

DOI: 10.20098/j.cnki.1001-5132.2023.0329

高密度聚乙烯对超高分子量聚乙烯注塑制品性能的影响

刘峰硕, 王宇涛, 王宗宝*

(宁波大学 材料科学与化学工程学院, 浙江 宁波 315211)

摘要: 针对超高分子量聚乙烯(UHMWPE)加工难的问题, 使用高密度聚乙烯(HDPE)对 UHMWPE 进行共混改性, 并通过注塑成型的方法得到大尺寸 UHMWPE/HDPE 注塑制品, 探究了不同含量 HDPE 对注塑制品力学性能、耐磨性能及结构的影响. 结果表明: 每 100 份 UHMWPE 中加入 2 份 HDPE 时得到的注塑制品综合性能最优, 拉伸强度相比于纯 UHMWPE 注塑制品提升了 27.9%, 冲击强度基本保持不变, 摩擦系数降低了 98.5%, 砂浆磨损率降低了 58.3%; 同时, 注塑制品的熔点、结晶度与取向度均有不同程度的提升.

关键词: 高密度聚乙烯; 超高分子量聚乙烯; 注塑; 综合性能

中图分类号: TQ325.1+2

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2023) 05-0107-06

超高分子量聚乙烯(UHMWPE)通常为分子量 150 万以上的热塑性塑料, 在分子结构上与高密度聚乙烯(HDPE)相同, 其主链上的链节都是($-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$), 极高的分子量赋予 UHMWPE 卓越的耐磨损性能和抗冲击性能, 其冲击强度在常温下是 HDPE 的 10 倍以上^[1-3]. 在拥有高性能的同时, UHMWPE 的加工成型却非常困难, 其熔融时呈现高黏弹体, 熔体黏度很高、熔体流动速率很小, 且临界剪切速率低, 极容易发生熔体破裂^[4-5], 因此加工难度很大. HDPE 有着韧性好、质量轻、耐化学腐蚀等优点^[6], 并且其熔体流动速率高、流动性好, 较容易用各种成型方法对其进行加工, 但是 HDPE 模量较低、强度和刚度不足, 对其广泛应用受到限制^[7].

UHMWPE 在过去很长一段时间内只能采用压制-烧结方法进行加工^[8], 这种间歇成型方法, 生产效率低, 制品质量不稳定. 随着生产技术的不断进步, 注塑成型逐渐发展成为一种 UHMWPE 的重要加工成型方法. 与传统方法不同, 注塑成型法能够实现连续化加工生产, 并且能够生产中空、不规则形状的注塑制品, 极大拓宽了 UHMWPE 的应用

场景. 对 UHMWPE 注塑成型技术通常从设备和工艺两方面进行研究. 在设备方面, 1974 年日本三井石油化学公司首次对 UHMWPE 注塑成型技术设备进行研究, 并于 1976 年实现了商业化^[9]. 我国于 1982 年才正式开始 UHMWPE 注塑设备的研究, 因制造的注塑机锁模力低、操作系统落后等问题, 导致 UHMWPE 的注塑成型发展缓慢. 高百超等^[10]利用正交试验法对 UHMWPE 注塑过程中的各工艺参数进行了研究, 发现注塑压力对样品拉伸强度的影响最为明显, 各工艺参数对样品拉伸性能的影响顺序为: 注射压力大于注塑速度大于注射温度大于螺杆转速. 在工艺方面, 通常添加小分子物质降低 UHMWPE 的熔体黏度, 从而提高熔体流动性、改善加工性能. Scheetz 等^[11]用中、低分子量的聚乙烯与 UHMWPE 通过挤出机挤出, 但是由于不同组分的分子量差距过大, 导致共混体系相容性不好, 所得制品的机械性能很差. 刘延华等^[12]使用中等分子量聚乙烯(MMWPE)对 UHMWPE 进行共混改性, 发现 MMWPE 的加入能够提高体系的流动性, 但会使所得制品的力学性能降低. 许睿^[13]用 HDPE、聚乙烯辛烯共弹性体(POE)与 UHMWPE

收稿日期: 2023-03-20.

宁波大学学报(理工版)网址: <http://journalg.nbu.edu.cn/>

基金项目: 浙江省“领雁”研发攻关计划(2023C01209); 宁波市重大科技任务攻关项目(2021Z041).

第一作者: 刘峰硕(1998-), 男, 山东淄博人, 在读硕士研究生, 主要研究方向: 高分子材料加工. E-mail: 354339690@qq.com

*通信作者: 王宗宝(1978-), 男, 辽宁朝阳人, 教授, 主要研究方向: 高分子材料加工、聚集态结构调控. E-mail: wangzongbao@nbu.edu.cn

进行共混挤出,并对体系的熔体强度进行了研究,发现二者的加入均能使共混物体系的熔体强度升高,但 HDPE 的增强效果并不显著。

本文通过共混改性的方法,使用 HDPE 对 UHMWPE 共混进行改性,并通过注塑成型方法得到大尺寸 UHMWPE/HDPE 注塑制品,研究不同含量的 HDPE 对注塑制品力学性能、耐磨性能以及结构的影响,得到了综合性能优异的注塑制品。

1 试验部分

1.1 试验材料

UHMWPE: 黏均分子量为 300 万(中国科学院上海有机化学研究所提供); HDPE: DMDA8008H, 熔体流动速率为 $7.2 \text{ g} \cdot (10 \text{ min})^{-1}$ (购自中石油独山子石化公司); 抗氧化剂 1010(购自上海甬川生物科技有限公司)。

1.2 主要仪器设备

高速混合机(SRL-Z500, 张家港市顺达机械有限公司); 双螺杆注塑机(520-K5, 宁波双盛塑料机械有限公司); 万能力学试验机(BHTMS-002, 美国 MTS 公司); 数位冲击试验机(GT-7045-HMH, 高特威尔检测仪器有限公司); 摩擦磨损试验机(UMT-3, 美国 Brooke 公司); 砂浆磨损率试验机(XSM-12, 石家庄中实检测设备有限公司); 差示扫描量热仪(DSC8000, 美国 Pekin Elmer 公司); X 射线衍射仪(Xuess, 法国 Xenocs 公司); 分析天平(FA2004, 乐迪仪器有限公司)。

1.3 样品制备

规定 UHMWPE 的质量 100 份为基准, HDPE 与抗氧化剂的添加量同样以“份”表示, UHMWPE 与 HDPE 的配比含量见表 1。

表 1 UHMWPE/HDPE 共混物的配比 份

样品	UHMWPE	HDPE	抗氧化剂
MUH0	100	0	0.3
MUH2	100	2	0.3
MUH5	100	5	0.3

同时以 MUH_x 来表示共混物, MU 代表 UHMWPE, H 代表 HDPE, x 代表 HDPE 添加的份数。将 UHMWPE、HDPE、抗氧化剂按不同配比加入高速混合机中混合 20 min, 再将共混物直接加入注塑机中, 在 290 °C、90 MPa 条件下注塑成型, 得到

大尺寸 UHMWPE/HDPE 注塑制品(图 1), 而后沿注塑制品径向切割成不同规格的样品进行测试。

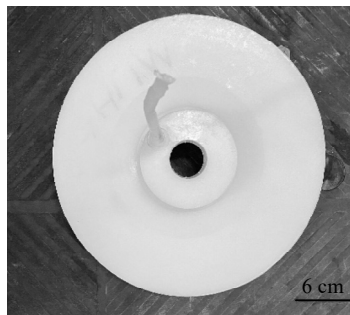


图 1 UHMWPE/HDPE 大尺寸注塑制品

1.4 性能测试与表征

拉伸性能测试: 使用铣床沿注塑制品径向精确加工出拉伸试样(尺寸 $70 \text{ mm} \times 15 \text{ mm} \times 2 \text{ mm}$), 根据《塑料 拉伸性能的测定(GB/T1040.1—2018)》^[14], 在室温下采用万能力学试验机对样品进行拉伸性能测试。拉伸速度为 $50 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$, 每组样品选取 5 根样条进行测试, 取平均值。

冲击性能测试: 采用最大冲击能量为 5.5 J 的摆锤进行冲击强度测试, 使用铣床沿注塑制品径向精确加工出冲击试样(尺寸 $80 \text{ mm} \times 5 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}$)。由于 UHMWPE 的冲击强度极高, 难以使用单缺口冲击试验将样品冲断, 因此根据《塑料 悬臂梁冲击强度的测定(GB/T1843—2008)》^[15], 采用 GT-7045-HMH 型数位冲击试验机对注塑样品进行双缺口冲击强度测试, 单向缺口深度 1.8 mm, 每个试样在冲击试验前后记录断面的宽度与厚度进行冲击强度计算, 每组样品选取 5 根样条进行测试, 取平均值。

耐磨性能测试: 使用铣床精确加工出摩擦磨损试验样品形状, 根据《塑料 超高分子量聚乙烯砂浆磨耗试验方法(SH/T1818—2017)》^[16]在室温下对注塑样品进行砂浆磨损率测试, 分别在 0、8、16、24 h 这 4 个时间点对样品进行质量测定。样品在试验前进行去污和烘干, 采用精度为 0.1 mg 的分析天平称取质量, 通过测量不同时间点样品质量进行计算, 得到砂浆磨损率, 每组试验重复 3 次, 取平均值。通过 UMT-3 多功能高温摩擦磨损试验机对注塑样品进行摩擦系数测试, 每个试样进行 3 次重复试验。摩擦副选取 Al_2O_3 磨球, 试样在试验前用无水乙醇清洁表面(将 Al_2O_3 磨球用无水乙醇超声 3 min, 然后在烘箱干燥 10 min)。试验条件为干

摩擦、载荷 10 N、频率 2 Hz、试验时间 30 min.

差示扫描量热法(DSC)分析: 在氮气氛围中采用差示扫描量热仪对注塑样品进行热行为表征, 以 $10\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ 从 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 差示扫描量热仪升温至 $180\text{ }^{\circ}\text{C}$, 测得熔融焓. 不同样品结晶度的计算公式为:

$$X_c = \Delta H_m / \Delta H_0,$$

式中: X_c 为 UHMWPE 结晶度; ΔH_m 为根据 DSC 曲线结果计算得到的熔融焓; ΔH_0 为 UHMWPE 完全结晶时的标准熔融焓, 根据文献[17]查得 UHMWPE 的标准熔融焓为 $298\text{ J}\cdot\text{g}^{-1}$.

广角 X 射线衍射(WAXD): 将注塑样品通过法国 Xenocs 公司生产的 Xuess SAXS/WAXD 设备进行 WAXD 表征, 其中 X 射线波长为 $1.5418\text{ \AA}$. 数据通过 Mar345 探测器采集, 单个像素点尺寸为 $150\text{ }\mu\text{m}\times 150\text{ }\mu\text{m}$, 结晶度计算公式为:

$$X_c = I_c / (I_c + KI_a),$$

式中: X_c 为结晶度; I_c 为结晶相的衍射信号积分强度; I_a 为非晶相的弥散信号积分强度; K 为校正系数^[18-19].

取向度(f): 根据文献[20]方法计算 UHMWPE 晶体的取向度, 即通过同种晶面的平均取向与参考方向的符合程度进行表征. 本文定义注塑中流动场的方向为参考方向, 假设晶面为(hkl), 则取向参数为 $\langle \cos^2 \phi_{hkl} \rangle$ 的计算公式为:

$$\langle \cos^2 \phi_{hkl} \rangle = \frac{\int_0^{\pi/2} I_{hkl}(\phi) \cos^2 \phi \sin \phi d\phi}{\int_0^{\pi/2} I_{hkl}(\phi) \sin \phi d\phi},$$

式中: ϕ 为方位角; $I_{hkl}(\phi)$ 为沿方位角的散射强度.

Hermans 取向度参数计算公式为:

$$f = \frac{3 \langle \cos^2 \phi_{hkl} \rangle - 1}{2}.$$

2 结果与讨论

2.1 UHMWPE/HDPE 注塑制品的力学性能

图 2(a)为 UHMWPE/HDPE 注塑制品的拉伸性能测试结果. 从图 2(a)可见, 随着 HDPE 组分的增加, UHMWPE/HDPE 注塑制品的拉伸强度呈现先增大后减小的趋势, 当 HDPE 含量从 0 份增加到 2 份时, MUH2 注塑制品的拉伸强度相较于 MUH0 有明显提升, 提升率为 27.9%; 而当 HDPE 含量增加

到 5 份时, 注塑制品的拉伸强度明显下降. 其原因可能是加工过程中 UHMWPE 和 HDPE 短时间很难达到完全均一相容^[21], 在受到外力拉伸作用时, 作为应力集中点出现缺陷, 从而使得注塑制品的拉伸强度降低. 同时, 注塑制品的断裂伸长率随着 HDPE 含量的增加不断下降. 表明少量 HDPE 的加入能够在改善 UHMWPE 加工性的同时起到增强作用, 但是不能对注塑制品起到增韧效果.

图 2(b)为 UHMWPE/HDPE 注塑制品的冲击强度测试结果. 从图 2(b)可见, 注塑制品的双缺口冲击强度均很高, 说明注塑制品的抗冲击性能极好. 随着 HDPE 含量的提升, 注塑制品的冲击强度不断降低, 但是少量 HDPE 的加入对注塑制品的冲击强度影响很小, MUH2 注塑制品的冲击强度为 $548\text{ kJ}\cdot\text{m}^{-2}$, MUH0 注塑制品的冲击强度为 $553.4\text{ kJ}\cdot\text{m}^{-2}$, 相比仅降低了 0.98%. 说明少量 HDPE 不会在 UHMWPE 中形成应力集中点, 导致冲击强度出现明显下降, 加入少量 HDPE 在改善 UHMWPE 加工难度大这一问题的同时, 可以保证 UHMWPE 注塑制品原有高抗冲击性能的优势.

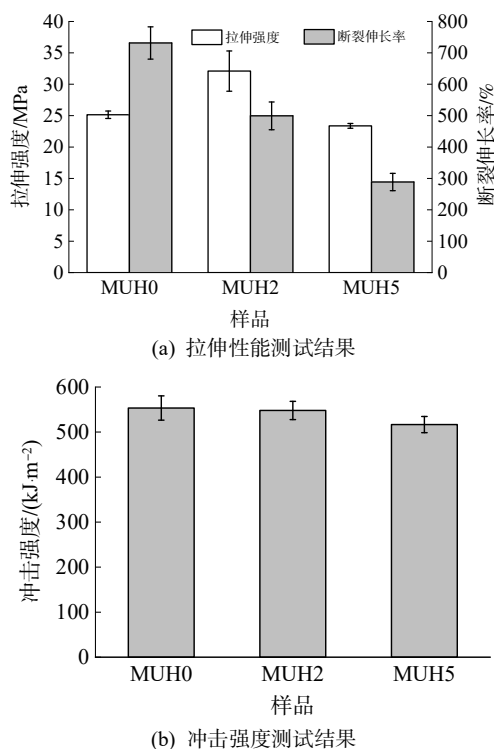
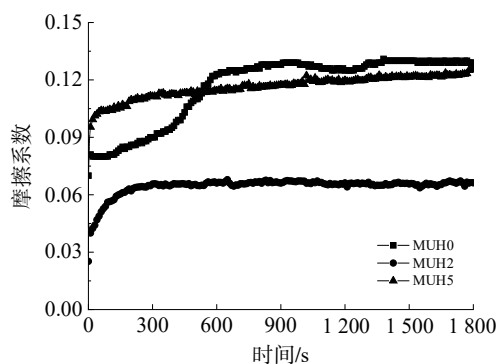


图2 UHMWPE/HDPE 注塑制品的力学性能

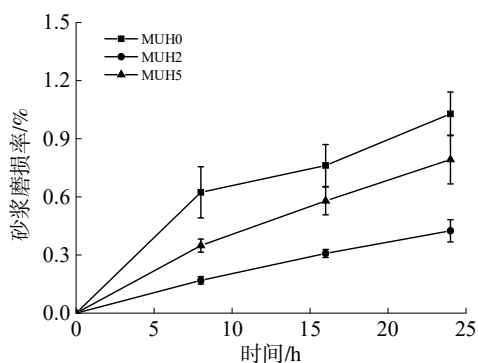
2.2 UHMWPE/HDPE 注塑制品的耐磨性能

图 3(a)为 UHMWPE/HDPE 注塑制品的摩擦系

数与时间关系. 从图 3(a)可见, 随着摩擦磨损试验的进行, 注塑制品的摩擦系数不断增大直至稳定; 随着 HDPE 含量的增加, 注塑制品的摩擦系数先增大后减小, HDPE 的加入对注塑制品耐摩擦磨损性能有不同程度的提升, MUH2 注塑制品体现出更为优异的耐磨性能. 在分子材料的摩擦磨损试验中, 总是较软的高分子材料表面容易发生损伤, 从而使得高分子材料向较硬的材料转移^[22]. 当 Al_2O_3 磨球表面与 UHMWPE/HDPE 共混注塑制品表面刚刚接触时, 接触面上的摩擦阻力迅速升高, 注塑制品的摩擦系数快速升高. 随着摩擦时间的延长, 注塑制品表面与 Al_2O_3 磨球不断磨损, 并产生磨屑, 导致摩擦面的接触面积不断增大, 摩擦系数缓慢增大. 由于 UHMWPE 的导热性较差, 摩擦面的温度不断升高, 并且由于 UHMWPE 的硬度相对较低, 因此在外力作用下 UHMWPE 注塑制品在接触面出现变形, 从而发生接触面上的部分粘着, 在 Al_2O_3 磨球表面形成一层转移膜. 此时摩擦面逐渐由 UHMWPE- Al_2O_3 转变为 UHMWPE-UHMWPE, 因此摩擦系数逐渐趋于稳定, 通常认为这种摩擦磨损机理为粘着磨损^[23-24].



(a) 摩擦系数



(b) 磨损率

图3 UHMWPE/HDPE 注塑制品的耐磨性能

图 3(b)为 UHMWPE/HDPE 注塑制品的砂浆磨损率与时间的变化关系. 在砂浆磨损试验中, 粗糙的砂浆颗粒在与 UHMWPE/HDPE 共混物发生磨损接触时会切削其表面, 从而引起共混物从表层到内部的撕裂、划伤及微犁沟等现象, 最终导致其表面裂纹的产生和断裂, 从而发生磨粒磨损^[25]. 磨粒磨损主要受砂浆的颗粒形状及大小、环境的温度和湿度、材料自身强度和韧性的影响. 通常磨砂浆越粗糙, 材料的断裂功越小, 最终得到的磨损率越大. 在相同的砂浆磨损时间下, 样品的砂浆磨损率越低, 代表注塑制品的耐磨性越好. 从图 3(b)可见, 随着砂浆磨损时间的延长, 样品的磨损率逐渐增大, HDPE 的加入能够明显改善注塑制品的耐砂浆磨损性能. 在相同的磨损时间下, 样品的砂浆磨损率随着 HDPE 含量的增加呈先降后升趋势; MUH0 注塑制品在进行 24 h 磨损后, 砂浆磨损率为 1.03%, 而 MUH2 注塑制品在进行 24 h 磨损后, 砂浆磨损率仅为 0.43%, 降幅高达 58.3%.

2.3 UHMWPE/HDPE 注塑制品的热性能

图 4 为 UHMWPE/HDPE 注塑制品的一次升温 DSC 曲线. 从图 4 可见, 所有注塑制品的一次升温 DSC 曲线中只有一个熔融峰, 并且随着 HDPE 含量的增加, 注塑制品的熔点先升高后降低.

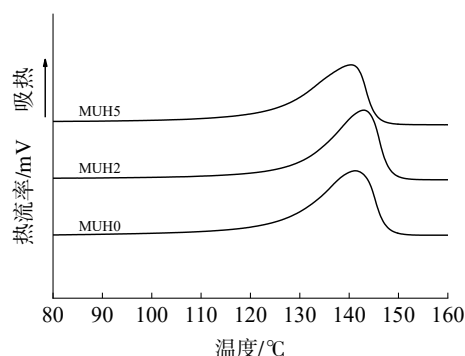


图4 UHMWPE/HDPE 注塑制品一次升温 DSC 曲线

表 2 中给出了 UHMWPE/HDPE 注塑制品的熔融温度(T_m)、熔融焓(ΔH_m)及结晶度(X_c)数据. UHMWPE 的 T_m 和 X_c 数据分别为 141.7 °C 和 48.2%, 而 UHMWPE/HDPE 注塑制品的 T_m 和 X_c 随着 HDPE 含量的增加呈先升后降趋势, MUH2 注塑制品有着更高的 T_m 和 X_c , 分别升高至 142.9 °C 和 50.3%. 说明少量 HDPE 的加入能够明显提升注塑制品的熔点及结晶度. 结晶度越高, 分子链规整程度越高,

分子间作用力越大, 在力学性能上体现出更高的拉伸强度及更强的耐磨性, 而过多 HDPE 的加入则会起到相反作用。

表 2 UHMWPE/HDPE 注塑制品的 DSC 数据

样品	$T_m/^\circ\text{C}$	$\Delta H_m/(\text{J}\cdot\text{g}^{-1})$	$X_c/\%$
MUH0	141.7	141.1	48.2
MUH2	142.9	147.3	50.3
MUH5	140.6	140.6	48.0

2.4 WAXD 分析

图 5 为 UHMWPE/HDPE 注塑制品的 WAXD 图谱, 从图 5 能够清晰看到衍射角 17.5° 、 19.4° 的衍射峰分别对应聚乙烯(PE)晶体的(110)、(200)晶面^[26], HDPE 的加入对衍射峰位置没有产生明显影响, 说明 HDPE 的加入没有改变 UHMWPE 原有晶胞结构。通过 WAXD 图谱对 UHMWPE/HDPE 注塑制品的结晶度及(110)晶面的取向度($f_{(110)}$)进行计算, 结果见表 3。从表 3 可见, 随着 HDPE 含量的增加, 样品的结晶度先升高后降低, 与 DSC 测试结果一致, 说明加入少量 HDPE 能够促进注塑制品结晶, 从而使注塑制品获得更高的力学强度和更好的耐磨性。而通过计算 $f_{(110)}$ 发现, MUH2 注塑制品的取向度相对更高, 高取向度意味着分子链的排布更为规律^[27], 从而可使注塑制品的拉伸强度及耐磨性能提高。

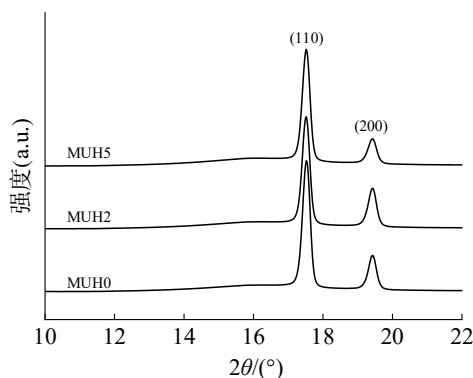


图 5 UHMWPE/HDPE 注塑制品的 WAXD 图谱

表 3 UHMWPE/HDPE 注塑制品的 WAXD 数据

样品	$X_c/\%$	$f_{(110)}$
MUH0	61.2	0.043
MUH2	64.9	0.061
MUH5	57.6	0.042

3 结论

(1)UHMWPE/HDPE 注塑制品的拉伸强度随 HDPE 含量的增加呈现先升高后降低的趋势, 每 100 份 UHMWPE 中加入 2 份 HDPE 时注塑制品的拉伸强度达到 32.1 MPa, 相比于纯 UHMWPE 的 25.1 MPa 提升了 27.9%。但是注塑制品的断裂伸长率随着 HDPE 含量的增加不断降低, 同样注塑制品的冲击强度随着 HDPE 含量的增加也不断降低, 说明 HDPE 的加入没有对注塑制品起到增韧作用, 然而注塑制品的冲击强度均在 $500 \text{ kJ}\cdot\text{m}^{-2}$ 以上, 说明注塑制品仍保持极为优异的抗冲性能。

(2)HDPE 的加入对整个 UHMWPE/HDPE 注塑制品的耐磨性能有不同程度的提升, 每 100 份 UHMWPE 中加入 2 份 HDPE 时注塑制品的摩擦系数相比于纯 UHMWPE 降低了 98.5%, 砂浆磨损率降低了 58.3%。

(3)UHMWPE/HDPE 注塑制品的熔点与结晶度均随着 HDPE 含量的增加呈先升后降趋势, 每 100 份 UHMWPE 中加入 2 份 HDPE 时, 注塑制品的熔点与结晶度更高, 因此注塑制品拥有更高的拉伸强度与更强的耐磨性。

(4)HDPE 的加入不会对 UHMWPE 原有的晶胞结构产生影响, 但是少量 HDPE 的加入能够促进分子链在注塑过程中发生取向, 从而提升注塑制品的拉伸强度与耐磨性能。

参考文献:

- [1] 赵宜明. 超高分子量聚乙烯(UHMW-PE)的性能、加工及应用-(I)[J]. 塑料, 1978, 7(3):61-70.
- [2] 向东. 超高分子量聚乙烯的应用及改性研究进展[J]. 化工科技市场, 2006, 29(5):41-45; 50.
- [3] 张文媛. 我国超高分子量聚乙烯的应用及研究现状[J]. 当代石油石化, 2017, 25(9):31-34; 50.
- [4] 余大荣, 辛勇. 超高分子量聚乙烯改性研究进展[J]. 中国塑料, 2022, 36(8):135-145.
- [5] 周秀琪, 汪杰, 方庆忠. 超高分子量聚乙烯制品的改性进展[J]. 塑料, 2021, 50(3):88-92.
- [6] 刘强, 孔释笛. 高密度聚乙烯的应用研究及发展[J]. 建筑工程技术与设计, 2020(23):4040.
- [7] 邵鹏程, 王雁玉, 李渤, 等. 高密度聚乙烯的研究及应用[J]. 塑料制造, 2011(4):98-100.
- [8] 魏晓峰, 刘广建. 超高分子量聚乙烯的成型工艺最新研究现状[J]. 塑料挤出, 2004(5):10-13.

- [9] 李志, 王艳令, 刘持政, 等. 超高分子量聚乙烯成型技术研究进展[J]. 塑料, 2014, 43(2):38-43; 4.
- [10] 高百超, 杨于光, 张亚军, 等. 超高分子量聚乙烯材料注塑工艺参数的优化[J]. 塑料, 2017, 46(6):92-94.
- [11] Scheetz H A, Gilles R C. Melt processable UHMWPE: US4281070[P]. 1981-07-28.
- [12] 刘廷华, 徐鸣, 陈利民, 等. MMWPE 与 UHMWPE 共混的力学性能研究[J]. 工程塑料应用, 2001, 29(9):1-3.
- [13] 许睿. 超高分子量聚乙烯加工特性与性能优化研究[D]. 北京: 北京化工大学, 2018.
- [14] GB/T 1040.1—2018. 塑料 拉伸性能的测定[S].
- [15] GB/T 1843—2008. 塑料 悬臂梁冲击强度的测定[S].
- [16] SH/T 1818—2017. 塑料 超高分子量聚乙烯砂浆磨耗试验方法[S].
- [17] Yilmaz G, Yang H G, Turng L S. Injection molding of delamination-free ultra-high-molecular-weight polyethylene [J]. Polymer Engineering & Science, 2019, 59(11):2313-2322.
- [18] Niggli A. Crystal-structure analysis[J]. Zeitschrift Für Kristallographie, 1963, 118(3/4):335-336.
- [19] Winter W T. Structure of crystalline polymers(tadokoro, H.)[J]. Journal of Chemical Education, 1981, 58(12): A378.
- [20] Alexander L. X-ray diffraction methods in polymer science[J]. Journal of Materials Science, 1971, 6(1):93.
- [21] 王禹, 李统一, 遵倩. UHMWPE/HDPE 共混体系的流动性和力学性能研究[J]. 山西化工, 2018, 38(5):18-20.
- [22] Wang A, Essner A, Polineni V K, et al. Lubrication and wear of ultra-high molecular weight polyethylene in total joint replacements[J]. Tribology International, 1998, 31(1/2/3):17-33.
- [23] 罗锦洁. 超高分子量聚乙烯摩擦学性能研究[J]. 城市地理, 2016, (12):234.
- [24] 冯园, 王宏球, 于俊荣. 超高分子量聚乙烯的磨损机理及耐磨改性研究进展[J]. 高分子通报, 2022(10):54-62.
- [25] 周健松, 阎逢元, 单小东. 超高分子量聚乙烯摩擦学性能研究进展[J]. 材料科学与工程学报, 2005, 23(1):142-145.
- [26] An M F, Xu H J, Lv Y, et al. Ultra-strong gel-spun ultra-high molecular weight polyethylene fibers filled with chitin nanocrystals[J]. RSC Advances, 2016, 6(25): 20629-20636.
- [27] 张斌, 周科朝, 朱武, 等. 自增强高密度聚乙烯/超高分子量聚乙烯复合材料制备与表征[J]. 功能材料, 2007, 38(9):1507-1510.

Effect of HDPE on properties of injection molded UHMWPE products

LIU Fengshuo, WANG Yutao, WANG Zongbao*

(School of Material Science and Chemical Engineering, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: Aiming at the difficulties with processing of ultra high molecular weight polyethylene (UHMWPE), high density polyethylene (HDPE) is used to blend with and modify UHMWPE, and large size UHMWPE/HDPE products are obtained by injection molding. The effects of different content of HDPE are investigated on the mechanical properties, wear resistance, and structure of the products. The results show that the injection molded products with 2 parts of HDPE per 100 parts of UHMWPE achieve the best comprehensive performance. Compared with pure UHMWPE products, the improvements made through the presented techniques can be witnessed in the following indices: the tensile strength increases by 27.7%, the impact strength remains basically unchanged, the friction coefficient decreases by 98.5%, and the mortar wear rate cuts by 58.3%. Along with these ameliorations, the melting point, crystallinity, and orientation of the products are also improved to certain degrees.

Key words: high density polyethylene; ultra high molecular weight polyethylene; injection molding; comprehensive performance

(责任编辑 史小丽)