

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2017.12.027

透明聚丙烯研究进展^{*}

刘欣¹, 谢昕², 陈振斌¹, 李艳芹², 张立基²

(1. 兰州理工大学材料科学与工程学院, 兰州 730050; 2. 中国石油兰州化工研究中心, 兰州 730060)

摘要: 综述了透明聚丙烯 (PP) 的研究进展和国内研发现状, 介绍了 PP 的主要增透方法及其增透机理, 并结合国内透明 PP 的现状, 分析我国透明 PP 未来的发展趋势, 指出一方面要开展茂金属和 Z-N 复合催化剂的研发; 另一方面应加大对透明 PP 的聚合工程及其产品的研发, 开发出具有自己专利的透明 PP。

关键词: 透明聚丙烯; 国内研发现状; 增透机理

中图分类号: TQ325.14 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2017)12-0130-05

Research Progress of Transparent PP

Liu Xin¹, Xie Xin², Chen Zhenbin¹, Li Yanqin², Zhang Liji²

(1. School of material & engineering, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China;

2. Lanzhou Petrochemical Research Center, PetroChina, Lanzhou 730060, China)

Abstract : The research progress of transparent polypropylene (PP) and its domestic status of research and development were summarized. The main transparent modification methods of PP and its mechanisms were presented. Combined with the status of transparent PP at home and abroad, the future development trend of domestic transparent PP was analyzed. It was pointed out that on one hand, metallocene and Z-N composite catalysts need to be carried out, on the other hand, the research and development of transparent PP's polymerization engineering and products should be increased, and developing transparent PP with their own patents.

Keywords : transparent polypropylene ; domestic present status ; transparent mechanism

聚丙烯 (PP) 作为五大通用合成树脂中发展最快的品种, 具有优异力学性能、质轻、无毒、耐高温、良好的化学稳定性和易成型加工性能, 并且原料来源丰富、价格便宜, 因此被广泛应用于汽车、器械、家具、包装等多个领域^[1]。然而由于 PP 属于部分结晶性聚合物, 结晶速率慢、结晶度较低、在成型过程中易形成较大尺寸的球晶, 使其透明性较差^[2], 限制了其在透明领域的应用。近年来, 研究人员通过对 PP 进行增透改性, 在保持 PP 优异性能的同时, 极大程度提高了 PP 的光泽度和透明度, 拓宽了产品的应用范围, 使其透明度接近典型的透明材料 [如聚苯乙烯 (PS)、聚碳酸酯、聚对苯二甲酸乙二酯 (PET)、聚氯乙烯等], 并在一定程度上取代传统透明材料, 更好地应用于食品器皿、医疗卫生、婴儿用品和高透明包装材料等各个领域^[3]。

1 透明 PP 国内研发现状

我国透明 PP 的研究开发相对滞后, 但迅猛的发展速度使其成为业界的后起之秀。2000 年, 国内透明 PP 表观消费量约为 10 万 t。2006 年全球透明 PP 的表观消费量约为 300 万 t, 我国透明 PP 表观消费量超过 25 万 t, 成为增速最快的 PP 产品之一。2010 年透明 PP 的需求量增长至 45 万 t, 2015 年估计为 100 万 t。随着国外透明 PP 行业的不断发展, 掀起了我国对透明 PP 的研究热潮, 国内许多大型石化企

业成功开发出了性能优异的透明 PP, 并已投入工业化生产。

表 1 为国内透明 PP 专用料生产厂家及产品牌号。

表 1 国内透明 PP 生产厂家及产品牌号	
生产厂家 (简称)	产品牌号
燕山石化	K4818, K4808, K4902, K4912, B4902, B4808, K4925, K4930
上海石化	M250E, M450E, M800E, M1200E, M250T, M850B, M1200B
扬子石化	J301G, PPT800, PT2000
兰州石化	RP340R, RP342N, RPE16I
齐鲁石化	QPT91N, QPT93N
茂名分公司	PPb-MT25-S, PPB-MT40-S
北方华锦化学	RP344P-K, RP344M-K, RP344R-K
独子山石化	K4912

燕山石化于 1993 年开始先后研发 K4808, K4818, K4902 等牌号透明 PP 产品, 可用于注拉吹等加工领域。牌号 B4902, B4808 等广泛用于制作医用输液瓶和食品包装。该公司通过在聚合阶段丙烯与乙烯无规共聚, 在挤压造粒阶段添加透明成核剂以提高其优异的透明性能, 研发了牌号为 K4925, K4930 两种高流动医用透明 PP 产品, 各项性能达到

^{*} 中国石油兰州化工研究中心院控项目 (No.16-YK-01-14)

联系人: 张立基, 高级工程师, 主要从事高分子材料 / 环境化工方面研究

收稿日期: 2017-10-07

同类进口产品的水平。

上海石化于1997年成功开发出透明PP^[4],研发的无规共聚聚丙烯(PPR)主要牌号有M250E, M450E, M800E, M1200E, M1600E, M200E, M30E;均聚透明PP牌号为M250T。与均聚透明PP相比,PPR具有更好的透明性、表面光泽性及刚性。上海石化公司研发的透明PP,在一定程度上替代了进口产品。

扬子石化公司于2000年8月,以Z-N催化剂生产PP F401粉料为基础,加入透明助剂,开发出牌号为J30IG的高透明PP。该牌号在刚度、耐热性、透明度等方面均达到国外同类产品的水准,完全可以代替进口产品。该公司作为重点项目开发了无规共聚PP透明产品PPT800和PT2000。

2012年12月,齐鲁石化采用Milliken公司最先进的第四代透明成核剂Millad NX8000K研发出了QPT91N, QPT93N两种新型透明PP产品,产品在外观、透明性、低气味、热稳定性和物理力学性能等方面都表现出优异的特点。其中,QPT91N为该公司与研究院共同研发的大型高档储物箱用高流动高透明PP新产品,熔体流动速率为30 g/(10 min),是国内首次通过氢调法工业化生产的透明PP^[5]。QPT93N在透明度和加工适应性上都领先国内外其他同类树脂,可用于食品保鲜盒和婴儿奶瓶。该公司于2014年4月起,经过近两年的试验,生产出了低温抗冲透明聚丙烯QCT20N,产品具有优异的抗冲性能和透明性,加工温度比同类产品低10%,并且成本较低。

北方华锦化学工业集团有限公司同样采用透明成核剂Millad NX8000K自主开发了三款牌号为RP344M-K, RP344P-K, RP344R-K的透明PP,并已经获得了医用PP树脂的认证。

兰州石化于2012年11月生产了牌号为RP340R的PPR,该产品的熔体流动速率、弯曲弹性模量、冲击强度均优于同类产品,可用于热成型PP食品包装容器。RP340R新产品填补了中石油高熔体流动速率PPR生产的空白。

中国石化茂名分公司联合中国石化北京化工研究院于2014年开发了PPB-MT25-S,相比一般的透明PP,该产品具有更卓越的耐低温抗冲击性能,使其广泛地应用于低温食品包装、耐低温保鲜盒等透明塑料制品,是国内唯一耐低温高抗冲击透明PP专用料。2015年11月份,该公司接连开发出透明聚丙烯PPR-MT02-S和PPR-MT16-S两个新产品,填补了国内市场用于挤吹PP透明料量少的不足,增强了在该领域的竞争力。

2014年12月,独子山石化生产的透明PPR-K4912通过国家食品药品性能检测,主要应用于运动水杯、婴儿奶瓶和小型注塑制品的生产^[6]。2016年,该公司独立成功产出含

共聚单体1-丁烯、乙烯的三元共聚PP产品,较二元共聚PP具有更好的低温热封性、更宽的热封窗口和更优异的透明度等性能,适合做食品包装、香烟包装等领域的高档膜料,减少了对外国专利的依赖。

洛阳石油化工厂研究所以PP F401粉料为基础树脂,加入透明剂、增韧剂和其他助剂,制成冰箱用透明PP专用料。

透明PP树脂在国内的需求量正逐年增长,其产品也覆盖人们的生活的方方面面。尽管我国很重视对透明PP产品的研发,但我国在透明PP产品的种类、质量、市场消费量以及相关工艺技术的研究和开发上与国外公司仍存在较大差距^[5],且产品多集中于中低档次,较高档产品主要依赖进口。

2 PP增透改性方法及机理

PP是典型的部分结晶型聚合物,含晶区和非晶区,其结晶过程包括成核和晶粒生长两个阶段。普通PP制品透明性较差主要有两方面原因:一方面晶区与非晶区的折光指数不同而产生可见光的散射现象;另一方面熔体在冷却结晶过程中,生成的球晶尺寸大于可见光波长,而发生折射现象^[7]。提高PP的透明度可以通过控制球晶尺寸、降低结晶度来实现,主要有以下途径:

(1) 利用异相成核作用,细化球晶,减少光在球晶界面上的散射和折射,从而提高PP透明度。

(2) 引入共聚单体,破坏分子链规整度和有序性,阻碍晶体生成、降低结晶度、细化球晶,从而提高PP透明度。

(3) 通过聚合物共混增透PP,其增透机理与成核剂相似,加入共混物起到了异相成核的作用,能降低结晶尺寸^[8],提高PP透明度。

2.1 成核剂对PP的增透改性

在基础PP树脂中添加透明成核剂是提高产品性能和透明性的常用方法,不同类型的成核剂,对于PP透明改性的机理是不同的。透明改性成核剂可以分为熔融型的成核剂和分散型的成核剂两大类^[9]。前者主要是山梨糖醇类,后者有滑石粉、苯甲酸钠、有机磷酸盐等。其中增透效果较好的是山梨糖醇类和有机磷酸盐类,山梨糖醇类成核剂不仅可以提高PP透明度,还可提高PP的刚性、冲击强度和热变形温度等性能,当前透明成核剂每年用量超过5 000 t,山梨醇类占80%以上^[10]。相比山梨糖醇类,有机磷酸盐类成核剂成核效果和分散性较差,成本也较高,但耐热性较好。

对于熔融型的成核剂如山梨糖醇类,其普遍认可的机理是增透纤维网络成核机理,由于这类成核剂本身具有自行聚合的聚集特质,易与熔融的PP形成均相物,当体系从熔融状态下冷却时,成核剂会率先结晶,形成纤维直径仅10 nm的纤维状网络结构,大大减弱了对可见光的散射和折射,增强了透光性。这种纤维状网络均匀分散在树脂中并具有很

大的表面积,提高了成核密度,细化了球晶尺寸,PP大分子以网络纤维作为成核中心逐步结晶,使结晶周期缩短。另一类分散型成核剂,又称为不融物透明改性剂,这类成核剂只作为活性中心,起到异相成核的作用,使微晶数量增加,导致晶核生长空间受限,晶体尺寸变小,结晶变的更加细化均匀,不仅能提高制品的透明性,还能提高制品的刚性。但此类成核剂与PP的相容性较差并且分散性不好,本身也会发生浑浊和非同质效应,所以增透效果并不十分理想^[11-13]。

王辉等^[14]通过在热成型产品PPH-M3的配方中添加质量分数为0.03%的高效透明成核剂,成功开发了一种低黄色指数高透明的热成型专用料PP-T03T。与PPH-M3相比,弯曲弹性模量由1680 MPa增到1890 MPa;雾度由45.7%降到24.6%;黄色指数由1.7降到0.2,该产品性能已超过部分进口料的水平。

孙彩迪等^[15]将成核剂NX8000K和助剂配合使用对等规PP进行透明改性。研究得出,随着成核剂用量的增大,透光率没有明显变化,雾度则明显下降,由77.7%下降至25.4%,透明性显著提高。

初立秋等^[16]将透明成核剂Millad NX8000应用于丙丁PPR。研究发现,当添加成核剂质量分数为0.4%时,与原始样品相比,透光率保持在90%左右,雾度由60.6%降低为5.87%,透明性显著提高。结合聚甲醛(POM)分析得出,该成核剂提高了晶核数量,使结晶变的小而紧密。

透明PP的光学性能主要受高分子晶体尺寸影响,通常用透光率和雾度来表征,雾度可以反映出聚合物的散射度。通过添加成核剂,能够增加晶核数量,使球晶变的细化而均匀,光散射程度减弱,雾度值降低,材料的透明性增加^[17]。

2.2 用Z-N催化剂生产无规共聚透明PP

在聚合过程中使用Z-N催化剂,将其他单体引入PP分子链从而直接生产PPR产品是一种最理想方法,这种方法降低了成核剂使用量,使产品的毒性减小,卫生性提高^[12]。目前世界上超过60%的透明PP的生产都是采用此类催化剂。典型的有Himont公司的FT-4S,UDC-104催化剂,GF-2A,三井油化公司的TK-II催化剂,Amoco公司的CD催化剂以及Shell公司的SHAC催化剂。

PP的透明度受球晶结构和链结构的影响,对于高分子链结构而言,规整性越高,则越易形成大尺寸球晶,从而使PP透明度降低。为得到有较好的韧性和透明度的产品,广泛采用丙烯同少量 α -烯烃共聚的工艺直接生产二元或三元PPR。PP共聚引入共聚单体分子(如乙烯、1-丁烯、乙烯/1-丁烯),共聚单体在PP分子链上无规则的插入而破坏了链结构的规整度和有序性,阻碍了晶体生成,随着加入单体量的增加,结晶度逐渐降低,大大减弱对可见光的散射和折射,从

而提升PP的透明性^[18]。PPR的透光率可超过94%,基本上接近PS的透明性^[19]。

目前,应用最多的是用少量乙烯与丙烯共聚得到乙丙PPR,但随着乙烯含量的增加,会导致PPR的溶出物增多,制品的弯曲弹性模量降低,从而影响材料的食品卫生安全性和加工稳定性能^[20-21]。

张建等^[22]发现用1-丁烯代替乙烯与丙烯共聚,得到的产品与乙丙PPR的透明度相当,由于1-丁烯和丙烯都是 α -烯烃,两者的相容性更好,聚合物中低相对分子质量无规物的含量降低,产品的刚韧平衡性能更好。

此外,当前大部分PP聚合工艺均可以使用Z-N催化剂直接生产PPR,如Basell公司的Spheripol本体工艺生产的Stretchene系列,因其优异的透明性,被广泛地用于食品、医疗和热灌装等领域。兰州石化公司通过该工艺生产的输液瓶用PPR树脂RP342N,其力学性能与光学性能均超过了进口树脂^[23]。BASF公司用Novolen气相工艺生产的无规共聚PP-3248TC,透明度达90%,可用于薄膜包装和日用品。还有日本三井油化公司的Hypol工艺,美国Dow公司的Unipol气相工艺以及英国BP公司的Innovene气相工艺(又名BP-Amoco工艺)等。

2.3 茂金属催化剂催化合成高透明PP

茂金属催化剂是由第IV族过渡金属(钛、锆或铪)与环戊二烯或其衍生物络合而成的化合物^[24]。与Z-N催化剂相比,茂金属催化剂具有确定的单活性中心,与Z-N催化剂相比,可以精确地控制分子量、分子量分布、晶体结构以及共聚单体在聚合物分子链上的插入方式,从而可生产高强度、高透明PP^[10,25]。茂金属PP是目前得到的透明性最好的产品,如果把PET透明度定为100%,则结晶PP为47%,用透明成核剂生产的PP为89%,茂金属PP均聚物为93%,茂金属PP无规共聚物的透明度可达96%^[10]。

早在二十世纪五十年代,人们就发现了茂金属化合物,开始研究用茂金属化合物来催化烯烃聚合,但当时以烷基铝为助催化剂,聚合活性低,且生成PP的相对分子质量低。直到1978年,Kaminsky用三甲基铝和水反应得到了茂金属/甲基铝氧烷(MAO)的茂金属催化剂,由于其单活性中心表现出极高的活性。由此,为茂金属催化剂掀开了最生动的一页。H. Sinn等^[26]将该体系应用到丙烯聚合,由于这些茂金属的对称性,催化丙烯聚合时能得到PPR聚合物。用茂金属催化剂制得的间规聚丙烯(sPP)具有突出的透明性,被广泛用于包装材料领域。1988年,J. A. Even等^[27]用Cs对称的桥联立构刚性茂金属化合物 $\text{Me}_2\text{C}(\text{Cp})(\text{Flu})\text{ZrCl}_2$ 和助催化剂MAO合成了sPP。Cs对称茂金属催化剂是最早合成高间规度PP的茂金属催化剂^[28],目前sPP的工业生产所用

的主要茂金属催化剂都是在 Ewen 催化剂的基础上发展的。生产 sPP 的典型公司有 Fina 公司、Exxon 公司、日本三井东亚化学公司和日本住友化学公司等。

我国茂金属催化剂及其催化产品透明 PP 的研发始于 1993 年^[29],发展至今,和国外一些公司仍存在较大的差距。对茂金属催化剂的研究,处于国内研发前端的是中国石油、中石化等企业,已成功实现工业化。目前,仅有少数的国外几个大型厂家生产透明 PP 产品^[29-30](见表 2),国内对透明 PP 的研究还仅停留在实验室阶段,未见工业化报道。

表 2 国外透明 PP 的生产厂家及典型产品应用情况

公司名称	商品名称	牌号	用途及特点
Basell	Metocene		纺丝、无纺布、短纤、食品容器、包装、薄壁容器、医疗卫生领域等。
	Clyrell	EM248U	Clyrell EM248U 高透明、感光性能好、冲击性能好、热稳定性良好以及硬度高、耐应力发白; Purell
	Purell	HM671T	HM671T 有感官性能好、高透明度、高流动性和硬度高等特点。
Exxon-Mobil	Achieve	1605, 1635E1, 3825, 3854	全部为均聚产品, Achieve 1605, Achieve 1635E1 透明性好,溶出物和挥发物含量低,用于注塑。如薄壁硬包装产品
Total	MR	2002、2007、12020	无纺布高速纺丝、流延膜、食品包装及熔融纺丝和纤维。
			MR2007 感官性能好、易加工、高透明度、高光亮度、低溶出物,用于流延膜。
	Finacene	EOD 97-07	
日本 JPP	WINTEC	WFW5T	WINTEC 主要是无规共聚产品,透明度和清洁度极高,用于食品容器、杯子、高透明板材等; WELNEX 为热塑性 PP 弹性体,透明性好,纯净度高、粘度低,适用注塑。
	WELNEX	WMG03	
日本三井(Mistui)	TAFMER	XM	取向聚丙烯膜的热封层和收缩膜,为茂金属丙烯/烯烃共聚物,低温热封性极佳,低气味,透明度和光泽度好。
日本 JPC	WINTEC	WFX4TA、WFX4T、WFX6	产品的透明性高,低温热封性好,主要用于生产各种膜。

2.4 共混法生产透明 PP

共混法是将其他种类的树脂混入 PP 基础料中,起到异相成核作用,从而降低结晶尺寸,提高 PP 的透明性。已有研究发现,通过将 PP、三元乙丙橡胶(EDPM)和低密度聚乙烯(PE-LD)三者共混,不仅能提高 PP 透明性,同时还能增强 PP 的耐冲击性。由于 PE-LD 和 PP 部分相容,加入 PE-LD 能够阻止 PP 结晶,降低 PP 球晶的尺寸,而 EDPM 能让 PP 与 PE-LD 的相容性进一步提高,细化球晶尺寸^[31]。

与传统的弹性体材料相比(如 EDPM 等),用茂金属催化剂合成的聚烯烃弹性体(POE)具有更多优异的性能,共混后,不仅能提高 PP 的冲击韧性,还能提高材料透明度,得到光学透明级抗冲改性 PP^[32]。

日本专利^[33]指出,以马来酸酐接枝 PP(MAPP)作为增

容剂,用尼龙 6(PA6)和 PP 共混能够得到高透明 PP。其中 PA6 为 PP 的结晶提供异相的晶核,从而提高了成核密度,使结晶速度加快,球晶尺寸变小^[34]。

阳范文等^[35]分别制备了不同配比的 PP/丙烯基弹性体二元共混体和 PP/丙烯基弹性体/苯乙烯-乙烯-丁烯-苯乙烯嵌段共聚物(SEBS)三元共混体,并利用雾度计对这两种热塑性弹性体的透光率进行了表征。发现在 PP/丙烯基弹性体二元共混体中,随着 PP 含量的增加,体系的透光率逐渐增大,当配比为 1:1 时,透光率达 90%,满足医疗输液器的透光性要求。在三元共混体系中,由于 SEBS 分子量大,并且与 PP、丙烯基弹性体有较好的相容性,因此增加 SEBS 的配比,可以提高三元共混体系的断裂伸长率,降低硬度。但由于 SEBS 的折光率和二元基体存在一定的差异,加入 SEBS 的量越大,体系的透光率就越低。为了得到满足医疗输液器性能要求的材料,PP/丙烯基弹性体/SEBS 的配比在 47.5:47.5:5 时,各项指数平衡,此时材料的透光率为 87%。

共混法增透改性存在很大的局限性,主要有两方面:一要求共混物和改性材料有良好的相容性;二要求共混物组成之间的折光率相近并且粒径小于可见光波长。所以影响了该方法的研究进程,发展速度相对缓慢。

3 结语

随着国民生活质量的提高以及 PP 市场需求量的不断增加,人们对于特定 PP 产品的透明性要求越来越高,透明 PP 的增透改性方法有成核剂增透、无规共聚增透和共混增透三种途径。从当前趋势看,成核剂增透 PP 种类最多;PPR 的应用前景较好,国内对 PPR 的研究也日趋活跃,已经有一些突破性的进展;透明 PP 性能优异,但生产技术难度大,国内的研究仍处于实验阶段;共混改性 PP 的原理和方法简单,但是在材料的选择上有一定的局限性。

我国应该在积极引进国外先进技术设备的同时,加快对高性能透明 PP 的研发生产,提高产业核心竞争力和自主创新能力,整合产业结构,淘汰落后工艺设备,设计开发新型高效节能环保的生产装置。国内许多透明 PP 新产品的研发都是采用国外的透明成核剂,应加快对透明成核剂的开发,以适应透明 PP 开发的需求。茂金属催化剂本身的研究已经非常成熟,但是相关技术被许多国外公司垄断,所以我国对透明 PP 开发研究的趋势应该从两个方面发展:一方面要开展茂金属和 Z-N 复合催化剂的研发;另一方面应该加大对透明 PP 的聚合工程及其产品的研发,开发出具有自己专利的透明 PP。

参考文献

[1] 赵敏.改性聚丙烯新材料[M].北京:化学工业出版社,2002.

- Zhao Min. Modified polypropylene new material[M].Beijing: Chemical Industry Press, 2002.
- [2] 陶红,等. 合成树脂及塑料,2001,18(1):7-9.
Tao Hong, et al. China Synthetic Resin and Plastics,2001, 18(1):7-9.
- [3] 禹忠军,等. 塑料包装,2001,11(2):29-34.
Yu Zhongjun, et al. Plastics Packaging,2001,11(2):29-34.
- [4] 陈红,等. 现代塑料加工应用,2001,13(6):21-25.
Chen Hong, et al. Modern Plastics Processing and Applications, 2001,13(6):21-25.
- [5] 王晶,等. 现代塑料加工应用,2015,27(3):51-55.
Wang Jing, et al. Modern Plastics Processing and Applications, 2015,27(3):51-55.
- [6] 陈莉薇. 合成树脂及塑料,2015,32(2):14-14.
Chen Liwei. China Synthetic Resin and Plastics, 2015,32(2):14-14.
- [7] 田小艳,等. 塑料工业,2014,42(10):1-4.
Tian Xiaoyan, et al. China Plastics Industry, 2014,42(10):1-4.
- [8] 曹豫新. 河南化工,2012(3):43-48.
Cao Yuxin. Henan Chemical Industry
- [9] 张跃飞,等. 中国塑料,2002,16(10):11-15.
Zhang Yuefei, et al. China Plastics, 16(10):11-15.
- [10] 胡娜. 化工管理,2014,(11):90-92.
Hu Na. Chemical Enterprise Management,2014,(11):90-92.
- [11] 王朝晖,等. 中国塑料,2000,14(11):22-26.
Wang Zhaohui, et al. China Plastics,2000,14(11):22-26.
- [12] 郎笑梅,等. 高分子通报,2012(4):30-38.
Lang Xiaomei, et al. Polymer Bulletin,2012(4):30-38.
- [13] 韩颖,等. 中国塑料,2016,30(10):7-13.
Han Ying, et al. China Plastics, 2016,30(10):7-13.
- [14] 王辉,等. 合成树脂及塑料,2016(1):21-24.
Wang Hui, et al. China Synthetic Resin and Plastics,2016(1):21-24.
- [15] 孙彩迪,等. 石油化工,2015,44(5):617-622.
Sun Caidi, et al. Petrochemical Technology,2015,44(5):617-622.
- [16] 初立秋,等. 石化技术,2016,23(6):5-7.
Chu Liqiu, et al. Petrochemical Industry Technology,2016, 23(6):5-7.
- [17] Bernland K, et al. Polymer,2009,50(11):2460-2464.
- [18] 丁雪佳,等. 弹性体,2010,20(1):80-83.
Ding Xuejia, et al. China Elastomerics,2010,20(1):80-83.
- [19] 蒋文军,等. 广东化工,2013,40(17):71-72.
Jiang Wenjun, et al. Guangdong Chemical Industry,2013, 40(17):71-72.
- [20] 高杜娟,等. 塑料工业,2017,45(4):100-102.
Gao Dujuan, et al. China Plastics Industry,2017,45(4):100-102.
- [21] 冉崇文,等. 合成树脂及塑料,2016,33(5):58-60,78.
Ran Chongwen, et al. China Synthetic Resin and Plastics,2016, 33(5):58-60,78.
- [22] 张建,等. 石油化工技术与经济,2015(1):27-30.
Zhang Jian, et al. Technology & Economics in Petrochemicals, 2015(1):27-30.
- [23] 段世杰,等. 合成树脂及塑料,2012,29(2):66-68.
Duan Shijie, et al. China Synthetic Resin and Plastics,2012, 29(2):66-68.
- [24] 高明智,等. 石油化工,2007,36(6):535-546.
Gao Mingzhi, et al. Petrochemical Technology,2007,36(6):535-546.
- [25] 崔小明. 中国石油和化工,2005(1):37-41.
Cui Xiaoming. China Petroleum and Chemical Industry,2005 (1):37-41.
- [26] Sinn H, et al. Advances in Organometallic Chemistry,1980, 18:99-149.
- [27] Even J A, et al. Journal of the American Chemical Society,1987, 109:6544.
- [28] Ewen J A, et al. Journal of the American Chemical Society,1988, 110:6255.
- [29] 杨小红,等. 合成树脂及塑料,2015(6):78-81.
Yang Xiaohong, et al. China Synthetic Resin and Plastics,2015 (6):78-81.
- [30] 范国强. 中国石化,2009(12):29-32.
Fan Guoqiang. China Petroleum and Chemical Industry, 2009(12):29-32.
- [31] Bieliński D M, et al. Polymer international,1997,44(2):161-173.
- [32] 徐志达. 现代化工,2004,24(10):23-27.
Xu Zhida. Modern Chemical Industry,2004,24(10):23-27.
- [33] 古川禎史. 热可塑性树脂组成物: JP,4288356[P].1992-10-13.
Furukawa Shi. Thermoplastic resin composition:JP, 4288356[P].1992-10-13.
- [34] Wang Biaobing, et al. Journal of Applied Polymer Science,2008, 110(3):1344-1350.
- [35] 阳范文,等. 工程塑料应用,2016(12):11.
Yang Fanwen, et al. Engineering Plastics Applications, 2016(12):11.

兰州石化石化厂聚乙烯重膜包装线试车

10月23日上午,随着设备制造商技术人员启动按钮,兰州石化石化厂聚烯烃联合车间高密度聚乙烯装置首条聚乙烯重膜包装线重膜包装建成并开始物料试车。

新的重膜包装线由自动称重、自动包装、物料回收、除尘、输送检测、高架码垛、拉伸套膜等七个单元组成。采用全

封闭结构,设联锁装置,使计量更精准、喷码更明显,对不同包装袋袋长及袋宽只需在触屏做简单设定调整即可进行工作。

据了解,聚烯烃联合车间包装A线施工始于今年9月初,从旧包装线拆除到新包装线安装调试,用了不到一个月的时间。
(中国化工网)