

基于 Dynaform 的轴承保持架模具设计应用研究^①

代 荣^{1,2}, 何玉林², 张建军¹

1. 西南大学 工程技术学院, 重庆 400715; 2. 重庆大学 机械工程学院, 重庆 400044

摘要: 在分析现有企业设计开发模具较差基础上, 将数值模拟软件 Dynaform 应用到模具的开发活动中. 运用有限元方法和塑性成形技术, 对轴承保持架零件冲压成形工艺方案进行模拟验证. 并采用计算机辅助设计软件 Proe/E 的自顶向下设计技术, 进行模具开发. 基于上述方法可以帮助开发人员快速、准确地进行模具设计, 提高生产效率.

关键词: 模具设计; 数值模拟; 有限元法; Dynaform; Proe/E

中图分类号: TG386.3+2

文献标识码: A

具有复杂形状的拉深类产品的模具设计, 由于缺乏必要的数据使模具设计制造后必须反复试冲和修模, 这样不仅花费了大量的人力、物力和财力, 而且降低了生产效率, 制约了冲压生产的优越性. 利用计算机数值模拟技术(Dynaform)、塑性成形理论和 CAD 等知识, 模拟轴承保持架零件的拉深成形过程及各种工艺参数对产品质量的影响, 运用三维绘图软件绘出模具立体图, 对提高产品的质量, 降低废品率, 提高生产效率, 节约资金, 提高模具使用寿命具有一定的现实意义.

1 产品分析

变薄拉深的拉深件零件图如图 1 所示, 该零件对尺寸的要求较高. 材料参数为: 杨氏模量 $= 2.07 \times 10^5 \text{ MPa}$, $\sigma_b = 320 \text{ MPa}$, 延伸率 $\delta_b = 35\%$.

2 拉深工艺分析和工艺计算

零件尺寸参数如下: 圆圈部分的中径 d : 58.2 mm; 零件厚度 t : 2.9 mm; 底部平面部分的直径 d_0 : 55.2 mm; 工件中线在圆角处的圆角半径 r_{cp} : 2.95 mm; 零件内部高度 h : 22 mm.

2.1 毛坯直径的计算

由相对高度 $h/d = 24.95/58.2 = 0.429$ 查表得修边余量 $\delta = 2 \text{ mm}$, 由体积不变的原则得: $D = \sqrt{d_0^2 + 4d^2(h + \delta) + 2\pi r_{cp}d_0 + 8r_{cp}^2} = 87.38 \approx 88 \text{ mm}$.



材料 08, 板料厚度 2.9 mm

图 1 轴承保持架零件图

^① 收稿日期: 2007-06-20

基金项目: 重庆市科技攻关项目 (7823-10).

作者简介: 代 荣(1971-), 男, 重庆巴南人, 讲师, 高级程序员, 重庆大学机械工程学院博士研究生, 主要从事 CAD/CAE 模具设计, 自动化、智能化机械设计的研究.

2.2 确定拉深系数、拉深次数、拉深高度及凸凹模圆角半径

毛坯的相对厚度为 $t/D \times 100 = 2.9/88 \times 100 = 3.295$, 根据相对厚度可以从表中查出各次拉深系数: $m_1 = 0.50$. 零件的总拉深系数 $m_{\text{总}} = d/D = 58.2/88 = 0.661$. 比较 $m_{\text{总}}$ 和 m_1 确定是否需要多次拉深成形: 若 $m_{\text{总}} > m_1$, 拉深该工件的实际变形程度比第一次容许的极限变形程度要小, 可以一次拉成; 若 $m_{\text{总}} < m_1$, 则需要多次拉深才能制得零件. 现 $m_{\text{总}} = 0.661$, $m_1 = 0.50$, $m_{\text{总}} > m_1$, 故该零件可以一次拉成形^[1].

由经验公式 $r_d = 0.8 \sqrt{(D-d)t}$ 计算凹模圆角, 而 $r_p = (0.7 \sim 1.0)r_d$, 最后道次 r_d, r_p 与零件尺寸圆角相同.

由于只有一次拉深, 故可不计算高度. 且 $t/D \times 100 = 3.295 > 2.0$, 查表可知不需采用压边圈^[2].

零件冲压加工需要以下基本工序: 落料、拉深、修边. 根据以上基本工序, 可定出几种冲压工艺方案. 如第一种: 落料、拉深、修边; 第二种: 落料拉深复合、修边. 本例采用第二种.

通过以上的参数、公式, 确定各次的拉深系数、凸凹模圆角半径、拉深高度等, 表1为该零件拉深工艺方案.

表1 零件工艺方案

工序数	拉深系数	凸模圆角	凹模圆角	拉深高度	拉深直径	压边力
		半径/mm	半径/mm			
落料与首次拉深复合	0.661	1.5	7	26.95	58.2	4 624
修边	—	—	—	—	—	—

3 Dynaform 拉深模拟及结果分析

模拟阶段, 采用基于 LS-DYNA 的专用冲压成形软件 Dynaform. 首先将 Pro/E 建立的模型文件 (prt 格式) 转换为 Dynaform 可以识别的文件 (igs 格式). 如果转换后模型有出入, 可通过 Dynaform 编辑工具进行修改, 难以修改的, 需要 Pro/E 重新建模并再次导入 Dynaform 中, 以保证模拟的准确性. 采用 dynaform 软件进行板料成形分析的一般过程如下^[3-5].

3.1 拉深模拟的关键技术

3.1.1 坯料信息的传递

多道次拉深成形数值模拟将第一次变形后的半成品作为第二次成形的坯料继续进行变形, 其关键在于要将坯料在第一次变形后发生的几何形状变化、厚度变化及残余应力传递到下一步的计算中去, 即使第二次及以后计算中坯料的各种信息必须继承前一步成形后的坯料信息. 坯料信息传递文件记录了变形结束后坯料的信息: 坯料单元的节点坐标、每个单元的实际厚度 (以每个点的信息表示) 及单元应力.

多道次拉深成形数值模拟对板料处理的具体方法为: 以上一步变形后的坯料作为本步模拟的初始坯料, 定义它的材料类型和单元类型后, 删除其网格信息和节点信息, 然后写出用于计算的 *.dyn 输入文件. 用 windows 系统提供的文本编辑器手工把上一步变形后的网格信息文件包含进 *.dyn 文件. 经过这样处理后, 就可以保证板料变化情况在多道次拉深成形各工序间的准确传递, 使得多道次拉深成形数值模拟能够顺利进行下去.

本工件只有一次拉深, 可以不必改写 *.dyn 文件.

3.1.2 网格划分

要想获得好的分析结果, 必须保证高质量的网格, 通常要对工具 (凸模、凹模和压边圈) 和坯料进行网格划分, 最大限度地保证坯料网格为规则的四边形网格, 使计算精度和速度大大提高. 进行网格模型的检查 and 修补, 检查网格是否存在孔洞和重叠. 并用间隙修补方法进行修补, 如有重叠单元, 用户可以创建包括这些单元的新零件层. 总之在成形分析前应消除所有的孔洞和重叠情况. 网格越小, 精度越高, 但计算

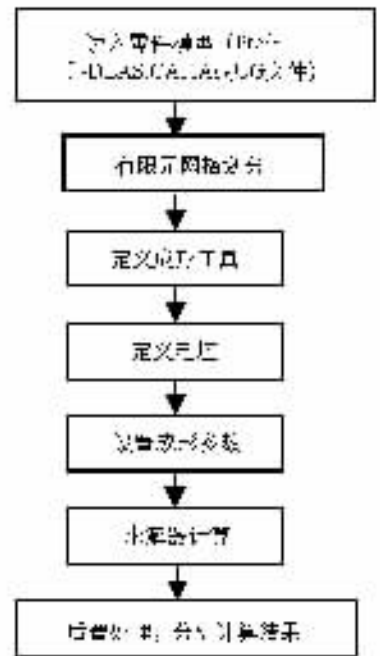


图2 板料成形分析过程

时间越长, 网格越大, 精度降低, 因此要合理控制网格大小. 工具和坯料网格划分如图 3 所示.

3.3 模拟参数的确定

拉延类型: InvertedDraw;

接触类型: Forming_One_Way_Surface_To_Surface;

毛坯: 材料 Type36(成形模拟中一个 3-参数的理想模型, 平面应力状态, 各向异性材料), 屈服应力为指数硬化方式, 属性: BELYTSCHKO-TSAY SHELL, 厚度方向积分点 NIP: 5;

凸模: 刚体, 静摩擦系数: 0.125, 动摩擦系数: 0.1, 移动速率: 5 000 mm/s; NIP: 3;

凹模: 刚体, 静摩擦系数: 0.125, 动摩擦系数: 0.1; NIP: 3;

压边圈: 刚体, 静摩擦系数: 0.125, 动摩擦系数: 0.1; NIP: 3

3.4 模拟结果

用表 1 的参数建模, 再进行数值模拟, 得到结果后进行后处理. 图 4 显示了拉深工序带压边圈和不带压边圈的成形极限图(FLD)(最后一帧). 成形极限图中, 红色代表: 破裂区; 黄色: 危险区; 粉红色: 起皱区; 绿色: 安全区; 浅灰色: 未变形区. 成形极限图最为关键, 能直观发现零件拉深中是否破裂、起皱. 从图 4 的成形极限图中看出, 没有红色区域存在, 是安全的. 带压边圈的变形比不带压边圈的变形均匀, 层次分明, 减少了起皱趋势区域及起皱区域. 后处理中还有各种图形, 如厚度分布图, 主要是看零件是否符合产品标准(公差要求), 减薄率限制在 30% 以内, 增厚率不超过 15%.

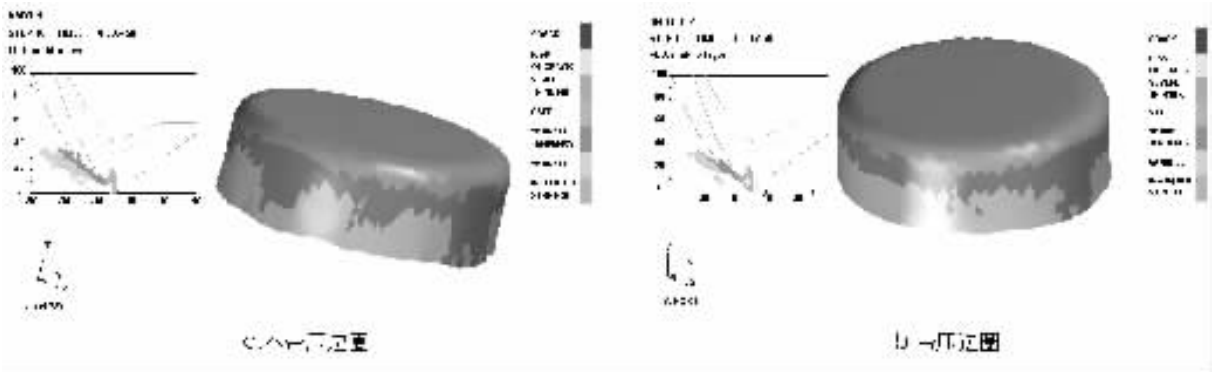


图 4 工序 1 成形极限图

4 模具设计

针对模拟结果进行分析, 如果出现起皱、破裂等现象, 则需重新设计或者修改工艺, 直至没有缺陷产生. 由于本方案没有出现破裂区, 可采用它进行模具设计. 参考模具设计大典, 设计落料—拉深复合模, 采用后侧滑动导柱模架(GB/T2851.3—1990)可保证均匀的冲裁间隙, 提高模具的刃磨寿命, 并使模具的调试简单化, 具有导向精度高、上模座在导柱上运动平稳的特点^[6]. 利用计算机三维绘图软件 PRO/E^[7], 充分运用 PRO/E 的自顶向下设计(TOP-DOWN DESIG)的功能对模具结构进行了设计, 即在装配图里进行绘制零件, 装配图里的尺

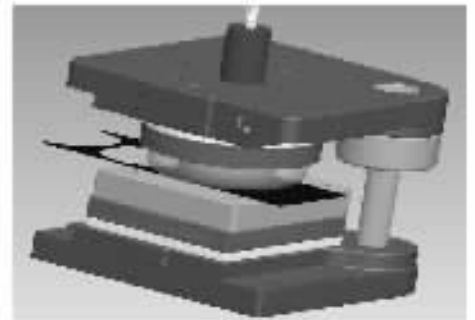


图 5 落料拉深复合模

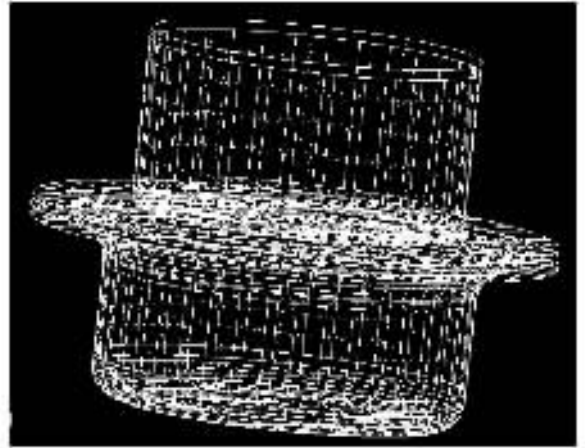


图 3 网格划分图

寸改变,同时改变了零件尺寸,而不是先画零件图,再对零件进行装配.模具三维图如图5.限于篇幅,不再详细阐述.

5 结束语

本文结合轴承保持架零件实例,针对传统方法制定的冲压工艺方案,运用数值模拟软件 Dynaform 对板料冲压工序中拉深工序进行了有限元分析,有效地解决了分析中网格划分,多次拉深中信息传递,避免模拟失真等关键技术,以及从 CAD 到 CAE 的模型数据转换传递.并采用 Proe/E 的自顶向下设计功能,设计了落料拉深复合模具.基于上述 CAD/CAE 方法,可以帮助模具开发人员快速、准确地开发出成形模具,大大缩短模具设计的周期,提高企业的市场竞争能力.

参考文献:

- [1] 刘心治. 冷冲压工艺及模具设计 [M]. 重庆: 重庆大学出版社, 1995.
- [2] 王孝培. 冲压手册(第二版) [M]. 北京: 机械工业出版社, 1988.
- [3] 岳陆游. DYNAFOR—Pc 软件介绍及其在钣金冲压中的应用 [J]. 江苏大学学报, 2002, (6): 51—55.
- [4] 陈文亮. 板料成形 CAE 分析教程 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [5] 张晓静, 周贤宾. 汽车覆盖件多工步成形数值模拟技术研究 [J]. 塑性工程学报, 2001, 8(1): 25—30.
- [6] 夏巨堪, 李志刚. 中国模具设计大典 [DB/CD]. 北京: 中国机械工程学会, 2003.
- [7] 孙江宏, 黄小龙. Pro/ENGINEER2001 中文版入门与提高 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.

Application Research on Die Design of Bearing Bracket Based on Dynaform

DAI Rong^{1,2}, HE Yu-lin², ZHANG Jian-jun¹

1. School of Engineering and Technology, Southwest University, Chongqing 400715, China;

2. School of Mechanical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, China

Abstract: Based on the analysis of the current situation of die that enterprises design and develop, numerical simulation software Dynaform was applied to the development of die. Aiming to technologic projects of bearing bracket, the finite element method and shape forming technology were used to validate it. Then, Top-Down Design technology of Proe/E was adopted to design die. Such a design method of die based on the technologies could help the designers to develop die quickly and accurately, and increase productivity.

Key words: die design; numerical simulation; finite element method; Dynaform; Proe/E

责任编辑 汤振全