

1、检测及控制设计思路

每个点的运输投放任务的实现可以分成如下几个阶段：

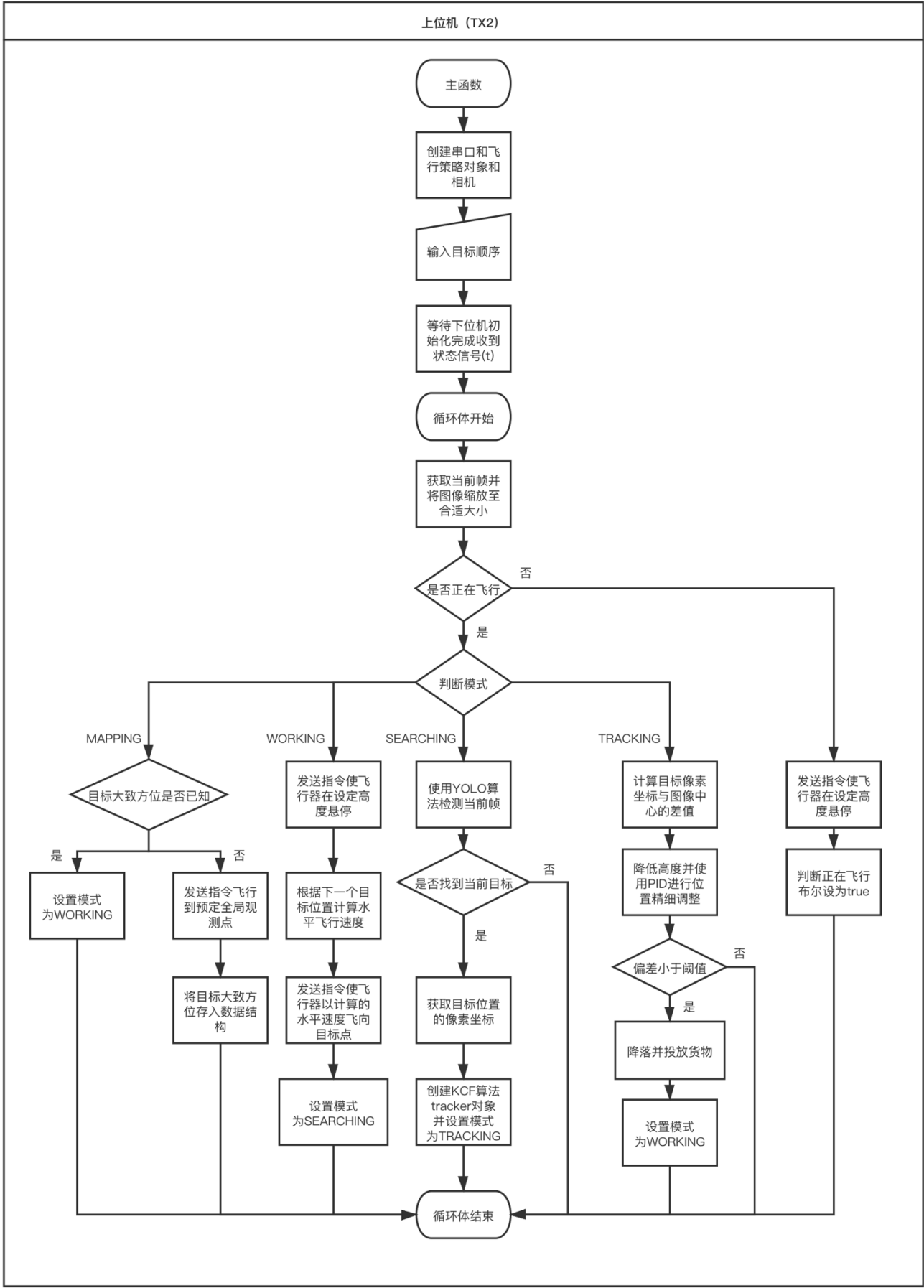
1. 起飞，根据先验知识（目标点大致方位）将飞行器导航到目标附近；
2. 使用神经网络进行目标识别找到目标，用神经网络进行目标识别是为了减小环境光照对识别的影响；
3. 使用霍夫变换等方法精确定中心点，在飞行器速度环中加入 PID 控制率将飞行器精准导航到目标上方，这一过程中用核相关滤波（KCF）算法与 YOLO 算法结合不断追踪目标；
4. 降落并投放负载。

2、器件选择及实施方案

机载电脑使用 Nvidia TX2，作为导航、目标识别、追踪、图像处理算法的运行载体。主相机为 USB 摄像头，通过 USB 接入机载电脑。下位机为 ACFLY A9 飞控，除了 PCB 板上集成的 MEMS 传感器，飞控还外接了光流速度传感器、冗余高度传感器（超声波和激光测距传感器）以实现室内/外精确定位。上下位机间通过 UART 通信，以实现上位机控制的任务飞行。货仓的执行机构为 3 个 12 克级别舵机，这些舵机连接到自制的 PWM 扩展电路，扩展电路通过 PWM 信号与飞控通讯，实现一路 PWM 信号控制三个舵机的行为。

3、总结和体会

使用机载电脑搭配飞控的上下位机方案是一种灵活、强大的飞行平台应用开发方案，能够完成各种包含避障、目标识别、路径规划、导航等算法的自动飞行任务。因为机载电脑的算力较高，可以充分利用这些算力运行较复杂但是效果较好、更鲁棒、更通用的算法，以便更好地完成给定任务。上下位机间的通讯对两边程序的运行至关重要，这里需要两边的开发者默契配合完成开发和调试。



说 明

一、上位机（TX2）

本程序在 Linux 系统上编译运行，通过调用了 OpenCV 接口，读取串口文件，调用视频设备内核驱动，从而完成下位机通讯、打开相机，目标检测等功能。通过编写启动脚本，可实现无人机上电后程序自动运行。

考虑到相机帧率较低及神经网络运行速度较慢，而程序与无人机飞控通讯的实时性要求较高，因此本程序用一个线程专门收发通讯指令，另一个线程根据当前图像和其余运行逻辑去更改发送的通讯指令，并在数据收发或更改指令时用线程锁保护数据。

由于省赛的无人机投放货物的顺序及大概方位已写在规则中，因此程序里使用数据结构中的邻接矩阵的方式存储了四个点的大致二维坐标。待飞手确认可以安全起飞后，用遥控器切换到自动模式由该程序接管无人机。

程序运行后，会先配置好串口，初始化无人机指令并发送给飞控，待收到飞控返回的确认指令时，起飞到设定的高度。达到指定高度后，无人机将根据第一个目标点的坐标与当前坐标的差值，给出 X 和 Y 方向的恒定速度指令以驱使无人机到达目标点大概的方位。与此同时，不断检测当前时刻的图像中是否检测到当前顺序的目标点，如果发现了就使用 PID 控制无人机到达目标点正上方的位置，随后降落，完成投放。投放完成后切换目标点，继续以上步骤。

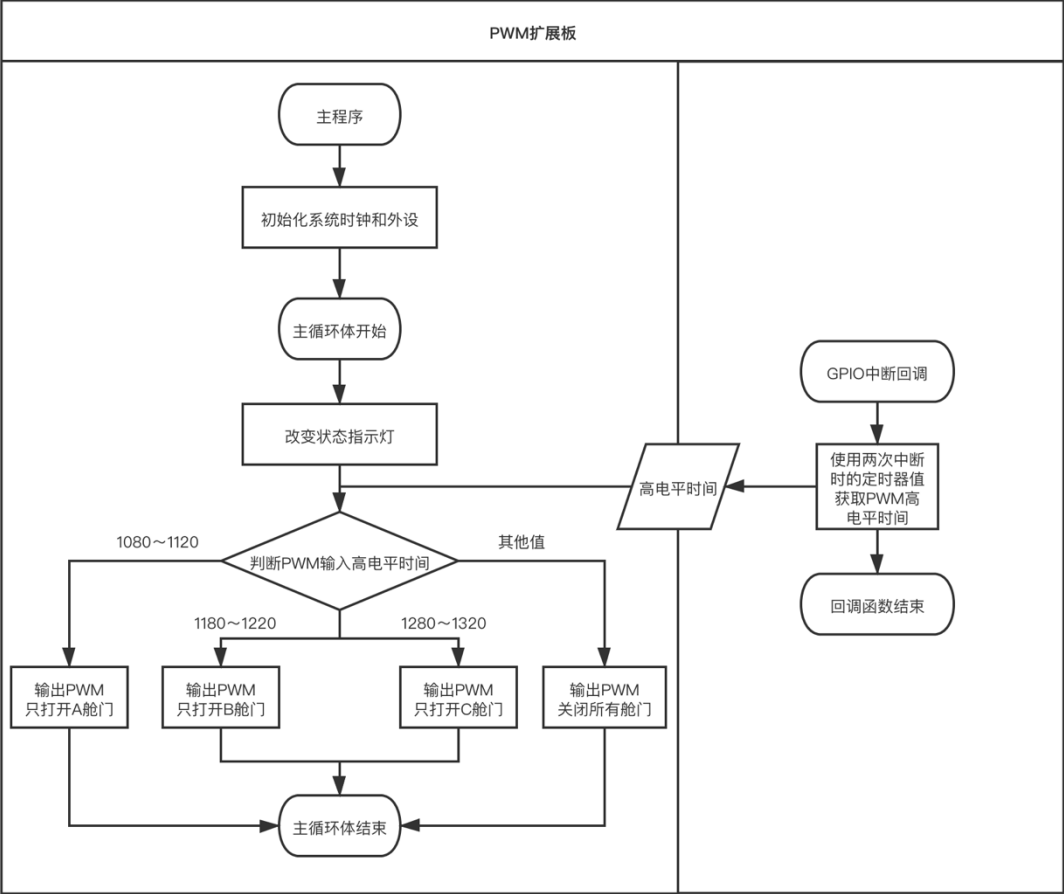
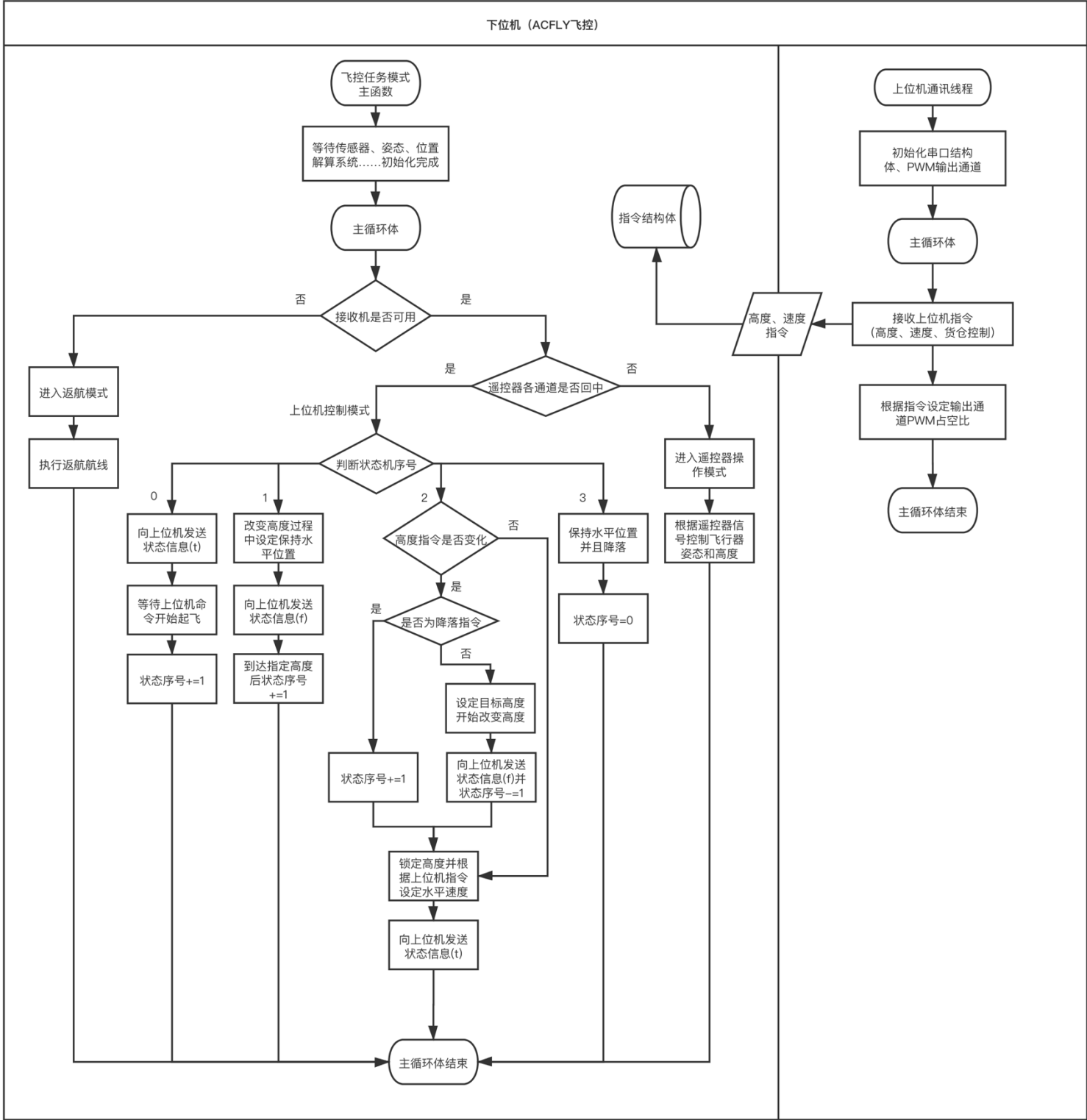
二、下位机（ACFLY A9）

飞行控制的底层代码在本工程中未作修改，在自动飞行模式中使用了高度、速度控制等接口控制飞行器的移动。其本质目标是按照上位机发送的指令飞行并控制货仓的执行机构。飞控运行于 FreeRTOS 框架下，这里流程图仅列写最体现整体运行逻辑的线程，即任务模式线程和通讯线程。

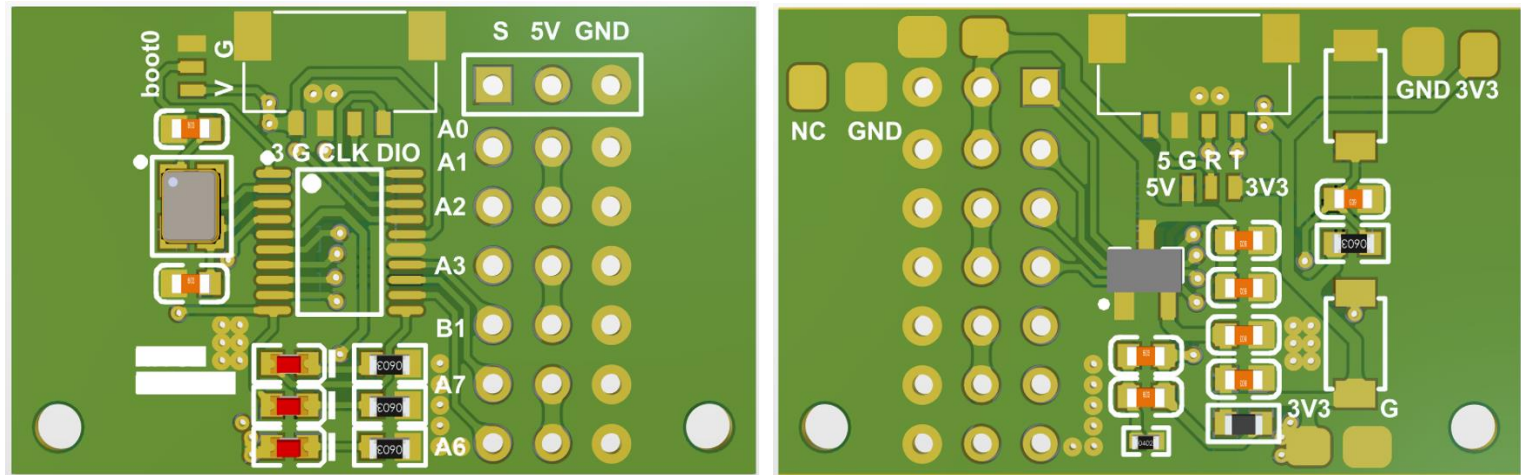
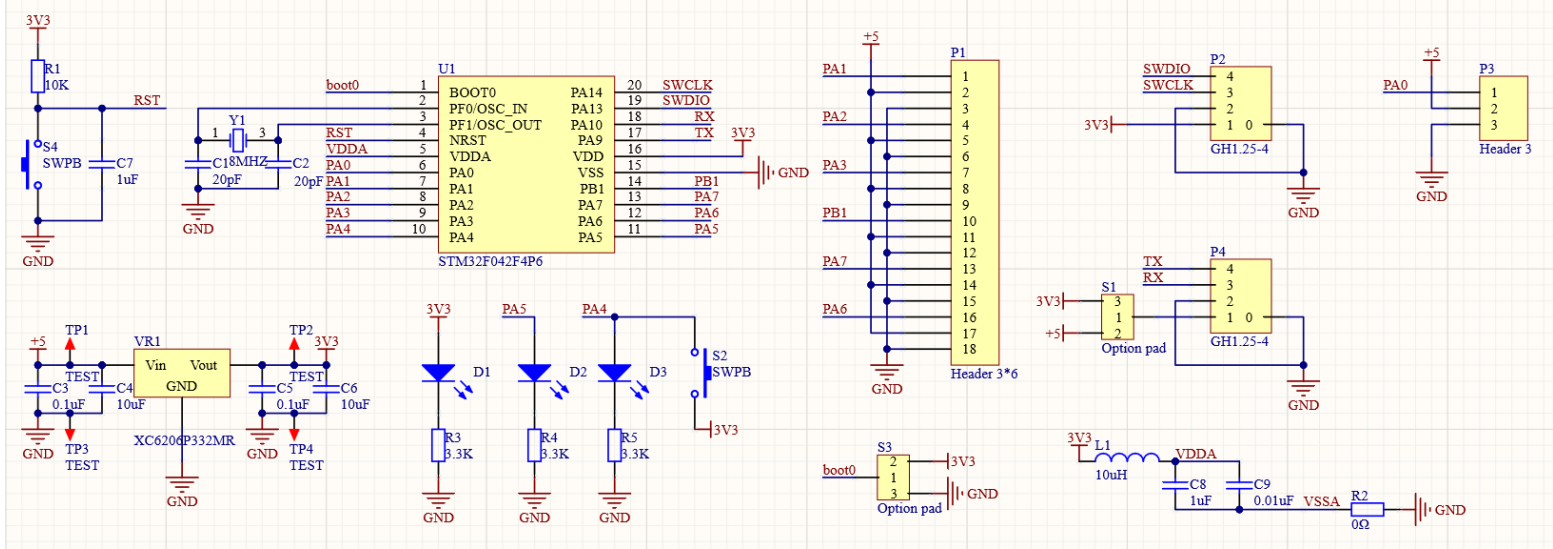
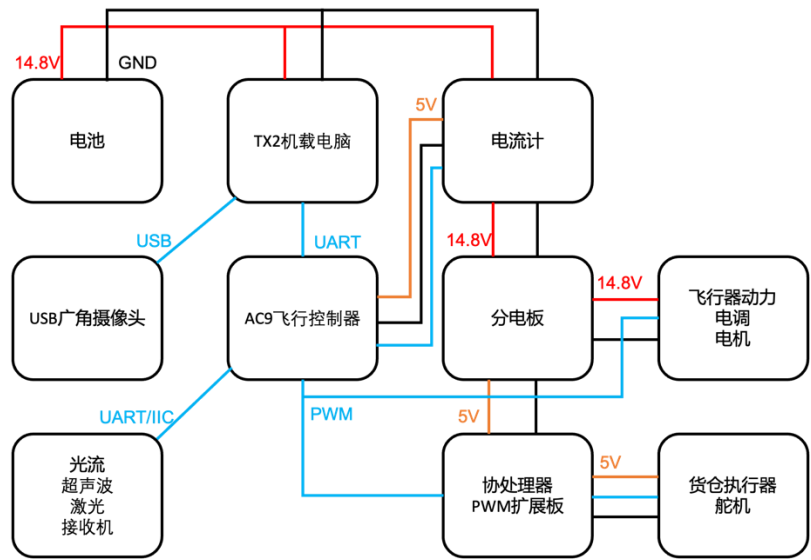
三、协处理器（PWM 扩展板）

其存在意义和制作动机详见电路图及特色说明部分。程序方面，其作用非常简单，即读取飞控 AUX 通道输出的 PWM 信号，根据 PWM 的不同占空比控制三个舵机的行为。这样一来，飞控可以通过一路 PWM 信号控制三个舵机。

电路程序流程图及说明	比 例	N/A
粤港澳大学生工程训练综合能力竞赛暨第七届全国大学生工程训练综合能力竞赛广东省分赛	共 2 页	第 1 页



电路程序流程图及说明	比 例	N/A
粤港澳大学生工程训练综合能力竞赛暨第七届全国大学生工程训练综合能力竞赛广东省分赛	共 2 页	第 2 页



电路设计方案创新特色说明

功率电路方面我们选择的是 5000mah 14.8V 航模锂电池，它具有高放电倍率，适合无人机的应用场合。直接挂载到锂电池上的设备有：嵌入式计算机系统 TX2 平台、航模电流计传感器。其中 TX2 平台可看作是恒功率的负载，对于无人机系统电源部分基本无扰动；航模电流计传感器可以监测整个系统的电压和电流信息，同时给飞控供电和传输相应的数据。飞控可以根据电压的波动情况，动态调整电机的输出，使飞行稳定。与飞控相连的是分电板，它一方面起到整理线材的作用，把电源分配给 4 个电子调速器，以驱动 4 个电机的转动，另一方面起到降压的作用，产生 5V3A 的功率给协处理器和 3 个舵机供电，特别确保了舱门舵机的充足的供电。

信号电路部分遵循整机共地，信号地与电源地是共地的。统一线材，简化布线原则。TX2 计算平台通过 USB 转 XH2.54 线材连接一个广角工业摄像头，进行图像采集与处理；通过 UART 串口信号线发送控制指令到飞控，并且接收飞控的反馈数据，实现无人机的自主导航。与飞控相连的有光流传感器 LC302，超声波传感器 US100，激光传感器 TF mini。这些传感器与飞控内置的陀螺仪、气压计共同融合得到飞控的高度、位置和姿态信息，结合飞控连接的 2.4GHz 无线电接收机以接收控制指令，能够实现稳定的飞行与控制。飞控的输出信号连接到 4 个电子调速器，以控制电机的转速，进而控制无人机的姿态。飞控另外输出一路 PWM 控制信号给协处理器，以控制三个货舱舵机的转动。

整套系统中最具特色的是，我们增添了一个协处理器（PWM 扩展板）去控制货舱舵机。从上述电路连接图中可以看出，有大量信号线需要与飞控相连，如果这些信号线全部与飞控直接相连，会导致线材错综复杂，不便于维护，降低系统可靠性。此外，飞控的电源来源于电流计的小功率降压芯片，无法驱动多个像舵机这样对功率要求较高的设备。因此我们把对舱门的控制信号从飞控转发给协处理器，协处理器上整合分电板的 5V3A 高功率供电，就可以极大简化线材，使布线简洁，提高系统的可靠性。在协处理器的选型上，考虑到协处理器需要从飞控上接收控制信号，控制最多六个舵机，此后还可能把新的传感器挂载到协处理器上，综合体积与功能需求，我们最终选择了 STM32F042F6P6 处理器，TSOP-20 封装。我们从芯片中引出了一路 PWM 捕获信息输入通道，6 路 PWM 信息输出通道，一个 UART 串口，两个 LED 和两个按键，在满足现有的功能下还有冗余。并且，经过特别优化的布线，PCB 的尺寸只有 3.2*2，远小于市面上大多数单片机最小系统。信号线宽 10mil 以上，电源线宽 25mil 以上，信号线所经过孔不超过 2 个，经过滴泪和覆铜处理，能够确保协处理器系统的可靠运行。控制接口方面，我们统一为 GH1.25 与杜邦线接口，与飞控接口类型相同，线材可以通用，同样便于后期维护。

电路图及特色说明	比 例	N/A
粤港澳大学生工程训练综合能力竞赛暨第七届全国大学生工程训练综合能力竞赛广东省分赛	共 1 页	第 1 页