

长度可调的下肢结构和使用其的外骨骼机器人

技术领域

5 本发明涉及一种下肢结构，具体地说，尤其涉及一种长度可调且可用于机器人下肢的下肢结构和使用其的外骨骼机器人。

背景技术

10 本发明以恢复、提升慢性骨关节疾病患者、脊髓损伤患者及脑损伤患者的行走能力为目标。目前在下肢功能障碍患者中，大部分由骨关节疾病引起，其余主要由脊髓损伤及脑损伤引起。目前市场也出现了针对这些患者适用的外骨骼机器人，以助于他们的下肢行动能力的恢复。

15 现有技术的外骨骼机器人，其下肢结构可以大致分为固定长度和长度可调两种机构。对于固定长度的下肢结构而言，其制造方法简单，但是固定长度使得机器人下肢不能适合各种身高的患者，虽然固定长度的下肢结构可以在患者脱下后才可进行调节，但是脱下后才可进行调节这种反复穿戴既耗费患者的时间、消耗患者的精力。对于长度可调的下肢结构，其一般是都是用伸缩套管的形式实现套管的调节，其长度可调的范围有限，例如，这种长度可调的下肢结构其最小的长度大致为最大长度的一半，虽然可设计为多伸缩套管的形式，但是多伸缩套管的设计降低了下肢结构的强度。

20 因此急需开发一种克服上述缺陷的，能够在各大范围调节下肢结构的长度并仍然具有期望强度的下肢结构。

发明内容

25 本发明所要解决的技术问题在于一种长度可调的下肢结构，应用于机器人下肢，所述下肢结构包括：

髋关节组件，包括髋关节支撑部、固定于所述髋关节支撑部的髋关节驱动部和由所述髋关节驱动部驱动的髋关节传动柄；

大腿杆，其与髋关节传动柄连接以便由所述髋关节驱动部驱动；

膝关节组件，包括膝关节固定座、固定于膝关节固定座上的膝关节驱动部

和由膝关节驱动部驱动的膝关节传动柄；其中所述膝关节固定座包括一套管部和与所述膝关节驱动部连接的一连接部，所述套管部沿所述大腿杆的延伸方向滑动固定于所述大腿杆上；和

小腿杆，与膝关节传动柄连接并由所述膝关节驱动部驱动；

5 其中所述大腿杆与所述髌关节驱动部和膝关节驱动部的中心连线不重合。

根据本文的一个或多个实施方式中的下肢结构，其中

所述大腿杆进一步包括大腿杆限位组件，所述大腿杆组件包括第一限位柱，其中

10 所述大腿杆沿其延伸方向设置有多多个第一限位孔，所述套管部上形成有第一限位开口，所述第一限位开口的位置与所述多个第一限位孔的一个对准；并且

所述第一限位柱穿过所述第一限位开口卡入所述多个第一限位孔中的一个。

15 根据本文的一个或多个实施方式中的下肢结构，其中所述大腿杆限位组件进一步包括调节套管和锁紧螺母，其中

所述大腿杆穿过所述调节套管并且与所述调节套管螺纹啮合，使得所述调节套管在所述大腿杆的延伸方向上的位置是可变的，所述调节套管定位于所述套管部的下方，使得所述调节套管的上端面与所述套管部的下端面接触；

20 所述锁紧螺母包围所述调节套管的上端面与所述套管部的下端面，以保持所述调节套管的上端面与所述套管部的下端面之间的接触或保持所述调节套管的上端面与所述套管部的下端面之间相距恒定的轴向距离。

25 根据本文的一个或多个实施方式中的下肢结构，其中所述大腿杆限位组件进一步包括多个滚珠，所述多个滚珠设置在所述调节套管的上端面与所述套管部的下端面之间，使得所述调节套管的上端面和所述套管部的下端面经由所述多个滚珠而滚动接触。

根据本文的一个或多个实施方式中的下肢结构，其中所述大腿杆限位组件进一步包括用于保持所述多个滚珠的滚珠保持架。

根据本文的一个或多个实施方式中的下肢结构，其中

30 所述大腿杆沿其延伸方向形成有沟槽，所述多个第一限位孔设置在所述沟槽中；

所述套管部的内表面上形成有凸台，当所述大腿杆穿过所述套管部时，所述凸台卡入所述凹槽中。

根据本文的一个或多个实施方式中的下肢结构，进一步包括足底组件，所述足底组件连接至所述小腿杆的下端。

5 根据本文的一个或多个实施方式中的下肢结构，其中所述小腿杆包括：
中空的小腿固定杆，其上端与所述膝关节传动柄连接；和
小腿调节杆，所述小腿调节杆滑动套入所述小腿固定杆中。

根据本文的一个或多个实施方式中的下肢结构，其中
所述小腿杆进一步包括小腿杆限位组件，所述小腿杆限位组件包括第二限
10 位柱，其中

所述小腿调节杆沿其延伸方向设置有多第二限位孔，所述小腿固定杆上形成有第二限位开口，所述第二限位开口与所述多个第二限位孔的一个对准；并且

所述第二限位柱穿过所述第二限位开口卡入所述多个第二限位孔中的一个。
15

根据本文的一个或多个实施方式中的下肢结构，其中，所述小腿杆限位组件进一步包括限位套管和固定于所述限位套管的内表面的调节螺母，其中

所述调节套管包围所述小腿固定杆的下端，使得所述小腿固定杆的下端抵靠至所述调节螺母，所述调节套管相对于所述小腿固定杆是可转动的；

20 所述调节螺母包围所述小腿调节杆的外表面并与所述小腿调节杆螺纹啮合，使得所述小腿调节杆缩进所述小腿固定杆或从所述小腿固定杆伸出。

根据本文的一个或多个实施方式中的下肢结构，其中所述小腿杆的下端形成有凸缘，所述限位套管的内表面形成有内缩台阶，所述凸缘位于所述内缩台阶和所述调节螺母之间。

25 根据本文的一个或多个实施方式中的下肢结构，其中所述小腿杆限位组件进一步包括：

多个滚珠，设置在所述凸缘和所述内缩台阶之间；和
用于保持所述多个滚珠的滚珠保持架。

本发明还提供一种外骨骼机器人，包括：
30 下肢，具有根据上文所讨论的实施方式的下肢结构；

腰部支撑装置，其上装设有所述下肢；和
悬吊装置，所述腰部支撑装置装设于所述悬吊装置上。

根据本文的一个或多个实施方式中的外骨骼机器人，其中所述悬吊装置包含：悬吊架；悬吊机构，装设于所述悬吊架上，所述腰部支撑装置装设于所述
5 悬吊机构上；辅助机构，装设于所述悬吊架上，所述辅助机构连接于所述悬吊机构，所述辅助机构输出助力辅助所述悬吊机构悬吊起所述腰部支撑装置及所述下肢。

根据本文的一个或多个实施方式中的外骨骼机器人，其中所述腰部支撑装置被悬吊至预定位置后，所述悬吊机构锁死，当使用者通过所述下肢运动并带动所述腰部支撑装置相对于所述预定位置上下运动时，所述辅助机构还输出助力辅助所述下肢运动。
10

根据本文的一个或多个实施方式中的外骨骼机器人，其中所述悬吊架包含悬吊承力杆及位于所述悬吊承力杆两侧平行设置二个纵向滑竿，所述辅助悬吊机构及所述辅助机构装设于所述悬吊承力杆上。

15 根据本文的一个或多个实施方式中的外骨骼机器人，其中所述悬吊机构包含：至少一滑轮，装设于所述悬吊承力杆上；和缆绳，装设于所述至少一滑轮上，所述缆绳的一端连接于所述辅助机构，所述被悬吊件装设于所述缆绳上，通过拉动所述缆绳的另一端悬吊起所述被悬吊件。

根据本文的一个或多个实施方式中的外骨骼机器人，其中所述悬吊承力杆上开设有通孔，所述缆绳的部分穿过所述通孔，所述被悬吊件装设于所述缆绳的穿过所述通孔的部分。
20

根据本文的一个或多个实施方式中的外骨骼机器人，其中所述辅助机构包含：固定座，固定连接于所述悬吊承力杆的端部；和弹簧，其一端连接于所述固定座，所述弹簧的另一端连接于所述缆绳的一端。

25 根据本文的一个或多个实施方式中的外骨骼机器人，所述悬吊装置还包含绞盘，所述绞盘连接于所述缆绳的另一端，转动所述绞盘带动所述缆绳在所述至少一滑轮间滑动以悬吊起所述被悬吊件，当所述被悬吊件被悬吊至所述预定位置时锁定所述绞盘。。

本发明针对于现有技术其功效在于，通过将大腿杆设置为相对于髋关节驱动组件和膝关节驱动组件的中心连线横向偏移。使得仅需调节膝关节驱动组件
30

在大腿杆上的位置就可以调节大腿杆的实际长度，这扩展了下肢结构的长度调节范围。同时，由于仅只用单一的调节机构即可实现在大范围内的长度调节，比起使用多伸缩套管的长度调节机构，其能够获得更加理想的强度。

5 附图说明

图 1 是根据本文的实施方式的下肢结构的示意图。

图 2A 和 2B 是图 1 的下肢结构的局部爆炸图。

图 3 是图 1 的下肢结构的局部截面图。

图 4 是图 1 的下肢结构的局部爆炸图。

10 图 5 是图 1 的下肢结构的局部截面图。

图 6 是根据本文的实施方式的外骨骼机器人的结构示意图。

图 7 是图 6 所示的外骨骼机器人的悬吊装置结构示意图。

具体实施方式

15 兹有关本发明的详细内容及技术说明，现以一较佳实施例来作进一步说明，但不应被解释为本发明实施的限制。

图 1 是根据本文的实施方式的下肢机构 1 的示意图。如图 1 所示，下肢结构 1 包括髋关节组件 10、大腿杆 11、膝关节组件 12、小腿杆 13。其中，大腿杆 11 的一端固定连接至髋关节组件 10，髋关节组件 10 被构造为可模仿人的髋关节进行旋转，故大腿杆 11 可随着旋转髋关节组件 10 的旋转而旋转，以模仿人行走时迈腿的动作。大腿杆 11 的另一端固定连接至膝关节组件 12，因此，当大腿杆 11 旋转时，也同时带动膝关节组件 12 进行位移。小腿杆 13 的一端连接至膝关节组件 12，膝关节组件 12 被构造为可模仿人的膝关节进行旋转，因此，故小腿杆 13 可随着膝关节组件 12 的旋转而旋转。故，髋关节组件 10 受控进行旋转，带动与之相连的大腿杆 11 旋转，大腿杆 11 进一步带动与之相连的膝关节组件 12 进行位移，同时膝关节组件 12 自身也受控旋转，带动与之相连的小腿杆 13 旋转。在髋关节组件 10、大腿杆 11、膝关节组件 12、小腿杆 13 的协同配合下，下肢结构可模仿人的步行。

30 如图 1 所示，下肢结构 1 还可以包括与小腿杆 13 相连的足底组件 14。故下肢架构 1 可进一步模仿人的步行。

如图 1 所示, 下肢结构 1 还可包括大腿杆限位组件 15。大腿杆 11 通过大腿杆限位组件 15 与膝关节组件 12 连接, 其中大腿杆限位组件 15 与膝关节组件 12 固定连接, 并且大腿杆限位组件 15 与大腿杆 11 可滑动地相连, 使得大腿杆限位组件 15 可以沿着大腿杆 11 的长度进行滑动, 以调整大腿杆限位组件 15 相对于大腿杆 11 的位置, 从而调整膝关节组件 12 相对于大腿杆 11 的位置。此时, 从腿杆限位组件 15 到大腿杆 11 的与髋关节组件 10 的一端距离是实际使用的大腿杆的长度。故通过调节腿杆限位组件 15 相对于大腿杆 11 的位置, 可实现下肢结构 1 中的大腿杆的实际使用的长度, 以实现长度调节。

在本实施方式中, 大腿杆 11 被设置为与髋关节组件 10 和膝关节组件 12 的中心连线 A 不重合。例如, 如图 1 所示, 大腿杆 11 可以从中心连线 A 偏离距离 d。虽然图 1 示出了大腿杆 11 相对于中心连线 A 在前进方向上 (图 2a 的从右至左的方向) 偏移距离 d, 但本文并不以此为限。例如, 大腿杆 11 还可以相对于中心连线 A 在后退方向上 (图 2a 的从左至右的方向) 偏移, 或相对于中心连线 A 在其它方向上 (图 2a 的进出纸面的方向) 偏移, 只要使得大腿杆 11 不与中心连线 A 重合即可。因此, 与在大腿杆应用伸缩套管的长度可调下肢结构相比, 本实施方式的下肢结构 1 可以在整个大腿杆 11 的长度范围内调整大腿杆的实际使用长度, 这显著地增加了大腿杆的长度调节范围, 使得下肢结构 1 适合各类人群使用。

图 2A 和 2B 是图 1 的下肢结构 1 的局部爆炸图, 图 3 是图 1 的下肢结构 1 的局部截面图。

如图 2A 所示, 髋关节组件 10 具有髋关节支撑部 100, 固定于髋关节支撑部 100 的髋关节驱动部 101 (例如, 电机) 和由髋关节驱动部 101 驱动的髋关节传动柄 102。髋关节传动柄 102 包括与髋关节驱动部 101 固定连接的固定座 103 和与大腿杆 11 连接的套管部 104。大腿杆 11 的一端插入至套管部 104 中, 并通过例如螺钉的固定件将大腿杆 11 与套管部 104 固定连接。

大腿杆 11 具有沿着大腿杆 11 的长度方向设置的凹槽 111 (例如, V 型槽) 和沿着大腿杆 11 的长度方向形成的多个限位孔 112。这些限位孔 112 可形成在凹槽 111 中, 并且可以等间隔设置。在一些实施方式中, 限位孔 112 可以仅在大腿杆 11 的一部分长度上形成, 也可以在大腿杆 11 的整个长度上形成。

如图 2B 和图 3 所示, 膝关节组件 12 包括膝关节驱动部 121 (例如, 电机)

和膝关节固定座 122，其中膝关节固定座 122 包括与膝关节驱动部 121 连接的连接部 123 和与大腿杆 11 连接的套管部 124。其中大腿杆 11 套设在套管部 124 中。此处，中心连线 A 其实也就是髋关节驱动部 101 和膝关节驱动部 121 的中心连线。

5 在一些实施方式中，套管部 124 中形成有凸台 126，凸台 126 的形成位置对应于大腿杆 11 上的凹槽 111 的位置。使得当大腿杆 11 套设在套管部 124 中时，凸台 126 正好卡入凹槽 111 中，从而防止大腿杆 11 和膝关节固定座 122 的绕大腿杆的轴线的相对转动。

套管部 124 上形成有开孔（未示出），当套管部 124 上的开孔与大腿杆 11 10 上的限位孔 112 对准时，限位柱 125 可以穿过开孔和限位孔而固定套管部 124 和大腿杆 11。因此，可以使套管部 124 沿着大腿杆 11 的长度方向滑动以调节大腿杆 11 的实际使用长度。在调节了大腿杆 11 的实际使用长度后，使套管部 124 的开孔和大腿杆 11 上的相应位置处的限位孔 112 对准，并使用限位柱 125 将套管部 124 和大腿杆 11 固定。在一些实施方式中，限位孔 112 的附近还设置 15 有刻度线及尺寸标识，从而便于大腿杆长度的快速定位和调整。

在一些实施方式中，限位柱 125 的一端设置有把手，另一端设置有锥形的锥尖，限位柱 125 的外周面设置和套管部 124 的开孔的内周面设置有相互配合和螺纹，并且大腿杆的限位孔 112 构造为锥孔。因此，在操作时，可通过把手将限位柱 125 旋入套管部 124 的开孔中，并使得限位柱 125 的锥尖抵靠在限位 20 孔 112 内，对大腿杆施加径向的推力，防止定位后大腿杆沿径向的左右晃动。

如图 2B 和图 3 所示，限位组件 15 包括调节套管 151 和锁紧螺母 152。大腿杆 11 同样套设在调节套管 151 中，使得调节套管 151 处于套管部 124 的下方，并且调节套管 151 的上端面和套管部 124 的下端面接触。在一些实施方式中，调节套管 151 的上端可具有凸缘 156，使得凸缘 156 的上端面和套管部 124 25 的下端面接触。在一些实施方式中，大腿杆 11 的外表面和调节套管 151 的内表面可形成有相互配合的螺纹，使得调节套管 151 能够以螺纹啮合的方式使得调节套管 151 能够在大腿杆 11 上旋至需要的位置，由于调节套管 151 的上端面和套管部 124 的下端面接触，在调节套管 151 的移动下，套管部 124 可相应地的移动到大腿杆 11 上的期望位置，因此，可通过旋转调节套管 151 实现套 30 管部 124 在大腿杆 11 上的位置调节，进而调节膝关节组件 12 和髋关节组件

10 之间的距离，即大腿杆 11 的实际使用长度。

锁紧螺母 152 包围调节套管 151 和套管部 124 相互接触的位置，即，包围调节套管 151 的上端面和套管部 124 的下端面。在一些实施方式中，锁紧螺母 152 的内表面和套管部 124 的外表面可形成有相互配合的螺纹，锁紧螺母 152 的下端可形成有台阶部 157，使得凸缘 156 卡入台阶部 157 中，以限制调节套管 151 沿着大腿杆 11 的长度方向的位置。因此，在使用时，锁紧螺母 152 用于将调节套管 151 和套管部 124 保持在一起，当将调节套管 151 和套管部 124 调整至大腿杆 11 上的期望位置后，锁紧螺母 152 被旋紧，使得锁紧螺母 152 能够紧密地保持调节套管 151 和套管部 124 之间的接触，或将调节套管 151 和套管部 124 保持为始终相距恒定的轴向距离，从而可实现大腿杆、套管部 124、调节套管 151 和锁紧螺母 152 之间的牢固锁定。

在一些实施方式中，限位组件 15 还可包括设置在锁紧螺母 152 和套管部 124 之间的垫片 153，以调整锁紧螺母 152 与套管部 124 之间的轴向相对位置，对两者之间的螺纹连接施加预紧力，使连接螺纹更紧固。

在一些实施方式中，限位组件 15 还可包括设置在调节套管 151 的上端面和套管部 124 的下端面之间的滚珠 154（例如钢珠），滚珠 154 可以通过保持架 155 保持在调节套管 151 的上端面和套管部 124 的下端面之间，以限制滚珠 154 的径向窜动。通过滚珠 154 将套管部 124（或膝关节固定座 122）的重力以及其承受的沿大腿杆 11 的长度方向的力传递给调节套管 151，并且当旋转调节套管 151 时，经过滚珠 154 传动以带动套管部 124（或膝关节固定座 122）沿着大腿杆 11 的长度方向进行上下移动。

在一些实施方式中，大腿杆 11 的底端还可设置有挡板 113，以限制调节套管 151 沿大腿杆 11 的长度方向的调节范围。

下文将结合图 4 和图 5 描述小腿杆 13 的结构。图 4 是小腿杆 13 和小腿杆限位组件 16 的爆炸图，图 5 是小腿杆 13 和小腿杆限位组件 16 的截面视图。

小腿杆 13 包括小腿固定杆 131 和小腿调节杆 132。小腿固定杆 131 的一端与膝关节传动柄 127 固定连接，膝关节传动柄 127 连接至膝关节驱动部 121，从而使得小腿杆 12 能够受膝关节组件 12 的驱动而转动。小腿固定杆 131 中空，使得小腿调节杆 132 能够套入其中，并且小腿调节杆 132 能够在小腿固定杆 131 中沿着小腿固定杆 131 的长度滑动。

小腿调节杆 132 沿其长度方向形成有多个限位孔 133（例如锥孔）。这些限位孔 133 可等间隔设置，并且小腿固定杆 131 形成有开孔。当小腿调节杆 132 套入小腿固定杆 131 中时，小腿固定杆 131 的开孔可与多个限位孔 133 中的一个对准，通过使小腿固定杆 131 的开孔可与不同的限位孔对准，可调整小腿杆 13 的长度。通过使限位柱穿过开孔和限位孔，可使得小腿调节杆 132 和小腿固定杆 131 彼此固定，因此，可固定调节后的小腿杆 13 的长度。在一些实施方式中，限位孔 133 的附近还设置有刻度线及尺寸标识，从而便于小腿杆长度的快速定位和调整

10 在一些实施方式中，小腿调节杆 132 的外表面上可沿其长度方向形成有凹槽 134（例如 V 型槽），限位孔 133 可形成在凹槽 134 中。小腿固定杆 131 的内表面可相应地形成有凸台 135。当小腿调节杆 132 套入小腿固定杆 131 中时，凸台 135 卡入凹槽 134 中，从而防止小腿调节杆 132 和小腿固定杆 131 的绕着小腿杆的轴线的相对转动。

小腿杆限位组件 16 包括有限位柱 161。当小腿固定杆 131 的开孔可与多个限位孔 133 中的一个对准时，限位柱 161 穿过开孔和限位孔而卡入，从而小腿调节杆 132 和小腿固定杆 131 彼此固定。在一些实施方式中，限位柱 161 的一端设置有把手，另一端设置有锥形的锥尖。限位柱 161 的外周面和小腿固定杆 131 的开孔的内周面设置有相互配合的螺纹。因此，可通过把手将限位柱 161 旋入小腿固定杆 131 的开孔中，并使得限位柱 161 的锥尖抵靠在限位孔 133 内，对小腿调节杆 132 杆施加径向的推力，防止定位后大腿调节杆 132 沿径向的左右晃动。

小腿杆限位组件 16 进一步包括有限位套管 162 以及和限位套管 162 固定连接的调节螺母 163。例如，调节螺母 163 可通过限位螺钉 164 和限位套管 162 固定。

25 限位套管 162 包围小腿固定杆 131 的下端，并且限位套管 162 可围绕小腿固定杆 131 的轴线转动，但限位套管 162 和小腿固定杆 131 在小腿固定杆 131 的长度方向上的相对位置保持不变。在一些实施方式中，小腿固定杆 131 的下端可形成有凸缘 136，并且限位套管 162 形成有内缩的台阶 167，凸缘 136 和台阶 167 相互配合，使得台阶 167 的下表面和凸缘 136 的上表面接触。

30 调节螺母 163 固定在限位套管 162 的下端，并且调节螺母 163 的上端面

小腿固定杆 131 的下端面（凸缘 136 的下端面）接触。因此，限位套管 162 和调节螺母 163 的组合物与凸缘 136 卡在一起，凸缘 136 限制了限位套管 162 和调节螺母 163 在小腿固定杆 131 的长度方向上的位置，使得限位套管 162（和调节螺母 163）和小腿固定杆 131 在小腿固定杆 131 的长度方向上的相对位置保持不变。在一些实施方式中，台阶 167 和凸缘 136 之间还可设置有滚珠 165（例如钢珠），以滚动接触代替面接触，减小转动摩擦力，可以降低调节套 162 转动所需扭矩。滚珠 165 可以通过保持架 166 保持。

调节螺母 163 的内表面和小腿调节杆 132 的外表面形成有相互配合的螺纹。因此，当转动限位套管 162 时，调节螺母 163 随之转动，通过调节螺母 163 和小腿调节杆 132 之间通过螺纹的啮合传动，可实现小腿调节杆 132 缩进小腿固定杆 131 中，或实现小腿调节杆 132 从小腿固定杆 131 中伸出，从而实现小腿杆的长度调节。

请参照图 6，图 6 外骨骼机器人结构示意图。如图 6 所示，外骨骼机器人包含二个下肢 1、腰部支撑装置 2 和悬吊装置 3。腰部支撑装置 2 连接于悬吊装置 3，二个下肢 1 连接于腰部支撑装置 2。其中在本实施例中，下肢 1 具有如上文所描述的下肢结构，在此不再赘述。

进一步参照图 7，图 7 是外骨骼机器人的悬吊装置 3 结构示意图。如图 7 所示，是外骨骼机器人的悬吊装置包含：悬吊架 31、悬吊机构 32 和辅助机构 33。

同时参考图 6 和图 7，悬吊机构 32 装设于悬吊架 31 上，腰部支撑装置 2 装设于悬吊机构 32 上。辅助机构 33 装设于悬吊架 31 上，辅助机构 33 连接于悬吊机构 32，辅助机构 33 输出助力辅助悬吊机构 32 悬吊起连接有下肢 1 的腰部支撑装置 2，腰部支撑装置 2 被悬吊至预定位置后，悬吊机构 32 锁死，当被腰部支撑装置 2 相对于预定位置运动时，辅助机构 33 还输出助力辅助被腰部支撑装置 2 和下肢 1 的运动。

进一步地，悬吊架 31 包含平行设置二个纵向滑竿 311 和悬吊承力杆 312。悬吊承力杆 312 垂直连接于二个纵向滑竿 311 的一端。悬吊承力杆 312 上开设有承力槽 3121，承力槽 3121 自悬吊承力杆 312 的一端延伸至另一端，承力槽 3121 上开设有通孔。悬吊机构 32 包含四个滑轮 321 及缆绳 322。四个滑轮 321 平行装设于承力槽 3121 上。缆绳 322 装设于四个滑轮 321 上，缆绳 322 的一

端连接于辅助机构 32，缆绳 122 的部分 S 穿过通孔，腰部支撑装置 2 装设于缆绳 122 的穿过通孔的部分 S 上（例如，腰部支撑装置 2 上装设有滑轮，部位 S 连接于该滑轮），通过拉动缆绳 122 的另一端悬吊起腰部支撑装置 2。

5 再进一步地，辅助机构 33 包含固定座 331 和弹簧 332，固定座 331 固定连接于承力槽 3121 的端部；弹簧 332 的一端连接于固定座 331，弹簧 332 的另一端连接于缆绳 322 的一端，其中在悬吊承力杆 312 上还设置有多个刻度，根据多个刻度以调节弹簧 332 的张力，使得辅助机构 33 输出不同助力，以适应患者的自身重量。

10 更进一步地，悬吊装置还包含绞盘 34，连接于缆绳 322 的另一端，转动绞盘 14 带动缆绳 122 在四个滑轮 121 间滑动以悬吊起腰部支撑装置 2 和下肢 3。值得注意的是，在本实施例中，以四个滑轮为一较佳地实施方式，但本发明并不以此为限。

15 上述仅为本发明的较佳实施例而已，并非用来限定本发明实施的范围，在不背离本发明精神及其实质的情况下，熟悉本领域的技术人员当可根据本发明作出各种相应的改变和变形，但这些相应的改变和变形都应属于本发明所附的权利要求的保护范围。

权利要求书

- 1、一种长度可调的下肢结构，应用于机器人下肢，所述下肢结构包括：
髋关节组件，包括髋关节支撑部、固定于所述髋关节支撑部的髋关节驱动
5 部和由所述髋关节驱动部驱动的髋关节传动柄；
大腿杆，其与髋关节传动柄连接以便由所述髋关节驱动部驱动；
膝关节组件，包括膝关节固定座、固定于膝关节固定座上的膝关节驱动部
和由膝关节驱动部驱动的膝关节传动柄；其中所述膝关节固定座包括一套管部
和与所述膝关节驱动部连接的一连接部，所述套管部沿所述大腿杆的延伸方向
10 滑动固定于所述大腿杆上；和
小腿杆，与膝关节传动柄连接并由所述膝关节驱动部驱动；
其中所述大腿杆与所述髋关节驱动部和膝关节驱动部的中心连线不重合。
- 2、 根据权利要求 1 所述的下肢结构，其中
15 所述大腿杆进一步包括大腿杆限位组件，所述大腿杆组件包括第一限位柱，
其中
所述大腿杆沿其延伸方向设置有多多个第一限位孔，所述套管部上形成有第
一限位开口，所述第一限位开口的位置与所述多个第一限位孔的一个对准；并
且
20 所述第一限位柱穿过所述第一限位开口卡入所述多个第一限位孔中的一
个。
- 3、 根据权利要求 2 所述的下肢结构，其中所述大腿杆限位组件进一步
包括调节套管和锁紧螺母，其中
25 所述大腿杆穿过所述调节套管并且与所述调节套管螺纹啮合，使得所述调
节套管在所述大腿杆的延伸方向上的位置是可变的，所述调节套管定位于所述
套管部的下方，使得所述调节套管的上端面与所述套管部的下端面接触；
所述锁紧螺母包围所述调节套管的上端面与所述套管部的下端面，以保持
所述调节套管的上端面与所述套管部的下端面之间的接触或保持所述调节套
30 管的上端面与所述套管部的下端面之间相距恒定的轴向距离。

4、根据权利要求 3 所述的下肢结构，其中所述大腿杆限位组件进一步包括多个滚珠，所述多个滚珠设置在所述调节套管的上端面与所述套管部的下端
5 端面之间，使得所述调节套管的上端面和所述套管部的下端面经由所述多个滚珠而滚动接触。

5、根据权利要求 4 所述的下肢结构，其中所述大腿杆限位组件进一步包括用于保持所述多个滚珠的滚珠保持架。

10 6、根据权利要求 2 所述的下肢结构，其中
所述大腿杆沿其延伸方向形成有沟槽，所述多个第一限位孔设置在所述沟槽中；

所述套管部的内表面上形成有凸台，当所述大腿杆穿过所述套管部时，所述凸台卡入所述凹槽中。

15

7、根据权利要求 1 所述的下肢结构，进一步包括足底组件，所述足底组件连接至所述小腿杆的下端。

8、根据权利要求 1 所述的下肢机构，其中所述小腿杆包括：

20 中空的小腿固定杆，其上端与所述膝关节传动柄连接；和
小腿调节杆，所述小腿调节杆滑动套入所述小腿固定杆中。

9、根据权利要求 8 所述的下肢结构，其中

25 所述小腿杆进一步包括小腿杆限位组件，所述小腿杆限位组件包括第二限位柱，其中

所述小腿调节杆沿其延伸方向设置有多多个第二限位孔，所述小腿固定杆上形成有第二限位开口，所述第二限位开口与所述多个第二限位孔的一个对准；并且

30 所述第二限位柱穿过所述第二限位开口卡入所述多个第二限位孔中的一个。

10、根据权利要求 9 所述的下肢结构，其中，所述小腿杆限位组件进一步包括限位套管和固定于所述限位套管的内表面的调节螺母，其中

所述调节套管包围所述小腿固定杆的下端，使得所述小腿固定杆的下端抵
5 靠至所述调节螺母，所述调节套管相对于所述小腿固定杆是可转动的；

所述调节螺母包围所述小腿调节杆的外表面并与所述小腿调节杆螺纹啮合，使得所述小腿调节杆缩进所述小腿固定杆或从所述小腿固定杆伸出。

11、根据权利要求 10 所述的下肢结构，其中所述小腿杆的下端形成有凸
10 缘，所述限位套管的内表面形成有内缩台阶，所述凸缘位于所述内缩台阶和所述调节螺母之间。

12、根据权利要求 11 所述的下肢结构，其中所述小腿杆限位组件进一步包括：

15 多个滚珠，设置在所述凸缘和所述内缩台阶之间；和
用于保持所述多个滚珠的滚珠保持架。

13、一种外骨骼机器人，包括：

下肢，具有根据权利要求 1-12 任一项所述的下肢结构；
20 腰部支撑装置，其上装设有所述下肢；和
悬吊装置，所述腰部支撑装置装设于所述悬吊装置上。

14、根据权利要求 13 所述的外骨骼机器人，其中所述悬吊装置包含：

悬吊架；
25 悬吊机构，装设于所述悬吊架上，所述腰部支撑装置装设于所述悬吊机构上；和

辅助机构，装设于所述悬吊架上，所述辅助机构连接于所述悬吊机构，所述辅助机构输出助力辅助所述悬吊机构悬吊起所述腰部支撑装置及所述
30 下肢。

15、如权利要求 14 所述的外骨骼机器人，其中所述腰部支撑装置被悬吊至预定位置后，所述悬吊机构锁死，当使用者通过所述下肢运动并带动所述腰部支撑装置相对于所述预定位置上下运动时，所述辅助机构还输出助力辅助所述下肢运动。

5

16、如权利要求 15 所述的外骨骼机器人，其中所述悬吊架包含悬吊承力杆及位于所述悬吊承力杆两侧平行设置二个纵向滑竿，所述辅助悬吊机构及所述辅助机构装设于所述悬吊承力杆上。

10

17、如权利要求 16 所述的外骨骼机器人，其中所述悬吊机构包含：

至少一滑轮，装设于所述悬吊承力杆上；

缆绳，装设于所述至少一滑轮上，所述缆绳的一端连接于所述辅助机构，所述被悬吊件装设于所述缆绳上，通过拉动所述缆绳的另一端悬吊起所述被悬吊件。

15

18、如权利要求 17 所述的外骨骼机器人，其中所述悬吊承力杆上开设有通孔，所述缆绳的部分穿过所述通孔，所述被悬吊件装设于所述缆绳的穿过所述通孔的部分。

20

19、如权利要求 17 所述的外骨骼机器人，其中所述辅助机构包含：

固定座，固定连接于所述悬吊承力杆的端部；

弹簧，其一端连接于所述固定座，所述弹簧的另一端连接于所述缆绳的一端。

25

20、如权利要求 17 所述的外骨骼机器人，所述悬吊装置还包含绞盘，所述绞盘连接于所述缆绳的另一端，转动所述绞盘带动所述缆绳在所述至少一滑轮间滑动以悬吊起所述被悬吊件，当所述被悬吊件被悬吊至所述预定位置时锁定所述绞盘。