



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 201493846 U

(45) 授权公告日 2010.06.02

(21) 申请号 200920106844.9

(22) 申请日 2009.03.24

(73) 专利权人 北京理工大学

地址 100081 北京市海淀区中关村南大街 5 号

(72) 发明人 彭光正 张宏立 申珉珉 范伟

(74) 专利代理机构 北京理工大学专利中心
11120

代理人 张利萍

(51) Int. Cl.

B25J 11/00(2006.01)

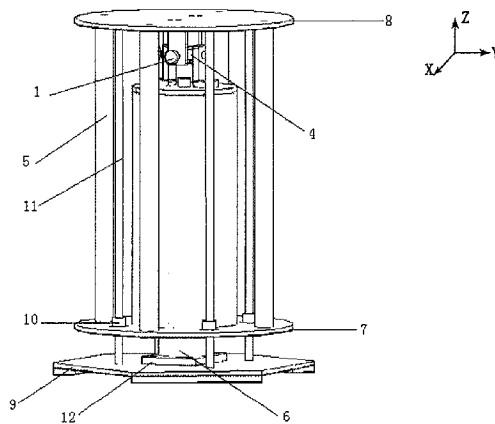
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54) 实用新型名称

气动混联机构的三自由度运动模拟器

(57) 摘要

本实用新型属于气动技术领域。涉及一种气体驱动的运动模拟器,尤其涉及气动混联机构的三自由度运动模拟器,是一种利用气缸和气动人工肌肉混合驱动,实现兼备并联机构和串联机构的新型气动混联机构的三自由度运动模拟器,其中,并联机构由第一角度传感器、第二角度传感器、十字轴、胡克铰、气动人工肌肉、上平台和下平台组成,用于实现两个转动自由度;串联机构由气缸、底座、直线轴承、导轨和法兰组成,用于实现上下运动的自由度;串联机构通过螺纹同并联机构的下平台联接;通过气动控制机构实现三自由度运动模拟器的伺服控制;本实用新型结构简单,三个自由度相互独立,可控性好,既有气动控制响应快的优点,又有气动人工肌肉柔性好的特点。



1. 气动混联机构的三自由度运动模拟器,其特点在于:包括一个气动人工肌肉驱动的两自由度空间并联机构和一个由气缸驱动的行程可测的串联机构组成和气动控制机构;其中,空间并联机构由第一角度传感器、第二角度传感器、十字轴、胡克铰、气动人工肌肉、上平台和下平台组成;下平台设计成草帽形状,上平台和下平台顶部之间采用胡克铰联接,用于实现并联机构的两个转动自由度;串联机构由气缸、底座、直线轴承、导轨和法兰组成,其中气缸的伸缩量能够实现模拟器整体上下运动的自由度;串联机构通过螺纹同并联机构的下平台联接;气动控制机构包括四个电气比例阀和一个比例方向控制阀,用于实现三自由度运动模拟器的伺服控制。

2. 如权利要求 1 所述的气动混联机构的三自由度运动模拟器,其特点在于:所述人工肌肉有四根,由柔性钢丝联接在上平台和下平台之间;四根导轨垂直安装底座上,第一角度传感器和第二角度传感器安装在胡克铰的十字轴上;并联机构的上平台具有绕 X 轴和绕 Y 轴的两个转动自由度,这两个独立的转动自由度各自使用一对气动人工肌肉对拉来实现,其转动角度分别可由安装在胡克铰十字轴上的第一角度传感器和第二角度传感器测得;四根导轨用于防止并联机构整体沿气缸轴向转动和在气动肌肉未充气时给上平台提供支撑力。

3. 如权利要求 1 所述的气动混联机构的三自由度运动模拟器,其特点在于:所述气动控制机构的四个电气比例阀用于驱动四根气动人工肌肉,通过控制气动人工肌肉的腔内压力并利用第一角度传感器和第二角度传感器反馈运动模拟器绕 X 轴和 Y 轴的角度信号来实现气动人工肌肉的位置伺服控制;所述的比例方向控制阀用于驱动气缸,通过控制流入气缸的流量并利用气缸的反馈位移来实现气缸的位置伺服控制。

4. 如权利要求 1 所述的气动混联机构的三自由度运动模拟器,其特点在于:所述胡克铰包括十字轴和四个 L 形状的块,这四个块与十字轴用轴承联接,实现并联机构上平台的转动带动十字轴的转动。

气动混联机构的三自由度运动模拟器

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种气体驱动的运动模拟器,尤其涉及气动混联机构的三自由度运动模拟器,是一种利用气缸和气动人工肌肉混合驱动,实现了兼备并联和串联机构的新型气动混联机构的三自由度运动模拟器。

技术背景

[0002] 并联机构具有刚度大、承载能力强、自重负荷比小、响应速度快、动力性能好等特点,特别适合于工作空间较小、负载却较大的应用场合。目前国内外绝大多数并联系统是电机或液压驱动的。对于电机系统来说,电动机起动容易,且可设计成低转动惯量,加减速特性都很好,但要获得大的功率输出,会造成电动机的质量体积较大。新型驱动器的研究、开发及应用,一直是科学研究的重要方向之一。一类基于生物肌肉运动原理而设计开发出来的驱动器—气动人工肌肉(简称PMA),近年来得到了广泛的研究与应用。气动人工肌肉具有机构简单、紧凑,安装简便,高度柔性,价格低廉使用安全,高效节能,重量小,输出力/自重量比很高,能自缓冲,自带阻尼,无内泄漏,且防尘抗污染能力强等特点。同时,气动人工肌肉还具有与生物肌肉类似的力学特性,所以在运动模拟器的驱动方面表现出非凡的应用前景。

[0003] 目前,国内外许多研究工作者都在进行气动人工肌肉的系统应用研究。

[0004] 在国内,华中科技大学提出一种基于气动人工肌肉的并联机器人平台,作为水中运动模拟装置;上海交通大学研究了气动人工肌肉并联驱动的多自由度平台;浙江大学提出一种机构简单的气动人工肌肉并联关节。

[0005] 尽管并联机构具有较高的刚度/精度之比和较高的承载/强度之比,且驱动方便。但是并联机构缺乏串联机构工作空间大的特点,因此其工作空间往往比较小,不适合工作空间较大的应用领域。串联和并联机构各有其优缺点,这些优缺点具有互补的关系,在机构上和性能特点上也具有对偶关系。从工作空间和性能价格比等综合效果来看,气动混联机构更具使用价值。因此,在机构设计和实际应用当中,可以用一种将串联和并联有机结合起来的结构,即气动混联机构,充分发挥串、并联机构各自的优点,进一步提高了运动模拟器的性能。

[0006] 根据以上所述,本实用新型设计了一个由气动人工肌肉驱动的两自由度空间并联机构和一个由气缸驱动的行程可测的串联机构组成的新型气动混联机构三自由度运动模拟器,使之充分发挥串、并联机构各自的优点,进一步扩大了运动模拟器的应用领域。

发明内容

[0007] 本实用新型的目的在于提供一种具有气动混联机构的三自由度运动模拟器;驱动方式采用气缸和气动人工肌肉混合驱动;运动模拟器由一个两自由度空间并联机构和一个行程可测的气缸串联机构组成。

[0008] 为了实现上述目的,本实用新型是通过以下技术方案来实现的:

[0009] 本实用新型的气动混联机构的三自由度运动模拟器,包括一个气动人工肌肉驱动的两自由度空间并联机构和一个由气缸驱动的行程可测的串联机构组成和气动控制机构;其中,空间并联机构由第一角度传感器、第二角度传感器、十字轴、胡克铰、气动人工肌肉、上平台和下平台组成;下平台设计成草帽形状,上平台和下平台顶部之间采用胡克铰联接,用于实现并联机构的两个转动自由度;串联机构由气缸、底座、直线轴承、导轨和法兰组成,其中气缸的伸缩量能够实现模拟器整体上下运动的自由度;串联机构通过螺纹同并联机构的下平台联接;气动控制机构包括四个电气比例阀和一个比例方向控制阀,用于实现三自由度运动模拟器的伺服控制。

[0010] 所述人工肌肉有四根,由柔性钢丝联接在上平台和下平台之间;四根导轨垂直安装底座上,第一角度传感器和第二角度传感器安装在胡克铰的十字轴上;并联机构的上平台具有绕 X 轴和绕 Y 轴的两个转动自由度,这两个独立的转动自由度各自使用一对气动人工肌肉对拉来实现,其转动角度分别可由安装在胡克铰十字轴上的第一角度传感器和第二角度传感器测得;四根导轨用于防止并联机构整体沿气缸轴向转动和在气动肌肉未充气时给上平台提供支撑力。

[0011] 所述气动控制机构的四个电气比例阀用于驱动四根气动人工肌肉,通过控制气动人工肌肉的腔内压力并利用第一角度传感器和第二角度传感器反馈运动模拟器绕 X 轴和 Y 轴的角度信号来实现气动人工肌肉的位置伺服控制;所述的比例方向控制阀用于驱动气缸,通过控制流入气缸的流量并利用气缸的反馈位移来实现气缸的位置伺服控制。

[0012] 所述胡克铰包括十字轴和四个 L 形状的块,这四个块与十字轴的四个轴用轴承联接,实现并联机构上平台的转动带动十字轴的转动。

[0013] 工作时,先给四根气动人工肌肉充气预紧,再让气缸升高至所需位置,使上平台与四根导轨脱离接触,保证了上平台的转动空间。通过控制气缸行程可以使并联机构整体实现升降,分别控制四根气动肌肉的收缩或伸长可以实现并联机构上平台转动。并联机构升降时,其下平台通过直线轴承在导轨上滑动。

[0014] 本实用新型机构简单,三个自由度相互独立,可控性好,其利用气动控制响应快的优点,又利用气动人工肌肉柔性好的特点。

[0015] 由于采用了上述技术方案,本实用新型具有如下优点和特点:

[0016] 1、本实用新型是一种混联运动模拟器,充分利用并联机构负载能力大和串联机构工作空间大的优点,取长补短;

[0017] 2、本实用新型是一种混合驱动模拟器,充分利用气缸和气动人工肌肉各自的优点;

[0018] 3、运动模拟器有三个自由度,且这三个自由度相互独立,可以实现分别绕 X 轴和 Y 轴做旋转运动,以及在 Z 轴方向的移动;

[0019] 4、胡克铰的转动轴上方便安装角度传感器,这样就非常容易获得上平台的姿态角,这样不必在人工肌肉上安装价位较高的测量肌肉伸缩位移的传感器了,而且可以避开一般并联平台复杂的运动学正解,控制十分方便;

[0020] 5、上平台的控制可以直接在工作空间进行,而目前绝大多数的并联平台的控制都是在关节空间进行的。

附图说明

- [0021] 图 1 为运动模拟器整体示意图；
- [0022] 图 2 为运动模拟器剖视图；
- [0023] 图 3 为胡克铰示意图；
- [0024] 图 4 为气动系统示意图；
- [0025] 图 5 为控制系统框图；
- [0026] 图 6 为肌肉关节阶跃响应示意图；
- [0027] 图 7 为肌肉关节正弦跟踪示意图；
- [0028] 图中,1- 第一角度传感器、2- 第二角度传感器、3- 十字轴、4- 胡克铰、5- 气动人工肌肉、6- 气缸、7- 下平台、8- 上平台、9- 底座、10- 直线轴承、11- 导轨、12- 法兰、13- 电气比例阀、14- 比例方向控制阀。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图和实施例对本实用新型作进一步说明。

[0030] 本实用新型的气动混联机构的三自由度运动模拟器,包括一个气动人工肌肉驱动的两自由度空间并联机构和一个由气缸驱动的行程可测的串联机构组成和气动控制机构;其中,空间并联机构由第一角度传感器、第二角度传感器、十字轴、胡克铰、气动人工肌肉、上平台和下平台组成;下平台设计成草帽形状,上平台和下平台顶部之间采用胡克铰联接,用于实现并联机构的两个转动自由度;其中胡克铰的十字轴长度为 110mm,半径为 20mm,胡克铰的四个 L 形块长度均为 45mm,高度为 95mm;上平台半径为 250mm,下平台半径为 250mm,下平台套筒半径为 220mm,高度为 540mm;气动人工肌肉直径为 400mm,气动人工肌肉长度为 450mm,气动人工肌肉的接头长度为 90mm;串联机构由气缸、底座、直线轴承、导轨和法兰组成,其中气缸的伸缩量能够实现模拟器整体上下运动的自由度;串联机构通过螺纹同并联机构的下平台联接;其中气缸直径为 100mm,行程为 400mm;底座正六边形边长为 300mm,导轨长度为 780mm;上下平台距离为 700mm,下平台距底座距离为 80mm;肌肉安装位置的半径为 200mm,导轨安装位置的半径为 160mm;气动控制机构包括四个电气比例阀和一个比例方向控制阀,用于实现三自由度运动模拟器的伺服控制。

[0031] 所述气动人工肌肉有四根,由柔性钢丝联接在上平台和下平台之间;四根导轨垂直安装底座上,第一角度传感器和第二角度传感器安装在胡克铰的十字轴上;并联机构的上平台具有绕 X 轴和绕 Y 轴的两个转动自由度,这两个独立的转动自由度各自使用一对气动人工肌肉对拉来实现,其转动角度分别可由安装在胡克铰十字轴上的第一角度传感器和第二角度传感器测得;四根导轨用于防止并联机构整体沿气缸轴向转动和在气动肌肉未充气时给上平台提供支撑力。

[0032] 所述气动控制机构的四个电气比例阀用于驱动四根气动人工肌肉,通过控制气动人工肌肉的腔内压力并利用第一角度传感器和第二角度传感器反馈运动模拟器绕 X 轴和 Y 轴的角度信号来实现气动人工肌肉的位置伺服控制,其转动角度范围: X 轴转动角度为 -15° 到 $+15^{\circ}$, Y 轴转动角度为 -15° 到 $+15^{\circ}$;所述的比例方向控制阀用于驱动气缸,通过控制流入气缸的流量并利用气缸的反馈位移来实现气缸的位置伺服控制,其上下移动范围为 0 到 400mm。

[0033] 所述胡克铰包括十字轴和四个 L 形状的块,这四个块与十字轴的四个轴用轴承联接,实现并联机构上平台的转动带动十字轴的转动。

[0034] 工作时,先给四根气动人工肌肉充气预紧,再让气缸升高至所需位置,使上平台与四根导轨脱离接触,保证了上平台的转动空间。通过控制气缸行程可以使并联机构整体实现升降,分别控制四根气动肌肉的收缩或伸长可以实现并联机构上平台转动。并联机构升降时,其下平台通过直线轴承在导轨上滑动。

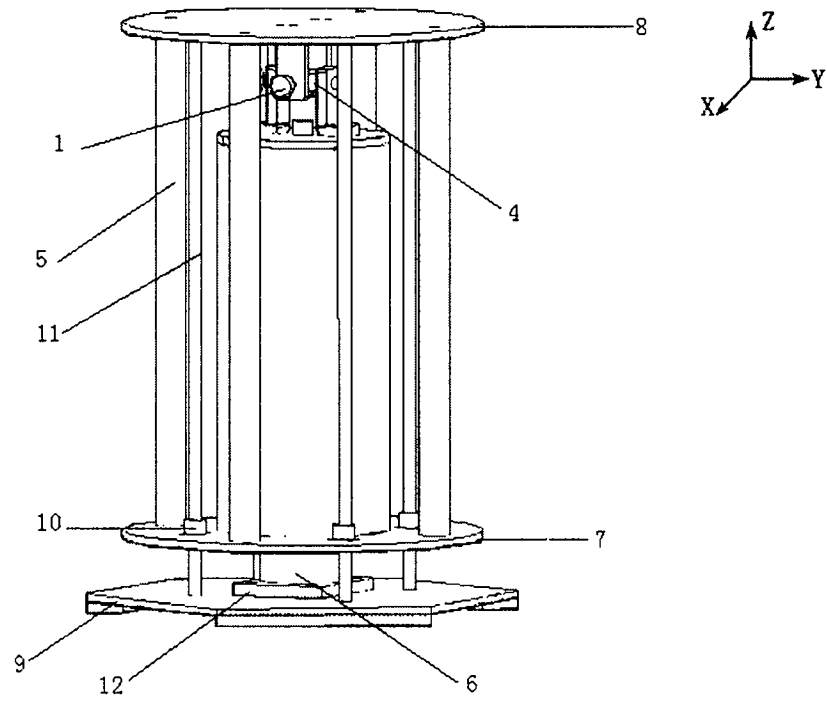


图 1

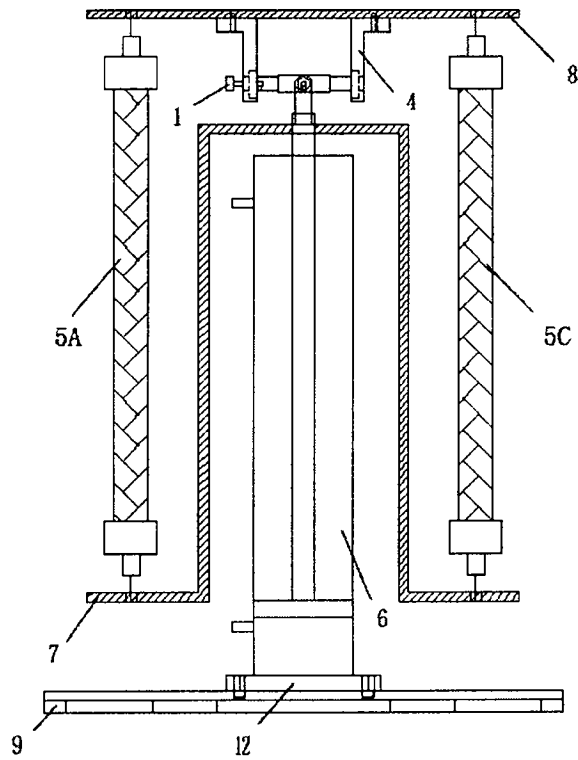


图 2

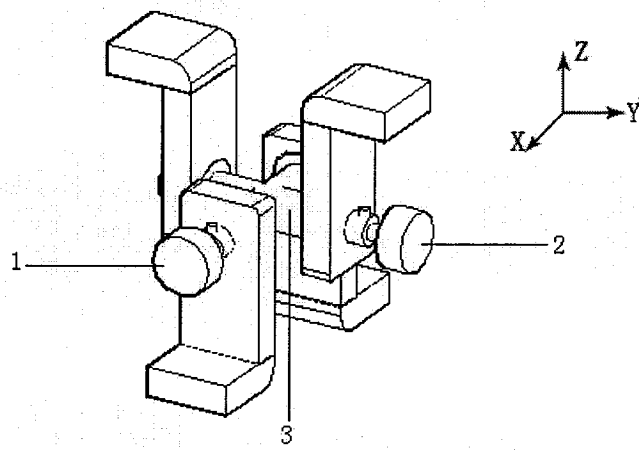


图 3

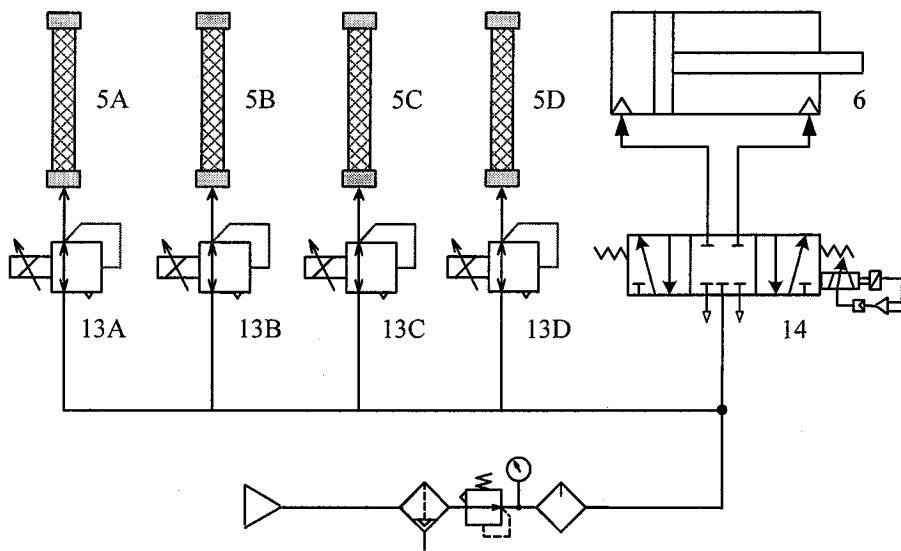


图 4

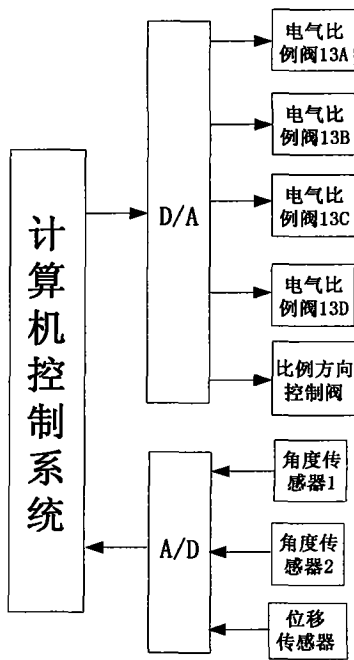


图 5

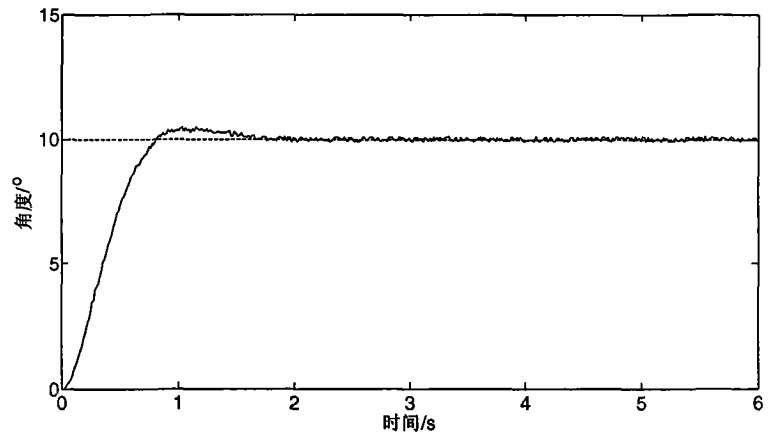


图 6

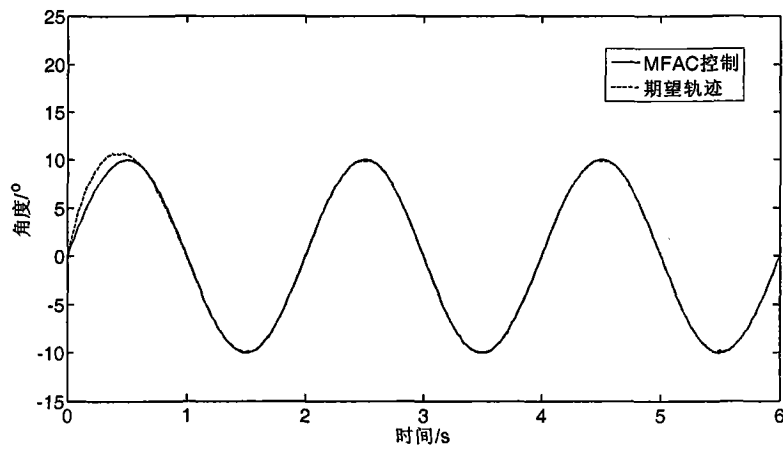


图 7