

圆柱直齿轮精密塑性成形数值模拟研究

龚冬梅^{1,2}, 陈 科²

(1. 皖西学院 机械与电子工程系, 安徽 六安 237012; 2. 合肥工业大学 机械与汽车工程学院, 合肥 230009)

摘 要: 利用三维造型软件 Unigraphics NX 对圆柱直齿轮进行参数化建模, 采用分流孔分流和浮动凹模耦合工艺成形, 使用有限元数值模拟软件 Deform-3D 对冷锻成形过程进行三维刚塑性有限元数值模拟, 确定最佳匹配的工艺参数组合。以此优化成形工艺, 为成形研究提供了参考。

关键词: 圆柱直齿轮; 孔分流; 浮动凹模; 冷锻; 数值模拟

中图分类号: TG316 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-8798(2009)03-0200-02

Numerical simulation research on precision plastic forming spur gear

GONG Dong-mei^{1,2}, CHEN Ke²

(1. Department of Mechanical and Electronic Engineering, West Anhui University, Liuan 237012, China;
2. School of Mechanical and Automotive Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract: Modeling parametrically with 3D CAD software Unigraphics NX, and adopting 3D finite element simulation software DEFORM-3D, the cold forging forming of spur gears is simulated by three dimensional rigid plastic finite elemental method. Then the optimum matching parameters are defined, which can provide some references for subsequent research on forming.

Key words: spur gear; hole divided-flow; floating-die; cold forging; numerical simulation

精密塑性成形是指所成形的制件达到或接近成品零件的形状和尺寸,它是在传统塑性加工基础上发展起来的一项新技术。因其不仅可以节材、节能、缩短产品制造周期、降低生产成本,而且由于可以使金属流线沿零件轮廓合理分布,获得更好的材料组织结构与性能,从而可以减轻制件的质量,提高产品的安全性、可靠性和使用寿命,所以精密塑性成形技术作为先进制造技术的重要组成部分,伴随着汽车、航空、航天、电子、机械等支柱产业的需求与发展得

到了迅速的发展。

本研究运用冷锻成形工艺理论,结合有限元数值模拟技术,以提高成形质量和降低成形载荷为目标,对圆柱直齿轮进行孔分流及浮动凹模耦合合法成形^[1-5]。

1 有限元模型建立

本模拟中,采用分流孔分流和浮动凹模耦合工艺来成形圆柱直齿轮,设置的主要参数及条件:齿轮

收稿日期: 2009-06-17
基金项目: 安徽省高校省级自然科学基金项目(KJ2009B040Z); 六安市定向委托项目(2008LW017)
作者简介: 龚冬梅(1978—), 女, 安徽霍邱人, 讲师, 硕士研究生, 主要从事机械 CAD/CAE/CAM 研究。

齿数 $Z=20$, 模数 $m=3$, 压力角 $\alpha=20^\circ$, 变位系数 $x=0.0$ 。为了节省 CPU 的计算时间,考虑到齿轮零件的对称性,取变形体的 1/4 作为有限元的模拟对象,建立的几何模型如图 1 所示。模具材料定义为刚性材料,工件材料为 AISI-1010(cold),毛坯与模具的摩擦方式为剪切摩擦模型,摩擦系数定义为 0.12,采用四面体网格对坯料进行划分^[6]。模拟所用坯料结构形状如图 2 所示,为保证成形良好和坯料的定位、充填,坯料外径应接近齿根圆,故经过计算取其外径为 52 mm,分流孔直径取 16 mm,根据体积不变原则计算得到高度为 37.5 mm,凸模和浮动凹模移动速度分别为 10 mm/s。

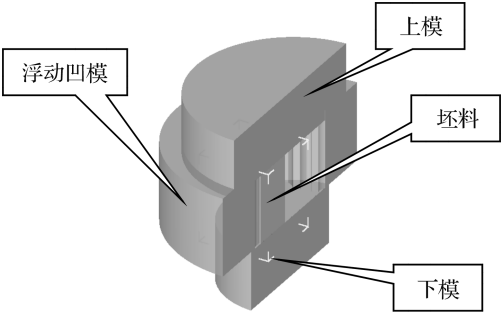


图 1 模具几何模型
Fig.1 Geometric model of molds

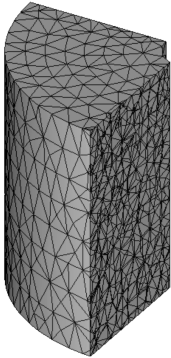


图 2 坯料几何模型
Fig.2 Geometric model of billet

2 模拟结果及分析

在模拟结束后提取了应变场(图 3)、应力场(图 4)、速度场(图 5)和成形—载荷曲线图(图 6)。

可以看出,整个成形过程分成 3 个阶段。第一阶段材料处于变形刚开始阶段,持续时间较短,成形力也最小,金属的变形相当于镦粗;第二阶段持续时间最长,成形力缓慢增大,坯料向凹模型腔充填越来越多,自由面越来越少,材料流动速度快,等效应力和等效应变都明显增大;第三阶段持续时间比较短,

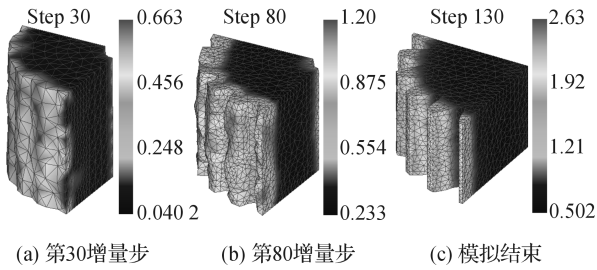


图 3 等效应变图
Fig.3 Equivalent strain diagram

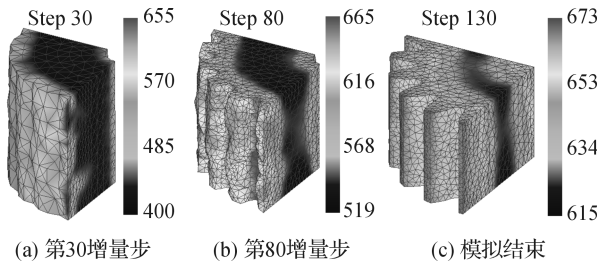


图 4 等效应力场图

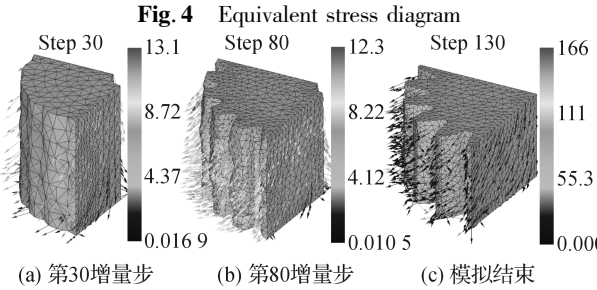


图 5 速度场分布图

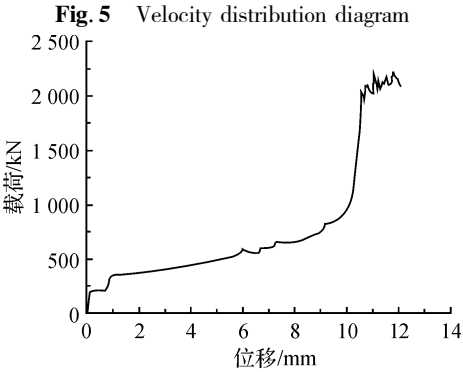


图 6 行程-载荷变化曲线
Fig.6 Load-displacement curve

坯料压下量非常小,而变形力却急剧增加,曲线几乎成直线上升,因齿腔已基本充满,为了完成局部角隅的成形,即使移动少量的金属也要克服大部分已充满金属处于静止状态产生的静水压力,所以工作载荷陡增,等效应力和等效应变值都达到最大。

(下转第 230 页)