



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106644499 A

(43)申请公布日 2017. 05. 10

(21)申请号 201610812044.3

(22)申请日 2016.09.09

(71)申请人 北京新能源汽车股份有限公司
地址 102606 北京市大兴区采育经济开发
区采和路1号

(72)发明人 陈海彬 马博 金东一 崔浩
苏红远

(74)专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事
务所(普通合伙) 11201
代理人 黄德海

(51)Int.Cl.
G01M 17/007(2006.01)

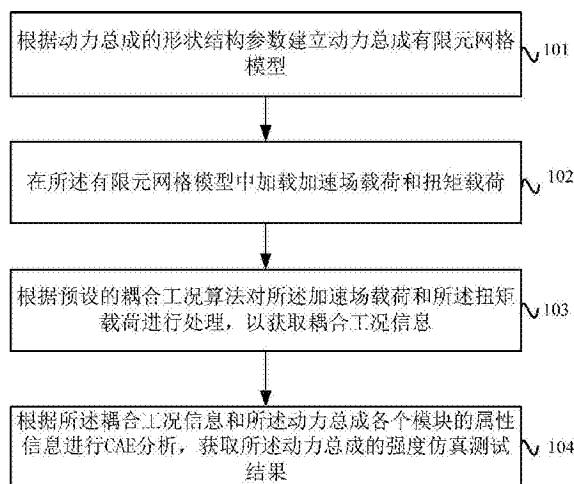
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

电动汽车动力总成强度测试方法和系统

(57)摘要

本申请提出一种电动汽车动力总成强度测试方法和系统,其中,电动汽车动力总成强度测试方法包括以下步骤:根据动力总成的形状结构参数建立动力总成有限元网格模型;在所述有限元网格模型中加载加速场载荷和扭矩载荷;根据预设的耦合工况算法对所述加速场载荷和所述扭矩载荷进行处理,以获取耦合工况信息;根据所述耦合工况信息和所述动力总成各个模块的属性信息进行CAE分析,获取所述动力总成的强度仿真测试结果。由此,能够提高电动汽车动力总成强度测试的准确度。



1. 一种电动汽车动力总成强度测试方法,其特征在于,包括以下步骤:
根据动力总成的形状结构参数建立动力总成有限元网格模型;
在所述有限元网格模型中加载加速场载荷和扭矩载荷;
根据预设的耦合工况算法对所述加速场载荷和所述扭矩载荷进行处理,以获取耦合工况信息;

根据所述耦合工况信息和所述动力总成各个模块的属性信息进行CAE分析,获取所述动力总成的强度仿真测试结果。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,还包括:
判断动力总成的强度仿真测试结果是否在预设范围之内;
若判断动力总成的强度仿真测试结果在预设范围之内,则提示用户进行台架试验;
判断台架试验结果与强度仿真测试结果之间的误差是否小于第一预设阈值;
若判断台架试验结果与强度仿真测试结果之间的误差小于第一预设阈值,则提示用户进行实车试验。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,还包括:
将所述台架试验结果与所述实车试验结果进行比对,判断所述台架试验结果与所述实车试验结果之间的误差是否小于第二预设阈值;
若判断所述台架试验结果与所述实车试验结果之间的误差小于第二预设阈值,则将所述耦合工况信息存储以建立历史工况信息数据库。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,
所述动力总成的形状结构参数包括:悬置支架结构参数、悬置衬套结构参数、电机结构参数和减速器结构参数;
所述动力总成各个模块的属性信息包括:质心信息、质量信息、材料属性信息、网格单元属性信息、接触信息和连接信息。

5. 根据权利要求1-4任一项所述的方法,其特征在于,
所述预设的耦合工况算法为:
$$\text{LOAD} = X \times \text{GRAV} + Y \times M$$

其中,LOAD表示耦合工况信息,GRAV表示加速度载荷,M表示扭矩载荷,X和Y为与工况有关的预设系数。

6. 一种电动汽车动力总成强度测试系统,其特征在于,包括:
建模模块,用于根据动力总成的形状结构参数建立动力总成有限元网格模型;
加载模块,用于在所述有限元网格模型中加载加速场载荷和扭矩载荷;
计算模块,用于根据预设的耦合工况算法对所述加速场载荷和所述扭矩载荷进行处理,以获取耦合工况信息;

分析模块,用于根据所述耦合工况信息和所述动力总成各个模块的属性信息进行CAE分析,获取所述动力总成的强度仿真测试结果。

7. 根据权利要求6所述的系统,其特征在于,还包括:
第一判断模块,用于判断动力总成的强度仿真测试结果是否在预设范围之内;
第一提示模块,用于若所述第一判断模块判断动力总成的强度仿真测试结果在预设范围之内,则提示用户进行台架试验;

第二判断模块,用于判断台架试验结果与强度仿真测试结果之间的误差是否小于第一预设阈值;

第二提示模块,用于若判断台架试验结果与强度仿真测试结果之间的误差小于第一预设阈值,则提示用户进行实车试验。

8. 根据权利要求7所述的系统,其特征在于,还包括:

第三判断模块,用于将所述台架试验结果与所述实车试验结果进行比对,判断所述台架试验结果与所述实车试验结果之间的误差是否小于第二预设阈值;

存储模块,用于若所述第三判断模块判断所述台架试验结果与所述实车试验结果之间的误差小于第二预设阈值,则将所述耦合工况信息存储以建立历史工况信息数据库。

9. 根据权利要求6所述的系统,其特征在于,

所述动力总成的形状结构参数包括:悬置支架结构参数、悬置衬套结构参数、电机结构参数和减速器结构参数;

所述动力总成各个模块的属性信息包括:质心信息、质量信息、材料属性信息、网格单元属性信息、接触信息和连接信息。

10. 根据权利要求6-9任一项所述的系统,其特征在于,

所述预设的耦合工况算法为:

$$\text{LOAD}=\text{X}\times\text{GRAV}+\text{Y}\times\text{M}$$

其中,LOAD表示耦合工况信息,GRAV表示加速度载荷,M表示扭矩载荷,X和Y为与工况有关的预设系数。

电动汽车动力总成强度测试方法和系统

技术领域

[0001] 本申请涉及计算机处理技术领域,尤其涉及一种电动汽车动力总成强度测试方法和系统。

背景技术

[0002] 近年来随着国内电动汽车技术的快速发展,越来越多的新能源电动汽车被人们所使用。动力总成是纯电动汽车关键部件之一,其为电动汽车的行驶提供动力,在使用过程中承受输出轴的反作用扭矩和汽车行驶所承受的路面激励,工况恶劣,动力总成的安全性能设计是电动汽车整车设计中的重要组成部分,直接影响着电动汽车整车安全性能。

[0003] 然而在使用过程中,动力总成往往由于悬挂系统的薄弱,而导致动力总成脱落、汽车抛锚,给行车带来极大危险。为提高电动汽车的安全性能,在汽车出厂前给电动汽车的动力总成进行强度测试显得尤为重要。

发明内容

[0004] 本申请旨在至少在一定程度上解决相关技术中的技术问题之一。

[0005] 为此,本申请的第一个目的在于提出一种电动汽车动力总成强度测试方法,该方法提高了电动汽车动力总成强度测试的准确度。

[0006] 本申请的第二个目的在于提出一种电动汽车动力总成强度测试系统。

[0007] 为达上述目的,本申请第一方面实施例提出了一种电动汽车动力总成强度测试方法,该方法包括以下步骤:根据动力总成的形状结构参数建立动力总成有限元网格模型;在所述有限元网格模型中加载加速场载荷和扭矩载荷;根据预设的耦合工况算法对所述加速场载荷和所述扭矩载荷进行处理,以获取耦合工况信息;根据所述耦合工况信息和所述动力总成各个模块的属性信息进行CAE分析,获取所述动力总成的强度仿真测试结果。

[0008] 本申请实施例的电动汽车动力总成强度测试方法,针对电动汽车动力总成的重量轻而输出扭矩大的特点,提出了电机扭矩与加速度场耦合的加载方式,通过在动力总成有限元网格模型中加载加速度场载荷和扭矩载荷,并根据加速度场载荷和扭矩载荷获取耦合工况信息,根据耦合工况信息和动力总成各个模块的属性信息进行CAE分析,从而得到动力总成的强度仿真测试结果,由于结合对电动汽车动力总成强度影响较大的加速度载荷和扭矩载荷对动力总成进行强度测试,测试结果准确度较高。

[0009] 为达上述目的,本申请第二方面实施例提出了一种电动汽车动力总成强度测试装置,包括:建模模块,用于根据动力总成的形状结构参数建立动力总成有限元网格模型;加载模块,用于在所述有限元网格模型中加载加速场载荷和扭矩载荷;计算模块,用于根据预设的耦合工况算法对所述加速场载荷和所述扭矩载荷进行处理,以获取耦合工况信息;分析模块,用于根据所述耦合工况信息和所述动力总成各个模块的属性信息进行CAE分析,获取所述动力总成的强度仿真测试结果。

[0010] 本申请实施例的电动汽车动力总成强度测试装置,针对电动汽车动力总成的重量

轻而输出扭矩大的特点,提出了电机扭矩与加速度场耦合的加载方式,通过在动力总成有限元网格模型中加载加速度场载荷和扭矩载荷,并根据加速度场载荷和扭矩载荷获取耦合工况信息,根据耦合工况信息和动力总成各个模块的属性信息进行CAE分析,从而得到动力总成的强度仿真测试结果,由于结合对电动汽车动力总成强度影响较大的加速度载荷和扭矩载荷对动力总成进行强度测试,测试结果准确度较高。

[0011] 本发明的附加方面的优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本发明的实践了解到。

附图说明

[0012] 本发明上述的和/或附加的方面和优点从下面结合附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解,其中:

[0013] 图1是本申请一个实施例的电动汽车动力总成强度测试方法的流程图;

[0014] 图2是本申请另一个实施例的电动汽车动力总成强度测试方法的流程图;

[0015] 图3是本申请一个实施例的电动汽车动力总成强度测试方法的结构示意图;

[0016] 图4是本申请另一个实施例的电动汽车动力总成强度测试方法的结构示意图。

具体实施方式

[0017] 下面详细描述本申请的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本申请,而不能理解为对本申请的限制。

[0018] 下面参考附图描述本申请实施例的电动汽车动力总成强度测试方法及系统。

[0019] 本发明涉及的电动汽车相较于传统汽车,传统汽车的质量是电动汽车的2-3倍,而输出的最大扭矩却只有电动汽车的0.4-0.5倍,现有技术中电动汽车的动力总成的强度测试方法仍然沿用传统汽车的动力总成的强度测试方法,本发明结合电动汽车的动力总成的质量轻,扭矩大的特点,对电动汽车的动力总成的强度进行仿真测试。

[0020] 图1是本申请一个实施例的电动汽车动力总成强度测试方法的流程图。

[0021] 如图1所示,该强度测试方法包括:

[0022] 步骤101,根据动力总成的形状结构参数建立动力总成有限元网格模型。

[0023] 具体地,在本实施例中的动力总成的形状结构参数可以为用户根据待测试的动力总成的实际形状而输入的产品轮廓尺寸参数。根据所获取的形状结构参数可建立三维模型,并将三维模型进行网格划分后建立有限元网格模型。

[0024] 在建立有限元网格模型时,用户可分别输入悬置支架结构参数、悬置衬套结构参数、电机结构参数和减速器结构参数以分别建立动力总成的悬置支架有限元网格模型、悬置衬套有限元网格模型、电机有限元网格模型和减速器有限元网格模型。

[0025] 在动力总成的有限元网格模型建立之后,还可获取动力总成的各个模块的属性信息,其中,动力总成中的各个模块可以包括:悬置支架、悬置衬套、电机和减速器。具体的,属性信息可以包括:质心信息、质量信息、材料属性信息、网格单元属性信息、接触信息和连接信息。当然,本领域技术人员能够理解的是,上述的属性信息为每个模块各自的属性信息,例如,悬置支架质心信息与悬置衬套的质心信息也不相同。

[0026] 特别的,针对橡胶悬置衬套,还可以获取橡胶悬置衬套的刚度曲线,针对电机和减速器,可获取输入的电机及减速器惯性矩。

[0027] 步骤102,在所述有限元网格模型中加载加速场载荷和扭矩载荷。

[0028] 本实施例所提供的电动汽车动力总成强度测试方法,可以在动力总成的输出轴处施加扭矩载荷,例如在减速器输出轴处施加扭矩载荷,扭矩值为 $M=m \times r \times s$,其中 M 为加载扭矩值, m 为电机最大输出扭矩, r 为减速器减速比, s 为安全系数。

[0029] 进一步的,按照汽车正常行驶中所承受的极限加速度载荷情况,在整个动力总成施加加速度载荷。

[0030] 步骤103,根据预设的耦合工况算法对所述加速场载荷和所述扭矩载荷进行处理,以获取耦合工况信息。

[0031] 在电动汽车的运行过程中,动力总成的悬置支架或减速器壳体可能会由于电机扭矩过大而发生断裂的现象。

[0032] 其中,耦合工况信息为与加速度场载荷和扭矩载荷相关的矢量信息。汽车在行驶时所面临的工况有很多,例如,左转弯、右转弯、过坑、爬坡等等工况,在不同的工况下,即使所施加的加速度场载荷和扭矩载荷分别相同,对汽车动力总成的影响也不同,因此,对动力总成进行测试时,需要测试动力总成在不同工况下的极限屈服强度。

[0033] 在本实施例中,预设的耦合工况算法可以为: $LOAD=X \times GRAV+Y \times M$

[0034] 其中, $LOAD$ 表示耦合工况信息, $GRAV$ 表示加速度载荷, M 表示扭矩载荷, X 和 Y 为与工况有关的预设系数。

[0035] 在不同的工况下, X 和 Y 的取值可以不同。在对动力总成进行仿真测试时,可取不同工况下的加速度载荷、扭矩载荷和 X 和 Y ,以测试在不同工况下,动力总成的极限屈服强度。

[0036] 当对不同的车型进行动力总成强度分析时,可通过替换电机最大输出扭矩 m ,和减速器减速比 r ,即可迅速更新载荷工况,可节省大量的时间。

[0037] 步骤104,根据所述耦合工况信息和所述动力总成各个模块的属性信息进行CAE分析,获取所述动力总成的强度仿真测试结果。

[0038] 在进行CAE分析之后,可以以图形方式将动力总成的强度仿真测试结果显示给用户,使得用户能够直观地了解到动力总成的强度仿真测试结果。

[0039] 本实施例提供的电动汽车动力总成的强度测试方法,针对电动汽车动力总成的重量轻而输出扭矩大的特点,提出了电机扭矩与加速度场耦合的加载方式,通过在动力总成有限元网格模型中加载加速度场载荷和扭矩载荷,并根据加速度场载荷和扭矩载荷获取耦合工况信息,根据耦合工况信息和动力总成各个模块的属性信息进行CAE分析,从而得到动力总成的强度仿真测试结果,由于结合对电动汽车动力总成强度影响较大的加速度载荷和扭矩载荷对动力总成进行强度测试,测试结果准确度较高。

[0040] 图2是本申请另一个实施例的电动汽车动力总成强度测试方法的流程图。

[0041] 如图2所示,本实施例提供的电动汽车动力总成强度测试方法在图1所示实施例的基础上,进一步还包括以下步骤:

[0042] 步骤201,判断动力总成的强度仿真测试结果是否在预设范围之内;

[0043] 步骤202,若判断动力总成的强度仿真测试结果在预设范围之内,则提示用户进行台架试验。

[0044] 具体地,当进行CAE仿真分析之后,还可针对仿真分析结果,即针对动力总成的强度仿真测试结果进行判断,该预设范围可为本领域内动力总成强度的一般经验范围,如果判断动力总成的强度仿真测试结果在预设范围内,则可进一步提示用户进行台架试验。

[0045] 而如果判断动力总成的强度仿真测试结果没有在预设范围之内,则表示所测得的动力总成的强度明显错误,则可判断CAE仿真分析出现错误,可进一步提示用户重新进行仿真分析。

[0046] 当然,若用户在进行台架试验后,系统还可以对台架试验结果判断,若台架试验的结果与CAE仿真分析结果误差较大,则可提示用户重新进行CAE仿真分析。

[0047] 步骤203,判断台架试验结果与强度仿真测试结果之间的误差是否小于第一预设阈值。

[0048] 步骤204,若判断台架试验结果与强度仿真测试结果之间的误差小于第一预设阈值,则提示用户进行实车试验。

[0049] 当台架试验的结果与CAE仿真分析结果误差较小,则可进一步提示用户进行实车试验,进一步通过实车试验验证CAE仿真分析和台架试验的结果正确度,由此可进一步对电动汽车的动力总成进行强度测试,提高动力总成强度测试的准确性和可靠性。

[0050] 更进一步的,基于上述实施例,进一步的,本发明的电动汽车动力总成的强度测试方法还可以包括:

[0051] 步骤205,将所述台架试验结果与所述实车试验结果进行比对,判断所述台架试验结果与所述实车试验结果之间的误差是否小于第二预设阈值。

[0052] 具体地,根据本领域的经验取值,可台架试验结果与实车试验结果相比,若误差小于等于5%,则可判断台架试验结果与实车试验结果较为接近,则表明CAE分析结果可靠。

[0053] 步骤206,如果判断台架试验结果与所述实车试验结果之间的误差小于第二预设阈值,则CAE分析结果可靠,此时,可将CAE仿真分析过程中的耦合工况信息存储形成历史工况信息以累积建立动力总成的强度分析数据库。

[0054] 采用本实施例进行电动汽车动力总成的开发和验证,能够大大提高电动汽车动力总成的安全性能测试的可靠性,并节约大量的时间和开发成本。

[0055] 为了实现上述实施例,本发明还提出一种电动汽车动力总成的强度测试系统。

[0056] 图3是本申请一个实施例的电动汽车动力总成强度测试方法的结构示意图。

[0057] 如图3,所示,该系统包括:

[0058] 建模模块11,用于根据动力总成的形状结构参数建立动力总成有限元网格模型;

[0059] 加载模块12,用于在所述有限元网格模型中加载加速场载荷和扭矩载荷;

[0060] 计算模块13,用于根据预设的耦合工况算法对所述加速场载荷和所述扭矩载荷进行处理,以获取耦合工况信息;

[0061] 分析模块14,用于根据所述耦合工况信息和所述动力总成各个模块的属性信息进行CAE分析,获取所述动力总成的强度仿真测试结果。

[0062] 在本实施例中,所述动力总成的形状结构参数可以包括:悬置支架结构参数、悬置衬套结构参数、电机结构参数和减速器结构参数;

[0063] 所述动力总成各个模块的属性信息可以包括:质心信息、质量信息、材料属性信息、网格单元属性信息、接触信息和连接信息。

[0064] 所述预设的耦合工况算法可以为：

[0065] $LOAD = X \times GRAV + Y \times M$

[0066] 其中,LOAD表示耦合工况信息,GRAV表示加速度载荷,M表示扭矩载荷,X和Y为与工况有关的预设系数。

[0067] 本实施例提供的电动汽车动力总成强度测试装置,针对电动汽车动力总成的重量轻而输出扭矩大的特点,提出了电机扭矩与加速度场耦合的加载方式,通过在动力总成有限元网格模型中加载加速度场载荷和扭矩载荷,并根据加速度场载荷和扭矩载荷获取耦合工况信息,根据耦合工况信息和动力总成各个模块的属性信息进行CAE分析,从而得到动力总成的强度仿真测试结果,由于结合对电动汽车动力总成强度影响较大的加速度载荷和扭矩载荷对动力总成进行强度测试,测试结果准确度较高。

[0068] 需要说明的是,前述对电动汽车动力总成测试方法实施例的解释说明也适用于该实施例的电动汽车动力总成测试装置,此处不再赘述。

[0069] 在图3所示实施例的基础上,进一步的,该系统还包括：

[0070] 第一判断模块21,用于判断动力总成的强度仿真测试结果是否在预设范围之内；

[0071] 第一提示模块22,用于若所述第一判断模块判断动力总成的强度仿真测试结果在预设范围之内,则提示用户进行台架试验；

[0072] 第二判断模块23,用于判断台架试验结果与强度仿真测试结果之间的误差是否小于第一预设阈值；

[0073] 第二提示模块24,还用于若判断台架试验结果与强度仿真测试结果之间的误差小于第一预设阈值,则提示用户进行实车试验。

[0074] 第三判断模块25,用于将所述台架试验结果与所述实车试验结果进行比对,判断所述台架试验结果与所述实车试验结果之间的误差是否小于第二预设阈值；

[0075] 存储模块26,用于若所述第三判断模块判断所述台架试验结果与所述实车试验结果之间的误差小于第二预设阈值,则将所述耦合工况信息存储以建立历史工况信息数据库。

[0076] 需要说明的是,前述对电动汽车动力总成测试方法实施例的解释说明也适用于该实施例的电动汽车动力总成测试装置,此处不再赘述。

[0077] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本申请的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0078] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本申请的描述中,“多个”的含义是至少两个,例如两个,三个等,除非另有明确具体的限定。

[0079] 流程图中或在此以其他方式描述的任何过程或方法描述可以被理解为,表示包括

一个或更多个用于实现特定逻辑功能或过程的步骤的可执行指令的代码的模块、片段或部分,并且本申请的优选实施方式的范围包括另外的实现,其中可以不按所示出或讨论的顺序,包括根据所涉及的功能按基本同时的方式或按相反的顺序,来执行功能,这应被本申请的实施例所属技术领域的技术人员所理解。

[0080] 在流程图中表示或在此以其他方式描述的逻辑和/或步骤,例如,可以被认为是用于实现逻辑功能的可执行指令的定序列表,可以具体实现在任何计算机可读介质中,以供指令执行系统、装置或设备(如基于计算机的系统、包括处理器的系统或其他可以从指令执行系统、装置或设备取指令并执行指令的系统)使用,或结合这些指令执行系统、装置或设备而使用。就本说明书而言,“计算机可读介质”可以是任何可以包含、存储、通信、传播或传输程序以供指令执行系统、装置或设备或结合这些指令执行系统、装置或设备而使用的装置。计算机可读介质的更具体的示例(非穷尽性列表)包括以下:具有一个或多个布线的电连接部(电子装置),便携式计算机盘盒(磁装置),随机存取存储器(RAM),只读存储器(ROM),可擦除可编程只读存储器(EPROM或闪速存储器),光纤装置,以及便携式光盘只读存储器(CDROM)。另外,计算机可读介质甚至可以是可在其上打印所述程序的纸或其他合适的介质,因为可以例如通过对纸或其他介质进行光学扫描,接着进行编辑、解译或必要时以其他合适方式进行处理来以电子方式获得所述程序,然后将其存储在计算机存储器中。

[0081] 应当理解,本申请的各部分可以用硬件、软件、固件或它们的组合来实现。在上述实施方式中,多个步骤或方法可以用存储在存储器中且由合适的指令执行系统执行的软件或固件来实现。例如,如果用硬件来实现,和在另一实施方式中一样,可用本领域公知的下列技术中的任一项或他们的组合来实现:具有用于对数据信号实现逻辑功能的逻辑门电路的离散逻辑电路,具有合适的组合逻辑门电路的专用集成电路,可编程门阵列(PGA),现场可编程门阵列(FPGA)等。

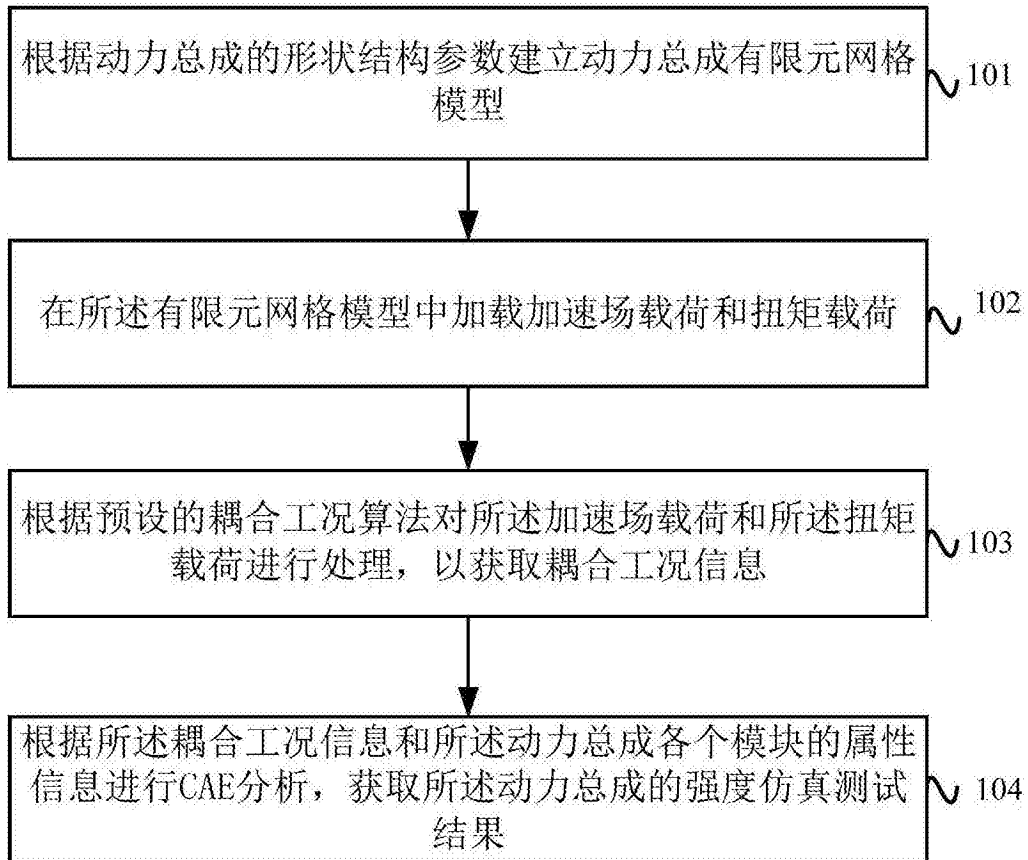


图1

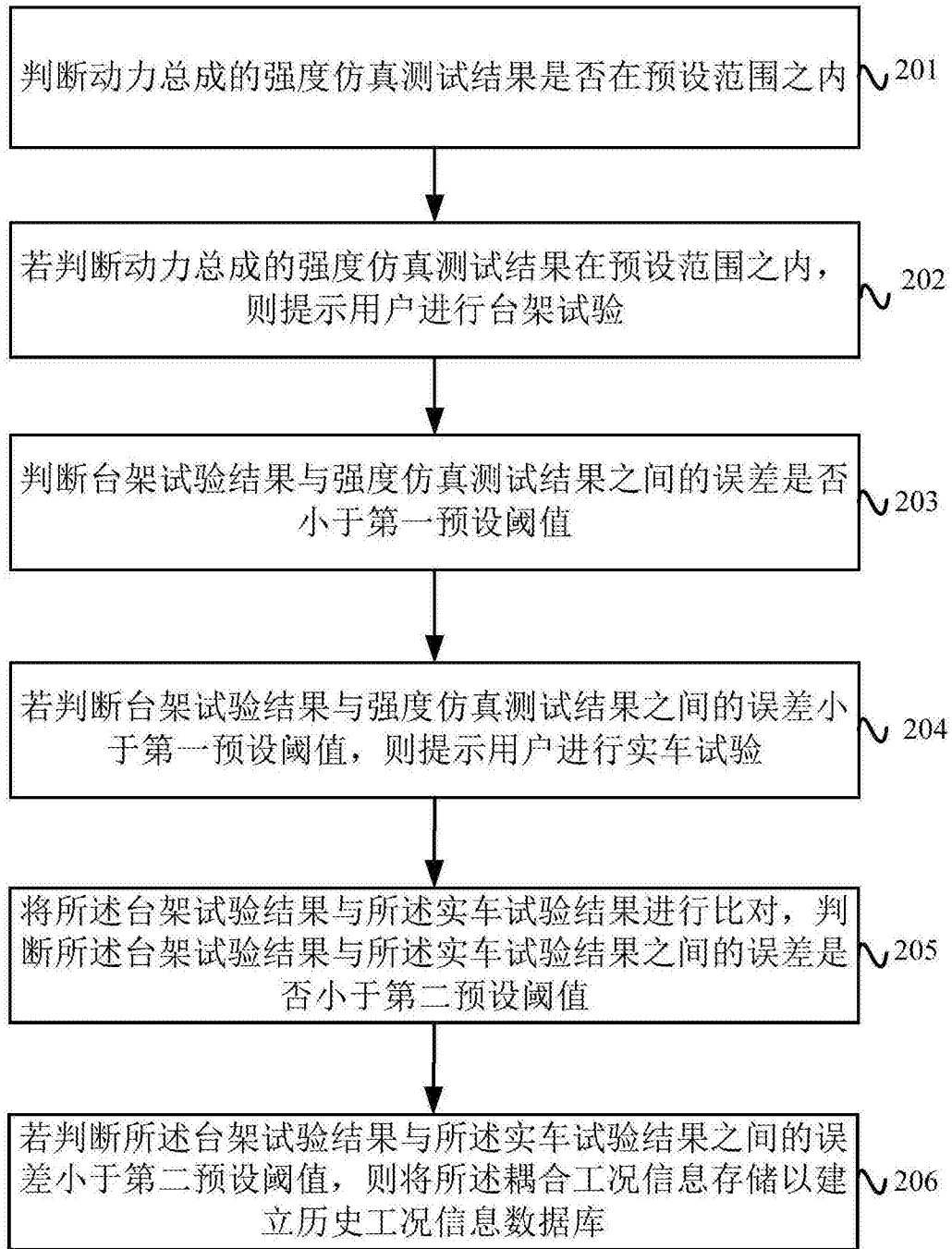


图2

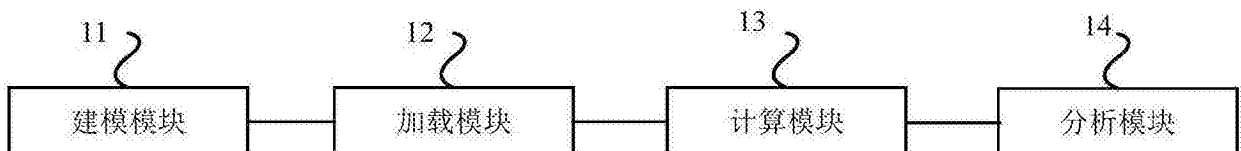


图3

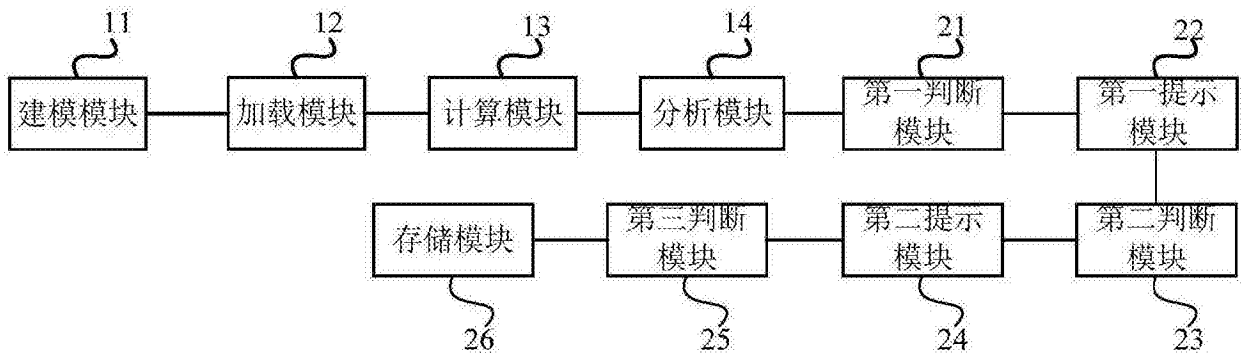


图4