

三峡库区强降水诱发 地质灾害研究

叶殿秀 张 强 朱 蓉 主编

气象出版社

前 言

长江三峡库区地质条件复杂,生态环境脆弱,暴雨洪水频繁,地质灾害严重。据国土资源部调查,三峡库区地质灾害的类型主要是滑坡和崩塌,已查出库区两岸规模较大的崩滑体 2490 余处。按稳定状态估计水库蓄水到 175m 后,将可能引发灾害的不稳定和潜在不稳定的崩滑体至少会有 1130 余处,此外,还有泥石流沟 90 余条。1982 年以来,库区两岸发生滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害达 70 余处,损失严重。根据历史资料调查统计表明:100%的泥石流事件由降水引发;95%以上的滑坡是由强降水诱发的,并且 85%以上的滑坡发生在 24 小时降水量大于 25mm 之后;70%以上的崩塌与强降水直接相关;每年雨季,崩滑体活动尤为频繁。强降水和长时间降水对地质灾害的发生有着决定性作用和重要的指示意义,因此可以将降水作为滑坡、泥石流等地质灾害预报的重要指标。

三峡库区地质灾害防治是三峡工程建设的重要组成部分,是关系到库区群众生命财产安全和子孙后代福祉的大事,历来受到党和国家领导人的高度重视。朱镕基总理 1998 年 12 月指出:一定要切实搞好库区地质环境的评价,加强地质工程勘查工作,预防各类地质灾害发生。三峡水库蓄水之前的两年多时间内,国家共投入 40 亿元用于防治三峡库区地质灾害。根据三峡库区二期地质灾害防治科研工作的要求,由中国气象局国家气候中心主持,国家气象中心、湖北省气象局、重庆市气象局等单位参与合作,开展了三峡库区地质灾害强降水诱发因子的监测、预警研究工作。其主要目标是以三峡库区灾害地质体为研究对象,以成灾气候条件和成灾前兆特征为监测内容,依托气象部门现有设施和尽可能采用雷达、数值预报和卫星资料反演等先进技术,实行多学科融合,开展三峡库区降水天气过程对滑坡、崩岸、泥石流等地质灾害影响的综合监测、分析、预警研究,以提高三峡库区地质灾害强降水诱发因子的监测、分析、预警能力和准确率,为进一步开展突发性地质灾害的气象预报预警提供技术支持,也为地质灾害防治提供科学依据。

本论文集分为四个部分:(1)三峡库区气象要素分布特征分析;(2)三峡库区降水数值预报和模拟方法研究;(3)三峡库区地质灾害与降水关系分析;(4)三峡库区地质灾害预报预警技术和方法研究。较系统地进行了气象因素诱发地质灾害的研究;其成果对三峡地区地质灾害监测、预测、预警及防御有很好的参考价值。

本论文集的编写和出版得到了国土资源部三峡库区地质灾害防治工作领导小组办公室、国务院三峡建设委员会办公室水库管理司、中国气象局预测减灾司等领导部门的大力支持。在此,谨向李烈荣主任、贾家麟副主任、柳地司长、王邦中副司长等领导、专家表示衷心感谢。本书虽然经过多次修改,但因时间仓促,难免有不准确或遗漏之处,敬请读者批评指正。

编者

2005 年 8 月

目 录

三峡库区气象要素分布特征分析

三峡库区复杂地形下的降雨时空分布特点分析	陈正洪 万素琴 毛以伟 (3)
三峡库区复杂地形下的气温时空分布特点分析	张 强 万素琴 毛以伟等 (10)
三峡水库坝区蓄水前水体对库周气温的影响分析	毛以伟 陈正洪 王 珏等 (19)
三峡水库 (湖北侧) 蓄水前边界层风温场若干特征	李 兰 陈正洪 (28)
长江三峡库区连阴雨的气候特征分析	邹旭恺 张 强 叶殿秀 (36)

三峡库区降水数值预报和模拟方法研究

边界层多尺度湍流参数化方案在长江三峡暴雨数值模拟中的应用	朱 蓉 马占山 (45)
TAPM 模式对三峡库区涪陵段的气候模拟	赵珊珊 张永山 邹旭恺等 (54)
三峡库区高分辨率中尺度数值天气预报系统	周 斌 王建捷 (62)
三峡库区数值预报系统的研制与降水预报	张 兵 辜旭赞 (73)
三峡地区日降水量网格插值方法研究	高 歌 龚乐冰 赵珊珊 (86)

三峡库区地质灾害与降水关系分析

三峡库区诱发滑坡发生的降水统计特征	叶殿秀 张 强 马占山 (97)
三峡库区山地灾害基本特征及滑坡与降水关系研究	马占山 张 强 江志红 (106)
重庆市山体滑坡发生条件初步分析	廖代强 马 力 (115)
降雨因子对湖北省山地灾害影响的分析	毛以伟 周月华 陈正洪等 (121)

三峡库区地质灾害预报预警技术和方法研究

近年来国内外关于降水诱发地质灾害研究简介	马占山 叶殿秀 祝昌汉 (131)
山体滑坡预报业务建设若干问题的讨论	马 力 廖代强 (135)
重庆市山体滑坡气象条件等级预报业务系统	周国兵 马 力 廖代强 (141)
湖北省山洪 (泥石流) 灾害气象条件分析及其预报研究	毛以伟 王 珏 谌 伟等 (147)
三峡库首区地质灾害降水指标及预报模式	万素琴 陈少平 秦承平等 (155)
一次高影响天气事件的 γ 中尺度回波分析	熊传辉 付晓辉 汪应琼 (165)

三峡库区气象 要素分布特征分析

三峡库区复杂地形下的 降雨时空分布特点分析

陈正洪¹ 万素琴² 毛以伟³

(1. 湖北省气象科学技术研究所, 武汉 430074;

2. 宜昌市气象局, 宜昌 443000; 3. 武汉中心气象台, 武汉 430074)

摘 要 根据三峡水库坝区周边 10 个气象站 1992—2002 年逐日降雨资料, 先用比值法将短期考察资料延长, 再通过对比、回归等方法, 客观分析降雨量、降雨日数、暴雨量、暴雨日数等指标随时间(年内、年际)和地形(高度、坡向)的变化特点如下: 三峡坝区冬干、夏雨、秋雨明显、近年降雨增多; 与武汉相比, 有降雨日多但降雨量、暴雨日及大暴雨日少; 降雨量、降雨日数、暴雨量、暴雨日数等多随高度上升而递增; 由于受南北边山地阻挡和峡谷的影响, 长江以南降雨大于长江以北; 水体抑制库周降雨, 且夜间比白天明显, 强降雨过程比弱降雨过程明显。三峡地区降雨以周边山地多于谷底, 蓄水后差异将更明显, 利于地质灾害发生, 应引起高度重视。

关键词 三峡水库 降雨 时间分布 高度变化 坡向差异 水体效应

1 引 言

为了解三峡的基本气候特征和初步评估三峡水库建成后对局地气候的影响, 已进行过多次考察研究, 虽侧重点不同, 但都在三峡的规划和建设中发挥过指导作用^[1~8]。如南京大学等单位在前苏联专家指导下开展的“三峡水库建成后对周围地区气候的影响”(1959 年), 湖北省气象科研所开展的“亚热带东部丘陵山区农业气候资源开发及其合理利用研究”神农架南坡剖面气候考察(1982—1986 年), 中国科学院大气所、四川省气象科研所等在 20 世纪 80 年代参加的三峡工程综合论证局地气候模拟部分, 国家气候中心主持的“长江三峡生态与环境监测系统——气候子系统”(1996 年开始), 宜昌市气象局和湖北省气象科研所开展的“三峡坝区大气扩散规律分析研究”(2000—2002 年)。

本文根据三峡水库(湖北侧)库周 10 个气象站的日降雨资料, 分析了降雨指标的时空变化特征, 为三峡库区降雨的监测预报和地质灾害预报提供科学支持。

2 资料与方法

三峡水库(湖北侧)库周 20km 范围内有 6 个常规气象站、2 个小气候考察站和 2 个

临时自动站（表 1），这些站多分布于库首沿长江两岸宽不足 2km、长约 8km 的河谷地带，海拔高度从 71.6m 到 1000.7m，基本可代表该区气象要素立体分布状况。三峡坝区地形及各站分布见图 1。

表 1 三峡水库坝区周围气象站基本情况

站址	海拔 (m)	地 址	资料年代	类型
宜都市	71.6	宜都市城关镇南郊	1992.1—2002.12	常规站
宜昌市	133.1	宜昌市东山顶	1992.1—2002.12	常规站
乐天溪（三峡）	139.9	宜昌县乐天溪镇	1992.1—2002.12	常规站
长阳县	140.6	长阳县城关镇北山头	1992.1—2002.12	常规站
风箱沟	185.3	大坝右岸中堡岛附近	2001.1—2002.12	补充考察站
苏家坳	195.0	永久船闸调楼船闸旁	2002.1—2002.12	临时自动站
坛子岭	206.6	大坝左岸坛子岭山顶	1999.1—2002.12	补充考察站
兴山县	275.6	兴山县城东大岭头山顶	1992.1—2002.12	常规站
秭归县（茅坪）	295.5	秭归县茅坪镇求雨堡	1998.1—2002.12	常规站
太阳包	1000.7	三峡坝区太阳包山顶	2002.7—2003.6	临时自动站

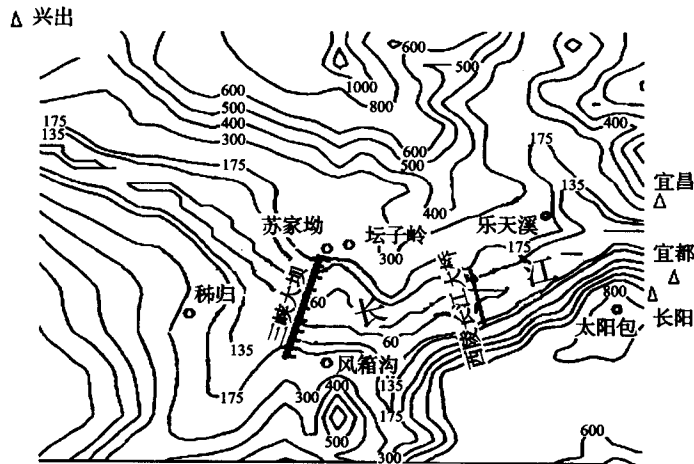


图 1 三峡水库坝区地形及各站分布图

3 降雨时空分布特点分析

3.1 降雨量

3.1.1 降雨量的年内和年际变化

需要说明的是：1) 苏家坳自动站靠近水体，与其高度相当的坛子岭站离水体较

远,二者对比可分析水体对库周降雨的影响;2)从大地形划分,长江以南的宜都、长阳、风箱沟、茅坪及太阳包等5站为北坡,长江以北的宜昌、苏家坳、坛子岭、兴山及乐天溪等5站为南坡;进行坡向分析时,为剔除海拔高度的影响,就未考虑海拔最高的太阳包自动站;为了保证南北坡站数相同,就从南坡中去掉乐天溪气象站;3)由于各站完全同步观测的时段只有2002年,所以对比分析均采用2002年的资料;4)为了保证资料序列的完整性和均一性,还利用标准气象台站乐天溪气象资料,用比值法将风箱沟、茅坪、太阳包、苏家坳、坛子岭1~5年的降雨资料订正到与乐天溪气象资料相同年代平均资料(1992—2002年),以便对比分析。

图2是三个代表高度上气象站的月平均降雨量的年内变化图,分析表明:由于受东亚季风和华西秋雨的共同影响,三峡坝区各高度降雨量的年内变化均表现为双峰型,主峰在7月的初夏梅雨期,次峰在10月的华西秋雨期,但因三峡地区多局地暴雨有时8月降雨量也很大。全年降雨主要集中在4~10月,此间降雨量可占全年总量的81.5%~94.5%,除兴山外,月降雨量均在80mm以上,其中5~8月降雨量多在150mm以上。11月至次年3月,受冬季风控制,为少雨时段,降雨量不足全年总量的20%。

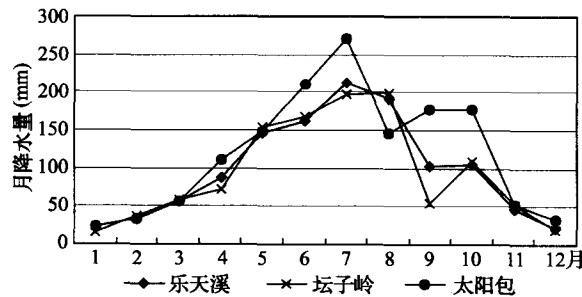


图2 三峡坝区周边三个不同高度上逐月平均降雨量变化曲线 (1992—2002年)

年降雨量的年际变化以坝区资料年代最长的乐天溪为例(图3),1995年以前年际间波动较小,1995年以后波动较大,呈一年多一年少的分布特征,总体上趋于增多,即使在全省大旱的2001年,坝区年降雨量也接近1200mm,比相距30km左右的近坝区宜昌市要多280mm以上。

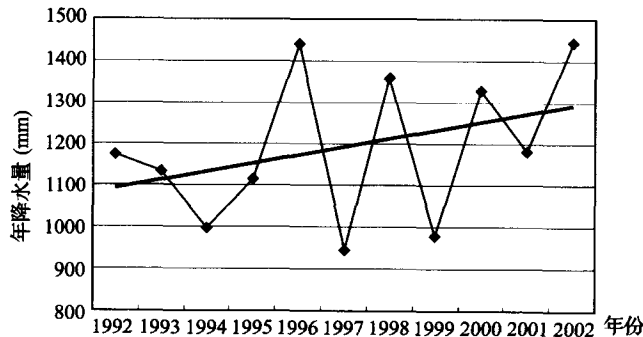


图3 乐天溪年降雨量的年际变化 (1992—2002年)

3.1.2 降雨量随高度的变化

从降雨量随海拔高度变化曲线可以看出(图4),冬季1月、春季4月降雨量随高度

变化不明显,夏季7月、秋季10月降雨量随高度增加而明显增多。

进一步分析表明,年雨量及其年内振幅、秋雨量、4~10月雨量及其占全年总降雨量的比例等随高度增加有增多(大)的趋势,而1~3月和11~12月降雨总量少,随海拔高度变化仍呈波动性变化,只是幅度较其他月份也要小。

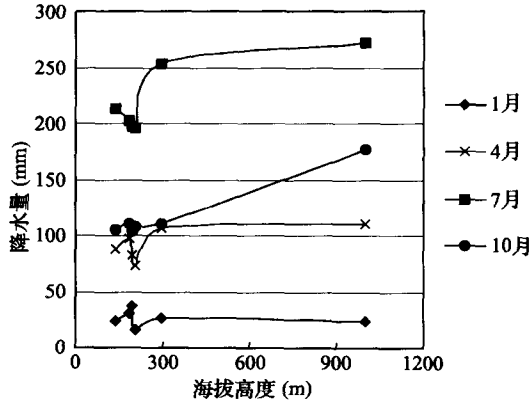


图4 1、4、7、10月降雨量随高度变化曲线(1992—2002年平均)

3.1.3 降雨量随坡向的差异

一般来说,同一高度的南坡降雨量总多于北坡^[1],但因三峡河谷地形切割厉害,带有水汽的南来气流越过南边的山体后,在三峡河谷出现一个背风向的雨影区,从江南向江北雨量逐渐减少,从而出现了江南降雨量多于江北,导致北坡多于南坡,全年多出213.4mm,达总量的19.1%,这与20世纪80年代进行的山区小气候考察结果是一致的(见《湖北省综合农业气候区划(1988)》)。其中3~8月增幅明显大于10月到次年2月,全年各月增幅相对值差别大,规律不明显。

3.2 降雨日数、大雨日数和暴雨日数

3.2.1 降雨日数、大雨日数和暴雨日数的年变化

2002年该地4~8月雨日较多,平均每月15天左右,其中5月最多,平均18~20天;9月至次年3月较少,平均8天左右,其中12、10月平均每月各14、10天左右,而11、1月只有5天左右。其中春季4~5月份连阴雨频繁,雨日明显偏多,秋季雨日较少,与常年有别。

≥25mm的大雨日数春季4月开始显著增加,到9月期间平均每月3~4天。≥50mm的暴雨日主要出现于夏季的6、8月,其次是5、7、9月。从2002年观测记录看,7月暴雨日少,除峡外的宜都、长阳外,峡内没有出现暴雨,这与乐天溪站10年观测的7月平均暴雨日数有所差异。

乐天溪1992—2001年10年平均≥0.1mm有138.3天,≥10mm有35.1天,≥50mm有3.7天,≥100mm有0.1天,强降雨主要出现于5~10月,其中6、7、8月的暴雨日分别为0.6、1.3、0.7天。与武汉同期比较,乐天溪全年雨日比武汉多17.2天,但年平均降雨量却比武汉少90.2mm,说明乐天溪的平均降雨强度较武汉小,如≥50mm的暴雨日,武汉年平均有4.8天,≥100mm的大暴雨日武汉10年共有12天,而乐天溪

仅于1996年7月4日记录到1个131.7mm的大暴雨。三峡坝区与东部平原区的降雨强度差别主要发生于4~8月间,10年间 $\geq 50\text{mm}$ 降雨的暴雨日总数4、5、6、7月武汉分别为7、7、14、14天,比乐天溪分别多6、4、8、1天,而武汉8月仅有1天,比乐天溪少6天,可见鄂东长江中游区强降雨主要出现于梅雨期的6~7月间,而三峡坝区主要出现于盛夏的7~8月间,这与我们过去的研究结果相吻合^[9]。

3.2.2 降雨日数、大雨日数和暴雨日数的高度差异

山区降雨日数一般也有随高度增加的趋势,例如,全年乐天溪降雨日数为144天,而茅坪为151天,10mm、25mm、50mm的降雨日数乐天溪分别为30、17、5天,茅坪为36、19、6天。

3.2.3 降雨日数、大雨日数和暴雨日数的坡向差异

2002年三峡坝区 $\geq 0.1\text{mm}$ 的降雨日数在144~153天之间,由于受山区复杂地形地势影响,相距不远的各站之间降雨日数也有些差异,例如风箱沟(位于江南)与坛子岭(位于江北)隔江相望,但全年雨日风箱沟为158天,坛子岭为147天,两站相差11天;大雨日($\geq 25\text{mm}$)风箱沟为18天,坛子岭为21天,两站相差3天;暴雨日($\geq 50\text{mm}$)风箱沟为6天,坛子岭为5天,两站相差1天。总之,降雨日数和暴雨日数多为北坡(江南)多于南坡(江北),此与降雨量分布特征一致。

3.3 降雨强度

3.3.1 最长连续降雨日数

2002年各高度上观测点2~8月最长连续降雨日数一般在6天以上,最长达14天。9月至次年1月最长连续降雨日数一般3~4天,最长为9天。最长连续降雨日数随高度变化不明显。

3.3.2 24小时最大降雨量

2002年24小时最大降雨量为111.7mm(风箱沟),最小为43.3mm(兴山)。一般海拔高度增加,24小时最大降雨量增加。由于短时局地强降雨与地形地貌、下垫面状况及局地小尺度天气系统等因素有关,该指标随高度变化不是简单的线性关系,往往峡谷地形对上、下部暴雨都有明显的增幅作用^[4]。

4 水体对库周降雨量和降雨日数的影响

由于苏家坳与坛子岭站海拔几乎相同,但苏家坳离库岸近(0.7km),坛子岭离库岸远(1.0km),可以认为两站降雨指标的差异(本文取远水站减近水站)主要由于受水体的影响。

4.1 降雨量

对两站逐月降雨量对比发现(表2),近水站(苏家坳)降雨普遍少于远水站(坛子岭)(3月除外),月均减少4.7mm,其中5、8~11月均在4.6mm以上,9月最多时达11.6mm;减少比例平均3.4%,其中7~11月可达8.9%,可见水体对库周降雨的抑制作用较明显,这与傅抱璞,王浩等的研究是一致的^[1,10~11]。

进一步分别按白天、夜间对比发现（表略），近水站 10 个月夜间总降雨量比远水站减少 29.4mm，占夜间总降水量的 4.4%，白天总降雨量减少 18.0mm，占白天总降水量的 2.5%，可见水体对库周降雨的抑制作用在总量和比例上都是夜间比白天大；6~8 月，降雨的减少主要发生在夜间，白天不甚明显，甚至略有增加。

表 2 坛子岭与苏家坳月总降雨量对比（mm，2002 年）

月份	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
苏家坳	78	208.1	231.9	241.3	99.9	199.4	142.7	60.7	80.7	40.4	1383.1
坛子岭	76.4	211.2	238.3	243.3	102.7	209	154.3	66.1	85.3	43.9	1430.5
差值	1.6	*-3.1	-6.4	-2	-2.8	-9.6	-11.6	-5.4	-4.6	-3.5	-47.4
百分比	2.1%	*-1.5%	-2.8%	-0.8%	-2.8%	-4.8%	-8.1%	-8.9%	-5.7%	-8.7%	-3.4%

注：差值为苏家坳减坛子岭；加 * 数据指该时段内一方有缺测记录，另一方也未参加统计。

4.2 降雨日（次）数

近水站比远水站，每月降雨日数均有减少（11 月除外），10 个月合计少 25 天，月均少 2.5 天，其中 4、6~8 月和 12 月份减少都在 3 天以上，4、8 月份减少多达 5 天，减少比例为 10%~35.7%。若按夜间、白天统计，10 个月合计夜间、白天各减少 25、24 次，但减少比例分别为 28.1%、22.4%，减少最多分别为 77.8%、60%。可见雨日多的月、季（春、夏）以及夜间，近水站比远水站的降雨日（次）数减少明显。

4.3 不同级别降雨量差值极大值

远水站与近水站相比，各等级全天、夜间降雨量差值极值多为正值，其中 5~9 月较大；白天仍然多为正值，其中 4、9~10 月份较大，同时负极值有所增加，以 6、8 月较明显。比较不同降雨量级，50mm 以下降雨量差值极值多为正值（6 月除外），其中 5~6 月和 8~9 月 50mm 以上降雨量差值极值皆为正值，且普遍较 50mm 以下降雨量差值极值要大，显示水体对暴雨以上强降雨的抑制作用更明显。

5 小结与讨论

通过对三峡水库坝区周边 10 个气象站（考察站）1992—2002 年间的逐日降雨资料分析研究表明：

- （1）三峡坝区具有冬干、夏雨、秋雨明显、近年降雨逐渐增多等特点；
- （2）与武汉相比，有降雨日多但降雨量、暴雨日及大暴雨日少的特点；
- （3）降雨量、降雨日数、暴雨量、暴雨日数等指标随高度升高以递增为主；
- （4）长江以南（北坡）降雨大于长江以北（南坡）；
- （5）水体对库周降雨有一定的抑制作用，且夜间比白天明显，强降雨过程比弱降雨过程明显。

可见，长江三峡地区降雨以周边山地多于水面，三峡水库蓄水后降雨的空间分布将重新分配，差异将更明显，即周围山地的降雨将增多，水面或离库岸一定范围内的降雨会减

少,将更加有利于地质灾害的发生,应引起高度重视。

参 考 文 献

- 1 傅抱璞. 山地气候. 北京: 科学出版社, 1983
- 2 于强, 彭乃志, 傅抱璞. 三峡气候的基本特征和成因的初步研究. 湖泊科学, 1996, 8 (4): 305~311
- 3 段德寅, 傅抱璞, 王浩等. 三峡工程对气候的影响及其对策. 湖南师范大学学报 (自然科学版), 1996, 19 (1): 87~92
- 4 彭乃志, 傅抱璞, 刘建栋等. 三峡库区地形与暴雨的气候分析. 南京大学学报, 1996, 32 (4): 728~731
- 5 倪国裕, 杨荆安, 刘可群等. 神农架山地的若干气候特征. 亚热带丘陵山区农业气候资源研究论文集. 北京: 气象出版社, 1988: 89~96
- 6 张勇等. 三峡水库对库区及临域地区降雨影响的预断分析. 四川气象, 1987, (S):
- 7 李黄, 张强. 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. 北京: 气象出版社, 2003
- 8 杨荆安, 陈正洪. 三峡坝区区域性气候特征. 气象科技, 2002, 30 (5): 292~299
- 9 Chen Zhenghong, Yang Hongqing, Tu Shiyu. Temporal Variation of Heavy Rain Days and Torrential Rain Days in Wuhan and Yichang in the Last 100 Years. The Proceeding of International Symposium on Climate Change (ISCC), WMO (WMO/TD—No. 1172) in Sept. 2003: 199~203
- 10 王浩. 深浅水体不同气候效应的初步研究. 南京大学学报: 自然科学版, 1993, 29 (3): 517~522
- 11 王浩. 陆地水体对气候影响的数值研究. 海洋与湖沼, 1991, 22 (5): 467~473

三峡库区复杂地形下的 气温时空分布特点分析

张 强¹ 万素琴² 毛以伟³ 陈正洪⁴

(1. 国家气候中心, 北京 100081; 2. 宜昌市气象局, 宜昌 443000;
3. 武汉中心气象台, 武汉 430074; 4. 湖北省气象科学技术研究所, 武汉 430074)

摘 要 根据三峡水库坝区周边 10 个气象站(考察站)1992—2002 年间 1~11 年的逐日气温资料, 先用差值法将短期考察资料延长, 再通过对比、回归等方法, 客观分析平均、最高、最低气温和气温日较差、极端温度及日数等指标随时间和地形(高度、坡向)的变化规律, 揭示出: 1) 三峡坝区具有冬暖、夏热等特点, 是湖北的夏热和冬暖中心之一, 不同高度气温年或日变化具有相同位相; 2) 平均、最高、最低气温、极端最高气温及日数、极端最低气温、气温日较差等指标随高度升高而递减, 极端最低气温日数随高度升高而递增; 3) 最高气温的递减率最大、最低气温的递减率最小, 海拔 150~200m 内, 平均最低气温随海拔增加而增加, 表明有逆温层; 4) 南坡(长江以北)气温高于北坡(长江以南); 5) 同一时间, 河谷地形使最高气温的增幅最大, 使最低气温的增幅最小, 使气温日较差增大, 从年变化看, 地形使气温的增幅冬半年最大, 夏半年最小(甚至降低), 使年较差缩小; 6) 水体对库周气温有白天降温、夜间增温效应, 增温幅度比降温幅度大, 增温幅度夏季大于冬季, 降温幅度为夏季小于冬季。

关键词 三峡水库 气温 时间分布 地形作用 水体效应

1 引 言

三峡库区位于鄂西、渝东丛山峻岭之中, 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, 高山全年寒冷。水库蓄水后, 水位抬升, 水面扩大, 山体相对高差缩小, 动力、热力作用将发生变化, 局地气候将随之变化, 这些变化将有利有弊, 尽早科学地揭示这些变化, 全社会都很关心, 生产实际也非常需要, 意义重大。为了评估三峡水库对局地气候的影响, 南京大学(1959 年)、湖北省气科所(1982—1986 年)、中科院大气所和四川省气科所(20 世纪 80 年代)、宜昌市气象局和湖北省气科研所(2000—2002 年)、国家气候中心和湖北、重庆气象局(1996—2004 年)先后进行了几次考察研究, 指出水库对大气候不会产生很大影响, 但局地作用则不容忽视^[1~9]。本文将根据三峡坝区附近 10 个气象站的气温资料, 运用山区气候方法, 分析各

项温度指标随时间和地形（高度、坡向）的变化特点，为三峡库区生态建设和防灾减灾提供科学依据。

2 资料与方法

三峡水库（湖北侧）库周 20km 范围内有 6 个常规气象站、2 个小气候考察站和 2 个临时自动站（表 1），这些站多分布于三峡库首地区沿长江两岸宽不足 2km、长约 8km 的河谷地带，海拔高度从 71.6m 到 1000.7m，基本可代表该区气象要素立体分布状况。三峡地形及各站分布见图 1。

表 1 三峡水库坝区周围气象站基本情况

站址	北纬	东经	海拔 (m)	地 址	资料年代	类型
宜都市	30°38′	111°45′	71.6	宜都市城关镇南郊	1992.1—2002.12	常规站
宜昌市	30°70′	111°30′	133.1	宜昌市东山顶	1992.1—2002.12	常规站
乐天溪	30°52′	111°05′	139.9	宜昌县乐天溪镇	1992.1—2002.12	常规站
长阳县	30°28′	111°11′	140.6	长阳县城关镇北山头	1992.1—2002.12	常规站
风箱沟	30°32′	111°00′	185.3	大坝右岸中堡岛附近	2001.1—2002.12	补充考察站
苏家坳	30°50′	111°00′	195.0	永久船闸调楼船闸旁	2002.1—2002.12	临时自动站
坛子岭	30°50′	111°00′	206.6	大坝左岸坛子岭山顶	1999.1—2002.12	补充考察站
兴山县	31°23′	110°77′	275.6	兴山县城东大岭头山顶	1992.1—2002.12	常规站
茅 坪	30°50′	110°58′	295.5	秭归县茅坪镇求雨堡	1998.1—2002.12	常规站
太阳包	30°51′	111°06′	1000.7	三峡坝区太阳包山顶	2002.7—2003.6	临时自动站

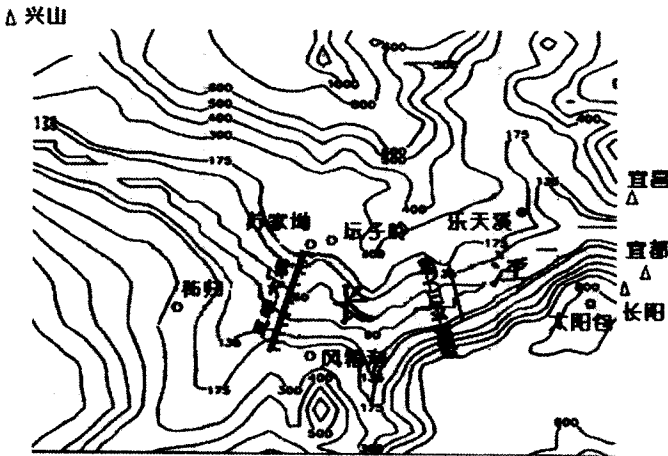


图 1 三峡坝区地形及各站分布图

（其中江南的宜都、长阳和江北的宜昌、兴山等 4 站在地图之外）

- 有几点须说明：1）太阳包自动站高 1000.7m，可弥补 300m 以上观测站的不足；
2）苏家坳自动站靠近水体，与其高度相当的坛子岭站离水体较远，二者对比可分析水体

对库周气温的影响；3) 从大地形划分，长江以南的宜都、长阳、风箱沟、茅坪及太阳包等 5 站为北坡，长江以北的宜昌、苏家坳、坛子岭、兴山及乐天溪等 5 站为南坡；进行坡向分析时，为剔除海拔高度的影响，就未考虑海拔最高的太阳包自动站；为了保证南北坡站数相同，就从南坡中去掉乐天溪气象站；4) 由于各站完全同步观测的时段只有 2002 年，所以部分对比分析采用 2002 年的资料；另外还用差值法将风箱沟、茅坪、太阳包、苏家坳、坛子岭等 5 站 1~5 年的气温资料订正至序列为 1992—2002 年的气温值，在此基础上进行对比分析。

3 三峡河谷气温的时间分布特点

3.1 平均、最高、最低气温

由表 2、图 2 可见：1) 各站受不同高度、地形的影响，年平均气温差别较大，在 12.4~17.2℃间，但年内变化均为单峰型，且位相相同，即 1 月最低，7 月最高；2) 各月及年平均气温均随海拔高度的增加而降低，如乐天溪和太阳包 1 月平均气温分别为 5.1℃和 1.5℃，相差 3.6℃；7 月平均气温分别为 27.6℃和 23.2℃，相差 4.4℃；3) 海拔 300m 以下各站气温差异比较复杂，冬季由于北面有秦岭大巴山余脉阻挡，坝区各站冬季平均气温高于峡外且海拔最低的宜都，更高于同纬度的武汉，即因海拔高度造成的气温差异不大；夏季由于没有强冷空气的影响，气温分布主要随海拔高度升高而降低，如 5~10 月海拔高度在 133m 以上的各站平均气温均低于宜昌市（风箱沟 7 月除外）；2~4 月三峡坝区气温与宜昌市相近。

表 2 各站代表月和年平均气温、最高气温、最低气温 (℃, 1992—2002 年)

站名	海拔 (m)	平均气温					平均最高气温					平均最低气温				
		1	4	7	10	年	1	4	7	10	年	1	4	7	10	年
宜都	71.6	5.1	17.2	28.1	18.1	17.1	8.9	22.1	32.7	22.8	21.6	2.2	13.5	24.7	14.7	13.8
宜昌	133.1	5.3	17.5	27.8	18.0	17.2	9.2	22.5	32.4	22.6	21.7	2.4	13.6	24.2	14.6	13.7
乐天溪	139.9	5.8	17.6	27.6	17.8	17.2	10.3	23.6	33.3	23.2	22.6	2.5	13.1	23.6	14.0	13.3
长阳	144.2	5.2	16.8	27.2	17.5	16.7	9.2	22.0	32.1	22.7	21.5	2.2	12.8	23.6	14.0	13.1
风箱沟	185.3	5.6	17.3	28.3	17.7	17.0	9.7	22.9	32.4	22.8	22.3	3.0	13.0	23.7	14.4	13.4
苏家坳	195.0	6.1	17.6	27.6	18.1	17.3	9.2	22.8	32.9	22.6	21.9	3.6	13.5	24.2	14.9	13.8
坛子岭	206.6	5.8	17.3	27.3	17.9	17.0	9.3	22.5	32.8	22.8	22.0	3.1	13.2	23.7	14.5	13.4
兴山	275.6	5.7	17.3	27.4	17.3	16.9	10.7	24.0	34.1	23.3	23.0	2.2	12.6	23.1	13.5	12.8
茅坪	295.6	5.1	17.0	26.9	17.3	16.6	8.9	22.3	32.1	22.2	21.4	2.3	13.2	23.5	14.0	13.3
太阳包	1000.6	1.5	12.5	23.2	13.2	12.4	4.6	17.2	27.8	16.8	16.3	-0.6	9.3	20.2	10.4	9.6

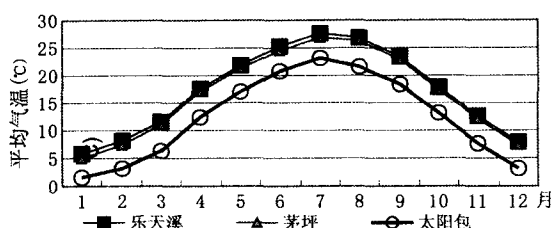


图2 3个代表站月平均气温的年变化曲线

平均最高、最低气温的年变化及随高度和地形变化特点与平均气温基本一致，如各站气温年变化同位相，7月最高，1月最低；气温随高度增加而降低，尤其是200m以上，且同海拔的坝区各站要高于峡口的宜昌市。

3.2 极端最高、最低气温及其日数

分析发现：乐天溪11年间， $\geq 40^{\circ}\text{C}$ 的高温出现过5年（1992、1997、2000、2001、2002），地处峡口的宜昌市同期仅记录到 39.2°C （1994、1995），说明三峡河谷是湖北的夏热和冬暖中心之一，如湖北省 $\geq 40^{\circ}\text{C}$ 的极端高温多出现在三峡河谷，而最冷月平均最低气温一般 $\geq 3^{\circ}\text{C}$ ，因此极少冰雪、霜冻。其原因是三峡河谷地形封闭，冬季冷空气不易侵入，夏季风小热量不易散失。

由2002年三峡及周围地区各月、年极端最高气温分布看（表3），峡内各站年极端最高气温多出现在7~8月；最冷月极端最高气温也在 20.0°C 以上； $\geq 30^{\circ}\text{C}$ 高温天气主要出现在4~10月， $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 高温天气在5~9月；高温日数随海拔高度增加迅速减少，2002年，300m以下 $\geq 30^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 日数在80、20天以上，而到1000m仅分别为7、1天（表4）。

表3 2002年各站逐月、年极端最高气温（ $^{\circ}\text{C}$ ）*

站名	海拔 (m)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
宜都	71.6	21.2	21.1	27.1	30.1	33.6	35.6	38.4	37.8	36.4	33.7	25.4	13.5	38.4
宜昌	133.1	22.5	22.2	28.3	31.2	33.7	35.7	38.5	37.2	35.9	34.9	26.3	14.5	38.5
乐天溪	139.9	21.5	22.8	28.8	32.9	34.3	36.0	39.2	38.9	36.7	34.1	25.7	15.0	39.2
长阳	144.2	22.9	21.4	27.7	30.3	32.4	36.2	37.6	37.0	35.7	35.0	25.3	13.9	37.6
风箱沟	185.3	20.4	21.6	28.3	32.0	36.0	35.7	39.7	38.0	36.4	33.2	25.1	18.5	39.7
苏家坳	195.0	20.6	21.1	27.6	31.8	33.7	35.4	39.3	38.0	36.1	33.9	25.8	14.2	39.3
坛子岭	206.6	21.4	21.6	27.9	31.7	33.0	35.5	39.5	38.0	36.5	33.5	25.5	14.5	39.5
兴山	275.6	17.5	22.8	28.2	34.1	34.1	36.6	39.9	39.0	36.9	31.3	24.3	15.5	39.9
茅坪	295.6	19.9	21.2	27.7	31.2	32.9	35.4	39.3	37.4	36.3	33.2	24.9	14.0	39.3
太阳包	1000.6	13.8	14.3	23.9	26.4	28.3	29.0	32.3	30.7	28.6	26.7	20.6	11.7	32.3

* 表3~6中太阳包1~6月的资料为2003年1~6月的资料。

由表 5 可知, 日最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的天气从 12 月至次年 3 月都可出现, 年极端最低一般出现在 12 月至次年 1 月, 且峡内高于峡外、随高度增加而下降; 低温日数随高度增加迅速增加, 如 2002 年, 300m 以下日最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 日数 3~8 天, 到海拔 1000m, 达 55 天 (表 6)。

表 4 2002 年各站逐月、年极端最高气温 $\geq 30^{\circ}\text{C}$ 、 35°C 日数 (d)

站名	海拔 (m)	$\geq 30^{\circ}\text{C}$ 日数								$\geq 35^{\circ}\text{C}$ 日数				
		4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	年	6 月	7 月	8 月	9 月	年
宜都	71.6	2	5	24	25	18	8	4	86	4	8	8	2	22
宜昌	133.1	2	4	22	28	18	9	4	87	5	9	11	2	27
三峡站	139.9	5	6	23	28	18	12	3	95	5	11	12	3	31
长阳	144.2	1	5	22	24	18	7	3	80	1	7	7	2	17
风箱沟	185.3	3	5	21	26	18	9	3	85	2	9	9	3	23
苏家坳	195.0	3	6	22	25	18	9	3	86	2	7	8	3	20
坛子岭	206.6	2	6	21	26	18	9	2	84	2	8	9	2	21
兴山	275.6	7	4	26	27	19	14	6	103	10	15	12	5	42
茅坪	295.6	3	6	19	26	18	9	3	84	3	9	8	2	22
太阳包	1000.6				5	2			7			1		1

表 5 2002 年逐月、年极端最低气温 ($^{\circ}\text{C}$)

站名	海拔	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	年
宜都	71.6	0.3	1.0	2.0	7.9	13.5	20.0	21.8	18.9	15.7	8.6	4.6	-2.4	-2.4
宜昌	133.1	0.2	1.8	2.5	7.8	14.5	20.6	21.4	19.1	14.6	8.7	5.0	-2.5	-2.5
三峡站	139.9	-0.1	0.5	3.7	7.9	14.3	20.2	20.8	18.9	13.2	9.0	4.2	-1.7	-1.7
长阳	144.2	-0.2	0.7	2.7	7.4	13.8	20.3	20.8	18.5	13.1	9.0	4.0	-2.4	-2.4
风箱沟	185.3	0.9	1.4	3.5	6.9	14.1	20.3	21.2	18.7	14.2	9.2	5.1	-1.8	-1.8
苏家坳	195	2.1	1.7	3.6	7.4	14.1	20.5	21.6	18.4	14.8	10.1	5.9	-1.5	-1.5
坛子岭	206.6	0.8	1.1	3.3	7.0	14.1	20.3	21.3	18.4	14.4	9.7	5.4	-1.9	-1.9
兴山	275.6	-1.4	-0.7	2.1	6.7	13.7	17.9	19.1	17.5	11.9	7.6	2.7	-2.1	-2.1
茅坪	295.6	0	1.0	2.8	6.2	13.2	19.9	20.6	18.0	13.7	9.0	4.8	-2.5	-2.5
太阳包	1000.6	-7.3	-5.5	-6.2	3.7	9.0	12.3	17.1	13.5	11.7	3.7	0.4	-9.0	-9.0

表 6 2002 年逐月、年极端最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 日数 (d)

站 名	海拔 (m)	1 月	2 月	3 月	12 月	年
宜都	71.6				4	4
宜昌	133.1				4	4
三峡站	139.9	1			5	6
长阳	144.2	1			4	5
风箱沟	185.3				3	3
苏家坳	195				3	3
坛子岭	206.6				3	3
兴山	275.6	7	1		5	8
茅坪	295.6	1			4	5
太阳包	1000.6	18	11	8	18	55