

Design of an Intelligent Drinking Cup

Shengyang Zhang, Jiale Zhou, Zonghao Guo, Yinzong Xie*

School of Automation and Electrical Engineer, Linyi University, Linyi Shandong
Email: zsyzzzx@163.com, *xieyinzong@lyu.edu.cn, 123032590@qq.com

Received: Apr. 30th, 2019; accepted: May 16th, 2019; published: May 23rd, 2019

Abstract

With the development of science and technology, intelligent drinking cup has entered daily life. According to people's living habits, intelligent drinking cup guides drinking water scientifically. Through research and design, it can work in different modes, have temperature measurement, measure the amount of water in the cup, calculate the amount of drinking water, remind, heat preservation, rich content display, and can be controlled by APP through Bluetooth and mobile phone connection. The system uses STC15W4K56S4 MCU of STC Micro Company as the control core, DS18B20 temperature sensor to measure temperature, thin film piezoresistive tactile sensor to measure the weight of water in the cup, a wireless charging system is designed between the bottom of the cup and the base of the smart cup, and the function of human infrared induction setting is operated. The prototype shows that the intelligent design function improves the traditional water cup and adds science and fashion to people's modern life.

Keywords

Intelligent, Electronic Design, Single Chip Microcomputer System, Wireless Charging

一种智能饮水杯设计

张盛阳, 周家乐, 郭宗昊, 谢印忠*

临沂大学自动化与电气工程学院, 山东 临沂
Email: zsyzzzx@163.com, *xieyinzong@lyu.edu.cn, 123032590@qq.com

收稿日期: 2019年4月30日; 录用日期: 2019年5月16日; 发布日期: 2019年5月23日

摘要

随着科技的发展, 智能化已经走进日常生活, 智能饮水杯根据人们的生活习惯科学引导饮水, 通过研究设计出一款可以不同模式工作, 具有测温、测量杯内水量、计算喝水量、提醒、保温、丰富内容显示, *通讯作者。

并能通过蓝牙与手机连接用APP控制的智能饮水杯。系统采用宏晶科技公司的STC15W4K56S4单片机为控制核心，DS18B20温度传感器测温，薄膜压阻式触觉传感器测量杯内水的重量；在杯体底部与智能杯底座间设计了无线充电系统；通过人体红外感应设定功能操作。样机表明，设计功能智能化改进了传统水杯，为人们的现代生活添加了科学和时尚。

关键词

智能化，电子设计，单片机系统，无线充电

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在如今科技飞速发展的时代，智能家具在传统家具功能保留完好的基础上不断优化，普通百姓也从中获得无限的乐趣[1] [2]，智能电视、全自动洗衣机、自动调节冰箱，用手机 APP 控制的烤箱选择烘焙大师的智能菜谱等等，都便捷了我们的生活，带来了乐趣。人们在繁忙的工作生活中，时常忘记喝水，当感到口渴时，身体已经缺水[3]，通过对市场智能水杯性能研究，以方便生活，利于健康为理念，利用自动化知识设计出一款以单片机为控制核心的可以设定喝水时间提醒、水量显示和提醒、水温显示、个人饮水信息采集分析，通过蓝牙通讯模块与手机 APP 通信等功能，合理提醒科学饮水的多功能智能水杯。

2. 电路系统设计方案

智能水杯设计以单片机为控制核心[4]，包括显示模块、压力传感器、电阻电压转换模块、蓝牙模块、人体热释电感应模块、无线充电模块、稳压模块、温度传感器等功能模块[5] [6]。如图 1 所示。

由于 STC15W4K56S4 单片机为宏晶科技公司生产的一款高速、高可靠、低功耗性增强型 51 单片机 [7]，机器周期可达 1 T，工作电压适应范围宽：2.5~5.5 V，无需编程器利用 ISP/IAP 系统在线编程，提供 8 通道 10 位高速 ADC，8 路可复用为 8 路 D/A 的 PWM 发生器，内部集成一组 ISP 总线、一组高速 SPI 同步串行通信端口。

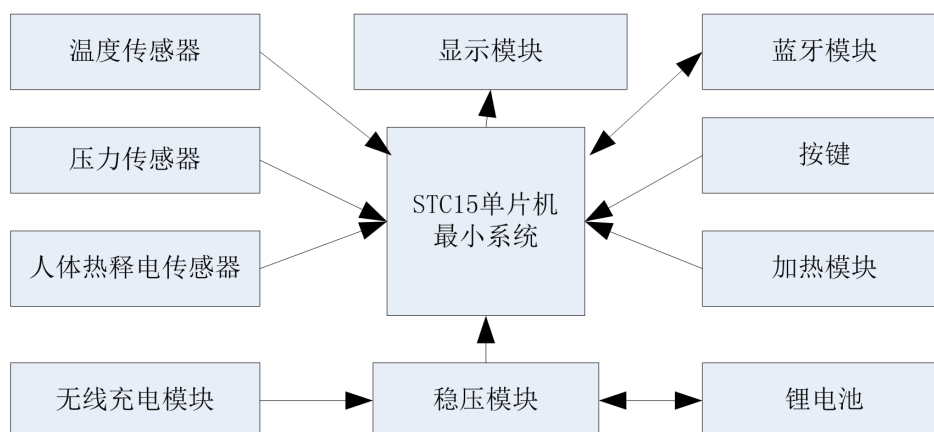


Figure 1. Block diagram of system control structure

图 1. 系统控制结构框图

电源系统使用 5 V 锂电池供电并设计了无线充电装置保证正常工作用电及保温。无线充电装置采用电磁谐振式结构[8], 由能量发射系统和能量接受系统两部分构成, 如图 2 所示。能量发射系统的信号发生器和驱动电路产生 200 KHz 的谐振开关信号、将整流滤波后的高频逆变信号产生高频谐振、送入发射线圈, 发射装置嵌入在被座内, 与工频交流电相连接。能量接收系统嵌入在智能杯底部, 由接收线圈、高频谐振、整流滤波电路组成, 输出电能同时提供单片机系统工作和锂电池充电。

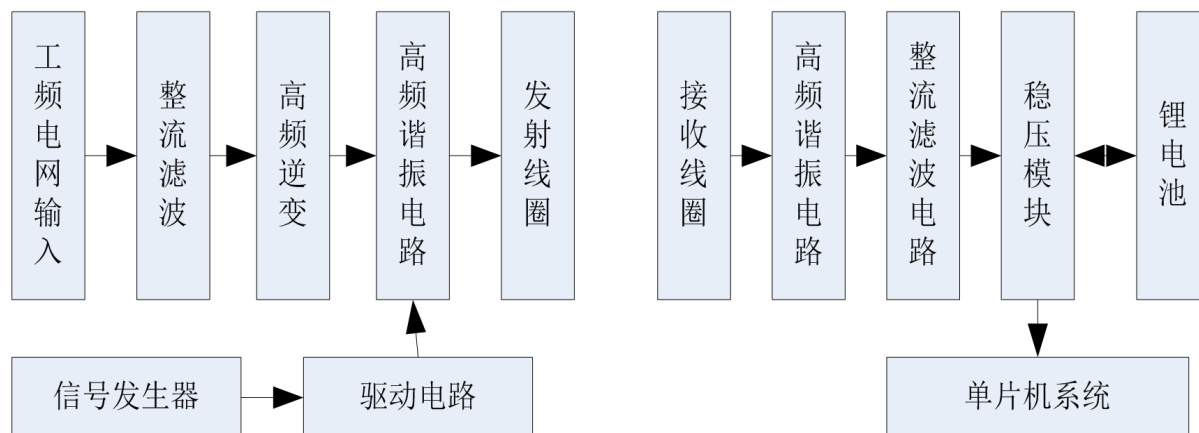


Figure 2. Structural block diagram of wireless charging system

图 2. 无线充电系统结构框图

稳压模块设计中选定 TI 公司的 TPS63020 为核心的稳压模块, TPS63020 是一款高效、使用外围电路简单的 Buck-Boost 转换芯片, 输入电压范围 1.8~5.5 V, 输出电压 1.2~5.5 V 可调, 最高效率 96%, 输出电流可达 1.5 A, 器件的静态电流小于 50 μ A, 带过温保护和过压保护功能。

水温测量采用达拉斯公司生产 DS18B20 线式温度传感器, TOP-2 封装, 可以程序设定 9~12 位的分辨率, 精度为 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, 设计中其数据线与单片机引脚 P2.0 口连接使用“一线式”数字通讯[9] [10]。

测重模块使用 RFP602 薄膜压阻式触觉传感器, 感应范围 20 g~6 Kg, 灵敏度可调, 尺寸小。压力通过传感器变形转换为电阻变化, 通过电阻转换电压电路后, 经 AD 模块完成数字化压力参量, 计算后得到对应杯中水的质量。

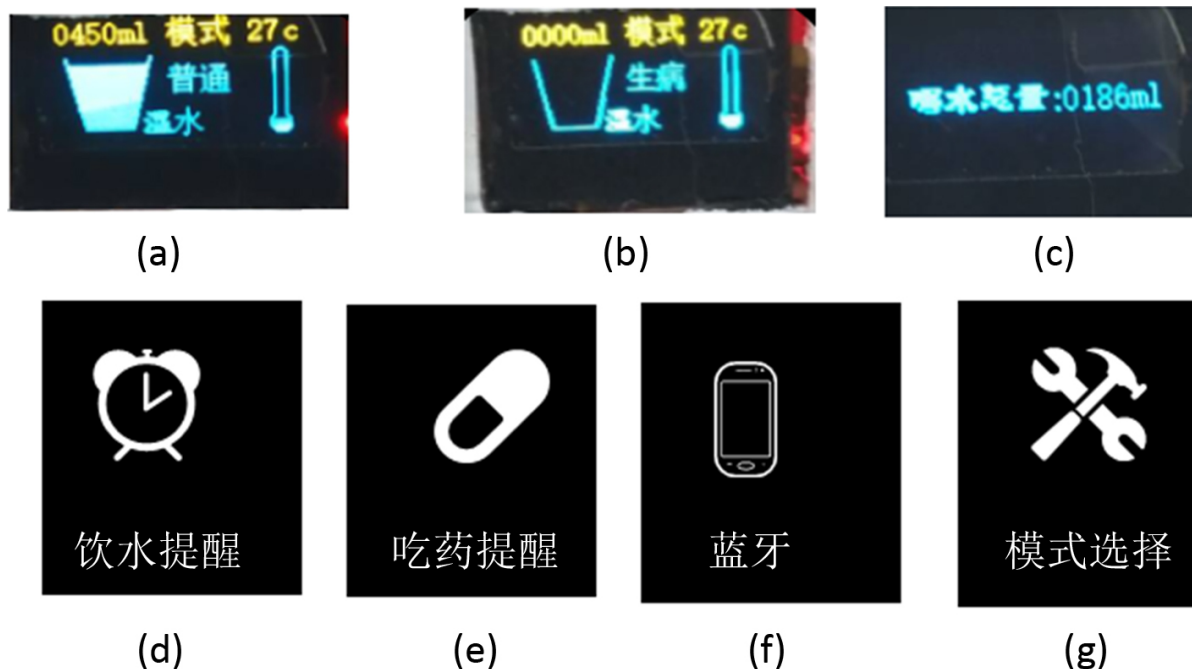
调温模块: 调温模块为加热功能, 智能水杯放在杯座上(充电状态)时, 可以设定杯内饮用水的温度范围, 温度低于设定温度时, 将给加热电阻供电, 达到设定温度切断加热电阻上电流, 加热电阻的电流由整流后的滤波电路提供, 但通断有单片机对晶闸管 MCR-100 发送导通信号控制。

按键模块: 因为杯体外壳面积有限, 又要考虑取用方便, 设计了两个独立式按键, 分别与单片机 P2.2、P2.1 引脚连接, 一个是功能转换按键, 另一个是确认按键, 当无蓝牙无线连接控制时功能选择。

蓝牙(Bluetooth)是一种无线通讯技术标准, 实现固定设备和移动设备间短距离数据交换。日常生活中, 通过蓝牙设备不需要麻烦的插拔连接就可以下载歌曲、电影、电子书或传输资料。设计中单片机以 UART 串口通过 HC06 蓝牙模块实现与人们的手机相连, 接收到饮水提示和信号, 方便饮水需求。连接成功后, 系统自动切换到无线传送状态。

显示模块: 智能水杯通过显示器向使用者显示丰富的饮水信息, 市场上常见的有 LCD1062, LCD12864, SDWe070C06 等, 普通 LCD1602、LCD12864 和 SDWe070C06 都引脚过多, 体积相对水杯巨大, 无法安放, 考虑使用类似智能手环简单显示器, 但市场搜索不到, 查询均为定制产品, 无法购买, 最后综合考虑使用 OLED (Organic Light-Emitting Diode, 有机发光二极管)显示器, OLED12864 显示器具有低功耗、

内置字模，通过编程指令控制显示亮度、对比度、开关升压电路等，与单片机方便连接、控制，市场有小型 0.96 寸显示屏，适合智能水杯设计需要，显示主要内容如图 3 所示。用户可通过按键或者蓝牙连接选择显示内容和工作方式。



(a) 普通饮水模式；(b) 生病饮水模式；(c) 24 小时内喝水总量；(d) 饮水提醒；(e) 吃药用提醒；(f) 建立蓝牙通讯；(g) 工作模式选择

Figure 3. The content of LCD Display
图 3. 液晶显示器显示内容

选用 HC-SR505 小型人体红外感应模块感应人手是否接近饮水杯，作为单片机唤醒信号，有人体感应后则显示器显示，各预设功能开关打开 HC-SR505 是基于红外线技术的小型人体红外感应模块，超小体积，灵敏度高，可靠性强，可低电压工作，广泛应用于自动感应电气设备中。人进入其感应范围则输出高电平，并且该模块具有可重复触发方式，即输出高电平后，在延时时间段内，如果有人体在其感应范围内活动，其输出将一直保持高电平，直到人离开后才延时将高电平变为低电平。输出的高电平信号可对单片机发起中断唤醒。

3. 程序设计

智能饮水杯的工作方式主要分普通方式和生病工作方式，普通方式有饮水提醒、保温范围在 30℃~40℃ 可调，温度偏低时加热，偏高时停止加热；生病方式设置有吃药提醒和饮水提醒，默认保温 30℃~45℃ 可调。人体靠近时红外探测器唤醒单片机系统，完成测温、测重及显示结果 10 s，之后若无按键中断发生，则关闭显示器进入节能状态。两种工作模式中温度范围、提醒喝水频率、24 小时饮水总量提醒均可根据个人习惯设定或采用默认工作方式。

系统程序设计构架如图 4 所示。智能饮水杯程序设计主要由主程序和若干功能模块子程序模块组成，子程序模块主要包含显示、温度测量、称重、红外信息采集中段、按键中断、蓝牙中断等子程序；主程序开始后对整个系统初始化后，定时循环按不同模式调用温度测量、称重、显示子程序；如果是保温模式则在设定低温点开启加热子程序，加温到设定高温点断开加热电阻电流。

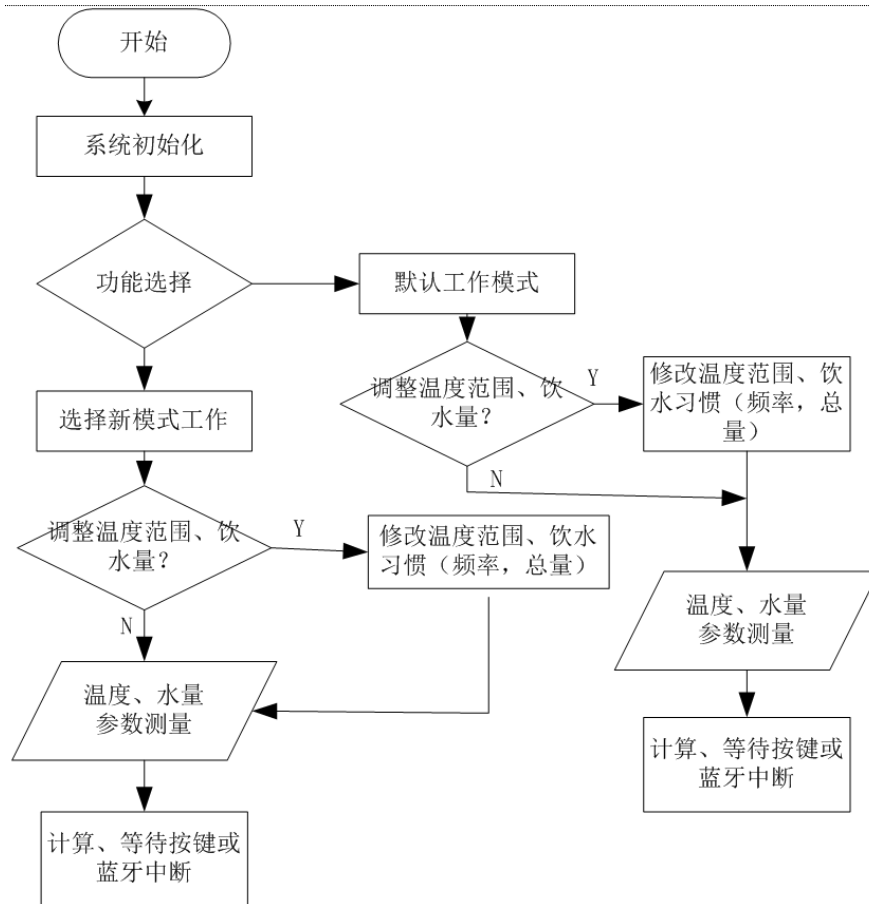


Figure 4. Program flow chart
图 4. 系统程序框架图

C 语言编写温度测量中对 DS18B20 读数据函数如下:

```

sbit DQ = P3^7; //STC15 单片机的 IO 口与 DS1820 数据线连接线定义
bit nflag; //温度正负标志位
uchar ds1820rd() //读函数名称
{
    uchar i = 0;
    uchar dat = 0;
    for(i=8;i>0;i--)
    {
        DQ = 0; //拉低引脚电平给总线负脉冲
        delayus(4);
        dat>>=1; //穿行数据右移
        DQ = 1; //引脚上升沿
        delayus(10);
        if(DQ) //判断引脚电平
            dat|=0x80;
        delayus(45); //延时 45us
    }
    return(dat); //返回数据
}
  
```

称重函数实质为对 STC15 单片机的 AD 模块读写:

```

u16 Get_ADC10bitResult(u8 channel)           //AD 读转换函数
{
    u16 adc;
    ADC_CONTR=(ADC_CONTR&0xe0)|ADC_START|channel; //对 channel 通道进行 AD 变换
    NOP(4);                                     //对 ADC_CONTR 操作后等待 AD 模块完成操作
    for(i=0; i<250; i++)                       |
    {if(ADC_CONTR&ADC_FLAG)                    // 对 AD 模块状态判断
        {ADC_CONTR&=~ADC_FLAG;
            if(PCON2 & (1<<5))                //AD 结果的高 2 位放 ADC_RES, 低 8 位存放在 ADC_RESL
                adc = (u16)ADC_RES;           // 高位和低位数据整合
            adc = (adc<<2)|(ADC_RESL&3);
        } return adc;                          //返回测量数据值
    }
}

```

通过 OLED 显示图形子程序如下:

```

Draw_BMP(u8 x0, y0, x1, y1, u8 BMP[]) //函数名: 在显示器 x0, y0, x1, y1 范围内显示图形
{
    unsigned int j=0;                    //部分临时变量定义
    .....
    for(y=y0; y<y1; y++)
    {LCD_Set_Pos(x0, y);                  //在 x0, y 点放置像素点颜色、亮度
        for(x=x0; x<x1; x++)              //循环置画图区域的其他像素点颜色、亮度
        { LCD_WrDat(BMP[j++]);
        }
    }
}

```

系统通电后开始初始化, 初始化内容主要包括点亮电源指示灯、液晶屏初始化、测温模块初始化、称重模块初始化等等。初始化完成后显示模式选择、开按键和蓝牙中断申请, 等待是否更改工作模式, 10 秒后无中断自动进入默认工作模式: 普通模式(不保温、不提醒、检测到人体靠近显示普通模式, 图 3 中 a 普通饮水模式, 人体离开 5 s 后关闭显示屏, 以上参数可以调整, 调整可以通过按键选择或者蓝牙链接手机 APP)。

4. 测试与效果

样机内部元件如图 5 所示。制作完成后进行了测试, 主要性能参数及与当前市场流行智能水杯对比如表 1 所示。

Table 1. Main parameters of the intelligent water cup prototype and its difference from the similar popular products in the market
表 1. 智能水杯样机主要参数及与市场流行智能水杯差别

性能(参数)	所设计智能水杯样机	市场流行智能水杯
水量测量	薄膜压力称重(精度 1 g = 1 ml)	电容感应测容积(精度 20 ml)
温度测量	数字温度传感器 18B20 (精度 0.5℃)	三色温度段显示或精度 1℃
显示器件	OLED 显示	LED、OLED 等
显示内容	丰富(水量、水温、工作模式等)	简单(温度、水量)
工作模式	直接和蓝牙远程控制, 多模式可选运行	运行模式固定不可选
充电方式	无线电磁感应充电	USB
提醒喝水	指示灯闪耀同时 APP 提示	震动杯体
保温	在杯垫上时可加热保温	依靠杯体保温

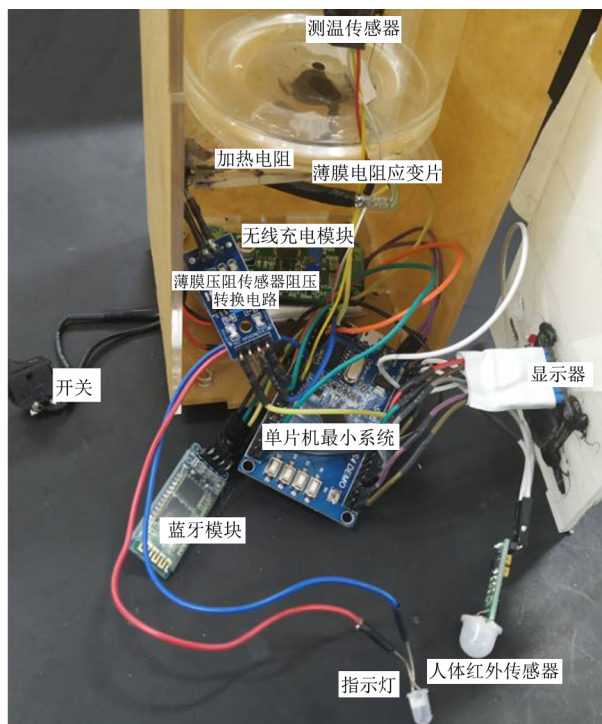


Figure 5. The internal structure of the prototype
图 5. 样机内部结构

5. 总结

样机经测试技术上达到设计目标，但有许多不足及工艺难题，如：显示器的选择需要根据美观设计后定做外观和大小，充电使用只能将水杯放在充电底座上完成，模块间都是单独设计制作完成后连接组合，占空间大且稳定性较差。随着设计的进一步优化，该设计理念可以更加符合人们的健康生活，解决现代人忽略科学饮水的意义，让科技带来方便和健康。

基金项目

临沂市科技局重点研发项目(No. 2015GG031)。

参考文献

- [1] 王政宇. 人工智能在生活中的应用及思考[J]. 中国战略新兴产业, 2018(11): 169.
- [2] 杜明芳. 人工智能赋能智慧城市[J]. 智能建筑, 2018(12): 18-22.
- [3] 聂光辉. 智能水杯开发与研制设想[J]. 发明与创新, 2008(9): 45.
- [4] 侯卫周, 顾玉宗. 一款单片机系统控制的温控智能水杯设计[J]. 实验室研究与探索, 2017, 36(3): 70-74.
- [5] 姚刚, 毛江, 熊学琴. 温度传感器在智能水杯设计中的应用[J]. 山西煤炭管理干部学院学报, 2013, 26(3): 134-135.
- [6] 石蕊, 许文超, 施树春, 等. 基于单片机的智能冷热两用水杯的设计[J]. 信息通信, 2014(12): 70.
- [7] 宏晶科技. STC15 系列单片机器件手册[Z/OL]. <http://www.stcmcudata.com/datasheet/stc/STC-AD-PDF/STC15.pdf>, 2019.
- [8] 贾红梅. 手机无线充电系统的研究[D]: [硕士学位论文]. 马鞍山: 安徽工业大学, 2017.
- [9] 侯卫周, 蒋俊华. 基于单片机系统的于机蓝牙智能锁设计[J]. 测控技术, 2016, 35(6): 132-136, 140.
- [10] 夏继强. 单片机实验与实践教程[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2001.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2326-3415，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：airr@hanspub.org