

汽车零部件机械结构强度研究

胡俊川 胡路遥 高文君

宁波继峰汽车零部件股份有限公司 浙江 宁波 315806

摘要: 随着社会的进步和科技的发展,汽车已经成为人们日常生活中不可缺少的交通工具之一。汽车零部件的强度是汽车安全的重要保证,因此汽车厂商需要对零部件机械结构进行强度研究,以提高其强度性能和质量。

关键词: 汽车零部件;机械结构;强度研究

1 汽车零部件机械结构的基本知识

1.1 机械结构的概念

汽车零部件是汽车整车的基础构成部分,由多个机械结构组成。机械结构是机械系统中配合运动的机械构件的总称,是构成机器装置的基础组成元素,包括各种轴、齿轮、联轴器、传动链、机构等。机械结构强度是机械结构能承受的力和变形程度,包括静力学和动力学两个方面,其强度指标主要有扭转强度、弯曲强度、疲劳强度、断裂韧性等。对于汽车零部件而言,机械结构的设计必须符合汽车工作环境的特殊要求,具有良好的耐磨性、耐久性、抗疲劳性、高强度和刚度等特点,以保证零部件的正常运行和长久使用。同时,汽车零部件机械结构的设计也需要考虑装配工艺、维修方便性等方面的问题。因此,对于汽车零部件的机械结构特点和强度指标进行深入了解和研究,对于保证汽车的安全性、质量稳定性和运行效率具有十分重要的意义。对于汽车生产厂商来说,研究汽车零部件机械结构强度也是提高产品市场竞争力和技术水平的重要手段^[1]。

1.2 汽车零部件机械结构的组成

汽车零部件是构成车辆的诸多零散部件总称,包括发动机、底盘、车身、电器、传动系统等多个系统构成的复杂机械结构。在这些零部件中,机械结构是其中重要的组成部分,其主要包括各种轴、齿轮、联轴器、轮亚、减震器、机构等。发动机是汽车的“心脏”,由大量的机械结构组成。其中,连杆组、曲轴组、气缸套、气门、进气管道和排气管道、燃油供给系统、冷却系统等等都是发动机中的重要机械结构,这些部件的性能直接关系到整个发动机的工作效率和长期稳定性。底盘是为汽车提供支撑和运动的重要部件,由多个机械结构组成,包括悬挂系统、转向系统、制动系统等。其中,悬挂系统的机械结构包括弹簧、减震器、悬挂臂等,制动系统的机械结构包括制动器、制动鼓、制动盘、制动块等。车身是汽车保护驾乘人员、装载货物、美化车辆外

观的部件。其机械结构包括底盘、隔音、骨架、车门、车窗、车顶、车尾等。在这些部件中,隔音棉、隔音板、隔音胶、密封条等机械结构对于提升汽车驾驶的舒适性和静音性起着重要作用。除此之外,电器和传动系统中的多种机械结构也很重要。电器中的电机、发电机以及电池等都需要具备较高的强度。传动系统中的齿轮、轴承等也是非常重要的机械结构部件,其强度直接决定了整车驾驶性能和安全性。在汽车零部件的机械结构中,各个部件之间的紧密衔接和配合是至关重要的^[2]。只有当各个部件的强度和性能相互匹配,才能在车辆运行时起到最佳效果。因此,汽车零部件机械结构的设计和优化需要考虑到各个部件的共性和个性,找到最佳匹配点,才能真正实现汽车的高效、稳定、安全的运行。

1.3 机械结构强度的相关指标

汽车零部件机械结构强度是汽车设计和制造过程中重要的指标之一,其能力直接决定着零部件的耐磨性、耐久性、刚度和强度等。机械结构强度主要涉及到静力学强度和动力学强度两个方面,其相关指标如下:

1.3.1 扭转强度

扭转强度是指机械结构在扭转过程中所能承受的最大应力值和最大变形程度。通常用扭转弹性模量(或抗扭强度)表示,其单位是GPa或MPa。对于汽车零部件机械结构而言,扭转强度主要应用在曲轴、传动轴和减震器等部件中。

1.3.2 弯曲强度

弯曲强度是指机械结构在弯曲过程中所能承受的最大应力值和最大变形程度。通常用抗弯强度表示,其单位仍然是GPa或MPa。在汽车零部件机械结构中,弯曲强度主要应用在车身、悬挂和转向系统等部件中。

1.3.3 疲劳强度

疲劳强度是指机械结构在长期使用过程中所承受的载荷和变形,其主要影响因素是周期和载荷大小。通常用疲劳极限强度表示,其重要程度不能低估。在汽车零

部件机械结构中, 疲劳强度主要应用在发动机支架、悬挂臂和转向连杆等部件中。

1.3.4 断裂韧性

断裂韧性是指机械结构在承受冲击载荷或者快速变形的情况下, 其破坏前能够吸收的能量。断裂韧性通常用断裂韧性表示, 其单位是 J/m^2 。在汽车零部件机械结构中, 断裂韧性主要应用在车门、车顶和车尾等重要部件中^[3]。

2 汽车零部件机械结构强度分析

2.1 强度分析的理论基础

汽车零部件机械结构的强度分析是进行汽车设计与制造中的重要环节之一, 其对于汽车性能的提高和质量的保障具有至关重要的作用。强度分析的理论基础主要是材料力学和结构力学学科。材料力学学科主要研究材料在受力作用下的力学性质和本构关系, 掌握了这些理论技术, 方可对于机械结构的力学性质有清晰的认识。结构力学学科则通过对于各种结构的力学分析, 确定其最佳的设计结构和尺寸, 以及在受到外界负载下的承重能力等。对于汽车零部件机械结构强度分析而言, 需要将材料力学和结构力学的理论应用到实际的设计与制造过程中。常见的强度分析方法包括数值方法和试验方法两种。数值方法主要是指应用有限元分析法 (FEM) 对于机械结构的强度性能进行计算和分析, 以便于寻找最优的设计结构和尺寸。该方法基于力学理论, 通过对于复杂结构的离散化, 将连续的物理问题转化为离散的代数问题, 并通过计算机模拟方式求解。数值方法所得的结果精确性较高, 且能够进行多种工况下的拓扑优化, 具有较为广泛的应用。试验方法则主要通过实验室或现场测试来进行机械结构的强度分析, 以验证理论模型的准确性^[4]。试验方法包括静态试验和动态试验, 能够全面评估物理机械结构的强度性能及其应用效果, 是最基础、直接的评价手段。

2.2 结构刚度与强度的分析方法

在汽车零部件机械结构的强度分析中, 结构刚度和强度都是重要的指标, 其分析方法也千差万别。结构刚度分析方法主要包括理论计算法和有限元分析法。理论计算法主要是通过解析求解的方法, 计算机械结构在受载情况下的刚度参数, 包括弹性模量、剪切模量等。其优点是计算速度快、准确性高, 但主要适用于简单结构。有限元分析法则将机械结构分割成一个个小元素, 然后通过计算其刚度矩阵, 最终求解整体刚度参数。该方法适用于复杂结构, 可以通过求解过程寻找刚度瓶颈和优化方案。结构强度分析方法主要包括理论计

算法、有限元分析法和试验法。理论计算法主要集中在对于机械结构强度的破坏分析, 通过分析应力集中点和强度瓶颈, 计算出其强度破坏极限。有限元分析法也是常见的分析方法, 通过分枝选取、径向网格法等方式分析局部应力值, 确定整体强度水平。试验法主要通过机械结构上加载不同的载荷大小进行试验, 然后使用测力仪、应变计等设备记录下受载状态下的应力值和变形情况, 计算出机械结构的强度指标^[5]。

2.3 基于有限元的强度分析方法

有限元分析是一种常用的机械结构强度分析方法, 可以模拟复杂的结构受力过程, 可行性好、精度高, 因此被广泛应用于汽车零部件的强度分析。有限元分析的基本思想是将复杂结构离散成多个小元素, 每个小元素内部应力近似为常量, 然后进行力学求解, 得出结构在不同受力状态下的应力和变形情况。有限元分析方法通过对机械结构进行离散化处理, 使机械结构各部分的强度指标得以得到准确计算。在进行基于有限元的强度分析方法时, 首先需要建立模型, 并设置加载条件, 将加载条件作用于机械结构上, 识别关键受力组件和应力集中部位, 然后进行计算求解, 最终得到所需的强度指标^[1]。

基于有限元的强度分析方法优点如下: 可以针对复杂的机械结构进行分析和研究, 包括普通零部件、悬挂系统、车身以及车门与座椅等零部件。可以得到强度分析的各项指标, 如扭转强度、弯曲强度、疲劳强度以及断裂韧性等。该方法非常可靠和精确, 可以避免试验过程中轻微误差所导致的结果偏差, 同时可以大大节省试验时间和成本。该方法还可以对机械结构进行优化设计, 通过生成新的模型, 进行疲劳、温度、静态和动态负载的仿真模拟, 提高机械结构的性能和质量。

3 汽车零部件机械结构强度测试技术

3.1 强度测试原理及方法

汽车零部件机械结构的强度测试技术是评估汽车零部件性能的一种有效手段。强度测试可以测量机械结构在不同负载下的强度特性 (如承载能力、疲劳寿命、抗磨损能力等), 从而评价汽车零部件的安全性、可靠性和耐久性。其原理和方法主要分为静态测试和动态测试两类。静态测试是通过施加静态加载或力矩载荷来测试机械结构的强度。这种测试方法适用于载荷大小相对稳定的情况下, 比如汽车零部件受到的静载荷; 测试方法包括拉伸测试、压缩测试、弯曲测试、剪切测试等多种方式^[2]。在测试中, 通过测定载荷曲线和位移曲线, 计算出机械结构在加载过程中的应力和应变变化, 从而得出机械结构的强度指标。动态测试是通过施加冲击、振

动、滑行或转动等非静态或变载荷测试方法,来测试机械结构的强度。比如,汽车零部件在不同条件下的疲劳实验、道路冲击试验或弹性振动试验等。动态测试中的数据处理过程与静态测试相似,通过测定载荷曲线、位移曲线和寿命曲线等指标,得出机械结构的强度特性。无论是静态测试还是动态测试,为了减小测试数据的误差,需要进行严格的样品制作、试验设定、载荷计算及传感器安装等工作。同时,测试结果的数据处理也需要使用专业的软件工具,以保证测试结果的准确性和可靠性。

3.2 汽车零部件强度测试系统的构建

在汽车生产过程中,汽车零部件的强度测试是一个非常关键的环节。为了满足汽车行驶时的安全性和可靠性需求,汽车厂商需要建立一个完整的汽车零部件强度测试系统,以实现汽车零部件强度性能的全面评测。汽车零部件强度测试系统一般包括试验设备、测试平台、试验样品、传感器等组成部分。(1)试验设备:强度测试系统需要选购合适的试验设备。这些设备包括模拟测试设备、测力计、压力计、传感器等,以及测试程序和测试数据分析软件等。(2)测试平台:测试平台是进行强度测试的基础设施,需要具备高强度、高精度和高稳定性等特点,能够承担不同负载下的试验任务。测试平台比较大,可以根据需要定制。(3)试验样品:试验样品通常为汽车零部件,如制动器、悬挂系统、车身等。在进行强度测试时,样品应该保证与实际使用条件相似,以获得准确的测试结果^[3]。(4)传感器:强度测试需要测量的参数很多,例如,应力、位移、应变、温度等参数,因此在测试时需要使用相应的传感器来测量这些参数。(4)测试流程:在进行强度测试时,需要按照一定的测试流程进行测试,并严格按照测试规范和标准进行测试。一些系统可以在测试前进行预测试,以确保测试准确。(5)测试数据分析:完成测试后,需要根据测试数据分析,得到相应的测试结果,并进行分析研究,以评估汽车零部件的强度性能和对测试进行分析和跟踪。

3.3 测试数据分析与处理

汽车零部件机械结构的强度测试是评估汽车零部件性能的一种有效手段,而测试数据分析与处理则是完成测试后得出相应测试结论的关键过程。测试数据分析与

处理包括数据的整理、分析和解读等各个方面。例如,在静态测试中,需要测定测试过程中的载荷曲线和位移曲线,并通过计算等方法,得出机械结构的应力和应变曲线,以及确定机械结构的各项强度指标。在动态测试中,则需要主要关注机械结构在不同寿命循环中的受力变化和强度退化情况,判断机械结构的疲劳寿命^[4]。

在进行测试数据分析时,需要注意以下几点:(1)数据整理:将测试所得到的大量数据进行分类整理,如载荷曲线、位移曲线、应力曲线、应变曲线以及寿命曲线等。(2)数据的统计分析:通过使用理论分析方法,以及对应的软件工具对测试数据进行处理和分析,得出各项指标的计算结果,如最大强度、疲劳寿命、疲劳极限等数据。(3)误差分析:在强度测试中,由于测试设备和过程中的不确定因素,测试结果中总会存在一些误差。因此,在数据分析中需要对误差进行分析估算,有必要对结果的置信度进行判断。(4)数据解读:对数据的解读需要基于实际情况,结合汽车零部件的使用环境、工作原理等客观条件进行分析,得出有意义的结论。

结束语

汽车零部件的强度是汽车安全性和可靠性的重要保障,因此汽车厂商需要对零部件机械结构进行强度研究,并不断提高其强度性能和质量。本文总结了汽车零部件机械结构强度研究的相关方法和技术,包括静态测试和动态测试等多种方法。同时,我们还对测试数据分析与处理进行了深入探讨,强调了数据整理、统计分析和数据解读等关键点。

参考文献

- [1]张鹏飞,杨波,刘洋.汽车用液压缸机械强度试验方法分析[J].液压与气动,2018,48(3):110-115.
- [2]肖恩民,张嘉帆,王瑾.汽车车门内板强度分析与计算[J].汽车安全与节能学报,2019,10(1):106-111.
- [3]赵然,王世政,邓长发.汽车底盘悬挂系统强度试验分析[J].机电工程,2019,36(4):470-474.
- [4]钟玉辉,周才生,韦锦辉.汽车转向机机械强度研究[J].科技创新导报,2019,16(2):126-128.
- [5]王婷,陈驰,郑建成.汽车前挡风玻璃强度试验研究[J].材料工程,2020,48(6):73-77.