

# 氢氧化铝-氢氧化铁复合吸附剂 对海水吸铀量的研究\*

牟肇翠 刘兴俊  
(中国科学院海洋研究所, 青岛)

## 提 要

本文研究了制备  $\text{Al}(\text{OH})_3\text{-Fe}(\text{OH})_3$  复合吸附剂的最佳条件, 在常温和一定浓度下吸附剂沉淀终点 pH 值的选择, 以及在同样条件下纯  $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、纯  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  与  $\text{Al}(\text{OH})_3\text{-Fe}(\text{OH})_3$  复合吸附剂对海水中吸铀量的比较。这种吸附剂的吸铀量已达到  $459 \mu\text{g/g}$ , 接近同样条件 (40—60 目通海水 15 天) 下, 以  $\text{TiCl}_4$  为原料制得的  $\text{TiO}_2$  吸附剂的最高吸附量。

目前沿海国家研究海水提铀, 用无机吸附剂的比较多, 其中普遍认为钛胶或钛复合吸附剂是有前途的。用氢氧化铝及其复合吸附剂提铀, 国内外也有报道, 如日本报道了氢氧化铝-活性炭复合吸附剂的研究。关于氢氧化铝-氢氧化铁复合吸附剂的研究, 则很少详细报道。

根据我们对氢氧化铝-氢氧化铁复合吸附剂的研究, 最高吸附量达到  $459 \mu\text{g/g}$ , 接近国内同样条件下 (40—60 目通海水 15 天), 以  $\text{TiCl}_4$  为原料制得的氧化钛的最高吸附量  $460 \mu\text{g/g}$ 。

铝、铁这类物质具有原料丰富、成本低、不污染海洋等优点, 是一种很有希望的吸附剂。本文对氢氧化铝-氢氧化铁复合吸附剂的沉淀条件、复合量的比例、复合物质的种类等及其与吸铀量关系的研究情况作一介绍。

## 一、实验步骤

配制 0.5M 铝盐溶液, 按实验所需之量加入欲与铝复合之物质 (复合物预先配成 0.5 M), 再用 5% 的氨水在搅拌下进行复合沉淀, 沉淀终点的 pH 值可按需选择。将沉淀放置数小时后, 抽气过滤, 再放入  $120^\circ\text{C}$  烘箱中烘干, 置干燥器中冷却到室温, 然后磨碎, 筛分, 取粒度为 40—60 目颗粒的物质即为所需的复合吸附剂。在工业天平上称取 2g 复合吸附剂, 装入长 60cm, 直径 2cm 的玻璃管中 (玻璃管下端用泡沫塑料堵塞, 使通水良好但吸附剂不致漏掉), 逆流通海水 15 天, 调整海水流速为 60—100 ml/min, 同时记录海水

\* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 1097 号。承蒙本所纪明侯研究员、顾宏堪副研究员审阅并提出宝贵意见, 李和平、张经磊对本工作热忱支持, 谨此致谢。

收稿日期: 1982 年 10 月 20 日。

1) 上海市环境化学研究所一室, 钛吸附剂的研究。海水提铀 1978 年会议资料选编。

温度。将通完海水 15 天的吸附剂下柱,去掉泥沙及杂质后烘干,在烘箱中(120℃)烘至恒重,取 0.2 g 用铀试剂 III 方法进行分析,用 72 型分光光度计比色,记下光密度,从标准曲线上查出吸铀量,再换算成  $\mu\text{g/g}$  干剂。

## 二、实验结果与讨论

### 1. 沉淀终点最佳条件的 pH 值与吸铀量的关系

按上法制备 pH 分别为 5,6,7,8,9,10,11 复合量相同的铝-铁复合吸附剂,在海水温度不同的季节分别通海水 15 天,分析结果见图 1。

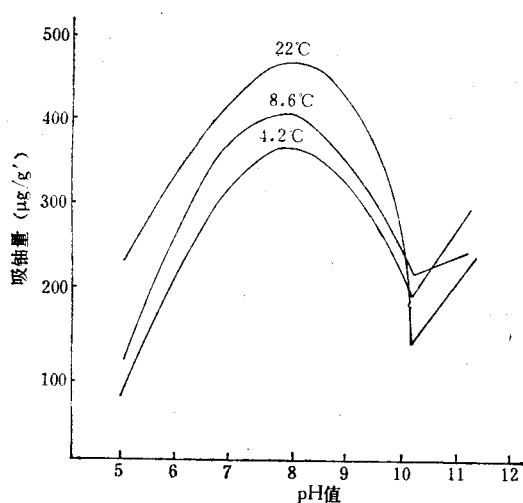


图 1 吸附曲线

从图 1 可以看出: (1) pH 值从 5 至 8 制备的吸附剂,在同一温度下吸铀量逐渐上升,而 pH 值从 8 至 10 时吸铀量逐渐下降,pH 值等于 8 的吸附剂吸铀量最高(以下所制得的吸附剂、沉淀终点的 pH 值都为 8);(2)从吸附曲线又可以看出,当海水温度(通海水 15 天的平均温度)为 4.2℃ 时的吸附曲线最低,22℃ 时最高,说明海水温度越高,铝-铁复合吸附剂的吸铀量也越高;(3)不同温度的三条吸附曲线,在 pH 值等于 11 时吸附量都突然上升,因此不能认为吸附沉淀终点的 pH 值越大、吸附量越小。

### 2. 吸附剂复合比与吸附量的关系

复合比对研究复合吸附剂是重要的。按上法制备一组铁盐复合比不同的铝-铁复合吸附剂,其中一份为不加入铁盐的纯铝盐吸附剂,另一份不加入铝盐为纯铁盐吸附剂,将以上吸附剂同时分别通海水 15 天后,分析结果见表 1。

表 1 复合比与吸铀量的关系

复合比		吸铀量 ( $\mu\text{g/g}$ )	
铝盐(M)	铁盐(M)	4.2℃	8.6℃
0.25	0.01	212	205
0.25	0.02	242	242
0.25	0.05	228	329
0.25	0.1	219	261
0.25	0	200	200
0	0.2	0	4

从表 1 可见:

(1) 铝盐与铁盐复合比为 5:1 到 10:1 的吸附剂的吸铀量最高;(2)纯氢氧化铝作吸附剂吸铀量为 200  $\mu\text{g/g}$ ,低于铝-铁复合剂的吸铀量;(3)纯氢氧化铁作吸附剂,吸铀量为零。

以上结果说明氢氧化铝-氢氧化铁复合后能促使氢氧化铝的吸铀量增加,氢氧化铁本身不吸附铀,但与铝盐复合后,起着助吸附作用。

将纯氢氧化铝和纯氢氧化铁各取 1g 混合装柱(粒度仍为 40—60 目)通海水 15 天后,分析结果为  $78\mu\text{g/g}$ ,说明纯氢氧化铁不能促使纯氢氧化铝吸附更多的铀。由此更进一步证明,复合吸附剂不是机械的混合物,复合的过程,就是新吸附剂产生的过程。另外也说明在海水提铀中,外加纯物质帮助铝吸附更多铀的作法是徒劳的。

### 3. 复合物质的筛选

为了提高氢氧化铝的吸附量,筛选出最佳的复合物质是很关键的。不同复合物质与吸铀量之间的关系见表 2。

表 2 单一物质作复合物与吸铀量关系  
(通海水 15 天,水温  $2.4^{\circ}\text{C}$ )

吸 附 剂	复 合 物	吸铀量 ( $\mu\text{g/g}$ )
铝 盐	$\text{FeSO}_4$	285
铝 盐	$\text{FeSO}_4$	250
铝 盐	$\text{FeSO}_4$	264
铝 盐	$(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$	278
铝 盐	$(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$	241
铝 盐	$(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$	256
铝 盐	$\text{MnSO}_4$	395
铝 盐	$\text{MnSO}_4$	415
铝 盐	$\text{MnSO}_4$	417
铝 盐	$\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$	363
铝 盐	$\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$	325

从表 2 看出,单一物质作为复合物,以锰盐最好,最高吸铀量可达到  $417\mu\text{g/g}$ ,高铁盐最高吸铀量可达到  $363\mu\text{g/g}$ ,都超过了预定指标 ( $300\mu\text{g/g}$ )。

表 3 两种物质同时与铝盐复合  
(通海水 15 天,水温  $24^{\circ}\text{C}$ )

编 号	吸 附 剂	复 合 物	吸铀量 ( $\mu\text{g/g}$ )
81021	铝	铁锌	453.5
81025	铝	铁锌	434
81023	铝	铁锌	343
81022	铝	铁锌	321
81054	铝	铁锰	459
81053	铝	铁锰	448
81052	铝	铁锰	360
81051	铝	铁锰	352

表 3 与表 2 比较,证明两种物质同时作为复合物比单一物质作为复合物的吸铀量普遍增高,最高可达  $459\mu\text{g/g}$ ,两种物质同时作复合物又以铁、锰同时作复合物为好,铁、锌次之。

表 4 为加入第三种物质同时复合,其结果与表 3 比较(同一批通海水,同一批分析)吸

铀量大大的降低,说明在制备复合吸附剂中,复合物质的种类不是越多越好。物质种类多了,相互间的牵制作用也会增加,可能会抵消吸附剂吸铀的性能。若能将有牵制作用又影响吸铀性能的物质去掉,而将相互牵制作用小又能促使吸铀量增加的物质选进来,逐步改进和提高吸附剂的性能,复合吸附剂是很有希望的。

表 4 多种物质与铝盐复合

编 号	吸 附 剂	复 合 物	吸铀量( $\mu\text{g/g}$ )
81042	铝	铁铀 Bi	290
81043	铝	铁铀 Mn	279
81044	铝	铁铀 Cr	242
81045	铝	铁铀 Cu	306
81046	铝	铁铀 Mg	324
81047	铝	铁铀 Co	270

几年来,通过对氢氧化铝-氢氧化铁复合吸附剂的研究,吸附量达到以  $\text{TiCl}_4$  为原料制得的水合氧化钛的最高吸铀量 ( $459 \mu\text{g/g}$ )。该吸附剂的缺点是机械强度差,若进一步改进复合物质的种类、复合条件、及其复合比,这一缺点是可以克服的。

## 参 考 文 献

- [1] 陈松、廖文卓, 1980。水合氧化钛的结构及其在海水中的提铀性能。海洋学报 3: 57—66。  
 [2] 蔡水源、庄明江, 1981。AHP 树脂水相成型及吸铀机理的探讨。海洋学报 3: 86—96。  
 [3] 项其祥、闵蔚宗, 1981。海水中微量铀的测定。环境科学 4: 39—41。  
 [4] 菅坡和彦, 1982。海水からラン採取用吸着剤の展望。日本海水学会誌 3: 317—325。

## APPLICATION OF THE COMPLEX ADSORBENT $\text{Al}(\text{OH})_3\text{-Fe}(\text{OH})_3$ TO THE URANIUM EXTRACTION FROM SEA WATER\*

Mu Zhaohui and Liu Xingjun

(Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao)

## ABSTRACT

$\text{Al}(\text{OH})_3\text{-Fe}(\text{OH})_3$  is a promising adsorbent in uranium extraction from sea water for its rich resource, low cost and pollution free characteristics.

Uranium loading of the said adsorbent can be up to  $459 \mu\text{g/g}$ , approximating to the upper loading of  $\text{TiO}_2$  adsorbent ( $460 \mu\text{g/g}$ ) under the same condition (40—60 mesh under constant flow of sea water).

The author has studied the optimal conditions for the preparation of  $\text{Al}(\text{OH})_3\text{-Fe}(\text{OH})_3$ , the appropriate pH at the completion of the precipitation under the room temperature and certain concentration. Comparison of  $\text{Al}(\text{OH})_3\text{-Fe}(\text{OH})_3$  with pure  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  was made under the similar condition.

\*Contribution No. 1096 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.