


## 独 创 性 声 明

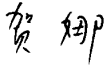

本人声明所呈交的学位论文是本人在导师指导下进行的研究工作和取得的研究成果，除了文中特别加以标注和致谢之处外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得 天津工业大学 或其他教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

学位论文作者签名：  签字日期：2013年3月8日

## 学位论文版权使用授权书

本学位论文作者完全了解 天津工业大学 有关保留、使用学位论文的规定。特授权 天津工业大学 可以将学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，并采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编以供查阅和借阅。同意学校向国家有关部门或机构送交论文的复印件和磁盘。

（保密的学位论文在解密后适用本授权说明）

学位论文作者签名：  导师签名： 

签字日期：2013年3月8日      签字日期：2013年3月8日



## 学位论文的创新点

- 一、 本文中的电烤箱温度控制系统是以 MCS-51 系列的 8051 单片机为核心,采用软件程序控制,通过对电阻丝电路通断来控制电烤箱的温度。相比过去所用各种电烤箱的制作技术,本文采用的单片机控温技术有着价格低廉、结构简单、控制方便以及较强通用性的优势。
- 二、 本文电烤箱温度可预置、可调整,烘干过程基本实现恒温(预置温度范围之内)控制。实现对箱内温度每隔一段时间(本设计间隔为 30s)进行自动采样监测。温度超出预置温度 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 时或预置温度超过温度上下限时发出声光报警。
- 三、 针对过去的加热不均和工作效率低下两个问题,本文所做电烤箱将面临技术上的改进:将食物两边挖两个较大的孔(或打出许多小眼),使上下空气连通。在下层箱壁上安装一个耐高温且密封性好的小电风扇,这样,新型的电烤箱将会避免加热不均和工作效率低下的弊端。改进后的电烤箱在电风扇的机械吹动下,迫使箱体内的空气快速流通,使电阻丝产生的热很快均匀地分布于食物四周,这样既可以均匀加热烘烤,又可以在短时间内烤熟食物,因而大大提高了熟食的质量和电能的利用效率。

## 摘要

随着电子技术的飞速发展,自动控制、智能仪器、智能家电的广泛应用,给社会带来了巨大改变。单片机技术的发展给智能仪器、智能家电注入了新的活力。温度控制作为工业生产过程中主要的控制目标之一,有些工艺过程对其温度的控制效果直接影响着产品的质量,因而设计一种较为理想的温度控制系统是非常有价值的。电烤箱作为现代人生活中的必需厨房电器,已经在越来越多的家庭开始使用。本文以电烤箱的温度控制为模型,设计了以 MCS-51 系列的 8051 单片机为检测、控制中心的温度控制系统,采用简单的电阻丝通断的方式,来控制系统温度,显示采用 3 位 LED 静态显示。

本文设计的电烤箱温度控制系统由两个部分组成:硬件部分和软件部分。本文重点论述了硬件部分的设计思路和设计原理,并且采用模块化的设计思想,把整个系统分成若干个模块,各个模块之间既有联系有相互的独立,主要包括:单片机电路模块、A/D 转换电路模块、键盘管理电路模块、显示电路模块、存储器电路模块、温度控制电路模块。针对各个模块,分别给出他们的电路设计图纸。对于软件部分,分别给出了主程序的流程图、温度控制模块的流程图、光声报警模块的流程图、键盘模块的流程图和 A/D 转换模块的流程图。最后利用 8051 单片机作为主芯片,对整个系统进行控制,实现电烤箱的温度控制功能。

**关键词** MCS-51 单片机 控制 温度 电烤箱

## Design of Electric Oven's Temperature Control System

### Based on 8051 Single-Chip Microcomputer

[Abstract] With the development of society, people's ability to transform nature of the advance has been. The birth of the machine for us to reduce some or all of the mental and physical. The birth of electronic technology has brought even more earth-shaking changes. Electrical and mechanical engineering control systems become integrated with the microelectronic technology common key technologies. People can make through its machinery in full accordance with the wishes of their own to implement.

With the development of electrical and mechanical control techniques, mainly reflecting the two types single-chip microcomputer and PLC control. The design uses a single-chip microcomputer control. Single-chip microcomputer use in their daily lives more and more widely. Temperature control in industrial production are often encountered. Chemicals from oil to electricity production, from metallurgy to materials, from food to mechanical temperature control should be. Or even some products in the production process control of temperature directly affects the quality of the product. Single-chip temperature control both now and will play an important role in the future.

This paper introduces the 8051 of MCS-51 single-chip microcomputer as the core of the oven temperature control system. Oven temperature control system has two parts: hardware and software parts. Hardware components which include: Single-chip circuit, A/D converter circuit, keyboard management circuit, display circuit, temperature control circuit, as well as the memory control circuit. Software include: Main program and the flow chart of all the functional modules. Finally the article sums up the design.

[Key Words] MCS-51 single-chip microcomputer control temperature electric oven

# 目 录

第一章 概述 .....	1
1.1 国内外电烤箱的现状与发展趋势 .....	1
1.1.1 国内电烤箱的现状与发展趋势 .....	1
1.1.2 国外电烤箱的研究现状 .....	4
1.1.3 单片机电烤箱的发展趋势 .....	5
1.2 基于单片机控制温度的电烤箱基本设计 .....	3
1.3 系统控制方案及主要功能 .....	3
1.4 选题背景 .....	3
第二章 系统硬件设计 .....	8
2.1 系统总体框图设计 .....	8
2.2 单片机电路设计 .....	8
2.2.1 中央处理器（CPU） .....	8
2.2.2 定时/计数器、I/O 接口、中断系统和存储器 .....	9
2.2.3 8051 单片机引脚功能 .....	8
2.2.4 8051 单片机的时序、复位方式及指令系统 .....	9
2.3 温度检测部分设计 .....	9
2.3.1 A/D 转换电路 .....	9
2.3.2 传感器部分介绍 .....	9
2.4 温度控制部分设计 .....	8
2.4.1 关于双向可控硅 .....	8
2.4.2 光耦驱动控制电路 .....	9
2.5 存储器的选择及与 8051 的连接电路 .....	8
2.5.1 存储器的选择及 2764 芯片介绍 .....	8
2.5.2 芯片 74LS373 介绍 .....	9
2.5.3 8051 与存储器 2764 的连接电路 .....	8
2.6 人机对话部分设计 .....	9
2.6.1 键盘接口的工作原理 .....	9
2.6.2 LED 显示器及接口电路 .....	9
2.6.3 声光报警电路设计 .....	9
2.7 抗干扰电路介绍 .....	8
2.7.1 形成干扰的基本要素 .....	8

2.7.2 干扰的形式和耦合方式 .....	8
2.7.3 硬件抗干扰技术 .....	9
2.7.4 软件抗干扰技术 .....	8
第三章 软件部分设计流程 .....	38
3.1 电烤箱的工作过程 .....	38
3.2 各模块功能的软件流程图 .....	38
3.2.1 主控制模块 .....	38
3.2.2 温度控制模块 .....	38
3.2.3 声光报警模块流程图 .....	38
3.2.4 A/D 转换模块流程图 .....	38
3.2.5 键盘管理流程图 .....	38
第四章 软件部分设计流程 .....	42
结论 .....	43
参考文献 .....	44
致谢 .....	45

## 第一章 概述

### 1.1 国内外电烤箱的现状与发展趋势

电烤箱是许多欧美国家中级阶层家庭生活中不可缺少的物品，在西方家庭应用非常普遍。有多方的调查数据显示，电子产品之国德国的日常生活家电中，近 85% 的家用都拥有烤箱。可是，在我国像北京一样消费水平的城市，家庭烤箱的拥有率却还不足 15%，在 2005 年之后，我国烤箱的销售情况大好，年均增长率已超 45%。以上三项调查充分表明，首先，烤箱在我国的市场有着很大的发展空间，其次，烤箱的研究与生产也是属于初级阶段，关于烤箱的设计与生产技术也是很有意义，第三，我们可以预计随着烤箱的普遍使用，微波炉独占中国厨房电器的局面会随之打破。

#### 1.1.1 国内电烤箱的现状与发展趋势

我国电烤箱的市场其实早在二十世纪初就已进入了迅速发展时期，当时年均增长率已达 30.15%。ACA 曾在我国烤箱市场进行研究调查，数据显示家用烤箱的年均销售量为 120 万至 180 万台，销售总额为 1.5 亿至 2.5 亿人民币，其中，小容量（10L 以下）的烤箱为销售量的 45% 左右。尽管，这样的销量在电子市场中不可一提，但就其近年来的增长形式来看，将拥有很好的市场前景。

总的来说，中国是拥有烤箱生产实力，消费能力却极低国家。在国内珠江三角洲、长江三角洲及渤海经济区的家电区，其中珠江三角洲家电制造区的顺德、中山两个地区在电烤箱的生产方面实力较强。另外，电烤箱的生产工艺不知是简简单单的注塑及塑胶，很多是采用了金属拉伸、冲压、焊接、折弯等的技术，工艺要求比较繁杂，尤其是大容积烤箱的生产难度比较大，这样就有很多小资本对此望而却步。这便是我国烤箱市场一直不能得到较大发展的原因。例如沃尔玛山姆会员店内 ACA 促销员现场烤制红薯演示，虽然非常吸引顾客，但参与的品牌太少显得势单力薄，难以形成气候。

虽然，电烤箱在我国市场并不像电磁炉或微波炉等其他家电那样受到关注，但是，随着我国消费水平的提高，和人们对欧美国家生活习惯及饮食方式逐渐接受，国内电烤箱的市场

前景是相当被看好的，近几年内将预计销售规模达 10 亿。据悉，在国外一些名牌家电产品生产的电烤箱产品也已乘机经做好了进入我国市场的准备，并且将会以电烤箱作为这些品牌的主打产品进行市场开拓。

商场、超市、电器连锁店是家电产品的几种重要销售渠道，大容量产品需要通过商场来走量，小容量的低价位产品则在超市才好卖。近年来，国美及东鸽类家电产品连锁卖场的销售量已渐渐大于各个商场。电烤箱是西方生活化的电器，所以，已烤箱作为企业主打产品的家电企业很少在我国开拓他们的市场。目前，在我国市场可以注意到品牌并不多，市场竞争不是很强，价格也是参差不齐。常见的一些品牌如：长帝、三洋、ACA、尚朋堂和伊莱克斯等，烤箱种类很少。ACA 的烤箱种类算是较多，但也只有几种，伊莱克斯则只有一种。

我国的厨房电器市场有着地域饮食的特点，也就是说，在北方较多，南方较少，北方使用的较大，南方使用小型的较多。北方地区销量较多，如北京、甘肃、新疆、内蒙古、陕西等地。北方地区的饮食是以面食和肉食为主食的，烤箱的功能很适合，所以销量较大，南方则以大米为主，家电多是电饭煲之类，电烤箱的需求量小，推广难度相当大。但是，在沿海的经济发达地区销量也很大。关于容量，北方使用电烤箱的容量需要大些，用来烤大块肉、整只鸡、大块的面饼等，南方及沿海城市则多要求小容量烤箱，用来烤小块、串肉或其他简单食物。目前，我国电烤箱市场的烤箱种类已经逐渐进入多样化时期，而且产品的操作性能渐渐成熟。

如今，我国电烤箱缺少的是大品牌在市场中的强力推广及引导。多数消费并不了解电烤箱市场，一种产品在市场中的推广是需要多种强力品牌的引导、培育及带动的，而中国现有的国情则是电烤箱这种厨房家电受中国的饮食习惯影响，因此，几乎没有厂家会以电烤箱作为主推产品进行大力推广。曾在几次家电展示会上，一些品牌为了吸引商家的注意，组织了关于电烤箱的功能演示，当时的气氛营造的很好，而销售却不见效果，类似这样规模的展示会平时是很少的，只有个别品牌会组织这样的演示活动。

我国电烤箱市场其实还缺少一些必须的条件，一个电器产品想要走进多数家庭，必须具备两个条件：首先是符合多数家庭的消费水平。这是想要进入普通家庭的必要条件。二十世纪初始，2003 年，我国突破了 GDP 人均收入 1000 美元的关口，根据对发达国家过往的经济形势曲线图可推出，我们处于的这个时期，正是消费的结构和品质将要发生质变单位时期，由刚刚温饱的形式向要求品质的形式转变期。回看许多家电的更新历程，无不与国民消费息息相关的，家电更新过四代后，已经有多数国民家庭实现小康生活，部分家庭都已经达到了欧美上等阶层家庭的消费水平。随着经济的发展人们开始追求健康、美味的饮食。如今，市场



上的家电有的更新过了四代，人们的生活水平也已达小康，部分家庭甚至赶超欧美高等阶层家庭的消费水平。现在人们的饮食要求的是健康而且好吃，所以，对食物的加工在每个家庭也多样化了起来，家电厨具自然细分之。其次，一个电器产品的功效很重要，就是说，它是否在生活中有着难以代替的地位。例如电饭锅这个产品，它在最初开拓我国市场时，不费多大力气就得到了推广，并且成为现今几乎家家拥有的小家电，原因就在于其不可替代的功用。所以电饭锅几乎是成了我们日常生活中家庭百分百要购买的产品。在电烤箱的调研中，发现使用者很多都认为微波炉几乎可以代替电烤箱的功能，这样功能独特性就被削弱，它的消费群体也有了局限性。但是，只要你使用过如今的电烤箱，则会对这个产品了解而爱不释手，这样的口碑应该能在扩大市场上起到作用。

我国的电烤箱市场如今最值得关注的问题有以下两个。

第一，电烤箱产品在市场中对消费者的引导工作和产品推广工作。我们在这一点中可参照微波炉的市场发展之路，它们的市场引导和市场炒作起了巨大作用，但烤箱的价格问题则要不同于微波炉的套路来进入市场。烤箱是一个高品质生活的需求产品，家庭需求受到市场价格影响的可能性不会太大，所以，选择降低利润不但没有什么好处还会损失企业利润。企业则应该考虑把更多精力放在对消费者的需求进行引导这个方面，这个引导是以个消费者的认识过程，让人们懂得和享受精品电烤箱烤制出的食物，注重健康的饮食，逐渐喜欢上这种健康并且精致的烤制食品，电烤箱的推广就自然的成功了。例如在北方地区，新疆、内蒙等地，人们喜欢吃烤制的肉食和面食，他们则很容易接受电烤箱的功能，很受欢迎。因此，烤箱厂家应该把培育市场作为重中之重，使消费者逐渐认识产品，接受产品。

第二，烤箱的市场预计在近几年将达到拓展高峰，但不会出现爆发式的增长形式。这是由电烤箱产品的自身功能和特点以及家庭需求来决定的。它不是一个能够改变人们生活的电器产品，而只是可以改善人们生活品质的一类产品。这种电器产品的市场都是不能很快扩大的。例如，电视则是一个能够改变人们生活的电器，与一种改善人们生活质量的产品其普及的速度有着很大区别。所以，烤箱在生活中的需求是随着人们的消费观念和经济增长而逐渐普及的。另外，烤箱与其他电器产品功能不同，它的功能是有限的，电磁炉和微波炉等则有很广的作用微波炉是具有加热速度快、蒸煮皆宜，很多家庭都可以用它来烹制食物。电磁炉则使人们拥有干净、便捷的烹饪环境，可以不用开火，它的独特性也是无可替代的，电烤箱则不然。人们喝水，喝煮开水、矿泉水和山泉水都是可以达到解渴的目的地，但是却有着不同的功效。而烤箱作为一个可以改善人们生活品质的电器产品，不是什么生活的必备品，起

到山泉水的作用，其市场普及则是稳定的，慢而持续的。在这同时，一些微波炉的生产厂家在市场的拓展中，做了大量工作，起到薄利多销的作用。这些大规模的市场推广工作室电烤箱产品的企业在初期阶段做不到的。所有条件都显示了，电烤箱不能再短时间内爆发式的增长。

### 1.1.2 国外电烤箱的研究现状

电烤箱是属于具有欧美地区饮食特性的西式厨房电器。西式厨房电器讲究的是一对一的使用特性，被烹饪的食物应用对应的设备和厨具，煎、炒、煮、烤各司其职。电烤箱对应的是烹饪时“烤”的需要，它更专业，更被西方饮食习惯所接受，所以在西式厨房中普及、拥有率非常之高。就如中国厨房中“电饭锅”的地位是一样的。在全球烤箱的消费主区集中在了北美市场、欧洲市场等。现在，全球烤箱的年销售量已经达 6000 万台。

2007 年 7 月，夏普公司推出一款迅速加热饭菜的蒸汽式烤箱；同时，三洋宣布蒸气微波烤箱隆重上市；9 月，美的也称 10 月其烤箱将全面上市；而格兰仕 2005 年始早已“横刀立马”。目前，烤箱市场品牌也达到了 50 多个。科盛，德隆，飞利浦等都是涉足市场较早者。中怡康监测数据显示：2007 年上半年，整体烤箱市场，销售额比上年同期增长 41.27%，增长态势非常明显，行业第一名的 ACA 北美电器 2007 年同比增长更是超过了 120%。未来 3 年，国内烤箱市场的整体规模将突破 5 亿元，未来 5 年，整体规模将达到 20 亿元。

烤箱在不同地方的市场，产品类型也是不同的。在西方国家的家庭中，人们很喜欢用烤箱来烤整羊或火鸡等体积大的食物，这样不用明火干净卫生，所以这些家庭所需要的是大体积的，性能优越的产品。在日韩，人们用烤箱来烤扁鱼等的食物，需要被烤制的食物能够尽量把体内的油脂烤出，这是很健康的饮食。所以，日本家庭注重的是关于烤箱功能项目的开发。日韩家庭有吃铁板烧烤食物的习惯，随着他们对食物健康意识的提高，铁板烧在烧烤过程中排放的大量烟雾引起空气污染的特性也使之慢慢退出了厨房电器，并且铁板烧相比烤箱只能烹饪扁型食物有局限性，这就使得电烤箱也逐渐走进了日韩市场，所以，日韩电烤箱的家庭拥有率也是很高的。

日本的夏普、三洋等品牌的电烤箱产品在在日本市场都属于知名品牌，他们都在各自范围内开发了适应不同市场需求的电烤箱产品。这些产品的普通产品的价格都在二百元人民币左右，在这个价位的产品其实是只具有基本烧烤功能，它只符合对烤箱要求较低的家庭使用的要求，还有一些产品属于智能化的高档产品价格则都在一万元人民币以上，蒸汽型大体积烤箱大多也都在这个价格区间内，超高温蒸汽的烤箱配备可将 100℃左右的蒸汽转化成 300

℃左右超高温的蒸汽，食物在蒸汽中均匀受热，这是比普通风电烤箱热能高出八倍以上的温度，可以用以烹调肉类和煎炸食物，迅速的排走和溶解多余油脂，干净且迅速。蒸汽型电烤箱是先使用 100℃ 的蒸汽加热食物，然后再将温度升至 300℃，利用蒸汽继续加热，在这过程中食物中的油脂得到了溶解，动物类油脂溢出。由于使用的是高温蒸汽，排走了烤箱里的氧气，氧气密度降低至约低于 3% 的情况，这时烹调食物可降低食物氧化所导致如维生素 C 等的营养流失，保留了食物的原有水分，烤出的食物也有着外焦里嫩的精致品质。同时智能化可以根据食物的体积而设置不同的蒸汽排放量。

### 1.1.3 单机电烤箱的发展趋势

本次电烤箱的温度控制系统是以 MCS-51 系列的 8051 单片机为核心，采用软件程序控制，通过对电阻丝电路通断来控制电烤箱的温度。其中采用的元件精度低，控制不准确等都需要我们进一步改进或提高。

随着社会的发展，机电控制的应用越来越广泛。不管做什么样的工作，不管用到什么样的机器，都要人为地、有目的地进行控制，进而就要求控制元件的微型化、控制工作量的精确化等。这些要求使得单片机的作用越来越显著，但就目前单片机控制的情况来看，单片机还远远满足不了社会的要求。单片机要继续朝着单一化、微型化等方面发展，与此同时还要努力提高传感器、放大器以及转换器等外围元件的精度，这样才能全面地提高单片机的控制质量，整体地提高机电控制的质量，进而能更好的服务于社会。

电烤箱是一种利用电阻丝加热，对食物进行烘烤的厨房用具。但现有的电烤箱由于结构特点，最大的缺陷就是加热不均和工作效率低下。

#### (1) 加热不均

食物盘将电烤箱严密地分为上下两部分，上下两电阻丝对箱内空气加热，但由于在空气中，热传导是很慢的，而且空气的对流较弱，所以此时的电阻丝依靠的是热辐射来对食物加热，单单依靠热辐射的加热时食物与电阻丝的距离又有很大关系，食物在距离电阻丝近的部分（一般是食物的下表面）始终是处于很强的加热过程，这样翻转食物后，上下部分早已熟透，中心部分却还只是个半熟。

如若加热的只是一只电阻丝，情况会更糟糕，食物会成了一边焦而中心部分及远离电阻丝的部分都会成为“半熟品”，如果想打开烤箱门将食物翻转，其实也逃脱不了外熟心生的情况，或许还会出现不小心把手烫伤的尴尬事情

## (2) 工作效率低

电烤箱大多电阻丝离箱壁很近,所以,在烤箱工作中对箱壁加热所做的无用功较多,再加上加热不均匀这个弊端,为了吃上熟食(其实是虽熟但焦),所以其工作时间长,箱体对外散热多,浪费了大量的电能。

鉴于上述两点弊端,电烤箱将面临技术上的改进:将食物两边挖两个较大的孔(或打出许多小眼),使上下通风。在烤箱的底层安装一个小电风扇,要求电风扇拥有耐高温和密封性好的品质,这样经过改进的电烤箱可以避免加热不均匀和工作效率较低的缺点。新型电烤箱在安上电风扇后可加速内部空气流动,并且是电阻丝产生的热量均匀的分布于食物上,实现均匀加热烘烤,又可以在短时间内烤熟食物,因而大大提高了熟食的质量和电能的利用效率。

## 1.2 基于单片机控制温度的电烤箱基本设计

随着社会的不断发展,人们对机械的应用也越来越广,进而人们对机械运动的控制要求亦越来越高。机电控制实现了以电气来控制机械,单片机的出现使机电控制技术突飞猛进。

单片机出现的历史并不长,但发展迅猛。自1975年美国德克斯仪器公司首次推出8位单片机TMS-1000后才开始快速发展。1976年9月,美国Intel公司首次推出MCS-48系8位单片机以后,单片机发展进入了一个新的阶段。1983年Intel公司推出的MCS-96系列、1987年Intel公司又推出的80C96等位16位单片机。近年来各个计算机生产厂家已进入更高性能的32位单片机研制、生产阶段。单片机发展之快、品种之多。其中最常用的主要有:AT89系列单片机、AVR单片机, Motorola公司的M68HC08系列单片机以及PIC单片机。随着社会的发展,单片机的特点体现在体积小、可靠性高、使用方便等方面。

根据温度控制的特点,本次设计采用MCS-51系列的8051单片机为控制核心,采用电阻丝通断的方式,实现对电烤箱温度的控制。通过本次设计进一步详细说明单片机控制系统在社会生活中的应用,为以后进一步应用单片机系统提供帮助。

## 1.3 系统控制方案及主要功能

本系统是一个典型的闭环控制系统。从技术指标可以看出,系统对控制精度的要求不高,对升温过程的线性也没有要求,因此,系统采用最简单的通断控制方式,即当烘干箱温度达到设定值时断开加热电阻丝,当温度降低低于某值(低于设定值 $2^{\circ}\text{C}$ )时接通电阻丝开始加

热，从而保持恒温控制。

本文主要研究内容及要解决的问题有：

- (1) 电烤箱由 2 kw 电阻丝加热，温度上下限可达 0—300℃。
- (2) 电烤箱温度可预置、可调整，烘干过程基本实现恒温（预置温度范围之内）控制。
- (3) 预置时显示设定温度值，烘干时显示实时温度值，采样时显示当前温度值，显示精确到 1℃。
- (4) 实现对箱内温度每隔一段时间（本设计间隔为 30s）进行自动采样监测。
- (5) 温度超出预置温度  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  时或预置温度超过温度上下限时发出声光报警。

## 1.4 选题背景

内蒙古自治区计量测试研究院拥有长、热、力、电等十大计量项目的十一个实验室，其中热、电、无线电三个实验室对电阻、热电偶、传感器、抗干扰性能的研究技术和自动化检测技术都处于国内先进水平。电、热工所在温度控制方面也有一定的成就。温度控制是工业生产过程中经常遇到的过程控制，有些工艺过程对其温度的控制效果直接影响着产品的质量，因而设计一种较为理想的温度控制系统是非常有价值的。本文所要研究的电烤箱有着结构简单，温度控制特点突出，结合了自动化检测技术的项目，因此，根据电烤箱国内外研究现状，我们选择了单机电烤箱做为了课题。



## 第二章. 系统硬件设计

### 2.1 系统总体框图设计

系统的硬件部分主要包括单片机电路设计、温度检测部分设计以及人机对话部分设计三大部分。其各部分连接关系如图 2-1 所示

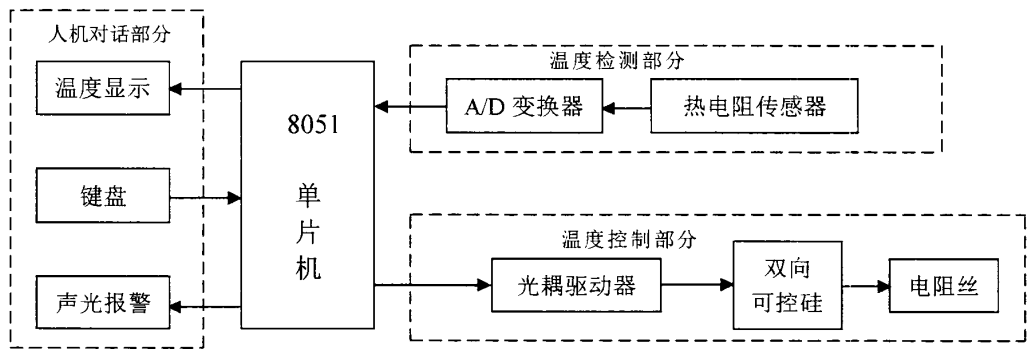


图 2-1 系统总体方案框图

Fig2-1 General scheme diagram of system

### 2.2 单片机电路设计<sup>[1]</sup>

随着社会的发展，单片机以其体积小、可靠性高、使用方便等特点在社会生活中得到广泛应用。根据温度控制的特点，本次设计采用 MCS-51 系列的 8051 单片机。以下对其进行详细介绍。

单片微型计算机 (Single-Chip Microcomputer) 简称单片机。就是将微处理器 (CPU)、存储器 (存放程序和数据的 ROM 和 RAM)、总线、定时器/计数器、输入/输出接口 (I/O 口)、中断系统和其他多种功能器件集成在一块芯片上的微型计算机。

#### 2.2.1 中央处理器 (CPU)

CPU 是整个单片机的核心部件，由运算器和控制器组成。8051 的 CPU 主要功能特性如下：

- (1) 8 位 CPU；
- (2) 尔代数处理器，具有位寻址功能；

- (3) 128B 内部 RAM 数据存储器, 21 个专用寄存器;
- (4) 4KB 内部掩膜 ROM 程序存储器;
- (5) 2 个 16 位可编程定时器/计数器;
- (6) 32 个 (4×8 位) 双向可独立寻址的 I/O 口;
- (7) 1 个全双工 UART(异步串行通信口);
- (8) 5 个中断源、两级中断优先级的中断控制器;;
- (9) 时钟电路, 外接晶振和电容可产生 1.2-12MHz 的时钟频率;
- (10) 外部程序存储器寻址空间为 64KB, 外部数据存储器寻址空间也为 64KB;
- (11) 111 条指令, 大部分为单字节指令;
- (12) 单一的+5V 供电, 双列直插 40 引脚封装。

MCS-51 系列单片机的内部结构图如 2-2 所示:

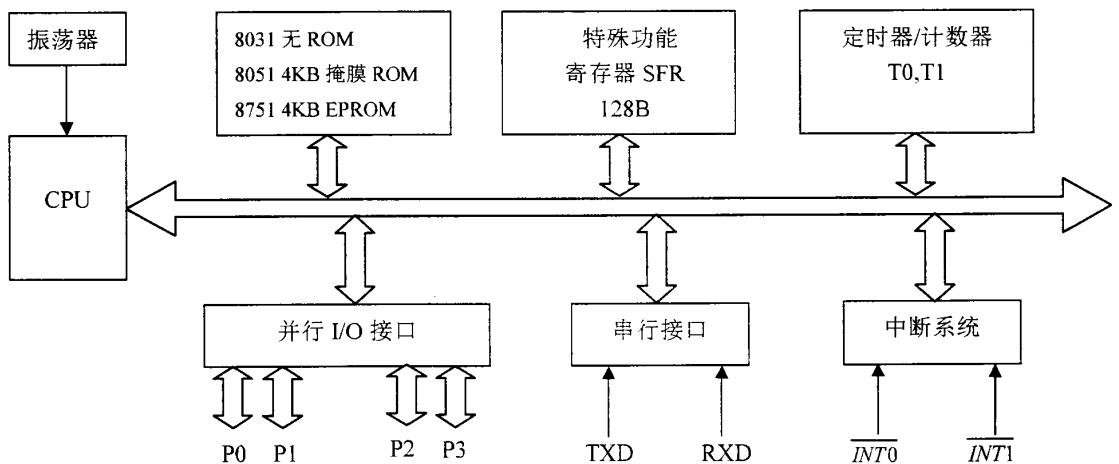


图 2-2 MCS-51 单片机的内部结构框图

Fig2-2 Interior structure diagram of MCS-51 Single-Chip Microcomputer

### 1) 运算器

8051 的运算器功能较强, 它可以完成算术运算和逻辑运算, 其操作顺序在控制器控制下进行。运算器由算术逻辑单元 (ALU)、累加器 A (Accumulator)、暂存器 TMP1 和 TMP2, 以及程序状态字 PSW 组成。

算术逻辑单元 ALU 不但完成 8 位二进制的加、减、乘、除等算术的运算, 而且还能对 8 位变量进行逻辑“与”“或”“异或”循环位移等逻辑的运算。

累加器 A (Accumulator) 是一个最常用的专用寄存器。在算术/逻辑运算中用于存放操



作数和结果，CPU 通过累加器 A 与外部存储器、I/O 接口交换数据。

程序状态字 PSW 是 8 位寄存器，用于存放程序运行的状态信息，PSW 中各位状态通常是在指令执行的过程中自动形成的，但也可以由用户根据需要采用传送指令加以改变。它的各位标志位定义如表 2-1 所示：

表 2-1 程序状态字标志位定义  
Table 2-1 Mraak bit definition of PSW

位序	PSW.7	PSW.6	PSW.5	PSW.4	PSW3	PSW.2	PSW.1	PSW.0
标志位	Cy	AC	F0	RS1	RS0	OV		P

PSW.7 位为进位标志位，有两个功能：一是存放执行算术运算时的进位标志，可被硬件或软件置位或清零。二是在位操作中作位累加器使用。PSW.6 位为辅助进位标志位（或半进位标志位），当进行加、减运算时如果低四位向高四位进位或借位，位 AC 被硬件自动置 1，反之则自动置 0。PSW.5 位为用户标志位，供用户设置的标志位，F0 通常不是单片机在执行指令过程中自动形成的，是用户根据程序执行的需要通过传送指令设置的。用户通过对 F0 位置 1 或置 0，以设定程序的走向。PSW.2 位为溢出标志位，带符号数加减运算中，若结果超出了累加器 A 所能表示的带符号数的有效范围（-128 — +127）时，即产生溢出。如果 OV=1，表明运算结果错误；若 OV=0，表明运算结果正确。PSW.1 位未定义。PSW.0 位为奇偶校验位，用于指示运算结果（存放在累加器 A 中）中的“1”的个数的奇偶性。当存放于累加器 A 中的运算结果的 1 的个数为基数时，P 被硬件置为 1；反之被置为 0。

PSW.4 和 PSW.3（RS1 和 RS0）为寄存器组选择位，8051 共有 4 组 8×8 位工作寄存器，每组均命名 R0-R7，但每组在 RAM 中的物理地址不同，用户可根据软件改变 RS1 和 RS0 的组合内容，来选择 R0-R7 在片内 RAM 中的实际物理地址（即选择 4 组工作寄存器中的某一组）。工作寄存器 R0-R7 的物理地址与 RS1、RS0 之间的关系如表 2-2 所示：

表 2-2 RS1, RS0 对工作寄存器的选择  
Table 2-2 The selection of register based on RS1, RS0

RS1 (PSW.4)	RS0 (PSW.3)	选定的当前使用的 工作寄存器组（区）	片内 RAM 地址	通用寄存器名称
0	0	第 0 区	00H—07H	R0-R7
0	1	第 1 区	08H—0FH	R0-R7
1	0	第 2 区	10H—17H	R0-R7
1	1	第 3 区	18H—1FH	R0-R7

## 2) 控制器

控制器是由程序计数器 PC (Program Counter)、堆栈指针 SP、数据指针 DADR、指令寄存器 IR (Instruction Register)、指令译码器 ID (Instruction Decoder)、定时控制逻辑和振荡器 OSC 等电路组成。CPU 根据 PC 中的地址将欲执行指令的指令码从存储器中取出, 存放在 IR 中, ID 对 IR 中的指令码进行译码, 定时控制逻辑在 OSC 配合下对 ID 译码后的信号进行分时, 以产生执行本条指令所需的全部信号。用来协调单片机各部分的正常工作。

OSC 是控制器的核心, 与外接晶振、电容组成振荡器, 能为控制器提供时钟脉冲。其频率是单片机的重要性能指标之一, 时钟频率越高, 单片机控制器的控制节拍就越快, 运算速度也就越高。

### 2.2.2 定时/计数器、I/O 接口、中断系统和存储器

MCS-51 单片机中有 2 个 16 位的定时/计数器 T0 和 T1, 它们由 4 个 8 位寄存器 (TL0, TH0, TL1 和 TH1) 组成, 两个 16 位的定时/计数器是完全独立的, 可以单独对这四个寄存器进行寻址, 不能把 T0 和 T1 当做 16 位寄存器使用。

I/O 接口是 MCS-51 单片机对外部实现控制和信息交换的必经之路, 用于信息传送过程中的速度匹配和增加它的负载能力, 有串行和并行之分, 8051 内部有 4 个 8 位并行接口 P0, P1, P2, P3, 有 1 个全双工可编程串行 I/O 口。

计算机的中断是指 CPU 暂停源程序执行, 转而为外部设备服务 (执行中断服务程序), 并在服务完成后回到源程序执行的过程。中断系统是指能够处理上述中断过程所需要的硬件电路。

8051 可处理 5 个中断源发出的中断请求, 并可对其根据优先权处理。外部中断源有 2 个, 通常指外部设备, 其中断请求信号可以从 P3.2, P3.3 (即  $\overline{INT0}$  和  $\overline{INT1}$ ) 引脚引入, 有电平和边沿的两种可以引起中断的触发方式; 内部中断有 3 个, 2 个定时/计数器中断源和 1 个串行接口的中断源, 内部的中断源则有 T0 和 T1 两种中断是经过从全“1”变化到全“0”溢出时同时向中断系统自动提出的, 内部的串行口中断源在每发送完或者接收到一个 8 位二进制数据后自动向中断系统提出请求。

8051 的存储器有片外和片内之分, 片内存储器是集成在芯片内部, 片外存储器是专用的存储器芯片, 需要通过印刷电路板上的三总线与 8051 连接, 无论片外还是片内存储器, 都可以分为数据存储器和程序存储器。

8051 的程序存储器寻址空间有 64KB，它用于存放用户数据、程序、表格信息等。片内程序存储单元有 4KB，其地址为 0000H—0FFFH，单片机经过启动重新复位后，程序计数器 PC 的将会显示 0000H，所以，系统是从 0000H 单元重新开始执行程序。

8051 单片机的数据存储器可分为内部数据存储区和外部数据存储区，内部有 256 字节的 RAM，地址是 00H—7FH 单元作为用户数据 RAM，地址为 80H—FFH 单元作为特殊功能寄存器（SFR）。用户数据 RAM 又可分为工作寄存器区、位寻址区、堆栈及其数据缓冲区。

### 2.2.3 8051 单片机引脚功能

MCS-51 系列单片机通常有两种封装形式：一种是双列直插式（DIP）封装，常为 HMOS 器件所用；另一种是方形封装，多在 CHMOS 型器件中使用。8051 单片机有 40 个引脚，共分为电源线、端口线和控制线三类。引脚图如图 2-4 所示。

#### （1）电源线

- a) GND（20 脚）：接地引脚。
- b) Vcc（40 脚）：正电源引脚。正常工作时，接+5V 电源。

#### （2）控制线

8051 片内有 4 个 8 位并行 I/O 接口，P0，P1，P2，P3。它们可双向使用。

P0 口：32—39 脚为 P0—P7 输入/输出引脚。P0 口为双向 8 位三态 I/O 口，它既可以作为通用 I/O 口，又可以作为外部扩展时的数据总线及低八位地址总线的的分时复用口。作为通用 I/O 口时，输出数据可以得到锁存，不需外接专用锁存器。

P1 口：1—8 脚为 P1.0—P1.7 输入/输出引脚。P1 口为 8 位准双向 I/O 口，内部具有上拉电阻，一般做通用 I/O 口使用，它的每一位都可以分别定义为输入线或输出线，作为输入时，锁存器必须置 1。

P2 口：21—28 脚为 P2.0—P2.7 输入/输出引脚。P2 口为 8 位准双向 I/O 口，内部具有上拉电阻，可直接连接外部设备。它与地址总线高 8 位复用，一般作为外部扩展时的高 8 位地址总线使用。

P3 口：10—17 脚为 P3.0—P3.7 输入/输出引脚。P3 口为 8 位准双向 I/O 口，内部具有上拉电阻，它是双功能复用口，作为通用 I/O 口时，功能与 P1 口相同，常用第二功能。作为第二功能使用时，各位的作用如表 2-3 所示。

表 2-3 P3 口的第二功能  
Table 2-3 The second function of P3

P3 口	第二功能	信号名称
P3.0	RXD	串行数据接收口
P3.1	TXD	串行数据发送口
P3.2	$\overline{INT0}$	外部中断 0 请求输入
P3.3	$\overline{INT1}$	外部中断 1 请求输入
P3.4	T0	定时器/计数器 0 的外部输入口
P3.5	T1	定时器/计数器 1 的外部输入口
P3.6	$\overline{WR}$	外部 RAM 写选通信号
P3.7	$\overline{RD}$	外部 RAM 读选通信号

### (3) 控制线

- a)  $RST/V_{PD}$  (9 脚): 复位信号/备用电源引脚。
- b)  $ALE/\overline{PROG}$  (30 脚): 地址锁存允许/编程引脚。
- c)  $\overline{EA}/V_{pp}$  (31 脚): 允许访问片外程序存储器/编程电源线。对于 8051 单片机来说, 由于内部有 ROM, 正常运行时  $\overline{EA}$  接高电平, 使 CPU 先从内部的程序存储器读取程序, 当 PC 值超过内部 ROM 的容量时, 才会转向外部的程序存储器读取程序。
- d)  $\overline{PSEN}$  (29 脚): 片外 ROM 选通线, 低电平有效。
- e) XTAL1 和 XTAL2 (18, 19 脚): XTAL1 脚为片内振荡电路的输入端, XTAL2 脚为片内振荡电路的输出端。8051 的时钟有两种方式: 一种是片内时钟振荡方式, 但需在 18, 19 脚外接石英晶体 (频率为 1.2—12MHZ) 和振荡电容, 振荡电容一般取值 10—30PF, 另外一种方式是外部时钟方式, 即将 XTAL1 接地, 外部时钟信号从 XTAL2 脚输入。两种时钟方式如图 2-3 所示

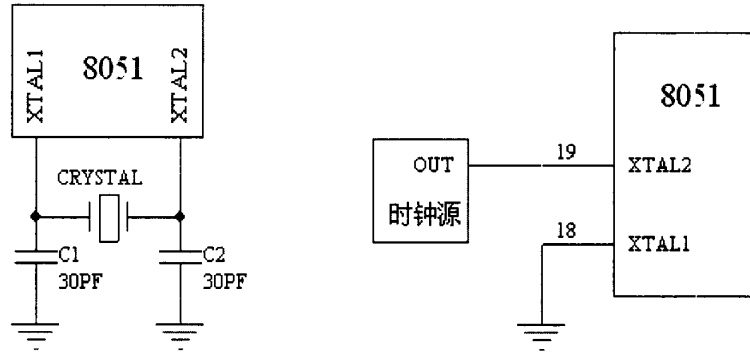


图 2-3 内部时钟方式与外部时钟方式  
Fig2-3 Interior and exterior clock manner

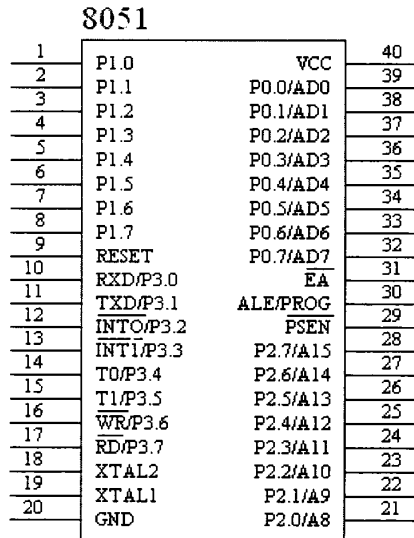


图 2-4 8051 引脚图  
Fig2-4 The pin figure of 8051

2.2.4 8051 单片机的时序、复位方式及指令系统

(1) 时序：时序是用定时单位来描述的，MCS-51 的时序单位有 4 个，它们分别是时钟周期（节拍）、状态、机器周期和指令周期。我们定义为 OSC 时钟频率的倒数为时钟周期。时钟周期是时序中的最小单位。振荡脉冲经过二分频即得到整个单片机工作系统的状态（用 S 表示）。机器周期定义为实现特定功能所需的时间。规定一个机器周期有 6 个状态，分别表示为 S1—S6，如果使用 12MHz 的时钟频率，一个机器周期就是 1us。我们把执行一条指令需要的时间称为指令周期。指令周期是时序中的最大单位。

(2) 复位方式：系统开始运行和重新启动靠复位电路实现，这种工作方式为复位方式。8051 单片机的 RST 引脚是复位信号的输入端，复位信号高电平有效。进行复位操作时，外部电路需在 RST 引脚产生两个机器周期（即 24 个时钟周期）以上的高电平，若 8051 单片机的时钟频率为 12MHz，则复位脉冲宽度应在 2us 以上。

单片机复位后的工作状态：

当单片机 RST 引脚上出现复位信号后，CPU 回到初始状态，但不影响内部 RAM 中的内容。程序计数器 PC 的值回到 0000H, 复位后，8051 的各特殊功能寄存器的初始状态如表 2-4 所示。

表 2-4 复位后内部寄存器初始状态表  
表 2-4 Initial state tablle of interior register after reset

特殊功能寄存器	初始态	特殊功能寄存器	初始态
ACC	00H	B	00H
PSW	00H	SP	07H
DPH	00H	TH0	00H
DPL	00H	TLO	00H
IP	xxx0 0000B	TH1	00H
IE	0xx0 0000B	TL1	00H
TMOD	00H	TCON	00H
SCON	00H	SBUF	xxxx xxxxB
P0—P3	1111 1111B	PCON	xxxx xxxxB

复位电路：上电自动复位电路需接入+5V 的电源，在电阻 R 上可获得正脉冲，只要保持正脉冲的宽度为 10us，就可使单片机可靠复位。一般选择 R 为 8.2KΩ。

上电/按键手动复位：按下键 SW，电源对 C 充电，使 RST 端快速到达高电平；松开按键，C 向芯片的内阻放电，恢复为低电平，从而使单片机可靠复位。既可上电复位，又可按键复位。一般 R1 选择  $470\Omega$ ，R2 选择  $8.2K\Omega$ ，C 选  $22\mu F$ 。两种复位电路图如图 2-5 所示。

单片机的最小系统是使单片机正常运行工作起来，所必需的最基本电路组成，其中包括电源电路、时钟电路和复位电路。8051 单片机的最小系统简图如下图 2-6 所示：

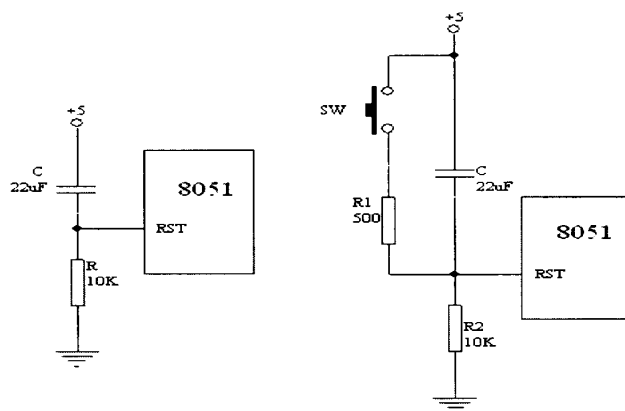


图 2-5 上电自动复位电路与上电/按键手动复位电路图

Fig2-5 Automatic power on reset circuit and Power / manual button on reset circuit

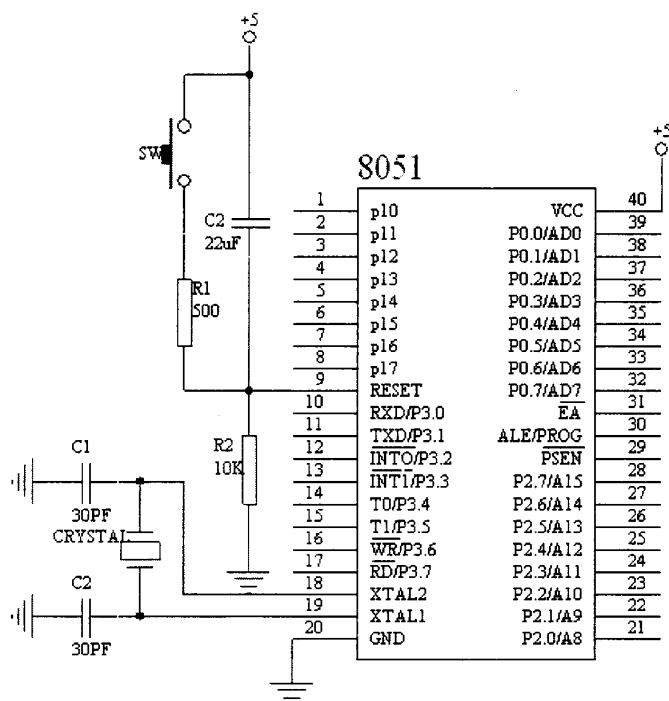


图 2-6 单片机最小系统

Fig2-6 Minimum system of single-chip microcomputer

### (3) 8051 单片机的指令系统<sup>[1]</sup>

控制计算机与操作指令时一组二进制编码，称之为机器语言。计算机智能识别和执行机器语言指令。8051 单片机指令和指令系统共有 111 条指令，从功能上可分为数据传输类指令、算术运算指令、逻辑运算和移位指令、程序控制转移类指令和位操作指令五大类。

## 2.3 温度检测部分设计

### 2.3.1 A/D 转换电路

#### 1. 逐次逼近式 A/D 转换器 (SAR)

逐次逼近式 A/D 转换器 SAR 是由结果寄存器、比较器和控制逻辑等部件组成。采用对分搜索逐位比较的方法逐步逼近，利用数字量试探性的进行 D/A 转换、再进行判断；从而实现 A/D 转换。

N 位逐次逼近型 A/D 转换器最多只实现 N 次 D/A 转换、判断比较，就可以完成 A/D 转换。因此，逐次逼近型 A/D 转换速度很快。



(1) ADC0809 的特点

ADC0809 是 NS 公司生产的逐次逼近型 A/D 转换器，它具有以下特点：

- 1) 分辨率是 8 位；
- 2) 误差±1LSB，无漏码；
- 3) 外部时钟输入频率  $f_c=640\text{KHz}$  时，转换时间 100us；
- 4) 易与微处理器进行连接
- 5) 单一电源为+5V，量程为 0—5V；
- 6) 不需要调整零位或满量程；
- 7) 具有 8 通道多路转化开关锁存控制逻辑，容易选择 8 通道中的任一进行转换；
- 8) 由 DIP28 进行封装；
- 9) 使用经调整模拟间距的电压基准工作或采用 5V 电压；
- 10) 三态数据输出（带锁存器）。

(2) ADC0809 引脚功能

ADC0809 是由 DIP28 封装，芯片引脚排列图如图 2-7 所示。

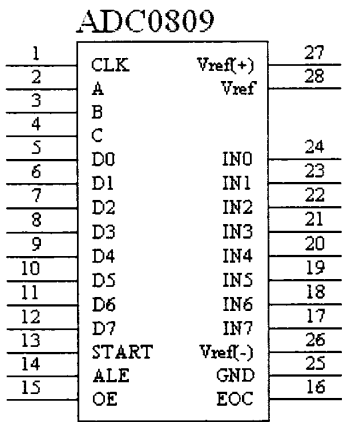


图 2-7 ADC0809 引脚图

Fig2-7 The pin figure of ADC0809

引脚功能及定义如下：

Vcc：工作电源输入。典型值为+5V，极限值为 6.5V。

Vref、Vref (+): 参考电压 (+) 输入, 一般与 Vcc 相连。

Vref (-): 参考电压 (-) 输入, 一般与 GND 相连。

GND: 模拟和数字地。

START: A/D 启动转换输入信号, 正脉冲有效。脉冲上升沿清除逐次逼近寄存器; 下降沿启动 A/D 转换。

ALE: 地址锁存输入信号, 上升沿锁存 C, B, A 引脚上的信号, 并据此选通转换 IN7—IN0 中的一路。

EOC: 转换结束输出引脚。启动转换后自动变低电平, 转换结束后跳变为高电平, 可供 8051 查询, 如果采用中断法, 该引脚一定要经反相后接 8051 的  $\overline{INT0}$  或  $\overline{INT1}$  引脚。

OE: 输出允许。高电平有效。高电平时, 允许转换结果从 A/D 转换器的三态输出锁存器输出数据。

CLK: 时钟输入, 时钟频率允许范围为 10kHz—1280kHz, 典型值为 640kHz, 当时钟频率为典型值时, 转换速度为 100 $\mu$ s (128 $\mu$ s—50 $\mu$ s)。

C, B, A: 选通输入, 选通 IN7—IN0 中的一路模拟器。其中 C 为高位。

D0—D7: 8 位数据输出。其中 D7 为数据高位, D0 为数据低位。

IN7—IN0: 8 路模拟量输入。ADC0809 一次只能选通 IN7—IN0 中的某一路进行转换, 选通的通道由 ALE 上升沿时送入的 C, B, A 引脚信号决定。C, B, A 地址与选通的通道间的关系如下表 2-5 所示:

表 2-5 ADC0809 通道选择  
Table2-5 Channel selection of ADC0809

C	B	A	被选通的通道
0	0	0	IN0
0	0	1	IN1
0	1	0	IN2
0	1	1	IN3
1	0	0	IN4
1	0	1	IN5
1	1	0	IN6
1	1	1	IN7

2. 8051 单片机与 ADC0809 接口电路

ADC0809 的 A, B, C 引脚分别接地址锁存器 74LS373 提供的低三位地址。只要把三位地址写入 ADC0809 中的地址锁存器就实现了模拟通道选择。对系统来说, 地址锁存器是一个输出口, 为了把三位地址写入, 还要提供口地址。ADC0809 输出的数据直接与 8051 的总线 P0 口连接, 可通过查询方式或是外部中断读取 A/D 转换结果<sup>[1]</sup>。

P2.7 口的写入有两个作用: 第一, 写入的脉冲上升沿使 ALE 有效, 送入的 C, B, A 的低 3 位地址为 A2, A1, A0 锁存, 并且由此选出通道 IN0—IN7 中的任意一路进行转换, 第二, 写入 P2.7 口脉冲的下降沿时, 清除并逐次逼近寄存器, 启动 A/D 转换。

在读 P2.7 口时 (C, B, A 低 3 位地址已无任何意义), OE 信号则有效, 保存了 A/D 转换结果的输出后, 三态锁存器的“门”将打开, 将数据送到数据总线。注意, 只有在 EOC 有效的情况下, 读 P2.7 口才有意义。

ADC0809 转换需要 64 个 CLK 时钟周期。

8051 与 ADC0809 接口电路如下图 2-8 所示:

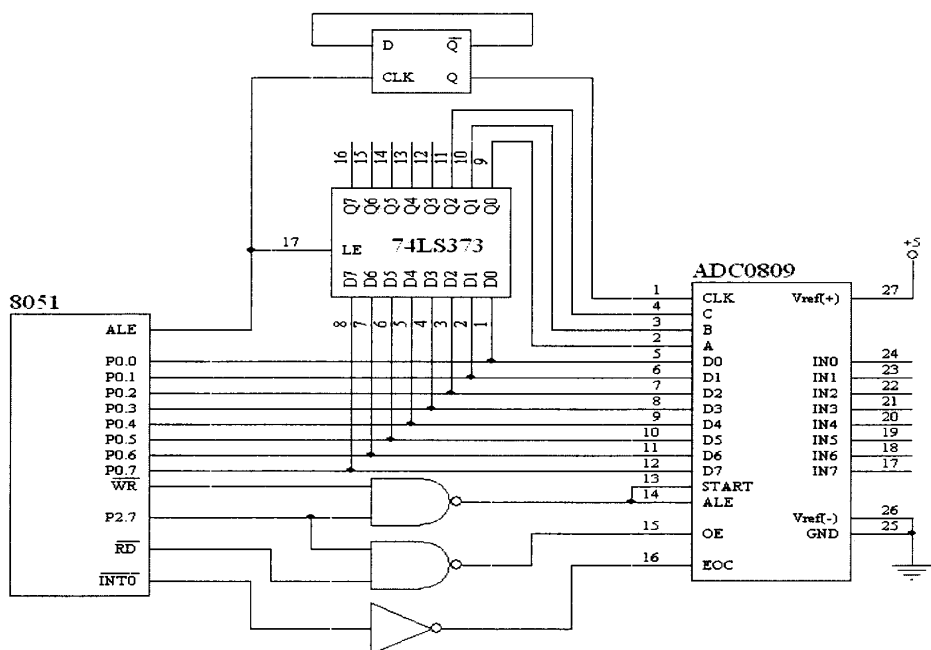


图 2-8 8051 与 ADC0809 接口电路

Fig2-8 Interface circuit of 8051 and ADC0809

### 2.3.2 传感器部分介绍

### (1) 传感器概述<sup>[2]</sup>

根据国家标准《传感器通用语言》，传感器的定义为：能感受（或响应）规定的被测量并按照一定的规律转换成可用输出信号的器件或者装置。传感器通常由直接响应于被测量的敏感元件和产生可用输出信号的转换元件以及相应的电子线路所组成。

传感器一般由敏感元件、变换元件和其他辅助元件组成。传感器的组成框图如图 2.9 所示。

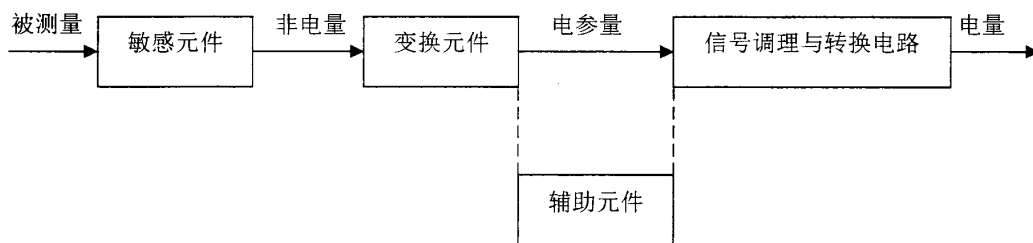


图 2-9 传感器组成框图

Fig2-9 Block diagram of transducer

**敏感元件：**用来感受被测量，同时输出与被测量有确定关系的其他量的一种或多种元件。

变换元件：又称传感元件，它是传感器的组成中重要元件。用来直接感受被测量（一般为非电量）同时输出与被测量成确定关系的电量，如热敏电阻和热电偶。

信号调理和转换电路：把传感元件直接输出的电信号转换为可以便于记录、显示或控制的信号的电路。

传感器根据使用要求的不同，可以做的很简单，也可以做的很复杂；可以是带反馈的闭环系统，也可以是不带反馈的开环系统。因此，传感器的组成将依据不同情况而有所差异。

传感器的分类方法很多，按被测量可分为：机械量、热工量、物性参量和状态参量；按测量原理可分为：电阻式、电感式、电容式、压电式、光电式、光纤、磁敏式、激光和超声波等传感器；按信号变换特征可分为：结构型和物性型；按能量关系可分为：能量转换型和能量控制型。

现代科技水平的不断发展，为传感与测试技术水平的提高创造了物质条件；反之，拥有高水平的传感与测试技术又会促进新科技成果的不断出现和创新，这两者之间，相辅相成。大致进行归纳，传感与测试技术的发展方向有：测量仪器向高精度和多功能发展、参数测量与数据处理向自动化方向发展、传感器向智能化、集成化、微型化、量子化、网络化的方向发展，还有开展极端测量。

## （2）传感器的基本特性

根据被测量的变化状态，可以把传感器输入量分为静态量和动态量两大类。静态量指传感器的输入量为程序状态信号或变化及其缓慢的准静态信号；动态量指传感器的输入量为周期信号、瞬变信号或随机信号等随时间变化的信号。其中，传感器的静态特性是指传感器在被测量处于稳定状态下的输出输入关系。传感器的静态特性是在静态标准工作条下测定的。

传感器的动态特性是指传感器随时间变化的输入量的响应特性。

传感器检测系统的静态特性及性能指标主要由线性度、灵敏度、重复性、迟滞、精确度（精度）、分辨力和漂移等性能指标来描述。其中线性度就是其输出量与输入量之间的实际关系曲线偏离直线的程度，又称为非线性误差。灵敏度是在稳态下输出增量与输入增量的比值。重复性表示检测系统在输入量按同一方向作全量程多次测试时，所得特性曲线不一致性的程度。迟滞特性表明检测系统在正向（输出量增大）行程和反向（输出量减小）行程期间输出输入曲线不重合的程度。精确度指标有三个：精密度、正确度和精确度。精密度是对某一稳定的对象（被测量）由同一测量者用同一检测系统和测量仪器在相当短的时间内连续重复测量多次（等精度测量），其测量结果的分散程度。正确度说明测量结果偏离真值大小的程度，

及示值有规则偏离真值的程度。而精确度是测量的综合优良程度，含有正确度与精密度之和的意思。分辨力是用来表示检测系统或仪表装置能够检测被测量最小变化量的能力。漂移是指在外界的干扰下，在一定时间间隔内，输出量发生与输入量无关的、不需要的变化。

传感器的动态特性是指传感器对随时间变化的输入量的响应特性。

### (3) 传感器的选择

根据本设计要求选用热电式传感器。将被测量（温度）变化转换成电动势或电阻的传感器称为热电式传感器，热电式传感器可将温度及温度相关的信号转化为电量输出，热电式传感器有热电阻、热敏电阻、热电势方式、热电偶等各种类型。

根据电烤箱的特点采用热电阻传感器。热电阻利用金属导体的电阻值随温度升高而增大的特性来进行温度测量的，常用测量范围为 $-20^{\circ}\text{C}$  —  $+500^{\circ}\text{C}$ 。随着其技术的发展，其测温范围也不断扩大，低温已可测量 1K-3K, 高温则可测量  $1000^{\circ}\text{C}$ — $1300^{\circ}\text{C}$ 。

热电阻传感器的主要优点有<sup>[7]</sup>：

A. 测量精度高，热电阻材料的电阻温度特性稳定，重复性好，不存在热电偶参比端误差问题；

B. 测量范围较宽，尤其在低温方面；

C. 易于在自动测量或远距离测量中使用；

常用的热电阻材料有铂、铜、镍、铁等。

适用于制作温度测量敏感元件的电阻材料要具备以下要求：

A. 要有尽可能大而且稳定的电阻温度系数，使测量元件有较高的灵敏度；

B. 电阻温度系数要保持单值，并最好是常数，以保证电阻值随温度变化的线性关系；

C. 性能要稳定，在电阻的使用范围内，其物理、化学性能基本保持不变。材料复制性好，价格尽可能便宜。

本设计采用铂热电阻材料制成的热电阻传感器，其测温范围为 $-200^{\circ}\text{C}$  —  $+650^{\circ}\text{C}$ ，能够满足本系统设计的要求。

### (4) 金属铂电阻的介绍<sup>[2]</sup>

金属铂的主要优点：物理化学性能极为稳定，并且有良好的工艺性，易于提纯，可以制成极细的铂丝（直径可达 0.02mm 或更细），精度高。

金属铂的缺点：电阻温度系数较小，价格高。

铂热电阻的结构：用铂丝双绕（无感绕法，消除电感）在云母、石英或陶瓷支架上，构

成电阻体，电阻体端线与银丝焊接引出连线，外面再套上玻璃、陶瓷或涂釉加以绝缘和保护，这样就构成了铂热电阻传感器。

热电阻的转换特性：（阻值与温度的对应关系）

铂电阻的测量范围为：-200℃～650℃

t 在-200～0℃的范围内：

$$R_t = R_0[1 + At + Bt^2 + C(t-100)t^3] \quad \text{公式 (2-1)}$$

t 在 0～650℃的范围内：

$$R_t = R_0[1 + At + Bt^2] \quad \text{公式 (2-2)}$$

式中  $R_0$  为 0℃时电阻的阻值。A、B、C 为常数， $A = 3.96847 \times 10^{-13}$ ， $B = -5.847 \times 10^{-7}$ ， $C = -4.22 \times 10^{-12}$ 。

## 2.4 温度控制部分设计

将双向可控硅和电炉电阻丝串接在 220V 的电路回路中，单片机的 P1.5 端口通过光电隔离器和驱动电路送到可控硅的控制端，由 P1.5 的高低电平来间接控制双向可控硅的导通和断开，从而控制电阻丝加热与否。

### 2.4.1 关于双向可控硅

单片机不能直接控制强电，只有可控硅才能控制强电，单片机可以通过控制可控硅，间接的来控制强电加热系统。单片机的 P1.5 接口输出控制信号经过单向二极管去驱动光耦，光耦在发光二极管发光时，后面的三极管就导通，导通后去触发可控硅导通。

可控硅分为单向的和双向的，符号也不同。单向可控硅有三个 PN 结，由最外层的 P 极以及外层的 N 极引出来的两个电极，分别叫做阳极和阴极，在中间的 P 极引出的一个叫做控制极。

单向可控硅的特性是：如果控制极不加电压时，阳极接正向电压，或者阳极接反向电压，它都不导通，但是，阳极和控制极同时接正向电压时，则会变成导通状态。导通后，控制电压就失去了对其的控制作用，不论控制电压的极性如何，也不论有没有控制电压，将会一直处于这种导通状态。只有把阳极电压降反向时或者低到一定的临界值才可关断。

双向可控硅的引脚一般都是按照 K1、K2、G 的这个顺序排列，要想改变其导通电流的大小，必须将加在控制极 G 上的触发脉冲改变大小或改变时间。

双向可控硅与单向可控硅的不同之处是，双向可控硅用改变 G 极上触发脉冲的极性，其导

通方向而随着极性的变化而改变,来控制交流电负载。单向可控硅是以触发脉冲从阳极向阴极单方向导通,所以,可控硅有单双向之分。双向可控硅内部结构与电路符号图如图 2-10 所示。

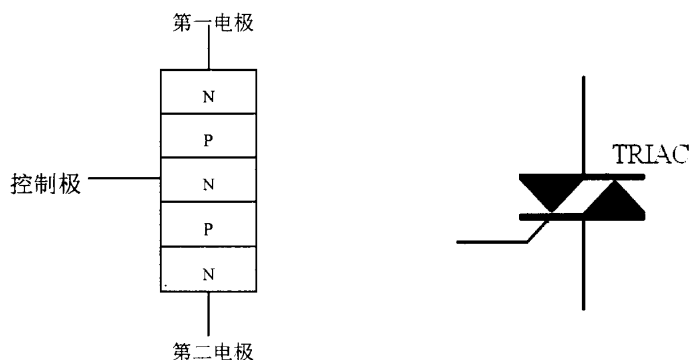


图 2-10 双向可控硅内部结构与电路符号图

Fig2-10 Interior instruction of triac and circuit symbol diagram

## 2.4.2 光耦驱动控制电路

光电耦合器是一种单片机输出与双向可控硅之间较理想的接口器件,它由输入和输出两部分组成,输入部分为砷化镓发光二极管,该二极管在  $5\text{mA} \sim 15\text{mA}$  正向电流作用下发出足够强度的红外光,触发输出部分,输出部分为光敏三极管,在红外线作用下可导通<sup>[9]</sup>。

光电耦合器是以光为媒介传输电信号的一种“电-光-电”转换器件。它由发光源和受光器两部分组成,把发光源和受光器组装成为一个整壳体,使用透明并且绝缘的物体隔离,发光源利用其引脚做为输入部分,用受光器引脚做为输出端,我们使用最常见的发光源,一般使用二极管,受光器可使用光敏二极管、光敏三极管等等<sup>[10]</sup>。

将信号输入光电耦合器输入端,再加电信号使发光源发光,发光的强度由激励电流的大小控制,光束照射到已经封装到一起的受光器件上以后,光电效应产生便会有了光电流,受光器输出端引出光电流,这边实现了电转换成光,再转换成电的过程。由于光电耦合器内部的发光管和受光器之间耦合电容较小,使用共模输入电压通过极间耦合电容对输出电流的影响很小,因而共模抑制比很高。

给发光二极管上加上一个偏置电流,然后,将信号电压通过电阻耦合到这个发光二极管,这样偏置电流上增、减变化的光信号就由光电晶体管接收,它的输出电流会随输入信号电压的变化而作线性变化。光电耦合器也可使用传输脉冲信号在开关状态工作。但是传输脉冲信



号时，一定要有一定的延时在输入信号和输出信号之间，不同结构的光电耦合器输入、输出延时的时间相差很大。

温度控制模块设计图如下图 2-11 所示。

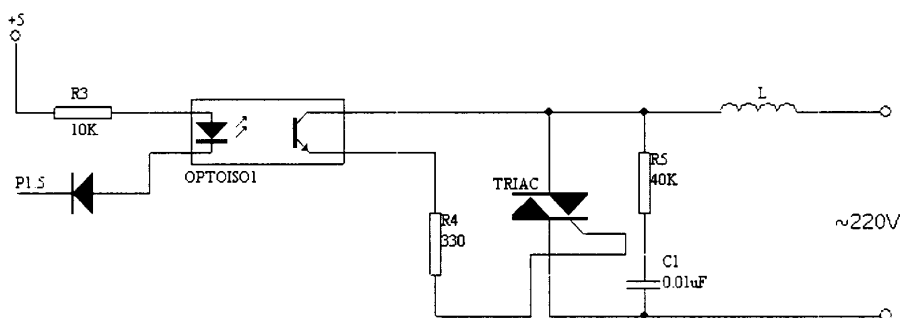


图 2-11 温度控制模块设计图

Fig2-11 Control module design figure of temperature

## 2.5 存储器的选择及与 8051 的连接电路

### 2.5.1 存储器的选择及 2764 芯片介绍

常用的 EPROM 芯片有 Intel2764 (8K×8)、2761 (2K×8)、2732 (4K×8)、27128 (16K×8)、27256、27512。本设计选择 Intel2764 存储器。选用 EPROM 很重要的一点是芯片可以擦除重写，而且允许擦除的次数超过上万次，便于编程过程中的不断调试。

2764 是 8K×8 字节的紫外线擦除、电可编程只读存储器，单一+5V 供电，工作电流为 75mA，维持电流为 35mA，读出时间最大为 250ns，28 脚双列直插式封装。

2764 各引脚的含义为：

- (1) A0—A12：13 根地址输入线。用于地址片内的 8K 存储单元。
- (2) D0—D7：8 根双向三态数据总线，正常工作时为数据输出线。编程时为数据输入线；维持或编程禁止时，呈高阻抗。
- (3) CE：片选信号输入线。该引脚为“0”时，芯片被选中处于工作状态；输入为“1”时，芯片处于数据高阻态。
- (4) OE：输出允许输入线。低电平有效，当该信号为低时，CE、地址线有效时，数据从 D7—D0 输出到数据总线上。

(5) PGM: 编程脉冲输入端。对 EPROM 编程时, 在该端加上编程脉冲, 读操作时该信号为 1。

(6) Vpp: 编程电压输入端, 正常工作时接+5V 电源。

(7) Vcc: 主电源, 通常+5V 电源。

(8) NC: 空引脚。

2764 存储器的引脚图如图 2-12 所示。

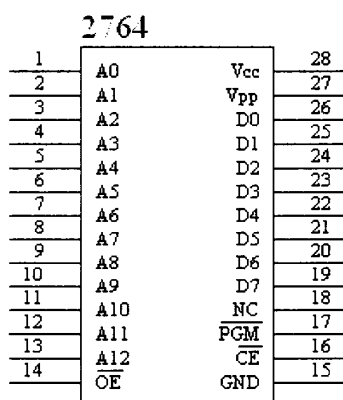


图 2-12 2764 存储器引脚图

Fig2-12 The pin figure of 2764 memory

## 2.5.2 芯片 74LS373 介绍<sup>[1][5]</sup>

程序存储器扩展时, 除了要选择 EPROM 芯片外, 还必须选择地址锁存器, 地址锁存器可使用三态缓冲输出的 8D 锁存器 74LS373。

74LS373 是透明的带有三态门的 8D 锁存器, 当三态门的使能信号线 OE 为低电平时, 三态门处于导通状态, 允许 Q 端输出; 当三态门的使能信号 OE 为高电平时, 输出三态门断开, 输出端对外电路呈高阻抗。因此, 74LS373 用作地址锁存器时, 应使三态门的使能信号 OE 为低电平, 这时, 当 LE 输入端为高电平时, 锁存器处于透明状态, Q 端等于 D 端, 当 LE 端从高电平下降到低电平时 (下降沿), 输入端 D 的数据锁入锁存器中, 在 LE 端为低电平期间, 不论输入端 D 如何变化, Q 端保持原输出不变。74LS373 锁存器的引脚图如图 2-13 所示。

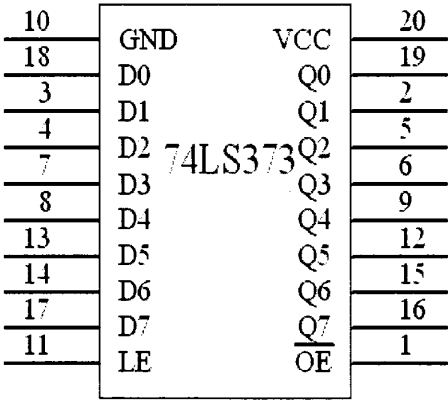


图 2-13 74LS373 锁存器引脚图  
Fig2-13 The pin figure of 73LS373 latch

74LS373 引脚介绍：LE 为地址锁存引脚；OE 为三态门的使能信号引脚；D0—D7 为数据输入端，Q0—Q7 为数据输出端。

2.5.3 8051 与存储器 2764 的连接电路

使用 74LS373 锁存控制端可以直接与 8051 的地址锁存控制信号 ALE 相连，在其下降沿锁存低 8 位地址；当三态门的使能信号线 OE 为低电平时，三态门处于导通状态，允许 Q 端输出，因此，在此做地址锁存器时，应使三态门的使能信号 OE 为低电平。扩展芯片 2764 所需地址线为 13 根，由 P0 口提供低 8 位地址，P2.0—P2.4 提供高 5 位地址。8051 与存储器 2764 连接电路如图 2-14 所示。

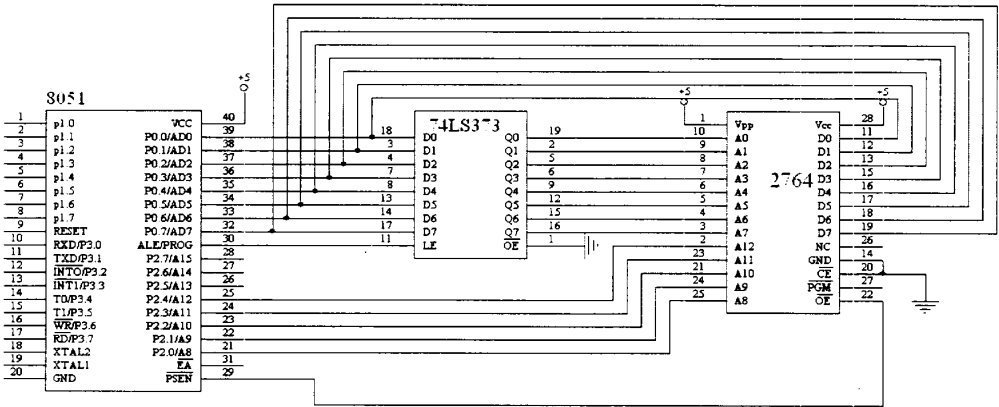


图 2-14 8051 与存储器 2764 连接电路  
Fig2-14 Connection circuit of 8051 and 2764 memory

## 2.6 人机对话部分设计

### 2.6.1 键盘接口的工作原理

#### (1) 按键的确认

在单片机应用系统中, 按键都是以开关状态来设置控制功能或输入数据的, 键是否闭合, 可以看电压上呈高电平还是低电平, 若高电平就表示断开的状态, 低电平则是表示了闭合, 所以可以通过高低电平状态来判断, 确认按键按下还是开启的状态。

#### (2) 按键的抖动处理

当按键被按下或释放时, 通常伴随有一定时间的触点机械抖动, 然后才稳定下来, 抖动时间一般为 10—20ms, 在使用过程中, 必须采取去抖措施。去抖有硬件和软件两种方法, 硬件方法就是在按键输入通道上添加去抖动电路, 从根本上避免电压抖动的产生。软件方法则采用延时 10—20ms 的时间, 待电压稳定后, 再进行状态检测。

#### (3) 独立式键盘接口 (静态方式)

这种键盘结构简单, 每个按键接单片机的一条 I/O 口线, 通过对输入线的查询, 可以识别每个键的状态。

#### (4) 矩阵式按键接口—行反转法<sup>[1]</sup>

行反转法需要两个双向 I/O 口分别接行线和列线, 步骤如下:

第一步: 输出。将矩阵键盘中与行、列相连的两组 I/O 口线中的一组设置为输入线 (接收线), 输入线的初值应为全 “1”; 另一组设置为输出线 (扫描线)。设置输出线的初值为全 “0”, 读取接收线口, 若其中某一位为 “0”, 则说明有键被按下, 并保存; 否则, 无键被按下。

第二步: 行反转。将原有输入线和输出线的功能互换, 即原扫描线设定为输入, 初值为全 “1”; 原接收线全设定为输出, 并将第一步保存的原接收线的值输出, 读取目前的接收线口 (原扫描口), 并保存。

第三步: 判定。第一步保存值中为 0 的位是被按下键所在的接收线, 即被按键所在的行号 (或列号); 第二步保存值中为 0 的位是被按下键所在的扫描线, 即被按键所在的列号 (或行号); 可以判定: 行线中为 “0” 位与列线为 “0” 位的交叉点处的键被按下。这样, 根据扫

描线和接收线读取的值就可以得出被按键的具体位置。

矩阵式键盘（4×4）与 8051 单片机接口电路如图 2-14 所示：

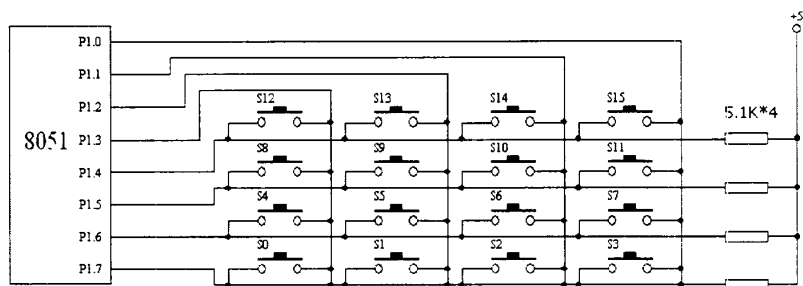


图 2-15 矩阵式键盘与 8051 接口电路

Fig2-15 Interface circuit of matrix keyboard and 8051

本设计系统控制简单，采用独立式键盘接口，键盘设置 4 个功能键，分别是启动，个位数+1，十位数+1，百位数+1，利用+1 键可以分别对预置温度的百位、十位、个位进行+1 设置。并在 LED 上显示当前设置值。独立式键盘接口模块如图 2-15 示。

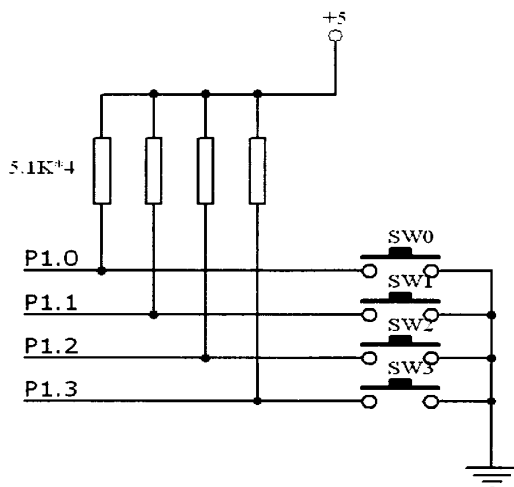


图 2-16 独立式键盘接口电路

Fig2-16 Interface circuit stand-alone keyboard

图中 SW0 为启动键，SW1 为个位数+1 键，SW2 为十位数+1 键，SW3 为百位数+1 键。

## 2.6.2 LED 显示器及接口电路

单片机系统中常用的显示器有发光二极管、七段 LED 数码显示器、液晶显示器等。本次设计采用七段 LED 数码显示。

### (1) 七段 LED 数码显示器的结构<sup>[11]</sup>

七段 LED 数码管显示器能够显示十进制或十六进制数字及某些简单字符，这种显示器显示的字符较少，形状还有些失真，但控制简单，使用方便在单片机系统中应用较多。由 8 个发光二极管构成七段 LED 数码管由，通过不同组合就可以显示数字“0—9”，字符 A—F 和小数点。数码管可分为两种：共阳极和共阴极两种。七段 LED 数码管的图解及内部结构如图 2-16 所示。

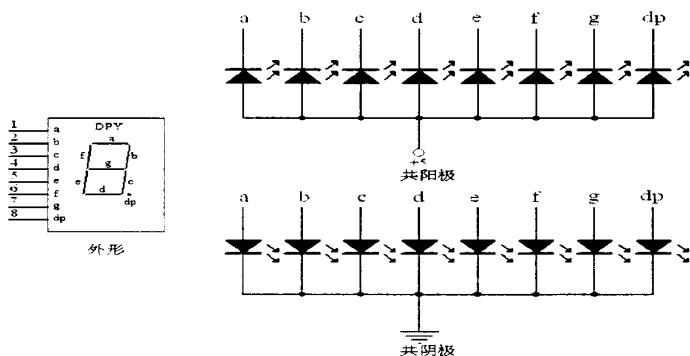


图 2-17 七段 LED 数码管图解

Fig2-17 The shape figure of seven segment LED

### (2) 数码管的简单工作原理

将 8 个发光二极管的阳极与共阳极数码管连接在一起。共阳极接高电平，再将其接上电源，当某个阴极接低电平时，则该数码管导通并点亮。共阴极数码管 8 个发光二极管的阴极连接在一起，公共阴极接低电平（一般接地），当某个阳极接高电平时，则该数码管导通并点亮。

### (3) 静态显示接口

静态显示是指数码管显示某一字符时，其对应的发光二极管应该是恒定导通或者是恒定截止。此时，位数码管也应相互独立，将公共端恒定接正电源（共阳极）或接地（共阴极），每条数码管中的 8 个字段都分别要与一个 8 位 I/O 地址来连接，只要 I/O 口有段码输出后，同时字符就会显示出并保持不变，一直到 I/O 口输出重新的段码来。静态显示方式的特点是，使用较小的电流就可得到较大的亮度，且占用 CPU 的时间较少，编程简单，显示也便于检测和控制，但其占用口线多，硬件电路复杂、成本高，只适合于显示位数较少场合。

#### （4）动态显示接口

动态显示方式是指一位一位地轮流点亮每位显示器（称为扫描），即每个数码管的位选被轮流选中，多个数码管公用一组段选，段选数据仅对位选选中的数码管有效。对于每一位显示器来说，每隔一段时间点亮一次。显示器的亮度既与导通电流有关，也与点亮时间和间隔时间间的比例有关。通过调整电流和时间参数，可以既保证亮度，又保证显示。若显示器的位数不大于 8 位，则显示器的公共端只需一个 8 位 I/O 口进行动态扫描（称为扫描口），控制每位显示器所显示的字形也需要一个 8 位口（称为段码输出）。

本系统设有 3 位 LED 数码显示器，停止加热时显示设定温度，启动加热时显示当前箱内温度。采用 8255A 芯片扩展 3 位七段共阳极 LED 显示器，作为显示电路。

#### （5）芯片 8255A 介绍及扩展显示接口电路<sup>[1]</sup>

8255A 芯片是 Intel 公司生产的通用可编程并行接口电路，广泛应用于单片机扩展并行 I/O 口。它具有 3 个 8 位并行口 PA、PB 和 PC。8255A 芯片的引脚图如图 2-17 所示。

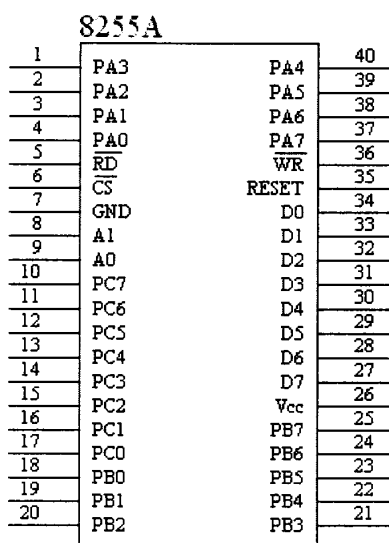


图 2-18 8255A 引脚图

Fig2-18 The pin figure of 8255A

引脚功能介绍：

D0—D7：双向三态数据总线，通常与 CPU 数据总线相连；

PA, PB, PC：3 个 8 位 I/O 口，PC 口还可分为高 4 位低 4 位。其中高四位可与 PA 口组成 A 口，低 4 位可与 PB 口组成 B 组。PC 口可按位置位/复位；

CS：片选信号输入端，低电平有效；

RD：读选通输入端，低电平有效；

WR：写选通信号，低电平有效；

RESET：复位输入引脚，高电平有效，复位后 PA、PB 和 PC 口均为输入；

A1, A0：端口地址输入线，通过地址组合选择 8255A 内部寄存器；

Vcc, GND：电源+5V，接地。

8255A 芯片的工作方式是通过读写控制逻辑的组合状态来实现的。A1, A0, CS, WR, RD 信号组合所实现的操作状态如表 2-6 所示。



表 2-6 8255A 的操作状态  
Table2-6 Operational status of 8255A

A1	A0	RD	WR	CS	操作	说明
0	0	0	1	0	A 口 → 数据总线	输入操作（读）
0	1	0	1	0	B 口 → 数据总线	
1	0	0	1	0	C 口 → 数据总线	
0	0	1	0	0	数据总线 → A 口	输出操作（写）
0	1	1	0	0	数据总线 → B 口	
1	0	1	0	0	数据总线 → C 口	
1	1	1	0	0	数据总线 → 控制寄存器	
X	X	X	X	1	数据总线三态	禁止操作
1	1	0	1	0	非法条件	
X	X	1	1	0	数据总线三态	

8255A 芯片扩展的 3 位七段共阳极 LED 显示器接口电路如图 2-19 示：

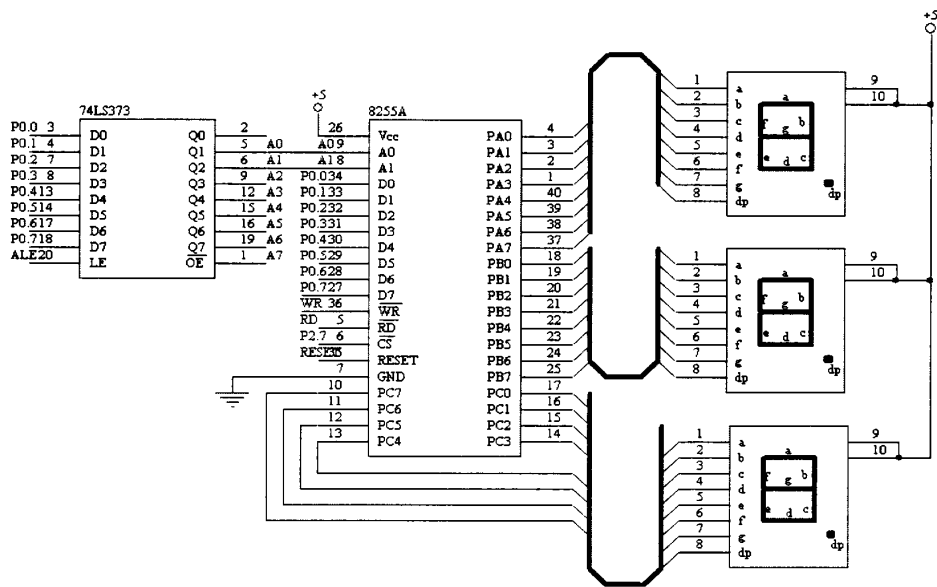


图 2-19 8255A 扩展的 3 位共阳极 LED 显示器  
Fig2-19 8255A extended three common anode LED display

2. 6. 3 声光报警电路设计

声光报警功能由蜂鸣器和发光二极管实现，当由于错误设置的温度超过最大温度上限时，或由于意外因素导致温度超过预置温度 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 时发出报警信号。

声光报警模块由一个蜂鸣器、三极管和发光二极管组成。当温度值在设定的范围内时，单片机的 P1.4 口引脚始终保持低电平，当所采集的温度越限时，P1.4 口便由低电平改为高电平，从而使蜂鸣器发出蜂鸣声、发光二极管发出光信号报警来提醒操作人员实施相应的措施。声光报警模块如图 2-20 所示。

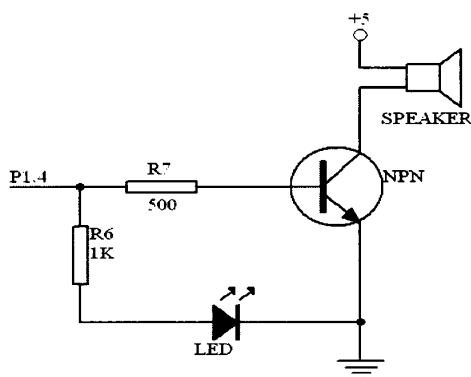


图 2-20 声光报警模块

Fig2-20 Sound and light alarm module

## 2.7 抗干扰电路介绍

随着强电弱电设备在通信计算机自动化等领域的广泛应用。处于同一工作环境的各种电子电气电路因距离过近而相互影响(耦合)产生了电磁干扰(EMI)，电磁干扰在现代电子电气工程中已成为工程设计和研究人员必须考虑的问题之一。其一，是因为如今电子电气工程的技术正朝着高灵敏度、高集成度等高难度的方向发展，电子设备内部之间产生的电磁干扰很难避免；其二，自动化技术装备的已被广泛使用的今天，许多大功率强电设备和大型电子设备在同一地方使用的局面越来越多，电子电路工作的外部电磁环境也随之复杂起来。因此，电磁干扰已经成为了许多电子设备与系统在环境正常操作运行的主要障碍之一<sup>[9]</sup>。

### 2.7.1 形成干扰的基本要素

(1) 干扰源：可以产生干扰的信号、元件或设备，如继电器、电器、雷电、高频时钟、可控硅等。

(2) 传播途径：指可以将干扰从干扰源通过通路或媒介传播到敏感器件的路途。

(3) 敏感器件：指容易被干扰的对象。如 A/D、D/A 变换器，单片机，数字 IC，弱信号放大器。

### 2.7.2 干扰的形式和耦合方式

干扰的形式：干扰的分类有很多种，通常可以按照噪声产生的原因、传导方式、波形特性等进行不同的分类。按产生的原因可分为放电噪声、高频振荡噪声、浪涌噪声；按传导方式可分为：共模噪声和串模噪声；按波形可分为：持续正弦波、脉冲电压、脉冲序列等。

干扰的耦合方式：干扰源产生的干扰信号是通过一定的耦合通道才对测控系统产生作用的。因此，我们有必要看看干扰源和被干扰对象之间的传递方式。干扰的耦合方式无非是通过导线、空间、公共线等，细分下来主要有：直接耦合、公共阻抗耦合、电容耦合、电磁感应耦合、漏电耦合等。

### 2.7.3 硬件抗干扰技术

硬件抗干扰技术是系统设计时首选的抗干扰措施，它能有效地抑制干扰源，阻断干扰传输通道。只要合理的布置与选择有关参数，硬件抗干扰措施就能抑制系统的绝大部分干扰。常用的硬件抗干扰技术有：

#### (1) 精心选择元器件

元器件是构成部件或是系统的基础，同时也是控制系统可靠性设计中的重要环节，选用的元件是否合理、优质，将直接影响到整个系统的性能与可靠性水平，也关系到经济成本与日后的维护和利用。因此，我们要选择集成度高、抗干扰能力强、功耗小的电子器件。

#### (2) 元部件要精密调整

元器件的精密性是保证系统完成设定功能的重要保证。因此在使用前或经过一段运行时间之后，都应该对元器件及部件进行精确调整。如 A/D 芯片的调零及满量程调整等。

#### (3) 接地的抗干扰处理

接地技术往往是抑制噪声的重要手段。良好的接地可以在很大程度上抑制系统内部噪声耦合，防止外部干扰的入侵，提高系统的抗干扰能力。设通常频率小于 2MHz 时采用一点接地，频率大于 10MHz 时采用多点接地；数字地与模拟地分开；交流地与信号地不共用；采用系统浮地，机壳接保护地（保护地接大地）。所谓系统浮地是指将系统电路的各部分地线浮置离开地面，不得与大地相连而产生其他影响，在系统与大地间的绝缘电阻必须大于  $50\text{M}\Omega$ 。传感器信号采用三线采样屏蔽浮地技术浮空隔离。

#### (4) 隔离技术<sup>[19]</sup>

隔离技术分为物理隔离和光电隔离。

A. 物理隔离：物理隔离一般是对单片机前端的输入信号线而言的，如在一些工业测量

仪表里一般分为两部分:一部分为传感器称为一次仪表;另一部分是显示及控制部分称为二次仪表,有时一次仪表与二次仪表之间距离较远,几十米、上百米或千米以上,那么信号在传输过程中极易受到干扰,其中信号线和功率线要远离大功率导线,如果实在做不到远离,则要将信号线和功率线分别套入钢管进行屏蔽。

B. 光电隔离:光电隔离是将两个电路的电信号隔离开,而通过光耦合来传递信号,这样既能保证信号的正确传输,也能隔断噪声信号从一个电路传输到另一个电路,光电耦合是通过光耦合器件实现的。光耦合不仅可以隔断电信号,还可以实现电平转换。

#### (5) 去耦技术

采用去耦电路,数字信号电平转换在转换过程中会产生很大的冲击电流,并在传输线和供应电源内阻上产生压降,形成严重干扰。为抑制此干扰,在电源电路、数字电路和信号处理电路中适当配置去耦电容,即形成去耦电路,这样可旁路集成电路产生的干扰。

### 2.7.4 软件抗干扰技术

软件抗干扰方法具有简单灵活方便、耗费硬件资源少的特点。在微机测控系统中获得广泛应用。常用的软件抗干扰技术有:数字滤波、软件看门狗、软件陷阱技术、指令冗余技术、数据备份、信息传输过程的自动检验,系统运行状态监视与发生故障时的自动恢复等。

#### (1) 数字滤波<sup>[20]</sup>

数字滤波是用程序实现的,不用增加硬件设备可多通道共用,具有可靠性高和稳定性好的特点,可对低频信号滤波,而模拟 RC 滤波器受电容量的限制频率不能太低。数字滤波灵活性好,改变程序就可改变不同的滤波方法,常用的数字滤波方法有 3 种:

A. 算术平均值法。多次采样取平均值,适用于变化速率慢的系统的数据采样。

B. 比较取舍法。如果测量数据有一定规律时,则可根据规律将个别偏差较大的数据舍去。

C. 函数法。利用一个特殊的函数对采集的数据进行处理,使测量结果受干扰的影响减小,比如,一般干扰持续时间较短,可采用积分的方法降低其影响。

#### (2) 软件看门狗<sup>[21]</sup>

单片机系统受到干扰后可造成程序失控,引起程序乱飞,也可使程序进入死循环。看门狗技术可以不断地监视程序运行时间,若发现时间超过设定时间就认为系统进入了死循环,看门狗立即将 CPU 复位,强迫程序返回到 0000H 处,在 0000H 处安排一段出错处理程序,使系统运行返回到正常的程序流程。软件看门狗一般要占用单片机系统的定时器,在 51 系列中

可占用 T0 或 T1，并将这两个定时器设置为最高级中断。在主程序中要根据定时器的溢出周期对定时器进行初始化，一旦程序跑飞，则在中断子程序里设置一条出错跳转指令，将程序转移到出错子程序中，在出错子程序中完成整个程序的初始化过程，使程序从头执行。

### （3）软件陷阱技术

所谓软件陷阱，是指采用空指令及跳转指令等使失控程序恢复正常运行或恢复到初始状态的一系列指令。等待程序失控以后，只要 PC 落入陷阱，可以连续进行几个空的操作后，程序就会被强制跳转到某个指定位置而自动恢复正常或执行后面的正常程序；如果是在程序正常工作时，则该软件陷阱就不会影响正常工作。

本次设计重点是完成硬件的设计，并且简要的介绍了下各模块的工作流程，因此，用到了硬件抗干扰技术中的隔离技术、接地抗干扰处理和元件选择等，软件抗干扰主要用到了数字滤波。

## 第三章 软件部分设计流程

### 3.1 电烤箱的工作过程

烤箱在上电复位后先处于停止加热状态，这时可以用“+1”键设定预置温度，显示器显示预先设置好的温度；温度进行设定后按启动键，便可以启动系统工作，温度检测系统是不断在系统内定时每隔 30 秒检测一次当前的温度，将检测出的温度送往显示器显示，直至达到预定温度值就停止加热，继续显示当前检测出的温度；如果温度因各种原因下降到下限（设定值误差  $2^{\circ}\text{C}$ ）时再重新加热。就这样不断工作，重复加热、检测、加热的过程，才能使温度保持，如果再启动则不能再修改预置温度，必须按复位键回到停止加热状态时才重新设定预置温度。

### 3.2 各模块功能的软件流程图

#### 3.2.1 主控制模块

主程序用的是中断嵌套方式，完成系统的初始化、温度预先设置、超范围的自检程序、温度的显示以及定时器 0 位的设置等，其各个功能模块都可随意调用。断是由定时器 0 时产生的，设置为每隔 30 s 中断一次，也即每 30s 采样做一次检测。主程序模块控制流程图如图 3-1 所示。

#### 3.2.2 温度控制模块

将当前温度与预置温度做比较，当前温度小于预置温度时，并且低于预置温度  $2^{\circ}\text{C}$  时，接通电阻丝加热；当前温度大于预置温度时，置允许报警标志，并停止加热；当二者相等时电阻丝保持原来状态；当前温度超出报警上限时将启动报警，并停止加热。温度控制模块流程图如图 3-2 所示。

#### 3.2.3 声光报警模块流程图

将当前温度与预置温度作比较，当前温度高于预置温度时，置允许报警标志，并且当前温度高于预置温度  $5^{\circ}\text{C}$  时，开报警器，发出报警信号；当前温度低于预置温度时，并且低于  $5^{\circ}\text{C}$  时，同样开报警器，发出报警信号，若当前温度高于或低于预置温度在  $5^{\circ}\text{C}$  范围内时，报

警器一直处于关闭状态。流程图如 3-3 所示。

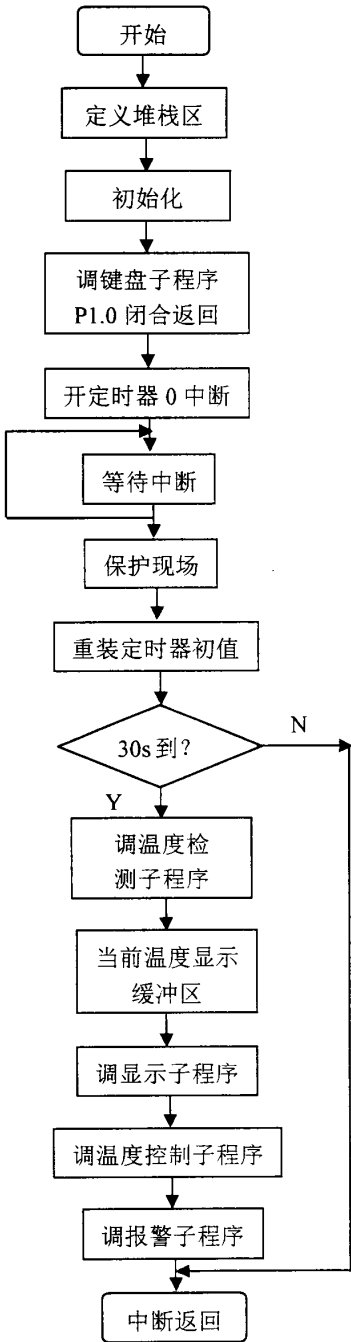


图 3-1 主程序控制模块流程图  
Fig3-1 Main control module flow chart

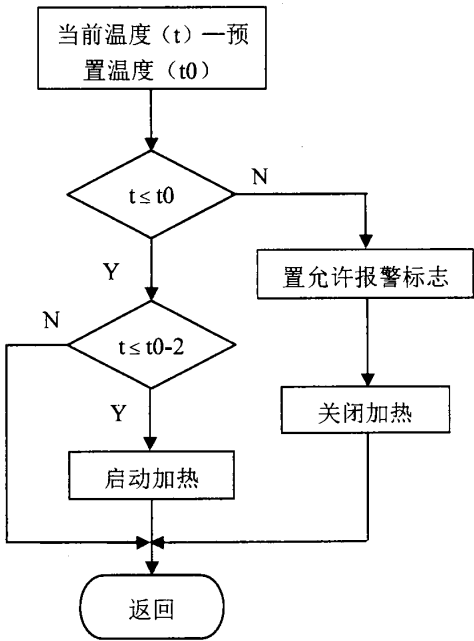


图 3-2 温度控制模块流程图  
Fig3-2 Flow chart of the temperature control module



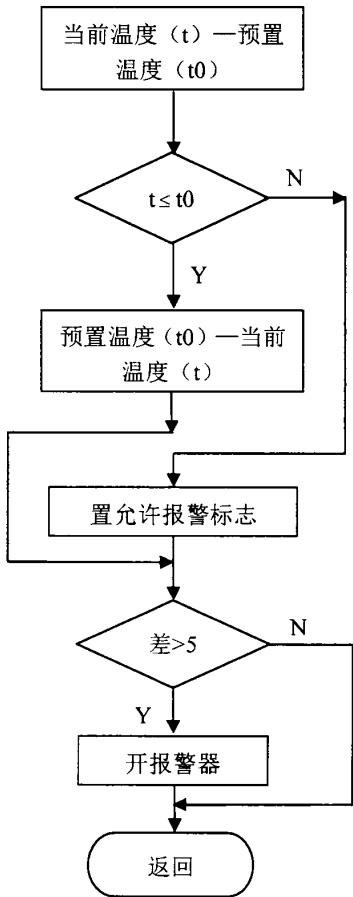


图 3-3 声光报警模块流程图

Fig3-3 Sound and light alarm module flow chart

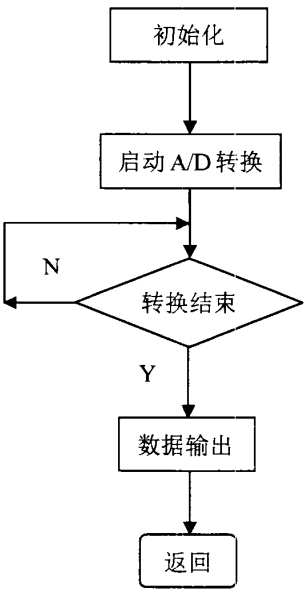


图 3-4 A/D 转换模块流程图

Fig3-4 A/D converter module flow chart

3.2.4 A/D 转换模块流程图

为了确保数据采样的可靠性，对温度采样数据采用数字滤波，通过对多组数据连续采样监测求平均值，从而得到较精确的温度值。若转换结束后将得到的当前温度值送检测结果缓冲区，转显示。流程图如图 3-4 所示。

3.2.5 键盘管理流程图

当系统上电/复位后，系统处于键盘管理状态，键盘的功能是接收温度预置、监测启动状态。键盘主要用到 P1 口的低 4 位，P1.0 口为启动按键，可通过控制 P1.1, P1.2, P1.3 口的

状态来修改预置温度。流程图如图 3-5 所示。

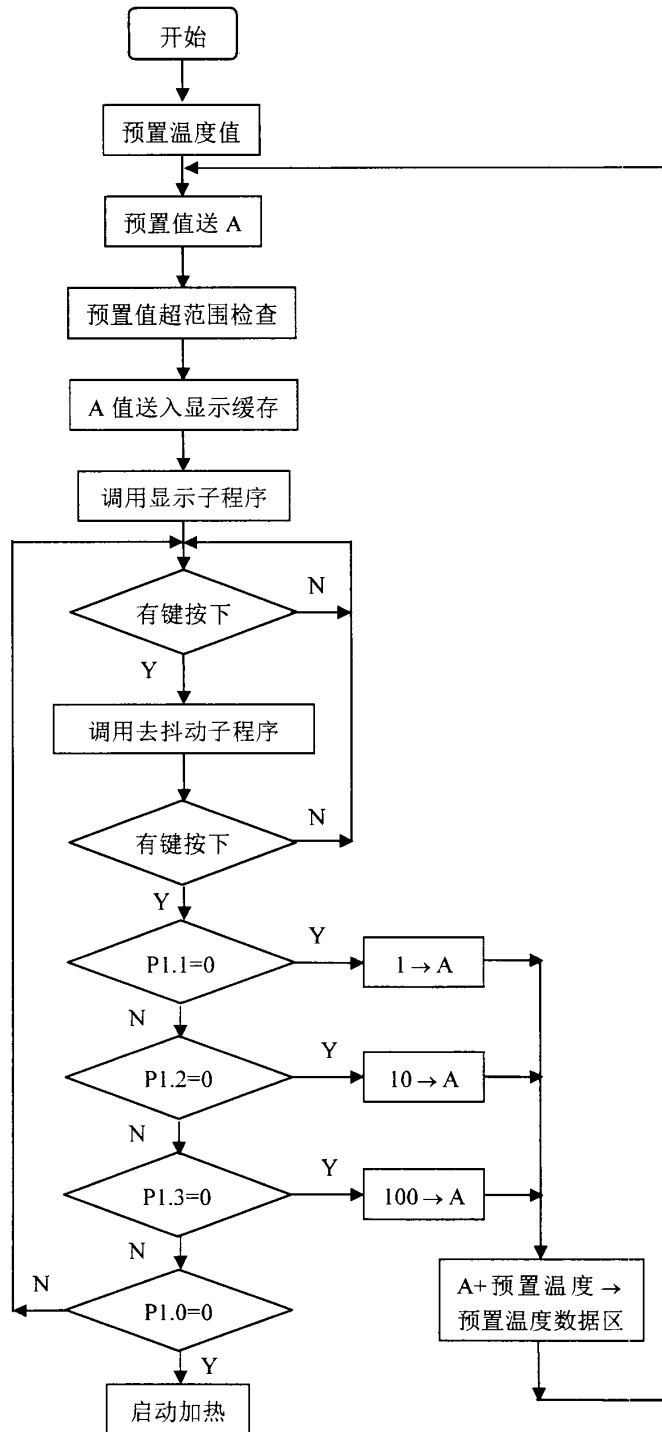


图 3-5 键盘控制流程图

Fig3-5 Keyboard controlflow chart



## 第四章 单片机烤箱与其他烤箱

### 4.1 单片机烤箱与其他烤箱的热源不同

据了解，现今的电烤箱热源在市场中大概分为：蒸汽、风烤、光电、远红外以及本课题所用的金属电阻丝。

- (1) 本文采用的金属电阻丝具有加热速度快、加热均匀、需要的体积较小等优点。
- (2) 蒸汽型和风烤型电烤箱通常体积较大、加热均匀、加热速度较慢。
- (3) 光电及远红外型电烤箱通常功率大、加热不够均匀（里嫩外焦）。

### 4.2 单片机烤箱控制系统的优势

- (1) 单片机烤箱控制系统，具有价位低、体积小并能够使得烤箱实现自动化控制的优点。
- (2) 其他软件控制系统，价位高、专业性强但可实现烤箱的自动化控制功能。
- (3) 直接通过通断电加热的烤箱系统，价位低，但是操控性差。

### 4.3 单片机烤箱的其他优点

相对于其他烤箱，单片机烤箱由于使用的热源体积较小，因此，电烤箱整体体积的可调性就强。相比过去的自动化控制烤箱价格低很多，相比过去价格低廉的机械型烤箱则功能齐全，更安全并实现了自动化控制。如今，在单片机发展迅速的时代中，单片机烤箱被预计会飞速普及，单片机技术在其他电器领域的使用相信也会为社会的发展做出贡献。



## 结 论

本次电烤箱的温度控制系统是以 MCS-51 系列单片机的 8051 单片机为核心,通过对电阻丝电路通断来控制电烤箱的温度。在本次毕业设计中,我系统的学习了单片机方面的知识,设计以硬件设计为主,简单的以流程图的方式说明了下各模块的工作过程。

当今科技发展迅速,单片机嵌入式开发有着光明的情景。由于单片机经济适用、开发简单等特点依然在工业控制、家电等领域占据了广泛的市场,通过做这个毕业设计,我的硬件设计能力得到了锻炼和提高,在这个过程中,我发现自己所应该学习的东西还很多很多,光靠自己在书本上学习过的这点知识是远远不够的,通过这次毕业设计使我真正认识到了学习的重要性。

本次基于 8051 单片机的电烤箱温度控制系统设计,就整体而言完全可以实现对电烤箱温度闭环恒定控制。但是不足之处在所难免,其中由于采用元件精度低,控制不准确等都需要我们进一步改进和提高。在实际使用过程中,由于电烤箱加热时有一定的温度缓冲,即当电烤箱断电时,加热并不是立即停止,而是过一段时间后温度才慢慢停下来以致开始下降,这样就使得我们控制很不精确,会出现严重超温或者低温现象。鉴于这种情况,我们应该在电烤箱温度接近我们要求的温度时,由连续加热改为断续加热。

另外,更为重要的是,我从中学会了“发现问题—分析问题—解决问题”的方法理念。在设计过程中,我通过查阅大量有关资料,与同学交流经验和自学,经过了老师的指点,自己真的学到很多的知识,经历这漫长而艰辛的求学路,收获巨大。这一个课题的制作过程包含了一个人独立工作的能力,动手的能力,思考的能力,也包含了完成工作所需要树立的信息,这无论对我以后的生活、学习、工作都会有着深刻的影响,它使我在工作道路的最初体会到了创造的过程中艰难后成功时的喜悦。这个设计存在很多缺点,存在的问题还很多,因为作为一个学生,我却是能力有限,但是,我相信这个毕业设计的初衷是在于培养我们的能力,使我们在设计中成长,并且终身受益。





## 参考文献

- [1]张鑫,华臻,陈书谦.单片机原理及应用[M].北京:电子工业出版社,2005.8.
- [2]陶红艳,余成波.传感器与现代检测技术[M].北京:清华大学出版社,2009.3.
- [3]康华光,陈大钦,张林.电子技术基础(模拟部分)[M].北京:高等教育出版社,1979.3.
- [4]胡汉才.单片机原理及其接口技术[M].北京:北京清华出版社,2004.2.
- [5]赵晓安.MCS-51 单片机原理及应用[M].天津:天津大学出版社,2001.3.
- [6]林敏,丁金华,田涛.计算机控制技术及工程应用[M].北京:国防工业出版社,2009.1.
- [7]张洪润,博瑾新.传感器设计大全[M].北京:航空航天大学出版社,2006.8.
- [8]沈红卫.单片机应用系统设计实例与分析[M].北京:北京航空航天大学出版社,2001.7.
- [9]张开生,郭国法.MCS-51 单片机温度控制系统的设计[M].北京:清华大学出版社,2005.7.
- [10]赵丽娟,邵欣.基于单片机的温度监控系统的设计与实现[M].北京:机械工业出版社,2006.4.
- [11]王淑珍.单片机原理与接口技术[M].北京:科学技术出版社,2008.2.
- [12]张刚毅.MCS-51 单片机应用设计[M].哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,1990.6.
- [13]何立民.单片机应用技术选编[M].北京:北京航空航天大学出版社,1993.6.
- [14]李华.MCS-51 系列单片机应用接口技术[M].北京:北京航空航天大学出版社,1997.5.
- [15]李广弟,朱月秀,等.单片机基础[M].北京:北京航空航天大学出版社,2006,3.
- [16]曹巧媛.单片机原理及应用[M].北京:电子工业出版社,2002,4.
- [17]王树勋.MCS-51 单片微型计算机原理与开发[M].北京:机械工业出版社,1995,7.
- [18]龚红军.单片机温度控制系统[J].九江学院学报,2002,9(10):17-20.
- [19]王亚玲.单片机控制系统中电磁干扰及抗扰措施研究[J].江西电力职业技术学院学报,2008,21(3):51-53.
- [20]王幸之,王雷,等.单片机应用系统电磁干扰与抗干扰技术[M].北京:北京航空航天大学出版社,2005.3.
- [21]周宝星,黄家希.看门狗技术在工控系统中的应用[J].电子技术应用,1994,6(9):20-24.



## 致谢

值此论文完成之际，首先感谢我亲爱的大学——天津工业大学给了我在这里学习的机会和条件，是她培养和教育了我。感谢研究生期间教过我的老师，是他们让我拥有了更多的知识；感谢我们专业的同学，是他们让我的大学生活充满乐趣，在大学学习、生活的经历将令我终生难忘。

通过这次毕业设计，使我学到了很多東西，对我以后学习、工作都有很大的帮助，在有些方面，使我逐步的培养了一种独自解决问题的能力，尤其是对做一个完整项目的流程有了更深刻的理解，以及在设计中遇到困难解决方法的能力得到提高，不仅在知识上有了一个进步，学会了新的东西，而且在独立思考方面给我带来了更大的收益。

贺娜

于天津工业大学电气工程与

其自动化学院

2012 年 12 月



## 发表论文

[1]贺娜.实验室温湿度控制系统设计[J].仪器仪表用户.2012,19(5):56-57.