



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101746431 A

(43) 申请公布日 2010.06.23

(21) 申请号 201010119211.9

(22) 申请日 2010.02.03

(71) 申请人 常爱军

地址 226691 江苏省海安县白甸镇周垛村朱  
南3组105号

(72) 发明人 常爱军

(51) Int. Cl.

B62D 57/032 (2006.01)

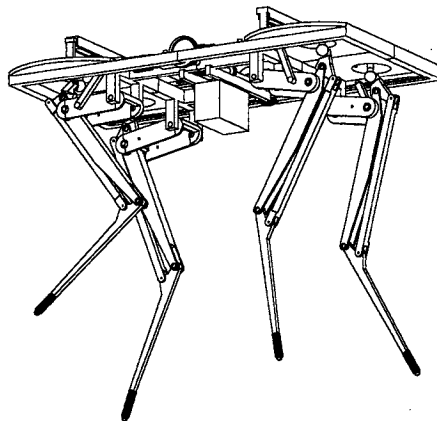
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 8 页

### (54) 发明名称

一种可以由内燃机刚性传递驱动力的四足步行机器人

### (57) 摘要

本发明是在现有多足机器人研究成果下,寻找一种现行汽车、坦克、拖拉机的动力技术与现代电脑、机器人技术相结合的高效行走方式,从而建立一种复合驱动方式,由内燃机通过凸轮刚性提供驱动力,由伺服液压驱动器提供转向动力和调节平衡姿态的四足步行机器人平台;机器人在平坦道路上直行时99%以上的驱动力是由内燃机刚性提供的,当遇有凹凸不平的路面或转向时通过液压驱动系统完成调节平衡姿态和转向的任务;它不仅可以减小液压驱动系统的功率,降低液压驱动系统的使用频率,延长使用寿命,机器人还可以完整模仿自然界中四足动物,实现连贯、圆滑、平稳、强劲有力、高效的行走,在复杂的环境中能够长时间连续工作。



1. 一种可以由内燃机刚性传递驱动力的四足步行机器人,其特征在于:包括有方框机架 100,在该方框机架四个角上设有四个腿单元,每个腿单元通过竖直方向运动机构和其腿机构顶部的水平运动机构与该方框机架连接,设计在该方框机架上的燃油动力系统通过复合驱动机构与每个腿单元上的水平运动机构和竖直方向运动机构分别连接。

2. 如权利要求 1 所述一种可以由内燃机刚性传递驱动力的四足步行机器人,其特征在于:所述水平运动机构包括固定在机架上的托盘 18 以及滑行在托盘上的滑盘 7,所述滑盘 7 为圆形盖状,其中心朝下固定一球铰 6,所述托盘 18 中部开一孔,滑盘 7 盖在托盘 18 中部孔上,球铰 6 穿过孔,球铰 6 可以在孔中设定范围内水平移动。

3. 如权利要求 1 和 2 所述一种可以由内燃机刚性传递驱动力的四足步行机器人,其特征在于:所述腿机构由小腿 2、连杆 3、大腿 4、上摇臂 5 相互铰链连接组成活动的平行四边形结构,上摇臂 5 上端与滑盘 7 通过所述球铰 6 铰接,所述竖直方向运动机构由铰链连接在方框机架 100 上的山字轴摆动机架 13、支撑杆 12、山字轴 14 组成,支撑杆 12 与山字轴摆动机架 13 铰链连接,另一端滑行在机架滑槽 20 中,山字轴 14 为十字轴万向节中的十字轴的变形体,其实际功能与十字轴万向节相同,大腿 4 通过山字轴 14 与山字轴摆动机架 13 铰接,大腿 4 的万向节铰链连接点、上摇臂上端球铰 6 中心点、大腿 4 与上摇臂 5 的铰链连接点此三点连线组成的三角形 A,大腿 4 的万向节铰链连接点、大腿 4 与小腿 2 的铰链连接点、小腿 2 末端点此三点连线组成的三角形 B,大腿 4 的万向节铰链连接点的选择满足所述三角形 A 相似于三角形 B。

4. 如权利要求 1 所述一种可以由内燃机刚性传递驱动力的四足步行机器人,其特征在于:该方框机架 100 上的燃油动力系统由内燃机 01 通过无级变速机构输出驱动力带动凸轮轴 02 构成。

5. 如权利要求 1 和 4 所述一种可以由内燃机刚性传递驱动力的四足步行机器人,其特征在于:所述复合驱动机构由滑块铰链连接液压传动系统的液压缸构成,复合驱动机构连接于凸轮轴 02 与各个腿单元之间。

6. 如权利要求 1 和 5 所述一种可以由内燃机刚性传递驱动力的四足步行机器人,其特征在于:所述液压传动系统包含调节上下运动液压缸 11、左右运动液压缸 9 和调节前后运动液压缸 8,调节前后运动液压缸 8 一端和滑块 10 铰链连接,另一端铰链连接在滑盘 7 中心,调节上下运动液压缸 11 一端和滑块 23 固定连接,另一端和机架滑槽 20 中的支撑杆 12 上端铰链连接,左右运动液压缸 9 在机架压槽 19 内,通过导槽滚轮 16 与前后运动液压发动机的导槽 17 相互连接。

7. 如权利要求 3 所述一种可以由内燃机刚性传递驱动力的四足步行机器人,其特征在于:所述小腿 2 末端安装三维传感器,可以感知机械腿的落地情况。

8. 如权利要求 5 所述一种可以由内燃机刚性传递驱动力的四足步行机器人,其特征在于:所述液压缸为伺服液压缸。

9. 如权利要求 1 和 6 所述一种可以由内燃机刚性传递驱动力的四足步行机器人,其特征在于:行驶过程中液压传动系统无需工作的情况下,凸轮轴 02 通过复合驱动机构驱动各个腿单元,带动机器人做前后匀速直线运动,当遇有凹凸不平的路面时,调节上下运动液压缸 11 调整上下运动姿态,当遇有转向时,由左右运动液压缸 9 通过导槽滚轮 16 驱动调节前后运动液压缸 8 上的导槽 17,驱动腿机构左右运动,调节机器人左右运动姿态,与此同步进

行的调节前后运动液压缸 8 调节前后运动姿态,完整模仿自然界中四足动物的行走。

## 一种可以由内燃机刚性传递驱动力的四足步行机器人

### 技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种机器人结构,具体的说是一种多足机器人结构。

### 背景技术

[0002] 机器人或车辆的移动方式主要有轮式、履带式、跨步式和混合式。其中轮式、履带式的移动方式受到环境的限制,工作范围较小。跨步行走的步行机器人或者车辆取代轮式、履带式机器人或者车辆能够完成一些复杂环境的工作,还可以节约能源;已经越来越需要多足步行车辆或机器人满足人们的特殊需要,提高运输工具在崎岖道路或者无路的情况下的通过能力,或者从事一些人体自身无法完成的工作,从古代的“木牛流马”到现代美国波士顿动力公司研制出了一种名叫“大狗”的四脚行走的机器人,这是为美国军方所设计的专门用来负重运输的机器人,多脚行走的机器人越来越受到各国的科学界的重视。

[0003] 目前,多足步行车辆或机器人大都采用多只电动马达驱动或者液压驱动,完全依赖多只电动马达驱动的机器人,自重大,其动能是通过电能转化而来,能源利用率低,电能是电池提供的,实际运行过程中不能长时间连续工作,完全依赖液压驱动能源利用率同样低,自重大;现有跨步行驶的多足步行车辆存在以下共同缺点:(一)、实际运行过程中传动效率低;(二)、实际运行过程中动力不足;(三)、不能完整模仿自然界中的四足动物,实现连贯、圆滑、平稳地行走。(四)、能源补给不方便,实际运行过程中不能长时间连续工作。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是在现有机器人技术的基础上,提供一种可以由内燃机通过凸轮传动机构直接刚性传递驱动力,由液压驱动系统提供转向动力和调整平衡姿态的四足步行机器人。

[0005] 为了解决上述现有技术中的问题,本发明采用如下技术方案:

[0006] 一种可以由内燃机刚性传递驱动力的四足步行机器人,其特征在于:包括有方框机架,在该方框机架四个角上设有四个腿单元,每个腿单元通过竖直方向运动机构和其腿机构顶部的水平运动机构与该方框机架连接,设计在该方框机架上的燃油动力系统通过复合驱动机构与每个腿单元上的水平运动机构和竖直方向运动机构分别连接。

[0007] 如上所述一种可以由内燃机刚性传递驱动力的四足步行机器人,其特征在于:所述水平运动机构包括固定在机架上的托盘以及滑行在托盘上的滑盘,所述滑盘为圆形盖状,其中心朝下固定一球铰,所述托盘中部开一孔,滑盘盖在托盘中部孔上,球铰穿过孔,球铰可以在孔中设定范围内水平移动。

[0008] 如上所述一种可以由内燃机刚性传递驱动力的四足步行机器人,其特征在于:所述腿机构由小腿、连杆、大腿、上摇臂相互铰链连接组成活动的平行四边形结构,上摇臂上端与滑盘通过所述球铰铰接,所述竖直方向运动机构由铰链连接在方框机架上的山字轴摆动机架、支撑杆、山字轴组成,支撑杆与山字轴摆动机架铰链连接,另一端滑行在机架滑槽中,山字轴为十字轴万向节中的十字轴的变形体,其实际功能与十字轴万向节相同,大腿通

过山字轴与山字轴摆动机架铰接,大腿的万向节铰链连接点、上摇臂上端铰球中心点、大腿与上摇臂的铰链连接点此三点连线组成的三角形 A,大腿的万向节铰链连接点、大腿与小腿的铰链连接点、小腿末端点此三点连线组成的三角形 B,大腿的万向节铰链连接点的选择满足所述三角形 A 相似于三角形 B。

[0009] 如上所述一种可以由内燃机刚性传递驱动力的四足步行机器人,其特征在于:该方框机架上的燃油动力系统由内燃机通过无级变速机构输出驱动力带动凸轮轴构成。

[0010] 如上所述一种可以由内燃机刚性传递驱动力的四足步行机器人,其特征在于:所述复合驱动机构由滑块铰链连接液压传动系统的液压缸构成,复合驱动机构连接于凸轮轴与各个腿单元之间。

[0011] 如上所述一种可以由内燃机刚性传递驱动力的四足步行机器人,其特征在于:所述液压传动系统包含调节上下运动液压缸、左右运动液压缸和调节前后运动液压缸,调节前后运动液压缸一端和滑块铰链连接,另一端铰链连接在滑盘中心,调节上下运动液压缸一端和滑块固定连接,另一端和机架滑槽中的支撑杆上端铰链连接,左右运动液压缸在机架压槽内,通过导槽滚轮与前后运动液压缸的导槽相互连接。

[0012] 如上所述一种可以由内燃机刚性传递驱动力的四足步行机器人,其特征在于:所述小腿末端安装三维传感器,可以感知机械腿的落地情况。

[0013] 如上所述一种可以由内燃机刚性传递驱动力的四足步行机器人,其特征在于:所述液压缸为伺服液压缸。

[0014] 如上所述一种可以由内燃机刚性传递驱动力的四足步行机器人,其特征在于:行驶过程中液压传动系统无需工作的情况下,凸轮轴通过复合驱动机构驱动各个腿单元,带动机器人做前后匀速直线运动,当遇有凹凸不平的路面时,调节上下运动液压缸调整上下运动姿态,当遇有转向时,由左右运动液压缸通过导槽滚轮驱动调节前后运动液压缸上的导槽,驱动腿机构左右运动,调节机器人左右运动姿态,与此同步进行的调节前后运动液压缸调节前后运动姿态,完整模仿自然界中四足动物的行走。

[0015] 一种可以由内燃机刚性传递驱动力的四足步行机器人是模仿自然界中的如马、牛、羊、猪、狗之类的四足行走动物设计的;腿机构的平行四边形结构与水平运动机构、竖直运动机构一起构成平行四边形放大体系;通过腿机构把步行足的运动分成三维运动即前后运动、左右运动和上下运动的组合,通过平行四边形放大体系把来自传动机构的上下力矩、前后力矩、左右力矩传递到步行足的末端,形成三维运动的组合;机器人在水平路面上直线行驶时,燃油动力系统可以通过凸轮传动装置,直接向步行足传递前后运动的力矩和上下运动的力矩;每条步行足的末端都装有三维传感器,感知步行足的落地情况,当遇有凹凸不平的路面时,调节上下运动液压缸调整上下运动姿态,达到机器人平稳行驶的目的,当遇有转向时,由左右运动液压缸通过导槽滚轮驱动调节前后运动液压缸上的导槽,驱动腿机构左右运动,调节机器人左右运动姿态,与此同步进行的调节前后运动液压缸调节前后运动姿态,从而达到机器人平稳、圆滑转向的目的,这样就能完整模仿自然界中的如马、牛、羊、猪、狗之类的四足动物的行走。

[0016] 本项发明的意义是:在现有多足机器人研究成果下,寻找一种现行汽车、坦克、拖拉机、摩托车的动力技术与现代电脑、机器人技术相结合的高效行走方式,从而建立一种由内燃机通过凸轮轴刚性传递驱动力,由液压传动系统提供转向动力和调节平衡姿态的四足

步行机器人平台；它可以充当武器系统、山地运输工具、农业机械的平台；考古、勘探、通讯系统的载体；步行机器人代替汽车，可以节能（有资料表明可以节省 66% -83% 的能源）；尤其是投入到社会主义新农村建设中，应用于农业机械，如喷洒农药、撒肥料，可以解放亿万农村劳动力。

[0017] 本发明的优点是：机器人的驱动力是直接由内燃机刚性提供或通过液压传动系间接提供的，便于能源补给。调节前后运动液压缸和调节左右运动液压缸工作时是驱动机器人做水平运动，无克服重力做功，是不需要大的功率，小型液压缸即可，调节上下运动液压缸工作是支撑杆位置处于极顶时工作，作用力较小，液压缸也不需大的功率，小型液压缸就可以，这样可以减轻机器人自身的重力，降低生产成本；液压传动系统可以全方位调整每条步行足的三维运动状态，使得机器人能完整模仿自然界中的四足动物，实现连贯、圆滑、平稳地行走。机器人在平坦道路直行时 99% 以上的驱动力是由内燃机通过凸轮轴刚性提供的，这样实际运行过程中提高传动效率，可以解决机器人实际运行过程中会出现动力不足的问题，同时减少液压系统的工作频率，延长液压缸的使用寿命；本发明实际运行过程中可以在复杂的环境中长途跋涉，能够长时间的、高效地、平稳地连续工作。

#### 附图说明

[0018] 图 1, 本发明的实施例整体参照图；

[0019] 图 2, 本发明的实施例等轴测视图；

[0020] 图 3, 本发明的实施例腿机构参照图（机架隐藏）；

[0021] 图 4, 本发明的实施例腿机构及其山字轴的装配示意图；

[0022] 图 5, 本发明的实施例腿单元的左视图；

[0023] 图 6, 本发明的实施例腿机构的平行四边形放大原理示意图；

[0024] 图 7, 本发明的实施例左视图；

[0025] 图 8, 本发明的实施例竖直方向运动机构局部放大视图；

[0026] 图 9, 本发明的实施例局部放大视图 A。

[0027] 三维感应器 1、小腿 2、连杆 3、大腿 4、上摇臂 5、球铰 6、滑盘 7、调节前后运动液压缸 8、左右运动液压缸 9、滑块 10、调节上下运动液压缸 11、支撑杆 12、山字轴摆动机架 13、山字轴 14、压槽滚轮 15、导槽滚轮 16、导槽 17、托盘 18、机架压槽 19、机架滑槽 20、前后运动导槽 21、滑块（上下运动机构）23、钢球 30、内燃机 01、凸轮轴 02、上下运动凸轮 03、前后运动凸轮 04、凸轮轴齿轮 05、变速机构输出齿轮 06、方框机架 100。

#### 具体实施方式

[0028] 参照附图，进一步说明本发明。

[0029] 图 1, 图 2, 图 3, 图 4, 图中所示一种可以由内燃机刚性传递驱动力的四足步行机器人（以下简称机器人）包括有方框机架 100, 在该方框机架 100 四个角上设有四个腿单元，每个腿单元通过上下运动机构和其腿机构顶部的水平运动机构与该方框机架 100 连接，设计在该方框机架 100 上的燃油动力系统通过复合驱动机构与每个腿单元上的水平运动机构和竖直方向运动机构分别连接。

[0030] 所述该方框机架 100 上的燃油动力系统由内燃机 01 通过无级变速器机构 06 输出

驱动力带动凸轮轴 02 构成。

[0031] 所述四个腿单元包含水平方向运动机构、竖直方向运动机构和腿机构。水平方向运动机构包括固定在方框机架 100 上托盘 18、钢球 30、滑行在托盘上的滑盘 7、球铰 6(或者应用三转轴相交与一点的万向节,即三维 x 轴、y 轴、z 轴)。滑盘 7 为圆形盖状,其中部朝下固定一球铰 6,所述托盘 18 中部开一孔,孔边向上凸起,以便阻止所述钢球 30 滚落,滑盘 7 盖在托盘 18 中部孔上,球铰 6 穿过圆形孔,滑盘 7 与托盘 18 之间装满钢球 30,球铰可以在圆形孔中设定范围内水平移动。

[0032] 所述退机构由大腿 4、小腿 2、连杆 3、上摇臂 5 组成,小腿 2 与大腿 4、连杆 3 分别铰链连接,大腿 4、连杆 3 与上摇臂 5 对应铰链连接,所述大腿 4、小腿 2、连杆 3、上摇臂 5 相互铰链连接组成可变形的平行四边形结构;退机构的上摇臂 5 上端与滑盘 7(即水平方向运动机构)通过所述球铰 6 铰接。

[0033] 如图 4、图 5、图 6、图 8 所示,所述竖直方向运动机构由铰链连接在方框机架 100 上的山字轴摆动机架 13、支撑杆 12、山字轴 14 组成,山字轴 14 为十字轴万向节中的十字轴的变形体,其实际功能与十字轴万向节相同,所述山字轴 14 与所述山字轴摆动机架 13、大腿 4 铰接,形成山字轴万向节,大腿 4 通过所述山字轴万向节与山字轴摆动机架 13 铰接;

[0034] 大腿 4 的万向节铰接点、上摇臂 5 上端铰球 6 中心点、大腿 4 与上摇臂 5 的铰链连接点此三点连线组成的三角形 A,大腿的万向节铰接点、大腿与小腿的铰链连接点、小腿末端点此三点连线组成的三角形 B,大腿的万向节铰接点的选择满足所述三角形 A 相似于三角形 B。

[0035] 如图 6 所示,万向节铰接点在大腿上的选择满足  $ab$  比  $de = bc$  比  $cd$ ,大腿的万向节铰接点 c、上摇臂上端铰球中心点 a、大腿与上摇臂的铰链连接点 b,三点连线组成的三角形 abc,大腿的万向节铰接点 c、大腿与小腿的铰链连接点 d、小腿末端点 e,三点连线组成的三角形 cde;由平行四边形的结构决定直线  $ab \parallel$  直线  $de$ ,角  $abc =$  角  $cde$ ,由于  $ab$  比  $de = bc$  比  $cd$ ,可以导出三角形 abc 相似于三角形 cde,而且无论角 abc 和角 cde 怎样变化,三角形 abc 还是相似于三角形 cde,可以导出  $ab$  比  $de = bc$  比  $cd = ac$  比  $ce$ ,a 点三维位移必然在 e 点得到反方向的放大三维位移。

[0036] 如图 2、图 3、图 7、图 9 所示,所述该方框机架 100 上的燃油动力系统由内燃机 01 通过无级变速机构输出驱动力带动凸轮轴 02 构成。

[0037] 所述复合驱动机构由滑块铰链连接液压传动系统的液压缸构成,复合驱动机构连接于凸轮轴 02 与各个腿单元之间。

[0038] 所述液压传动系统包含调节上下运动液压缸 11、左右运动液压缸 9 和调节前后运动液压缸 8,调节前后运动液压缸 8 的一端和滑块 10 铰链连接,另一端铰链连接在滑盘 7 中心,调节上下运动液压缸 11 一端和滑块 23 固定连接,另一端和滑槽中的支撑杆 12 上端铰链连接,左右运动液压缸 9 在机架压槽 19 内,通过导槽滚轮 15 与前后运动液压缸 8 的导槽 17 相互连接。

[0039] 所述小腿末端安装三维传感器 1,可以感知机械腿的落地情况。

[0040] 所述液压缸为伺服液压缸。

[0041] 图中实施例,是模仿自然界中的如马、牛、羊、猪、狗之类的四足行走动物设计的。腿机构的平行四边形结构与水平运动机构、竖直运动机构一起构成平行四边形放大体系,

通过腿机构把步行足的运动分成三维运动即前后运动、左右运动和上下运动的组合；通过平行四边形放大体系把来自传动机构的上下力矩、前后力矩、左右力矩传递到步行足的末端，形成三维运动的组合；

[0042] 机器人的运行过程如下：

[0043] 机器人在水平路面直线行驶时，行驶过程中液压传动系统无需工作，内燃机 01 的驱动力通过无级变速机构（与汽车、摩托车的无级变速机构相似或者相同），传递给输出齿轮 06，输出齿轮 06 与凸轮轴齿轮 05 啮合，带动凸轮轴 02 转动。

[0044] 凸轮轴 02 上的上下运动凸轮 03 通过凸轮上的设定的滑槽推动机架滑槽 20 中的滑块 23 做前后运动，滑块 23 带动固定连接其上的上下运动液压缸 11，液压缸 11 的另一端和机架滑槽 20 中支撑杆 12 上端点铰链连接，通过支撑杆 12 传递上下运动的力矩，带动摆动机架 13 上下摆动，摆动机架 13 带动山字轴 14 上下运动，通过腿机构的平行四边形放大体系将山字轴 14 的上下运动放大，驱动小腿 2 末端上下运动。

[0045] 凸轮轴 02 上的前后运动凸轮 04 通过凸轮上的设定的滑槽推动前后运动导槽 21 中的滑块 10 做前后直线运动，滑块 10 带动铰链连接其上的前后运动液压缸 8，液压缸 8 的另一端铰链连接在滑盘 7 的中心，驱动滑盘 7 水平直线运动（为了确保滑盘 7 水平直线运动，这时左右液压缸 9 的导槽滚轮 16 处于前后运动导槽 21 的直线上，使得导槽 17 与前后运动导槽 21 处于一条直线上。）滑盘 7 带动腿机构的上摇臂 5 上端做水平直线运动，通过腿机构的平行四边形放大体系将上摇臂 5 上端的水平直线运动放大，驱动小腿 2 末端水平直线运动，带动机器人前行。

[0046] 当遇有凹凸不平的路面时，调节上下运动液压缸 11 调整其自身长短，改变滑槽中支撑杆 12 上端点的位置，通过支撑杆改变上下运动的姿态，调整摆动机架 13 上下摆动状态，带动山字轴 14 的上下运动状态的改变，通过腿机构的平行四边形放大体系，调整小腿 2 末端上下运动姿态，达到保持机器人平稳行驶的目的。

[0047] 当遇有转向时，由左右运动液压缸 9 通过导槽滚轮 16 驱动调节前后运动液压缸 8 上的导槽 17，改变前后运动液压缸 8 的运动导向，驱动腿机构左右运动，调节机器人左右运动姿态，与此同步进行的调节前后运动液压缸 8 调节自身长短，带动滑盘 7，改变滑盘 7 前后运动状态，滑盘 7 带动腿机构的上摇臂 5 上端前后移动，通过腿机构的平行四边形放大体系将上摇臂 5 上端的前后位移放大，调节小腿 2 末端前后运动姿态，达到机器人完整模仿自然界中四足动物的行走的目的。



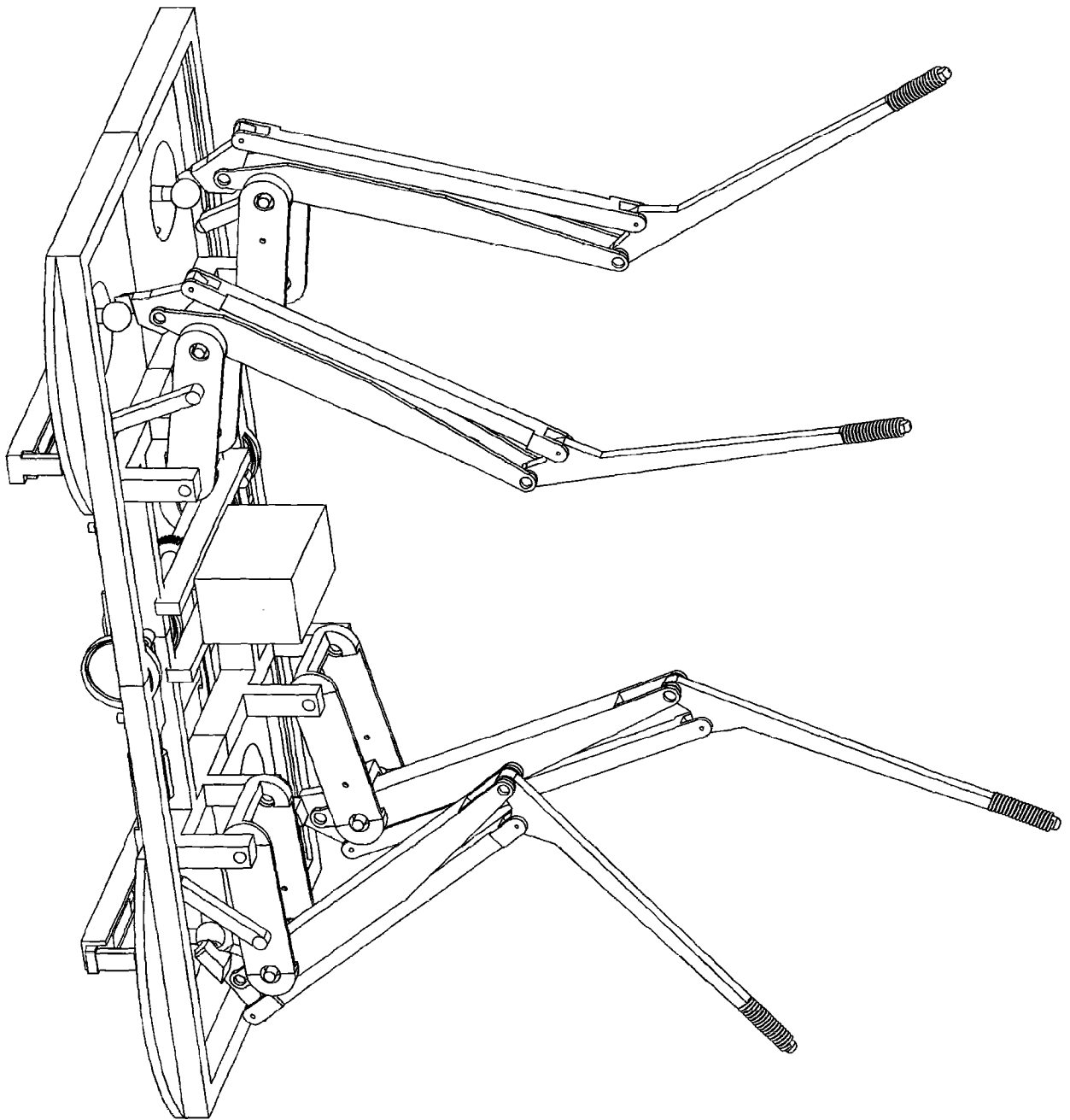


图 1

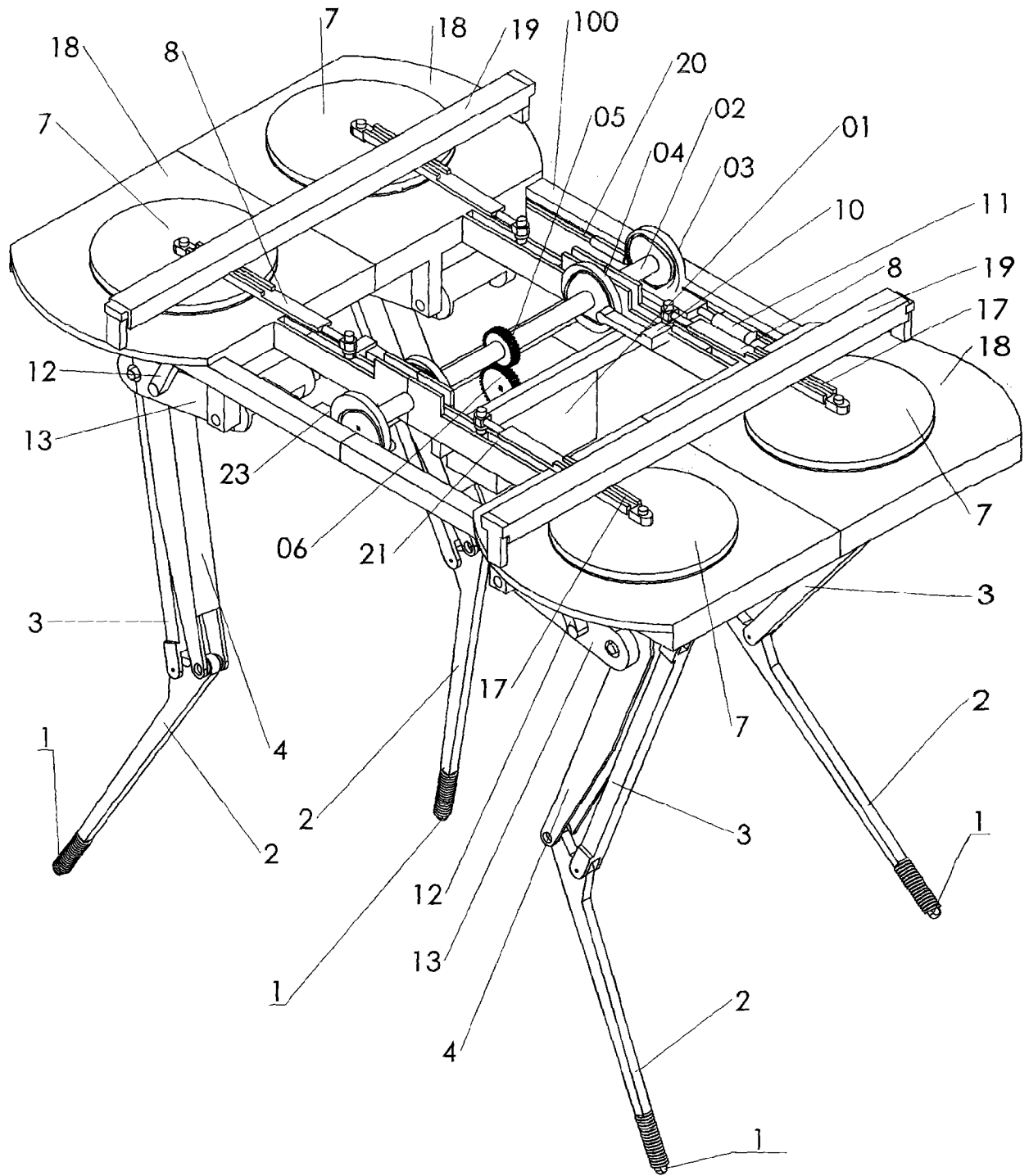


图 2

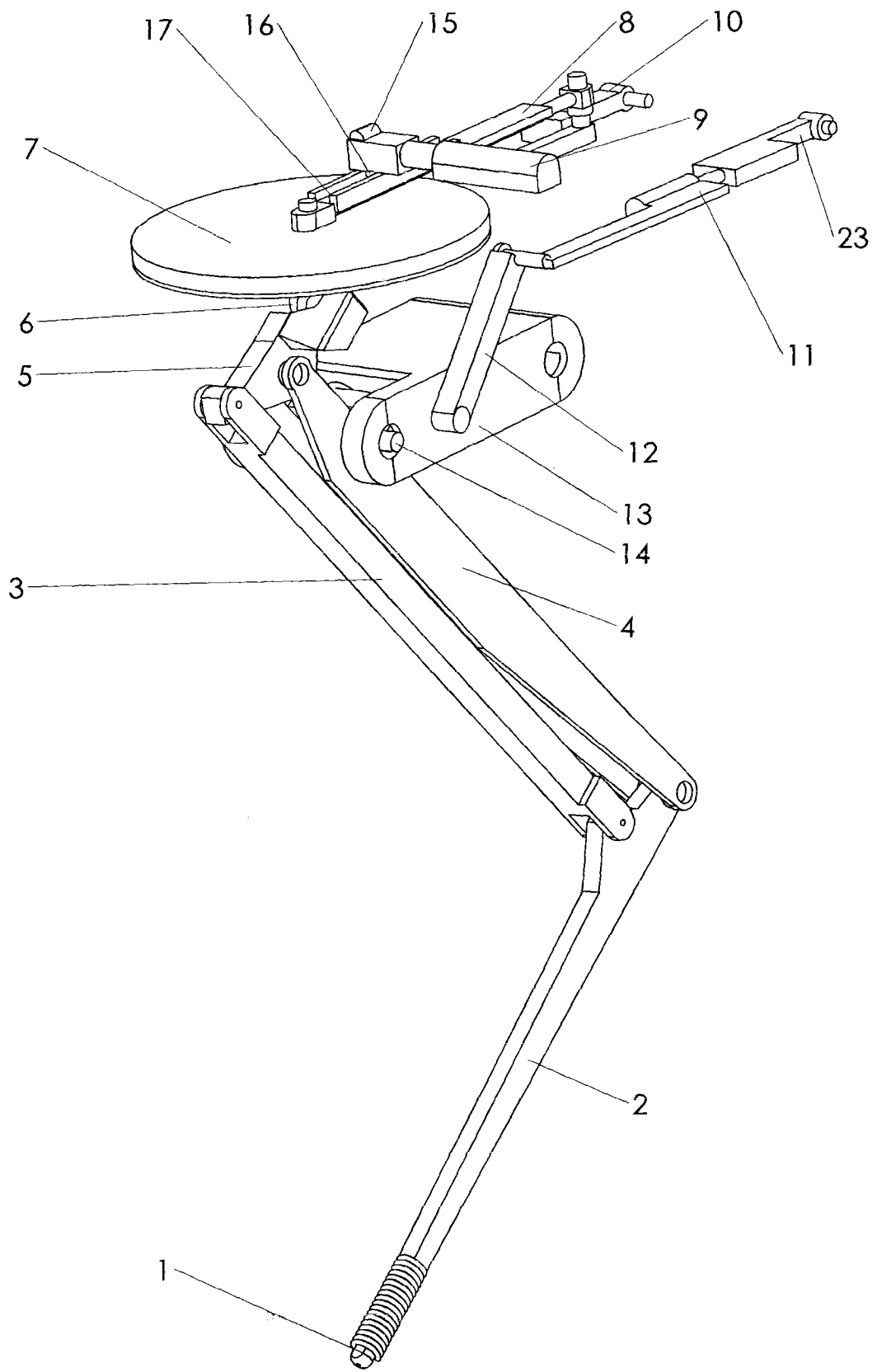


图 3

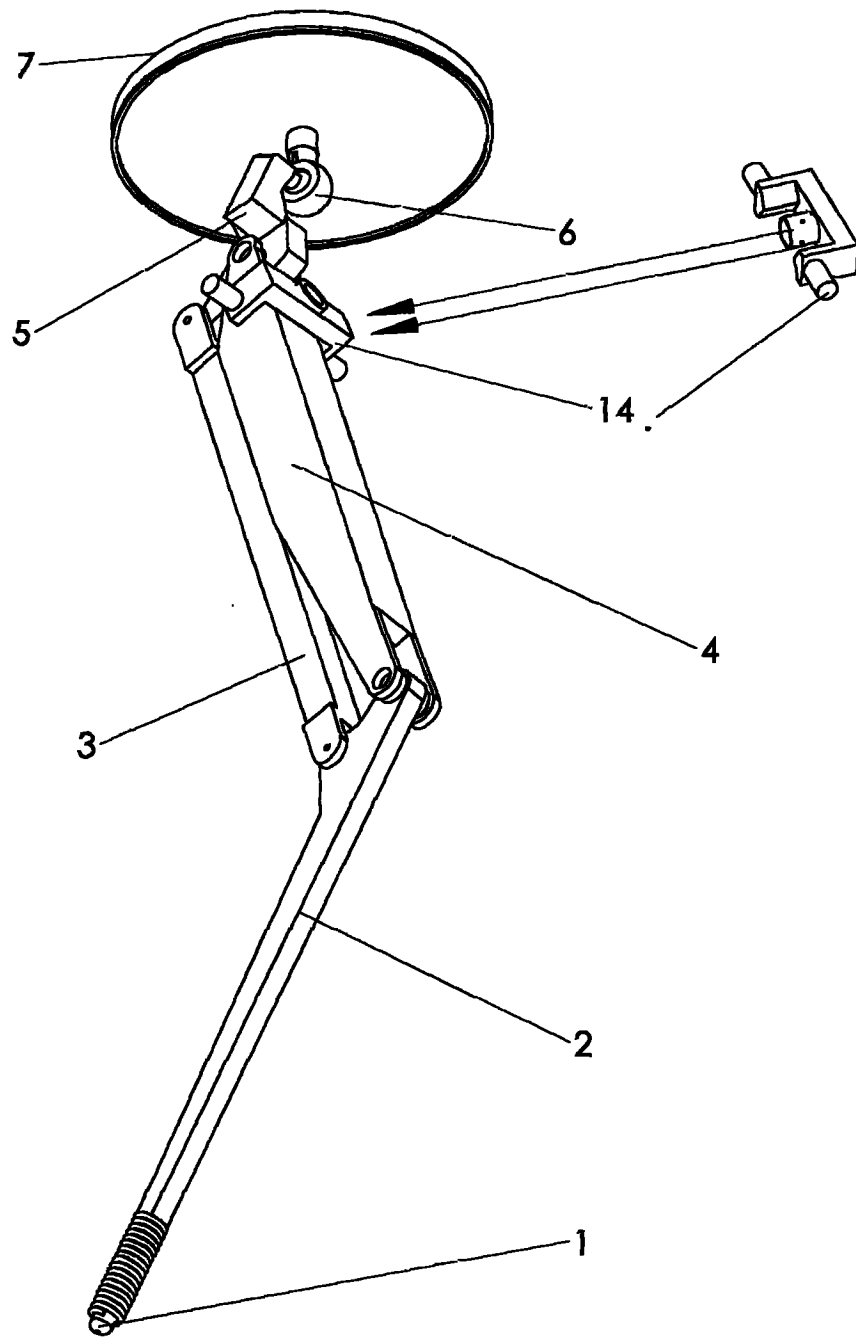


图 4

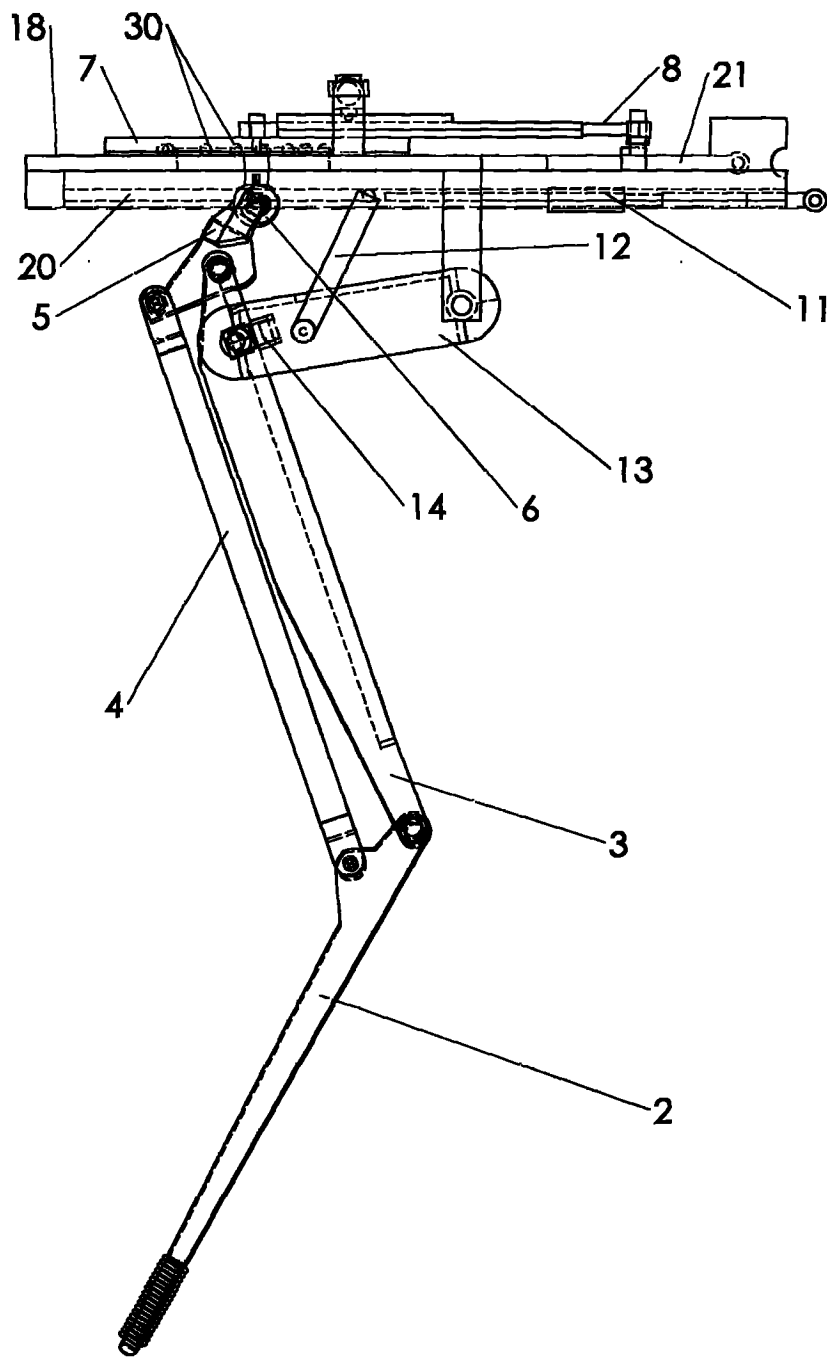


图 5

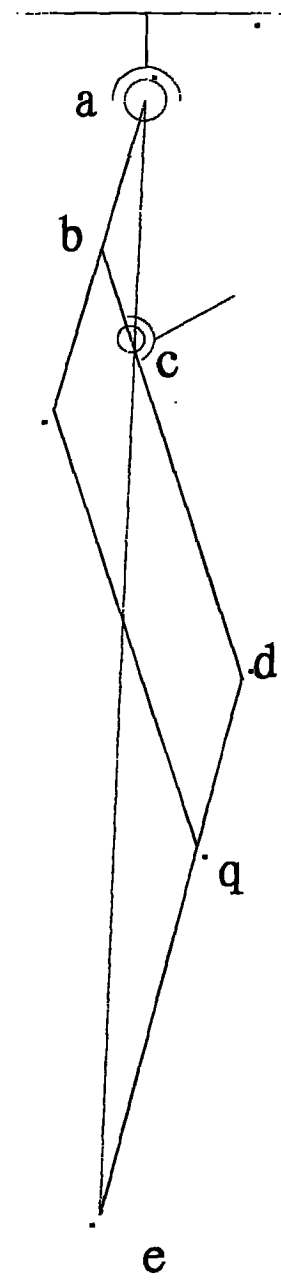


图 6

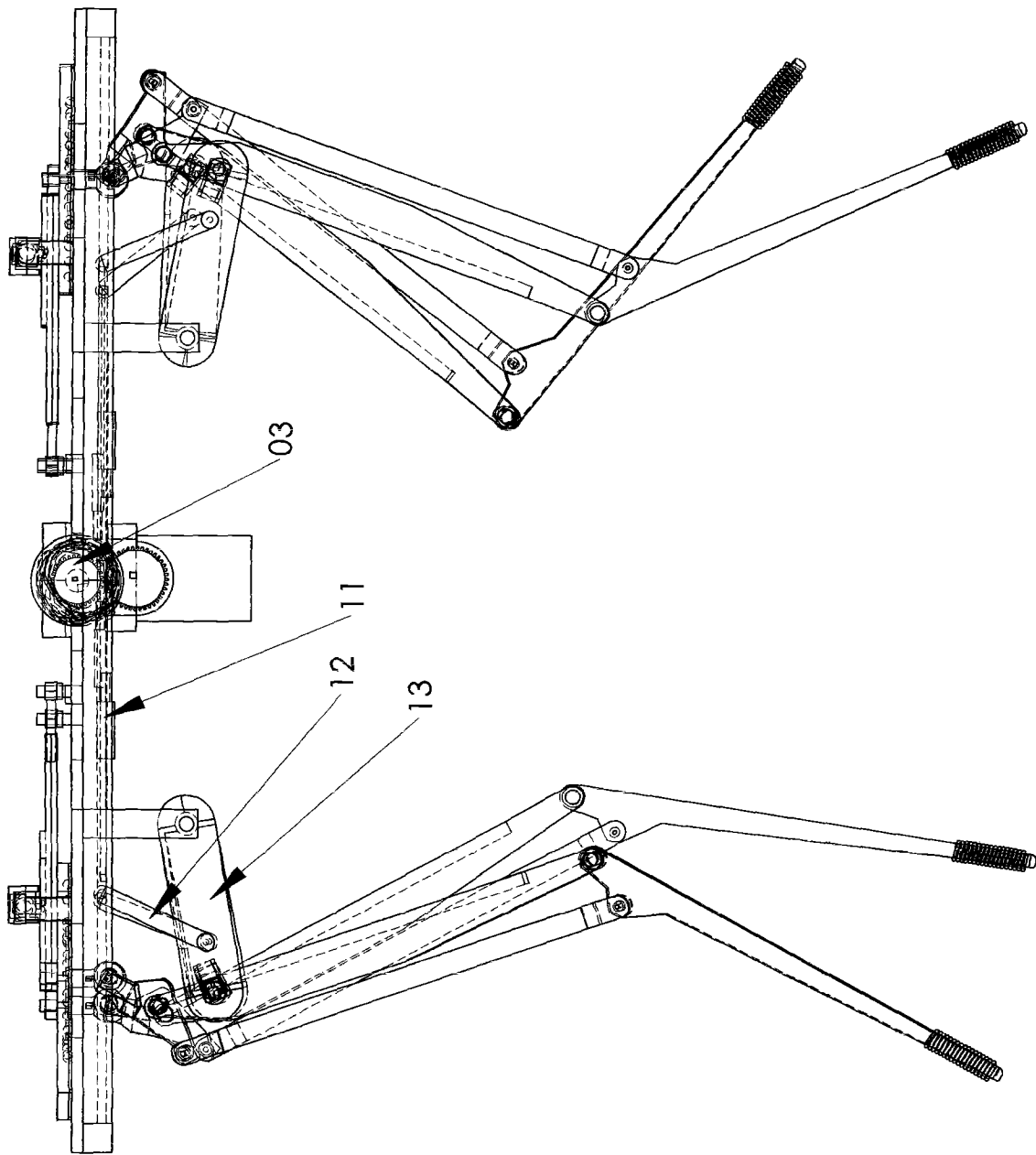


图 7

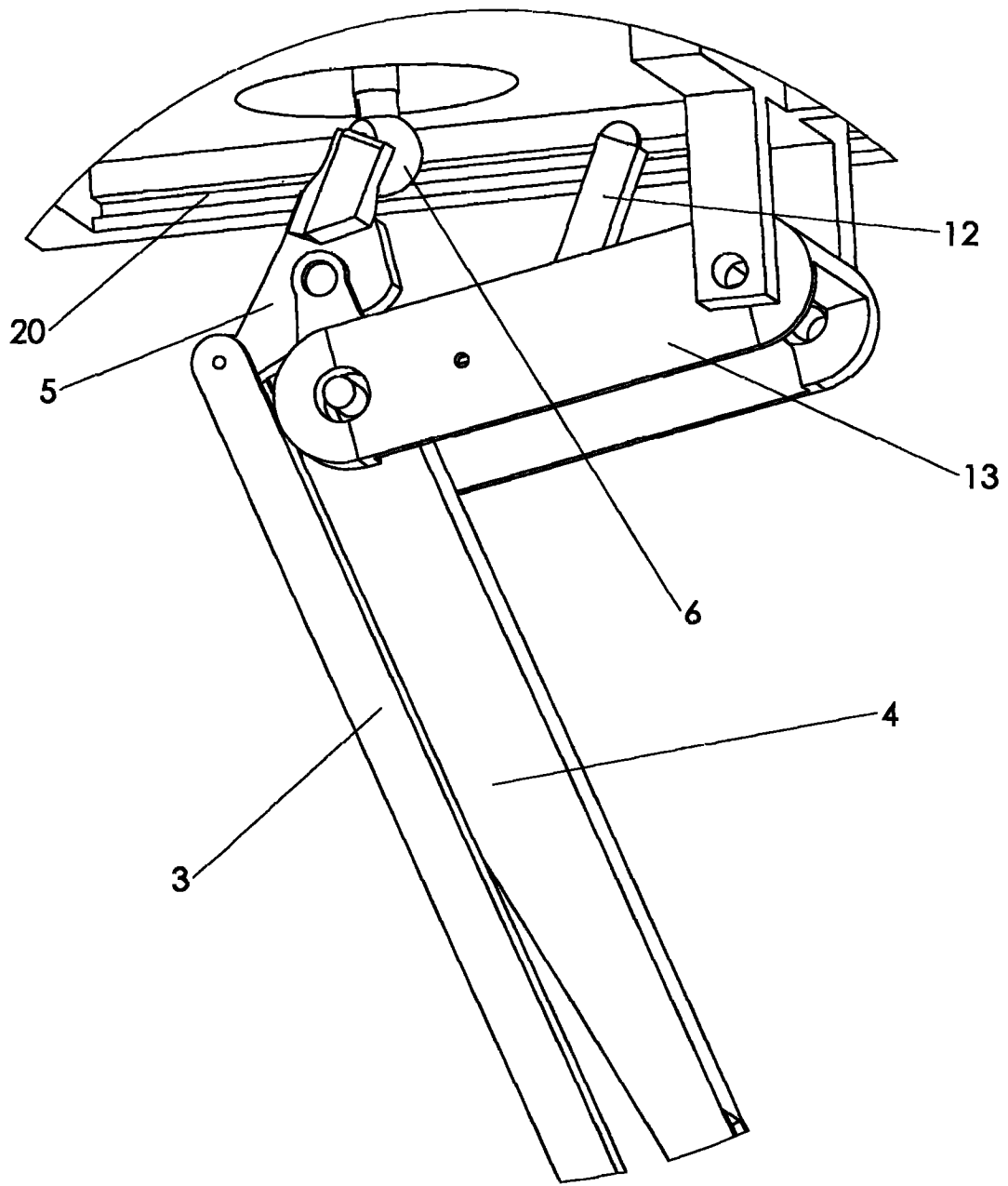


图 8

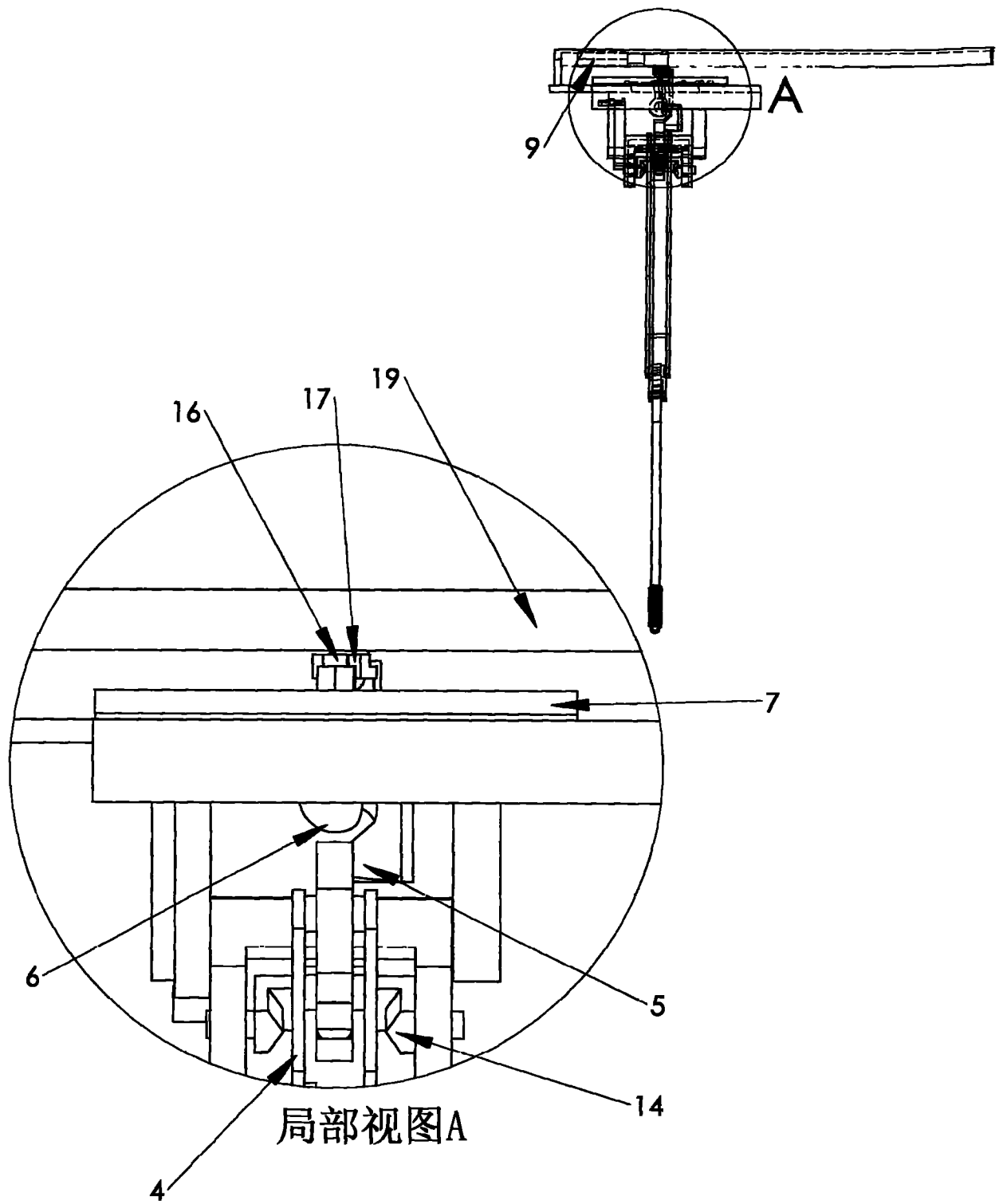


图 9