

区域节水研究

——案例：从“缺水山西”到“节水山西”

牛仁亮 主笔

STUDY ON REGIONAL WATER RESOURCE SAVING
THE STUDY ON REGIONAL WATER RESOURCE SAVING
WATER RESOURCE SAVING
THE STUDY ON REGIONAL WATER RESOURCE SAVING
THE STUDY ON REGIONAL WATER RESOURCE SAVING



中国科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

区域节水研究——案例:从“缺水山西”到“节水山西”/牛仁亮主笔.
—北京:中国科学技术出版社,2004.12

ISBN 7-5046-3946-X

I. 区... II. 牛... III. 节约用水-研究-山西省 IV. TU991.64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 125381 号

中国科学技术出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码:100081

电话:010-62103210 传真:010-62183872

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京玥实印刷有限公司印刷

*

开本:787 毫米×1092 毫米 1/16 印张:19.5 字数:230 千字

2004 年 10 月第 1 版 2004 年 10 月第 1 次印刷

印数:1—3000 册 定价:90.00 元

序 一

水是地球上一切生物的生命源泉，也是人类社会赖以存在和发展的重要资源。然而，当今世界却有 90 多个国家约 15 亿人口面临缺水问题。水问题已经成为世界各国高度关注的全球性问题。人类进入 21 世纪后，经济全球化的大趋势和国际霸权主义、恐怖活动等逆全球化行为相互交织，全球水问题的形势将更加严峻、更加复杂。水问题可能成为各种社会势力竞相利用的工具，从而成为引发国家冲突和地区动乱的重要导火索。随着水紧缺程度的不断提高，水很可能将成为未来全球最重要的战略资源，并代替石油成为影响全球经济周期波动的重要因素。

中国水资源时空分布极不均匀，水资源供需矛盾十分突出。全国约有 54% 的人口、50% 的省份、76% 的城市处于用水紧张或缺水状态。由于水商品的大规模跨国贸易成本极高，风险极大，因而中国只能立足于自主解决水问题。如果出现严重的水危机问题，社会生产和群众生活就会受到影响，发展的可持续性就会受到挑战，国家安全也会受到威胁。水问题是极具约束作用的“瓶颈”和“短板”。我们必须高度重视区域经济发展中的水环境容量和水资源承载力问题。

水资源的本质是一种可再生资源，理应不属于稀缺的经济资源。但是，由于人类长期不合理开发活动的影响，水资源的正常自然循环被破坏，导致了淡水资源的紧缺和危机。也就是说，人类的社会活动创造和赋予了水资源的稀缺属性，使水资源成为一种经济资源。从这个意义上讲，解决水问题的核心就是合理开发利用水资源和提高水的使用效率。这也正是广义的、科学的节水概念。它贯穿水资源利用的全过程，既包括生产生活中的节约用水即少用水，

也包括水资源在各种不同用途、不同行业、不同地区之间的合理配置，还包括污水资源化等水治理和水生产的内容。从水经济学的角度讲，其宏观方面主要是研究水环境容量和水承载力的问题，从而解决持续发展的水支撑问题；微观方面则主要是研究节水的问题，研究提高水使用效率和配置效率的问题。概而言之，解决水问题必须完成三大转变，即对水资源的认识要由可再生资源向经济资源转变；对水利的认识要由工程水利向资源水利转变；工作的重心要由开发水向节约水转变。

长期以来，我国政府一直倡导建设节水型社会，付出了很多努力，也取得了一定成效。但是，与全面建设小康社会的要求相比，还有非常大的距离。与发达国家比，我国的万元工业产值耗水量，要高出3~6倍。因此，必须充分认识实施全面节水战略、建设节水型社会的现实紧迫性和重大战略意义，采取切实有效措施，加快推进节水型社会的建设。牛仁亮同志主笔的《区域节水研究——案例：从“缺水山西”到“节水山西”》正是在这方面所做的一个有益探索和尝试。这本书集理论和实践于一体，既是一本区域节水理论性著作，更是一个建设节水型社会的规划研究，它有下列三大特色。

第一，这本书首次就一个省如何建设节水型社会进行了系统研究和全面规划，是一种开创性的研究。省是中国政治经济生活的重要层次，也是中国历史上最稳定的一级行政机构，具有很大的社会资源动员能力和行政推动能力。我国用水的大头是农业和农村，节水的潜力也主要在农业和农村。但建设节水型社会的重点却长期放在城市。从省域范围研究和规划节水问题，可以有效地统筹城乡用水、工农业用水、各地区用水以至于省内调水，从而取得较好的效果。这是这本书对我国节水事业的一个贡献。

第二，这本书将节水和产业结构调整有机地结合在一起，具有鲜明的特色。国家“十五”计划明确提出，要坚持以结构调整为主线。山西省在省委省政府直接关注和领导下，近年来紧紧抓住结构调整不放松，取得了重要成效，使结构调整成为近年来山西经济

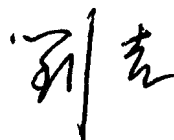
发展最具标志意义的事情。但山西又是一个严重缺水的省份。这本书就如何在产业结构调整中优化用水结构，如何用供水杠杆来促进产业结构调整做了卓有成效的研究。

第三，这本书以山西为研究对象，从个别到一般，它对其他各省建设节水型社会具有较强的示范作用。实施全面节水战略，建设节水型社会，需要付出长期艰苦的努力。这本书确立的基本思路，形成的基本框架，揭示的许多理论，论述的许多观点，对其他省份特别是北方缺水省份具有重要参考价值和借鉴意义。

当然，水问题是一个十分复杂的问题。建设节水型社会在中国还有很长的路要走。这本书提出的理论论点和政策建议，也要在实践中接受考验，并不断完善。此外，无论从科学理论，还是具体政策都还有大量研究任务。比如节水经济与循环经济相结合的问题，或许节水是循环经济最重要和最可行的一个领域。从大的方面讲，生态平衡使水的利用与再生构成良性循环；从中的方面讲，大量污水再生与综合利用；从小的方面讲，生活用水链构成有效的循环等等，都值得系统研究和设计。再如建设节水型社会工程。“工欲善其事，必先利其器”，节水器具的研制和商品生产必将形成一个巨大的节水产业，很可能成为某些省市的主导产业。如何抓住这一机遇促进新的经济崛起是十分重要的课题，等等不一赘述。

这本书的出版是一个良好的开端，我相信它对解决中国的水问题必有所启示和推动。我能为它作序，为山西和中国节水鼓与呼，是我一大荣幸。

中国社会科学院原副院长
中欧工商管理学院院长



二〇〇四年九月

序 二

随着人类对自然开发强度的不断加大和人类生活质量的提高,自然界的淡水已经成为倍受人们关注的短缺资源。我国北方地区的水资源短缺问题由来已久,近年来,供需矛盾呈日益加剧的趋势,已经成为区域经济社会发展最重要的制约因素。由于水资源短缺,不少地区出现了生产下降、农业欠收、生态环境退化等一系列社会问题。

山西省地处黄土高原,水资源年际、年内分布和地区分布不均,人均水资源量不足 500m^3 ,资源型缺水十分严重。加之过去20多年里,山西省能源重化工基地建设速度加快,对水资源开发利用规模也相应加大,全省水资源供需矛盾变得十分突出,太原、大同等主要城市均出现了严重的水荒,地下水超采形成大面积地下水位下降漏斗区,引发了较普遍的生态环境问题。

为保证社会经济的健康发展,以水资源可持续利用支持解决区域水资源供需平衡的矛盾。我国实施了包括南水北调工程在内的一系列大型调水工程,山西省也实施了引黄入晋工程,这些工程的实施将从根本上满足区域经济发展和人民生产、生活的用水要求。但是,在投入巨额资金实施调水的同时,我们更应多角度思考水资源短缺形成的原因,真正把水做为紧缺资源进行管理,通过调整水资源开发利用方式和用水行为,科学合理高效地利用水资源,实施区域节水战略。

为解决区域性缺水问题,人们从节水技术、节水设备、节约用水方式,到综合节水技术措施、管理措施等方面开展了大量的研究,至今已经发展到建立节水型社会的层次。国内外的实践证明,区域节水必须走综合节水的道路。国内不少地方已经开展了有益的

节水型社会模式的理论研究和实践，我国北方不少城市也先后开展了节水型城市建设试点，取得了宝贵的经验。由于严重缺水，山西省的节水工作一直受到政府的高度重视，且取得了一定的成绩，有些工作还走在了全国的前列，如农业节水灌溉技术、火电厂空冷技术、城市污水资源化技术等。

2002年，我曾先后两次赴山西参加山西省政府组织的《节水山西战略工程研究》课题研讨和鉴定。深深地感受到山西省政府对缺水问题的高度重视和在山西省全面建设节水型经济社会体系，实现从缺水山西向节水山西跨越的决心。该课题研究成果受到了与会专家学者的高度评价。本书是在课题研究成果的基础上完成的，内容涉及到节水型社会体系研究，节水技术、法规、政策，节水经济和节水产业发展研究，并从产业、生活、生态用水三方面全面论述了建立节水山西的主要内容和策略。在建立区域节水技术体系和节水管理体系方面进行了较为深入有益的探讨。这本书以实证研究的形式给我们展现了一个系统完整的节水型经济社会发展模式，丰富了我国区域节水理论研究和实践。相信该书的出版会起到抛砖引玉作用，对指导和推动其他地区的节水工作起到积极作用。

中国科学院
中国工程院

院士

张宗祺

二〇〇四年九月

导 言

水是人类社会发展的不可缺少、不可代替的战略性资源。世界上的水资源是有限的，经济社会发展不能超越水资源的承载能力。联合国水资源大会指出：“我们正进入一个新的水资源紧缺时代”。据预测：2025年前，地球上将有二分之一以上的人口面临淡水资源危机，三分之一以上的人口得不到清洁的饮用水。水资源的短缺已成为当今全球社会和经济发展的主要制约因素。

水资源的可持续利用包括开发、利用、节约和保护四个环节。在水资源全球性、战略性、长期性短缺的形势下，合理利用水成为水资源可持续利用的关键所在，节约用水成为解决水资源供需矛盾的基本途径。节水就是合理地用水，高效率地用水，包括减少用水浪费、提高水的重复利用率和污水资源化三层含义。人类对水的利用包括自然水源、输水管道、供水厂、配水管网、用户和排放等环节，节约用水涉及水资源利用的全过程，其中，水的分配、利用方式和排放控制是节水的重点。

建设节水型社会是解决我国干旱缺水问题最根本、最有效的战略举措，是实现生产发展、生活富裕、生态良好目标的重要途径，是实现人与自然和谐相处和经济、社会、环境协调发展的必由之路。大力推进节水型社会建设，应当成为全面建设小康社会的重大现实主题。

节水战略可以分成全球、国家、区域、产业四个层次。联合国和一些重要的国际组织多次提出世界水资源安全警告，制订了“世界21世纪水行动建议”和以水资源安全为主题的《海牙宣言》。中国工程院组织完成的《21世纪中国可持续发展水资源战略研究》咨询研究报告指出：水资源可持续利用的核心是提高用水

效率，建成节水防污型社会。一些城市也研究制订了区域性和部门性的节水战略和行动方案。

区域节水是节水战略的重要组成部分，是全球节水和国家节水的基本支撑力量。对于缺水地区而言，区域节水战略尤为重要，甚或成为区域经济社会发展战略的基本方针和首要任务。从区域角度研究节水战略，根据区域水资源特征、利用特点、承载能力和经济社会发展方向，评估测算区域节水潜力，确定区域节水的战略方向、总体思路、重点领域和基本对策，探讨与节水相关的重大问题，对于区域发展具有重大的现实指导意义，对于节水理论同样具有重要的学术价值。

山西是国内缺水最为严重的省份之一。2000年，水资源总量在全国32个省市自治区中排名第29位，人均占有量不足 300m^3 ，是全国人均占有量的17%，是世界人均占有量的2.2%。据研究，宁夏、河北和山西属于国内少数承受着人口、生态双重压力的缺水地区。这类地区即使无人居住也存在水生态失衡问题，加上沉重的人口压力，水资源短缺问题更为突出。事实上，水资源短缺已经成为山西经济社会可持续发展的主要制约因素。节约用水势在必行，迫在眉睫。建立节水型经济社会体系，是山西未来发展的理性选择和战略举措。为了实现从“缺水山西”向“节水山西”的根本性转变，省政府组织开展了“节水山西战略工程”课题研究，设置了农业节水、工业节水、城市生活节水、农村生活节水和生态节水五个专题。

课题从山西省资源性缺水的严峻现实和长期从紧的水资源供需态势出发，系统地研究了农业、工业、城市、农村生活以及生态用水和节水的现状、发展趋势，科学地测算了全省节水潜力、重点工程节水投资和效益；提出了“节水挖潜、省水高效，水价调节、水效为纲”的节水策略，和以降低水耗、提高水效为中心，以节水体制改革和节水技术进步为动力，以水权交易体系和市场化水价调节为核心、以省水高效的经济体系为主体的“节水山西”战略

思路；构建了节水山西战略体系和综合支撑体系；提出要把节水作为全省经济社会发展的战略要点，同步推进区域性引水、综合节水和污水治理回用三大战略工程，协调好生活用水、产业用水和生态用水之间的关系，规划了未来三十年节水战略的三个推进阶段，明确了各阶段节水工作的目标和实施步骤。同时，从产业结构调整、节水技术进步、水资源管理体制、节水投入等方面，提出了推进节水山西建设的综合对策措施。

2002年12月，省科技厅组织了“节水山西战略工程”课题研究成果评审会，研究成果得到了张宗祜、刘昌明、陈毓川为首的12名院士及24名知名专家教授组成的评审委员会的高度评价。评审委员会认为：“节水山西”从省域整体层面进行了综合性节水体系和战略研究，全面构建了综合性节水技术体系、区域性节水工程体系和战略性节水管理政策体系，开创了全国省域节水战略研究的先河，是我国区域节水研究领域的重大突破。课题所提出的从“缺水山西”向“节水山西”转变与跨越的观点具有重要的创新价值。课题研究基础扎实，研究方法科学，技术路线先进，观点新颖，结论可信，整个成果具有很高的学术价值和广阔的应用前景，对山西节水工作和经济社会可持续发展具有重大的指导意义，对全国其他地区的水资源可持续利用具有重要的借鉴价值，总体上达到了同类研究的国际先进水平。

同时，课题研究成果受到省委、省政府的高度重视，节水战略已被正式纳入全省经济社会发展战略体系，“节水山西”建设成为山西近期发展的战略重点。在“节水山西”战略指导下，一批矿井水回用、污水资源化示范工程项目陆续投入使用，区域性节水重点工程建设也取得明显进展，“节水山西”综合支撑体系正在建设之中。

在课题研究和试点探索的基础上，课题组又收集整理了国内外节水技术和政策资料，对重大节水问题进行了专题研究，经过为期两年的补充、拓展和深化，我们编著了这本《区域节水研究——

案例：从“缺水山西”到“节水山西”》。全书分为三篇，上篇为绪论篇，中篇为区域篇，下篇为专论篇。共设13章，20余万字。

绪论篇包括三章，第一章从全球水资源短缺问题入手，讨论了全球水资源紧缺与水危机问题，分析了全球水资源开发利用现状和特征；第二章剖析了我国的水危机问题及其后果，探讨了我国区域发展的水资源支撑能力；第三章从可持续发展的高度，讨论了可持续发展与资源节约型国民经济体系的关系问题，重点研究了节水型经济社会体系建设的思路、内容和机制，介绍了国外和国内节水型经济社会体系建设的做法和经验。

区域篇包括五篇，重点研究了山西缺水问题和节水战略，提出了从“缺水山西”向“节水山西”跨越的战略思路、重点领域与支撑体系。第四章简要地分析山西水资源特征和水资源利用结构，测算了全省节水潜力，阐述了实施“节水山西”战略的必要性和紧迫性，提出了“节水山西”的总体构想、阶段目标、重点工程和对策措施。第五至第八章，分别从农业节水、工业节水、城乡生活节水和生态节水四个领域，探讨了不同领域的用水与节水现状、节水潜力、节水目标、重点节水工程和示范项目、节水技术途径和节水保障体系等重大问题，阐述了节水山西的实施途径和实现机制。

专论篇包括五篇，专题探讨了节水领域的若干重大问题。第九章着重研究了污水资源化问题，界定了污水资源化的概念及意义，评述了国内外污水资源化的进展与特点，阐述了污水资源化的几个重大关系，筛选和推荐了现代污水回用技术和标准。第十章重点研究了节水产业发展问题，讨论了节水产业兴起的背景和产业特征，分析了节水产业发展现状、前景和对策。第十一章专题研究了节水价格调控问题，在论述水资源产权和价格的基础上，分析了水价调控体系和水价调控机制。第十二章，系统研究了节水行政推动问题，介绍了国内外节水行政管理现状，探讨了节水意识、节水规划、节水管理等问题。第十三章重点研究了节水法律保障问题，分

析了现行节水法律法规体系及其不足，提出了完善我国水法律法规体系的建议意见。

区域节水战略是一个尚待探索的新领域，区域节水理论也还处于初创阶段。尽管山西缺水问题严重，其节水战略研究具有较强的典型性和代表性，但是毕竟区域节水涉及诸多领域，包容许多层面，头绪繁杂，盘根错节，难以一蹴而就。限于人力、水平、时间、经费等，这本著作也不可能全部囊括区域节水的各项内容，不妥之处，敬请各位同行、同好和所有关注节水事业人们批评指正。

牛仁亮

二〇〇四年十月于太原

目 录

结 论 篇

第一章 全球性水资源紧缺时代

- 第一节 全球水资源现状 (3)
- 第二节 全球水资源紧缺与水危机 (5)
- 第三节 全球水资源的开发利用 (10)

第二章 我国的水资源形势及承载力

- 第一节 我国水资源特征 (16)
- 第二节 我国的水危机问题及其后果 (18)
- 第三节 我国区域发展的水资源支撑能力 (24)

第三章 面向可持续发展的节水型经济社会体系

- 第一节 可持续发展与资源节约型国民经济体系 (36)
- 第二节 节水型经济社会体系 (39)
- 第三节 国外节水型经济社会体系的建设实践 (47)
- 第四节 国内节水型经济社会体系的建设探索 (59)

区 域 篇

第四章 从“缺水山西”到“节水山西”

- 第一节 山西水资源特征与开发利用状况 (73)
- 第二节 山西缺水态势与节水潜力 (76)
- 第三节 “节水山西”战略构想 (79)
- 第四节 “节水山西”重点工程 (86)

第五节	“节水山西”对策措施	(95)
第五章	农业节水：技术推广 示范引导	
第一节	农业用水及节水现状	(103)
第二节	农业节水的总体思路	(110)
第三节	农业节水的主要任务	(115)
第四节	节水农业分区模式	(121)
第五节	农业节水重点工程及效益分析	(124)
第六章	工业节水：挖潜降耗 循环高效	
第一节	工业用水与节水现状	(132)
第二节	工业需水量预测与节水潜力分析	(144)
第三节	工业节水目标及任务	(149)
第四节	工业节水技术途径	(151)
第七章	城乡生活节水：理念先行 设施配套	
第一节	城市生活用水现状与问题	(158)
第二节	城市生活节水潜力与重点工程	(170)
第三节	城市污水资源化方向与途径	(174)
第四节	城市生活节水政策与保障措施	(181)
第五节	农村生活用水问题与节水体系	(184)
第八章	生态节水：涵养水分 恢复水力	
第一节	生态环境用水现状	(194)
第二节	生态建设需水量及节水潜力预测	(199)
第三节	生态节水工程及其效果	(204)
第四节	生态节水措施	(209)

专 论 篇

第九章 污水资源化潜力与途径

第一节	污水资源化概述	(215)
-----	---------------	-------

第二节	国内外污水资源化状况	(218)
第三节	污水资源化的途径	(225)
第四节	污水资源化中的几个重大关系	(227)
第五节	污水回用技术与标准	(229)
第十章 节水产业发展		
第一节	节水产业发展的背景与特征	(235)
第二节	节水产业的发展现状	(237)
第三节	节水产业发展前景与对策	(243)
第十一章 节水与价格调控		
第一节	水资源产权与价格	(247)
第二节	水价调控体系	(251)
第三节	水价调控机制	(256)
第十二章 节水与行政推动		
第一节	国内外节水行政管理状况	(260)
第二节	推动节水行政管理的措施	(264)
第十三章 节水与法律保障		
第一节	我国现行节水法律体系	(277)
第二节	加强节水法律保障	(286)
参考文献		(291)
后 记		

绪论篇

