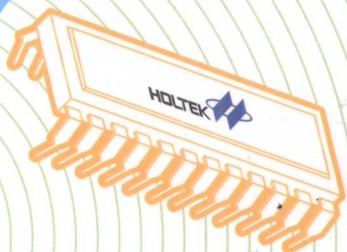
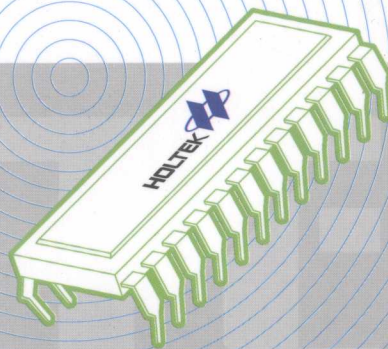


HOLTEK单片机应用系列



程 智 崔翼翰 编著

HT46xx A/D 型 MCU

在电磁炉中的应用



北京航空航天大学出版社

HOLTEK 单片机应用系列

HT46xx A/D 型 MCU 在电磁炉中的应用

程 智 崔翼翰 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

通过探讨单片机技术在电磁炉中的应用介绍单片机技术的原理和应用。型号选择了市场上比较广泛使用的 Holtek 系列单片机。本书首先对电磁炉以及单片机技术做了整体介绍,然后分别就电磁炉单片机技术中涉及的时钟、中断处理、模数转换、PWM 以及电磁炉程序设计等内容进行了专题介绍。为了便于读者在比较简单的条件下学习,还专门利用了 Holtek 公司的 HT-IDE 集成开发环境中的虚拟器件技术设计了相关的仿真程序,供读者在 PC 机上进行调试。另外,本书还提供了相关练习题以及实验指导等。程序设计以 C 语言为主,并辅之以汇编语言程序,以供对照,方便读者的学习。

本书可作为学习单片机技术的入门书籍,也可作为大专院校相关课程的教材。

图书在版编目(CIP)数据

HT46xx A/D 型 MCU 在电磁炉中的应用/程智,
崔翼翰编著. —北京:北京航空航天大学出版社,2007. 10
ISBN 978-7-81124-242-3

I. H… II. ①程…②崔… III. 单片微型计算机—计算机应用—电磁炉灶 IV. TP368.1 TM925.51

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 149772 号

HT46xx A/D 型 MCU 在电磁炉中的应用

程 智 崔翼翰 编著

责任编辑 许振伍 胡伟卷

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

http://www.buaapress.com.cn E-mail:bhpress@263.net

北京市松源印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:19.25 字数:431 千字

2007 年 10 月第 1 版 2007 年 10 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 978-7-81124-242-3 定价:32.00 元

前 言

单片机技术是计算机技术发展的一个重要分支。在家用电器的控制方面,单片机有着非常广泛的应用。无论是日常生活中的电视机、空调、电磁炉、微波炉,还是影响到整个城市秩序的交通控制以及关系到国计民生的火箭发射、神舟飞船等都广泛地使用了单片机。

我国单片机市场年容量达到几亿片,并且还在迅速增长过程中。然而相对于世界单片机市场而言,我国的单片机占有率还是相当低的,这说明我国单片机市场还有非常大的发展空间。

单片机市场的迅速增长,也推动了单片机的培训和教学工作,然而长期以来国内单片机的教学还是以 MCS-51 系列及其兼容的单片机为主,而这一类单片机目前在市场上由于价格较贵,功能也不够强大,真正应用到家用电器中的相对比较少。而像 Holtek(盛群)这一类物美价廉的单片机最近几年的迅速崛起,对 MCS-51 系列单片机形成了强有力的挑战。

学习单片机一方面需要不断地实践,在做中学是最为有效的方法。另一方面,一本好的教材也是掌握单片机原理及应用技巧不可缺少的。长期以来国内的单片机教材普遍注重原理而忽视学生的操作实践,这使得很多的学生在完成相关课程学习以后仍不知如何着手去设计一个产品;随着时间的推移,单片机复杂的汇编语言指令也被淡忘得一干二净,学习效果很不理想。另一些教材虽然有实例,也有程序,但是这些实例和程序比较分散,似乎各种单片机应用的例子和程序都有,然而正因为介绍太过宽泛而忽视了整体。从作者以往的教学经验来看,如果在教学的过程中,能够给学生一个比较完整的产品设计实例,在教学过程中就可以起到事半功倍的作用。

基于以上的考虑,本书在选择单片机型号的时候,采用了 Holtek 公司的系列单片机,并以 HT46R47 和 HT46R12A 为主来进行介绍。这两款单片机目前在市场上被广泛应用于各种家用电器之中。这样学生在学习的过程中除了接触本书的实例以外,从市场上的家用电器产品中也可以随时找到实际的产品,方便了学习过程中的测试和参考。

本书在写作的时候以电磁炉作为典型实例来介绍单片机的原理和技术,主要是考虑到在所有家用电器产品中,电磁炉的单片机控制比较典型,其中既包括了单片机控制中涉及到的时钟信号、模数转换、输入/输出接口控制等,还包括了 IGBT 功率信号的输出和控制等比较广泛的单片机应用。通过电磁炉单片机技术的系统学习,学生可以完整地了解到在一个实际的家用电器中,单片机技术是如何应用的。同时,在电磁炉单片机技术原理的学习过程中还可以学习到各种实际应用技巧。

同其他的单片机相比,Holtek 系列单片机配套的开发工具非常齐全和丰富,这显著地提高了产品开发的效率。目前 Holtek 系列单片机的开发主要使用的是 Holtek 集成开发环境

HT-IDE。HT-IDE 由硬件和软件两部分构成,在硬件方面主要由 HT-ICE 构成,而软件方面则由 HT-IDE3000 构成。其中最新版本的 HT-IDE3000 可以直接在 Holtek 网站上下载到。该软件对计算机硬件的要求非常低,其功能却非常强大。实际上在学习 Holtek 系列单片机的时候,在仅使用 HT-IDE3000 软件的情况下,其中很大一部分程序的调试和仿真作业都可顺利完成。本书在编写的时候正是考虑到该软件的这一特色,充分利用了其中集成的 VPM(虚拟周边器件管理器)仿真软件,对书中大部分电磁炉功能所需要的程序都设计了相应的虚拟电路,这样学生编写的程序在调试过程不需要经由硬件仿真,即可在 PC 上进行调试,其效果同硬件仿真过程几乎完全相同。相信这会提供给学生更多的实践机会,所需要的学习环境也从实验室扩展到了一般的计算机机房,甚至是学生宿舍之中。同时相信这对于偏远地区的学习者而言也是非常有益的。当然有一些功能,比如 PWM 控制等功能目前难以用 VPM 来实现,故本书还给出了利用 Pspice 来进行仿真的实例,目的是尽可能让学生利用软件的方式来了解单片机控制的原理。

HT-IDE3000 另一个非常有用的功能是集成了一个 C 语言编译器,利用该编译器可以直接编写 C 语言程序来实现对单片机的控制。这样对很多单片机的设计与控制问题就不必再纠缠于烦琐的汇编语言程序之中,学生可以将更多的注意力集中于问题本身。本书作为单片机初学者入门学习的教材,其中大部分示例都采用了 C 语言程序来进行编写,程序看起来更容易理解,编写也更加有趣。当然从 C 语言程序迁移到汇编语言程序也是非常直接的,本书中也给出了部分汇编语言程序进行对照,以方便必要的时候编写汇编语言程序作为参考。

本书共分为 10 章,其中第 1 章主要介绍电磁炉的电路和基本功能以及电磁炉程序设计的总体框架,以为学习者提供一个快速了解电磁炉单片机应用技术的途径。第 2 章介绍 Holtek 系列单片机以及集成的开发环境。第 3 章涉及到电磁炉中最基本的定时和延时功能。第 4 章介绍如何处理电磁炉按键输入的事件。第 5 章介绍如何设计相应的程序使其正确显示电磁炉的状态。第 6 章介绍如何控制电磁炉功率的输出,其中包括了单片机的脉宽调制等内容,另外这一章中还包括了两个 Pspice 仿真程序。第 7 章介绍了电磁炉各种功能的实现方法,包括了煮饭等功能的控制方法。第 8 章介绍电磁炉中模数转换的意义以及相应的程序设计方法。第 9 章介绍如何处理电磁炉中外中断事件。第 10 章介绍电磁炉中的错误类型、错误检测的方法以及错误处理的方法。

另外为了方便读者了解自己的学习情况,本书中还附有实验操作建议以及相关习题。

本书在编写的过程中得到 Holtek 公司任锦灿、陈进成、马林的热情支持,特别是马林小姐对整篇书稿进行了细致的校对工作,发现并改正了不少问题。另外,吴娟同学协助进行了部分文字校对工作。同时书中部分文字引用了 Holtek 公司的相关资料。在此一并表示感谢。

作者

2007 年 7 月

目 录

第 1 章 快速入门

1.1 电磁炉技术	1
1.1.1 电磁炉的发展	1
1.1.2 从硬件控制到单片机控制	2
1.1.3 电磁炉的技术指标	4
1.2 电磁炉功能	5
1.2.1 能满足基本需要的电磁炉	5
1.2.2 电磁炉功能框图	7
1.3 电磁炉的关键元件及芯片介绍	9
1.3.1 功率管	9
1.3.2 比较器	13
1.3.3 移位寄存器	14
1.4 电磁炉电源和功率输出电路	15
1.4.1 电源回路	15
1.4.2 功率输出和控制	17
1.5 键盘和显示面板电路	23
1.5.1 面板概述	23
1.5.2 电磁炉按键事件的处理	25
1.5.3 显示驱动	26
1.5.4 不同的显示方式	28
1.6 错误检测和保护电路	29
1.6.1 电磁炉中的错误检测	29
1.6.2 电磁炉中的保护电路	34
1.7 电磁炉程序的设计	36
1.7.1 实时多任务系统的知识	36
1.7.2 电磁炉程序的结构	38
实验 1 电磁炉各部分电路功能的认识	45
习 题	45

第2章 Holtek 系列单片机及开发环境^[1]

2.1 Holtek 系列单片机的特点和分类	46
2.1.1 单片机领域的一匹黑马	46
2.1.2 Holtek 系列单片机的特点	47
2.1.3 Holtek 单片机的分类	47
2.2 A/D 型单片机	48
2.2.1 适合于电磁炉控制的 A/D 型单片机	48
2.2.2 A/D 型单片机的内部结构	50
2.2.3 专用数据存储器简介	55
2.2.4 特殊电路	60
2.2.5 应用电路	61
2.3 集成开发环境	62
2.3.1 功能强大的集成开发环境	62
2.3.2 盛群单片机仿真器	63
2.3.3 HT-IDE3000 系统软件	64
2.3.4 软件仿真	66
2.3.5 OTP 烧录	72
2.3.6 LCD 仿真	73
2.4 开发语言	73
2.4.1 汇编语言	73
2.4.2 盛群 C 语言	74
2.4.3 混合语言	74
实验 2 单片机集成开发工具的使用	75
习 题	75

第3章 定时和延时

3.1 定时/计数器中断	76
3.1.1 定时/计数器中断原理	77
3.1.2 定时/计数器中断相关寄存器	79
3.1.3 定时/计数器的控制	80
3.2 时间间隔的确定	81
3.2.1 系统时钟的设置	82
3.2.2 时间间隔换算	83

3.3 延时的方法	90
3.3.1 简单延时方法	91
3.3.2 利用定时/计数器中断延时	92
3.4 电磁炉的时钟	100
3.4.1 电磁炉时钟的作用	100
3.4.2 递增时钟	101
3.4.3 递减时钟	106
3.5 蜂 鸣	107
3.5.1 PFD 的概念	107
3.5.2 输出不同的蜂鸣声	108
实验 3 单片机时钟及对蜂鸣器的认识	109
习 题	110

第 4 章 按键输入任务

4.1 HT74164 移位寄存器	113
4.1.1 用两个端口实现所有按键的扫描	113
4.1.2 串行数据到并行数据的转换程序	116
4.2 按键事件的处理	120
4.2.1 扫描按键	120
4.2.2 确定按键是否按下	123
4.2.3 按键掩膜设置	132
实验 4 单片机按键接口与扫描	135
习 题	136

第 5 章 显示任务

5.1 发光二极管的驱动	137
5.1.1 发光二极管显示的方法	137
5.1.2 发光二极管显示的驱动程序	139
5.2 7 段显示器的驱动	148
5.2.1 7 段显示器显示的内容	148
5.2.2 7 段显示器字形驱动	149
5.2.3 多个 7 段显示器的驱动	151
5.3 LCD 显示简介	164
5.3.1 概 述	164

5.3.2 LCD 型单片机	165
5.3.3 LCD 软件模拟	166
实验 5 电磁炉显示面板的控制	169
习 题	171

第 6 章 功率输出和控制

6.1 单片机中的脉宽调制	172
6.1.1 PWM 寄存器的模式	173
6.1.2 PWM 占空比与输出功率之间的关系	175
6.1.3 另一种控制功率的方法	181
6.2 电磁炉功率控制	182
6.2.1 脉宽调制在电磁炉中的应用	182
6.2.2 功率输出	184
6.2.3 程序实例	185
6.2.4 功率任务	193
6.3 PPG 电路 ^{〔1〕}	195
6.3.1 HT46R12A/14A 单片机及 PPG 控制电路	195
6.3.2 PPG 输出控制的方法	197
实验 6 电磁炉功率输出控制	198
习 题	198

第 7 章 功能任务

7.1 功能任务的构成	200
7.1.1 功能任务的基本要求	200
7.1.2 功能控制流程	200
7.1.3 功能任务的程序实例	201
7.2 电磁炉的启动和关闭功能	209
7.2.1 电源开关任务的一般要求	209
7.2.2 电源开关子任务控制流程	210
7.3 基本烹饪功能	216
7.3.1 煎 炒	218
7.3.2 煮 饭	220

〔1〕 本节资料引自 HT46R12 A/D Type 8-Bit MCU 资料(2005.5.30)

7.3.3 煲 粥	234
7.3.4 保 温	237
7.4 定时/预约功能	238
7.4.1 预 约	238
7.4.2 定 时	239
7.4.3 定时/预约任务	240
7.5 控制功能	244
7.5.1 用户控制功能	244
7.5.2 自动控制功能	249
7.5.3 控制任务	250
实验 7 烹饪功能程序的调试	251
习 题	251

第 8 章 A/D 转换

8.1 A/D 转换的意义	253
8.1.1 进行 A/D 转换的作用	253
8.1.2 需要进行 A/D 转换的项目	254
8.2 A/D 转换控制	255
8.2.1 A/D 端口	255
8.2.2 ADCR 和 ACSR 寄存器	255
8.3 A/D 转换结果	258
8.3.1 ADRH 和 ADRL 寄存器	258
8.3.2 A/D 转换的换算	258
8.4 A/D 转换程序实例	259
8.4.1 端口初始化	259
8.4.2 A/D 转换程序	260
8.4.3 A/D 转换值的检测	262
实验 8 电磁炉信号的 A/D 转换	263
习 题	264

第 9 章 外部硬件中断

9.1 外部中断	265
9.1.1 外部中断的含义	265
9.1.2 外部中断的端口	267

9.1.3	INTC 寄存器	268
9.1.4	中断的优先级	272
9.2	外部中断在电磁炉中的应用	276
9.2.1	功率触发信号	276
9.2.2	外部中断处理子程序	276
9.2.3	移锅检测	278
实验 9	锅具检测程序的编写	280
习 题		280
 第 10 章 错误检测		
10.1	电磁炉错误类型	281
10.1.1	功率类	281
10.1.2	电压类	282
10.1.3	温度类	282
10.2	错误检测的方法	283
10.2.1	外部中断	283
10.2.2	传感器	283
10.2.3	A/D 转换	283
10.3	错误的处理	284
10.3.1	一般错误	284
10.3.2	关键错误	286
实验 10	电磁炉信号的 A/D 转换	288
习 题		288
 附录 1 电磁炉电路		
		289
附录 2 Holtek C 语言速查		
		290
参考文献		
		298

第 1 章

快速入门

本章学习目标:

- 了解电磁炉技术的基本特点及电磁炉的基本功能。
- 对电磁炉电路有初步认识。
- 理解这些概念: 高频电磁炉、PWM、IGBT、功率触发、功率允许、同步电路、浪涌电流保护。
- 能够用万用表和示波器等工具对电磁炉电路的各部分进行测量。

1.1 电磁炉技术

1.1.1 电磁炉的发展

电磁炉是国内近几年发展得比较快的一种小家电,大家开始逐渐认识到电磁炉的优点:无明火、无烟、节电、省时、容易使用等。而在发达国家,电磁炉的普及率达到了 80% 以上,电磁炉成为了生活中不可缺少的一种家用电器。我国现在电磁炉的普及率还不太高,主要是因为人们对电磁炉的认识还不够,另外一些匆忙上马的企业技术方面不过关,导致很多用户对电磁炉的安全性和稳定性产生了一定的误解。技术不过关的原因主要还在于技术人才的缺乏,培训这方面的人才于是就成为了一项紧迫的任务。

电磁炉的发展经历了早期纯硬件控制到现在单片机控制的阶段。最早的电磁炉只在一些皇室贵族中使用,那是因为当时制作电磁炉的技术还不够发达,后来随着集成电路技术的发

展,利用运算放大电路对传感器传输过来的信号进行比较,实现了电磁炉的自动控制,使电磁炉的生产成本迅速降低,电磁炉因而得以迅速普及。而发展使用单片机控制技术以后,电磁炉的成本进一步降低,有人甚至预测电磁炉今后将取代传统的煤气灶,成为家庭烹饪的主要用具。

电磁炉大致可以分为以下几类:

按照工作频率来划分,电磁炉可以分为低频电磁炉和高频电磁炉,其中低频电磁炉的工作频率为交流电的频率,通常为 50 Hz 或者 60 Hz,其结构复杂,效率较低。而现在用得更多的是高频电磁炉,其工作频率在 20 kHz 以上。高频电磁炉大多采用微计算机控制,利用脉宽调制技术控制功率发生,可控性好,效率高。

按控制方式来划分,可分为普通控制和单片机控制两种。前者功能单一,后者功能较多,使用灵活。本书介绍的电磁炉即属于这一类。

按工作灶头来分,可以分为单灶头和多灶头两种。

随着电磁炉技术的发展,会有更多的新技术添加进去。当然这些新技术都是以微计算机控为基础的,比如结合最新的 IPv6 技术,也许可以给每一个电磁炉划分一个 IP 地址,这样在使用电磁炉的时候可以随时连上网络获取最佳的烹饪方案,也许电磁炉还会跟其他的家用电器结合在一起,这样厨房里面就不再需要那么多的烹饪设备了。

1.1.2 从硬件控制到单片机控制

过去的十几年中,电磁炉最大的进步表现在微计算机技术的采用。使用了单片机以后,电磁炉看起来更美观、更小巧了。最重要的是,使用单片机技术以后,电磁炉内部的电路迅速简化,电磁炉运行更加安全稳定。

具体来说,单片机技术的使用主要可带来以下几个方面的好处。

1. 故障率降低

以往的电磁炉由于需要大量的硬件组合,加之厨房工作条件恶劣,很容易出现各种故障,从而导致电磁炉的故障率居高不下,限制了其向大众的普及。而采用了单片机控制技术以后,所需要的硬件相对减少,电磁炉整体工作的稳定性提高,也大大降低了电磁炉的故障率。

2. 成本降低

这是线路简化带来的另一个直接结果。由于使用很少的元件即可实现更多的功能,生产成本因此而迅速降低,直接的结果就是导致电磁炉零售价格的下降。

3. 功能多样化

使用了单片机技术以后,设计人员可以通过灵活的程序设计,随时按照需要给电磁炉添加新的功能。而这些新功能的添加,基本上不需对硬件做很大的更改,从而使电磁炉越来越人性化。从移锅自动监测到煎炒、煮饭、火锅、煲粥,从LED显示到液晶显示等,这些无一不反映出单片机应用的成果。

4. 自动控制

从发展趋势来看,家用电器将具备越来越强的自动控制功能,电磁炉也不例外。利用自动控制功能,可以针对电磁炉在运行过程中出现的故障进行自动处理,比如移锅检测。一旦在使用电磁炉的过程中出现了没有锅或者锅底位置不正确的情况,如果不立即停止功率的输出,就可能出现各种安全方面的问题,而采用单片机技术,就可以利用程序对这种错误进行实时处理。另外,在功率输出、电压、温度等异常的情况下,单片机技术也能够对其进行自动处理,从而降低人工操作可能带来的各种失误。

5. 节省用电

由于使用了单片机进行控制,可以使用更高频的电流来驱动电磁炉工作,从而电磁炉的效率得以提高,使其在完成同样工作的时候,消耗更少的能源,达到节省用电的目的。

6. 多种显示方式

至于工作状态的显示,如果不采用单片机技术,就只能通过几个发光二极管来显示电磁炉的开关状态,而利用单片机则可以推动7段或者是液晶显示器来显示电磁炉的工作状态。

7. 更容易使用

单片机控制的电磁炉设有非常人性化的界面,其中各种功能按键都有详细的说明和标志,而相应的功能则又可以通过面板上的显示器件详尽显示出来,普通用户基本上不需要学习都能使用。而使用过程中碰到的各种问题也都会得到自动处理并显示出友好的错误信息提示,使用户能够针对烹饪过程中出现的问题及时进行处理。

8. 便于维修

单片机应用到电磁炉中的另一个好处就是使维修变得更加简单。由于减少了很多的硬件,电路变得更加清晰容易理解。在完全使用硬件来进行控制的电磁炉电路中,为了实现某一个功能,必须采用专门的电路来实现。比如要检测锅底温度是否过高,采用纯硬件,则需要多个运放电路配合热敏电阻来实现,而从传感器获得的温度值究竟该如何处理,还需要更复杂的

电路配合。但如果使用单片机技术来实现这些功能,只需少量的硬件再配合使用相应的程序指令即可。对于维修人员来说,理解了这些程序的作用,然后对电磁炉电路进行简单测试,很快就可以找到故障所在的位置。

1.1.3 电磁炉的技术指标

电磁炉从设计到生产必须经过严格的质量检验。这些检验标准就是电磁炉的技术指标。通常来说,电磁炉的技术指标必须满足以下几方面的要求。

1. 功率管的保护要求

在电磁炉电路中需要保护的部件非常多,包括电源、线圈、功率管以及其他的元器件等。其中,功率管是整个电磁炉电路的核心元件。功率管要承受电磁炉工作的所有功率,可想而知负担有多重了。但功率管能够承受的功率又是有限的,一般来说功率管能承受的电压越高、功率越大,其价格就越高,所以在电磁炉的设计过程中,总是要在性能和成本之间做出一个灵活地选择。一旦选定了一种型号的功率管以后,所要做的工作就是如何保护这个功率管。在电磁炉工作的过程中,可能造成功率管过压或是超过其功率限制的原因通常是因为市电电压过高、风扇故障导致机内温度过高,或者是瞬间的浪涌电流冲击,也可能是由于锅的移动或是空载而没有关闭功率输出。这些都有可能烧坏功率管。因此在设计电磁炉电路的时候就必须考虑到这些可能出现的问题,并及时解决它们。从实际情况来看,故障最多的也就是功率管这一部分。

2. 工作安全方面的要求

在电磁炉的工作过程中,由于存在电磁波辐射,一方面这些电磁辐射会对人体造成伤害,所以必须有专门的电路和措施将电磁炉工作过程中多余的电磁波吸收掉;另一方面,如果有一些铁质材料放在电磁炉上,则会造成这些材料吸收电磁波而产生不需要的热量,这都会造成安全方面的问题,所以在设计电磁炉的时候就要有相应的保护措施来解决可能出现的问题。

3. 传感器线路检测要求

在整个单片机控制电路中,有一部分电磁炉的工作状态是从传感器中获得的。这些传感器就像是单片机的眼睛和耳朵一样,如果传感器出现了问题,就意味着单片机成了聋子和瞎子,单片机也就无法对电磁炉进行有效的控制。因此,必须有相应的电路来检测传感器及其线路的工作状态,如果单片机检测到传感器线路出现了问题,就应立即停止工作。

4. 各种功能的实现

电磁炉要满足煎炒、火锅、煮饭、煲粥、保温等功能。而要实现这些不同的功能是需要特定的加热程序的,比如对于煮饭的功能,通常要求不管是什么样的米量,都能够将饭煮熟,更重要的是饭不能煮焦了。要能够实现这些功能,就意味着必须通过程序控制不同时段的功率输出,从而达到控制煎煮过程中的温度,最终实现相应的功能。

5. 平均无故障工作时间

这是反映电磁炉工作可靠性的一项重要指标,平均无故障工作时间用 MTBF 表示,单位为小时。一般电磁炉的 MTBF 应达到 10 000 h 以上,当然这也只是一个估计的数值,因为电磁炉的工作寿命还受到其他一些难以控制的因素影响。

1.2 电磁炉功能

1.2.1 能满足基本需要的电磁炉

一个实用的电磁炉应该满足一些最基本的需要,包括电磁炉的开关、基本烹饪功能、定时、预约功能、错误检测和保护功能等。

1. 电磁炉的开关

开关的目的是要接通电源和关闭电源。不过应用了单片机技术以后,电源的开关就不仅仅是接通和关闭电源了。现在的电磁炉都采用轻触型开关,本身并不会直接对市电进行通断。实际上一旦电磁炉插上了电源,市电即已加到了电磁炉电路上了。这时候单片机开始工作,电磁炉内部已有一定的电流通过。而一旦电源开关按下,这时候意味着电磁炉开始工作,可以输出功率实现各种烹饪的功能。因此为了安全起见,如果长时间不用电磁炉,应将插座拔下才能完全切断电源。

当电源按钮再次按下,关闭电源的时候,并不是马上关闭电源,其中风扇还必须持续运转一分钟以上的时间。这是由于电磁炉长时间对铁锅加热,内部各部件包括线圈以及功率管等,都处于高温高热状态,此时如果马上停止风扇运转,则这些热量一下子不能散发出去,会导致短时间内温度迅速升高,使功率管或者是线圈被烧毁掉。

2. 基本烹饪功能

随着电磁炉技术的发展,人们对电磁炉的认识也越来越深刻,日常生活中的各种烹饪也更

容易用电磁炉来实现。一般来说,电磁炉几乎可以实现所有的烹饪功能,现在主要有这么几种:煎炒、煮饭、煲粥、火锅、煮水、保温等。这些烹饪功能之间的差别无非表现在功率输出以及温度控制方面的不同而已。

对于煎炒、火锅来说是最早实现的一种功能。相对其他功能而言,煎炒功能要求比较简单一些,基本上整个过程输出额定功率并保持特定温度即可。同其他功能有所不同,煎炒要求的功率输出最高,火锅输出的功率略低,通常功率输出越高煎炒的效果越好。

煮饭则是电磁炉可以实现的第 2 个功能。利用电磁炉来煮饭可以达到同电饭煲相同的效果,且比电饭煲要简单得多、成本更加低廉、清洁工作也比较容易做,所以电磁炉有取代电饭煲的趋势。

在所有功能当中,煮饭的程序是最复杂的。通常煮饭程序包括吸水、加热、焖饭等 3 个环节。首先将生米加入适量的水中放在电磁炉上,将电磁炉的功能选择为煮饭。这时候电磁炉开始以比较低的功率(大约 300 W)对其进行加热,这一过程被称作吸水过程。吸水过程将使大米从原先含水率很低的状态上升到一个比较高的状态(一般来说为 30% 左右),但是究竟什么时候大米的含水率可以上升到 30% 左右则是受到水温限制的,所以一般来说可根据水温达到 60℃ 以后大约 3 min 左右来计算时间。其次在大米含水率达到了要求以后,这时候可开始第 2 道工序,即加热过程。此时可以用最大功率(大约 900 W)对其加热,加热过程一直持续到水干为止。电磁炉判断水干的方法就是通过锅底温度来判断,当水干了以后,锅底温度会迅速上升,超过水沸腾的温度,一般取超过 105℃ 为标准,这时候应停止加热大约 1 min,然后进入第 3 道工序,即焖饭过程。焖饭过程主要是使电磁炉加热的热量深入渗透到米粒的中心,并使大米的含水量进一步上升,这样就不会有“夹生饭”的味道了。焖饭的温度一般控制在 98℃,当锅底温度超过 98℃ 以后,电磁炉停止加热。当锅底温度低于这个温度以后,电磁炉继续加热。整个焖饭的时间大约持续十几分钟左右。

煲粥的功能则不同于煮饭,通常先用 900 W 加热,直到粥的温度达到 60℃ 左右,然后暂停加热半分钟,再切换到 600 W 加热。当锅底的温度超过 105℃ 时说明锅中的水已经干了,这时候应停止加热,切换到保温状态。

煮水过程更简单一些,可直接以 600 W 或者 900 W 功率加热直至达到最高温度且不再变化,保持加热大约 1 min,然后切换到保温状态即可。

保温的功能就是要保持锅中的温度。保温应使用最小功率,保温的温度一般设在 80℃。当温度低于 70℃ 的时候电磁炉将增加功率进行加热,而一旦温度高于 80℃ 应停止加热,等待温度下降。

3. 定时预约功能

用单片机控制的电磁炉,其中一个重要特点就是可以进行定时和预约。所谓定时功能指的是定时关机,而预约则指的是定时开机。通常定时和预约可以使用递增或者是递减方式,但