

DOI: 10.3876/j.issn.1000-1980.2012.01.013

松花江干流中游段径流年内分配变化规律

陆志华^{1,2,3}, 夏自强^{1,2,3}, 于岚岚^{1,2,3}, 王志坚^{1,4}

(1. 河海大学国际河流研究所, 江苏 南京 210098; 2. 河海大学水文水资源与水利工程科学国家重点实验室, 江苏 南京 210098;
3. 河海大学水文水资源学院, 江苏 南京 210098; 4. 河海大学法学院, 江苏 南京 210098)

摘要: 为了研究松花江干流中游段的径流年内分配变化规律, 以哈尔滨站和佳木斯站 1954—1987 年、2001—2007 年的逐日流量资料为基础, 对径流年内分配的不均匀性、集中程度和变化幅度等指标进行了分析计算。结果表明: (a) 松花江干流中游段在 20 世纪 70 年代径流年内分配较为均匀, 80 年代最不均匀。哈尔滨站的径流年内分配不均匀性和集中度通常要小于佳木斯站。最大径流出现的时间哈尔滨站滞后于佳木斯站。(b) 2 个站径流年内分配不均匀系数、完全调节系数、集中度和集中期的变化过程是同步的, 且前 3 个指标之间具有较大的相关关系。

关键词: 松花江 径流 年内分配 不均匀性 集中度 集中期

中图分类号: P333.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-1980(2012)01-0063-07

Changes of annual runoff distribution in middle reaches of Songhua River

LU Zhi-hua^{1,2,3}, XIA Zi-qiang^{1,2,3}, YU Lan-lan^{1,2,3}, WANG Zhi-jian^{1,4}

(1. Research Institute of International Rivers, Research Academy of Hohai University, Nanjing 210098, China;
2. State Key Laboratory of Hydrology-Water Resources and Hydraulic Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China;
3. College of Hydrology and Water Resources, Hohai University, Nanjing 210098, China;
4. School of Law, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: In order to analyze the changes of the annual runoff distribution in the middle reaches of the Songhua River, indices including unevenness, concentration degree, and variation were defined and calculated based on the daily runoff data at Harbin and Jiamusi hydrological stations during the periods from 1954 to 1987 and from 2001 to 2007. The results show the following: (a) The annual runoff distribution in the middle reaches of the Songhua River was comparatively even in the 1970s and mostly uneven in the 1980s. The unevenness and concentration degree of the annual runoff distribution at Harbin Station were lower than those at Jiamusi Station. The time of occurrence of the maximum runoff at Harbin Station was later than that at Jiamusi Station. (b) The changes of the unevenness coefficient, the complete accommodation coefficient, the concentration degree, and the concentration period of the annual runoff distribution at the two stations were consistent, and there was a close correlation between the former three indices.

Key words: Songhua River; runoff; annual distribution; unevenness; concentration degree; concentration period

河川径流的年内分布特征不仅影响人类社会系统的安全, 同时也影响自然生态系统的健康。一方面, 河川径流的丰枯变化通常引致水资源供需关系的改变并影响水资源的开发利用; 另一方面, 河川径流的节律性变化影响着与其相关的一系列物理、化学和生物过程^[1]。松花江是中俄界河黑龙江(阿穆尔河)右岸最大的支流, 松花江径流的变化直接影响黑龙江下游俄罗斯境内的径流情势, 从而影响下游人民的经济、生活以及跨境生态安全。本文通过对松花江哈尔滨和佳木斯 2 个水文站逐日流量资料的分析, 探讨松花江径流年内分配过程及其变化规律, 为深入了解松花江流域乃至整个黑龙江流域水资源的变化趋势, 为流域的水利工程建

收稿日期: 2011-01-19

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项(2009B29614) 水利部公益性行业科研专项(201001052)

作者简介: 陆志华(1987—), 男, 江苏吴江人, 硕士研究生, 主要从事水文水资源和生态环境研究。E-mail: luzhihua2008@163.com

设、生态环境保护、水资源合理利用以及界河的开发和保护提供科学依据.

1 研究区概况

松花江流域位于中国东北地区的北部,东西长 920 km,南北宽 1 070 km,介于北纬 41°42′ ~ 51°38′、东经 119°52′ ~ 132°31′之间,流域面积 54.6 万 km²,占黑龙江流域总面积 185.5 万 km² 的 29.4%. 松花江有南、北两源,南源为第二松花江,北源为嫩江.南源发源于长白山主峰白头山天池,北源嫩江发源于大兴安岭支脉伊勒呼里山中段南侧.嫩江和第二松花江在吉林省扶余县三岔河附近汇合后折向东流至同江县河口,这段河道为松花江干流.松花江流经黑龙江、内蒙古、吉林三省(区),沟通了哈尔滨、佳木斯、齐齐哈尔、吉林等主要工业城市及黑龙江、乌苏里江国际界河,是黑龙江右岸最大的支流.

从南源的河源至三岔河为松花江上游,从三岔河至佳木斯为松花江中游,从佳木斯至河口为松花江下游.根据松花江干流的地形及河道特性,干流可分为上、中、下 3 段.即:三岔河至哈尔滨为松花江干流上段,河道长 240 km;哈尔滨至佳木斯是松花江干流中段,河道长 432 km;佳木斯至同江是松花江干流下段,河道长 267 km.

四季划分^[2]如下:春季为 4—5 月,夏季为 6—8 月,秋季为 9—10 月,冬季为 11 月—次年 3 月.

2 研究资料

流域径流资料选用哈尔滨站、佳木斯站 1954—1987 年、2001—2007 年的逐日流量资料,资料序列的长度为 40 a,资料均来源于水文年鉴.

3 分析方法

研究径流年内分配特征的方法有很多^[3-6],通常使用较多的有各月、各季、汛期、非汛期、连续最大 3 个月、连续最小 3 个月径流量占年径流的百分比等.除此以外,为进一步定量分析松花江径流年内分配特征,本文采用年内分配不均匀系数^[1,7-8]、集中程度^[9-10]以及变化幅度等指标^[11-12],从不同角度分析径流年内分配的变化规律,采用非线性法^[13]分析各指标的变化趋势.

3.1 径流年内分配指标

3.1.1 径流年内分配不均匀性

采用径流年内分配不均匀系数和径流年内分配完全调节系数 2 个指标来分析径流的年内分配不均匀性,计算公式^[1,7-8]如下:

$$C_u = \sigma / \bar{r} \tag{1}$$

$$C_r = \frac{\sum_{i=1}^{12} \varphi_i (r_i - \bar{r})}{\sum_{i=1}^{12} r_i} \tag{2}$$

其中 $\sigma = \sqrt{\frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} (r_i - \bar{r})^2}$ $\bar{r} = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} r_i$ $r_i < \bar{r}$ 时 $\varphi_i = 0$ $r_i \geq \bar{r}$ 时 $\varphi_i = 1$

式中: C_u ——径流年内分配不均匀系数; C_r ——径流年内分配完全调节系数; i ——月序; r_i ——年内各月径流量; $\bar{r}$ ——月平均径流量; φ_i ——符号函数.由式(1)可知, C_u 值越大,年内各月径流量差别越大,径流年内分配越不均匀.由式(2)可知,年内分配完全调节系数 C_r 越大,径流年内分配越集中,不均匀程度越高.

3.1.2 径流年内分配集中程度

集中度 C_n 和集中期 D 是利用 1 年的逐月径流资料来反映径流年内分配集中的程度和集中的重心(1 年中最大径流量出现的时间).

将 1 年 12 个月的月径流量看作向量,月径流量大小作为该月径流矢量的模,所处的月份作为该矢量的方向,用圆周(把圆周的度数 360°作为 1 a 的天数,1 d 相当于 0.986 3°,表 1 列出了全年各月包含的角度及月中代表的角度值)方位来表示,将 1 a 中各月径流矢量求和,合矢量模与年径流量的比值为年径流集中度,合矢量方向为年径流集中期.计算公式^[9-10]为

$$C_n = \sqrt{r_x^2 + r_y^2} / \sum_{i=1}^{12} r_i \quad D = \arctan(r_x / r_y) \tag{3}$$

其中
$$r_x = \sum_{i=1}^{12} r_i \sin \theta_i \quad r_y = \sum_{i=1}^{12} r_i \cos \theta_i$$
式中： r_x, r_y ——12 个月径流矢量的分量之和所构成的水平、垂直分量； θ_i ——第 i 月经流的矢量角度。

3.1.3 变化幅度
采用极大比 $C_{\max}$ 和极小比 $C_{\min}$,即最大月平均径流量 $r_{\max}$ 、最小月平均径流量 $r_{\min}$ 与多年平均径流量 $\bar{r}$ 之比来描述径流的年内相对变化幅度. 计算公式^[11-12]为

$$C_{\max} = r_{\max} / \bar{r} \quad C_{\min} = r_{\min} / \bar{r}$$

(4)

3.2 径流年内分配趋势分析方法
采用非线性回归法^[13]中的多项式拟合来分析径流年内分配各指标的变化趋势.

4 结果分析

4.1 径流年内分配情况

松花江哈尔滨站、佳木斯站径流年内分配极不均匀,2 个站各月、各季径流分配情况见图 1、图 2 和表 2.2 个站 1954—2007 年多年平均径流量分别为 411.53 亿 m^3 和 638.00 亿 m^3 , 年内径流出现的最大月份都在 8 月,2 个站最大月经流量分别占年径流量的 19.03% 和 20.43%, 径流出现的最小月份都在 2 月,分别占全年的 2.04% 和 1.82%. 哈尔滨站连续最大 3 个月径流量出现在 8—10 月,占年径流量的 48.99%, 佳木斯站连续最大 3 个月径流量出现在 7—9 月,占年径流量的 50.02%. 2 个站径流分配四季分明: 全年径流主要集中在夏、秋 2 个季节,其次是冬季,春季径流量最少.

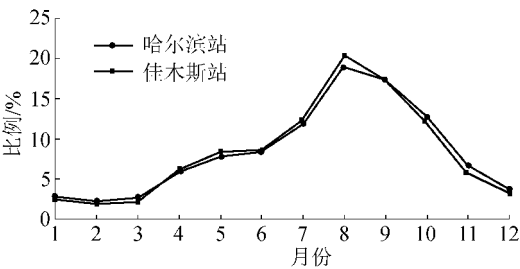


图 1 松花江径流年内分配曲线

Fig. 1 Distribution of annual runoff in Songhua River

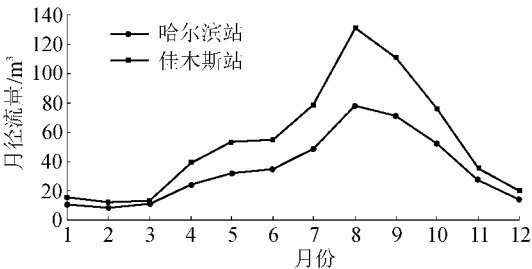


图 2 松花江月径流过程

Fig. 2 Monthly runoff in Songhua River

由 2 个站径流年内分配曲线(图 1)和月径流过程(图 2)可见,松花江干流年内分配过程呈双峰形,4 月和 5 月由明显的冰雪融水补给形成春汛,因为进入春季后,3 月末气温开始回升,上游积雪融化以及各支流先后开河,但春汛水量不大. 进入夏季后,径流量继续增加,8 月达到峰值. 夏、秋 2 个季节是降水较多的时期,也是河流发生洪水的时期. 冬季,虽然随着气温的降低,上游干支流先后结冰、流冰、封冻,但是由于第二松花江和牡丹江上建有巨型水库和水电站,冬季发电向下游大量放水,调节了冬季径流量,2 个站冬季径流量分别占全年的 17.25% 和 15.00% .

表 2 松花江哈尔滨站、佳木斯站四季径流统计

Table 2 Runoff at Harbin and Jiamusi stations in Songhua River in four seasons

站点	多年平均 径流量/ 亿 m^3	春季		夏季		秋季		冬季	
		径流量/ 亿 m^3	占全年 比例/%	径流量/ 亿 m^3	占全年 比例/%	径流量/ 亿 m^3	占全年 比例/%	径流量/ 亿 m^3	占全年 比例/%
哈尔滨	411.53	56.23	13.67	161.02	39.13	123.29	29.96	71.00	17.25
佳木斯	638.00	92.86	14.56	263.27	41.26	186.16	29.18	95.71	15.00

4.2 径流年内分配特征分布

松花江径流年内分配不均匀性各年代计算成果见表3,径流年内分配集中度和集中期计算成果见表4,径流年内相对变化幅度计算成果见表5.

4.2.1 径流年内分配不均匀系数

时间上 20 世纪 50 年代至 80 年代 2 个站 C_u 值的变化过程是一致的,

表 3 松花江径流年内分配不均匀性

统计年份	C_u		C_r	
	哈尔滨站	佳木斯站	哈尔滨站	佳木斯站
1954—1959	0.781	0.761	0.311	0.308
1960—1969	0.702	0.754	0.287	0.308
1970—1979	0.619	0.676	0.267	0.289
1980—1987	0.777	0.791	0.319	0.331
2001—2007	0.676	0.796	0.266	0.316
1954—2007	0.704	0.751	0.289	0.309

表 4 松花江径流年内分配的集中度和集中期

Table 4 Concentration degrees and periods of annual runoff distribution in Songhua River

统计年份	C_n		D			
	哈尔滨站	佳木斯站	合成向量方向/(°)		最大径流出现时间	
			哈尔滨站	佳木斯站	哈尔滨站	佳木斯站
1954—1959	0.463	0.462	223.78	216.39	8月31日—9月1日	8月23日—24日
1960—1969	0.439	0.469	212.07	208.92	8月19日—20日	8月15日—16日
1970—1979	0.404	0.439	203.17	197.60	8月10日—11日	8月4日—5日
1980—1987	0.470	0.479	216.25	212.69	8月23日—24日	8月19日—20日
2001—2007	0.381	0.443	196.60	190.09	8月3日—4日	7月27日—28日
1954—2007	0.431	0.459	210.12	205.33	8月18日—19日	8月12日—13日

21 世纪初 2 个站表现不同 ;70 年代 2 个站的 C_u 值均为最小值,分别为 0.619 和 0.676,径流年内分配相对均匀一些. 哈尔滨站的 C_u 值最大值出现在 50 年代(0.781),其次是 80 年代(0.777) 佳木斯站的 C_u 最大值出现在 21 世纪初(0.796),其次是 80 年代(0.791). 这说明哈尔滨站在 50 年代和 80 年代这 2 段时间年内分配较不均匀,而佳木斯站在 21 世纪初和 20 世纪 80 年代这 2 段时间年内分配较不均匀.80 年代 2 个站的 C_u 值均较大,说明 80 年代松花江径流年内分配较不均匀.

表 5 松花江径流年内变化幅度

Table 5 Variation of annual runoff distribution in Songhua River

统计年份	C_{max}		C_{min}	
	哈尔滨站	佳木斯站	哈尔滨站	佳木斯站
1954—1959	2.90	2.68	0.21	0.19
1960—1969	2.47	2.56	0.24	0.23
1970—1979	2.16	2.33	0.25	0.22
1980—1987	2.68	2.64	0.24	0.21
2001—2007	2.55	2.91	0.34	0.30
1954—2007	2.51	2.60	0.25	0.23

空间上 20 世纪 50 年代哈尔滨站 C_u 值大于佳木斯站,从 60 年代开始哈尔滨站 C_u 值均小于佳木斯站,说明 60 年代以来哈尔滨站不均匀性通常都要小于佳木斯站.

从 1954—2007 年径流年内分配不均匀系数变化及其拟合曲线(图 3(a))中不难发现,2 个站径流年内分配变化过程基本一致,年内分配不均匀和均匀的年份也较为对应.

4.2.2 径流年内分配完全调节系数

时间上 从 20 世纪 50 年代至 21 世纪初 2 个站 C_r 值的变化过程是一致的. 哈尔滨站的 C_r 最小值(0.266)出现在 21 世纪初,其次是 70 年代(C_r 值为 0.267),佳木斯站的 C_r 最小值(0.289)出现在 70 年代,70 年代 2 个站的 C_r 值均很小,说明 70 年代松花江径流年内分配相对比较均匀. 哈尔滨站的 C_r 最大值(0.319)出现在 80 年代,其次是 50 年代(C_r 值为 0.311) 佳木斯站的 C_r 最大值(0.331)出现在 80 年代,其次是 21 世纪初(C_r 值为 0.316). 这说明哈尔滨站在 50 年代和 80 年代这 2 段时间年内分配较不均匀,而佳木斯站在 21 世纪初和 20 世纪 80 年代这 2 段时间年内分配较不均匀.80 年代 2 个站的 C_r 值均较大,说明 80 年代松花江径流年内分配较不均匀.

空间上 20 世纪 50 年代哈尔滨站 C_r 值大于佳木斯站 ;60 年代至 2001 年以来哈尔滨站 C_r 值均小于佳木斯站,说明 60 年代以来哈尔滨站不均匀性通常都要小于佳木斯站,与 C_u 值呈现的规律一致.

从 1954—2007 年径流年内分配完全调节系数变化及其拟合曲线(图 3(b))可以看出,2 个站径流年内分配变化过程比较相似,年内分配不均匀和均匀的年份也较为对应,但是佳木斯站的变化相对缓和些. 年内分

配完全调节系数的变化过程与不均匀系数的变化过程呈现的规律一致。

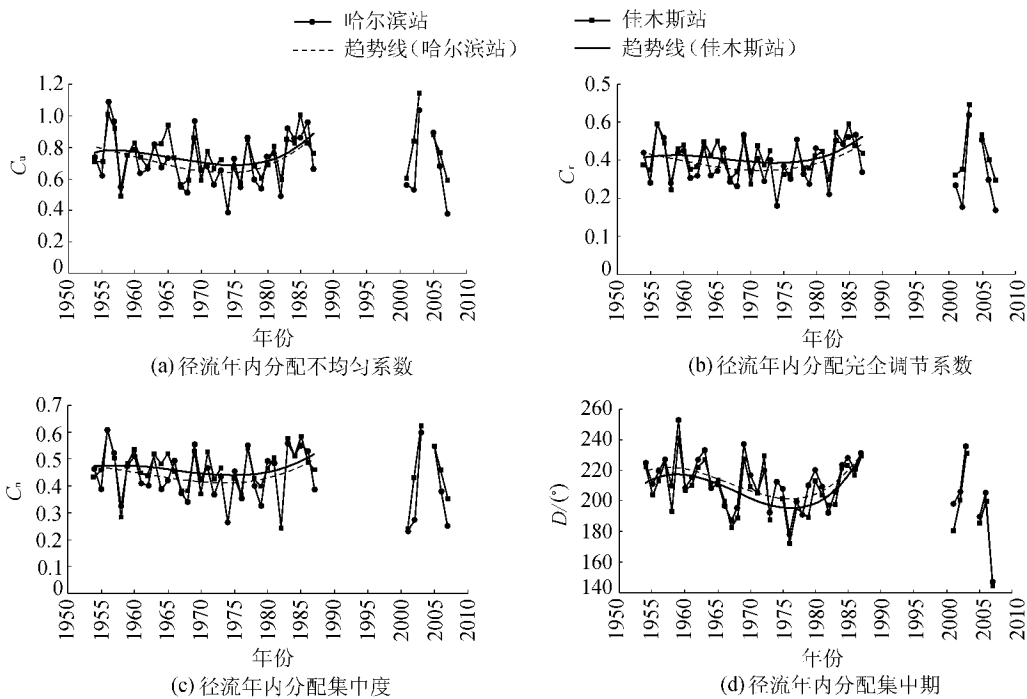


图 3 径流年内分配特征

Fig. 3 Characteristics of annual runoff distribution

4.2.3 径流年内分配集中度

时间上 哈尔滨站 C_n 值表现为减少—增加—减少的变化过程,佳木斯站表现为增加—减少—增加—减少的变化过程.从 20 世纪 60 年代至 2001 年以来 2 个站变化过程一致,均呈现减少—增加—减少的变化过程.哈尔滨站的 C_n 最小值(0.381)出现在 21 世纪初,其次是 70 年代(C_n 值为 0.404),佳木斯站的 C_n 最小值(0.439)出现在 70 年代,其次是 21 世纪初(C_n 值为 0.443).这说明在 70 年代和 21 世纪初松花江径流年内分配相对不集中.80 年代 2 个站的 C_n 值均为最大值,分别为 0.470 和 0.479,说明 80 年代最为集中.

空间上 从 20 世纪 60 年代至 2001 年以来哈尔滨站 C_n 值均小于佳木斯站,60 年代以来哈尔滨站径流集中程度通常都要小于佳木斯站,与 C_r 值和 C_u 值呈现的规律一致.

从 1954—2007 年径流年内分配集中度变化及其拟合曲线(图 3(c))可以看出,集中度的变化与图 3(a)和图 3(b)中不均匀性的变化过程相似,2 个站的变化过程基本吻合,但是佳木斯站的变化相对缓和些.

4.2.4 径流年内分配集中期

时间上 从 20 世纪 50 年代至 21 世纪初,2 个站的 D 值均表现为减少—增加—减少的变化过程.50 年代 2 个站的 D 值均为最大值,分别为 8 月 31 日—9 月 1 日和 8 月 23—24 日,21 世纪初均为最小值,分别为 8 月 18—19 日和 7 月 27—28 日.

空间上 从 20 世纪 50 年代至 21 世纪初,哈尔滨站 D 值均大于佳木斯站,说明佳木斯站最大径流出现时间均早于哈尔滨站,哈尔滨站滞后于佳木斯站.

从 1954—2007 年径流年内分配集中期变化及其拟合曲线(图 3(d))可以看出,2 个站集中度的变化过程基本一致.

4.2.5 径流年内变化幅度

时间上 2 个站的极大比 C_{max} 值从 20 世纪 50 年代至 80 年代均为减少—增加的变化过程,21 世纪初变化不同.极小比 C_{min} 值从 50 年代至 21 世纪初均为增加—减少—增加的变化过程.极大比、极小比的变化幅度均不大.

空间上 20 世纪 50 年代和 80 年代哈尔滨站极大比 C_{max} 值均大于佳木斯站,60 年代、70 年代和 2001 年以来哈尔滨站极大比 C_{max} 值均小于佳木斯站.50 年代至 2001 年以来哈尔滨站极小比 C_{min} 值均大于佳木斯站.

综合分析结果 时间上,无论是年内分配不均匀性系数、完全调节系数还是集中度,2个站在20世纪80年代都较大,年内分配最为不均匀,70年代三者的值均较小,年内分配较为均匀;空间上,从年内分配不均匀性和集中度来看,哈尔滨站的不均匀性和集中度通常要小于佳木斯站,而哈尔滨站的集中期均大于佳木斯站,最大径流出现的时间哈尔滨站均滞后于佳木斯站,2个站月径流量的变化幅度不大。

4.3 径流年内分配特征的变化趋势

从径流年内分配特征各指标的变化过程及其拟合曲线(图3)可以看出,2个站的径流年内分配不均匀系数、完全调节系数、集中度和集中期的变化过程基本一致,且不均匀系数、完全调节系数和集中度3个指标之间具有较大的相关关系。

1954—1987年松花江径流年内分配不均匀系数、完全调节系数、集中度和集中期呈现明显的波状起伏过程,但是变化幅度略有不同。佳木斯站的不均匀系数、完全调节系数和集中度的变化幅度均比哈尔滨站的缓和些,2个站集中期的变化幅度比较接近。从现有资料可以看出,2005—2007年这3年各指标的值均较小。

5 结 论

a. 松花江干流径流年内分配曲线为双峰型,4—5月由上游冰雪融水补给形成明显的春汛,8月达到峰值,冬季由于气温的降低,上游干支流先后结冰、流冰、封冻,但是上游建有水库和水电站,冬季径流受到调节。

b. 松花江干流哈尔滨、佳木斯2个站的径流年内分配在时间上的变化规律非常相似,2个站各指标的变化基本是同步的。松花江干流中游段径流年内分配在20世纪80年代最为集中、最不均匀,70年代较为均匀,哈尔滨站的不均匀性和集中度通常要小于佳木斯站,且最大径流出现的时间哈尔滨站滞后于佳木斯站。

c. 2个站的不均匀系数、完全调节系数和集中度3个指标之间具有较大的相关关系,从不同角度反映了径流年内分配的变化规律。

d. 松花江干流中游段径流年内分配产生上述变化的原因主要有2个:一是受到气候因素如流域降水的影响,南来、北来的天气系统均对松花江流域降水产生影响,降水的年内分配影响径流的年内分配;二是受到人类活动的影响,如不同时期土地利用方式、植被覆盖和用水量等的不同以及流域内水库、引水工程等水利设施的大量建设和使用,都对松花江干流的径流产生了影响。

参考文献:

- [1] 郑红星,刘昌明. 黄河源区径流年内分配变化规律分析[J]. 地理科学进展,2003,22(6): 585-590. (ZHENG Hong-xing, LIU Chang-ming. Changes of annual runoff distribution in the headwater of the Yellow River Basin[J]. Progress in Geography, 2003,22(6): 585-590. (in Chinese))
- [2] 吴琼,梁桂彦,吴玉影,等. 黑龙江省四季划分及气候特点分析[J]. 林业调查设计,2009(4): 95-96. (WU Qiong, LIANG Gui-yan, WU Yu-ying, et al. Four seasons division and climate characteristic analysis of Heilongjiang Province[J]. Forest Investigation Design, 2009(4): 95-96. (in Chinese))
- [3] 汤奇成,程天文,李秀云. 中国河川月径流的集中度和集中期的初步研究[J]. 地理学报,1982,37(4): 383-393. (TANG Qi-cheng, CHENG Tian-wen, LI Xiu-yun. Preliminary study on the degree and time of concentration of monthly runoff of chinese streams[J]. Acta Geographica Sinica, 1982, 37(4): 383-393. (in Chinese))
- [4] 梁兆擎,胡金明,邓伟,等. 人类活动对挠力河流域径流情势的影响[J]. 资源科学,2007,29(2): 46-51. (LUAN Zhao-qing, HU Jin-ming, DENG Wei, et al. The influence of human activities on the runoff regime of Naolihe River[J]. Resources Science, 2007, 29(2): 46-51. (in Chinese))
- [5] 周婷,于福亮,李传哲,等. 1960—2005年湄公河流域径流量演变趋势[J]. 河海大学学报:自然科学版,2010,38(6): 608-613. (ZHOU Ting, YU Fu-liang, LI Chuan-zhe, et al. Evolution trend of runoff in Mekong River Basin during 1960-2005[J]. Journal of Hohai University Natural Sciences, 2010, 38(6): 608-613. (in Chinese))
- [6] 徐东霞,章光新. 嫩江径流年内变化特征分析[J]. 干旱区资源与环境,2009,23(7): 48-51. (XU Dong-xia, ZHANG Guang-xing. Changes of annual runoff distribution in the Nenjiang River[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2009, 23(7): 48-51. (in Chinese))
- [7] 王金星,张建云,李岩,等. 近50年来中国六大流域径流年内分配变化趋势[J]. 水科学进展,2008,19(5): 656-661. (WANG Jin-xing, ZHANG Jian-yun, LI Yan, et al. Variation trends of runoffs seasonal distribution of the six larger basins in China over the past

50 years[J]. Advances in Water Science, 2008, 19(5): 656-661. (in Chinese))

[8] 徐长江,范可旭,肖天国.金沙江流域径流特征及变化趋势分析[J].人民长江,2010,41(7):10-14. (XU Chang-jiang, FAN Ke-xu, XIAO Tian-guo. Runoff characteristics and variation tendency of Jinsha River Basin[J]. Yangtze River, 2010, 41(7): 10-14. (in Chinese))

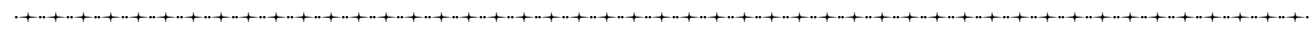
[9] 刘贤赵,李嘉竹,宿庆,等.基于集中度与集中期的径流年内分配研究[J].地理科学,2007,27(6):791-795. (LIU Xian-zhao, LI Jia-zhu, SU Qing, et al. Inter-annual runoff distribution based on degree and time of concentration for rivers[J]. Scientia Geographica Sinica, 2007, 27(6): 791-795. (in Chinese))

[10] 刘德林,刘贤赵,张继平.大沽夹河流域径流年内分配特征的量化研究[J].水土保持研究,2006,13(6):107-114. (LIU De-lin, LIU Xian-zhao, ZHANG Ji-ping. A study on the quantification of annual runoff distribution characteristics in the Dagujia River Basin[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2006, 13(6): 107-114. (in Chinese))

[11] 孙天青,张鑫,梁学玉,等.秃尾河径流特性及人类活动对径流的影响分析[J].人民长江,2010,41(8):47-50. (SUN Tian-qing, ZHANG Xin, LIANG Xue-yu, et al. Analysis of runoff characteristics of Tuwei River and impact of human activity[J]. Yangtze River, 2010, 41(8): 47-50. (in Chinese))

[12] 李艳,陈晓宏,张鹏飞.北江流域径流序列年内分配特征及其趋势分析[J].中山大学学报:自然科学版,2007,46(5):113-116. (LI Yan, CHEN Xiao-hong, ZHANG Peng-fei. Research on annual distribution and its trends of runoff in Beijiang River, Guangdong[J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni, 2007, 46(5): 113-116. (in Chinese))

[13] 燕华云,杨贵林,汪青春.长江源区径流年内分配时程变化规律分析[J].冰川冻土,2006,28(4):526-529. (YAN Hua-yun, YANG Gui-lin, WANG Qing-chun. Change of annual runoff distribution in the headwaters of the Yangtze River[J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2006, 28(4): 526-529. (in Chinese))



《水资源保护》征订启事

中国科技核心期刊

RCCSE 中国核心学术期刊

《水资源保护》是河海大学和中国水利学会环境水利研究会共同主办的科学技术期刊,创刊于1985年,双月刊,国内外公开发行,国内统一连续出版物号:CN32-1356/TV.

《水资源保护》主要刊登与水资源保护有关的基础研究,应用技术,工程措施,综合述评,专题讲座,国外动态,书刊评介,科技简讯,水资源管理、评价、监测、优化配置,节水技术,水环境污染控制等方面的文章.近年来,重点关注与水有关的生态环境领域中的研究方向,新增设相关的基础研究、防治技术、城市水环境治理等内容.

主要读者对象:与水资源保护工作有关的工程技术人员、科研人员、管理人员以及大专院校的师生.

《水资源保护》邮发代号:28-298,双月刊,2012年每期定价12元,全年共72元,每逢单月30日出版.可在全国各地邮局订阅,也可直接与编辑部联系订阅.

地 址:210098 南京市西康路1号 河海大学《水资源保护》编辑部

电话/传真:(025)83786642 E-mail:zh@hhu.edu.cn

网 址:kkb.hhu.edu.cn/web/indexbh.asp?l_id=34