

## 摘要

随着物联网的不断发展，我们日常生活中开始出现一些使我们生活越来越方便的智能产品，这些产品遍布于我们的衣食住行中，让我们逐渐体会到什么叫做科技改变生活，在我们发展的道路上，通过不断学习、不断创新，我们就能发现更多“新世界”，创造出利于我们发展的产品。智能家居已经是智能化家居的趋势，也是当今物联网技术进步和发展的主要热点和方向。

垃圾桶作为家里或公共场所不可或缺的基础设施，它与我们的生活息息相关。通过观察发现，我发现目前在大多数的公共场合，户外垃圾桶已随处可见，但却缺乏一些人性化、智能化的设计，传统露天的垃圾桶不仅需要我们自己手动打开，十分不卫生，而且还会散发出阵阵恶臭，甚至有时候因为垃圾没有得到及时的处理，而堆积亦或溢出垃圾桶掉到地上来，这不但容易在空中滋生一些细菌，还可能使得老鼠乱串，影响了环境。因此设计基于语音识别芯片 LD3320，经 STM32F103C8T6 处理，实现了对垃圾桶的离线智能化声音识别和对语音监测，从而可以完成对语音监测的自动开闭，避免了用户直接接触垃圾桶盖，实现了离线声控倒垃圾，同时在垃圾桶壁增加红外线监测，监测垃圾桶是否已满，将监测到的信息通过云平台传递到手机 APP 上，从而可实现对智能设备的远程监控，及时清理已满的垃圾垃圾桶，使得“遍地”垃圾成为过去时。

关键词：智能垃圾桶；LD3320 语音识别；STM32F103C8T6；ESP8266

## 1 绪论

随着社会的不断发展，我们的生活不断的改善，人们的消费能力提升，随之而来的问题是垃圾的不断增多，如何处理合理垃圾成为了大家所关心的问题，这与人们的生活品质有着极其重大的关系，如若垃圾处理的方法不正确，环境将会因此受到污染。在观察中发现现实生活对使用智能垃圾桶并不普及，所以本设计的是一款基于 STM32 控制的智能垃圾桶远程实时监控系统，STM32 单片机具有高效稳定的性能保证了设计的可靠性，结合语音识别和语音播报功能，方便用户进行人机交互控制，用户通过语音对话就可以和垃圾桶进行垃圾种类识别，并且会把垃圾种类通过语音播报形式反馈给用户，让用户可以了解垃圾分类信息，当智能垃圾桶通过语音识别模块识别出垃圾的种类后，相对应的垃圾桶盖就会打开，以供用户投放，当用户投完垃圾之后垃圾桶盖会自动闭合，其开盖的时间可以根据需求所设定。除了离线语音识别功能之外，还有垃圾状态信息检测，桶壁装传感装置，用来检测垃圾是否装满，然后通过物联网，把垃圾桶已满的信息传给环卫工人，环卫工人他们使用手机 APP 可从云端接收垃圾桶状态信息，了解已装满垃圾桶的位置信息，及时进行垃圾处理工作。希望以此优化人

们日常生活中的垃圾投放，实现方便人们扔垃圾、将垃圾与人类隔绝起来，实时处理垃圾等功能，从而达到它的隔离作用，方便人们的作用。

## 1.1 研究背景及意义

### 1.1.1 研究背景

在最近几年，垃圾分类渐渐成为了我们推行保护环境的措施，保护环境人人有责。我们都知道，如何将垃圾合理分类处理是一个十分复杂的过程，目前公共场所或社区使用的垃圾桶多为普通的实用单筒垃圾桶或是多内桶垃圾桶，垃圾桶只是单纯存放垃圾的工具，其本身并不能对投放的垃圾进行识别和分类，需要垃圾投放者对垃圾先自己进行分类，再扔进一个相应的垃圾桶，这对于垃圾投放者就要具备较高的垃圾详细分类知识和技术要求，再加上我们还要将用户分类好之后自行重新打开一个垃圾桶，这样既不卫生也不方便，而且费时。自从我国开始推行垃圾分类投放后，与原来不进行分类投放的垃圾相比，对于普通家庭来说，垃圾分类投放难度较大、耗时相对较长、分类错误率也相对较高。为了弥补这些传统垃圾桶中所存在的缺陷，让垃圾处理工作变得更加高效、便捷与降低成本，智能垃圾桶就应势而生。

### 1.1.2 研究意义

随着移动互联网的不断普及与当今世界社会和经济的不断发展，人们的环境保护意识逐渐提高与增强，现今的垃圾桶，所要追求的就是将环境保护与科学技术融为一体，以此方式来满足大家对于环保与提升高质量的生活水平与品质的愿望。智慧垃圾桶的形成与世界文明的发展息息相关。为了加速实施垃圾分类管理制度，本次设计的目的就是基于 STM32 控制的智能垃圾桶远程实时监控系統，结合语音识别和语音播报功能，以解决现有技术存在的垃圾分类投放的难度较大、耗时较长、分类错误率较高的问题。除了离线语音识别功能之外，还有手机远程监测功能，可以随时随地查看垃圾状态，可以有效解决垃圾处理不及时、垃圾溢出地面影响生活环境等问题。

## 1.2 国外垃圾分类现状及研究现状

据了解在发达国家，垃圾分类从很早就已经实施了，目前已达到了很高的水平且有着广泛的普及度，它们有着针对垃圾处理的政府部门以及相应的公司进行垃圾分类处理工作。对于这些国家的人民来说，在他们日常生活中合理的垃圾分类是十分普遍且重要的，垃圾分类的观念已深入人心。之前有幸去到国外生活与学习一段时间，印象最深刻的是在欧洲那边的塑料瓶子是要支付瓶子费用的，就是结算的时候，一瓶水的价格是瓶子加上里面的水，然后瓶子有一个回收的标志以及瓶子的价格，当喝完水之后的空瓶子可拿到附近的超市进行回收，一般附近超市都会有专门自动回收的机器，回收之后

可以收回之前我们所支付的瓶子价格，然后可以兑换现金或者超市购物抵用卷，所以在欧洲那边我几乎没有在路边见到过随意丢弃的塑料瓶子，而平常时的垃圾，楼下都有专门的分类垃圾桶，在刚到那边的时候，第一节课堂上教授就垃圾分类处理这一块讲了很久且详细，可见他们对于合理进行垃圾处理十分的重视。

### 1.1 国内垃圾分类现状及研究现状

与其他国家相比国外，由于我国人口基数大，加上国内的垃圾分类政策开始落地较晚，首先主要是我国的垃圾分类政策实施尚未到位，其次主要是我国的垃圾分类处理设施缺乏科学化。据我们的有关研究人员发现，由于受到了我国社会和经济发展的水平等诸多相关影响因素的限制，目前，我国城镇居民的生活垃圾分类认知意识仍然存在着欠缺，这无疑是导致生活垃圾分类在各个大都市屡遭尴尬的根本性原因之一。特别是在以前的时代，人们并没有

了垃圾合理分类的概念，所有的垃圾都被安装在了一个大型的垃圾桶里面，随着国内垃圾合理分类政策的出台和实施，我们的垃圾分类才逐步地有所改变，人们渐渐认识到了垃圾合理分类的重要性。

### 1.2 本论文研究的内容

本设计的是一款基于 STM32 控制的智能垃圾桶远程实时监控系统，加上语音识别模块和语音播报模块，可实现人机交互，语音识别模块可以使用户唤醒智能垃圾桶以及识别用户所倒的垃圾类别，然后语音播报模块可实现将用户所倒垃圾种类通过语音播报形式反馈给用户，让用户可以了解垃圾分类信息，加上舵机驱动模块可实现当垃圾桶识别垃圾种类以后会自动打开对应的垃圾桶盖，

用户可在我们设定的时间内投放垃圾，之后垃圾桶盖就会自动关闭。除了离线语音识别控制垃圾桶功能之外，还有远程监测垃圾状态的功能。首先设计相应垃圾桶的红外传感器作为垃圾状态的监测，然后使用 WIFI 模块加上机智云平台可实现对于垃圾量远程的监控。

## 2 总体设计方案

### 2.1 总体方案概述

此设计一款能用语音控制、自动打开的垃圾桶，加上手机 APP 监测垃圾量状态。在每一天的生活中，生活垃圾也随之而来，倒垃圾成了我们每天的日常，垃圾桶种类繁多，但几乎都是要垃圾投放者自己打开垃圾桶，大家都不太愿意去自己打开垃圾桶盖去倒垃圾，因为垃圾桶盖有时很多的细菌，十分的不卫生，还有些人因为这个原因直接把垃圾放在了垃圾桶旁边的地面上。为了能够解决这些问题，使得人们的生活有所改变，本设计提出了基于 STM32 控制的智能垃圾桶远程实时监控系统的设

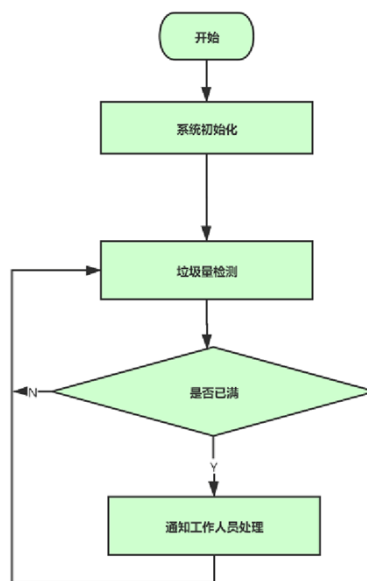
计，以 STM32 作为主控模块，辅以 SG90 舵机、语音播报模块以及语音识别模块等，垃圾桶盖的打开与闭合可通过舵机来实现。随着物联网的发展，人们日常生活中都离不开手机，设计手机 APP 监测功能可以将垃圾状态信息及时上报，环卫工人能随时随地查看各个社区的垃圾桶信息，使得垃圾处理工作方便、快捷。以下是各个模块的功能简介：

- (1) 离线语音识别模块，无需网络即可实现识别用户需要扔的垃圾
- (2) 语音播报模块，播报提醒用户是什么类型的垃圾
- (3) 舵机驱动，打开相应的舵机模拟打开相应的垃圾桶盖
- (4) 单片机核心板，控制各模块协调工作
- (5) 垃圾状态信息检测模块，两侧桶壁装传感装置，用来检测垃圾是否装满

(6) 物联网或手机 APP 设计，环卫工人使用手机 APP 或者电脑端从云端接收垃圾桶状态信息，了解已装满垃圾桶的位置信息，及时进行垃圾处理工作

## 2.2 工作流程

根据上面的需求设计出两个的工作部分，一部分是手机 APP 监测，另一部分则是离线的语音识别垃圾种类进行垃圾处理。



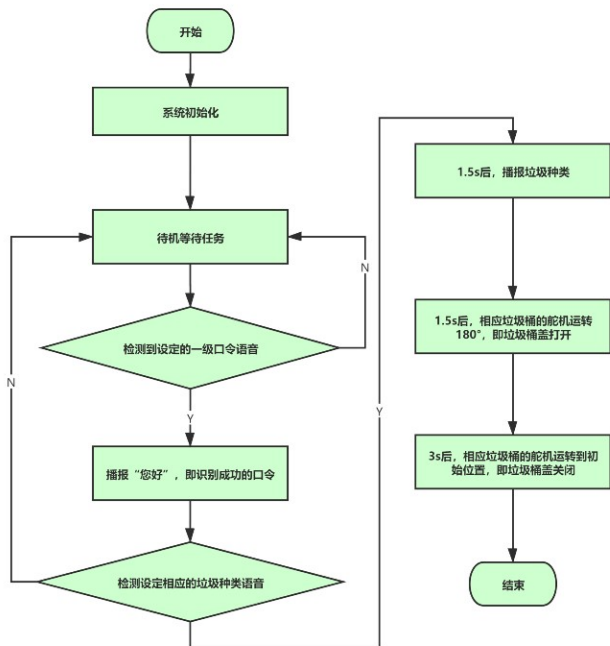


图 2-1 手机 APP 监测工作流程图 图 2-2 离线系统工作流程图

## 2.3 硬件结构

简单认识完本设计的两个工作部分，接下来就是介绍这次设计的两个工作部分的硬件结构组成。

### 2.3.1 硬件设计要求

在设计的时候对于硬件的选择，如何利用有限的硬件资源来完成系统设计的目标是十分重要的。对于本次设计来说，智能垃圾桶作为一种十分普遍的产品，其性价比和质量是吸引大众的关键，好的控制单元是整个系统的核心，保证了系统的稳定运行，所以说选择一种性价比高与可扩展性好的控制单元是制作智能产品的关键。

### 2.3.2 离线语音垃圾处理部分硬件整体结构

如果要满足离线语音垃圾处理部分硬件设计的功能需求，则应设计多个功能模块组成，通过各模块间的配合协作，实现硬件设计的目标，设计的硬件示意图如图 2-3 所示：

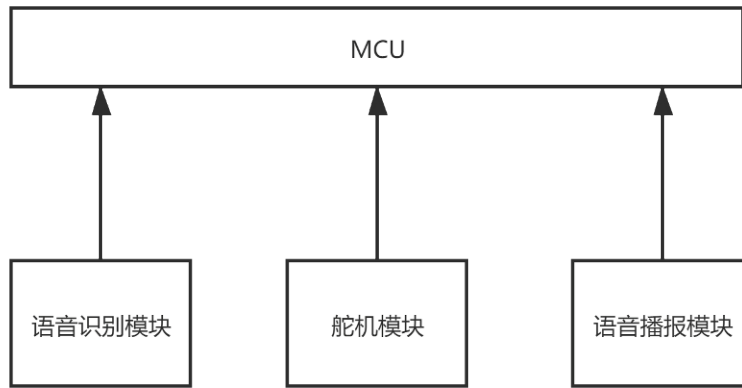


图 2-3 离线语音垃圾处理部分硬件整体结构

上图可以看出，左下第一的语音识别模块，可识别用户需要扔的垃圾；右下的语音播报模块，实现播报提醒用户是什么类型的垃圾；中间的舵机驱动模块，则可以打开相应的舵机模拟打开相应的垃圾桶盖；最后的 MCU 模块作为核心控制的单元，控制各模块协调工作，这个模块可以进行我们所需数据的计算和控制逻辑的实现。

### 2.3.3 手机 APP 监测部分硬件整体结构

同样的，如果要想实现手机 APP 监测部分硬件设计，则需要各个模块之间协调工作，从而是实现设计的目标，设计的硬件示意图如图 2-4 所示：

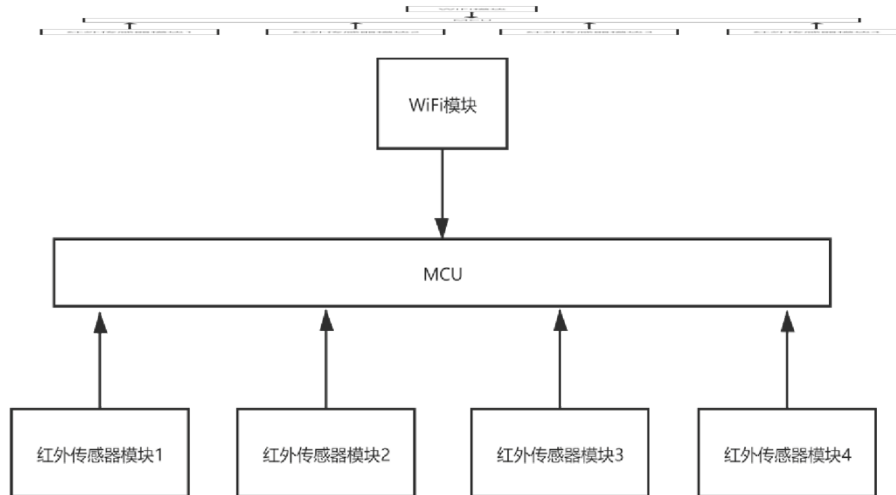


图 2-4 手机 APP 监测部分硬件整体结构

由上图可知，在本次设计中采用的是 STM32F103C8T6 模块作为核心控制单元，因为我们所需要接收的红外线传感器数据计算都可以在这个主控模块上实现。红外传感器模块则可实现监测垃圾量的作

用，其数据与 MCU 交互。WIFI 模块是实现数据传送的关键，垃圾状态信息的远程传递就是通过这部分实现的，它由 ESP8266 和云平台组成的。

## 2.4 软件结构

本次设计中采用的是 KEIL5 软件进行程序的编写来实现离线语音交互功能与云平台实时监测功能。

### 2.4.1 离线语音垃圾处理部分

程序的编写是采用 KEIL5 软件进行，根据之前设计的流程图，编写相应的程序，实现各个模块的控制。本设计思路使用的是由局部到整体的方式，软件编程通过使用 KEIL5 来实现，将各个模块的编程代码封装于不同的文件夹中的 .c 和 .h 文件中，整体功能的运行通过在主函数中调用一个功能模块函数来实现。此次设计中，主控芯片选用

STM32F103C8T6，搭配使用成熟方便的 C 语言，基于 KEIL5 平台进行设计。上电后对函数初始化，系统进入待机状态。当用户需要投放垃圾时，说出一级口令即“垃圾桶”唤醒垃圾桶，然后说出投放的垃圾，语音识别模块接收声音信息后识别关键字，传输信号至 STM32 处理器，语音播报模块会播报垃圾的种类，然后处理器通过对比接收的信号驱动相应的舵机旋转，桶盖打开。用户可以在 3s 内投放垃圾，1.5s 后桶盖自动关闭。

### 2.4.2 手机 APP 监测部分

这部分主要部分是 ESP8266 与云平台，其信息传递过程为由红外线传感器传送相关垃圾信息给主控部分，主控部分通过 ESP8266 在将信息传送给云平台，之后云平台将接收到信息传送到手机 APP 上。这次的云平台采用的是机智云平台，它有可自动生成代码服务，这使得本次设计的开发时间更加短，开发环境更加的优越。只需在这个平台上进行注册登录，然后根据所设计的产品进行定义与设置，之后自动生成相关的产品代码即可。自动生成的代码可直接使用，其原理为当设备收到云端或 APP 端的数据后，程序会将数据转换成对应的事件并通知应用层，开发者只需要在对应的事件处理逻辑中添加传感器的控制函数，就可以完成产品的开发[1]。本设计自动生成的代码就可用来开发需要的产品，协议相关的部分就不必需要我们自己处理了，节省出来的精力可以集中在产品的核心功能开发上。而 ESP8266 与机智云平台信息的传递则需要机智云平台上专门的 WiFi 固件，只有在 ESP8266 上烧写该平台的官方固件，才可以将智能垃圾桶与云平台联系起来，实现远程监测的目标。

## 2.5 云平台的作用

机智云是一个为开发者提供了自助式智能硬件开发工具与的云端服务的开发平台[2]，它主要专注于物联网与智能硬件云服务，其之所以物联网与云服务开发的专业技术门槛比较低主要是因为其拥

有一种傻瓜式的软件工具和不断加强的 SDK 与 API 服务功能, 不仅使得开发者的产品在国内和境外市场上投产率有了很大的提高, 还可以大幅降低研发成本, 使得开发人员能够更好地对物联网硬件进行智能化的升级, 更好地连接、服务到最终的消费者[3]。

### 3 硬件实现

无论是怎样的设计, 硬件的实现决定了本次设计是否成功。所以说, 对于我们设计者而言, 良好且合理的硬件设计是十分重要的, 这决定了所设计的产品是否能够真正在现实生活中得到投入与使用。

#### 3.1 语音识别模块

语音识别模块是智能垃圾桶离线驱动的核心部分, 通过口令识别将数据发送给 MCU, 然后来实现相应的驱动功能, 完成垃圾桶盖的闭合, 实现用户无接触倒垃圾以及正确的垃圾分类处理。

##### 3.1.1 模块选择

选择一款“语音识别”专用芯片是实现离线语音识别控制的关键, 而 1d3320 芯片则就是专门用来进行语音识别的芯片。其由语音识别处理器和一些外部电路所构成, 包括麦克风接口、AD、DA 转换器等, 直接将其集成到自己所现有的软件或者系统中即可以实现语音识别/声控/人机对话等特殊的功能, 不必再需要另外外接任何的辅助软件芯片, 比如 Flash、RAM 等, 并且识别的关键词语列表也都是完全可以随时进行动态编辑。

##### 3.1.2 管脚分布

在本设计中, 语音识别模块的所使用到的引脚有: P4 (并行口)、5 (并行口)、P6 (并行口)、P7 (并行口)、GND (地)、+5V (电源)

##### 3.1.3 性能特点

这个模块可以识别单字, 词组或短句, 其中词组或者短句, 最多至少可以分别设置 50 项候选标准识别句, 即每个识别句都可以分别设置成单字、词组或者简短句。十分方便的一点就是, 识别句子的内容可以直接通过主控芯片自己进行动态编辑来进行更新和修改, 用户通过自己的设定寄存器等方式可将识别关键词语的拼音字符串直接传入到芯片内部。通过对芯片内部的寄存器进行读写, 就能够实现主控 MCU 对芯片的执行。如果我们想方便地直接完成自己所设置的语音识别列表, 启动语音识别, 获得识别结果, 通过自己设置和数据库读取寄存器就可以实现了[4]。

#### 3.2 语音播报模块



语音播报模块是实现用户区分垃圾种类的关键部分，通过此模块垃圾投放者可以了解到自己所倒垃圾是哪一类，这对于垃圾分类处理有着十分重要的作用。当用户在倒垃圾前了解了垃圾的种类，就可在倒垃圾前对垃圾进行分类，直接唤醒相应的垃圾桶投放垃圾，这使得垃圾的投放变得简单便捷起来。

### 3.1.1 模块选择

JQ8400 是一个十分适合初学者开发的播报模块，其中能将文字转换为语音文件存储到大 SD 卡的调试工具是由官方提供的，将 SD 卡插入模块，通过使用调试工具来确认播放文件对应的指令，然后在主程序内写入相对应的指令，最后可通过串口发送相关指令之后即可播放语音。

### 3.1.2 管脚分布

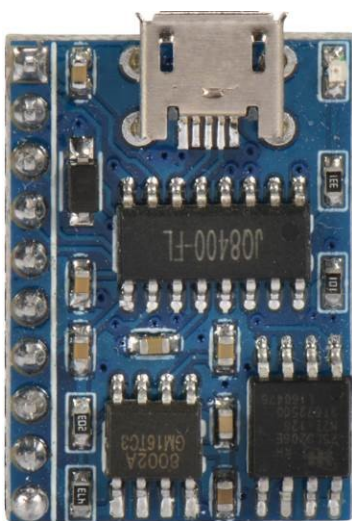
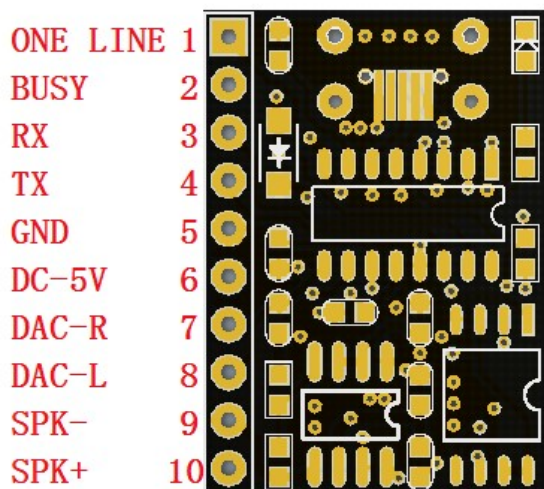


图3-1 JQ8400语音播放模块引脚分布

引脚	标示	说明
1	ONE LINE	一线串口脚
2	BUSY	忙信号脚, 播放时为高, 其它为低
3	RX	芯片串口接收脚, 接MCU的TX脚
4	TX	芯片的串口发送脚, 接MCU的RX脚
5	GND	芯片数字地
6	DC-5V	芯片供电脚, 3.3-5.0V
7	DAC-R	DAC音频输出右声道
8	DAC-L	DAC音频输出左声道
9	SPK-	接喇叭
10	SPK+	

### 3.1.1 管脚选择

在本设计中, 语音播报部分目的是为了告知用户, 一级口令成功唤醒智能垃圾桶, 说出垃圾名称后智能垃圾桶成功识别垃圾种类。因此为了成功播报这些内容, 这次采用 9 和 10 引脚接喇叭, 3 和 4 引脚则是连接 STM32 主控芯片, 负责进行数据的接收与发送, 接 2 引脚即忙信号脚, 可在播放时为高, 其它为低, 而 5 与 6 引脚则分别是 GND 与供电部分。

### 3.2 舵机驱动模块

舵机驱动模块是完成垃圾投放的必要部分, 当 MCU 完成垃圾种类的识别之后, 就会控制舵机部分打开相应的垃圾桶, 用户在相应的垃圾桶盖打开之后投放所倒垃圾, 这就完成了无接触垃圾投放。

#### 3.2.1 模块选择

机械控制模块选择采用 SG90 舵机, 其主要作用是完成垃圾桶盖的打开与闭合, 安装一个舵机或者两个舵机在四个垃圾桶盖旁, 然后由主控模块来控制这些舵机, 实现离线语音识别控制垃圾桶盖开或合。

#### 3.2.2 管脚分布

下面介绍的就是舵机的三个引脚: GND (地)、VCC (电源)、PWM (脉宽调制信号)。参考引脚图, VCC 代表的是电源电压, GND 则是表示接地, 而 PWM 对模拟电路的控制是通过利用微处理器的数字输出来实现的, 这种方法是对模拟信号电平进行数字编码。



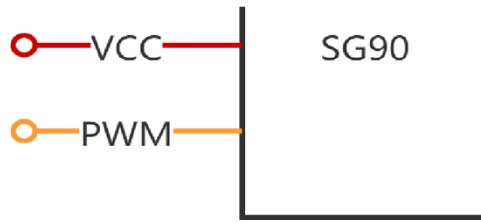


图 3-2 舵机驱动模块引脚分布

### 3.1.1 工作原理

舵机内部有一个基准电压，微处理器产生的 PWM 信号通过信号线进入舵机产生直流偏置电压，与舵机内部的基准电压作比较，获得电压差输出。电压差的正负输出到电机驱动芯片上，从而决定正反转。当舵机开始旋转的时候，舵机内部通过级联减速齿轮带动电位器旋转，使得电压差为零，电机停止转动[5]。

## 3.2 WiFi 模块

在设计中加入 WiFi 模块可以实现通过互联网实时监控的功能，使得智能垃圾桶能与云端进行通信，两端数据的交互。

### 3.2.1 模块选择

当使用 ESP8266 模块连接到互联网，设计中需要的垃圾量实时数据可以通过机智云平台搭建的手机 APP 来查看。

使用该平台创建 APP，在这个基础上添加本系统所需要的设备节点，系统会自动生成对应的通信协议来完成数据互传，这样就完成了智能垃圾桶数据远程查看的功能。

### 3.2.2 管脚分布

本设计所使用的 ESP8266 引脚图与引脚分布，TXD 与 RXD 为数据传输的通信串口，是本设计中所使用到的两个重要引脚。

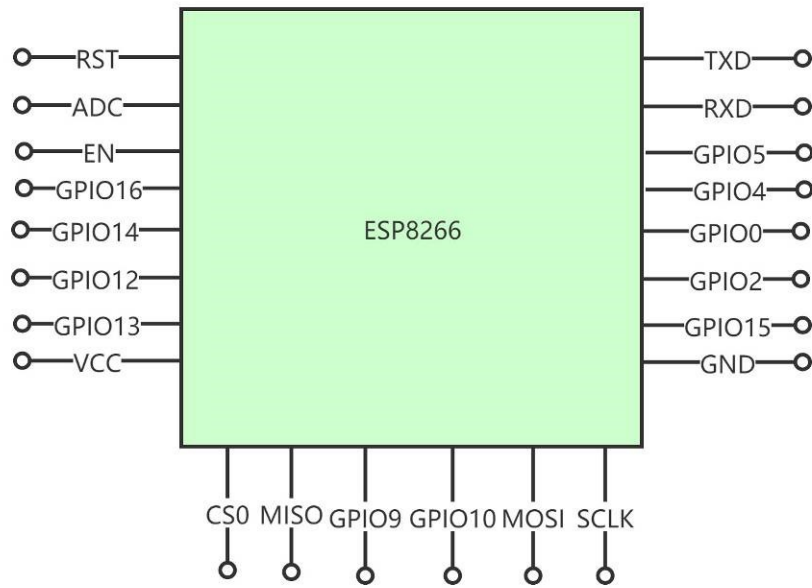


图 3-3 ESP8266 模块引脚分布

### 3.1.1 工作模式

本设计选择的是 STA 模式，此时 ESP8266 模块作为终端，可以通过连接室内路由、手机调试热点或者 AP 网络热点模块同时连接 AP 网络热点，可与其他用户进行双向的数据通信模块同时连接手机的热点，可与当前手机上的网络调试助手通信同时连接路由器，可以在当前网络下的 PC 或者手机的网络调试助手进行通信，也就是用户可以通过网络路由直接入手机或电脑，从而使得手机或计算机通过网络调试助手通信，实现对该设备进行的远程监视 [6]。

4 软件实现 在智能垃圾桶设备的开发过程中，软件编程也是十分重要的，硬件的实现就像是人的身体，是必不可少的，而软件的实现就像是人的脑子，没有大脑的控制，人体就无法行动，所以说它是为各个设计的模块提供实现的前提。

## 4.1 云平台开发

### 4.1.1 接入机智云流程

在设计过程中发现自己搭建云平台的难度很大和成本很高，加上我并没有学习过这个搭建过程，所以在这次的设计上选择了机智云作为第三平台即为本设计的云服务平台。作为一款 IOT 的自助开发平台，可以通过既定的流程将产品接入到机智云上，详细的接入流程如图 4-1 所示：

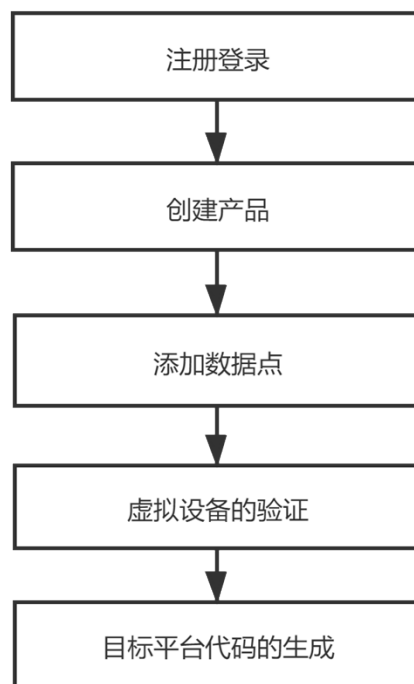


图 4-1 机智云接入流程

### 3.1.1 接入流程详解

1、注册登录账号。首先，进入机智云(Gizwits)官网，然后找到并点击开发者中心，之后就出现图 4-2 的注册界面，填好相应的个人信息，点击立即注册即可。

注册开发者账号

---

邮箱地址 建议使用常用邮箱地址

设置密码 建议使用两种符号组合

确认密码 输入确认密码

验证码 请输入验证码

立即注册

图 4-2 注册登录界面

1、创建新产品即本次设计的产品。当回到个人项目的页面时可看到创建新产品并点击，然后就会显示个人产品上的定义，在这个创建新产品的界面可根据需要对产品进行相应的分类、确定产品的名字以及产品应该用哪种技术方案。在这次设计中，采用“智能家居”的产品类型，名称为“智能实时监测垃圾桶”，WI-FI/移动网络方案，通信方式为 WI-FI，如图 4-3 所示：



图 4-3 创建产品

最后点击保存，网页会跳转到产品的个人向导，如图 4-4 所示：



图 4-4 开发向导

创建产品成功之后，在这个页面上，我们可以看到在开发产品中会使用到一些功能和资源，如 MCU 开发、产测工具、固件升级 OTA 和统计产品活跃周期等资源。而在基本信息栏中主要列出了关于产品的一些信息、Product Key 和 Product Secret。Product Key 和 Product Secret 码是我们创建新产品时自动生成的识别码如图 4-5 所

示，Product Key 的产品标志和信息，开发者可以通过机智云后台创建新的产品后，自动生成一个 32 位的字符串。在机智云的数据库中是一个唯一的编程器号码，开发者把 Product Key 写入到设备的主控 MCU 后，机智云通过这个标识码对所有设备的编程器进行了识别并自动地完成了登录[7]。Product Secret 作为产品的秘密钥，在云端生成一个 Product Key 的情况下，云端可以相互对应地生成一个 Product Secret，该参数属于关键的机密参数，不应给第三方提供任何信息泄露。



图 4-5 产品基本信息

3、添加数据点。数据点是设备产品的功能的抽象，用于描述产品功能及其参数。创建数据点后，设备与云端通讯的数据格式即可确定，设备、机智云可以相互识别设备与机智云互联互通的数据[8]。在左侧栏的产品信息上，点击数据点，然后点击新建数据点，会弹出一个配置小页面 如图 4-6 所示，我们可以看到数据点定义基本内容可分为标识名，读写类型，数据类型及备注。





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/187135051031006116>