板类件多点成形专用 CAD/CAM 软件

吉林大学无模成形技术开发中心 （长春 130025） 隋 振 陈建军 李明哲

TP2,3

多点成形压力机是一种新型板材柔性加工设备，因具有实现无模成形、小设备成形大型件等特点，在大型板材加工、多品种工件生产、新产品开发等诸多方面显示出良好的应用前景。要把多点成形用于三维曲面成形并使其向实用化、自动化方向发展，开发多点成形 CAD/CAM 一体化软件是必不可少的。我们自主开发了一套多点成形专用 CAD/CAM 软件，利用该软件，对于所需成形的曲面，只需将已知的设计信息传给计算机，由程序按照曲面造型法自动生成曲面，计算所需点的坐标，并进行一系列工艺计算与判断，就可以由计算机控制多点成形设备完成基本体位置的调整和工件的压制以及成形件形状测量、修正等工作。

1. 软件开发环境及主要结构

鉴于目前微机性价比不断提高，并已占据计算机市场的主流，多点成形 CAD/CAM 一体化软件选择微机作为软件的基本硬件运行环境。软件支撑系统选择的是微机主流操作系统 Windows 平台。本软件大部分采用 Visual C++ 6.0 开发，另外在压力机控制部分还嵌入了一些汇编代码，以获得较好的控制实时性。

多点成形一体化软件总体上可以分为 CAD 和 CAM 两个子系统（见图 1）。多点成形 CAD 按功能可以划分为曲面造型、确定成形位置和多点成形工艺计算三个主要部分。多点成形 CAM 主要是对 CAD 子系统传送来的数据通过仿真以进行检验，并把成形数据翻译成二进制码指令直接送到多点压力机的控制系统来控制压机进行压制。

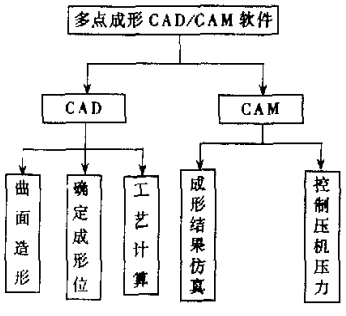


图 1 多点成形 CAD/CAM 软件总体结构

多点成形 CAD/CAM 软件借助于自身的曲面造型功能，可以使用户根据原始数据的不同以多种方式输入工件信息，可与计算机进行交互式设计以决定工件的最佳成形位置，完成多点成形过程中必要的计算，并提供多种方式对计算结果进行检验，确保计算结果的正确性。同时，利用该软件也可直接控制压力机完成压制工件的过程。软件所采用的高品质三维彩色图像显示技术及与用户的实时交互功能提高了软件的易用性。

多点成形 CAD/CAM 软件能够实现板类件多点成形过程的各种设计和计算，并能控制压力机。

2. 板类件几何造型及显示技术

多点成形主要是用于成形三维曲面工件，而且这些工件中非规则曲面较多，所以曲面造型是工艺设计与计算的基础。

基于非均匀有理 B 样条（Nurbs）曲面造型原理，本软件将任意三维复杂曲面按一片或多片 Nurbs 曲面片进行形状构造。对于不同的原始数据，每一曲面片可以采用四条边界法、坐标网点法、截面轮廓线法和规则几何形状法等四种方法之一进行曲面的几何尺寸的输入。此外，还实现了标准的 IGES 接口，可以与其他商业 CAD 软件交换数据。

采用 OpenGL 实现了对板材制品的三维线框模型和三维真实感模型的显示（如图 2 与图 3 所示），用户可使用鼠标及键盘对三维图形实时进行任意旋转、平移、放缩或采用其他多项辅助功能查看图像，以检验输入数据的正确性。

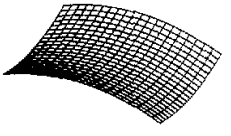


图 2 三维线框模型

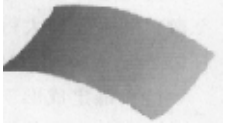


图 3 三维真实感模型

3. 确定成形位置

工件信息输入完成后，首先要通过旋转和平移把工

件调整到最佳成形位置再进行下一步处理。这对防止压力机偏载、延长压力机使用寿命、保证成形效果均有重要的意义。另外，采用分段多点成形工艺时，需要用此模块调整工件的成形区域。

工件定位功能主要包括自动和手动调整两方面：

(1) 自动调整　软件自动调整工件到适当的成形位置，应遵循如下原则：①减少基本体总调整量，提高成形效率。②优化工件受力状态，避免压力机偏载。

多点成形时，确定制品的成形位置，主要着眼于它的几何形状。图 4 为一实际工件的调整结果。

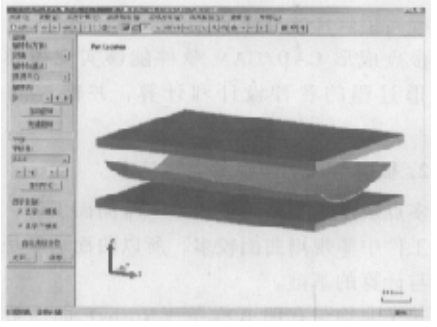


图 4　自动调整成形位置

(2) 手动调整　允许用户自由控制工件的成形位置。本软件提供了多种方法对工件进行成形位置的实时调整。

4. 多点成形工艺计算

(1) 板类件可成形性分析　首先要对目标工件在多点成形设备上的可成形性进行分析，主要应考虑如下方面：

①压力机的最大可成形能力（如：基本体群的数目或一次成形的最大面积等）。

②压力机允许的加工程度（如：各基本体速度、最大行程和许用变形力）。

要考虑的基本体主要参数有：横向个数、纵向个数、间距、最大行程、许用载荷和基本体球头半径等。

(2) 确定成形工艺方案　确定某一工件的多点成形工艺，主要是依据工件原始坯料尺寸。根据其毛坯尺寸大小，判定需要采用整体成形工艺，还是采用分段逐次成形工艺。

(3) 基本体与工件接触点的计算　在成形过程中，被成形工件与加载工具之间的接触点与接触状态时刻变化。为准确地控制多点成形压力机的各基本体得到理想的成形效果，还要精确地计算成形时的接触点变化。接触点可以通过求解冲头球面与工件曲面公切点的方法得到。

(4) 计算基本体的行程　要实现位移控制，就需要准确计算所有基本体的行程。得到了基本体与成形件的接触点后，就可以通过基本体球头半径、各基本体轴线的位置坐标等参数分别计算出上、下各基本体的行程。

(5) 其他相关工艺计算　可根据所给的材料特征，计算出压机所需的总成形力及各冲头所承担的成形力。可计算出每个冲头处成形件各方向曲率、该处成形件位置等信息已便于对成形结果进行分析。

对于工艺计算的结果，软件提供了采用表格、直接标注在冲头体上等多种方式进行显示，方便用户查看。

5. 成形结果仿真与实际压制

工艺计算完成后，在实际控制压力机成形工件之前，一定要对压力机控制数据进行检验，防止压力机接受错误数据，造成不必要的损失。通过对多点成形的终成形状态进行三维仿真，可以在计算机上模拟实际压制状况。

本软件可以对成形过程进行多种检验并能够把检查结果直观地显示出来。如检查冲头与工件的配合情况、冲头行程是否超出行程范围、接触点位置和不良接触情况等。

对于不合格的数据（如冲头行程越界、冲头与工件接触不良等情况）计算机将自动根据其严重程度给出不同的警告信息。

当数据检验合格后，计算机将根据成形数据自动编码控制指令，通过输入输出接口向压力机控制系统发出控制指令并接收反馈信息。控制系统根据收到的指令调整各基本体行程，以控制压力机成形工件、实现工件成形效果检测及闭环形状控制等。

6. 结束语

本 CAD/CAM 一体化软件已成功地应用于多台多点成形压力机。迄今为止，已压制出的多点成形样件和实用件达数百种，获得了良好的效果。

（收稿日期：20030312）