

基于 HT46R22 单片机的电磁炉功率控制的设计

刘厚炳 孙志锋 浙江大学电气工程学院(310027)

Abstract

The paper introduces the working principle of induction cooker and gives a theory of power control, which has stable output using Ht46r22 of Holtek Corporation as main controller chip. And give the process of software and hardware design simply.

Keywords: electromagnetism induction, HT46R22, power control, PWM

摘要

本文介绍了电磁炉的工作原理,并提出了一种采用 holtek 公司的 HT46R22 A/D 型单片机实现电磁炉功率稳定输出的功率控制设计方法,简单的介绍了功率控制的软硬件设计过程。

关键词:电磁感应,HT46R22,功率控制,PWM

电磁炉是一种国内新兴起来的灶具,采用高频电磁感应原理加热,将市电整流滤波后得到的脉动直流转换成高频电流,通过加热线圈建立高频磁场,磁力线经线圈与锅底构成的磁回路穿透灶面作用于锅底,在锅底形成涡流而发热。功率控制和实时检测是高频电磁炉设计的一大难点和关键所在。采用性价比很高的 HT46R22,可以方便地实现定温控制、定时控制、无锅检测、报警检测和功率控制。本文着重介绍功率控制的实现。

1 功率控制的设计原理

电磁炉工作电路如图 1 所示。主工作电路是一个 AC-DC-AC(交流-直流-交流)变换器,由桥式整流器(BR1)和电压谐振变换器(c1,c2,L1,D和Q)构成。变换包括两个含义:一是将电能变换为磁能,二是低频变换为高频。市电变换成 20~40KHz 的高频交流电,通过线圈盘耦合到锅具底部,产生漩涡状电流,使锅具快速加热。主控制电路采用 HT46R22 作为主控芯片,由它产生 PWM 信号控制功率的大小,控制电磁炉输出的输出功率。

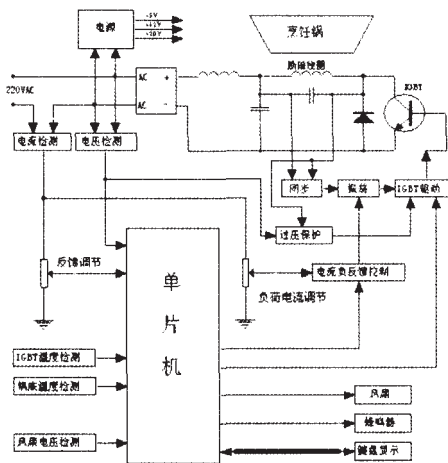


图 1 电磁炉工作电路简图

1.1 HT46R22 单片机

HT46R22 是 8 位高性能精简指令集单片机专门为需要 A/D 转换的产品设计。它有 3 个 I/O 口,有 1 通道 PWM 输出。低功耗、I/O 使用灵活、可编程分频器、计数器、振荡器类型选择、多通道 A/D 转换、脉冲测量功能、PC 通信、暂停和唤醒功能,使这款单片机可广泛应用于马达控制、工业控制、消费类产品。

1.2 电磁炉的功率控制原理

要实现功率控制,也就是当市电一定的情况下,使电磁炉按设定的功率稳定的输出,以使电磁炉能稳定运行。输出功率大小反映为负荷电流的大小,而我们将负荷电流的大小设计为由 PWM 信号的占空比决定。PWM 信号的占空比越大,负荷电流就越大。

从试验中测得,市电电压 V 与市电检测所得电压 VOL 的 A/D 转化值有如下关系:

$$V = VOL \times 220 / 2.66 \\ = VOL_{ADC} \times 79.4 / 51 = 1.557 \times VOL_{ADC}$$

将用户设定的火力档分为 1600W、1400W、1200W、1000W、800W,实测原电磁炉的输出功率(W)、市电电压(V)、负荷电流(A)、负荷电流检测值 CRU 电压(V)、PWM 占空比(/63)关系如下表:

输出功率	1600	1400	1200	1100	800
市电电压	222	222	222	222	222
负荷电流	7.33	6.21	5.5	5.02	3.67
占空比	58	47	40	35	22
CR max	4.48	3.68	3.24	2.88	2
U min	3.76	3.16	2.80	2.52	1.76

由此可以得到 PWM 信号占空比和负荷电流的关系曲线如图 2 所示。

2 硬件部分的介绍

主控电路上是一个双闭环控制电路,如图 3 所示。

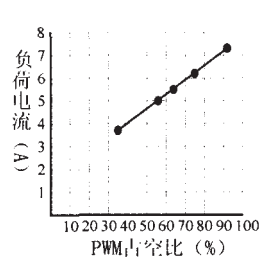


图 2 负荷电流与 PWM 占空比关系曲线

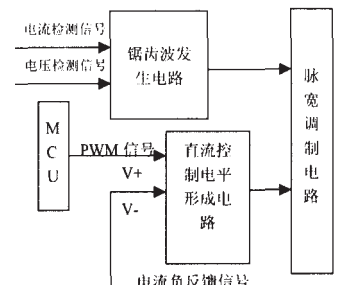


图 3 电磁炉主控制电路图

HT46R22 的 PDO 脚可以输出 1 通道的 PWM 信号,由 PWM 信号和电流负反馈信号一起形成直流控制电平;由来自主

电路的电流检测信号和电压检测信号经锯齿波发生电路后形成锯齿波,波形如图 4 所示,锯齿波和直流控制电平相比较,得到了控制电磁炉大功率器件 IGBT 开关关断的开关脉冲。

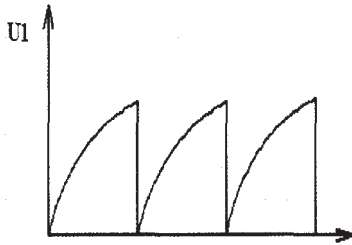


图 4 锯齿波波形图

由 PWM 信号得到的比较电压 $V+$ 恒定,而电流负反馈信号 $V-$ 随输出功率变化。当输出功率大于设定功率时,得到低电平的控制电平,输出窄开通脉冲;当输出功率小于设定功率时,得到高电平的控制电平,输出宽开通脉冲。这样,就达到了按设定的功率稳定的输出的目的。

3 软件部分的介绍

3.1 程序说明

功率控制的软件设计是电磁炉软件设计的主要部分,其中变量说明如下:

1) 加热/定温状态切换标志 $heatflg$ 。1 为加热,0 为定温,开机初始化为 1。只有键盘可改变此标志。

2) 加热档位寄存器 $heatreg$ 和计数器 $heatcnt$ 。 $heatreg$ 高 5 位低电平有效,每 1 位对应一加热档, $heatreg.7$ 为“保温”,控制显示比较方便; $heatcnt$ 对 5 档进行计数,0 为“炒”,控制查表比较方便。开机初始化 $heatreg=f7h$, $heatcnt=0$,为“炒”档。只有键盘可改变此标志。

3) 最小火力控制变化定时计数器 $minpowcnt$,在定时器中断中将其减为 0 后,传入主程序。当处于“加热—保温”时,主程序重置此计数器,并将控制线反转。

3.2 源程序及解释:

;此主要为功率控制部分源程序

```
//
#define MINPTIME 3
#include <ht46r22.h>
...
...
void KeepHdl();
void PowCtrl();
void InitMcu();
...
...
```

(上接第 29 页)

方案一的流程简单,但是需要详细的形式化描述,方案二需要比较详细的形式化描述,但是流程比较复杂。当软件系统简单的情况下,可以得到详细的描述,在这种情况下可以采取方案一,但是对于一个复杂的软件而言,得到其详细的式样描述根本是不可能的,只能选择方案二。

通过从规范的式样出发,来进行程序的开发和测试,可以大大提高程序的正确性,以及正确的可验证性。在对可靠性要求严格的控制软件开发中尤其重要。

```
void main()
{
  InitMcu();
  ....
  ....
  while(1)
  {
    ....
    PowCtrl(); //功率控制子程序
    ....
  }
}
//功率控制子程序
void PowCtrl()
{
  Vpwm=m(Ptab, Voladc); //计算 pwm 值
  if(Vpwm >=27) // pwm 超上界则
  Vpwm = 126; // 取上界值
  Else
  if (Vpwm < 38) // pwm 超下界则
  Vpwm = 38; // 取下界值
  pwm=Vpwm; // 输出 pwm 波形
  if(heatflg==0) // 加热状态?
  KeepHdl(); // 否,转定温控制
  else
  {
    if(heatflg & 0x80) //是,是保温?
    if(minpowcnt==0) //保温,定时时间
    //到?
    {
      minpowcnt= MINPTIME*4; // 到
      if(control ==0) //控制线取反,
      { control ==1; //为 0 时重置定时
      //常数
      ctrlcnt =50; //定时 250ms
      }
    }
    else control =0;
  }
}
}
```

4 结束语

采用上述方法设计 PWM 信号的输出来控制功率大小,其功率变换范围能有效控制在 50W 之内。在投入生产之后,电磁炉产品性能稳定。

参考文献

- 1 HOLTECK HT46R22 芯片说明书
- 2 何立民. 单片机高级教程——应用与设计. 北京航空航天大学出版社, 2002

[收稿日期 2004.3.4]

5 结束语

目前,用 VDM 进行式样描述的成例不是很多,这需要同行的共同积累。同时通过工具自动生成的代码还显得有些臃肿,这也有待于工具的发展和形式化语言的进步。

参考文献

- 1 Carroll Morgan. 裘宗燕译. 从规范出发的程序设计. [M]. 北京: 机械工业出版社, 2002
- 2 Newcastle University. VDM-SL Standard <http://www.csr.ncl.ac.uk/vdm/>. 20

[收稿日期 2004.6.3]