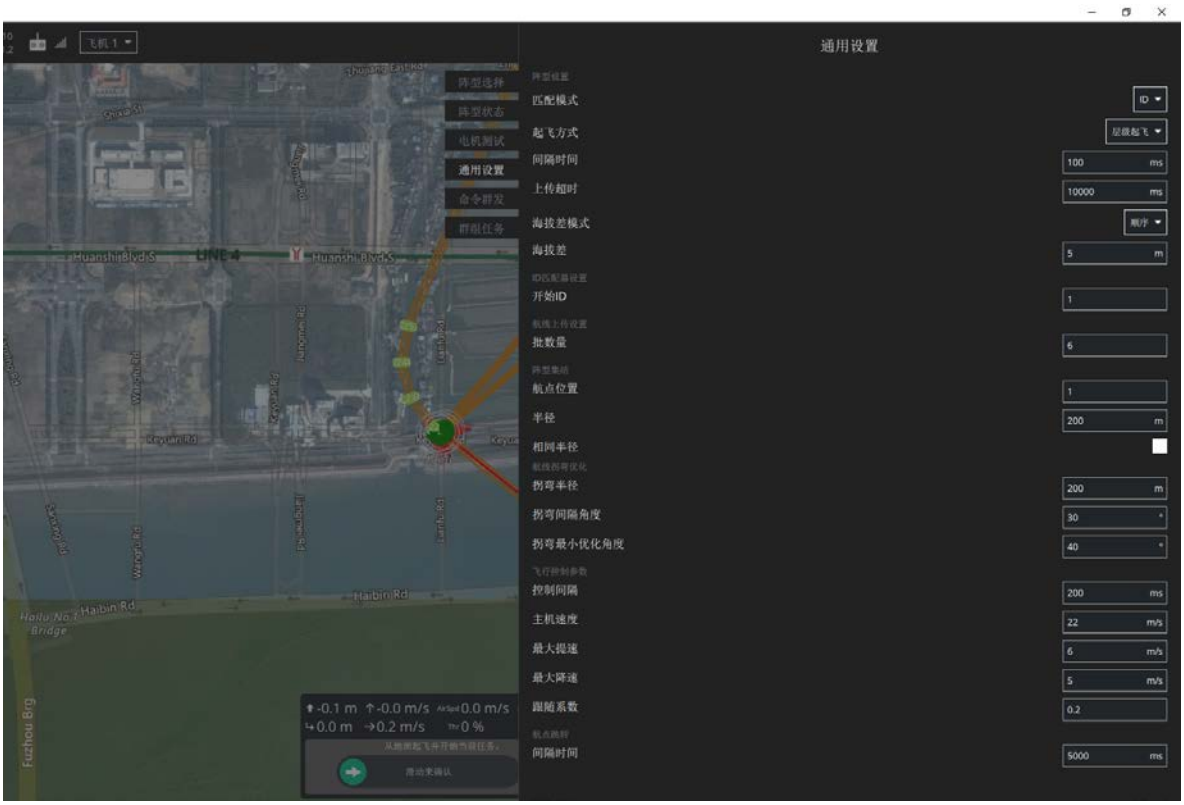
7.命令群发

可以对机队内指定的飞机进行统一指令操作、比如解锁、上锁、返航等

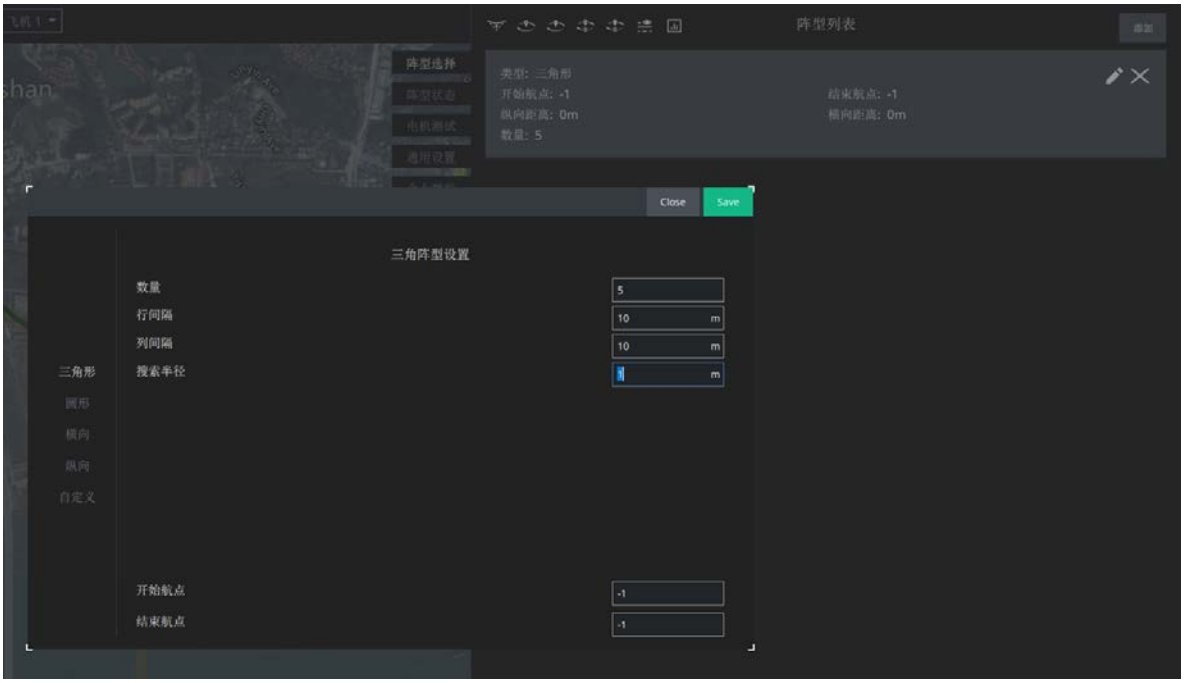
五、快速新建简单编队飞行

以普通的 10kg 级垂直起降无人机为例

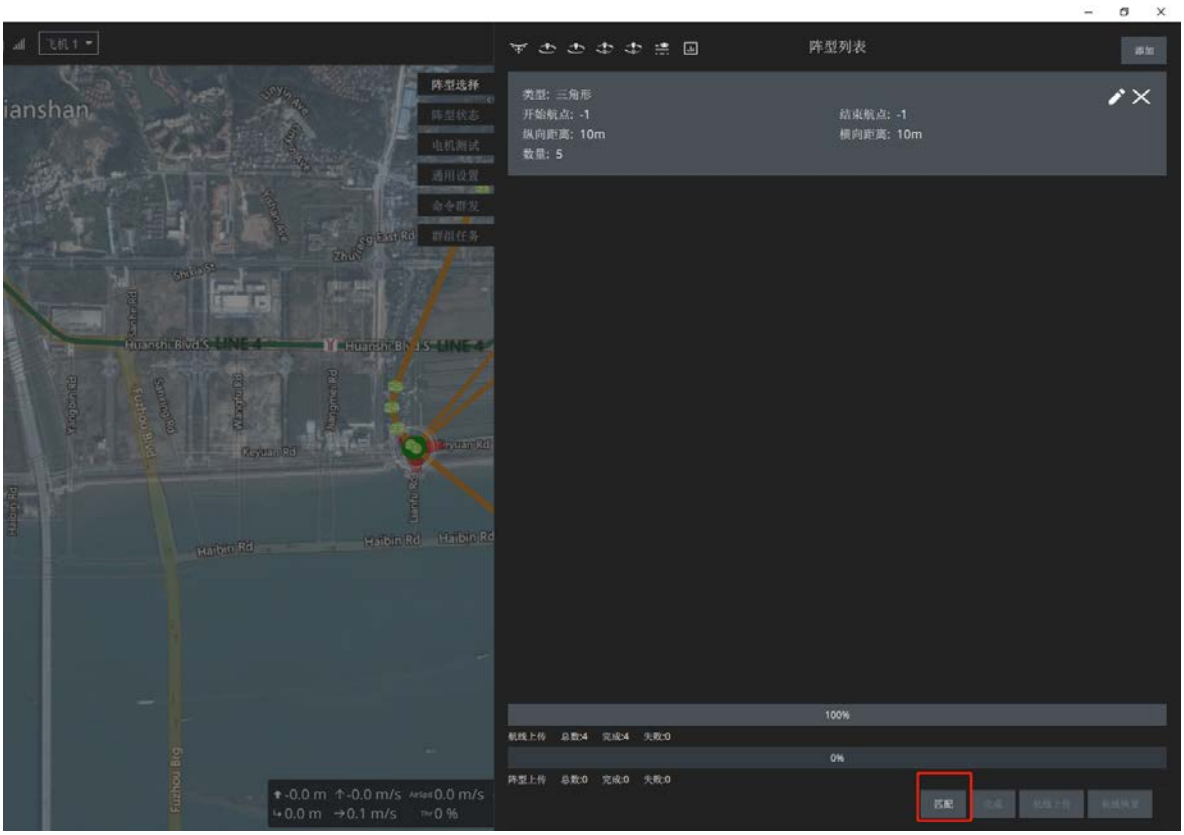
- 规划主机航线、写入航线到主机
- 检查通用设置：起飞方式（层级起飞）、间隔时间（5s）、开始 ID（建议为 1）、主机速度（20m/s）、最大速度（6m/s）；其它参数没有需求默认即可。



- 点击“阵型选择”>添加>选择三角形队形
- 设置飞机数量、间隔距离和列间隔（根据需求定义）

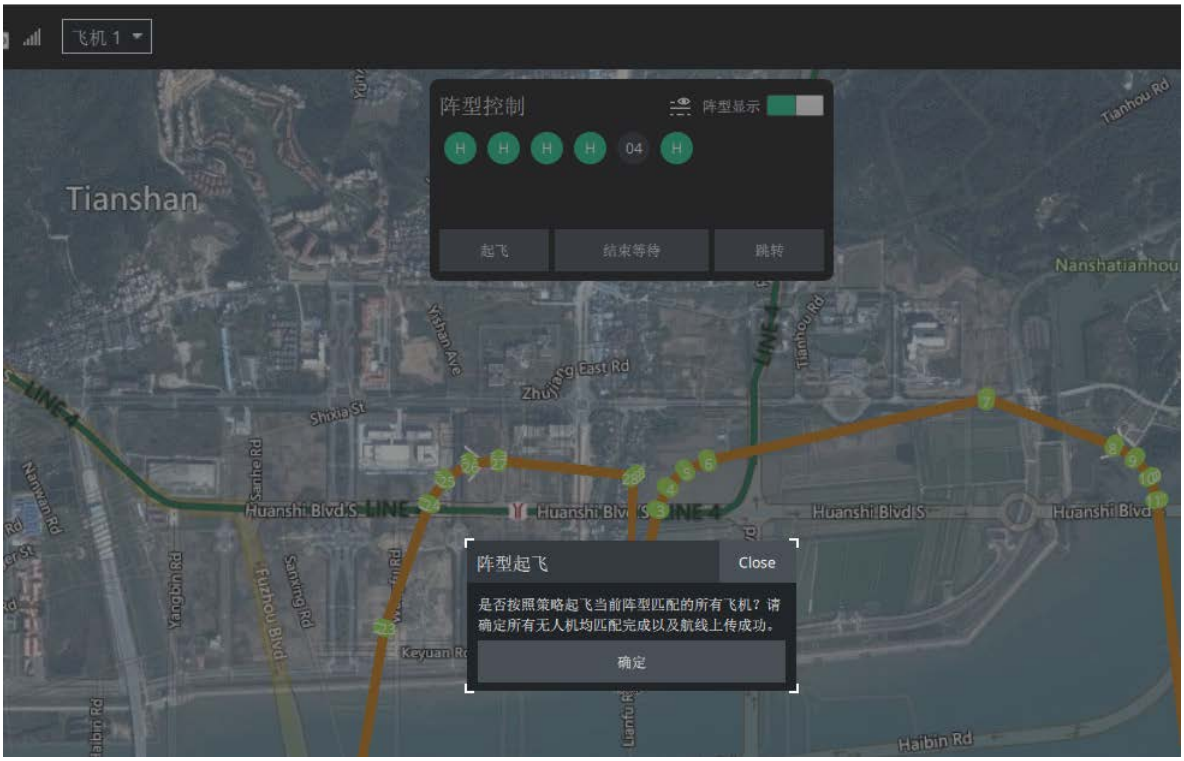


- 点击“ 图标，进行航线优化
- 点击匹配进行无人机匹配



- 匹配完成后点击完成，地面站将生成副航线。

- 点击“上传航线”，将所有飞机的航线写入到对应的无人机中。
- 将无人机放置到合适位置，做好起飞前检查和相关准备工作
- 点击起飞，无人机开始执行编队飞行任务。
- 阵型显示功能框可以显示或隐藏阵型图标



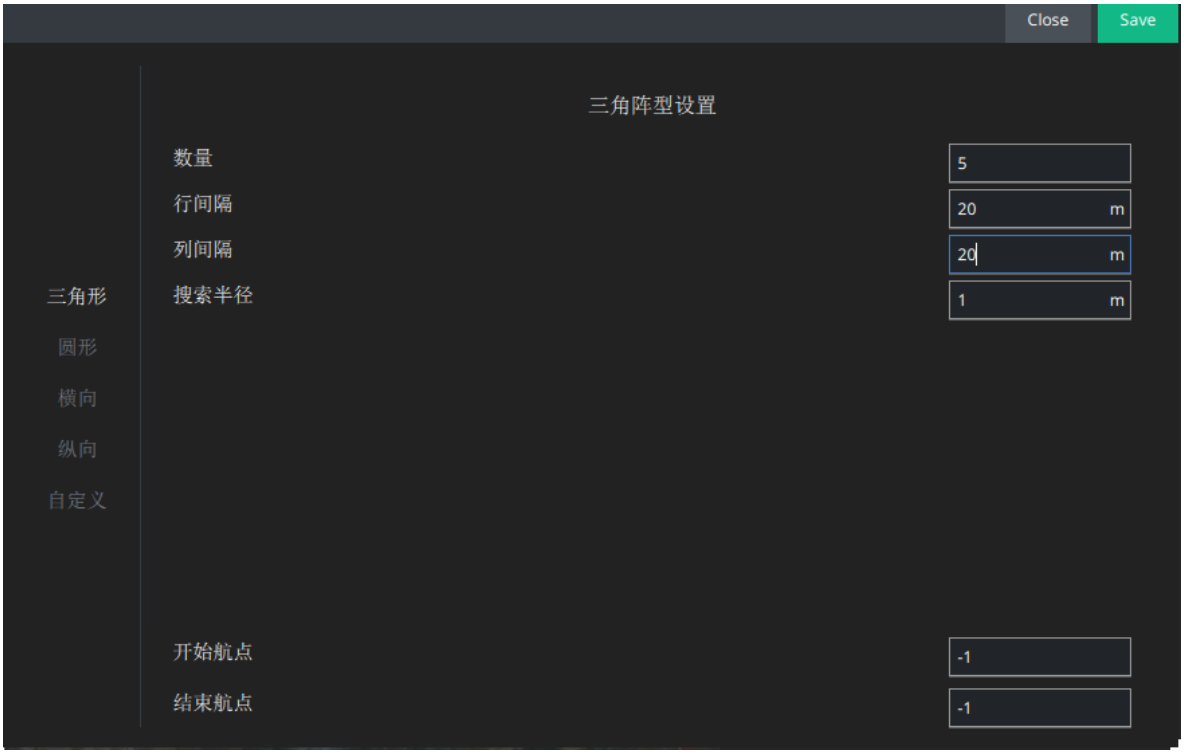
六、队形变换

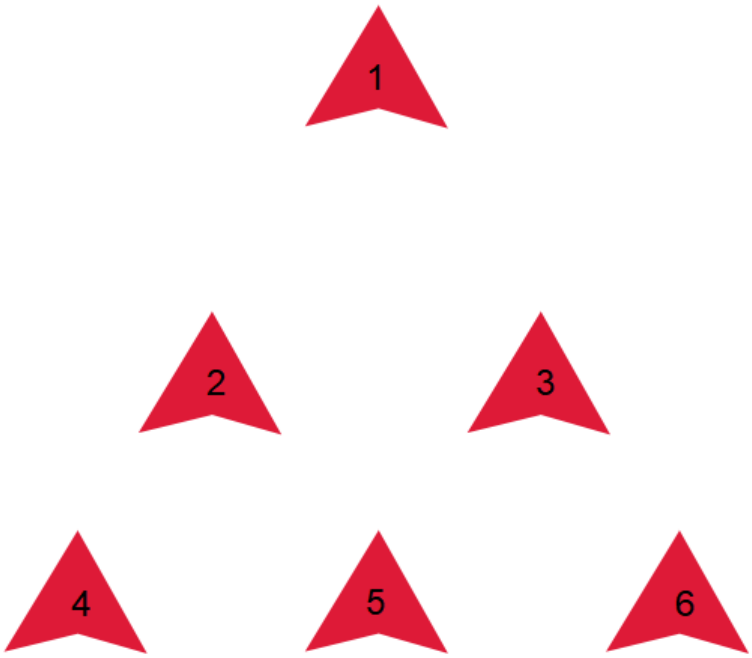
修改第一个队形设置，设置队形结束航点；
添加新的队形，系统将自动分配起始航点；
进行无人机匹配及航线写入即可。
注：系统不支持在飞行时实时更改队形，只支持预先设定阵型

七、各队形详解

1.三角形

编队队形为三角形时，各位置如图所示，每台飞机距离设定的数值，以 1、2、3 号位置为例，若设定行间隔和列间隔为 20 米，则 1、2、3 号位置为边长为 60m 的等腰三角形

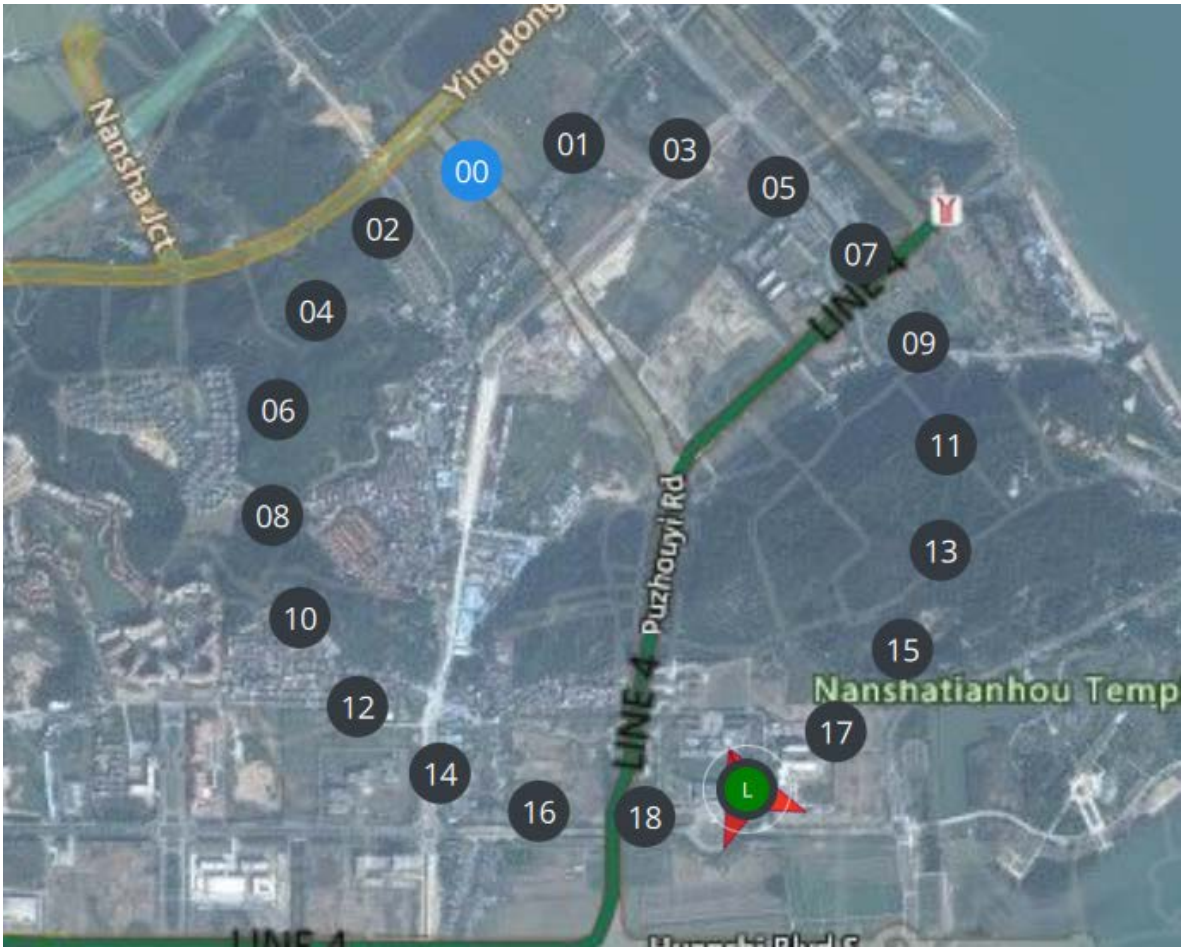




2.圆形

编队队形为圆形时，需要设置飞机数量、飞机间距、阵型旋转等。

当旋转角度为 0 时，如下图所示排列，其中 00 号机为主机，剩余所有飞机为从机。



当旋转角度为 180 时，如下图所示排列，其中 00 号机为主机，剩余所有飞机为从机。

3.横向一字形

编队队形为横向一字形时，以 1、2、3 号位置为例，若设定为 20 米，则 2 号机与 1 号机的间隔为 30 米，3 号机与 1 号机的间隔为 40 米.

4.竖列一字形

各从机分布在长机后方。

八、帮助文档

问：当地面站断开链接后，飞机能否维持阵型编队飞行。

答：无法维持，无人机将自动按照航线飞行。

问：当地面站断开链接后，主机也断开链接后，从机是否会乱飞。

答：此时从机会加载备用航线飞行，将继续执行任务，但是队形无法维持。

问：当主机因为某些原因无法广播自己坐标，此时地面站保持连接的状态下，飞机能否维持阵型编队飞行。

答：飞机将切换到下一序列的飞机为整机，进行带飞执行编队。

问：当前一个 LBA3 地面端最多能连多少个天空端
答：1 个地面端可以连接 15 个天空端。

问：地面站支持哪种类型的集群编队
答：CUAV 已完成垂直起降固定翼及固定翼机型验证，其它机型尚未实际验证，理论上可以支持。

问：编队飞行是否支持队形变换
答：可以预先设置多种队形编队，在不同分段中实现队形变换，不支持实时控制队形变换。

问：在编队飞行过程中遇到 GPS 干扰会怎么样，能否切换惯性导航飞行。
答：此功能需要定制开发

问：在起飞后不久需要紧急返航应该如何操作
答：在地面站提前设置好应急返航航点，点击紧急返航就会跳转到应急航点返航。

问：在编队飞行中，飞机是否有碰撞风险。
答：每台飞机均要求设置 5-10 米的高度差，此高度差能有效避免碰撞风险。

问：为什么一定要用 LBA3 才能集群编队控制，我能用 P900 数传或者其他数传吗？
答：目前仅支持 LBA3 链路，LBA3 是宽带自组网链路，它具有 30M 的带宽，50KM 远距离通信，能够保证飞行时的数据通信稳定性；可以实现 15 台天空端同时使用 115200 波特率进行数据传输交换，在数据传输方面也做了专门的优化，将飞控数据流转换成 IP 输出。

问：油动垂起固定翼也可以使用吗？
答：可以

问：如果我购买了一定数量的 LBA3，能否提供现场技术支持呢？
答：请咨询工作人员。

问：集群编队起飞的时候是一起起飞还是间隔起飞？
答：地面站可以设置同时起飞也可以设置时间间隔依次起飞。

问：地面站上能否显示每一台飞机的状态信息
答：可以

问：如果有飞机在飞行过程中出现异常情况，地面站是否有提示？
答：地面站可以设置故障参数提示，如高度警告与电压警告等。

问：可以使用其它地面站实现编队飞行吗？QGC 和 MP 地面站可以吗？
答：只要地面站能够支持编队飞行就可以；原生 QGC 及 MP 未对多机控制进行优化处理，无法直接使用。

问：LGC 地面站集群编队需要刷写专用的固件吗？

问：不需要。

问：为什么编辑不了队形信息框?

答：当飞机在飞行时，系统将限制队形信息编辑；需要等待飞机降落后再进行编辑。同时当点击匹配后，需要点击完成。

注：本技术文档为初稿，因技术迭代更新及方案调整可能会导致有些许差异，请以最终获取的资料为准。