

徐志伟 © 著

基于地区与产业双重维度的 京津冀区域水资源优化研究

Optimization of Water Resources in Jing-Jin-Ji Region

JING

JIN

JJ



经济管理出版社

ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

本书主要在教育部人文社会科学研究项目（12YJC790216）最终研究成果基础上补充整理完成，并受到天津财经大学优秀青年学者资助计划的资助。

徐志伟 ©著

基于地区与产业双重维度的 京津冀区域水资源优化研究

Optimization of Water Resources in Jing-Jin-Ji Region

JING

JIN

JI



经济管理出版社
ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

基于地区与产业双重维度的京津冀区域水资源优化研究/徐志伟著. —北京: 经济管理出版社, 2016. 10

ISBN 978 - 7 - 5096 - 4643 - 4

I. ①基… II. ①徐… III. ①水资源管理—研究—华北地区 IV. ①TV213.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 235755 号

组稿编辑: 杨雅琳

责任编辑: 杨雅琳

责任印制: 黄章平

责任校对: 雨 千

出版发行: 经济管理出版社

(北京市海淀区北蜂窝 8 号中雅大厦 A 座 11 层 100038)

网 址: www.E-mp.com.cn

电 话: (010) 51915602

印 刷: 北京九州迅驰传媒文化有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 720mm × 1000mm/16

印 张: 12.75

字 数: 215 千字

版 次: 2016 年 10 月第 1 版 2016 年 10 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 5096 - 4643 - 4

定 价: 48.00 元

· 版权所有 翻印必究 ·

凡购本社图书, 如有印装错误, 由本社读者服务部负责调换。

联系地址: 北京阜外月坛北小街 2 号

电话: (010) 68022974 邮编: 100836

序 言

2014年2月，习近平总书记在北京主持召开座谈会，专题听取京津冀协同发展工作汇报时强调：“京津冀协同发展意义重大，对这个问题的认识要上升到国家战略层面。”对于京津冀协同发展工作，习近平总书记提出7点具体要求。其中，“着力扩大环境容量生态空间，加强生态环境保护合作”作为京津冀协同发展工作的重要组成部分被特别强调。京津冀既是我国经济最为发达、人口最为稠密的地区，又是水资源稀缺性表现得最为明显的地区，水资源与经济社会发展之间的矛盾严重制约了京津冀地区的进一步发展。在总量难以显著增加的情况下，只有以资源要素空间统筹规划利用为主线，将水资源在京津冀地区内部的不同地区 and 不同产业之间进行合理的优化配置，才能有效地解决当前所面临的问题。

本书在对水资源优化的相关概念进行界定和相关理论进行梳理的基础上，对京津冀地区产业结构和水资源利用现状进行了深入探析，并借此运用灰色关联方法对京津冀地区三次产业发展与水资源耗用量之间的相关关系进行了实证研究。在此基础上，建立了由经济发展、资源集约和环境保护三重目标组成的多目标决策模型，并对京津冀地区2020年的GDP总量、产业结构、生产用水资源总量及结构、废水排放总量及结构、粮食产出水平及水资源粮食产出效率等进行了预测，从而确定了京津冀地区水资源优化模型的主要参数，通过赋予目标函数不同的权重，将多目标决策转化成为了单目标决策问题，对模型进行了求解。之后，本书引入了“浙江东阳—义乌水权交易案例”和“河北四库调水案例”两个案

例，从市场主导和行政主导两个角度分析了保证水资源优化方案在现实层面有效实施的先决条件和基本经验。最终，基于前述研究结果，本书提出了保证水资源优化方案得以有效实施的保障机制。

本书依托 2012 年教育部人文社科基金青年项目——“基于地区与产业双重维度的京津冀地区水资源优化研究”（12YJC790216）的研究报告，经过补充和完善撰写而成，该项目已于 2015 年 5 月顺利结项，相关研究报告已经提交海河水利委员会等相关部门决策参考。笔者也寄期望于本书能够为解决京津冀地区社会经济发展与水资源稀缺之间的矛盾，实现区域经济的可持续发展贡献绵薄之力。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 研究背景	1
第二节 概念界定	6
第三节 研究的目标、内容	13
第二章 文献综述	17
第一节 水资源与地区经济发展的关系	17
第二节 水资源与区域产业结构的关系	20
第三节 水资源优化	25
第三章 理论基础	31
第一节 水资源优化的理论基础与启示	31
第二节 区域产业结构的理论基础与启示	39
第四章 京津冀地区水资源评价	49
第一节 京津冀地区水资源总量评价	49
第二节 京津冀地区供水评价	55



第三节 京津冀地区用水评价	58
第五章 京津冀地区产业结构评价	63
第一节 区域产业结构的评价指标	63
第二节 京津冀地区产业结构内部评价	65
第三节 京津冀地区产业结构关系评价	82
第四节 京津冀地区产业结构的评价结论	86
第六章 京津冀地区产业结构与水资源关联度及利用效率评价	90
第一节 京津冀地区产业结构与水资源关联度评价	90
第二节 京津冀地区三次产业水资源利用效率评价	96
第七章 京津冀地区水资源优化模型的建立	105
第一节 模型建立的基本思想	105
第二节 模型的目标函数与约束函数	107
第三节 模型参数的预测	109
第八章 京津冀地区水资源优化模型的求解	126
第一节 模型的求解方法	126
第二节 模型的求解结果	130
第三节 模型结果的讨论	132
第九章 水资源优化的实现：两个案例的对比分析	139
第一节 “东阳—义乌水权交易”案例概况	139
第二节 河北“四库调水”案例概况	145
第三节 案例比较	149
第四节 水权交易须解决的关键问题	153

第十章 水资源优化的实现：福利分析与保障机制	157
第一节 水资源优化过程中的福利分析	157
第二节 水资源优化过程中的保障机制	164
附表	172
参考文献	180
后记	195

第一章 绪 论

第一节 研究背景

京津冀地区覆盖北京、天津和河北两市一省，总面积约 21.6 万平方公里，约占全国国土面积的 2.25%。2014 年末，京津冀地区总人口为 11053 万人，约占全国人口的 8.08%，拥有北京、天津、唐山、石家庄、邯郸和保定 6 座人口超百万的特大型城市。京津冀地区地处环渤海经济圈腹地，与长江三角洲和珠江三角洲并称为我国经济增长的地区“三极”。2014 年，京津冀地区生产总值为 66478.91 亿元，约占当年全国 GDP 的 10.45%。其中，第一产业产值为 3806.35 亿元，约占全国的 6.52%；第二产业产值为 27289.5 亿元，约占全国的 10.04%；第三产业产值为 35383.06 亿元，约占全国的 11.56%。

与此同时，京津冀地区也是我国水资源最为短缺的地区之一。如表 1-1 所示，就水资源总量而言，2014 年在纳入统计范围的 31 个省、自治区、直辖市中，北京市排名第 29 位，天津市排名第 30 位，河北省排名第 27 位；就人均水资源占有量而言，北京市排名第 30 位，天津市排名最后一名，河北省排名第 29 位。京津冀地区整体人均水资源占有量为 125.12 立方米，仅为全国平均水平的



6.26%、世界平均水平的1.50%。不论是从总量角度还是人均角度,京津冀地区水资源短缺程度不仅远远严重低于水资源相对丰富的西南、中南地区诸省,也严重于经济发达程度和人口密集程度相似的长江三角洲和珠江三角洲地区。因此,水资源短缺问题已经成为制约京津冀地区经济和社会发展的关键性问题之一。

表 1-1 2014 年中国各省、自治区、直辖市人均水资源量排行表

排名	地区	水资源总量 (亿立方米)	人均水资源量 (立方米)
1	西藏	4416.3	140200
2	青海	793.9	13675.5
3	海南	383.5	4266
4	广西	1990.9	4203.3
5	云南	1726.6	3673.3
6	江西	1631.8	3600.6
7	贵州	1213.1	3461.1
8	福建	1219.6	3218
9	新疆	726.9	3186.9
10	四川	2557.7	3148.5
11	湖南	1799.4	2680.1
12	黑龙江	944.3	2463.1
13	重庆	642.6	2155.9
14	内蒙古	537.8	2149.9
15	浙江	1132.1	2057.3
16	广东	1718.4	1608.4
17	湖北	914.3	1574.3
18	安徽	778.5	1285.4
19	吉林	306	1112.2
20	陕西	351.6	932.8
21	甘肃	198.4	767
22	江苏	399.3	502.3
23	辽宁	145.9	332.4



续表

排名	地区	水资源总量（亿立方米）	人均水资源量（立方米）
24	山西	111	305.1
25	河南	283.4	300.7
26	上海	47.1	194.8
27	宁夏	10.1	153
28	山东	148.4	152.1
29	河北	106.2	144.3
30	北京	20.3	95.1
31	天津	11.4	76.1

资料来源：根据《中国统计年鉴》（2015）整理而得。

问题的解决之策，一方面通过南水北调、引黄工程等提高区域水资源的增量供给；另一方面通过对本区域水资源在不同地区、不同产业间进行优化，提升水资源使用效率。相对而言，后一种方案更具水资源利用的可持续性。其原因主要有以下几方面：

首先，京津冀周边区域和水系的水资源短缺日益严重。从行政区划角度看，京津冀地区与辽宁、内蒙古、山西、河南、山东五省份相邻，而上述五省份也属于水资源相对短缺地区。以表 1-1 数据为例，2014 年，辽宁、内蒙古、山西、河南、山东五省水资源总量在全国 31 个省份中分别排名第 25 位、第 17 位、第 26 位、第 22 位和第 24 位，人均水资源占有量分别排名第 23 位、第 14 位、第 24 位、第 25 位和第 28 位。即使人均占有量最高的内蒙古，水资源也主要集中在其东北部的呼伦贝尔、兴安盟地区和西部的河套地区，与京津冀地区邻近的赤峰、锡林郭勒、乌兰察布地区属于半干旱地区，水资源短缺较京津冀地区更为严重。从水系角度看，京津冀地区地处海河水系，北与辽河水系相邻，南与黄河水系相近。如表 1-2 所示，2014 年，黄河流域水资源总量为 653.7 亿立方米，辽河流域水资源总量 239.7 亿立方米，在我国纳入统计的 10 大水系中排名第 8 位和第 9 位，仅略高于排名最末一位的海河水系。因此，基于京津冀周边地区和水系水资



源短缺日益严重的现实，在既定水资源约束条件下研究区域水资源在不同地区与产业之间的优化问题，更符合水资源集约利用的原则，也更有助于水资源短缺问题的长效解决。

表 1-2 2014 年各水资源一级区水资源量

水资源一级区	降水量 (mm)	地表水资源量 (亿立方米)	地下水资源量 (亿立方米)	地下水与地表水资源 不重复量 (亿立方米)	水资源总量 (亿立方米)
全国	622.3	26263.9	7745.0	1003.0	27266.9
北方六区	316.9	3810.8	2302.5	847.7	4658.5
南方四区	1205.3	22453.1	5442.5	155.3	22608.4
松花江区	511.9	1405.5	486.3	207.9	1613.5
辽河区	425.5	167.0	161.8	72.7	239.7
海河区	427.4	98.0	184.5	118.3	216.2
黄河区	487.4	539.0	378.4	114.7	653.7
淮河区	784.0	510.1	355.9	237.9	748.0
长江区	1100.6	10020.3	2542.1	130.0	10150.3
东南诸河区	1779.1	2212.4	520.9	9.8	2222.2
珠江区	1567.1	4770.9	1092.6	15.5	4786.4
西南诸河区	1036.8	5449.5	1286.9	0.0	5449.5
西北诸河区	155.8	1091.1	735.6	96.3	1187.4

资料来源：根据《2014 年中国水资源公报》整理而得。

其次，水资源的区域内部优化更有利于节约成本。通过区外水资源调入方式固然可以在一定程度上缓解京津冀地区水资源短缺的困局，但工程本身的投资规模十分巨大。例如，作为我国跨区域调配水、缓解北方水资源严重短缺的战略性基础设施工程——南水北调仅“十一五”期间相关投资就为 1405 亿元，基本建成后的总投资估算为 4860 亿元。此外，工程本身还涉及移民、水土保持、长江流域生态保护和航运安全等诸多经济、社会和环境问题，其建成后的经济效益尚



存较大争议。京津冀地区均处于海河流域,流域内部水资源在不同地区间的调配更有利于节约建设成本。20 世纪 80 年代初期建成的全长 234 公里的引滦入津工程向天津市安全输水 28 年,取得了很好的经济和社会效益。因此,基于区域内的水资源优化与调配更有利于建设成本的节约。

再次,水资源内部优化有利于提高水资源利用效率。单纯依赖水资源的外部增量供给不利于京津冀地区水资源用户进行技术革新,不利于提高水资源利用效率。事实上,虽然京津冀地区水资源总量和人均占有量在全国排名靠后,但是水资源利用效率却在全国居于前列。其中,2014 年北京市万元 GDP 用水量为 17.58 立方米,天津市为 15.32 立方米、河北省为 65.53 立方米。同期,地处长江三角洲地区的上海市万元 GDP 用水量为 44.93 立方米,江苏省为 90.84 立方米;地处珠江三角洲的广东省万元 GDP 用水量为 65.26 立方米。此外,当年京津冀地区整体的万元 GDP 用水量为 38.27 立方米,仅为全国平均值——95.81 立方米的 39.94%。上述数据从侧面说明,在水资源短缺的大背景下,京津冀地区更多依靠水资源的地区与产业优化,反而可能促进水资源利用效率的提高。

最后,水资源优化为加强区域合作提供契机。与长江三角洲和珠江三角洲地区相比较,京津冀地区一体化程度相对较低。其原因主要在于,区域内部的行政区经济分散化大于一体化,分割强于依存,排斥多于合作。通过京津冀地区水资源地区层面的优化,可以间接形成北京市、天津市和河北省三省、市水资源的协商机制和合作机制,以京津冀协同发展上升为国家战略为契机,为加强区域合作提供良好示范。同时,京津冀三省、市之间产业结构的差异性,也可以为水资源在各地区产业层面的优化提供便利。

基于以上分析,本书将针对京津冀地区经济、社会发展与水资源短缺矛盾,在水资源约束日益增强的背景下,通过建立兼顾经济发展、资源集约、环境保护的多目标决策模型,求解地区与产业双向维度的水资源优化方案,最终从政府和市场两个角度提出水资源优化的保障机制。此处需要进一步阐明的是,经济系统本身十分复杂,其运行结果受到多重可预知或不可预知因素的影响,因此任何研究都是建立在相当假设基础之上的。由于经济系统本身的不可预知性,京津冀地



区水资源优化结果可能会在相当程度上与最终的实际结果存在差异。但是，这也并不能否认优化模型本身存在的现实意义。虽然，优化结果也许并不能提供一个十分精确的水资源分配方案，但至少可以给出一个水资源在地区与产业之间分配的大致轮廓。这些对于相关部门进行科学决策，提早进行政策安排，也是非常有意义的。

第二节 概念界定

一、水资源优化相关概念的界定

1. 水资源

由于水资源类型繁多、用途广泛，并且存在形式经常转化，基于不同视角、用途和研究领域，水资源被赋予不同的定义。

《大不列颠百科全书》将水资源定义为自然界一切形态（气态、液态和固态）水的总和。《中国大百科全书》将其定义为地球表层可供人类利用的水，是一年中可更新的水量资源。联合国教科文组织（UNESCO）将其定义为可供利用或有可能被利用，具有足够数量和可用质量，并适合某地水需求而可长期供应的水源。

在上述三种定义中，《大不列颠百科全书》更多着眼于水资源的自然属性；《中国大百科全书》更多着眼于水资源的社会属性和经济属性；联合国教科文组织的定义除强调社会属性和经济属性之外，还对水资源的“量”和“质”做了区分。本书的研究目标是求解能够达成经济发展、资源集约和环境保护三者相互协调的区域水资源优化方案，更多体现了资源的社会属性和经济属性。因此，本书将水资源定义为特定区域内部可供利用或有可能被利用的地表水和地下水的总和。



2. 水资源优化

“优化”一次最早出现在工程技术领域，并逐步在经济管理领域得到广泛应用。《新帕尔格雷夫经济学大辞典》将“优化”一词定义为在充分考虑多种设计约束前提下，寻求满足某预定目标最佳结果的设计方法。水资源优化就是在水资源总量不变的条件下，在综合考虑水资源自然属性、经济属性、社会属性和生态属性的基础上，采用科学方法和合理管理体制对特定区域的水资源在不同主体或用途之间进行数量上的重新安排与调配，以期达到经济可持续发展和水资源可持续利用目标的相关活动。

王劲峰（2001）和陈南洋（2007）将水资源在社会、经济和生态环境子系统中的优化对象概括为质量、数量、时间和空间四种基本要素。在研究中，由于相关资料的限制，暂不考虑水质因素对优化方案的影响。此外，本书将以2020年为时间节点研究水资源优化问题，也就不会涉及区域水资源的时间分配。因此，本书的水资源优化特指京津冀地区水资源在不同地区和三次产业之间数量与空间上的安排与调配。

3. 水权

水资源优化问题在经济学上表现为可利用水资源在数量与空间上的调配，在法理上表现为水资源产权的重新安排。

《大不列颠百科全书》将产权定义为人与人之间对物的法律关系的综合。阿尔钦（A. Alchian）将产权定义为一个社会所实施的选择一种经济品的权利，其基本内容包括行动团体对资源的使用权与转让权，以及收入享有权。德姆塞茨（H. Demsetz）提出，产权是一种社会工具，其重要性在于它能帮助一个人形成他与其他人进行交易的合理预期，其主要功能是引导人们将外部激励转化为内化激励。菲吕博腾认为产权是包含占有权、使用权、转让权、出借权等在内的权利束，其不仅指人对物的关系，更是人与人之间的关系，它是一系列用来确定每个人相对于稀缺资源使用时相应地位的经济和社会关系。费希尔持有与菲吕博腾相近的观点，认为产权是享有财富的收益并且同时承担与这一收益相关成本的权利，产权并不是有形的物，而是一种抽象的社会关系。巴泽尔（Y. Barzel）将产



权概括为消费资产、从资产中取得收益和让渡资产的权利。

虽然不同学者因着力点差异,对产权概念进行了不同表述,但基本在以下几点达成共识:首先,产权是人与人之间的社会关系;其次,产权是权利的集合,该集合中至少包括所有权、使用权、收益权和处置权;最后,产权的获得意味着收益的享有和成本的承担。

水资源的产权被简称为水权,具体包括水资源的所有权、使用权、收益权、处置权等。我国 2002 年颁布施行的《中华人民共和国水法》第三条明确规定:水资源属于国家所有并由国务院代表国家行使具体权利。但是,水资源的国家所有性质只存在理论上的意义,并不具有实践上的可操作性。因此,在研究京津冀地区水资源优化问题时也就没有必要纠结于水资源所有权的归属与划定。真正具有现实意义的权利在于水资源的使用权。收益权和处置权也都源于使用权的存在,或者说派生于使用权。因为,收益权只有通过水资源的使用才可获得,而对水资源的处置也都基本限于对使用权的让渡。因此,本书的水权倾向于水资源权利集合中的使用权。权利的主体是北京市、天津市和河北省一省两市的地方政府,客体是京津冀地区可被利用水资源,内容是如何将水资源在区域主体和三次产业之间进行合理分配,以实现经济、资源和环境的协调发展。

二、区域产业结构相关概念的界定

1. 产业结构

杨建梅(2003)将产业结构概括为产业优势地位的分布状态。苏东水(2000)从“质”和“量”两个角度对产业结构进行了考察,其中,“质”的角度分析产业间技术经济联系及其变化趋势,揭示经济发展过程中居于主导地位或支柱地位的产业部门不断被替代的规律及其对应的“结构”效益;“量”的角度静态研究和分析一定时期内产业间“投入”和“产出”的比例关系。张文忠(2009)认为,产业结构是各产业之间按照一定经济技术联系构成的比例关系,包括产业发展水平、产业结构组成和产业间的技术经济联系三方面主要内容。刘秉镰(2010)将产业结构定义为一个经济体中产业的构成以及它们之间的比例关



系和结合状态。党耀国（2011）对产业结构进行了“广义”与“狭义”概念的划分，其中，狭义产业结构的内容主要包括构成产业总体的产业类型与组合方式，各产业之间的本质联系与技术基础，产业的发展程度及其在国民经济中的地位和作用；广义产业结构除了上述所指之外，还包括产业之间在数量比例上的关系和空间结构上的分布等。

按照不同的分类标准，产业结构可以有不同的分类方法：按照生产活动的性质可划分为物质资料生产和非物质资料生产两大部门；按照主要投入要素的差异可划分为劳动密集型产业、资本密集型产业、技术密集型产业。本书研究中所指产业结构是指按照生产活动的历史发展过程划分的三次产业分类法，具体划分如下：

（1）第一产业主要包括与农业生产相关的部门，可细分为种植业、林业、畜牧业和渔业。

（2）第二产业主要包括工业和建筑业。其中，现有国家和地方的统计年鉴基本按照 2002 年《国民经济行业分类标准》，将工业划分为煤炭开采和洗选业、石油和天然气开采业、食品制造业、化学纤维制造业等 38 个子行业。此外，按照生产过程和对象划分，工业又可划分为轻工业和重工业。轻工业主要指提供生活消费品和制作手工工具的工业，例如，以农业为原料的食品及饮料制造业、烟草加工业、纺织业、皮革和毛皮制作业、造纸及印刷业，以及以非农产品为原料的文教体育用品业、化学药品制造业等。重工业是指为国民经济各部门提供物质技术基础的生产资料工业，例如，以石油开采、煤炭开采、金属矿开采、非金属矿开采和木材采伐为代表的采掘业，以金属冶炼及加工、炼焦及焦炭化学、化工原料、石油和煤炭加工为代表的原材料工业，以及以机械设备制造为代表的加工工业。

（3）第三产业主要是指第一产业和第二产业之外的，以非物质生产为主的服务业。按照国家统计局《三次产业划分规定》，第三产业包括交通运输、仓储和邮政业，信息传输、计算机服务和软件业，批发和零售业，住宿和餐饮业，金融业，房地产业，租赁和商务服务业，科学研究、技术服务和地质勘查业，水