

文章编号: 1008-9209(2003) 03-0329-06

## 蓝牙技术在温室环境检测与控制系统中的应用

柳桂国<sup>1,2</sup>, 应义斌<sup>1</sup>

(1. 浙江大学 生物系统工程系, 浙江 杭州 310029; 2. 浙江工商职业技术学院, 浙江 宁波 315020)

**摘 要:** 应用蓝牙技术, 可以通过无线传输方式将检测到的温室环境原始数据发送给温室环境控制系统, 从而灵活、便捷地实现对温室环境的检测与控制。本文介绍了蓝牙技术、Ericsson ROK 101007 蓝牙模块及蓝牙微网构成的特点, 阐述了基于蓝牙模块的温室环境检测与控制系统的硬件与软件设计方法。

**关 键 词:** 蓝牙技术; 温室环境; 检测; 控制

**中图分类号:** TP273; TU261 **文献标识码:** A

LIU Gui-guo<sup>1,2</sup>, YING Yi-bin<sup>1</sup> (1. Dept. of Biosystems Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China; 2. Zhejiang Business Technology Institute, Ningbo, Zhejiang 315020, China)

**Application of Bluetooth technology in greenhouse environment monitor and control.** Journal of Zhejiang University (Agric. & Life Sci.), 2003, 29(3): 329-334

**Abstract** Based on Bluetooth technology, the collected greenhouse environment data could be transmitted to the control system by way of wireless communication, and thereby it would be much more flexible and conveniently to monitor and control the greenhouse environment. Bluetooth technology, its Ericsson ROK 101007 module, and the features of piconet were introduced, and the method of hardware and software design for the greenhouse environment detecting and controlling system based on Bluetooth technology was presented.

**Key words** Bluetooth technology; greenhouse environment; monitor; control

20世纪 80年代以来,随着各种传感器以及计算机技术的广泛应用,我国的温室环境自动检测与控制技术得到了迅速发展<sup>[2]</sup>,从而使温室的面积不断扩大,现代化程度不断提高。无论是单栋温室的独立检测与控制系统还是温室群的分布式检测与控制系统<sup>[3,4]</sup>,对温室环境

参数的检测,均普遍采用装有各种传感器(温度、湿度、日光等)的电子测量装置。这种装置必须根据不同作物的生长特点,科学、合理地布置,并且通过线缆与各种类型的执行机构相连接。如图 1为温室环境检测与控制系统结构图。系统主要由 5大部分组成: 传感器子系统、输出及驱动装置、计算机控制装置、中央计算机管理及控制系统以及通信控制子系统。为实现温室内部环境参数的检测及信号的传输工作,这些传感器与传输电缆共同组成了传感器子系统;输出及驱动装置是利用多路继电器、接触器等完

收稿日期: 2003-04-30

基金项目: 浙江省重大科技攻关招标项目(2002C12021)。

作者简介: 柳桂国(1963-),男,浙江宁波人,硕士,工程师,主要从事自动检测与控制研究。

通讯作者: 应义斌, Tel 0571-86971140, E-mail ybying@zju.edu.cn.

成各环境调节设备的启行工作;计算机控制装置用单片机技术实现多路数据采集;中央计算机管理及控制系统以及通信控制子系统主要为用户提供管理监控温室环境参数以及为温室

现场人员提供实验数据和决策依据的一软件管理系统,并采用 RS-485通信总线确保计算机与多个计算机控制装置之间的数据正确传输以及系统参数的远程控制。

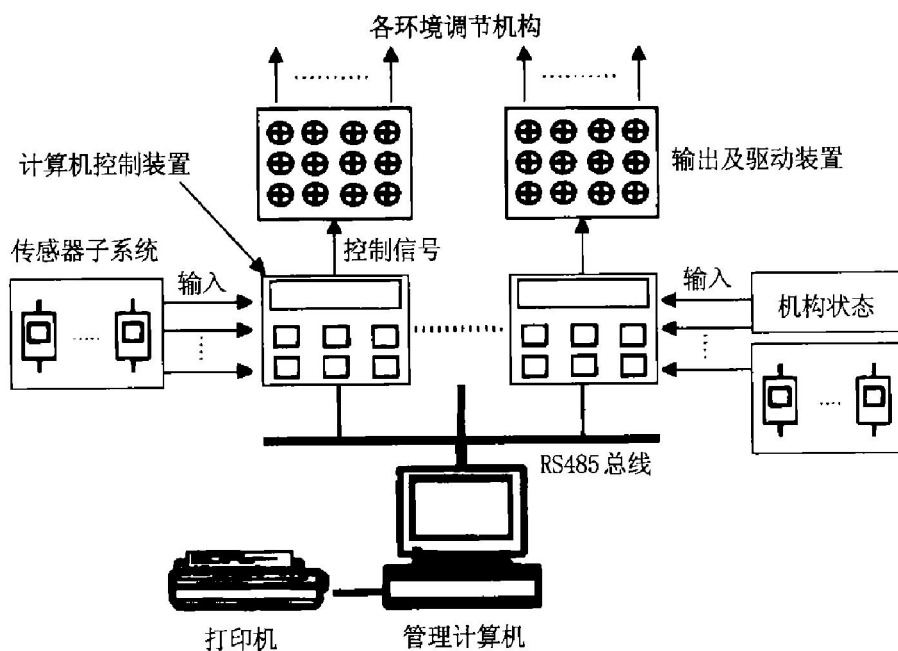


图 1 温室环境检测与控制系统结构

Fig. 1 Structure of detecting and controlling of greenhouse environment

为了科学、合理地实现大面积温室环境参数的自动检测与控制,电子检测装置和执行机构的设置不仅数量大而且分布广。连接着各个装置与机构的线缆,也因此纵横交错。当温室内生产的果蔬作物更替时,相应的电子检测装置和执行机构的位置常常需要调整,连接着各个装置与机构的线缆有时也需要重新布置。这不仅大了温室的额外投资成本,和安装与维护的难度,有时也影响了作物的良好生长。蓝牙技术 (Bluetooth) 是一种近几年发展起来的新型低成本、短距离的无线网络传输技术<sup>[1]</sup>。运用这种技术把温室环境自动检测与控制系统中的各个电子检测装置和执行机构无线地连接起来,以达到便捷地对温室环境参数自动检测,灵活地对温室环境参数的自动控制,是很有意义的。

## 1 检测与控制系统组成

图 2 为温室环境自动检测与控制系统的组成结构。系统主要由 5 大部分组成: 便携式环境参数采集器、控制器、温室、主机以及通信总线。

便携式环境参数采集器的内部装有温度、湿度、光照等各种传感器,并嵌入了蓝牙芯片,因此,这种参数采集器具有无线通信功能,可以便捷地放置在温室内的不同位置;控制器同样嵌有

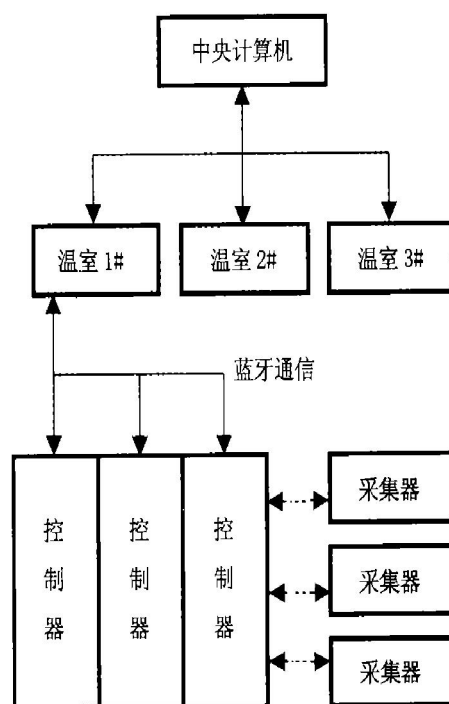
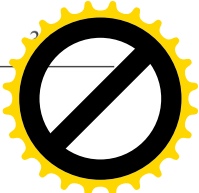
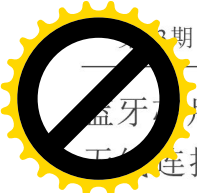


图 2 系统结构

Fig. 2 Structure of system



蓝牙芯片,它一方面与便携式环境参数采集器无线连接,另一方面通过 RS-485通信总线与温室内的计算机控制装置相连接。

### 1.1 蓝牙无线网络的构成

一个控制器和不超过 7个便携式环境参数采集器组成一个微网 (Piconet)<sup>[1]</sup>,控制器为微网的主单元,参数采集器为从单元.由于每一个微网只能有一个主单元,主单元与从单元采用时分复用 (TDD)技术进行数据传输<sup>[1,6]</sup>,因此,当多个微网构成一个散射网时,一个微网中的

主单元就成为另一个微网的从单元了。

### 1.2 蓝牙芯片

蓝牙芯片是一种内嵌有高性能微处理器的芯片或芯片组.目前有 Ericsson ROK 101007 单芯片模块,朗讯的 W7020+ W7400芯片组, Philips 的 LMX3162 芯片系列, Atmel 的 T2901 和 AT76C551 芯片以及 CSR 的 BlueCore™ 01和 02. 这些芯片具有低成本、低功耗、高性能的特征,使用这种产品的用户不需要线缆就可以进行方便快捷的通讯<sup>[5]</sup>。

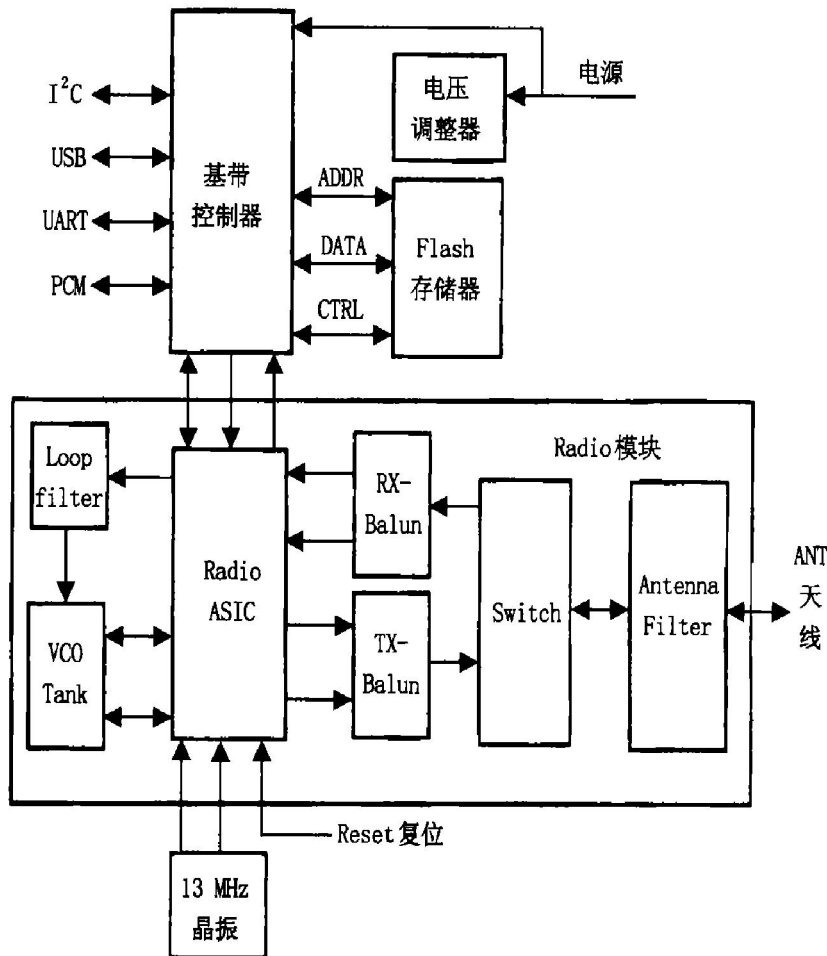


图 3 ROK101007结构框图

Fig. 3 Structure of ROK101007

ROK 101007是一块可以应用于各种信息电子产品中的蓝牙功能模块,蓝牙功能遵循蓝牙 V1.0B标准. 它的内部系统框图如图 3所示,主要包括 3个部分:基带控制芯片、Flash存储器和 Radio芯片.其主要功能参数有:支持 Bluetooth 1.0版;具有 2级 RF射频功率输出,最大 460 kb/s UART数据传输速率和 FCC和 ETSI纠错处理能力;提供 UART USB PCM I<sup>2</sup>C等多种 HCI接口和内部晶振,

内部预制 HCI框架,点到点、点到多点操作以及嵌入式屏蔽保护<sup>[6]</sup>。

## 2 接口电路

ROK101007芯片接口电路如图 4所示. 整个电路分 4个部分:发射机、嵌入式控制器、电源管理、接口逻辑. MS320C54x是 16bit定点 DSP,与 ROK101007以 UART方式连接,

作为接口电路的控制器。

发射机由蓝牙模块 ROK101007和阻抗为  $500\Omega$  的微型天线构成。初始化阶段,模块通过 UART方式接收控制器发送的 HCI命令,实现蓝牙设备的复位、启动、地址查询、跳频算法、自动寻呼等初始化操作,与附近的蓝牙设备建立可靠的物理链路,并对物理链路进行相应的加密。在数据传送阶段,模块接收控制器送来的

HCI数据包,经过 HCI固件 (HCI Firmware) 转化为基带数据包并送给基带协议层 (Baseband) 处理,基带对上层送来的数据进行解码,将其转变为可以发送的位数据流,按照设定的跳频算法,采用高斯频移键控 (GFSK) 编码方式通过微型天线发送出去<sup>[6]</sup>。接收数据时,以相反的过程将接收到的数据进行编码,组合成 HCI数据包格式并通过 UART口送给控制器。

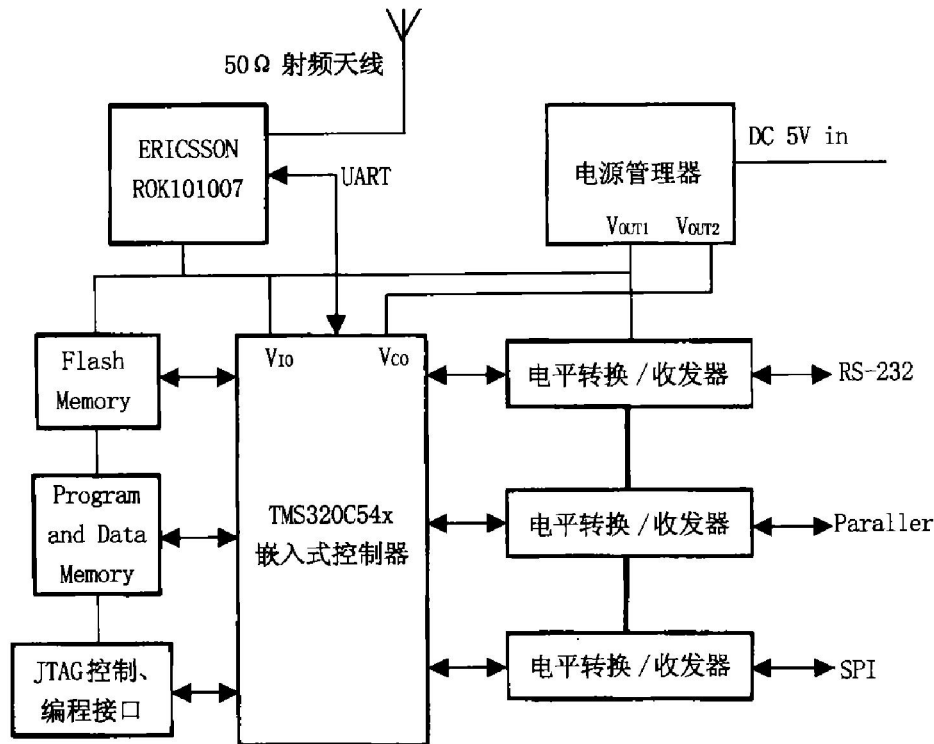


图 4 接口电路

Fig. 4 Interfacing circuit

嵌入式控制器由定点数字信号处理器 TMS320C54x Flash Memory 和 SRAM 组成,完成对蓝牙模块的初始化、数据传送以及协议实现等功能。

控制逻辑包括应用接口和控制接口。控制接口为控制器的 HPI 接口,主要实现系统在线特殊控制和 Flash 在线编程。应用接口包括 RS-232/RS-485 串行接口逻辑、并行接口逻辑 (如 IEEE488 总线) 和 SPI 同步串口逻辑。在不同的嵌入式应用中,分别通过不同的接口形式实现嵌入式系统与主设备控制器的连接。

### 3 软件设计方法

蓝牙模块中的固件固化了蓝牙标准 V1.

0B 的命令集,它包括低层与主控制器接口 (HCI, Host Controller Interface) 和链路管理 (LM, Link Manager) 的各种命令。

#### 3.1 HCI 命令及格式

HCI 对基带和链路管理提供统一命令,并设置相应的状态寄存器。HCI 有 3 类命令包:

HCI 命令包: 适用于主机对蓝牙模块发送;  
HCI 事件包: 用于蓝牙模块对主机的回送;  
HCI 数据包: 实现主机与蓝牙模块的双向传输。

PC 或微处理器通过 UART 接口向蓝牙模块提供 HCI 命令,并从蓝牙模块接受 HCI 事件。模块中的 LM 根据 HCI 命令建立链路,主机通过 UART 对蓝牙模块提供 4 种 HCI 包格式,参见表 1。

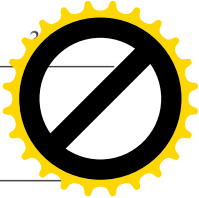
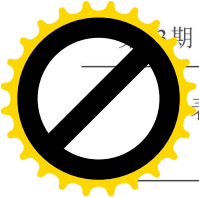


表 1 HCI包格式与对应的包标志器

Table 1 Mode of HCI pack and its tag

HCI包格式		HCI包标志器
HCI	命令包	0X01
HCIACL	数据包	0X02
HCISCO	数据包	0X03
HCI	事件包	0X04

定时器用于蓝牙模块的分时操作,定时器参数通过 HCI命令写入定时寄存器,并可以通过 Read\_ XXX\_ XXX命令读出.

主机则通过 Read\_ BD\_ ADDR命令寻找具有 BD\_ ADDR地址参数的蓝牙模块.

### 3.2 蓝牙模块点对点链路的建立

Write\_ Scan\_ Enable命令用来建立蓝牙模块处于搜索状态,其格式见表 2.

可以根据以下基本设置进入搜索寻呼状态:

Read Event Filter

Write Scan Enable ( Scan Enable 0x03)

表 2 搜索命令格式

Table 2 Mode of probing command

命 令	OCF	参 数	返回值
HCI	0X001A	Scan_ Enable	Status

Write Voice Setting (Voice Channel Setting 0x0060)

Write Authentication Enable ( Authentication Enable 0x00)

Set Event Filter (ConnectionSetupFilter Connections From All Devices, Auto Accept 0x02)

Write Connection Accept Timeout (Connection Accept Timeout 0x2000)

WritePageTimeout ( Page Timeout 0x3000)

Create\_ Connection命令用于建立对另一蓝牙模块的链路,其格式见表 3.

表 3 链路命令格式

Table 3 Mode of connecting command

命 令	OCF	参 数	返回值
HCI_ Create_ Connection	0X005	BD_ ADDR Packet_ Type Packet_ Scan_ Repetition_ Mode Packet_ Scan_ Mode Clock_ Offset Allow_ Role_ Switch	

寻呼状态的设置如下:

Create\_ Connection

BD\_ ADDR 0XYYYYYYYYYYYY,

Packet\_ Type 0X0008,

Page Scan Repetition Mode 0x01,

Page Scan Mode 0x00,

Clock\_ Offset 0x0000,

Allow\_ Role\_ Switch 0x00.

### 3.3 软件流程

系统软件包括系统初始化、Flash编程、建立物理链路、数据传送和接收等.整个软件流程如图 5.

蓝牙模块包括了所有 HCI命令,因此,应

用软件所需要的命令可以通过访问固件中的寄存器和控制器进行相应的选用.整个应用软件开发需要借助于 Ericsson 蓝牙开发装置 (EBDK Ericsson Bluetooth Develop-ments Kit)进行.

## 4 结束语

蓝牙技术是一种近几年发展起来的新型无线网络传输技术.应用这种技术把温室环境自动检测控制系统中的各个电子检测装置和执行机构无线地连接起来,达到便捷地对温室环境参数的自动检测,灵活地对温室环境参数的自

控制的目的,但需要在电子检测装置和执行器设计.

机上嵌入蓝牙芯片,并进行接口设计和软件

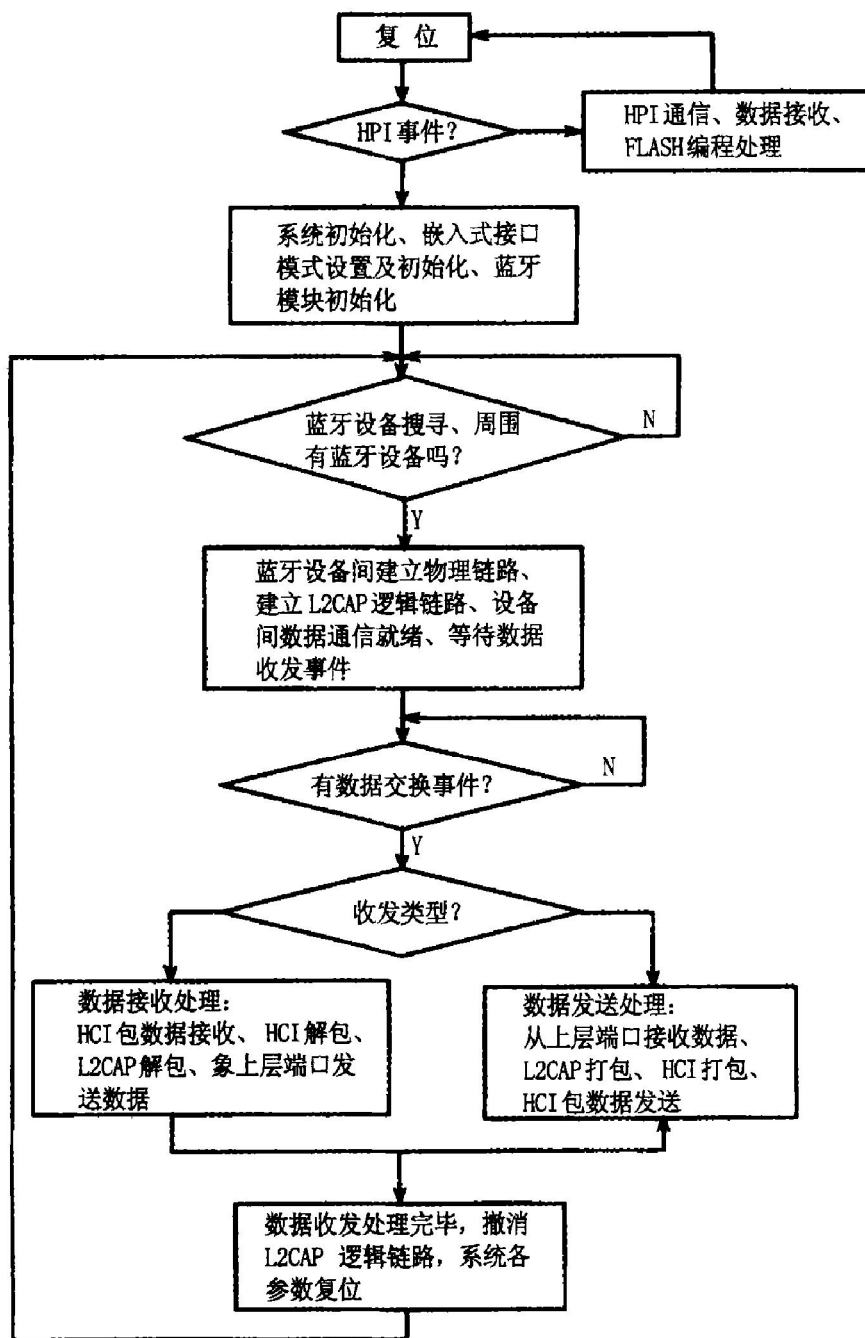


图 5 程序流程

Fig. 5 Flow diagram

## References

- [1] Nathan J. Muller. *Bluetooth Demystified* [M]. The U. S. A The McGraw-Hill Companies, Inc, 2001.
- [2] YY Han-ye, MA Cheng-ling, SHEN Rui-dong (于海业, 马成林, 孙瑞东). Automeasuring System for greenhouse [J]. *Trans. of the CSAE* (农业工程学报), 1997, 13: 262-263. (in Chinese)
- [3] DONG Qiao-xue, WANG Yi-ming (董乔雪, 王一鸣). Research and Development of Greenhouse Computer Distributed Auto-control System [J]. *Trans. of the CSAE* (农业工程学报), 2002, 7: 94-97. (in Chinese)

- [4] TENG Guang-hui, LI Chang-ying (滕光辉, 李长缨). DNC-A New Scheme for the Automation of Greenhouse Environment Control [J]. *Transactions of the CSAE* (农业工程学报), 2002, 9: 118-122. (in Chinese)
- [5] CHEN Jian, GUO Xin-ming, LIU Xiao-dong (陈剑, 郭兴明, 刘晓东). The Application for Supervising Room [J]. *Application of Electronic Technique* (电子技术应用), 2002, 5: 46-48. (in Chinese)
- [6] JING Ten, XU Guang-ren, SHEN Rei (金纯, 许光辰, 孙睿). *Bluetooth Technology* (蓝牙技术) [M]. Beijing Electronic Industry Press, 2001. (in Chinese)