

注塑工艺对增强尼龙进气歧管纤维分布的影响

赵建华 严 丽 吴春燕

(重庆大学机械学院,重庆 400044)

摘要 运用数值模拟软件 MPI 对增强尼龙进气歧管的纤维分布进行优化,利用浇口分析模块确定其最佳浇注位置,并通过调整注塑工艺参数值比较了制件中纤维取向、强度、弹性模量及线膨胀系数等参数的差异对进气歧管力学性能的影响,得出了较为合理的纤维分布和最佳工艺参数组合,即 4 浇口,注射温度 290℃,模具温度 80℃,充填时间 3.43 s。

关键词 MPI 数值模拟 注塑工艺参数 纤维分布

竞争日趋激烈的市场对汽车生产成本及轻量化提出了越来越高的要求,增加塑料及其复合材料(即纤维增强塑料,FRP)零部件的用量不失为解决问题的有效途径之一。然而 FRP 在成型过程中增强纤维的取向要发生变化,致使复合材料呈现局部各向异性特性^[1]。因此对 FRP 熔体流动及增强纤维的取向进行分析,预测最终制件中的纤维取向分布具有重要的意义。运用注射成型 CAE 技术可有效地在制造模具之前预测制件设计中潜在的缺陷,为设计人员修改设计提供科学的依据。

笔者现应用 MPI 软件对增强尼龙汽车进气歧管的纤维分布进行有限元模拟,得出较为合理的纤维分布和最佳工艺参数值,以期生产工艺改进提供可靠的技术保障。

1 注射过程模拟

利用 UG 软件获得 3D 模型,转换成 STL 格式,导入 Moldflow,划分网格如图 1 所示。

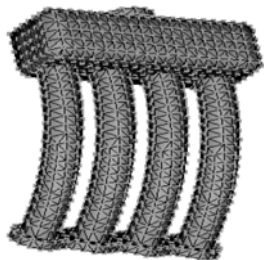


图 1 网格划分

1.1 模拟分析的前提

作为汽车发动机重要组成部分的进气歧管,要求具有足够的强度、弹性模量和冲击韧性,并尽量保证所成型的进气歧管的底部纤维分布较多且合理,能承受外力的冲击而不发生断裂。

实验材料选用法国 Rhodia 工程塑料公司生产的牌号为 Technyl A218V35 的玻璃纤维增强尼龙 66

(GFRPA66),其中玻璃纤维的质量分数为 35%。

1.2 浇口位置分析^[2]

图 2 为浇口位置分析结果。由图 2 可见,浇口最佳位置应在进气歧管的 4 个长支管的上半部分,选此位置虽然可保证制件的表面质量和力学性能良好,但是不利于放置浇口、设置分型面和切除浇口尾料,给模具设计带来一定的困难,因此最终将浇口试选在制件的一端,如图 3 所示。模拟结果表明浇口正好处于最佳区域,说明所选位置较为合理。故确定采用 4 浇口且将其设置在制件的一端。

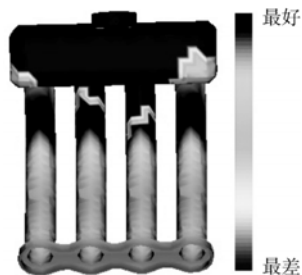


图 2 浇口位置分析结果



图 3 浇口分析印证

2 注塑工艺参数的选择

2.1 工艺参数的初步设定

利用模塑窗口(Molding Window)对汽车进气歧管的模拟流动分析表明,进气歧管的注塑工艺参数

可调范围较小。得出的初步工艺参数为: 模具温度 80.00℃, 注射温度 288.33℃, 充填时间 2.33 s。

2.2 注射温度的影响

选取 Moldflow 软件模塑窗口分析推荐的模具温度, 确定冷却时间为 20 s, 将注射温度分别设定为 285、290、295℃, 模拟结果如表 1 所示。

表 1 3 种不同注射温度下的模拟结果

注射温度 /℃	平均纤维取向	纤维取向张量	拉伸弹性模量 /MPa		剪切弹性模量 /MPa	泊松比
			纵向	横向		
285	0.001 5 ~ 0.945 4	$9.908\ 2 \times 10^{-5}$ ~ 0.987 8	7972.0 ~ 13 980.0	4758.9 ~ 7 798.9	1 656.6 ~ 2 941.5	0.351 6 ~ 0.418 7
290	0.001 5 ~ 0.944 9	$9.963\ 8 \times 10^{-5}$ ~ 0.987 9	7916.5 ~ 13 980.0	4758.9 ~ 7 821.8	1 656.6 ~ 2 938.9	0.349 4 ~ 0.418 7
295	0.001 5 ~ 0.944 5	$9.965\ 1 \times 10^{-5}$ ~ 0.987 8	7951.1 ~ 13 980.0	4758.9 ~ 7 788.8	1 656.6 ~ 2 940.8	0.350 9 ~ 0.418 7

由表 1 可见, 注射温度的提高会使纤维取向程度降低, GFRPA66 的各向异性减弱, 使得 GFRPA66 进气歧管在各个方向上具有近似相等的强度。图 4、图 5 分别示出在注射温度 290℃时的纤维取向和纤维分布。由图 4、图 5 可见, 在 290℃时纤维取向均匀, 制件的纤维分布大致与熔体流动方向一致, 因此在流动方向有较高的强度和弹性模量^[3]。进气歧管的 4 个长支管壁纤维取向程度较高, 稳定性一致, 提高了制件沿受力方向的力学性能。

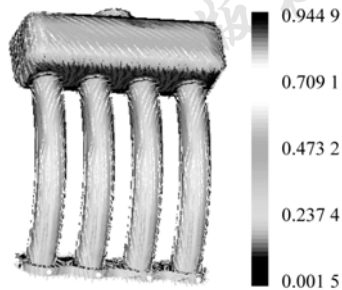


图 4 注射温度 290℃时的纤维取向

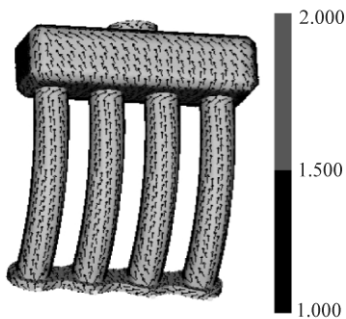


图 5 注射温度 290℃时填充过程的纤维分布

图 6 为注射温度 290℃时 GFRPA66 的剪切弹性模量。由图 6 可以看出, 当注射温度为 90℃时,

制件各部分的剪切弹性模量值相差较小, 这有利于熔体的流动填充, 能制得力学性能较好的制件, 故确定 290℃的注射温度较为合理。

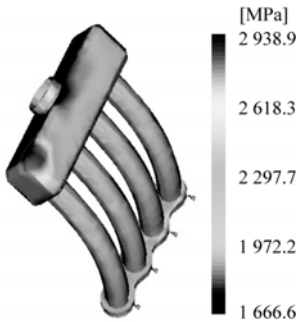


图 6 注射温度 290℃时 GFRPA66 的剪切弹性模量

2.3 模具温度的影响

选取注射温度为 290℃, 冷却时间为 20 s, 分别将模具温度设定为 70、80、90℃, 在该条件下的模拟结果如表 2 所示。

表 2 3 种不同模具温度下的模拟结果

模具温度 /℃	平均纤维取向	纤维取向张量	拉伸弹性模量 /MPa		剪切弹性模量 /MPa	泊松比
			纵向	横向		
70	0.001 5 ~ 0.944 7	$9.908\ 5 \times 10^{-5}$ ~ 0.980 8	7988.0 ~ 13 980.0	4758.9 ~ 7 809.8	1 656.6 ~ 2 942.1	0.351 9 ~ 0.418 7
80	0.001 5 ~ 0.944 9	$9.963\ 8 \times 10^{-5}$ ~ 0.987 9	7916.5 ~ 13 980.0	4758.9 ~ 7 821.8	1 656.6 ~ 2 938.9	0.349 4 ~ 0.418 7
90	0.001 5 ~ 0.945 0	$9.964\ 2 \times 10^{-5}$ ~ 0.987 9	7908.1 ~ 13 980.0	4758.9 ~ 7 834.8	1 656.6 ~ 2 942.4	0.349 1 ~ 0.418 7

从表 2 可以看到, 模具温度为 70℃时, 相对于其它模具温度, GFRPA66 的纵向拉伸弹性模量最大值与最小值相差最小, 平均拉伸弹性模量较大, 虽增加了 GFRPA66 的平均刚度, 但却使冲击韧性降低, 且泊松比值较高也会降低冲击强度, 使得纤维的增强作用不突出。

图 7、图 8 分别示出模具温度为 80、90℃时的纤维取向张量。由图 7、图 8 可见, 在任取的厚度系数为 0.399 的情况下, 两种模具温度所加工制件的厚度层中纤维分布状况相似, 各向异性较弱, 在冲击载

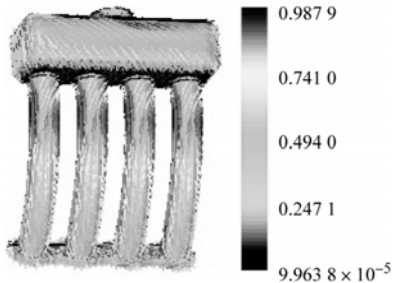


图 7 模具温度 80℃时的纤维取向张量

荷下将一定程度地提高制件的整体承载力, 保证制件的使用性能。由此可见, 模具温度采用 80℃ 或 90℃ 均可, 但采用 90℃ 时其生产周期将会延长。

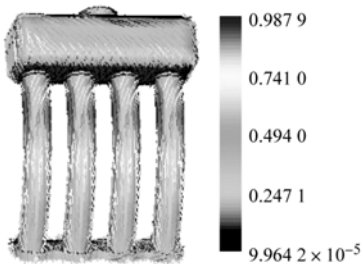


图 8 模具温度 90℃ 时的纤维取向张量

2.4 充填时间的影响

选定注射温度为 290℃, 模具温度 80℃, 冷却时间为 20 s, 将充填时间分别设定为 3.17、3.30、3.43 s, 模拟结果如表 3 所示。

表 3 3 种不同充填时间下的模拟结果

充填时间 /s	平均纤维取向	纤维取向张量	拉伸弹性模量 /MPa		剪切弹性模量 /MPa	泊松比
			纵向	横向		
3.17	0.0015 ~ 0.9447	9.9642×10^{-5} ~ 0.9874	7956.9 ~ 13980.0	4758.9 ~ 7829.0	1656.6 ~ 2942.5	0.3509 ~ 0.4187
3.30	0.0015 ~ 0.9449	9.9638×10^{-5} ~ 0.9879	7906.5 ~ 13980.0	4758.9 ~ 7821.8	1656.6 ~ 2938.9	0.3494 ~ 0.4187
3.43	0.0015 ~ 0.9453	9.9543×10^{-5} ~ 0.9884	7947.9 ~ 13980.0	4758.9 ~ 7825.8	1656.6 ~ 2936.9	0.3503 ~ 0.4184

由表 3 可知, 当充填时间为 3.30 s 时, GFR-PA66 的纵向拉伸弹性模量差值最大, 横向拉伸弹性模量峰值最小, 制件的整体刚度较小, 抵抗变形的能力低, 不利于制件在较大载荷下使用。而且在模拟中发现其底部纤维分布较少, 对制件主要受载区域的增强作用不明显。

图 9、图 10 分别示出充填时间为 3.17、3.43 s 时 GFRPA66 的线膨胀系数。由图 9、图 10 可知, 充填时间为 3.17 s 时 GFRPA66 的线膨胀系数明显比填充 3.43 s 时的线膨胀系数大, 这样容易使制件产生内应力和应力集中, 也使制件尺寸对温度的变化敏感, 同时, 泊松比较大, 不利于纤维起增强作用。

图 11 示出充填时间为 3.43 s 时 GFRPA66 的纵向拉伸弹性模量。由图 11 可以看出, 此时制件各部分的纵向拉伸弹性模量差值较小, 刚度较高, 纤维取

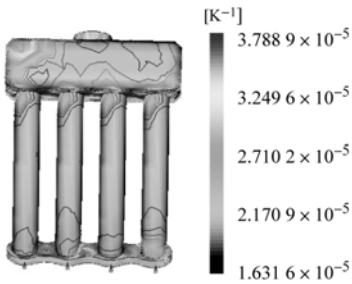


图 9 充填时间 3.17s 时 GFRPA66 的线膨胀系数

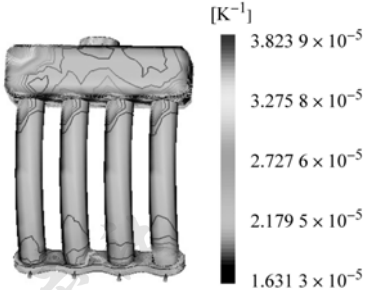


图 10 充填时间 3.43 s 时 GFRPA66 的线膨胀系数

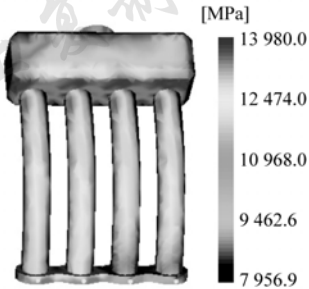


图 11 充填时间 3.43 s 时 GFRPA66 的纵向拉伸弹性模量
向良好, 制件的力学性能较高。

3 结论

运用 MPI 软件对增强尼龙进气歧管的纤维分布进行了模拟分析, 得到较为合理的、纤维增强作用充分发挥的最佳注塑工艺参数组合, 即采用 4 浇口, 注射温度 290℃, 模具温度 80℃, 充填时间 3.43 s。

参考文献

- 唐伟家, 吴汾. 汽车进气歧管用塑料及其成型方法. 汽车工艺与材料, 2004(11): 40
- 赵建华, 吴春燕, 彭晓东, 等. PA66/GF 汽车进气歧管工艺模拟及优化. 工程塑料应用, 2005, 33(2): 23
- 陈兴, 李德群. 注塑成型流动过程中的纤维定向分析. 华中理工大学学报, 1997(3): 65

The best gate location for it is chosen with the module of gate analysis. The effects of different parameters such as fiber tropism, intention, modulus and coefficient of thermal expansion on the mechanical properties of air intake manifold are analyzed through adjusting the injection processing parameters. Reasonable fiber distribution and optimal processing parameters, i. e. four gates, injection temperature 290 °C, mold temperature 80 °C, filling time 3.43s, are deduced.

KEYWORDS MPI, numerical simulation, injection parameter, fiber distribution

生物降解塑料的机遇和挑战

一方面是石油供给越来越紧张,石油价格不断上涨;另一方面是以石油为原料的传统塑料引发的“白色污染”日益严重。在这双重压力之下,生物降解塑料迎来了前所未有的发展机遇。

(1) 降解塑料与传统塑料 传统塑料由石油提炼而成,虽然价格低廉且容易加工,但它的弊端也逐渐引起人们的关注:①废弃后的传统塑料必须依赖高代价的工业回收才能重新变成石油加以利用;②全球产生的几千万吨废塑料使填埋场不堪负重,如果加以焚烧又会产生大气污染;另外,破碎后的塑料常常无法收集,长期混杂在土壤中造成肥力下降;③石油价格逐年上涨和全球能源危机使传统塑料的成本不断上涨。而大部分生物降解塑料来源于可再生资源(如淀粉和纤维素等),其生产过程是生物催化的过程,可以减少二氧化碳排放;废弃后的生物降解塑料可以被自然界的微生物完全降解,对环境也不会造成负面影响,收集和处理十分方便。

(2) 政策导向与市场空间 随着对生物降解塑料的进一步的认识,我国已充分认识到这种材料及其产业对我国可持续发展的战略作用。今年1月1日起实施的《可再生能源法》和去年重新修订的《固废法》均鼓励生物质能(生物降解塑料属于生物质)的开发和利用;在《国家中长期科技发展规划纲要》和“十一五”科技发展规划中也都将发展生物降解塑料产业作为重要内容之一。此外,北京也将借2008年举办奥运会之机,发展生物降解塑料产业,以体现“绿色奥运、科技奥运和人文奥运”的三大理念。目前日本、美国、欧洲等国家和地区都在加强降解塑料的研究开发及加速实用化进程。2005年我国塑料总用量为2500万~3000万t;预计到2010年塑料总用量将达到8000万t。专家们说,如果30%的市场采用生物降解塑料,那将是一个巨大的市场。另据美国NatureWorks公司预测,2020年我国生物降解塑料市场的需要量仅聚乳酸一个品种将达到800万~1000万t/a。

(3) 挑战与出路 生物降解塑料在我国的发展经历过一个曲折的发展过程。20世纪90年代中期,在禁白令的支持下,国内生物降解塑料生产线如雨后春笋般出现在全国各地。然而,最初的生物降解塑料产品是淀粉与聚丙烯、聚乙烯及聚苯乙烯的共混物,它们仅能部分生物降解,没有很好地解决“白色污染”问题,而且由于成本比传统塑料高很多而没有得到广泛的应用,以至在21世纪初许多生物降解塑料企业纷纷倒闭,巨大的投资损失令人心痛。目前,国内相关科研机构和企业正在全力开发完全生物降解塑料,但是要得到市场的认可还需要一段时间。针对我国生物降解塑料

产业面临的挑战,美国NatureWorks公司的甄光明博士提出了几点建议:一是降低生物源环保塑料的进口关税和增值税,先进口低价原料以开启市场;二是先发展高端市场及出口市场,如连锁店超市、航空、酒店等,以建立环保塑料加工行业及销售管道;三是立法限制使用非完全降解塑料,或者叫伪降解塑料,鼓励完全降解塑料的生产和使用;四是开发改进技术,调整配方,改进性能,降低成本。(中化)

无机纳米阻燃电缆材料问世

由华东理工大学承担的“无机纳米阻燃剂复合聚烯烃电缆料的研制”项目近期通过了上海市科委组织的专家验收。该项目的完成不仅对提高聚烯烃的阻燃性能实现了重要突破,而且为无卤阻燃电缆料国产化提供了创新技术。

长期以来,聚烯烃的极限氧指数很低,阻燃性能差,遇热或在放电过程中极易燃烧,制约了聚烯烃在电缆材料中的应用。20世纪80年代国外已经开发出无卤阻燃电缆料并得到实际应用,而我国目前所使用的无卤阻燃电缆料主要依靠进口,“八五”期间国家已经下达了开展无卤阻燃电缆料的研究任务,但至今尚无产品商业化,无卤阻燃电缆料国产化问题迫在眉睫。

华东理工大学的科技人员经过两年的攻关开发出制备无机纳米阻燃剂的技术,采用该技术开发的无机纳米阻燃电缆材料相对于使用微米阻燃剂制备的电缆材料不仅使阻燃性能大幅提高,而且还解决了用微米阻燃剂填充量大而带来的加工困难和力学性能降低的问题,为无卤阻燃电缆料国产化提供了创新技术。(千家网)

全球塑料加工设备需求2009年将达188亿美元

据美国Freedonia集团最新公布的调查结果显示,全球对塑料加工设备的需求将以年均3.5%的速度递增,到2009年将达到188亿美元。这份市场调查显示,美国和日本塑料加工设备的市场需求将重新显现复苏迹象,西欧市场需求将在2009年加速增长。由于整体经济状况良好,收入水平提高,塑料制品的消费需求和生产产量将持续增长。

根据这份调查报告,美国Freedonia集团的分析人士认为,中国、印度和俄罗斯的塑料加工设备销量前景看好;土耳其、捷克和伊朗及其它发展中国家和地区得益于经济稳步增长、工业化持续推进及个人收入的增加,对塑料加工设备的需求也将实现增长。从产品类型来看,全球对挤出设备的需求将超过其它类型塑料加工设备。全球建筑市场的持续发展拉动了市场对管材、壁板等挤出制品的需求,进而推动全球对挤出设备的需求。到2009年挤出成型设备将是使用最普遍的塑料加工设备之一。(机械网)