



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113611195 A

(43) 申请公布日 2021. 11. 05

(21) 申请号 202110911841.8

(22) 申请日 2021.08.10

(71) 申请人 合肥工业大学

地址 230009 安徽省合肥市屯溪路193号

(72) 发明人 董钢 董晓田 王静峰 黄亮

(74) 专利代理机构 北京邦创至诚知识产权代理
事务所(普通合伙) 11717

代理人 刘欢

(51) Int. Cl.

G09B 23/10 (2006.01)

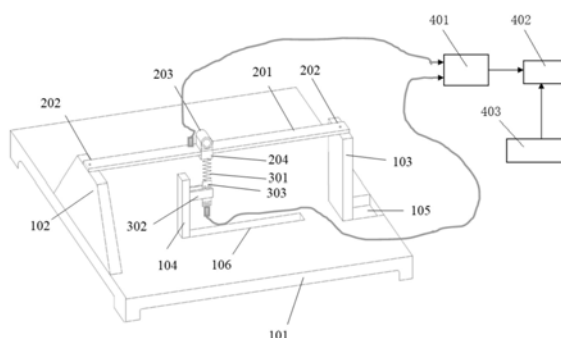
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

一种动力减振实验装置和实验方法

(57) 摘要

本发明涉及力学实验技术领域,尤其是涉及一种动力减振实验装置和实验方法,包括:固定台座、振动主系统、振动子系统和振动测试系统;振动主系统包括:弹性梁和转动电机质量块;弹性梁的两端分别铰接于第一支撑板、第二支撑板;转动电机质量块设置于弹性梁上;振动子系统包括:弹簧、多孔铝制薄板和电磁极;弹簧的上端固定连接于转动电机质量块,弹簧的下端固定连接于多孔铝制薄板,电磁极设置于支架上;振动测试系统分别与转动电机质量块、多孔铝制薄板连接,本发明的实验内容包括:测量振动主系统和振动子系统的不同质量比、不同刚度比以及振动子系统不同阻尼情况下的动力减振效果;测量振动子系统不同布置位置对振动主系统动力减振影响。



1. 一种动力减振实验装置,其特征在于,包括:固定台座、振动主系统、振动子系统和振动测试系统;所述固定台座包括:底座(101)、第一支撑板(102)、第二支撑板(103)和支架(104);所述第一支撑板(102)固定连接于底座(101)的一侧;所述第二支撑板(103)可活动地连接于底座(101)的另一侧;所述支架(104)可活动地连接于底座(101)的中部;所述振动主系统包括:弹性梁(201)和转动电机质量块(203);所述弹性梁(201)的两端分别铰接于第一支撑板(102)、第二支撑板(103);所述转动电机质量块(203)设置于弹性梁(201)上;所述振动子系统包括:弹簧(301)、多孔铝制薄板(303)和电磁极(302);所述弹簧(301)的上端固定连接于转动电机质量块(203),所述弹簧(301)的下端固定连接于多孔铝制薄板(303),所述电磁极(302)设置于所述支架(104)上,用于在多孔铝制薄板(303)周围产生磁场;所述振动测试系统分别与转动电机质量块(203)、多孔铝制薄板(303)连接,用于测试振动主系统、振动子系统的振动信号。

2. 根据权利要求1所述的动力减振实验装置,其特征在于,

所述第一支撑板(102)固定在连接于底座(101)的一侧;

所述第二支撑板(103)能在底座(101)侧部的卡槽中平移,以调节第二支撑板(103)与第一支撑板(102)之间的距离;所述支架(104)能在底座(101)中部的卡槽中平移,以调节支架(104)在底座(101)的相对位置。

3. 根据权利要求1所述的动力减振实验装置,其特征在于,

所述弹性梁(201)为矩形截面薄梁;

所述弹性梁(201)与第一支撑板(102)之间设置有球形垫块(2012),并且所述弹性梁(201)、球形垫块(2012)、第一支撑板(102)三者之间通过固定螺栓(2011)连接;所述固定螺栓(2011)具有上部光杆段和下部螺纹段;所述弹性梁(201)、球形垫块(2012)分别与所述固定螺栓(2011)的上部光杆段可转动地连接;所述第一支撑板(102)与所述固定螺栓(2011)的下部螺纹段固定连接。

4. 根据权利要求1所述的动力减振实验装置,其特征在于,所述转动电机质量块(203)的下部固定连接于定位固定盒(204),弹性梁(201)穿过定位固定盒(204)的定位孔(2034),定位固定盒(204)能带动转动电机质量块(203)沿弹性梁(201)的纵向滑动,在到达实验位置时通过定位固定盒(204)内螺栓顶紧弹性梁(201)固定。

5. 根据权利要求4所述的动力减振实验装置,其特征在于,

所述定位固定盒(204)的两侧均设置有盒内摩擦夹板(304);所述盒内摩擦夹板(304)通过定位固定盒(204)侧壁顶进的螺栓(305)连接;所述弹簧(301)的上端伸入定位固定盒(204)的内部,并通过盒内摩擦夹板(304)夹持固定。

6. 根据权利要求1所述的动力减振实验装置,其特征在于,

所述多孔铝制薄板(303)设置有多多个开孔(306);

所述多孔铝制薄板(303)每个开孔(306)配套有铝制填充块,所述铝制填充块能够封堵开孔(306),并且能够从开孔(306)中卸下来。

7. 根据权利要求1所述的动力减振实验装置,其特征在于,所述多孔铝制薄板(303)的下部设置有可拆卸地配重质量块(309)。

8. 根据权利要求1所述的动力减振实验装置,其特征在于,所述电磁极(302)能沿支架(104)上下移动,并通过定位螺栓进行固定。

9. 根据权利要求1所述的动力减振实验装置,其特征在于,所述振动测试系统包括:加速度传感器、信号采集箱(401)和计算机控制系统(402);所述信号采集箱(401)通过一个加速度传感器与转动电机质量块(203)连接;所述信号采集箱(401)通过另一个加速度传感器与多孔铝制薄板(303)连接;所述计算机控制系统(402)与信号采集箱(401)连接,分别测量振动子系统、振动主系统的振动信号。

10. 一种实验方法,其特征在于,采用权利要求1至9中任一项所述的动力减振实验装置进行实验,实验内容包括:测量振动主系统和振动子系统的不同质量比、不同刚度比以及振动子系统不同阻尼情况下的动力减振效果;测量振动子系统不同布置位置对振动主系统动力减振影响。

一种动力减振实验装置和实验方法

技术领域

[0001] 本发明涉及力学实验技术领域,尤其是涉及一种动力减振实验装置和实验方法。

背景技术

[0002] 动力减振是动力学概念,如果将需要减振的振动系统视为主系统,附加一个一定质量、刚度、阻尼组成的子系统,主系统振动时通过子系统振动耗能使主系统振动响应减少,这种方法称为动力减振。动力减振实验是重要的力学实验,现有的动力减振实验主要为简单的演示实验,其实验用的主系统和子系统均为一固定参数的振动装置,学生仅能观察实验现象,不能通过实验进一步分析不同振动参数对动力减振的影响。

[0003] 公开于该背景技术部分的信息仅仅旨在加深对本发明的总体背景技术的理解,而不应当被视为承认或以任何形式暗示该信息构成已为本领域技术人员所公知的现有技术。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供动力减振实验装置和实验方法,以解决现有动力减振实验技术实验内容不足,演示功能单一以及缺少实验分析环节的缺陷,本申请专利发明了刚度可变、自由度可选的振动主系统,刚度、质量、阻尼可变的振动子系统,既可以实现原有的演示实验功能还可以比较完整的分析主系统、子系统质量比、刚度比、子系统阻尼比及子系统布置位置对动力减振的影响规律。

[0005] 为了实现上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0006] 本发明提供一种动力减振实验装置,其包括:固定台座、振动主系统、振动子系统和振动测试系统;所述固定台座包括:底座、第一支撑板、第二支撑板和支架;所述第一支撑板固定连接于底座的一侧;所述第二支撑板可活动地连接于底座的另一侧;所述支架可活动地连接于底座的中部;所述振动主系统包括:弹性梁和转动电机质量块;所述弹性梁的两端分别铰接于第一支撑板、第二支撑板;所述转动电机质量块设置于弹性梁上;所述振动子系统包括:弹簧、多孔铝制薄板和电磁极;所述弹簧的上端固定连接于转动电机质量块,所述弹簧的下端固定连接于多孔铝制薄板,所述电磁极设置于所述支架上,用于在多孔铝制薄板周围产生磁场;所述振动测试系统分别与转动电机质量块、多孔铝制薄板连接,用于测试振动主系统、振动子系统的振动信号。

[0007] 优选地,转动电机质量块的数量可以为一个也可以为两个。

[0008] 优选地,所述第一支撑板固定在连接于底座的一侧;所述第二支撑板能在底座侧部的卡槽中平移,以调节第二支撑板与第一支撑板之间的距离;所述支架能在底座中部的卡槽中平移,以调节支架在底座的相对位置。

[0009] 优选地,第二支撑板、支架可均在底部设置有滑动卡头,滑动卡头可与卡槽相互适配。此外,也可以在第二支撑板、支架的下部侧面设置有弹性定位头,在卡槽的侧面对应设置有定位孔。此处可实现的方式有很多种,此次不再一一举例。

[0010] 优选地,所述弹性梁为矩形截面薄梁;所述弹性梁与第一支撑板之间设置有球形

垫块,并且所述弹性梁、球形垫块、第一支撑板三者之间通过固定螺栓连接;所述固定螺栓具有上部光杆段和下部螺纹段;所述弹性梁、球形垫块分别与所述固定螺栓的上部光杆段可转动地连接;所述第一支撑板与所述固定螺栓的下部螺纹段固定连接。

[0011] 这样,弹性梁厚度较薄,薄梁质量相比于转动电机质量块可以忽略不记,可以将主系统质量近似为集中在转动电机质量块上,从而形成单自由度或两自由度的振动主系统。

[0012] 优选地,所述转动电机质量块的下部固定连接于定位固定盒,弹性梁穿过定位固定盒的定位孔,定位固定盒能带动转动电机质量块沿弹性梁的纵向滑动,在到达实验位置时通过定位固定盒内螺栓顶紧弹性梁固定。

[0013] 优选地,定位固定盒与转动电机质量块之间可通过焊接或者钢片绑扎后螺栓连接等等。

[0014] 优选地,所述转动电机质量块由一可调速圆柱形微型直流电机及固定在电机转动轴上的偏心质量圆盘组成,电机转动轴位于轴心位置,当电机转动时,偏心质量圆盘对电机转动轴产生离心力,离心力产生的竖向分力对主系统进行振动激励。转动电机质量块的质量相比弹性梁质量较大,振动时主系统质量可以近似为转动电机质量(以下简称电机质量块),根据实验方案确定电机质量块位置。

[0015] 优选地,所述定位固定盒的两侧均设置有盒内摩擦夹板;所述盒内摩擦夹板通过定位固定盒侧壁顶进的螺栓连接;所述弹簧的上端伸入定位固定盒的内部,并通过盒内摩擦夹板夹持固定。

[0016] 优选地,所述多孔铝制薄板设置有多孔开孔;

[0017] 所述多孔铝制薄板每个开孔配套有铝制填充块,所述铝制填充块能够封堵开孔,并且能够从开孔中卸下来。

[0018] 优选地,所述多孔铝制薄板的下部设置有可拆卸地配重质量块。

[0019] 优选地,在多孔铝制薄板的下端两侧设有带弹性卡珠的配重槽,弹性卡珠多排设置,可以在侧向摁压收缩,另配有若干钢制配重质量块,质量块内设与弹性卡珠榫卯连接相吻合的凹槽,这样配重质量块推入配重槽时可以由弹性卡珠固定在在配重槽内,通过调节配重质量块数量来调节子系统质量大小。

[0020] 优选地,所述电磁极能沿支架上下移动,并通过定位螺栓进行固定。

[0021] 电磁极通过定位螺栓可以沿着支架上下移动,保证在铝板有孔部分振动始终在电磁场内,当选择不同孔洞的多孔铝制薄板在电磁场中振动时,由于切割面积不同,切割磁通量不同,电磁感应大小不同,从而可以通过多孔铝制薄板的孔洞数量来调节子系统阻尼的大小。

[0022] 优选地,所述振动测试系统包括:加速度传感器、信号采集箱和计算机控制系统;

[0023] 所述信号采集箱通过一个加速度传感器与转动电机质量块连接;

[0024] 所述信号采集箱通过另一个加速度传感器与多孔铝制薄板连接;

[0025] 所述计算机控制系统与信号采集箱连接,分别测量振动子系统、振动主系统的振动信号。

[0026] 优选地,加速度传感器为江苏东华公司提供的DH131E加速度传感器。

[0027] 优选地,信号采集箱为江苏东华公司提供的DH5923采集箱。

[0028] 优选地,计算机控制系统为江苏东华公司提供的DH5923控制软件。

[0029] 本发明提供一种实验方法,其采用所述的动力减振实验装置进行实验,实验内容包括:测量振动主系统和振动子系统的不同质量比、不同刚度比以及振动子系统不同阻尼情况下的动力减振效果;测量振动子系统不同布置位置对振动主系统动力减振影响。

[0030] 采用上述技术方案,本发明具有如下有益效果:

[0031] 本发明主系统和子系统振动刚度可调、主系统自由度可选、子系统质量、阻尼可调。利用该实验装置可以测量主系统子系统不同质量比、不同刚度比以及子系统不同阻尼情况下的动力减振效果,可以测量子系统不同布置位置对主系统动力减振影响。从而用实验方法分析质量比、刚度比和子系统阻尼比、子系统布置位置对动力减振的影响规律。

附图说明

[0032] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单的介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施方式,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0033] 图1为本发明实施例提供的动力减振实验装置的结构示意图;

[0034] 图2为本发明实施例提供的电机质量块的示意图;

[0035] 图3为本发明实施例提供的铰支座的示意图;

[0036] 图4为本发明实施例提供的子系统的结构示意图;

[0037] 图5为本发明实施例提供的定位固定盒的剖视图;

[0038] 图6为本发明实施例提供的动力减振实验装置第一状态示意图;

[0039] 图7为本发明实施例提供的动力减振实验装置第二状态示意图;

[0040] 图8为本发明实施例提供的动力减振实验装置第三状态示意图;

[0041] 图9为本发明实施例提供的单自由度子系统自由衰减曲线示意图。

具体实施方式

[0042] 下面将结合附图对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0043] 在本发明的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0044] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0045] 以下结合附图对本发明的具体实施方式进行详细说明。应当理解的是,此处所描

述的具体实施方式仅用于说明和解释本发明,并不用于限制本发明。

[0046] 实施例一

[0047] 结合图1至图8所示,本实施例提供一种动力减振实验装置,其包括:固定台座、振动主系统、振动子系统和振动测试系统;所述固定台座包括:底座101、第一支撑板102、第二支撑板103和支架104;所述第一支撑板102固定连接于底座101的一侧;所述第二支撑板103可活动地连接于底座101的另一侧;所述支架104可活动地连接于底座101的中部;所述振动主系统包括:弹性梁201和转动电机质量块203;所述弹性梁201的两端分别铰接于第一支撑板102、第二支撑板103;所述转动电机质量块203设置于弹性梁201上;所述振动子系统包括:弹簧301、多孔铝制薄板303和电磁极302;所述弹簧301的上端固定连接于转动电机质量块203,所述弹簧301的下端固定连接于多孔铝制薄板303,所述电磁极302设置于所述支架104上,用于在多孔铝制薄板303周围产生磁场;所述振动测试系统分别与转动电机质量块203、多孔铝制薄板303连接,用于测试振动主系统、振动子系统的振动信号。

[0048] 优选地,所述第一支撑板102固定在连接于底座101的一侧;所述第二支撑板103能在底座101侧部的卡槽105中平移,以调节第二支撑板103与第一支撑板102之间的距离;所述支架104能在底座101中部的卡槽106中平移,以调节支架104在底座101的相对位置。

[0049] 优选地,第二支撑板103、支架104可均在底部设置有滑动卡头,滑动卡头可与卡槽相互适配。此外,也可以在第二支撑板103、支架104的下部侧面设置有弹性定位头,在卡槽的侧面对应设置有定位孔。此处可实现的方式有很多种,此次不再一一举例。

[0050] 优选地,所述弹性梁201为矩形截面薄梁;所述弹性梁201与第一支撑板102之间设置有球形垫块2012,并且所述弹性梁201、球形垫块2012、第一支撑板102三者之间通过固定螺栓2011连接;所述固定螺栓2011具有上部光杆段和下部螺纹段;所述弹性梁201、球形垫块2012分别与所述固定螺栓2011的上部光杆段可转动地连接;所述第一支撑板102与所述固定螺栓2011的下部螺纹段固定连接。

[0051] 这样,弹性梁201厚度较薄,薄梁质量相比于转动电机质量块203可以忽略不计,可以将主系统质量近似为集中在转动电机质量块203上,从而形成单自由度或两自由度的振动主系统。

[0052] 优选地,所述转动电机质量块203的下部固定连接于定位固定盒204,弹性梁201穿过定位固定盒204的定位孔2034,定位固定盒204能带动转动电机质量块203沿弹性梁201的纵向滑动,在到达实验位置时通过定位固定盒204内螺栓顶紧弹性梁201固定。

[0053] 优选地,定位固定盒204与转动电机质量块203之间可通过焊接或者钢片绑扎后螺栓连接等等。

[0054] 优选地,所述转动电机质量块203由一可调速圆柱形微型直流电机2031及固定在电机转动轴2032上的偏心质量圆盘2033组成,电机转动轴2032位于轴心位置,当电机转动时,偏心质量圆盘2033对电机转动轴2032产生离心力,离心力产生的竖向分力对主系统进行振动激励。转动电机质量块203的质量相比弹性梁201质量较大,振动时主系统质量可以近似为转动电机质量以下简称电机质量块,根据实验方案确定电机质量块位置。

[0055] 优选地,所述定位固定盒204的两侧均设置有盒内摩擦夹板304;所述盒内摩擦夹板304通过定位固定盒204侧壁顶进的螺栓305连接;所述弹簧301的上端伸入定位固定盒204的内部,并通过盒内摩擦夹板304夹持固定。

[0056] 优选地,所述多孔铝制薄板303设置有多开孔306;

[0057] 所述多孔铝制薄板303每个开孔306配套有铝制填充块,所述铝制填充块能够封堵开孔306,并且能够从开孔306中卸下来。

[0058] 优选地,所述多孔铝制薄板303的下部设置有可拆卸地配重质量块309。

[0059] 具体地,在多孔铝制薄板303的下端两侧设有带弹性卡珠308的配重槽307,弹性卡珠308呈多排设置,可以在侧向摁压收缩,另配有若干钢制配重质量块309,质量块309内设与弹性卡珠308榫卯连接相吻合的凹槽,这样配重质量块309推入配重槽307时可以由弹性卡珠308固定在在配重槽307内,通过调节配重质量块309数量来调节子系统质量大小。

[0060] 优选地,所述电磁极302能沿支架104上下移动,并通过定位螺栓进行固定。电磁极302通过定位螺栓可以沿着支架104上下移动,保证在铝板有孔部分振动始终在电磁场内,当选择不同孔洞的多孔铝制薄板303在电磁场中振动时,由于切割面积不同,切割磁通量不同,电磁感应大小不同,从而可以通过多孔铝制薄板303的孔洞数量来调节子系统阻尼的大小。

[0061] 优选地,所述振动测试系统包括:加速度传感器、信号采集箱401和计算机控制系统402;所述信号采集箱401通过一个加速度传感器与转动电机质量块203连接;所述信号采集箱401通过另一个加速度传感器与多孔铝制薄板303连接;所述计算机控制系统402与信号采集箱401连接,通过实验软件403分别测量振动子系统、振动主系统的振动信号。

[0062] 优选地,加速度传感器采用江苏东华公司提供的DH131E加速度传感器。

[0063] 优选地,信号采集箱401采用江苏东华公司提供的DH5923采集箱。

[0064] 优选地,计算机控制系统402采用江苏东华公司提供的DH5923控制软件。

[0065] 实施例二

[0066] 结合图1至图9所示,本实施例提供一种实验方法,其采用实施例一所述的动力减振实验装置进行实验,实验内容包括:测量振动主系统简称主系统和振动子系统简称子系统的不同质量比、不同刚度比以及振动子系统不同阻尼情况下的动力减振效果;测量振动子系统不同布置位置对振动主系统动力减振影响。本实施例利用子系统振动减轻或消除主系统振动,需要综合考虑主子系统质量比、刚度比、子系统的阻尼比以及子系统的布置位置。本实施例针对单自由度主系统实验分析质量比、刚度比、子系统的阻尼比对动力消振的影响,针对双自由度主系统分析子系统的布置位置对主系统的影响。其中刚度比通过固定子系统刚度变主系统刚度实现;质量比通过固定主系统质量变子系统质量实现;阻尼比通过改变子系统多孔铝板的孔洞数量实现;子系统的布置位置在两自由度主系统中实现。

[0067] 其中子系统:采用可填充的多孔铝板作为子系统质量块,通过配重槽内导入不同数量质量块,可以改变多孔铝板质量,实现子系统质量可变。多孔铝板上连接弹簧,弹簧提供子系统振动刚度,通过改变子系统振动时弹簧有效圈数改变子系统振动的刚度,实现子系统刚度可变。弹簧上端端连接主系统。子系统多孔铝板始终在布置磁场中上下振动,导电铝板在电磁场中的电磁感应效应提供子系统阻尼,通过导电材料填充多孔铝板不同孔洞,改变切割磁通量面积,产生不同大小的电磁感应,实现子系统振动阻尼可变。通过测试子系统自由振动曲线,利用其自由衰减曲线测定子系统阻尼比。

[0068] 其中主系统:本发明以单跨简支薄梁及在梁的中部可选择配置的1-2个一定质量的旋转电机作为振动主系统。薄梁质量相比于旋转电机质量可以忽略不计,从而形成单自

由度振动系统或两自由度振动系统。当质量块布置在不同位置时,实现主系统振动刚度可变。主系统通过电机旋转端子施加竖向激励,通过调整不同转速提供不同的激励频率。

[0069] 具体地,以如下实施例进行说明:

[0070] 一、实验前子系统阻尼调节及子系统的阻尼比确定。

[0071] 具体地,将主系统的转动电机质量块203滑动到简支梁弹性梁201一侧,此时主系统振动刚度近似无穷大,子系统此时的自由振动近似为子系统自身的自由振动。确定预设的铝板多孔铝制薄板303孔洞数量,将多余的铝板孔洞由铝制填充块密封填充,将支架104沿卡槽106移动至多孔铝板合适位置,使电磁场覆盖大于振动时铝板有孔范围。由电磁感应楞次定律,保留孔洞越少,电磁感应力越大且与运动速度方向相反,通过调节铝板孔洞数量调节不同大小阻尼。

[0072] 初始时刻向下轻拽子系统的的多孔铝制薄板303,使弹簧301伸长,松开多孔铝制薄板303后将自由振动,通过加速度传感器及振动测试系统记录此时振动自由衰减正弦函数曲线,由该曲线可以测定对数缩减率,对于设定的小阻尼,可以由对数缩减率除以 2π 得到此时的子系统阻尼比大小。相关推导过程如下:

[0073] 单自由度小阻尼自由振动方程:

$$[0074] \quad x(t) = Ae^{-\zeta\omega_n t} \sin(\omega_d t + \varphi)$$

[0075] 式中,A为由初始条件确定的常数, ω_n 为系统无阻尼固有频率, ω_d 系统有阻尼固有频率, φ 为相位角。

[0076] 定义对数缩减率 δ 为相隔一个周期相邻振幅的对数:

$$[0077] \quad \delta = \ln \left(\frac{Ae^{-\zeta\omega_n t_i}}{Ae^{-\zeta\omega_n (t_i + T_d)}} \right) = \zeta\omega_n T_d$$

[0078] 则对于小阻尼 $\omega_n T_d \approx 2\pi$, 得 $\zeta = \frac{\delta}{2\pi}$ 。图9显示通过图形可以测定 δ 和 ζ 。

[0079] 二、安装前主系统振动刚度调节与确定

[0080] 对于单自由度主系统,其系统的振动刚度随转动电机质量块203在梁的不同位置而改变,在梁的中部其振动刚度最小,越靠近支座振动刚度越大。通过改变转动电机质量块203的安装位置可以改变主系统的振动刚度。当然,值得说明的是,本实施例中子系统和主系统的刚度都是可变的,可根据实际需要灵活调整子系统和主系统的刚度数值。

[0081] 水平简支梁在竖向集中力F(即单自由度振动时的集中质量处)作用下,在集中力作用处沿着集中力方向产生的竖向挠度为:

$$[0082] \quad w_c = \frac{Fb(3l^2 - 4b^2)}{48EI},$$

[0083] 式中:l为简支梁跨度,b为集中力到支座较短一侧距离,E为简支梁材料的弹性模量,I为梁的惯性矩。

[0084] 则简支梁在集中力作用处,沿集中力作用方向产生单位位移所需的作用力,即竖向刚度为:

$$[0085] \quad k_c = \frac{48EI}{b(3l^2 - 4b^2)}。$$

[0086] 三、安装前子系统质量调节

[0087] 在多孔铝板的下端设有仅单向滑动的配重槽307并配有若干等质量配重质量块309,配重质量块309可以布置在配重槽307内,调节子系统质量大小。

[0088] 四、安装调整后的各个装置

[0089] 将主系统梁左侧铰接约束在第一支撑板102上,右侧主系统第二支撑板103沿着卡槽105向右侧移动,安装主系统转动电机质量块203、定位固定盒204及子系统。安装完毕后,将第二支撑板103向左侧移动,并将主系统梁右侧约束支撑在第二支撑板103上。

[0090] 五、实施测试

[0091] 根据分析需要设定主系统振动刚度,按不同位置振动刚度计算公式确定主系统转动电机质量块203安装位置,并由定位固定盒204固定,通过旋转电机上偏心质量离心转动给主系统激励振动,通过布设的加速度传感器记录主系统振动信号,调节电机转速,通过主系统振动信号确定主系统共振状态,并记录共振时电机转速和此时共振频率。停止电机转动,按分析方案设置不同子系统,在定位固定盒204内连接子系统并锁紧弹簧,分析不同参数下减振效果。

[0092] 六、两自由度主系统动力消振实验

[0093] 在主系统梁上布置两个转动电机质量块203,右侧电机旋转给主系统激振,分别将子系统布置在右侧质量块的下端和左侧质量块的下端,分析左侧质量块的减振效果。

[0094] 综上,本发明主系统和子系统振动刚度可调、主系统自由度可选、子系统质量、阻尼可调。利用该实验装置可以测量主系统子系统不同质量比、不同刚度比以及子系统不同阻尼情况下的动力减振效果,可以测量子系统不同布置位置对主系统动力减振影响。从而用实验方法分析质量比、刚度比和子系统阻尼比、子系统布置位置对动力减振的影响规律。

[0095] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

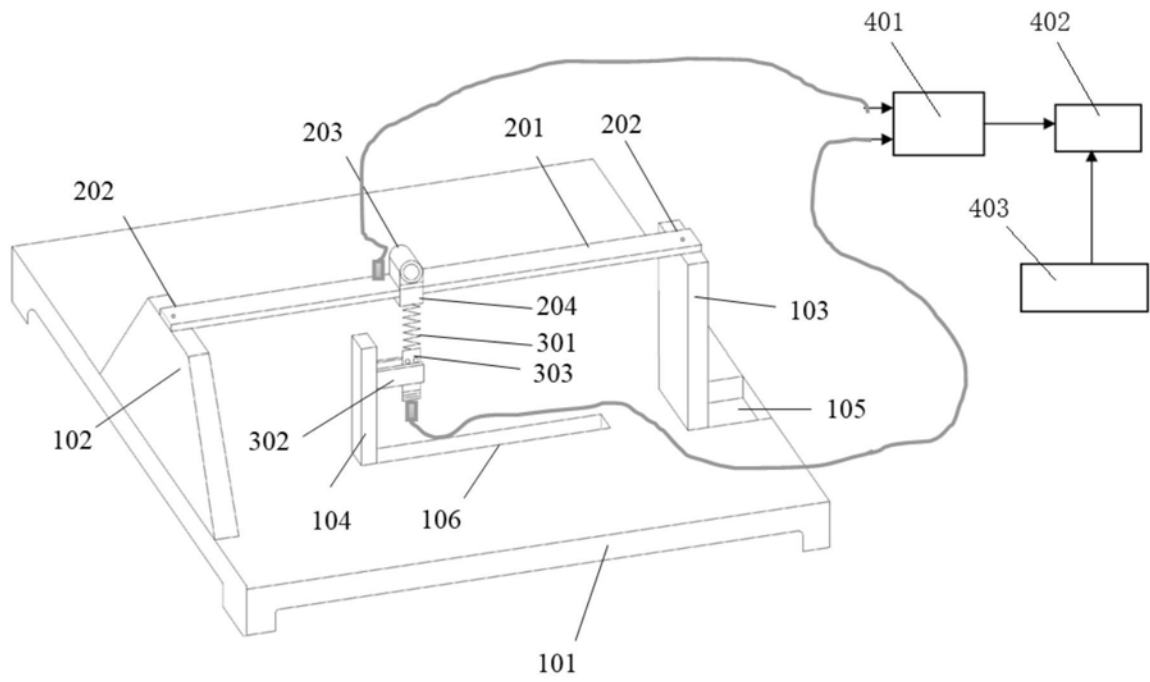


图1

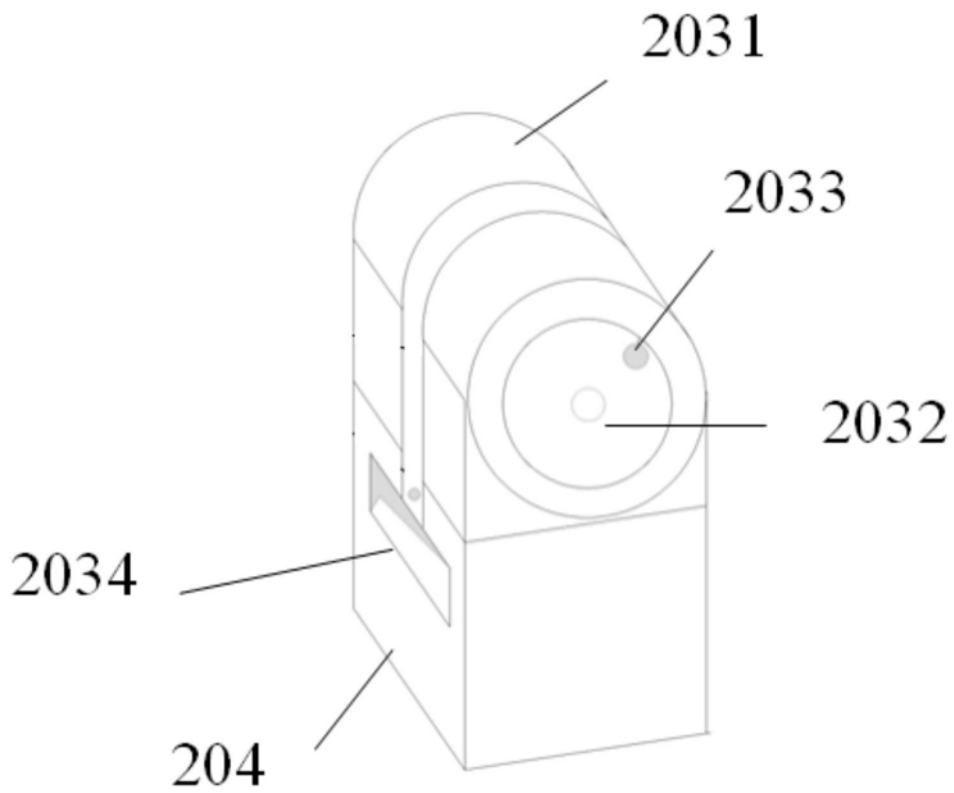


图2

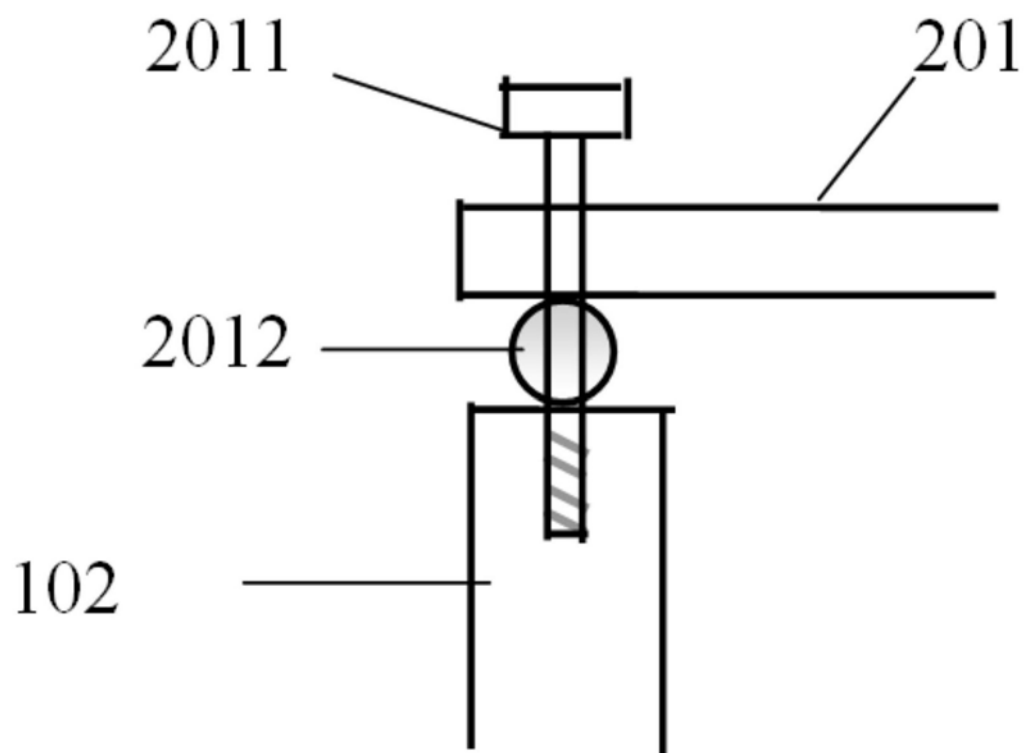


图3

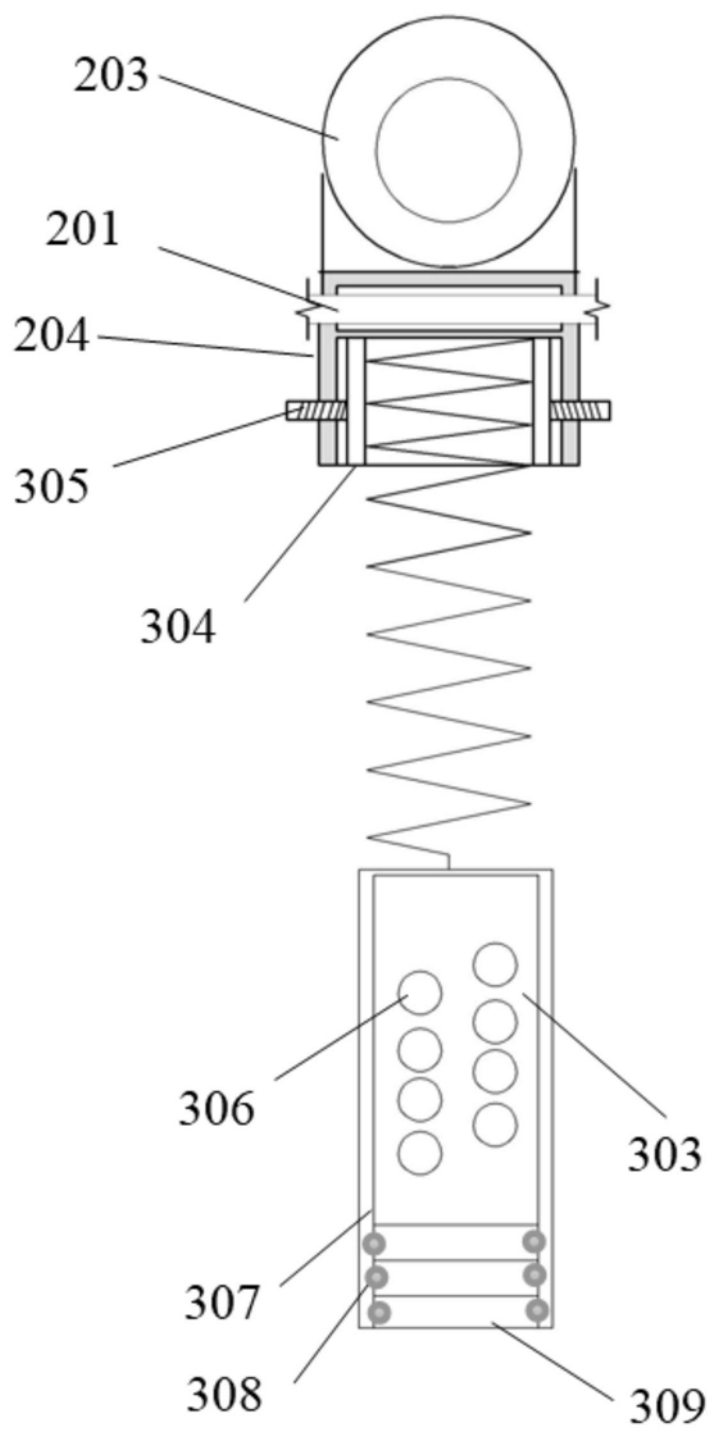


图4

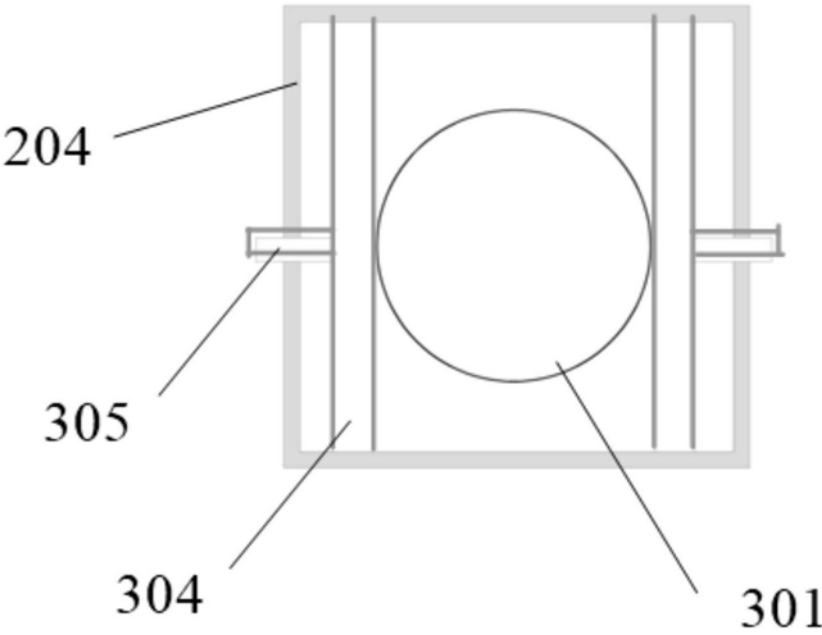


图5

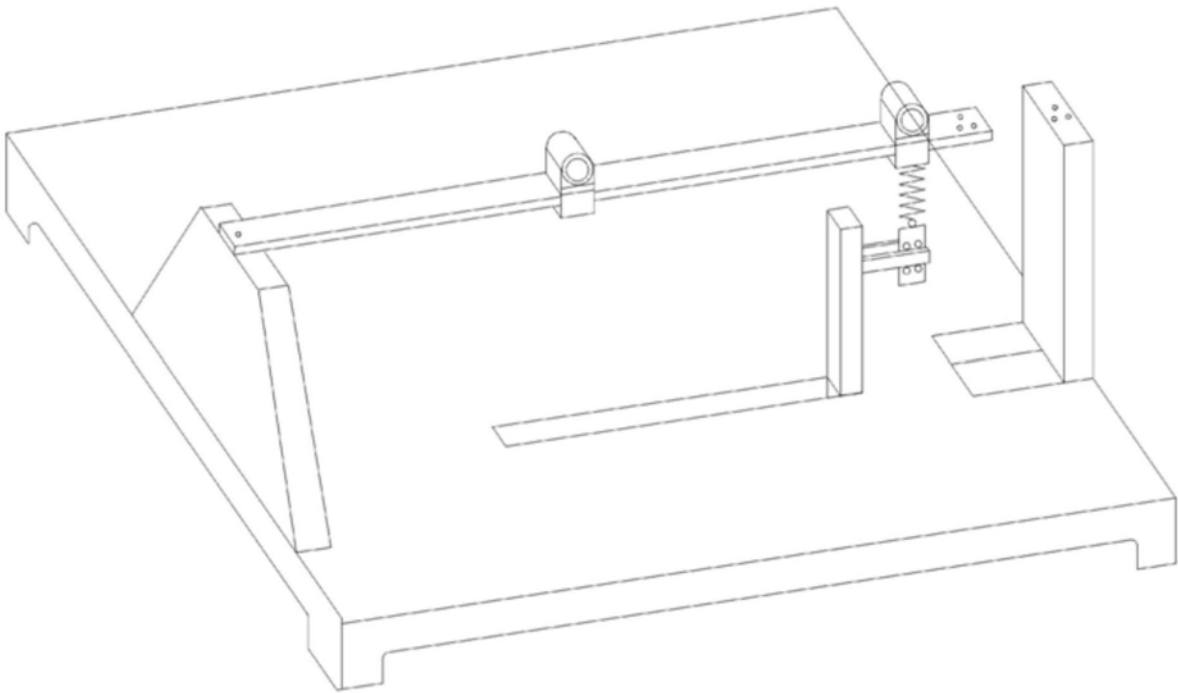


图6

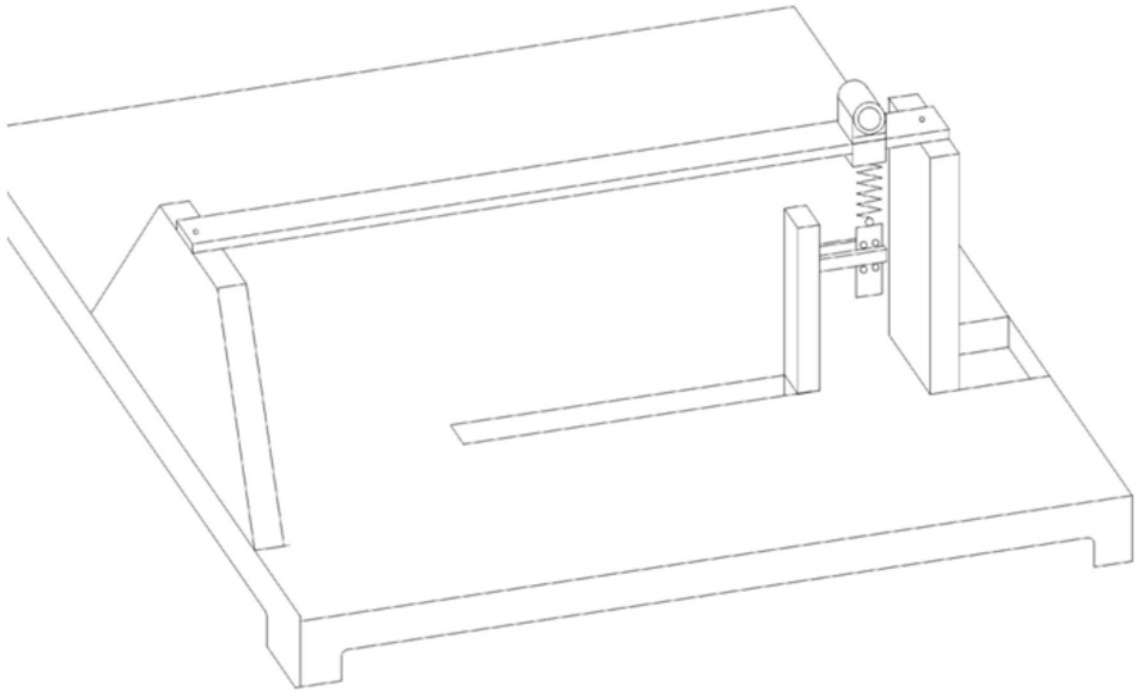


图7

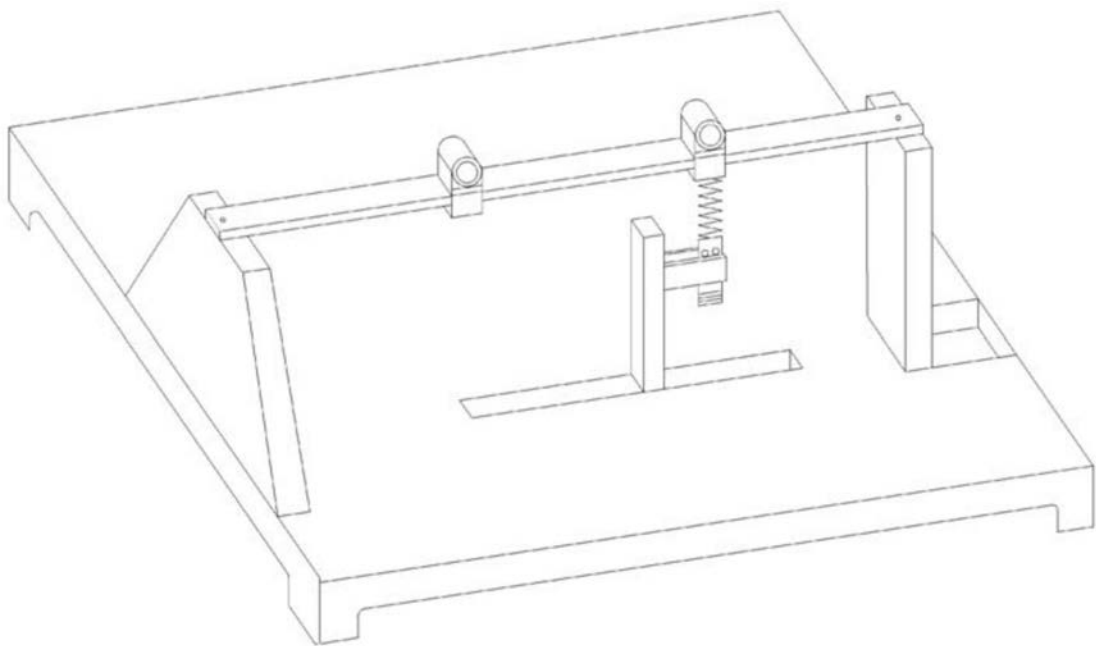


图8

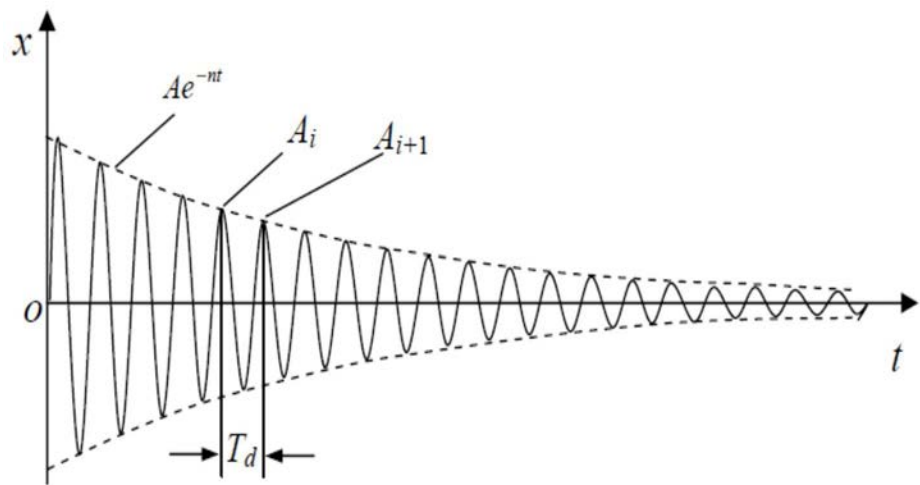


图9