

强对流天气监测短时预报系统

纪英惠 伍星赞 周 彪 尹新怀

(湖南省气象台,长沙 410007)

提 要

作者在前3年研究和试验的基础上,研制了一套适合湖南实际情况的较完善的准客观强对流天气监测短时预报系统。它包括图形图象显示,雷达定量估算降水和强对流天气短时预报方法子系统。

关键词: 强对流天气 短时预报 监测 系统

引 言

强对流天气短时预报无论在理论上还是在业务上都是一个难题,它涉及到监测、通信、预报,尤其是计算机处理技术。目前,在国外已有一些国家开展了此类试验研究,国内一些地区和单位也在研究这一问题^[1,2]。很明显,从监测预报研究到系统设计都有不少问题需要探索。本文提出了灾害性天气监测预报业务系统的初步设计。

1 系统总体设计

1.1 工作环境

建立包括雷达、卫星在内的短时天气探测网,以便对湖南的灾害性天气进行跟踪监测和数据处理(如图1)。

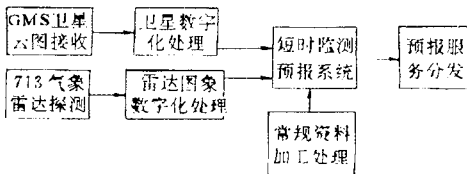


图1 系统工作环境

1.2 通过实时采集、快速传输和处理分析各种监测资料,建立图形图象显示系统。

1.3 在没有自动雨量站校正的情况下,采用ATI(面积时间积分)方法,测量给定区域降水量,为短时预报提供客观定量的依据。

1.4 采用中尺度分析方法,研制一套较客观的能投入业务使用的短时预报方法。

1.5 该系统在 Compaq MT4/66 计算机上运行,采用 C 语言编程,模块设计,便于扩充。

2 系统结构和功能

2.1 图形图象显示子系统

定时接收数字化卫星、雷达图象资料和常规信息等,具有图形图象屏幕显示功能。

2.2 雷达定量测量降水子系统

从图形图象显示子系统中调入雷达图象,将原来8层改为16层伪彩色PPI图象,利用事先建立的Z-R关系和ATI方法进行区域定量测量降水。并用线性外推估算1、2、3小时内降水预报。

2.3 短时预报子系统

建立短时预报程序,从图形图象显示子系统中调入卫星图象并完成其自动识别,进行雷达回波的客观外推,中尺度系统概念模型的确定和各种统计特征的综合分析,利用跟踪分团法制作短时预报。

2.4 产品输出子系统

将作好的短时预报警报等产品输出上网,通过预报服务系统远程终端自动快速地向用户分发。

强对流天气监测短时预报系统的结构如图2。

3 雷达定量测量区域降水子系统

近年来,国内外许多气象学家在雷达测量降水方法研究方面提出了新观点、新方法。如平均校准法、变分法、模式法等对雷达资料

进行校准。本文采用由 Miller(1972)最早提出的概率配对法,统计了气候调整的 Z-R 关系,并用 ATI 方法估算区域降水量。这种方法的特点是不依赖地面自动雨量站网的校正,能得出较为理想的精度。最后对历史降水过程作了实例分析,得出较满意的结果。

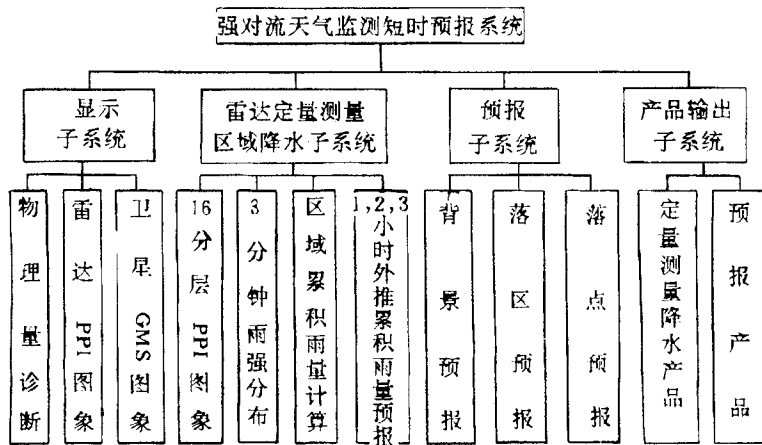


图2 强对流天气监测短时预报系统结构

3.1 系统设计

3.1.1 雷达资料距离订正,由订正到256km改为200km。

3.1.2 雷达 PPI 显示等级由8层改为16层。

3.1.3 为提高雷达定量测量降水精度和运算速度,将统计配对的 Z-R 关系做成对应表

计算和通过查表直接将 Z 转换为 R。

3.1.4 利用气候 Z-R 关系,作出给定区域(60×60km²,80×80km²,100×100km²)内面积时间积分,求出区域降水量。

3.1.5 用线性外推作1、2、3小时降水量的预报。

子系统流程见图3。

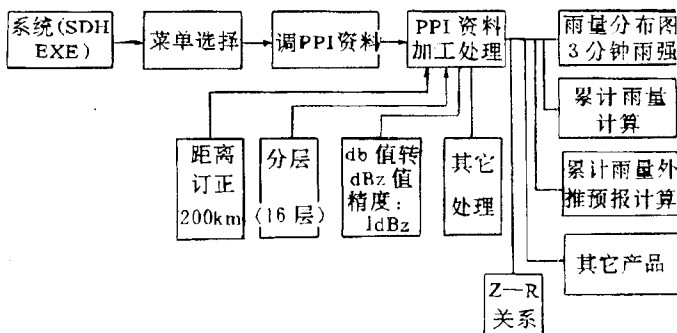


图3 雷达定量测量区域降水量子系统系统流程

3.2 系统产品

按照系统菜单就可以任意选择所需产

品,产品显示全部采用16分层。

3.2.1 普通 PPI 显示:距离订正到200km

的 PPIR 图;PPI、PPIR 同屏 4 幅图。

3.2.2 3 分钟雨强分布显示:一幅 3 分钟雨强 YLPPI-3 图;4 幅 YLPPI-3 图;PPI、PPIR、YLPPI-3、YLPPI-10 同屏 4 幅图;提供能改变大小的活动窗口的开窗显示。包括 PPIR、YLPPI-3、YLPPI-10、回波平均降水量和区域平均降水量图,并提供以上数据。

3.2.3 区域时间累积雨量计算和显示:通过若干次雷达采样的 PPI 资料进行累积计算,显示累积雨量分布图。

3.2.4 3 分钟雨强线性外推:系统还为 PPI、PPIR、YLPPI-3 等图显示提供十字游标,提供回波的方位、距离、强度、3 分钟、10 分钟雨强等数据显示。

4 强对流天气短时预报子系统

4.1 设计思路

4.1.1 建立中尺度预报模型。其目的是为解决不同区域不同时效的短时预报问题。用中尺度概念模式法解决较大范围较长时效的短时预报,即过程预报,用分团跟踪法^[3]解决雷达有效探测距离内区域和单站短时预报。

4.1.2 用线性外推来估算强对流天气出现的未来位置和物理量的变化。目前在国内外的短时预报方法研究中认为,线性外推仍然是有效方法之一,特别是对于动态的物理图象,依据系统的移动规律,再加上预报员的经验作短时内线性外推,能取得较好的效果。

(1)线性等值外推:这是在假定所跟踪的回波团 A 不随时间变化而变化,即 $dA/dt=0$ 的情况下,将回波团 A 按原来运动轨迹等速外推。这种假定在时间不长的情况下是有效的。

(2)线性加速外推:天气现象和物理量并非是个常量,即 $dA/dt>0$,将回波团按加速外推。

这里的关键是初始场物理量的选择。经过多次试验和统计,确定初始场物理量的阈

值,例如在 50m 范围内,回波强度 $Z \geq 40\text{dBz}$ 。

4.2 强对流天气的中尺度预报模型

通过对 1986—1993 年 43 次大范围强对流天气过程的统计分析,采用概念模式法和分团跟踪法来解决短时预报问题。

4.2.1 概念模式法

在大量个例分析的基础上,根据天气学原理,归纳得出某一天气系统或天气现象的普遍性的主要特征,就是该天气系统(现象)的概念模式^[4]。根据 8 年 43 次大范围强对流天气回波系统的移动路径,总结出了中尺度概念模式。它包括的主要内容有:

- (1)雷达回波的各种参数。
- (2)雷达回波的消发展史。
- (3)系统尺度的大小、影响范围和移动路径。
- (4)云图特征。
- (5)大尺度背景条件,天气分析和演变。

4.2.2 分团跟踪法

分团跟踪法是将面积较小强度较弱的回波去掉,而保留满足某阈值的回波图象,根据其特征用线性等值或加速外推作 0—3(或 0—6)小时强对流天气落点预报。其预报因子主要是雷达回波参数。

以上两种方法各有其特点,前者可作大范围较长时间(0—12 小时)过程预报,并且可根据不同路径作出不同区域的预报。后者则具有较灵活的特点,在大片的云团或云带中,可选择满足给定阈值的某团、某段回波作为预报起点并可多次选择,作 200km 以内落区和落点预报。

4.3 工作流程

强对流天气短时预报工作流程如图 4。

4.3.1 按计算机提示,以人机对话方式输入常规资料、雷达回波参数等。

4.3.2 从显示系统资料库中自动调入所需

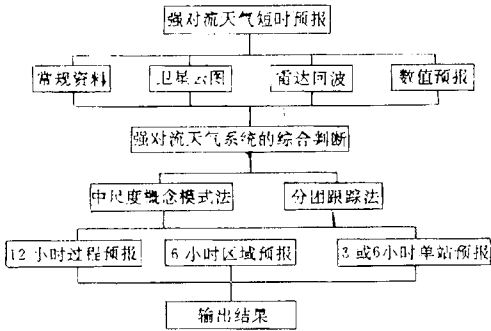


图 4

卫星云图资料。

4.3.3 强天气系统的综合判断

(1)用中尺度概念模式法判断 12 小时内是否有强对流天气。中尺度概念模式是由 16 要素多种因子组成的预报规则,计算机对预报规则逐条扫描后得出结果。

(2)用分团跟踪法作出落区、落点预报。根据强回波参数,计算机自动进行线性外推作出预报。

5 系统评估

5.1 强对流天气预报子系统

资料的输入采用人机交互和自动输入相结合的方式,计算机能够自动判断和识别,准客观定量地作出短时预报。

1993—1995 年进行了业务试验,3 年过程预报平均准确率 90%,区域预报 55.5%,落点预报 59.2%,比常规预报有较大幅度的提高(常规落点预报准确率为 30%—40%)。

本系统具有卫星云图的自动识别功能,在自动调入云图后,计算机能快速识别出在我省上空云顶温度 TBB 的分布。雷达回波图象的自动识别还有待进一步研究。

5.2 定量测量区域降水量子系统

对 1995 年汛期 5 次过程的实测精度分析表明:使用 Z-R 关系,并将其与 ATI 方法结合起来,平均误差的绝对值为 11.5%,最大误差为 19.4%,最小误差为 2.9%,进一步提高了雷达测量区域降水量的精度。

对雨量计资料的统计表明,湘中地区汛期的降水是互相类似的,也即是条件气候均匀的。因此我们得到气候 Z-R 关系无需地面雨量计的校正,而能提高单部雷达测量区域降水量的精度,大大增加了其实用价值。

参考文献

- 1 K. A., Browning and C. G. Collier. An Integrated Radar-Satellite Nowcasting System in the UK. Nowcasting, Academic Press(London), 1982, (5): 47—61.
- 2 唐新章. 国内外短时天气预报的评述. 应用气象学报, 1990, 1(1).
- 3 李建辉. 气象卫星雷达数字化图象的分析应用. 北京:气象出版社, 1993, 31—32.
- 4 党人庆等. 中尺度天气学和数值模拟. 湖北省气象局出版, 1988, 239.

Severe Convection Weather Monitoring and Nowcasting System

Ji Yinghui Wu Xingzan Zhou Biao Yin Xinhuai

(Hunan Meteorological Observatory, Changsha 410007)

Abstract

Based on the researches and experiments in the past three years, a comparative perfect objective severe convection weather monitoring and nowcasting system suited to Hunan conditions was developed. It consists of subsystem for graph and picture display, regional rainfall measurement by weather radar and severe convection weather nowcasting.

Key Words: severe convection weather nowcasting monitoring system