

Discussion on the Lightweight Design Concept of Mining Dump Truck Structure

Changguan Wang

Weichai (Yangzhou) Special Vehicle Co., Ltd., Yangzhou, Jiangsu, 225100, China

Abstract

Mining dump trucks are commonly used equipment in the process of mineral resource extraction. Lightweight design of their structure can further improve the vehicle's economy, safety, and environmental friendliness, providing more assistance for mineral resource production. The paper also focuses on this topic, mainly discussing from multiple dimensions such as the structure of mining dump trucks and the lightweight design ideas of mining dump truck structures. It is hoped that through the exploration and analysis of the paper, more references and inspirations can be provided for relevant personnel to effectively optimize structural design and improve the quality and level of lightweight design of mining bicycle structures.

Keywords

mining dump truck; structural lightweight design; design idea; summary of key points

略谈矿用自卸车结构轻量化设计思路

王昌管

潍柴(扬州)特种车有限公司, 中国·江苏扬州 225100

摘要

矿用自卸车是矿产资源开采过程中的常用设备, 对其结构进行轻量化设计可以进一步提高车辆的经济性、安全性和环保性, 为矿产资源生产提供更多助力。论文也将目光集中于此, 主要从矿用自卸车结构和矿用自卸车结构轻量化设计思路等多个维度展开论述, 希望通过论文的探讨和分析可以为相关人员提供更多的参考与借鉴, 有效优化结构设计, 提高矿用自卸车结构轻量化设计的质量和水平。

关键词

矿用自卸车; 结构轻量化设计; 设计思路; 要点总结

1 引言

经济社会的迅速发展让现阶段社会对于矿产资源的需求量变得越来越高, 矿产资源开采规模越来越大, 而在矿产资源开采的过程中矿用自卸车是较为常用的机械设备, 对于提高矿产资源开采效率和质量起到了至关重要的影响。但是, 在矿用自卸车应用的过程中很有可能因其重量相对较大存在较多安全隐患, 因此需要对矿用自卸车结构进行轻量化设计, 这不仅可以更好地保障矿用自卸车的应用安全, 还可以在发挥矿用自卸车功能的基础之上降低矿用自卸车运行能耗, 而在分析矿用自卸车结构轻量化设计思路之前首先需要了解矿用自卸车的结构。

2 矿用自卸车的结构及轻量化设计的必要性

一般情况下在矿用自卸车结构分析的过程中, 可以从

车箱、车架、平衡悬梁、发动机、驾驶室等相应重要组件来展开分析。矿用自卸车主要应用于矿产资源的装卸及运输, 是提高矿产资源开采效率的重要设备, 矿用自卸车在卸料时会利用液压缸抬起车箱完成自动化卸料工作, 但是矿用自卸车重量较大的问题很容易影响其功能的有效发挥, 因此做好矿用自卸车结构的轻量化设计是十分必要的, 具体可以从以下两点着手展开分析: 其一, 落实矿用自卸车结构轻量化设计有助于降低矿用自卸车运行时的能耗, 进而提高矿用自卸车使用的经济性和环保性, 通过车辆结构优化减轻车辆自重, 进而减少在矿用自卸车运行期间的燃油损耗和运营成本。其二, 矿用自卸车结构轻量化设计可以更好地延长矿用自卸车的使用寿命, 在矿用自卸车运行期间很容易会受到各种因素的影响导致矿用自卸车出现故障, 既增加了矿产资源开采过程中存在的安全隐患, 也影响了矿用自卸车的使用寿命, 尤其是在矿用自卸车行驶过程中受到的破坏力是矿用自卸车使用寿命的重要影响因素。因为在矿用自卸车运行期间物料质量、车架、平衡悬架、车箱、发动机、驾驶室等不同

【作者简介】王昌管(1982-), 男, 中国江苏徐州人, 本科, 工程师, 从事矿用宽体车及特种车辆设计、开发等研究。

构件的质量是存在鲜明差异的,而在矿用自卸车运行期间又会受道路等多重因素的影响产生一定的惯性力,如转弯、颠簸、倾斜等等,这些都会对矿用自卸车产生较大的破坏和影响进而引发安全事故带来设备故障,而矿用自卸车结构轻量化设计则可以较好地解决这一问题,可以通过降低结构质量的方式来延长其使用寿命并减少安全事故出现的概率。

3 矿用自卸车结构轻量化设计思路

3.1 确定设计方法

在矿用自卸车结构设计的过程中可供借鉴和选用的技术方法是相对较多的,而较为常见且应用效果相对较好的设计方法为参数化设计和有限元分析,即通过建立数字仿真模型的方式模拟矿用自卸车不同构件在外界条件影响下的运行状态,并通过参数调整的方式来判断设计方案的科学性和有效性。有限元分析和参数化设计法在矿用自卸车结构轻量化设计中是十分必要的,这些技术的应用除了可以更加直观的反馈不同设计方案的科学性与有效性以外,还可以通过数字模型构建来最大化的降低设计过程中所需要消耗的成本和资源,减少试错成本,通过模拟分析得出最佳方案,论文着重讲述在矿用自卸车结构轻量化设计中如何应用有限元分析来提高设计质量和设计水平^[1]。

3.2 建立数字模型

首先,为了更好地提高矿用自卸车结构轻量化设计的科学性与有效性,在设计分析的过程中可以根据自卸车的运行需求和常见问题紧抓平衡悬架、车箱、车架等相应重点结构部件构建有限元模型,但是在该过程中需要结合不同结构构件的特点及设计需求来确定单元板块,如车架和平衡悬架以及车箱等相应的结构部件在有限元模型构建的过程中则可以选择 shell63 板单元和 Solid45 实体单元,而在前后板簧有限元模型建设的过程中则可以选用弹性单元 Combin14。

其次,在模型构建和分析的过程中需要充分考量不同部件之间的连接关系和作用关系,建立接触副,然后明确边界约束条件,如前后轮支撑需要设置 Y 向弹性约束、拉杆需要设计 Z 向约束、前后轮需要设计 X 向弹性约束等等^[2]。

最后,需要通过动态模拟工况来,分析如何有效优化矿用自卸车结构,一般情况下在矿用自卸车结构轻量化设计的过程中所需要考量的工况是相对较多的,具体如图 1 所示。

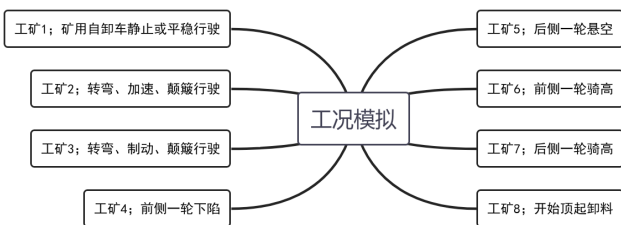


图 1 有限元分析中的工况模拟

3.3 做好数据分析

在数据分析的过程中可以紧抓以下两个要点:

其一,需要做好不同工况下荷载变化的分析,明确不同方向的加速度数值,如在矿用自卸车平稳运行或静止状态下会出现重力加速度,其数值约为 9.8m/s,再例如在矿用自卸车顶起卸料环节会出现 X 向和 Y 向的加速度,拟定液压缸推力达到了 30kn 则加速度数值分别为 0.29m/s 和 9.8m/s。

其二,需要分析不同工况下车架车箱的最大应力部分以及车架安全系数和车箱安全系数,得出了在工矿 1 到工矿 4 车架最大应力部分为平衡悬架支座加强筋,车架安全系数分别为 4.75、2.41、5.66 和 3.27,而在工况 5 到工况 8 中,车架最大应力部分为车架与油缸的相交处,车架安全系数分别为 1.65、1.88、2.36 和 3.52。在工况 1、工况 2 和工况 4、工况 6、工况 7、工况 8 的条件下,车箱最大应力部分为车箱底部纵梁前端,其安全系数分别为 8.85、4.54、4.73、3.63、3.05 和 6.36,而在工矿 3 分析中,车箱最大应力部分为车箱底部底 5 纵梁处,其安全系数为 11.13,工矿 5 车箱最大应力部分为车箱与翻转座连接处,安全系数为 2.61,如表 1 所示,综合数值分析可以发现工况 5 时无论是车架还是车箱的安全系数都是相对较小的,可以借此分析应力状态,并以“MPa”为单位确定具体数值。

表 1 各种工况下的最大应力部位与安全系数

工况	车架最大应力部位	车架安全系数	车箱最大应力部位	车箱安全系数
工况 1	平衡悬架支座加强筋	4.75	车箱底部纵梁前端	8.85
工况 2	平衡悬架支座加强筋	2.41	车箱底部纵梁前端	4.54
工况 3	平衡悬架支座加强筋	5.66	车箱底部底 5 纵梁处	11.13
工况 4	平衡悬架支座加强筋	3.27	车箱底部纵梁前端	4.73
工况 5	车架与油缸的相交处	1.65	车箱与翻转座连接处	2.61
工况 6	车架与油缸的相交处	1.88	车箱底部纵梁前端	3.63
工况 7	车架与油缸的相交处	2.36	车箱底部纵梁前端	3.05
工况 8	车架与油缸的相交处	3.52	车箱底部纵梁前端	6.39

3.4 确定优化方案

矿用自卸车的构成是相对而言较为复杂的,在其结构轻量化设计的过程中所需要考量的要件相对较多,在这样的背景下则必须抓住关键重点来展开分析,提高结构轻量化设计的科学性与有效性,可以从以下几个方面来展开讨论。

3.4.1 车箱底板结构优化

在矿用自卸车使用的过程中物料会冲击车箱底板,这就意味着底板很容易会遭到破坏,在这样的背景下想要完成矿用自卸车结构轻量化设计,提高轻量化设计的质量和水平,就需要充分考量这一问题对车箱底板结构作出适当调整,相关工作人员需要在确定车箱底板质量的基础之上分析在物料下放冲击车箱过程中可能会带来的位移及位移最大值,分析物料卸载的过程中底板结构的最大应力和不同材料以及同一材料不同厚度背景下的允许应力,以此为中心通过材料的更换或材料厚度的适当调整来分析如何有效减轻自

卸车车箱底板质量同时更好地保障其荷载能力。

3.4.2 车箱结构优化

在车箱底板结构优化之后则需要保持已有的优化基础之上对车箱结构作出适当调整,紧抓车箱两边和前端侧板以及前端顶板等相应关键重点进行结构设计和结构分析,在结构优化设计的过程中需要明确车箱结构中除底板外其他结构的结构质量,在此基础之上分析不同工况下的最大应力和不同材料的允许应力,利用数字模型分析如何在保证车箱结构强度的基础之上最大化的减少车箱质量^[1]。

3.4.3 车架结构优化

在车架结构优化的过程中同样需要运用已经优化后的车箱结构来展开分析,判断车架结构中不同构件在1~8工况下的最大应力和材料的允许应力,分析不同方案能否保障车架结构强度以及不同方案相较于原始方案中车架的质量是否发生变化、是否有效降低了车架质量。

3.4.4 结果分析

在结构优化之后还需要对设计方案进行分析,更加精确结构优化以后矿用自卸车的质量变化及矿用自卸车在使用不同工况下的安全系数,分析设计方案的科学性、可行性与有效性。在此之后则需要付诸实践,通过实践分析来更好地判断设计方案的可行性与有效性,这就需要在矿用自卸车设计优化结构调整之前做好基础数据的收集整理工作,明确矿用自卸车的结构重量、矿用自卸车运行过程中所需要投入的资源以及矿用自卸车优化之前的结构特点,然后将设计方案付诸实践,对矿用自卸车进行轻量化改造,在改造结束之后通过试运行的方式来判断改造后矿用自卸车运行数据和改造前矿用自卸车运行数据之间的数据差异,以实践为重要的论证方法提高问题的分析解决能力。

4 总结

通过矿用自卸车结构轻量化设计思路分析可以发现在矿用自卸车结构轻量化设计的过程中可以紧抓以下几个要点做出优化和调整。

第一,可以通过材料优化的方式来实现车辆轻量化,就现阶段来看市场中可供借鉴和选用的材料是相对较多的,而不同材料的质量、性能存在着鲜明差异,可以引入高强度钢或其他轻质合金材料来替代原有材料,在保证材料性能强

度的同时最大化地降低各构件乃至矿用自卸车整体的质量,达到车辆轻量化的设计目标。

第二,可以通过结构优化调节的方式来更好地保障车辆结构轻量化设计的有效性,提高结构优化的实际效果。例如,在车箱结构调节的过程中可以将原有的矩形结构转变为U型结构,这也可以更好的保障车箱结构的稳定性和可靠性,同时通过形状和部件厚度的适当调节来降低车辆的质量。

第三,可以通过参数化设计和有限元分析的方式来保障车辆结构轻量化设计的科学性、有效性,并降低结构轻量化设计所需要消耗的成本和资源,紧抓矿用自卸车的关键部位建立几何模型,并通过模型参数的调整和动态模拟分析如何对部件做出优化和调整在保证矿用自卸车性能满足矿用自卸车使用需求的基础之上最大化地降低矿用自卸车的质量。

第四,可以采用多目标优化方法,所谓的多目标优化方法是指在问题分析的过程中需要立足整体和全局,明确存在哪些冲突目标,通过 Pareto 优化、加权求和、参考点方法、遗传算法、粒子群优化算法等多种方式完成设计变量的灵敏度分析,明确在设计过程中需要考量的变量要素,通过多目标优化达到预期的设计优化效果。

第五,可以通过仿真分析和实验验证的方式来判断设计方案是否可行以及设计方案实际应用所能带来的影响。

5 结语

矿用自卸车结构轻量化设计可以更好地保障矿用自卸车使用的安全性以及矿用自卸车在投入使用以后的经济性,需要引起关注和重视,做好结构轻量化设计,相关人员需要紧抓车箱底板结构、车箱结构、车架结构等相应关键点做好优化设计,通过材料更换、车辆结构调整、有限元分析、仿真分析和实验验证等多种方式来确保矿用自卸车结构轻量化设计的科学性、可行性与有效性。

参考文献

- [1] 杨国彪.大型矿用自卸车厢斗结构轻量化设计方法研究[D].太原:太原科技大学,2024.
- [2] 李石金.自卸车货箱的结构强度分析及轻量化设计[J].汽车科技,2019(6):42-46.
- [3] 马志国,刘朝中,李敏.应用结构轻量化自卸式汽车货箱优化设计[J].机械设计与制造,2018(12):145-149.