

文章编号:1673-8411 (2014) 02-0023-04

强降雨监测预警产品原理和应用

林宗桂^{1, 2}, 林 墨^{1, 2}, 林开平³

(1.广西气象减灾研究所, 广西 南宁 530022; 2.国家卫星气象中心遥感应用试验基地, 广西 南宁 530022;

3.广西气象台, 广西 南宁 530022)

摘 要:通过对强降雨监测预警产品原理和方法的阐述,介绍了根据强降雨规律性特征和概念模型原理,利用卫星与自动站资料生成的强降雨监测预警产品制作流程,指出了产品特点、应用方式和注意事项,为强降雨监测预警产品的合理使用提供参考。

关键词:强降雨;预警;原理

中图分类号:P458.2

文献标识码:A

Principles and Applications of Monitoring and Early-warning Products for strong rainfall

Lin Zong-gui^{1,2} Lin Mo^{1,2} Lin Kai-ping³

(1、Guangxi Institute of Meteorological and Disaster-Mitigation Research, Nanning, Guangxi, 530022;

2、Remote Sensing Application and Experiment Station of National Satellite Meteorological Centre,

Nanning, Guangxi, 530022; 3、Guangxi Meteorological Observatory, Nanning, Guangxi, 530022)

Abstract: Based on elaboration the principles and methods of monitoring and early-warning product for strong rainfall, strong rainfall regular feature and conceptual model principle were introduced. The flow, which was made by satellite and automatic weather station data, pointed out the characteristics, application methods and precautions of product to provide a reference for rational use of monitoring and early-warning products for strong rainfall.

Key Word: Strong rainfall; Early-warning; Principles

强降雨监测预警产品主要使用卫星、自动站和雷达资料,在强降雨概念模型基础上,根据天气形势环境条件,云型、云系发展强度与降雨强度关系,中尺度负变压区与强降雨落区关系,雷达回波对降雨落时的指示意义等综合分析而得。文中介绍了强降雨监测预警产品原理和流程,以期在产品的应用过程中更深入地理解其特点,有效地利用这些产品做好强降雨预报,达到提高防灾减灾水平的目的。

1 强降雨概念模型

在国家自然科学基金(40965003)研究中,建立了基于中尺度变压场的弱冷空气入侵、低涡和局地

辐合3类4型强降雨2D概念模型(图1,见彩页),这是强降雨监测预警产品原理基础。

图1a-b表示,由于弱冷空气入侵抬升负变压区中暖湿空气触发对流,对流单体一般在正、负变压区交界附近发生发展成线状排列,随正变压区慢速南移,负变压区的形成或加强通常超前于MCS(中尺度对流系统)的发生发展约2-5小时。

图1c表示,在低涡东边,由于偏南与偏北气流的辐合上升作用触发对流运动,对流单体一般在正负变压区交界附近发生发展呈弧线状排列,然后随低涡移动而移动,低涡的形成或加强通常超前于MCS的发生发展2小时以上。

收稿日期:2013-10-25

基金项目:国家自然科学基金(41365002),广西自然科学基金(2011GXSF A018005),广西科学研究与技术开发计划项目(桂科攻1355010-4)

作者简介:林宗桂(1956-),男,广西陆川县人,高级工程师,主要从事卫星与自动资料在暴雨预报中的应用研究工作。

图 1d 表示,由于局地辐合作用,暖湿空气上升形成负变压区,上升的暖湿空气触发对流运动在负变压区上空形成 MCS,负变压区的形成一般超前于 MCS 发生约 2-5 小时。

2 降雨强度分析

降雨强度划分标准是:对同 1 个 MCS 生命史过

程中所产生的降雨,全区 92 站中,降雨量 $\geq 25.0\text{mm}$ 站数: >20 站,强;11-20 站,中; ≤ 10 站,弱。

研究表明,同 1 个 MCS 所产生的降雨强度主要受大尺度天气系统影响为主,所以降雨强度分析主要依据天气形势和云型特征。

2.1 天气型与降雨强度关系

弱冷空气入侵类的天气型分型如图 2 所示。

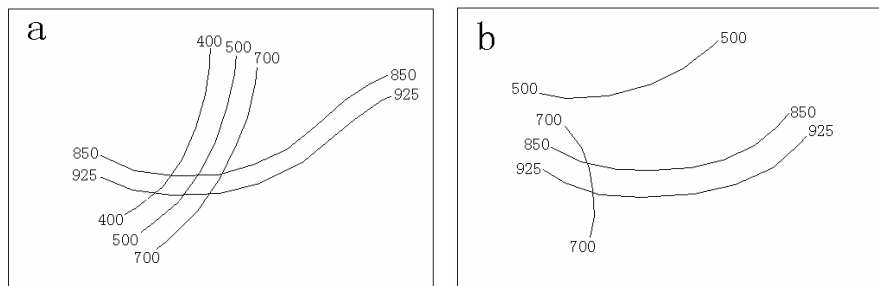


图 2 天气形势分型示意图
(925-850 细实线为切变线;700-400 细实线为槽轴线;a,A/B 型;b,C 型)

图 2 中的分型标准如下:

A 型:700-400hPa 槽轴线近似平行;700hPa 槽轴线跨度 ≥ 8 个纬距,在 $104-112^\circ\text{E}$ 范围内与 $23-26^\circ\text{N}$ 间的纬线交角 $\geq 40^\circ$;925-850hPa 切变线近似平行,纬向伸展。

B 型:700-400hPa 槽轴线近似平行;700hPa 槽轴线跨度 ≥ 8 个纬距,在 $104-112^\circ\text{E}$ 范围内与 $23-26^\circ\text{N}$ 间的纬线交角 $<40^\circ$;925-850hPa 切变线近似平行,纬向伸展。

C 型:700-400hPa 槽轴线不平行,或 500、400 hPa 无低槽;700hPa 槽轴线跨度 <8 个纬距,在 $100-112^\circ\text{E}$ 范围内与 $23-26^\circ\text{N}$ 间的纬线交角 $\geq 90^\circ$;925-850 hPa 切变线近似平行,纬向伸展。

根据 2010-2013 年汛期(4-9 月)弱冷空气影响广西全系列过程(30 例)统计分析得知,以 A 型出现机率最高(16/30),其次是 B 型(5/30)和 C 型(4/

30)。其中又以 A 型天气系统配置出现强降雨机率较高(8/16)。

2.2 云型及发展程度与降雨强度关系

主要依据卫星云图红外通道(IR1)的云系结构特征进行分型,分型标准如下:

逗点云系:整个云系结构具有“逗点”特征云系。

斜云带:带状云系结构,且云带轴线中段与纬度线交角 $\geq 40^\circ$ 。

横云带:带状云系结构,且云带轴线中段与纬度线交角 $<40^\circ$ 。

涡旋云系:具有涡旋中心及旋臂结构特征的云系。

除云系分型外,以云带轴线长度描述云系范围,用沿云带轴线的 TBB 平均值作为强度指数描述云系发展程度。云型及参数与降雨强度的关系如图 3 所示。

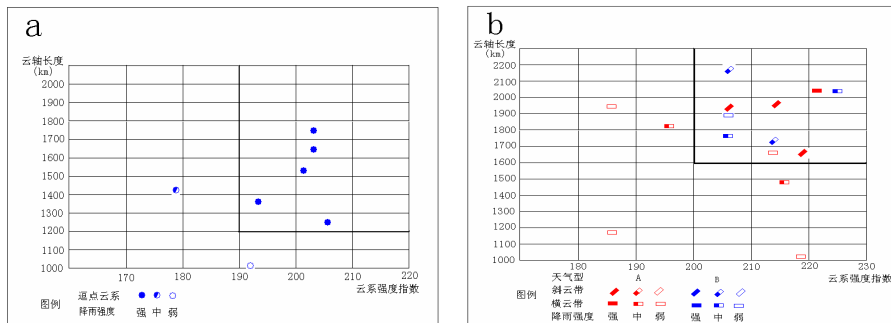


图 3 云型及参数与降雨强度的关系图
(a,逗点云系;b,带状云系)

图 3a 中, 不管何种天气型, 只要出现逗点云系, 当逗点云系的云轴线长度 $\geq 1200\text{km}$, 且云系强度指数 ≥ 190 时, MCS 产生的多为强降雨。

图 3b 中, A 型天气形势下, 斜云带更容量产生强降雨, 横云带产生的降雨多为中、弱强度等级, 横云带要在特强情况下才产生强降雨; B 型天气形势下, 斜云带所产生的降雨强度也比 A 型偏小, 横云带则不容量产生强降雨; 横云带的降雨量级多为中、弱等级的降雨强度, 离散性相对较大。

3 强降雨落区落时分析

强降雨落区落时分析, 主要依据“强降雨 MCS 主要在中尺度负变压区中发生发展, 中尺度负变压区形成或加强一般超前于 MCS 发生发展 2-5 小时”这一规律性特征。

3.1 强降雨落区

(1) 弱冷空气入侵类强降雨落区。从图 1a-b 所示的强降雨落区分布可见, 在弱冷空气入侵类, 因 MCS 是由弱冷空气入侵触发对流形成的, 常见的多是线状对流, 强降雨区主要分布在线状对流云团所移过的中尺度负变压区的区域。

(2) 低涡类强降雨落区。从图 1c 所示的强降雨落区分布可见, 强降雨主要出现在低涡东边缘的正负变压交界, 且随低涡移动。因此, 低涡类强降雨落区分析要考虑低涡发展与移动, 一般根据低涡生命史及移动特征综合分析强降雨落区分布。

(3) 局地辐合类强降雨落区。从图 1d 所示的强降雨落区分布可见, 强降雨落区主要出现在中尺度负变压区范围内。因局地辐合造成的负变压区通常范围不很大, 移动较小, 所以强降雨落区基本与负变压区范围相当。

3.2 强降雨落时

从强降雨 MCS 与中尺度负变压区形成或加强规律性特征来说, 中尺度负变压区形成或加强具有超前性, 但在实际分析中要考虑到由于地面气压测站分布的不均匀, 以及分析区域外缺乏实时气压观测资料, 中尺度变压场分析会出现一种所谓“边缘弱化效应”。因此, 在实际的强降雨落时分析中, 主要采用“中尺度变压场+MCS 发生发展特征”分析来决定强降雨落时。即当雷达回波或卫星云图上出现 MCS 初始形态特征时, 选此时刻为强降雨落时开始时间; 当雷达回波或卫星云图上出现 MCS 生命期末期形态特征时, 即考虑为强降雨结束时间。

4 分析流程和实例

4.1 分析流程

使用“卫星与自动站资料分析处理系统 V2.0”分析制作强降雨监测预警产品流程如图 4。



图 4 强降雨监测预警产品制作流程图

图 4 中, 流程开始后, 首先分析天气系统配置和强度, 理解中尺度负变压区的形成机理和过程, 了解 MCS 发生发展环境条件。其次通过对卫星云图分析理解云系结构形成的动力和热力作用机理, 估计天气系统强度, 分析 MCS 可能产生的降雨强度。随后通过分析理解天气系统演变与地面中尺度负变压区形成的关系, 了解中尺度负变压区的形成过程和演变趋势, 确定强降雨区分布范围。分析雷达回波特征, 理解对流触发机制和时机, 确定强降雨开始时间。最后输出强降雨监测预警产品。

4.2 实例

2013 年 6 月 9 日 17 时的分析实例如图 5(见彩页)所示。

降雨强度分析: 6 月 9 日 08 时天气形势为 A 型(图略); 图 5a 的卫星云图分析显示是 1 条斜云带, 在云带的黔东段有涡旋云系发展, 表明云系发展条件很有利。云轴长度指数和云带强度指数落在图 3b 的强降雨区域, 这些特征有利于 MCS 发生发展, 预示 MCS 降雨较强。

降雨落区落时分析: 图 5b 中, 向西开口的负变压槽位于桂西南-桂中之间, 根据图 1b 模型原理, 强降雨区在这范围内。

降雨落时分析: 图 5b 中, 在负变压区的北边缘线状对流雷达回波已出现, 表明弱冷空气触发对流

运动已开始,此时可作为 MCS 发生时刻,也就是强降雨的落时开始时间。

综合图 5a-b 的分析得到如图 5c 的预报结果,9 日 14 时-10 日 02 时的降雨实况如图 5d。对照图 5c 的预报和图 5d 的实况,表明降雨预报基本准确。

5 结论和讨论

由以上的讨论可以看出,强降雨监测预警产品的制作是在分析天气形势背景条件下,主要依据云系结构特征和发展程度预报降雨强度;根据中尺度负变压场结构特征,套用暴雨概念模型而做出强降雨落区预报;根据雷达回波发展程度而做出强降雨开始时间预报。这些预警产品是在软件系统平台上,通过人机对话方式制作出来的,具有准客观定量特点。

强降雨监测预警产品原理是基于 MCS 规律性特征和 MCS 生命史过程而考虑的,与通常业务预报中以时段划分有所不同,这些特点在应用过程中需要注意。另外,对于单站强降雨预报最好结合本站观测资料演变特征,判断本站所处强降雨区部位,应用统计方法建立本站预报模式,进一步提高本站预报精度。

参考文献:

- [1] 巴德 M J, 福布斯 G S, 格兰特 J R, 等.卫星与雷达图象在天气预报中的应用 [M]. 卢乃锰, 等译. 1998, 北京: 科学出版社, 308-309.
- [2] 林宗桂, 李耀先, 林开平, 等.一个长生命期中尺度对流系统维持机制的研究 [J]. 气象学报, 2009, 67 (4): 640-651.
- [3] 林宗桂, 林开平, 李耀先, 等.一个高空槽前中尺度对

流系统发生发展过程和机制研究 [J]. 气象学报, 2011, 69 (5): 770-781.

- [4] 罗红磊, 陈海山, 林宗桂, 等.一条弱静止锋上对流系统发生过程的中尺度特征 [J]. 热带气象学报, 2013, 29 (1): 106-114.
- [5] 陈翠敏, 林宗桂.卫星云图定量处理辅助系统原理和应用 [J]. 广西气象, 2001, 22 (2), 57-60.
- [6] 林宗桂, 林开平, 陈翠敏.广西前汛期冷锋云系中尺度对流云团特征分析 [J]. 广西气象, 2003, 24 (3): 1-5.
- [7] 林宗桂, 林开平, 陈翠敏.典型带状云系强降雨过程卫星云图演变特征分析 [J]. 广西气象, 2003, 24 (4): 11-16.
- [8] 林宗桂, 林开平, 陈翠敏, 等.一次暴雨过程天气尺度云系演变特征分析 [J]. 广西气象, 2005, 26 (3): 1-8.
- [9] 林宗桂, 陈冰廉, 陈翠敏, 等.利用卫星云图作强降雨落区短时预报方法研究 [J]. 广西气象, 2005, 26 (4): 10-18.
- [10] 黎惠金, 覃昌柳, 黄增俊. “05.6” 广西持续性大暴雨成因分析 [J]. 广西气象, 2006, 26 (1): 1-4.
- [11] 李 菁, 黄治逢, 高安宁.广西重大锋面暴雨天气过程的特征分析 [J]. 气象研究与应用, 2008, 29 (1): 1-4.
- [12] 阳 擎, 陈翠敏, 林开平.南宁市暴雨时空分布特征 [J]. 气象研究与应用, 2008, 29 (1): 34-37.
- [13] 唐新, 林宗桂, 黎家宜等.一条南北向暴雨带的降雨特征及成因分析 [J]. 气象研究与应用, 2009, 30 (3): 1-4.
- [14] 林宗桂, 林墨, 林开平, 罗红磊.一股高原南下弱冷空气触发准静止锋对流过程分析 [J]. 热带气象学报, 2014, 30 (1): 111-118.