

75-81

利用木鱼石改善饮用水水质的研究

石广梅 孔庆瑾[√] 马放 赖举伟 王宝贞

(水污染控制研究室)

TU PPI.21

摘要 本文在调研基础上,重点将木鱼石当做滤柱的滤料进行改善饮用水水质的实验研究。实验证明:木鱼石具有可溶性,可以析出一些人体所需的微量元素,增加矿化度,同时木鱼石溶解量和溶出周期与粒径大小有关。

关键词 木鱼石; 饮用水; 过滤; 溶解; 实验

分类号 TU991.21

水质. 过滤. 溶解

0 前言

木鱼石是一种暗紫色中间有木纹样铁质白云岩,通属碳酸盐类;主要由白云岩、褐铁矿、石英、方斜石及微量粘土质组成。由于二氧化硅含量高硬度大,机械强度高,抗压性强,加之木鱼石颜色均匀,文理清晰,因此,可做建筑装饰板材。据专家鉴定木鱼石含有很多微量元素,浸泡水中可析出 Sr、Zu、Se、Ca、Na 等人体所需微量元素,所以近年来已被开发、利用,做木鱼石系列保健茶具和木鱼石茶。

随着工业化程度的提高及人类文明进步,人们的环境与自我保护意识逐渐增强;有些地区饮用水中缺乏矿物质和人体发育的微量元素,导致地方病时有发生。因此,改善生存环境中的饮用水质已迫在眉睫。本文在对木鱼石性能、产地、储量调研的基础上,对利用木鱼石改善饮用水质进行了初步实验。

1 调研情况

1.1 木鱼石的功效

用木鱼石瓶装墨汁,墨汁长存不臭;用木鱼石做猪食槽盛夏季节猪食在槽中不发酸,不变味;放在木鱼石板上的生肉几天后仍保持鲜肉味;用木鱼石茶具泡茶,酷暑季节两周内茶水色、香味不变;把木鱼石加在硬度大的水中烧开水,壶内不结垢;木鱼石产地的人们饮用深井水不得怪病(癌症),身上不生疮,体壮力强寿命长。

上述情况说明木鱼石具有独特的消毒净化、保鲜作用;饮用木鱼石浸泡过的水可防病治病,促进人体健康。

收稿日期:1995-04-10

石广梅 女 53岁 工程师/哈尔滨建筑大学市政与环境工程系(150008)

1.2 木鱼石产地与储量

木鱼石广泛分布于我国泰山山脉的余脉,即山东省济南市近郊与鲁西南地区;即长青县张夏镇馒头山区、西营镇天晴峪、秦口峪、东平县高而乡望山、莱芜市上游等地。据山东省地矿部门勘查木鱼石储量十分丰富,仅一个天晴峪石坑地段计算,储量就高达 4000m³,是近代开采的宝贵矿产资源。

1.3 木鱼石的成岩层位与化学组成

从地层层位看,无论何地产木鱼石都是远古生代寒武纪时期海相沉积形成,距今已有 5.5 ~ 5.8 亿年历史。

由于木鱼石成岩历史悠久,深埋于原古代海底,成份除铁、铝、钙、镁等常见元素外,还含有多种稀土元素和对人体有益的微量元素;表 1 为国家地质实验测试中心对长青县长湾村木鱼石成份分析结果。

表 1 长青村木鱼石成份

成份	(%)	元素	含量	元素	含量	元素	含量
NaO	0.32	Ba	72.6	Dy	6	Ni	5
MgO	14.73	Co	3.6	Yb	<1.6	Sr	57.1
Al ₂ O ₃	3.92	Cu	3.5	Bi	<1.0	V	36
SiO ₂	19.24	Li	17.8	Mo	3.8	La	13
P ₂ O ₅	0.07	Pb	<13.0	U	20.0	Na	15
K ₂ O	2.32	Th	5.0	As	6.8	Y	15
CaO	21.76	Zn	16.0	Be	<1.0	Se	7.5
TiO ₂	0.47	Ce	21.0	Cr	24.0	Cd	<1
MnO	0.09	Sn	4.0	Ga	13.0	Zr	43
Fe ₂ O ₃	3.62	Hg	<0.2	Sb	1.3	Gd	<3

虽然各地产木鱼石成份基本相同,但因沉积环境不同,各地矿石组合与化学成份稍有差异;木鱼石的特点是 SiO₂ 含量较高,一般为 20% 左右,使岩石硬度大,并具有较高的抗压强度,机械加工性能好,因此,有的制成建筑装饰板材;加之它含人体所需微量元素高于其他岩石而有害元素低于其他岩石;因此,有的经过精心雕琢,做成系列木鱼石工艺保健茶具,畅销国内外,受到国内外专家高度评价。据悉瑞典皇家地质学博士 Per Soderberg 曾到山东考查;根据他的分析结果认为,“木鱼石是一种很难得的矿产资源,他要将木鱼石作为一种极宝贵的矿石引进瑞典开发利用”。

1.4 木鱼石产地的深井水水质

山东省上游镇峰窝村深井水味甜清纯可口,经取水化验发现实属优质矿泉水。表 2 为由山东地质环境监测总站提供的峰窝村 180m 深井水质状况。据地质专家认定,由于地下水长年累月深循环于木鱼石中,使有益元素溶解于水。此地村民长期饮用此水身体素质好,全村 260 口人,长寿老人 33 人。其中,95 岁以上的 6 人,百年来无一人患癌症,寿命长就是得益于长期饮用矿泉水。

表2 蜂窝村深井水水质

						mg/L			
阳离子	含量	阴离子	含量	微量元素	含量	综合指标	含量	综合指标	含量
K ⁺	0.40	Cl ⁻	9.94	Sr	0.28	总硬度	227.70	偏硅酸	29.08
Na ⁺	4.00	SO ₄ ²⁻	36.02	Li	<0.05	永久硬度	40.03	游离CO ₂	4.87
Ca ²⁺	64.00	HCO ₃ ⁻	228.83	Zn	<0.01	暂时硬度	187.67	PH	7.7
Mg ²⁺	16.00	CO ₃ ²⁻	0.00			总碱度	187.67	矿化度	382.7

1.5 木鱼石浸泡水实验

关于上述木鱼石的功效, 山东省地矿局物化探勘查院做了木鱼石浸水实验, (条件略) 其实验结果列于表3和表4中

表3 寨口峪木鱼石煮茶水结果

检测项目	无木鱼石煮茶(mg/L)	有木鱼石煮茶(mg/L)	变化率(%)
K ⁺	111.24	132.82	19.40
Na ⁺	9.94	10.42	4.83
Ca ²⁺	16.63	14.41	13.35
Mg ²⁺	15.60	18.32	17.44
H ₂ SiO ₃	25.64	27.07	5.58
Sr	115	165	43.48
Zn	102	148	45.10
Cu	48	51	6.10

表4 寨口峪木鱼石烧开水实验

检测项目	无木鱼石烧水(mg/L)	有木鱼石烧开水(mg/L)	率化率(%)
Ca ²⁺	12.25	33.76	176
Mg ²⁺	13.16	11.08	19
H ₂ SiO ₃	16.70	12.87	30
Na ⁺	16.32	12.06	35
K ⁺	1.16	1.41	22
Sr	80	170	113

由表3和表4可见, 木鱼石烧水、煮茶, 可以析出某些元素, 如Ca增加176%, Sr增加了43%~113%, 因此用木鱼石制成茶具等工艺保健用品具备由一般水变成矿泉水的化学基础。

2 木鱼石在饮用水处理中应用实验研究

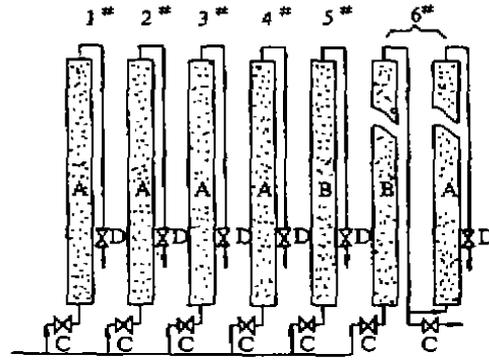
2.1 实验用品

木鱼石: 山东省长县; 活性炭: 粒状, 碘值940mg/L;

有机玻璃滤柱: 市售, 直径3.4cm, 若干根; 过滤水源: 哈尔滨市自来水。

2.2 实验装置与工艺流程

5根高1m装不同粒径木鱼石和活性碳的有机玻璃柱,2根高2m的装活性碳与1.0~2.5mm粒径的木鱼石的有机玻璃柱,串联组成6个过滤器,再分别与进水阀门相接,整个实验装置与工艺流程见图1。



A-木鱼石 B-活性碳 C-进水阀 D-出水阀

图1 试验装置及流程图

2.3 实验条件和检测方法

将木鱼石粉碎,筛分,按粒径大小分别装柱,使水自下而上流经滤柱,各实验条件列于表5;总进水阀与自来水龙头相接,以保证原水稳定,连续运行,室温20~25°C;每日采平均样检测,检测项目与分析方法列于表6中。

表5 滤柱实验条件

滤柱号	粒径(mm)	柱高(m)	滤层厚(cm)	流速(m/h)	水流方向
1	0.3~1.0	1.0	80	7.0	逆流式
2	1.0~2.5	1.0	82	7.0	逆流式
3	2.5~5.0	1.0	80	7.0	逆流式
4	5.0~10.0	1.0	80	7.0	逆流式
5	活性碳	1.0	80	7.0	逆流式
6	活性碳	2.0	120	7.0	逆流式
	1.0~2.5	2.0	120	7.0	

6号滤柱是串联滤柱,水首先经活性炭,再流经木鱼石滤柱。

表6 检测项目与分析方法

项 目	方 法	项 目	方 法
总硬度	EDTA 滴定法	Mg	差减法
总碱度	中和滴定法	COD _{Mn}	高锰酸钾氧化法
暂硬度	中和滴定法	Sr, K, Na, Zn	原子吸收分光光度法
永久硬度	差减法	pH	酸度计
Ca	紫尿酸铵指示滴定法	浊度	浊度计

2.4 实验结果分析

2.4.1 木鱼石的溶解性

根据上述实验的检测结果得知, 滤出水的水质与原水比较发生了很大变化, 其中总硬度、永久硬度、总碱度以及钙离子等都有不同程度提高; 如图 2, 3, 4, 5 所示 (图中 0, 表示原水, 1#, 2#, 6# 为过滤器的出水水质随时间的变化曲线)。清楚表明, 从 60 天连续运行看, 总硬度、永久硬度、总碱度和钙离子浓度平均分别增加 18.5%, 15.7%, 15.5%, 12.8%; 而最高时可使上述各项浓度分别达到 39%, 35%, 46% 和 23%。

由此可见木鱼石有很好的溶解性能。另外根据静态蒸馏水浸泡实验也可说明木鱼石的溶解特性, 当木鱼石 (粒径 1 ~ 2.5mm) 与蒸馏水为 1:4 时, 室温 15 ~ 20 °C 浸泡 24 小时可析出 H_2SiO_3 17.86 μ g/g, Zn8.4 μ g/g。

2.4.2 木鱼石的溶解量与粒径关系

木鱼石析出离子的多少与粒径大小有关, 粒径越大析出离子越少, 就木鱼石析出 Ca^{+2} 而言, 1# 滤柱析出 Ca^{+2} 的量分别是 2# 的 1.38 倍, 3# 的 3.67 倍, 4# 的 5.1 倍。因此选择粒径 0.3 ~ 2.0mm 较为合适。

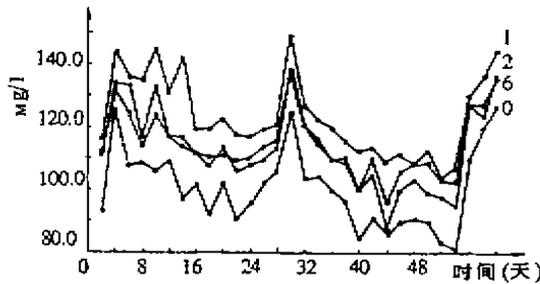


图2 总硬度变化曲线

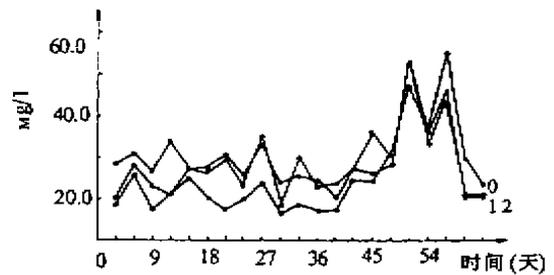


图3 永硬度变化曲线

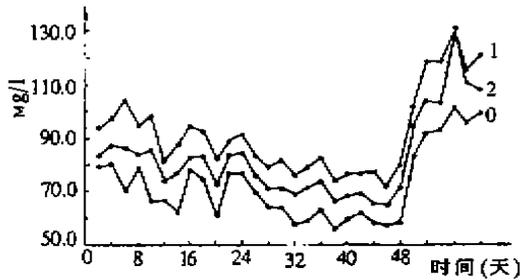


图4 总碱度变化曲线

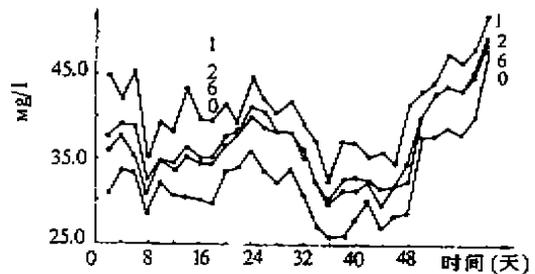


图5 钙离子变化曲线

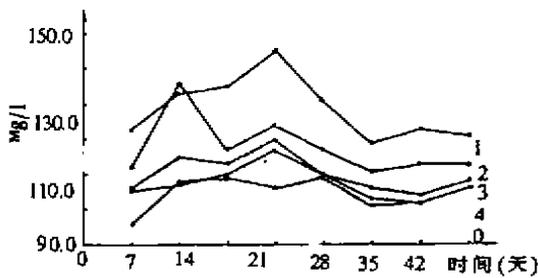


图6 粒径大小对过滤周期的影响

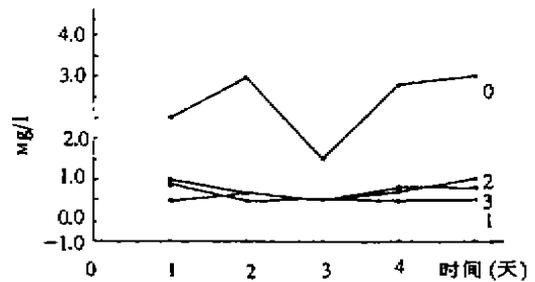


图7 浊度变化曲线

2.4.3 木鱼石的溶解周期与粒径关系

如图6所示,3[#]、4[#]滤柱水质与原水比较,运行10~20天出水浓度就已接近溶解平衡状态,而1[#]、2[#]滤柱一直持续运行,近60天出水水质才与原水基本平衡。由此可见要使溶解周期长,粒径就必须小一些。由实验可知选择0.3~2.0mm粒径比较适宜。

分析上述现象的原因认为粒径小,滤床比表面积大溶解速度快,溶出离子量也大,反之亦然。

2.4.4 木鱼石对低浊度水的影响

哈尔滨市自来水浊度为1~3度,经木鱼滤柱过滤后出水浊度基本趋近于零,如图7所示,水晶莹剔透,味甘可口。分析浊度去除的原因,(1)木鱼石有一定吸附性能,(2)是机械截留的作用。

2.4.5 木鱼石对低含量COD_{Mn}的影响

为了验证木鱼石对自来水中低含量COD_{Mn}的影响,我们同时装了5[#]活性炭滤柱作对比实验。以1[#]、2[#]滤柱为例前五天生出水的COD_{Mn}去除率仅为6%,而5[#]活性炭滤柱去除达56%;从第6天开始1[#]、2[#]滤柱出水中COD_{Mn}浓度高于原水浓度;而5[#]活性炭滤柱去除COD_{Mn}效率仍很高,直到运行45天后才与原水浓度接近平衡状态,见图8。由图8可见1[#]、2[#]木鱼石滤柱出水COD_{Mn}与原水中COD_{Mn}的值很接近。

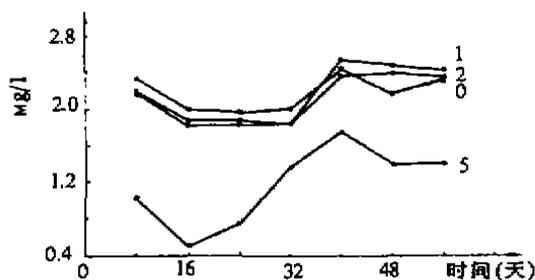


图8 木鱼石与活性炭去除COD对比曲线

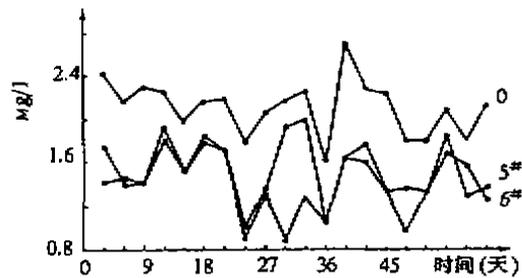


图9 串联滤柱与活性炭去除COD对比曲线

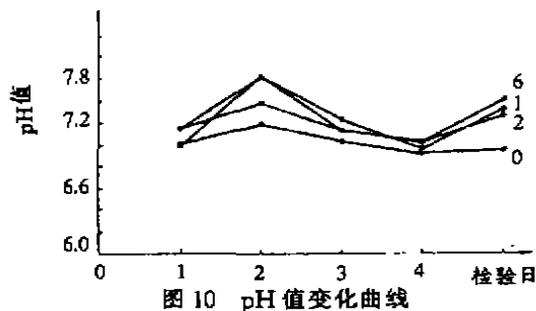


图10 pH值变化曲线

为了提高木鱼石过滤系统去除COD_{Mn}的能力,在木鱼石滤柱前串联一活性炭滤柱,这样使水首先流经活性炭然后再进入木鱼石滤柱,就系统去除COD_{Mn}能力而言,其有效期达45天以上。如图9所示,串联6[#]滤柱与单独5[#]活性炭滤柱出水COD_{Mn}浓度很接近。

分析木鱼石去除COD_{Mn}效率低的原因,其一可能是木鱼石结构致密孔隙率比活性炭少的多,所以比表面积小,吸附性能差,另外当水中COD_{Mn}低到一定程度(<2.0mg/L)时,经验证明,再继续去除处理是困难的。

2.4.6 木鱼石对 pH 值的影响

由图 10 所示, 无论是单独木鱼石滤柱, 还是串联滤柱出水, 其 pH 值与原水比较变化不大, 滤出水 pH 值都在 6.9 ~ 7.9 范围内, 基本保持中性状态, 完全符合饮用水标准。

3 结 语

1. 实验证明木鱼石具有溶解性, 其溶解量与粒径大小有关, 最佳粒径为 0.3 ~ 2.0mm 当滤柱高 1m, 直径 3.4cm, 滤层厚 80cm, 水停留时间为 10min 时, 可使原水总硬度、永久硬度、总碱度、钙离子含量, 分别平均增加 18.5%, 15.7%, 15.5%, 12.8%, 最高时可分别增加到 39%, 35%, 46%, 23%。

2. 木鱼石溶出周期与粒径有关, 当粒径 < 2.5 mm 时, 运行近 60 天才趋于溶解平衡状态。

3. 木鱼石可去除水的浊度, 对水的 pH 值影响不大; 对 COD_{Mn} 去除能力低, 只有与活性炭串联时才可去除 56% 的 COD_{Mn} 。

今后应进一步探讨木鱼石的改善水质的条件和微量元素溶出规律, 为木鱼石合理开发利用提供理论根据。

Study of Muyu Stone

Shi Guangmei Kong Qingjin Ma Fang Lai Juwei Wang Baozhen

Abstract

This paper makes an experiment study on Muyu stone in order to use it as a filter material to improve the water quality. The experiments show that Muyu stone is soluble and some minerals can be extracted from it.

Key words Mu Yu stone; filtration; solution