

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2021.12.007

山区农村饮用水厂(站)的运维策略研究

姜鸿烈¹, 薛 军², 徐立军²

(1. 南京农业大学 资源与环境科学学院, 江苏 南京 210000; 2. 余姚首创水务有限公司, 浙江 余姚 315400)

摘 要: 各地针对农村饮用水达标提标行动陆续开展,但对农村饮用水厂(站)的运维缺乏系统化、专业化管理,农村百姓饮用水的安全仍存在较大问题。通过实地调研分析了某市山区农村饮用水厂(站)的运维现状和存在问题,依据相关标准和实际情况,以市场化的运维模式,从水质监测、工艺优化、精细化运维和风险管控等方面,研究探索了一整套较为适合的山区农村水厂(站)运维管理模式,以解决山区农村饮用水安全保障问题。

关键词: 农村水厂(站); 供水安全; 运维管理

中图分类号: TU991 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2021)12-0036-06

Research on Operation and Maintenance Strategy of Rural Drinking Water Plants (Stations) in Mountainous Areas

JIANG Hong-lie¹, XUE Jun², XU Li-jun²

(1. College of Resources and Environmental Sciences, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210000, China; 2. Yuyao Capital Water Co. Ltd., Yuyao 315400, China)

Abstract: Actions to improve rural drinking water standards are being carried out all over the country. However, the operation and maintenance of rural drinking water plants (stations) is lack of systematic and professional management, and there are still serious concerns on the safety of drinking water for rural people. This paper analyzes the operation and maintenance status and existing problems of rural drinking water plants (stations) in mountainous areas of a city. According to the relevant standards and the actual situation, with the market-oriented operation and maintenance mode, from the aspects of water quality monitoring, process optimization, fine operational mode and risk control, etc., we explored a set of relatively suitable operation and maintenance management mode for rural water plants (stations), to solve the problem of rural drinking water safety in mountainous areas.

Key words: rural drinking water plants (stations); water supply safety; operation and maintenance management

1 某市山区农村供水厂(站)现状

2020 年 7 月某市水务集团抽调环境工程、水质化验、自动化、电气、机械等相关专业 12 人对该市农村供水厂(站)现状进行了为期两个月的现场调研,具体情况如下:

目前,该市共有 173 座农村供水厂(站),涉及 2

个街道和 6 个乡镇农村共 97 670 人,其中Ⅲ型水厂(站)1 个,占比 1%,Ⅳ型水厂(站)35 个,占比 20%,Ⅴ型水厂(站)137 个,占比 79%,详见表 1。因城镇化趋势的发展,山区农村人口大量迁移,人口日趋减少,留守基本为老龄化人群,用水量少,建设的水厂(站)规模多数在 100 m³/d 左右,甚至更小,

又因山区区域面积分布广,建设的水厂(站)供水区域受限,使得V型水厂(站)数量最多,这也在很大程度上增加了山区村级水厂(站)的运维难度。

表1 某市农村饮用水厂(站)现状

Tab.1 Status of rural drinking water plants (stations) in a city

乡镇街道	村级水厂(站)数/个			涉及行政村数/个	受益人口/人	改建投运时间
	Ⅲ型	Ⅳ型	V型			
街道1	0	6	14	9	18 210	2019年
街道2	0	2	1	2	3 190	2018年
乡镇1	0	9	17	10	18 460	2019年
乡镇2	0	7	22	12	16 590	2019年
乡镇3	1	3	24	10	14 270	2019年
乡镇4	0	6	22	12	10 750	2019年
乡镇5	0	2	32	14	14 000	2019年
乡镇6	0	0	5	2	2 200	2020年
合计	1	35	137	71	97 670	

注: 供水规模为1 000~5 000 m³/d的为Ⅲ型;供水规模为200~1 000 m³/d或供水人口>1 000人的为Ⅳ型;供水规模<200 m³/d的为V型。

1.1 水厂(站)净水工艺

现有农村水厂(站)净水工艺分为四类(见图1):工艺类型一12个,占比7%;工艺类型二153个,占比88%;工艺类型三5个,占比3%;工艺类型四3个,占比2%。工艺类型一和类型二总占比达95%,这两种类型的水厂(站)处理工艺抗负荷能力小,存在较大的水质风险隐患。

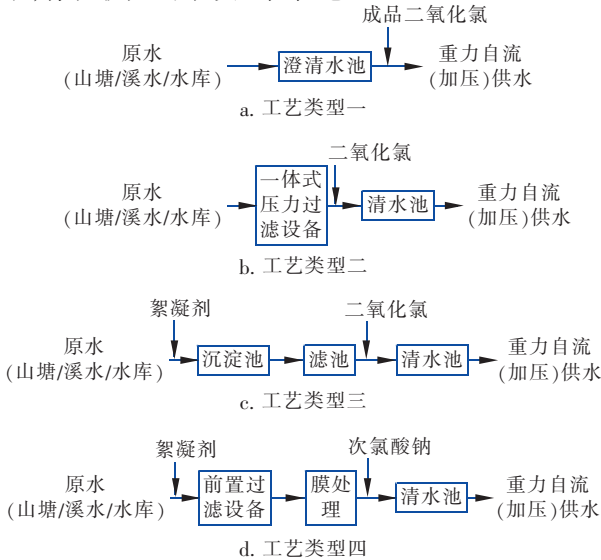


图1 农村水厂(站)净水工艺

Fig.1 Water purification process of rural drinking water plants (stations)

1.2 水厂(站)水质

本次调研173座水厂(站),水源地原水类型大致分为四种:山岙溪水、山塘水、地下水 and 水库水。其中35座水厂(站)水源地为山岙溪水,125座水源地为山塘水,9座水源地为地下水,4座水源地为水库水。对所有村级水厂(站)出水水质进行了抽样检测,结果如表2所示。由表2可知,抽检发现的不合格指标主要集中在浑浊度、消毒指标和微生物指标三项。

表2 各水厂(站)水质抽检合格率统计结果

Tab.2 Statistical results of qualified rate of sampling inspection for water quality of rural drinking water plants (stations)

抽检项目	指标限值	不合格水厂(站)数/个	合格率/%
细菌总数	500 CFU/mL	0	100
砷	0.05 mg/L	0	100
氟化物	1.2 mg/L	0	100
肉眼可见物	无	48	72.3
色度	20 度	12	93.1
浑浊度	3 NTU/水源及净水技术条件限制时为5 NTU	65	62.6
pH值	6.5≤pH值≤9.5	51	70.5
溶解性总固体	1 500 mg/L	0	100
臭和味	无	10	94.2
耗氧量	5 mg/L	0	100
铁	0.5 mg/L	0	100
锰	0.3 mg/L	0	100
二氧化氯	0.1~0.8 mg/L	152	12.1
总大肠菌群	不得检出	141	18.3

1.3 水厂(站)设施、设备及环境

① 工艺类型一:各水厂(站)设施设备简陋,只有一座澄清池、一套成品二氧化氯加氯机以及进出水管,地处山岙中,无封闭式围墙(栏),也无监控等。

② 工艺类型二:水厂(站)设施设备主要包括一座清水池、取水泵、一体式压力过滤设备、二氧化氯发生器投加系统、反冲泵、PLC控制设备、设备用房和封闭式围墙(栏)等。

③ 工艺类型三:水厂(站)设施设备主要包括一座沉淀池、一座滤池、一座清水池、进出水泵、水表、絮凝剂和消毒剂投加系统、反冲泵、在线仪表、PLC控制柜、监控设备、设备用房、化验办公用房和封闭式围墙(栏)等。

④ 工艺类型四:水厂(站)设施设备主要包括前

置一体式压力过滤设备或预沉池、一组膜处理系统、反冲池、清水池、进出水泵、水表、絮凝剂和消毒剂投加系统、反冲泵、在线仪表、PLC控制柜、监控设备、设备用房、化验办公用房和封闭式围墙(栏)等。

1.4 水厂(站)运维及权责分配

现今该市农村水厂(站)由当地水务集团进行统筹管理,负责水厂(站)的制水(包括泵站、净化和消毒等)、水质化验检测、净化及消毒设备维护养护等;各乡镇街道及村负责供水水费收缴、水源地保护及巡查、供水管网维养等工作。

2 水厂(站)运维异常情况

2.1 运维管理的缺失

① 人员配置不足。调研发现许多水厂(站)运维人员只有1人,或者是1人管理多个水厂(站),而浙江省《农村供水工程运行管理规程》(DB 33/T 2264—2020)中规定至少需要设置4个关键岗位人员,分别是技术管理员、运行操作员、水质检测员和设备维修巡检员。

② 运维人员能力水平不足。现阶段各水厂(站)运维人员老龄化严重,业务素质不高,专业化能力不强,对日常出现的水质、电气或设备等突发问题缺乏有效及时的解决办法和应对措施。

③ 运维管理资金缺乏。因运维管理资金的缺乏,运行操作人员的工资普遍偏低,一般只有500元/月,日常运行巡检、检测等工作都没有做到有效的执行和监督,导致消毒设备未运行,消毒药剂断货,投加计量不准,药剂浓度配制不规范等情况出现。

④ 团队管理不足。鉴于上述原因和系统管理模式不健全,导致各水厂(站)运维人员缺少向心力、凝聚力和责任心,对农饮水这项民生工作的安全保障存在较大的安全隐患。

2.2 水厂(站)功能性缺失

① 现有的水厂(站)工艺处理设备无法应对暴雨季节等产生的高浊度原水,抗冲击负荷能力小。

② 消毒加药投加计量不准,一些水厂(站)消毒药剂完全靠重力和阀门控制投加,造成投加过量或没有投加等现象。

③ 所有水厂(站)基本无进出水水表,这也是导致加药不准的重要原因。

④ 173座水厂(站)中有45%水厂(站)使用的消毒装置为二氧化氯发生器,需要定期添加盐酸

和亚氯酸钠制备原料,这些原料属于危化品,采购、储存、领用使用手续繁琐,运行人员未及时操作,导致消毒药剂投加不及时或缺失。

⑤ 自动控制功能缺失,主要包括进出水阀门开关、加药、过滤设备反冲洗等远程控制功能的缺失,以及液位计、备用电源等在出现突发事件时无法及时控制。

⑥ 监控安防设施缺失,调研发现一些水厂(站)无围墙、无监控等,未配置消防设备,存在较大的安全隐患。

2.3 水源地问题

① 水源地水量问题。调研显示,20.2%的水厂(站)以山岙溪水为水源,在枯水期(每年12月—3月)经常出现断水现象,其中有80%水厂(站)无备用水源地。

② 水源地水质问题。以山岙溪水、山塘水和地下水为水源的水厂占比97.7%,但这些类型的水源地总蓄水量少,自净抗风险能力受地势、周边环境及外界因素影响变化大,如暴雨期、干旱期、生活污水或畜牧养殖等,水质受污染影响严重,增加水厂(站)处理负荷,导致出厂水水质不合格。

3 水厂(站)运维管理对策

从实地调研该市8个乡镇街道173座农村供水厂(站)记录中总结分析,各水厂(站)存在的主要问题是:水处理工艺简陋、抗风险能力低、运行设备完好率低、出水水质合格率低、水源地复杂水质多变、安防和自控系统缺失、安全性保障不足等。

针对这些存在的问题,分析认为需要依托一支专业化的技术团队统筹管理,对照相关标准,以规范化、市场化、专业化运维管理模式进行,推行“一站一策、以点管片、分片统管”的运维管理模式^[1-4]。

3.1 专业化团队的依托

农村供水和城市供水的安全管理既有相同性又有差异性,他们都是以提升供水水质确保百姓喝上放心水为最终目的,但农村供水又因规模小、分布散、工艺简单、水量不稳等特点使运维管理难度大大提升。因此,结合调研情况经综合评估后认为,农村供水的运维管理必须依托一支基础条件较好、专业技术能力强的团队,并在热线电话、水质检测、设备维保、工艺巡检以及工艺优化、应急处置等方面建立一套较为完善的工作机制,其对应的组织构架如图2所示。

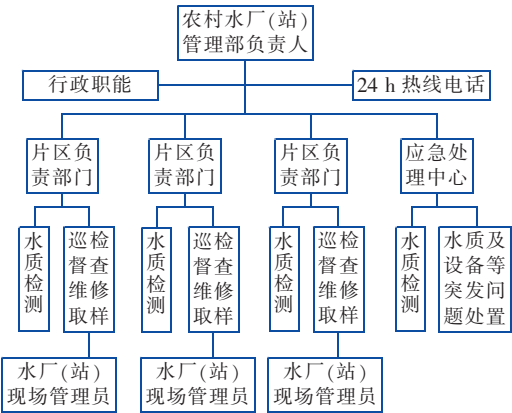


图 2 农村水厂(站)供水运维组织架构

Fig. 2 Organization structure of water supply operation and maintenance in rural water plants (stations)

农村供水厂(站)管理总部主要对水厂(站)运维开展技术指导、工作协调、舆情发布、对外联络、制度编制、培训考核、安全检查等工作。下设热线电话中心,关注水厂(站)运行平台数据变化,对于异常报警数据进行跟踪查询,同时接听收集紧急的热线信息并上报。此外,还对 173 座水厂(站)设立三个分管负责片区,主要职能负责水质检测、巡检、督查、维修和取样等。同时,设立应急处理中心,主要

职能为负责年度水质抽检,以及水质、设备等突发事件问题处置解决。最后再设置水厂(站)现场管理人员,主要职能为负责现场日常点检记录报告和进出水开关等应急处置。

3.2 完善水质检测

按照浙江省地方标准《农村供水工程运行管理规程》(DB 33/T 2264—2020)中水质检验项目及检测频率要求,水源水质应符合《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)、《地下水质量标准》(GB/T 14848—2017)的要求。当水源水质不符合要求,而限于条件需利用时,水源水质超标项目经水厂净化处理后,应达到《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)的要求,并加强相关指标的监测。出厂水和管网末梢水质应符合《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)的规定,检验项目及检测频率见表 3。农村水厂(站)要建立日常水质检验及应急检测机构,完善水质检验制度。其中:日常检验为片区负责部门下属化验室;应急检验为农村水厂(站)管理部下属应急处置中心化验室;应急检测机构为非常设型组织,由中心化验室和片区化验室的专业人员组成,集中处置应急突发水质事件。

表 3 农村供水厂(站)水质检验项目及检测频率

Tab. 3 Inspection items and frequency of water quality in rural drinking water plants (stations)

水源		检验项目	检测频率			
			I 型供水单位	II 型供水单位	III 型供水单位	IV、V 型供水单位
水源水	地下水	感官性状指标、pH 值	1 次/周	1 次/周	1 次/月	1 次/月
		微生物指标	2 次/月	2 次/月	2 次/月	1 次/月
		特殊项目	1 次/周	1 次/周	1 次/周	1 次/月
		全分析	1 次/a	1 次/a	1 次/a	视情况确定
	地表水	感官性状指标、pH 值	1 次/d	1 次/d	1 次/d	1 次/月
		微生物指标	1 次/周	1 次/周	2 次/月	1 次/月
		特殊项目	1 次/周	1 次/周	1 次/周	1 次/月
出厂水		全分析	2 次/a	1 次/a	1 次/a	视情况确定
		感官性状指标、pH 值	1 次/d	1 次/d	1 次/d	1 次/月
		细菌学指标	1 次/d	1 次/d	1 次/d	1 次/月
		消毒控制指标	1 次/d	1 次/d	1 次/d	1 次/月
		特殊项目	1 次/d	1 次/d	1 次/d	1 次/月
末梢水		全分析或常规指标 + 风险指标	1 次/季	2 次/a	1 次/a	1 次/a
		感官性状指标、pH 值	2 次/月	2 次/月	2 次/月	1 次/月
		细菌学指标	2 次/月	2 次/月	2 次/月	1 次/月
		消毒控制指标	1 次/周	1 次/周	1 次/周	1 次/周

注: 感官性状指标包括浑浊度、肉眼可见物、色、臭和味。细菌学指标主要包括细菌总数、总大肠菌群等。消毒控制指标根据不同的供水工程消毒方法,为相应消毒控制指标。特殊检验项目是指水源水中氟化物、砷、铁、锰、溶解性总固体或 COD_{Mn}等超标且有净化要求的项目。常规指标 + 风险指标每年检测 2 次时,为丰、枯水期各 1 次;全分析每年 1 次,为枯水期 1 次或按有关规定进行。出厂水中 III 型及以上工程开展全分析检测,IV 型开展常规指标 + 风险指标检测。水质变化较大时,根据需要适当增加检测项目和检验频率。

① 日常检验

该市173个水厂(站)由于分布区域面积广,以片区为单位和Ⅲ型水厂(站)化验室结合设立日常检验站点,根据检测频率要求,统筹安排并通过巡检员每日巡检取样送检完成进出水每日、每月所有检测项目。同时做好所有水厂(站)进出水的全分析检测,并负责对各水厂(站)点的水质进行常规9项随机抽检监督,强化日常水质监管指导。

② 应急检测

主要是对农村水厂(站)水质发生突变后的应急处置检测,特别是针对个别超标风险指标进行抽检,指导工艺处置过程,强化应急处置的效率,保障水质安全。

3.3 巡检和维保

依据浙江省地方标准《农村供水工程运行管理规程》(DB 33/T 2264—2020)巡检和维保要求,结合当地实际状况,建立三级巡检和维保机制。

① 三级巡检和维保

三级巡检以水厂(站)管理员日常巡检为主,主要工作为制水构筑物(或制水装置)、机电、机泵设备和工艺运行状态等巡检,并负责一些小备件项目的修理恢复。以“一站一策、以点管片”的方式进行,即在当地择优招收水厂(站)管理员,结合实际水厂(站)分布情况,定点辐射周边管片负责日巡检,并且从中选取各片区日巡检组长,由片区负责部门直管各组长。

② 二级巡检和维保

二级巡检和维保以技术型巡检和设备维保为主,主要工作是对制水构筑物(或制水装置)及其附件每月定期维护、检修;对水泵机组及其辅助设备每月保养;对备用水泵机组每月试运转。各片区部门专业技术员为责任人,以片区统管方式进行二级巡检,另外对三级巡检管理员的工作进行指导和培训,强化巡检责任心和维修能力。

③ 一级巡检和维保

一级巡检和维保主要是完成年度巡检监督及保养工作,即对有防护要求的制水构筑物(或制水装置)及其附件进行年度防锈涂漆,一体化净水装置1~2年的年度检修及3~5年的大修理的规划和实施,对清水池(高位水池、水塔)及其他制水构筑物年度排空清洗消毒的实施。一级巡检和维保人员以总部专业技术人员为主。

3.4 工艺优化

农村水厂(站)工艺优化主要从消毒、远程自控系统、一体化过滤设备以及安防等方面进行升级改造,从而强化农村饮用水安全保障。

① 消毒工艺优化

更换消毒药剂,将原有二氧化氯发生器或成品二氧化氯药剂投加改为次氯酸钠投加,并配置计量泵,实现准确计量投加,既规避了危化品管理,又节约药剂投加成本。5%浓度以下的次氯酸钠药剂不属于危化品,在每个片区设置次氯酸钠集中贮存点,由片区组长负责出入库领用登记管理。

② 加装在线监控设备和自动控制系统

安装在线水质监测仪表对水厂(站)进出水进行实时监测,同时安装水厂(站)监控探头和自动控制及报警系统,建立在线运维中控平台,对设备运行、水厂(站)设施等进行24 h监控。对于工艺简易的农村水厂(站)运行可实施远程控制,防止突发事件时无法及时处置的情况出现,这既提高了水厂(站)运行的安全保障,又提高了水厂(站)应急处置的工作效率。

③ 一体化过滤系统优化

对原有浊度去除率低(去除率<50%)的一体化过滤设备进行更新升级,增设单体沉淀池、滤池或膜处理过滤工艺,强化浊度去除率。

3.5 应急保障

每一个水厂(站)的运行特点都有其差异性,水源地差异、工艺差异、设备运行状态差异、水厂(站)基础设施环境差异和水量差异等,这些差异都需要施以不同的运维方式方法,制定相应的运维制度,同时也需要制定不同的应急保障措施预案。如水源或清水池污染干枯断水时期的应急调水措施;水厂(站)运行设备故障时期的应急备用运行保障措施。

3.6 完善运维制度

建立健全相关管理制度,主要包括管理组织架构、岗位职责、操作规程与保养规程、综合应急处置预案及预警机制、绩效考核与考勤管理、安全检查、各类统计报表、热线中心管理、巡检车辆使用管理、药剂管理、专用工具及安防用具管理制度、维修材料与备品备件管理等。

4 案例

竹山村供水站供水规模680 m³/d,覆盖3个自然村共计1100人。2019年10月,该市水务集团会

同当地镇政府对该水站进行了改造提升,2020年4月完工。改造时将原有一体式过滤处理工艺升级,增设竖流沉淀池、无阀滤池和两座清水池,配置絮凝剂硫酸铝、消毒剂次氯酸钠和pH调节剂投加工艺,安装了进出水水表和在线水质监测仪表,全自动计量投加可远程控制。人员配置有技术员、水质化验员、工艺运行操作员、巡检员,制定了相应的工作职责和考核制度。在完善处理工艺和精细化管理模式的主导下,该水站改造后运行至今,站内工艺运行正常有序,完全改变了原有时常无水、水质浑浊、微生物指标不合格等现象。目前,水厂水量供需稳定、水质抽检合格率为100%。同时,在调研过程中,走访了周边老百姓,他们对该水站改造后的水质水量提升情况十分满意,这就为其他水厂(站)的综合改造树立了示范样板。

5 结论

农村供水厂(站)运维管理的安全性直接影响到农村饮用水水质,而农村饮用水水质安全也会直接影响国家实施乡村振兴建设。针对水源复杂、工艺简陋的农村水厂(站),农饮水管理需要以系统化思维的管护模式开展工作,依托专业化运维团队,一方面明确运维权责,分清运维界线;另一方面加强组织领导,完善工作职能机制,强化资金保障,提升水厂(站)运维规范化,强化宣传引导,统筹政府、企业、用户各个主体,实现共建共治共享,更好地保障农村供水安全的可持续发展。

参考文献:

- [1] 付婉霞,聂正武. 农村生活供水面临的新问题[J]. 节能与环保,2006(5):13-16.
FU Wanxia, NIE Zhengwu. The new problem of water supply in a rural area [J]. Energy Conservation and Environmental Protection, 2006 (5): 13 - 16 (in Chinese).
- [2] 李代鑫,杨广欣. 我国农村饮水安全问题及对策[J]. 中国农村水利水电,2006(5):4-7.
LI Daixin, YANG Guangxin. Problems and countermeasures of rural drinking water safety in China [J]. China Rural Water and Hydropower, 2006(5): 4 - 7 (in Chinese).
- [3] 刘秀英,韩宇,刘万常. 新农村建设中农民饮水安全问题[J]. 科技与生活,2010(13):200.
LIU Xiuying, HAN Yu, LIU Wanchang. Safety of drinking water for farmers in new rural construction [J]. Technology and Life, 2010(13): 200 (in Chinese).
- [4] 杨建强,张玉先. 我国农村饮用水现状及对策研究[J]. 水科学与工程技术,2008(1):71-73.
YANG Jianqiang, ZHANG Yuxian. Current fact and method research about drinking water in Chinese country [J]. Water Sciences and Engineering Technology, 2008 (1): 71 - 73 (in Chinese).

作者简介:姜鸿烈(2000-),男,浙江余姚人,本科在读,研究方向为环境工程专业。

E-mail:1648013706@qq.com

收稿日期:2021-03-08

修回日期:2021-03-18

(编辑:丁彩娟)

珍惜资源,保护环境,建设美丽中国