

# 三江平原人类活动的水文效应

栾兆擎, 邓伟

(中国科学院 东北地理与农业生态研究所, 吉林 长春 130012)

**摘要:** 分析了三江平原人类活动对地表径流过程、土壤水、地下水以及地表水质的影响。对人类活动水文影响的尺度和趋势进行了预测分析, 指出人类活动水文影响的时空尺度将日益扩大, 径流过程人为化、区域水系网状化、湿地景观破碎化及地表水质恶化等问题将越来越严峻。

**关键词:** 三江平原; 人类活动; 水文效应

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2003)05-0011-04

中图分类号: P333

## Study on Hydrological Effects of Human Activities in Sanjiang Plain

LUAN Zhao-qing, DENG Wei

(Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130012, Jilin Province, China)

**Abstract:** To study the hydrological effects of human activity in the Sanjiang plain, the influence of human activity on surface runoff processes, soil water content, groundwater level, and water quality are analyzed. Then, the spatial-temporal scale and the trend of hydrological effects of human activities are discussed. Results suggest that hydrological effects of human activities will expand on both temporal and spatial scales. More specifically, the intense influence of human activities on runoff processes, reticular development of the regional water system, fragmentation of wetlands, deterioration of water quality and so on will continue for a long time. The impacts will become more and more serious, and should be paid adequate attention.

**Keywords:** the Sanjiang plain; human activities; hydrological effects

人类活动已经成为影响水文循环过程和水量时空分布的强大营力。人类活动对水文情势的影响可分为直接影响与间接影响 2 大类。人类活动影响按其性质可分为 3 种类型: 一种为瞬变的, 如跨流域调水、筑堤、建闸及排水系统等; 第 2 种为渐变的, 如发展灌溉、都市化与工业化以及长期施工的工程等; 再一种就是随机的, 即其影响效应是随机的<sup>[1]</sup>。如何评价人类活动对水文过程的影响范围和程度, 已受到国内外学者的重视, 并成为水文学研究的重要组成部分<sup>[2]</sup>。

三江平原是人类大规模改变土地利用方式的典型地区, 近 45 a 来, 大规模的农业开发已使三江平原下垫面性质发生了巨大变化, 耕地面积比建国初增加了 3.65 倍<sup>[3]</sup>, 成为三江平原的主要景观类型, 湿地面积则随开发力度的加强而不断减少。此外, 城市扩展、路基建设和工业发展也使三江平原的森林和湿地大面积消失<sup>[4]</sup>。研究该区域人类活动的水文效应, 对于区域水资源可持续利用和科学管理具有重要意义。

## 1 研究区概况

三江平原位于黑龙江省东北部, 系黑龙江、松花江和乌苏里江汇流冲积平原, 地理位置 129°11'20"—135°05'10"E, 43°49'55"—48°27'40"N, 系我国著名的沼泽湿地集中分布区之一。该区水资源较为丰富, 流域总面积  $9.45 \times 10^6 \text{ km}^2$ , 区内有大小江河 190 余条, 分属黑龙江、松花江和乌苏里江 3 大水系。年降水量 500~650 mm, 年蒸发量 50~800 mm<sup>[5]</sup>。受其地理位置限制, 该区开发较晚, 至建国前期, 仍然保留着大面积的湿地自然景观, 素有“北大荒”之称。建国后, 经过 4 次大规模的开发高潮, 该区人口由 1949 年的  $1.40 \times 10^6$  人增加到 2000 年的  $8.52 \times 10^6$  人, 增长了 5.09 倍; 耕地面积则由 1949 年的  $7.88 \times 10^5 \text{ km}^2$  增加到 1996 年的  $3.67 \times 10^6 \text{ km}^2$ , 增长了 3.65 倍。近年来, 随着水田建设和能源建设高潮的兴起, 水资源问题愈见突出, 并开始引起社会关注。

收稿日期: 2003-04-22 修回日期: 2003-06-12

资助项目: 国家自然科学基金“典型沼泽湿地界面水通量模拟研究”(40171017)

作者简介: 栾兆擎(1976—), 男(汉族), 山东淄博人, 在读博士研究生, 主要研究方向为水文水资源与环境。电话(0431)5542215, E-mail: lzqneigae@163.com, luanzhaoqing@mail.neigae.ac.cn。

据统计,全区有大型水库 3 座,中型水库 20 座,小 I 型水库 90 座,小 II 型水库 275 座,塘坝 86 座。总控制集水面积达  $1.57 \times 10^7 \text{ hm}^2$ ,净调节水量  $6.30 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。全区共有设计灌溉面积  $4.41 \times 10^5 \text{ hm}^2$ ,历年最大灌溉面积曾达  $1.44 \times 10^5 \text{ hm}^2$ ,其中水田  $1.05 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 。

若按历年最大灌溉面积推算,总利用水量为  $1.54 \times 10^9 \text{ m}^3$ ,其中水田  $1.42 \times 10^9 \text{ m}^3$ ,旱田  $1.17 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。全区工业用水量为  $7.92 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,其中提取松花江水量  $7.32 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,地下水利用量  $6.00 \times 10^7 \text{ m}^3$  [6]。20 世纪 80 年代以来,随着水利工程建设的推进,水田面积不断扩大。据统计,该区 1978 年仅有水稻面积  $7.25 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ,1994 年增至  $2.73 \times 10^5 \text{ hm}^2$ ,增加了 2.76 倍。经过半个世纪的开发,三江平原已经建设成为我国重要的商品粮生产基地。然而,在长期大规模的开发过程中,由于生态保护意识薄弱,缺乏统一规划和合理布局,导致了一系列生态环境问题。如湿地缩减退化、水土流失、水体污染等。人类活动通过直接或间接地影响地表水、土壤水和地下水的分布,改变了区域水平衡和水循环过程。

## 2 人类活动对河川径流过程的影响

三江平原区河流多为沼泽性河流。受区域地理位置及季风气候的影响,降水年内分布不均,导致河流径流量年内分配不均。6—9 月份径流量占年径流量的 70.6% [3]。空间分布上,由于平原地区河漫滩沼泽湿地的径流调节作用,致使平原地区径流量小于山区。随着人类活动的加剧,水利工程的修建,濒河湿地的开垦,导致河流径流量发生显著变化。对比挠力河上游宝清站和中游的菜嘴子站年最大径流量可以看出,由于中游大面积沼泽湿地的径流调节作用,使得菜嘴子站最大径流量降低了 1/3 左右(图 1)。然而,随着人类活动的不断加剧,大片河漫滩湿地开垦为农田,导致湿地面积不断减少。20 世纪 80 年代初期,宝清站以上的沼泽率为 20%,宝清站至菜嘴子站间的沼泽率为 43%。到 20 世纪 90 年代末,挠力河上游的沼泽率不足 10%,中下游则降至 17.1% [7]。湿地面积的减少,导致径流调节功能显著降低。由挠力河流域降水径流关系可以看出(图 2),对于相同量级的降水,20 世纪 80 年代后的径流量比 80 年代前的要大,这与流域湿地大面积丧失,径流调节作用下降有直接关系。

水利工程的修建,显著改变了地表水文情势。洪河国家级自然保护区上游大规模排水工程的修建,别拉洪河中上游河道的人工取直挖深,使原来浓江河上

游水流入别拉洪河进入乌苏里江。浓江上游开挖的 7 条排水干渠,把本来流入保护区的水改道直接排入黑龙江,导致地表水文“短路”(图 3)。

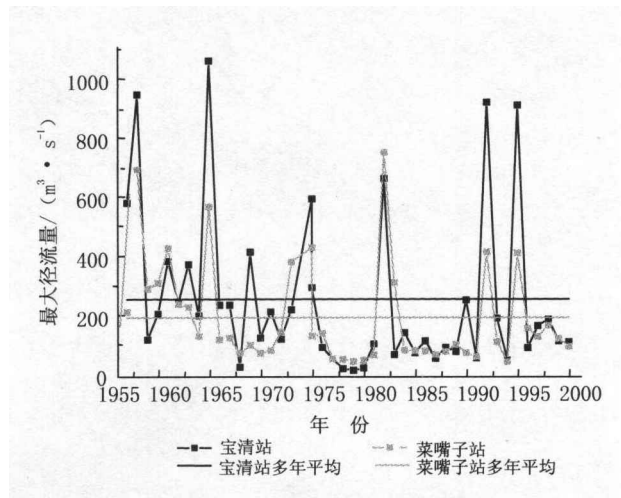


图 1 挠力河上游、中游年最大径流量对比

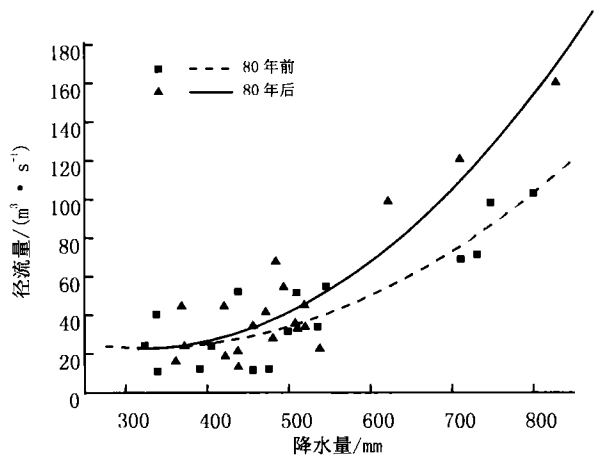


图 2 挠力河流域不同时段降水—径流量相关关系

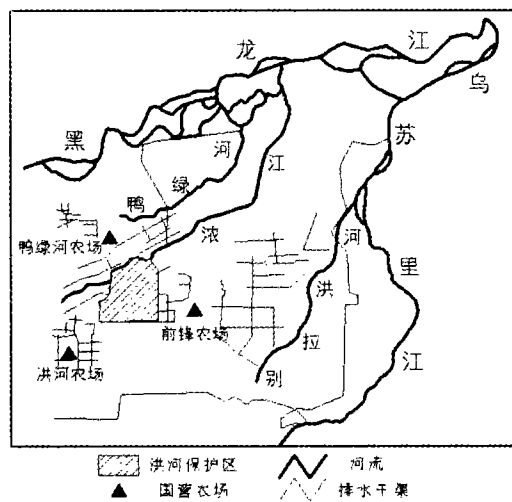


图 3 三江平原主要水利工程现状

沟渠的修建,不仅直接改变了地表水文循环状况,而且对其所通过的沼泽湿地也有不利影响。水分通过排水渠不断排出,导致湿地水量急剧减少。例如 1983 年保护区核心区沃绿兰河水位为 52.00 m,到 2002 年下降为 51.40 m,下降了 0.60 m,平均约每年降低了 30 mm。

同时,水利工程的修建也导致湿地破碎化的加剧,使沼泽湿地不断退化。

### 3 人类活动对土壤水分的影响

三江平原潜育沼泽分布广泛,草根层特有的海绵状结构使其具有极高的持水能力。其饱和含水量可达 830%~1 030%,最大持水量 400%左右,出水系数为 0.5 左右,透水性很强,渗透系数在 0.008~0.138 cm/s 之间,因此是潜育沼泽水文现象最活跃的层次<sup>[3]</sup>。在长期大规模农业开发过程中,湿地开垦、排水疏干,草根层逐渐分解,含水性和持水性显著降低,致使土壤水分发生显著变化。土壤水分的变化,决定着湿地的演替。土壤水分含量持续下降,导致该区局部沼泽湿地面临着向旱生草甸-森林生态系统演替的威胁,生物多样性也呈日益下降趋势。土壤水分的降低,引起区域湿度的下降,直接影响到湿地小气候调节作用和其它水文功能,导致湿地水文环境功能显著降低,显著改变了区域蒸发、径流的再分配。开垦后,农田蒸发通常小于相同条件下的湿地蒸发,但更易在降水之后产流且较为迅速,其径流系数加大。此外,湿生环境的破坏,还在一定程度上加剧了区域水土流失及土地沙化<sup>[4]</sup>。

### 4 人类活动对地下水的影响

三江平原地下水资源储量  $9.91 \times 10^{11} \text{ m}^3$ ,从总量上和人均占有量上看都较丰富<sup>[5]</sup>。然而,随着该区水稻种植面积的大幅度上升,单纯依靠地表水灌溉已经远远满足不了农业灌溉的需要,因此,地下水就成为开采的重要对象。大规模开采地下水灌溉水田,加之地表水循环状况的改变,使得地下水得不到及时补给,导致多数局部地区出现地下水水位多年连续下降趋势。图 4 为洪河保护区近年地下水水位变化情况,从图中可以看出,尽管该测点位于保护区,周围地下水的开采也导致该地地下水水位的不断降低。许多地区当初开采的浅井已经报废。随着城市化进程的不断加快,城市对地下水的开采利用量日益增加,也导致地下水水位的下降,甚至地下水漏斗的形成。佳木斯市地下水的长期超量开采,已形成了  $50 \text{ km}^2$  的水位下降漏斗<sup>[10]</sup>。随着工农业用水量的不断增长,可以预

见,该区对于地下水资源的需求量将逐年增加,地下水开采压力将日益增大。

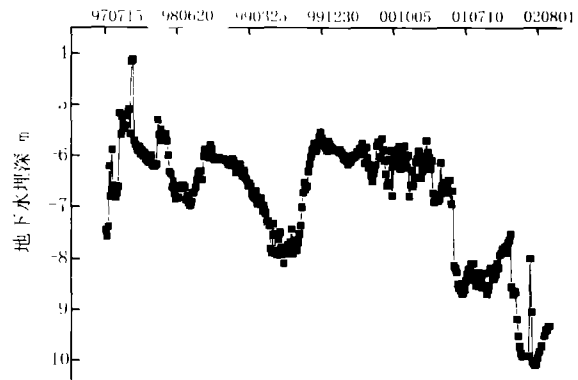


图 4 1997—2002 年洪河保护区地下埋深变动

### 5 人类活动对地表水质的影响

随着三江平原工农业生产的日益扩展以及城市化进程的不断推进,工业废水、生活污水的大量排放,以及田间农药化肥的大量施用,导致该区水质日趋恶化。据该区内 19 个县市(含农场群)调查结果显示,全区日排污水量已近  $1.00 \times 10^6 \text{ t}^{[11]}$ 。松花江已受到了第 2 松花江的吉林、嫩江的齐齐哈尔及松花江干流的哈尔滨、佳木斯等工业城市的严重污染,导致松花江依兰至河口段,穆棱河鸡西至河口段,有机污染达 3 级以上,“五毒”污染达 2 级以上。牡丹江、侯肯河、汤旺河、安邦河、梧桐河等河流也不同程度地受到沿岸城市的污染。黑龙江、乌苏里江近年来也检出了氰、酚等有毒有害物质<sup>[12]</sup>。

### 6 人类活动水文效应的尺度及趋势

随着人类改造自然能力和手段的不断提高,三江平原地区人类活动对水文过程的影响无论在空间尺度上还是时间尺度上都在日益扩展。在空间尺度上,人类活动对水文过程的影响已不仅局限于单个流域,而是扩展到区域多个流域上;从原先仅影响地表水水文过程扩展到包括大气水、地表水、土壤水和地下水构成的连续系统。在时间尺度上,人类活动对水文过程的影响由某个季节(例如生长季)扩展到一年甚至多年。而由于区域水文过程变化所引发的环境效应,其影响范围也在不断扩展。随着全球水危机的日益加重,三江平原水资源的可持续利用问题也越来越受到人们的重视。而如何评价三江平原人类活动水文效应则成为该区水资源持续利用的前提。就三江平原而言,本文认为,在未来几十年内,人类活动水文效应的发展趋势主要包括以下几方面。

(1) 径流过程人为化。为了满足工农业用水需要和预防旱涝灾害,人类对河川径流的调节在今后仍将以修建水库和灌溉干渠为主要方式。河川径流过程受人为活动的影响将越来越显著。其年内、年际变化将趋于平缓稳定。

(2) 区域水系网络化。该区农业的飞速发展,对农田水利保障的要求日益加强。其中,排水干渠的修建最为突出。众多水渠的修建,使区域水系呈网络化发展,显著改变了河川径流空间分布及径流,对区域水文循环产生了重要影响。

(3) 湿地景观破碎化及退化。在人类活动导致湿地大面积减少的同时,伴随着渠道的网络化发展,原来广泛分布的湿地逐渐被切割成一片片孤立的零星湿地,呈支离破碎的斑块状分布。而由于周边环境及自身水分状况的改变,这些呈斑块状的湿地退化严重。今后相当长一段时间内,将会有更多的此种类型湿地退化乃至消失。

(4) 区域地表水质恶化。随着区域农业开发强度的增加以及工业的迅速发展,工农业用水量在大幅度上升的同时,对水质的威胁也越来越大。农药化肥的大量使用以及工业废水的排放,导致了区域水质的逐步恶化,对周围自然生态环境产生着不可忽视的潜在影响。尽管目前由于该区湿地及地表径流的调节及消纳作用,这种威胁还不明显,但从长远来看,其形式相当严峻。

#### [参 考 文 献]

- [1] 顾大辛, 谭炳卿. 人类活动的水文效应及研究方法[J]. 水文, 1989(5): 61-64.
- [2] 刘昌明. 21世纪中国水文科学研究的新问题新技术和新方法[C]. 中国地理学会水文专业委员会第7次全国水文学术会议论文集. 北京: 科学出版社, 2001. 96-104.
- [3] 刘兴土, 马学慧. 三江平原自然环境变化与生态保育[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [4] 闫敏华, 邓伟, 马学慧. 大面积开荒扰动下的三江平原近45年气候变化[J]. 地理学报, 2001, 56(2): 159-170.
- [5] 刘振乾. 三江平原典型湿地水文效应研究[C]. 中国科学院博士学位论文, 1999.
- [6] 何琏. 中国三江平原[M]. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 2000. 98-99.
- [7] 崔保山. 湿地生态系统健康理论与实例研究[C]. 中国科学院博士学位论文, 1999.
- [8] 陈刚起, 张文芬. 三江平原沼泽对河川径流影响的初步研究[M]. 中国沼泽研究. 北京: 科学出版社, 1988. 112-119.
- [9] 刘兴土, 马学慧. 三江平原大面积开荒对自然环境影响及区域生态环境保护[J]. 地理科学, 2000, 20(1): 14-19.
- [10] 刘景瑞, 刘正茂. 三江平原资源与生态水利的实施途径[J]. 黑龙江环境通报, 2002, 26(2): 99-103.
- [11] 郭大本, 魏永霞, 等. 三江平原区域水资源分析(五)[J]. 黑龙江水专学报, 1998(1): 10-14.

## 欢迎订阅 2004 年《中国农村小康科技》科普月刊

《中国农村小康科技》是由中国科协主管、中国农学会主办的全国惟一以宣传农村小康建设为目的的科普期刊,是引导农民致富和促进农村小康建设的桥梁与纽带。办刊宗旨为:纵论小康政策,弘扬小康文化,展示小康模式,推广小康产业,发展小康经济,推进小康进程。办刊思路为:立足新农村,面向新产业,服务新农民,建设新小康。主要内容包括:准确报道中央关于全面建设农村小康社会的方针政策与工作部署;大力宣传全国农村小康建设的先进典型、先进人物、先进事迹,农村小康建设的工作经验;及时推出全国农村小康建设的新经验、新思路、新动态、新进展;广泛介绍全国农村小康建设的发展模式,经营之道;积极推广与农村小康建设有关的新技术、新产品和最新科技成果;大力弘扬先进的小康文化,全面展示社会主义新农村和新农民的精神风貌。

本刊的读者对象主要为各级政府主管农业农村工作的领导干部,各级小康办、扶贫办的工作人员,从事小城镇建设、农村小康建设和农业科技示范园区的推广及研究人员,农业产业化龙头企业主,农民科技示范户、专业户,乡村种养大户等。

《中国农村小康科技》为月刊,激光照排,彩色封面,印刷精美,每月5日出版,国内外公开发行,国内统一刊号为CN11-3871/N,大16开本,48页,每期单价3.80元,全年12期,合计45.60元。本刊全国邮发代号18-161,如错过邮局订阅,可向本刊编辑部直接订阅。订阅者邮局汇款:100026,北京市朝阳区麦子店街20号(农业部北办公区)中国农学会编辑出版部。联系电话:010-64194480;传真:010-64194705。银行转账 开户银行:农行北京分行朝阳支行营业部,账号:040101040003509,户名:中国农学会。