

水资源经济 与可持续发展研究

张国兴 何慧爽 郑书耀 著

A research About Water Resource
Economics and Sustainable Development



科学出版社

水资源经济与可持续发展研究

A Research about Water Resource Economics
and Sustainable Development

张国兴 何慧爽 郑书耀 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

资源经济学是一门新兴学科,由于水资源的稀缺性,已成为资源经济学的重要研究对象。本书立足水资源经济与可持续发展,展示了作者水资源经济学的最新研究成果,全面阐释了水资源供求系统、水资源配置、水资源绩效评价、水资源安全等问题,提出我国水资源可持续发展的战略思路。本书内容共分九章,主要包括导论、水资源需求、水资源供给、水资源配置、水权水价与水资源市场、水资源绩效评价、水资源管理、水资源环境保护和水资源安全战略等内容。

本书可作为高等院校经济学专业高年级本科生、研究生的试用教材,或科研院所相近方向研究人员的参考用书,还可作为水资源管理系统在职人员培训的参考读本。

图书在版编目(CIP)数据

水资源经济与可持续发展研究/张国兴,何慧爽,郑书耀著. —北京:科学出版社,2014

ISBN 978-7-03-042738-0

I. ①水… II. ①张… ②何… ③郑… III. ①水资源-资源经济-可持续性发展-研究 IV. ①F407.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 288730 号

责任编辑:李 莉 / 责任校对:胡小洁
责任印制:霍 兵 / 封面设计:无极书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

三河市骏杰印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016 年 1 月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2016 年 1 月第一次印刷 印张:14 1/2

字数:292 000

定价:72.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

经济快速发展、人口持续增加给环境和有限的资源带来沉重的压力。目前水资源研究以工程技术类居多，而在政治学、经济学、管理学、法学等社会科学领域角度开展的研究较少，导致水资源开发利用综合协调机制欠缺。我国作为世界上资源贫乏的国家之一，许多水利工程年久失修，加之相关部门缺乏有效的管理，配套资金不到位，形成“重工程、轻管理、重开发、轻治理”的局面，不仅没有从根本上解决水资源短缺和水资源环境问题，甚至加剧了水资源危机和水环境恶化。解决水资源危机和水环境恶化的根本途径是树立一种开发、利用、保护和管理的理念，以实现水资源的可持续利用。要正确认识当前及未来水资源开发利用中的问题，准确把握社会经济和生态环境发展的问题，破解经济社会发展和水资源之间的矛盾，调整水资源管理策略，在不破坏水资源生态系统的基础上不断探索新方法，以达到在实现水资源系统社会福利最大化的同时确保水资源生态环境的完整性、均衡性和持久性，水资源经济与可持续发展研究就变得非常重要。

如果从 20 世纪 30 年代开始的水利项目的评价算起，水资源经济学的研究历史不到 100 年。在“开发时代”，水资源经济学的主要内容理所当然围绕水利工程展开。在“保护时代”，水资源保护的经济问题成为研究热点。从 20 世纪 90 年代开始了“多元冲突时代”，这一时代水的研究也是多元的，但与以前相比明显增加或强化了水资源管理、公众参与、水市场研究等内容。本书基于水资源经济学的基本分析理论和方法体系，立足水资源经济与可持续发展研究，综合运用宏观/计量/产业/资源经济学、水资源与水环境学、水资源综合规划和水资源综合配置等理论方法，运用数理统计、预测分析等分析方法，在充分认识水资源经济基本规律的基础上，从水资源经济所包含的水资源供求系统、水资源配置、水资源绩效评价、水权、水价、水资源安全等方面进行综合判断。本书内容共分九章，主要内容包括导论、水资源需求、水资源供给、水资源配置、水权水价与水资源市场、水资源绩效评价、水资源管理、水资源环境保护和水资源安全战略等。

本书由张国兴、何慧爽与郑书耀共同撰写，其中第 1 章、第 6 章、第 7 章由张国兴执笔，第 4 章、第 5 章、第 8 章、第 9 章由何慧爽执笔，第 2 章、第 3 章由郑书耀执笔，全书由张国兴统稿。在此，非常感谢何慧爽、郑书耀两位老师的通力合作。

本书系河南省高等学校哲学社会科学研究“三重”重大项目（专项）（项目编号：2014—SZZD—23）的阶段性成果。本书借鉴国内外水资源经济学学科的思想 and 经验，结合水资源领域的特点，进行水资源经济与可持续发展研究，希望为促进水资源经济学学科发展尽绵薄之力，书中难免存在不足之处，需要进一步地深化和完善，敬请读者批评和指正。

本书得到了河南省哲学社会科学规划办公室、河南省教育厅社会科学处和华北水利水电大学等单位的资金支持，在此深表感谢。还要感谢科学出版社李莉老师为本书的顺利出版所提供的大量无私帮助。

本书在写作过程中参考了大量相关文献，引用了国内外许多专家学者的理论、方法、学术观点和研究成果，已在参考文献中列出，若有遗漏敬请谅解。由于作者水平有限，在全书的内容组织和取材上难免存在有待商榷之处，热切期望广大读者不吝赐教。

谨以此书献给所有给予作者帮助的人！

作 者

2015 年 11 月

目 录

第 1 章 导论	1
1.1 资源与水资源	1
1.2 水资源经济	15
1.3 水资源经济学的研究内容	20
第 2 章 水资源需求	27
2.1 水需求与水需求函数	27
2.2 水需求的价格弹性	28
2.3 水需求的种类	32
2.4 作为引致需求的水需求	35
第 3 章 水资源供给	45
3.1 水的自然供给	45
3.2 水的社会供给	46
3.3 非常规水资源的供给	51
3.4 水资源开发利用潜力与可供水量	54
3.5 节水与水供给	59
第 4 章 水资源配置	71
4.1 水资源配置的界定和方式	71
4.2 水资源优化配置与综合评价	73
4.3 水资源配置方式的历史演变	75
第 5 章 水权水价与水资源市场	78
5.1 水权	78
5.2 水价	83
5.3 水资源市场	96
第 6 章 水资源绩效评价	106
6.1 成本效益分析法概述	106
6.2 水资源成本效益分析	112
6.3 水资源项目评价	134
第 7 章 水资源管理	146
7.1 水资源管理概述	146
7.2 水环境管理	155

7.3	流域综合管理	164
7.4	水资源制度管理	180
7.5	水资源管理的制度创新措施	191
第8章	水资源环境保护	197
8.1	自然水循环与社会水循环	197
8.2	水资源开发利用与水环境保护	201
8.3	水资源与社会经济发展的协调性	203
第9章	水资源安全战略	208
9.1	水资源安全内涵与态势	208
9.2	水资源安全与用水效率	212
9.3	水资源紧缺与虚拟水贸易战略	217
参考文献		222

第 1 章 导 论

1.1 资源与水资源

1.1.1 资源

1. 资源的含义

“资源”一词源自经济学科，是天然存在的自然物，它是作为生产实践的自然条件和物质基础提出来的，具有实体性。因此，人们对资源一词的认识尽管有些差异，但大体一致。《辞海》把资源概括为“资财的来源，一般是指天然的财源，不包括人类加工制造的原料，如土地资源、水力资源、生物资源和海洋资源等”。联合国有关组织在 1970 年出版的文献中指出：人在其自然环境中发现的各种成分，只要能以任何方式为人类提供福利的都属于自然资源；从广义上来说，自然资源包括全球范围内的一切要素，它既包括过去进化阶段中的无生命的物理成分，如矿物，又包括植物、动物、景观要素、地形、水、空气、土壤和化石资源。1972 年联合国环境规划署（UNEP）指出：所谓自然资源是指在一定时间条件下，能够产生经济价值以提高人类当前和未来福利的自然环境因素的总称。

英国编撰的《不列颠百科全书》把自然资源定义为：人类可以利用的自然生成物，以及生成这些成分的环境功能。自然生成物包括土地、水、大气、岩石、矿物及其群体森林、草地、矿产和海洋等；环境功能则指太阳能、生态系统的环境机能、地球物理化学的循环机能等。阿兰·兰德尔（1986 年）认为，资源是由人发现的有用途和有价值的物质。自然状态的或未加工过的资源可被输入生产过程，变成有价值的物质，或者直接进入消费过程，因给人们以舒适而产生价值。“资源”是一个动态的概念，没有被发现或发现了但不知其用途的物质不是资源，信息、技术和相对稀缺性的变化都能把以前没有价值的东西变成宝贵的资源。

我国学者李金昌等认为，自然资源是在一定的技术条件下，自然界中对人类有用的一切物质和能量。“资源”是为了满足人类的生活和生产需要而被利用的自然物质和能量，而由于经济条件的限制，现在还难以利用的自然物质和能量。称为“潜在资源”。封志明等认为，自然资源是在一定的社会经济条件下，能够产生生态价值或经济效益，以提高人类当前或可预见的未来生存质量的自然物质

和自然能量的总和。

综上所述, 尽管他们对自然资源理解的广度和深度各异, 文字描述不同, 但以下三点是相同的: ①自然资源是自然的, 来源于自然界, 但又具有社会经济属性; ②自然资源是有价值的, 能给人类带来福利、舒适或价值, 是生产要素; ③自然资源是动态的, 受社会经济技术发展水平的限制, 不同时代和不同地点的资源种类、数量、质量等不同。

2. 资源的特点

资源既然是社会生产和人类生活不可缺少的基本源泉, 就必须使资源的开发、利用、保护和管理建立在科学的基础之上。依据一切资源所具有的共同特征, 大致可把资源概括为有限性、整体性、地域性和多用性等四个特点。

1) 资源的有限性

有限性又称稀缺性, 是资源最重要的特征。资源的有限性表现在两个方面: 一是在总数量上的有限性; 二是可替代资源的品种的有限性。美国学者梅多斯(1974年)在《有限世界增长的动力》中指出, 全世界的金银最多可开采20年, 石油、汞、铜、铝可开采40年, 天然气可开采60年, 镍可开采75年, 锡、钼可开采90年, 锌、锰、铁、煤、铬可开采100年。目前看来这种估计显然是有误差的。随着科学技术和经济力量的不断发展, 一些未被发现的资源将被发现, 还有一些目前不具备开采利用价值的矿产也将被逐步开发利用。尽管煤、石油、天然气和水力、风力、潮汐、地热等资源都可用于发电, 但可替代的投入类型是有限的。譬如作为人类生存必须具有的两种资源, 即淡水和氧气, 至今还没有找到可以替代它们的物质。

2) 资源的整体性

各种自然资源之间是互相联系、相互制约的统一整体, 在一定水热条件下, 形成一定的土壤、植物群体及其相应的动物、微生物群体。如果其中某种因素(资源条件)改变了, 就会引起其他组成因素(资源条件)的相应变化。各种资源在不同时间、空间条件下, 是按不同的比例、不同的关系联系在一起的, 形成不同的组合结构, 并构成不同的生态系统, 并且这些生态系统在一定条件下是可以相互转化的。因此, 自然资源的整体性, 决定着资源的开发、利用、保护和管理应具有全面的观念、实行综合利用, 否则就不能收到更好的经济效益、社会效益和生态效益。

3) 资源的地域性

资源不可能均匀地出现在任一空间范围, 在地域分布上极不平衡, 总是相对集中于某些区域, 形成了各具特色的相对的地区性资源优势。我国自然资源在全

国分布上是不平衡的,不论地面资源和地下资源都存在相对富集和相对贫乏的现象,农业生物资源由东到西,由南到北逐渐下降,水资源南多北少,能源资源南少北多。从世界范围来看,资源的分布也是不均匀的,波斯湾石油沉积盆地面积不过 106km^2 ,已探明石油蕴藏量约占世界总储量的 58%,有 77% 的铬,65% 的铂、钒,50% 的黄金集中在南非等国家或地区。由此可以看出,在经济发展的过程中要特别注意发挥地区性优势,对资源进行择优利用。

4) 资源的多用性

资源一般具有多种功能和用途,同一种资源可以作为不同生产过程的投入因素,不同的行业对同一种资源存在着投入需求,同行业的不同部门以及同一部门的不同经济单位,甚至同一经济单位的不同企业或同一企业的不同车间、班组或工序都会同时存在着对同一种资源(如电力)的需求。因此,资源也存在着多用性,如稀缺的土地资源,既可用于农业,也可用于工业、交通、旅游以及改善居民的生活环境等。

3. 我国资源管理体制中存在的问题

资源作为一种生产力要素,其作用主要表现在资源的原料作用和资源的环境作用两个方面。资源的原料作用是指资源作为社会生产的最初投入,与资本、劳力并称为生产三要素。资源的环境作用主要体现在资源是环境的重要构成要素,资源系统的优劣,对人类的生存环境起着重要的积极作用或是消极作用。因此,良好的资源系统,是经济持续发展的物质基础。目前我国资源的管理体制存在如下缺陷。

1) 资源定价不合理

在传统的经济和价值概念中,认为资源没有价值,或者认为没有劳动参与的东西没有价值,或者认为不能交易的东西没有价值,由此导致在现实生活中的原材料加工产品价格长期偏低,产生“产品高价、原料低价、资源无价”观念。正是这种资源无价的观念及其在理论、政策上的表现,导致资源的无偿占有、掠夺性开发和浪费使用,造成资源损毁、生态破坏和环境恶化,成为经济社会持续协调发展的制约因素。实际上,原料之所以价低,就是因为它的价格构成不完全,没有包括资源本身的价值在内。无论是生产价格定价法,还是市场价格定价法,原料即资源产品的价格,都只包括资源的开发成本与利润等内容,没有包括资源本身的价值。这反映出我国目前资源价格体制上存在的紊乱现象,不利于资源的合理开发利用。

2) 资源的产权界定模糊

尽管我国在法律上规定资源归国家所有,但现行体制实际体现的是部门所有、地区所有,而且由于资源总需求大于总供给,造成资源分配无序,争抢纠纷

不断,资源乱开滥采和浪费现象十分严重,资源形势不断恶化。这种现象产生的根源在于资源的产权界定不清,所有权和使用权相互混淆。谁是国有资源的人格化代表,谁代表资源所有者,没有明确的规定和完善的管理制度。对资源使用者的管理也极不完善,资源被长期无偿占有,对经营不善或破坏浪费资源严重的企业缺乏有效的制约机制。上述弊端导致在资源开发利用中,常常是以使用权的管理压所有权的管理,以使用权的利益挤所有权的利益,导致谁占用资源谁就垄断资源使用权,最终影响了资源的优化配置。

3) 资源再生产产业链条不完整

所谓资源产业,就是通过社会加入进行保护、恢复、再生、更新、增殖和积累自然资源的生产事业。资源的再生产过程是自然再生产过程和社会再生产过程的结合,目前资源的再生、更新和增殖还只局限于自然再生产。在现代化大生产的情况下,人口激增不断加大对资源的压力,经济持续增长日益扩大对资源的需求,单纯依靠自然再生产来增加资源量已远远不能解决资源短缺的矛盾,必须强化其社会再生产。目前,由于我国对资源产业的社会再生产投入不足,资源的再生产大多仍依赖资源本身的自然再生产过程。因此,资源恢复和再生的速度远不及其耗损的速度,资源系统的承载能力已达到极限,所以,确立并发展资源产业链条是必然选择。

4) 国民经济核算体系的不科学

目前未将资源的消长纳入国民经济核算体系,是资源管理中的又一问题。现行的国民经济核算体系只注重经济产值及其增长速度,忽视资源基础和环境条件的缺陷,是造成资源耗竭、环境恶化的重要根源之一。作为现行国民经济核算体系主要指标的国民生产总值(GNP)和国民生产净值(NNP),包括各部门生产的全部商品和服务的价值,考虑了固定资产折旧,但没有考虑资源的消长和环境质量的变化,完全忽视了越来越大的环境价值(包括有形的资源价值和无形的生态价值)。这种核算体系的缺陷对经济社会发展产生错误的导向作用,会造成经济发展的短视化和资源基础不断削弱的资源空心化。其结果可能是国家经济产值稳步上升,而国家矿产耗尽,林木伐光,沃土侵蚀,水源污染,环境污染等。

1.1.2 水资源

1. 水资源的含义

水资源是人类生产和生活不可缺少的自然资源,是自然资源中的重要一类。对水资源含义的准确理解是水资源经济研究的前提,也是针对水资源做经济学分析的重要基础。水资源是具有政治和经济意义的战略性资源,是国家综合国力的组成部分之一,随着社会的发展和研究的深入,不同部门、不同行业对水资源的

定义也是多种多样。“水资源”一词最早出现于 1894 年美国地质调查局 (USGS) 水资源处 (WRD) 作为陆面地表水和地下水的总称。而水资源处的业务范围主要是地表河川径流和地下水的观测及其资料的整编和分析等,并未包括覆盖地球表面面积约为 71%、总量占全球水储量约为 96% 的海洋水。《不列颠百科全书》中“水资源”的定义是“自然界一切形态(液态、固态和气态)的水”。但在 1963 年英国国会通过的《水资源法》中,却定义水资源是“具有足够数量的可用水源”,即自然界中水的特定部分。1988 年,联合国教科文组织 (UNESCO) 和世界气象组织 (WMO) 定义水资源为“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,并适合某地对水的需求而能长期供应的水源。”

我国开发利用水资源具有悠久的历史,形成了比较完整且具有中国特色的水利科学体系。秦代李冰于公元前 250 年左右,在四川灌县修建的都江堰水利工程,就是举世闻名的范例。因此,我国水利与水资源两词并行,具有一定的历史背景。随着时间的发展,西方的“水资源”也越来越具有“水利”的意义。《中国大百科全书》是国内最具有权威性的工具书之一,在“大气科学·海洋科学-水文科学”卷中把水资源定义为“地球表层可供人类利用的水”;在“水利”卷中把水资源定义为“自然界各种形态(气态、液态或固态)的天然水”。

综合而言,水资源应包含水量与水质两个方面,水资源是人类生产、生活及生命生存不可替代的自然资源和环境资源,是能够被人类开发利用并给人类带来福利、舒适或价值的各种形态的天然水体,是在一定的经济技术条件下能够为社会直接利用或待利用,参与自然界水分循环,影响国民经济的淡水。从人类社会发展的过程看,不同时代和不同地点的水资源的范围、种类、数量、质量等不同。广义上,地球上一切形态的水都有可能被人类利用;狭义上,在现有社会经济技术水平的限制下,水资源主要是指赋存于地球陆地的淡水水体。所以,本书所讨论的水资源是研究层面的,主要限于地球上有限的可利用的淡水资源。

2. 水资源特征

水是生命之源,是一切生命生存和发展的物质基础,是物质循环与能力交换的介质。作为不可替代的自然资源,水在自然演化、社会进步、经济发展的过程中,表现出一系列自然特征,以及社会特征和经济特征。

1) 水资源的自然特征

水是自然环境中最活跃的要素,它是一种动态的资源。水资源的自然属性是指水资源在流域水循环过程中、在没有人类活动干扰的情况下的形成机理及其演化规律。

(1) 流动性。水资源（特别是流域地表水资源）具有很强的流动性，这是水资源的最普遍特性。水的物质形态在常温下是一种流体，总是从能量高的地方向能量低的地方流动。受地心引力的作用，水从高处向低处流动，由此形成河川径流。河川径流是大气水循环的重要环节。这一特点，为人类开发利用提供了方便，也为水资源管理增加了困难。因此，对它的开发利用要采用工程技术手段进行拦蓄和控制。

(2) 循环性。水资源与其他矿产资源的不同之处在于其在循环过程中不断地恢复和更新。水循环过程是无限的，同时，水循环受太阳辐射等条件的制约，每年更新的水量又是有限的，而且自然界中各种水体的循环周期不同，在定量估计水资源时，随统计时段的不同，水资源的恢复量也不同，这反映出水资源有动态资源的特点。

(3) 有限性。水资源处在不断的消耗和补充过程中，在某种意义上，水资源具有“取之不尽”的特点，恢复性强。虽然地球上的水资源总量十分巨大，但是其中的绝大部分人类无法直接利用。从水量动态平衡的观点来看，某一期间的水量消耗量接近于该期间的水量补给量，否则将破坏水平衡，造成一系列环境问题。可见，水循环过程是无限的，水资源的储量是有限的，并非取之不尽、用之不竭。

(4) 关联性。水资源是生态环境的基本要素，是生态环境系统结构与功能的组成部分。水以其存在形态与系统内部各要素之间发生着有机联系，构成生态系统的形态结构。另外，由于水资源是母体资源，水对自然和社会的存在与发展，比其他可替代资源显得更为重要和珍贵，水资源状况的重大改变，如形态、数量、质量、水事活动等变化将引起自然和人类行为的相应变化，具有极强的关联性。

(5) 随机性。水资源分布存在明显的时空不均匀性，且差异很大。自然界中可更新的水资源主要来源于大气降水和融雪水，虽然地球上每年的降水基本上是一个常量，但由于受气象水文要素影响，大气降水和融雪水在时间上、空间上存在着随机性，水资源的产生、运动和形态转化在时间和空间上呈现出随机特性。

(6) 多态性。水可呈现为多个相态，包括液态、固态和气态的水。水量转化意味着水的相变，包括液态、固态水的汽化，水汽凝结降水等反复过程。降水在地球表面形成的地表水、土壤水、地下水的聚集，也可因热力场条件不同，而呈液态与固态形式。

2) 水资源的社会特征

水是生命中不可缺少的要素之一。水资源作为一种原始的公共物品，所有权为国家所有，具有一定的垄断性。因此，水资源的社会属性关系到经济社会的发展、安定与和谐。

(1) 利害关系的可转变性。水是重要的资源,又是自然资源的重要组成部分,是环境生命的血液,它兼有资源与环境的双重性,水过多过量会带来水灾、洪灾、涝灾,过少会出现旱灾,水若被污染,不仅损坏了环境,也失去了资源作用。

(2) 用途的不可替代性。水资源对社会经济有多种用途,在人类生活、维持生态系统完整性和物种的多样性中所起的作用是所有其他资源无法替代的。所以,水资源是一种战略性物资。

(3) 开发方式的多样性。为了满足需求,人类对同一水体可以从不同的角度进行开发利用,从中获得更大的社会、经济和生态环境效益,同时也可能产生一定的负面影响。如在河道上建坝,要改变地表和地下径流的天然状态(流量、流速、水位等),产生淹没和浸没,进而影响土地利用、生态环境和产业布局与结构。这些影响,有的是短期的,有的是永久的,有的可能是不可逆转的。尤其是水利水电工程规划设计不当时,产生的不利影响将是十分广泛、深刻和持久的。

(4) 社会成员的共享性。水资源不仅仅是一种简单的经济商品,它是整个人类社会的共同财富,国际社会认为获得水的权利是人的一项基本权利,国际水与环境会议宣称,“重要的是首先承认以能够付得起的价格获得清洁的水和卫生条件是每个人的基本权利”。但文化、宗教等非经济因素对于水资源管理制度的选择发挥着异常大的作用。

3) 水资源的经济特征

水资源是社会经济发展的基础性资源,是社会可持续发展的重要支撑。水资源的经济特征是由其自然特征所决定的,主要表现为水资源的稀缺性、区域性、准公共物品性、外部性等。

(1) 稀缺性。资源稀缺性是经济学的基础。在过去,相对人们的需求而言,其水资源供给是充足的,不存在稀缺,但随着人口的增加和工农业的发展,人们对水的需求不断增加,终于导致20世纪70年代以来的水资源危机,水资源也渐渐地向商品化转变。目前世界水资源的特点是总量多,能利用的少,特别是淡水资源,具有稀缺性。

(2) 区域性。水资源受区域自然条件的限制,在供给上呈现明显的区域性。水资源只能在当地开发,在输水工程覆盖范围内使用和消耗,水市场具有明显的区域性,致使区域内只有一家或几家水企业或生产者从事水资源开发利用和供水,易形成垄断,不存在市场竞争。

(3) 准公共物品性。水资源具有生活资料和生产资料的双重属性,既有公共物品的特点,又有私人商品的特性,是一种准公共物品,具有“混合商品”的特征,具有公共性和非公共性。由于在水资源活动中各种目标或用途混杂在一起,

造成不同目标之间不同的公共程度。

(4) 外部性。外部性是指一种经济行为直接影响他人时,却没有给予相应的支付或得到补偿。水资源的自然特点是水资源经济外部性产生的根源。水的流动性、有限性等特点决定了水会对与之相联系的任何事物相应产生影响。由于水资源具有公共物品性质,决定了水资源使用过程中普遍存在外部性。因此,在某个流域中,上游的用水者使用后回到河流中的水的水质、水量等对下游用水者都有很大的影响。

4) 水资源的生态环境特征

水资源是生态系统的控制性要素,是维系生物繁衍和生存的不可缺少要素,也是维系生态环境稳定的基础性资源。水资源生态属性主要体现在水资源条件对生态环境系统演变的控制和影响上,包括人工生态系统和天然生态系统,它是保持生物多样化、维护生态平衡的基本保障,给一切生命物质提供适宜的生存条件和发展环境的基础。此外,水资源具有稀释、降解污染物,吸附污沉、净化空气、美化环境和景观的作用。

3. 世界水资源概况

所谓的水圈是由地球地壳表层、表面和围绕地球的大气层中液态、气态和固态的水组成的圈层,它是地球“四圈”(岩石圈、水圈、大气圈和生物圈)中最活跃的圈层之一。在水圈内,大部分水以液态形式存在,如海洋、地下水、地表水(湖泊、河流)和一切动植物体内存在的生物水等,少部分以水汽形式存在于大气中形成大气水,还有一部分以冰雪等固态形式存在于地球的南北极和陆地的高山上。地球上的水量是极其丰富的,但是绝大部分人类无法直接利用。目前,世界水资源的发展中主要存在淡水资源短缺与污染严重等问题。

1) 全球淡水资源短缺

继 1972 年联合国第一次人类环境会议发出“水将导致严重的社会危机”以来,水资源问题不仅没有得到根本解决,而且越来越严重。为此,1994 年,在近 80 个国家的环境部长出席的首次国际饮用水和环境会议上,UNEP 主任伊丽莎白·多德斯韦尔呼吁世界各国采取一致的行动,像解决臭氧层问题那样,认真解决水资源危机问题。1997 年 6 月,在纽约召开的联合国第二次全球环境首脑会议首次提出水资源的问题,并提出警告:地区性的水危机可能预示着全球性危机的到来。最近,受联合国粮农组织、环境署、开发计划署、教科文组织和世界银行资助的“世界水委员会”成立了“21 世纪水世界委员会”,其主要工作就是指导制定 21 世纪水、生命和环境的长期构想,站在人类未来的高度,满足未来对水的需求和保证水资源的可持续利用。

1996年5月,在纽约召开的“第三届自然资源委员会”上,联合国开发支持和管理服务部(United Nations Department Development Support and Management)对153个国家和地区(占世界人口的98.93%)的水资源,采用人均占有水资源量、人均国民生产总值、人均取(用)水量等指标进行综合分析,将世界各国分为四类,即水资源丰富国(包括吉布提等100多个国家)、水资源脆弱国(包括美国等17个国家)、水资源紧缺国(包括摩洛哥等17个国家)、水资源贫乏国(包括阿尔及利亚等19个国家)。按此种评价法目前世界上有53个国家和地区(占全球陆地面积的60%)缺水。其中包括:西班牙、意大利南部、达尔马提尼亚沿岸、希腊、土耳其、伊朗大部分地区、巴基斯坦、印度西部、日本、朝鲜、澳大利亚、新西兰的西部地区 and 南部地带、西北非和西南非沿岸、巴拿马、墨西哥北部、智利中部和美国西南部、中国。由此可见,世界水资源的供需平衡并不乐观。据统计,1940年全世界总用水量为8200亿 m^3 ,到1970年增加到26000亿 m^3 。用水量的迅速增加使水危机在世界许多国家产生。进入20世纪80年代,世界上有43个国家用水告急,就连雨量丰沛的日本,也出现了水荒。早在1973年,日本全国就有7个地区缺水,每天供水时间只有5~10h,部分工厂停水,居民排队等水的现象随处可见。1972年日本政府就已把每年8月1日作为全国水日,8月1日开始的一周为全国水周。而水荒最严重的地区是非洲、南亚、中东和拉丁美洲等欠发达国家,人畜用水和灌溉用水非常紧张。至20世纪90年代末,在发展中国家还有20亿人得不到廉价的符合卫生标准的水。

目前的趋势和预测已经表明,水危机将成为几乎所有干旱和半干旱国家普遍存在的问题,联合国发表的“世界水资源综合评估报告”预测结果表明,到2025年,全世界人口将增加至83亿人,生活在水资源紧张和经常缺水国家的人数,将从1990年的3亿人增加到2025年的30亿人,后者为前者的10倍,第三世界国家的城市面积也将大幅度增加,除非更有效地利用淡水资源、控制对江河湖泊的污染,更有效地利用净化后的水,否则,全世界将有1/3的人口遭受中高度到高度缺水的压力。

1998年3月19日至21日,84个国家的部长级代表团和许多非政府组织汇集法国巴黎,认真探讨了水资源与可持续发展的关系。会议指出,对水资源消耗的不断增加已经与可利用的水资源储量不相符。世界水资源研究所认为,全世界有26个国家的2.32亿人口已经面临缺水的威胁,另有4亿人口用水的速度超过了水资源更新的速度,世界上有约1/5的人口得不到符合卫生标准的淡水。世界银行认为,80多个国家在供应清洁水方面有困难。其他研究单位的报告也并不乐观,预计在二三十年内,淡水拥有量不足的人口数将达15亿人。由于受气候

和地理条件的影响,北非和中东很多国家(如埃及、沙特阿拉伯等)降水量少、蒸发量大,因此径流量很小,人均及单位面积土地的淡水占有量都极少,相反,冰岛、厄瓜多尔、印度尼西亚等国,以每公顷土地计的径流量比贫水国高出1000倍以上。

2) 世界水资源污染严重

在美国和西欧等一些发达国家和地区的某些河流的污染现象很严重,如美国的尼亚加拉河、德国的易北河、欧洲莱茵河的某些河段、俄罗斯的拉多加湖等。此外,在发达国家中的一些河流还经常发生重大的水污染事故。例如,1971年发生的阿尔代什河的氰化物污染;1973年由于油船事故有 3600m^3 的碳氢化合物污染了密西西比河;1975年塞纳河的六价铬的污染;1976年罗纳河的丙烯醛污染;1977年2月,70t四氯化碳污染了辛辛那提区内俄亥俄河22.4 km的河段;1977年3月,六氯代苯污染了俄亥俄河长达5920km的河道;1977年新墨西哥州的一座铀矿向埃尔科河排放了 45m^3 放射性污水,造成自来水停产,地下水被污染;1979年依那尔河发生除虫菊酯污染;1987年瑞士某仓库火灾,将农药、溶剂和汞冲入莱茵河,造成数百万条鱼被毒死,并威胁着德国和荷兰的饮用水,使水质本已明显改善的莱茵河,重又处于严重污染状况。

由于没有基本的卫生设施,不发达国家的城镇居民不仅面临传染病和流行病的威胁,而且水污染给居民健康带来的危害极大。在邻近河川、湖泊及沿海的许多城市居民中,往往传播着几种严重的以水为媒体的传染病,如痢疾、伤寒、霍乱和肝炎等。这类疾病的死亡人数占这些国家死亡人员总数的40%,此类疾病的人数占被传染国家各类疾病总发病人数的60%。

一项新的地区淡水资源的全球评价结果表明:目前世界人口中有1/4得不到安全的供水,近一半人口缺少适当的卫生用水设施,而这些人绝大部分生活在发展中国家。许多人由于缺乏安全的供水患上疾病而死亡。全球的水质仍在继续恶化,使生态系统遭受破坏。从1977年阿根廷马德普拉塔召开的联合国水会议以来,联合国有关机构组织了大量专家研究水的问题,召开了多次关于水与环境、水与发展的国际会议,向国际科学界、世界水资源管理者和决策者提出了建议,旨在实现可持续发展的目标和对付迫在眉睫的水资源危机。尤其是1992年6月在巴西里约热内卢召开的联合国环境与发展大会上,大家关注的热点就是包括水环境在内的环境和水资源问题。面对世界性水危机,联合国教科文组织和世界气象组织于1999年2月共同在日内瓦召开全球水文大会,再次动员世界各国为解决日趋严重的水资源危机而积极行动起来,加强各国之间的合作,以寻求解决或缓解越来越严重的全球性水资源危机的有效途径。