

重型卡车底盘悬架锻造零件的性能分析

徐文亮 杨 辉 陈音东

陕西万方汽车零部件有限公司 陕西 西安 710200

摘要: 重型卡车作为现代物流运输的重要工具,其底盘悬架系统的性能直接关系到车辆的行驶稳定性、舒适性和安全性。本文简要介绍了重型卡车底盘悬架系统,分析了重型卡车底盘悬架锻造零件的性能指标,并针对性能分析方法与手段进行了讨论,以期为相关工作人员提供参考。

关键词: 重型卡车; 底盘悬架; 推力杆杆头锻造零件; 性能分析

引言

底盘悬架系统中的锻造零件,如支架、横梁等,作为承受和传递载荷的关键部件,其性能的好坏直接影响到整个系统的稳定性和可靠性。因此,对重型卡车底盘悬架锻造零件进行性能分析,不仅对于保证车辆的整体性能至关重要,而且对于提升我国汽车制造业的技术水平和国际竞争力具有重要意义。

1 重型卡车底盘悬架系统概述

底盘悬架系统是重型卡车中的一个关键组成部分,它主要承担着支撑车身、缓冲路面冲击、保证车辆行驶稳定性以及提供良好驾驶舒适度的重要任务。一个完整的底盘悬架系统通常由多个组件协同工作,其中最为核心和基础的三大组成部分分别是弹簧元件、减震器和导向机构。首先,弹簧元件是底盘悬架系统中最为直观的组成部分之一,其主要作用是储存和释放能量,从而缓冲路面不平整对车身的冲击。在重型卡车中,弹簧元件通常采用螺旋弹簧、钢板弹簧或空气弹簧等形式,这些弹簧元件在受到路面冲击时会产生弹性变形,通过变形来吸收和储存冲击能量,当冲击消失时,弹簧又会恢复原状并释放储存的能量,从而将车身平稳地支撑在车轮之上^[1]。其次,减震器是底盘悬架系统中的另一个重要组成部分,其主要作用是通过阻尼作用来限制车身和车轮的振动。在重型卡车中,减震器通常采用液压式或气压式减震器,这些减震器内部装有阻尼油或阻尼气体,当车身或车轮受到振动时,减震器内部的阻尼油或阻尼气体会产生阻力,从而限制振动的幅度和频率。最后,导向机构是底盘悬架系统中的另一个关键组成部分,其主要作用是控制车轮相对于车身的运动轨迹。在重型卡车中,导向机构通常由控制臂、推力杆等部件组成,这些部件通过连接车轮和车身的关节来限制车轮的运动范围和方向,从而确保车轮在行驶过程中始终按照预定的轨迹运动。

2 重型卡车底盘悬架锻造零件的性能指标

2.1 静态性能指标

2.1.1 强度

强度是衡量材料或零件抵抗外力破坏的能力,对于重型卡车底盘悬架锻造零件来说,强度是一个至关重要的性能指标。由于重型卡车在行驶过程中需要承受巨大的载荷和冲击力,锻造零件必须具备足够的强度以应对这些挑战,高强度材料的使用和合理的锻造工艺可以确保零件的强度满足要求。在实际应用中,锻造零件的强度通常通过拉伸试验、压缩试验和弯曲试验等方法来评估,这些试验可以模拟零件在受到各种外力作用时的受力情况,从而评估其强度性能。

2.1.2 刚度

刚度是描述材料或零件在受到外力作用时抵抗变形的能力,对于底盘悬架锻造零件来说,刚度同样是一个重要的性能指标。刚度的大小直接影响到车辆行驶的稳定性和舒适性,如果零件的刚度不足,会导致车辆在行驶过程中产生过大的变形,影响车辆操控性和乘坐体验^[2]。因此,在设计锻造零件时,需要充分考虑其刚度要求,并采取适当的措施来提高零件的刚度。可以通过优化零件的截面形状、增加加强筋或采用更高刚度的材料来提高零件的刚度。常见的重卡底盘悬架用推力杆锻造零件,球面销总成,球芯为40Gr材料,如表1。

2.1.3 稳定性

稳定性是指零件在受到外力作用时保持其原有形状和位置的能力,对于底盘悬架锻造零件来说,稳定性同样是一个关键的性能指标。由于重型卡车在行驶过程中需要面对各种复杂的路况和载荷变化,所以锻造零件必须具备足够的稳定性以应对这些挑战。稳定性不足会导致零件在受到外力作用时产生过大的变形或失稳,从而影响车辆的行驶稳定性和安全性。

表1 40Gr材料的力学性能

材料 牌号	热处理	毛坯直径 /mm	硬度 HBS	抗拉强度	屈服点	弯曲疲劳	扭转疲劳	许用静应	许用脉动	许用疲劳	用途
				δ_b	δ_s	强度 $\delta-1$	强度 $\tau-1$	力 $[\delta+1]$	应力 $[\delta_0]$	应力 $[\delta_0]$	
40Gr	调质	25	241~286	980	785	477	275	245	118	69	用于载荷 较大, 尺 寸较大 的重要轴
		≤ 100		736	539	344	199				
		$> 100-300$		686	490	317	183				
		$> 300-500$	229~269	640	440	260	67	235	90	53	
		$> 500-800$	217~255	588	343	246	142				

2.2 动态性能指标

2.2.1 疲劳寿命

疲劳寿命是衡量零件在受到周期性应力或应变作用下, 抵抗疲劳破坏的能力, 对于重型卡车底盘悬架锻造零件来说, 疲劳寿命是一个至关重要的动态性能指标。由于重型卡车在行驶过程中需要经历长时间的循环载荷作用, 如路面不平整引起的振动、加速和减速过程中的载荷变化等, 这些都会使零件产生疲劳损伤。因此, 锻造零件必须具备足够的疲劳寿命, 以确保在长期使用过程中不会因疲劳破坏而失效^[3]。疲劳寿命的评估通常基于材料的疲劳特性、零件的应力分布和载荷历程等因素, 通过疲劳试验或数值模拟等方法, 可以模拟零件在实际使用过程中的载荷历程, 并评估其疲劳寿命(如图1, 图2所示)。



图1 重型卡车底盘悬架锻造零件

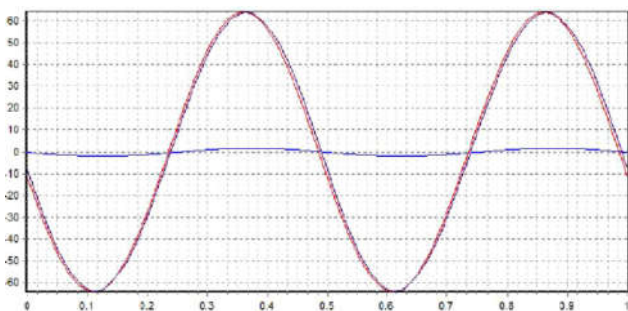


图2 疲劳寿命曲线

2.2.2 振动响应

振动响应是描述零件在受到振动激励时产生的响应特性的指标, 对于重型卡车底盘悬架锻造零件来说, 良好的振动响应性能可以确保车辆在行驶过程中减少振动和噪音, 提高驾驶舒适性和行驶稳定性。振动响应的评估通常包括固有频率、阻尼比和振动传递率等参数, 通过振动试验或数值模拟等方法, 可以获取零件的振动响应特性, 并对其进行优化。为了提高零件的振动响应性能, 可以采取一系列措施, 如增加零件的阻尼比、优化零件的刚度分布、降低零件的固有频率等。

2.2.3 冲击吸收能力

冲击吸收能力是描述零件在受到冲击载荷时抵抗冲击破坏并吸收冲击能量的能力, 对于重型卡车底盘悬架锻造零件来说, 良好的冲击吸收能力可以确保车辆在受到路面冲击或碰撞时, 减少对车身和货物的损伤, 提高行驶安全性。冲击吸收能力的评估通常基于材料的冲击韧性、零件的结构设计和冲击载荷历程等因素。通过冲击试验或数值模拟等方法, 可以模拟零件在实际使用过程中的冲击载荷历程, 并评估其冲击吸收能力。

3 性能分析方法与手段

3.1 有限元分析法(FEA)在性能分析中的应用

在FEA中, 首先需要将重型卡车底盘悬架锻造零件进行建模, 这一步骤通常通过CAD软件完成, 将零件的几何形状、尺寸和材料属性等信息输入到FEA软件中。然后, 进行网格划分, 即将模型分割成一系列的小单元, 这些单元之间通过节点相互连接, 网格划分的质量直接影响到后续分析的准确性和计算效率, 因此需要根据零件的特点和分析需求选择合适的网格划分方法和参数。

工程师需要根据实际情况, 在FEA软件中设定合理的边界条件和载荷, 以模拟零件在实际工况下的受力情况。此外, FEA的仿真结果通常以图像和数据表格的形式呈现, 包括零件的应力分布、应变、位移等信息, 工程师需要仔细解读这些仿真结果, 了解零件在特定工况下的性能表现。最后, 基于FEA的仿真结果, 工程师可以对

重型卡车底盘悬架锻造零件的设计进行优化。例如，针对应力集中的区域，可以调整零件的局部结构或增加加强筋以提高强度；针对振动响应过大的问题，可以优化

零件的刚度分布或增加阻尼材料以降低振动。例如：重卡底盘悬架推力杆杆头锻造零件的分析（如表2），常用45钢作为原材料。

表2 45钢材料的力学性能

材料 牌号	热处理	毛坯直径 /mm	硬度 HBS	抗拉强度	屈服点	弯曲疲劳	扭转疲劳	许用静应	许用脉动	许用疲劳	用途
				δ_b	δ_s	强度 $\delta-1$	强度 $\tau-1$	力 $[\delta+1]$	应力 $[\delta_0]$	应力 $[\delta_0]$	
40Gr	正火	25	≤ 241	600	355	257	148				应用最广
	正火 回火	≤ 100	170~217	588	294	238	138	196	93	54	
		$> 100-300$	162~217	570	285	230	133				
	调质	≤ 200	217~255	637	353	268	155	216	98	59	

3.2 实验室测试

实验室测试是评估重型卡车底盘悬架锻造零件性能的重要手段，它可以通过模拟实际工况下的各种力学行为，对零件的强度、疲劳寿命、振动与冲击性能等进行全面、准确的评估。（1）静态强度测试。静态强度测试是评估零件在静载荷作用下的承载能力和变形情况的重要方法，在测试中，首先需要根据零件的实际尺寸和形状，设计合适的夹具和支撑装置，以确保零件在测试过程中处于正确的位置和姿态。然后，通过施加逐渐增大的静载荷，观察零件的变形和破坏情况，记录关键的载荷和变形数据。静态强度测试的结果可以直观地反映零件在静载荷作用下的承载能力和安全裕度，如果零件的承载能力不足，可能会出现塑性变形、开裂甚至断裂等失效现象^[4]。（2）疲劳寿命测试。在测试中，需要模拟零件在实际工况下所受到的交变载荷历程，通过施加一定频率和幅值的载荷循环，观察零件的疲劳损伤和破坏情况。疲劳寿命测试的结果可以反映零件在长期使用过程中的耐久性和可靠性，若零件的疲劳寿命较短，可能会出现早期失效和安全隐患。因此，通过疲劳寿命测试，可以评估零件在实际工况下的使用寿命，为制定合理的维护和更换计划提供依据。（3）振动与冲击测试。振动与冲击测试是评估零件在振动和冲击载荷作用下的动态响应和损伤情况的重要方法。在测试中，需要模拟零件在实际工况下所受到的振动和冲击载荷历程，通过

施加一定频率和幅值的振动和冲击载荷，观察零件的动态响应和破坏情况。如果零件的振动响应过大或冲击吸收能力不足，可能会导致车辆行驶不稳定、乘坐舒适性下降或零部件损坏等问题。

结语

综上所述，通过对重型卡车底盘悬架锻造零件的性能分析，我们可以更加深入地了解这些关键部件在实际使用中的性能表现，发现潜在的问题并进行优化设计。这不仅有助于提高重型卡车底盘悬架锻造零件的性能和可靠性，也为我国汽车制造业的技术进步和产业升级提供了有力支持。未来，随着技术的不断发展和创新，我们有理由相信，重型卡车底盘悬架锻造零件的性能将会得到进一步提升，为现代物流运输提供更加安全、高效、舒适的解决方案。

参考文献

[1]张潇,李昊,郑宇,史世峰.重卡车架轻量化设计[J].汽车实用技术,2022,47(9):42-46.
 [2]严国祥,薛士博,王雪飞,蒋岩.一种重卡车架轻量化结构设计及有限元分析[J].铝加工,2022(1):46-49.
 [3]余娟,李汇诚,黄勤,郭艳飞.某商用轻卡车架轻量化性能优化研究[J].汽车实用技术,2021,46(21):107-109.
 [4]周友明,程一明,李骏,姚明波.基于铝合金材料应用的重卡车架设计及轻量化[J].机械工程师,2021(5):91-93+96.