

中国水资源可持续开发利用模型及对策

白军红, 余国营

(中国科学院长春地理研究所, 吉林 长春 130021)

摘要: 以可持续发展的观点为指导思想, 在深入剖析中国水资源开发利用的现状和存在问题的基础上, 指出中国水资源的供需矛盾不断加剧, 水危机日渐突出, 实施可持续开发利用战略势在必行, 并且根据可持续发展的代际公平和机会均等原则, 建立了水资源可持续开发利用模型——水资源财富代际转移模型, 最后提出了实现水资源可持续开发利用的对策。

关键词: 水资源 可持续开发利用 模型 对策

文献标识码: A **文章编号:** 1000-288X(2000)03-0038-03

中图分类号: TV 213

Model and Countermeasures of Sustainable Utilization of Water Resources in China

BAI Jun-hong, YU Guo-ying

(Changchun Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130021, PRC)

Abstract Based on thoroughly analyzing the current situation and existent problems during the exploitation of water resources in view of the sustainable development, it is pointed out that the contradiction between supply and demand of water resources is continually aggravating and water crisis stands out gradually, therefore it is imperative under the situation to actualize the sustainable exploitation strategies of water resources. The model of sustainable utilization of water resources - the model of water resources wealth transferring between the generations is established and the countermeasures of sustainable utilization of water resources in China are put forward.

Keywords water resources; sustainable utilization; model; countermeasures

中国是水资源大国, 多年平均水资源总量为 $2.81 \times 10^{12} \text{ m}^3$; 水资源总量居世界第 6 位, 但人均占有量只有 2500 m^3 , 约为世界人均水量的 1/4, 居世界第 110 位, 已被联合国列为 13 个贫水国家之一^[1]。我国水资源供需状况不容乐观, 社会经济的高速发展对水的需求量逐年大幅度增加, 1949-1993 年我国总用水量以每年增加 $1.0 \times 10^{11} \text{ m}^3$ 的规模递增^[2]。这种水资源需求增长与我国有限的水资源之间形成尖锐的矛盾, 使水资源成为制约国民经济持续快速健康发展的“瓶颈”。工农业用水和生活用水巨大的需水压力将会使水资源供需矛盾进一步加剧, 水危机将成为所有资源问题中最为严重的问题, 寻求中国水危机的出路将成为当今的重要任务。

1 中国水资源开发利用中的主要问题

1.1 水质污染严重, 水环境每况愈下

目前, 全国污水排放已达数百万吨, 其中约有 1/3

以上的工业废水, 9/10 以上的生活污水未经处理就排放到江河湖海中。我国大江大河已普遍出现污染带, 中小河流污染更为严重。在全国进行的有机污染综合评价的河流长度为 89394.5 km, 其中污染较严重的河流长度可达 4364 km^[3]。与此同时, 我国地下水主要是城市附近的地下水(浅层地下水)也都已经受到不同程度的污染。土壤受酸雨侵蚀后, 溶解矿物可能会使地表水和地下水的重金属含量增加, 水生环境毒化。农业区施加的化肥、农药, 使大量的硝酸盐和磷酸盐随农田排水进入河流湖泊, 导致水体富营养化, 水环境进一步恶化。

1.2 地下水超采普遍

地下水系统是地域表面生态系统的一部分, 同时又是一个较为敏感脆弱的生态系统。地下淡水是地球水圈中日益紧缺的罕见的自然资源和敏感脆弱的环境要素, 其演变与人类的生存息息相关。目前由于大规模的对地下水进行不合理的开发利用, 北方已经形

收稿日期: 2000-02-24

资助项目: 中国科学院“百人计划”项目“中国典型湿地生态过程与湿地管理研究”(ZKHZ-3-06)和中国科学院长春地理研究所湿地过程与环境开放实验室重点项目“湿地滤过作用与水资源可持续管理”基金资助项目

作者简介: 白军红, 1976 出生, 男, 汉族, 现为中国科学院长春地理研究所在读硕士, 主要从事水资源开发利用和管理、湿地环境及河口生态、元素生物地球化学等方面的研究。电话: (0431)5657404, E-mail: junhongba@263.net, Junhongba@990.net

成 8 个面积达 $1.5 \times 10^4 \text{ km}^2$ 的超采区。华北平原的地下水动力场已发生了明显的变化,地下水演化已进入由量变到质变的新阶段。人类活动已经成为控制地下水环境变化的主导力量。地下水位不断下降形成地下漏斗,诱发地面沉降、地裂缝和断裂等地质灾害。

1.3 城乡缺水

我国城乡已普遍缺水,造成的经济损失巨大。在 $4.67 \times 10^7 \text{ hm}^2$ 的有效灌溉面积中,就有 $6.67 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 因灌溉水源不足而损失的粮食产量至少 $2.5 \times 10^{10} \sim 2.0 \times 10^{10} \text{ kg}^{[4]}$ 。预计在今后 30a 左右增加灌溉面积 $1.4 \times 10^7 \text{ hm}^2$,我国农业用水将达到 $4.15 \times 10^{11} \text{ m}^3$ 。在农业供水日渐紧张的形势下,我国城市也出现严重缺水。在 600 多个城市中已有 300 多个城市供水不足,其中最为严重的有 110 多个^[2]。全国城市年缺水量达 $5.8 \times 10^9 \text{ m}^3$,每年因缺水造成的直接经济损失达 2.0×10^{11} 元。随着水危机的不断加剧,城市、工业与农业争水日益突出。

1.4 缺乏完善的水资源价格体系

水资源价格,是对水资源进行经济管理的重要手段之一,是促进水资源合理开发利用的前提,是水资源供给与需求的调节器。只有合理的水资源价格体系才能统筹兼顾,科学有效地配置各种水资源,整体上发挥水资源的效益。目前,我国水资源价格体系还不完善,水资源无偿或低价使用致使水资源经济管理未能充分发挥经济杠杆的作用。

2 中国水资源可持续开发利用模型 —— 水资源财富代际转移模型

财富代际转移是指上一代将其所拥有和代管的财富通过一定的方式转移给下一代^[5,6]。财富转移有实物量转移和价值量转移两种方式。水资源财富代际转移是通过实物转移的方式进行的,上一代人必然要与下一代人共同生活一段时间,同时进行生产和消耗水资源财富,最后将部分水资源财富转移给下一代人。由于水资源的再生率非常有限,并且深层地下水属于不可更新资源,所以上一代若对水资源进行超采使开采量超过再生量时,那么转移给下一代的水资源的数量必定逐渐减少。依次类推,终究会有一代人将水资源彻底开采完,而无水资源可转移给下一代(见图 1)。

假设第 n 代的水资源存量为 S_n ,每代水资源的开采量为 C_n ,水资源的再生速率为 R_n ,水资源可开采的代数数为 t 代,则水资源财富代际转移的理性模式为^[3-5]:

$$\begin{aligned} S_1 &= S_0 - C_1 + S_0 \cdot R_1 \\ S_2 &= S_1 - C_2 + S_1 \cdot R_2 \\ &\vdots \\ S_{n-1} &= S_{n-2} - C_{n-1} + S_{n-2} \cdot R_{n-1} \\ S_n &= S_{n-1} - C_n + S_{n-1} \cdot R_n \end{aligned}$$

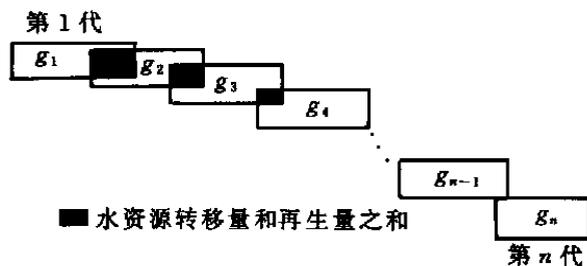


图 1 非持续的水资源财富转移模型

假设水资源的价格为 $P_n (1, 2, 3, \dots)$,则上一代转移给下一代的水资源财富价值量 M_n 为:

$$\begin{aligned} M_1 &= V_1(S_0 - C_1 + S_0 \cdot R_1) \\ M_2 &= V_2(S_1 - C_2 + S_1 \cdot R_2) \\ &\vdots \end{aligned}$$

$$M_{n-1} = V_{n-1}(S_{n-2} - C_{n-1} + S_{n-2} \cdot R_{n-1})$$

$$M_n = V_n(S_{n-1} - C_n + S_{n-1} \cdot R_n)$$

代际之间水资源财富价值量差值为 $\Delta M = M_{n-1} - M_n = V_{n-1}(S_{n-2} - C_{n-1} + S_{n-2} \cdot R_{n-1}) - V_n(S_{n-1} - C_n + S_{n-1} \cdot R_n)$ 。实现水资源的持续利用,使下一代人与上一代人有相同或更好的水资源享用权和生存权,根据可持续发展的代际公平原则^[8],上一代必须用其创造的财富或收入的一部分将超采的水资源的价值量等价地补偿给下一代(图 2),所以其财富的转移量至少为 ΔM 。

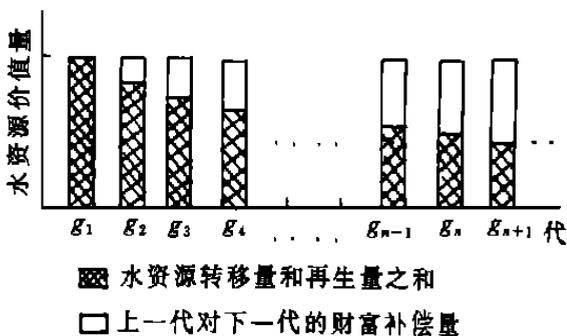


图 2 可持续的水资源财富转移开发利用模型

若第 n 代人在创造物质财富过程中获得的总收入为 I_n ,则其收入转移应满足: $I_n \cdot \lambda = \Delta M$,其中 λ 为财富转移系数,可表示为 $\lambda = \Delta M / I_n$,其含义是指上一代需要按多大比例将其财富转移给下一代,才不致于使下一代所拥有的水资源财富减少。 λ 的范围为 $0 \leq$

$\lambda < 1$ 当 $\lambda = 0$ 时,第 n 代人的水资源开采量恰好等于水资源的再生量,这是一种理想的可持续开发利用模式。当 $\lambda = 1$ 时,上一代人需将其创造的所有财富全部转移给下一代,这就违背了可持续发展的原则,而且由于上一代和下一代在共同生活期间必须消耗掉一定的财富量,所以上一代不可能把所有财富都转移给下一代,因此在实际生活中 λ 必须小于 1 才能保证代际之间均衡的可持续发展

3 中国水资源可持续开发利用对策

3.1 节水与开源并重

增强国民的节水意识,把节水意识与社会经济可持续发展效益结合起来,进一步把我国建设成为一个节水型的社会^[7]。节水型社会包括节水型农业节水型工业以及节水型社会城市。在节约用水的同时,还要广辟水源。海水淡化是今后供水的主要来源之一,但其成本较高,所以必须积极寻找新水源。

3.2 提高水资源的利用率,实现废水资源化

广泛采用先进工艺,推广清洁生产,降低单位产品的耗水量,提高水资源的重复利用率和废水资源化程度。积极引进先进设备,采用工业废水排放最少量化清洁集成技术,实现工业部门污水的零排放和需水量的零增长。

3.3 建立水资源市场,实现地表水和地下水的联合调度和优化配置

建立水资源市场是可持续发展的需要,是水资源供需矛盾加剧的必然产物。实行“使用者付费”的经济原则,利用经济手段和法律手段,确保政府在市场 and 价格政策中的调控作用^[8]。水资源价格在水资源调控中起着重要作用,一套完善的水资源价格体系是实现水资源市场化的关键。通过价格差异来调控地表水和地下水的开发利用强度,实现二者的联合调度。通过跨县区、跨流域调水对水资源进行人为的空间优化配置,缓解我国水资源的供需矛盾和城乡缺水现状。

3.4 重新认识冰川水资源的价值,开发与保护并重

冰川水资源不仅储量丰富,而且具有得天独厚的

优质淡水资源优势。此外,冰川还是山区河流的重要补给源泉,其水库效应具有多年调节作用乃至跨世纪的影响。因此应该重新认识冰川水资源的价值并对其进行合理开发利用与保护,增强冰川意识,建立国家保护区。

3.5 加强水资源的统一管理、科学管理和环境管理

扭转水资源无价的错误观念,建立新的水资源价值观,实现水资源市场化,进行水资源资产化管理和有偿使用;建立实时的水资源管理的地理信息系统,通过预定模型实施信息的运转,逐步进行修正和完善,正确指导水资源的持续开发利用,促进社会经济环境的协调发展。

3.6 树立可持续发展的资源利用观

既要考虑当代人的利益,又要兼顾后代人的利益,主动采取“财富转移”政策^[6],对地表水资源的开发利用要限制在其再生能力限度内,同时采取措施促进其再生产。对于深层地下水的开发利用要减少其消耗,提高利用效率。

参 考 文 献

- [1] 陈家琦,王浩.水资源学概论[M].北京:中国水利水电出版社,1996.12-28.
- [2] 中国科学院地学部.中国水问题出路[J].地球科学进展,1998,13(4):1-5.
- [3] 水利水电部水文局.中国水资源评价[M].北京:水利水电出版社,1987.35-65.
- [4] 姜文来.水资源价值论[M].北京:科学出版社,1998.185-199.
- [5] 姜学民.持续发展中代际财富转移简单模型[J].生态经济,1994(3):46-51.
- [6] 姜文来.水资源价值财富代际转移研究[J].经济地理,1996(3):26-32.
- [7] 陈家琦.可持续性水资源开发利用[J].自然资源学报,1995,10(3):234-238.
- [8] 张坤民.可持续发展论[M].北京:中国环境科学出版社,1997.