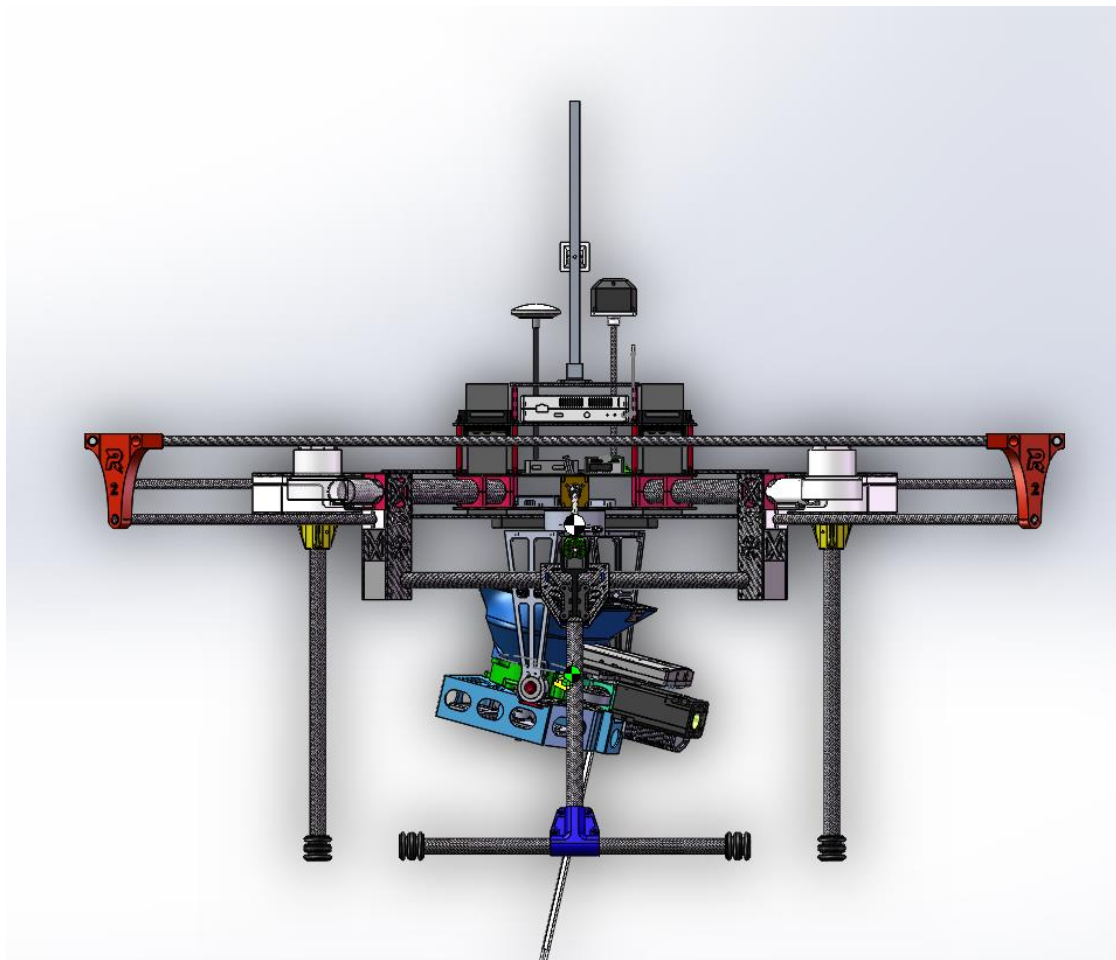


二组空中机器人 技术文档



2018.2.2

目录

- 机械部分3
 - 概述3
 - 1.1 背景3
 - 1.2 设计思路3
 - 2 结构介绍4
 - 2.1 机架的设计4
 - 2.2 云台的设计5
 - 3 改进的方向7
 - 4 维修指南7
- 控制部分8
 - 1 整体控制方案8
 - 1.1 硬件电路9
 - 1.2 模块列表10
 - 1.3 软件架构11
 - 2、调试过程中经验总结：12
 - 3 特殊处理12
 - 4 操作手册13
 - 4.1 飞手：13
 - 4.2 云台手：14
 - 4.3 注意事项：14

机械部分

概述

1.1 背景

Robomaster 全国大学生机器人大赛至举办以来，不断增添赛场新元素，技术水平也在飞快提升。

“RoboMaster 机甲大师”往届赛事中，与空中机器人在停机坪上取弹然后投弹攻击相比，RM2018 增强了空中机器人的战略地位，不仅能够提供全场视野，还能够发射小弹丸，对地面目标进行攻击，具有一定的威慑力。为了充分发挥并显示出空中机器人的重要性，在符合规则要求的前提下，要设计一架飞行稳定、射击精准的空中机器人。

1.2 设计思路

首先结构设计要符合 RoboMaster2018 规则里要求的尺寸、重量等，同时要保证动力系统满足最大起飞重量，且电量能够维持飞行超过 7 分钟（半场时间）。空中机器人有两位操作手，一位操作手操作空中机器人飞行，另一位云台操作手控制云台对地面目标进行射击。固定式机腿的无人机，云台转到一定角度时，会影响到云台操作手的视野，以及射击角度，为了保证云台手不受影响，必须设计可收起机腿的结构。

飞机的重量需要严格控制，制作飞机必须的电机、电池、飞控

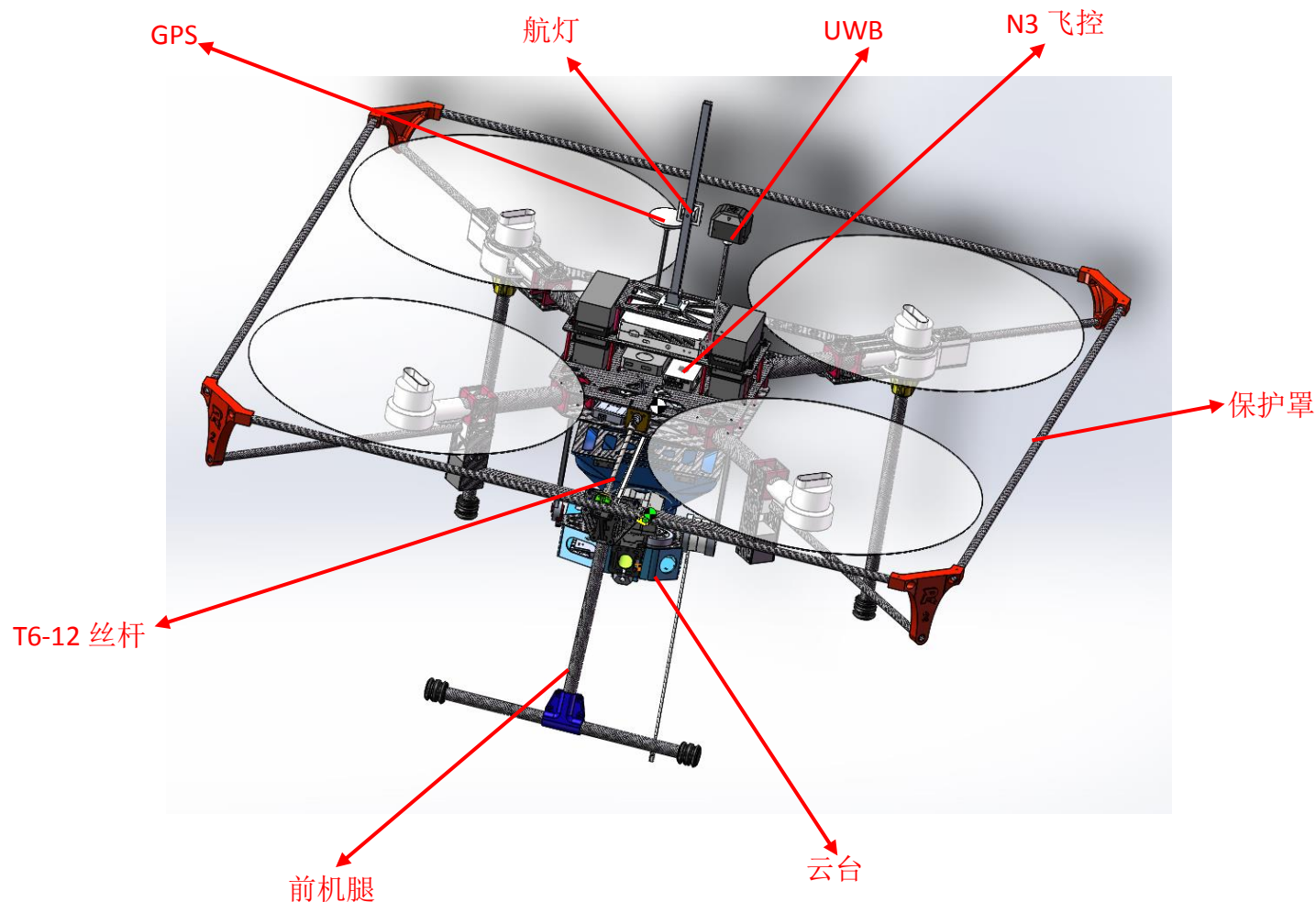
等等一些必须加装零件，就已经占了很多重量，所以为了使整机重量不超规则限定，在设计结构时尽量使用轻质材料，舍弃不必要的结构。

飞机的重心对飞行稳定性有很大影响，同时也会影响到射击的精准度。发射结构在发射时具有一定的后坐力，会影响到射击精准度，要尽量减小坐力对云台的影响。重心偏移太多也会增加云台电机的负载，重则损坏电机。因此在水平方向整机重心与中心要重合，竖直方向重心位置要做到接近浆平面或者以下。云台的重心要穿过 yaw 轴与 pitch 的交点。

2 结构介绍

2.1 机架的设计

为减轻重量，机身大部分结构采用碳纤维材料，动力系统使用 DJI E1200专业版+双电，能够提供的最大拉力为 $3900\text{g} \times 4$ 。根据规则要求，加装符合要求的桨叶保护罩；为了不影响云台操作手的视野及射击角度，前机腿使用丝杆设计可收起结构，驱动丝杆的电机选用2006电机（1:36），丝杆使用T6-12（T型丝杆具有自锁特性），通过万向节联轴器连接，旋转点使用双向滚针轴承（油隙很小）。实测2006（1:36）电机的转速约为4圈/S，前机腿收起丝杆螺母（尼龙）需要移动90mm，即需要 $90/12/4=1.875\text{s}$ ，实际用时约为2s。

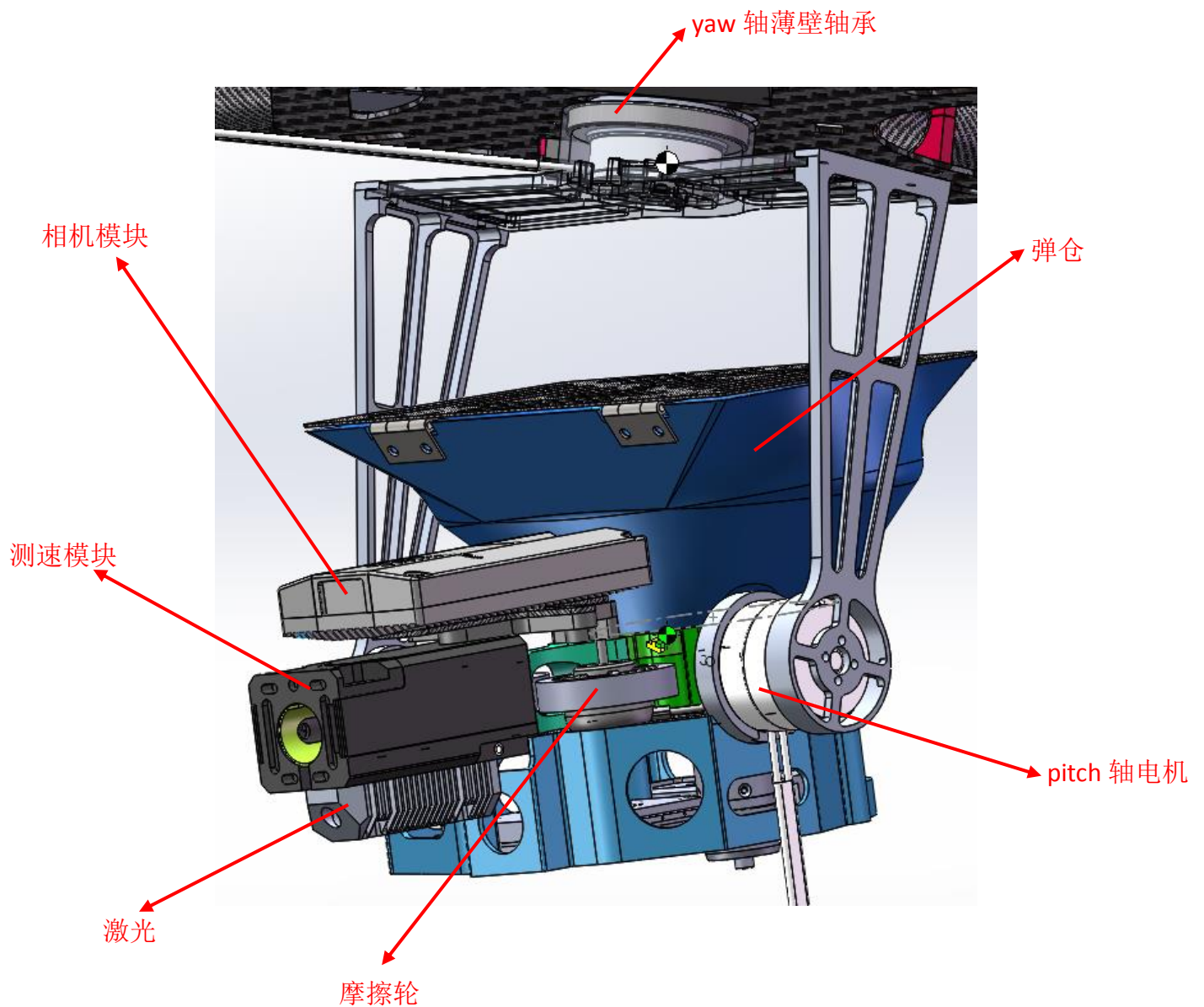


2.2 云台的设计

发射结构使用摩擦轮方案，摩擦轮电机是snail电机。为了消除发射时产生的后坐力，发射结构设计枪管的轴线穿过pitch电机的圆心。yaw轴和pitch轴电机使用GM3510，初版空中机器人的yaw轴使用电机直连的方案，由于电机转子和定子之间存在间隙，造成云台晃动较大，影响到射击精准度，迭代版空中机器人利用加工件使薄壁轴承嵌套在定子上的方案来消除间隙。弹仓是用3D打印件做的，初版弹仓的设计是在不加弹的情况下，整个云台的重心穿过pitch轴轴线，加弹后云台重心会偏后25mm，实测电机在仰角10度保持1min

左右就会发烫，迭代版弹仓的设计是在不加弹的情况下，整个云台的重心穿过pitch轴轴线，加弹后云台重心会偏后15mm，实测电机在仰角10度保持7min左右会发热，属于正常现象，可以正常使用。

云台yaw轴转动角度为 $\pm 135^\circ$ ，pitch轴转动角度仰角 30° ，俯角 90° ，全部设计了机械卡位结构，为了防止云台出现问题朝一个方向连续转动将线路扯断。在云台底部设计了一个放置云台电路板的3D打印件，使其观感更加简洁。



3 改进的方向

经过实际比赛使用，针对暴露出的问题，提出改进方向有以下三点：

- ① 整机重量已经达到重量上限7.0Kg，之后可以将结构再优化，使整机重量更轻；
- ② 拨弹轮有时会出现卡弹现象，需要加倒转解决，在之后的改进中，避免卡弹；
- ③ 弹仓放置在云台上，云台的控制会受弹量变化的影响，可以做上供弹，将弹仓放置机身上；

4 维修指南

在多次使用后，没有出现其他影响正常飞行的问题，主要是在炸机后容易出现的问题有：

- ① 桨叶及桨叶保护罩容易断裂损坏，检查有问题后及时更换新零件；
- ② 连接安全绳的铝管，炸机后可能会出现弯曲，要及时更换；
- ③ 定期维护，检查螺丝是否松动，尤其是前机腿万向节联轴器的顶丝，要定期维护拧紧；

控制部分

1 整体控制方案

使用 N3+Guidance 方案作为飞行器的控制器，实现室内悬停的效果，使用飞机固件的 DT7+DR16 作为遥控发射接收

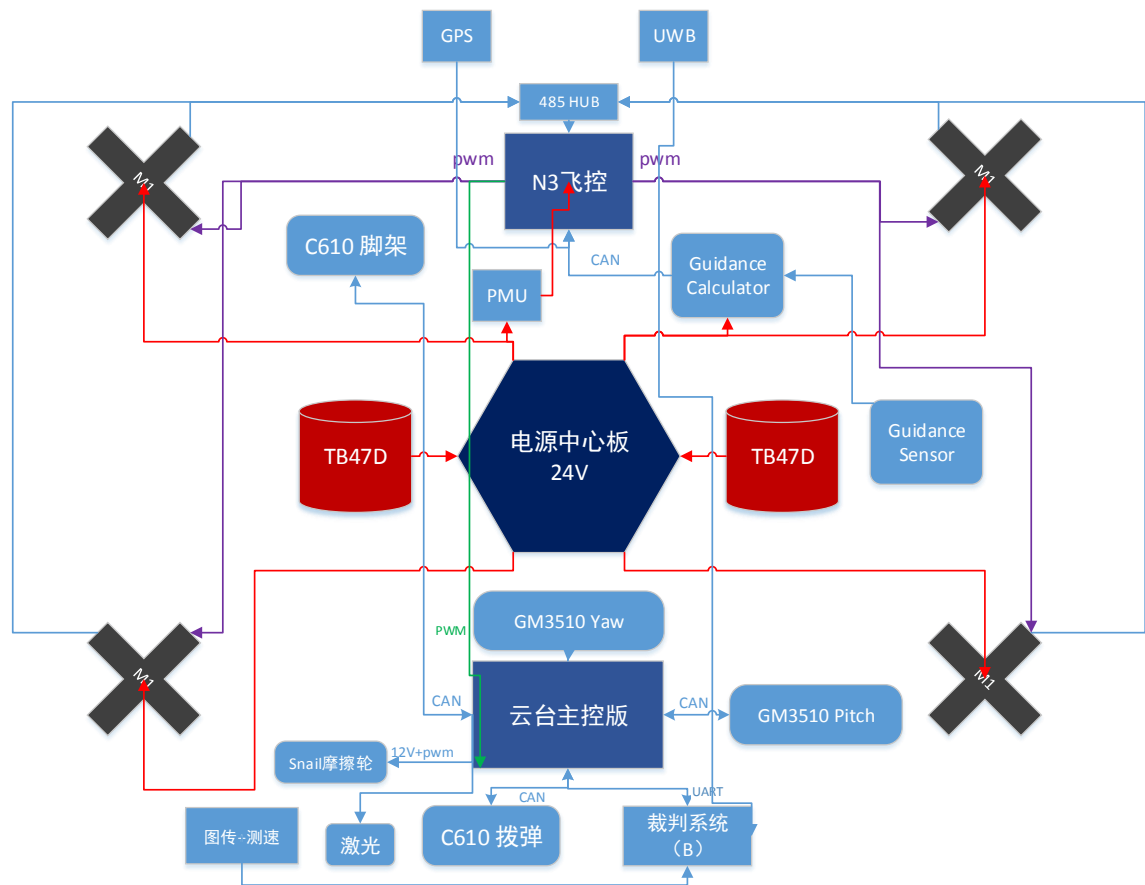
（N3+Guidance 并没有经过实际测试，只是保留了兼容 Guidance 的功能，所以悬停效果不如 M100）

云台控制与飞行器控制分离，使用战车固件的 DR16+DT7 作为操作控制器。

采用新版的 GM3510 电机（自带磁编码器和电调）作为云台的控制电机，新版的 M2006（1:36）作为拨弹电机和变形脚架的驱动电机因为存在使用 12V 电源的电机（snail），需要 24V 转 12V 的电源，经过我们考虑后决定使用旧版云台主控作为云台的控制板

飞行器在飞行过程中会不可避免的有晃动，所以我们需要使用陀螺仪传感器获得的对地绝对角度来进行云台控制，减小飞行器晃动的影响

1.1 硬件电路



因为脚架需要由飞手来控制，所以我们加入了一根 PWM 线使 N3 和云台主控板之间进行了一个简单的 pwm 单通道通信

N3 飞控获取所有和自己相关的（飞行器主体姿态、Guidance 下视数据、智能电调反馈）数据，然后自行处理，通过飞行固件的遥控器进行飞行控制。

N3 和 Guidance 的接线：



（JST 端子最右边一根不要）

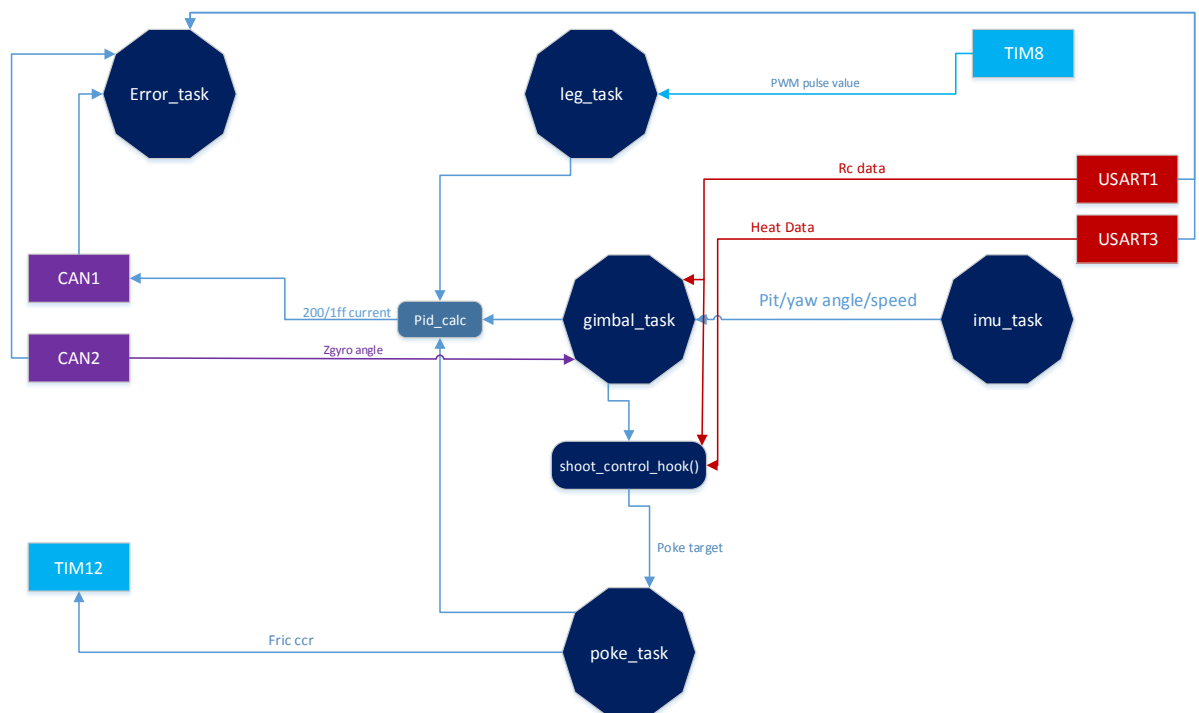
云台主控需要控制 4 个 CAN 线的电机+一对摩擦轮电机，并读取裁判系统热量进行发射限制

1.2 模块列表

（以下执行器已省略飞控控制的部分）

模块	用途	CAN 线路/IO	CAN ID
GM3510 pitch	控制云台 pitch 轴	CAN1	0x205
GM3510 yaw	控制 yaw 轴	CAN1	0x206
M2006 leg	控制脚架升降	CAN1	0x203
M2006 trigger	控制拨弹拨盘	CAN1	0x204
单轴陀螺仪	获取对地绝对角	CAN2	0x401

1.3 软件架构



Gimbal_task: 获取到 imu 结算的绝对 pitch 角度、单轴陀螺仪获取的绝对 yaw 角度。以及 imu 获取的两轴角速度进行姿态控制。将云台对地角度控制在定值，飞行器姿态变化时云台在 pitch 和 yaw 轴的角度不变

Poke_Task: 控制云台摩擦轮的开闭、拨弹电机的转动

Leg_task: 根据 N3 飞控由飞手控制的单通道 pwm 脉宽值控制脚架的升降

Imu_task: 由板载 mpu6500 获取姿态

Error_Task: 检测各模块是否离线

2、调试过程中经验总结：

因为云台的 pitch 轴设计俯角可以达到很大，当对地的 pitch 轴俯角达到一定值（大约超过 65° ）时，yaw 轴的角速度测量的角速度向量和 yaw 轴电机控制的方向平面交角过大，导致控制过程中 yaw 轴角速度值偏大，所以需要对 yaw 轴的角速度测量值进行处理

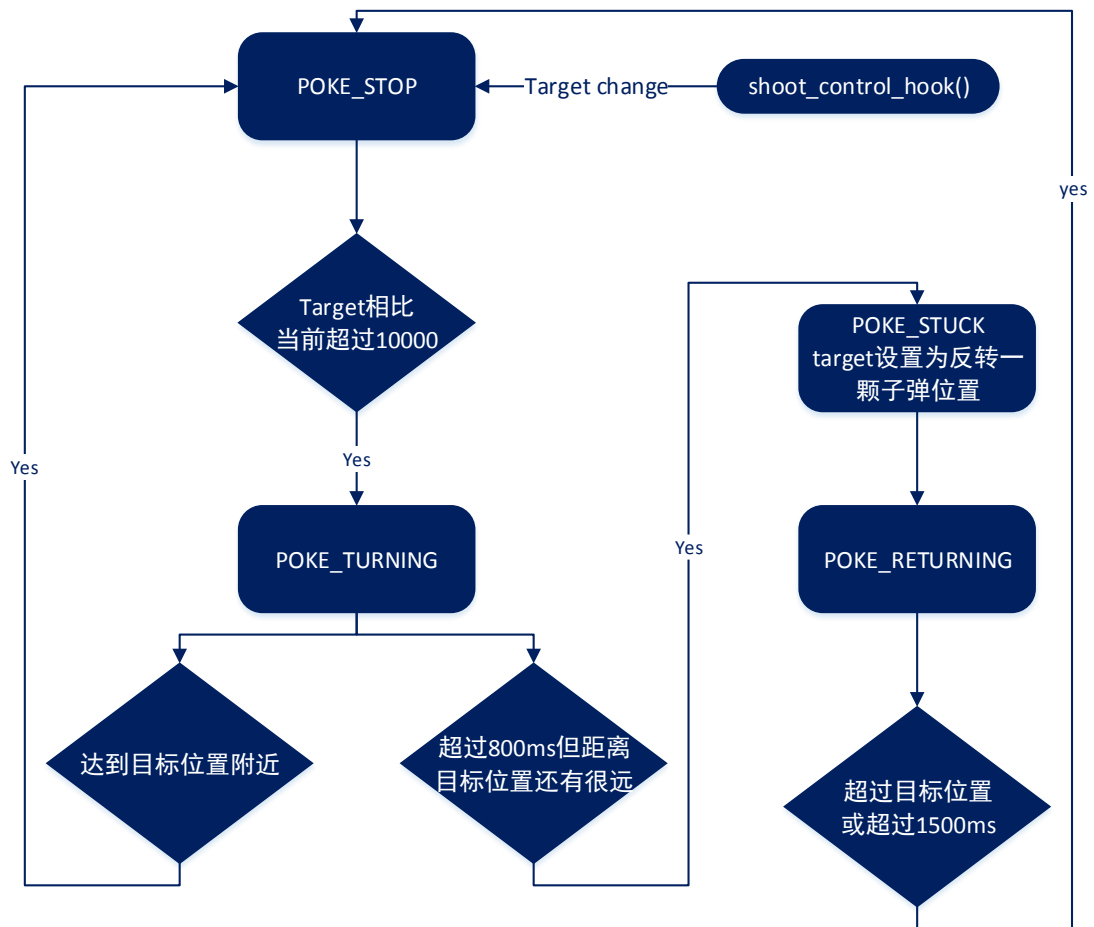
```
gim.yaw.speed      =      -imu.gyro[2]      *      57.3f      *  
my_cos(MyAbs(gim.pit.abs_angle));
```

以及在调试过程中，最好使用 jscope 对调试的效果进行检验，查看角度跟随的静差、是否有过调

启动回中时，需要加入 ramp 斜坡，否则如启动时距离中位差角很大的话会突然启动速度过大可能损坏机构或扯断线

3 特殊处理

为了避免拨盘卡弹，需要加入堵转的判断以及反转的处理



4 操作手册

上电

4.1 飞手：

- 1、打开遥控器，左打上
- 2、等待飞机开机自检
- 3、自检完成后，如航灯显示双闪绿，则已经可以起飞（美国手，内八开桨）
- 4、N3 已自检完成，右拨杆打下，对脚架进行初始化（脚架会往下降

到底再回)

4.2 云台手:

- 1、 打开遥控器
- 2、 上电后，等待大约 5s，左摇杆可以打中，可以看到云台回中
- 3、 右拨杆打中，则开轮，打上是中速（21m/s）
- 4、 开轮后，右摇杆打上是单发，打右是连发，
连接电脑后鼠标左键单发，右键连发。默认低速（15m/s），按住
SHIFT 是中速（21m/s），按住 CTRL+SHIFT 是高射速（27m/s）

4.3 注意事项:

- 1、 飞手进行脚架初始化时，需要将飞机前侧抬起，使电机压到最低
- 2、 云台不是 360 度转动，左右相对角度限幅为-125 ~ +135°