

辽宁省人工增雨数据集管理系统的设计与实现

杨旭¹ 袁健¹ 班显秀¹ 李淳² 马兴明² 石成磊²

(1. 辽宁省人工影响天气办公室, 辽宁 沈阳 110016; 2. 辽宁省气象局, 辽宁 沈阳 110001)

摘要:基于辽宁省气象资料,依托机载观测仪器及地面特设仪器观测数据,利用VB编程实现了辽宁省人工增雨业务数据集管理系统。系统包括:地面站资料、高空站资料、自动站资料、雷达探测资料、卫星探测资料和双通道微波辐射计数据、机载液态水探测数据、粒子激光探测数据、飞机和火箭增雨作业信息及降水天气分型共10个方面的内容,其目的是在人工影响天气业务工作中实现信息共享,为气象业务和科研工作服务。

关键词:人工增雨数据集;管理系统;设计与实现

中图分类号:P481 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-503X(2009)05-0036-04

1 引言

人工影响天气工作以防灾减灾为宗旨,农业服务为重点,增加淡水资源为目的。辽宁省由于水资源短缺,人均水资源占有量为700 m³[1],人均淡水资源仅为全国平均的1/3,因此开发云水资源进行人工增雨业务工作是十分必要的,增加自然降水是目前减缓日益严重旱情的一种手段。面对辽宁省人工影响天气的现状,一方面要加强人工影响天气试验研究,另一方面要提高气象信息资料的采集和使用分析水平。目前国内针对人工增雨所建立的数据集主

要是利用常规气象信息资料,新增加的气象信息采集内容不多见。人工增雨作业资料是进行人工增雨科学研究的基础,特别是为人工增雨业务和科研而开展的专门研究获取的资料尤为重要。为此,根据辽宁飞机和火箭人工增雨的作业需求,尝试建立人工增雨业务数据集管理系统,供业务和科研服务。

2 系统组成及结构

根据辽宁省现有资料,依托机载观测仪器及地面特设仪器观测数据,利用VB编程实现了辽宁省人工增雨业务数据集管理系统。如图1所示。数据集管理系统包括高空站资料,地面站资料,自动站资

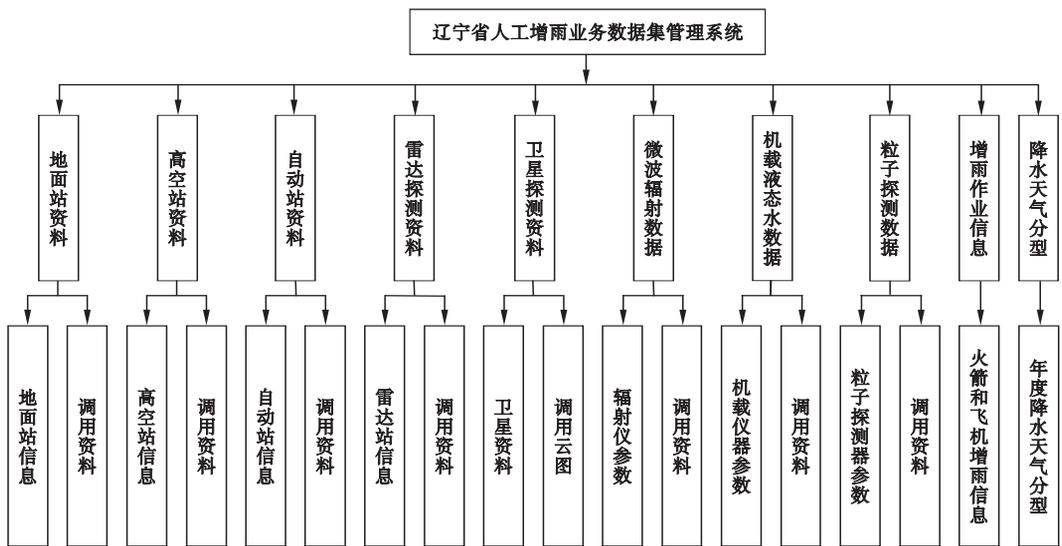


图1 人工增雨数据集管理系统结构

料,雷达探测资料,卫星探测资料,双通道微波辐射计数据,机载液态水探测数据,粒子激光探测数据,增雨作业信息,降水天气分型等10个功能模块。

3 数据集内容

从人工影响天气的业务工作特点出发,既包括

收稿日期:2009-03-19;修订日期:2009-04-29。

基金项目:辽宁省科学技术厅“人工增雨实用催化系统集成关键技术研究(2006210001)”资助。

作者简介:杨旭,男,1956年生,高级工程师,主要从事人工影响天气业务工作。

历史资料及分析,也包括最新机载仪器与地面同步测量数据。

3.1 地面站资料

地面站资料包括资料文件名、台站参数以及各气象要素的观测数据,由此了解到地面天气现象和农业墒情。

3.1.1 资料文件名

“地面气象观测数据文件”(简称A文件)为文本文件,文件名由17位字母、数字、符号组成,其结构为“AIlliii-YYYYMM.TXT”。其中“A”为文件类别标识符(保留字);“lliii”为区站号;“YYYY”为资料年份;“MM”为资料月份,位数不足,高位补“0”;“TXT”为文件扩展名。

3.1.2 台站参数

台站参数是文件的第一条记录,由12组数据构成。排列顺序为:区站号,纬度、经度,观测场海拔高度,气压感应器海拔高度,风速感应器距地(平台)高度,观测平台距地高度,观测方式和测站类别,观测项目标识,质量控制指示码,年份和月份。

3.1.3 观测数据各要素排列

观测数据由20个地面要素构成,每个要素在文件中的排列顺序是固定的。20个要素的名称排列顺序为:气压(P),气温(T),湿球温度(I),水汽压(E),相对湿度(U),云量(N),云高(H),云状(C),能见度(V),降水量(R),天气现象(W),蒸发量(L),积雪(Z),电线积冰(G),风(F),浅层地温(D),深层地温(K),冻土深度(A),日照时数(S)和草面(雪面)温度(B)。

3.2 高空站资料

高空站包括沈阳和大连两个探空站。其参数包括区站号、经纬度、海拔高度、天线高度、雷达型号、探空仪型号。系统可显示高空报表及T-lnP图,使人影指挥人员了解高空天气要素的变化,掌握高空大气的稳定程度,为飞机人工增雨作业提供参考信息,以此为依据确定人工增雨的作业方式是采用火箭或飞机。

3.3 自动站资料

自动站的观测资料提供了精细到1h内的地面气象要素52个以及每分钟的降水强度。自动站资料文件名:Z-O-AWS-ST-C5-IIiii-yyyyMMddhhmmss.txt,其中:Z-O-AWS-ST-C5为固定编码;IIiii为测站的区站号;yyyyMMddhhmmss为文件生成的时间(世界协调时),其中:yyyy为年,4位;MM为月,2位;dd为日,2位;hh为小时,2位;mm表示为分钟,2位;ss为秒,2位;txt为固定编码,表示此文件为ASCII格式。

自动站的观测资料文件《Z-O-AWS-ST-

C5-IIiii-yyyyMMddhhmmss.txt》包括正点地面气象要素数据和加密地面气象要素数据文件。该文件为顺序数据文件,共4条记录:第1条记录为本站基本参数,包括区站号,纬度、经度,观测场海拔高度,气压传感器海拔高度和观测方式等6个要素;第2条记录为器测项目,共52个要素;第3条记录为小时内分钟降水量;第4条记录为目测项目和天气报、加密天气报有关的编报项目。

3.4 机载液态水探测数据

机载液态水探测仪器安装在YUN-12飞机的机翼上。资料内容包括时间,空气速度,气压差、气压,相对湿度,侧滑系数,温度,高度,闪电数,经度、纬度,液态水含量和露点。

3.5 粒子激光探测数据

粒子激光探测仪(Parsivel)安装在飞机人工增雨作业区域对应的地面上,以便获得同步飞机人工增雨作业区域的降水特征。

3.5.1 资料格式

资料以Excel格式存放,文件名为Oyyyymm-dd.cvs,O为雨滴谱文件标识;yyyy表示年;mm表示月;dd表示日;cvs为Excel文件的扩展名。

资料内容包括观测时间,降水强度(mm/h),从开始到当前的降水量(mm),雷达反射率因子(dBz),能见度(m),激光信号的频率,一次取样的粒子总数,探头温度(°C),探头加热电流(A),探头加热电压(V)。

3.5.2 粒子谱格式

根据降水粒子的尺度,即等容积直径(D)和下降速度(V),将D和V分为32个等容积直径($D_i, i=1,32$)级和32个速度($V_j, j=1,32$)级。观测结果是降水粒子在 D_i 和 V_j 分级的二维场中的个数(n_{ij}),共有1024个等级的降水粒子密度。

3.6 双通道微波数据

利用地面微波辐射计向上观测大气向下辐射亮温的演变,可以实时反演出大气中水汽含量及云中液态水含量,并能够反演大气温度廓线、湿度廓线、反演大气积分水汽含量和云中液态水含量、测量反演大气和降水对电波的衰减。

3.6.1 安装位置

双通道微波辐射计安装在东北区域气象中心楼顶,地理位置为123.43°E,41.77°N,海拔高度为110m。

3.6.2 资料内容

资料包括观测时间,31.65MHz通道电压,31.65MHz通道亮温,23.80MHz通道电压,23.80MHz通道亮温,水汽,液水,大气积分水汽含

量,云中液态水含量,温度,湿度,气压和恒温。

3.7 雷达探测资料

3.7.1 新一代天气雷达站基本信息

雷达站名:沈阳;经纬度:123°38′50″E,41°55′30″N;区站号:Z9240;海拔高度:299 m;雷达型号:CINRAD/SC;发射功率:780 kW。

3.7.2 观测资料时段

新一代天气雷达观测采用北京时。计时方法采用24小时制。汛期观测时,沈阳雷达站逐时观测时间为6月1日—8月31日;全天时连续立体扫描观测。非汛期观测时段应每日10—15时进行连续观测。

降水观测模式:仰角为0.5°、1.5°、2.4°、3.4°、4.3°、5.3°、6.7°、7.5°、8.7°、10.0°、12.0°、14.0°、16.7°和19.5°的14层观测模式。对降水结构进行详细分析时主要采用该模式。

3.8 气象卫星资料

调用显示静止卫星云图。

3.9 增雨作业信息

3.9.1 火箭增雨作业信息

火箭增雨作业信息包括火箭作业时间,作业地区,火箭发射经度、纬度、仰角、方位,火箭弹型号和用弹量。

3.9.2 飞机增雨作业信息

飞机增雨作业信息包括飞机编号,飞行架次,飞机停放地名,作业日期,作业开始时间,作业结束时间,作业前天气状况,作业后天气状况,作业航迹起点经纬度和作业航迹9个空间点的经纬度,作业航迹终点经纬度,作业最大高度(m),作业最大高度温度(°C),作业最小高度(m),作业最小高度温度(°C),碘化银烟条用量(枚)和作业效果等。

3.10 降水天气分型

用于掌握不同时间出现的主要降水天气背景,包括降水时间,降水范围,云状有层积云、积雨云和积层混合云。降雨性质有稳定性降水、对流性降水和雷雨。高空系统类型主要有冷涡、西风槽、切变线、副热带高压后部;地面系统主要有冷锋、蒙古气旋、东北气旋和渤海气旋型等。

4 数据集管理功能

4.1 资料查询和统计

当进入数据集管理系统平台(图2)后,选定相关项目后,根据平台的提示查询功能自动完成,将符合查询条件的内容自动显示。实现雨滴谱在不同直径和不同下降速度条件下雨滴粒子的分布显示,得到粒子谱观测结果;完成全省常规自动站、加密自动站各个要素的提取和1 h降水资料内任意分钟降水

量的统计和提取。

4.2 业务应用

2008年4月20日500 hPa欧亚大陆高纬度地区为两脊一槽型,对应地面未来24 h辽宁转入低压



图2 辽宁省人工增雨业务数据集管理系统平台

前部,未来48 h转入倒槽低压内部。20日人工增雨指挥人员经多项气象信息综合分析后,预报出未来3 d辽宁自西向东将出现一次降水过程,辽西北地区将有2 mm以上增雨潜力的降水天气过程。

分析4月21日500 hPa高度场预报和850 hPa风场预报,预计21日辽宁西南部地区有小雨或阵雨。4月22日500 hPa高度场预报分析,预计22日辽宁大部分地区有阵雨,同时各地气温明显下降。通过对卫星云图、雷达回波、高空资料的综合分析,认为这次天气过程较稳定,适合飞机和火箭的联合增雨作业,并同时向各市县发出增雨指挥预警。

为最大限度地发挥辽宁现有的人工增雨作业能力,对全省人工增雨移动火箭车实施统一调度指挥,重点解决干旱的辽西北地区作业能力不足的问题,制定全省火箭跨区作业支援实施方案,对全省火箭作业车进行调配:营口市气象局5台火箭车对口支援朝阳市气象局;盘锦气象局2台火箭车对口支援锦州市气象局;鞍山市气象局3台火箭车对口支援葫芦岛气象局;省人影办3台火箭车对口支援阜新市气象局;抚顺市气象局3台火箭车、本溪市气象局2台火箭车对口支援铁岭市气象局。针对这次降水过程,辽宁省人影办提前一天制作出作业预案并及时发布作业指令,各市气象局接到指令后立即指挥其移动火箭车赶赴指定地区进行增雨作业。飞机增雨作业方案:朝阳飞机作业25、26区,阜新飞机作业21区,省人影办飞机作业22、23、24、27和28区;飞行指导高度通过数据集的高空资料分析此季节适合作业高度为3 600—4 200 m。

4月20日辽宁西部受西风槽分裂的短波槽先期影响,省人影办在辽宁重旱区的朝阳、锦州、葫芦岛等地区组织实施了2架次的飞机夜航作业,累计飞行作业3 h 37 min。21日为抓住有利时机,朝阳、阜新飞机各作业2架次,累计飞行作业6 h 4 min。22

日省人影办飞机作业3架次、阜新作业2架次、朝阳作业1架次。20—23日全省共作业12架次,累计飞行作业21 h 23 min。同时,在飞机作业的间歇期,各地的火箭发射系统也进行了增雨作业。尽管从20日开始未来3 d的天气预报全省大部为小雨,但是经过飞机和火箭的联合增雨作业,全省大部地区降水量超过10 mm,达到了中雨。事实表明,20—23日人工增雨作业效果明显,全省增加降水量3.4亿 m^3 。辽西北地区降了入春以来的第一场透雨,极大地缓解了前期存在的旱情,对春播非常有利。墒情较差的辽西、沈阳北部地区降水量为8—23 mm,缓解了前期旱情,雨后土壤墒情上升,其中轻旱和中旱地区墒情可达到适宜,部分旱情较重地区土壤湿度也可达到播种所需下限要求;营口、大连、铁岭地区降水量为11—26 mm,旱情基本解除;前期墒情适宜的辽东、中部地区降水量为10—24 mm,利于土壤增墒。系统于2008年4月在辽宁省人工增雨日常业务中使用。每次人工增雨作业后可以分别统计出14个地区的降水量和全省的总降水量以及增雨量(亿 m^3),为人工增雨作业指挥决策和评估提供科学依据。

5 结语

系统的实现以业务应用为基础,按照边使用、边改进的设计思路,使其不断完善。每次人工增雨作业前后,利用数据集管理系统,获取增雨飞机作业或

火箭作业信息以及高空和地面气象要素资料,并不断地对数据集内容进行续补积累。利用多年人工影响天气工作中获取的实时高空飞行资料和地面资料,特别是利用近年购进的美国DMT公司的LWC-100型机载大气探头和德国生产的粒子激光探测仪(Parsivel)等新的探测手段获取的资料,可以描述不同尺度云水粒子的空间分布,为深入进行人工影响天气研究提供参考。辽宁省人工增雨业务数据集管理系统已被应用于人工增雨作业业务实践中,但数据集资料还需进一步精细化,对资料的处理分析能力有待加强,以适应业务科研不断发展的需求。

参考文献

- [1] 班显秀,王吉宏. 辽宁水资源状况浅析[J]. 辽宁气象, 2004(4):27-28.
- [2] 邵凌云,曲晓波,陈传雷. 新一代天气雷达产品共享平台的设计与实现[J]. 气象与环境学报,2006,22(2):67-68.
- [3] 李大山. 人工影响天气现状与展望[M]. 北京:气象出版社,2002:495-508.
- [4] 苗传海,卢娟,张凯,等. 省级公众气象信息服务业务系统[J]. 气象与环境学报,2008,24(5):48-51.
- [5] 黄阁,韩秀君,盛永,等. 辽宁省决策气象服务平台的实现与应用[J]. 气象与环境学报,2008,24(6):53-57.
- [6] 刘天惠. Visual Basic 程序设计教程[M]. 北京:清华大学出版社,2006:113-155.

Design and realization of artificial precipitation enhancement database management system in Liaoning province

YANG Xu¹ YUAN Jian¹ BAN Xian-xiu¹ LI Chun² MA Xing-ming² SHI Cheng-lei²

(1. Weather Modification Office in Liaoning Province, Shenyang 110016, China;

2. Liaoning Meteorological Bureau, Shenyang 110001, China)

Abstract: Based on the meteorological data in Liaoning province and the observation data from the aircraft and ground special instruments, an artificial precipitation enhancement database management system was developed by Visual Basic programming. This system consists of ground stations data, high level data, automatic stations data, radar sounding data, satellite sounding data, dual-channel microwave radiator data, liquid-water monitoring data from aircraft, particle laser sounding data, application information for aircraft and rocket, and precipitation weather classification. The system could share the meteorological information with weather modification operation, and it could serve for meteorological operation and scientific research.

Key words: Artificial precipitation enhancement database; Management system; Design and realization