

# 探讨我国的城市分质供水模式

李明<sup>1</sup> 刘应宗<sup>1</sup> 金宇澄<sup>2</sup>

(1. 天津大学 管理学院, 天津 300072; 2. 华东交通大学 教务处, 江西 南昌 330013)

**摘要:** 分质供水是随着人们对饮用水需求层次提高以及合理利用水资源要求而产生的新的供水体制。对于满足人们日益增长的水质需求, 合理优化配置和利用水资源具有重要作用。通过对分质供水的内涵、分类及不同模式的分析, 结合我国城市供水发展的具体情况, 提出了符合我国国情的城市分质供水模式。

**关键词:** 分质供水; 可行性; 分类; 模式

**中图分类号:** TU991 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7037(2005)03-0080-05

## 1 分质供水的内涵

### 1.1 分质供水产生

分质供水是指根据城市各用水对象对水质要求的不同分别提供不同水质的用水。分质供水是随着社会经济的发展和人民生活水平的提高而出现的, 对饮用水需求层次要求以及合理利用水资源要求的产物。单一供水是供水事业不发达的产物, 它向社会提供的是共性供水, 而不是对城市不同用水需求的满足。这种无差异水质的供水方式一方面不能满足民众对饮用水的直接饮用需求, 另一方面单一的供水体制无法做到对水资源的合理配置和合理利用。

分质供水产生的条件主要有两个, 一是随着人们生活水平的提高, 对城市供水的要求已从水量的满足提升到对水质和服务的关注上。二是水资源稀缺性的出现, 使得人们必须充分利用各种可以利用的水源, 加强对水资源的优化配置, 通过“优水优用”的办法来体现水资源价值的经济观。

### 1.2 分质供水的分类

a. 狭义的分质供水。以改善饮用水水质和提高城市饮用水水质为目的的供水。以自来水为原水, 把自来水中生活用水和直接饮用水分开, 把自来水中 5% 左右的水另设管网, 再进一步深加工净化处理, 使水质达到洁净健康的标准, 直通每个家庭用户, 达到直接饮用的目的。

b. 广义的分质供水。城市主体供水系统只提供经过深度处理的优质饮用水供市民饮用和洗

浴服务, 另设非饮用水管网供应系统, 将低品质水、回用水或经过处理的海水等再生水作为园林绿化、清洗车辆、冲洗厕所、喷洒道路以及工业冷却等用途的非饮用水使用。非饮用水通常是局部或区域性的, 包括居民区中水回用、城市污水再生回用及工厂工业水回用的总称, 作为主体供水系统的补充。这种分质供水是对城市水资源的合理分配和利用, 是实现城市水优质优用、低质低用且水尽其用的合理用水的有效途径。

### 1.3 分质供水的可行性

a. 技术上的可行性。随着水的精处理技术的发展, 已出现了如活性炭吸附、硅藻土过滤、臭氧处理、紫外线消毒等设备简单且处理效果好的集成化处理装置。深度水处理技术的发展, 为城市分质供水提供了技术上的可能性。随着城市污水处理事业的发展, 污水处理排放标准的不断提高, 城市污水得到有效的处理, 城市再生水的水质完全可以满足农业灌溉、养殖、工业、城市生活杂用、市政、消防以及环境等对水质的要求。再生水回用标准的制定, 确保了再生水使用的安全性。

b. 经济上的可行性。主要体现在供水方式上的经济性, 对用户, 由于低质水的使用, 不需要为高质水低用而支付高质水的费用; 对于供水企业, 则可以只对水质要求很高的少量用水进行深度处理, 而不必对大量用水深度处理, 节约不必要的深度处理的资金。由于低质水的利用, 可以节约大量的优质水源, 节约供水企业的引水资金, 有利于供水企业进行设备改造和技术更新。

## 2 分质供水的意义

### 2.1 有效优化配置水资源

城市用水可分为一般工业用水、生活杂用水和食品饮料等行业的产品用水、生活饮用水两大类,前者约占全部用水量的95%左右,水质要求不高,一些低质水源水和城市再生水就可以满足使用要求,生活饮用水水质要求较高(要求源水水质在地面水环境质量标准三类以上)。目前城市供水采用单一制,为保证生活饮用水质量,全面提高了城市供水水质标准,要处理的水量大,加大了对水源水质的要求,增加了解决城市供水水源问题的难度。分质供水可以有效避免单一供水存在的问题,使高质量水源在没有任何危害的条件下提供给用户。低质水源及再生水将满足无数用户非饮用水的需求,既减少污水排放量,又提高了水资源的利用率,合理配置利用水资源,缓解水的供需矛盾。

### 2.2 社会经济效益

长期以来,我国城市供水系统全部按照生活饮用水标准供给,而城市居民家庭用水仅占城市自来水总量的10%左右,居民直接饮用水约占家庭生活用水的10%,大约为城市总供水量的1%~2%,加上洗浴等生活辅助用水也不过占5%。现有的城市供水单一方式,为了满足1%~2%的饮用水水质要求,而将净水厂的供水水质全部提高,既是对水资源的极大浪费,用水既不科学也不合理,也是对人力、物力与能源的浪费。将饮用水、其它对水质要求较高的生活用水与其它用途用水分开供应,尤其是广义的分质供水,实现“分质供水、优水优用”减少了对城市优质水源的浪费,使大量的一般用水的水质要求不过分地提高,可避免投入大量资金用于新水源的建设和远距离原水的输送,大大减少原水水质处理的费用。

以青岛市合理利用水资源的海泊污水回用工程为例,再生水处理成本为0.48元/t,而引黄济青工程制水成本约1.2元/t,海水淡化成本约3元/t。实行分质供水以后,每年为城市提供1460万t低质水,每年为城市创造7256万元的经济效益,还为城市提供48亿元工业产值的供水条件。相对于单一供水,每年为城市节水1460万吨。按照一般处理工艺,处理成本600元/t,对于供水企业可以每年节约引水和水处理的费用1000多万元,对用户可以减少由于不必要的高水质的使用带来的支出,同时可以有效缓解水资源短缺的矛盾,因此具有很大的社会效益。

### 2.3 环境效益

分质供水将各种可以利用的水资源合理配置和使用,不仅提高了城市用水的效率,而且可以改善城市水环境。以北京市良乡潞春小区生活污水回用示范工程为例,日处理污水720t,年处理废水26.3万t,中水费用0.79元/t,比使用自来水全年节约水费近60万元。每年为城市节约自来水25.92万t,相应减少地下水开采25.92万t。同时,中水处理站运行实行分质供水后,小区污染物COD排放量从374kg/d减少到23kg/d,每年COD、BOD及SS的削减量分别达到128t,77t及33t,避免了对附近生态环境的污染。

## 3 分质供水的模式

### 3.1 整体管道分质供水

又称“双路供水”,即整个城市建立两套供水系统。一套供应高质量可直接饮用的少量饮用水,另一套供一般生活用水及工业用水等普通自来水。由专门的城市饮用水处理厂起,到居民饮用水龙头止,设立与其他用途的供水管网相独立的管网来提供饮用水。整体管道分质供水实质上是对初步处理的自来水(非饮用)进行深度处理,达到可以满足人体健康需要的优质饮用水,以提高城市生活饮用水的水质。

### 3.2 分区分质供水

将整个城市分为工业区、生活区和商业区,利用现有的城市供水管道,在居民生活区设集中水处理站,对现有管道给水进行深度处理后,由小区敷设专用供水管道向居民提供优质饮用水,或者采用桶装方式供给居民饮用水,配合小区内的中水回用管道,现有管道主要供给居民生活中的洗浴等辅助用水,中水主要供居民冲厕等用水。

对于商业区和工业区,采用双管路供水,以现有城市供水管网为主体,另外设一套供给工业及商业用的低水质供水管道,主要供给工业使用的低质用水和商业区的冲厕卫生用水等。在工业企业内部配合厂内回用管道,实行厂内污水回用和厂际串联利用。对于市政、环境及景观等用水,设单一的回用水管道供给再生水,这种分质供水方式实质是优化配置和合理利用城市水资源。

## 4 我国的分质供水模式

### 4.1 整体分质供水不适合我国国情

城市整体分质供水方式是一项规模浩大的系统工程,涉及到城市规划、市政建设现状、环境保

护、物业管理以及供水设备与配套材料等多方面,实施难度较大,是以提高饮用水水质为目的提出的,而且城市整体分质供水的合理性还有待探讨.

a. 分质供水的水量不合理. 城市整体分质供水的设想是饮用水只占城市供水量的 1%~2%, 但仅如此显然是不合理的,表 1 为讨论城市供水的水质需求提供了依据.

表 1 各类城市用水量的比例 (%)

	居民生活	工业	商业	公共	其它
上海	34	21		29	16
美国	40	25	15	5	15

注:上海数据是售水量中各类用水的比例,美国“其它”指漏失与不计量.

工业用水在城市供水量中占相当大的比例,部分工业用水对水质的要求并不低于饮用水. 城市公共用水由餐饮旅游、金融商贸、文教卫生等行业用水构成,公共用水中园林绿化、喷洒道路等市政用水所占比例很小. 饭店宾馆及高档写字楼对供水水质的要求高于住宅. 城市公共用水中,需要达到饮用水水质的比例不低于居民生活用水. 因此城市供水中,需要达到饮用标准的水量不小于供水总量的 50%,仅考虑提供 1%~2% 的符合饮用水标准的水量是不合理的.

b. 城市整体分质供水需要规模经济. 城市整体分质供水需要在现有城市管网基础上增设一套新供水管网,从经济上说只有供水能力达到一定规模时,供水才是经济的. 对于城市整体管道分质供水,美国供水工程协会(AWWA)建立了一个计算模式,用于此类问题的分析和规划. 并提供了一个算例,用水人口 10 万的城镇(供水量约 6 万 m<sup>3</sup>/d),因水源污染水厂须增设颗粒活性炭吸附工艺. 传统供水系统将全部供水深度处理,分质供水只深度处理供水中可饮用部分,同时增设一套管道系统. 计算结果,可饮用水占总供水量的比例不低于 20% 时,分质供水才是经济的. 在供水规模不大的情况下,整体分质供水不具有经济性.

c. 城市整体分质供水具有负面效果. 实施城市分质供水可能的后果之一,在指导思想上和操作上,放弃保护水源和改善水处理技术的努力,结果现有管网供水水质逐渐下降为非饮用水;而饮用水的供应量又明显小于合理的限度. 造成各种局部深度净化设施和经营饮水业务的经济实体充斥市场,各行其是;整个城市的实际供水成本增加,而分散经营的深度处理装置得不到有效的管理和监督,造成低收入家庭的饮水健康条件恶化. 后果之二是对未来城市的可持续发展造成长远

的损害. 对生活饮用水水质提出较高要求是经济发展和城市进步的结果. 城市供水系统是城市的主要基础设施,将另一类分质供水作为解决饮用水水质问题的法宝,弃大量的公共及工业用水水质于不顾,是降低城市供水系统的服务标准与质量,与经济和社会持续发展的要求背道而驰.

d. 新规范的实施排除了城市整体分质供水的可能性. 卫生部新颁布实行了《生活饮用水卫生规范》,对城市供水系统的服务对象、范围和水质要求作出了明确的表述. 生活饮用水是直接供给居民作为饮用和生活用的水,水质必须确保居民终身饮用安全. 新规范中新的水质标准已经与世界卫生组织的水质标准接轨,实际上已经排除了城市整体分质供水的可能性. 若再设立一套专供饮用的供水系统,以非饮用水系统作为城市供水系统的主体,将是明显违反《生活饮用水卫生规范》要求的行为.

### 4.2 我国城市分质供水格局

我国的城市分质供水目前只能以合理利用水资源的广义分质供水,遵循以下基本格局(图 1),对于优质水源水,经常规处理供城市生活饮用水、工业生产用水,或者经集中深度处理供城市生活饮用水,或者经局部深度处理以桶装纯净水或管道纯净水直接供饮用. 对于低质水源水,直接或经简单处理供工业冷却用水、市政杂用水及生活杂用水. 城市污水处理再生水,主要用作灌溉、市政、工业生产、环境景观娱乐及生活杂用水;对于小区、建筑群及公共建筑等推广中水回用作杂用水;工业企业内部实行污水回用或厂际串联回用.

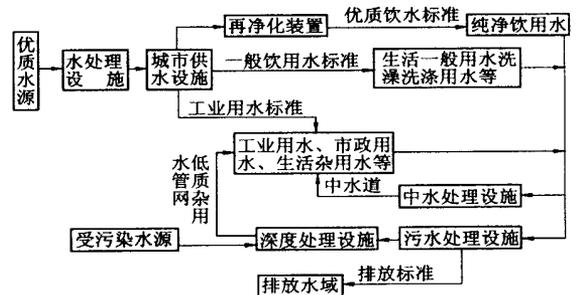


图 1 城市分质供水格局

### 4.3 我国分质供水模式

从我国的实际情况出发,目前以提高饮用水水质为主要目的的城市整体分质供水不符合我国国情,仅考虑满足饮用水量需求的管道分质供水,也不是发达国家的先进经验和可接受的做法. 我国的分质供水应该以对城市水资源的优化配置,合理利用为目标,实现“优质优用”、“低质低用”及“合理用水”的目的. 因此,我国的分质供水模式应

以城市供水管网为主体，以城市分区集中分质供水结合中水回用，再生水利用以及工业水循环利用和厂际水串联回用的综合利用模式。将城市供水区域分成居民生活区、工业供水区、公共建筑用水区域以及市政、环境、景观、娱乐用水区等分别实施不同的分质供水模式。

a. 公共建筑用水区域中水回用模式。在公共建筑用水区，如机关、学校等公共事业单位、餐饮、娱乐以及旅馆等公共服务行业推行内部中水回用，在公共建筑内部设中水道，将大型公共建筑和住宅楼群的污水，就地循环处理再利用，提供低质水的使用，现有的城市供水管道提供符合饮用标准的优质水(图 2)。以北京服装学院的中水回用工程为例，经测算，水的运行费用约为 1.4 元/t，学生宿舍每天冲厕用水量 60 t 左右，加上绿化喷灌等用水，全年使用中水 2.5 万 t，中水价格 1.4 元/t，相对于使用自来水(3.9 元/t)，每年可以节约经费 6.25 万元，给学校带来极好的经济效益。同时每年节约用水 2.5 万 t，也减少了污水的排放量，产生了很好的环境效益和社会效益。再如北京国际饭店中水利用系统，于 2001 年 6 月正式投入运行，根据测算中水成本为 2.264 元/t，相对使用自来水(4.8 元/t)每年可以节约水费 9.3 万元中水的使用有了较好的经济效益，每年节水 3.65 万 t，减少了污水排放量，具有很大的环境和社会效益。

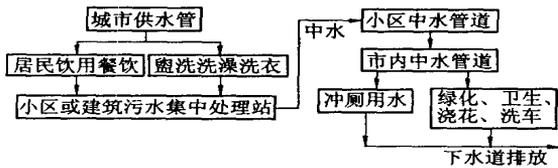


图 2 公共建筑用水区域中水回用模式

b. 市政、环境、景观、娱乐用水区和工业区的双管路分质供水。对于市政、环境、景观、娱乐用水区和工业区可以采用双管路分质供水，由城市再生水厂敷设专门的再生水供水管道，与市政管网一起形成双供水系统，供给市政绿化等环境使用的低质用水和工业使用的低质用水。或者由再生水厂敷设专门供大工厂使用的专用管道，提供工厂使用的低质用水，这种供水方式比较容易实施(图 3)。青岛市海泊河污水处理回用工程 1999 年 2 月投入使用，每年可为城市提供 1 460 万 t 低质水用于工业、市政绿化、冲洗等，不仅每年为城市创造 7 256 万元的收益，还可以为城市提供增加 48 亿元工业产值的供水条件。在为城市带来巨大经济效益的同时，每年为城市节约水源 1 460 万 t，每年去除 SS:219 t, BOD<sub>5</sub>:146 t, COD:146

t, 极大减少了污染, 改善了城市水环境。

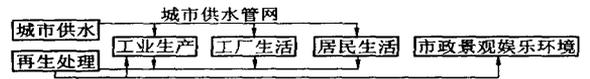


图 3 双管路分质供水

c. 工业区内“厂际串联用水”。在城市工业区内推行工业企业之间的废水回用，即“厂际串联用水”(图 4)。这种模式需要不同工业企业之间具备逐级串联用水的水质和实施条件，即不同的工业企业之间的水质需求必须相同，同一工业企业内部对水质的需求不同，各个工业企业用水规模不大，同时回用水水质必须符合生产需要的水质要求，适于在新建工业区或工业企业比较集中的地区实施，以便于集中建立污水处理设施和管网建设。大连市春柳河污水处理厂将出水向甘井子工业区供水 8 万 t/d，回用水价格 2.42 元/t，相对于使用自来水(价格 3.9 元/t)，每年可为工业区内的企业节约水费 3 300 多万元，为城市节水 2 880 万 t，同时减少污水排放量 2 800 多万 t，具有极大的社会和环境效益。

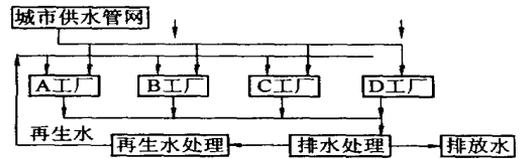


图 4 工业区的厂际串联供水模式

d. 工业企业内部推行厂内分质供水模式。在工业企业内部推行厂内回用模式，实施厂内分质供水。厂内分质供水模式与生产工艺、系统和运行管理关系十分密切，可靠性取决于生产工艺或过程用水的水质和水量要求、生产工艺和生产用水系统状况、废水回收处理技术、环保要求以及技术经济条件等。此外，还要考虑企业内部用水规模大小，主要适于大型联合(综合)生产企业，以及用水水质多样化的钢铁、冶金、化工及重型机械行业等，实施方式可采用图 5 方式。如北京地铁运营公司车辆二公司废水深度处理回用工程，2002 年 9 月投入使用，生产回用水 400 t/d，全年可节水 14.4 万 t，现自来水价格 2.9 元/t，排污费 1 元/t，节约水费 56.16 万元，除去每年处理成本 9.99 万元，实际节约 46.17 万元。由于污水处理达到排放标准，不需要交超标排污费，每年可节约 10

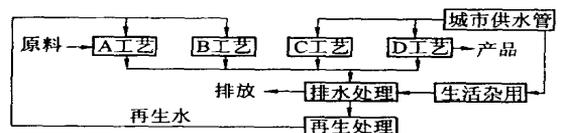


图 5 工厂内部分质供水模式

万元. 每年节水 14.4 万 t, 同时减少 14 万 t 污水排放量, 一定程度上缓解城市水污染, 有利于环境保护.

分质供水是时代发展的产物, 对于满足人们日益增长的水质需求, 对于合理优化配置和利用水资源具有重要的作用. 但是必须从我国的实际出发, 结合我国城市供水发展的具体情况, 探索出适合我国城市分质供水的模式. 在现阶段, 以优化配置和合理利用城市水资源的分区分质供水模式是我国城市分质供水的理想模式.

#### 参 考 文 献

- [1] 刘俊良. 城市节制用水规划原理与技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [2] 陈友良, 张亦平, 张 哲. 分质分区供水的必要性和可行性研究[J]. 湖南轻工业高等专科学校学报, 2002, 9(3): 9-11.
- [3] 季 强. 我国城市分质供水的现状分析[J]. 城市公用事业, 2003, (4): 25-28.
- [4] 陈有才. 合理利用水利资源, 实施双管分质供水[J]. 浙江水利科技, 2004, (1): 34-36.
- [5] 莫德清, 韦平英. 小区管道分质供水可行性分析[J]. 广西水利水电, 2002, (3): 67-69.
- [6] 宋广瑞, 陈光明. 分质供水的可行性研究[J]. 中国测试技术, 2003, 3(2): 61-62.
- [7] 袁志彬, 王占生. 关于我国实施分质供水的讨论[J]. 城市建设与发展, 2001, (6): 25-29.
- [8] 刘 红, 孟光辉. 节水新技术与示范工程实例[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2004.
- [9] 柯崇宜, 孙 峻, 沈晓楠. 青岛海泊河污水处理厂污水回用工程[J]. 中国给水排水, 1999, (8): 35-36.
- [10] 李 田, 刘遂庆. 分质供水解决城市饮用水水质问题的局限与作用探讨[J]. 给水排水, 1999, 25(2): 4-8.

### Mode of Urban Water Supply in Different Quality in Our Country

LI Ming<sup>1</sup> LIU Ying-zong<sup>1</sup> JIN Yu-cheng<sup>2</sup>

(1. School of Management, Tianjin Univ., Tianjin 300072, China;

2. Dept. of Edu., East China Jiaotong Univ., Nanchang 330013, China)

**Abstract:** Quality-divide water supply is supplying different quality water according to user's different quality demand. It is a new water supply mode that emerged along with the people's drinking water demand raising and rational utilization water resource demand. Quality-divide water supply will have an impact on the people's increasing quality demand and play an important part in reasonable distribution and utility of water resource. Through the discussion of intension, classification and different modes of quality-divide water supply, combining the reality of our country the mode of quality-divide urban water supply is put forward.

**Key words:** quality-divided water supply; feasibility; classification; mode