

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101361692 B

(45) 授权公告日 2010.09.08

(21) 申请号 200810137092.2

(22) 申请日 2008.09.11

(73) 专利权人 哈尔滨工程大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区南通大街145号1号楼哈尔滨工程大学科技处知识产权办公室

(72) 发明人 张立勋 王康 杨勇

(51) Int. Cl.

A61H 3/04 (2006.01)

审查员 黄良炯

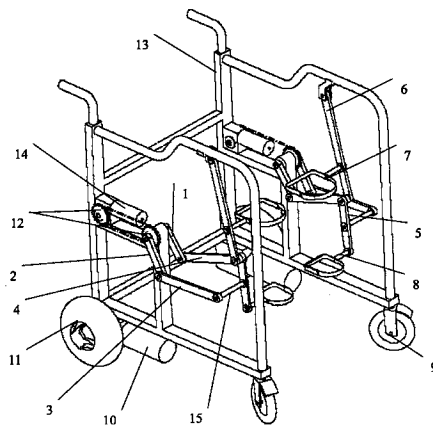
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 4 页

(54) 发明名称

六杆仿人步态助力行走机构

(57) 摘要

本发明提供了一种六杆仿人步态助力行走机构。包括车体、安装在车体底部的驱动轮和万向轮、安装在车体上并与驱动轮相连的驱动轮电机；车体的左右两侧各有一套单自由度的六杆机构和杆机构驱动装置；杆机构驱动装置包括杆驱电机、主动链轮、从动链轮和链条；所述的单自由度的六杆机构包括：短曲柄杆、长曲柄杆、连杆 I、连杆 II、大腿杆和小腿杆。当杆驱电机驱动曲柄转动时，六杆机构将按照特定的规律运动，使得大腿杆和小腿杆上的约束杆件约束患者大小腿以接近自然步态的规律运动，同时驱动轮驱动车体以行走速度移动，使肢体障碍者按照正常人的步态轨迹行走。结构简单，可控性好，成本低廉。



1. 一种六杆仿人步态助力行走机构,包括车体、安装在车体底部的驱动轮和万向轮、安装在车体上并与驱动轮相连的驱动轮电机;其特征是:车体的左右两侧各有一套单自由度的六杆机构和杆机构驱动装置;所述的杆机构驱动装置包括固定在车体上的杆驱电机,由与杆驱电机相连的主动链轮、通过从动链轮轴安装在车体上的从动链轮和连接于主动链轮与从动链轮之间的链条组成的链轮传动机构;所述的单自由度的六杆机构包括:成一定的角度相对位置固定在从动链轮轴上的短曲柄杆和长曲柄杆,与短曲柄杆铰接的连杆 I,与长曲柄杆铰接的连杆 II,一端铰接在车体上、另一端与连杆 I 铰接的大腿杆,一端与连杆 I 和长腿杆铰接、中间通过连轴与连杆 II 铰接的小腿杆,大腿杆和小腿杆上分别配置有大腿约束件和小腿约束件。

2. 根据权利要求 1 所述的六杆仿人步态助力行走机构,其特征是:短曲柄杆与长曲柄杆之间的夹角 $\theta = 8^\circ$

3. 根据权利要求 2 所述的六杆仿人步态助力行走机构,其特征是:大腿杆和车体形成的转动铰链与长曲柄杆和短曲柄杆和车体形成的转动铰链之间的连线,与竖直方向的夹角为 $\alpha = 32^\circ$ 。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的六杆仿人步态助力行走机构,其特征是:短曲柄杆长度 l_1 、长曲柄杆长度 l_2 、连杆 I 长度 l_3 、连杆 II 长度 l_4 、小腿杆的两个铰接点之间的长度 l_5 、大腿杆长度 l_6 以及从动链轮轴与大腿杆与车体的铰接点之间的长度 l_7 的长度比满足:

$$L/l_1 = [1, 1.167, 2.333, 2.333, 0.833, 3.333, 3.75]^T$$

$$L = [l_1 \ l_2 \ l_3 \ l_4 \ l_5 \ l_6 \ l_7]^T。$$

5. 根据权利要求 3 所述的六杆仿人步态助力行走机构,其特征是:短曲柄杆长度 l_1 、长曲柄杆长度 l_2 、连杆 I 长度 l_3 、连杆 II 长度 l_4 、小腿杆的两个铰接点之间的长度 l_5 、大腿杆长度 l_6 以及从动链轮轴与大腿杆与车体的铰接点之间的长度 l_7 的长度比满足:

$$L/l_1 = [1, 1.167, 2.333, 2.333, 0.833, 3.333, 3.75]^T$$

$$L = [l_1 \ l_2 \ l_3 \ l_4 \ l_5 \ l_6 \ l_7]^T。$$

六杆仿人步态助力行走机构

(一) 技术领域

[0001] 本发明涉及一种助力行走机构,特别是一种运用六杆机构模拟正常人步态轨迹的助力行走机构。

(二) 背景技术

[0002] 随着科技进步和人民生活水平的提高,我国和世界上许多国家一样,正在步入老龄化。在老龄人群中大量的脑血管疾病或神经系统疾病患者,这类患者多伴偏瘫或截瘫症状,导致下肢肢体运动障碍;另外,还有由于交通事故等其它原因导致的下肢肢体障碍患者人数也居多。一种可以辅助人体行走的器械可以满足该部分人群的需求,而助力行走机构是该类器械的关键部分。

[0003] 正常人步行行走时,一侧足跟着地至同侧足跟再次着地为一个步行周期。一个步行周期又分为两个时期,即支撑期和摆动期。为使患者行走接近自然步态,该机构应该能够保证支撑期稳定和摆动期接近运动规律,即机构运动规律可以约束患者下肢实现正常人步态轨迹。

[0004] 目前,在国内外现有技术中,腿部助力机构主要是通过髋关节处和膝关节处各安装驱动装置,然后通过特定的控制技术协调控制两自由度来实现患者的自然步态。如中国专利申请号 200710171696.4 的专利文件中公开的下肢康复自动步态矫正器,该发明涉及一种下肢康复自动步态矫正器。它包括大腿构件和小腿构件,一个 U 型架的两端铰链大腿构件,大腿构件铰链小腿构件;U 型架和两大腿构件与电动线性驱动器的两端铰连,铰链处有编码器;大腿构件和小腿构件与另一个电动线性驱动器的两端铰连,铰链处有编码器。训练期间,患者穿戴下肢外骨骼步态矫正器,引导患者腿运动,利用传感器实时测量关节角和力矩大小,以实现自然步态。该类技术的缺点是驱动装置较多,体积庞大,控制技术复杂,成本较高。

(三) 发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种结构简单,可控性好,成本低廉的六杆仿人步态助力行走机构。

[0006] 本发明的目的是这样实现的:

[0007] 六杆仿人步态助力行走机构的组成包括车体、安装在车体底部的驱动轮和万向轮、安装在车体上并与驱动轮相连的驱动轮电机;车体的左右两侧各有一套单自由度的六杆机构和杆机构驱动装置;所述的杆机构驱动装置包括固定在车体上的杆驱电机,由与杆驱电机相连的主动链轮、通过从动链轮轴安装在车体上的从动链轮和连接于主动链轮与从动链轮之间的链条组成的链轮传动机构;所述的单自由度的六杆机构包括:成一定的角度相对位置固定在从动链轮轴上的短曲柄杆和长曲柄杆,与短曲柄杆铰接的连杆 I,与长曲柄杆铰接的连杆 II,一端铰接在车体上、另一端与连杆 I 铰接的大腿杆,一端与连杆 I 和大腿杆铰接、中间通过连轴与连杆 II 铰接的小腿杆。

[0008] 本发明还可以包括：

[0009] 1、大腿杆和小腿杆上分别配置有大腿约束件和小腿约束件。

[0010] 2、短曲柄杆与长曲柄杆之间的夹角 $\theta = 8^\circ$

[0011] 3、大腿杆和车体形成的转动铰链与长曲柄杆和短曲柄杆和车体形成的转动铰链之间的连线，与垂直方向的夹角为 $\alpha = 32^\circ$ 。

[0012] 4、短曲柄杆长度 l_1 、长曲柄杆长度 l_2 、连杆 I 长度 l_3 、连杆 II 长度 l_4 、小腿杆的两个铰接点之间的长度 l_5 、大腿杆长度 l_6 以及从动链轮轴与大腿杆与车体的铰接点之间的长度 l_7 的长度比满足：

[0013] $L/l_1 = [1, 1.167, 2.333, 2.333, 0.833, 3.333, 3.75]^T$

[0014] $L = [l_1 \ l_2 \ l_3 \ l_4 \ l_5 \ l_6 \ l_7]^T$ 。

[0015] 短曲柄杆和长曲柄杆构成的铰链轴上设置有驱动装置，该装置由安装在车体上的杆驱电机驱动和链轮传动机构传动，两曲柄成一定的角度，相对位置固定；大腿杆和小腿杆上分别配置有大腿约束件和小腿约束件，以约束大小腿的运动规律；车体底部装有驱动轮电机和驱动轮以及万向轮。

[0016] 当杆驱电机驱动曲柄转动时，六杆机构将按照特定的规律运动，同时驱动轮驱动车体以行走速度移动，这样大腿杆和小腿杆上的约束杆件约束患者以接近自然步态的规律行走。

[0017] 为使大小腿相对运动规律及其踝关节的运动运动轨迹竟可能接近理想步态，本发明通过优化设计确定了设计变量。

[0018] 结合图 3 和图 4，由于人体的大腿和小腿长度约为 400mm 左右，当取 $l_7 = l_8 = 400\text{mm}$ 时，曲柄杆旋转一周，小腿杆末端 H 点可以绘制出如图 4 所示的轨迹，该轨迹与正常人步态的踝关节处的轨迹曲线非常相似，而与人体正常行走各个时期相对应的步态分析图例如图 5 所示，这表明该六杆机构可以很好的模拟正常人的步态轨迹，由于该行走机构是由单自由度的六杆机构实现步态轨迹的拟合，所以只需要一个驱动力即可满足功能的实现，结构简单，可控性好，成本低廉。

（四）附图说明

[0019] 图 1 是本发明的整体机构三维示意图。

[0020] 图 2 是本发明的整体结构主视图。

[0021] 图 3 是对六杆机构进行优化设计时的变量示意图。

[0022] 图 4 是大腿杆和小腿杆长度都等于 400mm 时，小腿杆末端 H 点（相当于人体的踝关节）的运动轨迹。

[0023] 图 5 是六杆助力行走机构实现的仿人步态分析。

（五）具体实施方式

[0024] 下面结合附图举例对本发明做更详细地描述：

[0025] 本发明主要由杆机构驱动装置和单自由度的六杆机构组成，同时基于可移动的车体实现助力行走的功能。

[0026] 结合图 1 和图 2，可移动车体由驱动轮电机 10、驱动轮 11、万向轮 9 和车体 13 组

成,车体由驱动轮驱动自由移动,通过驱动轮的差速实现左右拐弯。

[0027] 杆机构驱动装置主要由杆驱动电机 14、链轮机构 12(包括链轮、链条)组成,杆驱动电机与车体固连在一起,驱动主动链轮,通过链传动把扭矩传递给六杆机构。

[0028] 单自由度六杆机构包括短曲柄杆 1、长曲柄杆 2、连杆 I 4、连杆 II 3、大腿杆 6、小腿杆 5、连轴 15 及其其他铰链轴;短曲柄杆和长曲柄杆成 θ 角度与从动链轮固连,可由杆驱动装置驱动转动。同时该六杆机构的各杆件的角度位置和长度满足以下关系:(如图 3 所示)

[0029] 大腿杆、曲柄杆和车体分别形成的转动铰链之间的连线与竖直方向的夹角为 $\alpha = 32^\circ$;短曲柄杆与长曲柄杆之间的夹角 $\theta = 8^\circ$ 。

[0030] 各杆长比:

[0031] $L/l_1 = [1, 1.167, 2.333, 2.333, 0.833, 3.333, 3.75]^T$

[0032] $L = [l_1 \ l_2 \ l_3 \ l_4 \ l_5 \ l_6 \ l_7]^T$

[0033] 其中:

[0034] $l_1 \sim l_7$ 分别表示六杆机构的杆长。

[0035] 大腿杆和小腿杆上分别配置有大腿约束件 7 和小腿约束件 8,以约束大小腿的运动规律。当杆驱动电机 14 驱动曲柄转动时,六杆机构将按照特定的规律运动,同时驱动轮 11 驱动车体以行走速度移动,这样大腿杆和小腿杆上的约束杆件约束患者以接近自然步态的轨迹运动,如图 4 和图 5 分别为 $l_7 = l_8 = 400\text{mm}$ 时,小腿杆末端(相当于人体踝关节处)的轨迹和与人体行走时相对应的步态图例,这些都表明该助力行走机构实现了辅助肢体障碍者助力行走的功能。

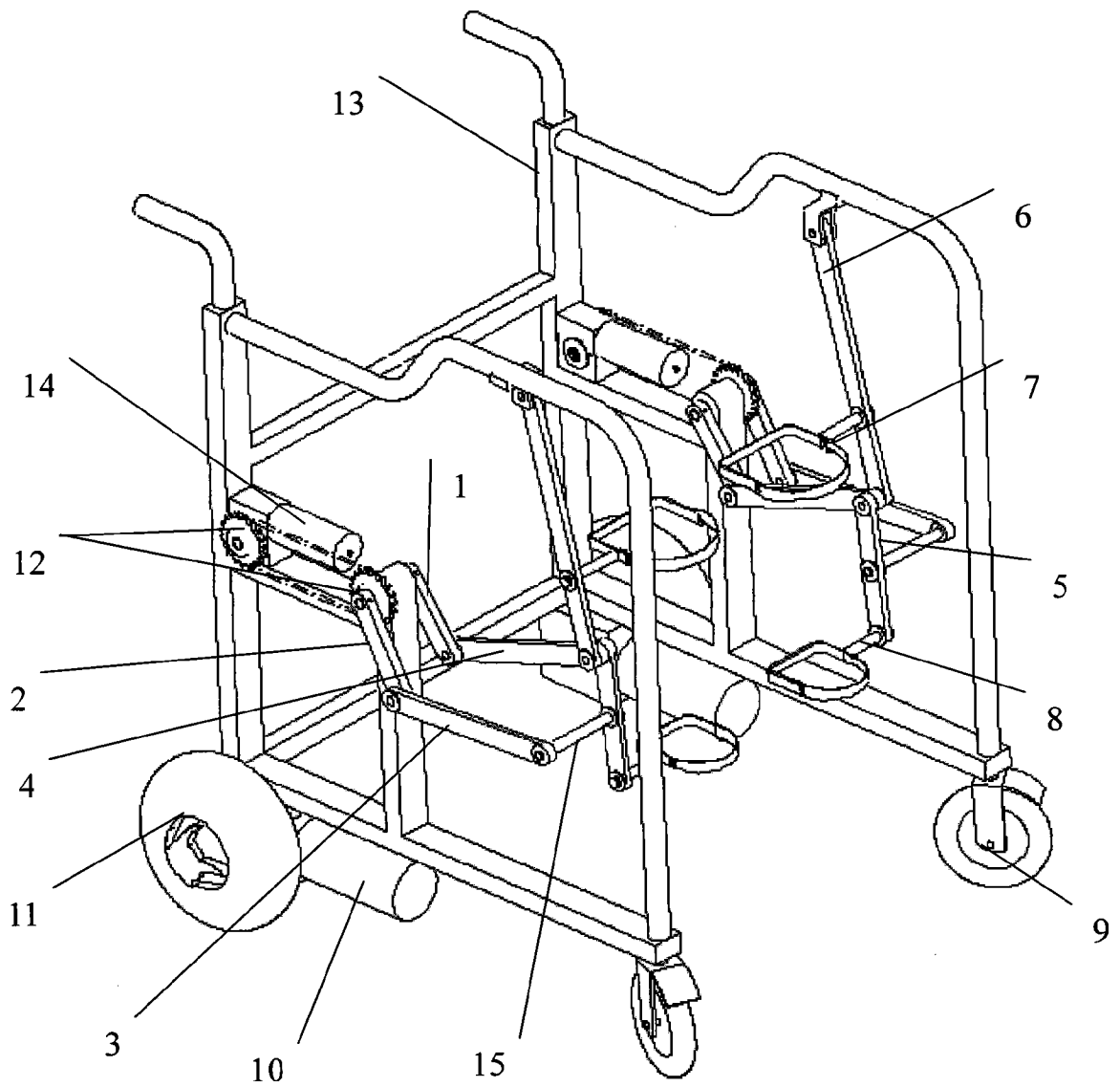


图 1

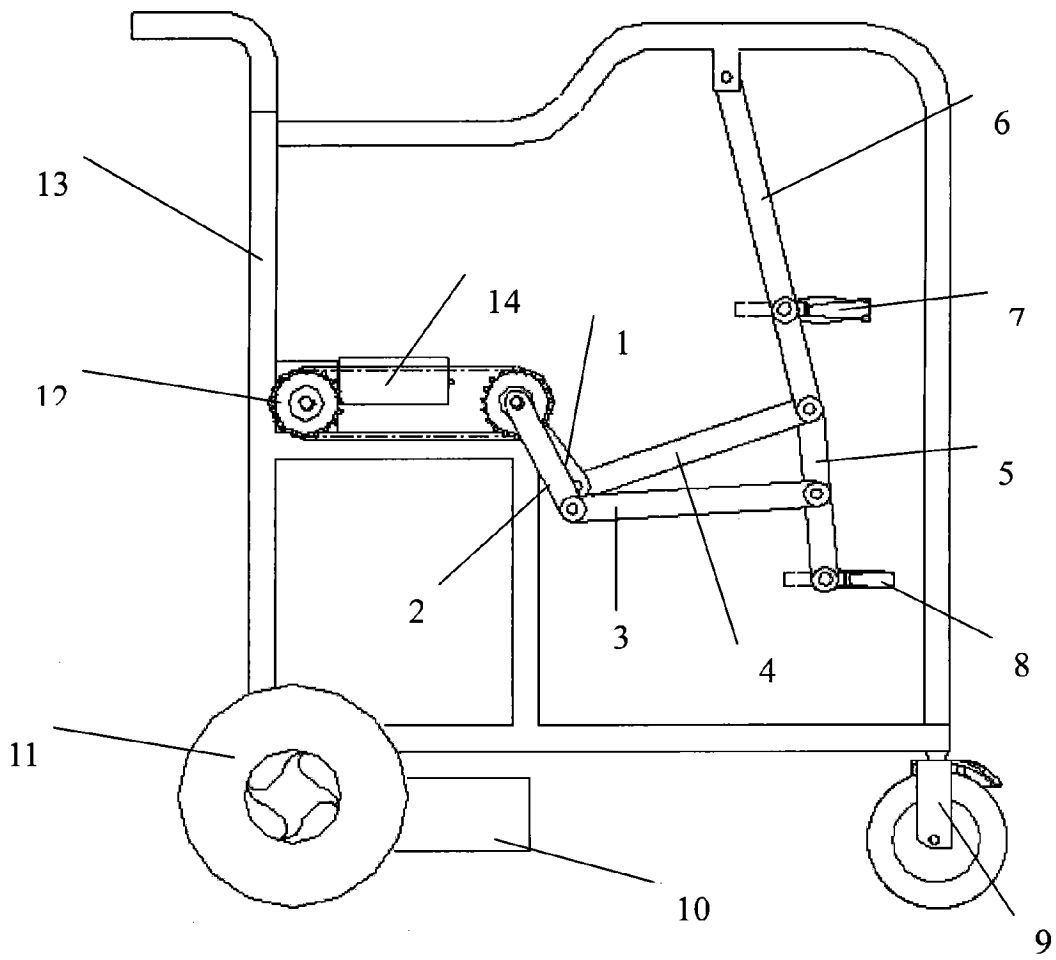


图 2

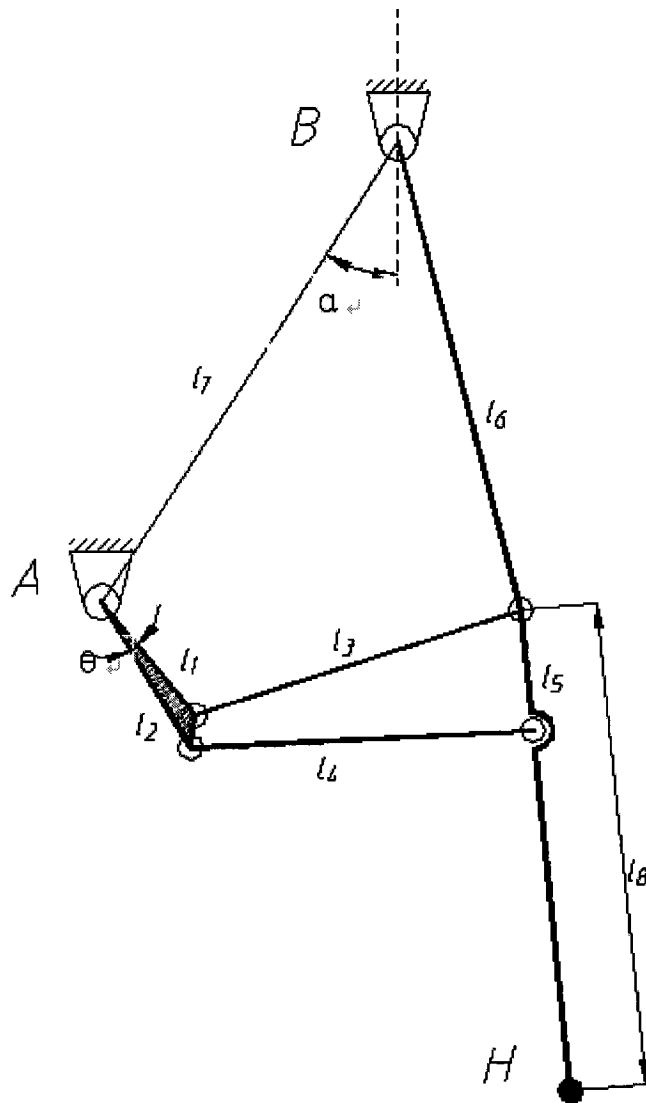


图 3

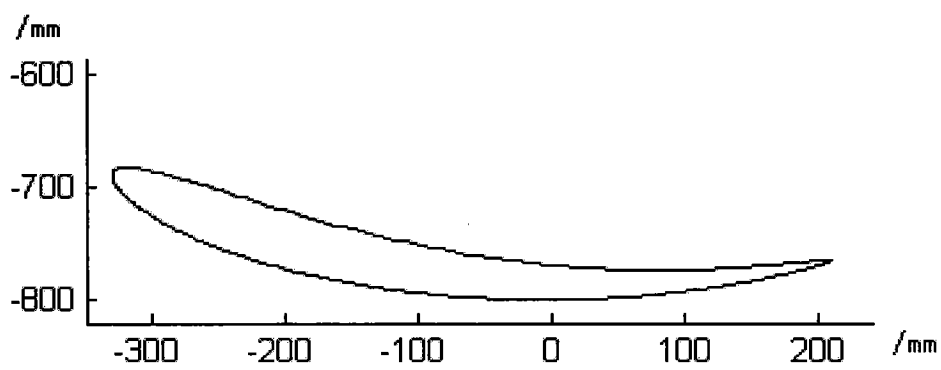


图 4

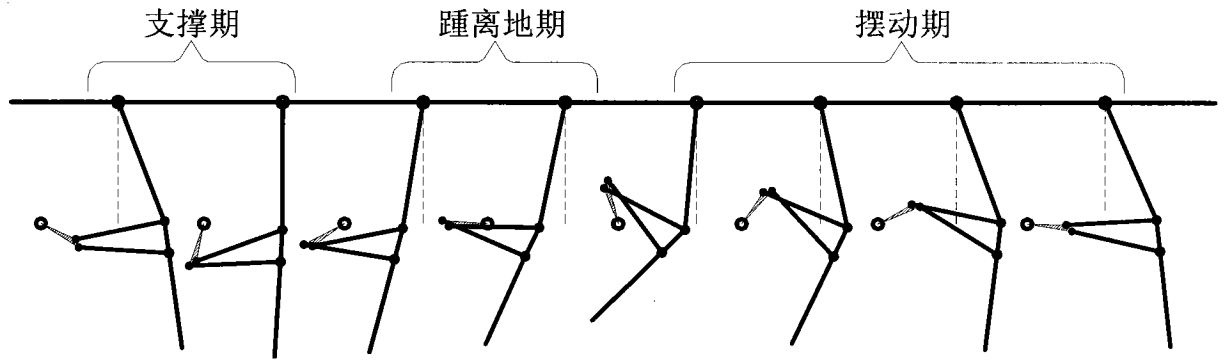


图 5