



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105288978 A

(43) 申请公布日 2016. 02. 03

(21) 申请号 201510795321. X

(22) 申请日 2015. 11. 18

(71) 申请人 中国石油大学(华东)

地址 266580 山东省青岛市经济技术开发区
长江西路 66 号

(72) 发明人 邹宇鹏 朱海涛 马慧子 于蕾艳
伊蕾

(74) 专利代理机构 东营双桥专利代理有限责任
公司 37107

代理人 罗文远

(51) Int. Cl.

A63B 69/06(2006. 01)

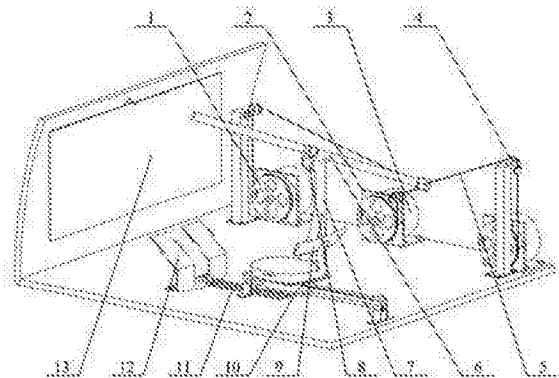
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种用于失重环境的柔索驱动航天员划船训练器及使用方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于失重环境的柔索驱动航天员划船训练器及使用方法,包括负载控制单元、船桨单元、座椅单元、虚拟显示单元,负载控制单元由柔索缠绕轮、电机支架、力矩电机和导向轮组成;船桨单元由船桨、船桨支架组成,船桨通过球铰机构船桨支架连接;座椅单元由座椅、导轨、拉伸弹簧和脚踏板组成;虚拟显示单元主要由显示屏组成。本发明利用负载控制单元模拟运动阻力,通过柔索将负载力传递给船桨,模拟船桨在水中划动时受到的运动阻力。划船训练器模块化设计,便于运输和安装;采用柔索作为传动元件,训练时舒适、安全;通过虚拟显示单元,提高训练的人机交互性和娱乐性。本发明结构简单、质量体积小,可用于航天员在太空中的体育训练。



1. 一种用于失重环境的柔索驱动航天员划船训练器,其特征是:包括三个负载控制单元、船桨单元、座椅单元、虚拟显示单元部分,其中,负载控制单元由柔索缠绕轮(1)、电机支架(2)、力矩电机(3)和导向轮(4)组成,柔索(5)缠绕在柔索缠绕轮(1)上并经过导向轮(4)改变传递方向,柔索(5)的末端与船桨(6)末端相连,柔索(5)的伸缩量通过电机末端编码器测量;

船桨单元由船桨(6)、船桨支架(7)组成,船桨(6)通过球铰机构(8)与船桨支架(7)连接,柔索(5)与船桨(6)末端通过套筒(14)连接,绳索(5)穿过可自由转动的套筒(14)与船桨(6)上相连,通过螺母挡圈限制柔索(5)的径向滑动;

座椅单元由座椅(9)、导轨(10)、拉伸弹簧(11)和脚踏板(12)组成,座椅(9)可在导轨(10)上滑动,通过拉伸弹簧(11)与脚踏板(12)连接,自由状态下,座椅(9)被拉紧在导轨前部,训练时,拉伸弹簧(11)提供运动阻力以及座椅(9)归位的恢复力,对航天员腿部和腰腹部肌肉进行有效训练;

虚拟显示单元部分主要由显示屏(13)组成,控制系统根据三根柔索的伸缩量可以确定船桨的位置,显示屏(13)模拟虚拟水面,并实时显示船桨在水中位置,同时,显示屏还显示人体生理数据,供相关人员监测和分析。

2. 根据权利要求1所述的用于失重环境的柔索驱动航天员划船训练器,其特征是:三个导向轮(4)和套筒(14)构成空间四面体的四个顶点,三根柔索(5)构成空间四面体的三个棱边,形成空间力,三根柔索(5)在套筒(14)上施加的力可以分解为沿着船桨轴线的分力、船桨水平方向的径向力和船桨垂直方向的径向力,其中,沿着船桨(6)的径向力由球铰机构(8)来承受,船桨(6)水平方向的径向力和垂直方向的径向力分别模拟船桨在水中水平方向的阻力和垂直方向的阻力。

3. 根据权利要求1所述的用于失重环境的柔索驱动航天员划船训练器,其特征是:所述的套筒(14)上设有多个小孔,柔索(5)穿过小孔。

4. 根据权利要求1所述的用于失重环境的柔索驱动航天员划船训练器,其特征是:三个负载控制单元、船桨单元、座椅单元、虚拟显示单元部分通过控制系统实现工作,其中,控制系统由上位机控制系统和下位机负载控制器组成,上位机控制系统根据编码器检测到的柔索的伸缩量确定船桨(6)末端在虚拟水面中位置以及船桨在水中的划动速度、划动阻力;通过显示屏(13)为航天员模拟当前状态下的水面、船桨、水面附近的风景以及航天员身体健康状况,根据流体力学相关知识可确定船桨末端的阻力,然后将阻力分解为各柔索(5)上的期望分力 f_{di} ,上位机控制系统向各个负载控制单元发送指令,负载控制单元实时采集电机的驱动电流 I ,根据 $T_m = C_m \cdot I$, T_m 为电机的驱动力矩, C_m 为电机力矩系数,可确定各个柔索(5)的张力,控制各个负载控制单元分别向船桨施加阻力 f_i ,整个训练过程中,航天员做主动运动,而划船训练器处于被动跟随状态。

5. 一种如权利要求1-4中任一项所述的用于失重环境的柔索驱动航天员划船训练器的使用方法,其特征是:包括以下步骤:

使用时,航天员面向显示屏(13)坐在座椅(9)上并将自己固定,双脚踏在脚踏板(12)上,双手握住船桨(6),与此同时,显示屏(13)显示虚拟水面以及船桨;

划船时分为四个阶段:出水阶段,双脚踏紧脚踏板(12),双腿伸直,双臂下压船桨(6),船桨(6)末端抬高,此时拉伸弹簧(11)完全拉伸,船桨(6)末端仅受负载控制单元模拟的竖

直向下的出水阻力；回桨阶段，缓缓屈膝，肩部放松，双臂逐渐收回，将船桨(6)收至胸前，拉伸弹簧(11)收紧，此时船桨(6)末端不受任何负载力；入水阶段，双臂用力上抬船桨(6)，船桨(6)末端入水，此时船桨(6)末端仅受负载控制单元模拟的竖直向上的入水阻力；推桨阶段，双脚蹬紧脚踏板(12)，双腿用力伸直，双臂用力向前推动船桨(6)至远离胸部的位
置，此时拉伸弹簧(11)又被完全拉伸，船桨(6)末端受负载控制单元模拟的竖直向前的推
动力；

在划船过程中，显示屏(13)会实时显示船桨的运动以及船体前进时环境的变化。

一种用于失重环境的柔索驱动航天员划船训练器及使用方法

技术领域

[0001] 本发明涉及航天生命科学领域,特别涉及一种用于失重环境的柔索驱动航天员划船训练器及使用方法。

背景技术

[0002] 目前,我国正在建设规模较大、长期有人参与的国家级太空实验室,届时我国航天员将在太空失重中进行太空作业,航天员的身体健康状况将成为决定其在空间站内工作效率高低的至关重要的因素。然而,航天员健康在太空中会受到失重、真空、辐射等严酷太空环境的考验,其中失重对身体的影响是无法避免的。研究表明:失重会导致航天员生理和心理等方面一系列的问题,严重时甚至能威胁到航天员的生命。

[0003] 目前,航天员主要通过企鹅服、自行车功量计、抗阻力训练器及太空跑台等体育训练措施对抗失重产生的影响。然而,当前的训练设备大都是让航天员重复枯燥的简单运动,人机交互以及娱乐性都较差,使得训练效果大大的降低。划船训练对人体关节冲击小,能够改善心肺功能,促进血液循环,锻炼全身肌肉,提高中枢神经对全身肌肉的支配效果,适合航天员在失重环境中开展实施,提高训练效果。目前,国内外相关专利中:一种双桨划船训练器(CN201320103131.3),通过电磁阻力器模拟划船时的阻力,然后利用齿轮、皮带等构件将阻力传递给人体;多功能划船训练器(CN200820107173.3),可模仿实船的前后移动和左右晃动以及对划船者下肢力量的控制和运用进行仿真训练,通过导轨的滑阻、扇叶的风阻以及电机的磁阻提供运动阻力;健腹划船组合训练器(CN201520046106.5)通过弹性组件模拟运动阻力。目前的划船训练器材运动形式简单,多使用风轮或摩擦阻尼器作为运动负载,同时无法真实地模拟划船运动的实际运动状态和负载的变化。此外,当前地面上通用的划船训练器体积和质量较大,安装操作复杂,不便于运输、安装和操作,不适于在寸土如金的航天器内使用。

发明内容

[0004] 本发明的目的就是针对现有技术存在的上述缺陷,提供一种用于失重环境的柔索驱动航天员划船训练器及使用方法,解决了现有太空失重环境下训练器械效果不明显,训练器互动性、适应性和可调节性能差等缺点,不仅适用于太空失重环境中的航天员,同时也适用于需要进行康复训练或正常锻炼的普通人。

[0005] 本发明提到的一种用于失重环境的柔索驱动航天员划船训练器,包括三个负载控制单元、船桨单元、座椅单元、虚拟显示单元部分,其中,负载控制单元由柔索缠绕轮、电机支架、力矩电机和导向轮组成,柔索缠绕在柔索缠绕轮上并经过导向轮改变传递方向,柔索的末端与船桨末端相连,柔索的伸缩量通过电机末端编码器测量;

船桨单元由船桨、船桨支架组成,船桨通过球铰机构与船桨支架连接,柔索与船桨末端通过套筒连接,绳索穿过可自由转动的套筒与船桨上相连,通过螺母挡圈限制柔索的径向

滑动；

座椅单元由座椅、导轨、拉伸弹簧和脚踏板组成，座椅可在导轨上滑动，通过拉伸弹簧与脚踏板连接，自由状态下，座椅被拉紧在导轨前部，训练时，拉伸弹簧提供运动阻力以及座椅归位的恢复力，对航天员腿部和腰腹部肌肉进行有效训练；

虚拟显示单元部分主要由显示屏组成，控制系统根据三根柔索的伸缩量可以确定船桨的位置，显示屏模拟虚拟水面，并实时显示船桨在水中位置，同时，显示屏还显示人体生理数据，供相关人员监测和分析。

[0006] 优选的，三个导向轮和套筒构成空间四面体的四个顶点，三根柔索构成空间四面体的三个棱边，形成空间力，三根柔索在套筒上施加的力可以分解为沿着船桨轴线的分力、船桨水平方向的径向力和船桨竖直方向的径向力，其中，沿着船桨的径向力由球铰机构来承受，船桨水平方向的径向力和竖直方向的径向力分别模拟船桨在水中水平方向的阻力和竖直方向的阻力。

[0007] 上述的套筒上设有多个小孔，柔索穿过小孔。

[0008] 另外，三个负载控制单元、船桨单元、座椅单元、虚拟显示单元部分通过控制系统实现工作，其中，控制系统由上位机控制系统和下位机负载控制器组成，上位机控制系统根据编码器检测到的柔索的伸缩量确定船桨末端在虚拟水面中位置以及船桨在水中的划动速度、划动阻力；通过显示屏为航天员模拟当前状态下的水面、船桨、水面附近的风景以及航天员身体健康状况，根据流体力学相关知识可确定船桨末端的阻力，然后将阻力分解为各柔索上的期望分力 f_{di} ，上位机控制系统向各个负载控制单元发送指令，负载控制单元实时采集电机的驱动电流 I ，根据 $T_m = C_m \cdot I$ ， T_m 为电机的驱动力矩， C_m 为电机力矩系数，可确定各个柔索的张力，控制各个负载控制单元分别向船桨施加阻力 f_i ，整个训练过程中，航天员做主动运动，而划船训练器处于被动跟随状态。

[0009] 本发明提到的一种用于失重环境的柔索驱动航天员划船训练器的使用方法，包括以下步骤：

使用时，航天员面向显示屏坐在座椅上并将自己固定，双脚踏在脚踏板上，双手握住船桨，与此同时，显示屏显示虚拟水面以及船桨；

划船时分为四个阶段：出水阶段，双脚蹬紧脚踏板，双腿伸直，双臂下压船桨，船桨末端抬高，此时拉伸弹簧完全拉伸，船桨末端仅受负载控制单元模拟的竖直向下的出水阻力；回桨阶段，缓缓屈膝，肩部放松，双臂逐渐收回，将船桨收至胸前，拉伸弹簧收紧，此时船桨末端不受任何负载力；入水阶段，双臂用力上抬船桨，船桨末端入水，此时船桨末端仅受负载控制单元模拟的竖直向上的入水阻力；推桨阶段，双脚蹬紧脚踏板，双腿用力伸直，双臂用力向前推动船桨至远离胸部的位 置，此时拉伸弹簧又被完全拉伸，船桨末端受负载控制单元模拟的竖直向前的推动力；

在划船过程中，显示屏会实时显示船桨的运动以及船体前进时环境的变化。

[0010] 本发明的有益效果具体如下：

(1) 柔索驱动航天员划船训练器采用模块化的设计方法，训练器整体结构简单、质量轻、占用空间小，拆卸和安装方便，便于空间运输和使用；

(2) 缠绕轮和导向轮可以减小绳传动的摩擦阻力，提高了工作效率，同时可以提高传动的可靠性和平稳性；

(3) 划船训练器柔索作为力传递元件,通过三个柔索构成空间四边形的棱边,还有空间四边形的四个顶点,能形成空间力,这样简化复杂的机械结构,同时柔索的柔顺性较好,能够避免刚性冲击,提高划船训练的舒适性和安全性;

(4) 训练过程中,通过虚拟显示系统,可以使训练人员体会到划船的乐趣,缓解训练人员由于单一训练动作而产生的疲劳感。

附图说明

[0011] 图 1 是本发明的柔索驱动划船训练器的总体结构示意图;

图 2 是本发明的柔索驱动划船训练器的侧视图;

图 3 是本发明的柔索驱动划船训练器船桨末端局部放大图;

图 4 是本发明的柔索驱动划船训练器控制原理方框图;

上图中:柔索缠绕轮 1、电机支架 2、力矩电机 3、导向轮 4、柔索 5、船桨 6、船桨支架 7、球铰机构 8、座椅 9、导轨 10、拉伸弹簧 11、脚踏板 12、显示屏 13、套筒 14。

具体实施方式

[0012] 结合附图 1-3,对本发明作进一步的描述:

本发明提到的一种用于失重环境的柔索驱动航天员划船训练器,包括三个负载控制单元、船桨单元、座椅单元、虚拟显示单元部分,其中:

负载控制单元由柔索缠绕轮 1、电机支架 2、力矩电机 3 和导向轮 4 组成。柔索 5 缠绕在柔索缠绕轮 1 上并经过导向轮 4 改变传递方向,柔索 5 末端与船桨 6 末端相连,柔索 5 的伸缩量通过电机末端编码器测量。

[0013] 船桨单元由船桨 6、船桨支架 7 组成,船桨 6 通过球铰机构 8 与船桨支架 7 连接。柔索 5 与船桨 6 末端连接的局部放大图如图 3 所示,绳索 5 穿过自由转动的套筒 14 与船桨 6 上相连,通过螺母挡圈限制柔索 5 的径向滑动。

[0014] 设计安装时,3 个导向轮 4 和套筒 14 构成空间四面体的 4 个顶点,3 根柔索 5 构成空间四面体的 3 个棱边。3 根柔索 5 在套筒 14 上施加的力可以分解为沿着船桨轴线的分力、船桨水平方向的径向力和船桨垂直方向的径向力。其中,沿着船桨 6 的径向力由球铰机构 8 来承受,船桨 6 水平方向的径向力和垂直方向的径向力分别模拟船桨在水中水平方向的阻力和垂直方向的阻力。

[0015] 座椅单元由座椅 9、导轨 10、拉伸弹簧 11 和脚踏板 12 组成。座椅 9 可在导轨 10 上滑动,通过拉伸弹簧 11 与脚踏板 12 连接。自由状态下,座椅 9 被拉紧在导轨前部。训练时,拉伸弹簧 11 提供运动阻力以及座椅 9 归位的恢复力,对航天员腿部和腰腹部肌肉进行有效训练。

[0016] 虚拟显示单元主要由显示屏 13 组成,控制系统根据 3 根柔索的伸缩量可以确定船桨的位置,显示屏 13 模拟虚拟水面,并实时显示船桨在水中位置。同时,显示屏还显示人体生理数据,供相关人员监测和分析。

[0017] 参照附图 4,航天员划船训练器的三个负载控制单元、船桨单元、座椅单元、虚拟显示单元部分通过控制系统完成工作,控制系统由上位机控制系统和下位机负载控制器组成。三个负载控制单元分别为负载控制器-1、负载控制器-2、负载控制器-3,负载控制器-1

通过电流传感器实时采集电机 -1 的驱动电流,负载控制器 -2 通过电流传感器实时采集电机 -2 的驱动电流,负载控制器 -3 通过电流传感器实时采集电机 -3 的驱动电流;

工作时,上位机控制系统根据编码器检测到的柔索的伸缩量确定船桨 6 末端在虚拟水面中位置以及船桨在水中的划动速度、划动阻力。通过虚拟显示单元部分的显示屏 13 为航天员模拟当前状态下的水面、船桨、水面附近的风景以及航天员身体健康状况,增强人机交互以及训练的娱乐性,提高训练效果。根据流体力学相关知识可确定船桨末端的阻力,然后将阻力分解为各柔索 5 上的期望分力 f_{di} ,上位机控制系统向各负载控制单元发送指令,负载控制器实时采集电机的驱动电流 I ,根据 $T_m=C_m \cdot I$,其中 T_m 为电机的驱动力矩, C_m 为电机力矩系数,可确定各个柔索的张力,控制各单元分别向船桨施加阻力 f_i 。整个训练过程中,航天员做主动运动,而划船训练器处于被动跟随状态。

[0018] 实际使用时,航天员面向显示屏 13 坐在座椅 9 上并将自己固定,双脚踏在脚踏板 12 上,双手握住船桨 6,与此同时,显示屏 13 显示虚拟水面以及船桨。划船时分为四个阶段:出水阶段,双脚蹬紧脚踏板 12,双腿伸直,双臂下压船桨 6,船桨 6 末端抬高,此时拉伸弹簧 11 完全拉伸,船桨 6 末端仅受负载控制单元模拟的竖直向下的出水阻力;回桨阶段,缓缓屈膝,肩部放松,双臂逐渐收回,将船桨 6 收至胸前,拉伸弹簧 11 收紧,此时船桨 6 末端不受任何负载力;入水阶段,双臂用力上抬船桨 6,船桨 6 末端入水,此时船桨 6 末端仅受负载控制单元模拟的竖直向上的入水阻力;推桨阶段,双脚蹬紧脚踏板 12,双腿用力伸直,双臂用力向前推动船桨 6 至远离胸部的位 置,此时拉伸弹簧 11 又被完全拉伸,船桨 6 末端受负载控制单元模拟的竖直向前的推动力。在划船过程中,显示屏 13 会实时显示船桨的运动以及船体前进时环境的变化。

[0019] 以上所述,仅是本发明的部分较佳实施例,任何熟悉本领域的技术人员均可能利用上述阐述的技术方案加以修改或将其修改为等同的技术方案。因此,依据本发明的技术方案所进行的任何简单修改或等同置换,尽属于本发明要求保护的范 围。

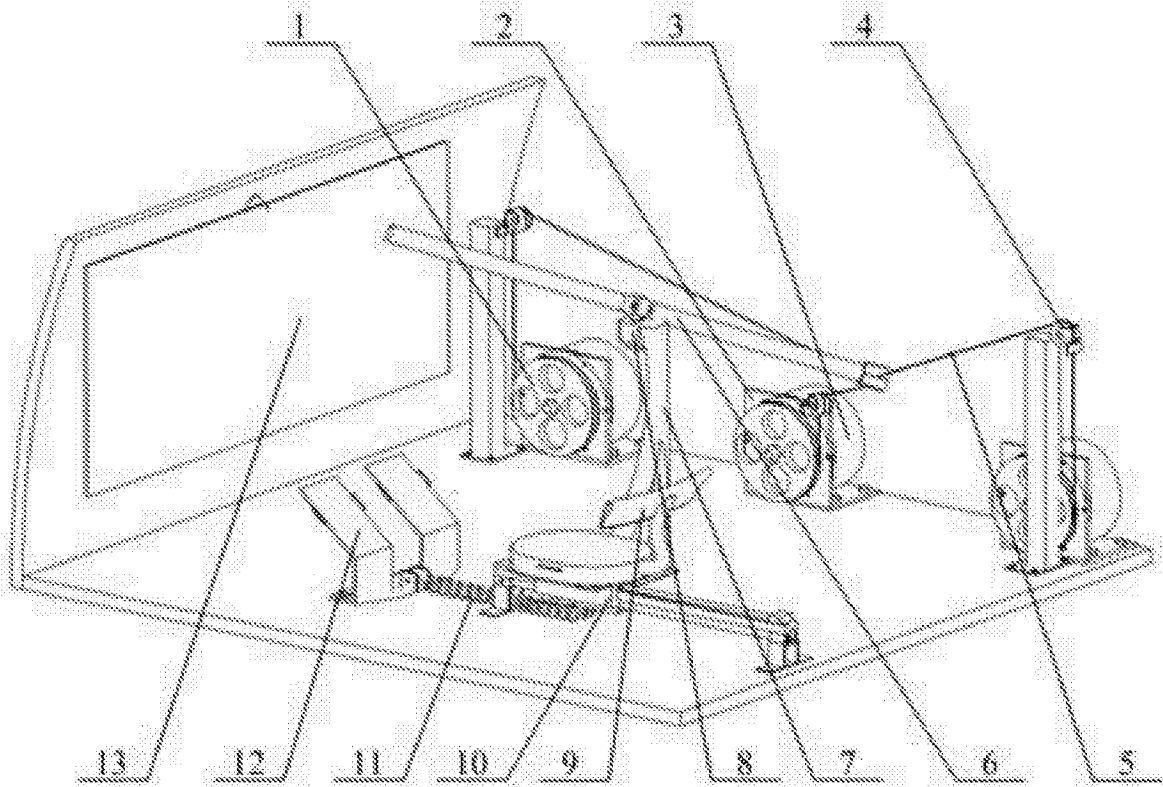


图 1

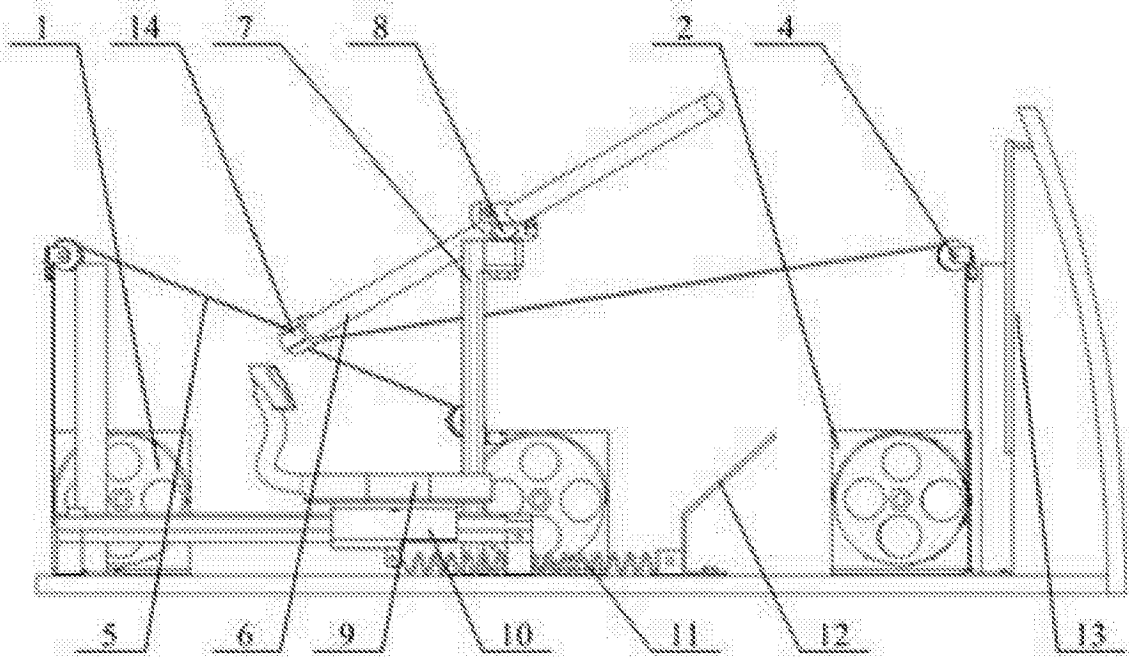


图 2

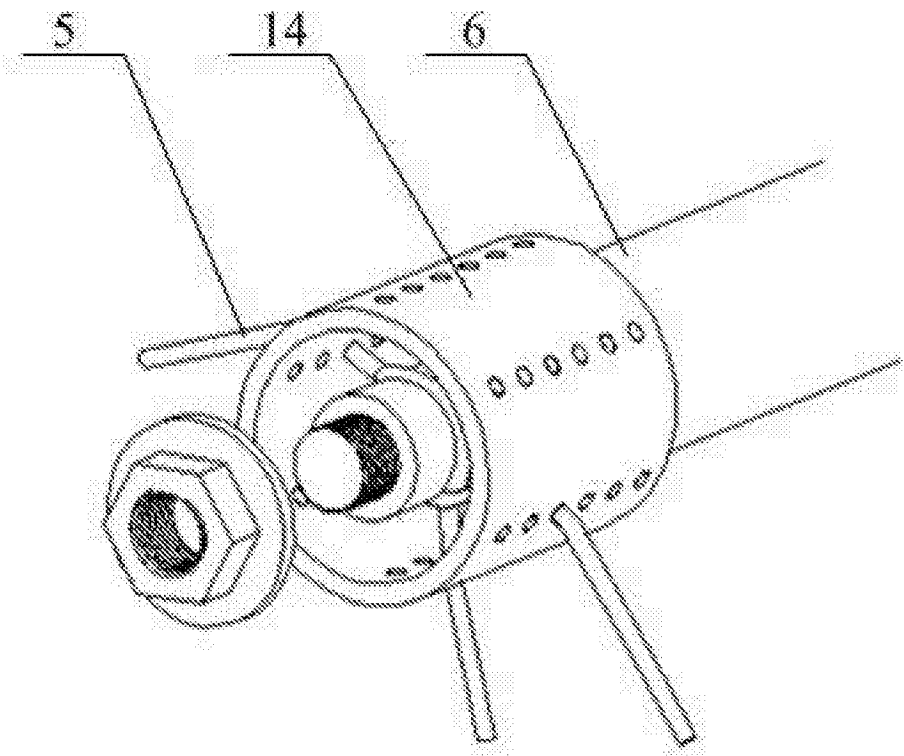


图 3

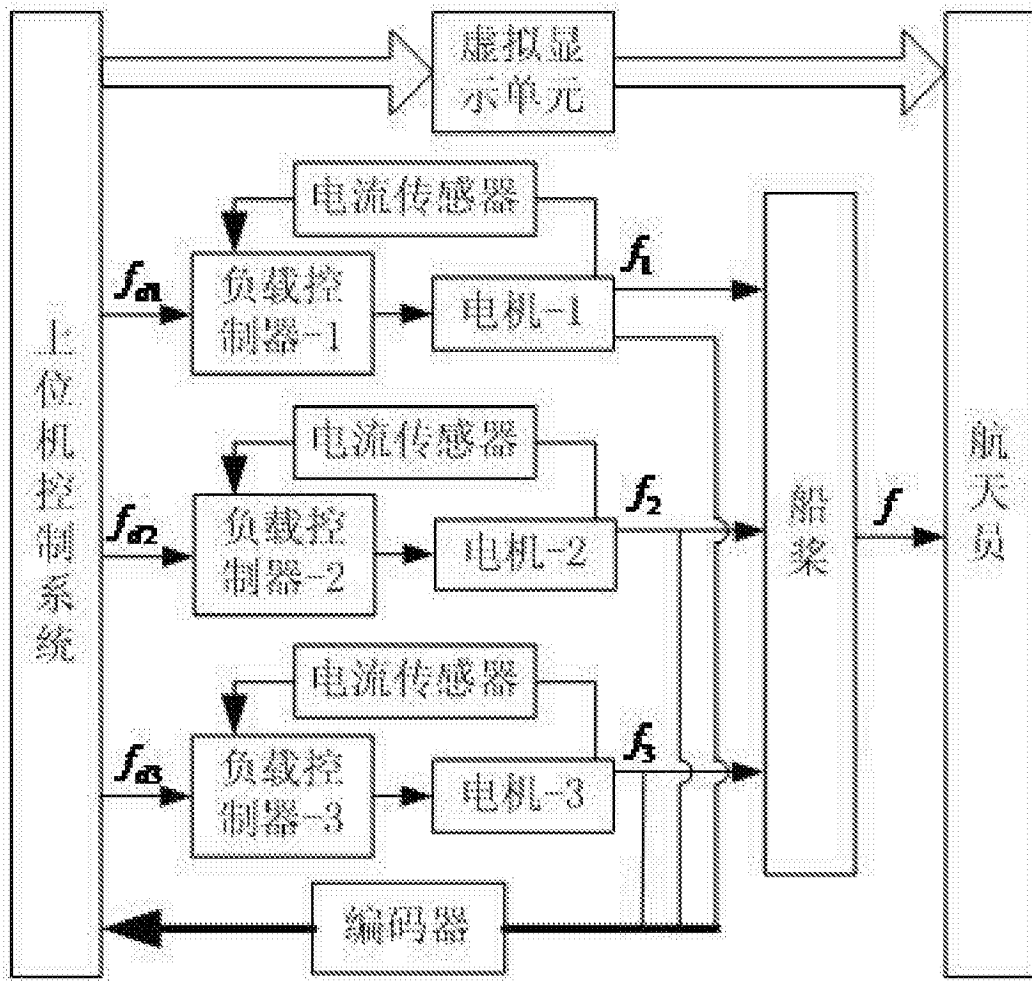


图 4