



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107065955 A

(43)申请公布日 2017.08.18

(21)申请号 201710397368.X

(22)申请日 2017.05.31

(71)申请人 北京理工大学

地址 100080 北京市海淀区中关村南大街5  
号

(72)发明人 刘向东 陈振 付铁 赵静  
高聪哲

(74)专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569  
代理人 王加贵

(51)Int.Cl.

G05D 17/02(2006.01)

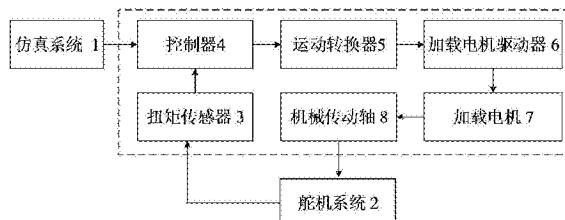
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种大力矩高性能电动变加载装置

(57)摘要

本发明公开一种大力矩高性能电动变加载装置，所述大力矩高性能电动变加载装置包括扭矩传感器、控制器、加载电机驱动器、加载电机及机械传动轴；扭矩传感器分别连接舵机系统和控制器，用于采集舵机系统的舵轴上的当前力矩信息，并发送至所述控制器；控制器分别连接仿真系统和加载电机驱动器，用于根据仿真系统的力矩指令和当前力矩信息，确定下一时刻的控制量，并发送至加载电机驱动器；加载电机驱动器与加载电机连接，用于在控制量的作用下，驱动加载电机运动，产生对应的力矩；加载电机与机械传动轴和所述舵机系统依次连接，用于通过机械传动轴将所述力矩施加到舵机系统的舵轴上，可实现对舵机系统加载力矩的精确控制。



1. 一种大力矩高性能电动变加载装置，其特征在于，所述大力矩高性能电动变加载装置分别与仿真系统和舵机系统连接，所述大力矩高性能电动变加载装置包括扭矩传感器、控制器、加载电机驱动器、加载电机及机械传动轴；其中，

所述扭矩传感器分别连接所述舵机系统和控制器，用于采集所述舵机系统的舵轴上的当前力矩信息，并发送至所述控制器；

所述控制器分别连接所述仿真系统和加载电机驱动器，用于根据所述仿真系统的力矩指令和所述扭矩传感器采集的当前力矩信息，确定下一时刻的控制量，并发送至所述加载电机驱动器；

所述加载电机驱动器与所述加载电机连接，用于在所述控制量的作用下，驱动加载电机运动，产生对应的力矩；

所述加载电机与所述机械传动轴和所述舵机系统依次连接，用于通过所述机械传动轴将所述力矩施加到所述舵机系统的舵轴上。

2. 根据权利要求1所述的大力矩高性能电动变加载装置，其特征在于，所述加载电机的表面为磁钢转子磁路，所述加载电机的主轴中空，所述扭矩传感器的一端插入所述主轴，另一端与所述航机系统的航机安装夹连接。

3. 根据权利要求2所述的大力矩高性能电动变加载装置，其特征在于，所述加载电机包括第一输出法兰，所述第一输出法兰与所述力矩传感器固定连接；所述力矩传感器包括第二输出法兰，所述第二输出法兰与所述舵机系统的舵轴接口连接。

4. 根据权利要求3所述的大力矩高性能电动变加载装置，其特征在于，所述力矩传感器的第二输出法兰与舵轴接口采用隼式连接作为过渡。

5. 根据权利要求2所述的大力矩高性能电动变加载装置，其特征在于，所述加载电机为永磁同步环形力矩直驱电机。

6. 根据权利要求1所述的大力矩高性能电动变加载装置，其特征在于，所述大力矩高性能电动变加载装置还包括运动转换器，设置在所述控制器与加载电机驱动器之间。

7. 根据权利要求6所述的大力矩高性能电动变加载装置，其特征在于，所述运动转换器包括I/O卡、AD转换卡及DA转换卡中至少一项。

8. 根据权利要求1所述的大力矩高性能电动变加载装置，其特征在于，所述大力矩高性能电动变加载装置还包括差分电路，所述差分电路设置在所述扭矩传感器和控制器之间。

9. 根据权利要求1所述的大力矩高性能电动变加载装置，其特征在于，所述加载电机驱动器包括MOS功率模块四象限全桥电路。

10. 根据权利要求9所述的大力矩高性能电动变加载装置，其特征在于，所述加载电机驱动器为伺服驱动器。

## 一种大力矩高性能电动变加载装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种加载装置,具体涉及一种大力矩高性能电动变加载装置。

### 背景技术

[0002] 在科学的研究中,为了测试产品的性能指标,需要模拟出对象的实际工作环境,对产品施加与实际情况相对应的负载,从而真实地反映产品实际的性能,这就需要研制出高性能的加载系统,以便为新材料和产品的应用、为新技术的推广提供可靠的实验资料。

[0003] 近年来,随着电机性能的不断提升、电力电子器件、电机驱动系统的发展、电机制造水平的提高,越来越多的伺服控制系统以永磁同步电动机作为执行元件,采用电动加载方案。而电液负载模拟器的污染大,维修困难,已逐渐被淘汰。

[0004] 此外,目前市面的电动负载模拟设备最大加载扭矩为500Nm,加载频率为20Hz,由于加载扭矩、频率等方面的限制,导致响应速度慢,无法实现准确控制加载力矩。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种大力矩高性能电动变加载装置,可实现对舵机系统加载力矩的精确控制。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:

[0007] 一种大力矩高性能电动变加载装置,所述大力矩高性能电动变加载装置分别与仿真系统和舵机系统连接,所述大力矩高性能电动变加载装置包括扭矩传感器、控制器、加载电机驱动器、加载电机及机械传动轴;其中,

[0008] 所述扭矩传感器分别连接所述舵机系统和控制器,用于采集所述舵机系统的舵轴上的当前力矩信息,并发送至所述控制器;

[0009] 所述控制器分别连接所述仿真系统和加载电机驱动器,用于根据所述仿真系统的力矩指令和所述扭矩传感器采集的当前力矩信息,确定下一时刻的控制量,并发送至所述加载电机驱动器;

[0010] 所述加载电机驱动器与所述加载电机连接,用于在所述控制量的作用下,驱动加载电机运动,产生对应的力矩;

[0011] 所述加载电机与所述机械传动轴和所述舵机系统依次连接,用于通过所述机械传动轴将所述力矩施加到所述舵机系统的舵轴上。

[0012] 可选的,所述加载电机的表面为磁钢转子磁路,所述加载电机的主轴中空,所述扭矩传感器的一端插入所述主轴,另一端与所述航机系统的航机安装夹连接。

[0013] 可选的,所述加载电机包括第一输出法兰,所述第一输出法兰与所述力矩传感器固定连接;所述力矩传感器包括第二输出法兰,所述第二输出法兰与所述舵机系统的舵轴接口连接。

[0014] 可选的,所述力矩传感器的第二输出法兰与舵轴接口采用隼式连接作为过渡。

[0015] 可选的,所述加载电机为永磁同步环形力矩直驱电机。

[0016] 可选的,所述大力矩高性能电动变加载装置还包括运动转换器,设置在所述控制器与加载电机驱动器之间。

[0017] 可选的,所述运动转换器包括I/O卡、AD转换卡及DA转换卡中至少一项。

[0018] 可选的,所述大力矩高性能电动变加载装置还包括差分电路,所述差分电路设置在所述扭矩传感器和控制器之间。

[0019] 可选的,所述加载电机驱动器包括MOS功率模块四象限全桥电路。

[0020] 可选的,所述加载电机驱动器为伺服驱动器。

[0021] 根据本发明提供的具体实施例,本发明公开了以下技术效果:

[0022] 本发明大力矩高性能电动变加载装置通过设置扭矩传感器分别连接舵机系统和控制器,将采集到的舵机系统的舵轴上的当前力矩信息发送至控制器,使得控制器根据仿真系统的力矩指令和当前力矩信息,确定下一时刻的控制量;并在所述控制量的作用下,加载电机驱动器产生对应的力矩加载在所述舵机系统中,以实现对所述舵机系统加载力矩的精确控制。

## 附图说明

[0023] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0024] 图1为本发明实施例大力矩高性能电动变加载装置的模块结构示意图。

[0025] 符号说明:

[0026] 仿真系统-1,舵机系统-2,扭矩传感器-3,控制器-4,运动转换器-5,加载电机驱动器-6,加载电机-7,机械传动轴-8。

## 具体实施方式

[0027] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅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。

[0028] 本发明的目的是提供一种本大力矩高性能电动变加载装置,通过设置扭矩传感器分别连接舵机系统和控制器,将采集到的舵机系统的舵轴上的当前力矩信息发送至控制器,使得控制器根据仿真系统的力矩指令和当前力矩信息,确定下一时刻的控制量;并在所述控制量的作用下,加载电机驱动器产生对应的力矩加载在所述舵机系统中,以实现对所述舵机系统加载力矩的精确控制。

[0029] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0030] 如图1所示,本发明大力矩高性能电动变加载装置分别与仿真系统1和舵机系统连接2。其中,本发明大力矩高性能电动变加载装置包括扭矩传感器3、控制器4、加载电机驱动器6、加载电机7及机械传动轴8。

[0031] 所述扭矩传感器3分别连接所述舵机系统2和控制器4,用于采集所述舵机系统3的舵轴上的当前力矩信息,并发送至所述控制器4;所述控制器4分别连接所述仿真系统1和加载电机驱动器6,用于根据所述仿真系统1的力矩指令和所述扭矩传感器3采集的当前力矩信息,确定下一时刻的控制量,并发送至所述加载电机驱动器6;所述加载电机驱动器6与所述加载电机7连接,用于在所述控制量的作用下,驱动加载电机7运动,产生对应的力矩;所述加载电机7与所述机械传动轴8和所述舵机系统2依次连接,用于通过所述机械传动轴8将所述力矩施加到所述舵机系统2的舵轴上。

[0032] 进一步地,本发明大力矩高性能电动变加载装置还包括运动转换器5,设置在所述控制器4与加载电机驱动器6之间。优选的,所述运动转换器5包括I/O卡、AD转换卡及DA转换卡中至少一项。

[0033] 其中,所述加载电机7的表面为磁钢转子磁路,可获得较高的转矩惯量比,能够提供足够大的加载力矩。所述加载电机7的主轴中空,所述扭矩传感器3的一端插入所述主轴,另一端与所述航机系统2的航机安装夹连接。这样既能保证强度,又能减小本发明大力矩高性能电动变加载装置的转动惯量。进一步地转子采用焊接结构,以减轻重量。在本实施例中,所述加载电机为永磁同步环形力矩直驱电机,采用大功率低惯量高密度稀土材料的永磁同步环形力矩直驱电机,最大能提供3000N.m的扭矩,大大提高转动扭矩。进一步通过采用分数槽的设计,抑制谐波的影响。

[0034] 可选的,所述加载电机7包括第一输出法兰,所述第一输出法兰与所述力矩传感器3固定连接;所述力矩传感器3包括第二输出法兰,所述第二输出法兰与所述舵机系统2的舵轴接口连接。通过第一输出法兰和第二输出法兰的设置,使得本发明大力矩高性能电动变加载装置与航机系统刚性连接,使加载力矩最大程度上接近实际输出到舵机轴上的力矩。

[0035] 本发明大力矩高性能电动变加载装置和舵机系统之间通过扭矩传感器同轴连接,一方面使舵面铰链力矩模拟转化为对舵机轴扭矩的模拟;另一方面使加载系统随着舵机系统运动,响应频率并不能低于舵机系统太多,以保证测试效果和质量。

[0036] 进一步,为避免轴向移动量过大,所述力矩传感器3的第二输出法兰与舵轴接口采用隼式连接作为过渡。

[0037] 此外,为避免电磁干扰,本发明提供三种抑制干扰的方式:(1)本发明大力矩高性能电动变加载装置接地,可直接消除大部分干扰。(2)设置差分电路,即本发明大力矩高性能电动变加载装置还包括差分电路,所述差分电路设置在所述扭矩传感器3和控制器4之间,使得力矩传感器3输出的信号均采用差分方式传输,可消除部分电磁干扰。(3)本发明大力矩高性能电动变加载装置的各个传输导线采用屏蔽双绞线,可有效防止电磁辐射干扰。

[0038] 优选的,本发明加载电机驱动器6包括MOS功率模块四象限全桥电路。在本实施例中,所述加载电机驱动器6为伺服驱动器。该驱动器的工作方式为PWM方式,具有体积小、噪声小和功率高等的优点。由于具有电流伺服模块,在其内部形成一个高速的电流内环,因此其响应频率高达100Hz,同时,采用PID调节器构成一个高精度的速度外环控制,确保系统的伺服精度。同时,还采用过压保护、过流保护和超速、超载保护等方式确保功率器件的安全性能。因此,采用伺服驱动器完全可以满足电动负载模拟器系统的试验要求。

[0039] 本发明大力矩高性能电动变加载装置可设置为四个独立的加载通道,每个加载通道为一个舵机系统提供加载,对应的控制方法和连接关系完全相同,全部的控制方法可由

同一台控制器4集中完成，简化结构。

[0040] 本发明采用大功率低惯量高密度稀土材料的永磁环形力矩同步电机，相对于传统的电机，能够实现大力矩的控制，提高频率响应。而且目前市场上还没有能完成如此大的扭矩加载电机，即使有，惯量也都特别大，满足不了这个变加载系统力矩输出大、加载精度和频响高的性能指标。大功率低惯量高密度稀土材料的永磁力矩同步电机，最大能提供3200N.m的扭矩。

[0041] 加载电机选择永磁交流力矩电机，七对极，高密度，可以使得电动加载系统获得良好的动态、静态性能。本发明大力矩高性能电动变加载装置为固定载荷，空气舵做频率特性测试时，伺服机构运动为60HZ，幅值1度，力矩加载误差不大于最大动态加载误差的百分之五。加载力矩指令为最大动态加载指令的10%-20%时，频率特性的双十指标不低于20Hz；-3dB与-90dB处系统频宽能达到90Hz。此外，本发明大力矩高性能电动变加载装置提供单通道达1500Nm，很少有技术在大扭矩高动态加载系统能很好的抑制多余力，并达到指标要求。多余力消除不大于最大动态加载力矩的3%。

[0042] 本发明大力矩高性能电动变加载装置体积小，重量轻，清洁卫生，结构简单，操作方便，响应速度快，通用性高，噪声低。其中加载电机的负载特性为低转速、大扭矩。加载电机能够长时间处于动态或者堵转状态。力矩电机堵转转矩高，堵转电流小，能承受一定时间的堵转运行。稀土永磁材料，体积小，重量轻，效率高，功率因素高，可靠性好，低转速，大扭矩，过载能力强、响应快、特性线性度好、力矩波动小、高功率密度电机的首选，选择功率密度、大转矩、低惯量的转子中空结构的永磁同步环形力矩电机。

[0043] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处，各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

[0044] 本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想；同时，对于本领域的一般技术人员，依据本发明的思想，在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上所述，本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

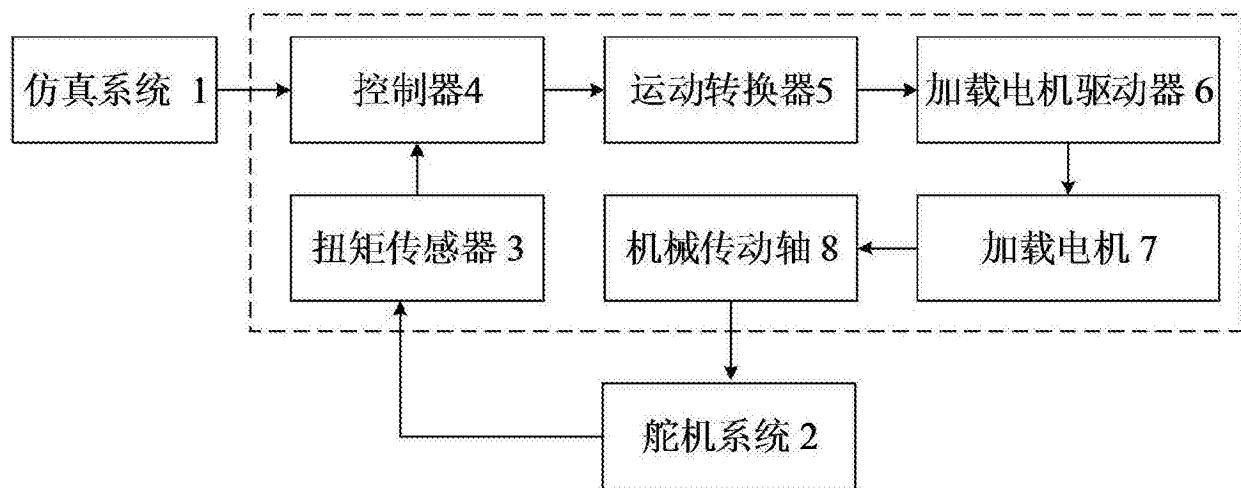


图1