

基于 CDMA1X 的无线传输自动气象站系统的构建

田佳¹, 骆汉¹, 田涛¹, 赵廷宁¹, 高甲荣¹, 孟欣欣², 吉崎真司³

(1. 北京林业大学 水土保持学院 水土保持与荒漠化防治教育部重点实验室, 北京 100083; 2. 微型计算机系统产业有限公司, 日本 横滨 220-0003; 3. 东京都市大学 环境情报学部, 日本 横滨 224-8551)

摘要: 近年来自动气象站的快速普及极大地促进了水土保持气象观测的发展, 以往靠人工值守的观测方式已经不能适应于现代水土保持发展的需要, 可远程控制 and 无线数据传输的气象观测系统是未来气象站系统发展的趋势。通过将美国 DAVIS 公司生产的 Vantage Pro2 型自动气象站和 CDMA1X 技术相结合, 实现了无线远程控制自动气象站和远程获取气象数据。观测实践表明, 无线传输自动气象站系统具有安装使用方便, 实时在线、高速传输、登陆快捷、收费合理、监控方便和安全可靠等优点。特别是在间断、突发性的或频繁、少量的气象数据传输中表现出良好的性能。通过山西省方山县架设的基于 CDMA1X 技术的自动气象站与远程控制端北京林业大学进行实时数据传输的实践证明, 该系统可以运用于水土保持气象观测等多种气象观测领域。

关键词: CDMA; CDMA1X; 自动气象站; 水土保持气象观测; 无线传输

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2010)02-0180-04

中图分类号: TN92, TP3

Constructing Automatic Weather Station System Based on CDMA1X Wireless Transmission

TIAN Jia¹, LUO Han¹, TIAN Tao¹, ZHAO Ting-ning¹, GAO Jia-rong¹,
MENG Xi-xin², YOSHIKAZI Shin-ji³

(1. College of Soil and Water Conservation, and Key Laboratory of Soil and Water Conservation and Desertification Combating of the Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2. Micro-Computer System Industry Co., Ltd., Yokohama, Japan 220-0003; 3. Faculty of Environmental and Information Studies, Tokyo City University, Yokohama, Japan 224-8551)

Abstract: In recent years, rapid popularity of automatic weather stations has greatly promoted the development of meteorological observations in soil and water conservation. Previous observations by artificial means on duty can not meet the needs of the development of modern soil and water conservation. Remote control and wireless data transmission of meteorological observation system are the future development trend. By combining the DAVIS Vantage Pro2 automatic weather station produced by a United States company with China Unicom CDMA1X technology, wireless remote control and remote access to automatic weather station are achieved to obtain meteorological data. Results show that the system of wireless transmission automatic weather station has many advantages, such as easy installation and use, real-time online, high-speed transmission, landing quick, affordable, and safe and reliable monitoring. Particularly in the transmission of intermittent, sudden or frequent, small amounts of meteorological data, it shows a good performance. Real-time data transmission in Fangshan County, Shanxi Province erected by CDMA1X technology-based automatic weather station with remote control terminal of Beijing Forestry University has proved that the system of wireless transmission automatic weather station can be applied to soil and water conservation and other meteorological observation fields.

Keywords: CDMA; CDMA1X; automatic weather station; soil and water conservation; meteorological observation; wireless transmission

收稿日期: 2009-04-07

修回日期: 2009-10-25

资助项目: 国家科技支撑项目“黄土高原丘陵沟壑半干旱区水土保持抗旱造林及径流林业技术试验示范”(2006BAD3A1201); 国际科技合作项目(2008DFA32270)

作者简介: 田佳(1982—), 男(汉族), 宁夏回族自治区银川市人, 博士研究生, 主要研究方向为工程绿化技术、水土保持。E-mail: yuhudi63@fox-mail.com。

通信作者: 赵廷宁(1962—), 男(汉族), 河北省张家口市人, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为工程绿化技术、水土保持。E-mail: zhtning@bjfu.edu.cn。

在自动气象站应用以前,对温度、湿度、大气压强、风速风向、降水等基本气象要素都是采用人工观测记录,但是随着自动化探测设备的应用和推广,自动气象站逐渐替代了传统的人工观测。自动气象站的应用降低了观测的劳动强度,提高了探测精度,增加了时间地域探测密度,对气象现代化的发展有重要的意义^[1]。近年来随着无线通信网络的快速发展,气象部门又正在积极建设基于无线通信网络的无线传输数据的自动气象站系统。与传统的自动气象站相比无线传输自动气象站系统具有安装使用方便,实时在线、高速传输、节省出差费用等优点^[2]。水土保持气象观测是水土保持科学研究的必要环节,以往传统的完全靠人工操作的水土保持气象观测已经不适合于现代水土保持研究的发展和气象观测的需要。水土保持气象观测急需引入先进的、具有自动收集、处理、存储和无线传输气象信息等功能的自动气象站系统,使地面气象观测工作实现自动化,提高地面观测资料的可靠性,消除由于人工观测引起的误差,从根本上提高我国水土保持气象观测的总体水平。据此,探讨了将 CDMA1X 无线通信技术与 Vantage Pro2 自动气象相结合,形成适合水土保持气象观测和其它气象观测的无线传输自动气象站系统。

无线传输自动气象站系统主要有 3 个部分^[3-4]。

(1) 自动气象站主机。例如本系统所使用的 Vantage Pro2 型自动气象站。(2) 移动通信网络。例如 GPRS 与 CDMA。(3) 远程控制和数据采集。远程控制和数据采集由远程控制计算机和数据采集分析

软件所组成^[3]。远程控制计算机的硬件配置为: Pentium(R) 4 CPU 2.80GHz, 512M 内存(系统为 Windows XP)。数据采集分析软件为 Vantage Pro2 型自动气象站自带的 WeatherLink 软件。理论上只要能接入 Internet 的地方都可以作为远程控制和数据采集地点。

1 Vantage Pro2 自动气象站简介

美国 DAVIS 公司生产的 Vantage Pro2 型自动气象站分为无线站和有线站两种,它们都是由气象站主机,无线或有线控制台两部分组成。Vantage Pro2 主机采用一体化设计,通过安装不同的探测器,可采集风、温、湿、光照、雨量、太阳辐射、紫外辐射、气压、露点、土壤水分、土壤温度、叶面湿度等气象因子,并可自动生成 NOAA 气象报告和趋势分析。其主要的技术参数详见表 1^[4]。

Vantage Pro2 自动气象站控制台的接口分为两种:一种是 USB 接口,另一种是串口(serial port)。在本系统中使用的是串口控制台,这里要特别注意的是虽然 USB 口和串口控制台都可以直接与电脑相连下载气象站数据,但是如果要实现无线远程传输比如通过 CDMA1X 网络,就只能使用串口控制台。这是因为串口和 USB 口的数据传输方式不一样,而目前 Vantage Pro2 自动气象站只支持串口的无线传输。表 1 所示的是 Vantage Pro2 自动气象站理论上可以观测的气象参数,但实际应用中可观测的种类要根据气象站所安装的探测器(sensor)来确定。

表 1 Vantage Pro2 自动气象站可观测的气象参数

参数	指标说明	参数	指标说明
风速	测量范围: 1~ 67 m/s; 精度: 5%; 分辨率: $\pm 5\%$	气压	测量范围: 880~ 1 080 hPa; 精度: ± 1.0 hPa; 分辨率: 0.1 hPa
风向	测量范围: 0° ~ 360° ; 精度: ± 70 ; 分辨率: 10	叶面湿度	测量范围: 0~ 15; 精度: ± 0.5 ; 分辨率: 1
空气温度	测量范围: $- 40^{\circ}\text{C}$ ~ $+ 65^{\circ}\text{C}$; 精度: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$; 分辨率: 0.1 $^{\circ}\text{C}$	相对湿度	测量范围: 0~ 100%; 精度: $\pm 3\%$; 分辨率: 1%
ET	测量范围: 日 0~ 999.9 mm; 月 0~ 1 999.9 mm; 年 0~ 1 999.9 mm; 精度: $\pm 5\%$; 分辨率: 0.1 mm	紫外辐射	反应波段: 290~ 390 nm; 测量范围: 0~ 199 MEDs; 精度: $\pm 5\%$; 分辨率: 0.1 MEDs
降雨量	测量范围: 日降水 0~ 9 999 mm; 月降水 0~ 19 999 mm; 年降水 0~ 19 999 mm; 精度: $\pm 4\%$; 分辨率: 0.2 mm	太阳辐射	反应波段: 300~ 1 100 nm 测量范围: 0~ 18 00 W/m^2 ; 精度: $\pm 5\%$; 分辨率: $1\text{W}/\text{m}^2$
土壤温度	测量范围: $- 40^{\circ}\text{C}$ ~ $+ 65^{\circ}\text{C}$; 精度: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$; 分辨率: 1 $^{\circ}\text{C}$	土壤湿度	测量范围: 0~ 200 db; 分辨率: 1 db
露点	测量范围: $- 76^{\circ}\text{C}$ ~ $+ 54^{\circ}\text{C}$; 精度: $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$; 分辨率: 1 $^{\circ}\text{C}$	降雨速率	测量范围: 0~ 1 999.9 mm/h; 精度: $\pm 5\%$; 分辨率: 0.1 mm

2 CDMA 1X 与 VPN 技术简介

2.1 CDMA 简介

CDMA (code division multiple access, 码分多址) 是以扩频通信技术为基础的第二代移动通信技术, 它具有频率利用效率高、抗干扰能力强等特点。目前全球有许多国家和地区, 包括中国香港、韩国、日本、美国都已建有 CDMA 商用网络。在美国和日本, CDMA 成为国内的主要移动通信技术。在美国, 10 个移动通信运营公司中有 7 家选用 CDMA。到今年 4 月, 韩国已有 60% 的人口成为 CDMA 用户。据统计中国目前有 3 105.2 万人使用 CDMA 宽带业务^[5]。

2.2 CDMA 1X 网络简介

CDMA 1X 是在 2G (CDMA IS-95 系列) 基础上进行升级并建立分组数据网络, 可以支持 153.6 kbit/s 的高速数据传输, CDMA 1X 属于 2.5 G 移动通信技术, 目前中国联通建设的 CDMA 网络已完成了三期工程, 全面升级到 CDMA 1X, 网络覆盖全国各城市、乡镇及公路。CDMA 1X 是通过专用载频和信道, 通过 PDSN 网络与互联网连接, 与话音路由分道提供。CDMA 1X 传输速率对无线环境的依赖程度不大, 因而网络比较稳定, 不容易受到干扰^[6]。

2.3 VPN 技术简介

VPN (virtual private network 虚拟专用网络), 它可以通过特殊的加密的通讯协议利用公共网络建立虚拟私有网络。在本系统中以 CDMA 1X 网络为承载在自动气象站与远程控制计算机之间建立虚拟网络通道, 通过虚拟通道实现自动气象站与远程控制计算机数据的安全传输。使用 CDMA 1X-VPN 进行远程数据传输, 可以节约网络租用费、设备购置费以及网络维护费从而减少运营成本。只需在原有的网络出口作简单的配置, 便可拥有自己的专网, 有效降低投资成本, 提高效率。VPN 可以通过加密、口令保护、身份验证、防火墙等措施保障信息安全和数据的完整性避免被非法窃取^[7]。

3 基于 CDMA 1X 网络的自动气象站的无线数据传输

在本系统中使用了美国 Davis 公司生产的 Vantage Pro2 型自动气象站(无线站)、北京卓创公司生产的 EICPro355E-CDMA 路由器以及北京海豚科技发展公司生产的 CanHigher NC600 系列串口设备服务器进行自动气象站的无线数据传输试验。下面就以这些设备为例详细介绍各部分的安装与调试过程。

3.1 Vantage Pro2 自动气象站的安装与调试

Vantage Pro2 的安装可参见其随机附送的安装手册(integrated sensor suite installation manual), 该手册中有详细的安装方法和调试过程, 这里不再赘述。

3.2 CDMA 路由器的安装与调试

CDMA 路由器的安装与调试比较复杂, 根据所使用的 CDMA 路由器的类型不同, 安装与调试差别很大。但是总体来说都包括以下 3 个部分。

(1) CDMA 路由器上网的配置。要实现 CDMA 路由器上网首先需要办理一张中国联通公司的 CDMA-SIM 卡, 将卡正确插入 CDMA 路由器后与电脑相连, 按照说明书中的步骤来配置路由器的各项参数。在这里要说明的是为了实现局域网(LAN)与广域网(WAN)的互联 CDMA 路由器的上网模式要采用网关模式(gateway mode)。

(2) DDNS(dynamic domain name server 动态域名服务)的申请。DDNS 是将用户的动态 IP 地址映射到一个固定的域名解析服务上, 用户每次连接网络的时候客户端程序就会通过信息传递把该主机的动态 IP 地址传送给位于服务商主机上的服务器程序, 服务器程序负责提供 DNS 服务并实现动态域名解析。也就是说 DDNS 捕获用户每次变化的 IP 地址, 然后将其与用户自己选定的域名相对应, 这样其他上网用户就可以通过域名来进行交流了^[8]。目前可以提供 DDNS 服务的网站很多, 本系统采用的是 Vier (<http://ddns.vier.com.cn>) 域名服务网站所提供的域名: fangshan.vier.cn。通过该网站所提供的动态域名解析服务器将 CDMA 路由器所分配到的动态 IP 与域名 fangshan.vier.cn 绑定, 这样就可以实现远程控制计算机与 CDMA 路由器通过 VPN 虚拟通道连接。

(3) CDMA 路由器 VPN 的设置。目前市场上大多数的 CDMA 路由器都提供 VPN 功能, VPN 的设置比较简单一般来说只要按照说明书的要求用户都可以自己设置。

3.3 远程控制计算机的调试

CDMA 路由器与 Vantage Pro2 自动气象站的无线控制台是通过串口设备服务器 (CanHigher NC600) 相连, 气象站的主机与无线控制台通过无线信号进行连接。串口设备服务器一端为串口与无线控制台相连接, 另一端是以太网端口与 CDMA 路由器相连。这样就相当于将无线控制台所收集到的气象数据联入了 CDMA 1X 网络。图 1 所表示的就是整个无线传输自动气象站的系统组成。

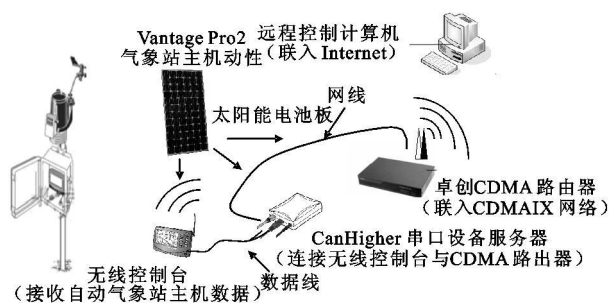


图 1 基于 CDMA1X 网络的无线传输自动气象站系统

通过对远程控制计算机虚拟专用网络连接 (VPN) 的设置, 将远程控制计算机与 CDMA 路由器建立专有通道, 进行数据传输和气象数据实时监控。本系统远程控制计算机设置在北京林业大学, 用来收集和处理气象数据, CDMA 路由器以及气象站设置在山西省方山县。

3.4 气象数据的接收与处理

在远程控制计算机上先安装串口设备服务器软件 (安装方法参见相关软件安装说明), 然后再安装 Vantage Pro2 应用软件 (WeatherLink)。这样远程控制计算机就可以通过 WeatherLink 来接收和分析气象站的气象数据了, 利用该软件还可以对远端气象站的气象参数进行实时监控。

3.5 自动气象站的日常维护

气象站设备维护是保证气象站正常运行的重要环节, 其直接影响每个观测数据的准确性, 应该予以重视和熟练掌握维护方法。(1) 要定期清洗雨量器与防辐射罩。在清洗雨量筒前, 要先拔下传感器数据插头。当防辐射罩灰尘过多时, 用湿棉布擦洗。(2) 为保证精度, 至少每月清洗一次太阳辐射和紫外光传感器^[4]。太阳辐射和紫外光传感器在出厂时已经被校正, 允许每年小于 2% 的误差, 如果希望得到更高的精确度, 传感器应每年校正一次。(3) 经常注意留心查看雨量桶内的过滤网上有无尘土、小虫等堵塞, 及时清理, 保持小孔畅通^[9]。(4) 由于自动气象站采集器每分钟都要采集、存储和传输数据, 必须要保持电源的稳定, 经常检查无线控制台的电池电量或外接电源是否正常。(5) 每天检查网络状态、计算机运行和自动气象站数据采集情况, 如有异常及时处理^[10]。

4 结论

本系统构建了可无线传输数据的自动气象站系统。实践证明该系统不仅能够很好地满足无线远程气象数据传输和实时监控的要求, 而且具有安装使用

方便, 实时在线、登陆快捷、收费合理、监控方便和安全可靠等优点。与同类技术相比优势明显。

(1) 传输速度快特别是与基于 GPRS 的自动气象站相比, CDMA1X 的传输速率可达到 153.6 kbps 而 GPRS 只有 40 kbps^[3], 同时 GPRS 数据传输是与语音传输采用共同的传输信道, 语音优先的机制不能保证数据的稳定传输, 而且 GPRS 单个基站容量较 CDMA1X 少, 不能满足数据量突增的需求^[6]。

(2) 该系统与基于 ADSL 拨号上网的自动气象站相比克服了每次只能通过电话拨号方式向采集中心传送观测数据的弊端, 而且 ADSL 电话通信线路易受到干扰给自动气象站资料的正常采集带来影响, 抑制了自动气象站的高密度观测和资料的高效可靠传输, 在一些条件恶劣、地域偏僻的地区, 电话通信无法到达, 使自动气象站的合理布点有一定的局限性。而基于 CDMA1X 技术的自动气象站则可以克服以上这些缺点, 使自动气象站的布设更加自由和灵活^[11]。

(3) 由于大部分高校都设有校园防火墙, 阻挡了从校园局域网直接访问远程气象站下载数据, 为了解决这个问题本系统采用了 VPN 技术, 直接在 Internet 上建立一个虚拟网路通道联入校园局域网内, 并通过加密、口令保护、身份验证等措施保障数据的安全。

(4) 本系统完全实现了太阳能供电, 即使在野外没有电源的情况下, 气象站仍然可以正常工作。

随着无线网络技术的发展, 3G 技术即将在各行业中推广应用, 3G 技术可以将目前 CDMA1X 的传输速率提高几十倍, 速度的提高不仅使下载数据更快, 也使安装基于 CDMA1X 网络的摄像头成为可能 (以目前 CDMA1X 的传输速度还未能达到实现图像和音频的实时传输)。有了网络摄像头便可以及时对气象站周围环境的变化做出反应, 对破坏气象站的行为进行拍照和录像, 保障气象站的安全。同时也可以针对气象站各部分进行检查, 比如风速传感仪是否正常, 雨量筒是否被堵塞, 支架是否发生倾倒等。甚至还可将网络摄像头做为对讲机来使用, 实现外业人员与远程控制端人员的实时语音通话, 指导外业人员的操作和处理突发情况。总之随着移动通讯技术和气象观测设备的发展, 一定会有更多更加灵活、稳定的无线传输自动气象站系统的出现。

致谢 本文的写作过程中得到了希来凯思 (Silex) 技术北京有限公司的技术支持, 在这里表示衷心的感谢。

- [7] 许迪, 刘钰. 测定和估算田间植物腾发量方法研究综述[J]. 灌溉排水, 1997, 16(4): 54-59.
- [8] 武夏宁, 胡铁松, 王贵秀, 等. 区域蒸散发估算测定方法综述[J]. 农业工程学报, 2006, 22(10): 257-261.
- [9] 刘钰, Pereira L S. 对FAO推荐的作物系数计算方法的验证[J]. 农业工程学报, 2000, 16(5): 26-30.
- [10] 刘钰, 蔡根林. 参考腾发量的新定义及计算方法对比[J]. 水利学报, 1997, 28(6): 27-33.
- [11] 刘晓英, 林尔达, 刘培军. Priestley-Taylor与Penman法计算参照作物腾发量的结果比较[J]. 农业工程学报, 2003, 19(1): 32-36.
- [12] Chiew F H S, Kamamaladasa N N, Malano H M, et al. Penman-Monteith, FAO-24 reference crop evapotranspiration and class A pan data in Australia[J]. Agr. Water Mgmt., 1995, 28: 9-21.
- [13] Hobbins M T, Ramirez J A, Brown T C. The complementary relationship in regional evapotranspiration: the CRAE model and the Advection-aridity approach[J]. Proc. Annual A. G. U. Hydrology Days, 1999, 37(5): 199-212.
- [14] 高国栋, 陆渝蓉, 李怀瑾. 我国最大可能蒸发量的计算和分布[J]. 地理学报, 1978, 33(2): 102-107.
- [15] 钱纪良, 林之光. 关于中国干湿气候区划的初步研究[J]. 地理研究, 1965, 31(1): 1-12.
- [16] 李林, 张国胜. 黄河上游流域蒸散量及其影响因子研究[J]. 地球科学进展, 2000, 15(3): 256-259.
- [17] R G Allen, L S Pereira, Raes D, et al. Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements-FAO irrigation and drainage paper 56[M]. Rome: FAO-Food and Agriculture Organization, 1998.
- [18] 郭晓寅, 程国栋. 遥感技术应用于地表面蒸散发的研究进展[J]. 地球科学进展, 2004, 19(1): 107-114.
- [19] 杨小利, 杨兴国, 马鹏里, 等. PDSI在甘肃中东部地区的修正和应用[J]. 地球科学进展, 2005, 20(9): 1022-1028.
- [20] 李晓军, 李取生. 东北地区参考作物蒸散确定方法研究[J]. 地理科学, 2004, 24(2): 212-216.
- [21] 刘晓英, 林尔达, 刘培军. 干旱条件下 Priestley-Taylor方法应用探讨[J]. 水利学报, 2003, (9): 31-39.
- [22] 史晓南, 王全九, 王新, 等. 参考作物腾发量计算方法在新疆地区的适用性研究[J]. 农业工程学报, 2006, 22(6): 19-23.
- [23] 张国威, 周聿超. 新疆内陆干旱区蒸发的计算与分析[J]. 水科学进展, 1992, 3(3): 26-232.
- [24] 彭世彰, 徐俊增. 参考作物蒸发蒸腾量计算方法的应用比较[J]. 灌溉排水学报, 2004, 23(6): 5-9.
- [25] 刘绍民, 孙中平, 李小文, 等. 蒸散量测定与估算方法的对比研究[J]. 自然资源学报, 2003, 18(2): 161-167.

(上接第183页)

[参 考 文 献]

- [1] 罗海明, 刘璐, 王殿海. 自动气象站的网络化构想[J]. 黑龙江气象, 2007(2): 32-33.
- [2] 徐宁军, 陈战平, 冯智伟. GPRS业务在自动气象站网数据传输中的应用[J]. 气象科技, 2006, 34(6): 112-115.
- [3] 段文广, 王有毅. 基于GPRS的区域气象站组网技术[J]. 成都信息工程学院学报, 2008, 28(1): 78-83.
- [4] 北京渠道科学器材有限公司. Vantage Pro2自动气象站中文安装手册[Z]. 北京渠道科学器材有限公司, 2008: 1-14.
- [5] 郑晓平, 修仕辉, 舒文琼. 从中国联通CDMA发展历程看IPTV推广策略[J]. 通信世界, 2006(7): 18-20.
- [6] 周东明, 何伟芬. CDMA IX在自动气象站监控系统中应用[J]. 广东通信技术, 2006(5): 45-50.
- [7] 蒋文贤. 基于CDMA IX-VPN无线终端设备的应用与优化[J]. 东华大学学报: 自然科学版, 2008, 34(3): 295-302.
- [8] 张建臣, 张谷省. 基于ADSL虚拟拨号的动态域名解析的研究与实现[J]. 德州学院学报, 2007, 23(4): 54-56.
- [9] 张勇刚, 吕奂坤, 刘爱明. 自动气象站设备夏季维护简析[J]. 气象水文海洋仪器, 2009(2): 128-129.
- [10] 张小石, 黄莉芬. 自动气象站设备维护与撤换[J]. 气象水文海洋仪器, 2009(2): 134-137.
- [11] 周钦强, 敖振浪, 谭鉴荣, 等. 基于GPRS的自动气象站通信组网方案研究[J]. 微计算机信息, 2008, 24(5/3): 152-154.