



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115165396 A

(43) 申请公布日 2022. 10. 11

(21) 申请号 202210833460.7

(22) 申请日 2022.07.14

(71) 申请人 东风汽车集团股份有限公司
地址 430000 湖北省武汉市武汉经济技术
开发区东风大道特1号

(72) 发明人 王波 陈明 贺翀 吴星成
廉思远

(74) 专利代理机构 北京众达德权知识产权代理
有限公司 11570
专利代理师 甄伟军

(51) Int. Cl.
G01M 17/007 (2006.01)
G01M 17/04 (2006.01)
G01M 13/00 (2019.01)

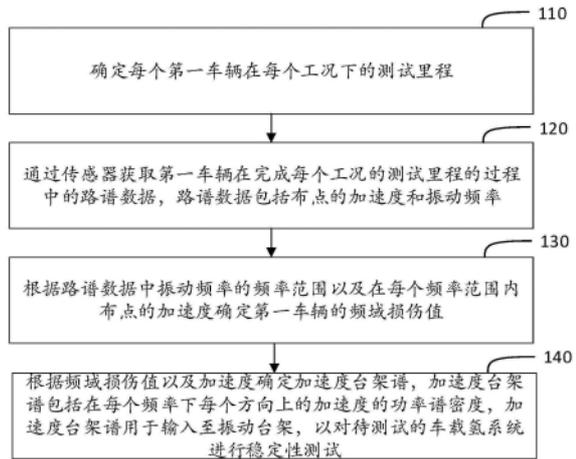
权利要求书2页 说明书11页 附图3页

(54) 发明名称

确定车辆的车载氢系统测试数据的方法、装置和介质

(57) 摘要

本申请涉及车辆测试的技术领域,揭示了一种确定车辆的车载氢系统测试数据的方法,包括:确定每个第一车辆在每个工况下的测试里程;通过传感器获取第一车辆在完成每个工况的测试里程的过程中的路谱数据;根据路谱数据中振动频率的频率范围以及在每个频率范围内布点的加速度确定第一车辆的频域损伤值;根据频域损伤值以及加速度确定加速度台架谱,加速度台架谱用于输入至振动台架,以对待测试的车载氢系统进行稳定性测试。以此方式确定的测试数据,适用于全部车型的车载氢系统,则可以根据该测试数据对全部需要进行测试的车载氢系统进行稳定性测试,提高了测试的普遍适用性,且可以使得测试场景统一且标准。



1. 一种确定车辆的车载氢系统测试数据的方法,其特征在于,所述车载氢系统包括至少一个布点,每个布点安装有传感器,所述方法包括:

确定每个第一车辆在每个工况下的测试里程,所述测试里程是根据多个型号的第二车辆的实际路况数据确定的;

通过所述传感器获取第一车辆在完成每个工况的测试里程的过程中的路谱数据,所述路谱数据包括所述布点的加速度和振动频率;

根据所述路谱数据中振动频率的频率范围以及在每个频率范围内布点的加速度确定所述第一车辆的频域损伤值;

根据所述频域损伤值以及所述加速度确定加速度台架谱,所述加速度台架谱包括在每个频率下每个方向上的加速度的功率谱密度,所述加速度台架谱用于输入至振动台架,以对待测试的车载氢系统进行稳定性测试。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述确定每个第一车辆在每个工况下的测试里程包括:

获取多个第二车辆在行驶过程中的实际路况数据,所述实际路况数据包括所述第二车辆的布点在行驶过程中分别在X、Y、Z方向上的加速度;

根据每个第二车辆分别在X、Y、Z方向上的加速度确定每个第二车辆在行驶过程中的工况,以及与每个工况所对应的实际里程;

根据每个工况对应的实际里程与实际总里程的占比确定每个工况所对应的测试里程。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述第一车辆包括多个型号的燃料电池电动车辆,所述第一车辆的负载状态包括第一负载状态和第二负载状态,所述通过所述传感器获取第一车辆在完成每个工况的测试里程的过程中的路谱数据包括:

针对每个第一车辆,通过所述传感器获取所述第一车辆分别在处于所述第一负载状态,以及处于所述第二负载状态下完成与每个工况所对应的测试里程的过程中所产生的路谱数据,所述路谱数据包括所述第一车辆的布点的加速度和振动频率。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,根据所述路谱数据中振动频率的频率范围以及在每个频率范围内布点的加速度确定所述第一车辆的频域损伤值,包括根据公式(1)确定所述第一车辆的频域损伤值 $FDS(f_n)$:

$$FDS(f_n) \cong f_n T \frac{K^b}{C} \left[\frac{QP_{acc}(f_n)}{2(2\pi f_n)^3} \right]^{b/2} \Gamma(1 + b/2) \quad (1)$$

其中, f_n 是指所述振动的圆周频率,T是指所述第一车辆完成全部工况的测试里程所耗费的时长,K是指所述车载氢系统的弹性刚度,b和C为疲劳常数项,Q是动态放大因子,Q为常数, $P_{acc}(f_n)$ 是指所述布点的加速度在振动频率 f_n 时的功率谱密度, Γ 对于任意变量g,表达式如公式(2)所示:

$$\Gamma(g) = \int_0^{\infty} x^{(g-1)} e^{-x} dx \quad (2)$$

其中, Γ 表示的是伽玛函数,g是指伽玛函数的变量。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,根据公式(3)计算每个方向上的加速度的功率谱密度:

$$P_{equ}(f_n) = \frac{2(2\pi f_n)^3}{Q} \left[\frac{\sum FDS(f_n)C}{K^b f_n T_{eq} \Gamma(1 + b/2)} \right]^{2/b} \quad (3)$$

其中, $P_{equ}(f_n)$ 是指随机振动谱, T_{eq} 是指振动台架的振动时长。

6. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 车载氢系统包括托架、抱箍以及衬垫, 车辆的布点位于所述衬垫与车辆车身的连接处, 和/或位于所述托架与车辆车身的连接处。

7. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 所述方法应用于燃料电池电动汽车。

8. 一种确定车载氢系统测试数据的装置, 其特征在于, 所述装置包括:

数据采集单元, 被用于获取多个第二车辆的实际路况数据, 以及获取第一车辆在完成每个工况的测试里程的过程中的路谱数据, 所述路谱数据包括所述布点的加速度和振动频率;

第一数据处理单元, 被用于根据所述实际路况数据确定每个第一车辆在每个工况下的测试里程;

第二数据处理单元, 被用于根据所述路谱数据中振动频率的频率范围以及在每个频率范围内布点的加速度确定所述第一车辆的频域损伤值;

测试数据处理单元, 被用于根据所述频域损伤值以及所述加速度确定加速度台架谱, 所述加速度台架谱包括在每个频率下每个方向上的加速度的功率谱密度, 所述加速度台架谱用于输入至振动台架, 以对待测试的车载氢系统进行稳定性测试。

9. 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中存储有至少一条程序代码, 所述至少一条程序代码由处理器加载并执行以实现如权利要求1至7任一项所述的方法所执行的操作。

10. 一种电子设备, 其特征在于, 所述电子设备包括一个或多个处理器和一个或多个存储器, 所述一个或多个存储器中存储有至少一条程序代码, 所述至少一条程序代码由所述一个或多个处理器加载并执行以实现如权利要求1至7任一项所述的方法所执行的操作。

确定车辆的车载氢系统测试数据的方法、装置和介质

技术领域

[0001] 本申请涉及车辆测试的技术领域,特别地,涉及一种确定车辆的车载氢系统测试数据的方法、装置、介质和电子设备。

背景技术

[0002] 对于车辆本身的车载氢系统的耐久性能验证时,常规的验证方法主要有两种。一种是将生产出来的车载氢系统搭载在整车上进行试验场道路耐久试验,另一种是将车载氢系统固定在电磁振动台上进行定频恒幅振动耐久试验。但现有技术所采用的检验方法耗时过长、试验成本高。且该方法试验的数据是基于经验数据,往往具有一定的局限性,其验证的方式局限于某一全部型号的车载氢系统,因此针对新研发的车载氢系统不具有普遍适用性,导致其测试结果的准确度低。

发明内容

[0003] 本申请的目的在于提供一种确定车辆的车载氢系统测试数据的方法、装置、介质和电子设备。本申请可以提高对车载氢系统的测试普遍性,且测试效率较高,保证其测试的准确性。

[0004] 本申请的其他特性和优点将通过下面的详细描述变得显然,或部分地通过本申请的实践而习得。

[0005] 根据本申请实施例的一个方面,提供了一种确定车辆的车载氢系统测试数据的方法,所述车载氢系统包括至少一个布点,每个布点安装有传感器,所述方法包括:

[0006] 确定每个第一车辆在每个工况下的测试里程,所述测试里程是根据多个型号的第二车辆的实际路况数据确定的;

[0007] 通过所述传感器获取第一车辆在完成每个工况的测试里程的过程中的路谱数据,所述路谱数据包括所述布点的加速度和振动频率;

[0008] 根据所述路谱数据中振动频率的频率范围以及在每个频率范围内布点的加速度确定所述第一车辆的频域损伤值;

[0009] 根据所述频域损伤值以及所述加速度确定加速度台架谱,所述加速度台架谱包括在每个频率下每个方向上的加速度的功率谱密度;

[0010] 将所述加速度台架谱输入至振动台架,以对待测试的车载氢系统进行稳定性测试。

[0011] 在本申请的一个实施例中,所述确定每个第一车辆在每个工况下的测试里程包括:

[0012] 获取多个第二车辆在行驶过程中的实际路况数据,所述实际路况数据包括所述第二车辆的布点在行驶过程中分别在X、Y、Z方向上的加速度;

[0013] 根据每个第二车辆分别在X、Y、Z方向上的加速度确定每个第二车辆在行驶过程中的工况,以及与每个工况所对应的实际里程;

[0014] 根据每个工况对应的实际里程与实际总里程的占比确定每个工况所对应的测试里程。

[0015] 在本申请的一个实施例中,第一车辆包括多个型号的燃料电池电动车辆,所述第一车辆的负载状态包括第一负载状态和第二负载状态,所述通过所述传感器获取第一车辆在完成每个工况的测试里程的过程中的路谱数据包括:

[0016] 针对每个第一车辆,通过所述传感器获取所述第一车辆分别在处于所述第一负载状态,以及处于所述第二负载状态下完成与每个工况所对应的测试里程的过程中所产生的路谱数据,所述路谱数据包括所述第一车辆的布点的加速度和振动频率。

[0017] 在本申请的一个实施例中,根据所述路谱数据中振动频率的频率范围以及在每个频率范围内布点的加速度确定所述第一车辆的频域损伤值,包括根据公式(1)确定所述第一车辆的频域损伤值FDS(f_n):

$$[0018] \quad FDS(f_n) \cong f_n T \frac{K^b}{C} \left[\frac{QP_{acc}(f_n)}{2(2\pi f_n)^3} \right]^{b/2} \Gamma(1 + b/2) \quad (1)$$

[0019] 其中, f_n 是指所述振动的圆周频率,T是指所述第一车辆完成全部工况的测试里程所耗费的时长,K是指所述车载氢系统的弹性刚度,b和C为疲劳公式,Q是动态放大因子,Q为常数, $P_{acc}(f_n)$ 是指所述布点的加速度在振动频率 f_n 时的功率谱密度, Γ 对于任意变量g,表达式如公式(2)所示:

$$[0020] \quad \Gamma(g) = \int_0^{\infty} x^{(g-1)} e^{-x} dx \quad (2)$$

[0021] 其中, Γ 表示的是伽玛函数,g是指伽玛函数的变量。

[0022] 在本申请的一个实施例中,根据公式(3)计算每个方向上的加速度的功率谱密度:

$$[0023] \quad P_{equ}(f_n) = \frac{2(2\pi f_n)^3}{Q} \left[\frac{\sum FDS(f_n)C}{K^b f_n T_{eq} \Gamma(1 + b/2)} \right]^{2/b} \quad (3)$$

[0024] 其中, $P_{equ}(f_n)$ 是指随机振动谱, T_{eq} 是指振动台架的振动时长。

[0025] 在本申请的一个实施例中,车载氢系统包括托架、抱箍以及衬垫,车辆的布点位于所述衬垫与车辆车身的连接处,和/或位于所述托架与车辆车身的连接处。

[0026] 在本申请的一个实施例中,所述方法应用于燃料电池电动汽车。

[0027] 根据本申请实施例的一个方面,提供了一种确定车载氢系统测试数据的装置,包括:

[0028] 数据采集单元,被用于获取多个第二车辆的实际路况数据,以及获取第一车辆在完成每个工况的测试里程的过程中的路谱数据,所述路谱数据包括所述布点的加速度和振动频率;

[0029] 第一数据处理单元,被用于根据所述实际路况数据确定每个第一车辆在每个工况下的测试里程;

[0030] 第二数据处理单元,被用于根据所述路谱数据中振动频率的频率范围以及在每个频率范围内布点的加速度确定所述第一车辆的频域损伤值;

[0031] 测试数据处理单元,被用于根据所述频域损伤值以及所述加速度确定加速度台架谱,所述加速度台架谱包括在每个频率下每个方向上的加速度的功率谱密度,所述加速度

台架谱用于输入至振动台架,以对待测试的车载氢系统进行稳定性测试。

[0032] 根据本申请实施例的一个方面,提供了一种计算机程序产品或计算机程序,该计算机程序产品或计算机程序包括计算机指令,该计算机指令存储在计算机可读存储介质中。计算机设备的处理器从计算机可读存储介质读取该计算机指令,处理器执行该计算机指令,使得该计算机设备执行如上述实施例中所述确定车载氢系统测试数据的方法。

[0033] 根据本申请实施例的一个方面,提供了一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该计算机程序包括可执行指令,当该可执行指令被处理器执行时,实现如上述实施例中所述确定车载氢系统测试数据的方法。

[0034] 根据本申请实施例的一个方面,提供了一种电子设备,其特征在于,所述电子设备包括一个或多个处理器和一个或多个存储器,所述一个或多个存储器中存储有至少一条程序代码,所述至少一条程序代码由所述一个或多个处理器加载并执行以实现上述的方法所执行的操作。

[0035] 在本申请实施例的技术方案中,通过在车载氢系统上的每个布点安装传感器,通过第二车辆上的传感器获取第二车辆的实际路况数据,以确定每个第一车辆在每个工况下的测试里程,然后通过第一车辆上的传感器获取第一车辆在完成每个工况的测试里程的过程中的路谱数据,并根据路谱数据中振动频率的频率范围以及在每个频率范围内布点的加速度确定第一车辆的频域损伤值以及加速度台架谱,后续在需要对待测试的车载氢系统进行测试时,则可以将加速度台架谱用于输入至振动台架,以对待测试的车载氢系统进行稳定性测试。以此方式确定的测试数据,适用于全部车型的车载氢系统,则可以根据该测试数据对全部需要进行测试的车载氢系统进行稳定性测试,提高了测试的普遍适用性,且可以使得测试场景统一且标准。进一步地,通过上述方法确定的测试数据可以用于车载氢系统在设计阶段的仿真分析,以及车载氢系统在样件阶段的系统台架测试,因此可以提前完成针对氢系统的可靠性验证及整改,降低实车车载氢系统可靠性验证的故障发生率,有效地缩短开发周期。

[0036] 应当理解的是,以上的一般描述和后文的细节描述仅是示例性和解释性的,并不能限制本申请。

附图说明

[0037] 此处的附图被并入说明书中并构成本说明书的一部分,示出了符合本申请的实施例,并与说明书一起用于解释本申请的原理。显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例,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他的附图。在附图中:

[0038] 图1为根据本申请实施例示出的确定车载氢系统测试数据的方法的流程图;

[0039] 图2为根据本申请实施例示出的车辆的车载氢系统的关键布点的位置示意图;

[0040] 图3为根据本申请实施例示出的试验车辆的试验流程示意图;

[0041] 图4为根据本申请实施例示出的确定车辆的车载氢系统测试数据的装置的结构框图;

[0042] 图5为根据本申请实施例示出的电子设备的系统结构的示意图。

具体实施方式

[0043] 现在将参考附图更全面地描述示例实施方式。然而,示例实施方式能够以多种形式实施,且不应被理解为限于在此阐述的范例;相反,提供这些实施方式使得本申请将更加全面和完整,并将示例实施方式的构思全面地传达给本领域的技术人员。

[0044] 此外,所描述的特征、结构或特性可以以任何合适的方式结合在一个或更多实施例中。在下面的描述中,提供许多具体细节从而给出对本申请的实施例的充分理解。然而,本领域技术人员将意识到,可以实践本申请的技术方案而没有特定细节中的一个或更多,或者可以采用其它的方法、组元、装置、步骤等。在其它情况下,不详细示出或描述公知方法、装置、实现或者操作以避免模糊本申请的各方面。

[0045] 附图中所示的方框图仅仅是功能实体,不一定必须与物理上独立的实体相对应。即,可以采用软件形式来实现这些功能实体,或在一个或多个硬件模块或集成电路中实现这些功能实体,或在不同网络和/或处理器装置和/或微控制器装置中实现这些功能实体。

[0046] 附图中所示的流程图仅是示例性说明,不是必须包括所有的内容和操作/步骤,也不是必须按所描述的顺序执行。例如,有的操作/步骤还可以分解,而有的操作/步骤可以合并或部分合并,因此实际执行的顺序有可能根据实际情况改变。

[0047] 需要说明的是:在本文中提及的“多个”是指两个或两个以上。“和/或”描述关联对象的关联关系,表示可以存在三种关系,例如,A和/或B可以表示:单独存在A,同时存在A和B,单独存在B这三种情况。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

[0048] 以下对本申请实施例的技术方案的实现细节进行详细阐述:

[0049] 首先,需要说明的是,本申请中所提出的确定车载氢系统测试数据的方案可以应用于对燃料电池电动汽车的车载氢系统的检测场景。车载氢系统在生产完成到实际的应用过程中往往需要先进行试验场道路耐久试验,以检验车载氢系统的结构稳定性和耐久性。并且,由于车辆品牌、型号的不同,导致与不同车辆所匹配的车辆氢系统的结构也会有所差异。那么,如何针对不同品牌不同型号的车载氢系统进行普适性的测试,且还能够保证其测试准确率,显得尤为重要。

[0050] 根据本申请的一个方面,提供了一种确定车辆的车载氢系统测试数据的方法,图1为根据本申请实施例示出的确定车辆的车载氢系统测试数据的方法的流程图,该确定车辆的车载氢系统测试数据的方法可以由具有计算处理功能的设备来执行,该确定车辆的车载氢系统测试数据的方法至少包括步骤110至步骤140,详细介绍如下:

[0051] 在步骤110中,确定每个第一车辆在每个工况下的测试里程。

[0052] 在本申请中,首先可以确定每个第一车辆在每个工况下的测试里程。其中,第一车辆是指在试验场道路内对车载氢系统进行耐久性试验的车辆。第一车辆可以是燃料电动汽车。每个第一车辆都需要完成在不同工况下的测试里程。工况可以包括制动工况、城市工况、加减速变工况、转向工况以及坏路工况等。不同的工况所对应的测试里程可以存在一定的差异。例如,制动工况下的测试里程为10km,城市工况下的测试里程为20km。具体地,测试里程是根据多个型号的第二车辆的实际路况数据确定的。第二车辆也可以是燃料电动汽车,在每个第二车辆上都可以安装有数据采集器,可以用于采集每个第二车辆在实际行使过程中的实际路况数据。然后可以根据多个第二车辆的实际路况数据确定出该测试里程。进一步地,每个第二车辆均有车载氢系统,不同型号的第二车辆的车载氢系统的结构可能

存在一定的差异。在每个第二车辆的车载氢系统的关键布点上也可以安装有传感器,用于采集第二车辆在行驶过程中其关键布点的加速度。

[0053] 在一个实施例中,车载氢系统包括托架、抱箍以及衬垫,车辆的布点位于衬垫与车辆车身的连接处,和/或位于托架与车辆车身的连接处。

[0054] 参照图2,图2示出了一个实施例中车辆的车载氢系统的关键布点的位置示意图。车载氢系统包括托架、抱箍以及衬垫。具体地,车载氢系统可以包括气瓶抱箍、气瓶托架以及橡胶衬垫。根据振动耐久评估对象要求,车载氢系统振动耐久主要评估车载氢系统安装结构强度的耐久可靠性,故布点主要集中在车载氢系统与车身连接点。因此,车辆的布点位于衬垫与车辆车身的连接处,和/或位于托架与车辆车身的连接处。车辆的布点可以有多个,如一个车载氢系统上可以包括至少5个布点。具体地,关键节点可以位于如图2所示的三角形标注处。车辆品牌和型号的差异,也会导致车载氢系统的结构上存在一定的差异,则车载氢系统的布点位置也会存在差异。因此,图2仅作为车载氢系统的结构示意图,不对本方案中的氢系统的具体结构造成限定。

[0055] 进一步地,布点的加速度包括布点分别在X、Y、Z方向上的加速度。其中,以整个车辆的车身中心点为原点,以车头的中心点与车尾的中心点所在的直线确定为X轴,车身与X轴垂直的方向为Y轴,垂直于整个车体的直线方向为Z轴方向。且车尾的方向为+X方向,车头方向为-X方向。从车尾往车头方向看,位于车尾的左侧方向为+Y方向,位于车尾的右侧方向为-Y方向。车身往地面的方向为-Z方向,车身往远离地面的方向为+Z方向。

[0056] 在一个实施例中,确定每个第一车辆在每个工况下的测试里程包括:获取多个第二车辆在行驶过程中的实际路况数据,实际路况数据包括第二车辆的布点在行驶过程中分别在X、Y、Z方向上的加速度;根据每个第二车辆分别在X、Y、Z方向上的加速度确定每个第二车辆在行驶过程中的工况,以及与每个工况所对应的实际里程;根据每个工况对应的实际里程与实际总里程的占比确定每个工况所对应的测试里程。

[0057] 具体地,第二车辆的实际路况数据包括第二车辆的布点在行驶过程中分别在X、Y、Z方向上的加速度,根据每个第二车辆分别在X、Y、Z方向上的加速度确定每个第二车辆在行驶过程中的工况。例如,3秒内,第二车辆A在X方向上的加速度为-60km/h,即可以看出该第二车辆A在极短的时间内进行了极速降速操作,可以认为该第二车辆A的在该3秒内的工况为加减速变工况。在实际过程中,针对工况的判定更为复杂,例如还需要同时结合X、Y、Z方向上加速度以及转向操作等。此处只是简单的举例,不应认为该例子对本方案造成限定。

[0058] 进一步地,在确定出每个第二车辆在行驶过程中的工况后,可以确定出每个第二车辆在每个工况下的实际里程。然后,可以根据每个工况的实际里程与该第二车辆在全部工况下的总里程的占比,来确定出每个工况所对应的测试里程,从而可以使得试验车辆,即第一车辆可以在试验场道路内对车载氢系统进行耐久性试验。在其试验过程中,第一车辆将会在不同的工况下进行行驶,且行驶距离是与该工况所对应的测试里程。

[0059] 继续参照图1,在步骤120中,通过传感器获取第一车辆在完成每个工况的测试里程的过程中的路谱数据,路谱数据包括布点的加速度和振动频率。

[0060] 第一车辆包括车载氢系统,车载氢系统包括至少一个布点。针对每个布点,都可以分别安装有传感器。因此,可以通过第一车辆车载氢系统上的布点的传感器获取到第一车辆的路谱数据。路谱数据是第一车辆在完成与每个工况所对应的测试里程的过程中的产生

的数据。具体地,路谱数据包括第一车辆车载氢系统上的布点的加速度和该布点的振动频率。

[0061] 在一个实施例中,第一车辆包括多个型号的燃料电池电动车辆,第一车辆的负载状态包括第一负载状态和第二负载状态,通过传感器获取第一车辆在完成每个工况的测试里程的过程中的路谱数据包括:针对每个第一车辆,通过传感器获取第一车辆分别在处于第一负载状态,以及处于第二负载状态下完成与每个工况所对应的测试里程的过程中所产生的路谱数据,路谱数据包括第一车辆的布点的加速度和振动频率。

[0062] 第一车辆也可以是燃料电池电动车辆,具体可以是燃料电池电动汽车。其可以包括多种品牌,多种型号的车辆。车辆的负载状态包括两种,分别是第一负载状态和第二负载状态。其中,第一负载状态和第二负载状态可以是指半载和满载。满载指的是,车辆承载的乘客重量或承载的货物重量达到预设重量值,半载指的是,车载承载的乘客重量或承载的货物重量达到预设重量值的一半。预设重量值可以是技术人员自定义设定的。第一车辆在试验场道路内对车载氢系统进行耐久性试验时,第一车辆不仅需要在处于满载状态下,在不同的工况下进行行驶,且行驶距离是与该工况所对应的测试里程。还需要在处于半载状态下,在不同的工况下进行行驶,且行驶距离是与该工况所对应的测试里程。因此路谱数据包括第一车辆分别在处于第一负载状态,以及处于第二负载状态下完成与每个工况所对应的测试里程的过程中所产生的数据。具体地,第一车辆的路谱数据包括第一车辆的车载氢系统上的布点的加速度和振动频率。

[0063] 参照图3,图3示出了在一个实施例中的试验车辆的试验流程示意图。

[0064] 如图3所示,在确定出第一车辆在每个工况下的测试里程后,可以计算出全部的工况所对应的总测试里程。接下来就会针对全部的第一车辆进行一个循环试验。具体地,针对每个半载状态的第一车辆,第一车辆都会完成与每个工况所对应的测试里程。如,第一车辆在坏路工况下完成与坏路工况所对应的测试里程,然后第一车辆在制动工况下完成与制动工况所对应的测试里程,以此类推,直到该第一车辆在全部的工况下完成与该工况对应的测试里程。同时,该第一车辆还需要在满载状态下,重复上述过程,直到该第一车辆在满载状态下,在全部的工况下完成与该工况对应的测试里程。需注意的是,在完成上述工况的测试里程时,并无特定的顺序,可根据实际情况进行调整完成,只要每个第一车辆都完成了在不同的工况下行驶与其对应的测试里程即可。第一车辆的工况,可以由驾驶人员控制完成。若是自动驾驶车辆,也可以智能控制车辆进入不同的工况来完成针对不同的工况所需要行驶的测试里程。此处不再赘述。

[0065] 继续参照图1在步骤130中,根据路谱数据中振动频率的频率范围以及在每个频率范围内布点的加速度确定第一车辆的频域损伤值。

[0066] 路谱数据包括第一车辆的车载氢系统上的布点的加速度和振动频率。由于布点有多个,且在第一车辆的行驶过程中第一车辆会处于不同的工况,则加速度和振动频率也会有多个。因此,在获取到全部的第一车辆的路谱数据后,可以统计出多个振动频率的频率范围,并确定出每个频率范围内的加速度,已确定出第一车辆的频域损伤值。

[0067] 在一个实施例中,根据路谱数据中振动频率的频率范围以及在每个频率范围内布点的加速度确定第一车辆的频域损伤值,包括根据公式(1)确定第一车辆的频域损伤值 $FDS(f_n)$:

$$[0068] \quad FDS(f_n) \cong f_n T \frac{K^b [QP_{acc}(f_n)]^{b/2}}{C [2(2\pi f_n)^3]^{b/2}} \Gamma(1 + b/2) \quad (1)$$

[0069] 其中, f_n 是指所述振动的圆周频率, T 是指所述第一车辆完成全部工况的测试里程所耗费的时长, K 是指所述车载氢系统的弹性刚度, b 和 C 为疲劳公式, Q 是动态放大因子, Q 为常数, $P_{acc}(f_n)$ 是指所述布点的加速度在振动频率 f_n 时的功率谱密度, Γ 对于任意变量 g , 表达式如公式 (2) 所示:

$$[0070] \quad \Gamma(g) = \int_0^{\infty} x^{(g-1)} e^{-x} dx \quad (2)$$

[0071] 其中, Γ 表示的是伽玛函数, g 是指伽玛函数的变量。

[0072] 继续参照图1在步骤140中, 根据频域损伤值以及加速度确定加速度台架谱, 加速度台架谱包括在每个频率下每个方向上的加速度的功率谱密度, 加速度台架谱用于输入至振动台架, 以对待测试的车载氢系统进行稳定性测试。

[0073] 在一个实施例中, 根据公式 (3) 计算每个方向上的加速度的功率谱密度:

$$[0074] \quad P_{equ}(f_n) = \frac{2(2\pi f_n)^3}{Q} \left[\frac{\sum FDS(f_n) C}{K^b f_n T_{eq} \Gamma(1 + b/2)} \right]^{2/b} \quad (3)$$

[0075] 其中, $P_{equ}(f_n)$ 是指随机振动谱, T_{eq} 是指振动台架的振动时长。

[0076] 在本申请一个具体的实施例中, 如表1所示, 示出了一个实施例中车载氢系统台架振动耐久试验数据的数据表。

[0077] 表1

加速度方向	加速度功率谱密度	振动试验时长 (小时)
X	(具体数据未示出)	12
Y		12
Z		12

[0079] 上述表一中的X、Y、Z是根据全部的第一车辆的路谱数据得到的分别在X、Y、Z方向上的加速度均值。振动试验时长是指在振动台架上针对待测试的车载氢系统进行测试的时长。此时长是技术人员自行根据项目修需求设定的, 可根据需要进行调整。

[0080] 进一步地, 如表2所示, 示出了一个实施例中的车载氢系统随机振动加速度功率谱密度的数据示意图。

频 率 (Hz)	X 轴加速度功率 谱密度 (g ² /Hz)	Y 轴加速度功率 谱密度 (g ² /Hz)	Z 轴加速度功率 谱密度 (g ² /Hz)
5	0.0008	0.0013	0.0070
10	0.0008	0.0012	0.0039
20	0.0002	0.0006	0.0031
50	0.0002	0.0004	0.0008
80	0.00002	0.00011	0.00004
100	0.00001	0.00001	0.00001
200	0.00001	0.00001	0.00001
RMS	0.13g	0.22g	0.38g

[0083] 具体的,路谱数据包括第一车辆的车载氢系统上的布点的加速度和振动频率。由于布点有多个,且在第一车辆的行驶过程中第一车辆会处于不同的工况,则加速度和振动频率也会有多个。因此,在获取到全部的第一车辆的路谱数据后,可以统计出多个振动频率的频率范围,即上述表2中的频率,如5Hz、10Hz、20Hz等。可以根据上述的公式(3)计算出每个方向上的加速度的功率谱密度,即X轴加速度功率谱密度(g²/Hz)、Y轴加速度功率谱密度(g²/Hz)以及Z轴加速度功率谱密度(g²/Hz)。

[0084] 在确定出加速度台架谱后,后续在需要对待测试的车载氢系统进行测试时,技术人员可以将加速度台架谱输入至振动台架,然后自行设置好试验时长,即可对该待测试的车载氢系统进行测试。测试数据为加速度台架谱中包括的每个频率下每个方向上的加速度的功率谱密度。即,技术人员将加速度台架谱输入至振动台架后,振动台架会自动读取加速度台架谱中的数据,然后依次调整振动频率至表2中的振动频率,并将各个方向上的加速度也调整至表2中的数据,以实现对待测试的车载氢系统进行稳定性测试。

[0085] 综上,通过在车载氢系统上的每个布点安装传感器,通过第二车辆上的传感器获取第二车辆的实际路况数据,以确定每个第一车辆在每个工况下的测试里程,然后通过第一车辆上的传感器获取第一车辆在完成每个工况的测试里程的过程中的路谱数据,并根据路谱数据中振动频率的频率范围以及在每个频率范围内布点的加速度确定第一车辆的频域损伤值以及加速度台架谱,后续在需要对待测试的车载氢系统进行测试时,则可以将加速度台架谱用于输入至振动台架,以对待测试的车载氢系统进行稳定性测试。以此方式确定的测试数据,适用于全部车型的车载氢系统,则可以根据该测试数据对全部需要进行测试的车载氢系统进行稳定性测试,提高了测试的普遍适用性,且可以使得测试场景统一且标准。进一步地,通过上述方法确定的测试数据可以用于车载氢系统在设计阶段的仿真分析,以及车载氢系统在样件阶段的系统台架测试,因此可以提前完成针对氢系统的可靠性验证及整改,降低实车车载氢系统可靠性验证的故障发生率,有效地缩短开发周期。

[0086] 以下介绍本申请的装置实施例,可以用于执行本申请上述实施例中的确定车辆的车载氢系统测试数据的方法。对于本申请装置实施例中未披露的细节,请参照本申请上述

的确定车辆的车载氢系统测试数据的方法的实施例。

[0087] 图4为根据本申请实施例示出的一种确定车辆的车载氢系统测试数据的装置的结构框图。

[0088] 参照图4所示,根据本申请的一个实施例的确定车辆的车载氢系统测试数据的装置400,所述装置400包括:数据采集单元401,第一数据处理单元402,第二数据处理单元403和测试数据处理单元404。

[0089] 其中,数据采集单元401,被用于获取多个第二车辆的实际路况数据,以及获取第一车辆在完成每个工况的测试里程的过程中的路谱数据,所述路谱数据包括所述布点的加速度和振动频率;第一数据处理单元402,被用于根据所述实际路况数据确定每个第一车辆在每个工况下的测试里程;第二数据处理单元403,被用于根据所述路谱数据中振动频率的频率范围以及在每个频率范围内布点的加速度确定所述第一车辆的频域损伤值;测试数据处理单元404,被用于根据所述频域损伤值以及所述加速度确定加速度台架谱,所述加速度台架谱包括在每个频率下每个方向上的加速度的功率谱密度,所述加速度台架谱用于输入至振动台架,以对待测试的车载氢系统进行稳定性测试。

[0090] 作为另一方面,本申请还提供了一种计算机可读存储介质,其上存储有能够实现本说明书上述确定车辆的车载氢系统测试数据的方法的程序产品。在一些可能的实施方式中,本申请的各个方面还可以实现为一种程序产品的形式,其包括程序代码,当所述程序产品在终端设备上运行时,所述程序代码用于使所述终端设备执行本说明书上述“实施例方法”部分中描述的根据本申请各种示例性实施方式的步骤。

[0091] 根据本申请的实施方式的用于实现上述方法的程序产品,其可以采用便携式紧凑盘只读存储器(CD-ROM)并包括程序代码,并可以在终端设备,例如个人电脑上运行。然而,本申请的程序产品不限于此,在本文件中,可读存储介质可以是任何包含或存储程序的有形介质,该程序可以被指令执行系统、装置或者器件使用或者与其结合使用。

[0092] 所述程序产品可以采用一个或多个可读介质的任意组合。可读介质可以是可读信号介质或者可读存储介质。可读存储介质例如可以为但不限于电、磁、光、电磁、红外线、或半导体的系统、装置或器件,或者任意以上的组合。可读存储介质的更具体的例子(非穷举的列表)包括:具有一个或多个导线的电连接、便携式盘、硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦式可编程只读存储器(EPROM或闪存)、光纤、便携式紧凑盘只读存储器(CD-ROM)、光存储器件、磁存储器件、或者上述的任意合适的组合。

[0093] 计算机可读信号介质可以包括在基带中或者作为载波一部分传播的数据信号,其中承载了可读程序代码。这种传播的数据信号可以采用多种形式,包括但不限于电磁信号、光信号或上述的任意合适的组合。可读信号介质还可以是可读存储介质以外的任何可读介质,该可读介质可以发送、传播或者传输用于由指令执行系统、装置或者器件使用或者与其结合使用的程序。

[0094] 可读介质上包含的程序代码可以用任何适当的介质传输,包括但不限于无线、有线、光缆、RF等等,或者上述的任意合适的组合。

[0095] 可以以一种或多种程序设计语言的任意组合来编写用于执行本申请操作的程序代码,所述程序设计语言包括面向对象的程序设计语言—诸如Java、C++等,还包括常规的过程式程序设计语言—诸如“C”语言或类似的设计语言。程序代码可以完全地在用户

计算设备上执行、部分地在用户设备上执行、作为一个独立的软件包执行、部分在用户计算设备上部分在远程计算设备上执行、或者完全在远程计算设备或服务器上执行。在涉及远程计算设备的情形中,远程计算设备可以通过任意种类的网络,包括局域网(LAN)或广域网(WAN),连接到用户计算设备,或者,可以连接到外部计算设备(例如利用因特网服务提供商来通过因特网连接)。

[0096] 作为另一方面,本申请还提供了一种能够实现上述方法的电子设备。

[0097] 所属技术领域的技术人员能够理解,本申请的各个方面可以实现为系统、方法或程序产品。因此,本申请的各个方面可以具体实现为以下形式,即:完全的硬件实施方式、完全的软件实施方式(包括固件、微代码等),或硬件和软件方面结合的实施方式,这里可以统称为“电路”、“模块”或“系统”。

[0098] 下面参照图5来描述根据本申请的这种实施方式的电子设备。图5显示的电子设备仅仅是一个示例,不应对本申请实施例的功能和使用范围带来任何限制。

[0099] 如图5所示,电子设备以通用计算设备的形式表现。电子设备的组件可以包括但不限于:上述至少一个处理单元510、上述至少一个存储单元520、连接不同系统组件(包括存储单元520和处理单元510)的总线530。

[0100] 其中,所述存储单元存储有程序代码,所述程序代码可以被所述处理单元510执行,使得所述处理单元510执行本说明书上述“实施例方法”部分中描述的根据本申请各种示例性实施方式的步骤。

[0101] 存储单元520可以包括易失性存储单元形式的可读介质,例如随机存取存储单元(RAM) 521和/或高速缓存存储单元522,还可以进一步包括只读存储单元(ROM) 523。

[0102] 存储单元520还可以包括具有一组(至少一个)程序模块525的程序/实用工具524,这样的程序模块525包括但不限于:操作系统、一个或者多个应用程序、其它程序模块以及程序数据,这些示例中的每一个或某种组合中可能包括网络环境的实现。

[0103] 总线530可以为表示几类总线结构中的一种或多种,包括存储单元总线或者存储单元控制器、外围总线、图形加速端口、处理单元或者使用多种总线结构中的任意总线结构的局域总线。

[0104] 电子设备也可以与一个或多个外部设备1200(例如键盘、指向设备、蓝牙设备等)通信,还可与一个或者多个使得用户能与该电子设备交互的设备通信,和/或与使得该电子设备能与一个或多个其它计算设备进行通信的任何设备(例如路由器、调制解调器等等)通信。这种通信可以通过输入/输出(I/O)接口550进行。并且,电子设备还可以通过网络适配器560与一个或者多个网络(例如局域网(LAN),广域网(WAN)和/或公共网络,例如因特网)通信。如图所示,网络适配器560通过总线530与电子设备的其它模块通信。应当明白,尽管图中未示出,可以结合电子设备使用其它硬件和/或软件模块,包括但不限于:微代码、设备驱动器、冗余处理单元、外部磁盘驱动阵列、RAID系统、磁带驱动器以及数据备份存储系统等。

[0105] 通过以上的实施方式的描述,本领域的技术人员易于理解,这里描述的示例实施方式可以通过软件实现,也可以通过软件结合必要的硬件的方式来实现。因此,根据本申请实施方式的技术方案可以以软件产品的形式体现出来,该软件产品可以存储在一个非易失性存储介质(可以是CD-ROM,U盘,移动硬盘等)中或网络上,包括若干指令以使得一台计算

设备(可以是个人计算机、服务器、终端装置、或者网络设备等)执行根据本申请实施方式的方法。

[0106] 此外,上述附图仅是根据本申请示例性实施例的方法所包括的处理的示意性说明,而不是限制目的。易于理解,上述附图所示的处理并不表明或限制这些处理的时间顺序。另外,也易于理解,这些处理可以是例如在多个模块中同步或异步执行的。

[0107] 应当理解的是,本申请并不局限于上面已经描述并在附图中示出的精确结构,并且可以在不脱离其范围执行各种修改和改变。本申请的范围仅由所附的权利要求来限制。

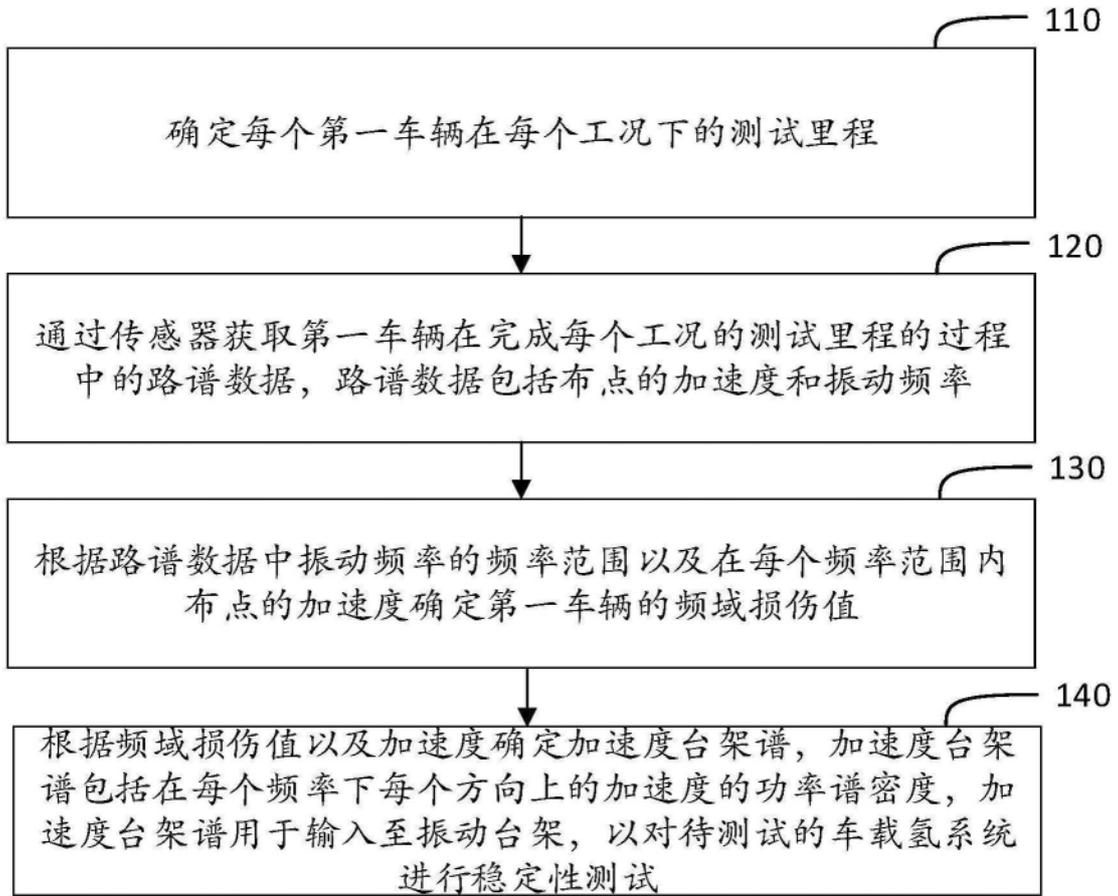


图1

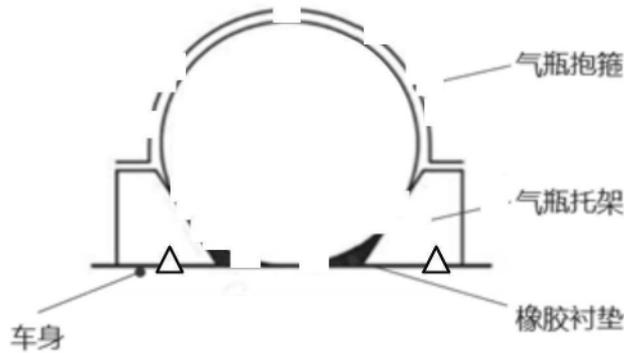


图2

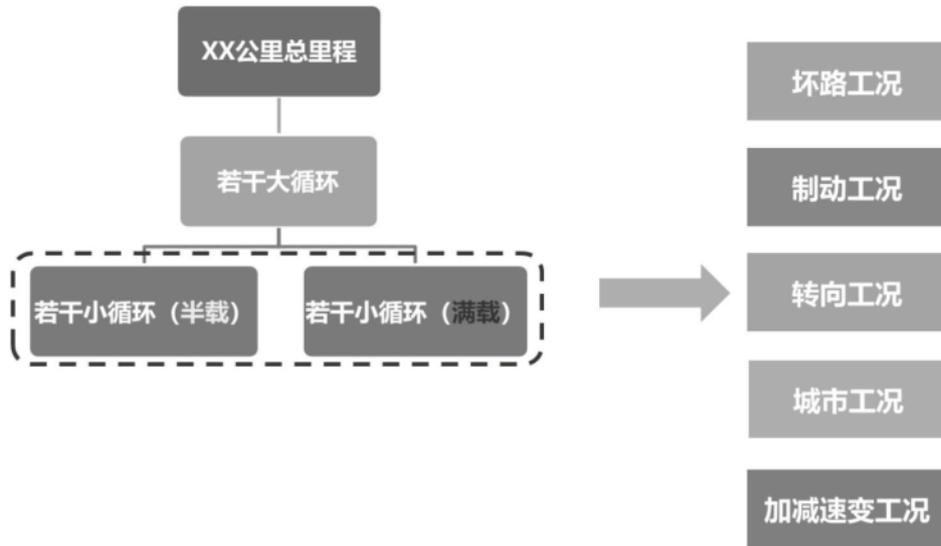


图3

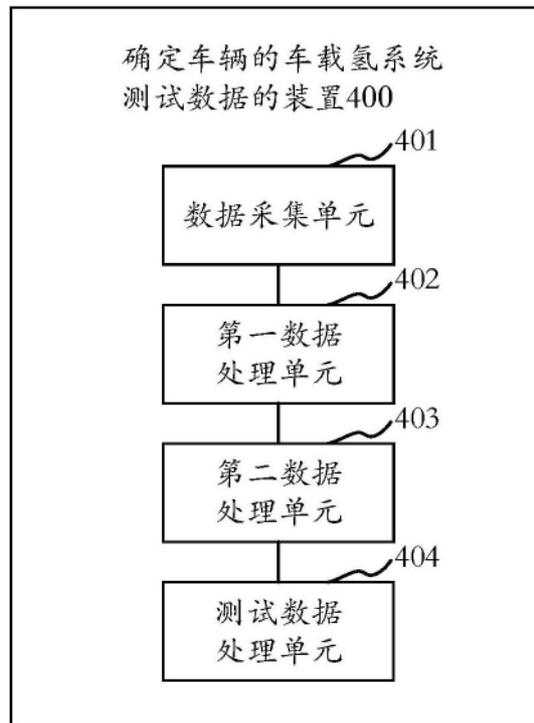


图4

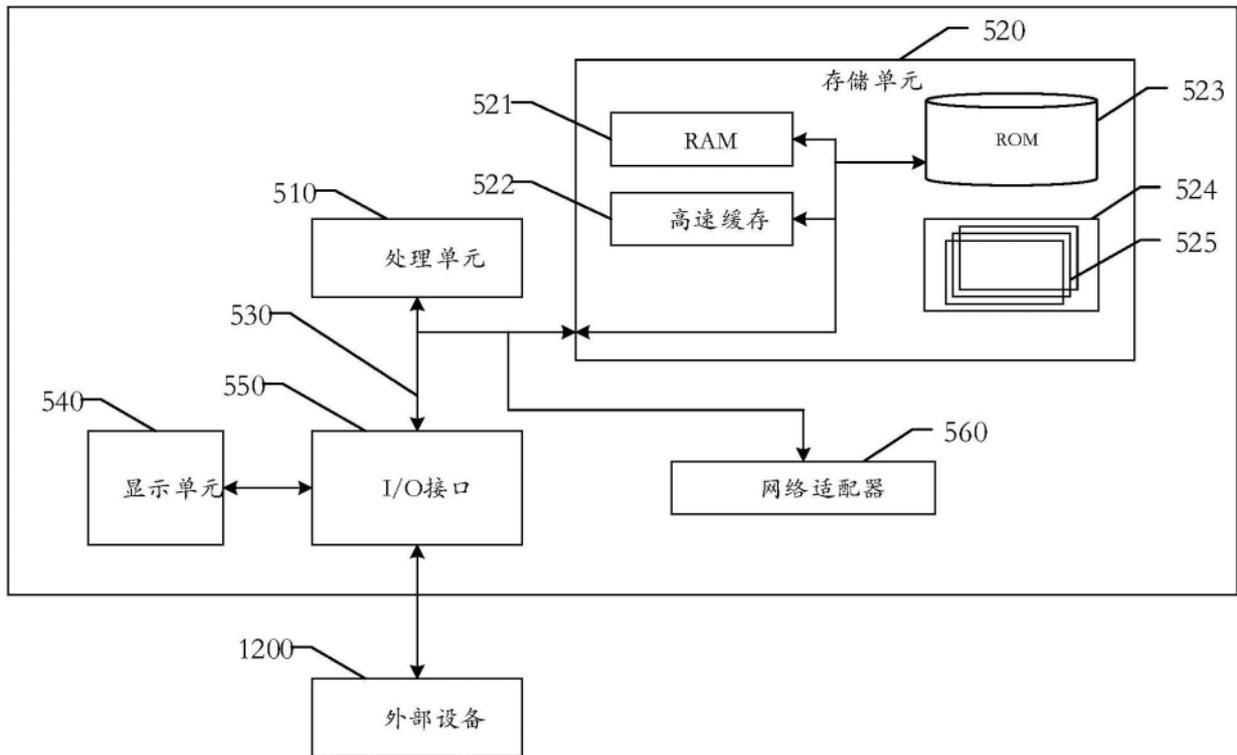


图5