

# 粉末状沸石去除微污染水中氨氮的研究

同济大学环境科学与工程学院 王晓颖 金伟 陈艳 范瑾初

**摘要** 为改善水质,该文研究和探讨了活化粉末沸石作为水处理药剂,用于去除水中的氨氮。试验结果表明:活化粉末沸石去除水中氨氮的效果与投加量、吸附时间、pH、温度以及有机物等影响因素有关。

**关键词:** 粉末沸石 微污染原水 氨氮 水处理

## 前言

由于水源水受到污染,溶解性有机物、氨氮浓度升高,常规水处理工艺很难使水质达到饮用水标准。为解决水质问题,国内外出现了多种多样的预处理和深度处理技术,其中强化常规处理也是重要方法之一。粉末沸石作为强化常规处理的一种药剂,具有应用灵活的特点,适用于水质季节性变化的水厂,也可用于污水处理

沸石是一种良好的离子交换介质,它是一族架状构造含水铝硅酸盐矿物。具有(Si+Al):格架=1:2和可逆地脱水的特征。天然沸石的种类较多,目前发现的沸石矿物已有30多种。沸石中含有Na、Ca、Sr、Ba、K、Mg等金属离子。这些离子都是有运动自由;在一定限度内,能可逆地进行离子交换。天然沸石中的Si/Al比及阳离子都是变化的,一般化学通式为 $(Na, K)_x(Mg, Ca, Sr, RBa)_y(Al_x + 2ySi_{n-(x+2y)}O_{2n})_m \cdot H_2O$ ,沸石的(Si, Al)O<sub>4</sub>四面体组成的格架构造是开放性较大的构造,具有很多的空洞和孔道。在这些空洞和孔道中占据有阳离子和水分子,格架中阳离子和格架的联系较弱。晶穴体积约为总体积的40%~50%,独特的晶体结构使其具有大量均匀的微孔。其微孔与一般物质的分子大小相当,由此形成了分子筛的选择吸附特性。沸石具有很大的比表面积,仅次于活性炭,但与活性炭相比,沸石是一种天然廉价的物质。

## 1 试验材料及试验方法

### 1.1 试验材料

沸石采用浙江某地的丝光沸石,经研磨筛分后

为200目的颗粒,采用经NaCl活化后的粉末沸石作为实验材料。

### 1.2 试验方法和检测方法

#### 1.2.1 试验方法

采用蒸馏水配制模拟微污染原水氨氮进行搅拌试验。

采用六联搅拌机进行静态搅拌,转速 $r = 200$  r/min,转10min,接着 $r = 120$  r/min,转20min,静置10min后采用 $0.45\mu\text{m}$ 的膜过滤后测定水质指标。

#### 1.2.2 分析指标及方法

氨氮:采用纳氏试剂光度法

UV<sub>254</sub>:采用紫外分光光度法(波长254nm)的吸光值

## 2 试验结果与讨论

### 2.1 粉末沸石投加量的确定

本试验研究为寻求活化沸石投加量对氨氮的处理效果,采用人工配制的含氨氮的待处理溶液(氨氮2.14mg/L)进行单因子试验,以确定沸石投加量。沸石投加量对氨氮去除效果的影响见表1和图1。

表1 活化后丝光沸石投加量与氨氮去除效果

投加量 (mg)	0	30	60	80	100	120	170	200	250	300
出水浓度 (mg/L)	2.14	1.85	1.63	1.38	1.31	1.29	1.04	0.96	0.86	0.57
去除率 (%)	0	13.6	23.8	35.5	38.8	39.7	51.4	55.1	59.8	73.4
投加量 (mg)	400	600	800	1000	1200	1400	1500	1600	2000	
出水浓度 (mg/L)	0.65	0.32	0.34	0.28	0.22	0.25	0.30	0.30	0.31	
去除率 (%)	69.6	85.0	84.1	86.9	89.7	88.3	86.0	86.0	85.5	

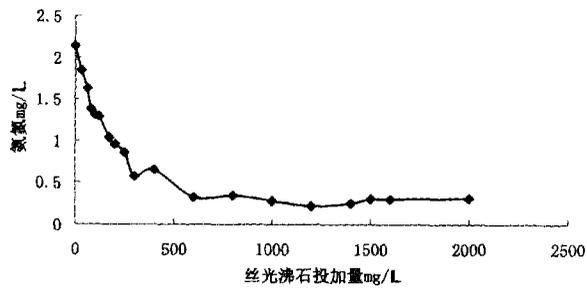


图1 活化沸石粉末投加量对氨氮去除效果的影响

由表1和图1可知,氨氮的去除率随粉末沸石投加量的增加而增加,特别是粉末沸石投加量在300mg/L以下时,随着沸石量的增加,氨氮去除效果提高很快,随后尽管粉末沸石投加量大幅度增加,氨氮的去除效果提高有限。因此,沸石投加量应控制在300mg/L以下。

### 2.2 沸石粉末吸附氨氮的速度

选定粉末沸石的投加量为270mg/L时,考察粉末沸石吸附时间对氨氮处理的影响,同样采用蒸馏水配制待处理溶液,搅拌180min,测定过滤液的氨氮。实验数据见表2和图2。

表2 活化沸石搅拌时间与氨氮去除率

搅拌时间(min)	0	1	3	4	5	7	9	10
出水浓度(mg/L)	2.14	1.09	0.95	0.95	0.90	0.80	0.73	0.70
去除率(%)	0	49.1	55.6	55.6	57.9	62.6	65.9	67.3
搅拌时间(min)	15	20	25	30	60	90	120	180
出水浓度(mg/L)	0.70	0.71	0.71	0.67	0.59	0.66	0.64	0.60
去除率(%)	67.3	66.8	66.8	68.7	72.4	69.2	68.6	72.0

投加量270mg/L

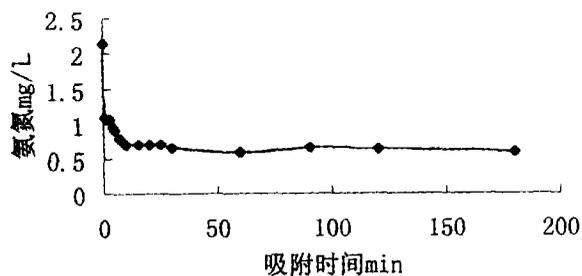


图2 活化粉末沸石吸附时间对氨氮处理效果的影响

由表2和图2的可知,在沸石投加量为270mg/L的条件下,吸附时间在5min时已经达到饱和容量的吸附容量80%左右(吸附5min时氨氮的去除率接近60%,而吸附180min时氨氮的去除率仅为72%),因此在应用粉末沸石去除氨氮时,从经济方面考虑,吸附时间可以控制在5min左右。

### 2.3 pH值对沸石去除氨氮的影响

pH值对水处理效果有影响。在粉末沸石投加量为270mg/L,搅拌时间为5min的情况下,调节待处理水的pH值以考察其对氨氮去除效果的影响,实验结果见表3和图3。

表3 pH值对沸石去除氨氮的影响(25℃)

pH	3	4	5	7	9	11
出水浓度(mg/L)	0.83	0.73	0.75	0.76	0.80	1.30
去除率(%)	57.7	62.8	61.7	61.2	59.2	33.7

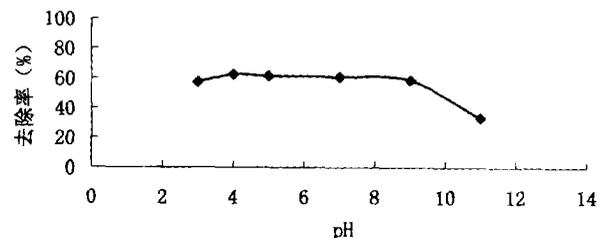


图3 pH值对沸石去除氨氮的影响

由图3可知,在pH值偏碱性时,氨氮去除率有较为明显的下降,说明粉末沸石与氨氮在离子交换过程中,沸石主要交换带正电荷的 $\text{NH}_4^+$ 离子。因为水的pH值偏碱性时, $\text{OH}^-$ 与 $\text{NH}_4^+$ 离子发生中和反应,降低了 $\text{NH}_4^+$ 离子的浓度,导致去除率下降。

### 2.4 温度对氨氮去除效果的影响

温度对沸石去除氨氮有较大影响。据文献报导,在其他条件相同的情况下,环境温度由25℃降为10℃时,沸石对氨氮的去除率降低了近75%。但在本试验中,温度由25℃降为15℃时,沸石对氨氮的去除率降低了近23%。

### 2.5 水中有机物对氨氮去除效果的影响

为探索水中有机物对沸石去除氨氮的影响,采用黄浦江原水做试验。粉末沸石的投加模拟水厂混凝剂投加,投加量为270mg/L,同时投加2mL

# 地下水除砷技术

长沙市自来水公司 熊 艳 邱振华摘编

**摘要** 地下水中可能含有较高浓度的砷。以阿尔伯克基(Albuquerque)市为例,对比研究了三种除砷处理工艺。结果表明,氢氧化铁混凝后微滤处理最为经济。

**关键词:** 饮用水 地下水 除砷

## 1 前言

砷是一种有毒元素,其化合物有三价和五价两种,三价砷的毒性更大。砷可能由于工业排放或使用杀虫剂而污染水体,并通过呼吸道、食物或皮肤接触进入人体,在肝、肾、骨骼、毛发等器官或组织内蓄积,破坏消化系统和神经系统,而且具有致癌作用。

1974年,美国国家环保局(USEPA)将饮用水中砷的含量暂定为 $50\mu\text{g/L}$ 。然而,随着毒性资料的积累,更多人意识到,砷的危害可能低估了,有

必要提高砷的安全标准,将砷的致病、致癌风险控制可在可接受的低水平。目前仍缺乏足够数据确定合理的砷最高允许含量,预期在 $2\sim 20\mu\text{g/L}$ 范围内设定。

地表水的砷含量相对安全,很少有地表水源的砷含量超过 $5\mu\text{g/L}$ ,但地下水的砷含量有可能达到较高水平,其分布与地理环境有关。部分使用地下水的水厂必须采取适当的处理工艺除去水中过高含量的砷。

美国新墨西哥州的阿尔伯克基市大型水处理厂全部使用地下水源,92口水井为全市46万多

$2\text{M Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,搅拌30min,静置10min,过滤液再测定氨氮和 $\text{UV}_{254}$ 。原水 $\text{UV}_{254}$ 为0.117,氨氮浓度: $2.14\text{mg/L}$ (实验中补充调配以强化对比),实验数据见表4。

**表4 活化沸石吸附氨氮和有机物效果**

项 目		未投加沸石	活化沸石
氨氮	出水浓度(mg/L)	2.12	1.50
	去除率(%)	1.0%	29.9%
$\text{UV}_{254}$	出水值	0.105	0.097
	去除率(%)	10.2%	17.1%

从试验结果可以看出,混凝剂对于水中的氨氮几乎无去除效果。粉末沸石虽对氨氮有去除效果,但水中存在有机物时,对氨氮去除效果比配水实验中氨氮去除效果要差很多,去除率下降约35%,说明有机物对氨氮去除干扰很大,有待进一

步研究。

## 3 结论

① 沸石去除水中氨氮的效果随投加量的增加而提高,但从技术经济方面考虑,存在一个最佳投加量范围。当沸石投加量超过最佳投加量时,再增加沸石量,氨氮的去除率增加有限。沸石投加量应根据原水水质通过实验确定。

② 沸石吸附水中氨氮的速度很快,一般在5min左右,即可达饱和吸附容量的80%左右。

③ 水的pH值对沸石去除氨氮效果有影响。pH值高时,氨氮去除率下降。反之亦然。

④ 水温对沸石去除氨氮效果有影响。水温高时,氨氮去除率较高,反之较低。

⑤ 水中有机物会干扰沸石去除氨氮的效果,即水中存在有机物时,沸石吸附氨氮效果降低。

★

## Abstracts of Main Contents

**(1) Development Prospect for Shanghai's Urban Transport** ..... Gong Huihui

The guiding principle and general objective of Shanghai's urban transport development as well as the development prospect of passenger transport, freight transport and static transport are expounded.

**(8) Trial-manufacture and Running Tests of Homemade Metro Car Wheels** ..... Shu Qiping

The causes of making metro car wheels at home, trial-manufacture processes at Maanshan Steel Co., the assembly work of the wheels and their running tests for more than 1 year are reported.

**(10) Suburban Railways and the Development of Large Cities** ..... Yang Zhigang *et al.*

The development trend of large cities, the guiding role of suburban railways in the trend and several important problems needing attention in the development of suburban railways are discussed.

**(15) Design of Water Repurification System in Buildings** ..... Li Cong

The determination of water consumption, process flow, pipe material selection, operation management, etc. of water repurification system for buildings are introduced.

**(20) Removal of NH<sub>3</sub>-N in Micropolluted Water with Powdered Zeolite** .....

..... Wang Xiaoying *et al.*

The effect of removal of ammonia nitrogen in water with activated powdered zeolite depends upon the dosage, adsorption time, pH value, temperature, organic matters, etc..

**(22) Arsenic Removal Technique for Groundwater** ..... Xiong Yan *et al.*

Three possible ways to remove As from Albuquerque's groundwater in US are discussed.

**(30) Factors Affecting the Precision of Gas Orifice Plate Flowmeter & Remedial Measures** ...

..... Du Yongbao

The precision of gas orifice plate flowmeter is affected by the gas density(constitution), water content, impurities, the secondary meters' error, etc.. Corresponding remedial measures are proposed.

**(35) Research on the Pipeline Under-pressure Connector and Its Power Equipment** .....

..... Zhao Hongzhi *et al.*

The existing gas pipeline under-pressure connection technology, argumentation about a new design of the adopted technology, and the application and operation of this new tapping tool are narrated.

**(38) GPS and Transit** ..... Zheng Zuqing

How does GPS work, GPS and transit, the Ann Arbor example, AATA's advanced operating system, its benefits to vehicle maintenance, selling the employees and continued passenger growth are reported.

**(41) Poisonous Legacy Left Behind by MGPs in USA** ..... Yuan Cheng

Some chemicals in coal tar that are found nowadays to be carcinogens and had been buried under the surface by MGPs in US for decades are triggering costly and complicated cleanups.