

覆盖件拉延模工艺补充面及压料面参数化设计研究

姚 兴 陈 军 石晓祥 阮雪榆

(上海交通大学 国家模具 CAD 工程研究中心 上海 200030)

摘 要 : 工艺补充面和压料面的设计是否合理 , 是保证覆盖件成形质量的重要条件。它们的造型修改是否方便 , 是提高设计效率的重要途径。本文总结了工艺补充面和压料面设计中的常用方法 , 分析了常见的二维参数化建模方法 , 选择在 UG 软件平台下使用编程法 , 开发了基于二维截面特征库的工艺补充面和压料面参数化设计模块。

关键词 : 汽车覆盖件 ; 拉延模 ; 工艺补充面 ; 压料面 ; 参数化设计

中图分类号 : TP391.7

文献标识码 : A

Abstract : The addendum and binder surface design has great effects on the quality to auto. The modeling convenience is an access to improve design efficiency. The paper summarizes usual methods of design for addendum and binder surface , analyzes the characteristics of varied parametric modeling method , and develops a parametric design module for addendum and binder surface on UG platform.

Key words : auto panel ; deep drawing die ; addendum ; binder surface ; parametric design

0 引言

汽车覆盖件是指覆盖发动机、底盘、构成驾驶室和车身的薄板异形体表面和内部零件。同一般的冲压件相比 , 它具有材料薄、形状复杂、结构尺寸大和质量要求高等特点。其零件大多都是由复杂的空间自由曲面组成 , 成形时坯料上各部分的变形状态比较复杂 , 差别较大 , 各处应力也很不均匀。

覆盖件的成形质量 , 关键在于拉延工序的工艺性。覆盖件一般都采用一次拉延成形 , 为了给拉延创造一个良好的拉延条件 , 通常将翻边展开 , 窗口、孔洞补满 , 添加工艺补充面和压料面 , 敷设拉延筋等 , 构成一个拉延件。其中工艺补充面和压料面是拉延件重要组成部分 , 它们可以保证坯料在拉延过程中不起皱 , 不破裂 , 改善覆盖件成形时的力学条件 , 促使材料各处的变形均匀一致 , 方便成形时的定位及后续的修边、翻边等工艺。因

此 , 研究工艺补充面和压料面的参数化设计 , 提高设计修改的效率 , 具有重大的实际意义。

1 工艺补充面和压料面设计方法

1.1 工艺补充面的设计

工艺补充面的设计主要应考虑拉延成形时坯料材料的流动和补充状况、压料面的形状和位置、零件的成形精度和定位要求和修边工序的工艺要求等^[1]。通常 , 工艺补充面的造型设计采用由二维截面特征线构造曲面的方式 , 依靠二维截面特征线来反映凸模和凹模圆角半径等工艺参数。其中二维截面特征线通常通过两种方式创建^[2]。

(1) 实时创建 : 设计者依据经验 , 在适当的位置交互式设计修改截面线。

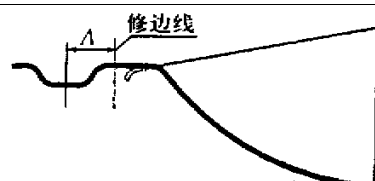
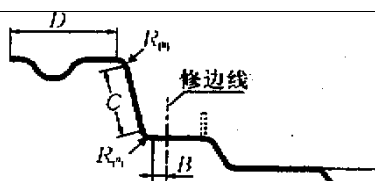
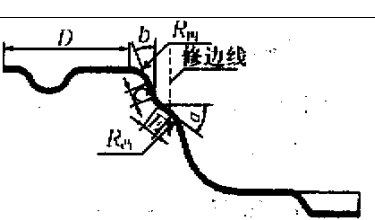
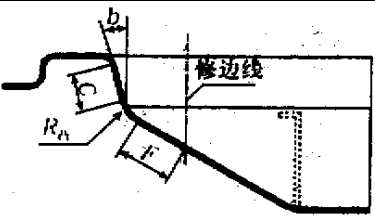
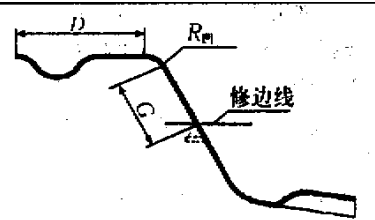
(2) 从二维截面特征库中选择 : 根据修边线位置及修边方式的不同 , 工艺补充面常用的截面形式可分为五个类型 , 这些典型的工艺补充面截

面形式和相关的特征参数列于表 [1,3]。其中参数值可由设计者根据实际情况,在许可的范围内进行变动。

绘制好二维截面特征线之后,利用 UGII 软件中的扫描曲面(Swept) 网格曲面(Through Curves Mesh) 曲面倒圆(Blend)和桥接曲面

(Bridge Surface)等功能构造各片曲面,组成工艺补充面。本文在 UG 平台下开发的基于二维截面特征库的工艺补充面参数化设计模块,将常用的扫描曲面和桥接曲面的功能集成进来。利用此两项曲面造型功能,可以完成多数的工艺补充面设计和修改工作。

表 1 工艺补充面典型截面特征线形式及相关特征参数

工艺补充面典型截面	修边线位置以及修边方式	截面线参数值(mm)
	修边线位于拉深件凸缘面上,采用垂直修边	$A = 25$
	修边线位于拉深件底面上,采用垂直修边	$B = 3 \sim 5$ $C = 10 \sim 20$ $D = 40 \sim 50$ $R_{\square} = 5 \sim 10$ $R_{\square} = 8 \sim 10$
	修边线位于拉深件短的斜侧壁上,采用垂直修边	$a \leq 30^\circ$ $b = 6^\circ \sim 12^\circ$ $C = 10 \sim 20$ $D = 40 \sim 50$ $E = 3 \sim 5$ $R_{\square} = 5 \sim 10$ $R_{\square} = 8 \sim 10$
	修边线位于拉深件长的斜侧壁上,采用垂直修边	$b = 6^\circ \sim 12^\circ$ $C = 10 \sim 20$ $R_{\square} = 5 \sim 10$ $F \geq 8$
	修边线位于拉深件斜侧壁上,采用水平修边	$D = 40 \sim 50$ $G \geq 12$ $R_{\square} = 8 \sim 10$

1.2 压料面的设计

压料面是覆盖件工艺补充面的一部分,是位于凹模圆角半径以外的那部分坯料对应的曲面。该曲面应为平面、圆柱面、圆锥面或很小的双曲面等可展曲面。其中,平面压料面不但有利于坯料成形,而且加工也容易,应尽量采用;单曲率压料面和双曲率压料面多用在拉延深度较深的拉延模。依照压料面和工艺补充面创建的先后顺序不同,压料面的造型设计可分为两种方式^[2]:

(1) 同工艺补充面一起通过截面特征线来创建;

(2) 先创建压料面,再创建从修边轮廓到压料面的工艺补充面部分。

2 基于参数化的工艺补充面和压料面设计

参数化建模方法可以使模型的设计修改基于结构尺寸参数,大大提高模型的设计及修改速度,在系列化产品设计、相似设计及 CAD 系统开发中

具有重大应用价值。将参数化设计思想引入工艺补充面及压料面几何模型的设计,目的是为了提
高它们的设计修改效率,减少工程师的重复劳动。
目前二维参数化建模方法主要有以下几种^[4]:

(1) 变量几何法 它是一种基于约束的代数方法,它将几何模型定义成一系列特征点,并以特征点坐标为变量形成一个非线性约束方程组,当约束变化时,采用迭代方法求解方程组,就可以求出一系列新的特征点,从而生成新的几何模型^[5]。

(2) 人工智能法 它将人们手工绘图的过程分解为一系列最基本的作图规则,采用人工智能的符号处理、知识表示、几何推理等手段将当前的作图步骤与基本规则相匹配,从中求解出未知参数,与已知参数一起引导绘图。

(3) 编程法 通过分析图形几何模型的特点,确定图形参数及尺寸之间的数学关系,将这种关系编入程序中,当执行程序并输入相应的参数,就绘出整个图形,这就是编程法。

采用变量几何法,即UG草图(Sketch)功能来实现二维截面特征线的参数化设计,需要先定义草图(Sketch)平面,在此平面上通过交互式方法绘出二维截面特征线的大致形状,然后定义几何约束和尺寸、定位约束,只有约束充分不存在欠约束或过约束的情况,才能得到由参数驱动的二维截面特征线。如果每条截面特征线都这样设计,那将是一个非常繁琐的工作。采用人工智能法的几何推理、匹配技术时,将原来简洁直观的几何作图规则拆散或繁锁的约束谓词,会延长几何模型本身的构建时间。又由于工艺补充面和压料面的二维截面特征线形式比较固定,可以归纳为表1所示的五种形式,因此,本文选用UG软件的UG/Open开发工具,使用编程的方法,实现截面特征线的参数化绘制。

3 工艺补充面和压料面参数化设计模块的开发

本模块的用户界面采用UG软件的二次开发工具集UG/Open中的UIStyler工具定制开发。图1为该模块的主界面对话框,左边的Design Process列表框列出了设计流程。当选择Section type后,弹出截面线特征参数对话框,见图2所示。

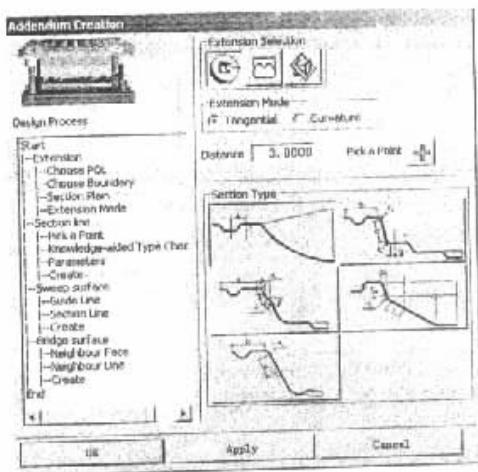


图1 工艺补充面和压料面参数化设计模块主对话框

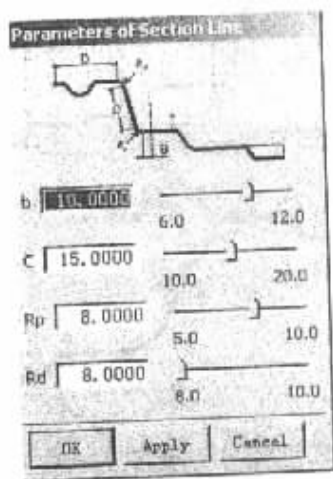


图2 截面线特征参数对话框

若拉延方向已经确定,且当前坐标系沿拉延方向指向凹模方向,在覆盖件翻边展开后的修边轮廓线上选择一点,作为当前的坐标原点。选择截面形式后,将弹出相应的特征参数控制对话框,按默认的参数值,在屏幕上通过选定点作平行于 zox 或 zoy 平面的截面线。当用户改变参数值滚动条时,选择Apply键后,截面特征线会相应变动。沿修边轮廓线布置好一系列截线后,利用扫描曲面和桥接曲面的功能实现工艺补充面和压料面的设计。

图3给出了采用本设计模块对汽车前翼子板设计的实例。分别显示在修边轮廓线添加截面特征线的情况及设计结果。

4 结论

工艺补充面和压料面是汽车覆盖件拉延模工作型面设计的重要环节,其设计是否合理是决定

拉伸工序件能否顺利成形和获得合格工序件的关键。本文对工艺补充面和压料面的工艺设计和造

型方法进行了简要分析,建立了工艺补充面和压

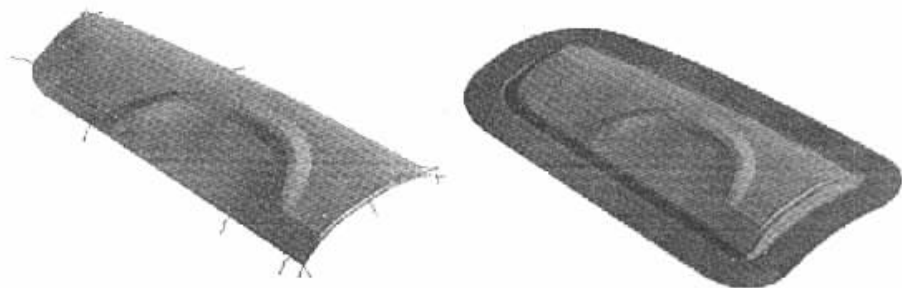


图3 前翼子板工艺补充面和压料面设计结果示意图

料面的二维截面特征库,并基于此特征库在UG软件平台下开发了参数化设计模块,提高了工艺补充面和压料面的设计质量和效率。

参考文献:

[1] 邓 陟,王先进,陈鹤峥.金属薄板成形技术[M].北京:兵器工业出版社,1993.

[2] 王玉国,卫原平等.覆盖件拉深模工艺补充部分和压料面设计[J].上海:上海交通大学学报,1999,33(2):184~187.
 [3] 现代模具技术编委会.汽车覆盖件模具设计与制造[M].北京:国防工业出版社,1998.
 [4] 唐荣锡.CAD/CAM技术[M].北京:北京航空航天大学出版社,1994.
 [5] 杜平安,王豪才.产品CAD中的参数化建模方法[J].计算机辅助设计与制造,1996(6):16~18.

(上接第5页)

盖件模具快速、低成本开发的有效途径。本文提出的混合叠代优化设计模型在充分挖掘以往设计经验的基础上,把CAE分析方法和快速模具制造技术有机结合,扬长避短,有望形成一套实用的覆盖件模具优化设计系统。

参考文献:

[1] 周永泰.模具行业“十五”期间市场预测[J].模具工业,2000(1):3~6.
 [2] Yuji Umehara. Technologies for the More Precise Press-forming of Automobile Parts[J].Materials Processing Technology,1990,22:239~256.
 [3] 邓 陟,王先进,陈鹤峥.金属薄板成形技术[M].北京:兵器工业出版社,1993.
 [4] FE-Simulation of 3D Sheet Metal Forming Processes in Automotive Industry[A].Zurich:Switzerland,1991.
 [5] 钟志华,李光耀.板料冲压成型过程的计算机仿真与应用[M].北京:北京理工大学出版社,1998.

[6] 徐伟力,林忠钦,刘 罡等.车身覆盖件冲压仿真的现状和发展趋势[J].机械工程学报,2000,36(7):1~4,38.
 [7] 张晓静,周贤宾.板料成形回弹模拟[J].塑性工程学报,1999,1(3):56~62.
 [8] Mattiasson, K. P., Thilderkvist, etc. Simulation of springback in sheet metal forming[A]. NUMIFORM 95[C]. 1995,115~124.
 [9] 卢秉恒,唐一平,王 平.基于RP的快速制造技术[M].西安:陕西科学技术出版社,1998.
 [10] 朱东波.基于RP技术的板料成形模具快速制造系统研究[D].陕西:西安交通大学,2001.
 [11] 陈 炜,董洪智,林忠钦等.汽车覆盖件模具结构CBD研究[J].模具工业,2000(1):13~15.
 [12] 王玉国,卫原平,沈启彧等.覆盖件拉深模工艺补充部分和压料面设计[J].上海交通大学学报,1999,33(2):184~187.
 [13] 谭善银,龚志坚,宋起峰.CA7220轿车薄板冲压件成形分类试验研究[J].汽车工艺与材料,1999,(5):15~21.
 [14] 史东才.基于可制造性及成本的冲压工艺决策[D].陕西:西安交通大学,2001.