

2018—2023 年甘肃省农村饮用水供水状况 和水质变化趋势分析

陈亚东¹, 王亦可², 孙栋元², 孙亚伟², 杨永宏³

1. 甘肃省农村饮水安全管理办公室, 甘肃 兰州 730000; 2. 甘肃农业大学; 3. 甘肃省疾病预防控制中心

摘要: 分析甘肃省农村饮用水水质监测数据和供水工程信息, 为农村饮用水卫生安全保障提供依据。基于甘肃省 2018—2023 年农村集中式供水工程水质监测数据, 运用水质指数评价法比较水质差异, 采用卡方检验比较各年度间供水工程状况。结果表明: 甘肃省农村集中供水工程的自动化监控系统和净化消毒设施配备比例、水质综合指标达标率都有所提高, 各年度间差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。在单项监测指标中, 2018—2023 年微生物指标中总大肠菌群总达标率由 68.66% 提升到了 90.95%, 感官性状指标中浑浊度合格率由 92.26% 提升到了 98.65%。2018—2023 年甘肃省农村饮用水供水状况有所改善, 供水水质呈上升趋势, 应继续推进供水工程规模化、标准化建设, 保障饮用水卫生安全。

关键词: 农村; 饮用水; 供水状况; 水质

中图分类号: R123.1 文献标志码: A 文章编号: 1003-8507(2024)18-3428-07

DOI: 10.20043/j.cnki.MPM.202403290

Analysis of rural drinking water supply status and water quality change trend, Gansu, 2018 – 2023

CHEN Ya-dong*, WANG Yi-ke, SUN Dong-yuan, SUN Ya-wei, YANG Yong-hong

*Rural Drinking Water Safety Management Office, Gansu, Lanzhou 730000, China

Abstract: Objective To analyze the monitoring data of rural drinking water quality and water supply project information in Gansu Province, and to provide a basis for the guarantee of rural drinking water health security. **Methods** Based on the water quality monitoring data of rural centralized water supply project in Gansu Province from 2018 to 2023, the water quality index evaluation method was used to compare the differences in water quality, and the chi-square test was used to compare the status of water supply projects in each year. **Results** The results showed that the automatic monitoring system, the proportion of purification and disinfection facilities, and the comprehensive index of water quality in rural centralized water supply project in Gansu Province were improved, and the differences between each year were statistically significant ($P < 0.05$). In the single monitoring index, the total standard rate of total coliforms in microbial index increased from 68.66% to 90.95% from 2018 to 2023, and the turbidity qualified rate in sensory index increased from 92.26% to 98.65%. **Conclusion** The rural drinking water supply situation in Gansu from 2018 to 2023 was improved, and the water quality was on the rise. It is necessary to continue to promote the scale and standardization construction of water supply project to ensure the health safety of drinking water.

Keywords: Rural; Drinking water; Water supply situation; Water quality

饮用水水质事关群众生命健康安全, 是农村饮水安全的评价指标之一。水质作为农村供水高质量发展的核心内容和关键性指标, 与群众的生活、生产、身心息息相关, 提升水质是全面助力乡村振兴和顺应群众对美好生活期盼的必然要求^[1]。受自然条件、地形

地貌、经济条件和农村基础设施等限制, 解决农村饮水安全问题, 其难度比城市更大^[2]。农村饮用水面临水源面源污染、水处理设施简陋或不完善、净化消毒设施设备规范运行难等挑战, 通过多年来大规模农村供水项目的实施, 改善了农村生活与生存条件, 使得农村饮水安全保障水平得到大幅提升^[3]。

甘肃省疾病预防控制中心每年分枯水期和丰水期开展农村饮用水水质卫生监测, 监测点覆盖全省各乡镇, 点位覆盖面广且数量多, 对监测评价全省农村饮用水总体状况具有较好代表性。水质指数是通过

基金项目: 国家重点研发计划项目(2019YFD1100100); 甘肃省水利科学试验研究与技术推广项目(23GSLK052, 23GSLK053)

作者简介: 陈亚东(1987—), 男, 本科, 高级工程师, 研究方向: 农村供水工程建设和运行管理

通信作者: 孙栋元, E-mail: sundy@gsau.edu.cn

制定统一的评价规则,以一个无量纲的数来表示水质质量的方法^[4-5],本文基于 2018—2023 年相关监测数据和分年度水质达标情况,选择合适指标运用水质指数法,对甘肃省近年来农村饮用水供水状况和水质变化趋势进行分析。

1 材料与方法

1.1 样本来源 2018—2023 年甘肃省疾病预防控制中心累计监测农村饮用水水样 44 005 份(2019 年仅丰水期),数据通过“全国饮用水水质卫生监测信息系统”填报,并经县—市—省三级审核。

1.2 监测点和采样检测

1.2.1 监测点设置 以农村集中供水工程为监测对象,在全省各乡镇布设水样监测点,在开展水样采集的同时对供水规模、供水方式、消毒方式及其他基本情况填写调查。

1.2.2 水样采集与检测 按《生活饮用水标准检验方法》(GB/ T5750 - 2006)开展水样采集、保存、运输,并在各县区疾控部门实验室进行检测。

1.3 水质指数评价法

1.3.1 评价指标 选择浑浊度和总大肠菌群作为评价指标。感官性状中的浑浊度和微生物指标中的总大肠菌群对农村供水水质影响较为显著^[6-8]。浑浊

度指标可以反映水处理过程中的质量问题^[9]。总大肠菌群指标能够反映水中肠道传染病菌存在的可能性^[10],同时也能反映水处理和消毒效果。

1.3.2 水质指数(Index, I)

计算^[3,11](1)浑浊度水质指数: $I = C / S$

式中 C 为实际检测值, S 为《生活饮用水卫生标准》(GB/ T5749)中的标准限值;

当 I 小于 0.10 或者检测值低于方法检出限值时,一律定义 $I = 0.10$ 。

(2)总大肠菌群水质指数:总大肠菌群未检出时 $I = 0.10$,若检出则 $I = 1 + \lg C$ 为检测值 (MPN/100ml)。

2 结果与分析

2.1 甘肃省农村供水体系建设情况 近年来,甘肃省按照“建大、并中、减小”的原则,对农村供水工程体系持续不断优化,全省农村集中供水工程处数由 2018 年的 9 440 处减少到 7 372 处,覆盖人口由 1 907.41 万人增加到 1 930.71 万人。其中规模化供水工程(千吨万人以上)由 326 处增加到 387 处,全省农村自来水普及率由 88% 提高到 91%,规模化工程覆盖人口比例由 52% 提高到 64%,农村供水体系更趋完备。具体供水工程变化情况见图 1 和图 2。

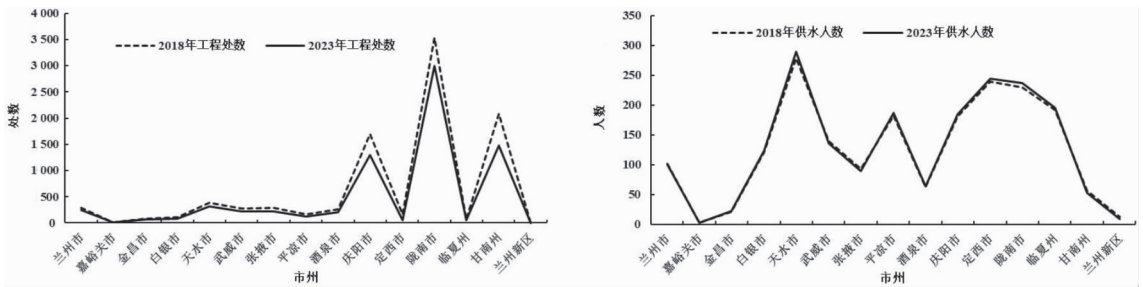


图 1 甘肃省农村集中供水工程处数与供水人口变化情况图

Fig. 1 The change chart of the number of rural centralized water supply projects and water supply population in Gansu Province

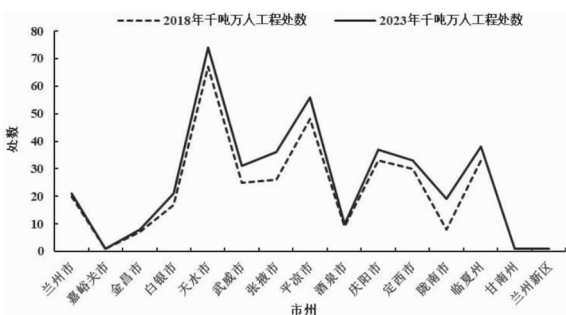


图 2 甘肃省农村规模化供水工程变化情况图

Fig. 2 Changes of rural large-scale water supply projects in Gansu Province

截止 2023 年底,甘肃省共建成运行农村集中供水工程 7 372 处,覆盖全省 1 930.71 万农村人口,其中千吨万人及以上规模化供水水工程 387 处,覆盖 1 313.27 万人;千人供水工程 1 447 处,覆盖 374.77 万人;百人供水工程 5 538 处,覆盖 242.67 万人。建成百人以下及分散供水工程 16.69 万处,覆盖全省 70.97 万农村人口。详见表 1。

2.2 千吨万人工程自动化监控系统配备情况 甘肃省千吨万人工程自动化监控系统配备情况见表 2。截止 2023 年底,甘肃省水行政部门管理的千吨万人工程数 354 处,排名前三为天水、平凉、庆阳 3 市。多

表 1 甘肃省农村集中供水工程情况

Table 1 Situation of rural centralized water supply project in Gansu Province

市县名称	工程处数	供水人口	千吨万人工程		千人工程		百人工程		集中供水率 (%)	自来水普及率 (%)	规模化工程覆盖人口比例 (%)
			工程处数 (处)	供水人口 (万人)	工程处数 (处)	供水人口 (万人)	工程处数 (处)	供水人口 (万人)			
合计	7 372	1 930.71	387	1 313.27	1 447	374.77	5 538	242.67	93.00	91.00	64.00
兰州市	253	99.96	21	51.40	146	43.96	86	4.60	98.56	92.56	58.66
嘉峪关市	9	2.09	1	0.91	6	1.05	2	0.13	100.00	100.00	57.91
金昌市	70	22.19	8	13.44	35	7.55	27	1.20	98.26	98.15	60.39
白银市	84	123.21	21	109.54	38	12.18	25	1.49	98.49	88.92	87.61
天水市	319	288.66	74	249.41	125	32.04	120	7.21	97.04	95.96	84.25
武威市	216	136.05	31	109.41	65	21.35	120	5.29	98.41	98.32	80.29
张掖市	226	88.56	36	53.39	110	32.02	80	3.15	99.98	99.73	60.39
平凉市	121	186.64	56	167.27	43	18.45	22	0.92	99.54	98.99	89.63
酒泉市	203	63.30	10	20.61	110	37.52	83	5.17	100.00	100.00	43.40
庆阳市	1 299	183.71	37	77.50	237	61.69	1 025	44.52	82.97	82.05	37.00
定西市	49	243.51	33	232.85	16	10.66	0	0.00	96.92	94.24	93.44
陇南市	2 994	236.31	19	25.35	454	82.69	2 521	128.27	96.42	95.20	11.05
临夏州	54	194.98	38	191.07	10	3.56	6	0.35	99.96	99.87	97.95
甘南州	1 474	52.89	1	2.49	52	10.05	1 421	40.35	98.63	95.92	6.72
兰州新区	1	8.64	1	8.64	0	0.00	0	0.00	100.00	100.00	100.00

重比较结果表明,千吨万人工程自动化监控系统配备情况在未来几年还有进步空间,尤其是视频安防系统情况存在显著差异。

表 2 千吨万人工程自动化监控系统配备情况

Table 2 Million tons of engineering automation monitoring system equipped with the situation

市州	工程处数	配备计算机监控系统情况		配备视频安防系统情况	
		处数	比例	处数	比例
合计	354	316	89.27	285	80.51
嘉峪关	1	1	100.00	1	100.00
金昌	7	7	100.00	7	100.00
白银	16	16	100.00	16	100.00
武威	29	29	100.00	29	100.00
酒泉	8	8	100.00	8	100.00
新区	1	1	100.00	1	100.00
平凉	52	51	98.08	39	75.00
张掖	34	33	97.06	33	97.06
天水	69	66	95.65	58	84.06
庆阳	35	33	94.29	21	60.00
定西	33	30	90.91	25	75.76
兰州	21	14	66.67	12	57.14
临夏	29	18	62.07	27	93.10
陇南	18	9	50.00	8	44.44
甘南	1		0.00		0.00

2.3 集中供水工程净化、消毒设施配备情况 各州市净化消毒设备的配备比例逐年提高。全省集中工程净化设施配备率为 78.19%,千人及以上工程为 83.75%;全省集中工程消毒设备配备比例为 27.27%,千人及以上工程为 64.78%。陇南市、甘南州千人以上工程消毒设备配备低于 50%。各州市集中工程净化和消毒设备配备比例见图 3。

从图 4 分析可得,水质达标率除与净化消毒设施设备配备相关外,原水水质也是影响水质达标率的一个因素,甘南州和陇南市配备率较低,但该地区水资源丰富,饮用水源多为山涧裂隙水,受人类活动影响低,饮用水水质更易达标。同时净化消毒设施的规范运行对水质达标也是至关重要的,通过分析来看,兰州市、白银市、定西市净化消毒设施设备在规范运行方面还有欠缺。

2.4 不同年度监测水样水质指数 从单项指标达标率来看,微生物指标是影响农村生活饮用水综合达标率的主要因素,其次为感官性状指标中的浑浊度指标。2018 年微生物总大肠菌群指标和感官性状浑浊度指标达标率较低,总达标率分别为 68.66% 和 92.26%,但在 2023 年农村供水水质实现了全面的改善,总大肠菌群总达标率为 90.95%,枯水期和丰水期分别为 91.7% 和 90.2%,菌落总数的总达标率为 98.20%,枯水期和丰水期分别为 98.5% 和 97.9%;感官性状指标中浑浊度总达标率为 98.65%,枯水期和丰水期分别为 98.9% 和 98.39%,详见表 3、4。

2.5 供水工程不同类别水源水质指数 抽取 2023 年甘肃省监测农村饮用水水样,通过水源水质指数差异分析,Ⅳ类及以上水源数 3 个,都在酒泉市;Ⅰ-Ⅲ类水源数(良好水源)7 311 个,其中陇南市、甘南州和庆阳市超 1 000 个。详见表 5。

2.6 监测水样水源类型 2023 年甘肃省供水工程的水源类型占比构成有统计学意义,总体表现为地表水源类型水样所占比例高的水源水质状况较好,如陇南市和甘南州地区。多重比较结果表明,水源类型的构成与水源水质状况有关联性,详见表 5。

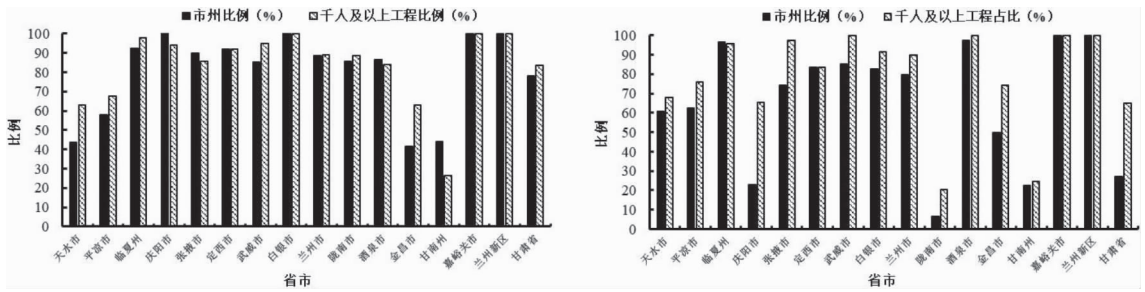


图 3 甘肃省集中工程净化设施与工程消毒设备配备

Fig. 3 Purification facilities and disinfection equipment of centralized projects in Gansu Province

表 3 2018 年甘肃省农村饮用水监测水样单项指标达标情况

Table 3 Single index compliance of rural drinking water monitoring water samples in Gansu Province in 2018

检测指标	大型工程水样			小型工程和分散式供水水样			总达标率 (%)
	检测数(个)	达标数(个)	达标率 (%)	检测数(个)	达标数(个)	达标率 (%)	
总大肠菌群	2 631	1 999	75.98	4 769	2 925	61.33	68.66
菌落总数	2 631	2 242	85.21	4 769	4 551	95.43	90.32
色度	2 631	2 605	99.01	4 769	4 762	99.85	99.43
浑浊度	2 631	2 298	87.34	4 769	4 634	97.17	92.26
臭和味	2 631	2 612	99.28	4 769	4 714	98.85	99.07
肉眼可见物	2 631	2 561	97.34	4 769	4 663	97.78	97.56

表 4 2023 年甘肃省农村饮用水监测水样单项指标达标情况

Table 4 Compliance of individual indicators of rural drinking water monitoring water samples in Gansu Province in 2023

检测指标	枯水期			丰水期			总达标率 (%)
	检测数(个)	达标数(个)	达标率 (%)	检测数(个)	达标数(个)	达标率 (%)	
总大肠菌群	3 732	3 423	91.7	3 718	3 353	90.20	90.95
大肠埃希氏菌	298	181	60.7	365	241	66.00	63.35
菌落总数	3 732	3 676	98.5	3 718	3 639	97.90	98.20
色度	3 732	3 730	99.9	3 718	3 712	99.80	99.85
浑浊度	3 732	3 691	98.9	3 718	3 658	98.39	98.65
臭和味	3 732	3 728	99.9	3 718	3 714	99.90	99.90
肉眼可见物	3 732	3 700	99.1	3 718	3 696	99.40	99.25

表 5 2023 年甘肃省集中供水工程水源状况

Table 5 Water source status of centralized water supply project in Gansu Province in 2023

甘肃省	水源							
	水源水质状况				水源类型占比			
	I-III类水源数 (良好水源)(个)	IV类及以上水源数(个)	地表水(个)	比例 (%)	地下水(个)	比例 (%)	联合水源(个)	比例 (%)
合计	7 311	3	4 364	59.62	2 943	40.20	13	0.18
兰州	293	0	195	65.66	102	34.34	0	0.00
嘉峪关	9	0	0	0.00	9	100.00	0	0.00
金昌	70	0	11	15.71	59	84.29	0	0.00
白银	85	0	52	61.18	33	38.82	0	0.00
天水	326	0	142	43.56	184	56.44	0	0.00
武威	220	0	25	11.36	195	88.64	0	0.00
张掖	229	0	43	18.78	186	81.22	0	0.00
平凉	125	0	46	36.80	79	63.20	0	0.00
酒泉	201	3	35	17.16	169	82.84	0	0.00
庆阳	1 320	0	161	12.20	1 159	87.80	0	0.00
定西	50	0	39	78.00	11	22.00	0	0.00
陇南	2 963	0	2 533	85.43	420	14.17	12	0.40
临夏	61	0	59	96.72	2	3.28	0	0.00

(续表)

甘肃省	水源							
	水源水质状况		水源类型占比					
	I-III类水源数 (良好水源)(个)	IV类及以上 水源数(个)	地表水 (个)	比例 (%)	地下水 (个)	比例 (%)	联合水源 (个)	比例 (%)
甘南	1 358	0	1 022	75.26	335	24.67	1	0.07
兰州新区	1	0	1	100.00	0	0.00	0	0.00

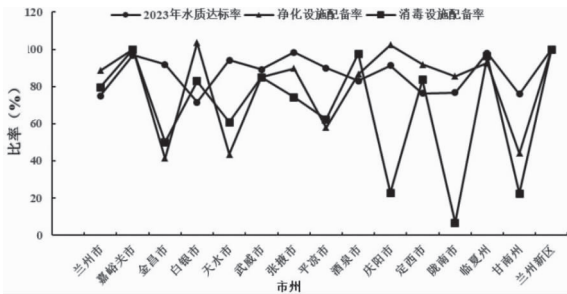


图 4 净化设施与消毒设施配备与水质达标率相关性分析
Fig. 4 Correlation analysis between purification facilities and disinfection facilities and water quality compliance rate

水质综合达标率与水源类型也有关联。从图 5 分析来看,地表水比例高的兰州市、白银市、定西市、甘南州等地的水质综合达标率相对较低,与地表水易受污染(如工业排放、农业面源污染等)、原水水质变化较大、水处理控制精细程度要求高等有关,水质更难达标。地下水比例高的嘉峪关市、金昌市、武威市、张掖市、酒泉市等地水质综合达标率相对较高,主要因地下水一般不存在浊度超标问题,原水仅经消毒后即可饮用,水处理对精度控制等要求较低。水质达标率与水源类型相关性分析如图 5 所示。

2.7 水质综合指标达标情况 2018—2023 年全省农

村供水水质呈明显上升趋势,水质综合达标率从 2018 年的 49.22% 提升到 84.9%。从市州来看,上升幅度最大的为庆阳市,近五年水质综合达标率上升 53.78 个百分点;水质综合达标率最高为嘉峪关市(除 2023 年 96.9% 以外,其余年份水质达标率均达到 100%),其次为金昌市和兰州新区(连续 5 年水质达标率在 90% 以上);对比 2023 年农村和城市饮用水水质综合达标率,全省农村饮用水水质综合达标率 84.9% 接近城市的 87.4%。2018—2023 年农村和 2023 年城市饮用水水质综合达标情况见表 6 和图 6。

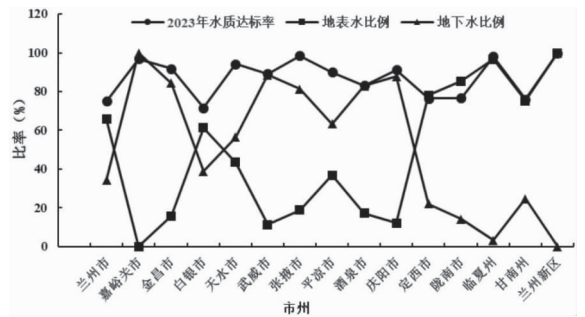


图 5 水质达标率与水源类型相关性分析
Fig. 5 Correlation analysis of water quality compliance rate and water source type

表 6 2018—2023 年农村和 2023 年城市饮用水水质综合达标情况 (%)

Table 6 Comprehensive compliance of drinking water quality in rural and urban areas from 2018 to 2023 (%)

市州	农村						城市
	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	2023 年
兰州市	48.12	66.13	57.1	61.8	69.8	75	95.6
白银市	49.35	47.1	66.2	75.9	78.3	71.6	97.9
定西市	54.45	57.87	43.5	66.6	66.9	76.4	92.9
甘南州	34.41	48.24	51.1	53.6	63.7	76.0	19.0
嘉峪关市	100.00	100.00	100.0	100.0	100.0	96.9	100.0
金昌市	74.42	95.35	100.0	98.8	100.0	91.9	98.8
酒泉市	57.68	62.86	76.3	83.7	82.9	83.1	82.4
兰州新区	62.50	91.67	91.7	95.8	95.8	100.0	97.5
临夏州	72.80	74.90	84.6	89.3	94.9	98.0	94.4
陇南市	38.28	26.09	48.1	39.6	43.1	76.7	74.7
平凉市	15.00	28.75	56.2	76.3	89.1	90.0	98.9
庆阳市	37.42	39.64	67.2	83.9	88.8	91.2	78.9
天水市	51.72	59.31	92.0	92.2	96.6	94.2	88.5
武威市	70.67	73.60	97.5	90.1	90.4	89.1	91.8
张掖市	71.00	77.87	95.9	95.1	98.0	98.4	98.8
全省	49.22	55.83	65.8	74.5	78.9	84.9	87.4

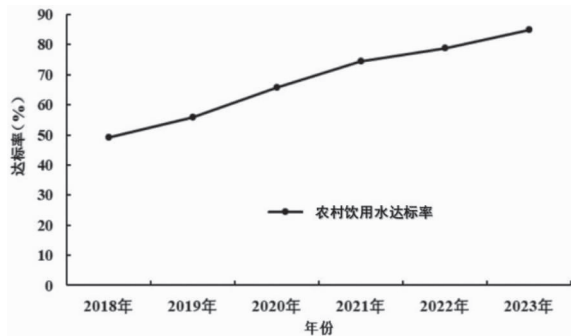


图6 甘肃省农村水质综合达标率变化趋势图

Fig. 6 Trend chart of comprehensive compliance rate of rural water quality in Gansu Province

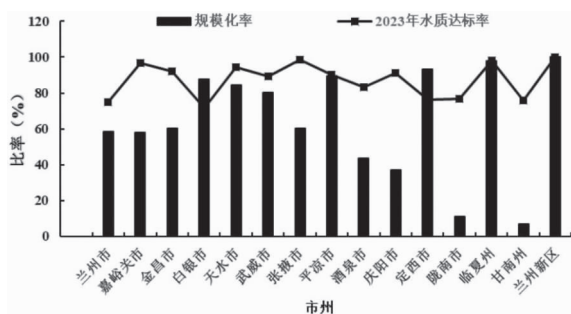


图7 规模化程度与水质达标率相关性分析图

Fig. 7 Correlation analysis diagram of scale degree and water quality compliance rate

由图7可见,工程规模化程度较高的嘉峪关市、天水市、武威市、张掖市、平凉市、临夏州、兰州新区等地区农村供水水质综合达标率相对较高,表明提升工程规模化水平,有助于提升水质综合达标率。

3 讨论与结论

甘肃省农村供水大型工程的比例逐渐上升,农村供水正朝着规模化发展,农村供水工程的消毒设备和操作日益完善规范。

甘肃省水质指数值均呈现下降趋势,可反映农村饮水安全保障相关工作的成效。而以2020年监测农村饮用水水样表明,大型供水工程水质优于小型工程。因大型工程水源防护到位、水处理标准高、管理规范^[12-14],故水质卫生安全更有保障。

甘肃省农村饮用水水质有所提升,但存在工程规模整体偏小型化,部分工程水处理工艺不完善、缺乏消毒工艺等问题。规模化供水工程有利于提高供水效率、降低运营成本、确保水质安全,并促进管理机制的集约化、专业化和社会化^[3],应进一步提高工程建设标准,增加规模化供水工程的资金投入,加强供水行业的科学化和规范化管理^[15],确保农村供水设施

有效运作,持续改善农村饮用水水质。

千吨万人工程自动化监控系统配备情况在未来几年还有进步空间,尤其是视频安防系统情况存在显著差异。

全省集中工程净化设施配备率为78.19%,千人及以上工程净化设施配备率为83.75%,全省集中工程消毒设备配备比例为27.27%,千人及以上工程消毒设备配备比例为64.78%。甘肃省工程净化设施配备率逐渐完善,工程消毒设备配备率较低,需要进一步推进实施。

国家要求到2025年农村供水水质与当地县城供水水质相当,与2018年相比,2023年农村供水水质综合达标上升趋势明显,逐渐接近城市供水水质。从上升幅度来看,近两年增幅较前两年略低,与脱贫攻坚后工程大规模建设基本结束有关。预测今后水质上升速率会有所放缓,今后提升农村供水水质,主攻方向要向精细化管理转变,大幅提升浊度和微生物指标达标率,以此来提升水质综合达标率,同时,在资金允许的情况下,要大力推动工程规模化发展。

在同等条件下,地下水水质较地表水水质更易达标,水处理、净化消毒控制精细程度要求较低。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

- [1] 秦岭,朱鸿斌,郭虹雨. 2016—2020年四川省农村饮用水供水状况和水质变化趋势分析[J]. 现代预防医学, 2023, 50(4): 618-622.
- [2] 曹秋丽. 农村饮水安全巩固提升研究[J]. 陕西水利, 2024, (2): 121-123.
- [3] 颖建军. 农村饮水安全工程运行管理模式及成效分析——评《农村饮水安全工程运行管理典型案例研究》[J]. 人民黄河, 2023, 45(8): 170.
- [4] 李昊天. 重庆市农村饮用水水质综合评价及其时空分析[D]. 北京: 中国疾病预防控制中心, 2021.
- [5] 李宛玲. 2017—2019年某市生活饮用水水质监测结果分析[D]. 长春: 吉林大学, 2021.

- 2022, 37(5): 26-37. (In Chinese)
- [23] 杜金, 马迪, 韩欣慰, 等. 社会支持视角下中国老年人生活满意度影响因素研究[J]. 中国农村卫生事业管理, 2023, 43(2): 135-140.
- Du J, Ma D, Han XW, et al. Influencing factors for Life satisfaction of Chinese elderly from the perspective of social support [J]. Chinese Rural Health Service Administration, 2023, 43(2): 135-140. (In Chinese)
- [24] Chen LY, Fang TJ, Lin YC, et al. Exploring the mediating effects of cognitive function, social support, activities of daily living and depression in the relationship between age and frailty among Community - Dwelling elderly [J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2021, 18(23): 12543.
- [25] Cordes T, Bischoff LL, Schoene D, et al. A multicomponent exercise intervention to improve physical functioning, cognition and psychosocial well-being in elderly nursing home residents: a study protocol of a randomized controlled trial in the PROCARE (prevention and occupational health in long-term care) project [J]. BMC Geriatrics, 2019, 19(1): 369.
- [26] Lam FM, Huang MZ, Liao LR, et al. Physical exercise improves strength, balance, mobility, and endurance in people with cognitive impairment and dementia: a systematic review [J]. Journal of Physiotherapy, 2018, 64(1): 4-15.
- [27] Ma Y, Leung P, Wang Y, et al. Psychological resilience, activities of daily living, and cognitive functioning among older male Tekun adults in rural long-term care facilities in China [J]. Social Work in Health Care, 2022, 61(6-8): 445-467.
- [28] Dent E, Daly RM, Hoogendijk EO, et al. Exercise to prevent and manage frailty and fragility fractures [J]. Current Osteoporosis Reports, 2023, 21(2): 205-215.
- [29] Apóstolo J, Cooke R, Bobrowicz-Campos E, et al. Effectiveness of interventions to prevent pre-frailty and frailty progression in older adults: a systematic review [J]. JBI Database of Systematic Reviews and Implementation Reports, 2018, 16(1): 140-232.

收稿日期: 2024-06-12

(上接第 3433 页)

- Li WL. Analysis of the monitoring results of domestic and drinking water quality in a city from 2017 to 2019 [D]. Changchun: Jilin University, 2021. (In Chinese)
- [6] 徐振杰, 张洪轩, 李程程. 2014—2018 年大连市农村饮用水水质变化趋势 [J]. 环境与职业医学, 2021, 38(10): 1145-1149.
- Xu ZJ, Zhang HX, Li CC. Trends of drinking water quality in rural areas of Dalian from 2014 to 2018 [J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2021, 38(10): 1145-1149. (In Chinese)
- [7] 贾茹, 雷佩玉, 丁勇, 等. 2019 年陕西省农村生活饮用水卫生状况及影响因素分析 [J]. 首都公共卫生, 2021, 15(4): 189-191.
- Jia R, Lei PY, Ding Y, et al. Sanitary quality of drinking water and analysis of its influencing factors in rural area of Shaanxi province, 2019 [J]. Capital Journal of Public Health, 2021, 15(4): 189-191. (In Chinese)
- [8] 赖晋锋, 苏勤, 胡馨月, 等. 2016—2020 年泸州市农村集中式供水水质监测分析 [J]. 现代预防医学, 2021, 48(17): 3238-3241.
- Lai JF, Su Q, Hu XY, et al. Monitoring and analysis of rural central water supply quality in Luzhou, 2016-2020 [J]. Modern Preventive Medicine, 2021, 48(17): 3238-3241. (In Chinese)
- [9] 江菊玲, 肖长春, 朱昱. 合肥市 2020 年生活饮用水监测结果分析 [J]. 安徽预防医学杂志, 2021, 27(6): 450-453.
- Jiang JL, Xiao CC, Zhu Y. Monitoring and analysis of drinking water quality in Hefei City in 2020 [J]. Anhui Journal of Preventive Medicine, 2021, 27(6): 450-453. (In Chinese)
- [10] 杨泽, 史万泽, 张珂庆. 2016—2020 年武威市生活饮用水卫生状况分析 [J]. 疾病预防控制中心通报, 2022, 37(2): 88-91.
- Yang Z, Shi WZ, Zhang YQ. Analysis of the status of drinking water in Wuwei City from 2016 to 2020 [J]. Bulletin of Disease Control & Prevention; China, 2022, 37(2): 88-91. (In Chinese)
- [11] 张雅娴. 南京市栖霞区集中式供水单位水质监测结果分析 [D]. 南京: 东南大学, 2020.
- Zhang YX. Analysis of water quality monitoring results of centralized water supply units in Qixia District, Nanjing city [D]. Nanjing: Southeast University, 2020. (In Chinese)
- [12] 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.
- Li Y, Yang YJ, Chen F. Water quality monitoring results analysis of rural drinking water safety projects in Shenyang, China, 2016-2022 [J]. Journal of Environment and Health, 2024, 41(5): 420-424. (In Chinese)
- [13] 周丽, 招景添. 应用综合指数法评价珠海市生活饮用水水质 [J]. 广东水利水电, 2020, (6): 55-58.
- Zhou L, Zhao JT. Evaluation of drinking water quality in Zhuhai by comprehensive index method [J]. Guangdong Water Resources and Hydropower, 2020, (6): 55-58. (In Chinese)
- [14] 康芬艳, 樊玉芳, 魏巧珍, 等. 2022 年甘肃省疾病预防控制中心水质实验室能力验证结果分析 [J]. 中国卫生检验杂志, 2023, 33(20): 2443-2445, 2459.
- Kang FY, Fan YF, Wei QZ, et al. Analysis of proficiency testing results of water quality laboratories in centers for disease control and prevention in Gansu Province [J]. Chinese Journal of Health Laboratory Technology, 2023, 33(20): 2443-2445, 2459. (In Chinese)
- [15] 王宝强, 马文奇, 苟红梅. 2018 年甘肃省定西市农村饮用水水质健康风险评估 [J]. 疾病预防控制中心通报, 2019, 34(3): 47-51.
- Wang BQ, Ma WQ, Gou HM. Assessment of health risk of drinking water in rural area of Dingxi city, Gansu in 2018 [J]. Bulletin of Disease Control & Prevention; China, 2019, 34(3): 47-51. (In Chinese)

收稿日期: 2024-03-15