

闽北前汛期短时强降水与雷达回波特征

陈秋萍 黄东兴 余建华 祖基煊

郑淑贞

(福建省建阳气象雷达站, 建阳 354200)

(福建省气象科学研究所)

提 要

通过对1982~1996年福建北部前汛期短时强降水的时空分布及雷达回波特征进行统计分析,并对地形在暴雨中的作用进行了探讨,得出一些有意义的结论,对雷达监测暴雨及短时预报具有参考作用。

关键词: 暴雨 短时强降水 回波 特征分析

引 言

前汛期是闽北的主汛期,其间暴雨频繁发生。造成前汛期暴雨的固然有较均匀的、弱的降水,累积日雨量超过50mm,但这属少数,且降水量一般不很大,更多的则是降水集中在某几个时段,在这些时段中短时降水较强,持续几小时,呈现出1个或多个雨峰。为此,研究暴雨,就有必要对其短时强降水及其回波特征进行分析。

本文所用的资料是1982~1996年4月下旬至7月上旬闽北10个县市符合下列条件的逐时降水资料:(1)3站日雨量达到或超过50mm;(2)2站达到50mm,其中1站超过100mm。采用滚动式逐时统计各站1小时 $R_1 \geq 10\text{mm}$,1小时 $R_1 \geq 30\text{mm}$ 、3小时 $R_3 \geq 20\text{mm}$ 、3小时 $R_3 \geq 50\text{mm}$ 等短时强降水的频数。据上述条件,共选取了59个暴雨日。

1 短时强降水分布特征

1.1 日变化特征

图1a、b分别给出了闽北暴雨(符合上述条件,下同)期间1小时 $R_1 \geq 10\text{mm}$ 、1小时 $R_1 \geq 30\text{mm}$ 、3小时 $R_3 \geq 20\text{mm}$ 、3小时 $R_3 \geq 50\text{mm}$ 的逐时段频数分布情况,由图1a可见06~15时为1小时10mm以上强降水的高峰期,此间有多个波动,主峰点在12时,即1小时10mm以上的强降水大多出现在05~

15时及21~22时,最高峰期在11~12时,此外,分析了1小时10mm以上强降水极值频数(单站单日极值,再10站累计)的时间分布(图略),其升降趋势与前者基本一致。

图1a小1小时 $R_1 \geq 30\text{mm}$ 强降水频数曲线可看为三峰三谷型,主峰点在20~21时,次峰点在07时及15时,即该类强降水最频发时段是19~21时及06~07时、14~15时。

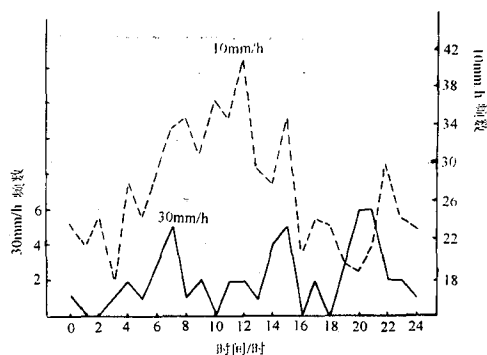


图1a 短时强降水频数分布图

虚线为10mm/h 实线为30mm/h

图1b中3小时 $R_3 \geq 20\text{mm}$ 的强降水频数曲线呈双峰双谷型,主峰点在12时,次峰点在23时,主、次峰值相差较大,谷点为03时及18时。频数在54以上的时间是07~16

时(也就是说3小时20mm以上强降水多数是出现在04~16时之间)。

图1b中3小时 $R_s \geq 50\text{mm}$ 频数曲线大致可看成三峰三谷型,主峰点在09时及21时,谷点在02~03时及18时,中午前后有小波动,15时出现一个小峰值点(与10mm/h相似)。频数为5以上的时段为06~11时、20~23时、15时,表明该类强降水主要出现在03~11时、17~23时及12~15时,前两个时段频数值明显高于午后。

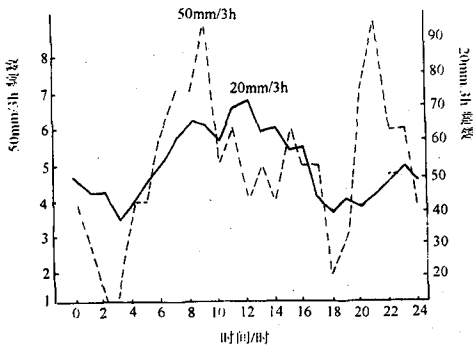


图1b 短时强降水频数分布
虚线为50mm/3h 实线为20mm/3h

比较四条曲线,发现10mm/h曲线除了15时有小峰值点外,其总趋势与20mm/3h

相似,主峰点均在12时,次峰点分别在22时、23时。50mm/3h与30mm/h曲线总趋势有相似之处,只是前者15时为次峰点。

由此可得出:闽北前汛期暴雨中10mm/h、20mm/3h强降水多数出现在凌晨至傍晚(04~16时),前者21~22时是次高发时段,但频数小很多;30mm/h高发时段是05~07时、13~15时,19~21时;50mm/3h高发时段是03~10时、17~23时。上述结论与福建省的一些统计结果有较大差异,福建省一些统计表明强降水多发时段是从午后(14时后)开始至傍晚或凌晨。原因可能是:其统计的是汛期福建省逐日强降水,本文仅统计闽北10站满足上述条件暴雨日中强降水,而下半夜是闽北暴雨的多发时段,统计闽北上述暴雨日过程爆发的初始时间(根据雷达回波及降水实况资料),发现有50.0%的过程爆发于0~10时,12~20时仅占17.9%,20~24时为21.4%,而短时强降水常出现在暴雨爆发的前面时段。这表明午后热对流对闽北前汛期暴雨中短时强降水的作用不显著,它主要是受北方南侵的冷空气的影响,这对雷达监测暴雨及短时预报具有重要的指导意义。

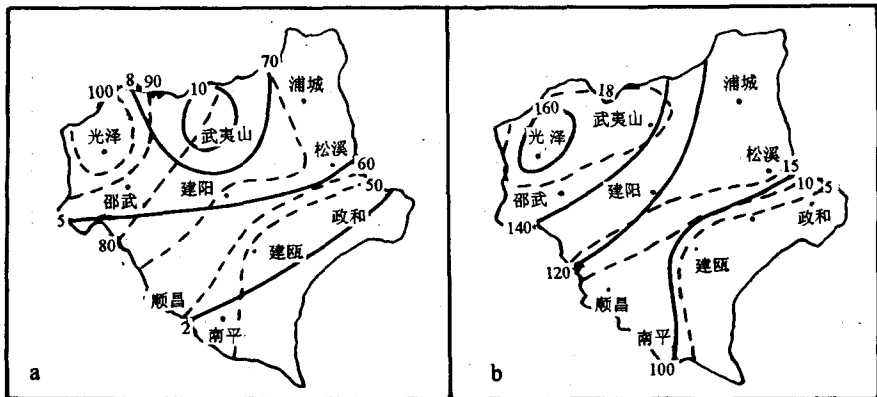


图2 闽北强降水频数分布(说明同图1)

1.2 空间分布特征

图 2a、b 分别给出了闽北暴雨期间上述短时强降水的频数空间分布。由图上明显看出频数分布均呈西北高东南低的趋势。1 小时 $R_1 \geq 10\text{mm}$ 强降水高频区在光泽, 1 小时 $R_1 \geq 30\text{mm}$ 的高频区在武夷山; 3 小时 $R_3 \geq 50\text{mm}$ 的高频区在武夷山、光泽; 3 小时 $R_3 \geq 20\text{mm}$ 的高频区在光泽、武夷山、邵武。这几种强降水的空间分布极相似。由此得出, 闽北前汛期暴雨中短时强降水的空间分布是自西北向东南递减, 这与武夷山脉的地形有密切关系。

2 地形的影响

由于武夷山脉对冷锋或切变线的阻挡作用会使其移速减慢甚至停滞, 常使与冷锋、切变相伴的回波带(团)在这一带长时间的维持、发展、加强, 并在这一带有利地形区(喇叭口、狭谷等)不断触发中小尺度系统, 造成强烈降水。

武夷山、光泽分别处于大、小喇叭口地形中, 由于这种地形的收缩, 常引起辐合上升运动的加强, 尤其在锋面等天气系统迫近时, 由于冷暖气流的辐合, 在这一带更是不断有中小尺度对流单体受触发而生成、发展或是其它地域单体经过该地而加强。邵武的西南方

是一个北端封口的狭谷, 这种地形使建宁、太宁一带常有单体生成向东北输送, 移动中发展加强造成所经之地(邵武及其西南方的禾平、大埠岗等地)的强降水。由此可解释短时强降水的高频区位于光泽、武夷山、邵武。

1988. 5. 21 闽北特大暴雨过程, 强度强, 但范围小, 特大暴雨区在武夷山及其东南方的五夫等乡镇, 20 日 15 时至 22 日 4 时过程雨量超过 300mm, 暴雨中心五夫达 372. 5mm。这次过程就是在有利的天气尺度及中尺度环境场下(锋面、切变维持在暴雨区, 切变上有低涡生成并进入暴雨区), 在有利地形区域(武夷山附近喇叭口地形)发生的, 回波都是进入这个区域后得到发展。21 日凌晨在西侧江西的南城-金溪间的回波块(90×60km²)东移, 东移中合并周围小单体(在光泽北部的司前、儒州一带的喇叭口收缩区附近), 5 时 53 分已影响武夷山, 强度达 40dBz, 尺度 130×50km², 并与西侧发展东移的回波块组成了 ENE-WSW 向的絮状回波带, 30dBz 以上强核也排列成带状并从 04~11 时一直维持摆动在武夷山至其南部 20km 范围内, 在这段时间里, 强回波核活动很活跃, 频繁出现在武夷山附近(图 3a)。强回波核活动区域(武夷山及其东、南面乡镇)降水

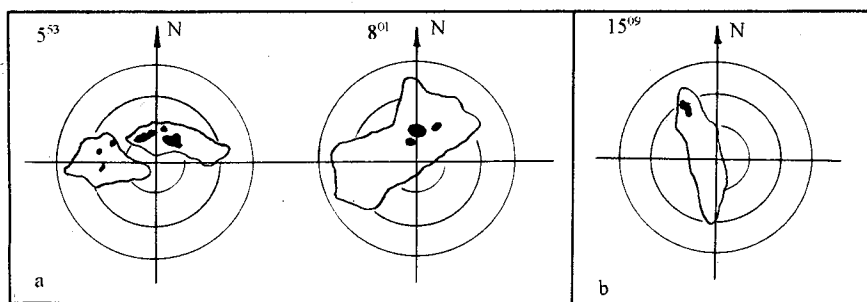


图 3 1988. 5. 21PPI 回波图

距离每圈 50km, 外廓线为 0dBz 阴影区为 30dBz

量 3 小时均超过 50mm, 05~08 时武夷山 77. 9mm, 洋庄 78. 0mm, 武夷山 1 小时降水

33.1mm, 08~11 时兴田 96.6mm, 五夫 72.3mm, 11~14 时五夫 88.4mm、武夷山 1 小时 19.8mm。

同日 12 时在黎川西面的回波东移靠近武夷山脉时受山脉阻挡,向南北扩展成近 S-N 向的带状,15 时 09 分在其北端(光泽北侧小喇叭口的顶端处)出现 45dBz 的强中心(图 3b),相应的光泽的云际 15~16 时降水达 40.8mm。

3 回波特征

暴雨中短时强降水主要是由雷达回波中的尺度较小的强回波核(一般不小于 30dBz)造成的。在平显上,这些强回波核或嵌在絮状回波带(团)中或是存在于块状单体中,尺度一般在十几至一百平方公里左右,其形状多呈圆形、椭圆形或长形。在高显上,这些强核的最大强度值区在低空。

3.1 暴雨回波种类

本文分析 59 个暴雨日的雷达回波及地面实况资料,在这些暴雨日中共发现有 65 个回波系统活动,根据回波系统的源地、路径将其分为五类:西北路、西南路、西路、本地及北路回波系统,其个例数分别为 33、13、8、7、4 个。

西北路回波系统是从测站西北侧资溪、广丰一带东南移进闽北,且经常是由于锋面、切变线逼近或南压过境触发产生的,少数在本区西北部形成,呈 NE-SW 向带状分布。这路回波多会在本区停留数小时,然后随天气系统南压,常常造成本区部分站(3 站以上)或全区性(6 站以上)的短时强降水。

西南路回波系统是从测站西南侧的江西宜春附近及三明中北部一带东北移进本区,它主要是由于暖切、静止锋北抬触发产生的。初期呈 NW-SE 向带状分布,到测站后转为絮状回波团。多数会随锋面、切变线(经常是冷空气南下,暖切变为冷切)南压,少数随暖切、锋面继续北抬进入浙江。它常造成部分站

短时强降水。

西路回波系统生成于西侧江西境内,东移中经黎川一带的加强域有所发展,偏东或东北移动,进入我区后在西北部进一步发展,强降水区是在本区中北部。它主要是在锋面、切变线维持在本区时产生在锋面或切变线上(6 例),移向一般是沿着锋面、切变线东移。

本地聚合型回波系统是测站附近对流单体聚合并而成的大块体;或是南、西南侧单体北抬,西侧单体东移,辐合于本区形成的絮状回波团。这类回波生成后,常在中部一带维持,然后缓慢偏东或东北移出。这类回波由于单体发生聚并,形成了强大的对流性降水单体,由此产生强雷暴及降水,其短时降水强度常比其它几类强,但其影响区域小。

北路回波系统主要生成于暖切南侧的闽、浙、赣交界处,其走向与暖切一致,也呈 NW-SE 向,有的絮状回波带的主体初期在浙、赣境内,随着切变线的摆动南压到本区北部,最后又北抬进入浙江。这类回波降水范围小,短时强降水区集中于北部或东北部。

4.2 回波特征

本文对 65 个暴雨回波系统初期,加强维持期,减弱消散期三个阶段回波的高度、强度进行了统计,分别得出暴雨不同阶段对流回波的统计特征。

(1) 高度 h

由表 1 可看出,暴雨初期的对流回波最高高度要高于其余两个阶段 $h_{\text{顶}} \geq 11\text{km}$ 的几率初期为 64.2%,维持期为 53.9%,而消散期仅 20.0%。

表 1 回波最高高度分布几率/%

	$h_{\text{顶}}/\text{km}$			
	≤ 7	8~10	11~14	≥ 15
初期	3.8	32.1	49.1	15.1
维持期	6.0	40.2	38.5	15.4
消散期	18.3	61.7	15.0	5.0

(下转封二)

(上接第 55 页)

(2) 回波强度 z

表 2 回波强度分布几率/%

	回波强度 z /dBz				
	<30	30~34	35~39	40~44	≥ 45
初期	14.3	14.3	32.7	26.5	12.2
维持期	0	7.6	28.3	48.3	15.9
消散期	30.2	33.3	11.1	19.1	6.3

由表 2 可见,各阶段回波强度最大频数出现依序为初期 35~39dBz、维持期 40~44dBz、消散期 30~34dBz,40dBz 以上强回波,维持期明显高于初期和消散期,各为 64.2%、38.7 和 25.4%。此分布特征与高度分布有所差异,表明维持期对流回波强度最强,但高度降低,消散期强度最弱,高度也最低。

4 结语

(1) 闽北前汛期暴雨中 10mm/h 及 20mm/

3h 强降水主要出现在凌晨 04 时至 16 时; 30mm/h 及 50mm/3h 主要出现在 03~10 时、17~23 时,前者 13~15 时也是高发时段。

(2) 闽北前汛期暴雨中短时强降水的空间分布是高频区在光泽、武夷山、邵武,自西北向东南递减。

(3) 闽北山区的一些有利地形(如喇叭口、狭谷等)对前汛期暴雨的降水量有增幅作用。

(4) 暴雨初期对流高度发展最高,维持期次之,消散期最低;而强度则是维持期最强,消散期最弱。

参考文献

- 1 刘增基等.福建省前汛期短历时强降水气候的统计特征.福建气象,2000,(1):6~10.

Analysis of Very Short-range Severe Precipitation and Radar Echoes During Pre-rainy Season in North Fujian

Chen Qiuping Huang Dongxing Yu Jianhua Zu Jixuan

(Jiayang Radar Station of Meteorology, Fujian Province 354200)

Zheng Shuzhen

(Meteorological Institute of Fujian)

Abstract

During the pre-rainy season between 1982 and 1996 in Northern Fujian, both spatial-temporal distribution of the very short-range severe precipitation and the echo features are analyzed and counted respectively. Also the influence of topography on radar echoes was studied. The results are instructive to monitor rainstorm and nowcast with radar.

Key Words: rainstorm very short-range severe precipitation radar echo analysis