无线远控电磁炉的温度控制及电量采集功能

随着智能用电用户群体的不断扩大、用户的服务需求升级，用户对电网企业的服务理念、服务方式、服务内容和服务质量不断提出新的更高要求。厨房厨具设备已经逐渐步入智能、节能和高效的创新理念领域中，可以与智能用电相结合，更好地让用户享受舒适、便捷的生活。重点研究电磁炉远程温度控制及电量采集功能，采用无线通信技术、用电采集模块和温度监控模块实现了电磁炉多功能的集成，硬件的集成简化不仅可以链接无线网络、远程调控温度加热，还可以实现电磁炉的用电跟踪、远程控制和用电信息采集等功能。

于欣吾 姚国风 庄斌 辛建波/北京国电通网络技术有限公司

于欣吾/助理工程师

关键词/Keywords
电磁炉·
远程控制·
用电采集·
温度控制·

0 引言

从厨具业发展历史来看，餐饮业已成为国内近年消费需求市场中增长幅度最高、发展速度最快的热点行业，灶具从传统油气两用灶具，扩展演变为大功率商用电磁炉的发展过程，每一种厨具在不同的时期都创造了属于自己的时代。智能温控电炊具在传统燃气灶发展的技术基础上，取得了重大的技术突破，智能温控电炊具的诞生必将成为市场的新宠。智能温控电炊具将引领电器行业在低碳问题上节能、环保，推进节能减排，缓解城市雾霾，也标志着低碳时代的到来。

1 电磁炉的无线温控和电量采集功能

1.1 电磁炉的现状

随着技术的进步,元器件质量的提高,目前国产电磁炉已走向成熟。国内电磁炉的发展大致经历了以下几个阶段。

第一代产品有环保牌（包括雅达）电磁炉等，其特点为采用独立振荡单元，多个功率管并联，驱动放大电路采用分立元件，电路可靠性较好，工作稳定；缺点是电路复杂，维修不太方便。

第二代产品有上海德兴和富士宝电磁炉，控制电路用3片LM339构成，采用大回环振荡工作原理，保温功能用硬件电路实现（74Lsl45），功率管用绝缘栅双极型晶体管（Insulated Gate Bipolar Transistor，IGBT），可靠性尚可，缺点是电路较复杂，返修率略高。

第三代产品有美的PSD系列产品和浙江永康公司电磁炉产品等。美的PSD系列产品采用大回环振荡原理，其保护电路做得非常完善，重点解决了工作过程突然拔电烧机等长期困扰国内其他厂家的难题，是国内第一款较成熟的采用IGBT的电磁炉产品；其缺点是电路偏复杂，维修不便。佳玲电磁炉由深圳拓邦公司开发生产控制板部分，采用独立振荡单元，其可靠性很好；缺点是电路较复杂，生产测试不方便。

第四代产品有美的PD系列产品和广东南海威利宝电磁炉等。美的PD系列产品特点是电路设计简单可靠，工作可靠性很好，并且PD系列产品成本有所降低。威利宝电磁炉由深圳拓邦公司设计生产控制板部分，是国内第一家改进松下电磁炉方案较为成熟的产品，其可靠性指标与松下电磁炉相当。

1.2 主要研究内容

通过无线通信技术与用电采集模块和温度监控模块的结合，可以对电磁炉

国家高技术研究发展计划（863计划）（2008AA000000）。

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

进行远距离手机控制，对电磁炉实时用电量跟踪查询，监控电磁炉实时温度。通过对温度的调节设定，电磁炉自动加热到设定温度，从而实现针对不同菜系需要不同温度的自动加热。

1.3 主要原理

用户用手机通过互联网给服务器发送指令，服务器收到指令后传递给网关，网关采用RF433协议将指令传输给无线数据收发模块。无线模块接收数据，之后无线模块将数据发送给处理器。MSP430FE427作为信号处理核心，内部集成的ESP430CE1进行电量及温度的采集和计量，通过芯片AT24C02进行电量、温度和正向有功总功率等参量的信息存储。通过无线模块收发数据，实现远程控制，如图1所示。

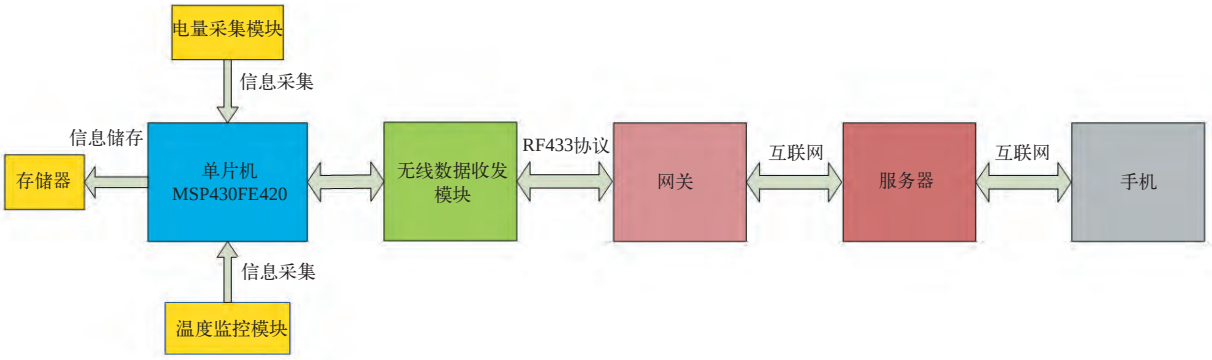

图1 整体原理框图

温度采集是整体原理的一部分，采用热敏电阻器将温度的变化转换成电阻的变化，在电路中，通过电阻的变化转换成电流或电压的变化，将这种电流或电压变换进行信号处理，经过数模转化将信息传递给单片机处理，如图2所示。

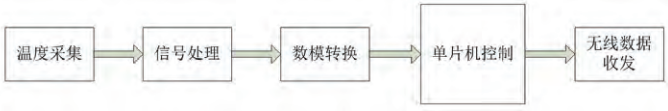

图2 温度信息传输原理图

2 温控和电量采集技术

2.1 整体架构

图3为控制模块系统架构。

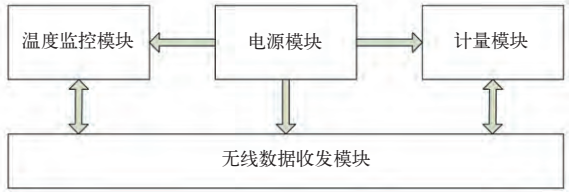

图3 控制模块系统架构

图3中，电源模块给计量模块、温度监控模块和无线数据收发模块供电，通过645通信协议与计量模块、温度监控模块进行通信，电压、电流和温度输入单片机MSP430FE427，进行数据采集，通过存储器芯片存储电量、温度及正向有功总功率，并对电量进行累加。

2.2 关键技术

软件设计。定义与无线通信的的接口函数，有无线部分程序直接调用，读取处理后的数据。ESP中断处理，在结果返回寄存器溢出前，产生中断，从寄存器中读取数据并处理。电能量的采集部分包括电压和电流两路信号的采集与数据读取的中断处理。

无线通信接口函数模块采用645规约通信协议，通过无线RF模块发送接收无线数据，实现远程控制的目的。此模块还定义了与计量模块的接口定义，实现无线通信。

2.3 单板逻辑框图及各功能模块详细说明

图4为逻辑框图。

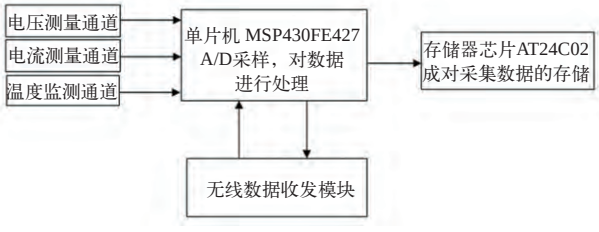

图4 逻辑框图

电压测量通道采用电阻分压的方式进行电压信号的采集；电流测量通道采用电流互感器的方式进行电流信号的采集；温度监测通道采用热敏电阻器将温度的变化转换成电阻的变化，在电路中，通过电阻的变化转换成电流或电压的变化，进行温度信号的采集。

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

计量模块。ESP中断处理，在结果返回寄存器溢出前，产生中断，从寄存器中读取数据并处理。定义与无线通信的接口函数，有无线部分程序直接调用，读取处理后的数据。

数据存储模块。采用I/O口模拟IIC进行AT24C02的读写，当计量模块读取到的正向有功总功率发生变化时，将数据存储到AT24C02中，防止数据掉电丢失。

无线数据收发模块。通过无线RF模块发送接收无线数据，实现远程控制的目的。

单片机MSP430FE427主要功能包括：对内部ESP模块初始化，模拟前端寄存器的初始化和参数寄存器的初始化。模拟前端的初始化包括：选择A／D采样时钟源、选择时钟源分频系数、选择参考电压、选择前置增益放大器的放大倍数和选择过采样频率。参数寄存器的初始化提供给ESP计算基准和补偿系数。

2.4 硬件设备

表1为单片机MSP430FE427管脚分配情况。

表1 单片机MSP430FE427管脚分配

管脚序号	名称	作用
2	I1＋	电流正极输入端
3	I1－	电流负极输入端
6	V＋	电压正极输入端
7	V－	电压负极输入端
44	P2.1/UCLK	时钟端
45	P2.0/TA2	串行输出
49	P1.4	I/O功能
51	P1.2/TA2	I/O功能
59	P2.5/URXD	串行数据输入端
60	P2.4/UTXD	串行数据输出端

表2为存储器芯片CT24C02管脚分配情况。

表2 存储器芯片CT24C02管脚分配

管脚序号	名称	作用
1	A_0	地址输入
2	A_1	地址输入
3	A_2	地址输入
5	SDA	串行数据/地址输入
6	SCL	串行时钟输入
7	WP	写保护

表3为电源转换芯片SPX5205管脚分配情况。

表3 电源转换芯片SPX5205管脚分配

管脚序号	名称	作用
1	VIN	5 V电源输入
2	GND	接地线
3	EN	使能端
4	VOUT	3.3 V电源输出

表4为无线收发器LSD－RFMN－B402－A1管脚分配。

表4 无线收发器LSD－RFMN－B402－A1管脚分配

管脚序号	名称	作用
3	SI	信号输入
4	SCLK	串行时钟输入
5	SO	信号输出
6	GDO2	
7	GDO0	

表5为温度传感器参数。

表5 温度传感器参数

项目	规格
阻值：R25	100 kΩ±1%
B值：B25/50	3 950 k±1%
热耗散系数	6 MW/℃
热时间常数	$\tau \leqslant 15$ s
绝缘电阻	100 MΩ以上
绝缘耐压	无异常
使用温度范围	－30～250 ℃
保存温度范围	－30～100 ℃

图5为温度传感器简图。

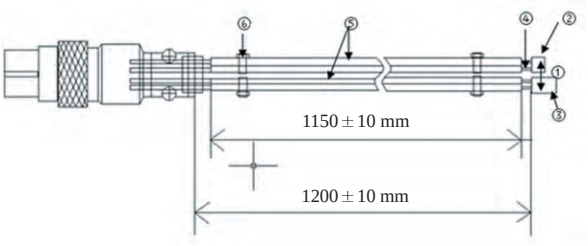

图5 温度传感器简图

表6为无线收发器LSD－RFMN－B402－A1管脚分配情况。

表6 无线收发器LSD－RFMN－B402－A1管脚分配

序号	名称	规格．材质	数量
1	热敏电阻	MJD－104－3 950－1	2PCS
2	外壳	5×15镀镍铜壳(线圈盘)	1PCS
3	外壳	5×25镀镍铜壳（锅底）	1PCS
4	导线	22#10362黑色氟塑线 （1 215－1 211 mm） （1 225－1 221 mm）	各1PCS
5	纤维管	3.5－1.5 kV纤维管 （1 100 mm±10 mm）	2PCS
6	扎带	2.5×100白色	4 PCS

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

3 无线远控电磁炉在国家电网公司天津客户服务中心厨房的应用

3.1 总体架构

总体架构涵盖多种智能家居产品及系统，智能远控电磁炉是其中的一部分。其系统由能源服务平台、用电信息采集主站、集中器、采集器、智能交互终端和智能远控电磁炉组成。系统总体结构如图6所示。

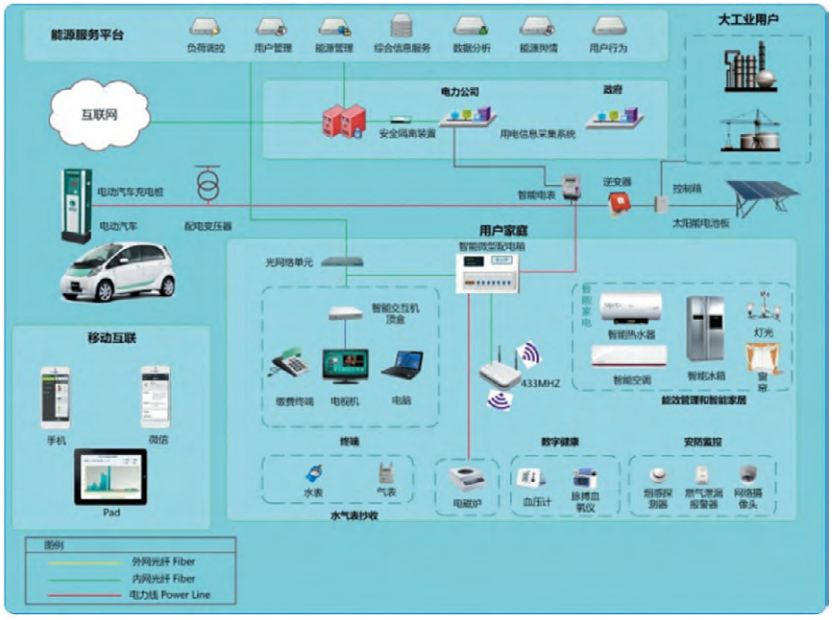

图6 客服中心试点结构图

3.2 应用实施

打开手机客户端“智生活”软件，点进事先设置好的电磁炉界面，界面中有开关按钮、功率调档、温度调节按钮以及用电量显示界面，通过开关按钮，电磁炉通过手机控制打开；通过调档功率，功率从小到大一共分为10档，如果手机调到2档，电磁炉自动调到第2档功率加热；通过温度调节按钮，温度设定后，当温度没达到时，固定到一个功率加热，加热到设定温度，当温度低于设定温度3 ℃时，开始加热，高于设定温度3 ℃时，停止加热；手机客户端还可以显示电磁炉每天的用电量及其能耗分析。

4 结束语

智能远控电磁炉实现了多功能的集成，硬件的集成简化，不仅可以链接网络、实现无线控温烹饪，还可以实现电磁炉用电跟踪、远程控制、安防报警、用电信息采集和能效管理等功能，与当今市场上的电磁炉相比，更加智能、安全和便捷，真正实现了智能用电。

依托于智能远控电磁炉的无线通信功能，实现了厨房厨具用电和电力公司互动的功能。同时，提高了电网与用户互动的便捷性，施工更加简洁，用户通过说明书向导即可实现相应功能，不需要专业人员实施。

参考文献

[1] 孙喜明. 一种商用多头电磁炉控制器的研究[D]. 哈尔滨：哈尔滨工业大学，2010.

[2] Alam，MR. A review of smart home-past，present，and future[J]. IEEE Transactions on Power Systems，2012，42(6)：1190-1203.

[3] Jinsung Byun，Boungju Jeon，Junyoung Now，et al. An intelligent self-adjusting sensor for smart home services based on zigbee communications[J]. IEEE Transactions on Consumer Electronics，2012，58(3)：794-802.

（收稿日期：2015－05－26）EA

作者简介

于欣吾（1988-），男，硕士研究生，助理工程师，主要研究方向为智能电网信息通信及智能用电技术相关研究工作。

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net