

Influence of Human Activities on Inflow of Ankang Reservoir

Yuanzhong Zuo¹, JunWan^{2*}, Wei He¹, Jingtao Shi¹, Jinjin Wu², Jiong Guo²

¹Ankang Hydropower Station, Ankang Shaanxi

²State Key Laboratory of Water Resources and Hydropower Engineering Science, Wuhan University, Wuhan Hubei

Email: *52jkgj@163.com

Received: July 31st, 2019; accepted: August 19th, 2019; published: September 2nd, 2019

Abstract

In order to study the impact of human activities on the inflow runoff of Ankang reservoir, the rainfall data of the river basin and the operational data of the large upper reservoirs in the basin were collected. The results show that the rainfall in Shiquan-Ankang area has increased significantly in the basin. The rainfall in the interval from 1991 to 2017 increased by 4% from 1961 to 1990. The construction of Bashan reservoir has a great impact on the inflow of Ankang reservoir, mainly in the small and medium-sized. The flood has a strong impediment, which leads to the apparently small runoff of the Ankang reservoir during the initial flood season.

Keywords

Human Activity, Inflow of Reservoir, Analysis of Influence

人类活动对安康水库入库径流影响分析

左园忠¹, 万俊^{2*}, 何伟¹, 石静涛¹, 吴金津², 郭灵²

¹安康水力发电厂, 陕西 安康

²武汉大学水资源与水电工程科学国家重点实验室, 湖北 武汉

Email: *52jkgj@163.com

收稿日期: 2019年7月31日; 录用日期: 2019年8月19日; 发布日期: 2019年9月2日

摘要

为研究人类活动对安康水库入库径流的影响,收集安康流域多年降雨资料以及流域内所在大型水库的运行资料,从而分析降雨以及水库调蓄作用对安康入库径流的影响。分析结果表明:安康流域内,石泉-安康区间降雨明显增多,1991~2017年区间降雨同比1961~1990年增加4%;巴山水库的修建对安康水库入库径流影响较大,

作者简介:左园忠(1971-),男,河南信阳人,教授级高工,从事水力发电管理。

*通讯作者。

主要体现在对中小洪水有较强的拦蓄作用，从而导致安康水库在初汛期入库径流明显偏小。

关键词

人类活动，入库径流，影响分析

Copyright © 2019 by authors and Wuhan University.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近些年来，汉江上游流域径流量有明显变化[1]，降雨变化和人类活动是对汉江上游流域径流量变化产生影响的主要因素。相比较而言，人类活动对汉江上游流域径流量的影响更大。因为，近年来，安康流域修建了大量的水利工程，虽然多为无调节能力的水库，但干流上的石泉水库对安康入库径流影响较大，区间支流上蔺河口水库和巴山水库的修建也对安康入库径流影响较大，以上三座水库均具有季调节以上调蓄能力。因此，本文研究人类活动对安康水库入库径流影响的重点在于以上三座水库对安康入库径流的影响分析。

2. 研究区域概况

汉江是长江中游最大的一级支流，发源于陕西省宁强县北的米仓山[2]，由西向东流经汉中市辖的勉县、汉中、城固、洋县和安康市辖的石泉、汉阴、紫阳、安康、旬阳、白河等县，于白河县流入湖北省境内，在武汉市汉口注入长江，全长 1567 km。其中在陕西省境内长 709 km，占汉江干流全河段的 45%，在陕西省境内流域面积 61,959 km²，占汉江全流域面积 37%。

汉江流域大多为山地和丘陵，其中山地占 50%，丘陵占 45%，平原占 5%。北部以秦岭山脉与黄河流域分界；东北部以伏牛山与淮河流域分界；南部以米仓山、大巴山与嘉陵江分界；东南为广阔的汉江平原，无明显分水界限。图 1 为汉江上游流域水系图。

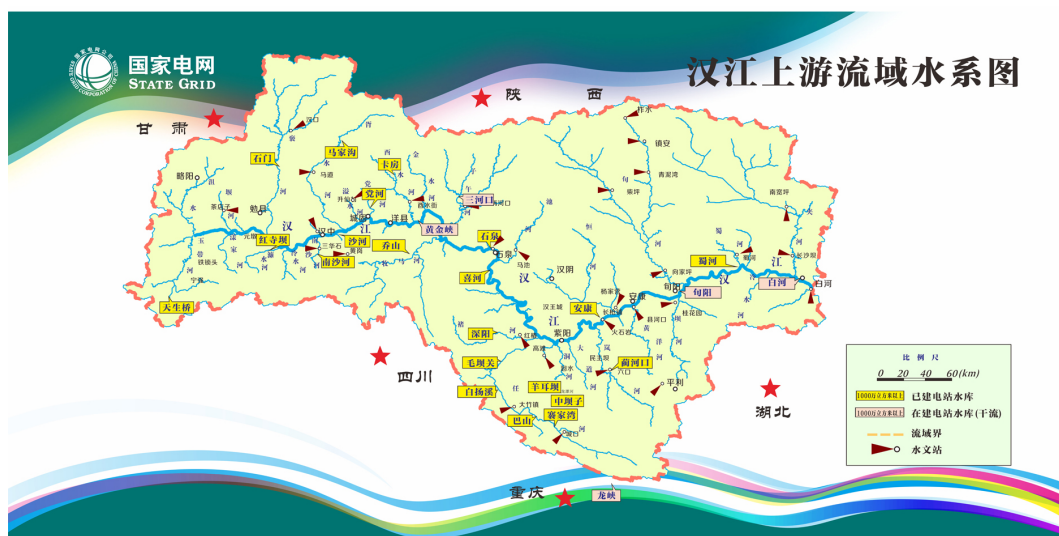


Figure 1. The water system map of the upper reaches of the Hanjiang River basin

图 1. 汉江上游流域水系图

自安康水电站修建以来, 汉江上游又修建了许多水电站, 这些水利工程对安康入库径流影响较大, 其中影响最大的为蔺河口水电站和巴山水电站, 再加上之前在安康水电站上游修建的石泉水电站, 这三个水电站对安康入库径流影响较大。表 1 为这四个水库的特性表。从图 1、表 1 可以看到, 石泉水库以上流域占安康水库以上流域的 65.5%, 区间流域又主要分布在岚河和任河两个支流上, 且, 又是暴雨中心, 特别是任河支流暴雨强度大, 容易产生局部洪水。

Table 1. Main reservoir and hydropower characteristics in the upper Ankang basin

表 1. 安康以上流域主要水库电站特性表

水电站名称	安康	石泉	蔺河口	巴山
所在河系	干流	干流	支流/岚河	支流/任河
集水面积(km ²)	35,700	23,400	1450/2128	1712/4893
水库类型	河道型	河道型	河道型	河道型
坝址多年平均流量(m ³ /s)	621	372	34.9	44
坝址多年平均径流量(亿 m ³)	195.73	117.25	11	13.9
多年平均降雨量(mm)	800	874	1000	1245.6
正常高水位(m)	330	410	512	680
汛限水位(m)	325	405	510	680
死水位(m)	305	400	485	650
水库调节能力	季调节	季调节	季调节	年调节
调节库容(亿 m ³)	14.372	2.27	0.875	1.43
水库总库容(亿 m ³)	32	4.4	1.47	3.154
水库建成时间	1990 年	1973 年	2003 年	2008 年
资料有效期间	1991~2017	1991~2017	2006~2017	2013~2017

3. 数据来源和基本计算

3.1. 数据来源

降雨资料收集到太白、留坝、汉中、佛坪、宁强、石泉、镇巴、安康共 8 个国家气象站的逐日降雨资料。该数据从中国气象数据共享网下载而得, 资料时间长度为: 1961~2017 年, 共计 57 年, 雨量站在安康流域内的分布见图 2。

入库出库流量资料包括安康水电站和石泉水电站 1991~2017 年共计 27 年的逐日入库出库流量, 蔺河口水电站 2006~2017 年共计 12 年的逐日入库出库流量, 巴山水电站 2013~2017 年共计 5 年的逐日入库出库流量以及近几年部分场次洪水的各电站逐小时的入库出库流量资料, 这些资料均有各个水电站提供。

3.2. 基本计算

1、面雨量计算

利用泰森多边形法计算流域面雨量[3], 先计算安康全流域面雨量, 然后计算石泉以上, 石泉 - 安康区间两个区域面雨量。通过此方法在 ArcGIS 中进行泰森多边形面积求取, 得到如表 2 中的结果。

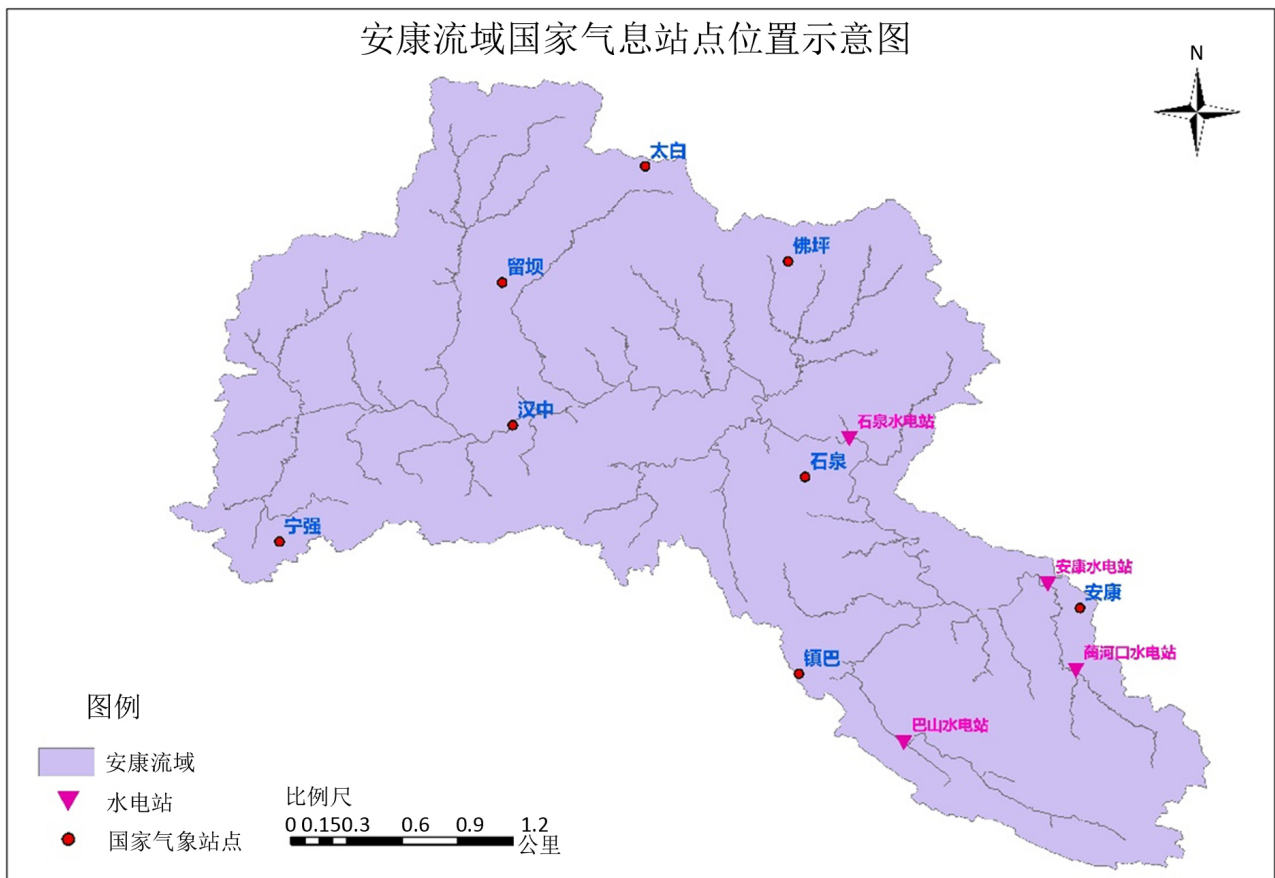


Figure 2. Location map of the national meteorological stations in the Ankang river basin

图 2. 安康流域国家气象站点位置示意图

Table 2. The basin weights calculated by Thiessen polygon method

表 2. 泰森多边形计算流域权重表

安康全流域泰森多边形			石泉以上泰森多边形			石泉安康区间泰森多边形		
站点	面积(万 km ²)	占比	区域	面积(万 km ²)	占比	区域	面积(万 km ²)	占比
安康	0.5812	0.1643	宁强	0.3521	0.1423	安康	0.5812	0.5463
留坝	0.5689	0.1608	留坝	0.5689	0.2300	镇巴	0.3060	0.2876
汉中	0.5210	0.1473	汉中	0.5210	0.2106	石泉 2	0.1767	0.1660
太白	0.2435	0.0688	太白	0.2435	0.0985	合计	1.0639	1.0
佛坪	0.4138	0.1170	佛坪	0.4138	0.1673			
石泉	0.5508	0.1557	石泉 1	0.3742	0.1513			
镇巴	0.3060	0.0865	合计	2.4734	1.0			
宁强	0.3521	0.0995						
合计	3.5373	1.0						

2、天然入库径流还原计算

为计算安康水库天然入库流量[4]，考虑到对安康水库入库径流影响最大的是石泉水库、蒿河口水库、巴山水库这三座水库，所以根据各个水库修建时间，用如下公式对安康水库进行天然入库径流还原计算：

1) 1991 年~2005 年安康水库日天然入库径流还原计算

$$Q_{安天} = Q_{安实} - Q_{石出} + Q_{石入}$$

2) 2006 年~2012 年安康水库日天然入库径流还原计算

$$Q_{安天} = Q_{安实} - Q_{石出} - Q_{涵出} + Q_{石入} + Q_{涵入}$$

3) 2013 年~2017 年安康水库日天然入库径流还原计算

$$Q_{安天} = Q_{安实} - Q_{石出} - Q_{涵出} - Q_{巴出} + Q_{石入} + Q_{涵入} + Q_{巴入}$$

4. 结果与讨论

4.1. 降雨变化分析

1961~2017 年安康流域降雨资料分析结果表明,多年平均年降雨量为 877.1 mm,其中 1983 年为最大丰水年,年降水量达 1351.4 mm。年降雨量的变化趋势分析如图 3 所示,年降雨量有不显著性下降趋势。计算各个年代的平均年降雨量得到结果:20 世纪 60 年代的平均年降雨量为 890.1 mm,20 世纪 70 年代的平均年降雨量为 835.9 mm,20 世纪 80 年代的平均年降雨量为 989.8 mm,20 世纪 90 年代的平均年降雨量为 777.5 mm,21 世纪 00 年代的平均年降雨量为 860.8 mm,21 世纪 10 年代的平均年降雨量为 921.8 mm,由图 3 可见,从 60 年代开始,安康降雨量呈现“平-枯-丰-枯-平-略丰”的交替循环过程,其中 80 年代是最丰年代,90 年代是最枯年代。完全符合气候自然变化规律,具有一定的周期性,没有明显趋势性变化。

对石泉以上、安康-石泉区间年降雨量进行回归分析,从图 4 中可以看出,石泉以上年降雨量自 1961 到 2017 年呈现一个下降趋势,而石泉-安康区间年降雨量自 1961 到 2017 年呈现一个上升趋势。将石泉以上年降雨量、石泉-安康区间年降雨量分别与安康全流域年降雨量进行比值计算。从图 5 中可以看出,石泉以上与全流域年降雨量比值呈现下降趋势;从图 6 中可以看出,石泉-安康区间与全流域年降雨量比值呈现上升趋势,这个

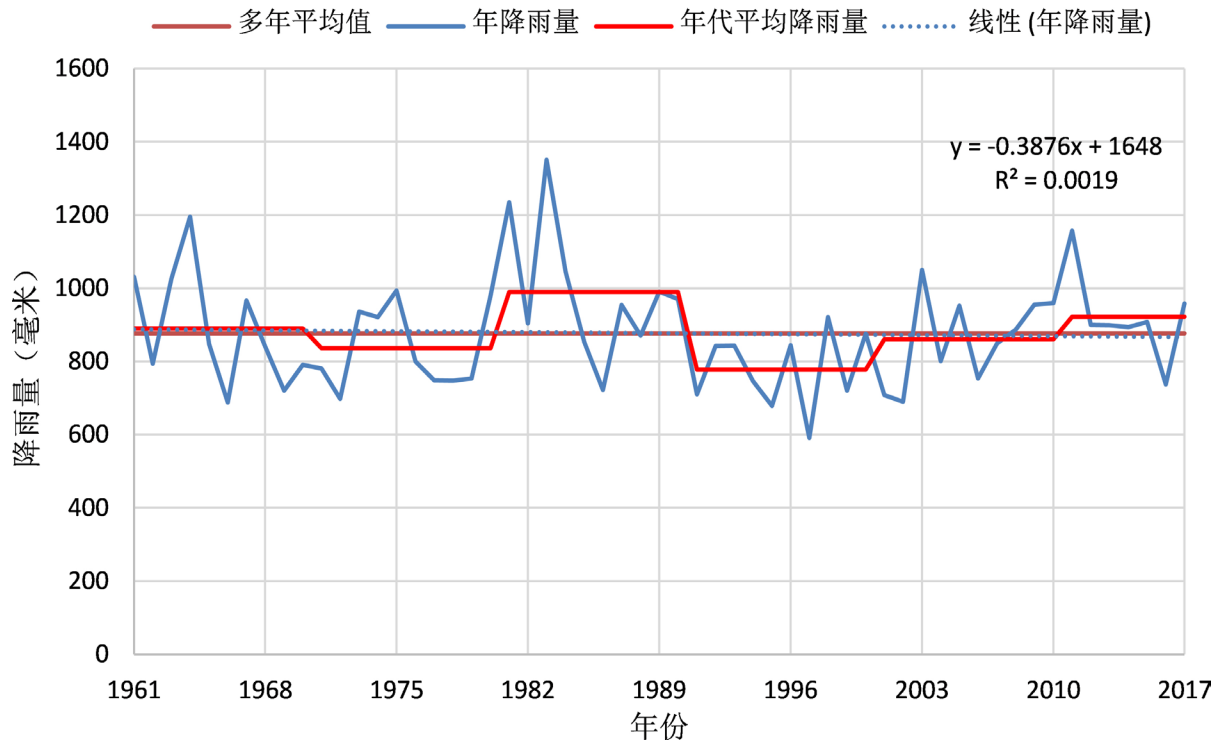


Figure 3. Tendency of annual precipitation at Ankang basin

图 3. 安康流域年降雨量历年变化趋势分析

趋势与它们各自年降雨量变化趋势一致。考虑到安康水电站从1991年开始运行,将1961~2017年划分为1961~1990,1991~2017两个时段进行比较分析,石泉以上与安康全流域年降雨量比值前30年平均值为0.989,后27年平均值为0.970;石泉-安康区间与安康全流域年降雨量比值前30年平均值为1.020,后27年平均值为1.066。

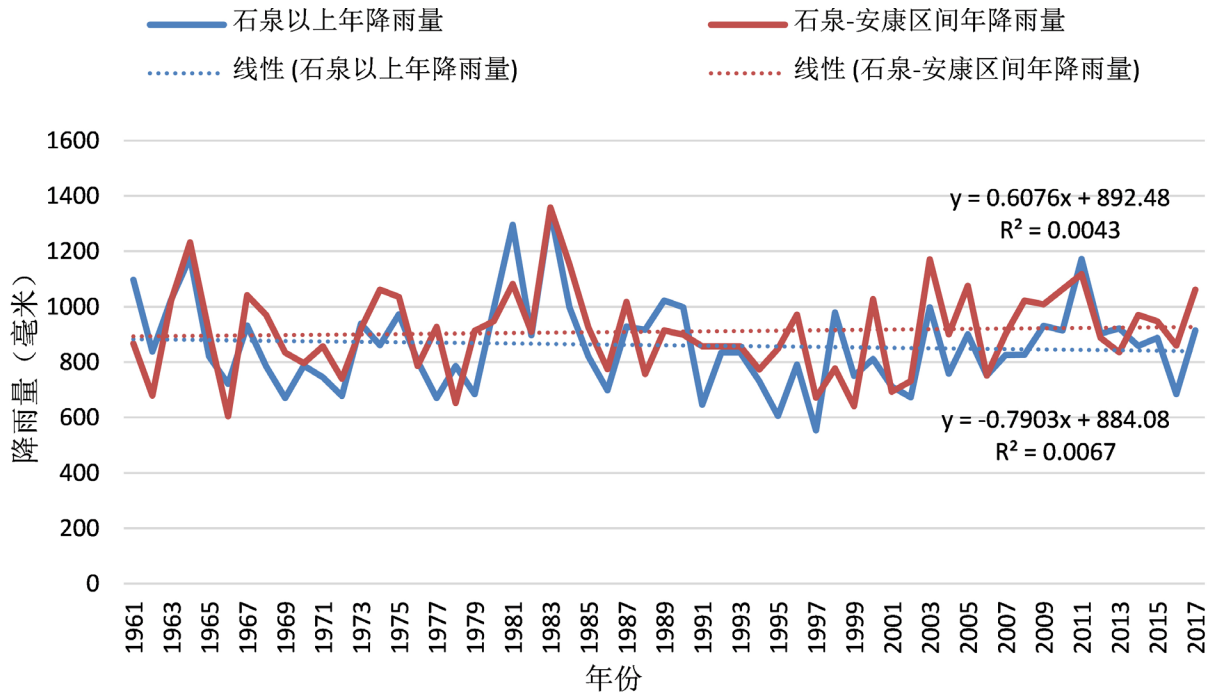


Figure 4. Tendancy of annual precipitation in the upper Shiquan basin and the Shiquan-Ankang interval basin

图4. 石泉以上流域与石泉-安康区间年降雨量历年变化趋势分析

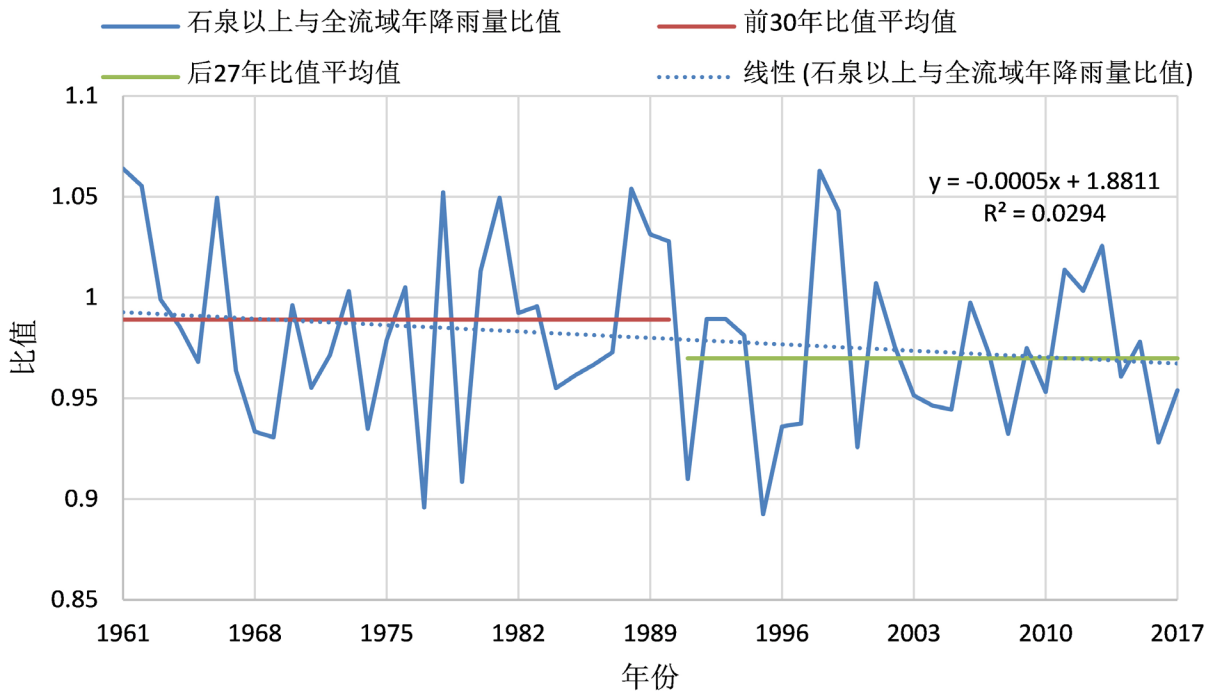


Figure 5. Tendancy of the ratio of annual precipitation between the upper Shiquan and the whole basins

图5. 石泉以上与全流域年降雨量比值历年变化趋势分析

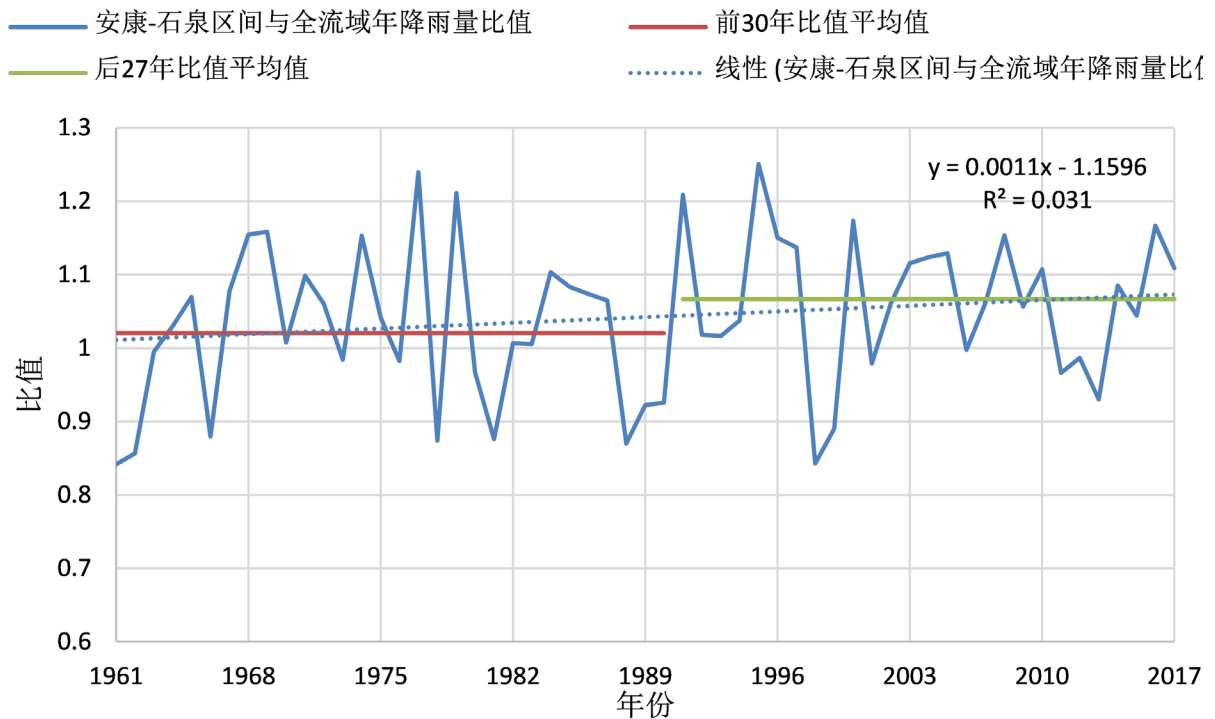


Figure 6. Tendency of the ratio of annual precipitation between the Shiquan-Ankang interval basin and whole basin

图 6. 石泉 - 安康区间与全流域年降雨量比值历年变化趋势分析

4.2. 人类活动对安康入库径流影响分析

安康流域内的人类活动主要包括以下几类：①下垫面条件发生变化；②取用水量变化；③河道变迁；④水利工程修建。

1) 汉江流域大多为山地和丘陵，其中山地占 50%，丘陵占 45%，平原占 5%。安康市及汉中市两个行政区域林地草地水体占总面积的 80%，耕地和建筑用地不到 18%，而建筑用地占总面积的 2%~3%。在近 7~8 年中，人类活动中土地利用的变化不大，其中耕地面积略有减少不到 1%，建筑用地略有增加 10% 左右，由于建筑用地面积总量小，即使建筑用地面积有所增加，对安康水库入库径流的影响很小。

2) 汉中市各行业用水占比变化不大，用水总量变化也不是很明显，汉中市各行业用水占比变化较大，用水总量变化也相对明显，但从 2011 年以后安康市用水总量变化也趋于平稳，未来用水量变化幅度不会太大，对安康入库径流的影响趋于稳定，每年占比约 4.9%。

3) 2010 年以前，人类活动对安康上游河道的弯曲河段进行过裁弯取直，还存在围河垦地、沿河建筑等败坏性行为，破坏河流生态和流态，对河道防汛产生不利影响，增加防汛压力。

4) 水利工程主要体现在水库的调节，以及调水工程的调水。汉江安康水库流域上游目前大小共计有 408 座（不含安康水库），总库容 19.64 亿 m^3 ；其中小(I)型(100 万 m^3)以上水库共计 86 座，总库容 18.60 亿 m^3 （汉中 59 座，库容 5.34 亿 m^3 ）；小(II)型水库共计 322 座，总库容 1.04 亿 m^3 （汉中 296 座，库容 0.98 亿 m^3 ）。库容在 1000 万 m^3 以上的有 18 座，总库容 16.49 亿 m^3 （汉中市 9 座库容 3.81 亿 m^3 ，重庆市城口县 3 座库容 3.46 亿 m^3 ，四川万源市大竹镇 1 座库容 0.34 亿 m^3 ，安康 5 座库容 8.88 亿 m^3 ）。在建的水库还有 4 座，总库容 9.53 亿 m^3 。其中引汉济渭工程两座水库总库容 9.39 亿 m^3 （黄金峡 2.29 亿 m^3 ，三河口 7.1 亿 m^3 ）；白龙洞电站水库，库容约 200 到 300 万 m^3 ；龙峡水库库容 1172 万 m^3 。已建水库中影响较大的有石泉、蔺河口、巴山这三座水库，后一节予以重点研究。

4.3. 主要水库工程对安康入库径流影响分析

4.3.1. 不同量级洪水对安康入库径流的影响

依据近五年(2013~2017)的安康入库流量，与还原天然流量进行对比分析，如图7~图11，小洪水时，石泉、蔺河口、巴山水库有明显的拦蓄作用，从而影响安康水库的入库径流。

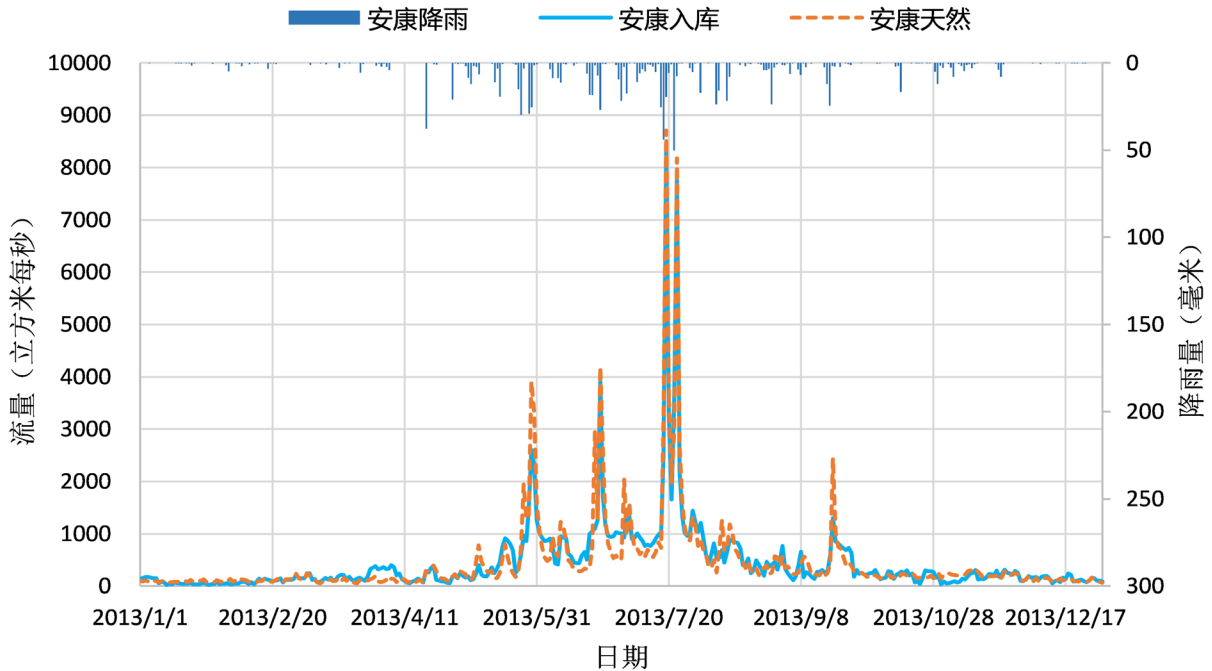


Figure 7. Comparison of actual reservoir inflow and natural reservoir inflow in 2013

图7. 2013年实际入库流量与天然流量对比图

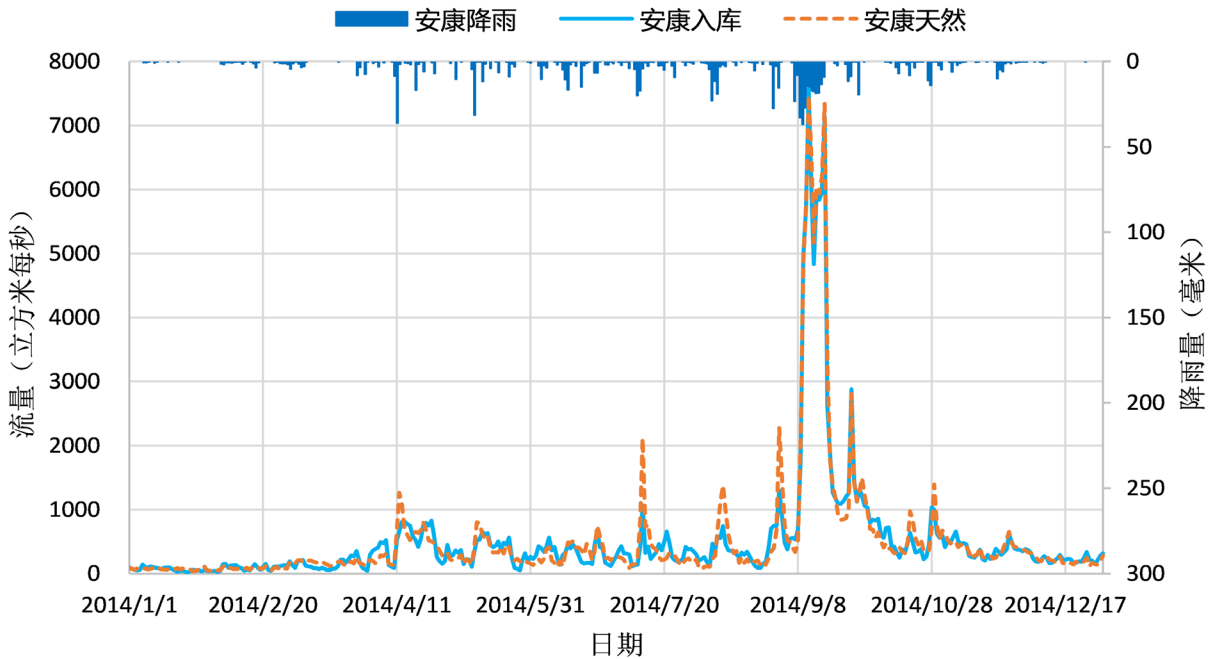


Figure 8. Comparison of actual reservoir inflow and natural reservoir inflow in 2014

图8. 2014年实际入库流量与天然流量对比图

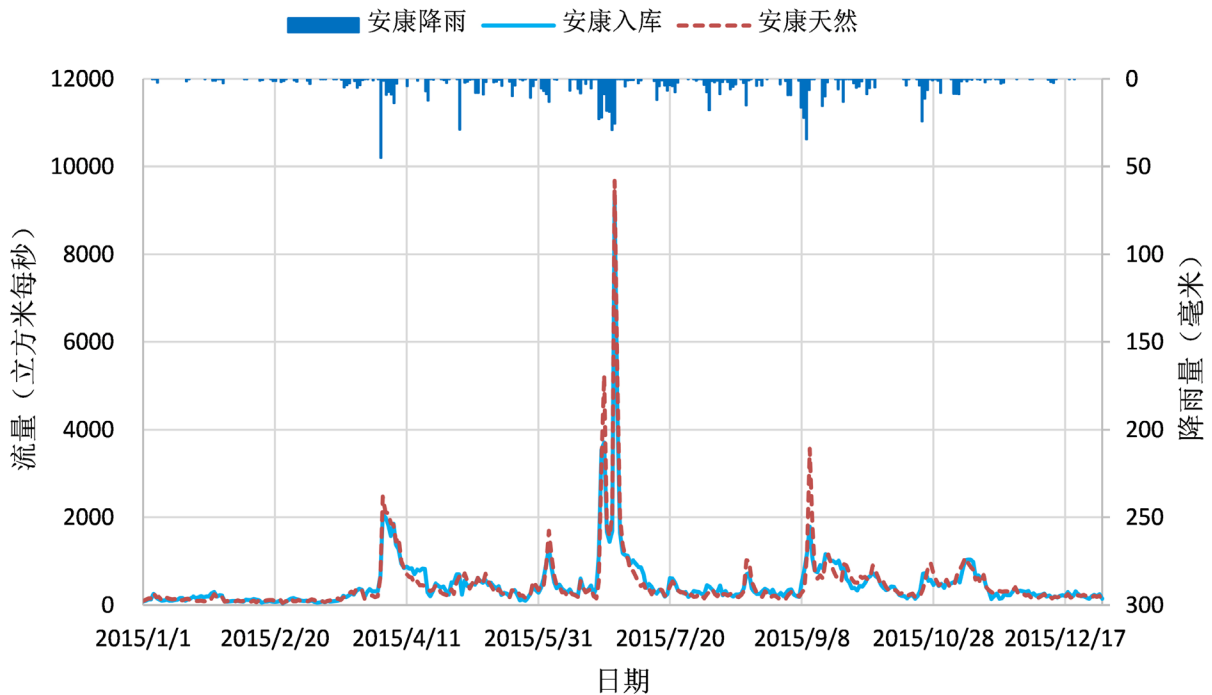


Figure 9. Comparison of actual reservoir inflow and natural reservoir inflow in 2015

图 9. 2015 年实际入库流量与天然流量对比图

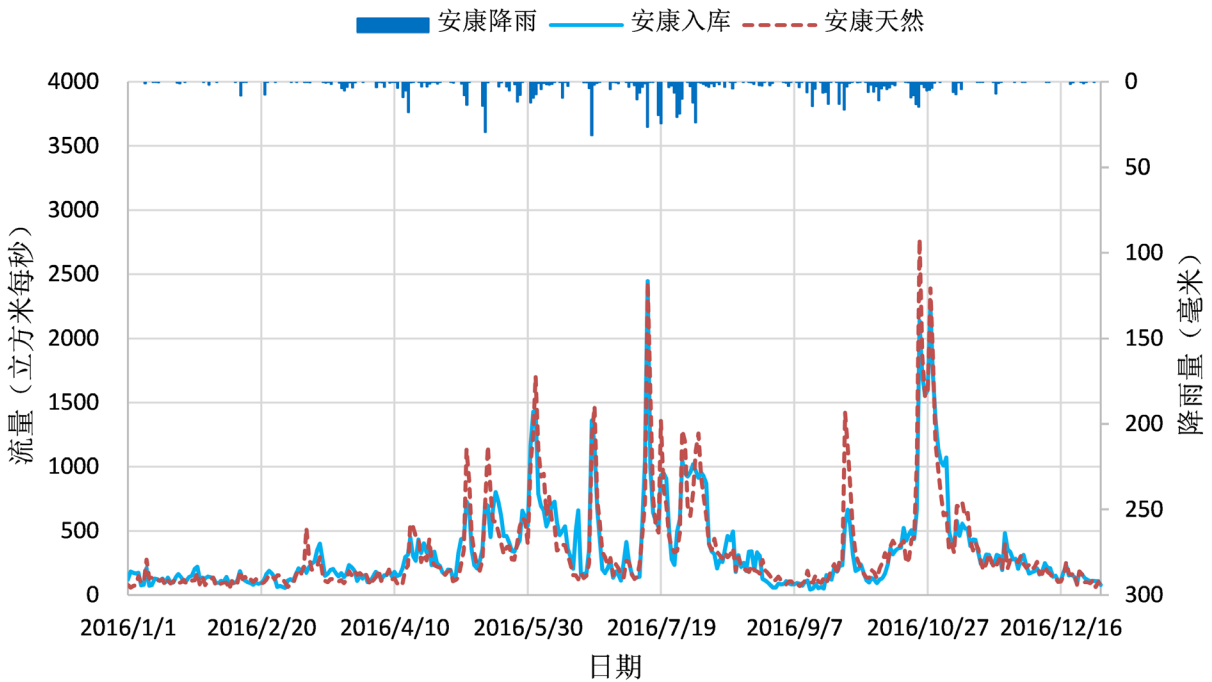


Figure 10. Comparison of actual reservoir inflow and natural reservoir inflow in 2016

图 10. 2016 年实际入库流量与天然流量对比图

又从 2013~2017 年的安康入库资料中, 挑选了 22 场洪水资料, 将实际入库流量与天然流量进行洪峰流量与场次洪量的对比分析, 列表 3。在这 22 场洪水过程中, 洪号为 20140912、20140928、20160714 这 3 场洪水的实际洪峰流量要大于天然洪峰流量, 不过增大的比例都不大, 分别为 1.25%、2.55%、0.36%; 22 场洪水的洪峰

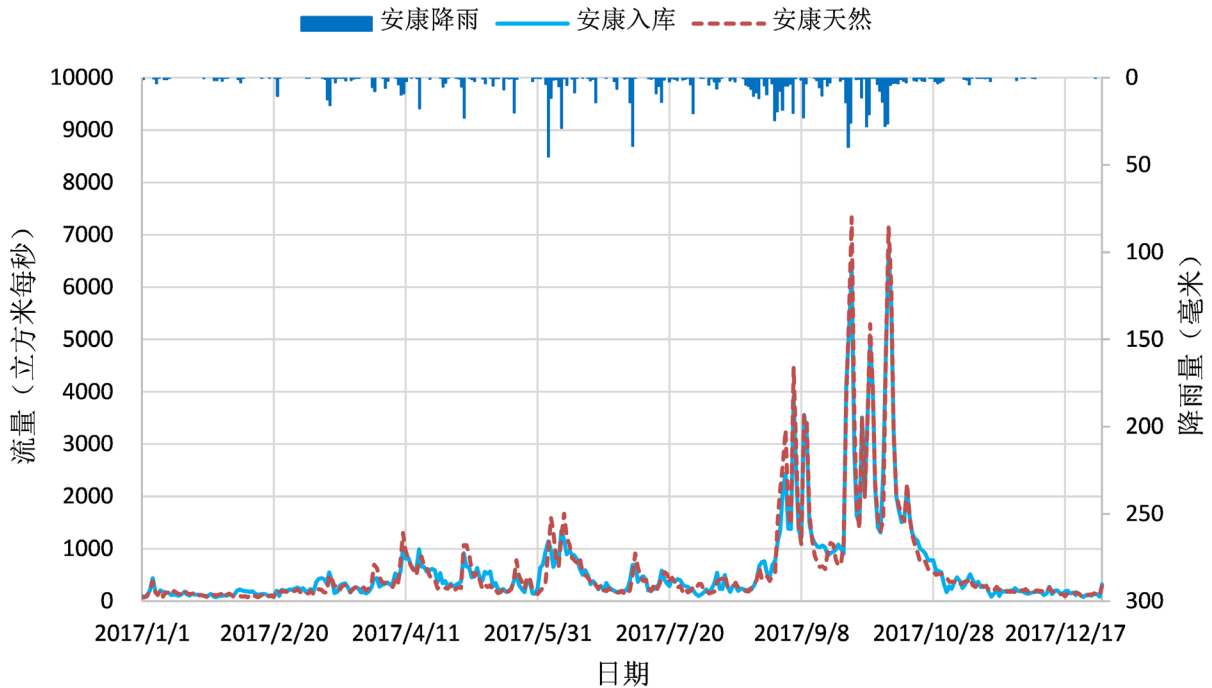


Figure 11. Comparison of actual reservoir inflow and natural reservoir inflow in 2017

图 11. 2017 年实际入库流量与天然流量对比图

平均削减比为 29.77%，由此可以看出安康流域上游水库对于洪水的洪峰削减作用是比较明显的。从洪量上看，这 22 场洪水过程中，有 5 场洪水的实际洪量是要大于天然洪量的，但是增加的比例都不是很大，22 场洪水的洪量平均削减比为 10.25%。由此可见，安康流域上游水库的调蓄作用对安康入库径流的影响还是比较大的。

Table 3. Comparison of reservoir natural and real inflows during 2013~2017

表 3. 2013~2017 年实际入库与天然入库对比分析表

编号	洪号	实际洪峰 (m³/s)	天然洪峰 (m³/s)	洪峰削减比 (%)	实际洪量 (亿 m³)	天然洪量 (亿 m³)	洪量削减比 (%)	累计降雨量 (mm)	最大日降雨量 (mm)
1	20130529	2607	3912	-50.09	11.65	14.60	-25.26	105.08	29.75
2	20130624	3915	4183	-6.85	11.77	13.08	-11.08	78.46	26.90
3	20130704	1349	2036	-50.96	7.38	6.71	9.05	51.59	21.67
4	20130719	8384	8708	-3.86	30.03	31.55	-5.08	153.04	49.94
5	20130920	1300	2445	-88.08	6.76	6.86	-1.49	45.94	24.47
6	20140712	1068	2115	-98.06	2.47	4.68	-89.77	48.94	20.07
7	20140901	1299	2276	-75.18	4.87	5.78	-18.52	47.04	27.39
8	20140912	7563	7460	1.35	54.11	55.76	-3.05	236.54	36.79
9	20140928	2883	2809	2.55	11.81	11.32	4.12	41.22	19.35
10	20141028	1038	1393	-34.18	4.28	4.67	-8.93	32.04	13.90
11	20150402	2062	2474	-20.01	12.74	13.88	-8.99	87.89	44.99
12	20150629	9299	9670	-4.00	30.81	32.40	-5.14	152.76	29.17
13	20150911	1792	3569	-99.15	6.11	7.61	-24.45	80.67	34.44

Continued

14	20150604	1306	1692	-29.60	4.53	5.21	-15.00	34.79	13.26
15	20160602	1438	1705	-18.58	10.56	10.45	1.00	51.78	12.07
16	20160623	1362	1470	-7.93	4.06	4.37	-7.63	38.39	31.19
17	20160714	2449	2440	0.36	6.70	6.75	-0.74	51.79	26.36
18	20160727	1051	1283	-22.07	10.94	10.86	0.70	106.34	23.76
19	20161028	2263	2389	-5.59	16.99	16.48	3.00	63.95	14.69
20	20170609	1345	1672	-24.31	12.13	12.88	-6.20	109.64	45.16
21	20170905	3913	4463	-14.07	29.60	32.18	-8.73	192.47	24.48
22	20171011	6708	7149	-6.57	63.52	65.67	-3.38	235.27	39.61

将洪水进行大、中、小不同量级分类，将洪峰流量大于 $6000 \text{ m}^3/\text{s}$ 定义为大型洪水，将洪峰流量大于 $2500 \text{ m}^3/\text{s}$ 小于 $6000 \text{ m}^3/\text{s}$ 定义为中型洪水，将洪峰流量小于 $2500 \text{ m}^3/\text{s}$ 定义为小型洪水。将上述 22 场洪水资料进行分类，分类型进行计算得到大型洪水洪峰削减比为 3.27%、洪量削减比为 4.16%；中型洪水洪峰削减比为 17.12%、洪量削减比为 10.24%；小型洪水洪峰削减比为 40.95%、洪量削减比为 12.00%。显然，中小洪水时，安康入库径流变化较大。

4.3.2. 典型洪水对安康入库径流的影响

根据收集到的场次洪水资料进行安康天然入库还原计算，并对还原后的安康天然流量与安康实际入库流量进行对比分析，从而定量分析典型洪水对安康入库径流的影响。

从图 12 中可见，20150629 洪水前期为全流域洪水，石泉、巴山均有大于 $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ 的流量，蔺河口也有 $700\sim 800 \text{ m}^3/\text{s}$ 的流量，被三个水库全部拦截。后期主要是石泉上游洪水，石泉水库有加大泄流现象，导致实际峰值略大于天然峰值，存在人为加大洪水的可能，对安康水库防洪造成压力。因此，在 5 年一遇洪水应密切关注上游水库放水。

从图 13，图 14 可见，20170912 洪水和 20170927 洪水均为区间型洪水，石泉水库没有泄洪，来水全部拦截，蔺河口和巴山水库前期来水非常大，均有泄洪，最大泄洪流量均接近 $2000 \text{ m}^3/\text{s}$ ，这 2 次洪水主要来自区间大竹河，在今后的洪水预报和洪水调度中，应特别关注大竹河来水和白杨溪水文站的流量。

20150629洪水

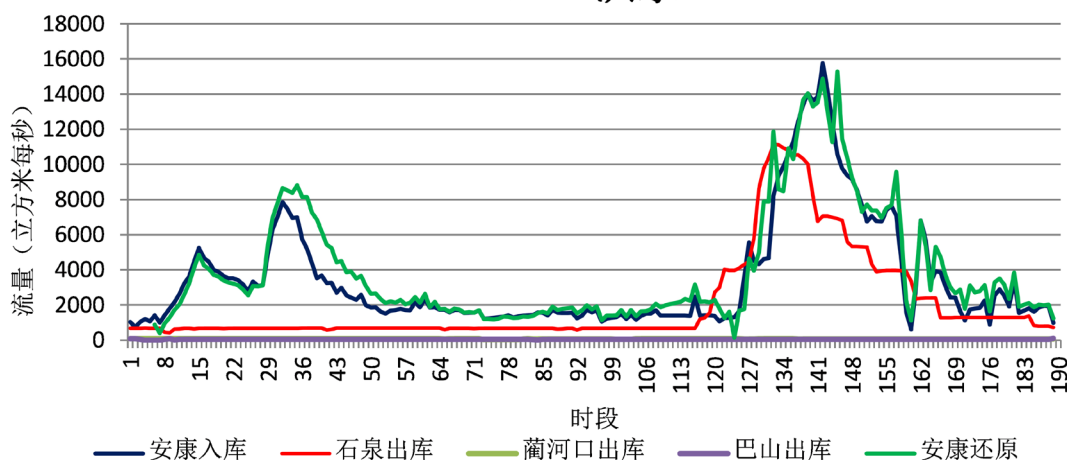


Figure 12. Natural restoration of No. 20150629 flood Ankang reservoir inflow

图 12. 洪号 20150629 场次洪水安康入库天然还原

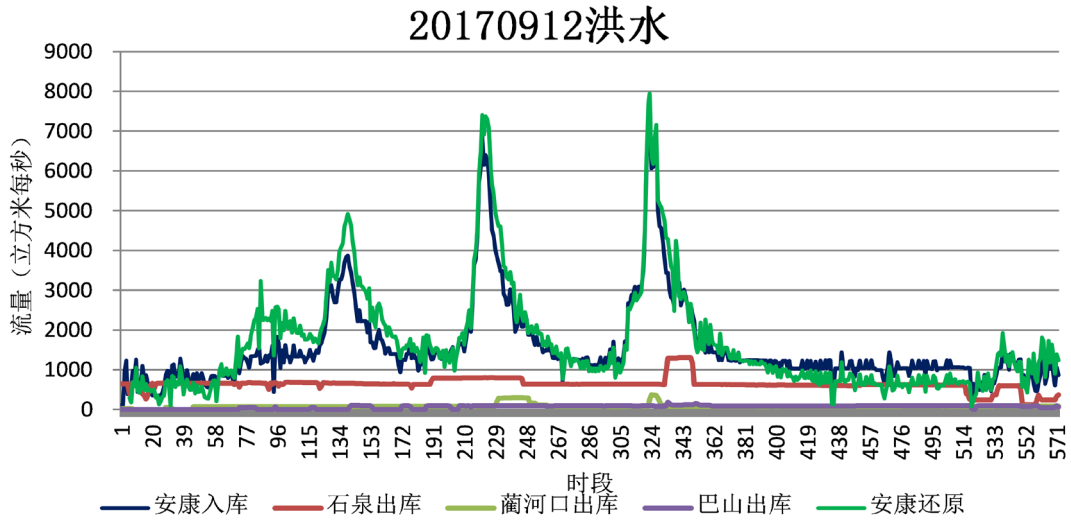


Figure 13. Natural restoration of No. 20170912 flood Ankang reservoir inflow

图 13. 洪号 20170912 场次洪水安康入库天然还原

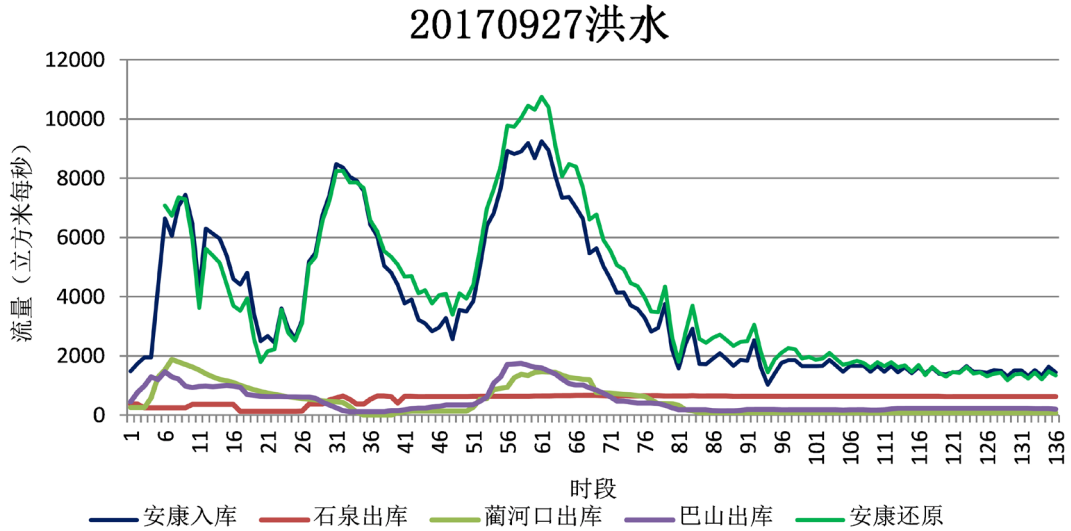


Figure 14. Natural restoration of No. 20170927 flood Ankang reservoir inflow

图 14. 洪号 20170927 场次洪水安康入库天然还原

从表 4 可见，这 3 场洪水中有 2 场洪水是削峰比较明显的，只有 20150629 洪水存在增峰而不是削峰，增值 3.10%，这场洪水为 5 年一遇，这说明在大洪水时，如果上游水库敞泄将导致安康水库洪水放大，造成安康水库防洪压力增大。

Table 4. Analysis of actual reservoir inflow flood and natural reservoir inflow flood

表 4. 场次洪水实际入库与天然入库对比分析表

洪号	实际洪峰 (m³/s)	天然洪峰 (m³/s)	洪峰削减比 (%)	实际峰现时间	天然峰现时间	峰现变化	实际洪量 (亿 m³)	天然洪量 (亿 m³)	洪量削减比 (%)
20150629	15766	15291	3.10	2015/6/29 21:00	2015/6/30 0:00	提前 3 小时	23.71	26.27	-9.74
20170912	7475	7946	-5.93	2017/9/10 0:00	2017/9/10 0:00	无	32.36	34.36	-5.83
20170927	9245	10751	-14.01	2017/9/27 20:00	2017/9/27 20:00	无	18.26	19.29	-5.33

5. 结论

1、降雨量影响分析：从 60 年代开始，安康降雨量没有明显趋势性变化。但区间降雨量有明显的变化，27 年资料中石泉 - 安康区间降雨量明显偏高，1991~2017 年与 1961~1990 年比较，区间降雨量偏高 4% 左右，特别是 2003 年以后与 1961~1990 年比较，区间降雨量偏高 5% 左右。当暴雨集中在石泉 - 安康区间时，容易构成陡涨陡落型洪水，使安康水库防汛调度压力加剧。2017 年 9 月份的洪水就是典型的区间洪水。

2、水库工程影响分析：①石泉水库洪水来临前预泄情况较多，中小型洪水拦蓄也存在一定的频次，对安康水库入库径流的影响较大；②蔺河口水库流域较小，降雨量相对巴山水库流域而言也偏小，历年来产生的洪水频率也较小。所以，蔺河口水库对安康水库入库径流的影响较小；③巴山水库库容大，又是年调节水库，调节能力较强，巴山水库基本上在暴雨中心，形成洪水的概率比较大。且，巴山水库在汛期到来之前水库水位常降低至死水位以下运行，对中小型洪水拦蓄能力更大，对安康水库入库径流的影响非常大，应密切关注巴山水库的运行情况以及任河流域的降雨情况。

3、洪水影响分析：大型洪水洪峰削减比为 3.27%、洪量削减比为 4.16%；中型洪水洪峰削减比为 17.12%、洪量削减比为 10.24%；小型洪水洪峰削减比为 40.95%、洪量削减比为 12.00%。说明：大型洪水，上游水库对安康水库的入库径流影响较小；中小型洪水，上游水库削峰非常明显，拦蓄水量也非常明显，对安康水库的入库径流影响非常大，对安康水库的防洪和发电调度影响很大。

参考文献

- [1] 严栋飞, 解建仓, 姜仁贵, 等. 汉江上游径流变化趋势及特征分析[J]. 水资源与水工程学报, 2016(6): 13-19.
YAN Dongfei, XIE Jiangcang, JIANG Rengui, et al. Trends and characteristics of runoff for upper Hanjiang River. Journal of Water Resources & Water Engineering, 2016(6): 13-19.
- [2] 苏雪锐, 高喜永, 郭亚军. 汉江上游径流时空演变规律分析[J]. 水利科技与经济, 2010, 16(10): 1148-1151.
SU Xuerui, GAO Xiyong, GUO Yajun. Analysis on variation characteristics on the runoff series of the upper Hanjiang River. Water Conservancy Science and Technology and Economy, 2010, 16(10): 1148-1151.
- [3] 方慈安, 潘志祥, 叶成志, 等. 几种流域面雨量计算方法的比较[J]. 气象, 2003, 29(7): 23-26.
FANG Ci'an, PAN Zhixiang, YE Chengzhi, et al. Comparison of calculation of methods river valley area rainfall. Meteorological, 2003, 29(7): 23-26.
- [4] 赵文焕, 冯宝飞, 陈瑜彬. 上游水库群蓄水对三峡水库 8~10 月来水影响[J]. 人民长江, 2013, 44(13): 1-4.
ZHAO Wenhuan, FENG Baofei, CHEN Yubin. Influence of impoundment of upstream reservoirs on inflow of Three Gorges Reservoir from August to October. Yangtze River, 2013, 44(13): 1-4.