

# 丙烯酸酯二元高吸油树脂的合成及性能研究

吕燕军, 文婕\*, 张连红, 于明伟

(西南石油大学化学化工学院, 油气田应用化学四川省重点实验室, 四川 成都 610500)

**摘要:**以聚乙烯醇(PVA)为分散剂、二乙烯基苯(DVB)为交联剂、过氧化苯甲酰(BPO)为引发剂、乙酸乙酯(EA)为致孔剂,选用长链单体甲基丙烯酸十八烷基酯(SMA)和短链单体甲基丙烯酸异丁酯为原料以悬浮聚合法成功合成了一种丙烯酸酯二元共聚高吸油树脂。通过红外(FT-IR)、扫描电子显微镜(SEM)和热重(TG)分析法对树脂进行表征,并考察了各因素对4种待测油品吸油性能的影响。结果表明,该树脂对三氯甲烷、甲苯、环己烷、柴油的饱和吸油率分别为20.69、13.87、12.05、10.93 g/g。树脂的最佳合成条件为: $w(\text{SMA})$  80%、 $w(\text{BPO})$  1%、 $w(\text{DVB})$  0.5%、 $w(\text{PVA})$  1%、 $w(\text{EA})$  50%、W/O为5:1。

**关键词:**悬浮聚合;丙烯酸酯;影响因素;离心保油率;再生

中图分类号:TQ325.7

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2022)07-0207-06

DOI:10.16606/j.cnki.issn0253-4320.2022.07.039

## Study on synthesis and properties of high oil-absorption binary acrylate resin

LV Yan-jun, WEN Jie\*, ZHANG Lian-hong, YU Ming-wei

(Sichuan Provincial Key Laboratory of Oil & Gas Field Applied Chemistry, College of Chemistry & Chemical Engineering, Southwest Petroleum University, Chengdu 610500, China)

**Abstract:** A kind of binary acrylate copolymers resin is successfully synthesized through suspension polymerization method from octadecyl methacrylate (SMA), a long chain monomer, and isobutyl methacrylate, a short chain monomer, using polyvinyl alcohol (PVA) as dispersant, divinylbenzene (DVB) as crosslinking agent, dibenzoyl peroxide (BPO) as initiator, and ethyl acetate (EA) as pore-forming agent. The resulted resin is characterized by infrared spectroscopy (FT-IR), scanning electron microscopy (SEM) and thermogravimetry (TG). The effect of various factors on the absorption properties of the resin to four kinds of testing oils is investigated. The results show that the saturated absorption rates of the resin to trichloromethane, toluene, cyclohexane and diesel are 20.69, 13.87, 12.05 and 10.93  $\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ , respectively. The optimum synthetic conditions for the resin are as follows: the mass ratio between water and oil is 5:1, the mass fractions of SMA, BPO, DVB, PVA, EA are 80%, 1%, 0.5%, 1% and 50%, respectively.

**Key words:** suspension polymerization; acrylate resin; influence factors; centrifugal oil retention rate; regeneration

各类含油废水和有机溶剂在生产、运输、储存、提炼和使用过程中会造成严重的环境污染,影响了人类及动植物的生存<sup>[1-3]</sup>。因此,有效处理含油废水和有机溶剂污染的材料引起了研究者的关注<sup>[4-5]</sup>。目前,常用的吸油材料有活性炭、二氧化硅、石墨、粉煤灰、膨胀珍珠岩、沸石、稻草和木屑等<sup>[6-8]</sup>。这些吸油材料来源广泛、价格低廉,具有疏松多孔的结构和天然的吸附性能。但其普遍存在吸收能力低、可回收性及油水选择性差等缺点<sup>[9-10]</sup>。因此,有必要开发具有高吸附能力、高选择性、易制备、低成本的吸油材料。

高吸油性树脂是近年来开发的高性能新型吸油材料,是由疏水性单体为基本单元经化学交联形成

的三维网络结构的聚合物<sup>[11]</sup>。这类树脂具有油水选择性好、吸油速度快、吸油能力高、保油性能及可再生循环性能好等优点<sup>[12-13]</sup>。根据文献[14]中报道,单体的碳链越长,树脂对油品和非极性溶剂的亲合力越好。单体的碳链越短,树脂构建的网络空间结构越大。在设计树脂的结构时,结合长链单体SMA和短链单体甲基丙烯酸异丁酯的优点,采用操作简单、产物后处理方便的悬浮聚合法,合成出亲油性较好且网络空间体积较大的二元高吸油树脂。此外,传统聚合法合成的高吸油树脂结构紧密,不利于吸油。因此,笔者在聚合体系中加入致孔剂,以改善树脂的孔结构,增大其与油分子的接触面积。并以有机溶剂(三氯甲烷、甲苯、环己烷)及石油产品(柴

收稿日期:2022-01-20;修回日期:2022-05-09

基金项目:油气田应用化学四川省重点实验室开放基金项目(YQKF202115)

作者简介:吕燕军(1996-),女,硕士研究生,研究方向为低碳能源与绿色化工,1372239067@qq.com;文婕(1982-),女,博士,教授,硕士生导师,研究方向为油品吸附处理,通讯联系人,wenjie@swpu.edu.cn。

油)为待测油品,以待测油品的饱和吸油率作为指标优化各个影响因素,筛选出最佳合成条件。

## 1 实验部分

### 1.1 试剂与仪器

甲基丙烯酸十八烷基酯(SMA),分析纯,成都赛尔文思生物科技有限公司生产;聚乙烯醇(PVA)和甲基丙烯酸异丁酯,分析纯,阿拉丁试剂有限公司生产;二乙烯基苯(DVB)、过氧化苯甲酰(BPO)、乙酸乙酯(EA)、乙醇、甲苯、环己烷和三氯甲烷,分析纯,成都科龙化工试剂厂生产;柴油购自西南石油大学附近中石化加油站。

DF-101S 型集热式恒温水浴锅,上海予申仪器有限公司生产;84-A 型磁力搅拌器,上海梅颖浦制造有限公司生产;101-1 AB 型电热鼓风干燥箱,天津市泰斯特仪器有限公司生产;TGL-16gR 型离心机,上海安亭科学仪器厂生产;JJ-1 型转速机械搅拌器,上海予北仪器有限公司生产;WQF520 型傅里叶红外光谱仪,北京瑞利分析仪器公司生产;SDTA851e 型热分析仪,瑞士梅特勒-托利多仪器公司生产;JSM-7500F 扫描电子显微镜,日本电子(JEOL)生产。

### 1.2 吸油树脂的合成

将一定量 PVA 溶解在去离子水中,在 90℃ 下充分溶胀。之后,通 N<sub>2</sub> 排除空气,在 40℃ 下加入 SMA、甲基丙烯酸异丁酯、DVB、BPO 以及 EA 的混合溶液,升温至 75℃ 反应 2 h,升温至 85℃ 反应 4 h。洗涤过滤得到白色微球状树脂,在 60℃ 的干燥箱中干燥。树脂在吸油的过程中,油分子通过网络孔隙结构进入树脂内部,与高分子链上的亲油基团发生溶剂化作用。但树脂在油分子中只溶胀不溶解,进入树脂中的油分子被包裹在树脂的三维网络结构中。

### 1.3 表征与测试

#### 1.3.1 FT-IR 分析

将一定量的树脂置于索氏提取器中提纯,纯化 24 h 后在 60℃ 烘箱中烘干。将干燥后的树脂打碎,采用溴化钾(KBr)压片法将树脂与 KBr 粉末混合,通过压片机压片后采用红外光谱仪进行结构分析。

#### 1.3.2 扫描电子显微镜表征(SEM)

取干燥后的树脂若干粒,部分切开处理,通过真空喷金操作,利用 JSM-7500F 型场发射扫描电子显微镜观察树脂表面和横截面的形貌。操作电压为 5 kV,放大不同倍率。

#### 1.3.3 热稳定性测定(TG)

采用梅特勒-托利多仪器公司生产的 SDTA851e 热重分析仪进行热重分析。测试条件:温度为 40~800℃,升温速率为 10℃/min,N<sub>2</sub> 流量为 100 mL/min。

#### 1.3.4 饱和吸油率的测定

采用称重的方法测定树脂对待测油品的饱和吸油率<sup>[15]</sup>。具体测定过程如下:称量干燥的树脂,装入聚酯无纺布袋中,并浸没在待测油品中 12 h,封好保鲜膜以防止液体的挥发。待吸油结束后,取出布袋并滴油滴几分钟,重新称重。树脂的饱和吸油率计算式为:

$$Q = (m_2 - m_1 - m_0) / m_0 \quad (1)$$

式中:Q 为树脂的饱和吸油率,g/g;m<sub>0</sub> 为树脂的质量,g;m<sub>1</sub> 为聚酯无纺布袋的质量,g;m<sub>2</sub> 为吸油饱和后树脂和布袋的质量,g。

#### 1.3.5 离心保油率的测定

采用离心的方法测定树脂对待测油品的保油率<sup>[16]</sup>。具体测定过程如下:称取一定量的干燥树脂吸油,待其吸油饱和后,在 1 000 r/min 的转速下离心 5 min,分别称量离心前后的质量。树脂的离心保油率的计算式为:

$$R = [(m_3 - m_0 - m) / (m_2 - m_0 - m)] \times 100\% \quad (2)$$

式中:R 为树脂的离心保油率,%;m<sub>0</sub> 为干燥树脂的质量,g;m<sub>2</sub> 为离心前树脂和离心管的质量,g;m<sub>3</sub> 为离心后树脂和离心管的质量,g;m 为离心管的质量,g。

#### 1.3.6 再生性能的测定

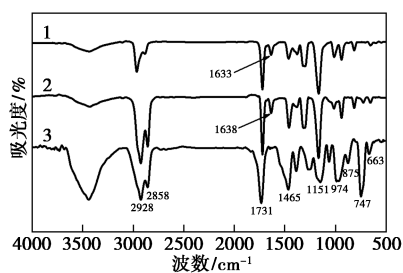
采用乙醇萃取法来实现吸油树脂的再生,以吸油率最好的三氯甲烷为目标油品。吸油树脂的循环使用操作过程如下:将吸油饱和的树脂放入一定量的乙醇中解吸 3 h,连续更换 3 次乙醇,完成树脂的解吸过程,将解吸后的树脂放入烘箱中干燥。采用此方法实现树脂的再生循环吸油,记录每一次的饱和吸油率。

## 2 结果与讨论

### 2.1 FT-IR 分析

对合成的树脂进行红外测试,结果如图 1 所示。从图 1 中可以看出,3 443 cm<sup>-1</sup> 处为 O—H 键伸缩振动的特征吸收峰,2 928 cm<sup>-1</sup> 和 2 858 cm<sup>-1</sup> 处的 2 个峰为—CH 键的伸缩振动吸收峰,1 731 cm<sup>-1</sup> 处为 C=O 键的伸缩振动吸收峰,1 465 cm<sup>-1</sup> 处为—CH<sub>2</sub> 的弯曲振动吸收峰,1 151 cm<sup>-1</sup> 处为 C—O—C 的不对称伸缩振动吸收峰,974 cm<sup>-1</sup> 处为—CH<sub>3</sub> 的伸缩

振动吸收峰,  $747\text{ cm}^{-1}$  处为  $-\text{CH}_2$  的面内摇摆振动吸收峰<sup>[17-19]</sup>。以上特征吸收峰表明, 树脂中同时含有 SMA 和甲基丙烯酸异丁酯的链段。此外, 单体在  $1\ 633\text{ cm}^{-1}$  和  $1\ 638\text{ cm}^{-1}$  处为  $\text{C}=\text{C}$  键的伸缩振动吸收峰, 而树脂在此位置没有特征峰出现, 说明树脂中没有碳碳双键, 发生了共聚反应。以上特征吸收峰的结果表明, SMA 和甲基丙烯酸异丁酯发生共聚反应<sup>[17]</sup>, 成功合成了丙烯酸酯二元高吸油树脂。



1—甲基丙烯酸异丁酯;2—甲基丙烯酸十八烷基酯;3—树脂

图1 单体及吸油树脂的 FT-IR 谱

## 2.2 SEM 分析

对树脂的表面和横截面进行 SEM 表征分析, 结果如图 2 所示。从图 2(a) 和图 2(b) 中可以看出, 合成的树脂呈多孔的球形颗粒, 粒径大小为  $2.5\text{ mm}$  左右。颗粒表面凹凸不平整, 且分布着很多孔径大小不同的微孔。从图 3(c) 和图 3(d) 中可以看出, 树脂横截面上分布着很多大小不均匀的孔洞, 且孔洞内部存在微孔结构。这些孔洞主要是 EA 被萃取后产生的, 孔洞及粗糙的表面增加了树脂与待测油品的接触面积, 不仅提高了树脂的吸油率, 而且提高了树脂的保油率<sup>[20]</sup>。

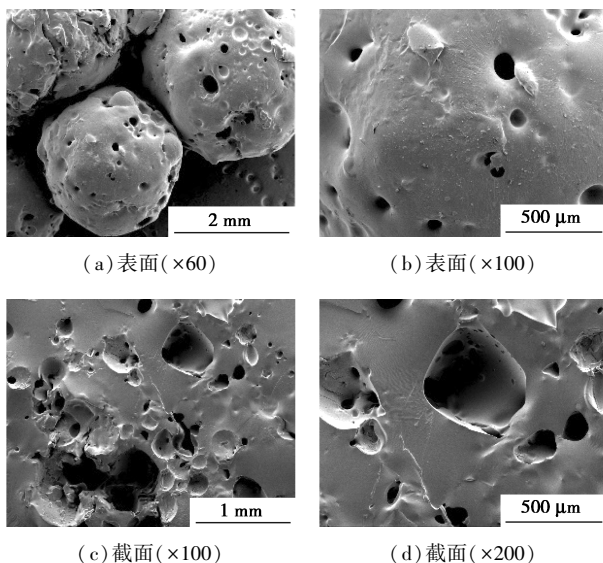
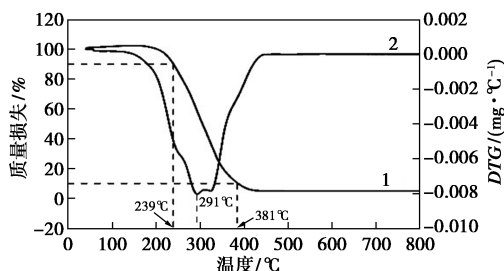


图2 树脂的表面及截面 SEM 图

## 2.3 TG 分析

吸油树脂的热重曲线如图 3 所示。由图 3 可以看出, 树脂的初始分解温度为  $200^\circ\text{C}$  左右。在  $239^\circ\text{C}$  时, 树脂的质量损失率约为 10%, 这是由于树脂微球中的结合水和未反应的溶剂分子释出; 在  $291^\circ\text{C}$  附近出现了 1 个突出的峰, 这是因为树脂在该温度处于最快的失重速率, 树脂急剧分解; 在  $381^\circ\text{C}$  时, 树脂的质量损失为 90%;  $450^\circ\text{C}$  之后, 树脂的质量损失基本不发生改变, 树脂分解完全。以上数据说明, 吸油树脂具有良好的热稳定性。



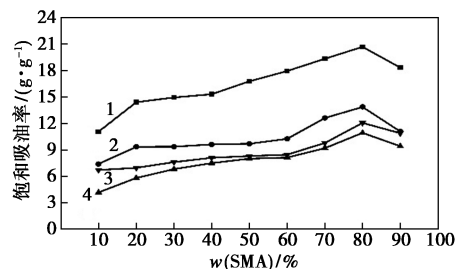
1—TG 曲线;2—DTG 曲线

图3 树脂的 TG-DTG 分析图

## 2.4 各因素对树脂吸油性能的影响

### 2.4.1 单体 (SMA) 质量分数对树脂吸油性能的影响

SMA 质量分数对树脂吸油性能的影响如图 4 所示。由图 4 中可以看出, 随着 SMA 质量分数的增加, 所得树脂对待测油品的饱和吸油率先增加后减少。这是因为 SMA 中亲油基的分子链较长, 其对待测油品的亲和力较好。但当 SMA 用量过多时, 树脂的亲油性虽好, 但树脂形成的有效网络容积小, 导致其饱和吸油率低。因此, 当  $w(\text{SMA}) = 80\%$  时, 树脂对待测油品的饱和吸油率最好。



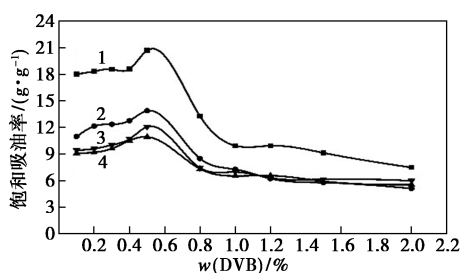
1—三氯甲烷;2—甲苯;3—环己烷;4—柴油

图4 SMA 质量分数对待测油品饱和吸油率的影响

### 2.4.2 交联剂 (DVB) 质量分数对树脂吸油性能的影响

DVB 质量分数对树脂吸油性能的影响如图 5

所示。由图 5 中可以看出,树脂的饱和吸油率随 DVB 质量分数的增加先增加后减小。因为 DVB 的用量影响交联度的大小,从而影响其三维网络结构的大小和形状<sup>[21]</sup>。当 DVB 质量分数过大时,树脂的交联度大,交联点间聚合物的链段缩短。导致三维网络结构过于紧密,高分子链段的舒展受到抑制,从而使树脂的溶胀能力降低并阻断链运动。因此,当  $w(\text{DVB}) = 0.5\%$  时,树脂对待测油品的饱和吸油率最好。

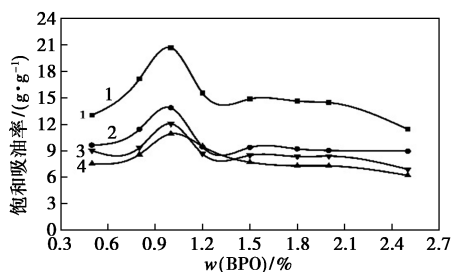


1—三氯甲烷;2—甲苯;3—环己烷;4—柴油

图 5 DVB 质量分数对待测油品饱和吸油率的影响

#### 2.4.3 引发剂(BPO)质量分数对树脂吸油性能的影响

BPO 质量分数对树脂吸油性能的影响如图 6 所示。由图 6 中可以看出,随着 BPO 质量分数的增大,树脂的饱和吸油率先增大后减小。因为 BPO 的质量分数影响着聚合体系的反应速率,进而影响树脂分子质量及交联度的大小<sup>[22]</sup>。但当 BPO 质量分数过大时,产生的自由基活性中心多,树脂转化率增加,得到的树脂分子质量小,聚合物的链段短,构建的三维网络空间小,导致其吸油率降低。因此,当  $w(\text{BPO}) = 1\%$  时,树脂对待测油品的饱和吸油率最好。



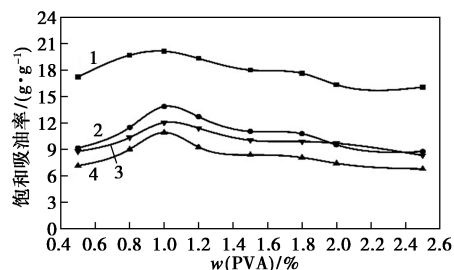
1—三氯甲烷;2—甲苯;3—环己烷;4—柴油

图 6 BPO 质量分数对待测油品饱和吸油率的影响

#### 2.4.4 分散剂(PVA)质量分数对树脂吸油性能的影响

PVA 质量分数对树脂吸油性能的影响如图 7

所示。由图 7 中可以看出,随着 PVA 质量分数的增大,树脂的饱和吸油率先增大后减小。因为 PVA 的质量分数控制着树脂粒径大小及颗粒的均匀程度。当 PVA 质量分数过大,水的黏度增大,部分 PVA 保留在树脂表面难以移除,且合成的树脂颗粒小、不易回收利用,降低了树脂的饱和吸油率<sup>[23]</sup>。因此,当  $w(\text{PVA}) = 1\%$  时,树脂对待测油品的饱和吸油率最好。

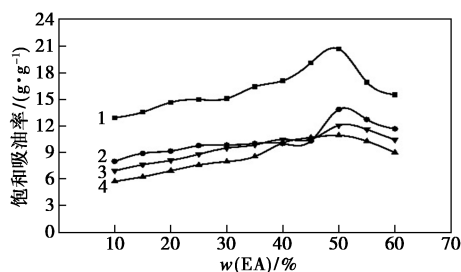


1—三氯甲烷;2—甲苯;3—环己烷;4—柴油

图 7 PVA 质量分数对待测油品饱和吸油率的影响

#### 2.4.5 致孔剂(EA)质量分数对树脂吸油性能的影响

EA 质量分数对树脂吸油性能的影响如图 8 所示。由图 8 中可以看出,随着 EA 质量分数的增大,树脂的饱和吸油率先增大后减小。因为 EA 的加入影响树脂的孔结构,从而影响树脂的吸油性能。当 EA 质量分数过大时,树脂的孔结构增加,树脂与待测油品的接触面积增大。但当 EA 质量分数增加到一定程度时,单体的相对浓度减小,聚合反应速度减慢,形成的三维网络结构不够完善,导致树脂的饱和吸油率降低<sup>[24]</sup>。因此,当  $w(\text{EA}) = 50\%$  时,树脂对待测油品的饱和吸油率最好。



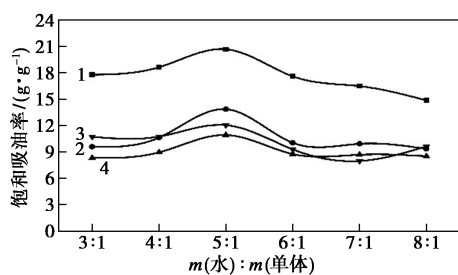
1—三氯甲烷;2—甲苯;3—环己烷;4—柴油

图 8 致孔剂质量分数对待测油品饱和吸油率的影响

#### 2.4.6 水/油质量比(W/O)对树脂吸油性能的影响

W/O 对树脂吸油性能的影响如图 9 所示。由

图9中可以看出,随着W/O的增加,树脂的饱和吸油率先升高后降低。这是因为W/O影响反应体系的传质传热<sup>[25]</sup>。当W/O过低时,聚合体系的传质传热较慢,加快了聚合反应速率,增大了聚合度及交联度,导致树脂的饱和吸油率较低。但W/O比过高时,油相的浓度降低,反应体系的传质传热加快,聚合反应速率减慢,有效网络容积降低,导致树脂的饱和吸油率较低。因此,当W/O为5:1时,树脂对待测油品的饱和吸油率最好。



1—三氯甲烷;2—甲苯;3—环己烷;4—柴油

图9 W/O 对待测油品饱和吸油率的影响

## 2.5 离心保油性能分析

保油性能是评价树脂吸油性能的另一个重要指标。采用离心的方法考察了吸油树脂对待测油品的保油率( $R$ )的影响,结果如表1所示。

表1 树脂对待测油品离心保油率的影响

待测油品	三氯甲烷	甲苯	环己烷	柴油
$R/\%$	97.8	97.3	96.4	98.7

由表1可知,吸油树脂对待测油品的保油率均在96%以上,表明吸油树脂具有良好的保油性能。因为传统材料吸油是通过自身的亲油性或毛细效应,而高吸油树脂内部呈多孔的三维网络结构,通过其亲油基链段与油分子间的范德华力来吸油。这种作用力比较强,即使在外力作用下,被吸附的油品也不易泄漏<sup>[26-27]</sup>。

## 2.6 树脂的再生性能

良好的再生性能不仅降低了树脂的成本,而且减少了树脂后处理对环境的污染。以树脂在不同再生次数下对三氯甲烷的饱和吸油率变化情况评价树脂的再生性能,结果如表2所示。由表2中可以看出,树脂可以再生多次循环使用,5次再生后,对三氯甲烷的吸油率仍比较高,可达19.76 g/g。这是因为该再生方法比较温和且再生过程不涉及树脂内部化学键的变化,树脂的结构没有遭到严重破坏,所以可以保持较高的吸油性能。但在5次循环使用后,

树脂对三氯甲烷的吸油率有所下降,这是因为再生过程中树脂所吸附的油品不能完全脱除,导致树脂内部储油容积减小,饱和吸油率降低。

表2 树脂在不同再生次数下对三氯甲烷的饱和吸油率

再生次数	1	2	3	4	5
饱和吸油率/( $\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )	20.69	20.23	20.01	19.83	19.76

## 3 结论

以SMA和甲基丙烯酸异丁酯为单体,通过悬浮聚合的方法成功合成了一种丙烯酸酯二元共聚高吸油性树脂。通过考察各因素对待测油品吸油性能的影响,得出合成二元高吸油树脂的最佳反应条件。结果表明,当 $w(\text{SMA}) = 80\%$ 、 $w(\text{BPO}) = 1\%$ 、 $w(\text{DVB}) = 0.5\%$ 、 $w(\text{PVA}) = 1\%$ 、 $w(\text{EA}) = 50\%$ 以及 $W/O = 5:1$ 时,吸油树脂对三氯甲烷、甲苯、环己烷、柴油的饱和吸油率分别为20.69、13.87、12.05、10.93 g/g。通过离心保油性能的测定,树脂对待测油品的保油率均在96%以上。此外,该树脂的热稳定性较好,是一种可用于处理原油泄漏和含油废水且有前景的高性能吸油材料。

## 参考文献

- [1] Mareto M, Bianchi F, Vignola R, et al. Microporous and mesoporous materials for the treatment of wastewater produced by petrochemical activities[J]. Journal of Cleaner Production, 2014, 77: 22-34.
- [2] Hong J Y, Sohn E H, Park S, et al. Highly-efficient and recyclable oil absorbing performance of functionalized graphene aerogel[J]. Chemical Engineering Journal, 2015, 269: 229-235.
- [3] Bi H, Xie X, Yin K, et al. Highly enhanced performance of spongy graphene as an oil sorbent[J]. Journal of Materials Chemistry A, 2014, 2(6): 1652-1656.
- [4] Wang Y, Qiu r, Li F, et al. Synthesis and oil absorption of biomorphic MgAl layered double oxide/acrylic ester resin by suspension polymerization[J]. Chemical Engineering Journal, 2016, 284: 989-994.
- [5] Patowary M, Ananthkrishnan R, Pathak K, et al. Superhydrophobic and oleophilic barium sulfate material for oil spill clean-ups; Fabrication of surface modified sorbent by a one-step interaction approach[J]. Journal of Environmental Chemical Engineering, 2014, 2: 2078-2084.
- [6] Kabiri S, Tran D N H, Altalhi T, et al. Outstanding adsorption performance of graphene-carbon nanotube aerogels for continuous oil removal[J]. Carbon, 2014, 80: 523-533.
- [7] Nan F Y, Liu X, Shi, J B. Synthesis of polyacrylate by emulsion polymerization and study on its oil absorption properties[J]. Chemical Engineer, 2010, 172(1): 34-37.
- [8] Annunciato T R, Sydenstricker T, Amico S C. Experimental investi-

- gation of various vegetable fibers as sorbent materials for oil spills [J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2005, 50(11): 1340-1346.
- [9] Bo G, Zhang Z, Zhu X, *et al.* A graphene coated cotton for oil/water separation [J]. *Composites Science & Technology*, 2014, 102: 100-105.
- [10] Ge B, Zhang Z, Zhu X, *et al.* A superhydrophobic/superoleophilic sponge for the selective absorption oil pollutants from water [J]. *Colloids & Surfaces A Physicochemical & Engineering Aspects*, 2014, 457: 397-401.
- [11] Fang P, Mao P, Chen J, *et al.* Synthesis and properties of a ternary polyacrylate copolymer resin for the absorption of oil spills [J]. *Journal of Applied Polymer Science*, 2014, 131(8): 40180-40188.
- [12] Ma L, Luo X, Cai N, *et al.* Facile fabrication of hierarchical porous resins via high internal phase emulsion and polymeric porogen [J]. *Applied Surface Science*, 2014, 305: 186-193.
- [13] Li M, Wen X, Liu J, *et al.* Synergetic effect of epoxy resin and maleic anhydride grafted polypropylene on improving mechanical properties of polypropylene/short carbon fiber composites [J]. *Composites Part A Applied Science and Manufacturing*, 2014, 67: 212-220.
- [14] 魏微, 王源升, 余红伟. 高吸油性树脂的研究进展 [J]. *材料开发与应用*, 2010, (6): 77-80.
- [15] Song C, Ding L, Yao F, *et al.*  $\beta$ -Cyclodextrin-based oil-absorbent microspheres: Preparation and high oil absorbency [J]. *Carbohydrate Polymers*, 2013, 91(1): 217-223.
- [16] He J, Ding L, Deng J, *et al.* Oil-absorbent beads containing  $\beta$ -cyclodextrin moieties: Preparation via suspension polymerization and high oil absorbency [J]. *Polymers for Advanced Technologies*, 2012, 23(4): 810-816.
- [17] 闫峰, 沈一丁, 马国艳, 等. 丙烯酸酯共聚高吸油树脂的合成及性能 [J]. *精细化工*, 2018, 35(12): 2137-2141.
- [18] Jiang J, Kim B S. Studies of crosslinked styren-alkyl acrylate copolymers for oil absorbency application. I. Synthesis and characterization [J]. *Journal of Applied Polymer Science*, 2000, 77: 903-913.
- [19] Tang X, Li W, Shi H, *et al.* Fabrication, characterization, and supercooling suppression of nanoencapsulated n-octadecane with methyl methacrylate-octadecyl methacrylate copolymer shell [J]. *Colloid & Polymer Science*, 2013, 291(7): 1705-1712.
- [20] Huang J, Shi B, Gao J, *et al.* Preparation of porous oil-absorption acrylate resin [J]. *Materials China*, 2010, 29(3): 39-43.
- [21] Ma L, Luo X, Cai N, *et al.* Facile fabrication of hierarchical porous resins via high internal phase emulsion and polymeric porogen [J]. *Applied Surface Science*, 2014, 305(0): 186-193.
- [22] Liang Y, Wang D, Chen H. Preparation of high oil absorption resins by suspended emulsion polymerization and their properties [J]. *Separation Science and Technology*, 2013, 48(13): 1977-1981.
- [23] Fang P, Mao P, Chen J, *et al.* Synthesis and properties of a ternary polyacrylate copolymer resin for the absorption of oil spills [J]. *Journal of Applied Polymer Science*, 2014, 131(8): 631-644.
- [24] Wang J, Zheng Y, Wang A. Preparation and properties of kapok fiber enhanced oil sorption resins by suspended emulsion polymerization [J]. *Journal of Applied Polymer Science*, 2014, 127(3): 2184-2191.
- [25] 段雅静. 聚丙烯酸酯类高吸油树脂的制备及其吸油性性能研究 [D]. 兰州: 兰州大学, 2016.
- [26] 王刚毅, 封严. 高吸油材料的研究进展 [J]. *现代化工*, 2014, (5): 26-29.
- [27] Wang J, Wang Q, Zheng Y, *et al.* Synthesis and oil absorption of poly(butylmethacrylate)/organo-attapulgite nanocomposite by suspended emulsion polymerization [J]. *Polymer Composites*, 2013, 34(2): 274-281. ■

## 索尔维在华 PVDF 产能提高一倍

近日,索尔维新增的 PVDF(聚偏氟乙烯)产能落地中国常熟,随着该项目的提前完成,索尔维将进一步扩大在全球锂离子电池市场的领先地位。自 2022 年 5 月中旬投产以来,索尔维集团将常熟生产基地的高性能聚合物 Solef® PVDF 产量提高了一倍以上。

随着纯电动汽车与混合动力汽车的快速发展,市场对 PVDF 的需求屡创新高,这种热塑性含氟聚合物在锂离子电池中用作粘结剂与隔膜涂层。它对于增强电池性能、延长电池寿命、提高电池安全性至关重要。Solef® PVDF 是一款领先产品,融合了索尔维在氟化学和聚合技术方面的研究与创新专业技术知识,引领行业不断开发新的解决方案,帮助客户满足当下和未来的需求。

索尔维最近还宣布在位于法国塔沃市(Tavaux)的工

厂投入巨资生产 Solef® PVDF,这将使该工厂成为欧洲最大的 PVDF 生产基地。此次提升在华 PVDF 产能再次表明了索尔维集团确保全球客户材料供应的坚定决心。

“市场对锂离子电池的需求增长迅猛。”索尔维电池材料平台全球销售负责人 Francescantonio Azzariti 表示,“无论是转向更清洁的出行方式带来的环境效益,还是这些新技术提供的商业机会,都让我们大受启发。”

索尔维的计划正是其所奉行的“索尔维同一个地球”可持续发展目标及其 G.R.O.W. 战略的生动体现,该战略强调了对高增长可持续解决方案的投资,以顺应不断涌现的重大趋势。此外,索尔维的 Solef® PVDF 还被世界节能技术联盟认定为可持续且可盈利的解决方案,并且是世界上第一架实现环球航行的太阳能飞机“阳光动力号”的重要部件材料。(吴隽)