

文章编号 : 1006-3617(2012)11-0707-03

中图分类号 : R123

文献标志码 : A

【调查研究】

## 一起水源苯酚污染引起饮用水异味事件的调查

蒋兆峰<sup>1</sup>, 姜方平<sup>1</sup>, 丁震<sup>2</sup>, 韦镇萍<sup>1</sup>, 郝世轩<sup>1</sup>, 徐虹<sup>1</sup>

**摘要:** [目的] 调查分析某城市生活饮用水异味事件的发生原因, 查明污染物质, 以利采取有效措施消除或控制危害因素, 确保生活饮用水卫生安全, 保障消费者身体健康。[方法] 对某自来水厂进行现场调查和水源水、出厂水、末梢水水质进行卫生监测与评价。[结果] 水源水水质的挥发酚类不符合国家《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)规定的III类水质标准; 出厂水和末梢水水样中的挥发酚类检测值为<0.002~0.132 mg/L, 存在臭和味、挥发酚类等指标不符合国家《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)规定要求。[结论] 水源水苯酚污染是造成此次饮用水异味事件的主要原因。

**关键词:** 饮用水; 异味; 苯酚; 污染; 调查

**An Investigation on Odor in Drinking Water by Source Water Pollution with Phenol** JIANG Zhao-feng<sup>1</sup>, JIANG Fang-ping<sup>1</sup>, DING Zhen<sup>2</sup>, WEI Zhen-ping<sup>1</sup>, Hao Shi-xuan<sup>1</sup>, XU Hong<sup>1</sup> (1.Zhenjiang Center for Disease Prevention and Control, Zhenjiang, Jiangsu 212001, China; 2.Jiangsu Provincial Center for Disease Prevention and Control, Nanjing, Jiangsu 210009, China) · The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

**Abstract:** [Objective] To investigate and analyze the cause of an incident of drinking water odor in a city, to identify the pollutants, and to ensure drinking water safety and customer health by identifying and removing the pollutant. [Methods] A field investigation was conducted in a water plant after the drinking water odor incident reported. The samples of source water, finished water and peripheral water were monitored and evaluated. [Results] The volatile phenol index of source water did not meet the class III water quality standard prescribed in *Environmental Quality Standards for Surface Water* (GB 3838—2002). The concentrations of volatile phenols tested in finished water and peripheral water samples varied between 0.002 mg/L and 0.132 mg/L, and other indicators such as smell and taste did not conform to the requirements of *Standards for Drinking Water Quality* (GB 5749—2006). [Conclusion] Phenol pollution of source water is the main cause of the investigated odor incident in drinking water.

**Key Words:** drinking water; odor; phenol; pollution; investigation

近年来, 由于水源受到污染导致生活饮用水水质恶化的事情时有发生<sup>[1]</sup>, 对人民生活和身体健康带来较大影响。2012年2月3日中午至2月5日, 某市群众不断反映家中自来水有特殊异味, 当地卫生行政部门迅速启动应急预案。接到指示后, 疾病预防控制和卫生监督机构立即组织应急人员赶赴某公司自来水厂现场进行调查处理及采样分析。本文报道该调查结果。

### 1 材料与方法

#### 1.1 现场调查

现场调查该公司自来水厂的生产工艺和取水口周围环境, 了解取水口上游厂矿企业的生产状况和废水排放情况。

#### 1.2 样品采集

依据当地饮用水污染事件应急监测技术方案和供水管网的分布情况, 选择东南西北中不同区域, 距离水厂由近及远设置有代表性的监测点15个, 分别于2012年2月3日至2月10

[作者简介]蒋兆峰(1963—), 男, 学士, 副主任医师; 研究方向: 环境污染物对健康的影响; E-mail: zjjzf@sina.com

[作者单位]1. 镇江市疾病预防控制中心, 江苏 镇江 212001; 2. 江苏省疾病预防控制中心, 江苏 南京 210009

日对该公司自来水厂水源水、出厂水、管网末梢水和受众家中的末梢水进行水样采集检验。在饮用水污染事件应急启动初期, 每2 h 采样检测1次; 连续检测合格3次后, 延长监测周期(4、8、12 h), 直至应急响应终止。同时, 对自来水厂的净水剂以及取水口上、下游的长江水质进行采样分析。具体方法按照现行(GB/T 5750—2006)《生活饮用水标准检验方法》<sup>[2]</sup>进行。

#### 1.3 样品检测

根据(GB 5749—2006)《生活饮用水卫生标准》<sup>[3]</sup>进行感官性状和一般化学指标17项、饮用水消毒剂常规指标2项(游离氯、一氯胺)共19项指标的检测。依据(GB/T 5750—2006)《生活饮用水卫生标准检验方法》<sup>[2]</sup>对采集的水样进行卫生检测。

#### 1.4 评价方法

依据国家(GB 5749—2006)《生活饮用水卫生标准》<sup>[3]</sup>、(GB 3838—2002)《地表水环境质量标准》<sup>[4]</sup>对采集的水样进行卫生评价。

#### 1.5 质量控制

为保证监测数据的科学有效, 采用统一棕色玻璃瓶采集容器、统一保存条件、统一检测方法、统一检测人员的质量保证措施。

## 2 结果

### 2.1 现场调查情况

该自来水厂的水源取自主城区上游的长江，取水口上下游2 km范围内无任何污染源存在，但上游4~15 km范围内有造船厂、焦化厂、化工厂等企业和仓储码头，这些客体可能排放含挥发性酚类及其他化学物质的工业废水。调查发现，在取水口上游约10 km处，停靠某仓储码头的船舶在2月2日下午至2月3日凌晨装卸化工原料过程中，大约有46 t苯酚去向不明（图1）。通过2月5日14:00时对采样取水口下游约50 km处某乡镇水厂水源地的江水进行检测，结果显示挥发酚类（以苯酚计）为0.037 mg/L；2月5日17:00时对该仓储码头上游300 m处的江水和下游约100 m处的通江河口江水分别采样检测，结果显示挥发酚类（以苯酚计）分别为<0.002 mg/L和0.026 mg/L，码头下游约100 m处和取水口下游约50 km处的江水挥发酚类指标均超过（GB 3838—2002）《地表水环境质量标准》<sup>[4]</sup>III类水质限定的0.005 mg/L要求。



[注]□：仓储码头；○：取水口。

图1 水厂取水口及上游仓储码头位置图

该水厂的生产工艺以及负责水源保护监管的职能部门都具备水质在线监测系统，主要对浑浊度、色度等常规指标（不含挥发酚类）动态检测。在异味事件发生前，由于枯水期江水水质的氨氮偏高，该水厂采取了一泵房增加投氯量来降低氨氮的生产工艺。异味事件发生后，该水厂于2月3日下午19:00时对具备深度处理工艺的生产线采取了停止一次加氯（出厂水游离氯控制在0.3 mg/L）、进水口投加粉末活性炭及加强混凝沉淀等措施；对不具备投加粉末活性炭条件的生产线停止了制水生产。2月4日凌晨该公司采取了对远端末梢水突击排放和抽干加压站蓄水池中受污染的余水等措施。

现场检查生产工艺中使用的净水剂等涉水产品索证资料齐全，抽样检测净水剂产品质量符合规定要求，未检出挥发性酚类物质。

### 2.2 水样检测结果

通过对2012年2月3日至2月10日采集的该自来水厂水源水、出厂水、管网末梢水和消费者家中的末梢水进行常规指标的水质卫生检测结果表明，2月3日夜晚至2月5日夜晚的水样除臭和味、挥发酚类指标存在不符合国家（GB 5749—2006）《生活饮用水卫生标准》<sup>[3]</sup>规定外，其他各项指标检测结果均符合国家《生活饮用水卫生标准》<sup>[3]</sup>要求。水样中挥发酚类指标的检测结果随着管网离开水厂的距离越远挥发酚类浓度越高；同时，随着时间的推移挥发酚类浓度也逐渐降低。其

中，2月3日夜晚23:00时出厂水样中挥发酚类（以苯酚计）浓度为0.008 mg/L，某居民家中末梢水样中挥发酚类（以苯酚计）达到0.133 mg/L，分别超过国家《生活饮用水卫生标准》<sup>[3]</sup>3倍和65.5倍。部分监测点的检测结果见表1。

表1 某市2012年2月3—5日部分监测点水样挥发酚类检测结果（mg/L）

监测点	日期(时点)							
	3日 (23:00)	4日 (2:30)	4日 (12:00)	4日 (16:00)	4日 (18:00)	5日 (6:00)	5日 (13:00)	5日 (17:00)
水源水	—	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
出厂水	0.008	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
黄山南路	0.056	0.078	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
某医院传达室	0.019	0.011	0.009	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
桃花坞路	—	—	0.004	0.003	0.002	0.002	<0.002	<0.002
南水桥	—	0.069	0.002	0.002	0.002	<0.002	<0.002	<0.002
丁卯桥路	0.133	—	0.020	0.005	0.004	0.005	0.002	<0.002
葛村加压站	—	—	0.092	0.048	0.004	0.002	<0.002	<0.002
港湾花园	—	—	0.072	0.054	0.007	0.011	0.002	<0.002

[注]挥发酚类采用722N分光光度计比色法，最低检出限为0.002 mg/L。

通过对2012年2月4日16:00时采集该公司自来水厂停止制水生产线水处理构筑物内保留的水质卫生检测，结果表明，原水池、清水池和沉淀池水中挥发酚类（以苯酚计）分别达到0.004、0.038和0.026 mg/L，均超过国家《生活饮用水卫生标准》<sup>[3]</sup>规定要求。

### 2.3 污染物检测

通过Agilent6890N-5973N气质联用仪对管网末梢水样、某仓储码头下游约100 m处和取水口下游约50 km处江水的挥发酚类指标进一步细化定性分析，被检样品的图谱与苯酚标准图谱高度一致，明确定性为苯酚污染。

## 3 讨论

长江不仅是水上运输的重要通道，更是沿江两岸城市集中式供水单位的取水口水源，长江水质卫生状况关系到亿万民众生活饮用水的安全和身体健康。调查表明，该公司自来水厂水源取自主城区上游的长江水，虽然取水口上下游2 km范围内无任何污染源存在，符合水源地卫生防护有关要求<sup>[5]</sup>。但上游4~15 km范围内有造船厂、焦化厂、化工厂等企业和仓储码头，存在排放含挥发酚类及其他化学物质工业废水的可能。

挥发酚类是苯酚、甲酚、苯二酚等一类化合物的总称，可与氯生成特殊的氯酚臭味<sup>[6]</sup>。苯酚俗名石炭酸，比重1.071，熔点42~43℃，无色结晶或结晶熔块，具有特殊气味，在潮湿空气中能吸湿由结晶变成液体。2月5日14:00时检测取水口下游约50 km处某水厂水源地的江水挥发酚类（以苯酚计）为0.037 mg/L，2月5日17:00时检测该仓储码头下游约100 m处的通江河口江水挥发酚类（以苯酚计）为0.026 mg/L，均超过国家（GB 3838—2002）《地表水环境质量标准》<sup>[4]</sup>III类水质规定的0.005 mg/L标准要求，提示自取水口上游约10 km处的某仓储码头附近至下游约50 km处的江水曾经受到挥发酚类物质污染。现场调查发现该仓储码头2月2日下午至2月3日凌晨有船舶在此装卸化工原料操作，通过加温、加压将苯酚从船舶经过专

用管道卸载到码头储罐过程中, 确有约 46t 苯酚去向不明。按照枯水期江水流速 0.8~1.2 km/h 推算, 污染带从取水口上游约 10 km 处的某仓储码头漂移到下游约 50 km 处的某水厂水源地大约需要 50~75 h, 与该仓储码头装卸化工原料操作时间段吻合。后经过相关部门调查核实, 该船舶存在排污口管道阀门失灵无法关严的问题, 高度怀疑该船舶苯酚泄漏引起长江水质污染。

通过 2012 年 2 月 3 日至 2 月 10 日对该公司自来水厂采集的水源水、出厂水和末梢水进行卫生检测表明, 2 月 3 日夜晚至 2 月 5 日夜晚的水样存在臭和味、挥发酚类指标不符合国家《GB 5749—2006 生活饮用水卫生标准》<sup>[3]</sup> 规定要求问题。其中, 2 月 3 日夜晚 23:00 时对水厂出厂水检测挥发酚类(以苯酚计)为 0.008 mg/L, 某居民家中末梢水检测挥发酚类(以苯酚计)达到 0.133 mg/L, 分别超过国家《生活饮用水卫生标准》<sup>[3]</sup> 3 倍、65.5 倍, 说明自来水存在挥发酚类物质的严重污染。挥发酚类指标的检测浓度随着与水厂间的距离不断延长、随着时间的推移而不断降低, 到 2 月 5 日下午以后, 各监测点的水质已经基本恢复到符合国家《生活饮用水卫生标准》<sup>[3]</sup>, 说明自来水异味事件是受到短时期的污染所致, 在污染带流过取水口后, 水源水质恢复正常, 出厂水和市政管网末梢水的挥发酚类指标也逐步达到标准要求。经过 Agilent6890N-5973N 气质联用仪对管网末梢水样、某仓储码头下游约 100 m 和取水口下游约 50 km 处江水的挥发酚类指标进一步定性分析, 明确为苯酚污染。提示本次自来水异味事件是一起由苯酚污染江水引起生活饮用水水质挥发酚类超标的偶发水源污染事件。

通过对该公司自来水厂现场检查和净水剂抽样检测, 净水剂产品质量符合规定要求, 未检出挥发酚类物质, 可以排除该水厂生产工艺中存在挥发酚类污染的因素。2 月 4 日 16:00 时对该公司停止供水的生产线原水池、清水池、沉淀池内留水的水质卫生检测结果表明, 挥发酚类(以苯酚计)分别达到 0.004、0.038 和 0.026 mg/L, 均超过国家《生活饮用水卫生标准》<sup>[3]</sup> 规定要求。证明该水厂生产工艺是从原水已经受到挥发酚类污染开始的。

由于 2 月份长江处在枯水期季节, 江水水质的氨氮含量偏高, 该水厂采取了一泵房增加投氯量来降低氨氮的生产工艺。在异味事件发生初期, 虽然该水厂的生产工艺以及负责水源保护监管职能的部门都具备水质在线监测系统, 但该系统不包含挥发酚类指标监测, 均未能及时发现水质受到酚类化学物污染, 误认为异味是由于过量投氯所产生的氯胺使然。在群众不断反映自来水特殊异味的情况下, 通过疾病预防控制机构采样分析和卫生监督机构现场调查, 该水厂 2 月 3 日夜晚对具备深度处理工艺的生产线采取停止了一次加氯(出厂水游离氯控制在 0.3 mg/L)、进水口投加粉末活性炭及加强混凝沉淀等措施, 对不具备投加粉末活性炭条件的生产线停止供水等应急措施, 确保了 2 月 4 日上午的出厂水符合国家《生活饮用水卫生标准》<sup>[3]</sup> 规定要求。同时, 2 月 4 日该公司采取对远端末梢水突击排放和抽干加压站蓄水池中受污染的余水等措施, 使市政管网末梢水的水质明显好转, 至 2 月 5 日下午, 各监测点的水质已经基本符合国家《生活饮用水卫生标准》<sup>[3]</sup> 要求。说明饮

用水异味事件发生后, 相关部门处理及时, 措施得力, 保障了居民饮水安全。

综上所述, 通过现场调查及采样分析, 表明本次生活饮用水异味事件为该公司自来水厂取水口水源水受到苯酚化学物质的短时期严重污染, 引起生活饮用水水质挥发酚类超标的偶发水源污染事件, 高度怀疑某船舶苯酚泄漏引起长江水质污染。

本次生活饮用水异味事件暴露出取水口上游存在化工和石化企业水污染的隐患, 有关监管职能部门缺乏突发事件应对措施, 对某船舶 46t 苯酚去向不明的信息不畅, 现有水质在线监测系统存在项目缺陷而有关部门片面依赖在线监测结果, 政府有关部门不能及时公开水污染事件真相而导致群众对政府公信力的质疑等一系列问题。为避免今后类似水污染事件的再次发生, 依据“生活饮用水卫生监督管理办法”<sup>[6]</sup> 和国家有关生活饮用水水源保护的规定<sup>[5]</sup>, 建议<sup>[7]</sup>: (1) 各生活饮用水集中式供水单位应建立健全水污染突发事件应急预案, 将挥发酚类指标纳入水质常规在线监测系统, 严密监控取水口水源水质动态, 及时发现水源污染, 确保生活饮用水安全卫生; (2) 疾病预防控制机构应制定水污染突发事件应急监测规范, 加强对水质卫生进行动态监测, 密切掌握水中污染物的浓度变化情况, 并及时向上级有关部门汇报, 以供决策参考; (3) 环境保护部门应加强对集中式供水单位取水口区域的水源保护, 特别是上游企业污水治理达标排放的监督管理力度, 加强对水源水取水口周围水质状况进行动态监测; (4) 政府有关部门在建立健全企业污染物信息库的基础上, 加强执法检查。对取水口上游存在水污染隐患的化工和石化企业应转型升级或搬迁改造。 (5) 选择合适的应急备用水源地。一旦发现水源异常、或遇到突发水污染事件时, 各部门应建立联动机制, 加强信息互通, 及时采取科学有效的处置应对措施。自来水厂应立即启用备用水源, 确保广大居民的饮水安全。

· 作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。 ·

#### 参考文献:

- [1] 蒋兆峰, 何广立, 韦镇萍等. 一起生活饮用水异味事件的调查 [J]. 现代预防医学, 2010, 38(6): 1139-1143.
- [2] 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, 2007.
- [3] 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, 2007.
- [4] 国家环境保护总局. GB 3838—2002 地表水环境质量标准 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [5] 杨克敌. 环境卫生学 [M]. 第 5 版. 北京: 人民卫生出版社, 2006: 153-155.
- [6] 张淑洁, 林萍. 饮用水卫生手册 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2006: 32-43, 333-339.
- [7] 吴建新, 朱祥荣. 一起化工废水引起生活饮用水污染事故的调查处理 [J]. 江苏预防医学, 2004, 15(4): 33.

(收稿日期: 2012-03-08)

(英文编审: 金克峙; 编辑: 张晶; 校对: 徐新春)