

玻纤增强 PP 挤出吹塑成型性能研究^{*}

黄 虹 刘 伟 唐丽文 邓国灿

(重庆工学院材料学院, 重庆 400050)

摘要 通过熔体流动速率测试及转矩流变实验, 分析确定了不同含量玻纤增强聚丙烯(PP)的挤出吹塑成型加工性能及加工工艺。得出了不同含量玻纤增强 PP 挤出吹塑制件的最小壁厚的参考值。通过玻纤在挤出吹塑成型过程中的流动取向及对制件断面形貌的观察表明, 玻纤增强 PP 的挤出吹塑成型工艺是可行性的。

关键词 挤出吹塑 玻纤增强聚丙烯 成型性能 加工工艺 最小壁厚

塑料挤出吹塑成型已成为塑料挤出成型、注射成型之后的第三大成型方法。与其它成型方法(如注射成型)相比, 吹塑设备的造价较低, 适应性较强, 可成型性能较高、形状复杂的中空制件。挤出吹塑成型常用于瓶、桶、壶、罐等容器的成型加工, 在日用品、化工原料和医药等行业应用广泛。目前, 挤出吹塑成型技术也大量用于工业制品的成型, 如汽车仪表盘、保险杠、油箱、进气管和排气管等^[1]。

挤出吹塑成型的工艺过程是: 首先由挤出机挤出一个管状料坯, 然后将熔融状态下的料坯切断放入开启的吹塑模具中, 模具闭合夹住料坯, 通入压缩空气吹胀, 使料坯紧贴吹塑模具型腔壁, 冷却定型后开模取件。

玻纤(GF)增强聚丙烯(PP)是将一定比例的经过表面处理的具有一定长度的 GF 与基体树脂 PP 高速混炼, 使 GF 在螺杆挤出机高剪切作用下均匀地分布于基体树脂 PP 中, 再经过混合挤出, 沿轴向方向产生一定程度的取向。GF 在基体中起到力的分散作用, 从而增强了材料承受外力作用的能力, 宏观上显示出材料的弯曲强度、拉伸强度等力学性能的大幅度提高^[2]。目前 GF 增强 PP 一般采用注射成型加工, 对其挤出吹塑成型的研究很少。笔者研究了不同含量 GF 增强 PP 的挤出吹塑性能及成型工艺条件, 并通过对制件的最小壁厚及断面形貌的扫描电子显微镜(SEM)研究, 确定了 GF 增强 PP 挤出吹塑成型工艺的可行性。

1 实验部分

1.1 主要原材料

PP: 牌号 F401, 甘肃兰港石化有限公司;

30% GF 增强 PP: 重庆煤炭科学研究院。

1.2 主要设备

高速混合机: SHR-10 型, 江苏白熊机械有限公司;

熔体流动速率(MFR)仪: XNR-400 型, 承德市金建检测仪器有限公司;

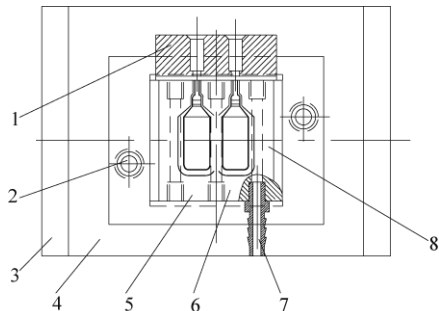
转矩流变仪: RM-200 型, 哈博电气制造公司;

挤出吹塑成型机组: SJ-45/25 型, 重庆华荣塑机有限公司;

单管坯挤出多型腔吹塑成型模具: 其结构示意图见图 1(图 2 为制件示意图), 自制^[3];

晶相显微镜: OLYMPUS-GX51 型, 日本 Olympus 公司;

SEM: JSM-6460L 型, 日本电子株式会社。



1—引导针; 2—导柱; 3—座板; 4—固定板

5、6、8—模体镶件; 7—水嘴

图 1 单管坯挤出多型腔吹塑成型模具示意图

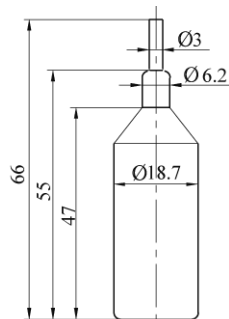


图 2 制件示意图

^{*} 重庆市教委应用基础研究项目(KJ060612)、重庆市科技攻关重大项目(CSTC, 2005AA3012-5)

收稿日期: 2007-09-10

1.3 试样制备

将 PP 与 30% GF 增强 PP 以一定比例在高速混合机中混炼,分别制备 GF 质量分数为 10%、15%、20%、25%、30% 的 GF 增强 PP 粒料,再采用挤出吹塑机组挤出吹塑成型为制件。

1.4 性能测试

MFR 测试:测试温度为 180℃,负荷 2.16 kg,切样间隔 120 s,样条数为 4,结果取其平均值。

流变性能测试:测定纯 PP 时转矩流变仪三段温度均为 180℃,转速为 30 r/min;测定 GF 增强 PP 时,其三段温度均为 180℃,转速为 27 r/min。

制件壁厚测试:在挤出吹塑过程中,通过锥度芯轴的轴向运动,通过调节口模间隙及从挤出机头芯棒中心孔中通入的气体量来改变管坯的壁厚,得到不同壁厚的制件;当制件壁厚小于一定值时,在制件壁厚最薄处便会开裂。将开裂制件剖开,用游标卡尺测量制件的底面及侧面厚度,得到 GF 含量与开裂最大壁厚的关系。

SEM 观察:将挤出吹塑制件在液氮中冷却脆断,在断口表面喷镀金处理后,用 SEM 观察并拍照。

2 结果与讨论

2.1 GF 含量对材料流动性和流变性能的影响

表 1 列出在实验温度 180℃ 下不同含量 GF 增强 PP 的 MFR。从表 1 可以看出,随着 GF 含量的增加,材料的 MFR 不断降低,这与钟明强等^[4]得到的实验结论是一致的。MFR 的减小表明材料成型时流动性降低。因此在设定成型工艺参数时应随着 GF 含量的增大而提高其成型温度及转速。

表 1 不同含量 GF 增强 PP 的 MFR

材 料	MFR / g · (10 min) ⁻¹
纯 PP	0.560
10% GF 增强 PP	0.553
15% GF 增强 PP	0.500
20% GF 增强 PP	0.465
25% GF 增强 PP	0.442
30% GF 增强 PP	0.440

图 3 和图 4 为纯 PP 和 30% GF 增强 PP 的转矩流变性能曲线。由图 3 和图 4 可以看出,纯 PP 的最大转矩是 97.3 N · m,而 30% GF 增强 PP 最大的转矩是 104.8 N · m。由此可见加入 GF 后转矩会有所增大,这就要求 GF 增强 PP 在成型时要有更高的成型温度或螺杆转速。

2.2 挤出吹塑工艺参数的确定

综合考虑能耗和生产成本等因素,根据纯 PP

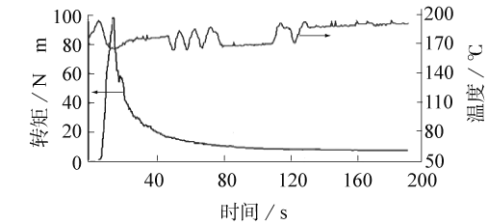


图 3 纯 PP 的转矩流变性能曲线

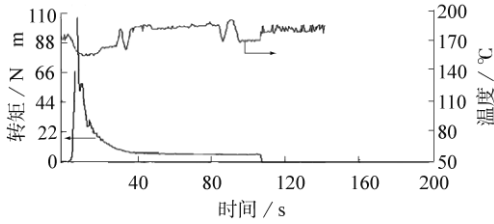


图 4 30% GF 增强 PP 的转矩流变性能曲线

的成型工艺参数并对其稍作调整,经过试验,确定了不同含量 GF 增强 PP 的成型工艺参数,如表 2 所示。

表 2 不同含量 GF 增强 PP 的挤出吹塑工艺参数

项目		纯 PP	10% GF 增强 PP	15% GF 增强 PP	20% GF 增强 PP	25% GF 增强 PP	30% GF 增强 PP
料筒温度 /℃	后段	170	170	175	175	175	175
	中段	185	185	190	190	190	190
	前段	200	200	205	205	205	205
机头温度 /℃		210	210	210	210	215	215
模口温度 /℃		200	200	205	205	205	205
模具温度 /℃		20 ~ 30	20 ~ 30	20 ~ 30	20 ~ 30	20 ~ 30	20 ~ 30
充气时间 /s		10 ~ 15	10 ~ 15	10 ~ 15	10 ~ 15	10 ~ 15	10 ~ 15
转速 / r · min ⁻¹		30 ~ 40	30 ~ 50	30 ~ 50	30 ~ 50	30 ~ 50	30 ~ 50
吹气压力 / MPa		0.8 ~ 1	0.8 ~ 1	0.8 ~ 1	0.8 ~ 1	0.8 ~ 1	0.8 ~ 1

2.3 GF 含量与最大吹破壁厚的关系

制件壁厚是评价制件质量的重要指标,壁厚过大,原材料过量消耗不仅引起材料浪费,而且会加长冷却时间,延长成型周期,降低生产效率;而壁厚不足则引起力学性能降低,尤其是对于制件吹胀比较大的区域或形状复杂的制件影响更大;壁厚太薄,在挤出吹塑成型加工过程中,制件会因承受不了吹塑压力而被吹破。因此,要综合考虑制件力学性能、制件质量、生产成本和生产效率等各方面的因素,找到合理的制件壁厚分布。图 5 为利用 25% GF 增强 PP 挤出吹塑所得到的吹塑制件,由图 5a 可以看出,壁厚正常的吹塑制件形状完整,质量较好,而壁厚太薄(见图 5b)的吹塑制件的最大变形处被吹破开裂。图 6 示出 GF 含量与开裂最大壁厚的关系,由图 6

可知,随着 GF 含量的增加,开裂最大壁厚亦增加,即随着 GF 含量的增加,制件的最小壁厚应增大。

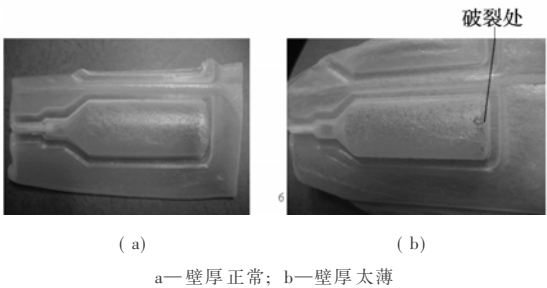


图 5 挤出吹塑制件

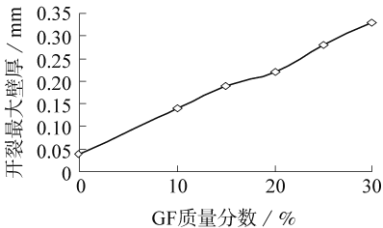


图 6 GF 含量与开裂最大壁厚的关系

2.4 GF 在 GF 增强 PP 中的取向形态

纤维增强聚合物复合材料中纤维的取向对材料的性能影响非常大。由于增强纤维易于沿流动方向排列,因此使材料在不同方向具有不同的性能。沿纤维取向方向,材料的强度和模量很高,但抵抗裂纹扩展的能力较差。图 7 示出挤出吹塑成型制件中 GF 的取向。由图 7 可以看出,GF 的取向基本一致,这说明挤出过程中 GF 同流体流动方向一致,呈稳态流动,这说明 GF 增强 PP 可以用于挤出吹塑成型,而表 2 所示的挤出吹塑工艺参数也是可行的。从图 7 还可以看出,随着 GF 含量的减少,其 GF 取向程度和密度有所降低,这对材料的力学性能有一

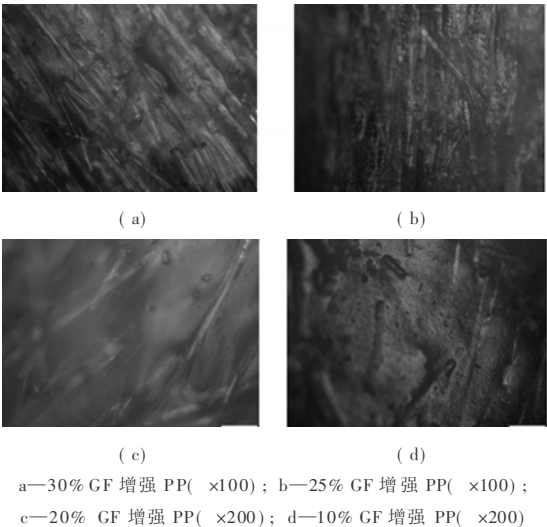


图 7 挤出吹塑成型制件中 GF 的取向

定的影响。这就要求在生产过程中需根据制件性能要求选择适宜 GF 含量的增强 PP。

2.5 GF 增强 PP 的断面形貌

图 8 为不同含量 GF 增强 PP 断口表面的 SEM 照片。从图 8 可以看出,基体紧密包紧 GF,中间没有明显气孔;断裂时小部分 GF 未被拉断而留在树脂中,或整个被拉出后而留下孔洞;另外一部分 GF 在制件断裂时被拉断,紧紧地包在树脂中。这再次说明 GF 是沿制件轴向取向的,在表 2 工艺条件下将 GF 增强 PP 运用于挤出吹塑成型工艺的可行性。

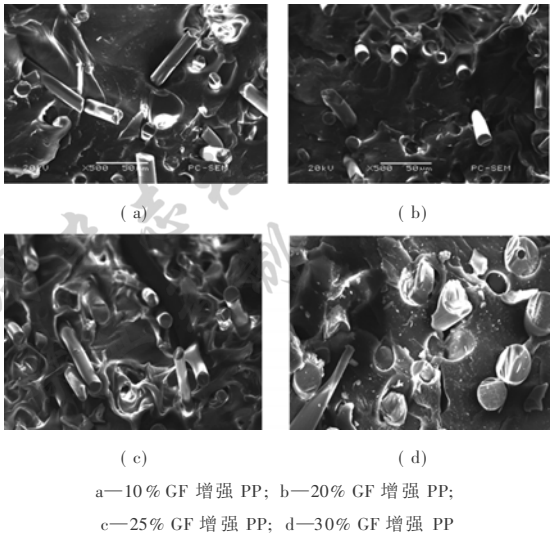


图 8 不同含量 GF 增强 PP 断口表面的 SEM 照片

2.6 吹塑成型中出现的问题及其措施

(1) 制件动定模两侧的壁厚不均匀。吹塑成型中发现很多制件定模侧较厚,动模侧较薄,如 30% GF 增强 PP 制件,其定模侧壁厚为 0.76 mm,而动模侧仅为 0.42 mm。其原因是在吹塑成型合模过程中,由于模具温度较低,型坯先接触定模而冷却、收缩,使壁厚增大;而动模侧的型坯接触温度相对较高的空气,收缩程度较小,故经过吹塑成型后,动模侧的制件壁厚会比定模侧制件壁厚小。通过实验发现,如果适当提高模具温度及合模速度,就可以改善或避免出现这种情况。

(2) 通过显微镜及 SEM 观察发现,由于实验条件的限制,经高速混合机混合后直接用单螺杆挤出机成型加工得到的 GF 质量分数为 10% ~25% 的增强 PP 制件中,GF 分布不太均匀,若改用高速混合机与双螺杆挤出机来共混改性造粒,再进行挤出吹塑成型加工,GF 分布的均匀性会更好一些。

3 结论

(1) 不同含量 GF 增强 PP 均可挤出吹塑成型加

工,并提供了合理的成型加工工艺参数。

(2) 通过对完好制件及破损制件的壁厚测量,得出了不同含量 GF 增强 PP 挤出吹塑制件的最小壁厚的参考值。

参考文献

[1] 黄汉雄. 塑料吹塑技术[M]. 北京:化学工业出版社,1996.

- [2] 赵文聘,黄海清,潘永,等.高性能玻纤增强聚丙烯的研究[J]. 工程塑料应用,2001,29(9):10-12.
- [3] 黄虹,陈元芳,夏华,等.单管坯挤出多型腔吹塑成型模设计[J]. 模具工业,2004(1):41-44.
- [4] 钟明强,濮阳南,益小苏,等.短玻纤增强聚丙烯注射压力对微观结构和力学性能的影响[J]. 复合材料学报,2000,17(4):6-10.

STUDY ON EXTRUSION BLOW MOLDING OF GLASS FIBER REINFORCED POLYPROPYLENE

Huang Hong, Liu Wei, Tang Liwen, Deng Guocan

(Engineering School of Chongqing Institute of Technology, Chongqing 400050, China)

ABSTRACT By measuring MFR and torque rheological property, the processing property and processing technique of the extrusion blow molding of GF/PP with different content of glass-fibre were determined. The minimum reference value of the wall thickness of GF/PP products with different content of GF was obtained. The microscopic observational result of flowing orientation of GF in extrusion blow molding and SEM observational result of cross-sectional morphology of products showed that the process of the extrusion blow molding of GF/PP was feasible.

KEYWORDS extrusion blow molding, GF/PP, processability, processing technic, smallest wall thickness

聚异丁烯高端产品开发成功

由吉林石化公司精细化学品厂开发的“三氯化硼催化剂体系中分子量聚异丁烯中试及工业化试验研究”项目,日前在北京通过中国石油天然气集团公司组织的中期审查。

中分子量聚异丁烯具有无色、无味、无毒,以及优异的耐酸、耐碱、耐盐、耐水、耐臭氧及耐老化性,气密性和电绝缘性好,同时与沥青、蜡、聚乙烯等有良好的相容性,在中空玻璃密封材料、抗振材料、压敏胶、润滑油粘度指数改性剂、润滑脂增粘剂、填隙材料和口香糖胶基方面得到广泛应用。目前,国内需求在4000 t/a左右,除了少量低档产品以外,其余全部依赖进口。国内部分厂家采用三氯化铝催化剂体系生产该产品,由于催化体系和工艺技术所限,达不到医用级和食品级标准。

吉林石化精细化学品厂采用三氯化硼催化体系制备的中分子量聚异丁烯,外观清澈透明、产品纯度高,采用合理的工艺可以使其质量达到医用级和食品级。(中改)

聚丙烯酰胺新工艺高效低成本

由北京化工大学研制成功的以水为分散介质的分散聚合合法生产聚丙烯酰胺(PAM)新技术,克服了现有生产方法的不足,可显著改善聚丙烯酰胺的耐盐耐温性。有关专家认为,该技术生产效率高,成本低,安全性好,绿色环保,代表了未来技术发展趋势。

近年来,全球PAM需求旺盛,高端产品更是供不应求。据了解,我国现有阳离子PAM生产技术和以水为溶剂的均相溶液聚合合法或以有机溶剂为分散介质的反向悬浮聚合合法。前者体系粘度大、传热传质困难、生产效率偏低,而且产物需经造粒后干燥,颗粒粒径大、干燥时间长,配液使用时溶解速度慢。后者需使用大量烃类溶剂,尽管聚合体系可以达到较高固含量,但需进行溶剂的分离回收和精制,工艺复杂,安全性低。特别是随着石油价格大幅上涨,烃类溶剂价格攀升,

此种方法生产成本逐渐增大。以水为分散介质的分散聚合合法生产PAM,核心技术是在水介质中添加无毒环保的成核助剂。其优势在于以水为聚合介质,不需要水解可直接获得颗粒状产品,聚合后经离心实现产物与水介质分离,水介质循环使用。离心后的产物含水量低,后续干燥脱水负荷小,最终产物中单体残留量低,生产效率高,成本低。(中加网)

拜耳推出两种新型波纹管热塑性聚氨酯材料

热塑性聚氨酯(PUR-T)波纹管通常采用注射吹塑技术加工而成。然而,目前市场上供应的采用此种技术的PUR-T分级产品有一缺点,就是在机器停止运行后,重新启动生产时,机器需要频繁冲洗非常耗时。而采用拜耳材料科技股份有限公司在芳香族聚酯基础上生产而成的Desmopan DP 1485A和DP 1490A PUR-T分级产品,生产重启要简单得多,可以非常快速地实现稳定生产。波纹管用于多个行业,包括在汽车业中保护减震器、悬架和转向桥系统。如果由于这些组件的安装空间非常小而因此需要薄壁波纹管,此时PUR-T尤其适合使用。PUR-T与其它弹性体不同,它能用于生产机械性能最理想的薄壁波纹管。(中聚)

德固赛-海尔技术交流会在青岛海尔成功举行

2007年10月19日,第一届德固赛-海尔技术交流会,在青岛海尔园区举行。来自德固赛的高性能聚合物、甲基丙烯酸酯、涂料与色浆、特种丙烯酸等四个业务部门,分别介绍了对应于海尔涉足的家电行业的产品。例如:可用于金属线材流体床涂附的VESTOSINT 尼龙12粉末,可用于家用电器外壳及各种显示器的PLEXIGLAS PMMA树脂和薄膜、用于塑胶漆的热塑性丙烯酸树脂、以及用于卷钢涂附的DY-NAPOL 饱和聚酯树脂等。来自海尔洗碗机、洗衣机、电冰箱、空调、电视机等不同部门的工程师们参加了这次交流会,并提出了自己的问题和见解。双方的专家们就很多技术问题交换了经验和意见。(夏雨禾)