

基于 ZigBee 协议地面气象观测原型站无线传输系统设计

宋树礼¹ 陈冬冬² 王柏林³

(1 山东省日照市莒县气象局, 莒县 276500; 2 中国气象局气象探测中心, 北京 100081; 3 中国华云气象科技集团公司, 北京 100081)

摘要 为满足地面气象自动化实时监测需求, 适应气象观测向集约化、标准化和智能化的方向发展, 中国气象局气象探测中心在北京观象台建设了代表未来地面气象观测自动化发展的业务原型站, 设计了基于 ZigBee 无线传输系统。该系统采用当今成熟稳定的电子测量、数据传输和控制技术, 具有高可靠性、高准确性、易维护、易扩展等特点, 支持地面气象数据对象字典协议格式, 地面自动观测数据实时数据通过 ZigBee 无线传输模块发送到 ZigBee 协调器, 地面综合观测业务软件(ISOS)通过综合集成硬件控制器完成观测数据采集, 从而实现地面自动观测数据的质控和应用。

关键词 ZigBee 协议; 自动气象站; 数据传输; 系统设计

中图分类号: P412.1 **DOI:** 10.19517/j.1671-6345.20190528 **文献标识码:** A

引言

近年来, 我国在地面气象观测自动化方面进行了大量探索和实验, 取得了卓有成效的进展, 随着地面气象观测设备的不断增多, 地面气象观测系统不断扩展, 其中山地、滩涂等受环境因素的影响不宜采用地下管线或隔空布设; 温度变化影响模拟信号的采集; 电磁环境对观测数据质量产生一定影响。常见的新型地面自动气象观测设备采用 RS232、CAN 总线等有线方式传输数据。采用有线方式进行实时数据传输具有可靠性高、传输稳定等优点, 但不适合在环境恶劣、布线不便的场所建站, 观测要素的扩展也受一定限制^[1-2]。针对上述情况, 设计支持 CAN 总线和 ZigBee 无线传输的业务原型站, 将硬件中的物联网技术与传感器无线传输技术相结合, 实时把自动观测数据通过 ZigBee 无线传输汇集到综合集成硬件控制器, 所有观测数据通过综合集成硬件控制器传输到 ISOS 软件, 最终实现自动观测数据采集、质控、处理、上传和业务应用。

1 无线传输系统设计

ZigBee 协议的原型观测站无线传输系统主要由各传感器终端数据采集节点、协调器(无线协议转换器)

等组成, 串口转 ZigBee 模块工作在透传方式, 协调器与终端节点之间每分钟进行心跳交互; 串口转 ZigBee 模块具有数据采集、处理、质控、存储和通信等功能, 采集数据最后经过综合集成硬件控制器传到业务值班室, 在 ISOS 软件上进行人机交互并形成上传数据文件, 再通过国内气象通信系统 2.0(CTS2.0)上传到省级中心站, 经 CIMISS 平台质控后上传至国家信息中心^[3-5]。ZigBee 无线传输系统结构设计如图 1 所示。

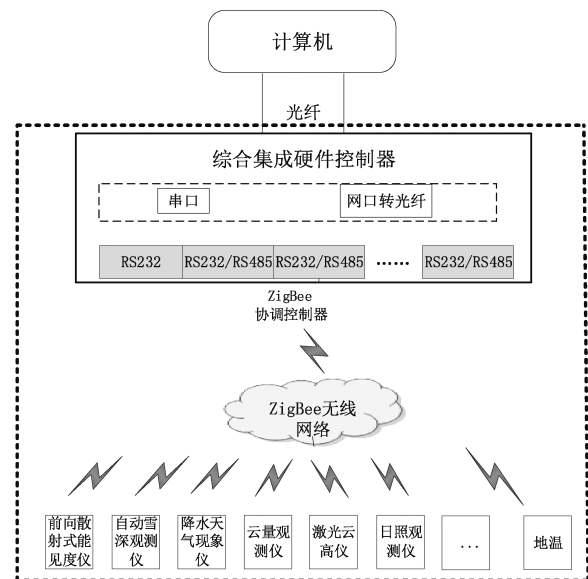


图 1 ZigBee 无线传输系统结构

<http://www.qxkj.net.cn> 气象科技

作者简介: 宋树礼, 男, 1978 年生, 学士, 高级工程师, 主要从事大气探测工作, Email: jxqxcb@126.com

收稿日期: 2019 年 12 月 11 日; 定稿日期: 2020 年 10 月 23 日

2 无线传输系统硬件设计

ZigBee 网络具有对等结构、树簇结构、星型结构 3 种拓扑结构,星型结构所需协调器较少,协调器的功耗通常是终端节点设备功耗的几十倍,因此本系统采用星型结构降低整体功耗^[6-12]。并基于现有的新型自动气象站观测设备进行改造,改进后既能满足无线通信需求,又可兼容现有的有线通信方式,观测场地数据流传输如图 2 所示。

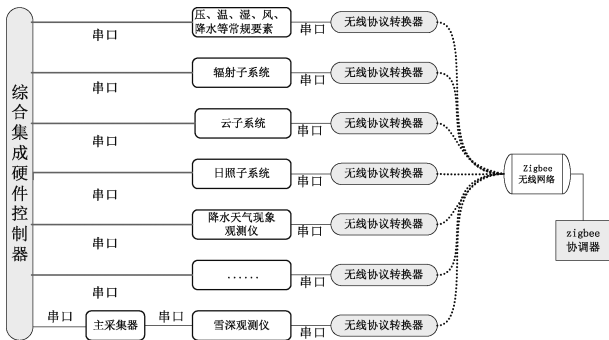


图 2 观测场地数据流传输

各传感器均增加无线协议转换器,加装一个横臂并使用安装背板将无线协议转换器挂接在横臂上。将无线协议转换的串口连接到仪器设备采集器的一个备用串口上,根据无线协议转换器的串口配置要求,配置采集器的串口参数。传感器不再通过线缆与采集器连接,无线协议转换器采用系统集成技术,外接电源、天线、RS232 采集及调试接口,内置时钟、A/D

转换电路、程序存储器及数据存储器等。

(1)电源:传感器采用外置电源接口连接太阳能板或其他供电设备给传感器供电,外接电源供电电压为 5~15 V,传感器能够自适应外接电源电压范围要求。

(2)天线:无线通信天线选用频率 2.4 GHz、增益小于 12 dBi 的天线。天线安装位置需保障正常通信。

(3)时钟:自带高精度实时时钟,时钟走时误差小于等于 1 s/日,接受集成处理器定时校时,校时误差小于 1 s。

(4)A/D 转换电路:选择 16 位以上的 A/D 转换电路、满足传感器测量精度要求。

(5)存储:程序存储器选用非易失性的、容量能满足应用软件容量要求,并具有 50% 的余量。数据存储器选择非易失性的、容量能满足 10 d 以上分钟观测要素及状态要素存储要求。

(6)通信接口:ZigBee 天线接口用于安装 ZigBee 外置天线,RS232 串口通信接口与外置电源接口共用一个 5 芯航空插座。

(7)检测电路:主要包括主板温度测量、电池电压检测、通信状态检测。

3 无线传输系统流程设计

3.1 无线通信参数

数据采用 ZigBee 无线通信技术,无线协议转换器实现 RS232 串口和 ZigBee 无线通信转换功能,网络层无线通信参数如表 1 所示:

表 1 ZigBee 无线通信参数

无线通信频率	无线通信速率	无线通信协议	协议栈无线参数配置
2.4 GHz	250 Kbps	基于 Z-Stack 2007 Pro 标准	#define YACS_ENDPOINT 20
			#define YACS_PROFID 0×0F08
			#define YACS_DEVICEID 0×0001
			#define YACS_DEVICE_VERSION 0
			#define YACS_FLAGS 0

3.2 数据交互指令

无线端数据交互指令遵循《新型自动气象(气候)站功能规格需求书》。无线端应用层交互指令主要包括:支持 CI(认证)、DM(读取)、DO(补收)、DT(校对)、SW(模式)等指令。

3.3 无线传输流程

无线协议转换器上电后,内置 ZigBee 无线模块

基于 ZigBee 自组网功能,自动加入由附近 Zigbee 协调器组建的网络,并按如下流程执行:

(1)无线协议转换器和无线综合集成硬件控制器之间根据自动气象站的 CI 指令过程,完成网络初始化,包括对设备 ID 号、SN 号进行认证。

(2)无线协议转换器实时监听无线网络端传来的数据。

(3)无线协议转换器检测到数据读取指令如 DM,则无线协议转换器将 DM 指令转换为满足气象数据字典协议的 READDATA 指令,并通过串口发送至仪器设备内部完成数据采集。其中,数据读取指令只能识别满足自动气象站与无线通信协议格式的无线数据。

(4)无线协议转换器在一定时间内等待采集器串口的响应数据,并将收到的数据通过无线射频模块发送出去。

4 无线传输系统数据交互机制设计

4.1 长包拆分机制

ZigBee 网络层对数据包长度有限制,因此采用数据包拆分机制,将自动气象站的大数据包拆分成多个满足 Zigbee 网络层数据传输的数据包进行发送。每个数据包的开头增加一个包头用来指示当前分包的状态,每个数据包长度不超过 200 个字节,包头格式如下:

[#][ID][PB][,][分包计数,从 1 开始累积][分包总个数][当前分包字节数][,][正文]

例如:ID 号为 001 的传感器,需通过 ZigBee 无线发送 420 个字节的数据,则自动数据包将拆分成 3 个数据包(第 1、第 2 个数据包各为 200 个字节,第 3 个数据包为 20 个字节)发送。

[#001PB,0103200,BE...]

[#001PB,0203200,...]

[#001PB,0303020,... ED]

4.2 无线传输数据格式

地面气象观测要素采用 ZigBee 无线传输的数据格式与有线数据传输格式保持一致,遵循《地面气象数据对象字典》格式,即 BG...ED 的数据格式,与有线数据传输格式的区别是将无线传输的数据包(BG...ED)中的 ID 域更换为传感器的 ID 号,方便于 ZigBee 无线网络管理。

5 结论

针对地面业务原型站气象观测数据采集传输需求,本文采用基于 ZigBee 无线网络构建地面气象观测数据无线传输系统,具有易组网、功耗低、易扩展等特点,可同时完成多个气象要素的实时采集,数据采集终端均采用模块化设计,可方便后续功能扩展,该系统在北京观象台运行 3 年多来,效果良好,将为下一代地面气象观测系统的设计提供基础。

参考文献

- [1] 张河新,王晓辉,黄晓东.基于 STM32 和 CAN 总线的智能数据采集节点设计[J].化工自动化及仪表,2012,39(1):78-80.
- [2] 王骥,林杰华,谢仕义.基于无线传感网络的环节监测系统[J].传感器技术学报,2015,28(11):1732-1740.
- [3] 许皓皓,姚日省,沃伟峰.标准化气象数据服务接口设计与实现[J].气象科技,2018,46(4):685-686.
- [4] 杨雪,徐晓莉,向筱铭,等.气象网信息流转路径的优化研究与应用[J].气象科技,2019,47(2):229-231.
- [5] 刘然,贺俊彦,谭小华,等.单机版国内气象通信系统 CTS1.0 省级备份方案设计与实现[J].气象科技,2019,47(6):885-891.
- [6] 吴昊,彭懋磊,张亦梅.基于 STM32 和 ZigBee 的台站观测环节监测系统设计[J].物联网技术,2016(11):54-56.
- [7] 杜岩.基于 ZigBee 协议的远程监控系统设计[J].软件导刊,2015(11):95-97.
- [8] 王胜贤,高天生.基于 ZigBee 和 GPRS 的电梯远程监控系统的设计[J].测控技术,2016(3):149-151.
- [9] 罗强,胡三根,臧晓冬,等.基于 ZigBee 技术的温室环境因子远程监控系统设计[J].广西师范大学学报:自然科学版,2015(3):28-33.
- [10] 潘鹤立,景林,钟凤林,等.基于 ZigBee 和 3G/4G 技术的分布式果园远程环境监控系统的设计[J].福建农林大学学报:自然科学版,2014(6):661-667.
- [11] 谷灵莉.基于 ZigBee 协议的远程监控系统设计研究[J].科技资讯,2016(26):14-16.
- [12] 范晓春.浅析 Zigbee 技术及其应用[J].中国信息化,2013(2):104.

Design of a Wireless Transmission System for Ground Meteorological Observation Prototype Station Based on ZigBee Protocol

SONG Shuli¹ CHEN Dongdong² WANG Bolin³

(1 Juxian Weather Service, Shandong, Juxian 276500; 2 Meteorological Observation Centre of CMA, Beijing 100081;

3 China Huayun Meteorological Technology Group Co., Ltd, Beijing 100081)

Abstract: In order to meet the demands of a real-time automatic ground meteorological monitoring as well as an adaption to more intensive, standardized and intelligent meteorological observation, the Meteorological Observation Centre of CMA (China Meteorological Administration) has built a business prototype station at Beijing Observatory, which represents the future development of automatic ground meteorological observation. The system uses the mature and stable technology in electronic measurement, data transmission and control technology, has high reliability and high accuracy, is easy to maintain and extend. The system supports the ground meteorological data object dictionary protocol format, and the real-time observation data is sent to the ZigBee coordinator by the ZigBee wireless data transmission module. With the employment of the integrated surface observation system, the station observation data collected by an integrated hardware controller realize the quality control and application of automatically observed data.

Keywords: ZigBee protocol; automated observation station; data transport; system design