

GMS 实时资料识别冰雹研究^①

段 旭 雷茂生 李英

(云南省气象台,昆明 650034)

提 要

利用 1997~1998 年 3~4 月 GMS-5 的红外亮温和水汽亮温资料,根据云南春季冰雹和非冰雹的红外、水汽亮温值二维概率分布,建立数学判别式。结果表明,冰雹和非冰雹的识别率为 94%,冰雹判别准确率为 30.8%。

关键词: GMS-5 冰雹 识别

引 言

冰雹是云南的重要气象灾害之一,伴随着西风带南支槽系统,每年春季云南冰雹天气最为频繁。近年来,作者从天气系统分析和物理量诊断^[1,2,3]等方面对云南春季冰雹进行了深入的研究,建立了预报业务上非常有用的冰雹环境场概念模型。但是,冰雹的落区和发生的具体时段仍难以预测。

GMS-5 资料在短期天气预报特别是中小尺度强对流天气监测方面有常规气象观测无可比拟的优越性。卫星的连续观测,使我们能看到各种天气系统的变化及生消过程;卫星的大面积扫描,弥补了常规气象观测离散

的缺陷;另外,GMS-5 几乎在第一时间内使预报员得到他们所关心区域上空的云系状况。基于 GMS-5 的特点,本文利用 GMS-5 数字化资料来探讨定量识别冰雹的可能性。

1 资料处理

从国家卫星气象中心研制的 GMS-5 接收处理系统中的麦卡脱投影图上,取出包括云南省在内的矩形区域(20.6~29.0°N、97.0~107.0°E)的红外(10.5~11.5 μ m)和水汽(6.5~7.0 μ m)两个通道数据资料,采用双线性插值方法将资料转换为 0.1°×0.1°网格点数据。

网格点数据得到后,从 GMS-5 接收处理系统中动态定标表找出一组一一对应的亮温值,并利用一元非线性方程(1)对亮温值进

行拟合,当拟合误差分别为 0.02K 和 0.6K 时,得到红外、水汽亮温值反演计算公式(2)、(3)。

$$Y = \sum_{i=0}^n a_i (X - \bar{X})^i \quad (1)$$

$$I = 244.26 - 0.71(x_i - 180.5) - 0.004(x_i - 180.5)^2 - 0.000066(x_i - 180.5)^3 \quad (2)$$

$$W = 236.49 - 1.23(x_w - 223.5) - 0.21(x_w - 223.5)^2 - 0.0016(x_w - 223.5)^3 \quad (3)$$

其中, I, W 分别为红外、水汽亮温(K) 反演值; x_i, x_w 分别为红外、水汽灰度值。

2 个例分析

个例 1:1998 年 3 月 30 日 19 时左右,受弱冷空气和南支槽的共同影响,云南西南部出现了大风冰雹天气,其中盈江、景东观测到冰雹;红外亮温值分别为 -18.6°C 和 -28.5°C ,水汽亮温值分别为 -37.5°C 和 -38.4°C 。个例 2:1998 年 4 月 30 日 17 时左右,受较强南支槽影响,云南许多地区出现了大风冰雹天气,其中澜沧、景东、嵩明观测到冰雹;红外亮温值分别为 -21.1°C 、 -22.6°C 和 -29.4°C ,水汽亮温值分别为 -34.3°C 、 -37.7°C 和 -36.5°C 。

从以上两个冰雹实例中冰雹落点看,冰雹出现于红外亮温值较低(云顶较高)范围,且值域较大。出现于水汽亮温较小值与较大值之间(水汽梯度最大),值域范围较小。冰雹在 GMS-5 云图中的这两个特点,提供了识别冰雹的一种途径。

3 冰雹二维概率分布

取以冰雹观测站为中心点的 11×11 云图网格点数据平均值作为冰雹资料样本,1997~1998 年 3~4 月出现冰雹 186 站次即为样本数;非冰雹样本则取同期逐日北京时间 17 时 30 分(云南春季冰雹最易发生时段)多云和少云区中非冰雹点的 11×11 云图网格点数据平均值,样本数共计 244。

分别作出冰雹和非冰雹的 $T-A$ 二维概率分布(T 代表 GMS 红外亮温, A 代表水汽亮温),并叠加在一起(图 1)。 $T-A$ 图显示,冰

雹分布于红外亮温 $220 \sim 256\text{K}$ 、水汽亮温 $227 \sim 242\text{K}$ 之间;非冰雹则分布于红外亮温 $>246\text{K}$ 、水汽亮温 $213 \sim 252\text{K}$ 之间。冰雹和非冰雹两类天气在 $T-A$ 图中大部分彼此分离,仅有小部分重合。

根据概率原理的 Bayes 分类准则^[4],经过统计比较,将 ABCD 为区分冰雹和非冰雹的阈值线(图 1),这样划分,冰雹和非冰雹误判率最小。ABCD 的左侧共有样本 182 个,其中冰雹 171 个,右侧有样本 248 个,非冰雹 233 个,按 ABCD 线划分冰雹和非冰雹的判别准确率为 94%。

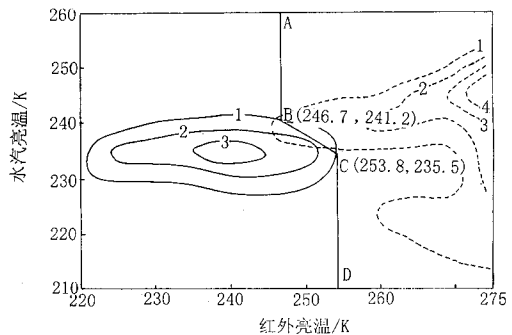


图 1 冰雹和非冰雹(红外亮温、水汽亮温)概率分布

图中等值线数值为样本数 实线:冰雹 虚线:非冰雹

图 1 还表明,冰雹分布于红外亮温值较低的区域,非冰雹的分布则相反,说明冰雹出现时对流云团发展旺盛,云顶较高。对水汽亮温而言,冰雹和非冰雹的分布不像在红外亮温中的界限那么分明。但冰雹集中分布于水汽亮温一个较窄的值域,与文献[1]中指出的“冰雹天气一般发生于湿度锋区内”非常一

致。

4 冰雹判别

根据图 1 中的冰雹和非冰雹 ABCD 阈值线,用数学表达,冰雹判别式为:

$$\begin{cases} W \geq 210.0 & \text{当 } I \leq 246.7 \\ W \leq 446.2 - 0.83I & \text{当 } 246.7 < I \leq 253.8 \end{cases} \quad (4)$$

式中 W 、 I 分别为水汽亮温值和红外亮温值,单位 K。

利用 1998 年 3~4 月逐日 17 时 30 分 GMS-5 资料,对云南境内逐个 $1^\circ \times 1^\circ$ 网格内数据平均值用式(4)进行计算判别,满足冰雹判别式的网格共有 35 个,其中格点内出现冰雹 12 个、漏判冰雹 4 个(1998 年 3~4 月逐日 17 时 30 分左右共观测到冰雹 16 站次),冰雹判别准确率为 30.8%。

5 结论

在常规气象观测时空分布不能满足中小尺度天气特别是冰雹等强对流天气的监测和

预报的今天,如何充分利用 GMS-5 资料来识别冰雹具有非常重要的现实意义,本文对此作了一些尝试。

用 GMS-5 卫星红外通道和水汽通道亮温资料,对云南春季冰雹进行了二维概率分布统计,得出冰雹和非冰雹的判别准确率为 94%。并根据冰雹和非冰雹的阈值线建立数学判别式,对逐日网格进行了有无冰雹的判别,冰雹判别准确率为 30.8%。这为冰雹落区的临近预报提供了一种方法。

参考文献

- 1 段旭,李英,周毅.春季滇南大风冰雹天气的大尺度环境特征.气象,1998,24(6):39~43.
- 2 周毅,温敏,段旭.T63 物理量场在强对流天气分析中的应用.云南气象,1998,1:43~46.
- 3 段旭.一次强对流天气过程分析.云南气象,1991,4:19~20.
- 4 马开玉,丁裕国,屠其璞,么枕生.气候统计原理与方法.北京:气象出版社,1993,208~218.

Study of Distinguishing Hail with GMS Real-time Data

Duan Xu Lei Maosheng Li Ying

(Meteorological Observatory of Yunnan Province, Kunming 650034)

Abstract

By using GMS-5 infrared and water vapour brightness temperature data from Mar. to Apr. in 1997-1998, the methods of extracting hail weather parameters were developed and digital remote sensing pictures were obtained in spring in Yunnan. Based on the bivariate probability distribution of infrared and water vapour brightness temperature of hail and no-hail, a criterion distinguishing hail from no-hail was set up. The results show that a precision distinguishing hail and no-hail is 94%, the accuracy of hail distinguishing is 30.8%.

Key Words: geostationary meteorological satellite (GMS-5) hail distinguishing