

Experimental Study on Treating the Radioactive Waste Water by Ion Exchange

Bin Yang, Ruoxia Ma, Guojing Xu, Yanghua Xu

Chongqing Science and Branch, SPIC Yuanda Environmental-Protection Engineering CO. LTD.,
Chongqing
Email: 272046954@qq.com

Received: Aug. 21st, 2017; accepted: Sep. 4th, 2017; published: Sep. 11th, 2017

Abstract

This paper designed a set of ion exchange experiment pilot device (1 zeolite + 4 resin) base on the research and experiment. The device's ability to treat simulate non-radioactive wastewater (including strontium, cesium and cobalt) is verified, and the experimental results show that decontamination factor of ion exchange device was 10^4 to process strontium, cesium and cobalt.

Keywords

Radioactive Liquid Waste, Ion Exchange, Decontamination Factor

离子交换处理放射性废水的实验研究

杨彬, 马若霞, 许国静, 徐杨华

国家电投集团远达环保工程有限公司重庆科技分公司, 重庆
Email: 272046954@qq.com

收稿日期: 2017年8月21日; 录用日期: 2017年9月4日; 发布日期: 2017年9月11日

摘要

本文在前期调研和实验基础上, 设计了一套离子交换中试实验装置(1级沸石 + 4级树脂), 并试验了该装置对模拟非放废水(含锶、铯、钴)的处理效果, 实验结果表明, 该离子交换中试实验装置对锶、铯、钴有较好的去除效果, 去污因子达到 10^4 。

关键词

放射性废水, 离子交换, 去污因子

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

核电站产生的低水平放射性废水的产量巨大(主要核素包括锶、铯、钴等),必须进行妥善的净化处理,以满足国家越来越严格的排放要求。我国正在运行的核电站基本都是滨海核电站,利用海洋的巨大稀释能力,可将核电站液态流出物对环境的影响尽可能的降低。但对内陆核电项目,由于相对滨海厂址其周边受纳水体的局限性和水环境影响敏感性,对内陆核电的放射性液态流出物的排放提出了更高的要求。因此我国《核电厂放射性液态流出物排放技术要求》(GB 14587-2011)和《核动力厂环境辐射防护规定》(GB 6249-2011)中[1],核电站的放射性液态流出物的排放要求——滨海厂址的核电站,槽式排放出口处的放射性流出物中除 H-3 和 C-14 外其他放射性核素浓度不应超过 1000 Bq/L,而对于内陆厂址,此数值相应为 100 Bq/L (除 H-3 和 C-14 外)。要达到此新标准的要求,需要对放射性废水尤其是对内陆核电站所产生废水进行深度处理,放射性废水处理技术要求相应提高。

国内在役核电站的废水处理工艺主要为蒸发和离子交换。蒸发处理对绝大多数废水有良好的适应性,但它能量消耗大、占地大。离子交换技术是非热能处理技术,占空间少,操作灵活,广泛应用于核工业的放射性废水处理中。自我国首座核电厂投入运行以来,离子交换技术在二代加、三代核电(各种堆型)的放射性废水净化处理中都得到了应用[2] [3]。

本文通过前期调研和选取离子交换材料的实验结果,选择 4A 沸石和罗门哈斯树脂作为处理锶、铯、钴的离子交换材料[4] [5],设计了一套离子交换中试试验装置,并试验了该装置对模拟废水(含锶、铯、钴)的处理效果。

2. 模拟废水配置

放射性废水是指核电厂、核燃料循环以及放射性同位素生产、应用过程中产生的带有放射性污染或活化核素的各种废水。不同废水所含放射性核素的种类和活度浓度、酸碱度、常规化学组分等差异很大。核电站的放射性废水中,主要核素包括 Co、Cs、Sr 等。

本实验用去离子水配制含硝酸锶($\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$)、硝酸铯(CsNO_3)、硝酸钴($\text{Co}(\text{NO}_3)_2$)的模拟废水 2 m^3 ,模拟非放废水含有硝酸锶($\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$)、硝酸铯(CsNO_3)、硝酸钴($\text{Co}(\text{NO}_3)_2$)各 10 mg/L。每次试验前均取原水样分析检测。

3. 试验装置及方法

离子交换处理流程图如图 1 所示,主要包括供水单元、离子交换单元、过滤器吸附单元等。供水单元:由废水配水罐、循环水泵、液位计等组成,完成废水配制、原水供料任务。离子交换单元:由进料泵、流量计、压力表、沸石吸附单元(1 级 4A 沸石)、树脂吸附单元(4 级罗门哈斯树脂)组成,去除离子态的核素。过滤吸附单元:由 1 级丝网过滤器组成,用于去除废水中的悬浮物及有机物。

离子交换中试试验装置如图 2 所示, 模拟废水通过进料泵依次经过 5 台串联的离子交换床单元(1 级 4A 沸石 + 4 级罗门哈斯树脂)和过滤器单元, 设计处理能力 200 L/h。系统稳定运行 1 小时后, 间隔一定时间在每台离子交换柱下游出口取样检测。

4. 试验结果与讨论

离子交换装置处理模拟废水的试验结果如图 3~图 5 所示。

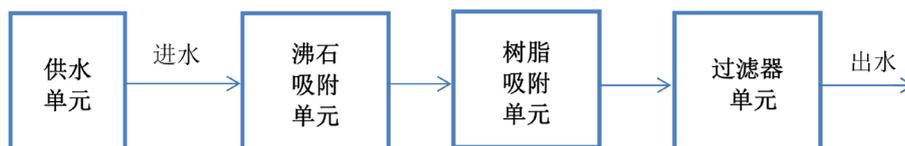


Figure 1. Flow diagram of ion exchange process

图 1. 离子交换处理流程图



Figure 2. Pilot test device of ion exchange

图 2. 离子交换中试试验装置

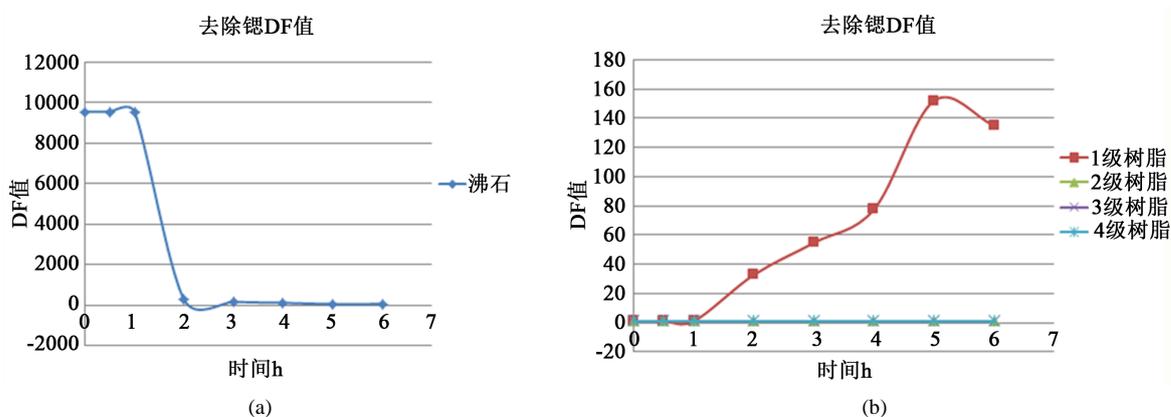


Figure 3. Experimental result of treat Sr using ion exchange device. (a) Decontamination factor of treat Sr by zeolite; (b) decontamination factor of treat Sr by resin

图 3. 离子交换装置去除锶试验结果。(a)沸石去除锶 DF 值; (b)树脂去除锶 DF 值

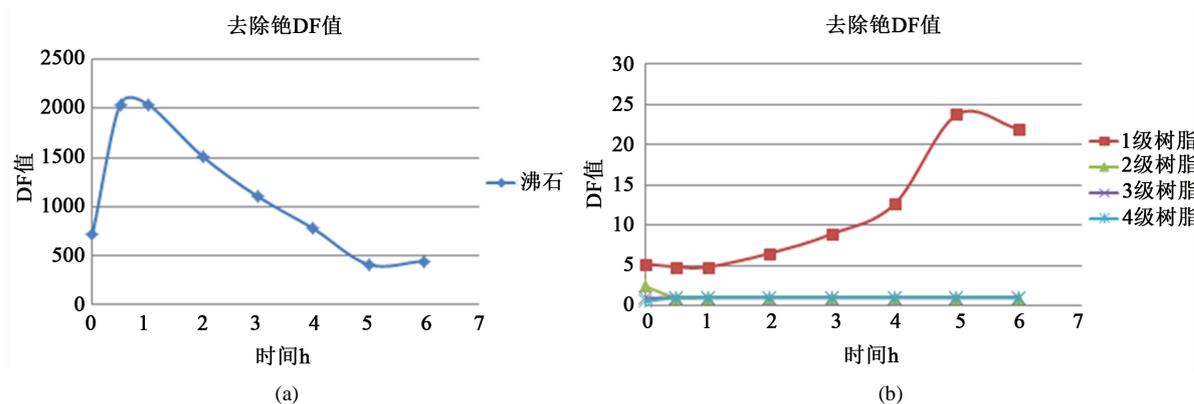


Figure 4. Experimental result of treat Cs using ion exchange device. (a) Decontamination factor of treat Cs by zeolite; (b) decontamination factor of treat Cs by resin

图 4. 离子交换装置去除铯试验结果。(a)沸石去除铯 DF 值; (b)树脂去除铯 DF 值

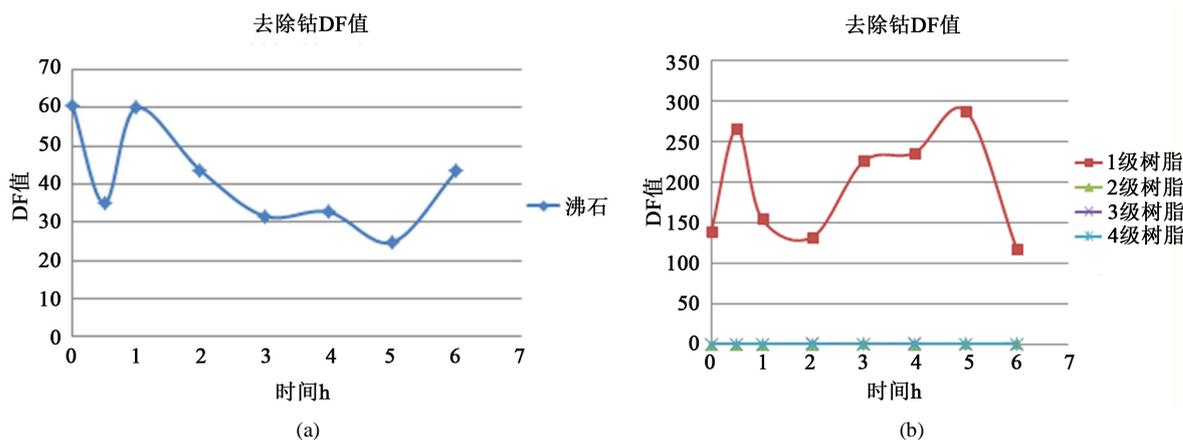


Figure 5. Experimental result of treat Co using ion exchange device. (a) Decontamination factor of treat Co by zeolite; (b) decontamination factor of treat Co by resin

图 5. 离子交换装置去除钴试验结果。(a)沸石去除钴 DF 值; (b)树脂去除钴 DF 值

如图 3 所示,离子交换装置中 4A 沸石对锶的 DF 值约为 10^4 ,但随着时间增加,4A 沸石会慢慢饱和,因此对锶的去除能力会下降。1 级树脂对锶的 DF 值随时间的增加而变大, 2~4 级树脂的出水浓度小于 $1 \mu\text{g/L}$, 均在测量仪器的检测限($1 \mu\text{g/L}$)以下。总装置对锶的 DF 值约为 10^4 。

如图 4 所示,离子交换装置中 4A 沸石对铯的 DF 值约为 10^3 ,同样随着时间增加,4A 沸石会慢慢饱和,因此对铯的去除能力会下降。1 级树脂对铯的 DF 值随时间的增加而变大, 2~4 级树脂的出水浓度小于 $1 \mu\text{g/L}$, 均在测量仪器的检测限($1 \mu\text{g/L}$)以下。总装置对铯的 DF 值约为 10^4 。

如图 5 所示,离子交换装置中 4A 沸石对钴的 DF 值约为 5×10 。1 级树脂对钴的 DF 值约为 2×10^2 , 2~4 级树脂的出水浓度小于 $1 \mu\text{g/L}$, 均在测量仪器的检测限($1 \mu\text{g/L}$)以下。总装置对钴的 DF 值约为 10^4 。在实验过程中去污因子会有波动。

5. 总结

从上述数据分析可以得出,4A 沸石对锶的处理效果最好,但随着时间的增加,4A 沸石会慢慢饱和,去除效果会变差。该离子交换中试实验装置装载 1 级 4A 沸石和 1 级罗门哈斯树脂即能对锶、铯、钴有较好的去除效果,去污因子达到 10^4 。但为了达到更好的处理效果,建议 1 级沸石后至少加两级罗门哈斯

树脂。

后续采用该离子交换装置(装载 1 级 4A 沸石和 2 级罗门哈斯树脂)对 100 mg/L 的模拟废水进行了处理,总装置对锶、铯、钴的去污因子大于 10^4 。

基金项目

2015 年集团科技项目(2015-188-CQD-KJ-X)。

参考文献 (References)

- [1] 国家环境保护部. GB6249-2011——核动力厂环境辐射防护规定[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2011.
- [2] 柳丹, 刘杰安. 离子交换树脂处理核电厂废液模拟试验研究[J]. 给水排水, 2012(增刊): 248-251.
- [3] 李福志, 孙大卫. 内陆 AP1000 核电项目低放废液排放的主要污染物及其处理技术[J]. 原子能科学技术, 2012, 46(S1): 137-141.
- [4] 方祥洪, 马若霞, 杨彬. 放射性废水的离子交换树脂处理性能研究[J]. 广东化工, 2016, 43(24): 122.
- [5] 方祥洪, 杨彬, 马若霞. 放射性废水的无机离子吸附处理性能研究[J]. 山东化工, 2017, 46(1): 129-130.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2332-7111, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: nst@hanspub.org