



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204199124 U

(45) 授权公告日 2015.03.11

(21) 申请号 201420648369.9

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2014.10.31

(73) 专利权人 西南交通大学

地址 610031 四川省成都市二环路北一段
111号

专利权人 常州西南交大金路轨道交通科技
发展有限公司

(72) 发明人 马卫华 宗凌潇 罗世辉

(74) 专利代理机构 常州市维益专利事务所
32211

代理人 张晓东

(51) Int. Cl.

E01B 25/30(2006.01)

E01B 19/00(2006.01)

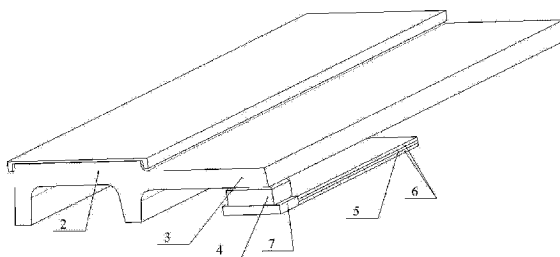
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 实用新型名称

一种适用于中低速磁浮车 F 轨的动力吸振装置及 F 轨结构

(57) 摘要

本实用新型涉及轨道交通的振动及振动控制技术领域,特别是一种适用于中低速磁浮车 F 轨的动力吸振装置及 F 轨结构。动力吸振装置,包括连接座和钢条,钢条的一端与连接座固定,钢条的另一端为自由端,钢条与连接座的安装面之间存在高度差,钢条上贴附阻尼橡胶材料。F 轨结构,包括 F 轨本体和动力吸振装置,动力吸振装置的连接座固定在 F 轨本体的悬臂部分的下表面。本实用新型的有益效果是:结构简单可靠,方便安装和拆卸,性价比优越,能有效降低 F 轨在有磁浮车经过时产生的振动和噪声,并能延长 F 轨寿命,其在工程实际应用中有着广泛的前景。



1. 一种适用于中低速磁浮车 F 轨的动力吸振装置,其特征是:包括连接座(4)和钢条(5),钢条(5)的一端与连接座(4)固定,钢条(5)的另一端为自由端,钢条(5)与连接座(4)的安装面之间存在高度差,钢条(5)上贴附阻尼橡胶材料(6)。

2. 根据权利要求 1 所述的适用于中低速磁浮车 F 轨的动力吸振装置,其特征是:所述的钢条(5)通过钢条座(7)固定在连接座(4)上,钢条(5)与钢条座(7)为一体结构。

3. 根据权利要求 2 所述的适用于中低速磁浮车 F 轨的动力吸振装置,其特征是:所述的钢条座(7)与连接座(4)通过螺栓(8)固定。

4. 根据权利要求 1 所述的适用于中低速磁浮车 F 轨的动力吸振装置,其特征是:所述的阻尼橡胶材料(6)贴附在钢条(5)的正反两面。

5. 根据权利要求 1 所述的适用于中低速磁浮车 F 轨的动力吸振装置,其特征是:所述的钢条(5)沿其长度方向厚度均匀。

6. 一种 F 轨结构,其特征是:包括 F 轨本体(2)和权利要求 1、2、3、4 或 5 的动力吸振装置,所述的动力吸振装置的连接座(4)固定在 F 轨本体(2)的悬臂部分(3)的下表面。

7. 根据权利要求 6 所述的 F 轨结构,其特征是:所述的连接座(4)固定在 F 轨本体(2)的悬臂部分(3)的下表面的端部。

8. 根据权利要求 6 所述的 F 轨结构,其特征是:所述的动力吸振装置的钢条(5)的延伸方向与 F 轨本体(2)的延伸方向一致。

9. 根据权利要求 6 所述的 F 轨结构,其特征是:所述的连接座(4)与 F 轨本体(2)的悬臂部分(3)焊接连接。

一种适用于中低速磁浮车 F 轨的动力吸振装置及 F 轨结构

技术领域

[0001] 本实用新型涉及轨道交通的振动及振动控制技术领域,特别是一种适用于中低速磁浮车 F 轨的动力吸振装置及 F 轨结构。

背景技术

[0002] 相对于轮轨列车和高速磁浮列车,中低速磁浮列车具有安全、安静、绿色、经济四大显著特点。其每公里造价和运行维修成本均低于地铁和轻轨。这说明中低速磁浮在城市轨道交通中有着明显的优势和广阔的前景。目前我国有三条中低速磁浮线路正在建设和规划中。

[0003] 中低速磁浮列车所用轨道是其特有的 F 形钢轨(又称为 F 轨),磁浮列车通过安装在列车上且在 F 轨下方的电磁铁励磁与 F 轨产生吸力进行悬浮。悬浮力是通过悬浮控制系统控制,悬浮控制系统中的间隙传感器将测得电磁铁与 F 轨的间隙和列车垂向加速度反馈给悬浮控制系统,使其产生相应的悬浮力。列车在悬浮和行进过程中,悬浮力的大小是不稳定的,使得列车和轨道相互作用下,容易引起共振,使轨道产生不必要的振动和噪声,造成的后果是影响车辆的安全运行、引起 F 轨的疲劳影响其寿命、产生噪声污染影响周边居民日常生活。

[0004] 在这种情况下,抑制 F 轨的振动和噪声是十分有必要的,可以采取安装减振器的来减小其振动。但是 F 轨上空间有限,且轨道是架在轨枕上,一般的减振器无法直接安装,须采用辅助装置。如果整条磁浮线路每根 F 轨两端均采用减振器的话,庞大的数量需求对于单个价格不菲的减振器而言这种做法显然是不合适的。

实用新型内容

[0005] 本实用新型所要解决的技术问题是:提供一种结构简单,稳定性好的,适用频域宽,安全且寿命长的适用于中低速磁浮车 F 轨的动力吸振装置,解决中低速磁浮列车所用 F 轨产生过大振动及噪声问题。

[0006] 本实用新型解决其技术问题所采用的技术方案是:一种适用于中低速磁浮车 F 轨的动力吸振装置,包括连接座和钢条,钢条的一端与连接座固定,钢条的另一端为自由端,钢条与连接座的安装面之间存在高度差,钢条上贴附阻尼橡胶材料。

[0007] 本动力吸振装置的钢条可通过尺寸的改变来控制吸振器的固有频率,当激振力的固有频率和吸振器固有频率接近时,F 轨的振幅会大大降低;本动力吸振装置的阻尼橡胶材料通过厚度的改变来达到最优的阻尼系数,从而可以吸收较大频率带宽下的激振力,达到降振减噪的效果。和现有技术相比结构简单,可以以较低的成本减少 F 轨产生的振动及噪声。

[0008] 进一步限定,钢条通过钢条座固定在连接座上,钢条与钢条座为一体结构。

[0009] 进一步限定,钢条座与连接座通过螺栓固定。

[0010] 进一步限定,阻尼橡胶材料贴附在钢条的正反两面。

- [0011] 进一步限定,钢条沿其长度方向厚度均匀。
- [0012] 一种 F 轨结构,包括 F 轨本体和动力吸振装置,动力吸振装置的连接座固定在 F 轨本体的悬臂部分的下表面。
- [0013] 进一步限定,连接座固定在 F 轨本体的悬臂部分的下表面的端部。
- [0014] 进一步限定,动力吸振装置的钢条的延伸方向与 F 轨本体的延伸方向一致。
- [0015] 进一步限定,连接座与 F 轨本体的悬臂部分焊接连接。
- [0016] 本实用新型的有益效果是:结构简单可靠,方便安装和拆卸,性价比优越,能有效降低 F 轨在有磁浮车经过时产生的振动和噪声,并能延长 F 轨寿命,其在工程实际应用中有着广泛的前景。

附图说明

- [0017] 下面结合附图和实施例对本实用新型进一步说明;
- [0018] 图 1 是本实用新型的系统振动模型图;
- [0019] 图 2 是 F 轨受激振力下的频幅函数图;
- [0020] 图 3 是本实用新型的 F 轨结构的结构示意图;
- [0021] 图 4 是本实用新型的动力吸振装置的结构示意图;
- [0022] 图中,2. F 轨本体,3. 悬臂部分,4. 连接座,5. 钢条,6. 阻尼橡胶材料,7. 钢条座,8. 螺栓。

具体实施方式

[0023] 如图 4 所示,一种适用于中低速磁浮车 F 轨的动力吸振装置,包括连接座 4 和钢条 5,连接座 4 的顶面为安装面,连接座 4 的底面钻有均匀分布螺栓孔,钢条 5 的一端具有与钢条座 7 为一体结构的钢条座 7,钢条 5 由钢条座 7 的中心延伸出,并且钢条 5 沿其长度方向厚度均匀,钢条座 7 与连接座 4 通过螺栓 8 固定,钢条 5 的另一端为自由端,钢条 5 的正反两面均贴附与钢条 5 面积相同的阻尼橡胶材料 6。

[0024] 如图 3 所示,一种 F 轨结构,包括 F 轨本体 2 和上述结构的动力吸振装置,动力吸振装置的连接座 4 固定在 F 轨本体 2 的悬臂部分 3 的下表面的端部。钢条 5 的延伸方向与 F 轨本体 2 的延伸方向一致。连接座 4 与 F 轨本体 2 的悬臂部分 3 焊接连接。

[0025] 本实用新型的动力吸振装置的形状类似于悬臂梁,可以看成是一个简单的弹簧—质量系统,调节钢条 5 的尺寸来改变钢条 5 的固有频率,当钢条 5 的固有频率接近 F 轨本体 2 受到的激励频率时可以大幅降低 F 轨的振幅,使整个大系统的固有频率远离车轨耦合引起的激励频率。

[0026] 在钢条 5 的正反两面的阻尼橡胶材料 6,起到阻尼器的作用,调节阻尼橡胶材料 6 的厚度可以改变其阻尼系数,将其阻尼系数调节至最优值可以使 F 轨本体 2 受到较大频率范围的激励时,振幅得到有效的抑制,振动能力被阻尼橡胶材料 6 所吸收,振动引起的噪声也随之降低。

[0027] 钢条 5 和阻尼橡胶材料 6 分别起到调整整个动力吸振装置的刚度和阻尼的作用,其形状皆可根据具体使用情况的改变做出相应的调整 and 变化,使得整个吸振器装置达到隔振减噪的效果。

[0028] 本实用新型的工作原理和过程如下：

[0029] 当中低速磁浮列车静止或运行在轨道上时，由于列车与 F 轨本体 2 会产生相互作用的吸力，F 轨本体 2 会由于磁浮列车对它的这种在一定频率范围下的激振力产生过大的振动和噪声。当每根 F 轨本体 2 的端部都安装了本实用新型的动力吸振装置时，动力吸振装置会随 F 轨本体 2 一起振动。

[0030] 如图 1 所示，可以将 F 轨本体 2 和动力吸振装置看成整个自由度的振动系统，建立如下运动微分方程：

[0031]

$$\left. \begin{aligned} m_1 \ddot{x}_1 + k_1 x_1 + k_2 (x_1 - x_2) + c_2 (\dot{x}_1 - \dot{x}_2) &= F_0 \sin \omega t \\ m_2 \ddot{x}_2 + k_2 (x_2 - x_1) + c_2 (\dot{x}_1 - \dot{x}_2) &= 0 \end{aligned} \right\}$$

[0032] 假设其解的形式为

$$[0033] \quad x_j(t) = X_j e^{i\omega t}, \quad j = 1, 2$$

[0034] 代入两式后可以求出稳态解的振幅为

$$[0035] \quad X_1 = \frac{(k_2 - m_2 \omega^2 + i c_2 \omega) F_0}{[(k_1 - m_1 \omega^2)(k_2 - m_2 \omega^2) - m_2 k_2 \omega^2] + i \omega c_2 (k_1 - m_1 \omega^2 - m_2 \omega^2)}$$

$$[0036] \quad X_2 = \frac{X_1 (k_2 + i \omega c_2)}{(k_2 - m_2 \omega^2 + i \omega c_2)}$$

[0037] 引入以下符号：

[0038] $\mu = m_2 / m_1$ ——质量比 = 吸振器质量 / 系统质量

[0039] $\delta_{st} = F_0 / k_1$ ——系统静变形

[0040] $\omega_a^2 = k_2 / m_2$ ——吸振器固有频率的平方

[0041] $\omega_n^2 = k_1 / m_1$ ——系统固有频率的平方

[0042] $f = \omega_a / \omega_n$ ——固有频率比

[0043] $g = \omega / \omega_n$ ——激励频率比

[0044] $c_c = 2m_2 \omega_n$ ——临界阻尼系数

[0045] $\zeta = c_2 / c_c$ ——阻尼比

[0046] X_1 和 X_2 的大小可表示为

[0047]

$$\frac{X_1}{\delta_{st}} = \left[\frac{(2\zeta g)^2 + (g^2 - f^2)^2}{(2\zeta g)^2 (g^2 - 1 + \mu g^2)^2 + \{\mu f^2 g^2 - (g^2 - 1)(g^2 - f^2)\}^2} \right]^{1/2}$$

[0048]

$$\frac{X_2}{\delta_{st}} = \left[\frac{(2\zeta g)^2 + (f^4)}{(2\zeta g)^2 (g^2 - 1 + \mu g^2)^2 + \{\mu f^2 g^2 - (g^2 - 1)(g^2 - f^2)\}^2} \right]^{1/2}$$

[0049] 上面两式表明, F 轨本体 2 的振幅是 μ 质量比, f 固有频率比, g 激励频率比, ζ 阻尼比的函数。

[0050] 如图 2 所示, 根据 F 轨本体 2 受激振力下的频幅函数图可以发现, 如果阻尼为零, 则共振发生在系统的两个无阻尼频率处。如果阻尼无穷大, 那么其实就是将动力吸振装置固结在 F 轨上, 系统的本质就是多加了一部分质量。但当阻尼为 0.1 时, 原来两个新增的共振频率的峰值得到了很好的抑制, 说明含有钢条 5 和阻尼橡胶材料 6 对系统的共振起到了明显的抑制作用。

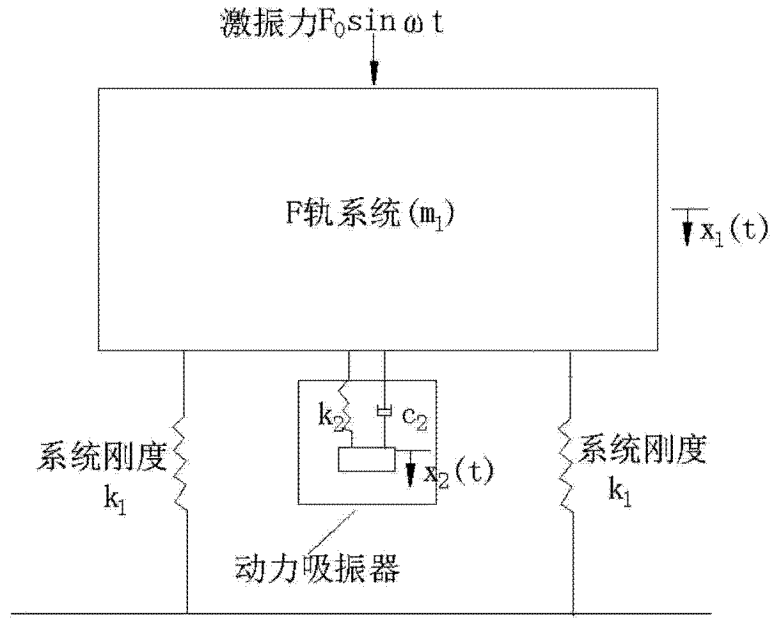


图 1

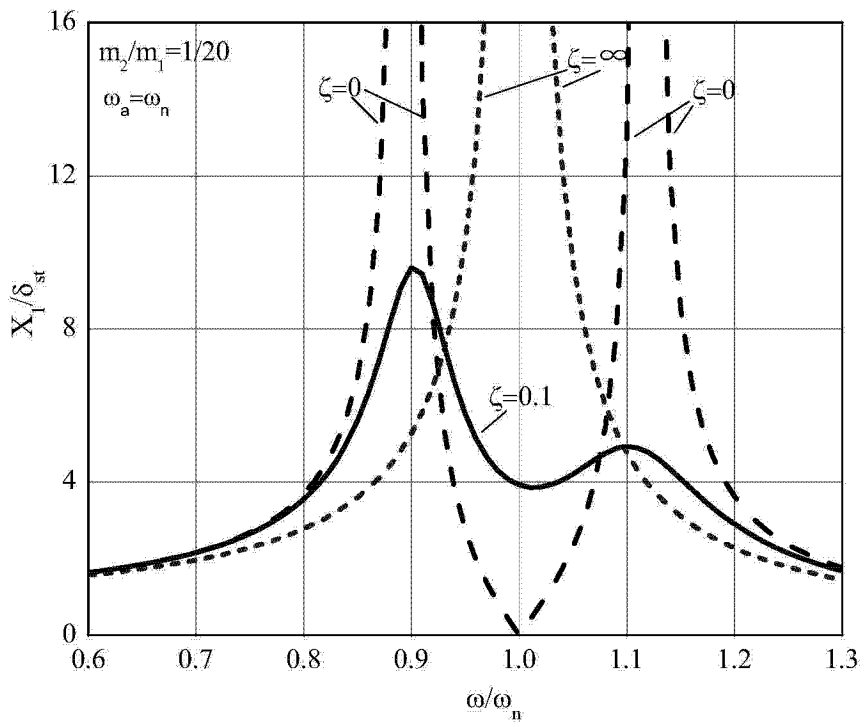


图 2

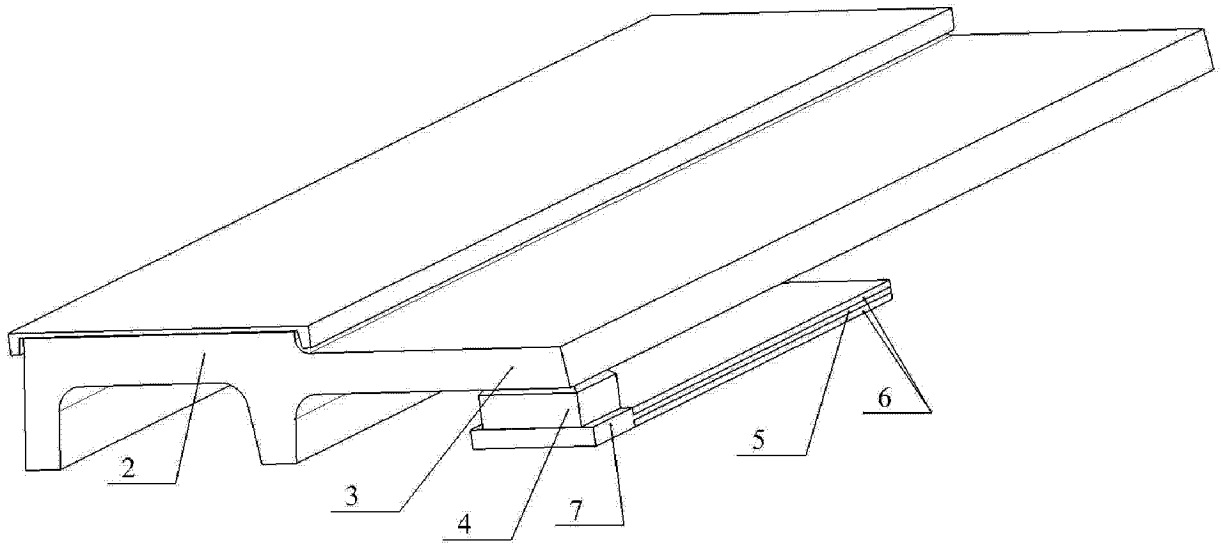


图 3

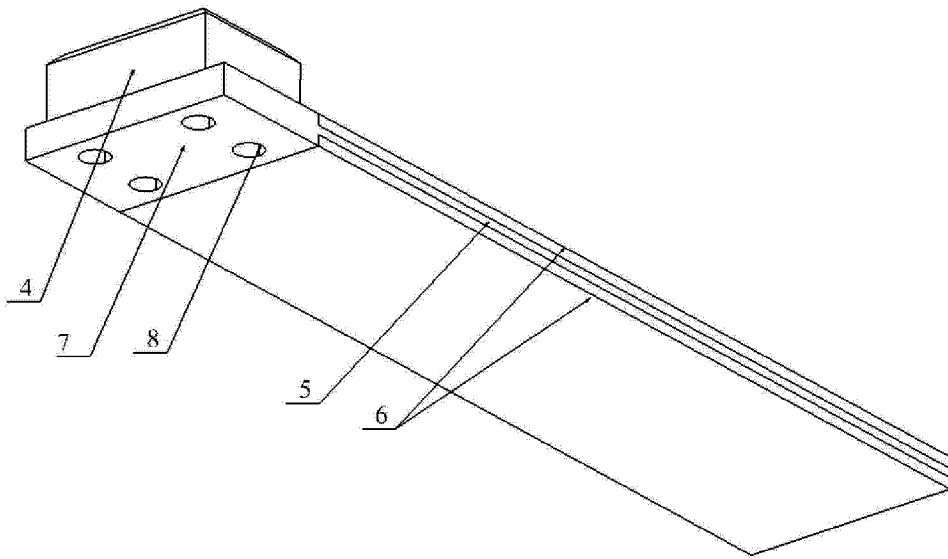


图 4