中国人口·资源与环境 2002 年 第 12 卷 第 5 期
CHINA POPULATION, RESOURCES AND ENVIRONMENT Vol.12 No.5 2002

河北省水文地质环境变化及其脆弱性分析*

商彦蕊
(河北师范大学资源与环境学院,河北 石家庄 050016)

摘 要 河北省是我国乃至世界水文地质环境恶化最严重的地区之一。本文通过分析生态环境和水文地质环境变化的过程和致灾现状,指出了其脆弱性累进的原因,并提出了遏制环境恶化,减轻灾害影响与损失,调整人类行为的对策与建议。

关键词 河北省;水文地质环境变化;脆弱性与减灾
中图分类号:P641 **文献标识码**:A **文章编号**:1002-2104(2002)05-0105-03

河北省人均水资源占有量为 311m³(按 1998 年人口和耕地计),亩均水资源占有量为 208m³,分别为全国平均值的 1/8 和 1/11,属于严重资源性缺水地区。随着人口的不断增长和经济的发展,致使对全省地表水和地下水的强度开发超过了水资源的自然恢复能力,诱发了与水资源相关的一系列生态环境、水文地质环境乃至次生灾害问题。河北平原地区已经形成了世界最大的深层地下水漏斗群、地面沉降区和由地下水资源开发诱发的地裂缝发育区。由于生态环境和水文地质环境的变化是一个渐进累积的过程,有些表现非常缓慢,但一旦形成即可对资源与生存环境造成破坏,且短期内很难恢复。因此,认识该区生态环境和水文地质系统的变化,分析其脆弱性成因,找出调整对策,对未来社会经济的可持续发展具有重要意义。

1 水文和生态环境基础

河北省地处 36°05′～42°40′N, 113°27′～119°50′E 之间,总面积 18.77 万 km²。东临渤海,西接太行山,北部为燕山山地,西部为坝上高原和冀西北间山盆地,东部和东南部为河北平原,其中山地和高原约占总面积的 60%以上。地势呈半环型自北、西北、西三面向东倾斜,山地迎风坡为多雨地带,渤海湾沿岸地势最低。

境内有海河、滦河、辽河和内陆河四大水系。外流河均注入渤海。其中,海河流域面积最大,为 12.46 万 km²,占全省总面积的 66.4%,位于冀中南部地区。河流水系呈扇型自西、南太行山向东北流经河北平原(灌溉农业集中分布区);滦河及冀东独流入海的小河流域面积 4.64 万 km²,虽然仅占全省面积的 24.7%,但多年平均入海水量却占到全省的 65.9%(约 36.4 亿 m³/a)。河北平原地下水水质和水量分布在空间上差异很大。总体来说,自西向东含水岩性由粗到细,水量由大到小,水的矿化度由低到高,地下水的补给条件由好到差,灌溉成井的深度由浅到深,地下水开采条件由易到难,地下水资源保证程度由大到小。

太行山和燕山山麓地带,是由山地诸河流沉积形成的冲积扇群组成。含水层以卵石、砾石为主,水层底板控制深度约为 80～100m,水质好,水量大,地下水侧向补给及降水渗透补给条件好。中部平原含水层主要由古黄河及山前河流交互沉积形成。含水层层次增多,但水层薄,一般 50～100m 以上都是咸水。含水层主要靠山麓平原侧向补给及海河上游侧向补给。浅层主要是咸水层,因而降水渗透补给的意义不大。在东部低平原(黑龙港)地区,含水层主要由细砂组成,其底板的控制深度约为 300～400m。由于地下水流坡度极缓,因此,侧向补给量极微。滨海地区含水层主要由细粉砂组成,普遍有咸水,淡水深度在 100～200m 以下,且出水量很小。平原区不仅灌溉农业发达,大中城市也较集中,在地表水缺乏的情况下,主要靠开采地下水维持发展。

近几十年来,河北省人口压力加大以及大规模开垦边际土地,致使水土流失加剧、生态环境退化加速。在全省 57 个山区县中,有近 50%的县森林覆盖率在 20%以下,其中 11 个县的覆盖率在 10%以下,太行山区仅为 12%。在海拔 800m 以下的人口密集区,大部分山地已变成光山秃岭,水土流失面积达 588 万 hm²,约占山地、高原地区的 60%,其中,极强度侵蚀面积 9.90 万 hm²,占山区土地面积的 1%;强度侵蚀面积 65.96 万 hm²,占 6.7%;中度侵蚀面积 240.66 万 hm²,占 24.6%;轻度侵蚀面积 269.

收稿日期:2001-03-23
作者简介:商彦蕊,博士,副教授,主要从事自然资源开发与减灾研究。
*河北师范大学博士基金资助。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

4 万 hm^2,占 27.4 %。全省山区年平均侵蚀模数 588t/ km^2·a,年输沙量 6 740 万 t。

2 水文地质环境变化与致灾状况

目前,河北省地表水开发利用程度已经相当高,平水年份各河流来水的 95 %以上已被各类水利工程控制,其中上游控制约 80 %以上。一般来说,当径流量利用率超过 20 %时就会对水环境产生很大影响,超过 50 %时则会产生严重影响。上游地区的地表水过度开发已经对海河和滦河两大流域自上游山地、高原,中游丘陵和下游平原以至于河口、海岸的水资源和水文地质环境均产生了重大影响。

2.1 河流上游水土流失与水库淤积灾害严重

随着各种类型水库、塘坝的建成运营,河流的入海水量和沙量发生了巨大的变化,50 年代全省河流入海水量年均 70.2 亿 m^3,其中唐(山)秦(皇岛)段 62.7 亿 m^3; 60 年代 18 座大型水库建成运营后,1962 年滦河流域,1963 年海河流域发生特大洪水,在水源增加的情况下,入海水量仍减少为年均 59.3 亿 m^3。70 年代为 60.5 亿 m^3;1979 年滦河流域的大黑汀、潘家口水库蓄水后,滦河入海水量骤减为年均 3.55 亿 m^3,为修建水库前入海水量的 1/10,1980～1991 年,全省入海水量下降到 14.6 亿 m^3。之后,随着中上游工农业生产和生活用水的增加,全省入海水量逐年减少,遇连续干旱年份,甚至出现无淡水入海的局面。

河流上游水土流失的泥沙大量沉积在水库,河道、洼地、拦河闸前。据太行山岗南、黄碧庄、横山岭、西大洋、王快和安各庄等七座水库观测,从建成运营到 1978 年末已淤积泥沙 5 亿 m^3,占兴利库容的 18 %,年淤积量达 2 500 万 m^3,相当于每年损失一座中型水库。1996 年 8 月河北特大洪涝灾害中,水土流失与暴雨洪流导致太行山区 24 个县全部发生滑坡泥石流灾害,所有水库爆满,多数水库出现险情。

2.2 中、下游河道、闸前淤积和洼地淤积严重

2.2.1 河道、闸前淤积

海河下游各支流河槽横断面纵比降很小,在水库拦洪蓄水调节径流的情况下,河流水沙平衡发生变化。由于河道汛期流量减少,水流携沙能力下降,河床淤积加重。仅自解放后至 1978 年,海河流域泥沙淤积量就达 12.5 亿 t,折合 95 000 万 m^3,相当于海河清淤总土方量的 50 %[3]。河床淤高,过水断面减小,一旦发生洪患,下游常常出现满槽行洪、河间洼地沥水汇集现象,造成小水大灾,大水重灾。

2.2.2 洼淀淤积

河北省有蓄水 1 亿 m^3 以上的洼淀 12 个,这些洼淀对平原地区的分洪、滞洪,地下水补充起了重要作用。但随着人类活动的加剧和水文系统的改变,淤积加剧,库容减少,湖泊洼地多数趋于干涸。比如著名的河道注入型洼淀白洋淀,其水沙来自唐河和潴龙河,在上游生态环境退化和水库建设的双重作用下,淤积加速。1968 年与 1928 年比较,白洋淀容积减少 22 500 万 m^3,近 40 年,白洋淀中的马棚淀等又平均淤高 0.4m。

2.3 中下游地面沉降与地下漏斗严重

随着中下游平原地区工农业生产和人民生活用水的急剧增加、河流径流的截断、地下水开采的加剧,形成了许多以城市为中心的沉降区,与地下水漏斗区一致,互相连成一片,下降速度有相对加快的趋势。典型的地面沉降区沉降状况如下:

沧州市沉降区是河北平原第二大沉降区(第一漏斗区是天津)。形成于 1973 年,自 1970～1988 年,其中心的累计下沉量达 0.93m,80 年代以后下沉速度有加快的趋势。任丘市沉降区是河北平原第三大沉降区,80 年代初期开始形成。沉降中心累计沉降 0.55m,沉降区面积 2 000km^2。邯郸沉降区是河北平原发现最早的沉降区,自 1963 年邯郸市开始出现地裂缝至 1968 年,经过精密水准测量和重力测量,发现沉降中心的最大下沉量达 0.2m,此后地面沉降一直持续。

地下水漏斗是近年来低平原区持续超量开采地下水的结果。以冀枣衡漏斗和沧州漏斗最为典型。冀枣衡漏斗,1980 年 8.10 日实测最低水位 50.31m。面积 3 173～3 588 km^2。1976～1980 年地下水位累计下降 17.63m,平均年下降 3.52m。沧州漏斗总面积 7 765 km^2,占全地区面积的 55.3 %。共有 5 个常年性漏斗,即沧州、东光、吴桥、河间、任丘漏斗。其中沧州漏斗面积最大,形成于 1969 年,地下水开采以第三含水组为主。开采量从 1971 年 358.38 万 m^3 增加到 1980 年的 9 423.3 万 m^3。漏斗中心地下水位埋深由 22.7m 降低到 69.99m,漏斗面积由 9.8 km^2 扩展到 7 386.48 km^2,面积扩大 753 倍。河北平原的地下水漏斗和地面沉降之严重,居世界之最,目前,漏斗区及塌陷区已基本连成一片,中心水位年年下降,面积仍在扩大。

2.4 海岸侵蚀与海水入侵灾害严重

在河流入海径流和携带泥沙量急剧减少的情况下,海岸水动力失衡。出现海岸侵蚀和海水入侵。在秦皇岛附近除了基岩海岸外,其余沙质、泥质海岸均出现海蚀与海侵加重的趋势。如戴河口东测浴场 1954～1993 年海滩变窄 100m,局部岸段沙滩趋于消失,现存海滩沙质变粗,给旅游业带来很大经济损失。

河北沿海的海水入侵主要发生在秦皇岛市汤河、洋河、戴河河口地区,以及抚宁县沿海一带。抚宁县沿海区自 1979 年发现第一眼水井变咸,到 1991 年,海水入侵已经伸入内地 6.5km。海水入侵加剧了土地盐渍化,造成年减产粮食 75.8 万 kg 的农业损失。因水资源损失增支引水费 3 325 万元。秦皇岛海港区海水入侵面积已达 23.04km^2。因井水变咸,自备水井报废,仅补偿引水投资就达 1 561 万元。海水入侵造成土壤盐碱化和地下水含盐量增加,对城市基础设施、地下金属管道和锅炉等设备有强烈的腐蚀作用,减少使用寿命。1983～1992 年,海港区因海水入侵带来的经济损失达 5 611.8 万元。

3 水文地质环境脆弱性分析

(1) 山地、高原地区人口压力大,自然环境脆弱,水土流失是水利设施淤积成灾的根源。河北全省人均耕地面积为 0.134hm^2,而占全省总面积 91.1 %的海河和滦河上游地区,人均

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

耕地面积仅有 0.06～0.11hm^2,人均一等地面积为 0.02hm^2～0.04 hm^2。山区由于自然条件差,经济发展水平低,加剧了人口对土地的严重依赖程度,更加重了环境的退化与贫穷的恶性循环。

(2) 区域水资源开发利用过程中,忽视了生态环境和水资源系统的整体性。水库修建实现了对降水资源的拦蓄与水资源利用的时空分配,也改变了原有河流水沙平衡和地下水补给机制。一方面,汛期河道径流减少,泥沙淤积水库、河道,另一方面,入海河水和泥沙急剧减少,海岸沉积动力改变,加上全球海平面上升与沿海地面下沉互相影响,加剧了海岸侵蚀。

(3) 持续过量抽取深层地下水,是导致地下水漏斗和地面下沉的直接原因。在平原地区缺乏地表径流的情况下,工业生产和城市生活用水依然在不断增加,而且随着对粮食需求的增长和地下水开发技术的提高,高耗水作物(冬小麦)种植面积不断扩大,产量不断提高。这些都是靠超量开采深层地下水来维持的。据统计,1980～1997 年,海河南系累计超采浅层地下水 486.6 亿 m^3,深层地下水 281.9 亿 m^3,合计 766.5 亿 m^3。地下水位的快速下降,漏斗群形成并不断扩展,含水层孔隙压力缩小,颗粒被压密,地面沉降加剧。

(4) 境外来水减少与引水增加,水资源可利用总量减少,而需求增加,导致持续超采地下水。河北省河流入境水量 50 年代为 99.8 亿 m^3/年,90 年代为 30.0 亿 m^3/年。流入北京和天津的总水量(包括引滦入津和官厅水库补充水)80 年代约为 13.2 亿 m^3/年,90 年代为 23 亿 m^3/年,其中滦河上游的畔家口水库年平均向天津供水 19.5 亿 m^3。这也是水文地质环境脆弱性累积的外部压力。

工农业生产和人民生活用水成数倍增加。仅就农业来说,1965 年以前全省粮食总产量不足 1 000 万 t,1996 年则超过 3 200 万 t,总产量增长为解放初期的 3 倍以上。自 1950～1997 年,全省有效灌溉面积从 79.4 万 hm^2 增长到 425.6 万 hm^2,耕地灌溉指数从 11 %增加到 67 %。其中,井灌增长到总灌溉面积的 80 %左右。因受认识、经济、观念、管理、技术等诸多因素的限制,节水高效耕作比例小,地下水持续超采。

4 对策与建议

(1) 大规模进行高效农业的技术投入和推广,使普通农民在资源限制的情况下,生产足够的农产品,这对于遏制山地高原区的水土流失至关重要;

(2) 针对不同类型的农业生态区,对区域土地、水资源进行详实地调研,针对生态与水资源现状,规定其总量用水阈值,研究使工农业生产和人民生活用水总量控制在阈值之内的配水方案。研究不同土壤类型的农业耕作的节水模式,制定有效的管理政策和激励机制;

(3) 公民要加强节水意识,在城市,严格控制高耗水企业项目,提高目前工业生产用水利用率;对于城市居民,适当地采取超量用水的经济制约措施;对农业用水,针对目前一般农产品价格较低、农民经济承受能力较差的现状,制定切实的水资源配额,以确保严重超采地下水的平原区可以减轻超采力度,恢复生态和水文地质过程的平衡。

(编辑:于 杰)

参 考 文 献

[1] 河北省水利厅水利志编写办公室编. 河北省水利志[M]. 石家庄:河北人民出版社,1996.

[2] 河北省水利厅编,河北省水旱灾害[M]. 北京:中国水利水电出版社,1997.

[3] 河北省民政厅编. 河北省灾害志[M]. 石家庄:河北人民出版社,1996.

[4] 天津日报. http://www.sina.com.cn 2000-07-02.

[5] Burton I R W. Kates and G. F. White. The Environment as Hazard. Second Edition,the Guilford Press[M]. New York, 1993.

ANALYSIS OF THE HYDROGEOLOGICAL ENVIRONMENT CHANGE AND VULNERABILITY WITH HEBEI PROVINCE AS AN EXAMPLE

SHANG Yan-rui

(Institute of Resources and Environment Science, Hebei Teachers' University, Hebei Shijiazhuang 050016, China)

Abstract The worse tendency of hydrogeological environment in Hebei Province is one of the most striking in China and even in the world. According to the analysis of the hydrogeological environment change and vulnerability as well as the hazardous state, the author pointed out the fundamental causes, put forward some useful proposals on human behavior adjustments to keep within limits of the worse hydrogeological environment and reduce the effects and losses.

Key Words Hebei Province; hydrogeological; environment change; vulnerability and disaster reduction

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net