

2014—2024年赣州市农村饮用水细菌类微生物指标监测结果分析

郑志鹏, 金美兰

(赣州市疾病预防控制中心, 江西 赣州 341000)

摘要:目的:掌握赣州市农村饮用水细菌类微生物污染现状及影响因素,为政府制定改善本地区农村饮用水水质卫生的有关措施提供参考。方法:在“全国饮用水水质信息监测系统”中获取2014—2024年赣州市农村饮用水监测数据,主要包括总大肠菌群、大肠埃希氏菌、耐热大肠菌群和菌落总数4项细菌类微生物指标。年度间饮用水细菌类微生物指标总合格率变化采用卡方趋势性检验,4项饮用水细菌类微生物指标合格率的两两比较采用Bonferroni校正法,校正后检验水准 $\alpha'=0.05/6=0.0083$ 。不同特征饮用水细菌类微生物指标合格率的比较采用卡方检验,并对饮用水细菌类微生物指标的影响因素采用Logistic回归分析。结果:2014—2024年赣州市共检测16140份农村饮用水,合格率68.43%,且2014—2024年饮用水菌类微生物指标检测合格率呈上升趋势($\chi^2_{趋势}=5457.80$, $P<0.001$)。2014—2024年赣州市农村饮用水细菌类微生物指标中总大肠菌群、耐热大肠菌群、大肠埃希氏菌、菌落总数合格率分别为70.71%、69.60%、96.21%、89.39%,各指标合格率差异有统计学意义($\chi^2=4882.12$, $P<0.001$)。总大肠菌群与耐热大肠菌群合格率差异无统计学意义($P=0.036$),其余差异均有统计学意义(P 均 <0.0083)。枯水期饮用水细菌类微生物指标合格率(70.40%)高于丰水期(66.46%)、地表水饮用水细菌类微生物指标合格率(70.20%)高于地下水(62.55%)、出厂水饮用水细菌类微生物指标合格率(69.30%)高于末梢水(67.77%)、有卫生许可证水厂饮用水细菌类微生物指标合格率(83.10%)高于无卫生许可证水厂(65.39%)、消毒的饮用水细菌类微生物指标合格率(82.03%)高于未消毒的(44.45%),差异均有统计学意义(P 均 <0.05)。Logistic回归分析结果显示,丰水期、末梢水、水厂无卫生许可证、饮用水未消毒的细菌类微生物指标不合格风险分别是枯水期、出厂水、水厂有卫生许可证、饮用水消毒的1.362、1.239、1.390、2.312倍。与2014年相比,2015—2017年饮用水细菌类微生物不合格风险差异无统计学意义($P>0.05$),而2018—2023年的细菌类微生物指标不合格风险均低于2014年(P 均 <0.05)。结论:2014—2024年赣州市农村饮用水细菌类微生物污染状况稳步改善,相关监管部门应加强对农村水厂的常态化监管,并系统化开展从业人员的技术培训。水厂应持续规范饮用水消毒流程,严格执行供水设施与管网的维护制度,并建立定期、可靠的水质监测体系,降低介水传染病的发生风险。

关键词:农村;饮用水;微生物;影响因素分析;监测分析

中图分类号:R123.1 文献标志码:A 文章编号:2097-7174(2025)12-1161-07

DOI:10.3969/j.issn.2097-7174.2025.12.006

Analysis of bacterial microbiological indicators monitoring results of rural drinking water in Ganzhou City from 2014 to 2024

ZHENG Zhi-peng, JIN Mei-lan

(Ganzhou Center for Disease Control and Prevention, Ganzhou, Jiangxi 341000)

Abstract: Objective: To understand the current status and influencing factors of microbial contamination in rural drinking water in Ganzhou City, providing references for the government to develop measures to improve the quality of drinking water in this region. **Methods:** The monitoring data of rural drinking water in Ganzhou City from 2014 to 2024 were obtained from the "National Drinking Water Quality Information Monitoring System", mainly including four bacterial microbiological indicators: total coliforms, *Escherichia coli*, thermotolerant coliforms and total colony count. The chi-square trend test was used to analyze the changes in the total qualified rate of drinking water bacterial microbiological indicators

作者简介:郑志鹏,男,本科,主管医师,研究方向:环境卫生和食品卫生。E-mail:277505603@qq.com

通信作者:金美兰,女,本科,副主任医师,研究方向:环境卫生。E-mail:447655442@qq.com

between years. The Bonferroni correction method was used for pairwise comparison of the qualified rates of the four drinking water bacterial microbial indicators, with the corrected significance level $\alpha'=0.05/6=0.0083$. The chi-square test was used to compare the qualified rates of drinking water bacterial microbial indicators among different characteristics, and logistic regression analysis was used to analyze the influencing factors of drinking water bacterial microbial indicators.

Results: From 2014 to 2024, a total of 16 140 rural drinking water samples were tested in Ganzhou City. Among them, 11 044 samples met the bacterial and microbial standards, with a compliance rate of 68.43%. The compliance rate of bacterial and microbial indicators in drinking water showed an upward trend from 2014 to 2024 ($\chi^2_{\text{trend}}=5457.80$, $P<0.001$). During the period from 2014 to 2024, the compliance rates of total coliforms, thermotolerant coliforms, *Escherichia coli*, and total colony count in rural drinking water in Ganzhou City were 70.71%, 69.60%, 96.21%, and 89.39% respectively. There were statistically significant differences among these compliance rates ($\chi^2=4882.12$, $P<0.001$). There was no statistically significant difference in the compliance rates of total coliforms and thermotolerant coliforms ($P=0.036$), while the differences in the other indicators were statistically significant ($P<0.0083$). The compliance rate of bacterial and microbial indicators in drinking water during the dry season (70.40%) was higher than that during the wet season (66.46%), the compliance rate of surface water drinking water (70.20%) was higher than that of groundwater (62.55%), the compliance rate of drinking water at the water outlet (69.30%) was higher than that of the end water (67.77%), and the compliance rate of drinking water from water plants with a hygiene license (83.10%) was higher than that from water plants without a hygiene license (65.39%). The compliance rate of drinking water after disinfection (82.03%) was higher than that of untreated drinking water (44.45%), and all differences were statistically significant ($P<0.05$). Logistic regression analysis showed that the risk of non-compliance with bacterial and microbial indicators in drinking water during the wet season, in end water, in water plants without a hygiene license, and in untreated drinking water was 1.362, 1.239, 1.390, and 2.312 times that during the dry season, in water at the water outlet, in water plants with a hygiene license, and in disinfected drinking water, respectively. Compared with 2014, there was no significant difference in the risk of non-compliance with microbial indicators in drinking water from 2015 to 2017 ($P>0.05$), while the risk of non-compliance with bacterial and microbial indicators from 2018 to 2023 was lower than that in 2014 ($P<0.05$).

Conclusion: From 2014 to 2024, the contamination situation of bacterial microorganisms in rural drinking water in Ganzhou City has steadily improved. Relevant regulatory authorities should strengthen the regular supervision of rural water plants and systematically carry out technical training for practitioners. Water plants should continuously standardize the disinfection process of drinking water, strictly implement the maintenance system for water supply facilities and pipelines, and establish a regular and reliable water quality monitoring system to reduce the risk of water-borne infectious diseases.

Key words: Rural area; Drinking water; Microbe; Root cause analysis; Monitoring analysis

农村饮水安全不仅直接关系到农民的健康福祉,更与乡村振兴息息相关。尽管近年来我国通过实施农村饮水安全工程建设改善了农村的饮水条件,但受农村地区的地形地貌、基础设施、自然条件和经济条件等因素限制,农村饮水水质的安全问题较城市更为突出^[1]。目前在我国大部分农村地区,饮用水受微生物污染现象较为普遍^[2]。WHO曾指出,微生物污染是饮水安全的首要威胁^[3]。2014年以前赣州市农村饮用水水质合格率较低,低于全省平均水平以及三亚市、石家庄市等地,不合格指标主要为细菌类微生物^[4]。近年来随着赣州市政府持续加强农村饮用水水质卫生提升工作,该市农村地区饮用水水质卫生状况逐渐改善。研究赣州市实施农村饮用水水质卫生提升工作后的细菌类微生物污染现状及影响因素,旨在为政府制定进一步改善本地区

农村饮用水水质卫生的有关措施提供参考,本文对2014—2024年赣州市农村饮用水细菌类微生物指标监测结果进行分析。

1 资料与方法

1.1 一般资料 2014—2018年每年在赣州市随机选取8~15个县级行政区域作为监测县,自2019年开始,监测县覆盖赣州市所有县级行政区域。每个监测县在当地全部乡镇开展农村饮用水监测,每个乡镇选取1~2个水厂,每个水厂采集1份出厂水和1~2份末梢水进行检测。丰水期(5—6月)及枯水期(9—11月)各采样检测1次,水质检测数据上报至“全国饮用水水质信息监测系统”,本研究在该系统中获取2014—2024年赣州市农村饮用水监测数据,

主要包括总大肠菌群、大肠埃希氏菌、耐热大肠菌群和菌落总数4项细菌类微生物指标。

1.2 水质评价 依据《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2006)^[5]对2014—2022年以及2023年丰水期的饮用水进行评价,依据《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2022)^[6]对2023年枯水期和2024年的饮用水进行评价,4项细菌类微生物指标中有1项及以上不合格即认为该水样细菌类微生物指标不合格。

1.3 统计学处理 数据使用SPSS 20.0软件进行统计分析,计数资料以 $n(\%)$ 表达,年度间饮用水细菌类微生物指标总合格率变化采用卡方趋势性检验,4项饮用水细菌类微生物指标合格率的比较采用Bonferroni校正法,校正后检验水准 $\alpha'=0.05/6=0.0083$ 。不同特征饮用水细菌类微生物指标合格率的比较采用卡方检验,并对饮用水细菌类微生物指标的影响因素采用Logistic回归分析。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 2014—2024年赣州市农村饮用水细菌类微生物指标检测情况 2014—2024年赣州市共检测16140份农村饮用水,其中11044份水样细菌类微生物指标检测合格,合格率68.43%。2014—2018年合格率不足60%,自2020年开始合格率明显上升,2024年达100.00%(表1)。不同年度间饮用水合格率趋势性检验结果显示,2014—2024年饮用水细菌类微生物指标检测合格率呈上升趋势($\chi^2_{趋势}=5457.80, P<0.001$)。

表1 饮用水细菌类微生物指标检测结果

年度	n	合格数/份	合格率/%
2014	1547	455	29.41
2015	1122	421	37.52
2016	1304	441	33.82
2017	1629	568	34.87
2018	1622	849	52.34
2019	1486	1138	76.58
2020	1476	1362	92.28
2021	1477	1411	95.53
2022	1486	1427	96.03
2023	1497	1478	98.73
2024	1494	1494	100.00
合计	16140	11044	68.43

2.2 2014—2024年赣州市农村饮用水细菌类微生物单项指标检测情况 2014—2024年赣州市农村饮用水细菌类微生物指标中总大肠菌群合格率为70.71%(11413/16140)、耐热大肠菌群合格率为69.60%(9674/13899)、大肠埃希氏菌合格率为96.21%(11915/12384)、菌落总数合格率为89.39%(14428/16140),各指标合格率差异有统计学意义($\chi^2=4882.12, P<0.001$)。两两比较结果显示总大肠菌群与耐热大肠菌群合格率差异无统计学意义($P=0.036$),其余差异均有统计学意义(P 均 <0.0083)。2014—2024年,各指标合格率均呈上升趋势($\chi^2_{趋势}$ 分别为5217.16、3703.45、970.58、1018.10, P 均 <0.001)(表2)。

2.3 2014—2024年赣州市不同特征农村饮用水细菌类微生物指标检测情况 按不同水期、水源类型、水样类型、水厂有无卫生许可证、饮用水是否消毒对赣州市农村饮用水进行分类,并进行细菌类微生物指标检测。结果显示,枯水期饮用水细菌类微生物指标合格率(70.40%)高于丰水期(66.46%)、地表水饮用水细菌类微生物指标合格率(70.20%)高于地下水(62.55%)、出厂水饮用水细菌类微生物指标合格率(69.30%)高于末梢水(67.77%)、有卫生许可证水厂饮用水细菌类微生物指标合格率(83.10%)高于无卫生许可证水厂(65.39%)、消毒的饮用水细菌类微生物指标合格率(82.03%)高于未消毒的(44.45%),差异均有统计学意义(χ^2 分别为29.02、77.82、4.28、333.05、2435.47, P 均 <0.05)(表3)。

2.4 2014—2024年赣州市不同特征农村饮用水细菌类微生物指标影响因素多因素Logistic回归分析 将水期、水样类型、水源类型、水厂有无卫生许可证、饮用水是否消毒、年份设为自变量(X),将饮用水是否合格设为因变量(Y)(表4),进行多因素Logistic回归分析。经共线性诊断,各自变量间不存在共线性(所有 VIF 值均 <2)。Logistic回归分析结果显示,丰水期、末梢水、水厂无卫生许可证、饮用水未消毒的细菌类微生物指标不合格风险(OR 值)分别是枯水期、出厂水、水厂有卫生许可证、饮用水消毒的1.362、1.239、1.390、2.312倍。与2014年相比,2015—2017年饮用水细菌类微生物不合格风险差异无统计学意义($P>0.05$),而2018—2023年的细菌类微生物指标不合格风险均低于2014年, OR 值分别为0.511、0.175、0.050、0.030、0.027、0.008(表5)。

表2 饮用水细菌类微生物单项指标检测结果

年度	总大肠菌群		耐热大肠菌群		大肠埃希氏菌		菌落总数		χ^2	P
	水样数 /n	合格情况 /n(%)	水样数 /n	合格情况 /n(%)	水样数 /n	合格情况 /n(%)	水样数 /n	合格情况 /n(%)		
2014	1 547	481(31.09)	1 547	546(35.29)	836	749(89.59)	1 547	1 272(82.22)	1 470.62	<0.001
2015	1 122	486(43.32)	1 122	556(49.55)	743	548(73.76)	1 122	906(80.75)	442.89	<0.001
2016	1 304	488(37.42)	1 304	548(42.02)	754	640(84.88)	1 304	1 086(83.28)	934.22	<0.001
2017	1 629	622(38.18)	1 629	696(42.73)	654	622(95.11)	1 629	1 206(74.03)	949.75	<0.001
2018	1 622	908(55.98)	1 622	1 037(63.93)	936	909(97.12)	1 622	1 337(82.43)	642.34	<0.001
2019	1 486	1 185(79.74)	1 486	1 232(82.91)	1 192	1 185(99.41)	1 486	1 322(88.96)	261.09	<0.001
2020	1 476	1 400(94.85)	1 476	1 412(95.66)	1 400	1 400(100.00)	1 476	1 416(95.93)	68.32	<0.001
2021	1 477	1 417(95.94)	1 477	1 430(96.82)	1 422	1 417(99.65)	1 477	1 444(97.77)	45.35	<0.001
2022	1 486	1 441(96.97)	1 486	1 470(98.92)	1 459	1 459(100.00)	1 486	1 462(98.38)	49.55	<0.001
2023	1 497	1 491(99.60)	750 [#]	747(99.60) [#]	1 494	1 492(99.87)	1 497	1 483(99.06)	10.60	0.014
2024	1 494	1 494(100.00)	— [#]	— [#]	1 494	1 494(100.00)	1 494	1 494(100.00)	0.00	1.000
$\chi^2_{趋势}$	5 217.16		3 703.45		970.58		1 018.10			
P	<0.001		<0.001		<0.001		<0.001			

注：[#]为由于《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2022)中删除了耐热大肠菌群的指标要求，故2023年枯水期及2024年的水样未检测耐热大肠菌群。

表3 不同特征饮用水细菌类微生物指标检测结果

特征	水样数/n	合格情况/n(%)	χ^2	P	特征	水样数/n	合格情况/n(%)	χ^2	P
水期			29.02	<0.001	水厂卫生许可证			333.05	<0.001
枯水期	8 067	5 679(70.40)			有	2 769	2 301(83.10)		
丰水期	8 073	5 365(66.46)			无	13 371	8 743(65.39)		
水源类型			77.82	<0.001	饮用水消毒			2 435.47	<0.001
地表水	12 396	8 702(70.20)			消毒	10 298	8 447(82.03)		
地下水	3 744	2 342(62.55)			未消毒	5 842	2 597(44.45)		
水样类型			4.28	0.039					
出厂水	6 925	4 799(69.30)							
末梢水	9 215	6 245(67.77)							

表4 多因素 Logistic 回归变量赋值

变量	赋值
水期(X_1)	0=枯水期, 1=丰水期
水样类型(X_2)	0=出厂水, 1=末梢水
水源类型(X_3)	0=地表水, 1=地下水
水厂卫生许可证(X_4)	0=有, 1=无
饮用水消毒(X_5)	0=消毒, 1=未消毒
年份(X_6)	0=2014年, 1=2015年, 2=2016年, 3=2017年, 4=2018年, 5=2019年, 6=2020年, 7=2021年, 8=2022年, 9=2023年, 10=2024年
饮用水是否合格(Y)	0=合格, 1=不合格

表5 多因素 Logistic 回归分析饮用水细菌类微生物指标影响因素结果

影响因素	<i>b</i>	<i>S_b</i>	Wald χ^2	<i>P</i>	OR(95%CI)
常数	-0.352	0.090	15.216	<0.001	-
水期(X_1)					
枯水期(参照)					
丰水期	0.309	0.044	48.804	<0.001	1.362(1.249 ~ 1.485)
水样类型(X_2)					
出厂水(参照)					
末梢水	0.214	0.045	23.145	<0.001	1.239(1.135 ~ 1.352)
水源类型(X_3)					
地表水(参照)					
地下水	0.054	0.050	1.128	0.288	1.055(0.956 ~ 1.165)
水厂卫生许可证(X_4)					
有(参照)					
无	0.329	0.069	22.820	<0.001	1.390(1.214 ~ 1.591)
饮用水消毒(X_5)					
消毒(参照)					
未消毒	0.838	0.048	303.699	<0.001	2.312(2.104 ~ 2.541)
年份(X_6)					
2014年(参照)					
2015年	-0.108	0.087	1.559	0.212	0.898(0.758 ~ 1.063)
2016年	-0.072	0.083	0.741	0.389	0.931(0.791 ~ 1.096)
2017年	0.038	0.080	0.226	0.635	1.039(0.888 ~ 1.215)
2018年	-0.671	0.078	73.215	<0.001	0.511(0.438 ~ 0.596)
2019年	-1.740	0.086	407.195	<0.001	0.175(0.148 ~ 0.208)
2020年	-3.000	0.115	682.206	<0.001	0.050(0.040 ~ 0.062)
2021年	-3.510	0.140	625.661	<0.001	0.030(0.023 ~ 0.039)
2022年	-3.620	0.147	609.857	<0.001	0.027(0.020 ~ 0.036)
2023年	-4.779	0.239	399.303	<0.001	0.008(0.005 ~ 0.013)
2024年	-21.428	1 033.973	0.000	0.983	0.000(0.000 ~)

3 讨论

据 WHO 调查,全球至少有 17 亿人口的饮用水水源被粪便污染,由粪便污染导致的饮用水微生物污染问题对饮水安全构成了极大威胁^[7]。饮用水受病原微生物污染可引起伤寒、霍乱、甲型肝炎、脊髓灰质炎等多种介水传染病的流行,对人体健康危害较大^[2]。

本研究显示,2014—2024年赣州市农村饮用水微生物指标合格率逐年上升,到2024年微生物指标合格率已达100%,高于洛阳市(88.80%)^[8]、沈阳市(95.60%)^[9]、开封地区(96.20%)^[10],提示随着赣州市农村饮用水细菌类微生物污染状况不断改善,目前在该市农村地区已基本消除饮用水受病原体污

染的风险隐患。近年来,赣州市政府对于农村群众的饮水安全尤为重视,不断完善农村水厂管理体系,推动农村水厂的达标建设工作,强化水源保护和水质检测,如设立水源保护标识牌、建设水源保护隔离设施、实行水源地封闭管理,并建立了饮用水水厂自检—县级巡检—卫健部门监测的三级监测体系,以保证农村地区的饮水安全^[11]。在这一系列政策和措施的推动下,赣州市农村饮用水细菌类微生物污染问题持续改善。

丰水期饮用水细菌类微生物指标合格率(66.46%)低于枯水期(70.40%),同时 Logistic 回归提示丰水期饮用水细菌类微生物指标不合格风险高于枯水期,与屈龙等^[12]、向轩萱等^[13]、李继芳等^[14]研究结果一致。丰水期时正处于汛期,降水量较

多,水源中的水流量较大,会影响水体的自净能力,同时地面上的各种垃圾、泥土和人畜粪便等会被雨水带入水源造成水体污染,当水源中的细菌类微生物数量超过了供水工程的处理能力时,将导致饮用水中细菌类微生物指标不合格。

末梢水合格率(67.77%)低于出厂水(69.30%), Logistic 回归分析发现末梢水的不合格风险高于出厂水,与王舒等^[15]、张卫星^[16]研究结果一致。由于饮用水从水厂到居民家中需要经过一段较长的配水管网,随着管网使用时间延长,管网内会累积沉淀物,当消毒不够彻底时,管网水中的消毒剂容易消耗殆尽,导致细菌再次繁殖,造成末梢水中细菌类微生物指标不合格。另外,当供水管网使用较长时间后,有可能出现裂缝和渗漏,管道周围土壤中的微生物有可能进入水中,导致末梢水受微生物污染。

无卫生许可证的水厂饮用水细菌类微生物指标合格率(65.39%)低于有卫生许可证的(83.10%),同时 Logistic 回归分析发现无卫生许可证的农村水厂饮用水细菌类微生物指标不合格风险高于有卫生许可证的水厂,与陈绍伟等^[17]研究结果类似。由于农村水厂在申请卫生许可证时,要求水厂的水处理工艺和水源防护需符合相应卫生要求,要配备必要的水质净化设施和饮用水消毒设施等,管理人员要经过岗前培训,并定期接受有关卫生知识和技能培训,定期监测水质,从而保证饮用水卫生。而无卫生许可证的饮水工程则监管力度相对不足,饮水工程的管理人员可能未严格要求对饮用水进行消毒和净化,导致饮用水合格率较低。

未消毒的饮用水细菌类微生物指标合格率(44.45%)低于消毒的(82.03%), Logistic 回归分析发现未消毒的饮用水不合格风险高于消毒的饮用水,与熊传龙等^[18]研究结果一致。在自然界水源当中存在大量的细菌、病毒、寄生虫等微生物^[3],若直接饮用未经消毒处理的水会引发各种介水传染病和肠道疾病,消毒则可以有效杀灭病原微生物,并且水厂在按要求对饮用水进行消毒后,输水管道中的残留消毒剂(如游离氯、二氧化氯等)可持续抑制饮用水输送过程中的微生物繁殖,提高饮用水的细菌类微生物指标合格率,因此,按规范做好消毒处理是保障饮水安全的关键措施之一。

综上所述,赣州市农村饮用水微生物污染状况持续改善,建议相关部门应继续做好对农村水厂的

监督管理,强化水源保护,同时要加强对群众的健康宣教,倡导不喝生水。水厂应持续做好饮用水的消毒与净化处理以及供水设施和供水管网的日常维护,定期做好水质监测,保障饮水安全,防范介水传染病的发生。

参考文献:

- [1] 曹秋丽. 农村饮水安全巩固提升研究[J]. 陕西水利, 2024(2):121-123.
- [2] 杨克敌,郑玉建,郭新彪,等. 环境卫生学[M]. 北京:人民卫生出版社,2017.
- [3] WHO. Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first and second addenda[EB/OL]. (2022-03-21) [2025-02-12]. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240045064>.
- [4] 袁志平,李建华,金美兰,等. 2011—2014年赣州市农村饮用水水质卫生状况调查分析[J]. 现代预防医学, 2016,43(13):2477-2480.
- [5] 中华人民共和国卫生部,中国国家标准化管理委员会. 生活饮用水卫生标准:GB 5749-2006[S]. 北京:中国标准出版社,2007.
- [6] 国家市场监督管理总局,中国国家标准化管理委员会. 生活饮用水卫生标准:GB 5749-2022[S]. 北京:中国标准出版社,2022.
- [7] WHO. Drinking-water[EB/OL]. (2023-09-13) [2025-02-12]. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>.
- [8] 刘建明,全志琴,杨闪,等. 2019—2022年河南省洛阳市农村生活饮用水微生物指标监测结果[J]. 现代疾病预防控制, 2024,35(10):784-787.
- [9] 李莹,杨永建,陈凡. 2016—2022年沈阳市农村饮水安全工程饮用水水质变化及分析[J]. 环境与健康杂志, 2024,41(5):420-424.
- [10] 赵端阳,曹胜男,班红芳,等. 2015—2019年河南省开封地区农村集中式供水微生物监测结果[J]. 河南预防医学杂志, 2021,32(6):491-493.
- [11] 赣州市人民政府. 关于印发赣州市农村饮水安全巩固提升“百日攻坚行动”实施方案的通知[R/OL]. (2021-07-09) [2025-02-12]. <https://www.ganzhou.gov.cn/zfxxgk/c101854/202107/9e4c54e02f754b27b2f76b402f610470.shtml>.
- [12] 屈龙,赵明强,王焕新,等. 2012—2018年北京市昌平区农村生活饮用水微生物监测[J]. 首都公共卫生, 2021,15(1):51-55.

(下转第1190页)