

doi:10.16018/j.cnki.cn32-1650/n.201804007

汽车翼子板多工步拉延成形有限元模拟分析

陈德茂^{1,2}, 陆 斌¹, 夏建生¹, 龚启帆¹, 张 青¹, 徐 伟¹, 朱雅俐¹, 李玉良³

(1. 盐城工学院 机械优集学院, 江苏 盐城 224002;
2. 江苏大学 机械工程学院, 江苏 镇江 212023;
3. 江苏悦达专用车有限公司, 江苏 盐城 224007)

摘要:运用 Dynaform 软件对翼子板的拉延成形进行模拟和数值分析,通过对板料、工具、工序及控制参数等相关参数的设置,研究压边力、冲压速度和拉延筋对翼子板拉延成形的影响,并预测成形过程中板料的裂纹、起皱和减薄;根据板料变形的复杂程度设置拉延筋阻力的大小和分布,合理改变变形区板料的受力状态,提高实际冲压过程中的加工质量。

关键词:翼子板;拉延;有限元分析

中图分类号:TG386.1 文献标识码:A 文章编号:1671-5322(2018)04-0035-03

汽车覆盖件具有精度要求高、结构尺寸大、零件形状复杂和生产批量大等特点,一般均采用冲压成形技术进行生产^[1]。然而生产过程中的拉延成形是一个复杂的、多体接触的动态力学问题,即使经验丰富的技术人员也很难准确预估板料加工后出现的问题^[2]。随着计算机技术的开发和应用,利用 CAE 模拟成形仿真技术对板料成形过程进行数值模拟,便于提前发现问题,并修改工艺参数和模具设计,进而减少模具设计时间、缩短产品开发周期,从而降低生产成本^[3-4]。

1 翼子板拉延成形工艺分析

翼子板冲压成形的质量主要取决于板料的拉

延性能、冲压件的结构复杂程度及其尺寸的大小,合理选择材料是拉延成形模拟仿真的重要前提。翼子板加工过程一般包括拉延—修边—翻边—整形—回弹几道工序^[5],板料冲压一般采用一次成形的的方法,这就要求设置合理的压边力和凸模冲压速度,以保证拉延成形后翼子板的成形质量。

2 翼子板有限元模型的建立及预处理

2.1 翼子板三维模型的建立

翼子板材料采用厚度为 1 mm 的 DQSK37,其力学性能参数如表 1 所示。应用 Catia 软件建立翼子板的三维模型,如图 1 所示,将模型保存为 igs 格式并导入 Dynaform 有限元软件。

表 1 DQSK37 材料的力学性能参数表
Table 1 Mechanical properties of DQSK37 material

材料名称	厚度/mm	模型	杨氏模量/GPa	各向异性系数 r			泊松比 ν	硬化指数 n
				0°	45°	90°		
DQSK37	1	Barlat	207	1.73	1.35	2.18	0.28	0.3

2.2 模型网格划分及板料估算

Dynaform 软件中有毛坯尺寸估算的功能,即根据面积不变的原则对零件的外轮廓线进行估算。面积不变原则是指毛坯面积与冲压件的表面积相等,通常适用于估算形状简单的零件。对于具有空间曲面、形状复杂的翼子板而言,通常采

用矩形包络,并适当放大,以确定零件的基本形状。
零件基本形状确定后可将生成的轮廓线命名为 BLANK,利用“坯料生成器”功能进行网格划分,并利用“板坯形状拟合”功能对初始毛坯轮廓线进行矩形自动拟合。模型网格划分如图 2 所示。

收稿日期:2018-07-20
基金项目:国家自然科学基金资助项目(51505408)
作者简介:陈德茂(1994—),男,江苏淮安人,硕士生,主要研究方向为复杂钣金曲面展开。

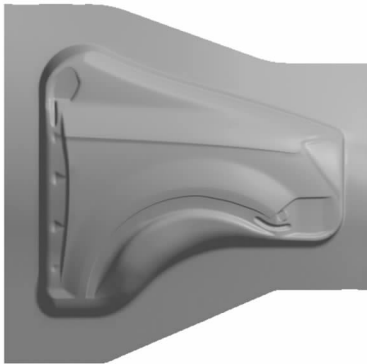


图 1 翼子板三维模型

Fig.1 Three dimensional model of airfoil

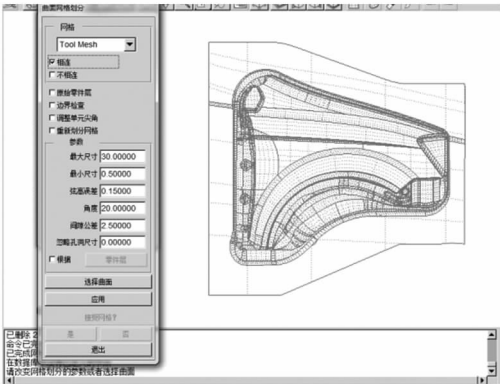


图 2 模型网格划分

Fig.2 Model grid meshing

3 翼子板拉伸成形数值模拟

利用 Dynaform 软件对翼子板的拉伸成形进行模拟和数值分析时,需要对板料、工具、工序及控制参数等在自动设置界面进行相应的参数设置。在板料设置中,考虑到冲压成形后板料会出现回弹,选择 16 号全积分单元公式,厚向积分点的个数为 7。在工具定义中,PUNCH(凸模)、BINDER(压边圈)都可从 DIE(凹模)中复制获得,摩擦系数选择 0.125。工序由模具闭合和板

料拉伸两部分组成,当工具接触板料时拉伸工序开始工作,这时凸模速度为 5 000 mm/s,压边力为 2×10^5 N;在模具闭合阶段,凸模速度为 2 000 mm/s。控制参数中模具间隙设为 1.1 mm(板料厚度加间隙),自适应等级选择 3 级。

为了提高板料冲压成形的质量,为变形区板材提供附加阻力,合理改变板材的受力状态,防止零件的拉伸区域发生破裂,在零件拉伸区域的周围添加等效拉伸筋。在 Dynaform 模拟和数值分析中,程序自动地将拉伸筋分成 12 段,分别占默认阻力值的百分比为 40%、45%、50%、45%、35%、50%、40%、65%、70%、25%、20%、50%,如图 3 所示;同时,系统计算的拉伸筋阻力为 298.491 N。

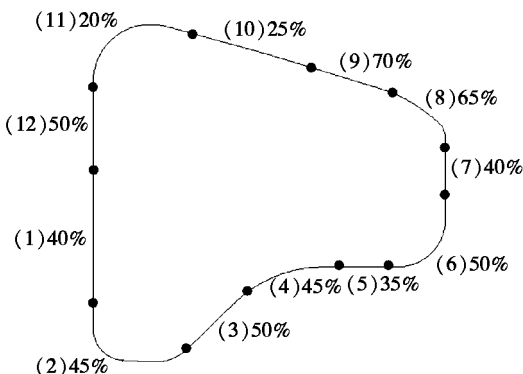


图 3 拉伸筋

Fig.3 Drawbead

4 仿真结果分析

应用求解器对设置好的模型进行求解,并将文件保存;打开 Dynaform 软件的后处理程序,对求解的模型进行成形分析,可以预测成形过程中板料的破裂、起皱、减薄和回弹。

翼子板的成形极限模拟结果如图 4 所示,变薄率分布如图 5 所示。由图 4 可以发现零件的整

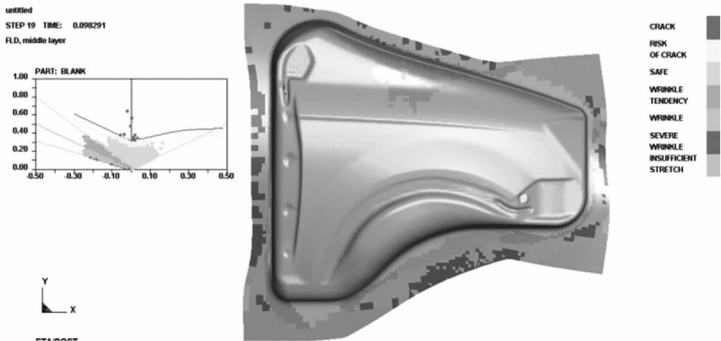


图 4 翼子板成形极限图

Fig.4 Forming limit diagram of fender



图 5 翼子板变薄率分布图

Fig.5 Distribution map of fender thinning rate

体冲压结果较好,板料变形比较充分;由图 5 可以发现,板料冲压部分有少许区域出现材料堆积现象,但其变形成形区域都在合理范围内,满足翼子板板料变薄率在 2.5% ~ 15.5% 的变形要求。

根据上面对板料成形极限图和变薄率分布图的分析,可知本文的翼子板冲压成形性能良好。

5 结论

通过 Dynaform 软件对翼子板冲压成形过程的模拟分析,预测成形过程中板料的裂纹、起皱和减薄;根据板料变形的复杂程度设置拉延筋阻力的大小和分布,合理改变变形区板料的受力状态,提高实际冲压过程中的加工质量,降低生产成本。

参考文献:

[1] 龚红英. 板料成形性能及 CAE 分析[M]. 北京:机械工业出版社,2014.

[2] 段向敏,代荣. 汽车覆盖件拉延成形过程分析[J]. 机械设计与制造,2013(10):239-241.

[3] 龚红英,刘克素,董万鹏,等. 金属塑性成形 CAE 应用: DYNAFORM[M]. 北京:化学工业出版社,2015.

[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] 肖寿仁,刘朝晖. 汽车前翼子板棱线翘曲变形及其控制策略分析[J]. 热加工工艺,2011,40(17):95-98.

Finite Element Simulation Analysis of Multistep Drawing Forming of Automobile Fender

CHEN Demao^{1,2}, LU bin¹, XIA Jiansheng¹, GONG Qifan¹, ZHANG Qing¹, XU Wei¹, ZHU Yali¹, LI Yuliang³

(1. College of Mechanical Engineering, Yancheng Institute of Technology, Yancheng Jiangsu 224002, China;
2. School of Mechanical Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu 212003, China;
3. Yue Da Special Vehicle, Yancheng Jiangsu 224007, China

Abstract: Dynaform software is used to simulate and numerically analyze the drawing forming of the fender. Through the setting of related parameters such as sheet, tool, process and control parameters, the influence of blanking force, stamping speed and drawbead on the drawing of the fender is studied. The cracks, wrinkles and thinning of sheet metal during forming are predicted. According to the complexity of sheet metal deformation, the size and distribution of the drawbead resistance are set, the force state of the sheet material in the deformation zone is reasonably changed, and the processing quality in the actual stamping process is improved.

Keywords: fender; drawing; finite element analysis

(责任编辑:李华云)