



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104840334 A

(43) 申请公布日 2015. 08. 19

(21) 申请号 201510219521. 0

(22) 申请日 2015. 04. 30

(71) 申请人 东南大学

地址 210096 江苏省南京市四牌楼 2 号

(72) 发明人 王爱民 王恒 王坚 易荣武

赵昌森

(74) 专利代理机构 江苏永衡昭辉律师事务所

32250

代理人 王斌

(51) Int. Cl.

A61H 1/02(2006. 01)

A63B 23/16(2006. 01)

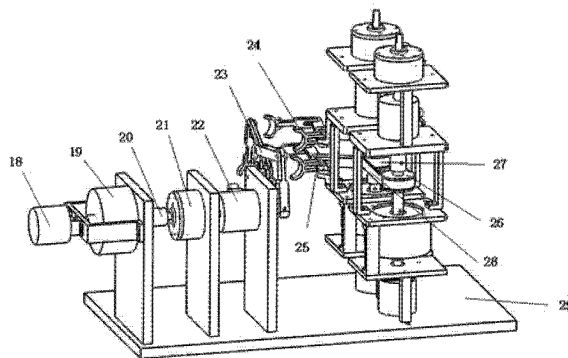
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种手指运动功能康复训练装置

(57) 摘要

本发明公开了一种手指运动功能康复训练装置,包括支撑座以及设置在支撑座上的手指训练机构;手指训练机构由手指运动机构以及混合驱动与传感机构组成,手指运动机构包括驱动杆、驱动连接杆、前后端连接杆、前端连接杆、前端指套、后端指套和固定座,驱动杆一端与驱动轴固定连接,固定座固定在支撑座上,前后端连接杆的一端转动的连接在固定座上,在前后端连接杆的另一端转动的连接前端连接杆,驱动连接杆的一端转动的连接在前后端连接杆的中部,驱动连接杆的另一端与驱动杆另一端转动连接。本发明手指运动机构能够精确的控制手指各关节的运动,使得偏瘫患者在训练中习得正确的手指运动方式,有助于患者手指正常运动功能的恢复。



1. 一种手指运动功能康复训练装置,包括支撑座以及设置在所述支撑座上的手指训练机构;所述手指训练机构由手指运动机构以及混合驱动与传感机构组成,所述混合驱动与传感机构包括一驱动轴,其特征在于:所述手指运动机构包括驱动杆、驱动连接杆、前后端连接杆、前端连接杆、前端指套、后端指套和固定座,所述驱动杆一端与所述驱动轴固定连接,所述固定座固定在所述支撑座上,所述前后端连接杆的一端转动的连接在所述固定座上,在所述前后端连接杆的另一端转动的连接所述前端连接杆,所述前端指套连接在该前端连接杆的端部,所述驱动连接杆的一端转动的连接在所述前后端连接杆的中部,在前后端连接杆的中部还设置有一导槽,在该导槽内滑动的设置所述后端指套,所述驱动连接杆的另一端与所述驱动杆另一端转动连接。

2. 根据权利要求 1 所述的手指运动功能康复训练装置,其特征在于:所述手指训练机构包括拇指训练机构、食指训练机构以及中指训练机构,所述支撑座包括底板以及定在底板上的第一支撑架和第二支撑架,所述拇指训练机构设置在所述的第一支撑架上,所述食指训练机构和中指训练机构设置在所述的第二支撑架上,在所述第二支撑架上平行的设置有食指训练机构的驱动轴和中指训练机构的驱动轴,所述拇指训练机构的驱动轴与所述食指训练机构的驱动轴空间垂直;所述食指训练机构的手指运动机构固定在所述中指训练机构的驱动轴上,所述中指训练机构的手指运动机构转动的设置在所述中指训练机构的驱动轴上并通过一传动机构与所述中指训练机构的驱动轴连接。

3. 根据权利要求 2 所述的手指运动功能康复训练装置,其特征在于:所述传动机构包括主动轮、从动轮以及传动带,所述主动轮固定在所述中指训练机构的驱动轴上,在所述食指训练机构的驱动轴上设置有一轴承,该轴承的内圈固定在驱动上,在轴承的外圈固定所述的从动轮,所述中指运动机构的驱动杆与所述从动轮固定连接。

4. 根据权利要求 1、2 或 3 所述的手指运动功能康复训练装置,其特征在于:所述混合驱动与传感机构由同轴设置的直流力矩电机、磁流变阻尼器、力矩传感器和光电编码器组成,所述直流力矩电机一端与光电编码器连接,直流力矩电机另一端通过联轴器与磁流变阻尼器旋转轴连接,磁流变阻尼器旋转轴另一端与力矩传感器固定,力矩传感器另一端与手指运动机构的驱动杆相连接。

一种手指运动功能康复训练装置

技术领域

[0001] 本发明涉及手指康复训练领域,特别是用于偏瘫患者手指的运动功能康复训练装置。

技术背景

[0002] 手是人类感受世界、改变世界的重要工具,也是人赖以生存的最精细的工具。人类的日常生活离不开人手的运动,而人手是人体最为灵巧的部位也是最容易产生功能障碍的部位。脑卒中患者在偏瘫时,手部运动功能往往损伤严重,给患者的生活带来了诸多不便,另外手功能的缺失也给患者的精神造成严重的伤害。

[0003] 目前,偏瘫患者所进行的康复训练多是在医生的指导下和辅助下完成的,医生对患者进行一对一的康复训练,医生首先对患者的运动功能进行评估,然后根据患者实际情况设计康复训练的方案,通过辅助患者进行各种动作来达到康复训练的效果。但这种传统的康复训练方式造成了极大的医疗资源的浪费,并且训练的效果多取决于医生的操作水平,医生通过主观的感受、判断调整对患者的训练强度与方案进行调整而不是根据患者自己真实的情况以及客观的数据进行的调整,因此很难给予患者最有效的训练。

[0004] 随着现代科技的不断发展,为了减轻偏瘫患者给家庭、社会经济带来的负担,提高患者的康复训练效果,研究人员开始将机器人技术应用于康复训练领域。近些年,针对上肢、下肢等部位的康复训练机器人技术发展迅速,已经有相当一部分优秀产品投入商业化的生产,并且已经在临床得到了广泛的应用但针对手部的康复训练系统迟迟没能在临床上得到使用。这是由于手指是人身体最为精细、灵巧的部位,其自由度高、在活动范围小单活动灵活,而且较易受到二次伤害,对康复训练系统机构设计的要求非常高。

[0005] 目前针对偏瘫患者的手指康复装置多采用数据手套外骨骼式或平台支撑式,其中数据手套外骨骼式需要患者手部或者手臂进行支撑,而偏瘫患者的上肢力量往往不足甚至缺失,这就大大降低了其适用性,另外驱动装置多使用电机、气动肌肉等主动驱动方式,很容易对患者手指产生二次伤害,稳定性、安全性得不到保证。而对于平台支撑式康复装置,其训练模式往往较为单一,不能很好的满足患者的康复需求。因此,为了满足偏瘫患者对手指运动功能康复的需求,使用主被动混合的驱动方式,并将平台支撑与外骨骼式结构相结合的康复装置有很大的应用前景。

[0006] 发明目的

[0007] 本发明针对上述现有技术的不足,提出一种能够精确的控制手指各关节的运动,使得偏瘫患者在训练中习得正确的手指运动方式,有助于患者手指正常运动功能的恢复的运动功能康复训练装置。

发明内容

[0008] 为了解决上述技术问题,本发明采用如下技术方案:

[0009] 一种手指运动功能康复训练装置,包括支撑座以及设置在所述支撑座上的手指训

练机构；所述手指训练机构由手指运动机构以及混合驱动与传感机构组成，所述混合驱动与传感机构包括一驱动轴，其特征在于：所述手指运动机构包括驱动杆、驱动连接杆、前后端连接杆、前端连接杆、前端指套、后端指套和固定座，所述驱动杆一端与所述驱动轴固定连接，所述固定座固定在所述支撑座上，所述前后端连接杆的一端转动的连接在所述固定座上，在所述前后端连接杆的另一端转动的连接所述前端连接杆，所述前端指套连接在该前端连接杆的端部，所述驱动连接杆的一端转动的连接在所述前后端连接杆的中部，在前后端连接杆的中部还设置有一导槽，在该导槽内滑动的设置所述后端指套，所述驱动连接杆的另一端与所述驱动杆另一端转动连接。

[0010] 所述手指训练机构包括拇指训练机构、食指训练机构以及中指训练机构，所述支撑座包括底板以及定在底板上的第一支撑架和第二支撑架，所述拇指训练机构设置在所述的第一支撑架上，所述食指训练机构和中指训练机构设置在所述的第二支撑架上，在所述第二支撑架上平行的设置有食指训练机构的驱动轴和中指训练机构的驱动轴，所述拇指训练机构的驱动轴与所述食指训练机构的驱动轴空间垂直；所述食指训练机构的手指运动机构固定在所述中指训练机构的驱动轴上，所述中指训练机构的手指运动机构转动的设置在所述中指训练机构的驱动轴上并通过一传动机构与所述中指训练机构的驱动轴连接。同步带传动工作时无滑动，有准确的传动比且传动效率高，因此混合驱动与传感装置可以准确的控制对食指运动机构的驱动力并可以准确的测量手指运动机构的力矩与转动角度，为准确控制食指运动机构提供了方便。

[0011] 所述传动机构包括主动轮、从动轮以及传动带，所述主动轮固定在所述中指训练机构的驱动轴上，在所述食指训练机构的驱动轴上设置有一轴承，该轴承的内圈固定在驱动轴上，在轴承的外圈固定所述的从动轮，所述中指运动机构的驱动杆与所述从动轮固定连接。

[0012] 所述混合驱动与传感机构由同轴设置的直流力矩电机、磁流变阻尼器、力矩传感器和光电编码器组成，所述直流力矩电机一端与光电编码器连接，直流力矩电机另一端通过联轴器与磁流变阻尼器旋转轴连接，磁流变阻尼器旋转轴另一端与力矩传感器固定，力矩传感器另一端与手指运动机构的驱动杆相连接。

[0013] 在偏瘫患者进行被动训练时，医生或者家人首先帮助患者手指完成一个周期的屈曲与伸展运动，在这个过程中，传感装置记录了患者手指所能运动的最大范围并记录在下位机中；随后，控制器采用适合的控制策略来控制驱动装置带动患者手指在这个范围内做平稳的屈曲与伸展运动。

[0014] 在偏瘫患者进行主动训练时，传感器用于测量患者手指的速度与受力情况，控制器控制电机与磁流变阻尼器输出相应的反馈力，反馈力作用到患者手指上形成一个闭环的控制，提供的力包括助力或者阻力，使得不同康复时期患者的手指都可以得到有效的主动训练。

[0015] 发明的优点

[0016] 1、手指运动机构采用外骨骼结构，前后指套为半封闭指套，通过双面魔术贴分别与手指中间指节和近端指节固定，使得手指在运动过程中更加舒适，另外手指运动机构由一个前后端连接杆驱动前、后两端指套，各杆件尺寸是在结合人手指进行屈曲伸展运动时各关节之间运动的关系进行运动学分析的基础上得到的，能够精确的控制手指各关节的运

动,使得偏瘫患者在训练中习得正确的手指运动方式,有助于患者手指正常运动功能的恢复。

[0017] 2、整体机械结构采用外骨骼与平台支撑相结合的方式,手指运动机构采用外骨骼结构,且由支撑平台来支撑,不但发挥了外骨骼结构对手指精确控制的优点,还克服了单纯外骨骼结构需要手部进行支撑、给手指带来压迫与约束等缺点,使得手指不但能够进行充分的屈曲与伸展,而且在运动过程中没有负重和过多的约束;将外骨骼式机构与平台支撑进行结合时,由于不像普通的外骨骼结构可以直接穿戴在手上,因此手指训练机构的摆放是亟待解决的问题,本发明使用同步带传动机构解决了该问题,在保证手指训练机构性能的基础上保证了各手指训练机构的独立性。当食指驱动装置带动主动轮转动时,主动轮通过同步带带动从动轮转动,进而带动了食指运动机构进行运动,由于有轴承的存在并不会带动中指混合驱动与传感机构中直流力矩电机与力矩传感器之间的联轴器进行运动,因此该轴承将食指、中指混合驱动与传感机构隔离开来,保证了食指、中指的混合驱动与传感机构之间互不影响。

[0018] 3、机械结构选用铝合金材料,整体较为轻盈,手指运动机构各杆件之间使用销连接,减小了各杆件运动时相互之间的摩擦,使得各杆的运动更为流畅自如;

[0019] 4、手指训练机构中的驱动装置采用有源的直流力矩电机与无源的磁流变阻尼器相结合,磁流变阻尼器是无源执行器,不能给操作者施加主动的作用力,即操作者在没有动作时是无法感受到装置的作用力的,只有在进行动作时才能感受到来自它的反作用力,且电机具有超调性,经过磁流变阻尼器的调节之后可以使驱动装置更加平稳的运行,因此电机与磁流变阻尼器的混合驱动方式更加安全、稳定;

[0020] 5、在进行被动训练时,磁流变阻尼器可以辅助电机进行刹车,且在检测到手指超过安全运动范围时可以快速提供阻尼力锁住电机,防止手指受到二次伤害;

[0021] 6、在进行主动训练时,电机和磁流变阻尼器组成的混合驱动装置可以相互配合,结合控制策略提供相应的主、被动力,帮助患者完成主动训练;

[0022] 7、结合电机、磁流变阻尼器组成的混合驱动装置实现了多种训练模式,其中主动训练时通过患者手指的情况提供不等的助力或阻力,帮助患者进行手指的康复训练,不同的训练模式适用于不同康复时期患者的康复需求。

附图说明

[0023] 图1是本发明被动力反馈执行器-磁流变阻尼器结构示意图。

[0024] 图2是本发明手指运动机构结构示意图。

[0025] 图3是本发明机械部分结构示意图。

[0026] 图4为本发明中指训练机构的驱动轴与食指训练机构的驱动轴之间的连接示意图;

[0027] 图5是本发明手指运动结构运动学分析图。

[0028] 其中:1、轴,2、固定盘,3、旋转盘,4、垫片,5、绝磁环,6、底座,7、上盖,8、线圈,9、驱动杆,10、驱动连接杆,11 前后端连接杆,12、前端连接杆,13、前端指套,14、后端指套,15、滚动轴承,16、光滑导槽,17、固定座,18、光电编码器,19、直流力矩电机,20、联轴器,21、磁流变阻尼器,22、力矩传感器,23、拇指运动机构,24、食指运动机构,25、中指运动机构,26、主

动轮,27、从动轮,28、同步带,29、支撑底座,30、食指混合驱动与传感装置中直流电机与力矩传感器联轴器,31、中指混合驱动与传感装置中直流电机与力矩传感器联轴器,32、食指运动机构驱动杆,33、中指运动机构驱动杆。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图,对本发明作详细说明:

[0030] 一种用于偏瘫患者手指的运动功能康复训练装置,由支撑底座 29 和手指训练机构组成;手指训练机构由拇指训练机构、食指训练机构、中指训练机构和相应的混合驱动与传感装置组成,如图 3、图 4 所示,拇指训练机构中的拇指运动机构 23,其混合驱动与传感装置由光电编码器 18、直流力矩电机 19、联轴器 20、磁流变阻尼器 21(如图 1 所示)和力矩传感器 22 组成;类似的,24 为食指训练机构中的食指运动机构,25 为中指训练机构中的中指运动机构,食指混合驱动与传感装置与中指混合驱动与传感装置之间有传动装置,由主动轮 26、从动轮 27、同步带 28 等组成,从动轮与中指混合驱动与传感装置之间有轴承相接,使得食指的驱动力与中指的驱动分隔开来,如图 4 所示,主动轮 26 套在食指混合驱动与传感装置中直流电机与力矩传感器联轴器 30 上,从动轮 27 与食指运动机构驱动杆 32 固定在一起,从动轮 27 内嵌有轴承,轴承套在中指混合驱动与传感装置中直流电机与力矩传感器联轴器 31 上,中指运动机构驱动杆 33 套在联轴器 31 上,从动轮 27 与中指混合驱动与传感装置之间的轴承使得食指、中指混合驱动与传感装置单独控制驱动食指和中指运动机构,最后拇指、食指、中指的手指训练机构根据手指位置固定在支撑底座 29 上。

[0031] 其中,手指运动机构如图 2 所示,为外骨骼式机构,由驱动杆 9、驱动连接杆 10、前后端连接杆 11、前端连接杆 12、前端指套 13、后端指套 14 和固定座 17 等组成,其中驱动杆 9 一端与混合驱动与传感机构中的驱动轴相连,另一端与驱动连接杆 10 中部相连,驱动连接杆 10 后端通过固定座 17 固定在混合驱动与传感机构上,其前端通过前端连接杆 12 与前端指套 13 相连,在驱动杆 9 中部连接点与后端之间有一光滑导槽 16,里面放置一光滑滚动轴承 15,后端指套 14 通过滚动轴承 15 与驱动连接杆 10 相连,减小了机构运动时的摩擦,使得后端指套 14 的运动更加顺畅,前、后端指套均固定有双面魔术贴,手指通过魔术贴与指套固定在一起,另外手指运动机构各杆之间均通过销连接。

[0032] 混合驱动与传感装置中的磁流变阻尼器结构示意图如图 1 所示,是由轴 1、固定盘 2,旋转盘 3,垫片 4,绝磁环 5,底座 6,上盖 7,线圈 8 组成,固定盘 2、旋转盘 3 与绝磁环 5 之间充满磁流变液,旋转盘 3 与轴 1 固定,固定盘 2 固定在绝磁环 5 上,绝磁环 5 与底座 6、上盖 7 固定在一起,磁流变阻尼器在工作时,电流通过线圈 8,磁流变液产生流变效应,轴 1 带动旋转盘 3 转动从而输出阻尼力。

[0033] 手指运动机构的设计

[0034] 为了设计出适于偏瘫病人进行手指康复训练的机构,需要考虑各个关节做屈伸运动的范围。依据正常成年男女的手指功能模型库,得到如表 1 所示的各关节运动范围。

[0035] 表 1 正常成年人手指各关节运动范围

[0036]

手指关节	运动模式	运动角度范围

掌指关节	屈伸	0° ~ 90°
近端指间关节	屈伸	0° ~ 110°
远端指间关节	屈伸	0° ~ 70°

[0037] 在设计手指运动机构时,除了考虑手指关节弯曲的角度范围,还需要准确的把握手指各指节的长度。本文采用实验室中人员的手指尺寸作为样本,测量得到成年男女拇指、食指和中指指节的长度数据如表 2 所示。

[0038] 表 2 正常成年人手指各指节长度

[0039]

长度 (mm) 手指	近端指节	中间指节	远端指节
拇指	33.4		30.6
食指	46.2	24.5	22.8
中指	49.7	27.9	24.3

[0040] 本发明所设计的手指运动机构为了能够辅助偏瘫患者手指进行充分、安全的屈曲和伸展运动,充分考虑了人手指长度和运动范围,手指运动机构运动学分析图如图 5 所示,其中 OA 为驱动杆,AC 为驱动连接杆,BD 为前后端连接杆,DH 为前端连接杆,HJ 为前端指套,EF 为后端指套,GI 为手指的近端指节,IJ 为手指的中间指节,G 为手指的掌指关节,I 为手指的近端之间关节。手指运动机构个杆的尺寸如表 3 所示。

[0041] 表 4 手指运动机构设计尺寸表

[0042]

长度 (mm) 手指	l_{OA}	l_{AB}	l_{BC}	l_{BD}	l_{CE}
拇指	56	78	42	37	43
食指	56	78	42	42	43
中指	56	78	47	42	48

[0043] 本发明所设计的一种用于偏瘫患者手指的运动功能康复训练装置的工作原理如下:

[0044] 1、被动训练模式的实现

[0045] 当患者处于偏瘫康复早期时,手指肌力较弱无法进行主动运动,这时使用本发明装置的被动训练模式来进行康复训练。患者首先在医生或者家人的帮助下作一个完整的手指屈曲和伸展运动,光电编码器记录下各手指所能运动的最大范围,电机和磁流变阻尼器组成的混合驱动装置协同带动手指运动机构的驱动杆运动,从而使得手指运动机构带动患者手指在最大运动范围内做屈曲和伸展运动。在运动过程中,光电编码器和力矩传感器实时监测手指的运动状况和受力状况并传送数据给控制器,控制器控制电机和磁流变阻尼器组成的混合驱动装置输出相应的力矩,使得患者手指在运动过程中保持平稳。由于使用了磁流变阻尼器,大大减小了电机调速过程中的波动,对患者手指起到了很好的保护作用。

[0046] 2、主动训练模式的实现

[0047] 当患者经过一段时间的康复训练后,手指肌力得到改善,有能力完成手指的运动,这时患者使用本发明装置的主动训练模式来进行康复训练。当患者手指进行运动时,力矩传感器监测到力矩信息并反馈给控制器,控制器根据力矩大小发送控制信号,控制电机和磁流变阻尼器组成的混合驱动装置输出相应的力矩。若患者手指还不足以完成大范围的屈曲和伸展运动时,混合驱动装置输出主动力帮助患者手指完成运动;若患者手指可以完成大范围的屈曲伸展运动时,混合驱动装置可以根据患者手指的力的情况输出相应的阻尼力,以锻炼患者手指的肌力,帮助其进一步恢复手指的运动功能。

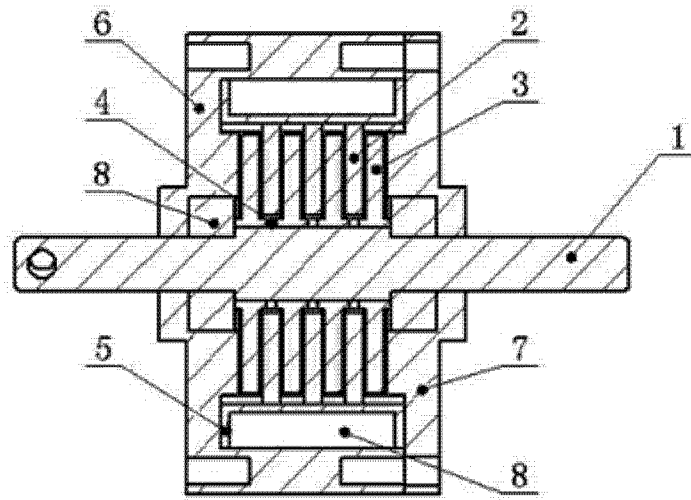


图 1

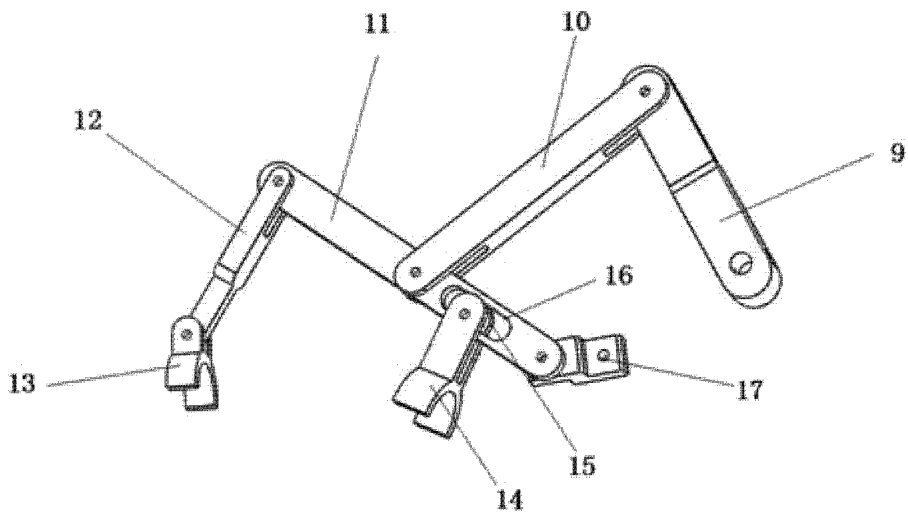


图 2

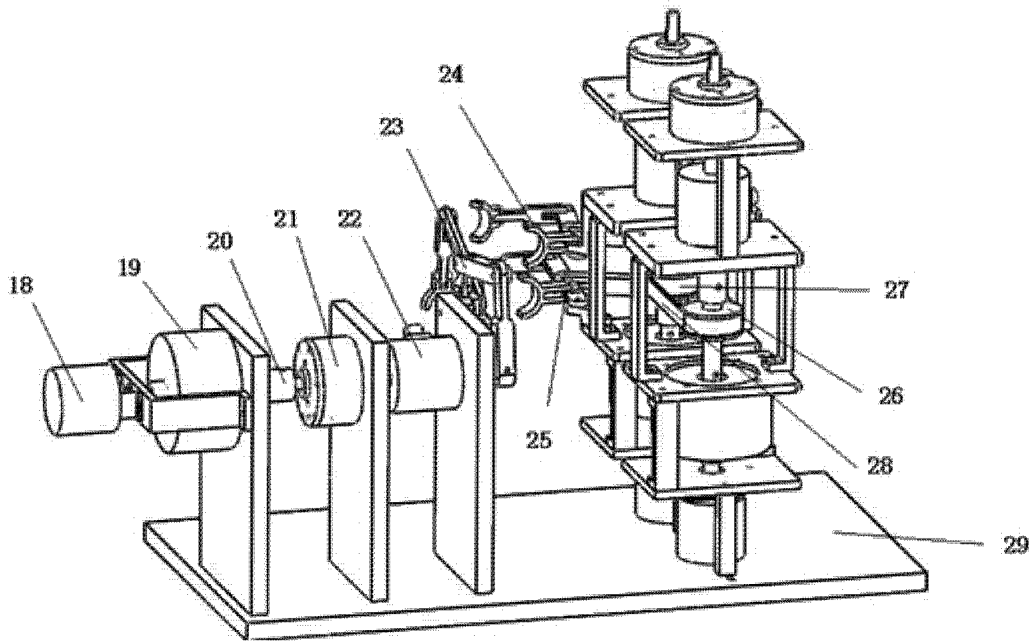


图 3

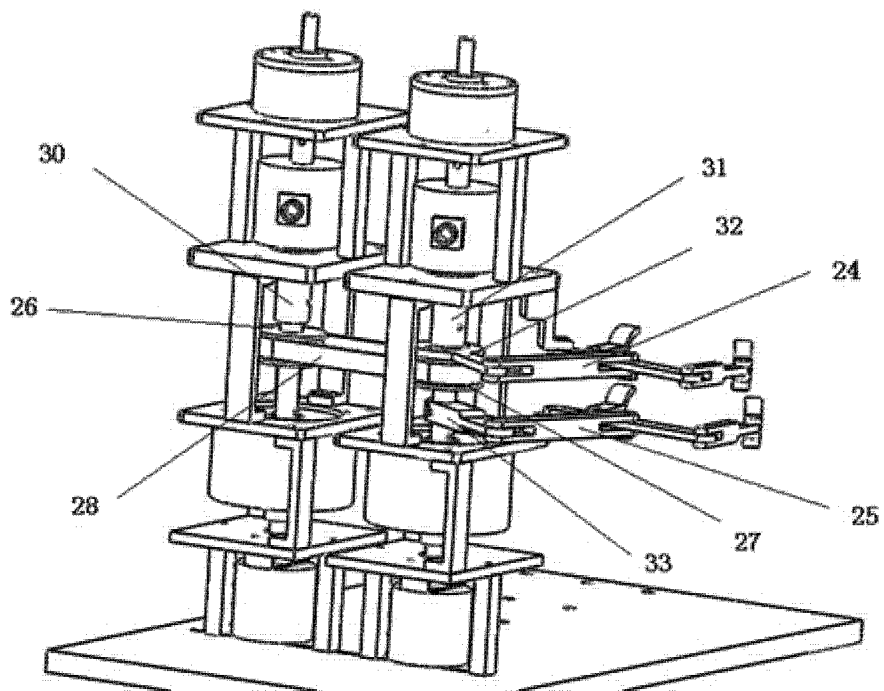


图 4

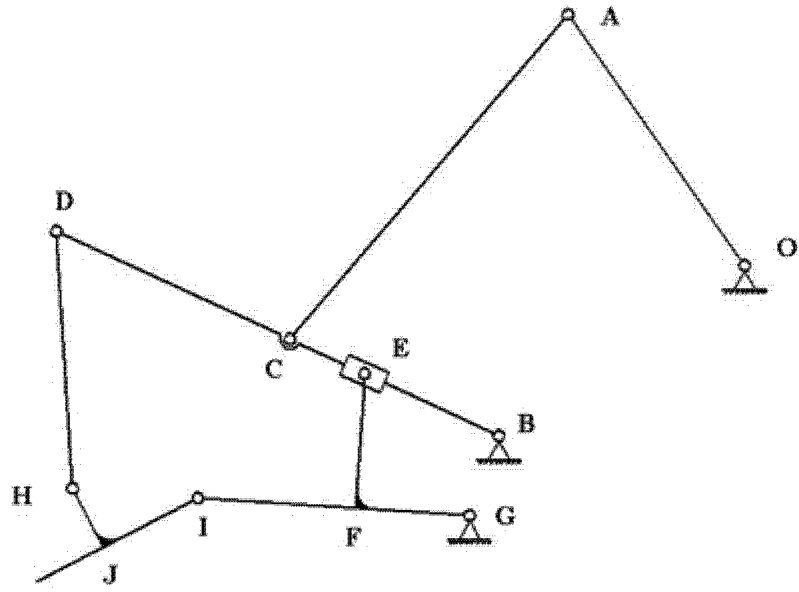


图 5