

黄河花园口断面近60年来水量变化分析

潘启民¹, 宋瑞鹏², 马志瑾¹

(1. 黄河水文水资源科学研究院, 河南 郑州 450004; 2. 黄河水利委员会水文局, 河南 郑州 450004)

摘 要: 根据《黄河水资源综合规划》中1956–2000年和《黄河水资源公报》中2001–2015年黄河花园口断面以上区域降水量,断面实测径流量、天然径流量和水资源总量组成的1956–2015年60年系列花园口断面来水数据,分析60年系列来水过程并对比1956–1979年、1956–2000年、1956–2015年、1980–2000年、1980–2015年和2001–2015年系列平均断面以上区域降水量、断面实测径流量、天然径流量、水资源总量数据成果。1956–2015年60年间,花园口以上区域年降水量年际变化不大,其中1980–2000年系列平均降水量相对偏小;花园口断面实测径流量、天然径流量和水资源总量年际变化大且总体渐次减少,临近近期且均值系列最短的2001–2015年,平均实测径流量、天然径流量和水资源总量均为各系列平均最小值。1990年左右以来,经济社会用水量增加、包括退耕、禁牧和矿山开采等带来的下垫面条件改变,已成为花园口断面来水量渐次减少的主要影响因素。

关键词: 降水量; 降雨量变化; 实测径流量; 天然径流量; 水资源总量; 花园口; 黄河

中图分类号: P333

文献标识码: A

文章编号: 1672-643X(2017)06-0079-04

Analysis on the Yellow River inflow variation on Huayuankou section in recent 60 years

PAN Qimin¹, SONG Ruipeng², MA Zhijin¹

(1. Yellow River Institute of Hydrology and Water Resources Researches, Zhengzhou, 450004, China;

2. Hydrology Bureau of the Yellow River Conservancy Commission, Zhengzhou, 450004, China)

Abstract: According to the inflow data of Huayuankou Section in recent 60 years from 1956 to 2015, such as the precipitation, measured runoff, natural runoff, total water resources volume recorded in the Master Planning of Yellow River Water Resources (1956–2000) and the Yellow River Water Resources Bulletin (2001–2015), the author analyzed the serial inflow process of 60 years and compared the average precipitation, measured runoff, natural runoff, total water resources volume above the Section in different year series of 1956–1979, 1956–2000, 1956–2015, 1980–2000, 1980–2015, 2001–2015. During the 60 years from 1956 to 2015, the annual precipitation above the Huayuankou Section did not change too much, among which the average precipitation in 1980–2000 was relatively small. While the measured runoff, natural runoff, total water resources volume in Huayuankou varied a lot in different years and reduced gradually in the long term. In recent years from 2001 to 2015, the measured runoff, natural runoff, total water resources volumes were the minimum in all the series. Since 1990, the underlying surface condition has changed greatly due to the increase of economic and social water demand, returning farmland to forest, grazing prohibition, and mining, which has become the main reason for the gradual inflow reduction in Huayuankou Section of the Yellow River.

Key words: precipitation; precipitation variation; observed runoff; natural runoff; total water resources; Huayuankou; Yellow River

人们已经认识到,近20多年来包括黄河流域在内的我国北方地区区域降水量变化与天然径流量变

化不同步问题。张士政等^[1]分析了洮府河流域降水径流变化趋势及影响因素;王国庆等^[2–4]分析了

收稿日期:2017-03-31; 修回日期:2017-06-26

基金项目:国家重点研发计划项目(2016YFC040240501)

作者简介:潘启民(1963-),男,河南杞县人,双专科,教授级高级工程师,主要从事地下水和水资源方面的研究工作。

黄淮海流域径流量变化及其对降水变化的响应、黄土高原泾河流域径流量变化及其对环境要素的响应和窟野河流域径流演变及其驱动因素;王明玉等^[5]分析了降水变化和人类活动对纸坊沟小流域年径流的影响;刘和平等^[6]分析了降水与人类活动对大凌河流域径流演变的影响;张克阳等^[7]分析了近30年来清水河上游西沟降水径流变化及原因分析。上述文章均通过北方流域或区域降水与实测径流量关系变化得出近年区域降水量变化不大,但实测径流均有较大幅度减少。而杨默远等^[8]则通过潮河流域降水径流关系变化及驱动因子识别、常继青等^[9]通过甘肃黄河流域与疏勒河流域降水径流变化特性对比分析、赵文举等^[10]通过河南省卫河流域降水径流演变规律分析研究了北方地区区域降水与天然径流关系变化及成因,表明区域降水量变化不大,但天然径流却减少明显,两者变化甚至出现相反方向,而下垫面变化是主要因素。然而上述研究大多选取流域范围较小、且仅反映降水与实测径流关系。现有研究多着眼于局部地区降水径流关系变化,如何在更大空间和时间尺度上认识黄河流域河川径流量变化仍鲜有报道。

1 方法与资料

根据《黄河流域水资源调查评价》^[11]中1956–2000年和《黄河水资源公报》^[12–16]中2001–2015年黄河花园口断面以上区域降水量,断面实测径流量、天然径流量和水资源总量组成的1956–2015年60年系列花园口断面来水数据,通过分析60年系列来水过程及对比1956–1979年、1956–2000年、1956–2015年、1980–2000年、1980–2015年和2001–2015年系列平均断面以上区域降水量、断面实测径流量、天然径流量、水资源总量数据成果,揭示近60年黄河花园口断面来水变化特点。

断面天然径流量为断面实测径流量与断面以上区域还原水量之和,还原水量又包括断面以上区域经济社会地表水用水耗水量、大中型水库蓄水变量和河道分洪、分凌水量。

2 降水量变化

花园口断面是黄河中、下游的节点水文站,其控制流域面积占黄河流域总面积的91.8%。

1956–2015年60年系列花园口断面以上区域平均降水量453.7 mm(表1),与1956–1979年(第一次全国水资源调查评价系列)、1956–2000年(第

二次全国水资源调查评价系列)、1980–2000年(第二次全国水资源调查评价近期下垫面条件系列)、1980–2015年(第二次全国水资源调查评价近期下垫面条件延长系列)和2001–2015年(第二次全国水资源调查评价之后系列)平均降水量相差均不足4个百分点,相互比较接近。1956–2015年年降水量围绕60年降水量均值453.7 mm上下波动,年际变化不大(图1)。对比6个系列均值可以发现,1980–2000年系列平均降水量436.7 mm相对较小,1956–1979年系列平均降水量463.5 mm相对较大。

表1 黄河花园口断面以上不同系列年年均降水量统计

mm					
1956 – 1979 年	1956 – 2000 年	1956 – 2015 年	1980 – 2000 年	1980 – 2015 年	2001 – 2015 年
463.5	451.0	453.7	436.7	447.1	461.7

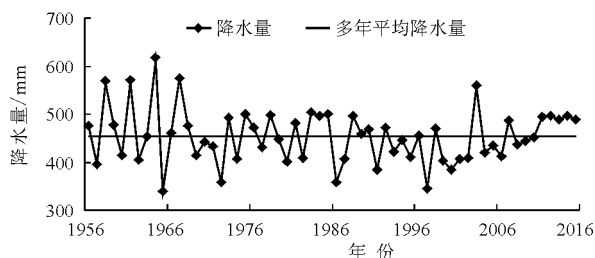


图1 黄河花园口断面以上降水量变化

由表1、图1可以看出,1956–2015年60年间,花园口以上区域年降水量年际变化不大,其中1980–2000年系列平均降水量相对偏小。

3 实测径流量变化

1956–2015年60年系列花园口断面实测径流量总体明显呈减小趋势,且年际间变化大(图2)。1956–2015年系列花园口断面平均实测径流量 $358.1 \times 10^8 \text{ m}^3$ (表2),与2001–2015年、1980–2015年、1980–2000年、1956–2000年、1956–1979年等5个系列年平均实测径流量相差–27.2%~24.8%。对比6个系列均值可以发现,1956–1979年、1956–2000年、1956–2015年、1980–2000年、1980–2015年、2001–2015年系列平均实测径流量渐次减小(图3),最小值为2001–2015年系列平均实测径流量 $260.5 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

上述表明,1956–2015年60年间花园口断面实测径流量年际变化大且总体渐次减少,其中均值系列最短的2001–2015年平均实测径流量最小,较

60 年均值偏小 27.2%。

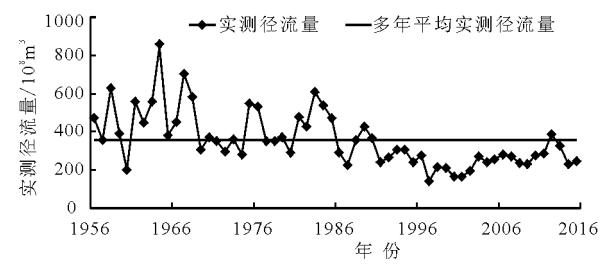


图 2 黄河花园口断面实测径流量变化

表 2 黄河花园口断面不同系列年均实测径流量统计
10⁸ m³

1956 – 1979 年	1956 – 2000 年	1956 – 2015 年	1980 – 2000 年	1980 – 2015 年	2001 – 2015 年
447.0	390.6	358.1	326.3	298.9	260.5

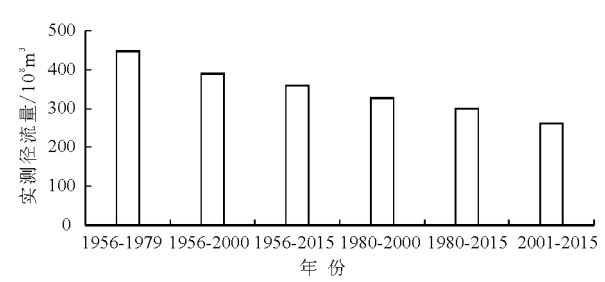


图 3 黄河花园口断面不同系列年实测径流量均值对比

4 天然径流量变化

1956 – 2015 年 60 年系列花园口断面天然径流量总体呈明显减小趋势,且年际间变化大(图 4)。1956 – 2015 年系列花园口断面平均天然径流量 $537.8 \times 10^8 \text{ m}^3$ (表 3),与 2001 – 2015 年、1980 – 2015 年、1980 – 2000 年、1956 – 2000 年、1956 – 1979 年等 5 个系列年平均天然径流量相差 - 14.6% ~ 11.7%。对比 6 个系列均值可以发现,1956 – 1979 年、1956 – 2000 年、1956 – 2015 年、1980 – 2000 年、1980 – 2015 年、2001 – 2015 年系列平均天然径流量渐次减小(图 5),最小值为 2001 – 2015 年系列平均天然径流量 $459.4 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

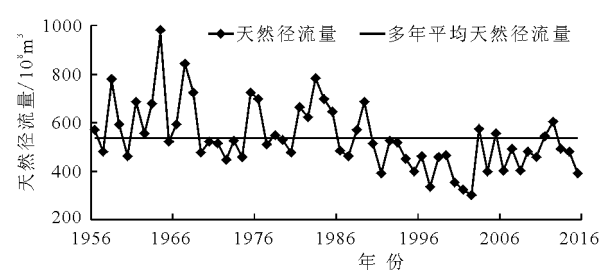


图 4 黄河花园口断面天然径流量变化

与实测径流相似,1956 – 2015 年 60 年间花园口断面天然径流量年际变化大且总体渐次减少,均值系列最短的 2001 – 2015 年平均天然径流量最小,较 60 年均值偏小 14.6%。

表 3 黄河花园口断面不同系列年均天然径流量统计
10⁸ m³

1956 – 1979 年	1956 – 2000 年	1956 – 2015 年	1980 – 2000 年	1980 – 2015 年	2001 – 2015 年
600.5	563.9	537.8	522.1	496.0	459.4

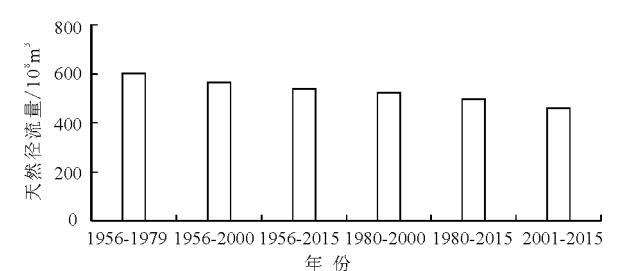


图 5 黄河花园口断面不同系列年天然径流量均值对比

5 水资源总量变化

1956 – 2015 年 60 年系列花园口断面水资源总量总体呈明显减小趋势,且年际间变化大(图 6)。1956 – 2015 年系列花园口断面平均水资源总量 $644.6 \times 10^8 \text{ m}^3$ (表 4),与 2001 – 2015 年、1980 – 2015 年、1980 – 2000 年、1956 – 2000 年、1956 – 1979 年等 5 个系列年平均水资源总量相差 - 14.7% ~ 10.9%。对比 6 个系列均值可以发现,1956 – 1979 年、1956 – 2000 年、1956 – 2015 年、1980 – 2000 年、1980 – 2015 年、2001 – 2015 年系列平均水资源总量渐次减小(图 7),最小值为 2001 – 2015 年系列平均水资源总量 $549.7 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

与天然径流相似,1956 – 2015 年 60 年间花园口断面水资源总量年际变化大且总体逐渐减少,均值系列最短的 2001 – 2015 年平均天然径流量最小,较 60 年均值偏小 14.7%。

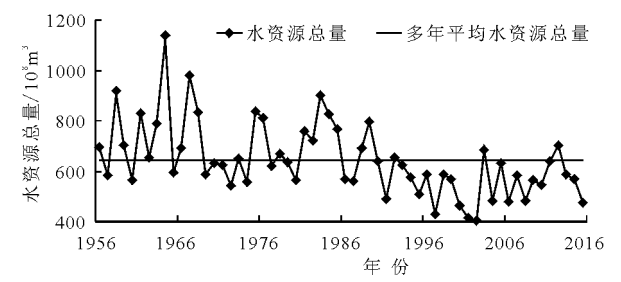


图 6 黄河花园口断面以上水资源总量变化

表 4 黄河花园口断面以上不同系列年水资源总量统计

10⁸ m³

项 目	1956 - 1979 年	1956 - 2000 年	1956 - 2015 年	1980 - 2000 年	1980 - 2015 年	2001 - 2015 年
实测径流量	600.5	563.9	537.8	522.1	496.0	459.4
不重复地下水量	114.1	112.3	106.8	110.3	102.0	90.3
水资源总量	714.6	676.2	644.6	632.4	598.0	549.7

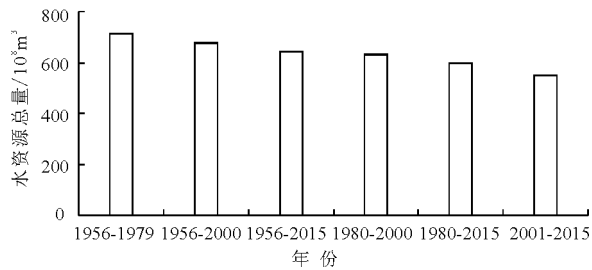


图 7 黄河花园口断面以上不同系列年水资源总量均值对比

6 结 论

(1)1956 - 2015 年 60 年间,黄河花园口以上区域年降水量年际变化不大,其中 1980 - 2000 年系列平均降水量相对偏小;1956 - 2015 年花园口断面实测径流量、天然径流量和水资源总量总体渐次减少且年际变化大,临近期且均值系列最短的 2001 - 2015 年,其平均实测径流量、天然径流量和水资源总量为各系列平均最小值。

(2)在 1956 - 2015 年花园口以上区域降水量年际变化不大的情况下,花园口断面包括实测径流量、天然径流量和水资源总量等来水量年际变化大且总体渐次减少,尤其是 1990 年左右以来,经济社会用水量增加及用水监测计量和监督管理欠缺,同时包括退耕、禁牧和矿山开采等带来的下垫面条件改变已成为其主要影响因素。

鉴于以上情况,有关部门应给予足够关注并安排相关工作。针对经济社会用水监测计量和监督管理欠缺的情况,应强化监管措施及资金投入,规范监测计量及监督管理;针对退耕、禁牧和矿山开采对来水的影响,建议安排相应的专题研究工作。以充分认识近年黄河来水变化的影响因素,为做好黄河水资源管控工作提供技术支撑。

参考文献:

[1] 张士政,薛丽芳. 洸府河流域降水径流变化趋势及影响

因素[J]. 山东水利,2014(2):61 - 62.

[2] 王国庆,王 勇,张 明. 黄淮海流域径流量变化及其对降水变化的响应[J]. 人民黄河,2014,36(1):52 - 54.

[3] 王国庆,张建云,李雪梅,等. 黄土高原泾水河流域径流变化及其对环境要素的响应[J]. 水土保持研究,2014,21(3):192 - 196.

[4] 王国庆,张建云,李 岩,等. 窟野河流域径流演变及其驱动因素分析[J]. 水资源与水工程学报,2014,25(2):7 - 11 + 16.

[5] 王明玉,王百田,赵铭军,等. 降水变化和人类活动对纸坊沟小流域年径流的影响[J]. 水土保持通报,2012,32(3):37 - 41 + 67.

[6] 刘和平,王秀颖,王金红,等. 降水与人类活动对大凌河流域径流演变的影响分析[J]. 水电能源科学,2016,34(2):6 - 11.

[7] 张克阳,陈沫宇. 近 30 年来清水河上游西沟降水径流变化及原因分析[J]. 海河水利,2016(3):37 - 39 + 70.

[8] 杨默远,桑燕芳,王中根,等. 潮河流域降水径流关系变化及驱动因子识别[J]. 地理研究,2014,33(9):1658 - 1667.

[9] 常继青,牛最荣. 甘肃黄河流域与疏勒河流域降水径流变化特性对比分析[J]. 水文,2014,34(5):94 - 96.

[10] 赵文举,李东阳,赵珑迪. 河南省卫河流域降水径流演变规律分析[J]. 河南水利与南水北调,2017(1):49 - 50.

[11] 张学成,潘启民,等. 黄河流域水资源调查评价[M]. 郑州:黄河水利出版社,2006.

[12] 水利部黄河水利委员会. 黄河水资源公报[R]. 郑州:水利部黄河水利委员会,2001.

[13] 水利部黄河水利委员会. 黄河水资源公报[R]. 郑州:水利部黄河水利委员会,2002.

[14] 水利部黄河水利委员会. 黄河水资源公报[R]. 郑州:水利部黄河水利委员会,2003.

[15] 水利部黄河水利委员会. 黄河水资源公报[R]. 郑州:水利部黄河水利委员会,2004.

[16] 水利部黄河水利委员会. 黄河水资源公报[R]. 郑州:水利部黄河水利委员会,2005.