

# 近 50 年大凌河流域径流变化特征分析

冯夏清

(辽宁省水文局, 辽宁 沈阳 110003)

**摘要:**以大凌河流域 3 个水文站的径流资料和 15 个雨量站的降水资料为基础, 利用多指标、多方法分析了近 50 年大凌河流域径流的年内和年际变化特征。结果表明: 大凌河流域径流年内分配不均匀, 主要集中在 7、8 月份; 径流年际变化大。近 50 年来, 大凌河流域年径流量呈显著减少趋势, 流域径流量在 1981 年出现明显的减少突变, 自然因素和人类活动特别是大量水利工程的修建是造成径流变化的重要因素。

**关键词:**径流; 大凌河流域; 变化特征

中图分类号: P331

文献标识码: A

文章编号: 1000-0852(2017)03-0084-07

河流径流能直接反映气候变化和人类活动对流域水文循环的影响, 径流量的演变规律既表现出确定性, 也有强烈的随机性<sup>[1-2]</sup>。近年来, 在全球气候变暖和人类活动的双重影响下, 部分河流径流量出现大幅度减少的现象, 导致河道断流天数增加、河流鱼类生产量下降和鱼种消失等一系列的河流水文功能受损和生态功能丧失问题。在干旱、半干旱地区, 人类活动对于河流径流的影响更加突出, 分析变化环境下该区域河流的径流变化特征, 有助于了解流域地表水资源的演变趋势, 从而为流域水资源综合规划和生态环境保护提供科学依据。

张建云等<sup>[3]</sup>研究了 1950 年以来中国六大流域年径流变化情况, 结果表明近 50 年来中国六大江河的实测径流量均呈下降趋势。徐东霞等<sup>[4]</sup>分析了近 50 年来嫩江径流年内和年际变化特征, 发现嫩江流域年径流量呈下降趋势, 影响径流的主要气象因素是降水。李道峰等<sup>[5]</sup>对黄河源区降水量和年际径流量进行分析, 表明径流量年际波动较大。邵骏等<sup>[6]</sup>对乌江干流年径流的变化趋势进行了分析, 并基于降水径流关系初步探讨了其变化的主要原因和贡献率。李艳等<sup>[7]</sup>研究了北江流域径流年内分配特征及其变异性。

大凌河流域是辽宁西部干旱半干旱区最大的河流, 该流域水资源短缺, 用水矛盾比较突出, 流域社会经济发展和生态环境保护受到流域水资源的严格限制。目前关于大凌河径流特征的研究不系统, 未从整

个干流进行全面分析, 因此本文选用大凌河干流控制水文站大城子、朝阳和凌海 3 个水文站实测水文数据, 采用年内分配不均匀系数、年内分配完全调节系数、集中度、集中期、年径流不均匀系数、年际极值比等多指标, 运用累积滤波器、Kendall 秩次相关检验和 Manner-Kendall 法等多种方法, 分析近 50 年大凌河流域径流的年内和年际变化特征, 旨在揭示流域径流长期变化的规律。研究结果有利于更好地掌握气候变化条件下流域水文演变, 对整个流域社会经济、水资源开发利用和生态环境保护的可持续发展具有重要意义。

## 1 研究区概况

大凌河是东北沿渤海西部诸河中较大的一条独流入海河流, 上游分南北两支, 南支发源于辽宁省建昌县水泉沟, 北支发源于河北省平泉县泉子沟, 南北两支于辽宁省喀左县附近汇合, 然后流经朝阳市、北票市、义县, 于凌海市注入渤海。大凌河干流全长 435km, 流域面积 23 837km<sup>2</sup>, 跨河北、内蒙、辽宁三省(自治区), 其中流域内的辽宁省面积 20 285km<sup>2</sup>, 占流域总面积 85.1%。主要支流有大凌河西支河、老虎山河、牯牛河、西河和细河等。流域的地形以低山丘陵为主, 面积占流域总面积的 80% 左右, 其余为山间河谷平原及下游平原区。

大凌河流域属于温带季风气候, 四季分明, 日照

收稿日期: 2016-07-08

作者简介: 冯夏清(1985-), 女, 山东滕州人, 高级工程师, 博士, 主要从事水文水资源研究工作。E-mail: qingqing\_2002j@163.com

丰富、日温差较大,降水少而集中、气候干燥。年日照时数为 2 800h 左右,年平均气温 7.8~8.9℃,无霜期 150~170d,年均降水量 400~600mm,降雨年际变化较大,年内分配不均,主要集中在 7、8 月份,多暴雨,多年平均蒸发量 900~1 200mm。春秋两季多风易旱,素有“十年九旱”之称。

## 2 资料来源和研究方法

### 2.1 资料来源

根据大凌河河流水系特征、水文站点的分布(见图1)及水利工程情况,以资料精度较高、观测历时较长、资料较为完整为依据,本文选取大凌河干流大城子、朝阳和凌海 3 个水文站 1961~2014 逐月实测径流资料及流域内 1950~2014 年牛角沟、建凌水库、哈巴气、叶柏寿、章景营子、木头城子、朝阳、冷家店、九连洞、凉水河子、义县、八家子、阜新、花尔楼和凌海 15 个雨量站逐月降水资料进行统计分析。考虑到雨量站点地理位置分布比较均匀且具有一定的海拔梯度差异,基本能够反映整个流域降水的变化趋势,故以 15 个雨量站的算术平均值作为流域平均降水量。

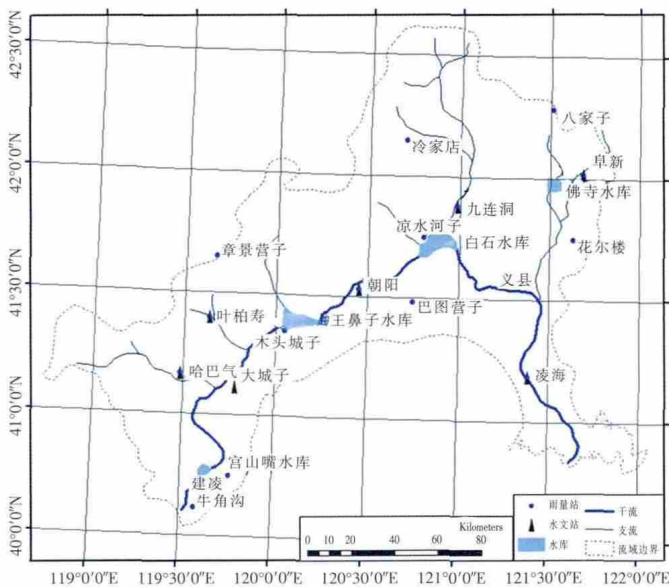


图1 大凌河流域水系图

Fig.1 The water systems in the Dalinghe River basin

### 2.2 研究方法

采用年内分配完全调节系数、年内分配不均匀系数<sup>[8]</sup>两个指标来反映径流年内分配的不均匀性,采用集中度和集中期<sup>[9-10]</sup>指标分析径流年内分配集中程度。

本研究采用年径流不均匀系数、年际极值比、累积滤波器、Kendall 秩次相关检验和 Mann-Kendall 法分析大凌河径流年际变化特征。年径流不均匀系数和年际极值比<sup>[11]</sup>是衡量河流径流量年际变化的重要指标,反映了径流量年际变化的起伏程度,数值越大表示径流的年际丰枯变化越剧烈,对水资源开发利用和流域防汛抗旱工作不利。累积滤波器和 Kendall 秩次相关检验是对年径流量进行趋势分析的方法,两者的不同是累积滤波器是对径流变化趋势进行定性分析,而 Kendall 秩次相关检验是对径流趋势变化的定量分析。Mann-Kendall 法是对径流量突变特征的分析,确定径流发生突变的时间点。

累积滤波器<sup>[12]</sup>,原理如下:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n R_i / n'}{\bar{R}} \quad (1)$$

式中: $S$  为累积平均值; $R_i$  为径流的时间系列值; $\bar{R}$  为径流时间系列的平均值; $n$  为系列长度, $n'=1, 2, \dots, n$ 。

Kendall 秩次相关检验法<sup>[1]</sup>,原理如下:

$$\tau = \frac{4p}{N(N-1)} - 1 \quad \sigma_\tau^2 = \frac{2(2N+5)}{9N(N-1)} \quad Z_c = \tau / \sigma_\tau \quad (2)$$

式中: $Z_c$  为秩次相关系数; $p$  为径流系列所有对偶观测值( $R_i, R_j, i < j$ )中  $R_i < R_j$  出现的次数; $N$  为系列长度。

在 Kendall 秩次检验中,若统计量  $|Z_c| \leq Z_{(1-\alpha/2)}$ ,则认为序列没有显著的趋势;否则,  $Z_c < -Z_{(1-\alpha/2)}$  表明序列有显著下降趋势,  $|Z_c| > Z_{(1-\alpha/2)}$  表明序列有显著上升趋势。 $\alpha$  是显著性水平,当  $\alpha=0.05$  时,  $Z_{(1-\alpha/2)}=1.96$ 。

Mann-Kendall 法<sup>[3,13]</sup>计算公式为如下:

$$d_k = \sum_{i=1}^k m_i, (2 \leq k \leq N) \quad (3)$$

$$E[d_k] = k(k-1)/4 \quad (4)$$

$$\text{Var}[d_k] = k(k-1)(2k+5)/72 \quad (5)$$

$$u(d_k) = (d_k - E[d_k]) / \sqrt{\text{Var}[d_k]} \quad (6)$$

$m_i$  表示第  $i$  个样本  $R_i$  大于  $R_j (2 \leq j \leq i)$  的累计数。

在原序列随机独立前提下,对  $d_k$  标准化后得到  $u(d_k)$ ,给定一显著性水平  $\alpha_0$ ,当  $\alpha_1 < \alpha_0$  时,拒绝原假设,表示序列将存在一个强的增长或减少趋势。所有  $u(d_k) (1 \leq k \leq N)$  将组成一条曲线  $C_1$ ,把此法引用到反序列中,得到另一条曲线  $C_2$ ,当曲线  $C_1$  超过信度线,即表示存在明显的变化趋势时,如果曲线  $C_1$  和  $C_2$  的交叉点位于信度线之间,这点便是突变点的开始。

3 径流年内变化特征

大气降水是大凌河的主要补给水源。受降水量年内变化特征的影响,径流量的年内变化也明显,河流的汛期出现在雨季。从图 2 可以看出,大凌河流域兼受大气降水和融雪水补给的影响,年径流过程线呈双峰型,有春、夏两个汛期。春汛集中在 3 月份,春汛短且量小,融雪径流只占年径流量的 10%左右。夏汛集

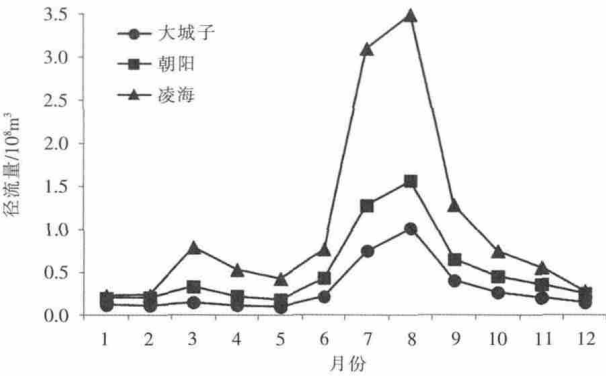


图 2 大凌河流域径流年内分配曲线

Fig.2 Distribution of the annual runoff and precipitation in the Dalinghe River basin

中于 7、8 月份,8 月经流量达到峰值,夏汛的水量显著高于春汛。

3.1 径流的年内分配

由大凌河流域代表水文站径流量各月分配比例(见表 1)可以看出,径流量的年内分配极不均匀,径流主要集中在 7~9 月份,占多年平均径流量的 56.71%~63.21%,8 月份径流量最大。3 个水文站径流量的季节分配规律一致,均为:夏季径流量>秋季径流量>春季径流量>冬季径流量。

3.2 径流年内变化的特征值

采用上述方法分别计算了大凌河流域大城子、朝阳和凌海三个水文站各时段径流年内分配特征值(见表 2)。从表 2 可以看出,大凌河流域径流年内分配呈现不均匀性。集中度和不均匀系数的变化规律一致,集中度高的时段与不均匀系数高的时段同步。

从径流年内分配特征值变化过程来看,大凌河流域径流年内分配特征值变化规律具有一致性,均呈现波动减少的趋势,原因在于受流域水利工程调节作用的影响,流域径流年内分配不均匀性和集中程度均被弱化。就径流年内集中期而言,3 个测站径流集中期大

表1 大凌河流域各月平均径流量占多年平均径流量的百分比(%)

Table1 The percentage of the monthly runoff in annual runoff in the Dalinghe River basin(%)

水文站	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
大城子	3.35	3.21	4.13	3.28	2.72	5.91	20.41	27.56	10.95	7.30	5.59	4.09
朝阳	3.33	3.42	5.44	3.67	3.00	7.06	20.74	25.42	10.55	7.36	5.84	4.14
凌海	1.87	1.91	6.37	4.29	3.45	6.20	24.87	28.05	10.29	6.01	4.47	2.27

表2 大凌河流域各时段径流年内分配特征值

Table2 The characteristics of the annual runoff distribution in the Dalinghe River basin in the various durations

水文站	特征值	1960s	1970s	1980s	1990s	2000 年以后	多年平均
大城子	$C_v$	0.29	0.25	0.22	0.27	0.21	0.25
	$C_r$	0.33	0.31	0.26	0.34	0.24	0.30
	$C_n$	0.47	0.43	0.33	0.43	0.26	0.38
	$D$	7.56	7.61	7.09	7.85	7.69	7.57
朝阳	$C_v$	0.28	0.22	0.24	0.25	0.27	0.26
	$C_r$	0.34	0.29	0.29	0.31	0.35	0.32
	$C_n$	0.47	0.38	0.35	0.40	0.34	0.39
	$D$	7.70	7.71	7.50	7.75	7.04	7.52
凌海	$C_v$	0.41	0.28	0.30	0.29	0.27	0.30
	$C_r$	0.48	0.37	0.37	0.37	0.37	0.39
	$C_n$	0.60	0.48	0.42	0.47	0.49	0.49
	$D$	7.98	7.89	7.26	7.85	6.96	7.52

都在 7、8 月,符合北方河流径流典型特征。

从 3 个测站不均匀性指标和集中度的比较来看,凌海站>朝阳站>大城子站。说明从上游到下游流域径流年内分配不均匀性逐渐增强,这主要是由于从上游到下游流域集水面积和径流量逐渐增大,叠加人为因素的影响,使得下游径流年内分配不均匀性更加明显。

4 径流的年际变化特征

由各水文站年径流变化曲线(见图 3)可以看出,各站年径流量随着集水面积的增加而递增,年径流量变化规律一致,整体上都呈减少的趋势。同时,3 个水文站的年径流变化存在一定的差异,表现在凌海站和朝阳站的年径流变化程度均比大城子站大。

4.1 径流年际变化的特征值

由大凌河流域径流年际变化特征值(见表 3)可以看出,大凌河流域各站径流的年际不均匀系数和极值比都很大,表明大凌河流域近 50 年径流年际变化较大,丰、枯水年年径流量相差悬殊。

4.2 年径流变化趋势分析

采用累积滤波器法计算出年径流量、年降水量累

积平均值,如图 4 所示。由图 4 可以看出,3 个水文站点的年径流量随时间变化总体上均呈减少趋势;而流域年降水量也呈现减少趋势,但年降水量的减少较年径流量的减少不明显。从各时段年径流量的变化来看,20 世纪 60 年代中期至 90 年代初各站径流量均明显减少,20 世纪 90 年代之后径流减少的趋势不明显。为了更加可靠科学地分析年径流量趋势变化特征,采用 Kendall 秩次相关检验法进行趋势变化的定量分

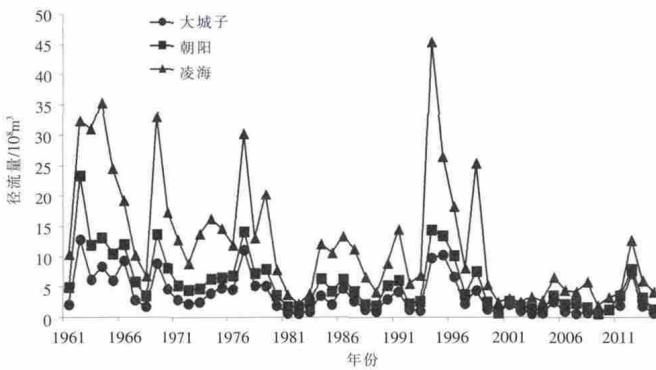


图 3 大凌河流域各水文站年径流量变化曲线

Fig.3 The variation of the annual runoff at the 3 stations in the Dalinghe River basin

表3 大凌河流域径流年际变化特征值计算成果

Table3 The characteristics of the runoff inter-annual variation in the Dalinghe River basin

站名	多年平均径流量/ $10^8\text{m}^3$	年径流不均匀系数 $C_v$	实测最大		实测最小		年际极值比 $P$
			流量/ $10^8\text{m}^3$	年份	流量/ $10^8\text{m}^3$	年份	
大城子	3.62	0.86	12.84	1962	0.64	1982	20.06
朝阳	5.76	0.79	23.43	1962	0.68	2009	34.46
凌海	12.46	0.81	45.41	1994	2.02	2009	22.48

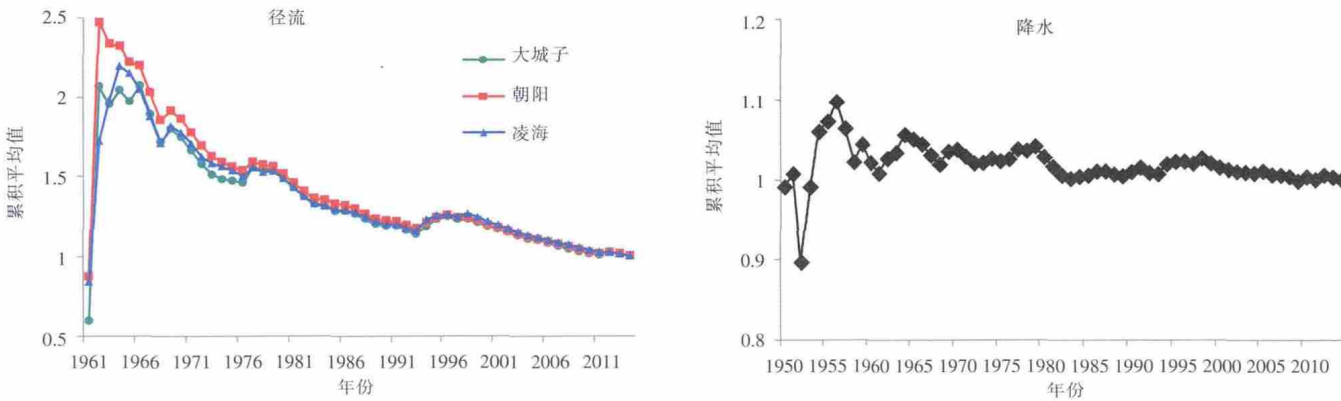


图 4 大凌河流域年径流量、年降水量累积平均曲线图

Fig.4 The accumulative average curves of annual runoff and annual precipitation in the Dalinghe River basin

析,检验结果见表4。由表4可以看出 Kendall 秩次相关检验法的结果同累积滤波器反映的趋势变化所得结果一致,只是 Kendall 秩次相关检验法对趋势变化的显著性进行定量评价。检验中当显著水平  $\alpha=0.05$ ,临界值  $U_{\alpha/2}=1.96$ ,大凌河流域径流总体上呈显著减少趋势,而降水减少趋势不显著。分阶段来看,1992 年以前流域年径流量均呈极显著减少趋势,1993 年以后除朝阳站以外流域径流量减少趋势不明显。

势,而降水减少趋势不显著。分阶段来看,1992 年以前流域年径流量均呈极显著减少趋势,1993 年以后除朝阳站以外流域径流量减少趋势不明显。

#### 4.3 年径流突变分析

根据 M-K 法计算公式绘制出大凌河流域年径流和降水序列 M-K 分析图(见图5)。从图5可以看出,各测站正反序列  $U_1$ 、 $U_2$  曲线均超过了 0.05 显著性水平信度线,且  $U_1$  与  $U_2$  曲线相交于信度线之间,交点为 1981 年,表明在 1981 年发生了一次全流域径流减少突变,其变化通过了显著性检验。同时流域内的降水  $U_1$  与  $U_2$  曲线均在信度线之间,说明流域降水存在不明显的变化趋势。

根据年径流和年降水序列趋势分析和突变分析结果可以看出,流域径流趋势变化和变异特征不仅受自然因素的影响,人类活动也起着极大的作用。自然因素影响方面,流域径流的变化不仅受降水的影响,还受气温变化的影响,在全球变暖的大背景下,辽宁省气温整体呈增加趋势,大凌河流域气温增加幅度为  $0.3^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。气温升高,造成流域蒸发量上升,相应造成径流量减少。人类活动的影响具体表现在:一是由于经济社会发展使得工农业生产和生活用水量增加,从

表4 大凌河流域年径流量、年降水量趋势性分析结果

Table4 Tendency of annual precipitation and runoff changes in the Dalinghe River basin

指标	测站	时段(年)	标准化变量 $U$	趋势性	显著性
径流	大城子	1961~2014	-3.69	减少	显著
		1961~1992	-2.59	减少	显著
		1993~2014	-1.82	减少	不显著
	朝阳	1961~2014	-4.38	减少	显著
		1961~1992	-3.09	减少	显著
		1993~2014	-2.14	减少	显著
	凌海	1961~2014	-4.41	减少	显著
		1961~1992	-3.06	减少	显著
		1993~2014	-1.65	减少	不显著
降水	多站平均	1950~2014	-0.58	减少	不显著

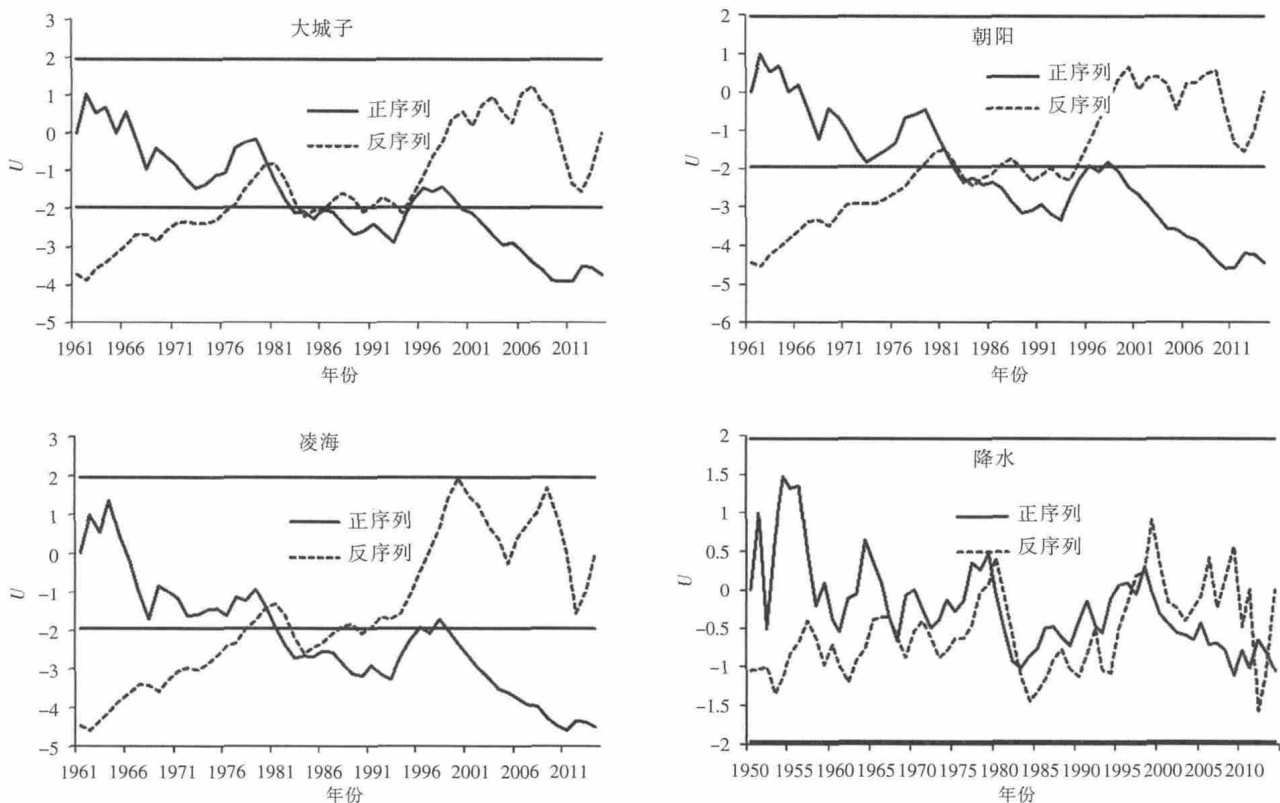


图5 大凌河流域径流量、年降水量 M-K 分析图

Fig.5 The Mann-Kendall analysis of the annual runoff and annual precipitation in the Dalinghe River basin

河道内取水造成河流径流量减少;二是由于实施水土保持生态修复措施以及修建各种水利工程,改变流域下垫面条件,进而影响流域径流时空变化特征。大凌河流域在 20 世纪 70 年代至 80 年代初期修建了大量水利工程,包含大型水库 3 座,中型水库 6 座,小(1)型水库 20 座,小(2)型水库 28 座。除此之外,流域还修建了大量的塘坝、提灌站等小型水利设施。

## 5 结论

本文采用数理统计方法对大凌河径流年内和年际变化特征进行了分析,研究发现:

(1)大凌河流域径流的年内各月分配极不均匀,其中 8 月份径流量最大,季节分配不均衡,呈现夏季径流量>秋季径流量>春季径流量>冬季径流量;径流年际不均匀系数和极值比都很大,年际变化特征明显。

(2)近 50 年来,大凌河流域径流量总体呈显著减少趋势,流域径流突变点发生在 1981 年,流域径流变化受自然因素和人类活动共同影响。

本文运用多种指标和多种方法对大凌河干流径流特征进行分析,研究方法具有普适性,研究成果揭示了径流变化规律,以期为流域水资源开发利用、水资源配置管理及生态环境保护治理工作提供科学依据。在全面了解径流特征的基础上,在下一步研究中,还需要对影响径流特征的驱动因子进行分析。

参考文献:

- [1] 李丽娟,郑红星.华北典型河流年径流演变规律及其驱动力分析—以潮白河为例[J]. 地理学报, 2000,55(3):309–317. (LI Lijuan, ZHENG Hongxing. Characteristics and driving forces of annual runoff changes for rivers in North China: a case study in the Chaobaihe River [J]. Acta Geographica Sinica, 2000,55(3):309–317. (in Chinese))
- [2] 王根绪,程国栋,沈永平.近 50 年来河西走廊区域生态环境变化特征与综合防治对策[J]. 自然资源学报, 2002,17(1):78–86. (WANG Genxu, CHENG Guodong, SHEN Yongping. Feature of eco-environmental changes in Hexi corridor region in the last 50 years and comprehensive control strategies [J]. Journal of Natural Resources, 2002,17(1):78–86. (in Chinese))
- [3] 张建云,章四龙,王金星,等.近 50 年来中国六大流域年际径流变化趋势研究[J]. 水科学进展, 2007,18(2):230–234. (ZHANG Jianyun, ZHANG Silong, WANG Jinxing, et al. Study on runoff trends of the six larger basins in China over the past 50 years [J]. Advances in Water Science, 2007,18(2):230–234. (in Chinese))
- [4] 徐东霞,章光新,尹雄锐.近 50 年嫩江流域径流变化及其影响因素分析[J]. 水科学进展, 2009,20(3):416–421. (XU Dongxia, ZHANG Guangxin, YIN Xiongri. Runoff variation and its impacting factor in Nenjiang River during 1956–2006 [J]. Advances in Water Science, 2009,20(3):416–421. (in Chinese))
- [5] 李道峰,田英,刘昌明. GIS 支持下的黄河河源区降水径流要素变化分析[J]. 水土保持研究, 2004,11(1):144–147. (LI Daofeng, TIAN Ying, LIU Changming. Analysis of rainfall-runoff factor change of the source regions of the Yellow River with supporting of GIS [J]. Research of Soil and Water Conservation, 2004,11(1):144–147. (in Chinese))
- [6] 邵骏,范可旭,邵建平,等. 乌江干流年径流变化趋势及成因分析[J]. 水文, 2012,32(6):86–91. (SHAO Jun, FAN Kexu, BIN Jianping, et al. Variation trend and driving factors of annual runoff in Wujiang River [J]. Journal of China Hydrology, 2012,32(6):86–91. (in Chinese))
- [7] 李艳,陈晓宏,张鹏飞. 北江流域径流年内分配特征的变异性分析[J]. 水文, 2014,34(3):80–86. (LI Yan, CHEN Xiaohong, ZHANG Pengfei. Variability analysis of annual runoff distribution characteristics in Beijiang River basin [J]. Journal of China Hydrology, 2014,34(3):80–86. (in Chinese))
- [8] 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 Hongxing, LIU Changming. Changes of annual runoff distribution in the headwater of the Yellow River basin [J]. Progress in Geography, 2003,22(6):585–590. (in Chinese))
- [9] 蒋艳,周成虎,程维明. 新疆阿克苏河流域年径流时序特征分析[J]. 地理科学进展, 2004,24(1):87–96. (JIANG Yan, ZHOU Chenghu, CHENG Weiming. Analysis on the characteristics of runoff time series in Akesu basin [J]. Progress in Geography, 2005,24(1):87–96. (in Chinese))
- [10] 刘贤赵,李嘉竹,宿庆,等. 基于集中度和集中期的径流年内分配研究[J]. 地理科学, 2007,27(6):791–795. (LIU Xianzhao, LI Jiazhu, SU Qing, et al. Interannual runoff distribution based on degree and time of concentration for rivers [J]. Scientia Geographica Sinica, 2007,27(6):791–795. (in Chinese))
- [11] 姚治君,管彦平,高迎春. 潮白河径流分布规律及人类活动对径流的影响分析[J]. 地理科学进展, 2003,22(6):600–606. (YAO Zhijun, GUAN Yanping, GAO Yingchun. Analysis of distribution regulation of annual runoff and affection to annual runoff by human activity in the Chaobaihe River [J]. Progress in Geography, 2003,22(6):600–606. (in Chinese))
- [12] 陈仁升,康尔泗,杨建平,等. 甘肃省河西地区近 50 年气象和水文系列的变化趋势[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 2002,38(2):163–170. (CHEN Rensheng, KANG Ersi, YANG Jianping, et al. A study on the variance tendency of climatic and hydrological series in recent 50 years in Hexi region, Gansu province [J]. Journal of Lanzhou University (Natural Sciences), 2002,38(2):163–170. (in Chinese))
- [13] 符淙斌,王强. 气候突变的定义和检测方法[J]. 大气科学, 1992,16(4):482–493. (FU Congbin, WANG Qiang. The definition and detection of the abrupt climatic change [J]. Scientia Atmospherica Sinica, 1992,16(4):482–493. (in Chinese))

## Characteristics of Runoff Variation in Dalinghe River Basin in Recent 50 Years

FENG Xiaqing

(Hydrology Bureau of Liaoning Province, Shenyang 110003, China)

**Abstract:** The study on time series characteristics of runoff variation in the Dalinghe River Basin has certain scientific significance for the reasonable exploitation of water resources and ecological environment protection. In this paper, with runoff series at 3 hydrometry stations and precipitation series at 15 precipitation stations in the Dalinghe River Basin, the runoff variation characteristics were analyzed with multiple indexes and some methods. The results show that distribution of annual runoff is uneven, mainly in July and August. The inter-annual variation is great with significant difference between wet year and dry year. The tendency of annual runoff reduction is significant, with an abrupt point happening in 1981. The decrease of precipitation and human activities are the key factors influencing on the runoff.

**Key words:** runoff; Dalinghe River Basin; variation characteristics

(上接第 94 页)

- (2)起涨时差变化较大,峰现与造峰时差较稳定;  
(3)洪水形态与空间分布、强度、形态之间存在关系。

参考文献:

[1] 张磊,王晓燕. 潮白河流域水文要素特征分析[J]. 首都师范大学学报

(自然科学版), 2010,(1):65-68. (ZHANG Lei, WANG Xiaoyan. Analysis of the hydrological features of Caobai River basin [J]. Journal of Capital Normal University (Natural Science), 2010,(1): 65-68. (in Chinese))

[2] 包为民,张建云. 水文预报[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2009. (BAO Weimin, ZHANG Jianyun. Hydrological Forecast [M]. Beijing: China WaterPower Press, 2009. (in Chinese))

## Analysis of Storm Flood in Typical Torrent Basin of Beijing

SONG Qiumei<sup>1</sup>, ZHU Bing<sup>2</sup>, MA Ding<sup>3</sup>, YI Pan<sup>4</sup>

(1. Shijiazhuang Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Hebei Province, Shijiazhuang 050051, China; 2. Bureau of Hydrology, MWR, Beijing 100053, China; 3. Hydrology and Water Resources Bureau of Hebei Province, Shijiazhuang 050031, China; 4. Beijing Hydrology Station, Beijing 100089, China)

**Abstract:** Based on the precipitation and flood data of Beijing during 1980-2012, the Zhangjiafen Basin was taken as a typical torrent basin to analyze the relationship between the rainfall of different flood magnitudes, flood volume, flood peak time, flood process and rainstorm. The analysis method and results can be used as a reference and guidance for flood forecasting in mountain torrents.

**Key words:** Beijing City; torrent basin; Zhangjiafen basin; storm flood analysis

(上接第 83 页)

[6] 谢润起,张鸿翔,段哲古,等. 天津市近海风暴潮研究[R]. 天津市水文总站,1993. (XIE Runqi, ZHANG Hongxiang, DUAN Zhugu, et al. Study on the coastal storm surge in Tianjin city [R]. Tianjin Hydrology Station, 1993. (in Chinese))

[7] 天津市水文水资源勘测管理中心. 天津市水文水资源勘测天津市“国家基本水文(位)站水准基面情况”普查报告[R]. 2008. (Hydrology and Water Resources Survey Management Center of Tianjin City. The basic hydrological "national Tianjin station (bit)" base level census report [R]. 2008. (in Chinese))

## Influence of Stationary Datum Change on Water Level Data

GU Qi, XIAO Lei, LIU Lei

(Hydrology and Water Resources Survey and Management Center of Tianjin City, Tianjin 300061, China)

**Abstract:** This paper expounded the causes of the stationary datum change in Tianjin City, analyzed the influence of stationary datum change on absolute datum correction, suggested that find out the duration-by-duration difference of the historical water level data by using the methods of measurement, verification and survey, so as to provide reference for application and correction of water level data for stationary datum.

**Key words:** stationary datum; water level data; revisal