

鹤壁市雷暴短时监测和临近预报流程

王 军 赵伟华 周官辉 杜滨鹤 秦成福 石俊峰 孙日丁

(河南省鹤壁市气象局, 458030)

提 要

利用卫星云图数字化资料、雷达探测和雷电定位探测资料对雷暴天气进行短时监测,并与多种短期预报方法集成,建立时效为3~6小时的雷暴临近预报流程,从而达到预测强对流天气之目的。

关键词: 云图图像处理 雷暴 短时监测 临近预报

引 言

在制作雷暴预报时,我们常常需要考虑:雷暴会不会发生?发生的是一般雷暴还是强雷暴?如果将出现强雷暴,是产生暴雨,还是大风、冰雹等灾害性天气?本文就此问题,综合分析卫星云图图像、雷达回波、雷电探测、数值预报产品等相关资料,集成制作雷暴短时监测和临近预报流程。

1 雷暴监测资料

1.1 卫星云图数字化处理

卫星云图数字信息处理分析程序是使用MATLAB语言对卫星云图信息进行数字化处理,将光色信号转化为数字矩阵,也就是用具体数字图形把卫星云图上的颜色信息直观地表达出来,然后应用天气学、数值方法运算,进一步得到强降水云系数字区域图,解决云图的数字化使用问题,可作为揭示强对流云系中小尺度特征的基本工具^[1]。该程序由两部分组成:云系区域分析程序、降水云系区域等值线分析程序。在业务工作使用中,云系区域固定,中心点定在鹤壁,南北距离为400km,东西宽度为700km,区域面积约28万km²(图略)。另外,为了对特殊的云系,或需要特别加以剖析的云系,可以临时对任意方向取区域线或折线制作区域图。在图像转为数字过程中,采用索引值格式,即利用红外和水汽两种云图的通道索引值差值的颜色表

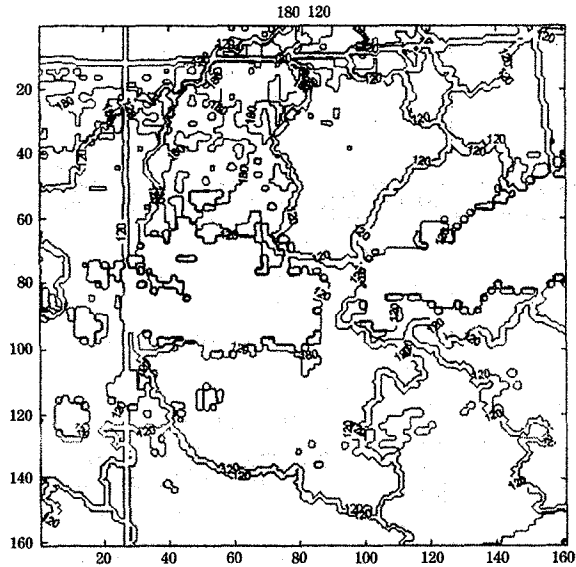
序列号来对云系进行分析的:如果无云存在,水汽通道测到的是空气层中的水汽,那么红外和水汽通道云图索引值相差不大;有云存在时,红外和水汽通道云图索引值相差就很大。利用这个特点,可以很容易地把非降水与降水云系分离出来。图1a为2002年8月5日14时水汽云图和红外云图的索引值差值图,它反映了云顶的亮温值大小,图中索引值差值大于180的区域为最强的降水中心,云顶的亮温值一般在-60℃以下,从强降水中心到外围云系索引值差值逐渐减小,降水强度也逐渐减小。索引值差值大于180的区域也就是雷达和雷电定位仪重点监测的范围。

本程序还可以把中尺度强降水云系的结构很清楚地勾画出来,将云顶廓线转换为剖面距离的函数,而剖面曲率的大小,则反映了云系对流活动的强弱。例如应用本程序可区分各种高空槽云系,因为无对流的高空槽云系的剖面是平滑的,曲率很小;强降水云系则具有多变的曲率,这些在区域图上很容易看到。如图1b和图1c,分别为2002年8月5日14时红外云图横向剖面图和水汽云图横向剖面图。图1b中纵坐标的变化反映了不同纬度云顶高度的变化,云顶高度起伏变化越大,说明对流发展越旺盛;图1c中纵坐标反映了云团的水汽含量,从图中可以看出不

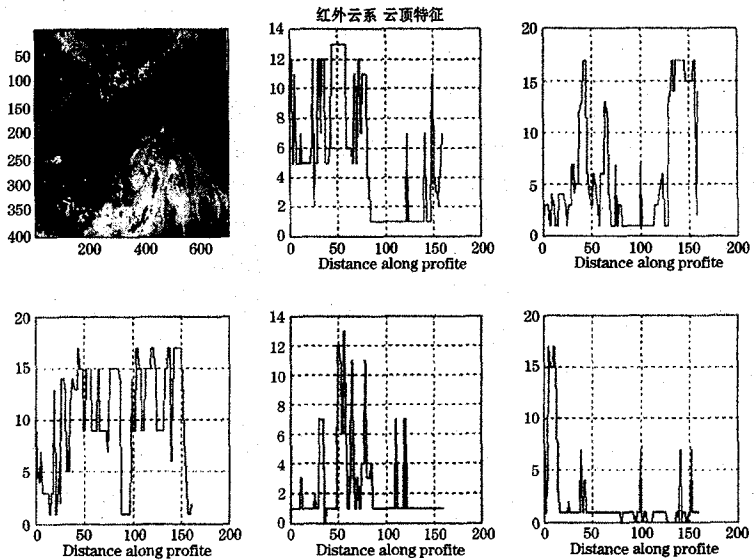
同纬度云团水汽含量的多少,纵坐标值越大,水汽含量越丰富。

程序运行后可得到某一区域的红外云图、水汽云图的横向剖面图和等值线图以及

红外、水汽云图的索引差值图等一系列分析图形,各种图形都可以通过对比来判断区域中云顶高度的起伏变化和降水量级的变化。



a: 水汽云图和红外云图的索引差值图



b: 红外云图横向剖面图

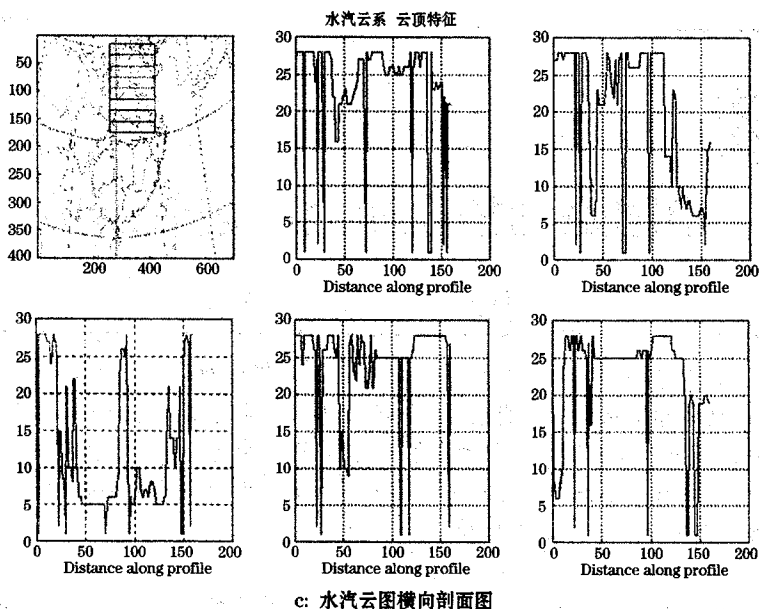


图1 2002年8月5日14时卫星云图索引值差值图、横向剖面图

1.2 新一代711雷达和雷电探测

雷达探测是当今追踪近距离降水实况演变的强有力工具。我们对711雷达开发了非实时处理和生成空间立体图的功能。非实时处理窗口可以对保存下来的PPI图和RHI图进行分析处理,得到瞬时雨强图、液态含水量图及冰雹识别图等一系列探测资料。对云体进行连续探测后(仰角范围为 $0^{\circ} \sim 16^{\circ}$,共探测17张PPI图),新一代的711雷达还可以计算绘制出空间立体图(图略),并显示出云体在2km、3km和云顶三层上的水平剖面图,以及云体任意方向上的垂直剖面图。这些图直接反映云体的对流强度,从而使预报员能直观地判断云体单位时间内的降水量及能否产生冰雹。

XDD03A型雷电探测仪主要功能包括以下几个方面:采集原始数据并进行单站定位;将数据传送至主站参与多站定位;调用、显示主站的高精度定位信息;通过网络调用雷达回波图,并与雷达回波图叠加显示;事后重现过去的雷电过程;查阅、统计雷电数据;实现与主站及远显的通讯。目前,河南省气象局的主站已经开通,各地市的副站能通过“X.

25”网络传输数据进行更为精确地雷电定位(三点定位)。

2 云图、雷电、雷达回波的对应关系

为了研究云图、雷电、雷达回波之间的配置关系,对2002年、2003年夏季强降水过程资料进行分析,将云图图像处理资料和雷电定位仪中闪电正负闪资料及雷达回波位置进行叠加分析,结果表明:闪电基本出现在卫星云图索引值差值大于180的区域内,并且“+”闪基本出现在其后部,“-”闪基本出现在其中、前部,也就是“-”闪出现在云顶亮温值最低的区域和云体前部的云顶亮温梯度最大的部位;雷电密集区并不完全和雷达强回波区相对应,一般位于雷达强回波的中前部,且“+”闪主要发生在雷达强回波的后部,“-”闪主要分布在强回波区及其前部(图2)。

3 预报方法简介

3.1 暴雨相似预报方法

该方法利用欧洲中心三层数值预报产品,综合运用相似系数和距离系数,研制建立了既反映环流形势相似又反映强度值相似的鹤壁市暴雨24小时预报系统^[2]。

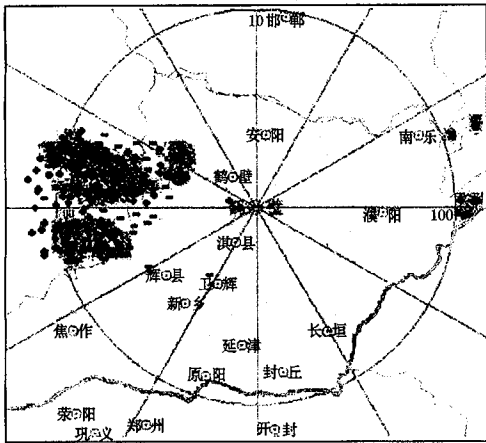


图2 雷达探测资料和雷电定位资料叠加图
(图中“+、-”号为正、负闪电)

3.2 B-P 网络预报方法

该方法利用人工神经元 B-P 网络降水量预报结合实时资料寻找 24 小时和 48 小时夏秋季强降水预报指标,参考上级指导预报,采用逐级判别综合做出鹤壁市夏秋季强降水预报^[3]。

4 雷暴临近预报流程

鹤壁市雷暴临近预报流程是建立在上级短期预报结果之上,利用上述相似预报方法和 B-P 网络方法制作鹤壁市 24 小时的短期降水预报结论来运行鹤壁市雷暴临近预报流程,从而发布时效为 3~6 小时的雷暴临近预报和警报。

如果本地短期预报及上级指导预报显示本市短期将出现 10mm 以下的降水,则根据雷电定位仪实时监测到的关键区(鹤壁市上游地区 200km 左右)内雷电密度和强度来确定是否发布一般雷暴预报,即关键区 1 小时内出现的雷电数量少于 50 个时不发布雷暴预报,若 1 小时内出现 50~100 个雷电且超过 10% 为中等强度时发布一般雷暴预报。

如果本地短期预报结果显示鹤壁市将出现 10mm 以上的降水天气过程或上级指导预报发布鹤壁市短期内将出现强对流天气,则

进入强雷暴警报流程。首先察看雷电定位仪,若雷电定位仪上关键区 1 小时内出现 100 个以上的雷电且超过 10% 为中等强度时发布强雷暴警报,否则,只发布一般雷暴预报。然后利用卫星云图数字信息处理分析程序对将要影响鹤壁市的云团进行定位分析,确定其未来落区,最后使用新一代 711 雷达和雷电定位仪进一步精确确定强雷暴的位置和强度。在关键区内水汽云图和红外云图的索引值差值大于 120 时,可发布强对流天气的短时预报。至于强雷暴是产生暴雨还是出现冰雹,则利用卫星云图的分析图和新一代 711 雷达的探测图综合判断:由水汽云图的横向剖面图可估计云团的水汽含量,从而预测降水的量级,在剖面图上纵坐标超过 30 且雷达上显示出瞬时雨强不低于 $50\text{mm}\cdot\text{h}^{-1}$ 时,可发布暴雨量级预报;当水汽云图和红外云图的索引值差值大于 150 同时红外云图的横向剖面图纵坐标不低于 15、冰雹识别图上有大雹标识时可以判断强对流云会产生冰雹。

鹤壁市暴雨临近预报工作流程见图 3。

5 小结

从实际业务应用出发,研制了卫星云图数字信息处理分析程序,可用来灵活判断对流云团的强度、变化,使卫星云图的使用初步脱离了“看图识字”的水平;结合雷达探测和雷电定位资料,并找出雷电定位资料与卫星云图资料、雷达回波资料的关系来对雷暴的发展动向、降水强度进行监测;利用上述几种探测资料并结合上级指导预报、数值预报产品释用和多种短期预报方法,集成制作了鹤壁市雷暴临近预报流程,从而提高了对雷暴落区、性质、强度的判断能力。作为雷暴过程的短时监测预测工具,该流程使用方便快捷,具有良好的应用前景。

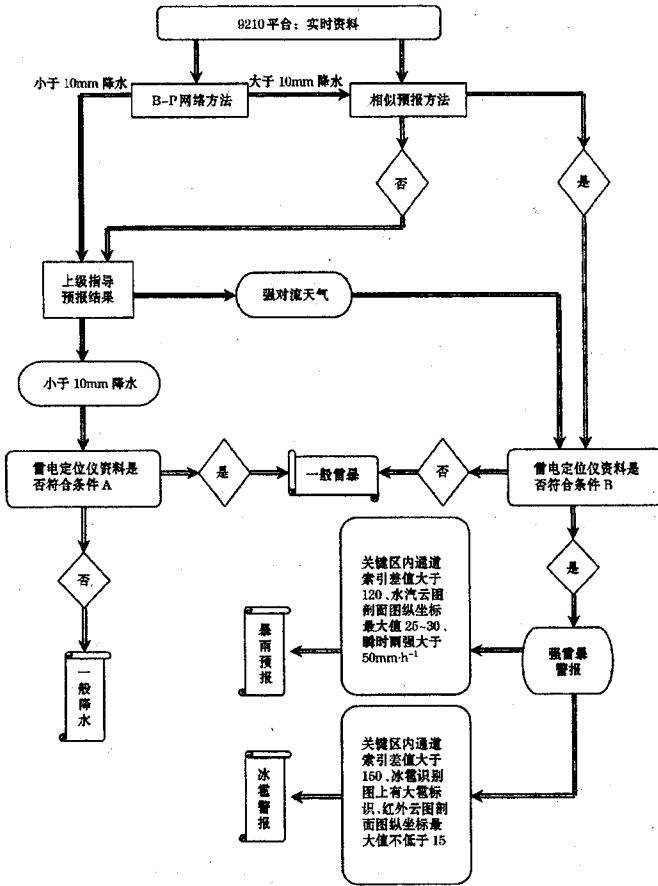


图3 鹤壁市雷暴短时监测系统工作流程

(A: 关键区 1 小时内出现 50~100 个雷电且超过 10% 为中等强度

B: 关键区 1 小时内出现 100 个以上的雷电且超过 10% 为中等强度)

致谢: 本文在写作过程中得到李平高级工程师的指导, 特此致谢。

参考文献

1 张金彬等. 应用气象卫星云图数字信息处理分析监测淇、卫河洪水暴雨. 淇、卫河流域暴雨预报及其防御措施研究课题论文集.

施研究课题论文集.

2 杜滨鹤等. 鹤壁市暴雨相似预报系统. 河南气象. 2003. 1.
3 周官辉等. B-P 网络在夏秋季强降水中的应用. 河南气象. 2003. 1.

A System of Monitor and Nowcasting of Thunderstorm

Wang Jun Zhao Weihua Zhou Guanhui Du Binhe Qin Chengfu Shi Junfeng Sun Riding
(Hebi Meteorological Office, Henan Province 458030)

Abstract

Based on the satellite digitized image, radar observation, and thunder and lightning data, a thunderstorm monitoring and nowcasting system is developed. And therefore a 3 to 6-hour thunderstorm forecasting process scheme is set up.

Key Words: severe weather thunderstorm nowcasting