

High Density Polyethylene HIC Processing Technology Research

Bin Yang, Xianghong Fang, Ruoxia Ma, Qiyun Wang

Chongqing Science and Branch, CPI Yuanda Environmental-Protection Engineering CO. LTD., Chongqing
Email: bin.yang@yuandaep.com

Received: Oct. 4th, 2016; accepted: Oct. 22nd, 2016; published: Oct. 25th, 2016

Copyright © 2016 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

Abstract

This paper introduced and compared high density polyethylene HIC processing technology, the steel drum processing technology and concrete drum processing technology. High density polyethylene HIC technology had the characteristic of simple technology and produced less waste packages, and it accorded with ALARA.

Keywords

High Integrity Container, Cross-Linked Polyethylene, Radioactive Waste

高密度聚乙烯高整体容器(HIC)处理技术研究

杨彬, 方祥洪, 马若霞, 王棋赟

中电投远达环保工程有限公司, 重庆科技分公司, 重庆
Email: bin.yang@yuandaep.com

收稿日期: 2016年10月4日; 录用日期: 2016年10月22日; 发布日期: 2016年10月25日

摘要

介绍了高密度聚乙烯HIC处理工艺流程, 对比分析了钢桶处理技术、混凝土桶处理技术和高密度聚乙烯HIC处理技术。高密度聚乙烯HIC工艺简单, 产生的废物包总量少, 符合废物管理的最小化原则。

文章引用: 杨彬, 方祥洪, 马若霞, 王棋赟. 高密度聚乙烯高整体容器(HIC)处理技术研究[J]. 核科学与技术, 2016, 4(4): 99-102. <http://dx.doi.org/10.12677/nst.2016.44012>

关键词

高整体容器, 交联聚乙烯, 放射性废物

1. 引言

高整体容器(HIC)是在预期 300 年以上的使用寿命内, 能有效包容其中盛装的低、中水平放射性固体废物容器。脱水的泥浆、蒸发残渣和废树脂可用加热烘干或用真空过滤、加压过滤、离心过滤等脱水后直接装入高整体容器, 不经固化处理就可送去处置。HIC 按其材料可分为混凝土 HIC、高密度聚乙烯 HIC 和球墨铸铁 HIC [1] [2]。

混凝土容器 HIC 分为三类: 一类为带有钢衬里的混凝土容器; 另一类为聚合物浸渍混凝土容器; 第三类为钢纤维混凝土容器。在法国, 高整体性能纤维加固混凝土容器用于整备后处理厂产生的低、中水平放射性废物[3]。

球墨铸铁 HIC 主要由德国研制。可用有轻微污染的废金属熔炼制造, 不同尺寸和壁厚的容器盛装不同类型的废物, 必要时在容器内部可增设厚度不同的铅内衬。球墨铸铁 HIC 的材料综合性能接近于钢, 低、中水平放射性不会对材料的性能产生影响, 可将球墨铸铁 HIC 应用于中水平放射性废物的贮存和运输[2] [3]。

高密度聚乙烯 HIC 由交联的高密度聚乙烯材料制造, 是由美国 Energy Solutions (ES)公司针对核电产生的废物体制作的包装容器[1]。高密度聚乙烯 HIC 在美国等核技术发达国家广泛使用, 具备良好的工程应用业绩, 拥有被不断验证和改进的成熟配套设备, 特别适用于盛装、暂存和处置核电站产生的低、中水平放射性废树脂和废过滤器芯。我国阳江核电厂、海阳核电厂先后引进了高密度聚乙烯 HIC 工艺处理废树脂和废过滤器芯。本文对高密度聚乙烯 HIC 处理工艺进行了简述。

2. 高密度聚乙烯 HIC 的特性

高密度聚乙烯 HIC 的材料为交联聚乙烯, 使用滚塑成型工艺制造而成。高密度聚乙烯 HIC 具有足够的机械强度、化学稳定性(抵御暂存和处置场的外部腐蚀、内容物的内部腐蚀)、热稳定性、抗生物性能, 其密封性能、防水和被动排气等具有特殊设计, 以保证其达到 300 年以上的使用寿命。HIC 应在设计寿命期内能保持结构完整性和对废物的包容性, 防止放射性核素对环境造成影响。

高密度聚乙烯 HIC 在美国用得较多, 有多种规格型号, 有自重轻、有效装载废物系数大等优点。但有非刚性、承受荷载能力低、抗蠕变性能较低、耐紫外线能力差等不足, 且由于通常装容的废物活度大, 表面剂量率高, 贮存和处置需具备特殊设备和条件[4] [5]。

3. 高密度聚乙烯 HIC 处理工艺

使用钢桶或混凝土桶装载废过滤器芯和废树脂, 需进行固化处理。而使用高密度聚乙烯 HIC 装载废过滤器和废树脂不需要进一步处理, 将废物直接装入高密度聚乙烯 HIC, 经脱水后封盖后即可暂存或处置。

HIC 处理工艺主要设备包括: 自动脱水系统、高密度聚乙烯 HIC (如图 1、图 2 所示)、高整体容器扣盖工具、高整体性容器抓具、辅助厂房吊装附件等。HIC 自动脱水系统包括填料头装置、脱水泵、废物阀门系统、控制系统等, HIC 自动脱水系统可将 NPP 一回路系统废树脂和 SRTF 二次废树脂远程传输到 HIC。

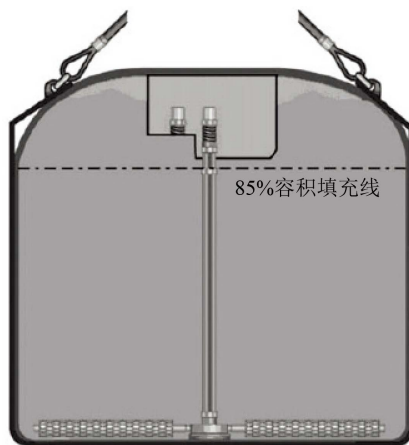


Figure 1. HIC for spent resin
图 1. 盛装废树脂的 HIC

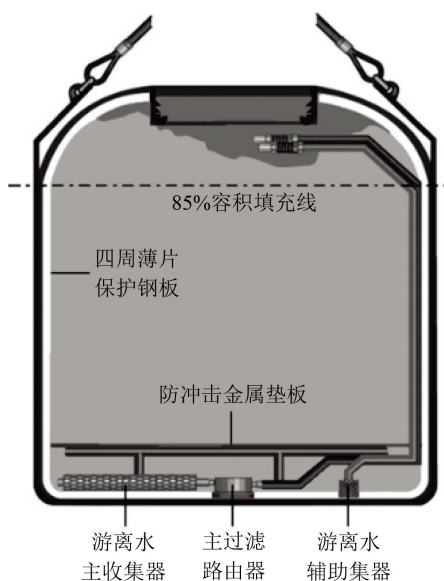


Figure 2. HIC for spent filter
图 2. 盛装废过滤器的 HIC

废树脂通过电厂水力冲排，经过控制阀进入脱水头，再被注入 HIC。废树脂通过脱水头实现进料、排气、脱水，再进料、排气、脱水。HIC 装满后正式进入脱水循环，脱水泵的作用是通过真空抽吸将 HIC 中多余的游离水抽出。连接到 HIC 内部的过滤系统远程为树脂或残留液体脱水，使 HIC 游离液体满足处置要求即游离液体不超过体积的 1%。加料脱水完成后的 HIC 封盖后，由屏蔽转运容器送至暂存库暂存[2]。

4. 高密度聚乙烯 HIC 处理技术经济分析

核电站操作要兼顾现场人员及公众、操作的局限性和经济性，以减少放射性废物的体积。废物最小化的原则是尽可能减少产生的废物总量。

选择钢桶、混凝土桶与海阳使用的 HIC 进行比较，钢桶、混凝土桶、HIC 处理废过滤器和废树脂比较如表 1 所示。

Table 1. Contrast analysis of the steel drum, concrete drum and high density polyethylene HIC**表 1.** 钢桶、混凝土桶、HIC 处理技术比较

	钢桶	混凝土桶	HIC
废物桶内部尺寸(m)	$\Phi 0.7 \times 1.04$	$\Phi 1.1 \times 1$	$\Phi 1.5 \times 1.61$
废物桶外部尺寸(m)	$\Phi 0.703 \times 1.08$	$\Phi 1.4 \times 1.3$	$\Phi 1.52 \times 1.87$
废物桶标称容积(m ³)	0.4	0.95	2.86
废物桶外部体积(m ³)	0.42	2.0	3.36
废树脂+过滤器芯/每年/一个机组(m ³)	11.48	11.48	11.48
废物桶量/每年	83	35	5
产生的废物包总量(m ³)	34.86	70.0	16.8

从表 1 可看出, 采用 HIC 处理废树脂和废过滤器产生的废物包总量、需要的废物通量最少, HIC 处理优于钢桶和混凝土桶。

5. 总结

高密度聚乙烯 HIC 作为废物处置容器在美国等核技术发达国家广泛使用, 具有广泛的工程实践。将废树脂直接装入高密度聚乙烯 HIC, 经脱水后封盖、转运、暂存, 减少了固化/固定及其他处理步骤, 显著节约了废物处理成本。且工艺简单, 设备量少, 自动化程度高, 具有一定的减容比, 符合废物管理的最小化原则。

但高密度聚乙烯 HIC 通常装容的废物活度大, 表面剂量率高, 贮存和处置需具备特殊设备和条件。国内缺乏 HIC 处置的经验, 特别是在转运、吊装、码放等关键环节存在特殊性和复杂性。因此, 需要开展 HIC 处置技术研究。

参考文献 (References)

- [1] 罗上庚. 谈谈高整体容器[J]. 核安全, 2009(4): 9-14.
- [2] 裴勇, 潘跃龙. 高整体容器在我国放射性废物管理中的应用分析[J]. 核动力工程, 2012, 33(3): 125-128.
- [3] 李洪辉, 王刚, 付杰, 等. 高整体性能容器介绍与检测方法[J]. 辐射防护全, 2013, 33(3): 179-184.
- [4] 耿忠林, 方祥洪, 李斌. 聚乙烯高整体容器(HIC)处置方案研究[J]. 化学工程与技术, 2015, 5(4): 72-79.
- [5] 耿忠林, 方祥洪, 李斌. 聚乙烯高整体性容器(HIC)暂存库在核电站中的应用研究[J]. 核科学与技术, 2015, 3(3): 97-102.

期刊投稿者将享受如下服务：

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

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

期刊邮箱：nst@hanspub.org