

Moldflow 在导光板外框注塑模设计中的应用

陈晓勇

(常州机电职业技术学院, 常州 213164)

摘要 将几何作图法和 CAE 软件分析法相结合, 解决了导光板外框塑料件点浇口的数目及位置难以确定的问题。利用几何作图法初步确定浇口数目及位置, 借助 Moldflow 软件的分析结果得到最佳方案。采用 Moldflow 软件对模具的冷却系统进行了优化设计。通过调整管路位置、优化保压曲线、改变模具温度和环境温度等措施解决了塑料件边角处翘曲变形量过大的问题。

关键词 Moldflow 几何作图法 浇口 冷却系统 注塑模 模具设计

1 塑料件结构

图 1 所示用于固定导光板的外框。外形为长方体, 总体尺寸为 164 mm × 102 mm × 5 mm。塑料件一侧为全开口, 另 3 个侧面的高度均为 5 mm。3 个侧面的厚度分别为 2.4 mm、1.6 mm 和 1.2 mm, 各侧面上均有一些小的结构。大的底平面的厚度为 0.9 mm, 其上分布有 4 个直径为 5 mm 的圆孔和 5 个深 0.3 mm 的矩形凹槽, 凹槽的尺寸分别为 10 mm × 10 mm、10 mm × 20 mm 和 20 mm × 20 mm。该塑料件表面质量要求不高, 但尺寸精度及平面度要求很高, 长、宽、高的尺寸精度分别为 ±0.2 mm、±0.15 mm 和 ±0.05 mm, 水平方向上的翘曲变形量也不能大于 0.2 mm (塑料件相应尺寸的 MT1 级精度为 0.39 mm^[1])。

因此, 作为极薄壁精密塑料件 (底部 5 个凹槽处的厚度只有 0.6 mm), 该塑料件选用了尺寸稳定性好的美国 GE 公司的牌号为 Lexan PPC4501 的聚碳酸酯 (PC) 材料。

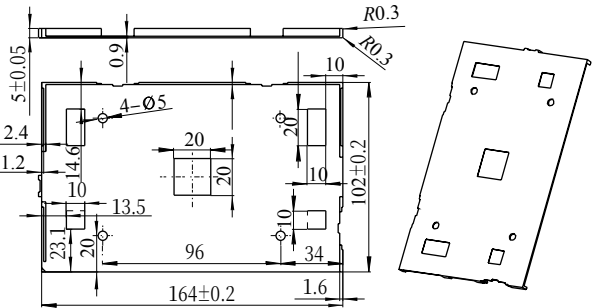


图 1 固定导光板的外框图

2 模具设计

根据塑料件外形, 浇口只能采用点浇口, 且只能设置在底部大平面上。因此, 模具结构应是简单的 3 板模, 且是一模一腔、推杆推出。作为极薄壁塑料件, 流程比很大, 塑料件充填困难且易产生翘曲变

形, 因此需要多浇口平衡进料才能成型。浇口数目及位置的确定是模具设计的一大难点。

另外, PC 料成型时的熔体温度一般为 300℃, 模具温度为 90℃。熔体和模具之间的温差较大, 需要加强冷却。冷却不均造成的收缩变形是翘曲变形的主要原因, 控制翘曲变形必须控制冷却效果。浇注系统及冷却系统的设计是模具设计的关键, 采用 Moldflow 软件对其进行优化设计。

3 注塑成型 CAE 分析

先在 Pro/E 软件中完成塑料件的造型并转为 .STL 格式。然后, 在 Moldflow 软件中, 选取网格类型为表面模型, 导入 .STL 模型, 划分网格并修改网格。最终的网格统计数据为节点数 4 428, 平均纵横比 2.116, 匹配率为 95%^[2]。

3.1 浇注系统的优化设计

浇注系统应满足以下指标: 整个浇注系统的流动不平衡率要小于 5%; 填充结束时熔体的压力和温度梯度不大; 熔接痕和气穴位置合理, 不影响产品质量^[3]。

(1) 浇口数目及位置的初步确定

图 2 为该塑料件中心进料充填图。由图 2 可以看出, 在一个大的平面内, 从浇口出来的料流是沿半径方向扩散的。由于四个角距离中心较远且 3 个侧边上分布着许多小的复杂结构, 故采用单浇口是无

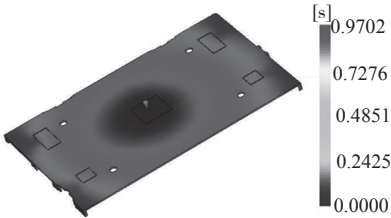


图 2 塑料件中心进料充填图

温度很高,熔接痕处的强度足够,能满足塑料件的使用要求。

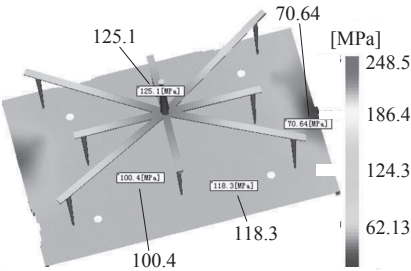


图6 充填结束时的压力

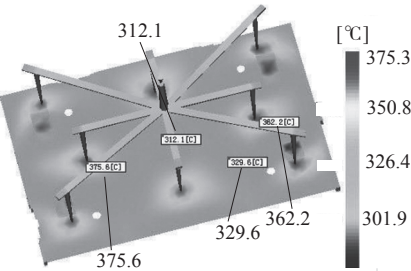


图7 充填结束时的体积温度

3.2 冷却系统的优化设计

(1) 冷却系统的初步设计

由图7可以看出,充填结束时,温度呈阶梯形由点浇口处向外扩展,8个点浇口位置的温度最高,5个凹槽部位的温度稍低,点浇口部位的冷却应加强。

塑料件高度较小且呈较大面积的平板状,故模具镶件的型腔也很浅,模具的冷却系统可采用结构简单且冷却效果较好的直流式冷却方式^[4]。在型腔镶件和型芯镶件上各设置6个冷却管道,上下对称(参见图8)。其中4个在中间4个浇口位置处,另2个在塑料件两端边缘处。中间4个管道的中心离邻近的点浇口的水平距离均设为11 mm,这样4个管道间的距离分别为25、22和25 mm。因两端处小镶件较多且要布置推出机构,故管道稍向外侧布置,取管道中心和塑料件侧壁间的水平距离为13 mm。由于成型时型腔部位温度稍高于型芯部位的温度,故型腔镶件处的管道距分型面的距离为13 mm,型芯镶件处的管道距分型面的距离为15 mm。管道长度设为170 mm,直径均为8 mm,模温设定为90℃,冷却液采用80℃的油。

经证实,冷却+流动+翘曲(CFW)分析能够得出更准确的翘曲预测^[2]。

图8为CFW分析的冻结时间图。主浇道部位冻结时间最长为13.16 s,点浇口在1.909 s时凝固,塑料件一般在1.524 s凝固。将保压时间设定为2

s,冷却时间设定为10 s。为提高分析结果的准确性,依据充填分析结果并参考实践经验将成型工艺参数重新设置,模具表面温度设为90℃,熔体温度320℃,注射时间设定为1.2 s,注塑压力达到240 MPa时速度和压力切换。充填时间为0~0.25 s时,压力为160 MPa,0.25~2 s时,压力从160 MPa降至0。

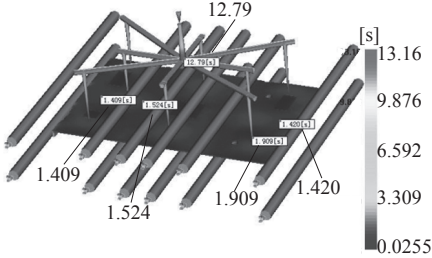
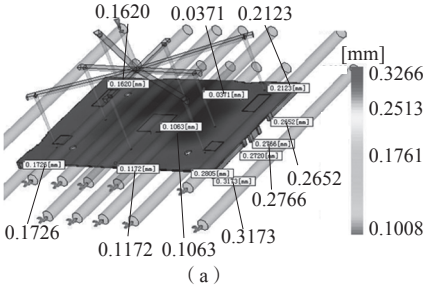


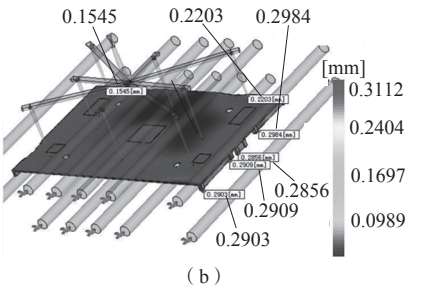
图8 CFW分析的冻结时间图

(2) 冷却系统的优化设计

图9为CFW分析得到的翘曲分析结果图。图9a为所有因素的变形图。从图9a可以看出,塑料件右侧的上方、下方及边缘处的翘曲变形量较大,分别达到0.2123、0.3173和0.2766 mm,超过了允许变形量的0.20 mm,须进行调整。图9b为收缩造成的变形图,最大值为0.3112 mm,已占全部变形的95.3%。可见,收缩不均匀所引起的翘曲变形是该塑料件翘曲变形较大的主要原因,须降低收缩不均匀所引起的翘曲变形。



(a)



(b)

a—所有因素的变形图; b—收缩造成的变形图

图9 翘曲分析结果

理论分析可知,温度不一致是造成塑料件收缩不均匀的根本原因。塑料件壁厚不均匀和冷却效果

差的区域都会造成不平衡冷却而导致收缩不均匀。因此, 必须分析变形较大区域的温度情况, 有针对性地采取措施。

各种成型工艺参数对塑料件的翘曲情况也有不同程度的影响。其中, 保压压力与保压时间对塑料件收缩率的影响最大。改变恒定压力作用的时间可以调整塑料件末端区域收缩量的大小。缩短恒定压力作用的时间, 塑料件末端收缩量增大; 增加恒定压力作用的时间, 塑料件末端收缩量减小^[5]。塑料件变形大的点均位于塑料件末端, 调整保压曲线是一有效方法。

图 10 为冷却分析的制品温度曲线图。从图 10 可以看出, 翘曲变形量较大部位的温度均较高, 最高处达到 94.42℃, 而塑料件大部分表面的温度为 88.5℃左右。另外, 左、右两侧无冷却管道处的温度偏高, 分别为 92.52℃和 92.56℃。这些表面均应加强冷却。左侧部位的翘曲度不大, 而右侧的下部还要设置推杆, 故只在右侧上方增设一冷却水管。该冷却水管的位置经 Moldflow 软件优化分析后确定。

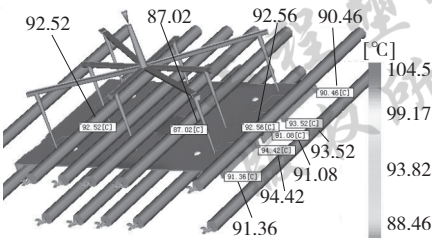


图 10 制品温度曲线

冷却管路的设置需考虑多方面的因素, 因此其调整难度较大。实践中一般不改变管路结构, 而对成型工艺参数等进行调整以获得最优的冷却效果。

在塑料件右上方再加一冷却管道, 重新设置有关工艺参数并进行 CFW 分析。经多次分析验证, 得到图 11 所示的优化后的翘曲变形分析结果。此时, 塑料件的最大变形量为 0.1986 mm, 已满足塑料件成型的需要。增加的冷却管道的中心线和最右端管道的水平距离为 21 mm, 与分型面的距离仍为 13 mm。表 1 为优化后的工艺参数。图 12 为优化前后的保压曲线^[6]。可见增大模具表面温度和环境温度, 延长保压时间和加大保压压力均可降低翘曲变

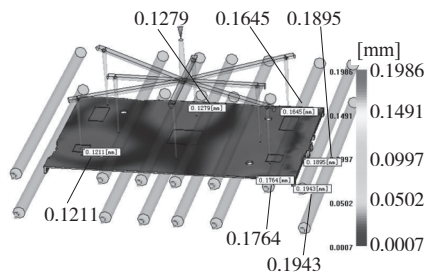


图 11 优化后的翘曲分析结果

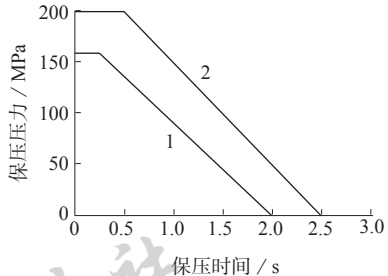


图 12 保压曲线

形量。

4 结论

将几何作图法和 Moldflow 分析法相结合解决了极薄壁塑料件点浇口数目及位置无法确定的问题, 采用几何作图法初步确定浇口的位置和数目, 利用 Moldflow 分析得到最优化方案。该方法提高了浇口设置的科学性和准确性, 适用于塑料件面积较大, 浇口数目多且无法确定的场合。为提高塑料件的成型质量, 降低翘曲变形提供了新的方法。采用 Moldflow 软件对模具的冷却系统进行优化设计。分析了翘曲变形量过大的原因, 并通过调整管路位置、优化保压曲线、改变模具温度和环境温度等措施得到了符合要求的分析结果。

模具软件分析的结果和实际生产基本一致。在注塑模设计中利用 Moldflow 软件对塑料件的成型过程进行模拟分析, 可以尽早发现问题并为试模提供参考数据, 从而大大提高模具设计的科学性、合理性及设计效率。

参考文献

[1] 翁其金. 塑料模塑成型技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007: 7.

[2] 单岩, 王蓓, 王刚. Moldflow 模具分析技术基础[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004: 9.

[3] 王刚, 单岩. Moldflow 模具分析应用实例[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005: 6.

[4] 何亮, 徐百平, 陈楚勇. 薄壁深腔塑料件注塑模设计[J]. 工程塑料应用, 2010, 38(8): 74 - 77.

表 1 优化后的工艺参数

工艺参数	数值	工艺参数	数值	工艺参数	数值
模具表面温度 /℃	100	注塑压力 /MPa	240	注射时间 /s	1.2
开模时间 /s	5	熔体温度 /℃	320	保压时间 /s	2.5
环境温度 /℃	40	冷却时间 /s	10		

[5] 曹将栋,陆立新. 基于 Moldflow 平台的电吹风外壳注塑模具优化设计[J] . 塑料, 2010(1) : 122 - 125.

[6] 彭满华,刘斌. Moldflow 软件在无绳电话机底盖模具设计中的应用[J] . 塑料科技, 2009(2) : 50 - 54.

APPLICATION OF MOLDFLOW IN DESIGN OF INJECTION MOLD FOR THE FRAME OF LIGHT GUIDE PLATE

Chen Xiaoyong

(Changzhou Institute of Mechatronic Technology, Changzhou 213164, China)

ABSTRACT Combining with geometric construction method and CAE software analysis method, the difficult problems of determining the pin-point gate number and location of the frame of light guide plate plastic part were sloved. The gate number and location were determined preliminary by geometric construction method, and the best scheme was concluded based on the analysis results of Moldflow. Moldflow was also applied to the optimization design of cooling system of the injection mold. By adjusting pipe position, optimizing packing profile, changing mold surface temperature and environment temperature, the problem of too large warpage in edge or corner of the plastic part were solved.

KEYWORDS Moldflow, geometric construction method, gate, cooling system, injection mold, mold design

首台中国研发且配备沙伯 STAMAX 聚丙烯树脂的全塑料前端模块车型亮相

首台中国研发且配备全塑料前端模块的汽车于近期落幕的第十四届上海车展上亮相,该模块采用了沙伯基础创新塑料的 STAMAX 长玻璃纤维聚丙烯(LGFP)树脂。长安汽车有限公司在车展上展出了配备这一全塑料前端模块的 CX30 型紧凑型车。采用沙伯基础创新塑料研发的 STAMAX LGFP 树脂代替钢材,可将前端模块质量减少 40% 并将汽车整体质量减轻约 4 kg。除了通过减少质量来实现节能减排外,全塑料前端模块解决方案能使长安汽车进行模块装配,从而提高生产效率,降低整体系统成本。

除了将前端模块全面应用于散热器、前照灯、锁桥及缓冲梁的全面整合外,长安 CX30 型汽车还采用了沙伯基础创新塑料的 Noryl GTX[®] 树脂用于加油口盖/油箱盖。采用 Noryl GTX[®] 树脂制造零件模型可连同车身其它部位一并进行在线涂漆。而传统的做法是由零件供应商对部件进行制模和涂漆,这可能导致部件与车身颜色不匹配。

STAMAX LGFP 树脂规格可支持设计轻质、功能性的半结构性汽车应用。(沙伯)

福特对塑料零件充入气泡以减少质量

减少车身质量是实现提升燃油效率并降低尾气排放的重要途径。而福特汽车在兼顾增加先进设备配置和确保车辆获得欧洲 NCAP 五星级安全评级的同时,还找到了逐步减少车身质量方法:通过在塑料零件的制造过程中充入气泡来减少车身的质量。

通常,汽车的轻量化可以通过换用强度更高、质量更少的金属材料来实现。而对于塑料零件来说,最难的是如何在减少其质量的同时还能保持其强度、耐用性或性能不变。现在,福特通过采用 MuCell 微发泡注射成型技术在零件成型过程中充入气泡的方式,形成极为细微的蜂巢状结构,这些细微的空隙既节约了塑料材料,又减少了质量,而且不会影响零件的任何性能。与普通的工艺流程相比,MuCell 技术可

降低注射成型过程中所需的压力,实现生产效率提升 33%,从而降低制造的能耗、排放和成本。(雅式橡塑网)

直接挤出技术响应绿色浪潮

南京越升挤出机械有限公司在广州 2011 国际橡塑展上重点推出了 SAT 新型高扭矩高精度双螺杆挤出机及公司的聚对苯二甲酸乙二酯(PET)直接挤出技术。

据公司副总经理介绍, SAT 新型高扭矩高精度双螺杆挤出机的特点为使用了高扭矩减速箱和具有高精度,其自主设计和生产的高扭矩减速箱达到了欧洲 10 年前的水平,也是目前国际上大多数双螺杆生产企业都在推行的扭矩等级。其乙烯-乙 烯乙酸酯塑料(EVAC)胶膜生产线速度可以达到 5 m/min,而我国几家较大的 EVAC 胶膜生产企业目前的生产线速度仅为 2 m/min 左右。由该生产线制备的 EVAC 太阳能电池胶膜的收缩率低于 3%,而目前市场上销售的 EVAC 太阳能电池胶膜的收缩率基本都在 4% 以上。对于 PET 直接挤出技术,此工艺和挤出设备免除了预干燥系统,不仅节能环保而且还省去了大量的人力和物料周转的时间和费用,并能保证超低的黏度降。

高扭矩高精度双螺杆在以后的几年里必将全面取代国内传统双螺杆挤出机,成为市场的主流。(雅式橡塑网)

Acpo 公司推出可打印热转印复合材料

Acpo 公司推出了一种表面粗糙的可打印聚丙烯热转印复合薄膜——531T。531T 可以起到保护标签表面的作用,同时,这种材料表面可以使用热转印的方式打印,这样可以在预先印好的标签上打印上可变数据。

由于 531T 表面是消光效果,所以这种材料很适合条码扫描,同时让标签具有雅致的诱人效果。这种材料与 0.0254 mm 的亚光薄膜和 0.0127 mm 的水性丙烯酸胶粘剂构成了一种完美的标签组合。

随着 531T 的推出, Acpo 也对其热转印系列复合材料进行了升级,该公司对生产的打印色带进行了一系列的防化学品侵蚀测试和兼容性测试。(中聚网)