

江苏省省管水利工程管理单位饮用水改造工程 水质净化系统方案初探

陈 娟, 常 贵, 单陆丹, 高金梅

(淮安市水利勘测设计研究院有限公司, 江苏 淮安 223005)

摘要: 结合饮用水卫生指标和安全指标, 介绍了饮用水处理技术, 即: 常规水处理技术、深度水处理技术、预处理技术、特殊水质处理技术。提出了江苏省省管水利工程管理单位饮用水改造工程初步的水质净化系统方案。

关键词: 饮用水改造; 水质标准; 处理方法; 膜分离技术; 组合工艺

中图分类号: TV212 **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-7839 (2016) 03-0010-04

Preliminary study on water purification system of drinking water
renovation project of Jiangsu provincial water conservancy project management unit

CHEN Juan, CHANG Gui, SHAN Ludan, GAO Jinmei

(Huai'an Surveying and Design Institute of Water Resource Co. Ltd, Huai'an 223005, Jiangsu)

Abstract: Combining with health index and safety index, drinking water treatment technology is introduced, which is known as conventional water treatment technology, deep water treatment technology, pretreatment technology and special water treatment technology. Preliminary water purification system of drinking water renovation project of Jiangsu provincial water conservancy project management unit is put forward.

Key words: drinking water renovation; water quality standard; treatment method; membrane separation technology; combined process

1 项目背景

江苏省省管水利工程基层管理单位由于地处偏远或历史原因, 生活饮用水大部分为未经处理的地下水, 甚至无饮用水源, 饮用水设备建设年代久远, 井、设备、管网老化、损坏严重。生活饮用水卫生指标超标, 有部分管理所多项水质指标超标, 严重影响了省管水利工程管理单位广大职工及职工家属身体健康, 也影响到职工日常工作和生活。

项目区现状供水方式有: 无供水、内部井水源供水、手压式浅水井供水、地方地下水厂供水、地方地表水厂供水。本次工程首先考虑接入区域供

水地表水厂水源或预留区域供水接口; 无条件接入或接入区域供水地表水厂成本过高的管理所(闸站), 沿用原有水源或新打深井; 未接入区域供水地表水厂的管理所(闸、站), 通过水质净化设施使水井出水水质符合饮用水安全标准。

项目区未接入区域供水管理所(闸、站)的水井, 出水未经过水质深层处理, 水质达不到生活饮用水卫生标准, 超标因子有: 菌落总数、总大肠菌群、耐热大肠菌群、氟化物、硝酸盐、色度、浑浊度、锰、锌、氯化物、溶解性总固体、总硬度、耗氧量等 13 项, 有的管理所水质超标因子多达 4 ~ 5 项。

2 饮用水处理技术简介

收稿日期: 2015-03-06

作者简介: 陈娟(1981-), 女, 硕士, 工程师, 主要从事水利规划设计工作。

饮用水处理涉及多种水处理技术,根据在水处理系统中的使用位置和处理对象,可分为常规处理、深度处理、预处理、纯净水处理、特殊处理等几大类水处理技术。

2.1 常规水处理技术

(1) 常规水处理技术简介

饮用水常规处理工艺的主要去除对象是水源水中的悬浮物、胶体物和病原微生物等。

(2) 常规处理工艺的局限性

对于有机污染物,常规水处理技术及其工艺的去除作用十分有限,特别是对于水中溶解状的有机物,除了极少量的有机物会被吸附在矾花和滤料表面,常规处理工艺基本没有去除效果。对于氨氮含量过高的水源水,在加氯消毒时为了获得自由性余氯必须投加大量的氯来分解氨氮,致使水中的加氯量大大增加,而较高的加氯量又加重了产生消毒副产物问题。

2.2 深度水处理技术

当饮用水的水源受到一定程度的污染又无适当的替代水源时,为了达到生活饮用水的水质标准,在常规处理的基础上,需要增设深度处理工艺。应用较广泛的深度处理技术有:活性炭吸附、臭氧氧化、生物活性炭、膜分离技术等。

(1) 活性炭处理概念及其优缺点

活性炭是一种具有较大吸附能力的多孔性物质,是一种非极性吸附剂,对水中非极性、弱极性有机物质有很好的吸附能力,其吸附作用主要来源于物理表面的吸附作用。活性炭吸附对水中多种污染物有广泛的去除作用,可以有效去除引起水中臭味的物质,如土臭素(geosmin)、2-甲基异莰醇(MIB)等,对芳香族化合物、多种农药等有很好的吸附能力,对许多重金属离子,如汞、六价铬、镉、铅等也有较好的吸附效果。

但是活性炭吸附也有一定的局限性,活性炭对三卤甲烷类物质的吸附容量较低,对消毒副产物前体物的去除作用也有限。

(3) 臭氧氧化概念及其优缺点

臭氧用于水处理的主要目的是去除水中的有机污染物。臭氧可以分解多种有机物,除色除臭。但是,因为水处理中臭氧的投加量有限,不能把有机物完全分解成二氧化碳和水,其中间产物仍存在于水中。经过臭氧氧化处理后,水中有机物增加了羧基、羟基等,其生物降解性得到大大提高,如

不进一步加以处理,容易引起微生物的繁殖。另外,对臭氧处理出水再进行加氯消毒时,某些臭氧氧化中间产物更易与氯反应,往往产生更多的三卤甲烷类物质,使水的致突变活性增加,且某些有机物被臭氧氧化的中间产物也具有一定的致突变活性。因此,在饮用水处理中,臭氧氧化一般不能单独使用,或用于替代原有的预氯化,或在活性炭前设置臭氧氧化与活性炭联合使用。

(3) 臭氧生物活性炭概念及其优缺点

臭氧生物活性炭技术是采用臭氧氧化和生物活性炭滤池联用的方法。将臭氧化学氧化、臭氧灭菌消毒、活性炭物理化学吸附和生物氧化降解四种技术合为一体,其主要目的是在常规处理之后进一步去除水中有机污染物、氯消毒副产物前体物以及氨氮,降低出水中的BDOC和AOC,保证净水工艺出水的化学稳定性和生物稳定性。臭氧和活性炭联合使用还可以延长活性炭的运行寿命,减少运行费用。

尽管臭氧生物活性炭滤池深度处理技术对于控制饮用水水质污染和改善水质发挥了较好的作用,但也存在局限性:活性炭吸附对分子质量为500~3000的有机物有较好的去除效果,而对大分子和小分子有机物的去除效果较差,臭氧氧化后有机物的分子质量变小,不利于被活性炭吸附。

(4) 膜分离技术概念及其优缺点

膜分离技术是一种以压力为推动力、利用不同孔径的膜进行水与水中颗粒物质(广义上的颗粒可以是离子、分子、病毒、细菌、黏土、沙粒等)筛除分离的技术。根据膜孔径从大到小排列,可以把膜滤分为微滤(MF)、超滤(UF)、纳滤(NF)和反渗透(RO)4种,分离特点见图1。膜材料主要有醋酸纤维膜、芳香族聚酰胺膜、聚砜膜、聚丙烯膜、无机陶瓷膜等。膜组件的形式主要有板式、卷式、中空纤维、管式等。

微滤的孔径为0.1~10 μm,配合混凝剂的使用,能够去除水源水中的悬浮颗粒、胶体物质和细菌。微滤可以替代饮用水常规处理的混凝、沉淀、过滤,在一个设备中实现常规工艺多个处理构筑物才能完成的净水效果。

超滤膜的孔径在5~50 nm之间,可以去除相对分子质量在300~300000之间的大分子、细菌、病毒和胶体微粒。超滤被广泛用于从工业废水中回收有用物质,如:造纸废水中回收木质素,洗

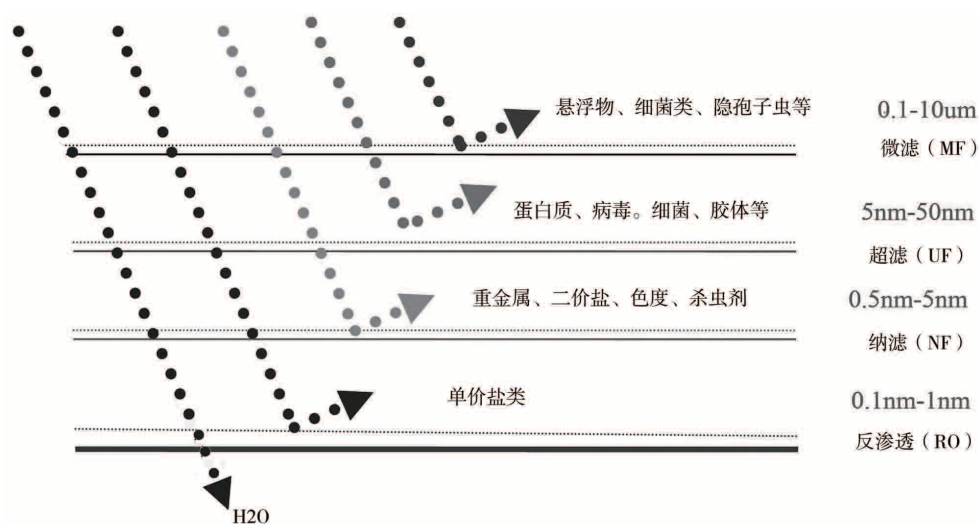


图1 各种压力驱动膜的孔径及适于分离的物质

毛废水中回收羊毛脂,电泳涂漆废水中回收电泳漆,食品工业废水中回收蛋白、乳清等。在饮用水处理领域,大多数家用净水器(一般构成:粗滤-粒状活性炭-超滤)中都设有中空纤维超滤膜来截留水中的杂质颗粒和细菌。

纳滤膜的孔径在 0.5 ~ 5 nm 之间,纳滤可以截留二价以上的离子、重金属、色度杀虫剂和其他颗粒,能透过的只有水分子和一些一价的离子(钠、钾、氯离子)。纳滤可以用于生产直饮水,但出水中仍保留一定的离子。

反渗透膜的孔径最小,在 0.1 ~ 1 nm 以下。除了水分子外,其他所有杂质颗粒(包括离子)都不能通过反渗透膜。因此,反渗透膜分离得到的水为纯水。反渗透技术已经广泛用于海水淡化、苦咸水脱盐、工业给水高纯水的制备(电子工业用水、锅炉给水等),近年来迅速发展起来的饮用纯净水、优质直饮水的核心技术就是反渗透。

与其他分离技术相比,膜分离技术应用于给水领域有以下几个优点:

- ①出水水质稳定,受进水水质波动的影响小。
- ②出水生物稳定性好。由于膜可以完全地截留微生物,能起到消毒作用,既保证了出水的安全卫生,同时又减小了管网的二次污染。
- ③能够减少混凝剂和消毒剂的投加量,减少消毒副产物的产生。
- ④膜分离工艺以组件的形式构成,可以适应不同生产能力的需要,而且会使水厂的用地大大减少。膜分离是一种相当简单的分离工艺,操作维护方便,易于实现自动化控制。

膜分离技术缺点是:设备费和运行费高,运行中膜易堵塞,需要定期进行化学清洗,处理要求较高,存在浓缩液的处理与处置问题等。近年来,随着膜材料价格的不断降低,膜分离技术在水处理应用中具有越来越强的竞争力。

2.3 预处理技术

当饮用水水源受到一定的污染,或者具有某些特殊性质要求时,在常规处理之前,需要先进行预处理,包括:粗大悬浮物和漂浮物的筛除、沉砂、高浊度水的预沉淀、原水储存、土层渗滤、曝气去除挥发性物质、粉状炭吸附、化学预氧化、生物预处理等。

2.4 特殊水质处理技术

(1) 除铁、除锰

当原水中的铁锰含量超过标准时就要进行除铁除锰处理,其处理技术先后经过自然氧化法、接触氧化法、生物法三个发展阶段,最近又综合了膜技术等处理方法。

(2) 除氟

当原水的氟化物含量超过标准时必须经除氟处理后才能饮用。目前主要的除氟方法有:混凝沉淀、吸附过滤、电凝聚、电渗析和反渗透等。

(3) 过硬源水的软化、苦咸水淡化

在没有替代水源的情况下,对于含有过量硬度的源水可以采用软化法制取生活饮用水,常用的方法有石灰软化法和离子交换法,小规模使用时也可以采用膜分离法。含盐量很高的水称为苦咸水,以苦咸水为源水制取饮用水需要进行淡化处理,常用的淡化方法有反渗透法、电渗析法等。

3 本次工程水质净化系统方案

为使项目区能用上安全卫生的生活饮用水,首先考虑更换优质的区域供水水源,无法接区域供水、水源更换困难的则采用水处理技术使水质符合标准。

项目区无法接区域供水,长期使用深井水源的管理所(闸、站),基本无水质净化设备,水质难以得到长期保证,且普遍反映水质较硬,使用中水垢较多。考虑到水质不达标因子的多样性以及单一水处理技术的局限性,本次工程拟考虑在常规水处理工艺的基础上进行强化,采用前期增加预处理工艺、后期增加深度处理工艺的组合工艺净化水质。

综上所述,本次工程采用单级反渗透水处理设备(单级反渗透设备适合于原水电导率 ≤ 2000 us/cm的水质,脱盐率为90~98%,出水水质符合直饮水标准)处理水源。反渗透系统包括原水的预处理、反渗透装置、后处理三部分。预处理系统包括:原水泵、加药装置、全自动多介质过滤器、全自动活性炭过滤器、全自动软水器、精密过滤器(保安过滤器)等,其主要作用是降低原水的污染指数和余氯等其他杂质,达到反渗透的进水要求。反渗透装置主要由多级高压泵、反渗透膜元件、膜壳(压力容器)、支架等组成,其主要作用是去除水中的杂质,使出水满足使用要求。后处理

系统是在反渗透水处理不能满足出水要求的情况下增加的配置。

单级反渗透设备工艺原理见图2。

4 结语

江苏省省管水利工程管理单位饮用水改造工程水质净化系统方案是:首先考虑外接区域供水水源,不能外接或因外接成本过高的仍使用深井水源的管理所(闸、站),拟选用单级反渗透的组合工艺净化水质。

工程实施时,应选择合格的水处理工程公司,并严格运行管理,特别要注意将用水安全放在第一位,让省管水利工程管理单位广大职工及相关人员喝上安全、优质的饮用水。

参考文献:

- [1] 张朝升. 小城镇饮用水处理技术[M]. 北京: 中国工业出版社, 2009.
- [2] 鄂学礼. 饮用水深度净化与水质处理器[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.
- [3] 董秉直. 饮用水膜深度处理技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.
- [4] 申屠勋玉, 赵丹青. 膜法处理技术在农村饮用水中应用[J]. 水工业市场, 2011(6).
- [5] 朱娜娜, 陈诗毅, 王莹. 农村饮用水膜法处理应用工程[J]. 水处理技术, 2009(3).

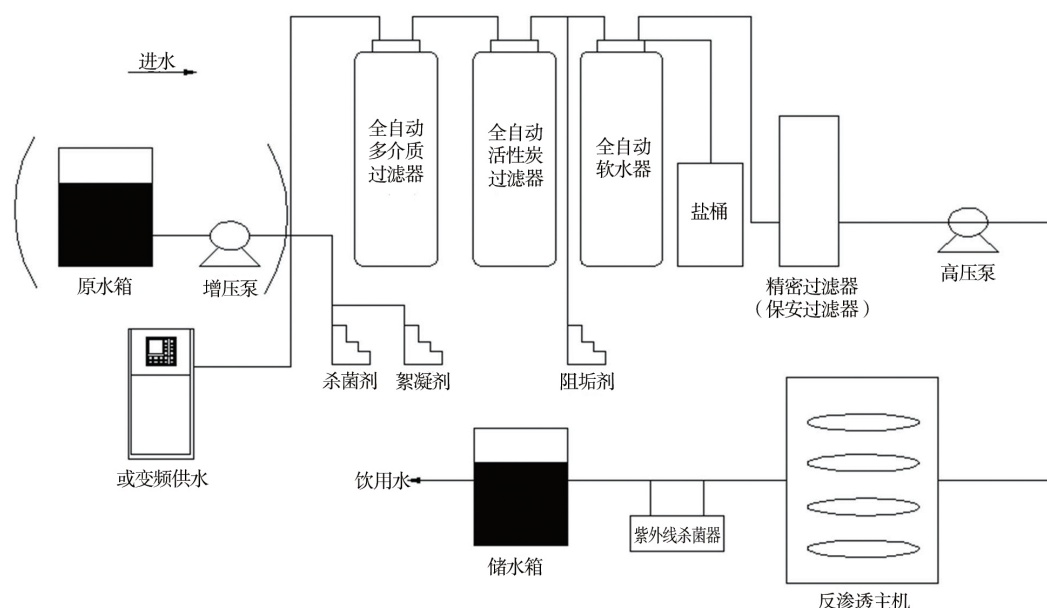


图2 单级反渗透设备工艺原理图

(责任编辑:王宏伟)