

公司  
成都航天模塑股份有限公司

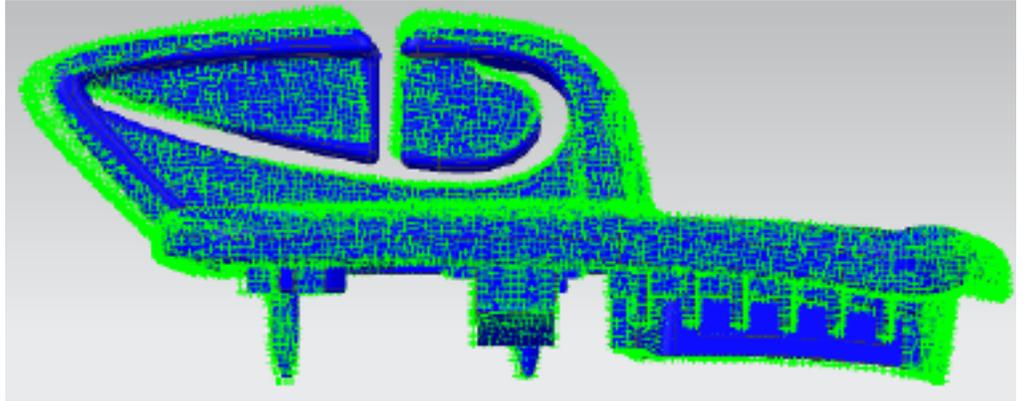
地址  
中国，成都

软件  
Autodesk® Simulation Moldflow®

Autodesk Simulation Moldflow 软件是一个非常实用的CAE分析软件。好比作武侠小说里的倚天剑，而这把锋利的宝剑，能否发挥出真正的效能？不仅要求模拟仿真分析的工程师拥有较高的软件应用技能，还需要具备广泛和丰富的Moldflow应用知识，二者结合，相得益彰。

— 杨明华  
CAE室主任  
成都航天模塑股份有限公司

# 成都航模巧用Moldflow 让变形无处遁形



通过点云数据重新建模，然后用来开模使最终注塑产品变形在准确位置

成都航天模塑股份有限公司是一家专业从事汽车内外饰件、发动机配件和模具研发、制造的高新技术企业。公司拥有两个省级技术中心和三十余年的塑胶产品与模具制造经验，拥有国家级检测实验室，分别在成都、武汉、重庆、长春、青岛、天津、南京、昆山、佛山设有生产制造基地，研发生产综合能力已达到国内领先水平。凭借优质的产品、一流的服务和自主创新能力，市场覆盖一汽、东风、长安、大众、神龙、丰田等国内各大主机厂。

在塑胶产品和模具的制造领域深耕30余年的成都航天模塑股份有限公司（以下简称“成都航模”），在汽车内外饰件、发动机配件和模具研发、制造方面拥有绝对的话语权。公司现拥有一支高素质的研发、设计队伍，以国际最先进的软件将几十台工作站相连接，以CAD/CAM/CAE技术及数十台数控加工设备和数控注塑设备，组成具有国际水平的产品研发体系和强大的模具注塑、制造能力。

如此强大的实力背后，少不了“软硬”结合的双管齐下。作为较早一批使用Autodesk Simulation Moldflow的用户之一，成都航模同欧特克公司之间合作是一路相互成长的过程。“成都航模的CAE分析室是伴随着Autodesk Simulation Moldflow应用后才建立起来的。成都航模的CAE分析室担负着为公司的产品设计和产品开发，提供完善的CAE分析和模具验证优化等诸多责任。”成都航天模塑股份有限公司CAE室主任杨明华介绍，正是基于在Moldflow上的应用合作，奠定了成都航模与欧特克公司之间的合作基础，并在后来的合作中共同成长。

2012年，凭借《基于Moldflow 的虎皮纹成因与对策研究》这一精彩的Moldflow应用案例，杨明华一举拿下“第三届Autodesk Simulation Moldflow大师赛” 昆山站冠军。在当时的报告中，杨明华特别指出：“现在，Moldflow的应用已经全面贯穿到产品设计、模具设计制造、注塑工艺策划和生产过程中，才能确保在生产工艺流程的前、中、后期及时做出预估及补救。”正是基于欧特克的注塑成型仿真解决方案，可对模具进行集成式设计、验证、优化，成都航模找到了虎皮纹成因并顺利解决。这启发了一大批正在使用及尚未使用Moldflow的用户，如何将软件的潜能发挥到最大化，生产工艺流程的每一步都需要摸着石头过河。

解决了虎皮纹成因，接踵而至的“塑料件注塑成型后的变形”难题，再次令杨明华和他的团队不得不再次回到“发现问题—分析问题—解决问题”的应用模式。而这一次，成都航模由此难题开始着手建立了自己的标准知识库。

而这背后，离不开Autodesk Simulation Moldflow的出色表现。

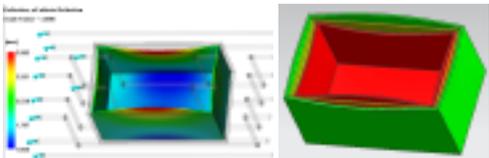
## 无处遁形的变形

“塑料件注塑成型后会不会有变形？”杨明华很肯定地回答，绝对有变形，只是看变形程度是否能满足公差的要求。对于目前可以改善变形的五种方法，杨明华则认为均存在不同的问题，譬如，改变浇口形状、尺寸、位置的确可以有所改善，但还是会有变形出现；若修改产品壁厚、增减加强筋结构，

则会遭遇有些客户的坚决反对；校形工装校形的后果是质量不稳定、生产效率低下；又或者是会造成开发周期、成本增加的做实验模具的方法；对开模数据进行预变形处理也无法完美，其虽然具备经济效益，但存在较大难度和风险。

而对于成都航模而言，对付每次突出问题的法宝，杨明华反复强调：“要将Moldflow贯穿至生产工艺的每一环节，充分发挥软件的潜能。譬如，利用Moldflow在设计阶段，可以优化产品结构。在模具设计阶段，则可以进行模具的浇口，比如水路等的优化。”而在注塑工艺方面，利用Moldflow来进行优化也尤为重要。

目前，成都航模用Moldflow对产品的注塑缺陷还有翘曲来进行提前的分析预测和改善。其预变形技术流程为：CAE分析（导出反变形模型）生成点云后进行逆向建模，CAE进行再分析，确认无误后开模数据。“最终能令预变形成功的基础是准确的分析及多年经验积累的相结合，缺一不可。”杨明华表示。



通过对材料为PP的方形盒子进行的预变形优化（左图），最终得到的是边缘平直的产品

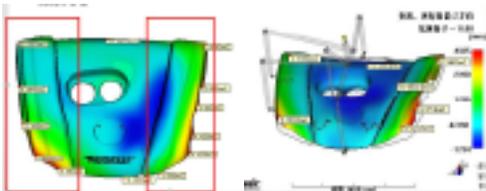
以材料为PP的方形盒子为例，浇口在底部中间，由于角落效应、收缩不均等多种因素的影响，产品四边必定会出现内凹变形。往往这种内凹变形是很难消除的。对付这类预变形的的方法需要从模流分析结果导出反变形stl模型，然后重新建模，设计模具，最终得到的是边缘平直的产品。

### 预变形关键：提高模流分析精度

当然在实际应用中，杨明华和他的团队也遇到了难题，比如一些产品经过分析后的翘曲变形量，与实际注塑产品的变形量存在一定的偏差。这样造成实际注塑工艺参数，跟模流分析的参数在很多时候无法提前做到完全一致，分析设定的条件跟实际的应用存在一定的偏差。杨明华称，这是目前成都航模在处理预变形中遇到的一个新难题。通过多次试验，杨明华和他的团队找到问题的症结所在：在做模流分析时，往往是从产品设计阶段就开始做分析，而在这个时候还没有确定实际的注塑工艺，这导致模流分析默认的工艺条件和实际中的工艺条件存在偏差。

问题找到了，解决问题亦不是难事。成都航模总结出了自己的一套预变形技术流程。“首先通过CAE分析，导出反变形模型后生成点云，接着在逆向建模用CAE再做一次分析，最后确认无误后生成开模数据，同时从Moldflow可以推导出优化的注塑工艺参数用来指导试模生产。”杨明华介绍提高预变形分析的精度，离不开准确的分析和数十年的经验积累。

在材料为PA66+30%玻纤的马自达3的发动机装饰罩注塑过程中，因为提前运用Autodesk Simulation Moldflow做好了预变形估算和处理，原本需要三次试模现在仅需一次试模就获得了合格的样品，保证了项目按时完成，在节省了成本的同时，还为成都航模赢得了客户的赞许。在马自达3的发动机装饰罩翘曲分析结果显示，下图（左）红色线框区域变形趋势与J53R零件实际变形情况弯曲类似，边缘的变形量超过4.5mm。决定在产品模型上对下图（右）中红色线框区域做预变形处理。通过预变形点云和重新建构表面，最终出来的实际效果：零件周边轮廓度允许公差为4mm，实际产品完全符合检具要求。



通过预变形技术对马自达3的发动机装饰罩翘曲分析，左图为优化前，右图为优化后的效果图

“当然，要想做好预变形，关键还在于提高模流分析的精度”，杨明华如是说，尤其还应在八个方面需要下点功夫：材料物性数据要准确，模流分析用的材料udb文件要有模腔内残余应力修正系数CRIMS数据；要把模具水路和水温信息设置进Moldflow分析中；模流分析用的浇注系统要与实际模具尺寸相符合；模流分析用的注塑机型号要与实际生产的相同；网格划分要细密，Fusion网格匹配率和相互匹配率要达到90%以上。推荐采用3D网格；注塑生产用的工艺条件要与模流分析的条件一致（尤其是模温、保压压力、保压时间、冷却时间）；要注意从Molflow翘曲结果导出的反变形stl文件实际是包含了收缩率在内的，设计模具时要特别注意；模具设计要考虑分型面的结构和镶件的可更换性。

### Autodesk Simulation Moldflow：未来或更智能

作为欧特克数字样机仿真解决方案的一部分，欧特克提供了以Moldflow为核心的塑胶产品和模具

目前，成都航模用Autodesk Simulation Moldflow软件对产品的注塑缺陷还有翘曲进行提前的分析预测和改善，改进效果显著，在为我们带来巨大经济效益的同时，也令我们赢得了客户的信任。未来，Moldflow在注塑行业的应用会越来越多，越来越深入。

— 杨明华  
CAE室主任  
成都航天模塑股份有限公司

的集成式设计、验证、优化的全面解决方案，使得Autodesk Simulation Moldflow能够与Autodesk Simulation Mechanical结构强度分析软件、Autodesk Simulation CFD流体、热分析软件完全整合，将Moldflow的工艺性分析与结构强度分析、流场及热分析高度集成，具有很强的互操作性。

“Autodesk Simulation Moldflow软件是一个非常有用的CAE分析软件。”杨明华将Moldflow比作武侠小说里的倚天剑，“而这把锋利的宝剑，能否发挥出真正的效能？不仅要求模拟仿真分析的工程师，拥有较高的软件应用技能，还需要具备广泛和丰富的Moldflow应用知识，二者相得益彰。”

杨明华进一步解释，对做模拟仿真分析的工程师而言，他必须要具备丰富的塑料原料知识、注塑工艺知识和模具结构知识。而且还要充分的了解产品的装备条件、使用情况，这样在做模流分析时，能有针对性的对产品的结构，提出一些可以实现的结构修改。既能够保证产品的外观和尺寸的要求，又不影响产品的装配和使用，并使Moldflow软件的作用最大化。如果做分析的工程师自己本身都不懂这些原料，制作工艺和模具的结构，仅仅靠软件，也不会起到太大的作用。甚至有的时候可能会适得其反，分析出来的结果都是相反的。软件好是一方面，应用的人也要知识全面，这也是很重要的一个方面。

对于Moldflow未来在注塑行业的应用，杨明华认为会越来越多，越来越深入。“未来，企业对于Moldflow和结构分析软件的联合仿真使用，要求会越来越多。同时，Moldflow极有可能逐渐地摆脱对人的依赖性，向着智能化方向发展，分析的速度也会更快，操作起来也将更方便。”杨明华说。