

基于物联网技术的农业环境监测站的设计

王恩亮¹, 华 驰²

(1. 江苏信息职业技术学院 电子信息工程系, 江苏 无锡 214153;

2. 江苏信息职业技术学院 教学与科研处, 江苏 无锡 214153)

摘要: 针对农业环境检测提出一种基于物联网技术的农业环境监测站设计方案与实现过程; 以瑞萨 R8C 单片机为控制核心实现对不同种类的环境参数检测传感器进行数据采集并进行数据格式的转换, 实现对大气温湿度, 风向, 风速, 太阳辐射度, 土壤水分含量及温度的数据采集, 采集器通过与单片机通信读取采集结果, 并通过多种传输方式将信息发送到云计算中心服务器, 通过客户端登陆农业环境监测系统实现农业环境数据的实时查看、历史数据分析及实时报警功能; 通过长期实际应用, 系统运行稳定可靠, 能够有效实现对农业环境各项参数的监测; 为农业向现代农业的转变提供了可行的低成本、高可靠的设计方案。

关键词: 物联网; 数据采集; 环境监测; 单片机; 农业环境; ModBus

Design of Agricultural Environmental Monitoring Station Based on Internet of Things Technology

Wang Enliang¹, Hua Chi²

(1. Electronic Information Engineering Department, Jiangsu College of Information Technology, Wuxi 214153, China;

2. Dean's office, Jiangsu College of Information Technology, Wuxi 214153, China)

Abstract: Based on the technology of internet of things, the design plan and work process of agriculture environment monitor station are proposed for agriculture environment monitoring. Renesas R8C SCU collects signals from environment parameter monitor sensors, and changes data format, so as to collect data about atmospheric temperature and moisture, wind direction and speed, the sun's radiation, soil water content and temperature, and so on. The collector reads collected data with the communication with the SCU, the data are then sent to Cloud computing server with many means of transmission. The realtime view of agriculture environment data, the analysis of history data and realtime alarm can be realized when end customer logs in agriculture environment monitor system. Long term application shows this system with stability and reliability can effectively monitor various parameters for agriculture environment. This provides a design plan with low cost and high reliability for modern agriculture.

Keywords: internet of things; data collection; environmental monitoring; single chip microcomputer; agricultural environment; Mod-Bus

0 引言

我国是农业大国, 正面临着传统农业向现代农业的转型。农业环境监测的方式将逐步向精细化、智能化、系统化方向变革。而物联网技术的应用会解决我国农业环境监测多方面问题, 加速传统农业向现代信息化农业的转变^[1-5]。当前农业环境各种监测设备都是单独运行, 数据的采集、数据的传输、交换仍为困难, 数据的可靠性、安全性、经济性方面仍需提高, 难以实现完整、系统的采集数据及分析^[4-7]。物联网技术的应用及不断成熟为传统农业向现代农业的转型提供了有效的解决方案。物联网体系架构包括感知层、网络层、应用层。通过应用层检测环境参数, 通过网络层将分散的参数上传到服务器, 通过应用层实现检测数据的查看及分析, 为农业科学管理提供

科学准确的指导^[8-11]。

1 系统设计

环境监测网站系统结构以感知层为基础, 感知层以单片机为控制核心对大气的湿度、温度、风速、风向、太阳辐射度, 土壤的温度、湿度等信号进行检测, 实现对各种不同类型的传感器信号进行检测、转换、处理, 通过 RS-485 的硬件电路发送到数据采集器。数据采集器通过网络层包括无线网络、互联网、移动通信网等方式将数据上传到服务器。终端设备在应用层通过分析查看各类数据, 获得环境检测信息。

2 环境检测系统设计

感知层的设计在整个环境检测网站设计中至关重要, 由于各种传感器的数据输出形式不同, 采用同一种通信协议很难完美的实现数据采集, 本环境检测网站所选用的数据采集器以 RS-485 通信协议与单片机进行通讯, 单片机实现对各种不同类型的传感器输入信号进行采集并转换成统一的数据格式, 将采集转换后的数据发送给数据采集器。单片机电路采用 Mod-Bus 总线协议读取大气温湿度、土壤水分及温度传感器信息。风向传感器、风速传感器、太阳辐射传感器检测结果有电压型, 电流型, 单片机通过 AD 转换检测风速、风向、太阳辐射

收稿日期: 2015-09-16; 修回日期: 2016-01-04。

基金项目: 江苏高校哲学社会科学研究基金(2014SJB351); 江苏高校品牌专业建设工程资助项目。

作者简介: 王恩亮(1977-), 男, 辽宁辽阳人, 硕士, 主要从事单片机技术、物联网技术及单片机、物联网技术教学方向的研究。

华 驰(1979-), 男, 江苏兴化人, 硕士, 副教授, 主要从事软件技术、物联网应用技术及计算机教学方向的研究。

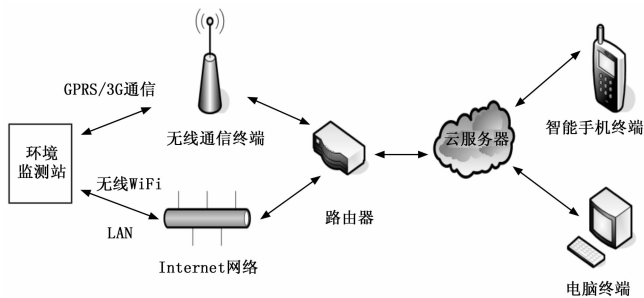


图 1 环境监测网站系统结构

传感器输出的电压信号,并将结果保存在单片机内部的存储器中。采集器通过与单片机通讯直接读取各传感器的采集结果。采用了单片机进行数据采集及协议转换,可以灵活的选择各类参数检测传感器,将各种农业检测信息采集传感器接入采集系统。如果需要增加新的检测信息,只要更新升级底层的单片机程序及修改部分应用程序便可实现环境检测站功能的升级。环境监测站的组成如图 2 所示。

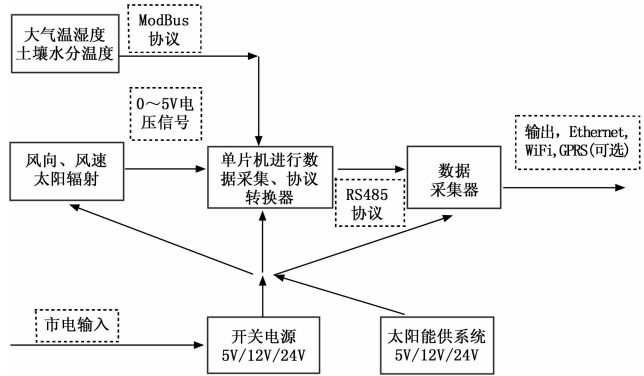


图 2 感知层设计结构

环境检测站的供电结构采用两种方式,可以采用市电通过开关电源转换为 24 V/12 V/5 V 方式,也可以采用太阳能供电的方式,通过蓄电池存储电能^[3]。

2.1 风向传感器信号检测

风向传感器采用 PHWD 传感器,内部采用精密电位器,并选用低惯性轻金属风向标响应风向,动态特性好。该产品具有量程大、线性好、抗雷击能力强、观测方便、稳定可靠等优点,可广泛用于气象、海洋、环境、机场、港口、实验室、工农业及交通等领域。测量范围:0~360°,准确度:±3°,供电电压有 5 V, 12 V, 24 V 几种供电方式,输出方式有输出 0~5 V 电压,4~20 mA 电流,或采用变送器通过串口通信方式直接输出方向检测结果。本次设计采用电压型检测方式,电压型(0~5 V 输出),角度与电压的关系如式 (1) 所示, D 为风向示值, V 为输出电压 (V)。

$$D = 360 \times \frac{V}{5} \tag{1}$$

2.2 风速传感器

风速传感器采用 PHWS 风速传感器,采用传统三风杯风速传感器结构,风杯选用碳纤维材料,强度高,启动好;杯体内置信号处理单元能根据用户需求输出相应风速信号,可广泛用于气象、海洋、环境、机场、港口、实验室、工农业及交通

等领域。测量范围采用 0~45 m/s,分辨率:0.1 m/s,供电方式可以采用 5 V, 12 V, 24 V 几种直流电压供电。输出方式有脉冲型,电流型,电压型 0~5 V,电压型 0~2.5 V,采用变送器采用 RS232 或 RS485 接口,本设计采用检测电压型 0~5 V 输出方式,风速与电压的关系如式 (2) 所示, W 为风速, V 输出的电压值。

$$W = 45 \times \frac{V}{5} \tag{2}$$

2.3 大气温湿度检测

对大气温湿度的检测采用 HT485DS,该传感器检测的温度范围为-20~70 ℃,分辨率:0.1 ℃。湿度检测范围 0~100%RH,湿度分辨率:0.1%RH。输出方式采用 ModBus 总线协议,应用 RS-485 硬件协议。该传感器遵循 Modbus 协议,使用“04”和“06”命令。其中“04”命令用于读取温度和湿度,“06”号命令用于设置传感器设备地址。读取数据命令 (04) 命令格式如表 1 所示。

表 1 读取数据命令 (04) 命令格式

1B	1B	2B	2B	2B
地址号	命令号	起始通道号	通道个数	校验码

地址号为访问的设备的硬件地址,命令号为读取寄存器命令“04”,起始通道号为要读取的起始通道号,该传感器的温度通道号为“0”,湿度通道号为“1”,通道个数为要读取的通道个数,本传感器最多为 2 个通道,校验码为标准 ModBus 协议中的 CRC 校验码。响应读取命令的格式如表 2 所示。

表 2 响应读取命令的格式

1B	1B	2B	N/A	2B
地址号	命令号	通道数据个数	通道数据	校验码

通道数据个数为读取的数据个数,通道数据为返回的数据值。

通道数据格式:

- 通道 0: 温度,实际读数=(数据-4000)/100
- 通道 1: 湿度,实际读数=数据/100

2.4 土壤温湿度检测

土壤的温湿度检测采用 CSF11,供电方式采用 5~30 V 直流电压供电,该传感器测量的土壤温度范围为-40~80 ℃,温度测量精度±0.5 ℃。测量的水分含量 0~100%,水分测量精度±5%。该传感器的输出方式有电流、电压、RS-485 接口,采用 RS-485 接口时采用 Modbus RTU 协议。通讯参数默认值为:波特率 9 600 bps,一个起始位,8 个数据位,无校验,一个停止位。通讯参数可由设置程序或者 Modbus 命令改变。传感器默认的从机地址为 1,从机地址在通道“0x0200”中,通过命令“03”、“06”、“16”访问该通道,重新设定从机地址。在 ModBus 协议中,温度值寄存器的通道值为 0,温度值范围为整形数据,数值范围-4 000~8 000,对应-40~80 ℃,水分含量寄存器是通道 1,数值范围 0~10 000,对应含水量 0~100%。采用命令“03”或“04”访问两个寄存器,进行数据转换后即可获得土壤中水分含量及温度值。

2.5 太阳辐射检测

太阳辐射检测采用 PHJYZ 简易总辐射传感器(变送器)可以用来测量光谱范围为 0.3~3μm 太阳总辐射,该产品可广泛应用于气象、能源、农业、建筑等领域。测量范围 0~1

500W/m², 供电方式有直流 5 V、12 V、24 V, 输出方式有 4~20 mA、0~2.5 V、0~5 V 或采用变送器应用 RS232、RS485 接口。电压型 (0~5 V 输出) 的功率如式 (3) 所示。 E 为功率, V 为输出的电压。

$$E = 1500 \times \frac{V}{5} \quad (3)$$

3 单片机采集电路设计

3.1 数据采集

单片机作为感知层数据采集与转换的核心。单片机电路通过 AD 转换器完成光照强度、风向、风速传感器的数据采集。通过 ModBus 协议采集土壤温湿度、大气温湿度检测。本设计中的单片机采用瑞萨公司的 R8C 单片机, 与采集器通信的 RS-485 电路如图 3 所示, 单片机实现数据的采集, 并进行数字滤波, 滤除错误数据, 并对数据形式进行转换, 通过设定的协议形式与数据采集器进行通信。MAX485 电路与单片机电路的通信通过光耦进行隔离, 并采用不同的电源供电, 提高通信的抗干扰能力。单片机系统中有两路 MAX485 通信电路, 一路用于与数据采集器通信, 另一路用于单片机采集大气温湿度、土壤水分、温度传感器的信息, 波特率为 9 600, 8 位数据位, 一位停止位, 无极性校验^[7]。

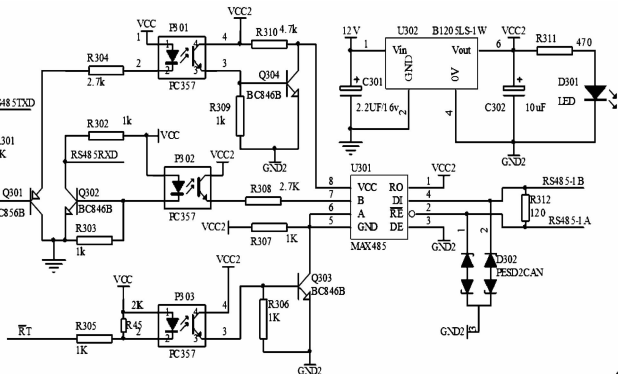


图 3 RS-485 通信电路设计

风速信号、风向信号、太阳辐射信号均为 0~5 V 电压信号, 应用 TLC2543AD 转换器对输入信号进行 AD 转换, TLC2543 为 12 位 AD 转换器, 满足被检测信号的精度要求, 该器件采用 SPI 接口, 单片机与 TLC2543 的连接直接读取 AD 结果。AD 转换硬件电路结构如图 4 所示。

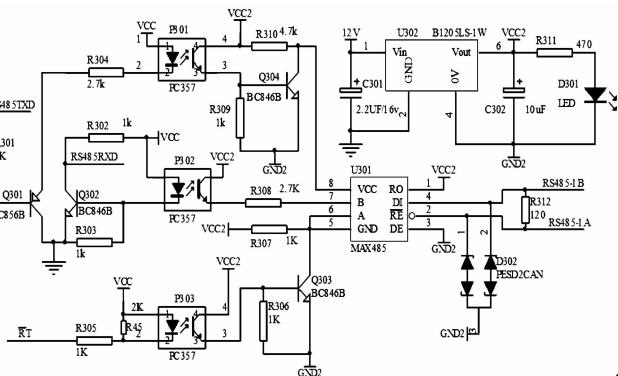


图 4 TLC2543AD 转换电路

12 位, AD 值范围为 0~4 095。因此对 AD 结果进行处理后得到方向的角度值, 采用式 (4) 所示公式进行转换, D 为风向角度, AD 为 AD 转换值, 经过数据转换后获得角度值, 角度范围为 0~360°, 数据类型为整型数据。风速传感器采用相同的检测方法, 对 AD 结果进行处理后获得风速数据。采用如式 (5) 所示公式转换, W 为风速结果, AD 为 AD 转换值, 为处理数据方便, 数据处理结果为整型数据, 范围为 0~450, 对应风速范围为 0~45 m/S。对太阳辐射检测的数据处理如式 (6) 所示, E 为太阳辐射检测值, 检测范围为 0~1 500W/S², AD 为 AD 转换值。转换结果为无符号整型数据。

$$D = \frac{AD \times 88}{1000} \quad (4)$$

$$W = \frac{AD \times 110}{1000} \quad (5)$$

$$E = \frac{AD \times 366}{1000} \quad (6)$$

单片机作为数据的采集控制核心, 完成对数据的采集、数字滤波数据转换的转换。单片机根据大气温湿度传感器、土壤水分、温度传感器对应的 Modbus 协议读取大气温湿度、土壤水分及温度信息。而大气温湿度传感器的地址设置 1, 而土壤水分、温度传感器设置的地址设置为 2。

采集器通过 RS-485 硬件接口与单片机进行通讯, 按设定的协议读取大气温湿度、土壤水分及温度、风速、风向、太阳辐射度信息。

3.2 数据的通信

单片机采集数据后进行数据的处理, 将各个传感器采集的数据以通道的形式保存在单片机内部 RAM 中, 并按设定周期进行数据更新。单片机在不进行数据采集及通信期间则进入低功耗状态, 降低系统的功耗。一种唤醒方式是通过定时器定时唤醒 CPU, 进行数据采集操作。另一种方式是在收到数据采集器的采集命令后唤醒 CPU。同时启用单片机的看门狗功能, 单片机系统运行中备份重要系统数据到内部 RAM 中, 如果单片机系统由于某种特殊原因或干扰不能正常运行, 则内部的看门狗系统会使单片机系统重新启动, 并根据看门狗的状态区分启动是否由看门狗电路引起, 并恢复到看门狗引起复位前正常运行的状态。

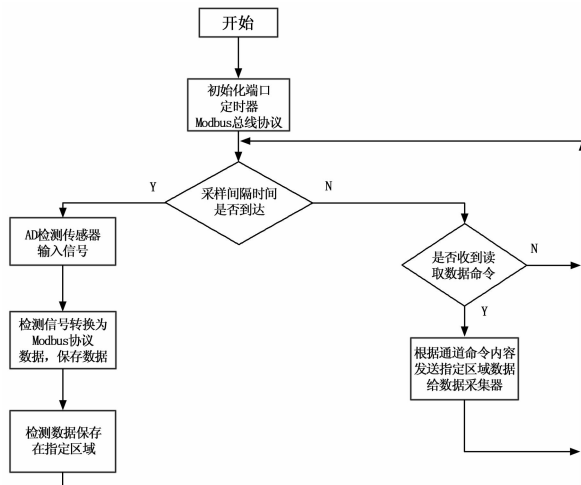


图 5 单片机数据检测转换流程

风向传感器输入信号为 0~5 V, TLC2543 的 AD 转换为

环检测,并通过同步数据路径向对方发送状态良好性信息,同时接收来自对方的状态信息,若从 PXI 发送一段检测信号后,主 PXI 在一定时间内未应答,则视为主 PXI 出现故障,此时从 PXI 立即启用备份数据,切断与主 PXI 的网络数据传输,并接替主 PXI 的工作,成为新主 PXI。主从切换时,主 PXI 被屏蔽。此后,新主 PXI 还会定时监听故障机状态,一旦故障机恢复就进入热备状态,通过这种方式再次实现热备份。

3 试验结果与分析

使用负载等效器模拟箭上负载工作状态,对供电测控系统进行供电等效联调试验,试验内容包括:

- 1) 电源单机功能自检;
- 2) 电缆网短接和绝缘检查;
- 3) 网络功能检查;
- 4) 供配电总线功能自检;
- 5) 总线供电测控等效检查;
- 6) 手动及应急供电测控检查。

试验结果表明:

1) 基于总线的供电测控系统很好的实现了按照区域、功能进行分路供电控制功能;

2) 箭上单机由内部采集电路完成自身信号检查,数字信号的传输方式获得了更全面的状态监测信息,为自动化检测提供了数据基础;

3) 冗余备份设计极大地提高了系统的平均无故障工作时

间,提供了供电测控系统长时间工作的可靠性;

(上接第 20 页)

4 传输层及应用层的实现

采集器采用 RS-485 接口读取单片机所采集的传感器数据,通过 LAN、WiFi、GPRS 等方式连入 Internet 并基于 TCP/IP 协议把数据传输并保存至云计算中心服务器中。在应用层面上实现对监测数据实时显示,显示大气温湿度,风向,风速,太阳辐射度,土壤的水分含量及温度。应用软件对监测数据进行处理,计算是否处在设定的报警条件区间内。通过客户端软件方便快捷的查看数据及设置报警参数等功能。应用层软件实现了数据实时查看、历史数据查询、报警信息的设置及显示。软件采用了 eclipse 平台使用 java 语言完成软件系统,用户在客户端登陆系统,输入用户名和密码。进入该环境监测系统设定报警参数,通过界面查看超出设定值的环境参数。通过查看历史记录,查看各参数的历史信息。

5 系统测试结果及分析

通过长期实际测试使用,以单片机为控制核心的数据采集系统对各类农业参数传感器的数据检测准确可靠,与数据采集器的通信稳定。具有低功耗,低成本,抗干扰能力强,工作稳定的特点,实现了感知层的数据检测与转换。通过多种通信方式能够及时有效的完成数据的传输,整个在线环境监测系统工作稳定,实现了在线农业环境监测系统中的监测数据实时显示、历史数据查看、报警信息查看及报警参数设置等功能。

6 结束语

本文所提出的在线环境监测站的设计方案,采用单片机作为感知层信息的采集转换控制核心,实现了数据可靠采集及转换。充分应用了物联网技术,实现了农业环境监测数据的采集、

间,提供了供电测控系统长时间工作的可靠性;

4) 成功建立了统一的测控接口和测控协议,为供电测控系统后续扩展提供可能,基于总线的供电测控系统较好的满足了新一代运载火箭对供电测控的需求。

4 结束语

基于 1553B 总线的供电测控系统通过采用供配电单机智能化设计、供电测控总线协议设计、箭地接口设计和 PXI 热备冗余设计,满足了总体对测量系统长时间高可靠性工作的要求,简化了箭地接口关系,大大减少了箭地测控电缆的重量,实现了对多路负载的分路供电,同时大大提高了系统的测试覆盖性,可靠性高,扩展性能良好。

目前该供配电测控系统已经在新一代运载火箭各项大型地面试验中发挥了重要作用,在其它型号研制中得到了推广,成为新型运载火箭测量系统供电测控子系统设计参考模型。

参考文献:

- [1] 王清利. 新型运载火箭遥测供配电系统设计与实现途径 [J]. 导弹与航天运载技术, 2000, (4): 5-12.
- [2] 陈志红, 祝伟, 兰波, 等. 基于状态同步索引的 PXI 双机热备冗余技术 [A]. 第十九届测试与故障诊断技术研讨会 [C]. 张家界, 2010 (5).
- [3] 周远林, 吴忠, 丑武胜. 基于 BU-61580 的 1553B 总线接口设计 [J]. 计算机工程与应用, 2008 (35): 65-68.

显示、历史数据的分析、报警信息显示及设置,为传统农业向现代农业的转变提供了可行的低成本、高可靠的设计方案。

参考文献:

- [1] 孟雷, 张虎. 基于 DSP 的嵌入式农业环境远程监测系统设计与实现 [J]. 安徽农业科学, 2010, 35: 20409-20410.
- [2] 刘锦, 张岩, 张荣辉. 基于物联网架构的温室环境监测系统 [J]. 河北农业大学学报, 2013 (3): 115-119.
- [3] 华驰, 姜彬, 王辉. 一种可联网的在线农业环境监测系统的设计与实现 [J]. 江苏农业科学, 2014, 04: 345-349.
- [4] 付兵. 物联网精准农业系统在瓜果种植中的应用 [J]. 科技通报, 2014 (1): 106-109.
- [5] 马国俊. 物联网在农牧业发展中的应用研究 [J]. 中国农机化学报, 2013 (1): 245-248.
- [6] 张凌云, 薛飞. 物联网技术在农业中的应用 [J]. 广东农业科学, 2011, 16: 146-149.
- [7] 郭秀明, 周国民, 丘耘, 等. 一种适宜于农业监测和控制的 WSN 应用框架 [J]. 农业化研究, 2014, 11: 199-203.
- [8] 华驰, 韦康, 王辉, 等. 基于物联网的太阳能光伏组件监控系统的设计 [J]. 计算机测量与控制, 2012, 20 (10): 2696-2700.
- [9] 常超, 鲜晓东, 胡颖. 基于 WSN 的精准农业远程环境监测系统设计 [J]. 传感技术学报, 2011, 16: 879-883.
- [10] 陈克涛, 张海辉, 张永猛, 等. 基于 CC2530 的无线传感器网络网关节点的设计 [J]. 西北农林科技大学学报 (自然科学版), 2014 (5): 183-188.
- [11] 阚杰, 张瑞瑞, 陈立平, 等. 基于 BP 神经网络的传感器网络动态采样模型研究 [J]. 计算机测量与控制, 2015 (7): 2485-2487.
- [12] 韩慧. 基于 RS-485 总线的温室环境监测系统 [J]. 仪表技术与传感器, 2012 (3): 60-61.