



# T1-A 农业植保机专用飞控

用户手册 V1.52

使用固件 V4.50&调参软件 V1.54

修订日期 2018.09.27

上海拓攻机器人有限公司

[www.topxgun.com](http://www.topxgun.com)

## 使用前须知

请严格按照本手册要求，安装和使用本产品。拓攻机器人官方网站 [www.topxgun.com](http://www.topxgun.com) 有 T1-A 的专题网页，您可以登录网页获取最新的产品信息，技术支持和用户手册。建议您下载和使用最新版的用户手册。本手册如有更新，恕不另行通知。

您也可以通过官方客服电话，微信客户端，微博客户端获取产品使用信息或技术支持，我们竭诚为您服务。产品因生产批次不同，外观或功能参数略有不同，不影响产品正常使用。

使用本产品前，请安装相应的调参软件至您的电脑或者移动设备。本手册需要与对应的调参软件配合使用，更多信息请参照调参软件上的说明文字，如与用户手册有不相符的地方，以调参软件为准。

## 免责声明

**请用户在使用本产品前，务必仔细阅读本说明。一旦使用本产品，即视为对本声明的所有内容表示认可和接受。本产品适合 18 周岁及以上人士使用。**

本产品是一款适用于多旋翼飞行器的飞行控制系统。在供电正常和连接正确的情况下，可以给用户提供卓越的飞行体验。在使用本飞控系统调试参数和进行固件升级时，我们强烈建议您卸下螺旋桨，并保证供电正常和相应的功能模块接线正确。使用时请务必远离人群、危险物品和易碎物品。使用本产品时，发生以下原因直接或间接造成人身伤害和财产损失，拓攻将不承担赔偿责任：

1. 用户没有按本手册的要求组装和使用；
2. 用户在饮酒，吸毒，疲劳等身体或精神状态不佳的情况下操控飞行器；
3. 用户主动或故意操控飞行器制造伤害；
4. 用户使用非拓攻的配件私自改装本产品致使飞行器无法正常工作；
5. 用户操作失误或主观判断失误造成的伤害；
6. 飞行器自然磨损，电路老化等飞行器不正常工作造成的伤害；
7. 用户在明知飞行器处于非正常工作状态下仍然操控飞行器造成的伤害；
8. 用户在台风，冰雹，大雾等恶劣气象条件下仍然操控飞行器飞行；
9. 用户在磁场干扰区域，无线电干扰区，政府禁飞区飞行；
10. 用户在能见度不良，视线受到遮挡的情况驾驶飞行器；
11. 用户使用本产品操控飞行器取得任何数据，影像资料等造成的侵权；
12. 其他不属于拓攻责任范围内的损失。

## 知识产权

本产品及手册的知识产权归上海拓攻机器人有限公司所有，未经书面许可，任何组织和个人不得以任何形式复制，翻版和发行。如需引用需表明出处，并且不得对本手册进行有悖于原意的修改，删减和引用。

## 认证

本产品已通过 FCC , CE , RoHS 认证。

# 目录

<b>1 简介</b> .....	<b>5</b>
1.1 产品简介 .....	5
1.2 盒内物品清单 .....	5
1.3 符号说明 .....	6
<b>2 安装调试</b> .....	<b>7</b>
2.1 硬件安装 .....	7
2.2 调参软件安装及调试.....	10
2.3 解锁和加锁 .....	20
2.4 电调及指南针校准.....	21
2.5 水平校准 .....	22
<b>3 试飞说明</b> .....	<b>24</b>
3.1 遥控器通道说明.....	24
3.2 飞行模式及对应响应.....	24
3.3 指示灯说明 .....	25
3.4 固件更新 .....	26
3.5 初次试飞 .....	29
<b>4 功能说明</b> .....	<b>31</b>
4.1 作业模式 .....	31
4.2 断点续喷功能 .....	34
4.3 失控返航 .....	35
4.4 低压保护 .....	36

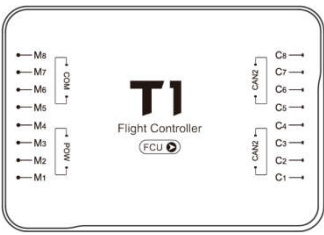
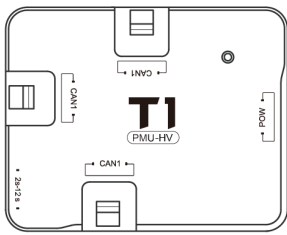
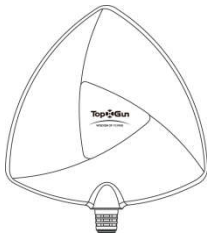
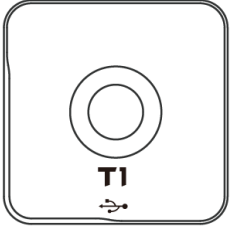
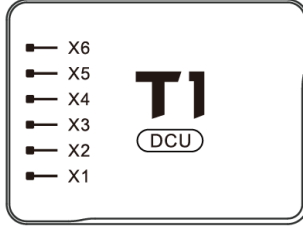
# 1 简介

## 1.1 产品简介

TopXGun (拓攻) T1-A 是一款结合了目前市面上的农业植保机主打各项功能的农业植保专用飞控。功能丰富，并且可以适配市面上几乎所有的机型。产品功能如下：



- 半自动作业模式
- AB 点作业模式
- 支持使用地形跟随雷达模块
- 药量检测功能
- 断药点续喷功能
- 精准喷洒
- 适用十一种多旋翼平台
- 低电压保护
- 失控返航
- 电机停转及断桨保护（针对六旋翼及以上的机型）

## 1.2 盒内物品清单

主控器 (FCU) 模块×1	PMU 模块×1	GPS/指南针模块×1
		
LIU 模块×1	DCU 模块×1	配件
		合格证保修卡×1 GPS 支架×1， 舵机线×8， Micro-USB 线×1， 3M 胶若干

## 1.3 符号说明

### 通用符号

符号	意义	说明
	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、数据丢失或其他不可预知的后果。
	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。

### LED 符号

符号	说明
 ( N )	表示  颜色灯频闪烁 “N” 次。
{   } ( N )	表示灯组合 “   ” 闪烁 “N” 次。
 ( ∞ )	表示  颜色灯持续闪烁。
 ( N )	表示  颜色灯持续亮 “N” 秒。

## 2 安装调试

### 2.1 硬件安装

步骤1. 确定多旋翼类型和机头朝向，并按图 1-1 所示安装电机和桨叶。

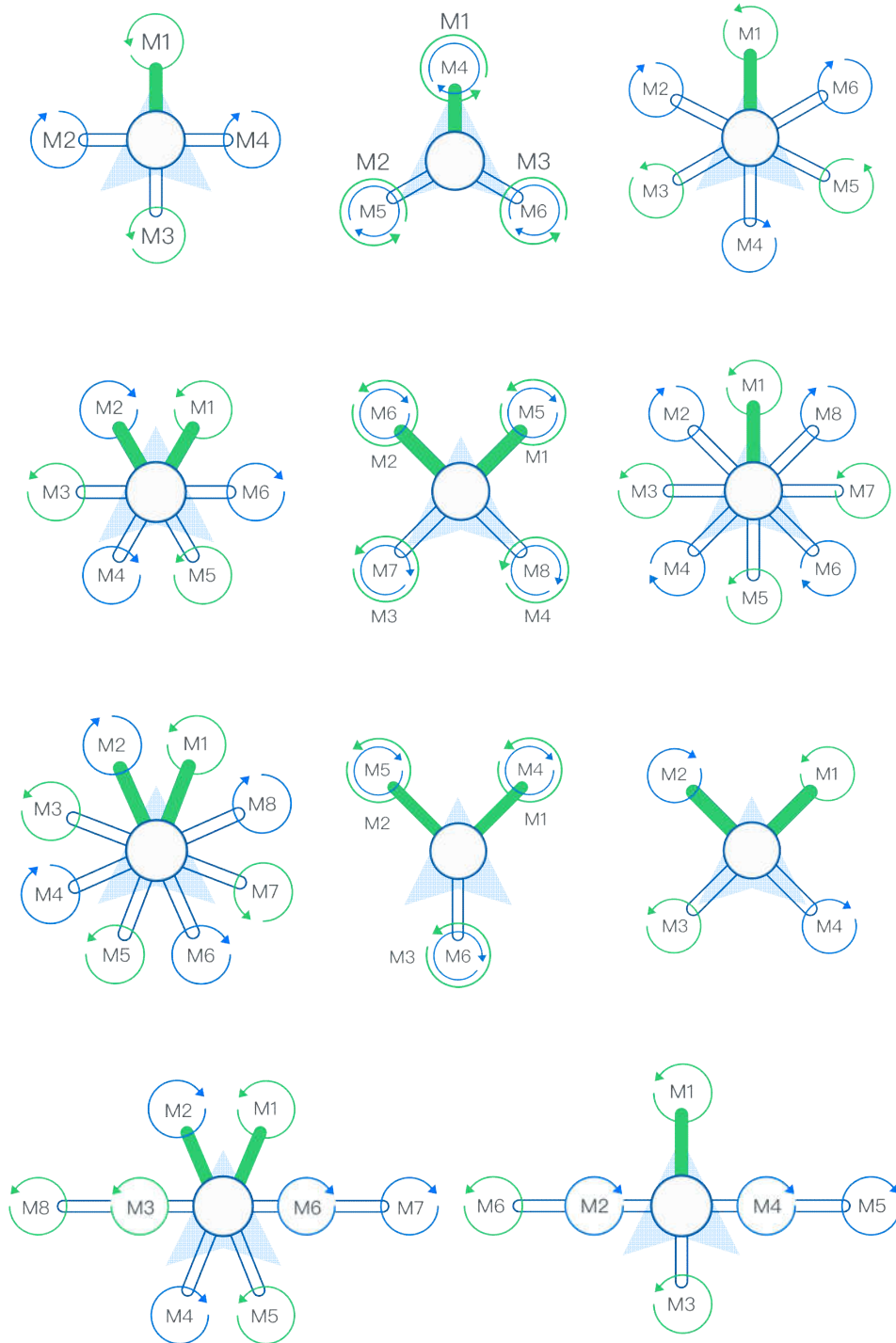


图 1-1 确定多旋翼类型

**步骤2.** 根据图 1-2，并按“安装连接说明”的要求安装主控，连接线路。

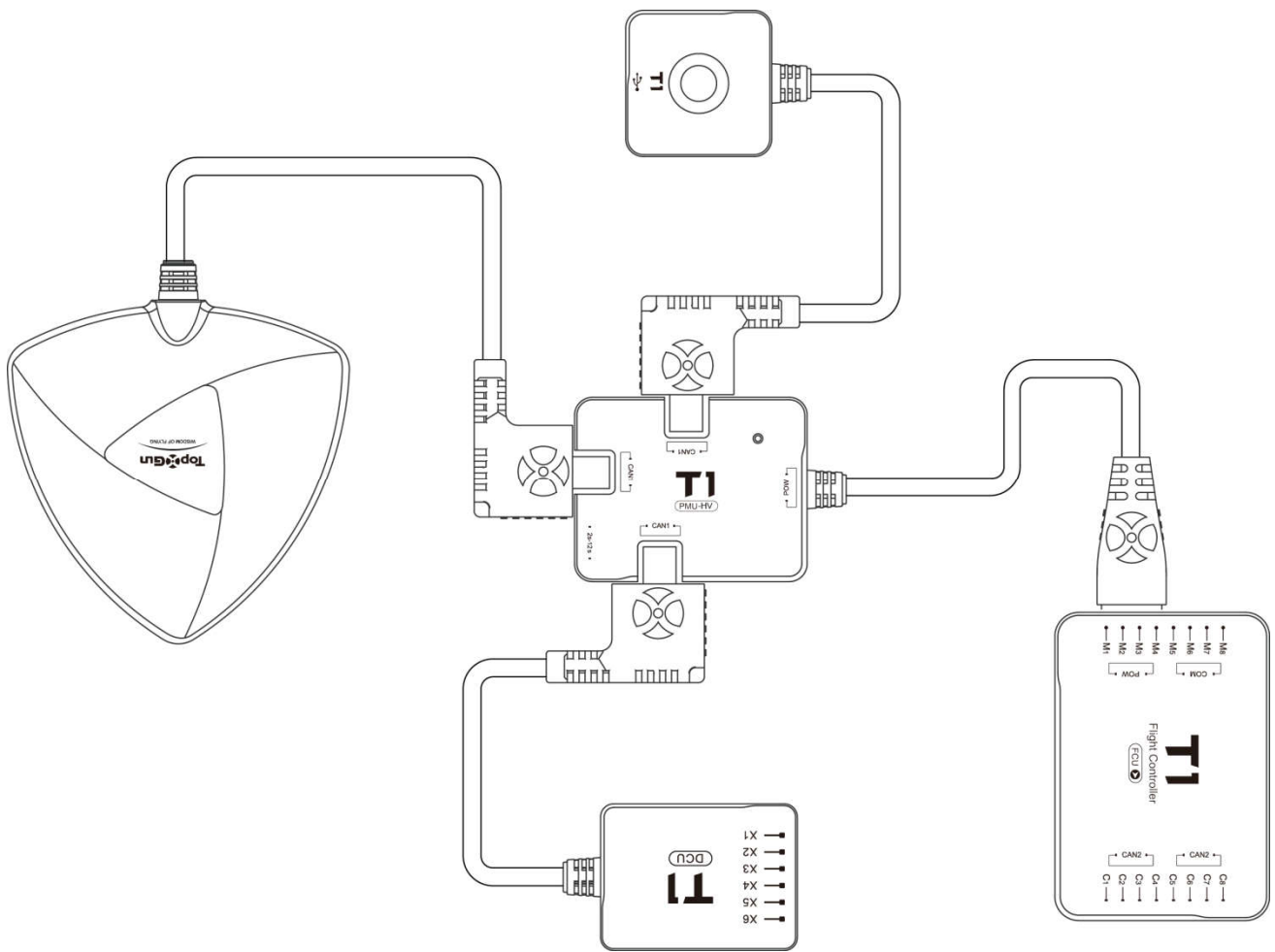


图 1-2 主控线路连接图

### 安装连接说明

#### 1) FCU (主控器) 安装

- 安装位置要求

安装时，印有 T1 标记的一面朝上，外壳上箭头方向保持与飞行器机头方向一致。为了达到最佳的飞行效果，应尽量将主控安装在飞行器中心板重心位置。

- 端口连接说明

FCU 端口如图 1-3、表 1-1 所示。



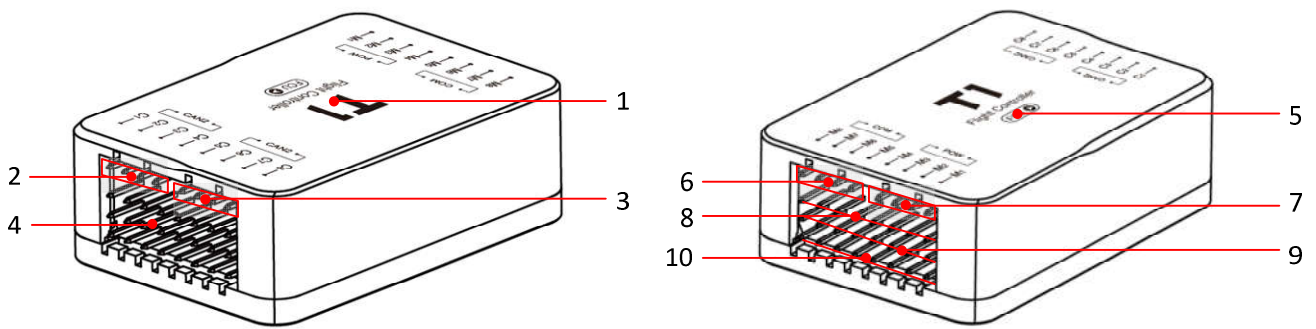


图 1-3FCU 安装

表 1-1FCU 端口连接说明

编号	说明	
1	FCU 正面	
2	CAN2 接口	
3	CAN2 接口	
4	C1~C8 : PWM 接收机接口 ; C1 : SBus 和 PPM 接收机接口	
5	FCU 安装箭头 : 安装 FCU 时箭头方向需与飞机机头方向一致	
6	COM 接口 : 可与数传或蓝牙设备相连	
7	POW 接口 : PMU 模块接口	
8	M1~M8 : 电调接口	连 GND
9	(若使用的电调带 BEC 输出, 则需将中间的 BEC 电源输出线剪掉)	连+5V
10		连信号输出

## 2) PMU 模块安装

不要将其安装在其他任何电子设备上, 保证通风散热。安装时保证 PMU 上 3 个 CAN 扩展口方便接插件的插拔。



PMU 上的 3 个 CAN 扩展口定义一样。

## 3) GPS/指南针模块安装

安装时, 印有 TopXGun 标记的一面朝上, 三角形外壳箭头方向与 FCU 箭头方向一致, 对准飞行器机头方向, 水平安装在 GPS 支架上, 并将其连接到 PMU 上任一 CAN 扩展口。

建议使用包装内自带的 GPS 支架, 如果使用其他支架, 请确认其无磁性。



该模块内置磁罗盘，为磁敏感设备，安装和使用注意远离电机、电调、动力电池等。

#### 4) LIU 模块安装

将 LIU 模块安装在飞行器机尾等易于观察的位置，不要遮挡 USB 端口，使用内附的 3M 胶固定，将其连接到 PMU 上任一 CAN 扩展口。

#### 5) DCU 模块安装

- 安装位置要求

在飞行器中心板上选择合适的位置，并将其连接到 PMU 上任一 CAN 扩展口。

- 端口连接说明

DCU 端口如图 1-4、表 1-2 所示。

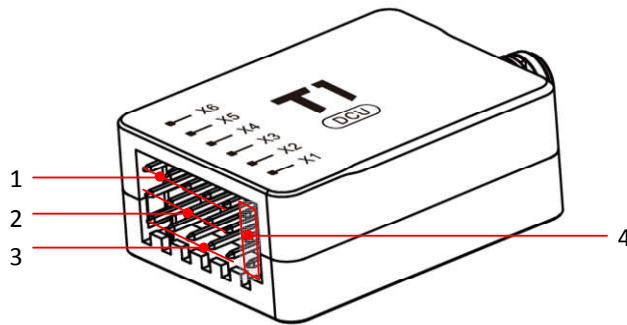


图 1-4DCU 模块安装

表 1-2DCU 端口连接说明

编号	说明	
1	X2~X6：水泵输出端接口	连 GND
2	(若使用的电调带 BEC 输出，则需将中间的 BEC 电源输出线剪掉)	连+5V
3		连信号输出
4	信号输出接口	与液位传感器相连，用于检测药量水位。 ●药量水位高：该信号悬空无输出或者输入 3V 左右电压。 ●药量水位低：该信号接地。(浮球开关)

## 2.2 调参软件安装及调试

### 安装调试前准备

T1-A 飞控支持 PC、手机调参。

- 若使用手机进行调参，则需要安装手机版调参软件，并需另购蓝牙调参模块，无需安装任何驱动。
- 若使用 PC 进行调参，则需要满足以下条件：
  - 1) PC 系统为 WindowsXP/7/8/10
  - 2) PC 已连接因特网
  - 3) 下载并安装最新版驱动程序、调参软件

### 安装调测步骤

下面以 PC 端调参软件为例对试飞前的参数设置步骤进行说明，详细设置方法可参考调参软件内嵌说明。



安全起见，若飞行器装有螺旋桨，调测前应先拆掉螺旋桨。

**步骤1.** 给飞控通动力电。

**步骤2.** 使用产品自带的 USB 线连接飞控和 PC。

PC 会自动检测飞控并连接。

**步骤3.** 选择与飞行器对应的机型设置，如图 1-5 所示。



图 1-5 机型选择



- 1) 红色旋翼示意表示从上向下看，逆时针旋转。
  - 2) 蓝色旋翼示意表示从上向下看，顺时针旋转。
  - 3) 对于上下共轴旋翼，红色表示上层旋翼，蓝色表示下层旋翼。
  - 4) 底部蓝色箭头表示飞行器的机头方向。
- 

**步骤4.** 设置遥控器输入方式，并校准，如图 1-6 所示。

- 1、选择接收机类型。
- 2、在遥控器上新建一个固定翼或者多旋翼模型，设置 5 通道为一个 3 段开关，6 通道为一个 3 段开关，7 通道为一个 2 段或 3 段开关，8 通道为一个 2 段或 3 段开关。
- 3、点击“开始校准”，将遥控器 1-4 通道摇杆，5-8 通道开关拨到各个通道的最大极限位置、最小极限位置数次，然后点击“完成校准”。

---

只有正确校准遥控器才能解锁，请检查各个通道正反向是否正确：



- 副翼往右打杆，滚转滑块往右
  - 方向舵往右打杆，偏航滑块往右
  - 升降舵往下打杆，俯仰滑块往右
  - 油门杆往上打杆，油门滑块往右
- 若方向不一致，则点击“REV”设置反向。
- 

- 4、切换 5~8 通道开关，检查停留位置是否与控制模式一一对应，返航映射是否正常。



若接收机不是 SBus 接收机，需对遥控器进行失控保护设置。设置成功时，若关闭遥控器，1~4 通道保持中立点位置；5 通道跳转到红色“失控”区域，其他通道无需设置。具体操作请参考遥控器说明书。

---



图 1-6 遥控器设置

图 1-7 为执行加锁操作时，1~4 通道摇杆位置。



图 1-7 加锁摇杆位置

**步骤5.** 设置感度，如图 1-8 所示。



严禁在飞行过程中调整感度，建议在未解锁状态下进行调整。

- 1、 选择与机架最接近的轴距，T1-A 飞控使用默认感度即可获得较佳的飞行状态。
- 2、 结合飞行器自身状态，根据调参软件说明，对感度进行微调。

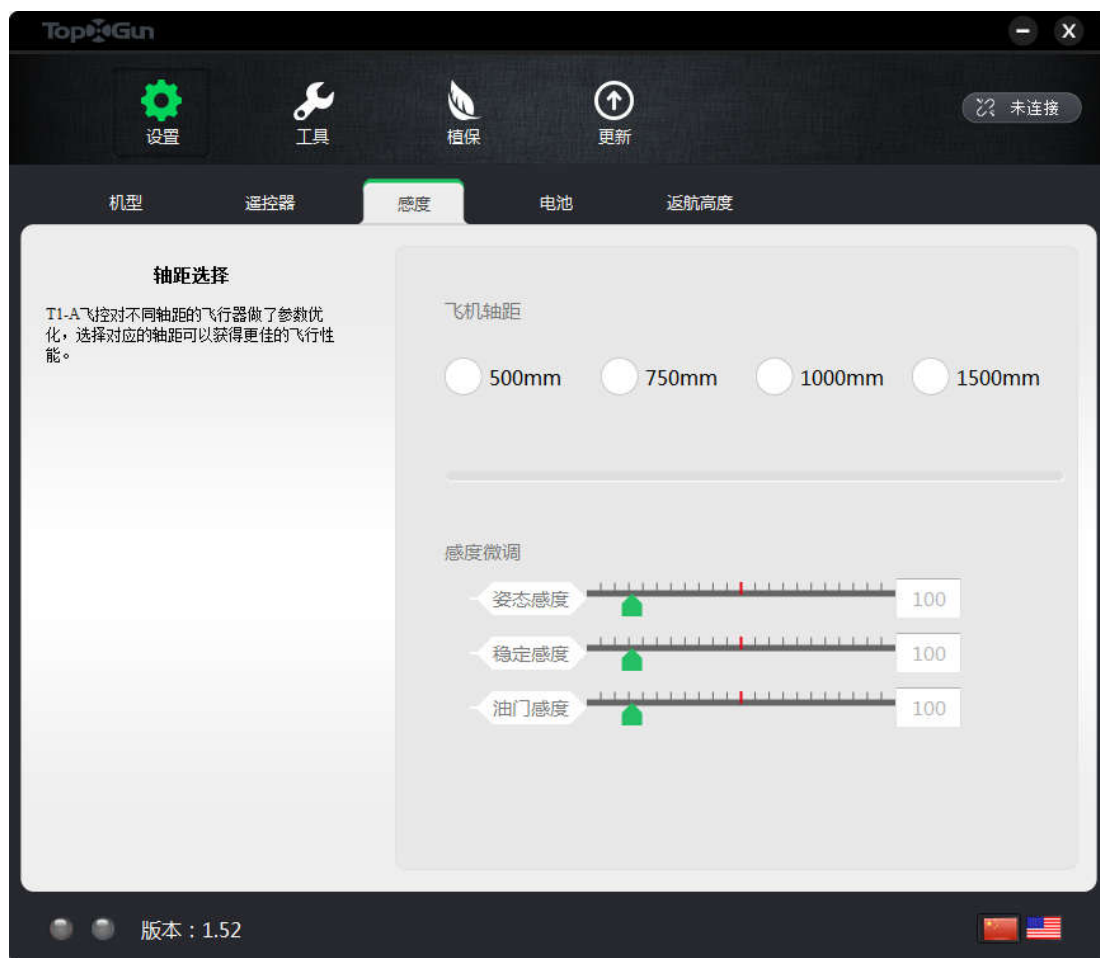


图 1-8 感度调节

**步骤6.** 设置电压保护，如图 1-9 所示。

1、使用万用表测量实际电压值。

2、若实际电压值与主控测量值不一致，则在框中填入实际电压值，并单击“校准”按钮进行校准。

3、设置电压保护。

- 若不需要飞控执行低电压保护动作，可以将其关闭。此时飞控仅在电压低时进行闪灯报警，一级保护黄灯快闪，二级保护红灯快闪。

- 若开启低压保护动作，可进一步设置“一级保护”的保护措施为“着陆”或“返航”。若设置为“返航”，则当一级保护触发时执行自动返航；若设置为“着陆”，则当一级保护触发时执行原地着陆。当二级保护触发时，将自动执行原地着陆。



- 开启了低压保护动作后，当遥控器失控时：若“一级保护”设置为“返航”，则飞行器将执行自动返航；若设置为“着陆”，则将执行原地着陆。

- 无论是在自动返航或者原地着陆，任何时候都可以通过切换 5 通道模式开关来回一次终止低压保护动作。（出于安全考虑，强烈建议设置合适的低压保护值，确保电池电量能满足飞行器飞回。一旦电压过低，飞行器动力不足，将会引起坠机等严重后果。）



图 1-9 电压保护设置

**步骤7.** 设置返航高度，如图 1-10 所示。



返航过程中，飞行器无法躲避障碍物。因此需根据实际环境需要，设置合适的返航高度。



图 1-10 返航高度设置

**步骤8.** 设置植保工作参数。

- 1、单击“植保”按钮，进入植保参数设定页面。
- 2、选择“喷幅”页签，设置作业时飞行器的作业喷幅，如图 1-11 所示。



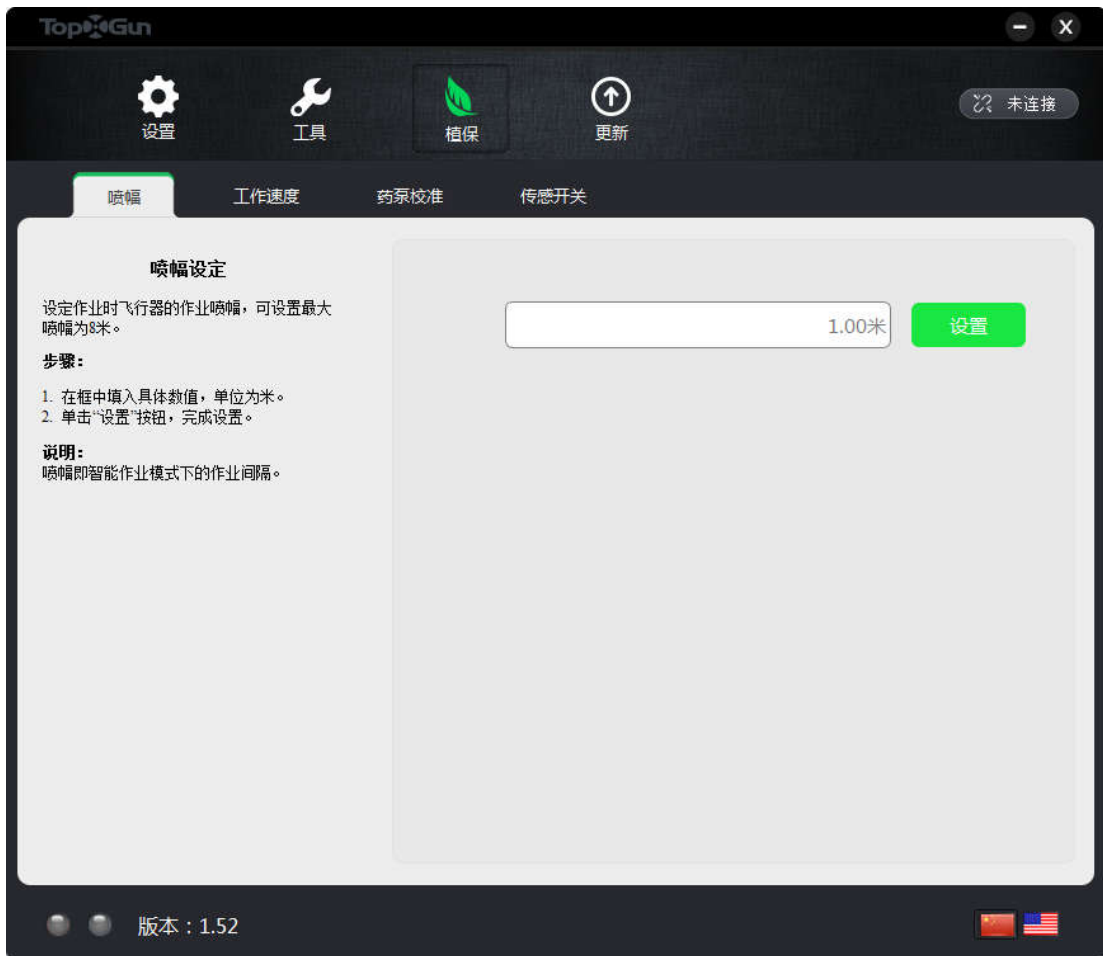


图 1-11 喷幅设定

3、选择“工作速度”页签，设置飞行器在 GPS 模式、半自动作业模式以及 AB 点模式下的最大速度值，如图 1-12 所示。

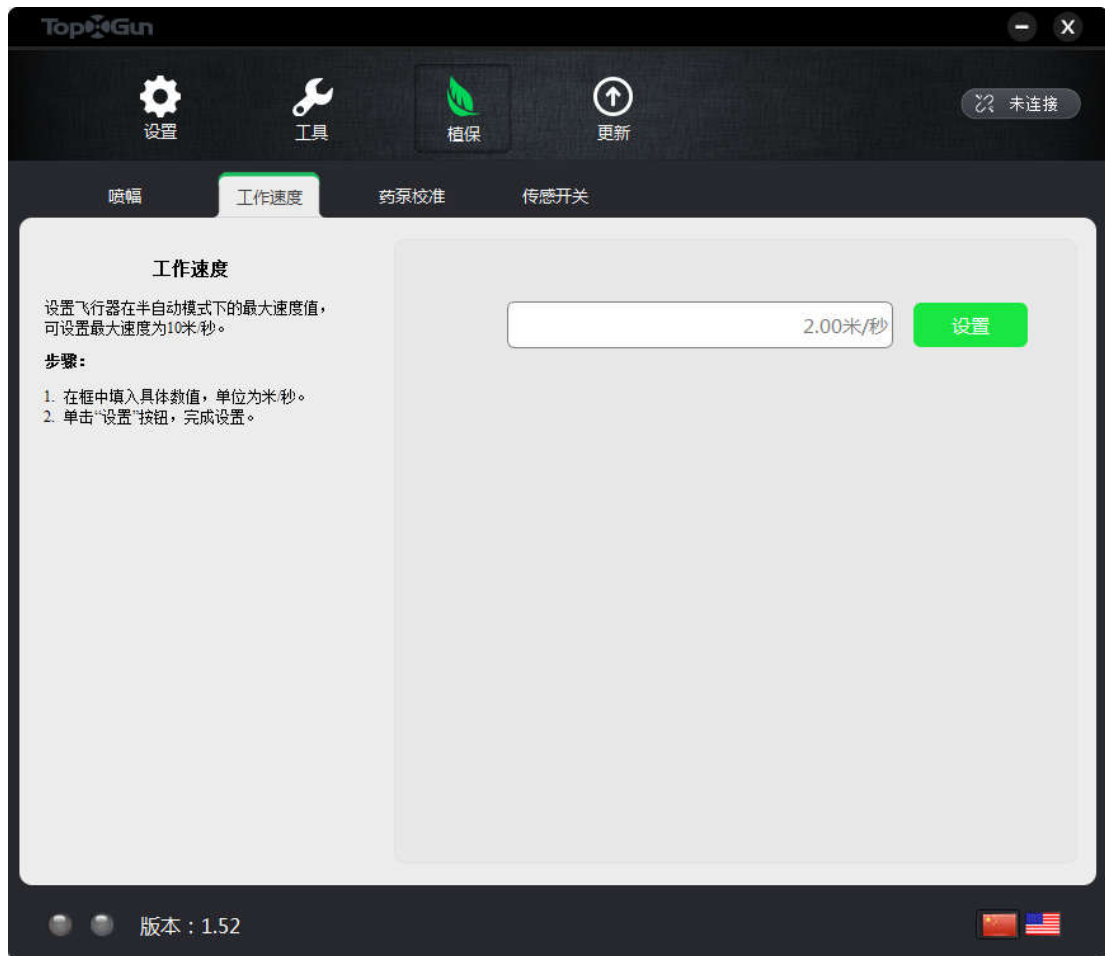


图 1-12 工作速度设定

4、选择“药泵校准”页签，分别设置工作喷速和最小喷速，如图 1-13 所示。



图 1-13 药泵校准

5、选择“传感开关”页签，设置辅助定高雷达模块（即地形跟随雷达模块）和液位传感器的打开/关闭，如图 1-14 所示。

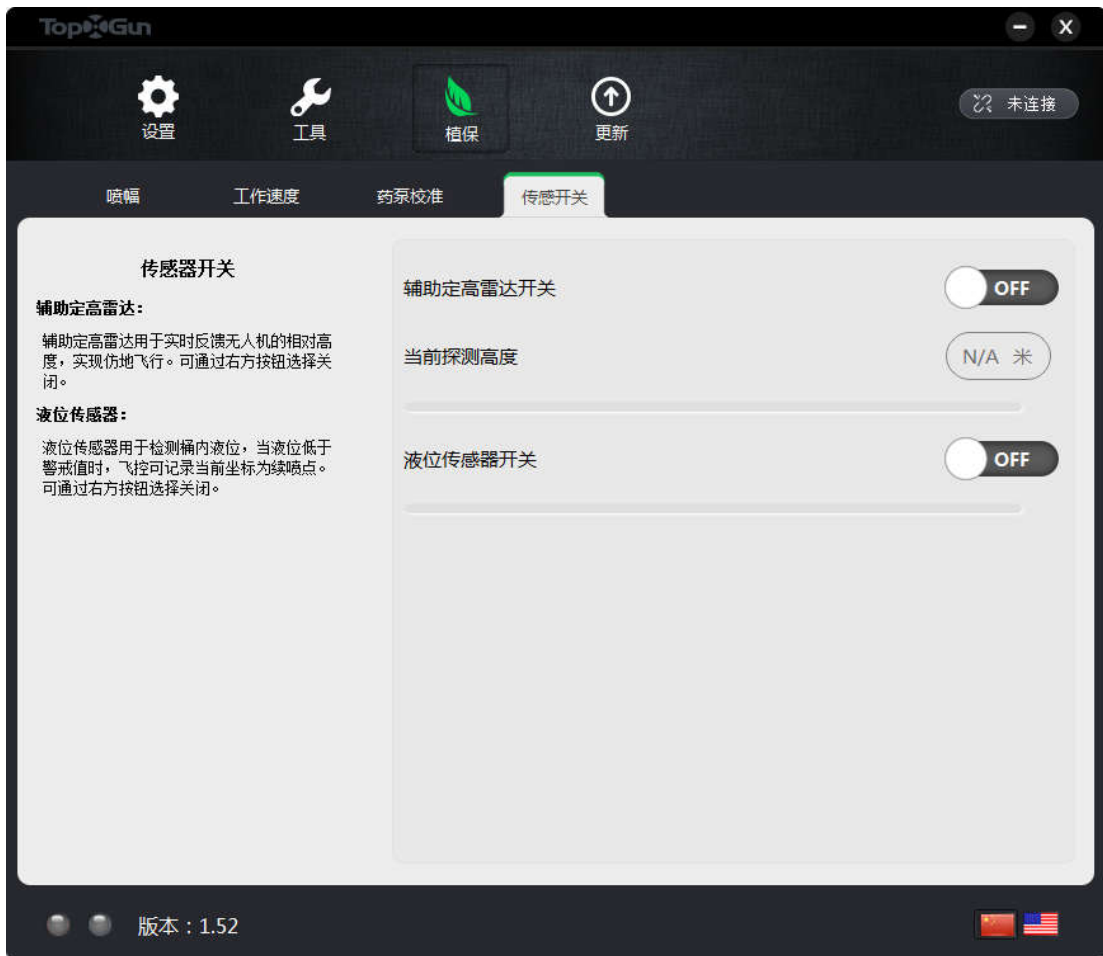


图 1-14 传感器开关

## 2.3 解锁和加锁

T1-A 飞控解锁方式只有唯一一种，不管是日本手还是美国手，均执行图 1-15 操作解锁，执行图 1-16 操作加锁。飞行器落地后油门杆保持最低位至少 3 秒，飞行器执行自动加锁。



T1-A 飞控校准电调完毕后，解锁时，电机按照顺序会依次转动。当 1 号电机起转之后您只要推油门所有电机也会同时起转。

DJI 系列电调怠速较高，使用推荐怠速解锁时会存在电机没有怠速的现象，在电机怠速界面调到高怠速即可解决。

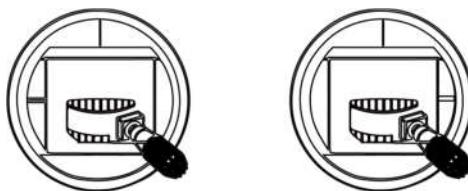


图 1-15 解锁

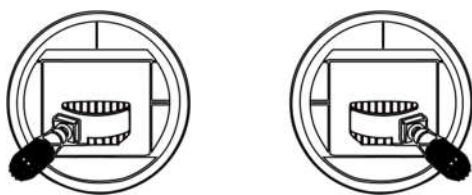


图 1-16 加锁

## 2.4 电调及指南针校准

电调和指南针均可通过遥控器上 5 通道开关切换组合进行校准。

### 电调校准



校准前，需将飞行器螺旋桨拆除。

电调校准操作步骤如下。

**步骤1.** 将油门杆推到最高位置。

此时，状态指示灯指示当前 GPS 状态和飞行模式。

**步骤2.** 将 5 通道开关在最低位置和最高位置来回切换约 6~10 次，直到状态指示灯红灯长亮。

**步骤3.** 保持油门位置不变，断开总电源，然后重新通电。



如果您的动力和飞控采取分开供电的方式，校准电调重新上电时，需要先断动力电，再断飞控电，然后先上飞控电，最后接通动力电。

**步骤4.** 通电后 0.5 秒左右，会听到电机“嘀-嘀-”两声，然后在 2 秒内将油门杆拉到最低位置。

此时，状态指示灯红蓝交替闪烁后，进入正常指示。

操作示意图如图 1-17 所示。

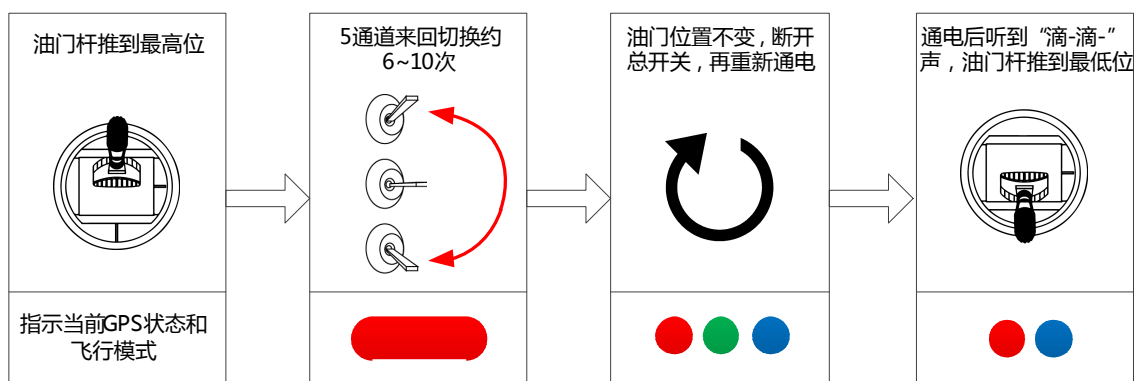


图 1-17 电调校准

电调校准成功后，解锁时，电机会按照顺序依次转动，否则需要重新校准。DJI 系列电调怠速较高，使用推荐怠速解锁时会存在电机没有怠速的现象，在电机怠速界面调到高怠速即可解决。

### 指南针校准

指南针校准操作步骤如下：

**步骤1.** 将油门杆推到最低位置。

**步骤2.** 将 5 通道开关在最低位置和最高位置快速来回切换约 6~10 次，直到状态指示灯蓝灯长亮。

**步骤3.** 将飞行器机头向前，水平放置，然后缓慢地顺时针旋转至少一圈，直到状态指示灯绿灯长亮。

**步骤4.** 将飞行器机头朝下，机身垂直，然后缓慢地顺时针旋转至少一圈，直到状态指示灯白灯长亮 4 秒。

若出现状态指示灯红灯长亮 4 秒，说明校准失败。重复步骤 2~步骤 4 的操作，直到操作成功。

操作示意图如图 1-18 所示。

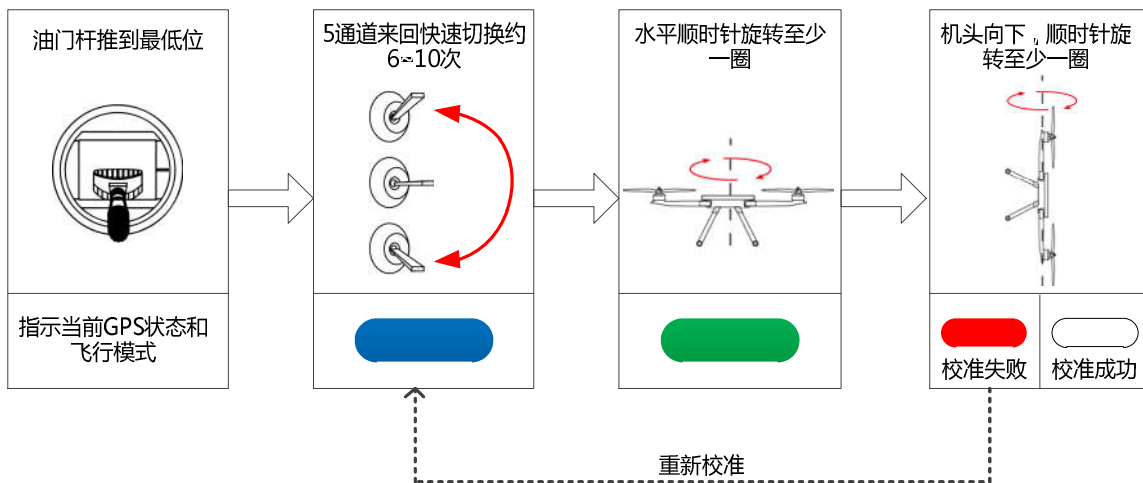


图 1-18 指南针校准

## 2.5 水平校准

水平校准操作步骤如下：

**步骤1.** 将飞行器放到水平的地面上，确保机身水平且无振动。

**步骤2.** 在遥控器上执行外八字加锁动作，保持 10 秒以上，直到状态指示灯蓝绿灯开始交替闪烁。

**步骤3.** 油门杆位保持最低，至少 10 秒，直到状态指示灯由蓝绿灯交替闪烁变换为蓝灯单闪。

**步骤4.** 油门杆位继续保持最低，至少 15 秒，直到状态指示灯由蓝灯单闪变换为正常的状态灯。

操作示意图如图 1-19 所示。

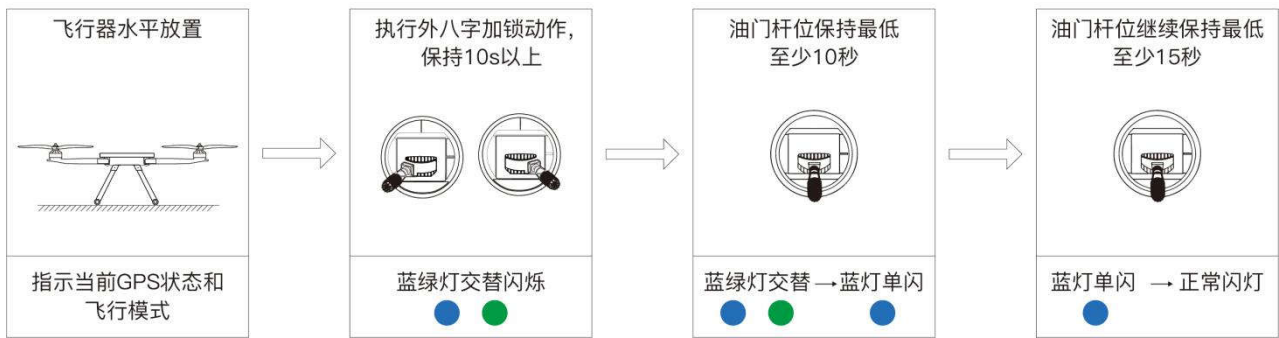


图 1-19 水平校准

如果在以后的飞行过程中，姿态模式起飞后，飞机依然侧偏严重，建议重新进行水平校准。

## 3 试飞说明

### 3.1 遥控器通道说明

T1-A 需要至少 8 通道的遥控器，5~8 通道的设置说明如表 2-1 所示。

表 2-1 遥控器 5~8 通道说明

通道	说明
5 通道	为 3 段开关，“低-中-高”分别对应“姿态模式-半自动作业模式-GPS 模式”。
6 通道	为 3 段开关，“低-中-高”分别对应“待命-喷洒-返航/记录续喷点”。
7 通道	为 2 段/3 段开关，“低-高”分别对应“记录 B 点-记录 A 点”。
8 通道	为 2 段/3 段开关，“低-高”分别对应“退出 AB 点模式-进入 AB 点模式”。

### 3.2 飞行模式及对应响应

T1-A 有多种使用模式，在不同的使用模式下，飞行器的表现会有所不同。不同模式下杆量与飞行器动作相应如表 2-2 所示。

表 2-2T1-A 飞控操控模式说明

操控模式	杆量操作	飞行器响应
姿态模式	横滚/俯仰	横滚/俯仰倾斜角度正比于杆量输入大小
	偏航	偏航快慢对应偏航杆量输入大小
	油门	电机平均输出对应当前油门值，且油门输入占有最大权限
GPS 模式	横滚/俯仰	横滚/俯仰方向倾斜角度对应杆量输入大小，但对应方向飞行速度限制在最大水平速度以下（12 米/秒）
	偏航	偏航快慢对应偏航杆量输入大小
	油门	油门中立位对应高度保持，油门上/下的幅度对应上升/下降的速度
半自动作业模式	横滚/俯仰	拨动横滚杆，飞行器换行；向前推/向后拉俯仰杆，飞行器向前/向后飞行
	偏航	偏航快慢对应偏航杆量输入大小
	油门	油门中立位对应高度保持，油门上/下的幅度对应上升/下降的速度
AB 点作业模式	横滚/俯仰	每向前推/向后拉俯仰杆持续 1 秒，飞行器既定航线将整体向前/向后移动 1 米
	偏航	偏航快慢对应偏航杆量输入大小
	油门	油门中立位对应高度保持，油门上/下的幅度对应上升/下降的速度



### 3.3 指示灯说明

- (N) 表示 ● 颜色灯频闪 “N” 次。
- {● ●} (N) 表示灯组合 “● ●” 闪烁 “N” 次。
- ● (∞) 中 “∞” 表示持续闪烁。
- (N) 中 “N” 表示持续亮 “N” 秒。

闪灯内容	含义说明	备注
<b>姿态模式</b>		
● ● ●	无法使用 GPS 定位, 无舵量输入	搜星在 7 颗以下
● ●	无法使用 GPS 定位, 无舵量输入	搜星在 7 颗以上但质量不好
● ●	无舵量输入	
● ● ●	有舵量输入	
● ●	无舵量输入	
● ● ●	有舵量输入	
<b>GPS 模式</b>		
● ●	GPS 模式, 无舵量输入	
● ● ●	GPS 模式, 有舵量输入	
● ●	差分 GPS 模式, 无舵量输入	
● ● ●	差分 GPS 模式, 有舵量输入	
<b>自动驾驶模式 (需自动飞行模式下, 如自动航线、自动返航)</b>		
●	自动驾驶模式	
<b>T1-A 功能模式</b>		
● ●	半自动作业模式, 无舵量输入	
● ● ●	半自动作业模式, 有舵量输入	
● ●	差分半自动作业模式, 无舵量输入	
● ● ●	差分半自动作业模式, 有舵量输入	
● (4)	有断药点记忆	
● (10)	记录 A 点	
● (10)	记录 B 点	
● (8)	进入 AB 点模式	
● (10)	已删除 AB 点	
<b>其他</b>		
{● ●} (10)	硬件初始化, 陀螺零偏已修正	
● (10)	记录返航点	第一次 GPS 可定位/每次电机启动时记录

● (5)	到达目标航点	
<b>警告和异常</b>		
○ (∞)	IMU 或气压计数据异常	断电后重新接通并检查飞机震动
{●●} (∞)	磁罗盘数据异常	检查是否有磁场干扰, 或重新校准磁罗盘
{●●} (∞)	接收机信号丢失	
● (∞)	电压一级报警	
● (∞)	电压二级报警	

### 3.4 固件更新



- 固件更新前, 需确认已断开飞控动力电或已拆除螺旋桨。
- 固件更新前, 需了解固件更新内容。
- 固件更新前, 需确认已下载最新版调参软件并已连接网络。

**步骤1.** 单击“更新”按钮, 进入固件升级界面。

系统提示是否有模块需要更新, 如图 2-1 所示。



图 2-1 固件更新 1


步骤2. 单击“”按钮，系统会提示即将升级固件版本号，点击“确定”按钮进行固件升级，如图 2-2、图 2-3 所示。



图 2-2 固件更新 2



图 2-3 固件更新 3

**步骤3.** 固件更新成功后，在弹出的对话框中单击“**Yes**”按钮完成更新。

升级完成后，“升级”一栏中显示“无可用更新”，表明当前固件已是最新，如图 2-4 所示。



图 2-4 固件更新 4

## 3.5 初次试飞

初次试飞时，建议遵循以下步骤进行航前检查及飞行，以确保飞行安全。

### 航前检查

请检查以下内容，避免飞行事故。

- 机头方向
- GPS 朝向
- 主控安装方向
- 各个旋翼转向是否匹配
- 电气连接各部分是否牢靠



### 通电自检

通电检查步骤如下，LED 状态指示灯含义请参见“指示灯说明”。

**步骤1.** 打开遥控器，接通总电源。



---

主控通电后，在{ } (10) 组合闪烁完成前，尽量避免晃动飞行器，否则可能引起飞行姿态不佳。

如果您的动力和飞控采取分开供电的方式，需要先断动力电，再断飞控电；如果采用统一供电方式，则先上飞控电，等飞控启动后再接通动力电。

---

**步骤2.** 观察 LED 状态指示灯，尽量等到 GPS 收星正常，可以进行定位时再进行下一步操作。

**步骤3.** 来回切换 5 通道飞行模式开关，观察 LED 灯飞行模式指示是否与模式开关位置保持一致。

### 低空试飞

**步骤1.** 将飞行器放在距操控手至少约 5 米距离外等待飞控系统搜星正常（红色闪灯变为绿色闪灯）。

**步骤2.** 在姿态模式下将遥控器左右操控杆同时掰到右下角，电机解锁，并从 1 号电机开始轮流启动；若在轮流启动过程中油门杆量超过 20%，所有电机将立刻全部启动。

**步骤3.** 电机完全启动后，轻推油门杆至 30%左右时保持，轻微打滚转、俯仰杆，观察电机加速趋势是否与杆量一致，若一致，则滚转、俯仰杆回中，继续推油门，直到飞行器离地。

**步骤4.** 在 2 米高度以下尝试各个操控通道的手感，若响应正常，则可继续自行挖掘飞控的最大潜能。



---

飞行后，必须检查正转电机和反转电机温度是否一致。若温度不一致，说明飞机可能存在负载不均衡的现象，需要对桨平面进行校准，保证桨平面一致。

---

## 4 功能说明

### 4.1 作业模式

#### 4.1.1 半自动作业模式

##### 模式简介

在半自动作业模式下，用户可操控飞行器向前/向后飞行或向左/向右换行。飞行器飞行时自动喷洒药液，换行及悬停时不喷洒药液。T1-A 还提供了智能喷洒功能，即控制流量与飞行速度相关联：速度越大流量越大；速度低于 0.5m/s 时，水泵自动关闭。

在半自动作业模式下，用户可以灵活控制换行点，可适应不规则作业区域。

##### 作业过程

半自动作业模式作业路线如图 3-1 所示。图中，虚线长度为作业间隔，可在调参软件中设置。

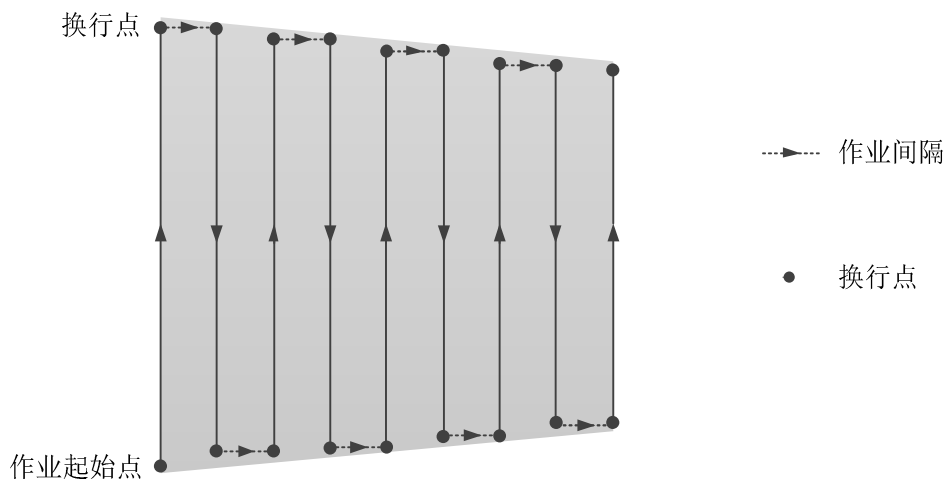


图 3-1 半自动作业路线

作业过程如下：

1. 飞行器到达作业起始点。
2. 接收到向前飞行命令后，飞行器自动向前飞行并喷洒药液。
3. 到达换行点后，接收到向左/向右换行命令，飞行器将自动向左/向右飞行一个作业间隔，并悬停。
4. 接收到向后飞行命令后，飞行器自动向后飞行并喷洒药液。
5. 重复 3、4 操作，直到完成作业。

##### 操作说明



- 作业时，需保证飞行器处于视线范围内。
- 作业时，需切换 5 通道为作业模式。

**步骤1.** 在 Home 点启动飞行器，并悬停在合适高度（作物上方 1~2 米）。



- 若飞行器未记录断药点，则飞行器起飞过程中，将油门杆轻推至 60%位置，飞机电机将逐渐加速，直至离地起飞。
- 若飞行器已记录断药点，则飞行器起飞过程中，需将油门杆先推至 70%位置，再回到 50%位置将飞机起飞，飞行器将自主飞往最近一次记录的断药点继续作业。

**步骤2.** 飞至作业起始点后，向前推动俯仰杆超过中立点 15%，飞行器将加速到最大速度，自动定高、定速向前飞行，实现定流量喷洒。

- 作业过程中，若松开俯仰杆，飞行器将自动减速悬停，悬停时不喷洒农药。
- 作业过程中，可通过控制油门杆调整飞行高度。油门中立时，飞行器将保持当前高度。

**步骤3.** 飞行器飞至换行点时，向左/右拨动横滚杆一次并立即回中。飞行器将向左/右飞行一个作业间隔，并悬停。作业间隔即作业喷幅，可在调参软件中设置。

**步骤4.** 重复步骤 2~步骤 3，完成作业过程。

### 4.1.2 AB 点作业模式

#### 模式简介

在 AB 点作业模式下，飞行器在记录 A、B 点后，可自动进行作业。飞行器飞行时将自动喷洒药液，换行时不喷洒药液。

在 AB 点作业模式下，用户操作步骤较少，适合在规则区域使用。

#### 作业过程

AB 点作业模式作业路线如图 3-2 所示。图中，虚线长度为作业间隔，可在调参软件中设置。

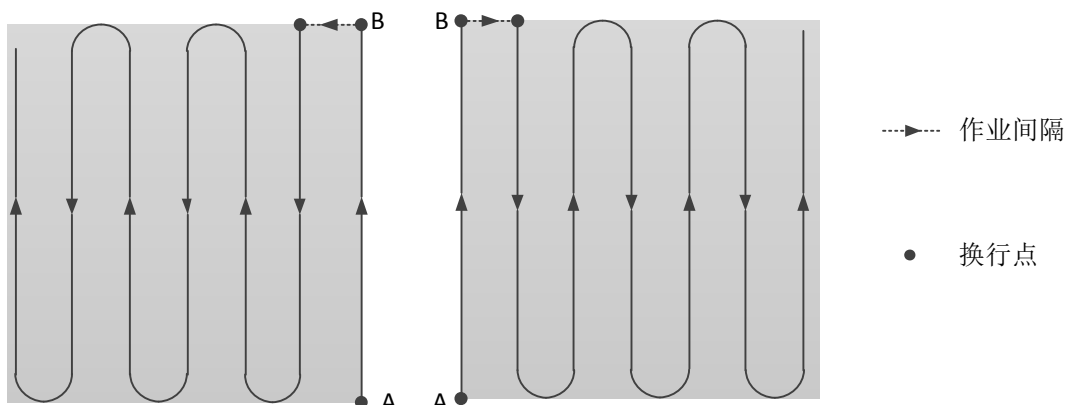


图 3-2AB 点作业路线

作业过程如下：



1. 将飞行器飞至 A 点位置，记录 A 点。
2. 将飞行器飞至 B 点位置，记录 B 点。
3. 切换到 AB 点模式。
4. 飞行器接受到向左/向右换行命令，按路线 L/路线 R 飞行并进行作业。

### 操作说明



- 作业时，需保证飞行器处于视线范围内。
- 只有在半自动作业模式或 GPS 模式下可记录 AB 点。

**步骤1.** 记录 A 点：将飞行器飞至合适位置，将 7 通道开关拨至 A 档（高位），记录 A 点。此时，LED 指示灯闪红灯 10 次（●（10））。

**步骤2.** 记录 B 点：在距离 A 点 8 米范围外，将 7 通道开关拨至 B 档（低位），记录 B 点。此时，LED 指示灯闪绿灯 10 次（●（10））。



- 若未记录 B 点，则在任何位置均可记录 A 点；
- 若已记录 B 点，则在 B 点 8m 范围之外可记录 A 点；
- 记录 A 点时，若之前已记录 B 点，则所记录的 B 点会被自动清除，需重新记录 B 点。
- 在以原 B 点为圆心，半径 8 米范围内，将 7 通道开关拨至 B 档，即可重新记录 B 点。

**步骤3.** 将 8 通道开关拨至高位，进入 AB 点作业模式。此时，LED 指示灯闪蓝灯 8 次（●（8））。



飞行器在地面上时，不可切入到 AB 点作业模式。

**步骤4.** 向左/右拨动横滚杆一次并立即回中，飞行器向左/右飞行一个作业间隔后，自动沿图 3-2 所示路线 L/路线 R 作业。

- 作业过程中，向 A 点方向飞行时，LED 指示灯闪红灯 3 次（●（3））；向 B 点方向飞行时，LED 指示灯闪绿灯 3 次（●（3））。
- 作业过程中，可以根据实际情况通过控制油门杆调整飞行高度，油门中立时，飞行器将保持当前高度。
- 作业过程中，若飞行路线有所偏离，则每向前推/向后拉俯仰杆持续 1 秒，飞行器整体既定航线将向前/向后移动 1 米，如图 3-3 所示。移动完毕后，飞行器将继续作业。

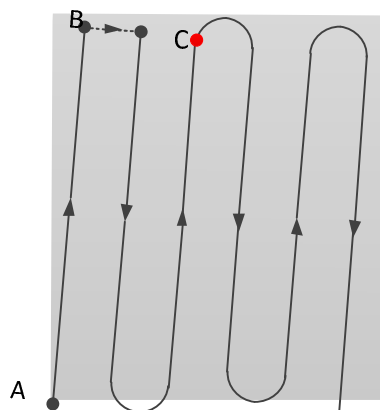


图 3-3 移动整体航线

图中，在到达 C 点位置之前，向前推杆，既定航线将整体向前移动。

- **清除 AB 点**

可以通过如下几种方法清除 AB 点：（1）清除断药点时清除 AB 点；（2）切换 7 通道开关 8 次，此时闪黄灯 10 次；（3）退出 AB 点作业模式后，重新记录 AB 点（必须先记录 A 点，后记录 B 点）；（4）在没有记录断药点的情况下，飞行器落地加锁后，自动清除 AB 点。



- **退出 AB 点作业模式**

在 AB 点作业过程中，切换 8 通道开关，可以退出 AB 点作业模式，飞行器将悬停。若再次切换 8 通道开关，进入 AB 点作业模式，飞行器将直接飞往下一个 A/B 点，继续作业。

### 4.1.3 手工作业

在姿态模式和 GPS 模式下，用户可任意操控飞行器至需要喷洒农药的区域，将 6 通道拨到中间位置，开启药液喷洒。此时，药液喷洒速度与飞行速度相关。

在 GPS 模式下，飞行器最大飞行速度为 12 米/秒；油门中立时，飞行器将保持当前高度，飞行中可通过油门杆量调整高度。

## 4.2 断点续喷功能

遇到如下情况，T1-A 将记录断药点，并可执行断点续喷功能，避免作业区域遗漏。

- 半自动作业模式、AB 点作业模式、姿态模式、GPS 模式均可记录断药点；只有半自动作业模式、AB 点作业模式、GPS 模式可以执行返航至断药点操作。
- 将 5 通道来回拨动 4 次可以清除当前记录的断药点。
- 记录断药点，落地并加锁 15 分钟后，会自动清除当前记录的断药点。



### 药量不足

飞行过程中，当 T1-A 检测到药量低于警戒值时，将执行如下操作：

**步骤1.** 飞行器将减速，自动上升 1.5 米并悬停（姿态/GPS 模式不会自动上升），记录当前点为断药点。在飞行器上升过程中，可通过切换飞行模式中止上升过程，飞控仍将记录断药点。

**步骤2.** 上升完成后，飞行器将自动进入 GPS 模式并悬停。用户可操控飞行器执行返航；或者拨动返航开关，飞行器将按预设高度沿直线返航至 Home 点，并垂直降落。

**步骤3.** 加药后，启动飞行器。起飞后，飞行器将自动上升至作业高度上方 2.5m，并飞行至断药点，然后降低至作业高度继续作业。在飞行器降低高度过程中，用户可以推动油门杆中止下降过程。



飞行器的启动请参见“**操作说明**”中的“**步骤 1**”。

---

### 接收到返航命令

用户操作如下：

**步骤1.** 将 6 通道拨至返航位置，飞行器将接收到返航命令。飞行器将减速并自动上升 1.5 米并悬停（姿态/GPS 模式不会自动上升），记录当前点为断药点。

**步骤2.** 将 6 通道拨至其他位置后再拨至返航位置，飞行器将按预设高度沿直线返航至 Home 点，并垂直降落。

**步骤3.** 再次启动飞行器，飞行器将自动上升至作业高度上方 2.5 米，并飞行至断药点，然后降低至作业高度继续作业。在飞行器降低高度过程中，用户可以推动油门杆中止下降过程。

### 电压不足

在启动低压保护功能后，一级低压保护触发时，将执行如下操作：

**步骤1.** 飞行器记录当前点为断药点，并按预设高度沿直线返航至 Home 点。

**步骤2.** 充电后，启动飞行器。起飞后，飞行器将自动上升至作业高度上方 2.5 米，并飞行至断药点，然后降低至作业高度继续作业。在飞行器降低高度过程中，用户可以推动油门杆中止下降过程。

若未启动低压保护，飞行器将闪灯提示低电量，不会返航，也不会记录断药点。





- 返回至起飞点上空过程中，可以操控航向杆对飞行器航向进行调整，但不能操控俯仰杆和横滚杆对飞行器位置进行调整。

- 在起飞点上空降落过程中，可以操作除了油门之外的其它 3 个通道，即滚转、俯仰、航向来选择合适的降落位置。

---



## 4.3 失控返航

若您使用 SBus 接收机，无需单独设置失控保护；若您使用 PWM 或 PPM 接收机，需要将 5 通道设置到失控保护区域（通过关闭遥控器来检查是否已设置到失控保护区域，参见“**安装调测步骤**”中的“**步骤 4**”）。

在遥控器信号丢失后，LED 指示灯首先变为{ } (∞)，悬停 5 秒后飞行器将返回起飞点上空并降落、加锁。若在此过程中遥控器信号恢复，飞行器将退出自动返航，并自动切换到遥控器 5 通道当前对应的飞行模式。

## 4.4 低压保护

您可以在调参软件中设置低压保护触发门限。该触发门限为带负载时电池电压值，因此飞行过程中低压保护触发时，飞行器降落后的电池测量电压一般会高于您设置的触发电压。

低压保护一共两级，一级低压保护触发后，LED 报警为  (∞)，飞行器将根据调参软件中的设置情况执行自动返航或原地着陆（设置一级低压保护的保护措施，请参见“安装调测步骤”中的“步骤 6”）。二级低压保护触发后，LED 报警为  (∞)，飞行器将自动执行原地着陆。



- 低压保护功能开始执行后，只可切换到姿态模式或返航模式。
  - 低压保护的自动降落功能开始执行后，可以通过切换到姿态模式来退出保护动作。
- 

谢谢使用！