

SHUIZIYUANYUNONGYE
KECHIXUFAZHAN

水资源与农业 可持续发展

长江三峡书系

于法稳 编著

重庆大学出版社

水资源与农业可持续发展

于法稳 编 著

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书在对水资源经济价值、农业可持续发展进行理论分析的基础上,剖析了我国水资源的特点、农业水资源利用的现状和开发利用中存在的问题;根据我国粮食生产的状况及发展趋势,对农业可持续发展的水资源供需进行了全面的预测;对我国农业可持续发展的框架进行了系统的构建;论述了农业节流系统中的理论和实践问题;最后,根据生态经济理论,提出了水资源永续利用的对策和措施。

图书在版编目(CIP)数据

水资源与农业可持续发展/于法稳编著. —重庆:重庆大学出版社,2000.3

ISBN 7-5624-2130-7

I. 水... II. 于... III. ①水资源-研究-中国②农业-可持续发展-研究-中国
IV. F323.213

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 10202 号

水资源与农业可持续发展

于法稳 编 著

责任编辑 丁贻劭

*

重庆大学出版社出版发行

新华书店经销

四川外语学院印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:10.25 字数:256千

2000年11月第1版 2000年11月第1次印刷

印数:1—2000

ISBN 7-5624-2130-7/X·17 定价:15.00元

重建人类与自然的和谐关系、改善生态环境,造福后代,是生态经济学的目的。它利用科学来管理自然,协调人与自然的关係,寻求生态、经济和社会效益的统一,其精神与方法,是与生物医学工程学宏微相通的。

冯元桢

冯元桢博士是世界著名生物力学和生物医学工程学家,美国加州理工大学、加州大学教授,美国国家科学院、美国国家工程科学院、美国国家医学科学院的院士,中国科学院和中国工程科学院外籍院士。曾荣获 ASME 铁木兴科奖、ASCE 房卡门奖、ISB 帕叶氏奖,是生物力学和生物医学工程学的奠基人。因他在生物力学与空气弹性力学研究上的杰出成就,1998 年 10 月获颁美国国家工程院自 1965 年以来为表彰优秀工程科学家对其专业的创造和对社会的贡献而授予“奠基人奖”(Founder's Award)。该奖设立三十余年来,冯元桢教授是惟一的获奖华裔科学家。

序

我国是水资源严重短缺的国家(人均淡水资源仅为世界人均的1/4),而农业用水又占我国用水总量的80%,水资源的不足是制约我国农业可持续发展的最大的“瓶颈”。因此,如何开发利用水资源,从而为我国农业的可持续发展提供保障,就具有重要的现实意义与深远的历史意义。于法稳博士把我国的水资源开发利用与农业可持续发展这两个我国社会经济发展中的重大问题结合起来进行全面系统的研究,这是学术研究面向我国现代化建设主战场的正确方向。

本书具有系统性、综合性和全面性的特点,重点突出,抓住了关键。系统全面地分析了水资源开发利用过程中的经济、社会、生态矛盾,而又突出了重点——农业水资源开发利用,从我国粮食安全保障出发,来研究我国农业可持续发展的水资源供需问题,根据我国农业可持续发展的需要,抓住了关键。同时全面、系统、深刻地分析了我国农业可持续发展中的基本问题,然后,把水资源与农业可持续发展这两个系统结合起来进行了综合分析,使问题的研究上升到了更高的层次。在全面分析研究的基础上构建了我国农业可持续发展的理论框架,提出了水资源持续利用的方向、途径以及农业可持续发展的水资源对策,提出了节水农业的措施和政策建议,对科学合理地开发利用与管理我国农业水资源,实现水资源的持续利用和我国农业的可持续发展有重要的现实意义。

叶谦吉

前言

水是人类和生物生存和发展的物质基础,更是社会经济持续发展最宝贵的自然资源之一。人类社会的发展史,就是开发利用水资源的历史。水资源的短缺和水污染已构成了全球性的水资源危机,严重影响了工农业生产和城乡人民生活,日益成为社会经济持续发展的制约因素,受到了世界各国的高度重视。联合国教科文组织 1998 年 3 月 21 日在巴黎召开了水与可持续发展国际会议,以寻求水资源永续利用的途径。如果说,20 世纪是石油能源的世纪,那么,21 世纪将是水资源的世纪。

我国特殊的地理位置、复杂的地质地貌、独特的气候条件和丰富多样的生态系统特点,决定了我国水资源数量和质量在时空分布上的巨大变异性和极端不均匀性。而众多的人口、经济的快速发展以及城乡工农业用水的迅速增长,进一步加剧了上述矛盾。我国作为农业大国,农业的可持续发展对于国民经济持续、稳定、健康发展具有决定性的意义。农业的可持续发展取决于水资源、土地资源等自然资源的永续利用。可持续发展概念和模式的提出和发展,为当代人利用、保护水资源,合理开发和管理水资源提供了理论基础。因此,实现水资源的永续利用,不仅是农业可持续发展,而且是整个国民经济和社会持续、稳定、健康发展的重要基础和保障。

我国人均占有水量只相当于世界人均水平的 $1/4$,居世界第 109 位,被列为全世界 13 个贫水国家之一。水资源开发利用存在很多问题,给水资源的永续利用提出了严峻挑战。这些问题包括以下几点:(1)供需矛盾日益尖锐;(2)用水效益低,浪费严重;(3)水资源污染严重;(4)缺乏科学管理。从农业生产的情况看,目前全国灌区农业年缺水量约为 300 亿 m^3 ,因旱减收粮食 100 亿~150 亿 kg。在 1.33 亿 hm^2 耕地中,尚有 0.55 亿 hm^2 是无灌溉条件的干旱地,有 0.93 亿 hm^2 草场缺水。全国每年有 0.2 亿 hm^2 农田受旱灾威胁,农村 8000 万人口和 6000 万头家禽饮水困难。我国水资源的特点也决定了水资源形势的严峻性、长期性和复杂性。

《21 世纪议程》指出:“淡水是一种有限资源,不仅为维持地球上一切生命所必须,且对一切社会部门都具有生死悠关的重要意义。”《中国 21 世纪议程》也把水资源持续利用问题放在突出的位置。面对我国水资源的严峻形势,从可持续发展的角度审视与重新认识,有助于加深理解水资源持续利用对实现农业可持续发展的重大意义。不久前,我国政府提出了“中国到 2030 年 16 亿人口能够自己养活自己”的国际承诺,实现农业的可持续发展即是实现这庄严承诺的有效、可行、科学的战略选择。为此,必须执行“全面节约、适当开源、加强保护、强化管理”的方针,运用经济、法律、行政等手段,采取生物、工程措施开发利用和科学管理水资源,构建水资源节约型的国民经济体系,共同营造珍惜水、节约水、保护水的社会氛围。国内外很多国家和地区积累了丰富的节水经验和成熟的技术,给我们提供了理论借鉴和技术保障。

水资源的永续利用是我国农业可持续发展的必由之路。水资源的永续利用必须以生态持续性为前提,以经济持续性为中心,以社会持续性为目标。通过增加投入,改善经营管理,依靠高新科学技术,对农业水资源进行深度开发,不但可以有效地节约和保护水资源,而且可以大幅度提高水资源利用效率和效益。这也正是农业可持续发展的基本要求和主要内容。

由于作者水平有限,书中必有不少欠妥或错误之处,敬请不吝指教,以进一步修改与完善。

目 录

第一章 水资源概述	1
第一节 水文循环	1
第二节 水资源及其特征	3
第三节 水资源在社会经济持续发展中的地位	6
第二章 水资源经济价值研究	8
第一节 水资源经济价值研究目的、意义及其原则	8
第二节 自然资源的价值理论	11
第三节 确定水资源经济价值与价格的方法	21
第四节 水资源配置的市场机制	26
第三章 可持续发展与可持续农业	30
第一节 可持续发展——一种新的发展观	30
第二节 可持续农业的定义及其基本特征	35
第三节 农业可持续发展的基本规律	38
第四章 我国农业可持续发展研究	41
第一节 农业可持续发展面临的困境	41
第二节 我国农业可持续发展的战略架构	43
第三节 生态农业是可持续农业发展模式的最佳形态	47
第四节 重庆市三峡库区农业可持续发展模式的战略选择	50
第五章 我国水资源开发利用的综合分析	56
第一节 我国水资源基本特点	56
第二节 我国水资源开发利用状况	62
第三节 我国水资源开发利用存在的问题	67
第六章 农业水资源开发利用现状	70
第一节 农业发展与水资源	70
第二节 农业水资源利用现状	73
第三节 农业水资源利用过程中的问题	81
第四节 农业水资源配置及效果分析	85
第五节 区域水资源开发利用的阈限	90
第七章 农业可持续发展的水资源供需	96
第一节 粮食安全与可持续发展	96
第二节 农业可持续发展的需水预测	102
第三节 农业水资源供给	105

第四节 农业可持续发展的水资源对策	108
第八章 农业节流系统	115
第一节 农业节流与节水农业	115
第二节 农业节水潜力	119
第三节 农业节水系统	121
第四节 节水农业措施	123
第五节 农业水资源管理体制的改革	125
第六节 国内外发展节水农业的经验	127
第九章 水资源可持续利用的生态经济管理	131
第一节 水资源的集约利用和生态保护	131
第二节 水资源持续利用存在的问题	133
第三节 社会主义市场经济条件下的生态经济管理	136
第四节 水资源持续利用的方向和途径	138
第五节 水资源持续利用的对策	141
参考文献	149
后记	154

第一章 水资源概述

20 世纪 70 年代以来,水资源成为世界热门话题之一,水资源短缺引起了世界众多国家的不安与关注。为此,1977 年联合国召开世界水会议,1998 年在巴黎召开的水与可持续发展国际会议,将水资源问题提高到全球的战略考虑。水是生命的源泉,是生态系统不可缺少的因素,同土地、能源等构成人类生存和社会经济发展的基本条件。随着人口与经济的增长,需求量不断增加和水环境不断恶化双重压力造成的水资源紧缺,已成为世人共同关注的全球性问题,促使人们思考与探讨理性发展的途径,寻求水资源持续利用的方式,以推动可持续发展战略的实现。

第一节 水文循环

水是地球上极其丰富的自然资源,是生物生存不可替代的环境资源,是现代社会可持续发展必不可少的因素之一。地球上现有约 $13.9 \times 10^8 \text{ km}^3$ 水,若将其均匀覆盖于地球表面,水深达 2860.9m。水以液态、固态和气态三种基本形态分布于海洋、陆地、大气和生物机体内。全球海洋的水约 $13.4 \times 10^8 \text{ km}^3$,占全球水量的 96.54%;存于南极、北极和高山区的冰和积雪约 $0.24 \times 10^8 \text{ km}^3$,占全球水量的 1.76%;全球地下水约 $0.23 \times 10^8 \text{ km}^3$,占全球水量的 1.69%。此外,存在于河流、湖泊、沼泽等地表水体中的水约 $20.6 \times 10^4 \text{ km}^3$,存在于大气中的水约 $1.29 \times 10^4 \text{ km}^3$,生物系统中的水约 $0.11 \times 10^4 \text{ km}^3$,后三项合计,约占全球水量的 0.01% (WCRP/GEWEX,1992)。这些水体构成了浩瀚的地球水圈。

水圈中的水并非静止不变,而是处于不断地运动之中,表现为明显的水文循环现象。水圈中各种水体通过蒸发、水汽输送、降水、下渗、地表与地下径流等水文过程紧密联系,相互转换,处于永不停息的运动状态,形成一个巨大的动态系统,称为水文循环系统(图 1.1)。

由图 1.1 可见,水文循环系统不仅紧密联系着地球水圈的各个水体,而且是联系水圈与岩石圈、大气圈、生物圈的纽带,并形成许多彼此耦合的子系统。例如,陆地—大气耦合子系统、地表水—土壤水—地下水耦合子系统等。空间尺度和时间尺度是水文循环过程的基本属性。在全球海洋和全球大陆之间进行的水文循环过程是全球尺度的水循环过程;在各子系统及其界面进行的水文循环过程,是时空尺度与子系统相匹配的水文循环过程(如海洋水文循环过程或陆地水文循环过程);在陆地水文循环过程中,存在着不同区域尺度的水文循环过程。各种水文循环子系统之间和各种尺度水文循环过程之间联系紧密,彼此不可分割。

全球海洋每年有 43.4 万 km^3 水被蒸发进入大气,其中 91.7% 在海洋上空形成降水,直接落入海洋;8.3% 随气流进入陆地上空,形成由海洋上空向陆地上空的水汽输送,成为陆地上空水汽的来源。进入陆地上空的水汽形成降水,其中 66% 通过水面蒸发、陆面蒸发和植物蒸腾重返大气,34% 以地面径流和地下径流形式汇入海洋,这一过程称为全球尺度水文循环过程。

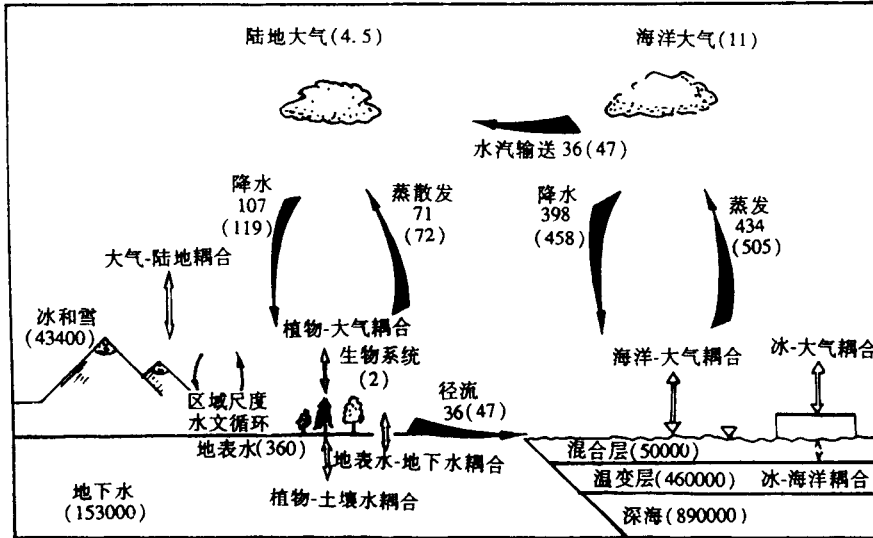


图 1.1 水文循环系统

每年有约 101 万 km^3 的水参与全球水文循环过程,其中蒸发量的 86% 和降水量的 19% 发生在由海洋及其上空大气耦合形成的海洋—大气系统。亦即全球参与水文循环的总水量中,有 82% 的水量,其水文循环过程是空气在海洋—大气系统中进行的。因此,海洋—大气系统是全球水文循环的主要场所。在全球水文循环过程中,总蒸发量的 14% 和总降水量的 21% 是发生在陆地与其上空大气耦合形成的陆地大气系统中,亦即加入全球水文循环的总水量中,有 18% 的水量其水文循环过程是在陆地—大气系统中进行。这一部分水量虽然远小于海洋—大气系统中水文循环的水量,但其过程 and 在水文循环中的作用却十分复杂而且重要。

连接二者的纽带,是水文循环的陆面过程和水文循环的大气过程。

水文循环的陆面过程是发生在陆地上的水文过程的总和。降水达到地面以后,一部分渗入地下,形成土壤水和地下水;一部分补给沼泽、湖泊与河流,成为地表水。土壤水是植物的主要水源,维持着全球陆地生态系统所需的水量;地表水和地下水主要通过河流汇入海洋。无论地表水、土壤水、地下水以及生态系统中的水,大部分通过蒸发重返大气,成为大气里的水汽,其中一部分再次成为降水落到地面,形成各种尺度的水文循环。在全球尺度水文循环过程中,水文循环陆面过程的主要功能,是将陆地上的水汇集并输送到海洋。

水文循环的大气过程,主要指海洋和陆地上空的水汽输送和陆地不同区域上空的水分交换。在全球尺度水文循环过程中,水文循环大气过程的主要功能,是实现海洋上空的水汽向陆地上空输移;在区域尺度水文循环过程中,其大气过程是决定区域水文循环格局和强度的最重要的因素。

大气中的水汽含量虽然只占全球水文循环系统中总水量的 1.53%,但却是水文循环过程中最活跃的成分。表 1.1 表明,全球大气水更新一次平均只需 8 天,而一年中大气里的水汽可

更新 45 次,其更新速率远远快于其他任何水体。正是由于大气里的水汽如此连续活跃地更新和输移,才实现了全球各水体间的水量连续转换和更新。由此可见,水文循环的大气过程对于整个水文循环过程的重要作用无可替代。

水文循环是地球上最活跃的物质循环之一,不仅实现着全球的水量转移,而且推动着全球能量交换和地球化学物质的迁移,塑造地貌,连接着全球的生命,为人类提供不断再生的淡水资源,使得人类居住的星球生机勃勃。

表 1.1 全球水体更新周期

水体形态	更新周期	水体形态	更新周期
世界大洋	2500 年	永久冻土下的冰	10000 年
地下水	1400 年	湖泊	17 年
土壤水	1 年	沼泽	5 年
极地冰和永久积雪	9700 年	河流	16 年
山地冰川	1600 年	大气水	8 天
		生物水	数小时

资料来源:刘国纬著《水文循环的大气过程》。

第二节 水资源及其特征

水资源是人类生存和发展不可缺少的自然资源,也是生物赖以生存的环境资源,随着水资源危机的进一步加剧和水环境质量不断恶化,水资源短缺逐渐成为世界倍受关注的资源环境问题之一。

一、水资源的涵义

水资源最早出现于正式的机构名称,是 1894 年美国地质调查局(USGS)设立的水资源处(WRD),并一直延续至今,在这里,水资源和其他自然资源一道作为陆面地表水和地下水的总称。联合国教科文组织(UNESCO)和世界气象组织(WMO)在 1988 年如是定义水资源:“作为资源的水应当是可供利用或有可能被利用,具有足够数量和可用质量,并可适合对某地为对水的需求而能长期供应的水源。”近 20 年来,“水资源”概念在我国广泛流行,但对水资源内涵的理解却是仁者见仁,智者见智,目前尚无公认的定论。根据 1991 年《水科学进展》杂志社邀请部分知名专家学者进行的一次笔谈,主要观点如下:

其一,降水是大陆上一切水分的来源,但降水只是一种潜在的水资源。只有降水量中可被利用的那一部分才是真正的水资源。在降水中可以转变为水资源部分的为“四水”:水文部门所计算的河川径流量与地下水补给量之和扣除重复计算量、土壤水含量、蒸发和区域间径流交换量。(张家诚)

其二,人类所利用的水资源包括农业用水,工业用水和生活用水。河槽流水是工农业用剩的水量,不应误作全国水资源。(黄万里)

其三,从自然资源的概念出发,水资源可定义为与人类生产与生活(有关)的天然水源,广义水资源应为一切可被人类利用的天然水;狭义的水资源指被人们开发利用的那部分水。(刘昌明)

其四,水资源指来源于大气降水的可供国民经济利用的淡水资源,其数量为扣除降水期蒸发的总降水量。(典耀光)

其五,水资源一般指生活用水、工业用水和农业用水,此称为狭义水资源;广义水资源还包括航运用水、能源用水、渔业用水以及工矿水资源与热水资源等。概言之,一切具有利用价值,包括各种不同来源或不同形式的水,均属于水资源范畴。(陈梦熊)

其六,不能把降水、土壤水或地表水称之为水资源,犹如不能把海水、洪水、气态水当作水资源一样,只能把具有稳定径流量、可供利用的相应数量的水定义为水资源。(施德鸿)

其七,“水”和“水资源”的涵义有区别,水资源主要指与人类社会用水密切相关而又能不断更新淡水,包括地表水、地下水和土壤水,其补给来源为大气降水。(贺伟程)

其八,作为维持人类社会存在并发展的重要自然资源之一的水资源应当具有下列特性:

- (1) 可以按照社会的需要提供或有可能提供的水量;
- (2) 水量有可靠的来源,且水量的来源可以通过自然界水文循环不断更新或补充;
- (3) 水量可以由人工控制;
- (4) 水量及其水质能够适应人类用水的要求。(陈家琦)

从上述众多的水资源概念不难发现,水资源的定义随着社会的发展而发生变化,具有一定的时代烙印,并且有从广泛的外延向逐渐明确的内涵方向演变的趋势。上述定义的共同点是把水资源作为一种地球自然资源的属性,基本上都围绕着水的形态、利用、水量等展开论述,很少涉及水资源的质(水质)。因此,在特定的学科领域,它们皆具有合理的因素。随着水资源的日益重要,对水资源属性的认识,逐渐从自然属性扩展到经济属性,二者进而有机融合。

笔者认为:水资源指在现代科技水平或可预见的技术经济条件下,地球表层各类水体中,可直接或间接开发利用,为人类社会创造价值的逐年可以恢复补给的淡水量,是大气降雨循环再生的动态资源。因此,水资源不是地球各类水体的总和,而是部分水体与科学技术相结合的产物之和。水资源能以某种形式为人类开发利用,为社会创造财富,其价值取决于人类认识和利用水资源的科技水平。所以,在不同的社会历史阶段,水资源的内涵有所差别,并随科学技术的发展而不断丰富和完善,是一个动态的概念。也就是说,水资源是从人类开发利用的角度,不断赋予自然界的水以新的含义。

二、水资源特性

水资源属于非耗竭性可变的自然资源,除具有自然资源一般共性外,还有其特殊的属性。

1. 循环流动性

水以其液态、固态和气态三种基本形态存在于自然界,分布极其广泛;通过自然界的季节温度变化,形成大循环和小循环,并周而复始地为人类提供多次利用的水资源;通过降雨、降雪等方式可以自然循环补充。在正常温度下,水资源以流动性的液态水为主。水在自然蒸发、动

植物吸收利用和人类开发利用等消耗后,只要区域的水文、地质、大气状况不变,水资源的总存量尽管随时间有波动,但却不会枯竭。人类正是掌握其流动性规律,通过拦蓄、调水等措施调节水资源量,造福于社会。由于人类对水的自然循环尚不能实施有效的人工控制,往往在一定时间和空间范围内形成过量的自然供给,造成洪涝灾害,导致人类社会不同程度的损失,是人类开发利用水资源时不可忽视的重要特征之一。水文循环决定了一定时间和空间内水资源的产生、运动、转化和分布的基本规律与格局,与全球性气候有紧密的联系。1997年由于受厄尔尼诺现象的影响,在全球范围内出现了严重的洪涝与干旱灾害。

水资源的循环特点决定其总体数量不存在“资源空心化”。但局部小范围会出现水资源“空心化”,例如由于江河上游开发水资源,会造成下游水库入库流量减少,水环境的污染和地下水的超采等等,对于这种“空心化”问题,只要采取科学有效的措施,是完全可以解决的。

2. 不均匀性

水资源供给的多少取决于大气降水,是人类无法大范围改变的自然规律。因此,造成水资源时空分布的双重不均衡,这就是常说的水资源的时空特性。既给某些区域带来利益,也会给某些区域造成损失。由于水资源具有利与害的双重性,为增加水资源供给的保证程度,人类社会为蓄水、调水、防洪抗旱等措施付出了巨大的代价。

3. 不可替代性

所有的自然资源都是物质资源和环境资源,但是,水资源不可替代性与其他资源相差较大。一些资源往往都存在不同程度的可替代性,如果没有石油可以用煤替代;木材缺乏,可以用钢、塑料等代替;惟独缺水只能以水解决,而无其他替代物。

不可替代性是水资源的独有特性。由于水主要以液态形式活动于生物圈,直接参与生物体内的生理作用,保持生物体的水分平衡,以维持生物的生命。同时,水直接参与工农业生产。水的这种不可替代性正是水资源的无比宝贵之处。

4. 随机性和周期性

由于气象水文要素的随机性所致,水资源数量的随机性是不言而喻的。水资源的数量受丰枯水年变化的影响,由于气候的影响,水资源的年内或年际数量变化较大,而不像矿产、森林、土地是静储量的概念;由于人类开发利用水资源是有限的,有一部分水不可能完全储存和利用。因此,水资源数量总是带有条件性,但又具有一定的周期性。

5. 水资源影响的双重性

水资源的某种用途,必然会在水量、水质和功能等方面影响其他的用途和用水者,因此,水资源各种用途和各用户之间必然存在着直接的物质利益联系,可能产生积极或消极的影响。例如,工业用水及排放,势必降低水的质量,从而影响人类饮水和农业用水的质量。因此,同一流域的用水部门之间存在着直接的物质联系。这种联系有三种情况:一是上游地区灌溉用水增加,必然减少下游地区的供水量,同时上游地区的一部分用过的灌溉水要回流到河流的下游。二是地下水利用的空间外部负经济效果和时间外部负经济效果。例如某用户率先抽取地下水,必然使相邻的地下水用户因地下水位降低而增加用水成本,表现出地下水利用的空间和时间外部负经济效果。三是地下水水位与河流水量之间的外部负经济效果。地下水的抽取必将引起河流水补充地下水,造成河流水量减少;河流水的大量抽取又将引起地下水位下降。

6. 双重性

水是人类生存最主要的环境要素之一。水具有两重性:正面效应是资源,供人类生产与生

活之必需,带来经济繁荣、社会进步;反面效应是灾害,可给人们带来巨大的威胁与危害,例如洪涝、干旱以及由它引起的其他灾害等。同时,人类的经济活动对水资源的干预也会产生双重效应:一方面是城市与工农业发展中的巨大供水效益;另一方面是大量污水排放及超量提引水源造成地表水污染和地下水水量与水质下降等一系列弊端。

第三节 水资源在社会经济持续发展中的地位

水是地球上的一种特殊的物质和资源,具有可循环性和独特的物理化学特性,以及任何物质皆无可替代性。水资源的不可替代性和供给有限性,决定其对于人类社会具有举足轻重的地位,并随着社会、经济的发展而日益突出。“水资源正在取代石油成为在全世界引起危机的主要问题”(WCED,1989)。

一、水资源的分布曾决定了世界文明的版图

从地球上生命的起源到人类社会的形成,从生产力低下的原始社会到科学技术发达的现代社会,人类与水结下了不解之缘。最早的生命诞生于水,生物的进化从水生到陆生,水是生命的摇篮,是人类和地球上一切生物得以生存和延续的重要物质基础。

水、太阳能和大气形成了维持地球上生命的最主要的支持系统。其中,水是动植物机体的主要部分,是地球能量、物质循环与生物新陈代谢的主要介质,没有水就没有生命。没有水更不会有人类的文明和进步。水资源的分布,曾经决定了世界文明的版图。尼罗河孕育了古埃及的文明,是埃及的生命线;底格里斯河与幼发拉底河流域促进了古巴比伦王国的兴盛;恒河带来了古印度的繁荣;长江与黄河是华夏民族的摇篮,五千年的古国文化在这里延续。古往今来,凡是河流湖泊沿岸,总是人口稠密,经济繁荣;而沙漠缺水地带,大都人烟稀少,经济萧条。楼兰古城的兴起是由于丰富的罗布泊湖水的滋润,富庶的楼兰 11 万平方米,人口达万人,是楼兰国的首邑,是我国古代重镇,也是丝绸之路南线必经之地。后来由于种种原因导致水资源衰竭,繁华的古城衰落,直至湮没在茫茫的荒漠之下。玛亚文明的衰落也由于水资源枯竭所致。

二、水资源是农业的命脉

这里所指的农业是广义的农业,包括种植业、林业、牧业和渔业。农业生产的对象是有生命的植物和动物,它们都离不开水。

农业用水在人类各类用水中居第一位,农田灌溉又是农业用水的大户,其用水量约占农业用水总量的 90%。中国是以农立国的国家,农业的发展很大程度依赖于水资源的开发利用和扩大有效灌溉面积。灌溉事业的发展,改善了农业生产条件,大大提高了农业生产水平。占耕地面积 50% 的农田灌溉面积生产了占全国 2/3 的粮食,可见灌溉对粮食生产的效果极其显著。长期以来,干旱缺水始终是制约我国农业发展的主要因素之一。我国特殊的自然条件决定了发展农业必须依靠灌溉。不久前,我国政府提出“中国到 2030 年 16 亿人口能自己养活自

己”的国际承诺,实现农业的可持续发展就是实现承诺最为有效、可行且科学的战略选择。因此,开发利用水资源,发展农田灌溉,对提高农作物产量,提高草场的承载能力,发展畜牧业,实现农业可持续发展具有重要意义。

三、水资源是工业的血液

从手工业到现代的高新技术工业,没有哪一项工业的生产过程不使用水,利用水的各种用途维持其正常生产,几乎每一个生产环节都有水直接或间接参与,因此,人们把水视为工业的血液。

就耗水量而言,工业用水虽次于农业用水而居第二位,但其增长速度却是惊人的。据粗略统计,1900年全世界工业用水量为300亿 m^3 ,占全世界总用水量的7.5%;到1975年,全世界工业用水量已达到6330亿 m^3 ,占全年总用水量的22.2%。在这75年内,全世界工业用水量竟增长了21倍!而相应时期,全世界的居民生活用水和农业用水分别只增长了7倍半和6倍。据美国水利专家预测,到2000年,全世界工业用水量将达到19000亿 m^3 ,约占全年世界总用水量的33%。

在工业用水中,绝大部分在利用之后作为废水排放掉,这表明工业用水重复利用率低,同时又污染了环境。因此,提高工业用水的重复利用率,既可减少取用的新鲜水量,又能减少污水排放量,对工业节水有显著的作用。因此,努力推进工业模式从粗放型向集约型转变,不断提高水资源配置效率和生产要素的综合生产率,实现水资源和能源的集约利用和最佳配置,是缓解水资源短缺的主要途径。因为,通过工业集约化程度的不断提高,减少单位产品的水资源耗用量;通过工业废水资源化,达到综合利用或多次利用的目的,以减轻对稀缺水资源的需求压力。这样,既达到了水资源可持续开发利用的目的,又可实现工业的可持续发展。

四、水资源是城市发展的基础

水是维持一切生命而又无可替代的物质,是城市正常运转的基本保证。

随着城镇化发展,现代城市和工业更依赖于水而生存和发展。与农村供水相比,城市供水具有增长速度快、供水要求高、使用相对集中和连续等特点。城市居民生活每天耗用的水量是乡村居民的数倍。一般,城市规模越大,人均生活用水水平越高,城市水资源供需矛盾越尖锐。因此,水不但是农业的命脉,也是城市的命脉。水资源条件对每一个地区的城市发展规划、城市功能和城市布局有决定性的影响。

由上面的论述可以得出结论:水资源在整个人类社会经济发展过程中具有极其重要的作用,水资源危机引起了世界各国的极大关注和重视,寻求有效手段缓解水资源危机是世界各国特别是水资源短缺国家的十分重要而紧迫的现实议题。

第二章 水资源经济价值研究

第一节 水资源经济价值研究目的、意义及其原则

水是宝贵的自然资源,是人类生存和社会经济活动与发展的基本约束条件。为使有限的水资源更好地推动经济持续、快速、健康发展,科学地制定水资源开发利用战略,加强水资源经济价值的研究,具有极其重要的作用。

一、水资源经济价值研究目的

水资源的特性与地位,决定其特殊的使用价值与价值。但在无偿使用的传统观念支配下,水费价格明显偏低,导致水资源的巨大浪费和供需矛盾日趋尖锐,水资源的稀缺性日益增强,以致危及人类社会与经济的可持续发展。在市场经济体制下,建立科学的水资源价格体系,是水资源经济价值研究目的之一。

加强水资源科学管理,合理开发利用水资源和保护水环境,需掌握明确的水资源数量、质量及价值量,为国家水资源再分配决策提供信息服务,为节约用水、提高水资源的利用率服务。这是其经济价值研究目的之二。

水资源经济价值研究是建立和完善新的国民经济核算体系的组成部分,也是确定国民财富不可缺少的内容,这是研究目的之三。

二、水资源经济价值研究的意义

水资源经济价值研究具有重要的理论意义和现实意义,姜文来博士对此进行总结,主要论点如下。

1. 水资源经济价值是持续发展的重要内容之一

1992年,联合国在巴西的里约热内卢召开了世界环境与发展大会,会议通过了《21世纪议程》,成为人类社会发展史的一个里程碑。《21世纪议程》第18章“维护淡水资源的质量和供应:水资源开发、管理和利用的综合办法”认为,淡水是一种有限资源,不仅为维持地球上一切生命所必须,且对一切社会经济部门都具有生死攸关的重要意义。遵循《21世纪议程》,中

国政府依据国情制定了《中国 21 世纪议程》，其第 14 章“自然资源保护与可持续利用”指出：不合理的资源定价方法导致了资源市场价格的严重扭曲，表现为自然资源无价，资源管理低价以及资源需求的过度膨胀；我们的目标是在自然资源使用分配中引入市场机制，实行“使用者付费”的经济原则，以促进采取有益于环境方式开发自然资源，利用经济手段和市场刺激，使其成为法律手段、行政手段的重要补充……为此，必须建立和完善资源有偿使用和转让制度，研究、鼓励和采用自然资源定价和资源开发技术……通过需求管理、供给管理及价格机制实现资源有效配置。

由此可见，运用经济手段管理水资源等自然资源，实现资源的合理流动和有效配置是持续发展的重要内容之一，为实现国民经济持续、快速、健康发展，全面研究水资源等自然资源价值体系是非常重要且不可逾越的过程。

2. 水资源经济价值研究是水资源核算的关键

国民经济核算指对一定范围和一定时间的人力、物力、财力资源及其利用所进行的计量；对生产、分配、考核、消费所进行的计量；对经济运行中所形成的总量、速度、比例、效益所进行的计量。水资源核算是自然资源核算的构成部分之一，而自然资源核算是合理的国民经济核算的重要组成部分。水资源核算既包括水资源实物量核算、价值量核算，同时又包括水资源水质核算，其中水资源价值量核算是水资源核算的关键，也是将水资源纳入国民经济核算体系的难点，其主要原因是水资源价值的确定还很困难，目前没有突破。

传统的国民经济核算体系没有包括环境资源部分，其后果是环境资源的变化在国民账户中没有得到反映，一方面经济不断增长，另一方面环境资产不断减少，造成虚假的繁荣。随着经济的快速发展，对水资源等环境资源的消耗速度日益增大，最终会突破水资源等环境资源对经济发展支撑的极限，经济的发展达到阈值，人类的生存也受到威胁……这一切在国民账户中均没有得到反映，决策者不能掌握这个威胁人类自身生存的现实，出现决策失误，产生严重的后果。人口、资源、环境问题的出现，便是充分的证明。从理论完善和实践需要两方面已经说明对水资源等自然资源核算非常必要而且迫切。

3. 水资源经济价值的研究是社会主义市场经济发展的需要

随着社会主义市场经济体制逐步建立和完善，水资源必然会走向市场。我国法律规定，水资源等自然资源归国家或集体所有，仅从法律条文看，水资源具有明确的所有权。但是，实践表明，由于客观上存在着水资源所有权与经营权、使用权分离，导致了水资源产权模糊，产生了一系列问题。

现代产权经济学认为，随着经济的发展，资源稀缺性和需求无限增长矛盾日益尖锐，争夺稀缺资源已成为必然，由此产生的冲突不可避免。合理的产权制度就是明确界定资源的所有权和使用权，以及在资源使用中获益、受益、受损的边界和补偿原则，并规定产权交易的原则以及保护产权所有者的利益等。产权制度对资源配置具有根本的影响，是影响资源配置的决定性因素。

我国的自然资源产权制度因缺乏保护自然资源、节约资源的激励机制，经营者和使用者利益短期化，自然资源投资回收周期长等等，都不可避免地造成自然资源配置处于低效率状态，不利于保护和开发利用自然资源，与可持续发展战略思想有一定距离。为此，必须进行两方面改革：一是严格界定自然资源产权权能界限，使产权主体人格化，产权清晰明确；二是自然资源交易逐步市场化，借助于市场价格机制的自动调节作用，合理配置和有效利用自然资源。