

我国水资源开发利用中亟待解决的几个认识问题

陈韶君 阮本清 杨小柳

(中国水利水电科学研究院水资源所, 北京, 100044)

摘 要 本文在分析 80 年代以来我国用水变化趋势基础上, 探讨了北方地区的缺水程度, 并对南水北调工程的可调水量提出了一些看法; 文章还从水资源管理模式、法制和法规建设等方面阐述了对当前我国水资源管理政策方面的认识, 从水的有效利用与水源保护、水的定价与成本回收、与水有关的社会与环境问题等方面论述了我国 21 世纪将面临的有关水问题。

关键词 用水变化; 缺水程度; 可供水量; 管理政策; 21 世纪; 水问题

自 20 世纪 80 年代以来, 我国的水资源问题引世人瞩目, 从天津市接连发生的水危机引发的紧急引黄和引滦工程, 到北京的几次水危机, 从改革开放诞生的沿海开放城市出现的缺水, 到北方地区的缺水, 以至今日的黄河断流, 人们意识到 21 世纪水将是危及人类生存环境和社会经济发展的重大问题。在刚踏上 21 世纪的征途之时, 我们需要对几十年来的水资源开发利用活动进行认真地思考, 总结经验教训, 找出存在问题, 展望未来发展, 以便使 21 世纪的水资源开发利用活动能更好地按照客观规律办事, 实现资源、环境与社会经济协调健康的发展, 这是本文之目的所在。

1 80 年代以来用水变化趋势

用水量指供应给用水户(包括输水损失在内)的水量, 按农业、工业、生活三大用水部门统计。农业用水包括农田灌溉用水和林牧渔业用水; 生活用水包括城镇居民生活用水、城镇公共用水和农村人畜用水; 工业用水是指其取用的新鲜水, 不包括内部的重复利用水量。

80 年代以来, 我国社会经济发展大体上可分为三个阶段: 1978~1984 年中国农村经济改革步入稳定运行的轨道, 国内生产总值年平均增长率为 9.4%, 其

中农业增长 9.9%, 农业发展高于工业; 1985~1991 年中国经济体制进入建设社会主义市场经济的轨道, 推行全方位改革开放, 经济转型, 产业结构调整加快。全国国内生产总值年平均增长率 8.5%, 其中工业增长率为 11.1%, 工业发展速度远高于农业; 1993 年以来, 为深化经济和体制改革, 进一步调整产业结构, 经济进入稳步发展阶段。

水资源开发利用与社会经济的发展基本上是相适应的, 如附表所示, 1993 年全国总用水量比 1980 年净增加 761 亿 m^3 , 13 年共增长 17%, 年均增长率为 1.12%。其中, 北方片(北方片包括松辽河、海河、黄河、淮河和内陆河五片, 以下同)增长速度较慢, 13 年共增长了 10%; 南方片(南方片包括长江、珠江、东南诸河、西南诸河四片, 以下同)增长较快, 13 年共增长了 20%。用水中城镇生活和工业用水增长较快, 两项共增加了 618 亿 m^3 , 年平均增长分别为 10.1% 和 5.4%。农业用水基本持平, 13 年仅增加 117 亿 m^3 , 年平均增长 0.28%, 值得注意的是, 黄河流域、淮河流域和海河流域的农田实灌面积 1993 年比 1980 年增加 220.8 万 hm^2 , 粮食总产量增加了, 但用水量却减少了 93.6 亿 m^3 , 而且每亩用水量分别减少了 44.7%、14% 和 24.6%。这是农业节约用水的结果。这些地区农业节约的水, 大部分用于工业和城市生活。1993~1997 年总用水量增加了 438 亿 m^3 , 1997 年总用水量达到 5 636 亿 m^3 , 平均每年增长 109.5 亿 m^3 , 年平均增长率为 2.07%。其中, 北方片增长 9%, 南方片增长 8%。1993~1997 年工业的年平均递增率为 18.5%, 同期工业用水量也明显增加, 年平均递增率约为 5.5%, 用水的增长速度大大低于工业的增长速度, 弹性系数为 0.3。1993~1997 年全国农业灌溉用水增加了 14.4 亿 m^3 , 但北方地区农业灌溉用水却减少了 6.2 亿 m^3 。城镇生活用水 1993~1997 年年平均递增率为 7.9%, 为同期城镇人口年平均递增率 4% 的 2 倍。

收稿日期: 2000-01-29

作者简介: 陈韶君, 硕士, 高级工程师, 研究方向为水文学及水资源。

纵观 17 年的用水变化,总用水量年平均递增率为 1.34%,用水组成有明显变化,工业用水比例增加了 10 个百分点,生活用水增加了 3 个百分点,农业用水比例减少了 13 个百分点。全国人均用水量变化不大,稳定在 450m^3 左右,综合用水率有较大提高,万元 GDP (1980 年不变价格)用水量由 1980 年的 $9\,820\text{m}^3$ 下降到 1997 年的 $2\,410\text{m}^3$ 。农业用水 1997 年达到 $3\,920\text{亿}\text{m}^3$,占总用水量的 70% 左右,17 年间农业灌溉总用水

量变化不大,基本维持在 $3\,500 \sim 3\,600\text{亿}\text{m}^3$ 之间;亩均用水量有较大下降,但节水仍有潜力,尤其部分用水浪费较大地区节水潜力较大。工业和城镇生活用水变化趋势随工业化和城市化的发展与生活水平的提高将会持续增长下去,但是增长幅度会有所减缓。从节水、保护生态环境和防治水污染的要求考虑,应加强污水、废水处理,提高水的重复利用率,降低单位用水量。

附表 各流域片水资源总量及典型代表年总用水情况

流域片	多年平均 水资源量 ($\text{亿}\text{m}^3$)	1980 年		1993 年		1997 年	
		用水量 ($\text{亿}\text{m}^3$)	利用程度 (%)	用水量 ($\text{亿}\text{m}^3$)	利用程度 (%)	用水量 ($\text{亿}\text{m}^3$)	利用程度 (%)
全国	28 134	4 437	15.77	5 126	18.22	5 566	19.78
松辽河	1 928	354	18.36	499	25.88	620	32.16
海河	421	384	91.21	409	97.15	433	102.85
黄河	744	358	48.12	406	54.57	403	54.17
淮河	961	531	55.25	568	59.11	657	68.37
内陆河	1 304	559	42.87	512	39.26	506	38.80
北方五片	5 358	2 186	40.80	2 395	44.70	2 618	48.86
长江	9 613	1 353	14.07	1 663	17.30	1 737	18.07
珠江	4 708	661	14.04	716	15.21	834	17.71
东南诸河	2 592	193	7.45	289	11.15	291	11.23
西南诸河	5 853	44	0.75	64	1.09	86	1.47
南方四片	22 766	2 251	9.89	2 733	12.00	2 948	12.95

2 关于北方地区缺水程度的认识

我国北方地区包括黄、淮、海流域,松辽河流域和内陆河流域,总面积大约为 618.4km^2 ,属于半湿润、半干旱地区。除新疆、内蒙西部等地区外,多数地区年平均降水量在 $400\text{mm} \sim 600\text{mm}$ 之间,低于全国 648mm 的平均水平。

全国人均水资源量 $2\,342\text{m}^3$,约为世界平均值的 $1/4$ 。北方地区人均水量约 988m^3 ,而黄、淮、海流域人均水资源量仅分别为 749m^3 、 505m^3 、 358m^3 。若除去汛期弃水及部分不易开发利用的水资源,实际可利用量还远达不到上述水平。据 1997 年统计资料,全国人均用水量为 450m^3 ,占人均占有水资源量的 19%。而黄、淮、海流域的人均用水量已分别达 391m^3 、 349m^3 、 336m^3 ,分别占人均占有水资源量的 52%、69%、94%。全国亩均水资源量为 $1\,900\text{m}^3$,黄、淮、海亩均水资源量分别为 400m^3 、 437m^3 、 259m^3 ,约为全国的 $1/4 \sim 1/8$ 。由此可见,无论是人均占有水资源量,还是亩均水资源

量,北方地区的典型代表黄、淮、海流域都远低于全国平均水平,而人均用水量与人均占有水资源量的比值却远高于全国平均水平。

水资源是否短缺,更主要的是看水资源条件能否适应地区社会经济和环境发展需求。从目前情况看,北方地区现有的水资源显然已不能满足社会、经济发展和生态环境对水的需求,供需矛盾已经十分突出,尤其到干旱年份缺水问题更加突出。内陆河和内陆湖泊的干枯(例如罗布泊的干枯、塔里木河与博斯腾湖的萎缩),海河、黄河甚至淮河的断流,华北地区大面积的地下水超采等种种现象说明,北方地区的水资源的确不堪负重。如果不采取有效措施,随着人口的增加、社会经济的发展以及人们生活水平不断提高,该地区的水资源供需矛盾会更加尖锐。

综上所述,北方地区,尤其是黄、淮、海地区,属于资源性缺水地区。对于问题比较严重的黄、淮、海地区,80、90 年代国家对其缺水程度进行了反复研究,研究结果表明,其缺水量大约在 $70 \sim 120\text{亿}\text{m}^3$ 。由于缺

水形势的日益严峻,各行各业对节水认识有了较大幅度的提高,也取得了比较明显的节水效果。例如北京市工业用水的重复利用率由 70 年代末的 73%,提高到现在 88%左右。黄、淮、海流域的万元产值用水量分别由 1980 年的 642m^3 、 488m^3 、 536m^3 下降到 1993 年的 189m^3 、 127m^3 、 107m^3 。黄、淮、海流域的亩均用水量分别由 1980 年的 540m^3 、 466m^3 、 360m^3 ,下降到 1993 年的 485m^3 、 347m^3 、 288m^3 ,下降幅度在 10%~26%。但节水潜力是有限度的,仅靠节水(包括污水处理回用、微咸水利用等措施)不能彻底解决该地区的缺水问题,还需要辅助于开源(即通过南水北调工程)。

3 对南水北调工程可调水量的认识

从目前规划的南水北调工程看,东、中、西线分别要从长江的下游、中游和上游取水 70~192 亿 m^3 、145~200 亿 m^3 和 50~100 亿 m^3 ,总计达 265~500 亿 m^3 。近年来甚至有人提出“大西线调水设想”,最大调水量达 2 006 亿 m^3 。无论是规划还是设想,在确定可调水量时,对水源区的水资源条件和受水区的用水需求研究得都不够深入。

东、中、西线以及“大西线”都涉及从长江流域调水,然而长江究竟有多少水可调?长江流域平均降雨量 1 050mm,多年平均河川径流量约为 9 510 亿 m^3 。目前长江流域用水量约 1 737 亿 m^3 ,占河川径流量的 18%。预计 2010 年需水约 2 200 亿 m^3 ,约占河川径流量的 23%。预计 2050 年需水 2 700 亿 m^3 左右,约占河川径流量的 28%。上述预测仅为河道外用水,长江是我国的黄金水道,航运对水量也有很高的要求,还有非常重要的生态环境用水等,如果把这些都考虑进去,长江流域的用水量已经相当大了,若遇偏干旱年份,长江流域本身可能会出现时段的或局部的用水紧张情况。这就是说,长江流域可调出的水量是有限的,究竟调多少为宜,尚需进行系统深入的研究。

对于“大西线调水”,研究基础更差。西南诸河水量虽很丰沛(见彩版 2 图 4),但大部分没有条件调出。据初步实地考察及分析计算,调水线路 3 500m 高程附近,西南诸河流(包括雅鲁藏布江、怒江、澜沧江)及长江上游年均来水量约 1 500 亿 m^3 左右。但究竟能调出多少,还需系统分析计算当地社会经济和生态环境用水后,综合确定。显然一些人估计的调水 2 006 亿 m^3 过于偏大。

由以上分析可知,南水北调的可调水量是有限度的,解决北方缺水问题的出路应当是节水和调水的辩证统一,节约用水是基础,大规模跨流域调水只能作为

补水手段,所以,加强水资源管理是极其重要的。

4 对当前水资源政策及管理方面的几点认识

4.1 水资源管理模式

我国对水资源的管理,过去基本上是根据各地区对水的需求,规划和安排工程,由国家出资金和结合“一平二调”的方式作为投入建设,水利主管部门以供水工程管理为主,即所谓的“供水管理”或者说“工程管理”。这种管理模式在当时的历史时期是必要的,并且对当时的社会经济发展起到重要作用。随着时间的推移及社会经济的不断发展,这种以抓“工程”为主的水资源管理模式逐渐暴露出其难以克服的弊病。例如,从客观上讲,人类对水的需求是无止境的,而可供开发利用的水资源却是有限的,有条件修筑水利工程的地方会越来越少,并且难度也会越来越大,如果不从根本上改变水资源的管理模式,总有一天供水会满足不了日益增长的需水要求,这种现象在我国许多地方已经出现。如何解决这一棘手问题呢?水利部部长汪恕诚提出了“资源水利”的概念,即从当前的“工程型水利”向“资源型水利”转变。它并不是说可以不要水利工程,或者水利工程不重要,而是从较低层次转到较高层次上来,应当说资源水利是对工程水利的延伸和发展。资源水利的核心是搞好水资源的优化配置,使水资源在整体上发挥最大的经济效益、社会效益和生态环境效益,而水资源优化配置强调供水与需水的辩证统一。这就是我们应当尽快发展完善的水资源管理模式。

4.2 法制和法规建设

中国第一部水法的出台,有力地推动了水资源管理工作。伴随着《水法》的出台,一些有关的法规也颁布实施,如“取水许可制度实施办法”等,一些地方也相应地制定了“水资源管理暂行办法”、“水资源费征收管理暂行办法”等。这些法规的颁布实施,对加强水资源管理,提高水资源管理水平,起到了很好的保障作用。

但目前的《水法》,尚有一些不太完善的地方,例如《水法》中规定的“统一管理与分级、分部门管理相结合的制度”含义不十分明确,以至各部门的理解不一致,造成水资源分割管理。又如《水法》对规划的实施及监督管理没有明确的规定,对总体规划与专业规划的关系,流域规划与区域规划的关系,总体规划与局部规划的关系,水规划与国民经济发展规划的关系,均未具体说明。应当在适当的时候,对《水法》中一些不够明确或完善的地方,进行修改完善。这将对建立一个水资源权属为中心,分级管理、监督到位、关系协调、运行有

序、对开发、利用、保护水资源实施全过程动态调控的统一管理体制是极其重要的。

另外,国务院根据《中华人民共和国水法》制定颁布的“取水许可制度实施办法”,对于全国水资源统一管理格局的形成,促进节约用水,起到了重要作用。但是,全国尚有近 10% 的城市,没有实施取水许可制度,而且这些城市还都是缺水比较严重地区;在实施了取水许可制度的地区,由于水资源管理的基础工作比较薄弱,各项日常监督管理工作未普遍展开。例如各地区目标管理方案不完善,实施办法虽有原则,但缺乏完整系统的规定等。这些问题的存在,表明取水许可制度的实施任重而道远。

5 对我国 21 世纪将面临的有关水问题的认识

通过客观分析我国水资源开发与管理的现状,以及可能影响水管理活动的其他领域的发展趋势,作者认为 21 世纪我国面临的主要水问题有以下几方面:

5.1 水的有效利用与水源保护

迄今为止,这个问题尚未受到应有重视,尤其是水源保护。目前还普遍存在着一方面水资源十分紧缺,另一方面又存在着惊人的用水浪费现象。例如历来是最大用水户的农业,灌溉水有效利用系数全国平均仅有 0.45 左右。这就是说有半数以上的水中途流失。可见水资源利用不仅效率低而且不经济,并且还可直接导致不利的环境影响,如渍水和盐碱化,降低生产潜力。虽然近年来在提高灌溉效率方面已取得了一定进步,但总的来讲用水效率仍不能令人满意。尽管已有大量说明造成这种低效率的原因及对策,但到目前为止,在提高灌溉效率方面还没有明显的效果,大水漫灌现象仍比较普遍,灌水定额仍然偏高。根据目前发展趋势分析,在 21 世纪该问题会依然存在,因此有效的灌溉管理应当是 21 世纪的主攻目标。

生活与工业的用水效率亦有待提高。例如工业行业中重复利用率偏低,相同行业的工业万元产值单位用水量在各地之间相差很大,北方缺水严重的一些城市节水工作比较好,工业万元产值单位用水量比较低,例如北京市已经达到 $49\text{m}^3/\text{万元}$,但是,许多地区工业单位需水量指标仍偏高。这说明一方面,整个社会的节水意识仍需不断加强,另一方面,还是有较大的节水潜力的。所以采取有效措施(包括经济措施、行政措施等),增强人们的节水意识,不断提高节水技术水平,仍是整个社会 21 世纪的重大问题。

据有关资料统计,目前我国工业和城镇生活的废

污水排放量已经达到 600亿 m^3 ,其中超标污水直接排放到江河湖海约有 300 多亿 m^3 ,引起大范围水污染现象,造成水环境恶化。地下水超采也产生了严重的生态环境问题,如地面沉降加速,生态系统退化,沙漠化趋势加重。同时,由于水污染迫使供水工程不断改变其取水口位置,地下水超采使原有的井群报废,增加了供水工程新建改造的压力。这些问题仍是我国 21 世纪需要高度重视的重大问题。

5.2 水的定价及成本回收

西方国家学术界在 80 年代有几篇关于水定价的文章指出,如果向农民收取适当的水费,他们能理解,也是乐意的。如果向农民收取合理的水费,水的分配将更为可靠和公平,政府部门收取定量的水费,可以使水利工程得以正常地运行。一般认为水的定价对以下方面产生影响:各竞争性用途之间的水分配;水源保护;产生额外收益,这些收益又可用于水系统的运行与维护,甚至补偿部分或全部投资成本;种植方式;收入分配;水管理效率;总的环境影响。

水的定价和成本回收将成为 21 世纪的一项重要政策手段,在其实施前,至少应考虑以下两个重要问题。第一,要把水的定价视为一项进行有效水管理的经济手段;第二,过去的水补贴政策主要是用于特定的社会、政治目标,如食品保障、提供清洁饮水和提高贫困农村的收入与健康水平等。如果要引入经济水价,尚需制定其他政策手段来实现这些目标。

此外,采用什么标准收取水费?受益人是否应该支付供水系统的运行与维护费?受益人应支付全部投资成本吗?水的定价中是否应包括环境与社会损失等外部成本?要使水的定价成为 21 世纪的一种有效政策手段,上述难题必须尽快得以解决。

5.3 与水有关的社会与环境问题

21 世纪水资源开发与管理的社会与环境问题会比现在更为严峻。尽管现在大多数人对水质管理重视不够,但其重要性会很快赶上水量管理。水质监测必将成为有效水管理的重要内容,但这种转变并非易事,因为水质监测比水量监测更为困难、耗时和复杂,并需要更高级的专业知识与设备。

要建立一个实用的水质监测系统,需要考虑以下问题:机构安排;建立有效站网,选择监测指标,确定监测点和监测频率;培养地方分析人员;向潜在用户传播信息;及时向决策者提供必要信息等。如果没有这些信息,21 世纪将不能进行有效的水管理。

要成功地迎接 21 世纪的挑战,除了进一步强化水管理机构外,还应大力加强机构间的协作。只有这样才能在今后实施有效的水管理政策。当前水政策的制定很多是各自为政,如灌溉和大规模水开发由水利部

门负责,生活供水由公共工程部门负责,航运由运输部门负责,水电由能源部门负责,环境影响由环境部门负责,而健康问题由卫生部门负责,各部门之间的协作存在很多问题,有时甚至相互对立,这种情况下,有效的水管理政策是难以制定和实施的。如果期望在 21 世纪能水管理更加有效,必须依据水资源的具体特性,强化水资源的统一管理。

5.4 跨流域调水问题

1993 年黄、淮、海流域片的水资源利用程度已超过 50%,其中海河片已达到 85%左右,仅靠当地的水资源条件很难满足社会经济和生态环境用水的需求,21 世纪初叶,应当在进一步挖潜节约用水的基础上,尽快实施南水北调工程。不过对南水北调工程的论证和研究还有待深入,应该进行深层次的、整体的综合研究。南水北调工程能够解决较大范围地区的缺水问题,但不可能解决所有地区的缺水问题,所以需要认真地确定南水北调工程的规模,做到技术上可行,经济上合理。

5.5 挤占农业和生态环境用水问题

随着社会经济的不断发展,城市化进程的加快,生活与工业供水增长迅速不断加快,为保持国民经济的高速发展,这种增长速度在 21 世纪还会持续相当长时

间,受供水规模的限制,即使充分挖掘现有工程设施的潜力,挤占农业用水和减少生态环境用水也会在所难免。这个问题在 20 世纪 90 年代已经非常突出,生态环境由于缺水在逐步恶化,农业生产的抗旱能力也有明显下降。该问题仍是 21 世纪需要关注的重大问题,应加紧采取有效措施,作好解决这些问题的充分准备。

5.6 大型水利工程的更新改造问题

我国的水利工程大部分是五十~七十年代修建的,已经逐步进入老化阶段,由于长期以来工程维修费用不足,工程老化失修情况严重,现有工程普遍达不到原有设计能力,严重影响了工程效益的发挥。该问题已经引起国家的普遍关注,正在不断加大投资力度进行水利工程的更新改造。进入 21 世纪,这些问题会更加严重,应当予以高度重视。

(编辑:田 红)

参 考 文 献

- [1] 张国良主编. 21 世纪中国水供求. 北京:中国水利水电出版社,1999
- [2] 水利部. 1997、1998 年中国水资源公报,1999
- [3] 国际水资源协会水战略委员会. 21 世纪可持续发展的水战略. 北京:中国环境出版社,1998

SEVERAL OPINIONS ON DEVELOPMENT AND UTILIZATION OF WATER RESOURCE IN CHINA

Chen Shaojun Ruan Benqing Yang Xiaoliu

(Department of Water Resource, China Institute of Water Resource and Hydropower Research)

Abstract Based on the analysis of water use variation trend since the 1980 's in China, the paper discusses the extent of water shortage in the northern area, puts forward some opinions on water quantity to be supplied by the Water Transfer Project from the South to North. The present recognition on water management policy from the points of water management pattern and legal system construction is expatiated, and the water issues to be faced in the 21st century are discussed from the aspects of efficient utilization of water and water source protection. etc.

Key Words water use variation; water shortage degree; water quantity supplied; management policy; the 21st century; water issue

《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》简介

1987 年通过了《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》,该议定书确定了主要消耗臭氧层物质淘汰时间表,使全球保护臭氧层迈出实质性的步伐。1990 年、1992 和 1997 年分别通过了议定书的《伦敦修正案》、《哥本哈根修正案》和《蒙特利尔修正案》,对议定书内容进行了质性的补充,比如建立多边基金,帮助

第五条国家淘汰其 ODS。虽然近几年来全政治协商会议的履约活动在各国的大力努力和合作下取得了较大的进展。但保护臭氧层工作仍面临着巨大的挑战,尤其是资金不足、技术转让障碍、第二条国家向第五条国家转移 ODS、过分看重商业利益。