

大伙房水库对浑河流域径流特性的影响

刘伟, 何俊仕, 陈杨

(沈阳农业大学, 沈阳 110866)

摘要: 为分析人类活动对浑河径流特性的影响, 利用浑河流域的北口前、大伙房、抚顺、沈阳、黄腊坨和邢家窝棚 6 个水文站 1959 年 2011 年的日流量资料, 以大伙房水库关闸蓄水时间为初始研究时段, 对比分析了研究时段内浑河流域年、汛期、非汛期、月及日径流量的变化特性。结果表明: 大伙房水库建成后的前 20 年, 浑河流域径流量变化平缓, 而之后的近 30 年里径流量出现偏高峰值, 但是大伙房水库汛期蓄水量所占比例并没有显著变化, 汛期蓄水量变化趋势与全年蓄水量变化趋势十分相符。

关键词: 浑河; 径流特性; 大伙房水库

中图分类号: TV 213 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672 1683(2015)04-0635-04

Effects of Dahuofang reservoir on the runoff characteristics of Hun River Basin

LIU Wei, HE Jun shi, CHEN Yang

(Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, China)

Abstract: In order to analyze the impact of human activities on the runoff characteristics of Hun River Basin, the daily runoff data of six hydrological stations, including Beikouqian, Dahuofang, Fushun, Shenyang, Huanglatuo, and Xingjiawopeng, from 1959 to 2011 were selected, the time when Dahuofang reservoir was closed and started to storage water was selected as the initial research period, the variation characteristics of annual runoff, runoff in the flood season and non flood season, monthly runoff, and daily runoff were compared and analyzed. The results showed that runoff in the Hun River Basin has slight variation in the first 20 years after the completion of the Dahuofang reservoir, and high peak of runoff appears in the subsequent 30 years.

The storage capacity of Dahuofang reservoir in the flood season did not change significantly, and the variation trend of storage capacity in the flood season was consistent with the annual storage capacity.

Key words: Hun River; runoff characteristics; Dahuofang reservoir

浑河贯穿辽宁省中东部, 属辽河一级支流。1954 年在浑河建设的大伙房水库是沈阳、抚顺、鞍山、辽阳、营口、盘锦、大连等辽宁省中部城市群的主要饮用水源地, 供水人口到达 2 300 万人, 饮用水的供水规模在全国乃至世界居首。研究大伙房水库对浑河流域径流特性的影响对于水库及河流管理都具有重要意义。

河川径流是水循环的重要环节, 是水资源开发利用、科学管理、优化调度最重要的依据^[1], 只有了解和掌握水资源变化特征和演变规律, 才能合理的开发利用水资源^[2]。目前已有研究学者研究水库的径流特征。如李靖等^[3]采用线性回归等方法研究了漳泽水库入库径流特征, 得出漳泽水库径流年内分配不均。张敬平等^[4]采用 Mann Kendall 法和 Lepr age 法分别对漳泽水库年径流序列进行突变趋势检验分析,

研究发现漳泽水库天然年径流序列 1977 年发生突变, 突变点前径流序列呈现上升趋势, 突变点后存在下降趋势。赵焕平等^[5]研究了宿鸭湖水库年径流特征及丰枯划分方法, 表明宿鸭湖水库径流量受气候影响显著。赵萍等^[6]通过对卡普恰盖水库生态径流量水文计算, 分析了生态径流量变化对下游生态的影响, 表明卡普恰盖水库建库后, 水库上站、下站径流量均有所减少。栾经黎^[7]等通过对大伙房水库的径流系列周期性分析和系列一致性分析, 得出大伙房水库径流系列特征。张静等^[8]采用数学统计分析方法和模糊集合分析方法分析了大伙房水库汛期气象水文特征, 研究表明大伙房水库汛期具有明显的分期特征。目前对水库的径流特征研究颇多, 而对大伙房水库的径流特征研究较少, 大伙房水库对浑河流域径流的影响研究更为缺乏。本文通过研究大伙房

收稿日期: 2014-08-18 修回日期: 2015-06-08 网络出版时间: 2015-07-24

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/13.1334.TV.20150724.1116.005.html>

作者简介: 刘伟(1979-), 男, 辽宁营口人, 讲师, 博士研究生, 主要从事农业水土工程方面的研究。E-mail: syauliuwei@163.com

通讯作者: 何俊仕(1957-), 男, 辽宁沈阳人, 教授, 博士生导师, 主要从事水资源开发利用与管理方面的研究。E-mail: hejunshi@163.com

水库建成以来,浑河流域 6 个水文站的径流变化,分析大伙房水库自建库以来,浑河流域径流特性的变化,总结大伙房水库的修建对浑河流域径流特性的影响。

1 流域及水文站点概况

浑河是辽河的支流,南邻太子河,北邻辽河,东邻浑江,全长 415.4 km,流域面积 11 481 km²。浑河流域属温带大陆性季风气候区,大伙房水库以上流域多年平均降雨量为 800 mm 左右。雨量年内分配不均,降雨多集中在 7 月和 8 月,而尤以 7 月下旬和 8 月上旬为暴雨集中期。浑河为不对称水系,东侧支流密集,坡陡谷深,水量丰富;西侧支流很少,水量不大。流域内产汇流条件较好,降雨径流关系较为明显,丰枯变化相对较小。

大伙房水库位于浑河中上游,坐落在抚顺市境内,距沈阳市 68 km,是一座防洪、工业及城市供水、灌溉、发电、养鱼等综合利用的大型水利枢纽工程,建成于 1958 年 9 月 5 日。大伙房输水工程包括从辽宁东部水资源丰富地区向大伙房水库输水的一期工程和从大伙房水库向受水城市输水的二期工程,前者已经通水,后者将于 2014 年竣工,实现向各个受水城市输水。根据大伙房水库调节能力及工程投资等多方面因素,综合确定输水工程多年平均输水量 20.86 亿 m³。按照规划,浑河流域境内分别增加水量为:大伙房水库以上抚顺地区为 883.39 万 m³/a,大伙房水库以下抚顺地区为 15 472.77 万 m³/a,沈阳地区 72 062.09 万 m³/a,辽阳地区 520.54 万 m³/a,鞍山地区 92.37 万 m³/a,共计 89 121.16 万 m³/a。

为分析大伙房水库的修建对其下游径流特性的影响,选用北口前、大伙房、抚顺、沈阳、黄腊坨和邢家窝棚 6 个水文站为研究站点(图 1)。北口前水文站位于浑河上游,是大伙房水库的主要入库控制站之一;大伙房水文站位于浑河中上游,距抚顺市 18 km;抚顺水文站位于浑河中上游,是距离大伙房水库最近的水文站;沈阳水文站是浑河上位于中下游分界点的控制水文站;黄腊坨水文站和邢家窝棚水文站位于浑河下游;邢家窝棚水文站是浑河上的最后一个水文控制站。

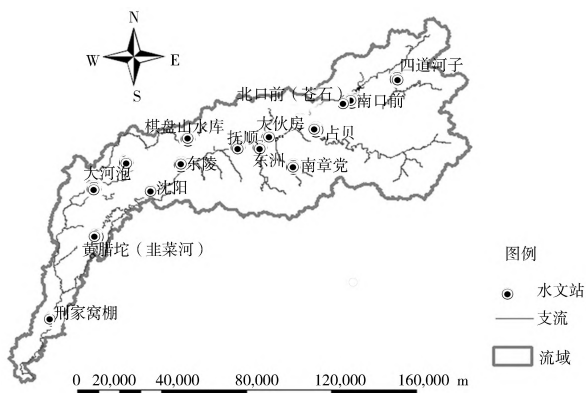


图 1 浑河流域水文站分布

Fig. 1 Distribution of hydrological stations in the Hun River basin

2 研究资料与方法

研究资料选用北口前、大伙房、抚顺、沈阳、黄腊坨和邢家窝棚 6 个水文站 1959 年 2011 年的日流量资料。

研究时段从大伙房水库建库投入使用后开始,根据参考文献[9 10]分为汛期(6 月 1 日-9 月 30 日)和非汛期(10 月 1 日-5 月 31 日)。

利用日流量资料,计算并分析不同研究时段内年、汛期、非汛期和日径流量的变化特性,以及分析大伙房水库蓄水前后径流量年内分配的变化特性。

3 成果与分析

3.1 大伙房水库对浑河流域年径流特性的影响

浑河流域 6 个水文站年径流量变化过程见图 2。

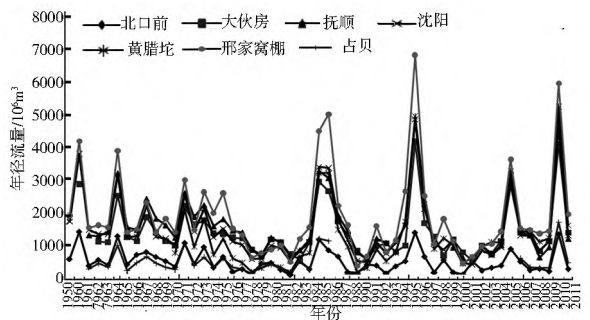


图 2 浑河流域各水文站年径流量变化过程

Fig. 2 Variation process of annual runoff of each hydrological station in the Hun River basin

由图 2 可以看出,大伙房水库建成之后,浑河流域 6 个站的年径流变化过程相似,大伙房、抚顺和沈阳水文站的年径流变化曲线基本吻合,表明浑河流域上下游的径流密切相关。但位于中下游的邢家窝棚和黄腊坨水文站年径流量明显大于其他各站,表明中下游的径流量与上游的年径流量密切相关,区间来水也是邢家窝棚和黄腊坨站径流量的重要组成部分;6 个站年径流过程总体上变化一致,但其波动幅度因测站的位置不同而有所不同,其中邢家窝棚站的年径流波动较其他站的要剧烈,而大伙房、抚顺、沈阳和黄腊坨站的年径流波动较北口前站的要剧烈,这主要因为上游地区全属山地和丘陵,地势陡峭,河谷狭窄,且降水年际变化较大。大伙房水库是不完全年调节水库,对其下游年径流量无明显影响,因此,这 6 个站的年径流量变化主要受降水的影响。

3.2 大伙房水库对其他水文站汛期、非汛期径流特性的影响

北口前、大伙房、抚顺、沈阳和邢家窝棚 5 个站的汛期、非汛期径流量变化过程分别见图 3-图 5。

由图 3、图 4 可以看出,各水文站的汛期、非汛期径流量变化趋势基本一致,位于浑河上游的北口前站汛期、非汛期径流量始终小于其他各站,并且丰水年北口前站的汛期、非汛期径流量有所增加,但增加量并没有其他各站显著,说明不管是汛期或者非汛期,浑河上游的径流量变化并不是十分剧烈。而位于中下游的沈阳水文站在汛期、非汛期径流量变化与中上游的抚顺和大伙房水文站的变化趋势基本相符,说明大伙房水库建库以来,浑河中下游径流变化基本一致,大伙房水库对浑河流域起到了很好的调节作用。图 3 中,各站在 1985 年、1986 年、1995 年和 2010 年的汛期径流量均出现峰值,这与当年的降雨量密切相关,位于浑河流域最下游的

邢家窝棚站径流量一直保持最高,而且峰值也显著高于其他各站,说明大伙房水库建成后的前 20 年,浑河流域径流量变化平缓,而后期的近 30 年径流量出现偏高峰值,尤其对下游影响较为显著。

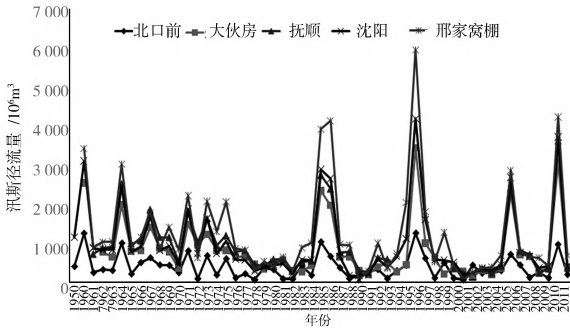


图 3 各水文站汛期径流量变化过程

Fig. 3 Variation process of runoff

in the flood season of each hydrological station

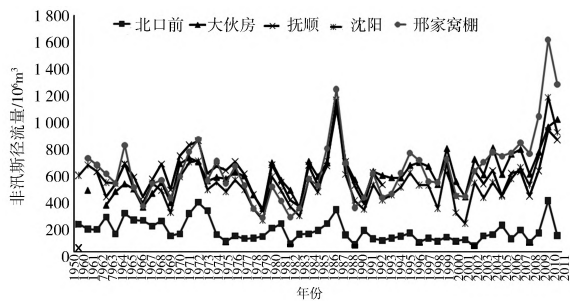


图 4 各水文站非汛期径流量变化过程

Fig. 4 Variation process of runoff in

the non flood season of each hydrological station

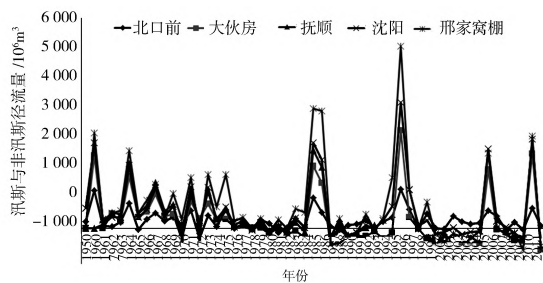


图 5 各水文站汛期与非汛期径流量差值分析

Fig. 5 Difference analysis of runoff in the

flood and non flood seasons of each hydrological station

由图 5 得知,各水文站的汛期和非汛期径流量差值变化趋势基本一致。大伙房水库建成之后,位于大伙房水文站上游的北口前水文站汛期与非汛期径流量差值变化趋于平缓,而大伙房水文站和位于其下游的各站,汛期与非汛期差值存在明显的变化。水库建成初期,即建成后的前 20 年,各站径流量差值呈现先减小后趋于平缓的趋势,而后期的近 30 年,径流量差值出现 4 个峰值,分别在 1985 年、1986 年、1995 年和 2010 年,其他各年份基本趋于平缓,这与当年汛期降雨量密切相关。位于下游的水文站径流量差值变化更为明显,说明汛期与非汛期径流量差值越大,对浑河流域下游径流的影响越大。

3.3 大伙房水库蓄水量的变化特征

大伙房水库全年蓄水量变化、汛期和非汛期蓄水量变化、

汛期蓄水量占全年蓄水量比例变化分别见图 6、图 7 和图 8。

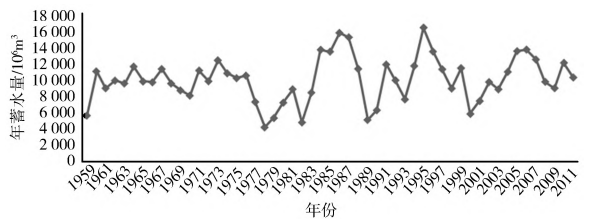


图 6 大伙房水库全年蓄水量变化过程

Fig. 6 Variation process of the annual storage capacity of Dahuofang reservoir

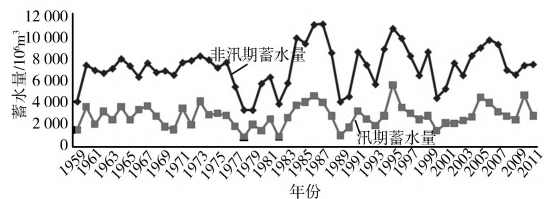


图 7 大伙房水库汛期和非汛期蓄水量变化过程

Fig. 7 Variation process of storage capacity in the flood and non-flood seasons of Dahuofang reservoir

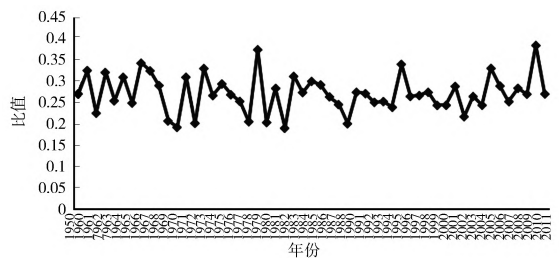


图 8 大伙房水库汛期蓄水量占全年蓄水量比例变化过程

Fig. 8 Variation process of the percentage of storage capacity in the flood season over annual storage capacity of Dahuofang reservoir

由图 6 可以看出,大伙房水库全年蓄水量在建库初期(即前 20 年),变化趋于平缓,围绕 $1.00 \times 10^{10} \text{ m}^3$ 上下波动,而在后期近 30 年,蓄水量变化幅度较大,最高值达到 $1.63 \times 10^{10} \text{ m}^3$,最低值为 $0.42 \times 10^{10} \text{ m}^3$,波动差值为 $1.21 \times 10^{10} \text{ m}^3$,而大伙房水库蓄水量与当年降水直接相关,当年降雨量越大,蓄水量越大。

由图 7 可以看出,大伙房水库在建库初期的 20 年,汛期和非汛期蓄水量变化均非常平缓,没有出现特大和特小值,而在后期的近 30 年间,大伙房水库的非汛期蓄水量变化仍然较为平缓,但汛期蓄水量变化则与全年蓄水量变化趋势十分相似,出现大小峰值,说明大伙房水库全年蓄水量变化取决于其汛期蓄水量变化,也说明近期 30 年,浑河流域汛期降雨量变化十分不平衡,导致大伙房水库蓄水量变化不平衡。

由图 8 可以看出,大伙房水库汛期蓄水量占全年蓄水量的比例,在后 30 年较前 20 年更为平缓,也验证了从图 7 中得出的结论。大伙房水库的全年蓄水量基本取决于其汛期蓄水量,即全年蓄水量变化趋势与汛期蓄水量变化趋势十分相符。

4 结论

本文分析了人类活动特别是大伙房水库的修建对浑河流域径流特性的影响,认为水库对其下游径流特性的影响与水库库

容大小、水库运行方式以及与水库距离的远近有关。由于大伙房水库是年调节水库,对其下游年径流特性无明显影响,但汛期滞洪的运行方式对其下游汛期、非汛期、日径流量以及径流年内分配过程有着显著的影响,使得汛期径流量所占比例减小、非汛期径流量所占比例增大、中小量级日流量出现频次增加、大量级日流量出现频次减少、径流年内分配过程更为均匀,但影响随距离的增加而减小。研究成果可为评价人类活动对浑河生态系统健康及稳定性提供参考。

参考文献(References):

- [1] 黄强,赵雪花. 河川径流时间序列分析预测理论与方法[M]. 郑州:黄河水利出版社,2008. (HUANG Qiang, ZHAO Xue hua. Theory and method for prediction and analysis of runoff time series [M]. Zheng Zhou: Yellow River Water Conservancy Press, 2008. (in Chinese))
- [2] Li Donglong, Wang Wensheng, Hu Shixiong, et al. Characteristics of annual runoff variation in major rivers of China[J]. Hydrological Processes, 2012, 26(19): 2866-2877.
- [3] 李靖,赵雪花,陈旭. 漳泽水库入库径流特征分析[J]. 节水灌溉, 2014(6): 40-43. (LI Jing, ZHAO Xue hua, CHEN Xu. Analysis of characteristics of Zhangze reservoir storage of runoff[J]. Water Saving Irrigation, 2014(6): 40-43. (in Chinese))
- [4] 张敬平,黄强,赵雪花. 漳泽水库径流时间序列变化特征与突变分析[J]. 干旱区资源与环境, 2014(1): 131-135. (ZHANG Jing ping, HUANG Qiang, ZHAO Xue hua. Variation characteristics and mutation analysis of Zhangze reservoir runoff time series[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2014(1): 131-135. (in Chinese))
- [5] 赵焕平,汪海洋,张壮壮. 宿鸭湖水库年径流特征及丰枯划分初探[J]. 河南水利与南水北调, 2011(10): 16-17. (ZHAO Huan ping, WANG Hai yang, ZHANG Zhuang zhuang. Characteristics of the annual runoff of Suyalu reservoir and the division of plentiful water season[J]. Water Resources & South to North Water Diversion, 2011(10): 16-17. (in Chinese))
- [6] 赵萍,夏自强,陈起川,等. 卡普恰盖水库对伊犁河径流特征及下游生态径流的影响[J]. 河海大学学报:自然科学版, 2013(6): 482-487. (ZHAO Ping, XIA Zi qiang, CHEN Qi chuan, et al. Kapur qiagai reservoir's impact on the runoff characteristics of Yili river and the downstream ecological runoff[J]. Journal of Hehai University: Natural Sciences, 2013(6): 482-487. (in Chinese))
- [7] 栾经黎,栾继虹,杨旭. 大伙房水库径流系列分析[J]. 东北水利水电, 2005(6): 31-32. (LUAN Jing li, LUAN Ji hong, YANG Xu. Analysis of runoff series of Dahuofang Reservoir[J]. Water Resources & Hydropower of Northeast China, 2005, 23(6): 31-32. (in Chinese))
- [8] 张静,何俊仕. 大伙房水库汛期气象水文特征分析[J]. 人民黄河, 2012(11): 45-47. (ZHANG Jing, HE Jun shi. Study on Hydro Meteorology Characteristics in Flood Season of Dahuofang Reservoir [J]. Yellow River, 2012, 34(11): 45-47. (in Chinese))
- [9] 蒋海艳,莫崇勋,韦逗逗,等. 水库汛期分期研究综述[J]. 水利水电科技进展, 2012, 32(3): 75-79. (JIANG Hai yan, MO Chong xun, WEI Dou dou, et al. Summary of installment of flood of reservoir[J]. Advances In Science And Technology of Water Resources, 2012, 32(3): 75-80. (in Chinese))
- [10] 周如瑞,梁国华,周惠成,等. 大伙房水库汛期分期研究[J]. 水资源与水工程学报, 2013, 24(6): 146-148. (ZHOU Ru rui, LIANG Guo hua, ZHOU Hui cheng, et al. Study on separation of flood season of Dahuofang reservoir[J]. Journal of Water Resources And Water Engineering, 2013, 24(6): 145-148. (in Chinese))

《南水北调与水利科技》优先数字出版声明

为即时确认作者科研成果、彰显论文传播利用价值,从 2011 年起,将《南水北调与水利科技》印刷版期刊出版的定稿论文在“中国知网”(http://www.cnki.net)以数字出版方式提前出版(优先数字出版)。欢迎读者在中国知网“中国学术期刊网络出版总库”检索、引用本刊作者最新研究成果。

《南水北调与水利科技》编辑部