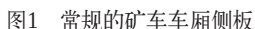


■ 山推工程机械股份有限公司 (山东济宁 272000) 李贺德 徐宗磊 丁志远

矿车车厢侧板多采用通过在板材上焊接型材进行加强,如图1所示,此种加强方法比较通用,制作过程对板材的折弯成形要求较低。目前,有些矿车车厢生产厂家设计了一种通过侧板的折弯来实现加强的车厢侧板,该侧板的折弯成形外形尺寸如图2所示,这种设计方式由于工件比较长并且相邻两个弯的距离比较近,对折弯机选取和折弯模具的搭配提出了很高的要求。本文针对该侧板的成形工艺需求分别对折弯机下模具的选取、折弯机的选取、新产品实际试制时模具的选取和处理及折弯顺序的制定,以及新产品试制和试制结果进行介绍和分析,最终制定该工件完善的折弯成形工艺。



材质	板厚 /mm	折弯 半径 R/mm	折弯 长度 /mm	折弯 次数	反、正切点 最小距离/ mm
T700	8	15	5 800	10	80

图2 折弯加强式矿车车厢侧板成形尺寸

离应 $<80\text{mm}$ （见图4），才能保证折相邻两个弯时，工件和下模具不相互干涉，因此选择折弯机下模具时对其整体宽度要求越小越好，根据经验只能选择V形下模具。

2. 折弯机选取要求的分析

由折弯机下模具选取的分析可知，生产此工件时下模具开口大小V的选取范围在 $48\sim 160\text{mm}$ ，而下模具的开口槽不可能到边沿为零距离，并且根据下模具的一些设计原则，可以确定下模具开口大小V的范围可以选择在 $60\sim 120\text{mm}$ 。折弯机压力 p 计算公式为

$$p=1.42L\cdot T\cdot S^2/(1\,000V)$$

其中， p 为压力（kN）； L 为工件折弯长度（mm），根据图样可知 $L=5\,800\text{mm}$ ； T 为工件的抗拉强度（ N/mm^2 ），根据附表可知，该工件的材质为T700，其抗拉强度取 $T=720\text{N}/\text{mm}^2$ ； S 为板厚 8mm ；下模具开口V的取值范围为： $60\text{mm}\leq V\leq 120\text{mm}$ ；T700板材为高强板，系数1.42，取值1.6。

通过计算可知，压力需求范围为： $2\,563.52\text{kN}\leq p\leq 7\,127.04\text{kN}$ 。可以根据折弯机下

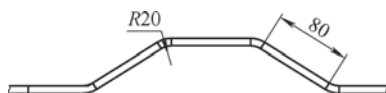


图3 反、正两个弯切点间的距离

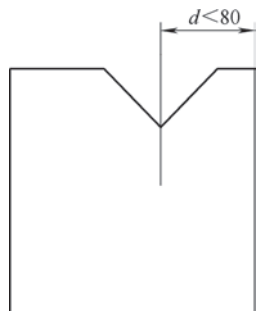


图4 模具中心到边的距离 d

模具的实际情况选择折弯机的吨位，并且由附表可知工件的实际长度为 $5\,800\text{mm}$ ，因此，折弯机的工作范围应该大于 $5\,800\text{mm}$ 。

3. 新产品实际试制时模具的选取和处理

针对设计的新产品，从工艺方面根据理论分析可以选择V形下模具，但是使用V形下模具的折弯机工作范围仅为 $4\,000\text{mm}$ 。因此考虑使用U形开口的 $1\,000\text{t}$ 折弯机，由于U形开口的模具宽度较大，折弯时相互干涉，如图5所示。

因此，根据实际情况选择了两段相同开口大小并且截面相同、整体长度大于工件实际长度的下模具替换 $1\,000\text{t}$ 折弯机U形下模具。由于U形模具工作台的整体宽度较宽，根据三维模拟（见图6）和计算可以得到，对V形下模具的高度要求至少应高于

250mm 。实际使用的V形开口下模具高度仅为 130mm ，在替代U形模具时需要进行加高，综合考虑 $1\,000\text{t}$ 折弯机结构、安全及防止干涉等各方面的因素，设计了专用的夹紧块，具体装夹方式如图7所示。图8所示为现场装夹的实际情况。

4. 折弯顺序的确定及生产试制

结合下模具的实际装夹情况，对一反一正相邻的8个弯进行模拟分析，不仅要使工件在折弯的过程中保证和床身不发生干涉，而且由于该工件较宽，还要保证折弯过程中不和地面发生干涉，并且要考虑工人实际操作方便，制定该工件的折弯顺序并模拟如图9所示，此工件折弯时避免干涉的关键在于首先进行相邻两道一反一正两个弯的成形。

根据工件理论成形过程的模

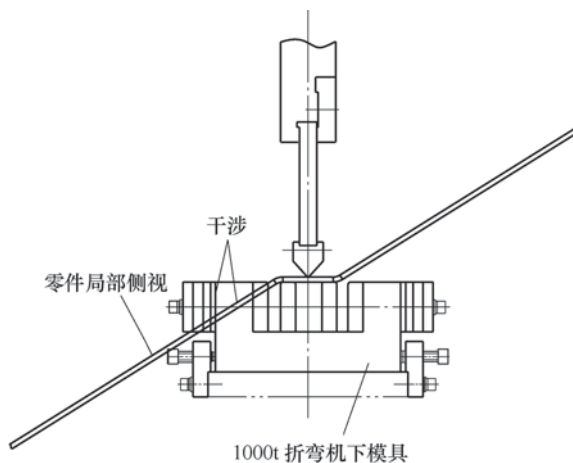


图5 使用U形开口折弯机相互干涉的状况

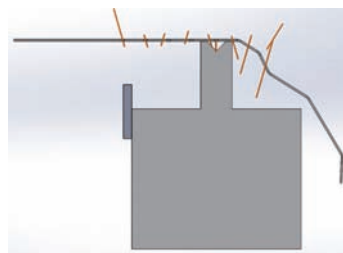


图6 对V形下模具高度需求的三维模拟

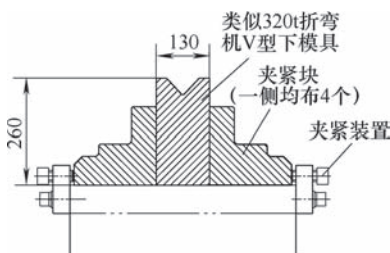


图7 下模具的具体装夹方式

拟,折弯机、折弯下模具的实际选取和处理,以及确定的折弯顺序,首先按照工件的展开长度切割宽度为200mm的试料进行工艺性试验,对对于压弯成功起关键作用的相邻的一反一正两个弯进行重点验证,并对夹紧块在实际



图8 实际试制时采取的具体装夹方式

生产中会不会干涉的情况进行了验证,如图10和图11所示。

对工艺验证的试料用折弯样板进行最终的确认,并且进行工件的折弯试制,效果如图12和图13所示。

5. 结语

(1) 生产此种折弯加强式矿车车厢侧板时,折弯机下模具应选择V形开口模具,保证开口大小的范围在60~120mm,并且V形开口中心距边沿的距离要<80mm。

(2) 折弯机的长度要大于工件的长度,吨位的选取应根据设计的V形开口下模具的开口大小进行确定,并且为了满足产品批量生产,进行折弯机下模具设计时,要根据下模具工作台的宽度考虑下模具的高度设计需求。

(3) 折弯机下模具的设计和折弯机的选取是相互影响的,需要根据设备、工艺方法和成本等各方面进行综合考虑并确定最终方案。

(4) 此种折弯加强式矿车车

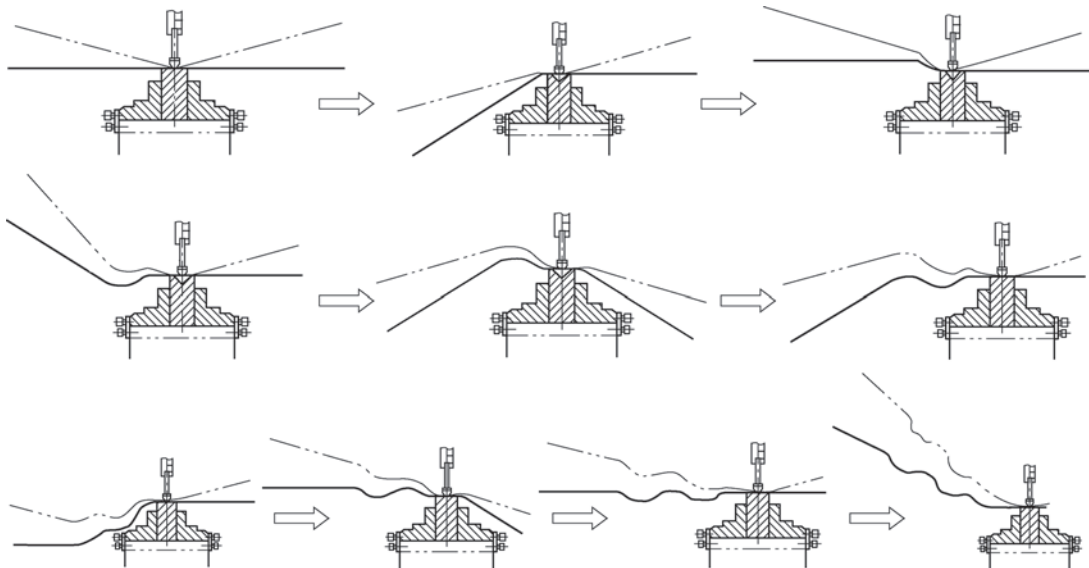


图9 折弯顺序的模拟过程



图10 一反一正关键点验证



图11 对夹紧块不干涉的验证



图12 工艺试验效果

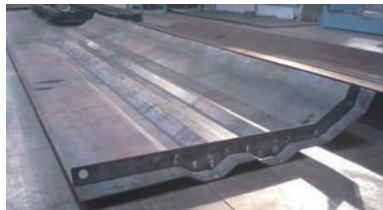


图13 实际工件效果

厢侧板生产,考虑折弯顺序的关键是需要先进行相邻的一反一正两个弯的成形。

参考文献:

- [1] 李贺德. 中厚板板材常用成型方法概述[J]. 金属加工, 2015(9): 54-55.
- [2] 王爱珍. 冷作成型技术手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- [3] 王先逵. 机械制造工艺学[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.

MW (收稿日期: 20161118)