

# 汉江上游与渭河流域特大洪水发生规律的对比研究

仇立慧<sup>1</sup>, 黄春长<sup>2</sup>, 周忠学<sup>2</sup>, 殷淑燕<sup>2</sup>

(1. 西安文理学院 文化与旅游学院, 陕西 西安 710065; 2. 陕西师范大学 旅游与环境学院, 陕西 西安 710062)

**摘要:**以汉江上游安康水库和渭河流域临潼站 1960—2000 年发生的特大洪水资料为依据,对其发生规律进行了对比研究。结果表明,汉江上游和渭河流域特大洪水的发生具有一些共同特征。主要表现在两大流域特大年径流量年份,完全与华西秋雨多雨年份相对应,但特大洪水并不都是发生在华西秋雨异常多雨年份,而是错前错后发生。受到季风活动及地理环境的影响,汉江上游和渭河流域特大洪水的发生又表现出各自的特殊性,汉江上游特大洪水主要发生在初夏和秋季,渭河流域特大洪水主要发生在盛夏和秋季;一年中汉江上游特大洪水发生时间早于渭河流域;渭河流域秋季特大洪水发生时间早于汉江上游特大洪水。

**关键词:**汉江上游;渭河流域;特大洪水;发生规律

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2013)02-0106-05

中图分类号: P467

## Comparative Analysis of Extreme Floods Occurred on Upper Reaches of Hanjiang River and Weihe River in 1960—2000

QIU Li-hui<sup>1</sup>, HUANG Chun-chang<sup>2</sup>, ZHOU Zhong-xue<sup>2</sup>, YIN Shu-yan<sup>2</sup>

(1. Department of Resources Environment and Tourism, Xi'an University of Arts and Science, Xi'an, Shaanxi 710065, China; 2. College of Tourism and Environmental Sciences, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710062, China)

**Abstract:** Based on floods records at Ankang reservoir and Lintong observation station from 1960 to 2000, the occurrence characteristics of floods were comparatively analyzed between the upper reaches of Hanjiang River and Weihe River. The results showed that there were common feature between those two basins in terms of flood. The years recorded as extremely large floods in two basins were closely related to the years that had heavy autumn rainfalls in Southwest China. The extreme floods did not always occur in the very years that had extreme rainfalls in Southwest China, but right prior to or after those years. As affected by Asian monsoon and regional climate environment, the extreme floods mainly occur in early summer and whole autumn in upper reaches of Hanjiang River, while in mid-summer and whole autumn in reaches of Weihe River. Flood occurred generally earlier in upper reaches of Hanjiang River than in Weihe River basin during a year, while in autumn flood come earlier in Weihe River basin than in the upper reaches of Hanjiang River. These findings could provide basic information for weather forecasting and flood controlling in these two basins.

**Keywords:** upper reaches of the Hanjiang River; Weihe River basin; extreme floods; regularity

洪水灾害是陕西省仅次于干旱的第二大灾害,陕南的汉江上游流域和关中的渭河流域曾发生多次特大洪水,其危害及破坏力极大,造成巨大的经济损失和人员伤亡,长期以来备受学者的关注。由于受季风的影响,陕西省大降水落区主要集中在中、南部的 7—9 月份,使得中、南部易遭受严重的洪涝灾害。

2010 年汉江上游百年一遇的特大洪水灾害导致该省直接经济损失达 29.15 亿元。而且随着南水北调工程的实施,汉江上游已成为南水北调中线工程及引汉济渭工程的水源区,区域内气候水文和生态环境变化将直接影响到南水北调工程的运行。洪水灾害的形成是气象条件、下垫面因素以及人类活动综合作用的

收稿日期:2012-03-27

修回日期:2012-05-24

资助项目:国家自然科学基金重点项目“历史时期汉江上游古洪水水文学研究”(41030637);陕西省教育厅自然科学研究计划项目“陕南汉江上游古洪水水文学研究”(11JK0733);国家社会科学基金项目“历史时期汉江上游极端性气候水文事件及其社会影响研究”(11AZS009);陕西省社会科学基金项目“清至民国陕西农业自然灾害研究”(11J052)

作者简介:仇立慧(1976—),女(汉族),陕西省富平县人,博士,副教授,主要从事资源开发与环境演变研究。E-mail:gunlihui@126.com。

结果,通过汉江上游安康水文站和渭河流域临潼水文站特大洪水资料,从气象条件对洪水灾害的影响对比研究两大流域特大洪水的发生规律。研究结果对认识和掌握两大区域洪水发生的规律,以及目前在全球变化的大环境背景下,有效治理流域内水环境,合理配置和利用水资源,科学地预防和应对洪涝灾害及最大程度地减轻洪涝灾害带来的损失均具有重要的科学意义。

## 1 研究区概况

汉江为陕西省境内最大的河流,发源于陕西省宁强县潘家山,由西向东流经汉中、安康两个地区14个县(市),于白河县出境入湖北省,以丹江口为界,以上为汉江上游,汉江上游区域在陕西省境内河长652 km,流域面积 $5.48 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。汉江穿行于秦岭、大巴山之间,河谷常与岩层走向斜交,平均比降为0.6‰,交替出现峡谷和盆地,河道蜿蜒曲折,束放相间,滩多水急,盆地河宽一般为200~300 m,峡谷段一般谷深300~400 m,河宽仅数十米,其中洋县至石泉间,峡谷最为集中。本河段河床多卵石和砂砾。支流短小,且多属山溪性河流<sup>[1]</sup>。流域属于北亚热带湿润、半湿润气候区,气候较温和、雨量充沛,平均降水量700~1 200 mm,主要集中在6—8月份;夏季来自南方的暖湿气流常会带来大量的水汽,因受秦岭等地形抬升作用,易形成局地暴雨<sup>[2]</sup>,其中米仓山、大巴山为秦岭南部的著名暴雨中心区,坡陡流急暴雨洪水集流汇合迅速,因此暴雨洪灾频发,使汉江成为长江支流中洪水灾害最为严重的一条河流<sup>[3]</sup>。

渭河是黄河的最大支流,发源于甘肃省渭源县鸟鼠山,至陕西省潼关注入黄河。全长818 km,流域总面积 $1.35 \times 10^5 \text{ km}^2$ 。两岸支流众多,水系呈不对称、扇状分布。南岸支流数量较多,均发源于秦岭山区,源短流急,谷狭坡陡,径流较丰,含沙量小;较大支流集中在北岸,多为树枝状、羽状水系,这些河流或发源于黄土高原,或流经渭北黄土台塬,源远流长,比降较小,携带泥沙比较多,大多由西北流向东南注入渭河。渭河南岸支流短而多,都发源于秦岭山地,短小流急,自西向东有著名的黑河、田峪河、涝河、沔河、漓河、皂河、泾河、灞河、沔河等,受地形的影响,大都从东南流向西北,除黑河、灞河外,其他河流长度大都在50 km以内。该流域属于大陆性季风气候,冬季受蒙古高压控制,气候干燥严寒,降水稀少,夏季受西太平洋副热带高压影响,炎热多雨。年平均降水量450~700 mm,6—10月为汛期,多暴雨,降水强度大,其中7—10月大汛期间的径流占全年总径流量的60%~

70%<sup>[4]</sup>。渭河中下游河道淤积比较严重,主槽萎缩<sup>[5]</sup>,是洪涝灾害的多发地带。

## 2 流域特大洪水发生规律

根据两大流域的自然地理特征及衡量洪水大小的洪峰流量,选取1960—2005年间汉江上游安康水文站最大洪峰流量 $>15\,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 及渭河流域临潼水文站最大洪峰流量 $>5\,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 的洪水事件,对其进行统计分析,探索两大流域特大洪水发生的规律性。

### 2.1 特大洪水与华西秋雨的对应关系<sup>[6,9-10]</sup>

汉江上游和渭河流域洪水与河流的年径流量变化关系密切,发生洪水的年份,汉江和渭河的年径流量相对比较大。华西秋雨是指我国西部地区秋季多雨的特殊天气现象<sup>[6]</sup>,主要是指渭水流域、汉水流域、川东、川南东部、贵州及陇南等地区9—10月份的秋雨季节<sup>[7]</sup>。汉江上游流域和渭河流域皆为华西秋雨覆盖区,是华西秋雨降水变化的一致性区域<sup>[6]</sup>。选取1960—2000年间汉江上游丹江口站和渭河流域临潼站的年径流量数据序列,与华西秋雨多雨年份进行对比(图1)。

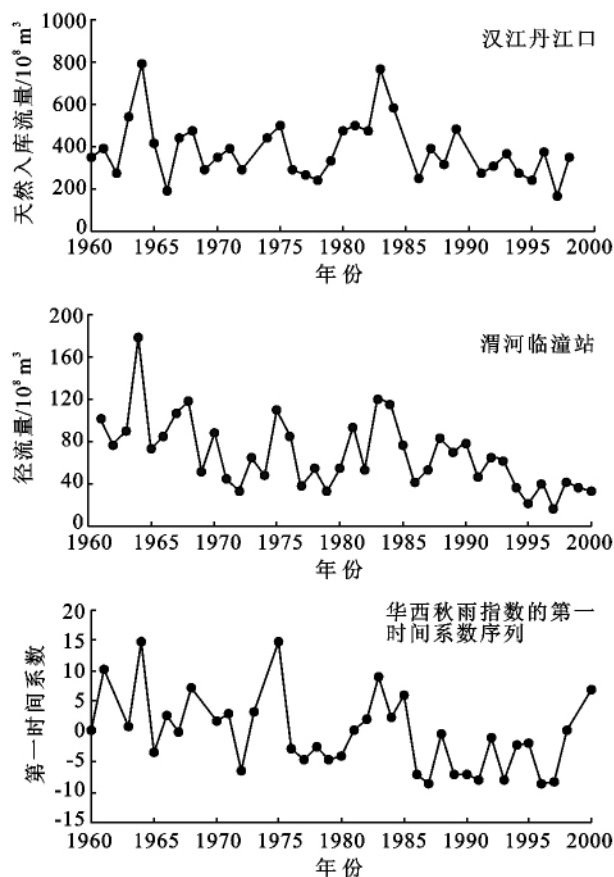


图1 汉江上游和渭河流域年径流量与华西秋雨对比

从图1可以看出,华西秋雨最为严重的年份是1964年,其次为1975和1983年。据中央气象台统

计,1964年陕西省、湖北省西部、河南省西部、四川省东北部、贵州省北部等地自8月下旬至10月底,秋雨连绵,总降雨量达240~630 mm,较常年偏多,其中9—10月降雨日数达40—50 d<sup>[8]</sup>。与此相对应,汉江上游和渭河流域这3 a间年径流量的年际变化特征显著,两大流域1964年径流量最大,比其他年份偏多。从年代际尺度上来看,20世纪60年代初、70年代中期和80年代初是年径流量异常偏多时段,其中汉江上游和渭河流域在1964,1975和1983年的年径流量分别为 $7.94 \times 10^{10} \text{ m}^3$ , $4.96 \times 10^{10} \text{ m}^3$ , $7.70 \times 10^{10} \text{ m}^3$ 和 $1.78 \times 10^{10} \text{ m}^3$ , $1.10 \times 10^{10} \text{ m}^3$ , $1.19 \times 10^{10} \text{ m}^3$ 。1964年9月14—15日,渭河流域临潼、渭南、华县、大荔和华阴地区普降暴雨,强降水历时26 h,降水量达54.5 mm。可见两个流域的3个特大年径流量年份,完全和华西秋雨多雨年份相对应。

由表1—2可以看出,两大区域的特大洪水并不是都发生在华西秋雨异常多雨年份,而是错前错后发生。1964,1975和1983年是华西秋雨异常多雨的3个年份,渭河流域和汉江上游也在这3个年份出现了特大年径流量,但是渭河流域和汉江上游都只有一个异常多雨的特大年径流量年份发生了特大洪水。如渭河流域在1964年9月发生特大洪水,临潼站最大洪峰流量是 $5\,310 \text{ m}^3/\text{s}$ ,在另两个异常多雨的特大年径流量年份1975和1983年并没有发生特大洪水,而是在之前或之后的1973,1977和1981年发生特大暴雨洪水,尤其是1981年8月21日洪水,临潼站洪峰流量达到 $7\,610 \text{ m}^3/\text{s}$ ,出现了1961年建站以来最大

的洪峰流量。汉江上游在1975年10月发生特大暴雨洪水,安康站最大洪峰流量在10月2日达到 $15\,300 \text{ m}^3/\text{s}$ ,在另异常多雨的特大年径流量年份1964年并没有发生特大洪水,而是在之前的1963年和之后的1965年发生特大洪水,最大洪峰流量分别为 $16\,900$ 和 $20\,400 \text{ m}^3/\text{s}$ 。1983年7月的特大洪水发生在华西秋雨到来之前的夏季,且在1982和1984年发生特大洪水,最大洪峰流量分别是 $17\,200$ 和 $19\,200 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

造成大洪水的关键因素是暴雨,但并不是所有形式的暴雨均产生大洪水。已有的研究表明<sup>[11]</sup>,导致洪水的暴雨基本上都具有一些共同特点。第一,前期有明显连阴雨。即前期阴雨时间较长,土壤含水量大,已接近或达到饱和条件,后期有区域性暴雨情况下,净雨量大,产流率高。第二,暴雨持续2 d以上。即局部或区域性暴雨或局部特大暴雨(日雨量 $\geq 200 \text{ mm}$ ),持续时间在2 d以上。第三,暴雨必须是区域性的,至少最后一天暴雨是区域性的。即发生流域性强度大、面积广的暴雨。第四,暴雨中心移动方向,与洪水方向一致。即暴雨中心移动方向与洪水汇流方向一致,易在下游段形成雨洪叠加的局面。此类暴雨往往降雨总量不大,但洪峰却很大。例如,安康地区紫阳县毛坝镇在2000年7月12日20时至13日20时发生特大暴雨,24 h降雨量达210.4 mm,暴雨强度为紫阳县置县488 a和有气象资料记录以来的最强降雨,而汉江支流的最高洪峰流量为 $4\,000 \text{ m}^3/\text{s}$ (高滩站)<sup>[12]</sup>,并没有引发汉江上游出现大洪水。

表1 汉江上游安康站洪峰流量大于 $15\,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 的特大洪水

| 时间       | 洪峰流量/ $(\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1})$ | 时间       | 洪峰流量/ $(\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1})$ | 时间       | 洪峰流量/ $(\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1})$ |
|----------|--|----------|--|----------|--|
| 19600906 | 18 500                                   | 19780705 | 16 000                                   | 19870719 | 19 800                                   |
| 19630526 | 16 900                                   | 19790715 | 16 000                                   | 19980709 | 16 980                                   |
| 19650713 | 20 400                                   | 19810908 | 15 400                                   | 20030907 | 16 200                                   |
| 19680913 | 19 700                                   | 19820721 | 15 000                                   | 20051002 | 21 000                                   |
| 19740913 | 23 400                                   | 19830731 | 31 000                                   | 20100718 | 25 500                                   |
| 19751002 | 15 300                                   | 19840707 | 19 700                                   |          |  |

表2 渭河临潼站洪峰流量大于 $5\,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 的特大洪水

| 时间       | 洪峰流量/ $(\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1})$ | 时间       | 洪峰流量/ $(\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1})$ | 时间       | 洪峰流量/ $(\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1})$ |
|----------|--|----------|--|----------|--|
| 19640914 | 5 310                                    | 19700831 | 5 520                                    | 19810822 | 7 610                                    |
| 19660727 | 6 250                                    | 19730831 | 6 050                                    | 20030831 | 5 100                                    |
| 19680803 | 5 460                                    | 19770707 | 5 550                                    | 20051002 | 5 270                                    |

研究结果表明,20世纪60年代以来,汉江上游和渭河流域共发生了4次特大洪水,其中汉江上游洪水发生的年份分别为1965,1974,1983和2005年,渭

河流域洪水发生的年份分别为1966,1973,1981和2005年,除了2005年两个区域的特大洪水是同年发生的,其他3次则是前后年错开发生。根据陕西省气

象实测资料,近 50 a 来,陕西省年平均气温呈上升趋势,升温幅度  $0.2\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ ,20 世纪 90 年代以后升温显著。20 世纪 50 年代初至 80 年代中期为冷期,80 年代后期开始进入暖期,特别是到了 90 年代中期,气温突然急剧增暖。4 次特大洪水中,1965/1966,1974/1973,1983/1981 年洪水发生在气候变冷时期,其中汉江 1965 年洪水和渭河 1966 年洪水是受到厄尔尼诺现象即气候冷期中的异常变暖的影响。1965 年的厄尔尼诺现象开始于 5 月,结束于次年 4 月。当厄尔尼诺事件发生在汛期以前,则直接影响当年汛期的降水,当年即为其最大影响年(如 1956,1965,1964

和 1975 年)<sup>[13]</sup>,所以汉江、渭河流域分别在 1965 和 1966 年发生特大洪水。而 2005 年 10 月,汉江发生 1983 年以来最大洪水,渭河发生 1981 年以来最大洪水,这次洪水主要是两大流域内大范围连续的华西秋雨所致<sup>[5]</sup>。

## 2.2 特大洪水发生的季节差异及原因分析

从表 3 可以看出,1960 年以来汉江上游和渭河流域特大洪水发生的季节分布,按照发生的日期可分为初夏洪水(6 月下旬至 7 月中旬)、盛夏洪水(7 月下旬至 8 月中旬)和秋季洪水(8 月下旬至 10 月上旬)。

表 3 两大流域特大暴雨洪水的发生季节

| 流域   | 初夏(6 月下旬至 7 月中旬)   | 盛夏(7 月下旬至 8 月中旬)   | 秋季(8 月下旬至 10 月上旬)  | 其他       |
|------|--|--|--|----------|
| 汉江上游 | 19650713,19780705,19790715,<br>19820721,19840707,19870719,<br>19980709,20100718,20100718 | 19830731   | 19600906,19680913,19740913,<br>19751002,19810908,20030907,<br>20051002 | 19630526 |
| 渭河流域 | 19770707   | 19620728,19660727,19680803,<br>19960729,19980804,19920813, | 196409, 19700831,19730831,<br>19810822,20030831,20051002               |          |

汉江上游的特大洪水一年中最早出现在 5 月下旬,这个时期特大洪水发生几率很小,统计中只出现了 1 次,即 1963 年 5 月 26 日,最大洪峰流量  $16\ 900\text{ m}^3/\text{s}$ ;最迟出现在 10 月上旬,特大洪水发生的频率也较低,统计中有两次,即 1975 年 10 月 2 日和 2005 年 10 月 2 日,最大洪峰流量分别为  $15\ 300$  和  $21\ 000\text{ m}^3/\text{s}$ ,时间跨度为 6 个月。但汉江上游的特大洪水主要发生在初夏和秋季,共计 16 年次,盛夏洪只有 1 年次。渭河流域的特大洪水一年中最早出现的时间比汉江上游约晚 2 个月,在 7 月上旬,同样这个时段发生的特大洪水很少,1977 年 7 月 7 日发生了 1 次,最大洪峰流量  $5\ 550\text{ m}^3/\text{s}$ ;最迟出现在 10 月上旬,统计中显示出 1 次洪水记录,即 2005 年 10 月 2 日,最大洪峰流量  $5\ 270\text{ m}^3/\text{s}$ ;渭河流域特大洪水主要发生在盛夏和秋季,共计 12 年次,初夏洪水也只有 1 年次。

对比两大区域特大洪水发生的季节,发现渭河流域秋季洪水在发生时间上早于汉江上游秋季洪水,渭河秋季洪水主要发生在 8 月下旬,其中 1970,1975 和 2003 年有 3 次洪水都发生在 8 月 31 日,汉江洪水主要发生在 9 月上旬和中旬,其中 1968 和 1974 年两次洪水发生在 9 月 13 日,1960,1981 和 2003 年有 3 次洪水发生在 9 月 6 日、9 月 8 日和 9 月 7 日,发生时间前后只相差几天。两大流域洪水表现出明显的初夏、盛夏、秋季分期差异规律。

汉江上游流域和渭河流域属于东亚季风区,降水受季风强弱的控制,由此两大流域特大洪水发生在季

节上的分布差异和规律与季风进退的时间和强弱有着密切的关系。东亚季风区由于海陆差异的影响,冬季在蒙古冷高压的影响下,主要吹偏北风,气温较低,降水少;夏季在太平洋和印度洋的暖湿高压的影响下,主要吹偏南风,气温升高,降水增多。夏季时亚洲大陆上受巨大的热低压控制,而海洋上是高气压区,气流从高压区吹向低压区,风向从海洋吹向大陆,位于低压南部的南亚、东南亚及中国西南一带,盛行西南季风;位于低压东部的中国东部地区,盛行东南季风。西南季风和东南季风都会影响到汉江上游和渭河流域,而且由于我国夏季风主要来源于热带和副热带海洋,含有丰富的水汽,故夏季风到达各地的日期,基本上是这些地区雨季的开始日期。

东亚夏季风主要受太平洋副热带高压的控制<sup>[14]</sup>,与从北方过来的冷空气系统相遇时形成锋面,加上来自热带海域并带有充裕水汽的西南季风时,会形成大的降水。两者势均力敌时,形成连阴雨。高压脊是副热带高压的中心区,5 月初影响华南区域,然后向北推进。6 月中夏季风突然盛行到江淮流域,即为江淮流域梅雨季节的开始。7 月份其前端可到达汉江,汉江上游会发生特大暴雨洪水,所以 7 月中旬前是汉江上游特大暴雨洪水集中的时期,渭河流域此时不会受到影响,故很少出现洪水。之后,也就是在 7 月下旬至 8 月中旬左右,高压脊前端越过秦岭到达黄河流域,此时渭河流域易发生强降水,出现特大暴雨洪水,而副热带高压所完全控制下的汉江上

游在 8 月上旬到中旬之间则会出现伏旱天气,所以该时期,汉江上游降水减少,不会出现大的洪水。8 月底 9 月初冷空气开始南下,副热带高压南退,冬季风的来临只需 1 个月的时间很快从北向南抵达华南或东南沿海地区,因此冷空气南下时遇到秦岭在北坡产生较多的降雨,8 月底渭河流域降水集中,洪水频发。很快副热带高压退到华西秋雨区,冷空气越过秦岭南下,加上西南季风输送的水汽,汉江上游这时会出现强降水,9 月份汉江上游常爆发秋季洪水。10 月中旬夏季风完全撤出中国大陆,两大区域几乎没有洪水暴发。

可见汉江上游和渭河流域的特大暴雨洪水的发生与夏季风的进退基本上一致,个别特殊年份的特大洪水则与当年季风强弱和到达该区域的时间有关。

### 2.3 特大洪水发生的下垫面因素分析

汉江上游为羽毛状水系,除汉中盆地等少量川道外,流域内地形多为基岩构成的高山峡谷,洋县至安康段基本为 V 形峡谷及基岩山坡<sup>[15]</sup>,水流湍急,土壤入渗量很小,蓄水能力差,暴雨径流汇聚速度很快,故在暴雨或者长期连阴雨情况之下容易形成洪水。尤其是当降雨云团从西向东推进的情况之下,汉江支流洪水与干流洪峰依次遭遇,不断叠加,使得洪峰流量愈来愈大,形成特大洪水事件。例如,1983 年 7 月 31 日汉江上游特大洪水事件,洪峰流量就高达 31 000 m<sup>3</sup>/s。

渭河水系为树枝状,流域范围广大,渭河干流上游陇中黄土丘陵沟壑区、泾河中上游陇东黄土高原沟壑区、洛河中上游黄土丘陵沟壑区由西向东依次排列。渭河流域黄土土壤入渗量大,暴雨或者长期连阴雨也往往不会在 3 个区域同时发生,因而来自 3 个区域的洪峰在时间上通常会错开,不易在渭河下游遭遇并形成特大洪水事件。例如,渭河临潼站记录的最大洪水发生在 1981 年 8 月 22 日,洪峰流量也仅有 7 610 m<sup>3</sup>/s。

从流域水系格局和下垫面因素来看,虽然汉江上游流域面积远远小于渭河流域面积,但是汉江上游洪水的洪峰流量却远大于渭河流域。

## 3 结论

(1) 汉江上游和渭河流域特大洪水的发生具有一些共同特征,汉江上游和渭河流域特大年径流量年

份,完全和华西秋雨多雨年份相对应;两个流域所发生的特大洪水并不都是发生在华西秋雨异常多雨年份,而是错前错后发生。

(2) 受到季风活动及地理环境的影响,汉江上游和渭河流域特大洪水的发生又表现出各自的特殊性。受季风气候的影响,汉江上游特大洪水主要发生在初夏和秋季,渭河流域特大洪水主要发生在盛夏和秋季;一年中汉江上游特大洪水发生时间早于渭河流域;渭河流域秋季特大洪水发生时间早于汉江上游特大洪水的发生时间。

### [参 考 文 献]

- [1] 中国科学院地理研究所,水利部长江水利委员会汉江工作队. 汉江流域地理调查报告[M]. 北京:科学出版社,1957:25-26.
- [2] 刘晓东,方建刚,杨续超,等. 秦岭邻近地区旬降水气候学及其大气环流特征[J]. 干旱气象,2003,21(3):8-13.
- [3] 殷淑燕,王海燕,王德丽,等. 陕南汉江上游历史洪水灾害与气候变化[J]. 干旱区研究,2010,27(4):522-528.
- [4] 张蓉珍,仇立慧,李晓彦,等. 渭河中下游泥沙产生的原因及治理方案[J]. 灾害学,2009,19(4):68-71.
- [5] 吕俊杰,胡淑兰,王旭仙,等. 渭河流域“05·10”洪涝灾害特征分析[J]. 灾害学,2007,22(2):93-96.
- [6] 白虎志,董文杰. 华西秋雨的气候特征及成因分析[J]. 高原气象,2004,23(6):884-889.
- [7] 鲍媛媛,阿布力米提,李峰,等. 2001 年华西秋雨时空分布特点及其成因分析[J]. 应用气象学报,2003,14(2):215-222.
- [8] 任炳潭,李惠颖. 两千年华西秋雨的初步研究[J]. 气象,2003,13(9):21-24.
- [9] 赵红莉,陈宁,蒋云钟,等. 汉江上游水资源时空演变及成因分析[J]. 南水北调与水利科技,2009,7(6):90-94.
- [10] 蒲锐. 渭河下游径流量变化初步分析[J]. 陕西水利,2010(6):113-114.
- [11] 李庆宝. 安康大洪水及其致洪暴雨分析[J]. 陕西气象,1991(3):15-18.
- [12] 巨安祥,安芳东. 紫阳县“2000·7”特大暴雨山洪灾害成因及预防措施[J]. 陕西水利,2000(6):20-21.
- [13] 赵莹莉,彭梅香,杨健,等. 厄尔尼诺事件与汛期黄河中游暴雨[J]. 河南气象,2000(1):12-13.
- [14] 王宝鉴,李栋梁,黄玉霞,等. 东亚夏季风异常与西北东部汛期降水的关系分析[J]. 冰川冻土,2004,26(5):1307-1314.
- [15] 张楷. 汉江上游暴雨洪水特性研究[J]. 灾害学,2006,21(3):98-102.