

滦河山区水资源变化趋势及成因分析

王占升, 卢峰

(河北省承德水文水资源勘测局, 河北 承德 067000)

摘要:采用 1956~2007 年水文系列资料,对滦河流域地表水和地下水资源进行了分析和评价。得出结论认为,滦河流域水资源存在时空分布不均、年际变化较大、年内分布不均的特点。针对水资源呈递减趋势,分析了水资源减少的三种因素。

关键词:滦河;水资源;趋势;成因

中图分类号:P333

文献标识码:A

文章编号:1000-0852(2013)02-0093-04

1 流域概况

滦河流域位于华北地区东北部,北起内蒙古高原,南临渤海,西界蓟运河,东与辽河相邻,涉及内蒙古自治区、河北省和辽宁省的 7 市(盟)27 县(区),流域总面积 44 750km²,其中山区面积 43 940km²,占总面积的 98.2%;平原 810km²,占总面积的 1.8%。滦河作为津唐秦承地区的重要水源地之一,存在先天的缺陷。一是滦河流域人均占有水资源量不足 1 000m³,本身既属于重度缺水地区;二是生态环境极为脆弱,水资源涵养能力低;三是经济发展水平低,与域外用水地区相比差距很大。本次采用 1956~2007 年水文系列资料进行评价,分析滦河山区水资源变化趋势,找出影响水资源变化的因素,为实施最严格的水资源管理提供科学依据。

2 水资源规律分析

2.1 地表水资源分布特征

2.1.1 空间分布不均

滦河流域降水空间分布不均,主要集中在燕山迎风坡,自燕山迎风坡向北部山区和南部平原降水量呈减少趋势。滦河流域径流分布与降水极其相似,径流深高值区主要集中在燕山迎风坡,介于 160~220mm 之间。以燕山迎风坡为界,向北部山区和南部平原径流深逐渐减少。具体分布为:内蒙古高原径流深小于 20mm;承德县以北至内蒙古高原界,径流深在 40~100mm 之间;承德县以南至山区平原界,径流深大于

100mm,一般在 100~220mm 之间;燕山山前平原区径流深在 40~100mm 之间。围场县、隆化县、丰宁县、滦平县及三区水面蒸发量较大,在 920mm 以上;其余各县在 900mm 以下,兴隆县多年平均水面蒸发量最小,为 827.7mm。流域多年平均水面蒸发量 923.1mm。

2.1.2 年际变化较大

受大气环流周期性变化的影响,降水量的年际变化大,具有丰枯交替出现的规律。20 世纪 50 年代为丰水期,年代均值比 1956~2007 年多年平均值多 18.3%;60 年代为平水期,年代均值略多于多年平均值;70 年代属于丰水期,年代均值与多年平均降水量相比多 6.1%;80 年代为枯水期,年代均值比多年平均值少 7.6%;90 年代为丰水期,年代均值比多年平均值多 4.6%;21 世纪初期为枯水期,枯水程度甚于 20 世纪 80 年代,年代均值与多年平均值相比,减少 13.9%。地表水资源总量是指河流、湖泊、冰川等地表水体中由当地降水形成的、可以逐年更新的动态水量,用天然河川径流量表示。另外,通过实测径流还原计算并对天然径流量系列一致性进行分析处理,提出系列一致性较好、反映近期下垫面条件的天然年径流量系列,作为评价地表水资源量的依据。根据水资源评价结果,在 1956~2007 年的 52 年系列中,20 世纪 50、60、70 和 90 年代,降水量比较丰沛,与系列均值相比分别多 18.3%、0.7%、6.1%和 4.6%,地表水资源量分别多 86.9%、10.2%、23.6%和 11.7%,水资源总量则分别偏多 78.5%、9.3%、21.3%和 10.5%,20 世纪 80 年代和 21 世纪初期,降水

收稿日期:2012-04-17

作者简介:王占升(1973-),男,河北承德人,高级工程师,学士学位,主要从事水文水资源评价与管理工作。E-mail:swjwzhsh@163.com

量分别减少了 7.6% 和 13.9%，地表水资源量分别减少了 33.7% 和 58.2%，水资源总量则分别减少了 30.4% 和 52.6%。

2.1.3 年内分配不均

滦河流域降水量具有年内分配较集中的特点，连续最大 4 个月降水多集中在 5~8 月或 6~9 月，占全年降水量的 72.8%~90.3%。而降水量又主要集中在 7、8 两个月，甚至更短的时间内，最大月降水量占全年降水量的 30% 左右。受下垫面等因素的影响，径流的年内分配与降水有所不同。连续最大 4 个月径流量一般出现在 7~10 月，由于各河径流的补给形式和流域调蓄能力的差异，使各河径流量的集中程度有所不同，一般为 50%~90%。山区河流汛期径流量占全年径流量的 50%~80%，一些源短流急、植被较差的山溪性河流，汛期径流量占全年径流量的 80%~90%。

2.2 地下水资源分布特征

2.2.1 空间分布不同

受地形地貌、气象水文、水文地质条件的影响，地下水资源空间分布差异较大，具有平原区及山间盆地大于山区，岩溶区大于基岩裂隙水区，多雨区大于少雨区的特点。平原区和山间盆地浅层地下水补给和储存条件比较优越，除大气降水补给外，还有山前侧向补给和地表水体的补给，地下水资源较丰富，其模数在 $(20\sim40)\times 10^4\text{m}^3/\text{km}^2$ 之间。山区地下水资源量分布受降水和地质条件的影响，燕山山前降水多雨带，地下水资源相对比较丰富，地下水资源模数在 $(10\sim20)\times 10^4\text{m}^3/\text{km}^2$ 之间，少雨地区地下水资源模数在 $(5\sim10)\times 10^4\text{m}^3/\text{km}^2$ 之间。

2.2.2 年际变化较大

不同类型区地下水的入渗条件和补给条件差别极大，地下水资源量的年际变化也因之而异。山区降水入渗系列极值比为 5.60，平原区极值比为 3.59，山区年际变化大于平原区，且丰水年和枯水年的补给量相差较大。

2.3 水资源总量情况

根据 1956~2007 年水文系列资料评价成果，滦河流域多年平均降水量 519.2mm，地表水资源量 $39.49\times 10^8\text{m}^3$ ，地下水资源量 $19.40\times 10^8\text{m}^3$ ，水资源总量 $43.71\times 10^8\text{m}^3$ ，按 2007 年人口计算，滦河流域人均水资源占有量为 855m^3 ，相当于全国平均水平的 39.8%；亩均水资源占有量 662m^3 ，相当于全国平均水平的 42.5%^[1-2]。人均水资源量低于国际公认的人均 $1\ 000\text{m}^3$ 紧缺标准，属重度缺水地区。

3 水资源变化趋势分析

3.1 地表水资源变化趋势

滦河流域在 1956~2007 年的 52 年间，1956~1979 年总体处于丰水期，期间降水量比多年平均值多 5.9%，地表水资源量比多年平均值多 28.6%；1980~1993 年总体处于枯水期，降水量比多年平均值少 4.1%，地表水资源量比多年平均值少 24.0%；1994~1998 年为丰水期，降水量比多年平均值多 8.4%，平均地表水资源量比多年平均值多 34.9%；1999 年以后处于枯水期，降水量比多年平均值少 14.9%，地表水资源量比多年平均值少 58.3%。总体地表水资源呈递减趋势见图 1。

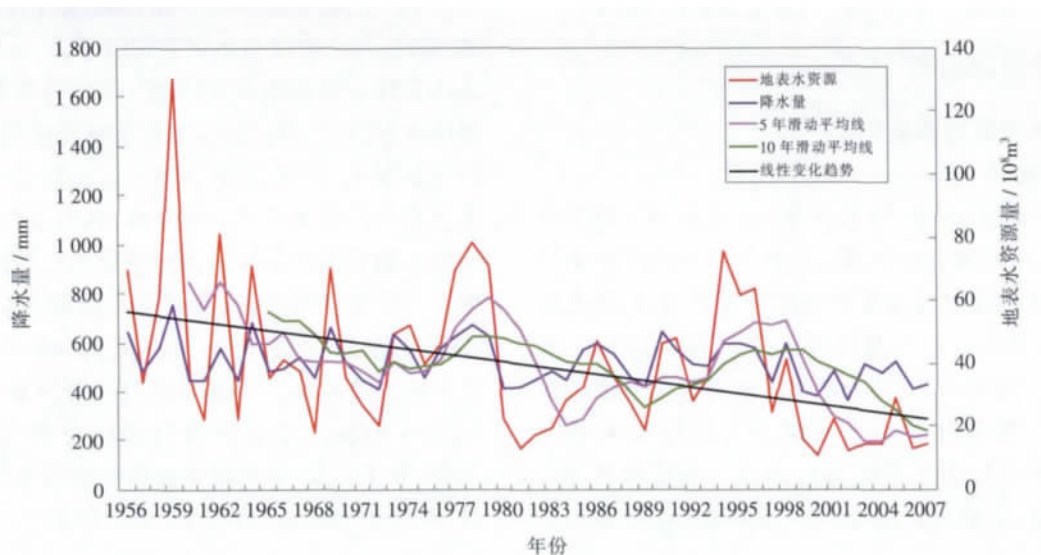


图 1 地表水资源量年际变化趋势图

Fig. 1 The change trend of the annual surface water resources

3.2 地下水资源变化趋势

地下水资源量系指与降水、地表水有直接补排关系的地下水总补给量。滦河山区地下水资源总量为河川基流量、山前泉水溢出量、山前侧向径流流出量及开采净消耗量四项之和。鉴于该区域山前泉水溢出量和山前侧向径流流出量占地下水资源量的比重很小,因而地下水资源总量采用河川基流量及地下水开采量的净消耗量二项之和代替。山区河川基流量占地下水资源量的比重大,潘家口以上山区基流比在60%以上,潘家口至滦县区间基流比在50%左右,因此河川基流量的变化趋势基本反映了山丘区地下水资源量的变化趋势。分析1956~2007年降水量和河川基流量的关系,发现两者存在很好的线性关系(见图2),相关系数在0.85以上,说明河川基流量的演变与降水量关系密切,据此可以认为其变化趋势与降水一致。

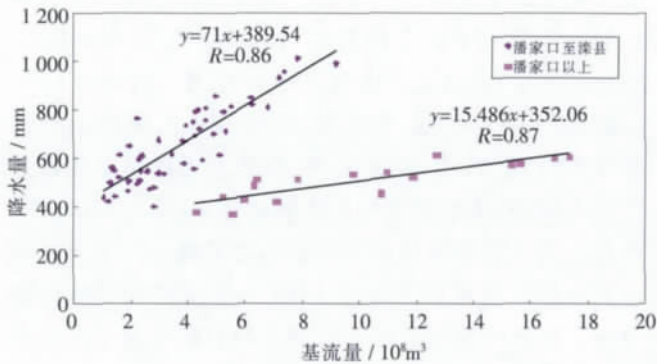


图2 山区降水量与河川基流量相关图

Fig. 2 Correlation between the precipitation and river base runoff in the mountain area

3.3 水资源总量变化趋势

区域的水资源总量,为当地降水形成的地表水和地下水的产水总量,由于地表水和地下水相互联系又相互转化,河川径流量中的基流部分是由地下水补给的,而地下水补给量中又有一部分来源于地表水入渗,因此计算水资源总量时应扣除二者之间相互转化的重复计算部分,滦河山区水资源总量是以研究地表水资源量为主,分析1956~2007年水资源总量的年际变化趋势发现,水资源总量的年际变化趋势与地表水资源量的年际变化趋势基本一致,但水资源总量的趋势性减少倾向比较明显,如图3、图4所示。

由于潘家口以上流域面积占滦河流域面积的75%,滦河流域水资源总量的年际变化趋势与潘家口以上山区的年际变化趋势基本一致,而潘家口以上山区水资源总量的年际变化与其地表水资源量的变化趋势一致,均呈明显的减少趋势。从趋势变化看,滦河流域水资源总量的减少趋势大于潘家口以上山区。

4 影响水资源变化因素分析

4.1 气候变化因素

滦河流域北部山区为中温带(高原亚温带)半干旱大陆性季风气候区,南部平原为暖温带半湿润。气候变化是影响降水的主要因素,副热带系统的活动对滦河流域降水的形成十分重要,尤其是西太平洋副热带高压的进退、加强、减弱以及维持,与降水关系十分密切。切变线和西风槽是使滦河流域产生降雨次数较多的两种天气尺度系统,滦河上游主要受东蒙低涡天气尺度的影响。

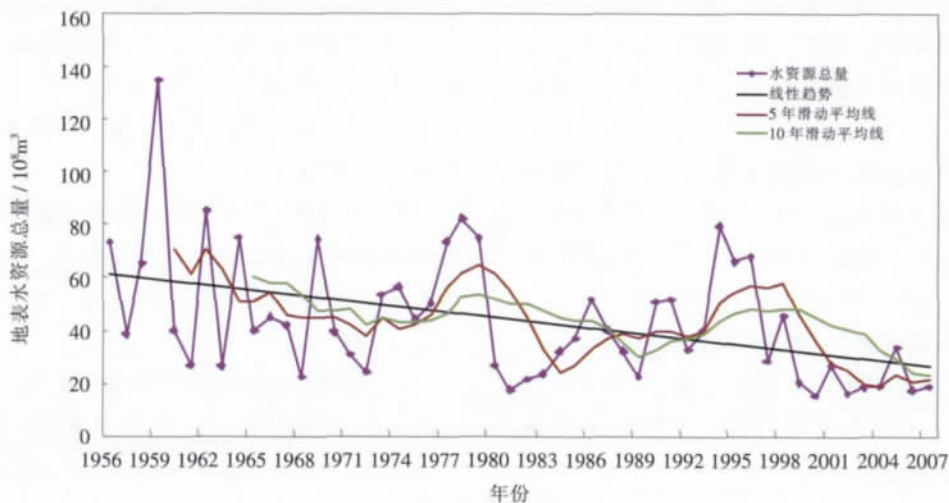


图3 滦河流域水资源总量变化趋势图

Fig. 3 The change trend of the total water resources in the Luanhe River

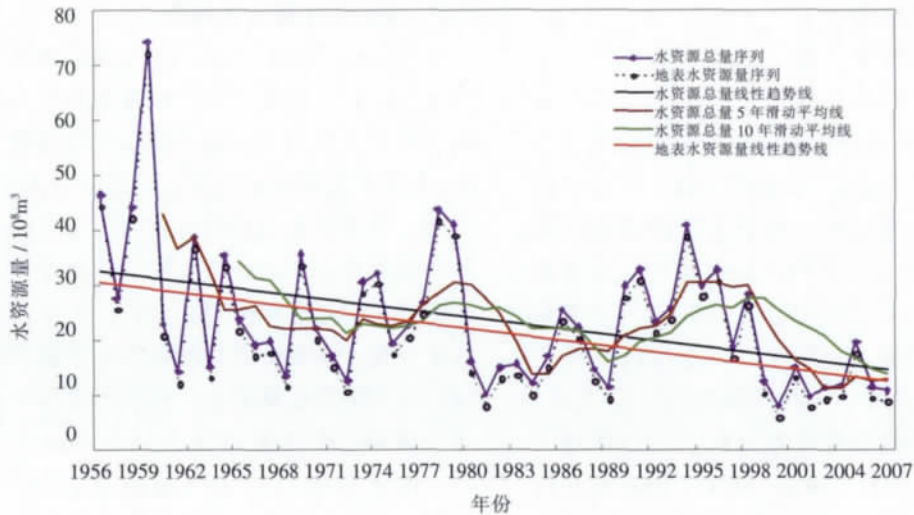


图4 潘家口以上水资源总量变化趋势图

Fig. 4 The change trend of the total water resources in the watershed above the Panjiakou station

在气候因素中,对水资源起主要作用的是降水,降水是地表水与地下水的补给源,降水的多少决定着水资源量的变化,而降水的时空分布及降水过程的差异又可导致径流(包括地表与地下径流)、产流、汇流及资源总量的变化^[3]。降水量的变化趋势与地表地下水、地下水补给量的变化是一致的。

4.2 人类开发用水活动因素

人类开发用水活动因素主要指水资源的开发利用、封山育林、修筑梯田等措施改变了下垫面的条件,这改变了流域的自然形态,增加了流域调蓄能力,导致流域产汇流条件的变化,使流域入渗损失量及陆面的蒸散发量加大,从而导致地表产流的减少^[4]。

随着工农业生产和生活水平的提高,水资源利用量增长很快。大量取用地表地下水,改变了地表水-土壤水-地下水之间的转化关系。特别是大量开采地下水改变了产汇流条件和水循环过程,导致降水入渗增加、地表产流减少。

在社会经济发展和生态建设的影响下,滦河流域土地利用构成发生了明显的变化。山区大规模的水土保持工程建设,比如京津风沙源治理、坡耕地治理、山洪地质灾害区水土流失防治等工程建设,造成地表水资源量减少。土地利用格局的变化对地表水资源的影响也很大。农业上大量采用蓄水保墒措施,注重对雨水的拦蓄和直接利用,这增加了水资源的直接利用,大大减少了地表产流的机会。

4.3 水利工程影响因素

20世纪60~70年代,全社会形成了大兴水利建设

的高潮,兴建了一大批骨干水利工程和小型水利设施,有力地促进了农业增产增收。到21世纪,承德现有的水利设施的85%以上仍然是70~80年代之间修建的。到目前为止,滦河上有大型水库6座,中型水库13座,小型水库433座,总库容为 $59.36 \times 10^8 \text{m}^3$,调洪或防洪库容 $22.11 \times 10^8 \text{m}^3$ 。除此之外,流域上还修建了成百上千的小塘坝、小水窖等小型水利设施,这些工程破坏了天然状态下各渗漏河道原有的动态平衡,改了下游原有的水量平衡及水文过程,同时,一些道路和桥隧可能改变了原有的流域界线并打破了原有的水量平衡及水文运动形式,造成流域内径流的减少。

5 结语

经过以上分析,可以得出结论如下:

(1)滦河山区水资源存在时空分布不均,年际变化较大,径流的年内分配与降水有所不同,连续最大4个月径流量一般出现在7~10月,而降水最大4个月出现在6~9月份。

(2)从1956~2007年水资源总量的年际变化趋势发现,水资源总量的年际变化趋势与地表水资源量的年际变化趋势基本一致,但水资源总量的趋势性减少倾向比较明显。

(3)影响水资源变化的因素主要有流域的气候因素和人类活动因素两大类,前者主要包括降雨、蒸发等因素的变化;而后者属于下垫面因素包括人类开发用水活动因素和水利工程影响因素,改变了河道径流的天然属性,使水资源呈现逐年变小的趋势。(下转第24页)

- Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 1998, 64(3):191-198.
- [7] 矫梅燕,金荣花,齐丹.2007年淮河暴雨洪涝的气象水文特征[J].应用气象学报, 2008,19 (3): 257-264.(JIAO Meiyun, JIN Ronghua, QI Dan. Meteorological and hydrological characteristics of flood related torrential rain over Huaihe River basin in 2007[J]. Journal of Applied Meteorological Science, 2008,19(3):257-264.(in Chinese))
- [8] 彭顺风,李凤生,黄云.基于RADARSAT-1影像的洪涝评估方法[J].水文,2008,28 (2):34-37.(PENG Shunfeng, LI Fengsheng, HUANG Yun. A flood and water-logging assessment method based on RADARSAT-1 image[J]. Journal of China Hydrology,2008,28(2):34-37.(in Chinese))

Flood Monitoring and Assessment Based on Multi-source Spatial Data for Huaihe River Basin

QIAN Mingkai¹, ZHENG Wei², PENG Shunfeng¹, LI Fengsheng¹

(1. Bureau of Hydrology (Information Center), Huaihe River Commission, Bengbu 233001, China; 2. National Satellite Meteorological Center, China Meteorological Administration, Beijing 100081, China)

Abstract: In order to integrate the advantages of remote-sensing data, fundamental geographic data, hydrological data, meteorological data and etc. systematically to acquire real-time flood information, a flood monitoring and assessing method based on multi-source spatial data was presented. The flood event of the Huaihe River Basin in the summer of 2007 was chosen as the study case. For large-scale flood monitoring and warning, the water and wetness fraction) method based on passive microwave remote sensing data ASMR-E, hydrological and meteorological data were presented to reveal soil wetness and flood patterns of the Huaihe River Basin. For moderate-scale food monitoring of the Huaihe River Basin mainstream, the middle spatial resolution data MODIS was used to map maximum flood extent and flood duration; For detailed flood monitoring of pilot area, the radar data, RADARSAT and optical data, SPOT5 with higher spatial resolution were used to estimate the losses. The results show that comprehensive and effective use of multi-source spatial data could present reliable early flood warning, real-time monitoring of flood, and rapid and accurate assessment of flood losses.

Key words: Huaihe River; flood monitoring; flood disaster assessment

(上接第 96 页)

参考文献:

- [1] 董增川, 张俊栋, 张旭臣, 等. 滦河流域水资源承载力研究[R]. 2009. (DONG Zengchuan, ZHANG Jundong, ZHANG Xuchen, et al. The research on water resources carrying capacity in Luanhe River basin [R]. 2009. (in Chinese))
- [2] 田建平, 张俊栋. 滦河流域水资源可持续利用评价及对策[J]. 南水北调与水利科技, 2011, 53 (2): 56-57. (TIAN Jianping, ZHANG Jundong. Evaluation and countermeasures on sustainable utilization of water resources in Luanhe basin [J]. South-to-North Water Diversion and Water Science & Technology, 2011, 53 (2): 56-57. (in Chinese))
- [3] 张丹, 周惠成. 大凌河流域上游水资源变化趋势及成因研究[J]. 水文, 2011, 31 (4): 85-86. (ZHANG Dan, ZHOU Huicheng. Change of runoff and its major driving factors in the upper reaches of Dalinghe River basin[J]. Journal of China Hydrology, 2011, 31(4): 85-86. (in Chinese))
- [4] 徐丽娟. 人类活动影响下大清河流域降雨径流关系特征分析[J]. 南水北调与水利科技, 2011, 53 (2): 73-75. (XU Lijuan. Analysis on dynamic feature of The rainfau-runoff relationship in the Daqing River basin under the influence of human activities [J]. South-to-North Water Diversion and Water Science & Technology, 2011, 53 (2): 73-75. (in Chinese))

Change Tendency and Cause Analysis of Water Resources in Mountainous Area of Luanhe River Basin

WANG Zhansheng, LU Feng

(Chengde Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Hebei Province, Chengde 067000, China)

Abstract: The surface and ground water resources in the Luanhe River Basin were analyzed and evaluated based the hydrological data from 1956 to 2007. The results show that there are uneven distribution, large interannual change and uneven annual distribution of the water resources in the Luanhe River Basin. Otherwise, three factors to decrease the water resources were analyzed as for the decrease trend of the water resources.

Key words: Luanhe River; water resources; tendency; cause