

无人售货的无线通信关键技术研究及实现

张俊文

(黄冈师范学院, 湖北 黄冈 438000)

摘要: 随着科学技术的不断发展, 人力成本的不断提高, 传统的售货方式即将发生了改变, 无人售货模式会成为未来提升销售竞争力的关键, 基于移动支付方式的兴起, 改变了人们的付款方式, 未来这种支付方式将为无人售货模式的主流支付方式; 因此有必要重新研究基于移动通信和移动支付的新型无人售货系统; 采用何种无线通信技术成为其中的成为了研究的关键要素; 通过实验对现行的几种无线通信方式进行了性能分析, 最终确定可以采用 GPRS 通讯方式实现信息的可靠性传输。

关键词: 无人售货; 移动支付; 无线通信技术; GPRS

Research on Wireless Communication Technology of Unmanned Sales

Zhang Junwen

(Huanggang Normal University, Huanggang 438000, China)

Abstract: With the continuous development of science and technology, the continuous increase in manpower costs, the traditional sales method is about to change, and the unmanned sales model will become the key to improve sales competitiveness in the future. Based on the rise of mobile payment methods, people's payment methods have been changed. In the future, this payment method will be the mainstream payment method for the unmanned sales model. It is therefore necessary to revisit the new unmanned sales system based on mobile communications and mobile payments. What kind of wireless communication technology has become a key factor in the study. The performance analysis of several wireless communication modes is carried out through experiments. Finally, it is determined that GPRS communication method can be used to realize the reliability transmission of information.

Keywords: self-service; mobile payments; wireless communication technology; GPRS

0 引言

随着科学技术的不断发展, 人力成本越来越高, 传统的经营模式和生产方式越来越不适应中国的发展, 回顾历史, 世界最终进步是依靠技术的进步, 中国近四十年发展的经验告诉我们, 科学技术才是第一生产力, 只有促进社会的生产效率的不断提高, 人民的生活水平才会不断提高, 人类社会才是真正的进步。针对销售行业, 如何的提高服务水平, 提高服务质量, 人们也做了更多的探索, 也取得很多进步, 如从柜台销售的百货方式, 到自由选购的超市模式。现在自动售货机也逐渐进入了现代人们的生活之中。当前由于移动支付的现实及普及, 基于移动支付方式的自动售货系统比起传统的售货系统具有更大的便利性和安全保障, 也更加能被消费者接受。着眼于未来我们认为这种无人售货机一定是无现金交易, 因此完全可以从成本的角度出发, 省略投币等现金交易方式, 充分利用手机交易方式(支付宝、财付通, 微信等), 通过手机支付快捷完成交易, 提供及时服务。

目前, 由于无线支付方式才刚刚兴起, 从文献资料来看。尚未看到基于无线支付方式的无人售货系统的相关论

文。而原先的无人售货系统通信方式大多是基于有线通信或者 GSM 短信方式, 可靠性差。而当前无线通讯技术已经进入物联网时代, 各种无线通讯技术已经成熟。通过实验对比找到无人售货最适合的无线通讯方式成为实现无人售货的关键之一。

实现无人售货的关键通讯技术实际上就是端到端的接入技术, 端到端的接和技术又分为无线的接入技术和有线的接入技术。有线接入实现通讯的成本比较高, 而且不容易实现, 工程量太大, 移动性, 灵活性太差, 所以说有线的网络对我们智能售货系统的应用场合并不是很匹配, 而无线的接入技术能够做到广覆盖和无缝覆盖。只要终端能够发射电波, 就能够通过基站和平台建立通讯连接, 所以我们认为无人售货的最佳通讯技术是无线通讯技术。

1 无人售货的通信技术的选取

无人售货系统的无线接入技术, 根据信号的覆盖范围, 我们分为无线个域网, 无线局域网, 无线广域网, 无线广域网又分为低功耗广域网, 宽带广域网, 宽带广域网一般是高速率的, 低功耗广域网又分为授权频段和非授权频段, 授权频段在我国要由工信部颁发授权才能使用。由运营商支配使用的通讯频段, 无线通讯根据无线信号覆盖的大小不同分为多种不同的无线域网, 比如蓝牙通讯。通读 RFID, 如果 RFID 是有源的, 通讯距离可以达到 250 米。校园网的校园一卡通里面的芯片是有源射频识别, 学生进

收稿日期: 2018-11-12; 修回日期: 2018-11-26。

作者简介: 张俊文(1971-), 男, 湖北武汉人, 硕士, 主要从事控制理论与控制工程方向的研究。

入校园可以和基站通讯，如果是无源如智慧仓储的物品识别码就是无源的，距离 25 米，无线局域网主要通读是 WiFi, ZIGBEE, ZWave, DECT 数字增强无绳电话系统。通过上述近距离通信技术的了解我们发现采用这类技术实现无人售货系统的信息通讯比较困难，要实现我们的无人售货系统我们重点关注还是无线广域网。

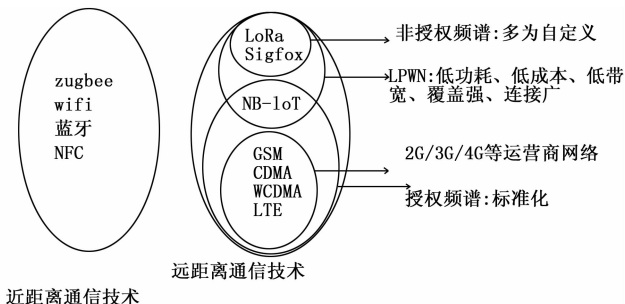


图 1 无线接入技术分类

首先可以采用的就是低功耗的广域网技术，这类通讯可以实现就是广覆盖，低功耗，大连接，低成本。低功耗的广域网技术又可分为授权频谱和非授权频谱，目前的 NB-IoT 包括 MTC 和 EMTC 都是工作在授权频谱这个范围。EC-GSM 是广展覆盖 GSM，也就是在 2G 网络的传输范围的扩展。LTE-M 是物联网的早期技术，一个是 cat. 0 一个是 cat. 1。未来的无线通讯技术主要是 4G, 5G 通讯。非授权频谱主要有 LORA SIGFOX 两种。这种方式也可实现我们终端与平台的连接，但布网点少，只有少数区域应用。

根据传输速率的不同。低速率，技术分类有不同分从需求上来说，窄带广域网，虽然能够实现广覆盖，大连接，成本低。LORA SIGFOX 具体来说只是城域网，也就是在某一个地区小范围内使用，无法实现全国布局，NB-IoT 可以实现全国一张网。EC-GSM 网络是在运营商在原有的网络上升级，但与无人售货机这种技术需求还是相差甚远。而且与现有的 GSM 冲突，在低功耗的远距离传输中 NB-IoT 可以实现，但目前通过实测效果并未达到预期。也就是说通讯效果不好，不能够稳定连接。

基于此，在无人售货机通讯方式上目前只能放在广域网方式。从性能上来说当然是 3G、4G、5G 效果更好，但考虑到价格因素，选择 GPRS 网络通信方式也是一个可行的方式。不选用 3G 网络，因为一方面是因为 3G 网络通常可以传 1M 数据，而在多数情况下，我们只需传输十几个字节，如果选用 3G 网络技术实现就会造成通讯资源的巨大浪费。因此我们选用 GPRS 网络来实现信息传输。综上所述我们选用 GPRS 技术。

2 硬件设计

2.1 结构设计到电路设计，阐述设计思路，解决的技术难点

GPRS 通讯硬件电路主要包括控制电路和 GPRS 电路两

大核心模块。当有远程通讯需求时，由主控模块发送控制命令给通讯模块建立通讯。通讯通道建立后，数据信息通过通讯模块接收信息传回主控制模块进行处理。主控制模块采用 ST 公司的 STM32F107 芯片。GPRS 通信采用 SIM800 芯片。

2.1.1 结构设计

系统终端硬件采用以 CORTEX-M4 微处理器作为控制器核心，STM32F42103 微处理器是硬件的核心处理器，控制着整个系统的工作状态。系统基本模块内容主要描述 STM32F42103 的系统实现，包括复位电路，时钟电路 继电器电路。STM32F42103 系统如图 2 所示。

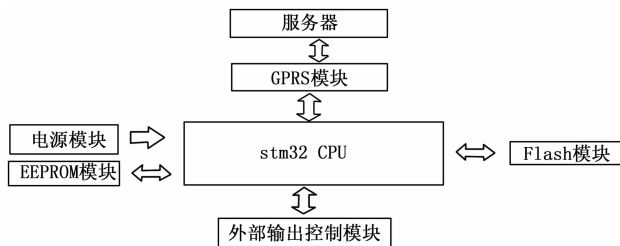


图 2 系统框图

2.1.2 SIM 卡电路

SIM 卡就是一个带微处理机的芯片卡，由微处理机、内存模块 RAM、程序存储器 ROM、数据存储器 EEPROM 和串行通信单元五部分组成，SIM 卡上存储能够识别的所有属于本用户的信息。符合 GSM 技术规范的“智能”卡，其中内部包含了与用户有关的信息主要包括：国际移动用户识别号 (IMSI)、鉴权密钥 (KI)、鉴权和加密算法。暂存的有关网络的数据，SIM 卡又称为用户信息识别卡^[3]。SIM800 想要想通过无线通讯系统的服务必需先要购买 SIM 卡，并插入 SIM 卡，才能使用 GPRS 通讯服务。SIM 卡通过读卡器端口与 sim800 联系。

SIM 卡电路设计注意事项：

SIM 卡电路比较容易受到干扰，引起不识字或掉卡等情况，所以在设计时请遵循以下原则：

在 PCB 布局阶段一定要将 SIM 卡座远离 GSM 天线；SIM 卡的走线要尽量远离 RF 线、VBAT 和高速信号线，同时 SIM 卡的走线不要太长。SIM 卡座的 GND 要和模块的 GND 保持良好的联通性，使二者 GND 等电位；

为防止 SIM 卡时钟对其他信号干扰，需要作保护处理。为了防止干扰应在信号线上靠近 SIM 卡座放置一个 1 μF 电容；

在靠近 SIM 卡座的地方放置 TVS，该 TVS 的寄生电容不应大于 50 PF 的，和模块之间串联 22 欧姆电阻可以增强 ESD 防护。

2.2 技术难点

由于 STM32F42103 微处理器与 SIM800 芯片的电平不匹配。需要通过一个电压转换芯片，否则系统信号无法工

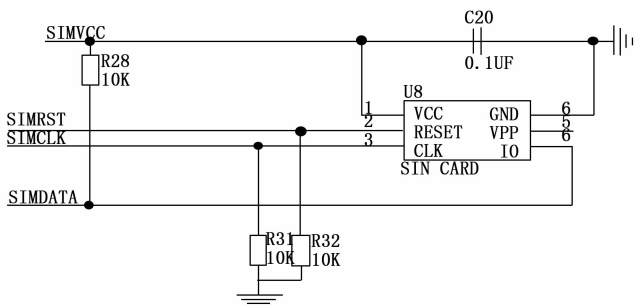


图 3 SIM 卡接口电路

作,一般来说应该选取国外质量好的品牌,能够可靠传输转换信号芯片,故笔者选用 SP3232EEN 来实现电平转换功能。具体电路如下。

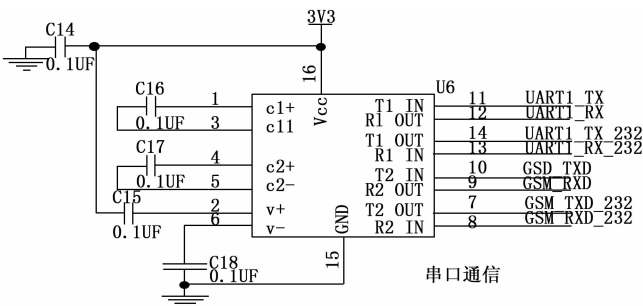


图 4 SP3232 驱动电路

3 软件设计

要实现无人售货机的控制及通讯功能,光有硬件的支撑是远远不够的,同时要完成基于 STM32 系统终端软件设计。

3.1 设计软件平台简介

针对 STM32F429 开发,本次软件设计采用 ARM 公司的 Keil 5 MDK 作为开发套件进行程序开发。相对于其它开发方式,该集成开发套件具有下面几方面的优势。

- 1) KEIL MDK 提供芯片启动代码,开发者不需要编写相应的启动代码,节约了开发时间,提高了编程效率。
- 2) 由于 ST 公司提供了对应的库函数,开发者不需要花太多时间纠结在芯片的寄存器上。可以通过导入相应芯片的库函数,利用所提供的库函数功能完成开发。使整个编程工作更加方便快速。
- 3) KEIL 开发界面简洁,学习容易。
- 4) 芯片公司提供大量的例程,数据手册,参考手册,能够极大的方便用户使用。同时提供各种技术支持,并不不断的举行技术推广讲座,方便开发人员掌握开发方法。

3.2 实现数据传输

无人售货机的数据通讯是采用中断响应方式来实现数据传输。为保证数据的准确性和安全性,在 GPRS 数据传输的基础上,在终端采用基于 MODBUS 的 CRC 对数据进行

校验。本项目软件的实现可以采用基于库函数的直接驱动硬件方式实现。

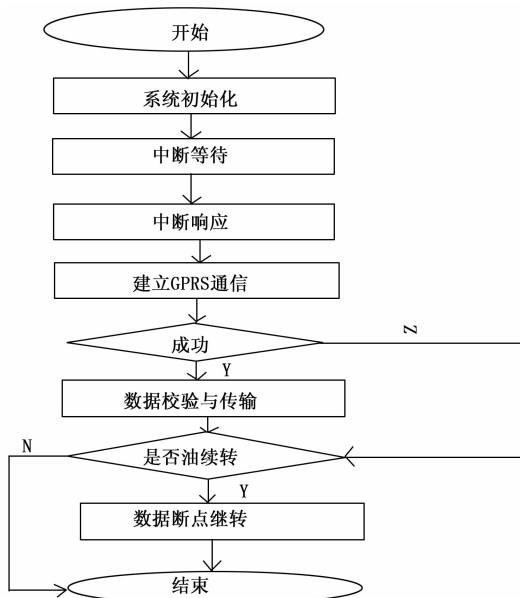


图 5 通讯流程图

- 1) 系统初始化:系统时钟初始化、中断初始化、GPIO 口初始化、串口初始化等。
- 2) 建立 GPRS 通信:通过串口传输 AT 指令启动 GPRS,建立 GPRS 传输,成功,进行数据传输,不成功进行断点续传。
- 3) 在 GPRS 通信的基础上进行数据校验与处理。

远程终端主控芯片通过 USART 串口通讯与 GPRS 芯片 SIM800 进行通讯。通过串口传输 AT 指令给 SIM800 从而启动 GPRS 传输,从而实现与服务器端的数据交互,从而实现服务器与终端节点的信息交换。

终端机与远程监控中心的远程数据传输的实现包括 GPRS 通信模块的初始化、GPRS 网络登录、链路维护和数据传输过程。终端机在启动时初始化时,由微处理器向通信模块发送一系列 AT 指令,配置通信模块的工作模式,上下文激活,依据 PPP 协议请求登录到 GPRS 网络,经过 LCP 协商和 NCP 协商,建立起通信连路,成功登录到 GPRS 网络,就可与监控中心进行远程数据传输;链路维护指终端机每隔一个固定时间发送一条链路维护指令,检查通信链路是否断开,如果通信连路出现故障,就重新登录到 GPRS 网络;数据传输是指数据以 IP 报文的形式在终端机与监控中心间的双向传输。

1) 定义 AT 指令

```

//REG
#define ATE0_CMD "ATE0\r\n" /// 禁止回显
#define CREG_CMD "AT+CREG?\ \00D\00A" /// 查询网络注册情况
  
```

```
# define CGMM_CMD "AT+CGMM\x00D\x00A"
# define SIMCARD_CMD "AT+CPIN? \x00D\x00A"
//LD GPRS
# define GPRS_QD "AT+CSTT\x00D\x00A" /// GPRS 启动
# define GPRS_JH "AT+CHCR\x00D\x00A" /// 移动场景开
启,激活
# define GPRS_DEF_PDP "AT+CGDCONT=1,"IP","CM-
NET"\x00D\x00A" /// 接入点
# define GPRS_ACT_PDP "AT+CGATT=1\x00D\x00A"
/// GPRS 激活 PDP
# define GPRS_CMNET_APN"AT+CIPCSGP=1,"CMNET"
\x00D\x00A"//设置 GPRS 模式
//CONNECT... GPRS
# define GPRS_BJ_ADDR "AT+CIFSR\x00D\x00A" ///
获取本地 IP
# define GPRS_TCPI "AT+CIPSTART=" /// 建立一个
IP 连接
# define GPRS_TCP2 PROTOCOL //定义传输协议
# define GPRS_TCP3 IPADDR //定义 IP 地址
# define GPRS_TCP4 PORTNUM //定义端口号
启动 GPRS
void start_gprs_mode(void)
{ GPIO_ResetBits(GPIOB,GPIO_Pin_0);
delay_GSM(100);
GPIO_SetBits(GPIOB,GPIO_Pin_0);
delay_GSM(10000);
GPIO_ResetBits(GPIOB,GPIO_Pin_0);
}
2) 建立一个 IP 连接
void __GPRS_TCPIP()
{ //AT+CMGR=1
send_string_uart3(GPRS_TCP1); //uart3 口发送"AT+
CIPSTART=",即建立一个 IP 连接
send_data_uart3(0x22); //
send_string_uart3(g_config_data.protocoltype); // uart3 口发
送协议类型
send_data_uart3(0x22);
send_data_uart3(',');
send_data_uart3(0x22);
send_string_uart3(g_config_data.ipaddr); // 从 uart3 口发送
IP 地址
send_data_uart3(0x22);
send_data_uart3(',');
send_data_uart3(0x22);
send_string_uart3(g_config_data.portnum); //// //从 uart3
口发送端口号
send_data_uart3(0x22);
send_data_uart3(0x0D);
```

```
send_data_uart3(0x0A);
PUT("destination address:");
PUT(g_config_data.ipaddr);
LCD_write_english_string((LCD_WIDTH_PIXELS - strlen(g
_config_data.ipaddr) * 6)/2,3,LCD_BANK_LINE);
if(0)
{ LCD_write_english_string((LCD_WIDTH_PIXELS - strlen
(g_config_data.ipaddr) * 6)/2,3,g_config_data.ipaddr);
} else
{ LCD_write_english_string(0,3,g_config_data.ipaddr);
LCD_write_english_string((LCD_WIDTH_PIXELS - strlen
(PM) * 6)/2,1,PM);}
delay_GSM(3000);
}
```

(3) 发送数据

```
void send_gprs_data(char * buf , unsigned int count)
{
unsigned int i ,j;
if (current_status != TCP_IP_OK) // 如果协议没有连接成
功直接返回
return ;
ibusy = 1;
LCD_write_english_string((LCD_WIDTH_PIXELS - strlen
(LCD_BANK_LINE) * 6)/2,5,LCD_BANK_LINE);
LCD_write_english_string((LCD_WIDTH_PIXELS - strlen
(SIM_SEND_GPRS_DATA_TEST) * 6)/2,5,SIM_SEND_GPRS_
DATA_TEST);
send_string_uart3(GPRS_SEND_DATA); //发送数据命令
delay_GSM(2000);
for( j = 0 ;j < count ; j ++ )
{ for ( i = 0 ; i < strlen((const char *)buf) ; i ++ )
{ send_data_uart3(buf[i]); } }
send_data_uart3(0x1A); //LF //没长度限制一定要用 1A
表示结束
endif
ibusy = 0;}
```

3.3 掉线重拨技术实现

为解决系统掉线重拨问题，本文在单片机主程序的基础上，嵌入“心跳”检测程序，实现数据的稳定传输。所谓“心跳”程序，就是模拟心跳过程，定时发送检查数据，根据返回信息判断是否重登录网络。图6为“心跳”检测程序流程图。

心跳检测程序：

```
if(is_enable_send_gprs_position() && ! ibusy) //定时发送心
跳数据
{
icount ++;
gprs_heart(wendu_gprs,icount); //发送心跳数据,定时器里
```

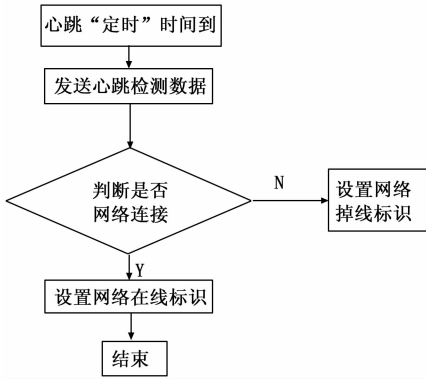


图 6 心跳包检测程序流程图

面实现

```

if(icount > 32000)
    icount = 0;
    
```

4 实验测试

要实现远程控制，一定需要利用现有的无线传输网络，离不开现有的运营商网络的支持，首先使用一个市面上常用的手机卡，插入 SIM 卡中。通过 STM32 的 USART3 对 SIM800 进行指令控制，在实验中通过 AT 指令，能够完成网络的远程连接，但不能有效保持连接状态，在无法确定原因的情况下，购买了专用流量卡做测试，同样信号也没有多少改善。只能进行短时间有效传输，每一次要传输信号时，都需要重新做连接操作，充分怀疑是运营商的踢网操作造成的，通过实验提醒笔者，在实际应用过程中，当要传输信号时，一定要多做检测动作，查看通信的连接状态，保证信号的正常传输，当然也有可能是因为远离基站，信号不好造成的断线。不管是什么原因。保持信号通过长连接是在程序实现过程中要充分考虑的重要问题。

（上接第 215 页）

[3] 李克文. 根据动态驱替实验数据计算油水相对渗透率曲线的最优化方法 [J]. 石油天然气学报, 1989, (3): 45-54.

[4] 杨普华. 提高采收率研究的现状及近期发展方向 [J]. 油气地质与采收率, 1999, (4): 1-5.

[5] 计秉玉. 国内外油田提高采收率技术进展与展望 [J]. 石油与天然气地质, 2012, 33 (1): 111-117.

[6] 吴凡, 侯吉瑞, 汪志明, 等. 三元复合驱靶向输送提高采收率技术 [J]. 石油勘探与开发, 2018, (2).

[7] 杨清彦. 两相驱替相对渗透率研究 [D]. 北京: 中国地质大学 (北京), 2012.

[8] 朱焱, 高文彬, 李瑞升, 等. 变流度聚合物驱提高采收率作用规律及应用效果 [J]. 石油学报, 2018, 39 (2).

[9] 董成林. 多功能岩心驱替仪的研制 [D]. 扬州: 扬州大学, 2012.

[10] 孙昌爱, 金茂忠, 刘超. 软件体系结构研究综述 [J]. 软件学报, 2002, 13 (7): 1228-1237.

[11] 钟茂生, 王明文. 软件设计模式及其使用 [J]. 计算机应用,

5 结束语

详细分析了 GPRS 通信技术，根据基于 GPRS 网络平台的远程通信技术的发展情况，确定了系统的设计方案远程控制系统的功能设计，完成硬件设计的基础上，研究了用于 GPRS 模块通信的 PPP 协议，设计了终端的应用程序，进行了远程终端与监控中心的数据传输实验，实现了远程终端的硬件设计。该系统运行稳定，具有广泛的应用价值和前景。

参考文献:

[1] 李前. 基于 GPRS 的电梯远程监控系统的设计 [D]. 重庆: 重庆大学, 2011.

[2] 魏霞. 系统与第三方设备串行通信网络的实现 [J]. 电气时代, 2011 (8): 104-105.

[3] 庞科旺. 基于 PLC 和 GPRS 无线通信的污水厂监控系统设计 [J]. 自动控制系统与装置, 2010, 32 (5): 36-38.

[4] 郝惠泽. 移动支付的发展与探究 [J]. 中国信用卡, 2013 (3): 50-53.

[5] 张雨辰, 杨争争, 王林. 移动支付的现状和发展趋势研究 [J]. 电子商务, 2015 (6): 47-48.

[6] 蒋卫星. 基于 GPRS 的售货机远程监控管理系统的设计与实现 [D]. 湖南: 中南大学, 2007 (5).

[7] 田宝森, 赵晓明. 可编程控制器技术应用教程 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2012.

[8] 王诚, 吴继华. Altera FPGA/CPLD 设计: 基础篇 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2005.

[9] 刘中暄; 韩兆福. 基于 GPRS 的远程监控系统中监控中心网络数据通信实现陈昕 [J]. 网络安全技术与应用, 2010, 11.

[10] 郭振武. 基于 SOCKET 及 SMS 技术的远程信息传输系统的设计 [D]. 杭州: 浙江大学, 2004.

[11] 魏小波. 基于 GPRS 的远程监控系统的设计与实现 [D]. 2002, 22 (8): 32-35.

[12] 魏小龙. MSP430 系列单片机接口技术及系统设计实例 [J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2002 (9): 73.

[13] 赵群, 张翔, 谢素珍, 等. 自动化仪表与控制系统的现状与发展趋势综述 [J]. 现代制造技术与装备, 2008 (4): 12-16.

[14] 卢汉良, 李德骏, 杨灿军, 等. 深海海底观测网络信息采集监测系统设计与实现 [J]. 传感技术学报, 2011, 24 (3): 407-411.

[15] 唐丽华. 基于 PASCOS 平台的温度信息采集 [J]. 实验室研究与探索, 2007, 26 (5): 54-55.

[16] 权龙, 许小庆, 李敏, 等. 电液伺服位置、压力复合控制原理的仿真及试验 [J]. 机械工程学报, 2008, 44 (9): 100-105.

[17] 吴为民, 王仁丽. 温度控制系统的发展概况 [J]. 工业炉, 2002, 24 (2): 18-20.

[18] 白美卿, 高富强. 仿人智能温度控制器 [J]. 仪器仪表学报, 1988 (1): 85-89.