

闽南地区短时区域暴雨的天气 及多普勒雷达资料概念模型

郭 林 陈礼斌 施碧霞 李建通

(福建省厦门市气象台, 361012)

提 要

通过对 1996~1998 年 42 个短时区域暴雨过程进行分析和总结, 将天气形势和多普勒天气雷达资料相结合, 建立了 3 种非台风型的闽南短时区域暴雨的天气及多普勒雷达资料概念模型, 并对短时区域暴雨的时空分布特征作了统计分析。

关键词: 短时区域暴雨 多普勒天气雷达 概念模型

引 言

暴雨是影响闽南地区的主要灾害性天气之一, 通常的预报方法是用天气形势等常规资料结合数值预报产品做 24~48 小时短期预报, 用雷达、卫星等非常规资料做 0~6 小时临近预报。常规资料范围广, 非常规资料时空分辨率高, 这两种类型资料自身的优势可以互补。本文将天气学分型与多普勒雷达资料相结合, 充分发挥各自的优势, 通过对 42 次短时暴雨过程的分析, 建立了三种基于多普勒雷达资料基础上的闽南区域暴雨天气的概念模型, 利用这个模型一方面可以改进短时预报中在天气过程起始和结束阶段简单外推预报法的局限性; 另一方面可以利用雷达的实时观测资料修正数值预报结论的误差, 提高暴雨的定点、定时、定量预报准确性。

1 资料分析

1.1 样本选取

定义: 厦门、漳州、泉州、龙岩四个地区 23 个雨量站中有 3 个(或以上)的站连续 3 小时降水量 $\geq 30\text{mm}$ 的过程为闽南短时区域暴雨。1996、1997、1998(3 年)样本数量共 59 个, 选取其中资料完整的非台风暴雨个例 42 个进行分析。

1.2 研究方法

采用常规与非常规资料的对照分析方

法。取过程当天及前一天的 08 时 500hPa 及 850hPa 图, 主要分析主导系统及其演变, 在同时有两个系统影响时, 取靠近的加强的系统, 在业务使用中依靠数值预报产品及预报员的经验判断来分析出主导系统。

以 850hPa 影响系统为分类标准^[1], 同时配合 500hPa 的影响系统, 可将 42 个样本分类为三大类型: 冷式切变(或槽)影响型、南风系统型、副热带高压(副高)型。其中副高型又可分为弱冷空气影响型和暖区型。这 3 类已将所有过程包括在内。

非常规资料主要是选择有过程发生时, 厦门多普勒雷达站探测的强度场及速度场(PPI、RHI)和体扫资料(VOL), 其中 PPI 时间间隔要小于 60 分钟。取暴雨前有记录开始直到暴雨结束, 每次过程分析其起源地、加强区、整体移向、单体移向、最大风速、风向垂直或水平方向的特征(风切变、辐合、辐散等)以及回波过程结束的方式。

2 暴雨概念模型

2.1 冷式切变(或槽)影响型(16 例)

2.1.1 天气形势

以北面南下的冷性系统为主导, 500hPa 上南支槽呈东北-西南向位于 $20\sim 30^\circ\text{N}$ 、 $100\sim 120^\circ\text{E}$ 范围内, 未来东移或南压(图略)。850hPa 上切变线在 $20\sim 30^\circ\text{N}$ 、 $105\sim$

120°E 范围内呈东北西南向,未来东移南压。16 例中有 4 例在闽南地区有低涡中心。共同特征:槽或切变后有明显温度冷槽配合。

2.1.2 回波特征

源地(如图 1a):回波生成于西北面的上杭,龙岩,永定境内及北面的九仙山、安溪附近。

加强区(如图 1b):前者东移到华安、南靖一带加强,后者向东南移到泉州、晋江一带,在本站西北方向连成一大片或成东北—西南向的带状,然后单体东移,整体南压。

速度场特征(如图 1c):回波整体自西北

向东南方向发展,单体向东或东北方向移动。在 PPI 速度场上,高空西南风较大,3km 左右能达到 $16\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上;在有冷锋锋面过境的情况下,可观测到西南风与西北或偏北风辐合区自北向南移,具体表现为“0”线在本站西北部有一“ $\angle$ ”拐角。当回波覆盖本站后,底层 2km 以下偏北风转东北风,2km 以上为西南风;在强度图上,强中心在回波前缘;在西南风很大的情况下,呈东北—西南向的双带状,并在本站西北 50km 附近加强合并。

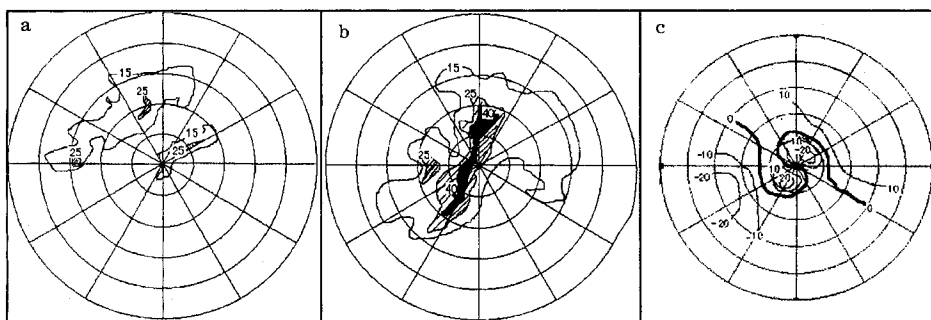


图 1 冷式切变(或槽)影响型回波源地强度图(1998 年 2 月 17 日 11 时)(a),加强时强度图(1998 年 2 月 17 日 17 时)(b),加强时速度图(1998 年 2 月 17 日 17 时)(c)

斜影区为强度大于 25dBz,黑影区为强度大于 40dBz

2.1.3 结束方式

这种情况暴雨结束一般有四种模式:

(1)低层东北风高度抬升到 3km 以上,回波逐渐减弱消散。

(2)随辐合区南移,强回波区南压过本站移到海上。

(3)辐合区的辐合减弱,转为弱西南风控制,回波移到东面海上。

(4)高空西南风转为偏西风,回波减弱。

第 1 种结束方式为冷空气较强的情况,整层转偏北风;第 2、3 种结束方式中,辐合区随地面静止锋南压或向东撤到海上;第 4 种结束方式对应为高空槽东移出海,大陆上转槽后西北气流。

2.1.4 天气过程

这种形势除 7、8 月份外,其他月份均有

出现,暴雨过程常从龙岩西北部、泉州北部开始,影响范围大(最多出现 6 个站暴雨),时间长(最长时间达 14 个小时)。并且内陆出现概率大,沿海出现概率小,16 次暴雨过程中,沿海站晋江、漳浦有 2 次,厦门、东山有 1 次,而多于 4 次的有永春、安溪、南安、同安、龙海、漳州、南靖、平和、云霄、上杭,其中平和最多,达 7 次,龙海 6 次,同安 5 次。

2.2 南风系统型(13 例)

2.2.1 天气形势

天气形势以西南暖湿气流为主导系统,13 个个例均发生于 5 月份以后。在 500hPa 上:588 线(指 5880gpm 等值线,下同)位于南海北部、巴士海峡或台湾海峡,厦门站处于副高北侧或副高 588 线以内,副高未来有加强趋势(图略)。在 850hPa 上:华南为暖区,切

变线在 $22\sim 30^{\circ}\text{N}$ 、 $105\sim 120^{\circ}\text{E}$ 范围内,为位于赣州以南的切变北抬或位于汉口与赣州之间的切变南压^[1]时切变南侧的急流向闽南一带靠近。这种形势的共同特点是以暖区为主导系统,有一致的西南风且风速大,在 850hPa 切变线或槽线东南侧 $20\sim 30^{\circ}\text{N}$ 范围内有多于 8 个站的西南风风速 $\geq 12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,或 25°N 以南有 5 个站西南风风速 $\geq 12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。(不同个例:所归纳的 13 次过程中只有一次过程切变东南侧,只有 4 个站西南风 $\geq 12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,这次是因为槽线在云贵,高空槽暂未发展起来,但第二天,切变东南侧即有 14 个站西南风 $\geq 12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)。

2.2.2 回波特征

源地(如图 2a):回波主要产生于厦门西南面和南海海上。从海上发现回波到南部测站产生暴雨一般相距 4~5 小时。

加强区(如图 2b):正南面海上回波发展后东北移但仍在海上,对大陆各站基本无影响,西南面广东境内或漳州南部发展起来的回波东北移过程中,在南靖、平和、漳浦一带是一个加强区。

速度场特征(如图 2c):回波整体北抬,北抬过程中,一般能在 PPI 上探测到西南风或偏南风风速强中心(高度不一定),3km 高处西南风风速 $\geq 16\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。西南风越大,回波越强;正南风比西南风情况下降水强度大;急流轴越低降水越大。

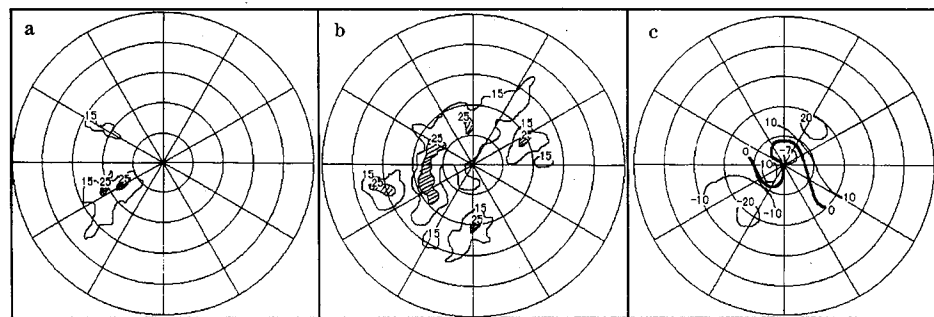


图2 南风系统型回波源地强度图(1996年5月29日9时)(a),加强时强度图(1996年5月29日16时)(b),加强时速度图(1996年5月29日17时)(c)
斜影区为强度大于 25dBz

2.2.3 结束方式

在转偏西风的情况下,降水很快结束;在西南风减小的情况下,回波减弱,暴雨过程结束,但一般性降水仍会持续一段时间。若在弱降水过程中,探测到风向偏南的角度加大或风速加大,则回波将再加强,降水量也加大。

2.2.4 天气过程

这种形势下暴雨区域一般为急流位置或急流轴摆动的位置,15次过程中,暴雨多于4次的测站有安溪、南安、晋江、同安、长泰、漳州、平和、南靖、漳浦、云霄,主要集中在泉州地区中南部和漳州地区中北部。

2.3 副高型(13例)

2.3.1 天气形势

500hPa (图略)图上,闽南地区在副高588线控制内,且副高未来加强或维持;或闽南地区处在副高边缘(包含有:副高北侧、副高南侧、大陆高压或海上西伸副高4种型)。在 850hPa 上,闽南地区在副高152(指 1520gpm 等值线)线控制下,无其它天气系统影响或切变偏北,未来不会南压,高低空均无急流。

这一型可分为弱冷空气影响类(A类)、暖区类(B类)。

A. 弱冷空气影响类(5例) 850hPa 切变线在邵武至南昌之间,由于低层的弱冷空气与南岭—武夷山地形作用相叠加,使触发作

用加强,即使低层风速较小,仍可在白天和夜间触发产生对流运动。

B. 暖区类(8例)。当闽南处在暖区中,对流运动和触发机制主要是山地对气流的强迫抬升^[2]。统计1996~1998年6~9月的天气形势,满足副高型暖区类形势的共有121天,计算离地面300、600、900、1500m高度的风速之和 $\sum V$,取偏南风为正,偏北风为负。满足 $\sum V \geq 21\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的共有18次,其中7例产生午后暴雨,而在这三年中满足副高型暖区类并产生暴雨过程的共有8次,该指标的漏报率仅为13%,但空报率则较大,达

61%。作为一种预警指标,具有较高的可用性。

2.3.2 回波特征

源地(如图3a):大多在厦门以西、西北、北部的内陆地区,德化、永春、安溪、同安、长泰、华安为多发区。

加强区(如图3b):回波在中午以前呈四处开花状,午后在原地猛烈发展起来。

速度场特征(如图3c):回波发展旺盛期,回波呈块状,中心强,高度高,在同一强回波块中存在来、去两种风向,高空以偏南风或西南风为主。

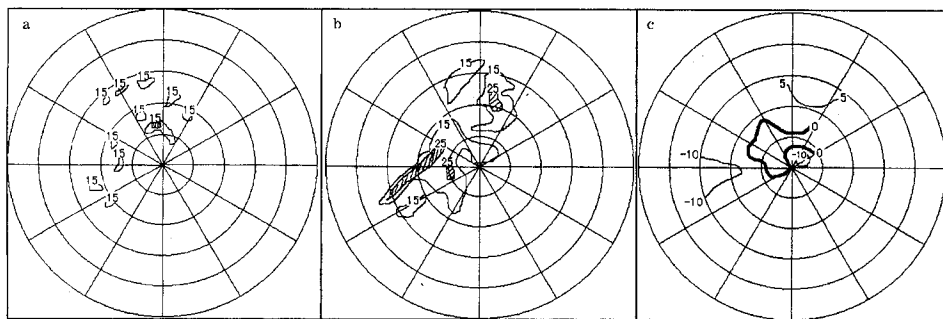


图3 副高型回波源地强度图(1998年8月29日14时)(a),加强时强度图(1998年8月29日18时)(b),加强时速度图(1998年8月29日18时)(c)
斜影区为强度大于25dBz

2.3.3 结束方式

傍晚以后回波自行减弱,或高空转偏西或偏北风后,回波减弱或移到海上。暴雨一般在20时以前结束,若有冷空气入侵,暴雨会持续到夜里。

2.3.4 天气过程

过程产生于6~9月中午11时以后。龙岩以及漳州、泉州的内陆地区容易发生。闽南由于地处低纬(24~26°N),发生强对流天气前500hPa的形势一般都在副高西北侧或副高控制下。虽然到达闽南的冷空气势力较弱,但由于当地低层温度高,湿度大,大气层结较不稳定,因此冷空气的强迫抬升作用仍然是当地对流运动的重要触发机制。

3 短时区域暴雨分布特征

3.1 地理分布特征

从短时暴雨的地理分布(图略)来看,德化、永春、安溪、南安、同安在三种形势下都是多发区,漳州地区中部、北部是冷式切变南压和南风系统天气形势下的暴雨多发区,华安地区易发副高边缘的暴雨,上杭地区易发冷式切变系统下的暴雨,龙岩地区易发南风系统下的暴雨。

东山、厦门、惠安在三种形势下均为暴雨少发区,漳州中部地区、平和、云霄、诏安一带少发副高边缘型的暴雨。因此,短时暴雨与地形有密切关系。

3.2 时间分布特征

将这42次短时暴雨过程资料按月分型统计,如表1。

从表1中可以看出5~9月为暴雨多发时段,上半年以冷式切变影响型为主,南风系

统型多发在5~7月,8~9月以副高边缘型居多。另外,9月份天气型的区分界限较模糊,在冷式切变、南风系统和副高型中往往有两种以上型同时影响,其中有两次过程虽然处于副高边缘,但副高北面同时有切变系统影响,虽然是暖区在发展,但南风不强。而且冷式切变南压后转暖切北抬较快。同一次过程中不同型暴雨相互转化。所以在9月份天气较为复杂的情况下,可以用两种以上分型来分析。

表1 各种类型短时区域暴雨过程月分布

	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	合计
冷式切变影响型	1	5	1	3	4			2	16
南风系统型				3	4	3	1	2	13
副高型					2	1	6	4	13
合计	1	5	1	6	10	4	7	8	42

将资料以20时为日界按时段分型统计,冷式切变型中24~02时每小时1次,为最低值时段,06时开始向午后发生概率递增,16~20时为最高时段,每小时12~14次,可以看出日变化很大;南风系统型日变化规律与冷式切变型一致,但振幅较小,16时最高为8次,05时最低为3次;副高型主要发生在午后15~20时,每小时有8~11次,上午05~10时0次,在有弱冷空气入侵的情况下暴雨持续到20时以后,5例中这种情况有2次。

综合来看,午后15~20时为暴雨发生峰值区,18时为最高峰值点,20时以后的夜里到上午为低值区,05时为最低点。因此午后15到20时是易发时段,应加强警戒。从中

我们也可以认为地面加热作用是强烈天气发生的重要机制,地面温度较高时有利于对流的发展。

4 总结

雷达的强度及速度场能及时反映本区域高低空天气系统的演变,特别是中小尺度系统的演变,比天气图的分析有较高的时空分辨率。本文总结出的概念模型将大尺度的天气形势与中小尺度的雷达回波结合起来,对于短时预报来说,在回波外推时加上了天气形势作为初始条件和背景,可以在降水过程中把握其特征和发展规律,大大提高短时预报的准确性,一定程度上对暴雨预报的定时定点量化发挥作用;对于短期预报来说,通过回波的演变可以反推天气系统的移动,特别是可以了解大尺度系统中的中小尺度系统结构,及时对数值预报进行修正和补充,为短期预报员提供一个正确的思路。

在应用上述的概念模型进行预报时,还需要预报员的主观判断,有待积累了更多的过程资料后,对模型进一步完善,逐步实现预报的客观化、定量化。

参考文献

- 1 叶榕生,严光华,林仲平等.福建省暴雨资料图集.北京:气象出版社,1996:223~240.
- 2 郑成均,陈如能,陈良栋等.闽南强对流活动规律和短时预报.闽南三角地区强对流天气监测与短时预报方法文集,1989:1~4.

Regional Heavy Rain Conception Models with Synoptic and Doppler Radar Data in Southern Fujian Province

Guo Lin Chen Libin Shi Bixia Li Jiantong

(Xiamen Meteorological Observatory, Fujian Province 361012)

Abstract

Based on the synoptic and Doppler radar data, combined with summarized 42 short-time regional heavy rain processes from 1996 to 1998, three regional heavy rain conception models are set up and the statistical analysis is given.

Key Words: regional heavy rain Doppler radar conception model