

基于 ANSYS 的后装压缩式垃圾车刮板有限元分析

刘同举¹, 潘新福², 王伟³

- (1. 江苏悦达专用车有限公司 江苏 盐城 224051;
2. 中汽中心盐城汽车试验场有限公司, 江苏 盐城 224100;
3. 盐城工学院 机械工程学院, 江苏 盐城 224051)

摘要:刮板是后装压缩式垃圾车用于收集垃圾的主要工作部件,其受力变形问题对整车的工作性能影响较大。为了实现轻量化设计,在分析刮板受力的基础上,利用 NX 和 ANSYS 软件,建立简化模型、划分网格、添加载荷与约束,得到刮板的应力应变云图;通过分析应力应变云图,得出刮板的最大应变出现在刮板下半部分的中部,最大应力出现在零件间接缝处的结论。因此,通过采取筋板不均匀布置、刮板两侧减重、增强压板接缝处的焊接质量,对刮板结构优化,进而节约企业成本、提高竞争力有较大的好处。

关键词:压缩式垃圾车;刮板;ANSYS;有限元分析;轻量化

中图分类号:U469.691 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-5322(2017)02-0042-04

伴随着全球资源的日趋紧张以及节能减排的要求,汽车轻量化技术作为节能环保的主要手段,已经在国内外汽车企业和研究机构中引起高度重视。各大汽车厂商纷纷通过设计合理的结构、使用轻质材料等实现汽车的轻量化生产。后装压缩式垃圾车集垃圾收集、压缩、转运、自卸于一体,因装载能力强、密封效果好、二次污染少、处理垃圾成本低、自动化程度高,成为现代城市生活垃圾收集、运输的理想工具^[1]。

在后装压缩式垃圾车的轻量化生产中,后装压缩式垃圾车因为底盘改造余地较少,其轻量化设计主要在上装。后装压缩式垃圾车上装主要有车厢、推板、填料器、刮板、滑板等,其中,刮板是后装压缩式垃圾车垃圾收集的主要工作部件,其工作时受力变形等特性对整车的工作性能有较大的影响^[2],所以对刮板的研究是垃圾车设计的重要内容。本文重点以刮板为例,对其进行有限元分析。

孔2通过轴与刮板油缸相连。装载垃圾时,油缸工作,推动孔2处的轴,使刮板绕着孔1处的轴向下旋转,滑板通过滑板油缸将刮板和刮板内的垃圾一起向上提升,把垃圾刮入箱体;返回时刮板打开,滑板向下。经多次反复将垃圾压实压满。

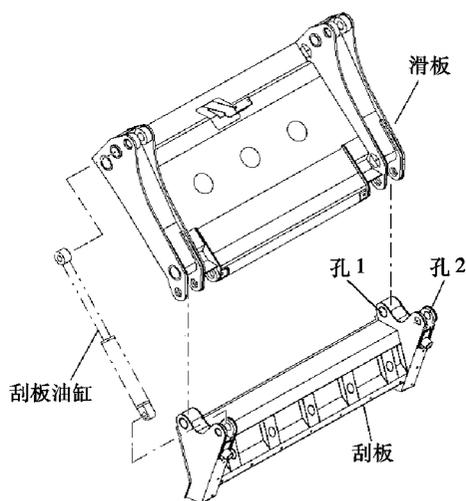


图1 刮板安装示意图

Fig. 1 Installation diagram of the scraper

1 刮板的工作原理

如图1所示,刮板的孔1通过轴与滑板相连,

收稿日期:2017-03-13

基金项目:江苏省产学研前瞻性联合研究项目(BY2016065-54)

作者简介:刘同举(1981—),男,江苏射阳人,工程师,主要研究方向为环卫车辆设计。

2 载荷分析

刮板在运动过程中受到的载荷包括刮板油缸的推力、滑板的反作用力、刮板正面垃圾的压力以及刮板与导轨之间的摩擦力,为研究方便,用刮板正面的等效压力 F 代替后两个力的合力^[3]。

刮板在运动过程中受力的大小和方向均在变化,其中垃圾和摩擦对刮板的最大反作用力出现在一个推压垃圾循环终了的时候,此时刮板的位置和受力如图 2 所示。图 2 中 $F_{1x} = 70\ 525\ \text{N}$, $F_{1y} = 64\ 592\ \text{N}$, $F_2 = 62\ 707\ \text{N}$, $F = 34\ 300\ \text{N}$ ^[2]。

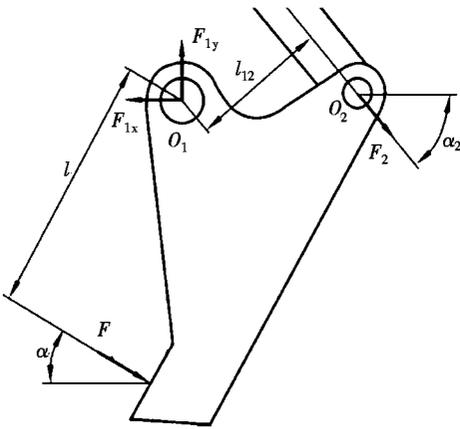


图 2 刮板受力分析

Fig.2 Force analysis of the scraper

3 刮板的有限元分析

为提高有限元分析的效率和网格质量,在对刮板进行有限元分析时,对刮板实际模型进行假设,包括简化或删除部分对分析结论影响较小的部件和加工特征,如刮板模型中的小孔、圆倒角等。对假设后的模型使用 NX 8.5 软件中同步建模、提升体等模块完成刮板三维假设模型的建立,再利用 NX 8.5 和 ANSYS 的无缝接口将该简化模型导入 ANSYS Workbench(简称 AWB)的 DM 模块,利用 AWB 将体单元转为面单元。

刮板的主要部分均由钢板焊接而成,现行使用的刮板材料主要有 Q235-A 和 Q390 钢,这两种材料的力学性能参数如表 1 所示。刮板材料的参数取值如下:密度 $7\ 850\ \text{kg}/\text{m}^3$,弹性模量 $2.06 \times 10^5\ \text{MPa}$,泊松比 0.3。在有限元分析时,刮板采用多体部件(From New Part),以实现零件的节点共享;对分散零件间的结合面采用绑定接触,其它未能生成结合面的零部件利用手动方式实现接触。

3.1 有限元模型的建立

由于刮板零件之间的装配存在穿透、分离等问题,且刮板模型相比其它部件较简单,因此将刮板模型通过布尔运算合并为一个整体,运用 AWB 的智能化自动网格划分功能对刮板模型进行网格

表 1 刮板材料力学性能

Table 1 Mechanical properties of scraper materials

钢板型号	公称厚度(≤16 mm)下 屈服点/MPa	抗拉强度/MPa	弹性模量/ 10 ⁵ MPa	泊松比
Q235-A	235	370 ~ 500	2.0 ~ 2.1	0.25 ~ 0.28
Q390	≥390	490 ~ 650	2.06	0.25 ~ 0.3

	A	B	C	D
1	Contents of Engineering Data		source	Description
2	Material			
3	Structural Steel			Fatigue Data at zero mean stress comes from 1998 ASME BPV Code, Section 8, Div 2, Table 5-110.1
*	Click here to add a new material			

图 3 添加材料

Fig.3 Added material

划分。根据刮板大小设置网格尺寸为 20.0 mm,划分后的节点数为 177 129,单元数为 89 022,完成的有限元模型如图 4 所示。

将采用自动网格划分技术划分出来的四面体

单元网格用雅克比(Jacobian Ratio)进行网格质量评估。雅克比可以理解为二次单元模拟的弯曲几何体弯曲部位的弯曲度,在雅克比不大于 40 时是可以接受的^[4]。刮板的雅克比检查如图 5 所

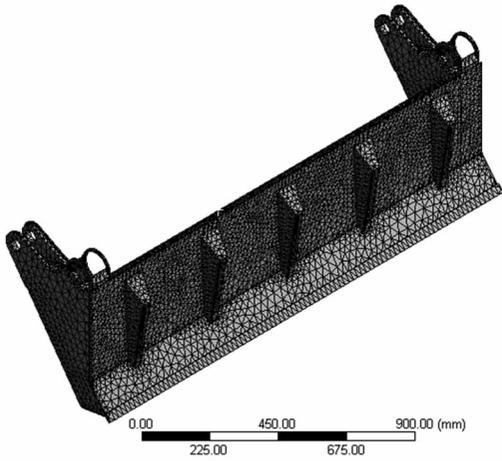


图 4 刮板有限元模型
Fig. 4 FEM of the scraper

示,雅克比平均值为 9.421 8,小于 40,网格质量处于可接受的范围。

3.2 载荷与约束

由于刮板运动缓慢,其与油缸接触处的安装油缸的孔对整体变形的影响不大。为方便分析,默认图 1 中与刮板油缸相连的孔 2 为固定约束(即图 6 中的 B),设置刮板与滑板铰接处的接触为圆柱支撑约束,此时刮板的载荷与约束如图 6 所示。

3.3 有限元结果分析

刮板变形云图、应力云图分别如图 7、图 8 所示。由图 7 可知,刮板下半部分中部的位移大于其他部分,且呈半椭圆形;刮板整体变形量小于 1 mm,相对垃圾车其它部件变形较小。

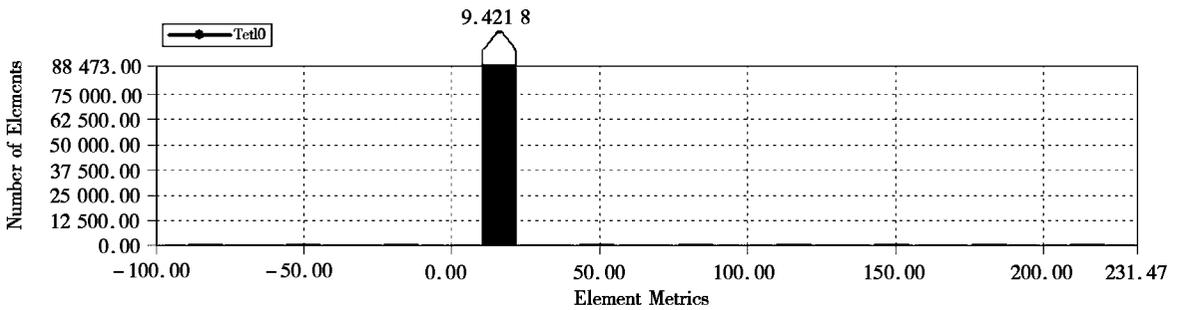


图 5 刮板网格雅克比检查
Fig. 5 Jacobian ratio check of the scraper

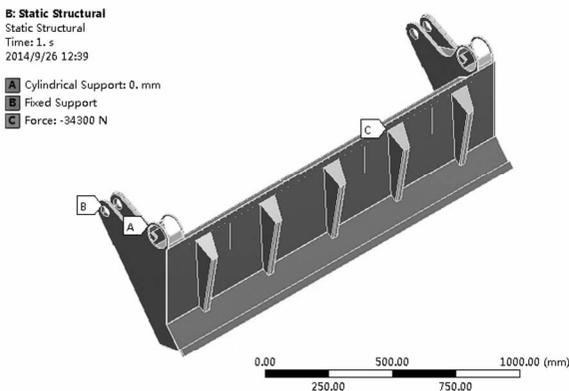


图 6 刮板载荷与约束
Fig. 6 Load and constraint of the scraper

图 8 中深色表示应力小于 29.144 MPa 部分,浅色表示应力小于 87.327 MPa 部分,两者都处于零件间的接缝处。由图 8 可以看出,刮板的整体应力不超过 87.327 MPa,但局部高于 203.69 MPa,较大应力发生在零件间的接缝处。刮板有限元分析结果整体显深色,且比较均匀,绝大部分应力值小于 87.327 MPa,整体结构符合要求。

4 结束语

通过对垃圾车刮板简化模型的有限元分析,得出刮板的最大应变出现在刮板下半部分的中部、最大应力出现在刮板零件间接缝处的结论。通过采取筋板不均匀布置、刮板两侧减重、增强刮板接缝处的焊接质量等措施,对刮板进行优化后应用于实际产品的生产中,取得了良好的效益。

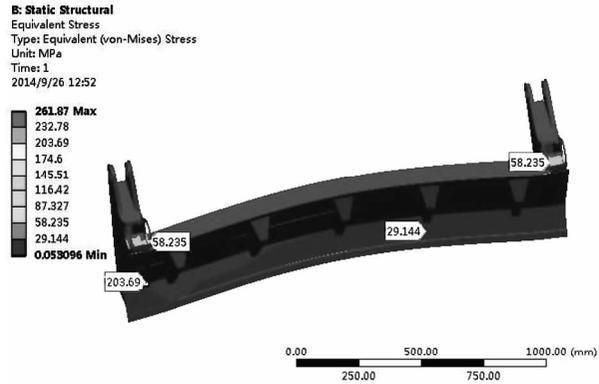
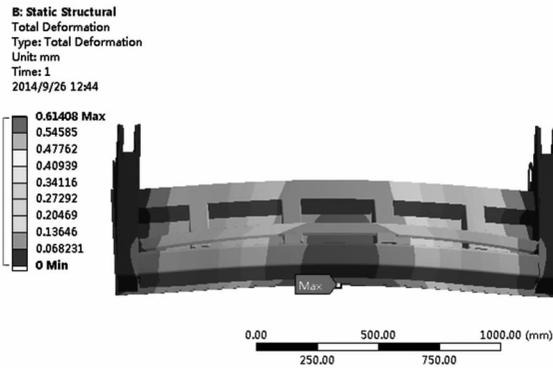
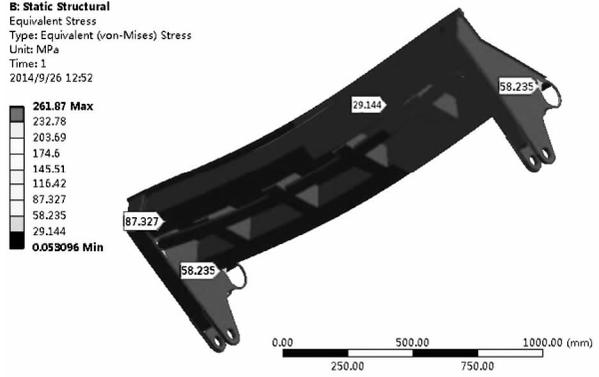
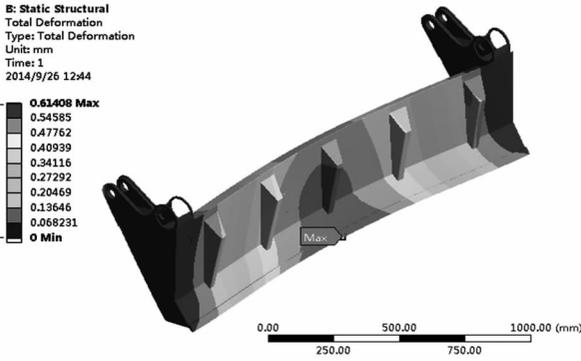


图 7 刮板的变形云图

图 8 刮板的应力云图

Fig. 7 Nephogram of the scraper deformation

Fig. 8 Nephogram of the scraper stress

参考文献:

- [1] 李崇明,万淑敏,崔弘,等. 压缩式垃圾车推板有限元分析[J]. 环境卫生工程,2005,13(4):43-45.
- [2] 高翔,奚炜,王琪,等. 环保垃圾车刮板有限元分析及轻量化设计[J]. 拖拉机与农用运输车,2009,36(4):88-90.
- [3] 章正刚. 后装压缩式垃圾车设计与分析研究[D]. 长沙:长沙理工大学,2012:41-43.
- [4] 宋勇,艾宴清,梁波. 精通 ANSYS 7.0 有限元分析[M]. 北京:清华大学出版社,2003.

Finite Element Analysis of Rear Loading Compression Garbage Truck Scraper Based on ANSYS

LIU Tongju¹, PAN Xinfu², WANG Wei³

- (1. Jiangsu Yueda Special Vehicle Co., Ltd, Yancheng Jiangsu 224051, China;
- 2. CATARC Yancheng Automotive Proving Ground Co., Ltd, Yancheng Jiangsu 224100, China;
- 3. School of Mechanical Engineering, Yancheng Institute of Technology, Yancheng Jiangsu 224051, China)

Abstract: Scraper is the main working part of garbage collection in the rear loading compressed garbage truck, and the stress deformation has large influence on working performance of the vehicle. In order to realize the lightweight design, based on the analysis of the force of the scraper, the simplified model is established by NX and ANSYS software, and the stress and strain nephogram are obtained by dividing the mesh and adding the load and the constraint. By analyzing the stress and strain nephogram, the maximum strain of the scraper appears in the middle of the lower half of the scraper, and the maximum stress appears at the indirect joint of the parts. Therefore, through the uneven arrangement of the stiffened plate, the weight reduction on both sides of the scraper and the enhancement of the welding quality at the joint of the pressboard, it is of great benefit to the optimization of the scraper structure, thereby saving the cost of the enterprise and enhancing the competitiveness.

Keywords: compression garbage truck; scraper; ANSYS; finite element analysis; lightweight (责任编辑:李华云)