

# 基于 MSP430 和 CC2530 的温室大棚数据采集系统设计

陈树成<sup>1</sup>, 杨志勇<sup>2</sup>, 王建佳<sup>2</sup>

(1. 成都信息工程学院 四川 成都 610225; 2. 中国华云气象科技集团公司 北京 100081)

**摘要:** 设计基于 MSP430F149 单片机为主控制单元, CC2530 为数据采集单元的温室大棚数据采集系统。CC2530 连接温湿度传感器 AM2301、二氧化碳传感器 TGS4161 和光照传感器 BH1750, 对温室大棚内的温湿度、二氧化碳浓度和光照强度进行采集, 并将采集到的数据发送给配有 CC2530 模块的 MSP430F149 单片机, 由单片机对收到的数据进行分析处理并发送给上位机存储显示。给出了系统的整体框图、采集电路和系统软件流程图。实际测试表明, 系统能够准确的完成温湿度、二氧化碳浓度和光照强度的采集, 功耗较低, 具有智能化传感器网络的特点, 在智能农业领域有着很好的市场前景和推广价值。

**关键词:** MSP430; CC2530; 数据采集; 无线传输

**中图分类号:** TN02

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1674-6236(2014)05-0168-04

## Design of greenhouse data acquisition system based on MSP430 and CC2530

CHEN Shu-cheng<sup>1</sup>, YANG Zhi-yong<sup>2</sup>, WANG Jian-jia<sup>2</sup>

(1. Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225, China;

2. Huayun Meteorological Science and Technology Corporation of China, Beijing 100081, China)

**Abstract:** Greenhouse data acquisition system is designed by using MSP430F149 microcontroller as control unit and CC2530 as acquisition unit. The CC2530 connects temperature and humidity sensor AM2301, carbon dioxide sensor TGS4161 and light sensor BH1750, collects the temperature and humidity, carbon dioxide concentration and light intensity inside the greenhouse, and then sends the collected data to the MSP430F149 microcontroller with CC2530 module. The microcontroller analyzes and processes the data received and then sends the data to the host computer to store and display. The overall system block diagram, acquisition circuit and system software flowchart are showed in this paper. Actual tests show that the system is able to collect temperature and humidity, carbon dioxide concentration and light intensity accurately. It has low power consumption and the features of intelligent sensor networks. It has good market prospects and promotion value in the field of intelligent agriculture.

**Key words:** MSP430; CC2530; data acquisition; wireless transmission

农作物的生长受到自然条件的影响, 如温湿度、二氧化碳浓度和光照等。随着计算机技术和无线传感网络的发展, 用信息技术改造农业尤其是农业温室大棚是农业发展的必然阶段<sup>[1]</sup>。温室环境检测是实现温室智能化控制的一个重要环节。如何有效的利用传感器技术、自动检测技术、通讯技术和计算机技术, 研制出对温室温度、湿度、光照和二氧化碳浓度等多种温室环境要素进行测量的数据采集系统, 是科技工作者面临的重要课题<sup>[2]</sup>。中国的智能温室大棚起步较晚, 已有的温室大棚控制系统采集环境要素单一, 技术还不够成熟。因此, 设计一套具有自主知识产权的温室大棚数据采集系统是十分必要的。本文设计了一套使用超低功耗单片机 MSP430F149 为控制核心的温室大棚数据采集系统, 能够实现对温室大棚内的温湿度、二氧化碳浓度和光照实时采集传输, 由主控单元将采集到的数据经过分析处理后, 通过 USB 发送

到上位机进行实时显示与存储。该系统使用的硬件资源较少, 电路工作稳定, 功耗较低, 便于携带和安装。

## 1 总体设计

系统的总体结构图如图 1 所示。

CC2530 连接温湿度传感器 AM2301、二氧化碳传感器 TGS4161 和光照传感器 BH1750, 测出实时的温度、二氧化碳浓度和光照强度, 对这些数据进行处理后打包发送给 CC2530 路由节点, 路由节点再将接收到的数据发送给带有 CC2530 无线模块的 MSP430F149。MSP430F149 对路由节点发送来的数据进行分析, 滤除掉无效的数据, 将数据通过 USB 发送给上位机存储显示。USB 端口所起到的作用还有 MSP430F149 的 BSL 方式程序下载。对于长度小于 50 米的温室大棚, 可以选择合适的位置放置一个接有传感器的 CC2530 模块; 对于长度较长的温室大棚, 可按照 CC2530 的一般传输距离适当增加

收稿日期: 2013-07-27

稿件编号: 201307198

作者简介: 陈树成 (1988—), 男, 辽宁朝阳人, 硕士研究生。研究方向: 信号与信息处理、嵌入式系统。

CC2530 模块的数量。

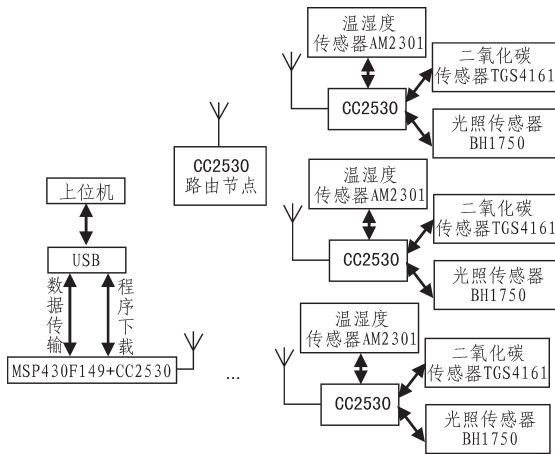


图 1 系统总体结构图

Fig. 1 Overall structure diagram of the system

## 2 系统硬件设计

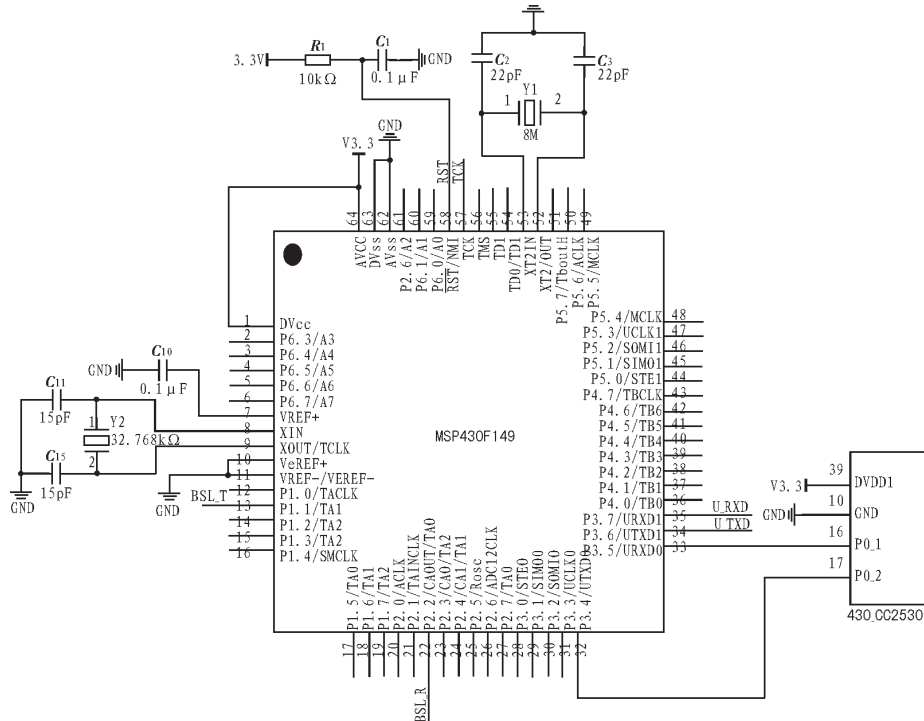
### 2.1 接有 CC2530 无线模块的 MSP430F149 电路

MSP430 系列单片机是 TI 公司 1996 年开始推向市场的一种 16 位超低功耗的混合信号处理器。以 MSP430F149 为例，

其主要特点有：1) 超低功耗。待机电流小于  $1\ \mu\text{A}$ ，在 RAM 数据保持方式时仅耗电  $0.1\ \mu\text{A}$ ，活动模式时耗电  $250\ \mu\text{A}$ 。在系统中共有 1 种活动模式（AM）和 5 种低功耗模式（LPM0-LPM4）。2) 强大的处理能力。MSP430F149 采用了目前流行的、颇受学术界好评的精简指令集结构，1 个时钟周期就可以执行 1 条指令。3) 高性能模拟技术及丰富的片上外围模块。内部集成看门狗定时器、12 位 ADC、DMA 控制器、基本定时器和串行通信（UART、IIC、SPI）等<sup>[3]</sup>。

CC2530 是用于 IEEE802.15.4、ZigBee 和 RF4CE 应用的一个真正的片上系统（SoC）解决方案。它能够以非常低的总材料成本建立强大的网络节点。CC2530 结合了领先的 RF 收发器的优良性能，业界标准的增强型 8051CPU，系统内可编程闪存 8KB RAM 和许多其他的强大功能。CC2530 有 4 种不同的闪存版本：CC2530F32/64/128/256，分别具有 32/64/128/256KB 的闪存。CC2530 具有不同的运行模式，使得它尤其适应超低功耗要求的系统。CC2530 结合了 TI 公司业界领先的 ZigBee 协议栈（Z-Stack<sup>TM</sup>），提供了一个强大和完整的 ZigBee 解决方案。

MSP430F149 与无线模块 CC2530 的电路连接如图 2 所示。此模块设计利用了 MSP430F149 的超低功耗特点，通过



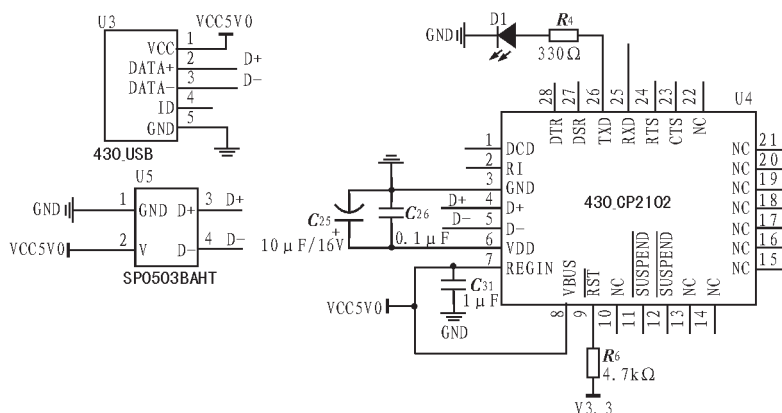


图3 MSP430F149 的USB转串口电路  
Fig. 3 USB to serial circuit of MSP430F149

出的USB接口与RS232接口转换器CP2102。CP2102是一款高度集成的USB-UART桥接器,提供一个使用最小化元件和PCB空间来实现RS232转换USB的简便解决方案,包含了USB功能控制器、USB收发器、振荡器和带有全部调制解调器控制信号的异步串行数据总线<sup>[4]</sup>。其中USB选用目前比较通用Micro-USB,在两根数据线D+和D-上采用SP0503BAHT保护,用于抑制静电阻抗和其它瞬态电压,帮助保护数据、信号或者控制线路的模拟输入。

### 2.3 接有传感器的CC2530无线模块电路

接有传感器的CC2530的无线模块电路如图4所示。此模块设计利用CC2530连接温湿度传感器AM2301、二氧化碳传感器TGS4161和光照传感器BH1750,实现对温湿度、二氧化碳浓度和光照强度的测量。由于温室大棚内一天之中的环境变化不是特别明显,通过实际考察,推算出各个环境变量的测量时间间隔。温湿度的测量为10分钟一次,二氧化碳

的测量为2小时一次,光照强度为30分钟一次,其它时间模块均处于低功耗的睡眠状态。当10分钟定时时间到时,模块从睡眠唤醒,对温室大棚内的温湿度进行采样测量,将数据发送至CC2530路由节点,发送成功后继续进入睡眠状态;30分钟定时时间到时,模块从睡眠唤醒,对温室大棚内的光照强度进行采样测量,将数据发送至CC2530路由节点,发送成功后继续进入睡眠状态;2小时定时时间到时,模块从睡眠唤醒,对温室大棚内的光照强度进行采样测量,将数据发送至CC2530路由节点,发送成功后继续进入睡眠状态;这样就完成了对温室大棚内3种环境要素的测量。

AM2301数字温湿度传感器采用专用的数字模块采集技术和温湿度传感技术,确保产品具有极高的可靠性与卓越的长期稳定性。AM2301的供电电压为5V,为4针单排引脚封装。传感器上电之后,要等待1s以越过不稳定状态,在此期间无需发送任何指令<sup>[5]</sup>。AM2301的引脚2为数据线DATA,用于

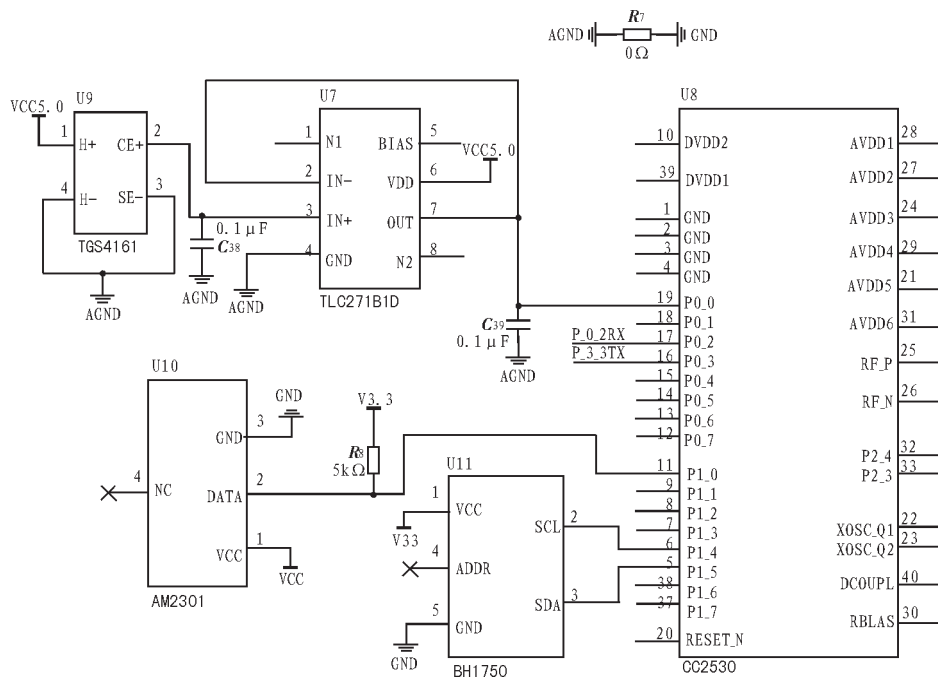


图4 接有传感器的CC2530电路  
Fig. 4 Circuit of CC2530 connected with sensors

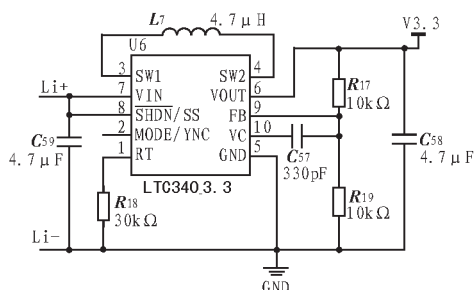
CC2530 与 AM2301 之间的通讯和同步, 采用单总线数据格式, 测量精度分别为温度 16bit, 湿度 16bit。

TGS4161 是由半导体气体传感器制造商 Figaro 几年前推出的一款长期稳定工作的二氧化碳传感器, 供电电压为 5 V, 它由置于衬垫上的对二氧化碳敏感的固态电解质构成, 并配有加热器, 以减小环境温度改变对测量的影响; TGS4161 非常脆弱, 一个持续流经高阻抗传感器核心的电流就会烧毁它<sup>[6]</sup>, 所以设计中选用 TLC271 对传感器进行保护。传感器输出电平端通过 TLC271 与 CC2530 的 AD 端口 P0\_0 相连接。

BH1750 是一种不区分光源的数字型环境光强度传感器, 供电电压为 3.3 V, 采用两线式串行总线接口的集成电路, 根据收集的光线强度数据进行环境监测, 具有 1~65535lx (lx 为光照强度单位) 的高分辨率, 可支持较大范围的光照强度变化<sup>[7]</sup>。设计的模块中, BH1750 的 SCL、SDA 引脚分别与 CC2530 的 P1\_4 和 P1\_5 相连接。

## 2.4 锂电池供电电路

考虑到在温室大棚内使用 CC2530 需要在无人值守的情况下工作, 连接传感器的 CC2530 以及 CC2530 路由节点均使用锂电池供电。锂电池供电电路如图 5 所示, 左边部分为锂



电池转 3.3 V 电路, 右边部分为锂电池转 5 V 电路, 转换芯片选用 LTC3440。

本设计采用市面上最常用的锂电池作为电源, 可充电的锂离子电池的额定电压为 3.6 V。锂离子电池的放电曲线平坦, 可以保证 CC2530 模块收发数据时具有更好的线性特征。Linear Technology 公司的 LTC3440 是一种高效率、固定频率、降压-升压型的 DC/DC 转换器, 能够用单个电感器调节输出电压, 使其高于、低于或等于输入电压, 其输入和输出的电压范围均为 2.5~5.5 V。LTC3440 在所有的工作模式下都具备连续传送功能, 非常适用于延长单节锂电池或者镍氢电池的工作时间<sup>[8]</sup>。其中锂电池转 3.3 V 电压用来给 CC2530 无线模块、BH1750 传感器供电, 锂电池转 5 V 用来给 TGS4161 传感器和 AM2301 传感器供电, 如果接有 CC2530 模块的 MSP430F149 模块不与上位机间进行通讯, 也可采用锂电池转 3.3 V 供电。

## 3 系统软件设计

本系统中 MSP430F149 的开发环境为 IAR Embedded Workbench Evaluation for MSP430 5.30, CC2530 的开发环境为 IAR Embedded Workbench for 8051 8.10 Evaluation。CC2530 所

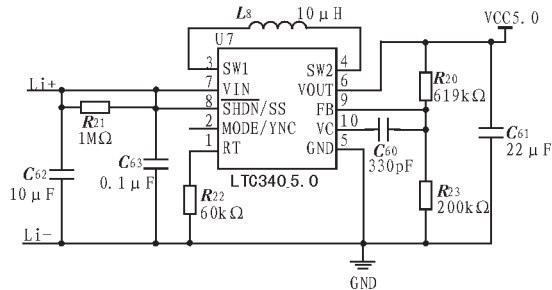


图 5 锂电池供电电路

Fig. 5 Lithium battery power supply circuit

使用的协议栈为 TI 公司的 ZStack-CC2530-2.3.0-1.4.0。系统的软件流程图如图 6 所示, 其中左边为与 CC2530 相连接的 MSP430F149 软件流程图, 右边为连接传感器的 CC2530 数据采集发送流程图。

## 4 结 论

该温室大棚数据采集系统以 MSP430F149 与 CC2530 为核心硬件资源, 各电路工作稳定, 系统搭建后无需人员长期值守, 各采集模块独立工作。实际测试表明, 该系统能够准确采集到温室大棚内的温湿度、二氧化碳浓度和光照强度数据, 并能够成功的发送给 MSP430F149 单片机, 系统通过休眠机制大大降低了系统的功耗, 在智能农业领域有着广阔的发展空间。

### 参考文献:

- [1] 兰瑞莉, 刘成安, 毛跟勇. 无线传感网络在农业大棚监测系统中的应用 [J]. 电脑知识与技术, 2009, 5(28): 7868-7869.
- LAN Rui-li, LIU Cheng-an, MAO Gen-yong. Wireless sensor networks application in agricultural greenhouses monitoring

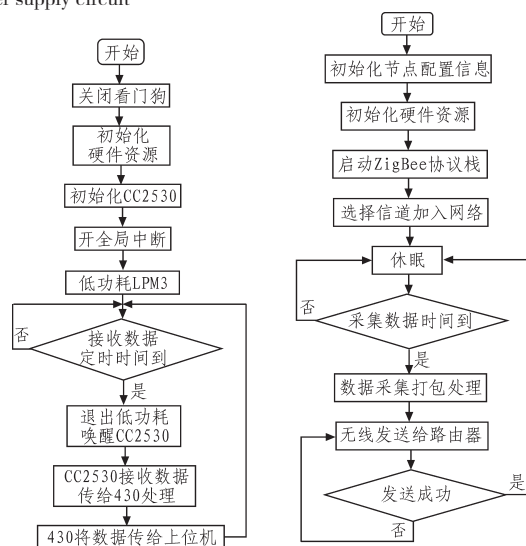


图 6 系统软件流程图

Fig. 6 System software flowchart

system[J]. Computer Knowledge and Technology, 2009, 5(28): 7868-7869.

- [2] 高云, 梁秀英, 王为. 基于 MSP430 的温室多路数据采集系 (下转第 174 页)



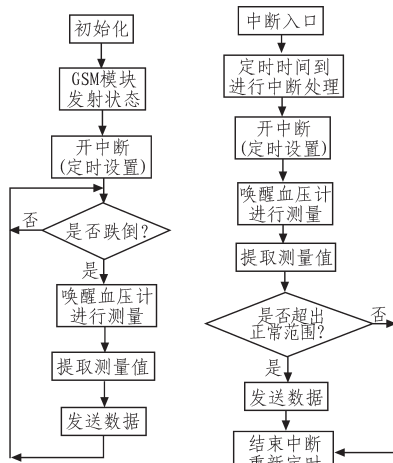


图5 从站系统程序流程图

Fig. 5 Flow chart of slave station

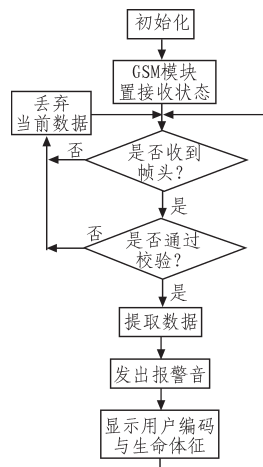


图6 主站系统程序流程图

Fig. 6 Flow chart of master station

实现[J]. 计算机工程, 2010, 36(10): 251-253.

ZHOU Xiao, LI Ming, BU Jia-jun, et al. Design and implementation of mobile remote medical surveillance system[J]. Computer Engineering, 2010, 36(10): 251-253.

[2] Paksuniemi M, Sorvoja H, Alasaarela E, Myllyla R. Wireless sensor and data transmission needs and technologies for patient monitoring in the operating room and intensive care unit[C]// Annual International Conference of the Engineering in Medicine and Biology Society, 2005, IEEE-EMBS, 2005, 27th.

[3] 胡大可. MSP430 系列单片机 C 语言程序设计与开发[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003.

[4] 陈炜, 佟丽娜, 宋全军, 等. 基于惯性传感器的跌倒检测系统设计[J]. 传感器与微系统, 2010, 29(8): 117-119.

CHEN Wei, TONG Li-na, SONG Quan-jun, et al. Design of fall detection system based on inertial sensors[J]. Transducer and Microsystem Technologies, 2010, 29(8): 117-119.

[5] Gaetano A, Alessandro T, Nicola C, et al. Development of a novel algorithm for human fall detection using wearable sensors[C]// Sensors, 2008 IEEE, 2008: 1336-1339.

[6] 田永毅. 基于无线传感器网络的监测与报警系统设计[J]. 电子设计工程, 2013, 21(9): 125-127.

TIAN Yong-yi. The design of monitoring and alarm system based on wireless sensor network[J]. Electronic Design Engineering, 2013, 21(9): 125-127.

[7] 杨润丰. 基于 GSM 双音多频信号控制的小车设计[J]. 电子科技, 2013(2): 11-12, 16.

YANG Run-feng. GSM-based DTMF controlled vehicle[J]. Electronic Science and Technology, 2013(2): 11-12, 16.

(上接第 171 页)

统[J]. 农机化研究, 2009(8): 187-189.

GAO Yun, LIANG Xiu-ying, WANG Wei. Multi-channel data acquisition system of greenhouse based on MSP430[J]. Agricultural Mechanization Research, 2009, 8: 187-189.

[3] 沈建华, 杨艳琴. MSP430 系列 16 位超低功耗单片机原理与实践[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2008.

[4] 徐民, 张博. 基于 CP2102/CP2103 的 RS232 接口转换为 USB 接口的应用设计[J]. 国外电子元件, 2008(5): 15-17.

XU Min, ZHANG Bo. RS232 interface into a USB interface application design based on CP2102/CP2103[J]. International Electronic Elements, 2008(5): 15-17.

[5] 门少杰, 王宝珠. 基于 Nrf905 的温室环境无线测控系统研究[J]. 电子质量, 2010(8): 1-3.

MEN Shao-jie, WANG Bao-zhu. Wireless greenhouse environment monitoring system based on Nrf905[J]. Electron

Mass, 2010(8): 1-3.

[6] 朱学亮. 二氧化碳检测仪[J]. 电子制作, 2009(6): 25-27.

ZHU Xue-liang. Carbon dioxide detector[J]. Electronic Production, 2009(6): 25-27.

[7] 云中华, 白天蕊. 基于 BH1750FVI 的室内光照强度测量仪[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2012(6): 27-29.

YUN Zhong-hua, BAI Tian-rui. Indoor light intensity measuring instrument based on BH1750FVI[J]. Microcontrollers & Embedded Systems Application, 2012(6): 27-29.

[8] 刁慧琴, 朱凌云. 基于 ZigBee 无线传感网络技术的污染气体检测系统[J]. 现代电子技术, 2011, 20(34): 171-174.

DIAO Hui-qin, ZHU Ling-yun. Pollution gas detection system based on ZigBee wireless sensor network technology[J]. Modern Electronic Technology, 2011, 20(34): 171-174.