

三峡库区夏季旱涝变化特征及成因^{* 1}

刘晓冉¹⁾²⁾³⁾ 程炳岩¹⁾ 李国平⁴⁾

¹⁾(重庆市气候中心,重庆 401147) ²⁾(中国科学院大气物理研究所,北京 100029)

³⁾(中国科学院研究生院,北京 100049) ⁴⁾(成都信息工程学院大气科学学院,成都 610225)

摘 要

利用 1951—2008 年三峡库区范围内 10 个国家基本站的夏季降水资料,通过 Z 指数分析了三峡库区夏季旱涝的变化特征,确定出 6 个严重涝年(1954,1956,1980,1982,1983 年和 1998 年)和 6 个严重旱年(1959,1966,1972,1976,2001 年和 2006 年)。结合 NCEP/NCAR 的再分析资料以及 NOAA 的 OLR 资料,对严重旱涝年份的大气环流形势进行合成分析。结果表明:三峡库区夏季旱涝变化具有较好的一致性,1979 年经历了由旱到涝的年代际转变;2001 年后,三峡库区进入偏旱阶段。三峡库区夏季严重涝年和旱年环流形势存在显著差异,当 100 hPa 南亚高压异常强大,500 hPa 高度距平场欧亚高纬度地区从自西向东呈“—+—”距平波列分布,乌拉尔山和鄂霍次克海地区有持续性阻塞高压发展,西太平洋暖池对流偏弱,西太平洋副热带高压位置易偏南,三峡库区以南的西南水汽输送增强,使得三峡库区的水汽辐合增强,这种环流形势配合有利于三峡库区洪涝的发生,严重旱年则相反。

关键词: 三峡库区;旱涝;水汽输送;异常

引 言

三峡库区位于长江中上游,西起重庆江津,东至湖北宜昌,全长 600 km,为跨长江两岸数公里的狭长区域。三峡工程举世瞩目,三峡库区的区域气候变化及其影响日益成为人们关注的科学问题^[1],近些年学者们在全球变暖背景下三峡库区的气候变化规律方面研究取得了一些进展,如对三峡库区基本气候特征^[2-4]、过去几十年气象灾害的变化趋势^[5-7]以及未来 21 世纪库区的气候变化预估^[8]等进行了分析研究,这对开展三峡库区的气候变化适应措施具有重要的借鉴意义。但目前对三峡库区气候变化尤其是旱涝等灾害成因还缺乏深入认识。

三峡库区位于东亚季风区,受季风活动影响,三峡库区的降水比较集中,主要分布在 6—8 月,夏季降水量占全年降水量的 40%~50%^[6]。由于不同年份西太平洋副热带高压等大气环流系统的活动有较大差异,三峡库区一些年份夏季异常多雨,而另一些年份异常高温干旱,库区夏季降水变率较大,容易发生旱涝灾害。尤其是近年来,三峡库区旱涝发生

的强度和频率都有加剧趋势。1998 年的特大洪涝和 2006 年的特大干旱给当地造成了特别严重的损失。三峡库区的旱涝不仅影响当地人民生活和社会活动,还直接决定了长江三峡水利枢纽工程的运行及发电效益。尽管此前许多学者对我国东部地区的旱涝变化规律及发生成因进行了研究^[9-12],但三峡库区位于青藏高原大地形与我国东部平原的过渡区、南北气候过渡带,气候变化有其自身的特点,因此,认识该地区旱涝的变化特征并探讨其成因,对提高旱涝预测水平,进而对预防旱涝灾害提供科学决策依据具有十分重要的意义。

本文首先分析三峡库区夏季旱涝的变化特征,并研究了严重旱涝年份异常的大气环流特征,这为深入探讨其前兆预测信号奠定基础。

1 资料与方法

本文所用资料主要包括:①三峡库区的 10 个国家基准站(奉节、巴东、梁平、万州、鄂西、五峰、宜昌、重庆、涪陵、来风)1951—2008 年 6—8 月的逐月降水量资料;②美国 NCEP/NCAR 再分析资料

* 2010 年中国气象局气候变化专项“全球变暖背景下三峡库区极端天气气候事件趋势预估”和灾害天气国家重点实验室 2009 开放课题(2009LASW-A01)共同资助。

2009-11-12 收到,2010-07-07 收到再改稿。

1951—2008 年的逐月高度场、风场、比湿场及地表气压场格点资料,网格距为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$; ③1979—2008 年 NOAA 的月平均 OLR 资料,网格距为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 。

鞠笑生等^[13]比较了降水距平百分率、湿度指标和 Z 指数 3 种旱涝指标的优缺点,确定 Z 指数能较好地反映某一时段的旱涝实况。由于某一时段的降水量一般并不服从正态分布,而用 Person III 型分布拟合某一时段的降水量效果较好^[14]。 Z 指数正是假设某时段的降水量 F 服从 Person III 型分布,则将其概率密度函数转换为以 Z 为变量的标准正态分布,再按照表 1 进行旱涝等级的划分。转换公式为

$$Z_i = \frac{6}{C_s} \left(\frac{C_s}{2} \phi_i + 1 \right)^{\frac{1}{3}} - \frac{6}{C_s} + \frac{C_s}{6} \quad (1)$$

式(1)中, C_s 为偏态系数, ϕ_i 为标准化变量,计算公式分别为

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^N (F_i - \bar{F})^3}{N\sigma^3} \quad (2)$$

$$\phi_i = \frac{F_i - \bar{F}}{\sigma} \quad (3)$$

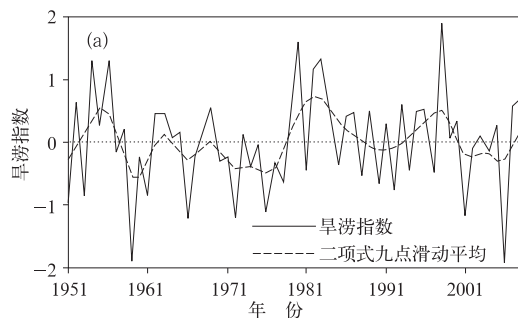
其中, $\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (F_i - \bar{F})^2}$, $\bar{F} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N F_i$, 这里 N 为样

表 2 1951—2008 年三峡地区 10 个台站夏季降水 Z 指数与区域平均降水 Z 指数之间的相关系数

Table 2 The correlations between Z index of each station in the Three Gorges area and the mean of Z index in summer rainfall from 1951 to 2008

台站名	奉节	巴东	梁平	万州	鄂西	五峰	宜昌	重庆	涪陵	来凤
相关系数	0.81	0.80	0.76	0.79	0.82	0.78	0.72	0.60	0.71	0.71

图 1a 为 1951—2008 年三峡库区夏季旱涝指数的逐年变化曲线,20 世纪 50 年代中前期旱涝指数以正值为主,说明该地区以涝为主,从 50 年代后期开始到 70 年代旱涝指数总体为负值,该地区偏旱,进入 80 年代旱涝指数呈明显上升趋势,三峡库区



本量。

表 1 旱涝等级划分

Table 1 Grades of drought and flood

等级	类型	Z 指数	理论概率/%
1	特涝	$Z \geq 1.645$	5
2	大涝	$1.0367 \leq Z < 1.645$	10
3	偏涝	$0.5244 < Z < 1.0367$	15
4	正常	$-0.5244 \leq Z \leq 0.5244$	40
5	偏旱	$-1.0367 < Z < -0.5244$	15
6	大旱	$-1.645 < Z \leq -1.0367$	10
7	特旱	$Z \leq -1.645$	5

2 三峡库区夏季旱涝演变特征

表 2 为 1951—2008 年期间三峡库区 10 个站夏季降水 Z 指数与区域平均降水 Z 指数之间的相关系数,从中可以看到:所有台站的相关系数都大于 0.60,都远远超过 0.001 显著性水平检验的临界相关系数($R_{0.001} = 0.42$),其中有 3 个台站的相关系数大于 0.80,说明该地区旱涝变化具有较好的一致性,10 个站区域平均的夏季降水 Z 指数作为三峡库区旱涝指数,能够很好地反映该地区夏季旱涝的时间演变情况。

由旱转为偏涝。而从 20 世纪 90 年代末以来,旱涝指数又呈下降趋势,2001 年旱涝指数由正转负,以后进入偏旱阶段。最近的研究^[15-16]也表明,2000 年以来我国梅雨雨带有明显北移的趋势,长江流域降水减少,淮河流域降水增多。

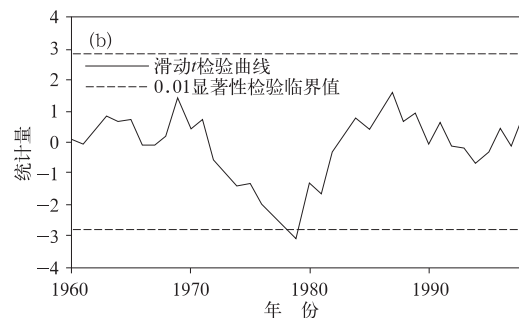


图 1 1951—2008 年三峡库区夏季旱涝指数演变(a)及其滑动 t 检验曲线(b)

Fig. 1 The change (a) and its moving t -statistic curve (b) of the flood and drought indexes of the Three Gorges area in summer from 1951 to 2008

图 1b 是旱涝指数的滑动 t 检验结果(取子序列 $n_1 = n_2 = 10$ 年), 可以看到三峡库区在 20 世纪 70 年代末发生过一次明显的年代际转变, 在年代际时间尺度上从干旱期转入洪涝期, 且以 1979 年为序列的突变点。

由 1951—2008 年三峡库区夏季旱涝等级的逐年变化图(图 2) 可以看到, 库区旱涝变化存在明显的年代际变化和年际变化。20 世纪 50 年代到 70 年代后期, 三峡库区总体处于以旱为主的年代际背景, 但其间也出现 4 个涝年的相反年际变化。在 1951—1978 年期间三峡库区干旱频发, 出现 1 个特旱年、3 个大旱年和 4 个偏旱年, 发生干旱有 8 年, 发生频率为 29%, 即平均大约每 3 年就会发生 1 次干旱。而在此期间, 三峡库区还出现了 2 个大涝年和 2 个偏涝年, 涝年发生频率为 14%, 旱年发生频率是涝年的 2 倍。1979 年以后三峡库区由于旱期转入洪涝期, 1979—2000 年期间, 三峡库区只出现 3 个偏旱年, 而出现 1 个特涝年、3 个大涝年和 2 个偏涝年, 涝年发生频率为旱年的 2 倍, 而且洪涝的强度较强。进入 2001 年以来, 随着梅雨带的北移^[15-16], 三峡库区进入偏旱阶段, 严重干旱频发, 2001 年和 2006 年分别发生了大旱和特旱。尤其是 2006 年, 西太平洋副热带高压处于西伸加强的状态, 其与东伸的伊朗高压及异常的青藏高原一起构成一条高压带, 使得四川东部到三峡库区处于高压控制之下, 造成三峡库区出现特旱^[17]。

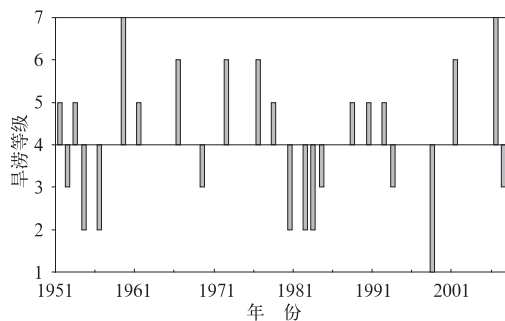


图 2 1951—2008 年三峡库区夏季旱涝等级演变

Fig. 2 The change of the flood and drought grades of the Three Gorges area in summer from 1951 to 2008

3 三峡库区严重旱涝年环流异常特征

大气环流和水汽输送是造成降水变化最重要和最直接的因子, 其变化规律是认识旱涝分布的关键。将旱涝等级为 1, 2 级的年份定为严重涝年, 6, 7 级的年份定为严重旱年, 这样确定出 1951—2008 年的

58 年中出现 6 个严重涝年(1954, 1956, 1980, 1982, 1983 年和 1998 年), 6 个严重旱年(1959, 1966, 1972, 1976, 2001 年和 2006 年), 对上述严重旱年和严重涝年的环流形势进行合成分析, 并利用 t 统计量进行显著性水平检验^[18], 以此分析该地区旱涝的形成原因。

3.1 100 hPa 高度场

南亚高压是夏季北半球 100 hPa 等压面上强大而稳定的大气活动中心, 对我国夏季降水影响很大^[19]。为研究南亚高压对三峡库区旱涝异常的影响, 分别对严重旱涝年的 100 hPa 位势高度距平场进行合成分析。严重涝年(图 3a), 东亚地区为正距平控制, 伊朗高原东部及南亚次大陆北部地区上空 100 hPa 高度场异常偏高 20 gpm 以上, 表明南亚高压异常强大, 加强了高空辐散, 有利于三峡库区降水产生。而严重旱年(图 3b), 东亚地区 100 hPa 高度距平场被负距平控制, 南亚地区 100 hPa 高度场比常年偏低 12 gpm 以上, 说明南亚高压偏弱, 高空辐散减弱, 不利于三峡库区降水产生。严重涝年和旱年的 100 hPa 高度差值场(图 3c)进一步表明, 三峡库区严重涝年相对于旱年的东亚地区 100 hPa 高度场偏高, 尤其是印度半岛北部地区上空偏高明显, 南亚高压异常偏强。

3.2 500 hPa 高度场

图 4a 是三峡库区严重洪涝年的同期夏季 500 hPa 高度距平场, 50°N 以北的欧亚高纬度地区自西向东呈“—+—”距平波列分布, 形成正的欧亚—太平洋(EUP)遥相关型^[20], 其中乌拉尔山至鄂霍次克海为正距平, 尤其是雅库茨克—鄂霍次克海地区高度场异常偏高, 中心强度偏高达 30 gpm, 这表明乌拉尔山高压脊和鄂霍次克海阻塞高压强度增强。而以往的研究也表明, 夏季欧亚中高纬阻塞形势异常对我国梅雨期暴雨的维持和强度具有重要影响, 鄂霍次克海高压建立并稳定时, 往往造成东亚梅雨期降水增多^[21-22]。同时日本群岛高度场异常偏低, 中心强度低至 -10 gpm, 而在低纬度地区为正距平, 尤其是南海北部异常偏高 10 gpm, 在东亚沿海地区形成南北向的“+—+”距平波列, 类似负的东亚遥相关型(EAP)波列^[23], 西太平洋副热带高压位置偏南, 造成三峡库区降水偏多。

三峡库区严重旱年的 500 hPa 高度距平场(图 4b)与严重涝年呈基本相反分布形势, 欧亚高纬度距平自西向东呈“+—+”距平波列形式, 为负的欧亚—太平洋遥相关型^[22], 北欧地区高度场异常偏高, 这种距平分布特征反映出夏季北欧有高压脊建立, 乌

拉尔山高压脊和鄂霍次克海阻塞高压减弱,长江流域

不容易出现持续性降水,易造成三峡库区干旱。

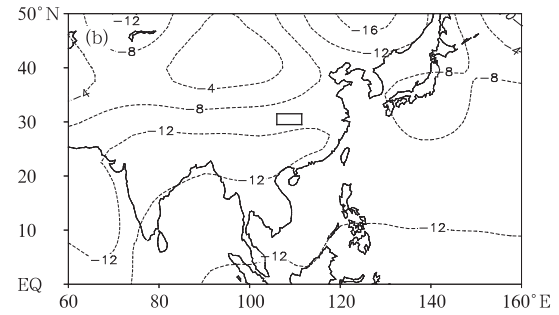
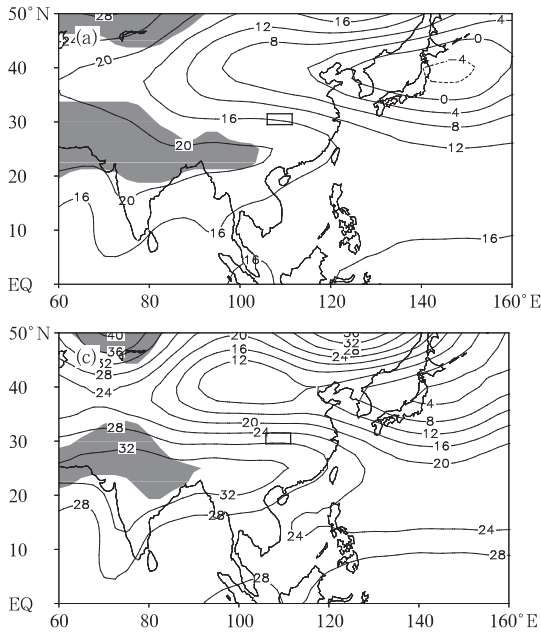


图3 三峡库区夏季严重涝年和旱年同期 100 hPa 高度距平合成场和差值场(单位:gpm)(阴影区为通过 0.1 显著性水平检验;矩形框为三峡库区)(a)严重涝年,(b)严重旱年,(c)严重涝年与旱年的差值场
Fig. 3 The composite anomaly fields of 100 hPa height in summer of the Three Gorges area (unit: gpm) (shaded areas denote passing the test of 0.1 level; the square frame is the Three Gorges area) (a) severe flood years, (b) severe drought years, (c) difference between severe flood and drought years

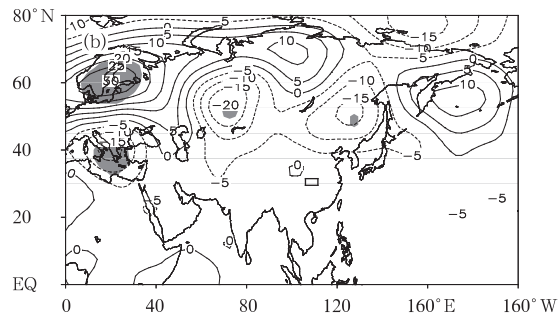
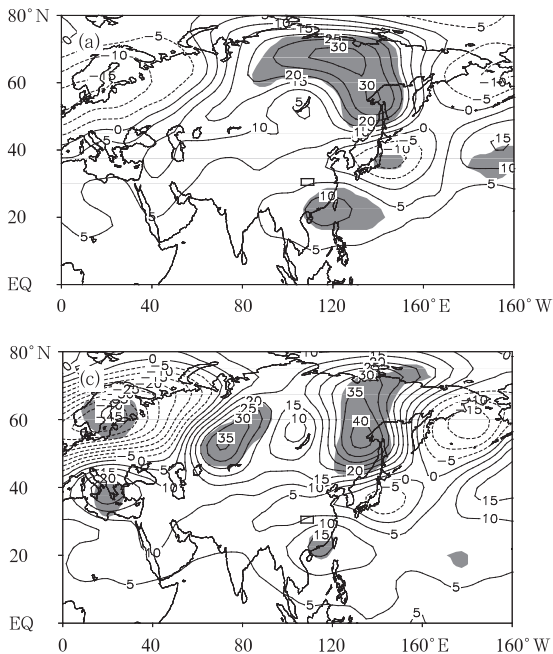


图4 三峡库区夏季严重涝年和旱年同期 500 hPa 高度距平合成场和差值场(单位:gpm)(阴影区为通过 0.1 显著性水平检验;矩形框为三峡库区)(a)严重涝年,(b)严重旱年,(c)严重涝年与旱年的差值场
Fig. 4 The composite fields of 500 hPa height anomaly in summer of the Three Gorges area (unit: gpm) (shaded areas denote passing the test of 0.1 level; the square frame is the Three Gorges area) (a) severe flood years, (b) severe drought years, (c) difference between severe flood and drought years

三峡库区严重涝年与旱年的 500 hPa 高度差值场(图 4c)进一步表明,三峡库区严重涝年相对于旱年在北欧地区高度场异常偏低,在乌拉尔山到鄂霍次克海及南海北部地区的高度场异常偏高,乌拉尔山阻塞高压和鄂霍次克海阻塞高压是影响三峡库区夏季旱涝的重要因子。需要指出的是,三峡库区与长江中下游地区夏季旱涝年的 500 hPa 高度距平场分布在贝加尔湖地区不一致^[22],这也体现了三峡库区旱涝的区域特征。

3.3 水汽输送

水汽输送特别是垂直积分的整层水汽输送及其辐合的变化直接影响到旱涝的发生,Ninomiya^[24]指出南海地区是输入中国大陆的重要水汽通道,刘晓冉等^[17]也指出川渝地区的水汽输送主要来自孟加拉湾和南海的西南季风的水汽输送带。图 5 给出了三峡库区严重旱涝年的夏季整层水汽通量矢量距平合成场,图 5a 和 5b 显示了两种明显不同的水汽输送形势。三峡库区严重涝年(图 5a),东亚中低纬地

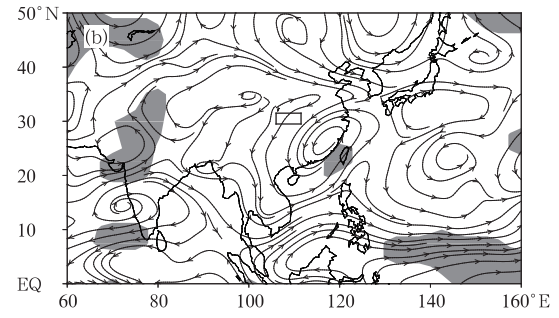
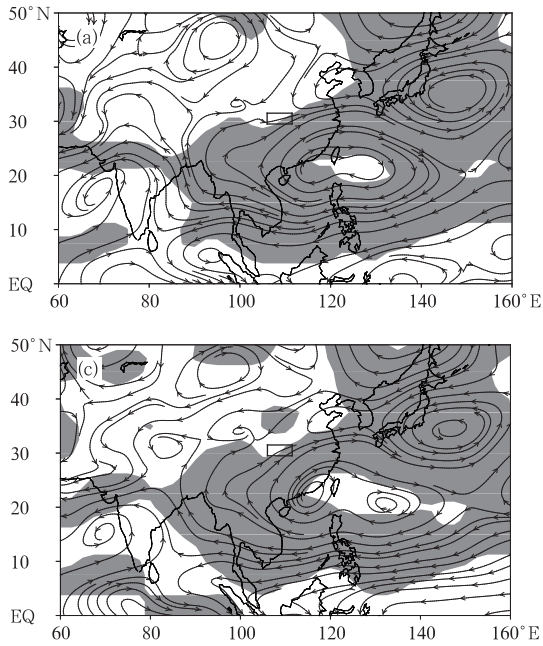


图5 三峡库区夏季严重涝年和旱年同期整层水汽通量距平流场的合成场和差值场 (阴影区为通过0.1显著性水平检验;矩形框为三峡库区) (a)严重涝年,(b)严重旱年,(c)严重涝年与旱年的差值场
Fig. 5 The composite anomaly fields of the water vapour flux of total layers stream vector in summer of the Three Gorges area (shaded areas denote passing the test of 0.1 level; the square frame is the Three Gorges area) (a) severe flood years, (b) severe drought years, (c) difference between severe flood and drought years

区存在着一个异常的反气旋式距平水汽输送,与弱东亚季风年份的水汽异常输送特征类似^[25],尤其是三峡库区以南经中南半岛到南海地区为显著西南距平水汽输送,这也就大大增强了来自热带地区的暖湿水汽输送,有利于该库区降水的产生,容易产生洪涝。

而三峡库区严重旱年(图5b)的水汽输送形势与严重涝年正好相反,在东亚中低纬地区存在着一个气旋式距平水汽输送,与强东亚季风年份的水汽异常输送特征类似^[25],其西侧从三峡库区到中南半岛被偏北水汽输送距平控制,这减弱了来自热带的水汽输送,使三峡库区容易出现干旱。严重涝年和

旱年的水汽输送差值场(图5c)同样表明,三峡库区严重涝年相对于旱年中南半岛及南海地区的偏南热带水汽输送异常增强。

水汽通量散度是表征水汽在一个地区聚集程度的物理量。三峡库区严重涝年(图6a),从三峡库区到江淮流域的我国东部25°~30°N一带的水汽通量散度为负距平,说明三峡库区整层水汽通量辐合加强,有利于降水产生,而华南沿海地区为异常的水汽通量散度正距平。而严重旱年(图6b)与洪涝年基本呈相反形式,我国三峡库区到江淮流域的水汽通量散度距平全部为正,说明干旱年三峡库区整层水

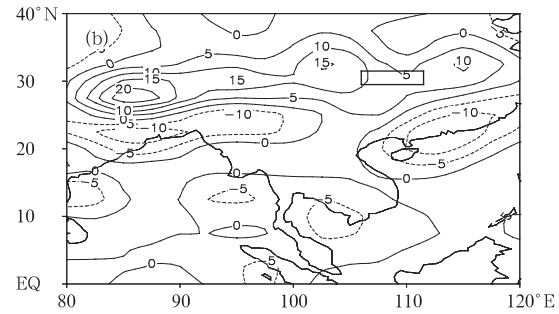
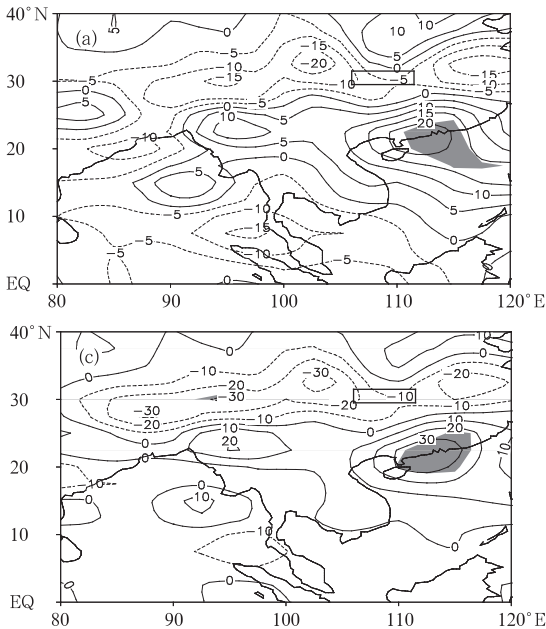


图6 三峡库区夏季严重涝年和旱年同期整层水汽通量散度距平合成场和差值场(单位:10⁻⁶kg·m⁻²·s⁻¹) (阴影区为通过0.1显著性水平检验;矩形框为三峡库区) (a)严重涝年,(b)严重旱年,(c)严重涝年与旱年的差值场
Fig. 6 The composite anomaly fields of the water vapour flux divergence of total layers in summer of the Three Gorges area (unit: 10⁻⁶kg·m⁻²·s⁻¹) (shaded areas denote passing the test of 0.1 level; the square frame is the Three Gorges area) (a) severe flood years, (b) severe drought years, (c) difference between severe flood and drought years

汽通量辐合减弱。严重涝年和早年的水汽输送通量差值场(图 6c)表明,三峡库区严重涝年相对于早年,南海地区水汽输送增强,水汽不易在华南沿海地区汇聚,而易在三峡库区汇聚增强。

4 热带对流活动与三峡库区旱涝的关系

图 7 给出了 1979—2008 年三峡库区夏季旱涝指数和同期 OLR 场的相关分布。从图 7 可以看出,三峡库区夏季洪涝和 OLR 场有很好的相关关系,其中最明显的是西太平洋暖池上空呈显著正相关,相关系数达到 0.6 以上,而在三峡库区及长江中下游地区呈显著负相关,相关系数也达到 0.6,通过了 0.05 的显著性水平检验。黄荣辉等指出,西太平洋暖池上空对流异常能激发从赤道向极低传播的大气 Rossby 波列,即东亚遥相关型波列,造成东亚夏季降水异常^[26-27]。当西太平洋暖池上空 OLR 异常增大时,即对流异常减弱时,容易造成西太平洋副热带高压偏南,三峡库区夏季降水偏多,容易发生洪涝。反之,如果西太平洋暖池上空对流异常偏强时,三峡库区容易干旱。

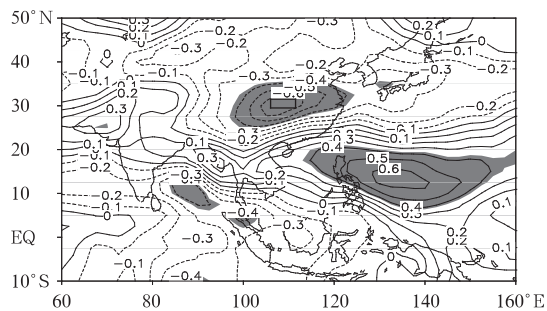


图 7 三峡库区夏季旱涝指数与同期东亚地区 OLR 场的相关分布(阴影区为通过 0.05 显著性水平检验;矩形框为三峡库区)

Fig. 7 The correlation distribution between the flood, drought indexes of the Three Gorges area in summer and the OLR over East Asian in summer (shaded areas denote passing the test of 0.05 level; the square frame is the Three Gorges area)

5 小 结

通过分析近 58 年(1951—2008 年)三峡库区夏季洪涝的变化特征及严重旱涝年份的大气环流异常特征,可以得到以下几点主要结论:

1) 三峡库区夏季旱涝变化具有较好的一致性,并在 1979 年存在明显的年代际转变。

2) 在 1951—1978 年期间,三峡库区处于干旱期,干旱频发,1979 年经历了由旱到涝的年代际转变,1979—2000 年以涝为主,洪涝强度较强,2001 年后,三峡库区进入偏旱阶段,严重干旱频发。

3) 三峡库区夏季严重涝年和早年的环流形势存在明显差异,可以归纳出影响三峡库区旱涝的基本物理图像:夏季,当高层 100 hPa 上南亚高压较强(弱),则三峡库区高空辐散加强(减弱);中层 500 hPa 高度距平场上欧亚高纬度地区从自西向东呈“—+—”(“+—+”)距平波列,表明乌拉尔山和鄂霍次克海地区有(无)持续性阻塞高压发展;而在低纬度地区,西太平洋暖池对流偏弱(强),使得西太平洋副热带高压位置偏南(北),三峡库区以南的西南水汽输送增强(减弱),使得三峡库区的水汽辐合增强(减弱),这种环流形势配合有利于三峡库区洪涝(干旱)的发生。

参 考 文 献

- [1] 张建敏,黄朝迎,吴金栋.三峡工程建成后枯水期运行的气候风险研究.应用气象学报,2001,16(2):91-98.
- [2] 王梅华,刘莉红,张强.三峡地区气候特征.气象,2005,31(7):67-71.
- [3] 廖要明,张强,陈德亮.1951—2006 年三峡库区夏季气候特征.气候变化研究进展,2007,3(6):368-372.
- [4] 叶殿秀,邹旭恺,张强,等.长江三峡库区高温天气的气候特征分析.热带气象学报,2008,24(2):200-204.
- [5] 叶殿秀,张强,邹旭恺.三峡库区雷暴气候变化特征分析.长江流域资源与环境,2005,14(3):381-385.
- [6] 陈鲜艳,张强,叶殿秀,等.三峡库区局地气候变化.长江流域资源与环境,2009,18(1):47-51.
- [7] 陈鲜艳,张强,邹旭恺,等.近几十年三峡库区主要气象灾害变化趋势.长江流域资源与环境,2009,18(3):296-300.
- [8] 刘晓冉,杨茜,程炳岩,等.三峡库区 21 世纪气候变化的情景预估分析.长江流域资源与环境,2010,19(1):42-47.
- [9] 柏晶瑜,徐祥德,周玉淑,等.春季青藏高原感热异常对长江中下游夏季降水影响的初步研究.应用气象学报,2003,14(3):108-113.
- [10] 吴贤云,丁一汇,王琪,等.近 40 年长江中游地区旱涝特点分析.应用气象学报,2006,17(1):19-28.
- [11] 王遵娅,丁一汇.夏季长江中下游旱涝年季节内振荡气候特征.应用气象学报,2008,19(6):72-77.
- [12] 王跃男,陈隆勋,何金海,等.夏季青藏高原热源低频振荡对我国东部降水的影响.应用气象学报,2009,20(4):37-45.
- [13] 鞠笑生,杨贤为,陈丽娟,等.我国单站旱涝指标确定和区域洪

- 涝级别划分的研究. 应用气象学报, 1997, 8(1): 26-33.
- [14] 么枕生, 丁裕国. 气候统计. 北京: 气象出版社, 2000: 161-180.
- [15] 胡娅敏, 丁一汇. 2000 年以来江淮梅雨带北移的可能成因分析. 气象, 2009, 35(12): 37-43.
- [16] 司东, 丁一汇, 柳艳菊. 中国梅雨雨带年代际尺度上的北移及其原因. 科学通报, 2010, 55(1): 63-73.
- [17] 刘晓冉, 杨茜, 程炳岩. 2006 年盛夏川渝严重伏旱的同期环流场和水汽场异常特征分析. 气象, 2009, 35(5): 27-34.
- [18] 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法(第 2 版). 北京: 气象出版社, 2000: 21.
- [19] 钱永甫, 张琼, 张学洪. 南亚高压与我国盛夏气候异常. 南京大学学报(自然科学), 2002, 38(3): 295-307.
- [20] 李崇银. 气候动力学引论. 北京: 气象出版社, 2000: 514-516.
- [21] Wang Y. Effects of blocking anticyclones in Eurasia in the rainy season(meiyu/baiu season). *J Meteor Soc Japan*, 1992, 70: 929-951.
- [22] 张庆云, 陶诗言. 亚洲中高纬度环流对东亚夏季降水的影响. 气象学报, 1998, 56(2): 199-211.
- [23] 黄荣辉, 李维京. 夏季热带西太平洋上空的热源异常对东亚上空副热带高压的影响及其物理机制. 大气科学, 1988, 12(特刊): 107-116.
- [24] Ninomiya K. Moisture balance over China and the South China Sea during the summer monsoon in 1991 in relation to the intense rainfall over China. *J Meteor Soc Japan*, 1999, 77: 737-751.
- [25] 施小英, 徐祥德, 王浩, 等. 长江中下游地区旱涝异常的水汽输送结构特征及其变化趋势. 水利学报, 2008, 39(5): 596-603.
- [26] 黄荣辉. 引起我国夏季旱涝的东亚大气环流异常遥相关及其物理机制的研究. 大气科学, 1990, 14(1): 108-117.
- [27] 黄荣辉, 孙凤英. 热带西太平洋暖池的热状况及其上空的对流活动对东亚夏季气候异常的影响. 大气科学, 1994, 18(2): 141-151.

Variation Characteristics and Causes of the Flood and Drought in the Three Gorges Area in Summer

Liu Xiaoran¹⁾²⁾³⁾ Cheng Bingyan¹⁾ Li Guoping⁴⁾

¹⁾ (Chongqing Climate Center, Chongqing 401147)

²⁾ (Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029)

³⁾ (Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049)

⁴⁾ (Department of Atmospheric Sciences, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225)

Abstract

The Three Gorges area is located in the East Asian monsoon region. Under the influence of the monsoon activity, the precipitation of the Three Gorges area mainly concentrates on the period from June to August with relatively high variability, which is prone to the occurrence of the flood and drought disaster. The flood and drought of the Three Gorges area not only has a great impact on the lives of local residents and social activities, but also directly determines the operation and power generation efficiency of the Three Gorges Hydropower-complex Project. As a result, the study of the variation characteristics and the formation of the flood and drought of the Three Gorges area is of great significance, providing a scientific decision base to prevent the disaster of flood and drought.

The temporal evolution of the drought and flood of the Three Gorges area in summer and its circulation patterns in the anomalous years are analyzed, obtaining a consistent result. The droughts occur frequently in the Three Gorges area in summer from 1951 to 1978. Following, there is a decadal abrupt change from the droughts to the floods in 1979. Then the floods are popular in the Three Gorges area from 1979 to 2000. Severe droughts take place frequently in the Three Gorges area after 2001. The circulation patterns are obviously different between in severe flood years and in severe drought years of the Three Gorges area. As for the severe flood years of the Three Gorges area, the South Asia High strengthens in

100 hPa, and there is a “-+-” wave train from the west to the east of the Eurasia high latitude area in 500 hPa height anomaly, which reflects that there are continuing block highs in the Okhotsk and Ural regions. Furthermore, the weaker convections over the Western Pacific Warm Pool make the West Pacific Subtropical High to shift southward. In addition, there is strengthening southwest water vapor transport from the Three Gorges area to the Indo-China peninsula, which enhances the water vapor convergence in the Three Gorges area. These circulation patterns are advantageous to the genesis of the floods in the Three Gorges area.

Key words: the Three Gorges area; flood and drought; transportation of water vapor; anomalies

欢迎订阅《应用气象学报》

《应用气象学报》是由中国气象科学研究院、国家气象中心、国家卫星气象中心、国家气候中心、国家气象信息中心和中国气象局气象探测中心联合主办的大气科学理论与应用研究的综合性学术期刊。《应用气象学报》将向您提供有关我国大气科学领域内研究和应用成果的最新论文、资料、方法等大量信息,内容包括气象预报、卫星气象、农业气象、海洋气象、航空气象、环境气象、人工影响天气、应用气象、大气探测、遥感技术以及计算机应用技术等学科;还将向您介绍国内外现代科技的最新理论与新技术在大气科学中应用的研究论文及信息。主要栏目有论著、短论、综合评述、业务系统、学术论坛、研究简报、书刊评介等。本刊被《中文核心要目总览》确认为大气科学(气象学)类核心期刊,并已首批入选“中国科学引文数据库”(CSCD),中国科学技术期刊文摘(CSTA)国家数据库(英文版)收录的刊源名单,并被美国气象学会“气象与地球天体物理学文摘”(MGA)和美国国际科学应用协会(SAIC)以及中国科学文摘(英文版)等多种文摘摘录。本刊还首批入选“中国学术期刊(光盘版)”、“万方数据——数字化期刊群”和“中文科技期刊数据库”。《应用气象学报》面向广大的气象科研、业务技术人员、在校有关专业的研究生、大专院校师生等专业人员。

《应用气象学报》为双月刊,逢双月出版,可以随时汇款订阅或购买(户名:中国气象科学研究院,账号:11001028600056086013,开户行:建行北京白石桥支行)。2011年6期(每期定价30.00元),总订价180.00元(含邮资)。

订阅地址:北京市中关村南大街46号中国气象科学研究院《应用气象学报》编辑部;邮政编码:100081。

联系电话:(010)68407086,68408638。网址:qk.cams.cma.gov.cn。

E-mail: yyqxxb@cams.cma.gov.cn, yyqxxb@163.com。