

2021-2023年北方某城市远郊农村自备井丰水期、 枯水期水质理化和微生物指标监测结果分析

张晴*, 姚雪静, 李娜

(中国铁路北京局集团有限公司, 北京铁路疾病预防控制中心, 北京 100038)

摘要: 目的 了解北方某城市远郊农村自备井水质情况, 有针对性的为制定水质改善方案提供合理化建议。

方法 2021-2023年每年丰水期和枯水期分别对选取的32眼自备井水质进行采样, 并按照《生活饮用水卫生标准》(GB/T 5750-2006)和《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2006)采用SPSS 26.0软件进行检测和评价。**结果** 检测的192份水样中, 各项指标均合格的是144份, 合格率为75.00%; 枯水期合格率为84.38%; 丰水期合格率为65.63%。**结论** 北方某城市远郊农村自备井水质丰水期合格率低于枯水期合格率, 水质有待提高, 以确保农村居民饮水安全和身体健康。

关键词: 自备井; 水质; 丰水期; 枯水期

Remote rural captive wells of a northern city, 2021-2023 analysis of monitoring results of physicochemical and microbiological indexes of water during abundant and dry periods

ZHANG Qing*, YAO Xue-Jing, LI Na

(Beijing Railway Disease Prevention Medicine Research Center, China Railway Beijing Bureau Group Co., Ltd.,
Beijing 100038, China)

ABSTRACT: Objective To understand the water quality of a remote rural well in a northern city, and to provide rationalized recommendations for the targeted development of a water quality improvement program. **Methods** The water quality of 32 self-provided wells in the area was sampled during the abundant and dry water periods each year from 2021 to 2023, tested and evaluated in accordance with the Sanitary Standard for Drinking Water (GB/T 5750-2006) and the Hygiene Standards (GB 5749-2006) for testing and evaluation use SPSS 26.0. **Results** Show that the 192 water samples tested, 144 are qualified, the pass rate is 75.00%. Dry water period pass rate is 84.38%. Abundant water period pass rate is 65.63%. **Conclusion** The water quality pass rate of a remote rural well in a northern city is lower than the pass rate in the dry season, and the water quality needs to be improved to ensure the safety of drinking water and the health of rural residents.

KEY WORDS: self-provided wells; water quality; abundant water period; dry water period

*通信作者: 张晴, 主管技师, 研究方向: 理化检验。E-mail: v8w@163.com

*Corresponding author: ZHANG Qing, Chief Technician, Beijing Railway Disease Prevention Medicine Research Center, China Railway Beijing Bureau Group Co., Ltd., Beijing 100038, China. E-mail: v8w@163.com

0 引言

北方某城市远郊山区农村,远离市区,地理位置偏远,生活饮用水无法接入市政管网,为解决用水问题,沿线修建了一些自备井供沿线居民生产生活使用。此次调查的自备井主要分布在远郊山区,为了解自备井水质情况,掌握水质变化规律,于2021-2023年丰水期(7、8、9月)和枯水期(1、2、3月)分别对辖区32眼自备井进行水质监测,通过分析,可有针对性的制定水质改善方案,提供合理建议,提高自备井管理水平,以保障群众的用水安全。本文所用《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2006)^[1]与现行《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2022)^[2]相关检测项目国标限值相同;所用《生活饮用水标准检验方法》(GB/T 5750-2006)^[3]与现行《生活饮用水标准检验方法》(GB/T 5750-2023)^[4]相关检测项目检验方法无实质性差别,不影响文章结果准确性和内容的真实性。

1 材料与方法

1.1 研究材料

2021-2023年三年的丰水期(7、8、9月)和枯水期(1、2、3月)分别对32眼自备井末梢水采集一次,将采集的192份水样作为研究材料进行分析。

1.2 检测项目

根据《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2006)对常规指标进行检测,检测项目包括理化指标感官性状:色度、浑浊度、臭和味、肉眼可见物;一般化学指标:pH、总硬度、耗氧量、氯化物、硫酸盐、挥发酚类、铜、锰、锌、铁;毒理学指标:氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐氮、氟化物、氰化物、砷、汞、六价铬、铅、镉;微生物指标:总大肠菌群、大肠埃希氏菌;共计24项理化指标,2项微生物指标。

1.3 检测依据及判定标准

水质检测依据《生活饮用水标准检验方法》(GB/T 5750-2006);水质评价判定依据《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2006),《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2022),有一项指标不合格即判定为该水样不合格。

1.4 质量控制

为确保检测结果的准确,根据GB/T 5750-2006《生活饮用水标准检验方法》水质分析质量控制相关内容,检测时每批样品增加一个标准参考物质(质控样)和空白样;每10份样品随机抽取1-2份样品进行平行双样测定。

1.5 统计学分析

采用SPSS 26.0软件进行数据录入和统计学分析,对不同年份、不同水期(丰水期、枯水期)、不同理化和微生物指标水样合格率之间的比较采用卡方检验,以 $p < 0.05$ 判定差异是否有统计学意义。采用Wilcoxon秩和检验和Kruskal-wallis秩和检验水期类型(枯水期/丰水期)、年份和区域间的变化,采用Cochran-Armitage趋势检验分析每项指标的合格率是否随时间的推移而变化。以 $p < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果与分析

2.1 不同年份自备井水质总体情况

2021-2023年对选取的32眼自备井末梢水进行每年两次抽样检测,在检测的192份水样中,各项指标均合格的是144份,合格率为75.00%,其中2021年合格率为78.13%、2022年合格率为75.00%、2023年合格率为71.88%,差异无统计学意义($\chi^2 = 0.667$, $p > 0.05$)。详细数据见表1。

表1 2021-2023年样本自备井水质检测情况

时间	检测份数	合格份数	合格率 (%)
2021年	64	50	78.13
2022年	64	48	75.00
2023年	64	46	71.88
总计	192	144	75.00

2.2 2021-2023年各项指标整体情况

对192份自备井水样26项指标进行检测,有12项指标出现超标的情况,合格率分别为浑浊度84.38%、大肠埃希氏菌90.10%、硝酸盐(以N计)91.15%、总大肠菌群91.66%、肉眼可见物92.19%、色度92.71%、总硬度(以CaCO₃计)94.79%、pH96.35%、亚硝酸盐氮96.88%、氨氮(以N计)96.88%、铁99.48%、臭和味99.48%。浑浊度的合格率最低。详细数据见表2。

表2 2021-2023年样本自备井26项指标检测合格率

Table 2 Sample artesian well 26 indicator test pass rates, form 2021 to 2023

指标	2021-2023年合格率(%)	2021-2023年枯水期合格率(%)	2021-2023年丰水期合格率(%)
色度(铂钴色度单位)	92.71	95.84	89.53
浑浊度(散射浊度单位)/NTU	84.38	94.79	75.00
臭和味	99.48	100.00	98.96
肉眼可见物	92.19	96.88	87.50
pH	96.35	97.92	94.79
总硬度(以CaCO ₃ 计)	94.79	92.71	96.88
耗氧量(COD _{Mn} 法,以O ₂ 计)	100.00	100.00	100.00
氯化物	100.00	100.00	100.00
硫酸盐	100.00	100.00	100.00
挥发酚类(以苯酚计)	100.00	100.00	100.00
铜	100.00	100.00	100.00
锰	100.00	100.00	100.00
锌	100.00	100.00	100.00
铁	99.48	100.00	98.96
氨氮(以N计)	96.88	98.96	94.79
硝酸盐(以N计)	91.15	96.88	85.42

2.3 丰水期、枯水期自备井水质情况

对2021-2023年枯水期和丰水期的合格率进行比较,枯水期共检测水样96份,合格81份,合格率为84.38%;丰水期共检测水样96份,合格63份,合格率为65.63%,差异有统计学意义($\chi^2=9.000$, $p<0.05$)。

2.4 丰水期、枯水期自备井不同类型指标水质情况

2021-2023年的丰水期和枯水期自备井感官性状指标合格率枯水期为88.54%,丰水期为70.83%,差异有统计学意义($\chi^2=9.299$, $p<0.05$);一般化学指标合格率枯水期为92.71%,丰水期为88.54%,差异无统计学意义($\chi^2=0.981$, $p>0.05$);毒理指标合格率枯水期为96.88%,丰水期为88.54%,差异有统计学意义($\chi^2=4.931$, $p<0.05$);微生物指标合格率枯水期为93.75%,丰水期为80.21%,差异有统计学意义($\chi^2=7.772$, $p<0.05$),详细数据见表3。

2.5 丰水期、枯水期各项指标检测情况

2021-2023年的丰水期和枯水期自备井检测的26项指

标中,枯水期有9项指标出现超标情况,合格率分别为总硬度(以CaCO₃计)92.71%、浑浊度94.79%、色度95.84%、总大肠菌群96.88%、大肠埃希氏菌96.88%、肉眼可见物96.88%、硝酸盐(以N计)96.88%、pH97.92%、氨氮(以N计)98.96%;丰水期有12项指标出现超标情况,分别为浑浊度75.00%、大肠埃希氏菌83.33%、总大肠菌群86.46%、硝酸盐(以N计)85.42%、肉眼可见物87.50%、色度89.58%、亚硝酸盐氮93.75%、氨氮(以N计)94.79%、pH94.79%、总硬度(以CaCO₃计)96.88%、铁98.96%、臭和味98.96%,通过枯水期和丰水期比较,浑浊度($\chi^2=14.663$)、肉眼可见物($\chi^2=5.858$)、亚硝酸盐氮(Fisher=2.377)、总大肠菌群($\chi^2=6.818$)、大肠埃希氏菌($\chi^2=9.872$)差异均有统计学意义, $p<0.05$ 。经Cochran-Armitage趋势检验分析,水中各项指标的达标率随年份的递增而升高,差异有统计学意义($Z=2.36$, $p<0.05$)。按年份分,经Kruskal-wallis秩和检验分析,2021-2023年各年间的26项指标差异有统计学意义($\chi^2=34.76$, $p<0.05$)。详细数据见表2。

表3 2021-2023年样本自备井丰水期和枯水期水质感官性状指标、一般化学指标、毒理指标和微生物指标检测情况

Table 3 Detection of water quality indicators of sensory properties, general chemical indicators, toxicological indicators and microbiological indicators during the period of abundant and depleted water in sample tap wells from 2021 to 2023

时间	检测份数	感官性状指标		一般化学指标		毒理指标		微生物指标	
		合格	合格率 (%)	合格	合格率 (%)	合格	合格率 (%)	合格	合格率 (%)
2021-2023年									
枯水期	96	85	88.54	89	92.71	93	96.88	90	93.75
丰水期	96	68	70.83	85	88.54	85	88.54	77	80.21
总计	192	153	79.69	174	90.63	178	92.71	167	86.98

3 讨论与结论

3.1 自备井水质安全性

在检测的192份自备井末梢水水样中,各项指标均合格的144份,合格率为75.00%,而2017-2018年北京市朝阳区市政水合格率99.89%,合格率明显低于北京市朝阳区市政自来水合格率^[5]。井水属于自然水,其中蕴含的矿物质和各种细菌含量无法确认,如果井水未达到饮用标准,饮用后会给身体带来一定的坏处,可能会增大肾胆结石的发病概率,造成胃肠功能紊乱等^[6]。并且井水容易受到外界或人为的污染,水源附近的生活垃圾、养殖垃圾、农田化肥农药等都是饮水安全的潜在风险,如果受到污染,会存在含有大肠杆菌等病菌的可能,直接饮用会危害健康^[7]。

3.2 主要指标合格率影响因素

在检测的26项指标中,有浑浊度、大肠埃希氏菌、硝酸盐(以N计)、总大肠菌群、肉眼可见物、色度、总硬度(以CaCO₃计)、亚硝酸盐氮、氨氮(以N计)、臭和味等12项指标出现超标的情况,以上指标合格率低主要与季节变化、外界环境、生产生活等因素有关。(1) 季节变化对自备井水质影响。2021-2023年三年的枯水期合格率为84.38%、丰水期合格率为65.63%,丰水期总体合格率明显低于枯水期合格率,原因可能是因为在雨水充沛的丰水期,降水量较大,地面泥沙、枯叶等污染物更容易被雨水冲刷、流渗进入水井中,导致地下水被污染。同时夏秋季节,温湿度较高,微生物、细菌更容易生长和繁衍,这些也有可能是导致丰水期合格率低于枯水期合格率的原因^[8-10]。(2) 生产生活的影响。在农村,以农业生产活动为主,农药的使用、农田的灌溉、家禽家畜的养殖、农村厕所距离水源距离等都会影响自备井周边的环境。尤其是近些年,城市化进程中的

建筑施工、垃圾填埋、工业废水排放等活动可能会破坏地下水的补给系统,进而影响水质。(3) 污染后的水体自净的结果。硝酸盐氮(NO₃-N)是含氮有机物氧化分解的最终物质^[11]。亚硝酸盐氮是水体中含氮有机物进行氧化,成为硝酸盐过程中的主要中间物质。如果水质中仅有硝酸盐氮(NO₃-N)含量超标,氨氮(NH₃-N)、亚硝酸盐氮(NO₂-N)含量均没有超标,说明水体被污染已经很长时间,目前已趋于自净。另外硝酸盐氮的含量和井深有很大关系,浅水井中硝酸盐氮的合格率低远低于深水井^[12-13]。(4) 地质构造及地下水不合理开采。从整体上看,枯水期合格率最低的指标为总硬度(以CaCO₃计),合格率为92.71%,总硬度超标原因除了人为污染造成水质总硬度超标也和地区地质构造及地下水不合理开采有关^[14-15]。

4 结束语

按照世界卫生组织的研究统计,80%的疾病都与饮用水相关,而在这80%疾病中,又有90%以上是因为病原微生物超标引起的。如霍乱、痢疾、副伤寒、甲肝、乙肝等传染病均可以通过饮用水来传播。自备井井水水质容易受到外界环境和季节变换的影响,无法做到水质实时监测,作为饮用水安全风险隐患较大。管理部门要落实各项规章制度,配备专职维护检验人员,定期开展培训,加强设备维护,强化水井周边环境治理,对管道设施定期清洗,增加消毒设施,规范消毒流程,加大水质检测频率,及时发现水中影响健康的因素。丰水期,尤其是雨季,避免雨水、洪水灌入。如果条件允许,建议配备终端净水装置,逐步接入市政自来水管网。此外还要加大人员的卫生知识宣传及健康教育,培养居民养成良好的卫生习惯,保障远郊山区人民的用水安全和身体健康。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 国家市场监督管理总局, 中国国家标准化管理委员会. GB 5749-2022 生活饮用水卫生标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2022.
- [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 5750-2006 生活饮用水标准检验方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [4] 国家市场监督管理总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 5750-2023 生活饮用水标准检验方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2023.
- [5] 王雷, 赵艳玲, 张美云. 2017—2018年北京市朝阳区生活饮用水水质综合评价[J]. 职业与健康, 2020, 36(15): 2089-2092.
- [6] 付博, 蔡丽. 城市环境保护中污水治理问题及应对措施[J]. 技术与市场, 2014, 21(8): 365.
- [7] YE BX, E XL, ZHANG L, *et al.* Study on the optimization of monitoring indicators of drinking water quality during health supervision [J]. Journal of Hygiene Research, 2015, 44(1): 33-7.
- [8] YAN L. Environmental Problems and Countermeasures of Drinking Water Sources in Northwest China [J]. E3S Web of Conferences, 2020, 204.
- [9] 高兴辉. 农村饮用水安全问题现状及对策分析[J]. 黑龙江水利科技, 2019: 241-242.
- [10] 李洁, 李红岩, 于志勇, 等. 北方某市农村饮用水水质状况及分布特征分析[J]. 净水技术, 2021, 40(12).
- [11] PREST EI, HAMMES F, VAN LOOSDRECHT MC, *et al.* Biological Stability of Drinking Water: Controlling Factors, Methods, and Challenges [D]. Front. Microbiol., 2016, 7: 45.
- [12] 常宪平, 崔宝荣, 赵建忠, 等. 丰台农村地区自备井水质总硬度和硝酸盐氮水平分析[J]. 预防医学情报杂志, 2012, 28(4): 276-278.
- [13] 迟丹丽, 邵连军, 高善业, 等. 北京铁路沿线35眼自备井卫生管理现状调查[J]. 铁路节能环保与安全卫生, 2014, 4(3): 137-140.
- [14] 陈海平, 胡咏梅, 刘雪莹. 2014-2018年北京市海淀区农村自备井水质卫生状况[J]. 职业与健康, 2020, 36(15): 2132-2135.
- [15] 付昆明. 《GB 5749-2006 生活饮用水卫生标准》总硬度限值的探讨[J]. 卫生研究, 2017, 46(1): 165-168.

作者简介



张晴, 主管技师, 研究方向: 理化检验。