

广西冬季暴雨事件的特征及影响天气系统分析

The Characteristics and Synoptic Systems of Winter Rainstorms in Guangxi

凌 颖, 黄海洪, 何 慧, 陈业国

Ling Ying, Huang Haihong, He Hui, Chen Yeguo

(广西区气象台, 广西南宁 530022)

(Guangxi Meteorological Observatory, Nanning, Guangxi, 530022, China)

摘要:采用广西 89 个地面气象观测站 1960 年 12 月~2003 年 11 月共 43 年的暴雨资料,通过经验正交函数(EOF)方法,分析广西冬季(12 月至次年 2 月)暴雨天气事件的时空特征及主要影响天气系统。结果表明,广西冬季暴雨天气事件是一种小概率事件;造成广西冬季暴雨天气事件的主要影响系统是南支槽东移和冷空气南下共同影响;冬季桂西北难以发生暴雨天气,暴雨主要发生地区位于桂东和桂南;产生冬季暴雨的物理条件与充沛的水汽、强烈的对流不稳定和辐合上升运动密切相关。

关键词:冬季暴雨 天气系统 特征 分析

中图法分类号:P458.121.1 文献标识码:A 文章编号:1002-7378(2005)01-0047-04

Abstract: The rainstorm data of 43 years from Dec. 1960 to Nov. 2003 from 89 ground weather observations in Guangxi are used to analyze the time distribution and main impact synoptic systems of winter rainstorms. The statistic method of EOF is used. The results show that winter rainstorm is a small probability event. The main cause resulting in winter rainstorm is the movements of the south sub-current eastward and cold current southward. Winter rainstorms appear mostly in the east and south of Guangxi, and seldom in the northwest of Guangxi. The physical conditions of rainstorm creating is related with plentiful vapor and instable strongly air convection and convergence upward movement.

Key words: winter rainstorms, synoptic systems, characteristics, analysis

广西冬季受东北季风控制,空气干燥,降雨很少,亦称为“旱季”^[1]。就全年暴雨过程而言,冬季暴雨很少,是一个小概率事件。冬季暴雨对农业生产来说,可以缓解冬季的旱情,但其预报难度很大。做好这种小概率天气事件的研究和预报服务,对满足公众和各级领导对日益增多的气象信息服务的需求具有十分重要意义。多年来对广西汛期暴雨过程的研究成果较多^[2],但针对冬季暴雨进行深入分析的较为少见。因此,有必要对广西冬季暴雨天气事件进行系统的分析研究,深入了解其发生发展规律,以期改善冬季暴雨天气的预报服务工作,趋利避害,提高气象防灾减灾预警能力。

1 资料的选取

按气候评价的季节划分,把 12 月至次年 2 月定义为冬季。按降水等级划分,日降雨量 ≥ 50.0 mm 的称为暴雨。同时,综合考虑到广西的地貌特征、气候特点,以及冬季暴雨事件的小概率性,把同一日出现 ≥ 5 个站暴雨以上降雨者,定义为一个暴雨日,一次降雨过程中出现 ≥ 1 d 暴雨日的降雨过程称之为一个暴雨过程;在判定降雨强度上,又将单站日降雨量 ≥ 50.0 mm 和 ≥ 100.00 mm 这两个雨强级别来描述广西暴雨强度。采用广西 89 个地面气象观测站 1960 年 12 月~2003 年 11 月共 43 年的暴雨资料,通过经验正交函数(EOF)分析方法^[3]对广西冬季暴雨年、月的时空特征进行统计分析。

收稿日期:2004-11-05

修回日期:2004-11-25

作者简介:凌 颖(1971-),女,广西扶绥人,高级工程师,主要从事城市气象服务研究。

2 广西冬季暴雨特征分析

2.1 年分布

将日降雨量 ≥ 50.0 mm和 ≥ 100.00 mm这两个雨强级别分别定义为A级和B级,统计广西冬季在1960年12月~2003年11月发生A、B两级强降雨的年均情况(详见表1),广西冬季内A、B两级发生的概率是十分小的,经计算仅为全年的2.5%和1.0%。由此可确定广西冬季暴雨事件是一个小概率事件。

表1 广西冬季不同雨强降雨平均站(次)统计结果

雨强	12月	次年1月	次年2月	冬季合计	每年合计
A级	2.10	3.30	4.70	10.1	402.3
B级	0.057	0.144	0.496	0.697	70.01

在1960年12月~2003年11月,广西冬季共出现暴雨日数为24d,也就是说,在整个冬季里,平均每年出现暴雨过程的日数仅为0.558d。其年分布也很不均匀,只有15a出现过暴雨日,其中1983年最多,为5个,1992年次之,为4个。而另外的28a为0个,没有暴雨发生。

在1960年12月~2003年11月,广西冬季共出现暴雨天气过程20次,年均仅为0.465次,其中1983年最多,为4次,1992年次之,为2次,其余年份为0~1次,年分布也很不均匀。

2.2 月分布

从表1可见,A、B级强降雨在广西冬季不同月份发生的情况差异极大,其中以2月发生的频数最多,发生在该月的A、B级强降雨分别占冬季内A、B级强降雨总数的46.5%和71.2%。1月发生的频数次之,而12月最少,发生在该月的A、B级强降雨分别仅占冬季内A、B级强降雨总数的20.8%和8.2%。

表2显示,在广西冬季内各月的暴雨日数差异也较为明显,最多发生在1月,年均日数为0.232d,2月次之,而最少的是12月,年均日数仅为0.140d。若按暴雨过程的次数来统计,43年间共有20次,其中2月8次,1月7次,12月最少,为5次,月均仅为0.155次。

表2 广西冬季暴雨天气日数统计结果

冬季	日数(d)	百分比(%)	年均日数(d)
12月	6	25.0	0.140
次年1月	10	41.7	0.232
次年2月	8	33.3	0.186
总数	24	100	0.558

2.3 暴雨天气过程特点

2.3.1 降雨区域

广西冬季出现的24个暴雨过程日中,暴雨覆盖面积为5~9个站、10~19个站和20个站以上的日数分别为13d、6d和5d。最大一次范围的冬季暴雨过程为1985年2月18日,有39个站出现暴雨,其次为1994年12月2日,暴雨站数为31个。可见,冬季暴雨多数为区域性,大范围的暴雨过程还是比较少的。

2.3.2 暴雨的连续性

相对于汛期而言,冬季暴雨一般维持时间不长,冬季连续性暴雨很少,仅占15%,连续3d的暴雨仅有1次,为1992年1月3~5日,连续两天的暴雨有2次。2月未曾出现过连续暴雨。

2.3.3 降水强度

虽然冬季降水很少,强度不大,但大暴雨仍时有发生。24个暴雨过程日中,有大暴雨降水5d,比例为20.8%,其中有3d均发生在2月。另外,在发生大暴雨的5d里,其中有4d的每日暴雨站均在20个站以上。可见,在暴雨范围较大的过程里,大暴雨发生的机率也较高。

2.4 空间分布

图1为1960年12月~2003年11月广西冬季平均暴雨日数分布,它反映了广西冬季暴雨分布的气候特征。从图1中可以看到,根据等值线分布,暴雨日数分布总趋势为自东南向西北递减,暴雨高发区在桂东的昭平、富川和玉林附近,平均暴雨日数均在0.32d以上,次高发区则位于桂南的宾阳一带,约为0.3d左右;最低值为0,位于最西北的天峨、隆林一带。总体而言,广西冬季暴雨只发生在桂东、桂南地区,而地处桂西北的河池市、百色市几乎不发生暴雨天气。这一冬季暴雨相对集中分布的特征,为广西冬季暴雨降落区的预报提供了一个较好的背景。

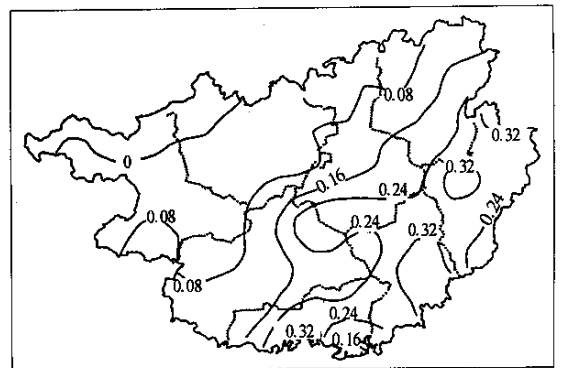


图1 广西冬季(12月至次年2月)平均暴雨日数分布

2.5 EOF 分布第一特征向量场的分析

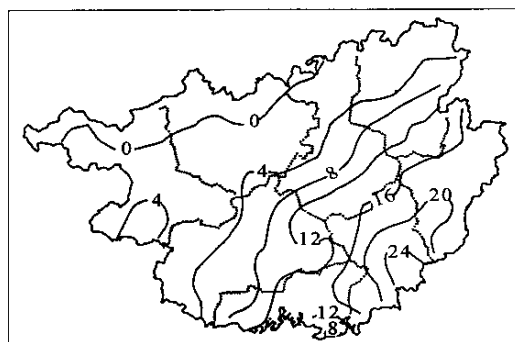
图 2(a)显示,全区特征值的分布有一个明显特点,即东南部大于西北部,在桂东南的玉林市一带是高值区,数值由东南向西北呈递减状态,西北一带为 0 等值线。说明广西冬季暴雨的发生率由桂东南向桂西北递减,桂西北基本无暴雨发生。

分析冬季各月的第一特征向量场(见图 2(b)、(c)、(d))可知,各月的暴雨空间分布有一定差别。12 月高值区在桂中一带,中心值分别位于马山以及靖西附近,以其为中心向四周递减,说明 12 月暴雨的高发区在桂中。1 月和 2 月的分布形态与整个冬季较为相似,中心值在玉林一带,数值由东南向西北递减,但 2 月的次中心较为分散,分别位于上林、昭平、富川等地。

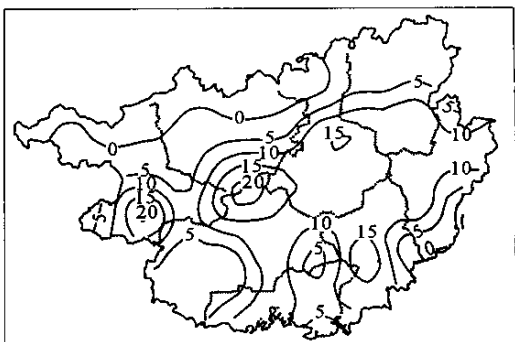
3 影响冬季暴雨的天气系统

1960 年 12 月~2003 年 11 月期间,广西冬季发生的 20 次暴雨天气过程中,主要影响系统是南支槽、冷空气或冷空气+南支槽这三种类型。其中单一南支槽影响的只有 1 例,单一冷空气影响的有 2 例,以上两种类型仅占 15%,且过程暴雨站数都在 10 站以下,属区域性暴雨。其余的 17 次(占 85%)的主要影响系统是南支槽和冷空气的共同影响(详见表 3)。而且在这所有 17 次过程中,无一例外都有 850hPa 西南低空急流的存在,这为低纬水汽和能量源源不断输送到华南西部的广西上空提供了有利条件。这种天气类型造成的天气变化都较强烈,多为全区性暴雨。

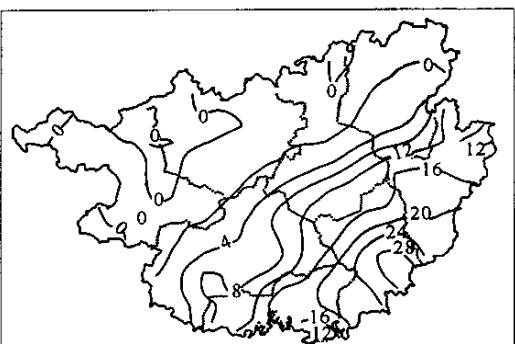
以冷空气+南支槽型天气为例。构成该暴雨天气类型的要素有:500 hPa 南支槽较强,槽底伸到 20°N 以南,特别是隆冬 1、2 月的全区性暴雨,南支槽底常伸到 15°N 或以南;随南支槽东移发展而南下的冷空气进入桂北或在桂中暂时呈静止状态;处于南海副热带高压西侧的西南低空急流出现爆发性北涌,经过海南岛到达华南西部沿海,这种冷暖气团相互作用、中低纬系统相迭加的结果便诱发广西冬季暴雨事件的产生。例如 1990 年 2 月 16 日,500hPa 高空形成了典型的东高西低的有利形势,南支槽伸到了 10°N 附近并与高原东侧的西风槽形成很强的阶梯槽,静止锋南移到桂中,在低层形成西南急流。在这有利的条件下,17 日广西全区有 30 个站出现了暴雨、雷雨大风天气。



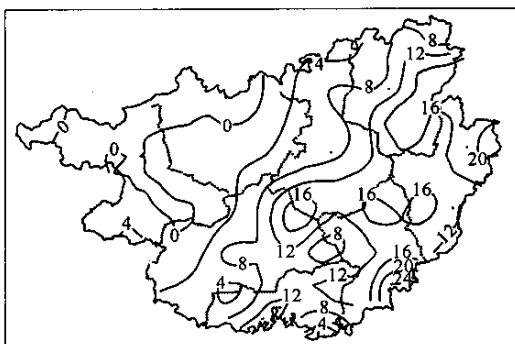
(a)



(b)



(c)



(d)

图 2 广西冬季暴雨分布 EOF 分解的第一特征向量场
(a)12 月至次年 2 月;(b)12 月;(c)1 月;(d)2 月
图中的数值 $\times 10^{-2}$ 为各点的特征值

表3 广西冬季暴雨过程主要影响系统统计结果

冬季	影响系统(次)		
	冷空气	南支槽	冷空气+南支槽
12月	1		4
次年1月	1	1	5
次年2月			8

4 产生冬季暴雨的物理条件

一般强降水的形成取决于良好的热力条件和动力条件,即要有充沛的水汽,强烈的对流不稳定及辐合上升运动。冬季暴雨之所以难以发生,主要就是因为冬季盛行偏北风,水汽含量少,温度较低,热力条件较差,且冬季冷空气强盛,少有势力相当的暖湿气流与之对峙交汇,辐合上升运动较弱,持续时间较短,动力条件亦不易达到。分析广西冬季发生的20次暴雨天气过程,发现当冷空气中等或偏弱,且前期天气回暖明显,偏南气流较强,能提供较有利的水汽条件时,冬季暴雨最容易发生。选取2002年12月19日的暴雨过程作为广西冬季暴雨的一个典型个例,分别用K指数^[4]和涡度^[5]来分析暴雨过程的热力场和动力场特征(其中:K指数是表征水汽及层结稳定的一个综合物理量,而涡度则是表征辐合上升运动的一个物理量),初步得到产生冬季暴雨的一些物理量特征。

4.1 K指数

2002年12月19日,桂东北出现11个站的连片暴雨,暴雨中心位于桂林市的兴安县。根据暴雨前1~2d的K指数分布(图3),发现桂东北的K指数数值由原来的28~30普遍剧增到33以上,且持续2d,直到暴雨过程结束才逐渐回落。33以上的K指数数值在冬季已算是很高了,说明暴雨前夕及期间桂东北上空基本上都有一片不稳定区。暴雨前广西上空受西南气流控制,增温增湿现象明显,导致了空气不稳定度增大,也为暴雨过程提供较为有利的水汽条件和潜热能。不稳定区与暴雨区有较好的对应关系,且K指数比暴雨过程有一定的提前量,因此应对暴雨的预报有一定的预示作用。

4.2 涡度场

计算该暴雨过程的涡度场,可以看出,暴雨过程前夕的12月18日,850 hPa桂北有正涡度区,桂东北正好位于其辐合中心,达到 $5 \times 10^{-5}/s$,而高层200 hPa桂东北处于负涡度区中心,中心值达 $-7 \times 10^{-5}/s$ (图4)。低层有明显辐合,高层有强烈辐散,且

高层辐散大于低层辐合,形成大气垂直运动的强大抽气作用,有利大量不稳定能量在桂东北上空堆积,辐合上升运动明显。与汛期暴雨类似,冬季暴雨的涡度与暴雨区有较好的相关关系。

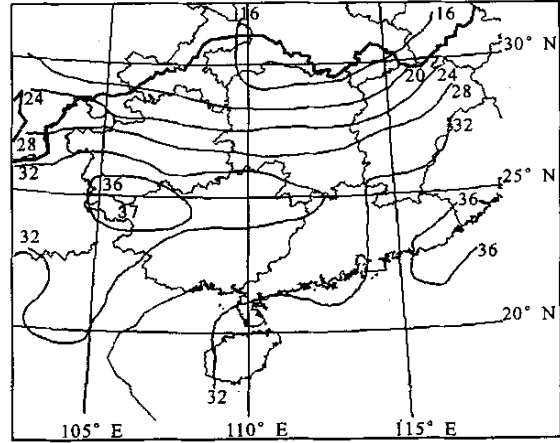
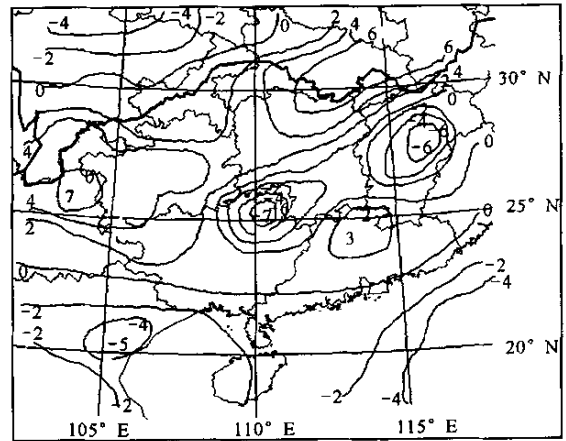
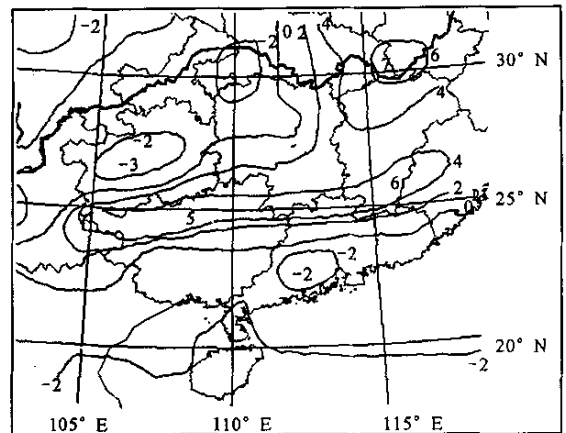


图3 2002年12月18日20:00的K指数分布



(a)



(b)

图4 2002年12月18日涡度场

(a)200hPa;(b)850hPa

系,温度是决定行星表面和大气物质状态各种变动过程的一个基本因素,它首先与太阳辐射强度密切相关。太阳辐射强度的变化是地球气候发生重大变化的主要原因。作者认为,除了太阳本体辐射强度变化这项主导因素以外,地球轨道参数、全球冰量驱动、季风环流驱动等等多项因素,亦叠加性地制约和影响地质历史时期的气候旋回。如会影响到地球表面辐射强度的地轴倾斜度的周期变化(周期是4万年)、地球公转轨道形状的周期变化(周期是2.6万年,地球公转轨道形状时而较圆、时而较扁)、海、陆轮廓和地形的变化(能影响地表和大气圈下层温度、湿度、降水量、大气环流的地方特性等),地球这颗行星的反射率和地球大气组成的变化……等,亦作为一种综合的次要因素,与地球气候的重大变化期和冰期、间冰期形成有关。作者认为,进一步探讨与阐明上述诸因素与地球冰期、间冰期形成的关系,对解决地球重大气候长期预测将会带来积极的意义。

参考文献:

- [1] 廖健雄. 香港地区第四纪沉积[J]. 热带海洋, 1987, 6(1): 19-27.
- [2] 廖健雄. 香港地区第四纪沉积, 风化层及海底淋滤作用[M]. 见: 谢玉坎. 热带海洋研究(三). 北京: 海洋出版社, 1988. 46-60.
- [3] 严维枢, 范时清, 吴作基, 等. 香港晚第四纪的古环境和沉积作用[J]. 华南地震, 1988, 8(3): 39-52.
- [4] 范时清, 吴作基, 余金凤, 等. 南海珠江口盆地新生代沉积古环境、古气候变迁历史及其与南沙海槽热带海域的对比[M]. 见: 谢玉坎. 热带海洋研究(四). 北京: 海洋出版社, 1991.
- [5] 范时清. 琼州海峡海洋地质环境[J]. 中国石油, 1986(秋季号): 27-30.

(责任编辑: 韦廷宗)

(上接第50页)

5 小结

- (1) 广西冬季暴雨天气事件是一种小概率事件。
- (2) 造成广西冬季暴雨天气事件的主要影响系统是南支槽东移和冷空气南下的共同影响。
- (3) 广西冬季桂西北难以发生暴雨天气, 高发区位于桂东和桂南。
- (4) 产生冬季暴雨的物理条件与充沛水汽、强烈的对流不稳定和辐合上升运动有密切相关。

参考文献:

- [1] 蒙远文, 蒋伯仁, 韦相轩, 等. 广西天气及其预报[M].

北京: 气象出版社, 1989. 2-8.

- [2] 吴兴国. 广西汛期暴雨若干特征分析[M]. 广西气象, 2001, 22(3): 9-12.
- [3] 章景德, 高富荣, 郑祖光. 气象统计预报基础[M]. 北京: 气象出版社, 1995. 477-488.
- [4] 蒙远文, 蒋伯仁, 韦相轩, 等. 广西天气及其预报[M]. 北京: 气象出版社, 1989. 444-447.
- [5] 朱乾根, 林锦瑞, 寿绍文, 等. 天气学原理[M]. 北京: 气象出版社, 1992. 616-618.

(责任编辑: 韦廷宗 邓大玉)