Delcam助推高端汽车模具制造

英国Delcam集团中国公司总部 （北京 100085） 曹伟中

汽车主要载体是白车身，它由成百上千的内外板覆盖件组合而成，因此，汽车80%以上都是覆盖件。模具的开发和制造周期是影响整个白车身周期的关键因素，因此，模具制造流程的控制是整个生产环节很重要的部分。

模具制造流程

1. 冲压工艺分析

（1）主机厂提供产品制件，将制件直接导入分析软件，成型分析，应用AUTOFORM、PAM-STAMP、Dynaform等软件（产生近似压料面，拉延筋位置线，工艺补充面、轮廓线等）。

（2）分析结束后，将分析后数据导入CAD软件（PowerSHAPE 、UG）重构制件冲压数模（完善工艺补充和回弹预处理等工作）。

该工作是个反复的过程，经常需要反复调整工艺补充面，能否快速生成和修改工艺补充面是影响该环节周期的重要因素，PowerSHAPE拥有完整的工艺补充功能：①能快速计算修边、翻边线（见图1、图2）。②快速生成工艺补充面、拉延筋等（见图3、图4）。③快速模仿变形：整体或局部回弹预处理（不需要重构曲面，见图5）。

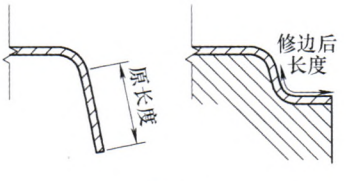


图 1

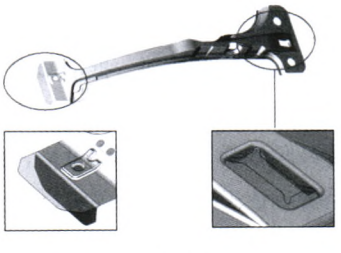


图 2

2. 模具结构设计

完成前端分析后，根据数据模型进行模具结构设计，完成拉沿、修边、翻边、整形等工序模具设计（主要应用软件为UG、PowerSHAPE、CATIA等），PowerSHAPE除前端工艺补充功能外，还提供模具结构设计功能（见图6、图7）。

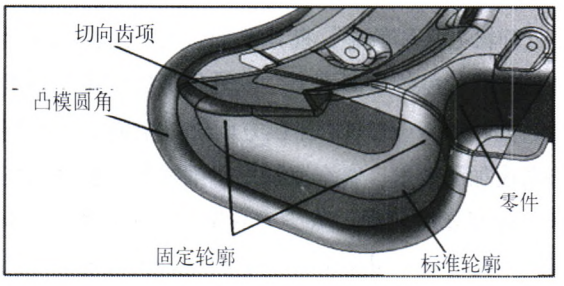


图 3



图 4



图 5

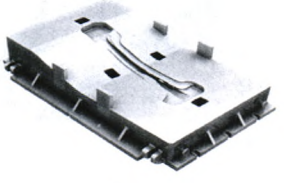


图 6

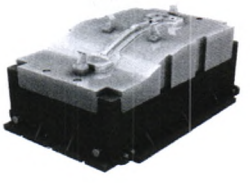


图 7

3. 加工制造

（1）高端模具加工的要求和难点：①数据。加工数模要求最好是A级曲面（工艺补充部分可以适当放低要求）。②开粗方法和效率。最好采用少吃快跑的方式，避免切削力和热过大，导致模具应力变形，影响最终制件成形效果。③分区域加工。外板件要求分区域加工，不允许在关键部位（外板、棱线等）有可见接刀痕迹。④流线型。特殊制件（如机盖等）沿制件流线方向加工。⑤曲面精度。精加工结束后曲面精度达到技术要求，不允许钳工大面积修模，只允许动*R*角，模具表面粗糙度

高端汽车模具先进制造装备

一致。⑥回弹。预先考虑回弹变形，做适当反变形预处理。

（2）为解决上述问题，除了需要有相应的高精度设备和刀具之外，编程软件和编程手段是一个非常重要的因素，下面简述通过软件怎样处理：

数据处理：在覆盖件领域构建A类曲面是一件非常耗时的工作，并且目前没有任何仪器和手段可以检测冲压制件的曲面是否符合A级曲面，因此，往往我们把曲面的要求降低，制件部分仍用主机厂提供模型，工艺补充通过软件构件完成（冲压工艺补充可以略高，加工工艺补充可以很低），PowerSHAPE在工艺补充方面有很好的实现手段。

开粗方法和效率：模具粗加工效率是影响整个加工过程效率的重要因素，同时也是影响质量的重要因素，PowerMILL在该方面优势明显。①专利的高速加工技术。赛车道加工、摆线加工和修圆技术，提高开粗效率，减少刀具磨损（见图8）。②国际最先进技术Machine DNA。可以测试出客户机床最佳加工参数（转速、进给、最小圆弧等），最大限度发挥客户每台机床效率（见图9）。③最优化的刀具路径连接，避免机床走多余路径，提高机床效率。



图 8

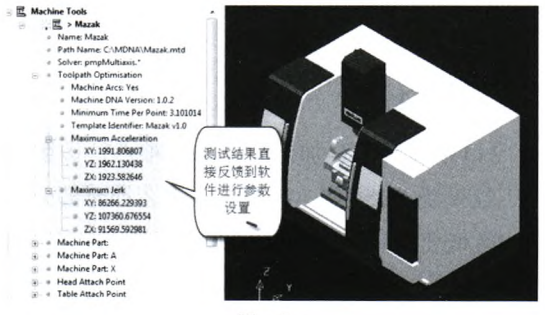


图 9

分区域加工：针对高端模具，尤其是外板件模具，要求按模具表面特征进行分区域加工，以最大限度保证曲面精度（比如陡峭和平坦分开、外板部分和内板部分分开等），因此要求编程软件有多的加工策略来适应不同特征的加工要求，同时需要能很好地控制和划分加工区域，PowerMILL在该方面有很好的表现，具有丰富的加工策略、多样性的边界方式（见图10）。

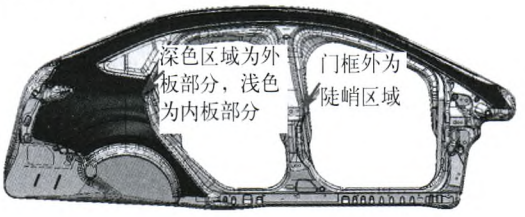


图 10

流线型：针对部分外板件，要求模具流线型好，按照造型曲线进行走刀加工，这就需要软件能控制走刀方式和方法，PowerMILL提供参考线方式来控制走刀路径，可以获得任意方向刀具路径（见图11）。

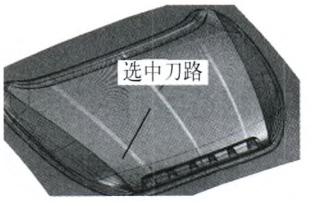


图 11

曲面精度：PowerMILL有其独特的处理方式——点分布；通过控制程序数控点的重新分布，来实现曲面精度的进一步提高，最大限度减少模具精加工后表面波纹（见图12、图13）。

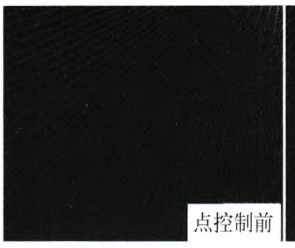


图 12

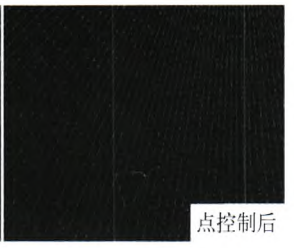


图 13

所以，这也是PowerMILL软件在覆盖件行业得到认可的重要原因之一，尤其是做外板件，该功能尤为重要，可以提高曲面精度，减少钳工修模量，同时也是做高要求产品的必要工具。

回弹：覆盖件模具由于钢板有弹性，在冲压结束后都要发生回弹变形，如何控制回弹是能否得到合格制件的关键，一般情况都是通过对已有数据模型进行预变形处理，抵消回弹的影响，回弹量的大小跟钢材材质、制件结构等因素相关，很多时候需要经验判断，得到回弹量后，如何快速修改模型，是影响该工序效率的关键，PowerSHAPE模仿变形可以迅速修改局部曲面，不需要大规模重建模型（见图14、图15）。

（3）数字化制造之——自动化编程及自动化加工：PowerMILL自动化编程方案——PT-MILL（见图16）。优势：①降低编程人员劳动强度，至少提高30%编程效率。②作业流程标准化，实现管理数字化。③技术工艺模板定制化，工艺经验得到积累和传承。④提升整体企业水平，使企业工艺平台得到整体提升。

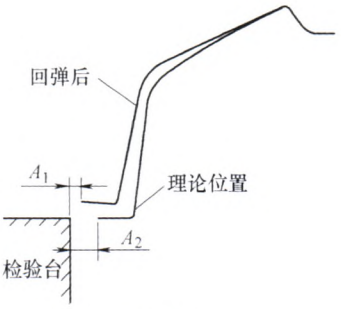


图 14

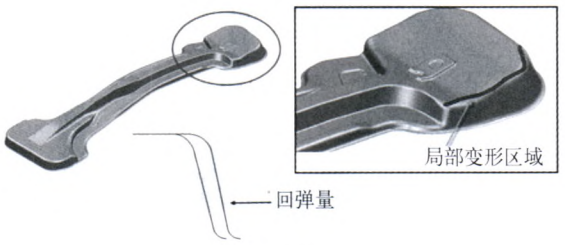


图 15

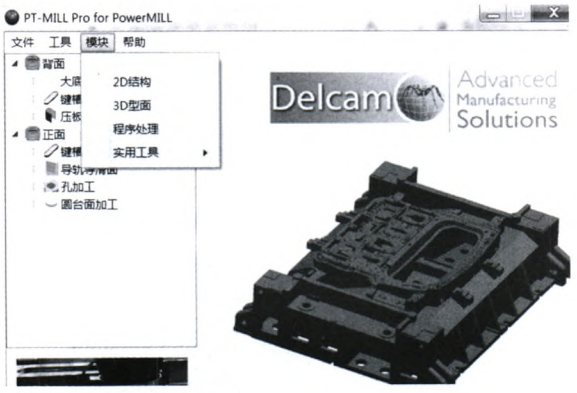


图 16

PowerMILL自动化加工方案——PT-MILL：①型面加工程序自动安全链接、自动换刀，人工不干预。②根据刀片寿命自动分割程序换刀。根据客户提供不同刀具寿命参数，软件实现自动按刀具寿命分割程序，并将分割后程序做部分重叠，通过特殊后置整体输出，得到自动化加工程序（自动换刀）。③等高清根（见图17）。型面清根刀具往往很小，容易断刀，而且加工过程中余量不均，载荷不稳定，加工效率很难提高，是实现自动化加工的难题。软件按刀具切削参数和余量大小自动将程序生成多刀程序（大余量处分层切削），最大限度保证刀具切削力稳定，机床载荷稳定，实现人工不干预。

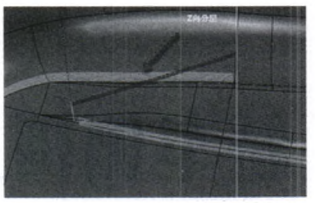

等高清根是解决小直径刀具型面清根余量大，易断刀的问题，策略可以把清根程序按Z向或法向分层，保证切削余量均匀

图 17

4. 质量检测

模具制造过程中，不同阶段和工序都要进行质量检测，以保障最终得到合格的模具产品，这期间需要不停地在三坐标测量机室和机床之间搬运模具，耗费很多时间和人力，影响生产效率。为此，我们需要过程控制，加工结束后在机床上就能知道该产品是否可以进行下道工序。

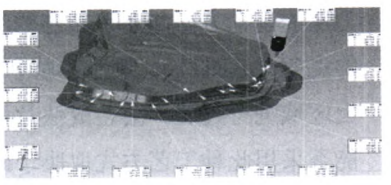
（1）模具加工中需要检查确认的部位：①关键结构尺寸检查：导板安装面/倒滑面、导柱孔位置。②轮廓类：修边轮廓、翻边轮廓等。③型面：主要是侧壁。

（2）在机检测解决方案（OMV）：是一个可在数控加工机床上实现自由曲面和几何实体自动检测的解决方案。可在模具返修率高，需要加强过程质量控制时使用。

实例：型面加工中深腔区域或陡壁区域（红色区域）（见图18）。由于深腔和陡峭区域需要长刀具（在机床不能摆角的情况下），刀具刚性不足，肯定会存在加工不到位问题，返修率超过30%。OMV解决方案如图19所示。


图 18

（3）OMV方案在质量控制和周期控制方面的优势。OMV可以省掉那些费时费力的装夹和搬运过程，以及不断地重复检测和加工的过程， 因此它可以解决工件的加工过程质量控制问题。**MW**


图 19

（收稿日期：20130408）

企业篇