

# 目 录

摘要.....	VII
英文摘要.....	VIII
<b>1 前言</b> .....	<b>1</b>
1.1 智能 IC 卡的作用和地位.....	1
1.2 国内外 IC 卡的应用现状及发展趋势.....	1
1.2.1 国外 IC 卡的应用现状及趋势.....	2
1.2.2 IC 卡在中国的应用与发展.....	3
1.3 研制智能 IC 卡燃气表控制装置的目的和意义.....	3
1.3.1 燃气表的管理和收费方式.....	4
1.3.2 国内外燃气表的管理和收费方式.....	4
1.4 本文的主要工作 .....	5
<b>2 装置的总体设计及技术要求</b> .....	<b>6</b>
2.1 硬件总体框图.....	6
2.2 各模块部件的主要功能及技术要求.....	6
2.2.1 燃气表 .....	6
2.2.2 电机阀.....	7
2.2.3 显示器.....	8
2.2.4 信号检测.....	8
2.2.5 用户 IC 卡.....	8
2.2.6 数据存储器.....	8
2.2.7 电池舱.....	8
2.3 装置的功能.....	8
2.3.1 燃气表预付费及用气量控制功能.....	9
2.3.2 提示及防止窃气功能.....	9
2.3.3 数据保持与恢复功能 .....	9
2.3.4 气量累计功能.....	9
2.3.5 电池电压检测功能.....	9
2.3.6 低电压和低功耗 .....	9
2.4 智能 IC 卡燃气表控制装置的特点及其优越性.....	9
<b>3 IC 卡的芯片技术</b> .....	<b>11</b>

3.1 芯片的引脚配置.....	11
3.2 芯片特点.....	12
3.3 芯片逻辑图.....	12
3.4 SLE4442 的工作原理.....	13
<b>4 电机阀的模糊控制系统.....</b>	<b>19</b>
4.1 电机阀模糊控制系统的组成.....	19
4.1.1 被控对象.....	19
4.1.2 执行机构.....	19
4.1.3 控制器.....	20
4.1.4 输入/输出 (I/O) 接口.....	20
4.1.5 测量装置.....	20
4.2 电机阀模糊控制器.....	20
4.2.1 电机阀模糊控制器的组成.....	20
4.2.2 电机阀模糊控制器的设计.....	21
4.3 电机阀模糊控制系统的特点.....	22
<b>5 装置的硬件电路组成及其实现.....</b>	<b>24</b>
5.1 单片机的选取.....	24
5.2 电机阀驱动电路.....	26
5.3 存储器接口电路.....	26
5.4 IC 卡读写电路.....	28
5.5 液晶显示及声音报警电路.....	32
5.6 传感器信号检测电路.....	33
5.6.1 传感器.....	33
5.6.2 本装置的流量信号检测.....	34
5.7 电源检测电路.....	34
<b>6 装置的软件设计.....</b>	<b>35</b>
6.1 装置的初始化及主程序.....	35
6.2 IC 卡检测.....	35
6.3 电源电压检测.....	36
6.4 煤气表的脉冲检测.....	37
6.5 中断服务子程序.....	37
<b>7 结论.....</b>	<b>39</b>

目 录

---

---

参考文献.....	40
附录.....	43
攻读硕士学位期间发表的学术论文.....	57
致谢.....	58

## Contents

<b>Abstract</b> .....	VII
<b>English Abstract</b> .....	VIII
<b>1 Preface</b> .....	1
1.1 The effect and status of Intelligent Card.....	1
1.2 The present situation and development trend of Intelligent Card in domestic and overseas .....	1
1.2.1 The present situation of application and development trend of Intelligent Card in overseas .....	2
1.2.2 The application and development of Intelligent Card in China.....	3
1.3 The purpose and meaning of studying control device of Intelligent Card for gas meter .....	3
1.3.1 The management and charge mode of gas meter.....	4
1.3.2 The management and charge mode of gas meter in domestic and overseas .....	4
1.4 The main work of discourse.....	5
<b>2 The Total design and technological demand of device</b> .....	6
2.1 The frame of hardware collectivity.....	6
2.2 The main function and technological demand of every module part.....	6
2.2.1 The gas meter .....	6
2.2.2 The electric machinery valve.....	7
2.2.3 The display.....	8
2.2.4 The detectability of signal.....	8
2.2.5 The Intelligent Card of consumer.....	8
2.2.6 The data memory .....	8
2.2.7 The battery box.....	8
2.3 The function of device .....	8
2.3.1 The function of prepayment of gas meter and controlling used gas flux.....	9
2.3.2 The function of warning and prohibiting stealing gas.....	9
2.3.3 Keeping and recovering data .....	9
2.3.4 The accumulative function of gas flux .....	9

2. 3. 5	The function of detecting voltage of battery .....	9
2. 3. 6	Lower voltage and lower power .....	9
2. 4	The characteristic and advantage of control device of Intelligent Card for gas meter .....	9
<b>3</b>	<b>The chip technology of Intelligent Card .....</b>	<b>11</b>
3. 1	The pin sequence of chip .....	11
3. 2	The characteristic of chip .....	12
3. 3	The logic scheme of chip .....	12
3. 4	The work theory of SLE4442 .....	13
<b>4</b>	<b>The fuzzy control system of electric machinery valve .....</b>	<b>19</b>
4. 1	The constitute of fuzzy control system of electric machinery valve .....	19
4. 1. 1	The controlled objection .....	19
4. 1. 2	The framework of implement .....	19
4. 1. 3	The controller .....	20
4. 1. 4	The interface of input and output .....	20
4. 1. 5	The device of measure .....	20
4. 2	The fuzzy controller of electric machinery valve .....	20
4. 2. 1	The constitute of fuzzy controller of electric machinery valve .....	20
4. 2. 2	The design of fuzzy controller of electric machinery valve .....	21
4. 3	The characteristic of fuzzy control system of electric machinery valve .....	22
<b>5</b>	<b>The constitute and realization of hardware circuit of device .....</b>	<b>24</b>
5. 1	The selection of Micro-controller .....	24
5. 2	The driving circuit of electric machinery valve .....	26
5. 3	The interface circuit of memory .....	26
5. 4	The read and write circuit of Intelligent Card .....	28
5. 5	The circuit of liquid crystal display and sound alarm .....	32
5. 6	The detecting signal circuit of sensor .....	33
5. 6. 1	The sensor .....	33
5. 6. 2	The detecting signal of gas flux of device .....	34
5. 7	The circuit of detecting power supply .....	34
<b>6</b>	<b>The software design of device .....</b>	<b>35</b>
6. 1	The initialization and main program of device .....	35

6.2 The detecting Intelligent Card.....	35
6.3 The detecting power supply .....	36
6.4 The detecting pulse of gas meter.....	37
6.5 The subprogram of interrupt service.....	37
<b>7 Conclusion .....</b>	<b>39</b>
<b>Reference .....</b>	<b>40</b>
<b>Appendix.....</b>	<b>43</b>
<b>Academic paper.....</b>	<b>57</b>
<b>Acknowledge.....</b>	<b>58</b>

## 摘 要

随着信息社会的到来,人类所拥有的信息种类和数量呈爆炸性增长,IC卡——一种方便安全可靠的高技术,高附加值的信息载体便应运而生。IC卡技术以其广泛的应用领域和巨大的产品市场成为近几年来我国信息产业的一大热点。与此同时,我国燃气收费管理长期以来都是以人工抄表为主,存在着工作量大、收费时间长、收费困难、效率低、易出错的问题,为了减少燃气收费管理中人力、物力的浪费,减少不安全因素,进行了“智能IC卡燃气表控制装置”的研究。这既是IC卡技术实际应用的进一步探索,也是燃气收费管理方式的改革。

本课题对智能IC卡燃气表控制装置的组成、功能及技术要求进行了理论上的分析和技术上的应用研究。设计依据低成本,高可靠性的原则完成了以下工作:

(1) 用功耗低、价格便宜的PIC系列单片机作为控制装置的核心,控制装置的硬件电路实现了脉冲采集、数据存储、电机阀驱动控制、IC卡读写、电源检测以及声音报警和LCD液晶显示等功能。

(2) 模糊控制原理解决了电机阀的控制问题,软件设计中均采用模块化设计结构,完成了燃气表的计费功能以及故障的查询和处理。

本装置同样适用于各类水表、电表等其它流量计量装置中,如在此基础上做进一步的改进,将更具有经济性和实用性。

**关键词** IC卡技术; 燃气表; 电机阀; PIC16C62B 单片机; 模糊控制

---

# STUDY ON CONTROL DEVICE OF INTELLIGENT CARD FOR GAS METER

## ABSTRACT

With the approaching of information society, sorts and amount of information which human being owned increase explosively, IC ---a kind of convenient, safe and reliable information carrier which contains high technology and high value-added spring up. Due to its wide applied field and vast product market, IC technology becomes the hotspot issue in the field of information industry in recent years. Meanwhile, artificial copying meter is a main form in management system of gas charge for a long time in our country. There are many disadvantages in old management system. For example, much work, difficult charge, lower efficiency and mistake often arise. In order to reduce the waste of manpower and material resource in gas management and to reduce unsafe factors, This project does research on Intelligent card and gas meter control device which is the further explored to the practical application of IC technology and is also a reform in management system of gas charge.

This project makes theoretical analysis and does technological applicable research on the structure, function and demand of technology on control device of IC for gas meter. According to the principle of lower cost, higher reliability, the design completes much work. The contents of project are as follows:

(1) PIC Micro-controller which is lower-power and lower price is the core of control device. The whole circuit realizes the functions of collecting pulse, keeping data, driving electric machinery valve, reading and writing IC, detecting power supply, sound alarm and liquid crystal display.

(2) The theory of fuzzy control resolves the control of electric machinery valve. The software design that is the module structure realizes the function of gas meter counting, inquiring and dealing with the malfunction.

This device can also apply to electric meter, water meter, and other intelligent counting control device as IC. If this device is improved at the base of formerly device, it will possess economical and applied characteristic.

Candidate: Yu Xiuli

Speciality: Electrization and automatization  
of Agriculture

Supervisor: Prof. Ouyang Binlin

**Keywords IC technology; Gas meter; Electric machinery valve; PIC16C62B  
Micro-controller; Fuzzy control**



# 1 前 言

## 1.1 智能 IC 卡的作用和地位

随着社会的进步和现代化程度的不断提高，人类所拥有的信息种类和数量都在成倍增加，人们每天都要处理许多与个人有关的信息，如购物、打电话、交水费、电费、燃气费、到银行存款取款等，这样就需要携带多种票证、现金、单据，给人们带来极大的不便和不安全感。于是，人们开始寻求一种具有支付、查询、密码查验等多功能及携带方便、安全可靠的“卡”。IC 卡就是随着计算机技术、微电子技术和信息化技术的发展应运而生的一种现代社会重要的信息载体和交易工具。

IC 卡又称集成电路卡 (Integrated Circuit Card)，它是将集成电路芯片镶嵌于塑料基片之中，并被封装成卡片的形式，其外形与普通信用卡完全相同，尺寸大小符合 ISO7816 标准。IC 卡具有突出的 3S 特点，即 Standard (国际标准化)、Smart (灵巧智能化) 和 Security (安全性)。因而发展迅速，被广泛地应用于移动数据计算场合，如银行、电信、交通、广播电视、公用事业等领域。IC 卡不仅改进了现有多数卡的使用方法和功能作用，它还不断开创新的应用领域。虽然 IC 卡本身并不创造任何价值，但是，如果将 IC 卡和其它设备组成系统就能够提供非常丰富的服务功能。把这些功能与生产或流通领域有机地结合起来，将出现令人意想不到的奇迹，创造出巨大的经济和社会效益。而我国的金融和非金融产业部门都已认识到发展 IC 卡产业对加速我国国民经济信息化的重大作用。因此，与国外有关公司合作，引进制卡、读卡设备及应用的先进技术，成立了有关集团、公司，以加速我国 IC 卡的应用和发展。

国际上不少国家由于受到当时历史条件和技术发展的限制，都是先发展磁卡，其中大多数国家磁卡已发展得相当普遍，拥有数量庞大的磁卡应用设备，若要将其完全改造成 IC 卡读写设备将是相当困难的。此外，伴随着使用磁卡犯罪现象的日趋严重，采用 IC 卡已成为势在必行的潮流。IC 卡可以最有效地杜绝恶性透支，便于正常用款、存款，其内部有各种安全措施，可免除伪造，它无须计算机网络的实时支持，可脱机作业，还可以实现一卡多用。因此普遍受到人们的赞誉和青睐，根据我国国情，我们没有必要也不应该重复走国外的老路，而应尽快开发适用于我国的 IC 卡。

1993 年 6 月，政府提出了全民推行使用信用卡，以减少大量的现金流通，加强国家对经济的宏观调控，实施以“电子货币”工程为重点启动的卡基应用系统工程，即“金卡”工程。有关专家预计，IC 卡必将在世界范围内逐步取代磁卡等卡种，在金融、电信、保险、公共福利事业等领域大量的应用，并正在我国实施的“金卡”工程中扮演着重要角色。

## 1.2 国内外 IC 卡的应用现状及发展趋势

近年来，由于计算机技术、微电子技术、信息化网络技术的飞速发展，促使 IC 卡向着多品种高层次方向发展，应用领域也不断扩展，IC 卡市场不断拓宽，市场竞争更加激烈。纵观 IC 卡市场，无论国际国内，其规模不断扩大，销售量大幅度增加，据 Dataquest

公司统计, 1989 年全球 IC 卡销售量近 5000 万张, 1990 年增至 7000 万张, 1991 年突破 1 亿张, 1993 年达 1.4 亿张, 1994 年升至 1.7 亿张, 到 1995 年达 2 亿张, 1997 年突破 4 亿张, 暂且不论其统计的精确度, 但每年的增长幅度是非常大的, 然而, 从国际市场看, 发展很不平衡, 全球 IC 卡市场基本上被法国、美国、日本垄断。目前, 我国对 IC 卡产业的发展也极为重视, 将争取在很短的时间内赶上或超过世界发达国家, 下面就国内外 IC 卡的应用状况及发展趋势作一简述。

## 1.2.1 国外 IC 卡的应用现状及趋势

### 1.2.1.1 法国

法国是 IC 卡的诞生地, 它是推出 IC 卡最早和使用 IC 卡最多的国家, 也是生产厂商最多技术水平领先的国家, 在金融财务领域使用 IC 卡为全球之冠, 仅 1989 年就达近 500 万张, 几乎占全球该领域 IC 卡用量的 1/10。该国生产 IC 卡的厂商很多, 比较著名的有 Gemplus、SAGEM、Bull、CKD、ESD、CIS、SGI 公司等, 现以 Gemplus 公司为例, 该公司是世界上最大 IC 卡制造商之一, 也是世界 IC 卡技术和应用领域的开拓者和领导者, 在公用电话、移动通信、电子钱包、信用卡、收费电视、医疗保险、门禁识别、交通管理等应用领域均处于世界领先地位, 目前月产量已超过 3000 万张, 卡种近 50 种, 行销近 70 个国家, 几乎占全世界市场的 50%, 而且年年还在创新, 发展新品种, 该公司在世界各地设立了不少分支机构, 提供多种技术服务。

### 1.2.1.2 美国

美国在磁卡研制的应用方面居世界之冠, 网络通信又很发达, 为了保护已有设备的投资, 不急于用 IC 卡来取代磁卡, 因此 IC 卡的应用方面不如法国和日本, 但在安全技术等领域的研究方面先于其他各国。近几年, 生产厂商越来越多, 如 DATA、ATMEL、Logi Card、Personal Computer Card Corp、ASI、Intelli Card 及 Battelle Memorial Institute 等, 以 DATA Card 公司为例, 它是世界有名 IC 卡及系统服务公司之一, 该公司生产的 IC 卡销售 90 多个国家和地区, 很快使其 IC 卡产业超过法国和日本, 而居领导地位。据不完全统计, 美国用于军事方面的多功能 IC 卡达 500 多万张, 用于银行业务的卡达 400 多万张, 用于医疗保健方面 IC 卡近 20 万张等。可见, 美国 IC 卡市场在军用与银行业务方面远远超过其它应用领域, 所以美国在 IC 卡技术及其安全可靠方面, 很快会在全球范围内处于领导地位, 对法国和日本 IC 卡产业的冲击将越来越大。

### 1.2.1.3 日本

日本在法国人发明 IC 卡的同年, 也推出了 IC 卡, 卡片上有一个或多个芯片, 能产生特殊信号, 此卡很快进入市场并推广应用, 1984 年 IC 卡首先用于银行的资产管理, 1985 年用于医疗卫生健康管理系统, 1986 年销售 IC 卡近 25 万张, 1989 年销售 IC 卡约 100 万张, 1995 年增至 200 万张, 1997 年成倍增长, IC 卡制造厂商越来越多, 除官方外, 仅地方公司就有 NEC Okidenki、Fujitsu、Qmron、Toshiba、Top Panprinting、Casiomicro Card 等, 为夺取 IC 卡市场优势, 日本政府和地方都积极参与 IC 卡的研制、发行及应用推广工作, 使 IC 卡产业的各个环节都得到顺利发展, 毫无疑问, 日本 IC 卡产业的发展也会对美国、法国等构成威胁, 将使国际 IC 卡市场竞争更加激烈(王卓人, 邓晋钧, 宗祥,

1999)。

## 1.2.2 IC 卡在中国的应用与发展

我国的信用卡正跳过磁卡发展阶段而直接进入 IC 卡时代，国内先后组建华旭、华鑫集团公司等，出现了一批科研及生产、经营单位。96 年 10 月，国内第一张用芯片设计、研制到卡片制作生产全部国产化的中华 IC 卡顺利通过技术鉴定，哈尔滨工业大学微电子中心与航天金卡电子公司联合研制成功的 HWZ—201 型 IC 卡也在 96 年年底鉴定，该逻辑加密型 IC 卡芯片用 1 微米 CMOS 与 EEPROM 工艺小批量生产，据称一年内可提供 10 万张 IC 卡。另外，上海贝岭微电子有限公司也从美国引进了 1.2 微米 EEPROM 关键技术，制造 IC 卡芯片。目前，国内引进 IC 卡后部装配生产线较多，它们采用国外芯片，生产能力未充分发挥，97 年研制出加密算法，IC 卡操作系统 COS，着手开发智能 IC 卡，其 CPU 芯片拟先用国外芯片，而操作系统采用国产的，国内 IC 卡应用市场发展迅猛，截止 98 年 6 月，7 家银行共有发卡机构 2023 个，发卡量 2040 万张，存款余额 670 多亿元，特约商户 18 万多家，取现网点 24 万多个，自动柜员机 ATM 7 万多台，估计 2004 年 IC 卡需求会呈爆炸性增长。

目前国内 IC 卡的应用已跳出单一的银行业务与传统的信用功能，与其它产业联袂发展，它的付费功能，可用于交电费、水费、燃气费、电话费、车船费，甚至医疗费、保险费、纳税等。我国目前正按多种使用要求开发 IC 卡新品种，以便最大限度地发挥 IC 卡的各种功能和作用。

## 1.3 研制智能 IC 卡燃气表控制装置的目的和意义

IC 卡的使用与其应用系统是密切相关的。一方面，采用 IC 卡可以使系统的运作更富创造性，另一方面，应用系统又会不断地对 IC 卡提出新的要求，促使其功能更加完善。因此，怎样把 IC 卡与实际应用有机地结合起来，充分发挥 IC 卡的优越性，一直是 IC 卡技术的一个重要课题，智能 IC 卡燃气表控制系统就是 IC 卡技术的一种实际应用。

我国大规模发展燃气化工程是从七十年代开始的，与世界发达国家相比，不论是从燃气普及率上，还是从燃气的计量、收费和管理上，都有很大的差距。更突出的问题是，我国燃气化工程一次性投资很大，燃气经营多处于微利润或亏损，除了政策性亏损外，其中计量供销差和收费管理漏洞是各地煤气公司普遍存在的重要亏损原因。所以国家每年要投入大量资金来弥补亏损，这就给国家增加了相当大的负担，也使城市燃气事业的自身发展缺乏活力。目前，随着国家开发大西北“西气东输”计划的正式启动，对燃气管理的进一步规范提出了更高的要求。此外，国家的“金卡工程”的深入开展为新型的智能 IC 卡预付费燃气表的研制提供了十分广阔的应用前景。我国各地已研制了电子卡、磁卡、光卡和 IC 卡的智能燃气表，这些技术的共性就是把卡作为信息载体，作为“开”表的钥匙。因为 IC 卡除了在价格上暂时比其它几种卡稍贵一些（光卡除外），IC 卡的技术性能等指标均高于其它卡。鉴于 IC 卡的优点，IC 卡与燃气表的结合是未来发展的一种趋势。

随着 IC 卡技术的不断发展以及国内相关行业服务意识的提高，在与居民用户日常

生活相关的计量表计中使用 IC 卡技术已经得到了迅速的推广和广泛的应用。目前在电表、水表、燃气表及暖气热力表中都开始采用 IC 卡作为抄表收费、控制以及数据管理的媒介,使得 IC 卡表已经成为当前国内应用技术发展的一个亮点。现在国内研制的智能 IC 卡还没有在大范围内推广,而且以前研制的智能燃气表中应用的控制芯片多是 C51 系列的芯片,和现在的 PIC 系列的芯片相比功耗比较大。阀门的选择也是多种多样,没有统一的标准。此外,从燃气表的管理模式和收费方式上看,我国采用智能 IC 卡燃气表装置是可行的。

### 1.3.1 燃气表的管理和收费方式

现行燃气表的收费管理方式有以下三种:

1. 预付费方式:用户先到管理部门缴纳费用,才能取得一定数量的相应能源的使用权,通过用户卡输入 IC 卡表。
2. 收费方式:用户可以先获得一定数量的相应能源的使用权,通过用户卡将使用信息带回管理部门进行结算缴费。
3. 紧急除欠状态方式:当控制开关切断用户使用相应能源后,如果用户不能立即去管理部门缴纳费用,可以用某种方式闭合控制开关,暂时恢复相应能源的使用权。

而现行的抄表收费管理模式有以下三种:

1. 人工抄表收费方式:为用户安装普通计量仪表,按固定的时间由管理人员上门抄表和收费,需要管理人员多,工作量大,优点是计量仪表的成本低,采用付费方式容易被用户接受,基本不存在用户能源被切断的问题。
2. 自动抄表收费方式:为用户安装具有通讯能力的计量仪表,通过通讯网络系统自动完成用户计量仪表的数据抄收,再通过金融网点方式以自动或人工方式完成缴费。这种方式技术难度高,通讯网络建设及维护成本大;优点是自动化程度高,节省人力,并很容易实现系统的实时监控。
3. IC 卡收费方式:为用户安装具有 IC 卡接口的计量仪表,通过 IC 卡作为传输介质,在用户和管理部门之间传输信息,自动实现计量仪表的抄收以及缴费工作。这种方式成本较高,信息传输不及时,同时让用户充当了信息通道的角色,未体现管理部门服务的宗旨。优点是实现了抄表、收费、控制的三位一体,彻底杜绝了欠费现象的发生,管理人员和管理费用少(陈红军,2002)。

### 1.3.2 国内外采用的管理和收费方式

目前发达国家以人工或自动抄表收费方式为主。原因是金融业高度发达,发生欠费的情况较少,同时管理部门有资金实力可以建立抄表网络系统,具有较强的自动化管理水平。

发展中国家正从人工抄表收费方式向 IC 卡收费方式过渡,原因是人口众多,人工管理方式已逐渐无法管理,而管理部门还不具备资金和技术实力推行网络化的自动抄表收费管理系统,金融业的发展已经初具规模,IC 卡收费方式恰好成为最佳选择。

落后国家由于没有系统的收费管理模式,只能采用人工抄收的方式,在较为发达的

城市或小区，具备推行 IC 卡收费方式或局域自动抄表收费的可能性。

国内收费管理模式发展状况：

行业管理方式：从水、电、气、热行业管理部门的管理模式来看，人工抄表收费模式仍占较大比例。资金较为充裕的行业如电力部门已广泛推广 IC 卡收费方式和自动抄表收费方式，并且对自动抄表收费方式给予了较大程度的关注；资金不充裕的行业目前正在逐步着手推广 IC 卡收费管理方式。

物业小区管理方式：从提高效率、节省人力、提高服务质量的前提出发，主要采用一卡通方案或楼宇自动化布线统一考虑采用局部自动抄表收费系统进行管理。新建小区基本上没有人工抄表收费方式（陈胜恩编译，1998）。

目前，我国燃气的收费，大都采用人工抄表按户收费的方式，因此存在着工作量大、收费时间长、收费困难、效率低、易出错的问题。另外，这种落后的入户查表收费管理模式与现代经济的发展、基本建设和市场经济很不适应，由于现代人工作繁忙，从安全的方面考虑，楼宇大多装有防盗门，收费工作更加不便。为了减少燃气收费管理中人力、物力的浪费，减少不安全因素，各地燃气公司一直在寻求一种方便、安全、实用、高效的收费管理模式。

本文研究的就是用 IC 卡技术替代人工抄表对管道输送可燃性气体实行定量控制的装置。本装置可在煤气、天然气、石油气、沼气和矿井气等管道输送供气系统中控制、显示用户的燃气用量，实现燃气用量的电子化，并能及时发现问题，避免人为破坏信号传感系统和私自开启控制装置所导致的计量失灵现象，是燃气用户安全、可靠、方便的新型用气设备。与此同时，作为一种科学的管理手段，燃气公司可以对燃气用户进行科学有效的管理及服务。不仅可以减少大量繁重的劳动，又改变了先用气后收费的状况，有利于公益燃气事业的发展，本装置设计中采用了西门子公司逻辑加密 IC 卡 SLE4442 卡，在使用中保证一户一卡，互不通用，为用户和燃气公司双方提供了安全、可靠的保障，有着巨大的市场潜力和强大的生命力。

## 1.4 本文的主要工作

1. 对装置进行总体规划、设计，确定要实现的功能和要达到的性能指标。在此基础上对关键的部件如单片机、电机阀、燃气表、IC 卡和液晶显示等在满足技术要求、保证可靠性、降低成本的原则上做出较合适的选择。学会各电气元件的使用以及用模糊控制原理解决智能 IC 卡燃气表控制装置中电机阀这一执行部件的开关状态。

2. 完成软件编程和硬件制作，形成一个达到实际要求的完整装置，为早日形成产品进入市场打下良好的理论和实践基础。

## 2 装置的总体设计及技术要求

本论文所研究的是智能 IC 卡燃气表控制装置，它是将传统的燃气表的机芯和高水平的测控电路集成在一个整体的表壳内，既保持了机械表的计量精度，又具备了表运行状态的自动化管理功能，可应用于煤气、天然气、石油气和沼气等管道输送供气系统中控制用户的燃气量，并能够及时发现燃气表计量失灵而造成的偷漏气现象，同时能杜绝人为破坏光电系统和私自开启 IC 卡控制系统导致的控制失灵行为。上述情况一经出现，智能 IC 卡燃气表控制装置会立即发出存储剩余量、关阀、错误方式显示、报警等各种命令，从而有效地保证了系统的安全性和可靠性。

智能 IC 卡燃气表的应用在一定程度上改变了人工抄收、现金交易的传统气费管理方式，不仅使用户在用气上获得了更大的自由度，而且与 IC 卡销售管理系统的结合使燃气公司的管理上了一个台阶，IC 卡本身具有的安全性强、可靠性高、容量大的特点及联网数据分布管理使其在燃气抄收上具有无可比拟的优势，因此，智能 IC 卡燃气表的使用必将是燃气管理现代化必然要迈出的一步。

### 2.1 硬件总体框图

根据以上设计思想，智能 IC 卡燃气表控制装置总体设计结构框图如图 2-1 所示。

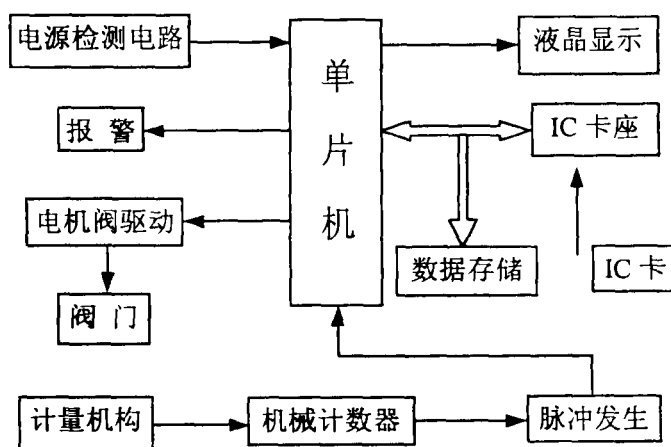


图 2-1 硬件总体框图

Fig. 2-1 Frame of hardware collectivity

以上各模块电路除流量传感器外，将全部封装在控制盒内。

### 2.2 各模块部件的主要功能及技术要求

#### 2.2.1 燃气表

它是能源计量仪表，是向燃气用户结算收费的依据，其性能好坏，涉及到千家万户，

装置的总体设计及技术要求

关系到供气部门的经济效益和社会效益。本装置设计中所用的是 ZG2.5m<sup>3</sup>/h 型皮膜式燃气表。符合国家技术监督局发布的中华人民共和国《膜式燃气表》国家标准 GB/T6968—97。

表 2-1 ZG2.5m<sup>3</sup>/h 型皮膜式燃气表的技术指标

Tab. 2-1 Technological targets of ZG2.5m<sup>3</sup>/h involucra gas meter

公称流量 Qn (m <sup>3</sup> /h)	最大流量 Qmax (m <sup>3</sup> /h)	最小流量 Qmin (m <sup>3</sup> /h)	最大 压力 (Pa)	最大 压力 (Kpa)
2.5	4.0	0.025	<200	35

工作压力范围: 0.5 ~ 3.5 kPa

在环境温度为:-10℃ ~ 40℃ 的范围内能正常工作

相对湿度: ≤93%

大气压力: 80 ~ 106 kPa

进出气管接头的强度: 管接头应能承受 80N 转矩的抗扭转试验, 其永久性变形不得大于 2°, 且不漏气。管接头应能承受 500N 侧向抗弯曲试验, 其永久性变形不得大于 2°, 且不漏气。

## 2.2.2 电机阀

受控于单片机, 是在驱动电路作用下, 执行开关气源的部件, 包含与燃气表连接的活接头。

本装置中所用的电机阀是已获国家防爆产品认证的 SY-600 (2) 型机电一体化燃气控制阀。其技术性能指标如下表 2-2 所示:

表 2-2 电机阀的特性

Tab.2-2 The characteristic of electric machinery valve

型号	SY-600 (2)
工作电压	2.0~3.6V
开阀时间	2.5s
开阀电流	≤70mA
外漏	没有
压损@4.3m <sup>3</sup> /h	≤20Pa
掉点关阀	没有
电源	锂电池
适用表型	贝特 1.6、2.5 铁壳燃气

外加正向电压关阀, 反向电压开阀。在满足上述条件的情况下, 该阀门开、关迅速、敏捷, 并能一次开、关到位。电机阀应安装牢固, 并密封, 其气流方向应与燃气表气流

方向一致。

### 2.2.3 显示器

本装置采用了 LCD 液晶显示, 可用 6 位数字和其它字符显示剩余气量、错卡、漏气、请购气、换电池等信息及其组合。如图 2-2 所示:

主要技术参数:

显示容量: 6 位数字+4 段汉字+1 符号

芯片工作电压: 2.5V~6.5V

工作电流: 10 $\mu$ A

环境相对湿度: < 85%

工作温度: -10 $^{\circ}$ C ~ +50 $^{\circ}$ C

存储温度: -20 $^{\circ}$ C ~ +60 $^{\circ}$ C

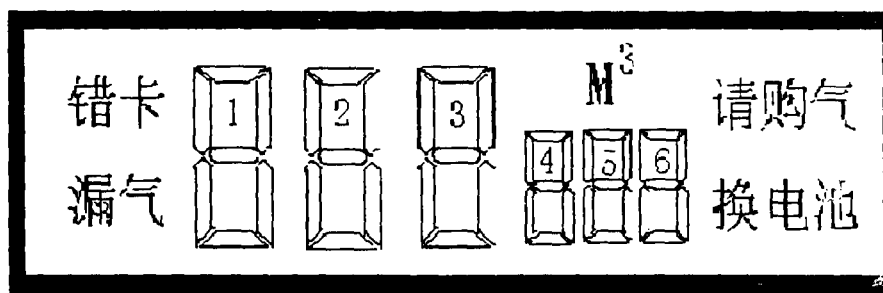


图 2-2 液晶显示面板

Fig.2-2 Panel of liquid crystal display

### 2.2.4 信号检测

本装置采用干簧管, 将流量传感器数码盘上的计数值转换成电信号, 送入单片机, 实现脉冲计数。

### 2.2.5 用户 IC 卡

用户所持有的在指定的智能燃气表上使用的 IC 卡, 是存贮用户密码、所购气量的媒体。本装置采用 SLE4442 逻辑加密卡, 详见第三章。

### 2.2.6 数据存储

设计中采用的是 CSI24WC02 芯片 (EEPROM) 作为外部数据存储器, 存储瞬间掉电时当前剩余气量和 IC 卡的用户密码等信息。

### 2.2.7 电池舱

装入供装置正常工作所需的一节 3.6V 电池, 舱体沉入控制盒内。

## 2.3 装置的功能



### 2.3.1 燃气表预付费及用气量控制功能

用户用气前要先到燃气公司购气，即将所购燃气量存入用户 IC 卡中，然后将所购气量存入家中燃气表内，则控制气源的电机阀自动打开，用户即可日常使用。使用时通过皮膜式流量传感器和干簧管传感器的联合检测，获得通过该燃气表的用气量，然后对表中现存气量进行累减，当表中存气不多或气用完时，电机阀关闭，用户将再次购气存入，实现燃气预付费及用气定量控制。

### 2.3.2 提示及防止窃气功能

当本装置处于正常工作状态时，通过液晶显示器显示当前剩余气量。

当剩余气量为  $0\text{ m}^3$  时，液晶显示当前气量，同时显示请购气，蜂鸣器会发出“滴滴”的提示信号。

当供电电压低于本设计的欠压值时，蜂鸣器也会连续发出“滴滴”的提示信号，同时液晶显示器显示换电池字符，通知用户更换。

当装置检测到用户插卡错误或插入非法 IC 卡时，将报警并显示错卡字符。

当人为进行窃气或有漏气现象出现时，液晶显示器显示漏气的同时并关闭电机阀，停止供气。

具有磁保护功能。当磁铁靠近 IC 卡燃气表时，将不会影响表的计量及控制准确性。

IC 卡连续 3 次非法插入时，系统立即关闭电机阀。当计数装置、控制器盒等被打开时，装置立即关闭电机阀、切断气路。

### 2.3.3 数据保持与恢复功能

本装置内将长期保存用户当前剩余气量，以防止瞬间掉电或违章操作时数据丢失。并能在装置正常工作后立即恢复数据，以供使用。

### 2.3.4 气量累计功能

从售气处购气量，通过读写器写入 IC 卡内，IC 卡插入燃气表，全部的购气量转移至表内存，并与表内的剩余气量相加储存在表内。

### 2.3.5 电源电压检测功能

当检测电压低于  $3.3\text{ V}$  时，系统提示用户更换电池。当突然掉电时，系统会立即保存数据并关闭阀门，以便掉电恢复后系统能够正常工作。

### 2.3.6 低电压和低功耗

本装置电路设计采用功耗很低的 CMOS 器件，正常运行时，耗电极少，1 节  $3.6\text{ V}$  的电池可正常使用 3 年。

## 2.4 智能 IC 卡燃气表控制装置的特点及其优越性

1. 购气、用气、结帐、统计、清算、资金交割、报表打印等作业，全部在计算机（上位机）和现场单片机管理、控制下自动进行，大大减少了出错和作弊的机会。凭卡购气、用气，安全可靠性极高，防伪功能加强，使用极为方便。

2. 气价和用户密码可随时变化，通过计算机网络自动通知到燃气公司各配气站，使燃气公司彻底解决了燃气固定价格和现实燃气市场浮动价格之间的矛盾，同时也为消费者随市场行情自主选择购气量打开了希望之门。实现了国家倡导的商业信息化，网络化，使燃气公司的管理水平上了一个大的台阶。

3. 装置耐用，功能设置齐全，操作方便。显示清楚，简单、明了、易懂。

4. 软硬件设计均采用模块化结构，高可靠接插件连接，维修方便。

### 3 IC 卡的芯片技术

卡，是卡基应用系统的主角和首选构成要素，如今，IC 卡种类繁多，其中逻辑加密存储卡在用于有一定保密要求，但存储金额不大的公用事业收费中应用广泛，因此本装置的设计中采用了 SLE4442 逻辑加密存储卡，下面是此卡的特性分析。

SLE4442 (陆永宁, 2000) 是由德国西门子 (SIEMENS) 公司设计的逻辑加密存储卡。它具有 2K 位的存储容量和完全独立的可编程加密代码存储器 (PSC)。内部电压提升电路保证了芯片能够以单+5V 电压供电，较大的存储容量能够满足通常应用领域的各种要求。因此是目前国内应用较多的一种 IC 卡芯片。

#### 3.1 芯片的引脚配置

SLE4442 芯片的触点安排见图 3-1

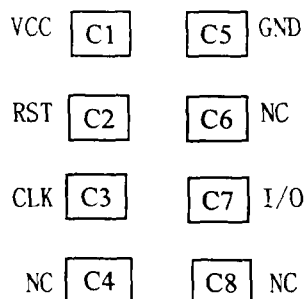


图 3-1 芯片引脚排列

Fig.3-1 Sequence of chip pin

表 3-1 引脚功能

Tab.3-1 Pin function

引脚	卡触点	符号	功能
1	C1	VCC	操作电压 5V
2	C2	RST	复位
3	C3	CLK	时钟
4	C4	NC	未用
5	C5	GND	地
6	C6	NC	未用
7	C7	I/O	双向数据线
8	C8	NC	未用

### 3.2 芯片特点

- (1) 用多存储器结构。
- (2) 2线连接协议，串行接口满足 IS07816 同步传送协议。
- (3) 芯片采用 NMOS 工艺技术，每字节的擦除/写入编程时间为 2.5MS。
- (4) 存储器具有至少  $10^4$  次的擦除 / 写入周期，数据保持时间至少 10 年。

### 3.3 芯片逻辑图

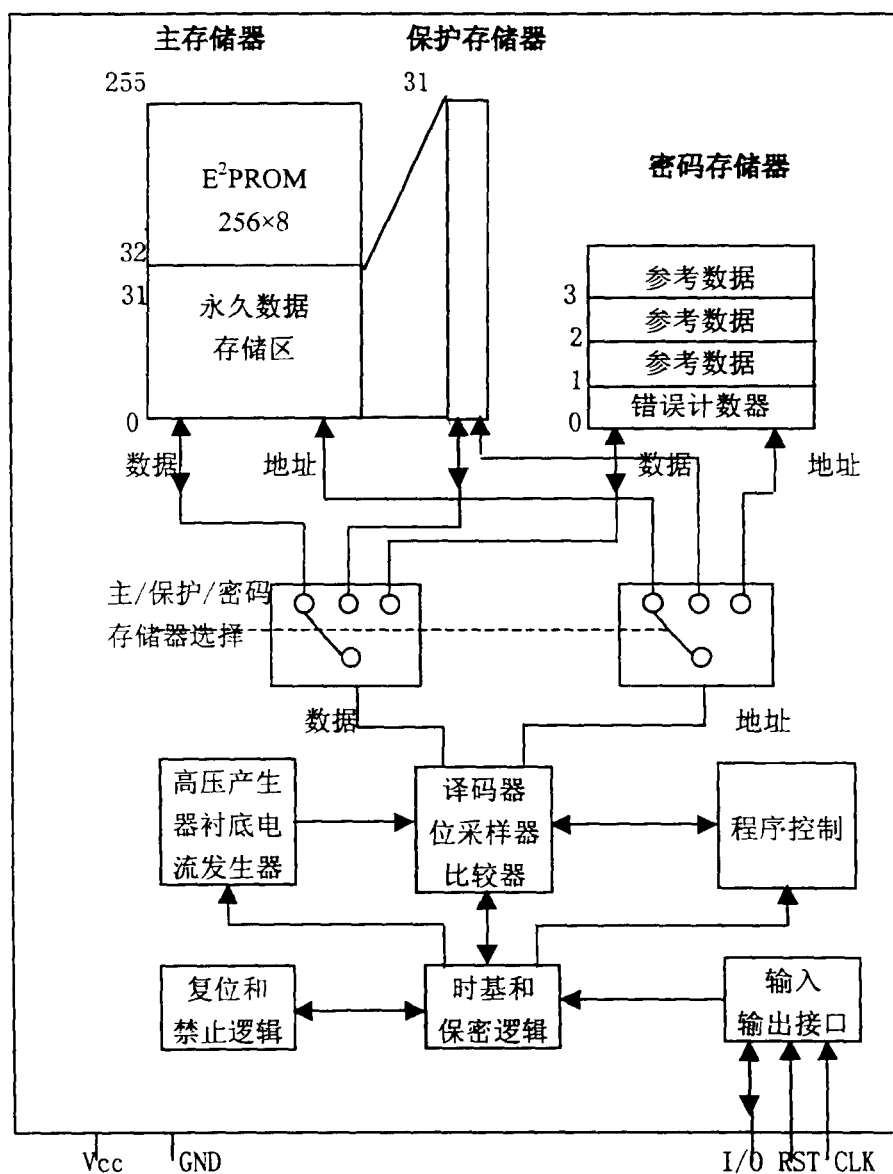


图 3-2 SLE4442 芯片内部逻辑结构

Fig.3-2 Logic structure of interior of SLE4442 chip

### 3.4 SLE4442 工作原理

电路框图如图 3-2 所示 (王有绪, 许杰, 李拉成, 2001)。内含 256 字节主存储器 (E<sup>2</sup>PROM) 和 32 位保护存储器 (PROM)。主存按字节擦写, 擦除是把某字节的 8 位全置为 1。每次擦或写的最短时间各为 2.5ms。主存储器低 32 字节通过 32 位保护存储器中写入相应的位得到保护。保护位使主存储器相应地址的字节数据不会改变。主存储器和保护存储器在通常情况下能擦、能写、能读, 是串行输入/输出 2K 的 E<sup>2</sup>PROM。

除了存储器外, 保密逻辑控制整个存储器的擦写功能。SLE4442 卡有四个字节的保密存储器, 其中 0 字节为错误计数器 (EC), 1~3 字节为密码 (PSC)。上电后, 除了 PSC 以外整个存储器只能读, 不能擦写, 只有在密码校验正确时才能擦写。若连续三次密码校验错误则卡自毁, 再也不能擦写了。

上电以后, 由单片机给 RST 端发送一个正脉冲, 在 RST=1 期间 CLK 产生一个上升沿, 则启动了复位和应答复位。随后连续的 32 个 CLK 依次在 I/O 线读出四个字节的标头数据。标头数据包含了各种出厂信息。其时序如图 3-3 所示。复位和应答复位是卡操作前所必须编程时要准确计算。执行完复位和应答复位, 就可以发出控制命令了。

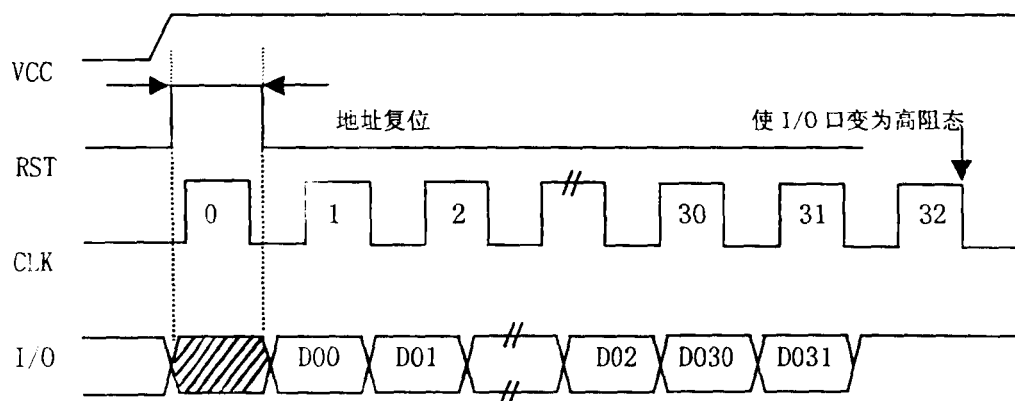


图 3-3 复位及复位响应的时序

Fig.3-3 Timing of replacement and response

SLE4442 共有 7 条控制命令, 见表 3-2。每条命令由三个字节组成, 其排列顺序如图 3-4 所示, B 字节 (为命令) 先输入, 再输入 A 字节 (地址), D 字节 (数据) 最后输入。每字节低位 (LSB) 在先, 高位 (MSB) 在后。输入数据是在 CLK 的上升沿进行。时钟 CLK 的频率也在 7~50KHz 之间。对加密 IC 卡的操作要比存储器卡复杂得多。

表 3-2 SLE4442 命令格式

Tab.3-4 Command format of SLE4442

MSB	控制字	LSB	MSB	地址字	LSB	MSB	数据字	LSB
B <sub>7</sub>	B <sub>6</sub> B <sub>5</sub> B <sub>4</sub> B <sub>3</sub> B <sub>2</sub> B <sub>1</sub> B <sub>0</sub>		A <sub>7</sub>	A <sub>6</sub> A <sub>5</sub> A <sub>4</sub> A <sub>3</sub> A <sub>2</sub> A <sub>1</sub> A <sub>0</sub>		D <sub>7</sub>	D <sub>6</sub> D <sub>5</sub> D <sub>4</sub> D <sub>3</sub> D <sub>2</sub> D <sub>1</sub> D <sub>0</sub>	

表 3-3 SLE4442 芯片的命令格式和功能

Tab. 3-3 Command format and function of SLE4442 chip

字节 (控制) B <sub>7</sub> ~B <sub>0</sub>	字节 2 (地 址) A <sub>7</sub> ~A <sub>0</sub>	字节 3 (数 据) D <sub>7</sub> ~D <sub>0</sub>	功能	命令模式
0 0 1 1 0 0 0 0	地址数	无效	读主存储器	输出数据模式
0 0 1 1 1 0 0 0	地址数	输入数据	修改主存储器	处理模式
0 0 1 1 0 1 0 0	无效	无效	读保护存储器	输出数据模式
0 0 1 1 1 1 0 0	地址数	输入数据	写保护存储器	处理模式
0 0 1 1 0 0 0 1	无效	无效	读加密存储器	输出数据模式
0 0 1 1 1 0 0 1	地址数	输入数据	修改加密存储器	处理模式
0 0 1 1 0 0 1 1	地址数	输入数据	比较校验数据	处理模式

每条命令的含义及时序描述如下:

1. 读取主存储器

命令字为 30H, 可以读取从给定地址开始到主存结束的所有数据。这条命令总是有效的, 无须校验密码。其时序见图 3-4 所示。

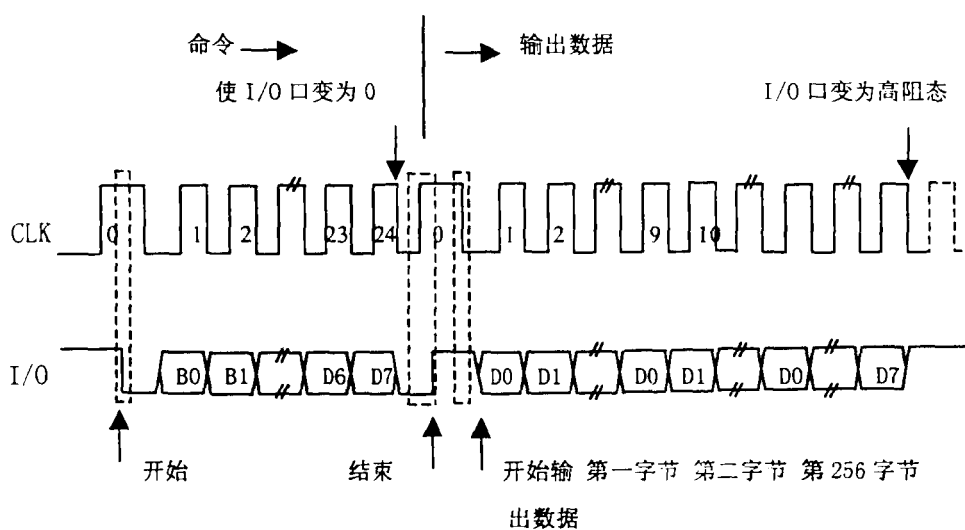


图 3-4 读主存储器时序

Fig.3-4 Timing for reading main memory

2. 读保护存储器

命令字为 34H, 在连续 32 个 CLK 作用下, 读出 32 位保护存储器。一个附加脉冲将使 DIO 变为高阻态。保护存储器可经常被读取, 且表明了被保护的主存储器的地址。其时序见图 3-5。

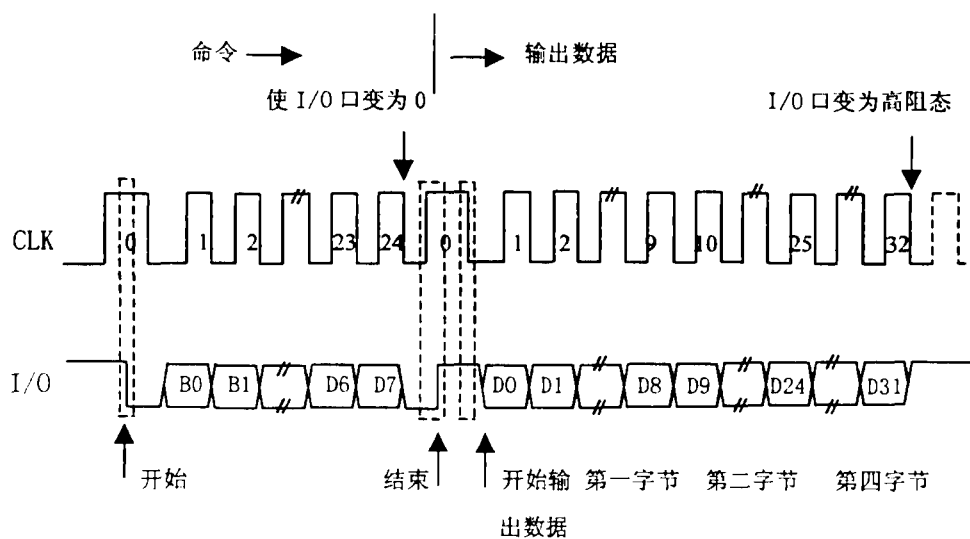


图 3-5 读保护存储器的时序

Fig.3-5 Timing for reading protecting memory

### 3. 写主存储器

命令字为 38H，DI0 口的串行数据写入指定的地址。根据新老数据的差别，在 CLK 的频率为 50kHz（最大值）下，所用时间如下：

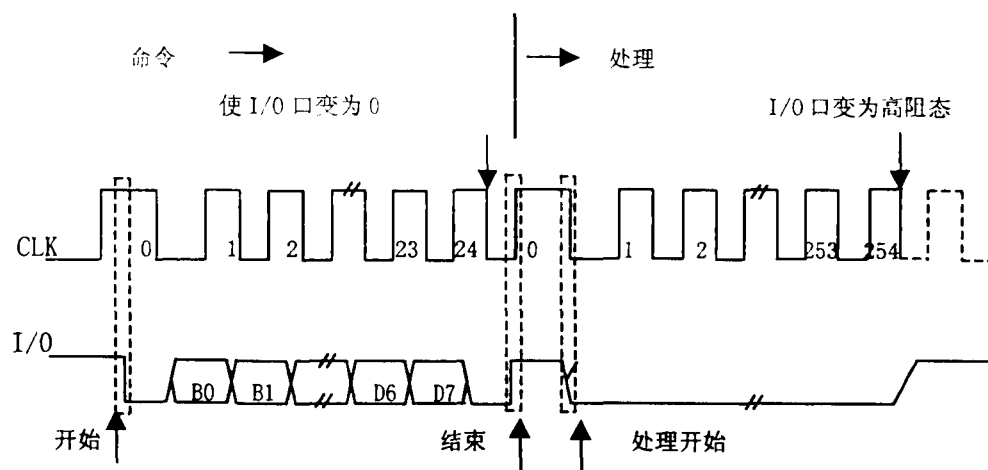
擦与写 5ms，相当于 255 个 CLK；

只写不擦 2.5ms，相当于 124 个 CLK；

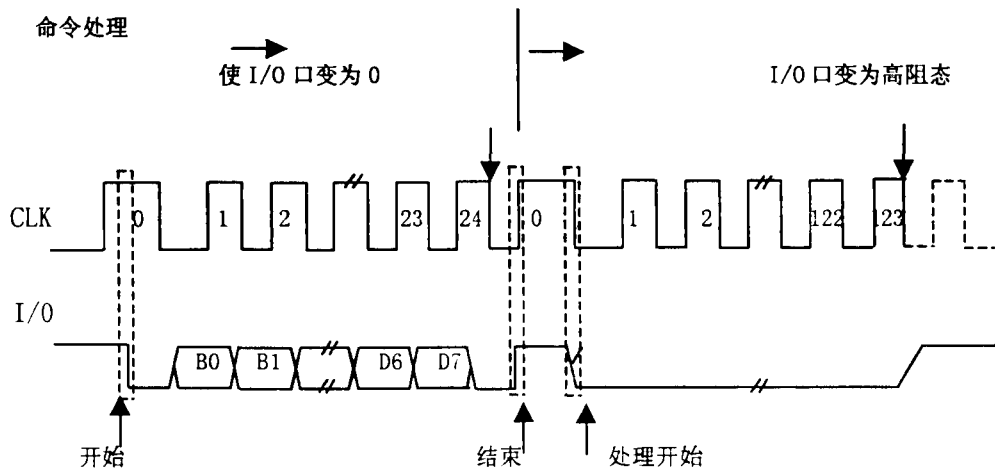
只擦不写 2.5ms，相当于 124 个 CLK；

在编程时为了稳妥，写命令发送完后，等待时间应  $\geq 5ms$ 。

不同情况下的时序见图 3-6。



(a) 擦除及写主存储器



(b) 擦除或写主存储器

图 3-6 写主存储器的时序

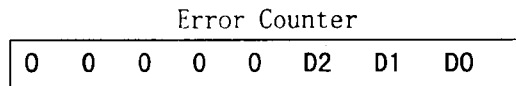
Fig.3-6 Timing for writing main memory

4. 写保护存储器

命令字为 3CH，地址范围在 00~1FH，数据字节输入需要保护字节的数据。IC 卡将该数据与指定字节的数据比较，若相等，该地址的数据就再也不能更改了；若不等，则写保护操作被抑制（即无效）。命令执行时间和所需的 CLK 个数与写主存储器相同。

5. 读密码存储器

命令字为 31H，读出密码存储器的四字节内容。其时序类似于读保护存储器，见图 3-7。错误计数器低 3 位为密码校验错误记录。格式如下：



若第一次密码校验错，则 D0 被清“0”；第二次错，D1 被清“0”；第三次错，D2 被清“0”，即整个字节全为 0，此时卡已作废。

错误计数器总可以读，若前面的密码校验正确，则读出的 EC 低三位是 000，PSC 三字节数据为正确的密码；若前面的密码校验错误，则读出的三字节数据没有意义。

6. 修改密码

命令字为 39H，对于三字节（6 位 BCD 码）密码，只有在前面的密码校验正确时才可更改，否则只有错误计数器的低三位可以由“1”改为“0”。命令执行时间和所需 CLK 个数与写主存储器相同。其时序见图 3-7。



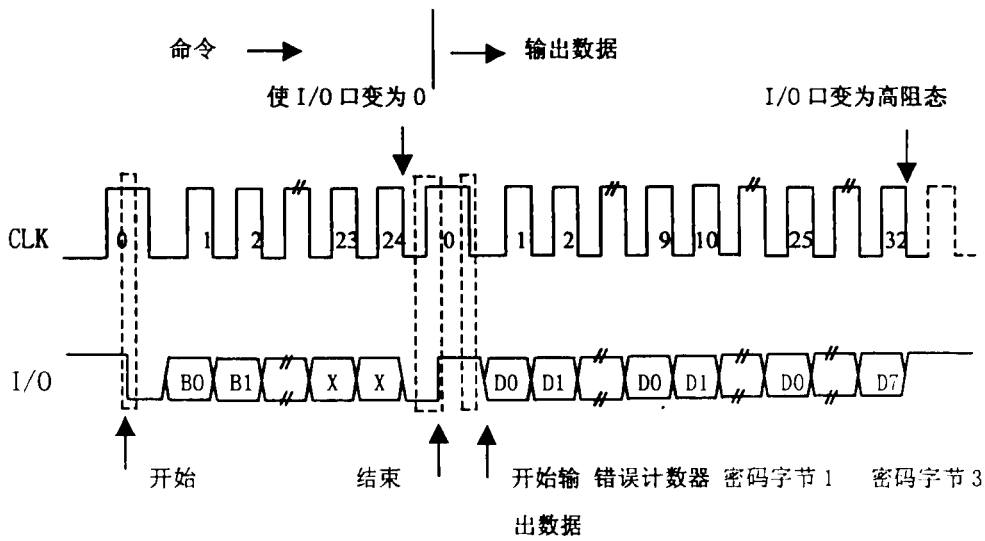


图 3-7 读密码存储器的时序

Fig.3-7 Timing for reading password memory

7. 密码校验

命令字为 33H, 该命令只能与把错误计数器 EC 某位改写为 0 的操作联合起来方为有效。命令执行一次校验一个字节密码 (即两位 BCD 码), 因 SLE4442 为三字节 6 位密码, 所以该命令要连续执行三次。其时序见图 3-8。

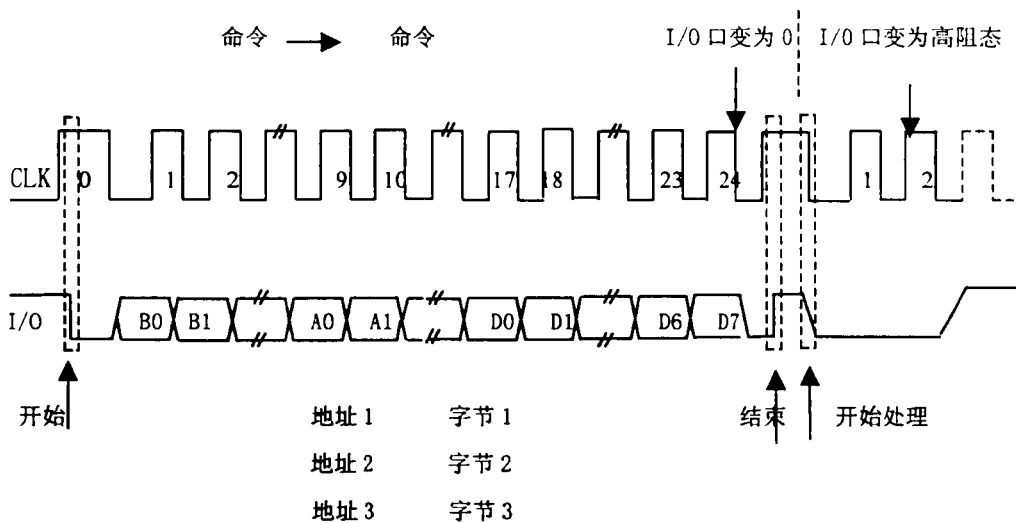


图 3-8 密码校验时序

Fig.3-8 Timing for verifying password

密码校验的任何一个错误都将使错误计数器减 1, 故要小心从事。密码校验除了正确使用密码校验命令外, 还要有一系列的操作与之结合。下表 3-4 是密码校验过程执行所使用的命令及顺序。该表中的命令是必要的, 并且命令执行的顺序也是强制性的 (于

宏军, 赵冬艳, 1996)。

表 3-4 密码校验流程

Tab. 3-4 Flow chart of verifying password

命令	控制字 B7...B0	地址 A7...A0	数据 D7...D0	命令的作用
读密码	31H	无关	无关	检查错误计数器
修改密码	39H	00H	输入数据	EC 低三位某位写 0
比较密码	33H	01H	密码高两位	比较高两位密码
比较密码	33H	02H	密码中两位	比较中两位密码
比较密码	33H	03H	密码低两位	比较低两位密码
修改密码	39H	00H	FFH	擦除 EC
读密码	31H	无关	无关	检查 EC 是否全 1

本装置中当 SLE4442 卡插入时, 首先进行是否有卡插入的检测, 当确定有卡插入时, 进行密码校验, 如果正确, 则开始读取卡的内容到内部 RAM 中, 同时将卡置成旧卡。这些操作都是按照上面描述的命令格式执行的。

## 4 电机阀的模糊控制系统

燃气表中的电机阀是整个控制系统中一个非常重要的执行部件，电机阀能否安全无误的打开和关闭关系着燃气用户和燃气公司的切身利益。然而电机阀是否动作是由多个因素决定的，根本无法找到精确的数学模型来描述对电机阀的控制，因此，采用了模糊控制原理来判断电机阀的开关动作。

模糊逻辑是人工智能的重要组成部分，自从 1965 年美国控制理论专家 L. A. Zadeh 提出了用“Fuzzy Sets”（模糊集合）描述 Fuzzy（模糊）事物以来，Fuzzy 技术获得了广泛的应用。模糊控制的基本思想是用机器去模拟人对系统的控制，即在被控对象的模糊模型的基础上运用模糊控制器近似推理等手段，实现系统控制的一种方法。模糊模型是用模糊语言和规则描述的一个系统的动态特性及性能指标。它具有不需要知道被控对象（或过程）的数学模型，易于实现对具有不确定的对象和具有强非线性的对象进行控制，对被控对象特性参数的变化具有较强的鲁棒性，对于控制系统的干扰具有较强的抑制能力等优点（诸静，2001）。

### 4.1 电机阀模糊控制系统的组成

既然模糊控制系统是一种自动控制系统，它必然和其他所有的自动控制系统一样，具有某些共性。通常是由被控对象、测量装置、控制器和执行机构等部件组成。

如图 4-1 所示。电机阀的模糊控制系统是由模糊控制器、输入/输出接口、执行机构、被控对象和测量装置等五个部分组成。

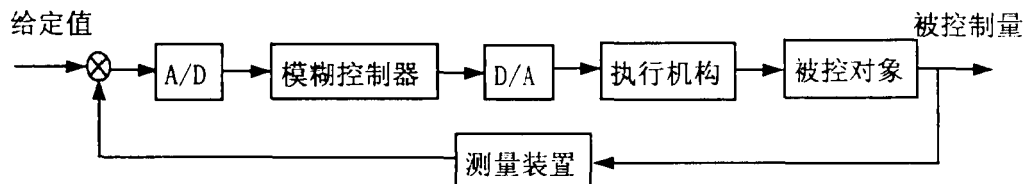


图 4-1 模糊控制系统结构图

Fig.4-1 Structure frame of Fuzzy control system

#### 4.1.1 被控对象

它可以是一种设备或装置以及它们的群体，也可以是一个生产的、自然的、社会的、生物的或其他各种的状态转移过程。这些被控对象可以是确定的或模糊的、单变量或多变量的、有滞后的无滞后的，也可以是线性的或非线性的、定常的或时变的，以及具有强耦合和干扰等多种情况，在电机阀的模糊控制系统中的被控对象是电机阀。

#### 4.1.2 执行结构

模糊控制系统中安装在燃气表中的电机阀的电机作为执行结构，阀开关的大小可以控制燃气表的气流量。

### 4.1.3 控制器

是各类自动控制的核心部分。由于被控对象的不同,以及对系统静态、动态特性的要求和所应用的控制规则(或策略)相异,可以构成各种类型的控制器,如在经典控制理论中,用运算放大器加上阻容网络构成的PID控制器和由前馈、反馈环节构成的各种串、并联校正器;在现代控制理论中,设计的有状态观测器、自适应控制器、解耦控制器、鲁棒控制器等。而在模糊控制理论中,则采用基于模糊知识表示和规则推理的语言型“模糊控制器”,这也是模糊控制系统区别于其他自动控制系统的点所在。

### 4.1.4 输入/输出(I/O)接口

在实际系统中,由于多数被控对象的控制量及其可观测状态量是模拟量。因此,模糊控制系统与通常的全数字控制系统或混合控制系统一样,必须具有模/数(A/D)、数/模(D/A)转换单元,不同的只是在模糊控制系统中,还应该有用适用于模糊逻辑处理的“模糊化”与“解模糊化”(或称“非模糊化”)环节,这部分通常也被看作是模糊控制器的输入/输出接口。

### 4.1.5 测量装置

本系统中采用的是干簧管,它是将被控对象的燃气流量转换为电信号的一类装置。它在模糊控制系统中占有十分重要的地位,其精度往往直接影响整个系统的性能指标,因此要求其精度高、可靠且稳定性好。

在模糊控制系统中,为了提高控制精度,要及时观测被控制量的变化特性及其期望值间的偏差,以便及时调整控制规则和控制量输出值,因此,往往将测量装置的观测值反馈到系统输入端,并与给定输入量相比较,构成具有反馈通道的闭环结构形式。

## 4.2 电机阀模糊控制器

由图4-1可知,模糊控制系统与通常的计算机数字控制系统的主要区别是采用了模糊控制器。模糊控制器是模糊控制系统的核心,一个模糊控制系统的性能优劣,主要取决于模糊控制器的结构,所采用的模糊规则、合成推理算法,以及模糊决策的方法等因素。模糊控制器(FC——Fuzzy Controller)也称模糊逻辑控制器(FLC——Fuzzy Logic Controller),由于其所采用的模糊控制器是一种语言型控制器,故也被称为模糊语言控制器(FLC——Fuzzy Language Controller)。

下面针对电机阀的模糊控制进行模糊控制器的研究

### 4.2.1 电机阀模糊控制器的组成

模糊控制器的组成框图如图4-2所示。它包括有:输入量模糊化接口、数据库、规则库、推理机和输出解模糊接口五个部分。

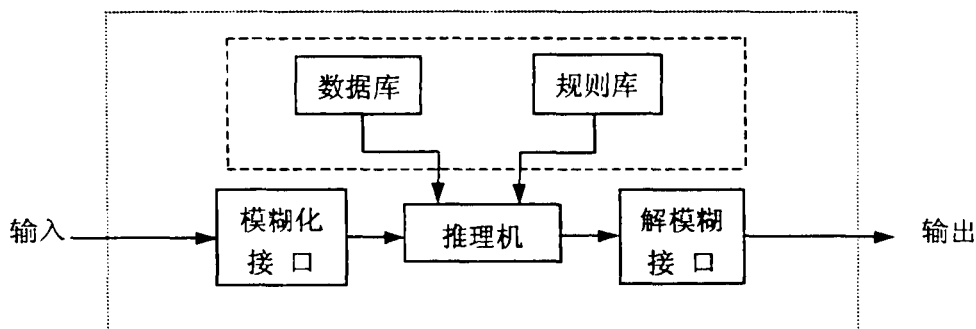


图 4-2 模糊控制器组成

Fig.4-2 Constitutes of Fuzzy controller

模糊控制器的输入必须通过模糊化才能用于模糊控制输出的求解，因此它实际上是模糊控制器的输入接口。它的主要作用是将真实的确定量输入转换成一个模糊矢量。

### 4.2.2 电机阀模糊控制器的设计

在本装置设计中采用的是三角形的隶属函数类型，这种隶属函数的形状和分布由三个参数表示，一般可描述为：

$$\mu(x) = \begin{cases} (x-a)/(b-a) & \text{若 } a < x < b \\ (x-c)/(b-c) & \text{若 } b < x < c \end{cases}$$

如图 4-3 所示。图 4-4 为常用的三角形隶属函数，其中七个模糊子集分别为{负大，负中，负小，零，正小，正中，正大}。

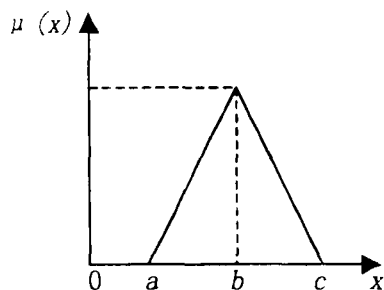


图 4-3 隶属函数

Fig.3-3 Subjection function

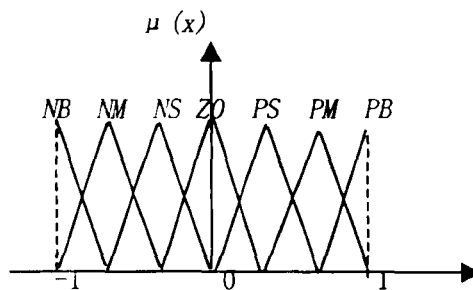


图 4-4 三角形隶属函数

Fig.3-4 Triangle subjection function

需要指出的是，隶属函数在大多数情况下，是根据经验给出的，因此具有较大的随意性。这既使设计者有可能获得较满意的控制性能，但也使设计过程充满主观色彩。

设偏差  $e$  为燃气流量的给定值与测量值的差值， $u$  为电机阀的开度。 $e$  的语言变量为  $E$ ，其相应模糊子集为  $A_i$  ( $i=1, 2, \dots, 7$ )，模糊子集  $A_i$  的 7 个语言取值为 {PB, PM, PS, ZO, NS, NM, NB}。又设偏差变化语言变量为  $EC$ ，其相应模糊子集为  $B_j$  ( $j=1, 2, \dots, 5$ )，论域为  $Y$ ，模糊子集  $B_j$  的 5 个语言变量取值为 {PB, PS, ZO, NS, NB}。输出控制量  $u$  的语言变量为  $U$ ，其相应模糊子集为  $C_k$  ( $k=1, 2, \dots, 7$ )，论域为  $Z$ ，模糊子集  $C_k$  的 7 个语言取值 {PB, PM, PS, ZO, NS, NM, NB}。

根据熟练操作人员手动控制经验，模糊控制规则的语言形式可以表示如下：

- (1) if  $E=NB$  then  $U=PB$
- (2) if  $E=PM$  and  $EC=PB$  or  $EC=PS$  then  $U=PM$
- ⋮
- ⋮
- (16) if  $E=NM$  and  $EC=NB$  then  $U=NM$
- (17) if  $E=NB$  then  $U=NB$

其中， $E$ 和 $EC$ 分别为输入语言变量， $U$ 输出语言变量，也可以列成模糊状态表形式，如表4-4所示。

表 4-1 控制规则表  
Tab. 4-1 The rule of control

$U \backslash EC$		$E$						
		$PB$	$PM$	$PS$	$ZO$	$NS$	$NM$	$NB$
$EC$	$PB$						$NS$	
	$PS$			$PS$	$ZO$			
	$ZO$	$PB$	$PM$			$NS$	$NM$	$NB$
	$NS$							
	$NB$		$PS$		$NS$			

从规则表中可以看出，当燃气流量偏差及其变化率增大时，说明当前燃气流量减小，这时，电机阀的开度应增大，此时燃气流量增加。反之，当燃气流量的偏差及变化率减小时，说明当前燃气流量增加，电机阀的开度应减小，此时燃气流量减小。因此对阀门位置的确定是根据燃气流量的变化决定的。使得阀门的开关状态达到了设计的要求。同时了解了模糊控制原理，以便在以后有关阀门控制或相关问题上可以采用上述模糊控制原理解决此类问题，为以后从事模糊控制方面的研究奠定了基础。

### 4.3 电机阀模糊控制系统的特点

通过电机阀模糊控制系统的原理说明，可以看到模糊控制系统具有如下优点。

- (1) 模糊控制系统不依赖于系统精确的数学模型，特别适宜于复杂系统（或过程）与模糊性对象等采用，因为它们精确数学模型很难获得或者根本无法找到。
- (2) 模糊控制中的知识表示、模糊规则和合成推理是基于专家知识或熟练操作者的成熟经验，并通过学习可不断更新，因此，它具有智能性和自学习性。
- (3) 模糊控制系统的核心是模糊控制器。而模糊控制器均以计算机（微机、单片机等）为主体，因此它兼有计算机控制系统的特点，如具有数字控制的精确性与软件编程的柔软性等。
- (4) 模糊控制系统的人-机界面具有一定程度的友好性，它对于有一定操作经验的而

对控制理论并不熟悉的工作人员来说，很容易掌握和学会，并且易于使用“语言”进行人-机对话，更好地为操作者提供控制信息。

本论文利用模糊控制原理解决了阀门的开关问题，从而控制燃气流量在正常使用范围内。此外针对下列意外情况阀门的动作也做了正确的控制。

- (1) 窃气现象发生。
- (2) 电源电压突然掉电。
- (3) 气流量大于最大流量或小于最小流量。
- (4) 有错卡插入，其中包括非用户卡和连续三次输入密码错误的用户卡。
- (5) IC卡内存储气量用完，当允许用户透支时，达到了透支量。

## 5 装置的硬件电路及其实现

前面论述了本装置的总体设计思想，要将这种设计思想转化成具体产品，还要有大量细致的工作，尤其表现在硬件电路的设计上。智能 IC 卡燃气表的控制系统电路由低功耗单片机、E<sup>2</sup>PROM 存储电路、LCD 液晶显示、电源电压检测电路、电机阀控制及声音报警电路、IC 卡读写控制电路等组成。

### 5.1 单片机的选取

目前市场上供货快捷，价格适中，性能良好的单片机种类很多。为了充分利用单片机的硬件资源，减少系统的成本，最大限度地降低系统功耗，故选用 MICROCHIP 公司的 PIC 系列单片机。

PIC 单片机（谢红，林海英，张文鑫，2002）是 MICROCHIP 公司推出的新型单片机。它是采用先进的精简指令集（RISC）结构的嵌入式微控制器。具有的高速度、低工作电压、低功耗、强大的驱动能力、低价格、易使用等特点，体现了单片机工业的新趋势。PIC 系列的单片机在办公自动化设备、消费电子产品、电讯通信、智能仪器仪表、汽车电子工业控制等领域获得了非常广泛的应用。

PIC 系列单片机和 MCS-51 系列单片机比较，有以下几方面的优势：

（1）总线结构方面：MCS-51 的总线结构是冯诺依曼结构，计算机在向一个存储空间取指令和数据时，两者不能同时进行。PIC 的总线结构是哈佛结构，指令和数据空间是完全分开的，一个用于指令，一个用于数据，由于可以对程序和数据同时进行访问，所以提高了数据吞吐率，存储器结构如图 5-1 所示。正因为 PIC 系列单片机采用了哈佛双总线结构，因此程序和数据总线可以采取不同的宽度，数据总线是 8 位的，但指令总线分别为 12、14、16 位。

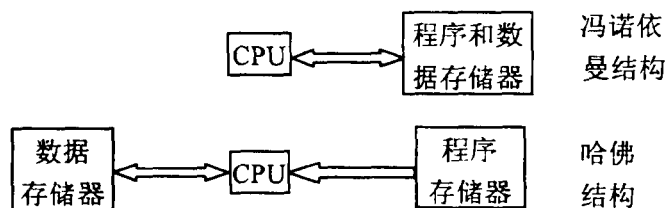


图 5-1 存储器结构

Fig.5-1 Structure of memorizer

（2）流水线结构方面：

MCS-51 的取指和执行采用单指令流水线顺序结构，即取一条指令，执行完后再取下一条指令。而 PIC 的取指和执行采用双流水线结构，当一条指令被执行时允许下一条指令被取出，这样就实现了单周期指令（如图 5-2 所示）。



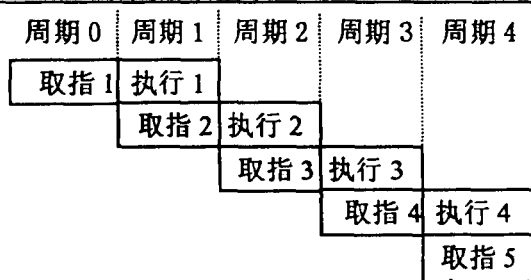


图 5-2 指令流水线顺序结构

Fig.5-2 Sequence structure of instruction glide line

(3) 寄存器组方面： PIC所有的寄存器包括 I/O 口、定时器和程序计数器都采用 RAM 结构形式，而且都只需要一个指令周期就可以完成访问和操作，而 MCS-51 需要 2 个或 2 个以上的周期才能改变寄存器的内容。由于本装置的设计特点，要求将控制电路置于燃气表内，这样就要求电路简单、功能完备，因此设计中采用了 PIC 系列中的主流型号 PIC16C62B 作为电路系统的控制核心，整个电路多采用贴片式元件，可以减少元件所占空间。

PIC16C62B 单片机具有 2K×14 字节程序存储器，128×8 字节的数据存储器，在本系统中，如图 5-3 所示，PIC16C62B 单片机通过 RB2、RB3 口对 IC 卡进行读写操作，以 I<sup>2</sup>C 总线方式利用 RC0、RC1 口与存储器 24WC02 进行数据通讯，并通过 RC5、RC6 口对电源电压进行检测，同时，RB6、RB7、RC7 口控制电机阀的动作，RC2、RC3、RC4 口驱动液晶显示模块，RB5 口检测卡短路，RB4 口为卡上下电控制，RA0、RA1 口作为脉冲输入端，RA5 口驱动蜂鸣器报警。

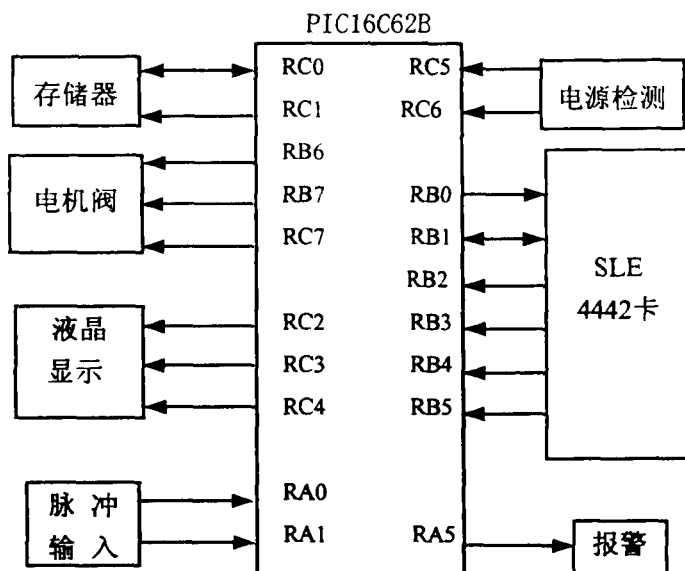


图 5-3 单片机系统控制

Fig.5-3 System control of Micro-controller

## 5.2 电机阀驱动电路

图 5-4 所示是完全对称的驱动电路，初始状态时 RB6、RB7 均为低电平，即开关三极管 T1、T4 的基极均为低电平，此时 T2、T3、T5、T6 均不导通。当 RB6 输出高电平，RB7 保持低电平时，即 T1、T6 的基极变为高电平时，T1、T6 饱和导通，T2 导通，FAMEN1 输出高电平，而 T3、T4、T5 不导通，FAMEN2 输出低电平， $V_{FAMEN1} > V_{FAMEN2}$ ，阀门保持关闭状态。由于电路结构对称，要求打开阀门时只要当 RB7 输出高电平，RB6 保持低电平的操作即可。然而驱动电路的电源是由 PIC16C62B 单片机的 RC7 口控制，当 RC7 输出高电平时，三极管 T10 导通，FMVCC 为高电平，提供给阀门正常动作的电源。当 RC7 输出低电平时，FMVCC 为低电平，阀门的驱动电路的失去供电电源，此时阀门不能动作。

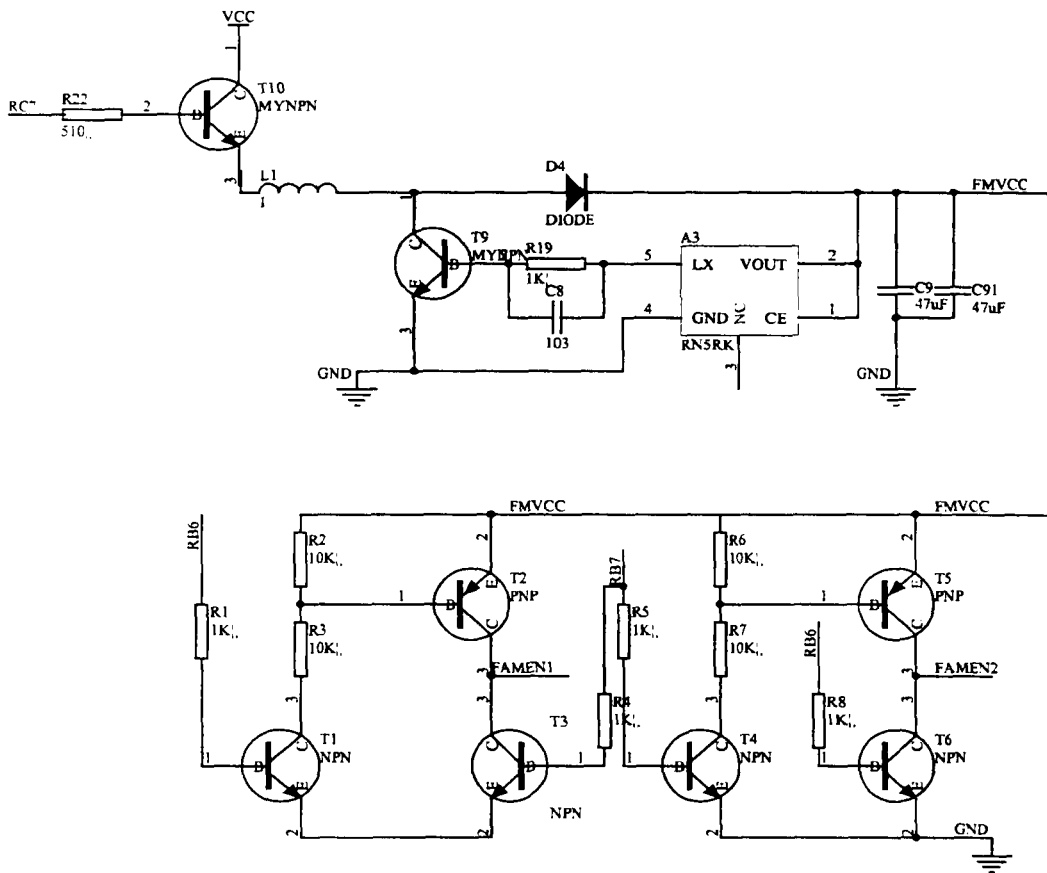


图 5-4 电机阀驱动电路

Fig.5-4 Drive circuit for electric machinery valve

## 5.3 存储器接口电路

在 IC 卡燃气表的设计过程中，瞬间掉电时数据的存储是一个必须解决的大问题，本装置采用了一块 8 脚的、体积很小的串行非易失性存储器 CS124WC02 (EEPROM) 作为

### 装置的硬件电路组成及其实现

外部数据存储，CSI24WC02 是一个 2K 位的支持 I<sup>2</sup>C 总线数据传送协议的串行 CMOS 的 E<sup>2</sup>PROM，可用电擦除，擦写次数可达 100 万次，可编程自定时写周期（包括自动擦除时间不超过 10ms，典型时间为 5ms）的。串行 E<sup>2</sup>PROM 一般具有两种写入方式，一种是字节写入方式，还有另一种页写入方式。允许在一个写周期内同时对一个字节到一页的若干字节的编程写入，1 页的大小取决于芯片内页寄存器的大小，CSI24WC02 是具有 16 字节数据的页写能力，与 PIC16C62B 的连接如图 5-5 所示。

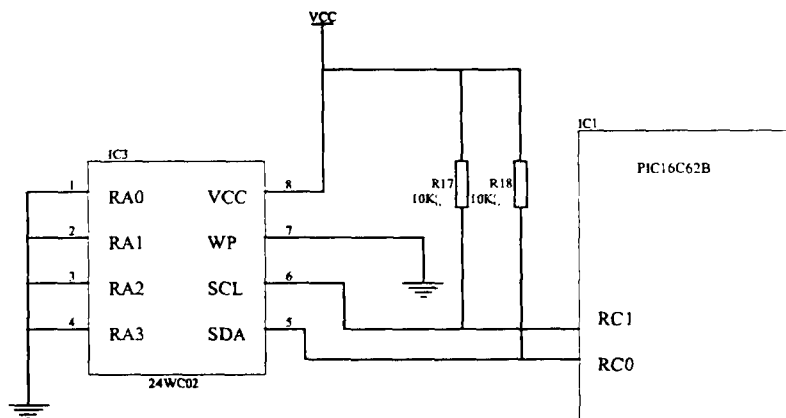


图 5-5 存储器接口电路

Fig.5-5 Interface circuit for memory

24WC02 芯片管脚功能如表 5-1 所示。

SCL: 串行时钟

这是一个输入管脚，用于产生器件所有数据发送或接收的时钟。

SDA: 串行数据/地址

这是一个双向传输端，用于传送地址和所有数据的发送或接收。它是一个漏极开路端，因此要求接一个上拉电阻到 VCC 端。对于一般的数据传输，仅在 SCL 为低期间 SDA 才允许变化。在 SCL 为高期间变化，留给指示 START（开始）和 STOP（停止）条件。

A0、A1、A2: 器件地址输入端

这些输入端用于多个器件级联时设置器件地址，当这些脚悬空时默认值为 0。

WP: 写保护

表 5-1 24WC02 芯片管脚功能

Tab. 5-1 Function of 24WC02 chip pin

管脚名称	功能
A0、A1、A2	器件地址选择
SDA	串行数据/地址
SCL	串行时钟
WP	写保护
V <sub>CC</sub>	1.8V~6.0V
V <sub>SS</sub>	地

如果 WP 管脚连接到  $V_{cc}$ , 所有的内容都被写保护 (只能读)。当 WP 管脚连接到  $V_{ss}$  或悬空, 允许器件进行正常的读/写操作。

CSI24WC02 外部数据存储器中可以存储用户卡、清零卡、定量卡、初始化卡中的内容, 然后写入 PIC16C62B 单片机的内部 RAM 中, 做为原始数据, 如表 5-2 所示。同时电源掉电时保存 PIC16C62B 单片机内部 RAM (29H-48H) 中的重要数据, 其中包括当前表量、当前日期、月累计量、年累计量、表的最大和最小流量以及透支量等、以便在恢复时将掉电前的系统信息正确取回, 使程序在断点处继续执行。

表 5-2 CSI24WC02 芯片的数据格式

Tab.5-2 Data format of CSI24WC02 chip

CSI24WC02 的 RAM 单元	10H	11H	12H	13H	14H	15H	16H	17H
PIC16C62B 的 RAM 单元	29H	2AH	2BH	2CH	2DH	2EH	2FH	30H
存储单元的 内容定义	用户已使 用标志 1	用户已使 用标志 2	用户密码 最低字节	用户密码 第 2 字节	用户密码 第 3 字节	用户密码 最高字节	当前表量 最低字节	当前表量 中间字节
CSI24WC02 的 RAM 单元	18H	19H	1AH	1BH	1CH	1DH	1EH	1FH
PIC16C62B 的 RAM 单元	31H	32H	33H	34H	35H	36H	37H	38H
存储单元的 内容定义	当前表量 最高字节	当前日期	月累计量 最低字节	月累计量 中间字节	月累计量 最高字节	总累计量 最低字节	总累计量 中间字节	总累计量 最高字节
CSI24WC02 的 RAM 单元	20H	21H	22H	23H	24H	25H	26H	27H
PIC16C62B 的 RAM 单元	39H	3AH	3BH	3CH	3DH	3EH	3FH	40H
存储单元的 内容定义	表初始化 字节	表最大流 量低字节	表最大流 量高字节	表最小流 量低字节	表最小流 量高字节	透支量最 低字节	透支量中 间字节	透支量最 高字节
CSI24WC02 的 RAM 单元	28H	29H	2AH	2BH	2CH	2DH	2EH	2FH
PIC16C62B 的 RAM 单元	41H	42H	43H	44H	45H	46H	47H	48H
存储单元的 内容定义	标志字节 0							

## 5.4 IC 卡读写电路

本设计中采用的是西门子公司逻辑加密 IC 卡 SLE4442, 用于存放售气管理系统的

信息和用户所购的气量。是气管部门与用户连接的桥梁，为了提高 IC 卡操作的可靠性，装置中所设计的 IC 卡读写电路具备了以下几个基本功能：

- (1) IC 卡插入/退出的识别和控制
- (2) 向带触点的 IC 卡提供的电源
- (3) 实现读写电路与卡之间的数据交换，提供相应的时钟信号和控制信号
- (4) 制定对用户密码的鉴别的方法

IC 卡与 PIC16C62B 的接口电路如图 5-6 所示。IC 卡的电源是否上电是由单片机的 RB4 口控制，通常 RB4 口为高电平，当它被置为低电平时，三极管 T7 导通，使得 IC 卡上电。上电的同时当检测到 RB5 口为低电平时，可得知 IC 卡电源短路，以便进行相应处理。卡座内开关 K1 一端接地，K2 一端接单片机的 RB3 口，平时 RB3 口为高电平。当 IC 卡插入卡座并到位后，RB3 口被置成低电平用来识别卡的插入。与此同时，由 RB0 口提供卡的复位，RB1 口提供卡操作的时钟。

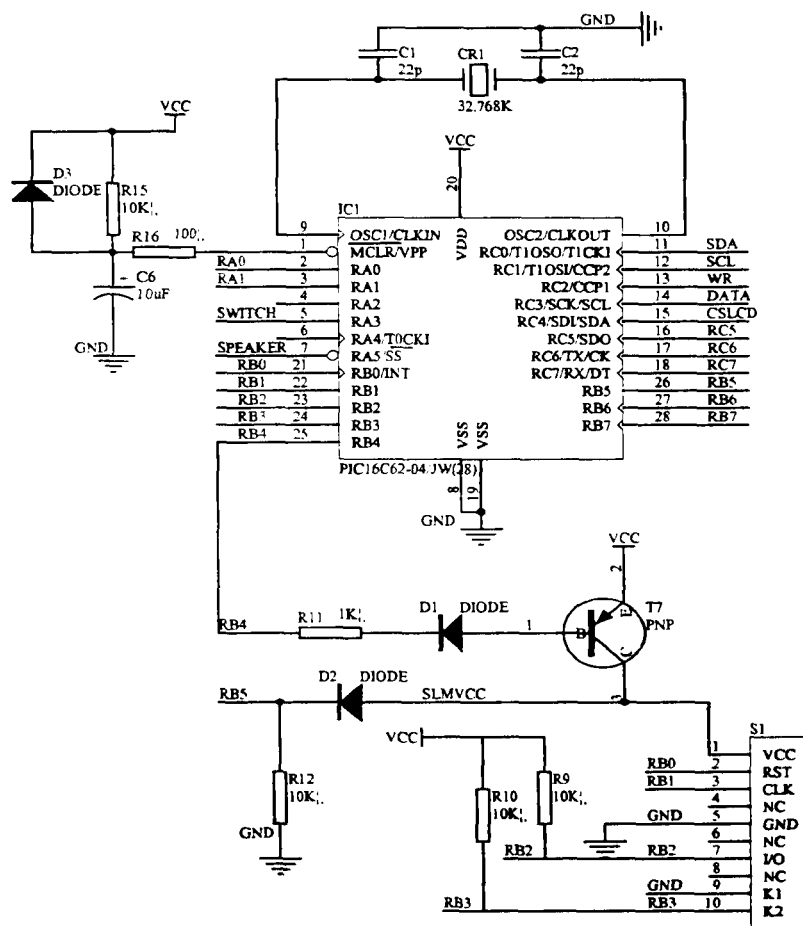


图 5-6 IC 卡读写电路

Fig.5-6 Read-write circuit for card

下面时 IC 卡的数据格式：

清零卡:

卡类型字节 2 字节, 格式为

地址	41H	42H
数据	01H	FEH

初始化卡:

(1) 卡类型字节 2 字节, 格式为

地址	41H	42H
数据	02H	FDH

(2) 初始化内容标志字: 数据格式如下, 所在地址 (43H)

Bit7	Bit6	bit5	bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
------	------	------	------	------	------	------	------

bit0 等于 1 则设置最大流量, 等于 0 不设置

bit1 等于 1 则设置最小流量, 等于 0 不设置

bit2 等于 1 则设置透支功能, 等于 0 不设置

bit3 到 bit7 保留

(3) 最大流量 2 字节 16 进制数: 例如最大流量为 16 进制数据 003AH 的存储格式为

地址	44H	45H
数据	3AH	00H

(4) 最小流量 2 字节 16 进制数: 例如最小流量为 16 进制数据 7D00H 的存储格式为

地址	46H	47H
数据	00H	7DH

(5) 透支量 3 字节 6 位 BCD 码: 例如 123.456 立方米的气量存储格式如下地址 048H-04AH 对应千分位到百位

地址	48H	49H	4AH
数据	56H	34H	12H

定量卡:

(1) 卡类型字节 2 字节, 格式为

地址	41H	42H
数据	03H	FCH

(2) 定量值 3 字节 6 位 BCD 码: 例如 123.456 立方米的气量存储格式如下

地址	43H	44H	45H
数据	56H	34H	12H

用户卡:

(1) 卡类型字节 2 字节, 格式为

地址	41H	42H
数据	04H	FBH

(2) 密码 4 字节 8 位 BCD 码: 例如密码为:12345678 其存储格式为

地址	43H	44H	45H	46H
数据	78H	56H	34H	12H

(3) 刷新 1 字节, 其存储格式为:

地址	47H
数据	55H(旧卡)或 AAH(新卡)

(4) 购卡日期: 2 字节 16 进制数, 例如 20 日, 其存储格式

地址	48H	49H
数据	14H(日)	购气次数

购气量: 3 字节 6 位 BCD 码, 例如 123.456 立方米的气量存储格式如下

地址	4AH	4BH	4CH
数据	56H	34H	12H

备注:

气量流值:  $0.01 \text{ m}^3/\text{r}$

最大流量分 3 挡:

$10 \text{ m}^3/\text{h}$  对应  $3.6 \text{ s}/\text{r}$

$6 \text{ m}^3/\text{h}$  对应  $6 \text{ s}/\text{r}$

$2.5 \text{ m}^3/\text{h}$  对应  $14.4 \text{ s}/\text{r}$

最小流量:  $0.016 \text{ m}^3/\text{h}$  对应  $2250 \text{ s}/\text{r}$

$0.025 \text{ m}^3/\text{h}$  对应  $1140 \text{ s}/\text{r}$

单片机的时间分辨率为  $1/16$  秒

设机表每转流量为  $V (\text{dm}^3/\text{r})$ , 最大流量或最小流量为  $M (\text{m}^3/\text{h})$ , 则单片机的计量数值为:

$$V * 3600 * 16 / M$$

计算结果: 最大流量 3 挡:

$10 \text{ m}^3/\text{h}$  对应 58

$6 \text{ m}^3/\text{h}$  对应 96

$2.5 \text{ m}^3/\text{h}$  对应 230

最小流量: 0.016m<sup>3</sup>/h 对应 36000

0.025m<sup>3</sup>/h 对应 23000

### 5. 5 液晶显示及声音报警电路

本装置的液晶显示电路如图 5-7 所示, 采用了 HT1621B 液晶驱动芯片, 来驱动有 6 位数字显示气量和其它字符显示错卡、换电池、漏气、请购电等信息及其组合的液晶显示屏, 声音报警采用压电陶瓷, 由单片机调制控制发出声音报警。为了降低功耗, 延长液晶使用寿命, 液晶平时关闭, 当处于以下几种情况下才显示。一种是有卡操作时, 另一种为了方便用户查看剩余量设定的一个开关按键, 当按下开关按键时, 液晶开启, 显示剩余量等信息。此外当气量不足时, 蜂鸣器报警并显示请购气信息。

LCD 液晶显示的真值表 5-3 如下所示。

表 5-3 液晶显示真值表

Tab.5-3 Table of Liquid Crystal Display

段输出	BP3	BP2	BP1	BP0	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11
LCD 段				BP0	1a	1f	2a	2f	3a	3f	4a	4f	5a	5f	6a	6f
			BP1		1c	1e	2c	2e	3c	3e	4c	4e	5c	5e	6c	6e
		BP2			1b	1g	2b	2g	3b	3g	4b	4g	5b	5g	6b	6g
	BP3				错卡	1d	漏气	2d	M <sup>3</sup>	3d	请购气	4d	换电池	5d		6d

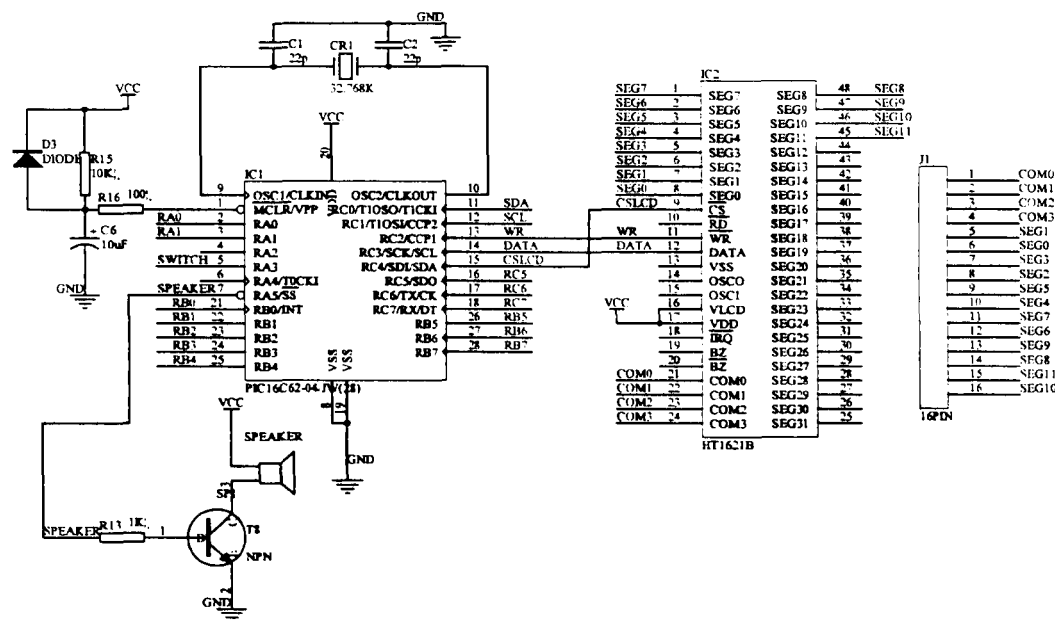


图 5-7 液晶显示及声音报警电路

Fig.5-7 Circuit for Liquid Crystal Display and sound alarm



## 5.6 传感器信号检测电路

### 5.6.1. 传感器

我们通常采用的是霍尔、干簧管或光电转换传感器，如下表 5-4。利用这些传感器把通过机械式燃气表的气流量转换为脉冲信号，再将脉冲信号做为单片机的输入用来计算。

表 5-4 传感器的类型

Tab.5-4 The type of sensor

名称	基本原理	输出信号	供电	触点	寿命
干簧管	磁力吸合簧片	开关	5	机械	$10^6$ 次
霍尔元件	电磁感应	脉冲	3	无	$>10^6$ 次
光电管	光电效应	脉冲	3	无	$\gg 10^6$ 次

以下是三种传感器的基本原理：

1. 霍尔元件型：在普通转盘计数的气表（或电表、水表）中加装霍尔元件和永磁铁，构成基于磁电转换技术的传感器。霍尔元件固定安装在计数转盘附近，永磁铁安装在计数盘（例如 0.01 立方米）位上，当转盘每转一周，永磁铁经过霍尔元件一次，即由霍尔元件输出一个计数脉冲，对应  $0.01 \text{ m}^3$ 。

2. 干簧管型：在普通转盘计数的气表（或电表、水表）中加装干簧管和永磁铁，干簧管固定安装在计数转盘附近，永磁铁安装在计数盘（例如 0.01 立方米）位上，当转盘每转一周，永磁铁经过干簧管时，干簧管的簧片开闭一次，由此输出一个计数脉冲，对应  $0.01 \text{ m}^3$ 。

3. 光电转换型：在气表（或电表、水表）中的转盘处装一个光电转换器，转盘上有一条槽，转盘每转一圈，沟槽经过光电管时转换器完成一次光电转换，输出一个计数脉冲。

干簧管由于不需要供电，使得信号存储器的供电可以采用高能干电池，无需交流电，性能好的干电池配合存储器的设计通常可以使用 5 年以上。它对一般的空间电磁干扰不敏感，但在近距离的强磁场作用下会失灵，不过这种情况一般发生在恶意行为中。虽然干簧管的机械触点有疲劳寿命的问题，但质量较好的干簧管寿命大大高于燃气表使用寿命。由干簧管组成的自动抄表系统比较省电，其环保性能较好；同时电源本身不产生或接受干扰，对系统提高可靠性较为有利。

霍尔元件与光电管虽然灵敏度高又无触点，但都需要供电，这使得整个系统供电问题变得较为突出，不仅要考虑用交流市电，还要考虑后备电源。其中光电管的优点是安装时不需要改动原水表的内部结构、不影响表的机械性能、不受磁介质的干扰，只要电源问题解决得好，是一种较为理想的传感器。

### 5.6.2 本装置的流量信号检测

单片机控制的燃气表计费装置，关键是要将皮膜式流量传感器数码盘上记录的旋转角度值转换成相应的电信号，送入单片机进行数据处理。

根据建设部规定的家用燃气表精度标准，本装置在设计中，将两个干簧管传感器对称固定在皮膜式流量传感器数码盘的最低位盘上，当燃气通过皮膜式流量计时，该盘转动，每转动一周，只有当两个干簧管中一个输出信号为低电平，另一个输出信号为高电平时，才输出一个有效的电脉冲信号，送入单片机内部，记录下所用气量为  $0.01 \text{ m}^3$ 。

### 5.7 电源检测电路

由于防爆安全的要求，在燃气表上禁止使用 220V 交流电源供电，所以只能使用电池供电，电池通常又两种类型，一种是功率型，一种是能量型。由于能量型的电池自放电率小，寿命较长。因此，系统中选用了能量型的 3.6V 电池。如图 5-8 所示，系统根据 PIC16C62B 单片机的 RC5、RC6 口的电平变化对电源进行实时监测，当电源电压低于 3.3V 时，RC5 口为低电平，进行报警，更换电池。当电源突然掉电时，RC6 口为低电平，此时将内部 RAM 中的数据保存到 CSI24WC02 外部数据存储器中，然后关闭阀门。

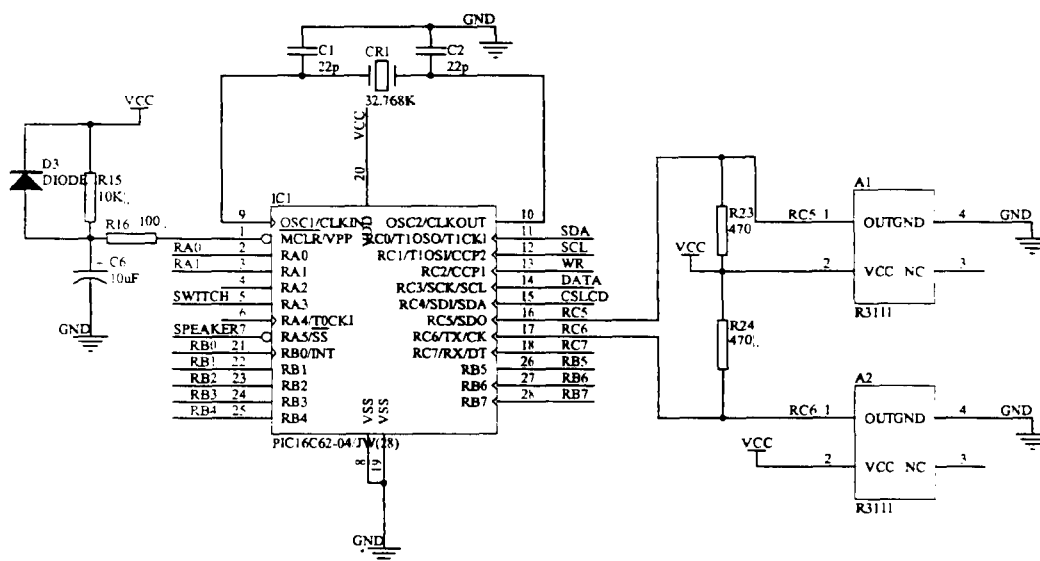


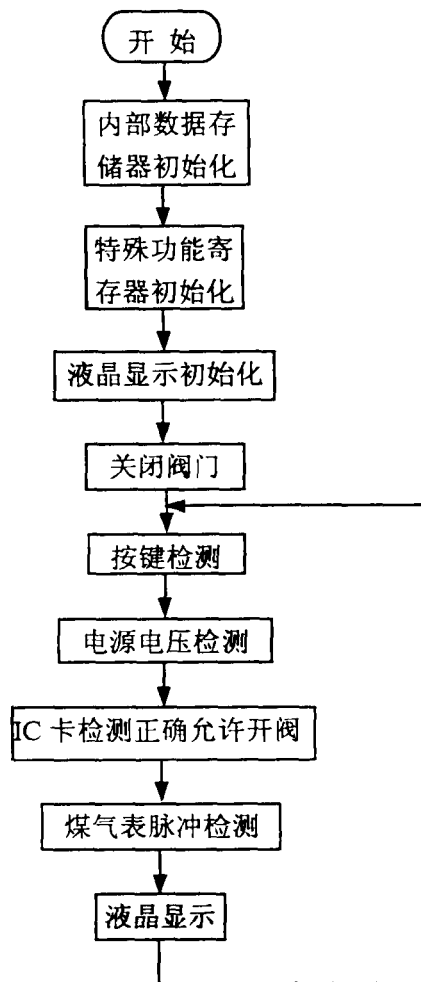
图 5-8 电源检测电路

Fig.5-8 Circuit for detecting power supply

## 6 装置的软件设计

智能 IC 卡燃气表控制装置的工作是在软件支持下完成各项功能的，本装置的软件采用 PIC 系列单片机的汇编语言编写，由于汇编语言编写的程序，结构紧凑，效率高，程序全部固化在 PIC16C62B 单片机的 2K 字节的程序存储器中。

### 6.1 装置的初始化及主程序



6-1 主程序流程图

Fig. 6-1 Flow chart for main program

本论文设计的主程序主要由以下几部分组成：

- (1) 按键检测
- (2) 电源电压检测
- (3) IC 卡检测
- (4) 煤气表脉冲检测
- (5) 液晶显示

软件采用的是模块化设计，各种功能都是由相应的子程序完成。图 6-1 是主程序流程图。

上电后首先对系统进行初始化。初始化包括对内部存储器单元清零、特殊功能寄存器置初值、液晶显示的设置等。接着进入主循环：首先是按键检测，然后是电源电压检测，用来检测电源掉电和电池电压不足，IC 卡检测是为了判断是否有卡插入，在卡正确插入的条件下，对卡进行识别和读写。煤气表脉冲检测程序则是根据有无脉冲来判断是否正常使用气，并根据不同的检测结果进行相应的处理。经以上检测之后，通过液晶显示出燃气表控制电路的相关信息以及燃气体量。

### 6.2 IC 卡检测

IC 卡检测流程采用了模块化的设计，首先检测是否有 IC 卡插入，在正确插入的前提下，对 IC 卡进行密码校验，读取 IC 卡存储单元中的内容后，对卡进行鉴别，识别出

是哪一类型的卡，其中包括初始化卡、定量卡、清零卡、用户卡四种类型，根据鉴别结果进行相应的处理。

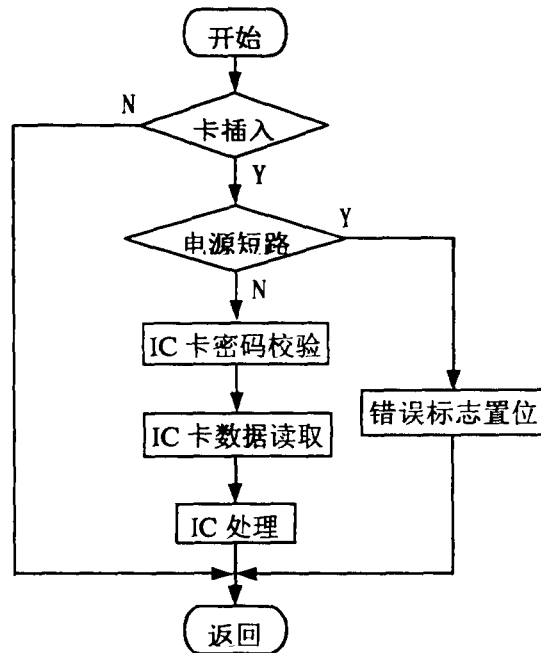


图 6-2 IC 卡检测流程

Fig.6-2 Flow chart for detecting Intelligent Card

### 6.3 电源电压检测

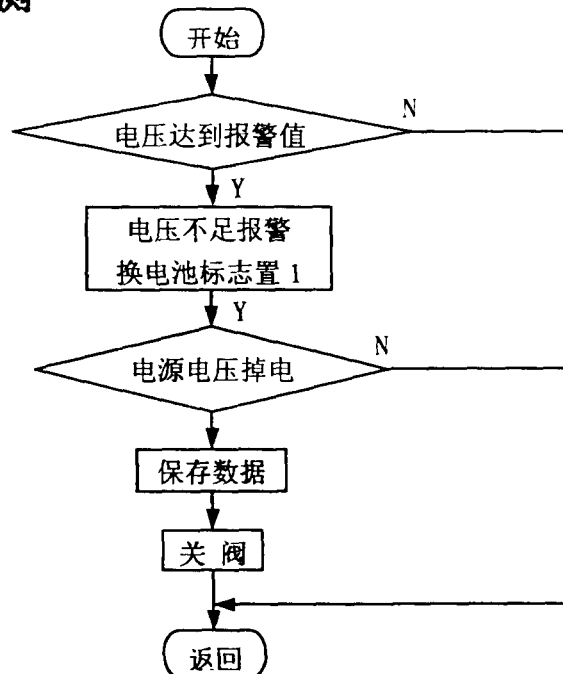


图 6-3 电源电压检测流程图

Fig.6-3 Flow chart for detecting power supply

瞬间掉电或工作电压不足，轻者造成液晶显示不正常、无法读写 IC 卡，重者造成单片机记录的燃气量丢失、电机阀失控，装置无法正常工作，因此必须带有工作电压的检测。当电源电压低于 3.3V 时，系统报警的同时液晶显示提示用户更换电池。当电源瞬间掉电时，系统中有关煤气表运行的当前气量值和 IC 卡的用户密码等参数被保存到外部数据存储器中，然后关闭阀门。直到电源恢复正常工作状态后，将保存的数据取回，在掉电时的断点处继续运行。

## 6.4 煤气表的脉冲检测

煤气表的脉冲检测实际上就是对数字量的采样，为防止外界干扰，对煤气表气量的采样是通过两个干簧管的检测后确定一个有效脉冲。脉冲存在时如果没有窃气，当检测到一个脉冲时，就在现有气量的基础上减一，直到气量达到报警值时，蜂鸣器进行声音报警，提示购气。如果有窃气发生，则关闭阀门。

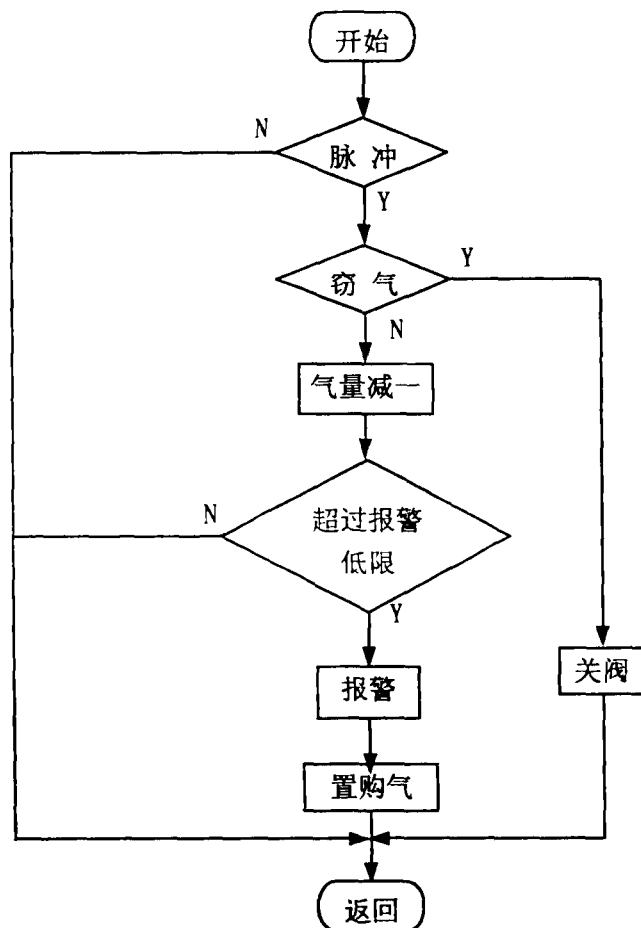


图 6-4 煤气表脉冲检测流程

Fig.6-4 Flow chart for detecting pluse of gas meter

## 6.5 中断服务子程序

中断系统是单片机的重要组成部分，在本装置软件设计中的液晶显示、燃气表的最大最小流量漏气检测都是采用了定时器中断的方式来实现的，收到了极好的效果。

#### 1. 定时器 0 中断

该中断在装置中是为检测燃气表运行时是否有漏气而设定的，当电机阀打开后，煤气通过燃气表时，在检测到脉冲的前提下，定时器 0 工作，中断开始响应，对所设定的最大最小漏气量的数值进行处理，直到下一个脉冲来临时结束中断。通过对中断响应的结果可以判断出脉冲是否正常，如果连续三个脉冲都不是正常脉冲，就认为是漏气，以便执行关阀动作。

#### 2. 定时器 1 中断

当有按键按下时，定时器 1 工作，液晶开始显示当前气量、是否更换电池等信息，直到定时器 1 中断响应结束，液晶显示也相应关闭。

## 7 结 论

本文主要研究的是智能 IC 卡燃气表控制装置的开发、研制的全过程，涉及领域包括电子、单片机、IC 卡技术、汇编语言及模糊控制理论等多学科，是新兴的热门课题。

在本装置的研制过程中，硬件方面的重点是电机阀的电源控制及驱动电路、电源检测电路、IC 卡的电源上下电及短路检测等；软件方面的重点是本装置的电机阀控制程序设计、对 IC 卡和外部数据存储器 CS124WC02 的读写、扫描煤气表的脉冲并处理、IC 卡的检测、电池电源的检测和处理以及液晶显示的程序设计等。理论分析的重点是燃气流量的模糊控制理论与模糊控制器的设计，这些既是本装置要解决的关键问题，也是本装置设计之中极有特色之处。本文所研制的装置具有如下特点：

1. 智能 IC 卡燃气表控制装置的软件采用 PIC 系列单片机的汇编语言编写，设计中应用模块化设计结构，完成了燃气表的计费功能以及故障的查询和处理。

2. 本装置软件设计中的煤气表的脉冲扫描及处理解决了窃气、漏气等现象，保障了燃气公司和消费者双方的利益不受侵害，也是本装置设计中的一大特色。

3. 模糊控制理论解决了电机阀的开关问题，保证了燃气表在不同工作状态下阀门能准确的打开和关闭。

4. 装置在硬件电路设计中紧跟电子产品市场走向，采用当前功能比较强的 PIC 系列单片机、I<sup>2</sup>C 总线结构的技术、SLE4442 逻辑加密存储卡以及 LCD 液晶显示电路。

5. 本装置的技术同样可以应用于各类电表、水表等其它流量计费装置。

论文是在杭州达峰电子有限公司完成的，本人主要完成了模糊控制理论在电机阀上的应用，以及部分电路的设计及软件编程。由于时间和研制条件的限制，虽然该装置已经形成了试制产品，并调试、检测通过，但仍存在一些需要改进的工作：

1. 本装置流量检测是基于皮膜式燃气表的精度而定，因此其精度最多与原表一致。有条件的话，应该引入新型的电子流量计，以提高整表的计量检测精度。

IC 卡计费装置目前我国是朝阳产品，本文也做了新技术的应用工作。而且，智能 IC 卡燃气表控制装置同样适用的其它领域也很广泛，可以在本装置的基础上做进一步的改进，形成功能更加完善的新产品。

## 参考文献

- 1 王卓人, 邓晋钧, 宗祥. IC 卡的技术与应用. 电子工业出版社. 1999
- 2 陈红军. IC 卡表应用现状及其发展趋势. 北京握奇智能科技有限公司. 2002, 1-4
- 3 陈胜恩编译. IC 卡系统技术与应用动向. 磁记录材料. 1998, 4-32-39
- 4 陆永宁. IC 卡应用系统. 东南大学出版社. 2000
- 5 王有绪, 许杰, 李拉成. PIC 系列单片机接口技术及应用系统设计. 北京航空航天大学出版社. 2001
- 6 于宏军, 赵冬艳. 智能 (IC) 卡技术全书. 电子工业出版社. 1996
- 7 诸静等著. 模糊控制原理与应用. 机械工业出版社. 2001
- 8 谢红, 林海英, 张文鑫. PIC 系列单片机的特点及其在 IC 卡预收费水表的应用. 应用科技. 2002, 3-16-19
- 9 陈建勤, 席裕庚, 张仲俊. 模糊控制的现状与发展. 上海交通大学学报. 1996, 2-71-76
- 10 陈嵘, 朱义勇, 楼伯良. IC 卡及其在电表计费中的应用. 浙江电力. 1997, 2-25-27
- 11 陈树宝. 关于智能卡式燃气表的技术经济浅谈. 电子仪器仪表用户. 1995, 6-5-9
- 12 陈志杰. 模糊控制及应用. 沿海企业与科技. 1997, 5-38
- 13 崔涛, 赵莉. 模糊控制理论和应用的发展概况. 自动化仪表. 2002, 7-1-3
- 14 丁辉, 张莉莉编译. 国外模糊控制理论和技术的发展概况. 国外情况报道. 3-5
- 15 方彦军, 胡静. 基于 PIC 单片机的智能 IC 卡灌溉控制阀研究. 节水灌溉. 2002, 3-30-31
- 16 高玉, 吴炜. IC 卡预付费电度表的设计. 南京师大学报. 1997, 1-26-30
- 17 何立民. 1°C 总线应用系统设计. 北京航空航天大学出版社. 1995
- 18 何致远. 模糊控制技术在温度控制实验中的应用. 实验室研究与探索. 1999, 6-50-60
- 19 黄玉燕, 许顺隆, 李忠辉. 模糊控制技术应用于冷库温度的变频调节. 大连海事大学学报. 2002, 3-105-108
- 20 贾爱梅. 微控制器与逻辑加密 IC 卡在燃气表中的应用. 现代电子工程. 1999, 3-55-61
- 21 李丹, 谢植, 程杰. 模糊控制在温度控制系统中的应用与发展. 黄金学报. 2000, 4-294-297
- 22 李刚健, 刘鹏, 程宪平. 低功耗智能 IC 卡燃气表的研制. 微型机与应用. 2002, 4-16-18
- 23 李俊, 刘小宁. 智能控制中模糊控制的应用与发展. 自动化与仪表. 2000, 1-1-3
- 24 李明武, 林永涛. 反应槽温度的模糊控制. 自动化与仪表. 2002, 5-26-27
- 25 李志刚. IC 卡与智能收费系统. 电子技术应用. 1997, 3-12-15
- 26 刘曙光, 王志宏, 费佩燕, 王斌. 模糊控制的发展与展望. 机电工程. 2000, 1-9-12
- 27 马占洲. 用 PLC 实现模糊控制的设计. 组合机床与自动化加工技术. 1997, 12-27 齐

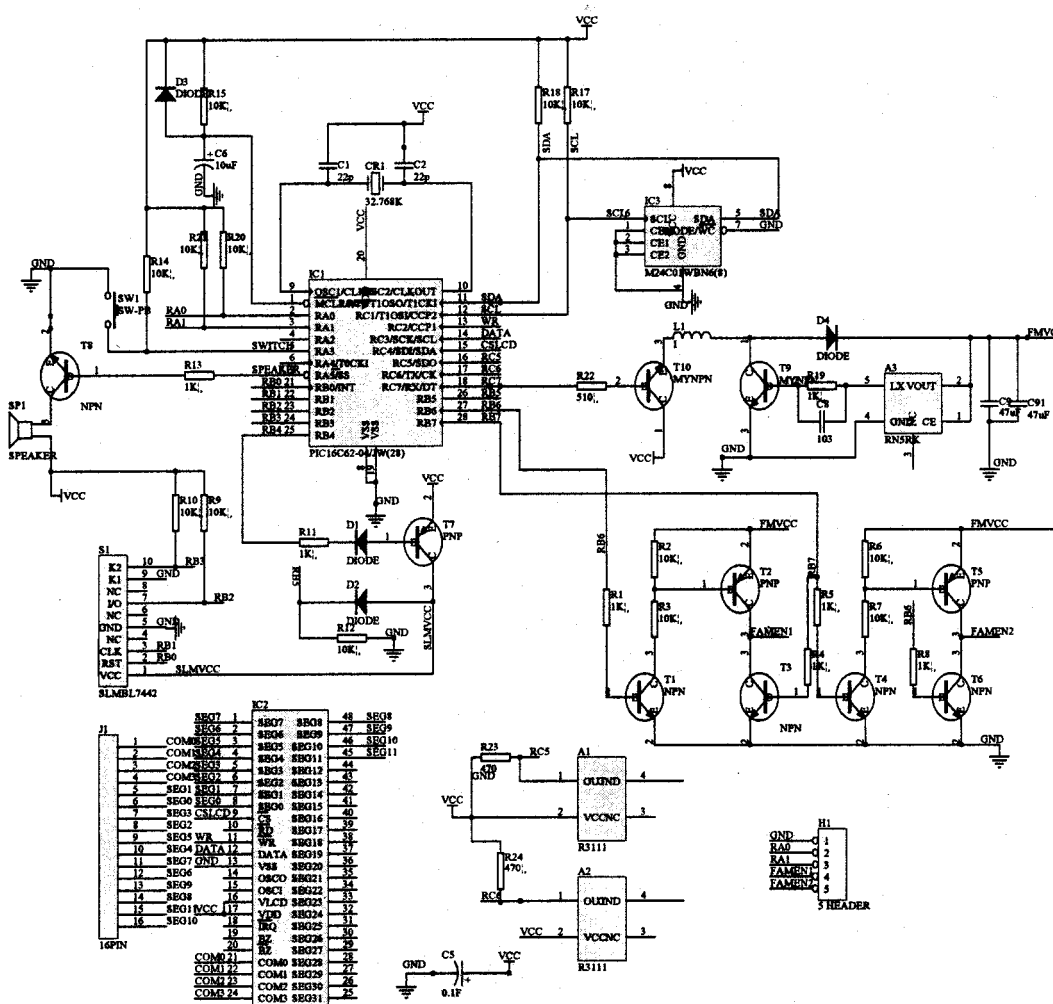


#### 参考文献

- 世清, 曲秀云, 宋爱娟. 低功耗 IC 卡水表的研制. 电测与仪表. 2001, 3-7-9
- 28 钱妍. 单片机在模糊逻辑控制中的应用. 黑龙江大学自然科学学报. 2000, 2-67-69
- 29 饶翡鹏, 王东云, 凌德麟. 模糊控制的发展和现状. 郑州纺织工学院学报. 2000, 3-27-29
- 30 阮元, 汪延祥. IC 卡单相电度表. 计量技术. 1997, 3-18-21
- 31 施青平. 遗传算法在模糊控制规则优化中的应用. 武汉理工大学学报信息与管理工程版. 2002, 3-34-41
- 32 万频. IC 卡智能煤气表的研制. 电子技术. 1998, 6-25-28
- 33 王柏林, 苏建元, 王双红. IC 卡预付费复费率电能表. 电力系统自动化. 1997, 4-52-54
- 34 王洪, 王移风. IC 卡预收费电度表. 机械与电子. 1998, 5-51-53
- 35 王家桢, 王俊杰. 传感器与变送器. 清华大学出版社. 1996
- 36 王乐然. 检测控制仪表实用手册. 中国建筑工业出版社. 1989
- 37 王声决. AT88SC1608 逻辑加密卡在 IC 卡燃气表中的应用. 计算机与现代化. 2001,
- 38 魏少敏. 智能 IC 卡预付费电度表. 仪表技术. 1997, 4-5-8
- 39 吴雄. IC 卡发展现状及应用趋势. 电子与自动化. 1996, 2-7-9
- 40 尤文, 长泓, 刘廷霞. IC 卡预付费燃气表. 吉林工学院学报. 2000, 3-34-36
- 41 翟光群, 张玉凤. 烧碱浓度 Fuzzy 检测中隶属函数的确定. 郑州工业大学学报. 2001, 4-56-58
- 42 翟玉人, 高晶. 模糊控制算法的实现及应用. 沈阳师范学院学报. 2002, 3-193-197
- 43 赵国军, 沈希, 计时鸣, 王烈鑫, 席静珠. 多变量模糊控制在制冷压缩机测试系统中的应用. 浙江工业大学学报. 1997, 4-304-309
- 44 赵亮, 彭介华. IC 卡技术及其在智能化电能表中的应用. 湖南大学学报. 1999, 2-194-197
- 45 张恩勤, 施颂椒, 高卫华, 翁正新. 模糊控制系统近年来的研究与发展. 控制理论与应用. 2000, 1-7-11
- 46 张军平, 王辉, 肖鹏. IC 卡燃气表的设计. 电子仪器仪表用户. 1999, 5-23-25
- 47 张维华, 朱学勤. 可靠性试验及其在 IC 卡膜式燃起表的应用. 煤气与热力. 2001, 3-253-255
- 48 甄金环. 家用燃气表的发展趋势. 城市煤气. 1994, 6-12-14
- 49 周莉, 鲍鸿. 用辩证唯物论认识观点看模糊控制的发展. 科学技术与辩证法. 2000, 4-13-16
- 50 周景振, 韩曾晋. 日本模糊控制理论与应用研究的进展. 模糊系统与数学. 1997, 2-78-87
- 51 朱彤, 任庆昌. PID-模糊控制的应用探讨. 电气传动自动化. 2002, 3-11-13
- 52 Timothy J. Ross 著. 模糊逻辑及其工程应用. 钱同惠 沈其聪 葛晓滨等译. 电子工业出版社. 2001

- 
- 53 David Ullathorne, Chandra Taylor, Ganesh Sauba. The modular gas meter and home automation. BG Technology, UK. 165-169
- 54 Demirci, Mustafa. Foundations of fuzzy functions and vague algebra based on many-valued equivalence relations, part I: fuzzy functions and their applications. International Journal of General System 32, no. 2(2003):123-155.
- 55 Dery, David. Fuzzy control. Peace Research Abstracts 39, no. 6(2002):763-957.
- 56 EI-Metwally. A Fuzzy Logic-Based PID for Power System Stabilization. Electric Power Components and Systems 29, no. 7(2001):659-669.
- 57 F. Cascetta, P. Vigo, The future domestic gas meter: review of current developments, Measurement 13(1994)129-145
- 58 G. Buonanno. On field characterization of static domestic gas flowmeters. Measurement 27 (2000)277-285.
- 59 Gas Research Institute, Gas meters—Smaller, Better-looking and Smarter, GRI Report, Technology Focus, Chicago, 1992
- 60 L. A. Zadeh. Fuzzy Sets[J]. Information and Control. 1965
- 61 M McConnachie. Prepayment advances with smart-card solutions that cover electricity, gas and water. Schlumberger Systems Business Segment-UK. 248-250
- 62 M I Tibbenham. Implementing A pre-payment system. Metering and Tariffs for Energy Supply, 25-28 May 1999, Conference Publication No. 462©IEE 1999. 251-257
- 63 Tannock. J. D. T. A fuzzy control charting method for individuals. International Journal of Production Research 41, no. 5(2003):1017-1032.
- 64 EI-Metwally. A Fuzzy Logic-Based PID for Power System Stabilization. Electric Power Components and Systems 29, no. 7 (2001): 659-669

# 附录 1 智能 IC 卡燃气表控制系统的原理图



## 附录 2 燃气表及电机阀的外型图

(杭州达峰电子有限公司提供的资料)



## 附录 3 PIC 系列单片机汇编语言程序片段

```

;*****程序开始
*****
                org    0000h
                GOTO   START
                ORG    0004H
                GOTO   PROC_INTERRUPT
;*****主循环
*****
START:          CALL   PROC_IRAM_INIT           ;内部RAM初始化
                CALL   PROC_SPC_REGISTER_INIT  ;特殊功能寄存器初始
化
                CALL   PROC_READ_AT24C02      ;读取EEPROM中的内容
                CALL   PROC_READY_START       ;程序开始准备条件
                CALL   PROC_LCD_SYS_INIT      ;LCD初始化
                CALL   PROC_LCD_FRESH        ;LCD刷新
                CALL   PROC_CLOSE_VALVE      ;关阀
                BSF    STATUS, STATUS_RP0
                BCF    TRISC, 7              ;0设为输出
                BCF    STATUS, STATUS_RP0
                BCF    FLAG_BYTE2, LCD_OFF_FLAG
                BCF    FLAG_BYTE2, LCD_KEY_FLAG
                BCF    FLAG_BYTE3, LCD_CONTINUE_OFF

PROC_MAIN_LOOP:

                CALL   PROC_SCAN_KEY

;*****
                BTFS   FLAG_BYTE2, LCD_OFF_FLAG ;判断是否关闭LCD
                CALL   PROC_LCD_FRESH        ;LCD刷新
                BTFS   FLAG_BYTE2, LCD_OFF_FLAG
                CALL   PROC_LCD_OFF          ;关闭LCD
;*****
                BSF    STATUS, STATUS_RP0     ;选第1页
                BSF    TRISC, SDA            ;TRISC的SDA为输
出口
                BSF    TRISC, SCL           ;TRISC的SDL为输
出口

```

```

;*****
LBO_MAIN_LOOP:
        CALL    PROC_CHECK_BATTERY      ;检查电池电源并
处理
        CALL    PROC_CHECK_ICCARD      ;IC卡搜索
        CALL    PROC_CHECK_BATTERY      ;检查电池电源并
处理
        CALL    PROC_SCAN_GASMETER     ;扫描煤气表脉冲
并记数等处理
        CALL    PROC_CHECK_BATTERY     ;检查电池电源并
处理
        GOTO    PROC_MAIN_LOOP

;*****检查电池电源并处理
*****
PROC_CHECK_BATTERY:  BSF    STATUS, STATUS_RPO
                    BSF    TRISC, POWER_ALARM      ;设为输入
                    BSF    TRISC, POWER_DOWN
                    BCF    STATUS, STATUS_RPO
                    BTFSC  PORTC, POWER_ALARM      ;是否电源报警
                    GOTO   LB01_CHECK_BATTERY      ;否则转移
                    BSF    FLAG_BYTE2, ASK_BATTERY_FLAG
LB00_CHECK_BATTERY: BTFSC  FLAG_BYTE2, POWER_DOWN_CHECKED_FLAG
                    GOTO   LB02_CHECK_BATTERY      ;已经检测过则退出
                    BCF    FLAG_BYTE2, POWER_DOWN_CHECKED_FLAG
                    BTFSC  PORTC, POWER_DOWN      ;是否关阀
                    GOTO   LB02_CHECK_BATTERY      ;否则退出
                    BSF    FLAG_BYTE2, POWER_DOWN_CHECKED_FLAG
                    CALL   PROC_WRITE_AT24C02      ;保存数据
                    BSF    STATUS, STATUS_RPO      ;选择寄存器1页
                    BCF    TRISB, VALVE_POSITIVE   ;设置VALUE_POSITIVE
为输出口
                    BCF    TRISB, VALVE_CATHODE     ;设置VALVE_CATHODE为
输出口
                    BCF    TRISC, 7
                    BCF    STATUS, STATUS_RPO      ;选择寄存器0页
                    BSF    PORTC, 7
                    BSF    FLAG_BYTE0, VALVE_CLOSED_FLAG

```



移	GOTO	LB00_SCAN_GASMETER	;有脉冲则转
冲标志	BCF	FLAG_BYTE2, PULSE_CONTINUE_FLAG	;清除持续脉
LB00_SCAN_GASMETER:	GOTO	LB10_SCAN_GASMETER	;跳出流程
转移	BTFSC	PORTA, METER_PULSE2	;判断窃气否?
气标志置位	GOTO	LB01_SCAN_GASMETER	;没有窃气则
经关闭?	BSF	FLAG_BYTE2, GASE_STEAL_FLAG	;有窃气则窃
	BTFSS	FLAG_BYTE0, VALVE_CLOSED_FLAG	;阀门是否已
	CALL	PROC_CLOSE_VALVE	;关闭阀门
	GOTO	LB10_SCAN_GASMETER	;跳出流程
LB01_SCAN_GASMETER:	BCF	FLAG_BYTE2, GASE_STEAL_FLAG	;窃气标志清
零	BTFSC	FLAG_BYTE2, PULSE_CONTINUE_FLAG	;判断脉冲是
否在持续?	GOTO	LB10_SCAN_GASMETER	;脉冲在持续
则跳出流程	BSF	FLAG_BYTE2, PULSE_CONTINUE_FLAG	;脉冲在持续
标志置位	BTFSC	FLAG_BYTE0, OVERDRAFT_ACT_FLAG	;判断透支是
否在起作用	GOTO	LB05_SCAN_GASMETER	;正在透支则
转移	MOVF	CURRENT_METER_DATA1, W	;判断气量是
否将为零, 是则长报警并关闭阀门	SUBLW	010H	
	BTFSS	STATUS, STATUS_Z	
	GOTO	LB02_SCAN_GASMETER	;气量不是将
为零也非透支则转移	MOVF	CURRENT_METER_DATA2, W	
	BTFSS	STATUS, STATUS_Z	
	GOTO	LB02_SCAN_GASMETER	;气量不是将
为零也非透支则转移	MOVF	CURRENT_METER_DATA3, W	
	BTFSS	STATUS, STATUS_Z	



## 附录 3

为零也非透支则转移	GOTO	LB02_SCAN_GASMETER	;气量不是将
	CLRF	CURRENT_METER_DATA1	
将为零则关闭阀门并报警	BTFSS	FLAG_BYTE0, VALVE_CLOSED_FLAG	;气量用到了
	CALL	PROC_CLOSE_VALVE	;关闭阀门
	GOTO	LB07_SCAN_GASMETER	
LB02_SCAN_GASMETER: 判断是否气量为零且阀门没能关闭	MOVF	CURRENT_METER_DATA1, W	;没有透支则
	BTFSS	STATUS, STATUS_Z	
	GOTO	LB03_SCAN_GASMETER	
	MOVF	CURRENT_METER_DATA2, W	
	BTFSS	STATUS, STATUS_Z	
	GOTO	LB03_SCAN_GASMETER	
	MOVF	CURRENT_METER_DATA3, W	
	BTFSS	STATUS, STATUS_Z	
	GOTO	LB03_SCAN_GASMETER	
	BTFSS	FLAG_BYTE0, VALVE_CLOSED_FLAG	
	CALL	PROC_CLOSE_VALVE	;关闭阀门
	GOTO	LB10_SCAN_GASMETER	
LB03_SCAN_GASMETER: 判断是否到了报警气量	MOVF	CURRENT_METER_DATA1, W	;没有透支则
	SUBLW	METER_ALARM_DATA1	
	BTFSS	STATUS, STATUS_Z	
量则转移	GOTO	LB04_SCAN_GASMETER	;不是报警气
	MOVF	CURRENT_METER_DATA2, W	
	SUBLW	METER_ALARM_DATA2	
	BTFSS	STATUS, STATUS_Z	
量则转移	GOTO	LB04_SCAN_GASMETER	;不是报警气
	MOVF	CURRENT_METER_DATA3, W	
	SUBLW	METER_ALARM_DATA3	
	BTFSS	STATUS, STATUS_Z	
量则转移	GOTO	LB04_SCAN_GASMETER	;不是报警气
则长报警	CALL	PROC_LONG_SPEAKER	;是报警气量

```

标志
BSF    FLAG_BYTE0, ASK_BUY_GASE_FLAG    ;置位请购气
LB04_SCAN_GASMETER:  CALL    PROC_CURRENT_DEC              ;当前气量减
—
GOTO   LB07_SCAN_GASMETER
LB05_SCAN_GASMETER:  MOVF    OVERDRAFT_BYTE1, W          ;判断当前量
是否等于透支量
SUBWF  CURRENT_METER_DATA1, W
BTFSS  STATUS, STATUS_Z
GOTO   LB06_SCAN_GASMETER              ;当前量不等
于透支量转移
MOVF   OVERDRAFT_BYTE2, W
SUBWF  CURRENT_METER_DATA2, W
BTFSS  STATUS, STATUS_Z
GOTO   LB06_SCAN_GASMETER              ;当前量不等
于透支量转移
MOVF   OVERDRAFT_BYTE3, W
SUBWF  CURRENT_METER_DATA3, W
BTFSS  STATUS, STATUS_Z
GOTO   LB06_SCAN_GASMETER              ;当前量不等
于透支量转移
BTFSS  FLAG_BYTE0, VALVE_CLOSED_FLAG    ;当前量等于
透支量
CALL   PROC_CLOSE_VALVE
GOTO   LB10_SCAN_GASMETER              ;跳出流程
LB06_SCAN_GASMETER:  CALL   PROC_OVERDRAFT_DEAL          ;透支量处理
LB07_SCAN_GASMETER:  CALL   PROC_MAX_MIN_DEAL
CALL   PROC_MONTH_ADDUP_DEAL          ;月总量处理
CALL   PROC_TOTAL_ADDUP_DEAL          ;年总量处理
LB10_SCAN_GASMETER:  RETURN

```

\*\*\*\*\*中断程序处理流程

\*\*\*\*\*

```

PROC_INTERRUPT:    MOVWF  W_BUFFER                ;中断保护
                  SWAPF  W_BUFFER
                  SWAPF  STATUS, W
                  BCF    STATUS, STATUS_RPO
                  MOVWF  STATUS_BUFFER

```

## 附录 3

```

BCF STATUS, STATUS_RPO
BTFSS PIR1, PIR1_TMR1IF
GOTO LB00_INTERRUPT
BCF PIR1, PIR1_TMR1IF ;TMR1中断
;*****
BTFSC FLAG_BYTE2, LCD_KEY_FLAG
INCF TIMING_COUNT
MOVLW 03H
SUBWF TIMING_COUNT, W
BTFSC STATUS, STATUS_Z
BSF FLAG_BYTE2, LCD_OFF_FLAG ;后加程序
;*****
INCF TIMER_DAY_BUFFER1
BTFSC STATUS, STATUS_Z
INCF TIMER_DAY_BUFFER2
GOTO LB20_INTERRUPT
LB00_INTERRUPT: BTFSS INTCON, INTCON_TOIF
GOTO LB20_INTERRUPT
BCF INTCON, INTCON_TOIF ;TMRO中断
MOVF MAX_LOW_BUFFER, W
BTFSS STATUS, STATUS_Z ;判断
METER_MAX_LOW_BUFFER是否等于零
GOTO LB01_INTERRUPT ;不等于零跳
转
MOVF MAX_HIGH_BUFFER, W
BTFSC STATUS, STATUS_Z ;判断
METER_MAX_HIGH_BUFFER是否等于零
GOTO LB02_INTERRUPT ;等于零跳转
DECF MAX_HIGH_BUFFER ;不等于零
LB01_INTERRUPT: DECF MAX_LOW_BUFFER
LB02_INTERRUPT: MOVF MIN_LOW_BUFFER, W
BTFSS STATUS, STATUS_Z
GOTO LB03_INTERRUPT
MOVF MIN_HIGH_BUFFER, W
BTFSC STATUS, STATUS_Z
GOTO LB20_INTERRUPT
DECF MIN_HIGH_BUFFER
LB03_INTERRUPT: DECF MIN_LOW_BUFFER

```

```

LB20_INTERRUPT:      BCF     STATUS, STATUS_RPO
                    SWAPF   STATUS_BUFFER, W
                    MOVWF   STATUS
                    SWAPF   W_BUFFER, W
                    RETFIE

;*****检查IC卡是否插入并进行处理
;*****
PROC_CHECK_ICCARD:   BSF     STATUS, STATUS_RPO
                    BSF     TRISB, PLUGTEST           ;设置
PLUGTEST为输入口
                    BCF     STATUS, STATUS_RPO

                    BTFSS   PORTB, PLUGTEST           ;是否有卡插
入?
                    GOTO    LB00_CHECK_ICCARD           ;有卡插入则
转移
                    BCF     FLAG_BYTE1, IC_BEING_PLUGED_FLAG ;没有卡插入,
卡一直在插入标志清零
                    BCF     FLAG_BYTE1, IC_CARD_ERROR_FLAG ;错卡标志清
零
                    GOTO    LB10_CHECK_ICCARD
LB00_CHECK_ICCARD:   BTFSC   FLAG_BYTE1, IC_BEING_PLUGED_FLAG ;IC卡是否
一直插入
                    GOTO    LB10_CHECK_ICCARD           ;是的, 则转移
                    CALL    PROC_DELAY_10MS           ;延时10MS去
除抖动
                    BTFSS   PORTB, PLUGTEST           ;是否有卡插
入?
                    GOTO    LB01_CHECK_ICCARD           ;有卡插入则
转移
                    BCF     FLAG_BYTE1, IC_BEING_PLUGED_FLAG ;没有卡插
入, IC卡一直在插入标志清零
                    GOTO    LB10_CHECK_ICCARD
LB01_CHECK_ICCARD:   CALL    PROC_SHORT_SPEAKER
;*****
                    BCF     FLAG_BYTE2, LCD_OFF_FLAG     ;有卡插入时
唤醒LCD

```

附录 3

	CLRF	TIMING_COUNT	
	;*****		
入状态置位	BSF	FLAG_BYTE1, IC_BEING_PLUGED_FLAG	;IC卡一直插
	BSF	STATUS, STATUS_RP0	
输出口	BCF	TRISB, ICVCC	;设置ICVCC为
	BCF	STATUS, STATUS_RP0	
时, 卡上电	BCF	PORTB, ICVCC	;当有卡插入
处抖动	CALL	PROC_DELAY_10MS	;延时10MS去
	BSF	STATUS, STATUS_RP0	
SHORTTEST为输入口	BSF	TRISB, SHORTTEST	;设置
	BCF	STATUS, STATUS_RP0	
短路	BTFSC	PORTB, SHORTTEST	;卡电源是否
短路转移	GOTO	LB02_CHECK_ICCARD	;卡电源没有
则错卡标志置位	BSF	FLAG_BYTE1, IC_CARD_ERROR_FLAG	;卡电源短路,
LB02_CHECK_ICCARD:	GOTO	LB10_CHECK_ICCARD	
	CALL	PROC_DELAY_70MS	;延时280MS
	CALL	PROC_DELAY_70MS	
	CALL	PROC_DELAY_70MS	
	CALL	PROC_DELAY_70MS	
答	CALL	PROC_IC_RESET	;卡复位及应
	CALL	PROC_DELAY_70MS	;延时70MS
答使可靠	CALL	PROC_IC_RESET	;重做复位应
程	CALL	PROC_IC_KEY_VERIFY	;密码校验流
否正确	BTFSC	FLAG_BYTE1, IC_CARD_ERROR_FLAG	;密码校验是
转移退出	GOTO	LB10_CHECK_ICCARD	;密码错误, 则

```
CALL PROC_IC_READ_MAIN ;密码正确,则
读出卡主存42-52H到RAM的60-70H
CALL PROC_DISPOSE_IC_DATA ;调用IC数据

处理流程
LB10_CHECK_ICCARD:
BCF STATUS, STATUS_RP0 ;检测完毕或

读卡后下电
BSF PORTB, ICVCC
RETURN
```

;\*\*\*\*\*关闭阀门流程

\*\*\*\*\*

```
PROC_CLOSE_VALVE: BSF STATUS, STATUS_RP0 ;选择寄存器1页
BCF TRISB, VALVE_POSITIVE ;设置VALUE_POSITIVE为

出口
BCF TRISB, VALVE_CATHODE ;设置VALVE_CATHODE为输

出口
BCF TRISC, 7
BCF STATUS, STATUS_RP0 ;选择寄存器0页
BSF PORTC, 7
BSF FLAG_BYTE0, VALVE_CLOSED_FLAG
CALL PROC_LONG_SPEAKER ;长报警
BSF PORTB, VALVE_POSITIVE
BCF PORTB, VALVE_CATHODE
CALL PROC_DELAY_70MS
CALL PROC_DELAY_70MS
CALL PROC_DELAY_70MS
CALL PROC_DELAY_70MS
CALL PROC_DELAY_70MS
CALL PROC_DELAY_70MS
CALL PROC_DELAY_70MS
CALL PROC_DELAY_70MS
CALL PROC_DELAY_70MS
CALL PROC_DELAY_70MS
CALL PROC_DELAY_70MS
CALL PROC_DELAY_70MS
CALL PROC_DELAY_70MS
CALL PROC_DELAY_70MS
CALL PROC_DELAY_70MS
```

附录 3

---

```
CALL PROC_DELAY_70MS
CALL PROC_DELAY_70MS
CALL PROC_DELAY_70MS
CALL PROC_DELAY_70MS
BCF PORTB, VALVE_POSITIVE
BCF PORTC, 7
RETURN
```

;\*\*\*\*\*打开阀门流程

\*\*\*\*\*

```
PROC_OPEN_VALVE:    BTFSC  FLAG_BYTE2, POWER_DOWN_CHECKED_FLAG
                   GOTO    LB00_OPEN_VALVE
                   BSF     STATUS, STATUS_RP0      ;选择寄存器1页
                   BCF     TRISB, VALVE_POSITIVE  ;设置VALUE_POSITIVE为
输出出口
                   BCF     TRISB, VALVE_CATHODE   ;设置VALVE_CATHODE为输
出口
                   BCF     TRISC, 7
                   BCF     STATUS, STATUS_RP0      ;选择寄存器0页
                   BSF     PORTC, 7
                   BCF     FLAG_BYTE0, VALVE_CLOSED_FLAG
                   CALL    PROC_LONG_SPEAKER     ;长报警
                   BCF     PORTB, VALVE_POSITIVE
                   BSF     PORTB, VALVE_CATHODE
                   CALL    PROC_DELAY_70MS
                   CALL    PROC_DELAY_70MS
                   CALL    PROC_DELAY_70MS
                   CALL    PROC_DELAY_70MS
                   CALL    PROC_DELAY_70MS
                   CALL    PROC_DELAY_70MS
                   CALL    PROC_DELAY_70MS
                   CALL    PROC_DELAY_70MS
                   CALL    PROC_DELAY_70MS
                   CALL    PROC_DELAY_70MS
                   CALL    PROC_DELAY_70MS
                   CALL    PROC_DELAY_70MS
                   CALL    PROC_DELAY_70MS
                   CALL    PROC_DELAY_70MS
                   CALL    PROC_DELAY_70MS
                   CALL    PROC_DELAY_70MS
                   CALL    PROC_DELAY_70MS
                   CALL    PROC_DELAY_70MS
```

```

CALL    PROC_DELAY_70MS
CALL    PROC_DELAY_70MS
CALL    PROC_DELAY_70MS
CALL    PROC_DELAY_70MS
;70MS*18
CALL    PROC_DELAY_70MS
CALL    PROC_DELAY_70MS
CALL    PROC_DELAY_70MS
CALL    PROC_DELAY_70MS
CALL    PROC_DELAY_70MS
CALL    PROC_DELAY_70MS
CALL    PROC_DELAY_70MS
;24*70MS=1680
BCF     PORTB, VALVE_CATHODE
BCF     PORTC, 7
LBOO_OPEN_VALVE:  RETURN

;*****键盘扫描流程*****
*****
PROC_SCAN_KEY:    BSF     STATUS, STATUS_RP0
                  BSF     TRISA, 3
                  BCF     STATUS, STATUS_RP0
                  ;BSF     FLAG_BYTE2, SLEEP_FLAG      ;;;;;;;;;;
                  BTFSC   PORTA, 3
                  GOTO    LBOO_SCAN_KEY                ;PORTA. 3等于1
跳转
                  BCF     FLAG_BYTE2, LCD_OFF_FLAG
                  CLRF    TIMING_COUNT
                  INCF    KEY_NUMBER                    ;PORTB. 2=1且
LCD_KEY_FLAG=0, 则键值增一
LBOO_SCAN_KEY:
                  BSF     FLAG_BYTE2, LCD_KEY_FLAG
                  RETURN
                  END

```



## 攻读硕士学位期间发表的学术论文

- 1 于秀丽, 欧阳斌林, 宋锡强. 智能 IC 卡预付费燃气表的电控系统设计. 东北农业大学学报. 2004, 1.

## 致 谢

转眼三年硕士研究生的学习生活即将结束，在论文完成，即将离校踏上新的征程之际，谨向所有帮助过我的各位老师和同学致以诚挚的谢意。

首先，我要感谢我的导师欧阳斌林教授，在我的学业上倾注了导师的心血。导师严谨的治学态度、渊博的知识、认真求实的作风使我受益非浅，这些都将成为我今后人生中最宝贵的精神财富。在我三年的学习生活中，同时也得到了杨方教授的亲切关怀与指导，杨方教授高度的敬业精神和诲人不倦的工作作风，给我留下了深刻的印象。在此向辛勤培育我的欧阳斌林教授和杨方教授致以崇高的敬意和深深的感谢。

在攻读硕士学位期间，得到了电气工程系赵玉林教授、董守田老师、果莉老师、周修理老师以及房俊龙老师的热心帮助，向他们表示真诚的感谢！感谢电气工程系老师和同学多方面给予的支持和鼓励，在今后的工作和学习中，我将更加努力来回馈关心我的师长和朋友们。最后，我发自内心的向所有曾经帮助过我的老师和同学们表示衷心的感谢！