



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107003195 B

(45) 授权公告日 2021.01.12

(21) 申请号 201580061959.9

(73) 专利权人 CS有限及两合公司

(22) 申请日 2015.11.04

地址 德国鲁德拉茨霍芬-安珀菲特朗

(65) 同一申请的已公布的文献号

(72) 发明人 S·施密德

申请公布号 CN 107003195 A

(74) 专利代理机构 北京市君合律师事务所

(43) 申请公布日 2017.08.01

11517

(30) 优先权数据

代理人 王昭林 毕长生

102014116714.7 2014.11.14 DE

(51) Int.CI.

G01L 5/28 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

G01M 13/00 (2019.01)

2017.05.15

审查员 魏轩

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2015/002224 2015.11.04

(87) PCT国际申请的公布数据

W02016/074777 DE 2016.05.19

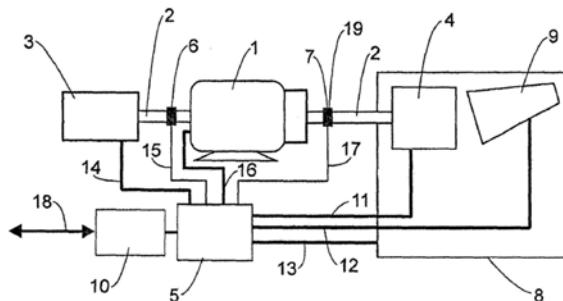
权利要求书2页 说明书8页 附图1页

(54) 发明名称

制动器测试台

(57) 摘要

一种制动器测试台包括至少一个驱动马达(1)，其通过至少一个扭矩传输设备(2)与负载发生器(3)和待测试的至少一个制动器(4)连接；其中，驱动马达提供将由待测试制动器转换的能量，并且，至少在制动器测试之前，负载发生器接受由驱动马达提供的能量。



1. 一种制动器测试台,包括:

至少一个驱动马达(1),

扭矩传输设备(2),其包括第一扭矩传输设备和第二扭矩传输设备,

负载发生器(3),和

待测试制动器(4);

其中,驱动马达(1)通过第一扭矩传输设备与负载发生器(3)连接,并且驱动马达(1)通过第二扭矩传输设备与待测试制动器(4)连接,

所述驱动马达(1)分别使由待测试制动器(4)转换的能量或者将由待测试制动器(4)提供的扭矩可用,并且,至少在对待测制动器(4)进行测试之前,所述负载发生器(3)分别接收由驱动马达(1)提供的能量或者由所述驱动马达提供的驱动扭矩,

其中,所述制动器测试台具有控制器(5),该控制器(5)具有用于驱动所述负载发生器(3)、所述驱动马达(1)和/或所述待测试制动器(4)的输出,

其中,所述控制器(5)被设定以执行制动器测试,以便至少在对待测试制动器(4)进行测试之前,开启负载发生器(3)并且通过驱动马达(1)的驱动扭矩和负载发生器(3)的负载扭矩之间的扭矩平衡来建立或提供所需的能量或所需的扭矩,并且在对所述待测试制动器(4)进行测试期间负载发生器(3)产生的负载扭矩降低或关闭。

2. 根据权利要求1所述的制动器测试台,其特征在于,所述控制器(5)包括针对至少一个扭矩传感器(6,7)的信号的至少一个输入,和/或者,所述制动器测试台具有与所述控制器(5)连接的旋转速度传感器(19),所述旋转速度传感器(19)安装在每一个所述待测试制动器(4)处或每一个所述第二扭矩传输设备处,所述第二扭矩传输设备在驱动马达(1)和待测试制动器(4)之间传输扭矩,并且/或者所述控制器(5)具有驾驶模拟存储器(10),基于来自所述驾驶模拟存储器(10)的驾驶数据,所述控制器(5)调节所述负载发生器(3)的负载扭矩或功耗以及所述驱动马达(1)的旋转速度,并且/或者所述驾驶模拟存储器(10)具有用于导入和导出数据的数据接口(18)。

3. 根据权利要求2所述的制动器测试台,其特征在于,所述驱动马达(1)由至少一个直流电动马达、至少一个交流电动马达、至少一个内燃机、至少一个液压马达或至少一个气动马达组成,并且/或者所述驱动马达(1)由多个部分驱动马达组成,其中,这些部分驱动马达的扭矩之和作用在所述待测试制动器(4)上。

4. 根据权利要求3所述的制动器测试台,其特征在于,所述负载发生器(3)包括至少一个涡流制动器或至少一个发电机,并且/或者所述负载发生器(3)由多个部分负载发生器组成,其中,这些部分负载发生器的负载扭矩之和作用在所述驱动马达(1)上。

5. 根据权利要求4所述的制动器测试台,其特征在于,所述制动器测试台还包括气候室(8),在测试期间所述待测试制动器(4)置入在气候室(8)中,并且/或者所述气候室(8)具有向所述待测试制动器(4)进行喷撒的喷嘴(9)。

6. 一种使用权利要求1-5中任一项所述的制动器测试台来测试制动器的方法,其中,由驱动马达(1)提供对待测试制动器(4)进行测试所需的能量或对待测试制动器(4)进行测试所需的扭矩,其中,至少在对待测试制动器(4)进行测试之前,开启负载发生器(3)并且通过驱动马达(1)的驱动扭矩和负载发生器(3)的负载扭矩之间的扭矩平衡来建立或提供所需的能量或所需的扭矩,其中,在对待测试制动器(4)进行测试期间降低或关闭由负载发生器

(3) 产生的所述负载扭矩。

7. 根据权利要求6所述的测试制动器的方法,其特征在于,根据一斜坡(20)对待测试致动器(4)进行与时间相关的测试,并且在根据斜坡(20)对待测试制动器(4)进行与时间相关的测试之前,由控制器(5)提高负载发生器(3)的负载扭矩,并且/或者在测试期间在待测试制动器(4)中对由驱动马达(1)提供的能量进行转换。

8. 根据权利要求7所述的测试制动器的方法,其特征在于,在对待测试制动器(4)进行测试期间,根据在待测试制动器(4)处的能量转换,由控制器(5)控制驱动马达(1)的旋转速度和负载发生器(3)的负载扭矩,并且/或者直到对待测试制动器(4)进行测试,由控制器(5)控制驱动马达(1)的旋转速度在驱动马达(1)、负载发生器(3)、待测试制动器(4)的全部有效扭矩保持平衡的情况下为恒定。

9. 根据权利要求8所述的测试制动器的方法,其特征在于,在对待测试制动器(4)进行测试时,由控制器(5)处理并由驾驶模拟存储器(10)记录关于制动性能的数据,该数据允许对待测试制动器(4)的评估,并且/或者在所述驾驶模拟存储器中存储至少一个线路特征信息,并且所述控制器根据该线路特征信息确定在测试阶段中、在开始测试以后作用在所述待测试制动器上的扭矩和旋转速度的时间进度,并且向所述驱动马达传输所述扭矩和旋转速度。

10. 使用根据权利要求1至5中任一项所述的制动器测试台来执行根据权利要求6至9所述的测试制动器的方法。

## 制动器测试台

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种改进的制动器测试台。此外，本发明还涉及一种优化的制动器测试方法。

### 背景技术

[0002] 在汽车行业，市场所要求的开发时间正变得越来越短。同时，车辆组件的复杂度也在稳步增加。因此，在制动器技术领域，测试台已经被使用多年，通过使用测试台，能够在整车间世之前，对新的开发成果进行测试和改进。这些测试台需要为待测试的制动器提供最真实的可能环境，从而对制动器将来在车辆中的行为做出安全预测。

[0003] 在测试台上对制动操作进行模拟的一个主要方面是车辆的动能。在现实中，这种能量取决于驾驶速度，还取决于车辆重量以及转弯、上坡、下坡等驾驶状态。

[0004] 已知的是，在制动器测试台中，所模拟的车辆动能是通过使质量飞轮旋转提供的。该动能取决于旋转的质量飞轮的转动惯量。这种测试台的一个缺点是仅能通过改变旋转的机械式质量飞轮来模拟不同的动能。这需要进行机械上的调整，因此无法在测试运行中进行。在不调整质量飞轮的情况下，仅能通过改变旋转速度来实现动能的改变。而这在大多数情况下与测试的理念相矛盾。例如，在模拟驾驶时，在现有的制动器测试台上需要通过提高旋转速度才能实现水平驾驶与下坡行驶（坡度导致了额外的动能）之间的制动性能差异。然而，在实际情况中，这种旋转速度的增加不会出现在制动器上，从而所模拟的测试并未提供有意的结果。

[0005] 因此，本发明的目的在于改善模拟制动测试与实际情况的一致性，并从而使在测试过程中获得的结果更有意义。

### 发明内容

[0006] 上述发明目的通过一种用于对至少一个制动器进行测试的方法来实现，其中，对制动器进行测试所需的能量或者对制动器进行测试所需的扭矩由驱动马达提供；至少在对制动器进行测试之前开启负载发生器，并且所需的能量或者所需的扭矩分别由驱动马达的驱动扭矩与负载发生器的负载扭矩之间的扭矩平衡建立或提供。

[0007] 在实际情况中，制动器在制动操作过程中将车辆之前存在的动能转换为热量。因此，在对制动操作进行模拟时，必须使这种动能在制动操作开始时出现在系统中。根据本发明，动能由驱动马达提供。不用提供机械式的质量飞轮作为额外的能量存储。在所提出的操作过程开始时，通过驱动马达使待测试的制动器处于所期望的旋转速度。此时，驱动马达仅抵抗打开的制动器的阻力矩，这与启动制动器时的制动力矩相比是非常低的。由于运动质量较低，系统中存储的机械能也较低。如果在这个阶段启动制动器，那么由于存在的较低动能将在制动过程中很快变为热量，驱动马达将很快停止工作。在突然施加制动时，对驱动马达的驱动扭矩的重新调整将很快达到其物理极限。非常低的空闲驱动扭矩将会被陡然上调至所需的制动扭矩，换言之，系统中的动能将会从测试台的空闲功耗突然增加至被模拟

车辆所期望的动能。已知的驱动方案(电动马达、发动机、液压马达……)均无法提供这种陡然的增加。因此,将导致系统旋转速度的下降,直到所需的动能由于重新调整后的驱动扭矩而又重新变得可用。因此,为了在不采用机械式质量飞轮的情况下提供或存储更大的动能,在制动之前开启负载发生器。该负载发生器生成可调整的负载扭矩,该负载扭矩与驱动马达的驱动扭矩相互抵抗。负载发生器的负载扭矩起初不断增加。对驱动马达的控制通过提高驱动扭矩来抵抗提高了的负载扭矩,此时实验装置的旋转速度保持恒定。通过驱动马达的工作来抵抗负载扭矩,位于系统中的动能不断增加至所期望的值。在开始制动操作时,关闭或不断降低负载发生器的负载扭矩。之前通过负载发生器和驱动马达的相互作用而可用于制动的动能现在显著高于该装置的空闲状态,从而允许对该动能的连续调整。本发明的一个特别优点在于,通过简单地改变负载发生器的负载扭矩来调整动能的改变,即系统中无需机械上或结构上的干预。这种创新的测试方法还允许自动执行对制动器的复杂测试程序。例如,通过多次不同的连续制动操作,可以在测试台上模拟实际的测试轨迹。通过负载发生器的相匹配负载扭矩,在诸如坡道或转弯等不同制动条件中存在的动量就可以出现在相应的模拟制动操作时,其中,这种相匹配的负载扭矩被导入到系统中,并且在由与实际情况对应的制动器进行制动时实现。因此,根据本发明的方法在对制动操作的模拟中实现了对实际情况非常准确的再现,从而在将新开发的制动器在实际测试轨迹上测试之前就可以对其进行评估。

[0008] 此外,在本发明中,在对制动器进行测试之前,通过控制器使负载发生器的负载扭矩以随时间与斜坡对应的方式增加。对负载发生器的负载扭矩的控制和调节由自动工作的控制器承担。在这种情况下,制动器负载发生器的负载扭矩随时间不断增加,直到达到用于对制动器进行测试的期望负载扭矩为止。负载扭矩与驱动马达的驱动扭矩等量但是方向相反。负载扭矩随时间的增量可以对应于各种数学函数或斜坡。通过这种方式,这种增量可以线性实现,例如,根据本发明的方法可以对应但不限于线性时间函数。

[0009] 本发明的巧妙之处在于,在测试期间对由驱动马达实现可用的能量进行转换,其中,在对制动器进行测试期间,降低或关闭由负载发生器生成的负载扭矩。自制动操作开始以后,由制动器对通过驱动马达实现可用的能量进行转换。该能量多数被转换为热量。自制动器对驱动马达的能量进行转换开始以后,降低或关闭负载发生器的负载扭矩。该负载扭矩的降低归因于扭矩平衡,而这种扭矩平衡是为了保证测试台的恒定旋转速度所需要的。随着制动器的激活,将产生之前不存在的制动力矩,其与驱动马达的驱动扭矩相互抵抗。在制动之前,负载发生器的负载扭矩与驱动扭矩相互抵抗。因此,当增加了制动扭矩时,必须以制动扭矩量来降低负载扭矩,以保持恒定的旋转速度。如果制动扭矩与制动之前的负载扭矩相等,则要完全关闭负载发生器。由于扭矩和能量是通过旋转速度物理耦合的,在系统中起作用的能量(驱动马达的动能、负载发生器中转换的能量、制动器中转换的能量)之间具有等价关系,这正如针对扭矩之比所描述的。因此,在开始制动操作之后,以在制动器中转换的能量的量来降低在负载发生器中转换的能量,与保持与驱动马达的动能的平衡。

[0010] 此外,在本发明中优选地,在制动测试期间,由控制器根据在制动器处的能量转换对驱动马达的旋转速度和负载发生器的负载扭矩进行控制。如上文所述,在系统中起作用的扭矩、旋转速度和能量之间存在物理关系。在检查制动器时,需要在制动器处转换一定量的能量。根据与所转换制动能量的已知物理关系,由控制器对系统中的其他变量进行自动

控制,这些变量诸如负载发生器的负载扭矩、驱动马达的驱动扭矩和旋转速度等。控制器将各种传感器的输入信号处理为负载发生器和驱动马达组件各自的控制变量,以使在制动器处的能量转换满足测试任务的需要。有利地,在本发明中,控制驱动马达的旋转速度以使其保持恒定,直到通过使驱动马达、负载发生器、制动器的全部有效扭矩保持平衡来对制动器进行测试为止。对于实际模拟而言,在制动开始期间,驱动马达的恒定旋转速度以及测试制动器的恒定速度也很重要。特别地,负载生成器与激活的制动器之间的动作变换至关重要。为了在该变换期间保持恒定速度,控制器回过来参考来自旋转速度和扭矩传感器的信号。如果控制器检测到旋转速度的微小变化,则立即自动向负载发生器和驱动马达发送控制信号,以影响其起作用的扭矩,并通过驱动扭矩、负载扭矩和制动扭矩的平衡来保持制动器旋转速度的恒定。

[0011] 在另一个优选实施例中,在对制动器进行测试期间,由控制器对可实现对待测试制动器进行评估的制动行为数据进行处理,并由驾驶者模拟存储器进行记录。控制器具有来自各种传感器的输入。例如,这些输入可以扭矩和/或旋转速度传感器。通过这些传感器确定的值由控制器存储在驾驶模拟存储器中。具体而言,扭矩和旋转速度值与时间值的组合允许对测试期间在制动器处发生操作进行精确评价。当然,也可以记录在对制动器进行测试期间获取的其他数据。例如,可能的测量值可以是制动器不同点处的温度,或者制动器或其悬架处的机械应力水平。通过保存测试数据,也可以在另一时间或者,当经由数据接口传输这些数据时,在另一位置对被测制动器的评估。可以容易地对各种制动器的测量值或者制动器开发的不同阶段相互进行电子化比较。

[0012] 此外,有利地,在本发明的方案中,在驾驶模拟存储器中存储有至少一条路线特征信息,并且控制器根据该路线特征信息确定扭矩和旋转速度的时间进度,在测试开始以后,在测试阶段中将该时间进度应用于制动器上,并且这些参数被传输到驱动马达。术语“路线特征信息”表示一个数据集合,其包括待模拟测试轨迹的全部所需属性。这主要是关于要执行的制动操作的时间和持续时间的数据。除了该时间信息外,关于制动器要转换的车辆动能以及在制动时施加的轮旋转速度的数据也属于路线特征信息。控制器根据该路线特征信息确定在测试台上对制动器进行测试所需的扭矩和旋转速度的时间进度。在对制动器进行测试期间,由控制器将用于在测试台上对路线特征进行映射的对应控制变量传输给驱动马达和负载发生器,并且对其向控制回路的转换进行监测。当然,可以在驾驶模拟存储器中存储更多不同的线路特征信息。根据本发明,在执行测试方法之前,可以在控制器处选择线路特征信息。因此,能够在无机械上的修改的情况下选择和实现各种模拟测试轨迹。

[0013] 上述发明目的还由一种制动器测试台实现,其包括至少一个驱动马达,该至少一个驱动马达通过至少一个扭矩传输设备与负载发生器和至少一个测试制动器耦合,其中,驱动马达提供将由测试制动器功率实现的能量或扭矩,并且其中,至少在对制动器进行测试之前,负载发生器分别接收由驱动马达提供的能量或者通过驱动马达实现可用的扭矩。

[0014] 在根据本发明的一种制动器测试台中,驱动马达提供对制动器进行检查所需的动能。通过扭矩传递设备耦合,驱动马达与制动器操作性连接。在最简单的情况下,扭矩传递设备包括轴,但也可以由齿轮组、皮带传动器、链条传动器等组成。

[0015] 除了针对待测试制动器的上述连接外,驱动马达具有与负载发生器的另一操作性连接。负载发生器还经由扭矩传输设备与驱动马达连接。这些扭矩传输设备可以与将驱动

马达连接到制动器的扭矩传输设备相同，在最简单的情况下，其由连续波组成。当然，也可以使用与制动器的扭矩传输方向无关的扭矩传输设备。负载发生器是一种使与时间相关的不同负载扭矩可用的设备。由扭矩传递设备传递的这些负载扭矩抵抗驱动马达的驱动扭矩。在根据本发明的测试台中不提供旋转的离心质量，但是也不把其排除在外。在开始对制动器进行测试时，驱动马达使制动器以期望的旋转速度旋转，并且仅抵抗打开的制动器的阻力矩，即负载发生器此时不产生负载。由于仅需驱动马达提供较低的驱动扭矩，并且没有诸如质量飞轮这样的机械能存储设备，此时系统中存在的能量较低。如果此时制动操作突然开始，制动器将非常快地将系统中存储的动能转换为热量，并且驱动马达将会很快停止。为了在系统中提供更大的动能，需要在制动开始时突然提高驱动马达的驱动扭矩。这种阶跃响应无法由现有技术（电动马达、发动机、液压马达、气动马达等）实现，从而在开始制动时会先导致测试组件旋转速度的下降，直到驱动马达通过重新调整提供了更高的驱动扭矩为止。在模拟中，这种旋转速度的下降是不期望的，这是因为这不会在现实情况中发生。因此，在根据本发明的制动器测试台中，提供负载发生器以确保在制动开始之前驱动马达提供用于被模拟制动的所需动能。在制动之前，不断增加负载发生器的负载扭矩。将驱动马达的驱动扭矩增加到相同的水平，从而使测试台的旋转速度保持恒定。提高负载扭矩，直到所期望的动能在系统中可用。换言之，“负载发生器使驱动马达偏置”，以提高系统中存储的机械能。负载发生器作用的一个具体优势是，能够连续调整系统中能量。在制动开始时，负载发生器关闭，或者使由其产生的负载扭矩不断降低，此时存储的动能由制动器转换为热量。例如，负载发生器可以由涡流制动器组成。施加的制动力越高，负载发生器的负载扭矩越高。在根据本发明的测试台中，上述设计方案的优势是，在检查制动器时用于对不同驾驶状态进行模拟的不同动能可以容易地通过负载发生器的不同当前制动时间规则来实现。不需要改变旋转速度或者质量飞轮的机械启动或改变操作。因此，根据本发明的这种制动器测试台还能够实现用于制动器的复杂测试程序的自动执行。例如，可以在测试台上模拟具有多次连续制动操作的实际测试轨迹。在对应的模拟制动操作之前，通过负载发生器的相匹配负载扭矩来容易地规定在不同制动状态（例如，坡道或转弯）下出现的动能，该动能被导入到系统中，并且在根据实际情况对制动器进行制动时实现。因此，在模拟制动操作时，根据本发明的制动器测试台提供了对不同状况真实情况非常准确的再现，并且在将新开发的制动器在实际测试轨道上进行测试之前就可以对其进行评估。

[0016] 此外，在本发明中优选地，测试台包括控制器，该控制器具有针对至少一个扭矩传感器信号的至少一个输入并且具有用于驱动负载发生器、驱动马达和/或待测试制动器的输出。在该实施例中，电子驱动器是用于对根据本发明的制动器测试台进行自动操作的中央机构。为了这一目的，控制器具有多个传感器输入，测试台的当前状态通过这些传感器输入确定。用于控制制动器测试台自动操作的基本输入变量是在负载发生器和驱动马达之间施加的扭矩以及驱动马达和制动器之间的扭矩。除了此输入信息所需的扭矩传感器之外，当然也可以连接其他额外的传感器，以作为控制器的输入。例如，这些传感器可以包括旋转速度、温度或电压传感器。除了这些输入之外，控制器还具有各种输出。通过这些输出对负载发生器、驱动马达、待测试制动器的操作进行控制。这些输出能够影响诸如驱动马达的旋转速度和扭矩等各种物理变量。

[0017] 本发明的巧妙之处在于，驱动马达由至少一个直流电动马达、至少一个交流电动

马达、至少一个内燃机、至少一个液压马达或至少一个气动马达组成。

[0018] 根据本发明的制动器测试台能够主要由不同驱动原理的发动机驱动。在控制和调节方面。电动马达拥有很大优势。可以使用诸如DC马达、AC马达、同步马达或感应马达这样的不同类型电动马达。此外，根据本发明，也可以使用诸如内燃机、液压马达或气动马达这样的采用其他驱动原理的马达来驱动制动器测试台

[0019] 在一个优选实施例中，驱动马达由多个部分驱动马达构成，其中这些部分驱动马达的扭矩之和作用在待测试制动器上。为了进一步提高使用测试台所模拟的动能大小的灵活性，驱动马达也可以由多个部分驱动马达构成。这些部分驱动马达相互连接，以使他们的驱动扭矩全部作用在待测试制动器上。如果需要相对较小的驱动扭矩来模拟相对较小的动能，则例如可以仅是一个部分驱动马达工作。其他部分驱动马达则停止工作或空闲。如果需要相对大一些的扭矩，则启动另外的部分驱动马达，以使运转的全部部分驱动马达所作用的扭矩叠加。这种设计的优点在于紧凑的结构以及部分驱动马达中存在的冗余度，从而在一个部分驱动马达故障时，能够通过其他的部分驱动马达继续使测试台运转。

[0020] 本发明的巧妙之处在于，负载发生器由至少一个涡流制动器或至少一个发电机组成。根据本发明，整体上提供负载发生器以实现对可变阻力矩的设置，其中该阻力矩抵抗驱动马达的驱动扭矩。原则上，不同原理的设备或发生器都是适用的。采用电控机制的设备被证明是特别有益的，这是因为其电子上非常简单并且是自动控制的。由于在测试台工作期间负载发生器经常使用并且使用寿命很长，特别建议采用耐磨损或无损耗工作原理。因此，涡流制动器意味着非常好的解决方案，这是因为其在工作时无机械接触。据此原理，负载发生器的负载扭矩取决于涡流制动器所带来的制动电流。就负载扭矩的生成而言，不存在机械易损件。此外，各种原理的发电机可以作为负载发生器使用。这些发电机的负载扭矩取决于电力工作模式。然而，本发明并不限于电动设备。诸如简单的机械盘式制动器也可以作为负载发生器使用。另外，在本发明的优选方式中，负载发生器由多个部分负载发生器组成，其中这些部分负载发生器的负载扭矩之和作用在驱动马达上。在这个实施例中，负载发生器由多个部件构成，其原理与上文针对驱动马达的一个实施例所描述的类似。这里，存在多个相互耦合的负载发生器，从而它们的负载扭矩可以一起作用，即全部作用在驱动马达上。对于产生较小的负载扭矩而言，少数几个激活的部分负载发生器是足够的；对于产生较大的负载扭矩而言，则开启额外的部分负载发生器。也可以将不同技术原理的部分负载发生器组合起来。例如，可以将涡流制动器与电动机组合起来。负载发生器的多部件结构的优点是提高了所提供负载扭矩的灵活性。此外，在部分负载发生器之间存在冗余，这提高了制动器测试台的工作安全性。

[0021] 此外，可以想到的是，控制器包括驾驶模拟存储器，并且基于驾驶模拟存储器中的驾驶数据、负载发生器负载扭矩或功耗以及驱动马达的旋转速度对控制器进行控制。该驾驶模拟存储器用于提供对制动器进行检查的记录。这些记录包含用于指导制动器测试的规范，诸如，停止的数目、施加制动的时机、制动的持续时间、拟合的旋转轮速度以及在制动时车辆的动能。这些用于制动器测试的规范被存储在驾驶模拟存储器中，然后以控制变量的形式从控制器传输到测试台的激活组件，即负载发生器和驱动马达。在该实施例中，控制器自动对测试台的这些激活组件进行调节。

[0022] 在一个优选实施例中，将与控制器连接的旋转速度传感器安装在待测试制动器

处,或者安装在传输驱动马达与待测制动器之间扭矩的扭矩传输设备处。作为控制器的输入,旋转速度传感器实现了将旋转速度的实际值与预定的期望值进行比较。如果这两个值之间出现偏差,则控制器对系统施加影响以消除这一偏差。

[0023] 在所提出方案的一个优选实施例中,驾驶模拟存储器具有用于导入和导出数据的数据接口。在执行制动器测试后,可以通过这种数据接口将已确定的测试数据导出,并另行对该数据进行评估或处理。因此,例如,可以向用户直接传输大量的测试数据。此外,还可以将用于对制动器进行测试的规范导入到驾驶模拟存储器中。因此,例如,可以在另一位置获得或生成线路特征信息,然后通过在根据本发明的制动器测试台上导入进行模拟。这显著提高了各种测试程序的灵活性,通过这种方式可以非常快地选择或替换测试程序。

[0024] 此外,在本发明的优选方式中,测试台还包括气候室,以在测试期间将待测试制动器置入其中。在可选的气候室中容纳待测试制动器实现了对额外测试参数的模拟。通过由气候室具体调节的温度和湿度值,在对制动器进行测试时可以模拟不同的气候状况。当然也可以由中央控制器自动影响或改变这些气候状况,还可以以与时间相关的方式在驾驶模拟存储器中与其他测试数据一起记录实际的气候数据。基于这些数据,能够非常清楚地观察到气候状况对制动行为的影响。

[0025] 优选地,气候室具有对待测试制动器进行喷撒的喷嘴。例如,在这种喷嘴的帮助下,可以使待测试制动器在测试期间变得湿润。通过这种方式,可以模拟雨中或潮湿的测试驾驶。然而,喷嘴并不限于喷洒液体。也可以在制动器上施加粉末或气体。这实现了对暴露于灰尘或者腐蚀性气体的模拟,从而有助于对制动器的复杂周围环境和工作状况的真实模拟。制动器测试台的中控单元也利用喷嘴的工作参数,并将其记录在驾驶模拟存储器中。当然,还可以以线路特征信息中的数据的形式来定义喷嘴工作的设定点。这样做的优点是,可以在实际制动器测试之前确定针对灰尘或气体量的规范并在测试台上自动运行的测试程序中实现。

[0026] 在本发明中,应当注意,针对设备所描述的全部特征和属性在做必要修改后也适用于方法流程,并且可以与根据本发明的方法中的步骤互换,因此也可以根据本发明来使用,并且也视为已经被本发明公开。这同样也适用于相反的方向,即在仅提及有关方法时,与该方法相关的设备结构特征也应被考虑,作为设备权利要求的一部分加以保护,并且也包括在本专利的公开内容中。

[0027] 此外,本发明还包括将根据本发明的制动器测试台用于执行根据本发明的方法的目的。

## 附图说明

[0028] 具体而言,在附图中原理性示出了本发明的示例性实施例。在附图中:

[0029] 图1是根据本发明的制动器测试台的原理图;

[0030] 图2是根据本发明中的方法示出扭矩相对于时间轴的图表。

[0031] 在附图中,相同或对应的元件由相同的附图标记表示,因此不做重复描述。在说明书中包括的公开内容可以相应适用于具有相同附图标记或相同组件名称的相同部件。因此诸如“顶部”、“底部”、“侧部”等为了说明目的而选择的位置与具体描述的附图相关,并在位置变化时也将变换到新的位置。此外,各个实施例中示出和描述的单个特征或者特征的

组合可以表示独立或创新的技术方案，或者根据本发明的技术方案。

## 具体实施方式

[0032] 图1示出了根据本发明的制动器测试台的原理图。样品4通过扭矩传输设备2与驱动马达1连接。如图所示，扭矩传输设备2由轴组成。当然，也可以通过其他传动方式来传输扭矩，诸如齿轮传动、皮带传动或链条传动。负载发生器3被示出为在驱动马达1的另一侧，其也通过扭矩传输设备2与驱动马达连接。如上文所述，为了驱动马达与样品的操作性连接，负载发生器和驱动马达之间的扭矩传输设备可以以各种方式进行设计。

[0033] 控制器5具有去往传感器6、7、19的连接线路，这些连接线路构成了去往控制器的输入。位于驱动马达1和负载发生器3之间的扭矩传感器6测量负载发生器3产生的负载扭矩，扭矩传感器6通过链路15与控制器5连接。连接线路17将位于驱动马达1和样本4之间的扭矩传感器7和旋转速度传感器19连接到控制器5，以测量制动器4的制动扭矩或者制动器4的旋转速度。此外，控制器具有多个输出：连接线路14实现对负载发生器3的控制，驱动马达1由线路16驱动，待测试制动器通过控制线路11与控制器5连接。

[0034] 此外，控制器5具与驾驶模拟存储器10的数据连接。在对制动器4进行测试期间，驾驶模拟存储器10记录来自传感器6、7、19的输入数据，以及由控制器发往组件负载发生器3、驱动马达1和制动器4的控制变量。结合时间戳来完成数据的记录。以这种方式存储的数据可以在以后用于对已测试制动器的重复性评价。驱动模拟存储器10具有用于导入和导出数据的数据接口18。除了导出测试数据和测量值以外，当然可以导入数据。从而可以将基于实际测试驾驶（例如赛道）的线路特征加载到驾驶模拟存储器10中。例如，这些线路特征可以分别包括施加制动时所需的动能与时间点或时间段这样的数值对。因此，对测试驾驶的模拟可以在制动器测试台上非常真实地完成。数据接口18支持在待模拟的各种驾驶距离和驾驶条件之间快速地对测试进行变换。

[0035] 在图1中，在右侧可以看到可选的气候室8，然而其对于根据本发明的制动器测试台而言并不是必须的。在示出的例子中，待测试制动器4位于气候室8内部。从而在测试期间，可以提供用于模拟的所需气候条件。可以独立地调节气候室中的温度和湿度，并在测试期间实现这种改变。气候室8通过数据连接13与控制器连。通过这种方式，控制器5可以集中地对气候室以及测试台的其他组件进行自动控制。当然，也可以通过数据接口18和驾驶模拟存储器10导入或导出气候数据以及其他测试数据，并结合线路特征来利用气候数据。

[0036] 在图1中，喷嘴9安装在气候室8中。可以在测试期间将水喷洒到制动器4，以例如模拟潮湿路面。然而，喷嘴9也不限于液体。也可以将粉末和气体施加到制动器上，并使其滞留以例如模拟灰尘或者有害环境状况。喷嘴9通过数据线路12与控制器5连接，以使自动控制的全部功能以及与模拟中的线路特征的集成对于喷嘴9而言也是可用的。

[0037] 图2示出了在时间轴(t)上表示的扭矩(M)大小的图表。该图表示出了针对本发明制动器的测试程序的时序。在竖向上描画扭矩，其以相对于设备最大扭矩的百分比的形式给出。利用相对时间间隔对横向延长的时间轴进行标记，其中，在不同的模拟和测试中，不同处理步骤的时长相互之间可以具有不同的比例。在图示的开始处，测试在时阶(time step)1处于空闲。通过模拟程序，驱动马达使待测试制动器以确定的旋转速度旋转。驱动马达工作以抵抗打开的制动器的非常低的阻力力矩，因此仅需要非常低的扭矩以保持旋转速

度。对于理解图2来说关键的是制动的开始处,其以垂直的点画线21表示。从而,制动开始于时阶13处。为了在制动开始时驱动马达具有足够的驱动扭矩,根据本发明,在开始对负载发生器进行制动之前,开启负载发生器3。如图2所示,这已经在时阶10处完成。如图表中的斜坡20所示,接下来负载发生器的负载扭矩不断提高。对开启负载发生器的时机以及旨在随时间提高负载扭矩的斜坡20的斜率进行选择,以使期望的负载扭矩在制动的开始处21可用。在制动开始21以后不久,测试台系统中的动能对应于待模拟驾驶状况的动能。

[0038] 通过旋转速度,将动能以及扭矩或负载扭矩这两个物理量联系起来。在测试台上,待模拟情况下的轮速度和动能的量是已知的。当在测试台上进行测试时,首选根据规范对样品的旋转速度进行设置。然后,提高负载发生器的负载扭矩,直到制动开始21为止,并且直到系统中出现期望的动能。该动能由旋转速度和负载扭矩或等大的驱动扭矩带来。因此,动能和扭矩这两个量或定义在物理上相互耦合,并且在描述或表述中意义相同。

[0039] 在图2中,使用箭头23来表示实际制动操作的时间范围。虚线22示出了在测试期间制动扭矩的可能变化。所示出的制动扭矩的时间变化取决于所模拟的驾驶状况,因此其仅作为示例。取决于所模拟的驾驶状况,制动可以终止,此时,全部起作用的扭矩降低到几乎为零,则这又对应于系统在时阶1时的状态;或者,在第一次制动之后,可能具有另一旋转速度或动能的另一次制动可以立即发生。在制动开始前,借助负载发生器再次将所需的扭矩导入到系统中。因此,根据本发明的方法可以适用于很多种模拟项目。

[0040] 在不违背规定的前提下,与本申请一起或随后提交的权利要求旨在获得更宽的保护范围。

[0041] 如果需要进一步,特别是结合相关的现有技术进行说明,那么本发明保护主题中的一个或多个特征可以是已知的而不是关键性的。因此,在本发明的技术方案中,特别是独立权利要求中,可能省略了这样的特征。而与这些特征的组合也在本申请公开内容规定保护范围内。

[0042] 还应该注意的是,可以根据需要在各个实施例中描述并在附图中示出的本发明的设计方案和变型进行组合。在本发明中可以将一个或多个特征任意互换。也隐含公开了特征的这些组合。

[0043] 通过对从属权利要求中的特征给出从属权利要求的目的在于,给出对独立权利要求保护主题的进一步限定。然而这不应被理解为不要求对相关从属权利要求中的特征进行单独的保护。

[0044] 仅在说明书中公开的特征或者甚至是权利要求中包含多个特征的一个特性在任何时候都可以被视为对于本发明而言是必要的,以使独立权利要求与现有技术相区别,即使这些特征与其他特征一起被提及,或者与其他特征结合时其所起的作用是很明显的。

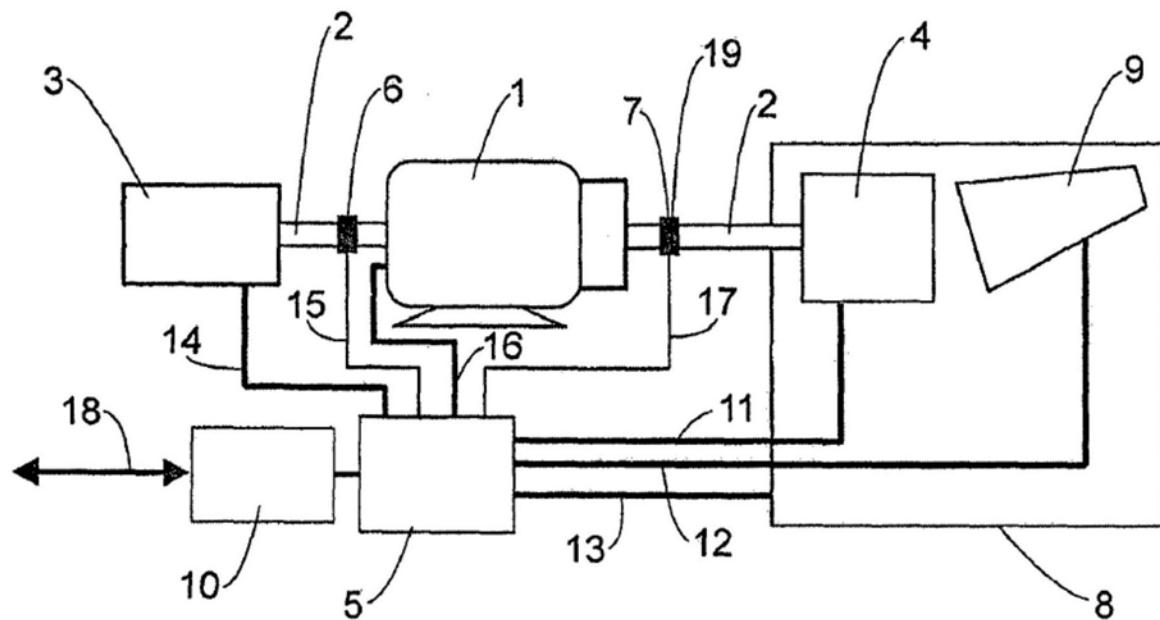


图1

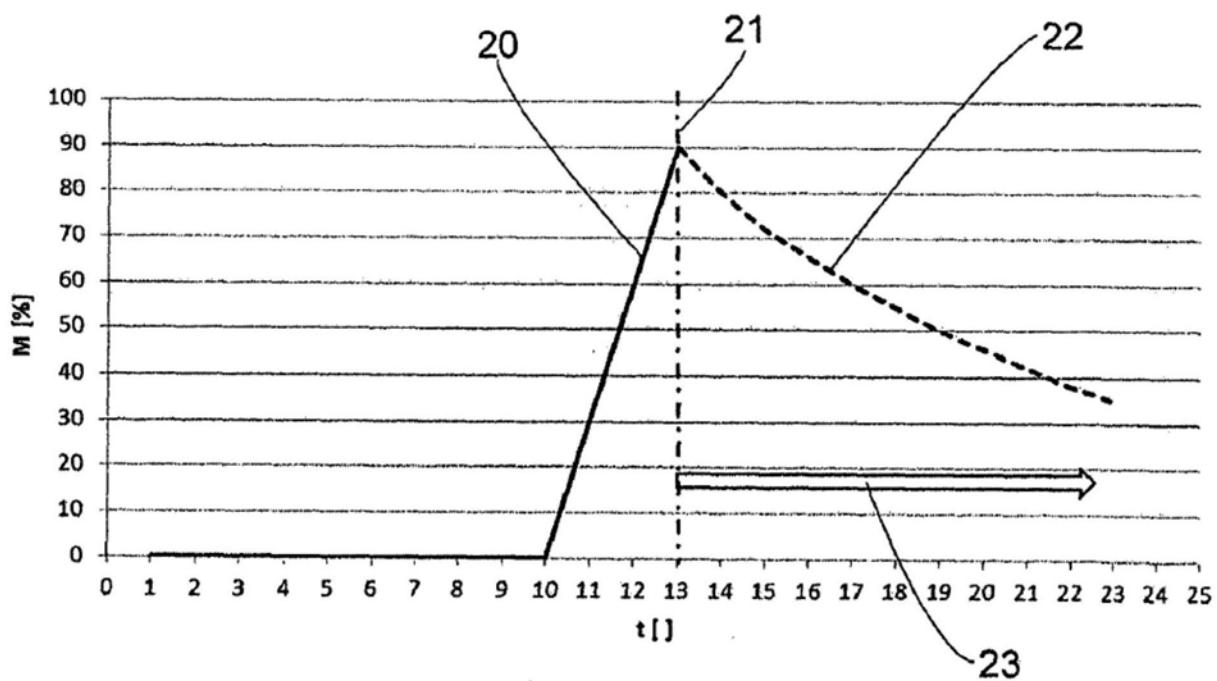


图2