

# 反渗透技术在农村饮水安全中的应用分析

由卫

吉林省水利水电勘测设计研究院

DOI:10.12238/hwr.v9i8.6541

**[摘要]** 反渗透技术属于先进的水处理技术,在解决农村饮水安全问题时有着重要意义,本文从反渗透技术保证农村居民饮水水质安全,改善公共卫生水平,推动水处理技术现代化等方面来分析其重要性。通过研究得知,目前反渗透技术在农村应用时存在设备投资与运行成本偏高,技术维护管理人才短缺,基础设施配套不完善等问题。针对这些情况,本文给出了创建多元化的资金投入与成本分担机制,加大本土化技术人才培养力度并创建起技术人才管理体系,完善农村水处理基础设施及其配套系统等应用策略,希望给推进反渗透技术在农村的应用给予一些参照,从而助力达成农村饮水安全的目的。

**[关键词]** 反渗透技术; 农村饮水安全; 水质处理; 应用策略; 基础设施

**中图分类号:** TU991.25 **文献标识码:** A

## Application Analysis of Reverse Osmosis Technology in Rural Drinking Water Safety

Wei You

Jilin Province Water Resources and Hydropower Survey and Design Institute

**[Abstract]** Reverse osmosis technology is an advanced water treatment technology, which is of great significance in solving the problem of rural drinking water safety. This paper analyzes its importance from the aspects of reverse osmosis technology to ensure the safety of rural residents' drinking water quality, improve public health level and promote the modernization of water treatment technology. Through research, it is known that the reverse osmosis technology is currently applied in rural areas with high equipment investment and operating costs, shortage of technical maintenance and management personnel, and imperfect infrastructure facilities. In view of these situations, this paper puts forward some application strategies, such as establishing diversified capital investment and cost sharing mechanism, strengthening the training of localized technical personnel, establishing a technical personnel management system, and improving rural water treatment infrastructure and its supporting systems, in the hope of giving some reference to promoting the application of reverse osmosis technology in rural areas, thus helping to achieve the goal of rural drinking water safety.

**[Key words]** reverse osmosis technology; Rural drinking water safety; Water quality treatment; Application strategy; infrastructure

### 引言

农村饮水安全关乎农民生命健康与农村社会稳定,长久以来,受地理环境、经济状况、技术水平等限制。我国部分农村地区饮水安全问题依旧较为严重,水质不达标,供水不稳定等情况时有发生,反渗透技术属于当今世界最前沿的水处理技术之一。它有着去除率高,应用范围广,出水水质稳定等优点,在解决农村饮水安全问题方面有着极大的潜力,不过,这项技术在农村地区的推广使用依然存在不少困难,剖析反渗透技术在农村饮水安全方面的应用价值,存在的问题以及应对策略,对改善农村供水品质,保证农民饮水安全有着重大的理论意义和现实意义。

#### 1 反渗透技术在农村饮水安全中应用的重要意义

##### 1.1 确保农村居民饮水水质安全

反渗透技术以半透膜作为选择性的透过物质,有效的对水中的细菌、病毒、重金属离子、农药残留、有机污染物等多种有害物质进行净化处理,并且可以达到90%以上的去除率。在农村地区,地下水和地表水因农业污染、生活污水排放、工业废水渗透等造成了多层污染,水质复杂多样,传统的混凝沉淀与砂滤处理工艺难以完全去除微量的有机物及重金属等污染物。反渗透技术的使用,可以在根源上对农村的水资源进行净化,保证出水水质完全达到或优于国家生活饮用水卫生标准,能够让农民们喝上安心、安全的干净水,有效降低农村地区饮用水不安全造成的各种病症的发生率<sup>[1]</sup>。

### 1.2 改善农村公共卫生状况

安全的水是保障公共卫生的重要基础,反渗透技术在农村的普及不仅改善了水的质量,而且提升了整个农村地区的公共卫生水平。有了干净、健康的饮用水可以有效防止肠道传染病、寄生虫病等水源性疾病,降低了农村地区的疾病发生率和死亡率,改善了农民的营养吸收情况及身体健康状况,这对于孩子和老人而言更有重大意义。而且,饮水环境改善后有助于形成良好的生活习惯,提升人们的健康意识,在这种健康的生活方式中,农村地区居民的生活质量和公共卫生水准得到提升<sup>[2]</sup>。

### 1.3 促进农村水处理技术的现代化发展

反渗透技术的引入与应用,是农村水处理技术迈向现代化、科技化的关键一步,反渗透技术相比传统水处理方法而言,自动化程度更高,处理效果稳定,占地空间更小,代表了水处理技术的发展趋势。在农村地区推广反渗透技术,会带动当地水处理理念更新和技术水平提升,促使农村供水设施升级改造,反渗透技术的应用还可培养锻炼农村水处理技术人员队伍,提升其专业技能和管理水平。反渗透技术应用会产生示范效应,推动更多先进水处理技术在农村地区应用,加快农村供水现代化进程,缩小城乡供水差距,为城乡供水一体化发展奠定技术基础<sup>[3]</sup>。

## 2 反渗透技术在农村饮水安全应用中存在的问题

### 2.1 设备投资与运行成本偏高

反渗透设备的高成本是限制其在农村地区推广的首要问题,反渗透水处理设备由预处理装置、高压泵、反渗透膜组件、后处理设备组成。一套完整的反渗透水处理系统造价需要几十万至上百万,对于经济基础薄弱的农村地区来说是一笔不小的开支,反渗透系统需要消耗大量的电能才能保持高压运行,电费是反渗透系统运行成本的大头,膜元件需要定期更换,每次更换费用高达数万元。还需要药剂费、人工费、维修费等,反渗透系统吨水处理成本是常规处理工艺的2-3倍,高昂的投资和运行成本使许多农村地区望而却步,很多反渗透水处理设施建成后因经费不足无法正常运转,导致技术效益无法充分发挥<sup>[4]</sup>。

### 2.2 技术维护与管理人才缺乏

反渗透技术要想正常运作,就务必要有专门的技术支撑和规范的管理,然而农村地区常常存在技术人才短缺的问题,反渗透系统牵涉到物理、化学、自动控制等诸多学科的知识。它的操作和保养有着很高的技术含量,农村现有的水厂管理人员大多文化水平不高,缺少系统的专业培训,对于反渗透原理、设备构造、故障判断等知识了解不多,很难承担起日常的运行管理工作,一旦设备发生故障,常常要从城市请专业技术人员来修理,这既加大了维护费用,又加大了停水的风险。而且,农村地区的工作环境恶劣,待遇低,很难吸引并留住高水平的技术人才,技术人员的流动频繁,新人的培育时间长,这就形成了恶性循环,技术和管理能力的欠缺,直接关系到反渗透系统的稳定运作和处理效果,成了制约技术推广运用的关键障碍<sup>[5]</sup>。

### 2.3 农村基础设施配套不完善

反渗透技术的运用需依托完善的基础设施,不少农村地区的配套条件无法达到需求,首先便是电力问题,反渗透系统需要稳定可靠的电力供应,部分偏远农村地区电网不完全覆盖,电压不稳、经常断电等情况严重影响设备正常运行。其次就是水源条件限制,反渗透对进水水质有要求,得配备完善的预处理设施,农村地区往往缺少必要的沉淀池、过滤池等预处理设施,加大了膜污染的风险。再次是管网配套不足,很多农村地区的供水管网老化厉害,漏损率高,二次污染风险大,影响反渗透出水的输配效果,道路交通不便也给设备运输、药剂补给、技术服务等带来麻烦,排水设施不完善使得浓水处理成问题,可能会引发二次污染,基础设施落后极大限制了反渗透技术效能的发挥。

## 3 反渗透技术在农村饮水安全中的应用策略

### 3.1 构建多元化资金投入与成本分担机制

解决资金问题是推动反渗透技术在农村饮水安全应用的关键,要构建政府主导、社会参与、农民自筹的多元投融资体系,政府需加大财政投入,将农村饮水安全工程纳入公共财政保障范畴,设置专项资金扶持反渗透等先进技术的应用。还要更新融资模式,吸引社会资本加入,发挥市场机制的作用,创建合理的水价形成机制,既考量农民承受能力,又适度提升水价标准,从而提升项目的自我造血能力,探寻创建运行守护基金,通过多种途径筹集资金,保证设备长久稳定运行。而且,要加强对资金使用的监管,创建健全资金使用绩效评价机制,保证每一分钱都用在刀刃上,最大限度地发挥资金效能。

例如某山区县推广反渗透技术时,灵活采用融资模式,一是县政府整合涉农资金,把水利、扶贫、环保等专项资金统筹起来,给反渗透设备采购提供60%的资金支持。二是引进当地龙头企业参与投资,企业出30%,政府购买服务支付运营费用,剩下10%由受益村民按户自筹,每户按用水量缴纳初装费,在水价制定上,实行阶梯水价,基本生活用水低价,超额用水适当提价,并且设立了专项的维护基金,在水费中提取出10%作为设备的维护以及替换费用。从而形成了一个多元化的资金筹措以及承担模式,这样既缓解了政府的财政负担压力,又可以调动起民间资本的积极性,从而使得项目可以在长期当中保持稳定的发展,水质合格率达到100%,群众满意度显著提升。

### 3.2 强化本土化技术人才培养与管理体系构建

人才是技术应用的核心要素,必须解决好农村地区饮水安全的技术人才短缺问题,建立并落实好农村水处理技术人员的培训制度,建立技术交流平台,定期组织技术研讨和经验分享,促进技术人员之间的学习交流。依托职业学校,技术培训机构等相关单位,对农村水处理技术员开展培训工作,培训内容要注重理论与实操相结合,要涉及设备原理,操作流程,故障维修,水质检测等内容。要建立起技术员认证制度,持证上岗,并定期进行技能培训及考核,要完善对技术人员的激励机制,提升技术人员待遇水平,构建绩效考评机制和晋级晋升渠道,要强化技术服务网络的搭建,形成区域化的技术服务中心,给农村水厂供应技术服务和技术支撑,并且还要注重培育当地的技术骨干,实行师带

徒制度,发挥老技术员的传帮带作用。建立交流平台,定期组织技术研讨和经验分享,促进技术人员之间的学习交流。

例如某个地级市就建立了完善的农村水处理技术人员培养机制,市水务局和本地职业技术学院合作,办起了3个月的反渗透技术培训班,每年办4期,每期30人,“2+1”模式。前面2个月在学校里学理论知识和模拟操作,后面1个月去已经建成的反渗透水厂里实习,培训包括反渗透原理,膜组件构造,水质分析,设备操作,故障排查,日常维护等内容。考核合格发操作证,持证上岗,为了留住人才,把技术人员纳入事业编制,月工资比一般管理人员多30%,还给技术人员发技术等级津贴,成立片区技术服务站,每个服务站有2名高级技师,负责周围5到8个水厂的技术指导。经过系统的培训和有效的管理,这个市已经培养出200多名合格的技术人员,基本上可以满足辖区内的反渗透设备的运维需求,设备的故障率下降了60%,运行效率提升了40%。

### 3.3农村水处理基础设施与配套系统的完善

加强基础设施建设,这是反渗透技术应用的重要保障,要统筹规划,分步实施,逐步完善农村地区的配套设施。在电力保障上,加快农村电网改造升级,提升供电的稳定性,就水源保护而言,要加大水源地环境整治力度,创建必要的预处理设施,完善管网系统,更新老化的管道,缩减输配过程中的二次污染,创建配套的浓水处理设施,做到资源化利用,改善交通条件,保证物资运输和服务便利,创建水质监测体系,配备必要的检测设备,随时掌握水质状况。还要重视基础设施创建的系统性和前瞻性,充分考虑未来发展需求,留出扩容余地,加强设施的智能化改造,引入物联网、大数据等技术,提升管理效率。

例如某乡镇开展反渗透供水工程的时候,制订了细致的基础设施配套计划,先是对供电线路展开专线改造,从变电站直接拉设10千伏专用线路到水厂,而且备有30千瓦柴油发电机组当作备用电源,保证全天候供电。就水源预处理而言,修建了200立方米的沉淀池和100立方米的清水池,还配装了自动反冲洗砂滤罐,从而减小进水浊度和悬浮物含量,把原来的供水管网全部改造,把老掉牙的铸铁管换成PE管材。在关键节点安装智能水表和压力监测装置,对于浓水,建了浓水收集池,经过简单处理后

用在农田灌溉及道路洒水,新修3.5公里水泥路方便运输车进出,配有便携水质检测仪,每日对出水水质进行检测,结果实时上传县监管平台,基础设施建设完善后,为反渗透系统稳定运转营造了良好的环境,反渗透系统运行率达98%以上,从而保证农村群众饮水安全。

## 4 结语

反渗透技术在保障农村饮水安全中有着不可替代的作用,是农村供水现代化的必然趋势。目前推广应用过程中存在资金、人才、基础设施等方面的困难,但通过建立多元化的投融资机制、加强人才培养、完善配套设施等综合手段,这些问题都是可以逐步解决的,各级政府要高度重视,加大政策支持力度和资金投入,把反渗透技术应用作为农村饮水安全工程的重要内容。相关部门要加强协调配合,形成工作合力,我们要根据实际情况去规划,不能盲目的去建设造成浪费,我们还要加强宣传,教育,让更多农民接受先进科技。我相信随着经济社会发展和技术的进步,反渗透技术会在农村得到广泛的应用,也会更好的解决农村饮水安全问题,建设美丽乡村,让每一个农村居民都可以喝上干净水,我们共同的目标和责任。

## 【参考文献】

[1]郭姗.新技术在农村饮水工程中的应用与挑战[J].工程技术与管理(香港),2024,(04):10-12.

[2]马纯宁,刘宝震,李佳宁,等.反渗透技术去除内分泌干扰物的研究进展[J].应用化工,2024,53(06):1453-1457.

[3]成吉会,官阔荣,韩升学,等.反渗透净水器大流量技术的研究及应用[J].家电科技,2023,(03):44-47.

[4]张惠祥,张学敏,孙三祥.超高压反渗透技术处理西北某垃圾渗滤液小试研究[J].工业水处理,2024,44(12):104-108+146.

[5]白颖.基于反渗透技术的煤矿水处理[J].山西化工,2025,45(03):224-225+228.

## 作者简介:

由卫(1987--),男,满族,吉林伊通人,本科,工程师,研究方向:饮用水水质安全保障。