

某手机壳注塑成型质量 CAE 分析

文 | 银川能源学院 马瑞杰 王晓花

摘要：注塑成型是塑料加工的最主要方法之一。在实际生产中，会出现翘曲、短射和气穴等缺陷，其中通过 CAE 模拟预测成型质量已成为智能制造领域内研究的热点。本文以某手机上壳为例，设计工艺参数并进行 CAE 模拟，并验证了 CAE 模拟的可靠性。结果表明，注塑件表面无明显的熔接痕、气穴等注塑缺陷，翘曲变形是影响壳体件的主要因素，该模拟结果可作为后续优化的依据。

关键词：注塑成型；CAE 模拟；翘曲变形

一、网格划分

本制件为壳体件，在注塑过程中，最容易出现翘曲变形。通常注塑件网格划分方法有三种，有中性面网格 (Midplane)、四面体网格 (3D) 以及双层面网格 (Dualplane) 划分。本制件厚度 2mm，可采用双层面网格划分方法，经过一系列前处理，得到图 1 所示的有限元模型，该模型最大、最小纵横比分别为 6.0 和 1.16，网格匹配率为 87%，满足翘曲变形分析条件。



图 1 手机上壳网格划分

二、成型质量分析

模型建立后，对成型质量进行分析，探究可能出现的问题。表 1 为注塑工艺参数相关设计数据，用该数据进行成形质量分析。

充填时间和塑件厚度以及离浇口位置有关系，越薄充填时间越短，离浇口越远充填时间越长，从图 2 中的充填时间分析结果可知，LCD 框附近最后充填，可能会造成型腔压力不平衡，可能产生翘曲等缺陷；图 3 显示，熔体前沿温差为 4.1℃，较均匀，但四个角与其它地方颜色差别较大，可能引起翘曲变形等缺陷；图 4 的熔合线分析结果显示，多数熔接痕在流动前沿温度较高处，此处熔接痕会消失或有所改善；图 5 中的粉色小点就是气穴，基本分布在螺丝柱或加强筋顶端，可及时排除，对塑件无多大影响；图 6 中入口处冷却液温度为温度 22.01℃，出口处为 22.44℃，温差为 0.43℃，冷却液温差较小，且满足要求，防止冷却不均导致

表 1 工艺参数

模具温度 (℃)	熔体温度 (℃)	注射时间 (s)	保压压力 MPa	保压时间 (s)	冷却时间 (s)	进口端水温 (℃)	浇口 数量	冷却管道直径 (mm)
50	220	2	55	13	8	22	1	10

的缺陷；图 7 中，管壁温差为 2.46°C ，可见浇注系统设计较为合理。

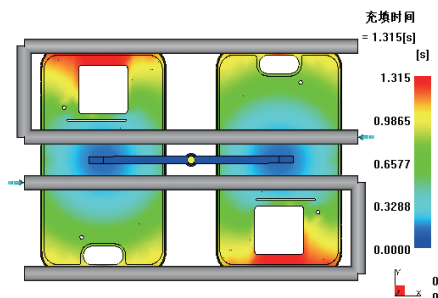


图 2 充填时间分析

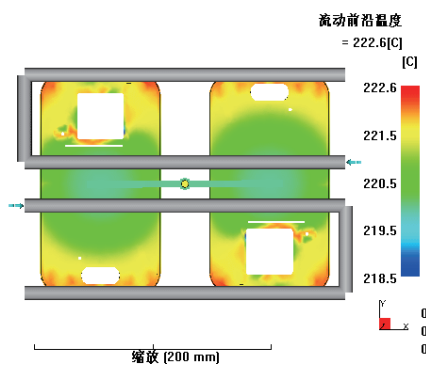


图 3 熔体流动前沿温度

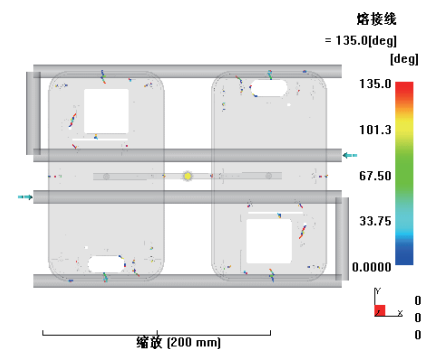


图 4 熔接痕分布图

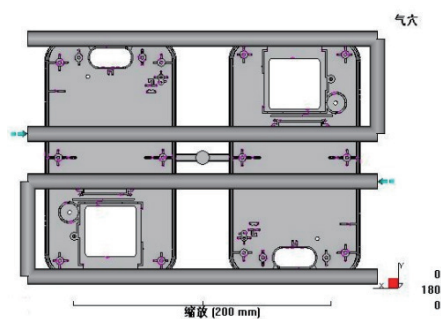


图 5 气穴分布情况

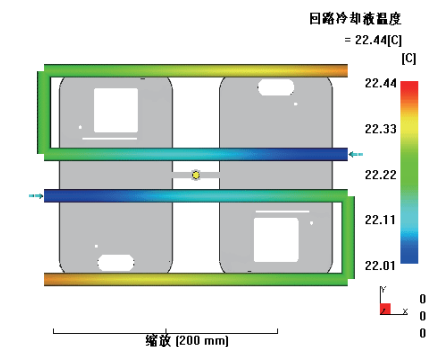


图 6 回路冷却液温度分析

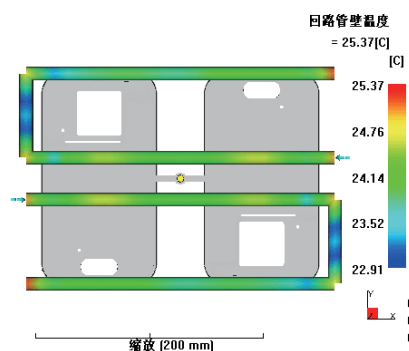


图 7 回路管壁温度分析

图 8 为总的翘曲变形分析结果，由图可知，翘曲变形较严重的地方在手机壳上下两端处，变形量最大值达到 0.8629mm ，会影响到上下壳的装配，其它地方翘曲值较小，且基本对称分布。

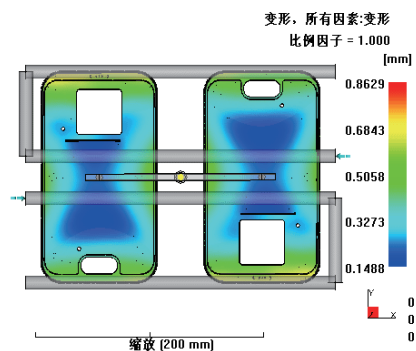


图 8 总的翘曲变形

三、翘曲变形原因分析

翘曲变形是主要缺陷，因此需对翘曲变形原因进行分析。图 9 分析了不同因素引起的翘曲变形在模腔中的分布情况，图 9 a) 中角效应引起的翘曲变形最大值为 0.1668mm ，大部分分布在圆孔附近和拐角处；图 9 b) 中由冷却不均引起的翘曲变形最大值为 0.0138 ，集中在浇口附近及拐角处，

说明冷却系统的设计较合理；图 9 c）是取向效应引起的翘曲值，几乎为 0，这说明该材料纤维取向较均匀；图 9 d）中收缩不均导致的翘曲变形最大值为 0.740 1mm，基本对称分布，集中在上下两端。

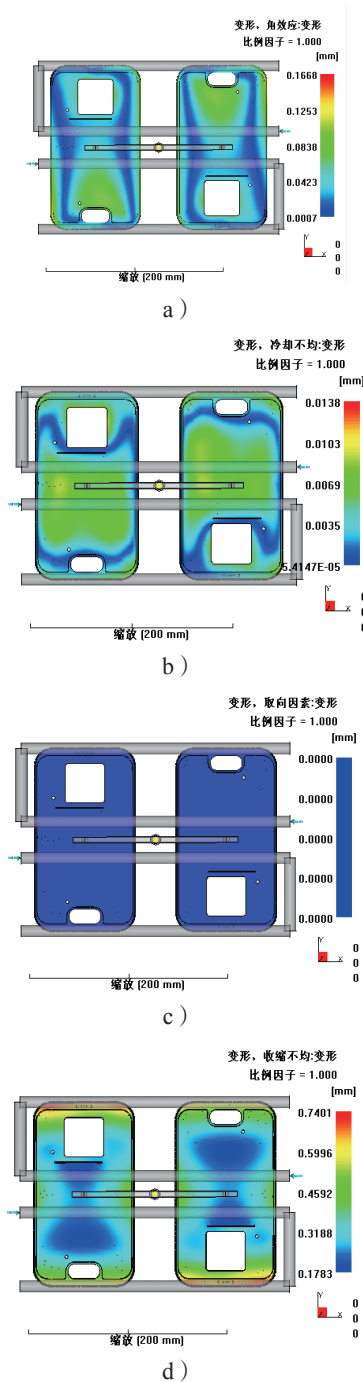


图 9 不同因素导致的翘曲变形
a) 角效应 b) 冷却不均 c) 取向因素 d) 收缩不均

由以上分析结果可知，该手机壳翘曲变形较大，影响产品最终结果。为减小翘曲变形，可以修改材料、模具，优化工艺参数，综合考虑，优化工艺参数既简便又经济。影响翘曲变形的工艺参数包括熔体温度、保压压力、注射时间、模具温度和保压时间等。后续可着重优化工艺参数，以便降低翘曲变形量。

四、数值模拟的可靠性验证

设计工艺参数时，通过经验取得熔体温度、模具温度、以及保压压力等数据，而锁模力、剪切速率及注射时间是通过计算得到的。需验证 CAE 模拟之可靠性，选择锁模力、二级分流道的剪切速率以及注射时间等数值模拟值为参考，与相应的设计值进行对比，得出相对误差，判断相对误差大小以验证数值模拟的可靠性。通常，相对误差大小若在 5% 左右，说明模型可靠。

表 2 计算值与数值模拟值相对误差

指标	设计值	数值模拟值	相对误差
锁模力 (MPa)	112.164	105.231	6.81%
注射时间 (s)	1.4	1.315	6.07%
剪切速率 (s^{-1})	4.32×10^3	4.68×10^3	7.56%

通过表 2 可以看出，锁模力、二级分流道剪切速率及注射时间的模拟值与计算值之间的相对误差范围为 5%~8%，设计时经验值的选择误差不可避免。表 2 中相对误差值较小，则说明本研究数值模拟可靠，可用于后续优化。

五、结论

本文首先对某手机上壳进行工艺设计，并通过 CAE 分析初步检验工艺参数、浇注系统及冷却系统设计的合理性。除了翘曲变形较为严重，其它模拟结果相对较好，满足设计要求。为验证 CAE 模拟的可靠性，将相关设计工艺参数值与模拟值进行误差分析，误差在允许范围内，说明 CAE 模拟结果可靠。对精度要求较高的制件，需作进一步优化，为考虑成本等因素，可优化工艺参数。