

上海市闵行区住宅小区管道分质供水卫生状况调查

徐华英, 宓铮, 陆建骅, 李燕, 戴磊

摘要: [目的] 了解上海市闵行区管道分质供水的卫生状况, 为进一步开展有效监管提供科学依据。[方法] 利用统一的调查表, 对全区 23 个管道分质供水小区进行调查, 并采集原水、出水、回水、用户水水样分别进行水质检验。[结果] 23 个管道分质供水小区中, 采用反渗透、纳滤和超滤水处理设备的分别占 4.3%、65.2%、30.4%, 水质消毒均使用臭氧, 69.6% 的管网消毒使用臭氧; 23 个小区均开展水质自检, 自检频率为每周 1 次至每月 1 次; 管道分质供水出水耗氧量指标比原水显著下降 ($P < 0.01$), 用户水细菌总数比出水显著上升 ($P < 0.05$), 循环回水设计不足对水质微生物指标有明显影响 ($P < 0.01$)。[结论] 管道分质供水水质明显好于市政自来水, 但输送过程中水质下降, 循环管网设计对水质微生物指标有明显影响。

关键词: 住宅小区; 管道分质供水; 水质卫生状况

Investigation on Hygienic Situation of Fine Drinking Water Supply in Minhang Discript, Shanghai XU Hua-ying, MI Zheng, LU Jian-hua, LI Yan, DAI Lei (Health Inspection Institute of Minhang District, Shanghai 201100, China)

Abstract: [Objective] In order to check the hygienic situation of fine drinking water supply in Minhang District and to provide scientific bases for relevent agencies to setting standards for regulation and inspection, this survey was conducted. [Methods] Survey on the 23 communities set fine drinking water supply with uniformed form were conducted. Raw water, product water, circulating water and in-house terminal water samples were collected from these communities. [Results] Reverse osmosis, nano-filtration and ultra-filtration equipments used to treat water accounted for 4.3%, 65.2% and 30.4%, respectively. All of the communities used ozone to disinfect the fine drinking water, and 69.6% of them used ozone to disinfect pipe systems. The communities all conducted self water quality monitoring, one to four times per month. The value of the COD of the product water was significantly decreased than that of the raw water. The TBC of the in-house terminal water was significantly increased than that of the product water. The design defect in circulating pipe system could lead to the bacteria growth in fine drinking water supply. [Conclusion] The quality of the fine drinking water produced is better than that of the general tap water, but it goes worse during transportation. The design defect of the circulating pipe system significantly influences the bacteria growth in the fine drinking water supply.

Key Words: community; fine drinking water; hygiene situation of water

管道分质供水, 是指自来水或其他原水经深度净化处理, 达到饮用水水质标准, 通过独立的供水管道, 供给居民可直接饮用的优质水^[1]。与自来水及其他种类纯净水相比, 管道分质供水具有便捷、新鲜和卫生的特点。但如果工程设计或者后期管理不当, 就会因为水处理不到位或者二次污染而对人体健康造成危害^[2]。目前该区已投入使用的管道分质供水小区共有 23 个, 为进一步掌握闵行区住宅小区管道分质供水的管理现状及水质卫生状况, 拟对该 23 个住宅小区的管道分质供水卫生状况进行调查。本文报道该项调查结果。

1 材料与方法

1.1 对象

本次调查对象为闵行区已建成并投入使用管道分质供水

的 23 个住宅小区。

1.2 调查内容

主要调查制水工艺、净水机房的选址与卫生状况、水质检测与日常管理等, 并根据上海市历年水质检测结果, 选择 10 项指标进行实验室检测。10 项检测指标为: 色度、浑浊度、耗氧量、铅、砷、挥发酚类、细菌总数、大肠菌群、耐热大肠菌群、大肠埃希氏菌。

1.3 调查方法

于 2009 年根据《生活饮用水卫生监督管理办法》^[3]和《管道直饮水系统技术规程》^[4]的相关内容, 设计调查表格, 内容包括水处理工艺流程、净水机房卫生、水质检验情况等, 将调查表发放给管道分质供水经营单位填写, 调查员到现场逐项核实调查表内容。按照《生活饮用水标准检验方法》(GB/T 5750—2006)^[5]的采样和检验方法分别采集原水、出水、回水各 1 件, 用户水 2 件进行检验。取水样时, 先用酒精灯将水龙头烧灼消毒, 然后打开水龙头, 放水 5 min 后采集水样。

[作者简介] 徐华英 (1979-), 女, 本科, 主管医师; 研究方向: 环境卫生

[作者单位] 上海市闵行区卫生监督所传染病与环境卫生监督科, 上海 201100

1.4 评价标准

使用超滤工艺制水的小区水质按《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)^[6]进行评价;使用纳滤工艺制水的小区水质按《饮用净水水质标准》(CJ 94—2005)^[7]进行评价;使用反渗透工艺制水的小区水质按《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》^[8]进行评价。

1.5 统计方法

资料数据用Excel 2003录入,用SPSS 11.5做配对 *t* 检验和 χ^2 检验。

2 结果

2.1 制水工艺

管道分质供水的基本水处理工艺为砂滤、炭滤、精滤(PP)、膜处理、消毒处理及变频供水等,其中砂滤、炭滤、精滤为预处理,73.9%的用户均用经此类预处理工艺处理的水,有30.4%的用户用的是在砂滤和炭滤之后增加软化处理工艺的水。膜处理用反渗透(RO)、纳滤(NF)、超滤(UF)等材料,分别占4.3%、65.2%、30.4%。23个管道分质供水小区均配备臭氧发生器,管道分质供水的原水经过净化处理后,采用臭氧进行消毒。

原水经深度处理、消毒后,暂存于贮水箱中,并由变频泵加压后通过优质管道输送到用户,通过循环回水管将未使用的分质供水回流到制水中心再行处理,保持分质供水的循环流动。水箱材质有不锈钢水箱、聚氯乙烯(PVC)和聚丙烯(PP),分别占69.6%、4.3%、26.1%;输水管材均为三型聚丙烯管(PP-R)。所用涉水产品均有卫生许可批件。

循环回水一般进入成品水箱,经过消毒后进入供水管网,65.2%的小区回水进入水箱前设有精滤。16个小区的回水循环采取全封闭式自动循环,每天循环1~2次,占69.6%;另有7个小区由于循环回水设计流量不足,则采用手工排水来维持管网水质,占30.4%。

2.2 净水机房

13个小区的净水机房选址位于地下室,占56.5%,另有9个位于1楼,1个位于2楼。23个净水机房均未划分更衣、办公和仓储区域。

2.3 水质检验与管理

2.3.1 管理人员 23个小区均有供水人员进行管理维护,但仅1个小区配备1人常驻管理,其余小区均为供水人员巡视管理,平均每名供水人员负责巡视3个小区,供水人员均持有健康合格证。

2.3.2 水箱和管网消毒 清洗消毒频次有每月1次、每季1次或每年1次的,分别占26.1%、69.6%和4.3%。使用的消毒剂包括臭氧、二氧化氯、过氧化氢,分别占69.6%、26.1%、4.3%。

2.3.3 滤料更换 各小区滤料更换的依据不一。其中,PP滤芯的更换,有9个小区在制水设备运行90 h后更换,6个小区制水1000 t更换,其余为每月更换;以活性炭为滤料的小区中,有10个小区供水余氯 ≥ 0.08 mg/L时更换,有6个小区余氯 ≥ 0.1 mg/L时更换,其余小区以运行时间为更换依据,但具体指标不明确;膜元件的更换主要依据进、出水水压和出水顺畅程

度,部分小区同时参考电导率等检测指标,如对电导率的降低能力低于98%则予以更换。

2.3.4 水质自检及公示 23个小区均开展水质自检和公示,但检验频度和项目均未达到《管道直饮水系统技术规程》的要求。其中检验频率为:每周1次,占69.6%;两周1次,占4.3%;每月1次,占26.1%。各小区均未开展臭氧浓度检测,未开展日检及每年度1次的水质全分析检测。

在水质采样点设置方面,各小区不尽相同。设备出水采样点的设置,有6个小区位于膜处理设备之后,16个小区位于成品水箱之后,1个小区位于供水泵之后。部分采样点与供水主管间存在较长盲管。

2.4 水质检测结果

2.4.1 总体检测结果 在92件管道分质供水水样共计736项次中,全部合格的为716项次,项次合格率为97.28%。不合格项目包括细菌总数、耗氧量和铅含量,其中回水及用户水细菌总数不合格的16项次,占不合格项次数的80%。18件不合格水样分布于8个小区,其中6个小区采用手工循环回水。

2.4.2 原水、出水、用户水水质比较 原水经深度水处理至出水后,水质项次合格率从88.0%上升至99.5%,其中浑浊度、耗氧量、细菌总数3项指标明显改善,采用配对 *t* 检验,仅原水与出水耗氧量的差异具有统计学意义。用户水龙头出水的耗氧量、铅、细菌总数3项指标存在不合格,与出水相比不合格率均上升。经配对 *t* 检验,出水与用户水细菌总数的差异具有统计学意义,提示分质供水在输送过程中受到二次污染(表1)。

表1 原水、出水、用户水水质比较

Table 1 Comparison the quality of water at source, outlet and terminal			
项目 Item	原水 Raw water	出水 Product water	用户水 Terminal water
浑浊度(NTU) Turbidity	0.63 ± 2.16	0.12 ± 0.04	0.102 ± 0.004
耗氧量(mg/L) COD	3.55 ± 0.33	1.05 ± 0.34*	1.17 ± 0.64
细菌总数(CFU/mL) Total bacterial number	20 ± 44	5 ± 13	51 ± 90 [#]
铅(mg/L) Lead	0.0005 ± 0.0010	0.0003 ± 0.0006	0.0013 ± 0.0040
砷(mg/L) Arsenic	0.0022 ± 0.0021	0.0018 ± 0.0022	0.0018 ± 0.0013

[注]*:出水耗氧量与原水耗氧量比较, $P < 0.01$; #:用户水细菌总数与出水细菌总数比较, $P < 0.05$ 。

2.4.3 不同回水循环方式小区的回水和用户水水质微生物指标比较 对采用不同回水循环方式小区的回水和用户水水质微生物指标进行比较显示,7个采用手动循环的小区水质微生物指标合格率为33.3%,16个采用自动循环的小区合格率为95.8%,经PEARSON χ^2 检验, $P < 0.01$ 。

3 讨论

随着水环境污染的加重,我国自来水厂的水源大都遭受污染,原水中有機污染物增加。但自来水厂却仍采用传统的水处理工艺,很难去除水中溶解性有机物等有害物质,而氯化消毒副产物生成量则变得更大^[9]。管道分质供水通过深度水处理技术,能有效去除水中有机物、细菌、病毒等有害物质^[10]。本次

调查也表明深度净化处理对市政自来水水质有明显改善,尤其是可解决耗氧量合格率低的问题,说明管道分质供水的制水工艺是比较可靠的。但 23 个小区的设备出水水样中,存在 1 个小区水样细菌总数超标,可能与采样点盲管过长、管壁形成生物膜有关。另外,在供水过程中还存在一些薄弱环节,可能对水质造成影响。

净水机房卫生状况欠佳给管道分质供水水质安全带来隐患。本次调查发现,管道分质供水经营管理单位对净水机房分布及卫生状况不够重视,多数分布在地下室,潮湿、通风状况差、缺乏空气消毒设施,空间布局也没有合理划分,净水机房环境卫生不佳,有必要加强净水机房卫生设施建设和管理。

循环管网材质和设计对管道分质供水水质有直接影响,有必要采取预防性卫生审查等前置控制措施。研究表明^[11-13],管道分质供水水质与循环管网设计和输配水材料质量有关。本次调查发现,采用手工回水循环的 7 个小区中有 6 个小区存在回水及用户水细菌总数不合格。调查后其中 1 个小区已经完成局部改进,安装了定时自动回水装置,使回水先经过精滤再返流至成品水箱,经过臭氧消毒后进入供水管网;由于流量限制而无法实施回水循环的部分管网则实行手工排放,改造后该小区管道分质供水水质明显改善。这一方法虽然能够实现全部管网的回水循环,但是无法实现管网的消毒大循环,无法保证远期水质。另有 6 个小区目前正在改造中。由此可见,循环管网的设计是保证管道分质供水水质安全的前提条件。另外,调查也发现,部分管道分质供水小区回水及用户水铅、砷等重金属含量高于设备出水,其中 1 个小区甚至存在用户水铅超标,提示在输水过程中受到二次污染。严格控制输配水材料质量,是控制管道分质供水重金属指标的重要因素。因此,卫生行政部门应该在新建、改建、扩建管道分质供水项目时进行预防性卫生审查,管道分质供水应在竣工验收后方可供水^[14]。

管道分质供水企业自身管理水平有待提高。调查发现,各管道分质供水企业均存在供水人员配备不足,滤料更换依据不严谨等问题,而且各个小区均不能开展水质日检及年度全分析检测,不能及时、全面地掌握水质变化。水质采样点的设置不规范,不仅影响水质检验结果,同时也反映出管道分质供水企业专业水平有待提高。提高企业自身管理水平、促进其自律

是提高管道分质供水水质安全的关键。

参考文献:

- [1] 秦钰慧,凌波,张晓健,等.饮用水卫生与处理技术[M].北京:化学工业出版社,2002.
- [2] 李青,何磅礴,张殿君,等.防止直供水水质污染的技术措施[J].中国给水排水,2005,21(7):83-85.
- [3] 中华人民共和国建设部、卫生部.生活饮用水卫生监督管理办法[EB/OL].(2006-10-19)[2009-10-10]http://www.gov.cn/fwxx/bw/wsb/content_417703.htm.
- [4] 中华人民共和国建设部.CJJ 110—2006 管道直饮水系统技术规范[S].北京:中国建设工业出版社,2006.
- [5] 中华人民共和国卫生部.GB/T 5750—2006 生活饮用水标准检验方法[S].北京:中国标准出版社,2006.
- [6] 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.
- [7] 中华人民共和国建设部.CJ 94—2005 饮用净水水质标准[S].北京:中国建设工业出版社,2005.
- [8] 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[EB/OL].(2001-10-01).[2009-10-10].http://www.gov.cn/fwxx/bw/wsb/site1/20061020/00123f37b58606a277d305.doc.
- [9] 鄂学礼,凌波.饮用水深度净化与水质处理器[M].北京:化学工业出版社,2004.
- [10] 孙垦,胡昊,杨崇豪.管道直饮水适用范围的发展趋势及意义[J].中国科技信息,2005(12):156.
- [11] 施卫红.管道直饮水的水质控制[J].城市公用事业,2006,20(1):41-42.
- [12] 李青,吴茂昶,李海波,等.HACCP 在评价小区直饮水供水水质安全中的应用[J].中国给水排水,2009,25(11):89-94.
- [13] 魏文.管道直饮水二次污染的探讨[J].城市公用事业,2002,16(6):15-17.
- [14] 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):279-281.

(收稿日期:2009-11-10)

(英文编审:薛寿征;编辑:洪琪;校对:徐新春)

【告知栏】

《环境与职业医学》杂志自 2010 年由双月刊变更为月刊

根据上海市新闻出版局“沪新出报[2009]327号”文件的批复,《环境与职业医学》杂志自 2010 年 1 月起,刊期由双月刊正式变更为月刊,出版日期为每月 25 日,邮发代号 4-568。定价仍为每册 10.00 元(含包装及平邮邮资;需挂号者另计费),欢迎订阅。希望业内广大读者、作者继续关注、支持《环境与职业医学》杂志。

《环境与职业医学》编辑部