



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110987476 A  
(43)申请公布日 2020.04.10

(21)申请号 201911367568.6

(22)申请日 2019.12.26

(71)申请人 里卡多科技咨询(上海)有限公司  
地址 200233 上海市徐汇区古美路1515号  
19号楼17层

(72)发明人 汪学明 彼得·拉马克斯 徐翔

(74)专利代理机构 上海段和段律师事务所  
31334

代理人 李佳俊 郭国中

(51) Int. Cl.

G01M 17/007(2006.01)

G06F 30/20(2020.01)

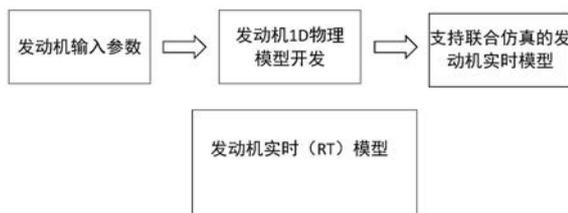
权利要求书3页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

适用于汽车动力总成标定测试的虚拟标定测试方法及系统

(57)摘要

本发明提供了一种适用于汽车动力总成标定测试的虚拟标定测试方法及系统,包括:步骤1:确认并收集整车单元零部件输入参数及动力传动单元零部件输入参数;步骤2:建立汽车动力单元虚拟标定模型,获取汽车动力单元虚拟标定模型信息;步骤3:对虚拟标定模型进行集成及联合仿真;步骤4:将虚拟标定模型在选定技术方案MiL或HiL单元中进行闭环调试;步骤5:对虚拟标定测试结果进行评价,获取虚拟标定测试结果评价结果信息。本发明能够提前识别并制定零部件及整车目标,减低后续开发过程中因目标设定问题导致的开发拖延及成本的增加。



1. 一种适用于汽车动力总成标定测试的虚拟标定测试方法,其特征在于,包括:
  - 步骤1:确认并收集整车单元零部件输入参数及动力传动单元零部件输入参数;
  - 步骤2:建立汽车动力单元虚拟标定模型,获取汽车动力单元虚拟标定模型信息;
  - 步骤3:对虚拟标定模型进行集成及联合仿真;
  - 步骤4:将虚拟标定模型在选定技术方案MiL或HiL单元中进行闭环调试;
  - 步骤5:对虚拟标定测试结果进行评价,获取虚拟标定测试结果评价结果信息。
2. 根据权利要求1所述的适用于汽车动力总成标定测试的虚拟标定测试方法,其特征在于,所述步骤1包括:
  - 步骤1.1:确认并收集车辆整车整备重量参数,阻力参数,轮胎参数,动力总成拓扑结构,定义的整车驾驶循环输入参数以及制动单元参数;
  - 布置热管理单元,获取热管理相关执行器零部件信息;
  - 步骤1.2:确认并收集发动机相关参数、变速箱相关参数、电机相关参数、高压电池相关参数、传动系统参数以及附件参数。
3. 根据权利要求1所述的适用于汽车动力总成标定测试的虚拟标定测试方法,其特征在于,所述步骤2包括:
  - 步骤2.1:建立整车模型;
  - 步骤2.2:建立发动机物理模型;
  - 步骤2.3:建立发动机原始排放模型;
  - 步骤2.4:建立发动机后处理模型;
  - 步骤2.5:建立变速箱模型;
  - 步骤2.6:建立电机模型;
  - 步骤2.7:建立电池模型;
  - 步骤2.8:建立整车热管理单元模型;
  - 步骤2.9:建立传动单元模型;
  - 步骤2.10:建立相关附件模型。
4. 根据权利要求1所述的适用于汽车动力总成标定测试的虚拟标定测试方法,其特征在于,所述步骤3包括:
  - 步骤3.1:对整体模型进行联合仿真。
5. 根据权利要求1所述的适用于汽车动力总成标定测试的虚拟标定测试方法,其特征在于,步骤4包括:
  - 步骤4.1:选择MiL单元或HiL单元;
  - 步骤4.2:将所建立的虚拟标定模型在MiL或HiL单元中集成;
  - 其中,建立的虚拟标定模型与控制器模型信号接口匹配;
  - 步骤4.3:将建立的虚拟标定模型与控制器模型进行闭环调试;
  - 步骤4.5:对自动测试单元进行搭建及调试。
6. 根据权利要求1所述的适用于汽车动力总成标定测试的虚拟标定测试方法,其特征在于,所述步骤5包括:
  - 步骤5.1:自动测试测试工况;
  - 步骤5.2:执行虚拟环境下的自动测试;

步骤5.3:分析虚拟环境下的测试结果;

步骤5.4:使用模型优化工具进行虚拟标定MAP优化。

7.一种适用于汽车动力总成标定测试的虚拟标定测试系统,其特征在于,包括:

模块1:确认并收集整车单元零部件输入参数及动力传动单元零部件输入参数;

模块2:建立汽车动力单元虚拟标定模型,获取汽车动力单元虚拟标定模型信息;

模块3:对虚拟标定模型进行集成及联合仿真;

模块4:将虚拟标定模型在选定技术方案MiL或HiL单元中进行闭环调试;

模块5:对虚拟标定测试结果进行评价,获取虚拟标定测试结果评价结果信息。

8.根据权利要求7所述的适用于汽车动力总成标定测试的虚拟标定测试系统,其特征在于,所述模块1包括:

模块1.1:确认并收集车辆整车整备重量参数,阻力参数,轮胎参数,动力总成拓扑结构,定义的整车驾驶循环输入参数以及制动单元参数;

布置热管理单元,获取热管理相关执行器零部件信息;

模块1.2:确认并收集发动机相关参数、变速箱相关参数、电机相关参数、高压电池相关参数、传动系统参数以及附件参数;

所述模块2包括:

模块2.1:建立整车模型;

模块2.2:建立发动机物理模型;

模块2.3:建立发动机原始排放模型;

模块2.4:建立发动机后处理模型;

模块2.5:建立变速箱模型;

模块2.6:建立电机模型;

模块2.7:建立电池模型;

模块2.8:建立整车热管理单元模型;

模块2.9:建立传动单元模型;

模块2.10:建立相关附件模型。

9.根据权利要求7所述的适用于汽车动力总成标定测试的虚拟标定测试系统,其特征在于,所述模块3包括:

模块3.1:对整体模型进行联合仿真;

模块4包括:

模块4.1:选择MiL单元或HiL单元;

模块4.2:将所建立的虚拟标定模型在MiL或HiL单元中集成;

其中,建立的虚拟标定模型与控制器模型信号接口匹配;

模块4.3:将建立的虚拟标定模型与控制器模型进行闭环调试;

模块4.5:对自动测试单元进行搭建及调试。

10.根据权利要求7所述的适用于汽车动力总成标定测试的虚拟标定测试系统,其特征在于,所述模块5包括:

模块5.1:自动测试测试工况;

模块5.2:执行虚拟环境下的自动测试;

模块5.3:分析虚拟环境下的测试结果;

模块5.4:使用模型优化工具进行虚拟标定MAP优化。

## 适用于汽车动力总成标定测试的虚拟标定测试方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及虚拟标定测试领域,具体地,涉及一种适用于汽车动力总成标定测试的虚拟标定测试方法及系统。

### 背景技术

[0002] 当前轻型汽车和重型汽车主机厂面临的压力如下:(1)排放的压力;(2)油耗的压力;(3)国家政策压力。当前轻型汽车和重型汽车主机厂面临如下挑战:(1)企业整车开发成本降低需求:上述排放/油耗/政策的压力促使主机厂投入额外的技术进行新动力总成的开发和发动机升级,实际上提高了车辆开发的成本。为在整体开发上进行降低成本,企业需要从动力总成软件策略开发,软件标定和测试进行成本的降低;(2)企业整车快速上市的需求:为提高整车应用的时效性,主机厂需要快速开发不同的动力总成,并以最快的速度上市占领市场,这就需要主机厂应用高效的技术手段来提高整车开发的效率。当前主机厂面临如下矛盾:(1)新技术投入成本的增加与企业整车低开发成本的矛盾:毫无疑问投入新技术会增加企业的开发成本,但,如何有效的从整体上缩短开发成本如:人力成本和设备成本是企业急需考虑的问题。(2)新技术及电气化动力总成的开发时间的增加与车辆快速上市缩短开发周期的矛盾:动力总成的电气化及复杂化会导致开发和验证时间的增加,如何对动力总成不同零部件和控制器进行高效的验证是企业急需考虑的问题。

[0003] 专利文献CN108492336A公开了一种使用红外线光源、红外线标记物、三坐标测量仪,实现摄像头使用虚拟标定参照物进行标定的方法。传统方法中,摄像头标定需要使用一个特定形状的标定物参照物进行标定。该专利显然不能很好地适用于汽车动力总成标定测试的虚拟标定测试。

[0004] 本发明介绍的车辆动力总成高效的虚拟标定测试系统是一个有效的解决方案。这种虚拟标定测试系统通过对车辆动力总成:发动机,排放后处理系统,变速器,电机,电池及整车热管理等部件的虚拟化,可实现与在实际发动机台架,车辆上等效的标定和测试结果,在该测试和标定过程中无需使用真实的发动机台架,真实的整车及零部件,转鼓等资源,实际标定和测试工作仅在电脑或HiL中进行,大大降低了资源设备投入费用,人力投入费用,并缩短了动力总成开发周期。

### 发明内容

[0005] 针对现有技术中的缺陷,本发明的目的是提供一种适用于汽车动力总成标定测试的虚拟标定测试方法及系统。

[0006] 根据本发明提供的一种适用于汽车动力总成标定测试的虚拟标定测试方法,包括:步骤1:确认并收集整车单元零部件输入参数及动力传动单元零部件输入参数;步骤2:建立汽车动力单元虚拟标定模型,获取汽车动力单元虚拟标定模型信息;步骤3:对虚拟标定模型进行集成及联合仿真;步骤4:将虚拟标定模型在选定技术方案MiL或HiL单元中进行闭环调试;步骤5:对虚拟标定测试结果进行评价,获取虚拟标定测试结果评价结果信息。

[0007] 优选地,所述步骤1包括:步骤1.1:确认并收集车辆整车整备重量参数,阻力参数,轮胎参数,动力总成拓扑结构,定义的整车驾驶循环输入参数以及制动单元参数;布置热管理单元,获取热管理相关执行器零部件信息;(如:散热器,蒸发器,压缩机,热交换器,风扇,水泵等)步骤1.2:确认并收集发动机相关参数、变速箱相关参数、电机相关参数、高压电池相关参数、传动系统参数以及附件参数。

[0008] 优选地,所述步骤2包括:步骤2.1:建立整车模型;步骤2.2:建立发动机物理模型;步骤2.3:建立发动机原始排放模型;步骤2.4:建立发动机后处理模型;步骤2.5:建立变速箱模型;步骤2.6:建立电机模型;步骤2.7:建立电池模型;步骤2.8:建立整车热管理单元模型;步骤2.9:建立传动单元模型;步骤2.10:建立相关附件模型。

[0009] 优选地,所述步骤3包括:步骤3.1:对整体模型进行联合仿真,以保证模型间的匹配没有问题。

[0010] 优选地,步骤4包括:步骤4.1:选择MiL单元或HiL单元;步骤4.2:将所建立的虚拟标定模型在MiL或HiL单元中集成;其中,建立的虚拟标定模型与控制器模型信号接口匹配;步骤4.3:将建立的虚拟标定模型与控制器模型进行闭环调试,包括控制参数与执行参数及反馈参数调试,模型精度的调试及检查;步骤4.5:对自动测试单元进行搭建及调试。

[0011] 优选地,所述步骤5包括:步骤5.1:自动测试测试工况;步骤5.2:执行虚拟环境下的自动测试;步骤5.3:分析虚拟环境下的测试结果;步骤5.4:使用模型优化工具进行虚拟标定MAP优化。

[0012] 根据本发明提供的一种适用于汽车动力总成标定测试的虚拟标定测试系统,包括:模块1:确认并收集整车单元零部件输入参数及动力传动单元零部件输入参数;模块2:建立汽车动力单元虚拟标定模型,获取汽车动力单元虚拟标定模型信息;模块3:对虚拟标定模型进行集成及联合仿真;模块4:将虚拟标定模型在选定技术方案MiL或HiL单元中进行闭环调试;模块5:对虚拟标定测试结果进行评价,获取虚拟标定测试结果评价结果信息。

[0013] 优选地,所述模块1包括:模块1.1:确认并收集车辆整车整备重量参数,阻力参数,轮胎参数,动力总成拓扑结构,定义的整车驾驶循环输入参数以及制动单元参数;布置热管理单元,获取热管理相关执行器零部件信息;(如:散热器,蒸发器,压缩机,热交换器,风扇,水泵等)模块1.2:确认并收集发动机相关参数、变速箱相关参数、电机相关参数、高压电池相关参数、传动系统参数以及附件参数。

[0014] 优选地,所述模块2包括:模块2.1:建立整车模型;模块2.2:建立发动机物理模型;模块2.3:建立发动机原始排放模型;模块2.4:建立发动机后处理模型;模块2.5:建立变速箱模型;模块2.6:建立电机模型;模块2.7:建立电池模型;模块2.8:建立整车热管理单元模型;模块2.9:建立传动单元模型;模块2.10:建立相关附件模型。

[0015] 优选地,所述模块3包括:模块3.1:对整体模型进行联合仿真,以保证模型间的匹配没有问题。

[0016] 优选地,模块4包括:模块4.1:选择MiL单元或HiL单元;模块4.2:将所建立的虚拟标定模型在MiL或HiL单元中集成;其中,建立的虚拟标定模型与控制器模型信号接口匹配;模块4.3:将建立的虚拟标定模型与控制器模型进行闭环调试,包括控制参数与执行参数及反馈参数调试,模型精度的调试及检查;模块4.5:对自动测试单元进行搭建及调试。

[0017] 优选地,所述模块5包括:模块5.1:自动测试测试工况;模块5.2:执行虚拟环境下

的自动测试;模块5.3:分析虚拟环境下的测试结果;模块5.4:使用模型优化工具进行虚拟标定MAP优化。

[0018] 与现有技术相比,本发明具有如下的有益效果:

[0019] 1、本发明中,各模块可实现高精度,实时性,可预测性的模拟,模拟结果和整车,台架测试系统测试数据等效,并能够实现更好的测试数据的鲁棒性,能够缩短测试标定周期,减少实际测试资源的使用率,提高测试数据和标定数据的质量,降低开发成本;

[0020] 2、本发明中,能够根据实际动力总成配置进行自由组合,实现虚拟测试系统的平台化,降低后续变形项目的二次开发成本投入;

[0021] 3、本发明中,能够进行零部件级别的标定测试(发动机,变速器,整车控制器等),也能够实现整车级别的标定测试(整车油耗,排放测试,驾驶性调试);

[0022] 4、本发明中,能够快速解耦不同零部件之间的功能组合,并在性能优化时可以考虑不同的边界条件,使得模拟结果接近于整车真实使用工况,提前识别并制定零部件及整车目标,减低后续开发过程中因目标设定问题导致的开发拖延及成本的增加。

## 附图说明

[0023] 通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述,本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显:

[0024] 图1为本发明实施例中发动机1D物理模型及实时模型建立过程示意图。

[0025] 图2为本发明实施例中SPM模型建立过程示意图。

[0026] 图3为本发明实施例中后处理模块建立过程示意图。

[0027] 图4为本发明实施例中联合仿真集合模块建立过程示意图。

[0028] 图5为本发明实施例中虚拟测试结果与实际测试结果对比示意图。

[0029] 图6为本发明实施例中虚拟标定硬件在环(HiL)方案示意图。

[0030] 图7为本发明实施例中虚拟标定软件在环(MiL)方案示意图。

## 具体实施方式

[0031] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明,但不以任何形式限制本发明。应当指出的是,对本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变化和改进。这些都属于本发明的保护范围。

[0032] 如图1-图7所示,根据本发明提供的一种适用于汽车动力总成标定测试的虚拟标定测试方法,包括:步骤1:确认并收集整车单元零部件输入参数及动力传动单元零部件输入参数;步骤2:建立汽车动力单元虚拟标定模型,获取汽车动力单元虚拟标定模型信息;步骤3:对虚拟标定模型进行集成及联合仿真;步骤4:将虚拟标定模型在选定技术方案MiL或HiL单元中进行闭环调试;步骤5:对虚拟标定测试结果进行评价,获取虚拟标定测试结果评价结果信息。

[0033] 优选地,所述步骤1包括:步骤1.1:确认并收集车辆整车整备重量参数,阻力参数,轮胎参数,动力总成拓扑结构,定义的整车驾驶循环输入参数以及制动单元参数;布置热管理单元,获取热管理相关执行器零部件信息;(如:散热器,蒸发器,压缩机,热交换器,风扇,

水泵等)步骤1.2:确认并收集发动机相关参数、变速箱相关参数、电机相关参数、高压电池相关参数、传动系统参数以及附件参数。

[0034] 优选地,所述步骤2包括:步骤2.1:建立整车模型;步骤2.2:建立发动机物理模型;步骤2.3:建立发动机原始排放模型;步骤2.4:建立发动机后处理模型;步骤2.5:建立变速箱模型;步骤2.6:建立电机模型;步骤2.7:建立电池模型;步骤2.8:建立整车热管理单元模型;步骤2.9:建立传动单元模型;步骤2.10:建立相关附件模型。

[0035] 优选地,所述步骤3包括:步骤3.1:对整体模型进行联合仿真,以保证模型间的匹配没有问题。

[0036] 优选地,步骤4包括:步骤4.1:选择MiL单元或HiL单元;步骤4.2:将所建立的虚拟标定模型在MiL或HiL单元中集成;其中,建立的虚拟标定模型与控制器模型信号接口匹配;步骤4.3:将建立的虚拟标定模型与控制器模型进行闭环调试,包括控制参数与执行参数及反馈参数调试,模型精度的调试及检查;步骤4.5:对自动测试单元进行搭建及调试。

[0037] 优选地,所述步骤5包括:步骤5.1:自动测试测试工况;步骤5.2:执行虚拟环境下的自动测试;步骤5.3:分析虚拟环境下的测试结果;步骤5.4:使用模型优化工具进行虚拟标定MAP优化。

[0038] 具体地,在一个实施例中,一种适用于汽车动力总成标定测试的虚拟标定测试方法具体实施分为:整车系统及动力传动系统零部件输入参数确认及收集,根据输入参数建立车辆动力传动系统各模块模型,模块集成联合模拟,模块在HiL或MiL环境中的集成,自动测试系统的调试,模拟测试几大步骤。

[0039] 1、整车系统输入参数确认及收集,包括:整车基本信息:车辆整车整备重量,阻力参数,轮胎参数,动力总成拓扑结构,定义的整车驾驶循环输入,制动系统参数等。

[0040] -整车热管理系统:

[0041] 热管理系统布置,热管理相关执行器零部件信息(如:散热器,蒸发器,压缩机,热交换器,风扇,水泵等);

[0042] 步骤1.2:动力传动系统输入参数确认及收集,包括:

[0043] -发动机相关参数:

[0044] 发动机相关技术参数输入:如,进气系统,排气系统,燃烧系统等发动机本体相关物理参数确认;

[0045] 建模所需的发动机相关测试数据参数:如,发动机万有特性,发动机原始排放,进排气VVT,发动机燃烧特性数据参数等。

[0046] 发动机后处理系统:后处理布置形式,后处理催化器/SCR/GPF等相关的物理参数及转化效率等;

[0047] -变速箱相关参数:

[0048] 变速箱形式:如AT,AMT,DCT等形式;

[0049] 变速箱设计参数:如速比,传动效率,液压油路系统,齿轮传动系统等。

[0050] 控制策略描述:如换挡曲线,离合器控制等。

[0051] -电机相关参数:

[0052] 电机类型及物理参数:如电感,磁链,内阻等;

[0053] 控制策略描述:如工作模式,扭矩控制,转速控制等;

- [0054] -高压电池相关参数:
- [0055] 电池类型及物理参数:如内阻,开路电压,单体信息,单体电压,设计容量等;
- [0056] 特性参数:如SOC/SOH使用范围,最大允许充放电功率等;
- [0057] -传动系统参数;
- [0058] 传动系统零部件设计参数:传动轴,离合器,齿轮,半轴等相关刚度,阻尼等参数;
- [0059] 发动机悬置等相关参数;
- [0060] -其它相关附件参数:
- [0061] DCDC相关参数,低压系统负载等;
- [0062] 2. 传动系统模块建立:
- [0063] a) 发动机仿真模块建立:
- [0064] 发动机模块按照Navier-Stokes方程在1D部分的微分流动方程的数值求解进行模型型的建立,此建模方法突破了平均值发动机模型(MVEMs)的限制,基于物理的方法建立发动机模型,具有精度高,实时性,可预测性等特点,非常适用于实时标定和测试过程。该发明建立的该模型具有:
- [0065] -基于曲轴转角和物理实际的仿真;
- [0066] -可实现各缸独立模拟,能够用于先进的断缸策略开发;
- [0067] -可模拟进排气系统中的压力波动效应;
- [0068] -模块具备标准化的传感器/执行器库,如温度,压力,阀体等;
- [0069] -可记录仿真中的关键变量参数,例如缸压,气体流量,排气成分以及排气温度等
- [0070] -可以从自动生成参数化的实时模型;
- [0071] -实时模型:运行开环测试中仿真步长等于 $75\mu\text{s}$  (2.7CA deg resolution at 6000rpm),在闭环仿真中仿真步长等于 $120\mu\text{s}$  (4.32CA deg resolution at 6000rpm),以防止溢出;
- [0072] -基于发动机模型生成的实时(RT)模型可以灵活和其它模型进行联合模拟,并支持MATLAB/Simulink环境进行软件在环(SiL),模型在环(MiL)或硬件在环仿真(HiL)
- [0073] -生成的模型具有可预测性,在标定参数进行更改后无需二次建模和修正,有效支持标定测试工作。
- [0074] 发动机1D物理仿真模型及发动机实时仿真模型建立过程见图1。
- [0075] b) 发动机其它仿真模块建立包括:发动机摩擦功,发动机温度模块,发动机原始排放模块,发动机后处理模块仿真模型,启动和催化加热模型建立。
- [0076] i. 发动机摩擦功模块:
- [0077] 该仿真模块根据搭建机油油品,机油温度,发动机温度,发动机燃烧功率仿真模型等参数,通过物理计算得到发动机的摩擦功。
- [0078] ii. 发动机温度模块:
- [0079] 该仿真模块主要搭建发动机热管理零部件(风扇,节温器)物理模型,高温和低温冷却回路模型,热交换模型,并根据发动机燃烧功率搭建的发动机温度模型,结合发动机的热管理控制策略进行模型建模。
- [0080] iii. 发动机原始排放模型:
- [0081] 1. 首先根据当前发动机实际参数,根据发动机的控制参数进行DoE设计,得到排放

测试的一系列测试工况点,并把这些工况点分为:常温,暖机和高温几种类型。

[0082] 2.然后根据三种类型的发动机原始排放测试数据,使用一种随机/可预测处理模型(SPM:Stochastic Process Models)进行排放建模,得到发动机的原始排放模型,可使用该模型支持后续的排放标定优化工作。模型建立过程见图2。

[0083] iv. 发动机后处理模块仿真模型:

[0084] 1. 根据后处理系统的结构确定要建立的模型模块:如催化器模型,GPF模型,SCR模型等等;

[0085] 2. 根据发动机的燃烧功率,涡轮输出温度,并以发动机原始排放模型为输入,使用物理和化学方式建模,为得到更为准确的仿真结果,仿真系统对各个零部件进行分区处理,分别得到不同后处理系统中测试点的排温和排放。模型建立过程见图3。

[0086] v. 启动和催化器加热模型:

[0087] 1. 启动模型:根据发动机实际测试数据,基于MAP的形式进行建立。

[0088] 2. 催化器加热模型:建立过程和排放模型建立过程类似,首先使用DOE方法设计测试工况点,然后使用一种随机/可预测处理模型(SPM:Stochastic Process Models)进行催化器加热模型建模。模型建立过程见图2。

[0089] c) 动力系统其它模型建立:包括变速箱模型,高压电池模型,电机模型;

[0090] i. 变速箱模型:主要包括建立变速箱液压系统,执行机构,控制器模型等模拟不同工况下的变速器控制及换挡过程。

[0091] ii. 高压电池模型:主要包括建立内阻,开路电压,温度,控制器模型(SOC/SOH估算,最大充放电功率计算等);

[0092] iii. 电机模型:主要包括基于电感,磁链,内阻能物理参数建立的物理模型,及控制器模型(工作模式,扭矩控制,转速控制等);

[0093] iv. 传动系统模型:传动系统模型考虑传动系统中各零部件的物理参数,如阻尼,刚度,零部件间隙公差,悬置参数等,用于整车驾驶性的仿真。

[0094] d) 整车及dyno模型:主要包括车辆模型,驾驶员模型,台架模型等。

[0095] i. 车辆模型:主要用于动力学模型建立;

[0096] ii. 驾驶员模型:包括驾驶循环模型,驾驶员意图模型,用于控制油门和制动踏板。

[0097] iii. 台架模型:用于台架测试时发动机转速的设定,该模型确保发动机可以在设定的转速点稳定运行。

[0098] 3. 仿真模型集成:

[0099] 上述模型搭建好后,在Simulnk环境中进行模型联合仿真,建立过程见图4。

[0100] 4. 以上模型联合仿真完成后,模型会在HiL或MiL环境中集成,整个虚拟标定环境包括上述搭建的模型,操作系统及自动测试系统,并和实际的ECU硬件通过CCP协议进行通讯和ECU控制变量的调用,及标定参数的自动更改和测试。搭建的模型在虚拟环境中首先会进行闭环调试,以确保控制参数与执行参数及反馈参数的一致性及,模型的高精度,实时及可预测性。

[0101] 5. 虚拟测试及标定:闭环调试完成后,可通过编程设定自动测试程序,在执行完测试后可对虚拟测试的精度进行分析,测试数据用于虚拟标定应用。虚拟测试结果与实际测试结果对比见图5。

[0102] 本领域技术人员可以将本发明提供的适用于汽车动力总成标定测试的虚拟标定测试-方法,理解为本发明提供的适用于汽车动力总成标定测试的虚拟标定测试-系统的一个实施例。即,所述适用于汽车动力总成标定测试的虚拟标定测试-系统可以通过执行所述适用于汽车动力总成标定测试的虚拟标定测试-方法的步骤流程实现。

[0103] 根据本发明提供的一种适用于汽车动力总成标定测试的虚拟标定测试系统,包括:模块1:确认并收集整车单元零部件输入参数及动力传动单元零部件输入参数;模块2:建立汽车动力单元虚拟标定模型,获取汽车动力单元虚拟标定模型信息;模块3:对虚拟标定模型进行集成及联合仿真;模块4:将虚拟标定模型在选定技术方案MiL或HiL单元中进行闭环调试;模块5:对虚拟标定测试结果进行评价,获取虚拟标定测试结果评价结果信息。

[0104] 优选地,所述模块1包括:模块1.1:确认并收集车辆整车整备重量参数,阻力参数,轮胎参数,动力总成拓扑结构,定义的整车驾驶循环输入参数以及制动单元参数;布置热管理单元,获取热管理相关执行器零部件信息;(如:散热器,蒸发器,压缩机,热交换器,风扇,水泵等)模块1.2:确认并收集发动机相关参数、变速箱相关参数、电机相关参数、高压电池相关参数、传动系统参数以及附件参数。

[0105] 优选地,所述模块2包括:模块2.1:建立整车模型;模块2.2:建立发动机物理模型;模块2.3:建立发动机原始排放模型;模块2.4:建立发动机后处理模型;模块2.5:建立变速箱模型;模块2.6:建立电机模型;模块2.7:建立电池模型;模块2.8:建立整车热管理单元模型;模块2.9:建立传动单元模型;模块2.10:建立相关附件模型。

[0106] 优选地,所述模块3包括:模块3.1:对整体模型进行联合仿真,以保证模型间的匹配没有问题。

[0107] 优选地,模块4包括:模块4.1:选择MiL单元或HiL单元;模块4.2:将所建立的虚拟标定模型在MiL或HiL单元中集成;其中,建立的虚拟标定模型与控制器模型信号接口匹配;模块4.3:将建立的虚拟标定模型与控制器模型进行闭环调试,包括控制参数与执行参数及反馈参数调试,模型精度的调试及检查;模块4.5:对自动测试单元进行搭建及调试。

[0108] 优选地,所述模块5包括:模块5.1:自动测试测试工况;模块5.2:执行虚拟环境下的自动测试;模块5.3:分析虚拟环境下的测试结果;模块5.4:使用模型优化工具进行虚拟标定MAP优化。

[0109] 具体地,在一个实施例中,一种能够实现动力传统系统虚拟化的标定测试系统,在标定和测试过程中使用该虚拟系统无需使用真实的发动机台架,整车转鼓资源,整车及零部件系统。测试和标定工作仅在电脑或HiL系统上进行。该虚拟标定测试系统具有高准确性(高精度),实时性,可预测性,可用于动力总成零部件发动机,变速器,整车控制器(HCU),电池,电机等标定开发和测试,该系统主要包括以下相关系统模块:发动机模块;发动机摩擦模块;发动机温度模块;发动机排放模块;排放系统后处理模块;变速器模块;高压电池模块;电机模块;整车控制模块;控制器接口转换模块;台架测功机模块;整车热管理模块;硬件在环系统(HiL);软件在环系统(SiL)。

[0110] 本发明中,各模块可实现高精度,实时性,可预测性的模拟,模拟结果和整车,台架测试系统测试数据等效,并能够实现更好的测试数据的鲁棒性,能够缩短测试标定周期,减少实际测试资源的使用率,提高测试数据和标定数据的质量,降低开发成本;本发明中,能够根据实际动力总成配置进行自由组合,实现虚拟测试系统的平台化,降低后续变形项目

的二次开发成本投入;本发明中,能够进行零部件级别的标定测试(发动机,变速器,整车控制器等),也能够实现整车级别的标定测试(整车油耗,排放测试,驾驶性调试);本发明中,能够快速解耦不同零部件之间的功能组合,并在性能优化时可以考虑不同的边界条件,使得模拟结果接近于整车真实使用工况,提前识别并制定零部件及整车目标,减低后续开发过程中因目标设定问题导致的开发拖延及成本的增加。

[0111] 本领域技术人员知道,除了以纯计算机可读程序代码方式实现本发明提供的单元及其各个装置、单元、单元以外,完全可以通过将方法步骤进行逻辑编程来使得本发明提供的单元及其各个装置、单元、单元以逻辑门、开关、专用集成电路、可编程逻辑控制器以及嵌入式微控制器等的形式来实现相同功能。所以,本发明提供的单元及其各项装置、单元、单元可以被认为是一种硬件部件,而对其内包括的用于实现各种功能的装置、单元、单元也可以视为硬件部件内的结构;也可以将用于实现各种功能的装置、单元、单元视为既可以是实现方法的软件单元又可以是硬件部件内的结构。

[0112] 在本申请的描述中,需要理解的是,术语“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“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申请和简化描述,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申请的限制。

[0113] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本发明并不局限于上述特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变化或修改,这并不影响本发明的实质内容。在不冲突的情况下,本申请的实施例和实施例中的特征可以任意相互组合。

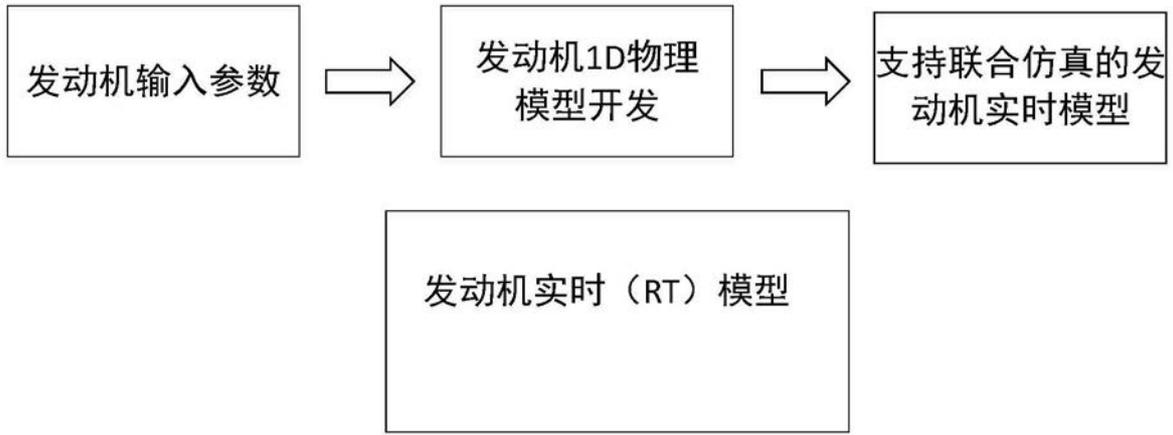


图1

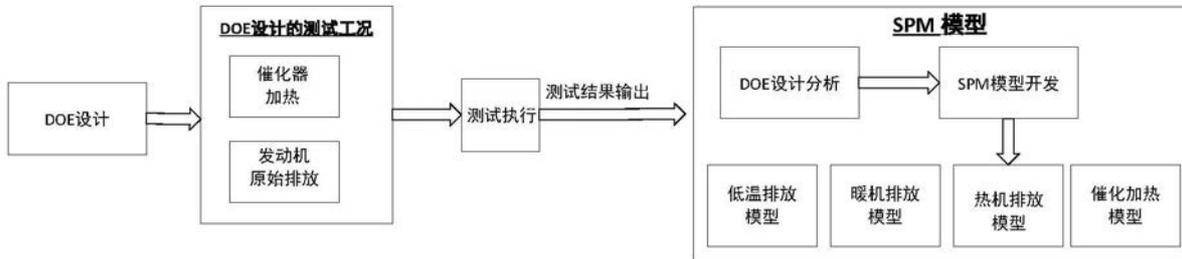


图2



图3

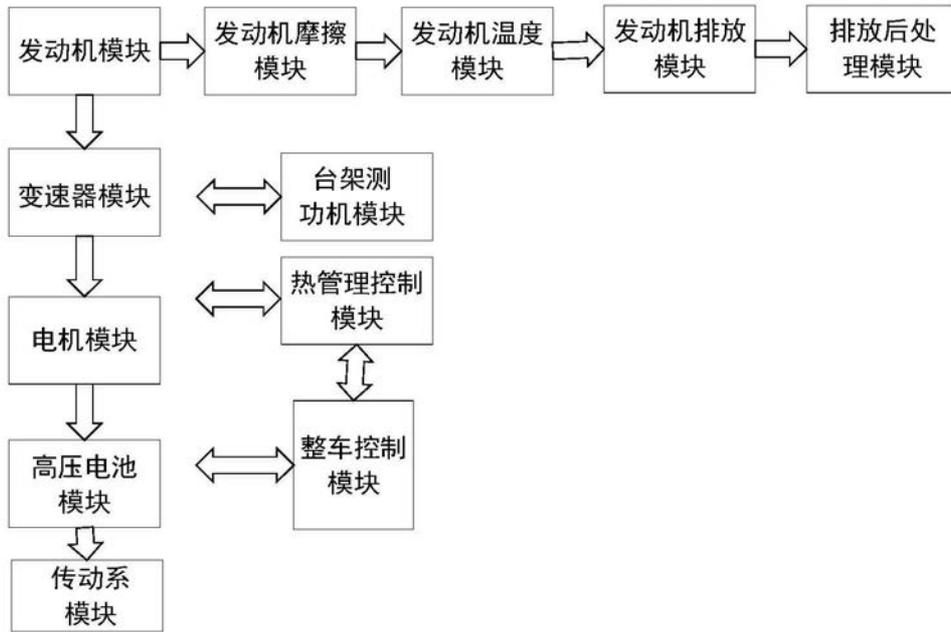


图4

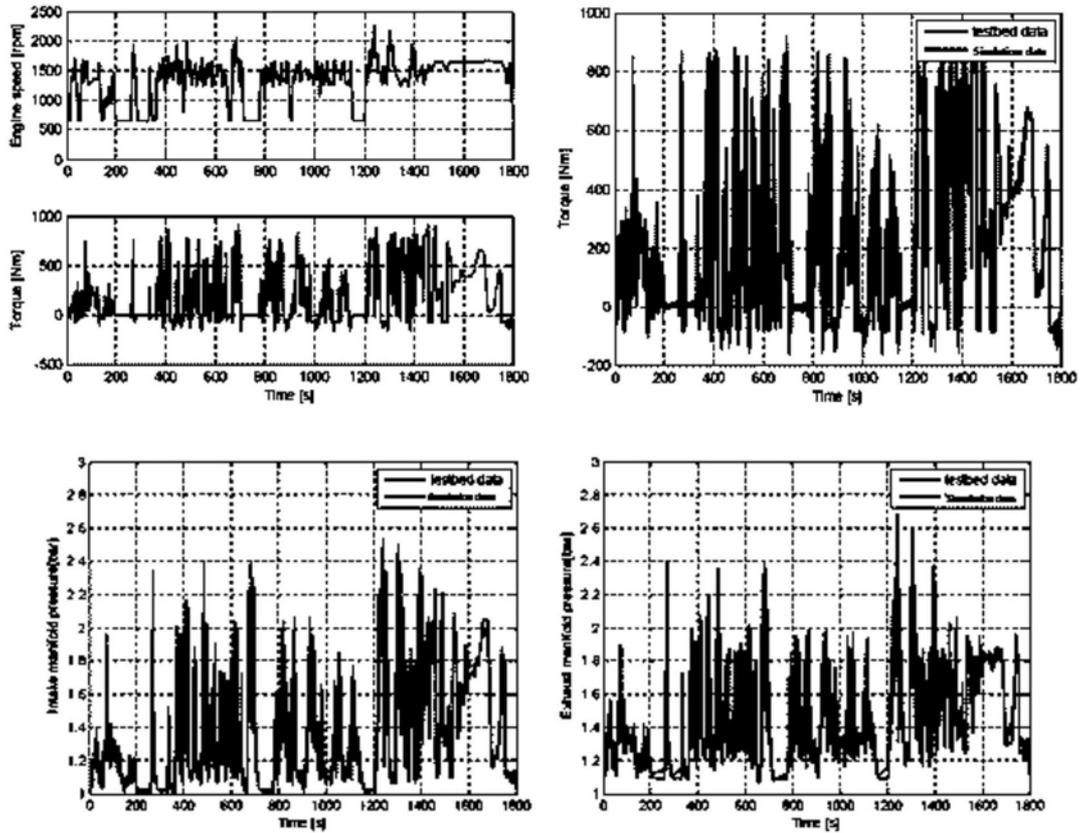


图5

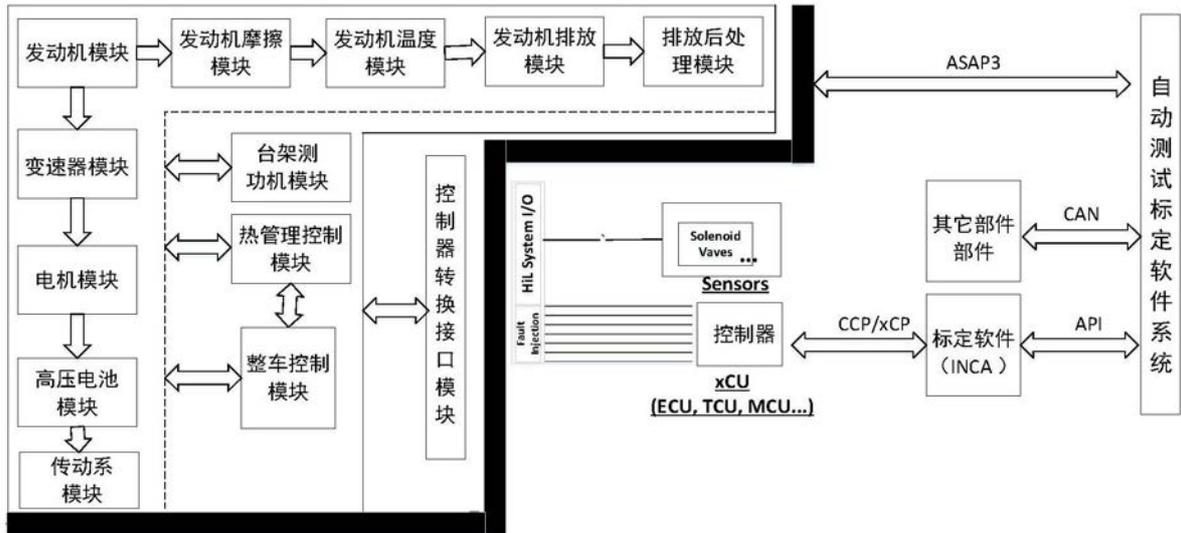


图6

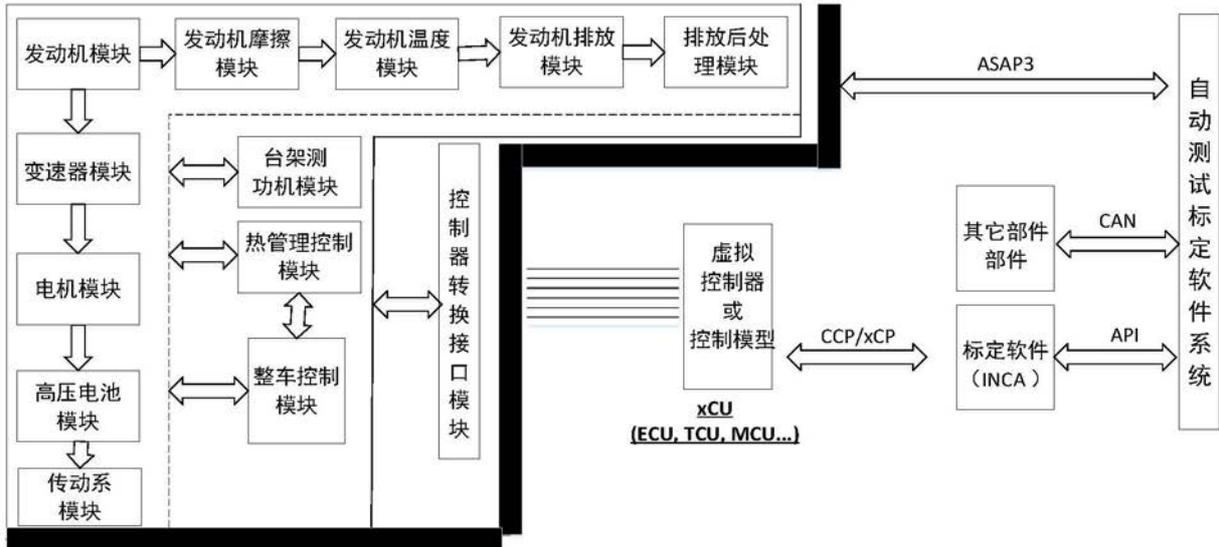


图7