

文章编号: 1000-2022(2005) 01-0125-08

## 多普勒天气雷达信息网络服务系统的设计

裴宇杰, 顾松山, 陈钟荣

(南京信息工程大学 电子工程系, 江苏 南京 210044)

**摘 要:** 多普勒天气雷达信息网络服务系统具有较完善的远距离雷达数据传输、数据处理和图像实时显示功能, 将雷达站和 Web 网站捆绑在一起, 实现各类观测资料共享及联网服务, 便于各层次用户使用。系统用 Java 类压缩方法和远程调用法建立新的套接字压缩方法, 实现网络上大数据量的数据传输。Java 语言实现了 I/O 数据流与网络数据流的单一接口, 用 Java 语言对数据文件压缩, 使数据在 Internet 上快速传输以节省服务器的外存空间。

**关键词:** 网络服务系统; 多普勒天气雷达; 数据流; 远程对象

**中图分类号:** P406 **文献标识码:** A

我国已确定了天气雷达布网探测系统的发展计划<sup>[1]</sup>, 中国气象局制定了我国新一代天气雷达发展规划, 新的下一代多普勒天气雷达<sup>[2]</sup>已陆续在全国布网, 预计全国新一代天气雷达的布网站数将达到 126 个, 雷达作为 21 世纪大气探测的主要工具在气象业务和科研中将得到更加广泛的应用。

多普勒天气雷达是监测跟踪中小尺度天气系统发生、发展、成熟、消亡过程的有效探测工具, 除了提供实时 3 个基数据 (Z、K、W) 的 PPI、RHI 图像外, 还有基于上述基数据经过各种气象算法和数字图像处理生成的产品, 如: 组合反射率因子 (CR)、垂直积分液态水 (VIL)、回波顶 (ET)、谱宽剖面产品 (SCS) 等丰富的天气雷达二次产品<sup>[1]</sup>。国内单站的天气雷达资料处理的理论和方法很多, 并形成了一批产品。在我国各地区开始实施多普勒天气雷达布网计划的同时, 如何充分发挥天气雷达网的威力, 使得单站天气雷达资料联网共享, 使各级气象业务部门, 甚至公众都能从中直接获益是一个迫切需要解决的问题。发达国家天气雷达技术飞速发展, 不仅硬件设施完善, 而且雷达及其相关资料信息的普及与共享水平很高, 在网上可以找到很多国外的专业网站, 如美国国家天气监测雷达和多普勒网站, 英国 BBC 天气中心天气雷达, 日本 ODN 天气等。我国至今仅见一两个相关的网站, 如北京敏视达雷达有限公司, 新疆自治区农网等。

本文探讨基于网络共享方式的多普勒天气雷达联网探测产品服务平台的设计, 将数部雷达资料和分析结果有机结合, 建立基于 Web 的多普勒天气雷达产品网络服务系统, 将天气预

收稿日期: 2004-03-23 改回日期: 2004-06-01

基金项目: 中国气象局减灾司 新一代天气雷达建设项目多普勒雷达资料的应用; 国家科技攻关计划 (2001BA610A)

作者简介: 裴宇杰 (1978-), 女, 河北石家庄人, 硕士, 研究方向: 大气主动遥感探测, E-mail kelfenpe@sina.com.

报服务和雷达网与 Web 网站捆绑在一起, 实现观测资料共享与联网服务, 通过较完善的网络图像实时显示功能, 使得没有布设雷达的地方享受类似于安装了雷达的同等效果, 达到信息互动, 数据共享, 从而提高对中小尺度灾害性天气的监测和预报能力。解决现阶段天气雷达覆盖面不足的问题, 扩大雷达资料的服务范围和服务群体, 既为灾害性天气的监测和防灾、减灾提供及时有效的监测手段, 也为更有效、更方便地应用雷达资料进行气象科学研究<sup>[2]</sup>。

本文重点介绍多普勒天气雷达及产品信息服务系统的网络<sup>[3]</sup>构成, 及使用 Java 语言进行网络传输数据压缩/解压缩。有关资料数据库的设计见文献[4]。

1 方 法

1.1 环境及网络设置

网络系统的整体构建<sup>[5]</sup>如图 1 所示, 虚线部分是以省局为中心的局域网, 其网络拓补图如图 2 所示, 其中标记 A~E 分别表示图 3 中的对应模块。应用服务器和数据库服务器上处理好的产品数据可与 Web 服务器进行信息交流。应用服务器把经过处理的雷达资料等筛选并通过 Web 服务器放在 Internet 网上。建立的本地 Web 服务器, 是公众访问网络的窗口, 省局各个用户可以在上面建立动态的主页, 在 Internet 上方便发布 HTML 以及其他类型的文档, 发布经过选择的天气雷达资料进行公共服务。省局与各个雷达站点之间通过专有的网络节点进行资料交互工作。

1.1.1 功 能

雷达站本身是个具有数据采集、显示和分发的半封闭网络系统, 将它用 HUB 和服务器之间建立连接, 重新设置一组 IP 地址, 使雷达站局域网与气象中心的数据网以及其他气象部门的计算机按照 TCP/IP 协议连接, 这样从雷达采集的原始数据文档就能直接传送到气象台。雷达站采集到的数据, 经省局局域网的应用服务器和数据库服务器分类处理后放置在 Web 服务器。应用服务器的功能是, 作数据处理和响应用户的应用请求, 进行气象信息的检索, 数据库服务, 远程计算与事务处理和其他服务, 远程的地市气象局或者天气雷达站都可以利用这个服务器进行数据分析处理等工作。数据库服务器的功能是, 按照数据量和实际应用的需求采用小型数据库 (如 Access) 或大型数据库 (如 Oracle), 用于管理、维护和更新气象数据。Web 服务器的功能是, 作网络管理和 Internet 应用服务, 把经过处理的资料筛选后放在 Internet 上, 从而使其他远程用户通过 Internet 与省局建立的本地网络服务器直接通信, 获得雷达站采集的数据资料, 实现广泛的数据共享。

1.1.2 网络设置

从实际的网络软硬件环境出发, 充分利用现有硬件资源和网络资源, 进行本系统的硬件环境搭建<sup>[6]</sup>。采用 Sun Netra I 服务器进行 Web 服务和域名系统 (DNS-Domain Name System) 解析服务, 采用 80 GB 以上硬盘、P 的 CPU、256 MB 内存、3Com 3C905b 双网卡 (100 MB 自适应以

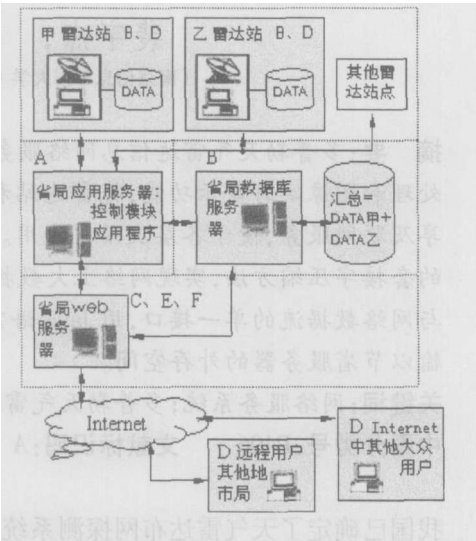


图 1 以省局为中心的网络示意图  
(A. 管理层; B. 数据层; C. 技术支持层;  
D. 用户层; E. 网络服务层; F. 网络环境层 )  
Fig 1 Province Weather Bureau  
Network Construct Sketch  
(A. manage layer B. data layer  
C. technique layer D. consumer layer  
E. network server layer  
F. network environment layer)

太网卡), Windows2000操作系统。该服务器采用专线接入, 在中国域名网申请注册一个独立的域名 (如: RadarNet.com.cn) 与所分配 IP 地址对应, 构建起本地的 Web 服务器, 进行多普勒天气雷达资料及产品信息服务系统的发布。应用服务器、数据库服务器采用 P 的 CPU, 硬盘 40 GB 以上, 128 MB 内存和 3Com 3C905 自适应以太网卡。交换机采用 3Com 3C16981, 12 口交换和 100 MB 自适应配置。集线器采用 3Com 3C16611, 24 口和 10 MB /100 MB 自适应配置。网卡 1 与路由器对内端口连接, 设置成电信局分配的 IP 网址, 设定好相关的子网掩码、网关、DNS 等。网卡 2 与交换机 / 集线器连接, 设置成局域网的 IP 地址。网络连接的拓补图如图 2 所示。此外, 还要有光盘刻录机用于大量雷达数据资料的存储。然后进行客户端的设置: 在 Windows 中, 为每台客户机指定 IP 地址, 默认网关指定为 Web 服务器的 IP 地址, 子网掩码根据网络情况设定, 首选的 DNS 服务器地址指定为 Web 服务器的 IP 地址; 最后配置 IE 浏览器, 在 IE 属性中选择 链接 "属性页, 选择 通过局域网链接到 Internet, 不选择 自动检测代理服务器, 即可上网。

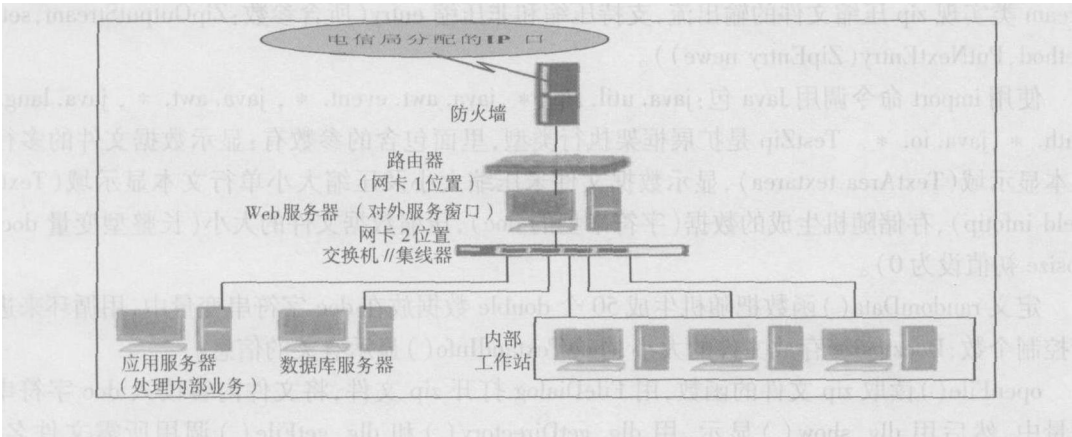


图 2 局域网接入拓补

Fig 2 Local area network access topology

一个完整的网络系统是由网络平台, 服务平台, 应用平台, 开发平台, 用户平台, 数据库平台, 网管平台, 安全平台等组成。图 2 中的路由器、交换机、集线器属于网络互连设备, 应用服务器, 数据库服务器和 Web 服务器都是属于服务器设备, 再加上单独工作的 PC 机等, 构成了网络平台。应用服务器, 数据库服务器和 Web 服务器也属于服务平台范畴。Web 服务器作为网络管理者和代理者开展在网络上的各种应用, 用 SyGate 作为代理服务软件, 兼作域名解析服务, 负责把数字化的 IP 映射为层次化的域名, 它包含系统内部的 IP 地址和域名对应关系, 通过它进行相关网络管理和技术支持服务, 如: Web CGI 技术, 网络数据库技术, 图像处理技术以及其他技术, 因而该机属于应用平台和网管平台。数据库服务器采用 Access, MYSQL 等系统, 属于数据库平台。三个服务器的层次关系框图如图 3 所示。为了防止 Internet 上的危险 (病毒、资源盗用等) 传播到内部网络, 防止内部不宜公开的涉密信息流在传输过程中的外泄, 必须在内网 (省局局域网) 连接到因特网的节点处安装防火墙。防火墙属于安全平台。内部工作站以及 Internet 用户都属于用户平台。

1 2 网络数据传输方法

Java 技术不仅减少了大型系统的操作开销, 还能减少用户与服务器之间通讯的回合数, 提高和改善数据的确认速度。把要求高安全度的处理系统和数据放在服务端, 验证处理和数据

转换等则迁移到客户端,帮助实现服务器难以单独完成的任务,这就需要采用数据压缩/解压缩传输技术,下面介绍 Java 语言里的两种方法。

1.2.1 Java 类实现方法

zip 压缩文件由多个 entry 组成,每个 entry 有唯一的名称,entry 的数据项存储压缩数据。实现 zip 数据压缩方式的三个 Java 类<sup>[7]</sup>是: ZipEntry, ZipInputStream 和 ZipOutputStream。ZipInputStream 类实现 zip 压缩文件的读输入流,支持压缩和非压缩 entry(所含参数: ZipInputStream, ZipEntry getNextEntry(), CloseEntry())。ZipOutputStream 类实现 zip 压缩文件的输出流,支持压缩和非压缩 entry(所含参数: ZipOutputStream, setMethod, PutNextEntry(ZipEntry newe))。

使用 import 命令调用 Java 包: java.util.zip\*, java.awt.event\*, java.awt\*, java.lang.Math\*, java.io.\*。TestZip 是扩展框架执行类型,里面包含的参数有: 显示数据文件的多行文本显示域 (TextArea textArea), 显示数据文件未压缩大小及压缩大小单行文本显示域 (TextField infoTip), 存储随机生成的数据 (字符串型的 doc), 压缩数据文件的大小 (长整型变量 docZipSize 初值设为 0)。

定义 randomData() 函数把随机生成 50 个 double 数据放在 doc 字符串变量中,用循环来进行控制个数; DocZipSize 存放文件的大小, showTextAndInfo() 显示有关的信息。

openFile() 读取 zip 文件的函数,用 FileDialog 打开 zip 文件,将文件内容读入 doc 字符串变量中,然后用 dlg.show() 显示,用 dlg.getDirectory() 和 dlg.getFile() 调用所需文件名, filename 是字符串型。

随机生成的数据存到压缩文件中的函数 saveFile(), 打开 zip 文件将 doc 字符串变量写入 zip 文件中,用 FileDialog 打开 zip 文件,将文件内容读入 doc 字符串变量中,然后用 dlg.show() 显示出来,用 dlg.getDirectory() 和 dlg.getFile() 调用所需的字符串型文件名。

显示数据文件和压缩信息的函数 TextAndInfo(), 包含的参数有: 文本显示区域项 (textArea.replaceRange()), 压缩前和压缩后的文件大小项 (infoTip.setText())。

相关的其他具体程序代码略。该方法是针对打包为数据文件的数据流进行压缩,这个方法与现有的压缩软件类似,但它基于 Java 语言能作为网页编程里面的一个组件 (如 Bean) 重复调用,而不使用另外的附加软件。

1.2.2 套接字方法

在提高组织数据的 RMI 应用程序的性能过程中发现,瓶颈往往出现在数据传输过程中,因为每天任何时间内,都可能在客户和服务端之间传送成千上万的数据。一种较有效的解决办法是,从数据库取得数据,先将其放入列表中,接着把这个列表中的数据压缩,传给客户端,然后在客户端解压缩,最后把数据插回到表中。这就要在传数据之前就让 RMI 进行数据压缩,然后令 RMI 去使用这一套接字即可。因此创建一个能够压缩数据的新的套接字就是解决问题的关键所在。

创建 RMI 的套接字的简要步骤是: 1) 选择或者创建一个新的套接字 (可以参看 SUN 的 "

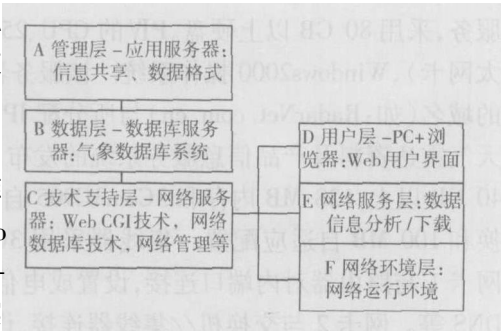


图 3 多普勒天气雷达资料及产品信息网络服务系统

Fig 3 Block diagram of Doppler Weather Radar Data and products information network serve system

创建一个典型的套接字"),进行 Zip 压缩; 2) 创建一个服务器端的套接字; 3) 创建一个 RMIClientSocketFactory; 4) 创建一个 RMIServerSocketFactory; 5) 创建一个继承 UnicastRemoteObject 的远程对象, 从而使用新的 factories。

相关的其他具体程序代码略。这是对不形成数据文件的资料进行压缩, 它的好处是不用进行文件转换, 直接把数据流压缩传输, 省略了转换文件的过程, 可作为 Java Servlet 来调用, 令网站具有较好的统一性和可扩充性。

## 2 开发设计

### 2.1 操作平台

流行的操作系统是 Windows NT、Linux 和 Unix。选择 Windows 系统作为网络操作平台系统是因为: 具有用户熟悉的图形界面、使用方便, 它对各种应用软件都能够提供良好的支持、兼容性好。这里采用 SyGate 作为代理服务器软件, 它支持 Windows、UNIX 等多种操作系统和多种 Internet 接入方式。SyGate 提供的诊断工具 SyGate Diagnostics 可以在安装的时候诊断系统来确保 SyGate 可以被正确地运行, 具有一定的网络管理功能。

### 2.2 开发设计平台

系统的基本开发采用 JSP<sup>[8]</sup>作为 Web 的开发工具。通过 Java 语言<sup>[8]</sup>把用 VC++ 语言编的天气雷达图像的处理及显示的应用程序嵌入到所开发的 Web 中, 数据库的建库、查询、插入、修改等用 SQL 语言实现, 网络应用接口采用 JSP (动态网页技术) 结合 RMI/ActiveX Data Objects 实现, 在 HTML/XML 中嵌入 JavaScript 脚本语言, 通过调用 JSP 后台的 COM 组件, 实现网络数据库的应用。采用大众用户广泛使用的、通用性好的 MySQL 和 Access 数据库。

### 2.3 客户端设计

栏目规划的具体内容有: 首页/成果展示/产品服务/科技园地/论坛社区/气象法规/English。网站页面的框架如图 4 所示。

本系统设计定位是给用户基于浏览器的友好用户界面, 在用户端操作时不需要安装任何其他软件即可访问。方便、灵活的交互式用户信息查询界面, 能满足用户各种需求, 如: 对数据库的访问、数据下载和雷达图像回显等。整个系统是一个信息共享平台, 为信息共享用户提供所需的原始数据处理技术、技术说明、相关软件下载及其他技术支持。

从客户端角度考虑网站 Web 页面主要包括以下 5 个部分: 成果展示部分, 是天气雷达科研开发小组所做相关产品的简单介绍; 产品服务部分, 设有网络数据库系统板块, 还有对常见问题问答和产品更新通知; 科技园地部分, 用来进行气象基础知识的科普介绍, 还含有关于其他科技网站、数据库的快速链接; 社区论坛部分是一个互动板块, 列表页面用于显示各个用户技术交流的题目, 下载板块设有常用软件及相关气象工具的下载链接; 气象法规部分介绍我国气象部门的相关法律法规, 起普法作用; English 用于国际交流, 亚洲区域气象培训中心教育, 基本内容与中文板块的页面一致。

在产品服务中提到的网络数据库系统结构框图如图 5 所示, 配以高性能服务器、大容量数据存储设备, 以实现雷达信息的收集、处理、存储等服务。将多普勒天气雷达系统观测的数据和图像产品传到应用服务器和数据库服务器上, 进行图像压缩、数据格式标准化等处理后, 通过 Web 服务器在网上发布。雷达数据库系统提供的主要功能有: 资料索引、雷达图像回显和历史雷达图像查询。查询数据库里保存的各类历史雷达产品的数据和图像的方式有: 按时间段查询、按雷达图像产品的类别查询和综合条件查询, 还可以下载结果查询。整个系统从数

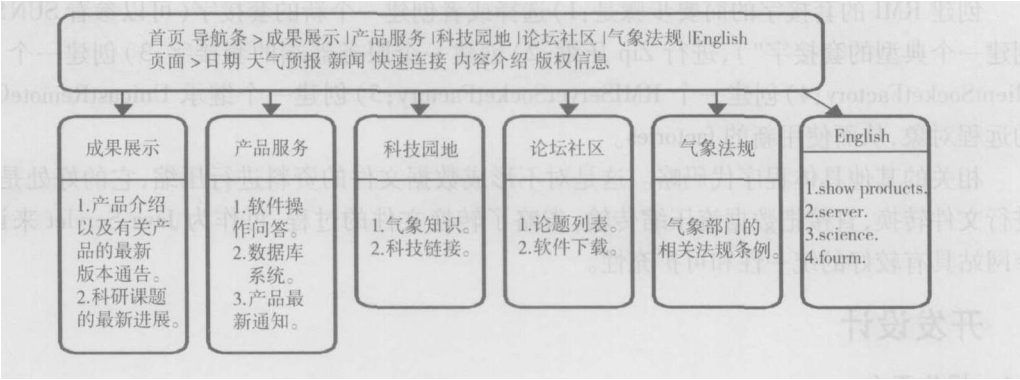


图 4 网站页面框架

Fig 4 Bbck dïagram ofWeb station pages

据传输、图像格式转换、标准化处理到入库等全部过程由计算机后台定时程序控制、自动进行任务调度。

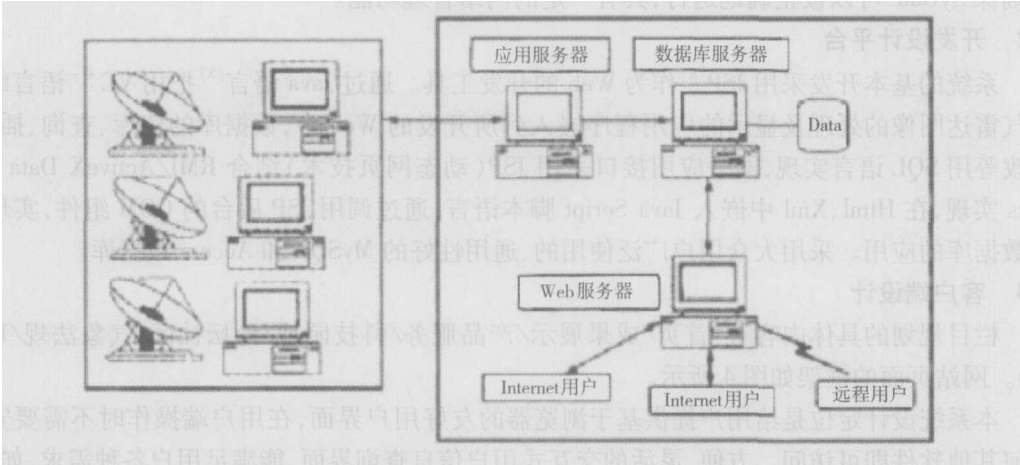


图 5 实时雷达资料数据库系统结构

Fig 5 Structure ofRealTime Radar Data-Base System

2 4 安全及系统优化

2 4 1 网络安全

为保证本网站的系统安全,服务器上安装病毒防火墙和反黑客软件,数据库与 Web 服务器分开,是两个不同的 PC 机。进入论坛的主页面后,提示注册用户输入注册名和密码,新用户请他先注册。注册的用户可以浏览和下载本论坛里的共享文献和技术资料,或者留言与用户讨论问题。进入雷达数据库系统的数据维护页面必须输入密码,对非注册用户有访问限制。当检测到用户名或密码有误,则转到起始页面;当用户退出后,注销 Session 和 Cookies 中存放的数据,以避免被人利用。

2 4 2 系统优化

设计时考虑了雷达资料的特点,如:数据量大、产品种类多、属性复杂,实时性要求高,具有广泛的用户群体等,以及用户的需求,数据资料的流量很大,所以要采用数据压缩的形式,采用 Java 语言的压缩传输方法。这样在进行大批量的数据流通时可节省时间,减少费用。为防止浏览速度减慢,对于不相关的网页内容尽可能的简化删除;检测网页的内容,避免垃圾信息的

堆积; 图片和动态的文字发布之前进行必要的简化。

### 3 结 论

(1) 本网络服务系统已在实验室实际运行。在我国加快了多普勒天气雷达网建设的情况下, 设计了基于网络共享方式的多普勒天气雷达产品网络服务系统。该网络系统利用先进的信息共享技术, 与目前流行的 Internet 网络相结合, 采用数据库管理系统对资料进行建库和管理, 形成 Browser/Server (浏览器/服务器) 的体系结构, 服务灵活方便, 数据管理规范, 易于查询和使用, 为提高中、小尺度灾害性天气的监测和预报以及面向公众的气象服务提供了有效途径。

(2) 采用 JSP 语言进行整体网站的设计制作, 并用 Java 语言进行网络数据传输的压缩。压缩方法既可对文件进行, 也可对不在文件中的数据进行 (也就是说, 不一定要把数据都转化打包成文件的形式, 把数据转换为字节数组的形式就可以做到了)。Java 语言良好的跨平台性能, 令压缩方法对 Unix、Linux 操作系统也能很好的嫁接。开放式网络环境和标准化协议, 及通用系统开发工具, 使系统通用性、可移植性好, 易于实现与其他系统的互操作, 有利于未来系统的丰富发展。

(3) 建立的雷达资料数据库系统与雷达观测系统连接, 可将观测数据实时入库, 并提供基于网络的实时查询。可对多种雷达产品数据进行分类查询和综合查询。用户界面友好, 只要浏览器即可查询、浏览、下载所要的数据, 不需安装其他软件。操作简单、明了, 为更有效地利用大量的雷达资料提供了方便。

(4) 网站的功能还有待今后的进一步细化, 还要增加更多的服务内容, 侧重完善对气象雷达实用性和科普性的双层功能。

### 参考文献:

- [1] 刘志澄, 李 柏, 翟武全, 等. 新一代天气雷达系统环境及运行管理 [M]. 北京: 气象出版社, 2002 95-101
- [2] 高 梅, 仪清菊, 接连淑, 等. 气象信息共享研究 [J]. 资源科学, 2001, 23(1): 81-84
- [3] 刘 钧. 多普勒天气雷达资料及其二次产品的网络数据库管理技术 [D]. 南京: 南京气象学院电子工程系, 2000
- [4] 徐 芬, 沃伟峰, 顾松山, 等. 多普勒天气雷达原始资料索引数据库设计 [J]. 南京气象学院学报, 2004 27(4): 471-478
- [5] 黎连业. 网络综合布线系统与施工技术 (第 2 版) [M]. 北京: 机械工业出版社, 2002
- [6] 宁 章, 李 强, 梁亚声, 等. 计算机外部设备及网络设备 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2001
- [7] Patrick Chan, Rosanna Lee, Douglas Karm et 等. Java2 类库 (增补版) [M]. 北京: 机械工业出版社, 2001.
- [8] 徐国平, 刘臣勇, 于 军, 等. JSP 网络开发实务 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2001.
- [9] Horstmann C S, Cornell G. Java2 核心技术卷 I 基础知识 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2002

# Doppler Radar Information Web-Server System Design

PEI Y u-jie    GU Song-shan    CHEN Zhong-rong

(Department of Electronic Engineering NUIST, Nanjing 210044, China)

**Abstract** The Doppler weather radar information server system based on web has perfect functions in remote radar data transmission, data process and real-time image display. The radar site and Web site are banded together to realize the net-exploration, sharing in all kinds observational data and on-line-service, which are convenient for different layer users. This article introduces how to use Java class and Remote invocation method (RMI) to create new link words, and use them to realize the data compress/transmits. Because Java Language implements a single interface for I/O data streams and network data streams, so not only the data can be more quickly transferred on network but also the disk space on server can be saved.

**Key words** Web-server system; doppler weather radar; data stream; remote objects