

大城市实施分质供水的必要性和可行性

——以天津市为例

潘 桐

(天津地质矿产研究所,天津 300170)

摘 要:随着社会和经济的迅速发展,淡水资源供需矛盾日益突出。当前除须继续加大治污、水环境保护的力度以外,还应从资源水利和环境水利的角度出发,实行分质用水,优水优用,污水巧用,差水改用,加速构筑多层次、多系统的立体供水网络。分质供水已有 2000 年的历史,现代社会已有成熟技术和实践经验,社会对分质供水亦有需求,故而分质供水是“资源型”缺水城市解决水资源短缺的必由之路。

关键词:城市化;水资源;分质供水

中图分类号: P641.75

文献标识码: A

文章编号: 1007 - 6956(2004)03 - 0184 - 06

水资源短缺是 21 世纪人类面临的最为严峻的资源问题。全球陆地上的降水每年只有 $119 \times 10^{12} \text{ m}^3$,它是人类可利用水量的理论极限,但全世界对水的需求每 21 年就翻一翻,目前已达到 $4.13 \times 10^{12} \text{ m}^3/\text{年}$ 。我国是水资源非常贫乏的国家,人均水资源拥有量仅有 $2\,200 \text{ m}^3$,只有世界平均水平的 $1/4$ 。20 世纪 70 年代以来,由于北半球干旱化加剧,我国许多河流上游水土保持能力下降,绿地蒸发量减少,致使降雨量逐年减少。而随着我国国民经济迅速发展、城市化进程加快、人民生活水平的提高与生活方式的改变,城市用水量却急剧增加,因此水资源紧缺问题日益凸现。为此,除采用大规模远距离引水缓解城市用水不足之外,更重要的是节约用水,控制水资源的污染,合理利用水资源。本文拟以天津市为例,结合国内外同类工作进展,探讨大城市施行分质供水的必要性和可行性。

1 天津市水资源现状

上世纪五、六十年代,天津市城市供水以本地河流为水源。随着海河上游地区工农业的迅速发展,海河水量日益减少,无法保证城市用水需要。七十年代以来,多次引密(密云水库)、引

黄济津,1983 年完成引滦入津工程。目前除宁河、蓟县、静海城区仍以地下水为水源外,市中心区、滨海新区、宝坻区、武清区均以引滦河水为供水水源。由于海河流域各河流枯水、丰水年呈同步化,各河流之间来水难以互相调剂,故而自上世纪六、七十年代以来,随着北半球的干旱化,曾多次发生全流域性枯水,天津市水源供应指标已不得不多次被压减。此外,又因海河流域水体污水/径流比例严重失衡,致使处于下游的天津地区水污染严重,从而更加剧了水资源短缺。天津市人均占有水量仅为 156 m^3 ,远远低于世界公认的人均占有量 $1\,000 \text{ m}^3$ 的缺水警戒线^[1],因此天津市属重度缺水地区!

天津市城区需水量是由居民生活用水、公建用水、工业用水和其他用水量构成。预测 2010 年始全市年需水量为 $16.2 \times 10^8 \text{ m}^3$,其中市中心区 2010 年需水量为 $8.1579 \times 10^8 \text{ m}^3$,占全市总需水量的 50.5%;塘沽区(包括天津市经济技术开发区和保税区)为 $2.527 \times 10^8 \text{ m}^3$,占全市的 15.6%;大港区为 $1.357 \times 10^8 \text{ m}^3$,占全市的 8.3%;武清区为 $1.4567 \times 10^8 \text{ m}^3$,占全市的 9%(图 1)。而 1998 年天津市城区供水量为 $10.31 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{年}$,其中地表水为 $7.07 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{年}$,地下水为 3.24×10^8

收稿日期:2004 - 07 - 07

基金项目:中国地质调查局地质调查项目(1212010340108)

作者简介:潘桐(1964 -),男,高级工程师,从事水文、工程、环境地质研究。

天津市城乡建设委员会.天津市南水北调市内配套工程《天津市供水管网规划》.2003

$m^3/年$ 。从预测需水量分布图可见,除市中心区外,用水量增加主要集中在天津市东南部的塘沽⁴/大港地区,即天津市工业布局东移后的战略发展地区。该地区由于地层结构的限制,

少有良好的第四系含水层,深层水又不足以作为水源地,故而更需要开源节流,注重水资源的再生和使用。

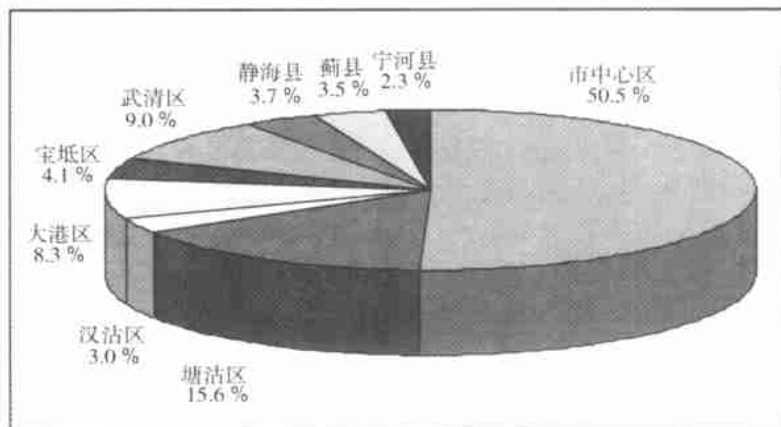


图1 天津市需水量预测分布图

Fig1 Distribution map of the forecast to demand of water for Tianjin City

2 分质用水的必要性

2.1 国内外循环水使用与多途径节水

很多发达国家在努力保护水资源环境的基础上,加大污水处理,实现了工业用水的重复利用。美国工业用水重复利用率已达到85%以上,日本为87%,故而日本工业用水量自1973年以后便开始下降。与此同时,发达国家工业取水量亦呈逐年递减之势,其中欧洲15国人均日工业取用水量年平均递减速率为1.12%^[2]。这一规律性趋势于1994年以后在中国也开始出现,其中除了与产业结构调整、高新技术产业和高附加值产业迅速发展有关,也与水资源制约和强化用水管理的措施有关。尽管如此,我国工业用水重复利用率仍偏低,不足60%。

“中水”是指城市污水或生活污水经处理后达到一定的水质标准,可在一定的范围内重复使用的非饮用水。天津市梅江小区中水厂是天津市第一个有配套中水系统的生活小区。中水用于梅江小区作为绿化景观、居民冲厕、洗洒区内道路、居民区公建等用水,日用再生水量6000吨。其建立证明中水在天津市已逐渐被人们所接受,推动了天津向节水型城市迈进的步伐^[1]。

与此同时,农业上采用浮萍 芦苇 荷塘

大田作物 水田作物的生物链安全过滤法,可以达到吸附重金属,重复使用二次水的目的。喷灌、滴灌措施更是以色列节水型农业普遍使用的方法。澳大利亚则实施强制性限水条例,例如堪培拉居民规定按门牌单双号分单双日浇花淋草,为减少植物蒸腾还规定浇水时间须在17时至次日7时之间进行;再如禁止提水擦车洗窗,无回收二次利用水资源的洗车业一律关闭,使用水量减少了40%;此外,禁止浇草地可节水50%,除洗菜和做饭等生活用水外,不得以任何方式浇灌花木使节水指标提高到60%。日本废水净化使用生物处理法,最简便的是将使用过的乳酸饮料瓶作曝气池填充材料,采用中心导流方式净水,不必添加药物,30个小时后,微生物即可将污水变为清水。为减少有毒废水在美国很流行,马桶中投入烧碱,再喷醋,可代替马桶清洁剂;4.6L水加上1/4杯白醋可以代替瓷砖清洁剂。参照国外的做法,我国需要开展节水、减少有害废水的地方大有潜力。

2.2 国内饮用水供给的多用途使用

城市日益增长的用水量,用途已经发生了很大变化。其中很大一部分是用于只需低质水就可满足之处,如住宅、办公大楼、旅馆饭店等大量的冲厕用水,清洁卫生用水,大型建筑中的

空调冷却水,城市公用事业中的道路洒水、绿化浇水、消防备用水,以及大量景观(喷泉、人工瀑布)用水和工业冷却用水等。随着经济发展,对低质水的需求还会更多,如私人洗车用水、盆景花卉用水、清洁卫生用水等。这一状况不仅是在北京、天津、济南、青岛这样缺水型大城市,即使是中小城市亦十分突出。大量清洁的“自来水”用于城市绿化、冲厕,浪费十分惊人。西安市曾因使用自来水冲洗商业区马路遭到全国媒体的谴责,北方城市用自来水绿化种草坪亦受到批评和否定。

调查显示,城镇居民人均日基础用水量为 60 L,其中炊用水为 3 L,洗漱用水 20 L,洗衣 12 L,厨房用水 20 L,其它 5 L。“基础用水量”是指维持一个人正常生活必需的水量(不包括冲厕、洗衣机、淋浴器等用水),很少受其它因素影响,故而各地基础用水量应是一致的。据统计,城市居民冲厕用水量占总用水量的 25% ~ 30%,人均约 20 ~ 40 L/d;学校冲厕用水量占总量的 30% ~ 50%;机关冲厕占总用水量达 55%;公共场所平均在 40% 以上,而冲洗厕所实际仅需一般标准水^[1]。

2.3 分质供水是建设节水型社会的需求

长期以来,我国城市供水系统都采用统一给水方式,即不管什么用途都按标准饮用水供给。在过去经济不发达时期,用途单一、用水量不大,这种供水方法比较简单省事;但在如今优质水资源十分紧张、水用途日趋多样化的情况下,仍然采用统一供水方式,就是对水资源的极大浪费,也是对人力、物力与能源的浪费,何况现有的统一供水方式也不能满足当今人们对高质饮用水的需求。国外许多大城市主要街道上,早已出现管道供给免费的直接饮用水,标志着城市的文明进步与经济发展,进而提高了城市的品位,所以,“分质供水”应该提到议事日程上来。

3 国内外城市分质供水状况

3.1 分质供水的历史

分质供水在国外有着长期的历史。早在约 2000 年前,罗马城就由奥古斯都皇帝建立了世界上第一个双管道的分质供水设施。饮用水供

居民饮用,非饮用水用于浇灌庭院、冲洗住宅及洗澡。19 世纪末,巴黎开始兴建较大规模的饮用与非饮用二元分质供水系统。20 世纪以来,随着工农业生产的发展和城市化进程的加速,出现许多环境污染问题,城市及其附近的地表水体几乎都受到工业“三废”、农药、化肥及生活废弃物不同程度的污染。有机污染带来的致癌、致突变、致畸变性更是令人担忧。而可供大量开采的优质饮用水源较难得到,致使一些国家随即采用分质供水,作为提高饮水质量及合理利用水资源的措施之一。一般城市饮水量仅占总用水量的 10%,大量城市供水主要用于非饮用方面,这种非饮用水的水质等级可低于“饮用”用水水质标准,因而不少国家采用了“生活用”与“工业用”、“饮用”与“非饮用”的分质供水方式,以降低大量水深度净化处理费用,科学合理地利用水资源。

3.2 日本三管道分质供水系统及应用

日本部分城市中设有三种供水系统,即生活用水、工业用水及杂用水,分别由上水道、工业水道及杂用水道(又称中水道)输送,供给不同等级的用水。工业水道的普遍采用可节省大量饮用水及净水处理费用。

日本作为岛国,淡水只能来自大气降水。除修筑水库蓄水外,利用良好的植被涵养水分,再使用河水、抽取岩层裂隙水饮用,是最普遍的方法。

1937 年日本开始制定工业用水道的有关规定,1958 年制定了《工业用水道事业法》。上世纪 60 年代以来,陆续在几十个城市中建立了工业水道。1991 年全国已有工业用水道事业体 117 个,有 200 多个设施,日供水能力为 $2\ 189 \times 10^4 \text{ m}^3$,输水管道约 6 000 多千米,分布在近 50 个都道府中。

作为城市节约用水的措施之一,中水主要用于不与人体接触的用水,如冲洗厕所、道路洒水、洗车、冷却水、园林浇灌、水景补偿及消防用水等。中水可以在一定的区域内,或一个建筑群、一个建筑物内重复利用^[3]。日本全国目前杂用水利用设施约有 400 余个,仅东京都一地已建和拟建的中水道设施就有 60 余处。

山田贤次等提出在建筑物中再增加一个

“上质水道”,即对生活饮用水再经过深度净化处理,专供饮食与烹调用。此前日本已有应用实例,但均为小型系统。

以东京都为例,该地目前有十余个净水厂,每日总供水能力约为 $600 \times 10^4 \text{ m}^3$,多以河水为原水。为减轻工厂抽取地下水产生地面沉降,1956年又制定了《工业回用水法》,另建工业水供水体系,以地表水及回用水代替地下水,形成生活水与工业水分质供水系统。

东京都于1964年向江东地区及1971年向城北地区专门供给水质较差的工业用水,江东地区由南千住净水厂及南砂町净水厂供给工业用的非饮用水,以三河岛污水处理厂二级处理水作为原水,每日总供水能力超过 $32 \times 10^4 \text{ m}^3$,工业用水管道总长度150千米以上;城北地区由三园净水厂和玉川净水厂供水,以河水为原水,每日供水能力约 $35 \times 10^4 \text{ m}^3$,工业用水管道总长度约200千米。此外,大久保净水厂为大型分质供水厂,每天生产约 $25 \times 10^4 \text{ m}^3$ 工业用水和 $13 \times 10^4 \text{ m}^3$ 生活用水,用两套管网进行分质供水。

东京的杂用水利用较早,用途较广,自1951年以来就将三河岛、芝浦等污水处理厂生产的再生水用于工厂的杂用、洗车及工业用等。建筑物内的中水道主要是1970年以后建立起来的,发展较快,已建和拟建的中水道系统有60余处,每日非饮用水供水量约 $10 \times 10^4 \text{ m}^3$,多为建筑楼群或单幢高层建筑物的中水道系统,也有少数为地区性的中水道系统。

3.3 美国城市双管道分质供水概况

美国主要建立一些将处理后的废水重复利用的非饮用水系统,但在规模及数量上均不如日本。目前美国至少有十余个城市已建成分质供水系统,主要是建立饮用与非饮用水的双管道供水系统。非饮用水系统的水源主要有两类,一类是未经处理或稍加处理的地面水及水质较差的地下水;另一类是废水经过处理后,达到一定标准的回用水。已建成的非饮用水系统以后一类为多,特别是在美国西南部干旱地区的一些城市中,利用处理后的废水作为非饮用水,主要用于浇灌绿化地带、工业冷却、娱乐用水及冲厕、洗车等^[4]。

3.4 我国部分城市分质供水示范

随着我国人民生活水平逐步提高,一部分收入较高的居民对生活品位有较高的要求,许多城市家庭用上了纯净水,无需处理即可直接饮用。一些经济发达城市如上海、深圳、宁波等更是走在前面,数十个新建小区打起了“水龙头一开,生水可饮”的口号,提前进入了“生饮水时代”,用上了分质供水。

我国一般谈到的分质供水,主要是指在小区内的优质供水。供水方式主要有桶装和管道供水。目前,上海部分地区及国内有些城市建立的净水供应站,采用桶装供水方式。“管道分质供水”是在小区设立净水站,将自来水进一步深处理、加工和净化,在原有的自来水管网基础上,再增设一条独立的优质饮用水供水管道,将水输送到用户,供居民直接饮用^[5]。同时,将城市供水作为一般用水。

3.5 中外分质供水的差异

由上述可见,分质供水是以两套或两套以上的管网系统,分别输送不同水质等级的水,供给不同用途用户的供水方式。国外现有的分质供水都是以可饮用水系统为城市主体供水系统,而将低品质水、回用水另设管网供应,用作绿化、清洗车辆、冲厕、喷洒道路以及工业冷却等,称为非饮用水。非饮用水系统通常是局部或区域的,作为主体供水系统的补充,既节约水源,又降低处理费用^[6]。

目前,国内分质供水是另设管网供应少量专供饮用的“纯净水”,而将城市供水作为一般用水,与国外分质供水不同。国外的“可饮用水”是符合本国水质标准,用于饮用、烹调与清洗的水;“非饮用水”是人类偶然消费亦不致造成危害,用于非饮用用途的水,在户内只用于冲洗厕所。仅供饮用的管道供水在国际未有先例^[7]。

4 分质供水的可行性

4.1 饮用水源头保护

有效保护水资源是保证饮用水安全的最根本要素。欧美日等国家在水源非常重视,通常在水源取水口下游建立保护区,环境非常优美,取水口建立自动检测站^[8]。而我国在20世纪

是以发展经济为前提,生产和治污是分离的,是以产品为前提的末端排放达标治理污染的方式保护水资源的。进入 21 世纪,以恢复和修复已被破坏的生态系统为主题。在水环境污染治理方面,开始从末端走向起始,从集中走向集中与分散相结合。因此,对于已建供水厂要加强现有水源的保护,并建立严格的环境质量检测措施,加大水质标准的考核力度,确保水源不受污染并能及时报告水源水质的变化情况;同时,应当重视水源水体修复技术的研究与应用。

4.2 饮用水终端保护

现代城市已具有按用途分质供水的能力,高科技的净水技术与水处理设施,以及日益发达的计算机监控系统,皆可为城市居民提供安全优质的饮用水,并保证一定水质标准的各种用水入户。

4.3 分质供水技术措施

不同功能小区(如住宅小区、商业区等)可集中设置水净化设施,向用户提供高质饮用水,以保障居民饮水健康^[9]。与此同时,在小区或大型建筑中设置中水系统,处理下排水,或利用雨水和附近河水,提供低质水作为冲厕、洗车等用^[10]。小区范围内实行分质供水,由于管道路线短,监控管理方便,可以避免发生管道误接事件。这种二级分区分质供水方式,既能满足人们对各种水质与水量的需求,又能合理利用各种水资源,减少了污染物的排放量,保护了生态环境。

4.4 按需分配分质供水

在我国,由于供水水质必须满足国家饮用水卫生标准,而不同用户对水质的要求差异性又很大,所以国家标准的制定原则是既要满足饮水健康的基本要求,又要保障标准的可实施性。因此,总体说来国家标准的要求并不是很高。这样就有必要针对不同用户和经济条件等

因素制定不同的供水水质要求,在有条件的地区率先实现供水水质与国际接轨,如新建高档生活区即可供给“生饮水”。

5 结论

尽管南水北调工程将有效地改善天津用水困难,但从科学发展观高度看,水资源保护是一项长期的全社会的工作,各行各业乃至每个人,皆有建设节水型社会的义务和责任。既然两千多年前就已经出现分质供水,现代分质供水理论与实践经验业已成熟,社会亦有分质供水的需求,相信分质供水与再利用水系统将会进入蓬勃发展时期,从而达到水资源的合理使用及可持续发展。

参考文献:

- [1]陈新明,徐志勇.天津市污水处理及中水利用初探[J].天津建设科技,2003,3:37-38.
- [2]宋序彤.中国城市供水排水发展特征及对策[J].中国给水排水,2000,16(1):21-25.
- [3]刘学功,崔招女.中水处理技术与工艺[J].给水排水,1993,19(8):20-24.
- [4]John W. C., Water Supply and Pollution Control (Second Edition) [M]. New York: International Textbook Company, 1971, 75-86.
- [5]史撰.分质供水在我国将成为必然趋势[J].环境导报,2002,3:34-35.
- [6]王占生.分质供水与《饮用净水水质标准》[J].给水排水,2000,(6):74-75.
- [7]关伟平,纪取文.论城市分质供水[J].黑龙江环境通报,2000,24(2):63-64.
- [8]Martin F. (周蓉译).健康的水[M].上海:同济大学出版社,1996,16-19.
- [9]李云,李冬.浅议我国发展“管道分质供水”的现状[J].深圳自来水,1998,(3):66-67.
- [10]陈志斌.对城市分质供水的探讨[J].广西土木建筑,2000,26(1):1-4.

The Necessity and Feasibility of the Water Supply by Different Quality in Large Cities

—Taking Tianjin City as an Example

PAN Tong

(*Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, Tianjin, 300170*)

Abstract :With the cities development, water has been an important factor to puzzle the sustainable development of economy, especially in Tianjin. It is a big systematic project to meet the demand of the water shortage. To resolve the problem, Water Transfer Project From South to North China is the best way. However, saving - on - water is not a unique way. A number of new measures should be considered including (1) Controlling the water resource pollution; (2) Using water reasonably; (3) Reforming the existing water supply pattern; Furthermore, the most important way is supply water with different levels on quality according to assorted demands. In a short word, "water supply with different quality" should come into our schedule.

Key words : city development; water resource; water supply by different quality

《地质调查与研究》征订启事

经国家科委和新闻出版署批准,我刊《前寒武纪研究进展》于 2003 年起更名为《地质调查与研究》。办刊宗旨:本刊为地质科学领域中的学术性刊物,执行党的基本路线及国家的出版政策法规,坚持“百花齐放,百家争鸣”的双百方针,面向地质调查和研究工作,为地质调查和研究成果提供交流载体,推动我国地质调查和研究工作的开展,为我国的经济建设和发展服务。主要刊登内容:地质调查和研究的新认识、新成果、新进展,地区性、专业性焦点、难点问题讨论,新理论、新技术、新方法、新工艺的研究和引进。内容涉及基础地质、矿床地质、同位素地质年代、第四纪地质、水资源与环境、灾害地质、城市地质、农业地质、旅游地质、地球物理勘查、地球化学勘查、地质调查信息等领域,以及国民经济和社会发展对地质工作的需求等方面的文章,亦刊登国外相关领域的研究动态和成果。主要开设栏目:基础地质、矿产资源、水文地质、工程地质、环境地质、技术方法等,非常适合地质工作者、地质院校师生和有关单位的管理者阅读参考。

本刊为季刊,公开发行,每期约 10 万字,可全年订阅,也可分期订阅。订阅办法:1) 单位和个人均可向我刊发行组订阅;2) 邮局汇款,地址:天津市河东区大直沽八号路 4 号,邮编:300170;3) 银行信汇:天津市河东区工商行大直沽分理处,账号 401088066213。

联系电话:022 - 24023549

《地质调查与研究》编辑部