



## (12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 207730456 U

(45)授权公告日 2018.08.14

(21)申请号 201820008034.9

(22)申请日 2018.01.03

(73)专利权人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72)发明人 朱绍鹏 王燕然 谢博臻 郎向荣  
朱庆 路国卫 王江峰

(74)专利代理机构 杭州求是专利事务有限公司 33200

代理人 傅朝栋 张法高

(51)Int.Cl.

G01M 17/007(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

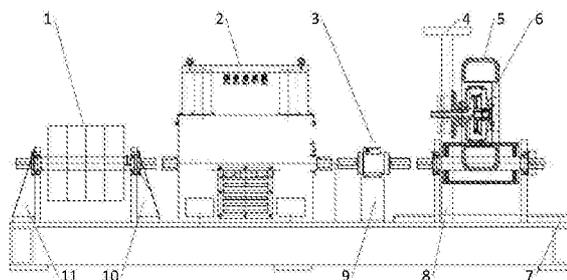
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

### (54)实用新型名称

轮毂电机驱/制动性能测试及能量回收多功能试验台架

### (57)摘要

本实用新型公开了一种轮毂电机驱/制动性能测试及能量回收多功能试验台架,属于试验测试设备领域。本实用新型兼具汽车底盘转鼓测功机、轮毂电机驱/制动特性测试及能量回收等多种功能,可以利用载荷模拟系统1/4车辆模型模拟整车的行驶性能,对轮毂电机的驱/制动特性进行测试,并在制动测试时同时开展能量回收试验,具有占用空间小、成本低、测试功能强大的特点。



1. 一种轮毂电机驱/制动性能测试及能量回收多功能试验台架,其特征在于:包括组装式飞轮组(1)、测功机(2)、转矩转速传感器(3)、车轮(5)、轮毂电机(6)、导向轴(12)、升降机构(13)、固定板(14)、滑动板(15)、第一转鼓(16)、第二转鼓(17)、变频器(19)、直流电源柜(20)、轮毂电机控制器(21)、制动盘(22)、制动卡钳(23)、液压回路(24)、制动踏板(25)、双向DC/DC变换器(26)、超级电容(27);被测试的车轮(5)上搭载有轮毂电机(6)和轮毂电机控制器(21),车轮(5)放置于第一转鼓(16)和第二转鼓(17)上,且两个转鼓与车轮(5)配合传动;第一转鼓(16)与组装式飞轮组(1)和测功机(2)同轴安装且同步转动,第二转鼓(17)上安装有制动盘(22)与制动卡钳(23),制动卡钳(23)通过液压回路(24)与制动踏板(25)相连,利用制动盘(22)与制动卡钳(23)给车轮(5)提供制动力;车轮(5)的转轴上安装有固定板(14),滑动板(15)安装于导向轴(12)上,升降机构(13)安装于滑动板(15)上并控制滑动板(15)在导向轴(12)上上下下移动,且滑动板(15)在向下移动过程中能够支顶于固定板(14)上,用于调节车轮(5)转轴的载荷;轮毂电机(6)通过变频器(19)连接至直流电源柜(20);轮毂电机(6)还通过双向DC/DC变换器(26)连接超级电容(27)。

2. 如权利要求1所述的轮毂电机驱/制动性能测试及能量回收多功能试验台架,其特征在于:还设有控制柜(18),所述的测功机(2)、轮毂电机控制器(21)、双向DC/DC变换器(26)分别与控制柜(18)相连,由控制柜(18)自动控制。

3. 如权利要求1所述的轮毂电机驱/制动性能测试及能量回收多功能试验台架,其特征在于:所述的试验台架整体安装于台架底座(7)上。

4. 如权利要求3所述的轮毂电机驱/制动性能测试及能量回收多功能试验台架,其特征在于:车轮(5)通过车轮支撑架(4)安装于台架底座(7)上,两个转鼓通过转鼓支撑架(8)安装于台架底座(7)上,组装式飞轮组(1)的转轴通过第一飞轮组支撑架(10)和第二飞轮组支撑架(11)架设于台架底座(7)上,转矩转速传感器通过传感器支撑架(9)安装于台架底座(7)上。

5. 如权利要求1所述的轮毂电机驱/制动性能测试及能量回收多功能试验台架,其特征在于:组装式飞轮组(1)上飞轮通过可拆卸式组装方式安装,飞轮数量可调。

6. 如权利要求1所述的轮毂电机驱/制动性能测试及能量回收多功能试验台架,其特征在于:组装式飞轮组(1)上的每片飞轮直径相同,厚度不同。

7. 如权利要求1所述的轮毂电机驱/制动性能测试及能量回收多功能试验台架,其特征在于:所述的制动盘(22)与车轮(5)同轴刚性连接,制动卡钳(23)卡合于制动盘(22)上。

## 轮毂电机驱/制动性能测试及能量回收多功能试验台架

### 技术领域

[0001] 本实用新型属于测试设备领域,具体涉及一种轮毂电机驱/制动性能测试及能量回收多功能试验台架。

### 背景技术

[0002] 下一代汽车的驱动形式必然是采用轮毂/轮边电机的分布式驱动,可以提高传动效率,精简底盘结构,提高车辆动力性、经济性及稳定性。然而,对于应用于电动汽车的轮毂电机在提高功率密度、再生制动能量回收、复杂行驶工况下的高可靠性等方面目前仍存在不少技术瓶颈,至今未出现采用轮毂电机驱动的量产化分布式驱动电动汽车。为了解决这些技术瓶颈需要在实车实际行驶工况下对轮毂电机驱/制动特性等进行研究分析,而实车试验成本较高、周期较长,多次利用性和重复性差。因此,需要设计一个多功能通用试验台架,可以模拟电动汽车多种行驶工况,并对多种复杂工况下轮毂电机的驱/制动特性,能量回收特性等进行测试分析。这样能以较低的成本完成应用于分布式驱动电动汽车的轮毂电机研发过程中的多种试验,具有很高的应用价值。

### 发明内容

[0003] 本实用新型的目的在于解决现有技术中没有多功能通用试验台架的问题,并提供一个多功能通用试验台架,可以模拟电动汽车多种行驶工况,并对多种复杂工况下轮毂电机的驱/制动特性,能量回收特性等进行测试分析。

[0004] 本实用新型所采用的具体技术方案如下:

[0005] 轮毂电机驱/制动性能测试及能量回收多功能试验台架,其包括组装式飞轮组、测功机、转矩转速传感器、车轮、轮毂电机、导向轴、升降机构、固定板、滑动板、第一转鼓、第二转鼓、变频器、直流电源柜、轮毂电机控制器、制动盘、制动卡钳、液压回路、制动踏板、双向DC/DC变换器、超级电容;被测试的车轮上搭载有轮毂电机和轮毂电机控制器,车轮放置于第一转鼓和第二转鼓上,且两个转鼓与车轮配合传动;第一转鼓与组装式飞轮组和测功机同轴安装且同步转动,第二转鼓上安装有制动盘与制动卡钳,制动卡钳通过液压回路与制动踏板相连,利用制动盘与制动卡钳给车轮提供制动力;车轮的转轴上安装有固定板,滑动板安装于导向轴上,升降机构安装于滑动板上并控制滑动板在导向轴上上下移动,且滑动板在向下移动过程中能够支顶于固定板上,用于调节车轮转轴的载荷;轮毂电机通过变频器连接至直流电源柜;轮毂电机还通过双向DC/DC变换器连接超级电容。

[0006] 作为优选,设有控制柜,所述的测功机、轮毂电机控制器、双向DC/DC变换器分别与控制柜相连,由控制柜自动控制。

[0007] 作为优选,所述的试验台架整体安装于台架底座上。

[0008] 作为优选,车轮通过车轮支撑架安装于台架底座上,两个转鼓通过转鼓支撑架安装于台架底座上,组装式飞轮组的转轴通过第一飞轮组支撑架和第二飞轮组支撑架架设于台架底座上,转矩转速传感器通过传感器支撑架安装于台架底座上。

- [0009] 作为优选, 组装式飞轮组上飞轮通过可拆卸式组装方式安装, 飞轮数量可调。
- [0010] 作为优选, 组装式飞轮组上的每片飞轮直径相同, 厚度不同。
- [0011] 作为优选, 所述的制动盘与车轮同轴刚性连接, 制动卡钳卡合于制动盘上。
- [0012] 本实用新型相对于现有技术而言, 具有以下有益效果:
- [0013] 1、本实用新型的台架具有汽车底盘转鼓测功机的功能, 能够通过控制测功机及调整飞轮组为轮毂电机增加负载, 通过控制升降机构为车轮增加载荷, 即通过模拟车辆1/4模型行驶受力情况, 模拟不同的车辆、路面状况、行驶工况, 测试电动汽车行驶条件下轮毂电机驱/制动特性, 验证分布式驱动电动汽车的驱动控制策略、制动能量回收策略等。
- [0014] 2、本实用新型也具有轮毂电机试验台架的功能, 可以直接测试轮毂电机的驱动、制动特性, 进行轮毂电机制动能量回收试验。
- [0015] 3、本实用新型兼具汽车底盘转鼓测功机及轮毂电机驱制动特性测试多种功能, 具有占用空间小、安装要求低、成本低、测试功能强大的特点。

### 附图说明

- [0016] 图1是轮毂电机驱/制动性能测试及能量回收多功能试验台架侧视图。
- [0017] 图2是轮毂电机驱/制动性能测试及能量回收多功能试验台架正视图。
- [0018] 图3是轮毂电机驱/制动性能测试及能量回收多功能试验台架电源及控制柜正视图。
- [0019] 图4是轮毂电机驱/制动性能测试及能量回收多功能试验台架原理图。
- [0020] 图中: 组装式飞轮组1、测功机2、转矩转速传感器3、车轮支撑架4、车轮5、轮毂电机6、台架底座7、转鼓支撑架8、传感器支撑架9、第一飞轮组支撑架10、第二飞轮组支撑架11、导向轴12、升降机构13、固定板14、滑动板15、第一转鼓16、第二转鼓17、控制柜18、变频器19、直流电源柜20、轮毂电机控制器21、制动盘22、制动卡钳23、液压回路24、制动踏板25、双向DC/DC变换器26、超级电容27。

### 具体实施方式

- [0021] 下面结合附图和具体实施方式对本实用新型做进一步阐述和说明。本实用新型中各个实施方式的技术特征在没有相互冲突的前提下, 均可进行相应组合。
- [0022] 如图1~4所示, 轮毂电机驱/制动性能测试及能量回收多功能试验台架包括被测系统、阻力模拟系统、载荷模拟系统、制动模拟系统、能量回收系统、测控系统、台架支撑系统七个子系统。
- [0023] 被测系统包括车轮5以及搭载于车轮5上的轮毂电机6和轮毂电机控制器21; 阻力模拟系统包括第一转鼓16、第二转鼓17、测功机2、组装式飞轮组1; 载荷模拟系统包括升降机构13、导向轴12、固定板14、滑动板15; 制动模拟系统包括制动盘22、制动卡钳23、液压回路24、制动踏板25; 能量回收系统包括双向DC/DC变换器26、超级电容27; 测控系统包括直流电源柜20、ABB变频器19、控制柜18、转矩转速传感器3; 台架支撑系统包括台架底座7、车轮支撑架4、转鼓支撑架8、传感器支撑架9、第一飞轮组支撑架10、第二飞轮组支撑架11。
- [0024] 被测系统、阻力模拟系统、载荷模拟系统、制动模拟系统均设置于台架支撑系统; 台架底座7安装在被测系统、阻力模拟系统、载荷模拟系统、制动模拟系统、能量回收系统下

方,为一块预设有安装孔的金属底板,用于安装各支撑架。台架底座上安装了多个支撑架,支撑架上安装了被测系统的车轮、轮毂电机、阻力模拟系统的转鼓、载荷模拟系统的所有零件。车轮5通过车轮支撑架4安装于台架底座7上,两个转鼓通过转鼓支撑架8安装于台架底座7上,组装式飞轮组1的转轴通过第一飞轮组支撑架10和第二飞轮组支撑架11架设于台架底座7上,转矩转速传感器通过传感器支撑架9安装于台架底座7上。

[0025] 阻力模拟系统、载荷模拟系统、制动模拟系统与被测系统机械连接,能量回收系统与被测系统电气连接,被测系统、阻力模拟系统、载荷模拟系统、制动模拟系统、能量回收系统均与测控系统电气连接并受测控系统控制。本实施例中,其具体连接方式见图1:被测试的车轮5上搭载有轮毂电机6和轮毂电机控制器21,轮毂电机控制器21能够控制轮毂电机6的转速等工作状态。车轮5放置于第一转鼓16和第二转鼓17上,且两个转鼓与车轮5配合传动。第一转鼓16与组装式飞轮组1和测功机2同轴安装且同步转动,第二转鼓17上同轴固定安装有制动盘22,制动盘22上卡合有一个制动卡钳23,制动卡钳23通过液压回路24与制动踏板25相连。制动踏板25被踩下时,通过液压回路24传导至制动卡钳23上,进而控制制动卡钳23对制动盘22和车轮5提供制动力。载荷模拟系统能够根据试验要求对车轮5施加不同的载荷,其具体结构如图2所示:车轮5的转轴通过轴承安装与一条水平横杆上,该水平横杆两端与车轮支撑架4的竖杆滑动连接,使其能够上下自由滑动。该水平横杆上固定有一块固定板14。固定板14与滑动板15配合对水平横杆施加压力,进而调节加载于车轮5上的载荷。滑动板15安装于导向轴12上,升降机构13安装于滑动板15上,升降机构13的位移输出端连接滑动板15,控制滑动板15在导向轴12上上下移动。导向轴12设置于固定板14的正上方,滑动板15在向下移动过程中能够支顶于固定板14上。通过升降机构13调节两块板之间的压力,可以调节车轮5转轴的载荷。

[0026] 另外,如图4所示,测控系统中:轮毂电机6通过变频器19连接至直流电源柜20,利用直流电源柜20对其进行供电。变频器19采用ABB变频器。轮毂电机6还通过轮毂电机控制器21和双向DC/DC变换器26连接超级电容27。被测系统的轮毂电机与能量回收系统的超级电容连接后,轮毂电机进行电制动时可以将电量回收至超级电容中,起动、加速、上坡等大负荷情况下,可以先由超级电容27单独供电,当轮毂电机6转速达到设定值时交由直流电源柜20供电。为了实现不同测试功能的转变,本实施例以控制柜作为中央控制,控制柜中可安装控制电路,由一个档位转换开关控制三个接触器,在任何条件下有且仅有一个接触器处于工作状态,其余两个处于断开状态。当第一个接触器工作时,直流电源柜20通过ABB变频器19给轮毂电机控制器21供电,轮毂电机控制器21分配电流给轮毂电机6供电,系统处于驱动状态;当第二个接触器工作时,系统处于能量回收状态(轮毂电机6为发电机,超级电容27为储能装置)或驱动状态(超级电容27为电源,轮毂电机6为负载),此时通过控制双向DC/DC变换器的工作模式,即可选择工作模式为能量回收或是驱动状态;当第三个接触器工作时,系统处于超级电容27耗能状态,此时超级电容27接地放电,其作用是将超级电容27的电量减少至需要的量,便于接下来继续展开试验。

[0027] 本实施例中,测控系统的直流电源柜20的最高输出电压为800V,最大输出电流为250A,峰值电流可达到320A,最高可测试200kW的轮毂电机,电源柜瞬态响应速度不超过20ms;转速转矩传感器的转矩量程为2000Nm,转速量程为3000rpm。

[0028] 该台架的载荷模拟系统为“四分之一”车辆模型,阻力模拟系统的组装式飞轮组总

动能为整车总动能的1/4,飞轮组转速与转鼓转速相同,轮毂电机转速与车轮转速相同;转鼓设计直径为217mm,车轮直径为600mm,因此飞轮组与轮毂电机转速比为2.75:1;为模拟不同质量的车辆模型,组装式飞轮组每片飞轮直径相同,厚度分别为98.68mm、98.68mm、78.94mm、59.21mm、39.47mm、19.74mm,可以根据测试方案选择不同的飞轮片进行组装。理论上可模拟质量范围100kg~2000kg,且质量为100kg整数倍的车辆,形成一个可以模拟多种车型的通用台架。

[0029] 基于该试验台架的轮毂电机驱/制动性能测试及能量回收试验方法,包含三种不同的试验模式,具体为:

[0030] a) 利用该试验台架进行轮毂电机6驱动、制动特性试验模式时,控制柜18的档位转换开关调整到第一接触器工作,直流电源柜20通过ABB变频器19给轮毂电机控制器21供电,轮毂电机控制器21分配电流给轮毂电机6供电,控制柜18控制轮毂电机控制器21,调整轮毂电机6的转矩、转速的特性,轮毂电机6的输出功率通过第一转鼓16传输到组装式飞轮组1上,转矩转速传感器3测量轮毂电机6的输出转速与转矩,使用轮毂电机控制器21控制轮毂电机6进行驱动、制动,获得轮毂电机6的驱动、制动特性数据;

[0031] b) 利用该试验台架进行轮毂电机6制动能量回收试验模式时,控制柜18的档位转换开关先调整到第一接触器工作,直流电源柜20向轮毂电机6供电让轮毂电机6达到目标初始转速,当进行制动时,控制柜18的档位转换开关调整到第二接触器工作,轮毂电机控制器21控制轮毂电机6切换到电制动模式,并调节双向DC/DC变换器26工作状态,使轮毂电机6电制动回馈的能量通过双向DC/DC变换器26储存到超级电容27中,通过观测超级电容的电流、电量变化,得到轮毂电机制动能量回收的相关数据;当电制动不足以达到预期制动力时,按压制动踏板25,使液压回路24向制动卡钳23传递压力,为制动盘22带来辅助机械制动力;

[0032] c) 利用该试验台架进行整车性能试验模式时,根据试验方案调整组装式飞轮组1上飞轮的数量,并调整升降机构13给车轮5加载目标载荷,以模拟待测车辆的车轮5的真实负载、载荷情况;直流电源柜20向测功机2供电,控制柜18控制测功机2启动,测功机2带动轮毂电机6转动,让车轮5按照指定的工况速度运转,将整个台架作为一台汽车底盘转鼓测功机2测试车辆的行驶性能。

[0033] 当测试完毕时,可以通过控制柜18将档位转换开关先调整到第三接触器工作,释放超级电容27中的电量。当然,在测试过程中,也可以调节双向DC/DC变换器26工作状态,利用超级电容27对轮毂电机6进行供电,进而获得测试数据。

[0034] 由此看来,本实用新型的上述设备兼具汽车底盘转鼓测功机、轮毂电机驱/制动特性测试及能量回收等多种功能,可以利用载荷模拟系统1/4车辆模型模拟整车的行驶性能,对轮毂电机的驱/制动特性进行测试,并在制动测试时同时开展能量回收试验,具有占用空间小、成本低、测试功能强大的特点。

[0035] 以上所述的实施例只是本实用新型的一种较佳的方案,然其并非用以限制本实用新型。有关技术领域的普通技术人员,在不脱离本实用新型的精神和范围的情况下,还可以做出各种变化和变型。因此凡采取等同替换或等效变换的方式所获得的技术方案,均落在本实用新型的保护范围内。

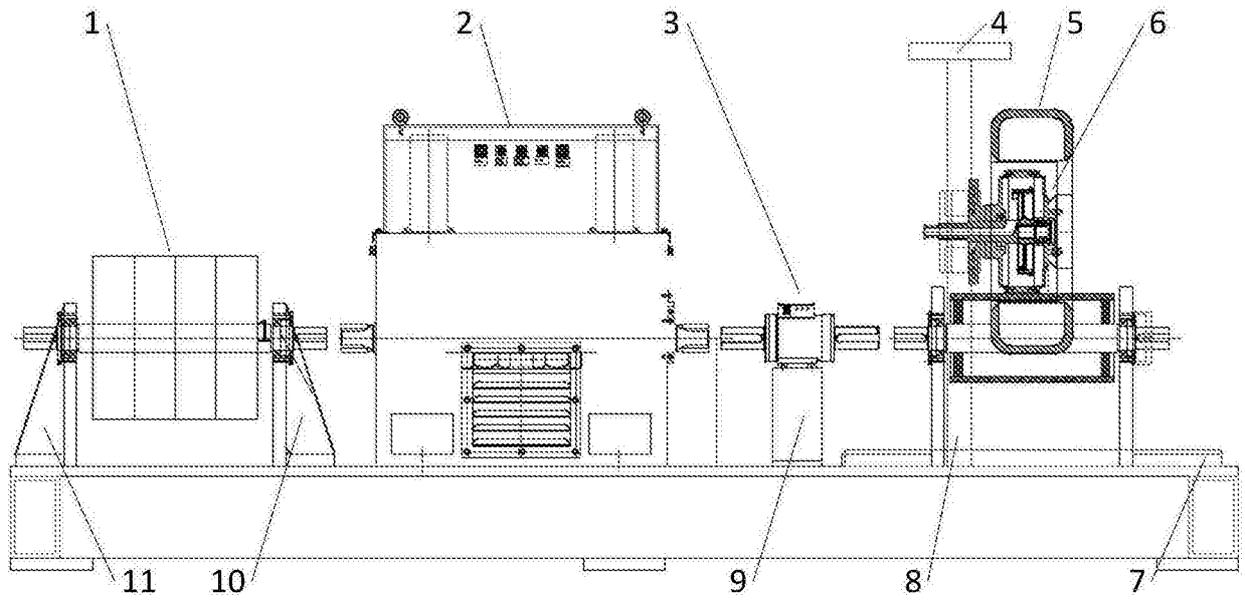


图1

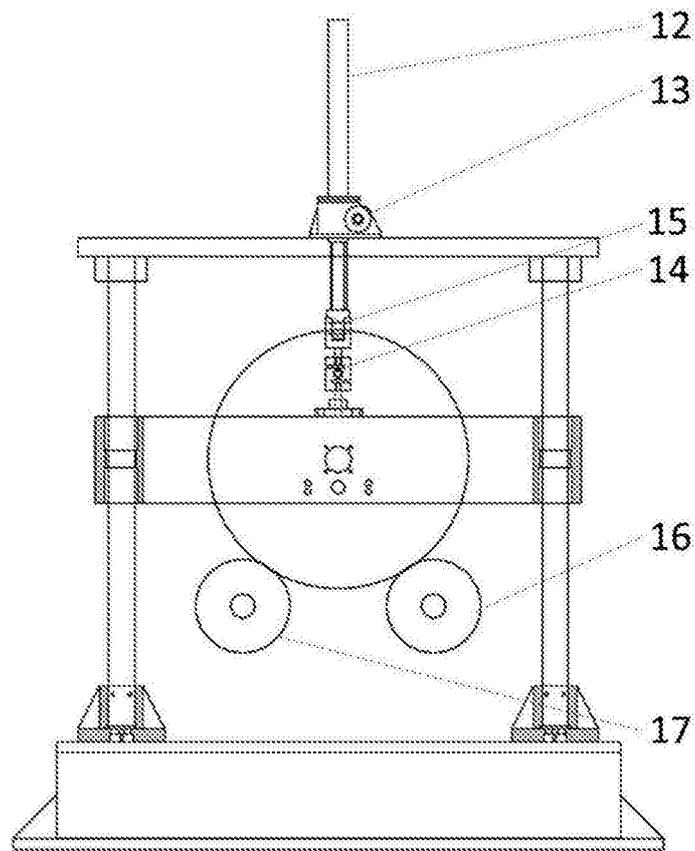


图2

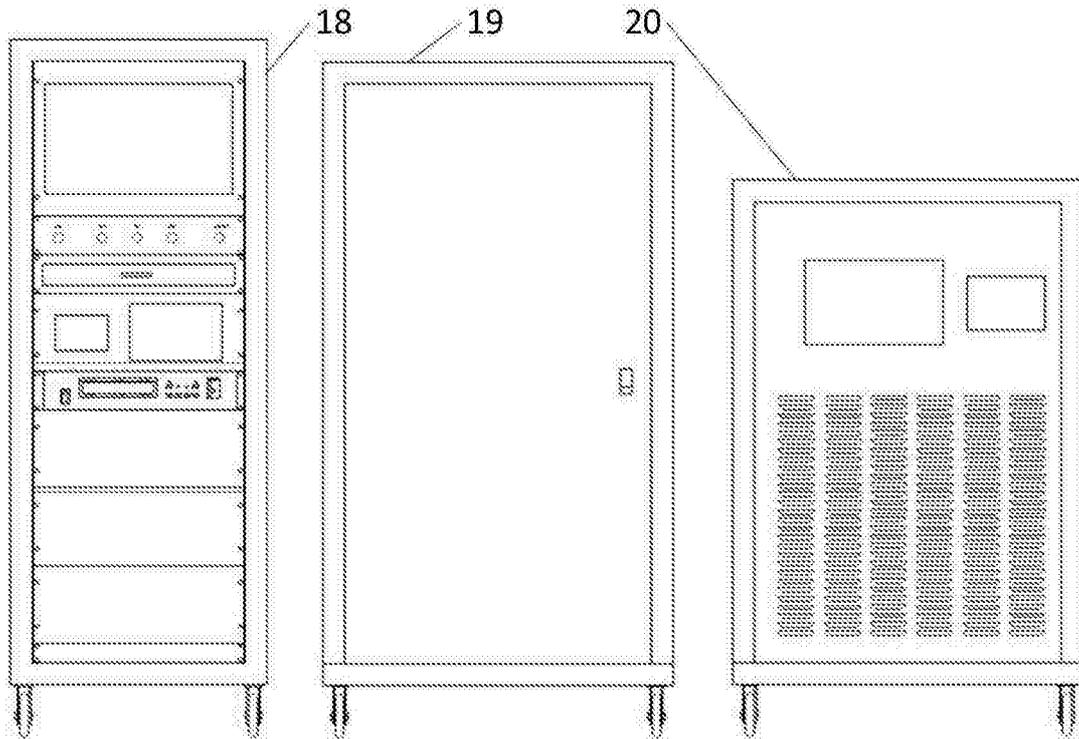


图3

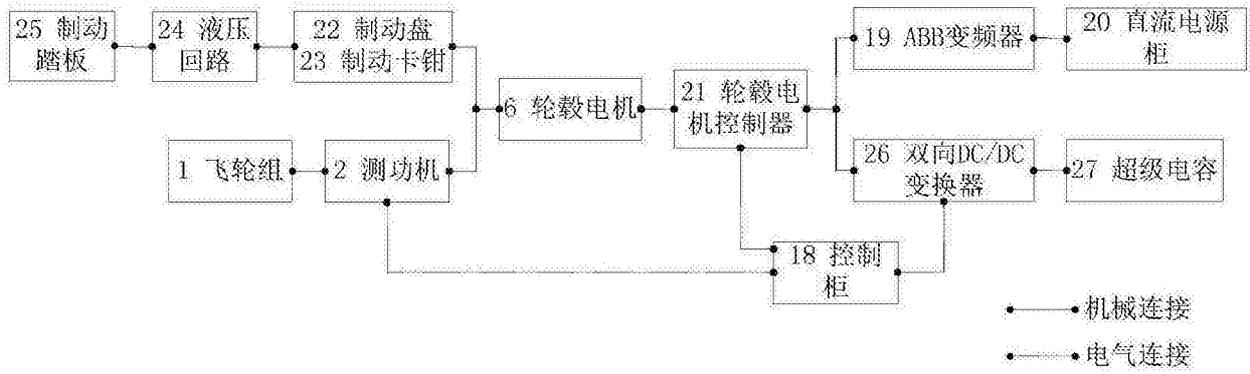


图4