

上海市杨浦区居住小区管道直饮水卫生现况调查

张亚英¹, 黄沪涛¹, 黄惠敏¹, 袁政安²

摘要: [目的] 了解杨浦区居住小区管道直饮水卫生现况, 为加强直饮水卫生管理, 保障居民饮水安全提供依据。

[方法] 2008 年对该区 9 个管道直饮水供水小区开展问卷调查, 并抽样采集原水、成品水、回流水和管网水进行检测。[结果] 9 个管道直饮水小区中 6 个制水间在地下室, 水质消毒以臭氧为主, 开展水质自检频率为 2~4 次/月, 日常维护人员 1~2 人。水质检测结果显示管道直饮水的浑浊度、pH 值、总硬度等指标与自来水相比, 明显下降 ($P < 0.05$); 部分管网水和回流水样本的菌落总数检测呈阳性 (3~42 CFU/mL)。[结论] 管道直饮水水质明显好于自来水, 但供水小区卫生管理制度、日常维护及消毒措施存在不足, 容易产生二次污染。

关键词: 居住小区; 管道直饮水; 卫生

Sanitation Status of Direct-drinking Water Pipeline System in Residential Area of Yangpu District, Shanghai ZHANG Ya-ying¹, HUANG Hu-tao¹, HUANG Hui-min¹, YUAN Zheng-an² (1. Yangpu District Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 200090, China; 2. Shanghai Municipal Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 200336, China)

Abstract: [Objective] To explore the sanitary conditions of direct-drinking water pipeline system in residential area of Yangpu District. In order to strengthen the management of direct-drinking water, provide the basis for protection of drinking safety. [Methods] Questionnaire survey was conducted on the residents using direct-drinking water pipeline system in 9 residential areas in 2008. Source water, finished water, backflow of water and piped water from these residential areas were sampled to assess water quality. [Results] In the 9 assessed redisent areas, water-making apparatuses of six residential areas were in the basements. Ozone was used to disinfect the direct-drinking water in all apparatuses. Water quality was monitored by themselves two to four times every month. One or two persons were in charge of daily maintenance. Water quality test of direct-drinking water showed that the value of the indices, such as turbidity, pH value, total hardness and so on, were much lower than those of tap water ($P < 0.05$). Total number of bacteria in part of piped water and backflow of water was positive (3-42 CFU/mL). [Conclusion] The quality of direct-drinking water is better than that of tap water, but sanitation management system, daily maintenance and disinfection measures have limitations, which are easy to cause secondary pollution.

Key Words: residential area; piped direct-drinking water; sanitation

随着生活条件的改善和对健康要求的提高, 人们对饮用水质量的要求也越来越高, 单一的自来水已经不能满足居民对健康饮水的需求。我国大陆第一个管道分质供水系统是 1997 年在上海锦华小区建成, 随后大陆所有大城市都陆续有小区管道分质供水系统在运行^[1], 迄今, 杨浦区已有 9 个小区居民正在使用管道直饮水, 但仍无统一的管道直饮水国家卫生标准和完善的卫生监督管理制度^[2]。本调查拟通过此研究, 初步了解该区管道直饮水设施卫生状况、供水单位卫生制度健全和实施以及水质卫生状况等, 为改善管道直饮水的卫生管理, 保障居民饮水安全提供依据。

1 对象与方法

1.1 对象

选择杨浦区现有的 9 个管道直饮水供水小区为调查对象。

[作者简介] 张亚英 (1978-), 女, 学士, 主管医师; 研究方向: 环境相关性疾病; E-mail: yy_200020000@126.com

[作者单位] 1. 上海市杨浦区疾病预防控制中心, 上海 200090; 2. 上海市疾病预防控制中心, 上海 200336

1.2 方法

1.2.1 问卷调查 于 2008 年采用问卷现场调查每个小区直饮水供水系统的水处理生产工艺和设备、制水间卫生状况, 设备日常管理情况等。工艺、设备、滤料等技术信息由各直饮水供水公司负责人提供材料填写。

1.2.2 水样采集 采集原水 (即市政自来水) 9 件; 产品水 72 件, 包括成品水 9 件、回流水 9 件、用户端管网水 54 件 (每一小区供水系统按离开制水间距离远、中、近各取 2 件)。

1.2.3 检验方法及评价标准 检验方法按《生活饮用水卫生标准检验方法》(GB/T 5750—2006)^[3]; 评价标准为《饮用净水水质标准》(GJ94—2005)^[4]、《生活饮用水卫生标准》(GB5749—2006)^[5]、《生活饮用水水质处理器卫生安全与功能评价规范—反渗透处理装置》(卫法监发[2001]161号)^[6]。

1.2.4 统计分析 使用 SPSS 15.0 进行统计分析。各种产品水与原水的比较采用 t 检验。检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 基本情况

9个管道直饮水小区分属4家直饮水供水公司管理。9个直饮水小区用户平均使用率为47.0%(使用率范围在30.7%~81.8%),制水设备启用时间最早的为2002年,最晚的为2004年。

2.2 制水间卫生设施及功能配备状况

有6个直饮水的制水间在地下室,2个在地上一层,1个在顶楼;制水间平均面积为25.9 m²(15~50 m²),制水间卫生设施及功能配备状况见表1。制水间均有通风设施,其中2个制水间采用自然通风,2个采用机械通风,5个既采用自然通风也采用机械通风;3个制水间安装了紫外线灭蚊灯,但所有制水间均未安装防蝇、防鼠设施;在线实时主要检测指标为电导率、水量、水压。

表1 9个管道直饮水小区制水间现场调查结果

设施及功能设备	设置数	设置率(%)
制水间单独设置	9	100.0
周围相邻污水处理和垃圾房	0	0.0
制水间内部与制水无关设施	0	0.0
制水间通风	9*	100.0
缓冲间	0	0.0
更衣室、更衣设施	1	11.1
洗手设施	9	100.0
洗手后消毒设施	1	11.1
地砖采用防腐防滑材料	9	100.0
地面安装冲洗装置	9	100.0
地面设计有一定坡度	9	100.0
安装废水排放系统	9	100.0
墙面使用防腐防霉材料	9	100.0
地面、墙壁、天花板霉菌斑	0	0.0
天花板使用防腐防水材料	9	100.0
防蚊蝇、防鼠设施	3**	33.3
在线实时检测仪表	9***	100.0
制水间上锁情况	9	100.0

[注]*: 9个中的2个采用自然通风、2个机械通风、5个自然通风与机械通风结合; **: 安装了紫外线灭蚊灯; ***: 主要显示指标为电导率、水量、水压。

2.3 生产工艺和设备

2.3.1 生产工艺 生产工艺主要分为两种: 5家采用纯水处理工艺; 4家采用净水处理工艺。

2.3.2 生产设备 输配水管道材质以聚丙烯和交联聚乙烯管为主; 储水容器材质以无规共聚聚丙烯管材和不锈钢为主; 过滤材料使用活性炭、聚丙烯溶喷滤芯、纳滤膜、反渗透膜等。各供水单位整套装置均采用全自动全封闭循环式, 设计制水量平均为7.6 t/d(4~16 t/d), 实际用水量平均为4.3 t/d(0.4~12 t/d), 实际用水量占设计制水量的56.6%。

2.3.3 消毒剂 成品水和回流水消毒以臭氧为主, 管网消毒以过氧化氢、二氧化氯、含氯制剂为主。

2.4 日常管理

2.4.1 管理制度 各管道直饮水公司均制定有相应卫生管理制度和生产技术卫生规范; 也建有巡视制度, 记录每次水质检验、运行情况, 有专人主动上门收集用户反馈意见。9家管道直饮水供水小区中有7家编制了应急预案。

2.4.2 检测制度 该9个直饮水小区均开展了日常性水质检验, 定期在公告栏公布水质结果检测报告。更换滤料、管道维修后也进行检验。常用检测指标为色度、浑浊度、pH值、消毒剂浓度、臭和味、肉眼可见物、细菌总数、耗氧量、总大肠菌群、粪大肠菌群等。但均未能做到每日检测, 仅有4个小区每周检测1次, 其余5个小区均为每半月检测1次。

2.4.3 人员培训 3家公司的日常管理人员均为2人, 其余6家均为1人。日常管理人员文化水平多数为高中, 少数为初中。均持有健康证, 由公司对从业人员进行上岗培训, 其中3家没有上岗证。

2.5 水质检测结果

2.5.1 理化指标(表2) 检测9个小区成品水、回流水、近中远端管网水和原水的感官性状、一般化学指标、部分毒理学指标结果显示: 成品水、回流水、近中远端管网水和原水均无臭和味、未见肉眼可见物; 将成品水、回流水、近中远端管网水的浑浊度、pH值、总硬度、硫酸盐、氯化物、溶解性总固体、

表2 成品水、回流水、近中远端管网水和原水部分检测指标比较

检测指标	水 样					
	原水(n=9)	成品水(n=9)	回流水(n=9)	近端(n=18)	中端(n=18)	远端(n=18)
浑浊度(NTU)	0.73 ± 0.41	0.24 ± 0.09*	0.26 ± 0.10*	0.30 ± 0.13*	0.30 ± 0.09*	0.31 ± 0.14*
pH	7.02 ± 0.11	6.71 ± 0.17*	6.47 ± 0.66*	6.20 ± 0.80*	6.07 ± 0.84*	6.09 ± 0.52*
总硬度(mg/L)	146.00 ± 27.62	14.78 ± 8.38*	18.96 ± 13.47*	15.33 ± 10.03*	16.64 ± 9.81*	17.94 ± 10.57*
铁(mg/L)	0.073 ± 0.044	0.036 ± 0.031	0.036 ± 0.029	0.042 ± 0.035	0.045 ± 0.039	0.050 ± 0.042
铜(mg/L)	0.104 ± 0.298	0.005 ± 0.003	0.054 ± 0.085	0.032 ± 0.072	0.075 ± 0.105	0.035 ± 0.034
锌(mg/L)	0.079 ± 0.071	0.027 ± 0.032	0.096 ± 0.089	0.070 ± 0.059	0.149 ± 0.133	0.112 ± 0.084
铝(mg/L)	0.007 ± 0.005	0.010 ± 0.010	0.014 ± 0.022	0.007 ± 0.008	0.012 ± 0.023	0.013 ± 0.024
硫酸盐(mg/L)	90.67 ± 55.32	5.63 ± 4.03*	2.97 ± 2.44*	3.40 ± 3.74*	3.19 ± 2.82*	3.14 ± 2.28*
氯化物(mg/L)	72.49 ± 41.58	10.78 ± 13.98*	8.58 ± 13.42*	9.21 ± 13.81*	8.63 ± 13.04*	8.46 ± 12.94*
溶解性总固体(mg/L)	348.94 ± 180.62	41.11 ± 38.09*	39.87 ± 39.40*	38.16 ± 42.46*	52.44 ± 69.61*	34.21 ± 37.63*
耗氧量(mg/L)	1.96 ± 0.88	0.18 ± 0.08*	1.37 ± 3.42	0.94 ± 2.13	1.12 ± 2.32	0.93 ± 0.95*
氟化物(mg/L)	0.47 ± 0.11	0.12 ± 0.07*	0.11 ± 0.07*	0.10 ± 0.08*	0.10 ± 0.07*	0.10 ± 0.07*
硝酸盐(mg/L)	1.98 ± 0.21	0.75 ± 0.33*	0.59 ± 0.37*	0.63 ± 0.36*	0.59 ± 0.35*	0.62 ± 0.35*
电导率(μS/cm)	586.00 ± 218.21	65.73 ± 68.59*	65.44 ± 67.78*	65.51 ± 70.86*	61.33 ± 64.72*	61.44 ± 64.99*
氯仿(μg/L)	1.68 ± 0.80	2.07 ± 0.27	1.62 ± 0.70	1.53 ± 0.68	1.57 ± 0.79	1.78 ± 0.62

[注]*: 与原水比较, *t*检验, *P* < 0.05。

氟化物、硝酸盐、电导率以及成品水、远端管网水的耗氧量分别和原水比较,差异有统计学意义(经 t 检验, $P < 0.05$),其余指标无明显差异;色度、锰、挥发性酚类、阴离子合成洗涤剂、氰化物、镉、铬、铅、四氯化碳在水处理前后检测值均小于最小检出限。

2.5.2 微生物指标 检测 9 个小区直饮水的原水、成品水、回流水各 9 件,近端管网水、中端管网水、远端管网水各 18 件,共 81 件样品。其中,7 件样品菌落总数阳性(3~42 CFU/mL),主要发生在回流水(1 件),近、中、远管网水(各 2 件),其余均未检出。总大肠菌群、粪大肠菌群均未检出。

3 讨论

我国大陆首例分质供水工程设计方案由上海同济大学完成。管道分质供水相应的管理法律、法规尚未完善,存在一些卫生问题和安全隐患,如在监督执法时缺少依据,监测项目、频率及定点设置无明确要求,也无权威部门定期对其开展监测,在发生水质二次污染时缺乏预警能力等。随着近年投入运行的管道分质供水项目的逐渐推广,如何保证分质供水的卫生安全需要进一步研究和规范操作。

本次调查中发现制水间配置卫生设施不足。缓冲间、更衣室及更衣设施、洗手后消毒设施等缺乏。更换材料的清洗消毒设施和场所也基本没有。制水间通风设备、空气消毒装置不够。虽然部分设有灭蚊装置,但都没有灭鼠、蝇装置,在线实时检测项目也偏少。因此,制水间还需按要求增加卫生设施配置,以从源头上保证制水环境和直饮水水质的卫生和安全。

各供水公司目前开展的日常性水质检验项目、检测频率、监测点数偏少,存在安全隐患,设备运行出现问题时,可影响发现水质污染现象的及时性。为确保管道直饮水水质卫生安全,供水公司必须加强日、周监测,每年进行一次全项目检验。发现浓度超标时,应及时查找原因,必要时更换装置,确保检测指标达到卫生标准。

供水公司的人员培训以内部培训为主,从业人员学历不高,部分无专业知识背景。供水公司需加强从业人员培训,对专(兼)职卫生管理、生产和检验人员一律进行上岗培训发放上岗证,卫生行政监管部门也要对相关人员加强指导和培训。只有培训合格的人员才能负责管道直饮水系统的管理、日常保养维护、直饮水生产和水质检验等工作。

根据杨浦区 2005 年至 2009 年城市供水系统布点监测数据显示,杨浦区两家市级自来水厂出厂水水质均可达到国家卫生标准,但因供水管道老化、二次供水设备保养不佳等原因,经过管网输送后,浑浊度、硝酸盐、色度、铁、耗氧量等经常有超标,而经过深度处理后,浑浊度等数值有下降趋势,可有效改

善自来水水质纯净度。

按健康饮水理想指标的总硬度是 170 mg/L,溶解性总固体是 300 mg/L, pH 值略大于 7,呈弱碱性^[7]。检测自来水中这 3 个指标基本符合要求,但经深度处理后总硬度、溶解性总固体、pH 值偏低,这与大部分的管道分质供水工程采用各种过滤膜技术有关^[8],滤膜能有效去除水中有机物和“三致”物质,但同时去除了水中存在的绝大部分无机物以致总硬度、溶解性总固体偏低, pH < 6.0 的情况出现,故如何指导居民健康用水,还有待进一步研究。

检测微生物指标中发现有细菌阳性样品,目前居民使用管道直饮水的水量远不及自来水用水量,容易造成成品水在储水器和管道中停留时间过长,水质深度处理过程中对自来水中游离余氯去除率达 100%^[9],且大部分消毒采用臭氧存在持续能力弱的缺点^[10],一旦管道直饮水受到微生物污染,就会造成微生物大量繁殖。为了确保管道生活饮用水的水质达标,还亟需效率高而持久且不引入有毒害副产物的消毒方法和谨防输配过程中发生二次污染。

参考文献:

- [1] 刘永明, 宋 劲. 我国管道分质供水现状及发展方向[J]. 四川建筑, 2006, 26(1): 131-133.
- [2] 毛洁. 上海市管道分质供水现状与对策[J]. 上海预防医学, 2002, 14(6): 279-280.
- [3] 中华人民共和国卫生部. GB/T 5750—2006 生活饮用水卫生标准检验方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- [4] 中华人民共和国建设部. GJ 94—2005 饮用净水水质标准[S]. 北京: 中国建设工业出版社, 2005.
- [5] 中华人民共和国卫生部. GB 5749—2006 生活饮用水卫生标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- [6] 中华人民共和国卫生部. 生活饮用水水质处理器卫生安全与功能评价规范——反渗透处理装置(2001)[S]. 卫法监发[2001]161号, 2001.
- [7] FOX M. 健康的水[M]. 罗敏, 周蓉, 译. 上海: 同济大学出版社, 1996.
- [8] 韩劲松, 肖兵, 黄凤棉. 佛山市管道分质供水水质状况调查分析[J]. 中国饮食卫生与健康, 2005, 3(2): 26-28.
- [9] 李勇猛, 常勇, 张卫东. 包头市管道直饮水卫生状况分析[J]. 包头医学院学报, 2005, 21(2): 124-126.
- [10] 梁华杰, 姜浩, 陈威. 我国管道分质供水研究[J]. 市政技术, 2006, 24(2): 115-117.

(收稿日期: 2010-04-13)

(英文编审: 黄建权; 编辑: 郭薇薇; 校对: 洪琪)