

长江三峡工程 生态与环境监测系统

—— 三峡气候及影响因子研究

陈鲜艳 廖要明 张强 主编



气象出版社
China Meteorological Press

长江三峡工程生态与环境监测系统

——三峡气候及影响因子研究

陈鲜艳 廖要明 张 强 主编

内容提要

本书是中国气象局和国务院三峡办共同资助的“三峡库区气候监测、预警、评估业务”项目论文成果汇编。全书主要反映了三峡库区气候要素和灾害性天气的时空分布特征,并对库区气候及主要气象灾害的形成机理进行了探讨。本书共收入有关论文 34 篇,包括以下三个部分的研究成果:(1)三峡库区气象要素时空分布特征;(2)三峡库区灾害性天气变化特征;(3)三峡库区气候影响因子。

本书对三峡地区气候监测、预测、预警及防御有很好的参考价值,也适合为大气科学、环境科学和农业科学的业务、科研、教学和管理人员提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

长江三峡工程生态与环境监测系统:三峡气候及影响因子研究/陈鲜艳,
廖要明,张强主编. —北京:气象出版社,2011.1

ISBN 978-7-5029-5153-5

I. ①长… II. ①陈… ②廖… ③张… III. ①三峡-气候-文集
IV. ①P468.271.9-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 006888 号

长江三峡工程生态与环境监测系统

——三峡气候及影响因子研究

陈鲜艳 廖要明 张强 主编

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

总 编 室:010-68407112

网 址:<http://www.cmp.cma.gov.cn>

责任编辑:陈 红

封面设计:博雅思企划

责任校对:石 仁

印 刷:北京中新伟业印刷有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

字 数:446 千字

版 次:2011 年 1 月第 1 版

定 价:60.00 元

邮政编码:100081

发 行 部:010-68409198

E-mail: qxcbs@cma.gov.cn

终 审:赵同进

责任技编:吴庭芳

印 张:18

印 次:2011 年 1 月第 1 次印刷

前 言

长江三峡水利枢纽工程是开发和治理长江的关键性骨干工程,防洪、发电、航运、环境和生态等综合效益巨大。为了长期、系统地监测三峡工程可能对生态环境和局地气候的影响,并为三峡库区生态环境的可持续发展提供科学的依据,在国务院三峡工程建设委员会办公室(以下简称国务院三峡办)和中国气象局的组织协调和支持下,1995 年开始国家气候中心、湖北省气象局、重庆市气象局(原为四川省气象局)等单位共同开展了“三峡库区局地气候监测系统”研究,对库区气候变化、气象灾害等进行长期监测,积累三峡水库蓄水前后气候监测数据,并向国务院三峡办提供定期或不定期的气候监测、评估报告,为三峡工程建设、库区生态环境建设以及库区移民开发、合理利用气候资源、规划工农业生产布局提供气象保障和气候分析服务。

2003 年三峡水库初期蓄水后,国务院三峡办和中国气象局进一步加强了“三峡库区气候监测、预警、评估”业务,在“三峡库区局地气候监测系统建设”课题资助下,围绕三峡库区大气、环境等问题进行了重点监测和研究。2009 年又在库区成功设立了三个立体气候剖面观测中心,增建 15 个无人自动气象站、12 个能见度观测站和 3 个百米铁塔梯度观测站,扩充了库区气象监测站点,加密了水平空间观测精度,增加了垂直空间观测层次。

国家气候中心、重庆市气象局、湖北省气象局和南京信息工程大学等单位组成的业务和研究人員经过多年的辛勤努力,在三峡库区气候监测预警、库区灾害影响评估和形成机理方面取得了一些研究成果。课题组分别于 2003 年出版《长江三峡工程生态与环境监测系统局地气候监测评价研究》、2009 年出版《三峡库区局地气候特征(1961—2007)》研究成果,对库区气候要素变化特征、库区生态环境影响和气候模拟分析等作了初步探索研究。本书是三峡库区局地气候监测系统自 2003 年以来利用更加丰富的观测资料,对三峡库区气候监测、评估及其影响更加深入分析的成果。全书主要包括三峡库区气象要素时空分布特征、三峡库区灾害性天气变化特征和三峡库区气候影响因子分析等内容,其研究结论对开展气候监测、评估、预测和气候服务,以及气候资源开发利用都有很好的参考价值。

本书在出版过程中得到了国家气候中心主任宋连春研究员、副主任张祖强、国务院三峡办水库司副司长周维研究员、中国气象局预报与网络司刘海波处长、南京信息工程大学吴立广教授以及湖北省气象局陈正洪研究员等领导专家的大力支持,对本书的编审提出了很好的建议,特此感谢。由于学识水平有限,书中文章难免有欠妥之处,欢迎广大读者批评指正。

编者

2010 年 12 月 28 日

目 录

前 言

第一部分 三峡库区气象要素时空分布特征

三峡库区局地气候变化·····	陈鲜艳 张强 叶殿秀等(3)
1951 -2006 年三峡库区夏季气候特征 ·····	廖要明 张强 陈德亮(10)
重庆市气温变化趋势及其可能原因分析 ·····	郭渠 孙卫国 程炳岩等(16)
近 46 年重庆地区气温变化特征分析·····	刘晓冉 程炳岩 张天宇等(27)
重庆地区日降水气候分析 ·····	陈艳英 马力 高阳华等(34)
1961- 2008 年三峡库区气候变化特征分析 ·····	张天宇 范莉 孙杰等(41)
长江三峡地区宜昌、巴东短历时极值降水特征分析·····	王海军 张峻 王宏记等(54)
三峡库区夏季降水基本气候特征 ·····	周毅 高阳华 段相洪(64)
三峡水库对区域气候影响的数值模拟分析 ·····	马占山 张强 秦琰琰(69)
三峡库区气压资料的不均一性检验及订正 ·····	曾红玲 张强 祝昌汉(80)
三峡库区蓄水后气候特征及其对生产潜力的影响 ·····	钟海玲 高荣 杨霞(86)
三峡库区太阳能资源基本特征及其演变 ·····	赵东 祝昌汉(94)
三峡下垫面变化对区域气候效应的影响研究·····	李艳 高阳华 陈鲜艳等(107)

第二部分 三峡库区灾害性天气变化特征

重庆夏季极端最高气温的时空变化特征分析·····	郭渠 孙卫国 程炳岩等(117)
近几十年三峡库区主要气象灾害变化趋势·····	叶殿秀 张强 邹旭恺等(126)
长江三峡库区连阴雨的气候特征分析·····	邹旭恺 张强 叶殿秀(133)
长江三峡库区高温天气的气候特征分析·····	叶殿秀 邹旭恺 张强等(140)
春旱强度等级划分及概率的空间分布研究·····	柏建(148)
三峡库区雷暴气候变化特征分析·····	叶殿秀 张强 邹旭恺(154)
重庆汛期极端降水事件分析·····	张天宇 程炳岩 刘晓冉等(161)
长江三峡库区雾的变化特征分析及原因初探·····	虞俊 王遵娅 张强(171)
湖北省及三峡库区短历时暴雨强度时空分析·····	王海军(180)
宜昌市霾天气特征初步分析·····	付晓辉 肖刚 高亮(189)
重庆地区暴雨发生规律统计分析·····	陈艳英(199)

第三部分 三峡库区气候影响因子分析

川渝地区降水变化与 Nino3 区 SST 的关系及其稳定性分析 ...	程炳岩 郭渠 孙卫国	(203)
重庆汛期降水与西太平洋副热带高压的关系	周浩 程炳岩 叶钊	(211)
2008 年重庆冬季低温天气的环流异常特征	周浩 程炳岩 王勇等	(217)
青藏高原冬春季积雪异常与西南地区夏季降水关系的分析	周浩 唐红玉 程炳岩	(225)
川渝地区夏季高温干旱变化特征及其异常年环流形势分析 ...	刘晓冉 程炳岩 杨茜等	(236)
重庆近 48 年高温天气气候特征及其环流形势	郭渠 孙卫国 程炳岩等	(245)
东亚地区水汽输送与重庆夏季旱涝的联系	周浩 刘晓冉 程炳岩	(254)
2006 年夏季川渝高温干旱分析	邹旭恺 高辉	(264)
2006 年三峡库区夏季高温干旱及成因分析	张强 罗勇 廖要明等	(269)
近 47 年影响重庆汛期降水的气候因子分析研究	周浩 程炳岩 叶钊等	(274)

第一部分

三峡库区气象要素时空分布特征

三峡库区局地气候变化

陈鲜艳 张强 叶殿秀 廖要明 祝昌汉 邹旭恺

(中国气象局国家气候中心, 北京 100081)

摘 要 三峡库区地处鄂西和渝东的崇山峻岭中, 局地气候受山谷和水体的共同影响, 冬暖夏热, 降水丰富。利用三峡库区及其周边地区 33 个气象观测站 1961—2006 年降水与温度观测资料, 对 2003 年蓄水前后的降水、气温等要素作了时间对比分析, 同时分别选取近库区和远库区站点作降水比值和温度差值分析。结果表明, 近几年库区降水较常年偏少, 但降水趋势与西南地区降水年代际变化一致。20 世纪 90 年代之后三峡库区气温有显著上升趋势, 蓄水后受水域扩大影响近库地区的气温发生了一定变化, 表现出冬季增温效应, 夏季有弱降温效应, 但总体以增温为主。由于三峡工程局地气候影响是一个复杂、长期的气候调节过程, 本文所给出的结果只是三峡水库蓄水至今 3 年时间的观测分析结果, 同时蓄水前后温度变化还需要更长时间观测分析统计, 对水库水域扩大影响造成的局地气候效应有待用更多研究方法及模式结果的验证。

关键词 三峡 气候效应 局地变化

1 引言

三峡库区位于秦岭、大巴山以南, 境内多山、地形起伏, 属中亚热带湿润气候区。由于冬、夏季风交替, 气温与降水季节变化明显。库区四季分明, 冬季温和, 昼时较短; 夏季炎热, 昼时较长。气温的年较差和日较差都比较小。库区热量资源较为丰富, 雨量比较充足, 雨热同季, 降水主要集中在仲春到仲秋时段, 库区西段秋季多连阴雨天气。

三峡库区蓄水后, 造成长江水位上升, 水域面积扩大, 必将引起库区周边的气候、大气环境及生态环境的变化。在三峡成库前, 不少学者对三峡水库周边气候特征做过分析^[1~4], 有专家通过计算机数值模式模拟认为, 三峡库区蓄水导致三峡土地利用类型发生变化, 将在一定区域内使温度、降水等气象要素发生变化^[5,6]。因此, 对三峡库区周边局地气候变化的分析显得极有实际意义。本文主要利用气象观测站资料, 分析讨论了 1961 年以来三峡水库附近的气温、降水的时空分布特征, 并根据 2004—2006 年 3 年间在水库周边的第一手监测资料, 对蓄水后三峡库区局地温度与降水变化特征做了分析。

2 资料与方法

本文在三峡库区及其周边选取分布于长江干流附近 33 个气象站的降水和气温资料, 其中宜昌、秭归、巴东、巫山、奉节、云阳、万州、忠县、丰都、涪陵、长寿和重庆 12 个站为沿江站, 自三峡水库宜昌库首向西沿江分布(图 1)。资料年代为 1961—2006 年, 取自国家气象信息中心。

可以发现库区沿江 12 站年平均降水量与库区各站平均降水量两者的变化趋势基本一致。

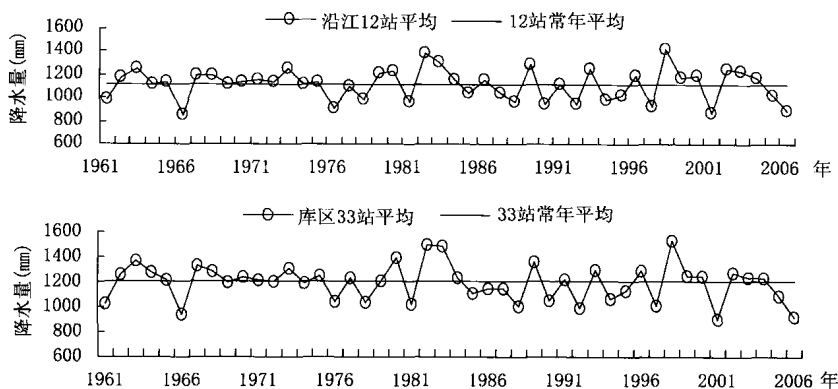


图2 长江三峡库区年降水量历年变化(单位: mm)

3.2 近三年降水变化

2004—2006 年三峡库区各站的降水与常年平均相比,各站年降水量均有不同程度的减少,其中奉节站和鄂西站蓄水后年降水量分别为 919.1 mm 和 1034.9 mm,比常年平均分别偏少了 20%和 27%(图 3)。在空间分布上,蓄水后库区东段奉节至宜昌段的年降水量较常年偏少 10%~20%,库区中西段年降水量较常年偏少 1%~10%左右。

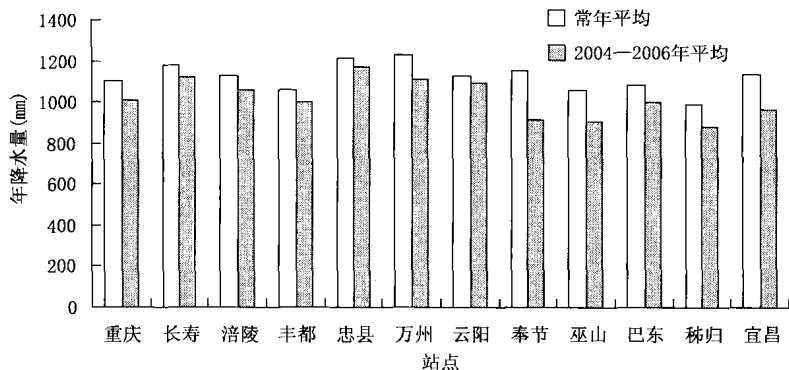


图3 三峡库区沿江各站 2004--2006 年平均与常年平均年降水量(单位: mm)

选取近库区(巫山、巴东)和长江以北远库区(巫溪、兴山)为代表站,采用近库区、远库区两个区域的降水量比值比较法,去除大尺度变化的影响并得到一个相对稳定的比值变化,给出近库区和远库区年降水量比值的历年变化曲线(图 4)。由图 4 可见,近库区和远库区的降水比值总体上有微弱的上升趋势,但又呈现出明显的年代际变化。20 世纪 70 年代至 80 年代中期,近库区的降水量偏多;在接下来的近 10 年中,两者的年降水量相近,但远库区的降水略偏少。2000 年之后,近库区的降水量开始增多。尽管近库区和远库区的降水量比值于 2003—2004 年间突然增强,但和前 5 年相比,2004 年之后比值的变化仍位于年代际变化周期中。我们还比较了近库区与长江以南远库区代表站(建始、鄂西)的年平均降水,两者的比值在蓄水前后也没有表现出明显的变化。

观测表明,库区降水趋势与西南地区的平均年降水量变化趋势基本一致,两者的相关系数

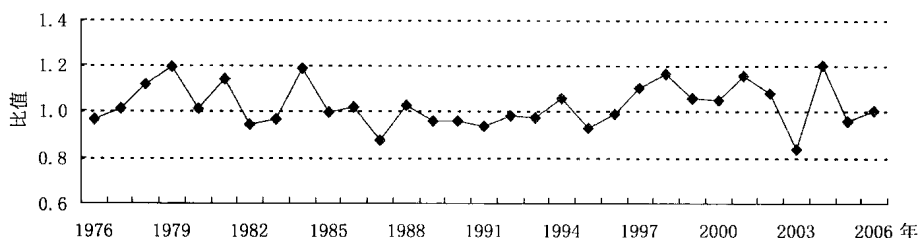


图4 近库区和远库区年降水量比值的历年变化

可达 0.31, 通过 95% 的信度检验 (图 5)。有分析指出, 由于西南地区及库区降水主要集中于夏季, 因此降水的丰寡与夏季大气环流有着密切关系, 夏季西南地区的大气环流形势在一定程度上影响到三峡库区的气候。如 2006 年 7--8 月西太平洋副热带高压的平均面积和强度指数比气候平均偏高, 西伸脊点偏西^[7]。西太平洋副热带高压处于西伸加强的状态, 而大陆副热带高压位置偏东, 东亚中纬度西风带扰动偏北偏弱, 热带地区对流活跃, 孟加拉湾地区降水异常增多导致热带加热场的异常。这些热带和中高纬度环流的配置有利青藏高原偏强与西太平洋副热带高压的西伸, 使西南地区处于高压控制之下^[8]。受其影响, 2006 年夏季我国川渝地区出现严重夏伏旱, 西南地区与库区沿江各站平均的年降水量与常年平均相比显著偏少, 降水量分别为 1961 年以来的第二最小值, 表明三峡地区降水变化在很大程度上受到西南区域大环流气候背景影响。

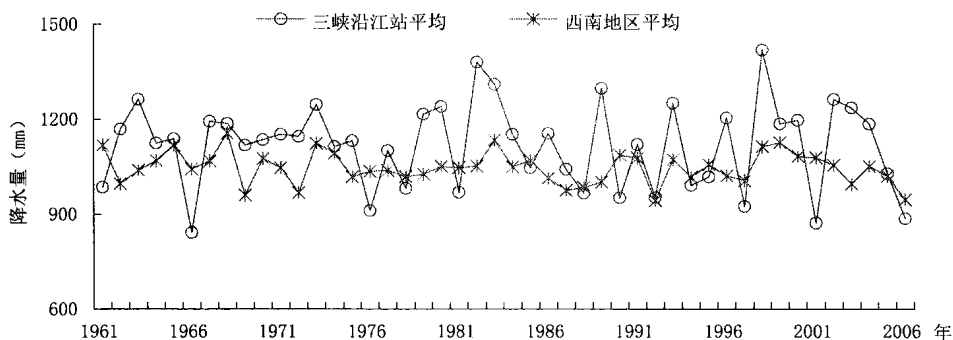


图5 三峡库区沿江站平均与西南地区平均年降水量历年变化曲线(单位: mm)

从本文站点的尺度范围 (约 30 km) 看, 目前为期 3 年的沿水库测站观测分析中尚未发现水库对降水的明显影响。在更大尺度的数值模拟及卫星观测上, 有研究认为三峡大坝建成后温湿降水等气象要素场在离岸近十千米^[6]至数百千米^[5]范围内发生改变。比如, Wu 等^[5]利用 MM5 数值模拟, 发现三峡蓄水后长江以北大巴山至秦岭之间降水增加, 降水量增加的最大中心距长江约 150 km 左右, 而大坝附近及其长江以南区域降水减少。由于数值模拟中长江以北降水激增在 2003 年表现尤为明显, Wu 等推测水库蓄水可能导致了近百千米区域尺度的气候效应。由于 2003 年正好发生了近几十年罕见的淮河流域暴雨事件, 我们不排除认为数值模拟结果与长江以南降水偏少, 长江以北至淮河上游以南大部降水偏多的降水空间分布特征相巧合的可能性。另外, 我们也认为不同时段, 大气环流系统和水库局地效应所起作用大小也可能不同, 两者的动力与热力作用物理过程需要我们深入研究。水库对周围降水的影响范围和强度也是一个渐变缓慢的过程, 也需要较长期的进一步观测与研究。

4 气温变化

4.1 气温的气候特征

三峡库区处于长江上游,北有秦岭、大巴山阻挡,北方冷空气不易侵入,气温较高。库区各地年平均气温为 $16.3 \sim 18.2^{\circ}\text{C}$ 。其中奉节因海拔高度相对较高,年平均气温为库区最低,为 16.3°C 。重庆与巫山年平均气温最高,皆为 18.2°C 。奉节以西各站年平均气温的总体状况,高于奉节以东各站。年平均气温有自东向西递增的分布特点。库区年平均气温为 17.6°C 。年际变化小,历年年平均气温的最低值与最高值分别为 16.9°C (1989 年) 和 18.5°C (1998 年),变幅为 1.6°C 。库区各地年平均气温最高值与最低值的变幅一般在 $1.3 \sim 1.8^{\circ}\text{C}$,巴东、宜昌最大为 1.8°C ;秭归最小为 1.3°C 。就年平均气温历年变化而言,近 20 年来三峡库区年平均气温存在明显上升趋势,且变幅明显增大(图 6)。

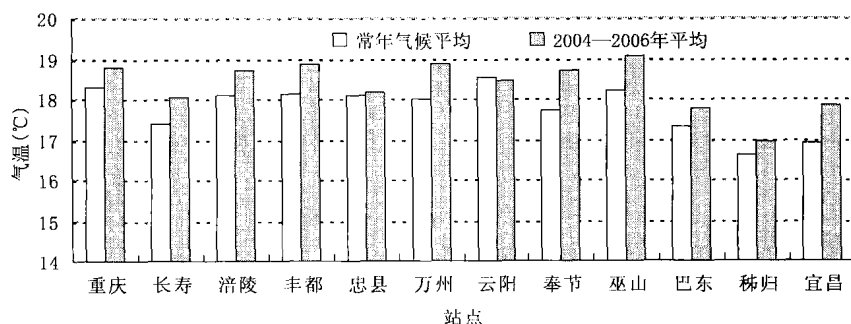


图 6 三峡库区沿江各站 2004—2006 年平均与常年平均气温(单位:℃)

4.2 近三年气温变化

三峡库区蓄水后,2004 年、2005 年两年的气温基本正常,2006 年受大气环流异常影响,库区平均气温异常偏高,为 1961 年以来最暖的一年。就年平均气温历年变化而言,三峡库区年平均气温有微弱的上升趋势,特别是 20 世纪 90 年代以来气温的上升趋势明显,这个变化特点与西南地区区域背景气温变化趋势基本一致(图 7),也与全球平均气温变化趋势特征相吻合。

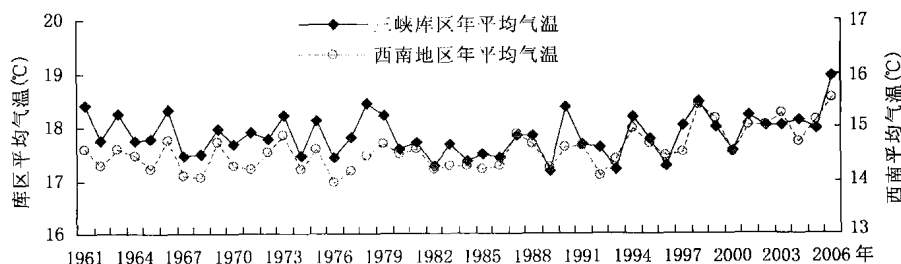


图 7 三峡库区与西南地区年平均气温历年变化曲线(单位:℃)

张强等^[1]曾指出,水库蓄水可能会对周围地区产生不同程度的水体降温效应,但在他们的研究中只有 2004 年的蓄水后观测资料,也没有对水体效应进行季节分析。傅抱璞^[9]提出,水

域对温度的气候效应取决于多个因素,在冬季其总效应为增温,而在夏季减温效应起决定作用,即水域可以具有提高冬季温度和降低夏季温度的作用。

图 8 给出近库区(巫山、巴东)与长江以北远库区(巫溪、兴山)的年平均气温差值历年变化曲线。可以看出,近库区和远库区年平均气温差值在 2003 年以后突然增强,两者相差达到 0.81°C ,比 1976—2006 年 30 年平均气温差值(0.51°C)增大了 0.3°C 左右,并通过显著水平为 0.05 的显著性 t 检验。1 月及 7 月的历年近库区与远库区的气温差值也反映出冬季温差波动加大,但夏季的差异不明显(图 9)。由于气温差值已经排除了大气候背景对整个库区的影响,可以近似认为这种近远库区平均气温突然增强是由水域面积增大,近水地区的站点温度受到一定冬季增温和夏季降温的调节作用导致的水库局地气候效应所造成,但夏季降温效应不明显,总体表现为增温。

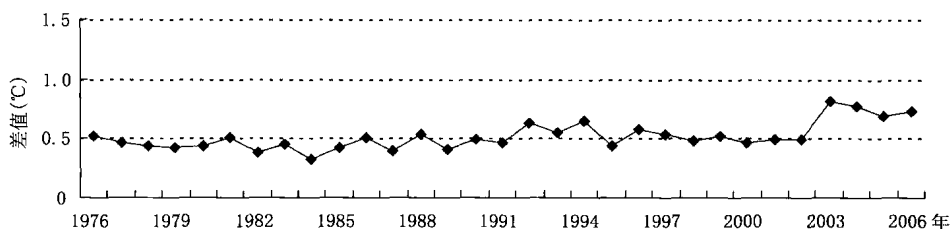


图 8 近库区和远库区年平均气温差值的历年变化(单位: $^{\circ}\text{C}$)

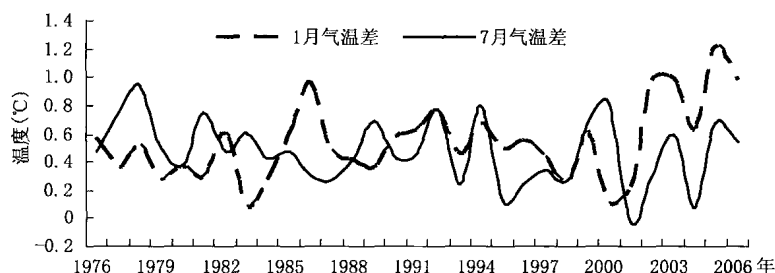


图 9 近库区与远库区历年 1 月与 7 月气温差(单位: $^{\circ}\text{C}$)

为了进一步体现不同季节的三峡水库局地气候效应,我们又分别计算了 1994—2003 年冬季(12 月、1 月、2 月)、夏季(6 月、7 月、8 月)近库区和远库区的平均气温与 2004—2006 年冬季、夏季的气温差值(表 1)。

表 1 近库区与远库区气温差值比较

时段	内容	冬季平均温度差	夏季平均温度差
1994—2003 年	近库区与江北 远库区气温差值	0.51℃	0.50℃
2004—2006 年		0.85℃	0.37℃
变化		冬季温差增大 0.34℃	夏季温差减小 0.13℃
1994—2003 年	近库区与江南 远库区气温差值	1.93℃	2.02℃
2004—2006 年		2.16℃	2.03℃
变化		冬季温差增大 0.23℃	夏季温差无明显变化

注:近库区代表站(巫山、巴东),江北远库区代表站(巫溪、兴山),江南远库区代表站(建始、鄂西)。

计算结果显示,1994—2003 年十年平均近库区与远库区(江北)地面气温夏季平均气温差

为 0.50°C , 冬季平均地面气温差为 0.51°C , 2004—2006 年三年间两者夏季的平均地面气温差为 0.37°C , 比 1994—2003 年减小 0.13°C ; 冬季温差为 0.85°C 比前十年平均增大 0.34°C 。表 1 还给出了近库区与长江以南远库区(建始、鄂西)气温差值结果, 与长江以北分析结果基本一致。我们还比较了长江三峡大坝附近乐天溪站(近水区)与长江以南长阳站(远水区)蓄水前后逐月地面气温差, 发现水库蓄水后近水区与远水区的气温差月季波动增大, 2003—2006 年夏季平均气温差比蓄水前(1993—2002 年)有所减小, 而冬季气温差比蓄水前略有增大。

本文的分析结果与傅抱璞^[9]关于水体对温度的冬暖夏凉的影响效应的研究结果一致。随着三峡水库水面面积扩大, 冬季对库区周边有水体增温效应, 夏季有降温效应, 但总体以增温为主。由于三峡水库局地气候效应是一个慢变过程, 水库蓄水虽对库区周边气候产生一定影响, 但其影响范围和影响强度还有待更多的观测分析及模式研究。

5 小结和讨论

长江三峡库区位于我国鄂西和渝东的崇山峻岭之中, 两岸地形切割非常明显, 长江贯穿其中, 局地气候受山谷和水体的共同影响, 河谷冬暖夏热, 库区年降水量丰富, 但受到地形和季风气候等影响, 降水量年际变化大。通过对三峡库区及其周边地区 33 个气象观测站 1961—2006 年降水及气温观测资料的统计分析, 尚未发现三峡水库蓄水后周边地区降水量的明显变化, 近几年降水较常年偏少趋势与西南地区的降水变化基本一致, 体现出降水年代际变化特征。同时, 观测发现三峡水库蓄水后近库地区的气温在冬季有增温效应, 夏季有弱降温效应。但三峡工程局地气候影响将是一个复杂、长期的气候调节过程, 由于本文所给出的结果只是三峡水库蓄水至今 3 年时间的观测分析结果, 上述的观测结果是否只是大背景气候变暖下库区升温的时间差还是水库水域扩大影响造成的局地效应, 还有待更长时间的观测分析及更多研究方法 & 模式结果的验证。

参考文献

- [1] 张强, 万素琴, 毛以伟等. 三峡库区复杂地形下的气温变化特征[J]. 气候变化研究进展, 2005, **1**(4): 164-167.
- [2] 邹旭恺, 张强, 叶殿秀. 长江三峡库区连阴雨的气候特征分析[J]. 灾害学, 2005, **20**(1): 84-89.
- [3] 王梅华, 刘莉红, 张强. 三峡地区气候特征[J]. 气象, 2002, **31**(7): 68-71.
- [4] 孙士型, 秦承平, 居至刚. 三峡坝区气候特征分析[J]. 中国三峡建设, 2002, **5**: 22-24.
- [5] Wu Liguang, Zhang Qiang, Jiang Zhihong. Three Gorges Dams affects regional precipitation[J]. *Geophys. Res. Lett.*, 2006, **33**: LXXXX. doi: 10.1029/2006GL026780.
- [6] 张洪涛, 祝昌汉, 张强. 长江三峡水库气候效应数值模拟[J]. 长江流域资源与环境, 2004, **13**(3): 133-137.
- [7] India Meteorological Department. Southwest Monsoon 2006 End-Of-Season Report. <http://www.imd.ernet.in/section/nhac/dynamic/endof-monsoon1.htm>.
- [8] 彭京备, 张庆云, 布鲁朝和. 2006 年川渝地区高温干旱特征及其成因分析[J]. 气候与环境研究, 2007, **12**(3): 464-474.
- [9] 傅抱璞. 我国不同自然条件下的水域气候效应[J]. 地理学报, 1997, **52**(3): 246-253.

1951—2006 年三峡库区夏季气候特征

廖要明¹ 张强¹ 陈德亮^{1,2}

(1. 中国气象局国家气候中心, 中国气象局气候研究开放实验室, 北京 100081;

2. 哥德堡大学地球科学系, 哥德堡 40530, 瑞典)

摘 要 以重庆市的沙坪坝、涪陵、万州、奉节和湖北省的宜昌 5 个站为代表, 从降水、气温、日照、风速和蒸发等 5 个方面系统地分析了三峡库区 1951 以来夏季的气候特征变化。结果表明, 三峡库区夏季降水量总体呈增加趋势, 特别是在 20 世纪 70 年代末发生了一次明显跃变; 最高气温、平均气温、日照时数以及蒸发量等总体呈下降趋势, 在 80 年代初发生了一次明显跃变; 平均最低气温和平均风速的变化趋势不明显, 但所有气候要素均表现出明显的年代际变化特征。

关键词 三峡库区 降水 气温 日照 风速 蒸发量 气候变化

1 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, 全长约 600 km, 为跨长江两岸数千米的狭长区域。长江三峡水利枢纽工程举世瞩目, 库区的气候变化及其影响也是人们极为关注的科学问题。近年来对三峡库区的气候变化特征已有不少的研究工作^[1~3], 但大部分研究主要集中在单一气候要素或某些局部地区, 本文将从降水、气温、日照、风速以及蒸发量等 5 个方面进一步系统地分析三峡库区历年夏季的气候变化特征。

2 资料与方法

本文利用三峡库区沿江的重庆市沙坪坝、涪陵、万州、奉节和湖北省的宜昌等 5 个代表站 1951—2006 年的夏季(6—8 月)逐日降水量、平均气温、最高气温、最低气温和日照时数、平均风速、蒸发量等资料, 得到三峡库区历年夏季各气候要素序列, 并进一步求取各序列的 5 年滑动平均值, 以便分析三峡库区夏季各气候要素的变化趋势和特征。其中蒸发量资料在 1998 年之前为小型蒸发皿器测值, 而从 1998 年开始 5 个站的蒸发量测量仪器统一改为大型蒸发皿, 并同时进行了 4 年(1998—2001 年)逐日蒸发量的同步观测, 为了实现资料的可比性, 本文根据 5 个代表站 1998—2001 年逐日大、小型蒸发皿同步观测资料, 通过换算系数将 1998 年以后的逐日大型蒸发皿资料统一换算为小型蒸发皿资料。

3 分析与讨论

3.1 降水量

图 1 是三峡库区夏季区域平均降水量的历年变化,由图可以看出,1951 年以来,三峡库区夏季降水量总体呈增多趋势,并具有较好的年代际变化特征。20 世纪 50 年代,三峡库区夏季降水以偏多为主,但 50 年代末到 70 年代末,三峡库区夏季降水基本保持持续偏少的态势,70 年代末出现了明显的转折,降水呈增多趋势,且多雨、少雨的转换周期相对缩短,其中 1979—1987 年为多雨期,1988—1994 年为少雨期,1995—2003 年为多雨期,2003 年以后又转入少雨期,目前三峡库区正处于少雨阶段。三峡库区夏季降水在 20 世纪 70 年代末发生的一次明显跃变,是与长江中下游地区、西南地区乃至全国夏季降水的变化趋势相一致的^[4,5],同时研究表明^[5],这一跃变可能与西太平洋副高的增强有关。此外,从图 1 还可以看出,近年来三峡库区夏季降水量的变幅有明显的增大趋势,如 1951 年以来三峡库区夏季降水量的最大值(1998 年)和最小值(2006 年)均出现在最近 10 年。

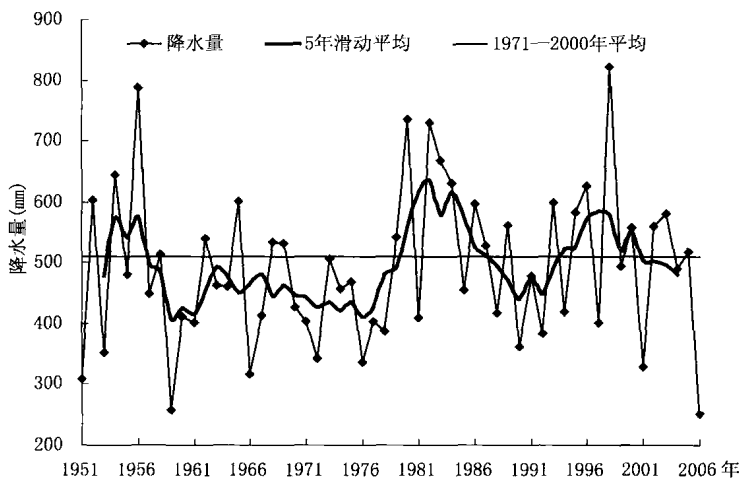


图 1 三峡库区历年夏季降水量变化

3.2 气温

3.2.1 平均气温

1951 年以来,三峡库区夏季平均气温总体呈下降趋势,并具有明显的年代际变化特征(图 2b),20 世纪 50 年代到 70 年代末三峡库区夏季区域平均气温普遍偏高,为偏暖期;80 年代到 90 年代初气温偏低,出现了一段偏冷期;90 年代初以后气温又普遍偏高,进入了又一个偏暖期。1982 年之前三峡库区夏季平均气温下降趋势较为明显,1961 年三峡库区夏季平均气温达 28.9°C ,较常年同期(1971—2000 年)偏高 2.3°C ,而 1982 年只有 25.6°C ,较常年同期偏低 1.2°C ;1982 年前后,三峡库区夏季区域平均气温的变化趋势发生了明显的转折,开始呈现出上升的态势,2006 年夏季更是达到了历史极高值 29.4°C ,较常年同期偏高 2.6°C 。比较图 1

与图 2b,大体上可以看出,三峡库区夏季偏暖期大致对应少雨期,20 世纪 50 年代后期至 70 年代末,是三峡库区的偏暖期,同时也是少雨期;而偏冷期对应多雨期,80 年代是三峡库区的偏冷期,同时也是三峡库区的多雨期。由三峡库区历年夏季平均气温的变化曲线还可以看出,目前三峡库区正处于一个气温上升阶段的偏暖期。

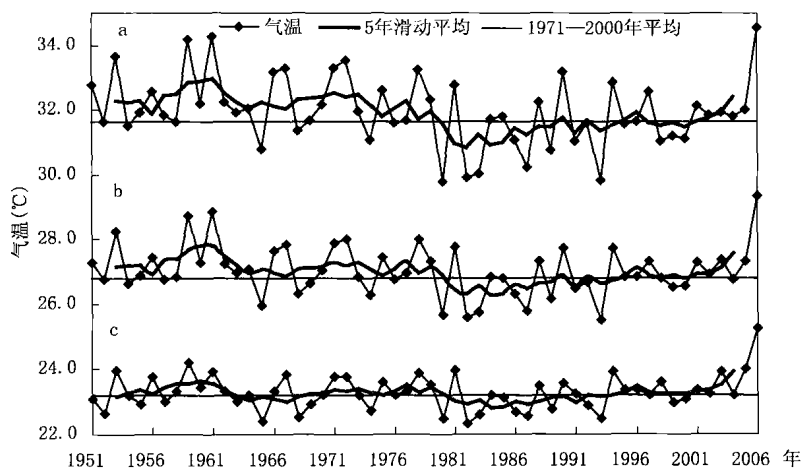


图 2 三峡库区历年夏季最高气温(a)、平均气温(b)、最低气温(c)变化

3.2.2 平均最高气温

三峡库区夏季区域平均最高气温的变化趋势与区域平均气温相似(图 2a),1951 年以来,总体呈下降趋势。其中 1982 年之前下降趋势尤为明显,1961 年三峡库区夏季平均最高气温达 34.3℃,较常年同期偏高 2.6℃,而 1980 年只有 29.8℃,较常年同期偏低 1.9℃;1982 前后,平均最高气温的变化趋势发生了明显的转折,1982 年之后呈现上升的态势,2006 年夏季更是达到了历史极高值 34.6℃,较常年同期偏高 2.9℃,三峡库区出现了严重高温天气。

3.2.3 平均最低气温

三峡库区夏季区域平均最低气温总体变化趋势不明显,但具有明显的年代际变化特征(图 2c)。其中 1953—1962 年三峡库区夏季区域平均最低气温相对较高,1963—1970 年相对较低,1971—1981 年又处于相对较高阶段;从 1982 年前后开始,三峡库区夏季区域平均最低气温呈现出明显的上升趋势,1982 年三峡库区区域平均最低气温只有 22.3℃,较常年同期偏低 0.9℃,而 2006 年达到了历史极高值,为 25.3℃,较常年同期偏高 2.1℃。

3.2.4 高温日数

我国每日极端高温可以分为三级^[6]:高温(日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$),危害性高温(日最高气温 $\geq 38^{\circ}\text{C}$),强危害性高温(日最高气温 $\geq 40^{\circ}\text{C}$)。由于强危害性高温出现较少,本文只分析三峡库区夏季高温及危害性高温日数的历年变化特征。图 3 给出了三峡库区历年夏季区域平均高温日数和危害性高温日数的变化,由图可以看出,1951 年以来,三峡库区夏季平均 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 和 $\geq 38^{\circ}\text{C}$ 的高温日数变化趋势基本相似,在 1982 年以前基本为下降趋势,而 1982 年以后出现明显的上升趋势。这种变化趋势与三峡库区平均气温、平均最高气温的变化趋势基本一致。20 世纪 50 年代前期、60 年代初至 70 年代末以及 90 年代中期是三峡库区高温日数出现较多的时期,三峡库区夏季高温酷热较为严重;而 80 年代及 90 年代后期则相反,高温日数相对较少,