

# 基于 GPRS 远程自动雨量监测系统

王立端<sup>1</sup>, 杨雷<sup>2</sup>, 战兴群<sup>3</sup>, 范保松<sup>4</sup>

(1. 上海交通大学电子信息与电气工程学院, 上海 200240; 2. 东莞理工学院电子工程系, 东莞 523808;  
3. 上海交通大学空天科学技术研究院, 上海 200240; 4. 河南省气象局技术装备中心, 郑州 450003)

**摘要:** 设计了新型通用分组无线业务(GPRS)远程自动雨量监测系统, 其借助成熟的 GPRS 无线数据通信技术, 结合 Internet 构建了基于 B/S 架构的数据服务中心, 通过数据库编程实现雨量站点远程管理和信息查询, 开发了雨量信息查询站点, 实现在 Web 上动态显示实时雨量分布图。该系统也为其他数据采集与监测系统提供了一种通用、理想的信息采集处理模型。

**关键词:** 通用分组无线业务; 自动雨量站; 数据传输

## Remote Rainfall Monitoring System Based on GPRS

WANG Li-duan<sup>1</sup>, YANG Lei<sup>2</sup>, ZHAN Xing-qun<sup>3</sup>, FAN Bao-song<sup>4</sup>

(1. School of Electronic Information and Electrical Engineering, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240;  
2. School of Electronic Engineering, Dongguan University of Technology, Dongguan 523808;  
3. Institute of Aerospace Science & Technology, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240;  
4. Technology Service Center, Henan Weather Bureau, Zhengzhou 450003)

**【Abstract】** This paper puts forward a new kind of general packet radio service(GPRS) remote system for wireless autonomous rainfall monitoring. With advanced and reliable GPRS wireless communication and Internet technology, data service center(DSC) of the system is set up based on B/S framework. The functions, which are the remote management of rainfall stations and data query, are realized through database programming. And dynamic distributed maps of rainfall can be displayed in Web pages using one Website for rainfall information querying. The system is also a general ideal model for other data acquisition and processing systems.

**【Key words】** general packet radio service(GPRS); autonomous rainfall station; data transmission

雨量信息是重要的水文检测参数和气象信息的主要组成部分, 也是防汛抗旱决策的重要依据, 其实时性和可靠性是决策实时性、科学性的前提<sup>[1]</sup>。然而, 当前大多中尺度雨量监测系统采用传统的采集手段和数据传输方式, 不能很好地满足雨量信息采集实时性的要求, 系统的应用空间和地理环境也有很大的局限性。

河南省通用分组无线业务(general packet radio service, GPRS)远程自动雨量监测系统是集数据采集技术、通信技术、计算机及网络技术于一体的尺度雨量监测网络系统, 是 SCADA(数据采集与监控)系统的一种。借助于先进成熟的 GPRS 无线数据传输技术, 该系统克服了 SCADA 应用范围受通信技术制约的最大弱点, 实现了雨量信息采集自动化、数据传输无线化和雨量信息自动归档及在 Internet 上动态更新显示。

GPRS 雨量监测系统于 2004 年上半年开发完成。经过一年的运行, 在 2005 年 7 月~9 月进行了全面的系统技术更新和升级。技术更新包括: 新型采集处理器的使用, 雨量数据的 USB 海量存储和有线读取, 对有线网络的兼容, 数据服务中心(DSC)接入 GPRS 网络的方式, 数据库及雨量查询服务的优化。关键的技术更新扩大了系统容量, 极大地提高系统的兼容性、可扩展性和数据采集处理速度, 保证其长期稳定可靠地运行, 同时满足对新应用服务的需求。现今, 整个河南省雨量监测系统中, 已安装使用的自动雨量站达 1 493 套。

### 1 GPRS 概述及技术优势

GPRS<sup>[2]</sup>是 GSM Phase 2.1 规范实现的内容之一, 能提供比现有 GSM 网 9.6Kb/s 更高的数据率。GPRS 网络具有良好的信号覆盖; 随着中国移动 GPRS 网络建设的日臻成熟, 地区的覆盖率超过 90%, GPRS 信号达到了无盲区覆盖。

GPRS 具有以下技术优势<sup>[3]</sup>:

(1) 引入了分组交换的传输模式, 用户只在发送或接收数据期间占用资源, 即多个用户可高效率地共享同一无线信道, 提高了资源的利用率;

(2) 可提供高达 115Kb/s 的传输速率(最高约为 171.2Kb/s<sup>[4]</sup>);

(3) 分组交换接入时间缩短为少于 1s, 能提供快速即时的连接, 大幅提高了一些事务(如信用卡核对、远程监控等)的效率;

(4) 能提供 Internet 和其他分组网络的全球性无线接入。

和有线拨号或专线方式、光纤传输模式、短消息和超短波无线数传电台等传输方式相比, 采用 GPRS 进行分散实时的数据传输具有覆盖范围广、数据带宽宽、适应性强、高速及传输费用低廉等明显优势<sup>[4]</sup>。结合雨量数据传输突发性、间

**作者简介:** 王立端(1979 - ), 男, 博士研究生, 主研方向: 精密仪器及机械; 杨雷、战兴群, 教授; 范保松, 高级工程师

**收稿日期:** 2006-08-27 E-mail: wld@sjtu.edu.cn

断性、频繁性和实时性的特点,系统选用先进成熟的GPRS DTU(data terminal unit)作为远程数据传输模块,借助稳定可靠的中国移动GPRS网络,在保证数据及时、准确传输的前提下,将系统运行费用降到了最低。

## 2 系统构成和原理

### 2.1 系统总体构成

GPRS 自动雨量监测系统(图 1)采用中心点-多点的方式进行组网,主要由 3 部分组成:(1)自动雨量站(无线方式):雨量传感器,雨量采集,GPRS DTU(无线数据终端);(2)传输网络:中国移动 GPRS 无线网络及 Internet 等有线网络;(3)数据服务中心(DSC):实时雨量数据(有线、无线)接收服务器,实时数据库服务器及 Web/FTP 服务器等。

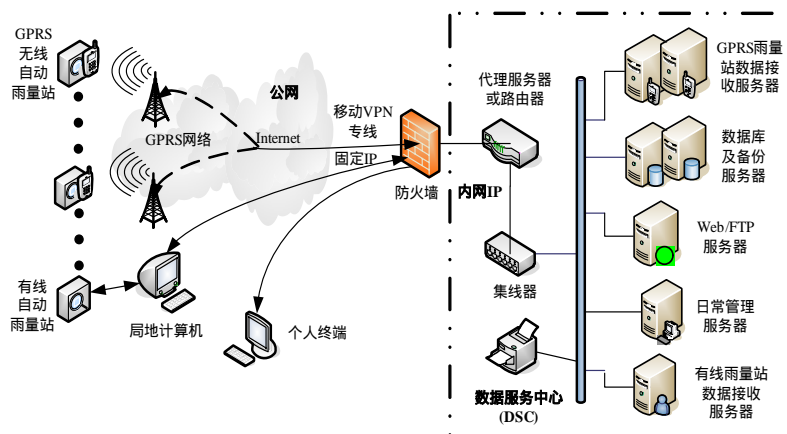


图 1 自动雨量监测系统组成示意图

作为终端采集设备,自动雨量站被安装在不同地区的多个雨量观测点,与数据通信网络和数据服务中心共同组成中尺度远程自动雨量监测系统。新的雨量监测系统为兼顾不同环境的应用需求,自动雨量站增加了有线数据传输方式。原有的采集系统也可通过有线网络(电话线路、局域网或 Internet)将数据传送到数据服务中心,实现雨量数据的统一采集处理。

### 2.2 雨量数据采集终端

安装于各观测点的系统终端 GPRS 自动雨量站的 3 个主要组成部分是翻斗式雨量传感器、雨量采集器和 GPRS DTU,如图 2 所示。

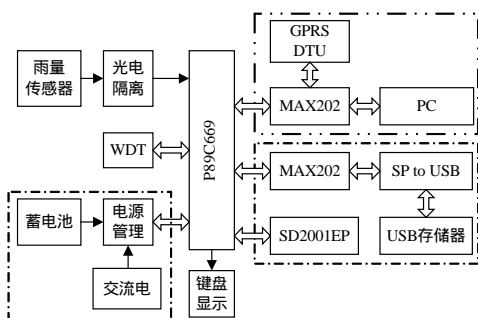


图 2 自动雨量站的系统组成

雨量采集器以 P89C669 单片机为核心的数据处理单元,对翻斗式雨量计输出的通断信号计数,并将雨量保存在 32KB 的高精度时钟存储芯片 SD2001EP(存储 56 天的每日总降雨量和 21 天的每小时每分钟的降雨量值)和 USB 设备(长期降雨量数据存储)中;同时,利用 P89C669 的 UART0,经过 MAX202 电平转换与 GPRS DTU 或 PC 计算机接口,实现雨

量数据传输和双向通信功能。应用带看门狗的 EEPROM 芯片 CAT24C021、防雷和光电隔离措施、节电运行模式以及直流蓄电池和交流电 2 种供电方式保证雨量站的稳定运行。

### 2.3 GPRS DTU 和运行模式

自动雨量站系统中 GPRS DTU 选用深圳宏电公司的数据终端模块 H7118C。使用时需要安装 SIM 卡,像手机一样具有唯一的 ID;数据服务中心根据各个 GPRS DTU 的自定义终端识别号(不同于 SIM 卡号)确定监测地点的雨量数据。首先,根据应用需求必须先对 H7118C 数据终端进行设置,以便建立专用数据传输通道;然后,雨量采集器的 CPU 只须将要发送的雨量数据传送给 GPRS DTU,数据经后者自动打包发送到数据服务中心。

H7118C 支持 5 种数据传输模式,考虑到降雨长期突发性和短期持续性的特点,并保证 DTU 能及时响应数据服务中心的请求,选用永远在线模式进行“定时”雨量数据传输。“定时”传输也就是:当有降雨时自动雨量站每分钟向数据服务中心发送一次实时雨量信息,没有降雨时整点发送每天当前的总雨量和 DTU 状态信息,其他时间 DTU 处于节电工作模式。自动雨量站随时与网络保持联系,因此,每当各监测点有降雨时,可立即发送到数据服务中心。移动服务商对 GPRS 数据传输按流量计费,也使“永远在线”模式享有低廉的通信费用。

GPRS DTU 监测链路运行情况,当通信网络发生异常,DTU 会在故障恢复后自动重新建立链路。因此,可以在数据服务中心强制某个 DTU 掉线,实现自检并自动重新连接。

## 3 系统功能实现

### 3.1 数据传输协议

H7118C 终端模块支持 PPP、TCP/IP、UDP/IP,并提供透明、双向、对等的数据传输通道。除了 DTU 封装并发送到数据中心的透明 GPRS 数据包,还自定义了数据通信协议,以实现从数据流中方便提取数据、保证数据的正确传输和接收的有效校验。以实时降雨量数据传输为例,其数据传输格式如图 3 所示。

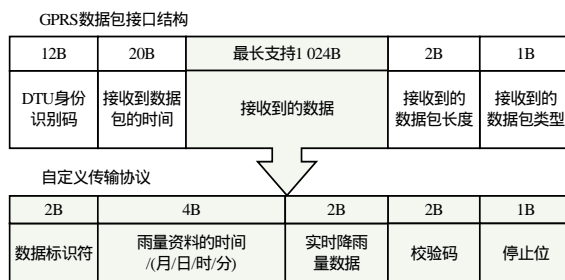


图 3 实时雨量数据传输数据包格式

按照自定义数据传输协议,从数据服务中心向自动站发送命令,可实现以下双向通信功能:索要当前总雨量,自动补收数据,设定自动雨量站时间,索要当前时间,清零,索要 20 点数据,索要小时数据等。

### 3.2 数据传输时间、效率和安全性

H7118C 允许的最大用户数据包长度为 1 024B。而当雨量监测点有降雨时,网络系统最频繁传输的实时降雨量数据的其自定义包长仅 11B(参见图 3)。因此,系统有足够的带宽

传输其他气象信息。当数据包长度不足 200B 时,从 DTU 发出的数据平均 0.75 到达数据服务中心;由 DTU 主动发起到数据服务中心的单向传输和二者双向主动互传的最大传输效率分别为 97.3%和 95.9%。

数据传输的安全性由 3 方面保证:(1)GPRS无线网络运营商空中加密;(2)雨量数据经VPN(virtual private network)<sup>[5]</sup>专线进入数据服务中心有足够的网络安全性(3.3 节);(3)只有在数据服务中心注册过的GPRS DTU才能登录雨量服务器。

### 3.3 数据服务中心的构建

(1)数据服务中心工作站是整个监测系统的主控部分。它负责协调整个系统的运作,向各自动雨量站发送操作指令,实现对自动站的校时、复位、定时收集和统计资料(瞬时、历史雨量)以及资料的 Internet 动态显示等功能。这些功能由运行在数据服务中心的数据接收程序和动态 Web 站点来完成,具体内容将在第 4 节详述。

(2)由于自动雨量站通过GPRS DTU与数据服务中心主机进行通信,因此数据服务中心必须接入GPRS网络才能实现网络通信链路的完整畅通<sup>[5]</sup>。GPRS网络通过中国移动的VPN虚拟(专用网络)专线经防火墙接入数据服务中心是出于 2 个主要因素:雨量数据接收的安全性和为未来近 2 000 套自动雨量站提供足够、稳定的网络带宽。同时,为了数据服务中心的稳定运行,多台服务器分别承担了数据处理、存储和对外提供网络服务等任务,如图 1 所示。

(3)传统应用系统的 C/S 模式已经不适用于借助 Internet 的新型自动雨量监测系统。雨量数据服务中心是基于更符合应用需求的 B/S 架构的体系结构。在该体系结构中,事务的处理被划分为 3 层:浏览器(browser)-Internet 服务器-数据库服务器,其最大的优点是对客户端的软件要求降到最低,雨量信息的应用更开放更灵活。也就是说,用户只要有能上网的计算机,就可以通过 Internet 从数据服务中心获取所需的雨量信息。

## 4 数据服务中心的软件设计

### 4.1 GPRS 雨量数据处理程序

按照模块化设计原则,数据服务中心的 GPRS 雨量数据处理程序包括如图 4 所示的几个功能模块,其中,GPRS 雨量数据接收程序是整个软件系统的核心。

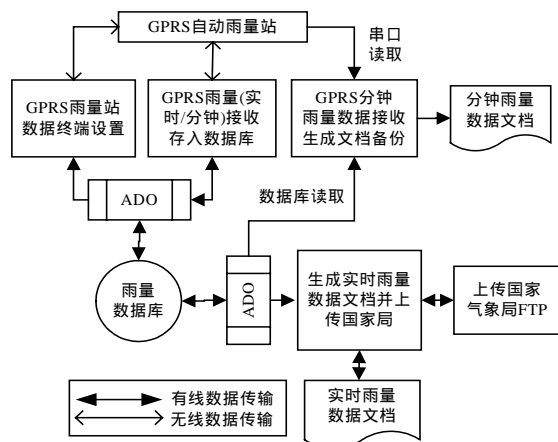


图 4 GPRS 数据处理软件功能模块示意图

数据服务中心服务器上数据接收主程序始终处于运行状态,该程序用 Visual C++ 6.0 编写,通过 WinSock 监听机制从网络上收集各雨量站发来的信息,经过处理自动存入 SQL Server 数据库。

主程序运行并初始化参数之后,启动数据服务中心与 GPRS DTU 之间的数据通信服务。同时通过 ADO 技术打开雨量数据库;对 GPRS DTU 的远程参数更新功能此时也一并被启用,该功能由 GPRS 数据通信 API 函数实现。之后,在主程序窗口中定义的自动响应 GPRS 数据接收消息函数,实时接收来自 DTU 的数据;并根据数据的长度和标志判断接收到的信息属于哪种类型,雨量数据被校验提取并存入相应的数据表中。3.1 节中提到数据中心与自动雨量站之间的双向通信功能也由主程序实现。

### 4.2 雨量查询 Web 站点的开发

ASP 技术具有无须编译、嵌套灵活、容易编写和维护、功能可扩充、数据库访问亲善且与浏览器无关等特点。在 Web/FTP 服务器上利用 ASP 开发出雨量查询站点,生成动态雨量分布图、数据表格供外部用户通过 Internet 查询、访问、存储和打印。

当 Web 服务器收到用户输入的查询请求后,雨量资料的查询结果以 2 种方式显示:(1)直接以数据表格动态更新显示;(2)根据各雨量站安装位置的经纬度坐标,将实时雨量资料和历史雨量资料动态标注在地图上。Web 站点的地图显示系统完全自主开发,不但很好地达到了雨量信息动态显示的目的,而且极大地节约了系统的开发费用。

## 5 结束语

对于一个拥有上千套终端单元的雨量监测系统,系统的通信费用、软硬件的兼容性和稳定可靠运行是系统设计和调试安装阶段最重要的问题。GPRS 数据传输方式的选用将通信费用降低到了理想程度;而技术的全面升级优化为系统的稳定运行提供了最可靠的保障。

值得一提的是,基于 GPRS 的远程自动雨量监测系统是一种无人值守的自动化、智能化的雨量采集系统。该系统的网络结构、数据传输手段、信息采集模式和数据处理方法为其他 SCADA 系统提供了一种合理、通用、先进的信息采集参考模型。

## 参考文献

- 1 孙 选,艾长胜,李国平.基于 VB 的远程雨量自动监测处理系统[J]. 济南大学学报(自然科学版),2002,16(2): 197-199.
- 2 Ghribi B, Logrippio L. Understanding GPRS: The GSM Packet Radio Service[J]. Computer Networks, 2000, 34(5): 763-779.
- 3 Kalden R, Meirick I, Meyer M. Wireless Internet Access Based on GPRS[J]. IEEE Personal Communications, 2000, 7(2): 8-18.
- 4 Zhang Pengchao, Shi Zhongke, Xu Meng. Design and Implementation of Vehicle Monitoring System Based on GPRS[C]//Proc. of the 4th International Conference on Machine Learning and Cybernetics. 2005-08.
- 5 Wilson A J. The Use of GPRS Technology for Electricity Network Telecontrol[J]. Computing & Control Engineering Journal, 2005, 16(2): 40-45.