

用于无动力多关节同步训练器的凸轮、非圆齿轮副、其制造方法、使用其的传动机构及无动力多关节同步训练器

技术领域

5 本文涉及一种传动机构和康复训练器，具体而言，设计一种用于无动力多关节同步训练器的传动机构和具有传动机构的无动力多关节同步训练器。

背景技术

10 肢体残疾人数量增多，老年人占比较大。根据第二次全国残疾人抽样调查结果显示全国目前肢体残疾患者约为 2400 多万，并且以每年数以百万计的数量递增。随着我国人口老龄化程度不断加剧，且脑血管疾病导致的肢体残疾人也越来越多。

15 调查还显示越来越多的肢体残疾人对医疗救助、扶持、康复服务的需求也越来越大，目前我国的康复技术手段仍以传统康复器械辅以康复师一对一康复治疗，这就需要大量的康复技师投身其入其中。

有的家庭因为经济问题而错过最佳的康复时间，经临床研究表明，多数偏瘫患者使用康复训练器械进行康复训练是可以部分或全部地恢复肢体运动功能的。

20 目前国内已经有许多科研机构和公司开始投入康复器械的研制，但智能化的设备研制费用高昂，普通患者家庭很难承担如此高昂的费用，同时相对于传统的肢体功能障碍康复治疗主要靠治疗师一对一徒手训练来说其训练强度，持续性，治疗效果也无法得至有效保证。

因此需要研制一款普通患者也有使用的下肢康复训练设备，并且康复训练强度、持续性、治疗效果都有保证的设备。

25

发明内容

本文的目的在于提供一种建议的下肢康复训练设备，其无需具备电动设置和相应的复杂控制程序，而仅仅通过治疗师或操作者进行简单操作即可向肢体功能障碍患者提供一对一的康复训练。

为了实现上述目的，根据一个方面，本文提供了一种用于无动力多关节同步训练器的凸轮，其特征在于，所述凸轮具有圆形主体，所述圆形主体的第一侧面布置有凸轮槽，所述凸轮槽的轮廓被构造为使所述凸轮的旋转运动驱动设置在所述凸轮槽中的随动部件在预定水平轴线上进行变速往复运动，其中

5 所述凸轮每旋转一周，所述随动部件在所述预定水平轴线上的第一位置与第二位置之间进行一次往复运动；

 所述第一位置是当所述随动部件处于所述轮廓的距离所述圆形主体的圆心最近的位置时，所述随动部件在所述水平轴线上的位置，所述第二位置是当所述随动部件处于所述轮廓的距离所述圆形主体的圆心最远的位置时，所述随
10 动部件在所述水平轴线上的位置；并且

 所述往复运动驱动与所述随动部件相连的被驱动物在一角度范围内变速摆动。

 根据另一个方面，本文还提供了一种用于无动力多关节同步训练器的非圆齿轮副，包括主动非圆齿轮和与所述主动非圆齿轮传动啮合的从动非圆齿轮，
15 其中

 所述主动非圆齿轮和所述从动非圆齿轮具有相同的齿数和固定的中心距，
 所述主动非圆齿轮和所述从动非圆齿轮的节线经构造使得当所述主动非圆齿轮旋转一周时，所述主动非圆齿轮驱动设置在所述从动非圆齿轮上的第一侧面上的随动部件在第一位置和第二位置之间进行一次变速往复运动；

20 所述第一位置是所述随动部件最接近所述主动非圆齿轮的旋转轴心的位置，所述第二位置是所述随动部件最远离所述主动非圆齿轮的旋转轴心的位置；并且

 所述变速往复运动驱动与所述随动部件相连的被驱动物在一角度范围内变速摆动。

25 根据另一个方面，本文还提供了一种凸轮的制造方法，包括以下步骤：

 (a) 提供一圆形主体，将一随动件设置在所述圆形主体的侧表面上，所述随动部件在所述侧表面上并仅在水平方向上是可移动的；

 (b) 使所述随动部件在所述盘片的所述侧表面上在第一位置和第二位置之间进行一次变速往复运动；

30 (c) 在执行步骤(b)的同时等速旋转所述盘片，其中所述随动部件执行

一次所述变速往复运动的周期与所述盘片旋转一周的周期相等；以及

(d) 将所述随动部件在所述盘片的所述侧表面移动的轨迹作为凸轮轮廓以在所述圆心主体的侧表面上形成凸轮槽，其中所述第一位置与所述圆形主体的圆心之间的距离等于所述凸轮轮廓上距离所述圆心最近的位置与所述圆心之间的距离，并且所述第二位置与所述圆心之间的距离等于所述凸轮轮廓上距离所述圆心最远的位置与所述圆心之间的距离。

根据另一个方面，本文还提供了一种非圆齿轮副的制造方法，包括以下步骤，

提供彼此啮合的主动非圆齿轮和从动非圆齿轮，其中所述主动非圆齿轮和所述从动非圆齿轮具有相同的齿数和固定的中心距；以及

在所述从动非圆齿轮的侧表面上提供随动部件，其中所述主动非圆齿轮和所述从动非圆齿轮的节线被构造为使得当所述主动非圆齿轮旋转一周时，所述主动非圆齿轮驱动所述随动部件在第一位置和第二位置之间进行一次变速往复运动，其中

所述第一位置是所述随动部件最接近所述主动非圆齿轮的旋转轴心的位置，所述第二位置是所述随动部件最远离所述主动非圆齿轮的旋转轴心的位置；并且

所述变速往复运动驱动与所述随动部件相连的被驱动物在一角度范围内变速摆动。

根据另一个方面，本文还提供了一种用于无动力多关节同步训练器的传动机构，其特征在于，包括：

车轮组件；

传动组件，所述传动组件与所述车轮组件传动连接；

驱动组件，所述驱动组件与所述传动组件传动连接，所述驱动组件具有本文描述的凸轮；以及

腿杆组件，所述腿杆组件通过连杆与所述驱动组件连接，使得所述腿杆组件受所述传动组件的驱动而进行摆动。

根据另一个方面，本文还提供了一种无动力多关节同步训练器，其特征在于，包括：

车身框架；以及

第一传动机构和第二传动机构,所述第一传动机构和第二传动机构分别安装在所述车身框架的两侧,所述第一传动机构和第二传动机构是本文描述的传动机构;其中

所述第一传动机构的驱动组件与所述第二传动机构的驱动组件通过轴杆
5 相连,并且所述第一传动机构的驱动组件与所述第二传动机构的驱动组件的定向相差 180° 。

附图说明

- 图 1 是根据本文一实施方式的无动力多关节同步训练器的立体示意图。
- 10 图 2 是图 1 所示的无动力多关节同步训练器的车轮组件的横截面视图。
- 图 3 是图 1 所示的无动力多关节同步训练器的传动组件的爆炸图。
- 图 4 是图 1 所示的无动力多关节同步训练器的凸轮组件和凸轮支撑件的爆炸图。
- 图 5A 是图 1 所示的无动力多关节同步训练器的腿杆组件的爆炸图。
- 15 图 5B 是图 1 所示的无动力多关节同步训练器的腿杆组件的立体示意图。
- 图 6 是图 1 所示的无动力多关节同步训练器的传动构件的侧视图。
- 图 7 是图 1 所示的无动力多关节同步训练器的凸轮组件的凸轮槽的凸轮轮廓设计方法的流程图。
- 图 8 是图 1 所示的无动力多关节同步训练器的腰部保持架的立体示意图。
- 20 图 9 是图 1 所示的无动力多关节同步训练器的腰部保持架支撑件的立体示意图。
- 图 10A 至图 10D 绘示了根据本文一实施方式的凸轮驱动随动滚轮运动的简要示意图。
- 图 11A 至图 11D 绘示了根据本文另一实施方式的非圆齿轮副驱动随动部
25 件运动的简要示意图。

具体实施方式

为了使本发明的特征和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明作进一步的说明,应注意,附图中所示出的实施方式是以解释本发明的方式而被提供的,
30 且不应被视为对本发明的限制。

请参照图 1，图 1 示出了根据本文一实施方式的无动力多关节同步训练器 10。如图 1 所示，训练器 10 由车身框架 100，以及附接在车身框架 100 上的一对传动机构 200、腰部保持组件 300、一对万向轮 400 和扶手 500 构成。在使用训练器时，需要进行行走康复训练的患者被固定在训练器 10 的前部（即，图 1 中的左侧），另一位协助进行康复训练的医护人员或其他操作者位于训练器 10 的后部（即，图 1 中的右侧）。医护人员或其他操作者握紧扶手，并缓慢向前推动训练器 10，在传动机构 200 机构的作用下，训练器 10 向前行进的动力转化为施加向患者腿部（例如，大腿部位和/或小腿部分）的作用力，该作用力使得患者的腿部能够按照既定的规律进行以患者的髋部为轴进行摆动，从而使得患者能够以正常人行走的步态跟随训练器 10 向前行进，以便实现行走康复训练的目的。

在本文的一些实施方式中，一对万向轮 400 设置在车身框架 100 的底部后侧。这一对万向轮 400 优选为一对 4 寸万向静音刹车脚轮，为训练器提供行进、静止时的平衡和稳定性能。当然，取决于车身框架的尺寸，也可以采用其它尺寸的万向轮，并且万向轮的种类也没有特别限制，只需能够实现上述平衡和稳定性能即可。

下文将对传动机构 200、腰部保持组件 300 进行更详细的描述。

对于传动机构 200，如图 1 所进一步示出，训练器 100 具有设置在车身框架两侧（即，图 1 的正面和背面）的一对传动机构 200，这一对传动机构 200 具有相同的机构。如图 1 所示，传动机构 200 包括车轮组件 210、传动组件 220、驱动组件 230 和腿杆组件 240。车轮组件 210、传动组件 220、驱动组件 230 和腿杆组件 240 分别在合适的位置处附接至车身框架 100。例如，车轮组件 220 设置在车身框架 100 的下部前侧，传动组件 220 设置在车身框架 100 的中部后侧，驱动组件 230 设置在车身框架 100 的上部后侧，并且腿杆组件 240 设置在车身框架 100 的前部并从车身框架 100 的上部延伸至下部。

请参照图 2，图 2 是传动机构 200 的车轮组件 210 的横截面视图。如图 2 所示，车轮组件 210 包括车轮主体 211、链轮 212、安装轴 213 和轴承组件 214。车轮主体 211 优选为 700C 一体式车轮，使得车轮主体 211 的底部与万向轮 400 的底部处于相同的水平面，从而训练器 10 能够平稳地与地面接触。链轮 212 与车轮主体 211 同轴设置，并经由安装轴 213 和轴承组件 214 相互连接，使得

链轮 212 和车轮主体 211 能够同步旋转。安装轴 213 固定至车身框架 100 上。在该实施方式中，车轮组件 210 通过链轮 212 与将在下文详细描述传动组件 220 传动连接。例如，如结合图 1 所示，车轮组件 210 的链轮 212 经由传动带 215 与车轮组件 220 传动连接。在车轮主体 211 旋转时，车轮主体 211 旋转的动力（或，扭力）经由传动带 215 传递给传动组件 220，从而传动组件 220 能够随着车轮组件 210 的旋转而旋转。传动带 215 可以是传动链条，也可以是传动皮带。

请参照图 3，图 3 是传动机构 200 的传动组件 200 的爆炸图。传动组件 200 包括链轮 221 和 222、轴承 223 和 224、和安装轴 225。链轮 221 和 222 通过由轴承 223、224 和安装轴 225 所构成的轴承组件彼此连接，使得链轮 221 和 222 能够同步旋转。在传动组件 200 中，链轮 221 经由上文描述的传动带 215 而接受车轮组件 210 所传递的动力（或，扭力），并且链轮 222 经由另一个传动带 228 与传动构件 200 的驱动组件 230 传动连接，从而将该动力（扭力）进一步传递给驱动组件 230。传送带 228 与传动带 215 类似，其可以是传动链条，也可以是传动皮带。在一些实施方式中，安装轴 225 优选为花键轴。

返回图 1，如图 1 所示的车身框架 100 上附接有一对传动机构 200。因此图 1 所示的训练器 10 具有一对传动组件 200。在本文的实施方式中，这一对传动机构 200 通过轴杆 226 彼此连接。如图 2 所述，轴杆 226 一端与一个传动组件 200 的安装轴 225 连接，轴杆 226 的另一端同样和另一个传动组件（未示出）的安装轴连接。由此，两个传动组件处的动力可以相互补充。在可与本文的一些实施方式结合的其它实施方式中，传动组件 220 包括差速器 227。如图 2 所示，差速器 227 的径向外侧焊接至链轮 222。当然，差速器 227 也可以安装在传动组件 220 的其它位置处。对于训练器 10 中的一对传动组件，差速器仅需安装在其中一个传动组件上即可。例如，差速器 227 安装在图 2 所示的传动组件 220 上，但是也可以安装在未图示于图 2 中的另一个传动组件上。差速器的选用避免了路面不平或是转弯时一对车轮组件 210 转速不一致而导致的自转向现象，并且不会给车轮转向增加额外的阻力。

请继续参照图 4，如图 4 的 A 部分是传动机构 200 的凸轮机构 230 的爆炸示意图，图 4 的 B 部分是凸轮支撑件 250 的示意图。

如图 4 所示，驱动组件 230 包括凸轮 231、连杆 232、链轮 233、轴承 234、

随动滚轮 235、摆杆 236 和轴杆 237。其中轴杆 237 借助轴承 234 并经由形成与凸轮 231 的中央的开口 2312 而将链轮 233 和凸轮 231 彼此连接。链轮 233 经由上文描述的传送带 228 来接受传动组件 220 所提供的动力（扭力），使得凸轮 231 随着传动组件 220 的旋转而旋转。

5 凸轮 231 的一侧上形成有将在下文描述的凸轮槽 2311。连杆 232 的一端与凸轮 231 相连，另一端与下文将详细描述腿杆组件 240 相连，使得当凸轮 231 旋转时，连杆 232 的与凸轮 231 相连的一端会随着凸轮 231 的旋转而在大致水平的方向上进行往复运动，从而连杆 232 的与腿杆组件 240 相连的另一端在凸轮 231 的驱动下进行前后摆动，这样腿杆组件 240 就会带着患者的腿部按
10 正常人的行走步态被动地前后摆动，以在该前后摆动下使得患者向前被动行走，以便达到行走康复训练的目的。

具体而言，随动滚轮 235 被设置在凸轮槽 2311 内，凸轮槽 2311 的凸轮轮廓被构造为将凸轮 231 的旋转运动转换为位于凸轮槽 2311 内的随动滚轮 235 在大致水平方向上的预定的往复运动。随动滚轮 235 优选为滚轮轴承。具体而言，随动滚轮具有滚动部 2351 和与滚动部连接的支柱 2352，滚动部 2351 设
15 置在凸轮槽 2311 内，并且滚动部 2351 的侧壁与凸轮槽 2311 的侧壁向接触，使得当凸轮 231 旋转时，随动滚轮 235 的滚动部 2351 可以在凸轮槽 2311 内沿着槽的侧壁滚动。

请参见图 10A-10D，示出了根据本文实施方式的凸轮 700 驱动随动滚轮
20 750 运动的简要示意图。其中凸轮 700 与图 4 中的凸轮 231 相似，随动滚轮 750 与图 4 中的随动滚轮 235 相似。

如图 10A 所示，凸轮 700 具有圆心主体 710，其在传动组件 220 的驱动下可以圆心 720 为轴心旋转，优选为匀速旋转。在圆心主体 710 的侧面 730 上形成有凸轮槽 740，例如，在一些实施方式中，凸轮槽 740 相对于圆心 720 偏心
25 设置。凸轮槽 740 的凸轮轮廓为非圆形的封闭曲线，并且在该凸轮轮廓的位置 A 处，其距离圆心的距离最近，因此可称为近心位置 A，在该凸轮轮廓的位置 B 处，其距离圆心的距离最远，因此可称为远心位置 B。随动滚轮 750 设置在凸轮槽 740 中，并且随动滚轮 750 受到图 4 所示并将在下文描述的摆杆 236 和凸轮支撑件 250 的限制而大致仅在水平轴线 760 上是可移动的。

30 例如，以图 10A 中随动滚轮 750 位于水平轴线 760 上的位置作为 T0 时刻

的起始位置 C1。如图 10A 所示，在位置 C1 处，凸轮 700 旋转到使得其上的凸轮槽 740 的近心位置 A 恰好位于水平轴线 760 上，从而凸轮槽 740 中的随动滚轮 750 位于凸轮轮廓的近心位置 A。

接着，沿着图 10A 所示的箭头的方向逆时针转动凸轮 700，使得凸轮 700 被转动到图 10B 的状态。如图 10B 所示，在 T1 时刻，随着凸轮 700 的转动，位于凸轮轮廓的近心位置 A 和远心位置 B 之间的某一位置旋转到与水平轴线 760 重合。此时，凸轮槽 740 的侧壁迫使随动滚轮 750 在水平轴线 760 上沿着水平方向上（例如，水平向左）从图 10A 中的位置 C1 移动到图 10B 中的水平轴线 760 上的位置 C2。

接着，继续沿着图 10B 所示的箭头的方向逆时针转动凸轮 700，使得凸轮 700 被转动到图 10C 的状态。如图 10C 所示，在 T2 时刻，随着凸轮 700 的转动，凸轮轮廓的远心位置 B 旋转到与水平轴线 760 重合。此时，位于凸轮槽 740 的侧壁迫使随动滚轮 750 在水平轴线 760 上沿着水平方向上（例如，水平向左）从图 10B 中的位置 C2 移动到图 10C 中的位置 C3。其中，在位置 C3 处，随动滚轮 750 恰好位于凸轮轮廓的远心位置 B。

接着，继续沿着图 10C 所示的箭头的方向逆时针转动凸轮 700，使得凸轮 700 被转动到图 10D 的状态。如图 10D 所示，在 T3 时刻，随着凸轮 700 的转动，位于凸轮轮廓的近心位置 A 和远心位置 B 之间的某一位置旋转到与水平轴线 760 重合。此时，凸轮槽 740 的侧壁迫使随动滚轮 750 在水平轴线 760 上沿着水平方向上以与图 10A 和 10B 相反的方向（例如，水平向右）从图 10C 中的位置 C3 反向移动到图 10D 中的水平轴线 760 上的位置 C4。

接着，若继续沿着图 10D 所示的箭头的方向逆时针转动凸轮 700，则会回到图 10A 所示的状态。即，凸轮槽 740 的近心位置 A 恰好位于水平轴线 760 上。此时，位于凸轮槽 740 的侧壁迫使随动滚轮 750 在水平轴线 760 上沿着水平方向继续反向（例如，水平向右）上从图 10D 中的位置 C4 移动返回到图 10A 中的位置 C1。此时，凸轮 700 正好旋转一圈。

可以看出，在凸轮 700 旋转一圈的期间，随动滚轮 750 在水平轴线 760 上进行往复运动。如图 10A-10D 所示，在凸轮 700 旋转一圈的期间，随动滚轮在 T0 时刻的起始位置 C1 水平向左移动到 T1 时刻的位置 C2，接着继续水平向左移动到 T2 时刻的位置 C3，接着以相反的方向水平向右移动到位置 C4，

最后继续以相反的方向水平向右返回到位置 C1。因此，凸轮 700 旋转一圈的期间，随动滚轮 750 经历到位置 C1→位置 C2→位置 C3→位置 C4→位置 C1 的往复运动。其中位置 C1 和 C3 对应于该往复运动的折返点，其中位置 C1 对应于凸轮轮廓的近心位置 A 旋转到与水平轴线 760 重合时上的位置，而位置 C3 对应于凸轮轮廓的远心位置 B 旋转到与水平轴线 760 重合时的位置。因此，在凸轮 700 旋转一圈的期间，随动滚轮 750 在位置 C1 和 C3 之间进行一次往复运动。同时，非圆形的封闭曲线的凸轮轮廓也导致了在凸轮 700 旋转期间，随动滚轮 750 在水平轴线 760 上移动的瞬时速度根据凸轮轮廓的变化而发生变化，也就是说，在凸轮 700 旋转期间，随动滚轮 750 在位置 C1 和 C3 之间进行变速度的往复运动。而在位置 C1 和 C3 之间的变速度往复运动进一步驱动了是待被随动滚轮 750 驱动的被驱动物（未示出）在预定角度范围内的变速度的摆动。

上文描述了使用凸轮作为驱动组件 230 以实现使凸轮的旋转运动驱动设置在凸轮槽中的随动滚轮进行往复运动，然后也可以使用其他驱动形式。图 11A-11D 示出了使用非圆齿轮副 800 来代替具有凸轮槽 740 的凸轮 700。在使用非圆齿轮副 800 的情况下，驱动组件 230 的链轮 233 与非圆齿轮副 800 中的主动非圆齿轮 810 相连，而不是将链轮 233 于凸轮 700 相连。

图 11A-图 11D 示出了使用非圆齿轮副 800 驱动其上的随动部件 850 运动的简要示意图。

如图 11A-11D 所示，非圆齿轮副 800 具有主动非圆齿轮 810 和与其啮合的从动非圆齿轮 820。主动非圆齿轮 810 驱动从动非圆齿轮 820 旋转。主动非圆齿轮 810 和从动非圆齿轮 820 在外周上形成有齿部，主动非圆齿轮 810 和从动非圆齿轮 820 各自齿部的齿数相同，使得主动非圆齿轮 810 每旋转一圈，从动非圆齿轮 820 也旋转一圈。在该实施方式中，主动非圆齿轮 810 和从动非圆齿轮 820 的旋转轴心 830 和 840 从各自的几何中心偏离，并被设计为使得主动非圆齿轮 810 和从动非圆齿轮 820 之间的中心距相等，所述中心距指的是从主动非圆齿轮 810 的旋转轴心 830 到啮合位置的旋转半径和从从动非圆齿轮 820 的旋转轴心 840 到啮合位置的旋转半径之和。从而，具有相同中心距的非圆齿轮副 800 使得主动非圆齿轮 810 和从动非圆齿轮 820 旋转到任何位置处时，主动非圆齿轮 810 和从动非圆齿轮 820 都保证能够啮合在一起，而不会出现相互

分离或相互挤压的情况。从动非圆齿轮 820 的侧表面上形成有随动部件 850。

下面将结合图 11A-11D 描述非圆齿轮副 800 上的随动部件 850 运动。

如图 11A 所示,以图 11A 中随动部件 850 的位置作为 T0 时刻的起始位置 D1。如图 11A 所示,在位置 D1 处,随动部件 850 距离主动非圆齿轮 810 旋转轴心 830 之间的距离 E1 最短,即,在位置 D1 出,随动部件最靠近主动非圆齿轮 810 的旋转轴心 830。

接着,沿着图 11A 所示的箭头的方向顺时针转动主从非圆齿轮 810,从而从动非圆齿轮 820 在主动非圆齿轮 810 的驱动下逆时针旋转,使得非圆齿轮副 800 被转动到图 11B 的状态。如图 11B 所示,在 T1 时刻,随着非圆齿轮副 800 的转动,位于最靠近主动非圆齿轮 810 的旋转轴心 830 位置 D1 的随动部件 850 运动到位置 D2。在位置 D2 处,随动部件 850 距离主动非圆齿轮 810 旋转轴心 830 之间的距离 E2 大于 E1,故随着非圆齿轮副 800 从图 11A 的状态运动到图 11B 的状态,随动部件 850 渐渐远离主动非圆齿轮 810 的旋转轴心 830。

接着,继续沿着图 11B 所示的箭头的方向顺时针转动主从非圆齿轮 810,从而从动非圆齿轮 820 在主动非圆齿轮 810 的驱动下逆时针旋转,使得非圆齿轮副 800 被转动到图 11C 的状态。如图 11C 所示,在 T2 时刻,随着非圆齿轮副 800 的转动,位于位置 D2 的随动部件 850 运动到位置 D3。在位置 D3 处,随动部件 850 距离主动非圆齿轮 810 旋转轴心 830 之间的距离 E3 进一步大于 E2,故随着非圆齿轮副 800 从图 11B 的状态运动到图 11C 的状态,随动部件 850 继续渐渐远离主动非圆齿轮 810 的旋转轴心 830。

接着,继续沿着图 11C 所示的箭头的方向顺时针转动主从非圆齿轮 810,从而从动非圆齿轮 820 在主动非圆齿轮 810 的驱动下逆时针旋转,使得非圆齿轮副 800 被转动到图 11D 的状态。如图 11D 所示,在 T3 时刻,随着非圆齿轮副 800 的转动,位于位置 D3 的随动部件 850 运动到位置 D4。在位置 D4 处,随动部件 850 距离主动非圆齿轮 810 旋转轴心 830 之间的距离 E4 小于 E3 并大于 E1,故随着非圆齿轮副 800 从图 11C 的状态运动到图 11D 的状态,随动部件 850 开始渐渐靠近主动非圆齿轮 810 的旋转轴心 830。

接着,若继续沿着图 11D 所示的箭头的方向顺时针转动主从非圆齿轮 810,则从动非圆齿轮 820 在主动非圆齿轮 810 的驱动下逆时针旋转并回到图 11A 所示的状态。即,随着非圆齿轮副 800 从图 11D 的状态运动回到图 11A 的状

态, 随动部件 850 继续渐渐靠近主动非圆齿轮 810 的旋转轴心 830 并最终返回最靠近主动非圆齿轮 810 的旋转轴心 830 的位置 D1。此时, 凸轮 700 正好旋转一圈。

可以看出, 在非圆齿轮副 800 旋转一圈的期间, 随动部件 850 在位置 D1 和 D3 之间进行往复运动。如图 11A-11D 所示, 在非圆齿轮副 800 旋转一圈的期间, 随动部件 850 在 T0 时刻的距离主动非圆齿轮 810 的旋转轴心 830 最近的起始位置 D1 移动到远离主动非圆齿轮 810 的旋转轴心 830 的位置 C2, 接着在 T2 时刻进一步远离主动非圆齿轮 810 的旋转轴心 830 而移动到距旋转轴心 830 最远的位置 D3, 接着渐渐靠近旋转轴心 830 移动到位置 D3, 并最后进一步靠近旋转轴心 830 而移动返回到距离旋转轴心 830 最近的位置 D1。因此, 在非圆齿轮副 800 旋转一圈的期间, 随动部件 850 经历到位置 D1→位置 D2→位置 D3→位置 D4→位置 D1 的往复运动。其中位置 D1 和 D3 对应于该往复运动的折返点, 其中位置 D1 对应于距离主动非圆齿轮 810 的旋转轴心 830 最近的位置, D3 对应于距离主动非圆齿轮 810 的旋转轴心 83 最远的位置。因此, 在非圆齿轮副 800 旋转一圈的期间, 随动部件 850 在位置 D1 和 D3 之间进行一次往复运动。同时, 非圆形的齿轮轮廓也导致了在非圆齿轮副 800 旋转期间, 随动部件 850 在每一位置处的瞬时速度根据非圆形的齿轮节线的变化而发生变化。也就是说, 在非圆齿轮副 800 旋转期间, 随动部件 850 在位置 D1 和 D3 之间进行变速度的往复运动。而在位置 D1 和 D3 之间的变速度往复运动进一步驱动了是待被随动部件 850 驱动的被驱动物 (未示出) 在预定角度范围内的变速度的摆动。

回到图 4, 在优选实施方式中, 凸轮槽 2311 的凸轮轮廓设计所得到的变速往复运动驱动正常人行走时腿部某一点以髋部为轴的变速摆动。因此, 随着随动滚轮 235 在凸轮槽 2311 内的滚动, 随动滚轮 235 在 X-Z 平面中的位置将基于凸轮槽 2311 的凸轮轮廓而变化, 即, 根据凸轮槽 2311 的凸轮轮廓而在 X-Z 平面上在如图 10A-10D 中位置 C1 和 C3 之间进行有规律的变速度往复运动。随动滚轮 235 的往复运动的两个边界位置 C1 和 C3 对应于正常人行走时腿部某一点以髋部为轴的两个边界角度。随动滚轮 235 的支柱 2352 连接至连杆 232 的一端, 连杆 232 的另一端连接至将在下文描述的腿杆组件 240 上, 使得当随动滚轮 235 随着凸轮 231 的旋转在 X-Z 平面中进行有规律的变速往复

运动时，腿杆组件 240 在连杆 232 的推/拉作用下在 X-Z 平面中进行有规律的变速摆动。凸轮 231 的凸轮槽 2311 的凸轮轮廓每旋转一周，凸轮槽 2311 中随动滚轮 235 在例如由图 10A-10D 中位置 C1 和 C3 所限定的距离进行一次往复运动。由于随动滚轮 235 带动腿杆组件 240 摆动，从而腿杆组件 240 也相应地在上述往复运动的驱动下摆动。由上述往复驱动所驱动的腿杆组件 240 的摆动角度对应于正常人行走时腿部某一点迈出一大步时相对于髋部的摆动，随动滚轮 235 的一次往复运动所驱动的腿杆组件 240 变速摆动对应于正常人行走时腿部某一点迈出一大步时相对于髋部的变速摆动，从而固定在腿杆组件 240 上患者被动地迈出一大步，并且患者迈出一大步时腿部的摆动角度和摆动方式与正常人无异，从而实现患者的步行训练。在本文的实施方式中，具体而言，连杆 232 将随动滚轮 235 与腿杆组件 240 的靠近髋部的对应于大腿的位置相连，因此，与凸轮槽 2311 的凸轮轮廓设计所对应的往复运动驱动正常人行走时大腿相对于髋部的摆动，并且往复运动驱动的摆动角度应于正常人行走时大腿相对于髋部的摆动角度。

对于正常人的行走步态而言，正常人的靠近髋部的大腿位置大致在图 4 所示的 X 方向上进行前后摆动，而在 Z 方向上的摆动很小，或几乎没有。有鉴于此，训练器进一步设置有凸轮支撑件 250。凸轮支撑件 250 具有第一臂 251，第一臂 251 的底部和顶部分别具有固定套 252，以分别用于将驱动组件 230 的轴承 234 和传动组件 220 的轴承 223 支撑并固定于其中。第一臂 251 的上部还形成有导向槽 253，导向槽 253 形成为在 X 方向上延伸的长孔。随动滚轮 235 的支柱 2352 设置在导向槽 253 中，使得随动滚轮 235 在 X-Z 平面中进行有规律的摆动时，其在 Z 方向（即，垂直方向）上的位移受到导向槽 253 的限制，而大致仅在 X 方向（即，水平方向）上进行有规律的前后摆动。此外，驱动组件 240 还进一步具有摆杆 236，摆杆 236 的一端连接至支柱 2352，另一端连接至凸轮支撑件 250 上，使得通过摆杆 236 也可以对随动滚轮 235 在 Z 方向上的位移进行限制。摆杆 236 的另一端也可以直接连接至车身框架 100。

在可与本文的实施方式结合的其他实施方式中，凸轮 231 的与形成有凸轮槽 2311 的一侧相对的另一侧上还形成有第二凸轮槽（未示出），与凸轮槽 2311 类似，与第二凸轮槽的凸轮轮廓设计对应的变速往复运动是与凸轮槽 2311 的凸轮轮廓所对应的变速往复运动不同的另一变速往复运动。相应的，驱动组件

230 还具有第二轴承 234'、第二连杆 232'、第二随动滚轮 235' 和第二摆杆 236'。第二轴承 234' 用以将凸轮 231 和轴杆 234 相连。第二凸轮槽、第二连杆 232'、第二随动滚轮 235' 和第二摆杆 236' 的配合方式与凸轮槽 2311、连杆 232、随动滚轮 235 和第二摆杆 236 的配合方式基本相同，在此不再赘述。相应地，凸轮支撑件 250 还可具有与第一臂 251 平行的第二臂 254。第二臂 254 在底部和顶部同样具有固定套 252，用于将驱动组件 230 的第二轴承 234' 和传动组件 220 的轴承 224 支撑并固定于其中。并且第二臂 254 的上部同样形成有第二导向槽 255，用于限制第二随动滚轮 235' 在 Z 方向上的位移，从而第二凸轮槽被构造为将凸轮 231 的转动运动转化为位于第二凸轮槽中的第二随动滚轮 235' 在大致在 X 方向（水平方向）上进行往复运动。

在凸轮 231 具有第二凸轮槽的实施方式中，第二连杆 232' 的一端连接至第二随动滚轮 235'，另一端直接或间接地连接至腿杆组件 240 的对应于膝部的位置。因此，与第二凸轮槽的凸轮轮廓设计所对应的变速往复运动对应于正常人行走时小腿相对于髋部的变速摆动，并且该往复运动的两个边界位置对应于正常人行走时小腿相对于髋部的变速摆动的两个边界角度。由此，凸轮 231 每旋转一周，在第二凸轮槽中的第二随动滚轮 235' 的变速往复运动对应于正常人行走时小腿相对于髋部的变速摆动，从而带动腿杆组件 240 的小腿部分同样以正常人行走时小腿相对于髋部的摆动方式进行一次摆动。因此，患者的小腿同样以对应于正常人行走时小腿的摆动方式进行一次摆动，从而实现患者的步行训练。

在可与本文的实施方式结合的其它实施方式中，驱动组件 230 可具有摩擦片 239 和 239'（若存在的话），设置在凸轮支撑件 250 和连杆之间。摩擦片 239 和 239' 优选为聚四氟基摩擦，可降低连杆在摆动过程中的摩擦阻力。

应注意虽然上文描述了基于具有凸轮的驱动组件 230 实现的患者的步行训练。但也可以使用具有如上文结合图 11A-11D 所示的非圆齿轮副 800 的另一形式的驱动组件来实现患者的步行训练。在这种情况下，将腿杆组件 240 的大腿位置和随动滚轮 235 相连的连杆 232 可被修改为连接腿杆组件 240 的大腿位置和随动部件 850。从而随动部件 850 在位置 D1 和 D3 之间的变速往复运动同样可以驱动患者的大腿以正常人行走时大腿相对于髋部的摆动方式进行变速摆动。而具有非圆齿轮副 800 的驱动组件还可进一步具有另一额外的非

圆齿轮副，该额外的非圆齿轮副不同的非圆齿轮副 800，其被设计为随动部件的变速往复运动对应于正常人小腿相对于髋部的变速摆动。因此，在这种情况下，将腿杆组件 240 的小腿位置和第二随动滚轮 235' 相连的第二连杆 232' 可被修改为连接腿杆组件 240 的小腿位置和额外的非圆齿轮副的随动部件。从而额外的非圆齿轮副的随动部件的变速往复运动可以驱动患者的小腿以正常人行走时小腿相对于髋部的摆动方式进行变速摆动。

由于车身框架 100 上附接有一对传动机构 200。因此训练器 10 具有一对驱动组件 230。如图 4 所述，轴杆 237 的一端连接至一驱动组件 230，虽然未示出，轴杆 237 的另一端连接至另一驱动组件，所述另一驱动组件的构造与驱动组件 230 相同。正常人的行走步态中，两只腿的摆动的相位始终是相差 180 度的，因此与轴杆 237 的一对驱动组件也以 180 度的相位差进行安装。

在可与本文的实施方式结合的其它实施方式中，轴杆 237 由第一轴杆 2371 和第二轴杆 2372 构成，第一轴杆 2371 与驱动组件 230 相连，第二轴杆 2372 与另一驱动组件相连。并且第一轴杆 2377 和第二轴杆 2372 安装有离合装置 238。使用离合装置 238 的好处在于，一对驱动组件之间的相位差可以根据需要进行调整。例如，在患者穿戴训练器 10 时，需要双腿处于并拢的姿势，因此，可以打开离合装置 238 以自由的调整两侧的驱动组件的相位，当患者穿戴完成时，将重新调整两侧的驱动组件的相位使其相差 180 度，并再次闭合离合装置以形成第一轴杆 2377 和第二轴杆 2372 之间的固定连接。在可与本文的实施方式结合的其它实施方式中，离合装置 238 包括滑动扣 2381，并且离合装置 238 在其两侧设置有限位把手，以限制第一轴杆 2377 和第二轴杆 2372 的取向。例如，在调节时，将第一轴杆 2377 和第二轴杆 2372 任意一者的取向进行限定，并调节第一轴杆 2377 和第二轴杆 2372 的另一者，在调节至指定相位后将所述另一者的限位把手拧紧后将离合装置 238 闭合，后再分别松开两侧的限位把手。轴杆 237 上还设置有折叠手柄 2373 和用于容纳折叠手柄 2373 的容纳空间 2372，在调节第一轴杆 2377 和第二轴杆 2372 的取向时，可将折叠手柄 2373 从容纳空间 2372 中旋出，以便对第一轴杆 2377 和第二轴杆 2372 的取向进行调节，并在调节后将折叠手柄 2373 旋入容纳空间 2372 中。离合装置 238 两侧半轴上刻有标记线，当调节两端半轴至标记线对齐时将滑动扣进行滑动即可让两侧的第一轴杆 2377 和第二轴杆 2372 固定在相距 180 度相位，离合装置

还包括弹性碰珠 2382，以保证在无操作时滑动扣 2381 可停留在指定位置。

参照图 5A 和 5B，图 5A 是传动机构 200 的腿杆组件 240 的爆炸图。图 5B 是传动机构 200 的腿杆组件 240 的立体示意图。

腿杆组件 240 主要由大腿杆 241 和小腿杆 242 构成。大腿杆 241 和小腿杆 242 通过轴承（为示出）在膝部位置处彼此连接。在可与本文的实施方式结合的其它实施方式中，腿杆组件 240 进一步包括足底部件 243，足底部件 243 在腿杆组件 240 的踝部位置处通过足部连接座 244 可拆卸地连接至腿杆组件 240 的小腿杆 242。足底部件 243 还可向前屈曲 0-15 度。

在可与本文的实施方式结合的其它实施方式中，腿杆组件 240 进一步包括 10 附接至大腿杆的绑带板 245 和附接至小腿杆 242 的绑带座 246。绑带板 245 和绑带座 246 尚安装有腿部绑带，以便将患者的腿部固定至腿杆组件 240 上。

大腿杆 241 具有在髌部处的开口 2419，并且在靠近髌部的位置处形成有开孔 2414，上文所描述的连杆 232 的一端通过滚轮轴承 2413 连接至开孔 2414，使得大腿杆 241 随着驱动组件 240 的旋转而进行有规律的摆动，以实现行走康复训练的目的。上文描述了在存在第二连杆 232' 的实施方式中，第二连杆 232' 连接至小腿杆 242 的靠近膝部的小腿位置处，使得腿杆组件 240 的小腿部分同样能够随着驱动组件 230 的旋转而进行有规律的摆动。如图 1 所述，驱动组件 230 安装在大致与腿杆组件 240 的髌部位置一致的高度，并且在正常人的行走步态中，小腿的摆动往往同时存在于 X 方向（水平方向）和 Z 方向（垂直方向）两者上。为了能够尽量将膝部的摆动转化为位于与驱动组件 230 处于一致的高度，在可与本文的实施方式结合的其它实施方式中，优选将第二连杆 232' 的一端间接地连接到小腿杆 242 的靠近膝部的小腿位置处。如图 5 所示，第二连杆 232' 经由小腿摆杆而间接地连接至小腿杆 242 的靠近膝部的小腿位置处，所述小腿摆杆设置在包括大腿杆 241 的对应于髌部的位置处并由第一随动杆 247 和第二随动杆 248 构成。具体而言，第二连杆 232' 的一端（例如，通过轴承）连接至位于第一随动杆 247 的端部 2471 处的开孔。例如通过轴承在第一随动杆 247 的另一端部 2472 的开孔处连接至第二随动杆 248 的位于端部 2481 处的开孔。第二随动杆 248 在另一端部 2482 的开孔处通过滚动轴承与形成在小腿杆 242 顶部的靠近膝部位置处的开孔 2421 连接。第一随动杆 247 在 30 位于中间部 2473 上的开口处例如经由轴承连接至大腿杆 241 髌部处形成的开

口 2419。开口 2419 的位置临近于开口 2414。这样，当驱动组件 230 旋转时，第二连杆 232' 进行有规律的摆动，第二连杆 232' 作用于第一随动杆 247 的端部 2471 上而进行相应的摆动。第一随动杆 247 以中间部 2473 为转轴，使得第一随动杆 247 的另一端部 2472 跟随端部 2471 进行摆动，第一随动杆 247 的另一端部 2472 的摆动经由第二随动杆 248 而传递给小腿杆 242 的靠近膝部的位置，从而带动患者的膝部进行相应的摆动。第一随动杆 247 优选为具有 L 型的形状。第一随动杆 247 和第二随动杆 248 在预定位置处沿着 Y 方向弯折，使得第二连杆 232'、第一随动杆 247 和第二随动杆 248 在 Y 方向上彼此错开，从而避免第二连杆 232'、第一随动杆 247 和第二随动杆 248 彼此在摆动时的干扰。

在可与本文的实施方式结合的其它实施方式中，大腿杆 241 包括远离患者大腿的外侧大腿杆 2411 和紧靠患者大腿的内侧大腿杆 2412。外侧大腿杆 2411 和内侧大腿杆 2412 可拆卸地安装在一起。如图 5 所示，外侧大腿杆 2411 和内侧大腿杆 2412 在底部通过轴承共同连接至小腿杆 242，使得外侧大腿杆 2411 和内侧大腿杆 2412 在相互分离时，能够在 X-Z 平面上以外侧大腿杆 2411（和内侧大腿杆 2412）与小腿杆 242 的连接位置为转轴彼此旋转。这样得而好处是，当患者需要以坐姿进行穿戴时，可将外侧大腿杆 2411 和内侧大腿杆 2412 分离，使得内侧大腿杆 2412 可以在 X-Z 平面与小腿杆 242 呈大约 90 度的角度，以方便进行穿戴。在患者穿戴完成后，患者借助外力站立起来，当外侧大腿杆 2411 和内侧大腿杆 2412 趋于相互平行并相互重叠时，将外侧大腿杆 2411 和内侧大腿杆 2412 安装在一起成为一个整体，从而完成穿戴。在可与本文的实施方式结合的其它实施方式中，大腿杆 241 具有安装在外侧大腿杆 2411 上的开口 2418 处的弹簧插销机构 2417。在需要分离外侧大腿杆 2411 和内侧大腿杆 2412 时，操作者手动打开弹簧插销机构 2417。当需要重新组装侧大腿杆 2411 和内侧大腿杆 2412 时，外侧大腿杆 2411 相对于内侧大腿杆 2412 进行旋转，当外侧大腿杆 2411 旋转至与内侧大腿杆 2412 重合时，形成在内侧大腿杆 2412 上的开口 2418' 与开口 2418 重叠，此时，弹簧插销机构 2417 中的弹簧插销自动弹入开口 2418' 中，从而实现外侧大腿杆 2411 和内侧大腿杆 2412 的自动锁定。大腿杆还具有两个把手螺钉 2415，把手螺钉 2415 安装在对应的外侧大腿杆 2411 的开口 2416 处和内侧大腿杆 2412 的开口 2416' 的位置处。当

需要分离外侧大腿杆 2411 和内侧大腿杆 2412 时，操作者手动打开把手螺钉 2415 以实现外侧大腿杆 2411 和内侧大腿杆 2412 的分离。当外侧大腿杆 2411 和内侧大腿杆 2412 相互重叠并经由弹簧插销机构 2417 自动锁定时，旋紧把手螺钉 2415 以进一步将外侧大腿杆 2411 和内侧大腿杆 2412 组装为一整体。

5 请参照图 6，图 6 是传动构件 200 的侧视图，其中一些不必要的构件被隐去，使得传动构件 200 的结构可以显示得更加清楚。如上文所描述，当向前推动训练器时，车轮组件 210 向前行进。车轮组件 210 的转动经由传动带 215 传递给传动组件 220。传动组件 220 的动力再次经由传动带 228 传递给驱动组件 230，以带动驱动组件 230 中的凸轮转动。随着凸轮的转动，第一连杆 232 10 和第二连杆 232' 带动腿杆组件 240 进行有规律的摆动。第一连杆 232 直接连接至腿杆组件 240 的靠近髋部的大腿位置处，以带动患者的大腿相对于髋部进行有规律的摆动。第二连杆 232' 通过第一随动杆 247 和第二随动杆 248 间接地连接至腿杆组件 240 的靠近膝部的小腿位置处，以带动患者的小腿相对于髋部进行有规律的摆动。从而最终实现行走康复训练的目的。

15 上文描述了借助特别设计的凸轮轮廓使得推杆组件 240 进行正常人行走时的有规律的摆动。其中该凸轮轮廓是根据正常人行走时腿部的摆动规律反求设计出，特别是根据正常人行走时腿部的髋部位置和膝部位置的摆动规律反求设计出的。对于该凸轮轮廓的设计方法，正好可以以驱动组件 230 带动腿杆组件 240 摆动的相反的方式进行。

20 图 7 是驱动组件 230 的凸轮槽的凸轮轮廓设计方法 600 的流程图。下面将结合图 2-图 6 来描述方法 600。在框 610 中，将随动件设置在一盘片的侧表面上。如图 4 所示，该随动件可以是如随动滚轮 235 的随动件，其可以在盘片的侧表面上滚动。由于方法 600 是为了设计凸轮槽的凸轮轮廓，因此可以使用具有平坦侧表面的圆盘来替代图 4 中的凸轮 231。随动件经设置使得其大致仅是在水平方向是可移动的，例如，借助图 4 中示出的导向槽 253 和摆杆 236 来限制随动件在垂直方向上的位移。

在框 620 处，提供一个圆形主体，使该随动件在圆形主体的侧表面上并在大致水平的方向上在预定距离上进行预定往复运动（例如，变速往复运动），上述预定距离例如是图 10A-10D 所示的由位置 C1 和 C3 所限定的距离。

30 在框 630 处，在使随动件进行往复运动的同时，等速旋转盘片，使得盘片

每旋转一周，随动件在该预定距离上进行一次往复运动。

在框 640 处，因此，在随动件进行了一次往复运动时，盘片也恰好旋转一周。因此，随动件在该距离上进行一次往复运动的期间会在盘片的侧表面上形成一个非圆形闭合曲线的滚动轨迹，该闭合曲线就是所需要的凸轮槽的凸轮轮廓。因此，以该闭合曲线在圆形主体上形成凸轮槽即可得到本文所描述的凸轮。

如上文所述，所需要的往复运动优选是对应于正常人行走时大腿/小腿相对于髋部的摆动。上述预定距离的两个边界点（例如，图 10A-10D 所示的位置 C1 和 C3）对应于正常人行走时大腿/小腿相对于髋部的摆动的两个边界角度。当需要将随动件的往复运动和运动距离分别和正常人行走时大腿相对于髋部的摆动和摆动角度时，只需将随动件通过连杆与腿杆的靠近髋部的大腿部分（例如图 5 所示的开孔 2414 的位置）相连即可。与之相似的，当需要随动件的往复运动和运动距离分别和正常人行走时小腿相对于髋部的摆动和摆动角度时，如图 5-6 所示，只需将随动件经由连杆，并经由小腿摆动杆连接至腿杆的靠近膝部的小腿部分即可，即，只需将随动件经由连杆（例如第二连杆 232'），并经由中间部分连接至腿杆髋部的第一随动杆（例如，第一随动杆 248）和第二随动杆（例如，第二随动杆 248）间接连接至腿杆的靠近膝部的小腿部分（例如图 5 所示的开孔 2421 的位置）处即可。当腿杆被固定至正常人的腿部而非患者的腿部时，每当正常人进行正常的行走动作时，就会带动随动件在与正常人行走时对应的摆动角度上进行与正常人行走对应的摆动运动，因此随动件在盘片的侧表面上留下的轨迹对应于正常人行走时小腿/大腿的摆动，从而得到的对应的凸轮轮廓。

在可与本文的实施方式结合的其它实施方式中，也可通过软件建模的方法来得到凸轮轮廓。例如，可利用计算机辅助软件（例如，Solidworks）对人体的腿部特征尺寸以及训练器的基本结构进行建模，再根据正常人行走过程中的腿部（例如，髋部和膝部）的往复运动规律对模型添加约束载荷，进行运动学仿真计算，从而得出正常人行走中的步态位移曲线，并将仿真得到的步态位移曲线导入到训练器的基本结构的模型中，从而可反求得出凸轮轮廓。此举的好处在于，可对实际使用的患者的腿部进行测量，从而能够为具体的患者定制最适合的凸轮轮廓，以改善康复训练的效果。

而对于非圆齿轮副，其制造方法可以如下进行：

首先，制造彼此啮合的主动非圆齿轮和从动非圆齿轮，其中所述主动非圆齿轮和所述从动非圆齿轮具有相同的齿数和固定的中心距，使得主动非圆齿轮 810 每旋转一圈，从动非圆齿轮 820 也旋转一圈，并使得主动非圆齿轮 810 和从动非圆齿轮 820 旋转到任何位置处时，主动非圆齿轮 810 和从动非圆齿轮 820 都保证能够啮合在一起，而不会出现相互分离或相互挤压的情况。在一些实施方式中，主动非圆齿轮和从动非圆齿轮的旋转轴心被设计为从各自的几何中心偏离。

之后，在从动非圆齿轮的侧表面上形成随动部件以完成非圆齿轮副的制造。

在制造过程中，主动非圆齿轮和从动非圆齿轮的齿轮节线被设计为使得当所述主动非圆齿轮旋转一周时，主动非圆齿轮可驱动从动非圆齿轮上的随动部件在第一位置和第二位置之间进行一次变速往复运动。其中第一位置是随动部件最接近主动非圆齿轮的旋转轴心的位置，第二位置是随动部件最远离主动非圆齿轮的旋转轴心的位置。

当随动部件与待被随动部件驱动的其他构件（例如，腿杆组件 240）相连时，随动部件的变速往复运动可驱动与其（例如通过连杆）连接的构件在一定角度范围内进行变速摆动。例如，根据本文的实施方式，随动部件可以通过连杆而在腿杆组件 240 中的对应于大腿的位置或对应于小腿的位置处与腿杆组件 240 相连。以随动部件连接至腿杆组件 240 中的对应于大腿的位置为例，随动部件的变速往复运动可驱动腿杆组件 240 的大腿位置以髋部为轴并遵循正常人行走时大腿相对于髋部的摆动方式进行变速摆动。由该变速往复运动驱动的摆动角度对应于正常人行走时大腿相对于髋部的摆动角度。随动部件进行往复运动的两个边界位置（即，第一位置和第二位置）对应于正常人行走时大腿摆动的两个边界角度。例如，当随动部件连接至左腿的腿杆时，第一位置对应于以左腿作为支撑腿时，右腿迈出一步后左腿相对于髋部的下边界角度，而第二位置对应于以右腿作为支撑腿时，左腿迈出一步后左腿相对于髋部的下边界角度。

对于主动非圆齿轮和从动非圆齿轮的节线设计，其可通过常规方法进行设计。即，确定其节曲线、模数、齿数与中心距的确定。

节曲线是根据所需的预定摆动规律得到的，例如，在本文的实施方式中，所需的预定摆动规律就是正常人行走时腿部（大腿或小腿）相对于髋部的变速

摆动规律。如果以主动非圆齿轮的转角作为时间基准，受到非圆齿轮副驱动的腿杆按此时间基准，并按照预定的规律进行摆动。此时还没有从动非圆齿轮的运动曲线，故从动非圆齿轮由腿杆通过连杆带动从动非圆齿轮来驱动。由于主动非圆齿轮与腿杆的摆动是同一个时间基准，故主动非圆齿轮回转一周，从动非圆齿轮也恰好回转一周。而在每一瞬时，由腿杆带动的从动非圆齿轮的转速并不等于主动非圆齿轮的均匀速度，但该转速对时间的积分在一个主动非圆齿轮的一个旋转周期内应该等于 360° 。但在实际工程计算中，由于舍入误差和采样密度的影响，数值积分结果会有少量偏差，需要通过比例修正，将数值积分误差控制在允许范围之内。

10 对于模数、齿数与中心距的确定，非圆齿轮副优先采用标准模数，便于使用标准的刀具进行加工。确定了模数并基于给定的齿数，也就确定了非圆齿轮节线的周长。而非圆齿轮副的瞬时传动比，等于该瞬时一对节线上主动非圆齿轮和从动非圆齿轮相互啮合的啮合点各自的旋转半径的反比。而节线上每一对节线半径之和等于非圆齿轮副的中心距。由于节线非圆，中心距、模数与齿数
15 之间不再像圆形齿轮副那样存在一个简单的比例关系。即，如果采用标准模数，就会出现非标准中心距，反之亦然。由于在做节线周长数值积分之前，先要确定每一点的节线半径，而节线半径又是根据中心距和瞬时传动比来求得的，故首先要假设一个中心距，据此试算节线周长。通过调整中心距，最终使节线周长误差小于允许值。这样设计出来的非圆齿轮副具有标准模数和非标准的中心距。
20 具有标准模数和非标准的中心距是易于制造的。

如图 1 所示，训练器 10 具有附接在车身框架 100 顶部的腰部保持组件 300。以为截瘫、偏瘫患者在康复训练过程中对腰部提供力量支撑作用，让患者体验直立行走。腰部保持组件 300 与患者接触部分可设置有高分子材料绑带并辅以柔软舒适的发泡橡胶填充，增加患者穿戴舒适性和使用体验。

25 在可与本文的实施方式结合的其它实施方式中，腰部保持组件 300 包括组件包括与患者接触的腰部保持架 310 和用于将腰部保持架 310 附接至车身框架 100 的腰部保持架支撑件 320。腰部保持架 310 在车身框架 100 的上方并在车身框架 100 的两侧之间延伸。在正常人的行走过程中，人体的重心在垂直方向具有约 20-30mm 的浮动量。腰部保持架支撑件 320 被构造为能够在垂直方向
30 上进行上下浮动，以配合正常人的行走过程中人体的重心在垂直方向上的浮动。

图 8 是腰部保持架 310 的立体示意图。如图 8 所述，腰部保持架 310 包括固定至腰部保持架支撑件 320 上的一对支架 311，一对挡板 311 分别在其一端枢接至相应的支架 311。使得挡板 311 可被打开与闭合，以便于截瘫患者处于坐姿穿戴和立姿行走的空间位置变换。腰部保持架 310 还可包括与挡板 311 可拆卸地连接的门闩 313，以保证挡板 311 闭合后整体保持腰部保持架 310 的刚性和稳定性。门闩 313 可为碳纤维材料。

请参照图 9，图 9 是腰部保持架支撑件 320 的立体示意图。保持架支撑件 320 包括固定部 321、调节部 322 和浮动部 323。固定部 320 附接在车身框架 100 的顶部。浮动部 323 与腰部保持架 310 连接。固定部 320 两端形成有开孔，光轴 324 穿过固定部 320 的开孔并通过线性轴承（未示出）而与固定部 320 组装，使得光轴 324 能够在固定部 320 的开孔中在垂直方向上下移动。调节部 322 的两端也形成有开孔，调节部 322 在其开口处通过线性轴承（未示出）附接至光轴 324 上，并且调节部 322 可沿光轴 324 的延伸方向（垂直方向）上下移动。光轴 324 的顶部连接至浮动部 323。调节部 322 进一步通过升降螺杆 325（例如，圆柱丝杠）连接至固定部 321，并通过设置在固定部 321 上的调节机构 326 来调整固定部 321 和调节部 322 在垂直方向的距离。浮动部 322 进一步通过弹性件 327（例如，塔簧）连接至调节部 322。通过调节升降螺杆 325，可调节调节部 322 与固定部 321 在垂直方向上的距离，也就是可调节调节部 322 相对于车身框架 100 在垂直方向上的位置，从而调节与腰部保持架支撑件 320 连接的腰部保持架 310 的垂直位置，以便可能为不同身高的患者提供不同的腰部保持架 310 安装位置。由于浮动部 323 通过弹性件 327 连接至调节部 322，因此在患者使用进行康复训练时，浮动部 323 能够与连接至浮动部 323 的腰部保持架 310 一起相对于调节部 322 随着患者行走时人体的重心在垂直方向的浮动量而相应地上下浮动。

由上所述，本文的训练器仅通过简单地机械机构就实现了对患者进行行走康复训练，无需使用电子设备加以辅助。因此制造成本低，同时省去了研发与需要电子设备的训练器配套的智能控制程序所需的高昂的研发费用。仅仅一名医护人员或甚至是普通操作者即可为患者提供行走康复训练，改善了康复训练的持续性和治疗效果。

当然，本文还可有其它多种实施方式，在不背离本文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文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文所附的权利要求的保护范围。

权 利 要 求 书

1、一种用于无动力多关节同步训练器的凸轮，其特征在于，所述凸轮具有圆形主体，所述圆形主体的第一侧面布置有凸轮槽，所述凸轮槽的轮廓被构造为使所述凸轮的旋转运动驱动设置在所述凸轮槽中的随动部件在预定水平轴线上进行变速往复运动，其中

所述凸轮每旋转一周，所述随动部件在所述预定水平轴线上的第一位置与第二位置之间进行一次往复运动；

所述第一位置是当所述随动部件处于所述轮廓的距离所述圆形主体的圆心最近的位置时，所述随动部件在所述水平轴线上的位置，所述第二位置是当所述随动部件处于所述轮廓的距离所述圆形主体的圆心最远的位置时，所述随动部件在所述水平轴线上的位置；并且

所述往复运动驱动与所述随动部件相连的被驱动物在一角度范围内变速摆动。

15

2、根据权利要求 1 所述的凸轮，其中所述被驱动物是人的大腿，所述角度是正常人行走时大腿以髋部为轴的摆动角度，所述变速摆动是正常人行走时大腿的摆动。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的凸轮，其中所述凸轮进一步包括第二凸轮槽，所述第二凸轮槽设置在所述圆形主体的所述第一侧面相对的第二侧面上，所述第二凸轮槽的第二轮廓被构造为使所述凸轮的旋转运动驱动设置在所述第二凸轮槽中的第二随动部件在所述水平轴线上进行另一往复运动，所述第二轮廓与所述轮廓不同，其中

所述凸轮每旋转一周，所述第二随动部件在所述预定水平轴线上并在第三位置与第四位置之间进行一次往复运动；

所述第三位置是当所述第二随动部件处于所述第二轮廓的距离所述圆形主体的圆心最近的位置时，所述第二随动部件在所述水平轴线上的位置，所述第四位置是当所述第二随动部件处于所述第二轮廓的距离所述圆形主体的圆心最远的位置时，所述第二随动部件在所述水平轴线上的位置；并且

30

所述另一往复运动驱动与所述第二随动部件相连的另一被驱动物在另一角度范围内变速摆动。

4、根据权利要求 3 所述的凸轮，其中所述另一被驱动物是人的小腿，所述另一角度是正常人行走时小腿以髌部为轴的摆动角度，所述另一变速摆动是正常人行走时小腿的摆动。

5、一种用于无动力多关节同步训练器的非圆齿轮副，包括主动非圆齿轮和与所述主动非圆齿轮传动啮合的从动非圆齿轮，其中

10 所述主动非圆齿轮和所述从动非圆齿轮具有相同的齿数和固定的中心距，所述主动非圆齿轮和所述从动非圆齿轮的节线经构造使得当所述主动非圆齿轮旋转一周时，所述主动非圆齿轮驱动设置在所述从动非圆齿轮上的第一侧面上的随动部件在第一位置和第二位置之间进行一次变速往复运动；

所述第一位置是所述随动部件最接近所述主动非圆齿轮的旋转轴心的位置，所述第二位置是所述随动部件最远离所述主动非圆齿轮的旋转轴心的位置；

15 并且

所述变速往复运动驱动与所述随动部件相连的被驱动物在一角度范围内变速摆动。

20 6、根据权利要求 5 所述的非圆齿轮副，其中所述被驱动物是人的大腿，所述角度是正常人行走时大腿以髌部为轴的摆动角度，所述变速摆动是正常人行走时大腿的摆动。

7、根据权利要求 5 所述的非圆齿轮副，其中所述被驱动物是人的小腿，

25 所述角度是正常人行走时小腿以髌部为轴的摆动角度，所述变速摆动是正常人行走时小腿的摆动。

8、一种凸轮的制造方法，包括以下步骤：

(a) 提供一圆形主体，将一随动件设置在所述圆形主体的侧表面上，所述随动部件在所述侧表面上并仅在水平方向上是可移动的；

30

(b) 使所述随动部件在所述盘片的所述侧表面上在第一位置和第二位置之间进行一次变速往复运动；

(c) 在执行步骤 (b) 的同时等速旋转所述盘片，其中所述随动部件执行一次所述变速往复运动的周期与所述盘片旋转一周的周期相等；以及

5 (d) 将所述随动部件在所述盘片的所述侧表面移动的轨迹作为凸轮轮廓以在所述圆心主体的侧表面上形成凸轮槽，其中所述第一位置与所述圆形主体的圆心之间的距离等于所述凸轮轮廓上距离所述圆心最近的位置与所述圆心之间的距离，并且所述第二位置与所述圆心之间的距离等于所述凸轮轮廓上距离所述圆心最远的位置与所述圆心之间的距离。

10

9、根据权利要求 8 所述的方法，进一步包括以下步骤：提供一固定至人的腿部的腿杆，所述腿杆具有彼此相连的大腿部分和小腿部分，将所述随动部件通过连杆与所述大腿部分相连，使用正常人行走时所述大腿部分以髋部为轴的变速摆动驱动所述随动部件进行所述变速往复运动。

15

10、根据权利要求 8 所述的方法，进一步包括以下步骤：提供一固定至人的腿部的腿杆，所述腿杆具有彼此相连的大腿部分和小腿部分，将所述随动部件通过连杆与所述小腿部分相连，使用正常人行走时所述小腿部分以髋部为轴的变速摆动驱动所述随动部件进行所述变速往复运动。

20

11、一种非圆齿轮副的制造方法，包括以下步骤，

提供彼此啮合的主动非圆齿轮和从动非圆齿轮，其中所述主动非圆齿轮和所述从动非圆齿轮具有相同的齿数和固定的中心距；以及

25 在所述从动非圆齿轮的侧表面上提供随动部件，所述主动非圆齿轮和所述从动非圆齿轮的节线被构造为使得当所述主动非圆齿轮旋转一周时，所述主动非圆齿轮驱动所述随动部件在第一位置和第二位置之间进行一次变速往复运动，其中

所述第一位置是所述随动部件最接近所述主动非圆齿轮的旋转轴心的位置，所述第二位置是所述随动部件最远离所述主动非圆齿轮的旋转轴心的位置；
30 并且

所述变速往复运动驱动与所述随动部件相连的被驱动物在一角度范围内变速摆动。

12、根据权利要求 11 所述的非圆齿轮副，其中所述被驱动物是人的大腿，
5 所述角度是正常人行走时大腿以髋部为轴的摆动角度，所述变速摆动是正常人行走时大腿的摆动。

13、根据权利要求 11 所述的非圆齿轮副，其中所述被驱动物是人的小腿，
所述角度是正常人行走时小腿以髋部为轴的摆动角度，所述变速摆动是正常人
10 行走时小腿的摆动。

14、一种用于无动力多关节同步训练器的传动机构，其特征在于，包括：
车轮组件；
传动组件，所述传动组件与所述车轮组件传动连接；
15 驱动组件，所述驱动组件与所述传动组件传动连接，所述驱动组件具有
权利要求 3 所述的凸轮；以及
腿杆组件，所述腿杆组件通过连杆与所述驱动组件连接，使得所述腿杆
组件受所述传动组件的驱动而进行摆动。

20 15、根据权利要求 14 所述的传动机构，其中所述驱动组件进一步包括：
支撑件，用于支撑所述凸轮；以及
摆杆，所述摆杆的一端与所述驱动组件的随动部件连接，所述摆杆的另一
一端固定连接至所述支撑件。

25 16、根据权利要求 14 所述的传动机构，其中所述驱动组件进一步包括聚
四氟基摩擦片，设置在所述连杆与所述凸轮支撑件之间。

17、根据权利要求 14 所述的传动机构，其中所述腿杆组件包括：
大腿杆；以及
30 小腿杆；所述小腿杆通过轴承在所述腿杆组件的膝部位置处与所述大腿

杆连接；

其中所述连杆将所述随动部件连接至所述大腿杆上，使得所述大腿杆受所述随动部件驱动而在一角度上进行变速摆动，所述角度是正常人行走时大腿以髋部为轴摆动的角度，并且所述变速摆动是正常人行走时大腿的摆动。

5

18、根据权利要求 17 所述的传动机构，进一步包括：

小腿摆动杆；

第二连杆，所述第二连杆的一端经由所述小腿摆动杆连接至所述小腿杆上，所述小腿摆动杆设置在所述大腿杆的对应髋部的位置处，所述第二连杆的另一端连接至所述驱动组件的第二随动部件；以及

10

第二摆杆，所述第二摆杆的一端与所述第二随动部件连接，所述第二摆杆的另一端固定连接至所述支撑件；其中

所述第二随动部件驱动所述小腿杆以另一角度进行另一变速摆动，所述另一角度是正常人行走时小腿以髋部为轴摆动的角度，并且所述另一变速摆动是正常人行走时小腿的摆动。

15

19、一种用于无动力多关节同步训练器的传动机构，其特征在于，包括：

车轮组件；

传动组件，所述传动组件与所述车轮组件传动连接；

驱动组件，所述驱动组件与所述传动组件传动连接，所述驱动组件具有权利要求 5 所述的非圆齿轮副；以及

20

腿杆组件，所述腿杆组件通过连杆与所述驱动组件连接，使得所述腿杆组件受所述传动组件的驱动而进行摆动。

20、根据权利要求 19 所述的传动机构，其中所述腿杆组件包括：

25

大腿杆；以及

小腿杆；所述小腿杆通过轴承在所述腿杆组件的膝部位置处与所述大腿杆连接；

其中所述连杆将所述驱动组件的随动部件连接至所述大腿杆上，使得所述大腿杆受所述随动部件驱动而在一角度上进行变速摆动，所述角度是正常人行

30

走时大腿以髋部为轴摆动的角度，并且所述变速摆动是正常人行走时大腿的摆动。

21、根据权利要求 19 所述的传动机构，进一步包括：

5 另一驱动组件，其中所述另一驱动组件具有权利要求 5 所述的非圆齿轮副；
小腿摆动杆；

第二连杆，所述第二连杆的一端经由所述小腿摆动杆连接至所述小腿杆上，
所述小腿摆动杆设置在所述大腿杆的对应髋部的位置处，所述第二连杆的另一
端连接至所述另一驱动组件的第二随动部件；以及

10 第二摆杆，所述第二摆杆的一端与所述第二随动部件连接，所述第二摆杆
的另一端固定连接至所述支撑件；其中

所述第二随动部件驱动所述小腿杆以另一角度进行另一变速摆动，所述另
一角度是正常人行走时小腿以髋部为轴摆动的角度，并且所述另一变速摆动是
正常人行走时小腿的摆动。

15

22、根据权利要求 17 或 20 所述的传动机构，所述腿杆组件进一步包括足
底部件，所述足底部件在所述腿杆组件的踝关节处可拆卸地安装至所述小腿杆。

23、根据权利要求 17 或 20 所述的传动机构，所述大腿杆包括外侧大腿杆
20 和内侧大腿杆，所述内侧大腿杆上安装有绑带板，所述小腿杆上安装有绑带座；
其中所述内侧大腿杆相对于所述外侧大腿杆是可旋转的。

24、一种无动力多关节同步训练器，其特征在于，包括：

车身框架；以及

25 第一传动机构和第二传动机构，所述第一传动机构和第二传动机构分别安
装在所述车身框架的两侧，所述第一传动机构和第二传动机构是如权利要求
14-23 任一项所述的传动机构；其中

所述第一传动机构的驱动组件与所述第二传动机构的驱动组件通过轴杆
相连，并且所述第一传动机构的驱动组件与所述第二传动机构的驱动组件的定
30 向相差 180°。

25、根据权利要求 24 所述的无动力多关节同步训练器，其中所述轴杆包括第一杆部和第二杆部，所述第一杆部通过离合器与所述第二杆部相连。

5 26、根据权利要求 24 所述的无动力多关节同步训练器，其中所述第一传动机构与所述第二传动机构通过第二轴杆相连，并且所述第一传动机构与所述第二传动机构之间具有安装至所述第二轴杆的差速器。

10 27、根据权利要求 24 所述的无动力多关节同步训练器，进一步具有两个万向刹车脚轮，安装在所述车身框架的底部并分别位于所述车身框架的两侧。

15 28、根据权利要求 24 所述的无动力多关节同步训练器，进一步具有腰部保持架，所述腰部保持架连接至所述车身框架的顶部并在所述框架的两侧之间延伸。

29、根据权利要求 28 所述的无动力多关节同步训练器，进一步具有两个腰部保持架支撑件，所述两个腰部保持架支撑件安装在所述车身框架的顶部并位于所述车身框架的两侧，所述腰部保持架支撑件包括：

20 固定部，固定连接至所述车身框架；
 调节部，通过升降螺杆与所述固定部连接；以及
 浮动部，所述浮动部通过弹性件与所述调节部连接；其中
 所述腰部保持架的两端分别连接至相应腰部保持架支撑件的所述浮动部。

25 30、根据权利要求 24 所述的无动力多关节同步训练器，进一步具有扶手，所述扶手安装在所述车身框架上。