

基于有限元的某小型货车紧急转弯工况下车架应力分析

徐和林

(四川省广汉市金沙传动机械有限公司 四川 广汉 618302)

摘要: 车架是车辆结构中的重要部件,直接决定了车辆的性能和寿命。本文以某小型货车车架为研究对象,构建了该型货车车架的有限元几何模型,将货车紧急转弯的行驶状态转换为车辆惯性力并作为车架计算的载荷,采用有限元法计算了该货车在紧急转弯工况下车架的受力状况,并以货车匀速行驶状态作为参照进行对比分析,找出了在该状态下车架结构的应力分布特性,为车架或者同类结构的设计和改进优化提供一定参考。

关键词: 货车车架;有限元;紧急刹车

0 引言

当前,承担主要运输任务的交通工具仍然是货车,特别是中、小县城之间的区间货物运输。同时,伴随现在的线上叫车业务发展,小型货车的运输量以及货运占比进一步增加,从而使得包括新能源在内的小型货车得到了较好的发展。汽车车架是整个汽车的装配基础,也是整个汽车的基体。车架在工作中不仅支撑汽车各部件的重量,而且还要承受发动机的动载荷、地面通过减震装置传来的支反力、张紧缓冲力、刹车或者转弯工况下的惯性力以及其他工作载荷等的作用,车架的受力工况复杂。

由于货车行驶工况较为复杂,有紧急转弯、紧急制动等一系列给车架带来剧烈损伤的行驶工况,为充分定量分析这些工况对车架结构带来的影响,本文以某小型货车车架作为研究对象,对其在紧急转弯工况下车架的应力、变形进行有限元仿真计算,并与理想匀速行驶状况进行对比,获得了该型货车车架在紧急转弯工况下的应力应变特性。

1 车架简介及有限元模型构建

该型货车为一小型燃油货运汽车,车辆核定载重为 1.499t,市场定位主要为城际网约小型货车,具有使用频率高、载重量大、车辆行驶速度较快等网约车的显著特点。其车架由 10 根横梁、22 根纵梁构成,结构上除极少部分支撑梁或者其他特殊需要,如油箱架等结构外,结构保持对称。同时,车架发动机布置方式为发动机后置,各纵梁之间采用连接板搭接,然后焊接

连接形成坚固的刚性结构。

车架总长 3.8m,总宽 1.45m,总重量 0.34t,整车空载为 1.2t。纵梁材料采用汽车大梁专用热轧钢板 510L,其断面截面为矩形箱体结构;其横梁与支撑梁根据承载情况截面积不同,分为矩形箱体、槽型结构。

由于车架结构较为复杂,如果完全按实际模型构建有限元分析模型,存在计算时间长、建模难度大、分析结果因为结构奇异而失真等现象,如螺纹连接孔等结构。为此,需要对其进行一定简化,本文对改型车架简化如下。

(1) 忽略结构中受力很小或不受力的部件。有些部件仅为满足连接或者装配其他零部件而设计,而非强度、刚度设计关注的重点,如安装水箱、空调处的连接板等。

(2) 细节处理。由于实际工程设计中很多结构的变化是因加工工艺等工作功能所需,因而在对其进行分析计算时,可将这类细小的结构忽略不计,如小孔(螺栓孔、铆接孔等)、倒角、凹槽等。

考虑结构的计算量、各结构之间的焊接连接等特性,直接采用面结构构建车架计算模型,并采用壳单元进行有限元离散,在壳单元中定义车架结构的厚度。离散后车架有限元模型如图 1、图 2 所示。

2 理想行驶工况车架受力分析

理想行驶工况的计算是为特殊工况计算结果作为对比的参照,是对货车进行这样一种假设行驶状态:货车车轮在同一水平面着地,地面无凹坑、车架不受弯扭、车辆在直线匀速行驶状态下、无任何加速度等惯性载

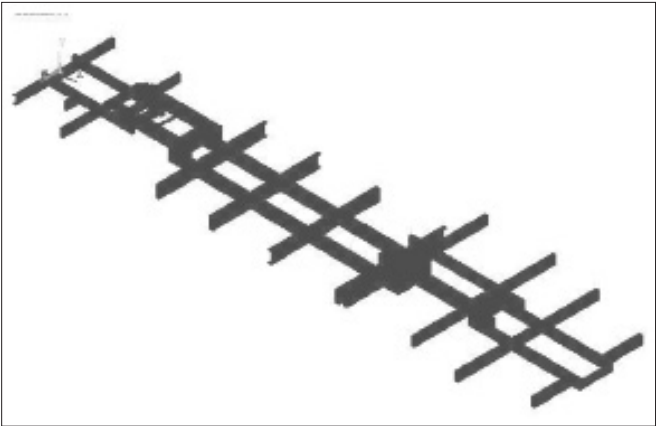


图 1 货车车架的有限元模型

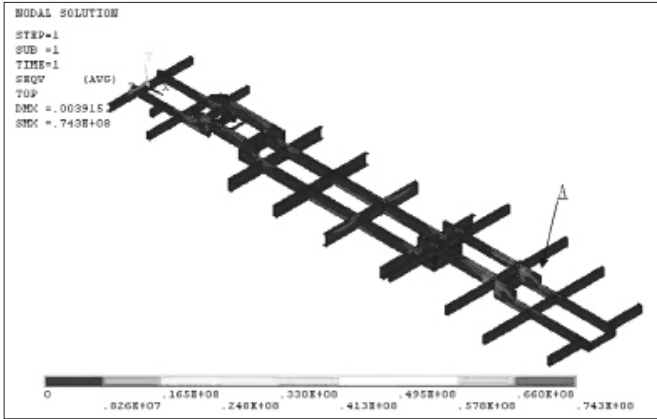


图 3 车架理想行驶状态下的应力图

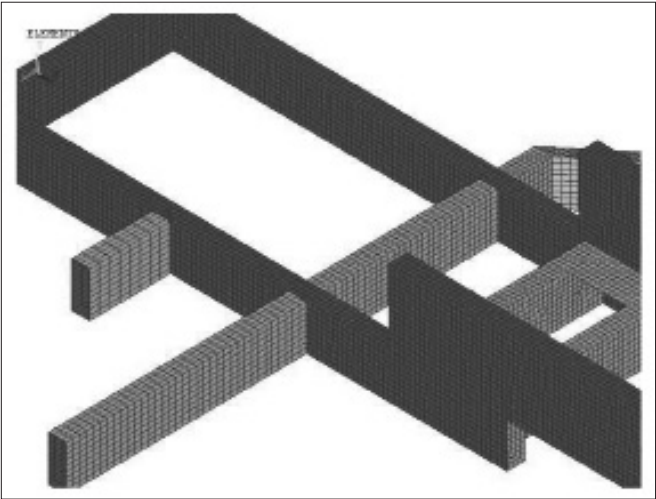


图 2 放大车架局部有限元网格

荷的受力工况。但考虑到发动机的冲击载荷等其他动载荷的作用，因此通过有限元计算模拟该工况时车架承受的质量和载荷需乘以一定的动载荷系数。相关研究表明：在对车架弯曲工况进行模拟时，最大动载荷系数以不超过 2.5 为宜。

约束条件：施加在前后悬架弹簧与车架的连接处，前后共施加 8 处约束。

载荷处理：对于车架直接承载的载荷，乘以相应的动载荷系数，通过选取对应位置的节点并施加在节点上；车架自重通过惯性力施加，取重力加速度为 9.8m/s^2 ，方向与重力方向相反。通过有限元分析计算，得出该型车架在满载弯曲工况下的应力分布情况见图 3。

在该理想行驶工况下车架最大的应力为 74.3MPa，位于应力云图中的 A 点。该处为车架右侧第 4 纵梁与第 5 纵梁的交接处，也是车架右侧后轮纵梁与悬架连接处。此处为悬架的所在位置，受其约束的影响和第 4、第 5 纵梁的连接出现了应力集中，而车架的其余结构大部分的应力都相对较小，均在 20MPa 以下。同时，

在左侧的对称位置上，应力的分布和大小与该位置基本相同。为进一步评价车架的应力状态，将车架结构所有的计算节点应力值进行统计分析，结果如图 4 所示。

从图 4 可以看出，整个车架在理想行驶状态下大部分结构的应力均处于 20MPa 以下，在 50MPa 以上的仅占结构的 0.02%，仅为局部连接区域；20 ~ 30MPa 的结构占比为 0.63%。

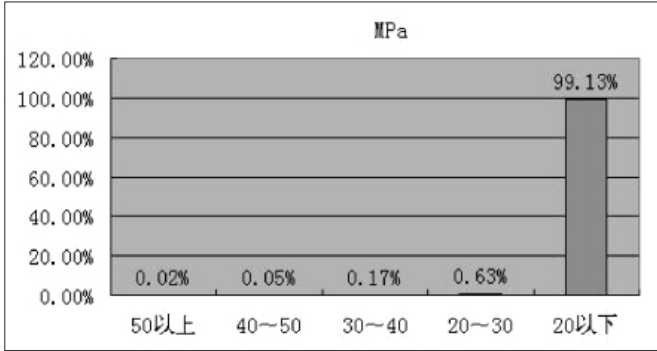


图 4 车架在理想行驶工况下的应力分布比

3 紧急转弯工况

紧急转弯工况是货车在满载并在紧急转弯情况下带有侧向离心力作用的受力状态。边界条件与满载弯曲工况相同。

载荷的施加：对于车架直接承载的载荷，乘以相应的动载荷系数，通过选取对应位置的节点并施加在节点上，与理想行驶状态下的相同；由紧急转弯所带来的侧向离心力及转弯减速的过程所带来的减速加速度载荷：取地面附着系数为 0.4，施加一个侧向加速度 0.4g 的惯性力；由于车架沿长度方向（几何模型图中的 XY 平面）左右对称，因此惯性力朝左或者朝右施加均可，本文参照货车操纵过程中的习惯，惯性力向右方向施加，即有限元模型中的 Z 轴反方向施加，再考虑车架的自重。

经有限元分析,车架在紧急转弯工况下的应力如图5所示。

进一步对紧急转弯工况下结构的应力结果进行整理分析,统计所有节点的应力计算结果,得到整个车架在紧急转弯工况下的应力分布比重(图6)。

通过计算可知,该货车车架在紧急转弯工况下最大应力为76.2MPa,与弯曲工况最大应力点处于相同位置,如图4中的A点;车架模型的应力分布比重如图5所示,整个车架99%区域仍处在20MPa以下。

对比在理想行驶工况下车架的受力情况,其最大值略有增加,增加不大;但高应力结构的占比有所上升,在转弯工况下车架在50MPa以上区域占整个结构的0.03%;40~50MPa的占比为0.04%。从最大应力值、结构的应力分布状态来看,该型货车车架存在优化的空间,可以在对结构进行其他特性分析后进行优化,

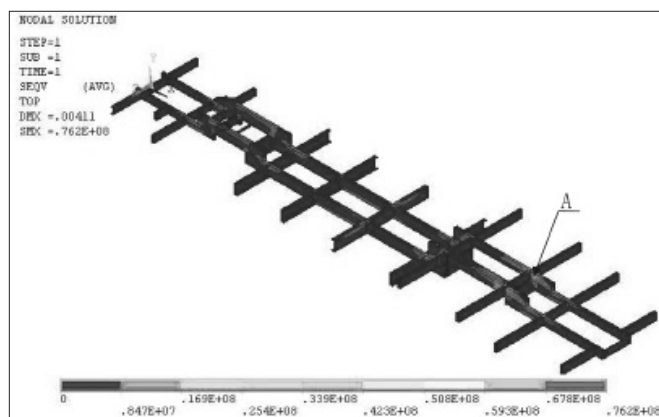


图5 车架在转弯工况下的应力图

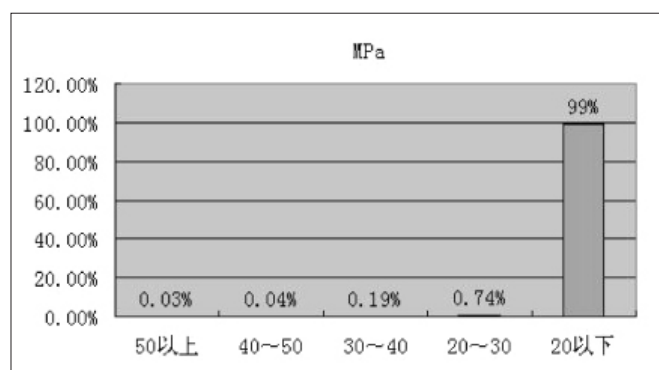


图6 车架在转弯工况下应力分布比重

以减轻重量及降低成本。

限于篇幅,本文不列出车架结构的位移云图,对其位移计算结果分析如下:在紧急转弯工况下,车架结构的最大位移为4.11mm,而理想行驶工况下最大位移值为3.92mm,两种工况下结构发生最大位移的位置相同。进一步从整体变形上可以看出,车架整个变形与弯曲工况类似,并且变形保持对称。但由于侧向力的作用及减速加速度的惯性作用,车架整个位移较理想行驶工况大,并且在车架第3纵梁中间处,车架变形明显比理想行驶工况大。

4 结语

通过对车架进行有限元建模及仿真分析,得出了车架在紧急转弯工况下的受力和变形特性。通过与理想行驶状态下车架的受力特性相比,其结果表明结构的应力最大值两者相当,但应力分布存在一定差异,这主要是由于转弯工况下结构所受的惯性力影响。同时,在转弯工况下车架结构的位移较弯曲工况大,其最大位移量发生在车架第3纵梁中间处,车架变形明显比理想行驶工况大。从车架结构的总体应力来看,大部分结构均处于低应力状态,可以进一步对车架其他工况进行分析后对结构进行优化;对于结构的变形量,可以通过支撑结构或约束限位,降低结构的变形量。

参考文献:

- [1] 曹群豪. 军用客车车身骨架结构随机振动特性与疲劳强度分析[D]. 上海:上海交通大学,2007.
- [2] 潘仲兴,殷云梓. 装载机前后车架铰接结构的改进[J]. 工程机械,2000,31(11):5-6.
- [3] 周伟,周宁,王冬栋,等. 基于HyperWorks的车身结构刚度与模态分析[J]. 机械制造与自动化,2015(02):139-142+163.
- [4] 迟永滨. 装载机工作装置钢结构强度计算方法研究[J]. 机械强度,2002(01):136-139.

作者简介: 徐和林(1985.06-),男,汉族,四川通江人,硕士研究生,工程师,研究方向:产品强度、机械设计。