

全面提高小区生活饮用水水质的建议

袁志彬 王占生 傅文华

提要 简要介绍了我国新颁布的《生活饮用水水质卫生规范》的主要特点以及当前城市供水水质存在的问题。首次提出了全面提高小区生活饮用水水质的建议,并与分质供水系统进行了经济估算比较和分析。认为对小区供水全部采用深度处理工艺,与目前普遍实行的小区管道分质供水(仅解决饮水水质问题)相比,不仅节省了投资,降低了供水成本,而且提高了全部生活饮用水水质,以利今后与国际接轨。

关键词 分质供水 生活用水 饮水 经济估算

1 新的《生活饮用水水质卫生规范》的主要特点

中国卫生部于 2001 年 6 月 7 日颁布了新修订的《生活饮用水水质卫生规范》,并于 2001 年 9 月 1 日起执行。其中对生活饮用水水质标准的一些项目作了修改并增加了一些项目,这是继 1985 年颁布《生活饮用水水质卫生标准》^[1] 16 年后跨出的一大步。它为改进居民生活饮用水水质提供了有力保证,为居民生活饮用水水质与国际接轨创造了条件。

新的《生活饮用水水质卫生规范》在定义中明确规定:“生活饮用水是由集中式供水单位直接供给居民作为饮水和生活用水”。就是说,不只饮水应达到这个水质,生活用水也要求达到这个水质。生活用水中除了冲马桶、洗地、洗车、浇灌花草外,象淋浴、洗漱、洗衣也应高要求,因为皮肤和呼吸也会吸收水中的有毒有害物质。

新修订的《生活饮用水水质卫生规范》共有水质检验项目 96 项,分为常规检验项目和非常规检验项目。其中 34 项常规检验项目中,变动比较大的是浊度由原来的 3 NTU 改为 1 NTU,同时也留有余地,即特殊情况下不超过 5 NTU。此外首次增加了有机物综合性指标——耗氧量即高锰酸盐指数。考虑到有些地区执行这一指标暂时有困难,除了规定不超过 3 mg/L 外,也考虑了特殊情况即不超过 5 mg/L (特殊情况包括水源限制等情况)。非常规检验项目共 62 项,除 10 项无机物外其余皆为有毒有害有机物。

2 目前我国城市供水水质中存在的问题

由于水源污染状况的加剧,有机物超标成为当前我国城市供水水质中存在的突出问题。一些有条

件的地区希望喝上较高水质的饮水,于是分质供水(仅解决饮水部分)应运而生,逐渐成为一项新兴事物而备受注目。城市分质供水又称饮用净水、优质饮用水或直饮水等。为了规范城市分质供水事业,建设部颁布了《饮用净水水质标准》(CJ94 - 1999) (2000 年 3 月 1 日起实施)。

要满足新规范中的有机物指标要求,首先要考虑对现有自来水厂进行技术更新和改造,使出厂水尽快满足要求。同时还要逐步改善水源水质,并进行管网(包括二次供水设施等)改造。考虑到管网改造和水源水质从根本上得到改善需要一定的时间(估计要 10 年以上),因此在短时间内提高城市供水的水质问题依然是热点问题。在这样的背景下,城市分质供水仍有很大的市场。

3 目前我国城市分质供水存在的问题

目前国内城市实施的分质供水仅解决生活饮用水中约 2% 的饮水水质。其实,从健康需求和用户心理两方面考虑,生活饮用水中可饮用部分所占比例,国内外介绍应达到 40% ~ 50%,它包括了厨房洗涤、淋浴洗涤等^[1]。

Martin Fox 在《健康的水》一书中提到:水中有害物质特别是其中挥发性有机物,被人体各部分吸收的比例大致是:1/3 由口腔摄入(饮用和进食),1/3 在洗漱和洗浴时由皮肤吸收,1/3 在洗浴时随水汽或气溶胶经呼吸道吸收^[2]。

由于水中含有许多挥发性物质,在水被加热时,就会挥发出来,弥漫在水蒸汽和气溶胶中,通过呼吸进入人体呼吸道和肺部,进而影响人体健康。美国

环保局(EPA)曾推出对水中挥发性有机物(VOCs)摄入量进行评估的数学模式。Catherm 等人利用该模式进行计算后得出结论认为,若假定体重70 kg的成年人每天饮水量为2 L,每天淋浴用水量为190 L,则淋浴过程中摄入的 VOCs 量与通过饮水途径摄入量近似相等。Andelaman 报道了饮用水中三氯乙烯(2001 年《生活饮用水水质卫生规范》在水质非常规检验项目中规定该项目限值为 0.07 mg/L)造成的户内呼吸摄入。以每人每天饮水量 2 L,淋浴耗水量每人每天 40~95 L 计,三氯乙烯淋浴时的呼吸摄入量是饮水口腔摄入量的数倍^[3]。

Brown 等人研究了皮肤对水中挥发性有机物的吸收。按成人饮水量 2 L/d,婴儿饮水量 1 L/d,二者洗澡时间均为 15min/d,饮用水中常见挥发性有机物的皮肤吸收与口腔摄入的比例,成人与婴儿分别为 63/67 和 40/60^[3]。

美国环境保护局的 John Schaum 等人研究后认为,大多数污染物在淋浴时对人体皮肤的危害不大,但是少数渗透能力极强的物质除外。综合有关研究资料,能够在皮肤上吸附、渗入,构成健康危害的有机物有 四氯化碳、多环芳烃、苯、二氯苯、氯苯、六氯苯、低级烷基苯、氯仿、多氯联苯(PCB)、草不绿杀虫剂、硝基苯胺、二硝丁酚、对苯二胺、乙二胺、间苯二酚、对氨基酚、卤代烃、卤代醇、低级脂肪胺、吡啶、甲醛等。

世界卫生组织(WHO)1992 年版《饮用水水质指南》明确指出,确定水中化学物质含量的指导值,既要考虑饮水的摄入,也要考虑淋浴时的皮肤吸收和呼吸摄入^[3]。

通过上面的分析,我们知道,由于生活饮用水直接影响人体健康的途径较多,不只是饮水一项。因此,仅仅提高饮水的水质是远远不够的,必须全面提高目前我们的生活饮用水的水质。

另外,对于家庭生活杂用水——冲便器、清洗车辆、庭院绿化、浇洒庭院的道路用水,可以用低质水或回用水。按照目前我国一般家庭生活水平,这部分水大约占生活饮用水总量的 20%~40%。如果实行分质供水,则 60%~80%的家庭生活饮用水水质须满足生活饮用水的水质标准。

4 小区分质供水与小区提高全部生活饮用水水质

的经济比较

4.1 小区实施独立分质供水(仅提高饮水水质)成本计算

以 1 万人小区为例,每户平均 3.5 人计算,共计 3 000 户。根据小区的开发规模不同,分质供水系统工程设备及自动化程度的选择不同,整个工程分摊到每户的成本(包括分质供水净化装置与直饮水管道、循环回水管等费用)为 2 000~3 000 元人民币^[4]。根据文献调研,接管费分摊到每 m²住宅增加 20~30 元,即每户的管道初装成本 1 500~3 000 元人民币不等。如据沈阳市管道直接饮用水管理办公室提供的资料,管道直饮水的初期建设投资(接管费)基本为 25 元/m²^[5]。假定管道入户费按照最低标准 1 000 元/户来计算,这样计算总费用为 300 万元,加上净水设备 40 万元(依据市场调研),则共计为 340 万元。

计算的水量依据。按照目前的分质供水模式,深圳、宁波、大庆设计人均用水量为 5 L/(人·d),上海为 3 L/(人·d)^[6],大庆油田为 3 L/(人·d)^[7]。从实际情况来看,由于这种水的水价较高,日常用量少,3~5 L/(人·d)的用水量比较适宜。根据中国工程建设标准化协会标准《管道直饮水(饮用净水)给水系统技术规程》(初稿),用水量标准宜采用:住宅为 5 L/(人·d)(经济发达地区可适当提高至 7~8 L/(人·d)) 办公楼为 2~3 L/(人·d)。这里按最低标准每人 2 L/d,即每户 7 L/d 计,每户每月用水量为 0.21 m³(7×30=210 L)。

计算的水价依据。上海管道纯净水有限公司对净水的定价是 300 元/m³,上海锦华小区优质水系统规划供水价格据悉为 200 元/m³^[3] 北京也有不少小区已经建立了分质供水系统,其水价最低也要 200 元/m³,高则 500 元/m³^[8]。目前,广东不少城市的供水公司还向用户收取 1 500~3 000 元不等的初装费、开户费^[9]。据沈阳市管道直接饮用水管理办公室提供的资料,管道直饮水日常水费为 250 元/m³左右^[5]。全国管道直饮水价格是一个受市场驱动的可变参数。从深圳、广州、上海、西安、北京等地调查,一般为 250~400 元/m³,平均为 300 元/m³左右^[10]。因此,按照当前比较低的市场价 200 元/m³ 计算,每户每月花费 0.21×200=42 元。

4.2 小区提高全部供水水质方案的成本计算

小区处理全部供水即全面提高供水水质,这样可以利用原有水池、泵房等设施以及供水管道(不必另外铺设管道和循环回水管道)。在这样的供水设施的基础上,只需增加臭氧-活性炭深度处理设施,再增加超滤、次氯酸钠投加装置、1座清水池和1台提升泵即可。工艺流程见图1。



图1 深度处理工艺流程

由于全部提高小区生活饮用水水质的方案没有管道分质供水系统的直饮水管道和循环回水管的投资,因此节约了大量费用,经过估算,平均增加成本(不计设备折旧)0.5元/m³,其中电费按0.623元/(kW·h)(北京地区销售电价表中的商业电价,资料来源于国家计委网站),人工费每人每月按1000元计算。

按照小区每人每天用300L(合0.3m³)水计算,小区总供水量为3000m³/d,增加的水处理设施有关固定费用经估算为337.5万元,与前面提到的分质供水固定费用——接管费340万元相当。如果按照小区每人每天用200L(合0.2m³)计算,小区总供水量为2000m³/d,增加的水处理设施有关固定费用经估算为254.5万元,则比分质供水的340万元便宜。

如果考虑了设备和固定资产折旧(按15年计算)以及运转费后,增加的成本为0.8元/m³。考虑到利润、税等因素,其售价比现有水价增加1.0元/m³。

假定每人每天用300L(合0.3m³)水,每户以3.5人计,则每户每月增加水费3.5×0.3×30×1.0=31.5元。假定每人每天用200L(合0.2m³)水,每户以3.5人计,则每户每月增加水费3.5×0.2×30×1.0=21元。这与前面提到的分质供水每户每月增加的水费支出42元(以每户7L/d计)相比要便宜。

小区全部生活饮用水采用臭氧接触氧化后,再经两级活性炭滤池串联过滤,然后经过超滤,再通过次氯酸钠(保证杀菌效果)进行消毒即可。这样的工艺处理出水可以使饮水和洗漱、淋浴、洗衣等生活

用水以及杂用水都提高到卫生部2001年所颁布的《生活饮用水水质卫生规范》的水质要求,甚至达到建设部颁布的《饮用净水水质标准》要求(对于地表水源而言),或者主要水质指标(对于地下水而言)达到《饮用净水水质标准》的水质要求(除矿物质盐类指标外)。

4.3 小区生活饮用水全部提高水质方案的优缺点
总结全面提高小区生活饮用水水质方案的特点,可以概括出这样一些优点:

(1)经过小区全部深度处理后,生活用水和饮水不仅全部可以达到国家卫生部颁布的最新水质要求,使水质全面得到提高,而且水质指标还可以达到饮用净水水质标准。这样不仅保证了饮水的安全性,同时也保证了淋浴、洗漱等生活用水的水质安全。

(2)经过经济估算,在小区将全部生活用水进行处理的投资要小于小区仅提供优质饮用水所需的投资。每户居民每月增加的水费也小于优质水分质供水系统所增加的水费。

(3)水质提高后便于与国际水质接轨。今后随着流域水环境综合治理取得成效,水源水质得到改善,市政自来水厂经过水厂净化工艺改造与供水管网和附加设施等进行改造后,居民用户的自来水水质达到了国家规定的水质要求,打开水龙头就可以生饮,这样提高后的水质可以与国际接轨。届时小区的深度处理装置可以撤去,转移到农村或中小城镇,不像目前通常意义上实施独立的分质供水管道和循环管道,由于不再使用而报废。

当然这一方案也存在下面的缺点或不足:

(1)只能解决比较集中的小区的供水水质,并不能解决整个城市的供水水质。因此,在小区内提高全部供水水质,对于整个城市来讲,至少是不完整的、不完全的。

(2)由于小区提高了全部供水水质,这样就很容易掩盖或回避了城市水源普遍受到污染、水厂水处理工艺落后、城市供水管网污染严重等诸多问题。

参考文献

1 关伟平,纪取文,孙学清.论城市分质供水,黑龙江环境通报,2000,24(2),63~64

2 Martin Fox 著.健康的水.罗敏,周蓉译.北京:中国建筑工业出版社,2001.20~21

3 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.给水排水,1999,25(2),4~8

4 <http://godoncai.home.chinaren.com/godon.aa.com.cn.htm>

5 金丽昭.沈阳 第二次水革命 管道直饮水入户.摘自《辽沈晚报》2001-11-19, <http://www.chinawater.com.cn/newscenter/zhxw/20011119/200111190006.htm>

6 李云,李冬.我国‘管道分质供水’现状, <http://www.watermuseum.org.cn/60.jszl/60.00.htm>

7 大庆油田生活饮用水深度处理及分质供水工程规划及设计特点,

<http://www.waterchina.com>,2001-5-15

8 程丹,刘驭.专家提醒:全面实施分质供水需慎重.新华社信息北京 2002-1-31 电, <http://www.envir.online.sh.cn/info/2002/1/131596.htm>

9 程丹,李四清.城市呼唤分质供水, <http://www.cenews.com.cn/news/2002-04-05/15871.php>

10 <http://godoncai.home.chinaren.com/godon.htm>

○作者通讯处:100084 清华大学环境科学与工程系
电话:(010)62782196 62774125
E-mail: yzb98@mails.tsinghua.edu.cn
傅文华 100044 中国建筑设计研究院
修回日期 2002-10-9