

# Flyfire UPF降落伞系统 UAVCAN 伞控-飞控协议说明

## V1.0

### 前言

本文适用于火萤科技 UPF V3 降落伞系统（下称UPF）。内容涉及UPF自身功能逻辑、UPF与飞控间通信方法和通信内容；作为UPF使用用户说明文档的一部分。

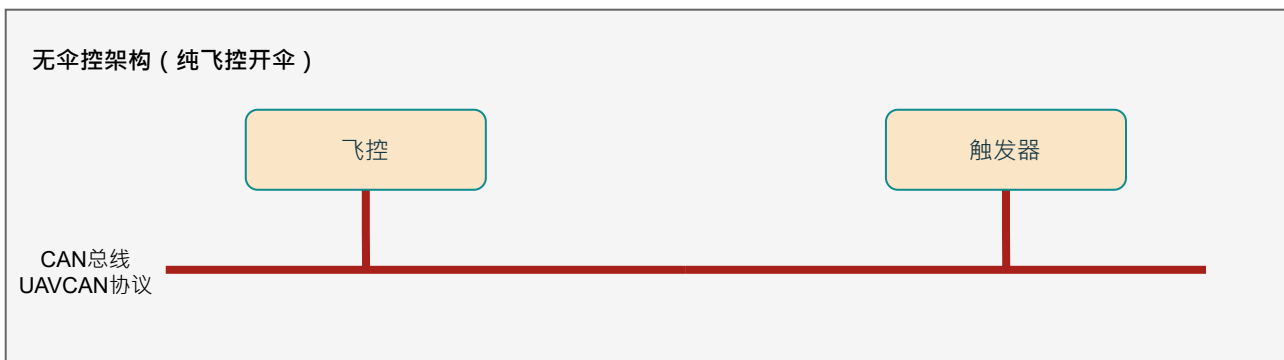
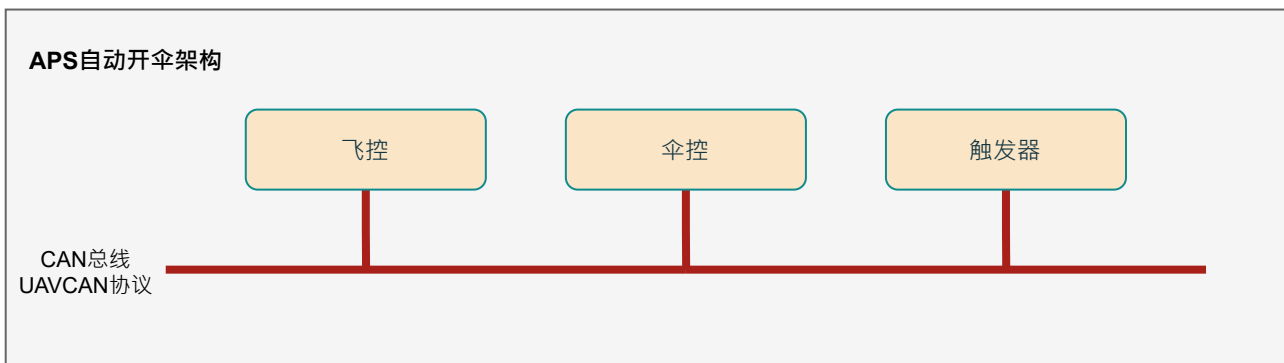
UPF降落伞系统是一套用于实现降落伞自动开伞功能的标准化模组，根据配置不同，可以实现：无人机发生故障坠落时自动开伞、无人机主动发命令开伞、以及空投脱离无人机后定高开伞等其他应用；本文为协议说明，因此只涉及有无人机参与的应用场景。

本文面向使用UPF实现降落伞功能的无人机软件工程师；默认读者对以下信息有基本的了解：

- CAN总线
- UAVCAN协议
- DSDL UAVCAN数据结构描述语言
- C语言程序设计
- 状态图
- 流程图
- 通信图
- Ubuntu操作系统使用方法
- git使用方法

### 系统架构

UPF降落伞系统包括飞控、伞控、触发器三个模块；硬件上，并联在一个CAN总线；软件上，运行有UAVCAN协议栈；见下图。触发器一般由伞控直接控制，飞控无需参与；但其协议也对飞控开放，以支持无伞控架构。



UPF支持连接到动态或静态UAVCAN网络；动态网络按照标准

uavcan.protocol.dynamic\_node\_id.Allocation (DNA) 协议实现；UPF设备仅支持作为DNA客户端。详见[节点发现](#)

## 开发工具

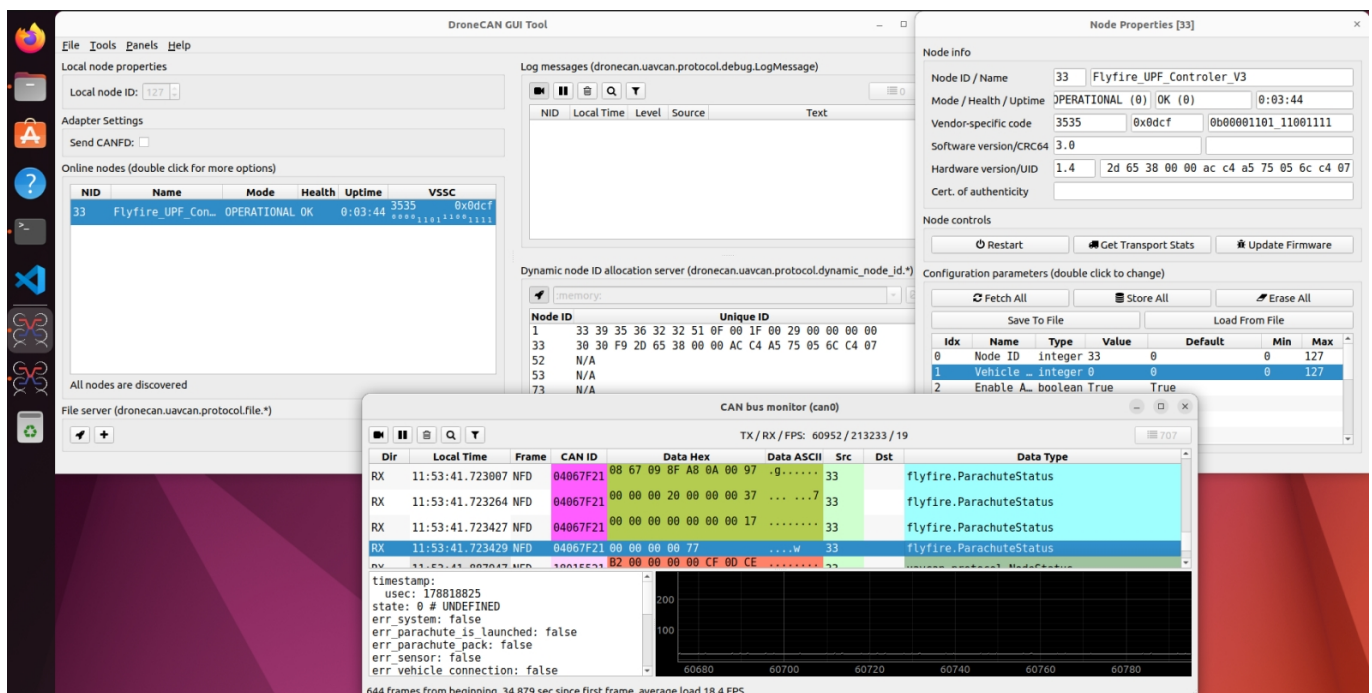
UAVCAN社区于2022年分裂为Cyphal、DroneCAN两个分支，原UAVCAN协议V0版本停止维护。DroneCAN分支采用兼容策略继续支持原有UAVCAN V0版本；Cyphal分支放弃兼容UAVCAN V0，对UAVCAN协议进行了重新设计。

UPF支持DroneCAN版本 (UAVCAN V0)，以兼容大量已经使用UAVCAN V0实现通信的无人机厂商。因此，本文仍称之为UAVCAN协议。

UPF用以下工具链及软件库实现：

- DSDL解析器 [https://github.com/dronecan/dronecan\\_dsdlc](https://github.com/dronecan/dronecan_dsdlc)
- DSDL解析器后端 <https://github.com/dronecan/pydronecan>
- 标准UAVCAN协议 <https://github.com/dronecan/DSDL>
- UAVCAN协议库 <https://github.com/dronecan/libcanard>
- UAVCAN协议调试工具 [https://dronecan.github.io/GUI\\_Tool/Overview](https://dronecan.github.io/GUI_Tool/Overview)

UAVCAN协议调试工具调试界面见下图：

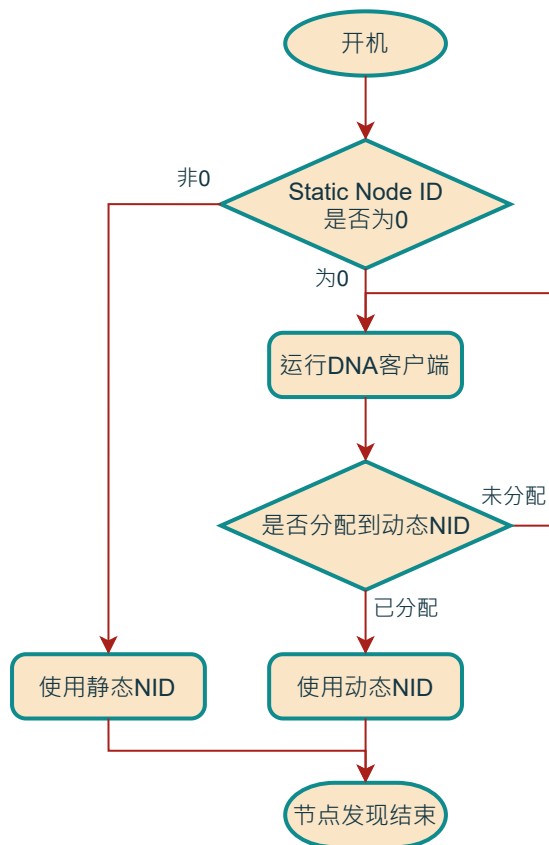


## 功能说明

### 节点发现

UPF控制器和触发器都支持配置为动态节点或静态节点；出厂时均默认配置为静态节点；对于UPF控制器，默认静态NID为33；对于UPF触发器，默认静态NID为34。可以通过uavcan.protocol.param.GetSet协议，把静态节点配置为动态节点；将'Static Node ID'调整为0，即可把UPF设备变为动态节点。

动态节点每次上电开机，都需要经过一次NID分配过程；UPF不会保存由DNA协议分配到的NID，飞控需要对所有NID做动态管理。



## 全局工作状态

飞控可以根据自身状态的变化和功能需求，控制或者跟随伞控的状态转移。

```
# flyfire.ParachuteStatus.state 状态列表
```

```
# 伞控未准备好，正在开机或自检；此时飞控应等待伞控准备好，不要起飞
```

```
# 进入状态时，伞控会发送flyfire.VehicleService.TYPE_FLIGHT_BLOCK请求阻飞
```

```
uint3 STATE_NOT_READY = 1
```

```
# 伞控正常，可以起飞；
```

```
# 进入状态时，伞控会发送flyfire.VehicleService.TYPE_FLIGHT_BLOCK_RELEASE释放阻飞
```

```
uint3 STATE_READY = 2
```

```
# 伞控已经进入飞行状态（由Auto-Takeoff或飞控指令触发跳转），但APS自动开伞未警戒
```

```
uint3 STATE_TAKEOFF = 3
```

```
# 伞控APS自动开伞已经警戒（由Auto-Takeoff或飞控指令触发跳转），APS算法检测到事故后会自动开伞
```

```
uint3 STATE_ARMED = 4
```

```
# 伞控已经开伞，未检测到落地（触发器反馈开伞动作已执行后跳转）
```

```
# 开伞前，伞控会发送flyfire.VehicleService.TYPE_KILLSWITCH请求紧急停机；
```

```
# 飞控收到KILLSWITCH指令应立即刹停飞行动力，在不刹停的工况下，开伞时降落伞发生缠绕风险会增加。
```

```
uint3 STATE_LAUNCHED = 5
```

```
# 伞控已经开伞并落地（传感器检测到静止5秒后跳转）
```

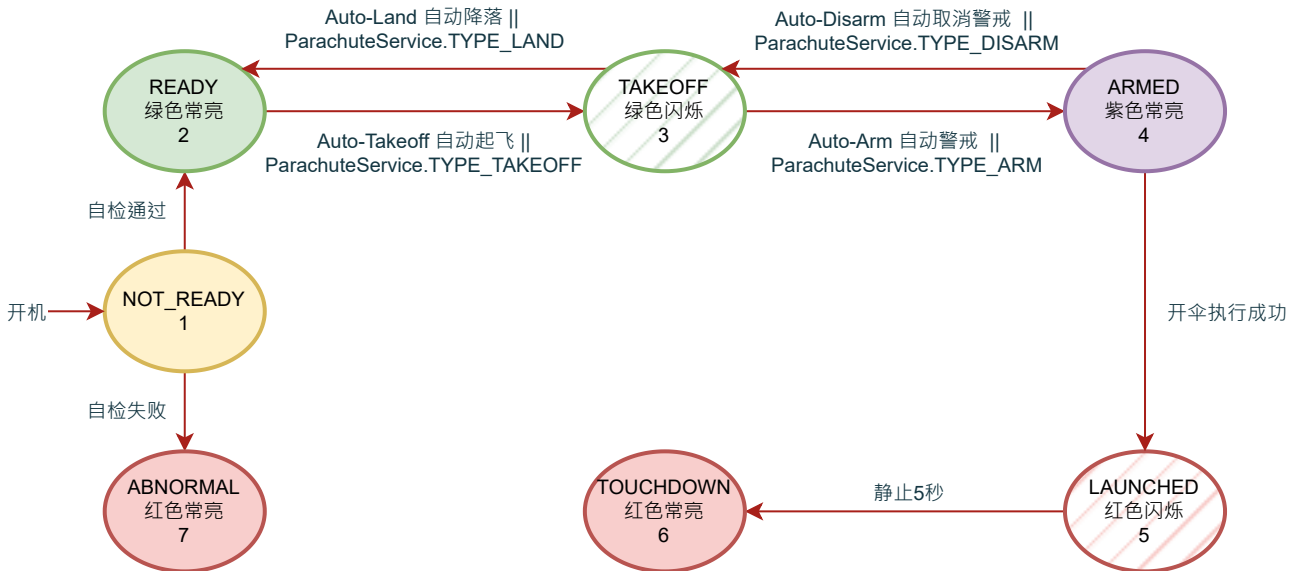
```
uint3 STATE_TOUCHDOWN = 6
```

```
# 伞控有故障，此时飞控应通知飞手，飞机存在故障，不要起飞；
```

```
# 状态切换时，伞控会发送flyfire.VehicleService.TYPE_FLIGHT_BLOCK请求阻飞
```

```
uint3 STATE_ABNORMAL = 7
```

伞控全局状态图：



其中：

- ParachuteService.TYPE\_TAKEOFF请求与Auto-Takeoff功能互斥，启用Auto-Takeoff功能，TAKEOFF请求将被拒绝执行；
- ParachuteService.TYPE\_ARM请求与Auto-Arm功能互斥，启用Auto-Arm功能，ARM请求将被拒绝执行；
- ParachuteService.TYPE\_DISARM请求与Auto-Disarm功能互斥，启用Auto-Disarm功能，DISARM请求将被拒绝执行；
- ParachuteService.TYPE\_LAND请求与Auto-Land功能互斥，启用Auto-Land功能，LAND请求将被拒绝执行。

## 协议解析

### UPF支持的标准UAVCAN协议

- uavcan.protocol.dynamic\_node\_id.Allocation
- uavcan.protocol.GetNodeInfo
- uavcan.protocol.NodeStatus
- uavcan.protocol.param.GetSet
- uavcan.protocol.param.ExecuteOpcode
- uavcan.protocol.GetTransportStats
- uavcan.protocol.RestartNode
- uavcan.protocol.GlobalTimeSync

### UPF自定义协议

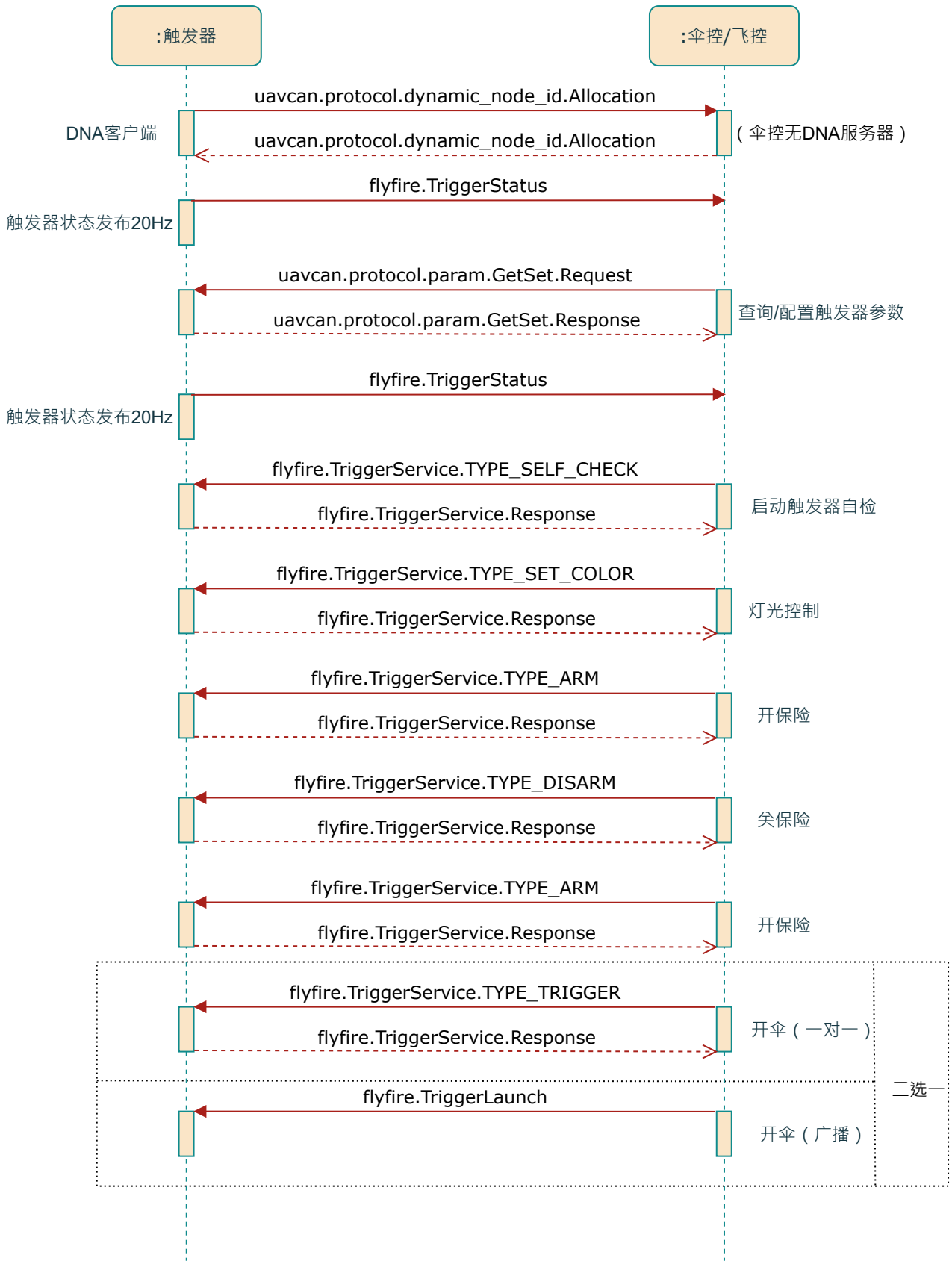
- 163.ParachuteService.3.0.uavcan UPF伞控服务（飞控向伞控请求）

- 1663.ParachuteStatus.3.0.uavcan UPF伞控状态广播
- 164.VehicleService.3.0.uavcan UPF飞控服务 (伞控向飞控请求)
- 1664.VehicleStatus.3.0.uavcan UPF飞控状态广播
- 165.TriggerService.3.0.uavcan UPF触发器服务 (伞控或飞控向触发器请求)
- 1665.TriggerLaunch.3.0.uavcan UPF触发器开伞广播 (伞控或飞控发广播开伞)
- 1666.TriggerStatus.3.0.uavcan UPF触发器状态广播

## UPF伞控通信过程



UPF触发器通信过程



## 参数配置

UPF伞控可以通过uavcan.protocol.param.GetSet协议，调整功能配置，支持的配置项如下：

配置项名	配置项功能
Static Node ID	静态节点ID

配置项名	配置项功能
Enable Auto-Save	是否自动保存配置项 ( 关闭后必须用uavcan.protocol.param.ExecuteOpcode才能保存配置 )
Enable CANBUS resister	是否使用CAN总线120Ω匹配电阻 ( 出厂默认不使用 )
Enable Parachute	是否启用降落伞 ( 全局使能 ) ，禁用后伞控任何情况下不开伞，包括收到flyfire.ParachuteService.TYPE_DEPLOY_FORCE请求
Enable APS	是否启用自动开伞，禁用后伞控任何情况下不会自动开伞，只受到flyfire.ParachuteService.TYPE_DEPLOY*控制
Enable Auto-Takeoff	是否启用自动起飞，禁用后，飞控必须主动发指令控制起飞状态，否则伞控一直处于Ready状态，也就不会自动开伞
Enable Auto-Arm	是否启用自动警戒，禁用后，飞控必须主动发指令进入警戒状态，否则伞控不会进入警戒状态，也就不会自动开伞
Enable Auto-Disarm	是否启用自动取消警戒，禁用后，飞控必须主动发指令退出警戒状态，否则伞控不会退出警戒状态，自动开伞算法始终运行，存在异常开伞风险
Enable Auto-Land	是否启用自动降落，禁用后，飞控必须主动发指令降落，否则伞控不会回到Ready状态
Enable Light	是否打开状态灯，夜间需要关闭灯光时，可以通过该配置项关闭灯光
Node Status Interval(ms)	调整uavcan.protocol.NodeStatus发送周期
Parachute Status Interval(ms)	调整flyfire.ParachuteStatus发送周期

## 名词说明

- 伞控：降落伞控制单元
- 触发器：降落伞弹射动力单元
- 飞控：无人机飞行控制单元
- UPF: Universal Parachute Framework 通用降落伞系统
- APS: Automatic Parachute System 自动开伞控制算法
- NID: Node ID UAVCAN节点识别码