

硫化橡胶减振材料的刚度设计在减震领域的应用研究

周炯浩

(浙江天铁实业股份有限公司 浙江台州 318000)

摘要: 随着现代工业技术的快速发展, 减振降噪技术在许多领域中都得到了广泛的应用。硫化橡胶减振材料以其优良的减振性能和稳定性, 在减震领域中发挥着重要作用。刚度作为硫化橡胶减振材料的关键性能参数, 其设计对于提高减振效果具有重要意义。本文将探讨硫化橡胶减振材料的刚度设计及其在减震领域的应用研究。

关键词: 硫化橡胶; 减振材料; 刚度设计; 应用

1. 引言

随着现代工业技术的快速发展, 减振降噪技术已成为机械、汽车、航空航天等领域的重要研究方向。硫化橡胶减振材料因其优良的弹性、耐磨性和耐腐蚀性, 在减震领域得到了广泛应用。刚度作为硫化橡胶减振材料的重要性能指标, 直接影响其减震效果。因此, 对硫化橡胶减振材料的刚度设计进行深入研究, 对于提高减振性能具有重要意义。

2. 硫化橡胶减振材料的性能特点

2.1 弹性

弹性是橡胶材料最基本的性能, 其性能的好坏直接影响到橡胶减振材料的使用性能。橡胶具有良好的弹性, 主要是因为橡胶分子内含有大量的-OH基团, 这些基团在橡胶分子中以氢键或化学键的形式结合, 使其具有较高的弹性。此外, 橡胶分子中含有大量的极性基团, 如-COOH、-NH₂等。这些极性基团能够与金属氧化物、碳、硅等元素发生化学键合, 从而形成结构上相互垂直且有一定间隔的网状结构。这些网状结构使得橡胶具有很好的弹性, 在拉伸和压缩过程中能吸收能量, 同时具有较大的延伸率, 能适应较大范围内的变形。因此, 硫化橡胶具有优异的减振性能和减震效果。

2.2 耐磨性

橡胶具有很好的耐磨性, 它不仅可以吸收冲击, 而且还可以吸收振动。橡胶材料具有很好的弹性和良好的耐磨性, 同时还可以满足减震的要求。这是由于橡胶的硬度较大, 而且具有良好的耐磨性, 可以在很大程度上降低振动的频率和强度, 从而保证减震系统的稳定性。同时, 橡胶材料还具有良好的耐磨性和耐热性。然而, 橡胶材料具有很强的拉伸强度和硬度, 这意味着它会出现一定程度的变形。在橡胶材料中加入适量的添加剂后, 可以降低材料在高温下变形的可能性。这样可以提高材料的耐磨性能, 同时也可以减少硫化橡胶减振材料在高温下变形和老化等问题^[1]。

2.3 耐腐蚀性

硫化橡胶材料是一种具有一定弹性的高分子材料, 因此也会受到环境的影响。例如在环境较为恶劣的地区, 例如海边, 那么这种材料就会受到海水的侵蚀而导致弹性下降, 因此这种材料不适合在沿海地区使用。在空气中, 硫化橡胶也会受到空气的影响而产生腐蚀, 造成橡胶弹性下降。因此对于硫化橡胶材料来说, 其具有很强的耐腐蚀性, 例如在含有盐酸、硫酸等液体的环境中, 这种橡胶都能保持较好的弹性。在使用硫化橡胶材料作为减振材料时, 必须注意对其进行定期的保养, 使其能够保持较好的性能。另外需要注意的是在进行保养时一定要将橡胶表面擦拭干净。

2.4 抗冲击性和抗振动性

橡胶的抗冲击性和抗振动性主要是指其在冲击载荷作用下, 橡胶所能承受的最大应力, 通常用屈服强度、极限强度和伸长率来表示。屈服强度和极限强度反映的是橡胶抵抗变形的能力, 而伸长率反映的是橡胶在承受冲击载荷时, 其伸长量的大小。以1 KJ/m²冲击

能量为例, 屈服强度=抗拉强度×应力-应变关系曲线(1 KJ/m²)。橡胶在承受冲击载荷时, 其屈服强度和极限强度与应力-应变关系曲线在不同程度上呈现出一种线性关系。

3. 刚度设计原理与方法

橡胶材料的刚度一般可以通过实验测定或模拟计算获得。橡胶材料的刚度通常可以通过以下两种方式获得:

(1) 根据橡胶材料的力学性能, 如弹性模量、屈服强度、泊松比等参数, 建立橡胶材料的本构模型, 并根据其本构模型来预测橡胶材料的力学性能;

(2) 在橡胶材料中填充其他材料, 通过填充不同的材料来改变橡胶材料的刚度。如在橡胶中填充弹性体, 使其刚度得到提升。为方便起见, 我们将上述两种方法分别称为解析法和实验法。将橡胶材料的力学性能与其他参数相结合, 可以通过解析法得到橡胶材料刚度计算模型, 或通过实验获得橡胶材料刚度^[2]。

4. 刚度设计在减震领域的应用

4.1 刚度匹配设计

刚度匹配设计是将橡胶减振材料与其他材料进行合理搭配, 以提高橡胶减振材料的性能。常用的刚度匹配设计方法有两种: 1. 根据橡胶材料刚度计算模型, 利用已知的橡胶材料刚度和其他相关参数, 计算出其他相关力学性能参数; 2. 在橡胶材料中填充其他材料, 并将这些填充材料与橡胶材料进行合理搭配, 以获得更好的减振效果。采用第一种方法进行刚度匹配设计时, 需要知道橡胶材料的刚度计算模型; 采用第二种方法进行刚度匹配设计时, 只需要知道橡胶材料的力学性能参数即可。这种方法既可以对橡胶材料的刚度进行匹配设计, 也可以对橡胶材料其他力学性能进行匹配设计。

一般情况下, 可以采用如下两种方法进行刚度匹配设计: 1. 通过对橡胶材料刚度进行理论计算, 得到橡胶材料的弹性模量、屈服强度、泊松比等参数; 2. 通过对橡胶材料进行实验测试, 获得其弹性模量。根据橡胶材料的刚度计算模型, 可以得到其刚度与橡胶材料的力学性能之间的关系, 然后利用弹性材料理论计算方法计算出橡胶材料的刚度。根据力学性能与刚度之间的关系, 可以对橡胶材料进行刚度匹配设计。这样不仅可以得到橡胶材料的刚度参数, 而且还可以得到其他相关力学性能参数, 为后续的优化设计提供了方向。

4.2 刚度可调设计

橡胶减振材料的刚度是一种典型的非线性刚度, 这种刚度会随着频率、阻尼等因素的变化而变化。为提高橡胶材料的减振性能, 需要对橡胶材料进行刚度可调设计, 使其具有特定频率范围内的刚度。例如, 为了使橡胶材料具有较大的阻尼, 可以在橡胶材料中填充阻尼材料; 为了使橡胶材料具有较大的刚度, 可以在橡胶材料中填充弹性体。这种方法通常是在橡胶材料中添加弹性体, 然后根据弹性体与橡胶材料之间的力学性能关系来预测出橡胶材料的刚度。

但是,在某些情况下,我们无法采用上述方法进行设计。因此,需要开发一种刚度可调设计方法。

刚度可调设计主要是指在不影响橡胶材料的力学性能的前提下,通过对橡胶材料进行设计,使其在特定频率范围内具有特定的刚度。刚度可调设计可以通过改变橡胶材料的弹性模量、屈服强度、泊松比等参数来实现。根据橡胶材料的弹性模量、屈服强度和泊松比等参数,可以预测出橡胶材料的刚度;通过改变橡胶材料的弹性模量或屈服强度,可以改变橡胶材料刚度。这种方法具有通用性强,适应性好,设计成本低等优点。但由于橡胶材料是一种典型的非线性材料,其刚度难以精确地预测。因此,我们还需要对橡胶材料的刚度进行其他方面的优化设计^[9]。

4.3 刚度优化设计

在振动领域中,橡胶减振材料的刚度优化设计通常包括以下几个方面:1.通过对橡胶材料刚度进行理论计算,获得橡胶材料的刚度参数;2.根据橡胶材料的刚度模型,预测橡胶材料刚度;3.在橡胶材料中加入其他弹性体,改变橡胶材料的刚度。从理论上讲,通过对橡胶材料刚度进行优化设计,可以获得更好的减振效果。但由于橡胶材料是一种典型的非线性材料,其刚度难以精确地预测。因此,我们还需要对橡胶材料的刚度进行其他方面的优化设计。通过优化设计,可以使橡胶材料具有更好的减振效果,同时也可以达到更好的减振效果^[9]。

刚度优化设计是指通过优化橡胶材料的刚度,从而获得更好的减振效果。目前,刚度优化设计主要有以下几种方式:1.将橡胶材料的弹性模量与屈服强度等参数相结合,通过非线性优化的方法来确定橡胶材料的刚度;2.通过橡胶材料在不同频率下的损耗因子与频率之间的关系,确定橡胶材料的刚度;3.在橡胶材料中加入弹性体,利用弹性体改善橡胶材料的力学性能,从而提高其刚度;4.通过在橡胶材料中添加其他弹性体,利用其他弹性体改变橡胶材料刚度。我们可以根据不同的目标需求选择不同方式来实现橡胶材料的刚度优化设计。

5. 刚度设计在减震领域的应用实例

5.1 汽车领域

橡胶材料刚度可调设计在汽车领域的应用,主要体现在以下几个方面:1.通过对橡胶材料刚度进行设计,可以提高橡胶材料的减振效果。在车辆行驶过程中,车辆产生的振动通过悬架系统传递到路面上,从而会对车辆乘坐舒适性造成影响。在汽车悬架系统中加入橡胶材料刚度,可以提高车辆悬挂系统的减振效果;2.通过对橡胶材料刚度进行设计,可以提高车辆悬挂系统的稳定性。车辆悬挂系统主要包括悬架、避震器和轮胎等元件,通过对橡胶材料刚度进行设计,可以提高这些元件的稳定性和安全性;3.通过对橡胶材料刚度进行设计,可以提高汽车底盘系统的隔振效果。

橡胶材料刚度可调设计在汽车领域的应用,主要体现在以下几个方面:1.将橡胶材料刚度与轮胎的性能相结合,通过轮胎刚度调整来提高整车的操控稳定性和舒适性;2.在车辆悬挂系统中,将橡胶材料刚度与减震器的性能相结合,利用减震器的减震性能来提高车辆悬挂系统的稳定性;3.将橡胶材料刚度与弹性元件相结合,通过弹性元件来提高汽车底盘系统的隔振效果;4.将橡胶材料刚度与电磁隔振系统相结合,利用橡胶材料的隔振性能来降低车辆的振动;5.在车辆悬挂系统中,将橡胶材料刚度与阻尼器相结合,利用阻尼器的阻尼特性来提高车辆悬挂系统的隔振效果。

5.2 机械领域

橡胶材料刚度可调设计在机械领域的应用主要体现在以下几个方面:1.利用橡胶材料刚度与弹性元件的性能相结合,可以提高机械结构系统的减振效果;2.在橡胶材料中添加其他弹性体,可以提高橡胶材料刚度,并改善机械结构系统的减振效果;3.将橡胶材料刚度与电磁减震器相结合,利用橡胶材料刚度来提高电磁减震器的

减振效果。上述三种方式都可以实现橡胶材料刚度可调设计,并且能够同时提高机械结构系统的减震效果和其他性能。但是,由于橡胶材料具有非线性、迟滞和滞后等特性,我们还需要对橡胶材料的刚度进行其他方面的优化设计。

橡胶材料刚度可调设计在机械领域的应用,主要体现在以下几个方面:1.通过对橡胶材料刚度进行设计,可以提高橡胶材料的减振性能,如降低橡胶材料的动态弹性模量,提高橡胶材料的阻尼特性等;2.利用橡胶材料刚度与弹性元件的性能相结合,可以提高机械结构系统的减振性能,如将橡胶材料刚度与电磁减震器相结合,利用橡胶材料刚度来提高电磁减震器的减振效果;3.通过在橡胶材料中加入其他弹性体,如玻璃纤维、碳纤维、金属粉末等,利用弹性体改善橡胶材料的力学性能,从而提高橡胶材料的刚度。这种方法不仅可以改善橡胶材料刚度,还可以降低其他相关产品的制造成本^[9]。

5.3 航空航天领域

橡胶材料刚度可调设计在航空航天领域的应用,主要体现在以下几个方面:1.通过对橡胶材料刚度进行优化设计,可以提高航空航天系统的减振性能,如降低发动机、起落架和机轮等部件的振动频率,从而提高航空航天系统的稳定性和安全性;2.通过对橡胶材料刚度进行优化设计,可以提高航空航天系统的减振效果,如在飞机上安装橡胶材料刚度可以提高飞机上的发动机和机轮等部件的减振效果;3.通过对橡胶材料刚度进行优化设计,可以提高航空航天系统的减振性能,如在飞机上安装橡胶材料刚度可以提高飞机上的发动机和机轮等部件的减振效果。

在航空航天领域,橡胶材料刚度可调设计的应用主要体现在以下几个方面:1.通过对橡胶材料刚度进行优化设计,可以提高航空航天系统的隔振性能,如降低飞机上的发动机、起落架和机轮等部件的振动频率,从而提高飞机的性能;2.通过对橡胶材料刚度进行优化设计,可以提高航空航天系统的减振性能,如通过在橡胶材料中加入阻尼材料来提高飞机上的发动机和机轮等部件的减振效果;3.通过对橡胶材料刚度进行优化设计,可以提高航空航天系统的隔振性能,如在飞机上安装橡胶材料刚度可调式阻尼减震系统,可以实现对飞机振动信号的精确控制。

6. 结语

橡胶材料刚度可调设计在减震领域有着广泛的应用,它不仅可以提高橡胶材料的减振效果,还可以降低其他产品的制造成本。随着橡胶材料刚度可调设计方法的不断完善,我们将有可能将这种设计方法应用于更多产品的制造,为企业带来更多的经济效益。但这种设计方法在实际应用中存在一些问题,如:橡胶材料刚度可调设计在某些领域可能存在过大或过小的问题,导致橡胶材料刚度不能满足实际需求;在某些领域,由于橡胶材料刚度难以精确地预测,可能会导致橡胶材料刚度匹配不合理。这些问题需要我们在后续的研究中加以解决。

参考文献:

- [1] 邹明奎.某型聚氨酯金属组合减振器的研制[J].特种橡胶制品,2022,43(06):48-52.DOI:10.16574/j.cnki.issn1005-4030.2022.06.011.
- [2] 董江,文敏,郭海东.橡胶材料对复合测量靶结构强度影响规律分析[J].机械研究与应用,2020,33(02):79-81+84.DOI:10.16576/j.cnki.1007-4414.2020.02.023.
- [3] 孙伟星,刘山尖,欧阳昕,等.橡胶隔振器寿命预测及加速试验研究进展[J].装备环境工程,2013,10(01):57-60.
- [4] 王付胜,高新文,曹江勇,等.轨道车辆用耐低温橡胶减振元件的研究[J].铁道车辆,2012,50(11):22-24+33+5-6.
- [5] 陈欣,龚跃年.浮筏隔振系统及其在车辆工程中的应用[J].重型汽车,2005,(06):13-14.