

湖南省某市农村饮用水安全工程水质检测评价分析

冯蕾

(湖南省株洲水文水资源勘测中心, 湖南 株洲 412000)

【摘要】目的: 了解湖南某市2020年至2023年农村饮用水水质状况, 为农村饮水安全监督及管理提供支撑。方法: 抽取湖南省某市有代表性的农村集中式供水工程进行检测和评价。结果: 不同年份水源水 ($\chi^2=9.924$, $P<0.05$) 出厂水 ($\chi^2=11.873$, $P<0.05$) 末梢水 ($\chi^2=43.275$, $P<0.05$) 水质合格率检测结果的差异具有统计学意义; 不同季度水源水水质合格率无明显变化趋势, 在大部分年度出厂水和末梢水合格率在第四季度最低; 水源水主要影响因素为铁与锰, 不合格率分别为4.52%与3.61%, 出厂水和末梢水水质主要影响因素为细菌学指标, 不合格率分别为43.7%与43.4%。结论: 湖南某市2020年至2023年农村饮用水均受到了不同程度的微生物污染, 出厂水和末梢水合格率自2021年呈下降趋势, 水质问题亟须改善。

【关键词】农村饮用水; 水质检测结果与评价; 微生物污染

引言:

随着社会发展, 我国大部分地区的农村饮用水源地均面临着不同程度的污染, 农村生活饮用水安全问题已引起了社会和国家的重视, 生活饮用水质量关乎居民身体健康和生命安全, 且饮用水的水质状况与介水传染病的流行和暴发密切相关^[1-2]。为了解湖南某市农村饮用水水质现状, 提高饮用水合格率, 本文对该市2020—2023年农村饮用水的检测结果进行分析。

一、资料与方法

(一) 样品来源

本次研究共检测水质样品 996 份。采集 2020—2023 年湖南某市境内农村饮水安全工程进行水质监测, 每次采样部位包括水源水、出厂水、末梢水。其中, 2020年—2022年每季度各采集一次样品, 2023年第三, 第四季度各采集一次样品。样品统一由湖南省某市水文水资源勘测中心进行检测。

(二) 检测项目与评价

检测项目包括3项微生物指标(总大肠菌群、粪大肠菌群、菌落总数)、12项毒理指标(砷、镉、六价铬、铅、汞、氰化物、氟化物、硝酸盐氮、三氯甲烷、四氯化碳、亚硝酸盐、氯酸盐)、17项感官性状和一般化学指标(浑浊度、臭和味、肉眼可见物、pH值、铁、锰、铜、锌、氯化物、总硬度、溶解性总固

体、硫酸盐、高锰酸盐指数、氨氮、硒、挥发酚)、2项消毒剂指标(二氧化氯、游离氯)、3项水源水特有指标(总磷、溶解氧、五日生化需氧量)等。水源水根据《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)^[3]、《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)^[4]评价; 出厂水、末梢水2020—2022年根据《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)^[5]评价, 2023年根据《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2022)^[6]评价。水样按照上述各项评价标准所要求的分析方法进行检测。

(三) 数据统计分析

采用 SPSS 26.0 对数据进行统计分析, 计数资料以 n (%) 表示, 采用 χ^2 检验。 $P<0.05$ 表示差异存在统计学意义。

二、结果

(一) 各年度水质合格率

2020年-2023年, 该市农村饮用水水厂水质总合格率为72.8%, 其中水源水、出厂水、末梢水水质合格率分别为90.4%、61.4%、66.6%, 出厂水水质合格率略低于末梢水。2020年至2023年, 水源水水质合格率85.4%、96.4%、90.2%、83.3%, 对比差异存在统计学意义, $\chi^2=9.924$, $P=0.019$; 不同年份出厂水水质合格率59.4%、70.0%、57.8%、45.8%, 对比差异存在统计学意义, $\chi^2=11.873$, $P=0.008$; 末梢

表 1 2020 年 -2023 年农村饮水水厂水质达标统计表

水质类别	2020 年		2021 年		2022 年		2023 年		合计	
	水样数	达标率	水样数	达标率	水样数	达标率	水样数	达标率	水样数	达标率
	(个)	(%)	(个)	(%)	(个)	(%)	(个)	(%)	(个)	(%)
水源水	96	85.4	110	96.4	102	90.2	24	83.3	332	90.4
出厂水	96	59.4	110	70.0	102	57.8	24	45.8	332	61.4
末梢水	96	57.3	110	81.8	102	65.7	24	37.5	332	66.6
合计	288	67.4	330	82.7	306	71.2	72	55.6	996	72.8

表 2 2020 年至 2023 年农村饮水水厂不同季度水质合格率统计表

	2020			2021			2022			2023		
	水源水	出厂水	末梢水	水源水	出厂水	末梢水	水源水	出厂水	末梢水	水源水	出厂水	末梢水
第一季度	75.0	67.9	71.4	96.4	71.4	89.3	85.2	70.4	85.2	—	—	—
第二季度	80.0	72.0	64.0	96.4	64.3	71.4	100	70.8	70.8	—	—	—
第三季度	100	60.9	65.2	96.3	81.5	88.9	88.9	55.6	63.0	71.4	57.1	42.9
第四季度	90.0	30.0	20.0	96.3	63.0	77.8	87.5	57.8	41.7	100	30.0	30.0

水水质合格率 57.3%、81.8%、65.7%、37.5%，对比差异存在统计学意义， $\chi^2=43.275$ ， $P=2.1513 \times 10^{-9}$ 。具体见表 1。

(二) 不同季度水质合格率对比

2020 年-2023 年期间，水源水第一至四季度之间水质合格率无明显变化趋势。出厂水各季度水质合格率变化中，2022 年第四季度水质合格率（57.8%）较上一季度水质合格率（55.6%）略有上升，其余年份第四季度出厂水水质合格率均为全年最低。末梢水各季度水质合格率变化中，2021 年第四季度水质合格率（77.8%）较第二季度（71.4%）略有上升，其余年份第四季度末梢水水质合格率均为全年最低。具体见表 2，图 1、图 2、图 3。

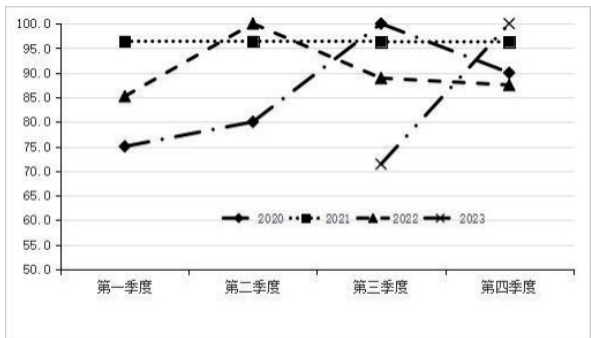


图 1 各季度水源水合格率

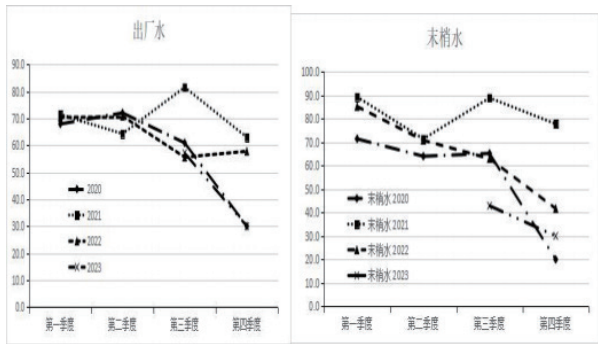


图 2 各季度出厂水合格率 图 3 各季度末梢水合格率
(三) 水质合格率的影响因素

在所有水源水不合格指标中，铁占比最高，为 4.52%；其次为锰，为 3.61%；

再次为溶解氧 1.20%；高锰酸盐指数、锌、硝酸盐氮、总磷、五日生化需氧量占比均低于 1%，pH、氟化物、氯化物、硫酸盐、氨氮、铜、铅、镉、六价铬、硒、汞、砷、挥发酚、氰化物、阴离子表面活性剂、硫化物占比为 0%。在所有出厂水不合格指标中，总大肠菌群占比最高，为 27.4%；其次为余氯/二氧化氯、菌落总数，分别为 18.7%与 13.0%；再次为耐热大肠菌群、浑浊度，分别为 6.02% 和 5.42%；其余指标合格率均低于 3%。在所有末梢水不合格指标中，总大肠菌群占比最高，为 22.0%；其次为菌落总

表 3 水质合格率影响因素统计 [n (%)]

项目		水源水不合格率 (n=332)	出厂水不合格率 (n=332)	末梢水不合格率 (n=332)
细菌学指标 感官和一般化学指标	总大肠菌群	—	24.7	22.0
	菌落总数	—	13.0	15.4
	耐热大肠菌群	—	6.02	6.02
	浑浊度	—	5.42	4.52
	高锰酸盐指数	0.90	0.30	0.30
	锰	3.61	2.11	1.81
	铁	4.52	0.90	0.60
	锌	0.60	0.30	0.30
	pH	—	0.30	0.30
	硝酸盐氮	0.30	—	—
毒理学指标	亚硝酸盐	—	1.81	0.90
	氯酸盐	—	0.30	0.00
	氯酸盐	—	0.30	0.00
消毒剂指标 其他指标	余氯 / 二氧化氯	—	18.7	6.93
	溶解氧	1.20	—	—
	总磷	0.30	—	—
	五日生化需氧量	0.30	—	—

数,为 15.4%;再次为余氯/二氧化氯、耐热 大肠菌群、浑浊度,分别为 6.93%、6.02%和 4.52%;其余指标合格率均低于 3%。在出厂水和末梢水不合格指标中,砷、镉、六价铬、铅、汞、氰化物、氟化物、三氯甲烷、四氯化碳、臭和味、肉眼可见物、pH、铜、氯化物、总硬度、溶解性 总固体、硫酸盐、氨氮、硒、挥发酚占比均为0%。具体见表 3。

三、讨论

数据分析显示,2020年至2023年,水源水合格率在83.3%—96.4%之间,对比差异存在统计学意义,其中2023年合格率最低(83.3%)。由于湖南省汛期为4—9月,2023年仅对第三、四季度抽样分析,均在非汛期进行,非汛期降雨量偏少,水源地水量偏少,自净能力弱,水质相对偏差,因此全年水源水合格率偏低。总体而言,该市的水源水在所受检的检测指标范围内,水质较优良。

各年度出厂水与末梢水合格率对比差异均存在统计学意义,其中2021年最高,2023年最低,且自2021年水质合格率均呈下降趋势,说明近几年受检的农村生活饮用水水质状况无明显改善,此外由于2023年执行《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2022),千吨万人集中式供水工程浑浊度限值由3NTU变为1NTU,导致2023年合格率呈较大幅度下降趋势。总体而言,末梢水水质合格率(66.6%)比出厂水(61.4%)略高,说明输水管网并非影响该市农村生活饮用水水质不合格的因素,而是可能是由于该市农村饮用水水源保护措施及水处理措施不科学、不到位。

所有不合格指标中,对水源水而言,铁、锰占比相对较高,为3.61%—4.52%,主要是由于该市部分地区分布铁、锰矿,可能原因是水库会因季节性缺氧及底质中污染物的释放而造成其底层水铁、锰含量升高^[7],该分布区域存在铁、锰超标风险。其余指标占比较低,尤其是pH、氟化物、氯化物、硫酸盐、氨氮、铜、铅、镉、六价铬、硒、汞、砷、挥发酚、氰化物、阴离子表面活性剂、硫化物均未出现超标情况。

对出厂水和末梢水而言,细菌学指标占比最高,达43.7%与43.4%;消毒剂指标分别为18.7%与6.93%,出厂水与末梢水受微生物污染程度持平。消毒剂指标不合格主要是出厂水与末梢水中余氯/二氧化氯含量低于标准限值,有可能是由于消毒剂的投加量不足导致,从而影响消毒效果,造成细菌学指标不合格。刘建成等人^[7]分析泉州市某区农村生活饮用水水质微生物污染现状,在所有不合格指标中,菌落总数占比最高,达64.38%,与本次结果一致。细菌学指标超标表明介水肠道传染病传播风险增加,其原因可能有两点:一是农村集中式饮水工程水质消毒设备使用率低,从业人员缺乏消毒意识或技术不专业,消毒剂反应时间和投加量不科学;二是农村水源可能正遭受周围环境和人畜粪便的污染^[8]。此外,出厂水和末梢水的浑浊度不合格率也相对较高,说明部分农村集中

式饮水工程沉淀处理设施去除率较低,可能是用水量增大超过了设计负荷,沉淀池水力停留时间短,导致沉淀效率不高。出厂水和末梢水的铁、锰不合格率为0.60%—2.11%,主要是由于水源水受污染导致,而现有的处理设施对铁、锰的去除效率低。

结语:

1. 细菌学指标超标是影响农村饮用水合格率降低的最主要的因素,因此要加 强农村集中式饮水工程的消毒管理工作,加强对业务人员培训,强化饮用水安全 意识,提高专业知识技能,确保设备消毒效率,是确保切断介水传染细菌的主要 手段^[9-10],预防水源性疾病暴发流行。

2. 加大对农村饮用水的监督和检测力度,提高抽检比例和频次,增加水源水 细菌学检测指标,以便掌握水质变化情况。

3. 加强环境卫生管理,消除生活垃圾、工业污水、固体废弃物对水源的污染,确保广大人民群众用水的安全。

4. 针对浑浊度超标的农村集中式饮水工程,采取延长水力停留时间、投加絮 凝剂等措施提高沉淀效果。

5. 建议对铁、锰、锌超标地区进行污染健康风险评估。

参考文献:

- [1]舒继群.农村生活饮用水和城镇生活饮用水微生物检测结果分析[J].人人健康,2016,15(23):254.
- [2]贾晓洁,刘志强,张志鹏.北京市平谷区2012-2014年农村生活饮用水微生物监测结果分析[J].医学动物防制,2016,33(6):685-687.
- [3]GB3838-2002地表水环境质量标准[S].
- [4]GB/T14848-2017地下水质量标准[S].
- [5]GB5749—2006生活饮用水卫生标准[S].
- [6]GB5749-2022生活饮用水卫生标准[S].
- [7]许高平,冯在玉,姜阶灵等.某水厂源水铁锰超标处理试验研究[J].化工管理,2022,(13):43-46.
- [8]刘建成.泉州市农村生活饮用水微生物检测结果分析[J].中国卫生标准管理,2018,9(20):3-5.
- [9]杨英,刘军辉,李芳.2016年河北省三河市农村生活饮用水水质分析与对策[J].医学动物防制,2017,34(6):631-634.
- [10]牛矩彩,舒高林,闫革彬等.北京市昌平区农村生活饮用水微生物污染状况调查[J].疾病监测,2017,32(7):585-588.

作者简介:

冯蕾(1991.03-),女,汉,湖南永州人,硕士研究生,主要从事农村饮用水安全检测。