



重庆交通大学
CHONGQING JIAOTONG UNIVERSITY

本科毕业设计（论文）

题目： 湖面垃圾智能打捞装置系统设计

学 院： 信息科学与工程学院

专 业： 电子信息工程

学 生 姓 名： 沈佳晨

学 号： 631907030620

指 导 教 师： 谢家宇

评 阅 教 师：

完 成 时 间： 2023 年 5 月 25 日

重庆交通大学

CHONGQING JIAOTONG UNIVERSITY

本人郑重声明：所提交的毕业设计（论文），是本人在导师指导下，独立进行研究工作所取得的成果。除文中已注明引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的作品成果。对本文研究做出过重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。

作者簽名（親筆）： 年 月 日

本毕业设计(论文)作者完全了解学校有关保留、使用学位论文的规定,本科生在校攻读期间毕业设计(论文)工作的知识产权单位属重庆交通大学,同意学校保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版,允许论文被查阅和借阅;本人授权重庆交通大学可以将毕业设计(论文)的全部或部分内容编入有关数据库进行检索,可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编毕业设计(论文)。

导师签名（亲笔）： 年 月 日

摘 要

近年来,随着我国经济的不断发展和城市化进程的加速,河道、湖泊、水库、人工湖、池塘的数量不断增多,但这些水域也遭受了严重的垃圾污染,不仅严重影响了美观性,还会对水域的环境造成污染,影响人们的生活健康。因此,对于自然环境保护和社会发展来说,清除湖面漂浮垃圾的工作已经成为一项极其关键的任务。目前,小型水域的垃圾清理主要依靠人工驾驶船只打捞。然而,这种方法劳动强度大,效率低,成本高,打捞受到很大限制,同时存在较高的危险系数。市面上常见的水面垃圾打捞装置体积较大,依靠燃油来进行驱动,主要适用于垃圾集中的大型区域的清理,难以应用于水域范围较小或较浅的水域。

本文设计了一款体积小、功耗低、可操作性强的湖面垃圾智能打捞装置,主要包含垃圾打捞、水质监测、远程遥控、电量检测、屏幕显示等功能。本装置具有人工遥控和自主搜寻两种工作模式,采用传送带传送的方式将垃圾从湖面打捞至垃圾筐中,在机械结构设计中充分考虑了装置的阻力、稳定性等方面。主控模块使用 STM32F103 单片机作为核心板,图像采集和处理采用 OV2640 摄像头搭载 K210 处理器来实现;人工遥控模式通过手机 APP 界面进行操作,装置通过蓝牙模块来发送或接收相应指令从而控制装置的运动方向以及速度,还可以通过 APP 界面上的按钮开启或暂停传送带的运动;水质监测使用 DS18B20 和浊度传感器来采集水域的温度和浊度信息,并在 OLED 屏幕上显示采集到的温度、浊度以及电量数值信息。

本文设计的湖面垃圾智能打捞装置在学校小型人工湖水域完成了相关测试,垃圾识别与打捞的效果都达到了预期。装置体积小、轻巧灵便,安全性高,使用范围广,适合运用于小型水域对水面垃圾的打捞,运行及维护成本低,容易推广和普及,能够减轻水域环境的污染问题。

关键词: 垃圾打捞; 水质监测; 远程遥控; 单片机

Design of intelligent salvage device system for garbage on lake surface

Abstract

In recent years, along with the continuous development of our economy and accelerating the process of urbanization, the number of rivers, lakes, reservoirs, artificial lakes and ponds is increasing, but these waters have also suffered from serious garbage pollution, which not only seriously affects the beauty, but also causes pollution to the environment of the waters and affects people's life and health. Therefore, for natural environmental protection and social development, the work of removing floating garbage on the lake surface has become an extremely critical task. At present, garbage removal in small waters mainly relies on human - piloted boats. However, this method has high labor intensity, low efficiency, high cost, great limitation on salvage, and high risk factor. The common surface garbage salvage devices on the market are large in size and rely on fuel oil for driving. They are mainly suitable for cleaning large areas where garbage is concentrated, and are difficult to be applied to small or shallow water areas.

This paper designed a small volume, low power consumption, strong operability of the lake garbage intelligent fishing device, including garbage fishing, water quality monitoring, remote control, electricity detection, screen display and other functions. The device has two working modes: manual remote control and independent search. It adopts the conveyance of the garbage from the lake to the garbage basket. In the mechanical structure design, the resistance and stability of the device are fully considered. The main control module uses STM32F103 microcontroller as the core board, image acquisition and processing using OV2640 camera with K210 processor to achieve; Manual remote control mode is operated through the APP interface of the mobile phone. The device sends or receives corresponding commands through the Bluetooth module to control the motion direction and speed of the device. The movement of the conveyor belt can also be started or suspended by buttons on the APP interface. Water quality monitoring uses DS18B20 and turbidity sensor to collect water temperature and turbidity information, and displays the collected temperature, turbidity and electric quantity numerical information on the OLED screen.

The intelligent salvage device designed in this paper has been tested in the small artificial lake water area of the school, and the results of garbage identification and salvage have reached the expectations. The device is small in size, light and convenient, high in safety, and wide in use. It is suitable for small water areas to salvage water surface garbage. The operation

and maintenance cost is low, and it is easy to promote and popularize, and it can reduce the pollution problem of water environment.

Key Words: Garbage salvage; Water quality monitoring; Remote control; Single chip microcomputer

目 录

摘 要	II
Abstract.....	III
第 1 章 绪论	1
1.1 课题研究背景和意义	1
1.2 国内外发展现状	2
1.2.1 国内发展现状	2
1.2.2 国外发展现状	4
1.3 国内外现状总结	5
1.4 主要研究内容	6
1.5 本章小结	7
第 2 章 系统方案设计与相关技术原理分析	8
2.1 系统需求及功能分析	8
2.2 系统整体框架设计	8
2.3 机械结构设计	9
2.3.1 底板设计	9
2.3.2 垃圾传送与收集装置设计	10
2.4 本章小结	11
第 3 章 系统硬件设计与实现	12
3.1 整体硬件电路设计	12
3.2 硬件模块介绍	12
3.2.1 主控模块	12
3.2.2 供电模块	13
3.3.3 电机驱动模块	15
3.2.4 显示模块	17
3.2.5 图像处理模块	18
3.2.6 温度传感器模块	20
3.2.7 浊度传感器模块	22

3.2.8	通信模块	24
3.2.9	电量检测电路	25
3.3	本章小结	26
第 4 章	系统软件设计与实现	27
4.1	总体设计	27
4.2	子程序设计	28
4.2.1	图像处理子程序	28
4.2.2	水质温度检测子程序	29
4.2.3	水质浊度检测子程序	33
4.2.4	电量检测子程序	34
4.2.5	电机控制子程序	35
4.2.6	显示子程序	36
4.3	本章小结	37
第 5 章	实物展示及系统测试	39
5.1	实物展示	39
5.2	系统测试	42
5.2.1	测试计划表	42
5.2.2	垃圾打捞测试结果	42
5.2.3	水质检测与 OLED 屏幕显示测试结果.....	43
5.3	本章小结	46
第 6 章	总结与展望	47
6.1	总结	47
6.2	展望	48
致 谢	49
参 考 文 献	51

第 1 章 绪论

1.1 课题研究背景和意义

近年来，由于我国经济的持续发展和城市化进程的加速，河道、湖泊、水库、人工湖、池塘的数量不断增多，水域中的垃圾数量不断增加，如落叶、垃圾袋、饮料瓶、小树枝和其他一些可漂浮的小物体。漂浮的垃圾不仅严重影响了美观性，还会对水域的环境造成污染，影响人们的生活健康^[1]。因此，定期清除湖面漂浮垃圾现已作为自然资源保护与经济社会可持续发展的主要内容。由于漂浮物会随着水域不断进行扩散，不仅提高了湖面漂浮物的处理难度，还需要花费大量的时间和资金来对它们进行回收和处理，选用自动化的智能垃圾打捞装置对于节约人力物力、降低打捞风险和提高工作效率是至关重要的。

通过查阅资料发现，目前针对小型水域的垃圾清理主要依靠人工驾驶船只打捞^[2]，但这种方法劳动强度大且效率较低，花费的人力物力成本也较高。此外，小型水域可能面临诸如水面狭窄或水深浅不均等复杂情况，导致打捞工作受到很大的限制，危险系数较大。目前，尽管市面上也有各种水面垃圾打捞装置，但大多装置结构复杂，体积较大，主要适用于漂浮物集中的大型区域的清理^[3]。此外，这些装置通常需要使用燃油进行驱动，会带来空气污染、噪音污染以及油污污染等问题。装置运行能耗大且成本高，不适宜应用于水域范围较小或较浅城市河道湖泊、景观水池、水库、池塘等水域，不容易推广普及^[4]。

基于以上背景，为了有效缓解水资源污染以及小型水域漂浮垃圾的清理问题，在节省人力、物力资源的同时，安全、高效地对湖面垃圾进行打捞工作具有十分重要的意义。本文设计了一款湖面垃圾智能打捞装置，主要包含垃圾打捞、水质监测、远程遥控、屏幕显示、电量检测等功能，装置具有人工遥控及自主搜寻两种工作模式，通过传送的方式将垃圾打捞至垃圾筐中，能够实现连续打捞，提高了工作效率，具有体积小、轻巧灵活、功耗低、可操作性强以及安全性高的特点。装置使用范围广，运行及维护成本低，容易推广和普及，可以运用于各种水域对水面垃圾进行打捞，能够减轻水域环境的污染问题^[5]。

1.2 国内外发展现状

1.2.1 国内发展现状

目前，国内湖面垃圾智能打捞装置的研发和应用还处于起步阶段，由于湖泊、河流等水域中的垃圾问题日益突出，各地政府和环保部门也开始重视这一问题，积极推进湖面垃圾智能打捞装置的研发和应用。在技术方面，国内湖面垃圾智能打捞装置主要采用机械式、吸附式等方式进行垃圾清理。

（1）机械式打捞装置

机械式打捞装置如图 1.1 所示，是一种最常见的传统湖面垃圾清理设备，主要采用机械臂、链条、滚筒等机械结构对湖面垃圾进行捕捉、收集和清理。这种打捞方式的优点是清理效率高，但同时也有很多缺点，比如工作时噪音大，工作能耗高，且对水生态环境影响较大等。



图 1.1 机械式打捞装置图

（2）吸附式打捞装置

吸附式打捞装置如图 1.2 所示，是一个圆形桶状的装置，通过水面的波动上下吞吐水面漂浮的垃圾，它的原理是利用水压差，将装置周围一定范围内的水面漂浮物、落

叶、塑料瓶等垃圾吸入滤网，然后再将过滤后的干净的水重新排出到水域内，不会产生任何的负面影响，也不会危害生物。除了能过滤水生植物和漂浮的生活垃圾之外，该设备还能过滤浮在水面的油膜状的大气沉降物，解决传统人工打捞大气沉降物的不便和繁琐问题，并且配合专用曝气装置和监控探头使用，还可同时完成河道清理、水体增氧、河道监管、改善水质等多项工作，实现河道、水域保洁的智慧集成管理。清理人员只需要每天定时检查装置中垃圾的状况并及时清理装置中的垃圾，在装置中的垃圾装满之前设备一直可以正常工作，当垃圾装满之后设备会自动停止工作，等待收集的垃圾被清理完成之后再次启动工作程序。



图 1.2 吸附式打捞装置图

在应用方面，国内湖面垃圾智能打捞装置主要应用于城市湖泊、河流等水域垃圾的清理。还有一些地方已经建立了包括湖面垃圾智能打捞装置、垃圾转运、垃圾处理等一套完整的湖泊垃圾清理系统，一些科技企业也开始涉足湖面垃圾智能打捞装置的研发和生产，如苏州必蓝智能科技有限公司、青岛铭源环保科技有限公司等。

上海市废弃物处置公司研发的水面漂浮物打捞船通过传送带的形式实现了连续打捞，大大加快了打捞速度，提高了打捞的效率。打捞船采用双体船型，能够同时实现打捞、储存、压缩和转运的功能，同时还能减少运转过程中的损耗。整个装置功能完善、齐全，可独立完成从打捞到转运的全部工作，且适用于各种复杂水域环境作业。

由天津新港船厂建造的水上清扫船“方通号”以电为动力，不会对水环境造成油污

污染，具有环保、节能、高效的优点。如果检测到船只在垃圾区域附近时，装置上的设备会相互配合，实现了水面垃圾的自动清理、收集和储存功能。此外，液压喷水自动回转臂还能冲刷堤坡垃圾，浇灌河岸绿地，因此其适用的场景更加广泛^[7]。

1.2.2 国外发展现状

相比国内，国外湖面垃圾智能打捞装置的研发和应用起步更早，技术相对更加成熟，所具有的功能也更加全面。在技术方面，国外的湖面垃圾智能打捞装置更加先进，并已应用了多种高新技术手段，如无人机、激光雷达以及人工智能等，这些新技术的应用使智能打捞装置的自动化程度明显提高。利用无人机可以通过航拍的方式对湖面垃圾进行监测和识别，然后指导机器人进行清理。激光雷达则可以对湖面垃圾进行三维扫描，实现精准定位和清理。人工智能则可以通过图像识别、语音识别等技术手段对湖面垃圾进行智能识别和分类。除了垃圾打捞，一些装置还具备水质监测的功能，大大降低了人力成本，但技术难度较大，成本也较高。

国外湖面垃圾智能打捞装置主要应用于旅游景区、自然保护区等水域的垃圾清理，美国、加拿大、韩国、意大利、土耳其等国家具有较高的代表性，他们在湖泊垃圾清理工作上取得了一定的成果。一些国际组织和非政府组织，如联合国环境规划署、国际海洋组织等也开始关注湖面垃圾问题，并提出了一些解决方案。

（1）由加拿大 PELICAN 公司研发的 A 系列 1010 型清扫船配备了多种作业的机具，能够实现水面垃圾的清理、油污水的处理、爆气、消防等功能，采用单体船型，翻斗、垃圾箱、油水分离设备、油箱、喷气曝气装置以及消防水枪等机具的配备使得该船可以更加高效地完成相应的任务。

（2）美国联合国际船舶公司（UMI）研制的系列清扫船的使用年限较长，具有较高的代表性。该船为了增强稳定性和增大动力，采用了双体船式设计且配备双螺旋桨。装置主要包括导流门、船首船尾传送带和垃圾箱这几个部分，垃圾通过船首传送带进行打捞，通过船尾传送带运送至岸上^[8]。

（3）南韩海洋研究院推出的“海洋清扫号”垃圾打捞船有大容量的船舱，能够在浅滩和港口进行垃圾清理工作。该装置配备了抓铲，可用于清理滩底的垃圾沉积物。此外，还配备有钩状收集机，能够全方位地收集垃圾。该垃圾打捞船上载有宽体切割机，可以节省资源和减少垃圾处理的步骤直接对垃圾进行切割分解。

1.3 国内外现状总结

湖面垃圾对于生态环境和人类日常生活产生的影响不容小觑。许多国家和地区纷纷投入大量的资金、人力和物力，研究开发各种垃圾打捞和清理的装置，提高水域环境的整体水平。通过对国内外湖面垃圾打捞装置的现状和发展进行分析和对比，国内在技术和产品开发方面相对滞后于国外，国外的湖面垃圾打捞装置技术上更具先进性，且拥有更多适用于湖泊、河流以及海洋环境的清理技术和设备，如机械化清理、自主导向机器人和吸收物技术，这些先进技术的应用使得湖面垃圾的清理效率大幅提高。虽然国内的水面垃圾清理装置也有不少突出的优点，但与国外相比还有待提高和发展。同时，国外企业也非常注重环保产业的发展，投入巨资研发环保技术，推广环保产品，形成了完整的环保产业链。

从目前的情况来看，针对大型水域的湖面垃圾打捞装置已经有较多的研究，市面上也有一些产品，在技术方面也相对比较成熟，但是针对一些小型较浅水域的垃圾打捞，目前还是存在着一些问题：

（1）设备成本高：小型水域湖面垃圾智能打捞装置的设计和制造需要先进的技术和设备，在一定程度上导致了其成本较高。

（2）维护成本高：装置需要经常进行检查和维护，以确保其性能良好，并避免故障发生。这可能导致维护成本高昂，使得无法承担的困难。

（3）操作难度大：在对装置进行操作的时候可能需要一定的专业知识和技能，对于缺乏相关技能和经验的人员来说，学习和操作有所难度。

（4）效率低下：小型水域湖面垃圾智能打捞装置在识别、收集和处理垃圾时效率可能受到一定程度的限制。例如，对于较小的细碎垃圾或深层沉积的垃圾，常常难以有效清理，需要后续人工操作或其他手段。

（5）环境适应性差：垃圾打捞装置的使用可能受到不同环境因素（如天气、水位等）的影响，尤其是在极端天气条件下，设备的操作和功能可能受到很大的限制或干扰，在运行的过程中存在一定的安全隐患，不当使用或操作可能会导致事故发生。

综上所述，在清理水面垃圾这一环保领域中，技术革新和产品创新将是未来发展的重要方向。随着技术的发展，世界各国对环境保护的重视程度不断地提高，水面垃圾清理装置作为环保产业的一个重要方向，将不断得到优化和改善。市场上的许多水面

垃圾打捞装置存在一些问题，例如体积庞大、结构复杂，主要适用于漂浮物比较集中的大型水域，在使用过程中会产生较高的能耗和运行成本；使用燃油驱动还会对环境造成空气、噪声和油污等污染，其在水域范围较小或较浅的情况下难以使用，因此不太容易得到广泛普及应用。因此，本课题的研究能够填补小型水域垃圾清理这一市场空缺，具有广阔的应用前景和重要的价值与意义，能够有效减轻和改善水域的环境，提高垃圾打捞的效率，降低清理成本。

1.4 主要研究内容

本系统的主要工作是研究与设计一款小型的湖面垃圾智能打捞装置，实现垃圾打捞、水质信息采集、远程遥控、屏幕显示以及电量检测等功能。本系统主要由主控单元、供电单元、电机驱动系统、图像处理模块、温度及浊度传感器、屏幕显示和通信系统所构成。

主要的工作内容如下：

（1）调查背景、现状及需求分析

收集和查阅相关文献、资料，调查本课题的背景及国内外研究现状，明确本设计的研究方向，确定主要的研究内容。

（2）总体方案设计以及相关技术原理分析

系统总体方案主要包括系统硬件方案设计、软件代码编写以及手机 APP 控制界面的设计。具体研究了传送带垃圾打捞的实现方式、图像采集与垃圾识别模型训练、传感器的信息采集与处理、电量的检测与数值转化、远程控制信息的收发、屏幕显示的实现等相关技术原理。

（3）系统硬件设计与实现

本装置的硬件系统包含以下几个部分，分别是供电模块、稳压模块、主控模块、电机驱动模块、温度和浊度传感器模块、通信模块、图像处理模块以及显示模块。

主控模块使用 STM32F103 作为核心板，采用可充电锂电池作为整个装置的供电单元，再通过稳压模块调整到合适的电压给各模块供电。传感器主要有温度传感器和浊度传感器，分别用于采集水体的温度和浊度，并将采集到的数据进行反馈来对水体质量进行实时的监测。电机驱动采用 L298N 模块，控制左右两个连接轮桨的电机转动，从而控制打捞装置的运动方向。图像处理模块主要用来采集水面的图像信息，通过训

练好的模型来对垃圾进行识别，判断目前的区域内是否有垃圾存在，并通过垃圾的位置信息来调整装置的位置，完成垃圾的打捞工作。通信模块主要用于连接装置和手机，通过收发相应的指令来控制装置的移动以及数据的远程监控。显示模块采用 OLED 屏幕进行数据的显示，显示的内容有温度、浊度以及电量数值。

（4）软件设计

软件部分主要包括电机控制、传感器数据采集、蓝牙通信、图像采集与处理和屏幕显示。电机控制部分可以控制装置的行进方向与速度；传感器部分主要对数据进行采集和反馈；蓝牙通信用于接受和发送相应的指令来完成电机和传送带的控制，以及将采集到的传感器数据进行反馈；摄像头采集数据，通过加载训练好的模型来识别垃圾，同时将垃圾所处的位置信息反馈给主控模块，主控模块根据反馈回来的信息控制装置的运动；显示部分根据传感器反馈回的数据来进行相应的数据显示。

（5）系统调试

在完成硬件和软件的设计后，需要先通过上位机软件进行测试，检测采集到的各个数据的正确性与准确性，验证各个子模块的设计要求和功能，再通过整合将整个系统搭建起来。做好以上工作后，在人工湖上对本装置的各项性能进行测试分析，对测试结果进行记录，再对系统进行完善和优化，使装置能够及时发现并收集垃圾。

1.5 本章小结

本章描述了湖面垃圾智能打捞装置的研究背景和意义，并对国内外的发展现状进行了了解和研究，通过对比和总结国内外湖面垃圾智能打捞装置的现状，提出了一款小型的湖面垃圾智能打捞装置，能够实现垃圾打捞、水质信息采集、远程遥控以及电量检测等功能。最后还对本文的主要研究内容做了详细的介绍。

第 2 章 系统方案设计与相关技术原理分析

2.1 系统需求及功能分析

本文设计了一款轻巧灵便、低功耗、可操作性强的湖面垃圾智能打捞装置，该装置可以运用于各种水域对水面垃圾进行打捞，尤其针对小型水域以及浅水域，能够减轻水域环境的污染问题，提高垃圾打捞的效率，安全性较高，运行及维护成本低，容易推广和普及。装置具备以下的功能：

（1）根据不同应用场景的需求，实现人工遥控及自主搜寻两种工作模式的自由切换。在人工遥控模式下，控制该装置移动至湖面垃圾附近，进行打捞工作；在自主搜寻模式下，将摄像头采集的水面信息通过模型进行识别，判定是否有垃圾在打捞区域内，据此生成装置执行的移动方案，对垃圾进行打捞。

（2）在装置运行的过程中对不同区域的水质进行检测，将数据实时显示并反馈，便于进一步分析该区域的水质状况^[6]。

（3）体积小巧灵活，能在水域范围较小或较浅的区域正常工作，电路采用防水设计确保装置的安全性和高效性，在运行过程中没有其他安全隐患问题。

（4）装置具有低功耗的特点，配备大容量可充电锂电池，绿色环保，并且对电量进行实时监测，保证装置的正常工作。

（5）采用传送带运输的方式对垃圾进行打捞，当装置在水面上移动期间，随着履带的不停转动，漂浮着的垃圾随着履带向上移动，最后掉落至装置尾部的收集筐中。

2.2 系统整体框架设计

本文设计的湖面垃圾智能打捞装置由主控单元、供电单元、水质信息采集系统、图像处理模块、模式选择系统、电机驱动系统、显示系统和传送带打捞系统所组成，如图 2.1 所示。其中，主控单元为 STM32F103 核心板；供电单元为 12 V 可充电锂电池组，用于系统供电；水质信息采集系统包括温度传感器和浊度传感器，对水体环境进行实时监测^[10]；通过摄像头对水面图像采集，依靠训练好的模型来识别水面上的垃圾，确定垃圾所在的位置；装置采用自主搜寻和人工遥控两种打捞模式，自主搜寻是通过摄像头来识别垃圾，人工遥控是通过蓝牙来发送相应指令控制装置移动^[10]；电机驱动分

别控制左右两个轮桨的转动，提供前进的动力和控制方向；显示的信息包括温度、浊度以及电量；传送带打捞采用半入水式，当装置移动至垃圾附近，随着履带的不停转动，漂浮着的垃圾随着履带向上移动，最后掉落至装置尾部的垃圾收集筐中^[12]。

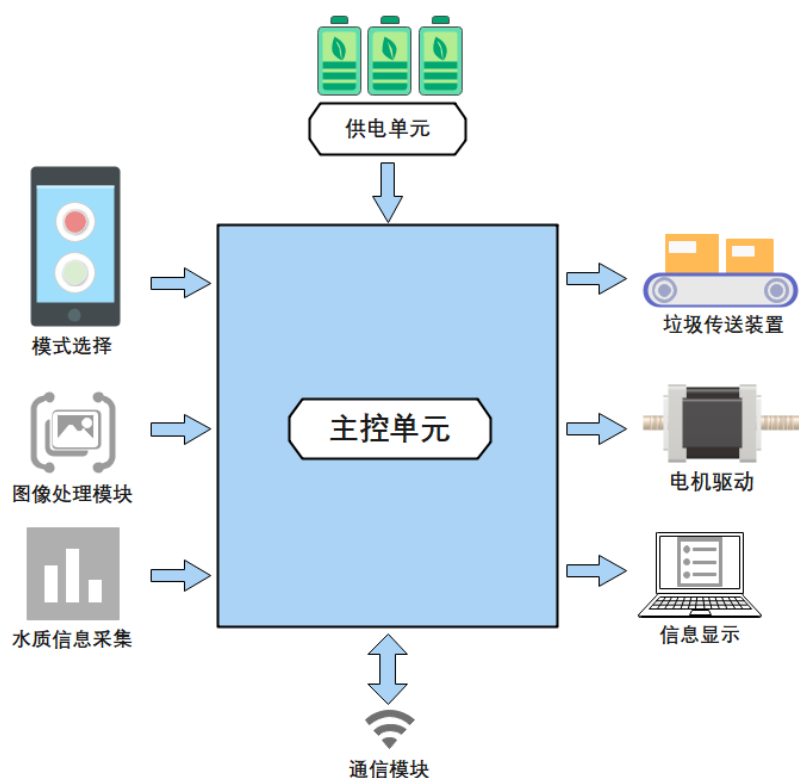


图 2.1 系统整体框架设计图

2.3 机械结构设计

2.3.1 底板设计

湖面垃圾智能打捞装置底板的设计十分关键。底板的浮力、材料以及阻力等因素必须得到充分考虑，以便确保该装置能够在湖泊或其他水域内稳定、安全的工作。

底板的浮力越大，装置就能承载更多的重量和产生更高的工作效率。为了实现良好的浮力，本文中的装置采用新型的环保材料高密度珍珠棉板来制作底板。高密度珍珠棉板重量轻，密度高，体积小，在保证材料强度的前提下，可降低材料用量和成本，减轻装置的重量，增大浮力，且不含任何危险成分，不具有辐射等有害物质，不会对水

质造成二次污染。采用 100% 闭孔式结构，防水、防潮性能好，其表面光滑平整，在各领域内被广泛应用。

底板所产生的阻力对于装置的移动速度和运行效率具有重要影响。因此，底板采用基本形状简洁、表面平滑的设计，以减少水流绕过底板的惯性作用，同时尽可能降低船体沉降，使水流通过时避免额外的压力消耗。装置两侧采用前流线型的设计来减少风阻和水阻，从而提高其速度和效率。通过流线型设计，装置减少了前沿的阻力，并将流体环绕物体，从而减小了物体后部产生的湍流，使其更加稳定，同时也可以节省装置所需的动力输入，从而大大降低物体的能源消耗^[10]。装置的底板设计图如图 2.2 所示。

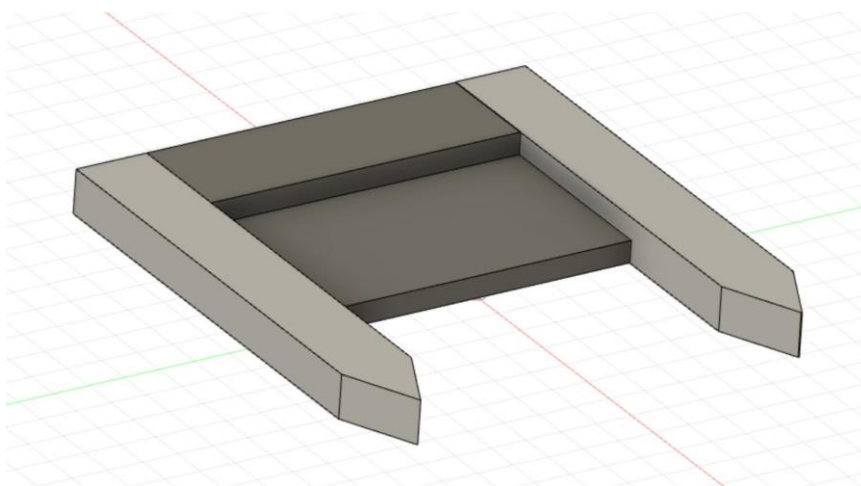


图 2.2 装置的底板设计图

2.3.2 垃圾传送与收集装置设计

垃圾传送与收集装置主要由传送带部分、电机驱动部分以及垃圾收集筐构成，当装置移动至垃圾附近时，通过电机驱动传送带转动，垃圾随着履带向上移动，最后掉落至装置尾部的垃圾收集筐中。

本文设计的垃圾传送与收集装置如图 2.3 所示，传送带履带部分采用 PU 材质制作，PU（聚氨酯）是一种合成材料，其特点是柔软、弹性好、耐磨损，抗拉强度比较高，不易断裂或拉伸变形，且易于清洁，无污染问题。为了提高传送带表面的摩擦力和加强防滑作用，在传送带表面设计规则排列的钻石纹路，钻石纹 PU 传送带在湿滑环境下具有更好的抗滑性能，可确保垃圾顺畅运输而不产生偏移，能有效提高工作效率。

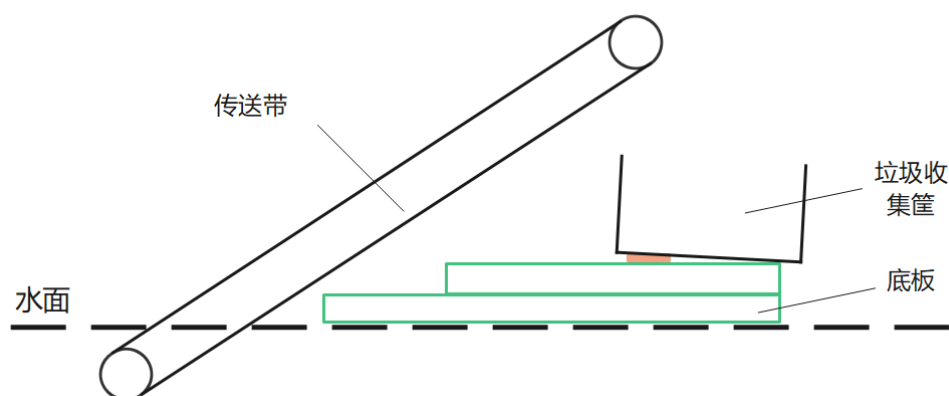


图 2.3 垃圾传送与收集装置结构示意图

在装置打捞垃圾的过程中，为了降低功耗，传送带只有在通过摄像头识别到垃圾后，主控模块才会控制电机转动，从而带动传送带转动，将垃圾打捞至垃圾收集筐中。除此之外，还可以通过手机 APP 控制传送带的转动和停止，在装置移动至垃圾附近的期间，可以关闭传送带，当垃圾处于打捞范围内时，再将传送带打开，对垃圾进行打捞。

传送带的履带和垃圾收集筐底部都有一些排水孔，这样做的目的是在打捞的过程中将垃圾夹带的水滤除，这样可以减轻装置的负载量，便于传送带更高效的工作。

垃圾收集筐放置在传送带的下方，使传送带上的垃圾可以自由地落入其中，且略微向后倾斜，后边有小部分伸出底板之外，这样的设计可以使垃圾上的水通过排水口自动流回水域，减轻垃圾的质量。

2.4 本章小结

本章首先详细地阐述了系统的需求，然后对本课题所设计的装置的各个功能进行了简要的描述，深入地介绍了系统的整体框架设计以及各模块完成的工作。在系统设计方面，还对装置的底板专门进行了 3D 结构设计，考虑了它的稳定性、阻力等多种因素，为系统提供了坚固可靠的支撑。此外，本章中还对垃圾打捞传送带装置以及垃圾收集筐进行了特色设计，充分考虑装置的材质以及排水减负效果，保证垃圾打捞的效率和装置的安全性。

第 3 章 系统硬件设计与实现

3.1 整体硬件电路设计

系统整体硬件设计实物图如图 3.1 所示，主要包括了主控单元、稳压模块、电机驱动模块、OLED 显示模块、图像处理模块、传感器模块、通信模块以及电量检测电路设计。在硬件设计中，通过自己布局走线焊接的方式将各模块的引脚排列在板子的四周，这样不仅增强了美观性，在一定程度上还提高了装置的稳定性，保证上电时各模块能够正常工作。

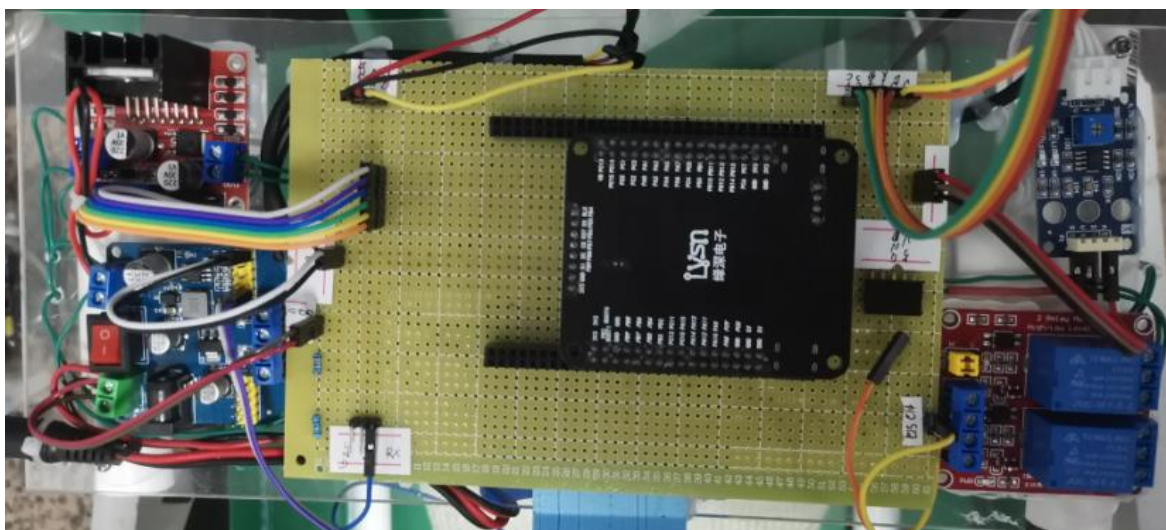


图 3.1 系统整体硬件设计实物图

3.2 硬件模块介绍

3.2.1 主控模块

控制器为装置的核心，是确保系统正常运行的基础，同时还决定了信息处理的精准性与快速性，本装置主控模块采用 STM32F103RCT6 为主控制器。

STM32F103RCT6 是意法半导体推出的一款高性能、低功耗的 32 位微控制器。它基于 Arm Cortex-M3 架构，集成了高效的内存管理单元和 DMA 控制器，可以实现快速的数据处理和高效的系统性能，支持复杂的系统和应用程序的运行，具有性能强劲、

灵活性高、易于扩展的特点，是一款主流的嵌入式微控制器，广泛应用于自动化、工控、智能家居等领域。作为上一代产品 STM32F10x 系列的升级，STM32F103RCT6 微控制器具有更高的性能和更全面的外设资源，集成的外设模块包括 ADC、Timer、I²C、SPI、USART、USB 和 CAN 等，可满足多种应用场景的需求，且支持多种通信协议。STM32F103RCT6 的工作频率为 72 MHz，其他版本还可以升级至 256 KB Flash 存储器和 48 KB SRAM 存储器，提供更多的存储空间和更大的灵活性。该控制器具有低功耗运行模式和多种低功耗唤醒模式，可为系统提供节能、长时间运行的保障。配备多种安全与保护机制，包括硬件加密、DMA 数据完整性检查、运行时间监控等，能够提供可靠的系统保护与稳定性。STM32F103RCT6 工作的温度范围为-40℃至+105℃，供电电压 2.0 V 至 3.6 V。实物图如图 3.2 所示。



图 3.2 单片机实物图

3.2.2 供电模块

供电模块选用 12 V 大容量可充电锂电池，可以实现长时间续航，为其他各个模块的正常工作提供保障。可充电锂电池是一种高性能、高效率、安全可靠的电源选件，与传统的铅酸电池相比，可充电锂电池的能量密度约为两倍以上，能够拥有更长的循环寿命，提供较大的电能输出。此外，可充电锂电池不需要完全放电再充电，可以根据实际的需求进行随时充电。同时，由于它的自放电率也相对较低，在不使用时仍能保持较

长的寿命。可充电锂电池采用无液态电解质，所以在安全性上有很大的保障。因为它的高能量密度和固态应用也减少了对环境的污染和危险。另外，可充电锂电池体积小、重量轻，可以方便地携带使用，而且还具有快速充电、长寿命等特点，被应用广泛。

本文设计的垃圾打捞装置供电模块所使用的锂电池组如图 3.3 所示：



图 3.3 锂电池组实物图

由 12 V 锂电池组进行整个系统的供电，当锂电池组提供电能时，电压会产生大幅波动和变化，且各模块所需电压不同。因此，直接将电压输出给其他模块会造成系统的不稳定性和不可靠性。将电压输入到稳压模块中，经过稳压后再输出给其他各个模块可以有效解决这个问题，稳压模块对整个系统提供了良好的保护，可避免因不稳定电源供应而导致的系统故障、闪烁等问题。稳压模块的实物图如图 3.4 所示，在本设计中，稳压模块采用外形小巧、集成度高、效率高的设计，可以输出 3.3 V 或 5 V 的电压^[13]。

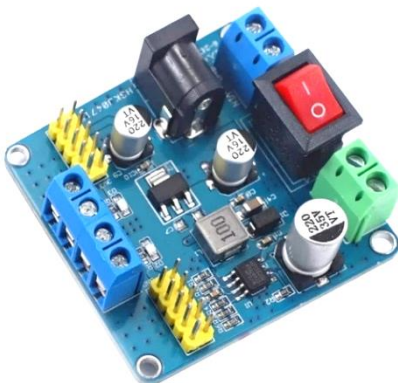


图 3.4 稳压模块实物图

3.3.3 电机驱动模块

装置采用 L298N 模块来实现电机的驱动和控制，如图 3.5 所示。该模块采用双全桥式驱动器，具有高电压、大电流的特点，模块内部有四个逻辑驱动电路，便于驱动两个直流电机。如果想控制电机的运动状态，可以改变驱动模块控制接口的输入来改变控制端的电平^[15]。

L298N 模块的驱动原理是基于 H 桥电路的能力来实现的。当电机工作时，控制端会发出相应的电平信号，模块内部的 H 桥会在不同的控制信号下改变电机的电流，从而使电机实现正转、反转或停止。该模块采用标准 TTL 逻辑电平信号接收方式，可以接收 5 V 的电平信号，配合单片机的输入和输出端口，实现对电机的精确控制。模块具有深度调速功能，可以通过控制 PWM 波的占空比对电机的速度进行调整，且能够很好的适应不同的负载和转速需求。同时，该模块集成度高，安装简便，对于电机驱动方面，具有卓越的稳定性和可靠性^[16]。

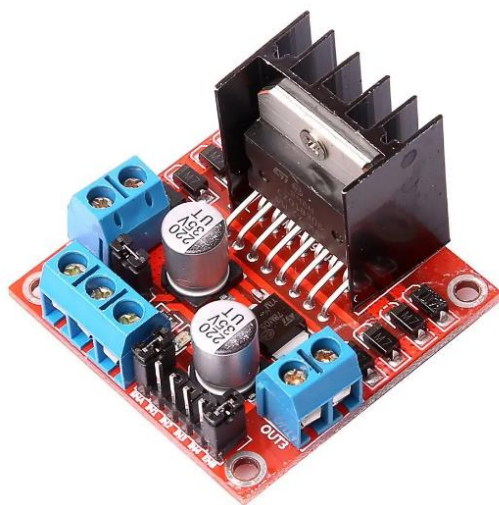


图 3.5 电机驱动模块实物图

为了实现更加精准的电机控制，采用了 PWM 调速的方法，即通过改变脉宽调整电机转速。PWM 调速的原理是通过调整控制信号的占空比来实现对电机转速的控制，这种方法实现起来比较简单，而且能降低系统的能耗，提高了电机驱动控制系统的效率和稳定性。如果想要通过 PWM 进行调速，可以调节控制信号一个周期内高电平的

持续时间,持续时间越长,驱动模块端口输出电压越大,速度越快。控制信号的占空比、电机两端的电压以及电机的转速三者之间是呈正相关的,通过采用 PWM 调速方法,结合 L298N 模块的高可靠性和稳定性,能够实现对电机速度的准确控制。

L298N 的逻辑功能表如表 3.1 所示:

表 3.1 电机转动状态编码

左电机		右电机		左电机	右电机	运行状态
IN1	IN2	IN3	IN4			
1	0	1	0	正转	正转	前行
1	0	0	1	正转	反转	左转
1	0	1	1	正转	停	以左电机为中心原地左转
0	1	1	0	反转	正转	右转
1	1	1	0	停	正转	以右电机为中心原地右转
0	1	0	1	反转	反转	后退

L298N 与主控模块的连接图如图 3.6 所示:

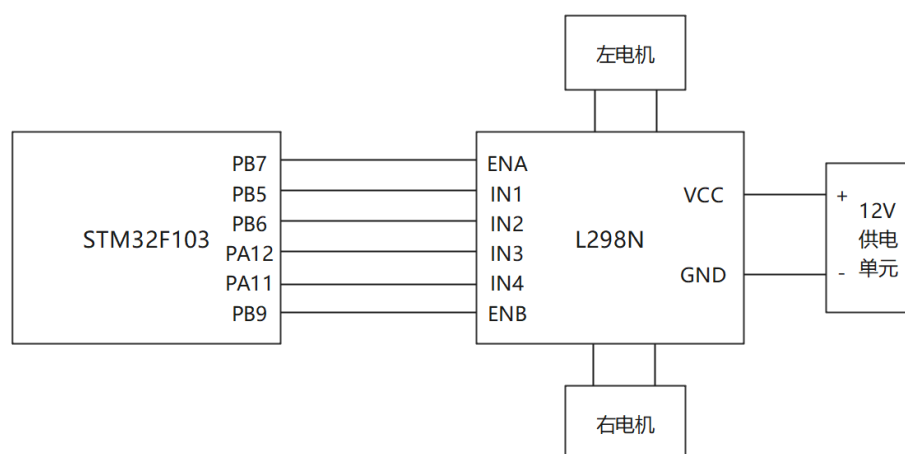


图 3.6 L298N 与单片机的连接图

3.2.4 显示模块

显示模块使用的是 0.96 寸的 7 脚 OLED 模块。OLED 使用了有机材料组成的发光层，能够自发光以显示图像或文字。相较于传统的液晶显示器，OLED 显示模块拥有更高的对比度、更快的响应时间、更宽广的视角以及更加细腻的画质，更具视觉效果和美观性。在设计上它的结构比较简单，能够实现最薄、最轻、最节能的显示设备，非常适合在小型设备中使用。模块实物图如图 3.7 所示。



图 3.7 OLED 实物图

0.96 寸 OLED 显示模块采用的分辨率为 128*64，每个像素点放在一个小格子里，要想点亮一个点，就在对应的格子里写入 1，1 为亮，0 为灭。这种分辨率能够在小尺寸中显示较为清晰的信息和图像，并且是许多单片机和处理器所支持的标准分辨率之一。相比于其他同尺寸的 LCD 显示器，0.96 寸 OLED 显示模块提供的像素密度更高，不仅可以获得更清晰的图像，还可以显示更多的细节，使用户更好地了解信息内容。OLED 显示模块需要使用特定的驱动器来控制显示操作，常用的驱动芯片有 SSD 1306、SSD 1309、SH 1106 等，本模块使用的是 SSD 1306 来驱动 IC，拥有非常高的响应速度和刷新率。同时，由于 OLED 显示模块的低功耗特性，其所需的驱动电源电压较低，仅需 3.3 V 即可正常工作，从而节省了系统能耗和电池损耗、延长了设备的工作时间。

模块可以通过多种接口进行数据传输和控制，如 6800/8000 串口，I²C 接口或 SPI 接口，在默认情况下，使用的是 SPI 接口。I²C 是一种串行通信总线，能够实现数据的双向传输。当设置 OLED 显示模块的 I²C 接口时，需要指定 OLED 显示模块的 I²C 地

址，从而实现与单片机的通信，同时可以通过 I²C 接口设定显示参数、写入数据等。SPI 是一种高速的串行通信接口，能够实现数据的单向或双向传输。当设置 OLED 显示模块的 SPI 接口时，需要定义 SCLK、MOSI、MISO 等引脚，通过 SPI 协议将数据发送到 OLED 显示模块，并通过 SCLK 控制数据的传输速率。若想将 SPI 切换为 I²C 接口，需要将电阻 R3 换到 R1 的位置，同时电阻 R8 阻值为 0 欧姆。

模块接口定义如表 3.2:

表 3.2 OLED 模块接口定义

GND	VCC	D0	D1	RES	DC	CS
电源地	电源正 (3.3~5V)	OLED 的 D0 脚，在 SPI 和 I ² C 通信中为时钟管脚	OLED 的 D1 脚，在 SPI 和 I ² C 通信中为数据管脚	OLED 的 RES 脚，用来复位（低电平复位）	OLED 的 D/C 脚，数据和命令控制管脚（D/C 为 1 代表发送数据，D/C 为 0 代表发送命令）	OLED 的 CS 脚。也就是片选管脚

OLED 模块与主控模块的连接图如图 3.8 所示:

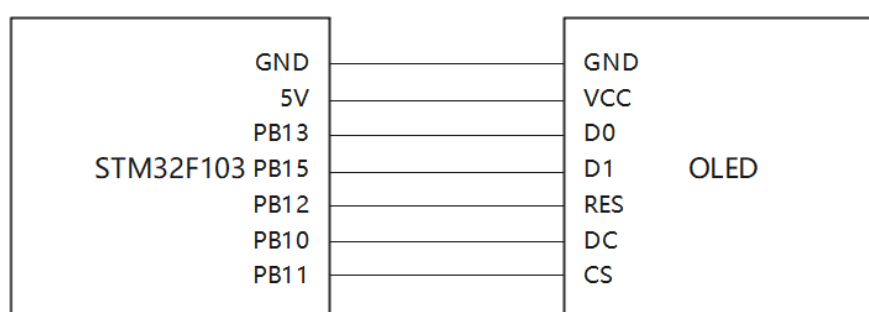


图 3.8 OLED 模块与主控模块连接图

3.2.5 图像处理模块

这部分主要实现湖面图像采集与垃圾识别与定位，采用 OV2640 摄像头模块搭载 K210 处理器来完成这部分功能，模块实物图如图 3.9 所示。



图 3.9 图像处理模块实物图

K210 采用了双核处理器架构，64 位的 CPU 位宽，8M 的片上 SRAM，主频高达 400 MHz。它包括两个 RISC-V 处理器核心：一个 FPU 加速的 KPU（K210 处理器单元）和一个标准处理器 Core。KPU 是专门用于神经网络计算的单元，是 K210 独创的核心技术，支持乘法、除法和平方根运算，并且具有全面的 NPU 功能，总算力可达 1TOPS。K210 的 FPU 加速的 KPU 能够处理图像和视频流，能够在低功耗和高效运行之间取得良好的平衡。作为一款人工智能芯片，K210 的性能非常强大，可进行卷积、批归一化、激活、池化等运算。K210 的应用范围非常广泛，主要包括视觉、语音、智能硬件、智能家居、机器人、自动驾驶和人工智能等领域。在配合相应的传感器时，K210 还可以用于人脸识别、人体姿态识别、物体检测等视觉领域。K210 芯片架构图如图 3.10 所示：

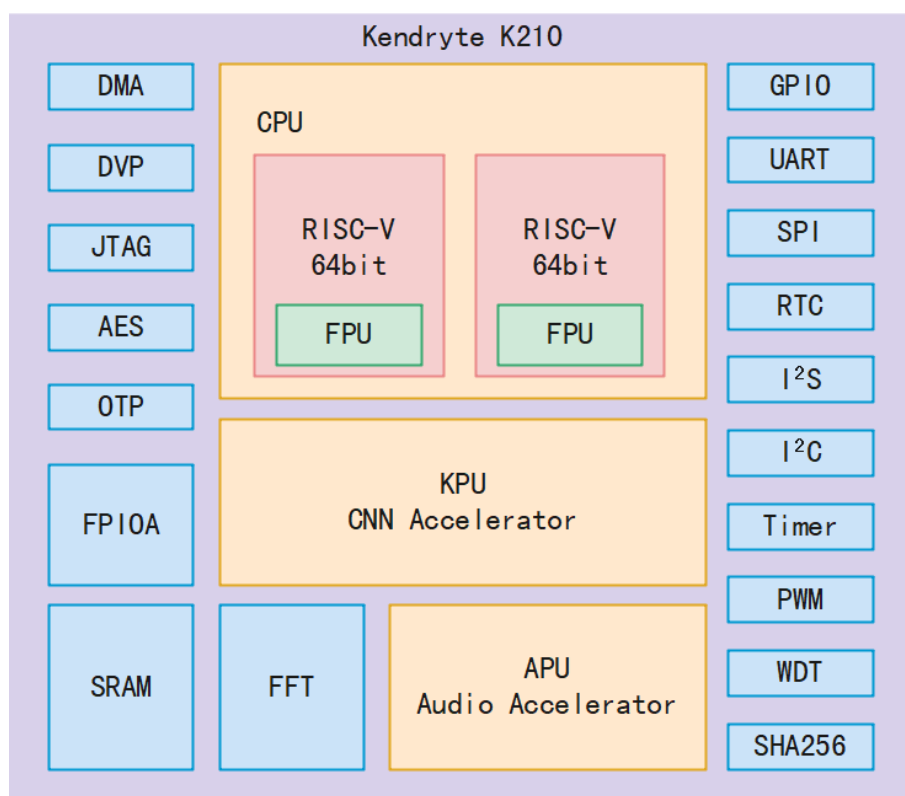


图 3.10 K210 芯片架构图

OV2640 通过其搭载的 CMOS 感光器件将图像信息进行采集，具有优秀的图像质量，色彩还原度高、画面清晰。仅需供电 3.3 V 即可正常工作，像素为 2 百万，同时，该传感器可以直接输出 JPGE 格式的图像，输出这种格式的图像便于传输，数据量也会大大减少，除此之外还可以输出多种格式。在接口方面，OV2640 主要是通过 DVP 接口和 SCCB 串行接口进行数据和寄存器的传输与控制，由于其具有低功耗、高性能和低成本的特点，因此受到了市场的广泛欢迎。在使用的过程中，可以对输出的图像的格式、大小等信息进行设置，此外，它还能够对图像做一些预处理工作，更好地运用在不同的领域发挥其功能。

3.2.6 温度传感器模块

在实现温度采集这一功能时，选择的是 DS18B20 温度传感器模块。该模块是一种数字温度传感器模块，主要用于温度测量和控制，是一款非常常用的数字温度传感器。DS18B20 通过一根单一的数据线与微控制器连接，通过此单一的数据线进行数字信号

传输和供电。它使用 1-Wire 协议与微控制器通信，因此非常适合于应用场景需要简单的硬件设计和接口，能够节省 IO 口的使用。同时，它还具有强大的过采样功能，这可以提高温度测量的精度，能够在 -55°C 到 $+125^{\circ}\text{C}$ 的范围内进行温度测量，在 $-10\sim+85^{\circ}\text{C}$ 时测量精度可达到 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。由于模块可以传送校验码，因此具有纠错能力，抗干扰能力也较强。

模块可测量的精度较高，分辨率可以设置为 9、10、11 或 12 位，位数越高，可分辨的温度越小，转换的速度越快。DS18B20 模块通过 ROM 和温度寄存器结构实现温度的测量和存储，具有独特的 64 位序列号，能够在应用中实现多个传感器的数据采集和识别。此外，DS18B20 模块还有专门的掉电检测线，可以在未供电的情况下检测到传感器的工作状态，能够满足多种应用场景的需求。模块的原理图如图 3.11 所示：

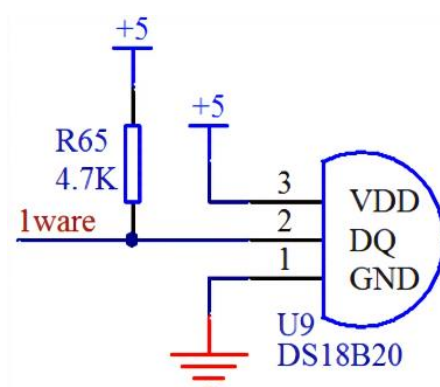


图 3.11 DS18B20 原理图

模块共有三个引脚，一个电源，一个地线，还有一个数据传输线，这三个引脚与主控单元的具体连接如图 3.12 所示：

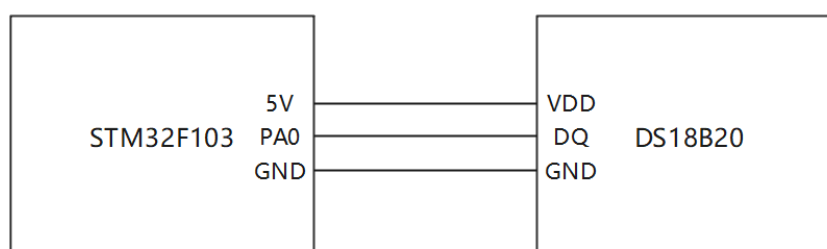


图 3.12 DS18B20 与主控模块连接图

3.2.7 浊度传感器模块

浑浊度是指水中悬浮物质的含量高低程度，悬浮物质主要包括颗粒物、泥沙、有机物质、浮游生物和油类物质等，它们会对水的透明度产生影响。在浑浊度传感器中，其测量方法是利用内置的红外线对管，首先通过光源发出一束光线，该光线穿过要检测的水样后，被接收器接收并转化为对应的电流强度。在无杂质、无颗粒的清水中，光线几乎不会受到任何散射和反射。但是，在水中存在颗粒或杂质等悬浮物，光线就会因为撞击这些悬浮物而发生散射，使得穿过水样的光线强度下降，造成被接收器接收的光线信号也相应下降。浊度传感器模块会将传感器输出的电流信号转换为电压信号，通过单片机进行 AD 转换和数据处理等操作，最终输出浊度值。这些值可以作为水质检测的参考标准，常应用于饮用水、环境水质、污水处理等领域，具有非常重要的实际应用价值。浊度与电压的关系如下图 3.13 所示：

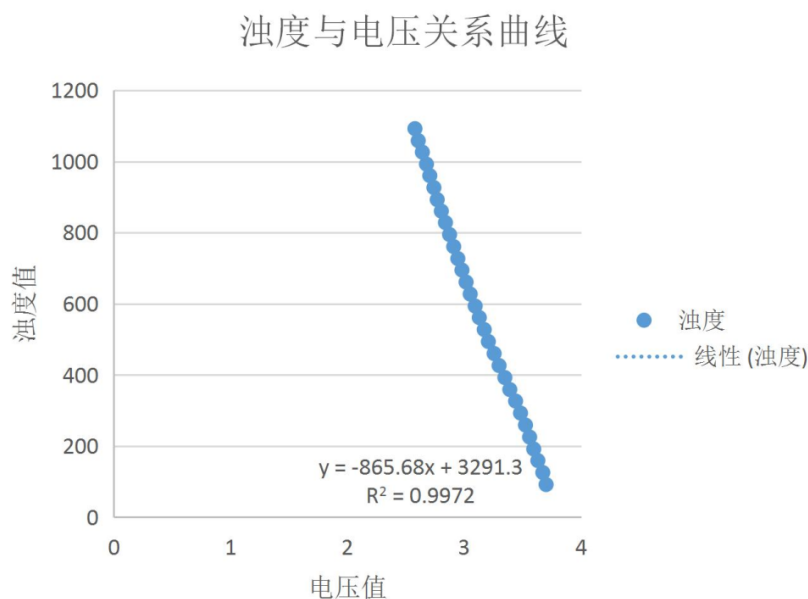


图 3.13 浊度与电压关系曲线图

浊度传感器模块采用 TSW-30 模块，如图 3.14 所示。该款模块具有模拟量和数字量输出接口，电压放大模块会对浊度传感器返回的信号进行放大处理，然后信号放大模块会将放大后的信号直接输出，直接输出的信号就是模拟量。同时，放大模块也会对放大后的信号进行阈值分割，通过判断其电压大小输出两种状态，用 0 和 1 来表示。

单片机可以通过 ADC 来实现输出模拟量的采集，将电压信号转化为离散的数字量便于主控芯片对数据进行存储。单片机就可以通过采集的电压值和浊度计算算法来计算出当前水域的具体浊度值。同时，也可以利用单片机的 GPIO 外设来对浊度电压放大模块输出的数字量进行采集，然后就可以判断水域的浊度是否超过某一设定的阈值。该模块设计简单、使用方便，能够准确测量水体的污浊程度。



图 3.14 浊度模块实物图

浊度传感器模块的接口说明如下图 3.15 所示，有模拟信号和数字信号两路输出，还有三个定位孔，左侧采用 XH2.54 接口，蓝色方形的是 10 K 的可调电位器，如果选用的是数字信号输出，则可以通过调节可调电位器来改变限定值。

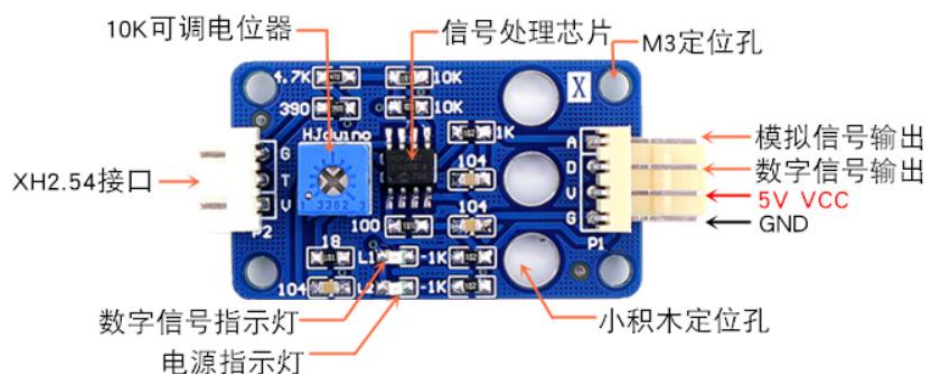


图 3.15 浊度模块接口说明图

在本设计中，采用的是模拟信号输出引脚。模拟量可以通过主控模块的 A/D 转换器进行采样，在对数据进行处理后可以获取当前水域污浊度的具体数值，这里使用的是主控单元的 ADC2 的 11 通道，模块与单片机的连接图如图 3.16 所示。

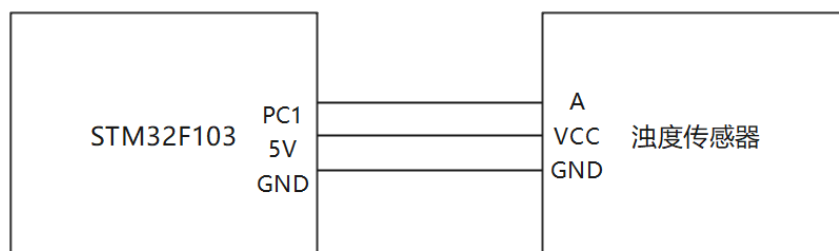


图 3.16 浊度模块与主控模块连接图

3.2.8 通信模块

本设计采用蓝牙进行通信，蓝牙具有低功耗的特点，价格低廉，延时也比较低。通信模块用于模式选择时给主控模块传送指令，和接受来自主控模块发出的指令，在水质检测模块获取到数据时，通信模块将数据上传并显示各项数据指标。在选择装置打捞模式和控制传送带运动时，都可以在手机 APP 界面通过蓝牙发送相应指令来控制，采用人工遥控模式时，也通过蓝牙模块来发送指令控制装置的运动方向以及运动速度。本设计中，蓝牙模块选择龙邱的 LQ_BTMM 蓝牙模块，实物如图 3.17 所示。该系列小尺寸蓝牙模块供电为 DC3.3-5.5V，默认通信速率为 9600bps，有多条 AT 指令集，操作起来方便灵活，能够轻松根据自己所需要的功能进行设计和运用，还能够主动上报蓝牙模块当前的工作状态，让用户能够随时清楚的了解模块的状态，包括连接状态、设备地址、工作模式、发送或接收数据状态等信息。

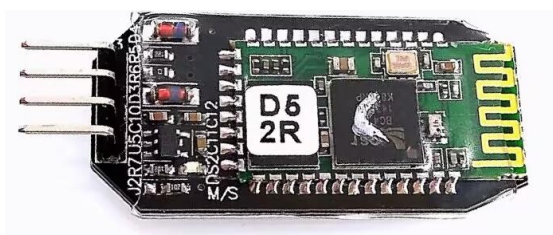


图 3.17 蓝牙模块实物图

LQ_BTMM 蓝牙从机模块与主控模块的连线图如下图 3.18 所示。

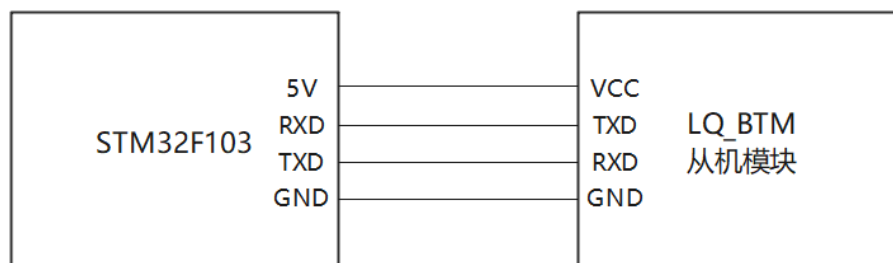


图 3.18 蓝牙模块与主控模块连接图

3.2.9 电量检测电路

本装置的供电单元为 12 V 可充电锂电池组，电量检测通过主控模块的 ADC 外设来实现电压的采集，但由于 ADC 电压采集的范围为 0-3.3 V，因此需要设计一个分压电路来实现电量检测这一功能，具体的分压电路设计如下图 3.19 所示。

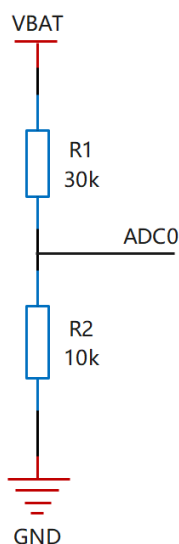


图 3.19 分压电路图

上图中，VBAT 代表电池电压，通过一个 30 K 和 10 K 的电阻来进行分压，R2 电阻上的电压就可以约等于四分之一的 VBAT，由 $V_{ADC}=V_{R2}$ 可以推出

$V_{BAT}=4*V_{ADC}$ 。根据以上推算的公式，在进行分压后，将 ADC 采集到的数据通过转换后再扩大四倍就可以得到电池的电压，从而实现对电池电量的检测。

3.3 本章小结

在本章节中，首先展示了湖面垃圾智能打捞装置的总体硬件设计图，还介绍了装置所需的各个硬件组件，如主控模块、供电模块、显示模块、图像处理模块、电机驱动模块、传感器等，并详细阐述了各模块与主控模块的引脚连接设计，通过这样的设计，各个硬件组件间可以高效地进行信息的传输，并协同工作达到打捞垃圾的目的。在各模块的介绍中，着重工作原理、特性以及驱动方式等方面进行了介绍，如屏幕的显示原理、电机的驱动、传感器的测量原理等，以便更深入地理解和运行湖面垃圾智能打捞装置。此外，还特别介绍了电池电量检测的电路设计原理及电路图，通过对电池电量的检测，可以及时了解电池的电量情况，并进行相应的处理，这也是装置能够正常工作的重要保障之一。

第 4 章 系统软件设计与实现

4.1 总体设计

系统程序的总体设计流程如图 4.1 所示。第一步对所有外设进行配置，完成后产生 AD 转化中断，通过 ADC 采集浊度以及电池电量的数据，然后判断是否产生蓝牙数据接收串口中断；如果产生了中断，就接收数据并对指令进行解析，没有的话就直接开始采集水面的图像，并对垃圾进行识别和定位；如果判定图像中有垃圾，就对垃圾的位置信息进行传输，主控模块接收数据，从而产生控制装置运动的相应的信号，完成垃圾的打捞工作；再采集水质的温度数据，并对数据做实时更新，然后显示在 OLED 屏幕上。再采集水质的温度数据，并对数据做实时更新，然后显示在 OLED 屏幕上。

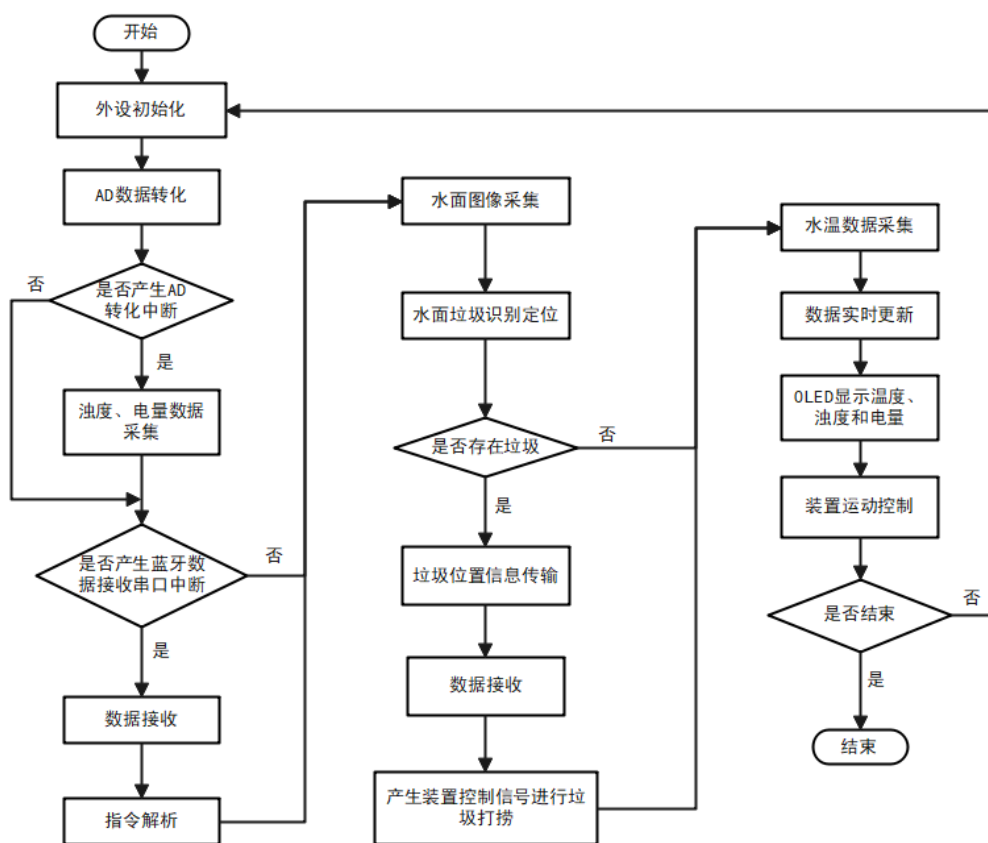


图 4.1 系统软件流程图

4.2 子程序设计

4.2.1 图像处理子程序

对于图像的处理，首先需要完成数据的收集和标注，在这一步中收集大量的湖面垃圾图片，得到图片后还需要对图片进行处理，包括按照一定的顺序对图片进行重命名和调整分辨率等，然后使用标注软件 `labelImg` 进行图片标注，以便于后面训练模型用^[17]。数据集收集的数据数量越大，训练出来的模型精度就越高，我一共采集了 500 张图像来用于训练，模型训练完成后经过测试和转换就可以部署到 K210 上了。整个模型训练的流程如图 4.2 所示。

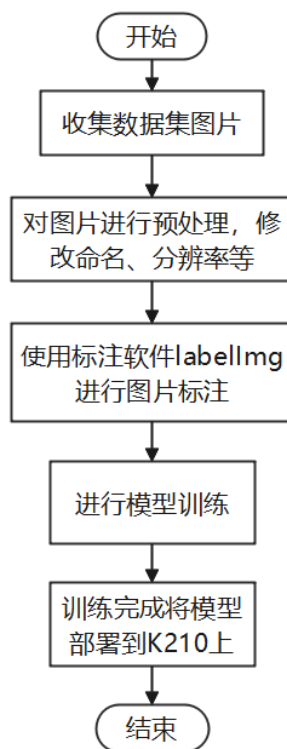


图 4.2 模型训练流程图

在实时垃圾处理过程中，装置通过摄像头采集湖面的图像，并使用前面训练好的垃圾识别模型来检测图像中是否存在垃圾。一旦检测到垃圾，图像处理模块就会通过串口将垃圾的位置信息反馈给主控模块。主控模块会根据反馈回来的位置信息来控制

电机转动，以移动装置到可以打捞垃圾的位置。打捞垃圾的过程是通过传送带来完成的，被打捞起来的垃圾会被传送到收集筐内，进而进行后续处理。

4.2.2 水质温度检测子程序

对于温度采集这个模块，在进行驱动之前，首先需要完成初始化、写时序以及读时序的代码编写，这三部分也是保证采集模块正常驱动的前提。

在进行温度检测前需要先对其进行初始化。主机发出初始化信号和从机做出相应的应答信号组成了对 DS18B20 的整个初始化过程。在本设计中，主机为单片机，从机为 DS18B20。首先，单片机将对应的引脚设置成输出模式，通过控制此引脚输出一个低电平信号将默认上拉的总线拉低，拉低时长须持续 480~960 μs ，即完成了初始化信号的发出。完成初始化信号的发出后，单片机会释放总线。正常情况下，DS18B20 在 60 μs 内将检测到总线被释放。然后，DS18B20 将把总线拉低 60~240 μs 来实现对单片机的反馈。如果在规定的时间内单片机未能接收到反馈信号，则认为初始化失败，重新开始初始化。

温度采集模块初始化时序图如图 4.3 所示。

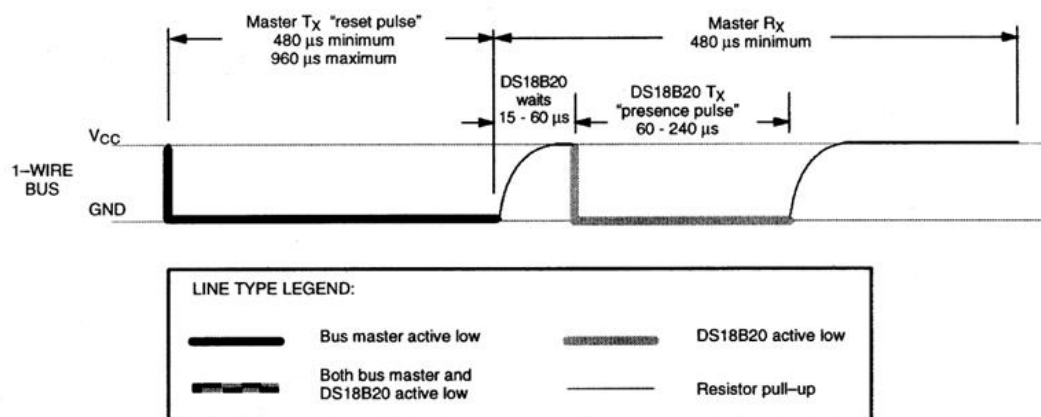


图 4.3 温度采集模块初始化时序图

温度采集模块初始化流程图如图 4.4 所示：

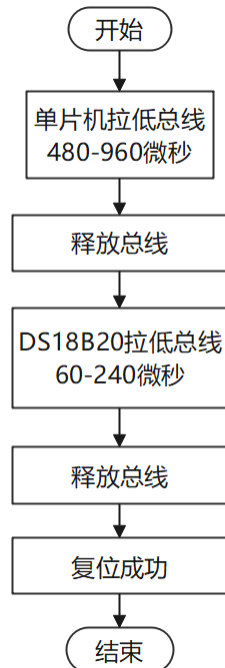


图 4.4 温度采集模块初始化流程图

在与 DS18B20 进行数据传输时是使用单总线来完成，每次只能完成 1 bit 数据的传输。在实际的数据传输需求中，需要传输 0 或者 1，所以最终形成了两种写时序，即写 0 时序和写 1 时序。写时序都是以单片机将总线拉低一定的时长作为开始，并且每个写时序的总时长都为 60 μs 。在实现 DS18B20 的配置时都需要传输多个位的数据，就需要连续进行多次的写操作，此时需要保证两个写操作之间的时间间隔大于 1 μs ，以保证 DS18B20 能够正确的接收数据。如下图 4.5 所示：

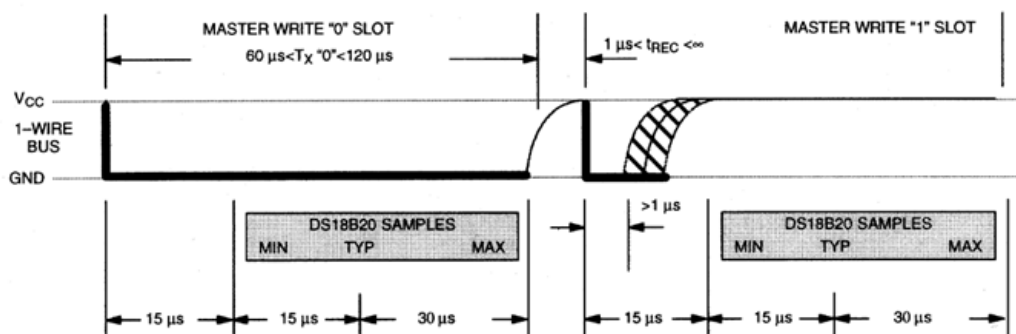


图 4.5 温度采集模块写字节时序图

一个写时序为 60 us，前面的 15 us 需要把总线拉为低电平，根据写时序的规定可知，主机如果要写 0，就需要一直将总线拉低，初始的 15 us 和后面的 45 us 都是保持低电平的状态；如果要写 1，前面 15 us 将总线拉低，后面 45 us 需要释放总线，将总线拉为高电平。

整个写字节的流程图如图 4.6 所示：

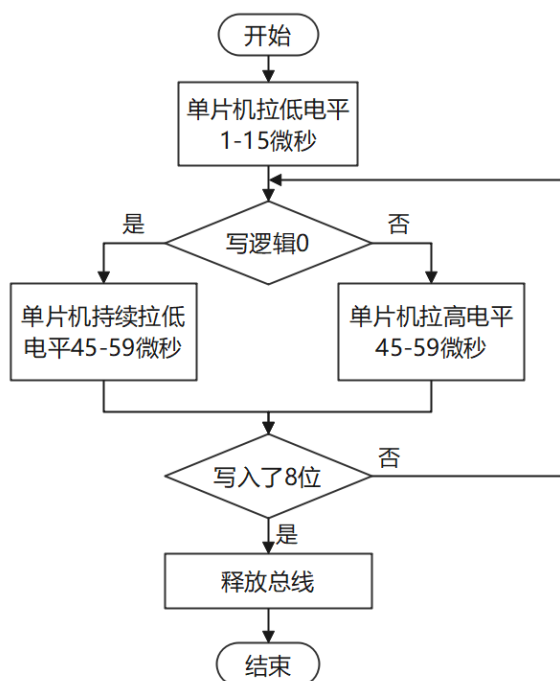


图 4.6 温度采集模块写字节流程图

主机在读时序之前需要先发出相应的指令来表明想要读取的数据。发送指令 0xBE，则代表读取高速暂存器存储的数据；主机通过 DS18B20 的协议来发送控制命令 0x44，从而实现操作 DS18B20 进行温度信息的采集，将采集的结果存储到相应的内存空间中；DS18B20 具有两种不同的供电方式，分别是寄生供电和电源供电，只需向 DS18B20 发送 0xB4 指令，DS18B20 就是返回相应的反馈信息，根据反馈信息就可以判断具体的供电模式。主控制器为了读取温度数据，还需要向 DS18B20 发送能达到数据回传的控制指令 0xBE 和 0xB4，DS18B20 则会返回温度数据。温度采集模块读时序图如图 4.7 所示。

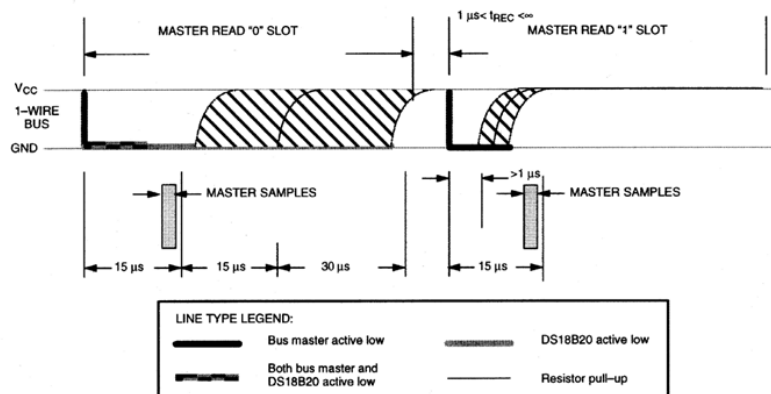


图 4.7 温度采集模块读时序图

每一个读时序最少为 60 μs ，在读时序开始时，主机需要先将总线拉低，以作为读时序开始的信号。然后，总线需要维持低电平 1~15 μs ，之后才能将总线释放。在总线被释放后，需要通过捕获总线的电平来判断该读入 0 还是 1。如果 DS18B20 将总线拉低，那么它向主机传送的数据就为 0，主机读到的就是 0；如果 DS18B20 将总线拉高，那么它向主机传送的数据就为 1，主机读到的就是 1。当 DS18B20 传输 0 后，也会将总线进行释放，为读下一个数据做准备，两个读时序之间必须留有至少 1 μs 的时间来进行恢复，确保读到数据的正确性。读时序的流程图如图 4.8 所示。

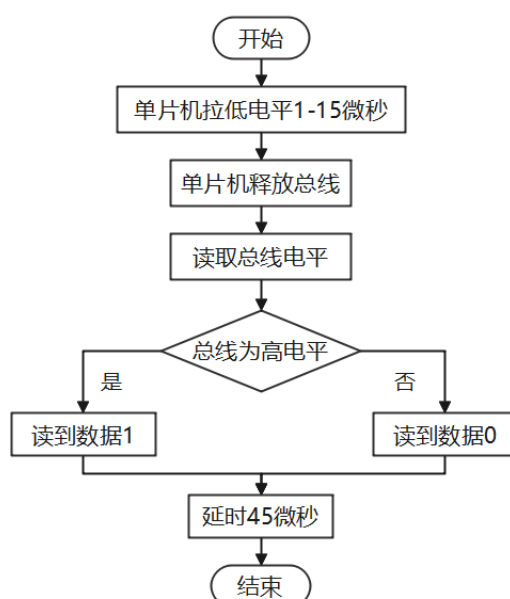


图 4.8 温度采集模块读时序流程图

4.2.3 水质浊度检测子程序

通过浊度传感器模块可以直接得到转换后的电压信号，在浊度检测子程序中，首先需要用单片机中的 ADC 外设来采集电压信号，获取到原始数据后需要对其进行转换和处理才能够得到浊度值。

对于 ADC 的配置，首先要开启 ADC 对应的 GPIO 时钟和 ADC 时钟，再通过 ADC_InitConfig() 函数开启 ADC 中断，这样可以在 ADC 完成转换后立即触发相应的中断处理程序，提高程序的实时性和效率。在配置的过程中，除了开启 ADC 中断外，还需要调用 RCC_ADCCLKConfig() 函数来配置 ADC 时钟，这样才能保证 ADC 的正常转换。在设置 ADC 时钟时，将其配置为 9 MHz。通过这样的配置，可以获得具有较高分辨率和稳定性的 ADC 转换结果，进而提高水质检测系统的精度和可靠性。然后初始化 GPIO，ADCx_IT_GPIO_Config() 函数，在这一部分中，将输入模式设置为模拟输入，即 GPIO_Mode_AIN；再通过 ADC_RegularChannelConfig() 函数配置 ADC 通道转换顺序和采样时间，需要选择 ADC，选择通道（0~17），选择序列号（1~16），选择采样时间，我选择了 ADC2 的 11 通道进行转换，选择序列号为 1。对于采样时间的设置，需要根据传感器的特性进行选择。通常情况下，采样时间越长，得到的转换结果越精确。在这里，设置采样时间为 55.5 个周期。通过这样的设置，可以提高 ADC 转换的准确性和稳定性。ADC_Init() 函数为 ADC 初始化函数，ADC_InitStruct 结构体的参数包括 ADC 工作模式、是否选择扫描模式、选择转换模式、触发转换的方式、读取数据在寄存器的存储方式、需要扫描的通道数。在采集电压时，将工作模式配置为独立模式，这意味着只采用单个 ADC 转换一个通道的数据。为了保证转换的准确性，禁用扫描模式并使用连续转换模式，即对同一通道进行一连串的转换操作，直到主程序停止。此外，还使用软件触发模式来启动转换操作，确保转换的准确性。为了更好地处理转换结果，将数据左对齐，并且只转换一个通道的数据。开启 ADC 后等待校准寄存器初始化完成后开始校准，当校准完成后，使用软件触发 ADC 转换，然后在 ADC 中断函数中读取转换结果(ADC_GetConversionValue)，这个结果代表电压值。

获取到 ADC 的转换结果后，再根据浊度传感器电压与浊度的计算公式进行相应的计算，公式如下：

$$TU = -865.68U + 3291.3 \quad (4.1)$$

在最后显示浊度数值时，我对数据进行了反转与归一化的处理，将数值控制在 0-100 以内，数值越大代表水质越浑浊。

整个 ADC 配置到最后获取电压并转化成浊度值的流程图如图 4.9 所示：

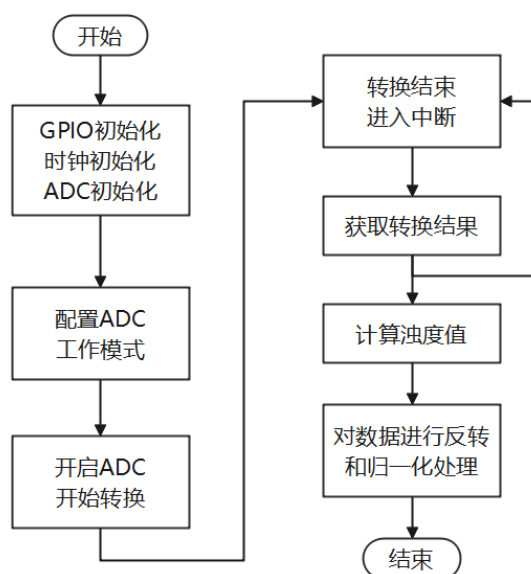


图 4.9 浊度数值采集与转换流程图

4.2.4 电量检测子程序

本装置的供电单元采用的是可充电 18650 锂电池，供电电压为 12V。由于 ADC 采集电压的范围为 0-3.3 V，所以根据本文 3.9 节介绍的分压原理来对装置的电量进行采集和转换。首先需要配置 GPIO 引脚和 ADC 通道，在电量检测中，用 ADC1 的 10 通道进行采集，将要采集的电压信号连接在 PC0 引脚上，然后开启 GPIO 引脚时钟，并且将其配置为模拟输入模式。配置 ADC 时钟和采样时间，由于 ADC 需要引脚输入经过放大、滤波等环节得到稳定的数字电压，因此需要对这些电信号进行采样。时钟的频率和采样时间的长度直接影响到采样精度，为了确保采样的精度，需要配置 ADC 时钟和采样时间，配置 ADC 时钟为 8 分频，即 9 MHz。还需要配置 ADC 外设寄存器，包括转换模式（单次转换或连续转换）、采样通道、数据对齐方式等。由于 ADC 采集数据是在中断中进行的，还需要编写中断函数。当外设配置完成后，向 ADC 模块发出转换命令，启动 ADC 转换。转换完成后就可以直接在中断中读取结果。最后计算转换后

的电压值，由于 ADC 所得到的值是数字量，可以使用以下公式将其转换为原始的模拟量电压值：

$$V_{in} = V_{ref} * (ADC_Value / 4095) * 4 \quad (4.2)$$

其中， V_{ref} 为 ADC 的参考电压， ADC_Value 是采集到的数字电压值。

电量检测子程序的流程如图 4.10 所示。

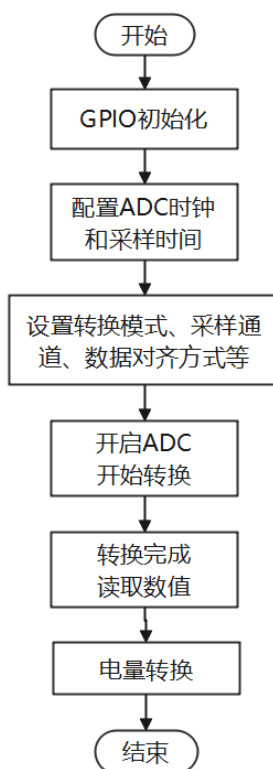


图 4.10 电量检测子程序流程图

4.2.5 电机控制子程序

电机控制模块主要控制装置前进、后退、左转和右转。首先初始化 GPIO 口和 PWM 输出口。然后设置定时器的计数器和预分频器，以产生 PWM 信号。最后设置 PWM 输出口的占空比，以控制电机转速。在电机控制子模块中还写了四个函数分别为前进、后退、左转和右转，前进时，两个 PWM 输出口的占空比相同；左转时，左边的轮子 PWM 输出口的占空比为 0，右边为给定值；右转时，右边的轮子 PWM 输出口的占空比为 0，

左边为给定值。

对于 PWM 的产生，使用的是定时器 4，在初始化时设置自动重装载寄存器周期的值和预分频值分别为 71 和 9。在前进、后退、左转和右转四个函数中设定左右两个电机的运动状态以及速度。电机控制子程序的流程图如图 4.11 所示。

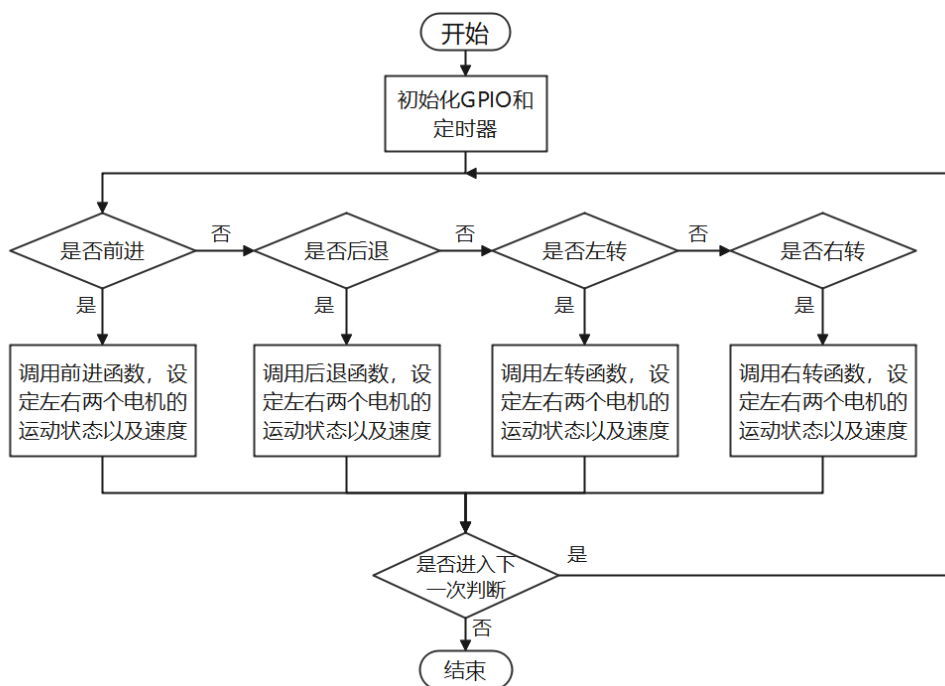


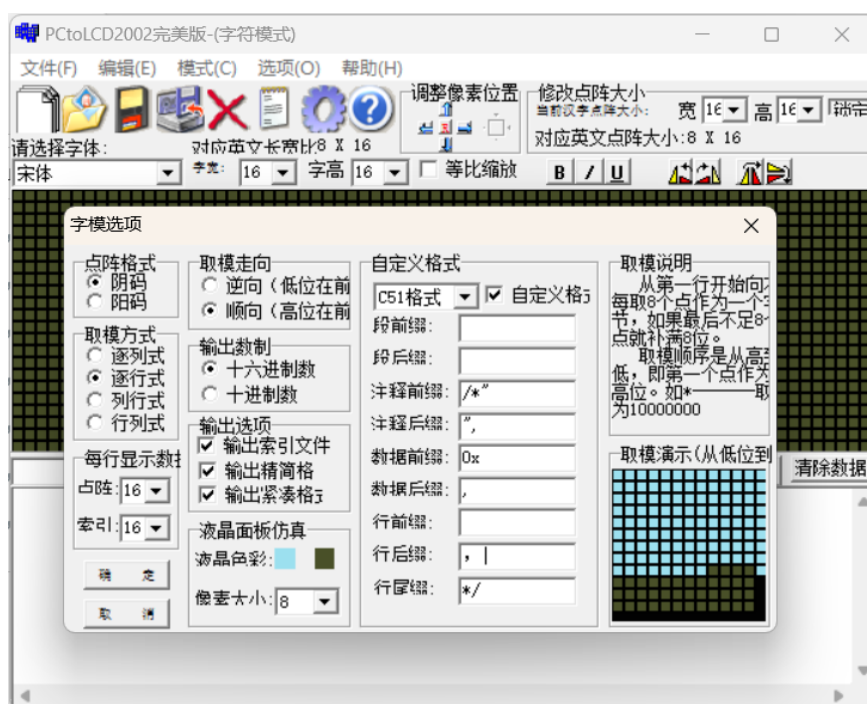
图 4.11 电机控制子程序流程图

4.2.6 显示子程序

本设计中采用 OLED 屏幕进行相关数据信息的显示，结合核心板性能综合考虑选择了通过 SPI 协议进行控制的 OLED 屏幕。所以，为了实现对屏幕的驱动控制，需要使用核心板的 GPIO 外设来模拟 SPI 协议，从而实现传输命令或数据到屏幕来实现对屏幕显示的控制。首先对 GPIO 的相关引脚进行初始化配置，需要进行外设时钟、输入输出模式等的设置。完成协议的模拟后，就可以实现与屏幕之间的正常通信。然后，采用模拟的协议传输配置命令和数据到屏幕来达到屏幕的初始化目的。完成以上工作后，再调用相应的函数将字符和数字显示在 OLED 模块上。

在上述的过程中，需要编写一个函数 `OLED_WR_Byte(u8 dat,u8cmd)` 来通过软件模拟 SPI 给显示屏写指令或者数据。函数中的两个参数，`dat` 作为 8 位的数据，进行传输；

还需要在 OLED.c 文件中编写显示数字(GUI_ShowNum)、显示字符串(GUI_ShowString)、显示字符(GUI_ShowChar)、显示汉字(GUI_ShowChinese)等函数，在显示的时候调用它们来显示相应内容。要想设置显示内容的位置，可以调整每个函数中所传的参数来实现。



4.3 本章小结

序部分。在每一个子程序部分都对程序的设计做出了详细的说明，比如在浊度检测子程序中介绍了用的 ADC，采用的通道，初始化的信息等，电机控制子程序中写了前进、后退、左转、右转和停止的相关函数，图像处理子程序介绍了识别模型训练的过程，以及向主控模块传输垃圾的位置信息，每个子程序都配有相应的流程图，更直观地表明了每个部分的程序设计。

第 5 章 实物展示及系统测试

5.1 实物展示

装置的实物图如下图 5.1 所示，分别从前面、后面以及侧面进行了展示。



图 5.1 装置实物图

在采用人工遥控工作模式进行垃圾打捞时需要使用手机 APP 去发送相应的控制指令，手机 APP 端的操作界面如图 5.2 所示，在此界面上可以选择装置的两种工作模式，若选择人工遥控模式，可以通过按钮来控制装置前进、后退、左转、右转和停止，同时可以控制传送带转动的开关。通过拉动图片左下角的进度条还能够对装置运行的速度进行调节和控制。



图 5.2 手机 APP 控制界面图

显示模块主要显示温度、浊度以及电源电压值，通过该显示模块，用户可以实时地监测并了解水域环境的变化情况。它可以帮助用户掌握环境参数的趋势，及时采取相关措施，保证水域环境的安全与稳定。实物如图 5.3 所示。



图 5.3 显示模块实物图

温度传感器采集了水域的温度值，可以实时地显示温度的变化情况，帮助用户了解温度波动趋势。浊度传感器采集环境中的水质数据，能够实时监测水质情况并显示

浊度的变化趋势，对于水质分析和控制是非常有效的。温度和浊度传感器实物图如图 5.4 所示。



图 5.4 温度和浊度传感器实物图

实际打捞过程中先由半入水式传送带将垃圾从水面上传送带进行传送，最后再掉落到装置后面的垃圾收集筐中，整个过程如图 5.5 所示。

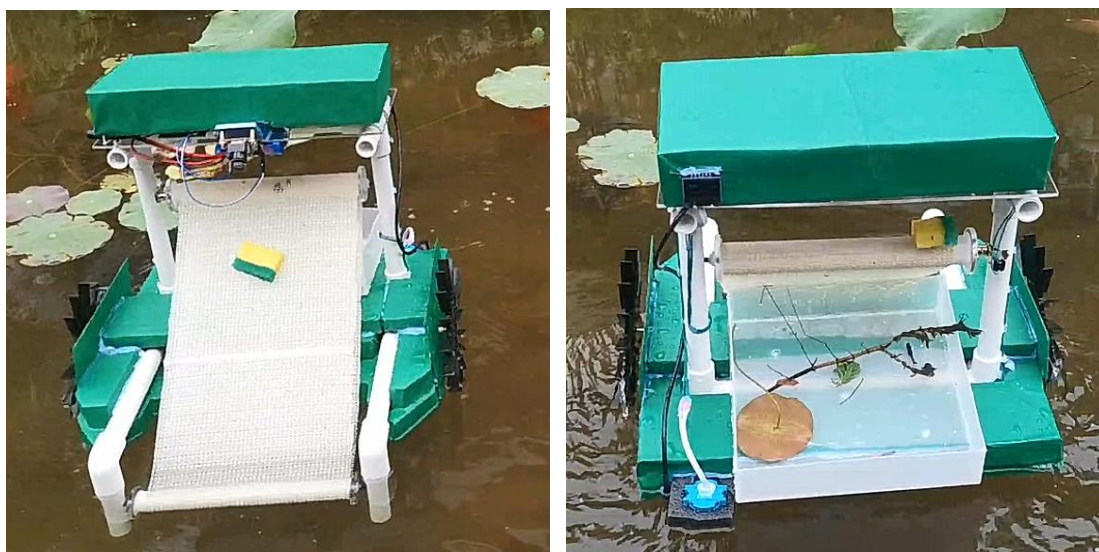


图 5.5 打捞过程图

5.2 系统测试

5.2.1 测试计划表

装置在完成前面的硬件和软件设计之后进行实际场景的测试，测试场地为小型人工湖水域。测试计划表如表 5.1 所示。

表 5.1 装置测试计划表

测试目标	装置在工作的状态下，能够自由切换打捞模式，成功打捞垃圾，模拟温度、浊度改变时能够准确检测，屏幕能正确显示数据并实时更新，各模块之间能够相互配合。
方法	装置上电后切换不同的打捞模式进行打捞测试，通过手机 APP 界面控制装置的运动，模拟水域环境中温度、浊度的变化，观察 OLED 屏幕上显示的数据。
完成标准	<ul style="list-style-type: none">● 装置在两种模式下都能够成功对垃圾进行打捞● 温度、浊度传感器能够正确测得数据● OLED 屏幕能正常显示温度、浊度、电量

5.2.2 垃圾打捞测试结果

在自主搜寻模式中，先通过对摄像头采集的图像进行处理，能够实现垃圾的识别与定位，在图像的左上角能够得到垃圾在图像中的位置，并将信息反馈给主控模块，如图 5.6 所示，根据反馈回的位置信息调整装置运行至可打捞的范围内对垃圾进行打捞。

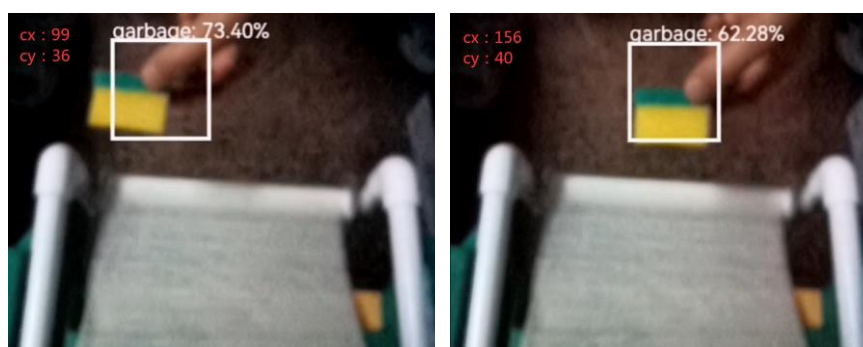


图 5.6 摄像头识别图

在实际的测试中，装置能够对垃圾进行自主搜寻，并做到识别与定位，最后成功将垃圾打捞至垃圾收集筐中。整个过程如下图 5.7 所示：



图 5.7 自主搜寻打捞过程图

人工遥控模式主要是通过手机 APP 发送指令控制装置运行至垃圾附近，然后打开传送带，将垃圾打捞至收集筐内，整个过程如图 5.8 所示。



图 5.8 人工遥控打捞过程图

5.2.3 水质检测与 OLED 屏幕显示测试结果

水质检测主要采集温度和浊度两个数值，在测试时初始值如下图 5.9 所示，在这里也可以看到，屏幕能够显示当前水域的温度和浊度信息，同时能够对装置的电量进行检测。

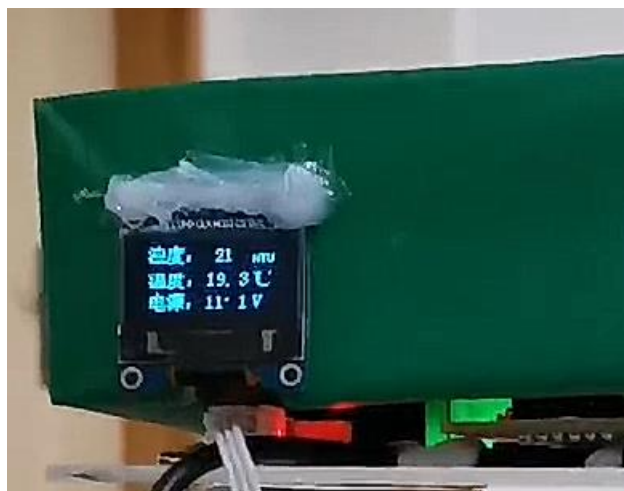


图 5.9 显示信息图

将手握住温度传感器来模拟水域温度的变化，一段时间后，通过屏幕上显示的数据可以看出温度的数值在升高，实际演示效果如图 5.10 所示。



图 5.10 温度采集测试图

准备两杯浊度不同的溶液来模拟水域的不同浊度，如图 5.11 所示。



图 5.11 不同浊度溶液图

分别对两杯溶液的浊度值进行检测，首先对水质较清的溶液浊度进行检测，检测结果如图 5.12 所示，可以看出浊度的数值较小，几乎为零。



图 5.12 浊度数值测试图(1)

再检测水质较浑浊的溶液，检测结构如图 5.13 所示，浊度数值较大。



图 5.13 浊度数值测试图(2)

5.3 本章小结

本章对湖面垃圾智能打捞装置进行了测试，测试场地为校园中的小型人工湖水域。首先对于装置的实物图进行了全面的展示，对于温度和浊度传感器也进行了相应的测试，OLED 屏幕也正常显示温度、浊度以及电池电量数值，垃圾的打捞分为自主搜寻和人工遥控两种模式，分别对每一种模式都进行了测试，都能够成功将垃圾打捞至垃圾筐中。根据以上各功能模块的测试，装置能够正常的运行，各模块之间也能够相互配合，完成垃圾的打捞工作，达到了预期的效果。

第 6 章 总结与展望

6.1 总结

对于本课题的设计，首先了解了湖面垃圾智能打捞装置系统的背景和意义，对国内外发展现状进行了详细的分析，再根据实际的需求完成了本系统的软、硬件的设计，包括装置的模型框架结构、硬件电路设计和软件代码流程等，最后对整个系统进行实地的测试，测试场地为学校的小型人工湖水域。本课题所完成的工作主要有以下几个部分：

（1）进行了相关文献资料的收集、整理，了解了课题的研究意义和背景，以及国内外的发展现状，并且也做出了总结。做完以上准备工作后，对于课题的研究领域有了更加深刻的理解，明确了本设计所需要完成的任务和目标。

（2）了解和学习了需要用到相关技术及原理，确定了系统的整体方案，并根据设计目标相关的技术，对装置整体的框架结构进行了设计，对所用到的元器件进行的对比和挑选，确定了通过传送带进行垃圾打捞的方式。特别设计了装置的底板以及打捞和垃圾收集部分，装置底板采用前流线型的设计可以减小阻力，还充分考虑了材质、打捞效率、装置的安全性等因素。

（3）硬件电路设计主要是将所需要用到的各个模块通过自己焊接的方式将其集成在一起形成一个稳定的系统，将主控模块需要用的 IO 口以各模块为单位引到板子的四周，这样做可以避免因引脚连接错误造成元器件损坏或不安全事件的发生。对各模块进行合理的布局也可以节约空间，保证连线的便捷和电路的稳定，提高装置的安全性。

（4）软件设计部分主要是先实现单个功能，然后再将其整合。在整合的过程中要考虑到各个部分之间的关联，以及各个部分的触发条件和指令。对于打捞模式的选择，系统初始默认自主搜寻模式，可以通过手机 APP 界面上的按钮来切换到人工遥控模式，还可以通过手机发送指令来控制装置的运动以及传送带的转动。还有传感器数据的采集以及屏幕的显示。在手机界面上还设置的一个进度条，用于控制装置运动的速度。

（5）为了对装置进行实地测试，选择了学校的小型人工湖水域，既能完成对装置各个功能的测试和评估，也能保证测试过程中装置的安全性。下水前先对装置各部分的电压进行了检测，从检测结果可以看出各模块的电压供应正常。下水后首先测试两

种垃圾打捞模式，都能够成功实现垃圾的打捞；然后测试了温度和浊度传感器，都能够正确采集数据；屏幕也能正常显示各个数据。

经历了几个月的时间，本课题所设计的湖面垃圾智能打捞装置不仅能够有效地打捞垃圾，还能够对水质信息进行实时监测，为小型水域中的垃圾清理提供了可行的解决方案，能够提高垃圾打捞的工作效率，减少了人力和物力的消耗，具有一定的应用意义和推广价值。在完成本课题设计的过程中，也曾遇到过一些问题，通过查阅资料以及自己不断的尝试，最后都能够顺利的找出解决问题的办法。我认为自己去寻找问题并解决问题的这个过程是收获最大的地方，对自己以后的学习能力做了更好的铺垫。同时对所学的专业知识也有了更深、更全面的认识和理解，通过自己去搭建硬件电路，也增强了自己的动手能力。

6.2 展望

本文设计并制作的湖面垃圾智能打捞装置能够实现装置的基本功能需求，实现垃圾的打捞和水质信息的采集。在后续进一步的研究中，可以从以下几个方面再进行优化和完善：

（1）对垃圾进行分类处理。首先提高垃圾识别的准确率，增加垃圾分类，将不同类别的垃圾分装至不同的收集筐内，完成垃圾分类处理的工作。

（2）提高装置的安全性。可以添加姿态传感器来检测装置有无侧翻的风险，可以对其进行预警和提示；还可以增强装置的防水性能，保证在水域中工作时装置的安全性；考虑装置的总体结构设计，降低重心，确保其稳定性。

（3）地图显示与路径规划。本文所设计的垃圾打捞装置只能按照既定的方式去搜寻垃圾，无法获得水域的整个地图。当检测到电量不足时，可以实现自主规划路径停靠在水域边，及时进行充电或更换电池，确保装置能够正常工作^[18]。

（4）优化装置传送设计。在本设计中，通过传送带来打捞湖面的垃圾，但是此设计只能打捞一些较轻，表面摩擦力较大的垃圾，对于矿泉水瓶等柱形且表面光滑的垃圾，在后续优化中可以考虑在传送带表面制定挡板，这样就可以用挡板挡住光滑的物品将其打捞。

致 谢

四载悠悠，研途漫漫，始于桑落，别于荷月，提笔谢辞，落笔为终。

一路跌跌撞撞走到现在，些许遗憾，些许不舍，些许憧憬，怀着对未来满怀的热爱开始踏上新的征程。回首过去的四年，感恩每一个出现在我生命中的人，正是因为有了你们的陪伴和关怀，我才能够对生活充满热爱，对这段难忘的旅程充满不舍。

经师易得，人师难求。衷心感谢我的导师谢家宇老师，从论文的选题到幕终成文，每一个环节您都用心指点，倾尽所能的点播和提供建议。感谢学院的每一位老师的辛苦付出，你们如同明灯为我们照亮前方的道路，让我们面对未来的考验，愈发严谨、稳重和坚韧。还要特别感谢黄大荣老师，尽管您因工作原因调任到其他学校，但是在我的求学之路上，您就像是我的引路人，给予了我很多宝贵的建议和意见，还鼓励我积极参与各种学科竞赛和学术活动，提升自己的实践能力和综合素质。

十月胎恩重，三生报答轻。感谢你们让我树立了正确的价值观和人生信念，使我能够在人生的道路上勇往直前。无论我身处何地，你们始终是我最强有力的后盾和精神支柱。从小时候的鼓励和表扬，到青春期的理解和包容，再到如今的支持和鼓励，你们的付出总是让我倍感温暖和幸福。感谢你们辛苦工作和默默无闻的付出，让我深刻感受到家庭的温馨和幸福。我将永远珍惜这份爱，希望能够回报你们的辛勤付出，成为一个让你们骄傲和自豪的人。

山河不足重，重在遇知己。在这里，我想借此机会向我最好的朋友徐同学表达感激之情。四年的陪伴对于整个人生来说算是短暂的，但却充满了我的整个大学生活。每当我遇到挫折或者迷茫的时候，你总是第一个站出来支持我，并且给我信心和动力，帮我重新找回前进的方向。人生路途漫长，但若能与知己相伴，即使风雨如磐也不会觉得孤单。希望我们永远保持这样的友谊，一起勇往直前。还有小唐同学，希望今后我们都能前程似锦。

浅喜似苍狗，深爱如长风。陈先生，在浩瀚的人海里，何其庆幸我们能够相遇，如你所说“好好生活，慢慢爱你。不早不晚，刚好是你”。那些我们一起走过的冬与夏，一起熬过的夜，和在一起的点点滴滴，都将成为最美好的回忆。感谢风和雨里为我撑伞这一路走来，感谢你为我撑过的伞，感谢你的关心、鼓励和包容，我们在彼此的陪伴下

都成为了更好的自己。前路漫漫亦灿灿，我们的故事不止如此，更不止于此。

最后的感谢，留给过去努力的自己。希望未来能够好好爱自己，好好生活，带着满腔热忱继续走下去。

终有一别，但是我们来日方长。感谢母校对我的栽培，未来祝好。

参 考 文 献

- [1] 曹雯丽, 万志远. 智能垃圾清理船设计[J]. 装备制造技术, 2022(002):000.
- [2] 王成, 陈玲, 吴冬冬, 等. 谈智能型水面垃圾清理船的设计研究[J]. 南方农机, 2019(6):1.
- [3] 赵逸文. 一种智能型水面垃圾清理机器人的设计与研究[D]. 天津理工大学, 2022. DOI:10.27360/d.cnki.gtlgy.2022.000424.
- [4] 李戔雯, 顾仲翔, 寇桂岳, 等. 太阳能小型水域垃圾清理系统设计[J]. 南方农机, 2019, 50(1):2.
- [5] 张倩. 一种清理智能船的设计及应用前景[J]. 技术与市场, 2019, 26(10):2.
- [6] 刘瑾, 高增亮, 钱明星, 等. 水面垃圾清理设备的研究现状及发展趋势[J]. 机电产品开发与创新, 2022, 35(5):82-84.
- [7] 李思雨, 吴艳娟, 王帆, 等. 智能型水面垃圾清理器控制系统的研究与实现[J]. 自动化与仪表, 2017, 32(11):5.
- [8] 沈攀. 水面清洁机器人远程监控系统的设计与实现[D]. 杭州电子科技大学.
- [9] 梁军, 易艺, 陈得日, 等. 基于 STM32 的水面清洁无人船系统设计[J]. 仪器仪表用户, 2022, 29(9):6.
- [10] 邵聪, 林森, 刘易松, 等. 一种小型水域水面垃圾清理机器人[J]. 兵工自动化, 2022, 41(5):5.
- [11] 张凯淇. 一种节能环保型水面垃圾清理船设计:, CNKI:SUN:SDJI.0.2020-03-008[P]. 2020.
- [12] 吴海都, 杨德兴, 卢东泳, 等. 基于 STC 单片机的水面清洁智能小卫士模型的设计[J]. 电子制作, 2021(7):4
- [13] Wang Z , Liu Y , Yip H W , et al. Design and hydrodynamic modeling of a lake surface cleaning robot[C]// IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics. IEEE, 2008.
- [14] 华淘, 曹雪花. 基于 arm 的水上垃圾清理机器人设计方法[J]. 电脑知识与技术: 学术版, 2019(1):3.

[15] 张渊, 陈柱安. 智能水面漂浮物清扫船的设计与制作[J]. 产业与科技论坛, 2020.

[16] 刘伯运, 赵帅, 赵强强, 赵培印, 宋健. 水面垃圾清理机器人[J]. 兵工自动化, 2022, 41(02): 92-96.

[17] Li N, Huang H, Wang X, et al. Detection of Floating Garbage on Water Surface Based on PC-Net[J]. Sustainability, 2022, 14(18): 11729.

[18] 向可均. 自主巡航的无人船系统. 西南科技大学, 2020.