

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2012.03.013

注塑工艺参数对防眩板力学性能的影响

陈乐平, 单磊

(浙江纺织服装职业技术学院机电学院, 宁波 315211)

摘要:以防眩板为例,结合 Moldflow 和 ANSYS 软件,将 Moldflow 分析后的节点、单元数据,各单元的材料属性,热膨胀系数值,残余应力值及分子和纤维取向角度等导入到 ANSYS 进行结构分析,研究了各注塑工艺参数对防眩板成型后力学性能的影响。结果发现,保压时间、熔体温度及模具温度对防眩板力学性能的影响较大,而注射速率及保压压力的影响较小。采用较长的保压时间、较低的熔体温度和模具温度,以及稍快的注射速率可制得力学性能较好的防眩板。该研究结果对提高注塑件的结构分析精度将有极大的现实意义。

关键词: 防眩板; 注塑工艺参数; 力学性能

中图分类号: TQ320.66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2012)03-0053-04

Influences of Injection Process Parameters on Mechanical Properties of Anti-Glare Board

Chen Leping, Shan Lei

(School of Mechanical & Electrical Engineering, Zhejiang Textile & Fashion College, Ningbo 315211, China)

Abstract: Taking anti-glare board for example and combining Moldflow and ANSYS software, the node and element data, material properties of each element, thermal expansion coefficient, residual stress and molecular and fiber orientation angle gained from Moldflow analysis were imported into ANSYS for structural analysis, then the influences of injection process parameters on the mechanical properties of anti-glare board after molding were studied. The results showed that packing time, melt temperature and mould temperature had great influence on the mechanical properties of anti-glare board but injection rate and packing pressure had few influence. Anti-glare board with good mechanical properties could be prepared by adopting longer packing time, lower melt temperature, lower mould temperature and slight faster injection rate. The results of the study had great realistic significance in the respect of improving the structural analysis accuracy of injection molding parts.

Keywords: anti-glare board ; injection process parameter ; mechanical property

防眩板是高速公路上为解决对向车灯眩光,安装在中央分隔带上的一种交通安全产品,在国内使用已经有近 20 年的历史。虽然业界在防眩板产品的设计、生产与应用等方面已经取得很大进步,但这类产品在实际使用中仍存在很多需要解决的问题。近年来,随着科技和塑料工艺的发展,注射成型和采用玻璃钢模压成型防眩板已经逐渐取代了其它形式的防眩板,成为国内防眩板的主要材质和形式。吹不断、撞不断、不变色应该是所有合格防眩板最基本的三要素,但很多地方安装的防眩板在沙尘暴或台风过后,甚至在正常使用过程中都经常出现被大面积吹断的现象,其主要原因是防眩板强度不够造成的断裂破坏。因为在防眩板结构设计时进行的各种力学分析都是基于材料各向同性及理想的注射成型过程^[1-3],而没有考虑注射成型过程中的工艺参数对防眩板力学性能的影响,但不同工艺参数对注塑件

尤其是包含玻璃纤维(GF)的注塑件的力学性能有极大的影响。为了更精确地分析注塑件成型后的力学性能,笔者以防眩板为例,研究了注塑工艺参数对注塑件力学性能的影响。结果表明,模具温度、熔体温度、注射速率、保压时间及保压压力等都对防眩板成型后的最大变形位移和应力分布有极大的影响。因此,在设计防眩板时,为做到经济、高效、节材,就必须考虑注塑工艺参数对防眩板力学性能的影响。

1 分析模型的建立

实验显示,在同种材料和外形尺寸的条件下,反“S”断面结构形状的防眩板不仅能最大限度地阻挡反方向的灯光,而且能增加强度、减少空气压力,其抗风负荷是平面结构的 4 倍^[3-4]。故笔者建立的防眩板为反“S”断面结构,长度为 900 mm,材料为

联系人: 陈乐平, 讲师, 主要从事塑料模设计及 CAE 方面的研究
收稿日期: 2011-12-05

GF增强丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料(ABS)(GF质量分数为30%),其截面主要尺寸如图1所示。因为材料中含有质量分数为30%的GF,为保证成型后纤维取向的一致性,减少防眩板的翘曲变形和提高其力学性能,模具设计时采用一侧单浇口进胶,具体的Moldflow分析模型如图2所示。

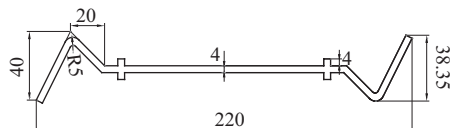


图1 防眩板截面尺寸图



图2 Moldflow分析模型

注塑工艺参数将影响注塑件中分子的取向、气孔的位置、熔接痕的分布、材料的致密度等,进而造成材料属性的各向异性,而且在冷却过程中由于模具型腔对注塑件的制约作用,使注塑件不能随意变形而残留极大的应力,最终将影响注塑件的力学性能^[5-6]。尤其对于塑料防眩板,其长宽比较大,达到4倍以上,且含有30%的GF,其材料各向异性将更为明显^[7]。因此,在进行结构受力分析时,如果基于理想注塑过程及各向同性的材料常数,结果将大相径庭。为了得到更精确的分析结果,就需要考虑注塑工艺参数对材料属性的影响,基于材料属性各向异性的分析结果才能更接近实际情况。笔者建立的防眩板结构受力分析模型,左端简化为固支端,右端自由,单面承受大小为 1647.5 N/m^2 的风载荷^[8]。

2 结果分析

首先将防眩板的3D模型导入Moldflow软件进行网格划分,选择相应的工艺参数进行模流分析,然后将Moldflow分析后的节点、单元数据,各单元材料属性(包括弹性模量、剪切模量和泊松比值),各单元的热膨胀系数值,各单元的残余应力值及各单元的分子和纤维取向角度等导入到ANSYS软件进行力学结构分析,最后获得各工艺参数对防眩板力学性能的影响。

2.1 熔体温度的影响

材料的熔体温度推荐范围为 $200 \sim 280^\circ\text{C}$,结合企业生产中的实践经验,分别选取熔体温度为 210°C 和 250°C 两种分析模型,其它工艺参数都取相

同值,将Moldflow分析后的结果导入到ANSYS,得到两种熔体温度下注塑防眩板的von Mises应力分布,如图3所示(图中DMX为最大位移,mm;SMN为最小应力,Pa;SMX为最大应力,Pa;A、B、C、D、E、F、G、H、I为防眩板各处应力,Pa。下同)。

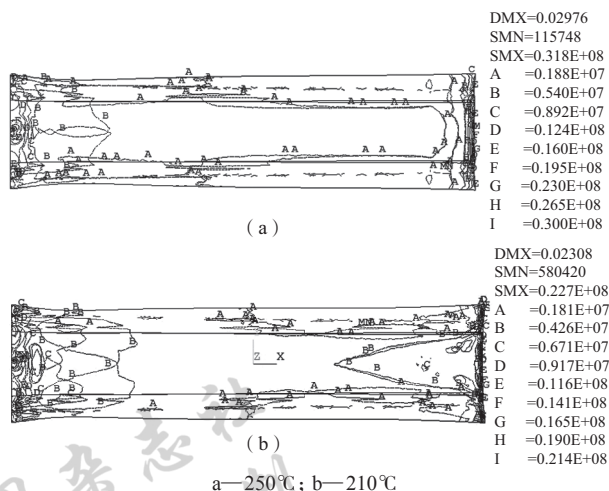


图3 不同熔体温度对防眩板 von Mises 应力分布的影响

由图3可以看到,随着熔体温度的升高,防眩板的最大变形位移由 2.308 mm 增加到 2.976 mm ,增加了28.9%, von Mises应力的主要分布区间也由 $1.81 \sim 21.4 \text{ MPa}$ 区间增加到 $1.88 \sim 30 \text{ MPa}$,可见防眩板在相同外载荷和边界条件情形下,变形和应力都增加了,而且应力的分布也呈现很大的不同。当熔体温度为 210°C 时,自由端的应力分布较大,且出现了向板中部延伸的成三角形形状的应力分布。因为在较高温度下,物料塑化均匀,熔体黏度下降,对于结晶性聚合物,其熔体温度较高易使注塑件各部位结晶一致,同时流动性增加,熔体在进入型腔过程中纤维取向作用小,因而顺流动方向弹性模量小,防眩板更易变形。

2.2 保压压力的影响

为了研究保压压力对防眩板成型后力学性能的影响,分别选取保压压力为注塑压力的60%和100%两种情形,其它工艺参数取值均相同,经过Moldflow和ANSYS的联合分析后,得到的 von Mises应力分布如图4所示。由图4可以看到,注塑时的保压压力对成型后的防眩板的力学性能影响较小,随着保压压力升高,成型后的防眩板最大位移由 2.997 mm 增加到 3.001 mm ,两者非常接近,相差只有 0.004 mm 。而 von Mises应力的等值线分布也类似,只是保压压力大时,防眩板中间部分的应力分布更均匀,而端部的应力变化更为剧烈。保压

压力大时,有利于保压阶段熔体的继续补充,成型的注塑件致密度更高,材料内部性能更均匀。

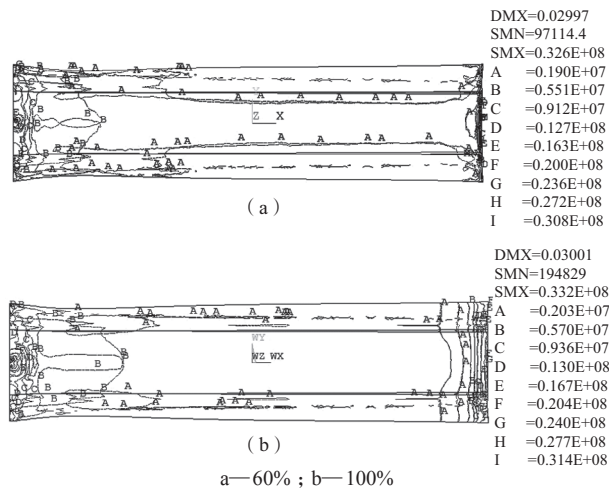


图4 不同保压压力对防眩板 von Mises 应力分布的影响

2.3 保压时间的影响

为了研究保压时间对注塑后的防眩板力学性能的影响,分别选取了保压时间为 5 s 和 15 s 两种不同条件,其它注塑工艺参数均相同,将 Moldflow 分析后的结果导入到 ANSYS 计算分析后,得到 von Mises 应力分布如图 5 所示。

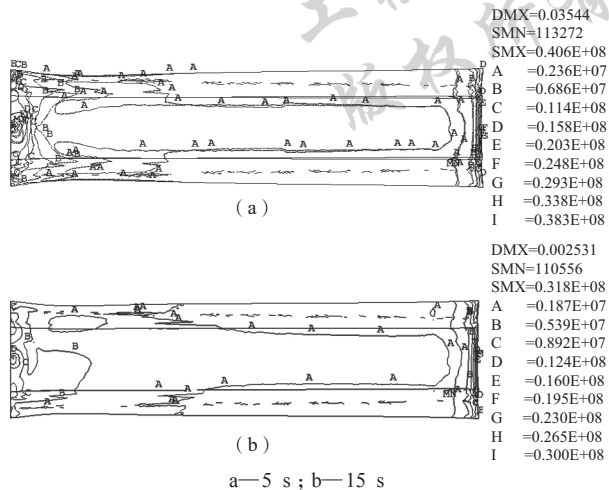


图5 不同保压时间对防眩板 von Mises 应力分布的影响

由图 5 可以看出,保压时间对防眩板的力学性能影响较大,保压时间为 15 s 时,其最大位移为 2.531 mm,而保压时间为 5 s 时,其最大位移达到了 3.544 mm,比前者高出了 40%,而且应力分布在固定端的差异也极大。同时,主要应力分布区间也有很大差异,当保压时间为 15 s 时, von Mises 应力主要分布在 1.87 ~ 30 MPa 区间,而当保压时间为 5 s 时应力主要分布在 2.36 ~ 38.3 MPa,可见保压时间对防眩板的力学性能影响较大。因为随着保压

时间的增加,可以使注塑件更加完全的变形与收缩,使各部分尽量收缩均匀,从而减小残余应力及材料各向异性。

2.4 模具温度的影响

为了研究注塑时模具温度对成型后防眩板力学性能的影响,结合材料厂商推荐的模具温度范围,选取模具温度分别为 25℃ 和 70℃ 两种情形,其它工艺参数及成型条件等均相同,经 Moldflow 和 ANSYS 分析后,得到防眩板的 von Mises 应力分布如图 6 所示。

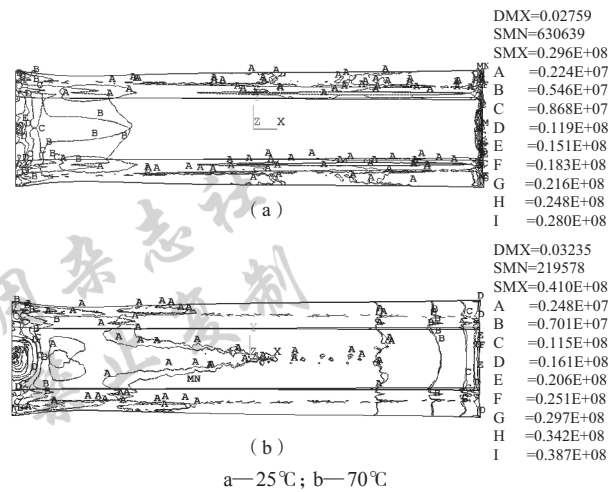


图6 不同模具温度对防眩板 von Mises 应力分布的影响

由图 6 可以看到,随着模具温度的升高,防眩板最大变形位移由 2.759 mm 升高到 3.235 mm,提高了 17.25%,主要应力分布区间也由 2.24 ~ 28 MPa 升高到 2.48 ~ 38.7 MPa,而且最大应力的增加更为明显,且应力分布也呈现较大的差异,等值线形状明显不同。当模具温度较高时,自由端应力较大,分布近似阶梯形,与模具温度较低时明显不同。随着模具温度的提高,注塑件内层凝固时间增加,保压阶段进入模具型腔补充冷却收缩的材料增加,同时有利于材料分子和纤维的重新取向及均匀收缩,造成注塑件材料刚度下降。

2.5 注射速率的影响

为了研究注塑成型时注射速率对成型后的防眩板力学性能造成的差异,选取了 150 cm³/s 和 250 cm³/s 两种不同的注射速率,其它工艺参数均相同,经模流分析和结构分析后,得到防眩板的 von Mises 应力分布如图 7 所示。由图 7 可以看到,随着注射速率的提高,最大变形位移由 3.161 mm 降到了 2.964 mm,降低了 6.23%,但主要应力的分布区间和分布方式相差不大。因为随着注射速率的提

高,熔体分子间剪切作用加强,取向度增加,但进入模腔的高取向度的熔体结晶温度升高,取向度降低,造成材料属性各向异性的差异减小。

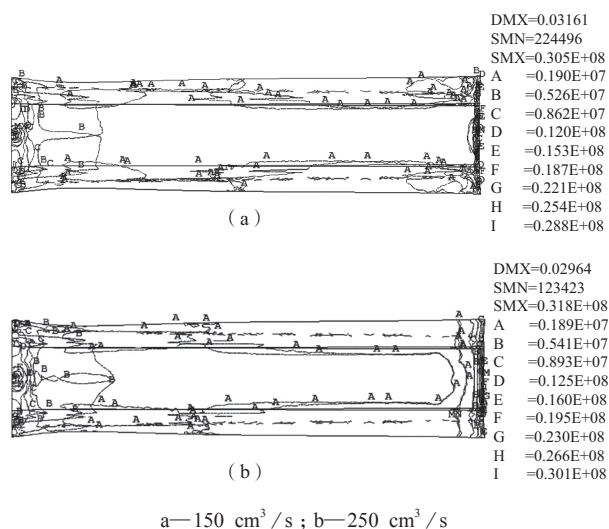


图7 不同注射速率对防眩板 von Mises 应力分布的影响

3 结论

通过结合 Moldflow 和 ANSYS 软件,以防眩板为例,将模流分析结果的节点、单元数据,单元的材料属性(包括弹性模量、剪切模量和泊松比值),热膨胀系数值,残余应力值及分子和纤维取向角度等导入到 ANSYS 软件作为分析模型的初始条件进行力学结构分析,发现保压时间、熔体温度及模具温度

对防眩板力学性能的影响较大,而注射速率及保压压力对防眩板力学性能的影响较小。随着保压时间和注射速率的增加,防眩板自由端最大变形位移下降;而当熔体温度和模具温度增加时,防眩板自由端最大变形位移增加;保压压力对防眩板的力学性能几乎没有影响。所以,为了获得效果更好、抵抗变形能力更强的防眩板,在选取注塑工艺参数时,需要择相对较长的保压时间、较低的熔体温度和模具温度,以及稍快的注射速率。

参考文献

- [1] 涂征宇. 仿生外形防眩板技术参数研究[J]. 中南公路工程, 2004, 29(3): 132-135.
- [2] 李勇. 高速公路用防眩板在风荷载作用下的应力分析[J]. 机电产品开发与创新, 2010, 23(1): 187-189.
- [3] 赵良知, 李兵. 塑料防眩板的 ANSYS 分析[J]. 塑料, 2009, 38(5): 103-105.
- [4] 交通部公路科学研究所. JT/T 598-2004 塑料防眩板[S]. 北京: 人民交通出版社, 2004: 96.
- [5] 钱欣, 金杨福. 塑料注射制品缺陷与 CAE 分析[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010: 141-146.
- [6] 陈晓平, 王耘, 胡树根. 基于流动模拟技术的注塑成型工艺参数优化[J]. 机械设计与制造, 2005(2): 68-69.
- [7] 陈兰贞. 基于 CAE 技术的注塑件翘曲变形分析[J]. 轻工机械, 2006(3): 27-30.
- [8] 中华人民共和国质量监督检验检疫总局. GB/T 24718-2009 防眩板[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010: 3.

首条万吨长碳链尼龙生产线投运

经过 1 个月的试生产,近日,我国首条万吨级长碳链尼龙(PA)生产线在山东广垠新材料有限公司已正式投产运营。国产长碳链 PA 的问世,打破了进口产品一统天下的局面,对我国高性能工程塑料的发展具有重要的示范意义。

据该公司总工程师绍,该生产线以生产 PA1212, PA1012, PA1313, PA1014, PA MXD12 为主,原料采用生物法长碳链二元酸,具有成本低、品种多、性能高、用途广的特点。目前产品已被多家国内外客户批量试用,并取得了满意效果,产品市场售价比进口产品低 10%~20%。

长碳链 PA 性能优异、用途广泛、附加值高,但由于工艺路线复杂、生产条件苛刻、合成步骤多、成本高等因素,长期以来我国长碳链 PA 生产几乎是空白。我国每年耗费大量外汇进口长碳链 PA,目前进口价达到了每吨十几万元。

目前该公司拥有长碳链 PA 国家发明专利技术 7 项。长碳链 PA 具有吸水率低、耐低温性能好、尺寸稳定、强度高、韧性好、耐磨减震等优点,在汽车、通讯、机械、电子电气、航空航天、军事等国家重点领域有着不可替代的作用。“十二五”期间,太阳能及海洋工程等领域的迅速发展对长碳链尼龙的需求量也会大增。

(色母粒网)

双象股份近 12 亿元投建光学级 PMMA 项目

2012 年 2 月 19 日,双象股份与江苏双象集团有限公司、无锡双象新材料有限公司在无锡签订《出资协议书》,共同出资人民币 3 亿元,在张家港保税区江苏扬子江国际化学工业园设立苏州双象光学材料有限公司(苏州双象),并由苏州双象具体实施建设年产 8 万 t 聚甲基丙烯酸甲酯树脂(PMMA)高性能光学级液晶材料项目。

光学级 PMMA 项目总投资规模约为 11.996 亿元,分两期实施。第一期总投资约 4.455 亿元,建设周期约为 2 年,形成 3 万 t/a 的 PMMA 高性能光学级液晶材料生产能力;第二期总投资约 7.54 亿元,自 2014 年 9 月起建设,至 2015 年 12 月完成,形成 5 万 t/a 的 PMMA 高性能光学级液晶材料生产能力。

PMMA 是迄今为止合成透明材料中性能最优异的树脂品种之一,其需求量在全球范围内正快速增长,每年需求增长率超过 7%,尤其以我国的需求量增长更为显著。

2010 年国内初级形状的 PMMA 的消费量为 40.1 万 t,预计到 2015 年需求量将达到 58.6 万 t,需求量增加 18.5 万 t。其中的巨大缺口需要通过进口国外高价产品来填补。

(工程塑料网)