

低成本慢沙过滤净水研究

孟令伟, 周春雨, 杨林* (青海师范大学化学系, 青海西宁 810008)

摘要 针对高海拔地区山区和西北部农村可饮用水源少、集雨饮用水浊度、微生物、重金属等超标的问题, 以保护集雨水源地和保障饮水安全为目标, 面对水量变化剧烈、水质复杂、建设和运行资金短缺、城镇技术设施条件差等特点, 开发了适合小城镇的经济、高效、节能慢沙过滤低成本饮用水净化技术。该技术针对不同群体构建了分散式和集中式两种饮水安全保障模式, 保障供水水质满足《生活饮用水卫生标准(GB5749)》的要求, 提供技术支撑。也可为地震、洪涝等自然灾害发生时的应急饮用水净化措施提供技术保障。

关键词 集雨; 慢沙过滤; 饮用水; 低成本

中图分类号 S181.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)33-11904-02

Study on Low-cost Slow Sand Filters (SSFs) Water Purification

MENG Ling-wei, ZHOU Chun-yu, YANG Lin* (Department of Chemistry, Qinghai Normal University, Xining, Qinghai 810008)

Abstract Facing the problems of lacking potable water and overproof of microorganism and heavy metals in collected rain water in high altitude and northwest urban area of China, an economic, energy conservation and low cost water cleansing technique was developed to deal with the reality of dramatically changing of water amount, complicated water quality, shortage of fund of construction and operation and unenlightened technology condition in small town. It has two safeguard styles, distributed and centralized to make sure the water meet the criterion of hygienic standard for drinking water(GB5749). It can provide technical support for emergency water cleansing such as earthquake or flood disaster.

Key words Collected rain water; Slow sand filters; Drinking water; Low cost

国家实施的“发展小城镇, 带动农村经济和社会发展战略”推进了我国城镇一体化进程。面对农村饮用水存在水质较差、水源遭受污染、卫生管理不及时等问题, 根据环境保护部下发的《关于印发〈全国典型乡镇饮用水水源地基础环境调查及评估工作方案〉的通知》(环办[2009]27号), 开展了全国乡镇集中式饮用水水源的调查与评估工作, 对水源地的现状进行调查评估工作, 针对不同区域、不同类型的饮用水水源地提出环境对策, 提高人民群众的饮水安全保障水平, 特别是在部分偏远、居住极为分散的山区、半山区。针对这样的饮水不安全群体人口采用分散式解决为主, 来构建“以集中供水为主, 联户供水为辅, 分散供水为补充”的方针政策。水利部在2010年全国农村水利工作会议上明确提出“力争到2020年农村集中供水覆盖率达到80%”, 可见现阶段农村分散供水仍占有相当大的比例。与集中供水相比分散供水的难度更大, 需要走的路更长。该研究结合农村的实际情况从饮用水水质安全出发, 以较低的价格为山区农民解决饮水问题。切实做到以科技帮农、富农, 使科技成果得到有效地转化。

1 高海拔地区及山区饮水面临的主要问题

1.1 水源来源单一, 水质质量较差, 受气候及降雨量影响较大 高海拔地区及山区源水一般来源于雨水收集水窖储存, 然后煮沸饮用。源水质量远远低于国家饮用水源水标准。

1.2 经济条件落后, 建设能力差 对于居住在山区、半山区的居民, 经济发展相对落后, 自然地理环境复杂, 交通不便, 居民的文化程度等都要差一些。由于缺乏对饮用水的净化和消毒知识, 往往饮水水质难以达标, 饮水安全性低, 影响群众身体健康^[1]。

1.3 净水、灭菌做法单一 农民一般都是采用水窖存水自然沉降, 煮沸饮用^[2]。此过程水的浊度大, 高海拔地区煮沸温度根本达不到灭菌温度, 有部分细菌无法去除。对于密集人口居住区可以采用工程供水, 其净化和灭菌技术配套比较完善。但是对散居居民而言投入大, 工程实施和管道铺设困难, 净水灭菌设备安装也造成较大的经济负担, 此时低成本分散供水就十分重要。

1.4 统一运行管理供水困难、设备建设和维护成本高 对分散居民统一供水初期工程投入大, 设备建设维护及维护人员的开支都是挑战, 因此难以建立一个有效的管理机制。源水水质差、建设成本高、净化和杀菌设备成本高是供水成本增加的原因。

2 慢沙过滤简介及原理

慢沙过滤是由2个20L左右的塑料桶(每个10元)竖直堆叠起来, 桶内部铺满规定目数的细砂, 并洗净以免影响重金属含量, 距离水桶上端留有一定高度, 这决定静态时水桶中水面的高度。在水桶的底部放有用网布包裹的絮凝剂压饼、连接水管(水管+絮凝剂压饼总计30元), 从水桶的上边缘引出通入下边的水桶上端, 下端水桶与上端水桶相同装置, 在进水管的另一端引出出水管。一般一套装置8h出水10L左右, 出水中微生物超标可以适当添加漂白剂, 具体因水质而言。试验源水来源于青海省互助县壮族自治县。具体装置如图1所示, 水样处理后对比如图2所示。

慢沙过滤原理主要是利用微生物菌群在沙粒表面富集, 一定时间内通过微生物利用水体中的营养物质变成自身物质的消耗分解水中有机物^[3], 去除水中有机物的目的, 即矿化作用。同时通过絮凝作用的电位变化去除水中重金属^[4], 一段时间后会在水层上方出现粘膜层这是正常情况, 且有助于去除颗粒物。

3 慢沙过滤设备操作与维护

装置连接完毕后保证沙层与水面2cm的距离, 防止破

基金项目 青海省科技厅项目(2011-H-809)。

作者简介 孟令伟(1985-), 黑龙江讷河人, 硕士研究生, 研究方向: 分析化学及环境。*通讯作者, 教授, 硕士生导师, 从事分析化学及环境科学研究。

收稿日期 2014-09-26

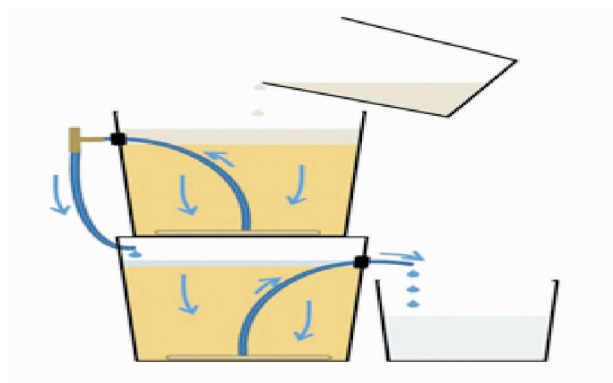


图1 慢沙过滤装置



图2 水样处理后效果对比

坏沙层。加水时要慢,一次性缓慢倒入 5 L 水,然后收集排出的 5 L 水,如此操作 2 次,收集 10 L 水停止,对于日常生活饮用以满足。至少 8 h 内不要再过滤来保证微生物富集在沙子上消耗水中的有机物。如果滤出的水仍有颜色,可以再次过滤,并延长过滤周期,10 h 左右即可。如果水流出速度慢,可取出沙子并且用水润洗以去除堵塞滤器的无机物质(粘土物质)。

4 慢沙过滤处理后水质变化

4.1 微生物菌群检测 我国现行的饮用水微生物监测指标只设定了大肠菌群和细菌总数的检测,采用平板倾注法计数细菌总数,根据 ISO11731 推荐方法分离水中军团菌属^[5],上述指标在正常检测范围内。为排除其他致病菌隐患,根据 GB/T 4789 标准和常规微生物国标检测方法,对试验水样进行病原学检测,结果表明,细菌总数正常,致病菌未检出,耗氧量正常。

4.2 重金属检测 第三方水质监测报告表明,处理前水样电导率偏高,过滤后水样接近自来水且高于饮用水标准。pH 偏弱酸性,约为 6~7 之间。对于处理后的含量偏高的重金属进行多次试验测定,分析原因可能是沙子清洗不够影响了处理结果,但是符合矿物质水标准,可以饮用(图 3)。慢沙过滤处理后出水水质能够满足国家《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2009)。

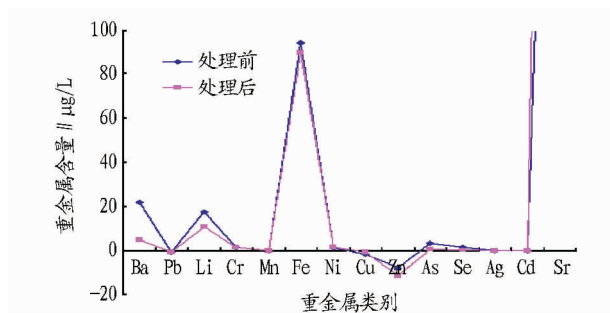


图3 处理前后水中重金属含量变化

4.3 浊度变化 由图 4 可见,处理 7 h 之后,浊度值趋于稳定,不再变化,因此建议滤水周期时长 8 h。特别浑浊水质可以延长过滤周期时长为 10 h 或更长时间,例如洪涝灾害时源水。

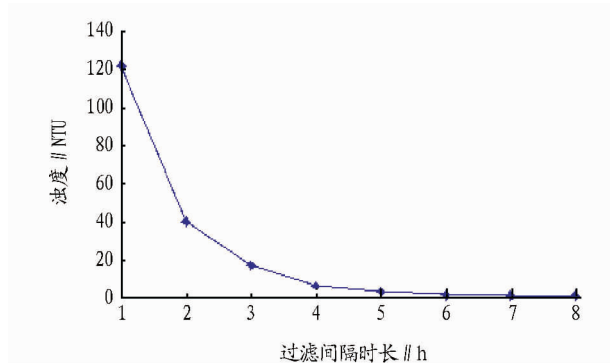


图4 浊度随过滤间隔时长的变化曲线

5 结论

近年来我国云贵高原、四川盆地、青藏高原等地的干旱、地震和洪涝等自然灾害给当地政府如何优化利用水资源敲响了警钟。慢沙过滤以最小的投入将科技成果运用到实际生活中,对于解决我国西北干旱缺水地区,乃至我国西南山区等缺水地区饮水安全问题都具有重要意义。随着国家对农村饮水安全的重视,针对我国西北和西南一些山区由于地理条件限制仍直接饮用窖水、坑塘水,水质不达标危害了当地农民的身体健健康情况,研发了慢沙过滤设备。该设备具有结构简单,造价低廉,易于运行维护等特点,为农村村民减轻经济负担的同时解决了健康饮水问题。

参考文献

- [1] 孙长贵,艾阳泉,魏新平. 农村小集中和分散供水的水处理技术与设备[J]. 中国农村水利水电,2013(2):52-54.
- [2] 刘玲花,刘来胜,吴雷祥,等. 西北村镇集雨饮用水安全保障适用技术研究示范[J]. 给水排水,2013,39(12):21-25.
- [3] 乔培培,陈丕茂,秦传新,等. 利用微生物净水研究进展[J]. 广东农业科学,2014(1):149-154.
- [4] 柳志刚,姚学俊. 聚丙烯酰胺在不同水处理应用中的探讨[J]. 广东化工,2008,35(3):98-100.
- [5] 周昭彦,胡必杰,于玲玲,等. 3种方法对供水系统嗜肺军团菌、阿米巴原虫及生物膜消毒效果的比较[J]. 中华医院感染学杂志,2010,20(12):1657-1660.