

3.2 适宜农村供水的复合吸附材料除氟技术研究与应用

➤ 简要信息

【获奖类型】应用二等奖

【任务来源】农业科技成果转化资金项目、基本科研业务费项目、水利部科技推广计划项目

【课题起止时间】2010 年 4 月~2016 年 12 月

【完成单位】中国水利水电科学研究院

【主要完成人】邬晓梅、贾燕南、宋卫坤、李晓琴、李 斌、赵 翠、董长娟

➤ 背景

高氟水在我国分布广泛，长期饮用会导致氟斑牙、氟骨症等氟中毒疾病，是农村供水需解决的重点问题之一。目前常用吸附除氟技术存在吸附容量低、水质适应性差、再生频繁等问题，亟需研发除氟效果好、运行成本低、管理方便的除氟技术和设备。

➤ 主要内容

- 多元复合金属氧化物吸附除氟材料研发
 - ① 在铝系列三元复合金属氧化物粉末吸附材料 (Fe-Al-Ce, FAC) 基础上, 研制颗粒态铝系列除氟吸附剂(GFAC), 最大吸附容量达 51mg/g。
 - ② 从改善适用性、提高出水水质安全性的角度, 研发镁系列三元复合金属氧化物除氟吸附材料 (Mg-Fe-Ce, MFC), 并形成颗粒态吸附剂 (GMFC), 最大吸附容量达 90mg/g。
- 除氟设备研发与定型
 - ① 以研制的镁、铝系列三元复合吸附剂为核心, 结合农村供水工程典型规模, 研发了分别适宜规模化供水、家庭终端用的吸附除氟设备, 具有工艺简单、运行管理简便等特点, 家用设备吸附剂可实现 1 年之内不需再生。
 - ② 研发了高产水率家庭终端用反渗透膜法除氟设备, 无需加药和再生操作、适宜原水水质范围宽。

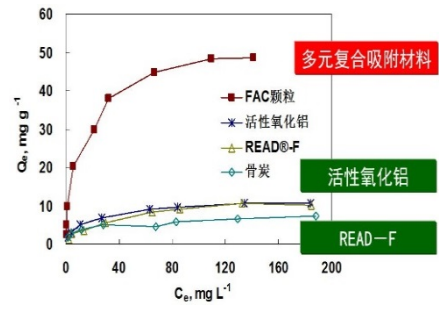
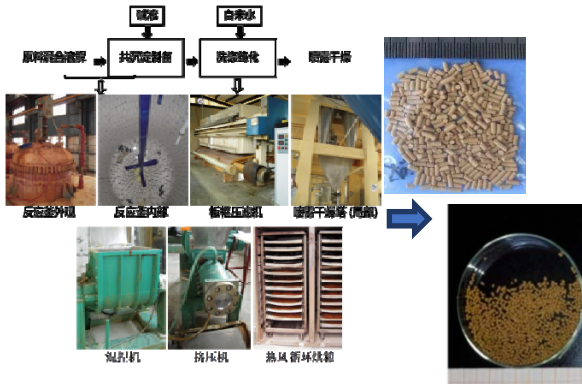
- 农村饮用水除氟处理技术模式研究
 - ① 提出我国高氟地下水水化学类型以 Na-HCO₃ 型为主等关键水化学特征。
 - ② 研究提出适用集中供水的低盐高氟水吸附法、高盐高氟水膜法，适用家庭终端的吸附法和膜法，单村膜处理+常规供水技术模式和规模化膜处理+常规供水技术模式 6 种农村饮用水除氟技术模式。
- 农村高氟水技术交流与培训推广会
 - ① 编制农村高氟水处理技术培训教材与宣传手册。
 - ② 召开县级农村高氟水技术培训推广会，培训 80 多人次。
 - ③ 召开省级农村高氟水技术培训推广会，培训 200 多人次。
- 召开北方地区农村高氟水技术交流培训推广会，培训 140 多人次。

➤ 创新点

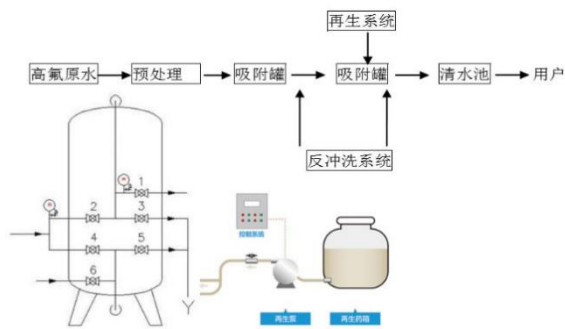
- 针对传统除氟吸附剂吸附容量低、水质适应性差等问题，首次开发了吸附性能优异的颗粒态 Fe-Al-Ce 和 Mg-Fe-Ce 复合金属氧化物吸附材料，现场运行穿透吸附容量分别为 3.5~4.0mg/g 和 6.8mg/g 以上，为传统吸附剂的 3 倍以上，实现原始创新，处于国际领先水平，为解决高氟水问题提供了新途径；
- 家庭终端用吸附除氟设备首次引入分质供水的环保理念，集成膜过滤、活性炭吸附和紫外线消毒等技术单元，进一步改善水质及口感；
- 基于高氟地下水关键水化学特征分析，首次系统提出适用不同水源水质、不同供水规模的 6 种除氟技术模式，为解决不同地区农村高氟水问题提供了技术方案。

➤ 推广应用情况

在北京、河北、山东、安徽 4 个省 58 处工程中应用，覆盖人口 27400 余人，编制了《农村高氟水处理技术培训教材》和《农村高氟水处理技术推广应用宣传手册》，在全国及省、县技术交流与培训推广会发放，并面向基层宣传推广高氟水处理技术，减少了因氟致病的治疗费用，保障了项目区农村居民饮水安全。



颗粒态多元复合吸附除氟材料工业制备及其吸附性能



规模化供水吸附除氟设备工艺流程及示范工程现场



家用吸附除氟设备



家用反渗透膜法除氟设备

家庭终端用吸附及反渗透膜法除氟设备

水利部科技推广计划项目“华北地区农村高氟水处理技术及模式示范应用”

农村高氟水处理技术 培训教材

中国水利水电科学研究院 编制

目录

前言	1
第1章 农村高氟水处理现状与对策	1
1.1 高氟水危害	1
1.2 高氟水危害现状与成因分析	2
1.2.1 高氟水危害	2
1.2.2 成因分析	3
1.3 对策建议	3
第2章 高氟水处理技术简介	4
2.1 物理法	4
2.2 化学法	5
2.2.1 活性氧化铝法	5
2.2.2 离子交换法	5
2.2.3 光催化法	5
2.2.4 膜分离法	6
2.3 生物法	6
2.3.1 反渗透	6
2.3.2 纳滤	6
第3章 适宜农村高氟水处理技术及设备	9
3.1 适宜农村高氟水处理技术	9
3.1.1 反渗透膜技术	9
3.1.2 超滤/纳滤膜技术	12
3.2 适宜农村高氟水处理设备	13
3.2.1 适宜农村高氟水处理设备	13
3.2.2 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.3 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.4 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.5 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.6 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.7 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.8 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.9 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.10 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.11 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.12 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.13 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.14 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.15 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.16 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.17 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.18 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.19 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.20 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.21 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.22 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.23 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.24 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.25 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.26 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.27 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.28 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.29 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.30 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.31 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.32 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.33 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.34 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.35 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.36 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.37 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.38 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.39 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.40 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.41 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.42 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.43 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.44 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.45 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.46 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.47 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.48 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.49 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.50 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.51 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.52 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.53 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.54 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.55 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.56 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.57 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.58 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.59 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.60 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.61 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.62 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.63 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.64 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.65 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.66 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.67 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.68 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.69 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.70 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.71 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.72 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.73 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.74 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.75 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.76 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.77 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.78 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.79 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.80 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.81 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.82 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.83 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.84 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.85 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.86 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.87 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.88 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.89 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.90 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.91 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.92 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.93 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.94 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.95 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.96 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.97 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.98 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.99 适宜农村高氟水处理设备	17
3.2.100 适宜农村高氟水处理设备	17

农村高氟水处理技术推广应用 宣传手册



中国水利水电科学研究院
2016年12月



农村高氟水处理技术培训教材与推广应用宣传手册



北方地区农村高氟水技术交流推广会（廊坊，2016.12）