

## 目 录

摘    要 .....	I
Abstract .....	II
1 引 言 .....	1
1.1 课题研究背景和意义 .....	1
1.2 国内的发展与国外及发展 .....	1
1.2.1 国内研究对比国外研究发展 .....	1
1.2.2 国外研究现状及发展趋势 .....	2
1.3 本文主要研究内容 .....	2
1.4 本章总结 .....	2
2 主控系统方案设计 .....	3
2.1 整体方案设计 .....	3
2.2 整体模块及功能介绍 .....	4
3 硬件设计 .....	5
3.1 STM32 单片机核心电路设计 .....	5
3.2 E18-D80NK 红外避障传感器电路设计 .....	6
3.3 MX1616 直流电机驱动模块 .....	6
3.4 USB-5V 升压模块电路设计 .....	7
3.5 NEC 红外串口通信模块电路设计 .....	9
4 软件设计 .....	11
4.1 系统工作流程图 .....	11
4.2 Keil 软件概述 .....	11
4.3 编程语言选择 .....	12
4.4 CH340 串口程序烧写模块介绍 .....	12
5 系统调试 .....	14
5.1 硬件调试 .....	14
5.2 软件调试 .....	14
结    论 .....	15
参考文献 .....	16

附录 1 原理图 .....	18
附录 2 主要源代码 .....	19
致 谢 .....	22

## 摘 要

为了促进科技与生活的结合，以及结合我的工作环境，我对目前市场上已有的扫地机器人进行了一个简单的调查。

近几年来，安杰公司基于“人机结合&整体运营&品质提升&成本降低”的服务理念，先后推出人机整体运营服务，各行各业各种代表着不同领域的机器人，通过不同方式的提供的服务，满足物业管理行业多样化的应用和部署要求，加速物业服务企业服务创新升级。这些智能机器人不论是哪一种都离不开低速 SLAM 技术，移动系统、感知系统、控制系统和吸尘系统，集合了传感检测、信息处理、运动控制、电源等多学科研究。

针对我的工作环境，我设计了一款可以适用于多种大型的人员密集的职场使用的清洁机器人。主要是利用 STM32 单片机对其整体进行控制，并加入两路红外传感器和一个风扇系统，以及利用 Keil 进行软件的程序编写。

经实验后，将硬件部分与软件程序结合起来，整个系统在工作时能够彻底脱离人工控制，在室内工作遇到墙壁，桌子椅子等障碍物时能够自动检测出来，然后能够自动进行躲避，做出左转、右转或后退的反应按下开关后电机启动，可完全脱离人工控制，达到自动清洁的效果。

**关键词：**扫地机器人；STM32；路径规划；嵌入式系统

## Abstract

In order to promote the integration of technology and life, as well as my working environment, I conducted a simple survey on the existing sweeping robots in the market.

In recent years, jack company based on "the man-machine combination & overall operating & improve quality & cost reduction" service concept, has introduced man-machine overall operating service, from all walks of life all represent different areas of the robot, in different ways of services, satisfy the requirement of the diversification of property management industry application and deployment, accelerate the realty service enterprise service innovation to upgrade. No matter which kind of intelligent robots are inseparable from low-speed SLAM technology, mobile system, perception system, control system and dust collection system, it integrates multi-disciplinary research such as sensing detection, information processing, motion control and power supply.

In view of my work environment, I designed a cleaning robot that can be used in a variety of large and crowded workplaces. The STM32 microcontroller is used to control the whole system, two infrared sensors and a fan system are added, and Keil is used for software programming.

After experiment, combining hardware and software program, the whole system can completely out of artificial control at work, working in interior wall, table, chairs and other obstacles when detected automatically, and can automatically avoid, turn left, turn right, or back to react after press the switch, motor start can be completely separated from manual control, automatic cleaning effect.

**Keywords:** Sweeping robot; STM32; Path planning; Embedded system

# 1 引言

## 1.1 课题研究背景和意义

随着时代的发展，扫地机器人已经不再是少数大城市家庭的必备家用电器，越来越多的周边城市甚至农村家庭也都已经普及使用，市场占比从原本来的百分之 10 直接提升至百分之 40。当然，该数据主要是针对家庭而言，针对我的工作工作环境，我想设计一款能够应用于大型职场的清洁机器人，这样不但节省了人力和时间，还能够做到随时清洁不打扰。

自动化专业本身就是一个将思路与学习知识相结合并且考验学生动手能力的专业，所以我将利用我大学所学的知识，解决掉我实习单位利用员工休息时间做室内清洁，不但要轮流使用吸尘器，且其噪音大的难题。

该设计不仅顺应了时代发展的需求，而且一抵二用，既代替了人的手工打扫，也免去了吸尘器的费用，更不用其他人来打扫，节省了自己的时间和精力，更是省下了高额的费用。

## 1.2 国内的发展与国外及发展

### 1.2.1 国内研究对比国外研究发展

关注到 21 世纪 20 年代，扫地机器人已经成为一种可选的智能家居帮手，它最开始只是一个清扫地面的普通机器，发展期限并不长，最近几年才开始采用智能自动化技术，也才开始兴起称其为扫地机器人。这不得不说一下扫地机器人的诞生，它是由伊莱克斯一位外国牛人发明的第一个<sup>[1]</sup>，此后便掀起的扫地机器人的热潮，发展的大时代应该还要从 2002 年开始算起，到 2006 年，各个国家纷纷对其研究。但由于那时候技术瓶颈限制，清扫行走还是碰撞式的，所以并不被大众所接受，大多数人认为其价格贵且实用性不高。

随着老龄化的不断加深，以及劳动力成本的不断提升，越来越多的产品中都加入了 AI 技术，扫地机器人就是其中之一，这极大程度地提高了扫地机器人产品的性能。根据未来机器人发展科学和技术部门的数据，二十世纪九十年代，工业发展的机器产值对比人工产值高出了 3700 多个亿，特殊的功能机器人产值大约在 150 亿左右<sup>[2]</sup>，当今机器人市场上的总产值已经达到了一个不可估量的数字。

### 1.2.2 国外研究现状及发展趋势

按照国外的预测及规划来看，当前的机器人并不能满足人们所有需求，在接下来的几年里，将会出现一种以人工智能作为主要特点的下一代产品，其效率及实用性可达到 90 分以上。预计在下一代人的生活中扫地机器人将会成为一种生活必需品，就像当前的手机一样。不仅如此，将来的扫地机器人加上更多技术，大数据时代的降临，将会使其更加智能，让室内的清洁工作成本更低，这也将再度大幅提升行业渗透率。

目前各个国家都在做高端全局规划类产品，这样一来，扫地机器人将会加快渗透速度，保守估计会达到 30%以上，在全世界的渗透也有很大的提升，大数据时代的降临的背景下，机器人的功能和自身强度也是不断提升，也是从开始的比较高端的消费品成为了最后的必需品，功能上比传统的手工机器更加方便智能。

### 1.3 本文主要研究内容

科技的不断提高和发展的情况下，传统的人力保洁的一些打扫方式已经难以对人们的需求达到一个满足，但是相对于技术的发展来讲，大部分扫地机器人运用高领域技术水平如：视觉传感导航，路径规划障碍微处理，激光清障技术等，其领域价值非常高，那么产品的加载也是随之提高了一大截，这样就对人们的购买力无形的生成了一个巨大的阻碍，当下能推出一种新型的低成本的机器，稳定性强的机器是必要的。

这一路线的主要实施在于“STM32 这种型号的芯片的搭建”的机器人，其主要是技术在于传感器，红外线传感器信息采集，声波传感器对信息的采集等，集中于测试 MPU-6050 系统的稳定性<sup>[3]</sup>，超声波以及一些驱动硬件模块的设计和调试。

### 1.4 本章总结

本章讲述了世界目前对于产值的状况，以及课题的研究目的与背景，准确的分析了扫地机器人的制作需求和研究的意义，其他国家目前的状况。最后课题的论述以及技术的简述。

## 2 主控系统方案设计

### 2.1 整体方案设计

本次研究的产品基于结构和系统的设计。对于前者来讲，主要是运用 Solidworks3D 制图软件来绘制零件，后者主要是电路的焊接以及之后对于程序的设计和调试，对于硬件的角度电路，指示灯，光耦电路等等；大量数据采集的应用来处理电动机的转速，具体的框架以及思路如图 2.1 所示：

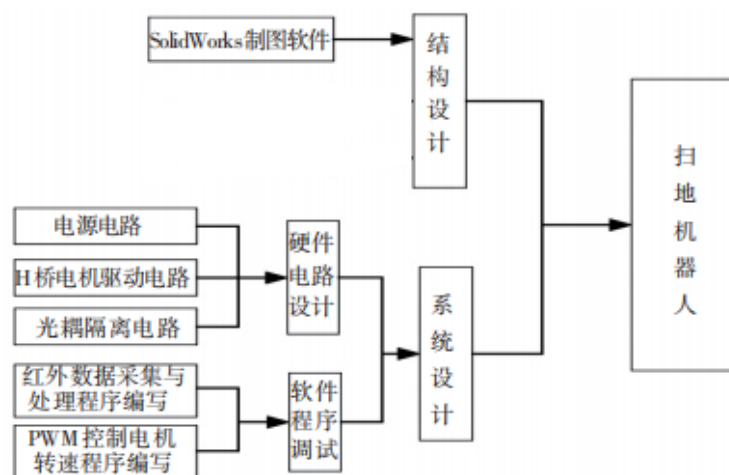


图 2.1 系统方案框图

专业课中接触最多的单片机就是 AT89C51 和 STM32，所以在两种单片机中的选择上，我做出了以下比较：

方案一：用 C51 单片机为核心的主要机器人，基于红外线功能和声波的模块的构成，使扫地机器人具有避障，和可以遥控的这两个核心和功能，通过各个功能的配合，可以使小车通过系统内部的计算来实现精准的避开大部分障碍，使其沿着设定好的轨道工作，即设计小车按照预设黑线循环打扫，LCD 实时显示了离障碍距离和运行状态。

方案二：根据各种模块传感的集中交互来完成高效率情节以及保持正确路径的机器人，提高底盘稳定性，在此基础上增加数据之间的计算，这样得以使传感器得到的数据能够更加高效的计算给动力系统，减少对于路面以及障碍物的凹凸不平的表面等带来的误差<sup>[4]</sup>，保证这些，在清洁能力上要有稳定的执行，根据需要清扫的对象的大小形态做出正确的判断之后然后做出相应的对策来完成高成效的对策。同时也在耗能和成本两个关键部分得到舒缓。

对此情况来看的话，STM32 其外设更加多样化，也就可以满足各项功能的实施，相比其他单片机而言，增加了更多的定时系统以及多个外部链接的中断功能、PWM 模式等一些输入相关的模式<sup>[5]</sup>，使作用范围大大提高，但是 C51 这种比较传统的老牌单片机，相对比只能控制高低电平而言就更加局限了。

所以，方案二，采用 STM32 单片机是更好的选择。

## 2.2 整体模块及功能介绍

本系统由 STM32F103C8T6 单片机核心板、2 路红外避障模块、2 路按键、风扇驱动、电机驱动、升压模块、锂电池充电模块及电池盒供电组成。

按下启动按键后，小车启动，同时，风扇转动吸尘；按下停止按键后，小车停止转动，同时，风扇停止转动。

小车在运行过程中，当一侧的检测障碍的红外传感检测到有障碍的时候，系统立刻接受到数据然后将其向另一侧转动，如果两侧同时感觉到障碍物的存在的时候（小车可能走不动了），则小车后退然后旋转调头。



### 3 硬件设计

#### 3.1 STM32 单片机核心电路设计

基于成本和耗能的双向成本的前提，选用 STM32 这一类核心处理器，这种处理器是源于 ST 这家意法半导体公司的一种产品仿真且具有控制的微型设备<sup>[6]</sup>，在实现原有的功能的前提，又为设备增加了更多的外设连接的功能，这样就能设计其他项目所用的其他辅助电路的配合，这种芯片，上手非常容易就能完成单片机所有课程的研修，此外，在其他领域也有很多作用，比如：医疗等，非常值得深入探索和专研。

STM32 的主要优点：

- (1) 先进的架构，处理数据宽度为 32 位<sup>[7]</sup>；
- (2) 丰富的外设，多达 14 到 17 个定时器；
- (3) 出色的能量节控，工作时间跟更长；
- (4) 浮点运算功能，计算更加精准；
- (5) 更大整合和调控；
- (6) 市场前景可观，性价比更加高。

STM32 单片机平台精选：

对于集中开发共平台的角度而言，STM32 单片机无疑是首选。

- (1) 从简单单一的定时到多个定时器和 PWM 功能的强化<sup>[9]</sup>；
- (2) 从解决需求到实现需求的同时提高精度；
- (3) 从低成本的开发再到高层次的应用；

(4) 高性能脚对脚，添加外设以及超高的兼容，将单片机的灵活性提高了不只一个层次，如果客户想要更多的需求如：提高内部储存等，在不改变核心框架的基础上，就可以完成对功能的添加。

STM32 单片机核心板接口电路图及实物图如图 3.1 所示：

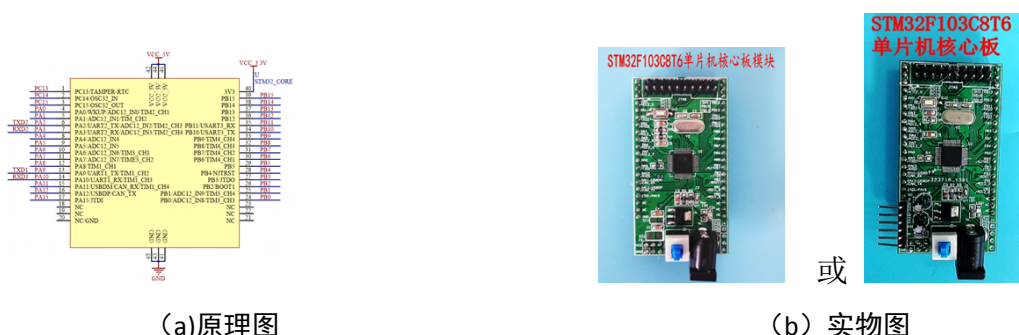


图 3.1 STM32 单片机核心板接口原理图及核心板实物图

### 3.2 E18-D80NK 红外避障传感器电路设计

E18-D80NK-N 这是一种集发射与接收于一体的光电传感器,发射光经过调制后发出,接收头对反射光进行解调输出。有效的避免了可见光的干扰。透镜的使用,也使得这款传感器最远可以检测 80 厘米距离的问题(由于红外光的特性,不同颜色的物体,能探测的最大距离也有不同;白色物体最远,黑色物体最近)。

检测障碍物的距离可以根据要求通过尾部的电位器旋钮进行调节。该传感器具有探测距离远、受可见光干扰小、价格便宜、易于装配、使用方便等特点,可以广泛应用于机器人避障、流水线计件等众多场合。

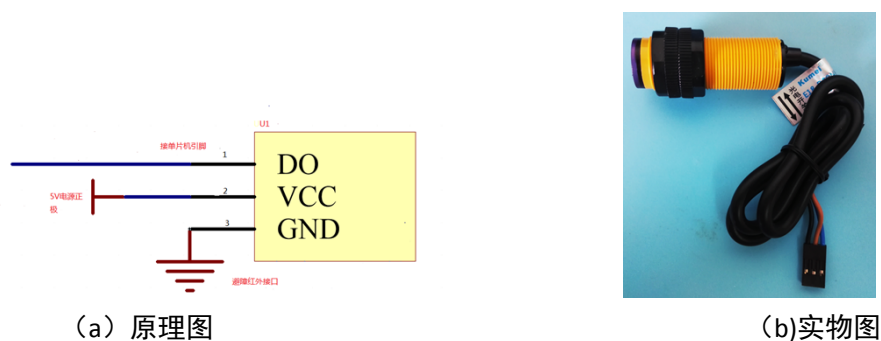


图 3.2 超声波模块电路原理图及实物图

### 3.3 MX1616 直流电机驱动模块

这种直流电动机供电比较稳定,可保持在  $2V \sim 10V$  之间,并能够同时驱动 1 个 4 线 2 相式步进电机或者两个直流电机,而且可实现正反转和调速的功能,因此更加适用于这些小型机器的供电装置,电流的大小能够保证每一个路上都有  $1.5A$ ,最高可达  $2.5A$ <sup>[11]</sup>,内部配备热保护功能等功能,所以并不用担心轻易的意外损坏电机。

模块是采用进口原装专业电机驱动芯片,内置低导通内阻 MOS 开关管,其有“双小”特点,即“发热极小,体积小”,因此无需安装散热片而且非常省电,质量轻,几乎是 0 待机电流。有两种情况极有可能损坏电路<sup>[12]</sup>,是需要特别注意的:正负接线电极的反接,将会损害电路。再者就是电压超过极限的  $10V$ ,电流超过峰值电流  $2.5A$ ,芯片就会容易报废,除了这两种以外的其他状况,如输出短路,电动系统卡死等情况,内部芯片会有保护,可不必担心损坏电路。模块实物接口图如图 3.3 所示:

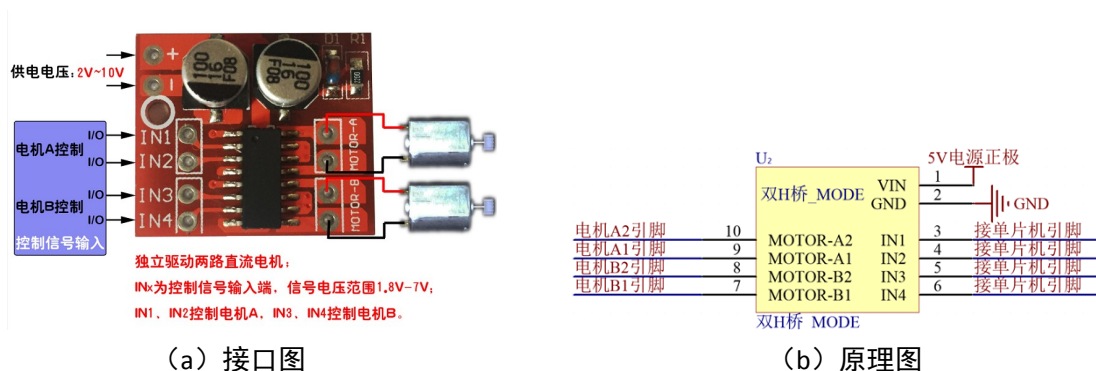


图 3.3 模块实物接口图及原理图

表 1 模块驱动真值表

直流电机	旋转方式	IN1	IN2	IN3	IN4
MOTIR-A	正转（调速）	1/PWM	0		
	正转（调速）	0	1/PWM		
	待机	0	0		
	刹车	1	1		
MOTIR-B	正转（调速）			1/PWM	0
	正转（调速）			0	1/PWM
	停止			0	0
	刹车			1	1

即：高电平：1，低电平：0；“PWM”表示脉冲宽度的调制波，两个直流电机由：IN1,IN2 两个掌控 A 电机，IN3,IN4 掌控 B 电机，电路与电路之间分开的。输入端 Inx 有防止相同状态的导通等能力，悬空的时候与为低电平输入等效。

### 3.4 USB-5V 升压模块电路设计

USB-5V 升压模块运用 DC-DC 升压功能将(0.9V~5V)升 5V 600MA，模块芯片是一款高效输出、恒定频率、PWM 控制的同步高效 DC-DC 升压转换器，贴片 sot23-6 脚封装，该器件特点是以 0.9V 低压启动，转换效率最高达 94%，中等功率运用，可提供 600mA、5V/3.3V 输出，常应用于便携播放器等设备中做高效升压 **Error! Reference source not found.**。本设计选择 DC-DC 升压模块实现 3.7V 锂电池的升压到 5V 的电压转换。

模块参数：

- (1) 本模块的性能十分卓越，运用进口的核心芯片；

输入 0.9V~5V 任意直流电压，均可稳定输出 5V 直流电压，用单节 AA 电池供电即可输出高达 200~300MA 的电流，两单节 AA 电池供电即可输出 500~600MA 的电流 Error! Reference source not found.，可为手机、相机、单片机及数码产品供电；

- (3) -40 摄氏度到 +85 摄氏度的工作区间温度；
- (4) 高达 96%的转换效率；
- (5) 用途范围非常广，自带 USB 母座等；
- (6) 体积（PCB 板 25mm\*18mm），大部分设备都可以安装；
- (7) 配备工作的 LED 灯。

本模块中 IN+输入正极；IN-输入负极；USB 母口输出 5VDC。USB 母口输出 5V 直流电压，如果需要外接 5V 电源线，可以直接充 USB 母口座的 5V 正极焊盘或者模块正面特定位置电容一端跳线取线。如图 3.4（1）所示：

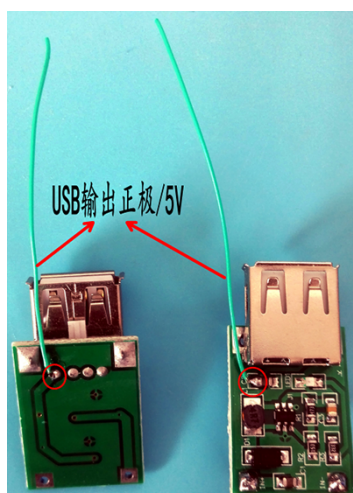


图 3.4（1）模块 5V 跳线取线图

USB-5V 升压模块焊接时，可以直接用电源线直接焊接电源输入端，也可以插入单排针焊接后插在 PCB 板或万用板上。

USB-5V 升压模块接口原理图，开关拨下后，升压模块正常工作，将 3.3V 锂电池电压升压到 5V，否则，升压模块不工作。电路中的电容均为滤波电容<sup>[15]</sup>，让电压更加平稳。如图 3.4（2）所示：

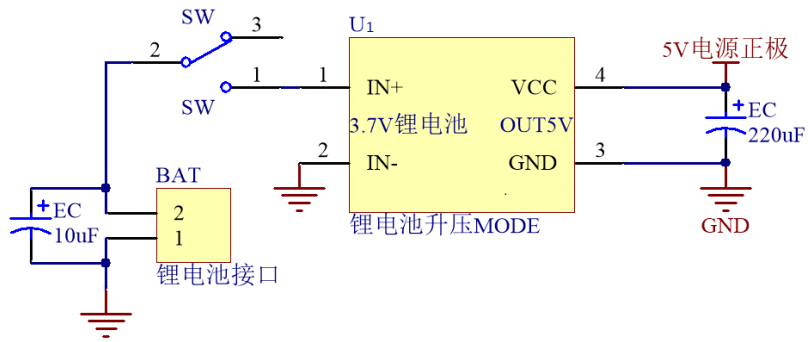


图 3.4 (2) USB-5V 升压模块接口原理图

USB-5V 升压模块实物图如图 3.4（3）所示：

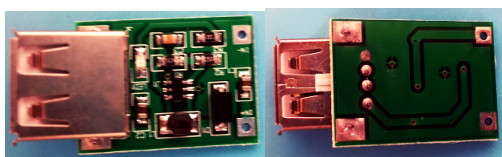


图 3.4（3）USB-5V 升压模块实物图

### 3.5 NEC 红外串口通信模块电路设计

红外测量是一种近距离且高速无线通信的一种手段，作为室内测距，红外测量拥有无线电无法比拟的优势。

（1）这个模块的具有 NEC 红外发射功能，空间分辨率（I.F.O.V.）： $1.2\text{mrad}$ （视域： $22^\circ \times 17^\circ$ ）<sup>[16]</sup>；

（2）小聚焦距离  $10\text{cm}$ ：便于小目标的捕捉和热异常的定位，小探测尺寸： $\text{Approx. } 120 \mu\text{m at } 10\text{cm distance}$ （标准镜头），拥有实时数据采集以及对其直接处理的功能；

（3）可见光/红外视频的双向并同步捕捉，经由 USB 2.0（\*3）接口传输到 PC 端处；

（4）装机设计，操作更为简单，采用三脚架或支架对于固定更好的稳定性；

（5）双捕捉按键设计<sup>[17]</sup>，装配了大部分家用电器的捕捉，加上几乎完全可控的红外设备.；

（6）遥控器作为标准配置，辅助功能使操作更加方便。

串口发送某个固定的指令，来控制此模块的运行，双方交互传输的编码也是由此进行操作。解码的时候，将遥控对准它的接收位置按下即可，不需要额外的其他任何指令，它的的串口就会自动给出红外的编码<sup>[18]</sup>，而编码的时后则需要一定的格式发送。通过外接的设备发送指令之后，外信号还原出去可以捕捉被测物体的大、小以及中心温度值；可以在画面上设置 10 个移动点；可以进行剖面线分析；可以显现区域内（可以大设置 5 个区域）的大、小及平均温度值。

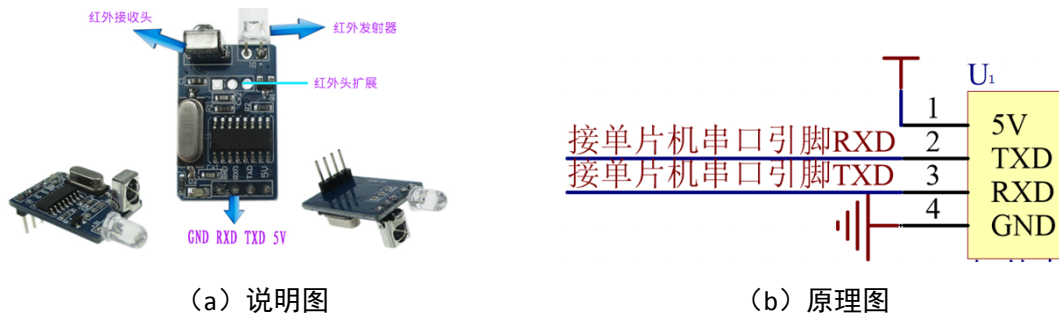


图 3.5 (1) 模块接口说明图及传感器接口电路原理图

模块实物图如图 3.5 (2) 所示：

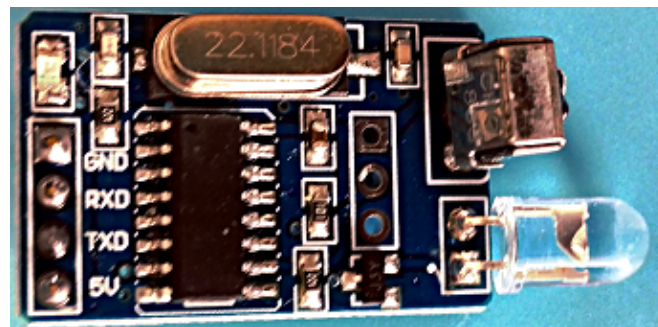


图 3.5 (2) 模块实物图

## 4 软件设计

### 4.1 系统工作流程图

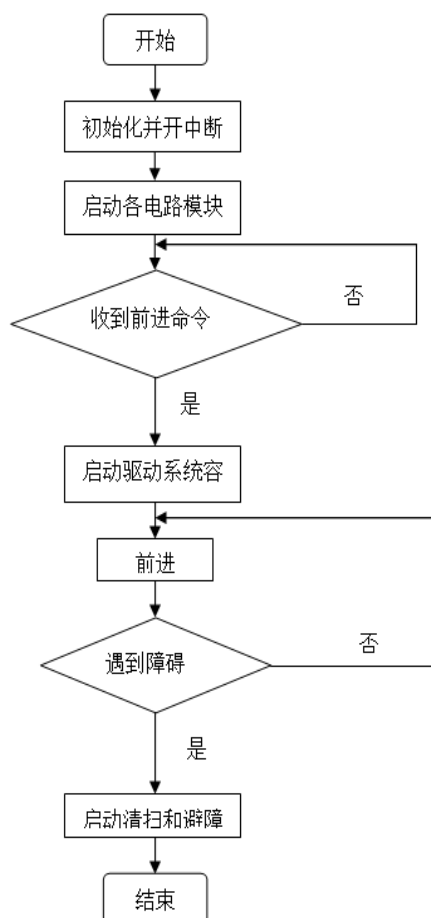


图 4.1 系统工作流程图

### 4.2 Keil 软件概述

Keil 是一个兼容单片机，C 语言软件开发的一个综合性能系统，由美国的 Keil software 公司推出，其功能比较全面，提供了比较多的库数据供给人们使用和查阅，包括调试器、宏汇编器、ANSIC 编译器等，固定部件和实时的编写系统内核。生成的代码的效率之高速度之快，更容易理解，这种单片机已经超过十万余人的工作相关人员使用和认可，目前已经成为这个行业的标准，从 1988 年开始引入市场以来，能支持甚至超过 500 多种 8051 单片机开发中核心的微控制器和变异。

Keil 软件界面如图 4.2 所示：



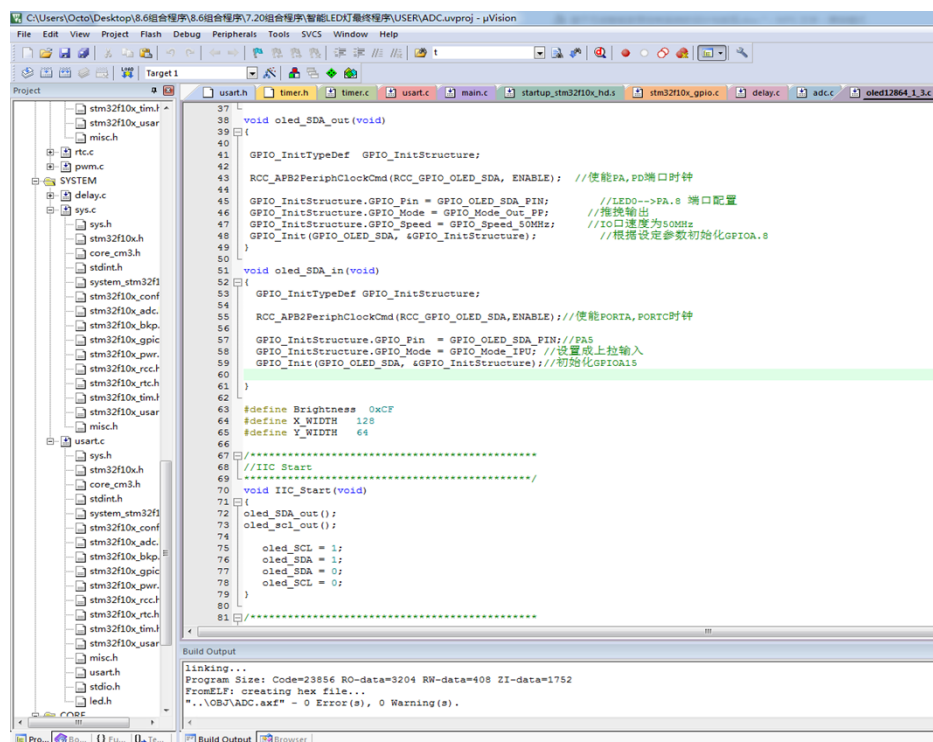


图 4.2 KeilVision5 开发界面图

### 4.3 编程语言选择

程序的主体采用 C 语言进行编写,C 语言是一种比较高级的编程性语言, 其中的过程相对来说比较难懂, 在计算方面主要是浮点型的数据<sup>[19]</sup>, 计算量非常大。当然对于单片机本身而言, 根本无需考虑这些, 也不需要考虑他的内部是什么结构等, 其中的寄存器是由编译器来管理和分配的。之中也提供了大量的库文件, 大大的降低的工作难度, 提高了效率, C 语言更是试用大部分目标的系统, 在语言的功能和编程的环境以其他语言相比而言, 这几个结构看来, 或在可读性、可移植性和可维护性, 具有明显的优势, 是第一选择的编程语言。

### 4.4 CH340 串口程序烧写模块介绍

这个模块是实现对单片机的代码进行烧写, 模块的接口采用全国统一的 USB 接口, 这样就极大的增加更多设备进行单片机的程序修改和烧写的问题, 再加上这个下载器性能非常高, 价格相对还便宜, 必然是开发的不二选择。

CH340 串口烧写模块特点:

- (1) 支持 USB1.1 或 USB2.0 通信;
- (2) 全面支持 WIN98、WINME、WIN2000、WINXP、VISTA、WIN7

等操作系统；

- (3) 通过 USB 口供电，支持 3.3V 和 5V 的电源电压；
- (4) 在硬件全双工串口，内置收发的缓冲区；
- (5) 程序运行独立性；
- (6) 支持 MODEM 联络信号：RTS、DTR 等等；
- (7) 软件兼容 CH341<sup>[20]</sup>，可以直接使用其驱动；
- (8) 用笔记本电脑的客户也可以使用，速度和稳定都有所提高；
- (9) 进口原装，可靠性强，可以放心使用和实验；

如图 4.4 所示：



图 4.4 CH340 串口模块

CH340 模块的引脚：

- (1) +5V， 5V 输出加上 USB 电源线，故本开发板不接，不需要；
- (2) VCC 本开发板不接，不需要；
- (3) 3V3 3.3V 输出，本开发板不接，不需要；
- (4) TXD 引脚对应单片机 RXD 引脚；
- (5) RXD 引脚对应单片机 RXD 引脚；
- (6) GND 引脚接到 GND。

CH340 模块与单片机的接线如表 2 所示：

表 2 CH340 串口烧写模块与单片机接线

CH340 模块	单片机开发板
TXD	RXD (单片机引脚 PA10)
RXD	TXD (单片机引脚 PA9)
GND	GND

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要  
下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/647164160116006056>