

凸缘外套冷挤压工艺优化

王星星¹, 刘淑梅¹, 陈凯¹, 何文涛¹, 廖世绍²

(1. 上海工程技术大学材料工程学院, 上海 201620; 2. 上海东芙冷锻制造有限公司, 上海 201100)

摘要:凸缘外套在生产过程中产生底部断裂现象,通过三维建模绘制出零件的成形模具,基于 Deform 3D 软件平台,进行有限元模拟对比分析,找出产生断裂的因素。通过各个影响因素的对比,对方案 1 和方案 2 的可行性进行评估,确定方案 2 可行。对凸缘外套的加工工艺进行优化,从而提高凸缘外套生产的合格率,提高坯料的利用率,实现工件的大批量生产。
关键词:挤压成形;凸缘外套;断裂;Deform 3D 软件
中图分类号:TG316 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2895(2015)04-0081-04

Optimization of Process on Flange Sleeve Cold Extrusion

WANG Xingxing¹, LIU Shumei¹, CHEN Kai¹, HE Wentao¹, LIAO Shishao²

(1. School of Materials Engineering, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China;
2. Shanghai Dongfu Cold Forging Limited Company, Shanghai 201100, China)

Abstract: Flange sleeve has a phenomenon of fracture on its bottom during the production process. Through drawing three-dimensional forming mould parts, application of Deform-3D software platform and analysis of finite element simulation was conducted to find out the factors that could cause the flange sleeve fracture. Through comparison of different factors, the feasibility of scheme 1 and scheme 2 were evaluated, and scheme 2 was confirmed. Processing technology on the flange sleeve was optimized in order to improve the qualified rate, the utilization rate of the billet and realize the work-piece mass production.
Key words: extrusion forming; flange? sleeve; fracture; Deform-3D

随着汽车行业的不断发展,汽车零部件的使用性能,以及生产工件坯料的利用率,越来越影响着汽车行业的竞争力^[1-3]。汽车凸缘外套是汽车重要零部件之一,它的成形过程是筒状坯料通过冷锻的工艺 1 次正挤、1 次平行性反挤成形和敦粗收口的方式加工而成^[4-6]。凸缘外套在工作过程中需承受较高的载荷,若因为加工的原因导致凸缘外套的强度降低,甚至产生断裂的现象,将大大影响其使用性能以及造成不必要的损失。本文针对凸缘外套在实际加工过程产生的断裂缺陷进行 Deform 3D 的模拟分析,并通过模拟分析的结果找到产生断裂缺陷的原因,以及如何改进加工工艺,使得凸缘外套的综合质量和相关力学性能得到提高。Deform 3D 是用于复杂金属成形过程的三维金属流动过程模拟分析软件,功能强大,对加工过程进行

流变应力的分析以及工艺改进方案提供良好的依据^[7-10]。

1 零件及方案的介绍

凸缘外套材料选用 10 钢,是一种低碳钢,具有良好的韧性和塑性,它的力学性能见表 1。

表 1 10 钢的力学性能

Table 1 Mechanical property of 10 steel

力学性能	抗拉强度/MPa	屈服强度/MPa	抗剪强度/MPa
数值	≥335	≥205	275 ~ 392

零件的形状和相关尺寸如图 1 所示。通过 CAD 三维和二维软件设计出零件。使用 Deform 3D 进行对比模拟分析试验,大大节省了材料并简化了凸缘外套成形过程,降低成本,有效地分析了成形过程产生的断裂缺陷问题。

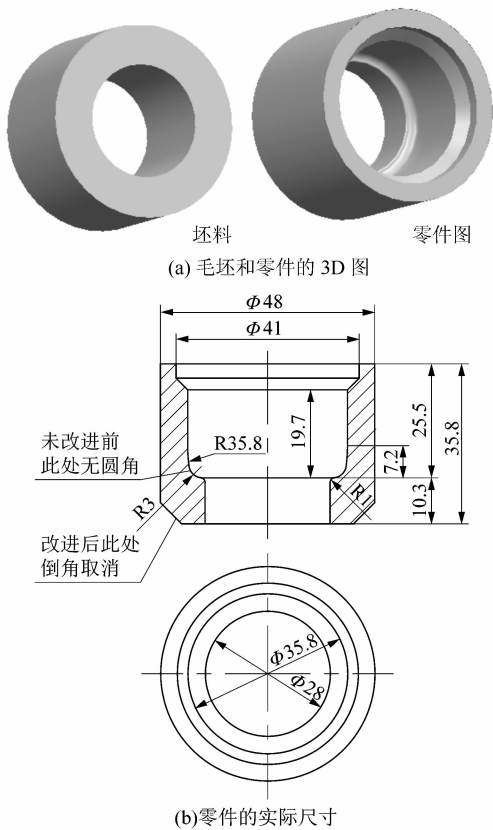


图1 汽车凸缘外套模型及几何尺寸参数

Figure 1 Automobile flange sleeve mould and reference of geometry dimension

图2为成形零件实物图。其中图2(a)为方案1的实物图,线所圈部位为零件易出现断裂的部位。方案1的工序如下:

下料—车床车倒角—挤压成形—表面处理。

图2(b)为方案2的实物零件图,在生产过程中易断裂部位被消除,而且内外表面质量更好。方案2的工序如下:

下料—挤压成形—表面处理。

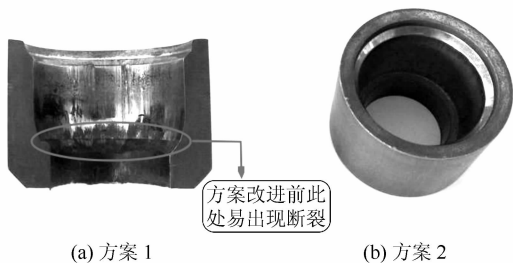


图2 2种方案零件对比图

Figure 2 Comparison of two schemes' workpieces

2 Deform 3D 模拟结果对比分析

对于马勒壳体内壁下端拐角处与凸模底部接触部

分,因冷挤压成形,出现了开裂或断裂现象。对此进行有限元模拟分析对比从而找到原因,并改进工艺方案。

2.1 应力及应变模拟对比

根据有限元应力和应变模拟分析对比结果发现,方案1和方案2中应力和应变的影响基本相同,没有发生太大改变。最大应变值为5,最大应力值为750 MPa。但比较而言方案2的应力应变值的连续性较好,有利于金属变形的连续性,防止缺陷的产生。应力和应变模拟分析对比结果如图3和图4所示。

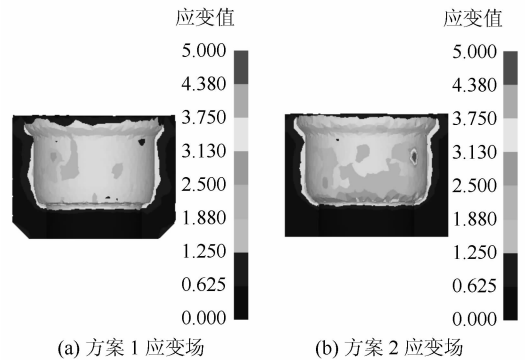


图3 应变场对比

Figure 3 Comparison of strain field

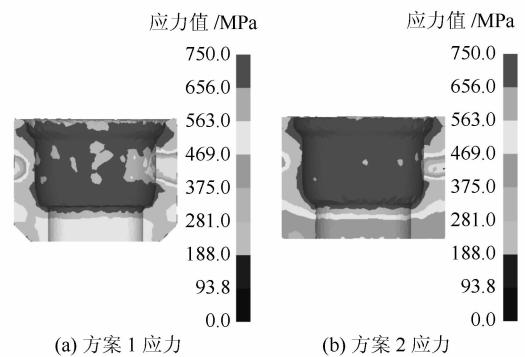


图4 应力场对比

Figure 4 Comparison of stress field

2.2 Damage 模拟对比

Damage 模拟分析可知方案1和方案2对工件的表面质量影响都很小,都在损伤范围之内,最大Damage的值为0.200 0,对凸缘外套表面质量没有太大影响。对比发现2方案破坏因子主要集中在顶部,此处方案2的破坏因子的密集度相对较少,不易产生缺陷。对比结果见图5所示。

2.3 金属流动速度模拟对比

根据有限元模拟,2个方案的最大流动速度都是6 mm/s。在速度模拟分析对比中,可以看出方案2凸缘

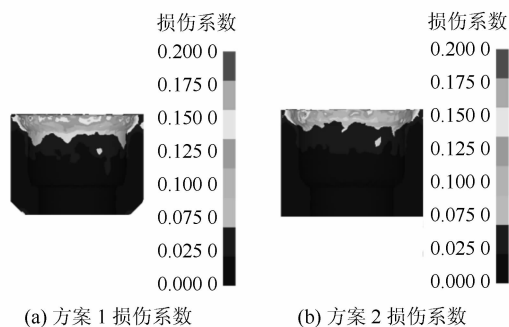


图5 Damage 模拟对比

Figure 5 Comparison of damage simulation

外套内壁底部拐角处金属流动速度较快、连续性较好而且流动速度相对均匀,有效地减少了工件内壁与凸模下端接触部分的死料产生,防止底部拐角处断裂的产生。另外有利于降低行程载荷,减少模具磨损,大大提高了模具的使用寿命。对比结果如图6所示。

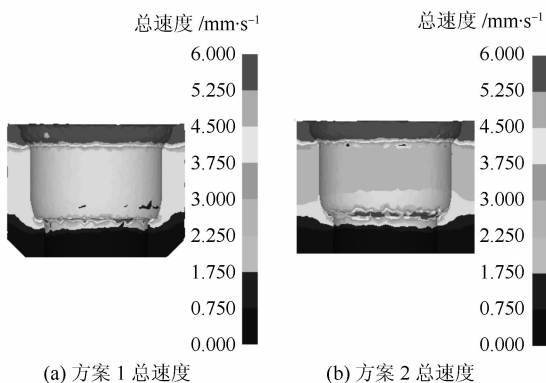


图6 速度模拟对比

Figure 6 Comparison of velocity simulation

2.4 金属流动位移模拟对比

在冷挤压过程中金属流动的相对位移过大,会出现死料现象,当产生的死料过多会导致工件在冷挤压成形之后死料中存在的残余应力迫使死料出现反弹,致使工件底部拐角处与模具底部接触部分出现断裂。由金属流动位移模拟对比方案可以看出,方案改进前金属最大流动位移为 23 mm,方案改进后金属最大流动位移 13.3 mm,差值达到 10 mm 之多,因此改进后的方案有效地减少死料成分。对 2 个方案对应的位移点追踪模拟曲线进行对比,发现方案 1 在拐角处点追踪的金属流动最大位移是 9.27 mm,方案 2 在拐角处点追踪的金属流动最大位移为 3.54 mm,相差近 3 倍。所以方案 2 的改进十分有效,大大降低了坯料与凸模接触部分的流动位移,降低冷挤压断裂缺陷产生,位移模拟和点追踪曲线对比见图 7。

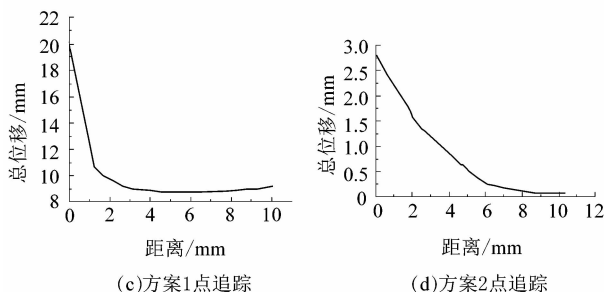
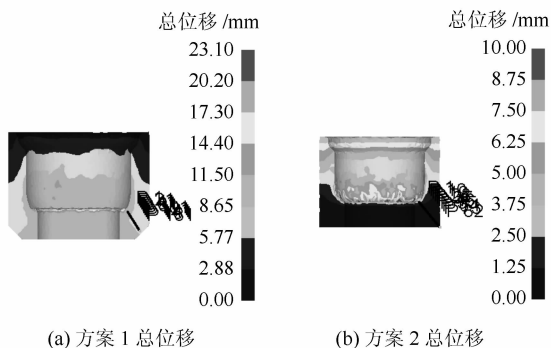


图7 位移模拟和点追踪曲线图对比

Figure 7 Comparison of displacement simulation and state variable distribution

2.5 成形载荷对比

在有限元模拟中,2 个方案成形载荷在行程 10 mm 之前都是零,表示坯料在模拟过程中属于空走位,在 10~27 mm 处载荷开始由 0 逐渐上升至 602 kN,说明凸模的底部工作部分开始挤压坯料,在凸模行程约 27 mm 处之后载荷突然直线上升至 1 430 kN,这表明凸模上部分的工作区域开始与坯料相接触,这时凸模的 2 个工作区域一起挤压坯料,从而导致成形载荷急剧增大。此外,2 个方案成形载荷几乎一致,表明改进方案不需要增加载荷,应用于方案 1 中的压力机完全可以用于方案 2 中,不需要更换。载荷曲线如图 8 所示。

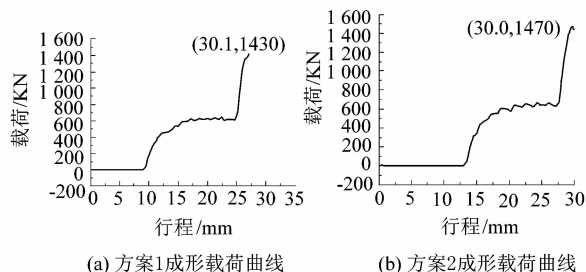


图8 成形载荷对比

Figure 8 Comparison of load prediction

(下转第 86 页)