

# 基于 51 单片机的垃圾分类系统的设计

杨思金 刘财勇\*

攀枝花学院智能制造学院, 中国·四川 攀枝花 617000

**摘要:** 传统的人工垃圾分类, 耗费了大量的人力财力和时间精力, 且分类的准确性和效率往往不尽人意, 为了实现垃圾分类效率的提高和准确性的上升, 论文设计出一款基于 51 单片机的自动化垃圾分类系统。该系统通过集成传感器、金属检测模块和湿度检测模块等, 能够自动识别这几种类型的垃圾。系统的整体设计包括检测设备及流程设计、基础参数设置、垃圾类型检测、结果处理、控制分类等关键步骤。通过这些步骤, 系统能够有效地识别出垃圾的种类, 从而实现自动控制该种类的垃圾桶的开合, 引导人们进行正确的垃圾分类。实验结果表明, 该系统在提高分类准确率和处理速度方面具有显著优势, 为垃圾分类的自动化和智能化提供了新的解决方案。

**关键词:** 垃圾分类; 系统; 检测; 垃圾

## Design of a Garbage Classification System Based on the 51 Microcontroller

Sijin Yang Caiyong Liu\*

School of Intelligent Manufacturing, Panzhihua University, Panzhihua, Sichuan, 617000, China

**Abstract:** In traditional manual garbage classification, a significant amount of human, financial, and temporal resources are expended, with the accuracy and efficiency of classification often falling short of expectations. To enhance the efficiency and accuracy of garbage classification, this paper proposes an automated garbage classification system based on the 51 microcontroller. The system integrates sensors, metal detection modules, and humidity detection modules to automatically identify these two types of waste. The system design includes key steps such as detection equipment and process design, basic parameter settings, waste type detection, result processing, and control classification. Through these steps, the system can effectively identify the type of waste, thereby automatically controlling the opening and closing of the corresponding waste bin, guiding people to correctly classify their garbage. Experimental results show that the system has significant advantages in improving classification accuracy and processing speed, providing a new solution for the automation and intelligence of garbage classification.

**Keywords:** garbage classification; system; detection; waste

## 0 前言

随着城市的不断发展和人口数量的逐年增加, 人们消费水平日益提高, 随之产生了大量生活垃圾。如果垃圾不能及时被分门别类的处理掉, 那么城市就会受到被垃圾包围的威胁。随着环境治理政策的推行, 不少城市正在实行垃圾分类处理, 智能分类垃圾系统在垃圾分类的工作中起到了十分关键的推动作用, 通过垃圾的分类投放、分类收集、分类运输、分类处理等环节, 可以将具有回收价值的垃圾进行回收再利用, 实现环境的保护和资源的循环再生。智能分类垃圾系统的使用不仅可以提高垃圾分类工作效率, 还可以减轻清洁工人的工作负担。正确运用智能分类垃圾系统进行垃圾分类, 是实现垃圾减量化和资源化的重要途径和手段, 是有效处理垃圾的科学管理方法<sup>[1]</sup>。

## 1 系统设计

论文是基于 STC89C51 单片机, 设计一款符合现代需求的智能分类垃圾系统。通过超声波检测当前垃圾满溢程度 (当检测障碍物小于 8cm 为 1 档, 8~16 为 2 档以此类推大于 48cm 为 5 档达到上限)。LCD1602 液晶显示当前垃圾桶

状态和相关参数信息。超声波传感器还能通过反馈的数据来检测当前是否有人在扔垃圾或打算扔垃圾。当检测到有人正在在进行扔垃圾的相关行为时, 传感器开始检测, 液晶显示倒计时 6s。如果没有检测到湿垃圾或者金属垃圾则被判断为干垃圾, 1 号舵机打开垃圾桶 5s 后自动关闭。如果垃圾被检测为湿垃圾, 那么 2 号舵机打开垃圾桶, 并且在持续 5s 后自动关闭。如果检测到为金属垃圾蜂鸣器报警提醒, 并且需要手动按下回收按键打开 3 号舵机打开垃圾桶强制进行回收, 防止拾荒老人或其他无关人员翻动垃圾, 造成污染。系统总体结构如图 1 所示。

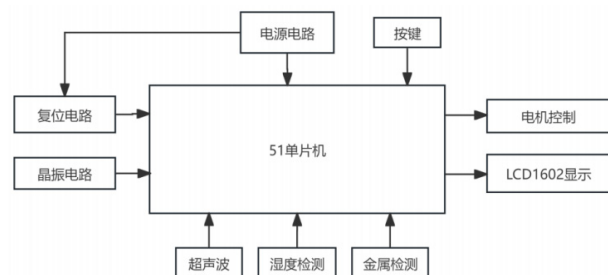


图 1 系统总体结构

## 2 硬件设计

本系统中包含的硬件电路系统主要有：电源电路系统、湿度检测系统、金属探测系统、超声波测距模块、电机驱动电路系统、液晶显示系统等多种控制系统。

### 2.1 单片机选择

STC89C51 系列单片机是一款基于经典的 8051 内核的 8 位微控制器，它以高性能和低功耗著称，广泛应用于各种嵌入式系统、工业控制、家电和智能仪表等领域。该单片机内置 4KB 程序存储器、128 字节 RAM 和 32 个 I/O 口。它具备全双工串行通信接口，能够支持高达 40MHz 的时钟频率，确保了数据传输的高速和高效。它还配备了两个独立的 16 位定时器 / 计数器，这些定时器 / 计数器不仅能够用于精确的定时任务，还能够进行计数操作，以及对外部事件进行计数，从而为各种应用场景提供了灵活的定时和计数功能。

### 2.2 显示模块

本设计中以 LM016L 即 LCD1602 作为显示器件。LM016L 智能显示模块是一种低功耗、低价值、低损耗的显示器件，它不但可以显示各式各样的字符、汉字和图形，同时具有可编程能力，且与单片机接口方便<sup>[2]</sup>。

LCD1602 显示模块通过并行接口与单片机连接，其数据线 D0-D7 直接与单片机的相应 I/O 口相连，控制线 RS、RW 和 E 分别连接到单片机的特定 I/O 口。通过编程设置这些控制线的状态，可以实现数据的发送和接收，从而控制显示内容的更新。

在本系统中，LCD1602 主要用于显示垃圾承载上限以及当前垃圾的满溢程度，直观地显示当前垃圾堆积的状态，以便于及时发现并处理垃圾，防止过度堆积导致垃圾溢出。LCD 显示屏如图 2 所示。

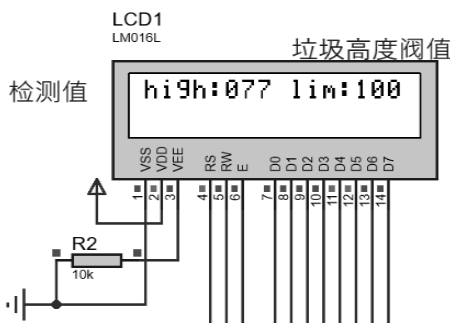


图 2 LCD 显示屏

### 2.3 超声波探测系统

系统中使用了广泛认可的 HC-SR04 超声波传感器，以其高精度和可靠性在众多传感器中脱颖而出。这种传感器能够发射出一系列高频的超声波脉冲，这些脉冲在遇到障碍物时会被反射回来，传感器内部的接收器会捕捉到这些反射回来的脉冲信号。通过单片机内置的高级计时器，我们可以精确地测量从发射脉冲到接收脉冲的时间差。这一时间差是计算障碍物距离的关键数据。单片机利用声音在空气中的传

播速度，结合时间差，可以准确地计算出障碍物距离传感器的精确距离。在本系统中，当检测到传感器与障碍物之间的距离小于 8cm 时，系统判断为 1 档满溢；8~16cm 为 2 档，以此类推，当障碍物距离大于 48cm 时，系统判断为 5 档满溢，达到上限。这一功能确保了垃圾桶在满溢之前及时通知清洁人员进行清理，从而避免垃圾溢出造成的环境污染。此外，超声波模块还可以检测人与垃圾桶之间的距离，通过精确计算出的距离的远近，进而判断是否有人靠近并扔垃圾。超声波模块接线图如图 3 所示。

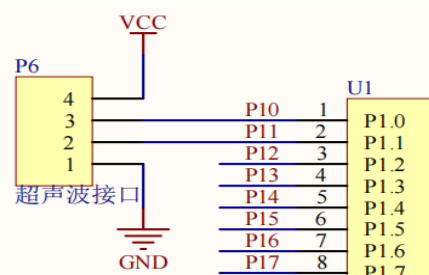


图 3 超声波模块接线图

### 2.4 湿度检测系统

湿度检测系统则是利用 DHT11 温湿度传感器来监测垃圾的湿度水平。在论文中选择了 DHT11 数字温湿度传感器作为我们的测量工具。这种传感器不仅能够同时测量温度和湿度，而且其测量结果的精确度非常高，特别适合于需要准确湿度数据的场合。当传感器检测到垃圾湿度超过预设阈值时，系统将垃圾判定为湿垃圾。湿度检测对于垃圾的分类至关重要，因为湿垃圾通常需要不同的处理方式。例如，湿垃圾可能需要更频繁的清运，或者需要特殊的处理设施来处理其高水分含量。通过准确地识别并区分干垃圾和湿垃圾，系统能够有效地指导垃圾的分类和处理，提高垃圾处理的效率和环保性。

论文中采用的是 DHT11 数字温湿度传感器，该传感器集成了温度和湿度两种测量功能，能够实现精确的湿度读数。DHT11 传感器通过单总线数字接口与单片机通信，接线方式简单快捷，简化了电路设计并提高了系统的可靠性。在本系统中，湿度阈值设定为 60%，一旦检测到的湿度超过此值，系统即刻将垃圾归类为湿垃圾，并通过显示模块向操作人员发出提示。此外，湿度检测系统还具备自我校准功能，确保长期运行中的准确性和稳定性。温湿度传感器接线方式如图 4 所示。

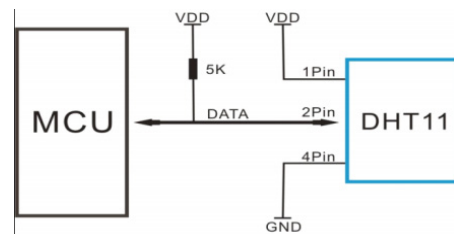


图 4 DHT11 数字温湿度传感器

### 2.5 金属探测系统

当超声波传感器检测到范围内有人时，金属传感器则开始检测人所投入的垃圾是否含有金属，本系统利用金属物体对信号产生谐波的场强变化会使振幅随机产生变化来识别金属垃圾<sup>[3]</sup>。如果检测到垃圾中含有金属成分，系统将通过蜂鸣器发出报警信号，并要求操作者手动按下回收按键，以打开特定的垃圾桶进行金属垃圾的回收。本系统中采用的是现有的 MDS-60 金属探测模块，该模块具有较高的灵敏度和稳定性，能够准确地识别出各种金属物品，包括但不限于铁、铜、铝等常见金属。此外，金属探测模块与单片机的接口设计简洁，便于集成到整个垃圾分类系统中，实现了快速响应和准确判断。其原理图如图 5 所示。

### 2.6 按键控制系统

按键控制系统为用户提供了一个与系统交互的功能。在本设计中，按键控制主要设置垃圾检测高度的阈值和手动控制垃圾桶的开合。例如，在金属探测模块检测到金属垃圾并发出报警时，操作者需要手动按下按键来打开特定的垃圾桶盖以及该系统在适配不同垃圾桶时需要进行的垃圾检测的阈值设定。

本设计中，我们采用独立键盘。按当按键按下，与主

控芯片连接的端口被降为低电平，按键松开则升为高电平。按键采用的是 Tack Switch 按钮开关，它具有自动恢复的功能。当我们按下按钮时，其中的接点接通，放开按钮后，接点恢复为切断。

### 2.7 电机驱动系统

电机驱动系统负责根据检测结果控制垃圾桶盖的开合。在本设计中，当系统检测到干垃圾、湿垃圾或金属垃圾时，相应的舵机会被激活，打开对应的垃圾桶。电机驱动系统确保了垃圾桶的开合动作平稳、可靠，并且响应迅速。电机的使用提高了系统的自动化程度，减少了人工操作的需求，从而降低了人力成本并提高了垃圾分类的效率。

为了提高电机转动效率，在这里加装了一个 L298N 是专用驱动集成电路。该集成电路属于 H 桥集成电路，与 L293D 的差别是其输出电流增大，功率增强。其输出电流为 2A，最高电流 4A，最高工作电压 50V，可以驱动感性负载，如大功率直流电机，步进电机，电磁阀等等，特别是其输入端可以与单片机直接相连，从而很方便地受单片机控制<sup>[4]</sup>。当驱动直流电机时，可以直接控制步进电机，并可以实现电机的正转和反转，实现此功能只需要改变输入端的逻辑电平。其电路接线图如图 6 所示。

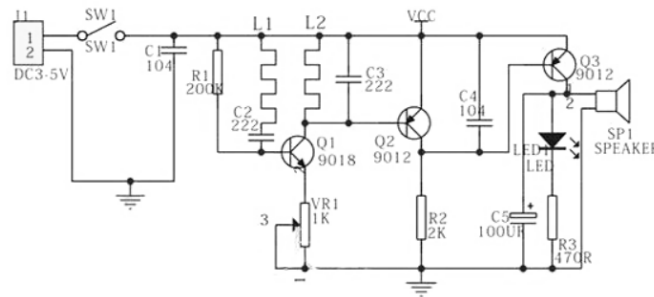


图 5 MDS-60 金属探测器原理图

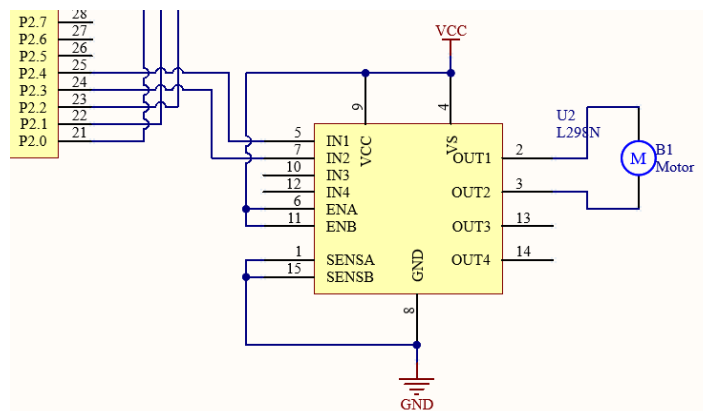


图 6 电机驱动电路接线图

## 3 软件设计

本设计采用 51 单片机的 AT89C51 芯片，使用 Keil uVision4 作为开发环境，编程语言为 C 语言，以实现复杂的控制程序。程序设计包括初始化 LCD1602 显示屏、超声波

引脚和定时器，以及主函数中对垃圾桶高度的监测和控制逻辑。定时器 0 的中断服务函数负责产生 PWM 信号控制桶盖电机、计算延时和触发超声波测距，实时更新 LCD 显示。具体软件设计流程图如图 7 所示。

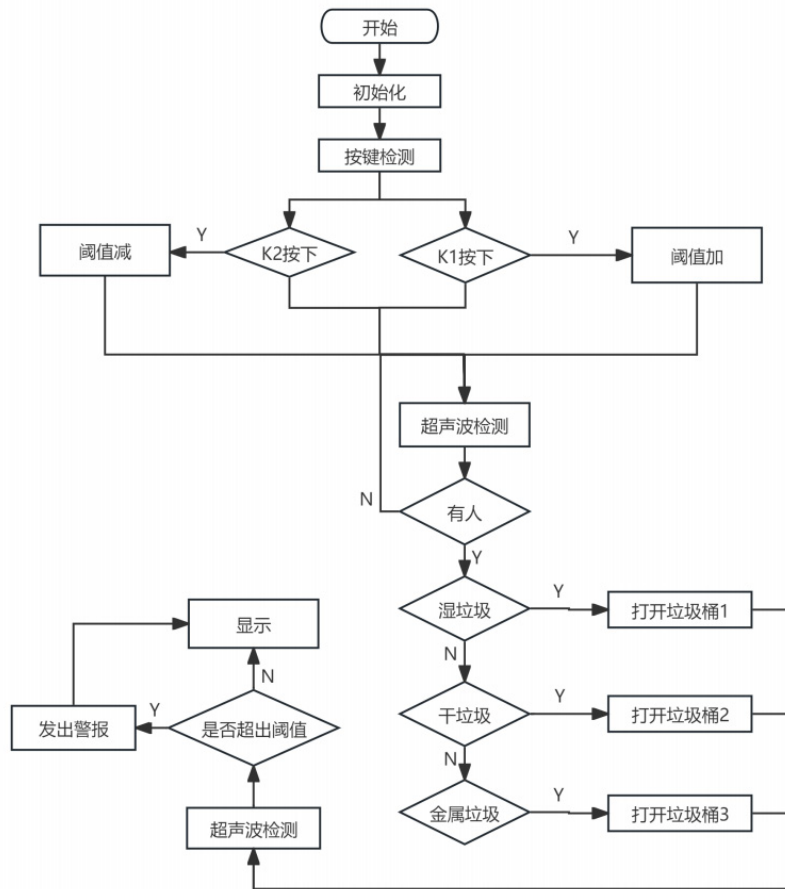


图 7 软件设计流程图

### 4 结论

论文介绍了一种基于 51 单片机的智能垃圾桶系统的设计与实现。该系统集成了多种传感器和控制模块，能够自动监测垃圾桶内的垃圾高度，并根据设定的阈值控制桶盖的开闭，从而减少垃圾溢出和异味的产生。通过超声波传感器实现非接触式垃圾高度检测，提高了系统的稳定性和使用寿命。同时，系统还具备湿度检测和金属探测功能，能够对垃圾的种类和湿度进行初步判断，为垃圾分类和处理提供数据支持。此外，系统设计简洁，操作方便，不仅提高了垃圾分类的效率，而且在很大程度上减少了人工操作的需要，使得整个垃圾处理过程更加智能化和自动化，为城市垃圾管理提供了有效的解决方案。

### 参考文献：

[1] 朱东南,陈育中.基于STC单片机的智能分类垃圾桶的设计[J].电

脑知识与技术,2023,19(17):137-139.

[2] 苏畅.基于单片机控制的LCD显示万年历制作[J].长江大学学报(自科版),2013,10(22):77-79.

[3] 张宗帅,孙吉檀.基于STC89C52单片机的智能垃圾桶系统[J].数码设计,2021,10(11):29.

[4] 周兴超.可移动监控机器人的研究与设计[D].沈阳:沈阳理工大学,2009.

通讯作者：刘财勇（1976-），男，中国黑龙江鸡西人，博士，副教授，从事机器人系统集成与应用、机器人工程教育研究。

基金项目：攀枝花学院大学生创新创业训练计划项目“基于机器视觉的垃圾分类分拣系统的研究”（项目编号：2023cxcy262）。