

数字化雷达人工影响天气作业指挥系统

李云川¹ 张文宗² 王建峰³ 赵利品¹
郭金平¹ 王秀玲⁴ 王建恒⁵

(1 河北省人工影响天气办公室, 石家庄 050021; 2 河北省气象科学研究所, 石家庄 050021;

3 邢台市人工影响天气办公室, 邢台 054000; 4 唐山市人工影响天气办公室, 唐山 063000;

5 衡水市人工影响天气办公室, 衡水 053000)

摘要 人工影响天气作业指挥系统是提高火箭、高炮人工增雨和防雹效果的重要条件。应用 C++ 和 Visual Studio .net 语言研制的新一代数字化雷达人工影响天气作业指挥系统, 包括天气雷达监测、大气探测、火箭高炮作业指挥、作业信息通讯、作业效果检验、作业档案和资料管理 6 个子系统。文中对系统的设计原理、系统结构及主要功能进行了介绍。新一代人工影响天气指挥系统, 适用于相关型号数字化天气雷达。应用效果表明, 其具有一定的作业指挥能力和科技水平, 功能界面友好、操作简单方便, 是市级人工影响天气作业指挥人员的指挥平台。

关键词 人工影响天气 指挥系统 数字化雷达

引言

近年来, 由于社会发展的需要, 全国火箭人工增雨已经发展到相当大的规模, 形成了一定的人工增雨作业能力。但是, 增雨作业指挥系统的建设相对落后。西方发达国家的火箭高炮人工影响天气作业, 已采用天气雷达指挥车辆现场指挥的方式, 但不能明确作业的用弹量等技术参数, 没有形成完善的作业指挥系统。国内已有的火箭高炮人工影响天气作业指挥系统没有综合采用地理信息系统原理将雷达图像、闪电定位、高空资料、云图资料、作业点信息在同一界面中显示, 不能支持标准的电子地图数据, 自动计算显示范围, 自动叠加; 不能利用计算机的内建模型实现人工影响天气的预警、指挥和效果评估; 也无法采用自动短信息平台作为系统连接各作业点的通讯平台, 实现雷达预警信息、指挥信息和评估信息的下传和作业点位置等信息的上传。为了进一步提高火箭、高炮人工增雨和防雹的作业效果, 逐步提高指挥人员的指挥和管理水平以及作业人员的技术素质, 研制新一代数字化雷达市级人工影响天气作

业指挥系统, 就显得十分重要。

河北省人工影响天气办公室在数字化雷达改造的基础上, 研制了利用数字化雷达指挥作业的新一代市级人工影响天气指挥系统, 能够根据数字化雷达监测的天气信息、作业目的和不同的火箭类型计算用弹量, 确定发射方位角度和发射高度, 并能自动向作业点发送作业方案, 帮助作业人员克服火箭、高炮人工增雨和防雹作业的盲目性, 提高火箭、高炮人工增雨和防雹作业的作业水平、科技含量和作业效果。

1 数字化雷达作业指挥系统的设计原理

(1) 雷达极坐标系。以雷达为中心, 雷达的最大半径距离为半径, 建立了雷达的方位和距离的空间坐标系统^[1, 2]。同时, 在同一界面上可以同时显示 PPI(平面显示) 和 RHI(垂直显示)(图 1)。

(2) 经纬度坐标系。本系统以经纬度坐标系为各种气象信息数据、雷达图像、云图的标准投影系统。建立以 1 度为单位的经纬度坐标系。保证经纬度坐标系内各种数据的位置信息标准统一。

河北省气象局技术开发项目“市级新一代人工影响天气作业指挥系统”资助

作者简介: 李云川, 女, 1952 年生, 高级工程师, 从事人工影响天气业务管理工作, E-mail: liyunchuan5210@yahoo.com.cn

收稿日期: 2004 年 3 月 6 日; 定稿日期: 2004 年 9 月 13 日

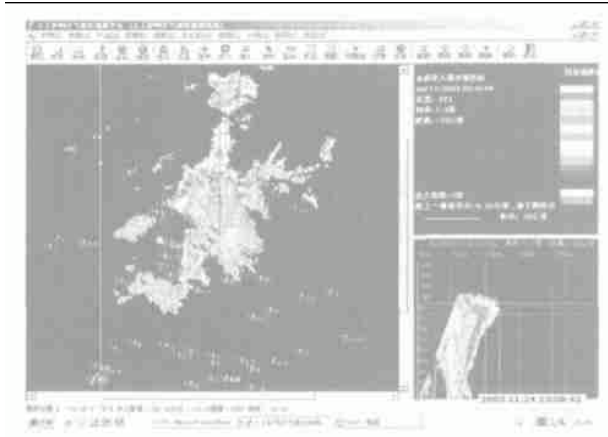


图 1 雷达指挥系统界面

(3)空间计算的函数库。是包括经纬度、以雷达为中心的直角坐标系、极坐标系、雷达回波点阵、计算机屏幕坐标系的转换关系函数库。保证各种单位的信息数据准确统一投影到坐标系统,便于对比分析和转换。这些函数主要包括:①屏幕显示视图点和整幅图像数据之间的转换函数;②直角坐标系点到图像数据的转换函数;③经纬坐标系点到直角坐标系的转换函数;④直角坐标点到雷达回波点的转换函数。

以雷达为中心的直角坐标系向经纬度之间的转换方法是,设雷达中心的经度为 C_j , 纬度为 C_w , 则直角坐标系中,坐标点 (X, Y) 对应的经纬度为:

$$J = XX_1 + C_j \tag{1}$$

$$W = YY_1 + C_w \tag{2}$$

其中: X_1 为当地每 1 km 距离的经度度数, Y_1 为当地每 1 km 距离的纬度度数,近似地:

$$Y_1 = 180/(\pi R) \tag{3}$$

$$X_1 = Y_1/\cos((\pi/180) C_w) \tag{4}$$

R 为地球半径,取 6400 km, C_w 为本地区纬度, π 取 3.1415927。

2 系统结构和主要功能

本系统主要包括 6 个子系统,即天气监测和探测、火箭(高炮)雷达作业指挥、作业信息通讯、作业效果检验、作业档案和资料管理 6 个子系统。系统具有较全面的管理和专业指挥功能,可以满足火箭(高炮)人工增雨、防雹作业的需要,系统作业流程如图 2 所示。

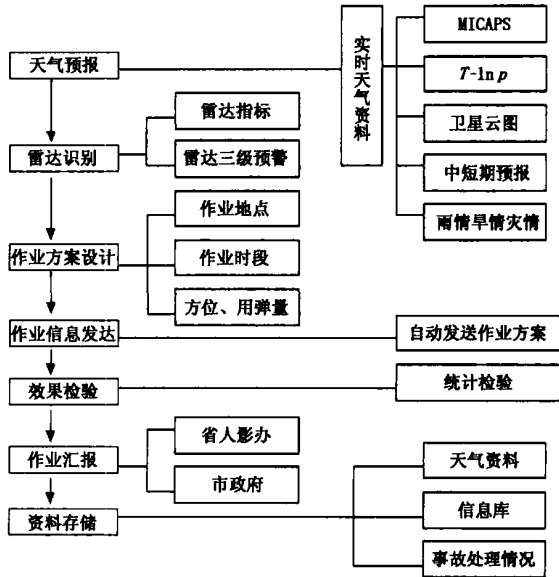


图 2 作业指挥系统流程

2.1 天气监测和探测系统

天气监测和探测系统的功能包括: MICAPS 系统的调用及数值产品的调用;卫星云图的调用; $T-\ln p$ 图(0 °C 层高度、- 10 °C 层高度、- 20 °C 层高度、不稳定能量 E 、对流不稳定、沙氏指数(SI)、 K 指数)调用;地、市各测站点所有项目气象实况观测资料、自动站实时资料、实时雨情、实时灾情显示;显示省、市气象台的天气预报结果。

2.2 雷达指挥系统

(1)显示本地区的地理信息。系统直接调用地理信息数据文件为美国 ESRI 公司的 shape 矢量文件格式,在系统坐标系中显示本地区的边界、城市、河流、公路、机场、航线等地理信息,并可显示本地区的炮点及火箭点信息。本系统直接采用国家地理信息数据或其他格式的地理信息数据。系统可以设置信息的颜色、外观、显示图例等。这里指出,系统调取地理信息,并不需要购买昂贵的地理信息系统软件,本系统已经直接在系统中开发加入了地理信息系统处理模块。

(2)显示雷达回波信息。在坐标系中显示各种雷达(包括 Doppler 雷达)的 PPI、RHI 信息。系统对不同分辨率、不同半径和不同单位的雷达信息进行标准化处理,以适应各地不同的预警指标。系统为雷达回波建立统一的强度单位、时间和其他信息的标准模型。对不同的雷达数据采用不同的处理

库,采用统一的外部函数接口和统一的处理方式得到雷达回波信息。系统可以为不同的雷达采用滤波的方法,去除地物杂波信息。同时可以根据不同用户的习惯选择雷达回波图像的调色板。

(3)显示指挥要素。系统将雷达回波区域内的作业点信息可视化显示,同时将作业点的作业工具、禁射方位、负责人、手机号码、作业点的图像信息、文字信息和多媒体信息以热键的方式展示在系统的地理信息中,用户可以随时调阅不同作业点的多媒体信息。另外,本系统支持GPS数据接口,可以方便地将流动作业点的位置信息实时显示在指挥屏幕上。

(4)显示雷达预警。系统可跟踪强回波中心,进行雷达回波数据分析,可得到35~70 dBz各个回波强度的变化情况,回波总面积的大小、中心位置、角度、移动方向、移动速度、移动距离及移动趋势预测,还可进行冰雹分析,并且将各作业点是否进入预警作业、可作业的作业点直观地显示在屏幕上,将所选中的作业点自动(和进行人为干预)通过通讯平台发送到各作业点。

(5)系统具备放大、缩小、漫游、动画、定位、查询等功能。

2.3 指挥通讯系统

利用可以接受和发送手机短信的GSM短信平台建立指挥通讯系统。系统登记作业点、各县指挥中心的手机号码信息。实现雷达预警、指挥和作业效果信息的上行和下行传送。

(1)采集雷达回波各种信息,即中心位置、时间、仰角、方位角、强度、面积、高度、移动方向、移动距离、移动速度。

(2)系统可按照本地自行选定雷达回波的预警指标、作业指标(方位、强度、面积、移动方向、速度等指标),对整个雷达回波进行扫描,符合指标的预警区域可闪烁显示。

(3)按照作业点的位置信息对作业点的条件进行分析,显示符合指标条件的作业点,并计算用弹量、作业方位、作业仰角、作业时间,通过短信平台自动向作业点发送作业信息。

(4)各作业点也可以通过短信平台向指挥中心发送作业信息。

2.4 业务公文通信系统

建立业务公文通信系统,具有中文编辑、排版、打印、发送中文信息的功能。系统分为向地方政府汇报的报告(包括作业前后的天气实况、经济效益)和向省级人影办汇报的报告两部分内容。向省级人影办的报告包括作业前、后的天气状况:云状、云高、云量、云的描述、风向、风速、雷暴;作业区内的实况:是否出现冰雹、降水、大风、云状变化情况、雨雹起止时间、冰雹最大直径、重量等情况。系统还规范了汇报格式并自动分发这些报告和作业中的特殊事件报告(事故的发生和处理意见)。

2.5 作业效果检验系统

系统应用统计检验方法建立了作业效果检验系统,包括自然降水估计和作业增雨效果评估两部分。

2.6 作业资料存储系统和档案管理系统功能

建立作业天气产品数据库,主要将作业天气所需的天气信息归类汇总,形成一个基本资料体系,便于指挥人员调阅和提取。建立了各地(市)高炮、火箭作业人员档案的详细数据库,市(县)高炮、火箭分布图及火箭、高炮点经纬度的查询。

3 小结

数字化雷达人工影响天气作业指挥系统是根据专家经验和先进技术研制的。系统采用模块化程序设计,界面友好、操作简单、运行稳定,是地、市级火箭高炮人工影响天气指挥作业的重要工具,具有很强的实用性和可移植性,可广泛应用于市级人工影响天气作业指挥。

系统是基于数字化天气雷达的综合指挥系统,可根据各种类型雷达的需要进行安装,科技含量高,是目前国内先进的人工影响天气作业指挥系统之一。安装在无线上网的笔记本电脑上可实现野外作业的现场指挥,可供全国各市县级火箭、高炮人工影响天气作业时使用。

参考文献

- 1 陈进强,杨连英.多普勒天气雷达在人工影响天气中的应用.气象科技,2002,30(2):127-128
- 2 巴特尔,单久涛,刘兴汉,等.数字化、双极化雷达及其在人工影响天气作业与研究中的应用.内蒙古气象,1998,(2):32-36

Commanding System of Cloud Seeding Operation Using Digital Radar

Li Yunchuan¹ Zhang Wenzong² Wang Jianfeng³ Zhao Lipin¹

Guo Jinping¹ Wang Xiuling⁴ Wang Jianheng⁵

(1 Hebei Provincial Weather Modification Office of Province, Shijiazhuang 050021 ;2 Hebei Provincial Institute of Meteorology ,Shijiazhuang 050021 ; 3 Weather Modification Office , Xingtai 054000 ; 4 Weather Modification Office , Tangshan 063000 ; 5 Weather Modification Office , Hengshui 053000)

Abstract : The operating and commanding system of cloud seeding operation is a very important condition for rocket and artillery rain enhancement and hail suppression to gain satisfactory results . The new generation cloud-seeding operation commanding system developed by using C⁺⁺ and Visual Studio.net and digital radar includes six sub-systems : weather radar monitoring , atmosphere detection , rocket and artillery seeding operation and decision-making , operating information communication , operating effectiveness evaluation , operation archives and data management . The application indicates that the system has advanced functions and a friendly interface and is easy and rapid to handle and use . Considering its very high operating and commanding capability and technological level , it is an ideal operating platform of cloud seeding operation for municipal weather modification office .

Key words : weather modification , control system , digital radar