

我国内陆河流域水文循环与其生态功能浅析

刘春蓁

(水利部水利信息中心, 北京 100053)

摘要:近 50 a 来, 我国的西北内陆河流域, 与世界很多干旱、半干旱的缺水地区一样, 水文循环及其生态功能正发生着一系列衰退及相伴的生态环境恶化现象。本文从气候、人类活动与水文循环间相互作用的观点, 用实测的气候水文数据剖析了这一现象。提出水文循环通过其生态功能, 与生态系统相伴相生, 互相依存。水资源的过度开发利用超出了水文循环的再生能力, 延迟了水资源再生周期。由于内陆河的平原与盆地的干燥度指数十分大, 暖干气候放大了人类活动对水文循环的不利影响, 加剧了生态环境的退化。对于内陆河流域, 人类生存与经济发展地区远离山区水源地, 流域统一的水资源综合管理对于维持健康的水文循环和生态系统尤为重要。

关键词:气候; 人类活动; 水文循环; 生态功能; 内陆河流域

中图分类号: P339

文献标识码: A

引言

近 50 a 对河流、湖泊、湿地等地表水以及地下水的观测事实表明, 干旱、半干旱地区的水文, 水资源对来自气候和人类活动的干扰十分敏感。自 20 世纪 80 年代以来, 暖干的气候及水资源高度的开发利用导致中亚的咸海、里海、约旦死海的水位、面积和水量大幅度的下降与收缩。如咸海的水位、湖泊面积及水量分别由 1960 年的 53.4 m, 66.9 km², 1 090 km³ 下降至 2004 年的 29.5 m, 15.0 km², 100 km³ [1]。死海的水位在近 30 a 下降 21 m。Glantz 针对咸海的枯竭与生态环境退化的趋势, 提出了干旱地区环境的蠕变与可持续发展问题 [2]。所谓环境的蠕变是一种长期的、逐步的、积累的并具有负面影响的变化。这种变化实质上反映了气候、人类活动与水文循环之间的相互作用。在干旱半干旱条件下, 暖干气候与人类活动导致地区植被减少, 土壤湿度下降, 水体干涸, 河道萎缩。再通过陆面大气之间的相互作用, 进一步加剧气候的干旱化、沙漠化和生态环境的恶化。

近年来, 我国不少水文、气候学家对我国西北干旱半干旱地区出现的生态环境问题, 从水文 [3~4], 气候 [5~6] 与水资源开发利用 [7] 等方面进行了探讨。从各自不同的领域, 提出了生态环境恶化的原因, 加深了人们对这一问题的认识, 为进一步深化研究打下基础。本文试图从干旱半干旱地区水文循环的特性

及其生态功能方面, 阐述内陆河流域水文循环的脆弱性, 以及气候变化、变异和人类活动对内陆河流域天然水文循环的影响。基于观测到的径流、降水、气温以及水资源开发利用数据, 展示近 20 多 a 来内陆河流域水文循环的变化及其生态功能衰退的过程。研究结果再一次表明, 水文循环与生态系统相伴相生, 互相依存。一个方面被破坏, 必将引起另一个方面的损失, 对生态系统的恢复或修复, 实质上是对受损害的水文循环的修复。

1 内陆河流域水文循环特征及其生态功能

我国干旱半干旱地区包括新疆、青海、甘肃、宁夏以及陕西西北部, 其中年降水量 < 400 mm 的面积占我国总面积的 45%。内陆河流域面积约占干旱半干旱地区总面积的 77%。对于内陆河, 虽然山区面积仅占其总面积的 39% (表 1), 降水却是平原的 2 倍以上。平原的干燥度高达 10 以上, 为极度干旱地区。

表 1 内陆河流域平原及山区的降水、蒸发能力、干燥度
Tab. 1 The precipitation, evaporation and aridity in plains and mountain areas of inland river basins

	占内陆河面积 (%)	年降水量 (P) mm	年蒸发能力 (E _p) mm	干燥度 (E _p /P)
平原	61	140	1 500~2 500	>10
山区	39	>300	900	2~3

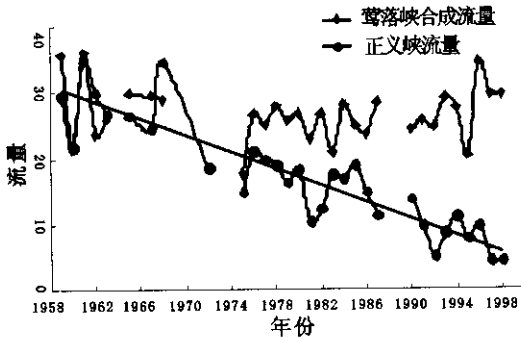


图 2 黑河流域出山口站莺落峡与下游正义峡站年径流变化趋势

Fig. 2 Annual runoff changing trends of Yingluoxia and Zhengyi hydrological stations in Heihe river basin

3 内陆河流域气候,人类活动与水文循环的相互作用

气候、人类活动与水文循环处于相互作用之中^[12]。图 3 表明:

(1)人类活动对气候的影响有 2 种,一是全球尺度的温室气体浓度增加产生的全球性气候变化,另一种是土地利用与土地覆盖变化对气候的影响,后者对气候的影响小于前者。

(2)城市化、农田灌溉发展、工业化、水工程开发利用、森林砍伐、过度放牧等导致流域下垫面及其特性的变化。它们通过下垫面反照率、温度、湿度的变化影响气候的同时,又通过蒸发、蒸腾、土壤蓄水能力、入渗、及渗透补给地下水等的变化,影响径流的产生、总量、时程分配以及水质。

(3)气候影响并制约人类活动,又影响人类活动的水文后果。尤其当气候已经发生变化,它对人类活动后果产生的附加影响,不可忽略。

(4)气候变异、变化与水文循环处于相互制约与影响中。

(5)水文循环的变化影响流域植被、土壤等下垫面条件和流域特性。

对于内陆河流域,气候变化的影响反映在气温升高导致山区冰雪融化,春季出山径流量增加,平原蒸发量增加以及各种消耗水量的增加。人类活动影响反映在平原、盆地水资源的开发利用,开发地表水资源,拦截河川径流,引流灌溉,扩大农业灌溉面积和人工绿洲,以及人工渠道替代天然河床,人工水库代替天然湖泊等。近 10 a 黑河流域水资源开发利

用程度达到 80%~125%(表 2)。

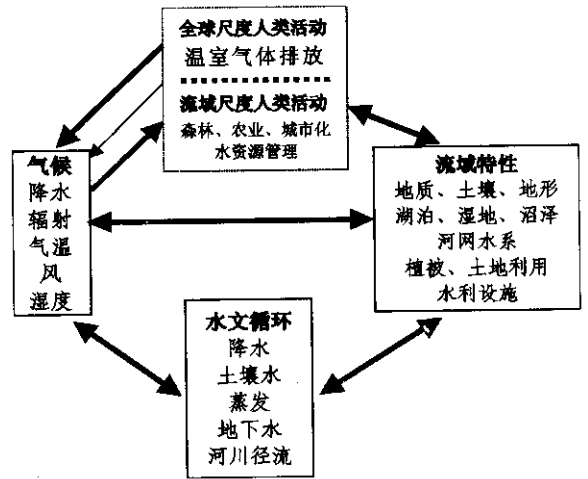


图 3 气候、人类活动、水文循环相互作用框图

Fig. 3 Frame figure of interaction among climate, human activity and hydrological cycle

表 2 黑河流域 1990s 逐年用水量(W)与年径流量(S), W/S 比值^[13]

Tab. 2 The ratio of yearly water consumption to annual runoff volume in 1990s in Heihe river basin

年	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
用水量(W)	35.90	34.33	35.46	35.57	34.04	34.64	34.63	34.33	34.70	34.84
可供水量(S)	29.02	27.38	35.40	28.81	29.55	35.76	28.01	41.35	35.45	32.33
W/S(%)	124	125	100	124	115	96.9	124	83	97.9	108

不仅远远超出了西北地区开发利用的极限 60%,而且在 10 a 中的 7 a,各种用水量之和,超出了多年平均年径流量。在用水量中农业灌溉用水占的份额达 80%以上。在塔里木河流域,源流灌溉面积增大,灌溉面积由 1950s 的 35.12 万 hm^2 ,增至 1990s 的 77.6 万 hm^2 ,引水量达到 $148.01 \times 10^8 m^3$,增加一倍多^[7]。石羊河流域上中游用水量与下游用水量的比值,由 1960s 的 1:0.57 增至 1990s 的 1:0.09,即 91%的水被上中游灌溉水拦截,仅有 9%的水流向下流^[11]

地表水不足,不得不超采地下水。地下水位的大幅下降,对赖以地下水生存的植被造成严重灾难。胡杨柳枯死,内陆河尾间湖泊消失,沙漠化发展等,展现了气候与人类活动对水文循环和生态环境造成的严重影响。植被减少,土壤,水体干涸,流域下垫面特性的恶化,加速了河道的萎缩。这种影响不只停留在原生地,而是从内陆河下游向中游,甚至上游

发展。沙化的下垫面使气候进一步变干,也使水文循环退化。对近 20~30 a 来西北内陆河流域的水文循环与华北水文循环的变化^[12]的比较,不难发现,它们的共同之处都是在气候变暖条件下,水资源的过度开发利用超出了水文循环的再生能力,延迟了水资源再生周期,甚至导致水文循环的不可恢复。不同之处在于,由于内陆河流域,人类社会与经济发展地区以及地下水补给源,远离山区的水源地,干燥度指数大(>10),所以水文循环及其生态功能对气候及人类的干扰更为脆弱。

4 适应对策

西北内陆河流域发生的水环境问题,除了水文循环,生态系统内在的脆弱性外,缺乏流域的水资源综合管理是不可忽视的重要原因。近年来,农林水利及环境部门实施的退耕、退牧、还林还草、植树造林、调水补水或建立保护区等,对于恢复内陆河流域的生态系统,在一定程度上,起到了重要的作用。但从国内外实践中,不难发现,类似这种分部门的独立对策是很难从根本上解决问题的,对于内陆河流域和地区的水与生态系统,其水资源的开发利用量必须服从本地特有的水文循环规律,即把握在一个时间尺度内水资源量的可再生量和水资源的可再生周期。近 20 多年华北、西北出现的水文循环和生态系统的变异与退化的事实,再次证明了水文循环与生态系统相伴相生,互相依存的关系。生态恢复工程也是水文循环的恢复工程。维护它们相互依存关系的最重要手段是流域的水资源综合管理(IWRM)。Kindler^[14]对水资源综合管理作了全面的阐述,IWRM 是将水作为生态系统,自然资源及社会经济商品的组成部分,寻求经济发展,生态系统,人类福祉对水需求间的平衡。它包括了基于国家经济发展政策框架内的社会需求与优先的水资源可持续利用和管理。IWRM 也针对所有关于变异和变化的管理,因此也是应对气候变化影响的最合适的方法。进一步将水文与气候科学对水文循环和生态系统的科学知识融入水资源综合管理的需求,为水文气候学家提出了新的机遇和挑战。

5 结 论

(1) 我国西北内陆河流域,水文循环及其生态功能对人类与气候的干扰十分敏感。在暖干气候条

件下,人类活动对水文循环及其生态功能的不利影响被放大,脆弱性增加。

(2) 内陆河流域的水文循环,通过其生态功能与生态系统相伴相生,生态恢复工程也是对水文循环的恢复工程。

(3) 在内陆河流域,人类生存与经济发展中下游地区远离山区水源地,流域的水资源统一综合管理对于维持健康的水文循环和生态系统尤为重要。

参考文献:

- [1] Overview of Middle East water resources 2004 from <http://extract-me.org/overview/p4144.htm>. Zonn IS. Desert Problems and Desertification in Cental Asia. Editor AGAJAN G. BABAIEV. Springer. 2005. 293.
- [2] Glantz M. Creeping environmental problems and sustainable development in the Aral Sea basin[M]. Cambridge; New York; Cambridge University Press, 1999. 291.
- [3] 蓝永超,康尔泗,佟彦卿,等.气候变化对河西内陆干旱区出山径流的影响[J].冰川冻土,2001,23(3):276-282.
- [4] 燕华云,贾绍凤.近 50a 来青海水文要素变化特征分析[J].冰川冻土,2003,25(2):193-198.
- [5] 胡汝骥,马虹,樊自立,等.近期新疆湖泊变化所示的气候趋势[J].干旱区资源与环境,2002,16(1):20-27.
- [6] 丁一江,王守荣主编.中国西北地区气候与生态环境概论[M].北京:气象出版社,2001.204
- [7] 王顺德,王彦国,王进,等.塔里木河流域近 40a 来气候,水文变化及其影响[J].冰川冻土,2003,25(3):315-320.
- [8] BAHC Core Project Office, Berlin IGBP Secretariat. Biospheric Aspects of the Hydrological Cycle[M]. Stockholm. 1993. 103.
- [9] 王绍武,董光荣.中国西部环境特征及其演变[A].秦大河总主编.中国西部环境演变评估[M].北京:科学出版社,2002.43-56.
- [10] 蓝永超,康尔泗,金会军,等.黑河出山径流年际变化和趋势研究[J].冰川冻土,1999,21(1):49-53.
- [11] Kang Shaozhong, Su Xiaoling, Tong Ling, et al. The impact of human activities on the water-land environment of the Shiyang River basin, an arid region in Northwest China[J]. Hydrological Science Journal, 2004,49(3): 413-427.
- [12] 刘春葵,刘志雨.近 50 年海河流域径流的变化趋势研究[J].应用气象学报,2004,15(4):385-393.
- [13] Zhang Jishi, Kang Ersi, Lan Yongchao, et al. Potential Consequences of Climate Change and Variability for the Water Resources in Heihe River Basin[A]. International Symposium on Arid Climate Change and Sustainable Development (ISACS), Lanzhou, China, 2005.
- [14] Janusx Kindler. Integrated Water Resources Management: The Meanders [J]. Water International, 2000, 25 (2): 312-319.

The Primary Analysis of Hydrological Cycle and its Ecological Function of Inland River Basins in China

LIU Chun-zhen

(Water Resources Information Center, MWR, Beijing 100053, China)

Abstract: In recent 50 years, being similar to many water scarcity areas in arid and semi arid regions of the world, the degradation of hydrological cycle and its ecological function and in turn the exacerbation of ecological environment have been occurring over inland river basins in Northwest China. Based on the observed climate-hydrological data, with the view of interaction among climate, human activities and hydrological cycle, the above mentioned phenomena have been discussed in this paper. The fact discerned is that hydrological cycle is generating and accompanying as well as coexistence with ecological systems by its various ecological functions. The overexploitation and utilization of water resources have been beyond the recreating capacity of hydrological cycle and in turn the water resources recycle period has been decelerated. Owing to the huge arid index in the inland plain, the dry and warm climate has amplified the negative effect of human activities on hydrological cycle and thus aggravated the ecological environment. The human living and economic development are situated in the area far from the area of mountain water sources in the inland river system, therefore, the approach of integrated water resources management of watershed seems to be an important tool to sustain healthy hydrological cycle or ecosystem as well.

Key words: climate; human activity; water hydrology; ecological function; inland river basin

欢迎订阅 2006 年《作物学报》

《作物学报》是中国科学技术协会主管、中国作物学会和中国农业科学院作物科学研究所共同主办、科学出版社出版的有关作物科学的全国性学术刊物。主要刊登农作物遗传育种、耕作栽培、生理生化、生态、种质资源、谷物化学、贮藏加工以及与农作物有关的生物技术、生物数学、生物物理、农业气象等领域以第一手资料撰写的学术论文、研究报告、简报以及专题综述、评述等。读者对象是从事农作物科学研究的科技工作者、大专院校师生和具有同等水平的专业人士。

《作物学报》从 1999 年起连续 3 次获"国家自然科学基金重点学术期刊专项基金"的资助,是我国连续 3 次获得资助的 15 种期刊之一。从 1997 年起连续 8 年获得中国科协"择优支持基础性和高科技学术期刊专项资助经费"的资助。从 2002 年起连续 3 年被中国科技信息研究所授予"百种中国杰出学术期刊"称号。据北京大学图书馆编著的《中文核心期刊要目总览(2004 年版)》登载,《作物学报》被列在"农学、农作物类核心期刊表"的第一名。2005 年 2 月获"第三届国家期刊奖提名奖",这是我国期刊界的最高奖项。

《作物学报》为月刊,2006 年 160 页/期,定价:30 元/册,全年 360 元。可通过全国各地邮局订阅,刊号:ISSN 0496-3490,CN 11-1809/S,邮发代号:82-336。也可向编辑部直接订购。

编辑部地址:北京市海淀区中关村南大街 12 号 中国农科院作物所《作物学报》编辑部(邮编 100081)

联系电话:010-68918548;传真:010-68918747

银行汇款:交通银行北京分行农科院分理处,户名:中国作物学会,帐号:060435018001069607

网址:<http://www.chinacrops.org>; <http://xbzw.chinajournal.net.cn>; <http://zuowxb.periodicals.net.cn>

E-mail: xbzw@chinajournal.net.cn; zwx301@mail.caas.net.cn