

硬件技术报告

(二组)

说明：本次硬件技术报告是针对于 2016 年“Robomasters 无人机”主题夏令营比赛中涉及到的硬件技术展开的，该夏令营是由大疆创新科技公司主办。

概述：本次夏令营比赛题目涉及的主体有两个，一个是“经纬 M—100”的四轴飞行器，另一个是“地面车”，营员通过这两者之间的配合来共同完成比赛（详见比赛题目及规则）。本技术报告则是紧紧围绕着我组所做的硬件系统而写，其中包括“经纬 M—100”的四轴飞行器所搭载的机械抓系统驱动电路与其电源系统；“地面车”主控系统，电机舵机驱动系统，电源供电系统，传感器信号发出和接收电路。该硬件系统设计报告以整体硬件系统架构开始，树状展开，最后由各个模块系统的电压，电流，功率计算得出整体电源供电系统的设计方案，之后确定方案，最后随着实际测试结果逐步优化方案，重点优化供电电路系统，电路线路布局等，确定最终比赛时候的硬件系统，给嵌入式软件开发调试和视觉处理等方向提供一个稳定，便捷，合理的运行环境。

关键字：飞行器，“地面车”，电源供电，驱动电路，稳定

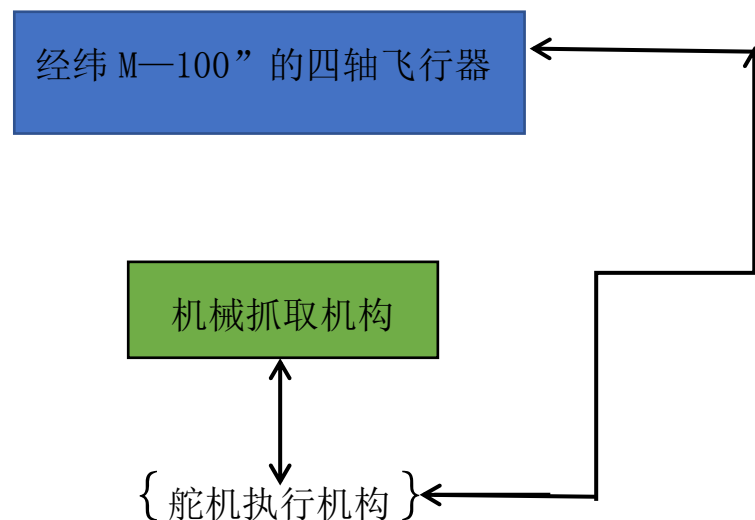
目录：

- 一. 硬件系统总体架构
- 二. 主控芯片
- 三. 主控板的设计
- 四. 电机舵机驱动电路设计
- 五. 电源供电系统
- 六. 整体电路设计
- 七. 方案优化
- 八. 参考文献

一， 硬件系统总体架构

硬件系统的总体架构是很有必要的，有了一个整体框架上的概念，才可以得心应手的去往框架里面添加所需的电路驱动机构。经纬 M—100” 的四轴飞行器是有组委会提供的，不需要我们再去设计的硬件系统，但要在飞行器平台上搭载机械臂，摄像头，超声波传感器等机构，这些“飞机”外围的设备需要我们去做一个合理电路驱动或者是精确供电来让“飞机”去控制它们完成特定的功能。

1. 下面是“飞机”所挂载的外围机构的示意图：



由于“飞机”自带电源，提供 24V/DC,机械结构的舵机额定电压为 8.4V，峰值电流 $I=1.5A$ 所以需要降压限流处理，因此我们选择降压芯片 LM2596，降压电路设计如下：

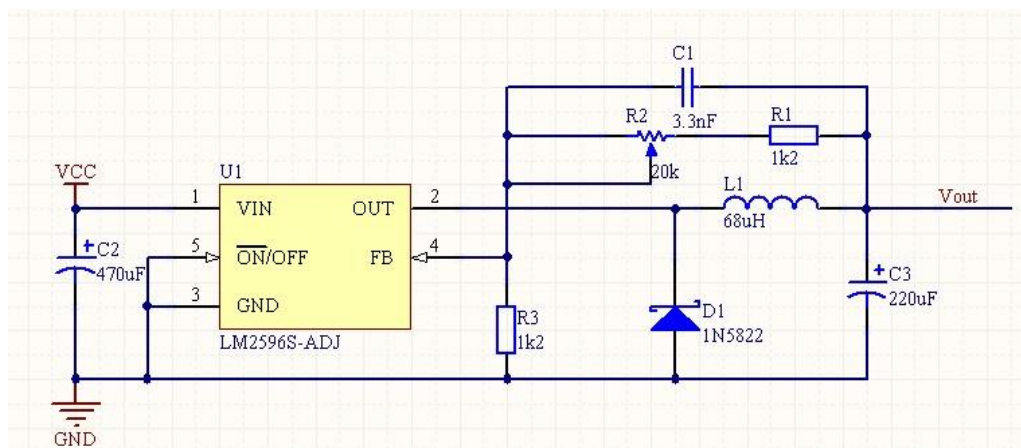
LM2596 开关电源调节器是降压型电源管理单片集成电路，能够输出 3A 的驱动电流，同时具有很好的线性和负载调节特性。可调节输出小于 37V 的各种电压。

该器件内部集成频率补偿和固定频率发生器，开关频率为 150KHZ，与低频开关调节器相比较，可以使用更小规格的滤波元件。由于该器件只需 4 个外接器件，可以使用通用的标准电感，这更优化了 LM2596 的使用，极大地简化了开关电源电路的设计。

$$V_{OUT} = V_{REF} \left(1 + \frac{R_2 + R_1}{R_3} \right), \text{ 其中, } V_{REF} = 1.23V$$

$$R_2 + R_1 = R_3 \left(\frac{V_{OUT}}{V_{REF}} - 1 \right)$$

$$C_{FF} = \frac{1}{31 \times 10^3 \times R_2}$$



由此降压电路为带动机械抓机构的舵机提供电稳定的电压。

2. 地面车的整体硬件系统的设计

(1)地面车的底盘是由四个刷电机来驱动麦克纳姆轮运动的，四个无刷电机自带有编码器，我们通过 CAN 线去控制驱动电机的信号，这样我们的底盘就可以大致构建了。

(2) 当我们架构好了地面车的底盘后，就可以在上面搭载一些执行机构了，来满足我们对比赛的题目要求，我们需要做一个机械臂，这个机械臂和一个机械抓，用来抓取“河马”，“章鱼”。驱动机械臂动作的机构我们选择舵机，因为机械臂提升是需要的力稍微大一些，所以我们选择了 180KG 的带有减速箱的大舵机，它的供电电压是 12V-30V，峰值电流是 3A，因为我们的电池提供最大 24V 的电压，所以我们选择直接给它供电 24V，机械抓的执行机构我们用两个 0.5KG 的数字舵机去动作它，该舵机的参数是供电电压是 6V，峰值电流是 1.5A。

(3) 要是地面车按照比赛要求实现全自动，我们就需要一些传感器为地面车提供一些场地信息和定位的辅助，我们使用了两类传感器，一种是接近开关，另一种是限位开关，对于车的定位我们使用视觉定位，采用了一个高清摄像头。

(4) 在机械臂提升后我们需要一个带有编码器的小减速电机，为机械臂提供一个水平的位移，该小电机的参数为，供电电压为 8.4V，峰值电流为 2A。

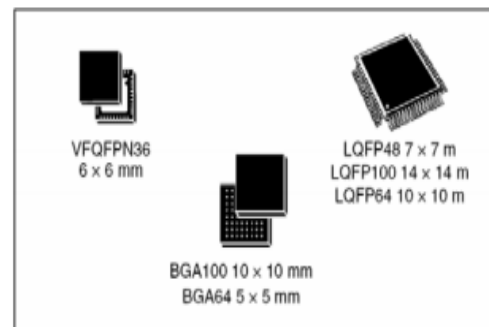
(5) 在满足机械动作实现比赛题目的要求下，我们选择 stm32f103

作为主控芯片，该芯片有如下性能：

中等容量增强型，32位基于ARM核心的带64或128K字节闪存微控制器
USB、CAN、7个定时器、2个ADC、9个通信接口

功能

- **内核：ARM 32位的Cortex™-M3 CPU**
 - 最高72MHz工作频率，在存储器的0等待周期访问时可达1.25DMips/MHz(Dhrystone 2.1)
 - 单周期乘法和硬件除法
- **存储器**
 - 从64K或128K字节的闪存程序存储器
 - 高达20K字节的SRAM
- **时钟、复位和电源管理**
 - 2.0~3.6伏供电和I/O引脚
 - 上电/断电复位(POR/PDR)、可编程电压监测器(PVD)
 - 4~16MHz晶体振荡器
 - 内嵌经出厂调校的8MHz的RC振荡器
 - 内嵌带校准的40kHz的RC振荡器
 - 产生CPU时钟的PLL
 - 带校准功能的32kHz RTC振荡器
- **低功耗**
 - 睡眠、停机和待机模式
 - V_{BAT}为RTC和后备寄存器供电
- **2个12位模数转换器，1μs转换时间(多达16个输入通道)**



- **调试模式**
 - 串行单线调试(SWD)和JTAG接口
- **多达7个定时器**
 - 3个16位定时器，每个定时器有多达4个用于输入捕获/输出比较/PWM或脉冲计数的通道和增量编码器输入
 - 1个16位带死区控制和紧急刹车，用于电机控制的PWM高级控制定时器
 - 2个看门狗定时器(独立的和窗口型的)
 - 系统时间定时器：24位自减型计数器
- **多达9个通信接口**
 - 多达2个I²C接口(支持SMBus/PMBus)
 - 多达3个USART接口(支持ISO7816接口，LIN，IrDA接口和调制解调控制)

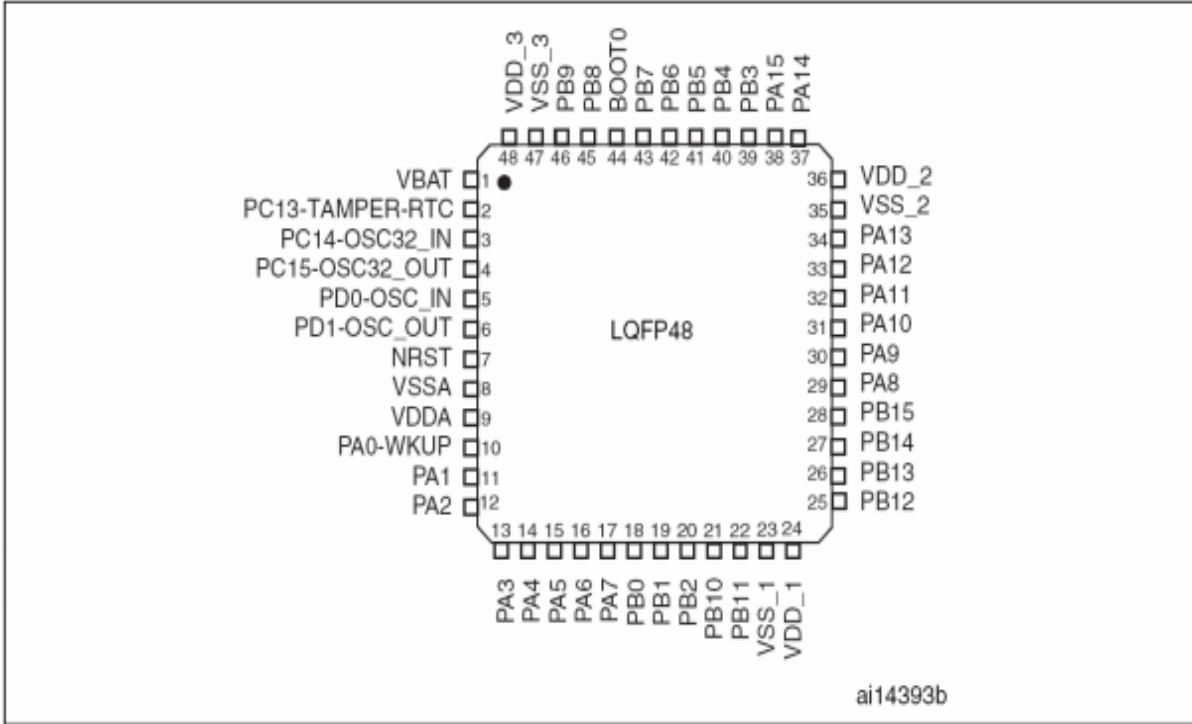
主控芯片 stm32f103 足以满足我们对地面车机械结构动作的控制要求。

(6) 按照驱动机械结构的一些执行机构和地面车的定位，我们自己画 PCB 制作主控制板，可以留出自己需求的接口来输出控制信号，为了控制方便，我们把车的驱动电路和主控芯片集成到一块板子上。

根据以上设计需求我们的硬件系统就有了一个大体上的框架。

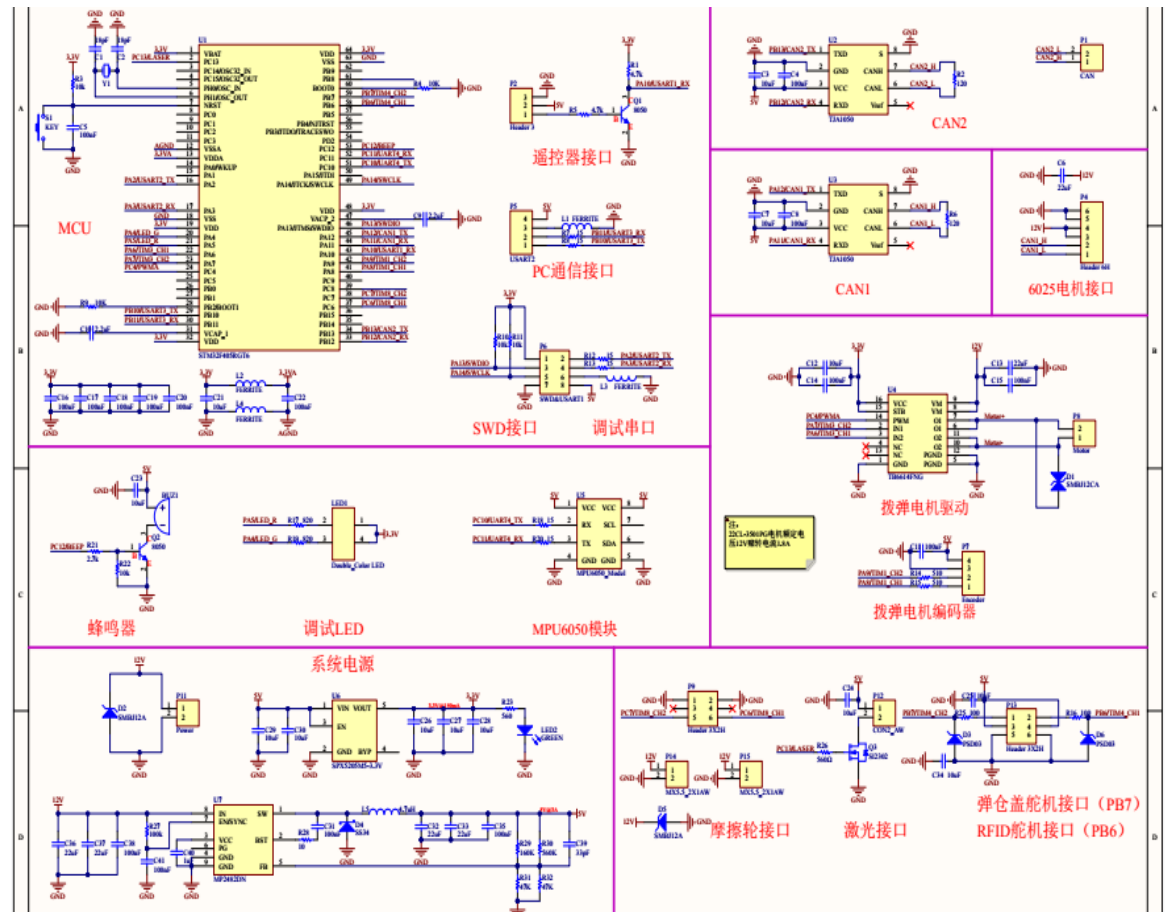
二. 主控芯片

主控芯片选择了 stm32f103, 具体的性能及接口定义在硬件系统构架中有说明。

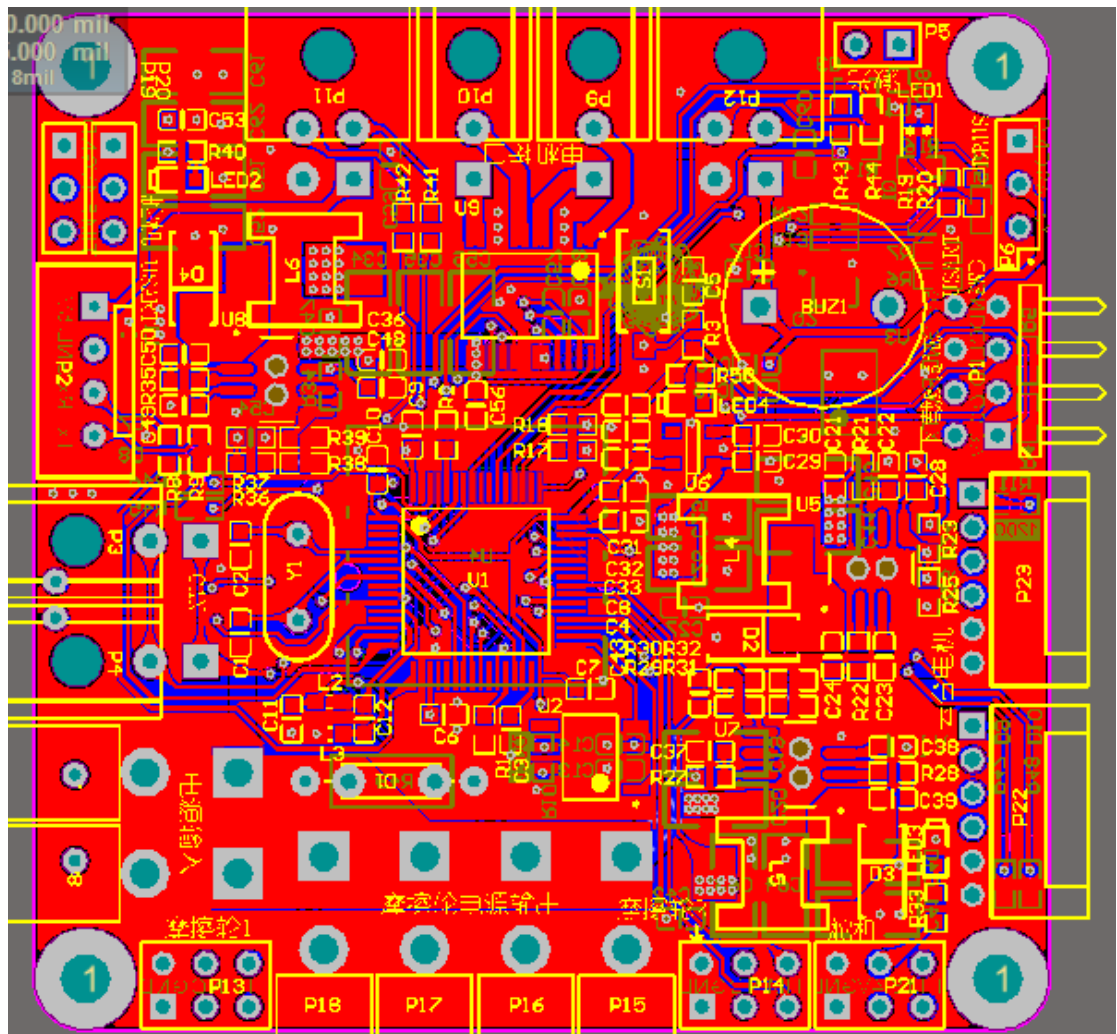


三. 主控板的设计

由于主控板上把电机驱动也集成上去了，所以做了必要的电气隔离来保护控制芯片的稳定，下面是主控板的原理图，PCB 图，和三维图：



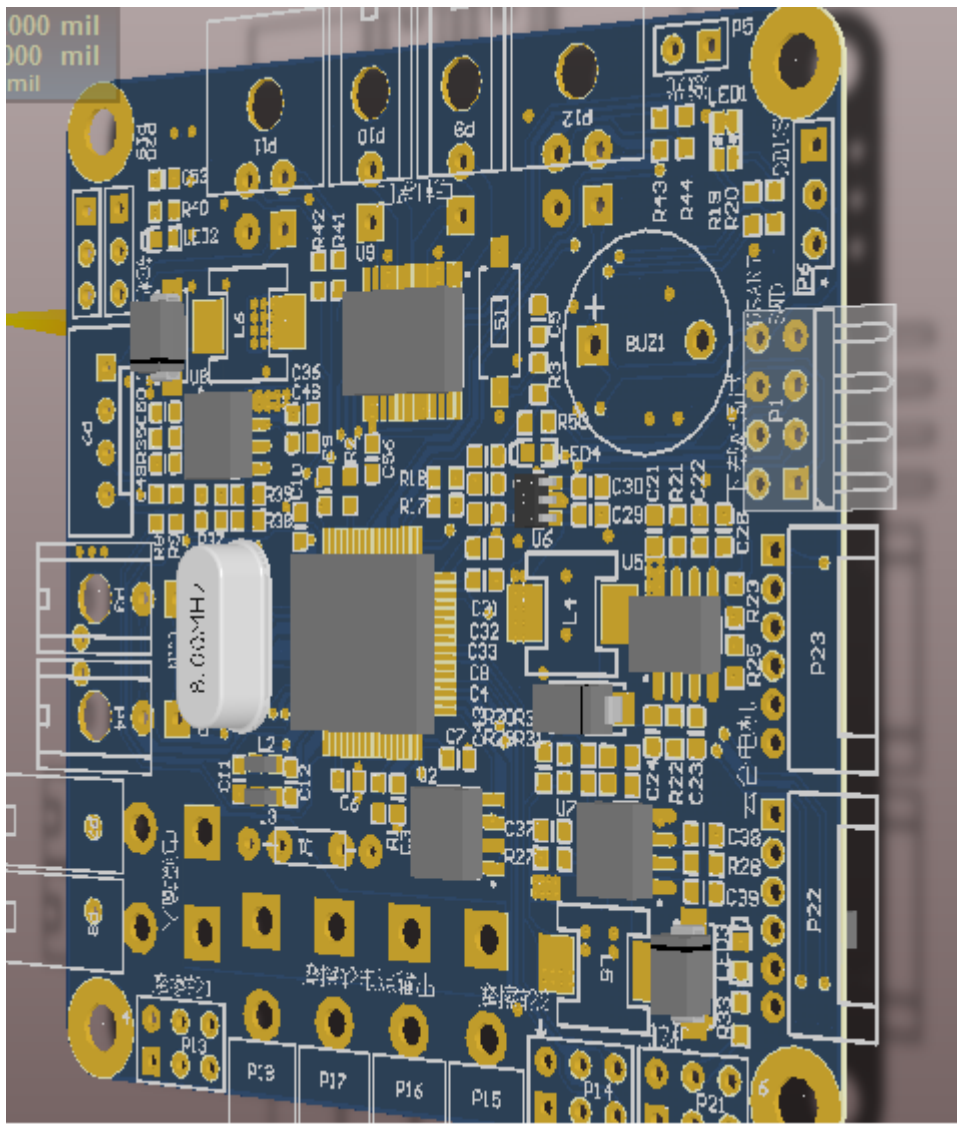
由于该比赛题目要求自由度比较高，所以我们选择自己做主控板，这样方便接口的留出，需要什么就引出什么，原理图上给出了多种方案的接口定义，所以最终用到的接口会比实际留出的要少，所以原理图中的有些接口是不需要的。



PCB 的布线是一个很有规则性的，很细致的工作，一根线布的不合理就会影响其他的走线，所以在布线方面花了很大的功夫，我们在主控板上集成了电机驱动电路，CAN 通信接口，遥控器接口（为了方便调试）电源供电模块，为了避免控制信号的干扰，我们的所有舵机是单独供电的，所以在主板上只是留出了舵机的控制信号接口。

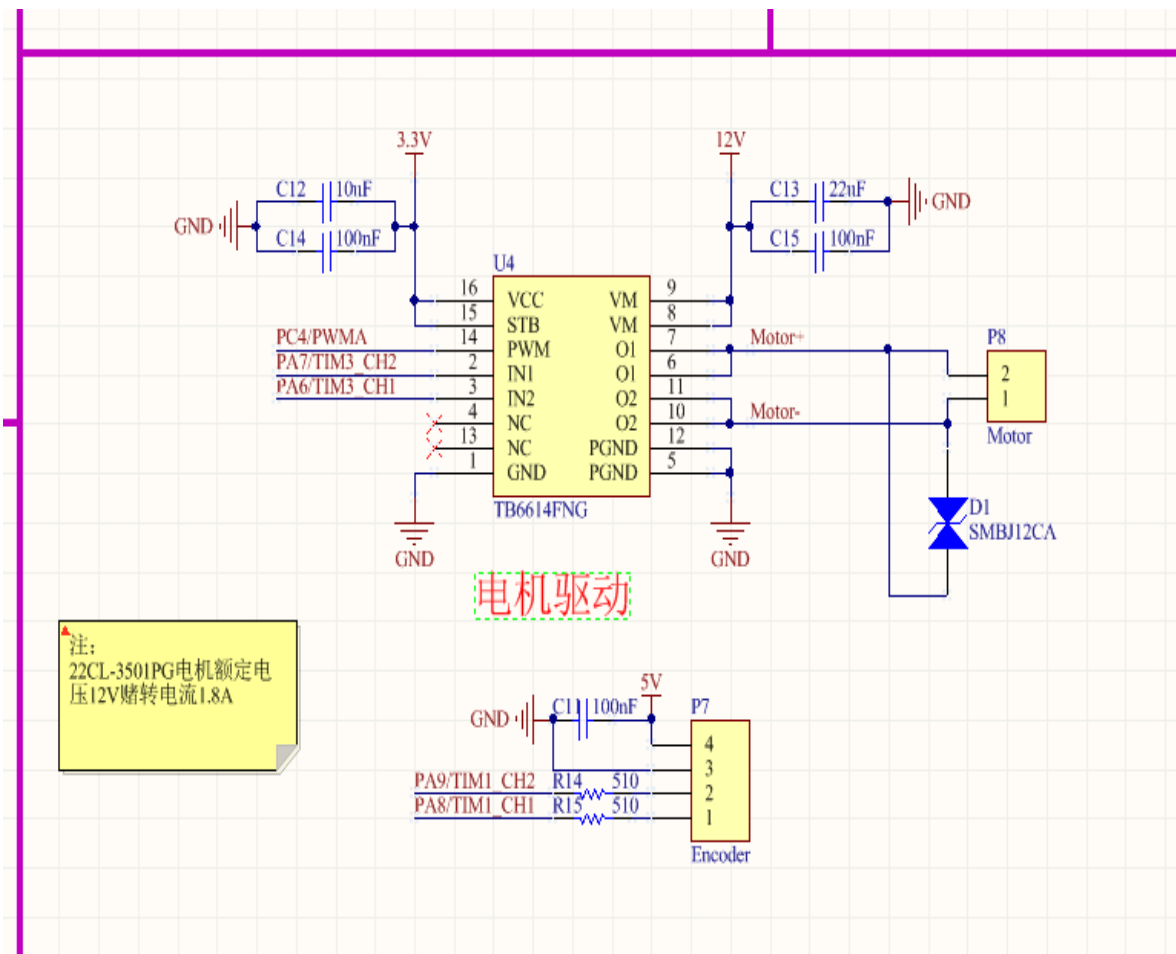
下面是主控板的三维图：

从三维图我们可以直观的看到板子的规划和外形，便于安装和元器件的焊接。



四. 电机舵机驱动电路设计

舵机的控制电路比较简单，我们在主控板上留出了舵机的控制信号接口，但舵机的供电我们用单独供电的方式，是因为舵机的电压不稳可能会引起舵机抖舵，或者信号不稳，导致舵机某个时刻可能会误动作。电机的驱动电路如下：



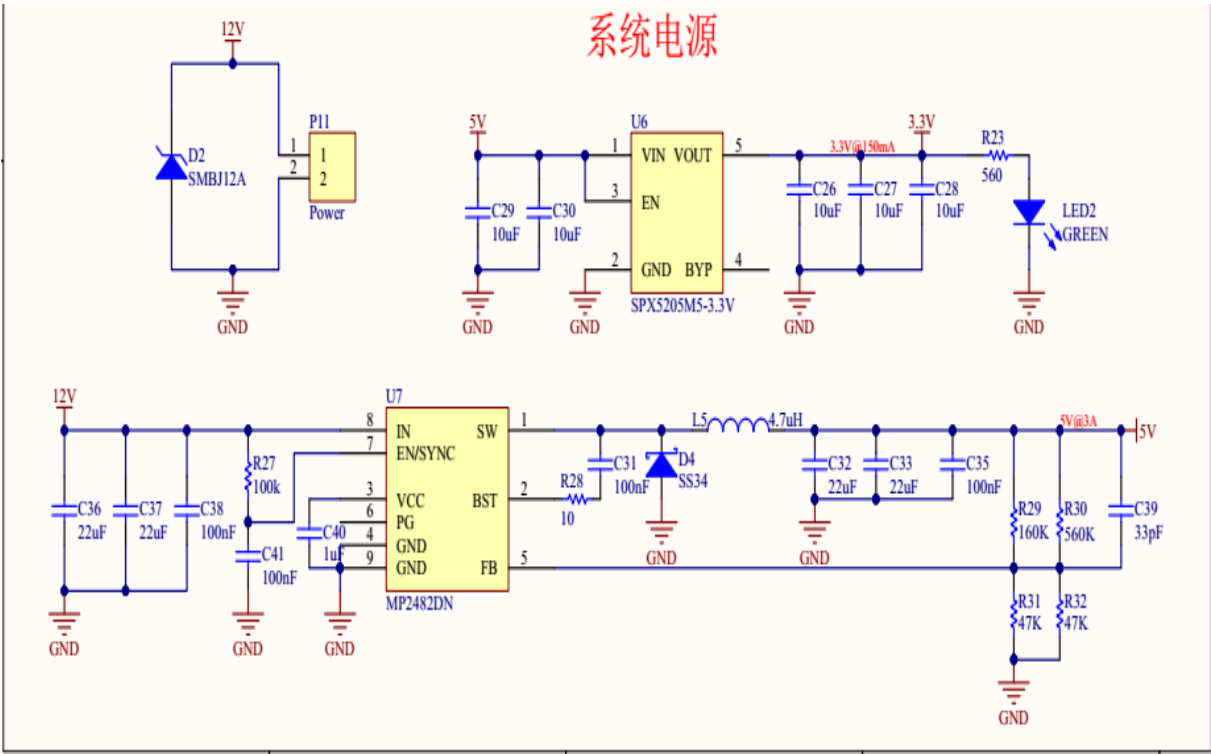
电机驱动芯片我们选择了 Tb6614FNG，此驱动芯片的电流大，噪声小，性能比较好，也是因为之前用过该驱动芯片，所以选择了它来驱动底盘四个电机的动作。

五. 电源供电系统

电源供电系统是一个比较关键的地方，首先考虑的就是安全，其次就是稳定，电源供电系统决定整个电路控制系统是否可靠性，电压不稳定会导致单片机输出电平信号的不稳定，电流不稳定可能会引起电机，舵机性能的不稳定，还可能引起电路线路过热起火，尤其是对一些控制信号的影响特别大，电源的不稳定会使控制信号丢失或者误发，导致控制紊乱。所以电源控制系统是非常重要的。

由于各个执行机构的驱动不一样，所以需要多种电压作为供电电

源，有 12V，8.4V，5V，3.3V，芯片的供电和主控板的电压都比较低，但对电压的精度比较高，所以我们采用 3.3V 和 5V 的稳压芯片，为 AMS1117 和 LM2940 稳压芯片，其他供电电源我们都采用 DC-DC 降压电路。电路如下：



七. 方案优化

以上就是设计的基本方案，在调试的过程当中电路基本上没有出现什么问题，为了使电路系统更加的稳定，我们在电源的输入输出部分加了肖特基稳压二极管，多主控板供电电源做了 π 型滤波处理。