

复合应力场中 HDPE 诱导体系的配比 对管材结构与性能的影响^{*}

王朝虹

申开智

(煤炭科学研究总院重庆研究院,重庆 400037) (四川大学高分子科学与工程学院,成都 610065)

摘要 将质量分数分别为 2%、6% 和 10% 的相对高分子量高密度聚乙烯(HMWPE) 加入相对低分子量高密度聚乙烯(HDPE) 中组成诱导体系,并通过双向复合应力场挤管装置制得了双向自增强 HDPE 管材。结果表明,HMWPE 质量分数为 6% 的诱导体系所成型的双向自增强管材的力学性能最好、分子取向度最大、结晶度最高,晶片厚度较大。

关键词 自增强 诱导 高密度聚乙烯 管材

聚烯烃管材是一类应用广泛的型材,但传统管材周向强度较低,作为承压管材时难以满足实际输送高压流体的要求。到目前为止,国内外学者就管材增强技术进行了广泛的研究,而这些研究中关于通过在相对低分子量高密度聚乙烯(HDPE) 体系中加入少量相对高分子量高密度聚乙烯(简称 HMWPE)) 进行诱导结晶而增强的研究还刚刚起步。

本课题组长期致力于聚烯烃管材的双向自增强技术的研究,研究表明将少量 HMWPE 加入到另一种相对低分子量的 HDPE(牌号为 2480) 中通过复合应力场挤管周向剪切和轴向拉伸装置能制得双向自增强 HDPE 管材。由于 HMWPE 的大分子链取向后更容易形成脊纤维晶,而在其周围的普通 HDPE 分子则以脊纤维晶为线核折叠成规整的片晶并继续生长成为串晶,从而使制品的力学性能得到大幅度提高^[1-2]。笔者在前人^[3-6] 的研究基础上,主要对不同 HMWPE 含量诱导体系的增强效果及管材的微观结构差异进行实验研究与讨论。

1 实验部分

1.1 主要原料

HDPE: 2480, 熔体流动速率(MFR) 为 0.45 g/10 min(190℃,5 kg), 齐鲁石化公司;

HDPE: 5421B, MFR 为 0.1 g/10 min(190℃,5 kg), 中海壳牌公司。

1.2 实验设备

塑料挤出机: SJ-45B 型, 上海挤出机械厂;
微机控制电子万能试验机: RGT-10 型, 深圳瑞格尔仪器有限公司;
多晶 X 射线衍射(WAXD) 仪: 飞利浦公司;
差示扫描量热(DSC) 仪: Perkin-Elmer DSC Pyris-I 型, 美国 Perkin-Elmer 公司;

挤管模装置: 采用 2 个施加应力场的元件, 一是施加周向剪切应力场的旋转套筒, 另一个是收敛的楔形流道, 可施加一个沿挤出方向的拉伸应力场, 见图 1。

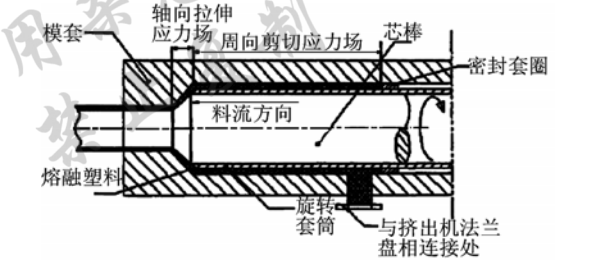


图 1 剪切拉伸双向复合应力场挤管模装置

管材模具: 管材内径为 40 mm, 外径为 45 mm, 拉伸收敛的拉伸比为 2.9。

1.3 管材挤出成型

将表 1 所列 5 种配方的原料加入挤出机中挤出成型, 控制从加料斗到机颈各段温度分别为 100、160、170、170℃, 机头的剪切力场温度为 150℃, 拉伸力场温度为 150℃, 口模温度为 145℃, 螺杆转速为 20 r/min。

表 1 5 种原料配方

编 号	原料配方
1 [#]	HDPE 2480
2 [#]	HDPE 5421B
3 [#]	HDPE 2480/HDPE 5421B(98/2)
4 [#]	HDPE 2480/HDPE 5421B(94/6)
5 [#]	HDPE 2480/HDPE 5421B(90/10)

1.4 性能测试与表征

(1) 拉伸强度测试: 周向拉伸性能测试试样为在管材上截取圆环形试样, 轴向拉伸性能测试试样

^{*} 国家自然科学基金资助项目(50473053、20174026)

收稿日期: 2008-01-27

为沿管材轴向取成直条形;拉伸速率为 100 mm/min。

(2) WAXD 测试:从管壁上切取 10 mm ×10 mm 的试样,打磨平整,厚薄均匀,尺寸一致。

(3) DSC 测试:用 DSC 仪测试,升温速率为 10℃/min,高纯氮保护,气体流量为 50 mL/min。

2 结果与讨论

2.1 各体系的力学性能

图 2、图 3 分别为不同 HMWPE 含量的 HDPE 诱导体系的周向、轴向拉伸强度变化曲线。由图 2、图 3 可以看出, HMWPE 质量分数为 6% 的诱导体系经过复合应力场后所挤管材的周向、轴向拉伸强度与未经过复合应力场常规挤出的 HDPE 2480 管材(分别为 16.81 MPa、20.32 MPa)相比,增幅最高分别为 85.24% 和 20.62%; HMWPE 质量分数为 10% 的诱导体系经过复合应力场后所挤管材的周向、轴向拉伸强度与未经过复合应力场常规挤出的 HDPE 2480 管材相比,最高增幅分别为 68.59% 和 19.98%; HMWPE 质量分数为 2% 的诱导体系经过复合应力场后所挤管材的周向、轴向拉伸强度与未经过复合应力场常规挤出的 HDPE 2480 管材相比,最高增幅分别为 64% 和 2.3%。

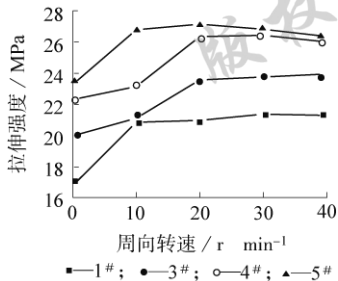


图 2 各体系管材的周向拉伸强度变化

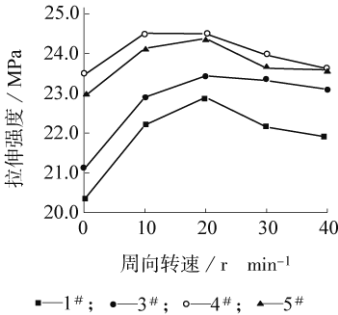


图 3 各体系管材的轴向拉伸强度变化

2.2 各体系的 WAXD 谱图

图 4、图 5 分别为不同 HMWPE 含量的 HDPE 诱导体系通过复合应力场(剪切套转速为 10 r/min)后所挤管材周向、轴向的 WAXD 谱图比较。由图 4、

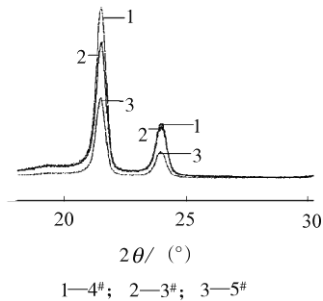


图 4 各体系管材的周向 WAXD 谱图

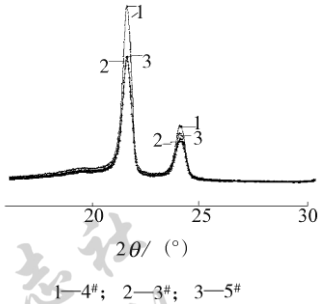


图 5 各体系管材的轴向 WAXD 谱图

图 5 可以看到,加入质量分数为 6% HMWPE 的 4[#]诱导体系经过复合应力场后所挤管材不论周向、轴向在(110)晶面和(200)晶面的衍射强度都最强,说明其分子取向度高。

2.3 各体系的 DSC 曲线

图 6 为不同 HMWPE 含量的 HDPE 诱导体系通过复合应力场(剪切套转速 10 r/min)后所挤管材试样的 DSC 曲线。其计算结果见表 1。

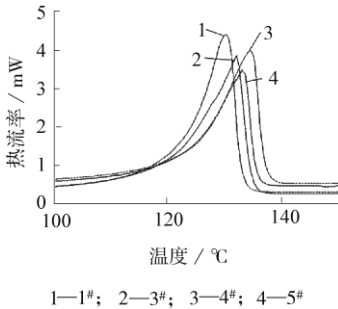


图 6 各体系管材的 DSC 曲线

表 2 各体系管材的 DSC 分析结果

编号	熔融热/J·g ⁻¹	熔融峰/℃	熔程/℃	结晶度/%
1 [#]	167.92	129.9	12.2	57.31
3 [#]	187.63	131.9	14.2	64.03
4 [#]	194.60	133.8	13.5	66.41
5 [#]	191.70	133.3	12.7	65.40

由图 6 可知,3[#]~5[#]诱导体系与 1[#]纯料相比,其熔融峰均向高温发生了漂移,其中以 HMWPE 质量分数为 6% 的 4[#]诱导体系漂移最多,增加了 3.9℃,5[#]体系次之,增加了 3.4℃,3[#]体系漂移了 2℃,说明

4[#]诱导体系晶片最厚。

由图 6 可知,3[#]诱导体系的熔程最宽,比 1[#]纯料宽了 2℃,表明其晶片厚度均匀性最差;这可能是因为 HMWPE 含量少,其熔体内没有生成足够多的线核,造成体系内既有球晶又有串晶,晶体形态多样化,尺寸大小不均一所致。

从图 6 还可看出,4[#]诱导体系的结晶度最高,5[#]体系次之,3[#]体系最低。这是因为 HMWPE 含量过少则形成的线核少;而 HMWPE 含量过多,则长链大分子易缠结在一起,不易生成稳定的线核,也不会很好地生成大量的脊纤维晶而起到诱导 HDPE 生成串晶的作用。

3 结论

在所实验的 3 种配比的诱导体系中, HMWPE

质量分数为 6% 的诱导体系的力学性能最好,取向度最高,结晶度最大。

参考文献

- [1] 袁毅. 在复合应力场下获取高性能凝聚态结构的聚烯烃管材的研究[D]. 成都: 四川大学, 2005.
- [2] 李安定. 复合应力场下制备双向自增强聚烯烃管材及其形态结构与性能的研究[D]. 成都: 四川大学, 2005.
- [3] 李安定, 袁毅, 申开智, 等. 复合应力场下挤出 HDPE 增强管材性能的研究[J]. 现代塑料加工应用, 2005, 17(4): 40 - 42.
- [4] 李安定, 袁毅, 申开智, 等. 复合应力场下制备自增强的 HDPE 管材[J]. 塑料, 2005, 34(3): 68 - 71, 14.
- [5] 李安定, 袁毅, 申开智, 等. 复合应力场下挤出 HDPE 管材自增强的研究[J]. 塑料科技, 2005, 33(3): 1 - 3.
- [6] 袁毅, 李安定, 申开智. 复合应力场双向增强塑料管材的研究[J]. 高分子材料科学与工程, 2005, 21(3): 216 - 218.

EFFECT OF PROPORTIONING OF HDPE INDUCED SYSTEMS ON THE STRUCTURE AND PROPERTIES OF PIPELINES UNDER COMPOUND STRESS FIELD

Wang Zhaohong

(Chongqing Research Institute, China Coal Research Institute, Chongqing 400037, China)

Shen Kaizhi

(College of Polymer Science & Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065, China)

ABSTRACT HDPE induced systems with HMWPE content of 2%, 6% and 10% respectively were used to prepare two-dimensional self-reinforced pipelines via a two-dimensional compound stress field die. The results showed that the induced system with HMWPE content of 6% could form pipelines with the best mechanical properties, the biggest molecular orientation, the highest crystallinity and the thickest wafer.

KEYWORDS self-reinforced, induce, HDPE, pipeline

风电复合叶片瓶颈成功突破

最近中材科技风电叶片股份有限公司长达 40.25 m、1.5 MW 的风电叶片成功批产下线。这是我国自主研发的国内最长的风电叶片。刚刚下线的这套风电叶片代号为 Sinoma 40.2, 由中材叶片公司联合德国著名的叶片设计公司研发制造成功。该叶片为环氧树脂/玻璃纤维(EP/GF) 复合材料, 基部呈圆筒状, 直径 2 m 多, 采用国际主流的真空辅助灌注成型工艺和更先进的气动外形设计, 专门针对中国低风

速区域广泛的风力资源特点而开发的。相对于其它 1.5 MW 风电叶片, 该产品具有机组载荷低、扫风面积大、发电效率高等优势。EP/GF 风电叶片作为风力发电机组的关键核心部件, 也是最为昂贵的部件, 占机组生产成本的 20% ~ 25%。目前我国已经能够部分生产 1.5 MW 的风电叶片, 基本满足现有机组的需要。目前, 中材叶片公司拥有年产 10 套模具及 200 套 Sinoma 40.2 叶片生产能力的示范线, 每年可产风电叶片 600 片。

(中聚网)

欢迎查询有关广告

对于在我刊刊登的所有广告, 如读者需要查询更详细的资料或了解情况, 请填写《读者查询广告资料服务卡》后寄回或来函。本杂志社将为您提供或转请有关单位提供资料, 以满足您的要求。如需购买任何广告单位的材料、设备、仪器及配件等产品, 我社将帮助您联系, 以保证产品质量, 争取优惠价格。欢迎各单位在我刊刊登广告。刊登办法函索即寄。

《工程塑料应用》读者查询广告资料服务卡

No. _____

读者姓名 _____ 单位 _____

通讯地址 _____ 电话 _____ 邮政编码 _____

欲获得《工程塑料应用》 _____ 年第 _____ 期第 _____ 页 _____

广告中有关 _____ 的详细资料。

如空位不够, 请另附纸。填好后请寄回。

山东省济南市 108 信箱杂志社

邮政编码: 250031