

钢制车轮轮辐冲压成形模拟分析

■ 山东日照职业技术学院 (276826) 宋婷婷

摘要: 随着虚拟仿真技术越来越成熟, 企业逐步开始采用模拟仿真车轮的冲压工序, 本文对一种钢制车轮轮辐成形的四道工序结合, 进行多冲压工序的模拟, 并和实际情况进行比对。

冲压是钢制车轮轮辐成形的重要方法之一。冲压结果的好坏直接关系到轮辐的强度和疲劳寿命。目前, 多数车轮企业仍采用传统的试错法进行模具及工序的设计。随着虚拟仿真技术越来越成熟, 一些企业为了减少成本, 逐步开始采用模拟仿真车轮的冲压工序, 来指导轮辐模具及其工艺设计。仿真时的参数设置是影响仿真结果的重要因素, 本文将对一种钢制车轮轮辐成形的四道工序结合, 进行多冲压工序的模拟, 并和实际情况进行比对。

1. 冲压工艺过程

轮辐需经过多次冲压方能成形。主要的工艺包括剪切落料、初拉伸、反向拉伸成形、冲螺栓孔翻边、挤螺栓孔、冲风孔以及挤毛刺等。其中, 初拉伸、方向拉伸成形是主要工序, 又可细分为一次拉伸、二次拉伸、三次拉伸和四次拉伸。

一次拉伸由平板拉伸成锅盖形状, 拉伸前板料靠中心孔定位。一次成形后冲压件形状如图1所示。二次拉伸又叫做二次反向拉伸, 由一次拉伸成形零件扣在凸模上, 靠零件的圆角处和底部

平面定位。二次拉伸成形后的冲压件形状如图2所示。三次拉伸主要是轮辐辐底螺栓孔和小筋成形, 缓冲环处马蹄印成形, 以及在中心定位孔处冲孔, 为翻边做好准备。三次拉伸定位形式和二次拉伸基本一致, 也是靠圆角定位, 将工件扣在凸模上。三次成形后冲压件的形状如图3所示。四次拉伸即内孔外缘翻边工序, 主要是进行中心孔翻边, 轮辐辐底的校正, 轮辐焊接直段的拉伸。翻边成形后冲压件的形状如图4所示。

2. 冲压工艺仿真及参数设置分析

采用冲压仿真软件DynaForm进行仿真分析, 针对一次成形工序, 分析摩擦系数、模具运动速度对仿真结果的影响。

(1) 一次拉伸仿真及分析:

一次拉伸的装配图如图5所示。中心定位孔位于辐底位置, 在前两



图1 一次拉伸后零件剖面形状



图2 二次反向拉伸后零件剖面形状



图3 主成形后零件剖面形状



图4 翻边后零件剖面形状

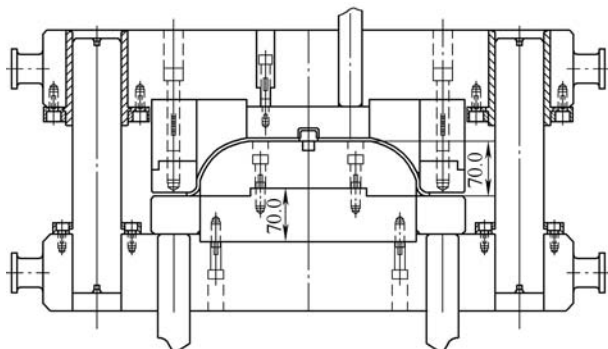


图5 一次拉伸装配图

道工序成形过程中基本不参与成形。为了避免由于第三道工序模拟冲孔,导致内孔翻边时出现的材料破裂情况,无法完整地模拟四道工序,直接设置主成形工序为落料后的尺寸。落料前小孔和落料后大孔对冲压结果影响的比较结果如图6所示。

对第一道工序分别进行计算后,发现该孔的大小对成形后零件的应力、厚度分布基本没有影响。所以采取了直接扩大定位孔的方式进行模拟。

(2) 摩擦系数对结果的影响:针对一次成形工序,选取模具与工件间摩擦系数分别为0.125、0.08、0.03,分析不同摩擦系数对一次冲压后轮辐截面厚度及平均应力的影响。如图7所示为三组摩擦系数的平均应力

分布结果。摩擦系数为0.03的最大、最小应力分别是329MPa和-86MPa,摩擦系数为0.08的最大、最小应力分别是324MPa和-75MPa,摩擦系数为0.125的最大、最小应力分别是323MPa和-73MPa。可以看出,随着摩擦系数的增大,结果的最大、最小应力都有所降低但影响很小。

根据图8量取若干测点处的厚度,对比后发现对于不同的摩擦系数,厚度分布的变化并不明显。如表1所示。

(3) 模具运动速度的影响。在实际生产过程中,模具的运动速度为25mm/s左右。但在仿真中,设置模具速度为25mm/s时求解器给出的预测时间为上千小时,经过24h的计算后仍没有明显进展。故选取了5 000mm/s和

500mm/s两个速度进行对比。冲压速度为5 000mm/s时计算时间为3.5h,冲压速度为500mm/s时的计算时间为26.5h。从计算结果看,如图9所示500mm/s速度结果的最大、最小应力分别为387MPa和-90MPa。与5 000mm/s速度的计算结果323MPa和-73MPa相比,最大应力相差20%,故仿真时应尽量选用较低的冲压速度进行计算。

根据图8所示的测点量取厚度进行对比,结果如表2所示。可以看出采用以上两种速度进行仿真对轮辐截面厚度影响不大,因此今后在进行试算时,可选择较大的冲压速度以缩短计算时间。

3. 结语

在一次拉伸仿真过程中,落料前小孔和落料后的大孔的大小

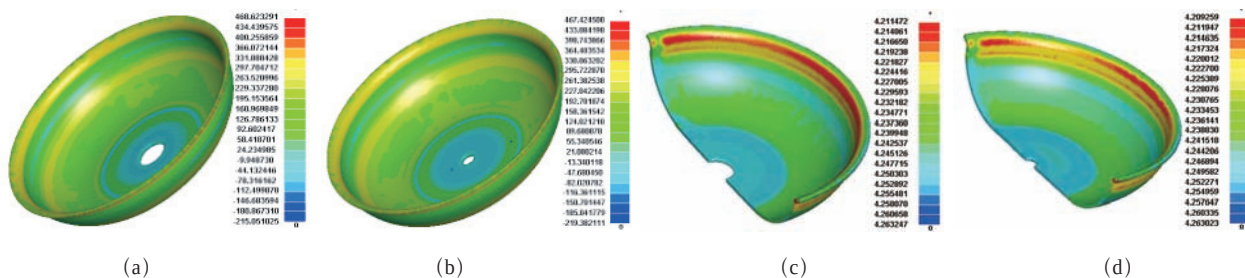


图6 定位孔大小对一次拉伸结果影响

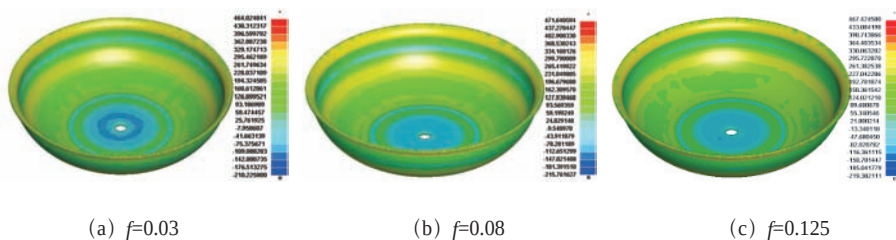


图7 不同摩擦系数对一次成形应力结果的影响



图8 一次成形剖面及测点分布图

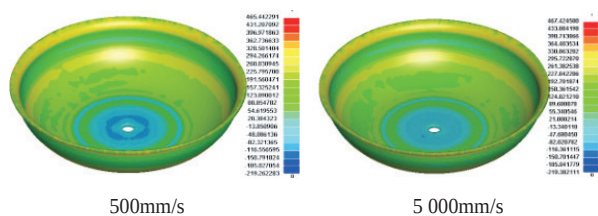


图9 不同冲压速度对一次成形应力结果的影响

表1 一次成形后不同仿真摩擦因数下测点厚度表(单位:mm)

摩擦系数	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.03	4.214	4.245	4.237	4.249	4.250	4.250	4.236	4.244	4.220
0.08	4.213	4.245	4.236	4.249	4.250	4.250	4.236	4.243	4.218
0.125	4.211	4.244	4.236	4.249	4.250	4.250	4.235	4.243	4.217

蓝帜金工：专注高品质，做世界刀具行业先行者

■ 《金属加工》记者 韩景春 曹雪雷 黄 英



德国LMT TOOLS齿轮加工刀具全球负责人Thomas Falk

德国蓝帜金属加工技术集团（LMT TOOLS）自1997年进入中国以来，在北京、上海、沈阳、

重庆和武汉等多个城市成立了办事处，能够根据客户的需求提供完美的刀具解决方案和不同等级

的刀具管理服务。蓝帜金工作为以技术创新为导向的专业刀具公司，产品销往100多个国家，涉及航天航空、汽车、轨道交通、船舶及工程机械等多个领域。不管世界对蓝帜金工的熟悉程度如何，蓝帜金工的经营水准、产品技术和创新能力都有着一般企业无法企及的竞争优势。

专业技术助力多领域全面增长

2017年中国机械行业出现积极态势。蓝帜金工也不例外，在这个整体向好的大环境中取得了不错的成绩，尤其是在汽车

表2 测量点厚度对比结果

模具速度/ (mm·s ⁻¹)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
500	4.205	4.243	4.234	4.249	4.250	4.249	4.234	4.242	4.221
5 000	4.211	4.244	4.236	4.249	4.250	4.250	4.235	4.243	4.217

对成形后零件的应力、厚度分布基本没有影响；模具与工件间接触摩擦系数变化对仿真结果影响较少；模具冲压速度越快，零件应力越大，但对轮辐界面厚度影

响不大。

参考文献：

- [1] 焦明成. 高强度钢圈轮辐成形的数值模拟与工艺参数优化[D]. 广西：广西科技大学，2015.

- [2] 陈龙，郭福林，王炯，等. 基于数值模拟的中厚板零件冲压工艺研究[J]. 模具技术，2012（5）：6-10.

- [3] 何金保，孙东明，肖阳，等. DYNIFORM-PC在板料成形中的应用[J]. 昆明理工大学学报（自然科学版），2004，29（6）：46-49.

MW（收稿日期：20170703）