



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112158079 A

(43) 申请公布日 2021.01.01

(21) 申请号 202011035324.0

(22) 申请日 2020.09.27

(71) 申请人 一汽解放青岛汽车有限公司
地址 266200 山东省青岛市青岛汽车产业
新城解放大道100号
申请人 一汽解放汽车有限公司

(72) 发明人 李胜 李连强 胡金蕊 耿志广
吕敬伟 祝金淼

(74) 专利代理机构 北京远智汇知识产权代理有
限公司 11659
代理人 林波

(51) Int. Cl.
B60L 15/20 (2006.01)
G01M 17/007 (2006.01)

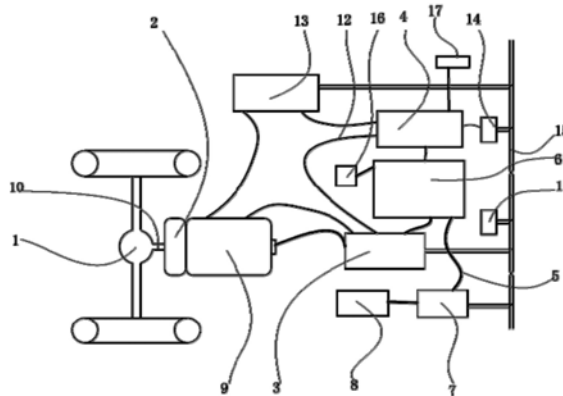
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

一种智能负荷拖车及其控制方法

(57) 摘要

本发明涉及车辆工程技术领域,具体公开了一种智能负荷拖车及其控制方法,该智能负荷拖车包括传动连接的动力电机、变速箱和驱动桥,动力电池依次通过高压配电箱和逆变器给动力电机供电,智能控制单元与逆变器通过通讯线束连接,且智能控制单元通过通讯线束与上位机及测试车辆相连接,智能控制单元能获取测试车辆于测试路段测试时的当前参数和测试参数,并计算测试车辆在当前参数和测试参数下滑行所需克服的阻力,并通过逆变器控制动力电机输出补偿扭矩,以使测试车辆可在当前工况下模拟测试参数下的目标工况,无需单独设置测试场地和负载,适用范围广泛。



1. 一种智能负荷拖车,其特征在于,包括:

驱动桥 (1);

变速箱 (2),与所述驱动桥 (1) 通过传动轴 (10) 传动连接;

动力电机 (9),与所述变速箱 (2) 传动连接;

逆变器 (3),与所述动力电机 (9) 连接;

高压配电箱 (6),与所述逆变器 (3) 连接;

动力电池 (4),与所述高压配电箱 (6) 连接;

智能控制单元 (11),与所述逆变器 (3) 通过通讯线束 (15) 连接,且所述智能控制单元 (11) 控制器通过通讯线束 (15) 与上位机及测试车辆相连接,所述智能控制单元 (11) 能获取测试车辆于测试路段测试时的当前参数,所述当前参数包括实时坡度、实时空气阻力系数、实时载重和实时滚动阻力系数,所述智能控制单元 (11) 能够计算测试车辆在当前参数下滑行所需克服的阻力 F_f ,所述智能控制单元 (11) 能够接收所述上位机发出的试验指令,所述试验指令包括测试参数,测试参数包括目标坡度、目标载重和目标滚动阻力系数中的一个或多个,所述智能控制单元 (11) 能够计算测试车辆于测试路段在测试参数下滑行需要克服的阻力 F ,所述智能控制单元 (11) 能够控制所述逆变器 (3) 以使所述动力电机 (9) 输出扭矩 F_{EDS} , $F=F_f+F_{EDS}$ 。

2. 根据权利要求1所述的智能负荷拖车,其特征在于,所述智能负荷拖车还包括与所述逆变器 (3) 连接的直流转换器 (7) 以及与所述直流转换器 (7) 连接的蓄电池 (8)。

3. 根据权利要求1所述的智能负荷拖车,其特征在于,所述智能负荷拖车还包括与所述动力电池 (4) 连接的充电接口 (17)。

4. 根据权利要求1所述的智能负荷拖车,其特征在于,所述智能负荷拖车还包括热管理系统 (13),所述热管理系统 (13) 通过冷却水管 (12) 分别与所述动力电池 (4)、所述逆变器 (3) 和所述动力电机 (9) 冷却连接。

5. 根据权利要求1所述的智能负荷拖车,其特征在于,所述智能负荷拖车还包括与所述高压配电箱 (6) 连接的电负载 (16)。

6. 根据权利要求1所述的智能负荷拖车,其特征在于,所述智能负荷拖车还包括与所述动力电池 (4) 连接的电池管理系统 (14)。

7. 一种权利要求1-6任一项所述的智能负荷拖车的控制方法,其特征在于,包括:

S100:测试车辆于选定的测试路段以当前参数进行滑行测试;

S201:于测试路段的各里程点实时计算测试车辆的驱动力 F_t , $F_t = \frac{T i_g i_r}{R_r}$,其中, T 为测试车辆的发动机实时输出扭矩, i_g 为测试车辆的变速箱 (2) 行驶挡位的速比, i_r 为测试车辆的驱动桥 (1) 主减速器速比, R_r 为测试车辆的驱动轮轮胎半径;

S202:于测试路段的各里程点实时计算测试车辆的空气阻力 F_w , $F_w = \frac{C_D A}{21.15} V_a^2$,其中, C_D 为空气阻力系数, A 为测试车辆的迎风面积, V_a 为测试车辆的车速与当前风速的相对速度;

S203:于测试路段的各里程点实时计算测试车辆的加速阻力 F_j , $F_j = \delta m a$,其中, a 为测试车辆的加速度, δ 为加速阻力系数, m 为测试车辆的质量;

S204:于测试路段的各里程点实时计算测试车辆的坡道阻力 F_i , $F_i=mg_i$,其中, g 为重力加速度, i 为实时道路坡度;

S205:于测试路段的各里程点实时计算测试车辆的滚动阻力 F_f , $F_f=F_t-F_w-F_i-F_j$;

S206:根据公式 $F_f=mg(kv+b)$,其中, v 为当前车速; k 为滚动阻力系数, b 为常数,修正并记录在整个测试路段各里程点的 k 和 b ;

S300:获取试验指令,若测试参数包括目标坡度,且当前里程点下目标坡度为 i_{set} ,当前里程点下实时坡度为 i ,则 $F_{EDS}=mg(i_{set}-i)$,测试车辆于选定的测试路段以当前参数进行滑行测试,且智能控制单元(11)控制逆变器(3)以使动力电机(9)输出扭矩 F_{EDS} 。

8.根据权利要求7所述的智能负荷拖车的控制方法,其特征在于,S300中,若测试参数包括目标滚动阻力系数,且当前里程点下目标滚动阻力系数值为 k_{set} 、当前里程点下实时滚动阻力系数值 k ,则 $F_{EDS}=mgv(k_{set}-k)$ 。

9.根据权利要求7所述的智能负荷拖车的控制方法,其特征在于,S300中,若测试参数包括目标载重,且当前里程点下目标载重值为 m_{set} ,当前里程点下实时载重为 m ,则 $F_{EDS}=(m_{set}-m)(\delta a+gv+i)$ 。

10.根据权利要求7所述的智能负荷拖车的控制方法,其特征在于,智能负荷拖车的控制方法还包括位于S100之前的:

S10:确认动力电池(4)和动力电机(9)能够正常工作。

一种智能负荷拖车及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及车辆工程技术领域,尤其涉及一种智能负荷拖车及其控制方法。

背景技术

[0002] 整车道路试验是车辆功能、性能验证及量化的关键步骤,是整车开发的重要环节,试验过程的便利性、实验数据的有效性直接关系到整车设计的有效性,甚至车型设计的成败。

[0003] 目前整车道路试验有实车加载、特定路况试验和整车转股试验台试验。实车加载、特定路况试验时,是指进行实车完成载荷匹配后,在特定坡度、摩擦阻力、环境温度下开展相关的道路试验,其中道路状态受限于试验场地基建等影响,无法兼容各类测试所需要的所有工况及自定义特殊工况,试验开展受限或者无法开展。转股试验台通过将车辆驱动轮放置在特定的转股上,通过转股施加驱动力、制动力来模拟道路状态,此时由于转股作用力仅作用于驱动轮,此时无法开展车辆带挂动态试验,同时由于非驱动轮零转速,无法开展如电子制动系统、制动防抱死系统等的动态测试,试验项目大大受限。

[0004] 因此,亟需一种智能负荷拖车给予试验车辆可调节的制动扭矩或驱动扭矩,以便于扩展整车道路试验时的试验范围。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于:提供一种智能负荷拖车及其控制方法,以给予测试车辆可调节的制动扭矩或驱动扭矩,以便于扩展整车道路试验时的试验范围。

[0006] 一方面,本发明提供一种智能负荷拖车,该智能负荷拖车包括:

[0007] 驱动桥;

[0008] 变速箱,与所述驱动桥通过传动轴传动连接;

[0009] 动力电机,与所述变速箱传动连接;

[0010] 逆变器,与所述动力电机连接;

[0011] 高压配电箱,与所述逆变器连接;

[0012] 动力电池,与所述高压配电箱连接;

[0013] 智能控制单元,与所述逆变器通过通讯线束连接,且所述智能控制单元通过通讯线束与上位机及测试车辆相连接,所述智能控制单元能获取测试车辆于测试路段测试时的当前参数,所述当前参数包括实时坡度、实时空气阻力系数,实时载重和实时滚动阻力系数,所述智能控制单元能够计算测试车辆在当前参数下滑行所需克服的阻力 F_f ,所述智能控制单元能够接收所述上位机发出的试验指令,所述试验指令包括测试参数,测试参数包括目标坡度、目标载重和目标滚动阻力系数中的一个或多个,所述智能控制单元能够计算测试车辆于测试路段在测试参数下滑行需要克服的阻力 F ,所述智能控制单元能够控制所述逆变器以使所述动力电机输出扭矩 F_{EDS} ,以使 $F_{EDS}, F = F_f + F_{EDS}$ 。

[0014] 作为智能负荷拖车的优选技术方案,所述智能负荷拖车还包括与所述逆变器连接

的直流转换器以及与所述直流转换器连接的蓄电池。

[0015] 作为智能负荷拖车的优选技术方案,所述智能负荷拖车还包括与所述动力电池连接的充电接口。

[0016] 作为智能负荷拖车的优选技术方案,所述智能负荷拖车还包括热管理系统,所述热管理系统通过冷却水管分别与所述动力电池、所述逆变器和所述动力电机冷却连接。

[0017] 作为智能负荷拖车的优选技术方案,所述智能负荷拖车还包括与所述高压配电箱连接的电负载。

[0018] 作为智能负荷拖车的优选技术方案,所述智能负荷拖车还包括与所述动力电池连接的电池管理系统。

[0019] 另一方面,本发明提供一种任一上述方案中所述的智能负荷拖车的控制方法,包括:

[0020] S100:测试车辆于选定的测试路段以当前参数进行滑行测试;

[0021] S201:于测试路段的各里程点实时计算测试车辆的驱动力 F_t , $F_t = \frac{T i_g i_r}{R_r}$,其中,T为

测试车辆的发动机实时输出扭矩, i_g 为测试车辆的变速箱行驶挡位的速比, i_r 为测试车辆的驱动桥主减速器速比, R_r 为测试车辆的驱动轮轮胎半径;

[0022] S202:于测试路段的各里程点实时计算测试车辆的空气阻力 F_w , $F_w = \frac{C_D A}{21.15} V_a^2$,其中, C_D 为空气阻力系数,A为测试车辆的迎风面积, V_a 为测试车辆的车速与当前风速的相对速度;

[0023] S203:于测试路段的各里程点实时计算测试车辆的加速阻力 F_j , $F_j = \delta m a$,其中,a为测试车辆的加速度, δ 为加速阻力系数,m为测试车辆的质量;

[0024] S204:于测试路段的各里程点实时计算测试车辆的坡道阻力 F_i , $F_i = m g i$,其中,g为重力加速度,i为实时道路坡度;

[0025] S205:于测试路段的各里程点实时计算测试车辆的滚动阻力 F_f , $F_f = F_t - F_w - F_i - F_j$;

[0026] S206:根据公式 $F_f = m g (k v + b)$,其中,v为当前车速;k为滚动阻力系数,b为常数,修正并记录在整个测试路段各里程点的k和b;

[0027] S300:获取试验指令,若测试参数包括目标坡度,且当前里程点下目标坡度为 i_{set} ,当前里程点下实时坡度为i,则 $F_{EDS} = m g (i_{set} - i)$,测试车辆于选定的测试路段以当前参数进行滑行测试,且智能控制单元控制逆变器以使动力电机输出扭矩 F_{EDS} 。

[0028] 作为智能负荷拖车的控制方法的优选技术方案,S300中,若测试参数包括目标滚动阻力系数,且当前里程点下目标滚动阻力系数值为 k_{set} ,当前里程点下实时滚动阻力系数值k,则 $F_{EDS} = m g v (k_{set} - k)$ 。

[0029] 作为智能负荷拖车的控制方法的优选技术方案,S300中,若测试参数包括目标载重,且当前里程点下目标载重值为 m_{set} ,当前里程点下实时载重为m,则 $F_{EDS} = (m_{set} - m) (\delta a + g v + i)$ 。

[0030] 作为智能负荷拖车的控制方法的优选技术方案,智能负荷拖车的控制方法还包括位于S100之前的:

[0031] S10:确认动力电池和动力电机能够正常工作。

[0032] 本发明的有益效果为：

[0033] 本发明提供一种智能负荷拖车及其控制方法，该智能负荷拖车包括驱动桥、变速箱、动力电机、逆变器、高压配电箱、动力电池和智能控制单元。其中，变速箱与驱动桥通过传动轴传动连接；动力电机与变速箱传动连接；逆变器与动力电机连接；高压配电箱与逆变器连接；动力电池与高压配电箱连接。智能控制单元与逆变器通过通讯线束连接，且智能控制单元通过通讯线束与上位机及测试车辆相连接，智能控制单元能获取测试车辆于测试路段测试时的当前参数，当前参数包括实时坡度、实时空气阻力系数，实时载重和实时滚动阻力系数，智能控制单元能够计算测试车辆在当前参数下滑行所需克服的阻力 F_f ，智能控制单元能够接收上位机发出的试验指令，试验指令包括测试参数，测试参数包括目标坡度、目标载重和目标滚动阻力系数中的一个或多个。智能控制单元能够计算测试车辆于测试路段在测试参数下滑行需要克服的阻力 F ，智能控制单元能够控制逆变器以使动力电机输出扭矩 F_{EDS} ， $F = F_f + F_{EDS}$ 。智能控制单元可根据当前参数和目标参数的差异，通过逆变器控制动力电机输出补偿扭矩，以使测试车辆可在当前工况下模拟测试参数下的目标工况。且无需单独设置测试场地和负载，适用范围广泛。

附图说明

[0034] 图1为本发明实施例中智能负荷拖车的结构示意图。

[0035] 图中：

[0036] 1、驱动桥；2、变速箱；3、逆变器；4、动力电池；5、高压线束；6、高压配电箱；7、直流转换器；8、蓄电池；9、动力电机；10、传动轴；11、智能控制单元；12、冷却水管；13、热管理系统；14、电池管理系统；15、通讯线束；16、电负载；17、充电接口。

具体实施方式

[0037] 下面将结合附图对本发明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。基于本发明中的实施例，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，都属于本发明保护的范围。

[0038] 在本发明的描述中，需要说明的是，术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“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”、仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性。其中，术语“第一位置”和“第二位置”为两个不同的位置，而且，第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”包括第一特征在第二特征正上方和斜上方，或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”包括第一特征在第二特征正下方和斜下方，或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0039] 在本发明的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“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，可以具体情况理解上述术语在本

发明中的具体含义。

[0040] 下面详细描述本发明的实施例,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,仅用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0041] 如图1所示,本实施例提供一种智能负荷拖车,该智能负荷拖车包括驱动桥1、变速箱2、动力电机9、逆变器3、高压配电箱6、动力电池4和智能控制单元11。其中,变速箱2与驱动桥1通过传动轴10传动连接;动力电机9与变速箱2传动连接;逆变器3与动力电机9连接;高压配电箱6与逆变器3连接;动力电池4与高压配电箱6连接。其中,驱动桥1由减速器、差速器、半轴和轮边总成构成。动力电机9优选为永磁同步电机,其输出端直接和变速箱2的输入轴连接,在其他的实施例中,亦可将传动轴10取消,动力电机9的输出端直接和驱动桥1的减速器传动连接。动力电池4用于存储电能,动力电池4和高压配电箱6之间通过高压线束5相连,高压配电箱6用于控制不同的高压回路的通断,高压配电箱6与逆变器3之间通过高压线束5相连,动力电机9和逆变器3通过三相线高压线束相连,并且两者通过信号线通讯相连,逆变器3驱动动力电机9进行发电或发动,从而动力电机9可对驱动桥1输出驱动扭矩或制动扭矩,以使智能挂车负荷发生变化。其中,当动力电机9处于驱动模式下,动力电池4为逆变器3提供电能,当动力电池4处于制动模式下,动力电池4可存储逆变器3整流的电能。

[0042] 智能控制单元11与逆变器3通过通讯线束15连接,且智能控制单元11通过通讯线束15与上位机及测试车辆相连接,智能控制单元11能获取测试车辆于测试路段测试时的当前参数,当前参数包括实时坡度、实时空气阻力系数,实时载重和实时滚动阻力系数,智能控制单元11能够计算测试车辆在当前参数下滑行所需克服的阻力 F_f ,智能控制单元11能够接收上位机发出的试验指令,试验指令包括测试参数,测试参数包括目标坡度、目标载重和目标滚动阻力系数中的一个或多个。智能控制单元11能够计算测试车辆于测试路段在测试参数下滑行需要克服的阻力 F ,智能控制单元11能够控制逆变器3以使动力电机9输出扭矩 F_{EDS} , $F = F_f + F_{EDS}$ 。

[0043] 具体地,智能控制单元11可通过通讯线束15从测试车辆获取包括但不限于整车车速、发动机转速、变速箱2当前挡位、离合器状态、后桥速比、轮胎半径等数据,以计算测试车辆当前参数下滑行所需克服的阻力。智能控制单元11可根据当前参数和目标参数的差异,通过逆变器3控制动力电机9输出补偿扭矩,以使测试车辆可在当前工况下模拟测试参数下的目标工况。且无需单独设置测试场地和负载,适用范围广泛。

[0044] 其中,可预先在上位机中存储控制指令,当测试参数包括目标坡度,表明需要模拟坡度加载测试,当测试参数包括目标载重,需要模拟载重加载测试,当测试参数包括目标滚动阻力系数,需要进行滚动阻力加载测试。当然,当测试参数包括目标坡度、目标载重和目标滚动阻力系数中的多个时,需要同时对多个测试项目进行模拟测试。

[0045] 可选地,智能负荷拖车还包括与逆变器3连接的直流转换器7以及与直流转换器7连接的蓄电池8。直流转换器7与高压配电箱6通过高压线束5相连,其与直流转换器7通过低压线束相连,直流转换器7实现动力电池4的高压电到蓄电池8低压电的转化,蓄电池8实现低压电能储存;并为各类控制器及低压用电设备提供电能,蓄电池8优选24V铅酸电池组,还可为12V铅酸电池组或其他电压等级的电能储存器件。

[0046] 可选地,智能负荷拖车还包括与动力电池4连接的充电接口17。可通过充电接口17

对动力电池4进行充电。

[0047] 可选地,智能负荷拖车还包括热管理系统13,热管理系统13通过冷却水管12分别与动力电池4、逆变器3和动力电机9冷却连接。智能控制单元11接收动力电池4、逆变器3等部件的温度信息,通过通讯线束15向热管理系统13发送控制指令,热管理系统13实现各功率总成的温度管理,使各个部件工作于最佳工作温度,热管理系统13优选采用为空调液冷方案,也可为强制液冷方案。

[0048] 可选地,智能负荷拖车还包括与高压配电箱6连接的电负载16。电负载16可实现电能的消耗,当动力电机9长时间处于制动模式时,动力电池4由于容量限制已充满时,为继续保持动力电机9的制动扭矩,此时电负载16消耗电能,同时该电负载16具备一定的散热装置,以使性能保持恒定;优选使用电热器及相关散热装置对电负载16进行散热,可保证电负载16本身温度恒定。

[0049] 可选地,智能负荷拖车还包括与动力电池4连接的电池管理系统14。电池管理系统14用于检测动力电池4的状态,包括电池状态监控、电池核电荷数估算、状态上报及预警等。

[0050] 智能控制单元11还与逆变器3、电池管理系统14、冷却系统、电流转换器等通过所述通讯线束15相连,同时通讯线束15与测试车辆相连,实现各零部件状态及控制信号的交互,智能控制单元11为智能负荷拖车智能控制策略实现的物理基础。

[0051] 本实施例中,通信线束可实现智能控制单元11与逆变器3、电池管理系统14进行通信,实现各类状态信号、控制信号的传输,包括但不限于总线类通讯线束,优先CAN总线。智能控制单元11,其结构上包括MCU、陀螺仪、通讯CAN、IO信号接口、高速CAN接口、电源及晶振。其中,电源及晶振为智能控制单元11的内部供电及时钟电路,为智能控制单元11内部电路提供特定电压电能、为MCU提供准确时钟信号;陀螺仪用以进行车辆姿态的判断,包括但不限于车辆俯仰角、航向角、翻滚角;通讯CAN接口接收来自通讯CAN总线的节点报文信息,同时输出相关控制指令到CAN总线;IO信号接口,接收来自整车的信号,包括但不限于钥匙门ON挡信号、急停信号;高速CAN接口与上位机进行交互,交互内容包括但不限于测试控制指令、动力电机9扭矩及转速信息、动力电池4电压及电流信息、高压配电箱6状态信息、热管理负荷信息等,优选地,高速CAN接口优选使用CCP协议进行信息交互;MCU是智能控制单元11的策略运算单元,接收来自陀螺仪、通讯CAN接口、IO信号接口、高速CAN接口等模块信号,进行控制运算,输出控制指令到通讯CAN接口。

[0052] 本实施例还提供一种上述智能负荷拖车的控制方法,该智能负荷拖车的控制方法包括:

[0053] S100:测试车辆于选定的测试路段以当前参数进行滑行测试。

[0054] 测试路段为测试车辆在进行性能检测时的场地。由于本实施例中智能负荷拖车通过动力电机9可输出制动以及驱动扭矩,因此测试路段具有较宽泛的选择范围,测试路段对于载重加载测试、阻力加载测试以及坡度加载测试的影响较小。当前参数可预设于测试车辆的ECU中。并且,S100中,动力电机9不输出扭矩。

[0055] S201:于测试路段的各里程点实时计算测试车辆的驱动力 F_t , $F_t = \frac{T i_g i_r}{R_r}$,其中,T为

测试车辆的发动机实时输出扭矩, i_g 为测试车辆的变速箱2行驶挡位的速比, i_r 为测试车辆的驱动桥1主减速器速比, R_r 为测试车辆的驱动轮轮胎半径。其中,智能控制单元11可通过

CAN总线与测试车辆的ECU通讯连接,以获取测试车辆的发动机实时输出扭矩、变速箱2行驶挡位的速比、驱动桥1主减速器速比及驱动轮轮胎半径,智能控制单元11根据获取的测试车辆的发动机实时输出扭矩、变速箱2行驶挡位的速比、驱动桥1主减速器速比及驱动轮轮胎半径计算测试车辆在滑行测试时的驱动力 F_t 。

[0056] S202:于测试路段的各里程点实时计算测试车辆的空气阻力 F_w , $F_w = \frac{C_D A}{21.15} V_a^2$,其

中, C_D 为空气阻力系数, A 为测试车辆的迎风面积, V_a 为测试车辆的车速与当前风速的相对速度。其中,空气阻力系数以及测试车辆的迎风面积可预存于上位机或者测试车辆的ECU,智能控制单元11可通过CAN总线与上位机或测试车辆的ECU通讯连接,以获取上述数据,智能控制单元11根据获取的空气阻力系数以及测试车辆的迎风面积计算滑行测试时测试车辆的空气阻力 F_w 。

[0057] S203:于测试路段的各里程点实时计算测试车辆的加速阻力 F_j , $F_j = \delta m a$,其中, a 为测试车辆的加速度, δ 为加速阻力系数, m 为测试车辆的质量。其中,加速阻力系数可预存于上位机或测试车辆的ECU,智能控制单元11可通过CAN总线与上位机或测试车辆的ECU通讯连接,以获取上述数据,智能控制单元11根据获取的车辆的质量、加速阻力系数以及加速度计算滑行测试时测试车辆的空气阻力 F_w 。

[0058] S204:于测试路段的各里程点实时计算测试车辆的坡道阻力 F_i , $F_i = m g i$,其中, g 为重力加速度, i 为实时道路坡度。实时道路坡度可通过陀螺仪检测,智能控制单元11可通过与陀螺仪通讯连接,以获取车辆滑行测试时的实时道路坡度,并据此计算车辆的坡道阻力 F_i 。

[0059] 可以理解的是,在步骤S201至步骤S202中,智能控制单元11需要计算并记录在测试路段中各里程点时测试车辆的驱动力 F_t ,加速阻力 F_j ,坡道阻力 F_i 。具体地,智能控制单元11可对车速进行实时积分,以获得当前实时的测试里程值,继而获得与测试路段各里程点对应的测试车辆的驱动力 F_t ,加速阻力 F_j ,坡道阻力 F_i 的对应关系图表。

[0060] 需要注意的是,测试时,可选择当日风速稳定的时段,从而空气阻力 F_w 可认为在整个测试过程中保持不变。

[0061] S205:于测试路段的各里程点实时计算测试车辆的滚动阻力 F_f , $F_f = F_t - F_w - F_i - F_j$ 。

[0062] S206:根据公式 $F_f = m g (k v + b)$,其中, v 为当前车速; k 为滚动阻力系数, b 为常数,修正并记录在整个测试路段各里程点的 k 和 b 。其中,智能控制单元11需要计算并记录在测试路段中各里程点下测试车辆的滚动阻力系数。

[0063] S300:获取试验指令,若测试参数包括目标坡度,且当前里程点下目标坡度为 i_{set} ,当前里程点下实时坡度为 i ,则 $F_{EDS} = m g (i_{set} - i)$,测试车辆于选定的测试路段以当前参数进行滑行测试,且智能控制单元11控制逆变器3以使动力电机9输出扭矩 F_{EDS} 。

[0064] 可以理解的是,目标坡度 i_{set} 为恒定值,但是实时坡度为 i 可以为变化值也可为恒定值,这取决于测试路段的具体路况,比如测试路段可包括直道、弯道、坡道等,此时实时坡度 i 为变化值,从而智能控制单元11控制逆变器3以使动力电机9输出扭矩 F_{EDS} 也为变化值,可将当前测试路段各里程点处的实时坡度均模拟成目标坡度,从而实现模拟坡度加载测试。

[0065] 可选地,S300中,若测试参数包括目标滚动阻力系数,且当前里程点下目标滚动阻

力系数值为 k_{set} 、当前里程点下实时滚动阻力系数值 k ,则 $F_{EDS}=mgv(k_{set}-k)$ 。如此可将当前测试路段各里程点处的实时滚动阻力系数均模拟成目标滚动阻力系数,从而实现模拟滚动阻力加载测试。

[0066] S300中,若测试参数包括目标载重,且当前里程点下目标载重值为 m_{set} ,当前里程点下实时载重为 m ,则 $F_{EDS}=(m_{set}-m)(\delta a+gv+i)$ 。如此可将当前测试路段各里程点处的实时载重均模拟成目标载重,从而实现模拟载重加载测试。需要注意的是,实时载重在整个测试环节中均是恒定的。

[0067] 可选地,智能负荷拖车的控制方法还包括位于S100之前的:

[0068] S10:确认动力电池4和动力电机9能够正常工作。具体地,智能控制单元11接收到整车上电信号,向电池管理系统14、逆变器3、高压配电箱6、热管理系统13等发送上电指令,部件上电并完成自检操作。其中,自检操作包括:电池管理系统14上电后,智能控制单元11采集包括但不限于动力电池4的各单体电压、温度采样点温度、母线电流传感器电流等信号,同时进行荷电状态估算、电池故障信息判断,通过通讯CAN进行状态信息的上报;逆变器3上电后采集包括但不限于动力电机9的温度、动力电机9的转速、逆变器3的温度、逆变器3的电压、逆变器3的电流、动力电机9的实时扭矩等信息,同时进行动力电机9、逆变器3故障状态判断,通过通讯CAN进行状态上报;高压配电箱6上电后,进行包括但不限于继电器、熔断器、高压连接、绝缘状态检测,通过通讯CAN进行状态信息的上报。

[0069] 本发明提供的智能负荷拖车的有益效果如下:

[0070] 1. 智能负荷拖车通过上位机对智能控制单元11进行目标工况进行配置,具有较高的灵活度及测试适应性。

[0071] 2. 智能负荷拖车的动力电机9可工作在驱动及制动模式下,动力电池4为整套系统提供动力电能,其可通过充电接口17进行电能补充,同时可通过电负载16进行电能消耗,满足长时间循环测试需要。

[0072] 3. 智能负荷拖车通过动力电机9输出驱动扭矩或制动扭矩进行补偿,可模拟智能负荷拖车不同的负载情况,实验过程中无需进行拖车实物负载的调整;

[0073] 4. 智能负荷拖车通过动力电机9输出驱动扭矩或制动扭矩进行补偿,可模拟不同道路状况下的阻力情况,可进行滚动阻力加载测试。

[0074] 5. 智能负荷拖车通过动力电机9输出驱动扭矩或制动扭矩进行补偿,可模拟不同道路状况下的道路坡度情况,可进行坡度加载测试。

[0075] 5. 智能控制单元11可根据车辆实际姿态识别当前车辆行驶的路型,通过驱动扭矩、制动扭矩的补偿因道路坡度、附着力变化引起的行驶阻力变化,可在任意道路上自动模拟出设定的目标道路等效阻力状态。

[0076] 显然,本发明的上述实施例仅仅是为了清楚说明本发明所作的举例,而并非是对本发明的实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明权利要求的保护范围之内。

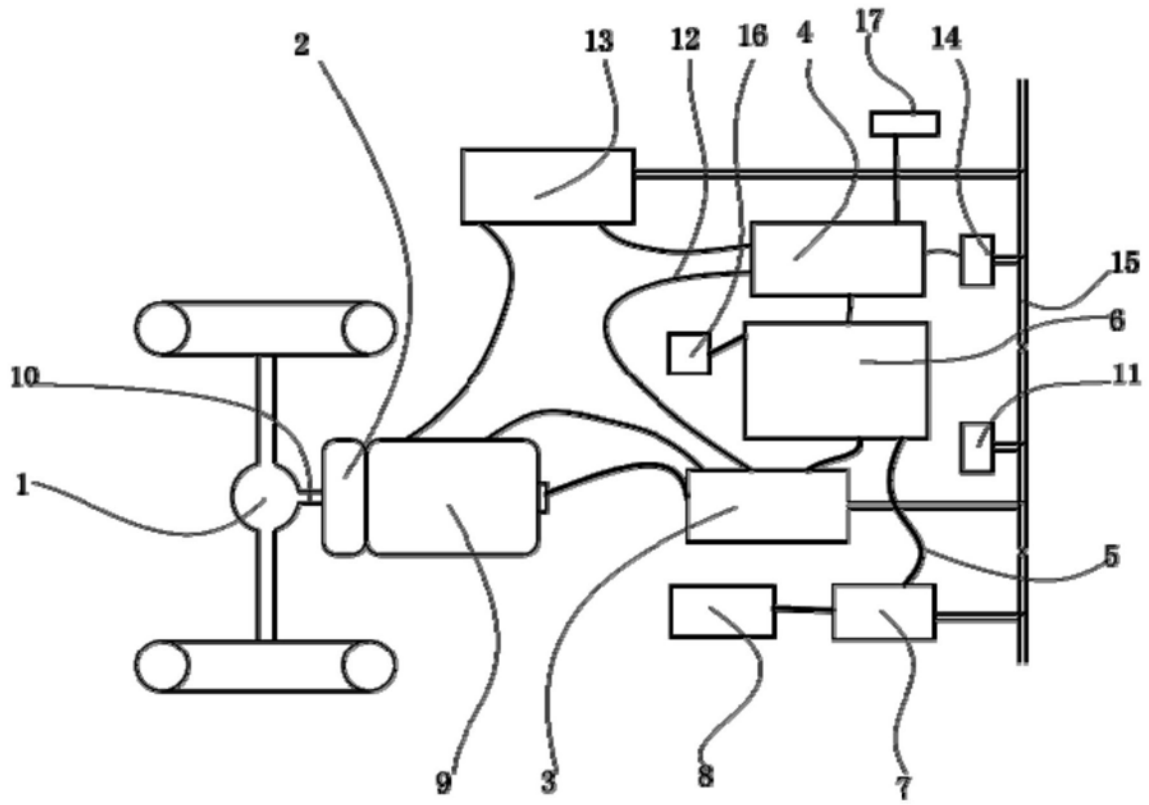


图1