

# 北京航空航天大学

## 第二十三届“冯如杯”

### 学生参赛论文

院（系）名 称	<u>电子信息工程学院</u>
专 业 名 称	<u>电子信息工程</u>
作 者 姓 名	<u>孙雪蕾</u>
学 号	<u>12021085</u>
指 导 教 师	<u></u>

2013 年 4 月

# 智能电子冰箱保姆

---

孙雪蕾 12021085

庞文博 12021233

**摘要:** 随着科技的进步和人们生活水平的提高, 冰箱的智能化成为历史发展的必然趋势。智能电子冰箱保姆的想法应运而生。智能电子冰箱保姆结合了电子鼻与电子舌技术以及射频识别技术, 通过对冰箱中储存食物的无损智能化检测在一定程度上保证了人们的食品安全。智能电子冰箱保姆的功能理论上由以下四大系统来实现: 气味识别系统、味觉识别系统、食物信息识别及检测系统、制冷系统。该产品通过这四个系统的细致分工与密切合作能够实现对冰箱内保存食物的新鲜程度的实时监控, 并对用户提出合理健康的饮食建议。该产品不仅能为生活节奏快的上班族带来巨大便利, 更能将其运用于饭店、酒店、食品加工工厂以及大型的食品储藏中, 有利于节约资源、保护环境, 具有广泛的应用前景。

**关键字:** 冰箱、智能化、电子舌、电子鼻、射频识别技术

**Abstract:** With the improvement of technology and the advance of our daily life, refrigerator is supposed to be intelligentized, which breeds the idea of Intelligentized Refrigerator Nurse. This production will combine the technology of Electronic nose, Electronic tongue and Radio Identification, with the help of these advanced technologies, we can do some damage free and intelligent detection to the food stored in the refrigerator, which could ensure we human beings have safe food to eat. There are four main systems which consist of the Intelligentized Refrigerator Nurse, namely: Smell Identification system, Taste identification system, Refrigerating system and the Identify & Detect system. This production can automatically monitor whether the food is fresh, and it can provide healthy diet suggestions to its owner. This production can not only bring numerous advantages to people who are in a fast-paced life due to their jobs, but also can be applied to restaurant, hotel, packinghouse, and other large-scale food-store. In a word, this product is helpful to resource saving and environment protection, which means it will have far-ranging prospect of application.

**Keywords:** Refrigerator、Intelligent、Electronic Tongue、Electronic Nose、

Radio Identification

## 目录

第一章 绪论.....	2
1.1 引言.....	2
1.2 创意来源.....	2
1.3 我国现状分析.....	3
1.4 论文主要内容及组织结构.....	3
1.4.1 论文的主要内容.....	3
1.4.2 论文的组织结构.....	3
1.5 论文创新点分析.....	3
第二章 智能电子冰箱保姆的技术组件.....	4
2.1 系统软件技术组件.....	4
2.2 系统硬件技术组件.....	6
2.2.1 电子鼻组件.....	6
2.2.2 电子舌组件.....	8
2.2.3 无线射频识别组件.....	9
2.2.4 微处理器及显示设备.....	10
2.3 本章小结.....	10
第三章 智能电子冰箱保姆的总体设计.....	11
3.1 智能电子冰箱保姆的子系统组成与预期功能.....	11
3.2 智能电子冰箱保姆的子系统功能分析.....	12
3.2.1 气味识别系统.....	12
3.2.2 味觉识别系统.....	12
3.2.3 食物信息识别及检测系统.....	12
3.2.4 制冷保鲜系统.....	12
3.3 本章小结.....	13
第四章 智能电子冰箱保姆的预计技术难点.....	13
第五章 结束语.....	13
参考文献.....	14

## 第一章 绪论

### 1.1 引言

我们正处在一个经济与科技迅速发展的时代，人们不断地在追求生活品质的提高，在这种时代背景下各种智能产品应运而生。虽然智能产品的出现在很大程度上使人们的生活变得更加便捷舒适，但是，快节奏的生活以及不规律不健康的饮食习惯等因素使得现代人越来越多地脱离健康的状态，而处于一种亚健康状态。冰箱自 1918 年诞生以来就被赋予了冷藏和食物保鲜的重要使命，作为与我们所摄入的食物密切相关的家用电器，冰箱与我们的健康息息相关。研究表明，现代人对冰箱的依赖已经对他们的身体健康造成了不小的伤害。例如，过分相信冰箱的保鲜能力而使人们摄入了过多的腐败物质，有时候这种肉眼不可见的腐败物质可能不会很快对人们的健康造成影响，但是这种影响如果长期积累下去，总有一天会对人体造成不可弥补的创伤。那么怎样才能将由于人们过分依赖冰箱而产生的不好的影响转变成好的影响呢？如果冰箱能像保姆一样，对用户进行合理健康的饮食监管，那么不就可以大大降低用户因误食有害食品而生病的机率的吗？

### 1.2 创意来源

生活中，食品变质初期发生在食品表面的化学反应是极难通过肉眼来识别的。因此，因误食变质食品而导致的食物中毒的事件常有发生。其次，由于人类味觉的灵敏度不够高，所以即使食用了变质食品也很难被发觉。

近些年来，生物学家一直在致力于仿生电子舌与电子鼻的研究。仿生电子鼻，又称气味扫描仪，是 20 世纪 90 年代发展起来的一种快速检测食品的新型仪器。它以特定的传感器和模式识别系统快速提供被测样品的整体信息指示样品的隐含特征。电子舌则是一种使用类似于生物系统的材料做传感器的敏感膜，当类脂薄膜的一侧与味觉物质接触时，膜电势发生变化，从而产生响应，检测出各类物质之间的相关关系。先进的电子舌与电子鼻技术引发了我的兴趣。我突然想到，如果将电子舌与电子鼻“安装”在冰箱内部，使其能自动对无外包装食品进行无损变质检测。再结合无线射频识别技术，将检测数据经过分析整理后储存在食品的标签中。这样就可以将食品的各种信息通过计算机系统转变并输出为用户可见并且一目了然的食品安全信息了。

之所以决定要使用 RFID 标签，是因为这样可以方便用户时常更换冰箱种食品摆放位置，并对食品变质情况进行监控。例如，水果蔬菜长期贮存在冰箱中，智能电子冰箱保姆每隔一段时间就会对其进行变质检测。检测结束后，冰箱中的微处理器将会对收集到的数据进行分析整理，然后将这些信息转换并储存在食品的 RFID 标签上。这样，当用户主动读取标签信息时，就可以更加方便清楚的知道冰箱中的蔬菜水果近期的新鲜程度变化情况，帮助用户做出合理健康的食用判断。同时，对于像牛奶那样本身就标明了保质期限的有包装食品，通过将牛奶的保质信息提前录入计算机系统，计算机就能自动计算食品变质期限，并及时对用

户发出变质预警。也就是说,食品标签中不仅储存了冰箱组件检测到的食品信息,而且储存了食品本身自带的保质期限以及食用注意等信息。用户在食用食品前,只需获取食品标签上储存的信息即可知道食物的全部食品安全信息。这样就能大大方便用户食用冰箱中的食物,节约时间,为用户的饮食健康提供保障。

### 1.3 我国现状分析

目前,先进的电子舌技术一般用于酒类品鉴以及饮料品质鉴定。而电子鼻技术更主要运用于蔬菜水果、粮食新鲜程度鉴定以及水果储存时间及储存环境选择中。并且,电子舌技术与电子鼻技术一般结合使用。而 RFID 技术则更主要的运用于供应链物流管理、物联网领域、门禁控制系统。将三者结合并用于食品质量检测的实例基本没有。而且,目前一般家庭使用的冰箱也仅有基本的制冷保鲜功能。

### 1.4 论文主要内容及组织结构

#### 1.4.1 论文的主要内容

本文所研究的智能电子冰箱保姆是结合了原有普通冰箱与先进的电子舌电子鼻技术以及无线射频识别技术的新型冰箱。文章首先介绍了项目背景以及创意来源。在此基础上分别对智能电子冰箱保姆的软硬件技术组件进行了介绍。并详细阐述了智能电子冰箱保姆的子系统构成以及各项功能的实现方式。最后,论文对项目的可行性以及技术难点进行了分析,并针对智能电子冰箱保姆提出了在实际生活中的应用价值。

#### 1.4.2 论文的组织结构

本论文共分为五章:

第一章 论文的介绍及引入,主要介绍了创意背景及创意来源以及创意的创新点所在。

第二章 创意的基本技术组件的功能介绍与选择。

第三章 创意的整体构架以及各项功能的实现过程分析。

第四章 创意所面临的的技术难点的分析。

第五章 总结与展望。

### 1.5 论文创新点分析

智能电子冰箱保姆一改以往冰箱只有单纯的制冷保鲜功能的缺陷,利用先进的电子鼻与电子舌技术能够对储存在冰箱中的食品进行智能化无损变质检测。同时结合了先进的 RFID 技术可以对冰箱中的食品进行有效管理,为用户提供过期食品警告和有利于身体健康的饮食建议。该创意并未在外形上对普通家用冰箱做出太大改变,但却使得冰箱多功能化。随着物联网技术的进一步发展,家用电器的智能化和自动化必将成为时代发展的必然结果。

## 第二章 智能电子冰箱保姆的技术组件

### 2.1 系统软件技术组件

智能电子冰箱保姆的软件技术组件主要为无线射频识别系统中的读写器的软件系统。在系统结构中，软件作为主动方对读写器发出各种指令，而读写器则作为从动方对软件的各种指令做出响应。读写器接收到软件指令后，根据指令的不同，对电子标签做出不同的动作，并与之建立通信关系。电子标签接收到读写器的指令，也对指令进行响应。在这个过程中，读写器变成了主动方，而电子标签则成为了从动方。智能电子冰箱保姆读写器的微处理器为基于 DSP 的读写器。下面我将简单介绍基于 DSP（数字信号处理器）的 RFID 读写器的开发。

#### 1. 系统结构和工作原理

基于 DSP 的 RFID 系统由基带模块、射频模块、上位机和电子标签组成，其中基带模块和射频模块组成了读写器。系统工作在一定的频率范围内，一双手工方式在读写器和电子标签之间双向传递数据，其结构如图所示：

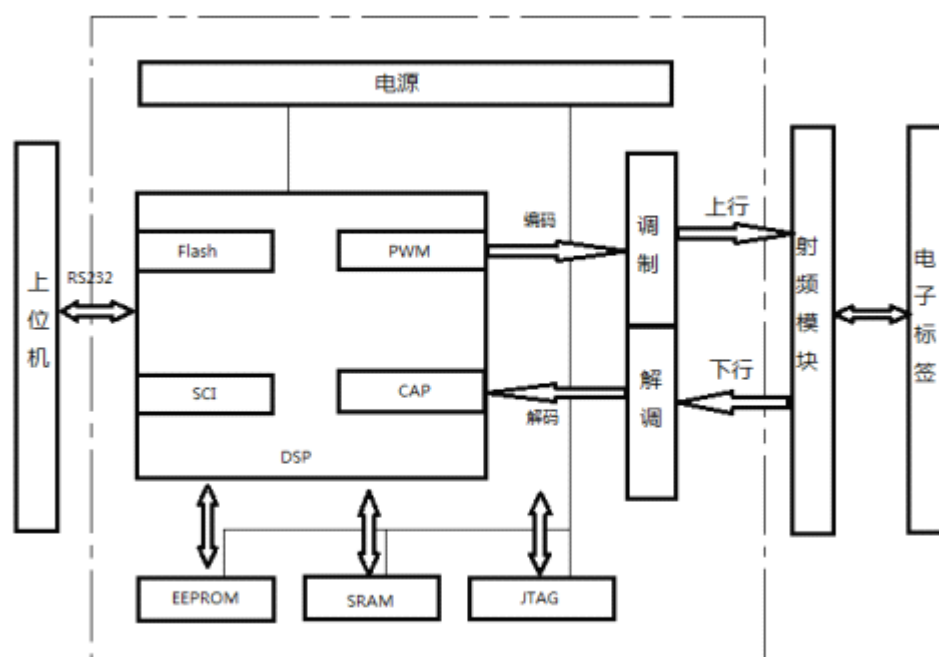


图 1 DSP 系统结构图

在进行射频识别时，读写器首先将搜索命令调制到载波上通过天线发送，在天线的读取范围内的电子标签通过载波获得电源和搜寻信息，经解调和信息匹配

后把自身相关信息发送给读写器，读写器对接收到的信号进行解调、解码和其他处理后送到上位计算机以满足用户的相关需求。

从结构图和工作原理可见，RFID 的基带模块是整个系统的核心部分，它的功能和特性直接影响到系统的性能。

## 2.DSP 微处理器特性和接口

这里采用 TI 公司的 C2000 系列的数字信号处理器 TMS320F2812 作为主控芯片，该芯片采用高性能静态 CMOS 技术，具有低能耗、高速度的特点。其内核采用 1.8V 供电，I/O 口采用 3.3V 供电。TMS320F2812 采用经典的哈佛总线结构，利用多总线在存储器、外围模块和 CPU 之间转换数据，同时它采用了指令流水线技术，保证信号处理的快速性和实时性。主频高达 150MHz，单一指令周期仅为 6.67ns，从根本上满足了基带模块的编解码和多标签防碰撞功能对 CPU 处理速度的苛刻要求。该芯片提供了 8KB（16 位）Flash，总容量达 18KB（16 位）的单口随机存储器（SRAM）和多达 1MB 的外部存储接口，该芯片扩展了 SPI；具有 2 个高速事件管理器，其中包含脉冲宽度调制（PWM）和事件捕获器（CAP）接口；支持 JTAG 边界扫描，极大地方便了代码开发。

TMS320F2812 芯片内核的供电电压为 1.8V，I/O 口供电电压为 3.3V，而外部提供的工作电压为 5V，因此系统使用了 IT 公司的 TPS767D318 作为电压转换芯片，可同时为 DSP 提供 3.3V 和 1.8V 的电压。TMS320F2812 芯片提供了大容量的 Flash 和 SRAM，但考虑到了开发阶段一般都把程序装载到 RAM，故选用了一片 3.3V 的低电压 SRAM 作为开发阶段的程序存储。本系统还选用了一片 SPI 的 EEPROM 来保存初始化所需的重要参数。系统的通信模块采用 TMS320F2812 自带的异步串行通信接口，它具有双向缓冲功能，独立中断和控制位。为保证数据的完整性，本系统的串口通信采用对传输数据求异或和进行校验。

## 3.上行信息编码与调制

上行信号是指从读写器发送到目标电子标签的信号，其编码方式采用脉冲宽度调制编码，编码格式为在周期为 14μs 的时钟频率上，占空比为 1/8 的脉冲信号表示“0”，占空比为 3/8 的脉冲信号表示“1”。经过编码后的上行信号由射频模块通过二进制振幅键控的方法调制到超高频的载波上通过天线发射。

该调制方式的实现需要基带模块提供摆幅为 0~5V，精度要求达到 10 位的可控 D/A 输出作为调制参数对读写器输出功率和载波调制深度进行控制。对该参数的产生，本系统采用定时器控制 I/O 口的输出占空比进行输出，由于 TMS320F2812 没有专门的 D/A 接口，因此使用 PWM 口输出信号经滤波后实现 D/A 功能。



TMS320F2812 芯片提供的 PWM 输出，是一种周期和占空比均可变、幅值为 3.3V、单边脉宽调制信号，因此需要将输出通过同相缓冲器把摆幅变到 0~5V。而只要改变 PWM 信号占空比就能实现电压范围 0~5V 的 D/A 转换输出。

#### 4.下行信号编码

下行信号是指电子标签发给读写器的信号，其通信速率为上行速率的两倍。用等脉宽的“1010”表示“1”，“1100”表示“0”。因此下行信号编码也可以视为一种特殊的脉宽调制编码。对下行信号的解码，是利用事件管理其中的捕获单元的捕获功能结合定时器来实现的。在捕获单元使能后，其引脚上的指定上升沿跳变触发定时器，在下次上升沿到来时触发捕获中断和停止定时器，在中断程序中通过相邻两个上升沿的间隔时间来判别是数据“0”还是数据“1”。

#### 5.DSP 程序设计

主程序首先进行 DSP 系统初始化，即对 DSP 内部一些寄存器进行初始化设置，然后是射频模块初始化，射频模块即 RFID 读写器。读写器初始化所需要的参数是通过 I/O 口模拟 SPI 协议从 EEPROM 中读取。初始化后程序通过射频识别模块发送搜索电子标签的命令，然后在规定时间内等待标签应答，若是没有应答则循环发送。收到应答消息后，程序根据信息的完整性校验结果来判断是单卡应答还是多卡触碰，如果没有碰撞则将信息解码并从串口传给上位机。如果出现碰撞则调用防碰撞算法，将多张标签的信息分别解码并上传上位机。

以上介绍了基于 TMS320SF2812 微处理器的 RFID 读写器基带模块的设计与实现，结合射频模块，就能构成一个简单和完整的 RFID 读写器。

## 2.2 系统硬件技术组件

### 2.2.1 电子鼻组件

#### 1.电子鼻组件的构成

电子鼻由气敏传感器阵列、信号处理系统和模式识别系统等功能器件组成。电子鼻的气味感知部分往往采用多个具有不同选择性的气敏传感器组成阵列，将不同的气味分子在其表面的作用转化为方便计算的与时间相关的可检测物理信号组，实现混合气体分析。在电子鼻系统中，气体传感器阵列是关键因素，目前的电子鼻传感器主要型号有导电型传感器、压电式传感器、场效应传感器、光纤传感器等，最常用的气敏传感器的材料为金属氧化物、高分子聚合物材料、压电材料等。在信号处理中的模式识别部分主要采用人工神经网络和统计模式识别等方法。人工神经网络对处理非线性问题有很强的处理能力，并能在一定程度上模

拟生物的神神经联系，因此在人工嗅觉系统中得到了广泛的应用。在同一个仪器中可安装多类不同的传感器阵列便可以使检测能够模拟人类嗅觉神经细胞，根据气味标识并利用化学计量统计学软件对不同气味进行快速鉴别。在建立数据库的基础上，对每一种样品进行数据计算和识别，可得到样品的“气味指纹图”和“气味标记”。电子鼻采用了人工智能技术，实现了有仪器“嗅觉”对产品进行客观分析。由于这种智能传感器矩阵系统中配有不同类型的传感器，它更能充分模拟复杂的鼻子。同时可以通过它得到某产品实实在在的身份证明（指纹图），从而辅助专家快速的进行系统化与科学化的气味检测、鉴别、判断和分析。

## 2. 电子鼻组件的工作原理

电子鼻识别气味的主要机理是在阵列中的每个传感器对被测气体都有不同的灵敏度。在整个传感器阵列中，不同传感器对不同气体的响应图案是不同的，正是这种区别，才使得系统能根据传感器的图案来识别气味。

在电子鼻具体工作时，某种气味呈现在一种活性材料的传感器的面前，像人体嗅觉的产生一样，传感器将输入的化学信号转化成电信号，由多个传感器对一种气体的响应便构成了传感器阵列对该气体的响应谱。由于气味中的各种化学成分均可能与敏感材料发生化学反应，所以这种响应谱为该气味的广响应谱。为实现对气味的定性或定量分析，必须将传感器的信号进行适当的预处理（如消除噪声、特征提取、信号放大等）后采用适当的模式识别分析方法对其进行处理。理论上，每种气味都会有它的特征响应谱，根据其特征响应谱可区分小同的气味。同时还可利用气敏传感器构成阵列对多种气体的交叉敏感性进行测量，通过适当的分析方法，实现混合气体分析。

电子鼻的工作可简单归纳为：传感器阵列—信号预处理—神经网络和各种算法—计算机识别（气体定性定量分析）。从功能上讲，气体传感器阵列相当于生物嗅觉系统中的大量嗅感受器细胞，神经网络和计算机识别相当于生物的大脑，其余部分则相当于嗅神经信号传递系统。

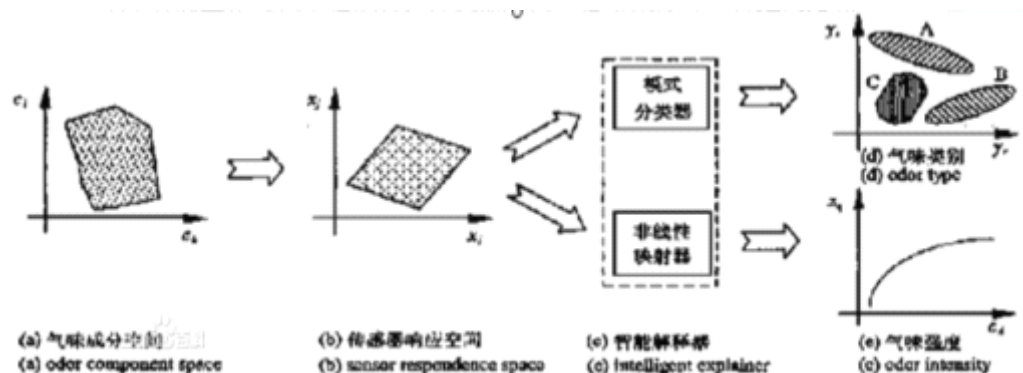


图2 电子鼻工作原理图

## 2.2.2 电子舌组件

### 1. 电子舌组件的构成

电子舌是用类脂膜作为味觉物质换能器的味觉传感器，它能够以类似人的味觉感受方式检测出味觉物质。目前，从不同的机理看，味觉传感器大致有以下几种：多通道类脂膜传感器、光学技术味觉传感器、伏安法传感器和生物传感器。模式识别主要有主元分析（Principle Component Analysis, PCA）、人工神经网络识别（Artificial Neural Network Recognition, ANNR）、模糊识别（Fussy Recognition, FR）和混沌识别（Chaos Recognition, CR）等。

智能电子冰箱保姆所采用的是伏安法传感器以及人工神经网络识别的模式识别方法。与其他传感器相比，伏安法传感器是通过在外加电压下测定通过传感器工作电极的电流。这种方法取决于所施加电压和传感器工作电极的种类，两极上发生电极反应，从而产生电流。伏安法传感器的灵敏度高，然而，因为被测溶液中几乎所有的成分在外加电压下都会产生电流，因此，在很多情况下分辨力低。使用脉冲电压（LAPV 即大振幅脉冲电压；SAPV 即小振幅脉冲电压；一般使用 LAPV）可以克服这种不足。基于这种技术，可以得到被测溶液的很多信息。这种味觉传感器的优点是具有高灵敏性、多功能性、简单性和鲁棒性，另外，选用不同的电压（如：周期性、直流或脉冲电压）可以满足其选择性。对于模式识别方法，人工神经网络是在模拟人类神经元拓扑结构的基础上构建的数据分析技术。人工神经网络能够通过学习和训练获得用数据表达的知识，除了可以记忆已知的信息外，还具有较强的概括能力、容错和自修复能力和联想记忆能力，在特征的提取、表示、推理和识别等方面都具有优势和发展潜力。

此外，智能电子冰箱保姆的味觉传感器与模式识别系统通过信号采集器相连。其作用是将从味觉传感器采集的信号经过放大、降噪处理经 A/D 转换转化为计算机能识别的数字信号通过 USB 接口传到计算机，并存储在计算机内，等待计算机进一步处理。

### 2. 电子舌组件的工作原理

电子舌最初的设计思想就来源于生物感受味觉的机制。电子舌系统中的传感器阵列相当于生物系统中的舌头，感受不同的化学物质，采集各种不同的信号信息输入电脑，电脑代替了生物系统中大脑功能，通过软件进行分析处理，针对不同的物质进行区分辨识，最后给出各个物质的感官信息。传感器阵中每个独立的仿佛舌面上的味蕾一样，具有交互敏感作用，即一个独立的传感器并只感受一种化学物质，而是感受一类化学物质，并非在感受某类特定化学物质同时，还感受另一部分其他性质的化学物质。

### 2.2.3 无线射频识别组件

无线射频识别技术（Radio Frequency Identification, RFID）的基本原理是利用空间电磁波的耦合或传播进行通信，以达到自动识别被标识对象，获取标识对象相关信息的目的。RFID 系统以电子标签来识别某个物体，电子标签通过无线电波与读写器进行数据交换，读写器可将主机的读写命令传送到电子标签再把电子标签返回的数据传送到主机，主机的数据交换与管理系统负责完成电子标签数据信息的存储、管理和控制。

无线射频识别组件主要由以下四部分构成：

#### （一）电子标签

电子标签（Tag）又称为射频标签、应答器或射频卡。电子标签附着在待识别的物品上，每个电子标签具有唯一的电子编码，是射频识别系统真正的数据载体。一般情况下，电子标签由标签天线和标签专用芯片组成，芯片用来存储物品的数据，天线用来收发无线电波。

智能电子冰箱保姆的所使用的电子标签为高频无源被动式标签。被动式标签是在读写器发出查询信号后才进入通信状态的电子标签。它使用调制散射方式发射数据，必须利用读写器的载波来调制自己的信号。其工作能量来源通过电感耦合方式从读写器耦合线圈的辐射近场中获得。该标签的读取距离为 1~1.5m。之所以选择高频标签是因为，目前市场中对高频电子标签的使用最为广泛，而且相比低频标签，高频标签在技术方面更加成熟，数据存储量更大，传输速率更快，并且可以通过腐蚀印刷的方式制作，可以同时读取多个电子标签。此外，该标签采用读写式标签，即标签的构成不仅有常规的只读存储器（ROM）和随机存储器（RAM）还有 EEPROM(电可擦只读编程存储器)，后者可以在加点情况下实现对原有数据的擦除和数据的重新写入。最后，智能电子冰箱保姆的标签采用纸质标签，该标签由面层、芯片电路层、胶层和底层组成，具有价格便宜、有自粘贴功能的优点。

#### （二）读写器

读写器是读取或写入电子标签信息的设备，通过其天线与电子标签进行无线通信，可以实现对标签识别码和内存数据的读出或写入操作。读写器将要发送的信息，经编码后加载在某一频率的载波信号上经天线向外发送，进入读写器工作区域的电子标签接收此脉冲信号，有关电路对此信号进行解调、解码、解密，然后对命令请求、密码、权限等进行判断。若为只读命令，控制逻辑电路则从存储器中读取有信息，经加密、编码、调制后通过卡内天线再发送给读写器，读写器对接收到的信号进行解调、解码、解密后送至中央信息系统进行有关数据处理；若为修改信息的写命令，有关控制逻辑引起的内部电荷泵提升工作电压，对 EEPROM 中的内容进行改写，若经判断其对应的密码和权限不符，则返回出错信息。

智能电子冰箱保姆中的读写器采用小型固定式读写器。该读写器与电子标签之间通过电磁反向散射耦合方式进行通信。读写器的硬件部分主要由控制模块、射频处理模块、天线及外围接口电路构成。控制模块即微处理器的主要功能是：与运用系统软件进行通信；执行从应用系统软件发来的动作指令；控制与标签的通信过程；基带信号的编码与解码；执行防碰撞算法；对读写器和标签之间传送的数据进行加密和解密；进行读写器和电子标签之间的身份验证；对键盘、显示设备等其他外部设备的控制。射频处理模块的主要功能是产生高频发射能量、激活电子标签并为其提供能量；对发射信号进行调制，用于将数据传输给电子标签；接收并解调来自电子标签的射频信号。而天线则是负责发射和接收射频载波信号的设备。其作用就是产生磁通量，为标签提供电源，在读写设备和标签之间传送信息。外围接口设备主要为 MUC 与主机的通信接口以及键盘、LED/LCD 显示等其他外部设备。

### （三）中间件

在 RFID 系统中，中间件的用途为连接阅读器与后端应用软件之间的桥梁。中间件既有软件也有硬件。中间件的组成主要为：读写适配器、应用层接口以及事件管理器。中间件具有提供透明的标签读写功能、进行数据的过滤与聚集、维护数据安全等功能。

### （四）数据管理系统

RFID 的数据管理系统又称为系统高层，它可以将许多读写器获得的数据有效地整合起来，完成查询、管理和数据交换等功能。

#### 2.2.4 微处理器及显示设备

智能电子冰箱保姆的“大脑”即信息处理系统采用 TI 公司的 C2000 系列的数字信号处理器 TMS320F2812 作为主控芯片，电子鼻、电子舌搜集到的食物信息传递至该微处理器，微处理器对信息进行计算处理，并与数据库中已有信息比较，判断食物是否变质。对于食物生产日期等信息，则可通过当下已广泛应用的物联网技术，利用 WIFI 网络判断食物能否使用。对于未拆封的食物，由于电子鼻、电子舌技术受到限制，这一点尤为关键。

处理器运算处理后得到的信息，将显示在冰箱外部液晶显示屏上，时时为冰箱使用者提供食物信息。在发现食物变质后，通过显示屏及蜂鸣器发出警告，为食品安全保驾护航。

## 2.3 本章小结

本章主要介绍了智能电子冰箱保姆的硬件与软件组件的组成。其中，硬件组件技术主要包括电子舌、电子鼻、无线射频识别组件以及微处理器和显示屏。而软件组件则主要是读写器软件系统的构建。对于软件系统的构建以及微处理器与整个系统的匹配性，由于专业知识有限，在这里只能做出简单描述，具体细节有待进一步研究。

### 第三章 智能电子冰箱保姆的总体设计

#### 3.1 智能电子冰箱保姆的子系统组成与预期功能

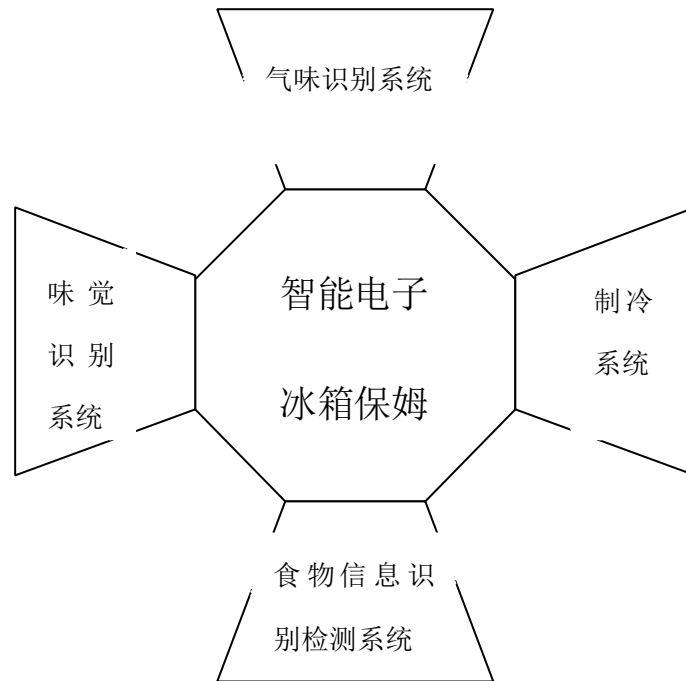


图 3 智能电子冰箱保姆的组成

**气味识别系统：**用于蔬菜、水果等食物新鲜程度检测，可以鉴别变质蔬菜、水果等变质后气味变化较大的食品是否变质；

**味觉识别系统：**用于汤类、肉类食品新鲜程度的检测，可以鉴别肉质新鲜程度及液体类（饮料酒水及汤类）食品的是否变质；

**食物信息识别及检测系统：**可根据食物的 RFID 标签识别食物信息，并联网检测其是否为合格产品，同时对于有一定保质期的袋装或盒装食品，可智能对用户进行过期提醒；

**制冷系统：**制冷保鲜功能。

## 3.2 智能电子冰箱保姆的子系统功能分析

### 3.2.1 气味识别系统

智能电子冰箱保姆的气味识别系统是由气体传感器阵列、信号处理系统、模式识别系统构成。该系统工作时，气体传感器阵列将在冰箱特定空间内识别到的气味的化学信息转化成电信号，由于不同类型的传感器对不同气体的灵敏度不同，因此由多个传感器对一种气体的响应便构成了传感器阵列对该气体的响应谱。有研究表明，各种蔬菜、水果，甚至油类在不同的新鲜程度下会散发出不同种类的气味。因此只要事先将特定食物在从新鲜到变质的过程中不同时间段内产生的气味的响应谱出入电脑构成一个数据库（该数据库可以通过网络更新），在气味识别系统工作时，将得到的气体响应谱与数据库中的已知气体响应谱进行对比即可判断出冰箱中的食物是否变质。当然，该系统在工作时会检测到不止一种气体，只要利用气敏传感器构成阵列对多种气体的交叉敏感性进行测量，通过适当的分析方法即可实现混合气体的分析。

### 3.2.2 味觉识别系统

智能电子冰箱保姆的味觉识别系统是由味觉传感器、信号采集器和模式识别系统构成。这里的味觉传感器采用伏安法电子舌。它的味觉传感器由数种可敏感味觉成分的金属丝组成（多传感器阵列）。当这些金属丝接触液体食物如饮料、汤类时可将味觉信号转换成电信号。此时，信号采集器就可以将电信号样本收集并储存在计算机内存中。然后计算机就可以模拟人脑将采集的电信号加以分析、识别。当检测到食品中有某些有害人体健康的物质产生的味道时就可以通过计算机向用户发出警告。

### 3.2.3 食物信息识别及检测系统

智能电子冰箱保姆的食品信息识别及检测系统的功能是通过 RFID 技术实现的。假设放入冰箱的袋装或盒装食品都有一个电子标签。食品在放入冰箱前都先通过计算机向其所携带的 RFID 标签录入食品的名称、生产日期、保质期等重要信息以保证系统正常工作。该系统所使用的标签为高频无源被动式电子标签。系统工作时，安装在冰箱内部的读写器发送特定频率的射频信号，随即，接收到信号的电子标签通过反向散射调制方式向读写器传送数据。读写器的接收天线接收到从标签发送过来的调制信号，经过环形器传送到阅读器信号处理模块，经调制和解码后将有效信息送至后台主机系统。此时，计算机系统则可以利用获得的食物信息联网查询该食品是否符合食品安全标准、是否为合格食品以及对用户进行适当的饮食提示或建议。同时，计算机系统还能根据食品的生产日期、保质期等信息向用户进行过期警告。

### 3.2.4 制冷保鲜系统

智能电子变冰箱保姆的制冷系统同一般电冰箱相同，这里不再进行详细说明。

### 3.3 本章小结

本章主要介绍了智能电子冰箱保姆的整体设计以及子系统功能的实现方式分析。由于缺乏实际经验，所以该部分只是设想。需要说明的是，该设计的气味识别系统只要针对变质是气味变化明显的食物如蔬菜水果进行质量检测，而味觉识别系统则是针对那些电子舌可以直接接触的食品，如饮料、酒类以及汤类和肉类的品质检测。同时需要指出的是，由气味识别系统和味觉识别系统收集到的食品信息都将通过微处理器转变成电子标签可识别的信号而储存在食品标签中。用户在食用食品前只需要获取标签上储存的信息即可判断食物是否可以安全食用。

## 第四章 智能电子冰箱保姆的预计技术难点

首先，对于实现气味与味觉识别所需的传感器阵列的选择是一大难点，选择合适的传感器阵列必须通过不断实验；其次，论文所涉及的各种数据库的建立也需要长期的实验和经验积累来不断完善，不可能一次就能建立一个完善的数据库；再者，由于目前的电子舌与电子鼻技术仍然不是十分完善，因此当不同气味和味道混合时，对于某一气味或味道的识别有可能会出现偏差，因此对食品是否变质的识别很有可能会判断错误；另外，虽然目前已有几种方法来解决因多个标签同时向阅读器发送信息而产生的标签冲突，但这些方法还不够完善，正确识别率以及识别速率还不够高，算法还不能适应高速识别的需求，并且数据、指令和识别过程比较复杂。因此要实现论文所设想的智能电子冰箱保姆还需要克服许多技术问题。

## 第五章 结束语

智能电子冰箱保姆旨在为用户提供更加智能化的服务。它在以往冰箱的制冷功能上增加了食品新鲜程度检测、过期及变质提醒以及健康合理饮食建议等人性化功能。虽然目前该设想只是一个由电子鼻、电子舌与 RFID 技术的简单结合，但是我相信，冰箱的智能化及人性化必将成为未来冰箱的发展趋势。若将该技术运用于大型的食品储藏以及饭店酒店等服务机构必将产生巨大利益。由于专业知识有限，论文可能缺乏说服力，希望专家学者予以帮助和指正。



## 参考文献

- 【1】黄骏雄, 田莉莉. 新颖的仿生检测技术—电子鼻[J]. 现代仪器使用与维修, 1999, (1): 6-10
- 【2】胡 洁, 李 蓉, 王 平. 人工味觉系统—电子舌的研究[J]. 传感技术学报, 2001, (2): 169-179
- 【3】王 俊, 胡桂仙, 于 勇, 周亦斌. 电子舌与电子鼻在食品检测中的应用研究进展[J] 农业工程学报, 2004, 20 (2): 292-295
- 【4】黄秋婷, 黄惠华. 电子舌技术及其在食品工业中的应用. 食品与发酵工业
- 【5】马福昌, 吕迎春, 李怀恩. 电子舌及其应用研究. 传感器技术, 2004, 23 (9): 1-3
- 【6】Kiyoshi Toko. Taste sensor[J]. Sensors and Actuators B, 2000, (64): 205-215
- 【7】Andrey Legin, Alisa Rudnitskaya, Yuri Vlasov, et al. Tasting of beverages using an electronic tongue. Sensors and Actuators, 1997, B44: 291-296
- 【8】胡 洁, 李 蓉, 王 平. 人工味觉系统——电子舌的研究. 传感技术学报, 2001, (6): 169-178
- 【9】王 平, 李 蓉, 李 冀, 等. 电子鼻与电子舌及分析仪器的研究. 技术分析, 2000, 6 (2): 25
- 【10】谢 军, 王 平. 嗅觉和味觉图像传感技术的研究进展. 国外医学生物医学工程分册, 1996, 19 (5): 249-256
- 【11】陈晓明, 李景明, 李艳霞, 等. 人工神经网络在饮料工业中的应用研究进展. 饮料工业, 2005, 8 (1): 8-21
- 【12】滕炯华, 王磊, 袁朝辉. 基于电子舌技术的果汁饮料识别. 测控技术, 2004, 23(11): 4—5
- 【13】杜锋, 雷鸣. 味觉识别及其应用. 中国调味品, 2003, 1(1): 32-36
- 【14】Larisa Lvova, Soon Shin Kim, Andrey Legin, et al. All-solid-state electronic tongue and its application for beverage analysis. Analytica Chimica Acta, 2002, 468: 303-314
- 【15】Fredrik Winqvist, Peter Wide, Ingemar Lundstrom. An electronic tongue based on voltammetry. Analytica Chimica Acta, 1997, 357: 21-31
- 【16】Tom Artursson, Per Spangéus, Martin Holmberg. Variable reduction on electronic tongue data. Analytica Chimica Acta, 2002, (452): 255-264
- 【17】王平. 仿生传感技术的研究进展. 中国医疗器械杂志, 2004, 28(4): 235-238
- 【18】程秀娟, 朱 虹, 郑丽敏, 贾宗艳. 电子舌技术在饮料识别中的应用. 食品科技, 2006, (8): 163-166
- 【19】赵军辉. 射频识别技术与应用. [M]北京: 机械工业出版社, 2008