

吴万友,黄芬根,宾振,等. 移动式人工增雨作业技术支撑系统的设计与实现[J]. 气象,2012,38(10):1288-1294.

移动式人工增雨作业技术支撑系统的设计与实现^{*1}

吴万友¹ 黄芬根² 宾 振³ 雷桂莲²

1 江西省气象局,南昌 330046

2 江西省气象服务中心,南昌 330046

3 江西省人工影响天气办公室,南昌 330046

提 要: 利用移动通信和智能手机应用技术,结合气象基本业务和人影作业技术,研发了一套移动式人工增雨作业技术支撑系统。该系统实现了各种气象资料的实时采集、直观显示和作业信息的上传下达,为一线作业人员及时获取人工增雨作业所需要的信息提供了新途径。系统业务化运行稳定、实用性强,进一步提升了人工增雨作业的科技含量和省级人工影响天气指挥中心对市、县两级的业务指导能力。文章详细介绍了该系统的设计思路、流程框架、功能设计及其应用等。

关键词: 移动式, 智能手机, 人工增雨, 技术支撑

The Design and Implementation of Mobile Operation System for Precipitation Enhancement

WU Wanyou¹ HUANG Fengen² BIN Zhen³ LEI Guilian²

1 Jiangxi Provincial Meteorological Service, Nanchang 330046

2 Jiangxi Meteorological Service Center, Nanchang 330046

3 Weather Modification Office of Jiangxi Province, Nanchang 330046

Abstract: Using the advanced technology of mobile communications and smart phone, the modern meteorological operation and weather modification, we developed an operation system which has realized the collecting real-time information of weather modification, visual display, and information transmission for providing a new way to operational personnel to timely get the information. The system is stable and practical, so it is increasing the technological content of precipitation enhancement and strengthening the professional skills of the provincial center of weather modification. This paper describes the system's design, framework, function and application, etc.

Key words: mobile, smart phone, precipitation enhancement, technical support

引 言

人工影响天气(以下简称人影)是在一定的有利时机和条件下,通过播撒催化剂等技术手段,对局部区域大气中的云雾降水物理过程进行影响,达到人工增雨、防雹和消雾等目的。高质量的人工增雨作业,强调的是在适当的时间、适当的地点和适当的云

体部位撒播适当的催化剂,是一项复杂的系统工程^[1]。

为了提高人工增雨作业质量,各省开展了人影技术系统的研究^[2-6],近年来,由于业务上的需求,黄毅梅等^[7]、游积平等^[8]、黄彦彬等^[9]、宾振等^[10]先后建立了一些相关的人影业务系统,这些系统的建立为当地人影作业指挥提供了很好的依据,但都是在计算机平台上实现的。丁岳强等^[11]研发了基于

* 中国气象局气象新技术推广项目(CMATG2006M38)资助

2011年5月12日收稿; 2012年4月28日收修定稿

第一作者:吴万友,主要从事大气物理和人工影响天气研究工作. Email:jx_wwy@163.com

PDA 的人工增雨火箭车载终端,实现了车载终端和服务端的信息传输,接收作业参数指令,监控作业车辆等功能,但系统提供的信息仍然不能满足作业需求。地面人工增雨已逐渐发展为科学化、量化作业^[12-14],作业指挥人员需要跟踪适合作业的云体,并及时调用省级人影指挥中心提供大量的业务指导产品和接收作业指令等。因此,有必要建立一个功能强大、使用方便的移动式人工增雨作业技术支撑系统,以提高人工增雨作业科技含量和省级人影中心对市、县两级人工增雨作业一线人员的业务指导能力。

1 系统设计思路和框架

1.1 设计思路

随着现代移动通信技术和智能手机应用技术的快速发展,无线应用解决方案已日趋完善和深入,为

解决移动式人工增雨作业技术支撑系统提供了技术基础。该系统充分依托现代基本气象业务系统和人影业务技术系统,综合集成人影作业指挥技术、移动互联网技术、智能手机应用技术和气象信息资料处理等技术,建立了以手机/笔记本电脑为终端的移动式人工增雨作业技术支撑系统,使地面作业指挥员在移动通信信号能覆盖地区,方便快捷地调用人影作业指挥用的有关图文信息,以提高人工增雨作业的成功率和效益。

1.2 系统框架

系统总体上可分为用户端和服务端两大部分,用户端实际上指的是手机用户和手机终端人影业务应用软件,软件包括 KJAVA 版本和 WINCE/Windows Mobile 版本。服务器端则包括信息服务 WEB/WAP 网站、人影指挥系统信息处理平台、人影作业指挥信息 WAP PUSH 发布系统和数据库支撑系统等^[15-16],详见图 1。

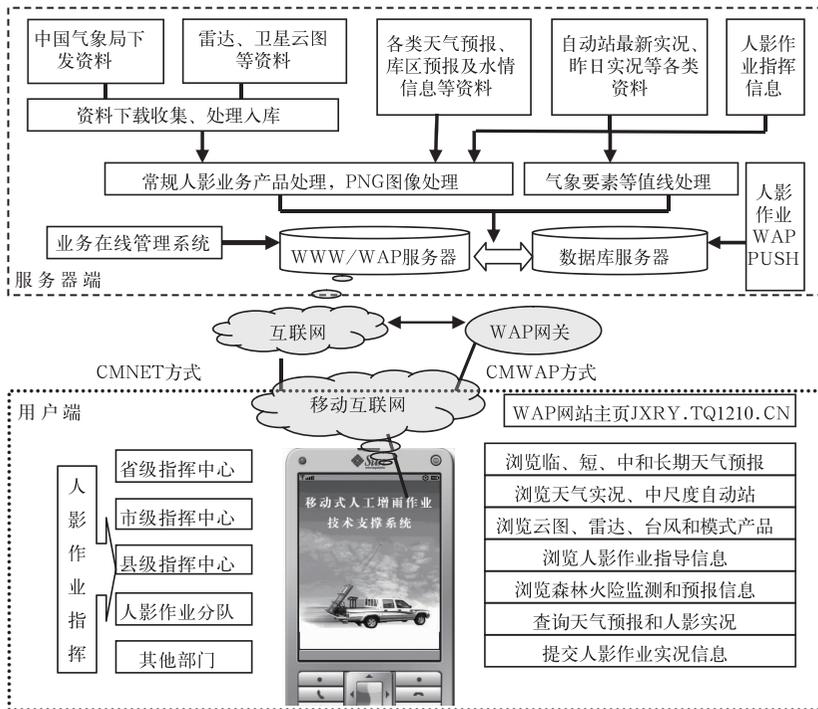


图 1 系统框架图

Fig. 1 Framework diagram of mobile operation system of weather modification

1.3 系统应用流程

1.3.1 手机端软件应用方式

设计开发专用的人影气象应用软件,安装到手

机上运行,实现移动人影作业指挥业务的灵活应用。网络连接采用了 CMNET(移动互联网)方式,直接与 WEB 服务器交互数据,实现信息的浏览、查询和递交等功能^[17-19]。该方式对手机性能要求较高,一

般适用于智能商务手机,可以根据注册信息授权管理系统的管理人员,定制需要的业务产品,查询其访问系统的详细情况等,属于一种可管理的业务模式。

1.3.2 手机 WAP 浏览器方式

早期的手机 WAP 网络连接为 CMWAP 方式,现在也可使用其他连接方式,手机自带的 WAP 浏览器经由移动运营商的 WAP 网关访问专门的人影气象 WAP 网站,获得各类人影作业信息。该方式对手机终端要求较低,市场大多数手机均支持 WAP 浏览,但由于不能获得用户信息,该方式不能为用户定制业务产品,也不能查询用户访问情况等信息,属于一种公众化的业务访问方式。

2 技术规划及模块设计

2.1 开发环境

KJAVA 手机端软件开发环境主要有:JAVA 2 SDK 软件包、J2ME Wireless Toolkit 2.0、模拟调试器 Motorola SDK v5.0 for J2ME 等; WINDOWS MOBILE 版本手机端软件开发环境主要有:Microsoft .NET Framework SDK v2.0、Microsoft Visual Studio 2005 (Visual C#)、Windows Mobile 5.0 Pocket PC SDK 等。人影指挥系统信息处理平台软件采用 VB6.0 编程开发,系统环境包括 MS OFFICE 2000、Surfer 8、2png 图像转换软件等。

2.2 运行要求

系统运行网络构造包括一台 WWW 服务器、一台数据库服务器、两台人影作业及气象信息产品处理 PC 机。服务器运行环境主要为 WINDOWS SERVER 2003/IIS/ASP,数据库一般使用 MSSQL SERVER。

2.3 模块设计

建立基于移动互连网技术与现代化气象业务、人影作业指挥、多媒体、WAP PUSH 等多种技术手段集成和应用的移动式人工增雨作业技术支撑系统,使人影作业手机用户能够方便简捷地浏览、查询统计、递交相关业务信息。主要软件系统子模块有:

- (1) 手机终端人影业务应用软件;
- (2) 人影 WAP 网站;
- (3) 人影指挥系统信息处理平台;

- (4) 人影作业指挥信息 WAP PUSH 发布;
- (5) 业务在线管理子模块;
- (6) 数据库支撑模块。

3 手机终端人影业务应用软件

手机终端人影业务应用软件的主要功能就是实现在手机上浏览、查询人影业务产品信息,以及大容量的文本浏览、大尺寸的图像浏览以及动画和缩放、信息保存和身份验证等功能。功能的实现是和服务器端控制程序及数据库表设计一起来控制实现的,是整体系统功能的前端体现。手机的 CPU、内存和屏幕等资源非常有限,所以软件流程设计的基本思想原则就是软件操作要简单、灵活,满足操作快速和使用便捷的要求。软件流程结构设计采用了 C/S 架构,手机端软件和服务器端软件配合应用,使手机端软件标准化、界面稳定、信息服务多样化,流程设计见图 2。

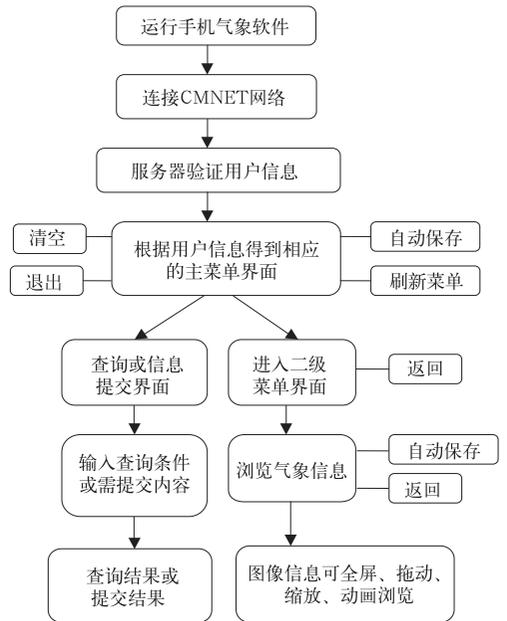


图 2 手机终端人影业务应用软件流程设计
Fig. 2 Design for application software process of weather modification on mobile phone

3.1 主要功能设计

3.1.1 权限身份验证

系统提供用户端权限控制,可以为不同的手机用户分配不同的人影业务产品以及功能使用。

3.1.2 自动保存主菜单

在实际应用中,一级主菜单很少更新,程序首次运行获取主菜单后便保存到手机中,之后运行程序就直接调用手机中的主菜单内容,以减少程序每次运行的网络访问时间,如需改变主菜单内容,则可通过软件的“刷新菜单”选项进行修改。

3.1.3 大容量文本信息浏览

程序可支持大容量的文本浏览,但不同型号的手机支持的最大容量不一样,信息浏览速度主要由手机内存及 CPU 的处理能力决定。

3.1.4 大尺寸图像无压缩浏览

由于手机屏幕一般较小,因此,大量图像信息在手机上的显示受到很大限制。程序实现了大尺寸图像无压缩浏览和全屏显示,但图像过大会影响图像的下载速度和信息存储量,所以在手机终端上显示的图像信息数据量一般要求在 100 KB 以下。

3.1.5 支持图像的缩放和动画浏览

Windows Mobile 版本的软件浏览图像信息时,可以缩放浏览,方便灵活。当图像信息属性为“2”时(一般图像属性为“1”),表示该图像信息可以实现动画浏览,并在功能菜单上添加“动画”按钮。

3.1.6 信息自动保存

控制程序的存储逻辑和方法,使程序自动保存浏览过的信息内容。在信息更新前,系统将自动从手机中获取已保存的信息,这大大节约了网络传输时间和通讯费用,程序设计提供了“清空信息”的功能,可随时清空已经保存的浏览信息,不影响程序的正常使用。

3.1.7 自动保存访问记录

在服务器端 ASP 程序可自动记录用户访问的时间和其他相关信息,存入系统数据库中,供业务应用的统计和查询等管理操作。

3.1.8 人机交互查询

程序提供了人机交互功能,如全国气象台站天气预报信息的查询功能、信息递交功能等。在预报查询界面上可以在程序中输入需要查询城市的名称或电话区号,获得天气预报信息,预报信息内容每天处理更新两次。还可以通过该系统报告人影作业现场实况等信息,后台服务器系统经过相关处理后反馈到手机端可以浏览的信息库中。

3.2 支持的手机类型

KJAVA 版本的软件功能经过不断的完善和改

进,可支持使用 KJAVA2.0 技术的手机,而 WINCE/Microsoft Mobile 版本手机端软件,可支持运行 Microsoft Mobile PocketPC 操作系统的手机。

3.3 手机端软件的安装

KJAVA 版本的软件安装包是一个 JAR 压缩包软件,可以通过 USB 线直接从电脑中拷贝文件或通过手机的 WAP 浏览器从网站上下载文件来安装。支持 KJAVA 技术的手机一般能识别该软件压缩包,直接执行 JAR 压缩包软件后能自动安装该软件。软件安装后,首次运行时需要输入一个用户识别号(为便于管理,一般使用手机号),同时该号码需要在服务器端数据库中已添加,并为其分配了需要的业务产品。设置好访问权限后,手机端应用软件即可获得授权访问的业务产品目录和内容。

WINCE/Microsoft Mobile 版本的软件安装包一般是一个 CAB 安装包,安装方式与 KJAVA 版本相同。软件安装后,程序运行会自动获得手机的 IMEI 号码,并把该号码发送到服务器端匹配,可通过服务器在线业务管理平台为该号码授权产品访问服务。

4 人影指挥系统信息处理平台

由于现有的人影业务产品基本上不太适合在手机浏览显示,必须设计开发一套软件针对手机屏幕和移动网络速率来做相关的格式转换、信息编辑、统计分析、图像处理 and 转换、实况等值线绘图等。根据江西省人影业务的基本情况,设计开发了“人影指挥系统信息处理平台”。该平台是一套集资料下载和图文资料处理为一体的自动化效率很高的后台处理软件,该套程序具有高度的可扩展性,软件功能集成度高,资料处理效率高。

4.1 软件流程设计

程序的大部分功能实现数据库控制,从不同的网络服务器或共享目录下获取图像和文本资料信息,根据文件类型或资料类别进行不同处理,最终形成手机终端可用的人影业务产品。文本信息直接写入到数据表中,图像则首先通过 FTP 或文件拷贝方式将图像文件传输到服务器上,传输成功后再将相关标题和时间信息写到数据表中。

程序主体采用 VB6.0 设计开发,为便于移植,程序运行控制的数据库采用本地 ACCESS 数据库,产品

处理采用节目表形式控制,定时扫描节目表处理各类资料。资料处理流程图见图 3。

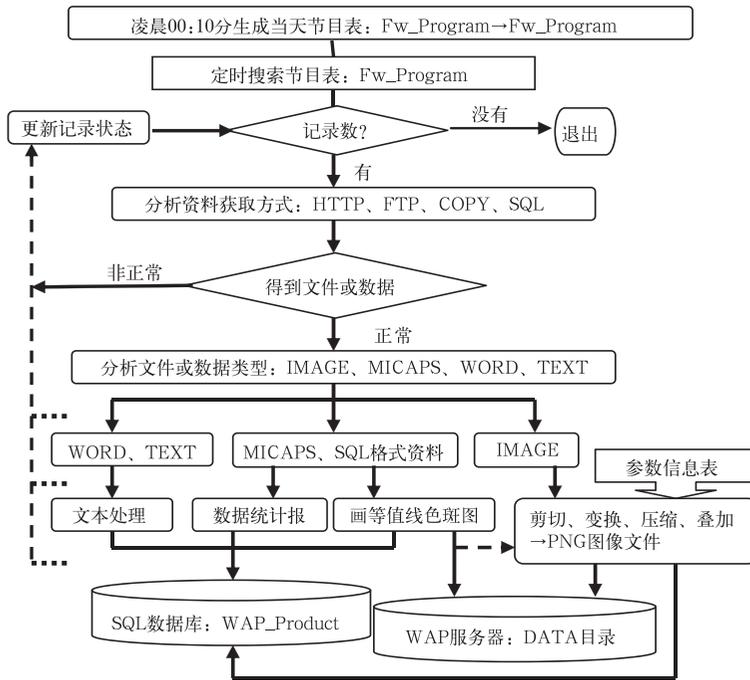


图 3 人影指挥系统信息处理平台流程图

Fig. 3 Flow chart of information processing platform of weather modification operating system

4.2 功能设计

4.2.1 自动化处理流程设计

自动气象站每分钟都有观测数据,每隔 5 分钟就需要统计处理,多普勒雷达每 6 分钟一个扫描资料,这些资料需要在手机上实时浏览,因此,程序设计必须达到全自动化处理的功能。程序在指定的时间内循环扫描节目表,根据数据库设计的规范和需要处理的产品记录,按照记录的控制信息,自动完成产品的下载处理并发布到服务器上。程序设计了必要的容错性能,在处理记录异常时不影响其他产品记录的处理,并确保程序运行的稳固性。

4.2.2 支持多种方式的资料获取途径

系统可支持 HTTP、FTP 网络文件下载,支持目录文件共享,支持从指定数据库的数据表中获取资料,支持格式化的通配符信息字段处理。采用了完善的控制数据表以及兼容的分类处理设计方法,使整个系统实现资料收集的控制管理。

4.2.3 支持多种图像格式转换为 PNG 处理

由于 MIDP 手机程序只支持 PNG 图像格式,

所以后台程序必须支持多种格式图像文件的处理,如支持将 BMP、JPG、TGA 和 GIF 等图像文件处理成 PNG 图像并且按指定规则进行压缩、剪切、标注和叠加等操作。图像转换处理采用了 2PNG 图像转换软件(Image Converters),该软件具备系统需要的图像转换功能,并且将常用的图像转换参数用数据记录来控制。

4.2.4 支持兼容处理多种资料类型

支持 WORD 文件、文本文件、图像文件、MICAPS 数据文件、数据表资料的兼容处理,并对数值预报和实况资料实现统计分析并按照指定规则画出等值线色斑图。等值线处理采用了 Surfer 绘图控件,根据气象资料的区域大小、季节变化等参数,采用了不同的色标处理。

4.2.5 数据表集中控制处理参数

程序中的大多数“指定规则”都在数据库中控制,如等值线绘图控制、叠加图标和 PNG 图像转换控制等,都实现了规则参数的自由调控。

4.2.6 支持信息编辑与信息发布

程序设计了人机交互界面,允许操作人员编辑

或添加文字产品内容,可以在程序界面上对相关信息内容进行编辑修改,或者直接发布临时人影作业业务信息。

4.2.7 采用单独过程处理其他无规律资料

通过数据库控制的资料处理一般都有一定的规律性,如时间序列性及固定文件名称等。除此外还有不少缺乏规律性的、或者资料时间密度过大的人影作业业务资料,如果将这些资料的处理纳入到整个程序流程中,会极大地增加程序的控制难度。针对这些资料,系统采用单独的处理过程,简化程序的整体复杂性。如风场要素的填图、全国城镇天气预报解码处理及时间点无规律的多谱雷达图等。

5 人影作业指挥信息 WAP PUSH 发布系统

WAP PUSH 可以称为 WAP 服务推送技术。推送服务器传送一条含有通用资源标识符 URI(Uniform Resource Identifier)的信息到支持 WAP 的手机^[20],再利用手机 WAP 浏览器上网下载相关信息,可以使用户在第一时间得到最详实的预警信息,提高灾害预警信息发布的及时性和主动性。

5.1 功能设计

- (1) 提供人影作业指挥信息录入以及图像文件选择功能;
- (2) 将录入信息处理成 WAP 页面文件,并提取相关信息保存到数据库中;
- (3) 可以选择任意目标用户发送消息;
- (4) 支持消息发送状态查询;
- (5) 兼容 WAP 浏览器和 KJAVA 程序浏览。

5.2 信息处理和发布流程

程序提供人影指挥信息录入界面,将录入信息解析成格式化资料保存到数据库中,同时生成 WAP 页面文件存放在 WAP 服务器上,系统操作人员通过分析,制作需要发布的信息,将 WAP PUSH 消息保存到发布控制表中,并由 WAP PUSH 发布平台发布到用户手机中。用户手机接收到 WAP PUSH 信息后,根据信息提示,决定是否浏览详细内容。信息处理和发布流程见图 4。

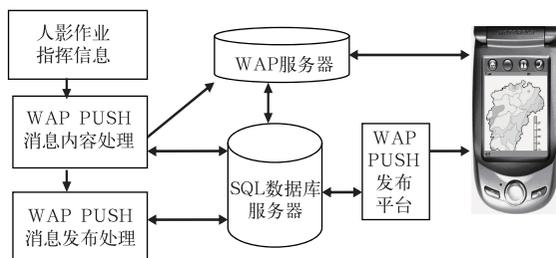


图 4 人影作业指挥信息 WAP PUSH 发布系统信息处理和发布流程图

Fig. 4 Flow chart of information processing and distribution in the WAP PUSH issuing system of operational command information

6 结 语

(1) 移动式人工增雨作业技术支撑系统综合集成现有的人影作业指挥、移动互联网和气象业务信息处理等技术,为江西省内各级气象部门的人工增雨作业指挥人员提供了一套操作简便、可视化、交互式的移动式人工增雨作业指挥系统。系统界面友好、功能实用且操作简单。

(2) 系统中服务器和手机终端各软件功能均已实现自动化,以人机交互形式运行,使气象产品和人影信息获取加工及信息分发时效性进一步提高,整个系统运行稳定、业务化程度高。

(3) 系统为一线作业人员及时获取人工增雨作业所需要的信息指挥作业提供了帮助,提高了江西省地面人工增雨作业的成功率和效益,进一步提升了省级人影中心对市、县两级的业务指导能力,使江西省人影业务又向科学化、规范化迈进了一步。

(4) 移动式人工增雨作业技术支撑系统虽然建起了比较先进的系统框架,但随着新技术的发展和应用,仍然需要在实践中不断改进和完善,才能在人影业务中发挥更大的作用。

致谢: 移动式人工增雨作业技术支撑系统在设计建设中得到了江西省气象局各部门的全力协助,这也是全体课题组成员共同努力的结果,在此一并致谢。

参考文献

- [1] 胡志晋,王广河,王雨增. 人工影响天气工程系统[J]. 中国工程科学,2000,2(7):87-91.
- [2] 周毓荃,张存. 河南省新一代人工影响天气业务技术系统的设计、开发和应用[J]. 应用气象学报,2001,12(S1):173-184.
- [3] 汪学林,金德镇. 云雨物理论文集[M]. 北京:中国科学技术出

- 版社,1987:315-320.
- [4] 李大山,等. 人工影响天气技术体系的研究[M]. 北京:气象出版社,1991:9-23.
- [5] 游景炎,段英,游来光. 云降水物理和人工增雨技术系统研究[M]. 北京:气象出版社,1994:187-194.
- [6] 曾光平,吴章山. 人工降水[M]. 福州:福建科学技术出版社,1997.
- [7] 黄毅梅,陈跃,周毓荃,等. 基于 ArcGIS 的人工影响天气综合分析平台[J]. 气象,2007,33(12):116-120.
- [8] 游积平,冯永基,何婉文,等. 基于 WebGIS 技术的人工增雨指挥系统[J]. 气象科技,2010,38(4):504-509.
- [9] 黄彦彬,姚展予,游积平,等. 基于“.NET”的华南区域人工增雨效果统计检验共享平台的设计与实现[J]. 气象,2011,37(6):727-734.
- [10] 宾振,吴万友,邓安强. 人工增雨统计检验系统设计与实现[J]. 气象与减灾研究,2008,31(4):55-58.
- [11] 丁岳强,唐林,赵新兵,等. 基于 PDA 的人工增雨火箭车载终端的设计与实现[J]. 安徽农业科学,2010,38(25):13898-13899.
- [12] 张志红,周毓荃. 一次降水过程云液态水和降水演变特征的综合观测分析[J]. 气象,2010,36(3):83-89.
- [13] 唐仁茂,袁正腾,向玉春,等. 依据雷达回波自动选取对比云进行人工增雨效果检验的方法[J]. 气象,2010,36(4):96-100.
- [14] 吴汪毅,杨光. 运用雷达组网拼图建立精细化人工增雨作业参数[J]. 气象,2011,37(1):107-111.
- [15] 张小玮. J2ME 无线平台应用开发[M]. 北京:清华大学出版社,2004.
- [16] 王森. Java 手机/PDA 程序设计入门[M]. 北京:电子工业出版社,2004.
- [17] 黄聪明. Java 移动通信程序设计——J2ME MIDP[M]. 北京:清华大学出版社,2002.
- [18] James Keogh. J2ME: The Complete Reference[M]. 北京:清华大学出版社,2004.
- [19] David Brackeen. Developing Games in Java[M]. 北京:科学出版社,2004.
- [20] 郭有明. 无线应用协议 WAP 在气象防灾减灾信息传播中的应用[J]. 气象与减灾研究,2006,29(4):44-45.