

## 人类活动的水文效应研究综述

张升堂<sup>1</sup>, 拜存有<sup>1</sup>, 万三强<sup>2</sup>, 刘 音<sup>1</sup>

(1. 杨凌职业技术学院水保系, 陕西 杨陵 712100; 2. 延安市宝塔区延惠渠管理处, 陕西 延安 716000)

**摘 要:** 人类由于其活动能力的提高, 活动范围的扩大, 对自然环境的影响日益巨大, 已导致一系列环境问题, 其中人类活动的水文效应问题已成为当前关注的热点。但目前尚少对人类活动进行系统分析与描述, 因此对人类活动的特点进行了初步研究分析, 论述了人类活动水文效应的国内外研究动态, 对现有研究方法进行了归纳对比, 并指出了目前研究中的难点与问题。

**关键词:** 人类活动; 水文效应; 流域尺度

**中图分类号:** P641.1

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2004)03-0317-03

## The Research Process on Hydrological Effects to Human Activities

ZHANG Sheng-tang<sup>1</sup>, BA I Cun-you<sup>1</sup>, WAN San-qiang<sup>2</sup>, L U Yin<sup>1</sup>

(1. Yangling Vocational and Technical College, Yangling 712100, Shaanxi, China;

2. Yanhui Channel Management Bureau of Yanan, Yanan 716000, Shaanxi, China)

**Abstract:** The human being has a more and more greater impact on natural environments nowadays when the capacity of human activities is enhanced and the range is extended. The researchers focus on the impact of human activities on hydrological cycle system. It gives preliminary analyses about human activities characteristics, discusses the research trends about hydrological response of human activities, and today's research approaches. Finally, the authors point out the difficulties and problems in this research field.

**Key words:** human activities; hydrological effects; basin scale

### 1 问题提出

人类活的影响使自然环境的演化过程发生了改变, 这种影响随人类社会的发展, 影响范围在迅速扩大, 影响强度在迅速增大, 实际上现代的环境已经是一个人造的环境, 自然环境处处都有人类活动的影迹。

由于人类活动的功利性, 使现代人类社会面临着或即将面临着环境危机, 以及人类现实生存发展等诸多问题。与人类活动直接或间接相联系的全球持续增暖、自然灾害增加、淡水资源减少和水质退化、干旱化和土地荒漠化等一系列人类面临的严重环境问题, 使人类不得不思考生存环境变化的未来, 使人类不得不警觉于未来可能的环境灾难, 思考通过怎样的合理方式以避免环境灾难的发生并与生存环境友好共处协调发展。

人类活动对自然环境的影响已涉及到气候、土壤、水文、生物等各个方面, 这几方面的影响作用又相互交织在一起形成一个合力, 自然环境系统在它的影响下发展演变。由于水文系统是地球大气圈、岩石圈、水圈和生物圈环境内相互作用和相互依赖的各种水体及其产生、循环和分布的环境构成的地理系统功能整体, 是一个开发的复杂系统, 同时是一个动态非

线性系统<sup>[1]</sup>, 其在形成与发展过程中直接或间接服务于人类, 同时受人类活动的影响, 具有社会属性。实际上人类自古到今的一切活动无不直接或间接地与水有关, 早期由于人类对水的需求量不大, 对水的调控能力有限, 因此对水文要素的影响不大。但随人类改造世界的能力不断增强, 活动范围不断扩大, 人类对水文系统的影响作用也越来越大, 特别是 20 世纪 60 年代以来, 世界人口膨胀, 出现了旱涝灾害频繁、水体污染严重等一系列问题, 急需研究人类活动影响下的水文效应与水文现象, 站在变化的自然和变化的社会中来研究水文问题, 这种趋势在现代水文学上表现日益突出<sup>[2]</sup>。

### 2 人类活动水文效应研究的国内外进展

由于人类活动的水文效应具有双向性和诸多不确定性, 这样使人类活动的水文效应研究相对比较复杂和发展滞缓。过去对这方面的研究只停留在一些定性的分析和概念上, 而在人口膨胀、经济高速发展、城市化等前提下, 人类改造自然的规模日趋巨大, 人类活动的水文效应定量分析已成为大型水库、跨流域引水, 大规模农田基本建设必不可少的依据, 对它的定量研究迫在眉睫。

收稿日期: 2004-03-09

作者简介: 张升堂(1970-), 男, 汉族, 讲师, 博士, 主要从事水文水资源及水土资源保护方面的研究与教学。

20 世纪 60 年代以来“国际水文计划”提出一系列研究课题,深入开展人类活动水文效应的定量分析研究,满足生产实践要求。我国于 1980 年 10 月,在武汉召开了“人类对水文要素影响的研究”学术交流会<sup>[5]</sup>。拟订了展开研究的三个专题:水利工程、农业措施对水文要素的影响;森林的水文效应;城市化的水文效应。对以上的三个专题在研究中又加以具体细化。水利工程、农业措施的水文效应方面细分为水库水文效应,跨流域调水水文效应,小型农田水利措施水文效应,农业措施的水文效应;森林的水文效应在研究中分别对森林的拦洪作用,森林对流域蒸散发的影响,森林对降水影响,森林对地下水的影响,滥伐森林的后果等几个热点方面进行了研究;城市水文效应中对城市化过程中的水文过程的影响,城市水资源危机,城市化对水文过程的影响,城市水资源危机,城市化对水质影响几方面进行分析研究。

国内外学者对以上人类活动的水文效应做了大量研究,其研究通常是先对影响导致的后果进行调查,做出定性分析,然后按照实际资料进行定量计算。目前,在大、中尺度范围研究流域上人类活动的综合水文效应方面,国内外量化分析方法归纳起来主要有:

(1) 水量平衡法。水量平衡质量守恒原理在水文学上的应用,一般又称连续方程式<sup>[6]</sup>,对于任意选择的水体和时段,总入流量和总出流量的差值将由该水体内存水量的变化而得到平衡。根据这一原则,有可能对大、中尺度范围水文过程在人类活动影响下的变化进行评价。该法具有坚实的物理学基础,概念明晰,被广泛应用于长时段条件下人类活动的水文效应定量研究。但由于大、中尺度范围上水量平衡方程式各因子统计量误差较大,由此法计算的人类活动水文效应难以与各因子自身误差量区别,所以实际用于大、中尺度范围研究流域上人类活动综合水文效应有很大误差。

(2) 对比分析法。此法又可分为两种,其一为按同一测站历史资料对比计算,即按人类活动前后的观测或史料记载进行对比分析。也可用同一测站人类活动对水文影响的双积累曲线法进行。例如:王少丽, N. Randin (2001) 利用其研究流域的水文站年径流量和该站控制流域面上的年降雨量的双积累曲线分析不同阶段人类活动对径流的影响<sup>[7]</sup>; 其二是不同流域的对比计算,即建立实验流域,选择条件相同或相似的未经人类活动影响的流域作参照站与实验流域同期的资料进行对比,两者输出之差即为人类活动的水文效应。例如,穆兴民等(1999)利用试点小流域与对比流域平行对比观测方法,研究了黄土高原沟壑区小流域人类水土保持治理活动对流域地表径流的影响<sup>[8]</sup>。

(3) 流域水文模拟法。此法是基于对水文现象的认识,分析其成因及各要素之间的关系,建立数学模型,来模拟流域的水文变化过程,用人类活动影响前,或影响很小的资料率定模型中的参数,然后用率定后的模型来推求流域水文过程,并与实测资料进行对比。以此来鉴别人类活动的水文效应。

由于人类活动具有高度不确定性,以上大、中尺度流域上人类活动的综合水文效应难以准确量化,其结果可信度较低,因此目前许多学者开始寻求一些新的研究方法:

许建华(1995)从功能的系统理论出发<sup>[9]</sup>,认为任何自然环境演变过程(无人类活动参与)都可以看出是将一组自然输入要素与转化为某种输出的过程,当有人类活动参与自然

环境演变过程时,它使自然演变过程的激励—响应效果得以放大,从而使一定的自然输入条件下的输出发生改变,利用这一理论建立了人类活动对自然环境演变的影响及其定量评估模型,并用该模型对甘肃省境内黄河流域的几个子流域上人类活动在水土流失过程中的影响做出定量评估。

周华锋, 马克明(2001)利用人类活动对环境景观空间格局的干扰,即人类活动的影响促使景观格局的斑块趋于破碎<sup>[10, 26]</sup>,利用人类活动与景观格局的斑块破碎程度具有相关性这一规律,建立了一系列衡量人类活动的定量指标。如果将这些指标应用于流域水文过程就可以对人类活动的水文效应进行定量描述,但这一研究目前尚处在初步阶段。

由于大、中尺度范围人类活动综合水文效应的研究存在困难,国内外学者目前多采用建立试验流域的方式,用试验的方法分析中、小流域尺度上单项或有限多项人类活动的水文效应。在中、小尺度流域上,由于流域面积少,就有可能将流域面上的人类活动分门别类,对每一种划分后的具体人类活动的水文效应进行研究,由此而建立的试验流域类型大体有以下几种:以分析不同农作物、耕作方式、水土改良措施、水土保持等人类活动影响能力的农业试验流域;以分析不同林种、森林度或再植的水环境效益的森林试验流域;以分析不透水面积的增加及排水系统设施影响能力的都市试验流域。利用这些试验流域分析某一特定人类活动对水分循环的影响,由于在试验条件下可以剔除掉其它人类活动因素的影响,因而使试验成果比较准确可靠,便于分析研究。国内外研究者利用试验流域的研究现在主要集中于以下几个方面:

造林措施与不同坡地工程如水平阶、鱼鳞坑、梯田等对坡地产生流,强化入渗特征或水土流失影响的分析研究(石生新 1996 年,李洪建 1996 年,阮伏水 1996 年,彭文英 2001 年)<sup>[11~14]</sup>。

覆盖(秸秆、碎石)、免耕、留茬、顺坡耕地、水平耕作、深耕等不同耕作措施对入渗或流域土壤侵蚀的影响分析研究(C. S. Tan 2002 年, S. K. Jabota 2001 年, F. Basic 2001 年, 康绍忠 2001 年等)<sup>[15~18]</sup>。

不同方式的水土保持治理措施与耕作措施的应用,对流域产流模式改变方面的研究(汤立群 1996 年, M. J. shipitalo 2000 年)<sup>[19, 20]</sup>。

不同种植制度下土壤持水性能变化方面的研究(R. H. A 2002 年, M. A. Arshad 2001 年)。

这些研究为弄清楚人类活动对流域水量平衡影响的研究奠定了坚实的基础,从而指导人们的生产实践和流域治理,但由于人类活动的极其广泛性和复杂性,这些研究又往往集中于人类活动某一方面的定性分析,难以系统评价整个流域面上若干种相互交织的人类活动对流域上的水分转换所产生的综合影响。而实际流域无论面积大小,其土壤结构、地形、地貌、植被覆盖度都处在人类活动的综合影响之下,水分循环要素的改变是这些人类活动综合作用的结果,而非简单的线性叠加。国内外学者认识到这一点后,在试验流域进行了大量的考虑人类综合影响能力的研究尝试,主要集中在以下两方面:

流域上错综复杂的人类活动对某一水文因素的影响研究(袁建平 2001 年, Weidong Li 2001 年, P. I. A. Kinnell 2001 年)<sup>[21~23]</sup>。

采用分布式水文模型, 分析研究流域面上不同人类活动对水文要素的综合影响(王秀英 2001 年, Ingrid Takken 2001 年, P. L. A. Kinnell 2001 年)<sup>[24, 25]</sup>。

以上对人类活动综合水文效应的研究虽为次方面研究提供了一些新的研究方法, 也有一定成果, 但并无突破性进展。

### 3 目前研究中存在问题与难点

流域面上的水文过程本身是受气象因素、下垫面因素等影响的复杂的系统, 又受到人类生产活动的影响, 因而使这方面的研究相对比较复杂, 主要存在以下问题与难点:

小流域或试验流域上人类活动的水文效应的研究, 能够具体量化每一种人类活动的水文效应, 但成果难以应用到大、中尺度的流域。由于随流域尺度的增加, 各影响因素会受到均化作用, 使其影响效果不明显或影响作用变得模糊。大、中流域与小流域上人类活动水文效应之间存在一个尺度转化问题, 这一问题已成为人类活动水文效应研究的“瓶颈”。

#### 参考文献:

- [1] 冯国章 水事活动对区域水文生态系统的影响[M] 北京: 高等教育出版社, 2002 2- 4
- [2] 左其亭, 王中根 现代水文学[M] 郑州: 黄河水利出版社, 2002 2- 3
- [3] 徐建华 人类活动对自然环境演变的影响及其定量评估模型[J] 兰州大学学报(社会科学版), 1995, 23(3): 144- 150
- [4] 叶笃正 有序人类活动与生存环境[N] 科学时报, 2002- 03- 15
- [5] 黄锡荃 水文学[M] 北京: 高等教育出版社, 1993 264- 266
- [6] (苏)A. A. 索科洛夫 水量平衡计算方法—用于研究和实践的国际指南[M] 北京: 科学出版社, 1988
- [7] 王少丽, N. Randin 一种简单的年降雨—径流概念模型[J] 水文, 2001, (5): 20- 22
- [8] 穆兴民, 王文龙, 徐学选 黄土高原沟壑区水土保持对小流域地表径流的影响[J] 水利学报, 1999, (2): 71- 75
- [9] 廊俊以 论系统科学理论体系的创建[J] 系统工程, 1987, (3): 23- 26
- [10] 周华锋, 马克明, 等 人类活动对北京东灵山地景观格局影响分析[J] 自然资源学报, 1999, (2): 117- 122
- [11] 石生新 整地造林措施对强化降雨入渗和减沙的影响[J] 土壤侵蚀与水土保持学报, 1996, 10(4): 54- 59
- [12] 李洪建, 王孟本, 等 不同利用方式下土壤水分循环规律的比较研究[J] 水土保持通报, 1996, (2): 24- 28
- [13] 阮伏水, 周伏建 花岗岩不同土地利用类型坡地产流和入渗特征[J] 土壤侵蚀与水土保持学报, 1996, 2(3): 1- 7
- [14] 彭文英, 张科利 不同土地利用产流产沙与降雨特征的关系[J] 水土保持通报, 2001, 21(4): 25- 29
- [15] C. S. Tan, C. F. Drury, et al Effect of tillage and water table control on evapotranspiration, surface runoff, tile drainage and soil water content under maize on a clay loam soil[J] Agricultural Water Management, 2002, 54: 173- 188
- [16] S. K. Jalota, Romesh Khara, et al Straw management and tillage effects on soil water storage under field conditions[J] Soil Use and Management, 2001, 17: 282- 287.
- [17] F. Basic, I. Kisić Runoff and soil loss under different tillage methods on Stagnic Luvisols in central Croatia[J] Soil & Tillage Research, 2000, 62: 145- 151.
- [18] Shaozhong Kang, Lu Zhang, et al Runoff and sediment loss responses to rainfall and land use in two agricultural catchments on the Loess Plateau of China[J] Hydrological Processes, 2001, 15: 977- 988
- [19] M. J. Shipitalo, W. A. Dick Conservation tillage and macropore factors that affect water movement and the fate of chemicals[J] Soil & Tillage Research, 2000, 53: 167- 183
- [20] 汤立群, 陈国祥 流域尺度与治理对产流模式的分析研究[J] 土壤侵蚀与水土保持学报, 1996, 2(3): 22- 28
- [21] 袁建平, 雷廷武, 等 黄土丘陵区小流域土壤入渗速率空间变异性[J] 水利学报, 2001, (10): 88- 92
- [22] Weidong Li, Baoguo Li, et al Effect of variation of textural layers on regional field water balance[J] Water Resources Research, 2001, 37: 1209- 1219
- [23] P. I. A. Kinnell Slope length factor for applying the USLE- M to erosion in grid cells[J] Soil & Tillage Research, 2001, 58: 11- 17
- [24] 王秀英, 曹文洪, 等 分布式流域产流数学模型的研究[J] 水土保持学报, 2001, 15(3): 38- 40
- [25] Ingrid Takken, Gerard Govers Effects of tillage on runoff and erosion patterns[J] Soil & Tillage Research, 2001, (61): 55- 60
- [26] 何念鹏, 周道玮, 等 人为干扰强度对村级景观破碎度的影响[J] 应用生态学报, 2001, (6): 897- 899