

青海省人工影响天气综合指挥系统

德力格尔

(青海省气象局, 西宁 810001)

提 要

应用气象常规资料和卫星云图、雷达等多种现代观测技术建立人工增雨、防雹作业微机决策系统。在作业的有利天气系统、云系条件、作业时机、作业高度选择等方面对各种要素进行优化处理,实现了作业指挥定量化、客观化。该文主要介绍了该系统建立的思路、结构、及各子系统的特点和功能。

关键词: 人工影响天气 软件 指挥系统

引 言

开展人工增雨防雹作业在青海省已有 30 多年,已成为农业防灾减灾的一项重要手段。青海省人工影响天气管理部门把人工影响天气工作的现代化建设列入到人工影响天气工作的总体规划中。1992 年开始建设“青海省人工影响天气综合指挥系统”,目前该系统基本建成。1995 年 12 月,青海省气象局组织省政府办公厅、省水利厅、省气象局等部门的专家,对课题进行验收,受到专家们好评。1995 年防雹作业和 1996 年春季增雨中该系统发挥良好作用。

1 系统框架及结构

根据人工增雨、防雹的特点和技术要求,本系统由气象实时资料处理分析、人工增雨实时指挥、人工防雹实时指挥和人工影响天气作业数据库 4 个子系统组成(见图 1、2)。

实时资料微机分析处理系统与省气象局实时数据 NOVELL 网联接,可以调用每天 08、20 时实况数据,经处理后可以绘制欧亚地区地面和各等压面高度场形势以及各种物理量场,各形势场可相互叠加。

人工增雨实时指挥系统和人工防雹实时指挥系统是二个在微机上分析作业天气、云层条件、决策作业时机、作业高度、作业区域、

作业部位并给出量化参数的综合决策系统。

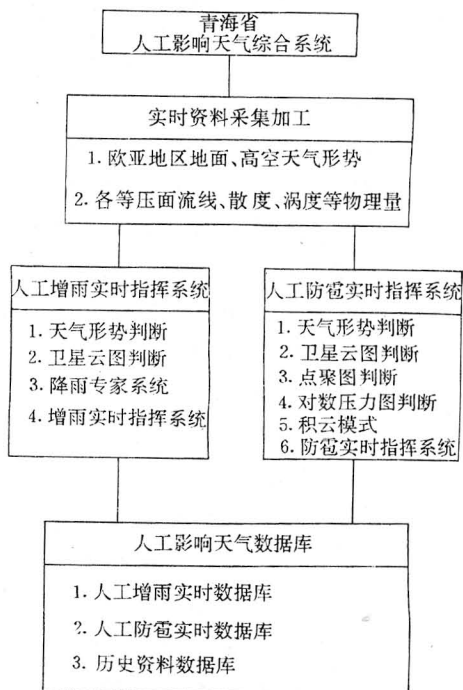


图 1 系统框架

增雨、防雹数据库是输入、输出、储存、统计有关作业信息的数据管理软件。它主要管理作业时间、作业区域、飞行高度、催化剂量、降水量、耗弹量、作业效果、受灾面积、主要天气系统等。

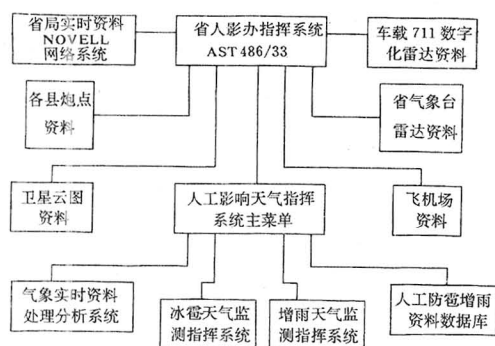


图2 系统软硬件配制

2 输出产品及功能

2.1 实时资料处理分析系统

2.1.1 可输出每日 08、20 时欧亚东部和中国内陆局部地区(专用于青海省人工增雨防雹而设置的自选区)地面、700hPa、500hPa、300hPa 温度,高度场形势。

2.1.2 可输出各种物理量场形势。如流场、温度露点差、散度、涡度、垂直速度、假相当位温、水汽通量散度、总温度等项目。

2.1.3 应用实时数据可以计算处理作业区各高空站 T - $\ln P$ 图、冰雹预报点聚图、一维积云模式、增雨专家系统等多种专用软件。

用实时资料输出的产品主要用来跟踪和监视降水天气过程和冰雹天气系统。

2.2 卫星云图

一台 GMS 卫星云图接收机,每隔 1 小时接收作业区红外、可见光云图和水汽通道图象,用鼠标器可以确定云顶温度、某一个地区范围内云系所占比例、直观分析云状、分布、移动方向等。应用经验可以判断出造成青海高原冰雹灾害的积云单体、积云线、积云变稠密区等一系列灾害性冰雹云特征。

人工增雨防雹作业中,卫星云图能直观、准确、及时提供云系信息,是人工增雨防雹中重要的探测工具。

2.3 数字化雷达

为了定量确定雷达资料,对 711 测雨雷达进行数字化改造,使雷达参数更加准确,具

有了计算、储存、重复显示等功能。雷达所观测和进一步推测可得到的参数有云顶高度 H 、回波强度 Z 、云层厚度 HM 、云顶温度 T 等。用数字化雷达资料可以定量确定降水和冰雹云强度,是实时作业指挥的主要依据。

2.4 专家系统

用预报员经验建立的青海省东部地区 4—5 月 6 小时、12 小时作业区降水预报的专家系统,预报降水出现的时间、强度和落区。

2.5 一维积云模式

经高原边界层订正后的预报冰雹云发展模式,可以做冰雹预报,模拟高原冰雹云形成过程。输入催化剂量参数后,可以进行作业效果分析。

2.6 对数压力图(T - $\ln P$)

计算作业区各高空站温湿随高度变化和稳定度,确定云顶高度,0℃层高度,-20℃层所在高度以及最大上升速度等,这些参数对确定“播撒窗”,飞行高度、催化高度及高炮作业高度等均有很好参考意义。

2.7 作业区地面气象站和炮点资料

在作业区和天气上游地区及雹云主要活动地区选择部分气象站和炮点拍发地面实况报告。主要报告云量、云状、风向风速、降水量、飞行危险天气以及冰雹云的强度、云的位置等。选择出的这些气象站为增雨防雹作业的地面指标站。

2.8 防雹实时指挥系统

防雹实时指挥系统是一个临近作业决策系统。它从天气图形势、卫星云图、雷达、实况资料中挑选若干个经验判别因子,应用离散变量频数统计方法对各因子进行评分(由于样本资料有限,有些评数由经验给出)得出综合实时防雹判据,是下达作业指令的重要依据,它们是:

2.8.1 冰雹预报综合方法。指省台形势预报、点聚图预报、积云模式预报。①无冰雹为 0;②有阵雨或雷阵雨为 1;③有小冰雹或软雹为 2;④有冰雹为 3。设 K_1 为冰雹出现危险

性指标。

2.8.2 炮点目测云等级。对炮点作业人员观测到的对流云强度报告分为甲、乙、丙、丁4级,进行评分,代码分别为10、20、28、32,另

外云与炮点距离划分为3级,评分代码为10、5、0;设 K_2 为炮点目测云综合危险性指标,为以上两部评分之和,详见表1。

表1 炮点民兵目测评分表

炮点目测云的主要特征	强度分级	评分
云开始发展或出现在视野内,并有向炮点移入趋势。	甲	10
云较弱,云顶高约5000m,云顶出现菜花状,底较平,发黑,云底离地面200m左右,云发展缓慢,云宽范围10km内。前沿正向炮点移来	乙	20
云强,云顶高6000m以上,云顶出现羊毛丝络,(云底在200m以下)云底黑红,翻滚,出现闪电、打雷,速度在10km左右。云区覆盖天空5成左右,在射程内。	丙	28
云特强,云顶高在9000m以上,云底接近地面,云体高大、宽广厚实、颜色黑黄,翻滚异常,出现风、雷、电,感觉云中水汽含量大。云迅速布满天空。	丁	32

2.8.3 卫星云图主要特征。将卫星云图的形状、云顶温度划分4种类型分别评分10、20、28、32,另外造成我省不同强度冰雹的积云分为①积云单体5分、②积云团5分、③积云线10分、④积云变稠密区10分。设 K_3 为卫星云图降雹综合危险性指标,为以上两部分评分之和,见表2。

表2 卫星云图评分表

卫星云图主要特征	分级	评分
出现豆状雹云细胞,云顶温度 -22°C 以下,云白色,不粘稠,云不强。	I	10
云继续发展,云色开始变红,云顶温度 -30°C 以下。	II	20
云为红色,云顶温度 -39°C 以下,云的上部出现砧。	III	28
云为红色,云顶温度 -48°C 以下,云块较大,很多小块云,开始合并。	IV	32

2.8.4 雷达回波特征。把雷达的回波强度、云顶高度、强中心高度各划分4个级,分别评分12、20、27、30,同时对雹云的指状、钩状、带状、“人”字形“穹窿”等特殊形状给10分。设 K_4 为雷达降雹综合危险性指标,它是以上5级的评分之和,见表3。

表3 雷达参数评分表

回波强度 Z/db	云顶高度 H/km	强中心高度 Hm/km	分级	评分
$30 < Z \leq 35$	$5.5 < H \leq 6.0$	$3.5 < Hm \leq 4.0$	I	12
$35 < Z \leq 40$	$6.0 < H \leq 6.5$	$4.0 < Hm \leq 4.5$	II	20
$40 < Z \leq 45$	$6.5 < H \leq 7.0$	$4.5 < Hm \leq 5.0$	III	27
$Z > 45$	$H > 7.0$	$Hm > 5.0$	IV	30

2.9.2 云图特征指标。将造成我省东部降水的卫星云图云系特征,按云状、路径分四类评

在实际作业指挥中,当 $K_1 \geq 2$, $K_2 \geq 25$, $K_3 \geq 25$ 或 $K_4 > 12$ 中有三项满足,可下达“一号”指令(“一号”指令的含意是控制区雹云满足作业条件,可以开炮作业),有二项满足,可下达二号指令(二号指令含意是控制区云正在发展,但未满足作业条件,要求作业人员密切注视发展情况,做好作业准备)。

2.9 人工增雨实时指挥系统

它是综合天气形势、卫星云图、雷达、天气预报、地面实况站资料决策增雨作业,选择作业时机的一种评分方法,统计方法与防雹实时指挥系统相同。

2.9.1 天气系统指标。从500hPa天气图上选择造成青海省东部降水的主要三类天气系统(西风槽、南槽、南北槽)按强度、路径、性质条件加分。①当温度槽与系统很好配合,有维持或加强趋势时;②地面有冷空气活动,天气明显并有冷锋配合(锋后 $\Delta P_{24} \geq 6$);③700或500hPa流场有明显的辐合带,且位置指向作业区,每满足一条件增加10分。设 K_0 为天气系统位置、强度值综合之和。

分。①上游出现 >10 万 km^2 块状云区域在青藏高原南部有系统,且有向作业区移动趋势,

$K_1=10$;②以青海湖为中心的 33 万 km^2 矩形框内云区 $>90\%$, 云顶最低温度 $\leq -39^\circ\text{C}$, 平均 $\leq -18^\circ\text{C}$ 时, $K_1=15$;③云区 100% , 云顶最低温度 $\leq -51^\circ\text{C}$, 平均 $-18^\circ\text{C} \leq T \leq -25^\circ\text{C}$ 时, $K_1=20$;④南部、北部云有合并趋势时, K_1 增加 5 分。 K_1 为云图特点的量化值之和。

2.9.3 地面指标站降水实况。挑选作业区内

8 个地面指标站, 按降水量大小和出现降水站数、分布分别评分 1、10、15, 并设 K_2 为地面降水实况量化值之和。

2.9.4 雷达指标。 K_3 为各项指标之和。雷达指标量化见表 4。

在实际作业决策时, 当 $K_0 \geq 20$, $K_1 > 15$, $K_2 > 10$, $K_3 \geq 24$ 时增雨条件满足, 可以进行作业。

表 4 K_3 雷达指标及量化情况表

回波强度 Z/dB		云顶高度 H/km		云厚度 Hm/km		云顶温度 $T/^\circ\text{C}$		回波趋势/趋势	
范围	评分值	范围	评分值	范围	评分值	范围	评分值	趋势	评分值
$Z < 10$	1	$H < 3.0$	1	$Hm < 2.0$	1	$T < -24$ 或 $T > -10$	1	增强	12
$10 \leq Z < 15$	4	$3.0 \leq H < 6.0$	6	$2.5 \leq Hm < 3.0$	8	$-24 \leq T < -18$	12	稳定	6
$Z \geq 15$	6	$H \geq 6.0$	12	$Hm \geq 3.0$	18	$T \geq -10$ $T < -18$	6	减弱	1

3 系统特点

3.1 可靠性和实用性较好。系统中使用的结论和各种判据、指标来自实际经验, 有较好的代表性和针对性, 历史拟合率较高。对指标、判据进行量化处理后实用性增强。

3.2 系统应用了卫星云图、数字化雷达、计算机、高速通信等设备, 具有快速读数计算判别、显示叠加、放大、移动、存储、检索、打印等多种功能。

4 使用效果

尽管青海省开展人工影响天气工作 30 多年, 但长期处于科技含量低、现代化水平不高, 盲目作业严重, 效果低等。本系统的投入

运行, 标志着青海省人工影响天气作业向科学化现代化方向迈上了新台阶, 对提高人工影响天气的作业效果和提高人工影响天气工作整体科技水平有重要意义。

1994 年开始应用该系统指挥防雹作业, 作业的及时率, 准确率大大提高, 作业效果明显。本系统主要使用县一湟源县连续两年基本无雹灾。同时通过本系统的使用克服了盲目作业, 耗弹量大大减少, 近两年由每年耗弹 4 万多下降到 3 万多, 节约了炮弹费。

由于本系统的研制时间短, 经验不足, 经费投入少, 总体水平不是很高, 有待进一步提高完善。

The Decision System of Weather Modification in Qinghai Province

DeliGeer

(Qinghai Meteorological Bureau, Xining 810001)

Abstract

The computer decision system about artificial precipitation stimulation and hail suppression was developed by use of the routine meteorological data, satellite image and radar data. The system can give the optimisation about a variety of factors, such as the weather systems in favor of seeding operation, the target cloud system, the operation time and height selection and so on. The system programming structure and the features of the subsystems were described.

Key Words: weather modification software decision system