

Different Material Electrode Remove Arsenic Function in Electric Field

Juan Wang, Shu Zhang

Research Institute of Engineering and Technology, Yunnan University, Kunming, China

Email: juan_0130@sina.com, 825747264@qq.com

Abstract: Electriferous particles will produce directional movement in the electric field. The ionization generated ions and arsenate enriched in positive pole will have a role for arsenic removal. In this paper, in a safe voltage range, through a low-voltage electric field, act on different materials parallel plate electrodes, copper electrodes, aluminum electrode, iron electrode, analysis the effect of the efficiency of removal arsenic in water. Aim is to find out a better electrode materials to achieve the good effects of removal arsenic.

Keywords: arsenic; arsenic contamination; electric field; electrode

电场中不同材料极板对砷的去除作用

王 娟, 张 曙

云南大学工程技术研究院, 昆明, 中国 650091

Email: juan_0130@sina.com, 825747264@qq.com

摘 要: 电场中的带电粒子会产生定向移动。极板中电离出来的粒子与富集在正极周围的重砷酸根离子会产生作用而去除水中的砷。本文主要在安全电压范围内, 通过低压直流电场作用于不同材料的平行板电极, 铜电极、铝电极、铁电极, 来分析它们对水中砷的作用效率, 以摸索出一种较好的极板材料来达到好的除砷效果。

关键词: 砷; 砷污染; 电场法; 电极

1 前言

砷是非金属元素, 水环境中砷主要以 As (III) 和 As (V) 形式存在, 且在弱酸、中性和碱性水中 As (V) 占 80% 以上。砷化合物的毒性大小与砷的存在形态有关, 一般无机化合物的毒性大于有机化合物。砷通过水及食物链进入到人体, 引起中毒或致癌、致畸、致突变^[1-2]。2007 年我国执行的新的《生活饮用水卫生标准》(GB5749. 2006) 将饮用水中砷的标准从 0.05mg/L 降至 0.01mg/L, 而当今的砷污染问题越来越严重。

目前处理含砷污水的方法主要有沉淀法、离子交换法、氧化法、吸附法、膜分离法、活性污泥法等^[3-6]。沉淀法主要以钙、石灰—铝盐、石灰—镁盐、硫酸亚铁—苏打、氢氧化钙—氯化铁等作沉淀剂, 多用于企业含砷废水处理; 离子交换法是利用阴阳离子交换树脂

的选择性交换, 除去水中的部分离子的过程, 适用于处理量小、含砷量较低、组成单纯、有较高回收价值的砷污染水; 氧化法是以 H_2O_2 、 MnO_2 、臭氧、纯氧(99.9%)和空气、 TiO_2 等作氧化剂, 使 As (III) 氧化成 As (V) 而除砷, 多用于饮用水中对砷的氧化; 吸附法是以火山灰、活性铝、活性铝土矿、活性炭、黏土、赤铁矿、长石、硅灰石等作吸附剂, 适用于量大而浓度较低的砷污染水处理; 膜分离法是用微滤、超滤、纳米过滤和反渗透等技术除砷, 此方法对水质要求特别高; 活性污泥法是通过微生物的作用来除砷, 适用于高浓度含砷废水。

20 世纪 70 年代, 人们发现铝、铁对阴离子具有强的吸附性, 这方面的研究至今仍然非常活跃^[7-8]。铜的研究就很少, Rajako-viv、武荣成等做了铜离子除砷效果的一些相关研究^[9-10]。本文根据砷酸根呈电性的性质使其在正极板富集, 铜、铝、铁对砷有较强的亲和性, 将不同材料的平行板电极直接作用于含砷

资助信息: 云南省阳宗海砷污染项目资助。

的水。经一系列物理化学作用后，水中的砷含量大幅度降低。本研究以一种物理方法来分析总结不同极板材料对砷的处理效果。

2 试验

实验所用砷污染水直接取于云南阳宗海， $\text{pH}=8.5\sim 9.0$ ，砷主要以 HAsO_4^{2-} 形式存在。分别将铁、铝、铜的平行板电极连接低压直流电，将极板放入水槽中，极板数量 2 块，极板间距 15cm，每次作用加入相同量的砷污染水 4L，作用时间 1min，打开电源通过调节电压来观察不同电极材料的除砷效果，并在正极带电取水送检。实验样品送至昆明市环境监测中心用原子荧光方法检测。

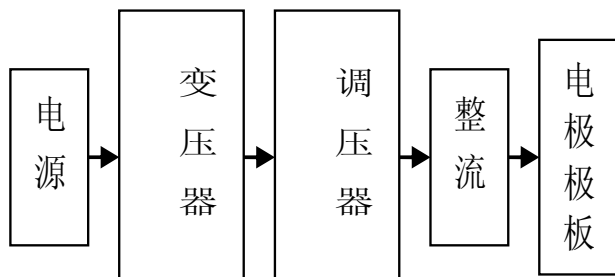


Figure 1. Block diagram of experimental device
图1 试验装置方框图

3 实验分析与对比

3.1 铁电极作用

铁电极作用时，正极极板附近出现红棕色絮状沉淀，时间越长絮状沉淀越多（见图 2）。在不同电压下铁电极对砷的处理效果，（见图 3）：

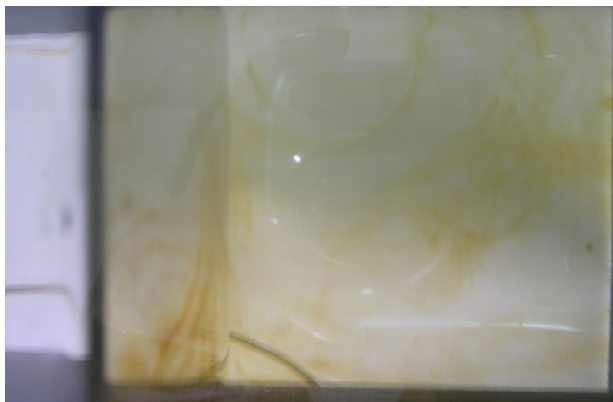


Figure 2. Iron electrode phenomenography
图2 铁电极作用现象图

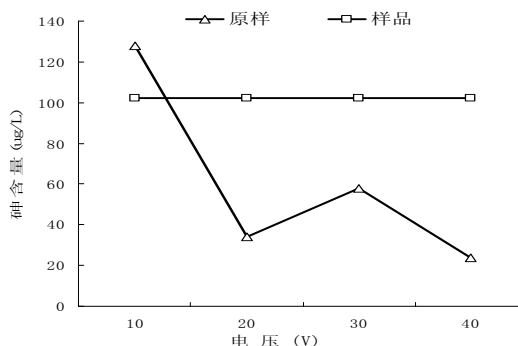


Figure 3. The arsenic changed on the role of iron electrode
图3 铁电极作用砷含量变化

从图 3 中可看出，铁电极对砷的作用明显，并且电压与样品中的砷含量成反比。在 10V 时，由于砷酸根在电场作用下定向移动在正极富集，而铁离子未被电离出，所以样品值大于原样值中。在电压较高时，红棕色絮状沉淀出现（见图 2），铁离子对砷起作用，致使样品中的砷浓度降低。在两块极板作用下，40V 时的除砷率为 76.5%。颜色越深除砷效果越好。

3.2 铝电极作用

用铝电极作用时，正极极板附近出现少许白色絮状沉淀，且沉淀向上浮（见图 4）。在不同电压作用下铝电极对砷的处理效果，（见图 5）：

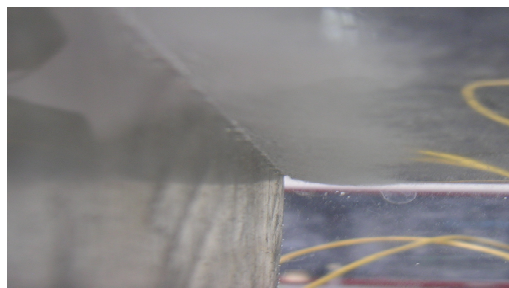


Figure 4. Aluminum electrode phenomenography
图5 铝电极作用现象图

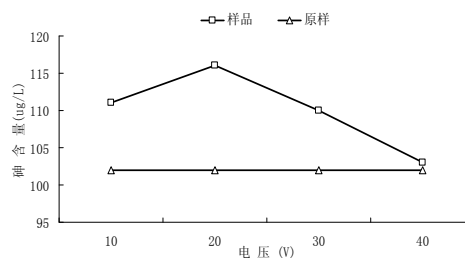


Figure 5. The arsenic changed on the role of aluminum electrode
图5 铝电极作用砷含量变化

由图 5 可看出, 经过铝电极作用后样品的砷含量比原样要高, 说明在 $\text{pH}=8.5\sim 9.0$ 的较低砷浓度水中, 电场强度 $<2.7\text{V}/\text{cm}$, 作用时间 1min 时, 铝电极对砷作用效果不明显。而此时大量砷酸根离子聚集在正极板, 在正极管取水情况下使样品中的砷含量都超过原样中的砷含量数值。在 40V 时砷含量值与原样接近, 说明有一小部分砷酸根被去除。

3.3 铜电极作用

铜对砷有较强的亲和性, 用铜电极作用时, 正极板附近出现淡蓝色沉淀, 时间越长絮状沉淀越多颜色越深 (见图 6)。在不同电压作用下铜电极对砷的处理效果, (见图 7)。

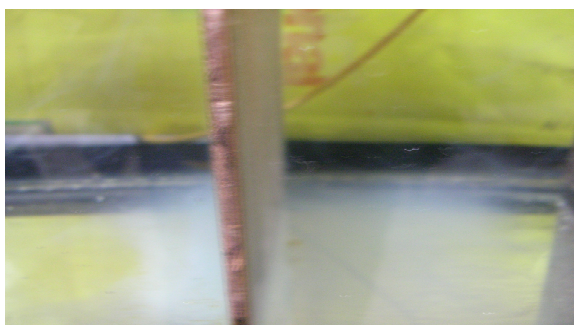


Figure 6. Copper electrode phenomenography
图6 铜电极作用现象图

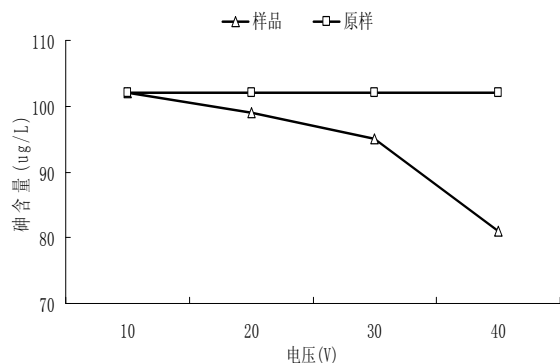


Figure 7. The arsenic changed on the role of copper electrode
图7 铜电极作用砷含量变化

由图 7 看出, 在电场强度 $<2.7\text{V}/\text{cm}$ 的情况下, 铜电极对砷的作用不大, 随总体呈下降趋势, 但在 40V 时除砷率也不到 20%。由于铜的电离能大于铁、铝, 所以在相同条件下电离出的铜离子少, 而使砷含量高于铁电极的作用。作用中形成的氢氧化铜蓝色沉淀虽最后沉入水底但比较柔软。

3.4 对比

由图 3、图 5、图 7 中的变化可以做出对比效果图, (见图 8) :

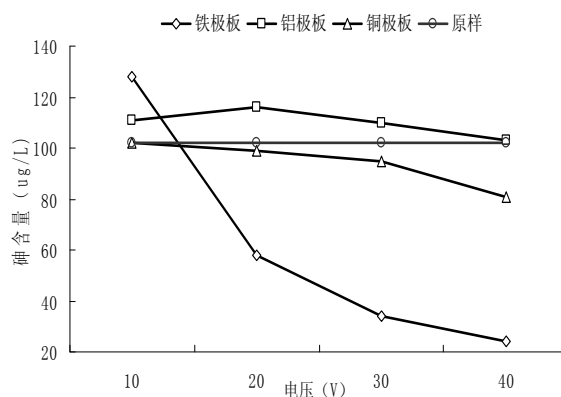


Figure 8. Comparing the effect of arsenic under plates of different materials

图8 不同材料极板对砷的作用效果对比

从图中的比较线可以清晰的看出, 对阳宗海砷污染水体 ($\text{pH}=8.5\sim 9.0$), 在三种不同材料电极的作用下, 10V 时铁电极对砷的作用效果最差, 但可以得出: 砷酸根离子在电场作用下产生定向运动而富集在正极板上。在 40V 时, 铁表现出了好的作用效果, 铜电极在直流电压较高时对砷有一定的作用, 而铝电极的吸附效果很小。

4 结论

在云阳宗海砷污染治理的大背景下, 电场法旨在摸索出一种安全环保、无污染、低碳高效、方便易行的除砷方法。在适当的电场参数作用下, 水中的砷含量大幅度降低。由以上的分析可以有结论:

1. 从动力学的角度看, 电场法对水中砷的作用是一快速的反应过程, 在电场强度一定, 水中砷含量在很短时间 ($<1\text{min}$) 内就显示出明显的去除效应。

2. 不同材料的电极极板水中砷的去除都表现出了很好的线性关系: 在作用时间相同的情况下, 电压越高, 砷的去除效果越好。

3. 在弱碱性的砷污染水中, 在相同的电场参数下, 不同材料的电极极板对砷的作用效果: 铁电极 $>$ 铜电极 $>$ 铝电极。

上述研究成果为下一步更加深入的进行除砷的研究奠定了重要的实验基础, 具有非常现实的指导作用。

References (参考文献)

- [1] Liu Qiaoling, The Study of Arsenic Remove in Drinking Water [J], Building Materials and Decorations, 2009,10(58):P132-133.
刘巧玲, 饮用水除砷处理方法研 [J]. 建筑建材装饰, 2009, 10 (58), P132-133.
- [2] Zhang Xuehong, Zhu Yijun, Liu Huili, Environmental Chemistry of Arsenic Process [M], Beijing: Science Press, 2009.
张学洪, 朱义军, 刘辉利. 砷的环境化学作用过程研究 [M]. 北京: 科学出版社, 2009.
- [3] Li Li, Wang Yeyao, Meng Fansheng, Review on the Removal of Arsenic in Drinking Water [J], Sichuan Environment, 2008, 27(1), P87-90.
李莉, 王业耀, 孟凡生. 饮用水中砷去除技术综述 [J]. 四川环境, 2008, 27 (1) : 87-90
- [4] Shang Ping, Sun Encheng etc, Advances in the Treatment of Arsenic Pollution by Environmental Mineral Materials [J], Acta Petrologica et Mineralogica, 2008, 27(3): P232-24.
商平, 孙恩呈等. 环境矿物材料处理砷 (As) 污染水的研究进展 [J]. 岩石矿物学杂志, 2008, 27(3): P232-24.
- [5] Ramesh A, Hasegawa H, Maki T et al. Adsorption of inorganic and organic arsenic from aqueous solutions by polymeric Al/Fe modified mintmorillonite. Separation and Purification Technology, 2007, 56(1): P90-100.
- [6] Chen H M, Lei J, Wang D M. reducing dissolution of MnO₂ nano-fibers by doping with ferric iron. Science and Technology of Advanced Materials, 2007, 8(1-2): 63-66.
- [7] Wang Qiang, Pu Jinchun etc, Characteristics of isothermal adsorption and desorption, and oxidation of As (III) ion on a hematite surface [J]. Acta Scientiae Circumstantiae, 2008, 28(8): P1612-1617.
王强, 卜锦春等. 赤铁矿对砷的吸附解吸及氧化特征 [J]. 环境科学学报, 2008, 28(8): P1612-1617.
- [8] Liang Meina, Zhu Yinian, Liu Hailing etc, Absorption of Arsenic by Ferric Hydroxide [J], Technology of Water Treatment, 2006, 32(7): P32-35.
梁美娜, 朱义年, 刘海玲等. 氢氧化铁对砷的处理研究 [J]. 水处理技术, 2006, 32(7): P32-35.
- [9] Wu Rongcheng, Qu Jiuhui, Wu Chengqiang, Arsenic Adsorption by Magnetic Adsorbent CuFe₂O₄ [J], Chinese Journal of Environmental Science, 2003, 24(5): P60-64.
武荣成, 曲久辉, 吴成强. 磁性吸附材料 CuFe₂O₄ 吸附砷的性能 [J]. 环境科学, 2003, 24(5): P60-64.
- [10] Song Yuliang, Copper Ferrite Nanoparticles by Hydrothermal Synthesis and Catalytic Properties of Adsorption [D], Southwest University of Science and Technology, 2008.
宋玉亮. 纳米铁酸铜的水热合成及其吸附催化性能研究 [硕士研究生毕业论文]. 西南科技大学, 2008.
- [11] Synthesis and Catalytic Properties of Adsorption [D], Southwest University of Science and Technology, 2008.