

# 小型封闭水域水面智能清扫机的设计

徐思琪 傅 炜 张利清 周 琪 蒋程宇 施高萍  
浙江水利水电学院 机械与汽车工程学院 浙江杭州 310018

**摘要:** 为解决小型封闭水域因受水域面积、外观形状不规则所引起的船体打捞难以顺利实施的问题,设计了一款小型封闭水域水面智能清扫机。该清扫机分水面清扫机器人和岸边固定收集站,由传动机构、倾倒机构、船体机构、控制机构等组成,通过对 Arduino UNO 开发板程序编辑,运用物联网技术实现装置远程无人自动打捞,从而解决小型封闭水域漂浮物清理难、清理无序等问题,实现河湖水面清洁工作的高效化、智慧化。

**关键词:** 清洁机; 智能化; 封闭水域

## Design of small closed water surface intelligent cleaner

Siqi Xu , Wei Fu, Liqing Zhang, qi Zhou, Chengyu Jiang, Gaoping Shi  
School of Mechanical and Automotive Engineering, Zhejiang University of Water Resources and Electric Power, Hangzhou 310018, Zhejiang, China

**Abstract:** In order to solve the problem that the salvage of the hull is difficult to be carried out smoothly due to the limitations of the water area and irregular appearance and shape of small closed waters, an intelligent water surface sweeper for small closed waters has been designed. The sweeper is divided into a water surface cleaning robot and a shore fixed collection station. It consists of a transmission mechanism, dumping mechanism, hull mechanism, control mechanism, etc. Through the editing of the Arduino UNO development board program, the Internet of Things technology is used to realize remote unmanned automatic salvage of the device, so as to solve the problems of difficult and disorderly removal of floating objects in small enclosed waters, and realize the efficient and intelligent cleaning of rivers and lakes.

**Keywords:** Cleaning machine; Intelligent ; Enclosed waters

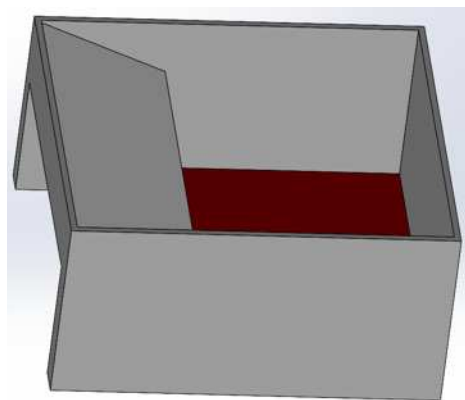
### 引言

浙江是山水江南、鱼米之乡,开展清除植物飘落物、水体腐化产生的浮沫等水面漂浮物工作,保持河湖水面干净一直是浙江省“美丽河湖”建设的工作重点之一。水面漂浮物不但影响美观而且易造成水体污染。现有漂浮物清理大多依靠人力乘船打捞,清理费时费力,效率低劳动强度大,适用于大水域和开阔水域,针对封闭小型水域则受水域面积、外观形状不规则等限制,人力乘

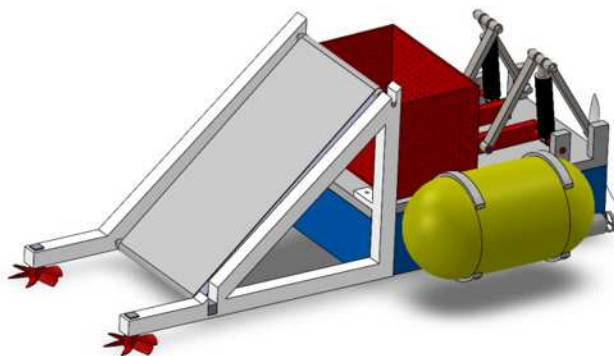
船打捞难以顺利开展。因此,为解决小型水域水面漂浮物问题,本文设计了一款针对小型封闭水域的智能清扫机,该清扫机具有自动清扫、智能避障、人机交互、数据统计等功能。

### 一、整体设计

该款水面智能清扫机由水面清扫机器人和岸边收集站两部分组成,结构如图 1 所示。



(a) 水面清扫机器人



(b) 岸边收集站

图 1 水面智能清扫机

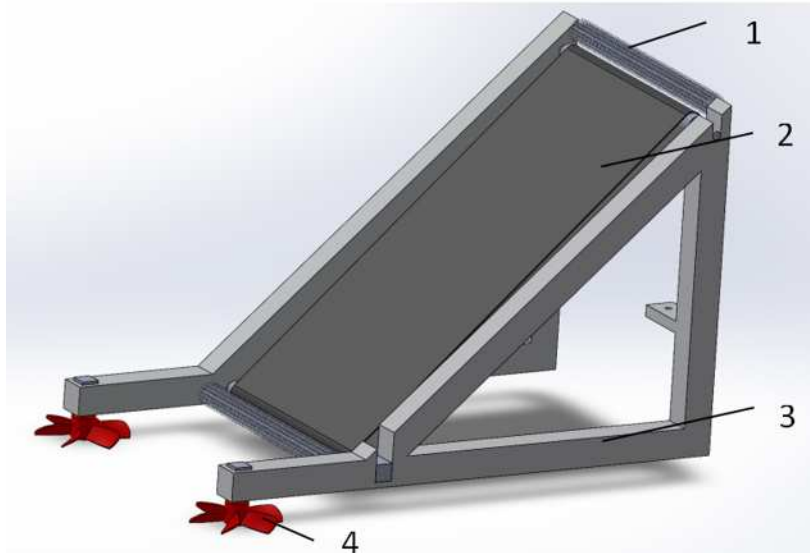
图 1 (a) 为清扫机器人, 其尺寸约为 1650mm × 830mm × 600mm, 由传送机构、倾倒机构、船体机构、控制机构四个模块组成, 能实现对收集漂浮物的自动清扫和倾倒。图 1(b) 为岸边收集站, 其尺寸约为 600mm × 550mm × 300mm, 能实现对漂浮物的收集, 当收集站漂浮物达到设定重量时能将信号发送至工作人员, 提醒工

作人员及时清理站内漂浮物。

## 二、机械结构设计

### 1 传送机构

水面清扫机器人的传送机构能将漂浮物通过传送带传输至倾倒结构, 完成漂浮物收集、传送, 由滚刷、皮带、支架、螺旋桨等组成, 结构如图 2 所示。



1——滚刷 2——皮带 3——支架 4——螺旋桨

图 2 传送机构

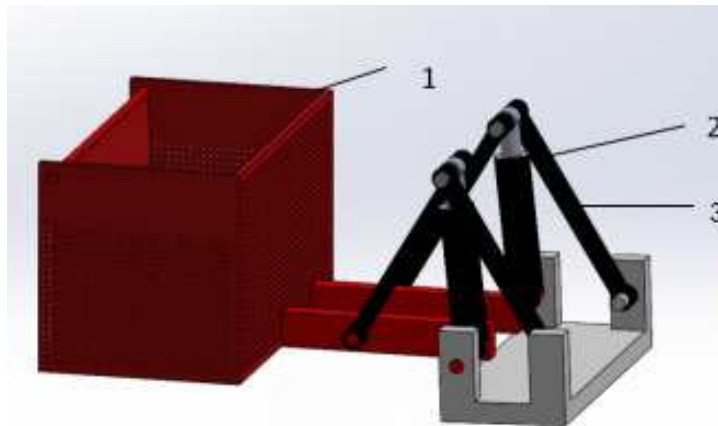
由图 2 知, 传送机构前方安装有两个螺旋桨、滚刷。两个螺旋桨通过向内旋转挤压水流形成负压区, 使漂浮物顺利进入传送带前侧。传送带前侧的滚刷滚动, 可带动浮萍、树叶等体积较小的漂浮物顺利进入传送带。

带传动具有弹性和挠性, 可减小振动、缓解冲击, 可使传动平稳、噪音小; 另外带传动还具有过载保护功

能, 当过载时, 传输带与滚筒间将产生相对滑动, 避免烧坏电机, 起保护作用。传送带两侧具有一定高度, 能有效避免漂浮物从侧边掉落。

### 2 倾倒机构

水面清扫机器人的倾倒机构负责漂浮物的收集和倾倒, 主要由收集框、电推杆和连杆等组成, 如图 3 所示。



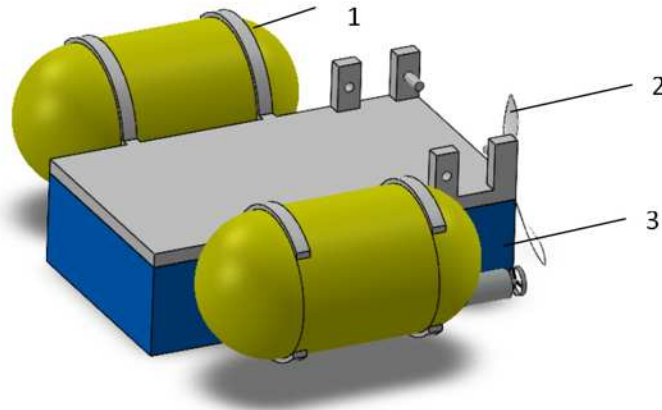
1——收集框 2——电推杆 3——连杆

图 3 倾倒机构

由图 3 可知, 收集框采用镂空设计, 可将漂浮物上附着的水分沥干, 减轻漂浮物的重量, 提高工作效率。收集框内置重力传感器, 可将电信号传给 Arduino 的 UNO R3 开发板, 通过编好的程序控制机器人自动返航并实现倾倒。

### 3 船体机构

水面清扫机器人的船体机构能确保机器漂浮在水面, 实现前进、后退和转向, 主要由浮筒、箱体、电机、螺旋桨等组成, 如图 4 所示。



1——浮筒 2——螺旋桨 3——箱体

图4 船体机构

由图4可知，船体机构的箱体左右两侧设置两个浮筒，可满足相应的浮力要求，使船体更加稳定。船体尾部装有电机驱动的大功率螺旋桨，转速为2000r/min，满足高推力要求。

#### 4 岸边收集站

岸边收集站能将漂浮物进行储存，其结构如图5所示。

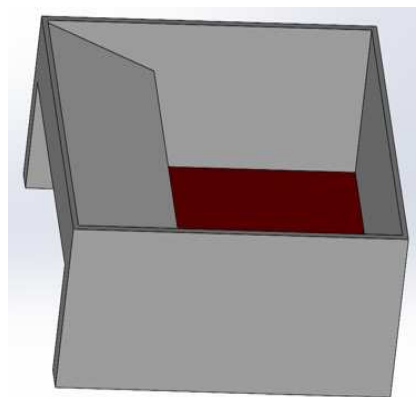


图5 岸边收集站

由图5可知，岸边收集站左侧设一斜坡，可使漂浮物顺利进入收集站。收集站内置重力传感器，当重力传感器检测到重量达到设定值时，通过Arduino开发板输出信号并发送短信至手机，实现人机交互。

岸边收集站能将站内漂浮物重量通过手机蓝牙APP程序以短信方式告知工作人员，方便工作人员及时倾倒

漂浮物，同时能对每日收集的漂浮物进行统计，以便工作人员提前做好漂浮物清理预案，实现清理有序化。

### 三、电气控制设计

电气控制分自动巡航推进装置、主控制板、智能通信模块、智能称重模块四部分。其控制流程图如图6所示。

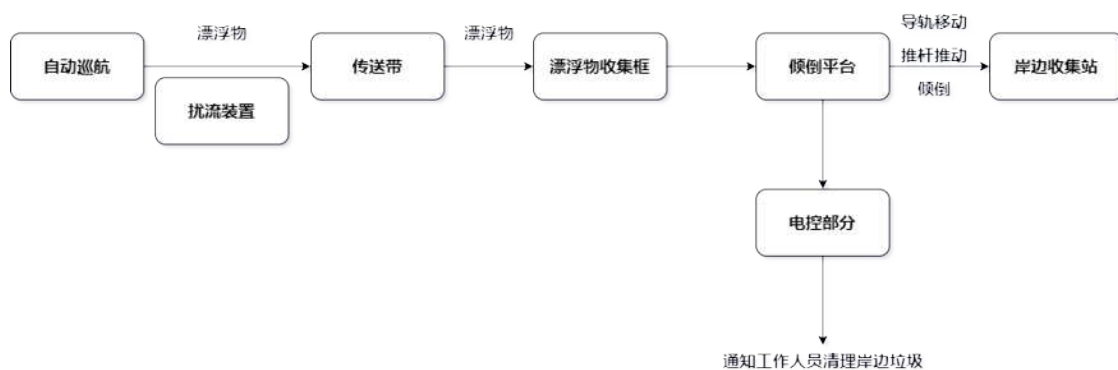


图6 控制流程图

自动巡航推进装置采用内置伺服电机的螺旋桨，可接收信号控制实现自动巡航。主控制板采用处理器核心

为 ATmega328(Nano3.0) 的 Arduino Nano 控制板。Arduino Nano 控制开发板的具体参数如表 1 所示。

表 1 Arduino Nano 控制开发板具体参数

相关物理参数	参数值
处理器	ATmega328
输入电压 (范围)	6-20V
输入电压	7-12V
数字 IO 脚	14 路
模拟输入引脚	8 个
IO 脚直流电流	40 mA
Flash	32 KB
SRAM	2 KB
长	43.18mm
宽	15.24mm

智能通信模块选用 EC600N 4G 无线通讯模块。智能称重模块采用压力传感器及 HX711 称重模块，并放置

于倾斜平台下，用于实时监测垃圾重量，并自动发送提示短信给目标号码。控制流程如图 7 所示。



图 7 智能通信模块控制流程图

由图 7，当垃圾收集框收集到一定量漂浮物时，漂浮物重量会传递到压力传感器。压力传感器检测到一定压力后，将压力信息以电信号的形式传送到 HX711 称重模块，同时该模块会将压力传感器的电信号进行分析处理，并传送到 Arduino Nano 主板。Arduino Nano 主板将传送进来的压力电信号与压力设定值进行比对，若未达到重量，将继续进行称重；若达到指定重量，则会触发 EC600N 4G 模块，将提示短信发送到预先设定好的手机号，实现漂浮物过载提示。

压力传感器的具体参数如表 2 所示，部分代码如图 8 所示，代码包含设定报警重量、传感器初始化、实时获取压力信息等内容。

表 2 压力传感器具体参数

相关参数	数值大小
直径	100mm
厚度	23mm
电压	12V
最大量程	5kg

```

struct Sensor {
    float Now;
    long Period = 1000;
    float Limit = 1000.0;
    long previousMillis;
    bool flag = false;
};
Sensor weight;

//定义一个储存重量数据的结构体
//当前重量的当前值
//获取当前重量的时间间隔 这里设置为1000ms
//重量阈值
//过去时间值
//false为未触发, true为触发。

113 void calibrate() {
114     Serial.begin(9600);
115     Serial.println(F("开始校准"));
116     Serial.println(F("请移除传感器上的物品, 使其压力为零"));
117     Serial.println(F("移除后在串口中输入英文字符 't' 并回车"));
118     boolean _resume = false;
119     while (_resume == false) {
120         LoadCell.update();
121         if (Serial.available() > 0) {
122             if (Serial.available() > 0) {
123                 char inByte = Serial.read();
124                 if (inByte == 't') LoadCell tareNoDelay();
125             }
126         }
127     }
128     if (LoadCell.getTareStatus() == true) {
129         Serial.println(F("去皮完成"));
130         _resume = true;
131     }
132 }
133 Serial.println(F("请在传感器上放上已知重量的物体"));
134 Serial.println(F("然后输入其重量, 例如华为mate 30 pro 5g是198.03, 单位为g"));
135 float known_mass = 0;
136 _resume = false;
137 while (_resume == false) {
138     LoadCell.update();
139     if (Serial.available() > 0) {
140         known_mass = Serial.parseFloat();
141         if (known_mass != 0) {
142             Serial.print(F("已知重量为: "));
143             Serial.println(known_mass);
144             _resume = true;
145         }
146     }
147 }
  
```

图 8 压力传感器代码部分详情图

#### 四、结论

本文所设计的水面智能清扫机由水面清扫机器人和岸边固定收集站两部分组成,可解决小型封闭水域人力乘船打捞困难的问题,该机器人具有以下特点:

(1) 水面清扫机器人具有自主巡航、自动清扫、智能避障、数据统计分析等功能,实现了机器换人。

(2) 岸边固定垃圾收集站,能通过对漂浮物数据的收集、整理、分析,实现了漂浮物收集的数字化管理。

(3) 整个清扫过程通过手机 APP 控制,无需人力驾驶,清扫效率高,节约人力同时保障清扫人员人身安全。

#### 参考文献:

[1] 卢思雨,张建伟,王稳.一种水车式湖面垃圾清理及水体增氧双体船结构设计[J].机械工程师,2020(9):48-50.

[2] 徐启明,杨晨,林超伦,等.一种微型水面垃圾清理机器人的设计[J].电子世界,2020(14):50-51.

[3] 徐正强,陈曦春,朱华,等.船舶动力装置的发展趋势及应用分析[J].中国科技纵横,2016,(13):79-80.

[4] 魏兵,喻全余.机械原理[M].武汉:华中科技大学出版社,2011.

[5] 陈利,饶闯,侍中楼.基于 Arduino 的小型水上清洁机器人的控制[J].科学技术创新,2021(21):89-92.

[6] 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(05):32-35+47.

[7] 江笑语,陈加粮,周浩岚.小型水面垃圾清理机器人的设计与实现[J].吉首大学学报(自然科学版),2021,42(03):41-44.

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