

文章编号: 1001-6791(2001)01-0066-06

# 中国 21 世纪水资源安全对策研究

姜文来

(中国农业科学院农业自然资源和农业区划研究所, 北京 100081)

**摘要:** 在分析我国 21 世纪水资源存在问题基础上, 从宏观的角度阐述了我国 21 世纪水资源安全对策, 包括: 开展以提高用水效率为中心的技术革命、水资源管理一体化、建立高效有序的水资源管理机制、高度重视战略水资源及其技术贮存、利用国内国际市场开展水资源贸易等。

**关键词:** 水资源; 管理; 持续利用; 价值

**中图分类号:** TV 213.4      **文献标识码:** C

水资源问题为世界普遍所关注, 它不仅影响、制约社会的可持续发展, 而且将成为 21 世纪全球资源环境的首要问题, 直接威胁人类的生存和发展。

1972 年, 联合国人类环境会议首次发出“水将导致严重的社会危机”的呼吁, 水资源问题愈来愈严重。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, 认真解决非常现实的水资源危机。最近, “世界水委员会”受联合国粮农组织、环境署、开发计划署、科教文组织和世界银行资助, 成立了“21 世纪水世界委员会”, 其主要工作是指导制定 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可持续用水。该委员会于 1999 年 4 月 15~16 日, 在上海召开了一次工作会议, 探讨提出中国 21 世纪水的展望与构想的可能性, 并准备于 2001 年“世界水日”在荷兰召开第二次世界水论坛与部长级会议, 届时将提出该委员会对 21 世纪水的展望报告和世界 21 世纪水的行动建议。

中国水资源问题更加严重, 毫不夸张地说, 21 世纪水资源安全问题的解决关系到中华民族的繁荣昌盛, 必须予以高度重视。

## 1 21 世纪中国水资源面临的主要问题

学术界通常将我国目前水资源开发利用存在的主要问题形象地概括为“水多、水少、水脏和水浑”。进入 21 世纪, 随着人口的增加和国民经济的快速发展, 这些问题依然存在, 并且可能有愈演愈烈的趋势, 同时出现许多新情况, 导致 21 世纪中国水资源问题更加严峻。

收稿日期: 1999-09-07; 修订日期: 1999-11-22

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (49701015)

作者简介: 姜文来 (1964-), 男, 辽宁凌源人, 中国农业科学院农业自然资源和农业区划研究所副研究员, 博士, 主要从事资源环境价值等研究。

### 1.1 水资源供需矛盾达到白热化

目前, 我国水资源供需矛盾比较严重。在全国 640 个城市中, 缺水城市达 300 多个, 其中严重缺水的城市 114 个, 日缺水 1 600 万 t, 每年因缺水造成的直接损失达 2 000 亿元。

进入 21 世纪, 我国水资源供需矛盾将进一步加剧。据预测, 2010 年, 全国总供水量为 6 200 ~ 6 500 亿  $m^3$ , 相应的总需水量将达 7 300 亿  $m^3$ , 供需缺口近 1 000 亿  $m^3$ , 2030 年全国总需水量将达 10 000 亿  $m^3$ , 全国将缺水 4 000~ 4 500 亿  $m^3$ <sup>[11]</sup>。值得说明的是, 在 1949~ 1994 的 46 年间, 我国的供水量仅增加 4 000 亿  $m^3$ , 在此期间水资源开采利用难度较小, 如果在今后 30 余年水资源供水量增量 4 000~ 4 500 亿  $m^3$ , 完成这项任务非常艰巨。

由此可见, 21 世纪我国水资源供需面临非常严峻形势, 如果在水资源开发利用上没有大的突破, 在管理上不能适应这种残酷的现实, 水资源很难满足国民经济迅速发展的需求, 水资源危机将成为所有资源问题中最为严重的问题, 它将威胁中华民族的腾飞, 前景十分令人担忧!

### 1.2 水质危机所导致的水资源危机大于水量的危机

水资源是量与质的高度统一, 21 世纪我国面临着水量危机的同时, 水质危机更加严重, 甚至因水质问题所导致的水资源危机大于水量危机。

目前, 无论是地表水还是地下水, 我国的水质污染非常严重。根据 1998 年对全国 109 700 km 河流进行的评价, 符合《地面水环境质量标准》的 I、II 类标准只占 29.4% (河段统计), 符合 III 类标准的占 33.0%, 属于 IV、V 类标准的占 20.3%, 超 V 类标准的占 16.9%<sup>[12]</sup>, 如果将 III 类标准也作为污染统计, 则我国河流长度有 70.6% 被污染, 约占监测河段长度的 2/3 以上, 可见我国地表水资源污染问题形势严峻。

我国地下水资源污染也不容乐观。仅以北方五省区 (新疆、甘肃、青海、宁夏、内蒙古) 为例, 1/2 以上城市的地下水污染严重。在所监测的 69 个城市中, I 类水质城市不存在; II 类水质城市只有 10 个, 只占 14.5%; III 类水质城市有 22 个, 占 31.9%; IV、VI 类水质城市有 37 个, 占评价城市总数的 53.6%<sup>[13]</sup>。

进入 21 世纪, 虽然随着我国环境治理力度加大, 水质恶化的势头有所抑制, 但从总体上来判断, 水质恶化的趋势不可避免, 从空间上, 将由大陆向海洋, 从城市向农村扩展, 如果不采取有利的措施, 一些城市、地区或流域甚至全国可能发生水质危机, 可以说, 水质危机危害远远超过水量危机, 必须引起高度重视。

### 1.3 水资源“农转非”严重, 水权成为重大问题

“农转非”是指农业水资源通过不同的途径改作它用, 导致单位水资源所产生的效益高于原有的水资源利用模式。从世界角度来看, 这是一种趋势。我国水资源“农转非”现象更加普遍, 而且随着时间的推移趋势更加明显。

1949 年我国农业用水量约为 1 001 亿  $m^3$ , 占全国总用水量 1 030 亿  $m^3$  的 97.1%, 到 1997 年, 该比例下降到 75.5%。与此同时, 工业和城市用水比例由 2.9% 上升到 24.6%。21 世纪, 水资源“农转非”的现象更加明显。据有关专家预测, 到 2050 年, 农业用水占 54%, 城市用水 (含工业) 占 46%<sup>[14]</sup>。为了形象地说明水资源“农转非”量, 作者采用比例估算法进行了估算, 如果以 1980 年为基准, 1997 年大约有 710 亿  $m^3$  水资源总量被转移利用。

目前, 大量的水资源“农转非”并没有制约农业的持续发展, 仅以粮食生产为例, 1949 年只生产粮食 1 132 亿 kg, 1998 年则达到 4.9 亿 T。主要是优质种子、化肥和科学技术的进步推

动,特别是农业节水技术发挥了不可替代的作用,水资源“农转非”促进了农业节水技术的发展。

水资源“农转非”并不是无限的,它有量的限制。水资源“农转非”在一定程度上侵犯了农民的水权。水权是指水资源的所有权和使用权。随着市场经济逐步完善,水权问题更加突出,必须认真研究水权取得、水权的交易、水权的实现与水权调控等重大问题,使“农转非”问题在水权方面得到圆满解决,如果对此忽视必将引发社会矛盾。

#### 1.4 水资源开发引起的生态环境更加严重

为了满足 21 世纪水资源需求,必将加大水资源开发力度,无疑会导致生态环境的进一步恶化。通常认为,当径流量利用率超过 20% 时就会对水环境产生很大影响,超过 50% 时则会产生严重影响。目前,我国水资源开发利用率达 19%,接近世界平均水平的三倍,如 1995 年松、海、黄、淮等片开发利用率达 50% 以上。据预测,到 2050 年全国地表水资源利用率为 27%,除西南诸河利用率较低外(12%),其他各流域均超过 20%,特别是海滦河、淮河、黄河地表水资源利用率均超过 50%,分别为 62%、60% 和 56%。

地下水的开发利用也将达到相当程度。2050 年,全国地下水利用率平均为 64%,除内陆河较低外(27%),其他流域(不含西南诸河)地下水利用率均大于 56%,特别是海滦河、淮河、黄河地下水利用率将分别高达 100%、74%、93%<sup>[4]</sup>。过度开采地下水会引起地面沉降、海水入浸、海水倒灌等一系列环境问题。在目前地下水资源开发条件下,全国已经出现区域性地下漏斗 56 个,总面积大于 8.2km<sup>2</sup>,地层沉降的城市达 50 个,其中北京的沉降面积达 800km<sup>2</sup>,环渤海平原区由于海水倒灌影响面积已达 1 240km<sup>2</sup>。

## 2 21 世纪中国水资源安全对策

解决我国 21 世纪水资源安全的基本出路是开源、节水和加强管理,并采取以下对策。

### 2.1 开展以提高用水效率为中心的技术革命

用水效率和水资源利用率是两个不同的概念。我国的水资源开发利用率较高,但是水资源利用效率比较低,导致宝贵的水资源浪费十分严重。如我国的农业水的利用效率很低,仅在 40% 左右,现有灌溉用水量超过作物合理灌溉用水 0.5~1.5 倍以上;工业和城市用水,除北京、天津、大连、青岛等城市水重复利用率可达 70% 以外,大批城市水资源的重复利用率仅有 30%~50%。

我国节水有很大的潜力。据有关资料分析,美国 1990 年用水效率为 10.3 美元/m<sup>3</sup>,日本 1989 年为 32.4 美元/m<sup>3</sup>,我国 1995 年用水效率为 10.7 元/m<sup>3</sup>,1995 年我国的用水效率只有美国 1990 年的 1/8,日本 1989 年的 1/25(汇率按 1995 年 1.32 美元计算),说明我国节水潜力很大。如 1978~1984 年,北京、天津两城市工业总产值分别增长了 1.8 倍和 1.6 倍,水的重复利用率,从 40%~46% 提高到 72%~73%,而万元产值耗水量却减少了。

因此,我国必须掀起一场提高用水效率的革命,大幅度提高用水效率。为此,我们应该开展以提高用水效率为中心的技术革命,如提高水利产业中科技含量,农业大力推行节水灌溉技术,工业采用先进技术和工艺,提高循环用水的次数,生活用水采用先进节水措施等。

### 2.2 水资源管理一体化

水资源管理一体化是指将水资源放在社会—经济—环境所组成的复合系统中,用综合的系

统的方法对水资源进行高效管理,其主要思想是,水资源不仅是自然资源,而且是对环境有制约的环境资源,它对国民经济发展、人们生活水平的提高以及人类社会的可持续发展都有重要的影响。所以,水资源管理不能采取“头痛医头,脚痛医脚”的方法,而应该采取“动一发而牵全身”的系统方略。

水资源管理一体化在实施上具有多层次性。如区域水量与水质管理的协调统一,流域管理与行政管理的协调统一,水资源管理、供、用和治理协调,水资源利用和湿地保护统一,水资源地表与地下水—降水联调,水资源开发利用与森林保护相统一,区域产业结构的调整和布局充分考虑水资源承受能力等等。

管理上的一体化,其中起重要作用的是机构协调和目标的一体化,其要求有关部门管理协调统一,部门之间必须拧成一股绳,协同作战,不能各自为政。水资源管理涉及众多部门,例如,节水农业是一个系统工程,涉及到农业、水利、科技、气象、城建、环保、宣传、计划和行政部门等众多部门,单靠某一部门开展节水农业的发展是难以实现的。如果各自为政,难以形成合力发挥最大效益,导致效率低下,而且造成国家财富的损失,必须通过有关部门的大力协作来完成。

从效益上来看,水资源管理一体化最终目标是经济效益、社会效益和生态效益的协调统一,其效益衡量尺度必须足够大。如充分利用当地的降水资源,从局部考察,可能提高了水的利用效率,具有较好的社会经济效益;但从整个流域的角度来认识,假设流域的各个区域皆以留住当地水资源为已任,流域地表径流会发生大的改变,甚至导致大江大河的断流,引起更大的生态环境问题。所以,充分利用当地水资源应以流域可承受能力为极限,是有条件和限制的。对于大空间的水资源一体化,小区域是无法来完成的,必须通过政府的调控,特别随着社会主义市场经济的逐步完善,各个区域皆以经济效益为最终目标条件下,加强和完善政府的宏观调控功能更加迫切。

### 2.3 建立高效有序的水资源管理机制

水资源管理一体化,必须有相应的管理机制作为保证,建立高效有序的水资源管理机制,是解决 21 世纪水资源安全不可或缺的重要途径。

目前,我国水资源管理机制不合理,造成水资源开发利用出现许多问题,仅以农业水资源开发利用为例,主要表现在:(1)机制失灵,水资源短缺与浪费并存;(2)现行体制和政策难以形成有效的节水机制,管理单位失去节水的积极性,不利于节水,甚至鼓励多用水;(3)灌溉工程老化,仅以渠道工程老化为例,在被调查的 373 座渠首建筑物中,完好的仅占 4%;(4)过度超采,生态环境恶化,出现大面积地下漏斗,地面沉降或裂缝,黄河断流,海水入侵等;(5)水利工程管理单位收不抵支,举步维艰。为了 21 世纪水资源安全,水资源管理机制必须有一大的突破。

首先,必须将节约用水、保护水资源作为一项基本国策。我们必须向实施计划生育国策那样实现这一国策。在全社会形成节水和保护水资源社会风气,把它作为全民的行动,与社会经济可持续发展结合起来,要坚持不懈,无论是产业结构的布局和调整,还是各项政策的制订和实施,必须充分考虑水资源的制约因素,建立节水型社会。

其次,在管理方面,改变原有的管理方法,由供给管理转向需求与供给管理有机结合的管理,进而逐步实现需求管理。

第三,改革现行的行政管理体制,实施“事企”剥离,其目标是:在水利行政部门的宏观指导下,真正做到产权清晰,权责明确,建立用户参与管理决策的民主管理机制,如“经济自立灌排区”水管理模式。

第四,制定《节水法》,依法促进节水型社会和水管理机制的转变。通过法律途径规范节水型社会的建设和高效水管理机制的形成,是依法治国的组成部分之一,也是节水得以顺利和发展的前提和方向。根据我国水资源实际情况,应该在有关法律基础之上,尽快制订《节水法》。该法是一项综合管理法,对节水有关工作予以规范,其调整范围为高效利用水资源等有关活动<sup>[5]</sup>。

#### 2.4 充分重视水资源战略储备及相应技术的技术贮存

如前所述,21世纪我国面临着严重的水量水质的危机,为了应付这种沉重的危机,我们必须做好水资源后备战略储备及相应技术的技术贮存。

作为后备的战略水资源,最主要的是海水利用、调水、大气水的开发和污水资源化。

海水是战略后备水资源基地,具有“取之不尽,用之不竭”特征,在我国水资源日益紧张的情况下,充分利用海水和向大海要淡水成为一条必由之路。早在80年代,全球已建成7536座海水淡化厂,特别是淡水资源奇缺的中东地区,现已把海水淡化作为提供淡水的唯一途径。沙特80年代建立了第一个大型海水淡化联合企业,目前已发展到23个大型现代化工厂,淡化水量也由开始的0.227亿L/a增加到现在23.46亿L/a,基本解决了长期困扰的淡水问题。目前我国沿海城市一半以上缺水,海水淡化和海水利用应作为解决沿海和岛屿水资源不足的重要途径和方法之一。应该做好相应的规划,并进行海水资源开发利用研究和实践,在充分吸取国内外经验基础上,设计和建造适宜我国需求的海水淡化系统。

调水是解决水资源空间分布不均衡的重要手段之一。“南水北调”是一项战略性工作。另外,西南诸河具有丰富的水资源,可以通过适当的方法来调控,“大南水北调”工程设想是值得考虑和探讨的。

大气水的开发利用是解决水资源危机的另一有效途径。国际上自1946年首次实施人工降雨成功以来,至今技术逐步成熟,积累了一定经验,我国也开展了一定工作,如1995年河北开展的人工降雨取得了显著的效益,据测算,投入和产出效益比在1:30以上。因此,我国应该采取一定措施,从战略的角度重视大气水的开发利用,从全国的角度制定大气水开发利用规划,研究大气水的开发利用对地表径流及生态环境的影响,开发投入低、产出高的新技术。

污水是可以利用的劣质水资源,其开发利用不仅可以缓解水资源供需矛盾,而且对生态环境改善具有重要作用。

由于后备水资源开发利用难度较大,技术要求很高,所以,我们应该从政治和战略的高度,加强有关技术的研究和贮存,否则,难以支撑21世纪水资源需求。

#### 2.5 面向国内国际市场,适当开展水资源贸易

市场是资源配置的重要手段,向国际、国内市场要水资源,并且适当开展资源贸易,是解决21世纪水资源的重大方略之一。

对于国内市场,主要包括两个方面,其一是拉动经济杠杆,建立节水型经济激励机制,包括补偿奖励机制,国家或政府根据节水的实际情况,给予供水单位适当的补偿奖励;惩罚奖励机制,对于完成节水指标的用户给予适当的奖励,对于没有完成的用户,给予适当的惩罚,奖

励与惩罚相合; 水权交换机制, 研究水权的理论和可操作性的交换机制, 通过市场的交换, 实现水资源的有效分配。其二是建立科学的水价体系, 科学的水价体系是水利经济良性循环的重要保证, 也是合理利用水资源的调解器。以水价改革为突破口, 建立良好科学的水价体系, 主要包括: 制定符合社会主义市场经济发展规律的《水价办法》; 按供求关系调整水价, 实行动态水价和超计划累进加价制度; 建立科学的水价体系, 确保地表水、地下水及降水联调机制顺利实施。

对于国际市场, 由于水资源运输的不经济性, 开展水资源直接贸易存在一定困难, 可以通过间接的办法来实现, 例如多出口消耗水量小的产品, 在进口时, 多进口消耗水量大的产品。通过这种方式, 便可以达到水资源的国际贸易目的。实际上, 目前我们也有条件实施这种贸易, 如通过粮食进口渠道来实现。从全球来看, 我国粮食生产并不具有优势, 而且粮食是水资源耗用大户, 我们完全可以在不威胁国家粮食安全的条件下, 多进口一些粮食, 剩余的水资源可通过实施“农转非”方式实现高效利用。

致谢: 本文得到罗其友副研究员的帮助, 在此表示衷心的感谢。

### 参考文献

- [1] 姚建文, 徐子恺, 王建生. 21 世纪中叶中国需水展望[J]. 水科学进展, 1999, 10(2): 190- 194
- [2] 中华人民共和国水利部. 1998 年中国水资源公报[N]. 人民日报, 1999- 09- 02(11).
- [3] 金传良, 郭治清, 王敏春, 等. 中国水资源质量评价概述[J]. 水文, 1996, (5).
- [4] 王浩, 杨小柳. 中国水资源态势分析与预测[A]. 中国农业水危机对策研究[C]. 北京: 中国农业科技出版社, 1998: 1- 38
- [5] 姜文来. 水资源价值论[M]. 北京: 科学出版社, 1998
- [6] [EB/OL] http://watervalue.163.net
- [7] http://www.JWL.126.com.

## Study on Water Resource Safety Strategy for China in the 21th Century<sup>\*</sup>

JIANG Wen-lai

*(Institute of Natural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of*

*Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)*

**Abstract:** The water resource safety strategy for China in the 21th century discussed in this paper includes: (1) to Increase water resource utilization efficiency, (2) to Integrate water resource management, (3) to set up efficiency water resource manage mechanism, (4) to pay more attentive to stratagem water resource and save up technology, and (5) to Develop water resource trade for home and abroad market

**Key words:** water resource; management; sustainable utilization; value

<sup>\*</sup> The Project is Supported by National Natural Science Fund of China (No. 49701015).