



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102654425 B

(45) 授权公告日 2014. 07. 02

(21) 申请号 201110052810. 8

(22) 申请日 2011. 03. 04

(73) 专利权人 中国科学院沈阳自动化研究所  
地址 110016 辽宁省沈阳市东陵区南塔街  
114 号

(72) 发明人 李贵祥 苏刚 李洪谊

(74) 专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限  
公司 21002

代理人 许宗富

(51) Int. Cl.

G01L 5/16(2006. 01)

审查员 韩龙

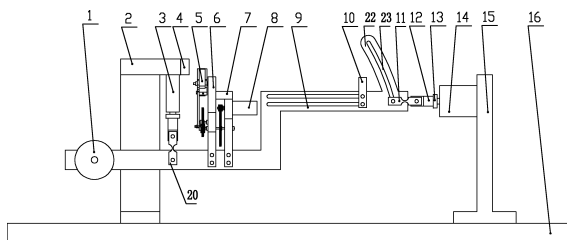
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54) 发明名称

扑翼飞行机器人气动力测试装置

(57) 摘要

一种扑翼飞行机器人气动力测试装置,属于应力应变测试技术领域。包括固定支架、水平力传感器、垂直力传感器、测试平台骨架、驱动电机、扑动装置及翼宽调节板,所述安装有水平力传感器和垂直力传感器的支架分别安装在固定支架上,所述测试平台骨架分别通过第一、第二柔性铰链与水平、垂直力传感器上的连接支架连接,靠近垂直力传感器的测试平台骨架端安装有配重,连接有驱动电机的扑动装置安装在水平、垂直力传感器间的测试平台骨架上,在垂直力传感器支架上靠近扑动装置处安装有漫反射开关,所述水平、垂直力传感器、漫反射开关及电机分别与电气控制部分连接。本发明提高了测力精度,减小了非测力方向力对力传感器的干扰。



1. 一种扑翼飞行机器人气动力测试装置,其特征在于:包括固定支架、水平力传感器、垂直力传感器、测试平台骨架、驱动电机、扑动装置及翼宽调节板,安装有所述水平力传感器和垂直力传感器的支架分别安装在固定支架上,所述测试平台骨架分别通过第一、第二柔性铰链与水平、垂直力传感器上的连接支架连接,靠近垂直力传感器的测试平台骨架端安装有配重,连接有驱动电机的扑动装置安装在水平、垂直力传感器间的测试平台骨架上,在垂直力传感器支架上靠近扑动装置处安装有漫反射开关,所述水平、垂直力传感器、漫反射开关及电机分别与电气控制部分连接。

2. 根据权利要求1所述的扑翼飞行机器人气动力测试装置,其特征在于:所述扑动装置包括小齿轮、第二传动齿轮及两组对称的连接杆、驱动连杆、第一传动齿轮,所述两连接杆一端铰接,另一端分别通过驱动连杆连接第一传动齿轮,所述两第一传动齿轮、第二传动齿轮与小齿轮均安装在齿轮面板上,且小齿轮与第二传动齿轮同轴,并分别与两第一传动齿轮相啮合,第二传动齿轮与电机输出轴端的齿轮相啮合。

3. 根据权利要求1所述的扑翼飞行机器人气动力测试装置,其特征在于:所述测试平台骨架上靠近水平力传感器端带有弧形板,其上开有弧形槽。

4. 根据权利要求1所述的扑翼飞行机器人气动力测试装置,其特征在于:所述测试平台骨架上设有与翼宽调节板相配合的两个条形槽。

5. 根据权利要求1所述的扑翼飞行机器人气动力测试装置,其特征在于:所述电气控制部分包括水平、垂直力传感器、漫反射开关、电机、直流前置放大器和AD采样器,所述水平、垂直力传感器分别通过直流前置放大器和AD采样器与计算机连接,通过计算机输出气动力随时间变化曲线;所述漫反射开关和电机通过AD采样器与计算机连接。

## 扑翼飞行机器人气动力测试装置

### 技术领域

[0001] 本发明属于应力应变测试技术领域,特别涉及一种扑翼飞行机器人气动力测试装置。

### 背景技术

[0002] 近年来,随着 MEMS 技术的迅速发展,微型飞行器成为一个新兴研究方向。微型扑翼飞行器由于更容易克服低雷诺数下气动效率和飞行控制问题,并具有更广阔的发展前景,因而受到更多的关注。

[0003] 美国加州理工学院(Caltech)是最早研制扑翼飞行机器人的机构之一。其与加州大学(UCLA)及 AeroVironment 公司共同研制出 Microbat,首架原型机于 1998 年 10 月试飞,是最早的仿生扑翼飞行机器人。Microbat 机体骨架和机翼采用新型超强复合材料,机翼模仿蝙蝠和昆虫的翅膀,采用 MEMS 技术加工;以锂离子高能电池为动力,通过低摩擦轻型传动机构将微电机的转动转变为机翼的扑动。美国佐治亚理工大学(GTRI)、英国剑桥大学及 ETS 实验室共同研制出的仿昆虫 Entomopter,机翼为蝴蝶翅膀状,采用特殊结构和材料制成,翼展为 25.4cm,用一种往复式化学肌肉(RCM, Reciprocating Chemical Muscle)驱动。RCM 是一种不通过燃烧反应就可以将化学能转化为机械能的机构,具有较高的能量转换效率。燃料注入后,能使翅膀以 10Hz 的频率上下拍动,并能产生飞行控制所需的电能。

[0004] 国内从事扑翼 MAV 相关研究的机构主要有西北工业大学和南京航空航天大学等。西北工业大学方宗德等主要从事仿鸟扑翼 MAV 的机构设计、驱动方式、控制方法和翼形优化等方面研究,取得了较多成果。该团队研究的扑翼飞行机器人尺寸较大,最小翼展 112mm。宋笔锋等学者侧重于气动机理的研究,利用风洞对翼展 400mm 的扑翼飞行机器人进行了多项测试。南京航空航天大学昂海松和曾锐等主要从事扑翼飞行机器人气动机理及机构设计等方面研究。该团队研制了一种仿鸟扑翼飞行机器人,翼展 340mm,同时对鸟类扑翼气动机理进行了比较深入的研究,并完成了风洞实验。

[0005] 由于尺寸小,飞行速度低,扑翼飞行机器人要比普通飞机在更低的雷诺数下飞行,这时空气的粘滞力很大,其影响无法忽略。目前,低雷诺数下的空气动力学还没有成熟的理论和经验公式可以遵循。需要扑翼飞行机器人试验装置,通过试验获得的数据分析扑翼形状、翼展、飞行攻角和扑动频率对扑翼飞行机器人飞行时气动力的影响。同时由于扑翼飞行机器人尺寸小、重量轻、升力很小,需要测力装置具有微小力测试能力。

[0006] 据此,有必要提供一种结构简单、测试精度高、具有微小力测试能力的扑翼飞行机器人气动力测试装置。

### 发明内容

[0007] 针对上述存在的技术问题,本发明提供一种结构简单、具有微小力测试能力的扑翼飞行机器人气动力测试装置。

[0008] 本发明所采用的技术方案是:

[0009] 本发明包括固定支架、水平力传感器、垂直力传感器、测试平台骨架、驱动电机、扑动装置及翼宽调节板,所述安装有水平力传感器和垂直力传感器的支架分别安装在固定支架上,所述测试平台骨架分别通过第一、第二柔性铰链与水平、垂直力传感器上的连接支架连接,靠近垂直力传感器的测试平台骨架端安装有配重,连接有驱动电机的扑动装置安装在水平、垂直力传感器间的测试平台骨架上,在垂直力传感器支架上靠近扑动装置处安装有漫反射开关,所述水平、垂直力传感器、漫反射开关及电机分别与电气控制部分连接。

[0010] 所述扑动装置包括小齿轮、第二传动齿轮及两组对称的连接杆、驱动连杆、第一传动齿轮,所述两连接杆一端铰接,另一端分别通过驱动连杆连接第一传动齿轮,所述两第一传动齿轮、第二传动齿轮与小齿轮均安装在齿轮面板上,且小齿轮与第二传动齿轮同轴,并分别与两第一传动齿轮相啮合,第二传动齿轮与电机输出轴端的齿轮相啮合。

[0011] 所述测试平台骨架上靠近水平力传感器端带有弧形板,其上开有弧形槽。所述测试平台骨架上设有与翼宽调节板相配合的两个条形槽。所述电气控制部分包括水平、垂直力传感器、漫反射开关、电机、直流前置放大器和 AD 采样器,所述水平、垂直力传感器分别通过直流前置放大器和 AD 采样器与计算机连接,通过计算机输出气动力随时间变化曲线;所述漫反射开关和电机通过 AD 采样器与计算机连接。

[0012] 本发明具有如下优点:

[0013] 1. 本发明采用高精度微力传感器,相对于传统的测试平台可以测试更加微小的力。

[0014] 2. 本发明测试平台采用柔性铰链连接,分离垂直、水平方向的气动力,有效提高了测力精度。通过柔性铰链旋转时阻力小的特点来减小非测力方向力对力传感器的干扰。

[0015] 3. 本发明所述测试平台骨架带有弧形板,其上开有弧形槽,可以调节扑翼飞行机器人测试时的攻角;且其上设有与翼宽调节板相配合的两个条形槽,可以适应翼宽不同的扑翼飞行机器人。

[0016] 4. 本发明连接在测试平台骨架上配重,用以调节测试装置的重心,使其位于垂直力传感器的测力方向上,以减小额外转矩对垂直力传感器的影响。

## 附图说明

[0017] 图 1 为本发明的主视图。

[0018] 图 2 为图 1 的左视图。

[0019] 图 3 为本发明的测试系统框图。

[0020] 图中:1. 配重,2. 垂直力传感器支架,3. 垂直力传感器,4. 漫反射开关,5. 扑动装置,6. 齿轮面板,7. 电机面板,8. 驱动电机,9. 测试平台骨架,10. 翼宽调节板,11. 第一柔性铰链,12. 连接支架,13. 锁紧螺母,14. 水平力传感器,15. 水平力传感器支架,16. 固定支架,17. 驱动连杆,18. 第一传动齿轮,19. 连接杆,20. 第二柔性铰链,21. 小齿轮,22. 弧形板,23. 弧形槽,24. 第二传动齿轮。

## 具体实施方式

[0021] 下面结合实施例及附图详细说明本发明。

[0022] 实施例 1:如图 1 所示,本发明包括固定支架 16、水平力传感器 15、垂直力传感器

3、测试平台骨架 9、驱动电机 8、扑动装置、铰链及翼宽调节板 10,所述安装有水平力传感器 14 和垂直力传感器 2 的支架分别安装在固定支架 16 上,所述测试平台骨架 9 分别通过第一、第二柔性铰链 11、与水平、垂直力传感器 14、3 上的连接支架 12 连接,靠近垂直力传感器 3 的测试平台骨架 9 端安装有配重 1,连接有驱动电机 8 的扑动装置安装在水平、垂直力传感器 14、3 间的测试平台骨架 9 上,在垂直力传感器支架 2 上靠近扑动装置处安装有漫反射开关 4,以检测扑翼飞行机器人的扑动频率,所述水平、垂直力传感器 14、3、漫反射开关 4 及驱动电机 8 分别与电气控制部分连接。

[0023] 如图 2 所示,所述扑动装置包括小齿轮 21、第二传动齿轮 24 及两组对称的连接杆 19、驱动连杆 17、第一传动齿轮 18,所述两连接杆 19 一端铰接,另一端分别通过驱动连杆 17 连接第一传动齿轮 18,所述两第一传动齿轮 18、第二传动齿轮 24 与小齿轮 21 均安装在齿轮面板 6 上,且小齿轮 21 与第二传动齿轮 24 同轴,并分别与两第一传动齿轮 18 相啮合,第二传动齿轮 24 与电机 8 输出轴端的齿轮相啮合。

[0024] 所述测试平台骨架 9 通过柔性铰链 11、柔性铰链连接支架 12、锁紧螺母 13 与垂直力传感器 3 以及水平力传感器 14 连接,通过柔性铰链旋转时阻力小的特点来减小非测力方向力对力传感器的干扰。所述测试平台骨架 9 靠近水平力传感器 14 端带有弧形板 22,其上开有弧形槽 23,可以调节扑翼飞行机器人测试时的攻角;所述测试平台骨架上设有与翼宽调节板相配合的两个条形槽,可以适应翼宽不同的扑翼飞行机器人。

[0025] 所述配重 1 连接到测试平台骨架 9 上,调节测试装置的重心使其位于垂直力传感器 3 的测力方向上,以减小额外转矩对垂直力传感器 3 的影响。所述配重 1 大小的确定:使得被测的测试平台骨架 9 重心在垂直力传感器 3 的中心线上,用以调节本发明的重心。所述垂直力传感器 3 和水平力传感器 14 通过柔性铰链与测试平台骨架 9 相连,使测试平台骨架 9 可绕第一、第二柔性铰链的转轴转动。其中所述的水平、垂直力传感器 14、3 均为高精度微力传感器。

[0026] 如图 3 所示,所述电气控制部分包括水平、垂直力传感器 14、3、漫反射开关 4、驱动电机 8、直流前置放大器和 AD 采样器,所述水平、垂直力传感器 14、3 分别通过直流前置放大器和 AD 采样器与计算机连接,通过计算机输出气动力随时间变化曲线;所述漫反射开关 4 和电机通过 AD 采样器与计算机连接。

[0027] 本发明的过程:

[0028] 本发明中扑翼飞行机器人通过电机 8 驱动,经齿轮减速器带动扑动装置,实现扑翼飞行机器人翅膀进行扑翼运动,垂直力传感器支架上靠近扑翼飞行机器人翅膀处安装有漫反射开关 4,以检测扑翼飞行机器人的扑动频率,水平、垂直力传感器输出的电信号,经直流前置放大器、AD 采样后送入计算机中,从而得到气动力随时间变化曲线。

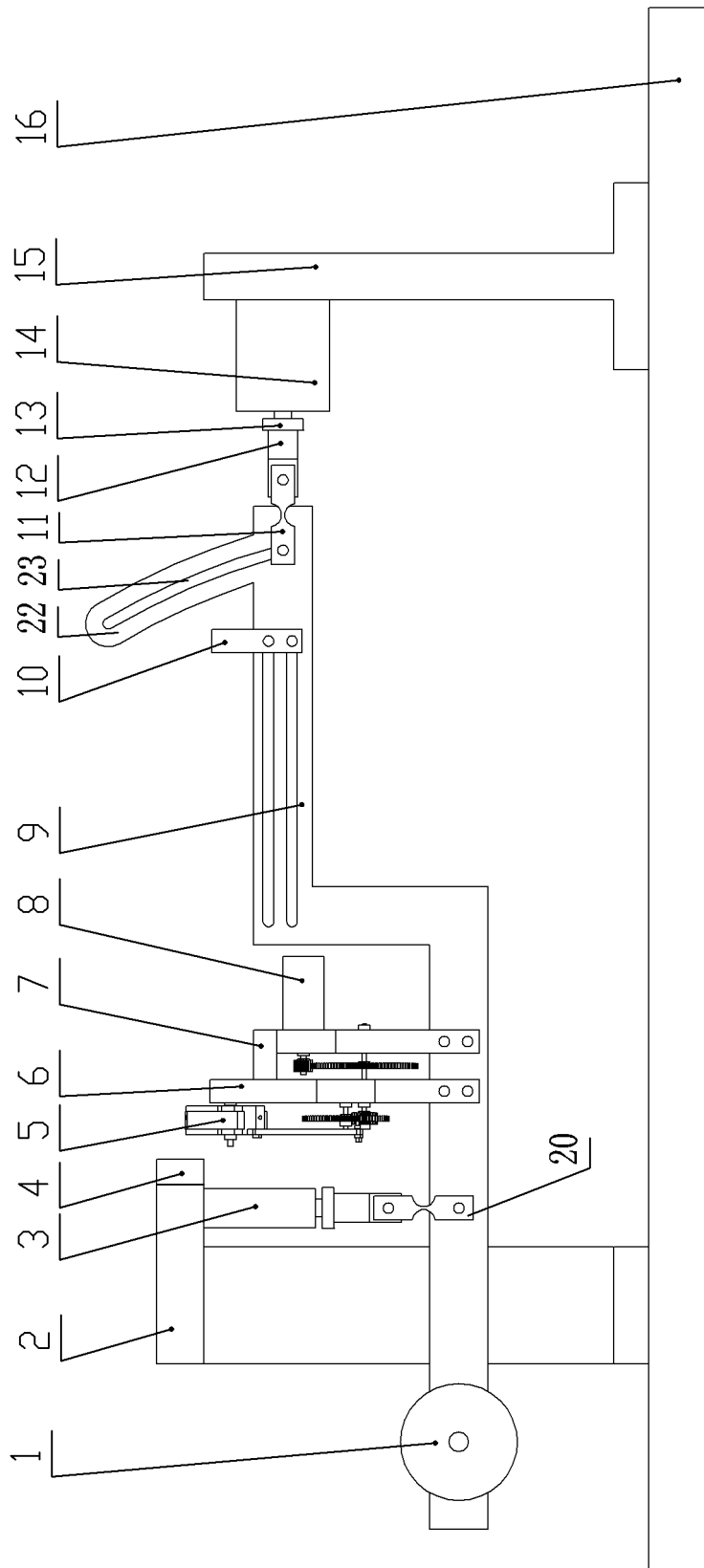


图 1

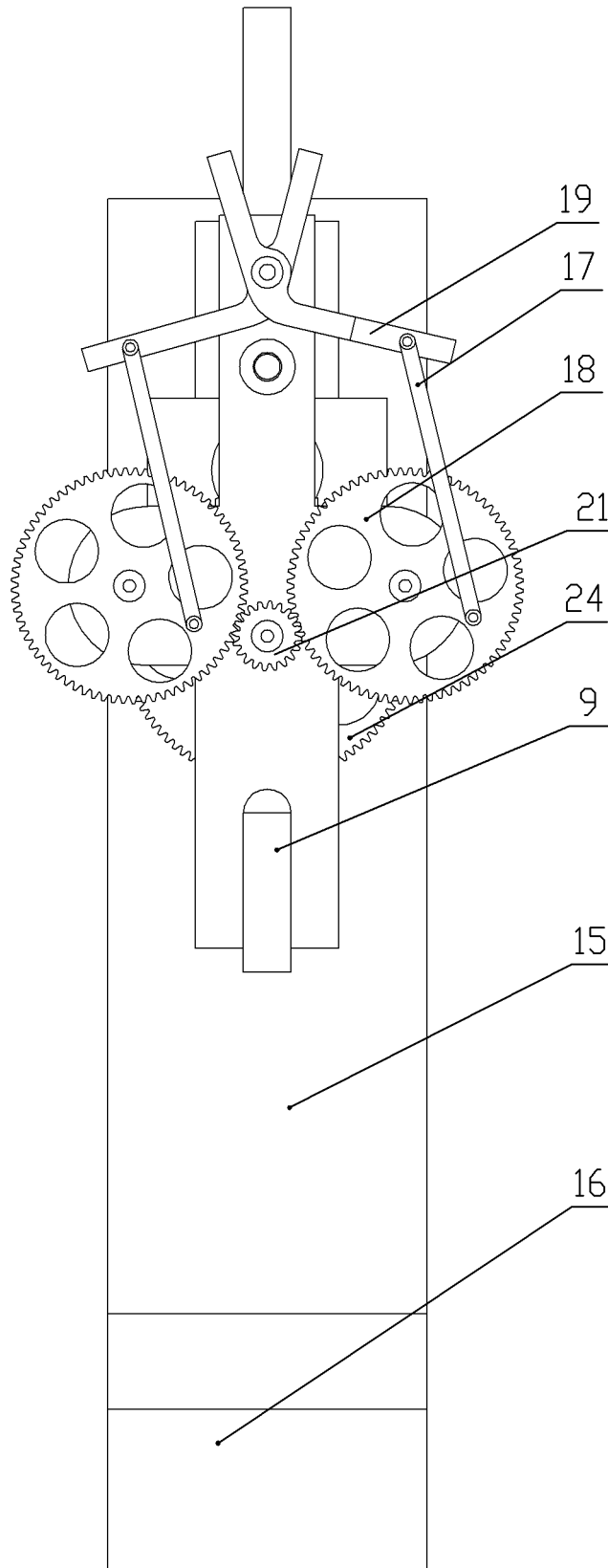


图 2

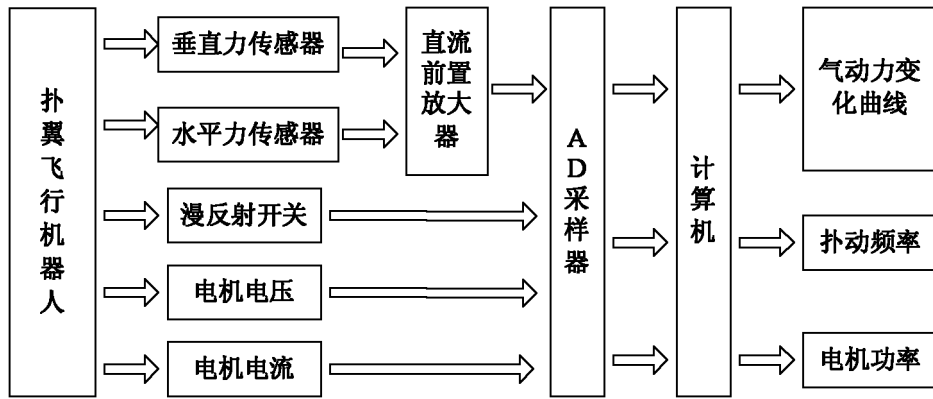


图 3