

# 高分子吸收剂在有机危化品应急处置中的应用研究

孙永菊<sup>1</sup> 沈向洋<sup>2</sup> 吴 杰<sup>2</sup>

(1. 中盐安徽红四方股份有限公司; 2. 安徽成方新材料科技有限公司)

**摘 要** 随着工业化进程的快速发展, 各种有机危险化学品的生产、使用、储运量剧增, 给人们的生产、生活带来了各种便利, 也推动了经济社会的发展, 但在各环节的泄漏等事故频发, 给人们的生命、财产带来了很大威胁和伤害, 也给周边环境带来很大的污染及难以复原的伤害。现有的处置手段简单落后, 达不到要求。本文介绍了一种新型的吸收材料——高分子吸收剂, 从材料的特点及使用效果方面作了简单论述, 与传统材料的性能及使用效果作了对比, 并介绍了国内外的材料现状, 为危化品应急处置提出了更好的解决方法。

**关键词** 有机危险化学品 生产 使用 储运 高分子吸收剂

## 0 引言

危险化学品是一类具有爆炸、燃烧、助燃、毒害、腐蚀、环境危害等性质的物品, 且对接触的人员、设施、环境可能造成危害或者损害, 其中的有机危化品更是让人闻之色变。随着工业化进程的不断推进, 有机危化品的种类在不断增加, 生产规模、使用范围及使用量逐年增长。随之而来的各种泄漏、爆炸、中毒以及火灾事故不断发生, 极大地威胁着环境安全及操作、使用人员的人身安全。有机危险化学品灾害事故发生后, 及时控制危害源, 抢救受害人员, 指导群众防护和组织撤离, 清除危害后果是首要工作, 但是, 现在预防响应机制落后, 处理材料普遍为水、沙及吸附材料, 材料单一、局限, 不能及时清除泄漏物, 且无法根本解决泄漏, 在事故发生后的数月甚至数年仍危害周边生态环境。为了更好解决此类问题, 国内外展开了研究, 从 1966 年开始, 美国日本相继开始高分子吸收剂的研发及生产<sup>[1]</sup>, 国内起步较晚<sup>[2-4]</sup>, 但近年开始了研发并逐步将高分子吸收剂用于有机危化品应急处置中。

## 1 高分子吸收剂概述

高分子吸收剂通常是由含亲油基团的单体聚合制得, 可对危化品及油品等选择性高效吸收。目前, 世界范围内实现工业化生产及销售的只有两家企业。美国的应必思产品研究起步早, 应用时间长, 在世界范围占据了一定市场, 一度形成垄断格局, 而国内在相关领域的研究起步晚, 工业化生产更是近两年才开始, 中盐安徽红四方股份有限公司及安徽成

方新材料科技有限公司合作生产的麦吉克高分子吸收剂正逐步推广应用，解决有机化学品及油品的泄漏处置。

基于高分子吸收剂在环境应急的显著作用，《应急产业重点产品和服务指导目录》《节水治污先进适用技术指导目录》《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》都已收录并明确规定了高分子吸收剂在危化品应急中的使用范围及用量。

## 2 高分子吸收剂的吸收原理

高分子吸收剂吸收目标危化品时，危化品分子由于浓度梯度向高分子吸收剂内部扩散，与高分子吸收剂大分子链的亲油性基团发生溶剂化作用，当大量的危化品分子进入到高分子吸收剂的网络结构中时，高分子链段开始伸展，吸收剂发生溶胀，但是由于交联点的存在网络结构会产生一定的回弹力，高分子吸收剂充分溶胀而不溶解<sup>[5]</sup>。

国内尚无相关定义区分吸附材料和吸收材料，而美国材料协会（ASTM）定义了高分子吸收剂是利用分子间力将目标物吸收并固定于材料的内部；而吸附材料则是将待处理物利用毛细作用吸附于材料表面。从定义就可看出，吸收材料与吸附材料对待处理物作用力及作用部位有明显区别。

## 3 高分子吸收剂特点

高分子吸收剂在处理危化品及油品时性能优异，是由于其具有以下4个方面特点。

### 3.1 吸收速度快

高分子吸收剂对危化品及油品的吸收主要通过材料本身的亲油基团和有机危化品、油品分子之间的溶剂化作用实现<sup>[6]</sup>。过程：待吸收物通过分子扩散进入高分子吸收剂内部<sup>[7]</sup>，高分子吸收剂分子链段逐渐伸展，此时链段的运动受 Flory—Huggins 方程控制，吸收速率由热力学推动；随着链段的展开，吸油速率逐渐由动力学控制；当链段伸展到最大时会慢慢回缩至平衡，此时吸收饱和<sup>[8]</sup>。

在吸油过程中，高分子吸收剂热力学平衡点和油品分子在高分子吸收剂中的传质推动力受亲油性基团和油分子之间溶剂化作用影响；而链段的弹性回缩力和油分子在网络中扩散的难易程度则由高分子吸收剂的交联度决定。

我们选取了多个种类、不同黏度的有机危化品进行吸收试验，有机化学品种类见表1，通过试验数据可以总结出：对于黏度低、流动性好的有机化学品，一般可在10 min内吸收饱和；一般黏度的可在30 min内吸收饱和；对于高黏度的有机化学品、油品，例如原油等有机危化品一般可在数小时内吸收饱和。

表1 高分子吸收剂对有机化学品的吸收饱和和时间范围

10 min 内	30 min 内	1 h 及以上
醋酸乙酯	氟苯	2—乙基己酸
醋酸异丙酯	乙酸甲酯	十二甲苯
甲氧基苯甲酸酯	异丙基苯乙酮	2—氨基—2—甲基丙醇
丁醚	苯磺酰氯	3,5—二甲基—1—己炔—3—醇

表 1 (续)

10 min 内	30 min 内	1 h 及以上
丁醛	氮丙啶	乙酰乙酸甲酯
对一二异丙基苯	乙酸甲酯	油酸
1-氯萘	十二烷基苯	原油
邻氯乙基苯	3-甲基苯胺	
氯苯		
氯戊烷		
三氯丙烷		
庚烷己烷		
环己烷		
庚烷己烷		
四氢呋喃		
松节油		
戊腈		
戊烯		
溴化乙烯		
氯丙烯		
汽油		

注：试验有机化学品未全部列出。

基于此特点，在应急处置中，高分子吸收剂可以迅速将泄漏物吸收并固化，清除泄漏物并转化为固态便于转运处置。

### 3.2 吸收范围广

高分子吸收剂在吸收有机危化品及油品时，作用力为范德华力，利用分子间的溶剂化作用将待吸收物吸收至高分子三维网络结构中，所以，单体的亲油基团种类决定了高分子吸收剂的吸收范围及种类。

在 高分子吸收剂合成中，通常采用多种单体复合的合成方法，以拓展其吸收范围。

在研究中，我们选取了国内生产的高分子吸收剂，对不同的有机危化品进行吸收实验，试验表明，选取的高分子吸收剂可吸收几乎所有种类的有机危化品及石油化工产品，见表 2。

表 2 可吸收有机化学品种类

烃及简单衍生物	杂环化合物	芳香烃	酯	化石燃料及其衍生物	酮、醚、醛、脂类
1,2-二溴丙烷	二恶烷	1-氯萘	甲氧基苯甲酸酯	VMSP 石脑油	二异丁基酮
1,2-二溴戊烷	乙基恶唑啉	2-苯乙胺	甲基丙烯酸甲酯	石脑油	苯乙酮
1,2-环氧十二烷	N,N-二甲基哌嗪	2-溴乙基苯	氯化异戊酯	石脑油 107 - 142	异丙基苯乙酮

表 2 (续)

烃及简单衍生物	杂环化合物	芳香烃	酯	化石燃料及其衍生物	酮、醚、醛、脂类
1,1,2-三氯乙烷	氯丙啶	2-氯苯	碳酸二乙酯	石油醚 32-59	四氢呋喃
1,2-二甲基环己烷	氯丙酮	氯苯乙烯	异丁酯	汽油	喹啉
碘己烷		2-氯甲苯	月桂酸乙酯	燃油	乙基丙醚
碘甲烷		AAA 级三氯甲苯	乙酸甲酯	煤油	乙基异醚
11,5-二溴戊烷		T-戊基苯	乙酸戊酯	原油	乙烯基吡啶
甲基环己烷		苯	异戊酸异戊酯	矿物油	二氯异丙醚
二甲氧基丙烷		苯甲醛	硬脂酸正丁酯		2-甲基苯并噻唑
1,2-二氯乙烷		苯乙烯吡啶	苯甲酸乙酯		松节油
1,1,2-三氯乙烯		对一二异丙基苯	亚硝酸异戊酯		香茅油
3-氯-2-甲基丙烯		对-伞花烃	乙酸苄酯		
醋酸乙烷		二甲苯	乙酰乙酸甲酯		
氯丙烯		二氯苯	乙酸异戊酯		
四氯乙烯		二乙苯			
戊烯		甲苯			
		邻氯乙基苯			

注：列出的为具有代表性的种类，未全部列出。

基于此性质，高分子吸收剂可应用于多种有机化学品泄漏的处置，在有机危化品生产、使用、运输等场合都有很好的应用前景。

### 3.3 吸收具有选择性

高分子吸收剂的合成单体的性质决定了材料基本性能，含有不同亲油基团的高分子吸收剂对不同有机化学品具有不同的吸收能力，而且完全不吸水，所以可根据待吸收的有机化学品的不同选择不同种类的高分子吸收剂，可有针对性地快速解决泄漏。而且，因为其疏水的特点，还可用于水面的泄漏处置，在油水混合物及薄油层问题的解决方面也具有其他材料没有的优势。

### 3.4 保留率高

高分子吸收剂在吸收有机化学品及油品后，利用分子间力将吸收的有机化学品及油品固定在分子结构中，在一般的外力挤压甚至用刀切开也不会有渗漏，如图 1 所示。

高分子吸收剂利用高分子的酯基对油分子的亲和力将油分子吸入并固定于高分子内部使高分子吸收剂发生溶胀，近似于化学吸收，所以才使得高分子吸收剂对有机化学品及油品的高保留率。

此性质又决定了高分子吸收剂在应急处置的后续转运中避免了次生灾害的发生并可



图 1 切开的吸收饱和高分子吸收剂颗粒

保护转运人员及周边环境，利于后续处置。

## 4 与吸附材料的对比

目前的吸附剂在环境应急中占据了相当的市场，可是吸附材料单一性、局限性限制了其应用，而作为新型替代材料的高分子吸收剂在很多方面克服了吸附剂的缺点，对比情况见表3。通过多个试验也可对比出吸附材料与高分子吸收剂的差距，性能对比见表4。

表3 高分子吸收剂与传统吸附材料对比

	传统吸附材料	高分子吸收剂
作用原理	毛细作用	范德华力
吸收倍率	6~7倍	10倍以上
选择性	吸水	完全不吸水
保持性	易泄漏	挤压、切开无渗漏

表4 高分子吸收剂与吸附材料性能对比数据

产 品	吸 收 倍 率			
	0号柴油	乙酸乙酯	1,2-二氯乙烷	环己烷
高分子吸收剂1	10.3	16.4	15.3	15.1
高分子吸收剂2	9.1	16.2	15.5	14.5
高分子吸收剂3	10.6	15.4	16.3	14.4
高分子吸收剂4	10.5	16.1	15.1	14.7
吸附剂1	7.3	7.5	7.5	7.3
吸附剂2	6.2	6.2	6.3	6.4
吸附剂3	6.1	6.3	6.8	6.5
吸附剂4	3.4	4.6	4.5	4.3

## 5 结语

高分子吸收剂具有的吸收速度快、吸收范围广、保留率高、可选择性吸收等特点使其在有机危化品应急中可广泛应用，可很好替代现有吸附材料解决泄漏物的吸收及转运问题。但在易燃易爆危化品泄漏时对处理材料的吸收速率有很高的要求，前一分钟的吸收效果决定了事故的危害程度，所以，如何提高初始吸收速率是高分子吸收剂亟待解决的问题之一。由于环保要求的提高，高分子吸收剂在使用后的重复利用及后续处理的降解研究也需尽快进行。

## 参 考 文 献

- [1] 何紫莹, 郭三维, 高慧敏, 等. 高吸油树脂材料研究进展[J]. 高分子材料科学与工程, 2015, 31 (3): 179-184.

- [2] 朱秀林, 徐冬梅, 郦雅芳, 等. 高吸油性树脂的合成及性能研究[J]. 高分子材料科学与工程, 1995, 11 (1): 19-23.
- [3] 路建美, 朱秀林, 鲁新宇, 等. 丙烯酸酯与甲基丙烯酸酯的共聚及性能研究[J]. 高分子材料科学与工程, 1995, 11 (4): 48-51.
- [4] 蒋必彪, 陈小严, 朱亮. 高吸油性树脂的合成及其性能研究[J]. 合成树脂及塑料, 1996, 13 (2): 37-39.
- [5] 王刚毅, 封严. 高吸油材料的研究进展[J]. 现代化工, 2014, 34 (5): 26-29.
- [6] 崔曼, 余红伟, 魏徵, 等. 吸油树脂吸收速率的研究进展[J]. 材料开发及应用, 2015, 30 (5): 92-95.
- [7] 蔺海兰, 廖双泉, 张桂梅, 等. 高吸油性树脂的研究进展[J]. 热带农业科学, 2005, 25 (2): 78-83.
- [8] 胡婷, 姚晓. 丙烯酸丁酯-苯乙烯共聚乳液型吸油树脂的合成及性能研究[J]. 化工新型材料, 2011, 39 (10): 107-109.