

闽中北短时暴雨概念模型

陈秋萍 余建华 黄美金 祖基煌

(福建省建阳气象雷达站, 建阳 354200)

摘要 通过对福建中北部 35 个站 1994~2001 年 97 次暴雨过程的环流背景、影响系统等进行分析,将天气类型分为冷式切变(或槽)影响型、西南气流影响型、副高型(I~II型),归纳总结了各天气型的雷达回波源地、加强区域、路径、演变及降水特征,建立了天气图等常规资料与雷达回波资料相结合的闽中北短时暴雨 3 种概念模型。I、II 型的降水强度总体相差不大,有西南风急流比没有时降水强,II 型尤其明显,III 型降水强度最弱、持续时间最短。

关键词 短时暴雨 天气型 雷达回波 概念模型

引言

近年来,国外在强天气预报方面的重点是发展概念模型和数值模拟,以解决环境问题的不确定性^[1]。国内在强降水预报方面,也主要是建立天气模型及参考数值预报产品、卫星云图等^[2]。利用雷达资料对暴雨进行分析、预报,闽北过去曾经进行过研究,但主要研究 5、6 月前汛期暴雨,且主要是着眼于雷达回波方面^[3];也曾经单纯从天气分型角度进行过研究^[4]。本文通过分析暴雨过程个例的影响系统等,进行天气分型,进而归纳总结各天气型下的雷达回波规律。通过当天的天气图资料,大致划出未来可能发生短时暴雨的区域。

1 资料选取和研究方法

1.1 资料选取

取南平市、三明市、宁德和福州部分县市共 35 个站,使用 1994~2001 年共 8 年实况资料,将 4 站出现 3 h 累积降水量大于等于 30 mm(以下称短时暴雨)作为一个短时暴雨日,共选取了 116 例(其中 3 例不能入型,还有 16 例热带低压或台风环流影响不进行分型)。天气图资料选用相应时段 08:00、20:00 的高空、地面历史天气图资料。

1.2 研究方法

主要对 850 hPa 天气图进行分型。取暴雨日当

天及第二天 08:00、20:00 的 500、700、850 hPa 和地面天气图,分析主导系统及其运动情况。基本上可以将其分为 3 种类型:冷式切变(或槽)影响型、西南气流影响型、副高型。然后分析总结 3 种类型的雷达回波及参数等特征。

2 天气形势

2.1 冷式切变(或槽)影响型(I 型,41 例)

该型以北面南下冷性系统为主导。图 1 给出 3 种类型天气形势综合图,在图 1a 上 500 hPa 有南支槽或北支槽,呈东北—西南向,大多处于 A 区($20^{\circ} \sim 30^{\circ} \text{N}, 110^{\circ} \sim 120^{\circ} \text{E}$,下同)以北或以西,未来东移南压(A 区为槽前西南气流)。850 hPa 在 A 区有切变线或槽线,未来东移南压或本站附近有低涡中心。

2.2 西南气流影响型(II 型,35 例)

在 500 hPa 上,福建省处于槽前西南气流控制,南支槽、北支槽大多处于 A 区以北或以西;850 hPa 有两种情形:①切变线位于 A 区以北或以西,A 区处于切变南侧西南气流控制,未来西南气流加强或切变北抬(图 1b),共 19 例(其中有西南风急流 13 例);②切变线位于汉口—南昌之间,切变维持少动;或在汉口以北,未来南压维持在汉口—南昌附近,福建省及 A 区大部分为切变南侧西南气流控制,共 16 例(其中有西南风急流 13 例)。

福建省气象局“短时预报系统”项目资助

作者简介:陈秋萍,女,1962 年生,高级工程师,从事大气探测、短时预报工作,Email:chenqiuping1962@163.com

收稿日期:2004 年 2 月 20 日;定稿日期:2004 年 4 月 3 日

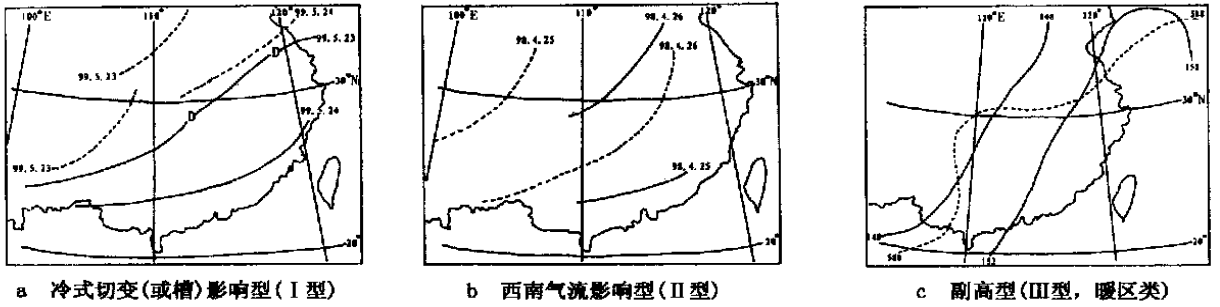


图 1 I 型(a)、II 型(b)和 III 型(c)天气形势综合图

(a、b 中实线为 850 hPa 切变线、虚线为 500 hPa 槽线, c 中实虚线分别为 850、500 hPa 等高线; dagpm)

2.3 副高型(III 型, 21 例)

500 hPa 上为 588 dagpm 线控制(图 1c), 或处于副高边缘(包含有副高北侧、南侧、大陆高压或海上西伸副高 4 种), 高低空均无急流。该型可以分为两类: ① 暖区类(12 例), 850 hPa 上为 152 dagpm 线控制, 无其它天气系统影响, 切变在汉口以北或以西, 未来不会南压, 地面 A 区无锋面。② 弱冷空气影响类(9 例), 850 hPa 上为 152 dagpm 线或 148 dagpm 线控制, 切变线在汉口至邵武之间, 部分地面上有锋面。

3 雷达回波特征

3.1 I 型回波特征

(1) 源地: 在测站西侧的广昌、南丰、南城及北侧的德兴、横峰附近。

(2) 加强区域: 西侧回波生成后一般向东北偏东方向移动, 移经黎川、建宁、光泽北部一带得到加强, 北侧回波一般向东南移动, 在横峰、玉山、铅山一带加强。

(3) 回波特征: 回波带形成前常在北侧的德兴、横峰一带出现一些块絮状回波, 移向东偏南, 仅影响南平、宁德北部局地, 直到在西侧的广昌、南丰、南城、黎川一带出现块或块絮状回波, 才会形成东北—西南向回波带(图 2), 几率约 75% 以上, 并且随锋面、切变线南压而影响福建省, 移到测站有时会转为絮状回波团。其走向与锋面、切变线一致或有小交角, 回波带的南压快慢与锋面、切变线的南压快慢关系密切, 若锋面、切变线在武夷山脉一带受阻停滞, 则回波带或絮状回波团会在测站附近维持一段时间。

少数则是由于西侧南丰、黎川回波东移, 北侧铅山、横峰回波东南移, 在测站附近汇合成絮状回波

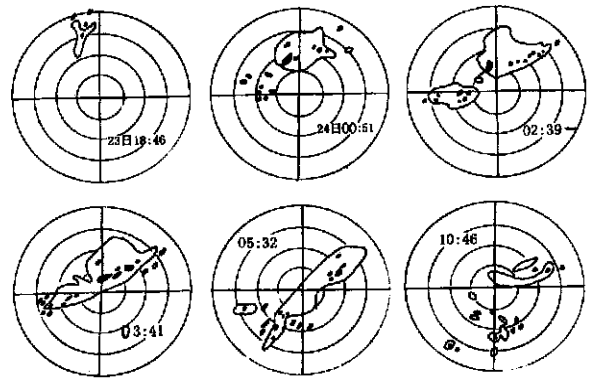


图 2 I 型(冷式切变或槽影响型)回波演变图

(黑区为回波强度大于等于 30 dBz, 下同)

团, 此类回波系统有的为低涡影响福建省情况下。

(4) 消散: 回波带南压或原维持在本区中部一带的絮状回波带开始移动时, 常在其前沿激发产生一些单体且并入, 而原回波带上强核渐弱, 使回波带向东南传播。主要有两种消散方式: ① 在测站附近断裂为东北及西南两部分, 东北部分减弱东移, 西南部分常呈西北—东南走向, 若其西北端有回波补充则维持, 在其维持期间仍可造成三明中北部及南平南部短时暴雨, 若开始消散或北沿南落则很快南压减弱。② 回波主体南压到测站以南, 并继续南压进入三明和宁德, 其强度大多明显减弱, 降水也减弱。

3.2 II 型回波特征

(1) 源地: 测站北侧的德兴、横峰、广丰; 西南侧的广昌、建宁、清流、大田、宁化、明溪附近; 西侧的广昌、南丰、南城附近。

(2) 加强区: 北侧回波与 I 型相似, 在横峰、玉山、铅山一带加强; 西南侧回波在建宁、明溪、将乐、尤溪一带加强; 西侧回波在黎川、邵武、建阳一带加强。

(3) 回波特征:该型回波大致可以分为两类,①初期西南侧广昌、清流、大田一线为一些对流单体排列成西北—东南走向带状,向东北移动,到测站变为絮状回波带(团),有的到测站南侧后转为偏东移动,不久就会减弱、消散(图 3),影响三明中北部、南平南部、宁德西部;有的继续向东北方向移动,还会影响南平中北部。②北侧德兴、横峰、广丰一带块絮状回波向东偏南移动,西侧广昌、南丰、南城回波向偏东或东北偏东移;或西南侧建宁、清流、明溪回波向东北移与北侧回波汇聚于测站附近,形成絮状回波团。这些回波常常在测站维持一段时间,其强回波区主要分布在东北侧、西南侧或测站附近。此类回波系统维持时间比①类要长,范围更大,出现短时暴雨的站次也多,850 hPa 天气系统主要是此类回波系统第二种情形。

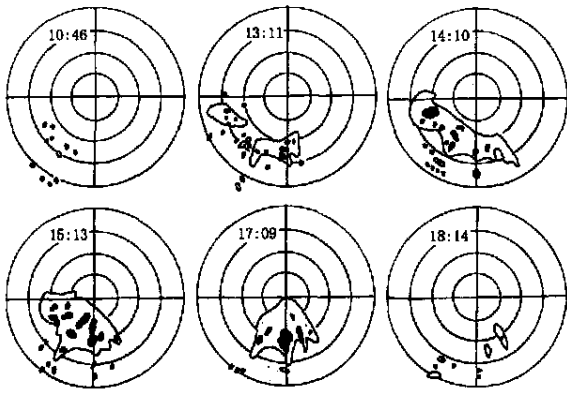


图 3 II型(西南气流影响型)回波演变图

(4) 消散:①整体北抬进入浙江,其北抬前明显特征是强回波区呈西北—东南短带排列在絮状回波团的东北侧前沿,然后主体东北移入浙江,后部弱回波消散;②在测站附近断裂为 2 部分,北面部分逐渐减弱并向东北移或偏移进入浙江,南面部分则

偏东移并逐渐减弱;③前一种回波类型中有的到站南侧后转偏东移动,东移中自北而南减弱。

3.3 II型回波特征

(1) 源地:中午前后在测站四周(探测范围内)对流单体生成,分布零散,无规律。

(2) 加强区:午后对流单体在原地发展加强。

(3) 回波特征:回波生成在副高 588(dagpm) 线内或其边缘。初生时回波单体尺度小,发展加强后,对流特征明显,呈块状,块体结实、明亮,边缘清晰,强度梯度大,回波具有高、强的特点(图 4),有的单体弥合成大块多核强单体,此时这些对流单体的生命史变长,尺度变大。垂直剖面图上无倾斜结构,较陡直。该型回波移动缓慢,不同区域回波移向常常不一致(与高空风有联系)。由于其移速慢,常造成一地短时、急骤的强降水。

(4) 消散:入夜后,回波逐渐减弱、消散。

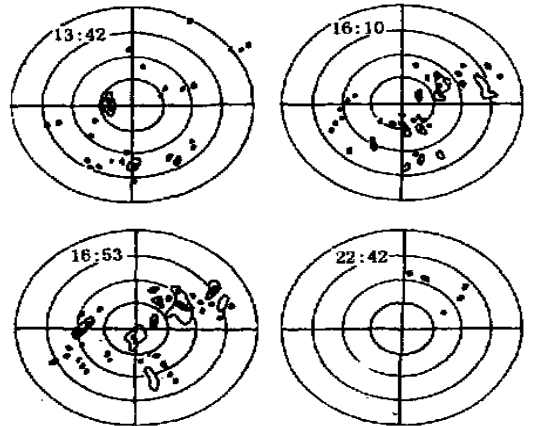


图 4 III型(副高影响型)回波演变图

3.4 回波参数特征

统计 1996~2001 年雷达探测的短时暴雨期间有回波强度、高度、强度分层资料的样本(I、II、III型分别为 29、35、16 个样本),结果见表 1。

表 1 1996~2001 年短时暴雨期间雷达回波参数统计

	I 型			II 型			III 型		
	强度/dBz	H ₀ /km	H ₃₀ /km	强度/dBz	H ₀ /km	H ₃₀ /km	强度/dBz	H ₀ /km	H ₃₀ /km
最大	45	15.0	13.0	45	16.0	15.0	50	18.0	17.5
最小	30	7.0	5.0	30	7.0	5.0	3	8.0	6.0
平均	35.2	9.8	7.1	36.7	10.6	7.2	40.3	12.6	9.8

注: H₀ 为 0 dBz 回波高度, H₃₀ 为 30 dBz 回波高度。

从表1可看出 I、II型回波强度、高度差异不大,后者强度、高度(H_0)、30 dBz 回波高度(H_{30})比前者稍大,这是由于 II型块状对流单体造成的强降水稍多于 I型。III型与 I、II型差异较大,前者强度、高度、30 dBz 回波顶高均比后者大,前者 H_0 、 H_{30} 比后者分别大 2.0 km、2.6 km 以上。I、II型强中心高度小于等于 5 km 几率分别为 64%、60%,II型仅 46%。分析这些参数值可看出产生短时暴雨的回波强度、高度值均不是很大,除 II型常常是单个单体造成一地短时急骤的强降水外,I、II型中更多的是中等强度的强核面积较大或停滞少动所致。

4 降水特征

4.1 时间分布

表 2 为各型短时暴雨频数月分布。I型短时暴雨主要出现在 4~6月,6月最多,占该型 41.5%;II型主要出现在 5~7月,6月最多,占该型 37.1%;III型则是 8月最多,占 52.3%;从表上还可看出,I型过程个数最多。11~2月各型均无出现。

表 2 各型短时暴雨频数时间(月)分布

	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	合计
I型		7	12	17	2	1	2		41
II型	1	3	6	13	7	4	1		35
III型				3	2	11	3	2	21
合计	1	10	18	33	11	16	6	2	97

用滚动式筛选对短时暴雨频数进行统计(图 5),I型短时暴雨高频区在 03:00~08:00(即 3 h 大于等于 30 mm 强降水大多出现在 03:00~11:00),次高频区在 17:00~19:00(即 17:00~22:00)间,该型短时暴雨的峰、谷起伏不很明显;II型的高频区在 13:00~19:00(即 13:00~22:00 之间)。午后热对流对 II型强降水的增幅作用很显著,III型主要是由于午后热对流起作用,而 I型与这两型的明显差异

就是其主峰值区还出现在凌晨至早晨,这表明了该型强降水受北方南侵的冷空气影响比较大,而午后热对流对降水也有一定的增幅作用。

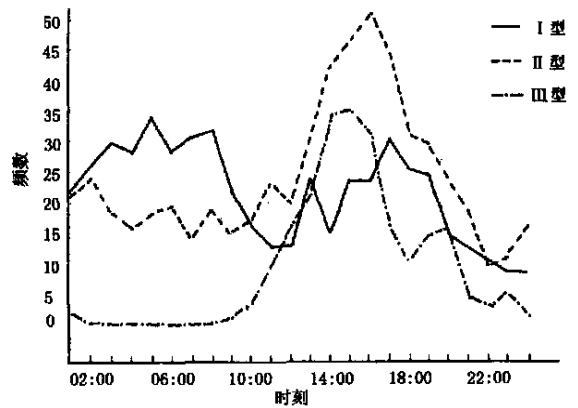


图 5 短时暴雨频数分布

4.2 空间分布

将各型的短时暴雨频数分别作空间分布图(图略),可见 I型高频区在测站西南侧的宁化、清流、明溪及北侧的浦城、武夷山,低频区在三明中南部及福州中北部的永安、闽清、福州。II型高频区在宁化、将乐、邵武、松溪、政和一线,呈东北—西南向带状分布,频数均在 11 以上;低频区位于永安、建瓯、福州。II型频数小于 2 的低频区主要在南平市的大部分县市(南平除外)及永安、大田、福州、周宁、屏南,频数大于 6 的高频区在罗源、南平、永太、九仙山,整体分布是西北侧低值区,南侧高值区。

4.3 降水强度

表 3 为各型短时暴雨影响范围统计。随暴雨站数增多,出现几率依次减小。各型出现几率最大的均是 4~5 站的强降水,尤其是副高型几率高达 71.4%,II型没有出现 12 站以上,12 站以上几率最大的是 II型(8.5%);从站数看则 II型降水的降水强度最强,III型最弱。

表 3 各型短时暴雨影响范围

	4~5 站		6~8 站		9~11 站		≥12 站		合计频数
	频数	几率/%	频数	几率/%	频数	几率/%	频数	几率/%	
I型	23	56.1	12	29.3	5	12.2	1	2.4	41
II型	15	42.9	12	34.3	5	14.3	3	8.5	35
III型	15	71.4	4	19.0	2	9.5	0	0	21
合计	53	54.6	28	28.9	12	12.4	4	4.1	97

比较 3 种类型过程中降水强度,发现 I、II型的降水强度总体相差不大,有西南风急流比无西南

风急流降水强,尤其 II型更明显,III型的降水强度最弱,持续时间最短。

5 结语

闽中北短时暴雨的天气型基本上可以分为 3 种类型,有时两种类型相互转换,比如前期受西南暖湿气流控制为 II 型,后期冷空气快速南下影响,又转为 I 型,因此有的过程可用 2 种天气型进行分析。

日常短时预报中,通过对天气形势背景、影响系统进行分析、分型,大致估计可能出现的回波类型,并可根据具体回波的源地、移动、演变情况及回波参

数等,判断未来可能的影响区域及降水强度。

参考文献

- 1 彭治班,刘建文,郭虎,等(编).国外强对流天气的应用研究.北京:气象出版社,2001.306-315
- 2 李才媛,王仁乔,王丽,等.长江上游流域短期强降水雨量预报系统.气象,2003,29(3):34-37
- 3 陈秋萍,黄东兴,余建华,等.闽北前汛期短时强降水与雷达回波特征.气象,2001,27(8):52-55
- 4 叶榕生.福建省重要天气分析和预报.北京:气象出版社,1989

Conceptive Models of Short-Range Heavy Rainfall in Northern and Central Fujian Province

Chen Qiuping Yu Jianhua Huang Meijin Zu Jixuan

(Jianyang Meteorological Radar Station, Fujian Province, Jianyang 354200)

Abstract: An analysis was made of the circulation background and influencing weather systems of 94 short-range heavy rainfall events from 1994 to 2001 in the northern and central Fujian Province, and the synoptic patterns were divided into three types: cold shear (or trough), southwest flow and Subtropical High. The source and enhancing areas and path, evolution and precipitation features of radar echoes under various weather patterns are summarized. Three conceptive models of short-range heavy rains for the northern and central Fujian Province were established, aiming to improve short-range prediction and to combine synoptic maps with radar echoes.

Key words: short-range heavy rain, synoptic pattern, radar echo, conceptive model