[文章编号] 1002-4115 (2002) 01- 0055- 05

我国水质性缺水状况及对策

吴赳赳[1] 黄自勤[2] 严 红[3]
(1 广西城乡规划设计院 广西南宁 530012; 2 广西建筑综合设计研究院 广西南宁 530011;
3 柳州自来水公司 广西柳州 545000)

摘 要 针对我国水质性缺水的现状, 论述了水质性缺水的危害, 并对水质性缺水的成因进行了分析, 提出了解决水质性缺水的对策措施。

关键词 水质性缺水 水环境 对策 水质规划 治污 污水回用 节水
[中图分类号] TU 991. 21 [文献标识码] A

由缺水而引起的水危机威胁着世界, 威胁着人类和万物的生存与安宁。

缺水按起因不同大体可分为三类: 资源性缺水、经济性缺水、水质性缺水。所谓水质性缺水, 是指有可资利用的水资源, 但这些水资源由于受到各种污染, 致使水质恶化不能使用而缺水。世界上许多人口大国如中国、印度、巴基斯坦、墨西哥、中东和北非的一些国家都不同程度地存在着水质性缺水的问题。三类缺水都不是孤立存在的, 它们既彼此区别, 又相互影响。

1 我国的水质性缺水

1.1 我国水质性缺水现状

我国本属于资源性缺水国家, 长期以来我国重经济、轻环保, 众多河流、湖泊、水库和地下水被污染状况触目惊心, 由此而造成的水质性缺水与本已存在的资源性缺水, 使我国缺水状况犹如雪上加霜。

通俗地讲, 水质性缺水就是“守着水缸没水喝”, 因为水缸中盛的是不能用的污水。据统计 1997 年全国污废水排放量约为 416 亿 m^3, 其中工业废水约 227 亿 m^3, 占 54. 6%。城市生活污水处理率不到 20%, 工业废水大部分未经处理直接排入江河、湖泊, 使 1200 多条河流中的 850 条受到不同程度的污染, 占 70% 以上。七大河流流经的 15 个主要城市河段中, 有 13 个河段的水质受到严重污染, 不宜作饮用水源; 淮河、海河、辽河几乎整个流域都没有Ⅲ类以上的水体。1999 年 141 个国控城市河段 63. 8% 为Ⅳ类到劣Ⅴ类水。据全国主要湖泊水库富营养化调查, 在所调查的 34 个湖泊中 54% 受到污染, 近 80% 的湖泊透明度差, 绝大多数处于富营养化状态。其中以巢湖、滇池最为严重, 全湖水质为Ⅴ~ 劣Ⅴ类。湖泊、水库的水污染, 使周围城市产生水质性缺水危机。

重庆是我国新兴的直辖市, 长江、嘉陵江在重庆会合, 按理水量十分丰富, 但在重庆主城区却没有可资利用的水源。长江望龙门江段左右两岸都形成一条巨大的污染带; 在嘉陵江重庆段磁器口为重污染, 大溪沟为严重污染, 重庆两江支流中, 重污染和严重污染的断面已达 39. 7%。

由于污染, 我国水质性缺水的城市数量呈上升趋势, 严重的缺水城市主要集中在华北和沿海地区, 如今已漫延到南方地区。上海、广州、重庆就是典型的水质性缺水城市。我国自引滦入津工程之后, 近年来又陆续有许多大型的远距离引水或跨流域调水工程, 如: 引碧入连、引黄济青、引黄入晋、引沂入淮、引松入长等等, 就其实质而言, 大多是由于城市污水污染水源造成水质性缺水所致。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1.2 水质性缺水的危害

水质性缺水的直接表象首先是环境的恶化，导致只能将受污染的水体勉强用作给水水源，一方面使处理工艺复杂，处理费用增高，另一方面也难以保障处理后的水质达到优良。为了确保饮用水卫生，人们只好不断地提高饮用水卫生标准。我国 1959 年颁布的第一饮用水水质标准只有 16 项指标，76 年增加到 23 项，85 年增加到 35 项，其中有机物只有 6 种，其标准远远低于发达国家。2001 年 9 月 1 日执行的最新生活饮用水水质卫生规范规定特大城市一类水司水质指标除 35 项常规指标外，另增加非常规指标 69 项，共达 104 项，其中有机物 37 项，农药 25 项。这一方面说明社会进步和珍视生命，另一方面也可以视为面对水质污染的一种无奈，高的水质标准是以高的处理成本为代价的。

1.3 水质性缺水成因分析

城市依江而建却面临水质性缺水，主要是由城市生活污水和工业废水的排放引起的。在所有的天然水体中，河流的自净能力较其他水体强，但是也受径污比的制约，即受河流的纳污容量的限制。通常河流枯水季节径污比在 8～10 时，河流尚有一定自净能力，但我国大多数被污染的河流冬季的径污比都远远低于此值，沈阳浑河段平均径污比仅 2.8，最枯年仅 0.38，即排入的污水量超过了河水的径流量的 2 倍多。河流不仅受污水的污染，同时还受生活垃圾和工业废弃物的污染。许多河道的城市区段（特别是小城市）几乎都是垃圾弃置场。据重庆环卫部门调查统计，整个三峡库区重庆段的沿江垃圾堆放场达 178 处，垃圾堆放总量达 286 万吨。三峡大坝蓄水后这些垃圾淹没在水中，垃圾中的有机污染物将使库区水中的 COD 上升 7 个单位，重金属含量也会升高，库区水质将很难达到国家地表水环境质量Ⅱ类标准。为了确保三峡蓄水后的水环境质量，必需花大力气提前进行清库工作。

对于湖泊、水库而言，其污染物也主要来自各入湖河流带来的工业废水和城市污水以及直接排入的各类污水。此外，湖泊中来往船只排污、湖水养殖投饵，湖区周围土壤中残留的化肥、农药和其他污染也可以通过农田回水和降雨径流进入湖泊。湖中各种水生动植物死亡后经微生物分解的残留物也可以污染湖泊。有些生物还能把一些毒性本来不大的无机物转化成毒性大的有机物并在食物链中传递浓缩，使污染危害加重。

对地下水而言，污染主要来自三方面。一是当今大量使用的各种农药、化肥（我国仅 2000 年产量即达 3247 万吨），其残留物随大气降水向地下渗透，使地下水受到污染；二是城市垃圾和各种工业废弃物无序堆放，其渗滤液和雨水淋溶物向地下渗透；三是地下水过量开采，地下水位降低，导致海水或苦咸水侵入，造成污染。我国环渤海地区和胶东半岛有 1200 多 km^2 发生海水倒灌，使青岛、烟台、威海严重缺水。

1.4 水质性缺水与其他缺水的关系

水质性缺水与资源性缺水、经济性缺水有密不可分的关系。首先，资源性缺水会导致水质性缺水状况加剧。京津唐地区是我国经济高度发达的地区，也是资源性缺水最严重的地区，经济发展对水的需求急剧增加致使水源的开发利用率无节制地增加，海河流域的地面水的开发利用率已高达 67.7%，浅层地下水的开发利用率已高达 84.4%。过高的开发利用率使被污染的水还来不及自净便又投入使用，使用的是污水，排放的是更污的污水，资源性缺水导致水质下降，水质下降又导致水质性缺水，如此恶性循环的结果，使资源性缺水和水质性缺水同时发生，且都更严重。

至于经济性缺水，更可以视为导致水质性缺水的重要原因之一。因为如果有强大的经济力量，对城市污水则可首先完善城市排水管网，修建高等级的污水处理厂并提供正常运转所需的经费；对工业废水则可做到达标排放或零排放；对于众多城市垃圾和工业废弃物更可以通过处理变废为宝。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2 解决水质性缺水问题的对策措施

解决水质性缺水问题是一个复杂的系统工程, 从技术经济角度看应开发以下几方面工作。

2.1 做好流域水质保护规划

鉴于我国目前面临的水质性缺水的严峻状况, 对水资源的规划不应再局限于对水量的调控, 而应更新观念, 建立水量和水质统一的水资源保护新概念, 在规划水量的同时, 进行水质保护规划, 提出相应的措施。

水质保护规划目标含水质目标、保护对象和范围。水质目标应视地区而定, 河川径流量大, 径污比高, 水体自净能力强的河湖水域, 应制订较高的水质目标, 水体水质要求达到Ⅱ类以上。水质自净能力稍差的河湖流域, 近期不得低于Ⅲ类标准, 但远期应努力达到Ⅱ类标准。水质保护规划的对象通常应包括河湖的全流域, 重点是确定为城市水源的水体, 后者既应符合城市给水规划设计的要求, 又要考虑城市远期规划的要求。流域水质保护规划总体上应按《地面水环境质量标准》(GB 3838- 96) 进行, 在全面保护的前提下兼顾上游和下游, 一次规划, 突出重点, 分期实施, 以水环境的可持续发展促进国民经济可持续发展。

在进行流域水质保护规划时既要制订水质保护的各项工程措施, 也要制订水质保护的各项非工程措施, 建立保护水质的各种规章制度和水质监测系统, 定期测报水质状况。

2.2 加大环境治理力度

我国 1984 年 5 月颁布了《水污染防治法》, 1988 年 1 月颁布了《水法》, 1989 年 12 月又颁布了《环境保护法》, 此外, 国务院、部委、地方还有许多关于水资源管理和保护的政策、规定、控制标准和实施办法, 对水污染和水环境涉及的诸多问题都考虑周到且措词严厉, 但污染问题却愈演愈烈, 水环境每况愈下。其最根本的问题在于执法管理力度不够, 使国家的法律、规定犹如一纸空文。因此要遏止我国环境质量恶化的趋势, 逐步缓解水质性缺水的紧张状况, 首先要从严格执法开始, 加大管理力度, 严惩污染环境的肇事者。目前把我国已建的城市和工矿企业污水处理设施的处理能力统计在内, 城市污水处理率应在 30% 左右; 如果把池塘、人工湿地、地土处理 (农田灌溉) 等自然法处理的污水量也考虑在内, 污水处理率可达 40%。单就工业企业而言, 废水总处理能力可达 87%, 但实际上被处理的工业废水量远远达不到该值。调查统计表明, 这些处理设施通常只有 1/3 在运行, 不少城市污水处理厂也因运转经费不足而处于半停顿状态。其中既有经济方面的原因, 更多的还是因为执法力度不够。

以我国环境污染现状来看, 现有的投入也是远远不够的, 仅仅南水北调东线工程沿线数十座城市的污水处理厂投资就需数百亿人民币, 治理“三河三湖”污染的费用就更高。我国 2001 年用于环境污染治理项目总投资为 208 亿元 (含废气、废渣治理项目), 仅占国民生产总值的 0.23%; 占国家资产总投资的 0.64%; 占全国税收总额的 1.65%。无论从哪方面讲, 这样的投资力度都是不够的。《十五》计划要求 2005 年城市污水集中处理率达到 45%, 更说明我国环境治理工程的长期性和艰巨性。

现在, 西部大开发如火如荼, 西部经济大发展的机遇已经到来。有迹象表明, 一些利欲熏心的投资者正把在东部造成污染的生产设备向西部转移, 为在东部已遭封杀的污染工艺到西部寻找生存空间, 这对我们国家是十分危险的。因此, 在西部大开发中更要吸取东部发展的教训, 加大环境执法力度, 严防西部大开发带来西部大污染。

其实, 我国对环境污染治理技术的研究一直是十分重视, 自《七五》以来, 已先后对多个国家重点科技课题组织集体攻关, 特别是对高浓度有机废水处理、污水除磷脱氮技术、微污染水源饮水处理等的研究, 并获得了一批有实用价值的高水平的研究成果和工程经验。鉴于环境污染的复杂性和多样性, 同时考虑到与国际科学技术水平的差距, 今后还必须继续努

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

力发挥我国在科研工作中的群体优势，联合攻关，把当今国内外先进的污水处理技术融合为适合我国国情的、经济有效、易于推广应用的适用技术。

2.3 提高污废水回用率

提高污废水回用率可以同时获得改善水环境质量、解决水质性缺水和合理利用水资源三重效益。

1998 年，我国废水排放总量为 395 亿 m^3，是一个惊人的数字。我国许多工业企业生产工艺落后，单位产品耗水量居高不下，以冶金、造纸、发电为例，生产 1 吨钢铁，国内较先进的水平耗水 25m^3～ 55m^3，发达国家仅 4m^3～ 10m^3；生产 1 吨纸张，国内耗水 100m^3，发达国家仅 15m^3；发 1 度电（火电），国内耗水 10m^3，发达国家仅 3m^3 等等，至于遍及城乡各地的中小型企业，单位产品的耗水量就更加惊人。究其原因主要是水的重复使用率低，全国平均水平不到 55%，而工业发达国家的一般水平是 65%～ 75%；万元产值耗水量达 225m^3，是发达国家的一倍多。

1997 年、1998 年我国城镇生活污水排放总量都维持在 189 亿 m^3 水平，但污水处理率不到 20%，污水回用率则更低。我国花大力气研究的污水回用工程技术（中水技术）即使在干旱缺水的北方地区也难以推开。

因此，必须把污废水也作为水资源，花大力气提高污废水回用率，减少污废水对水环境的污染，即可大大缓解水质性缺水的危机。2001 年我国最大的城市污水回用工程——北京高碑污水处理厂再生水回用工程全线贯通，每天 30 万 m^3 的再生水作为北京第二水源用于工业、园林、环卫等行业，每年可为北京市节约清洁水 1 亿 m^3。这是我国城市污水资源化的一个良好开端。

2.4 关于南水北调水质问题

南水北调是解决北方工业和城市缺水问题一个浩大的系统工程，其中最重要的是如何确保北调水质，特别是紧锣密鼓将于近期起动的东线工程。东线工程是从扬州附近的长江抽水，利用京杭大运河逐级提水送至天津，主要解决山东、河北、天津的缺水问题。要保证调水达到预期目的，首先必须解决污染问题，一是长江水源的污染问题，二是调水过程中的水污染问题。前者要保证从长江调出的水不低于二级，后者则要保证调出的水流经五省（市）以后仍然是二级水，两者均不可稍有懈怠。从目前情况看，后者的难度更大，因为京杭大运河沿线基本都是我国水污染的重灾区，可能出现的情况是，由于沿线城市排污，长江水一进入京杭大运河就由二级水变成三、四级水、一过黄河就成五级水，连农田灌溉的水质标准都难以达到。因此，南水北调前期工作的核心是“先节水后调水，先治污后通水，先环保后用水”，并落实好相应的措施和投资。

2.5 节约用水

解决水质缺水问题，除了应花大力气治污以外，还必须重视节约用水，而且应把节约用水放在第一位抓紧抓好，因为水用得少，水污染也会相应减少。

我国节水潜力是很大的。就城市用水而言，仅抽水马桶就冲掉了我国城市居民 1/3 的生活用水。旧式马桶冲水量多为 12 升，后减少为 9 升，实际上以目前的技术水平 6 升完全可达到 9 升以上的冲洗效果。若进一步像西方那样改为大、小便两档冲洗，节水效果更佳。迄今为止，节水的观念尚未深入人心，我国许多地区，包括一些严重缺水的地区并不重视节水，例如缺水严重的河北各城市，人均综合用水达 500L/d，甚至超过汉城和阿姆斯特丹。

在工业用水方面，节水的空间也是很大的。以 1997 年工业废水排放总量 227 亿 m^3 计，如果工业企业的重复用水率达到发达国家的一般水平，每年即可少消耗水资源 68 亿 m^3，相当于南水北调中线调水量的 1/2。

至于农业，节水空间更大。我国目前农业用水普遍采用大水漫灌，利用率仅 40% 左右。据专家推算，如果我国农业用水利用率提高 10%，就意味着每年可节水 400 亿 m^3，相当于南水北调东线和中线调水的总和，是正常年份

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

城市缺水量 60 亿 m^3 的 7 倍, 这是多么惊人的成果。因此, 朱镕基总理在《关于制定国民经济和社会发展第十个五年计划建议的说明》中强调必须把节水放在突出位置, 要大力推行各种节水措施, 发展节水型农业、工业和服务业, 建立节水型社会, 调动全社会节水和治理水污染的积极性。

长期以来我国解决缺水的战略主要体现在大型调水和蓄水工程上, 这并没有从根本上改变我国长期水短缺的局面, 相反却造成了许多重大的社会和生态问题。今后, 应进一步改进政策导向, 加大技术资金投入, 寻求综合性的系统集成方案, 在节水的统一规范下, 首先解决好水质性缺水问题, 缓解资源性缺水, 才能真正把我国从水危机的困境中解脱出来。

参考文献

1 于中民. 城市水资源水质管理问题探讨. 《中国给水排水》, 1992 年第 6 期

2 黄仲杰. 我国城市供水现状、问题和对策. 《给水排水》, 1998 年第 2 期

3 《南水北调中线工程简报》. 北京市政府, 2001 年第 1 期

4 《中华人民共和国 2000 年国民经济和社会发展统计公报》. 《人民日报》, 2001 年 3 月 1 日

5 吴赳赳, 黄自勤. 城市给水总体规划浅析. 《水工业学术研讨会- 香港 1999 论文集》

6 《中国水资源利用》. 水电出版社, 1989 年

7 《1997～2000 年中国环境状况公报》. 中国环境保护网 http://www.zhb.gov.cn

State of Water Short Due to Water Quality & Countermeasure around China

WU Jiu-jiu[1], HUANG Zhi-qing[2], YAN Hong[3]

(1. Guangxi Urban-Rural Planning Design Institute;
2. Guangxi Comprehensive Architeetural Design & Research Institute;
3. Liuzhou Water Company)

Abstract: The authors discuss damage against water short due to water quality around China. Following, the reason is analyzed and solution is given.

Keywords: water short due to water quality; water circumstanceWater Planning; sewage disposal; sewage recycle; Water saving

(上接第 48 页)

Energy Consumption Contrast of Compressed Water Supply System for Life & Fire Control

ZHOU Zhe-jun

(Guangzhou General Contractor Design Institute, Guang zhou 510620, China)

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net