



北京市的 水资源与产业结构优化

王 岩 王红瑞 著

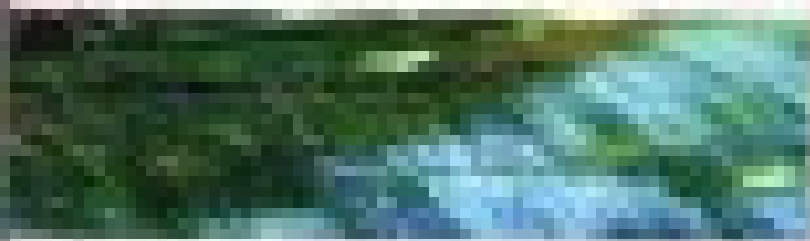


THE OPTIMIZATION OF
INDUSTRIAL PLANNING UNDER THE RESTRICTION
OF WATER RESOURCES IN BEIJING

中国环境科学出版社

北京市的 水资源与产业结构优化

王 强 王 强 著



THE OPTIMIZATION OF
STRUCTURAL ECONOMIC WATER RESOURCES
IN BEIJING

北京市的水资源与产业结构优化

王 岩 王红瑞 著

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

北京市的水资源与产业结构优化 / 王岩, 王红瑞著.

北京: 中国环境科学出版社, 2007

ISBN 978-7-80209-495-6

I. 北… II. ①王… ②王… III. ①水资源管
理—研究—北京市 ②产业结构—研究—北京市
IV. F127.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 161582 号

责任编辑 黄晓燕 孔 锦

责任校对 刘凤霞

封面设计 龙文视觉/陈莹

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号)

网 址: <http://www.cesp.cn>

联系电话: 010-67112765 (总编室)

发行热线: 010-67125803

印 刷 北京市联华印刷厂

经 销 各地新华书店

版 次 2007 年 2 月第 1 版

印 次 2007 年 2 月第 1 次印刷

印 数 1—3000

开 本 880×1230 1/32

印 张 8.5

字 数 230 千字

定 价 25.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

序

水资源短缺是我国实施可持续发展战略长期面临的重要制约因素。中国工程院重大咨询项目“中国可持续发展水资源战略研究”预测 2030 年中国缺水 130 亿 m^3 , 2050 年基本平衡。缺水是中国 21 世纪一个亟待解决的问题。

北京是我国政治、文化中心,是拥有 1 400 万人口的国际大都市,也是水资源短缺的地区。北京市人均水资源量不足 300 m^3 , 为全国的 $1/8$, 世界的 $1/30$, 远低于国际公认的人均 $1\,000 \text{ m}^3$ 的下限, 在世界 120 多个大城市中位居百位之后, 属重度缺水地区, 而北京市农业用水占北京全部用水的 50% 左右。

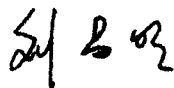
关注首都水资源, 解决水资源开发利用和保护中存在的各种问题和矛盾, 实现水资源的合理配置, 为首都的可持续发展提供水资源保障, 是我们面临的极其严肃而重要的问题。目前, 北京的经济发展速度全国领先, 而经济的发展无一例外地以用水量的增加为代价。据规划, 到 2010 年, 北京将成为世界一流的现代化国际大都市, 届时北京的用水量势必大增; 而在现有供水能力条件下, 缺口很大, 这与北京作为国际一流大都市的地位极不相称。全方位寻求解决水资源危机的新途径已成为实现新时期北京经济社会发展目标的具有全局性和战略性的重大问题。

随着经济的发展, 可持续发展问题已经越来越受到人们的关注。按北京市发展的现状与未来分析, 北京仍将严重缺水, 但是水资源开发潜力越来越小, 水资源紧缺问题已经成为北京市经济发展的“瓶颈”。在有限的水资源条件下, 如何优化北京市的产业结构, 提高水资源利用效率、开辟新的水源思路和途径、保证社会经济的可持续发展, 是摆在我们面前亟待解决的问题。

《北京市的水资源与产业结构优化》一书的作者在查阅大量国内外相关文献资料的基础上,全面掌握了该领域国内外的最新研究进展,并作出了翔实的评述。作者对水资源与可持续发展的关系与进展、投入产出分析和多目标规划方法的应用、北京市水资源状况变化等进行了全面的概括和分析。在此基础上对北京市产业结构变化、北京市用水结构变化、北京市污染物排放结构变化、虚拟水与虚拟水贸易、水资源约束下北京市产业结构的优化、北京市农作物虚拟水结构与分布等进行了深入的研究,最后提出了存在的问题和研究发展方向。特别是在北京市用水结构和排污结构变化分析,农作物虚拟水分布与北京市虚拟水贸易的研究中,得出了不少颇有见地的研究结果。该书内容丰富、资料翔实,既有理论分析,又有实例计算,研究思路和方法有相当深度,且有创新,研究成果具有理论意义和重要的参考价值,可为北京市水资源合理配置、产业结构调整政策的制定提供依据。

近年来,国内出版的关于水资源合理配置方面研究的成果与专著屡见不鲜,但是针对水资源与产业结构优化、虚拟水与虚拟水贸易方面的著作还不多见。总的看来,该书是一部十分有价值的著作,其出版,不仅是对于北京市的水资源可持续利用,实施可持续发展战略具有重要意义,而且对于我国其他省市相关问题的研究也具有较高的借鉴作用。

中国科学院院士



2006年12月

摘 要

水资源紧缺问题已经成为北京市社会经济可持续发展的“瓶颈”，在水资源约束下如何优化北京市的产业结构，对于缓解北京市的水资源问题，实施可持续发展战略具有重要的意义。本书通过建立 1990 年、1997 年、2000 年、2002 年扩展的北京市宏观经济水资源、水环境投入产出表，对北京市的产业结构和用水结构、污染物排放结构进行动态分析，研究北京市虚拟水贸易的变化，在此基础上，从工业增加值和第三产业增加值构成的角度建立了在水资源约束下的北京市产业结构优化模型。同时，还研究了北京市主要农作物种植结构变化及用水情况，农产品虚拟水含量变化，提出了农业种植结构调整的建议。

主要包括：

(1) 全面分析北京市水资源利用的过去和现状以及与经济发展的关系，揭示在水资源紧缺的情况下对北京市的产业结构进行调整的重要意义。

(2) 建立扩展的宏观经济水资源、水环境投入产出表，探讨北京市的产业结构及其变化、北京市的用水结构及其变化以及污水和 COD 排放结构及其变化。

(3) 总结虚拟水的研究内容，提出产品部门虚拟水的概念，开展产品部门虚拟水贸易的研究。利用扩展的宏观经济水资源、水环境投入产出表，分析北京市虚拟水贸易量的变化，揭示虚拟水战略对于北京市的重要意义。输入的虚拟水作为北京市本地实体水资源的重要补充，具有越来越重要的地位。实体水与输入虚拟水的共同支撑是北京市社会经济可持续发展的重要保障。

(4) 在投入产出分析的基础上，建立多目标规划模型，从

工业增加值和第三产业增加值构成的角度,研究在水资源约束下的北京市产业结构合理配置问题。通过产品部门结构的调整,可有效地节约本地的水资源,减少污水及污染物的排放量。

(5) 分析和研究北京市主要农作物种植结构变化及用水情况,农产品虚拟水含量及变化,提出了北京市农业种植结构调整的建议。

研究成果对于优化北京市的产业结构,实现区域的生态与环境良性循环、实施可持续发展战略具有重要的意义。

Abstract

Water scarcity has been the restriction of the development of economy in Beijing. Under the constrained condition of water resources, the optimization of industrial planning has gradually been of great significance for the sustainable development.

In the book the authors propose an integrated model system of Beijing macro-economic input-output model including water resources and water environment for the four years of 1990, 1997, 2000 and 2002. Thus the model system or approach allows us to analyze the industrial organization and the problems of water resources and water environment. On the basis of the input-output analysis, the authors propose a model of the optimization of industrial organization under the constrained condition of water resources and water environment. Besides, the book gives the calculation results of virtual water content and total farm products virtual water in Beijing from 1990 to 2003.

The main content is as follows:

- (1) Analyzing the condition and changing of water resources in Beijing and the relationship between water resources and economy.
- (2) On the basis of macro-economic input-output model including water resources and water environment, comprehensively analyzing the organization and changing of Beijing in terms of the industrial sectors, water usage, wastewater discharge and COD discharge.
- (3) Analyzing the trade in virtual water of Beijing, especially the trade in virtual water of industry. Being the

supplement of material water of Beijing, importing virtual water and local material water together support regional economic development.

- (4) Proposing a model of optimization of industrial organization from the view of value added composing under the constrained condition of water resources on the basis of input-output analysis.
- (5) Having given the calculation results of virtual water content of main farm products of Beijing and each district from 1990 to 2003 and the virtual water content of main farm products of export and import. In the end the authors give some suggestions about agricultural planting plans.

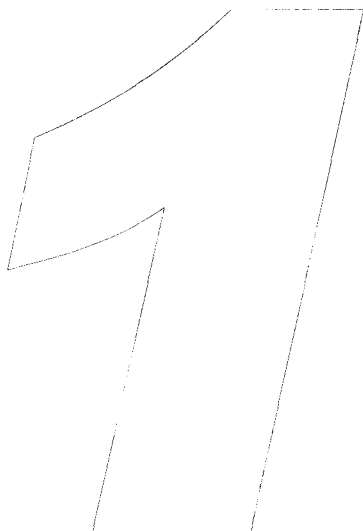
The study will be of great significance for the optimization of industrial planning, benign recycles of regional environment and sustainable development.

目 录

第 1 章 水资源与可持续发展	1
1.1 研究背景和意义	1
1.2 水资源与可持续发展理念	3
1.3 国内外研究进展	9
1.4 主要研究内容	20
第 2 章 投入产出分析和多目标规划方法的应用	23
2.1 投入产出分析在宏观经济领域中的应用	23
2.2 宏观经济水资源、水环境投入产出分析与线性 规划模型	28
2.3 基础资料和有关说明	36
第 3 章 北京市水资源状况变化分析	37
3.1 自然地理概况	37
3.2 社会经济概况	39
3.3 水资源状况变化分析	41
3.4 地区生产总值与水资源总量变化分析	46
3.5 北京城市总体规划目标	47
3.6 国家对于产业结构优化调整的政策	48
3.7 小结	49
第 4 章 北京市产业结构变化分析	50
4.1 北京三次产业结构的变化分析	50
4.2 第一产业增加值变化分析	52

4.3 第二产业结构变化分析	56
4.4 第三产业结构变化分析	72
4.5 小结	78
第5章 北京市用水结构变化分析	80
5.1 北京市用水情况概述	80
5.2 第一产业用水变化分析	84
5.3 第二产业用水变化分析	87
5.4 第三产业用水变化分析	107
5.5 小结	117
第6章 北京市污染物排放变化分析	119
6.1 工业污水及污染物排放研究	119
6.2 第三产业污水、污染物排放系数的分析	144
6.3 小结	153
第7章 虚拟水与虚拟水贸易	156
7.1 虚拟水、虚拟水贸易的定义	156
7.2 虚拟水战略的意义	157
7.3 虚拟水的计算方法	159
7.4 北京市虚拟水贸易变化分析	163
7.5 虚拟水战略与产业结构调整	186
7.6 虚拟水贸易与实体水资源利用的综合分析	188
7.7 小结	190
第8章 水资源约束下北京市产业结构的优化研究	192
8.1 多目标决策模型	193
8.2 计算结果	203
8.3 小结	208

第9章 北京市农作物虚拟水结构分析	210
9.1 北京市农作物种植结构变化及用水情况	210
9.2 北京市主要农产品虚拟水含量和总量的分析计算	213
9.3 北京各区县农作物虚拟水总量的分析与计算	225
9.4 北京海关农产品虚拟水进出口贸易分析	236
9.5 农业种植结构调整的建议	240
9.6 小结	243
第10章 结论与展望	244
10.1 主要结论	245
10.2 存在问题与展望	248
参考文献	250
后记	259



第 1 章

水资源与可持续发展

1.1 研究背景和意义

城市的可持续发展，首先是城市中人的生存与发展，而人的生存离不开资源与环境的支持。近几十年来，人类创造了巨大的物质财富，推进了工业文明的进程，同时也遇到了前所未有的问题：人类在发展的同时，也损害了自身的生存环境。环境污染与资源枯竭的问题在全球范围内越来越成为人们关注的焦点。

在所有的生态与环境危机中，水资源危机以其对 21 世纪人类生产和生活的重大影响而居首位。清洁、充足的水是人类生存所必需的基本自然资源，但人类却长期忽视水的重要性。

水是生命的源泉，是人类赖以生存和发展的物质基础。随着社会的进步，人们对水的需求量也在增加，无论是农业灌溉、工业生产还是人们的日常生活，都不能离开水。而地球上的淡水资源是有限的，为此专家们已经发出警告：地球水资源短缺所带来的冲击可

能要比 1970 年代石油危机更为严重。因为世界人口和经济增长的同时,人类对工业、农业和生活用水的需求也在迅速增加。未来的水危机与以往缺水形势完全不同,已不能像过去那样完全依靠水利工程来增加供应,目前许多国家缺水已到了极限,人类面临的已不单是供水危机,而是水资源危机。只有通过节约和提高现有水的利用率来达到目的。

在中国,淡水资源的缺乏已成为相当严重的问题。同时,人们在日常生产和生活中排出大量的污水,造成了水质污染,这更进一步加剧了水资源的紧缺。

综观北京市目前的环境状况,尚存在着许多问题。北京市是世界上严重缺水的大城市之一,当地多年平均自产水资源量仅 37 亿 m^3 ,水资源的人均占有量不足 400 m^3 (如考虑外来人口,则为 300 m^3),远低于国际公认的人均 1 000 m^3 的下限,在世界 120 多个大城市中位居百位之后,属重度缺水地区。

水资源紧缺已成为制约首都经济发展的主要“瓶颈”。同时存在的其他水的问题是:①水污染严重、水环境日趋恶化;②管理体制不顺,水价不合理,用水浪费严重;③水资源配置不合理,产业结构与水资源、水环境承载力不相适应;④大规模的境外调水在北京历史上尚属首次,由此可能引发一系列涉及用水价格、用水政策、利益分配的问题,并对北京市地区的生态环境、社会经济等可能产生近期和长远的不容忽视的影响。

综上所述,北京市水资源呈现日趋减少的趋势,再加上人口多,生活耗水量大,使得北京市缺水的状况更加严重。因此,调整北京市的产业结构,合理配置、高效利用水资源,成为缓解北京市水资源危机状况的重要途径。此外,寻求其他的解决途径,成为缓解水资源危机研究的新方向。而虚拟水战略为缓解北京市水资源的压力带来了新的思路。

解决北京市水资源问题,是经济发展和人民生活水平提高的基本保证。而解决问题的根本出路则在于走可持续发展之路,协调水资源、水环境与经济发展的关系,保证在经济增长的同时,使首都

的水环境状况得到改善,提高有关水问题的科学决策水平。因此,在基于北京市有限水资源的情况下,对北京市的产业结构、用水及排污状况进行分析,对产业结构进行优化和合理配置,这对于减缓人口、经济、社会与环境的用水冲突具有重要意义。

1.2 水资源与可持续发展理念

1.2.1 水资源的概念与内涵

30多年来,“水资源”一词在我国广泛流行,但关于水资源的定义仍尚无公认的定论,其原因主要有:①水的出现形式多样,如地表水、地下水、降水、土壤水等,且具有相互转化的特性;②水资源具有鲜明的地域特征和不可替代性,不同地区的水的物理化学性质不同;③水的用途具有广泛性,利用方式则呈多样性;④不同部门、不同行业、不同地区对水资源的理解不同;⑤水资源的开发利用,受自然因素、社会因素、经济因素、环境因素等多种因素限制,水资源利用效率受上述多种因素的影响不断发生变化等。

1970年代以来,水资源的开发利用出现了新的问题,主要表现在以下三个方面:①水资源供需失衡,即指相对水资源需求而言,水资源供给不足的同时,水资源浪费严重,因此造成了巨大的经济损失,成为制约国民经济可持续发展的“瓶颈”;②水环境恶化,生产生活中排放大量的污水,一方面污染了水源,水资源功能下降,使水资源供需矛盾更加尖锐,给经济发展带来不利影响,另一方面为了缓解水资源供需矛盾,污水处理回用已成为必然趋势;③人类的经济生活对水资源系统造成的影响也越来越大,如大规模农田水利、水土保持工程、城市化进程等均带来了一系列环境问题。必须正确处理环境的负面影响,才能使水利工程发挥最大的效益,水资源的开发利用、保护和管理才能作出正确决策。因此水资源不仅具有自然属性,还具有社会和经济等多重属性。所以,有人认为对世界上正耗尽的水资源的管理需要有一个全球性的政策,水应该被看

做是一种经济资源（伊斯梅尔·赛诺丁，1994）。

基于上述理由，水资源应包括水量与水质两个方面，是指某一流域或区域水环境在一定的经济技术条件下，支持人类的社会经济活动，并参与自然界的水分循环，维持环境生态平衡的可直接或间接利用的资源。狭义的水资源则专指满足人类某种使用功能的，具有一定质量的水量资源；以每年可更新的满足最低水资源功能需求的水资源量衡量。从广义上讲，它包括直接或间接满足人类社会存在、发展需要的，维持流域或区域生态环境系统结构和功能的，具有一定质量的水量资源和水体所含的位能资源。

水资源的利用与人密不可分，其存在的问题和利用方式是以一定区域或一定发展阶段的人类活动来界定的。尽管世界各地存在着多种多样的水资源开发利用，而其基本原理从古至今没有多大变化，只不过是现阶段的手段和技术更先进一些，用途更多样一些。如筑库建坝调节天然水在时间或区位分配上的不均衡性，以利于灌溉、发电、防洪和水产养殖；修建长堤以防止洪水泛滥；建设渠道系统以引用水资源灌溉；掘井提水充分利用地下水资源，实施长距离调水以改变地区水资源分布的不均等。在人类对水资源的开发利用中，采用了农业水利、工业水利和环境水利的活动，经历了趋势利用、强度开发和持续协调三个阶段，由此导致了人水关系向人水协调的方向发展。

1.2.2 水资源与可持续发展的关系

1992年6月在巴西里约热内卢召开了联合国环境与发展大会，会议通过了五个重要文件，涉及人口、资源、环境与经济发展诸方面。与20年前斯德哥尔摩人类环境会议相比，本次会议得到了发达国家和发展中国家的高度重视，同时将可持续发展战略作为环境与经济发展的出路。1993年中国政府参照《21世纪议程》的框架，结合中国实际，编制了《中国21世纪议程》。该议程分为四部分：可持续发展总体战略；社会与人口的可持续发展；经济的可持续发展；资源与环境的可持续利用与保护。