

堵河流域水文特征分析

王忠华, 贺德才, 卢向飞

(湖北省十堰市水文水资源勘测局, 湖北 十堰 442000)

摘要:对堵河竹山水文站 1959~2007 年降水量、径流量、输沙量等资料进行了统计分析,描述了堵河流域降雨、径流和暴雨洪水的主要特征以及河流泥沙受人类活动影响。为堵河流域水资源管理、防汛抗旱提供参考。

关键词:降水;径流;输沙量;分析

中图分类号:P333

文献标识码:A

文章编号:1000-0852(2015)01-0092-05

1 引言

根据水资源评价、管理和防汛抗旱的实际,对堵河流域降水、径流、暴雨、洪水、河流泥沙和河流化学等水文特征进行了统计分析,力求呈现出水文要素的特征值时空分布变化的规律性及其特点。

降水量、径流量、输沙量逐月过程线是流域内水文气象、下垫面因素和人类活动因素综合作用的反应,表示了降水量、径流量、输沙量年内变化的规律。而年际变化则能反应不同年份间的波动大小,以此分析出研究区域的降水量、径流量、输沙量的变化特征。

一场暴雨洪水对输沙量增加起着重要作用;而生态环境建设对河流泥沙量的减少作用也相当显著。

2 流域概况

堵河系汉江上游较大支流,由西源泗河、南源官渡河汇合。堵河全流域均属大巴山区,地势西南高、东北低。堵河全流域面积为 12 502km²,全长为 354km。河道平均比降为 4.64‰,流域平均海拔高度为 1 034m。流域下垫面主要由炭质千页岩、硅质岩、页岩、灰岩等组成,岩溶较发育,有溶蚀裂隙及溶洞,河流多急流险滩,流域形状呈扇形,流域内植被较好。洪水汇流时间集中,极易产生暴涨暴落的洪峰。竹山水文站位于黄龙滩水电站以上 92km,控制面积为 9 074km²,占全流域面积的 73%。竹山水文站 1958 年设立,至 2013 年有 56a

实测资料。多年流域平均降水量 809.7mm,多年平均径流量为 61.8×10⁸m³,多年平均流量 164m³/s,多年平均输沙量 358×10⁴t,平均输沙率 114kg/s。竹山水文站上游 14.8km 于 2011 年 9 月建成潘口水电站,控制流域面积 8 950km²,电站装机容量 50×10⁴kw,年发电量 10.5×10⁸kw/h。水电站建成后,不仅能优化电源结构,提高防洪能力,而且还可以改善生态环境,服务南水北调。

3 降水

堵河流域多年平均降水量为 809.6mm,属于我国降水分区的湿润带和径流分区的多水地区,多年平均径流量为 61.8×10⁸m³,折合径流深为 494mm,径流系数为 0.61。历年年最大降水量为 1 056.8mm(1964 年),最小年降水量 503.8mm(1997 年),其比值为 2.1 倍,为全国低值区,其变差系数 $C_v=0.23$ 。

堵河流域位于大陆亚热带季风气候区,雨量丰沛,流域植被较好。降水的季节变化很大,降水量年内分配不均,而且降水高度集中。汛期 5~9 月降水量占全年降水 67.7%。呈单峰型。6~7 月份,西太平洋副热带高压增强,长江流域中下游一带位于副热带高压北缘,强盛的东南暖湿气团与北方冷气团交汇,往往形成冷暖气流对峙的形势,是长江中下游一带的主要降雨季节,此间流域内降水显著增加,峰值出现在 7 月。降水量年内分配见表 1。

降水量的年内变化,以7月份为最大,年内最大4个月(6~9月)占全年的55.7%。年内丰枯变化还是比较均匀的,处于我国的低值区。降水过程为单峰型。

降水量的多年变化具有丰枯周期变化的特点,丰、枯水年以2~3年交替出现(见图1)。

4 暴雨

暴雨是指24h降雨大于50mm的降水。暴雨特征通常以暴雨历时、暴雨强度、笼罩面积来描述。暴雨历时、暴雨笼罩面积和次暴雨总量三者如何组合,对洪水影响很大。据多年资料统计,堵河竹山水文站多年平均年最大24h降水量为63.4mm,变差系数 C_v 为0.30;

1966年7月23日实测年最大24h雨量为112.7mm,一次降水总量为112.8mm(1966年7月22~23日)。暴雨历时一般为2d,暴雨主要集中在7月份,春汛和秋汛不明显。流域内的竹溪县洞滨口站1992年6月12日实测最大24h雨量为240.7mm为全流域最大。^[1]

5 径流

堵河流域年径流量由降水量补给,多年平均年径流量为 $61.8 \times 10^8 \text{m}^3$,相应的径流量集中在5~9月。占全年径流量的62.7%,与降水量逐月过程线成良好的对应关系(见表1)。年径流量和年降水量的相关系数为0.84。

表1 堵河竹山站降水量、流量、输沙量统计表

Table 1 The statistics of the precipitation, flow and sediment discharge at the Zhushan station in the Duhe river basin

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
平均降水量/mm	9.9	18.2	41.6	71.6	97.5	108.1	132.0	104.1	105.2	75.0	34.3	12.2	809.7
占年降水/%	1.2	2.2	5.1	8.8	12.0	13.4	16.3	12.9	13.1	9.3	4.2	1.5	100
平均流量/ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	35.5	41.7	93.4	173	230	220	283	234	263	205	132	50.6	164
占年流量/%	1.8	2.1	4.8	8.8	11.7	11.2	14.4	11.9	13.4	10.4	6.7	2.6	---
平均输沙率/ $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$	0	0.272	2.67	37.8	97.4	206	412	310	214	82.4	6.48	0.024	114
平均含沙量/ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	0	0.007	0.029	0.218	0.423	0.936	1.46	1.33	0.814	0.402	0.049	0	5.66
平均输沙量/ 10^4t	0	0	0.7	10.0	25.4	53.7	107.4	81.3	56.2	21.5	1.88	0	358
占年输沙量/%	0	0	0.2	2.8	7.1	15.0	30.0	22.7	15.7	6.0	0.5	0	100

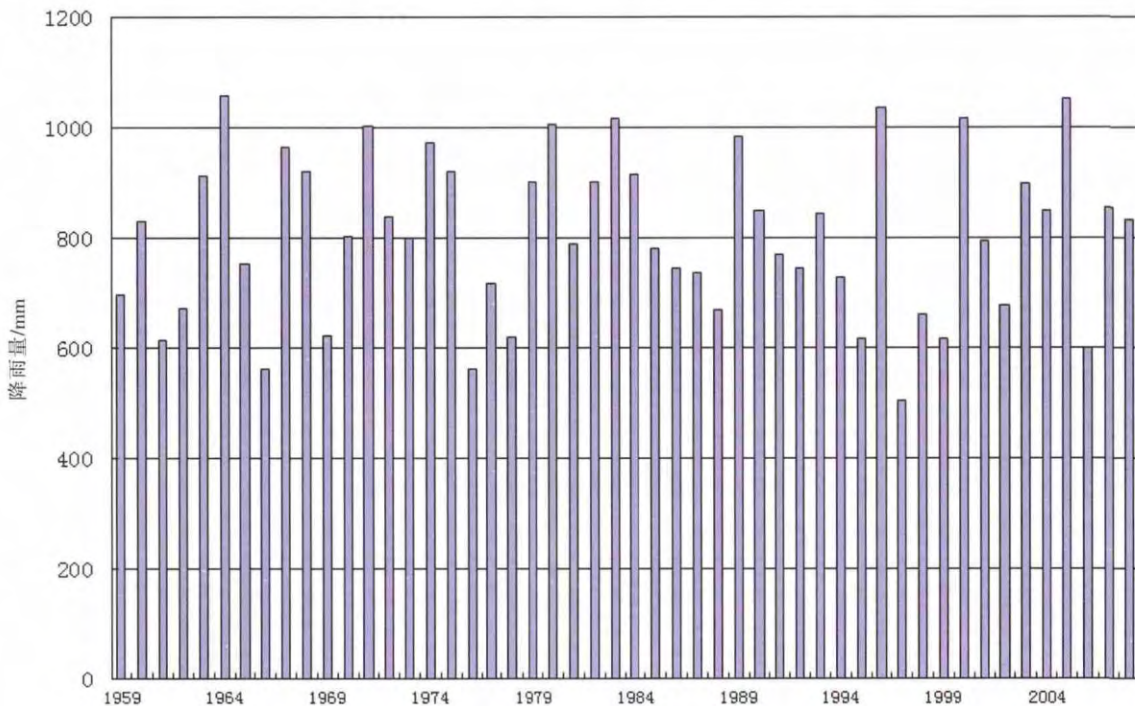


图1 堵河竹山站降水量历年过程线

Fig.1 The hydrograph of the annual precipitation at the Zhushan station in the Duhe River basin

本流域降水量年际变化较大,相应的径流量年际变化也大,最大径流量是最小径流量的3.62倍。历年降水量和径流量表现出良好的相关性。

径流量多年变化,以1983年最大为 $84.5 \times 10^8 \text{m}^3$,1966年最小为 $23.26 \times 10^8 \text{m}^3$,比值为3.6倍, $C_v=0.33$ 。

6 洪水

堵河流域洪水主要由暴雨形成。夏季炎热、暴雨集中,受副热带高压位置变动、西南涡运动等影响具有降水强度大,持续时间长,覆盖面积大影响,往往形成堵河以上发生洪水。

调查资料表明^[2],竹山县城关镇(集水面积 7988km^2)1867年调查洪水洪峰流量为 $12500 \text{m}^3/\text{s}$;实测最大洪水发生在1980年6月24日,竹山洪峰流量为 $9990 \text{m}^3/\text{s}$ 。形成这场洪水的暴雨,发生在6月23~24日,暴雨中心(杨家扒站)最大雨量24h为161.3mm、竹山站为112.2mm。一场洪水总量为 $12.76 \times 10^8 \text{m}^3$,占全年径流量的16.1%。竹山实测最大洪水前3位的洪峰、洪量如表2所示。

竹山水文站多年平均洪峰流量为 $3760 \text{m}^3/\text{s}$,变差系数 $C_v=0.48$ 。自有实测资料以来,堵河以上洪水在时序上有高发期和低发期特点。大洪水发生6次,平均12a一次,并具有连续性的特点。

7 河流泥沙

堵河流域多年平均输沙量为 $358 \times 10^4 \text{t}$,最大年(1964年)为 $1140 \times 10^4 \text{t}$,最少年(2006年)为 $12 \times 10^4 \text{t}$,主要取决于水量的大小。堵河含沙量不大,竹山水文站多年平均含沙量为 $5.66 \text{kg}/\text{m}^3$,年最大含沙量为 $17.7 \text{kg}/\text{m}^3$ 。

输沙量年内分配差异很大,汛期(5~10月)的输沙量占全年的96.5%(见表1),而径流量集中的7、8月输沙量占全年的52.7%。1964、1980和1968年为年最

大输沙量前三位。1964年径流量为 $81.37 \times 10^8 \text{m}^3$,输沙量为 $1140 \times 10^4 \text{t}$;1980、1968年径流量分别为 $74.9 \times 10^8 \text{m}^3$ 和 $63.78 \times 10^8 \text{m}^3$,相应的输沙量分别为 $1050 \times 10^4 \text{t}$ 和 $889 \times 10^4 \text{t}$ 。

输沙量峰值与径流量、降水量都相对应。究其原因,7、8月雨水较多,暴雨频发,堵河属于山溪性河流,浪大流急,具有集流时间快、传播历时短、洪水暴涨暴落的显著特点,水土流失使得大量泥沙进入河道。同时洪水期,流量和流速加大,增强了河道的挟沙能力,挟沙能力大于含沙量时发生侵蚀,把平时淤积在河道的泥沙重新挟入径流,增大了径流的输沙量。多年输沙量变化和多年径流量变化对照见图2。

一场暴雨洪水对输沙量增加起着重要作用。1964年输沙量为 $1140 \times 10^4 \text{t}$,该年洪峰流量为 $6480 \text{m}^3/\text{s}$,洪水总量为 $14.45 \times 10^8 \text{m}^3$,占全年径流量的17.8%,为历年最大。竹山水文站实测最大输沙量是最小输沙量的87.5倍,年际变化要比降水量和径流量大得多。径流与输沙相关性不显著,相关系数为0.30。

由竹山站历年输沙量变化图(见图2)可以看出,20世纪60年代水土流失严重,70年代有所缓解,而在70年代末期到80年代中期生态环境再次破坏,水土流失严重。90年代以后,先后启动了“丹江口水库水源区水土保持重点防治工程”、“农发基金”水土保持项目、“生态县”建设项目和退耕还林、小流域治理、沟道防护、坡面整治等措施。年输沙量在逐年减小,其中1998年大洪水出现较大值时,但值远远小于水土流失严重时期。

从表3中可看出:洪峰流量与洪水总量的组合,可以定性分析一场暴雨洪水对年输沙量的影响。大致情况可以综合成表4。

从以上资料可以看出,大洪水年份一次洪水总量和洪峰流量对年输沙量的增加特别明显,同样地,枯水年洪水对年输沙量的减少也特别显著;介于两者之

表2 堵河竹山站最大洪水洪峰、洪量统计(前三位)

Table 2 The statistics of the maximum peak discharge and flood volume at the Zhushan station in the Duhe river basin

年份	发生日期 /月.日	洪峰流量 $/\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	洪水总量/ 10^8m^3			暴雨中心 24h 降水 /mm	
			1d	3d	5d		
1980	6.24	9990	6.94	10.29	12.03	12.76	161.3(杨家扒站)
1964	10.3	6480	3.81	10.45	13.23	14.45	86.5(竹山站)
1971	8.24	6300	3.67	5.68	6.41	6.80	117.9(桃园站)

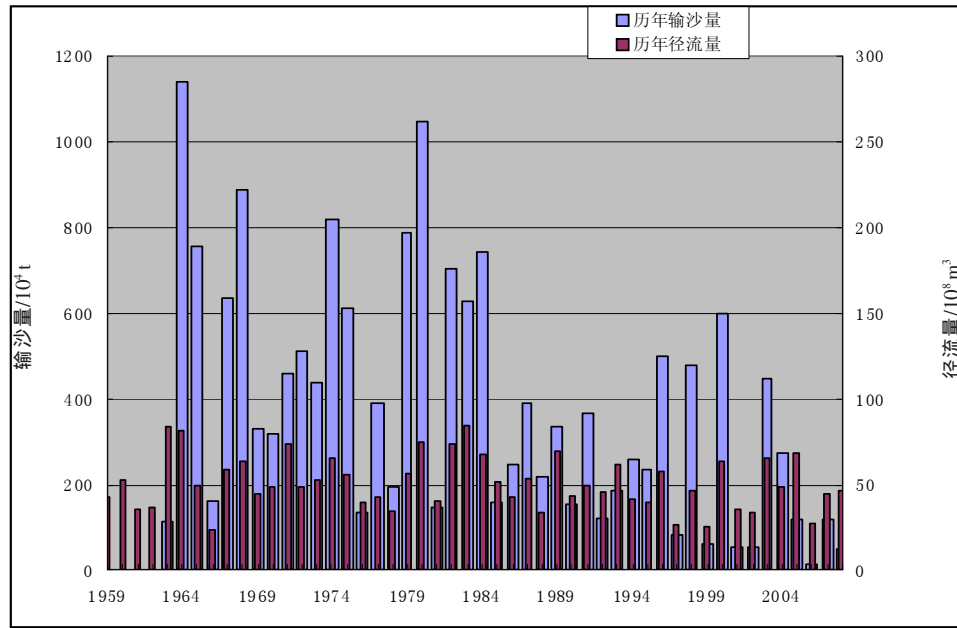


图2 堵河竹山站历年输沙量和径流量变化对照

Fig. 2 Comparison between the annual sediment discharge and runoff at the Zhushan station in the Duhe River basin

表3 堵河竹山站年输沙量与年最大洪水峰量关系对照

Table 3 The statistics of the annual sediment discharge, runoff, peak discharge and flood volume at the Zhushan station in the Duhe river basin

年份	输沙量/10 ⁴ t	年径流量/10 ⁸ m ³	洪峰流量/m ³ ·s ⁻¹	洪水总量/10 ⁸ m ³	洪水总量占年径流量比值/%	说明
1964	1140	81.37	6 480	14.45	17.8	水土流失严重/大洪水
1980	1050	74.90	9 990	12.76	17.0	生态破坏/大洪水
1968	889	63.78	3 320	5.6	8.8	水土流失严重
1974	820	65.85	4 400	7.68	12.0	水土流失缓解
1965	756	50.11	4 490	5.60	11.2	水土流失严重
1984	743	67.40	4 950	6.12	9.0	生态破坏
1982	700	73.50	4 760	13.12	17.9	生态破坏
1967	634	58.61	3 350	5.20	8.9	水土流失严重
1975	611	55.38	3 790	3.96	7.2	水土流失缓解
2000	598	63.88	3 620	6.24	9.8	退耕还林
1996	500	57.69	3 020	3.09	5.4	退耕还林
1998	479	46.33	4 760	10.07	21.7	退耕还林
1971	456	73.97	6 300	6.80	9.2	水土流失严重
2003	448	65.35	5 160	7.69	11.8	退耕还林
1985	159	51.40	2 170	2.79	5.4	生态破坏
1976	134	39.20	3 270	3.31	8.4	水土流失缓解
1992	121	45.78	2 740	5.00	10.9	退耕还林
1997	79.8	26.75	1 240	1.71	6.4	退耕还林
1999	62.1	25.34	986	2.92	11.5	退耕还林
2001	54.6	35.16	1 700	2.70	7.7	退耕还林
2006	12	27.48	863	2.66	9.7	退耕还林

表4 堵河竹山站洪峰流量与洪水总量的组合与年输沙量定性关系

Table 4 The relationship between the annual sediment discharge, peak discharge and flood volume at the Zhushan station in the Duhe River basin

洪峰流量 /m ³ ·s ⁻¹	洪水总量 /10 ⁸ m ³	洪水总量 占年径流 量比值/%	年输沙量 /10 ⁴ t	说明
>6000	>7.0	>12	>800	1971 例外(小)
>4000-6000	>6	>11	>700-800	1998、2003 例外
3000-4000	4-6	<10	>500-700	1976 例外(小)
<3000	<4	<10	<100	

间的洪水,则定性关系复杂。

8 河流水化学

堵河系汉江上游较大支流,是南水北调中线工程水源区。堵河流域水化学评价主要指标有矿化度、总硬度、河水化学类型以及酸碱度、pH 值等。十堰市水资源环境监测中心^[3]对堵河竹山水文站水质监测矿化度为 221mg/L,属软水,总硬度 123mg/L,pH 值多年平均为 8.1。生态保护良好,河流污染情况不大。2012 年全年竹山站监测氨氮 0.2 mg/L、高锰酸盐指数 2.1 mg/L、总磷 0.03 mg/L,本流域河流属 Ⅲ类水^[4]。

9 结语

以上分析表明,堵河流域属山溪性河流洪水、泥沙主要受暴雨影响,雨量充沛。降水、径流和输沙主要集

中在汛期,成单峰,峰值出现在 7 月。流域内降雨年际变化和径流年际变化大且变幅接近,降水量和径流量表现出良好的相关关系。

输沙量表现出较大的年际变化,经分析输沙与降水、径流直接相关不显著,但汛期集中的暴雨洪水的峰值和一次洪水总量的组合是产生泥沙的主要原因之一。堵河流域内植被较好,经各项措施整治水土流失得到遏制,且输沙量有逐年减小的趋势。保护了南水北调中线供水水源区的优良水质。

参考文献:

- [1] 水利部水文局,南京水利科学研究所. 中国暴雨统计参数图集 [M]. 北京:中国水利水电出版社,2006. (Bureau of Hydrology, MWR, Nanjing Hydraulic Research Institute. Chinese Rainstorm Statistic Parameter Atlas [M]. Beijing: China WaterPower Press, 2006. (in Chinese))
- [2] 国家防汛抗旱总指挥部办公室,水利部水文局,南京水利科学研究所. 中国历史大洪水调查资料汇编 [M]. 北京:中国书店,2006. (Office of State Flood Control and Drought Relief Headquarters, Bureau of Hydrology, MWR, Nanjing Hydraulic Research Institute. Corpus of Historical Flood Data of China [M]. Beijing: Cathay Bookshop, 2006. (in Chinese))
- [3] 湖北省水利学会. 第三届湖北科技论坛论文集 [C]. 2005. (Hubei Hydraulic Engineering Society. Proceedings of the Third Hubei Science and Technology Forum [C]. 2005. (in Chinese))
- [4] 十堰市水利水电局,十堰市水文水资源勘测局. 十堰市水资源调查评价 [R]. 2005. (Shiyan Bureau of Water Conservancy and Hydroelectricity, Shiyan Bureau of Hydrology and Water Resources Survey. Water resources investigation and assessment for Shiyan city [R]. 2005. (in Chinese))

Analysis of Hydrological Characteristics of Duhe River Basin

WANG Zhonghua, HE Decai, LU Xiangfei

(Shiyan Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Hubei Province, Shiyan 442000, China)

Abstract: This paper analyzed the precipitation, runoff and sediment discharge at the Zhushan Station in the Duhe River Basin from 1959 to 2007, and described the characteristics of the precipitation, runoff and storm floods and the effect of human activities on the river sediment, so as to provide a reference for the water resources management, flood control and drought relief in the Duhe River Basin.

Key words: precipitation; runoff; sediment discharge; analysis