

文章编号:1004-8227(2009)02-0116-05

中国水资源状况与水资源安全问题分析

张利平^{1,2}, 夏 军³, 胡志芳¹

(1. 武汉大学水资源与水电工程科学国家重点实验室,湖北 武汉 430072; 2. 中国气象局武汉暴雨研究所,湖北 武汉 430074; 3. 中国科学院地理科学与资源研究所陆地水循环及地表过程重点实验室,北京 100101)

摘要:根据最新的水资源调查评价结果,分析了中国水资源的现状和特点:总量丰富,但人均占有量低;年内年际分配不匀,旱涝灾害频繁,水资源供需矛盾突出;地区分布不均,水土资源不相匹配;水资源利用率低,污染严重。在此基础上,分析了我国水资源安全目前存在的主要问题:水资源时空分布不均严重阻碍社会经济发展;水资源供需矛盾严重,水资源利用效率低下;水质危机导致水资源危机,生态环境恶化严重;水资源管理缺乏科学体制。认为21世纪中国的水资源矛盾将进一步加剧,我国必须进行大规模的改革和强有力的措施,包括节约用水,建立节水型工业,提高用水效率,加强水污染防治,引入市场机制,加强科技创新,树立可持续发展的思想,实行水资源的统一科学管理,维护我国的水资源安全,以缓解我国水资源的供需矛盾,实现经济和社会的可持续发展。

关键词:中国;水资源状况;水资源安全

文献标识码:A

水资源是基础自然资源,是生态环境的控制性因素之一。同时又是战略性经济资源,是一个国家综合国力的有机组成部分。20世纪70年代以来,随着世界人口剧增,经济高速发展,全球用水量急剧增长,水污染日益严重。1997年联合国发布的《世界水资源综合评估报告》指出,水问题将严重制约21世纪全球的经济和社会发展,并可能导致国家间的冲突。展望未来,水资源正日益影响全球的环境与发展,探讨21世纪水资源的国家战略及其相关科学问题,是世纪之交全球共同关注和各国政府的重点议题之一^[1~6]。

中国水资源问题十分突出,尤其是水资源短缺、旱涝灾害以及与水相关的生态环境已经成为我国社会经济发展重要的制约因素,受到国家和社会的高度关注^[5~10]。

1 中国水资源状况与主要特点

根据最近水利部全国第2次水资源评价的结果,我国的多年平均降水总量为6.08万亿 m^3 (648 mm),通过水循环更新的地表水和地下水的多年平均水资源总量为2.77万亿 m^3 。其中地表水2.67万亿 m^3 ,地下水0.81万亿 m^3 ,由于地表水与

地下水相互转换、互为补给,扣除两者重复计算量0.71万亿 m^3 ,与河川径流不重复的地下水资源量约为0.1万亿 m^3 。我国人均水资源量为2200 m^3 ,目前有16个省(区、市)人均水资源量(不包括过境水)低于严重缺水线,有6个省、区(宁夏、河北、山东、河南、山西、江苏)人均水资源量低于500 m^3 ,预测到2030年我国人口增至16亿时,人均水资源量将降到1750 m^3 。我国未来水资源的形势是严峻的^[11,12]。表1是最近8年中国的水资源的变化。

表1 1999~2006中国水资源的变化*

Tab. 1 Water Resources Change in China from 1999 to 2006

年份	全国降水量 (mm)	全国水资源总量 (亿 m^3)
1999	629.10	28 195.7
2000	633.20	27 700.8
2001	612.40	26 867.8
2002	659.70	28 261.3
2003	640.00	26 965.8
2004	601.00	24 130.0
2005	644.30	28 053.0
2006	610.80	25 330.0
1999~2006年5年平均	633.05	27 073.1
1956~1979年多年平均	648.00	28 124.4

*引自中国水资源公报

收稿日期:2008-01-24;修回日期:2008-03-24

基金项目:国家自然科学基金(50879061、40730632、40675070);科技部公益研究项目(2005DBI3J101)

作者简介:张利平(1971~),男,湖北省黄冈人,博士,副教授,主要从事水文水资源学研究。E-mail:zlpwhu@sina.com.cn

从中国大陆水资源总量的趋势看,最近的 20 多年中,由于环境变化,如受气候变化和人类经济活动导致的土地利用和覆被变化的影响,我国的水资源有不同程度的变化,降水和水资源数量略有减少,特别在中国北方地区(如华北地区等),水资源数量减少的趋势比较明显。北方缺水地区持续枯水年份的出现,以及黄河、淮河、海河与汉江同时遭遇枯水年份等不利因素的影响,加剧了北方水资源供需失衡的矛盾。目前我国水资源主要表现为以下几个特点。

(1) 总量丰富,人均占有量低

中国水资源总量年平均为 2.77 万亿 m^3 ,居世界第 6 位,平均径流深度约 284 mm,为世界平均值的 90%,居世界第 6 位。中国水资源总量虽然丰富,但是平均占有量很少。水资源人均占有量为 2 200 m^3 ,约为世界人均的 1/4,排在世界第 110 位,被列为世界 13 个贫水国家之一。耕地的平均占有径流量为 $28.32 \times 10^3 m^3/hm^2$,仅为世界平均数的 80%^[3,4]。

(2) 年内年际分配不匀,旱涝灾害频繁,水资源供需矛盾突出

年际间最大和最小径流的比值,长江以南中等河流在 5 以下,北方地区多在 10 以上,径流量的年际变化存在明显的连续丰水年和连续枯水年。年内分布则是夏秋季水多,冬春季水少^[14]。

大部分地区年内连续 4 个月降水量占全年的 70% 以上,短期径流过于集中,易于造成洪水灾害的发生。例如:1998 年属于丰水年,全国河川径流量比正常年份多 6 247 亿 m^3 ,其中长江偏多 3 491 亿 m^3 (多 36.7%),松花江偏多 693 亿 m^3 (多 90.9%),长江、嫩江出现了特大洪涝灾害。2001 年干旱严重,全国大部分地区河川径流量偏少,松花江、辽河、海河、黄河、淮河比正常年份来水偏少 23%~67%,长江也偏少 6.9%,仅东南、华南沿海、西南和西北内陆来水偏丰。

(3) 地区分布不均,水土资源不相匹配

长江流域及其以南地区国土面积只占全国的 36.5%,其水资源量占全国的 81%;淮河流域及其以北地区的国土面积占全国的 63.5%,其水资源量仅占全国水资源总量的 19%。我国北方人口占全国总人口的 2/5,但水资源占有量不足全国水资源总量的 1/5。在全国人均水量不足 1 000 m^3 的 10 个省区中,北方即占了 8 个,而且主要集中在华北。另外,北方耕地面积占全国耕地面积的 3/5,而水资源量仅占全国的 1/5。南方每公顷耕地水量 28 695 m^3 ,而北方只有 9 645 m^3 ,前者是后者的 3 倍^[6]。水资源空间上分布不平衡性与全国人口、耕地和资源分布的差异性,构成了我国水资源与人口、耕地资源不匹配的特点。

表 2 水资源、人口、耕地、GDP 人均与每公顷耕地平均水资源比较^[4]

Tab.2 Comparison of Water Resources with Population, Plantation and GDP per Capita

分区	占全国(%)				人均水量(m^3)			每公顷耕地 平均水量 (m^3)
	水资源	人口	耕地	GDP	1997	2010	2050	
东北(松辽)	7.0	9.6	20.2	10.4	1 646	1 501	1 287	9 900
华北(黄淮海)	7.7	34.7	39.4	32.4	500	449	389	5 595
西北(内陆河)	4.8	2.1	5.7	1.7	4 876	4 140	3 331	23 835
南方(长江以南)	80.4	53.6	34.7	55.5	3 481	2 952	2 634	64 755
全国	100	100	100	100	2 220	2 050	1 760	28 320

(4) 水资源利用率低,污染严重

我国水资源利用率低下,水浪费现象严重。我国的农业水灌溉利用系数为 0.3~0.4,而发达国家达到 0.7~0.8。

随着经济建设的高速发展,人口不断增加,特别是城市人口急剧膨胀,全国的污水排放量快速增长。目前全国工业和城镇生活的废污水排放量每年达 $445 \times 10^8 m^3$ (未包括县以下乡镇企业排污量),其中 80%左右未经处理直接排入水域,引起大面积水体污染,造成水环境恶化。2005 年,

根据 1 300 条河流 3 200 多个监测断面的水质资料,对 14 万 km 河流水质进行了评价,全年期水质总体状况是:Ⅰ类水河长占 5.1%,Ⅱ类水河长占 28.7%,Ⅲ类水河长占 27.1%,Ⅳ类水河长占 11.8%,Ⅴ类水河长占 6.0%,劣Ⅴ类水河长占 21.3%^[15]。

2 中国水资源开发利用分析

治水害、兴水利,始终贯穿于中国的发展历史。

建国后水利建设取得了举世瞩目的成就。到 2000 年建成水库 8.5 万座,总库容 5 100 亿 m^3 ;年供水能力已由 1949 年的约 1 000 亿 m^3 增加到近 5 700 亿 m^3 ,发展灌溉面积 8.5 亿 hm^2 ;修建堤防 27 万 km ,初步控制了大江大河常遇洪水;治理水土流失面积 80 万 km^2 ;水电装机 7 680 万 kW ,653 个县实现了农村电气化。

2000 年全国用水总量 5 498 亿 m^3 。其中:农业 3 784 亿 m^3 ,占 68.8%;工业 1 139 亿 m^3 ,占 20.7%;生活用水 575 亿 m^3 ,占 10.5%。从开发利用程度分析,全国水资源开发利用率达到 20%,水资源开发利用程度最高的海河流域地表水控制利用率达到 94%,平原区浅层地下水开采率为 100%,水资源总量消耗率达到 96%。从用水指标分析,全国人均用水量 430 m^3 ,万元 GDP 用水量 281 m^3 ,万元工业产值用水量 80 m^3 ,农田灌溉亩均用水量 479 m^3 (1 亩 = 1/15 hm^2),城镇生活人均用水量为 219 L/d,农村生活人均用水量为 89 L/d^[13]。

3 我国水资源安全目前的主要问题

(1) 水资源时空分布不均严重阻碍社会经济发展

我国 20 世纪 90 年代的年均洪灾损失高达 1 200 亿元,占国民生产总值的 2.4%。1991 年的江淮大水、1994 年珠江大水、1998 年的长江和松花江、嫩江大水,都给国家造成了巨大的经济损失。随着经济的发展和气候的变化,全国有 1/4 的国土面积缺水,1/10 地区的水资源仅能满足人类生存的基本需求,不少地区连起码的需求也不能满足。全国每年缺水量近 400 亿 m^3 ,中国农业,特别是北方地区农业干旱缺水状况加重。目前,全国仅灌区每年就缺水 300 亿 m^3 左右。20 世纪 90 年代年均农田受旱面积耕地面积 0.27 亿 hm^2 ,年平均粮食减产 200 多亿 kg ,占总产量的比例则达到 4.7%,干旱缺水成为影响农业发展和粮食安全的主要制约因素;全国农村有 2 400 多万人口和数千万头牲畜饮水困难,1/4 人口的饮用水不符合卫生标准。中国城市缺水现象始于 20 世纪 70 年代,以后逐年扩大,特别是改革开放以来,城市缺水愈来愈严重。据统计,在全国 660 个建制市中,有 400 个城市供水不足,其中 110 个严重缺水,年缺水约 100 亿 m^3 ,每年影响工业产值约 2 000 亿元。洪涝与干旱是阻碍我国社会经济发展的突出因素。

(2) 水资源供需矛盾严重,水资源利用效率低下

我国人均水资源量只有世界平均的 1/4。我国黄淮海及内陆河流域有 11 个省、区、市的人均水资源拥有量低于联合国可持续发展委员会研究确定的 1 760 m^3 警戒线,其中低于 500 m^3 严重缺水线的有北京、天津、河北、山西、山东、河南、宁夏等地区。近些年,黄河断流、海河枯竭,最醒目地表现了我国缺水的严峻态势^[16]。中国用水量(指从自然水体取用的淡水)已达到 5 600 亿 m^3 ,用水总量已经超过美国。但全国平均人均用水量 436 m^3 /人,仅相当美国的 1/4(淡水),世界人均用水量的 2/3。一些地区生产生活用水时常受到威胁。天津市不得不连续几年从黄河应急调水。我国用水的特点主要表现为:全国城乡用水急剧增加:1980 年全国用水 4 437 亿 m^3 ,人均用水 450 m^3 ;2001 年增加到 5 567 亿 m^3 ,人均用水 436 m^3 ,可见用水的增长与人口和经济的增长有一定的关系。全国的用水结构发生变化:从 1980 年到 2001 年的 20 年来,我国农业用水由 3 699 亿 m^3 增长为 3 826 亿 m^3 ,所占的比重由 83.4% 下降为 68.7%;工业用水由 457 亿 m^3 增长为 1 142 亿 m^3 ,所占的比重由 10.3% 增加到 20.5%;生活用水由 280 亿 m^3 增长为 600 亿 m^3 ,所占的比重由 6.3% 增加到 10.8%。用水在地区上的差别明显:从全国来看,南北方的用水与水资源的条件有一定的关系。全国各省(市、区)用水的差别也十分明显。随着人口增加、经济发展,社会经济发展对用水的要求会更高,缺水的威胁还有可能进一步加剧。

在缺水的同时,普遍存在水资源浪费、水资源利用效率低等不合理的现象。目前,全国农业灌溉年用水量约 3 800 亿 m^3 ,占全国总用水量近 70%。发达国家早在 20 世纪 40、50 年代就开始采用节水灌溉,现在,很多国家实现了输水渠道防渗化、管道化,大田喷灌、滴灌化,灌溉科学化、自动化,灌溉水的利用系数达到 0.7~0.8,而我国农业灌溉用水利用系数大多只有 0.3~0.4。其次,工业用水浪费也十分严重,目前我国工业万元产值用水量约 80 m^3 ,是发达国家的 10~20 倍;我国水的重复利用率为 40% 左右,而发达国家为 75%~85%。中国城市生活用水浪费也十分严重,据统计,全国多数城市自来水管网仅跑、冒、滴、漏损失率为 15%~20%。对比美、日等发达国家的用水水平,我国的用水效率还很低。

(3) 水质危机导致水资源危机,生态环境恶化严重

目前,无论是地表水还是地下水,我国的水质污染都非常严重。除了经济较不发达或径流量很大的西南诸河、内陆河、东南诸河、长江和珠江水质良好或尚可,符合和优于Ⅰ类水标准的河长占总监测河长的 70% 以上之外,海河、黄河、松辽河和淮河 50% 以上河段水质低于Ⅰ类水标准,在平原地区更是 70% 以上河段严重污染。国家重点治理的“三河三湖”(淮河、海河、辽河、太湖、滇池、巢湖)水环境改善有限。黄淮海平原、辽河平原和长江中下游平原地区地下水也普遍受到污染。很多地区用未经处理的污水灌溉,危害农产品安全。还有很多地区饮用水水质得不到保证。水环境污染已对食品安全、饮用水安全、环境安全和人民生命安全构成严重威胁。2000 年污水排放总量 620 亿 t,约 80% 未经任何处理直接排入江河湖库,90% 以上的城市地表水体,97% 的城市地下含水层受到污染。其中有 10% 河段污染严重,已基本丧失使用价值,淡水湖泊处于中度污染水平,75% 以上湖泊出现富营养化。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控制,但全国水环境整体恶化的趋势还没有根本扭转。

为了满足水资源需求,目前我国水资源开发利用率已达 19%,接近世界平均水平的 3 倍,个别地区更高,如 1995 年松海黄淮等片开发利用率已达 50% 以上。水资源过度开发导致了生态环境的进一步恶化。很多天然湖泊、沼泽、绿洲萎缩以至消失了,如 20 世纪 70 年代新疆的罗布泊干涸,河西走廊的居延海 1992 年干涸,华北的白洋淀屡屡见底等。海河有些年份几乎没有水入海,华北平原、关中盆地乃至上海,超采地下水,地下水位下降,引起咸水入侵、地下水水质下降、地面沉降等灾害。

(4) 水资源管理缺乏科学体制

目前我国水资源分地区、分部门的管理体制,既不利于水资源的有效利用,也不利于生产力的发展,造成水资源开发利用出现许多问题。如大型综合利用的水库担负着防洪、发电、灌溉、供水、水运等多目标的任务,往往大坝及其建筑物由水利部门管,水电站由电力部门管,船闸再由交通部门管;水量和水质也是不能统一管理,水量由水利部门管,水质大部分由环保部门管理;水资源短缺与水资源浪费共存;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,不利于节水等。多龙治水,多龙管水,这种管理体制既影响水资源的综合开发、优化配置、有效利用和统一管理,又束缚了经济社会生产

力的发展。虽然近些年在建立水资源有偿使用制度、水利投资体制改革、实行水价听证等方面,已经取得了可喜的阶段性成绩,但水资源管理体制与制度的创新仍显缓慢和滞后,与水资源在可持续前提下保障社会经济健康发展的要求还不适应。

4 结语

水资源问题将成为 21 世纪人类面临的最重要的自然资源问题,水资源危机将会给各个国家的经济发展造成很大的威胁。中国水资源总量虽然丰富,但地区分布不均,年内分配集中,北方部分地区水资源开发利用已经超过资源环境的承载能力,水资源面临的形势非常严峻,全国范围内水资源可持续利用问题已经成为国家可持续发展战略的主要制约因素。因此 21 世纪中国必须进行大规模的改革和强有力的措施,必须节约用水,建立节水型工业,提高用水效率,加强水污染防治,大力开发非常规水资源,调整产业结构,实行水资源的统一科学管理,合理配置水资源,引入市场机制,改革水价形成机制,树立可持续发展的思想,缓解供需矛盾,促进合理开发、利用和保护水资源。加强科技创新,推进水利现代化进程,采取切实可行的措施维护我国的水资源安全,以缓解我国水资源的供需矛盾,实现经济和社会的可持续发展。

参考文献:

- [1] WORLD WATER COUNCIL. World water vision 2025 [M]. Earthscan Publications Ltd, 2000.
- [2] 钱正英,张光斗. 中国可持续发展水资源战略研究(综合报告及各专题报告) [M]. 北京:中国水利水电出版社, 2001.
- [3] 中国工程院“21 世纪中国可持续发展水资源战略研究”项目组. 中国可持续发展水资源战略研究综合报告[J]. 中国工程科学, 2000, 2(8): 1~17.
- [4] 陈志恺. 中国水资源的可持续利用问题[J]. 中国水利, 2000 (8): 38~40.
- [5] 姜文来. 中国 21 世纪水资源安全对策研究[J]. 水科学进展, 2001, 12(1): 66~71.
- [6] 贾绍凤,何希吾,夏军. 中国水资源安全问题及对策[J]. 中国科学院院刊, 2004, 19(5): 347~351.
- [7] 李雪松,伍新木. 我国水资源循环经济发展与创新体系构建[J]. 长江流域资源与环境, 2007, 16(3): 297~301.
- [8] 陈志恺. 中国水资源的可持续利用问题[J]. 水文, 2003, 23(1): 1~5.
- [9] 宋新山,邓伟,闫百兴. 我国可持续发展中的水资源问题及对策[J]. 国土与自然资源研究, 2001(1): 1~4.

- [10] 曾 群,蔡述明. 武汉市水资源可持续利用评价[J]. 长江流域资源与环境,2005,14(4):429~434.
- [11] 刘昌明,何希吾. 我国 21 世纪上半叶水资源需求分析[J]. 中国水利,2000(1):19~20.
- [12] 陈志恺. 21 世纪中国水资源持续开发利用问题[J]. 中国工程科学,2000,2(3):7~11.
- [13] 陈 进,黄 薇. 西南国际河流水资源状态及开发中的问题[J]. 长江流域资源与环境,2004,13(5):444~447.
- [14] 陈西庆,陈 进. 长江流域的水资源配置与水资源综合管理[J]. 长江流域资源与环境,2005,14(2):163~167.
- [15] 陈传友,陈智立,姚治君. 我国水资源形势分析及对策[J]. 水利水电科技进展,2006,26(1):1~5.
- [16] 陈 莹,刘昌明. 大江大河流域水资源管理问题讨论[J]. 长江流域资源与环境,2004,13(3):240~245.

SITUATION AND PROBLEM ANALYSIS OF WATER RESOURCE SECURITY IN CHINA

ZHANG Li-ping^{1,2}, XIA Jun³, HU Zhi-fang¹

(1. State Key Laboratory of Water Resources and Hydropower Engineering Sciences, Wuhan University, Wuhan 430072, China;
2. Wuhan Institute of Heavy Rain, China Meteorological Administration, Wuhan 430074, China; 3. Institute of Geographical
Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract : According to the latest results of the investigation and assessment of water resources in China, the current situation and features of water resources in China were analyzed: rich total, small per-capita quantity; uneven distribution among years and occasion, frequent droughts and floods, obvious contradiction between water supply and demand; uneven space distribution, imbalance between water and soil resources; low utilization rate of water resources and serious pollution. On this basis, the main issues existing in water resources security in China are showed in this paper: floods and drought hinder the economic development; water shortage and waste coexist; ecological degradation and serious water pollution; industrial structure and layout are unfit for water conditions; lack of scientific system of water resource management. The contradiction of water resource in China will be more intensified in the 21st century. Large-scale reforms and strong measures must be carried out to promote reasonable utilization and protection of water resources.

Key words : China; situation of water resources; water security