

基于成形法的高强钢车轮过盈配合有限元分析

■ 浙江金固股份有限公司研发中心（杭州 311400） 陈 磊 李顺平 袁海州

摘要：过盈配合是车轮的一个重要参数，影响车轮的装配和疲劳。本文采用成形法分析了过盈配合的装配过程，从应力应变和变形得到了过盈量对变形的影响。对于选定的15X6j高强钢车轮，综合在0.8mm的过盈量最佳。该方法可对车轮的设计提供参考。

汽车车轮是关乎汽车安全的主要部件之一。汽车车轮的变化大，是影响汽车外观的主要零件。汽车车轮目前主要有两种，一种是铝合金车轮，一种是钢制车轮。铝合金车轮由于外观漂亮、轻质且耐腐蚀等，在小型车中得到了广泛的应用，但是价格高。钢制车轮由于生产自动化程度高，且价格低、耐疲劳冲击等，仍在市场中占有很大的份额，特别是在汽车备轮、商用车中得到广泛应用。

随着600MPa级别的车轮用高强钢板的开发成功，目前车轮已经大面积采用高强钢板制造。采用高强钢板的车轮，由于成形难度大，设计要求与传统的低碳钢差别大。钢制车轮由轮辋和轮辐两部分组成，其中轮辋和轮辐之间采用过盈装配。过盈装配对车轮的内部受力和疲劳性能有较大的影响，王海霞等研究了过盈装配的车轮径向疲劳特性，发现过盈应力对疲劳有很大影响，不能忽略。高飞虎采用弹塑性理论对

过盈装配进行了设计，但是公式非常复杂。过盈配合的生产是采用冲压法进行的，前面的研究均未考虑冲压的影响，本文采用成形法对过盈配合的过盈量进行有限元分析，为未来的车轮设计提供了一种方法。

1. 车轮结构的有限元建模

15X6j车轮的断面如图1所示。在轮辐和轮辋的配合中，有一个过盈量 Δ 。该过盈量一方面是为了装配过程中的定位需要，方便后面的焊接过程不发生偏移，另外也对疲劳性能有影响。采用成形法的有限元模型如图2所示，底板和冲头采用两条刚性直

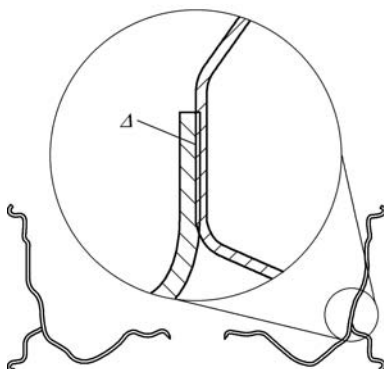


图1 车轮示意图

线描述，轮辋不动，轮辐在冲头的作用下向下运动，进行装配，与实际的成形过程相符。

模拟采用轴对称模型，忽略轮辐中的通风孔。单元采用轴对称4节点单元。材料为浦项SPFH590，材料性能如表1所示。模拟过程中采用库仑摩擦模型，

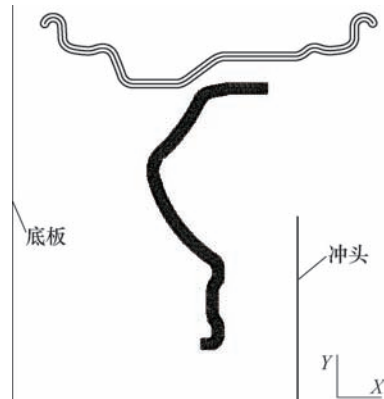


图2 有限元模型

表1 SPFH590材料参数

杨氏模量 E /GPa	210
屈服强度 σ_s /MPa	538
抗拉强度 σ_b /MPa	617
延伸率 (%)	22
泊松比 ν	0.3
材料常数 K /MPa	940
应变硬化系数 n	0.16

计算过程考虑大变形基于更新的拉格朗日法,采用牛顿法进行迭代。

2. 冲压过程分析

图3给出了冲压过程的模拟。冲压过程中首先底板和冲头接触轮辋和轮辐(见图3a),然后冲头沿着-X方向运动50mm(见图3c),接着冲头反向,沿着X方向运动5mm(见图3d),卸载内部的力,然后进行分析材料内部的应力应变。

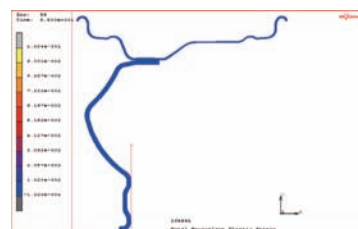
3. 不同过盈量分析

采用不同的过盈量分析冲压后对轮辋轮辐变形后应力应

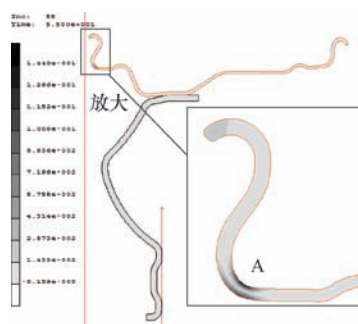
变的影响。过盈量从0.4mm到1.5mm。本分析中轮辋厚度为2mm,轮辐厚度为3.8mm,摩擦系数为0.1。如图4所示,给出了不同过盈量的应力分布,从图4中可以看出,0.8mm以下的过盈量,应力集中在轮辋和轮辐的接触配合处,其他地方没有应力,大于1mm过盈量后,应力在轮辋的圆角和胎圈座部位出现,随着过盈量的增大,应力的范围也增大,当应力超过1mm时,轮辋发生变形,达到1.5mm时,轮辋发生严重变形。

图5给出了等效塑性应变分

布,过盈量为0.8mm时,没有塑性变形,只发生弹性变形,过盈量为1.5mm时,发生严重的塑性变形。



(a) 0.8mm



(b) 1.5mm

图5 不同过盈量的塑性应变分布

综合应力应变分析的结果,过盈量在0.8mm左右较好。

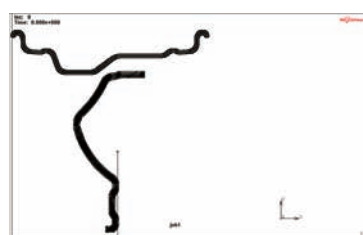
4. 结语

过盈配合是车轮的一个重要的参数,影响车轮的装配和疲劳。本文采用成形法分析了过盈配合的装配过程,从应力应变和变形得到了过盈量对变形的影响。对于本研究的车轮,过盈量在0.8mm以下时,没有发生塑性变形,应力只分布在轮辋和轮辐的接合处,超过1mm过盈量后,有塑性变形发生,影响车轮的几何精度,因而必须避免。本文的方法可对车轮的设计提供参考。

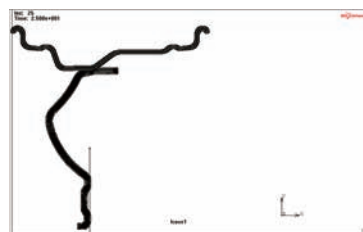
参考文献:

- [1] 孟宪堂,郭子峰,李飞,等. 首钢590MPa级高疲劳寿命轮辐用钢的研制[J]. 锻压技术, 2015, 40 (4): 121-125.

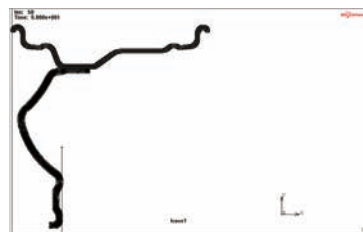
MW (收稿日期: 20160918)



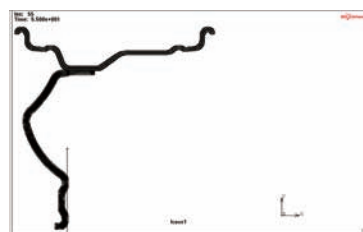
(a) 初始状态



(b) 行程25mm

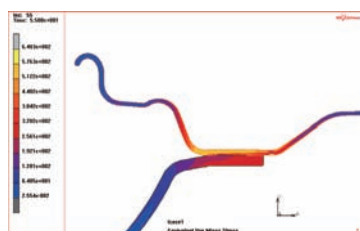


(c) 行程50mm

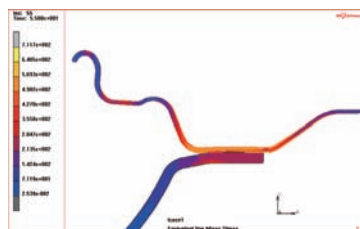


(d) 反向运动5mm

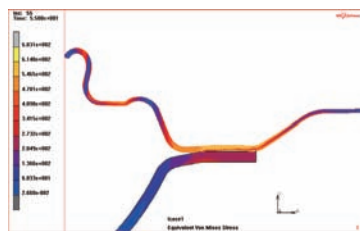
图3 冲压过程



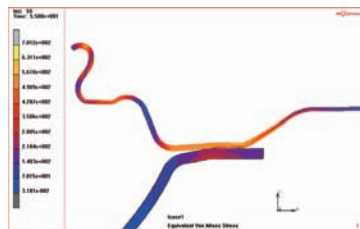
(a) 0.8mm



(b) 1mm



(c) 1.2mm



(d) 1.5mm

图4 不同过盈量的应力分布