

海河流域近50年降水量时空变化特征分析

王利娜^{1,2}, 朱厚华^{1,3}, 鲁帆¹, 何立新²

(1. 中国水利水电科学研究院 流域水循环模拟与调控国家重点实验室, 北京 100038;

2. 河北工程大学, 河北 邯郸 056038; 3. 水利部水资源管理中心, 北京 100053)

摘要: 依据海河流域1960—2010年逐日降水资料, 采用泰森多边形方法将各站点的降水量展布到全流域, 并采用M-K法计算Kendall倾斜度, 分析降水的时空变化特征。结果表明: 时间上, 海河流域总体降水呈减少趋势, 春季降水虽然呈增加趋势, 但仍是少雨季节, 夏季降水变化趋势缓慢, 少雨现象出现的频率相对较小, 秋季降水逐渐减少, 少雨现象出现的频率与春季相似, 冬季出现极端降水情况, 降水呈增加趋势, 降水等级集中在极度少雨, 另外, 存在春夏连续少雨、秋冬连续少雨, 甚至四季连续少雨的情况; 空间上, 整个流域年降水量由南向北逐渐减少, 春季五台山、天津变化显著, 夏季全流域降水量呈增加趋势, 且渤海西南地区增加显著, 秋季全流域中东部部分降水趋势下降显著, 冬季全流域降水上升、下降趋势变化均较缓慢。

关键词: 海河流域; 降水; 时空变化; M-K法

中图分类号: S161.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2012)02-0242-05

据统计, 海河流域的干旱发生频率居全国之首, 素有“十年九旱”的说法^[1]。干旱灾害是否发生很大程度上取决于降水频率、降水强度, 即降水的时空分布情况。近几年来, 国内外学者对流域降水时空变化特征给予越来越多的关注^[2-6]。张宏利等运用累积距平曲线与信噪比法对渭河流域降水时空分布及变化进行了分析^[7]; 成鹏采用回归分析、趋势分析、Mann-Kendall检验、小波周期分析及变异分析等方法, 分析了乌鲁木齐地区近50a来的降水变化特征^[8]; 王振华等采用主成分分析、旋转主成分分析、小波分析方法, 对山西省1960—2004年春季降水标准化距平场进行分区, 并对春季降水异常的空间分布特征、时间变化规律进行分析^[9]。本文从降水频率、变化趋势方面分析海河流域近51a的年、各季降水时空变化特征, 以为海河流域农业生产和水资源管理提供依据。

1 流域概况

海河流域位于东经112°~120°、北纬35°~43°之间, 包括滦河、海河及徒骇马颊河三大水系, 西以山西高原与黄河流域交界, 北以蒙古高原与内陆河流域交界, 南界黄河, 东临渤海。行政区划包括北京、天津两市, 河北省绝大部分, 山西省东部, 山东、河南省北部, 辽宁省及内蒙古自治区的一部分。流域总面积约为31.78万km², 约占全国总面积的3.3%,

其中60%为山地, 40%为平原。海河流域范围示意图见图1。

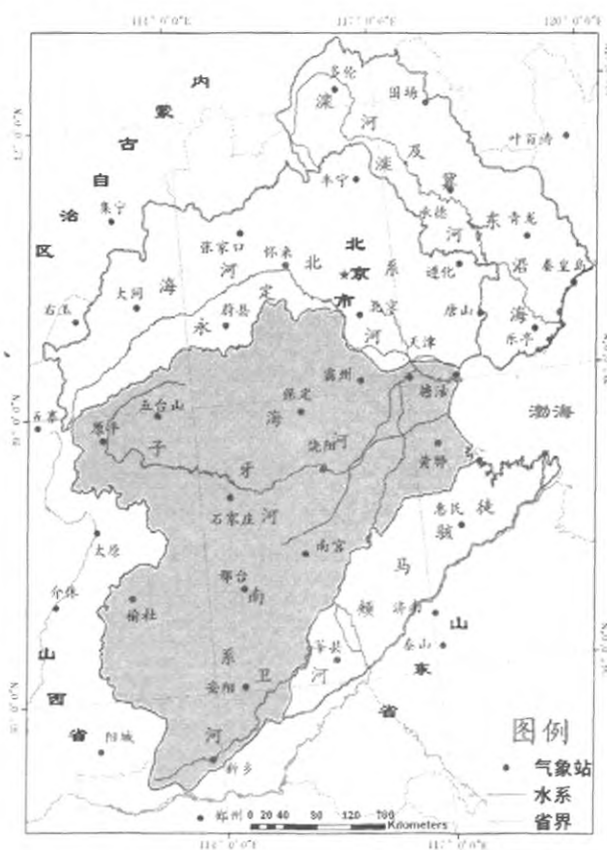


图1 研究区范围示意图

Fig.1 Schematic diagram of the study area

收稿日期: 2011-07-22

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973计划)(2010CB951102); 中国水科院科研专项项目(资集1001); 国家自然科学基金项目(51109224)

作者简介: 王利娜(1985—), 女, 河北承德人, 满族, 硕士研究生, 主要从事水文水资源研究。E-mail: lina8509@163.com。

流域为温带大陆性季风气候,属半湿润半干旱地区,是我国东部沿海地区降水量最少的区域。受气候等因素影响,年平均降水量的变差系数很大,具有春旱秋涝的特点。流域对气候的变化十分敏感,人类活动极其活跃。在海河流域的所有自然灾害中,旱灾发生频率最大,危害面积最广,影响人口最多,损失最大。20世纪80年代以来,海河流域连年少雨,水资源短缺问题日益突出,1956—2000年多年平均水资源总量约为370亿 m^3 ,人均水资源占有量仅276 m^3 ,不足全国的1/7^[10],降水的时空变化直接影响国家粮食安全和饮水安全,对其研究具有现实意义。

2 数据来源

本研究所用数据资料主要是由气候中心提供的地面气象站逐日降水量,为使研究结果更具科学性,综合考虑各站点资料的可靠性和完整性以及在海河流域的代表性,所选资料时间尺度为1960—2010

年,资料较完整;所选站点空间尺度较均匀,遍布整个海河流域及周边地区,有大同、五台山、原平、榆社、安阳、新乡、多伦、北京、天津等42个气象站点(见图1)。

3 降水时间变化特征分析

统计分析海河流域1960—2010年降水量得出,海河流域50a来的年降水量在330~753mm间变化。年降水量极大值753mm出现在1964年,极小值330mm出现在1965年,最大、最小降水量相差423mm,多年平均降水量为500mm。海河流域1960—2010年降水量变化趋势如图2所示。1980—1990年、2000—2010年两个时间段均出现7a年降水量低于多年平均降水量。1960—1971年降水较充足,1978—1989年降水相对较少。由五年滑动平均趋势曲线看,降水量呈下降趋势,变化幅度不显著,年降水量随机波动。

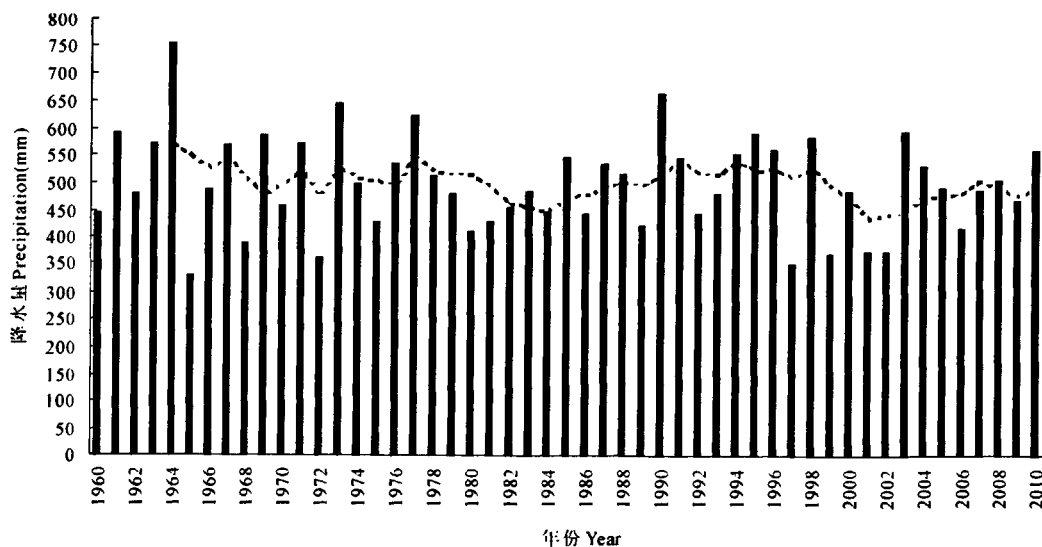


图2 海河流域1960—2010年降水,五年滑动平均(虚线)

Fig.2 The precipitation during 1960—2010 in Haihe River Basin, five-year moving average (broken line)

春季多年平均降水量占全年的2.7%,由图3(a)可知,春季海河流域降水量呈增加趋势,量少且变率大,除1990年降水量为66.3mm外,其余年降水量都低于50mm。由于海河流域日照充足,空气干燥度大,温度上升迅速,不易形成降水条件。1960—1979年连续20a内均出现不同程度的少雨现象。

夏季多年平均降水量占全年的24.5%,由图3(b)可知,夏季海河流域降水量呈增加趋势。少雨现象出现的频次低于春季,但多与春季或秋季相连。

如1960年、1962年出现春夏连续少雨;1974年、1997年出现夏秋连续少雨;甚至1965年、1968年、1972年出现春夏秋连续少雨,这种连续少雨造成的累积效应对农作物的影响极其严重。

秋季多年平均降水量占全年的63.5%,由图3(c)可知,秋季海河流域降水量呈下降趋势,多年平均降水量为322mm。秋季降水量极大值525mm出现在1964年,说明年降水量极大值出现在1964年,秋季占很大比例。一般秋季底墒较好,所以秋季降水量多少对秋收作物影响不大。

冬季多年平均降水量占全年的 7.5%, 由图 3 (d) 可知, 冬季海河流域降水量呈增加趋势, 增加幅度不显著。多年平均降水量为 38.2 mm, 最低值为

13 mm 出现在 1988 年, 最高值为 109 mm 出现在 2003 年。除 1968 年、2003 年外, 其余年份冬季降水呈周期性变化。

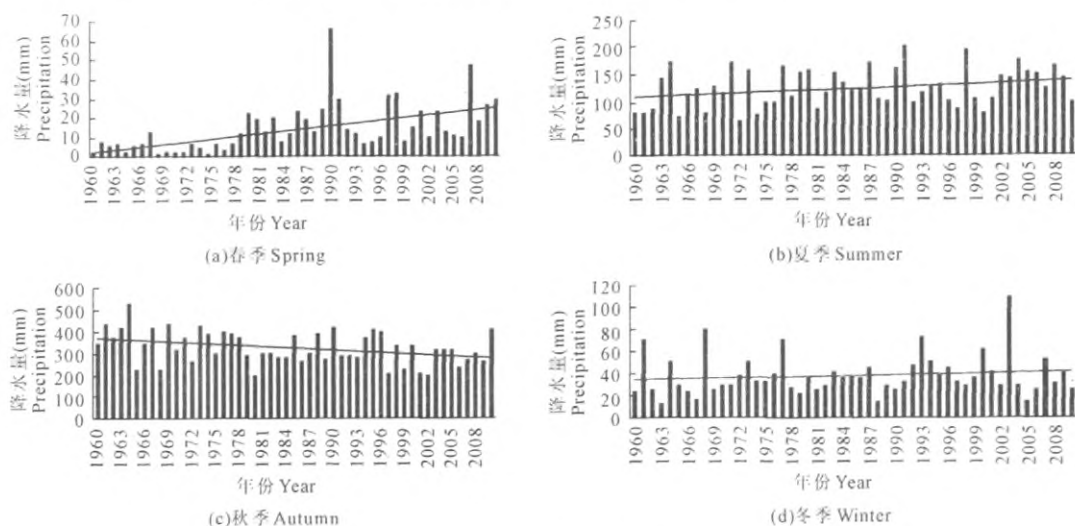


图 3 海河流域 1960—2010 年春、夏、秋、冬降水

Fig.3 The precipitation in Haihe River Basin in four seasons from 1960—2010

4 降水空间变化特征分析

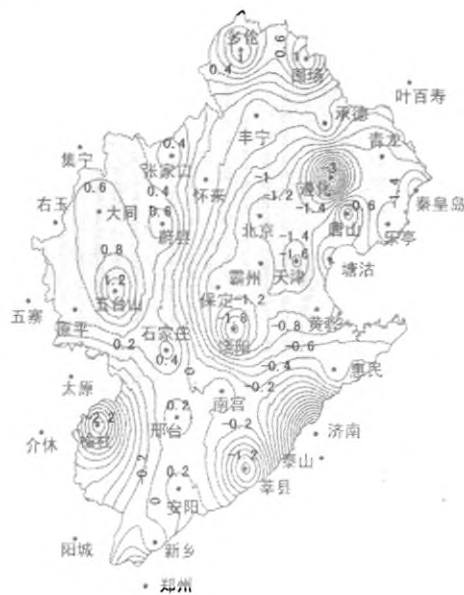
M-K 方法是对研究区主要气象要素变化进行检验分析, 应用于环境数据时间序列的趋势分析, 是世界气象组织推荐的方法。此方法是一种非参数统计检验方法, 既不需要样本遵从一定分布又不受少数异常值干扰。通过计算 Kendall 倾向度 β 值来分析趋势的大小, 其计算公式:

$$\beta = \text{median} \left(\frac{x_j - x_i}{j - i} \right) \forall i < j$$

式中, $1 \leq j < i \leq n$, β 值为正表示上升趋势, 为负表示下降趋势, 绝对值越大表示趋势上升或下降越显著。

4.1 多年降水空间变化特征

计算海河流域内及周边 42 个气象站 51 a 降水的 Kendall 倾斜度, 再用 GIS 空间分析生成等值线, 如图 4 所示。由图可以看出榆社、遵化、济南等值线密集, 变化梯度大, 其中, 榆社、遵化的 β 值均为负, 降水呈下降趋势, 形成明显的降水减少中心, 济南的 β 值为正, 呈上升趋势, 形成明显的降水增加中心。榆社、遵化均位于山地、平原接壤处, 遵化为整个流域降水减少幅度最大的站点, 济南位于平原地带, 是整个流域降水增加幅度最大的站点; 其次变化较快的有秦皇岛、天津、乐亭、饶阳、泰山等, 其中, 呈上升趋势的只有泰山, 其余均呈下降趋势, 整个流域年降水量由南向北逐渐减少。



趋势。



图 5 海河流域季降水 Kendall 倾斜度等值线

Fig.5 The Kendall gradient isoline of seasonal precipitation in the Haihe River Basin

夏季海河流域大部分降水呈增加趋势,其中增加明显的地区,除五台山(β 值为 1.84 mm/10a)位于山区地带以外,其余均位于渤海西南区域,如霸州, β 值为 1.33 mm/10a;天津, β 值为 1.13 mm/10a;塘沽 β 值为 1.73 mm/10a;黄骅 β 值为 1.36 mm/10a。整个流域只有新乡降水呈下降趋势, β 值为负。总体分析,海河流域夏季降水均呈现不同程度增加趋势,渤海湾区域增加显著。

秋季海河流域降水均呈现下降趋势,除新乡 β 值为正以外,其余全为负,绝对值越大,下降越明显。整个区域看来,全流域中东部分降水趋势下降显著,

向南、北、西下降趋势逐渐变缓。其中降水减少幅度最大的站点为遵化, β 值为 -4.92 mm/10a,其次为黄骅, β 值为 -4.2 mm/10a。在遵化、五台山、榆社、黄骅等形成明显的降水减少中心。平原地区降水下降趋势变化显著,山区地带变化较小。

冬季海河流域降水上升、下降趋势变化均较缓慢,由南向北降水逐渐增加,流域南部区域 β 值大多为负,呈下降趋势,变化最大的区域为安阳, β 值仅为 -0.43 mm/10a。全区只形成一个显著的降水增加中心,即五台山,其 β 值为 1.21 mm/10a。

5 结 语

应用泰森多边形法和 M-K 法研究海河流域降水的时空变化特征,结果表明:

1) 时间上,年降水量呈下降趋势,且持续少雨时间逐渐延长,出现少雨现象的周期逐渐缩短,各季降水分配不均匀。

2) 空间上,从整个流域看,由南向北,降水量逐渐减少,各季内降水变化趋势、变化幅度各不相同,山区地带以五台山变化较显著,平原地区以渤海西南区域变化较显著。

参 考 文 献:

- [1] 海河志编纂委员会.海河志(第一卷)[M].北京:中国水利水电出版社,1997.
- [2] 王位泰,张天锋,姚玉璧,等.黄土高原夏半年降水气候变化特

征及对作物产量的影响[J].干旱地区农业研究,2008,26(4):236-241.

- [3] 郭小芹,刘明春,钱 莉,等.从 Mann-Kendall 特征看石羊河流域降水量的演变规律[J].干旱区地理,2010,33(4):593-599.
- [4] 王位泰,张天锋,杨 民,等.黄土高原秋季降水年际和年代际气候变化特征[J].干旱地区农业研究,2006,24(4):187-210.
- [5] 叶燕华,郭江勇,王 风.黄土高原春季降水的气候特征分析[J].干旱地区农业研究,2004,22(1):11-17.
- [6] Wetterhall F, Brdossya, CHEN D, et al. Statistical downscaling of daily precipitation over Sweden using GCM output[J]. Theor Appl Climatol, 2009, 96: 95-103.
- [7] 张宏利,陈 豫,任广鑫,等.近 50 年来渭河流域降水变化特征分析[J].干旱地区农业研究,2008,26(4):236-241.
- [8] 成 鹏.乌鲁木齐地区近 50a 降水特征分析[J].干旱区地理,2010,33(4):580-587.
- [9] 王振华,钱锦霞,王 雁,等.山西省春季降水异常时空特征研究[J].干旱地区农业研究,2006,24(5):187-210.
- [10] 任宪昭.海河流域水资源评价[M].北京:中国水利水电出版社,2007.

Characteristics of temporal and spatial variation of precipitation in Haihe River Basin during recent 50 years

WANG Li-na^{1,2}, ZHU Hou-hua^{1,3}, LU Fan¹, HE Li-xin²

(1. State Key Laboratory of Simulation and Regulation of Water Cycle in River Basin, China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100038, China; 2. Hebei University of Engineering, Handan, Hebei 056038, China; 3. Water Resources Management Center, Chinese Ministry of Water Resources, Beijing 100053, China)

Abstract: According to the precipitation data of Haihe River Basin during 1960—2010, the Tyson polygon is applied in the study to distribute the precipitation in every station of the whole basin. The Kendall tilt is calculated with the M-K and the characteristics of spatial and temporal variation of precipitation in the area is analysed. The results show that the overall precipitation is decreasing in time. Although the precipitation is increasing in spring, there is still very little rain. The variation of precipitation in summer is slow and the frequency of drought is relatively small. The precipitation in autumn is gradually decreasing and the drought level is similar to that of spring. There are no significant changes of precipitation and the level of precipitation is extremely little in winter. Besides, the continuous rainless phenomenon occurs in the period from spring to summer, or from autumn to winter, or even consecutively for four seasons. In space, the annual precipitation of the whole basin is gradually decreasing from south to North. Significant changes have taken place in Wutai Mountains and Tianjin in spring. The precipitation in the basin is increasing in summer, especially in the southwest part of Bohai area. It is decreasing significantly in the middle and east part of the whole basin. The precipitation is increasing in winter and the downtrend is slow in the whole basin.

Keywords: Haihe River Basin; precipitation; temporal and spatial variation; M-K