

基于双管液压减震器控制的车辆悬架震动研究

张 玮

3212841988****0237

【摘要】车辆在行驶至减速带或者复杂路面时，受路面的不平整因素影响，导致车辆在行驶过程中会产生较大的振动幅度。以此问题为研究基础，使用 Matlab 软件对车辆悬架的双管液压减震器进行仿真模拟实验，并且以单管液压减震器作为对照组重点建立双管液压减震器的简图模型，并使用二阶微分方程来对振动模型的数据产生进行描述。探究汽车在采用双管液压减震器之后是否能够有效发挥出调节减震器的作用，以及在复杂路面行驶时车辆振动的频率，进而提升车辆行驶的稳定性和舒适性。

【关键词】双管液压减震器；车辆悬架；问题与研究

引言：本文以现阶段商用车上普遍使用的双管液压减震器悬挂系统为主要研究对象，对该悬挂系统的实际性能进行科学化的研究与分析，并对双管液压减震器在实际应用当中的作用效果进行科学的计算，并演算出在不同作用力的影响下双管液压减震器的实际减震数值。为双管液压减震器及悬架系统之后的发展提供数据理论基础，更好的推动汽车减震系统的发展。

1 以 Matlab 为基础建立减震器的样机模型馈能试验

以 Matlab 软件为减震器馈能实验的数据分析提供的计算基础，设计出与实际汽车悬挂系统相同的样机做为此次实验的基础，该样机采用双杆双作用对称液压缸作为样机的动力，同时设定该样机的活塞杆直径为 25mm，活塞缸筒内径大小为 40mm，外径大小为 50mm。液压泵类型使用齿轮泵，该齿轮泵的最大角速度 419.7rad/s，最低角速度为 83.4rad/s，利用 Matlab 软件大致推导出该液压缸的理论排放量为 $6.67 \times 10^{-7} \text{m}^3/\text{rad}$ ，而该液压缸的额定压力为 20MPa。在液压缸安全完成后应当进行功能性的实验，以保证该泵能够正常工作^[1]。

在进行汽车悬挂实验当中应通过整流器对加装在压机上的直流无刷电机所产生的电流进行整流处理，并且，还应使用某公司的 DH5902 型数据采集系统对整流器整流过后的馈能电压进行数据采集与分析，在通过将处理过后的避震功率、实际压力以及液压内阻之间的关系输入到 Matlab 软件当中进行数据汇总分析，从而得出双管液压在瞬时做工时的馈能功率，具体数据见图 1-2。

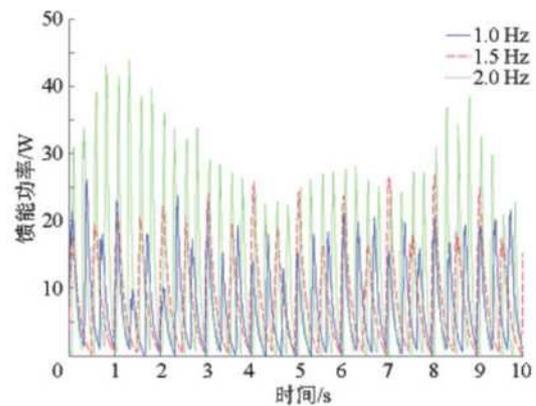


图 1 10 mm 振幅时不同频率输入下馈能功率

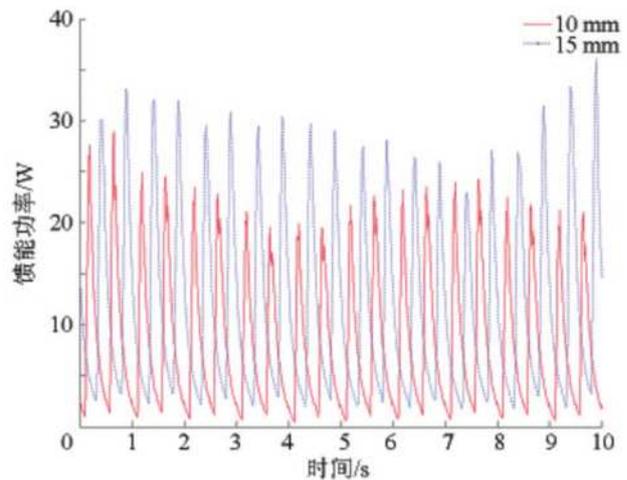


图 2 1 Hz 振频时不同幅值输入下馈能功率

根据 Matlab 软件出具的数据图 6、7 可以得知，在正弦路面受到幅值变化时，双管液压减震器的馈能功率会随路面对汽车的作用力增大而增加，在低频率作用下的悬架馈能功率总体平均值在 10 ~ 35W 范围之内^[2]。

2 利用二阶微分方程来对振动模型数据产生进行描述

2.1 液压避震器对悬架的最优控制策略

双管液压避震器的作用就是使车辆在行驶时可以获得一个较高的平顺性和操纵稳定性。而影响避震的因素主要在于车辆的行驶速度、低簧载质量加速度、轮胎动力载荷等，因此要减少悬架撞击限制位的可能性，进而降低避震器对减震能量的溢出问题。

综合以上的对减震性能因素的考虑，将悬架输出调节器的数据指标可以通过函数： $J = \int_0^T [q_1 \dot{x}^2 + q_2 (\ddot{x}_2 - \ddot{x}_1)^2 + q_3 (\dot{x}_1 - \dot{z})^2 + r_1 F^2] dt$ ；来表示出来，之中式中变量 q_1 为车身的加速度，变量 q_2 为悬架动挠度系数，变量 q_3 表示汽车轮胎变形系数，变量 r_1 为避震系统能耗系数 [3]。将输出方程 $Y = (x_2, \ddot{x}_2 - \ddot{x}_1, \dot{x}_1 - \dot{z})$ 代入式中，可以推断出双管液压的二次馈能指标为 $J = \int_0^T (XTQX + 2XTNF + FT^T R F) dt$ ；其中 Q 的实际数值为 $Q = CTqC(20)N = CTqD(21) R = r + DTqD$ ；上式中 Q 为对称加权矩阵， N 为两种变量之间的加权矩阵， R 则是控制正定对称加权矩阵的变量， J 的数值要取实验当中的最小值，并且 F^* 值是真实存在且该数值是整个实验当中唯一的，求 F^* 数值的方式为： $F^* = -KX = -(BTP + NT)X(23)PA + ATP - (PB + N)R^{-1}(BTP + NT) + Q = 0$ ；式中 P 为矩阵方程中性能指标中各项影响因子的对称正解，通过此实验可以得出在不同作用力下双管液压对汽车悬架产生的震动数据 [4]。

2.2 双管液压避震器对汽车悬架的馈能分析

在实验中当双管液压避震器的实际馈能功率为零时，汽车悬架处于十分稳定的状态且安装在减震器上的数据监测装置不进行能量回收。根据上述公式可以得出双管液压避震器作用下的悬架实际馈能为 36.4%。为进一步研究双管避震器在不同的地面作用力对悬架系统的馈能效率，将改变反作用力的幅值为 5mm、频率范围为 0 ~ 10Hz 的正弦路面进行试验，对悬架的馈能性能进行仿真分析，如图 3 ~ 5 所示。

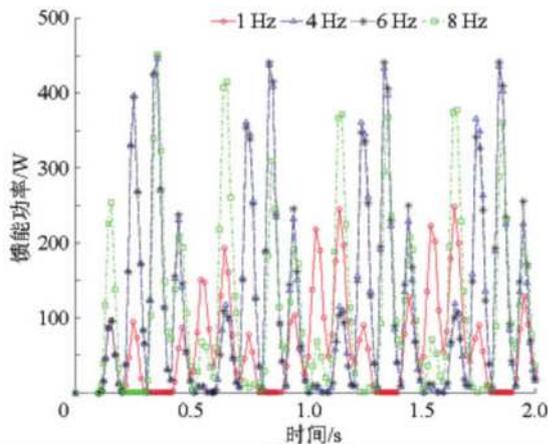


图 3 正弦路面下馈能功率

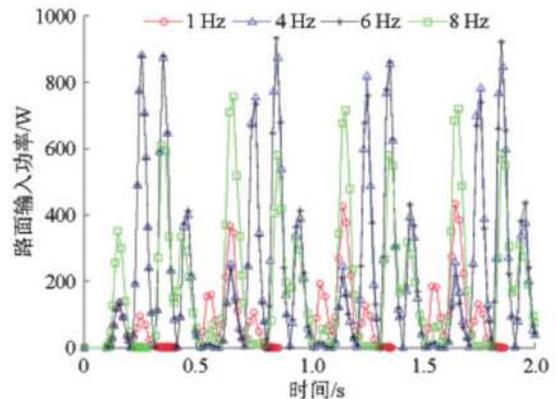


图 4 正弦路面输入功率

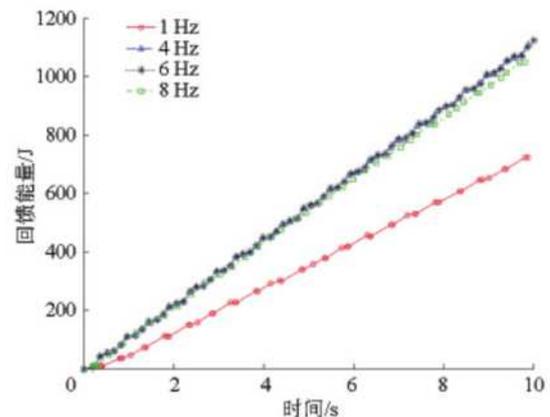


图 5 正弦路面输入下回馈能量

如表 1 为不同频率正弦输入下 EHA 半主动馈能悬架的回馈能量与馈能效率。

表 1 不同频率输入下馈能效率

频率 /Hz	回馈能量 /J	路面输入能量 /J	馈能效率 /%
1	729.3	1947.6	37.4
1.5	1132.9	2332.9	48.5
2	1086.7	1960.6	55.4
4	1119.6	1660.1	67.4
6	1123.8	1658.6	67.7
8	1074.7	1932.7	55.6
10	745.8	1940.9	38.4

由表 1 的数据可知，双管液压避震器对悬架的馈能在 1 ~ 6 Hz 低频正弦作用下，对汽车悬架的反馈效率会随着路面的作用力增加而增大，并且在悬挂的反馈值达到 4 ~ 6 Hz 时减震器对汽车悬挂反馈效率达到峰值，在 8 ~ 10 Hz 中的高频作用力输入下，减震器对悬架的馈能效率则会因为频率的升高而降低。除此之外，在 1.5Hz 输入频率下，路面对减震器的输入能量与减震器的回馈能量都比较大，在此时可以说是汽车的悬架系统产生了共振现象 [5]。

3 结束语

利用双管液压避震器模拟实验的设计，可以十分准确的预算出双管液压对汽车悬架系统的实际作用，以及汽车在不同复杂的路况下减震器对悬架的震动的频率的影响。通过

对双管液压减震器作用下的汽车悬架问题的研究,可以准确把握减震器与悬架的性能数据,为之后的汽车悬挂研发提供扎实可靠的数据基础,进而提高车辆在行驶过程中的舒适性与安全性。

【参考文献】

- [1] 刘凯华,王庆,李强.装有互联双横臂独立悬架的方程式赛车仿真分析[J].浙江科技学院学报,2019,31(03):239-246+252.
- [2] 丁正龙,李标,马然.基于ADAMS的液压升降车双横臂独立悬架设计与分析[J].大连交通大学学报,2019,40(01):62-66.
- [3] 秦东晨,王耀凯,程雷,王迎佳.中型纯电动客车空气弹簧悬架Modelica模型的研究[J].机械设计与制造,2018(11):6-9+13.
- [4] 周红妮,冯樱,范卫兵,薛敏.4WS越野车后悬架多目标集成优化方法研究[J].机械设计与制造,2017(09):128-133.
- [5] 税永波,戎红俊,丁渭平.汽车液压减振器抗异响稳健性设计[J].液压与气动,2018(9):20-25.