

应用饮用水水质指数法综合评价浦东新区自动售水机出水水质

张晓丹, 葛振兴, 项嘉汇, 朱美芬, 张景峰, 金星, 杨赛

摘要: [目的] 综合评价浦东新区自动售水机出水水质, 分析自动售水机水质卫生状况, 以保障自动售水机饮用水卫生安全。[方法] 以上海市浦东新区辖区内自动售水机为对象(共 1 100 台), 随机抽检 110 台, 运用饮用水水质指数(DWQI)法对检测结果进行综合评价分析。[结果] 所抽检的 110 台自动售水机中, “水质较差”的占 46.36%; 其次是“水质良好”的占 36.36%; “水质差”的占 16.36%; “水质很差”的占 0.90%; 无“水质优良”的自动售水机。[结论] 运用 DWQI 法对自动售水机水质进行评价, 能够综合反映自动售水机水质优劣, 方法操作简单且具有实用性。本次研究显示, 目前浦东新区自动售水机水质现况不容乐观, 政府及卫生部门应加强监督与管理, 督促自动售水机经营单位规范经营。

关键词: 自动售水机; 饮用水水质指数; 综合评价; 卫生现况

Water Quality in Automatic Water Vending Machines in Pudong New Area: An Evaluation Using Drinking Water Quality Index ZHANG Xiao-dan, GE Zhen-xing, XIANG Jia-hui, ZHU Mei-fen, ZHANG Jing-feng, JIN Xing, YANG Sai (Shanghai Pudong New Area Agency for Health Inspection, Shanghai 200136, China) • The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To evaluate water quality in automatic water vending machines in Pudong New Area of Shanghai, and to investigate their sanitary status and so as to ensure the safety of drinking water. [Methods] A total of 110 out of 1 100 automatic water vending machines were randomly selected and inspected using drinking water quality index (DWQI). [Results] Among the 110 machines detected, 46.36%, 36.36%, 16.36%, 0.90% and 0.00% were respectively rated “marginal”, “good”, “poor”, “very poor” and “excellent” in water quality. [Conclusion] DWQI is a practical and rapid method to evaluate the water quality in automatic water vending machines. This study highlights that the water quality from automatic vendor machines in Pudong New Area of Shanghai needs to be improved. Both the government and the public health department should enforce the surveillance of water vendors.

Key Words: automatic water vending machine; drinking water quality index; evaluation; sanitary status

随着社会公众对生活质量要求的不断提高, 生活饮用水卫生又关乎人体健康, 公众对城市饮用水水质关注度越来越高, 而近年来自动售水机这一新型供水方式在上海发展迅速^[1], 为了更好地了解上海市浦东新区自动售水机水质卫生现况, 本研究拟运用饮用水水质指数(drinking water quality index, DWQI)法对浦东新区自动售水机水质状况进行综合评价分析, 以为当地政府和卫生管理部门加强自动售水机水质的监督管理提供科学依据。

1 对象与方法

1.1 评价对象

于 2011 年 1 月至 9 月间, 以上海市浦东新区自动售水机作为研究对象, 将所有 1 100 台自动售水机信息进行编号, 采用完全随机抽样的方法, 随机抽检 110 台。

[基金项目] 上海市卫生局卫生监督所卫生监督科研基金(编号: 2010014)

[作者简介] 张晓丹(1981—), 男, 学士, 医师; 研究方向: 饮用水卫生; E-mail: 520zhangxiaozhou@163.com

[作者单位] 上海市浦东新区卫生监督所, 上海 200136

1.2 检测方法

每天上午 9:00—11:00 对 110 台自动售水机的水质样品进行采集, 参照《生活饮用水标准检验方法》(GB 5750—2006)^[2-4]对自动售水机水质项目进行检测, 依据《上海市现制现售水卫生监督管理办法》^[5], 选取能代表水质情况的细菌学、感官性状和化学指标, 即菌落总数、总大肠菌群、耐热大肠菌群、浑浊度、pH 值和耗氧量为评价参数。

1.3 评价方法

结果判定参照《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)^[6]。采用 DWQI 法对自动售水机水质进行综合评价^[7]。即水质指数综合评价模型中, 在计算单项指数的基础上, 再对 DWQI 值展开计算, 继而通过与评价标准的比较, 实现水质的综合评价。

1.3.1 单项指标计算 单项指数 $I_i = C_i/S_i$, 其中 C_i 为单项指标检测结果, S_i 为该指标的标准值。

当 $C_i < S_i$ 的 1/10 或低于检测限, $I_i = 0.1$ 。当微生物指标合格, $I_i = 1$; 不合格, 细菌总数 $I_i = 1 + \lg(C_i/100)$, 总大肠菌群和耐热大肠菌群 $I_i = 1 + \lg(C_i/0.3)$ 。对有上下限的 pH 值, 合格, $I_i = 0.1$, 不合格, 则 $I_i = (C_i - D)/(上限或下限 - D)$ (D 为上限和下限的均值)。对于浑浊度和耗氧量, $I_i = C_i/S_i$ 。

1.3.2 DWQI 值计算^[8] $DWQI = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n I_i}{n} \times \sqrt{I_{i,\max}} \times \Pi I_{i,\text{exceed}}}$ 。其中： $I_{i,\max}$ 是最大指数值， $I_{i,\text{exceed}}$ 为单项指标超标项目的指数值即为惩罚项^[7]， n 为单项指数项目数。

1.3.3 评价标准 评价标准参照表 1。^[7]

表 1 DWQI 值分级标准表

数值	评价	意义
<0.5	水质优良	完全达到了饮用水水质要求
0.5~	水质良好	基本符合饮用水水质要求，消费者可以放心使用
1.0~	水质较差	部分指标出现超标现象，虽然短期内对人体健康不会产生明显的危害，但应采取有关措施尽快加以解决
2.0~	水质差	应当停止使用（采用替代水源或者进行再次处理）
4.0~	水质很差	将严重影响人体健康和社会稳定

1.4 质量控制与分析

采用 Excel 建立数据库，人工录入数据，并对数据进行清理、核对和计算。所有的统计描述均采用 SPSS 16.0 软件。

2 结果

2.1 一般情况

本研究共对 110 台自动售水机进行抽检。检测结果显示，总大肠菌群、耐热大肠菌群和浑浊度的检测合格率均为 100.00%，细菌总数合格率为 85.45%，pH 值合格率最低，仅为 30.00%，见表 2。

表 2 上海市浦东新区自动售水机评价参数基本情况（ $n=110$ ）

指 标	合格	
	台 数	百分比（%）
细菌总数	94	85.45
总大肠菌群	110	100.00
耐热大肠菌群	110	100.00
浑浊度	110	100.00
pH 值	33	30.00
耗氧量	109	99.10

2.2 综合评价结果

2.2.1 DWQI 值计算结果 对 110 台自动售水机的 DWQI 值进行计算，结果表明 DWQI 值平均值为 1.37，标准差为 0.04，最大值为 4.48，最小值为 0.63，四分位数范围（ $P_{25} \sim P_{75}$ ）为 0.80~1.70。

2.2.2 综合评价分级 研究结果显示，按照水质指数法将所有 110 台自动售水机水质进行分级后，“水质较差”的占 46.36%（51/110）；其次是“水质良好”的占 36.36%（40/110）；“水质差”的占 16.36%（18/110）；“水质很差”的占 0.90%（1/110）；没有“水质优良”的自动售水机。

3 讨论

自动售水机是一种集制水、售水为一体的自动纯水机型，通过前处理过滤、活性炭过滤、反渗透等工艺过程对市政管道末梢水进行纯化处理。目前我国大陆自动售水机净水还缺少相关法律法规和国家标准，各地无统一尺度，从而使得自动售水机出水质量水平参差不齐^[9]。

水质指数法来源于环境质量指数法，近 30 多年来，国外先后发表了不少水质指数，包括 Brown 指数、Nemerow 水质指数、Prati 指数等，但这些水质指数在指标选择、指标评分及加权等方面均有很大的主观性，有些指标也非国内习惯测定的项目。关于水质指数已有袁志彬等^[7]、徐幼云^[10]、李春生等^[11]提出的算法，并有应亮^[8]、王思峰等^[12]应用不同水质指数算法对生活饮用水进行评价，其中应亮还对不同计算方法进行了对比评价，认为袁志彬提出的饮用水水质指数法是对综合指数法^[10]的修订，增加了惩罚项，更加适用于当今的生活饮用水水质研究，现有的生活饮用水水质指数的研究也日趋成熟^[7]。本研究对自动售水机进行综合评价的模型正是来自于袁志彬提出的生活饮用水综合指数法，既考虑了每个指标对指数的贡献，又通过增加“惩罚项”反映超标项目对生活饮用水水质的影响，较符合实际情况^[7]。

本次研究运用 DWQI 法对自动售水机水质进行综合评价分析，结果显示，目前自动售水机水质状况令人担忧。使用水质指数法进行综合评价后，评价结果为“水质良好”的售水机仅占 36.36%，此类售水机供水符合水质标准要求，消费者可以放心使用；46.36% 的自动售水机为“水质较差”，主要问题为细菌总数、pH 值超标，供水单位应及时采取自动售水机维护、消毒和更换滤料等措施改善，确保指标达标；被评为“水质差”的 16.36% 及 1 台“水质很差”的自动售水机应立即停止运营。通过本研究发现，运用水质指数法对自动售水水质进行评价，计算简单、使用方便、评价结果表述直观，能够综合地评价自动售水水质优劣，具有可操作性和实用性。

本次研究中，由于袁志彬提出的水质指数法和《上海市现制现售水卫生管理规范》^[5]均在《生活饮用水卫生标准》GB 5749—2006^[6]修订实施前，因此针对新修订的饮用水标准中的部分指标和限值的变化，本次研究把粪大肠菌群指标修正为耐热大肠菌群^[7]，但选取检测指标的数目远少于《生活饮用水卫生标准》^[6]中的指标数目，故尚存不足。

本次研究显示，运用 DWQI 评价模型对水质进行综合评价的结果表明，“水质良好”的占到 36.36%，按照评价标准中的评价可表述为“所有检测项目均符合水质标准要求的占自动售水机数的 36.36%”，即可理解为“水质合格率”为 36.36%；而实际检测结果则表明，水质合格率为 23.88%，可见使用模型所得到的水质合格率要高于实际的合格率。这可能与模型本身有关，在计算单项水质指数算术平均值时，单项指数中的极小值有可能会掩盖超标项目单项指数带来的不利影响，甚至掩盖“惩罚项”的惩罚作用，拉低 DWQI 值，使评价产生偏倚。当然水质还会受到水温、采样时间等诸多因素的影响，因此，仍有必要对该模型作进一步完善。

本次研究表明，目前上海市浦东新区自动售水机水质现况不容乐观，有 70.00% 的自动售水机水质 pH 值不合格，而 pH 值与自动售水机滤料更换频率密切相关，反映出部分自动售水机管理公司没有按照有关卫生要求适时更换滤料，存在管理不规范的问题。政府部门需进一步完善法律法规，卫生监督部门要进一步加强自动售水机的监管力度。

· 作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

（下转第 236 页）

风灾害的危险因素等方面的意识还比较薄弱。农村居民的防灾防台意识不及城镇居民,台风灾害相关知识与技能的知晓率也低于城镇居民,而农村历年经受的台风灾害影响却比城镇严重得多。由此可见,灾害本身带来的伤害和影响并不一定能直接促使人们对该灾害认识的加强。李学举^[4]指出,公众的灾害意识淡薄,防灾、减灾知识缺乏,自救互救能力弱等都与防灾减灾的要求相距甚远,这是加重台风灾害的重要原因。因此,加强城、乡居民尤其是农村居民的防灾防台意识,应是今后台风灾害健康教育的重要内容。

另外,调查对象对台风灾害的知识与技能掌握不全面,对不同知识的知晓情况相差很大,最高的知晓率(台风来临前备好应急生活物品)达到 98.7%,最低的知晓率(山体滑坡时逃离方法)仅为 34.0%。同时,城乡居民对不同知识的知晓程度也各有差异,比如城镇居民比农村居民知晓率要高的有“在汽车内躲避台风”、“开车快速通过受影响地区”、“快速涉水通过平时的河流”、“紧急时可在树下、电线杆、铁塔下避风”、“骨折、昏迷、出血的急救方法”等,这可能和城镇居民汽车保有量较高及安全行车知识和习惯较好以及对生活安全、意外伤害防范与急救知识比较关注有关;农村居民比城镇居民知晓率高的有“检查住所有无裂隙、滑坡”、“泥石流时逃离方法”、“山体滑坡时逃离方法”等,这就可能与农村居民的住房条件和生活环境有关。有研究表明,农村的房屋抗风能力普遍较差^[5],因此,农村居民对于台风灾害中与住房相关的危险因素更为关注。

对于开展台风灾害的健康教育,92.0%的人认为目前很有必要。在具体的健康教育需求内容上,城、乡居民各有不同。城镇居民最为关心的是灾后防病知识,农村居民则为避灾方法。城乡居民普遍希望通过手机短信、电视、报纸等大众媒体来获得台风灾害的健康教育知识,其中城镇居民最乐于接受的方式是手机短信,农村则为电视。上述种种差异显然与城、乡居民自身所处的生活环境与条件不同有关。

日本学者林知己夫指出,减灾最基本的因素是防灾教育问

题^[6]。另有研究表明,在当今的信息时代,大众传媒是健康教育的最佳手段^[7]。结合本项目的调查结果,提示我们:温州市某县居民的防灾防台意识和台风灾害相关知识与防灾防台技能有待进一步提高,城、乡的教育内容应各有侧重与不同,要结合考虑城、乡居民之间多种因素的差异,采取有针对性的健康教育传播理论与方法,科学地开展有指导性意义的城、乡台风灾害健康教育,农村居民是教育的重点人群,大众传媒应作为健康教育的重点传播工具。

本次研究只选取了历年来受灾最为严重的苍南县进行调查,不可能全面了解温州地区居民的整体防灾水平,研究只初步对城镇和农村居民之间的防灾水平作了比较,未分析考虑其他因素的影响,故仍有待今后进一步加强研究。

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献:

- [1]王静爱,史陪军,王平,等.中国自然灾害时空格局[M].北京:科学出版社,2006:100.
- [2]孙莉莉,陈爱莲,张红莉,等.台风灾害避灾行为及影响因素的信效度分析[J].自然灾害学报,2009,18(5):127-130.
- [3]陈直平,吴青青,林君芬,等.公众救灾防病知信行流行病学调查分析[J].浙江预防医学,2005,17(12):1-5.
- [4]李学举.中国的自然灾害与灾害管理[J].中国行政管理,2004(8):23-26.
- [5]罗炜华,何晓锋,丁春梅.浙江省超强台风防御方案及台风危害研究[J].科技情报开发与经济,2010,20(9):146-149.
- [6]陈兴民.个体面对灾害行为反应的心理基础及教育对策[D].成都:西南师范大学,2000.
- [7]黄丽华.健康教育在应对突发公共卫生事件中的作用[J].中国健康教育,2010,26(1):64-66.

(收稿日期:2011-07-22)

(英文编审:黄建权;编辑:王晓宇;校对:张晶)

(上接第 232 页)

参考文献:

- [1]应亮,毛洁,宋伟民.上海市现制现售水卫生学调查结果分析[J].环境与职业医学,2007,24(6):611-613.
- [2]中华人民共和国卫生部,中国国家标准化管理委员会.GB/T 5750.12—2006 生活饮用水标准检验方法 微生物指标[S].北京:中国标准出版社,2007.
- [3]中华人民共和国卫生部,中国国家标准化管理委员会.GB/T 5750.4—2006 生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标[S].北京:中国标准出版社,2007.
- [4]中华人民共和国卫生部,中国国家标准化管理委员会.GB/T 5750.7—2006 生活饮用水标准检验方法 有机物综合指标[S].北京:中国标准出版社,2007.
- [5]上海市卫生局.关于下发《上海市现制现售水卫生监督管理办法》的通知[EB/OL].(2007-07-06).http://www.hs.sh.cn/wjs/b/75928.shtml.
- [6]中华人民共和国卫生部,中国国家标准化管理委员会.GB 5749—2006 生活饮用水卫生标准[S].北京:中国标准出版社,2007.
- [7]袁志彬,王占生.建立适合我国国情的饮用水水质指数[J].城市环境与城市生态,2003,16(6):185-186.
- [8]应亮.上海市生活饮用水水质指数研究[J].环境与职业医学,2010,27(4):229-231.
- [9]胡凯,谭佑铭,赵志强,等.上海市黄浦区自动售水机直饮水卫生状况调查[J].上海预防医学杂志,2009,21(10):507-509.
- [10]徐幼云.以卫生标准为依据应用水质指数综合评价水源水质的方法[J].环境科学与技术,1982(Z1):1-13.
- [11]李春生,李在厚,杨光哲.改良 Nemerow 水质指数法评价生活应用水质量[J].中国公共卫生,2001,17(2):167-168.
- [12]王思峰,张常武,魏飞,等.水质指数法对城乡生活饮用水水质综合分析[J].临沂医学专报,1997,19(1):37-38.

(收稿日期:2011-10-18)

(英文编审:黄建权;编辑:郭薇薇;校对:王晓宇)