

台州市 2012 年城乡居民生活饮用水监测结果分析

周潇潇, 王金富, 方家阳, 梁鸿镖

摘要: [目的] 了解台州市城乡居民生活饮用水卫生状况, 为保障饮用水安全提供支持。[方法] 将该市所有县级及以上集中式供水单位列为调查监测对象, 于 2012 年 3 月、5 月、8 月、10 月各监测 1 次; 随机抽取每个县(市、区) 30% 的村镇集中式供水单位列为调查监测对象, 于 2012 年 5 月、8 月(分别代表上、下半年)各监测 1 次; 采样及样品检验按照国家标准《生活饮用水标准检验方法》(GB/T 5750—2006)相关要求进行; 监测结果按《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)进行评价。[结果] 台州市共抽取集中式供水单位 201 个, 覆盖 4 175 887 人, 占全市人口的 71.2%。共监测水样 1 968 份, 合格 1 256 份, 总合格率为 63.8%。其中大、小型供水单位水质合格率分别为 89.4% 和 43.2%; 县级及以上供水单位的水质合格率为 95.9%, 乡镇级为 80.8%, 村级为 40.8%; 县级及以上供水单位第一、二、三、四季度水质合格率分别为 99.1%、99.2%、94.5%、91.9%; 村镇集中式供水单位水质合格率上、下半年分别为 61.0%、47.7%。从不同采样环节看, 出厂水的合格率为 41.7%, 末梢水为 75.4%; 其中游离氯指标出厂水合格率为 46.4%, 末梢水为 85.2%。合格率较低的指标主要集中在微生物和消毒剂两类。此外, 采用完全处理方式的供水单位中, 大型者占 65.2%, 小型者为 7.7%; 县级及以上占 90.0%, 乡镇级占 56.8%, 村级仅占 7.8%。[结论] 本次监测结果具有较好代表性; 台州市水质合格率总体偏低; 村级、小型供水单位水质合格率较低, 水处理方式需进一步完善。

关键词: 集中式供水; 水质监测; 合格率

Analysis on Results of Urban and Rural Residential Drinking Water Monitoring in Taizhou City, 2012
ZHOU Xiao-xiao, WANG Jin-fu, FANG Jia-yang, LIANG Hong-biao (Department of Food Hygiene and School Health, Taizhou Center for Disease Control and Prevention, Zhejiang 318000, China) • The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To understand urban and rural residential drinking water quality in Taizhou city, and provide supports for drinking water safety. [Methods] Water samples from all centralized water supply plants at county level and above were monitored in March, May, August, and October 2012, and 30% of the centralized water supply plants at village and town level were randomly selected to be monitored in May and August 2012. The water samples were collected and tested as well as evaluated following the related national standards (GB/T 5750-2006 & GB 5749-2006). [Results] A total of 201 centralized water supply plants were enrolled, covering 4 175 887 residents that accounted for 71.2% of the city population. Altogether 1 968 water samples were tested, in which 1 256 samples were qualified, and the total qualified rate was 63.8%. The qualified rates of the large and small water supply plants were 89.4% and 43.2% respectively. The qualified rates were 95.9%, 80.8%, and 40.8% for county-level plants, town-level plants, and village-level plants, respectively. The quarterly qualified rate of the county-level plants were 99.1%, 99.2%, 94.5%, and 91.9% for consecutive four quarters in a year respectively. The qualified rates of the village- and town-level centralized water supply units were 61% in the first half of the year and 47.7% in the second half of the year. Regarding the water treatment procedures, the qualified rates were 41.7% for the finished water samples and 75.4% for the tap water samples. The indices with lower qualified rate were microbial and disinfectant. The categories of the water supply plants using complete treatment were 65.2% in large size, 7.7% in small size; 90.0% on county-level, 56.8% on town-level, and only 7.8% on village-level. [Conclusion] The representative results show that the qualified rates of drinking water in the selected city are on the low side in general. The treatment techniques applied by the small and village-level water supply plants require to be improved, which is suggested by low qualified rates of various drinking water indices.

Key Words: centralized water supply; water quality monitoring; qualified rate

饮用水安全卫生是民生的基本问题, 是保障人类健康的重要基石。从疾病预防控制的角度而言, 保障饮用水卫生也是预防控制肠道传染病的根本途径之一。据相关资料显示, 浙江

[作者简介] 周潇潇(1980—), 男, 学士, 主管医师; 研究方向: 预防医学; E-mail: 35522128@qq.com

[作者单位] 台州市疾病预防控制中心食品与学校卫生科, 浙江 318000

省台州市部分地区(如临海)的水质合格率为 52.0%(其中市政供水合格率为 91.7%, 镇级水厂供水合格率为 63.2%, 村级水厂供水合格率为 34.0%)^[1], 天台县农村饮用水的合格率为 54.2%^[2]。为进一步掌握该市城乡居民生活饮用水卫生状况, 进而给政府相关部门为改善水质、有效预防肠道传染病等提供科学依据, 拟在台州市范围内开展水质卫生监测。本文报道

该监测结果与分析。

1 对象与方法

1.1 对象

1.1.1 监测现场 台州市地处浙江省甬台温沿海中部,是中国黄金海岸线上一座年轻的滨海城市,下辖 3 个区、2 个县级市和 4 个县;陆地总面积 9 411 km²,海域面积 8 万 km²;常住人口 586 万人,流动人口约 170 万人;是浙江省肠道传染病的相对高发地区之一。

1.1.2 监测对象 将该市各县(市、区)的县级及以上集中式供水单位全部列为监测对象,于 2012 年 3 月、5 月、8 月、10 月即每个季度各开展 1 次监测;同时每个县(市、区)随机抽取 30% 的村镇集中式供水单位作为监测对象,于 2012 年 5 月、8 月(分别代表上、下半年)各开展 1 次监测。并对监测对象开展基本情况调查。

1.2 监测指标

监测指标原则上依据《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)^[3]中的“水质常规指标、消毒剂常规指标”并结合该市实际情况确定。其中,县级及以上集中式供水监测 35 种指标;村镇集中式供水监测 20 种指标,如条件允许,亦可将铅、汞、镉、铬等重金属选择为监测指标。

1.3 采样、检验方法

县级及以上集中式供水单位每次采集出厂水 1 份、末梢水

若干份(原则上按照每 2 万人设置一个采样点);村镇集中式供水单位每次采集出厂水、末梢水各 1 份。采样注意事项及样品检验按《生活饮用水标准检验方法》(GB/T 5750—2006)^[4]相关要求进行的。

1.4 评价方法

监测结果按《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)^[3]要求进行评价,若有一项或一项以上指标不合格,即判定该份水样为不合格。

1.5 统计学分析

应用 Excel 软件建立数据库,并录入、核实和维护数据;应用 SPSS 统计软件包完成数据统计分析工作。采用合格率指标描述水质卫生状况。对于计数资料的差异性应用 χ^2 检验方法,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 基本情况

截至 2011 年底,台州市人口总数为 5 867 900 人^[5]。本次调查监测,共抽取集中式供水单位 201 个,供水范围共覆盖 4 175 887 人。按照集中式供水单位的规模、级别、水源类型及水处理方式进行分类描述。其中,供水单位规模依据《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)^[3],将日供水量在 1 000 m³ 以下(或供水人口在 1 万人以下)的集中式供水单位定为小型,反之为大型,见表 1。

表 1 2012 年台州市不同类别供水单位及覆盖人口情况一览

项目	规模		级别			水源类型		水处理方式				
	大型	小型	县级	乡镇级	村级	地表水	地下水	完全处理*	沉淀过滤	过滤消毒	仅消毒	未处理
供水单位(个)	46	155	10	37	154	146	55	42	44	74	1	40
覆盖人口(人)	3 961 800	214 087	2 015 800	1 915 600	244 487	4 141 750	34 137	2 950 484	1 959 912	999 735	3 000	26 756

[注]*:完全处理,包括过滤、沉淀、消毒。

其中,完全处理的供水单位为县级及以上者占 90.0%,乡镇级占 56.8%,村级仅占 7.8%;另外,大型供水单位中有 65.2% 为完全处理,小型供水单位所占比例仅为 7.7%。

2.2 水质监测结果

2012 年,该市共监测水样 1 968 份,合格数为 1 256 份,合格率为 63.8%。

2.2.1 不同供水规模、级别的水质合格情况 监测结果显示,大型集中式供水单位的供水合格率为 89.4%,明显高于小型集中式供水单位的供水合格率(43.2%),且差别有统计学意义($\chi^2=449$, $P<0.05$)。根据不同级别监测结果显示,县级及以上集中式供水合格率为 95.9%,乡镇级为 80.8%,村级为 40.8%,不同级别合格率差异有统计学意义($\chi^2=506$, $P<0.05$),见表 2。

表 2 2012 年台州市不同供水规模、级别的集中式供水水质合格情况

供水单位分类	合格(份)	不合格(份)	合格率(%)	χ^2	P
规模					
大型	785	93	89.4	449	<0.05
小型	471	619	43.2		
级别					
县级及以上	463	20	95.9	506	<0.05
乡镇级	378	90	80.8		
村级	415	602	40.8		

2.2.2 不同监测时间的水质合格状况 县级及以上集中式供水每季度监测 1 次,合格率为一季度 99.1%、二季度 99.2%、三季度 94.5%、四季度 91.9%,差别有统计学意义($\chi^2=12.2$, $P<0.05$);村镇集中式供水每半年监测 1 次,合格率为上半年 61.0%、下半年 47.7%,差别有统计学意义($\chi^2=25.9$, $P<0.05$),见表 3。

表 3 2012 年台州市不同监测时间水质合格情况

供水级别	监测时间	合格(份)	不合格(份)	合格率(%)	χ^2	P
县级及以上	一季度	112	1	99.1	12.2	<0.05
	二季度	117	1	99.2		
	三季度	121	7	94.5		
	四季度	114	10	91.9		
村镇	上半年	386	247	61.0	25.9	<0.05
	下半年	406	446	47.7		

2.2.3 不同采样环节的水质合格情况 在 1 968 份样品中,出厂水 676 份,合格 282 份,合格率为 41.7%;末梢水 1 292 份,合格 974 份,合格率为 75.4%,差别有统计学意义($\chi^2=217$, $P<0.05$)。其中:县级出厂水及末梢水合格率差别无统计学意义

(Fisher 精确检验法, $P>0.05$); 乡镇级及村级末梢水合格率分别高于出厂水, 差别有统计学意义(分别为 $\chi^2=5.64$, $P<0.05$; $\chi^2=64.3$, $P<0.05$), 见表 4。

表 4 2012 年台州市不同供水单位级别各采样环节的水质合格情况						
供水单位级别	采样环节	合格 (份)	不合格 (份)	合格率 (%)	χ^2	P
县级	出厂水	48	1	98.0	—	$>0.05^*$
	末梢水	415	19	95.6		
乡镇级	出厂水	92	33	73.6	5.64	<0.05
	末梢水	286	57	83.4		
村级	出厂水	142	360	28.3	64.30	<0.05
	末梢水	273	242	53.0		
合计	出厂水	282	394	41.7	217.00	<0.05
	末梢水	974	318	75.4		

[注]*: 采用 Fisher 精确检验法。

进一步分析 1620 份(1968 份样品中, 258 份样品未做消毒剂指标检测, 23 份做了一氯胺检测, 67 份做了二氧化氯检测)出厂水和末梢水的游离余氯监测结果合格情况: 出厂水合格率为 46.4%(242/521), 明显小于末梢水的 85.2%(936/1099), 差别有统计学意义($\chi^2=267$, $P<0.05$)。

2.2.4 不同指标的水质合格情况 总体而言, 相比大型集中式供水, 小型的合格率普遍更低; 合格率较低的指标主要集中在微生物和消毒剂两类, 如小型集中式供水菌落总数的合格率为 90.5%, 总大肠菌群为 63.0%, 耐热大肠菌群为 63.0%, 游离余氯为 48.6% 等。按不同供水单位规模, 统计各监测指标的合格率, 见表 5。

表 5 2012 年台州市不同供水单位规模各监测指标监测情况				
监测指标	大型		小型	
	样品数	合格率(%)	样品数	合格率(%)
感官性状和一般化学指标				
色度(铂钴色度单位)	878	99.2	1090	99.0
浑浊度(NTU-散射浊度单位)	878	96.8	1090	80.5
臭和味	878	100.0	1090	99.5
肉眼可见物	878	98.5	1090	94.3
pH	878	99.4	1090	98.5
铝(mg/L)	449	98.2	0	—
铁(mg/L)	878	99.5	1089	98.3
锰(mg/L)	878	97.0	1090	98.8
铜(mg/L)	475	100.0	0	—
锌(mg/L)	527	98.7	58	100.0
氯化物(mg/L)	733	100.0	1088	100.0
硫酸盐(mg/L)	733	100.0	1088	100.0
溶解性总固体(mg/L)	733	100.0	1084	100.0
总硬度(mg/L)	733	100.0	1088	100.0
耗氧量(mg/L)	695	100.0	872	99.9
氨氮(mg/L)	469	100.0	1086	99.8
挥发酚类(mg/L)	375	100.0	18	100.0
阴离子合成洗涤剂(mg/L)	374	100.0	18	100.0

监测指标	大型		小型	
	样品数	合格率(%)	样品数	合格率(%)
毒理指标				
砷(mg/L)	773	100.0	1086	100.0
镉(mg/L)	457	100.0	501	100.0
铬(mg/L)	516	100.0	503	100.0
铅(mg/L)	456	100.0	285	100.0
汞(mg/L)	399	100.0	282	100.0
硒(mg/L)	297	100.0	18	100.0
氰化物(mg/L)	371	100.0	18	100.0
氟化物(mg/L)	733	100.0	1086	99.9
硝酸盐(mg/L)	733	100.0	1088	100.0
三氯甲烷(mg/L)	129	100.0	0	—
四氯化碳(mg/L)	172	100.0	0	—
亚硝酸盐(mg/L)	14	100.0	0	—
氯酸盐(mg/L)	8	100.0	0	—
微生物指标				
菌落总数(CFU/mL)	871	98.7	1090	90.5
总大肠菌群(MPN/100mL)	871	98.5	1087	63.0
耐热大肠菌群(MPN/100mL)	806	98.5	1085	63.0
大肠埃希氏菌(MPN/100mL)	290	98.6	0	—
消毒剂指标				
游离余氯(mg/L)	791	98.0	829	48.6
一氯胺(mg/L)	18	66.7	5	40.0
二氧化氯(mg/L)	26	69.2	41	95.1

3 讨论

本次监测覆盖了台州市所有 9 个县(市、区), 共抽取集中式供水单位 201 个, 供水范围覆盖 4 175 887 人, 占全市人口的 71.2%, 具有较好的代表性。从规模而言, 该市的生活饮用水主要由大型供水单位供应, 46 个大型供水单位的供水覆盖面为该市人口的 67.5%; 从级别看, 以乡镇级以上为主, 47 个供水单位供应了全市人口的 67.0%; 从水源类型看, 以地表水为主, 146 个供水单位供应了全市人口的 70.6%; 从处理方式看, 42 个完全处理的供水单位供应了全市人口的 50.3%。

监测结果的分析显示, 1968 份水样总体合格率为 63.8%, 但该合格率会随着不同规模、级别供水单位样品数所占相对比例的影响而变化, 根据供水单位覆盖人口范围的大小等因素进行加权处理更能反映实际情况, 而如何设置影响因素及权重有待进一步研究探讨; 此外, 生活饮用水水质指数^[6]也是较直观的综合评价方法之一。从不同供水规模、级别的水质合格情况看: 大型的合格率要明显高于小型的; 县级及以上的合格率较高、乡镇级次之、村级最低; 这可能由不同规模、级别供水单位所采用的水处理方式完善程度不同所致, 因为在采用完全处理方式的供水单位中, 大型占 65.2%、小型为 7.7%, 县级及以上占 90%、乡镇级占 56.8%、村级仅占 7.8%; 而一般来讲, 水处理越完善, 水质合格率会相应提高。从不同监测时间的水质合格率情况看: 总体上, 上半年水质合格率要高于下半年, 8 月份即第三季度的监测结果最低; 这可能和该市 7、8、9 月

份多台风天气及气温升高有关,因为气温升高、台风带来的强降雨甚至洪涝灾害等极端天气都会影响水质^[7]。从不同采样环节的水质合格情况来看:出厂水合格率为 41.7%,末梢水为 75.4%。针对这种现象进行分层分析,发现该现象主要存在于村级和部分乡镇级集中式供水。进一步分析发现,出现末梢水合格率大于出厂水主要有两个原因,一是由游离余氯指标引起,该指标的卫生限值出厂水要明显高于末梢水,分别为 0.3、0.05 mg/L,不少村级水厂虽采取了消毒措施,但加氯量偏少,造成在末梢水检测合格的情况下出厂水检测不合格;二是合格率较高的县级及以上集中式供水出厂水样采 1 份,末梢水样却采多份,而合格率较低的村镇级集中式供水则是按照 1:1 采集,由此也会导致上述情况。按分指标水质合格情况来看:相比大型集中式供水,小型的合格率普遍更低;合格率较低的指标主要集中在微生物和消毒剂等两类,这和该市三门^[8]、天台^[2]等地及浙江全省的水质监测结果基本一致^[9]。此外,感官性状和一般化学指标中也有部分指标存在不合格情况,但多数合格率在 97.0% 以上,其中小型集中式供水中的浑浊度和肉眼可见物指标合格率偏低;毒理指标除小型集中式供水中的氟化物合格率为 99.9% 外,其余均为 100%。

针对上述结果分析,提出如下建议供探讨:(1)根据因地制宜,分类指导的原则,加快整合利用现有的水源和供水设施资源,推进城乡一体化供水进程;采用多种形式,加快规模水厂向农村延伸供水;对于部分老旧管网进行改造,防止因水管破损等引起的污染。(2)加大投入,对条件较差的村级、小型集中式供水单位进行升级改造,完善水处理设施,保证饮用水的安全,尤其是在肠道传染病相对高发地区。(3)坚持建设与管理并重的方针,积极探索科学的管理方式,加强水处理设施、供水设施管理,保持已有设施持续、正常地运转;加强相关人员培训,确保消毒剂的正确、足量投加。(4)完善饮用水相关应急预案,在气温持续升高、台风、洪涝灾害等极端自然条件下及时加强水质的消毒处理,确保水质卫生与稳定。(5)进一步健全生活饮用水卫生监测体系,确保通过动态持续地监测及时掌握水质卫生状况,为政府部门提供科学决策的依据。

(6)加强水源保护、肠道传染病防控等知识的宣传,提高居民健康意识;积极开展城乡居民卫生习惯行为干预等,防止肠道传染病的发生,保障人民身体健康。

通过本次调查监测,初步掌握了该市集中式供水水质卫生状况,查明了存在的主要问题,为政府相关部门改善水质、有效预防肠道传染病等提供了科学依据。但由于只有一年的数据,无法了解该市历年水质卫生状况的演变过程,也无法评价一些水质改善措施的有效性,需要进一步持续调查监测来实现。

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献:

- [1] 尹灵富,朱利娜,林攀,等.临海市 2011 年生活饮用水监测结果分析[J].中国卫生检验杂志,2012,22(4): 872-875.
- [2] 蔡彩霞,裘先前.天台县农村饮用水水质监测结果与分析[J].中国卫生检验杂志,2010,20(4): 860-861.
- [3] 中华人民共和国卫生部,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,2006.
- [4] 中华人民共和国卫生部,国家标准化管理委员会.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.
- [5] 台州市统计局,国家统计局台州调查队.台州统计年鉴 2012[M].北京:中国统计出版社,2012: 3.
- [6] 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.
- [7] 郝秀平,夏军,王蕊.气候变化对地表水环境的影响研究与展望[J].水文,2010,30(1): 67-72.
- [8] 王子友,郑士长,蒋明方,等.三门县农村饮用水卫生状况调查[J].浙江预防医学,2010,22(9): 55-60.
- [9] 蔡建民,楼晓明,王晓峰,等.2009 年浙江省农村水厂管网末梢水水质调查监测情况分析[J].中国卫生检验杂志,2011,21(1): 173-174.

(收稿日期: 2013-07-24)

(英文编审: 金克峙; 编辑: 王晓宇; 校对: 徐新春)

(上接第 916 页)

- promotion of neurite outgrowth via cAMP/PKA/CREB pathway in PC12 cells[J]. PLoS One, 2011, 6(11): e28280.
- [8] OHTA Y, NAKAGAWA K, IMAI Y, et al. Cyclic AMP enhances Smad-mediated BMP signaling through PKA-CREB pathway[J]. J Bone Miner Metab, 2008, 26(5): 478-484.
 - [9] ROSENBERG D, GROUSSIN L, JULLIAN E, et al. Role of the PKA-regulated transcription factor CREB in development and tumorigenesis of endocrine tissues[J]. Ann N Y Acad Sci, 2002, 968: 65-74.

- [10] 李丹,王育珊,李艳辉,等.氟对大鼠成骨细胞 Runx2 表达的影响[J].中国地方病学杂志,2008,27(4): 368-370.
- [11] 梅梅,于燕妮,郭兵.氟对大鼠骨组织 Runx2 mRNA 及其蛋白表达的影响[J].中国地方病学杂志,2009,29(5): 493-495.
- [12] 曾奇兵.PTH-PKA-AP1 通路对燃煤氟砷暴露人群骨代谢的修饰作用[D].贵阳:贵阳医学院,2011.

(收稿日期: 2013-04-15)

(英文编审: 金克峙; 编辑: 汪源; 校对: 丁瑾瑜)