



中国的环境经济学 从理论到实践

胡涛 王华东 主编
中国农业科技出版社



中国的环境经济学

从理论到实践

胡 涛 王华东 主编

中国农业科技出版社

(京)新登字 061 号

图书在版编目(CIP)数据

中国的环境经济学:从理论到实践/胡 涛,王华东主编.

北京:中国农业科技出版社,1996.7

ISBN 7-80119-216-8

I. 中… II. ①胡… ②王… III. 环境经济学-中国 IV. X196

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 09418 号

责任编辑
技术设计
出版发行

王涌清

中国农业科技出版社

(北京海淀区白石桥路 30 号)

新华书店北京发行所发行

中央民族大学印刷厂

787×1092 毫米 1/16 印张:15.75

1—1500 册 字数:390 千字

1996 年 7 月第一版 1996 年 7 月第一次印刷

30.00 元

经 销
印 刷
开 本
印 数
版 次
定 价

序

综合运用法律的、行政的、经济的、教育的手段,强化环境监督管理,这已被实践证明是中国环境保护事业不断发展的重要途径。而培养一大批能在社会主义市场经济条件下开展环境经济政策研究和实践的人才,更是关键之所在。

中国国家环境保护局(NEPA)与英国海外开发署(ODA)联合举办“中国环境管理的实用经济学”培训项目,不仅推动了环境经济学原理在中国的普及和应用,而且为我国实施本世纪环境保护战略目标培养了适合时代要求的人才。

一年多的实践表明,这个培训项目是成功的。中外专家讲授的一般经济学原理和环境经济专题具有很高水平,来自全国各地的学员以极大的热情投入学习,教学内容和形式均颇具新意。更可喜的是,学员们努力将课堂上学到的理论应用于自己的工作实践中,力图用环境经济学的方法和思路来分析并探索解决工作中遇到的实际问题。学员们完成的论文相当一批具有重要的实践意义和较高的学术价值。

现在,项目组织者希望通过书籍和报刊来进一步宣传环境经济学知识和学员们的学习成果,让更多的人从中受益,我认为这也是很有意义的。它提供了一块园地,可以介绍和交流正在成长的环境经济学研究在理论和实践两方面的不断发展。我衷心希望,通过大家的共同努力,使我国的环境管理工作步入一个新的水平。

中国国家环境保护局副局长

张坤民

一九九六年六月二十一日

序

由英国海外开发署和中国国家环保局联合举办,北京师范大学和北京大学协办的环境管理实用经济学培训项目已进行了近一年。为适应中国经济体制以市场经济为特色的巨大变革,此项目的目的是使环保系统的官员们熟悉与环境管理有关的西方经济学原理并提供用经济学方法解决环境问题的案例,如工业污染、水资源管理、可持续农业等。课程设置主要针对环境管理相互联系的两个方面:一是环境资产评估和环保投资标准的确定;二是设立经济激励和调节的方法鼓励个人和行业采取有益于环境的良性行为。

培训材料计划由中国的环境管理机构发行,因而,出版教材和学员优秀论文集(这些学员今后将成为培训领域的正式的或非正式的成员)是实施上述计划的重要环节。当然,培训项目的最终成功完成有赖于课程所涉及到的概念和案例在中国环境管理中的实际应用。许多环境管理者将要看到的这一年度的学员论文从不同角度应用环境经济学原理分析了中国的案例。我谨向所有作者表示祝贺,也衷心希望通过你们的努力带动一大批有志者共同推动课程所涉及的经济分析技术的进一步发展,并能应用于中国日常环境管理工作中。

Jeremy J. Warford
一九九六年一月二十七日

导 论

我们正处在一个特殊的历史时期:传统的计划经济正在向社会主义市场经济逐步过渡,相应于原来计划经济的环境管理旧体制已经越来越不适应市场经济的新需求。与此同时,中国的经济正在以迅猛的势头飞速发展,在城市化与工业化过程中也应运而生了环境问题。因此,如何在市场经济下管理环境、处理好环境与发展相互关系,建立适应于社会主义市场经济的环境管理体制,这是我们所面临的一项重大课题。

环境经济学理论是西方经济学对环境问题的总的看法和认识,它是从新古典经济学、福利经济学逐渐演化而来的,是西方经济学逻辑体系的自然延伸,也是西方经济学自身的一个必要组成部分。环境经济学的实践也是建立在市场经济基础之上,主要是用市场手段来解决环境问题、管理环境的。例如,对于企业的排污往往采用征收排污费、污染排放许可证或税费等其它经济手段,而各种税率费率又是通过深入的实证研究得到的,政府的各种政策就是为了使失灵的市场完备化,让市场这个看不见的手来管理环境。在一个完备的市场里,没有人对排污还要付费的问题感到怀疑,污染许可证将会成为象股票一样可交易的有价值的市场流通证券。

环境经济学揭示了许多发生在我们日常生活周围的朴素而又简单的道理。例如,我们身边的大气、水以及生存空间等环境要素都是属于我们大家的公共财产而且都有其价值,即环境是有价值的公共物品。而各种环境的价值可以通过标准的经济学方法和价值评估技术进行价值估算。当有人(企业)无偿地使用或占有这些环境时,实际上就是对我们每个人权力的侵犯。因为这个环境属于我们大家,破坏了这个环境无疑就是损人利己,所以当有人使用这种有价值的环境时就必需付出代价,去补偿其造成的损失,或者说去购买属于大家的公共财产的产权。

环境经济学也揭示了一些经济发展与环境保护之间的规律。对于项目层次的评估按照环境经济学就不能仅仅进行企业财务分析,而且要从全社会的角度进行全面的经济分析,要考虑项目对环境的各种影响。例如农村沼气项目从现实意义也许不大,但从环境角度却有着重要意义。因此,政府会采取一些激励措施去鼓励农民发展沼气。对于宏观经济政策层次,环境经济学还要考虑所谓效率与可持续性的关系,即不能仅仅为了当前利益而忽略了未来的长远效益。因此,必须按照环境经济学制订出一些环境经济规划以保证长远目标的顺利实现。

环境问题从市场经济学的角度看,归根结底也是经济问题。由于人类社会经济的发展破坏了环境,但环境问题的解决也有赖于经济发展到一定的水平、

具有一定的实力和人的认识、对环境的需求达到一定程度后才能解决,西方从工业化时期到大规模环境治理走过了几百年的历史,中国正在经历着工业化过程,同时也进行着大规模环境整治,希望这种过程比西方短得多。

回顾中国环境经济学发展的历史,从 80 年代开始由中国人民大学马中教授等引进的美国未来资源研究所的环境经济学丛书,到清华大学张兰生教授编辑出版的环境经济学实用教材,以及其他一些翻译国外的环境经济学著作,对西方的环境经济学理论做了大量的介绍和引进工作。进入 90 年代,中国经济发展、体制改革与环境管理的现实需要,迫使我们不得不运用环境经济学理论去解决我们身边实实在在的环境问题。一方面我们需要有越来越多的自己的研究成果去填补国内环境经济学研究领域的空白;另一方面依然需要借鉴国外的先进经验——不仅是理论而且也包括实践经验。因此,由英国海外开发署资助的、中国国家环保局协同北京师范大学、北京大学一起共同实施的“中国环境管理的实用经济学项目”,使得中国的环境经济学正在从理论向实践进行深刻的变革。

英国是一个有悠久经济学传统的国家,曾出过亚当·斯密、大卫·李嘉图等优秀的经济学家。本项目英方也派出了同样优秀的环境经济学家来中国讲学,象曾任世界银行前执行局长 J. Warford 博士,政策处处长 M. Munasinghe 博士,伦敦大学 Wye 学院的 I. Carruthers 教授,英国海外发展研究所的 J. Winppeny 研究员等。本论文集所收集的论文正是本项目学习培训学员的毕业论文和中方案例专家的中方案例,按照所进行的课程,论文集共分为四部分:水环境;工业与环境;持续农业与农村发展;环境政策与管理。其中许多论文涉及到大量的中国的许多具体的环境问题,例如,国家环保局监督管理司陆新元司长详细介绍了中国的排污收费制度的变化过程;重庆环保局的常永官所计算的重庆市大气污染和经济损失费用约为 17 亿人民币,占 1993 年国民生产总值的 4.42%;北京师范大学毛显强进行的农村沼气的环境经济政策分析等。

如果说十几年前推动中国环境科学与管理发展的浪潮是环境影响评价的话,那么,将要跨入下个世纪的今天,可以肯定地说:环境经济学将是下世纪推动中国环境科学、政策与管理发展的又一次新的浪潮。

胡 涛 王华东
一九九六年六月二日

目 录

序	张坤民
序	J. Warford
导 论	胡 涛 王华东

水环境

水资源财富损失模型研究	王华东 姜文来 曹利军 (3)
水环境容量资源的价值及有效利用	王淑华 (9)
浙江黄岩精细化工基地污水集中处理项目的费用-效益分析	方莹萍 (14)
废水排放污染物总量收费方法	张 丽 (19)
病原体污水收费分析	杨俊杰 (26)
江苏大丰县水污染的环境经济学分析	钱志丽 胡 涛 徐 斌 (29)

工业与环境

重庆市大气污染造成的经济损失费用估算	常永官 胡 涛 (37)
深圳电厂环境影响的价值评估方法	胡 静 (47)
新疆重点旅游城镇大气环境质量演变趋势分析	郭英之 (53)
中国资源价格的环境经济学简要分析——以煤和石油为例	贺 军 (57)
全球气候变化的经济分析	贾新宁 曹淑涛 (64)
大气环境价格探讨	唐剑武 (68)
石材资源开发的生态环境补偿费研究	张智玲 王华东 (72)
公路运输费用效益分析的必要性	张建英 (81)
乡镇砖瓦厂的生态经济评价	胡勤海 (86)
两家燃煤电厂 SO ₂ 排污交易设想浅析	高 菁 (91)
环境影响的经济评价方法应用初探	廖佩红 (97)

持续农业与农村发展

中国可持续农业的环境经济政策分析框架	胡 涛 (105)
中国湿地干扰破坏的经济损益分析	张 玉 (114)
北京市密云水库网箱养鱼环境价值和政策研究	胡广仁 (119)
四川大足县沼气生态工程的环境经济学分析	毛显强 杨居荣 胡 涛 (125)
四川大足县森林的环境经济价值评估	段红霞 胡 涛 王华东 (132)
物种价值与费用—效益分析成本评估	刘贤姝 (137)
试论生态环境补偿费的征收	石建斌 (145)

沈阳市豚草污染的损失费用分析.....	谢 红 胡 涛 万方浩	(149)
---------------------	-------------	-------

环境政策与管理

中国的排污收费.....	陆新元	(155)
排污收费制度下企业执行效果评价.....	云 萍	(163)
排污收费制度改革的探讨.....	陈碧云	(170)
排污交易在环境管理中的应用.....	施晓清	(174)
建立环境影响评价的新经济损益分析体系的探讨.....	王建春	(180)
政策环境影响评价与可持续力的费用效益分析.....	李 巍	(185)
几种环境保护的经济手段的比较.....	冉圣宏	(190)
将经济手段应用于环境管理中.....	贾 宁	(195)
如何进行最优环保投资.....	徐少辉	(199)
环境保护投资资金和投资管理研究.....	李 健	(205)
建立可持续发展的综合的经济与环境核算指标体系之研究.....	梅 琪	(215)
环境经济学在中国国防环境保护中的应用.....	张国祥	(220)
我国人地关系及其协调对策.....	王洪卫	(225)
泉州市资源开发利用的可持续发展之路.....	连益梅	(230)
区域人口资源环境经济系统协调发展的定量描述.....	冯玉广 王华东	(235)

水 环 境

水资源财富损失模型研究

王华东 姜文来 曹利军

(北京师范大学环境科学研究所, 北京 100875)

摘 要 水资源是重要的资产, 污染所导致的水资源财富损失是不可忽视的。本文给出了估算污染导致水资源财富损失的模型, 并将其应用于北京市, 结果表明, 污染对北京市水资源财富的影响是巨大的。

关键词: 水资源, 价值, 价格, 资产, 价值模型

1 前 言

水资源是重要的环境资源, 随着人口的增加和经济的迅速发展, 水资源不再是“取之不尽, 用之不竭”的自然资源, 它已转化为难以替代的经济资源, 成为影响国民经济持续快速健康发展的“瓶颈”。目前, 我国 600 多个设市建制的城市中, 有 300 多个存在不同程度的缺水, 32 个百万人以上特大城市中, 30 个城市长期受缺水的困扰。由于水污染加剧, 水资源短缺是不可忽视的, 全国每年因缺水影响工业产值达 2300 亿元。

对于水资源而言, 污染所造成的损失包含两个方面: (1) 水资源本身损失, 即由于水资源受到污染, 水体功能下降所引起的水资源财富自身折损; (2) 水资源污染所引发的直接或间接损失, 即由于使用被污染的水资源所造成的各种损失。对于 (2) 的研究成果较多, 理论与实践渐趋成熟^[1]; 对于 (1) 研究甚少, 尚未见文献报导, 本文对此进行初步探讨。污染对水资源财富损失的研究具有重要意义, 它不仅有助于改变人们“水资源无价, 取之不尽, 用之不竭”的传统价值观念, 提高节水意识, 而且能够全面估价水资源污染所造成的各种损失, 弥补目前此研究片面性的缺陷, 同时为水资源核算及其纳入国民经济核算体系, 消除水资源财富消耗而造成的国民经济虚假增长成分打下良好基础。

2 水资源财富损失

资产是国家或企业个人拥有的具有使用价值能够带来收益的有形财产或无形财产。从社会历史发展情况来看, 水资源等自然资源已由普通的资源向资产过渡。资源业已变成产业, 属于零次产业^[2], 其主要原因是: 从宏观上来看, 水资源已由“供过于求”渐变为“供不应求”, 即出现前所未有的短缺。水资源资产化是水资源获取价格的基础, 而水资源价格是用经济杠杆管理水资源, 调节水资源供需矛盾的关键。水资源资产的价格表现在: 水资源本身不仅具有价值, 而且它参与生产生活创造价值^[3]。水资源是一种财富, 它的浪费与损失, 意味着水资源财富的耗减与折损, 建立节水型社会、加强水资源管理是十分必要的。

水资源资产同一般资产既有区别又有联系, 其中最重要的区别在于污染对水资源财富

的影响是十分巨大的,因为水资源是水量与水质的高度协调统一^[3],特别是水质对水资源财富影响具有举足轻重的作用。水质与水资源功能是紧密联系在一起的。不同功能用水如生活用水、工业用水、水产养殖、农业灌溉、航运、景观用水等所体现的价值是有很大差别的,它们对国民经济的贡献存在着差异。决定水资源功能的主要参数之一就是水质。

我国水资源污染出现加重的趋势,意味着水资源财富损失加剧,在七大水系和内陆河流水质评价的 123 个重点河段中,符合 GB3838—88 I、II 类的标准仅占 25%,符合 III 类标准的占 27%,属于 IV、V 类标准的占 48%,流经城镇的河段污染比较严重。以黄河流域为例,80 年代初污水排放量 21.7 亿 m³,目前已达 32.6 亿 m³,10 年间增加了 50.2%,致使黄河流域水污染日益严重,在黄河干、支流 12500km 的河长中,属 I、II 类水质的河长 1750km,仅占 13.9%;III 类水河长 2160km,占 17.2%;IV 类水河长 4280km,占 34.1%;V 类水河长 2350km,占 18.7%。与 80 年代初相比,I、II 类水质的河长减少了 42.8%,III、IV、V 类水质的河长却分别增加了 7.2%、24.7%、10.9%,黄河流域每年水污染所造成的损失约 30 亿元^[4],这并不包括水资源被污染而造成的本身财富的损失。估算污染导致的水资源财富损失是非常迫切的。

3 污染导致水资源财富损失估算模型

3.1 污染导致水资源财富损失估算模型

水资源财富的价值可以用下述函数关系进行描述:

$$V=f(x_1, x_2) \quad (1)$$

(1)式中 V 为水资源财富的价值, x_1 为除 x_2 以外的影响水资源价值的因素,它是一个复合函数, x_2 为水质。对(1)式进行微分处理,则:

$$dv = \frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_1} dx_1 + \frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_2} dx_2 \quad (2)$$

为了研究污染对水资源财富价值的影响,假设 x_1 不变,只考察水质 x_2 对(2)式影响,则(2)式变为:

$$dv = \frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_2} dx_2 \quad (3)$$

因此,

$$\begin{aligned} \Delta V &= \int_{x_0}^{x_1} \frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_2} dx_2 \\ &= v_1 - v_2 \end{aligned} \quad (4)$$

(4)式中 ΔV 为水资源价值变化量, x_0 、 x_1 为污染前后水质, v_1 、 v_2 为相应的污染前后水资源价值,则污染对水资源财富的影响为:

$$JWL = \Delta V \cdot Q \quad (5)$$

(5)式中 JWL 为污染对水资源财富的影响值, Q 为水资源财富量。当 $\Delta V > 0$ 时,即 $JWL > 0$,表示污染使水资源财富折损;当 $\Delta V < 0$ 时,即 $JWL < 0$,表示水资源财富增加。

3.2 V 的确定方法

在上述模型中, V 的确定是关键。实际上,运用传统的数学方法难以精确描述水资源价值,因为水资源系统是一个复杂系统,它是自然、经济、社会相互影响、相互作用、相互耦合的系统。它符合不相容原理:当一个系统复杂性增大时,我们使它精确化能力减少,在达到一定

阈值时,复杂性和精确性将相互排斥。同时,水资源价值系统也是模糊系统,如水资源价值“高”或“低”就具有很大模糊性。模糊数学正适合于复杂且伴随模糊学科及其领域。

详细论述各种因素对水资源价值影响过程见文献^{[5][6]},本文只给出确定水资源资产价值 V 的模糊数学模型。

论域 U 为水资源价值要素, $U = \{\text{水质, 水资源量, 人口密度, 国民收入}\}$, 评价向量 $\delta = \{\text{高, 偏高, 一般, 偏低, 低}\}$, 水资源价值综合评价可以用下式表示:

$$\delta = A_i \cdot R \quad (6)$$

(6)式中 A_i 为水质(I)、水资源量 R (II)、人口密度(III)、国民收入(IV)单要素评价权重,“ $\cdot$ ”为模糊矩阵复合运算符号, R 为单要素 I ~ IV 所组成的评价矩阵,可表示为:

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} R_{I1} \\ R_{II1} \\ R_{III1} \\ R_{IV1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{I11} & R_{I12} & R_{I13} & R_{I14} & R_{I15} \\ R_{II11} & R_{II12} & R_{II13} & R_{II14} & R_{II15} \\ R_{III11} & R_{III12} & R_{III13} & R_{III14} & R_{III15} \\ R_{IV11} & R_{IV12} & R_{IV13} & R_{IV14} & R_{IV15} \end{bmatrix} \quad (7)$$

式中 $R_{ij}(i = I, II, III, IV, V; j = 1, 2, 3, 4, 5)$ 代表 i 要素 j 级评价价值。

R_{ij} 的确定关键是 i 要素中各级隶属函数,隶属函数的确定有多种方式^[7],本文选择升(降)半梯形分布建立一元线性隶属函数,如对水质(I)而言,其具体隶属函数用下式来确定

$$\mu_i(x) = \begin{cases} 1 & x \leq x_{i1} \text{ (或 } x \geq x_{i2}) \\ (x - x_{i1}) / (x_{i1} - x_{i2}) & x_{i1} < x < x_{i2} \text{ (或 } x_{i1} > x > x_{i2}) \\ 0 & x \geq x_{i2} \text{ (或 } x \leq x_{i1}) \end{cases}$$

$$\mu_j(x) = \begin{cases} |1(x - x_{i1}) / (x_{i1} - x_{i2})| & x_{ij-1} < x < x_{ij} \text{ (或 } x_{j,i-1} > x > x_{ij}) \\ |(x - x_{i1}) / (x_{i1} - x_{i2})| & x_{ij} < x < x_{i1,j+1} \text{ (或 } x_{ij} > x > x_{i,j+1}) \\ 0 & x \leq x_{i,j-1}; x \geq x_{i,j+1} \text{ (或 } x \geq x_{i,j+1}, x < x_{i,j+1}) \end{cases}$$

$$\mu_n(x) = \begin{cases} 1 & x \geq x_{in} \text{ (或 } x \leq x_{in}) \\ |(x - x_{i,n-1}) / (x_{in} - x_{i,n-1})| & x_{i,n-1} < x < x_{in} \text{ (或 } x_{i,n-1} > x > x_{in}) \\ 0 & x \leq x_{i,n-1} \text{ (或 } x \geq x_{i,n-1}) \end{cases}$$

对于 II ~ IV 的确定可以采用类似 I 的方法来确定,此略。

(6)式所得结果为水资源价值综合评价,它是一个无量纲的向量,必须通过某种模式转化为水资源价格,本文提出如下模式:

$$V = \delta \cdot S \quad (8)$$

(8)式中 S 为水资源价格向量,其具体确定方法见文献^[8]。

4 实例研究——以北京市为例

4.1 北京市概况

北京市总面积 16800 km²,其中,山区占 2/3,平原占 1/3。该市分布大小河流 100 余条,分属大清河等五大水系。1992 年全市人口 1044.9 万人,全市工农业总产值为 1000 亿元(当年价格,下同),国民收入 507.2 亿元。

北京市水质污染严重。1992 年该市污水排放总量为 8.55 亿 m³,其中,工业废水 4.05 亿 m³,生活污水 4.50 亿 m³,而市政污水处理厂处理污水 0.43 亿 m³/年,仅占排放总量的 5.03%,绝大多数污水未经任何处理直接排入河渠,造成水资源污染。在所监测的 80 条河段

中,受污染的河段 51 条,长度 1100km,占监测河流长度的 50.8%,其中重度污染 11 段,占监测长度的 16.6%,水质污染主要集中于城郊区。官厅水库是北京重要水源,库水已难以满足水源水质要求,致使北京水资源供需矛盾加剧。

4.2 污染对北京市水资源财富损失估算

在计算水资源价值 V 过程中,建立评价矩阵 R 是非常重要的,我们以水质为例,建立 R_1 。

北京市 1992 年水质监测结果见表 1

表 1 1992 年北京市水质监测结果																		单位 mg/L,汞为 $\mu\text{g/L}$,菌为个/L			
指 标		DO	BOD	COD	氨氮	酚	氰	砷	汞	铬	氟化物	锌	油	细菌总数	大肠菌群	总磷	总氮				
水系(库)																					
水	永定河	9.30	4.12	3.22	0.47	0.0003	0.0003	0.001	0.007	0.007	0.96										
	潮白河	10.63	3.17	2.31	0.38	0.347	0.005	0.006	0.3	0.016	0.74										
	北运河	3.25	21.04	38.10	15.17	0.0004	0.0007	0.002		0.003	0.50										
	大清河	6.75	32.14	5.34	1.74	0.342	0.0006			0.019	0.33										
	蓟运河	7.18	7.94	9.56	1.16	0.003	0.001	0.011		0.008	0.42										
系	平均	7.42	13.68	11.71	3.78	0.119	0.0015	0.005	0.157	0.0011	0.59										
水	密云水库	9.94	2.42	1.24	0.09	0.000	0.001	0.002	0.1	0.002	0.43	—	0.07	750	470	0.017	0.90				
	官厅水库	10.53	6.42	2.58	0.80	0.002	0.001	0.006	0.3	0.002	1.07	0.005	0.26	360	230	0.065	3.88				
	怀柔水库	12.29	2.34	0.81	0.08	—	—	—		—	0.48			—		0.107	1.04				
	海子水库	9.23	2.88	2.00	0.15	0.001	—	0.010		0.001	0.33			0.43							
	库	平均	10.50	3.52	1.67	0.28	0.001	0.001	0.006	0.2	0.002	0.57	0.003	0.25	505	350	0.253	1.94			
总平均		8.96	8.6	6.69	2.03	0.06	0.001	0.006	0.17	0.007	0.58	0.003	0.25	555	350	0.063	1.94				

根据表 1 数据,水库各因子各级隶属度所组成的矩阵为:

$$R_1 = \begin{bmatrix} 1.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 \\ 1.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 \\ 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.8275 & 0.1725 \\ 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 \\ 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.4444 & 0.5556 \\ 1.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 \\ 1.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 \\ 0.0000 & 0.0000 & 0.9222 & 0.0778 & 0.0000 \\ 1.0000 & 0.0006 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 \\ 1.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 \\ 1.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 \\ 0.0000 & 0.0000 & 0.5556 & 0.4444 & 0.0000 \\ 1.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 \\ 0.9250 & 0.0750 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 \\ 0.0000 & 0.0000 & 0.0600 & 0.9400 & 0.0000 \end{bmatrix}$$

将水质各因子权重与 R_1 复合,并进行归一化处理,可得到水质 R_1 的单要素模糊评价关系 R_1 为:

$$R_I = R_{\text{水质}} = (0.0825 \quad 0.0218 \quad 0.1168 \quad 0.389 \quad 0.389)$$

同理可以求出 R_I 、 R_{II} 、 R_{IV} ，由此得到 R 。

$$R = \begin{bmatrix} R_I \\ R_{II} \\ R_{III} \\ R_{IV} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.0825 & 0.0218 & 0.1168 & 0.389 & 0.389 \\ 0.082 & 0.918 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.47 & 0.53 & 0 & 0 \\ 0.948 & 0.052 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

通过专家咨询法，可以确定水资源价值综合评价权重 A ，

$$A = (0.30, 0.40, 0.15, 0.15)$$

将 A 与 R 复合运算，并归一化得到 δ ，

$$\delta = (0.115 \quad 0.308 \quad 0.115 \quad 0.231 \quad 0.231)$$

根据文献^[8]，水资源价格向量 S 为：

$$S = (1.404 \quad 1.053 \quad 0.702 \quad 0.351 \quad 0)$$

因此，水资源资产价格 V 为

$$V = \delta \cdot S$$

$$= (0.115 \quad 0.308 \quad 0.115 \quad 0.231 \quad 0.231) \cdot (1.404 \quad 1.053 \quad 0.702 \quad 0.351 \quad 0) \\ = 0.648 (\text{元}/\text{m}^3)$$

同上，假设北京市水质符合国家地表水环境质量Ⅱ、Ⅲ级标准，可以计算出其相应的水资源价格为 1.115 元/ m^3 、0.991 元/ m^3 ，由此得到 ΔV 为：-0.467 元/ m^3 、-0.343 元/ m^3 ，根据此数据可以估算污染对北京市水资源财富造成的损失(表 2)。

表 2 北京市水资源财富损失表

保证率	多年平均	5%	75%	95%
一次水资源量(亿 m^3)	62.80	55.14	39.59	26.73
Ⅱ级标准时的水资源价值损失(亿元)	29.33	25.75	18.39	12.48
Ⅲ级标准时水资源价值损失(亿元)	21.54	18.91	13.58	9.17

表 2 表明，在不同标准和保证率情况下，污染对水资源财富的损失是不同的，污染愈严重，损失越大。当水质以国家地面水Ⅲ级为标准时，北京市因水污染而造成的水资源本身价值损失至少为 9.17 亿元(75%保证率时 13.58 亿元)，占 1992 年国民收入 507.23 亿元的 1.81%(75%保证率时 2.68%)。

上述结论具有重要的理论与现实意义。首先，它说明了水资源财富本身折损是不可忽视的。据有关部门统计估算，北京市每年由于水污染所造成的工农业经济损失约占 GNP 的 1%，加上间接损失达 3%。若按此比例进行推算，1992 年北京由于水污染造成工农业经济直接损失为 7.09 亿元，加上间接损失达 27.27 亿元，当以 GB3838—88Ⅲ级标准计算时，水资源财富本身折损大于工农业直接经济损失。

其次，它说明解决北京水资源危机的两种方案即南水北调与充分利用当地水资源的方案比较是非常必要的。仅从水资源价值角度进行考虑，若南水北调的 12.2 亿 m^3 水资源不受任何污染保持 GB3838—88Ⅱ级标准，其价格为 1.115 元/ m^3 ，则总调入水资源价值量为 13.6 亿元，而若以同标准进行计算当地水资源价值折损量，以 75%计算时为 18.39 亿元。调入的水资源价值不能补偿水资源因污染而折损的价值，所以，充分进行两种方案比较是非常必要的。目前尚未见此方面报道，是一件遗憾的事。

* 本文得到毛显强博士的帮助,特此感谢。

参 考 文 献

- 1 Maynard, M. Hufschmidt et al. Environment National Systems And Development An Economic Valuation Guide. The Johns Hopkins University Press. London:1983
- 2 李金昌主编. 资源产业论. 北京:中国环境科学出版社,1990
- 3 姜文来,王华东等. 自然资源. 1995(2)
- 4 洪国治. 水资源保护. 1994(3)
- 5 Jiang Wenlai et al. Research On Regional Environment And Development. Beijing. China Environmental Sciences Press 1993. 177
- 6 姜文来. 北京师范大学博士学位论文. 1995
- 7 于连生著. 模糊数学在环境科学中应用. 长春:吉林大学出版社,1992
- 8 姜文来,于连生. 中国给水排水. 1993. 9(2)

RESEARCH ON WATER RESOURCE WEALTH LOSS MODEL

Wang Hudong Jiang Wenlai Cao Lijun

(*Institute of Environmental Sciences Beijing Normal University, Beijing 100875*)

ABSTRACT Water resource is so important that the water resource wealth loss is un-neglectable. In this paper, the author makes an inquiry into the water resource wealth loss model caused by pollution. and applies it to Calculation in Beijing. According to the calculation. the influence of pollution on water resource wealth loss is astonishing.

Key words: Water resource, Value, price, property, valuation model