

摘要

对于任何注塑零件的质量，影响因素最重要的是零件本身的结构设计，以及模具方面的方案设定，最后是注射工艺调节及参数的设定。塑胶零件之所以会出现许多质量问题及缺陷，像缺料、烧焦、强度差、翘曲、精度不达标等等，都与塑胶零件结构的设计、模具方案的设定、以及树脂在模具型腔中的流动方式有关。通过计算机相关CAE软件对塑胶熔料在模具型腔中的流动、保持压力、温度冷却等方面进行模拟分析，可以预测和显示熔料流动前沿的推进方式、充填过程中的压力和温度的变化、困气和料流动前沿相汇合的位置等，帮助产品设计工程师、模具工程师及成型工程师在模具开始制作之前优化塑胶零件的结构设计、模具方案设计、并且在试模时提前确定试模的工艺参数，从而减少修模次数提高一次试模的成功率。

关键词： 模具制造，模流分析，模具设计，Moldflow

第1章 绪论

本文将介绍模流分析软件在模具制造行业中的发展和实际应用情况，结合Moldflow软件，详细描述注塑模具的设计流程和方法，并阐述CAE软件在模具设计制造中实际的应用流程，最后结合低压电器产品塑料制品的实际案例，介绍模流分析在新模制造和修模方面的实际应用。

1.1 模流分析CAE软件的发展和应用概况

1.1.1 Moldflow 软件的发展

世界上第一套模流分析软件产生于1976年，由澳大利亚MOLDFLOW公司开发成功。随后美国康乃大学的科研人员也开发出了类似的软件，后成立了AC-Tech公司，其软件产品最后取名为C-MOLD。80年代，国内的华中科技大学模具技术国际重点实验室也推出了HSCAE软件。1999年，MOLDFLOW公司成功并购了AC-Tech公司，两家公司的技术专长得到了有机融合，合并2002年成功推出了MPA6.0和MPI3.0版本。

1.1.2 国内CAE 应用情况

在国内，计算机模流分析CAE技术的推广和普及相对比较晚。最初主要是在汽车行业中，外资企业对汽车零部件的制造商提出较高的要求，很多模具制造企业开始慢慢引进Moldflow这款模流分析软件，并且随着应用的越来越成熟，从刚开始的仅仅只是满足客户的要求，到真正体现出模流分析的价值，然后在其它行业也开始慢慢普及开来，比如一些做薄壁产品的行业，精密接插件等行业都开始在引进Moldflow软件，并且培养相关的专业人才，形成了遍地开花的局面。Moldflow 公司也设定了不同级别的考试，用来激励大家去提升模流分析人员的技术水平。模流分析在经历了从中面技术到双层面流技术之后，现在实体流技术也已非常成熟。当前，MoldflowCAE模流分析软件在操作上的易用性、分析速度的实时性、分析结果准确性等方面都有了很大的提升。在各行各业都应用的非常广泛，CAE模流分析已成为塑胶零件及模具开发必须采用的一环，为塑胶零部件开发提升了质量和效率。在模流分析软件广泛应用的同时、Moldflow软件公司也根据行业及使用者的情况对软件功能及版本进行了细分，如标准版、专业版及旗舰版等适用不同的行业和用户。

1.2 模流分析的目的和内容

1.2.1 模流分析的目的

1. 验证并改善注塑零件的设计。零件的壁厚是否均匀、注浇口的位置、大小、数量及冷却系统的设计是否合理等对于注塑零件的质量起到至关重要的作用。如果全凭产品研发设计人员的经验来设计注塑零件，往往要花费较长的时间和精力，并且设计出的零件结构也不尽合理。如果采用moldflow软件，可以在注塑零件设计时即对零件的设计进行验证，从而做出有效的改善。注塑零件设计师能用软件的流动分析功能解决如下问题：

- 塑胶零件在成型时是否能填满，尤其是大型制件和薄壁零件，如汽车仪表板、保险杠、接插件及医疗方面的薄壁零件等。

- 确定零件的最小壁厚，在能满足注塑零件实际使用及注塑成型的情况下零件的壁厚尽可能小，就可以有效的减少零件的材料成本。壁厚越小，意味着零件的成型周期也同样缩短，能够有效的提高零件的生产效率从而进一步降低注塑零件的整体成本。同样射胶入口的位置采用Moldflow软件分析可以在前期帮助零件设计工程师找出更合适的进胶位置，不影响注塑零件的外观及装配配合面。

2. 验证和改善注塑模具的方案设计。各个行业的注塑零件千变万化以、结构复杂及唯一性。往往模具设计工程师受限于不足等因素，传统的模具设计及制造只能通过不断的试模、试错的方式才能将一套模具改善成功。而利用moldflow软件分析，相当于提前对模具设计的方案，包括模具尺寸、浇口大小、位置、温度控制系统的设计进行模拟试模，通过计算机模拟试模、修模、找出最佳的模具设计方案，从而减少实际的试模、修模，节省大量的试模修模时间，大幅降低整个模具的开发周期和成本。模流分析软件结合模具设计软件帮助模具设计工程师得到“最佳”的模具设计方案。

- 找出“最佳”充填的方式：溶体在模腔的填充会产生各种问题，比如流动剪切产生的内应力，温度差异导致的热残余应力等都会导致注塑零件的尺寸变化、强度降低、翘曲变形等现象。所以我们需要控制溶体的填充方式，单向填充是比较好的充填方式，可以提高塑胶内部分子单向排布和较稳定的取向性，从而使塑件的质量可靠，成本更低。

- 找出“最佳”的浇口位置与浇口数量：为使塑胶溶体在型腔中得到有效的控制，在模具设计时需要找出更合理的进胶口位置和数量，模流分析软件可以帮助设计工程师通过科学的方法找出“最佳”的浇口数量和位置，并且再用软件填充功能来验证溶体的充填效果。

●浇注系统的优化设计：往往在模具图纸及方案设计时都要考虑各方面的因素，尽可能让最终的模具方案达到最理想状态。利用模流分析软件的充填流动分析功能，可以让模具设计工程师设计出模具整体填充、保压平衡，模具温度平衡的浇注系统，同时可以分析出流道内溶体的剪切速率和摩擦热，评估出是否会引起塑胶材料的降解和切应力的大小。

●温度控制系统的设计优化：通过软件模拟分析模具及制品上的温度，找出不合理的地方并进行针对性的优化模具水路或温度控制的设计。从而使得模具及制品温度尽可能均匀并且快速冷却，可以缩短注塑零件的成型周期，并且减少注塑零件成型后的残余内应力。减小注塑零件翘曲变形以及模具修改的成本，提高一次试模成功的可能性。避免反复的修模带来费用、时间的增加以及模具寿命的降低。

3. 优化注塑成型工艺参数。每个技术人员经验的差异性，往往很难在试模时根据模具及材料的具体情况设置出“最佳”的工艺参数。而模流分析软件可以帮助技术人员通过对模具及材料的理论分析给出“最理想”的注塑成型工艺参数作为参考，比如注射压力、模具的温度、熔体的温度、注射及保压的时间以及冷却时间等等，以便帮助工程师能快速的成型出“最佳”的塑胶零件。随着模流分析功能、准确性的越来越强大，CAE技术在注塑成型领域中也越来越受到重视，对于一些复杂的零件、都会通过模流分析来全面解决注塑成型过程中出现的问题。

●增加成型窗口及加工工艺：模流分析可以对塑胶溶体的温度、注射速度、保压压力及时间、模具温度等实际成型中主要的参数及范围进行分析，通过分析计算其范围可以确定成型工程师和模具设计工程师可以在前期对模具设计进行优化确认，使得后期注塑成型的窗口更大，注塑零件的质量更加稳定可控。

●减小注塑零件的残余应力和翘曲变形：通过分析对比，选择最佳的注塑成型参数，确保成型后的注塑零件残余应力最小，提升注塑零件的质量及降低注塑零件的翘曲变形。

●减少塑胶材料及降低过保压：通过模流分析可以计算出流道及型腔是否流道平衡，并且在不影响注塑零件质量的前提下尽可能减少和减小流道，从而减少材料的浪费。并且通过模流分析计算，可以防止过保压的情况，避免过保压造成的零件缺陷。

1.2.2 CAE 模流分析的内容

1.Moldflow 软件分析的知识及其流程概述。通过模流分析的结果找到注塑零件缺陷产生的根因，在开始模具制造之前得以优化注塑零件的结构设计，也可以在模具设计时帮助模具设计工程师确定最佳的设计方案，并且帮助成型工程师快速的找出“最佳”的成型工艺参数，从而确保模具能以最短的周期开发并且降低模具和注塑零件的成本。

2. 通过对两个低压电器产品的零件实际案例演示模流分析对制品优化和模具设计的效果、同时对比没有CAE分析辅助的模具制造，体现模流在模具制造的应用和价值。