

非接触式 IC 卡智能水表抄表系统的研制与实现

叶 勇 浙江大学电气学院(310027)

Abstract

This paper is mainly to introduce the operational principles and basic construction of an intelligent system, which is applied to read the intelligent water meters remotely and automatically. The system is designed based on 87C552 (MCU) and MFCM200 (RF-Base), two chips produced by Philips.

Keywords: Intelligent water meter, microprocessor unit, radio-frequency circuit, read/write device, radio-frequency IC card, ASIC

摘 要

本文主要介绍以 Philips 的微处理器 87C552 和基站芯片 MFCM200 为核心的智能水表抄表系统,并介绍该系统的工作原理和实现方法。

关键词: 智能水表,微处理器,射频电路,读写器,射频卡,特定用途集成电路

本文介绍的智能抄表系统是以电阻值的大小来表征水表的读数,而且只要求在读表时给系统供电,本系统运用 RF 电路来传送测得的水表读数,可以省去传统的读表系统的一些接口部件,使读表系统的终端设备可以密封制作,从而大大提高系统的可靠性。

1 系统的总体设计

本文介绍的非接触式 IC 卡智能水表抄表系统从总体上可以分成两部分:抄表终端和处理机终端,如图 1 所示。抄表终端是用来读取用户水表的数据的装置,通常安装在生活小区里。处理机终端是指用来存储和管理所得的用户数据的终端装置,包括非接触式 IC 卡读卡器、与 PC 的接口以及用于管理用户数据的 PC 机,通常为自来水公司的数据库处理机。而两者之间使用射频 IC 卡进行数据的交换的。本文主要介绍抄表终端以及 RF 电路的运用。

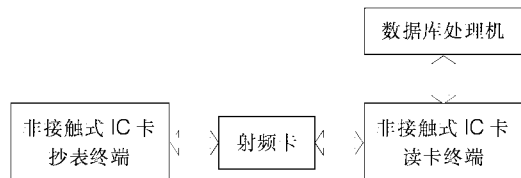


图 1 系统总体结构

2 射频 IC 卡的原理与构成

本系统的两个终端之间进行数据传送是通过射频 IC 卡进行的,本系统选用的射频卡是 Philips 的 MF1 IC S50(以下简称 MF1)。其基本工作原理是:读写器的基站发出固定频率的电磁波,射频卡进入射频区域内,卡片天线的 LC 振荡电路谐振,对电容充电,并通过单向电子泵积累电荷作为电源,为电路提供工作电

压,并在卡与读写器之间进行数据交换。

射频卡的功能块图如图 2 所示。射频卡总体上由一个天线和一块 ASIC 组成,天线是几匝绕线的线圈,卡片的 ASIC 是由 RF 接口和数字部分两部分组成的。RF 接口部分用于和天线相连,对数据进行调制与解调,并对电压进行调节,对数字部分进行供电。数字部分是射频卡的核心,它主要是由一个控制算术单元、一个 8KBIT 的高速 COMS EEPROM 组成。MF1 卡的主要特点有:①多用途;②高保密性;③高可靠性;④防冲突,支持多卡操作。

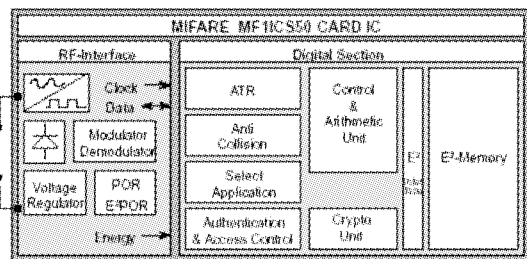


图 2 MF1 卡功能块图

3 抄表终端的设计与分析

3.1 抄表终端的基本构成

本系统的抄表终端的基本设计框图如图 3 所示。其中的用户水表是经过改装的智能水表。MCU 选用 Philips 的 87C552。由于其片内有 8K 的 ROM 以及 8 个 10 位的 ADC,所以图 3 中的 ROM 和 A/D 电路可以集成在 MCU 中,使电路简化。通道选择电路由多片 4067 构成。RF 电路基站是选用 Philips 的 MFCM200 芯片,其天线的典型有效工作距离为大约 25mm。

3.2 智能水表及远程读表的基本原理

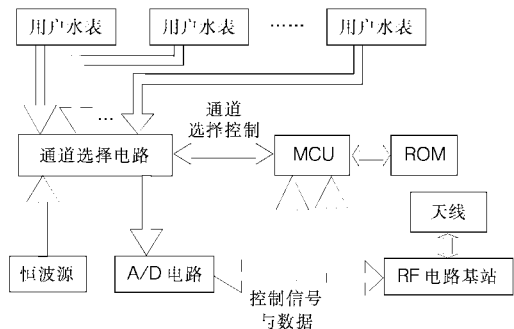


图 3 抄表终端结构

本系统进行水表数据的远程读取的基本原理是：通过读取智能水表字轮上的特制滑动变阻器的阻值来取得水表读数。因此,本系统的智能水表是改装过的,选用的是干式水表,并在水表的每个字轮上贴上一圈电阻,每圈电阻由 10 个 0.5K 的贴片电阻构成,并且根据贴片电阻和字轮的几何形状,设计用于形成通路的触片及触点,其等效电路如图 4 所示,该电路与系统共地。读每一位数据时,都是先接通该位的恒流源开关和电压采样开关,将 1ma 的电流注入该位的环形电阻,等到电流达到稳态了,启动 AD 变换,读取相应的电压,所得的最大读数为,最小值为 0V,分别对应于字轮的读数 9 到 0。而 87C552 的 ADC 是 10 位的,0 到 9 的每位读数占据 1024/10 位,有足够的冗余度这样就可以从电阻电压的大小读出字轮的读数。

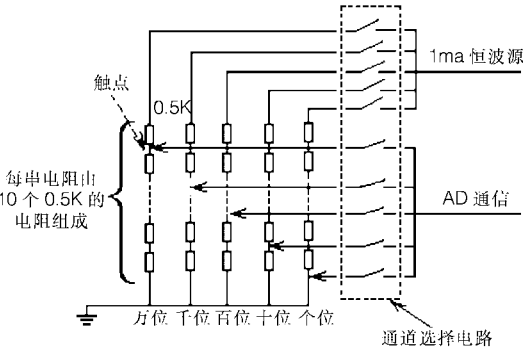


图 4 远程读表等效电路图

3.3 RF 电路的设计介绍

运用 RF 电路来进行数据传输,一方面可以使设备密封性更好,提高系统的可靠性,另一方面还能大大提高数据的安全性和保密性。

本系统的 RF 电路选用 MFCM200 芯片来构建基站,它是 MCU 的一种标准外围芯片,为 40 脚双排直插封装,是 MCU 接口和 RF 电路接口的集成芯片。MCU 通过基站芯片和天线发射固定频率的电磁波,实现与射频 IC 卡之间的数据和能量的交换。

MFCM200 芯片内有 16 个寄存器,用户就是通过对这 16 个寄存器的操作来实现与射频卡的数据交换。同时,其片内还集成了用于执行抗冲突操作的模

块、对握手认证和数据加密的加密模块以及用于收发数据的调制解调模块等等。另外,芯片内还集成了 ROM (Read Only Memory) 和 WOM (Write Only Memory) 各一块,ROM 中存放了 64 个只读的传输密码(Transport key),每个密码 6 个字节。WOM 存放了 64 组用户密码,每组密码再分三对,每对由密码 A 和 B 组成,KEY A 和 KEY B 都是 6 个字节。WOM 中的密码用于对卡的操作,而 ROM 中的密码则在对用户密码进行修改时要求匹配。

MFCM200 的工作流程如图 5 所示。其中 Request 用于判断射频工作区内是否有卡存在。如有多张卡存在,则进行 Anticollision 操作,然后是 Select 操作,选择一张卡,并且取得该卡的序列号。接着是进行三次握手认证的 Authentication 操作,以确认通讯的可靠性。认证通过后,就可以对工作扇区进行读、写、加、减等等的操作。如果在操作中出现通讯错误或者没有按照以上的顺序执行,则将要从头开始操作。

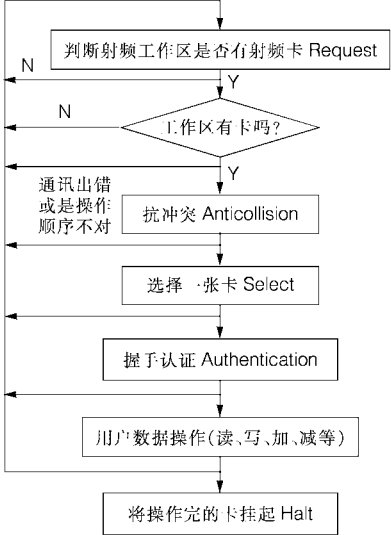


图 5 MFCM200 的工作流程

3.4 抄表终端硬件电路的设计与分析

以每个终端可以对 12 户用户的智能水表数据进行自动采集为例来设计系统,抄表终端的硬件电路图如图 6。

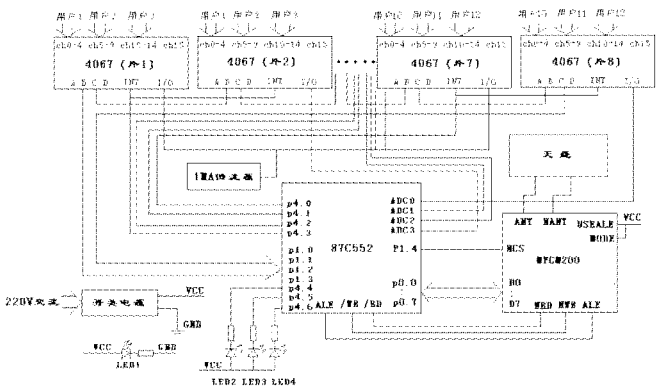


图 6 抄表终端硬件电路图

系统的通道选择电路由 8 片 4067 组成, 每两片为一组接三户用户, 共 4 组 12 户。4067 是 16 通道选择电路, 每连续 5 个通道接一个用户水表的 5 个数字, 第 16 通道悬空。通道由 A、B、C、D 四根信号线选择, 分别接于 87C552 的 p1.0 到 p1.3。4067 的片选信号线为 INT, 接同一用户的两片 4067 的选通线并联, 分别接于 87C552 的 p4.0 到 p4.3。4067 的片 1、3、5、7 的 I/O 线接于 1MA 恒流源, 用于对电阻串注入电流; 而片 2、4、6、8 的 I/O 线则接于 87C552 的 ADC3 到 ADC0, 用于对电阻串的电电压进行测量, 测得字轮读数。

MFCM200 的数据线与 87C552 的 P0 口相连, 16 个寄存器的寻址由 P0.0 到 P0.3 四根地址/数据复用线完成, MFCM200 采用内部锁存的方式完成, USEALE 和 MODE 脚接高电平。MFCF200 的片选信号线 NCS 接 87C552 的 I/O 线 P1.4, 天线接其信号线 ANT 和 NANT。LED1、LED2、LED3 和 LED4 是四个指示灯: LED1 是电源指示灯, 红色, 当电源供电时, LED1 亮起; LED2 为终端工作状态显示灯, 绿色, 当终端与智能水表及射频卡进行数据交换时, LED2 闪烁, 非数据交换时为稳定亮起; LED3 指示水表数据采样并且处理操作是否完成, 绿色, 完成时亮起; LED4 指示采样终端与射频卡数据交换是否完成, 绿色, 完成时亮起。

3.5 抄表终端的软件工作流程

在平时不抄表的时候, 系统可以不用上电, 只是在需要读表的时候再接通电源, 给系统供电。系统上电后, 将自动完成系统的初始化、水表数据的采集处理和传输结果数据的传输。为了表述方便, 我们作如下设定: 字轮的位数为 a (可取: 0、1、2、3、4); 接每片 4067 的用户号为 b (可取: 0、1、2); 4067 的对数号为 c (可取: 0、1、2、3); ADC 的通道号为 d (可取: 0、1、2、3); 4067 的通道号为 e (可取: 0、1、...、15)。

系统初始化主要是对系统内部资源如中断、定时器等的设计和预置值, 并对 MCU 的片内 RAM 进行规划, 对相关的特殊功能和用户自己定义的寄存器进行预置值。然后, 就是要对外部扩展电路进行管理。先对 MFCM200 的 WOM 区下载用户密码, 然后将 MFCM200 挂起。接着, 选中第一组 4067, 即 4067 的片 1 和片 2, 然后选择 4067 的 0 号通道。接着就是对指示信号灯的初始状态的管理了。电源信号灯 LED1 在上电后就自动亮起了。系统读写状态灯 LED2 应亮起, 工作完成情况的指示灯 LED3 和 LED4 熄灭。这些状态的设置通过 I/O 口 P1、P4 来实现的。即 P1 口置为 10H, P4 口置为 67H。

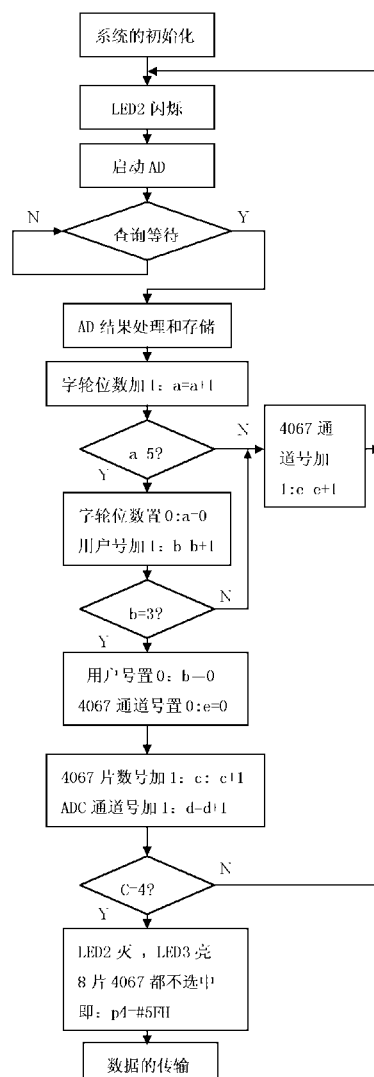


图 7 智能水表的数据读取和处理的程序流程

智能水表的数据读取和处理的程序流程如图 7 所示。在完成系统的初始化之后, 就开始读取智能水表的读数。先使系统工作状态指示灯 LED2 闪烁, 然后对接在 4067 片 1 和片 2 上的用户的万位数据的字轮电压进行 AD 变换, 完成后再对千位、百位、十位和个位数据依次进行采集。结束后, 再依次对片 1 上的第二、三户用户的数据进行采集, 4067 的通道就从 0 号依次转换到 14 号。完成后, 采集下一组 4067 所接的 3 户用户的水表数据, 依此类推, 完成对 12 户用户的水表数据的采集, 并将所得数据保存在 87C552 的片内 RAM 中。这时让系统工作状态灯 LED2 停止闪烁, 保持亮起状态, 同时 LED3 灯亮起, 表示系统数据采集完成, 等待数据的传输。

水表数据的传输的流程如图 8 所示。先执行 Request, 判断射频区内是否有射频卡存在, 如果没有就循环等待, 有卡则先让 LED2 闪烁, 然后顺序执行 Anticollision、elect、Authentication 操作, 通讯得到确认后, 就可以进行用户数据的交换了, 可以将水表读数写

入射频卡的指定区块,实现数据的传输。完成后,将指示灯 LED2、LED3 和 LED4 亮起,整个数据采集和传输的操作完成。

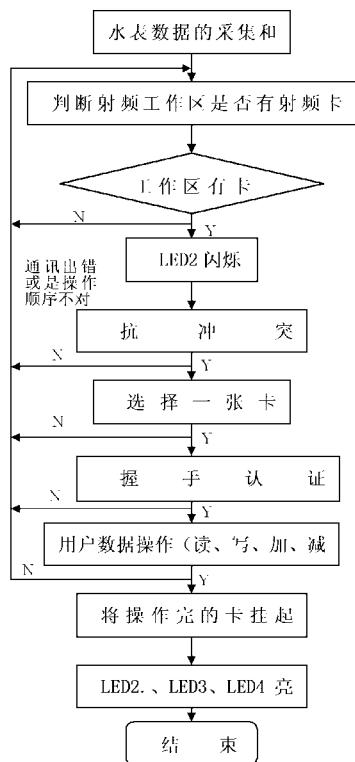


图8 水表数据的传输的流程

4 处理机终端的设计

PC 处理机终端由非接触式 IC 卡读卡器、与 PC 的接口以及用于管理用户数据的 PC 机组成,其结构框图如图 9 所示。读卡器也是以 MFCM200 为核心的,通过天线和射频卡交换数据。当存有用户数据的射频卡进入射频区后,基站与射频卡进行如图 9 大致相同的操作,将用户数据写入读卡终端 MCU 的 RAM 中,然后再通过 PC 接口和上位机通讯,使上位机取得数据,就可以建立用户数据库,对用户的数据进行存储与统一管理,这样就完成了整个系统要达到的功能了。



图9 处理机终端结构

参考文献

- 1 Mifare Micro Module MFCM200 Specification, Philips Semiconductors, 1997
- 2 Mifare Core Module (MCM) MFCM500 Specification, Philips Semiconductors, 1998
- 3 Mifare Standard Card IC MF1CS50 Functional Specification, Philips Semiconductors, 1977
- 4 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, 1999

[收稿日期:2002.4.19]

(上接第 35 页)

PLC1 的 IP 地址为:192.0.1.1, 端口号为:1296, 连接超时时间为 3 秒。设置完成后如图 6 所示。



图3 设备选择

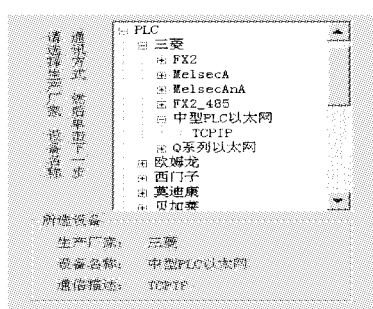


图4 设备命名

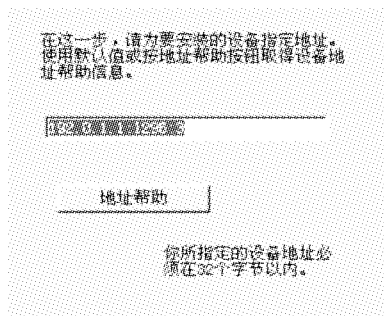


图5 IP地址设置

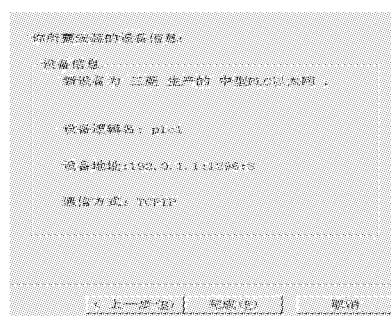


图6 设置完成

经过上述设置后,当启动组态王工程“测试”时,组

态王会自动连接上 IP 地址为 192.0.1.1 的 PLC1, 并在其信息框中显示连接成功。

4 结束语

运用组态王与 PLC 进行通讯,具有实时性好、速度快、可靠性高、运行稳定、调节灵活等优点,此方法已成功应用与笔者所做工程中,经现场调试,达到理想的效果。基于以太网的 PLC 分布控制系统,具有较高的使用价值,值得在工业控制中推广。

参考文献

- 1 袁任光. 可编程序控制器应用技术与实例 [M]. 广州: 华南理工大学出版社, 1997
- 2 组态王 6.0 使用手册 [M]. 北京亚控自动化软件科技有限公司, 2000
- 3 Ethernet Interface Module type A1SJ7E71 - B2/B5 User's Manual [M]. MITISUBISHI ELECTRIC CORPORATION Japan, 1995
- 4 三菱 A 系列 PLC 编程手册-基础篇[M]. 日本三菱公司, 1996
- 5 三菱 A 系列 PLC 编程手册-提高篇 [M]. 日本三菱公司, 1996

[收稿日期:2002.6.26]