



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108398226 A

(43)申请公布日 2018.08.14

(21)申请号 201810432727.5

(22)申请日 2018.05.08

(71)申请人 中南大学

地址 410075 湖南省长沙市天心区韶山南路22号中南大学土木工程学院桥梁工程系

(72)发明人 何旭辉 邹思敏 王汉封

(74)专利代理机构 长沙七源专利代理事务所
(普通合伙) 43214

代理人 郑隽 吴婷

(51)Int.Cl.

G01M 9/02(2006.01)

G01M 9/08(2006.01)

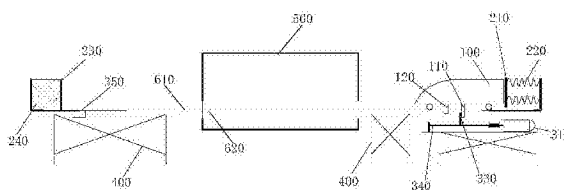
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

横风作用下车-桥系统气动特性风洞试验测试装置及方法

(57)摘要

本发明提供一种横风作用下车-桥系统气动特性风洞试验测试装置及方法,该装置包括:车辆模型、弹射机构、缓冲机构、风洞试验段、弹射导轨,弹射导轨穿过风洞试验段;弹射机构和缓冲机构分设于弹射导轨两端;车辆模型在缓冲机构处停止运行;弹射机构包括压紧弹射部件和弹射部,压紧弹射部件将车辆模型压紧于弹射部上后,释放车辆模型沿弹射导轨运行。通过缩尺模型模拟实际桥梁和列车进行真实还原的模拟试验,从而实现高度还原和真实度模拟试验的移动车-桥系统气动特性风洞试验测试方法及其装置。本发明的另一方面还提供了该装置的试验测量方法。



1. 一种横风作用下车-桥系统气动特性风洞试验测试装置,其特征在于,包括:车辆模型、弹射机构、缓冲机构、风洞试验段、弹射导轨,所述弹射导轨穿过所述风洞试验段;所述弹射机构和所述缓冲机构分设于所述弹射导轨两端;所述车辆模型在所述缓冲机构处停止运行;所述弹射机构包括压紧弹射部件和弹射部,所述压紧弹射部件将所述车辆模型压紧于所述弹射部上后,释放所述车辆模型沿所述弹射导轨运行。

2. 根据权利要求1所述的横风作用下车-桥系统气动特性风洞试验测试装置,其特征在于,所述弹射部包括弹簧、固定板和弹射板,所述固定板固定于所述弹射导轨的一端,所述弹射板设置于所述车辆模型的尾端;所述弹簧夹设于所述固定板和所述弹射板之间。

3. 根据权利要求1所述的横风作用下车-桥系统气动特性风洞试验测试装置,其特征在于,所述压紧弹射部件包括:钩块、丝杆和电机,所述钩块固定连接于所述车辆模型的底面;所述电机与所述丝杆驱动连接,所述丝杠绕所述丝杠的轴线转动;所述丝杠上固定连接钩板,所述钩板随所述丝杠的转动压紧所述弹射部,所述钩块伸缩地卡接于所述钩板上。

4. 根据权利要求1所述的横风作用下车-桥系统气动特性风洞试验测试装置,其特征在于,所述缓冲机构包括柔性缓冲板和缓冲块,所述缓冲块固定于所述弹射导轨的另一端,所述缓冲块的外壁上设置所述柔性缓冲板。

5. 根据权利要求4所述的横风作用下车-桥系统气动特性风洞试验测试装置,其特征在于,所述缓冲机构包括卡槽,所述卡槽设置于所述缓冲块前,并向所述弹射导轨内凹陷形成;所述车辆模型的底面设置卡块,所述卡块伸缩地与述卡槽卡接。

6. 根据权利要求1所述的横风作用下车-桥系统气动特性风洞试验测试装置,其特征在于,所述横风作用下车-桥系统气动特性风洞试验测试装置还包括试验桥跨模型,所述弹射导轨铺设于所述试验桥跨模型上,所述试验桥跨模型穿过所述风洞试验段。

7. 根据权利要求6所述的横风作用下车-桥系统气动特性风洞试验测试装置,其特征在于,所述横风作用下车-桥系统气动特性风洞试验测试装置还包括两个支撑架,所述支撑架安装于所述试验桥跨模型的底面;两相邻所述支撑架分列于所述风洞试验段的两外侧。

8. 根据权利要求1~6中任一项所述的横风作用下车-桥系统气动特性风洞试验测试装置,其特征在于,所述车辆模型包括第一车辆模型和第二车辆模型;所述弹射机构包括第一弹射机构和第二弹射机构,所述缓冲机构包括第一缓冲机构和第二缓冲机构、所述风洞试验段包括第一风洞试验段和第二风洞试验段,所述弹射导轨包括第一弹射导轨和第二弹射导轨;所述第一弹射导轨和所述第二弹射导轨并排间隔设置;所述第一弹射导轨穿过所述第一风洞试验段,所述第二弹射导轨穿过所述第二风洞试验段,所述第一风洞试验段和所述第二风洞试验段并排间隔设置;所述第一弹射机构和所述第一缓冲机构分别设置于所述第一弹射导轨的第一端和第二端;所述第二弹射机构和所述第二缓冲机构分别设置于所述第二弹射导轨的第二端和第一端;所述第一车辆模型沿所述第一弹射导轨运行;所述第二车辆模型沿所述第二弹射导轨运行。

9. 根据权利要求1所述的横风作用下车-桥系统气动特性风洞试验测试装置,其特征在于,所述风洞试验段内横风风速为0~20m/s。

10. 一种如权利要求1~9中任一项所述的横风作用下车-桥系统气动特性风洞试验测试装置的试验测试方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤S100:将车辆模型压紧于弹射部上,通过压紧弹射部件释放所述车辆模型在弹射

导轨上运行；

步骤S200：启动风洞试验段在所述风洞试验段内形成横向风，所述车辆模型穿过风洞试验段时获取气动特性参数；

步骤S300：所述车辆模型在所述缓冲机构处减速并停止运动。

横风作用下车-桥系统气动特性风洞试验测试装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及高速铁路车-桥系统气动特性模拟试验技术领域,具体的涉及一种横风作用下车-桥系统气动特性风洞试验测试装置及方法。

背景技术

[0002] 行驶速度是交通运输发展追求的目标,而“安全”则是永恒的主题。然而,由强风引起的行车安全事故层出不穷:日本自开始铁路运输以来,发生了28起由强风引起的列车事故。英国“欧洲之星”曾因强风被迫停运;广州虎门大桥也曾发生过多起汽车被强风吹翻的事故。车辆在桥上运行时,车辆过桥时产生的动力冲击会引起桥梁振动,而桥梁结构的振动又会反过来影响车辆的运行安全。强风作用下,车辆与桥梁间的动力相互作用被增强,而且桥梁气动特性还会随车辆的到达和离去而改变,桥上车辆则处于桥梁断面的绕流之中,二者之间的相互气动干扰也非常复杂,使得车-桥系统气动特性较单车、单桥时明显不同,且往往对车辆安全运行不利。此外,今年车辆行驶高速化和车体轻量化趋势明显,使车辆对风荷载更为敏感。例如,我国高速列车运行速度远远超过当今世界高速列车240km/h的平均运营速度和320km/h的最高运营速度,为适应列车高速度运行,动车组采用大型中空铝合金型材料或不锈钢薄筒型轻量化结构,使得动车组车体重量较传统机车车辆减轻了50%,列车行驶高速化和车体轻量化势必使得列车对风荷载的作用更为敏感。因此,强风、高速运行的轻量化列车和桥梁三种因素组合,将大大增加强风条件下,车辆在桥梁上高速运行的安全风险。

[0003] 由于常规的风洞试验无法有效模拟横风对移动中的车-桥系统的作用以及交会列车与周围环境之间的相对运动,仍然缺乏较真实模拟列车在横风作用下运行时的气动力试验模拟分析。

[0004] 因此,研究一种新型的横风作用下车-桥系统风洞试验模型已成为亟待解决的技术问题。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种横风作用下车-桥系统气动特性风洞试验测试装置及方法,该发明解决了现有技术中缺乏能较真实模拟横风对移动中的车-桥系统的作用以及交会列车与周围环境之间的相对运动装置的技术问题。

[0006] 本发明提供一种横风作用下车-桥系统气动特性风洞试验测试装置,包括:车辆模型、弹射机构、缓冲机构、风洞试验段、弹射导轨,弹射导轨穿过风洞试验段;弹射机构和缓冲机构分设于弹射导轨两端;车辆模型在缓冲机构处停止运行;弹射机构包括压紧弹射部件和弹射部,压紧弹射部件将车辆模型压紧于弹射部上后,释放车辆模型沿弹射导轨运行。

[0007] 进一步地弹射部包括弹簧、固定板和弹射板,固定板固定于弹射导轨的一端,弹射板设置于车辆模型的尾端;弹簧夹设于固定板和弹射板之间。

[0008] 进一步地压紧弹射部件包括:钩块、丝杆和电机,钩块固定连接于车辆模型的底

面;电机与丝杠驱动连接,丝杠绕丝杠的轴线转动;丝杠上固定连接钩板,钩板随丝杠的转动压紧弹射部,钩块伸缩地卡接于钩板上。

[0009] 进一步地缓冲机构包括柔性缓冲板和缓冲块,缓冲块固定于弹射导轨的另一端,缓冲块的外壁上设置柔性缓冲板。

[0010] 进一步地缓冲机构包括卡槽,卡槽设置于缓冲块前,并向弹射导轨内凹陷形成;车辆模型的底面设置卡块,卡块伸缩地与述卡槽卡接。

[0011] 进一步地横风作用下车-桥系统气动特性风洞试验测试装置还包括试验桥跨模型,弹射导轨铺设于试验桥跨模型上,试验桥跨模型穿过风洞试验段。

[0012] 进一步地,横风作用下车-桥系统气动特性风洞试验测试装置还包括两个支撑架,支撑架安装于试验桥跨模型的底面;两相邻支撑架分列于风洞试验段的两外侧。

[0013] 进一步地,车辆模型包括第一车辆模型和第二车辆模型;弹射机构包括第一弹射机构和第二弹射机构,缓冲机构包括第一缓冲机构和第二缓冲机构、风洞试验段包括第一风洞试验段和第二风洞试验段,弹射导轨包括第一弹射导轨和第二弹射导轨;第一弹射导轨和第二弹射导轨并排间隔设置;第一弹射导轨穿过第一风洞试验段,第二弹射导轨穿过第二风洞试验段,第一风洞试验段和第二风洞试验段并排间隔设置;第一弹射机构和第一缓冲机构分别设置于第一弹射导轨的第一端和第二端;第二弹射机构和第二缓冲机构分别设置于第二弹射导轨的第二端和第一端;第一车辆模型沿第一弹射导轨运行;第二车辆模型沿第二弹射导轨运行。

[0014] 进一步地,风洞试验段内横风风速为 $0\sim 20\text{m/s}$ 。

[0015] 本发明的另一方面还提供了一种如上述的横风作用下车-桥系统气动特性风洞试验测试装置的试验测试方法,包括以下步骤:

[0016] 步骤S100:将车辆模型压紧于弹射部上,通过压紧弹射部件释放车辆模型在弹射导轨上运行;

[0017] 步骤S200:启动风洞试验段在所述风洞试验段内形成横向风,车辆模型穿过风洞试验段时获取气动特性参数;

[0018] 步骤S300:车辆模型在所述缓冲机构处减速并停止运动。

[0019] 本发明的技术效果:

[0020] 本发明提供横风作用下车-桥系统气动特性风洞试验测试装置,使用设置于桥梁模型轨道上的列车风洞试验模型,在其一端设置模型弹射机构,该弹射机构由电机带动丝杠旋转,安装在丝杠上的钩板做直线运动,带动钩块及车辆模型压缩模型弹射机构上的弹射板及弹簧,当弹簧达到预定的实验所需要的压缩量,将钩板和钩块脱开,车辆模型快速弹出,沿轨道侧向进入风洞试验段,进行风洞实验。当车辆模型穿越风洞试验段后,沿轨道继续前进,模型头部撞击柔性缓冲板和缓冲块,模型减速停下。同时车辆模型上的卡块进入卡槽,车辆模型基本固定,不会反向运动。同时结合风洞实验室,能有效模拟列车在横风作用下的运行状态,为探究横风作用下列车在桥梁上运行时的气动特性提供可能。本发明实现方法简单,易于控制,能够实现列车从静止到 30m/s 的高速加速,以及从高速迅速缓冲到静止的控制,且具有较高的试验精度,同时实验列车所受横风风速可由 $0\sim 20\text{m/s}$ 自由切换,能够有效且真实地反映横风作用下列车运行于桥上以及交会于桥上的真实状态。

[0021] 本发明提供的横风作用下车-桥系统气动特性风洞试验测试装置,通过缩尺模型

模拟实际桥梁和列车进行真实还原的模拟试验,从而实现高度还原和真实度模拟试验的动车-桥系统气动特性风洞试验测试方法及其装置。

[0022] 具体请参考根据本发明的横风作用下车-桥系统气动特性风洞试验测试装置提出的各种实施例的如下描述,将使得本发明的上述和其他方面显而易见。

附图说明

[0023] 图1是本发明优选实施中横风作用下车-桥系统气动特性风洞试验测试装置的结构示意图;

[0024] 图2是本发明另一优选实施中横风作用下车-桥系统气动特性风洞试验测试装置的结构示意图。

[0025] 图例说明:

[0026] 100、车辆模型;110、钩块;120、卡块;210、弹射板;220、弹簧;230、柔性缓冲板;240、缓冲块;310、电机;330、钩板;340、丝杠;350、卡槽;400、支撑架;500、风洞试验段;610、弹射导轨;630、试验桥跨模型。

具体实施方式

[0027] 构成本申请的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。

[0028] 参见图1,本发明提供的横风作用下车-桥系统气动特性风洞试验测试装置,包括:车辆模型100、弹射机构、缓冲机构、风洞试验段500、弹射导轨610,弹射导轨610穿过风洞试验段500;弹射机构和缓冲机构分设于弹射导轨610两端;车辆模型100在缓冲机构处停止运行;弹射机构包括压紧弹射部件和弹射部,压紧弹射部件将车辆模型100压紧于弹射部上,并释放车辆模型100沿弹射导轨610运行。

[0029] 本文中,列车是指可在导轨上沿导轨行驶的各类车辆。该装置提供列车在风洞中以某一速度在桥上运行,根据弹射部势能转换为动能的原理,提供列车在轨道上运行的初始速度。随着车辆模型100在轨道上运行,实现了列车在风洞试验段500内的加减速和渐停功能,列车穿过风洞试验段500后,通过缓冲机构进行增阻减速,实现列车停车功能。弹射机构可以为现有如弹簧220类可压紧并能将压紧势能转化为动能的机构。缓冲机构可以为各类柔性缓冲材料制成的部件。压紧弹射部件只要能实现压紧弹射部的作用即可,例如在一实施例中,压紧弹射部件可以为车辆模型100可后退对弹射部压紧。弹射导轨610:保证模型车辆能够在风洞内以某一速度平稳运行;车辆模型100:某种高速车辆模型100,是主要研究对象之一。弹射导轨610贯穿风洞试验段500的两相对距离较大的侧墙,以最大化利用风洞截面长度以及增加有效试验长度。

[0030] 优选的,风洞试验段500以0~20m/s风速进行横风模拟,有效地进行横风作用下的动车-桥系统气动特性风洞试验测试。

[0031] 优选的,弹射部包括弹簧220、固定板和弹射板210,固定板固定于弹射导轨610的一端,弹射板210设置于车辆模型100的尾端;弹簧220夹设于固定板和弹射板210之间。弹射部能实现列车以某种初始速度沿轨道方向弹出,让列车弹性势能转化为动能,提供列车在风洞内的试验初速度。

[0032] 优选的,压紧弹射部件包括:钩块110、丝杠和电机310,钩块110固定连接于车辆模型100的底面;电机310与丝杠驱动连接,丝杠340绕丝杠340的轴线转动;丝杠340上固定连接钩板330,钩板330随丝杠340的转动压紧弹射部,钩块110伸缩地卡接于钩板330上。

[0033] 利用电机310带动丝杠340旋转,安装在丝杠340上的钩板330做直线运动,带动钩块110及车辆模型100压缩弹射部,当弹射部达到预定的实验所需要的压缩量,将钩板330和钩块110脱开,车辆模型100快速弹出,沿轨道侧向进入风洞试验段500,进行风洞实验。

[0034] 优选的,缓冲机构包括柔性缓冲板230和缓冲块240,缓冲块240固定于弹射导轨610的另一端,缓冲块240的外壁上设置柔性缓冲板230。

[0035] 缓冲机构可实现降低车辆模型100的运行速度,使其能较快的进入减速阶段。

[0036] 优选的,缓冲机构包括卡槽350,卡槽350设置于缓冲块240前,并向弹射导轨610内凹陷形成;车辆模型100的底面设置卡块120,卡块120伸缩地与述卡槽350卡接。

[0037] 在一具体实施例中,当车辆模型100穿越风洞试验段500后,沿弹射轨道继续前进,车辆模型100的头部撞击柔性缓冲板230和缓冲机构,车辆模型100减速停下,同时车辆模型100上的卡块120卡接于卡槽350内,从而实现车辆模型100基本固定,避免车辆模型100的不会反向运动。

[0038] 优选的,还包括试验桥跨模型530,弹射导轨610铺设于试验桥跨模型530上,试验桥跨模型530穿过风洞试验段500。

[0039] 高速铁路典型桥梁模型,包括梁体和桥面轨道系统(双线铁路)从而有效模拟实际情况,提高实验结果准确性。能够有效解决列车在桥梁上高速移动,另外能够有效模拟横风对车-桥系统的影响,很好地实现了横风作用下的移动车-桥系统气动特性风洞试验的有效测试。弹射导轨610与试验桥跨模型530之间可以为有/无缝连接。

[0040] 优选的,还包括两个支撑架400,支撑架400安装于试验桥跨模型530的底面;两相邻支撑架400分列于风洞试验段500的两外侧。支撑架400使得试验桥跨模型530能远离地面,从而较好的模拟了桥梁结构。为方便合理有效利用风洞试验段,支架采用搭扣式组件与外部轨道支撑架相连,同时采用电磁技术将支架与风洞地面贴合,保证试验稳定性的同时,方便拆卸。

[0041] 参见图2,优选的,弹射机构包括第一弹射机构和第二弹射机构,缓冲机构包括第一缓冲机构和第二缓冲机构、风洞试验段500包括第一风洞试验段500和第二风洞试验段500,弹射导轨610包括第一弹射导轨610和第二弹射导轨610;第一弹射导轨610和第二弹射导轨610并排间隔设置;第一弹射导轨610穿过第一风洞试验段500,第二弹射导轨610穿过第二风洞试验段500,第一风洞试验段500和第二风洞试验段500并排间隔设置;第一弹射机构和第一缓冲机构分别设置于第一弹射导轨610的第一端和第二端;第二弹射机构和第二缓冲机构分别设置于第二弹射导轨610的第二端和第一端。

[0042] 通过并排弹射导轨610,且在弹射导轨610上设置能实现车辆模型100相向而行的并排弹射导轨610,能模拟两列车汇车时的气动特性。

[0043] 优选的,试验桥跨模型530包括第一试验桥跨模型530和第二试验桥跨模型530,第一弹射导轨610架设于第一试验桥跨模型530上;第二弹射导轨610架设于第二试验桥跨模型530上。

[0044] 通过将弹射导轨610架设于桥梁模型上,即可模拟在桥梁上行驶的列车的汇车情

况,从而获取较准确的气动参数特性。

[0045] 以下结合具体实施例对本发明提供的装置进行检测,实验条件:风洞以0~20m/s进行横风风速模拟。

[0046] 参见图1,利用电机310带动丝杠340旋转,安装在丝杠340上的钩板330做直线运动,带动钩块110及车辆模型100压缩模型弹射机构上的弹射板210及弹簧220,当弹簧220达到预定的实验所需要的压缩量,将钩板330和钩块110脱开,车辆模型100快速弹出,沿轨道侧向进入风洞试验段500,进行风洞实验。当车辆模型100穿越风洞试验段500后,沿轨道继续前进,模型头部撞击柔性缓冲板230和缓冲机构,模型减速停下,同时车辆模型100上的卡块120进入卡槽350,车辆模型100基本固定,不会反向运动。

[0047] 图2是本发明横风作用下车-桥系统气动特性测试装置的结构示意图之二,试验桥跨模型530下端均匀设置支撑架400,支撑架400上设置弹射导轨610,弹射导轨610的两端设置弹射机构和缓冲机构,弹射机构前放置车辆模型100,弹射机构与车辆模型100接触部分设置有弹射板210,弹射导轨610的两端设置弹射机构和缓冲机构,试验桥跨模型530包括梁体、桥面轨道,弹射导轨610穿过风洞,风洞以0~20m/s进行横风风速模拟。

[0048] 本发明的另一方面还提供了一种如上述横风作用下车-桥系统气动特性风洞试验测试装置的试验测试方法,包括以下步骤:

[0049] 步骤S100:将车辆模型压紧于弹射部上,通过压紧弹射部件释放车辆模型在弹射导轨610上运行;

[0050] 步骤S200:启动风洞试验段500在所述风洞试验段500内形成横向风,车辆模型穿过所述风洞试验段500时获取气动特性参数;

[0051] 步骤S300:车辆模型在缓冲机构处减速并停止运动。

[0052] 具体的该方法包括以下步骤:车辆模型压紧于弹射部后,通过释放弹射部中的压紧弹射部件。同时启动风洞,风洞试验段内形成横向风速为0~20m/s的风。将车辆模型射出后沿弹射轨道运行,并通过风洞试验段。获取车辆模型通过风洞试验段500的过程中的气动特性参数。通过风洞试验段500后,车辆模型撞击在缓冲机构上,停止运动。此处的横向风是指风沿车辆模型的横轴方向运动。本领域技术人员将清楚本发明的范围不限制于以上讨论的示例,有可能对其进行若干改变和修改,而不脱离所附权利要求书限定的本发明的范围。尽管已经在附图和说明书中详细图示和描述了本发明,但这样的说明和描述仅是说明或示意性的,而非限制性的。本发明并不限于所公开的实施例。

[0053] 通过对附图,说明书和权利要求书的研究,在实施本发明时本领域技术人员可以理解 and 实现所公开的实施例的变形。在权利要求书中,术语“包括”不排除其他步骤或元素,而不定冠词“一个”或“一种”不排除多个。在彼此不同的从属权利要求中引用的某些措施的事实不意味着这些措施的组合不能被有利地使用。权利要求书中的任何参考标记不构成对本发明的范围的限制。

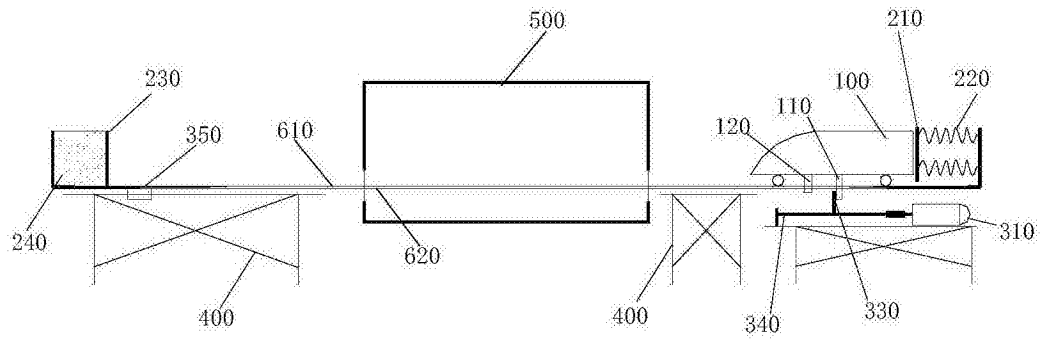


图1

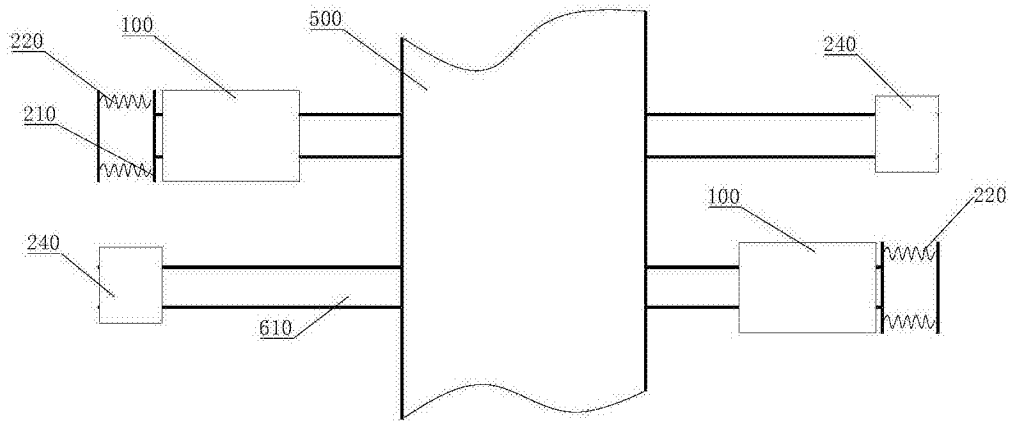


图2