



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 208153430 U

(45)授权公告日 2018.11.27

(21)申请号 201820659961.7

B25J 9/00(2006.01)

(22)申请日 2018.05.04

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(73)专利权人 贵阳海之力液压有限公司

地址 550000 贵州省贵阳市新添寨北衙路
金江苑181-503

(72)发明人 侯刚 王海波 曹雄 曹明远
杨毛 王佩瑾

(74)专利代理机构 北京慕达星云知识产权代理
事务所(特殊普通合伙)
11465

代理人 李冉

(51)Int. Cl.

F15B 11/08(2006.01)

F15B 13/04(2006.01)

F15B 1/02(2006.01)

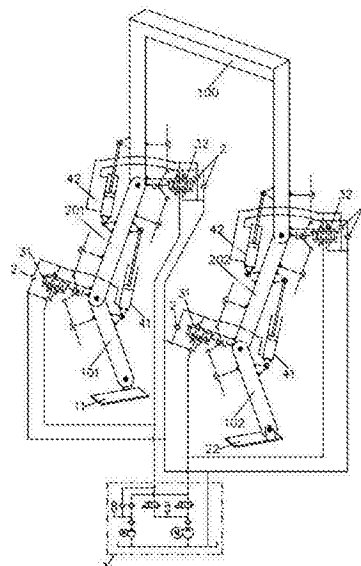
权利要求书2页 说明书12页 附图4页

(54)实用新型名称

一种应用于外骨骼机器人的阀控液压传动系统

(57)摘要

本实用新型公开了一种应用于外骨骼机器人的阀控液压传动系统,包括液压油源、手动伺服阀、补油单向阀和油缸、第一机械臂、与所述第一机械臂铰接的第二机械臂;液压油源包括伺服电机、液压泵、以及油箱,伺服电机驱动液压泵,液压泵从油箱吸油,向手动伺服阀供油;手动伺服阀自带机械位置反馈以形成闭环控制,手动伺服阀出油口连通油缸的进油腔,出油口还通过补油单向阀连通油箱;手动伺服阀包括换向阀、与换向阀连接的换向操纵机构和操纵机构行程限位装置。本实用新型手动伺服阀、补油单向阀和油缸的共同配合作用下,简化了外骨骼机器人的控制方式、有效提升工作可靠性和安全性,降低能耗的同时提升了工作速度、并降低了生产成本。



1. 一种应用于外骨骼机器人的阀控液压传动系统,其特征在于,包括:液压油源、手动伺服阀、补油单向阀和油缸、机械臂;

所述液压油源包括伺服电机、液压泵、以及油箱,所述伺服电机驱动液压泵,所述液压泵从所述油箱吸油,向所述手动伺服阀供油;

所述手动伺服阀自带机械位置反馈以形成闭环控制,所述手动伺服阀至少有一个进油口、一个回油口、一个出油口,所述出油口连通油缸的进油腔,所述出油口还通过补油单向阀连通油箱;

所述手动伺服阀安装在外骨骼机器人上,所述手动伺服阀包括换向阀、与所述换向阀连接的换向操纵机构和操纵机构行程限位装置;

所述换向操纵机构至少有一个点绑缚在人的肢体上,所述换向操纵机构包括操纵杆,所述操纵杆至少有一个点直接或间接与所述机械臂相连,所述操纵杆与所述机械臂的相对位置处于初始状态时,所述手动伺服阀的换向阀处于中位;

所述操纵杆与所述机械臂的相对位置与初始状态产生偏差,所述偏差驱动所述换向阀换向,所述偏差的方向决定所述换向阀的换向方向,所述偏差的大小与所述换向阀阀口开度正相关。

2. 根据权利要求1所述一种应用于外骨骼机器人的阀控液压传动系统,其特征在于,所述换向操纵机构包括相互连接的第一操纵杆和第二操纵杆,所述机械臂包括第一机械臂、与所述第一机械臂铰接的第二机械臂;所述第一操纵杆至少有一个点直接或间接与所述第一机械臂相连,所述第二操纵杆至少有一个点直接或间接与所述第二机械臂相连,所述第一操纵杆与第一机械臂的相对位置以及所述第二操纵杆与第二机械臂的相对位置处于初始状态时,所述手动伺服阀的换向阀处于中位;

所述第一操纵杆与所述第一机械臂的相对位置或/和所述第二操纵杆与所述第二机械臂的相对位置与初始状态产生偏差,所述偏差驱动所述换向阀换向,所述偏差的方向决定所述换向阀的换向方向,所述偏差的大小与所述换向阀阀口开度正相关。

3. 根据权利要求2所述一种应用于外骨骼机器人的阀控液压传动系统,其特征在于,所述第一机械臂不动作时,所述第二操纵杆与所述第二机械臂的相对位置与初始状态产生的偏差驱动所述换向阀换向;或所述第二机械臂不动作时,所述第一操纵杆与所述第一机械臂的相对位置与初始状态产生的偏差驱动所述换向阀换向。

4. 根据权利要求1所述一种应用于外骨骼机器人的阀控液压传动系统,其特征在于,所述油缸为单作用油缸或双作用油缸。

5. 根据权利要求4所述一种应用于外骨骼机器人的阀控液压传动系统,其特征在于,所述手动伺服阀为三位四通手动伺服阀,具有两个出油口,且两个所述出油口分别连通所述双作用油缸的无杆腔和有杆腔;或其中一个出油口连通所述单作用油缸的进油腔。

6. 根据权利要求4所述一种应用于外骨骼机器人的阀控液压传动系统,其特征在于,所述手动伺服阀为三位三通手动伺服阀,具有一个出油口,且所述出油口连通所述单作用油缸的进油腔。

7. 根据权利要求1所述一种应用于外骨骼机器人的阀控液压传动系统,其特征在于,所述液压泵的出口通过单向阀连接至高压蓄能器。

8. 根据权利要求1或7所述一种应用于外骨骼机器人的阀控液压传动系统,其特征在

于,在所述手动伺服阀的进油路上设置助力功能开关阀,其中,每一个所述手动伺服阀配置一个所述助力功能开关阀,或对多个所述手动伺服阀进行分组,每组手动伺服阀进油路共用一个所述助力功能开关阀,所述助力功能开关阀的控制方式包括穿戴者强制开启或关闭。

9.根据权利要求8所述一种应用于外骨骼机器人的阀控液压传动系统,其特征在于,所述液压油源还包括一个低压油源,通过单向阀向所述助力功能开关阀的出油口供油。

10.根据权利要求8所述一种应用于外骨骼机器人的阀控液压传动系统,其特征在于,还包括力传感器,用于检测人体肢体的实际受力大小,再与预设值进行比较来决定所述助力功能开关阀的工作位,当人体肢体实际受力小于或等于第一预设值时关闭所述助力功能开关阀,当人体肢体实际受力大于或等于第二预设值时开启所述助力功能开关阀。

一种应用于外骨骼机器人的阀控液压传动系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及机械工程技术领域,更具体的说是涉及一种应用于外骨骼机器人的阀控液压传动系统。

背景技术

[0002] 外骨骼机器人是一种穿戴在人体上的人机协作装置,在军事、物流、抢险、助残等领域具有广阔应用前景。国内外已有多家机构开展了外骨骼机器人的研发,并获得阶段性研究成果。

[0003] 按传动形式划分,外骨骼机器人主要有电传动(电机驱动减速机或丝杆)、液压传动(液压油驱动油缸)、气压传动(压缩空气驱动气缸)等三类。其中,液压传动因其功率密度高、输出力量大而在重载型(负重型)外骨骼机器人上成为主流传动方案。

[0004] 液压传动的外骨骼机器人,一般采用电液伺服阀来控制各油缸的运行方向和运行速度。例如:申请公告号CN 105496734A《一种基于机械外骨骼动作状态的随动系统》,授权公告号CN 103612257B《一种外骨骼泵阀联合控制装置及控制方法》,授权公告号CN 105798932B,《一种用于外骨骼系统行走状态的控制方法》等文献,均涉及外骨骼机器人的液压传动与控制,均采用电液伺服阀。

[0005] 上述专利文献中的液压传动与控制方案在具体细节上各有不同,但具有以下几个共同特点:

[0006] 1) 采用电液伺服阀来控制油缸运行速度和运行方向;

[0007] 2) 安装多种传感器,通过采集传感器信息并进行综合分析,来识别人体运动意图;

[0008] 3) 通过复杂的算法来给定电液伺服阀的输入指令。

[0009] 这几个共同特点使之存在如下几方面的不足:

[0010] 1、传动效率低。电液伺服阀是一种通过牺牲能耗来换取高响应速度的控制元件,需精确控制流量时(对应于油缸的速度控制)必须使阀口维持一定的压力损失,且存在先导油耗(对微型液压传动来说此先导油耗所占比重较大),采用电液伺服阀控制的液压系统普遍存在传动效率低、无效能耗大的问题。而较大的无效能耗又会造成系统发热,需要额外增加散热措施,进一步增加了能耗且造成外骨骼机器人整体外形和重量的增加,电池续航时间缩短。

[0011] 2、控制复杂,制约其功能实现的因素过多,降低了工况适应性和工作可靠性。机械臂运动的控制源来自于多个用于检测人体和机械臂工作状态的传感器,通过采集多个传感器信息进行比较分析,再调用复杂的控制算法计算出电液伺服阀的控制指令。在工作过程中,任意相关硬件或软件的故障都会导致控制的失效,相关因素越多则潜在故障点越多。而且,由于人的运动姿态多种多样,基于预设算法的控制,很难全面涵盖穿戴者所有可能的运动姿态,影响其工况适应性。

[0012] 3、制造成本过高,制约其市场推广。由于需要配置多个伺服阀、多个传感器以及一个功能较强的处理器(或微电脑),一方面,为给这些元器件留出安装空间,会导致整体外形

和重量的增加；另一方面，这些元器件本身价值较高，进一步增加了制造成本。虽然在研发阶段可重点关注性能，而把成本控制放到其次，但要形成商品，控制制造成本是迟早需要面对的问题。

[0013] 因此，如何提供一种控制简单、工作可靠、能耗更小、应用于外骨骼机器人的低成本液压传动控制装置是本领域技术人员亟需解决的问题。

实用新型内容

[0014] 有鉴于此，本实用新型提供了一种应用于外骨骼机器人的阀控液压传动系统，手动伺服阀、补油单向阀和油缸的共同配合作用下，简化了控制方式、有效提升工作可靠性和安全性，降低能耗的同时提升了工作速度、并降低了生产使用成本。11、为了实现上述目的，本实用新型采用如下技术方案：一种应用于外骨骼机器人的阀控液压传动系统，包括：液压油源、手动伺服阀、补油单向阀和油缸、机械臂；

[0015] 所述液压油源包括伺服电机、液压泵、以及油箱，所述伺服电机驱动液压泵，所述液压泵从所述油箱吸油，向所述手动伺服阀供油；

[0016] 所述手动伺服阀自带机械位置反馈以形成闭环控制，所述手动伺服阀至少有一个进油口、一个回油口、一个出油口，所述出油口连通油缸的进油腔，所述出油口还通过补油单向阀连通油箱；

[0017] 所述手动伺服阀安装在外骨骼机器人上，所述手动伺服阀包括换向阀、与所述换向阀连接的换向操纵机构和操纵机构行程限位装置；

[0018] 所述换向操纵机构至少有一个点绑缚在人的肢体上，所述换向操纵机构包括操纵杆，所述操纵杆至少有一个点直接或间接与所述机械臂相连，所述操纵杆与所述机械臂的相对位置处于初始状态时，所述手动伺服阀的换向阀处于中位；

[0019] 穿戴者通过肢体操纵第一操纵杆或第二操纵杆时，所述操纵杆与所述机械臂的相对位置与初始状态产生偏差，所述偏差驱动所述换向阀换向，所述偏差的方向决定所述换向阀的换向方向，所述偏差的大小与所述换向阀阀口开度正相关；

[0020] 所述偏差驱动换向阀换向后，液压油源驱动油缸使第一机械臂和第二机械臂产生相对运动，且所述相对运动的方向趋于逐渐减小所述偏差，直到所述偏差完全消除后换向阀重新回到中位；

[0021] 所述手动伺服阀的操纵机构设置有所述操纵机构行程限位装置，所述限位装置安装在外骨骼机器人上，用来限制操纵杆最大行程，即限制操纵杆与机械臂的最大偏差量，所述限位装置具体可以是限位挡块或限位螺钉等形式，当所述操纵机构被操纵机构行程限位装置限位时，外骨骼机器人穿戴者的肢体可通过操纵机构带动机械臂运动。

[0022] 优选的，所述换向操纵机构包括相互连接的第一操纵杆和第二操纵杆，所述机械臂包括第一机械臂、与所述第一机械臂铰接的第二机械臂；所述第一操纵杆至少有一个点直接或间接与所述第一机械臂相连，所述第二操纵杆至少有一个点直接或间接与所述第二机械臂相连，所述第一操纵杆与第一机械臂的相对位置以及所述第二操纵杆与第二机械臂的相对位置处于初始状态时，所述手动伺服阀的换向阀处于中位；

[0023] 所述第一操纵杆与所述第一机械臂的相对位置或/和所述第二操纵杆与所述第二机械臂的相对位置与初始状态产生偏差，所述偏差驱动所述换向阀换向，所述偏差的方向

决定所述换向阀的换向方向,所述偏差的大小与所述换向阀阀口开度正相关。

[0024] 优选的,所述第一机械臂不动作时,所述第二操纵杆与所述第二机械臂的相对位置与初始状态产生的偏差驱动所述换向阀换向,所述第一操纵杆不发挥作用;或所述第二机械臂不动作时,所述第一操纵杆与所述第一机械臂的相对位置与初始状态产生的偏差驱动所述换向阀换向,所述第二操纵杆不发挥作用。

[0025] 优选地,所述油缸为单作用油缸或双作用油缸。

[0026] 优选地,所述手动伺服阀为三位四通手动伺服阀,具有两个出油口,且两个所述出油口分别连通所述双作用油缸的无杆腔和有杆腔;或两个出油口的其中一个出油口连通所述单作用油缸的进油腔。

[0027] 优选地,所述手动伺服阀为三位三通手动伺服阀,具有一个出油口,且所述出油口连通所述单作用油缸的进油腔。

[0028] 优选地,所述液压泵的出口通过单向阀连接至高压蓄能器,以提升外骨骼机器人的瞬时功率。

[0029] 优选地,在所述手动伺服阀的进油路上设置助力功能开关阀,其中,每一个所述手动伺服阀配置一个所述助力功能开关阀,或对多个所述手动伺服阀进行分组,每组手动伺服阀进油路共用一个所述助力功能开关阀,所述助力功能开关阀的控制方式包括穿戴者强制开启或关闭。

[0030] 优选地,所述液压油源还包括一个低压油源,通过单向阀向所述助力功能开关阀的出油口供油。

[0031] 优选地,还包括力传感器,用于检测人体肢体的实际受力大小,再与外骨骼机器人控制器设定的预设值进行比较来决定所述助力功能开关阀的工作位,当人体肢体实际受力小于或等于第一预设值时关闭所述助力功能开关阀,当人体肢体实际受力大于或等于第二预设值时开启所述助力功能开关阀。

[0032] 优选的,所述手动伺服阀与所述手动伺服阀对应的所述补油单向阀一体化设计。

[0033] 优选地,所述方案应用于人体多个关节的助力时,各关节的油缸共用液压油源。

[0034] 优选的,所述油箱采用封闭式弹性油箱。

[0035] 优选的,当两个相对运动的机械臂中只需要其中一个机械臂主动运动时,所述手动伺服阀的换向操纵机构只设置一个操纵杆,所述操纵杆至少有一个点直接或间接与主动运动的机械臂相连且另有至少一个点绑缚在人的肢体上。

[0036] 经由上述的技术方案可知,本实用新型提供一种控制上更加简单、可靠、能耗更小、工作速度更快、成本更低的外骨骼机器人的液压传动控制装置。具体有益效果如下:

[0037] 1、控制简单

[0038] 外骨骼机器人作为一种人机协作装置,其核心控制需求是使人体动作与机器动作协调一致。除了某些特殊用途(如助残)要求人体跟随机器运动外,对大多数使用需求来说是要求机器跟随人体运动。负重型外骨骼机器人不管采用何种控制策略,安装何种类型的传感器来检测和分析识别人体运动意图,其核心就是为实现机器实时跟随人体运动。相比于常规方案,本实用新型采用了最简单直接的方式,即人体肢体与手动伺服阀控制输入端的机械接触,使机械臂跟随人体肢体运动,不需要安装多种传感器来检测人体肢体状态和运动趋势,不需要复杂的算法,不需要功能强大的控制器(本实用新型对控制器要求较低)。

[0039] 2、工作可靠

[0040] 相对于常规技术方案,本实用新型的工作可靠性优势可从几个方面来体现:

[0041] 1) 因为控制简单,不需要安装多种传感器,不需要复杂的算法和功能强大的控制器,也就是本实用新型所使用的精密元器件数量更少,因而潜在故障点也就更少。

[0042] 2) 本实用新型方案中,在手动伺服阀、补油单向阀和换向操纵机构限位装置共同配合作用下,紧急情况下穿戴者可利用自身力量对外骨骼机器人进行越权操纵,不受外骨骼机器人瞬时最大供油流量的限制,不受元器件响应速度的限制,不受任何控制程序的限制。

[0043] 本实用新型实现这个功能,基于几个必要条件:第一,在油缸跟随不及时的时候,穿戴者肢体可通过绑缚在人体肢体上的操纵杆强制带动机械臂运动;第二,强制带动机械臂运动时如果油缸吸油不足,补油单向阀可确保油缸吸油通畅;第三,穿戴者需强制带动机械臂运动时手动伺服阀一定处于换向状态且换向阀的工作位与阀口开度一定符合预期,如果此时需油缸排油,其排油路也一定是通畅的。本实用新型具备的这个功能,对提升工作可靠性和工作安全性具有很强的实用价值,具体包括:

[0044] 在遭遇某些紧急状况时,比如因脚底磕绊,人体将要失去平衡时,人体需作出快速反应,此时人体动作速度不受液压油源瞬时最大供油流量或控制程序等因素的限制,有利于及时调整步态重新找到平衡,避免摔倒。这实际上提高了外骨骼机器人的安全性和可靠性。

[0045] 穿戴者在空载状态下可以快速行走,而不受液压油源瞬时最大供油流量的限制,因而可应付多种紧急需求,比如救援过程中快速奔跑至救援地点。

[0046] 在助力系统发生故障时还可以提高穿戴者的安全性。比如在救援现场电池能量消耗完毕时,所有电控装置全部失效,此时虽然穿戴者运动负担加重,但至少还可以正常行走(不需要采取任何临时措施),不会被困在原地。

[0047] 3、能耗更小

[0048] 本实用新型方案之所以能耗更小,是由于本实用新型具备以下特点:

[0049] 本实用新型所用的手动伺服阀,不存在先导能耗导致的附加能量损失。常规方案采用电液伺服阀控制,其中的液压放大器存在先导油耗损失。这个先导油耗损失在大功率液压系统上所占比重较小,对整体能耗影响可忽略不计。但在液压传动的的外骨骼机器人上,因为液压系统本身属于微型液压范畴,功率很小,先导油耗造成的能量损失相对于系统额定功率的比重就比较大。

[0050] 本方案所用的手动伺服阀,根据人体肢体与机械臂的偏差量自动调节阀口开度,不需要阀口保持一定的压力损失,因而系统压力只需满足加速需求即可。而采用电液伺服阀控制时,需要根据人体肢体与机械臂的偏差量按预设算法调节阀口开度,为使流量受控,系统压力需要略高于油缸进口压力,以使电液伺服阀的阀口维持一定的压差,从而导致能耗的增加。

[0051] 常规方案采用的电液伺服阀、以及各种传感器的工作都是需要耗电的,而本实用新型只需要用到力传感器,不需要其他检测人体肢体状态和机械臂状态的各种传感器,换向阀工作也不消耗电能(换向阀的操纵力很小,对人体体力的消耗可忽略不计),因而本实用新型在控制上消耗的电能要小得多。

[0052] 此外,本实用新型中的助力功能开关阀,以及低压油源辅助供油等措施,也有利于降低整体能耗水平。

[0053] 4、工作速度更快

[0054] 前文已经说明,采用本实用新型方案时,穿戴者可利用自身力量对外骨骼机器人进行越权操纵,不受外骨骼机器人瞬时最大供油流量的限制,不受元器件响应速度的限制,不受任何控制程序的限制。这个功能不仅有利于提高工作可靠性和安全性,实际上也可以提升工作效率。比如,即使外骨骼机器人在负重状态下,非承重腿抬腿迈步时也可以不受系统供油流量的限制,可以快速抬腿迈步,从而提高整体行走速度;而在轻载状态下,穿戴者不受元器件响应速度的限制,甚至可以实现快速奔跑。尽管在远超出设计速度的情况下,通过人体强制带动机械臂运动会增加人体体能消耗,但这种功能的存在仍然具有较强的实用意义,比如在紧急救援或紧急避险时,短时提高工作速度是非常必要的。

[0055] 5、成本更低

[0056] 本实用新型不需要用到价格昂贵的电液伺服阀,相对而言传感器数量也少的多,对控制器的要求也低得多,因而整体成本更低,这是显而易见的。

附图说明

[0057] 为了更清楚地说明本实用新型实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述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实用新型的实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0058] 图1附图为本实用新型采用双作用油缸为膝关节助力的实施例示意图;

[0059] 图2附图为本实用新型手动伺服阀的操纵及其机械位置反馈工作原理说明附图;

[0060] 图3附图为本实用新型液压油源第一实施例示意图;

[0061] 图4附图为本实用新型采用单作用油缸为膝关节助力的实施例示意图;

[0062] 图5附图为本实用新型液压油源第二实施例示意图;

[0063] 图6附图为本实用新型液压油源第三实施例示意图;

[0064] 图7附图为本实用新型液压油源第四实施例示意图;

[0065] 图8附图为本实用新型为下肢助力的完整实施例示意图。

[0066] 在图1中,

[0067] 1为液压油源;2为补油单向阀;3为手动伺服阀;4为油缸;10为第一机械臂;20为第二机械臂;

[0068] 在图2中,

[0069] 31为换向阀;321为第一操纵杆;322为第二操纵杆;33为操纵机构行程限位装置;P1为第一机械臂和第二机械臂铰接点;P2为换向操纵机构第一操纵杆和第二操纵杆铰接点;P31为第一操纵杆与第一机械臂铰接点;P32为第二操纵杆与第二机械臂铰接点;

[0070] 在图3中,

[0071] 110为油箱;120为伺服电机;130为液压泵;

[0072] 在图4中,

[0073] 1为液压油源;2为补油单向阀;31为三位三通手动伺服阀;41为单作用油缸;10为

第一机械臂;20为第二机械臂;

[0074] 在图5中,

[0075] 110为油箱;120为伺服电机;130为液压泵;140为高压蓄能器;

[0076] 在图6中,

[0077] 110为油箱;120为伺服电机;130为液压泵;140为高压蓄能器;150为助力功能开关阀;

[0078] 在图7中,

[0079] 110为油箱;120为伺服电机;130为液压泵;140为高压蓄能器;150为助力功能开关阀;160为小功率伺服电机;170为低压液压泵;180为低压蓄能器;

[0080] 在图8中,

[0081] 1为液压油源;2为补油单向阀;32为三位四通手动伺服阀;31为三位三通手动伺服阀;42为双作用油缸;41为单作用油缸;101为机械右小腿;201为机械右大腿;102为机械左小腿;202为机械左大腿;11为右脚踏板;22为左脚踏板;100为背部支架。

具体实施方式

[0082] 下面将结合本实用新型实施例中的附图,对本实用新型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实用新型一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本实用新型中的实施例,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,都属于本实用新型保护的范围。

[0083] 本实用新型适用于外骨骼机器人,尤其适用于重载型(负重型)外骨骼机器人的液压驱动及其控制,既适用于下肢助力也适用于上肢助力,或上下肢共同助力。本实用新型既可独立使用,也可与常规技术方案配合使用,即液压驱动的外骨骼机器人,部分机械臂关节采用本实用新型方案来驱动,另外部分机械臂关节采用常规技术方案来驱动。

[0084] 实施例1

[0085] 参见图1,是利用本实用新型应用于外骨骼机器人为膝关节助力的实施例示意图。外骨骼机器人第一机械臂(机械小腿A-1)和第二机械臂(机械大腿A-2)通过P1点铰接在一起(注:后文中将第一机械臂和第二机械臂统称为机械臂;机械臂实际设计时可能会采用更为复杂的铰接方式,但本实用新型关注的是液压传动及其控制方案,机械结构仅用于表达设计意图)。当外骨骼机器人穿戴在人体身上后,人体小腿和人体大腿分别贴近第一机械臂(机械小腿A-1)和第二机械臂(机械大腿A-2)。

[0086] 本实用新型包括液压油源1、补油单向阀2、手动伺服阀3和双作用油缸4;

[0087] 参见图3,是本实用新型提供的液压油源第一实施例示意图。液压油源1包括油箱110或实际起到油箱功能的容器、伺服电机120、以及液压泵130,伺服电机120驱动液压泵130,液压泵130从油箱110吸油,向手动伺服阀3的进油口供油。

[0088] 电机可通过对其转速和扭矩的调节,使其出口压力保持在某一预设值附近,形成恒压油源,这样,在需要供油的瞬间由于待机压力较高,可获得更快的响应速度;电机也可以仅在需要供油时才开始工作,通过电机转速的调节调整供油流量。采用此方案的优点是不需供油时电机完全停止运行,故能耗较低;缺点是响应速度偏慢,不适用于需要高速响应的工况。对于需要长时间在野外工作的情况,电机也可以采用发动机来替代,只是由于发动

机自重较大,并非优选方案。

[0089] 手动伺服阀3可以采用三位四通手动伺服阀32,有一个进油口P、一个回油口T、两个出油口A和B,A口和B口分别连通双作用油缸的无杆腔和有杆腔且各经一个补油单向阀2连通油箱;

[0090] 参见图2,是手动伺服阀的操纵及其机械位置反馈工作原理说明附图,手动伺服阀3包括换向阀31、换向操纵机构(由第一操纵杆321和第二操纵杆322组成)、以及操纵机构行程限位装置33。该限位装置安装在外骨骼机器人上,用来限制操纵杆最大行程,即限制操纵杆与机械臂的最大偏差量,具体可以是限位挡块或限位螺钉等形式。

[0091] 换向操纵机构的第一操纵杆和第二操纵杆通过P2点铰接在一起;第一操纵杆321通过P31点铰接在第一机械臂10,即机械小腿上、且至少有一个点绑缚在穿戴者小腿上;第二操纵杆322通过P32点铰接在机械大腿上、且至少有一个点绑缚在穿戴者大腿上。

[0092] 在手动伺服阀3处于中位的初始状态下,第一操纵杆321和第二操纵杆322的铰接点P2,与两个机械臂的铰接点P1同轴(即P2点在机械臂上的投影与P1点重合。特别说明:实施例中的示意图为便于在原理说明时从平面图上区分P1点和P2点,刻意将两点做了错位处理)。这样,由于两个机械臂和两个操纵机构围绕同一轴线转动,只要第一操纵杆321与第一机械臂10的相对位置以及第二操纵杆322与第二机械臂20的相对位置保持初始状态不变,在设定的转角范围内,不论第一机械臂10和第二机械臂20的夹角如何变化,P2点和P1点相对位置始终不变,手动伺服阀3的换向阀始终处于中位。

[0093] 当穿戴者产生动作意图时,人的肢体会先于机械臂动作,这就使得第一操纵杆321相对于第一机械臂10的位置发生变化,同时第二操纵杆322相对于第二机械臂20,即机械大腿的位置也发生变化,必定导致铰接点P1和P2发生偏离,从而驱动换向阀换向。在图1、图2实施例中,当人体大小腿从屈腿状态向伸腿方向运动时,会驱使阀芯向图1、图2所示的右下方运动,P口连通B口向油缸无杆腔供油,驱动机械臂也向伸腿方向运动,与人体大小腿运动方向一致,这样就实现了机械臂自动跟随人体肢体运动。

[0094] 进一步地,人体伸腿动作越快,则由于机械臂跟随不及时,P1点和P2点错位量越大,阀口开度越大,对应的油缸4运行速度越快,机械臂跟随肢体运动的速度也越快。

[0095] 在机械臂跟随人体肢体运动过程中,由于第一操纵杆321和第二操纵杆322分别经P31和P32铰接在第一机械臂10和第二机械臂20上,故机械臂的运动改变操纵杆与对应机械臂之间的相对位置,并且会驱使P2点逐渐缩小与P1点之间的偏差量。即机械臂追随人体肢体使机械臂状态与人体肢体状态逐渐接近的过程中,会使手动伺服阀3逐渐趋于关闭状态。当机械臂跟随人体肢体运动到位后,P1和P2点投影再次重合,手动伺服阀3复位到中位,机械臂停止运动。

[0096] 如果人体大小腿从伸直状态向屈腿状态方向运动,会驱使机械大小腿相对位置也朝向屈腿方向运动,直至机械大小腿跟随人体肢体运动到位后停止运动。该作用过程的工作原理与上文相同,只是换向阀工作位不一样,因而油缸运动方向不同,机械臂相对运动方向不同。

[0097] 当人体肢体运动速度过快,或者液压油源1关闭等情况下,虽然手动伺服阀3处于换向状态,但机械臂不能及时跟随或者完全不能跟随人的肢体运动,当P2点位移量超过设定范围,P2点将会被操纵机构行程限位装置33限制,这时,穿戴者可利用自身及外骨骼机器

人自重,或者依靠肢体力量通过绑缚在人体上的换向操纵机构强制驱动机械臂运动,油缸进油口可通过补油单向阀2从油箱110吸油,油缸排油口可通过已经处于换向状态的手动伺服阀3向油箱排油。

[0098] 在图1实施例中操纵机构行程限位装置限制的是P2点的位移量,但具体实施中也可根据整体布局的需要或保证操纵杆刚度的需要,对操纵机构上的其他点的位移量进行限位,甚至可以对第一操纵杆和第二操纵杆分别设置限位装置。

[0099] 为减小换向操纵机构接触限位装置33的瞬间产生过大冲击使穿戴者不适,限位装置应当设置有缓冲装置,本申请文件的各个实施例中未画出缓冲装置,只是为使示意图简洁易懂。

[0100] 换向操纵机构在换向时P2点的位移量,与该换向操纵机构与人体绑缚点相对于其初始位置的位移量之间的关系,可通过改变相关零件安装位置或结构参数来进行调整,包括但不限于调整换向阀的安装位置和方向、调整操纵杆与机械臂的铰接点位置、调整操纵杆与人体肢体绑缚点的位置等等。这样,在人体肢体状态与机械臂状态偏差量相同的条件下,也可以获得不同的阀口开度,从而可以方便地在机械臂快速跟随性能与运动柔顺性能之间找到平衡点。

[0101] 在本申请所列的各个实施例中,手动伺服阀的中位阀口遮盖形式优选接近于零遮盖的形式。由于制造误差的客观存在,绝对的零遮盖无法保证,具体可以是少量正遮盖或少量负遮盖。采用正遮盖形式的优点是中位内泄较小,故能耗较低;缺点是中位时油缸位置保持稳定性略差。采用负遮盖形式时,其优缺点与采用正遮盖正好相反。进一步地,换向阀可以设计成滑阀(利用阀套阀芯相对轴向运动来换向),也可以设计成转阀(利用阀套阀芯相对转动来换向),其换向操纵及其机械反馈的具体形式作相应调整。

[0102] 手动伺服阀与该手动伺服阀对应的补油单向阀可以分体布置,但为减小整体外形和重量,优选采用一体化设计。

[0103] 常规的手动伺服阀只有一个被控对象,只能实现一个被控对象跟随一个控制输入端运动,被控对象跟随控制输入端运动到位后被控对象与控制输入端的相对位置回复到初始位(对应于手动伺服阀处于中位);而本实用新型中的手动伺服阀有两个被控对象(第一机械臂和第二机械臂),两个被控对象分别跟随两个控制输入端(第一操纵杆和第二操纵杆)运动,随动到位后第一机械臂与第一操纵杆的相对位置处于初始位(对应于手动伺服阀处于中位)、同时第二操纵杆与第二机械臂的相对位置也处于初始位。

[0104] 在图1、图2实施例中,手动伺服阀有两个相互连接的操纵杆(第一操纵杆和第二操纵杆),不论驱动哪一个操纵杆,机械臂都会产生相对运动。虽然两个机械臂相对运动时可以互为参照物,但到底是哪一个机械臂主动运动,在控制上是有所区别的。以人体膝关节的运动为例,人体大小腿的相对运动有几种情况:第一种情况是小腿与大腿同时动作(小腿与大腿与地面夹角同时发生变化);第二种情况大腿不动仅小腿动(如大腿直立时小腿向后屈腿);第三种情况是小腿不动仅大腿动(小腿与地面夹角不变情况下大腿与地面夹角发生变化)。

[0105] 显然,本实用新型应用于膝关节助力时不能采用常规的手动伺服阀来替代,因为常规的手动伺服阀只有一个控制输入端,只能实现一个被控对象的动作跟随。具体举例:如果常规手动伺服阀安装在机械小腿上,其控制输入端绑缚在人体小腿上,则只能获得机械

小腿跟随人体小腿运动的效果,而无法实现机械大腿跟随人体大腿运动(人体小腿不动仅大腿运动时手动伺服阀没有控制输入)。

[0106] 进一步地,并不能采用常规的手动伺服阀,简单地将绑缚在人体小腿上的操纵杆延长后绑缚到人体大腿上,以获得第二个控制输入端供人体大腿使用。其原因在于:虽然此时手动伺服阀有两个控制输入端,通过人体小腿带动操纵杆运动使手动伺服阀换向后,机械小腿可跟随人体小腿运动,且跟随到位后操纵杆的第一控制输入端与机械小腿的相对位置可回复到初始位,但是,该操纵杆的延伸端(另一个控制输入端)由人体大腿带动使手动伺服阀换向后,第二控制输入端与机械大腿的相对位置却会随着机械大小腿夹角变化而变化,即机械大腿并不能跟随人体大腿。

[0107] 图1、图2、图3实施例中手动伺服阀的换向操纵及其机械反馈的具体结构只是实现本申请实用新型目的的一种方式,基于本实用新型的设计思路和工作原理,可以适当变换其结构形式以能获得同样功能,这种适当变换并未超出本实用新型的范围。

[0108] 实施例2

[0109] 参见附图4为本实用新型的采用单作用油缸为膝关节助力的实施例示意图,其与附图1的区别仅在于采用单作用油缸41来助力,手动伺服阀3可采用三位三通手动伺服阀31,至少有一个进油口、一个回油口、一个出油口,该出油口连通单作用油缸41的进油腔,该出油口有一个补油单向阀2连通油箱110。当然,手动伺服阀3也可以采用如图1所示的三位四通伺服阀32,堵住一个出油口不用,使其等效于三位三通手动伺服阀,不过这并非优选。

[0110] 采用单作用油缸来助力,油缸无杆腔进油时其基本工作原理与采用双作用油缸时相同。其主要区别是需要油缸缩回时,换向阀换向使单作用油缸的无杆腔连通了油箱,但没有液压动力驱使油缸缩回,只能依靠人体和外骨骼机器人自重、或者人体肢体力量强制带动机械臂使油缸缩回。

[0111] 采用双作用油缸的好处是可以实现双向助力,人体体力消耗小,其不足之处是能耗偏高。鉴于实际使用中多数情况下外骨骼机器人的机械臂只受到单方向的外负载(承重),而反方向运动可以利用人体及外骨骼机器人的自重来完成(比如下蹲动作),或者靠人体肢体力量克服外骨骼机器人的局部自重和机械阻力来完成(比如非承重腿抬大腿和屈小腿动作),因此,根据具体使用工况,外骨骼机器人的局部关节或全部关节可以采用单作用油缸,提供单向助力即可。

[0112] 无论手动伺服阀3采用三位四通还是三位三通,中位阀口遮盖形式均优选接近于零遮盖的形式,具体可以根据实际使用需求采用少量的正遮盖或者少量的负遮盖。

[0113] 实施例3

[0114] 参见附图5为本实用新型液压油源第二实施例示意图,其与附图3的区别仅在于在液压泵130的出口通过单向阀连接至高压蓄能器140保压。对响应速度要求较高的液压传动外骨骼机器人,所用液压油源宜采用恒压油源,安装高压蓄能器,有助于提高瞬时最大供油流量,高压蓄能器同时还能起到缓冲作用。

[0115] 实施例4

[0116] 参见附图6为本实用新型液压油源第三实施例示意图,其与附图3、附图5的区别仅在于手动伺服阀之前增加助力功能开关阀150。该技术方案对于单作用油缸和双作用油缸都适用。既可以在每个手动伺服阀进油路上各增加一个助力功能开关阀,也可以根据人体

运动的特点,将油缸进行分组(比如左腿膝关节驱动油缸和左腿髌关节驱动油缸为一组,右腿膝关节驱动油缸和右腿髌关节驱动油缸为一组),在每组油缸对应的手动伺服阀进油路上共用一个助力功能开关阀。

[0117] 助力功能开关阀150可以由人工强制开启或关闭,比如在穿戴者体力消耗过大的情况下,如果穿戴者有其他辅助措施可以确保身体平衡保持能力(比如持有拐杖),则可以强制开启助力功能而不受助力功能开关预设条件的限制;在强制关闭助力功能或因为电池能量消耗完毕失去助力功能时,如前文所述,手动伺服阀、补油单向阀和操纵机构限位装置共同作用下,可强制驱动机械臂运动,人的肢体仍然可以正常活动。

[0118] 助力功能开关阀的开启和关闭,也可以通过在适当位置安装力传感器来检测人体实际受力,再与预设值进行比较后自动决定是否开启助力功能——当人体实际受力大于等于第一预设值时自动开启对应关节的助力功能,当人体实际受力小于等于第二预设值关闭对应关节的助力功能。第一预设值和第二预设值可以相等也可以不相等,但优选不相等的方案。这个功能是一种非常实用的功能,其实用性包括:

[0119] 1) 降低能耗,提高电池续航能力并减少系统发热量。

[0120] 为提高响应速度,一般会采用恒压油源驱动,其待机压力等于或略高于油缸所需的最小供油压力。这样,当负载较轻时(比如非承重腿抬腿伸腿时),液压传动效率较低,无效能耗较大。此时如果关闭局部助力,可大大降低能耗。

[0121] 2) 在不增加能耗的条件下提高作业效率。

[0122] 由于本实用新型方案具有人体可越权带动机械臂自由运动的功能,当人体实际运动速度超过瞬时最大流量允许的最大速度时,即使开启助力功能,助力效果也很差,却会浪费较大能量,此时关闭局部助力功能很有必要。当负载较轻时关闭助力功能,人体运动速度不受瞬时最大供油流量的制约,在获得更快速度的同时不会增加能耗。

[0123] 3) 基于可开启或关闭局部助力功能,可利用此特性来调整人体和机器对外部负载的分担比例,即调整助力比,以便兼顾助力效果与人体保持平衡的能力,使人机协调工作。本实用新型方案应用于上肢助力时,可选择让机器承担全部或绝大部分外负载,以减少人的体力消耗。但在对人体下肢进行助力时,人体应当承担适当比例的外负载(负重),以感知外负载重心的变化,及时调整身体姿态来适应,避免突然失去平衡。

[0124] 为实现所述助力比可调功能,具体实施时可根据助力关节的不同,在适当位置增加力传感器,检测人体实际受力,与预设值进行比较来决定助力功能的开启或关闭。比如在对下肢进行助力时,可在足底安装力传感器,当检测到人的足底实际受力大于等于第一预设值时自动开启助力功能,足底实际受力小于等于第二预设值时自动关闭助力功能。这样,可使人力实际受力大致保持在某一设定范围内,因而可以兼顾助力效果与身体平衡保持能力。

[0125] 力传感器的安装位置,根据具体助力哪个关节、以及不同运动姿态下的肢体受力状况的不同来决定。可在一处或多处安装力传感器,经过简单的逻辑比较来决定助力功能开关阀的开启或关闭。比如,在为下肢助力的外骨骼机器人上,如果工作中需要有跪姿状态,则除了在足底安装力传感器外,还需在机械臂膝关节处设置人体膝盖跪垫并在跪垫上设置力传感器。

[0126] 实施例5

[0127] 参见附图7为本实用新型液压油源第四实施例示意图,其与附图3、附图5、附图5的区别仅在于另外配置一个低压油源(可与高压油源共用油箱),增加一个小功率电机160驱动另一台低压液压泵170,低压液压泵170出口安装低压蓄能器180,通过小功率电机160转速和转矩控制将低压液压泵170的出口压力保持在较低水平,低压液压泵170出油口经单向阀向助力功能开关阀150的出口供油。

[0128] 外骨骼机器人应用本实用新型实施例4公开的根据人体实际受力来控制助力功能开关阀的工作状态的方案,当局部肢体处于轻载状态时会自动关闭对应关节的助力功能,然后由人力带动机械臂运动的技术方案虽然可以满足多数使用工况,但是,对于负重能力要求较高的相对笨重的外骨骼机器人,需采用双作用油缸助力时,关闭助力功能后人体需克服的阻力较大,人体负担较重。本实施例在第4实施例基础上增加低压油源辅助供油,这样,在助力功能开关阀150关闭的情况下,手动伺服阀3的进口由低压油源供油,以克服局部自重和机械阻力,减轻人体负担。同时,由于低压油源的压力与轻载状态下的使用压力接近,故无效能耗少,且因为此时工作压力较低,总耗能较少。

[0129] 实施例6

[0130] 参见附图7为本实用新型下肢助力的完整实施例示意图,前文所述实施例中,油缸、手动伺服阀、液压油源等配置可根据实际使用需求,有两种或两种以上选择,当本实用新型应用于多个关节的助力时,这些选择是可以组合应用的。为阐述此实用新型目的,用图8实施例来说明。

[0131] 在图8实施例中,左右膝关节各采用一个单作用油缸41提供单方向助力,所用的手动伺服阀3采用三位三通手动伺服阀31;左右髋关节各采用一个双作用油缸42提供双向助力,所用的手动伺服阀采用三位四通手动伺服阀32;各关节的油缸4共用液压油源1,共用高压油源也共用低压油源,且高压油源和低压油源各共用一个油箱110;高压油源配置高压蓄能器140,低压油源配置低压蓄能器180以提高机械臂响应速度;左腿膝关节油缸和左腿髋关节油缸为一组,其中,左腿膝关节连接机械左小腿102和机械左大腿202,左腿髋关节连接机械左大腿202和背部支架100;右腿膝关节油缸和右腿髋关节油缸为一组,其中,右腿膝关节连接机械右小腿101和机械右大腿201,右腿髋关节连接机械右大腿201和背部支架100。两组油缸各配置一个助力功能开关阀150;在右脚踏板11和左脚踏板22上安装力传感器,通过采集足底实际受力与预设值比较来决定助力功能开关阀150的开启或关闭:足底受力大于等于第一预设值开启助力功能,足底受力小于等于第二预设值时关闭助力功能;助力功能开关阀150也可以由穿戴者越权强制开启或关闭。

[0132] 关于图8实施例的作用原理和作用效果,可参见前文中的说明。

[0133] 需要指出的是,图8实施例是采用本实用新型方案为外骨骼机器人下肢助力的一种组合形式,本实用新型的应用并不局限于这种组合。

[0134] 根据人体肢体运动的特点,本实用新型应用于某些关节助力时,如果相互较接的机械臂中只需要其中一个主动运动,则所述手动伺服阀可以只有一个控制输入端。比如为人体肩关节助力时,通常是让大臂相对于人体主动运动,一般不会要求大臂不动而让人体相对于大臂主动运动,这时就允许手动伺服阀只有一个控制输入端束缚在人体大臂上即可。所用的手动伺服阀可采用本实用新型中的手动伺服阀但去掉第一操纵杆或第二操纵杆,也可采用常规的手动伺服阀来代替。

[0135] 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。对于实施例公开的装置而言,由于其与实施例公开的方法相对应,所以描述的比较简单,相关之处参见方法部分说明即可。

[0136] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本实用新型。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本实用新型的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本实用新型将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

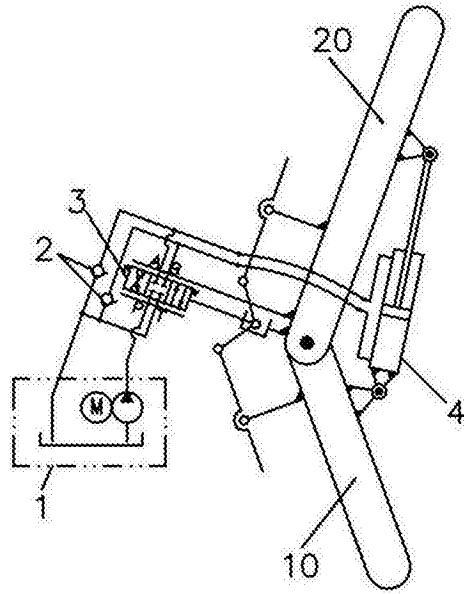


图1

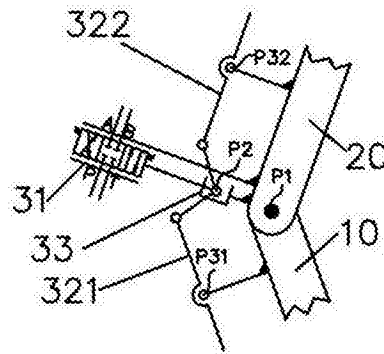


图2

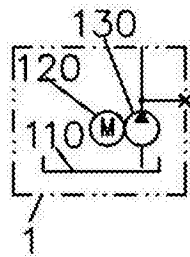


图3

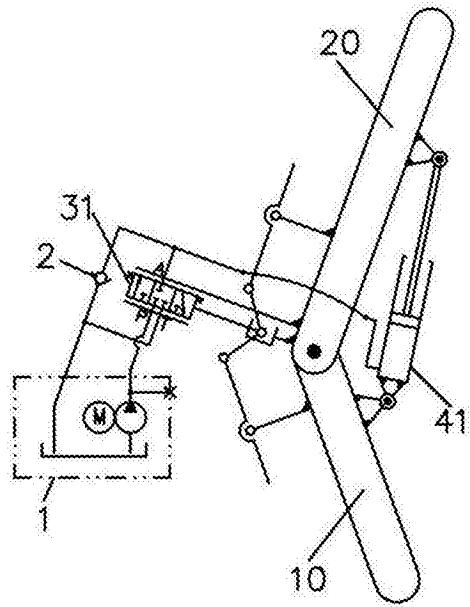


图4

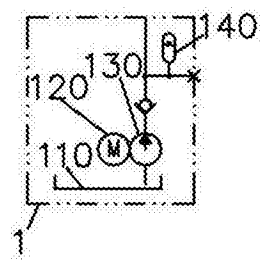


图5

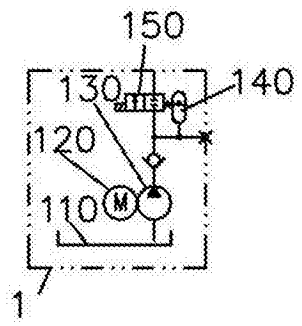


图6

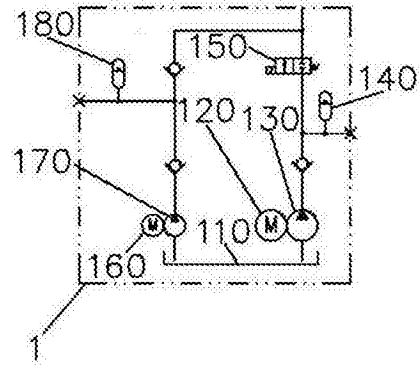


图7

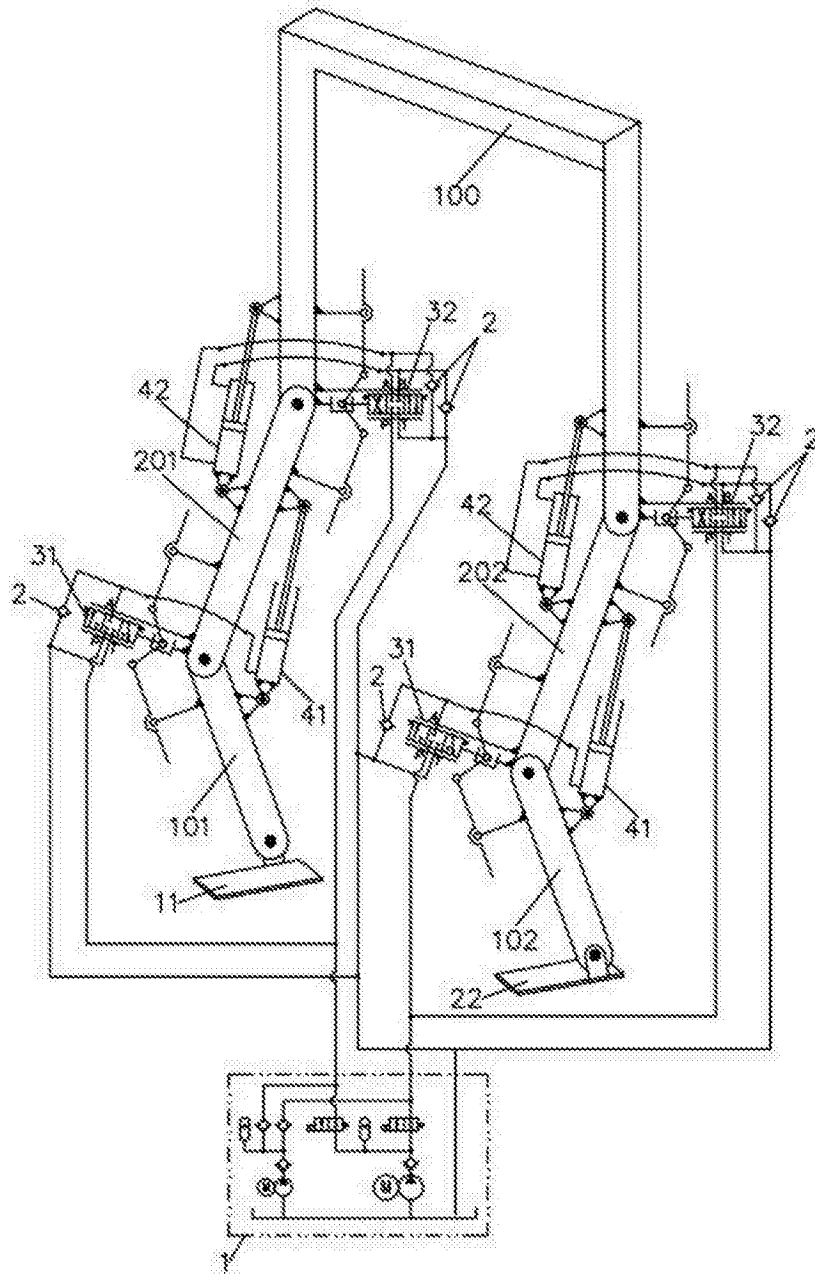


图8