

中国水资源问题分类评析与对策建议

郭永龙¹, 武 强¹, 王焰新², 蔡鹤生²

(1. 中国矿业大学煤炭资源教育部重点实验室 北京 100083; 2. 中国地质大学环境学院 湖北 武汉 430074)

摘要 在对相关文献资料进行调研的基础上, 将我国的水资源问题分成三类进行评析, 其中, 将自然原因引起的归为原生水问题, 将人为原因引起的归为次生水问题, 将次生水问题引起的延伸水问题归为派生水问题。从这些水资源问题出发, 提出了利用与保护、管理与调控、开源与节流、水权与水价、监控与预警并重的对策建议。

关键词 中国 水资源问题 原生水问题 次生水问题 派生水问题

中图分类号 TV213.4 **文献标识码** A **文章编号** 1006-7647(2003)07-0074-03

1 水资源问题

1.1 原生水问题

原生水问题, 也可称为第一水问题, 是指由于自然原因使水质、水量或水态发生不能为人类所利用的现象。这类水问题在人类出现或开始利用水资源以前就已出现。我国的原生水问题主要有两个, 即淡水水量不足和水资源时空分布不均。

1.1.1 淡水水量不足

据测算, 地球水圈中水资源总量约 14 亿 km^3 , 全球人均拥有量高达 0.28 亿 m^3 , 但其中 97.5% 是海洋水、内陆咸水和高矿化地下水, 2.1% 是封冻在两极的冰川, 不能为人类所利用, 只有约 0.3% 强的是淡水。我国的淡水资源总量约为 28 124 亿 m^3 , 约占全球淡水资源总量的 6.7%, 居世界第 6 位, 其中地表水为 27 115 亿 m^3 , 其余为地下水, 而现实可利用水资源量只有 11 000 亿 m^3 , 仅占淡水资源总量的 39.1%。以全球陆地年平均降水量来衡量, 我国属于降水不很丰富的国家, 平均降水总量约为 61 889 亿 m^3/a , 平均降水量约 630 mm/a , 相当于年水气输入量的 33.3% 左右, 较全球陆地降水量平均值 800 mm/a 偏少约 21%, 比亚洲降水量平均值 740 mm/a 偏少约 15%。若按 1998 年底统计的人口计算, 我国人均占有淡水资源量约为 2 288 m^3 , 不及世界人均水平的 1/4, 居世界第 109 位^[1, 2]。据预测, 到 2030 年, 我国人口增至 16 亿, 人均水资源占有量将降至 1 760 m^3 。按国际上承认的标准, 当一个国家人均水资源量少

于 1 700 m^3 时即为用水紧张^[2]。

1.1.2 时空分布不均

a. 地域分布不均衡。我国东南多雨, 西北干旱; 山区多于平原, 山地的迎风坡多于背风坡, 年降水量总的趋势是自东南向西北递减。若按年降水量 400 mm 雨量线划分, 我国约有 45% 为干旱、半干旱、少水和缺水的地区, 其总体分布为: 长江流域和西南、东南、华南诸河流域年径流量占全国总径流量的 82%, 而耕地只占全国的 35%; 黄、淮、海、滦、辽河流域及西北内陆诸河流域耕地面积占全国的 65%, 而河流径流量却只占全国的 18%, 尤其是黄、淮、海流域, 水量只占全国的 5%, 而人口却占全国的 30%, 耕地占全国的 37%, 人均拥有水资源量仅为全国的 1/5 左右, 耕地摊水量仅 4 500 m^3/hm^2 左右^[1]。

b. 时间分布不均衡。由于受季风气候的影响, 雨量集中, 水量年内、年际变化大。一般的规律是: 全国全年 60% 的降水集中在 3~4 月, 冬季占 15% 以下, 北方 70%~80% 的降水量集中在 6~8 月, 造成春旱夏涝的局面。尤为严重的是北方河流往往还出现连年枯水或洪水的灾害现象, 进一步加剧了我国南北水资源不均衡的程度及其持续性^[2]。

1.2 次生水问题

次生水问题, 也可称为第二水问题, 是指由于人类不恰当开发利用水资源而使水质、水量或水态发生不能为人类所利用的现象。这类水问题是随着人类的出现而产生和发展的, 并随着人口的增加、人类社会的发展以及人类改造自然能力的增强而逐步加剧。次生水问题按其特征可以将之分为 3 类, 即水量

失衡、水质污染和水量浪费。

1.2.1 水量失衡

水量失衡对地表水而言,主要表现为水量超采、无序开发利用水资源以及因修建水利工程拦水导致水资源匮乏;对地下水而言,主要表现为因超采引起的地下水水位下降。

1.2.1.1 地表水量失衡

地表水量失衡在我国北方表现尤为突出。目前,北方缺水地区水资源开发利用程度已超过 50%,导致河道断流和湖泊洼淀萎缩,生态环境受到明显影响^[2]。除了人类活动对水资源的需求急剧增加,导致水量超采和无序开发利用水资源外,山区兴修水利工程大量拦截地表径流也是导致北方局部地段水资源匮乏的直接原因。如黄淮海流域共有水库 7 100 座左右,其中大中型水库 64 座,总库容 525.4 亿 m^3 ,水库每年拦截地表径流量约 50%^[3]。据计算,20 世纪八九十年代相同量级降水量产生的径流量较五六十年代减少 20%~50%。随着山区水利工程的兴建和上游用水量的不断增加,这种发展趋势将会越来越严重。由于大量拦截地表径流,旱季流入平原、盆地的地表水流大量减少,山区河流几乎变成季节性河流,每年断流时间长达 100~200 d^[3]。又如,黄河下游近年来断流现象严重,断流均在 100 d 以上^[2],1997 年,黄河从山东利津上溯至河南开封,断流时间长达 226 d^[4]。

1.2.1.2 地下水量失衡

我国开发利用地下水历史悠久,特别是近 50 年尤为突出。目前全国有 310 座城市以地下水作为城市供水水源,约占全国城市的 71%。在全国总用水量中地下水约占 1/6^[5]。由于对地下水资源的开发利用缺乏统一的规划和管理,长期“采”大于“补”,造成了地下水水位持续下降的局面。在北方,各省开采地下水的总面积约为 65.8 万 km^2 ,其中已形成地下水降落漏斗约 16 万 km^2 ^[6]。地下水水位的下降和漏斗的形成造成了泉水流量的衰减以至枯竭、抽水机井的报废。如“泉城”山东济南市的许多泉水已近枯竭;河北邢台“百泉”,20 世纪 60 年代泉涌量为 7~9 m^3/s ,灌溉 2 万 hm^2 粮田,1986 年泉已枯竭。1986~1992 年河北省平均每年有 8 500 眼机井干枯,占报废机井的 21.9%^[6]。

1.2.2 水质污染

我国在面临水量危机的同时,地表水和地下水水质污染都非常严重。据《2001 年中国环境状况公报》,在经济增长 7%的前提下,2001 年度全国环境质量总体变化不大,基本维持在 2000 年度水平。七大江河水系均受到不同程度的污染,一半以上监测

断面的水质属于 V 类和劣 V 类(根据 GB 3838-2002《地面水环境质量标准》)。城市及其附近河段污染严重,滇池、太湖和巢湖富营养化问题依然突出;全国大部分城市和地区地下水水质总体较好,局部受到一定程度的污染,部分指标超标,主要污染物指标有矿化度、总硬度、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、铁、锰、氯化物、硫酸盐、氟化物、pH 值等。北方城市地下水污染重于南方城市,超标率高。三氮污染在全国各地均较突出,矿化度和总硬度超标主要在东北、华北、西北和西南等地区,铁和锰超标主要在东北和南方地区。水质污染已成为我国水资源问题的重中之重。

1.2.3 水量浪费

我国水资源短缺和用水效率不高并存。由于多年来用水管理不力,造成用水大量浪费。①1995 年,国民生产总值 57 600 亿元,全国总用水量 5 350 亿 m^3 ,用水效率为 10.77 元/ m^3 ,只有美国 1990 年的 1/8、日本 1989 年的 1/25。②农业用水中粮食种植的用水效率为 0.85 kg/m^3 ,而以色列已达 2.32 kg/m^3 。由于不少灌区田间工程不配套,灌水方法落后,灌溉用水超过农业需水量的 1 倍至数倍,占总用水量的 70%以上,渠灌区灌溉水利用率只有 0.2~0.4^[6],而先进国家为 0.7~0.8^[7]。我国农田灌溉中传统土渠输水渗漏损失占引水量的 50%~60%,一些土质较差的渠道渗漏损失达 70%以上,全国渠道每年渗漏损失水量约 1 700 亿 m^3 ^[8]。③工业用水的重复利用率为 30%~40%,而发达国家为 75%~85%。全国多数城市用水器具和自来水管网的浪费损失率估计在 20%以上^[7]。工业和城市用水除北京、天津、大连、青岛等城市重复利用率达 70%以上外,大部分城市水资源的重复利用率仅 30%~50%^[9]。

1.3 派生水问题

派生水问题,也可称为第三水问题,它主要是由次生水问题引起的延伸水问题,或者说是对原生水问题程度上的加深。派生水问题按其特征,可以将之归为两类,即水源型缺水问题 and 水质型缺水问题。

1.3.1 水源型缺水

水源型缺水主要表现为水“量”上的欠缺。由于我国国民经济迅速发展和人口剧增,加上水资源开发利用不尽合理,造成水量消耗与日俱增。目前我国有 320 多座城市出现水资源危机,严重缺水的城市达 110 多座,缺水量约 43.8 亿 m^3 ,其中工业缺水量约 29.2 亿 m^3 ,农田受旱面积约 2 000 万 hm^2 ,农村有近 6 000 万人口、3 000 万头牲畜饮水困难。我国北方主要缺水区的农业需水量约 2 200 亿 m^3 ,缺水约 300 亿 m^3 。预计到 2050 年全国地表水的利用率将超过 50%,地下水利用率超过 64%,仅黄淮海平原缺

水量就将超过 300 亿 m^3 [3].

1.3.2 水质型缺水

水质型缺水主要是由于水“质”的改变而导致水资源的欠缺,甚至危机.由于水污染的原因,目前流经城市的河流 90% 不符合饮用水标准,75% 的湖泊水域富营养化;城市地下水 50% 以上受到严重污染 [1]. 近几年,全国 9.5 万 km^2 河川有 1.9 万 km^2 受到污染,0.5 万 km^2 受到严重污染 [2]. 水环境质量的不断恶化,导致可利用的水资源进一步锐减和供需矛盾的加剧.目前因水污染导致缺水城市的比例越来越大,缺水量越来越多.除人为活动直接污染水体外,地下水的超采可导致地下水水位下降,从而改变含水层的水力关系,造成海水入侵,使地下水水质逐渐变坏.如在濒临黄海、渤海的沙质和基岩海岸地带,辽宁省大连、锦州、锦西、营口市,河北省秦皇岛市,山东省烟台、威海、青岛市的 29 个县(市、区)的 112 个乡镇发生了海水入侵现象,入侵面积达 1433.6 km^2 ,其中 Cl^- 含量超过 1000 mg/L 的重海水入侵面积达 224.3 km^2 [6].

2 对策建议

2.1 利用与保护并重

首先,必须遵从自然规律,将用水活动和水的自然属性相结合,将产业结构布局与水的自然分布相匹配,将经济增长量与水的消耗量相平衡.无论是各项政策的制定和实施,还是产业结构的调整和布局,都必须充分考虑水的制约因素.其次,在遵循水的自然客观规律、充分利用当地水资源的前提下,取水应以水体可承受能力为极限,排水应以水体可容纳容量为条件,使水的利用真正做到集约化、有效化,坚决杜绝粗放式经济发展模式下对水随意、无序的滥采滥用.

2.2 管理与调控并重

要牢固树立水的资源观、价值观、社会观以及全国水系水网“一盘棋”的思想,将水的开发、利用、管理系统化、信息化、程序化、规范化,统一调度、统一管理、统一使用,即实现水在管理上的一体化.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,地表水与地下水水文、水力关系上的协调统一等,这些协调工作必须通过众多行业、众多部门的通力合作.在做好一体化管理工作的基础上,还要做好水的宏观调控——调水工程.调水是解决水资源在空间分布不均衡的重要手段之一,如目前已正式启动的“南水北调工程”竣工后,就有望使我国北方

和西部的缺水问题得到缓解.

2.3 节流与开源并重

我国的淡水资源量不足,尤其在北方、西部地区,除通过调水补“缺”外,还必须节约用水,并通过制定相关政策、法规加以保证和推动.一方面,在全社会形成节约用水的良好社会风气,建设节水型社会.另一方面,要开展以提高用水效率为核心的技术革命,大力开发和推广节水工业、农业技术,如“中水”技术、“滴灌”技术等.在做好节水的同时,还要注意开源,如海水利用、人工降雨、污水资源化等.

2.4 水权与水价并重

《中华人民共和国水法》明确规定,水资源属于国家所有,是与土地、矿产等具有同等地位的国有资产,具有产权或使用权.由于水的特殊特性,在计划经济时代,我国主要是通过行政手段来配置水资源,国家养水、福利供水,人们无序、无偿用水,水资源的所有权事实上不存在.随着市场经济体制在我国逐步完善,水资源的产权或所有权正逐步明晰,其开发利用、分配形式等也在逐步规范.水资源产权或使用权有效转让、交易、配置以及开发利用的基础是水价,因此,水价的合理性又直接制约着水权的正确体现,两者相辅相成,具有同等重要的意义.长期以来,由于水权没有得到很好的认识,我国的水价也没有得到正确的体现,不仅价格单一,而且明显偏低.针对我国水资源短缺的局面,为了充分利用水权、水价规范人们的用水行为,指导人们有序、有偿用水,必须遵循公平与效率的原则,分地区、流域、行业制定出多级或阶梯式价格体系,建立公平、合理的水资源消费市场,通过水贸易实现水资源跨地区、跨流域、跨行业的资源有偿共享.

2.5 监控与预警并重

目前,我国基本上对区域性的大江、大湖、大河的水文、水质情况进行了实时监控,但仅此是不够的.为了掌握我国水资源对社会经济发展的长期影响并及时加以调整,要应用系统分析的理论和方法,在充分考虑我国各种自然条件和社会经济状况的基础上,通过对水生生态系统环境、功能、结构特征及各组分间相互作用的研究,结合地区和流域的社会与经济发展水平,按地区、流域、行业或类别,从当地的水问题出发,确定地区和流域水资源利用上的阈值,并建立相关的预警预报模型,通过对水资源的动态变化进行预警预报,实施实时监控,从而指导用水部门随时根据新的“水情”对用水行为不断进行调整,以达到正确开发利用水资源的目的.

(下转第 93 页)

市规划区的水资源供需平衡,则要以 10.8 亿元的投入为代价,这种代价包括了发展的成本和对环境的补偿.当前在发展和建设中,一定要量水而行,量水发展,要以水资源条件为基础,适度发展城市规模、人口规模和经济规模,不断调整和完善产业和产品结构.经验表明,水利工程、供水工程和水环境工程等基础设施必须超前建设,基础设施建设滞后不仅会严重制约发展,还会付出比原来投入要大得多的代价.当前摆在我们面前的紧迫任务,一是建立科学的水资源管理体制;二是确立支持水资源供需平衡的运行机制,实现有限的水资源可持续利用.

按照上饶市城市总体规划(2000~2020 年),21 世纪初期将加快培育中心城市,逐步形成城市经济

与周边地区经济联动发展的新格局,把上饶建设成为闽浙赣区域中的中心城市,实现上饶在江西东部的快速崛起.但据现有资料分析,信州区其周边地区 2010 年以后在枯水年份已开始缺水,远期缺水将更加严重.故寻求解决本区缺水问题的根本出路为:在开辟新水源点工程的同时,重点放在对现有水利工程的配套挖潜,节约用水实施节水灌溉,充分利用地下水资源,实行流域内水资源联合调度,积极开展水土保持和水源保护工作,对城乡水环境进行综合整治,实现污水处理和污水资源化,调整产业结构,建立节水型行业和城市,改革水资源管理体制,走可持续发展之路.

(收稿日期 2003-05-12 编辑 高渭文)

(上接第 76 页)

参考文献:

[1] 成建国.水资源规划与水政水务管理实务全书[M].北京:中国环境科学出版社,2001.4~58.
[2] 李顺.淡水危机与节水技术[M].北京:化学工业出版社,2003.37~155.
[3] 刘真,刘平贵.我国北方水资源及可持续利用[J].地下水,2002,24(6):63~65.
[4] 甄淑平,吕昌河.中国西部地区水资源利用的主要问题与对策[J].中国人口·资源与环境,2002,15(1):86~89.
[5] 张学真.我国地下水资源开发利用的回顾与展望[J].地下水,2001,23(1):6~7.

[6] 方生,陈秀玲.地下水开发引起的环境问题与展望[J].地下水,2001,23(1):8~11.
[7] 毛显强,钟瑜.面向市场经济的中国水资源可持续利用策略[J].中国人口·资源与环境,2002,15(2):48~52.
[8] 周维博,李佩成.我国农田灌溉的水环境问题[J].水科学进展,2001,15(3):413~417.
[9] 姜文来.中国 21 世纪水资源安全对策研究[J].水科学进展,2001,15(1):66~71.
[10] 乔光建,张均玲.邢台市地下水环境现状和保护对策[J].水资源保护,2003(1):52~55.
[11] 阎世辉.关于我国水环境形势的分析及政策建议[J].环境保护,2001(3):10~13.

(收稿日期 2003-04-25 编辑 胡新宇)

(上接第 87 页)

3.5 切实加强水资源保护,实现水资源永续利用

由于大量污废水排放和农药、化肥的不合理使用以及水土流失,宝鸡市近 1/3 以上的河段受到污染,近 5 年渭河市区段污染指数增长了 9.6 倍,金陵河已成了纳污河,有些河段甚至丧失了水域功能,水生态环境遭到破坏.必须加大治理、保护力度,划定水源保护区,修建污水处理厂,防止水质受到人为破坏.目前宝鸡市区污水处理厂已开工建设.

地下水水源地保护必须做到:①严格控制工业废水、废物及有毒、有害物乱排、乱倒.②严格控制开采量,并采用人工回灌等措施,实现采补平衡.宝鸡市渭河市区段防洪暨生态治理一期工程已全面实施,二期污水处理及蓄水工程已开始兴建,届时市区将新增水面 140 万 m²,有效改善市区水生态环境,涵养地下水源.

总之,通过强化取水许可管理,实施多水联合调度优化配置水资源,在保证各行业正常需水的同时,宝鸡市区可逐步关闭水源井 140 眼,减少地下水开采量 3 000 万 m³/a,有效遏制地下水超采区面积的扩大和水位的持续下降.目前,宝鸡市区地下水水位已开始回升.

在加强用水管理的同时,逐步实施水源工程项目、节水项目以及污水处理再利用水资源保护项目建设.新的水源工程建成后,可增加供水能力近 6 亿 m³;工业农业节水项目及污水处理回用项目实施后,仅农业用水可节水 5 000 万 m³/a,水的利用系数可基本达到 0.7,工业节水 1 000 万 m³/a,全市水的重复利用率可达到 60%,基本做到科学管水,合理用水,实现水资源的可持续利用.

(收稿日期 2003-01-18 编辑 胡新宇)