



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111859552 B

(45) 授权公告日 2023. 12. 22

(21) 申请号 201910313840.6

G06F 119/14 (2020.01)

(22) 申请日 2019.04.18

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 1482013 A, 2004.03.17

申请公布号 CN 111859552 A

US 2005256613 A1, 2005.11.17

(43) 申请公布日 2020.10.30

CN 109388832 A, 2019.02.26

(73) 专利权人 上海汽车集团股份有限公司

CN 102609551 A, 2012.07.25

地址 201203 上海市浦东新区张江高科技

CN 106568604 A, 2017.04.19

园区松涛路563号1号楼509室

CN 106934127 A, 2017.07.07

(72) 发明人 章兵 屈金茜 夏永文 程冬冬
姚尧

US 2018307786 A1, 2018.10.25

吕兆平等. 基于动力总成质心位移及转角控制的悬置系统优化设计.《汽车技术》.2015,第2015卷(第9期),36-40,52.

(74) 专利代理机构 北京信远达知识产权代理有限公司 11304

M.J. Griffin.The evaluation of vehicle vibration and seats.《Applied Ergonomics》.1978,第9卷(第1期),15-21.

专利代理师 魏晓波

审查员 汤明秀

(51) Int. Cl.

G06F 30/17 (2020.01)

G06F 30/15 (2020.01)

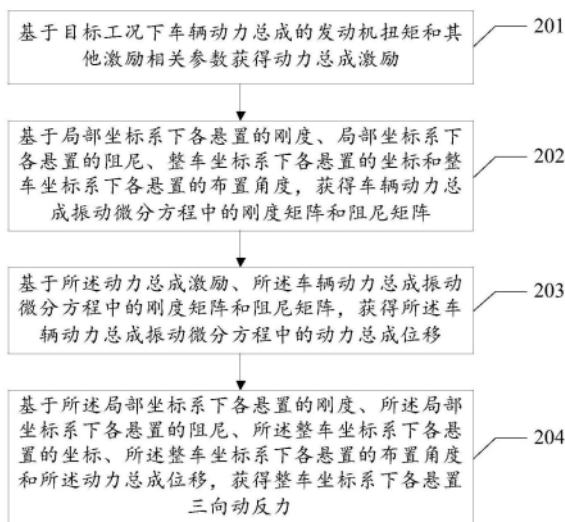
权利要求书2页 说明书11页 附图2页

(54) 发明名称

一种获得车辆动力总成悬置动反力的方法和装置

(57) 摘要

本申请公开了一种获得车辆动力总成悬置动反力的方法和装置,该方法包括:基于目标工况下车辆动力总成的发动机扭矩和其他激励相关参数获得动力总成激励;基于局部坐标系下各悬置的刚度、局部坐标系下各悬置的阻尼、整车坐标系下各悬置的坐标和整车坐标系下各悬置的布置角度,获得车辆动力总成振动微分方程中的刚度矩阵和阻尼矩阵;基于动力总成激励、刚度矩阵和阻尼矩阵,获得车辆动力总成振动微分方程中的动力总成位移;基于动力总成位移、局部坐标系下各悬置的刚度、局部坐标系下各悬置的阻尼、所述整车坐标系下各悬置的坐标、布置角度,获得整车坐标系下各悬置三向动反力。可见,直接采集特定参数进行计算,操作简单便捷,不需要建模即可获得悬置三向动反力,针对不同动力总成配置也无需重新建模,节省计算时间。



1. 一种获得车辆动力总成悬置动反力的方法,其特征在于,包括:

基于目标工况下车辆动力总成的发动机扭矩和其他激励相关参数获得动力总成激励;

基于局部坐标系下各悬置的刚度、局部坐标系下各悬置的阻尼、整车坐标系下各悬置的坐标和整车坐标系下各悬置的布置角度,获得车辆动力总成振动微分方程中的刚度矩阵和阻尼矩阵;

基于所述动力总成激励、所述车辆动力总成振动微分方程中的刚度矩阵和阻尼矩阵,获得所述车辆动力总成振动微分方程中的动力总成位移;

基于所述局部坐标系下各悬置的刚度、所述局部坐标系下各悬置的阻尼、所述整车坐标系下各悬置的坐标、所述整车坐标系下各悬置的布置角度和动力总成位移,获得整车坐标系下各悬置三向动反力;

其中,所述基于所述局部坐标系下各悬置的刚度、所述局部坐标系下各悬置的阻尼、所述整车坐标系下各悬置的坐标、所述整车坐标系下各悬置的布置角度和动力总成位移,获得整车坐标系下各悬置三向动反力,包括:

利用悬置位移计算公式和悬置速度计算公式基于所述整车坐标系下各悬置的坐标、所述整车坐标系下各悬置的布置角度和所述动力总成位移,获得局部坐标系下各悬置的位移和速度;

利用悬置刚度作用力计算公式、悬置阻尼作用力计算公式和悬置动反力计算公式基于所述局部坐标系下各悬置的刚度、所述局部坐标系下各悬置的阻尼、所述整车坐标系下各悬置的布置角度、所述局部坐标系下各悬置的位移和速度,获得整车坐标系下各悬置动反力;

利用悬置三向动反力计算公式基于所述整车坐标系下各悬置动反力,获得所述整车坐标系下各悬置三向动反力。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述目标工况为怠速工况或点火工况。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,若所述目标工况为怠速工况,所述基于目标工况下车辆动力总成的发动机扭矩和其他激励相关参数获得动力总成激励,具体为:

利用动力总成激励计算公式基于车辆动力总成的发动机扭矩、曲柄半径、怠速时间、怠速转速、曲柄连杆简化活塞销上质量和发动机布置角度,获得动力总成激励。

4. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,若所述目标工况为点火工况,所述基于目标工况下车辆动力总成的发动机扭矩和其他激励相关参数获得动力总成激励,具体为:

利用动力总成激励计算公式基于车辆动力总成的发动机扭矩和点火扭矩响应时间,获得动力总成激励。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述基于局部坐标系下各悬置的刚度、局部坐标系下各悬置的阻尼、整车坐标系下各悬置的坐标和整车坐标系下各悬置的布置角度,获得车辆动力总成振动微分方程中的刚度矩阵和阻尼矩阵,包括:

利用第一刚度矩阵计算公式和第一阻尼矩阵计算公式基于所述局部坐标系下各悬置的刚度和所述局部坐标系下各悬置的阻尼,获得局部坐标系下各悬置的刚度矩阵和阻尼矩阵;

利用第二刚度矩阵计算公式和第二阻尼矩阵计算公式基于所述整车坐标系下各悬置的坐标、所述整车坐标系下各悬置的布置角度、所述局部坐标系下各悬置的刚度矩阵和阻

尼矩阵,获得所述车辆动力总成振动微分方程中的刚度矩阵和阻尼矩阵。

6.一种获得车辆动力总成悬置动反力的装置,其特征在于,包括:

动力总成激励获得单元,用于基于目标工况下车辆动力总成的发动机扭矩和其他激励相关参数获得动力总成激励;

刚度矩阵和阻尼矩阵获得单元,用于基于局部坐标系下各悬置的刚度、局部坐标系下各悬置的阻尼、整车坐标系下各悬置的坐标和整车坐标系下各悬置的布置角度,获得车辆动力总成振动微分方程中的刚度矩阵和阻尼矩阵;

动力总成位移获得单元,用于基于所述动力总成激励、所述车辆动力总成振动微分方程中的刚度矩阵和阻尼矩阵,获得所述车辆动力总成振动微分方程中的动力总成位移;

悬置三向动反力获得单元,用于基于所述局部坐标系下各悬置的刚度、所述局部坐标系下各悬置的阻尼、所述整车坐标系下各悬置的坐标、所述整车坐标系下各悬置的布置角度和所述动力总成位移,获得整车坐标系下各悬置三向动反力;

其中,所述悬置三向动反力获得单元,具体用于:

利用悬置位移计算公式和悬置速度计算公式基于所述整车坐标系下各悬置的坐标、所述整车坐标系下各悬置的布置角度和所述动力总成位移,获得局部坐标系下各悬置的位移和速度;

利用悬置刚度作用力计算公式、悬置阻尼作用力计算公式和悬置动反力计算公式基于所述局部坐标系下各悬置的刚度、所述局部坐标系下各悬置的阻尼、所述整车坐标系下各悬置的布置角度、所述局部坐标系下各悬置的位移和速度,获得整车坐标系下各悬置动反力;

利用悬置三向动反力计算公式基于所述整车坐标系下各悬置动反力,获得所述整车坐标系下各悬置三向动反力。

7.一种终端设备,其特征在于,所述终端设备包括处理器以及存储器:

所述存储器用于存储程序代码,并将所述程序代码传输给所述处理器;

所述处理器用于根据所述程序代码中的指令执行权利要求1-5任一项所述的获得车辆动力总成悬置动反力的方法。

8.一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质用于存储程序代码,所述程序代码用于执行权利要求1-5任一项所述的获得车辆动力总成悬置动反力的方法。

一种获得车辆动力总成悬置动反力的方法和装置

技术领域

[0001] 本申请涉及数据处理分析技术领域,尤其涉及一种获得车辆动力总成悬置动反力的方法和装置。

背景技术

[0002] 随着科技的快速进步与发展,越来越多的人选择车辆作为日常出行的主要交通工具,在车辆研发技术进步飞速的条件下,车辆的乘坐舒适性越来越受到消费者的关注和重视,其中,车辆动力总成振动对整车乘坐舒适性的影响尤为突出。

[0003] 动力总成悬置系统作为连接动力总成与整车车架间的弹性系统,其主要功能是减少动力总成振动向车身/车架的传递,降低动力总成振动对整车乘坐舒适性的影响。动力总成悬置动反力是评价动力总成悬置系统隔振设计好坏的重要指标,为了了解动力总成悬置系统隔振性能和整车乘坐舒适性,需要计算车辆动力总成悬置动反力。

[0004] 现阶段,通常采用机械系统动力学自动分析(英文:Automatic Dynamic Analysis of Mechanical Systems,缩写:ADAMS)软件建立动力总成悬置系统的几何模型,对虚拟几何模型进行动力学分析求解车辆动力总成悬置动反力。

[0005] 发明人经过研究发现,采用上述方式工程师需要花费大量时间进行ADAMS软件的培训和学习,操作较为复杂繁琐、计算精度低,且针对不同动力总成配置,需要重新建立不同模型求解动力总成悬置动反力。

发明内容

[0006] 本申请所要解决的技术问题是,提供一种获得车辆动力总成悬置动反力的方法和装置,不需要建模即可获得悬置三向动反力,针对不同动力总成配置也无需重新建模,节省计算时间提高计算效率。

[0007] 第一方面,本申请实施例提供了一种获得车辆动力总成悬置动反力的方法,该方法包括:

[0008] 基于目标工况下车辆动力总成的发动机扭矩和其他激励相关参数获得动力总成激励;

[0009] 基于局部坐标系下各悬置的刚度、局部坐标系下各悬置的阻尼、整车坐标系下各悬置的坐标和整车坐标系下各悬置的布置角度,获得车辆动力总成振动微分方程中的刚度矩阵和阻尼矩阵;

[0010] 基于所述动力总成激励、所述车辆动力总成振动微分方程中的刚度矩阵和阻尼矩阵,获得所述车辆动力总成振动微分方程中的动力总成位移;

[0011] 基于所述局部坐标系下各悬置的刚度、所述局部坐标系下各悬置的阻尼、所述整车坐标系下各悬置的坐标、所述整车坐标系下各悬置的布置角度和动力总成位移,获得整车坐标系下各悬置三向动反力。

[0012] 2、根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述目标工况为怠速工况或点火工

况。

[0013] 3、根据权利要求2所述的方法,其特征在于,若所述目标工况为怠速工况,所述基于目标工况下车辆动力总成的发动机扭矩和其他激励相关参数获得动力总成激励,具体为:

[0014] 利用动力总成激励计算公式基于车辆动力总成的发动机扭矩、曲柄半径、怠速时间、怠速转速、曲柄连杆简化活塞销上质量和发动机布置角度,获得动力总成激励。

[0015] 4、根据权利要求2所述的方法,其特征在于,若所述目标工况为点火工况,所述基于目标工况下车辆动力总成的发动机扭矩和其他激励相关参数获得动力总成激励,具体为:

[0016] 利用动力总成激励计算公式基于车辆动力总成的发动机扭矩和点火扭矩响应时间,获得动力总成激励。

[0017] 5、根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述基于局部坐标系下各悬置的刚度、局部坐标系下各悬置的阻尼、整车坐标系下各悬置的坐标和整车坐标系下各悬置的布置角度,获得车辆动力总成振动微分方程中的刚度矩阵和阻尼矩阵,包括:

[0018] 利用第一刚度矩阵计算公式和第一阻尼矩阵计算公式基于所述局部坐标系下各悬置的刚度和所述局部坐标系下各悬置的阻尼,获得局部坐标系下各悬置的刚度矩阵和阻尼矩阵;

[0019] 利用第二刚度矩阵计算公式和第二阻尼矩阵计算公式基于所述整车坐标系下各悬置的坐标、所述整车坐标系下各悬置的布置角度、所述局部坐标系下各悬置的刚度矩阵和阻尼矩阵,获得所述车辆动力总成振动微分方程中的刚度矩阵和阻尼矩阵。

[0020] 6、根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述基于所述局部坐标系下各悬置的刚度、所述局部坐标系下各悬置的阻尼、所述整车坐标系下各悬置的坐标、所述整车坐标系下各悬置的布置角度和所述动力总成位移,获得整车坐标系下各悬置三向动反力,包括:

[0021] 基于所述局部坐标系下各悬置的刚度、所述局部坐标系下各悬置的阻尼、所述整车坐标系下各悬置的坐标、所述整车坐标系下各悬置的布置角度和所述动力总成位移,获得整车坐标系下各悬置动反力;

[0022] 利用悬置三向动反力计算公式基于所述整车坐标系下各悬置动反力,获得所述整车坐标系下各悬置三向动反力。

[0023] 7、根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述基于所述局部坐标系下各悬置的刚度、所述局部坐标系下各悬置的阻尼、所述整车坐标系下各悬置的坐标、所述整车坐标系下各悬置的布置角度和所述动力总成位移,获得整车坐标系下各悬置动反力,包括:

[0024] 利用悬置位移计算公式和悬置速度计算公式基于所述整车坐标系下各悬置的坐标、所述整车坐标系下各悬置的布置角度和所述动力总成位移,获得局部坐标系下各悬置的位移和速度;

[0025] 利用悬置刚度作用力计算公式、悬置阻尼作用力计算公式和悬置动反力计算公式基于所述局部坐标系下各悬置的刚度、所述局部坐标系下各悬置的阻尼、所述整车坐标系下各悬置的布置角度、所述局部坐标系下各悬置的位移和速度,获得所述整车坐标系下各悬置动反力。

[0026] 第二方面,本申请实施例提供了一种获得车辆动力总成悬置动反力的装置,该装

置包括:

[0027] 动力总成激励获得单元,用于基于目标工况下车辆动力总成的发动机扭矩和其他激励相关参数获得动力总成激励;

[0028] 刚度矩阵和阻尼矩阵获得单元,用于基于局部坐标系下各悬置的刚度、局部坐标系下各悬置的阻尼、整车坐标系下各悬置的坐标和整车坐标系下各悬置的布置角度,获得车辆动力总成振动微分方程中的刚度矩阵和阻尼矩阵;

[0029] 动力总成位移获得单元,用于基于所述动力总成激励、所述车辆动力总成振动微分方程中的刚度矩阵和阻尼矩阵,获得所述车辆动力总成振动微分方程中的动力总成位移;

[0030] 悬置三向动反力获得单元,用于基于所述局部坐标系下各悬置的刚度、所述局部坐标系下各悬置的阻尼、所述整车坐标系下各悬置的坐标、所述整车坐标系下各悬置的布置角度和所述动力总成位移,获得整车坐标系下各悬置三向动反力。

[0031] 第三方面,本申请实施例提供了一种终端设备,该终端设备包括处理器以及存储器:

[0032] 所述存储器用于存储程序代码,并将所述程序代码传输给所述处理器;

[0033] 所述处理器用于根据所述程序代码中的指令执行上述第一方面任一项所述的获得车辆动力总成悬置动反力的方法。

[0034] 第四方面,本申请实施例提供了一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质用于存储程序代码,所述程序代码用于执行上述第一方面任一项所述的获得车辆动力总成悬置动反力的方法。

[0035] 与现有技术相比,本申请至少具有以下优点:

[0036] 采用本申请实施例的技术方案,基于目标工况下车辆动力总成的发动机扭矩和其他激励相关参数获得动力总成激励;基于局部坐标系下各悬置的刚度、局部坐标系下各悬置的阻尼、整车坐标系下各悬置的坐标和整车坐标系下各悬置的布置角度,获得车辆动力总成振动微分方程中的刚度矩阵和阻尼矩阵;基于动力总成激励、车辆动力总成振动微分方程中的刚度矩阵和阻尼矩阵,获得车辆动力总成振动微分方程中的动力总成位移;基于局部坐标系下各悬置的刚度、局部坐标系下各悬置的阻尼、整车坐标系下各悬置的坐标、整车坐标系下各悬置的布置角度和动力总成位移,获得整车坐标系下各悬置三向动反力。由此可见,直接采集特定参数进行计算操作简单便捷,不需要建模即可获得悬置三向动反力,针对不同动力总成配置也无需重新建模,节省计算时间提高计算效率。

附图说明

[0037] 为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案,下面将对本申请实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请中记载的一些实施例,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它的附图。

[0038] 图1为本申请实施例中一种应用场景所涉及的系统框架示意图;

[0039] 图2为本申请实施例提供的一种获得车辆动力总成悬置动反力的方法的流程图;

[0040] 图3为本申请实施例提供的一种获得车辆动力总成悬置动反力的装置的结构示意图。

具体实施方式

[0041] 为了使本技术领域的人员更好地理解本申请方案,下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,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,都属于本申请保护的范围。

[0042] 现阶段,消费者越来越关注和重视车辆的整车乘坐舒适性,车辆动力总成振动对整车乘坐舒适性的影响尤为突出,动力总成悬置系统作为连接动力总成与车身/车架间的弹性系统,其主要功能是减少动力总成振动向整车车架的传递,实现隔振的目的。动力总成悬置动反力是评价动力总成悬置系统隔振设计好坏的重要指标,为了了解动力总成悬置系统隔振性能和整车乘坐舒适性,需要计算车辆动力总成悬置动反力。通常采用ADAMS软件建立动力总成悬置系统的几何模型,对虚拟几何模型进行动力学分析求解车辆动力总成悬置动反力。但是,发明人经过研究发现,采用该方式工程师需要花费大量时间进行ADAMS软件的培训和学习,操作较为复杂繁琐、计算精度低,且针对不同动力总成配置,需要重新建立不同模型求解动力总成悬置动反力。

[0043] 为了解决这一问题,在本申请实施例中,基于目标工况下车辆动力总成的发动机扭矩和其他激励相关参数获得动力总成激励;基于局部坐标系下各悬置的刚度、局部坐标系下各悬置的阻尼、整车坐标系下各悬置的坐标和整车坐标系下各悬置的布置角度,获得车辆动力总成振动微分方程中的刚度矩阵和阻尼矩阵;基于动力总成激励、车辆动力总成振动微分方程中的刚度矩阵和阻尼矩阵,获得车辆动力总成振动微分方程中的动力总成位移;基于局部坐标系下各悬置的刚度、局部坐标系下各悬置的阻尼、整车坐标系下各悬置的坐标、整车坐标系下各悬置的布置角度和动力总成位移,获得整车坐标系下各悬置三向动反力。由此可见,直接采集特定参数进行计算操作简单便捷,不需要建模即可获得悬置三向动反力,针对不同动力总成配置也无需重新建模,节省计算时间提高计算效率。

[0044] 举例来说,本申请实施例的场景之一,可以是应用到如图1所示的场景中,该场景包括处理器101、动力总成102和动力总成悬置系统103,其中,动力总成102和动力总成悬置系统103位于车辆中,动力总成悬置系统103用于连接动力总成102和车辆车身/车架,动力总成悬置系统103包括多个悬置。

[0045] 处理器101基于目标工况下车辆动力总成102的发动机扭矩和其他激励相关参数获得动力总成激励;处理器101基于局部坐标系下动力总成悬置系统103中各悬置的刚度、阻尼和车辆整车坐标系下动力总成悬置系统103中各悬置的坐标、布置角度,获得车辆动力总成102振动微分方程中的刚度矩阵和阻尼矩阵;处理器101基于动力总成激励、车辆动力总成102振动微分方程中的刚度矩阵和阻尼矩阵,获得车辆动力总成102振动微分方程中的动力总成位移;处理器101基于局部坐标系下动力总成悬置系统103中各悬置的刚度、阻尼和整车坐标系下动力总成悬置系统103中各悬置的坐标、整车坐标系下各悬置的布置角度、整车坐标系下动力总成位移和速度,获得整车坐标系下动力总成悬置系统103中各悬置三向动反力。

[0059] 本申请实施例中,动力总成激励计算公式如下所示:

$$[0060] \quad F = [F_x \ F_y \ F_z \ M_x \ M_y \ M_z]^T;$$

[0061] 其中, F_x 、 F_y 和 F_z 分别为沿着x、y和z轴作用力; M_x 、 M_y 和 M_z 分别为绕x、y和z轴输出扭矩。

[0062] 需要注意的是,对于纵置发动机而言,其 x 、 M_x 分别与横置发动机的 y 、 M_y 互换。

[0063] 例如,当目标工况为怠速工况时,

[0064] 直列四缸横置发动机:

$$[0065] \quad F_x = 0; F_y = 0; F_z = 4m_1 r^2 \lambda \cos q \cos 2\omega t;$$

$$[0066] \quad M_x = F_z * A; M_y = M_e (1 + 1.3 \sin 2\omega t); M_z = 0;$$

[0067] 则动力总成激励:

$$[0068] \quad F = [0 \ 0 \ 4m_1 r^2 \lambda \cos q \cos 2\omega t \ (4m_1 r^2 \lambda \cos q \cos 2\omega t) * A \ M_e (1 + 1.3 \sin 2\omega t) \ 0]^T;$$

[0069] 直列四缸纵置发动机:

$$[0070] \quad F_x = 0; F_y = 0; F_z = 4m_1 r^2 \cos q \cos 2\omega t;$$

$$[0071] \quad M_x = M_e (1 + 1.3 \sin 2\omega t); M_y = F_z * A; M_z = 0;$$

[0072] 则动力总成激励:

$$[0073] \quad F = [0 \ 0 \ 4m_1 r^2 \cos q \cos 2\omega t \ M_e (1 + 1.3 \sin 2\omega t) \ (4m_1 r^2 \cos q \cos 2\omega t) * A \ 0]^T;$$

[0074] 其中, m_1 为曲柄连杆简化活塞销上质量; ω 为怠速转速; r 为曲柄半径; λ 为曲柄半径与连杆长度比; t 为怠速时间; M_e 为发动机输出扭矩; q 为发动机布置角度; A 为二三缸中心线至动力总成质心的水平距离。

[0075] 当目标工况为点火工况时,

[0076] 发动机点火扭矩响应时间由发动机控制策略决定,本列中响应时间 t 取为0.1s,点火采用 $\text{step}(t, 0, 0, 0.1, M_e)$ 阶跃信号;

[0077] 横置发动机:

$$[0078] \quad F_x = 0; F_y = 0; F_z = 0; M_x = 0; M_y = \text{step}(t, 0, 0, 0.1, M_e); M_z = 0;$$

$$[0079] \quad \text{则动力总成激励} F = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ \text{step}(t, 0, 0, 0.1, M_e) \ 0]^T;$$

[0080] 纵置发动机:

$$[0081] \quad \text{由于} F_x = 0; F_y = 0; F_z = 0; M_x = \text{step}(t, 0, 0, 0.1, M_e); M_y = 0; M_z = 0;$$

$$[0082] \quad \text{则动力总成激励} F = [0 \ 0 \ 0 \ \text{step}(t, 0, 0, 0.1, M_e) \ 0 \ 0]^T;$$

[0083] 其中, t 为点火扭矩响应时间; M_e 为发动机输出扭矩。

[0084] 步骤202:基于局部坐标系下各悬置的刚度、局部坐标系下各悬置的阻尼、整车坐标系下各悬置的坐标和整车坐标系下各悬置的布置角度,获得车辆动力总成振动微分方程中的刚度矩阵和阻尼矩阵。

[0085] 可以理解的是,由于上述车辆动力总成振动微分方程中涉及刚度矩阵和阻尼矩阵,则需要基于局部坐标系下各悬置的刚度、局部坐标系下各悬置的阻尼、整车坐标系下各悬置的坐标和整车坐标系下各悬置的布置角度计算得到车辆动力总成振动微分方程中的刚度矩阵和阻尼矩阵

[0086] 需要说明的是,首先,基于局部坐标系下各悬置的刚度采用局部坐标系下悬置刚度矩阵计算公式(称为第一刚度矩阵计算公式),可以得到局部坐标系下各悬置的刚度矩阵;同样,基于局部坐标系下各悬置的阻尼采用局部坐标系下悬置阻尼矩阵计算公式(称为

第一阻尼矩阵计算公式),可以得到局部坐标系下各悬置的阻尼矩阵。然后,基于局部坐标系下各悬置的刚度矩阵,结合整车坐标系下各悬置的坐标和布置角度,采用车辆动力总成振动微分方程中的刚度矩阵计算公式(称为第二刚度矩阵计算公式),可以得到车辆动力总成振动微分方程中的刚度矩阵;同样,基于局部坐标系下各悬置的阻尼矩阵,结合整车坐标系下各悬置的坐标和布置角度,采用车辆动力总成振动微分方程中的阻尼矩阵计算公式(称为第二阻尼矩阵计算公式),可以得到车辆动力总成振动微分方程中的阻尼矩阵。因此,在本申请实施例的一些实施方式中,所述步骤202例如可以包括以下步骤:

[0087] 步骤A:利用第一刚度矩阵计算公式和第一阻尼矩阵计算公式基于所述局部坐标系下各悬置的刚度和所述局部坐标系下各悬置的阻尼,获得局部坐标系下各悬置的刚度矩阵和阻尼矩阵;

[0088] 步骤B:利用第二刚度矩阵计算公式和第二阻尼矩阵计算公式基于所述整车坐标系下各悬置的坐标、所述整车坐标系下各悬置的布置角度、所述局部坐标系下各悬置的刚度矩阵和阻尼矩阵,获得所述车辆动力总成振动微分方程中的刚度矩阵和阻尼矩阵。

[0089] 在本申请实施例中,第一刚度矩阵计算公式和第一阻尼矩阵计算公式如下所示:

$$[0090] \quad k_i = \begin{bmatrix} k_{ui} & & \\ & k_{vi} & \\ & & k_{wi} \end{bmatrix}; \quad c_i = \begin{bmatrix} c_{ui} & & \\ & c_{vi} & \\ & & c_{wi} \end{bmatrix};$$

[0091] 其中, k_i 为局部坐标系下第*i*个悬置刚度矩阵; k_{ui} 、 k_{vi} 、 k_{wi} 分别为局部坐标系下第*i*个悬置u、v、w轴方向刚度; c_i 为局部坐标系下第*i*个悬置阻尼矩阵; c_{ui} 、 c_{vi} 、 c_{wi} 分别为局部坐标系下第*i*个悬置u、v、w轴方向阻尼;

[0092] 第二刚度矩阵计算公式和第二阻尼矩阵计算公式如下所示:

$$[0093] \quad K = \sum_{i=1}^n K_i = \sum_{i=1}^n B_i^T T_i^T k_i T_i B_i; \quad C = \sum_{i=1}^n C_i = \sum_{i=1}^n B_i^T T_i^T c_i T_i B_i$$

[0094] 其中, n 为动力总成悬置系统中悬置个数, B_i 为整车坐标系下第*i*个悬置的位置矩阵、 T_i 为整车坐标系下第*i*个悬置的方向矩阵;具体如下所示:

$$[0095] \quad B_i = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & z_i & -y_i \\ 0 & 1 & 0 & -z_i & 0 & x_i \\ 0 & 0 & 1 & y_i & -x_i & 0 \end{bmatrix} \quad T_i = \begin{bmatrix} \cos \alpha_{ui} & \cos \beta_{ui} & \cos \gamma_{ui} \\ \cos \alpha_{vi} & \cos \beta_{vi} & \cos \gamma_{vi} \\ \cos \alpha_{wi} & \cos \beta_{wi} & \cos \gamma_{wi} \end{bmatrix}$$

[0096] 其中, x_i 、 y_i 和 z_i 分别为整车坐标系下第*i*个悬置的坐标; α_{ui} 、 β_{ui} 和 γ_{ui} 分别为第*i*个悬置u向与整车坐标系x、y和z轴夹角; α_{vi} 、 β_{vi} 和 γ_{vi} 分别为第*i*个悬置v向与整车坐标系x、y和z轴夹角; α_{wi} 、 β_{wi} 和 γ_{wi} 分别为第*i*个悬置w向与整车坐标系x、y和z轴夹角。

[0097] 步骤203:基于所述动力总成激励、所述车辆动力总成振动微分方程中的刚度矩阵和阻尼矩阵,获得所述车辆动力总成振动微分方程中的动力总成位移。

[0098] 可以理解的是,在步骤201动力总成激励F之后,以及在步骤202获得车辆动力总成振动微分方程中的刚度矩阵K和阻尼矩阵C之后,代入车辆动力总成振动微分方程 $M\ddot{Q} + C\dot{Q} + KQ = F$,即可获得动力总成位移Q。

[0099] 步骤204:基于所述局部坐标系下各悬置的刚度、所述局部坐标系下各悬置的阻尼、所述整车坐标系下各悬置的坐标、所述整车坐标系下各悬置的布置角度和所述动力总

成位移,获得整车坐标系下各悬置三向动反力。

[0100] 需要说明的是,在步骤203获得动力总成位移 Q 之后,结合局部坐标系下各悬置的刚度、阻尼和整车坐标系下各悬置的坐标、布置角度,首先可以获得整车坐标系下各悬置动反力,然后代入悬置三向动反力计算公式即可明确整车坐标系下各悬置三向动反力。因此,在本申请实施例的一些实施方式中,所述步骤204例如可以包括以下步骤:

[0101] 步骤C:基于所述局部坐标系下各悬置的刚度、所述局部坐标系下各悬置的阻尼、所述整车坐标系下各悬置的坐标、所述整车坐标系下各悬置的布置角度和所述动力总成位移,获得整车坐标系下各悬置动反力。

[0102] 在本申请实施例中,在计算整车坐标系下各悬置动反力过程中,首先,基于动力总成位移,结合上述整车坐标系下各悬置的坐标和布置角度,代入悬置位移计算公式即可得到局部坐标系下各悬置的位移,并可以得到局部坐标系下各悬置的速度。然后,局部坐标系下各悬置的位移结合局部坐标系下各悬置的刚度和整车坐标系下各悬置的布置角度,代入悬置刚度作用力计算公式即可得到整车坐标系下各悬置刚度作用力,同理,局部坐标系下各悬置的速度结合局部坐标系下各悬置的阻尼和整车坐标系下各悬置的布置角度,代入悬置阻尼作用力计算公式即可得到整车坐标系下各悬置阻尼作用力,将它们代入悬置动反力计算公式即可得到整车坐标系下各悬置动反力。因此,在本申请实施例的一些实施方式中,所述步骤C例如可以包括以下步骤:

[0103] 步骤C1:利用悬置位移计算公式和悬置速度计算公式基于所述整车坐标系下各悬置的坐标、所述整车坐标系下各悬置的布置角度和所述动力总成位移,获得局部坐标系下各悬置的位移和速度;

[0104] 步骤C2:利用悬置刚度作用力计算公式、悬置阻尼作用力计算公式和悬置动反力计算公式基于所述局部坐标系下各悬置的刚度、所述局部坐标系下各悬置的阻尼、所述整车坐标系下各悬置的布置角度、所述局部坐标系下各悬置的位移和速度,获得所述整车坐标系下各悬置动反力。

[0105] 本申请实施例中,悬置位移计算公式为 $\Delta R_i = T_i B_i Q$,悬置速度计算公式为 $\Delta \dot{R}_i = T_i B_i \dot{Q}$;悬置刚度作用力计算公式为 $F_{ki} = T_i^T k_i T_i B_i Q$;悬置阻尼作用力计算公式为 $F_{ci} = T_i^T c_i T_i B_i \dot{Q}$;悬置动反力计算公式为 $F_i = -F_{ki} - F_{ci}$;其中, ΔR_i 为局部坐标系下第*i*个悬置的位移; $\Delta \dot{R}_i$ 为局部坐标系下第*i*个悬置的速度; F_{ki} 为整车坐标系下第*i*个悬置的刚度作用力; F_{ci} 为整车坐标系下第*i*个悬置的阻尼作用力; F_i 为整车坐标系下第*i*个悬置动反力。

[0106] 步骤D:利用悬置三向动反力计算公式基于所述整车坐标系下各悬置动反力,获得所述整车坐标系下各悬置三向动反力。

[0107] 本申请实施例中,悬置三向动反力计算公式如下所示:

[0108] $F_{xi} = F_i * [1 \ 0 \ 0]$; $F_{yi} = F_i * [0 \ 1 \ 0]$; $F_{zi} = F_i * [0 \ 0 \ 1]$;

[0109] 其中, F_{xi} 为整车坐标系下第*i*个悬置x轴方向动反力; F_{yi} 为整车坐标系下第*i*个悬置y轴方向动反力; F_{zi} 为整车坐标系下第*i*个悬置z轴方向动反力。

[0110] 通过本实施例提供的各种实施方式,基于目标工况下车辆动力总成的发动机扭矩和其他激励相关参数获得动力总成激励;基于局部坐标系下各悬置的刚度、局部坐标系下各悬置的阻尼、整车坐标系下各悬置的坐标和整车坐标系下各悬置的布置角度,获得车辆

动力总成振动微分方程中的刚度矩阵和阻尼矩阵;基于动力总成激励、车辆动力总成振动微分方程中的刚度矩阵和阻尼矩阵,获得车辆动力总成振动微分方程中的动力总成位移;基于局部坐标系下各悬置的刚度、局部坐标系下各悬置的阻尼、整车坐标系下各悬置的坐标、整车坐标系下各悬置的布置角度和动力总成位移,获得整车坐标系下各悬置三向动反力。由此可见,直接采集特定参数进行计算操作简单便捷,不需要建模即可获得悬置三向动反力,针对不同动力总成配置也无需重新建模,节省计算时间提高计算效率。

[0111] 示例性装置

[0112] 参见图3,示出了本申请实施例一种获得车辆动力总成悬置动反力的装置的结构示意图。在本实施例中,所述装置例如具体可以包括:

[0113] 动力总成激励获得单元301,用于基于目标工况下车辆动力总成的发动机扭矩和其他激励相关参数获得动力总成激励;

[0114] 刚度矩阵和阻尼矩阵获得单元302,用于基于局部坐标系下各悬置的刚度、局部坐标系下各悬置的阻尼、整车坐标系下各悬置的坐标和整车坐标系下各悬置的布置角度,获得车辆动力总成振动微分方程中的刚度矩阵和阻尼矩阵;

[0115] 动力总成位移获得单元303,用于基于所述动力总成激励、所述车辆动力总成振动微分方程中的刚度矩阵和阻尼矩阵,获得所述车辆动力总成振动微分方程中的动力总成位移;

[0116] 悬置三向动反力获得单元304,用于基于所述局部坐标系下各悬置的刚度、所述局部坐标系下各悬置的阻尼、所述整车坐标系下各悬置的坐标、所述整车坐标系下各悬置的布置角度和所述动力总成位移,获得整车坐标系下各悬置三向动反力。

[0117] 在本申请实施例的一种实施方式中,所述目标工况为怠速工况或点火工况。

[0118] 在本申请实施例的一种实施方式中,若所述目标工况为怠速工况,所述动力总成激励获得单元301具体用于:

[0119] 利用动力总成激励计算公式基于车辆动力总成的发动机扭矩、曲柄半径、怠速时间、怠速转速、曲柄连杆简化活塞销上质量和发动机布置角度等,获得动力总成激励。

[0120] 在本申请实施例的一种实施方式中,若所述目标工况为点火工况,所述动力总成激励获得单元301具体用于:

[0121] 利用动力总成激励计算公式基于车辆动力总成的发动机扭矩和点火扭矩响应时间,获得动力总成激励。

[0122] 在本申请实施例的一种实施方式中,所述刚度矩阵和阻尼矩阵获得单元302包括:

[0123] 第一刚度矩阵和阻尼矩阵获得子单元,用于利用第一刚度矩阵计算公式和第一阻尼矩阵计算公式基于所述局部坐标系下各悬置的刚度和所述局部坐标系下各悬置的阻尼,获得局部坐标系下各悬置的刚度矩阵和阻尼矩阵;

[0124] 第二刚度矩阵和阻尼矩阵获得子单元,用于利用第二刚度矩阵计算公式和第二阻尼矩阵计算公式基于所述整车坐标系下各悬置的坐标、所述整车坐标系下各悬置的布置角度、所述局部坐标系下各悬置的刚度矩阵和阻尼矩阵,获得所述车辆动力总成振动微分方程中的刚度矩阵和阻尼矩阵。

[0125] 在本申请实施例的一种实施方式中,所述悬置三向动反力获得单元304包括:

[0126] 悬置动反力获得子单元,用于基于所述局部坐标系下各悬置的刚度、所述局部坐

标系下各悬置的阻尼、所述整车坐标系下各悬置的坐标、所述整车坐标系下各悬置的布置角度和所述动力总成位移,获得整车坐标系下各悬置动反力;

[0127] 悬置三向动反力获得子单元,用于利用悬置三向动反力计算公式基于所述整车坐标系下各悬置动反力,获得所述整车坐标系下各悬置三向动反力。

[0128] 在本申请实施例的一种实施方式中,所述悬置动反力获得子单元包括:

[0129] 悬置位移和速度获得模块,用于利用悬置位移计算公式和悬置速度计算公式基于所述整车坐标系下各悬置的坐标、所述整车坐标系下各悬置的布置角度和所述动力总成位移,获得局部坐标系下各悬置的位移和速度;

[0130] 悬置动反力获得模块,用于利用悬置刚度作用力计算公式、悬置阻尼作用力计算公式和悬置动反力计算公式基于所述局部坐标系下各悬置的刚度、所述局部坐标系下各悬置的阻尼、所述整车坐标系下各悬置的布置角度、所述局部坐标系下各悬置的位移和速度,获得所述整车坐标系下各悬置动反力。

[0131] 通过本实施例提供的各种实施方式,基于目标工况下车辆动力总成的发动机扭矩和其他激励相关参数获得动力总成激励;基于局部坐标系下各悬置的刚度、局部坐标系下各悬置的阻尼、整车坐标系下各悬置的坐标和整车坐标系下各悬置的布置角度,获得车辆动力总成振动微分方程中的刚度矩阵和阻尼矩阵;基于动力总成激励、车辆动力总成振动微分方程中的刚度矩阵和阻尼矩阵,获得车辆动力总成振动微分方程中的动力总成位移;基于局部坐标系下各悬置的刚度、局部坐标系下各悬置的阻尼、整车坐标系下各悬置的坐标、整车坐标系下各悬置的布置角度和动力总成位移,获得整车坐标系下各悬置三向动反力。由此可见,直接采集特定参数进行计算操作简单便捷,不需要建模即可获得悬置三向动反力,针对不同动力总成配置也无需重新建模,节省计算时间提高计算效率。

[0132] 另本申请实施例还提供了一种终端设备,所述终端设备包括处理器以及存储器:

[0133] 所述存储器用于存储程序代码,并将所述程序代码传输给所述处理器;

[0134] 所述处理器用于根据所述程序代码中的指令执行上述方法实施例所述的获得车辆动力总成悬置动反力的方法。

[0135] 此外,本申请实施例还提供了一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质用于存储程序代码,所述程序代码用于执行上述方法实施例所述的获得车辆动力总成悬置动反力的方法。

[0136] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的装置而言,由于其与实施例公开的方法相对应,所以描述的比较简单,相关之处参见方法部分说明即可。

[0137] 专业人员还可以进一步意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、计算机软件或者二者的结合来实现,为了清楚地说明硬件和软件的可互换性,在上述说明中已经按照功能一般性地描述了各示例的组成及步骤。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

[0138] 需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实

体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0139] 以上所述,仅是本申请的较佳实施例而已,并非对本申请作任何形式上的限制。虽然本申请已以较佳实施例揭露如上,然而并非用以限定本申请。任何熟悉本领域的技术人员,在不脱离本申请技术方案范围情况下,都可利用上述揭示的方法和技术内容对本申请技术方案做出许多可能的变动和修饰,或修改为等同变化的等效实施例。因此,凡是未脱离本申请技术方案的内容,依据本申请的技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、等同变化及修饰,均仍属于本申请技术方案保护的范围内。

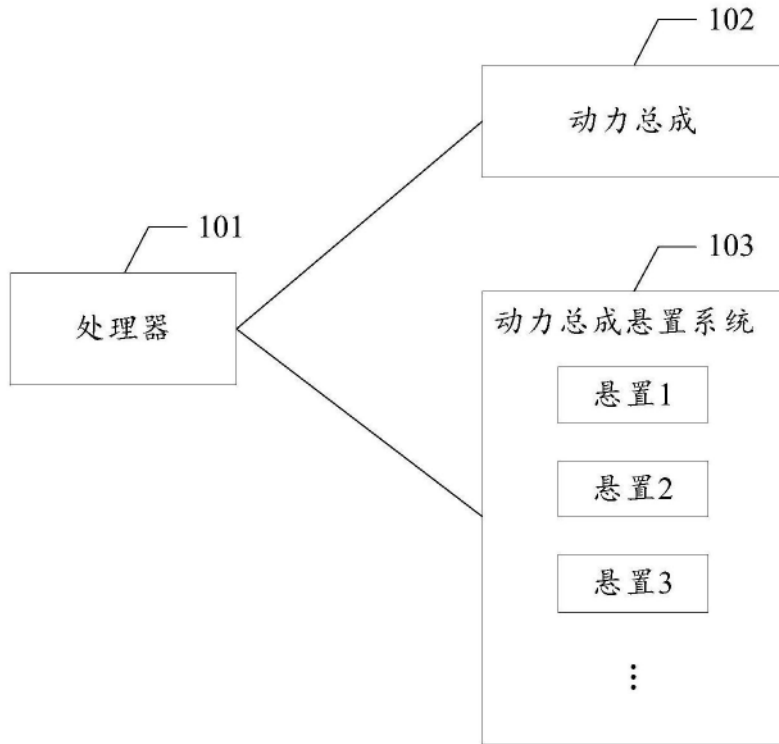


图1

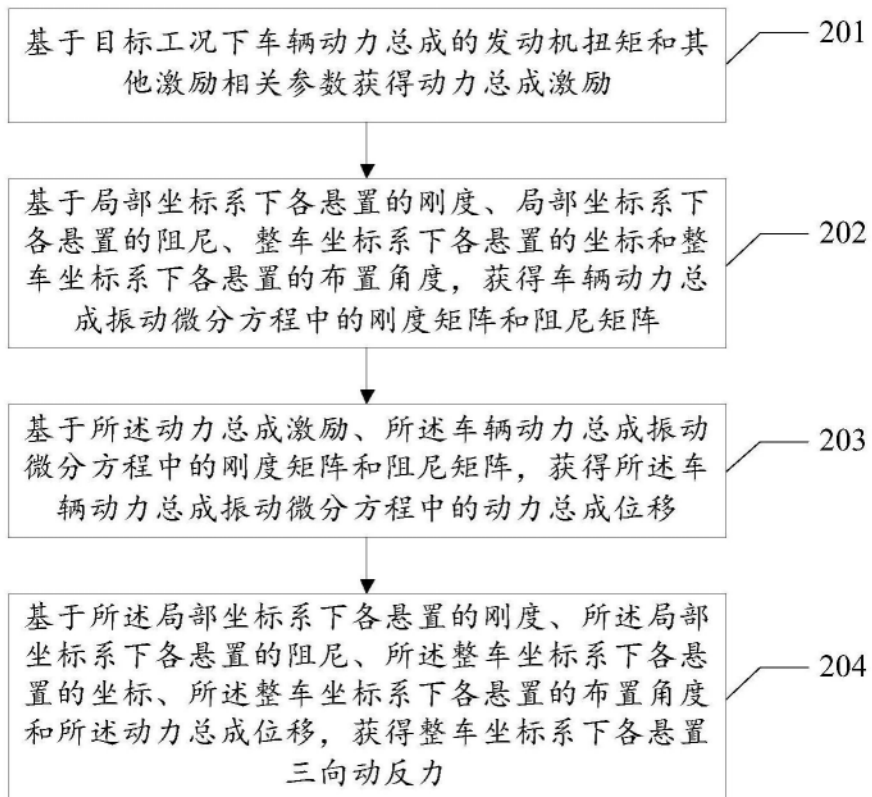


图2

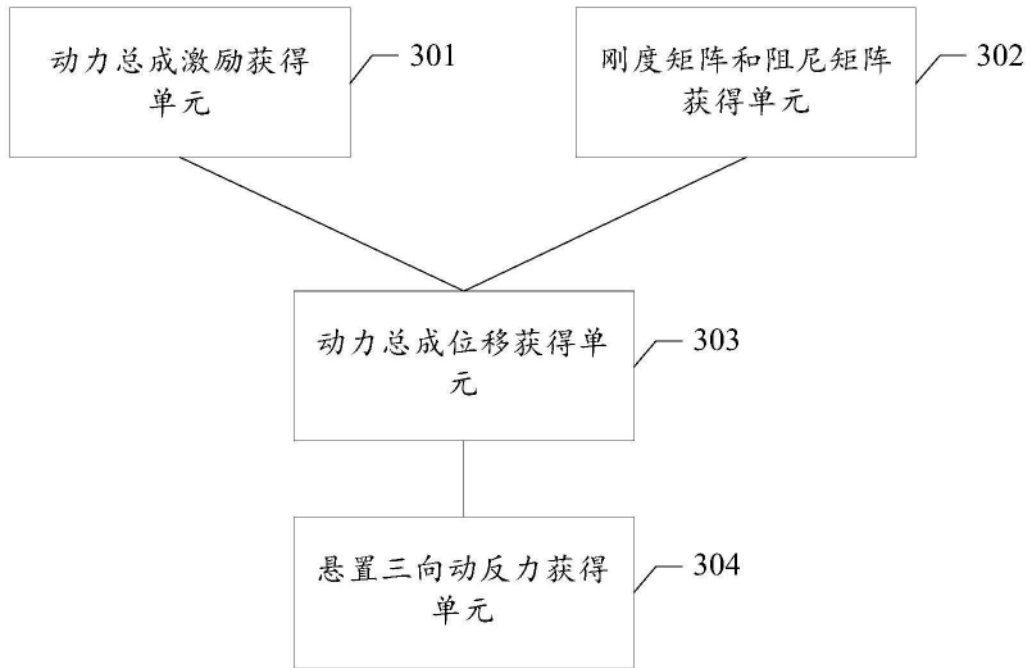


图3