



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106932162 A

(43)申请公布日 2017.07.07

(21)申请号 201710190696.2

(22)申请日 2017.03.28

(71)申请人 西南交通大学

地址 610031 四川省成都市金牛区二环路
北一段111号

申请人 中国铁路总公司

(72)发明人 王平 赵才友 卢俊 盛曦 易强

徐井芒 肖杰灵 陈嵘 韦凯

邢梦婷

(74)专利代理机构 北京超凡志成知识产权代理

事务所(普通合伙) 11371

代理人 吴开磊

(51)Int.Cl.

G01M 7/02(2006.01)

权利要求书3页 说明书8页 附图3页

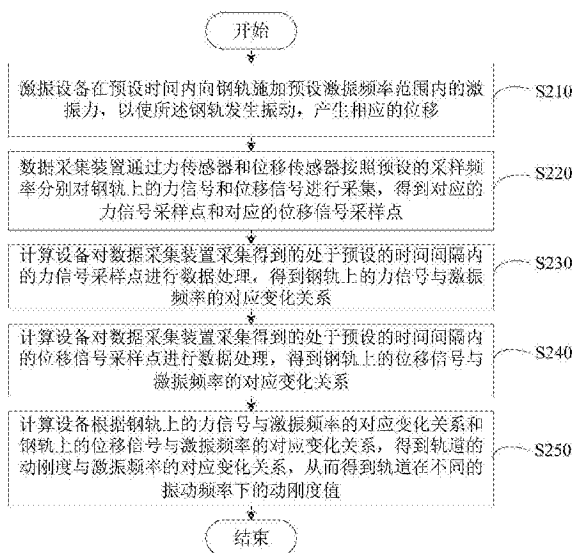
(54)发明名称

轨道动刚度测试方法及系统

(57)摘要

本发明实施例提供一种轨道动刚度测试方法及系统。所述方法包括：在预设时间内向钢轨施加预设激振频率范围内的激振力；按照预设的采样频率对钢轨上的力信号和位移信号进行采集，得到对应的力信号采样点和位移信号采样点；对处于预设的时间间隔内的力信号采样点进行数据处理，得到钢轨上的力信号与激振频率的对应变化关系；对处于预设的时间间隔内的位移信号采样点进行数据处理，得到钢轨上的位移信号与激振频率的对应变化关系；根据钢轨上的力信号、位移信号与激振频率的对应变化关系，得到轨道的动刚度与激振频率的对应变化关系。所述轨道动刚度测试方法及系统的测量准确度高，可全面地对轨道在不同振动频率下的动刚度值进行测量。

CN 106932162 A



1. 一种轨道动刚度测试方法,应用于轨道动刚度测试系统,所述系统包括激振设备、力传感器、位移传感器、数据采集装置及计算设备,其特征在于,所述方法包括:

所述激振设备在预设时间内向钢轨施加预设激振频率范围内的激振力,以使所述钢轨发生振动,产生相应的位移;

所述数据采集装置通过所述力传感器和所述位移传感器按照预设的采样频率分别对钢轨上的力信号和位移信号进行采集,得到对应的力信号采样点和对应的位移信号采样点;

所述计算设备对所述数据采集装置采集得到的处于预设的时间间隔内的力信号采样点进行数据处理,得到钢轨上的力信号与激振频率的对应变化关系;

所述计算设备对所述数据采集装置采集得到的处于预设的时间间隔内的位移信号采样点进行数据处理,得到钢轨上的位移信号与激振频率的对应变化关系;

所述计算设备根据钢轨上的力信号与激振频率的对应变化关系和钢轨上的位移信号与激振频率的对应变化关系,得到轨道的动刚度与激振频率的对应变化关系,从而得到轨道在不同的振动频率下的动刚度值。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述计算设备对所述数据采集装置采集得到的处于预设的时间间隔内的力信号采样点进行数据处理,得到钢轨上的力信号与激振频率的对应变化关系的步骤包括:

截取所述数据采集装置采集得到的力信号采样点在预设的时间间隔内的力信号采样点,并对截取到的力信号采样点进行处理,得到频谱幅值精度更高的力信号采样点,及相应的力信号采样点与采样时间之间的对应关系,其中,所述采样时间为所述预设的采样频率对应的时间;

通过频域分析的方式对力信号采样点与采样时间之间的对应关系进行傅里叶变换,得到钢轨上的力信号与激振频率的对应变化关系。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述截取所述数据采集装置采集得到的力信号采样点在预设的时间间隔内的力信号采样点的步骤包括:

将设置有预设的时间间隔的力窗加载在所述数据采集装置采集得到的力信号采样点上,以截取所述数据采集装置采集得到的力信号采样点在预设的时间间隔内的力信号采样点。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述计算设备对所述数据采集装置采集得到的处于预设的时间间隔内的位移信号采样点进行数据处理,得到钢轨上的位移信号与激振频率的对应变化关系的步骤包括:

截取所述数据采集装置采集得到的位移信号采样点在预设的时间间隔内的位移信号采样点,及相应的位移信号采样点与采样时间之间的对应关系,其中,所述采样时间为所述预设的采样频率对应的时间;

对所述位移信号采样点与采样时间之间的对应关系进行趋势项消除处理、平滑处理及滤波处理,得到精度更高的位移信号采样点与采样时间之间的关系;

通过频域分析的方式对所述精度更高的位移信号采样点与采样时间之间的关系进行傅里叶变换,得到钢轨上的位移信号与激振频率的对应变化关系。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述截取所述数据采集装置采集得到的位

移信号采样点在预设的时间间隔内的位移信号采样点的步骤包括：

将设置有预设的时间间隔的指数窗加载在所述数据采集装置采集得到的位移信号采样点上，以截取所述数据采集装置采集得到的位移信号采样点在预设的时间间隔内的力信号采样点。

6. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述计算设备根据钢轨上的力信号与激振频率的对应变化关系和钢轨上的位移信号与激振频率的对应变化关系，得到轨道的动刚度与激振频率的对应变化关系，从而得到轨道在不同的振动频率下的动刚度值的步骤包括：

将所述钢轨上的力信号与激振频率的对应变化关系和所述钢轨上的位移信号与激振频率的对应变化关系进行相除，得到所述轨道的动刚度与激振频率的对应变化关系。

7. 根据权利要求6所述的方法，其特征在于，所述轨道的动刚度与激振频率的对应变化关系以公式表示如下：

$$k(f) = \frac{F(f)}{z(f)}$$

其中， $k(f)$ 代表所述轨道的动刚度与激振频率 f 的对应变化关系， $F(f)$ 代表所述激振设备对钢轨施加的激振力与激振频率 f 的对应变化关系， $z(f)$ 代表所述钢轨在激振力的作用下发生振动时产生的位移与激振频率 f 的对应变化关系。

8. 一种轨道动刚度测试系统，其特征在于，所述系统包括激振设备、力传感器、位移传感器、数据采集装置及计算设备，其中：

所述激振设备，用于在预设时间内向钢轨施加预设激振频率范围内的激振力，以使所述钢轨发生振动，产生相应的位移；

所述数据采集装置，用于通过所述力传感器和所述位移传感器按照预设的采样频率分别对钢轨上的力信号和位移信号进行采集，得到对应的力信号采样点和对应的位移信号采样点；

所述计算设备，用于对所述数据采集装置采集得到的处于预设的时间间隔内的力信号采样点进行数据处理，得到钢轨上的力信号与激振频率的对应变化关系；

所述计算设备，用于对所述数据采集装置采集得到的处于预设的时间间隔内的位移信号采样点进行数据处理，得到钢轨上的位移信号与激振频率的对应变化关系；

所述计算设备，还用于根据钢轨上的力信号与激振频率的对应变化关系和钢轨上的位移信号与激振频率的对应变化关系，得到轨道的动刚度与激振频率的对应变化关系，从而得到轨道在不同的振动频率下的动刚度值。

9. 根据权利要求8所述的系统，其特征在于，所述激振设备包括信号发生器、功率放大器及激振器；

所述信号发生器与所述功率放大器连接，以向所述功率放大器输出预设激振频率范围内的检测信号；

所述激振器与所述功率放大器连接，以接收所述信号发生器输出的检测信号，并在所述功率放大器的作用下产生相应的预设激振频率范围内的激振力。

10. 根据权利要求9所述的系统，其特征在于，

所述力传感器与所述激振器连接，以将所述激振器产生的激振力传递给钢轨，并检测

所述钢轨上的力信号；

所述位移传感器与所述钢轨连接，以检测所述钢轨的位移信号；

所述数据采集装置分别与所述力传感器和所述位移传感器连接，以分别采集所述钢轨上的力信号和位移信号。

轨道动刚度测试方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及轨道动刚度测试技术领域,具体而言,涉及一种轨道动刚度测试方法及系统。

背景技术

[0002] 铁路线路是现代社会中很重要的交通工具,它的安全性与人民的生命息息相关,而作为铁路线路的安全评价指标的重要组成部分,轨道的动刚度指标可以基本反映铁路线路的安全性,其中,轨道一般由钢轨、轨枕、扣件及道床等组成。

[0003] 轨道动刚度是用于表征动态条件下钢轨轨面受到的激振力与钢轨轨面受到激振力后产生的形变之间的关系的一个重要参数,体现了轨道抵抗交变荷载的能力,也代表了轨道的结构动力特性,是影响列车的轮轨相互作用和列车运行品质的重要因素。

[0004] 就目前而言,通常采用只能施加固定数值频率的力的疲劳机对钢轨施力,再通过力传感器检测施加的力,通过加速度传感器检测钢轨在该力下的振动加速度,从而得到整个轨道对应的动刚度的方式,对轨道的动刚度进行测试。但是这种测试方式的测量准确度不高,只能测试到轨道在单一振动频率下的动刚度,无法全面地对轨道在不同振动频率下的动刚度值进行测量。因此,如何提供一种测量准确度高,可全面地对轨道在不同振动频率下的动刚度值进行测量的轨道动刚度测试技术,对本领域技术人员而言,是急需解决的技术问题。

发明内容

[0005] 为了克服现有技术中的上述不足,本发明的目的在于提供一种测量准确度高,可全面地对轨道在不同振动频率下的动刚度值进行测量的轨道动刚度测试方法及系统。

[0006] 就轨道动刚度测试方法而言,本发明较佳的实施例提供一种轨道动刚度测试方法。所述轨道动刚度测试方法应用于轨道动刚度测试系统,所述系统包括激振设备、力传感器、位移传感器、数据采集装置及计算设备。所述方法包括:

[0007] 所述激振设备在预设时间内向钢轨施加预设激振频率范围内的激振力,以使所述钢轨发生振动,产生相应的位移;

[0008] 所述数据采集装置通过所述力传感器和所述位移传感器按照预设的采样频率分别对钢轨上的力信号和位移信号进行采集,得到对应的力信号采样点和对应的位移信号采样点;

[0009] 所述计算设备对所述数据采集装置采集得到的处于预设的时间间隔内的力信号采样点进行数据处理,得到钢轨上的力信号与激振频率的对应变化关系;

[0010] 所述计算设备对所述数据采集装置采集得到的处于预设的时间间隔内的位移信号采样点进行数据处理,得到钢轨上的位移信号与激振频率的对应变化关系;

[0011] 所述计算设备根据钢轨上的力信号与激振频率的对应变化关系和钢轨上的位移信号与激振频率的对应变化关系,得到轨道的动刚度与激振频率的对应变化关系,从而得

到轨道在不同的振动频率下的动刚度值。

[0012] 就轨道动刚度测试系统而言,本发明较佳的实施例提供一种轨道动刚度测试系统。所述系统包括激振设备、力传感器、位移传感器、数据采集装置及计算设备,其中:

[0013] 所述激振设备,用于在预设时间内向钢轨施加预设激振频率范围内的激振力,以使所述钢轨发生振动,产生相应的位移;

[0014] 所述数据采集装置,用于通过所述力传感器和所述位移传感器按照预设的采样频率分别对钢轨上的力信号和位移信号进行采集,得到对应的力信号采样点和对应的位移信号采样点;

[0015] 所述计算设备,用于对所述数据采集装置采集得到的处于预设的时间间隔内的力信号采样点进行数据处理,得到钢轨上的力信号与激振频率的对应变化关系;

[0016] 所述计算设备,用于对所述数据采集装置采集得到的处于预设的时间间隔内的位移信号采样点进行数据处理,得到钢轨上的位移信号与激振频率的对应变化关系;

[0017] 所述计算设备,还用于根据钢轨上的力信号与激振频率的对应变化关系和钢轨上的位移信号与激振频率的对应变化关系,得到轨道的动刚度与激振频率的对应变化关系,从而得到轨道在不同的振动频率下的动刚度值。

[0018] 相对于现有技术而言,本发明较佳的实施例提供的轨道动刚度测试方法及系统具有以下有益效果:所述轨道动刚度测试方法及系统的测量准确度高,可全面地对轨道在不同振动频率下的动刚度值进行测量。具体地,所述方法通过激振设备在预设时间内向钢轨施加预设激振频率范围内的激振力,通过数据采集装置按照预设的采样频率分别对钢轨上的力信号和位移信号进行采集,得到对应的力信号采样点和对应的位移信号采样点,并通过计算设备对处于预设的时间间隔内的力信号采样点和位移信号采样点进行数据处理,分别得到钢轨上的力信号与激振频率的对应变化关系和钢轨上的位移信号与激振频率的对应变化关系,从而得到轨道的动刚度与激振频率的对应变化关系,实现对轨道在不同的振动频率下的动刚度值的测量。

[0019] 为使本发明的上述目的、特征和优点能更明显易懂,下文特举本发明较佳实施例,并配合所附附图,作详细说明如下。

附图说明

[0020] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,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相关的附图。

[0021] 图1为本发明较佳的实施例提供的轨道动刚度测试系统的一种系统组成方框示意图。

[0022] 图2为图1中所示的激振设备的一种方框示意图。

[0023] 图3为本发明较佳的实施例提供的应用于图1所示的轨道动刚度测试系统的轨道动刚度测试方法的一种流程示意图。

[0024] 图4为图3中步骤S230包括的子步骤的一种流程示意图。

[0025] 图5为图3中步骤S240包括的子步骤的一种流程示意图。

[0026] 图标:10-轨道动刚度测试系统;100-激振设备;110-力传感器;120-位移传感器;130-数据采集装置;140-计算设备;150-电源;101-信号发生器;102-功率放大器;103-激振器。

具体实施方式

[0027] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中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。通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

[0028] 因此,以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围,而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作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。

[0029] 应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。

[0030] 在本发明的描述中,需要说明的是,术语“上”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,或者是该发明产品使用时惯常摆放的方位或位置关系,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”等仅用于区分描述,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0031] 在本发明的描述中,还需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“设置”、“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。

[0032] 下面结合附图,对本发明的一些实施方式作详细说明。在不冲突的情况下,下述的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0033] 请参照图1,是本发明较佳的实施例提供的轨道动刚度测试系统10的一种系统组成方框示意图。在本发明实施例中,所述轨道动刚度测试系统10用于测试轨道在不同的振动频率下的动刚度值,以对当前轨道的安全性进行评价,所述轨道动刚度测试系统10包括用于向轨道中的钢轨施加不同振动频率的激振力的激振设备100、用于检测钢轨上的力信号的力传感器110、用于检测钢轨上的位移信号的位移传感器120、用于通过所述力传感器110和位移传感器120分别采集钢轨上的力信号和位移信号的数据采集装置130、用于为所述轨道动刚度测试系统10提供电能的电源150,及用于对所述数据采集装置130采集到的力信号和位移信号进行数据处理得到对应的轨道在不同振动频率下的动刚度值的计算设备140。

[0034] 在本实施例中,所述电源150分别与所述激振设备100、所述数据采集装置130及所述计算设备140连接,以为所述激振设备100、所述数据采集装置130及所述计算设备140提供电能。所述激振设备100接收所述电源150提供的电能后,向轨道中的钢轨施加不同振动

频率的激振力,使所述钢轨发生振动,并产生相应的位移。所述数据采集装置130分别与所述力传感器110和所述位移传感器120连接,所述数据采集装置130接收所述电源150提供的电能后,通过所述力传感器110和所述位移传感器120分别对钢轨上的力信号和位移信号进行采集,得到相应的力信号数据和位移信号数据。所述计算设备140接收所述电源150提供的电能后,对所述数据采集装置130采集到的力信号数据和位移信号数据进行数据处理,得到轨道的动刚度与振动频率之间的对应变化关系,从而得到所述轨道在不同的振动频率下的动刚度值。

[0035] 在本发明实施例中,所述激振设备100,用于在预设时间内向钢轨施加预设激振频率范围内的激振力,以使所述钢轨发生振动,产生相应的位移。

[0036] 在本实施例中,所述预设时间为预先设置的所述激振设备100向钢轨施加激振力的时间,所述预设激振频率范围为预先设置的所述激振设备100输出的激振力所对应的激振频率的频率范围。在本实施例中,所述激振设备100输出的激振力所对应的激振频率可以是一个固定的激振频率值,比如1Hz、4Hz或8Hz;也可以是在预设激振频率范围内以扫频的形式进行变化得到的频率值,比如激振力对应的激振频率在激振频率范围为1Hz~200Hz内以扫频的方式进行变化。具体的情况可根据需求进行不同的设置。

[0037] 具体地,请参照图2,是图1中所示的激振设备100的一种方框示意图。在本发明实施例中,所述激振设备100包括信号发生器101、功率放大器102及激振器103。

[0038] 在本实施例中,所述信号发生器101与所述功率放大器102连接,以向所述功率放大器102输出预设激振频率范围内的检测信号。其中,所述检测信号为所述信号发生器101产生的可使所述激振器103产生对应的激振频率的激振力的正弦或余弦信号,所述激振力的激振频率处于所述预设激振频率范围内。

[0039] 在本实施例中,所述激振器103与所述功率放大器102连接,以接收所述信号发生器101输出的检测信号,并在所述功率放大器102的作用下产生相应的预设激振频率范围内的激振力。在本实施例中,所述功率放大器102可在电流、电压上对所述信号发生器101输出的检测信号进行放大处理,并将放大处理后得到的检测信号传递给所述激振器103,以驱动所述激振器103产生激振频率与所述检测信号的频率值相互对应的激振力。

[0040] 在本实施例中,所述力传感器110与所述激振器103连接,以将所述激振器103产生的激振力传递给钢轨,使得所述钢轨在所述激振力的作用下发生振动,产生相应的位移。

[0041] 在本发明实施例中,所述数据采集装置130,用于通过所述力传感器110和所述位移传感器120按照预设的采样频率分别对钢轨上的力信号和位移信号进行采集,得到对应的力信号采样点和对应的位移信号采样点。

[0042] 在本实施例中,所述预设的采样频率为预设的所述数据采集装置130进行数据采集的频率,所述力信号采样点为所述数据采集装置130按照预设的采样频率对钢轨上的力信号进行采样得到的对应的点数据,所述位移信号采样点为所述数据采集装置130按照预设的采样频率对钢轨上的位移信号进行采样得到的对应的点数据。

[0043] 在本实施例中,所述力传感器110还用于检测所述钢轨上的力信号,所述位移传感器120与所述钢轨连接,以在所述钢轨产生位移时,对所述钢轨的位移信号进行检测。所述数据采集装置130通过所述力传感器110和所述位移传感器120分别对所述钢轨上的力信号和位移信号进行数据采集。

[0044] 具体地,所述数据采集装置130以与预设的采样频率所对应的时间为间隔对所述钢轨受到的激振力和所述钢轨在所述激振力的作用下产生的位移进行数据采集,得到所述钢轨上的力信号所对应的力信号采样点和所述钢轨上的位移信号所对应的位移信号采样点。

[0045] 在本发明实施例中,所述计算设备140为一带有处理器的计算机,所述处理器可能是一种具有信号处理能力的集成电路芯片,可以对所述数据采集装置130采集到的钢轨上的力信号和位移信号进行数据处理,得到轨道在不同的振动频率下的动刚度值。上述的处理器可以是通用处理器,包括中央处理器(Central Processing Unit,CPU)、网络处理器(Network Processor,NP)等。还可以是数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现成可编程门阵列(FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件。可以实现或者执行本发明实施例中的公开的各方法、步骤及逻辑框图。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。

[0046] 在本发明实施例中,所述计算设备140,用于对所述数据采集装置130采集得到的处于预设的时间间隔内的力信号采样点进行数据处理,得到钢轨上的力信号与激振频率的对应变化关系。其中,所述预设的时间间隔为所述激振设备100向钢轨施加激振力的时间中截取的一个时间片段。

[0047] 在本实施例中,所述计算设备140可对所述数据采集装置130采集得到的力信号采样点进行整理,并从所述数据采集装置130采集得到的力信号采样点挑选出可充分表明所述数据采集装置130采集得到的力信号采样点与采样时间之间的对应关系的力信号采样点,其中,所述采样时间为所述预设的采样频率所对应的时间。

[0048] 在本实施例中,所述计算设备140对所述数据采集装置130采集得到的处于预设的时间间隔内的力信号采样点进行数据处理,得到钢轨上的力信号与激振频率的对应变化关系的方式包括:

[0049] 截取所述数据采集装置130采集得到的力信号采样点在预设的时间间隔内的力信号采样点,并对截取到的力信号采样点进行处理,得到频谱幅值精度更高的力信号采样点,及相应的力信号采样点与采样时间之间的对应关系;

[0050] 通过频域分析的方式对力信号采样点与采样时间之间的对应关系进行傅里叶变换,得到钢轨上的力信号与激振频率的对应变化关系。

[0051] 具体地,所述计算设备140可通过将设置有预设的时间间隔的力窗加载在所述数据采集装置130采集得到的力信号采样点上,以截取所述数据采集装置130采集得到的力信号采样点在预设的时间间隔内的力信号采样点。通过对截取到的力信号采样点和对应的所述预设的时间间隔中的采样时间进行周期延拓处理,得到频谱幅值精度更高的力信号采样点,及相应的力信号采样点与采样时间之间的对应关系。然后通过频域分析的方式对力信号采样点与采样时间之间的对应关系进行傅里叶变换,得到钢轨上的力信号与激振频率的对应变化关系 $F(f)$ 。

[0052] 在本发明实施例中,所述计算设备140,用于对所述数据采集装置130采集得到的处于预设的时间间隔内的位移信号采样点进行数据处理,得到钢轨上的位移信号与激振频率的对应变化关系。

[0053] 与所述计算设备140对所述数据采集装置130采集得到的力信号采样点的处理方

式类似,所述计算设备140也可对所述数据采集装置130采集得到的位移信号采样点进行整理,并从所述数据采集装置130采集得到的位移信号采样点挑选出可充分表明所述数据采集装置130采集得到的位移信号采样点与采样时间之间的对应关系的位移信号采样点。

[0054] 在本实施例中,所述计算设备140对所述数据采集装置130采集得到的处于预设的时间间隔内的位移信号采样点进行数据处理,得到钢轨上的位移信号与激振频率的对应变化关系的方式包括:

[0055] 截取所述数据采集装置130采集得到的位移信号采样点在预设的时间间隔内的位移信号采样点,及相应的位移信号采样点与采样时间之间的对应关系;

[0056] 对所述位移信号采样点与采样时间之间的对应关系进行趋势项消除处理、平滑处理及滤波处理,得到精度更高的位移信号采样点与采样时间之间的关系;

[0057] 通过频域分析的方式对所述精度更高的位移信号采样点与采样时间之间的关系进行傅里叶变换,得到钢轨上的位移信号与激振频率的对应变化关系。

[0058] 具体地,所述计算设备140可将设置有预设的时间间隔的指数窗加载在所述数据采集装置130采集得到的位移信号采样点上,以截取所述数据采集装置130采集得到的位移信号采样点在预设的时间间隔内的力信号采样点。对截取到的位移信号采样点和对应的预设的时间间隔中的采样时间进行周期延拓处理,得到相应的位移信号采样点与采样时间之间的对应关系。再相应地对所述位移信号采样点与采样时间之间的对应关系进行趋势项消除处理、平滑处理及滤波处理,得到精度更高的位移信号采样点与采样时间之间的关系。然后通过频域分析的方式对所述精度更高的位移信号采样点与采样时间之间的关系进行傅里叶变换,得到钢轨上的位移信号与激振频率的对应变化关系 $z(f)$ 。

[0059] 在本发明实施例中,所述计算设备140,还用于根据钢轨上的力信号与激振频率的对应变化关系和钢轨上的位移信号与激振频率的对应变化关系,得到轨道的动刚度与激振频率的对应变化关系,从而得到轨道在不同的振动频率下的动刚度值。

[0060] 在本实施例中,所述计算设备140通过将所述钢轨上的力信号与激振频率的对应变化关系和所述钢轨上的位移信号与激振频率的对应变化关系进行相除,得到所述轨道的动刚度与激振频率的对应变化关系。具体的,可通过如下公式进行表式:

$$[0061] \quad k(f) = \frac{F(f)}{z(f)}$$

[0062] 其中, $k(f)$ 代表所述轨道的动刚度与激振频率 f 的对应变化关系, $F(f)$ 代表所述激振设备100对钢轨施加的激振力与激振频率 f 的对应变化关系, $z(f)$ 代表所述钢轨在激振力的作用下发生振动时产生的位移与激振频率 f 的对应变化关系。

[0063] 可以理解的是,图1所示的系统仅为轨道动刚度测试系统10的一种系统组成示意图,所述轨道动刚度测试系统10还可包括比图1中所示更多或者更少的组成设备,或者具有与图1所示不同的设备配置。图1中所示的各设备可以采用硬件、软件或其组合实现。

[0064] 请参照图3,是本发明较佳的实施例提供的应用于图1所示的轨道动刚度测试系统10的轨道动刚度测试方法的一种流程示意图。下面对图3所示的轨道动刚度测试方法的具体流程和步骤进行详细阐述。

[0065] 在本发明实施例中,所述轨道动刚度测试方法以下步骤:

[0066] 步骤S210, 激振设备100在预设时间内向钢轨施加预设激振频率范围内的激振力, 以使所述钢轨发生振动, 产生相应的位移。

[0067] 在本实施例中, 所述预设时间为预先设置的所述激振设备100向钢轨施加激振力的时间, 所述预设激振频率范围为预先设置的所述激振设备100输出的激振力所对应的激振频率的频率范围。所述激振设备100可通过信号发生器101、功率放大器102及激振器103向所述钢轨施加预设激振频率范围内的激振力。所述步骤S210由图1中所示的激振设备100执行, 所述步骤S210的详细描述可以参照上文中对所述激振设备100的具体描述。

[0068] 步骤S220, 数据采集装置130通过力传感器110和位移传感器120按照预设的采样频率分别对钢轨上的力信号和位移信号进行采集, 得到对应的力信号采样点和对应的位移信号采样点。

[0069] 在本实施例中, 所述力信号采样点为所述数据采集装置130按照预设的采样频率对钢轨上的力信号进行采样得到的对应的点数据, 所述位移信号采样点为所述数据采集装置130按照预设的采样频率对钢轨上的位移信号进行采样得到的对应的点数据。所述步骤S220由图1中所示的数据采集装置130执行, 所述步骤S220的详细描述可以参照上文中对所述数据采集装置130的具体描述。

[0070] 步骤S230, 计算设备140对所述数据采集装置130采集得到的处于预设的时间间隔内的力信号采样点进行数据处理, 得到钢轨上的力信号与激振频率的对应变化关系。其中, 所述预设的时间间隔为所述激振设备100向钢轨施加激振力的时间中截取的一个时间片段。

[0071] 具体地, 请参照图4, 是图3中步骤S230包括的子步骤的一种流程示意图, 所述步骤S230可以包括:

[0072] 子步骤S231, 截取数据采集装置130采集得到的力信号采样点在预设的时间间隔内的力信号采样点, 并对截取到的力信号采样点进行处理, 得到频谱幅值精度更高的力信号采样点, 及相应的力信号采样点与采样时间之间的对应关系, 其中, 所述采样时间为预设的采样频率对应的时间。

[0073] 子步骤S232, 通过频域分析的方式对力信号采样点与采样时间之间的对应关系进行傅里叶变换, 得到钢轨上的力信号与激振频率的对应变化关系。

[0074] 在本实施例中, 所述计算设备140可通过将设置有预设的时间间隔的力窗加载在所述数据采集装置130采集得到的力信号采样点上, 以截取所述数据采集装置130采集得到的力信号采样点在预设的时间间隔内的力信号采样点。所述步骤S230、子步骤S231及子步骤S232由图1中所示的计算设备140执行, 所述步骤S230、子步骤S231及子步骤S232的详细描述可以参照上文中对所述计算设备140的具体描述。

[0075] 步骤S240, 计算设备140对所述数据采集装置130采集得到的处于预设的时间间隔内的位移信号采样点进行数据处理, 得到钢轨上的位移信号与激振频率的对应变化关系。

[0076] 具体地, 请参照图5, 是图3中步骤S240包括的子步骤的一种流程示意图, 所述步骤S240可以包括:

[0077] 子步骤S241, 截取所述数据采集装置130采集得到的位移信号采样点在预设的时间间隔内的位移信号采样点, 及相应的位移信号采样点与采样时间之间的对应关系。

[0078] 子步骤S242, 对所述位移信号采样点与采样时间之间的对应关系进行趋势项消除

处理、平滑处理及滤波处理,得到精度更高的位移信号采样点与采样时间之间的关系;

[0079] 子步骤S243,通过频域分析的方式对所述精度更高的位移信号采样点与采样时间之间的关系进行傅里叶变换,得到钢轨上的位移信号与激振频率的对应变化关系。

[0080] 在本实施例中,所述计算设备140可通过将设置有预设的时间间隔的指数窗加载在所述数据采集装置130采集得到的位移信号采样点上,以截取所述数据采集装置130采集得到的位移信号采样点在预设的时间间隔内的力信号采样点。所述步骤S240、子步骤S241、子步骤S242及子步骤S243由图1中所示的计算设备140执行,所述步骤S240、子步骤S241、子步骤S242及子步骤S243的详细描述可以参照上文中对所述计算设备140的具体描述。

[0081] 步骤S250,计算设备140根据钢轨上的力信号与激振频率的对应变化关系和钢轨上的位移信号与激振频率的对应变化关系,得到轨道的动刚度与激振频率的对应变化关系,从而得到轨道在不同的振动频率下的动刚度值。

[0082] 在本实施例中,所述计算设备140通过将所述钢轨上的力信号与激振频率的对应变化关系和所述钢轨上的位移信号与激振频率的对应变化关系进行相除,得到所述轨道的动刚度与激振频率的对应变化关系。

[0083] 综上所述,在本发明较佳的实施例提供的轨道动刚度测试方法及系统中,所述轨道动刚度测试方法及系统的测量准确度高,可全面地对轨道在不同振动频率下的动刚度值进行测量。具体地,所述方法通过激振设备在预设时间内向钢轨施加预设激振频率范围内的激振力,通过数据采集装置按照预设的采样频率分别对钢轨上的力信号和位移信号进行采集,得到对应的力信号采样点和对应的位移信号采样点,并通过计算设备对处于预设的时间间隔内的力信号采样点和位移信号采样点进行数据处理,分别得到钢轨上的力信号与激振频率的对应变化关系和钢轨上的位移信号与激振频率的对应变化关系,从而得到轨道的动刚度与激振频率的对应变化关系,实现对轨道在不同的振动频率下的动刚度值的测量。

[0084] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

轨道动刚度测试系统 10

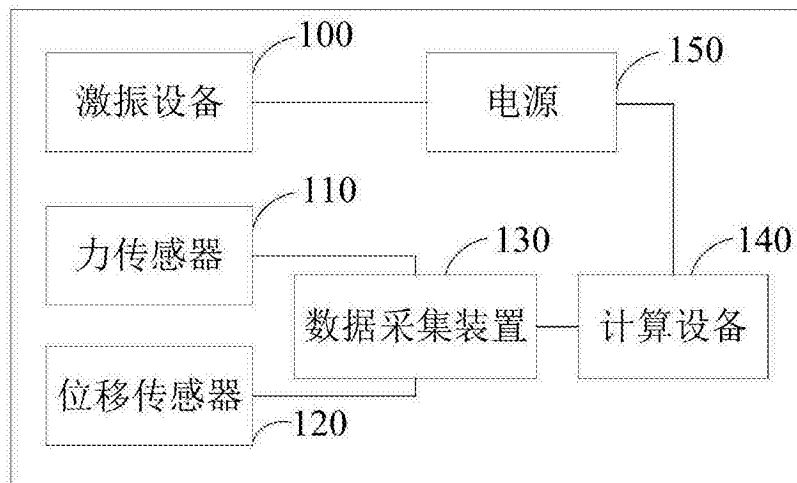


图1

100

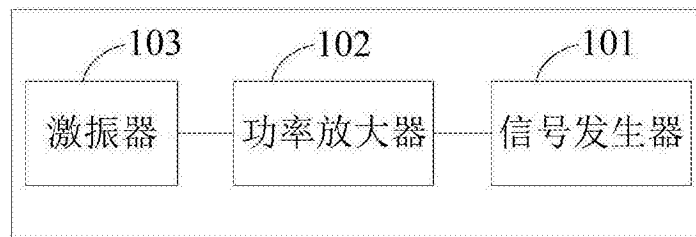


图2

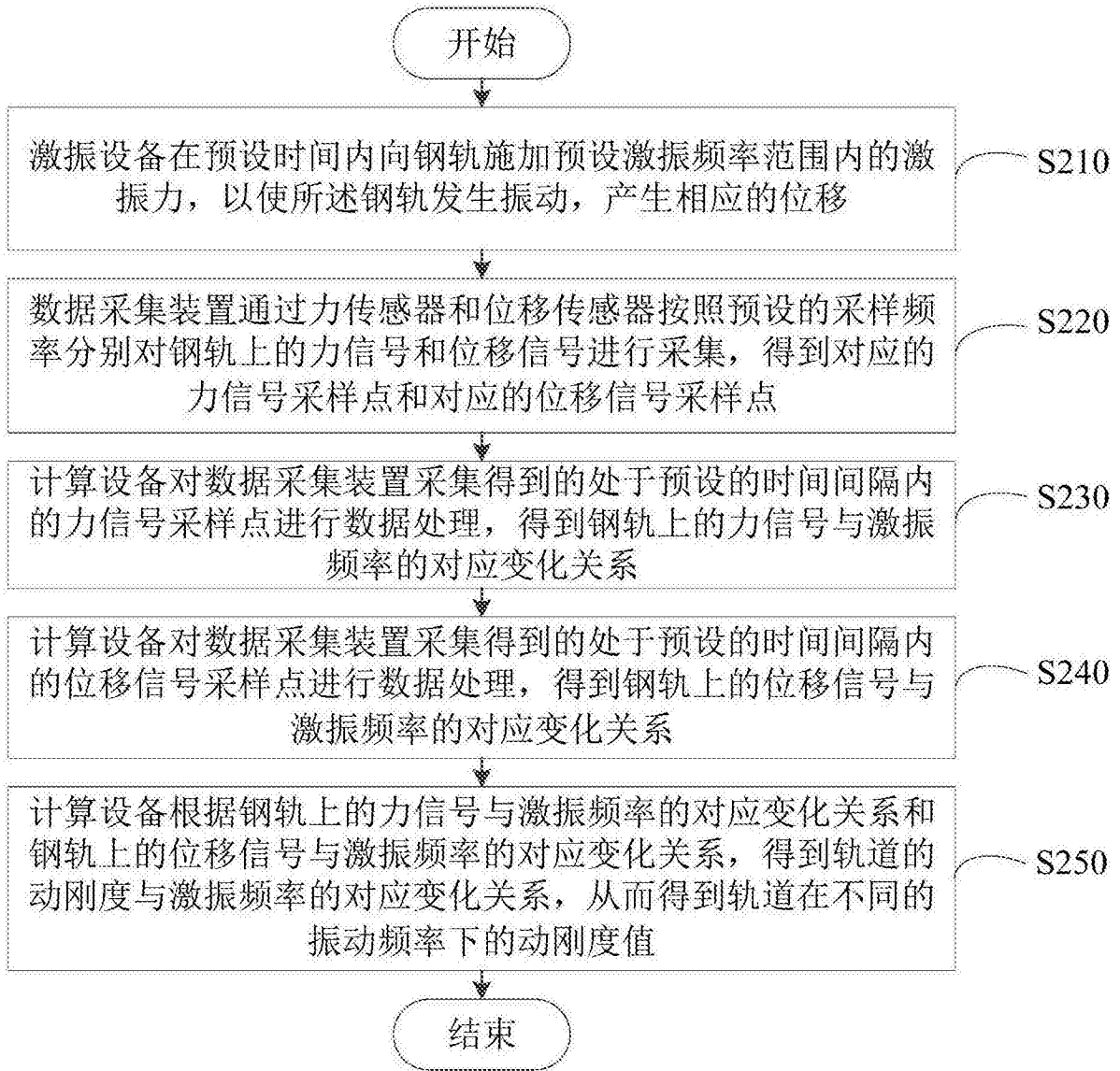


图3

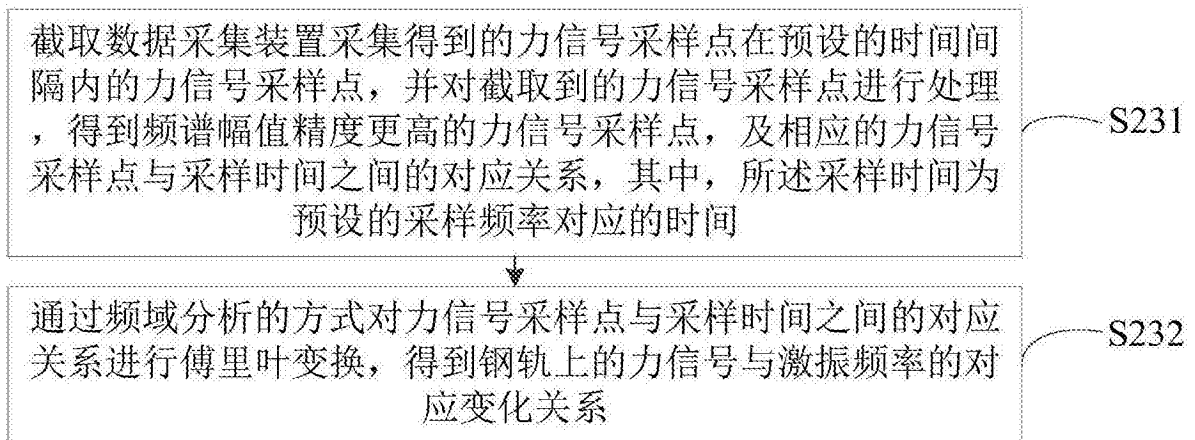


图4

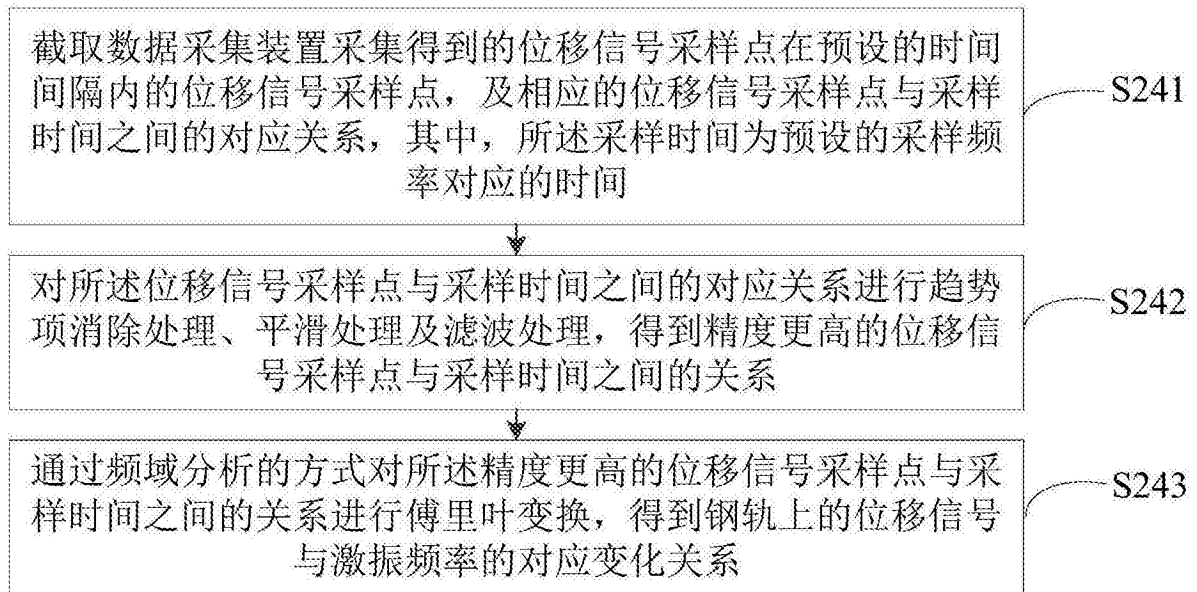


图5