

甘肃省人工增雨防雹作业决策指挥系统

李国昌, 李照荣, 付双喜, 李宝梓, 丁瑞津, 张 鸿

(甘肃省人工影响天气办公室, 甘肃 兰州 730020)

摘 要: 甘肃省人工增雨防雹作业决策指挥系统实现了作业装备的网络化管理, 它以先进的监测系统为基础, 依靠现代化的通信网络, 应用 3S 集成技术, 开发以甘肃省详细地理信息为背景, 集成应用多种信息资料的人工影响天气地理分析平台, 通过手机短信实现作业条件的自动报警和发布作业指令。

关键词: 人工影响天气, 作业条件自动分析, 短信平台, 作业装备网络化管理

中图分类号: P481

文献标识码: A

引 言

针对全省干旱、冰雹灾害十分严重的实际情况, 甘肃省人民政府和中国气象局于 2000 年 8 月批准立项建设“甘肃省人工增雨防雹作业体系工程”, 旨在建成以先进的监测系统为基础, 以省、地 2 级人工增雨防雹作业决策指挥中心为核心, 以飞机人工增雨基地和增雨防雹示范区为重点, 以现代化综合业务技术方法为依托的人工增雨、防雹作业体系, 使我省人工防雹增雨(雪)工作的总体水平达到国内先进水平。

作为体系工程建设重要组成部分的“甘肃省人工增雨防雹作业决策指挥系统(2002 人影-3)”是甘肃省气象局于 2002 年 12 月 6 日批准立项建设的科技开发课题。在课题组成员加班加点、紧张艰苦的共同努力下, 至 2005 年 6 月指挥系统已具雏形, 经过修改完善和试运行, 已经在 2005、2006 年的增雨防雹作业决策指挥工作中发挥了重要作用。期间, 先后接待了国内外专家、学者和地方党政领导以及各省同行的参观, 得到了很高评价。

1 系统支撑平台和运行环境

1.1 开发工具

本系统的客户端开发采用 Delphi7.0 工具, 而

服务端的开发采用 ARC IMS 和 J2EE 平台的相关技术。delphi7 使用的 Object Pascal 语言是一种完全面向对象的语言, 使用 Delphi7 开发的软件执行性能和 Visual C++ 相差不多, 特别是 Delphi7 在开发数据库应用软件方面, 是使用最为广泛的开发工具。J2EE 是一种功能完备、稳定可靠、安全快速的企业设计平台, 由多种基于 JAVA 的技术组成, 包括 EJB、JSP、Servlet、JNDI 等。

1.2 地理信息系统平台

为了使空间数据库、属性数据库、普查数据库之间能相互协同、高效地完成系统的各项功能, 必须依靠地理信息系统平台支持。为了能为系统选择到合适的地理信息系统平台, 依照系统的功能和特点制定了如下选择标准:

- 具有丰富图库符号, 表达系统的专业显示要求;
- 易于进行 2 次开发;
- 空间查询、检索种类丰富、速度快;
- 性价比高;
- 应用广泛;

据以上标准, 选择 Esri 的 ArcSDE、ArcIMS、Mapobject 作为系统的地理信息平台。

1.3 系统结构设计

人工增雨防雹作业决策指挥系统由作业装备管理系统、人影决策指挥系统 2 大部分组成, 其中作业

收稿日期 2006-06-29 改回日期 2006-07-18

基金项目: 甘肃省人工增雨防雹作业决策指挥系统(2002 人影-3)资助

作者简介: 李国昌(1965-), 男, 汉族, 甘肃会宁人, 工程师, 在读硕士生, 主要从事管理、科研工作。Email: zqxjgc@163.com

装备管理系统采用 B/S、C/S 混合架构设计,人影决策指挥系统采用 C/S 架构设计。B/S 结构主要用于市、县级远端的相关单位采用浏览器作为客户端,并通过互联网查询作业装备信息,采用这种方式的优点之一是不存在对远端客户端进行维护的问题。C/S 结构用于省人影办内部局域网中,用于完成数据维护、统计查询等工作^[1-2]。

1.4 系统运行环境

最低硬件配置是 :CPU :PIII800 ,内存 512M ,硬盘 80GB ;

显示卡 32MB 显示内存 ,支持 3D 加速 ;

显示器 :17"显示器 ,至少支持 1 024 × 768 分辨率 ;

软件需求 :客户端 Windows 2000/XP ;

用户数量 :C/S、B/S 部分分别可供 15、50 人同时使用系统。

2 系统框架

“甘肃省人工增雨防雹作业决策指挥系统”由作业装备管理系统、人影决策指挥系统 2 大部分组成,是在地理信息系统(GIS)平台之上,进行 2 次开发,将各种监测资料和多类信息分析结果直接转换成 GIS 要求的格式,加入到数据层集成显示,最终通过围区算法(权重)给出预警、决策指挥指令,实现科学作业。基本框图如图 1。

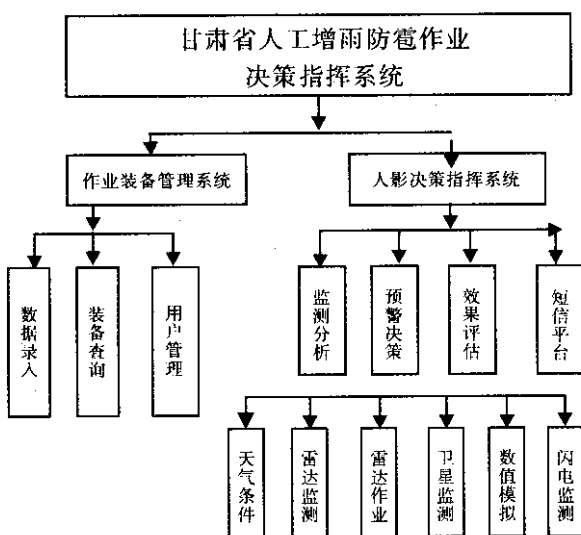


图 1 甘肃省人工增雨防雹作业决策指挥系统框图

Fig. 1 Frame figure of the command system of Gansu weather modification

3 系统设计及功能

3.1 作业装备系统功能设计

3.1.1 功能结构

作业装备管理系统完成人影作业装备的录入、统计、查询以及维护作业装备数据库中数据的工作。作业装备管理主要由数据录入、装备查询、用户管理 3 大功能模块构成。

3.1.2 功能结构说明

(1) 数据录入

数据录入模块主要对作业装备数据库中的数据进行维护,维护的主要内容包括添加数据、删除数据、修改数据。数据录入包含的主要功能为:作业工具录入、弹药类型录入、作业点录入、作业许可录入、县弹药结余录入、县库存弹药录入、县弹药订购录入、县级作业录入和飞机增雨作业录入。

(2) 装备查询

装备查询主要是通过网络完成查询作业装备信息的任务,查询的方式可以由多种条件组合,如时间、地点组合,同时将查询的结果生成报表打印输出。

查询功能主要包括:弹药分布情况查询、飞机增雨作业查询、作业点审批查询、县作业信息查询、作业点查询、作业工具查询、作业弹药查询。

(3) 用户管理

用户管理是保证系统安全性的重要手段,系统通过用户管理功能,对使用系统的用户进行注册和权限分配。

用户管理功能主要包括:添加用户、删除用户、修改用户。

3.2 人影决策指挥系统功能设计

3.2.1 功能结构

人影决策指挥系统主要通过各种分析手段完成对天气状况的分析,并根据分析的结果进行防雹或增雨预警,同时对预警的结果进行处理,如通过短信发送作业指令等。人影决策指挥系统主要由监测分析、预警决策、效果评估、短信平台 4 大功能模块组成。

3.2.2 功能结构说明

3.2.2.1 监测分析

监测分析主要通过各种手段对当前的天气状况进行分析,并将分析结果通过地理信息系统直观地表示出来。监测分析的主要功能包括:

天气条件分析、雷达监测分析、雷达作业分析、卫星监测分析、增雨潜力数值模拟分析、闪电监测分析。

(1) 天气条件分析

天气条件分析子系统,从数值预报(MM5)12 h 降水量预报的释用出发,通过相似离度方法将当前环流形势与历史降水相似个例进行比较,对降水预报范围进行订正,使降水预报区域得到确定,通过人工经验预报对数值预报降水量大小和出现时间段进行订正,使降水量级和时间得到确定。降水预报在定时、定点、定量的基础上实现预报系统自动化。

数值预报实现了天气预报的定点、定时、定量,但目前的数值预报还存在一定的误差。因此,需要人工经验预报的干预订正。本系统以 MM5 输出的 12 h 降水量预报作为基础(3 h、6 h 降水量预报不太稳定,没有采用)。但 MM5 降水预报在量级、出现区域有时与实况误差较大。为此,系统通过相似离度、增雨作业区各分区 700 hPa 环境场气象条件等方法对 MM5 降水预报的范围进行订正,利用来自地方台每天 2 次发出的城市天气预报对数值预报降水量级进行订正。主要功能为:提供旬、候可供作业天气趋势预测和 48 h、24 h 可供作业天气预报以及 12 h 以内警报;

提供 24 h 以内利用各种数值预报模式客观定量的作业天气预警预报。

(2) 雷达监测分析

实现全省 4 部多普勒雷达资料最佳观测仰角实时拼图,给出全省的实时雷达监测资料,针对回波发展情况对防雷作业在时间、空间上有较好的预警作用。

(3) 雷达作业分析

该模块可以打开、显示和检索 CINRAD/CC 雷达原始回波数据:体扫(VOL)、平扫(PPI)和高扫(RHI)数据;具有实时监视数据,自动生成多种强度和速度的气象产品。用户根据自动生成的冰雹指数产品,通过用户选择区域计算出雷达指挥防雷作业的科学数据:作业点编号、作业点县名、作业工具类型、引信时间、用弹量、作业时间、射击方位、仰角,供作业点使用^[3]。

(4) 卫星监测分析

利用 FY-2C 卫星原始资料对省域范围内卫星图像进行处理,通过建立多通道遥感资料与降水的

统计关系模型,估测云层降水量,并实施动态显示^[4]。

(5) 增雨潜力数值模拟分析

预警未来 24 h 有降雨或冰雹天气出现后,需对未来 0~24 h 内云场的结构、发展趋势、云系覆盖范围、降水冰雹落区及量级等做出进一步预报,针对不同天气类型和性质及天气预警预报,分别启动层状云模式(适合飞机人工增雨)、对流云模式(适合高炮、火箭人工增雨、防雹)和扩散模式。预报结果可在 MICAPS 平台和人工影响天气地理平台上直观显示。主要采用 MM4+云参数化方案,指标因子:液态水含量×液态水含量/冰晶含水量,域值为 0.5。

(6) 闪电监测分析

对闪电资料进行统计分析,给出不同时间段内飞行作业区域内的闪电频数的演变图形,并与相应时间的雷达拼图资料、省域云图叠加再现、动画^[5]。

3.2.2.2 预警决策分析

预警决策分析主要根据天气条件分析、卫星遥感分析、增雨潜力数值模拟分析的结果对天气是否具备增雨条件自动进行综合决策,当具备增雨条件时,系统自动发送预警短信通知值班人员,值班人员根据预警的结果采取必要措施,如通过短信发送增雨作业指令等。同时系统还可以根据闪电监测分析的结果对某地是否必须防雹自动进行综合决策,当需要防雹时,系统自动发送预警短信通知值班人员,值班人员根据预警的结果采取必要的措施,如通过短信发送防雹作业指令等。

预警决策分析功能主要包括:

(1) 增雨预警

增雨决策因子 = 权重 × 天气因子 + 权重 × 遥感因子 + 权重 × 增雨潜力数值模拟因子

(2) 防雹预警

防雹决策因子 = 权重 × 闪电因子(预警) + 权重 × 雷达因子(预警和作业)

3.2.2.3 效果评估

效果评估模块实施作业资料(常规气象资料、卫星、雷达、闪电定位仪、双通道微波辐射计等)的收集整理、入库,主要对增雨或防雹作业前、后的效果进行预估、评估。

效果评估系统通过利用实况降水和 MM5 模拟的降水(经订正以后)进行比较分析来确定增雨效果。

3.2.2.4 短信平台

短信平台主要完成短信管理功能。短信平台的功能主要包括:

企业信息注册、代理服务设置、充值、短信发送、短信用户管理、预警人员设定。

将预警信息、作业信息通过短信平台通知相关人员。

4 系统的特点和创新点

本系统建立了功能强大的数据库。依托 3S 技术,利用 GIS 提供的 2 次开发控件,在 Windows 平台上进行开发接口软件,通过现代化通信和计算机网络,获取实时 4 部多普勒雷达、风云卫星、闪电定位网和区域模式资料以及人影作业工具信息,生成人工增雨和人工防雹的作业指导产品,把各种信息在人工影响天气地理信息平台上进一步自动加工分析,通过手机短信平台和计算机通信网络,辅以可视化会商系统,进行人工影响天气预警、决策和指挥,向市县级发布人影作业指导。决策指挥系统首先调用人工增雨防雹作业天气预报支持系统提供的降水、强对流天气预报,综合短期检索信息自动得出预警条件,结合实时探测信息,进行决策指挥,确定作业区域,发布作业信息,指挥飞机、高炮、焰弹、火箭等实施作业。本系统主要创新点如下:

(1) 自动化预警指挥作业。应用了目前国内所能收集到的所有信息,包括卫星、新一代天气雷达、闪电、数值模式等,实现了作业条件的自动计算、分析、判断,并在国内首次通过手机短信平台实现作业条件的自动报警;人工干预(确认)后发布作业信息,适时指挥作业。

(2) 先进的作业装备网络化管理系统。首次在国内实现了各种作业装备的网络化管理(WEBGIS、互联网)和查询,安全、统筹管理各种作业装备,包括人影作业装备的录入、统计、查询以及维护作业装备数据库。

5 研究成果和系统应用效果

本系统自 2004 年年底开始设计和建设,至 2005 年 6 月基本完成,经过修改完善和试运行,已经在 2005、2006 年的增雨防雹作业决策指挥工作中

发挥了重要作用,其中应用多普勒雷达防雹作业指挥系统,在 2005 年初专门进行了地、县级人影作业指挥人员的培训,在兰州和张掖的市、县级人影指挥中心应用于业务指挥,省人影指挥中心对中部试验区的防雹增雨作业进行了指导,效果良好。作业装备管理查询子系统已经投入业务使用,运行良好。

如 2005 年 8 月 23 日,兰州市人影指挥中心依据该系统指挥永登、榆中县相关炮点在有效时间内作业 8 点次,有效地遏制了雷雨云中冰雹的生成,当日作业区内未发生冰雹灾情。2006 年 5 月 19 日,兰州市局依据该系统成功组织了今年最大的一次联合人工增雨作业,全市大部地方出现透雨,作业效果非常显著,有效缓解了旱情。2005 年 7 月 12 日,祁连山区出现冰雹,张掖、民乐、山丹军马场等地依据该系统指挥防雹作业,效果明显。

本系统依托先进的 3S 技术,把地理、遥感、天气、人影等信息综合分析、集成显示,充分发挥 GIS 系统分析功能,提高了分析结果的准确性和客观性。系统的建成将极大地提升人影作业的科技水平,减少作业的盲目性,这对抗旱减灾和改善生态环境都有非常重要的意义。

6 结 语

本系统紧密结合增雨防雹的业务服务实际,建成了人工增雨防雹决策指挥系统,实用性强,具有较大的推广应用价值,为人工增雨防雹的决策指挥提供了技术支撑。今后,要进一步完善功能,在实际业务中发挥最大效益。同时,要切实加强人工增雨防雹的效果检验和评估工作。

参考文献:

- [1] 王遂缙,王鹏祥,王志宇. 西北地区沙尘暴天气监测预警业务系统[J]. 干旱气象, 2005, 23(4): 83-87.
- [2] 林纾,刘治国,杨苏华,等. 新一代西北干旱监测预测业务服务综合系统[J]. 干旱气象, 2005, 23(3): 74-78.
- [3] 傅朝,李国昌,杨建才. 应用多普勒雷达资料实现客观精细化预报的实例分析[J]. 干旱气象, 2005, 23(2): 54-59.
- [4] 陈添宇,陈乾,李宝梓. 卫星资料反演大气水汽密度的应用研究[J]. 地球科学进展, 2006, 20(特刊): 119-124.
- [5] 李国昌,李照荣,李宝梓. 冰雹过程中闪电演变和雷达回波特征的综合分析[J]. 干旱气象, 2005, 23(3): 26-33.

Introduction of Decision – making and Command System of Gansu Weather Modification Operation

LI Guo – chang , LI Zhao – rong , FU Shuang – xi , LI Bao – zi , DING Rui – jing , ZHANG Hong

(Gansu Weather Modification Office , Lanzhou 730020 , China)

Abstract In the decision – making and command system of Gansu weather modification operation , the network management for operating equipments of weather modification has been realized. Based on the advanced monitoring system and depended on the modernized communication network and 3S assemble techniques , the platform of geographic analysis for weather modification was developed using collective data under the background of detail geographic information of Gansu province. It can also realize operating condition warning and issue operating instruction by mobile phone SMS.

Key words : weather modification ; auto – anaiysis of operating conditions ; SMS platform ; network management for operating equipments

欢迎订阅 2007 年《干旱气象》

《干旱气象》是中国气象局兰州干旱气象研究所、中国气象学会干旱气象学委员会主办的专业学术期刊,国内外公开发行人。《干旱气象》辟有研究论文、短论、应用技术报告、研究综述和学术争鸣等栏目,主要刊登有关干旱气象的最新研究成果、发展动向和趋势;气象科学各学科具有创造性的论文;有推广价值的技术经验;有关国内外气象科技的新理论、新技术、新方法等方面的短论和研究综述。

《干旱气象》已被《中国期刊网》、《中国学术期刊(光盘版 CAJ – CD)》、万方数据 – 数字化期刊群、中国核心期刊(遴选)数据库全文收录。

《干旱气象》内容丰富、信息量大、研读性强,是进行学术交流的窗口。适合广大气象科研业务工作者、各相关专业技术人员、大专院校师生阅读。

《干旱气象》为季刊,2007 年正刊 4 期,每期定价 16 元,全年 64 元。欢迎广大读者订阅,并可以随时邮局汇款购买,款到开正式发票。

联系地址:甘肃省兰州市东岗东路 2070 号 中国气象局兰州干旱气象研究所
《干旱气象》编辑部

邮政编码:730020 联系电话:(0931)4670216 – 2270

电子信箱:GSQX@chinajournal.net.cn

银行汇款:兰州市工商银行拱星墩分理处

户 名:中国气象局兰州干旱气象研究所

帐 号:2703001509026401376

邮 汇:兰州市东岗东路 2070 号 中国气象局兰州干旱气象研究所《干旱气象》
编辑部