

第十七届全国大学生智能汽车竞赛

技 术 报 告



学 校： 华中科技大学

队伍名称： 华中科技大学完全模型组一队

参赛队员： 邢文凯 甘宜平 李以宁

 乐祥毅 李雪冰

带队教师： 唐其鹏 徐文辉

关于技术报告和学术论文使用授权的说明

本人完全了解全国大学生智能汽车竞赛关保留、使用技术报告和学术论文的规定，即：参赛作品著作权归参赛者本人，比赛组委会可以在相关主页上收录并公开参赛作品的设计方案、技术报告以及参赛模型车的视频、图像资料，并将相关内容编纂收录在组委会出版论文集中。

参赛队员签名：

刑文恺

甘宜平

李以宁

乐祥毅

李雪冰

带队教师签名：

唐其鹏

徐文辉

日 期： 2022.8.15

目录

- 第一章 引言 1
 - 1.1 研究背景 1
- 第二章 机械设计 3
 - 2.1 I 车模结构与安装 3
 - 2.1.1 车体结构 3
 - 2.1.2 摄像头的安装 3
 - 2.1.3 电路板及电池的安装与固定 4
 - 2.1.4 拓展坞的安装与固定 5
 - 2.1.6 齿轮啮合 6
 - 2.1.7 轮胎处理 6
 - 2.1.8 车模重心调节 6
 - 2.2 机械结构开发工具 7
- 第三章 电路设计 8
 - 3.1 电路方案总体设计 8
 - 3.1.1 模块划分 8
 - 3.1.2 总体原理图设计 8
 - 3.2 MCU 模块 10
 - 3.3 电源及其稳压模块 11
 - 3.3.1 电池接入模块 11
 - 3.3.2 电源稳压模块（5V） 12
 - 3.3.3 舵机电源稳压模块 12
 - 3.3.4 电源稳压模块（3.3V） 13
 - 3.3.5 电源稳压模块（5V 升 12V DC/DC 模块电源） 13
 - 3.4 电机驱动模块 14
 - 3.4.1 驱动电路原理图总体设计 14
 - 3.4.2 MOSFET 驱动芯片 14
 - 3.4.3 H 桥驱动 15
 - 3.5 其他模块 16
 - 3.5.1 编码器 16
 - 3.5.2 陀螺仪 17
 - 3.5.3 串口通信模块 18
 - 3.5.4 人机交互 TFT、按键、蜂鸣器 18
 - 3.6 集成开发环境 19
- 第四章 软件控制设计 20
 - 4.1 AI 元素标志识别 20
 - 4.2 灰度图像采集与应用 20
 - 4.2.1 赛道边界及中线的获取 20
 - 4.2.2 逆透视变换处理 21

4.3 赛道类型识别与处理	21
4.3.1 环岛	21
4.3.2 十字	22
4.3.3 斑马线	22
4.3.4 坡道	22
4.3.5 施工区和加油站	22
4.3.6 泛行区	22
4.4 PID 控制算法介绍	23
4.5 上位机与下位机通讯	23
第五章 结论	24
5.1 主要技术参数	24
5.2 不足与反思	25
5.3 致谢与总结	26
参考文献	27
附录	I

第一章 引言

1.1 研究背景

教育部为了加强大学生实践、创新能力和团队精神的培养，在已举办全国大学生数学建模、电子设计、机械设计、结构设计等四大竞赛的基础上，委托教育部高等学校自动化专业教学指导分委员会主办每年一度的全国大学生智能汽车竞赛，并成立了由教育部、自动化分教指委、清华大学、飞思卡尔半导体公司等单位领导及专家组成的“第一届全国大学生‘飞思卡尔’杯智能汽车邀请赛”组委会。该竞赛是为了提高大学生的动手能力和创新能力而举办的，具有重大的现实意义。与其它大赛不同的是，这个大赛的综合性很强，是以迅猛发展的汽车电子为背景，涵盖了控制、模式识别、传感、电子、电气、计算机和机械等多个学科交叉的科技创意性比赛，这对进一步深化高等工程教育改革，培养本新意识，培养硕士生从事科学、技术研究能力，培养博士生知识、技术创新能力具有重要意义。

以智能汽车为研究背景的科技创意性制作，是一种具有探索性的工程实践活动，其本质也是人类创造有用人工物的一种训练性实践，其过程属性是综合，而结果属性很可能是创造。通过竞赛，参赛的同学们培养了对已学过的基础与专业理论知识与实验的综合运用的能力；带着背景对象中的各种新问题，学习控制、模式识别、传感技术、电子、电气、计算机、机械等多个学科新知识，包括来自不同学科背景大学生的相互学习，逐渐学会了在学科交叉、集成基础上的综合运用；若是以实用为目的，还必须考虑考虑可靠性、寿命、外观工业设计、集成科学与非科学，在具体约束条件下融合形成整体的综合运用。这样的训练是很有意义的。

智能车的开发与设计涉及到多个专业领域，对于大学生综合素质的培养，知识面的拓展和分析问题解决问题的能力提高很有意义，并且有利于提高大学生的动手能力、激发创新能力。此外，制作这样一个高性能智能小车的过程，也是需要同组成员相互协作、紧密配合的过程，在此过程中，团队成员的交流与合作也显得尤为重要。

第十七届全国大学生智能汽车竞赛技术报告

为响应教育部的号召，本校积极组队参加第十六届“恩智浦”杯全国大学生智能汽车竞赛。从 2021 年 12 月开始着手进行准备，历时 7 个多月，经过设计理念的不断进步，制作精度的不断提高，经历 5 代智能车硬件平台及相关算法的改进，最终设计出一套完整的智能车开发、调试平台。

本文将对智能车的总体设计和各部分的详细设计进行一一介绍。

第二章 机械设计

2.1 I 车模结构与安装

2.1.1 车体结构

本届智能车竞赛完全模型组要求使用指定赛曙官方 I 车模，车模必须带有车壳，保证车壳完整美观，由塑料材质制成，且车壳必须完全包裹车辆本身，对于车模的尺寸并没有限制。

I 车模的机械结构比起其他车模相对复杂，其是以生活中的汽车的机械结构作为依据所设计的。正因为是第一次使用，其在设计方面有一些不合理的地方，但同时在其他方面也有较大的提升。首先 I 车模增加了悬挂系统，由于 I 车采用单电机驱动，该电机最大速度可达 10m/s，因此有利于起到减震保护的作用。其次 I 车模设计有电池仓和板卡支撑平台，这为电池的安放和板卡安装提供了便利。最后 I 车模采用类似汽车的行星齿轮系差速器，以单电机实现车模的差速行驶。

2.1.2 摄像头的安装

为保证车模重心尽量靠后，所以摄像头的支撑杆采用密度小，强度较大的碳素杆，而摄像头的安装位置与安装方式已经由官方在设计时就确定下来了。在调试过程中，我们发现车模采用 11.1V 的锂电池，故车模较重，而悬挂系统无法支撑这份重量，导致小车在行驶过程中容易上下抖动，影响摄像头的识别，因此选择用热熔胶固定死悬挂系统以减轻车模抖动而引起图像处理误差。如图 2.1.1。

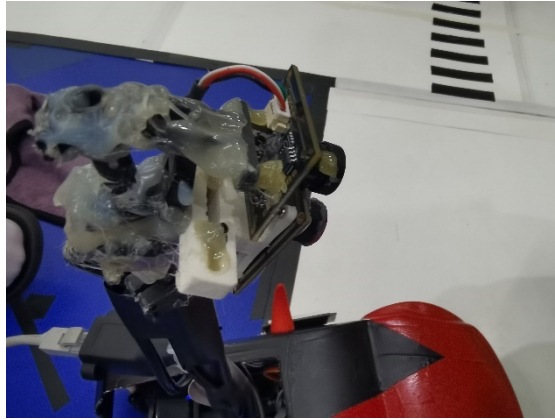


图 2.1.1 摄像头的安装

2.1.3 电路板及电池的安裝与固定

由于电路板和电池的重量较重，在整车中占有很大的比例，是影响车体转动惯量，重心位置的主要部分，所以电路板及电池固定的位置至关重要。电池安放在电池仓内，由皮筋固定。电路板分别安装在车模的两侧，尽量使重心分布在车的中间。由于车模底板导电，为了避免电路板短路，我们采用尼龙柱固定电路板。如此安装，电池主板相互靠近，可以减少线材的暴露。如图 2.1.2。

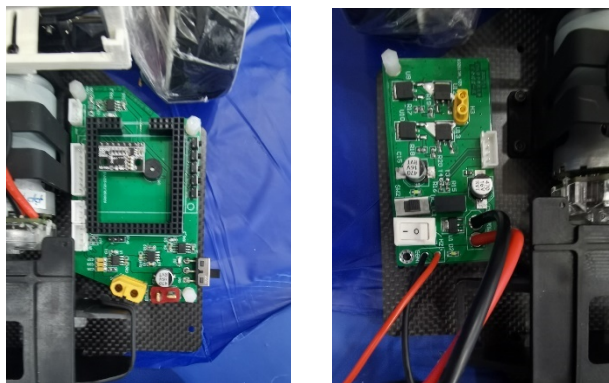


图 2.1.2 电路板的放置

2.1.4 拓展坞的安装与固定

我们采取的方案中需要用到拓展坞，拓展坞体积庞大，且比较重，如若行驶过程中窜动会极大影响车模的速度。为此我们设计了一个支撑结构，将拓展坞固定在车模上。该结构如图 2.1.3。

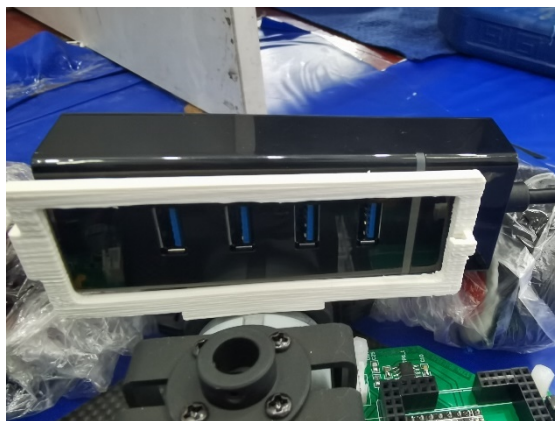


图 2.1.3 姿态传感器的放置

2.1.5 编码器的固定

官方给定的编码器可安装在电机上，且自带编码器固定支座，所以我们就把编码器按照官方的方案安装。编码器安装如图 2.1.4 所示。

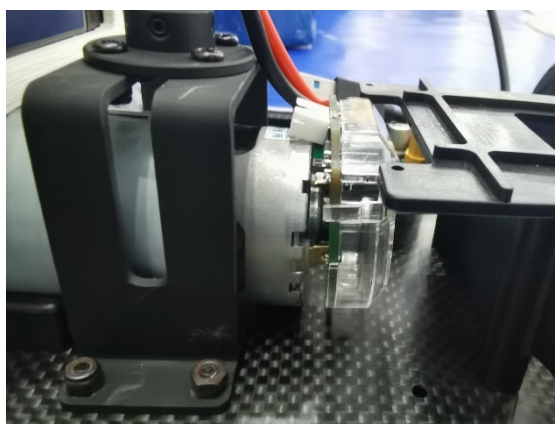


图 2.1.4 编码器的安装

2.1.6 齿轮啮合

齿轮传动机构对车模的驱动能力有很大的影响。如果齿轮传动部分的安装位置的不合适，过紧会使电机损失动力，产生很大噪声。过松则会使过颠簸路面和启动时打齿严重，损伤齿轮。I 车模采用行星齿轮差速器，属于锥齿轮啮合，根据锥齿轮啮合原则，在两个传动齿轮轴保持垂直的情况下，推动电机使两个锥齿轮的大端保持啮合以实现一对齿轮的啮合。同时为了防止齿轮在电机的轴向窜动，我们给顶丝打螺纹胶，用顶丝将齿轮与电机固定连接。

判断齿轮传动是否良好的依据是，听电机带动后轮空转的声音，若声音刺耳，则是齿轮撞齿的声音，说明齿轮间隙过大；声音沉闷，则表明电机负载过重，说明齿轮间隙太小。

2.1.7 轮胎处理

我们的车模只能检测到电机转速来换算车体的速度，所以轮子与地面，轮毂与胎皮之间就不能存在打滑的情况。所以，为了防止高速行驶过程中，胎皮的滑动，我们用硅胶将胎皮和轮毂粘合在了一起，实现轮胎的密封。

同时我们在规则允许范围内，对胎皮表面进行打磨，加上每天在赛道上跑车的自然磨损，使胎皮始终保持粗糙的表面，增大摩擦力，防止轮胎打滑。

2.1.8 车模重心调节

为保证高速下车模的平稳行驶，以及减小摄像头的图像处理误差，我们尽可能的保证车模重心在其中心位置。由于采用 11.1V 电池，各种传感器以及车壳的存在，我们的车模已经达到一个相当重的重量，并不适合用配重块调节重心，同时正如之前所说，该车模配备的悬挂系统并不足以支撑这份重量，所以我们考虑用四个秤分别称重四个轮子以观察重心位置，同时先施加重物将重心保持在中心，在用热熔胶固定死悬挂系统，撤去重物后车模重心仍旧保持在中心位置，以实现车模重心的调节。

2.2 机械结构开发工具

Solidworks 软件功能强大，组件繁多，能够提供不同的设计方案、减少设计过程中的错误以及提高车模质量。SolidWorks 不仅提供如此强大的功能，而且对智能车机械结构设计者来说，操作简单方便、易学易用。

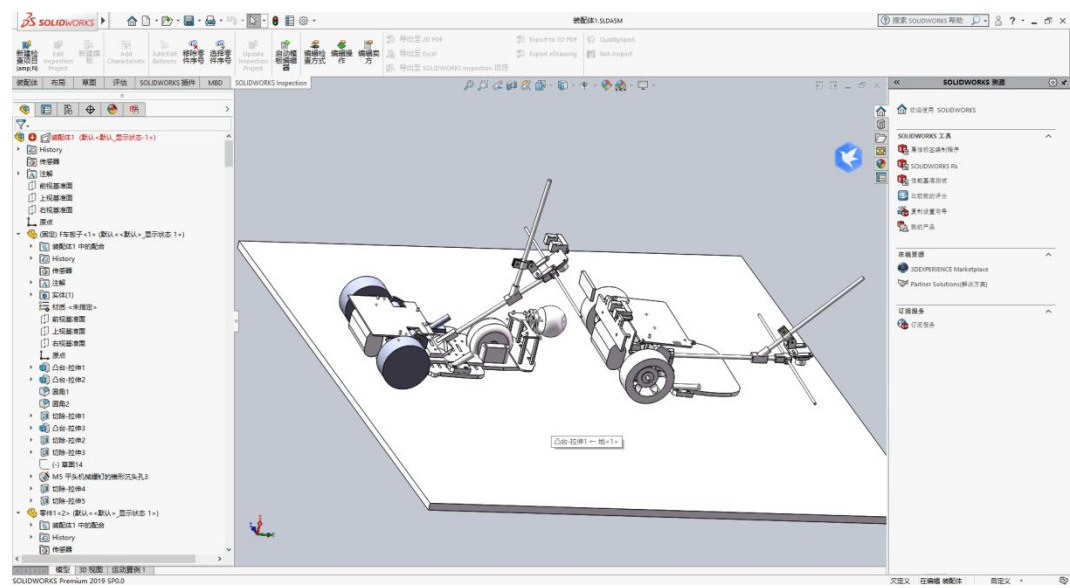


图 2.2.1 solidworks2019 软件界面

第三章 电路设计

3.1 电路方案总体设计

3.1.1 模块划分

小车的电路主要分为如下几个模块：MCU 模块、电源稳压模块、人机交互接口模块、串口通信模块、驱动电路模块。

3.1.2 总体原理图设计

车模上共装载了主控板与驱动板两块电路板。

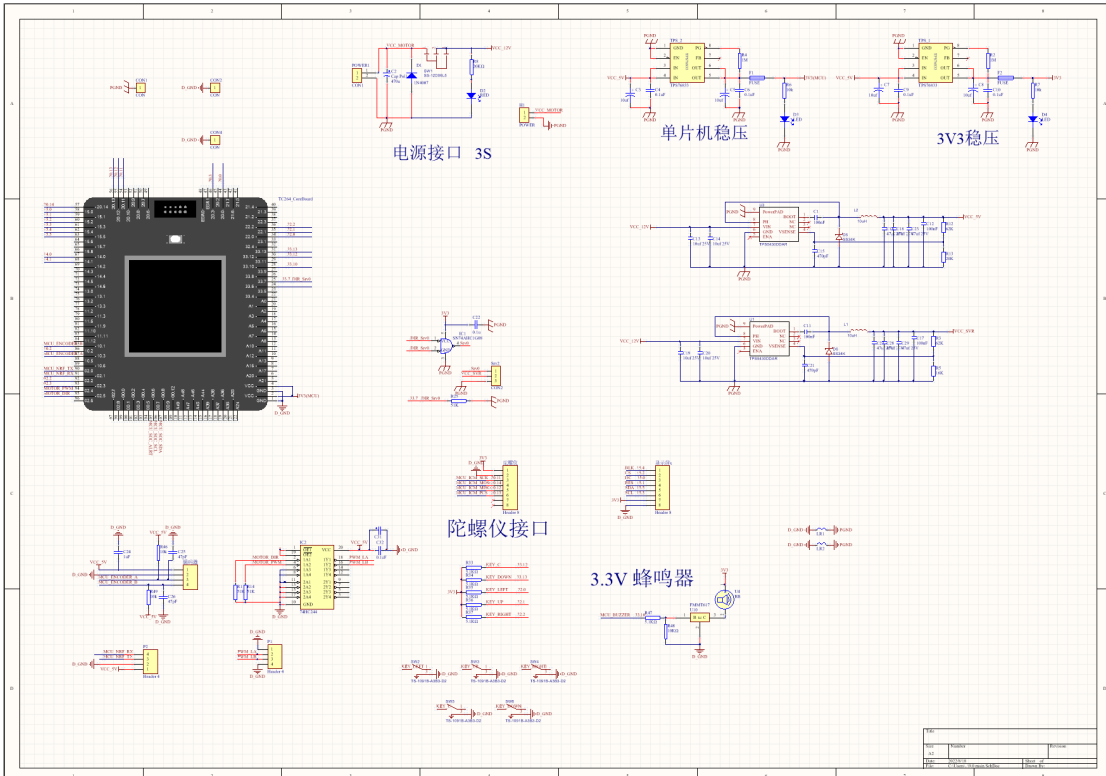


图 3.1.2 主控板原理图

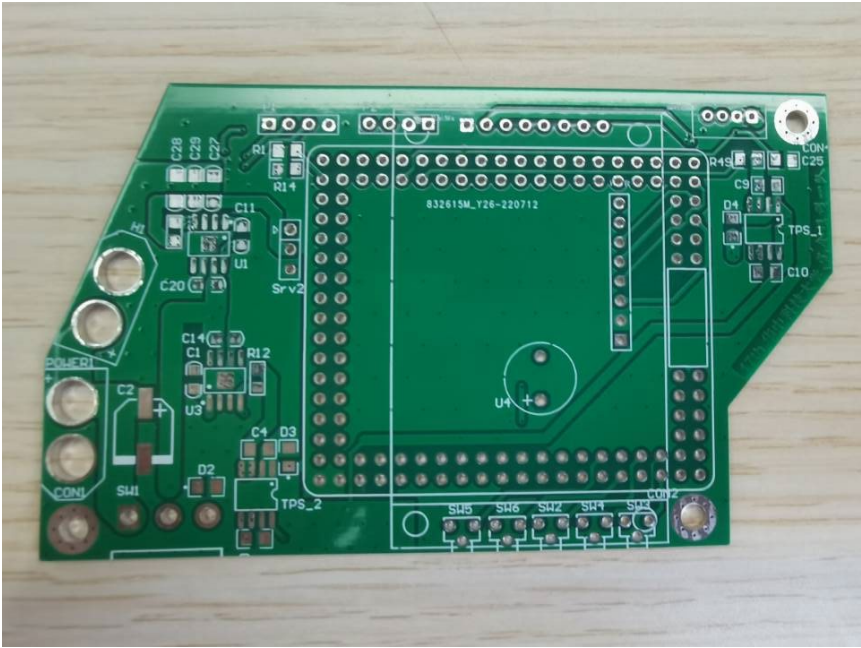


图 3.1.3 主控板 PCB 图

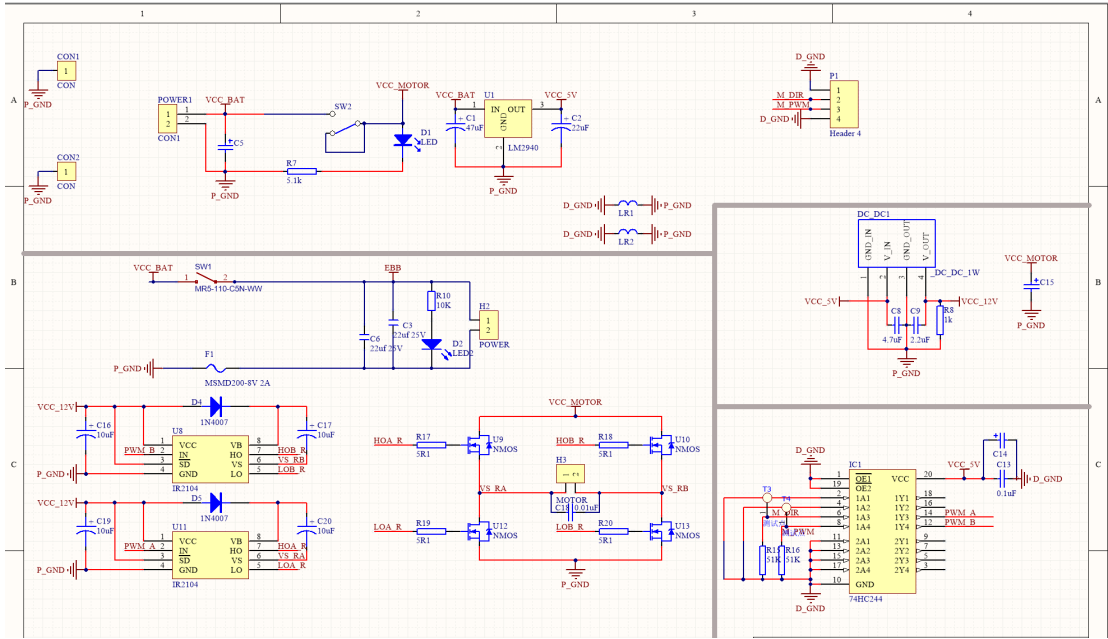


图 3.1.4 驱动板原理图

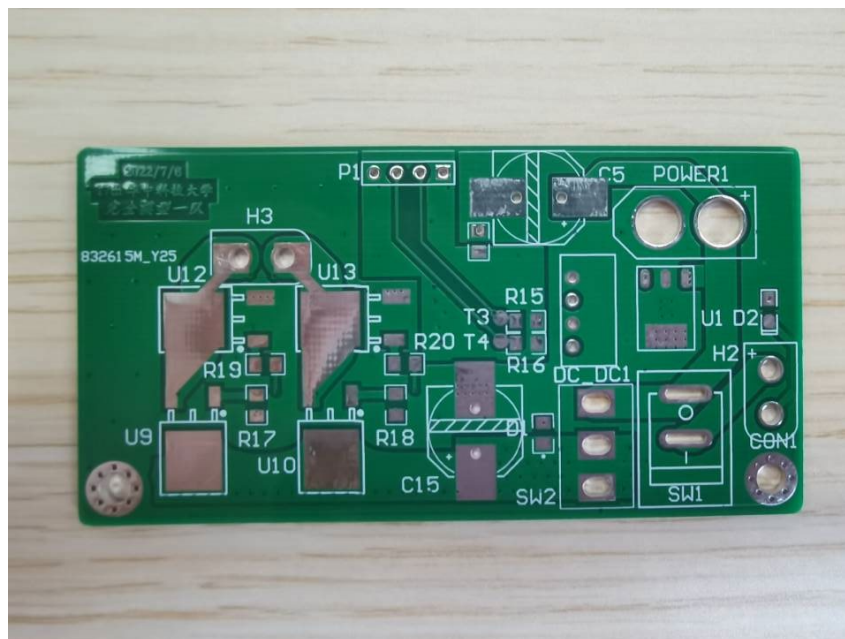


图 3.1.5 驱动板 PCB 图

3.2 MCU 模块

本次比赛使用的是英飞凌 TC264 芯片。

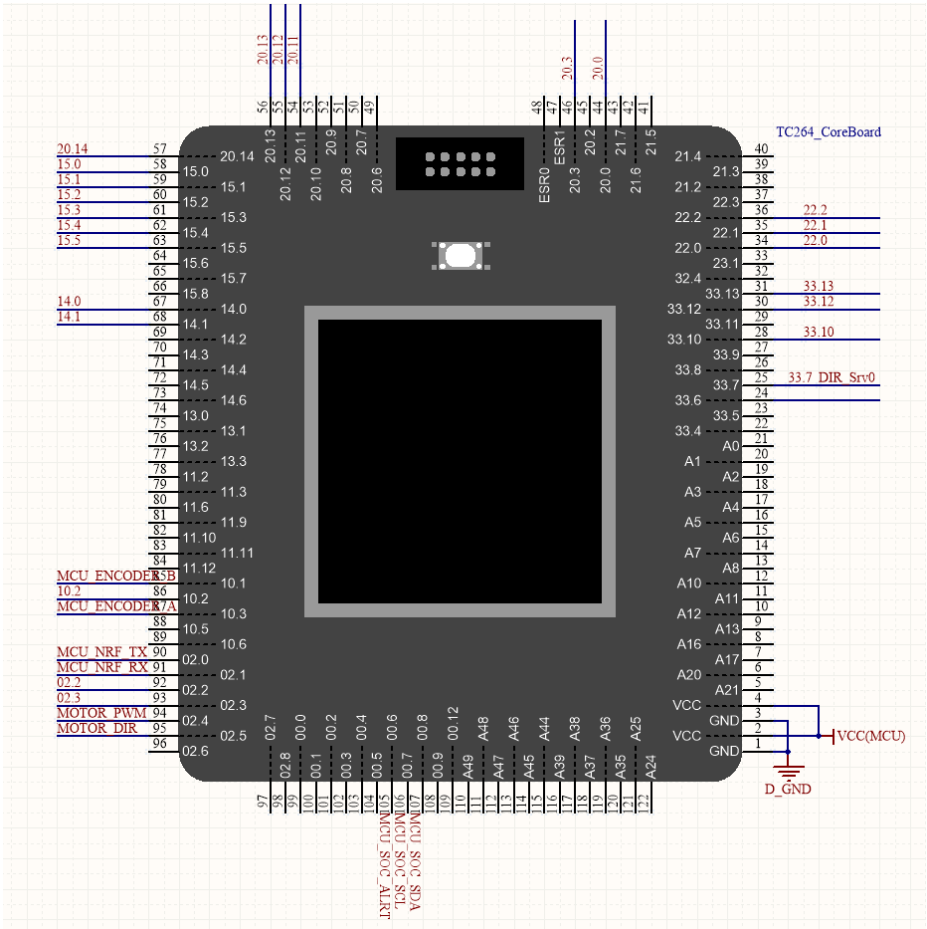


图 3.2.1 TC264 核心板原理图

为初期分配引脚的方便，在原理图中已标出各个引脚的名称与功能。

3.3 电源及其稳压模块

3.3.1 电池接入模块

该模块为整个电路的动力接入来源，通用二极管 IN4007 反接于电池正极与负极之间，防止电池反接。其中，470uF 电容起到稳定电源电压的作用。

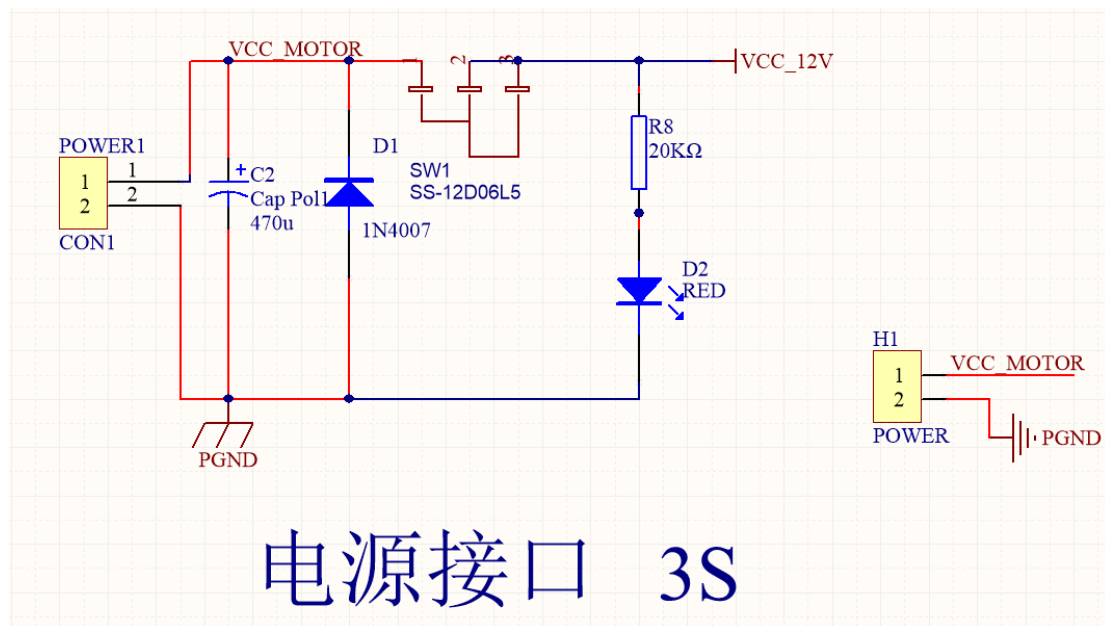


图 3.3.1 电池接入模块原理图

3.3.2 电源稳压模块 (5V)

TPS5430 芯片是开关稳压芯片，电压纹波较小。车模采用 11.1V 电源供电，降至 5V 压差较大，基于以上考虑，选用了 TPS5430 这款开关稳压芯片。该模块的作用为将电池电压转换为 5V 的电压，用于给串口与编码器供电。其原理图如下所示：

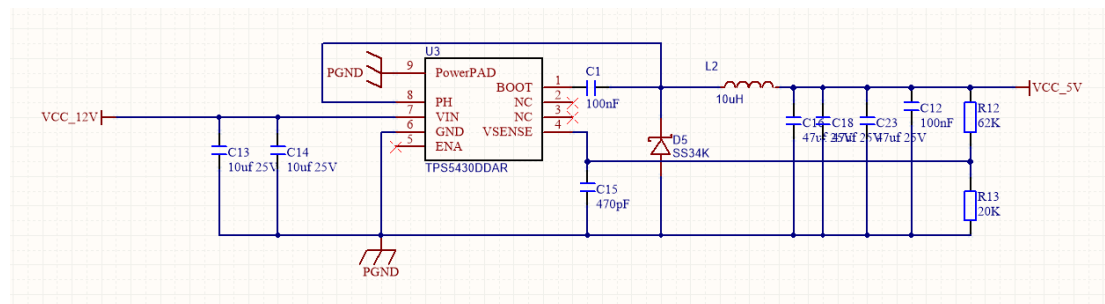


图 3.3.2 电源稳压模块 (5V) 原理图

3.3.3 舵机电源稳压模块

该模块的作用为将电池电压转换为 6V 的电压, 用于给舵机供电。其原理图

如下所示：

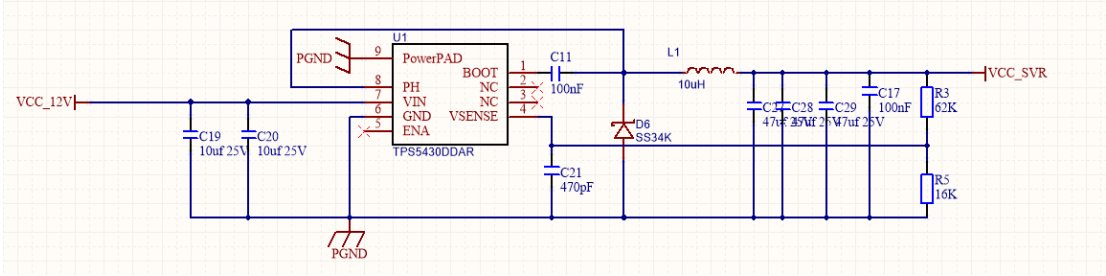


图 3.3.3 舵机稳压模块原理图

3.3.4 电源稳压模块（3.3V）

TPS76833 是线性稳压，纹波抑制可达 60db (1Khz)，电压纹波较小。该模块的作用为将电池电压转换为 3.3V 的电压，用于给 MCU 与人机交互模块等供电。其原理图如图所示：

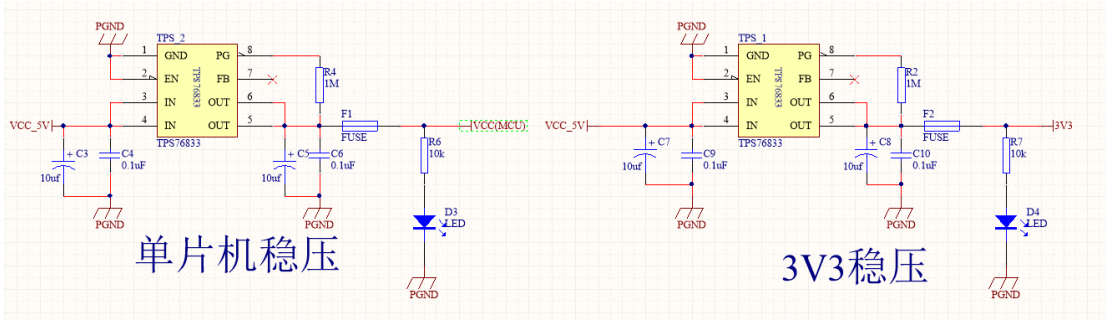


图 3.3.4 电源稳压模块（3.3V）原理图

3.3.5 电源稳压模块（5V 升 12V DC/DC 模块电源）

用 LM2940 输出 5V 稳压，再用 B0512SDC/DC 电源芯片，产生一组与输入电源隔离的 12V 电源该模块的作用为将 5V 电压升高为 12V 的电压，用于给驱动模块供电。其原理图如图所示：

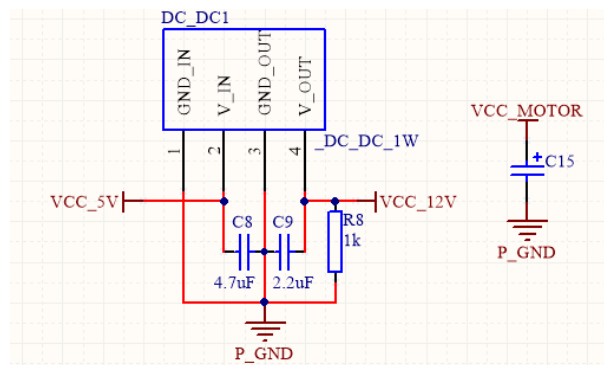
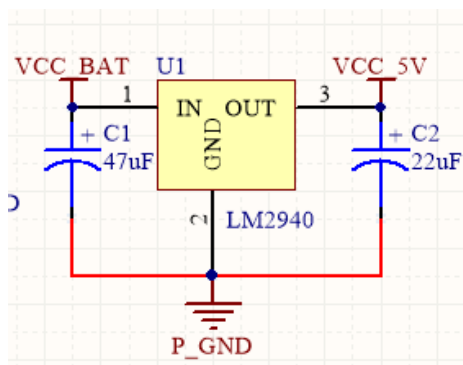


图 3.3.5 电源稳压模块（5V 升 12V DC/DC 模块电源）原理图

3.4 电机驱动模块

3.4.1 驱动电路原理图总体设计

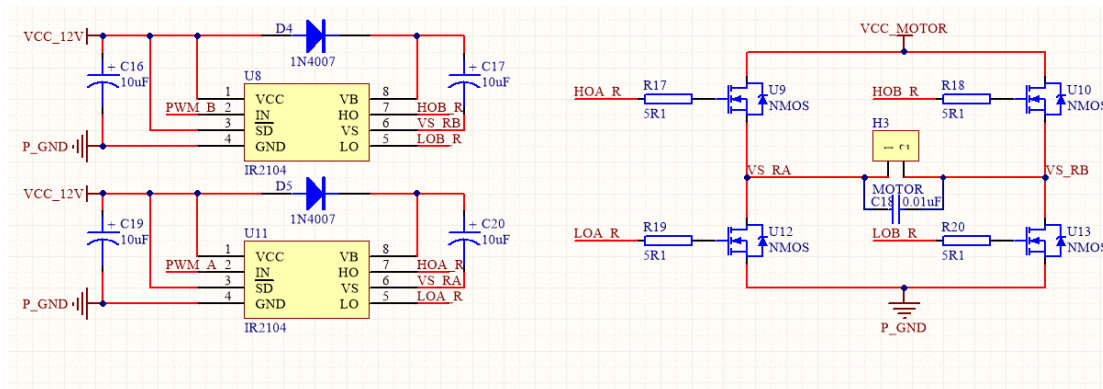


图 3.4.1 驱动电路原理图

3.4.2 MOSFET 驱动芯片

由于核心板的 PWM 无法直接驱动 MOSFET，功率不够，所以便需要通过驱动芯片 IR2104 来实现控制。

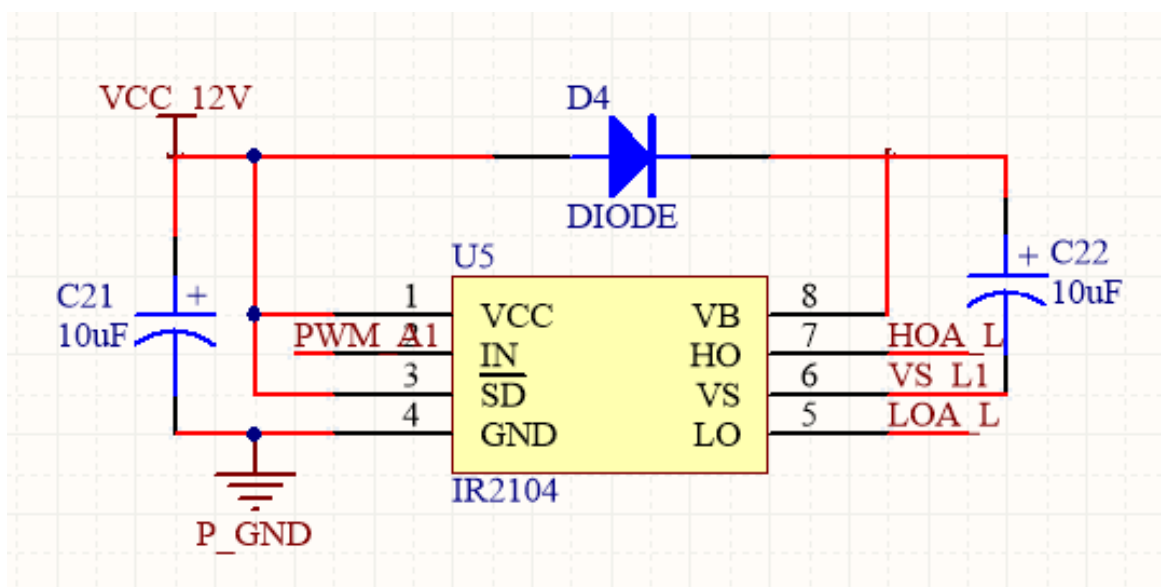


图 3.4.2 MOSFET 驱动芯片原理图

该电路图中，C 21 为滤波电容，用于去除 12V 电源纹波，C 22 为自举电容，与 D 5 二极管组成自举电路，用于维持 V B 和 VS 两引脚间电压差为 12V 不变。当输入信号 PWM 为高时，输出 HOA_L 为高，约 12V，LOA_L 为低电平，约为 0V，反之输入信号 PWM 为低时，输出信号 HOA_L 为低，约 0V，LOA_L 为高电平，约为 12V，在自举电容的 C21 作用下，HOA_L(LOA_L)与 VS_L1 之间的压差大于 MOS 的启动电压 V_{TN} 时，MOS 管启动。

3.4.3 H 桥驱动

此处我们采用的是双极控制，使用经典 H 桥驱动电路，通过两对不同的 MOSFET 导通从而能够控制电机的启动与停止。

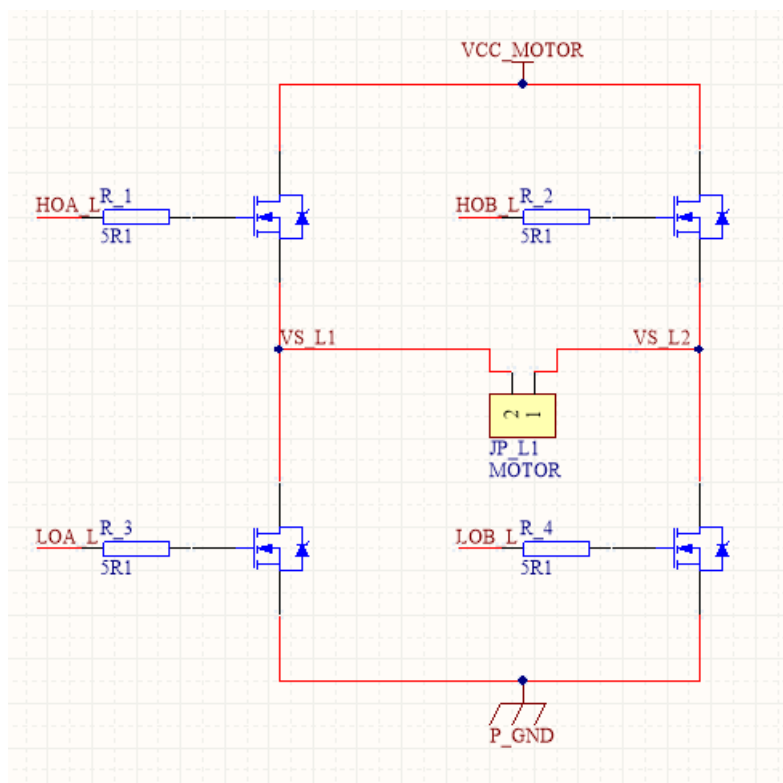


图 3.4.3 H 桥驱动原理图

由电路图分析可得，四路 PWM 波只经过放大输入到 H 桥，因此理想情况下，电机一端的输入电压是 PWM 的占空比与电源电压的乘积，当电机左端输入电压高于右端输入电压时电机正转，反之电机反转。

实际情况下略有区别，MOS 无法做到无电阻和无开关损耗。故现实中选择 MOSFET 应该基于以下一些原则：MOSFET 导通内阻要足够小；MOSFET 需要有较高的开关频率；开关响应速度要快；开关损耗小；最大工作电流，耐压值等等都要足够大。最终我们选用的 MOSFET 为 IRLR8743TRPBF，耐压值为 30V，最大电流为 160A，导通内阻为 $3.1\text{m}\Omega$ 。

3.5 其他模块

3.5.1 编码器

编码器由 5V 稳压模块供电。

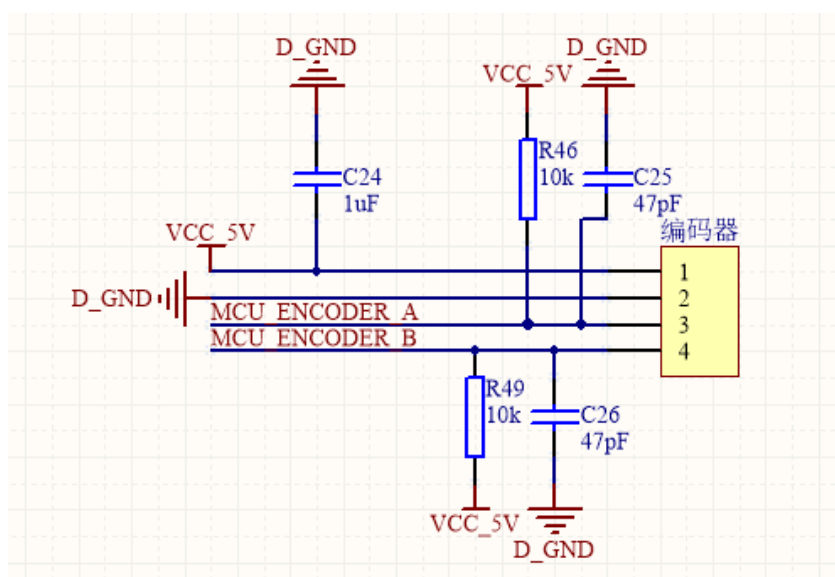


图 3.5.1 编码器模块原理图

3.5.2 陀螺仪

陀螺仪由 3.3V 稳压模块供电。

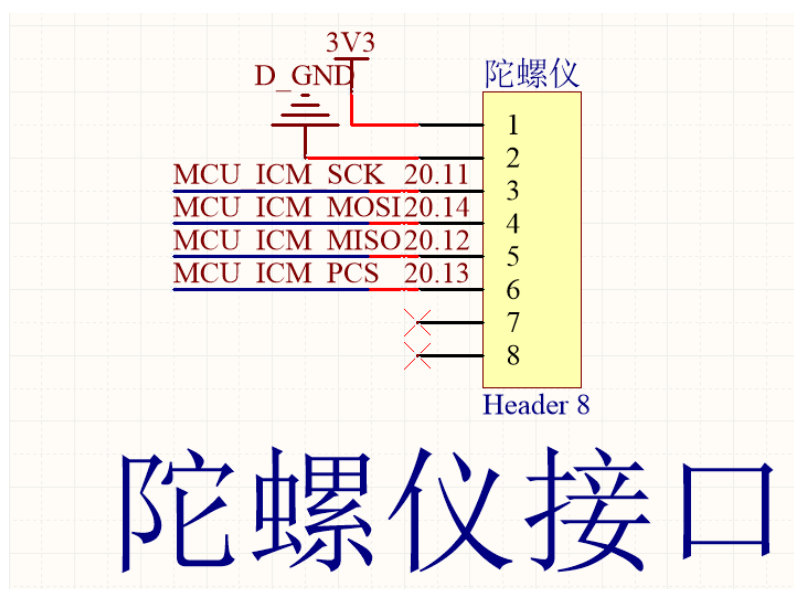


图 3.5.2 MCU 5V 稳压模块原理图

3.5.3 串口通信模块

串口模块 5V 供电，实现上位机与下位机的通信。

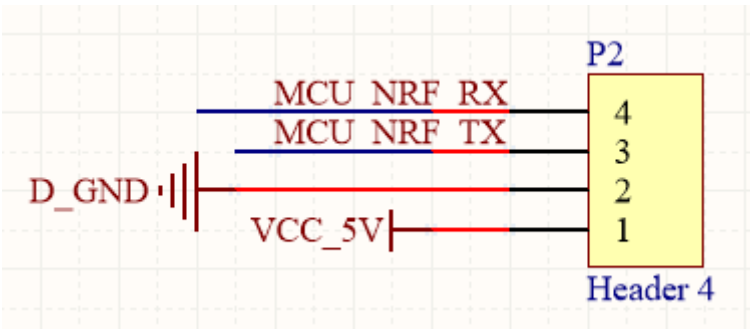


图 3.5.4 基于串口进行通信的模块原理图

3.5.4 人机交互 TFT、按键、蜂鸣器

人机交互模块均由 3.3V 稳压模块供电，包括显示屏、按键与蜂鸣器。

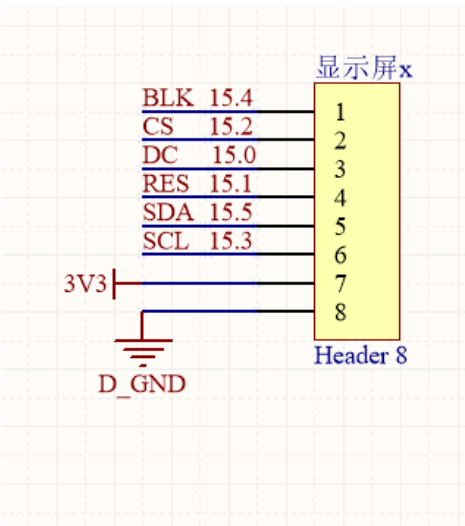


图 3.5.5 TFT

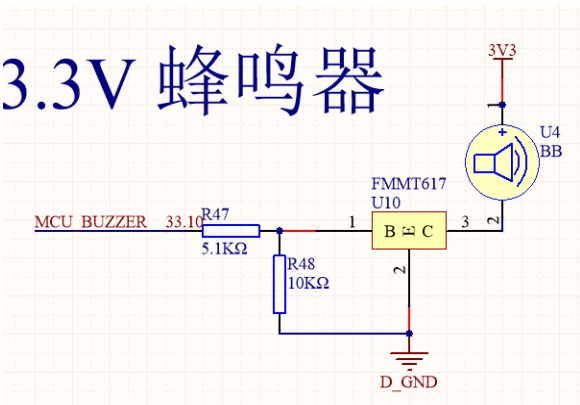


图 3.5.6 蜂鸣器

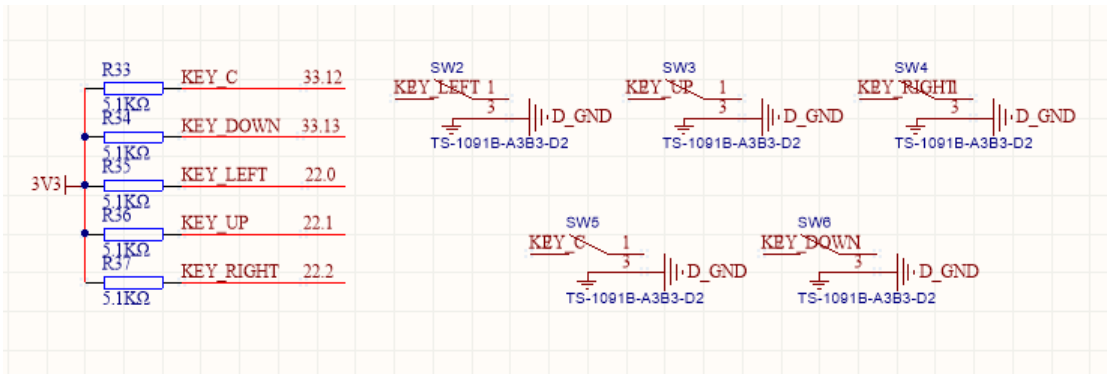


图 3.5.7 按键

3.6 集成开发环境

电路采用 AultimDesigner15 软件进行仿真设计, AultimDesigner 是卓越的 PCB 设计工具, 前身为 Protel, 自 1985 年起它作为 PCB 设计工具的先驱者进而发展成为行业市场上的领导者之一。

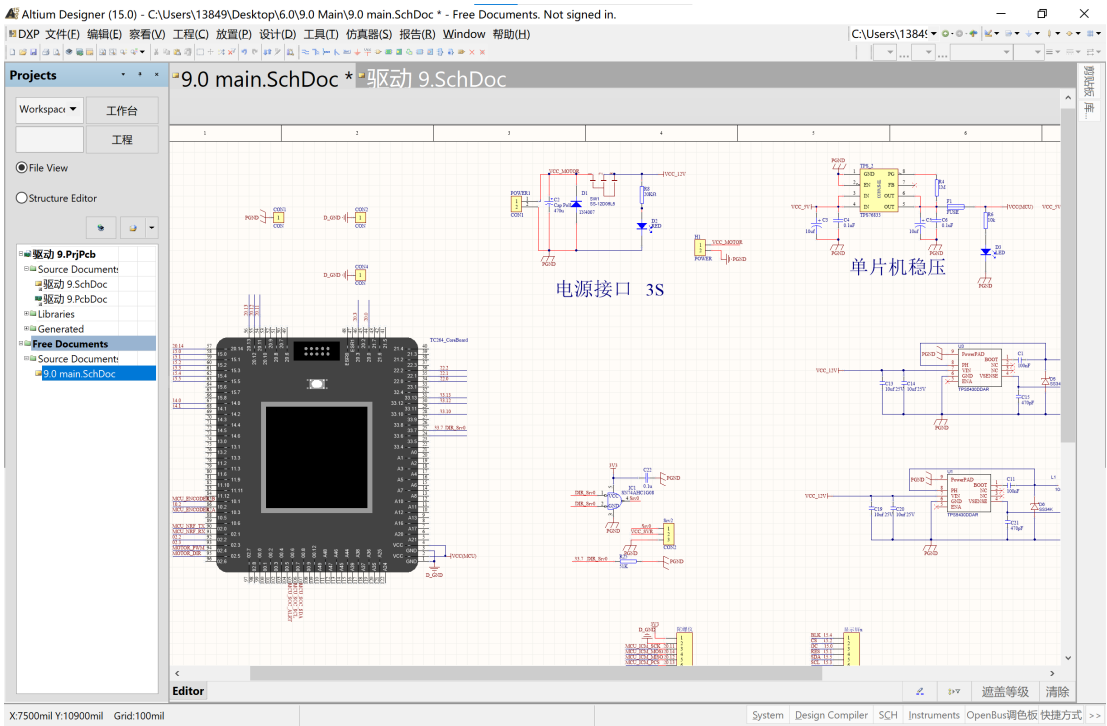


图 3.6.1 AultimDesigner15 使用界面

第四章 软件控制设计

我们设计的系统采用了双摄像头，彩色摄像头用于识别贴于赛道上的红色 AI 元素标志和红色锥桶，灰度摄像头用于基本赛道巡线。

4.1 AI 元素标志识别

我们每个标志的数据集是 400 张图片，是在赛道上使用上位机进行标志照片的收集，循环采集。采集后用 labelme 做标记，然后再使用飞桨平台进行模型训练。我们选用的网络是官方给的 mobilenet-ssd，输入图片尺寸为 320*240，是摄像头采集图片的四分之一，可以提升网络运行速度。我们在检测出的目标比较靠下时（大于 460 行），选择当前准确率最高的类别进入对应状态机。

4.2 灰度图像采集与应用

大部分赛道我们都使用原始图像进行二值化后进行巡线处理。由于受到摄像头高度和广度的限制，对于环岛的识别我们采用了逆透视算法。

摄像头直接获取到的是灰度图像，即每个像素点的取值范围在 $[0, 255]$ ，我们采用了固定阈值进行二值化分割，得到黑白图像再做后续处理。同时为了避免红色标志对寻迹的影响，我们增加了红色滤光片，过滤掉红色标志。

灰度图像原尺寸是 424*240，为了提高处理速度，我们将图像缩放为 128*64 的大小进行处理。

4.2.1 赛道边界及中线的获取

对于大部分赛道，我们采用的是先找图像最长白列，再向两边分别找左线右线的策略。中线的情况如下：

- （1）左右线都存在时，使用左右线均值做中线。
- （2）左线丢线右线存在的部分，用右线补路宽得到中线。

(3) 右线丢线左线存在的部分，用左线补路宽得到中线。

得到中线后，计算出每行中线的偏差值的平均值，作为图像误差发送到下位机。

4.2.2 逆透视变换处理

这部分我们采用的是 opencv 自带的算法，得到逆透视变换后的图像之后，再次进行巡线。这部分的巡线我们采用的是种子生长法，从图像最底部的一行遍历，得到左右线的起始点，再向上进行巡线。得到左线右线之后，再找左线右线上的拐点并计算拐点角度。

4.3 赛道类型识别与处理

4.3.1 环岛

对于环岛的识别，我们结合了对原始灰度图像进行逆透视变换后，计算出的环岛前的拐点角度进行判断。环岛的特征包括，只有一侧有一个较大的拐点，另一侧为直道，最长白列较长。

识别出环岛后，我们采用的是入环使用拐点补线，环内用陀螺仪计算转过的角度并对图像误差进行限幅，出环使用拐点补线，最后一段用左线（右环岛）补路宽得到中线的策略。

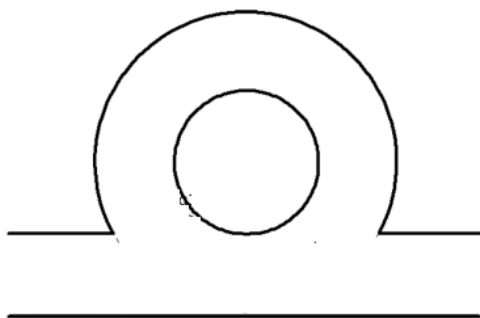


图 4.2.3 智能车过环岛示意图

4.3.2 十字

十字的特征是有全白行，左线右线上都有拐点。在进入十字前，可以识别出四个拐点后，用左侧两个拐点相连，右侧两个拐点相连进行补线。

进入十字后，只能看见左右各一个拐点，这两个拐点分别向图像左下端和右下端补线即可。

4.3.3 斑马线

斑马线的识别我们采用的是计算黑白跳变点，在循环赛道中，通过特定元素后对斑马线进行计次，第一次识别到后改变图像计算误差的方式，第二次识别到后再进行入库。

4.3.4 坡道

坡道的识别是通过网络处理 AI 元素标志的结果。对于坡道，只需要在坡道状态机内过滤掉图像处理识别出的其他元素即可。

4.3.5 施工区和加油站

施工区整体是通过识别红色锥桶结合限幅打角完成的。由于施工区需要车在蓝布上跑，而蓝布相较于白色赛道，光滑度较高，为了避免车轮打角过大出现打滑的情况，我们在施工区内进行了降速处理，并且尽量避免舵机打角过大的情况。

加油站和施工区的处理类似，由于多了数字“1”和数字“2”，会影响锥桶的寻找，所以我们增加一些筛选条件，进入加油站之后通过识别数字“1”和数字“2”计算误差，实现加油站的直行。

4.3.6 泛行区

泛行区内，我们使用的是用左右边线做偏移的方式计算图像误差。经过三岔

右侧则用右线做偏移,经过三岔左侧则用左线做偏移。左右线的获取和普通赛道的原理类似。

在进入泛行区的三叉处时会由于前瞻较远而影响车身姿态,为此我们将泛行区这一元素的识别提前,比其他三个 AI 元素更早进入状态机,随后进行图像误差的限幅来稳定车身。

4.4 PID 控制算法介绍

我们使用位置式 PD 算法控制舵机打脚,用位置式 PI 算法控制后轮电机。

PID 算法是指在过程控制中,按偏差的比例(P)、积分(I)和微分(D)进行控制的 PID 控制器(亦称 PID 调节器)是应用最为广泛的一种自动控制器。它具有原理简单,易于实现,适用面广,控制参数相互独立,参数的选定比较简单等优点;而且在理论上可以证明,对于过程控制的典型对象——“一阶滞后+纯滞后”与“二阶滞后+纯滞后”的控制对象,PID 控制器是一种最优控制。PID 调节规律是连续系统动态品质校正的一种有效方法,它的参数整定方式简便,结构改变灵活。

4.5 上位机与下位机通讯

我们使用有线 usb 串口通信。为了提升通讯效率,我们把需要发送的数据重复发送若干次来填满数据缓冲区。上位机掌握图像信息,而下位机掌握车辆编码器和陀螺仪的示数,所以需要上位机和下位机同时进入状态机并且相互沟通完成状态机具体动作。经过综合考虑,我们设置如下沟通方案:

上位机向下位机发送三个数据,分别是图像误差,预测类别,关键点位置。

下位机向上位机发送特定的字符来告知上位机编码器或陀螺仪已经达到指定数值来使上位机进入状态机的下一阶段。

第五章 结论

5.1 主要技术参数

表 1 I 车模主要技术参数

车模基本参数	总重量	1548.3g
	长	316mm
	宽	190mm
	高	360mm
传感器种类与数量	UVC 免驱黑白摄像头	1 个
	I 型车官方摄像头	1 个
	I 型车官方微型编码器	4 个
	ICM20602	1 个
除了车模原有的驱动电机、舵机之外伺服电机个数	无	

5.2 不足与反思

1) 机械部分

若要追求速度的提升，低重心和轻重量是极为关键的两个因素，然而由于初期方案的选择，以及备赛经验不足，车模本身的设计问题等，导致我们在重心与重量这一块并没能做好。尽管我们认为 I 车的设计本身存在许多不合理的地方，但是我们在备赛时遇到的许多小问题其实是可以解决的，只不过小毛病积累太多也会转变成巨大的麻烦，因此对于车模的每一次调整与维护都应该做到事无巨细，尽善尽美，不能因为麻烦就逃避问题。

2) 电路部分

由于 I 车模机械条件的限制，对板子的形状和安装位置影响较大。在最初第一版的板子绘画中，比较着重于各个模块的功能，使用了一体板，事实证明效果不太好。最后分为主板和驱动板相比一体板效果较好。但是此举虽然降低了重心，但使得接线变得复杂了起来，仍有很大的改进空间。最终，在完成一个板子工程时，不能仅仅只关注与功能模块的分配，对于板子的大小、形状、空间利用率等需要有认真的思考。

3) 程序部分

由于逆透视标定并不准确，导致左侧角度比右侧角度小，使得环岛识别的参数并不对称；

环岛和车库由于都有单侧较大的角度，所以和环岛存在一定的误识别；

施工区和加油站我们采用的是寻找关键锥桶并且规避的方案，并没有在元素中完整补线，这使得车辆规避关键锥桶之后的路线可能比较偏，撞到非关键锥桶；

采用双摄并且采用有线串口会使得调试难度增加，虽然可以使用第一视角的车载视频记录运行的中间参数，但在调试速度 PI 时就会发现没有留有第二个串口空间，于是我们调试速度 PI 和正常寻迹需要单独调试，导致正常运行时速度会有较大波动。

5.3 致谢与总结

自报名参加第十七届全国大学生智能汽车竞赛以来，我们小组成员从查找资料、设计结构、组装车模、编写程序一步一步的进行，最后终于完成了最初目标，定下了现在这个设计方案。虽然这份报告不能完全体现我们对于本届全国大学生智能汽车竞赛所付出的精力以及时间，但仍希望我们的这份报告能够对他人有所启发与帮助。

经过近一年的准备，我们终于结束了国赛，回顾这一年的时光，我们曾无数次想过放弃，有过犹豫和徘徊，但我们总能在最想放弃而最不能放弃的时刻咬牙坚持，在经历过失败和挫折后总能看到希望。在这一年的备赛过程中，我们都曾有过争执，但我们总能在思维碰撞中找到各自的平衡点，发现自己存在的问题和缺点，让自己成长得更加优秀，队友之间更加信任。

在本文结束之际，特向华中科技大学智能车队的全体参赛队员、往届学长、指导老师以及所有其他给予帮助、建议和意见的人们表示由衷的感谢，正是有了他们的帮助，我们才能成功进入国赛。感谢华中科技大学启明学院和人工智能与自动化学院在调试场地，物资上的支持和帮助，正是有了学校的大力支持，才使我们能专心做车，仔细研究。还要感谢教育部、自动化协会在疫情的影响下还能够坚持举办赛事，给大家提供的这个锻炼团队合作和创新能力的竞赛平台，感谢各个赛区承办学校，感谢各个院校为大家提供优良的竞赛环境，使大家能够在竞赛中发挥出高水平。

参考文献

- [1]康华光. 电子技术基础模拟部分[M]. 北京:高等教育出版社, 2006, 第五版.
- [2] 卓晴 黄开胜 邵贝贝 等. 学做智能车. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2007 年 3 月
第 1 版
- [3]谭浩强. C 程序设计[M]. 北京:清华大学出版社, 2003.
- [4]周永鹏, 李浚源, 尹泉 电机与电机拖动基础. 华中科技大学出版社, 2003.
- [5]梁慧冰, 孙炳达编著. 现代控制理论[M]. 北京:机械工业出版社, 2007, 第二版
- [6]童诗白, 华成英. 模拟电子技术基础 [M] . 北京: 高等教育出版社, 2001.
- [7]阎石. 数字电子技术基础 [M] . 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [8]谭浩强著. C 程序设计. 北京: 清华大学出版社, 2003.
- [9]尹勇. Protel DXP 电路设计入门与进阶 [M] . 北京: 科学出版社, 2004.

附录

偏差计算

```
void image_err_calculate()//偏差计算
{
    int i;
    int err_sum=0;
    int weight_sum=1;

    int new_err_start=17;
    int new_err_end=21;
    int new_derr=0;
    new_derr=new_err_end-new_err_start;
    new_err_start=new_err_start>60-longest_whitelin_counter?new_err_start:60-
longest_whitelin_counter;
    new_err_end=new_err_start+new_derr>60?60:new_err_start+new_derr;
    showerrbot=new_err_end;
    showerrtop=new_err_start;

    for(i = new_err_start;i <= new_err_end; i++)
    {
        err_sum += (int)((int)g_centerline[i]-ROAD_CENTER_POINT)*row_weight[i];//未
校正
        weight_sum += row_weight[i];
    }

    g_image_err = (float)((float)err_sum/(float)weight_sum);
    /*更新误差*/
    g_lastimg_err[0]=g_lastimg_err[1];
    g_lastimg_err[1]=g_lastimg_err[2];
    g_lastimg_err[2]=g_lastimg_err[3];
    g_lastimg_err[3]=g_lastimg_err[4];
    g_lastimg_err[4]=g_image_err;

    g_image_err=(g_lastimg_err[4]+g_lastimg_err[3]+g_lastimg_err[2]+g_lastimg_err[
1])*0.25;
```

```
g_image_err = limiter(g_image_err, -39.0, 39.0);  
}
```

得到中线

```
void get_center()//得到中心线  
{  
    int i;  
    int t=0;  
    allwhiteline=0;  
    for(i = GETEDGE_START;i >= BASE_LINE;i--)  
    {  
        //g_centerline_pre[i]=(g_right_edge[i]+g_left_edge[i])/2;  
        if((g_right_edge[i]!=myCOL-  
1&&g_left_edge[i]!=0)|| (g_right_edge[i]==myCOL-1&&g_left_edge[i]==0))  
        {  
  
            g_centerline[i]=(unsigned int) (g_right_edge[i]*0.5+g_left_edge[i]*0.5);  
            if(g_right_edge[i]==myCOL-1&&g_left_edge[i]==0)  
                allwhiteline++;  
        }  
        else if(g_right_edge[i]==myCOL-1&&g_left_edge[i]!=0)  
        {  
  
            t=((int)g_left_edge[i]+(int) (g_road_realw[i]*0.5))>127?127:((int)g_left_ed  
ge[i]+(int) (g_road_realw[i]*0.5));  
            g_centerline[i]=t;  
            //std::cout <<"left!";  
        }  
        else  
        {  
            t=((int)g_right_edge[i]-  
(int) (g_road_realw[i]*0.5))<0?0:((int)g_right_edge[i]-  
(int) (g_road_realw[i]*0.5));  
            g_centerline[i]=t;  
            //std::cout <<"right!";  
        }  
    }  
    //MedianFilter( g_centerline_pre, g_centerline, 3);  
}
```

```

        std::cout <<"center!!!!!!!!!!!!!!" << std::endl;
    }

```

搜寻最长白列

```

int longest_whiteline()//搜寻最长白列
{
    int flag=myCOL/2-1;
    int temp=0;
    int temp_least=55;
    int counter=0;
    int i, j;
    int n=1;
    int least_num=1;
    int temp_left=0;
    int temp_right=myCOL-1;
    int g_temp_left=0;
    int g_temp_right=myCOL-1;
    int left_sum=0;
    int right_sum=0;
    int cheak1=myCOL/2-1;
    int cheak2=myCOL/2-1;
    int center=myCOL/2-1;
    int counter1=0;

    g_temp_right=temp_right;
    g_temp_left=temp_left;
    if(temp_left>=temp_right)
    {
        g_temp_right=temp_left;
        g_temp_left=temp_right;
    }
    for(i=g_temp_left; i<g_temp_right; i++)
    {
        counter=0;
        for(j=GETEDGE_START; j>BASE_LINE; j--)
        {
            if(g_image_640x480[j][i]>camera_threshold)
            {

```

第十七届全国大学生智能汽车竞赛技术报告

```
        counter++;
        counter1++;
    }
    else
        break;
    }
    g_white_line[i]=counter;
    if(counter>temp)
    {
        flag=i;
        temp=counter;
        n=1;
    }
    if(counter1<temp_least)
    {
        temp_least=counter1;
        least_num=1;
    }
    if(counter==temp)
    {
        flag+=i;
        n++;
    }
    if(counter1==temp_least)
    {
        least_num++;
    }
}
longest_whiteline_counter=temp;
longest_whiteline_num=n;
least_whiteline_num=temp_least/least_num;
center=(flag/n);
for(i=center;i<g_temp_right;i++)
{
    counter=0;
    for(j=GETEDGE_START;j>BASE_LINE;j--)
    {
        if(g_image_640x480[j][i]>=camera_threshold)
            counter++;
    }
    else
```

```

        break;
    }
    if(counter== longest_whitelin_counter)
    {
        cheak1=i;
        break;
    }
}
for(i=center; i>g_temp_left; i--)
{
    counter=0;
    for(j=GETEDGE_START; j>BASE_LINE; j--)
    {
        if(g_image_640x480[j][i]>=camera_threshold)
            counter++;
        else
            break;
    }
    if(counter== longest_whitelin_counter)
    {
        cheak2=i;
        break;
    }
}
if(abs(cheak1-center)<abs(cheak2-center))
    center=cheak1;
else
    center=cheak2;

return center;
}

```

搜寻边线

```

void get_edge_center_new()//搜寻边线
{
    int i;
    static int j_l;//记录上一次边线位置
    static int j_r;

```

第十七届全国大学生智能汽车竞赛技术报告

```
int temp1=myCOL/2-1;
int temp2=myCOL/2-1;
int margin=10;
left_lost=0;
right_lost=0;
l_cnts=0;
r_cnts=0;
turn_point[0]=127;
turn_point[1]=63;
white_cnt[0]=0;
white_cnt[1]=0;
black_cnt=0;
    turn_point_l[0]=0;
turn_point_l[1]=63;
white_cnt_l[0]=0;
white_cnt_l[1]=0;
black_cnt_l=0;
//从上一次的中点往两边搜,起始行为最近处的一行(第64行)
for(i = GETEDGE_START; i >= BASE_LINE; i--)
{
    if(i == GETEDGE_START)
    {
        for(j_l = centerline; j_l >= 1; j_l--)
        {

if(g_image_640x480[i][j_l]>=camera_threshold&&g_image_640x480[i][j_l-1]<camera_threshold)
        {
            g_left_edge[i] = j_l;
            break;
        }
    }
    if(j_l == 0)//没搜到
    {
        g_left_edge[i] = 0;
    }
}
//右边线
for(j_r = centerline; j_r <=myCOL-2; j_r++)//从上一行的中线开始向两边
搜线
```

```

{

if(g_image_640x480[i][j_r]>=camera_threshold&&g_image_640x480[i][j_r+1]<camera_
_threshold)
{
    g_right_edge[i] = j_r;
    break;
}
}
if(j_r == myCOL-1)//没搜到
{
    g_right_edge[i] = myCOL-1;
}
}
else
{
    temp1=g_left_edge[i+1]+margin ;
    if(temp1>myCOL-1)
        temp1=myCOL-1;
    for(j_l =temp1 ; j_l >= 1; j_l--)
    {

if(g_image_640x480[i][j_l]>=camera_threshold&&g_image_640x480[i][j_l-
1]<=camera_threshold)
{
    g_left_edge[i] = j_l;
    if(l_cnts>=5&&l_cnts<=15)
        l_cnts++;
    if(white_cnt_l[1]==0&&turn_point_l[0]<j_l&&i>5)
    {
        turn_point_l[0]=j_l;
        turn_point_l[1]=i;
    }
    if(white_cnt_l[0]!=0&&white_cnt_l[1]==0)
        black_cnt_l++;
        break;
    }
}
}

```

```
if(j_l == 0 || (abs((int)g_left_edge[i] -
(int)g_left_edge[i+1])>margin))//没搜到
{
    for(j_l = centerline; j_l >= 1; j_l--)
    {

if(g_image_640x480[i][j_l]>=camera_threshold&&g_image_640x480[i][j_l-
1]<=camera_threshold)
    {
        g_left_edge[i] = j_l;
        if(l_cnts>=5&&l_cnts<=15)
            l_cnts++;
        if(white_cnt_l[1]==0&&turn_point_l[0]<j_l&&i>5)
        {
            turn_point_l[0]=j_l;
            turn_point_l[1]=i;
        }
        if(white_cnt_l[0]!=0&&white_cnt_l[1]==0)
            black_cnt_l++;
        break;
    }
}
if(j_l == 0)//没搜到
{
    g_left_edge[i] = 0;
    if(l_cnts<5 || l_cnts>15)
        l_cnts++;

    //if(i<50)
        left_lost++;//现在有 15 行静差，用于环岛识别
    if(black_cnt_l==0)
        white_cnt_l[0]++;
    else
        white_cnt_l[1]++;

}
}
temp2=g_right_edge[i+1]-margin;
if(temp2<0)
```



```

        temp2=0;
        for(j_r = temp2; j_r <=myCOL-2; j_r++)
        {

if(g_image_640x480[i][j_r]>=camera_threshold&&g_image_640x480[i][j_r+1]<=camera_threshold)
        {
            g_right_edge[i] = j_r;
            if(r_cnts>=5&&r_cnts<=25)
                r_cnts++;
            if(white_cnt[1]==0&&turn_point[0]>j_r&&i>5)
            {
                turn_point[0]=j_r;
                turn_point[1]=i;
            }
            if(white_cnt[0]!=0&&white_cnt[1]==0)
                black_cnt++;
            break;
        }
    }
    if(j_r == myCOL-1 || (abs((int)g_right_edge[i]-(int)g_right_edge[i+1])>margin))//没搜到
    {
        for(j_r = centerline; j_r <=myCOL-2; j_r++)
        {

if(g_image_640x480[i][j_r]>=camera_threshold&&g_image_640x480[i][j_r+1]<=camera_threshold)
        {
            g_right_edge[i] = j_r;
            if(r_cnts>=5&&r_cnts<=15)
                r_cnts++;
            if(white_cnt[1]==0&&turn_point[0]>j_r&&i>5)
            {
                turn_point[0]=j_r;
                turn_point[1]=i;
            }
            if(white_cnt[0]!=0&&white_cnt[1]==0)
                black_cnt++;
        }
    }
}

```

第十七届全国大学生智能汽车竞赛技术报告

```
        break;
    }
}
if(j_r == myCOL-1)//没搜到
{
    g_right_edge[i] = myCOL-1;
    if(r_cnts<5||r_cnts>25)
        r_cnts++;
    //if(i<50)
    right_lost++;//现在有 15 行静差，用于环岛识别
    if(black_cnt==0)
        white_cnt[0]++;
    else
        white_cnt[1]++;
}
}
}

//g_road_realw[i]=abs((int)(g_right_edge[i]-g_left_edge[i]));
}
//Correlation_get();
//get_center();
}
```