

天气气候分析 广西前汛期大涝年预报因子分析^①

吴恒强

(广西气象科学研究所, 南宁 530021)

提 要

通过对高原地面气温、热带海表温度和南半球气旋资料的普查分析, 经验性地挑选并提出 1 月份拉萨地面气温距平、4 月份赤道东西太平洋海表温度梯度、4 月份赤道印度洋海表升温幅度、1 月份南半球低纬气旋数等 4 种能提前 1~2 个月比较准确地预警广西前汛期大涝的因子, 指出高原热状况、热带海洋行为、南半球低纬大气的斜压性是影响广西前汛期雨量的重要因素。

关键词: 广西前汛期 大涝 因子分析

引 言

进入 90 年代以来, 广西前汛期洪涝(主要是桂北)的频率与程度都有加大的趋势, 1994、1996、1998 年前汛期发生了严重洪涝, 造成巨大的损失。经济越是发展, 大洪涝造成的损失就越大。洪涝前期的准确天气预报, 是战胜洪涝减少损失的至关重要的一环。

广西属副热带季风气候区。在前汛期(4~6 月), 锋面、切变线、南支槽、低涡、热带云团等天气系统活动频繁。在这个时期, 这里要经历一次由西南季风取代东北季风的季风转换。季风变异是天气系统活动异常进而是前汛期天气异常的背景。季风变异可造成两种极端天气——大旱与大涝(本文主要讨论大涝)。

引起季风变异的原因是多方面的。如何认识和挑选导致季风变异的前期因子, 识别警示将要发生异常天气的信号, 是预报员苦苦追求的东西, 因为在现阶段, 预报服务实在需要它。

叶笃正指出: “从已有的研究成果看, 海温和高原热状况是相对比较成熟的预报旱涝的因子。”^[1] 我们觉得, 海洋和高原是制约季

风活动的两大至关重要的环境因素, 海洋行为和高原热状况的变异可能会对季风活动造成影响, 因此, 着眼于这两个方向寻找预报因子, 探索来自高原和海洋的预示季风变异的信号。

1 高原的因子

1.1 同期的能量传播

1994 年前汛期, 广西降雨特多, 6 月份柳州、梧州出现了历史上罕见的特大洪涝。对比 4、5、6 三个月的 OLR 平均图可见(图略), 有一个覆盖高原地区的深对流区向东南方向发展, 与源于热带、取道中南半岛北上的深对流区在 25°N 附近汇合, 给深对流发展区和汇合区造成凶猛的降水。有经验的预报员也注意到这种现象, 即源于高原的对流区向东或东南移出, 影响下游地区的天气。有工作^[2] 计算过梅雨期北半球 5 日平均的 OLR(0~30°N) 与 5 日平均的 500hPa 高度(30~90°N) 的相关, 探讨低纬对流活动与中高纬高度场的同时相关关系, 结果发现高原地区的高度场与其东南方向(包括广西一带)有一个高负相关区(图略)。据认为, 这种相关关系是伴随着罗斯贝波的传播而产生的, 是能量从高原向

^① “我国短期气候预测系统的研究”(96—908—05—07)资助。

低纬度传播的反映。张爱华等计算了前汛期高原地面温度与同期广西降水的关系,结果认为,当4~6月高原地面偏暖时,广西同期降水偏多,反之,若高原地面偏冷时则广西同期降水偏少^①。可见,高原的热状况是制约广西前汛期降水多寡的一个重要因素。

1.2 前期信号

从预报业务的实际需要出发,我们最关注的是发现和捕捉前期的异常信号。既然高原的热状况对同期广西前汛期降水有制约关系,那么其前期的热状况异常应该能给我们传递后期雨情的有意义的信息。

为了避免计算时遇到的困难和诸多因素引起的不准确,“可以直接取高原实测温度来表示其热状况”^[1]。表1为拉萨站1952~1998年1月份地面气温距平值^②。从表1可见,最暖的是1996年(+3.1℃),其次是1994年(+3.0℃),这两年广西前汛期都是降雨特多,柳州和梧州都发生特大洪涝。进一步检查发现,凡是距平值 $\geq 1.0^\circ\text{C}$ 的年份(1959、1961、1964、1967、1973、1977、1993、1994、1996、1998)广西前汛期都有雨量特多的月份,无一例外。

表1 拉萨站(29°40'N,91°08'E,海拔3648.7m)历年1月份地面气温距平值(℃)

年份	距平	年份	距平	年份	距平	年份	距平
1952	0.2	1960	-2.2	1970	-0.6	1991	-0.7
1953	0.6	1961	1.7	1971	0.4	1992	-0.1
1954	0.8	1962	-0.7	1972	0.6	1993	2.2
1955	0.9	1963	-1.8	1973	1.9	1994	3.0
1956	-0.2	1964	1.8	1974	-0.5	1995	0.5
1957	0.5	1965	-0.4	1975	0.7	1996	3.1
1958	-0.2	1966	-2.4	1976	-1.1	1997	-0.6
1959	1.5	1967	1.1	1977	1.3	1998	2.0
		1968	-1.3	1978	-2.0		
		1969	-0.2	1979	0.6		
		1980	-0.6				

1月份是高原一年中最冷的月份,高原隆冬的热异常如何直接或间接地影响着广西前汛期的降水,我们尚无法勾画出其清晰的物理图像。不过,从表1所反映的情况,我们至少可以判断高原热状况异常是广西前汛期降雨异常的一个重要因素。

2 热带海洋的因子

2.1 赤道东西太平洋海表温度梯度

赤道东太平洋海表温度是监测厄尔尼诺现象的指标,是人们关注的焦点。西太平洋海洋大陆一带则是一个强大的热源区。许多观测和研究表明,这两个关键区的海温异常会给东亚以致全球大气环流造成深刻影响。表2为1960~1998年4月份赤道西太平洋(140°E)与赤道东太平洋(90°W)的海表温度差与距平差(资料取自云南气象科学研究所和气象科学研究院天气气候所合编的《全球网络点逐月海表温度资料》(1946~1978))。由于1960年以后始有卫星遥感资料,考虑到资料的可靠性与可比性,故取其1960年后的资料。1991年后的资料取自国家气象中心气候应用室出版的《气候监测公报》。

从表2可见,4月份赤道东西太平洋的海温梯度方向与大小尽管是逐年不相同,但绝大多数年份是西高东低,也有个别年份是东高西低或东西均一的。而距平差则几乎是正负各半。

有一个明显的事实是,在1960~1978年期间,1964、1966、1970、1977年的东西海表温差分别是2.2℃、2.3℃、2.3℃、3.1℃,均大于2℃,距平差分别是0.8℃、0.9℃、0.9℃、1.7℃,均为资料序列中的正的大值,接近和大于1℃。恰好这几年广西前汛期都有雨量特多的月份(1962年6月广西大涝,表2中140°E的资料缺测,但从90°W的数据看,这个指标很可能反映得出来,因为25.3℃相当低,仅次于发生特大洪涝的1994、1995、1996三年,140°E的海温只须达到平均值28.7℃,就可以使差值远远大于2.0℃)。在1991~1998年期间(1997年4月份海温资料缺)由于存在系统误差,不便于与1960~1978年期间的资料比较,但一种同样的现象是,温差和距平差大到一定程度的年份,广西都有特多雨量,1991、1994、1995、

① 张爱华,蒋伯仁,青藏高原冬季温度异常与广西初夏旱涝关系(油印本)。

② 1952~1980年资料取自《西藏自治区地面气候资料》(下)(西藏自治区气象局编,1985)。1991~1998年资料取自《气候监测公报》(国家气象中心气候应用室编)。

1996年的梯度很大,桂北连年出现严重洪灾。其中1994年桂北发生了特大洪灾。

表2 历年4月份赤道东西太平洋海表温度差(C)与距平差(C)

年份	SST		ΔSST (距平差)	SST'(距平)		ΔSST' (距平差)	年份	SST		ΔSST (距平差)	SST'(距平)		ΔSST' (距平差)
	140°E	90°W		140°E	90°W			140°E	90°W				
1960	28.5	26.9	1.6	-0.2	-0.4	0.2	1991	29.7	25.6	4.1	1.0	-1.7	2.7
1961	×	28.0					1992	29.1	28.8	0.3	0.4	1.5	-1.1
1962	×	25.3					1993	28.8	28.2	0.6	0.1	0.9	-0.8
1963	×	26.8					1994	29.2	24.2	5.0	0.5	-3.1	3.6
1964	28.4	26.2	2.2	-0.3	-1.1	0.8	1995	29.0	25.0	4.0	0.3	-2.3	2.6
1965	27.9	27.9	0.0	-0.8	0.6	-1.4	1996	30.0	24.6	5.4	1.3	-2.7	4.0
1966	28.1	25.8	2.3	-0.6	-1.5	0.9	1997					(缺)	
1967	29.6	27.8	1.8	0.9	0.5	0.4	1998	29.2	29.8	-0.6	0.5	2.5	-2.0
1968	28.1	26.6	1.5	-0.6	-0.7	0.1							
1969	29.0	28.7	0.3	0.3	1.4	-1.1							
1970	28.5	26.2	2.3	-0.2	-1.1	0.9							
1971	29.4	27.8	1.6	0.7	0.5	0.2							
1972	29.1	28.3	0.8	0.4	1.0	-0.6							
1973	28.3	27.4	0.9	-0.4	0.1	-0.5							
1974	29.3	28.3	1.0	0.6	1.0	-0.4							
1975	28.6	28.3	0.3	-0.1	1.0	-1.1							
1976	28.3	27.9	0.4	-0.4	0.6	-1.0							
1977	29.2	26.1	3.1	0.5	-1.2	1.7							
1978	29.0	27.6	1.4	0.3	0.3	0.0							

赤道 140°E 附近的海温,一定程度上反映了西太平洋暖池的热状况。异常的升温给大气异常加热,激发对流,使低纬气流扰动活跃;赤道东西太平洋海温梯度越大,说明环流越强。Walker 环流增强后则 Hadley 环流减弱。有研究^[3]说明, Hadley 环流有抑制冷空气南下的作用,而 Hadley 环流减弱后则表示冷空气活动会变得频繁。前汛期锋面暴雨是造成广西尤其是桂北洪灾的一个重要原因。频繁的冷空气活动和南方暖湿气流的活跃两方面的作用是造成降雨特多的一种可能机制。研究表明^[4],当海表温度发生异常时,大气环流发生急剧变化,3个月后达到最盛,所以,4月份东西太平洋海温梯度异常增大时,其后6~7月份的环流会发生异常,这就是为什么考察4月份海温变化的缘故。

2.2 赤道西印度洋(60°E)海温升温幅度(速度)

表3为60°E赤道海域1960~1978年4月份升温幅度(速度)值。

从表3可见,3~4月,该海域大多数年份是升温的。其中升温幅度(速度)在2℃以上的有3年(1970、1973、1975年,1962年3

月的27.2℃为所有记录的最小值,只要缺测的4月份温度达到平均值29.9℃,则升温幅度也会远远大于2.0℃)^①。1962、1970、1973、1975年广西前汛期雨量都出现了特多。据有关统计,这4年也是华南地区的多雨年。

表3 60°E赤道海区1960~1978年4月份升温幅度(℃)

年份	3月	4月	升温	年份	3月	4月	升温
1960	30.0	29.8	-0.2	1970	29.1	31.4	2.3
1961				1971	28.1	29.7	1.6
1962	27.2			1972	28.7	30.2	1.5
1963				1973	28.3	31.3	3.0
1964	28.8	29.8	1.0	1974	28.1		
1965	28.4	29.4	1.0	1975	28.0	30.0	2.0
1966	28.7	29.4	0.7	1976	27.9	29.1	1.2
1967	28.6	29.5	0.9	1977	29.1	30.9	1.8
1968	28.4	29.7	1.3	1978	28.8	30.2	1.4
1969	29.7	28.1	-1.6				

这一海域是皮叶克尼斯(Bjerknes)定义的两个Walkey环流圈的下沉支所在地。急剧的升温可能会抑制甚至破坏这一热力环流,从而影响东亚大气环流的正常运行,出现变异。根据1963~1965年国际印度洋考察(HIOE)资料,这里的海面温度正距平有利于

^① 由于获得该海域海温资料的唯一手段是卫星遥感,可供讨论的只有15年资料。

印度季风增强,负距平却与弱季风相联系。对广西雨量的影响,可能因此而造成西南季风变异的结果。

3 南半球的因子

南半球系统对华南、长江中下游以致对全国的降雨影响越来越受到人们的关注。其中对越赤道气流的揭露和分析尤为普遍。华南暴雨试验(1977~1982)也集中讨论了这个问题^[5]。

一般认为,低空越赤道气流是南半球寒潮爆发、冷空气取不同通道越过赤道的现象。我们比较熟悉的是伴随着澳大利亚北部寒潮爆发、冷空气从著名的 105°E 通道越过赤道流向北半球的这股越赤道气流。气旋活动是和冷空气爆发联在一起的。资料表明^[6],澳大利亚西北部是南半球低纬气旋生成频率最大的地方。在南半球低纬(0°~30°S),气旋源地集中在三个地方,首先是澳大利亚西北部(20°~30°S,50°~70°W),其次是南部非洲附近(10°~30°S,40°~50°E)和南美洲南部附近(20°~30°S,50°~70°W),而澳大利亚方向的气旋频数比其余两个地方的总和还要多得多。因此,澳大利亚方向的气旋活动在相当大程度上反映了南半球低纬(0°~30°S)气旋活动的状况。也就是反映了 105°E 通道越赤道气流的强弱和频率。

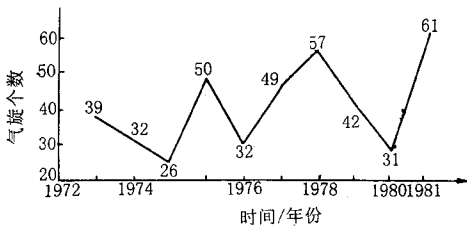


图 1 逐年 1 月份南半球低纬气旋数

图 1 是文献[6]所提供 1972~1981 年 1 月份南半球低纬(0°~30°S)气旋数演变图。由图可见,曲线出现 2 个峰值,气旋数≥50 个的有 1975、1978、1981 年,这 3 年都是广西前汛期大涝年。

那么,1 月份南半球低纬的气旋活动是如何与广西前汛期降水相联系的呢?

表 4 给出 1 月份和 4~6 月份南半球低纬的气旋数。从中可见,在一般年份(即不是厄尔尼诺年)1 月份气旋多的,4 月份也多,4~6 月总数也相对较多。其中最明显的是,1981 年的气旋数,无论哪个月都是最多的,因而 4~6 月份的总数也是最多的。1981 年不仅是广西,整个华南的前汛期都是多雨的。

表 4 1 月份和 4~6 月份南半球低纬(0°~30°S)气旋数

年份	1972*	1973*	1974	1975	1976	1977*	1978	1979	1980	1981
1月	39	32	26	50	32	49	57	42	31	61
4月	23	24	15	35	27	43	25	37	16	45
5月	12	11	21	15	16	20	17	16	9	30
6月	14	10	18	10	12	14	14	8	5	18
4~6月	49	45	54	60	55	77	56	61	30	93

* 厄尔尼诺年

气旋活跃→冷空气活动频繁→越赤道气流强劲→影响地区的降雨增加。看来是一个可以接受的推论。以 1981 年为例,在 4 月份的 OLR 距平图^[7]上(图略),一条弧状的负距平带沿着加里曼丹、中南半岛方向把华南的负距平区与澳大利亚北部的正距平区联系起来。北部的正距平区是澳大利亚高压所在地。澳大利亚西北部是气旋高频区。弧状负距平带形象地显示出澳大利亚高压北部边缘的、伴随着气旋活动爆发的冷空气越过赤道,在地转偏向力和中南半岛地形作用下变成西南季风的踪迹。这股不稳定的西南气流给影响地区带去降水所需的动能和水汽。

5 月份,华南地区为 OLR 负距平区,表示该地区降水偏多。该月 OLR 距平图(图略)上有一个有趣的现象,那就是描绘印度季风影响的负 OLR 带(左)与描绘越赤道气流的负 OLR 带(右)构成一个“人”字形,华南上空就位于“人”字的头部,即两支季风非线性叠加产生的大片负 OLR 区,该月华南地区降雨量大增。

4 结论与讨论

4.1 预报因子

1 月份拉萨地面气温距平、4 月份赤道东西太平洋海表温度梯度、4 月份赤道印度洋的海表升温速度、1 月份南半球低纬气旋频

数可以在某种程度上反映高原热状况,热带海洋行为、南半球低纬(主要是澳大利亚经度方向)斜压性的特点,可以作为我们预报前汛期广西洪涝的因子。

4.2 因子的预报意义

据我们掌握的资料,只要满足上述因子的数值要求(满足一种或同时2~3种因子的要求),则广西前汛期都将有出现大涝的月份,没有空报。课题组按统一标准给出广西5月份大涝的年份是(统计到1994年):1959、1973、1975、1978、1981、1994年,6月份大涝的年份是:1959、1962、1966、1968、1970、1977、1993、1994年(没有统计4月大涝,其实4月份也有大涝的年份)。除1968年没有反映外,其余年份在前期都有因子反映(1968年没有反映有两种可能,一是该年的资料缺,如南半球气旋的资料该年没有,故无从讨论,另一种可能是仍有未被发现的重要因子)。

4.3 因子的物理意义

这里提出的1月份拉萨地面气温距平“1℃”、4月份赤道东西太平洋海表温度梯度“2℃”、4月份赤道印度洋(60°E海区)升温幅度“2℃”、1月份南半球低纬气旋数“50个”均为经验数值,并非精确的数值实验。但是,这至少可以说明,当高原热状况变异或热带海

洋行为或南半球低纬大气斜压性达到某种程度,便可单独或联合启动某种机制,影响和改变正常的大气环流状态,导致季风变异引发广西前汛期的洪涝。

4.4 因子的不确定性

本文提出的4种预报因子,可以在前汛期到来之前提前1~2个月回答“今年前汛期广西有无大涝”这样的问题,但是对于“哪个月大涝”或“哪个时段大涝”则回答不上来。这说明大气运动非线性变化的复杂性。这些问题的解决有待从不同的角度和更深的层次去进行探讨。

参考文献

- 1 叶笃正,黄荣辉主编.旱涝气候研究进展.北京:气象出版社,1990,147~148.
- 2 露木义.热带的对流活动と日本の天候.气象研究ノ一ト,1990,第168号:55~56.
- 3 张光智,郑庆林.非均匀海面温度异常分布对沃克环流影响的数值试验.气象科学研究院院刊,1988,3(2).
- 4 王绍武等.长期天气预报基础.上海:上海科技出版社,1987:74.
- 5 编写组.华南前汛期暴雨.广州:广东科技出版社,1986:41~47.
- 6 陈善敏等.南极海冰和南半球气旋资料图集.北京:气象出版社,1987,143~167.
- 7 蒋尚城等.OLR的应用和图集.北京:北京大学出版社,1990:196~198.

Analysis of the Predictors of the Serious Waterlogging during the Early Flood Season in Guangxi

Wu Hengqiang

(Guangxi Meteorology Institute, Nanning 530021)

Abstract

Through general analysis of the data of the plateau surface temperature, the tropic sea surface temperature and the Southern Hemisphere cyclones, four predictors were picked out experientially. The four factors are the Lhasa surface air temperature anomaly in January, the equator east-west Pacific surface temperature gradient in April, the equator India Ocean surface temperature rising extent in April and the count of southern hemisphere low latitude cyclone in January. They can predict the serious waterlogging accurately during the early flood season in Guangxi. It's pointed out that the plateau thermal regime; the tropic sea action and the atmosphere baroclinicity of the low latitude in Southern Hemisphere are the important factors that affect the rainfall of Guangxi during the early flood season. Also, the forecast and the physical mechanism were analyzed and discussed.

Key Words: Guangxi early flood season serious waterlogging strong signal source