

全国电子设计大赛职高组K题-STM32F103C8T6 自动避障小车 设计说明

本文档用于记录全国电子设计大赛职高组K题“自动避障小车”的完整设计过程，主要介绍基于STM32F103C8T6单片机的避障小车，从硬件选型、接线，到软件编程、系统调试，再到最终测试结果，全部内容均结合实际开发操作编写，真实呈现项目实现思路，可用于赛事归档、技术复盘，也能作为简历实践经历的补充说明。本设计严格按照大赛要求完成所有核心任务，兼顾硬件稳定性和软件可调试性，内容简洁明了、技术细节准确、格式规范。

一、设计背景与目标

1.1 赛题核心要求

本次设计严格按照全国电子设计大赛职高组K题“自动避障小车”的要求开展，明确以下三项核心任务，确保设计成果符合赛事评审标准：

- 模式实现：完成三种运行模式的切换和稳定运行，分别是任意路径避障、蛇行绕第2行圆柱、绕不同颜色圆柱各1圈；
- 性能指标：所有模式必须在10秒内完成指定任务，小车运行轨迹偏差不超过5cm，全程无碰撞、无卡顿现象；
- 设计规范：硬件采用模块化搭建，接线简单、方便调试和排查故障；软件编程规范，代码可修改、可复用，项目相关资料归档完整。

1.2 设计目标

结合大赛赛题要求，本次设计从硬件、软件、工程归档三个方面，制定了明确的目标，既满足赛事需求，也能体现实际开发能力：

- 硬件层面：以STM32F103C8T6为核心，搭建成本低、运行稳定的硬件平台，各个外设模块独立布局，引脚对应清晰，降低接线难度和调试工作量，确保硬件通电后无故障、稳定运行；
- 软件层面：采用模块化编程方法，将不同功能拆分到独立模块，减少代码之间的相互影响，设计合理的控制算法，确保三种运行模式精准实现，达到大赛要求的性能指标；
- 工程层面：使用Git工具进行版本管理，完整归档项目所有资料，编写详细的设计说明、硬件原理图和代码注释，既能满足赛事归档要求，也能用于简历展示，体现规范的开发习惯。

二、总体设计方案

2.1 系统整体架构

本次避障小车系统采用“分层搭建、模块化布局”的思路，整体分为硬件层和软件层，两层独立设计、协同工作，确保系统逻辑清晰，后续调试和扩展方便，具体架构如下：

硬件层：DC 7-12V供电 → 电源模块（稳压输出5V和3.3V）→ STM32F103C8T6最小系统 → 外设模块（三路红外避障传感器、L298N电机驱动板、独立按键）；

软件层：底层驱动模块（电机、传感器、按键、定时器相关代码）→ 中层逻辑模块（模式切换、避障控制算法）→ 上层应用模块（主函数、系统初始化代码）。

该架构将驱动代码与控制逻辑分开，硬件与软件协同配合，既能单独调试每个模块，排查单个模块的故障，也能提升整个系统的可维护性和可复用性，符合大赛模块化设计的要求。

2.2 核心设计思路

为高效完成大赛任务，兼顾系统性能和调试效率，本次设计遵循以下核心思路，确保项目顺利推进：

- **硬件设计：**各个外设模块与STM32F103C8T6的引脚一一对应，预留扩展接口；选用通用、低成本的器件，降低采购难度和成本；重点做好供电隔离和抗干扰设计，避免电机、传感器运行时干扰主控芯片。
- **软件设计：**将电机控制、传感器检测、按键处理、定时器配置等功能，分别封装为独立模块，通过接口调用整合各个模块的功能；优化控制算法，增加传感器消抖、电机速度校准等逻辑，避免出现误动作，提升系统运行稳定性。
- **调试思路：**按照“先分后合、循序渐进”的原则，先单独调试每个硬件和软件模块，确保单个模块功能正常后，再将所有模块整合，调试整个系统的运行效果，重点解决模式切换不顺畅、轨迹偏差过大等问题。

三、硬件设计说明

3.1 核心器件选型

硬件器件选型以“低成本、高稳定、易获取、适配大赛需求”为原则，所有器件均选用通用型号，方便采购和替换，同时能满足小车所有核心功能的实现，核心器件选型及选用理由如下表所示：

模块名称	器件型号/规格	选型理由
主控芯片	STM32F103C8T6 (LQFP48)	性价比高，存储和运行资源充足（512KB Flash/64KB RAM），支持PWM输出、定时器、外部中断等功能，能满足小车三种模式的控制需求；封装小巧，方便搭建硬件平台、布局线路。

电机驱动	L298N电机驱动板	驱动能力强，最大输出电流可达2A，能控制直流电机正反转和调速，适配小车使用的直流减速电机；接口简单，容易与STM32的引脚对接，调试方便，适合大赛快速开发。
避障传感器	漫反射式红外避障模块	检测距离可调节（2-30cm），输出数字信号，无需额外编写AD转换代码，降低软件编程难度；响应速度快，抗干扰能力较好，适合小车避障场景；成本低，可批量选用3个，分别实现前、左、右三路障碍检测。
电源模块	LM1117-3.3V + LM2596-5V	输入电压范围宽（7-12V），可使用锂电池供电，适配大赛现场供电需求；输出电压稳定，分别提供3.3V（给STM32最小系统供电）和5V（给传感器、电机驱动板供电）；抗纹波能力强，避免供电不稳定导致系统故障。
模式切换	轻触按键	低功耗、响应快，体积小巧，方便布局在硬件平台上；配合软件消抖代码，可实现三种模式的精准切换，操作简单，符合大赛的操作要求。
辅助器件	10K电阻、0.1uF电容、1N4007二极管	电阻用于引脚的上拉和下拉，电容用于过滤电源纹波、稳定电压，二极管用于电机续流保护，避免电机堵转时损坏驱动板和主控芯片，提升硬件整体稳定性。

3.2 硬件接线与关键设计

硬件接线遵循“引脚对应清晰、独立模块分离、抗干扰优先”的原则，所有外设模块与STM32F103C8T6的引脚一一对应，与软件代码中的引脚定义完全匹配，无需修改代码即可直接对接调试，具体接线方式和关键设计如下：

(1) STM32F103C8T6最小系统

最小系统是小车的核心控制单元，仅保留必要的核心电路，简化线路布局，提升运行稳定性，具体设计如下：

- 晶振设计：选用8MHz外部高速晶振，对应PA8、PB13引脚，配合锁相环倍频至72MHz系统时钟，满足电机PWM调速、定时器计时的精度要求；额外搭配32.768KHz低速晶振，对应PC14、PC15引脚，用于备用计时（可根据需求选择是否使用）；
- 下载接口：采用SWD 2线下载模式，对应PA13（SWDIO）、PA14（SWCLK）引脚，相比JTAG接口，占用的IO口更少，简化硬件接线，同时支持在线调试和固件烧录，方便排查软件故障；
- 复位电路：采用10K上拉电阻、0.1uF电容和轻触按键组合，对应NRST引脚，确保系统能够稳定复位，避免出现误复位现象，影响小车运行；
- 供电设计：VDD、VSS引脚接入3.3V电源（由LM1117-3.3V稳压模块输出），电源输入端并联0.1uF去耦电容，过滤电源纹波，避免干扰主控芯片正常运行。

（2）三路红外避障模块

选用前、左、右三路红外避障模块组合，实现小车全方位的障碍检测，确保避障模式能够精准运行，具体设计如下：

- 引脚定义（与sensor.c代码中的定义一致）：左红外模块OUT端接PA0引脚、前红外模块OUT端接PA1引脚、右红外模块OUT端接PA2引脚，三个引脚均配置为上拉输入模式；
- 接线逻辑：红外模块的VCC引脚接5V电源，GND引脚接公共地，OUT端串联10K上拉电阻后，接入STM32对应的IO口；当模块检测到障碍物时，OUT端输出低电平；无障碍物时，输出高电平，与软件检测逻辑完全匹配，无需修改代码；
- 抗干扰设计：在模块VCC与GND之间并联100nF去耦电容，过滤电源干扰；通过调节模块上的电位器，将检测距离校准为10cm（默认值），既保证检测灵敏度，也能避免环境光干扰导致的误判。

（3）L298N电机驱动与直流电机模块

电机驱动模块负责控制左右轮电机的正反转和调速，是小车运动控制的核心部分，直接影响小车运行效果，具体设计如下：

- 引脚定义（与motor.c代码中的定义一致）：

左电机：方向控制1接PB0引脚、方向控制2接PB1引脚、PWM调速接PA6引脚（TIM3_CH3）；

右电机：方向控制1接PB2引脚、方向控制2接PB3引脚、PWM调速接PA7引脚（TIM3_CH4）；

- 接线逻辑：

L298N驱动板：12V引脚接DC 7-12V电源（给电机供电），5V引脚接5V电源（给驱动板逻辑电路供电），GND引脚接公共地（与STM32、传感器共地，避免电位差干扰）；

电机接口：L298N的OUT1、OUT2接口接左电机两端，OUT3、OUT4接口接右电机两端；

控制接口：L298N的IN1接PB0、IN2接PB1、IN3接PB2、IN4接PB3，ENA接PA6（PWM信号）、ENB接PA7（PWM信号）；

- 保护设计：在左右电机两端分别并联1N4007续流二极管，防止电机堵转时产生反向电压，损坏L298N驱动板和STM32芯片，延长硬件使用寿命；
- 调速设计：通过TIM3定时器输出PWM波形，控制电机转速，PWM频率设置为1KHz，占空比可根据需求调节，实现小车不同速度的控制，同时校准左右电机占空比，避免转速不一致导致轨迹偏移。

(注：文档部分内容可能由AI生成)