

数值模拟方法在注射成型中的应用

朱春东 邵松涛 朱洪艳

(武汉理工大学材料科学与工程学院,武汉 430070)

摘要 利用 Moldflow 数值模拟分析软件,在手机外壳进行浇口定位分析和流动、保压、冷却分析,优化浇口位置和成型工艺条件的基础上,分析了部分注塑工艺参数如保压压力、熔体温度、保压时间等对注塑件翘曲量和体积收缩率的影响,为注射成型合理选择成型工艺参数提供了依据。

关键词 注塑 工艺参数 翘曲

随着塑料合成技术的发展,塑料的力学性能得到显著提高,在工程方面的应用日益广泛。在有尺寸配合要求的场合,塑料件的形状尺寸精度要求很高,往往需要达到精密级甚至超精密级。同时,随着便携式移动通讯、计算机及汽车等产品塑料部件生产朝着轻便化、薄壳化发展,塑料件成型的难度随之增加。因此,对外观质量、成型尺寸、使用性能等注塑件的各项性能进行模拟预测显得尤为重要^[1]。

翘曲变形是整个注射成型过程的综合反映^[2],笔者以潜伏式浇口手机外壳为例,利用 Moldflow 有限元分析软件对薄壁件的注射成型过程进行了模拟,在进行浇口定位分析和流动、保压、冷却分析,优化浇口位置和成型工艺条件的基础上,通过计算机模拟,对注射成型过程中部分工艺参数对翘曲变形量和体积收缩率的影响规律进行分析和研究,旨在为合理选择成型工艺参数、设计模具结构参数、产品质量(或缺陷)预测提供科学依据^[3-4]。

1 Moldflow 模拟及工艺参数优化

在 Pro/Engineer 造型完毕以后,塑料件初始模型以 IGS 格式给出,用 Moldflow 的中型面生成器生成了中型面,并修补了由于转换过程中损坏的一些面,利用 Moldflow 进行网格划分。然后进行浇口定位分析,为了不影响美观,把浇口设定在背面,并且选用潜伏式浇口,利用 Moldflow 进行冷却水路设计,如图 1。

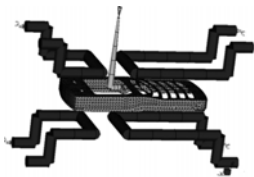


图 1 手机外壳 Moldflow 分析模型

利用 Moldflow 软件的流动模块、保压模块、冷却模块和变形分析模块对此注塑件进行了各类综合分

析,并且利用正交实验方法得出优化的工艺参数组合,以优化的工艺参数为注射成型工艺基准表(如表 1),进行单参数变动实验。

表 1 注射成型工艺参数基准表

参数	模具温度 /℃	熔体温度 /℃	冷却时间 /s	充模时间 /s	保压时间 /s	保压压力 /MPa
数值	70	260	16	0.1	1.5	100

2 部分工艺参数对翘曲量和体积收缩率的影响

2.1 熔体温度

熔体温度从 200℃ 到 320℃ 变化,利用 Moldflow 软件,计算出注塑件最大翘曲量及体积收缩率。根据计算结果,绘制出手机外壳最大翘曲量及体积收缩率随熔体温度变化曲线,如图 2 所示。

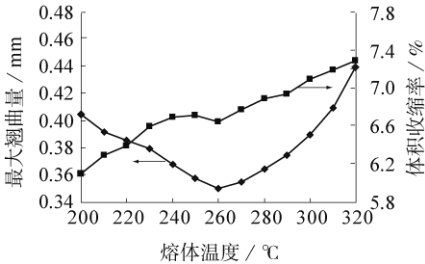


图 2 熔体温度变化时手机外壳翘曲量和体积收缩率的变化

从图 2 可看出,熔体温度越高,其体积收缩率越大。当熔体温度较低时,体积收缩率小,这是因为当熔体粘度较小时,保压压力能更好地分布在型腔内。对于给定的保压压力和时间,进一步增加熔体温度将导致体积收缩率越来越大,因为此时型腔是由密度相对低的材料填充。

翘曲量在熔体温度为 200 ~260℃ 内是逐渐减小的,当温度从 260℃ 开始增加时,翘曲量随之显著增加。

此外生产中太高的熔体温度会对注塑产生很大的危险,容易造成树脂的降解,同时热能损耗增加,

粘度下降有限,反而导致生产成本提高、制品质量变差。因此在实际生产中要根据实际情况选择合适的熔体温度。

2.2 流动充模时间

利用 Moldflow 软件绘出手机外壳最大翘曲量及体积收缩率随充模时间的变化曲线,如图 3 所示。一般来说,充模时间对非结晶性塑料平板变形的影响不大,不像保压压力、冷却时间对翘曲变形的影响那样明显。当充模时间为 0.1 ~0.6 s 时,翘曲量增加。当充模时间为 0.6 ~1.1 s 时,翘曲量减小。但总的翘曲量变化不大。

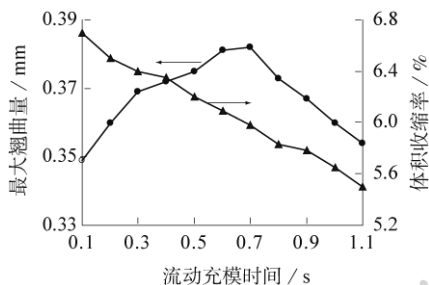


图3 充模时间变化时手机外壳翘曲量和体积收缩率的变化

在型腔结构一定的情况下,充模时间越短,注射速率越高,熔体在型腔中流动越快。

对于薄壁、精密制件,采用的是高速注射,在较短的流动充模时间下,熔体因流速较快,除可使其温度维持在较高的水平之外,还可使其切变速率具有较大值,故熔体粘度较小,流动阻力相对降低,料流长度和型腔压力都会因此而增大,于是注塑件将会比较密实、均匀。而且由于高速充模,熔体经过流道、喷嘴、浇口等处因摩擦而升温,充模时间变得更短,所以制件分子定向程度小,制件变形小,而体积收缩率呈增大的趋势。

注射速率对翘曲变形的影响比较复杂,主要是由于注射速率决定着熔体的充模速率,而充模速率对注塑件性能的影响比较复杂。从分子结构形态角度看,提高充模速率会加强大分子的取向作用和结晶作用,前者会加大收缩,后者会减少收缩。这两方面因素的综合作用,使得塑料平板的变形随着注射速率的增大而先增加后减小。

2.3 保压压力

利用 Moldflow 软件绘制手机外壳最大翘曲量及体积收缩率随保压压力的变化曲线,如图 4 所示。由图 4 可见,随着保压压力的增加,翘曲变形先缓慢减小后又缓慢增大,当保压压力达到 130 MPa 以后,翘曲量明显地增大。

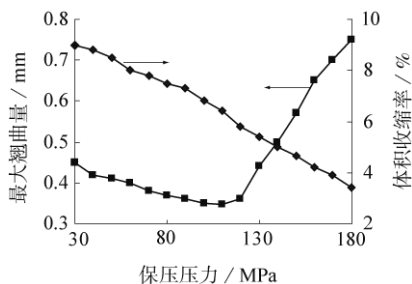


图4 保压压力变化时手机外壳翘曲量和体积收缩率的变化

高压保压压力能够减小注塑件的收缩,补充型腔的熔体越多,越可避免注塑件的收缩。因为很高保压压力会造成制件不均匀收缩而导致其翘曲变形。对于薄壳件而言,这种情况更明显。在较高的保压压力下,可使注塑件得到较大的密度,使收缩率减小,使表面质量提高。高、中粘度的塑料(如聚碳酸酯、聚乙烯等)在制件壁厚小、流程长、精度要求较高时,要求高的保压压力。但保压压力过高会使制件残余应力增加,变形增大。

2.4 保压时间

利用 Moldflow 软件绘出手机外壳最大翘曲量及体积收缩率随保压时间的变化曲线,如图 5 所示。

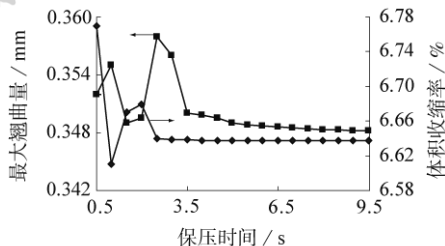


图5 保压时间变化时手机外壳翘曲量和体积收缩率的变化

从图 5 可以看出,保压时间长时体积收缩率小。因为保压时间长,浇口冻结温度低,补缩作用强,有助于减小制件收缩。

保压时间对非结晶性塑料平板的翘曲变形影响很小,随着保压时间的增加,平板的变形逐渐减小,直至基本保持不变。

保压时间增加,有利于更多的熔体流入型腔以弥补因冷却收缩而产生的空隙,使平板更加密实,使收缩率减小,从而减少翘曲变形。但是如果保压时间超过一定时间,足够使浇口凝固,则可降低体积收缩率;浇口凝固后,保压则已无效果。

保压初期,随着保压时间延长,注塑件的密度迅速增大,但当保压时间达到一定值后,制件的密度就会停止增加。因为保压时间长,则浇口凝固,从而降低体积收缩率。因此,当保压时间长到浇口凝固后,对制件翘曲和体积收缩率就不会产生很大影响。

3 结论

从以上分析的工艺参数来看,影响手机外壳翘曲的最重要的工艺参数是保压压力,其影响规律是随着保压压力的增加而先缓慢减小后又缓慢增大。

参考文献

[1] 李伟,李荣勋,黄兆阁,等. CAE 在注射模具缺陷分析中的应

用与研究[J]. 塑料,2000,29(6):28-31.

[2] 李海梅,刘永志,申长雨,等. 注塑件翘曲变形的 CAE 研究[J]. 中国塑料,2003,17(3):53-58.

[3] 李海梅,顾元宪,申长雨,等. 注塑件的翘曲变形分析与成型尺寸预测[J]. 中国机械工程,2002,13(10):820-823.

[4] 郭志英,李德群. 注塑制品翘曲变形有限元数值模拟的误差分析[J]. 华中理工大学学报,2000,28(8):63-65.

APPLICATION OF NUMERICAL SIMULATION IN INJECTION MOLDING

Zhu Chundong, Shao Songtao, Zhu Hongyan

(College of Material Science and Engineering, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China)

ABSTRACT By using the numerical stimulation analysis software, based on the analysis and optimization of gate position, dwell pressure and cooling condition. The effects of parameters such as dwell pressure, melt temperature, dwell time on the warp and reduction in volume of injection moulding part were analyzed, and the reasonable molding parameters were provided.

KEYWORDS injection molding, technology parameter, warp

日本研制出可超越 PC 和 PMMA 的透明膜

日本 ShowaDenko 公司称,现已研制出一种新型透明膜,该膜的热变形温度比聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)和聚碳酸酯(PC)均高出 250℃,且耐酸碱及有机溶剂,光传导高于 90%。该膜本质仍是树脂,可用作电子显示器,ShowaDenko 公司计划近期开始研制厚度为 1 mm 的新膜。

ShowaDenko 公司称,还将利用另一种膜作基础材料来生产铟-锡-氧化物(ITO)透明电极,该膜厚度为 100 μm,线膨胀系数为 $20 \times 10^{-6}/K^{-1}$ 。而生产出的新型电极的耐热温度可达 200℃,而且其电阻比玻璃电极小。该类 ITO 电极可用作柔韧显示器,例如电子报纸、有机 EL 显示器。ShowaDenko 公司将继续提高薄膜质量,并计划最近将其投入市场。

(工塑网)

意大利推出吹塑级工程塑料新品

意大利 Radici 公司新推出专用于汽车部件的吹塑级工程塑料,包括尼龙 Radilon 和聚酯弹性体 Heraflex 两个系列吹塑级配混料产品。其突出优点是吹塑成型时型坯密度小,从而使制品壁厚更加均匀。

Radilon 系列产品包括 BMX 和 BMW 两个牌号,都具有优异的长期耐高温性,而且耐化学药品性好,可用于汽油发动机(120~140℃)和柴油发动机(140~160℃)。其中,BMX 是无增强材料的尼龙 6 配混料,而 BMW 是含玻纤 15%~20% 的玻纤增强尼龙材料。

Heraflex 弹性体系列产品兼有热塑性橡胶的高强力学性能和聚酯的优秀耐化学药品性,温度变化时其力学性能仍基本保持稳定,应用目标为汽车风道和高性能软管及其它工业制品。

(代)

大庆研制出易开口聚乙烯薄膜专用料

大庆化工研究中心研制的易开口线性低密度聚乙烯(LLDPE)薄膜专用料在大庆石化公司塑料厂成功实现工业化生产,试产出的 100 t 产品全部为优级品。

大庆化工研究中心经过 1 年的攻关,以 LLDPE 7042 为基础料,通过大量的配方研究和剖析表征工作,确定了最佳专用料助剂配方,并研发出易流动的专用复合助剂,同时采用微团聚化的助剂处理技术,攻克了薄膜开口性差、造成雾度等难题。

该专用料的研制成功,解决了以往 LLDPE 7042 开口性较差的问题,拓宽了用途和市场,填补了中国石油在易开口料方面的空白。专用料在生产过程中工艺控制稳定、助剂下料平稳。检测结果表明,该专用料达到了预期指标,薄膜的摩擦系数为 0.19,雾度为 16.4%,完全可以作为通用料 LLDPE 7042 的换代产品。

(芳)

2010 年我国乙烯产能将达 1800 万 t

在“十一五”期间,我国将在中部地区建设首个大型乙烯工程项目,总投资达 146.7 亿元。至其中石化、中石油两大集团共有 7 套大型乙烯装置,620 万 t 产能同时在建。据统计,这些项目全部建成后,我国乙烯生产能力将接近 1800 万 t。

(芳)

加拿大推出高速超薄制品注塑技术

加拿大 Enslt 公司最近推出 X-Melt 新技术,它是一种高速注塑新工艺。其特点为注射成型时流动长度内截面非常小,能加工壁厚仅为 0.1~0.8 mm 的部件,流动长度/壁厚之比可高达 400:1。

这种高速注射成型技术,要求塑料熔体本身贮存能量,熔体在螺杆前空间或在热流道内系统被预压缩。当热流道的针形阀喷嘴打开时,模具型腔内预压缩熔体在几秒钟内快速膨胀,完成充模。

Engle 公司还与 Mold-master 公司合作计划推出多型腔注射成型用量最佳流道系统,所有针形阀喷嘴十分精确地在同一时间打开,连续充满型腔。X-Melt 技术与该公司全电子 E-Motion 注塑机配合,可以生产微精密尺寸的超薄工程塑料部件。

(芳)