http://pmse.scu.edu.cn

短玻纤增强聚丙烯的玻纤含量对液态二氧化碳驱动浮芯辅助注塑管件的影响

彭 杰[1]，匡唐清[2]，柳和生[2]，杨 帆[3]，梁健康[2]，金廷翁[1]

（1.华东交通大学 材料科学与工程学院，江西 南昌 330013；2. 华东交通大学 机电与车辆工程学院，江西 南昌 330013；
3. 华东交通大学 基础实验与工程实践中心，江西 南昌 330013）

摘要：文中基于实验方法探究了短玻纤含量对液态二氧化碳驱动浮芯辅助注射（LCO_2-PAIM）工艺成型管件玻纤断裂剩余长度、壁厚、玻纤取向及耐压性能的影响。研究发现，随着短玻纤质量分数的增加，有效降低了管件的平均玻纤断裂剩余长度，提升了管件的耐压性能，但含量过高又会降低管件的壁厚均匀性和耐压性能。此外，短玻纤含量对管件玻纤取向的影响具有一定的规律性，不同含量的玻纤取向分布规律大致相同，且质量分数为20%时玻纤取向最差。这些结论不仅为LCO_2-PAIM工艺中短玻纤含量的优化提供了理论依据，也为其他复合材料注射成型工艺中短玻纤含量的选择提供了参考。

关键词：液态二氧化碳；流体驱动浮芯辅助注塑成型；复合材料；聚合物加工
中图分类号：TQ327.1 **文献标识码：**A **文章编号：**1000-7555（2025）07-0109-08

随着科学技术的进步和对节能环保的倡导，传统的注塑成型工艺生产的制品已无法满足新时代人们对制品的需求。流体辅助注塑成型工艺因此应运而生，该工艺主要包括气体辅助注塑成型和水辅助注塑成型[1]。气体辅助注塑成型技术适用材料广，但内表面易发泡导致壁面不均匀，无法成型壁厚均匀的大直径管件[2]。水辅助注塑成型技术可成型较大直径的零件，壁厚相对较薄且壁面光滑，但适用的材料相对较少，工艺较复杂，还存在漏水损坏设备的可能性[3,4]。液态二氧化碳辅助注塑工艺（Liquid carbon dioxide- assisted injection molding, LCO_2-AIM）的出现很好地解决了水辅助注塑成型和气体辅助注塑成型存在的问题。与水辅助注塑成型技术相比，LCO_2-AIM工艺在工艺复杂性、稳定性和设备成本方面具有显著优势，卸压排气后无残留，无泄漏损坏模具的风险和排水、干燥的额外工序。与气体辅助注塑成型技术相比，LCO_2-AIM工艺冷却速度快，能提高生产效率[5,6]。流体驱动浮芯辅助注塑工艺是在流体辅助注塑成型工艺基础上提出的，它是利用高压流体驱动浮芯穿透高温熔体成型中空制品的技术。较流体辅助注塑成型工艺，可以得到壁面更薄，壁厚更均匀的制品，可大大提高制品的成型质量[7,8]。

液态二氧化碳驱动浮芯辅助注射（Liquid carbon dioxide- powered projectile- assisted injection molding, LCO_2-PAIM）工艺是在LCO_2-AIM工艺，流体驱动浮芯辅助注塑工艺的基础上衍生出来的新工艺，既保留了LCO_2-AIM工艺的优点，又保证了穿透截面大小与形状的可控。其成型工艺过程如Fig.1所示。当压力超过7.38 MPa，温度大于31.1 ℃时，二氧化碳处于超临界状态，当LCO_2进入型腔后，由于温度和压力关系，会存在较为复杂的相变关系 (如

doi: 10.16865/j.cnki.1000-7555.2025.0112
收稿日期：2024-06-27
基金项目：江西省自然科学基金重点项目（20232ACB204004）；国家自然科学基金资助项目（52273033，52163006）；江西省重点研发计划“揭榜挂帅”项目（20223BBE51012）
通讯联系人：匡唐清，主要从事聚合物成型工艺研究，E-mail: tkuang@ecjtu.edu.cn

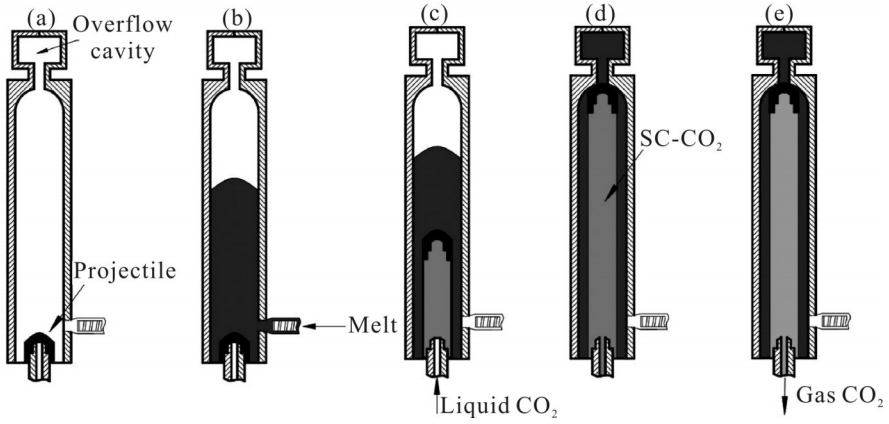


Fig. 1 Schematic diagram of LCO_2-PAIM process: (a) installation of projectile; (b) melt injection; (c) LCO_2 injection; (d) pressure keeping; (e) pressure relief, CO_2 discharge

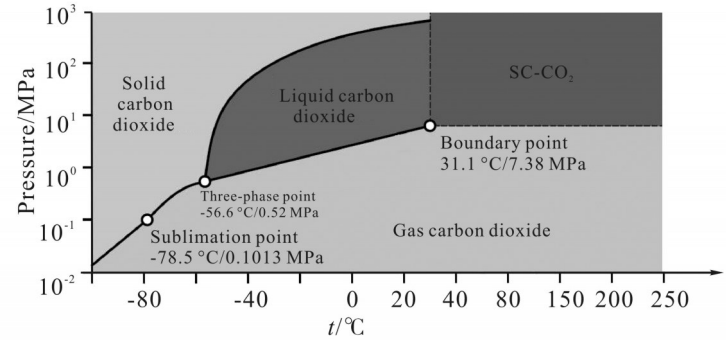


Fig. 2 Diagram of CO_2 phase transition

Fig.2所示)。

短玻纤增强聚丙烯(Short glass fiber reinforced polypropylene,SGF/PP)是一种高分子复合材料,它是通过在聚丙烯基体中添加适量短玻璃纤维和其他助剂形成的[9]。SGF/PP材料因其优异的综合性能在注塑成型方面的应用极为广泛。王选伦等[10]发现改变短玻纤含量会对成型制品的力学性能产生影响,加入适量短玻纤可提高材料的力学性能,若加入过量,则会降低材料的力学性能。Kusaseh等[11]探究了玻璃纤维含量对聚酰胺-聚丙烯共混复合材料弯曲性能的影响,发现随着玻璃纤维含量的增加,弯屈强度稳步提高。Huang等[12]分析了短玻纤含量对水辅助注塑工艺纤维取向分布的影响。张乐义[13]通过实验探究了短玻纤含量对复合材料性能的影响,发现当短玻纤含量增加到一定程度时,材料的拉伸性能和缺口冲击性能增加变慢。因此,探究短玻纤含量对LCO_2-PAIM工艺成型制品的影响有重大意义。

截至目前尚未见对LCO_2-PAIM工艺的相关研究报道,因此,本文探究了短玻纤质量分数对LCO_2-PAIM工艺成型管件的玻纤断裂剩余长度、壁厚、耐压性能和玻纤取向的影响,并揭露了其影响机理。

Tab. 1 Melt index of SGF/PP materials with four different mass fractions

Material	Melt index/ $(g\cdot(10\ min)^{-1})$
10% SGF/PP	11
20% SGF/PP	10
30% SGF/PP	7
40% SGF/PP	1.5

1 实验部分

1.1 主要原料

成型材料为短玻纤增强聚丙烯(SGF/PP),10%(SGF/PP),牌号为GP2100,韩国LG化学有限公司;20%～40%(SGF/PP),牌号分别为GH42,GH43和GH44,韩国三星道达尔公司。玻纤长度均在2.0～2.5 mm左右,熔融指数如Tab.1所示,随着玻纤含量

的增加,熔融指数逐渐降低[14]。

浮芯:课题组采用机加工方法自制,外径为11 mm,直段长度为8 mm,形状如Fig.3所示。材料为尼龙6,牌号B3GB1020,上海日晶公司。

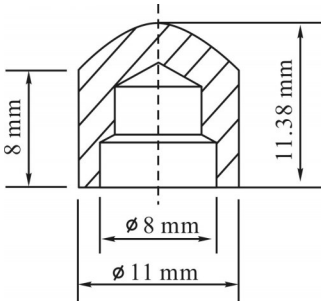


Fig. 3 Schematic diagram of the projectile

1.2 成型实验平台与检测设备

LCO_2-PAIM实验平台主要有注塑机、自行设计的模具、空压机、模温机、二氧化碳气辅设备及LCO_2-PAIM注气单元组成。注塑机:MA1600M/380-E80,海天塑机集团有限公司;空压机:V-0.6/8,浙江森隆机电有限公司;模温机:BTM-09W,深圳博瑞克有限公司;二氧化碳气辅设备:CPC-00,北京中拓模塑科技有限公司;LCO_2-PAIM注气单元:LCO_2-PAIM注气阀体和喷嘴。

用于微观观测的高分辨率场发射扫描电子显微镜:SU8010,日本日立公司;用于力学性能测试的耐压机:MTSH-06型,天津美特斯公司;用于观察玻纤断裂剩余长度的光学显微镜:BX53M,日本奥林巴斯公司。

1.3 实验方法

基于课题组搭建的LCO_2-PAIM实验平台,通过溢流法,采用不同短玻纤含量的SGF/PP制作LCO_2-PAIM工艺管件,工艺参数如Tab.2所示。

Tab. 2 Processing parameters used in the LCO_2-PAIM experiments

Process parameters	Value
Melt temperature/℃	260
Injection delay time/s	6
Fluid injection pressure/MPa	9
Melt injection pressure/MPa	9
Mold temperature/℃	80

1.4 玻纤剩余断裂长度测量

在每组成型管件同一位置处截取一段5 cm管件试样,将样品放入箱式电炉加热至600 ℃,煅烧2 h,待聚丙烯基体完全分解,得到玻璃纤维。取部分玻璃纤维放在光学显微镜下进行拍照取样,使用图像分析软件测量照片中的玻纤断裂剩余长度[15]。

1.5 测试与表征

1.5.1 *管件壁厚测量*:每组实验取3根成型管件作为残余壁厚测量试样,在管件中沿熔体流动方向取4个位置P1～P4,将其进行横向切断,如Fig.4(a)所示。在切断截面上从4个方向A1～A4,分别进行测量,如Fig.4(b)所示,将总平均值作为该管件的壁厚[16]。

1.5.2 *扫描电镜试样制备与表征*:在不同短玻纤含量的LCO_2-PAIM成型管件同一位置处截取5 mm的圆环样品,放入液氮罐中将其脆断,取一小块,固定在载物台上,使用喷金仪进行喷金处理[17],通过扫描电子显微镜进行观测,样品制备方法如Fig.5所示。(以10%的短玻纤在总壁厚层的SEM为例,如Fig.6所示)。

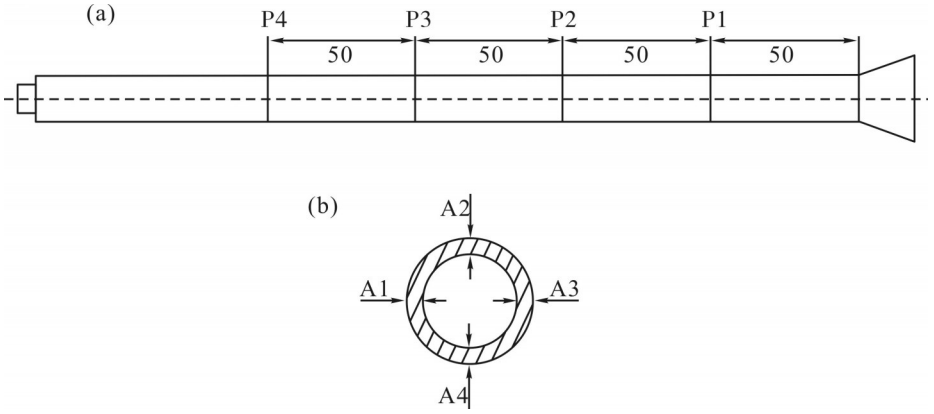


Fig. 4 LCO_2-PAIM pipe wall thickness measurement: (a) LCO_2-PAIM pipe fitting measurement positions; (b) section measurement point

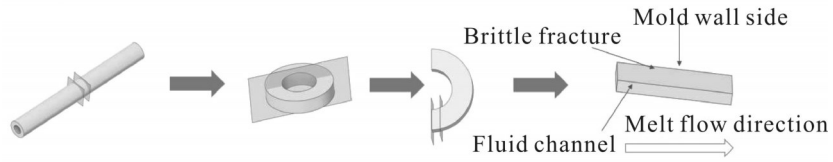


Fig. 5 Preparation of SEM samples

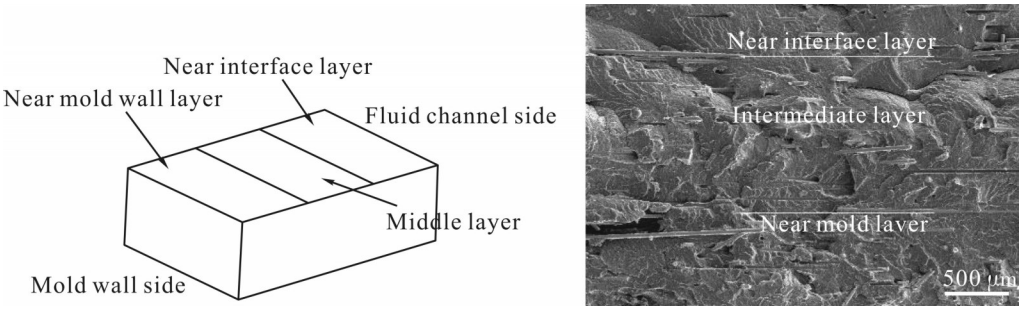


Fig. 6 SEM image of 10% SGF/PP in the total wall thickness

1.5.3 耐压性能测试：在原管件中间截取长为140 mm的样品，放入20 ℃的恒温水箱中，等待水温稳定后，将样品内注满水，再使用密封接头将其密封，向管件内部连续施加恒温水压，使管件短时间内迅速破裂，记录管件的爆破压力。每组实验取3根样品，取平均值为该组管件的耐压强度。

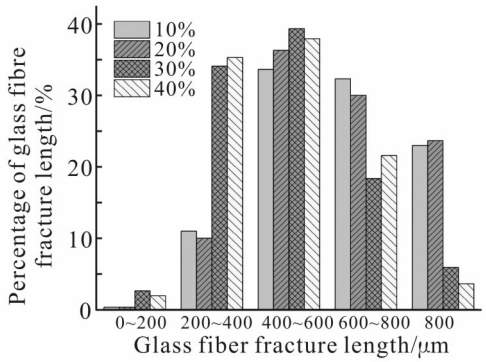


Fig. 7 Glass fiber fracture length of pipe fittings with different short glass fiber contents

2 结果与分析

2.1 短玻纤质量分数对LCO_2-PAIM管件玻纤断裂剩余长度的影响

通过Fig.7可知，短玻纤质量分数为10%和20%时，其断裂剩余长度在600 μm以上区间的玻纤占比显著高于玻纤质量分数为30%和40%，而玻纤质量分数为30%和40%时，断裂剩余长度在400 μm以下区间占比显著高于短玻纤质量分数为10%和20%。而玻纤质量分数为30%与40%之间、10%与20%之间的玻纤断裂长度差异不明显。Fig.8所示平均玻纤断裂剩余长度也反映了这点。可见，随着短玻纤含量

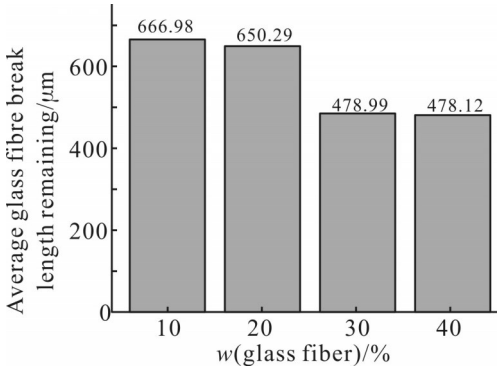


Fig. 8 Average glass fiber fracture length of pipe fittings with different short glass fiber contents

增加，LCO_2-PAIM管件的玻纤断裂程度愈加严重。这是因为影响玻纤断裂剩余长度的主要有3个因素：一是料筒中的螺杆塑化剪切作用，二是流道中的流动剪切作用，三是在型腔中流动穿透时的剪切作用。当玻纤质量分数较低时(20%以下)，玻纤分布密度低，玻纤之间的交错接触少，流动剪切作用下的玻纤运动阻力小，断裂较少，平均玻纤断裂剩余长度较长；而随着玻纤质量分数提高(30%以上)，玻纤分布密度高，玻纤之间交错接触多，流动剪切作用下玻纤运动阻力大，断裂较严重，平均玻纤断裂剩余长度较短。

2.2 短玻纤质量分数对LCO_2-PAIM管件壁厚的影响

如Fig.9所示，随着短玻纤质量分数的增加，管

件壁厚呈先减小后增加的趋势,壁厚范围在1.59～1.71 mm之间,整体相对变化率为7.55%。可见,玻纤含量对LCO_2-PAIM管件残余壁厚影响较小,LCO_2-PAIM管件残余壁厚主要取决于浮芯的尺寸和浮芯穿透后液态二氧化碳对浮芯穿透边界熔体的推挤作用。本文模具型腔直径为16 mm,浮芯直径11 mm,理论上,本文的LCO_2-PAIM管件残余壁厚应为2.5 mm,但是实际数据均小于2.5 mm,主要原因是当高温熔体接触到浮芯表面时会生成一层薄膜,扩大浮芯的实际穿透外径,从而将管件的残余壁厚变得更薄。加上液态二氧化碳驱动浮芯穿透之后,LCO_2吸热从液态进入超临界态,体积膨胀,对熔体挤压作用增强,进一步将残余壁厚变得更薄。

由Fig.9可知,当短玻纤质量分数为10%和20%时,标准方差小,管件壁厚均匀性好;短玻纤质量分数为30%和40%时,标准方差较大,管件壁厚均匀性则较差。这是因为当玻纤质量分数较低(20%以下)时,短玻纤在熔体中分布密度较低,剪切黏度也较低,液态二氧化碳容易驱动浮芯稳定穿透熔体,液态二氧化碳也容易推挤边界熔体,使管件变得更加均匀。随着短玻纤质量分数的增加(30%以上),玻纤分布密度较高,且容易发生玻纤团聚现象,剪切黏度较高,二氧化碳较难稳定驱动浮芯穿透熔体,二氧化碳也不易推挤边界熔体,导致管件均匀性变差。

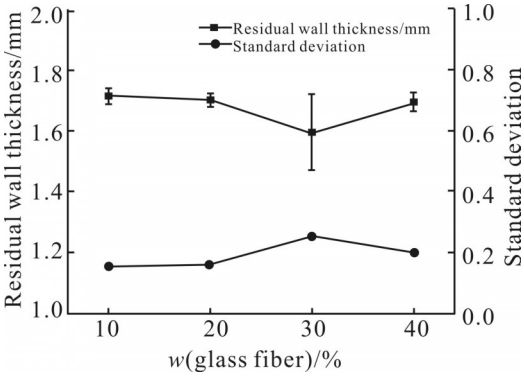


Fig. 9 Influence of different short fiberglass content on the wall thickness and standard deviation of pipe fittings

2.3 短玻纤质量分数对LCO_2-PAIM管件玻纤取向的影响

由Fig.10可知,当短玻纤质量分数为10%,30%和40%时,LCO_2-PAIM工艺管件的玻纤取向无显著变化,但20%短玻纤取向较差。4种不同含量的短玻纤取向分布规律均为近模壁层玻纤取向最差,中间层次之,近界面层最优。

在近模壁层时,短玻纤含量较低时,少数短玻纤与流动方向呈夹角分布,且存在部分因断裂而留下的凸点;短玻纤含量较高时,大多数短玻纤断裂,极少数短玻纤取向垂直于流动方向;这是因为在近模壁层,高温熔体以喷泉流的形式注射入型腔时,近模具壁面的熔体会受到模壁的冷却效果形成凝固层[18],导致短玻纤不易取向,所以取向度较低。

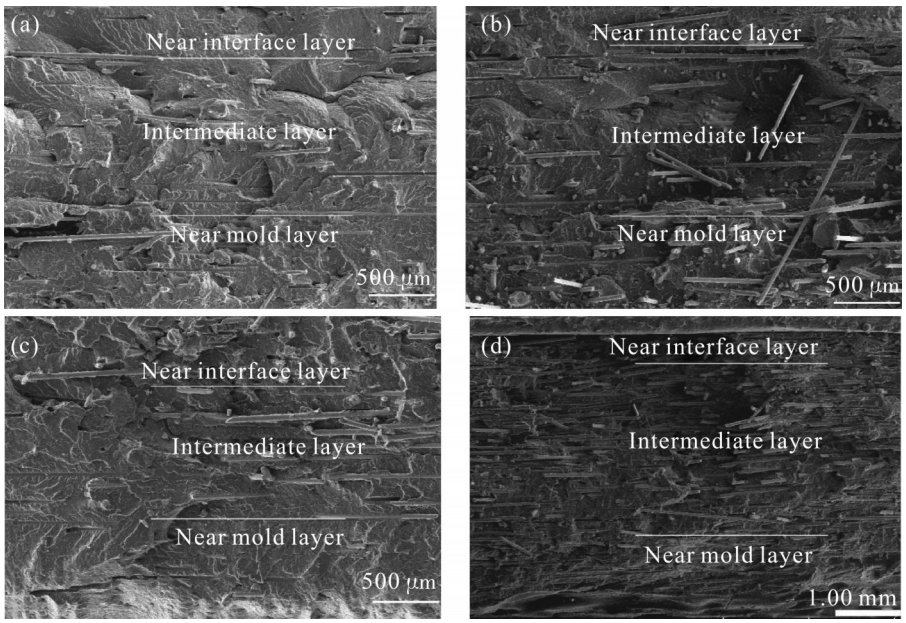


Fig. 10 SEM image of LCO_2-PAIM samples: (a) 10% SGF/PP; (b) 20% SGF/PP; (c) 30% SGF/PP; (d) 40% SGF/PP

在近界面层时，大多数短玻纤都沿流动方向取向，存在一些玻纤因脆断后而留下的凸点，随玻纤含量增加，玻纤断裂程度增加，凸点增多。这是因为在液态二氧化碳驱动浮芯穿透熔体过程中，浮芯表面形成的凝固膜及浮芯的剪切作用，促使近界面层的高温熔体剪切加剧，使得短玻纤容易取向，取向度较高。

在中间层时，玻纤质量分数为10%时，玻纤沿流动方向取向较好，但是玻纤质量分数为20%时，玻纤取向杂乱无章，短玻纤质量分数较高(30%以上)时，大部分玻纤沿流动方向取向较好。这是因为在熔体注射入型腔时，熔体中间层靠近凝固层，剪切作用大；在液态二氧化碳驱动浮芯穿透熔体过程时，剪切作用大，液态二氧化碳没有接触到中间层的高温熔体，冷却效果不明显，高温熔体流动性好，使得短玻纤容易在流动方向获得较好的取向，取向度较高。

可见，LCO_2-PAIM管件的玻纤取向在每个位置的差异受熔体与浮芯，熔体与模具壁面的剪切作用影响。近界面层的玻纤取向主要取决于液态二氧化碳驱动浮芯穿透熔体过程，近模壁层的玻纤取向主要取决于熔体注入型腔过程中与模具壁面的剪切作用，这2个过程都会对中间层的玻纤取向有重要影响[19]。朱瑶瑶[20]探究了短玻纤含量对W-PAIM管件的玻纤取向分布的影响，发现整个壁厚层可分为水道层、中间层、模壁层；其中水道层取向程度最高，中间层次之，模壁层最差。可发现在不同工艺下，短玻纤质量分数对管件的玻纤取向分布大致相同，都是分为3层，且取向程度也大致类似。

2.4 短玻纤质量分数对LCO_2-PAIM管件耐压强度的影响

由Fig.11可知，短玻纤增强聚丙烯LCO_2-PAIM管件的耐压强度随短玻纤含量的增加呈先增加后减小的趋势。短玻纤增强聚丙烯LCO_2-PAIM管件的瞬时爆破最大压力值在质量分数为20%时最高，耐压性能相对于40%提升了32.09%。

当短玻纤质量分数在10%和20%时，管件的壁厚相较于短玻纤质量分数为30%和40%时更厚，平均玻纤断裂剩余长度也更长，且管件的均匀性也更好。短玻纤质量分数为10%时，玻纤沿流动方向取向度明显高于玻纤质量分数为20%，由于耐压性能是测试管件的周向性能，短玻纤质量分数为20%时，玻纤方向大部分与流动方向呈夹角趋势，取向度不高，如Fig.10(b)所示。玻纤具有较紧密的三维交叉结构，随着玻纤含量增加，玻纤中间连接点增加，其相互作用力也显著提高，所以玻纤质量分数为20%时的耐压性能高于10%的短玻纤管件。当短玻纤质量分数在30%和40%时，短玻纤增强聚丙烯LCO_2-PAIM管件的壁厚更薄，平均玻纤断裂剩余长度短，均匀性差，短玻纤取向大部分沿流动性方向，部分短玻纤断裂，所以周向力学性能表现不是特别优异。

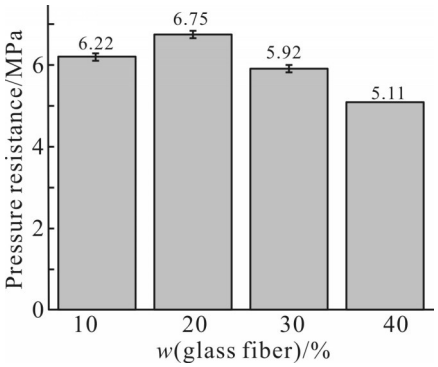


Fig. 11 Effect of short glass fiber content on pressure resistance of LCO_2-PAIM fittings

综上可知，短玻纤增强聚丙烯LCO_2-PAIM管件的耐压强度随着玻纤含量增加先增加后减小。短玻纤增强聚丙烯LCO_2-PAIM管件的耐压强度与管件的玻纤断裂剩余长度，壁厚及壁厚均匀性和玻纤取向有很大关联性。

3 结论

通过实验探究了玻纤含量对SGF/PP的LCO_2-PAIM工艺的影响，主要针对玻纤断裂剩余长度、管件壁厚及壁厚均匀性、玻纤取向和耐压性能进行分析，得出以下结论。

(1)随着短玻纤含量增加，平均玻纤断裂长度逐渐变短；玻纤质量分数较低(20%以下)时，玻纤断裂剩余长度主要分布在400 μm以上，玻纤质量分数较高(30%以上)时，玻纤断裂剩余长度主要分布在200～600 μm区间。

(2)在相同工艺参数下，随着短玻纤质量分数的增加，管件壁厚呈现先减小后增加的规律，但总体变化不大。玻纤质量分数为10%和20%时，管件均匀性好，玻纤质量分数为30%和40%时，管件均匀性差。

(3)当短玻纤质量分数为20%时,LCO_2-PAIM工艺管件的玻纤取向较差,玻纤质量分数为10%,30%和40%时,玻纤取向无明显差异,4种不同含量的短玻纤取向分布规律均为近模壁层玻纤取向最差,中间层次之,近界面层最优。

(4)耐压性能随玻纤含量的增加呈先增加后减小的趋势,当玻纤质量分数处于20%时,耐压强度最高,耐压强度与玻纤断裂剩余长度,管件壁厚及壁厚均匀性,和玻纤取向密切相关。

参考文献:

[1] Fu H, Xu H, Liu Y, *et al*. Overview of injection molding technology for processing polymers and their composites[J]. ES Materials & Manufacturing, 2020, 8: 3-23.

[2] Czepiel M, Bańkosz M, Sobczak K A. Advanced injection molding methods[J]. Materials, 2023, 16: 5802.

[3] 杨建根, 曾祥瑞, 于盛睿. 水辅助注射成型技术研究进展[J]. 工程塑料应用, 2023, 51(12): 170-175.
Yang J G, Zeng X R, Yu S R. Progress of water-assisted injection molding technology[J]. Engineering Plastics Application, 2023, 51 (12): 170-175.

[4] Liu S J. Water assisted injection molding: a review[J]. International Polymer Processing, 2009, 24: 315-325.

[5] Mike F. Linde offers a novel approach to gas injection molding [EB/OL]. (2016- 07- 26). https://insights.globalspec.com/article/2961/linde- offers- a- novel- approach- to- gas- injection- molding?srchwebhitid=1330989266&srchitem=1.

[6] Karen L. An evolution in gas injection molding - gas injection molding · polyestertime[EB/OL]. (2017- 09- 18). https://www.polyestertime.com/gas-injection-molding/.

[7] Kuang T Q, Liu T, Feng Q, *et al*. Fluid-powered projectile-assisted injection molding: principles and developments[J]. International Polymer Processing, 2020, 35: 2-15.

[8] Kuang T, Wang J, Liu H, *et al*. Effects of processing method and parameters on the wall thickness of gas- projectile- assisted injection molding pipes[J]. Polymers, 2023, 15: 1985-1985.

[9] Sadr K M R, Zolfaghari A. Experimental investigation on mechanical properties, shrinkage and warpage of injection molded short glass fiber reinforced polypropylene[J]. Journal of Composite Materials, 2023, 57: 3279-3291.

[10] 王选伦, 张凌瑞, 尹皓, 等. 短玻纤和连续玻纤增强聚丙烯复合材料的性能比较研究[J]. 山东化工, 2016, 45(1): 6-9.
Wang X L, Zhang L R, Yin H, *et al*. Comparative study on the properties of short glass fiber and continuous glass fiber reinforced polypropylene composites[J]. Shandong Chemical Industry, 2016, 45(1): 6-9.

[11] Kusaseh N M, Nuruzzaman D M, Chowdhury M A, *et al*. Influence of glass fiber content on the flexural properties of polyamide 6- polypropylene blend composites[C]. Springer Singapore: iMEC- APCOMS 2019: Proceedings of the 4th International Manufacturing Engineering Conference and the 5th Asia Pacific Conference on Manufacturing Systems, 2020.

[12] Huang D, Liu H, Kuang T, *et al*. Fiber orientation analysis of overflow water-assisted injection molding with short glass fiber reinforced polypropylene[J]. Advances in Polymer Technology, 2022, 2022: 9968902.

[13] 张义乐. 玻璃纤维增强聚丙烯复合材料性能及应用研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2017.
Zhang Y L. Research on the properties and applications of glass fiber reinforced polypropylene composites [D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2017.

[14] 匡唐清, 冯强, 徐盼, 等. 玻纤含量对短玻纤增强聚丙烯复合材料水辅注塑制品壁厚与微观形态的影响[J]. 高分子材料科学与工程, 2020, 36(2): 105-111.
Kuang T Q, Feng Q, Xu P, *et al*. Effect of glass fiber content on wall thickness and micro-morphology of water-assisted injection molded products of short glass fiber reinforced polypropylene composites[J]. Polymer Materials Science & Engineering, 2020, 36(2): 105-111.

[15] 王佳敏, 匡唐清, 柳和生, 等. 长玻纤增强聚丙烯流体辅助注塑管件的工艺影响[J]. 复合材料学报, 2024, 41(5): 2436-2444.
Wang J M, Kuang T Q, Liu H S, *et al*. Process impact of fluid-assisted injection molding of long glass fiber reinforced polypropylene fittings[J]. Journal of Composite Materials, 2024, 41(5): 2436-2444.

[16] 袁知焕, 匡唐清, 赖家美, 等. 工艺参数对聚丙烯/聚酰胺6共混物水辅助共注塑管件壁厚及性能的影响[J]. 中国塑料, 2021, 35(11): 77-83.
Yuan Z H, Kuang T Q, Lai J M, *et al*. Effects of process parameters on wall thickness and properties of water-assisted co-injection molded fittings of polypropylene/polyamide 6 blends [J]. China Plastics, 2021, 35(11): 77-83.

[17] 赖德炜. 玻纤增强聚丙烯水辅注塑制品的多相演变机理及质量控制[D]. 南昌: 华东交通大学,2018.
Lai D W. Multiphase evolution mechanism and quality control of glass fiber reinforced polypropylene water- assisted injection molded products[D]. Nanchang: East China Jiaotong University, 2018.

[18] 匡唐清, 朱瑶瑶, 柳和生, 等. 玻纤质量分数对短玻纤增强聚丙烯水辅助共注塑管件的影响[J]. 复合材料学报, 2022, 39(10): 4551-4560.
Kuang T Q, Zhu Y Y, Liu H S, *et al*. Effect of glass fiber mass fraction on water- assisted co- injection molding of short glass fiber reinforced polypropylene fittings[J]. Journal of Composite

Materials, 2022, 39(10): 4551-4560.

[19] 匡唐清, 俸三喆, 朱瑶瑶, 等. 玻纤质量分数对长玻纤增强聚丙烯水驱动弹头辅助注塑管件的影响[J]. 高分子材料科学与工程, 2024, 40(3): 87-97.
Kuang T Q, Feng S C, Zhu Y Y, *et al*. Effect of glass fiber mass fraction on water-driven slug-assisted injection molded fittings of long glass fiber reinforced polypropylene[J]. Polymer Materials Science & Engineering, 2024, 40(3): 87-97.

[20] 朱瑶瑶. 长玻纤增强聚丙烯流体辅助注塑成型工艺-形态-性能研究[D]. 南昌: 华东交通大学, 2023.
Zhu Y Y. Research on fluid-assisted injection molding process-morphology- properties of long glass fiber reinforced polypropylene[D]. Nanchang: East China Jiaotong University, 2023.

Effect of Glass Fiber Content of Short Glass Fiber Reinforced Polypropylene on Liquid Carbon Dioxide-Powered Projectile Assisted Injection Molding Pipes

Jie Peng[1], Tangqing Kuang[2], Hesheng Liu[2], Fan Yang[3], Jiankang Liang[2], Tingweng Jin[1]

(*1. School of Materials Science and Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China; 2. School of Electromechanical and Vehicle Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China; 3. Center for Basic and Engineering Practice, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China*)

ABSTRACT: Based on the experimental method, the effects of short glass fiber content on glass fiber breakage residual length, wall thickness, glass fiber orientation, and compression resistance of pipe fittings molded by liquid carbon dioxide-powered projectile-assisted injection molding (LCO_2-PAIM) process were investigated. It is found that increasing the mass fraction of short glass fibers could effectively reduce the average remaining glass fiber breakage length and improve the compression resistance of the tubes, but too much high glass fiber content could reduce the wall thickness uniformity and compression resistance of the tubes. In addition, the effect of short glass fiber content on the glass fibers orientation of the pipe fittings follows a certain regularity, the orientation distribution law of glass fibers with different contents is approximately the same, and the orientation of glass fibers is the worst when the mass fraction is 20%. These conclusions not only provide a theoretical basis for the optimization of short glass fiber content in LCO_2-PAIM process, but also provide a reference for the selection of short glass fiber content in other composite material injection molding processes.

Keywords: liquid carbon dioxide; fluid projectile assisted injection molding; composite material; polymer processing