



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104198197 A

(43) 申请公布日 2014. 12. 10

(21) 申请号 201410461375. 8

(22) 申请日 2014. 09. 11

(71) 申请人 重庆长安汽车股份有限公司

地址 400023 重庆市江北区建新东路 260 号

(72) 发明人 曹石军 张军 贾文字 李传兵

靳红英 晏小江 李敏 许春明

(74) 专利代理机构 重庆华科专利事务所 50123

代理人 康海燕

(51) Int. Cl.

G01M 17/007(2006. 01)

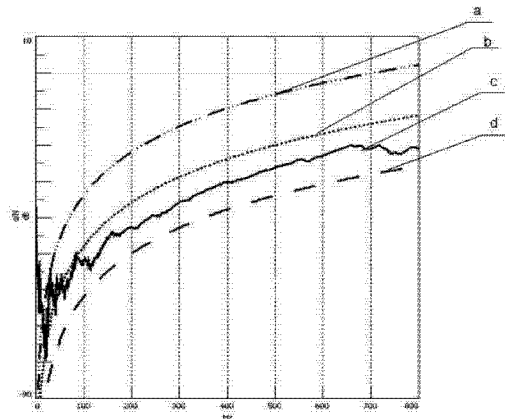
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种车身依附点动刚度测试方法和装置

(57) 摘要

本发明涉及整车车身 NVH 技术领域, 特别涉及一种测试车身依附点动刚度的测试方法。本发明所要解决的技术问题是提供一种用于检测车身依附点动刚度的工装。本发明的技术方案是采用一种套筒装置, 该装置为长方体, 底面为正方形, 其内部有上下贯穿的内圆孔。本发明还提供了一种测试车身依附点动刚度的测试方法。采用本发明装置和方法能够准确有效的测试车身依附点的动刚度。



1. 一种测试车身依附点动刚度的测试方法,其特征在于:包括以下的步骤:

步骤 1:使车身依附点裸露,在车身依附点位置用螺栓安装套筒装置,套筒装置为长方体筒状,套筒装置轴向的 4 个面中的某一表面,与整车坐标系的某一平面平行,以便测试依附点 X、Y、Z 三个方向的动刚度;

步骤 2:把三向振动加速度传感器布置粘贴在套筒装置轴向任意一个表面的中间位置,保证加速度传感器方向与整车坐标系 X、Y、Z 方向一致;连接好力锤、传感器、数据采集前端和计算机,并对传感器进行标定;设置采样参数、激励平均次数及窗函数;

步骤 3:用力锤从 X、Y、Z 方向进行激励,激振位置应尽量靠近传感器安装点位置,采集激励力的信号和加速度传感器的响应信号,测出依附点的加速度频率响应函数,每个激励点的测试方向激励 5 ~ 10 次,最后取平均,测试完一个方向后,再分别测试其他两个方向;

步骤 4:①频率响应曲线与动刚度的转换,由于测试得出的是依附点的加速度频率响应函数数据 ($\frac{a}{F}$),进行两次数值积分,再求倒数,就得到被测依附点的动刚度值,见公式

$$\frac{1}{K} = \frac{x}{F} = \iint \frac{a}{F}, \text{ 得到 } K = \frac{1}{\iint \frac{a}{F}}$$

式中 x:位移, F:激励力, K:动刚度, a:加速度;

或者②根据公式 $\frac{1}{K} = \frac{x}{F} = \iint \frac{a}{F}$,将动刚度目标曲线转化为频率响应曲线,即把动刚度目标曲线进行求倒数后再进行微分,得到的曲线作为动刚度要求曲线,把这条曲线直接与测试出的频率响应曲线进行比较,得出动刚度值的范围。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于:步骤 1 中安装套筒装置时所采用测试车辆本身的安装螺栓,螺栓的扭力值按照车身本身需要的扭力值执行。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,其特征在于:步骤 2 中采样参数、窗函数的具体值如下:频率带宽 800Hz、谱线数 1024Hz、窗函数为指数窗。

4. 如权利要求 1 ~ 3 任一项所述的方法,其特征在于:步骤 4 中得到动刚度前,检查依附点的加速度频率响应函数数据的有效性,测试频率范围内的力谱曲线比较平直,下降值不超过 5dB;激励与响应的相干函数在所需的频率段内要求在 0.8 以上。

5. 如权利要求 1 ~ 4 任一项所述的方法,其特征在于:测试时,车身支承条件模拟“自由-自由”边界条件,将车身用柔软的橡胶绳悬挂于吊架水平位置或将其置于弹性基础上,确保其最高刚体模态频率低于车身最低弹性体模态频率的 10 ~ 20%。

6. 用于权利要求 1 ~ 5 所述方法的套筒装置,其特征在于:该装置为长方体,底面为正方形,其内部有上下贯穿的内圆孔,套筒的长度与零部件安装部位之间的距离一致。

7. 如权利要求 6 所述的套筒装置,其特征在于:内圆孔的底面直径比固定套筒装置的螺栓外径大 1 ~ 2mm,圆心位于长方体底面的正中心,正方形边长比内圆孔直径大 6 ~ 8mm。

一种车身依附点动刚度测试方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及整车车身 NVH(噪声、振动与声振粗糙度)技术领域,特别涉及一种测试车身依附点动刚度的测试方法和装置。

背景技术

[0002] 车身作为承载汽车的一个载体,车身的动态特性对整车的性能有着重要的影响。动力系统、传动系统、行驶系统、转向系统、以及电气系统等都直接安装在车身上,并由车身来承受汽车各系统在工作过程中产生的各种静态力和动态力。车身承受的各种载荷都是通过些安装点来传递给车身的,这些载荷输入的安装点也被称为车身依附点。

[0003] 车身各个依附点的动刚度对车内振动和噪声有着很大的影响,因而对动刚度进行测试和分析具有十分重要的工程意义。由于车身依附点是一个车身系统的局部结构,其刚度的测试结果往往会受到依附点周边结构以及车身其他系统的影响,因此对于车身依附点动刚度的测试,如何才能比较方便的测试出可靠的结果,同时对测试结果进行评估,在本领域有着重要意义。

[0004] 对于依附点的动刚度的测试,目前主要有两种方法测试方法。一种是直接用力锤敲击车身依附点,采集依附点的频率响应曲线数据,这种测试结果方法容易受到力锤激励点局部细微结构刚度的影响,测试结果难以反映依附点螺栓连接时的整体动刚度,而且不方便对接附点 X、Y、Z 三个方向进行测试。第二种方法,在依附点装上螺栓,直接用力锤敲击螺栓,同时采集螺栓上的频率响应曲线,这种方法测试结果很大部分主要取决于螺栓的刚度,不能准确的反映车身依附点的动刚度。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是检测车身依附点动刚度提供一种新选择。

[0006] 本发明的技术方案是一种测试车身依附点动刚度的测试方法,包括以下的步骤:

[0007] 步骤 1:使车身依附点裸露,在车身依附点位置用螺栓安装套筒装置,套筒装置为长方体筒状,套筒装置轴向的 4 个面中的某一表面,与整车坐标系的某一平面平行,以便测试依附点 X、Y、Z 三个方向的动刚度;

[0008] 步骤 2:把三向振动加速度传感器布置粘贴在套筒装置轴向任意一个表面的中间位置,保证加速度传感器方向与整车坐标系 X、Y、Z 方向一致;连接好力锤、传感器、数据采集前端和计算机,并对传感器进行标定;设置采样参数、激励平均次数及窗函数;

[0009] 步骤 3:用力锤从 X、Y、Z 方向进行激励,激振位置应尽量靠近传感器安装点位置,采集激励力的信号和加速度传感器的响应信号,测出依附点的加速度频率响应函数,每个激励点的测试方向激励 5~10 次,最后取平均,测试完一个方向后,再分别测试其他两个方向;

[0010] 步骤 4:①频率响应曲线与动刚度的转换,由于测试得出的是依附点的加速度频

率响应函数数据 ($\frac{a}{F}$), 进行两次数值积分, 再求倒数, 就得到被测依附点的动刚度值, 见公式

$$[0011] \quad \frac{1}{K} = \frac{x}{F} = \iint \frac{a}{F}, \text{ 得到 } K = \frac{1}{\iint \frac{a}{F}}$$

[0012] 式中 x : 位移, F : 激励力, K : 动刚度, a : 加速度 ;

[0013] 或者②根据公式 $\frac{1}{K} = \frac{x}{F} = \iint \frac{a}{F}$, 将动刚度目标曲线转化为频率响应曲线, 即把动刚度目标曲线进行求倒数后再进行微分, 得到的曲线作为动刚度要求曲线, 把这条曲线直接与测试出的频率响应曲线进行比较, 得出动刚度值的范围。

[0014] 优选的, 步骤 1 中安装套筒装置时所采用测试车辆本身的安装螺栓, 螺栓的扭力值按照车身本身需要的扭力值执行。

[0015] 其中, 步骤 2 中采样参数、窗函数的具体值如下 : 频率带宽 800Hz、谱线数 1024Hz、窗函数为指数窗。

[0016] 优选的, 步骤 4 中得到动刚度前, 检查依附点的频率响应函数数据的有效性, 测试频率范围内的力谱曲线比较平直, 下降值不超过 5dB ; 激励与响应的相干函数在所需的频率段内要求在 0.8 以上。

[0017] 优选的, 测试时, 车身支承条件模拟“自由—自由”边界条件, 将车身用柔软的橡胶绳悬挂于吊架水平位置或将其至于弹性基础上, 确保其最高刚体模态频率低于车身最低弹性体模态频率的 10% ~ 20%。

[0018] 本发明还提供了用于 5 所述方法的套筒装置该装置为长方体, 底面为正方形, 其内部有上下贯穿的内圆孔, 套筒的长度与零部件安装部位之间的距离一致。

[0019] 优选的, 所述内圆孔的底面直径比固定套筒装置的螺栓外径大 1 ~ 2mm, 圆心位于长方体底面的正中心, 正方形边长比内圆孔直径大 6 ~ 8mm 步骤 4 中, 把刚度目标曲线进行求倒数后再进行微分, 得到的曲线作为刚度要求曲线, 这样就可以直接比较频响函数而得出动刚度值的范围, 同时采用对数的方式进行比较, 这样有利于分析依附点在各频率下的对应的一个较为稳定的刚度值, 确定测试结果是否满足目标要求, 或者在某个频率范围是否出现问题。

[0020] 为了保证测试结果能够比较真实的反映出依附点的动刚度, 本发明中, 测试时依附点的安装螺栓采用测试车辆本身的安装螺栓, 螺栓的扭力值按照车身本身需要的扭力值执行。测试依附点动刚度时, 把车身依附点所安装的零部件拆掉 (如果车身依附点未装配则不用拆掉)。本发明中, 内圆外方的长方体套筒装置, 用于模拟依附点安装零部件时的状态。如图 1 所示套筒装置, 1 表示用于力锤激励的平面, 2 表示套筒装置, 3 表示螺栓的过孔。长方体套筒装置的要求 : 内圆孔尺寸比固定螺栓外径大 1 ~ 2mm, 圆心位于正中心。外部正方形尺寸, 要求边长比内圆孔直径大 6-8mm。长方体套筒的长度与安装零部件两个接触面的厚度一致。这种结构的套筒装置刚度适中, 可以降低套筒装置对测试的影响, 保证测试结果比较准确。采用螺栓固定的依附点都可以使用套筒工装进行测试。

[0021] 本发明中所提及的 X、Y、Z 三个方向是指汽车行业整车坐标系规定的坐标方向。

[0022] 本发明采用一种长方体型的套筒装置, 适用于安装在车身的依附点上, 模拟依附

点正常受力约束的状态,这种套筒装置刚度适中,可以降低套筒装置对测试的影响,套筒装置也能够有效地排除接附点周边结构以及车身其他系统对测试结果的影响,保证测试结果比较准确。由于套筒装置是长方体型结构,可以方便的测试接附点 X、Y、Z 三个方向的动刚度。因此本发明测试方法具有测试准确、操作方便的优点。同时,本发明通过测试接附点的频率响应函数,得到接附点动刚度值,并能判别动刚度是否满足设计要求。

附图说明

[0023] 图 1 是用于测试车身接附点动刚度的套筒装置示意图。图中 1 表示用于力锤激励的其中一个平面,图中 2 表示套筒装置,图中 3 表示安装螺栓的过孔。

[0024] 图 2 是车身后桥接附点动刚度测试的示意图。图中 1 表示安装螺栓,图中 2 表示套筒装置,图中 3 表示力锤的激励面,图中 4 表示加速度传感器,图中 5 表示力锤的激励方向(垂直纸面向内),图中 6 表示力锤的激励方向,图中 7 表示车身的后桥接附点。

[0025] 图 3 是车身后桥接附点 Z 向测试结果示意图。图中 a、b、d 表示 Z 方向的动刚度标准值曲线, c 为实际测试曲线,图 3 中 a 表示是为 2000N/mm,图 3 中 b 表示 10000N/mm,图 3 中 d 表示 50000N/mm。

具体实施方式

[0026] 下面结合具体实施例,进一步阐述本发明。应理解,这些实施例仅用于说明本发明而并不用于限制本发明的范围。此外应理解,在阅读了本发明表述的内容之后,本领域技术人员可以对本发明作各种改动或修改,这些等价形式同样属于本申请所附权利要求书所限定的范围。

[0027] 实施例测试车身接附点的动刚度

[0028] 本实例采用的测试系统是 LMS 公司的 Test. Lab 多通道振动测试系统。

[0029] 1、测试设备要求:

[0030] 1.1 力锤:力锤的质量和顶帽刚度的选择应尽可能将输入能量集中在所测试的频率范围内,要求在此范围内的力谱曲线比较平直,下降值不超过 5dB。

[0031] 1.2 加速度传感器:测量的频率范围应在其频响的平直部分内;只要灵敏度足够,应尽可能采用重量小的加速度计,使传感器的动态质量远小于附着点结构的动态质量。

[0032] 1.3 数据采集前端:每通道分析频率范围不小于 2000Hz。

[0033] 2、试验准备条件:

[0034] 2.1 白车身或内饰车身,车身支承条件:模拟“自由—自由”边界条件,将车身用柔软的橡胶绳悬挂于吊架水平位置或将其至于弹性基础上,确保其最高刚体模态频率低于车身最低弹性体模态频率的 10% -20%。

[0035] 2.2 加工套筒装置。套筒装置的要求:内圆孔尺寸比固定螺栓外径大 1 ~ 2mm,圆心位于正中心。外部正方形尺寸,要求边长比内圆孔直径大 6-8mm。长方体套筒的长度与安装零部件两个接触面的厚度一致。如图 1 所示加工的套筒装置,图中 1 表示用于力锤激励的平面,图中 2 表示套筒装置,图中 3 表示螺栓的过孔。

[0036] 3、测试步骤:

[0037] 3.1 把车身接附点的安装零部件拆掉(如果车身接附点未装配则不用拆掉),装上

套筒装置。如图 2 所示,图中 5 表示车身的后桥接附点,将套筒装置 2 放置在接附点上,采用相匹配的螺栓 1 进行安装拧紧,螺栓 1 的扭力值要求按照设计值执行。螺栓拧紧后,套筒装置 2 的表面 3 应尽量与整车坐标系 YZ 平面相平行,以便测试接附点 X、Y、Z 三个方向的动刚度。

[0038] 3.2 连接好力锤、传感器、数据采集前端和计算机,并对传感器进行标定。

[0039] 3.3 设置合理的采样参数、平均次数及窗函数,推荐参数设置:

[0040] 频率带宽:800Hz;

[0041] 谱线数:1024Hz;

[0042] 平均次数:5~10 次;

[0043] 窗函数:指数窗。

[0044] 3.4 粘接传感器。如图 2 所示,把三向振动加速度传感器 4 布置粘贴在套筒装置中间位置,加速度传感器 4 与套筒装置 2 的表面用专用粘结剂连接,保证加速度传感器 4 方向与整车坐标系 X、Y、Z 方向一致。

[0045] 3.5 开始测试,如图 2 所示,力锤激励方向 5 和 6 保持垂直于测试装置的表面,对三个方向进行激励。方向 5 表示垂直纸面向内,即负 X 方向,方向 6 表示负 Y 向和 Z 项。激振位置应尽量靠近传感器 4 安装点位置。采集激励力的信号和测点的响应信号,测出接附点的频率响应曲线函数,每个激励点的测试方向激励 5~10 次,最后取平均,测试完一个方向后,再分别测试其他两个方向。凡是采用螺栓连接的点均可以按照这种方法进行接附点的频率响应函数测试。

[0046] 3.6 检查接附点的频率响应函数数据的有效性,测试频率范围内的力谱曲线比较平直,下降值不超过 5dB。激励与响应的相干函数在所需的频率段内要求在 0.8 以上。

[0047] 3.7 由测出接附点的加速度频率响应函数数据($\frac{a}{F}$),进行两次数值积分,再求倒数,就得到被测接附点的动刚度值,见公式 1。

$$[0048] \quad \frac{1}{K} = \frac{x}{F} = \iint \frac{a}{F} \quad (\text{公式 1})$$

[0049] (x:位移, F:激励力, K:动刚度, a:加速度)

[0050] 同样,也可以把刚度目标曲线进行求倒数后再进行微分,得到的曲线作为刚度目标要求曲线,可以把这条曲线直接与测试出的频率响应曲线结果进行比较,这样直接比较传递函数曲线值就可以得出刚度值的范围,如图 3 中的 a、b、d 三条标准曲线,就是通过这种方法得到的。可以直接比较频响函数而得出动刚度值的范围,同时采用对数的方式进行比较,这样有利于分析接附点在各频率下的对应的一个较为稳定的刚度值,也就是动刚度。频响函数越高,动刚度则越低。如图 3 所示曲线,越靠下的曲线则动刚度越高。图 3 中 c 表示是车身后桥接附点 Z 向测试结果,增加三条参考标准动刚度曲线,图 3 中 a 表示是为 2000N/mm,图 3 中 b 表示 10000N/mm,图 3 中 d 表示 50000N/mm,作为数据分析时的参考对比。从图中可以看出,接附点 Z 向测试结果高于 10000N/mm,满足动刚度目标要求。其它两个方向的动刚度也可以按照这个方法进行对比分析,确定测试结果是否满足目标要求,或者在某个频率范围是否出现问题。

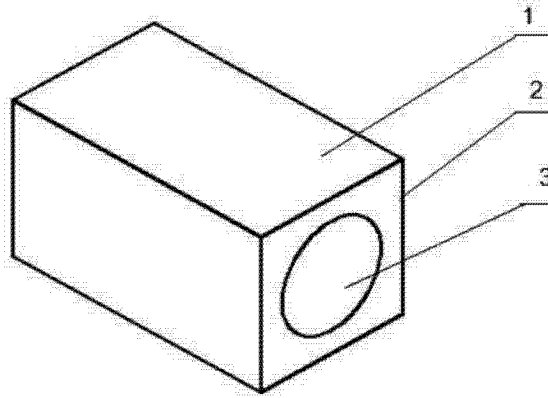


图 1

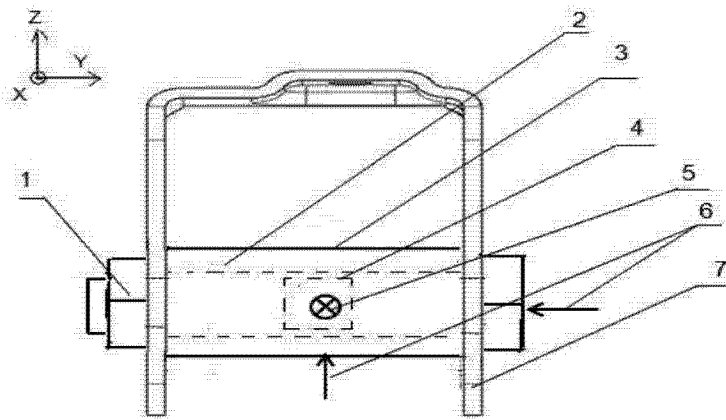


图 2

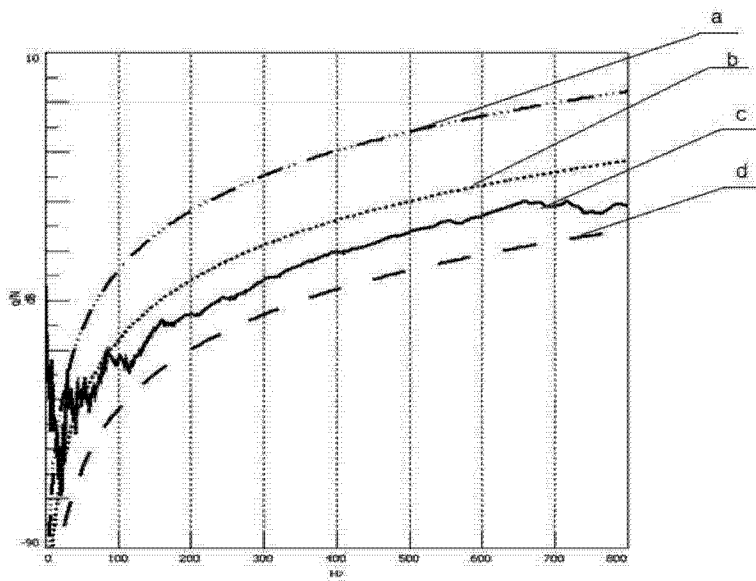


图 3