

抑制汽车纵梁弯曲回弹的弯曲模改进设计

施于庆

(浙江科技学院 机械与汽车工程学院,杭州 310023)

摘 要: 汽车纵梁是一种形状和尺寸都比较大的冲压件,弯曲成形难度大且回弹不易控制。通过对 U 形件工艺和模具加工的分析,提出了解决回弹的工艺方法及可控制回弹的弯曲模改进设计,使汽车纵梁弯曲成形后的质量有了较大的提高,从而消除了由于产生回弹使零件侧壁的孔位与底部尺寸超差而影响纵梁装配等问题。

关键词: 汽车纵梁;回弹;弯曲模;改进设计

中图分类号: TG386.32

文献标志码: A

文章编号: 1671-8798(2014)06-0405-04

Improvement design of bending die for inhibition of bending springback of auto girder

SHI Yuqing

(School of Mechanical and Automotive Engineering, Zhejiang University of Science and Technology,
Hangzhou 310023, China)

Abstract: Auto girder is a kind of stamping parts with complex shape and large size so that its bending forming is difficult and springback is not easy to control. By analysis of manufacturing processes of U-shape workpiece and its die, the author puts forward a method to solve the springback, and proposes improvement design of the die to control the bending springback. Thus, the quality of bending forming of auto girder is greatly improved and the problems affect the assembly of the longitudinal beam, caused by the hole location at side wall and at the bottom size out-of-tolerance due to the rebounding, are solved.

Key words: auto girder; springback; bending die; improved design

板料弯曲成形的变化行为是一个大挠度的非线性的塑性变形过程,也是一个典型的局部变形过程,板料经历了复杂的应力应变变化后产生的弯曲回弹一直是板料成形中一个难以解决的问题^[1-2],回弹使弯曲件的形状和尺寸或者中心角和弯曲半径变得与模具尺寸不一致,影响零件使用或冲压部件的装配。

收稿日期: 2014-07-14

作者简介: 施于庆(1959—),男,浙江省杭州人,教授,硕士,主要从事冲压成形研究。

影响回弹的因素有:材料的力学性能,相对弯曲半径 r/t ,弯曲张角 α ,弯曲方式及模具几何参数等^[3]。补偿法主要是通过减少弯曲模中的凸、凹模与板料的接触面积来抑制回弹,对厚板弯曲的作用非常有限;校正法是一种事后修补的工艺措施,比较适合尺寸比较小的 U 形或 V 形弯曲件,而对如汽车纵梁这种大尺寸的弯曲,如再通过设计、制造修正模校正弯曲,会大大提高冲压件的生产成本,故在实际冲压生产中一般不采用这种方法。减小弯曲凸、凹模间隙取值的方法,会出现冲压件侧表面因产生过大的摩擦力而擦伤表面的情况,从而影响零件的外观^[4-5]。

深 U 形件弯曲时加载了恒定的压边力,因弯曲后期,随变形件变形抗力的增加,而恒定的压边力效果,远不如加载过程中变化上升的压边力,而且在凹模表面预先加工成下凹的斜面,虽有助于减小弯曲,但由于弯曲是一种大变形大位移的变形,故很难保证大尺寸冲压件如汽车纵梁弯曲形状和尺寸的准确性。

汽车纵梁侧壁孔位与底部距离尺寸公差是保证与汽车横梁正确装配的条件之一,但往往由于弯曲模设计或制造达不到技术要求,其尺寸不同位置出现不同程度的超差问题,以致影响汽车纵梁与汽车横梁装配。为此,在拉弯工艺的基础上,提出在弯曲模结构工艺上进一步的改进设计与制造,欲较好地抑制汽车纵梁弯曲回弹,并使零件侧壁的孔位与底部的尺寸满足纵梁与横梁的装配要求。

1 汽车纵梁工艺分析

汽车纵梁是一种大尺寸的弯曲件(图 1),材料 16MnL, $t=8$ mm, $l=9.7$ m,零件侧壁有许多孔,其孔中心位置与纵梁底部有尺寸距离偏差要求(图 2),这些孔按每组沿纵梁长度方向分布,在不同位置与多个横梁装配所用。

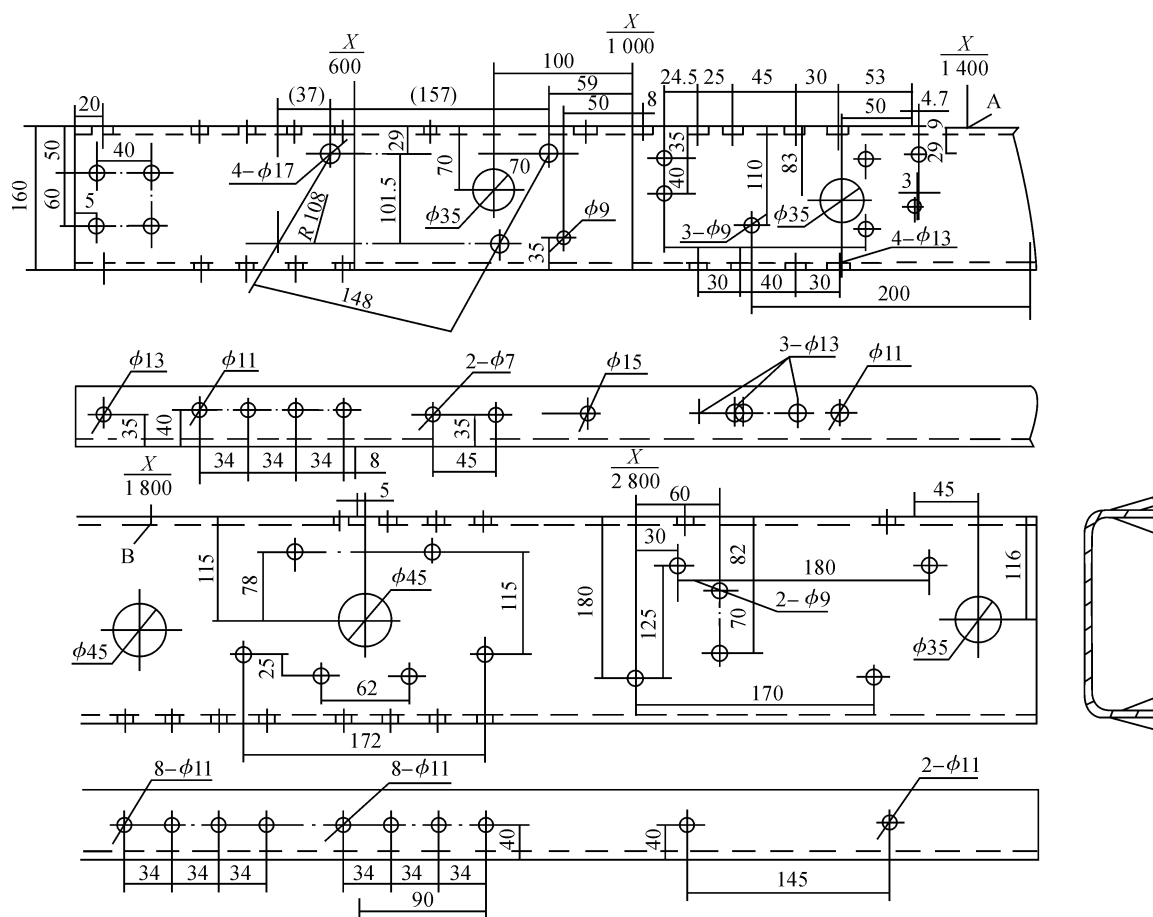


图 1 汽车纵梁

Fig. 1 Auto girder

如果汽车纵梁弯曲后回弹在可控范围内(图3),那么铆钉穿过纵梁和横梁进行车架装配就能够达到汽车产品设计的要求;如果纵梁弯曲产生了过大的回弹,则给装配带来很大的不便(图4)。在此种情况下,往往是手工采用重锤敲打,以迫使过大弯曲形状进一步整形,直到铆钉勉强能穿过纵梁和横梁再铆接,如此,不但影响了车架装配质量,而且增加了操作人员的劳动强度。

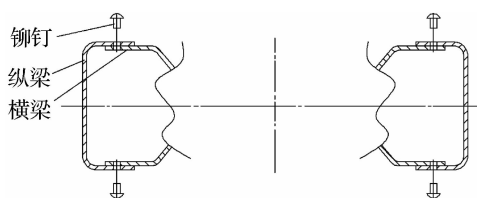


图3 纵梁与横梁的装配

Fig. 3 Girder and beam assembly

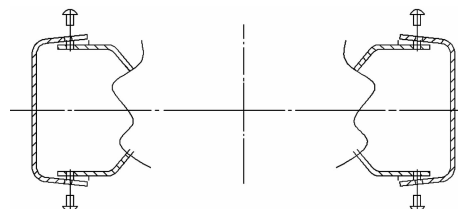


图4 纵梁回弹过大与横梁的装配

Fig. 4 Girder of excessive springback and beam assembly

由于整车产品是小批量或订单生产,横梁是先成形后冲孔或钻孔,孔的左右距离尺寸精度完全能达到与左右纵梁装配的要求;而纵梁是展开后先钻孔(图5),弯曲是以纵梁底部工艺孔定位弯曲的。由于模具设计、制造难以达到弯曲件精度要求,产生过大的回弹使零件侧壁的孔位与底部尺寸距离在弯曲后超差,分析原因有:1)纵梁本身弯曲成形难度大且回弹不易控制;2)纵梁尺寸大,凸、凹模分段加工装配成部件时,凸、凹模圆角常常手工打磨,尤其是凸模圆角,在纵梁的长度方向上保持相同的凸模圆角(半径)是很难做到的。因此,纵梁在与横梁装配时发生有些孔超差,有些孔并未超差,就是这个原因。



图5 纵梁展开钻孔

Fig. 5 Drilled holes on stretched girder

2 弯曲模零部件的改进设计

纵梁弯曲模通常的结构设计如图6所示,由于纵梁长度比较长,凸模与凹模都要分段制造,然后再拼装在上、下模板上,对于凸、凹模圆角要拼装后手工磨削,难以在与垂直凸模圆角半径 R_p 和凹模圆角半径 R_d 平面的轴线方向(纵梁长度方向)上保持一致,故零件侧壁的孔位与底部有尺寸距离,产生不相同的偏差在所难免。如将此模具修改成如图7所示的结构,即采用拉弯结构,则该工艺使板料在弯曲的同时对其施以拉力,使得剖面上的压区转为拉区,应力应变分布趋于一致,从而可以显著减少回弹量。

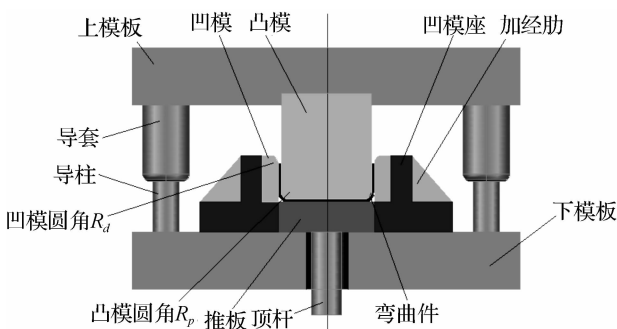


图6 纵梁弯曲模

Fig. 6 Bending die of girder

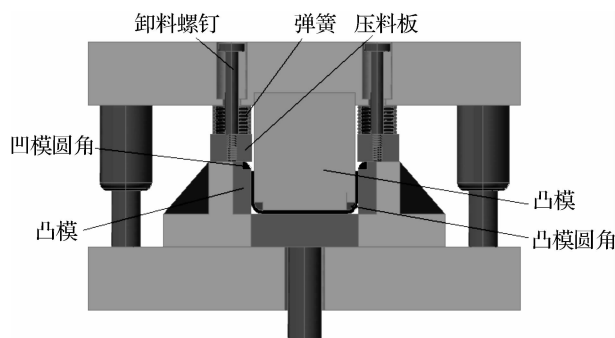


图7 改进设计后的纵梁弯曲模

Fig. 7 Improved girder bending die

因为纯弯曲时,板料在外载荷的作用下剖面的外区拉长,内区缩短。卸载以后,外区要缩短,内区要伸长,内外两区的回弹趋势都要使板料复直,所以回弹量大,如图8(a)所示。而弯曲时加以拉力后,内外

两区都被拉长,卸载以后都要缩短。内外两区的回弹趋势有相互抵消的作用,所以回弹量减小,如图8(b)所示。

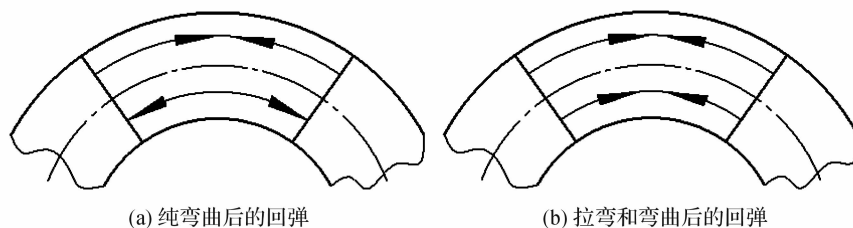


图 8 拉弯工艺

Fig. 8 Stretch bending process

在压弯 U 形件时,利用压边装置来实现拉弯工艺,牵制毛料的自由流动,关键是采用压边力在弯曲过程中上升的压边力,在弯曲后期,变形抗力进一步增加,所需的拉弯力也要相应增加,所以可以取得不错的抗变形效果。在模具设计中,凸、凹模在原先凸、凹模圆角处采用刨或铣削即磨出相应的矩形缺口,凸、凹模圆角部分采用棒料经车削及磨削等加工,再采用 1/4 圆柱安装上去,可以避免原先手工磨削加工凸、凹圆角尺寸不易控制的问题。虽然这样的加工比原先略提高了成本,但整副模具的制造精度大大提高,经过改进后的模具极大地降低了回弹,而且零件侧壁的孔位与底部的尺寸公差在要求范围内,满足了纵梁与横梁的装配要求。采用改进后的 U 形弯曲成形方法,对类似的冲压件成形质量均有了非常明显的提高。为了控制回弹或保持成形后工件形状的一致性,所设计的凹模圆角也可修改设计成倒角的形式,这样加工更加方便。

3 结 语

对 U 形弯曲件成形回弹,尤其是对尺寸比较大的 U 形件成形,弯曲回弹是比较难控制的,而采用拉弯法并加上升曲线的变压边力可大大减少回弹。大尺寸的 U 形弯曲件成形如汽车纵梁,要保持凸、凹模圆角在弯曲件长度方向上尺寸不变或控制在某一允许的范围内,一般就不采用常规的凸、凹模圆角手工打磨的加工方法,而改用分段加工并采用圆角部分单独加工与装配,可以达到弯曲模的设计要求。

参考文献:

- [1] 胡丽华,傅旻,樊新乾. 板料弯曲成形性能的有限元模拟研究[J]. 模具工业,2013,39(1):25-28.
- [2] 施于庆. 冲压工艺及模具设计[M]. 杭州:浙江大学出版社,2012.
- [3] 王桂英. 冲压工艺与模具设计[M]. 合肥:合肥工业大学出版社,2010.
- [4] 韩雄伟,李欣星,陈祖红. 基于 BP 神经网络的铝合金板料弯曲回弹控制研究[J]. 模具工业,2011,37(9):22-26.
- [5] 赵华. 模具设计与制造[M]. 2 版. 北京:电子工业出版社,2012.