

用雷达垂直累积液态含水量资料预测冰雹

王 炜 贾惠珍

(天津市气象台, 300074)

提 要

通过对雷达垂直累积液态含水量资料进行总结、分析,阐述了垂直累积液态含水量大小和面积与对流性天气的关系。并且利用多元回归的方法,建立了预报方程。

关键词: 垂直累积液态含水量 冰雹 多元回归 对流

引 言

WSR-81S 雷达资料经过处理后可以产生许多产品。但每种产品都有其优缺点。我们在日常雷达观测分析中使用最多的是 Max Column 图。它是将雷达体积扫描资料中的最强回波值投影到一个平面内,能反映每次过程的最强回波值分布情况。但是它的值只代表了体积扫描资料中的某一层的情况,在雷达资料中还有一种资料是垂直累积液态含水量(VIL),它能间接地反映雷达资料各个观测层的回波值的总体情况。在本文中,我们将对 VIL 资料的应用进行讨论。

1 垂直累积液态含水量简介

垂直累积液态含水量是对雷达的体积扫描资料进行加工处理后的一种新的资料。美国的多普勒雷达中的第二代灾害天气潜势算法中大量使用了 VIL 资料。实际应用表明 VIL 资料有较好的应用价值。

垂直累积液态含水量被定义为云底上部单位面积上悬挂的可降水质量。其计算公式:

$$VIL = \sum 3.44 \times 10^{-6} [(Z_i + Z_{i+1})/2]^{4.7} \Delta h$$

VIL 的单位是 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 。 Z_i 和 Z_{i+1} 是雷达采集层的下层和上层的雷达反射率因子。 Δh 是 Z_i 和 Z_{i+1} 层之间的垂直厚度,单位为 m。

2 应用资料阐述

本文使用了天津市 2000 年汛期的 11 次天气过程资料,其中包含 4 次冰雹过程、3 次大~暴雨过程和 4 次中雨天气过程。我们将

11 次天气过程与天津市 13 个观测站的降水情况进行比较后分类,分成小雨、中雨、大雨、暴雨和冰雹 5 种天气现象。根据连续观测资料取得 480 个 VIL 数据。以此客观地反映不同天气背景下 VIL 资料特征。

由于雷达处理软件将 VIL 资料分成 0.03、0.16、0.31、0.62、1、5、11、15、20、27、34、42、50、58、66、74 十六个层次,我们的资料分析就依这十六个层次的体积含水量值为基准。

3 垂直累积液态含水量值对暴雨、冰雹等天气的反映

3.1 垂直累积液态含水量数值与降水及冰雹的关系

由于一次天气过程可以有 13 个观测站的降水资料与相应位置的雷达回波值相对应,我们根据每站的一次降水过程对应值,取得表 1 中的各个因子,组成一组数据,从 11 次天气过程中选取了 49 组数据,分析了 VIL 数值与天气现象的对应关系。

从分析结果看,垂直累积液态含水量数值的大小对于是否产生小雨、中雨、大雨、暴雨反映并不十分敏感。但是垂直累积液态含水量数值大的区域出现大的降水过程的可能性大。但是,当 VIL 数值大于 $20\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 时,出现冰雹天气的可能性极大。国外的研究表明^[1,2],在层状云降水中, VIL 值很少超过 $10\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 。在有组织的对流系统中,在活跃的上升气流区, VIL 值常常超过 $10\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 。这个结论与我们的研究结果基本符合。

3.2 利用垂直累积液态含水量对冰雹天气潜势预测

我们用2000年汛期的雷达观测资料,选取了62组数据,其中冰雹过程为18组,冰雹数据占29%。我们选取了4个因子作为预报变量。每个预报因子的含义见表1。预报量为 y ,在建立回归方程的样本中,我们对中雨以下无降雹的天气过程规定 y 为0,对大到暴雨无降雹的天气过程规定 y 为0.5,对于降雹过程规定 y 为1。利用多元回归方法,建立下面的方程:

$$y = 0.287 - 0.0000189VIL_{WGT} + 0.0299VIL_{11} - 0.0548VIL_{15} + 0.008VIL_{20}$$

表1 预报因子说明表

Size	对流单体核的VIL大于 $5\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ 以上的值占有像素点个数
MaxVIL	对流单体核中的最大VIL值
VIL _{WGT}	MaxVIL × Size
VIL ₁₁	VIL取值在 $11\text{kg}\cdot\text{m}^{-2} \leq VIL < 15\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ 之间像素点个数
VIL ₁₅	VIL取值在 $15\text{kg}\cdot\text{m}^{-2} \leq VIL < 20\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ 之间像素点个数
VIL ₂₀	VIL取值为 $VIL \geq 20\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ 的像素点个数

由于 y 的值是取于0~1之间,我们就用 y 值的大小表示降雹的可能性。但是 y 并不是数理统计上的降雹概率(由于我们对对流单体进行像素点统计时,没有对单体的像素点多少进行统一规定,造成冰雹天气的雷达回波像素点少,大面积降水时雷达回波像素点多,使方程 VIL_{WGT} 和 VIL_{15} 两项成为负号)。

在实际应用中,我们规定 y 值大于0.7

将会有降雹出现。我们从4次天气过程中抽取了15组数据,对上述方程进行了 y 验证,验证结果如下:

技术得分:

$$TS = H/(F + O - H) = 7/(10 + 8 - 7) = 63.6\%$$

空报率:

$$NH = (F - H)/F = (10 - 7)/10 = 30\%$$

漏报率:

$$PO = (O - H)/O = (8 - 7)/8 = 12.5\%$$

F 为预报冰雹次数, O 为实际降雹次数, H 为冰雹预报正确次数。

4 结论

我们认为,利用垂直累积液态含水量值建立的方程,对冰雹天气有一定的识别能力。但是预报的准确率有待继续提高。我们认为可从以下方面对方程进行改进:①增加冰雹天气的预测数据,提高方程拟合数据样本。②提取VIL值的各种特征值时,要对对流单体核有一个统一的规定。③可以利用一些非线性数学方法改进VIL值对冰雹的预测能力。我们相信,通过今后在实际工作中不断地对此种方法进行改进,会提高我们对冰雹的预测能力。

参考文献

- 1 David H. Kitzmiller, Wayne E. Mogovern, Robert E. Saffle. The WSR-88D Severe Weather Potential Algorithm. Wea. and Forecasting, 1995, 10: 141—159.
- 2 Jay P. Breidenbach et al. The use of volumetric Radar Reflectivity Predictors in the Development of a Second-Generation Severe Weather Potential Algorithm. Wea and Forecasting, 1995, 10: 369—379.

Forecasting Hail with Radar Vertically Integrated Liquid Data

Wang Wei Jia Huizhen

(Tianjin Weather Observatory, 300074)

Abstract

The vertically integrated liquid data of radar are analyzed. The relation between the value and area of vertically integrated liquid and severe weather are described. A multiple regression forecasting equation is given.

Key Words: vertically integrated liquid hail multiple regression