

长玻纤增强热塑性塑料注射成型技术^{*}

晋 刚 殷小春 何光建 梁 勇

(华南理工大学聚合物新型成型装备国家工程研究中心,广州 510641)

摘要 简述了长玻纤增强热塑性塑料复合材料的性质及其应用,详细介绍了用于“一步法”、“两步法”注射成型长玻纤增强热塑性塑料复合材料的原理、设备及其发展历程与最新进展。

关键词 长玻纤增强 热塑性塑料 注射成型

长玻纤增强材料指的是用长度在 5 mm 以上的玻纤增强的复合材料,这种材料主要应用在比短切玻纤增强材料要求更高的场合,在汽车零部件中的应用尤为突出。20 世纪 80 年代中期,西欧国家生产轿车采用的纤维增强塑料为 40 ~50 kg/辆,1987 年美国轿车平均耗用纤维增强塑料约 36.3 kg/辆,1990 年为 40.6 kg/辆,1992 年为 56.8 Kg/辆,其中玻纤增强热塑性塑料占有相当大的比例^[1-3]。长玻纤增强热塑性塑料(LFT)首先在欧洲被成功应用到汽车零件生产中,同时也受到北美设备生产厂家的关注。在欧洲和北美,许多汽车零部件生产厂家都用 LFT 技术代替了原来的玻纤毡增强热塑性塑料(GMT)技术,它已经成为塑料市场中发展最快的技术,在过去的 10 年中用于汽车生产的长玻纤数量每年约增长 30%^[4]。市场的巨大需求及加工水平的提高推动了 LFT 材料成型方法及设备的发展,其成型工艺及成型设备得到了飞速发展,尤其是在线配混注射成型技术越来越受到人们的关注,具有广阔的应用前景^[5]。

1 LFT 材料的性质与用途

LFT 中的玻纤长度较长,而且纤维长度分布更好,与 GMT 相比具有以下优良的性能^[6]:(1)制品的力学性能高,特别是冲击强度提高显著;(2)制品刚度与质量比高,变形小,特别有利于 LFT 在汽车中的应用;(3)制品韧性提高;(4)制品抗蠕变性能好,尺寸稳定;(5)材料耐疲劳性能优良;(6)材料加工性能好,可用于成型形状、结构复杂的制品,GMT 只能用于模压成型,因而 LFT 设计自由度比 GMT 更高;(7)可回收利用。

由于 LFT 材料所具有的优良性能,因而被广泛应用于汽车、机械、建筑、航天航空及高新技术领域,特别是在汽车中的应用日渐增多。目前已广泛应用于汽车中的制品有进气歧管、前端组件、保险杠、挡泥板、仪表盘、行李仓底板、车门、车身板等。此外由

于 LFT 材料优良的防腐性能而广泛用于化工防腐方面的贮罐、管道、电镀槽器件、防腐地板等^[7]。

2 LFT 材料注射成型方法

目前用于 LFT 注射成型的方法主要有两种,一种是 LFT 料粒法,也称“两步法”;另一种是在注塑生产线上配混连续玻纤、塑料及添加剂后直接成型为制品,省去造粒的中间环节,也称“一步法”。由于纤维增强塑料熔体粘度高,加工困难。传统加工过程会造成长玻纤的过度折断、对设备磨损严重等问题,常规的短切玻纤增强塑料的制备方法及设备不适用于 LFT 材料^[8],需要相应的成型设备及工艺与之配套。

2.1 “两步法”注射成型

在“两步法”成型工艺中,首先采用特殊方法加工制得 LFT 料粒(料粒中玻纤长度大于 5 mm)。早期主要采用电缆包覆法、粉末浸渍法等制得 LFT 料粒。近年来国际上普遍采用一种新的工艺^[9],即使玻纤无捻粗纱通过特殊模头,同时向模头供入热塑性塑料,在模头中无捻粗纱被强制散开,受到塑料熔体的浸渍,使每根纤维都被树脂包覆,冷却后切成较长的料粒(10 ~25 mm),使玻纤的长度得到保证。

经过造粒制得 LFT 料粒后,可采用传统的注射成型热塑性塑料类似的方法制得 LFT 制品。为了进一步提高玻纤与塑料熔体的混合效果,减少加工过程对玻纤的破坏,通常需要对常规注射成型设备进行改造,如通过减小螺杆长径比、减小压缩比、增大喷嘴及流道尺寸等来优化设备。

美国专利 5773042A^[10]阐述了一种通过对塑料熔体额外施加压力来提高玻纤在熔体中分散效果的方法。如图 1 所示,将 LFT 料粒从料斗 4 中加入,异向旋转双螺杆 2 在驱动装置 1 的作用下推动物料在

^{*} 华南理工大学自然科学基金项目(B02E5060290)

收稿日期:2007-06-15

料筒3中运动,物料在外加热器5、螺杆剪切热、螺杆芯轴孔内加热油的作用下熔融塑化。在此过程中产生的气体及其它挥发物从排气孔6中排出。熔体通过进料口8进入到注射料筒中,通过进料口8施加额外的压力作用在熔体上,从而有利于玻纤的解缠结,提高玻纤在熔体中的分散性,减少对玻纤的破坏、折断。

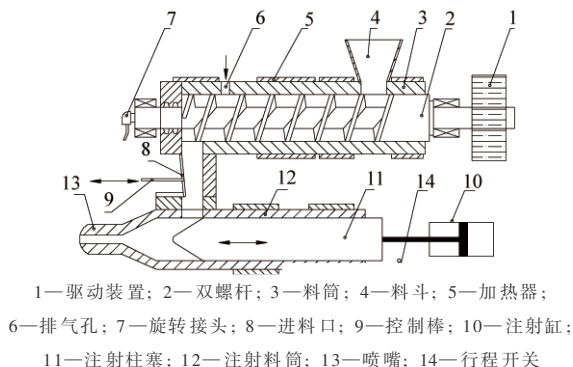


图1 用于加工 LFT 材料的注塑机 (I)

另外一种是通过滚轮来施加压力的方式,如图2所示。从进料口9中出来的塑料熔体在一对异向旋转的滚轮的拉力作用下被挤入螺杆12中,在滚轮的压力作用下使玻纤束进一步解缠结并分散在熔体中。通过控制滚轮11的转速及滚轮之间的间隙大小可以调节滚轮对熔体的作用力的大小及螺杆前端熔体的压力,实现对玻纤束的解缠结程度的调节。由于“两步法”成型工艺复杂、能耗增加,LFT材料经过两次加热、冷却,从而降低了生产效率。

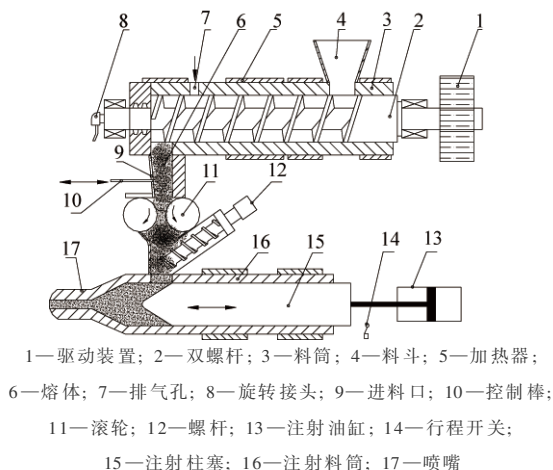


图2 用于加工 LFT 材料的注塑机 (II)

2.2 “一步法”注射成型

“一步法”注射成型方法是指在注塑生产线上配混玻纤、塑料及添加剂后直接成型为制品的方法,依不同的分类方法可以分为不同的加工类型。可根

据塑化配混挤出机螺杆数量的多少来分类,也可根据成型过程中塑化机构的运行方式进行分类。根据塑化机构的运行方式可以分为间歇式塑化、连续式塑化两大类型,下面分别就间歇式塑化与连续式塑化进行讨论。

2.2.1 间歇式塑化

间歇式塑化是指在成型过程中,塑化配混过程是间歇进行的。也就是说,塑化配混装置在计量贮料时运行,在注射成型的充模与保压阶段停止工作。美国专利5773042A^[10]公开了一种间歇式塑化在线配混注射成型设备,如图3所示。

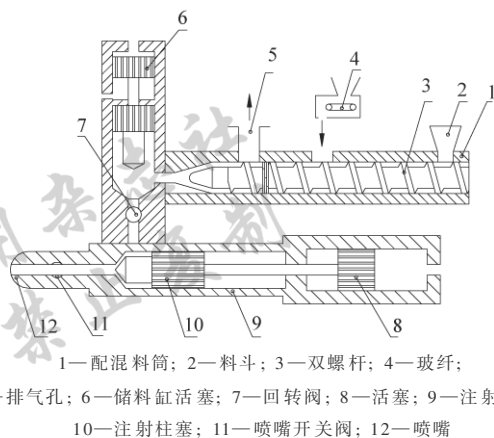
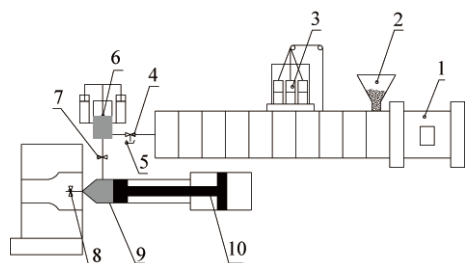


图3 双螺杆间歇式塑化在线配混 LFT 注塑机

图3中LFT料粒由料斗2加入,在双螺杆3的作用下向前输送并熔融塑化。连续长玻纤4从下游加料口加入与塑料熔体混合,在螺杆的作用下向前推动进入与之链接的贮料缸中。此时回转阀7关闭,储料缸活塞6在熔体压力的推动下向上运动进行储料。当储料量满足制品要求时,双螺杆3停止转动,塑化停止。此时回转阀7开启,喷嘴开关阀11关闭,储料缸中的熔体在活塞6的推动下进入注射料筒9中,活塞8后退,实现计量过程。计量完成后,回转阀7关闭,塑化配混过程重新开始,喷嘴开关阀11打开,在注塑压力的推动下,活塞8向前移动,通过喷嘴12将熔体注入模具。相比“两步法”成型,在线配混“一步法”注射成型少了造粒的过程,从而减少了二次塑化及切粒对纤维的损伤,提高了制品中纤维的长度,提高了制品的质量。

2.2.2 连续式塑化^[11-14]

连续式塑化在线配混LFT注射成型是指在成型过程中塑化配混是连续的,而注射过程是间断的,如图4所示。图4料斗2中的塑料在双螺杆1中熔融塑化并向前输送,连续玻纤3从下游加料口加入



1—双螺杆; 2—料斗; 3—玻纤; 4—换向阀;
5—废料收集器; 6—储料缸; 7—开关阀;
8—喷嘴开关阀; 9—熔体; 10—活塞

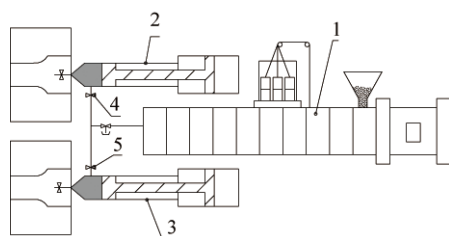
图 4 储料缸式在线配混 LFT 注塑机示意图

与塑料熔体在螺槽的剪切作用下混合。如果塑料熔体不满足注射要求或注射部分出现故障时熔体经换向阀 4 从旁路排入废料收集器 5 中。计量开始时喷嘴开关阀 8 关闭, 开关阀 7 打开, 熔体经储料缸 6 进入注射料筒中, 活塞 10 后退。当后退到设定位置后, 通过行程开关的作用, 将开关阀 7 关闭, 喷嘴开关阀 8 打开。在液压的作用下, 活塞 10 向前运动, 推动料筒中的熔体 9 经喷嘴进入模腔中, 实现充模过程。在充模与保压阶段, 由于开关阀 7 关闭, 在熔体压力推动储料缸 6 的活塞向上运动进行储料, 双螺杆 1 连续工作。

在制品冷却阶段, 双螺杆 1 中塑化产生的熔体及储料缸中的熔体在储料缸 6 的活塞压力下挤入注射料筒中进行计量, 进入新的工作周期。通过储料缸的作用将连续的配混塑化过程与间歇的注射成型过程结合起来, 实现在线配混注射成型过程。

另一种实现在线配混注射成型的方法是通过两套或两套以上的注射装置共用一套塑化系统的方式来实现。如图 5 所示, 双螺杆配混挤出机 1 连续工作, 通过开关阀 4、5 轮流对注射装置 2、3 供料。在注射装置 2 的充模与保压阶段, 开关阀 4 关闭, 开关阀 5 打开, 配混挤出机 1 向注射装置 3 供料, 进行计量过程。相反在注射装置 3 的充模与保压阶段, 开关阀 4 打开, 开关阀 5 关闭, 配混挤出机 1 向注射装置 2 供料进行计量。其中如何控制塑化计量的速度与冷却时间相匹配是至关重要的。

在线配混方式省去了造粒的工序, 减少了造粒过程对纤维的折断, 提高了制品中玻纤的极限长度。同时“一步法”采用下游加料口加料的方式进行加料, 塑料熔体将玻纤包裹起来并对玻纤起润滑作用, 从而减少对玻纤的过度折断, 提高了制品质量。但由于间歇的注射成型过程对螺杆头及储料缸中熔体产生了压力波动, 因而对制品的均匀性产生影响, 进



1—配混挤出机; 2、3—注射装置; 4、5—开关阀

图 5 多注射装置 LFT 在线配混注塑机示意图

而影响制品的质量。

3 发展展望

世界上 LFT 材料的市场需求量保持快速增长, 这将为推动 LFT 材料在线配混注射成型工艺及设备的发展提供强大的推动力。相对而言, 我国在 LFT 材料方面的开发较晚, 产量也很低。在连续性 LFT 材料在线配混注射成型方面的发展更晚, 现在还处于起始阶段。随着近年来汽车工业的飞速发展及 LFT 材料在汽车中应用越来越广泛, 将为 LFT 材料成型技术及设备的发展提供巨大的市场空间, 开发新的 LFT 材料成型工艺及设备将会受到更多的关注, 其发展将会更迅速。

参考文献

- [1] Weaver A. Mitras: Composites developments Europe wide [J]. Reinforced Plastics, 1994, 38 (9) : 34.
- [2] Weaver A. Symalit expecting GMT boom expands capacity [J]. Reinforced Plastics, 1994, 38 (6) : 11.
- [3] Weaver A. Azdel invests in GMT for the future [J]. Reinforced Plastics, 1994, 39 (9) : 44 - 48.
- [4] Stewart, Richard. New developments help composites compete [J]. Reinforced Plastics, 2003, 47 (2) : 27 - 31.
- [5] 咸贵军, 益小苏, 卢晓林, 等. 长玻璃纤维/聚丙烯复合材料料注塑制品的拉伸强度 [J]. 复合材料学报, 2001, 18 (2) : 41 - 45.
- [6] 叶鼎铨. 玻璃纤维增强热塑性塑料的发展概况 [J]. 中国塑料, 2005, 19 (2) : 8 - 11.
- [7] 张耀明, 李巨白, 姜肇中. 玻璃纤维与矿物棉全书 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2002: 586 - 590.
- [8] 周润培, 陈晖, 方群英. MFE 乙烯基酯树脂及其在防腐蚀领域的应用研究 (II) [J]. 玻璃钢/复合材料, 2002 (5) : 41 - 43.
- [9] Miller A H, Dodds N. High speed pultrusion of thermoplastic matrix composites [J]. Composites (Part A), 1998, 29 (7) : 773 - 782.
- [10]mano I, Tanaka T, Kuroda K, et al. Injection molding unit for long fiber-reinforced thermoplastic resin: US, 5773042 [P]. 1998-06-30.
- [11]ainer, Zimmet, Jochen Zwiesele, et al. Compounder type injection molding machine: US, 2003/0075821 [P]. 2003-04-24.
- [12]ustiger A, Valentage J. In-line compounding and molding process for making fiber reinforced polypropylene composites: US, 2006/

0264557[P] . 2006-10-23 .

nit: US, 2003/0038406[P] . 2003-04-24 .

[13] Rainer, Zimmet, Jochen Zwiesele, et al. Injection unit for injection molding machines with continuously operating plasticizing u-

[14] Zimmet, Rainer, Steinherr Thomas, et al. Compounder spritzgiessmaschine: EP, 1306187[P] . 2002-12-09 .

DEVELOPMENT OF LONG GLASS FIBRE REINFORCED THERMOPLASTIC INJECTION MOLDING TECHNOLOGY

Jin Gang, Yin Xiaochun, He Guangjian, Liang Yong

(National Engineering Research Center of Novel Equipment for Polymer Processing, South China University of Technology, Guangzhou 510641, China)

ABSTRACT The properties and applications of long glass fiber reinforced thermoplastic composites were summarized. The principles, equipment, development history and the latest development of one-step and two-step injection molding for long glass fibre reinforced thermoplastic composites were introduced in detail.

KEYWORDS long glass fiber reinforcing, thermoplastic, injection molding

新一代新干线车窗采用特殊聚碳酸酯树脂

帝人化成(总部东京)宣布, JR 东海于 2007 年 7 月 1 日起开始运营的新一代新干线“N700 系”车窗采用了该公司生产的特殊聚碳酸酯树脂“Panlite”。采用 Panlite 是因为其良好的耐久性、外观性和量产品质。帝人化成预定供应约 2 万块普通席车辆的车窗。该产品有两个特征。第一个是耐久性和轻量性。此前的新干线车窗为了应对飞石,需要在多层玻璃的表面张贴特殊聚碳酸酯薄膜,以形成高耐久性的复合型玻璃。而通过采用特殊聚碳酸酯单板作为车窗,与以往车窗相比,材料的使用量约可减少 50%,单位面积的质量约可减轻 30%。耐久性也等于或高于以往。第二个是透明感的改进。利用该公司千叶市塑料技术中心的注射冲压成型技术,透视时的失真度可得到降低,实现挤压成型及张贴薄膜两工序合成法不能得到的透明度。(中国工程塑料)

公共场所塑料制品阻燃新标准

对实施公共场所阻燃制品标识明示制度所涉及产品,国家标准 GB 20286-2006《公共场所阻燃制品及组件燃烧性能要求和标识》作出了详细规定,包括建筑制品、塑料制品(含电器外壳)、电线电缆、家具组件、纺织物、泡沫塑料等六大类,其中塑料制品占了绝大多数。显而易见,塑料产业在公共场所防火安全中担当着义不容辞的重大责任。

随着经济发展和生活水平提高,公共场所用到的产品涉及塑料制品(件)的越来越多,在建筑及装饰材料、电子音频及视频设备、照明设备、电气设备及线缆等制品中随处可见塑料的身影。其中,所采用的原料品种繁多,ABS、PP、PS、PVC、PC、PA、PUR、蜜胺树脂和聚酯等不一而足,而且不同应用领域对原料的要求也不尽相同。如电视机的前框和后壳、背投电视机线路板的支架等,所用的 HIPS 不仅要有良好的尺寸稳定性、耐高温性和高介电强度,而且必须达到新国标规定的阻燃标准。这就给相关生产企业提出了更高的要求。笔者从相关检验机构了解到,目前国内有些企业生产的阻燃塑料制品还不能完全达到新国标的要求,有的阻燃级别达不到,有的则是产烟毒性超标。因此,对于塑料产业而言,如何

尽快适应公共场所防火安全的新形势,生产出符合新国标要求的产品,还有许多工作要做。首先要做好技术改进和升级,合理选材,调整配方,开发高效的阻燃技术和产品都是企业应尽快完成的必修课;其次,业内相关企业应严格按照相关规定,依法产销,严格按照质量管理体系运行,确保产品质量能持续满足要求,坚决抵制滥用标识和无证生产等行为。我们相信,在政府和全社会的共同支持下,随着火灾科学理论和研究的进一步深入,我国公共场所防火安全设计和塑料阻燃行业的发展将会更加成熟,并将在消防安全管理中发挥越来越大的作用。

(中塑机网)

武汉塑料生产的汽车塑料零部件

已达到国际先进水平

武汉塑料是我国中部地区汽配龙头企业之一,生产的塑料原材料和汽车塑料零部件产品已达到国际先进水平,成为武汉神龙、三江雷诺、东风汽车以及上汽集团等知名汽车厂商的配套企业,具有稳定的市场占有率。公司还积极寻求与国际大型汽车零部件生产商的合作,开发高科技汽车塑料零部件以争取国外市场份额。

股改后公司获得大股东注入优质资产的神龙塑胶,同时公司为适应神龙公司对其战略合作供应商的要求,将神光模塑注入武汉燎原,组建新的神光燎原,使其成为华中地区最大的彩色保险杠生产企业。最近公司公告已和成都航天模塑股份有限公司以及佛吉亚公司(FAE)三方签订了意向书,计划共同设立一家合资公司,以经营保险杠注塑、喷涂、装配业务,专门为神龙汽车有限公司三号平台上所生产汽车提供配套汽车保险杠系统。

(中塑行网)

ICO 聚合物推出兼具半导和阻燃性能的 PE 新牌号

材料生产商 ICO 聚合物北美公司推出一种静电敏感的滚塑产品专用新型可交联、半导性聚乙烯(PE)牌号。这种商品名称为 Icorene CX-1503 的产品综合了过去 Icorene C-517 和 IcoreneC-420 牌号的持久抗静电性能和 Icorene-1503 粉末的高阻燃性及韧性。此外这种新牌号 PE 材料的热变形小并且具有紫外稳定的特点。

(工塑网)