

基于物联网技术的设备温湿度远程监测系统研究

张震宇,王洁伟,华群辉

(浙江科技学院 自动化与电气工程学院,杭州 310023)

摘要: 针对目前大部分工厂的生产设备缺乏有效的计算机监测系统这一现状,研究了一种基于物联网技术的远程监测系统。它以 ARM 处理器为核心,以无线射频数据传输为手段,应用计算机管理软件和网络技术,将整个系统构成一个物联网,实现了对设备的全自动化温湿度远程监测。同时介绍了该系统的基本工作原理,描述了系统的整体硬件构成,分析了模块化软件设计要点,归纳了该系统的特点。该系统是物联网技术在工业上的一个典型应用案例,可在相关行业中推广应用。

关键词: 物联网;远程监测;无线通信;ARM;温湿度传感器

中图分类号: TN919.72;TP212.9

文献标志码: A

文章编号: 1671-8798(2013)03-0194-06

Research on remote monitoring system of temperature and humidity for equipment based on IOT technology

ZHANG Zhenyu, WANG Jiewei, HUA Qunhui

(School of Automation and Electrical Engineering, Zhejiang University of
Science and Technology, Hangzhou 310023, China)

Abstract: Currently, most of the production equipments in the factory are lack of effective computer monitoring system. In view of this situation, a remote monitoring system is researched, basing on internet of things (IOT) technology. The system takes ARM microcontroller as the core, and the wireless radio frequency data transmission as the means. Meanwhile, the computer management software and network technology is applied. Thus, the whole system is combined into an IOT, and the automatic remote monitoring function of temprature and humidity for the equipments is achieved. The basic working principle of the system is introduced, the overall hardware structure is described, and the modular software design elements are analyzed. Furthermore, the characteristics of the system are summarized. The system is a typical application case of IOT in industry, and related application promotions can be carried out in the future.

Key words: internet of things; remote monitoring; wireless communication; ARM; temperature and humidity sensor

收稿日期: 2013-03-01

基金项目: 浙江科技学院自制实验仪器设备项目 (ZZSB201206)

作者简介: 张震宇(1976—),男,浙江省兰溪人,副教授,硕士,主要从事电子技术、无线通信技术等研究和应用。

目前,中国大多数中小型企业生产设备以“单机”方式运行,即每台设备各自独立工作,不和因特网连接,其工况主要依靠人工监测。以塑料加工厂为例,其主要设备是注塑机,在生产作业过程中,注塑机的相关物理参数会发生变化,可能导致出现大量次品。为防止这种情况发生,需安排专人监测注塑机的工况参数,在中国劳动力成本不断上升、信息技术迅猛发展的今天,这样做不仅浪费人力、物力,也不符合科技发展的潮流。因此,利用自动化、信息化技术对这些生产设备进行监测,已刻不容缓,势在必行。

现有的工厂设备监控以采用有线方式为主,通过将设备节点、中继器及监控中心组成 RS485、CAN 等控制网络,设备节点被纳入控制管理系统。这样大大提高了监控效率,同时节省了人力成本,但有线方式最大的缺点是其布线过程繁琐,施工难度取决于具体场地情况。

物联网的概念最早是由麻省理工学院(MIT)于 1999 年提出的,其最初的设想是为商品供应链中使用 RFID 或 EPC 的公司进行信息化操作和管理,随着物联网应用领域的不断扩大,物联网的概念也开始得到很大的拓展。目前普遍较为认可的物联网定义是:通过射频识别、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备,按约定的协议,把任何物品与互联网连接起来,进行信息交换和通信,以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络^[1]。因其“物物相联”的特点,物联网一经出现便在全球得到了广泛的应用,典型的有物流、监控、智能家居、交通等行业。

笔者从物联网的基本概念出发,通过应用近距离无线通信技术,研究了一种设备远程监测系统,适用于制造业工厂车间。该系统架构简洁、配置灵活、功能完善,有较高的性价比,是物联网技术在工业上推广应用的一个典型案例。

1 系统硬件构成

按结构层次,整个系统自下而上可分为现场数据采集节点、中心节点和计算机三部分。每个采集节点由温湿度传感器、主控模块和无线通信模块组成,中心节点由主控模块和无线通信模块组成,计算机则是整个系统的管理中枢。该系统的整体硬件构成如图 1 所示。

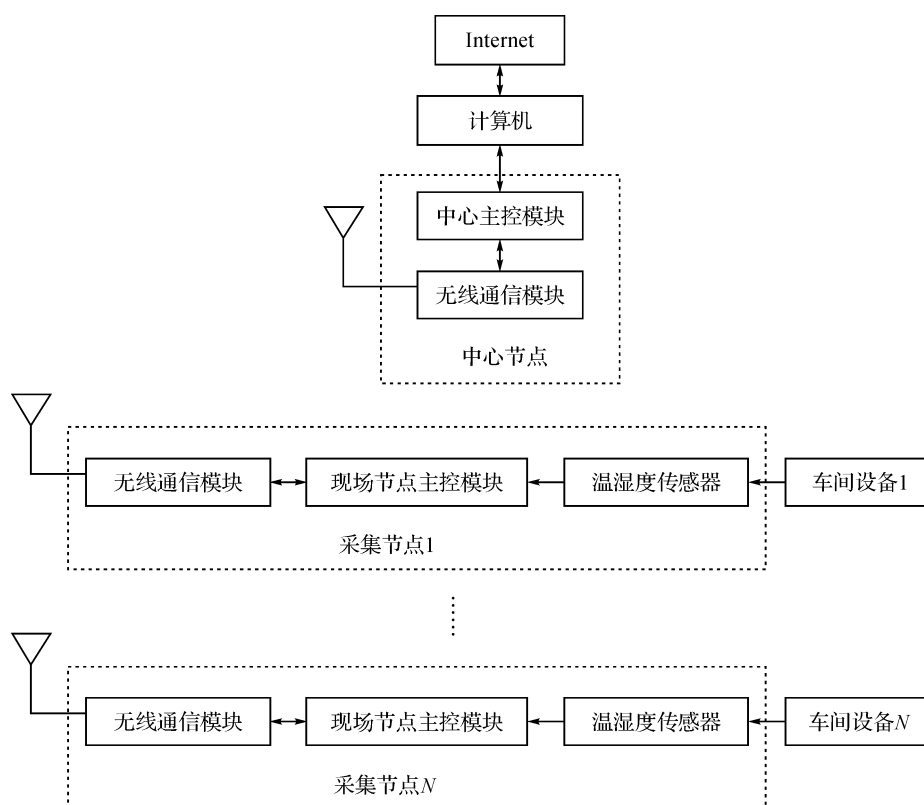


图 1 系统整体硬件构成示意图

Fig. 1 Diagram of overall hardware composition for system

1.1 现场数据采集节点

现场数据采集节点是本系统的最底层,置于车间现场,每台设备一般配备 1 个采集节点。其主要作用是通过和中心节点进行双向无线通信,根据中心节点发出的功能指令,采集设备上待监测的相关物理参数,并发送至中心节点。该节点主要由温湿度传感器 AM2301、Si4432 无线射频电路和 PIC16F690 单片机等构成。AM2301 是一款单总线式的一体化温湿度传感器^[2],其温度测量范围为 $-40\sim 80\text{ }^{\circ}\text{C}$,分辨率为 $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (16 bit),相对湿度分辨率为 $0.1\%\text{RH}$ (16 bit),典型工作电压为 5 V ,适合作为车间设备温湿度监测之用。Si4432 无线射频电路是 Silicon Labs 公司推出的一款高集成度、低功耗和多频段的 EZRadioPro 系统无线通信芯片^[3],是一个 CMOS 射频集成电路,包含了所有 ISM 频段应用所需的发射和接收功能,可工作在 315/433/868/915 MHz 的 4 个频段,其典型工作电压为 3.3 V 。Si4432 外围电路设计非常简洁,只需 1 个晶振,再加上几个电容和电感即可。射频前端采用了分集式开关电路 SKY13267,以实现无线发送和接收的自动切换。PIC16F690 单片机是 Microchip 公司推出的一款 RISC 型工业级 8 位 MCU,其抗干扰能力强、功耗低,内部资源丰富^[4],配置了外部中断、定时器、看门狗等常用功能模块,非常适合用于工业控制,其典型工作电压为 3.3 V 。采集节点电路原理见图 2,其中有 2 个等级的电压,一路是 5 V 电源适配器直接输出,供给传感器;另一路是 5 V 电压经 AMS1117 降压后得到 3.3 V ,供给无线射频电路和单片机。

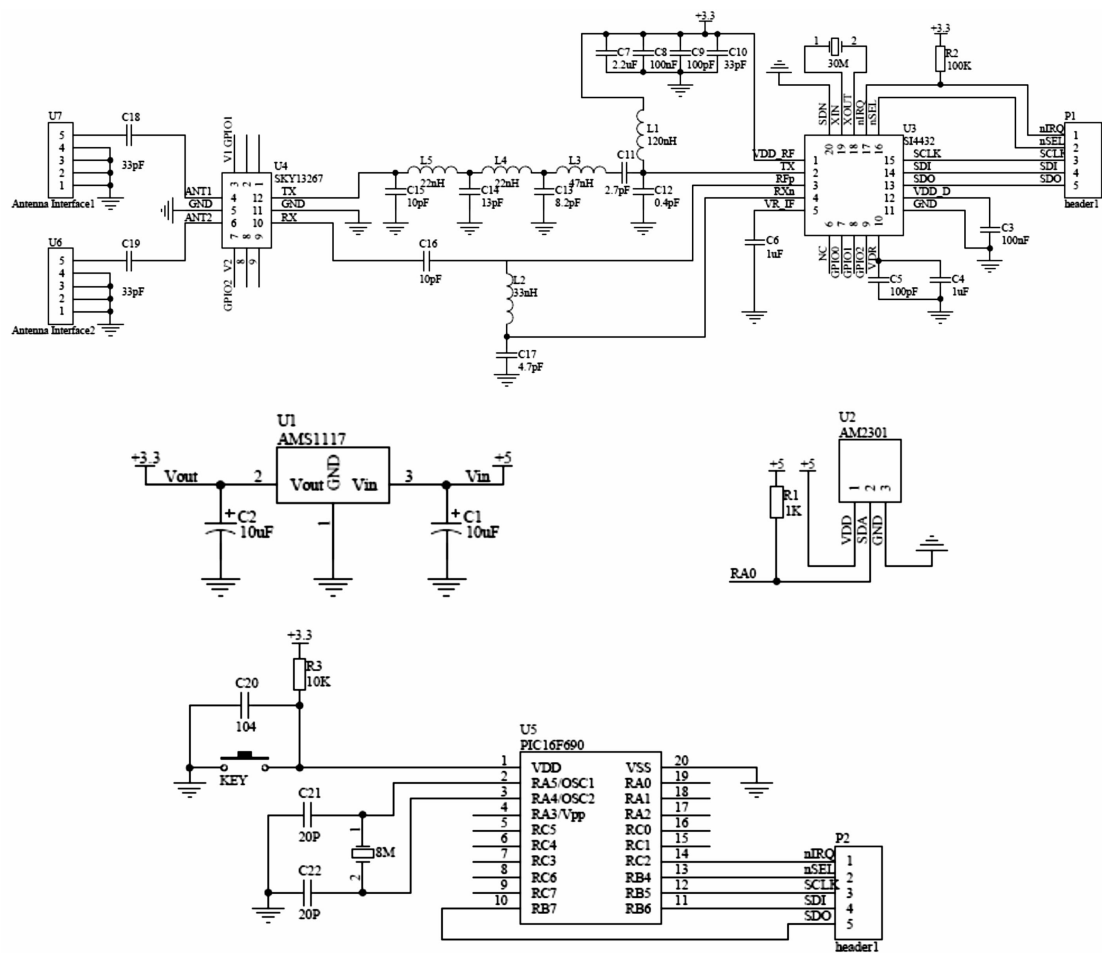


图 2 采集节点电路原理图

Fig. 2 Schematic circuit of data acquisition node

1.2 中心节点

中心节点处于本系统的中间层,是联系采集节点和管理计算机的桥梁。该节点一方面和多个采集节点进行一对多无线通信,进行指令和数据的交互;另一方面和管理计算机通过 USB2.0 方式进行通信,接收来自计算机的命令,并将来自现场的设备工况数据传输至计算机,由计算机软件对这些数据进行相关处理。该节点主要由 Si4432 无线射频电路和 ARM 处理器等构成,ARM 处理器选用了 ST 公司的

STM32F107VCT6,这是一款基于 ARM-Cortex M3 内核的 32 位 RISC 型高性能微处理器^[5],具有 256 kB 的 Flash 程序存储空间和 64 kB 的 RAM 数据存储空间,GPIO 资源丰富,各种功能接口齐全,包括 USB、RJ45 网络接口、SPI、I2C、CANBUS、USART 等。中心节点的电路原理见图 3,采用 3.3 V 供电。

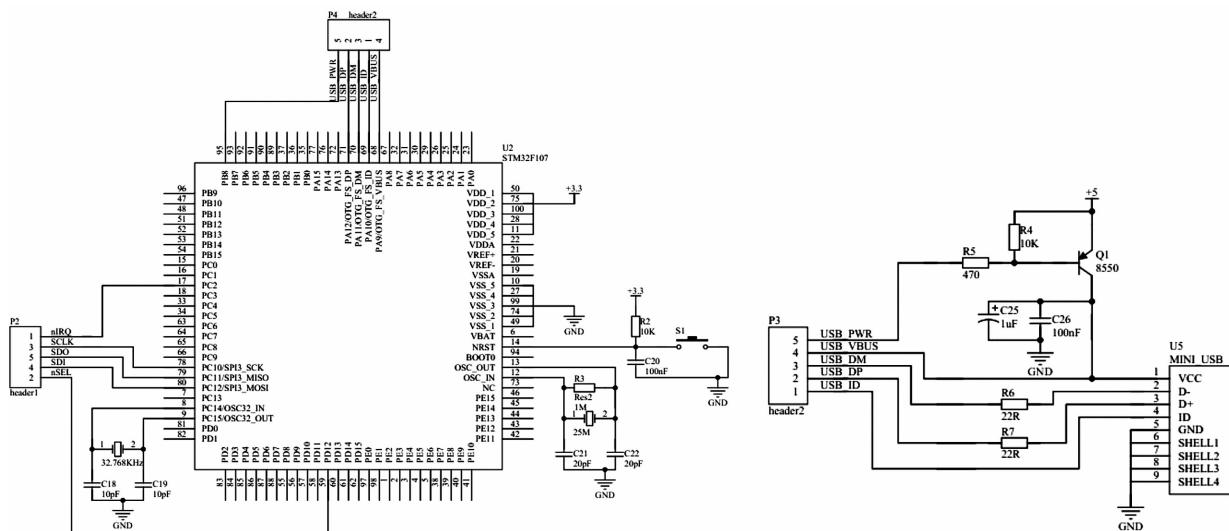


图 3 中心节点电路原理图

Fig. 3 Schematic circuit of center node

1.3 计算机

计算机处于本系统的最高层,是整个系统的管理中枢。计算机既是本地管理计算机,又是网络服务器。在计算机上设计有管理软件,具有菜单条、命令按钮、监控画面等,温湿度实时监测数据可显示在参数曲线上。同时,在后台设计有 SQL 数据库,设备的温湿度历史数据、是否发生参数超限报警、事件发生时间等所有重要信息都可存储在该数据库中,以备查询。当工作人员不在现场时,可通过 Internet 在异地实现远程监测^[6]。该计算机和中心节点通过 USB2.0 方式进行通信,计算机通过管理软件发指令给中心节点,在获取来自现场数据采集节点的相关数据后进行相关处理。

2 系统软件设计

系统软件按功能自下而上分为 3 个部分:采集节点软件,中心节点软件 and 上位机管理软件。其中,采集节点软件和中心节点软件采用 C 语言编写,上位机管理监测软件采用 Visual Basic 语言编写,均应用了函数化代码风格,以方便后续维护和升级。

2.1 现场数据采集节点软件设计

采集节点软件设计包括 AM2301 温湿度传感器模块驱动及 Si4432 无线通信模块发送和接收,由 PIC16F690 单片机协调控制,完成现场节点的数据采集并发送给中心节点。

2.1.1 AM2301 模块驱动

AM2301 以单总线传输数据,其数据定义为:一次传送 40 位数据,高位先出,发送的数据依次为湿度高位、湿度低位、温度高位、温度低位和校验位,PIC16F690 单片机每 2 s 读取 1 次温湿度数值。

2.1.2 Si4432 模块接收和发送

当采集节点接收到中心节点发来的指令数据时,首先判断其地址码是否和本采集节点的地址相匹配,若是,则现场数据采集节点的 PIC16F690 单片机驱动 AM2301 会进行温湿度采集,然后把采集到的原始数据(总计 5 字节)写入 Si4432 模块的发送缓冲区,发送给中心节点。现场数据采集节点的工作流程如图 4 所示。

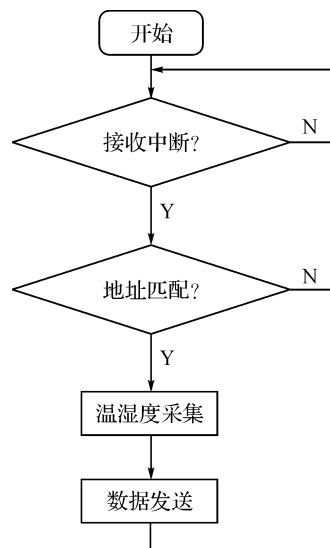


图 4 现场数据采集节点工作流程图

Fig. 4 Flowchart of acquisition by field node

2.2 现场数据采集节点与中心节点的无线通信机制

软件将 Si4432 的工作频率设定为 433 MHz, 传输速率设定为 1.2 kb/s, 经实测, 无线通信距离可稳定在 300 m 以上。通信数据按类型可分为指令数据(中心节点下发给采集节点的)和反馈数据(采集节点反馈给中心节点的), 每个数据包含有 8 个字节, 具体通信数据格式如表 1、表 2 所示。

表 1 Si4432 指令数据格式表

Table 1 Table of instruction data format for Si4432

地址码 1	地址码 2	指令码				数据包校验位	
-------	-------	-----	--	--	--	--------	--

表 2 Si4432 反馈数据格式表

Table 2 Table of feedback data format for Si4432

地址码 1	地址码 2	湿度高位	湿度低位	温度高位	温度低位	温湿度校验位	数据包校验位
-------	-------	------	------	------	------	--------	--------

在采集节点和中心节点进行无线数据交互时, 首先, 由中心主节点将含有地址与指令码的数据包发送给所有现场数据采集节点, 所有采集节点进行地址匹配; 然后, 匹配成功的采集节点对指令解码, 并据此读取传感器数据; 最后, 该采集节点将含有地址与数据的数据包反馈给中心节点。中心节点和当前地址的采集节点交互完毕后, 便开始和下一个地址的采集节点进行同样的交互, 直至所有地址的采集节点交互完毕。

2.3 中心节点软件设计

中心节点作为中继, 将现场数据采集节点与上位管理计算机联系起来, 其软件设计包括 USB 通信及 Si4432 模块接收与发射。首先, 由管理软件发出获取温湿度数值命令, 通过 USB2.0 接口和协议传输给中心节点; 然后, 中心节点把该命令通过无线通信方式发送给现场数据采集节点, 并等待数据反馈, 采集节点将所测得的温湿度数值发送给中心节点后, 中心节点通过 USB 方式传输至计算机; 最后, 由计算机管理软件进行相关数据运算和处理。中心节点的工作流程如图 5 所示。

2.4 PC 端管理监测软件及数据库设计

利用 Visual Basic 6.0 编程环境, 在 PC 机平台上进行了工厂设备远程监测系统软件设计工作, 设计了带有完整功能按钮及文本对话框的界面, 用户使用时简洁、直观。借助于该软件, 授权用户可实时监测工厂设备的温湿度数值, 并根据实际需要灵活设置设备的温湿度报警值。同时, 该软件和计算机后台数据库相关, 数据库采用 SQL Sever 2005 软件设计而成, 其主要字段包括用户信息、各现场数据采集节点的温湿度数值记录、用户登录信息、报警记录等, 授权用户可对该数据库进行相关的增删、更改等操作。若授权用户需在异地使用该监测系统, 则可按照 TCP/IP 协议, 通过 Internet 进入到该计算机^[7], 输入用户名和密码后, 即可进入整个软件系统, 进行查询和数据库管理等操作。图 6 所示为计算机管理软件的主界面, 图 7 所示为温湿度实时监测曲线, 图 8 所示为数据库历史记录查询情况。

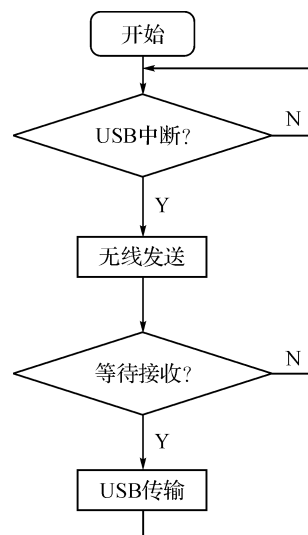


图 5 中心节点工作流程图

Fig. 5 Flowchart of central node

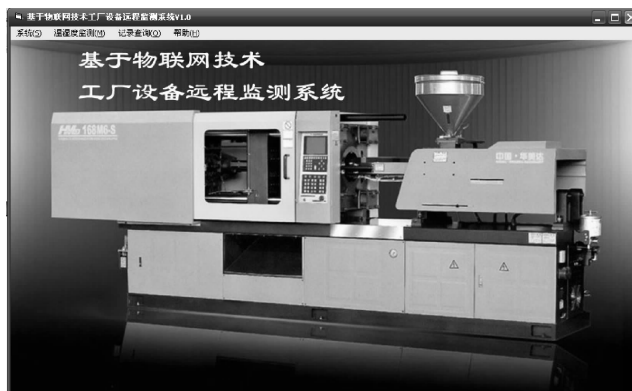


图 6 计算机管理软件主界面图

Fig. 6 Main interface diagram of computer management software

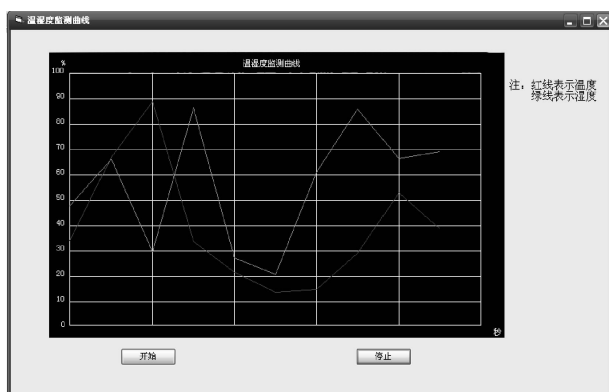


图7 温湿度实时监测曲线图

Fig. 7 Real-time monitoring curve of temperature and humidity



图8 数据库历史记录查询情况图

Fig. 8 History record query graph of database

3 结 语

笔者对本系统做了初步的测试,整体上达到了预期的性能,包括温湿度传感器测量、无线发送与接收、计算机管理软件等,都能稳定可靠地工作,实现了该系统的预期要求。针对当前大部分工厂设备欠缺有效的自动监测手段这一现状,本研究以物联网工程思想为基础,通过应用传感器测量,实现了工厂设备工况参数监测的自动化。所设计的这个系统其架构简洁、功能完善,它所涉及的核心技术可推广应用到相关行业,其市场前景值得预期。

参考文献:

- [1] 王保云. 物联网技术研究综述[J]. 电子测量与仪器学报, 2009, 23(12): 1-7.
- [2] 广州奥松电子有限公司. AM2301 电容式数字温湿度传感器[EB/OL]. (2011-03-07) [2013-01-18]. [http://www.aosong.com/asp bin/Products/AM2301. pdf](http://www.aosong.com/asp/bin/Products/AM2301.pdf).
- [3] Silicon Labs Inc. Si4432 datasheet [EB/OL]. (2009-02-20) [2013-01-18]. [http://www.silabs.com/Support%20Documents/TechnicalDocs/Si4430-31-32. pdf](http://www.silabs.com/Support%20Documents/TechnicalDocs/Si4430-31-32.pdf).
- [4] Microchip Inc. PIC16F690 datasheet[EB/OL]. (2008-03-06)[2013-01-18]. [http://www.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/41262E. pdf](http://www.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/41262E.pdf).
- [5] 彭刚,秦志强. 基于 ARM Cortex-M3 的 STM32 系列嵌入式微控制器应用实践[M]. 北京:电子工业出版社, 2011.
- [6] 莫小锦,周严. 基于射频技术与无线网络的温湿度远程监测系统[J]. 传感技术学报, 2011, 24(10): 1501-1505.
- [7] 崔小玲,侯思祖,张璇,等. 基于 STM 32 的智能终端的设计与实现[J]. 电力系统通信, 2012, 33(5): 76-79.