



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103303388 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 20

(21) 申请号 201310284891. 3

CN 102556201 A, 2012. 07. 11,

(22) 申请日 2013. 07. 08

审查员 郭禹江

(73) 专利权人 北京理工大学

地址 100081 北京市海淀区中关村南大街 5 号

(72) 发明人 罗庆生 高剑锋 张博希 刘芳政
周晨阳 黄焱崧 柯志芳

(51) Int. Cl.

B62D 57/028(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 87107075 A, 1988. 04. 13,

CN 101038223 A, 2007. 09. 19,

US 2010/0170729 A1, 2010. 07. 08,

CN 102991602 A, 2013. 03. 27,

US 2010/0241242 A1, 2010. 09. 23,

CN 102530121 A, 2012. 07. 04,

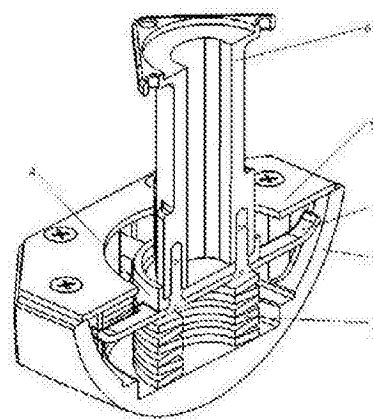
权利要求书1页 说明书2页 附图2页

(54) 发明名称

四足机器人全方位自适应弹性脚

(57) 摘要

本发明公布了一种四足机器人仿生脚部机构, 该机构安装在小腿末端。弹性脚包括 1 骨架外壳、2 蝶形弹簧、3 弹簧钢片、4 旋转轴、5 脚背挡片和 6 踝骨 6 部分。骨架外壳的外缘呈现两个方向的圆弧, 包覆橡胶套, 内部设有适合安装蝶形弹簧、弹簧钢片和旋转轴的空间; 自下向上依次安放蝶形弹簧, 弹簧钢片, 并将弹簧钢片、旋转轴及踝骨用螺钉连接, 最后用脚背挡片封闭机构, 用螺钉连接于骨架。这就形成了完整的弹性脚部机构。能够借助多种减震元件有效吸振, 内部简单而灵活的调整机构具有适应能力强, 调整方便和恢复快捷的特点。



1. 一种四足机器人全方位自适应弹性脚,其特征在于,仿生脚包括骨架外壳(1)、蝶形弹簧(2)、弹簧钢片(3)、旋转轴(4)、脚背挡片(5)和踝骨(6)共6部分;骨架外壳的外缘呈现两个方向的圆弧,包覆橡胶套;自下向上依次安放蝶形弹簧,弹簧钢片,并将弹簧钢片、旋转轴及踝骨用螺钉连接,最后用脚背挡片封闭机构,用螺钉连接于骨架外壳。

2. 根据权利要求1所述的四足机器人全方位自适应弹性脚,其特征在于,仿生脚模仿豹的脚部,内部通过蝶形弹簧模拟肉垫吸振,同时保证空间全方位调整能力。

3. 根据权利要求1所述的四足机器人全方位自适应弹性脚,其特征在于,骨架外壳呈现三段正交方向的圆弧,以适应前后(圆弧1)和左右(圆弧2、3)两个方向的运动,前者以小腿为半径后者以整条腿为半径,保证质心稳定性。

4. 根据权利要求1所述的四足机器人全方位自适应弹性脚,其特征在于,旋转轴具有左右方向的旋转支撑轴,并可以连接前后方向的弹簧钢片,保证全方位调整;旋转轴与钢片和脚踝连接为一体,简化了机构。

5. 根据权利要求1所述的四足机器人全方位自适应弹性脚,其特征在于,弹簧钢片前后放置,确保足部在前后方向的弯折程度不至于影响稳定性,并依靠其弹力快速恢复初始态,能有效吸振。

6. 根据权利要求1所述的四足机器人全方位自适应弹性脚,其特征在于,脚背挡片开有半径大于脚踝外径的孔,确保脚部全方位调整所需空间,同时构成封闭空间,内部弹性元件提供适当预紧力,提高脚部稳定性。

7. 根据权利要求3所述的四足机器人全方位自适应弹性脚,其特征在于,骨架外壳内部铣削出能够约束弹簧钢片的弧形空间,约束旋转轴的位置可变轴座和适合蝶形弹簧安装与调整的柱形空间,保证内部弹性元件在可控范围下最大程度发挥吸振和调整功效。

8. 根据权利要求1所述的四足机器人全方位自适应弹性脚,其特征在于,踝骨设计为空心轴状,内壁呈现D型或腰形,以约束踝骨在小腿骨架上的周向运动。

四足机器人全方位自适应弹性脚

技术领域

[0001] 本发明属于仿生四足机器人技术领域,尤其涉及跑跳四足机器人的自适应性脚部。

背景技术

[0002] 机器人脚部设计已经成为足式机器人设计的一项重要任务,其结构和功能影响机器人的运动稳定性和灵活性,以及对复杂环境的适应能力。传统做法通常是将其设计为刚体,机器人不经过任何缓冲装置而直接与地面冲击。这种设计将会减少机器人构件的寿命,不规则的震动也会损伤机器人的控制器件。此外,由于刚性脚部不具有姿态调整的机构,机器人运动不够灵活自然,也不具有美学价值。总之,刚性脚部设计方案不利于机器人姿态的调整,降低机器人对复杂地面的适应能力。

[0003] 高仿真的机械脚虽然备受欢迎,但研究成本高,研制周期长,器件设计复杂,加工难度增大,还需要提供主动力,影响了其使用。同时,由于脚部受到冲击较大,且不规律,这对机器人控制器和驱动器的使用和维护提出更高要求,故而高仿真机械脚对于普通四足机器人并不适用。真正需要的是自适应能力强,调节方便快捷,可移植性好,且便于维护的弹性脚机构。

发明内容

[0004] 从四足生物脚底垫片及生物脚部骨骼构造得到灵感,考虑到目前足式机器人脚底多为刚性或者仅沿小腿轴线方向减震的现状,本发明的目的是提供一种能够在合适幅度内全方位自适应调整的弹性脚部机构,从而以简单的机构实现很强的复杂地形适应能力。

[0005] 四足机器人全方位自适应弹性脚以特殊形状的骨架外壳为主体骨架,其外形特征在于,骨架外壳由三段圆弧构成,半径较大的圆弧沿机器人的前后方向,如果机器人整条腿做摆动的状态多,半径可设置为整条腿的长度,如果机器人小腿做大幅度摆动的状态较多,半径也可设置为小腿长度。这样保证在主要运动状态下,机器人质心上下波动幅度最小。沿左右方向的圆弧半径设置为小腿长度,以保证腿部侧向移动时保持机器人质心上下波动幅度最小。如果对机器人质心波动要求不高,半径设置也可采用该方法。

[0006] 骨架外壳内装有蝶形弹簧,其上装有一片沿前后方向的弹簧钢片,蝶形弹簧安装在柱形口内,弹簧钢片延伸到前后两段开设的槽内,同时,将弹簧钢片、旋转轴和踝骨用螺钉连接在一起。选择不同刚度的弹簧钢片和蝶形弹簧就可以实现弹性脚的不同减震性能,方便调换和优化。利用弹簧钢片万向吸振功能,可以实现脚部万向调节和吸振。旋转轴的轴线沿机器人的左右反向,可使得小腿绕此轴快速转动以调节姿态,同时利用弹簧钢片单向吸振能力,有效阻止上述旋转角度过大而超过了机构承载能力,造成运动失稳。旋转轴的轴座位于骨架外壳上,形状为竖直放置的腰形槽,使得旋转轴可上下移动。这样,这些弹性元件和旋转机构实现了弹性脚部机构减震,快速全方位自适应性调整的功能。

[0007] 脚背挡片由沉头螺钉连接于骨架外壳的上端面,形成封闭的机构。采用沉头螺钉

可保证脚背外观的平整,防止运动过程中被线状杂物缠绕。脚背挡片重心开有半径略大于踝骨的圆孔,使得小腿在脚部做万向自适应调整时不产生干涉。

[0008] 本发明的有益效果是:在足式机器人腿部末端应用本发明描述的弹性脚,可以简化机器人脚部机构设计,通过应用本发明描述的弹性元件和简易的骨架外壳,可达到机器人脚部机构快速、万向自适应调整的效果,同时不会因被动减震影响机器人脚部定位精度,以此能够增强机器人稳定性,提高适应复杂地形的能力。

附图说明

[0009] 下面参照附图对本发明的上述特征给予给详细的说明,其中:

[0010] 图 1 所示为本发明一个实施例中自适应弹性脚的轴测图。

[0011] 图 2 所示为本发明一个实施例中自适应弹性脚的半剖视图。

[0012] 图 3 所示为本发明一个实施例中自适应弹性脚的正视图。

[0013] 图 4 所示为本发明一个实施例中自适应弹性脚的侧测图。

[0014] 图 5 所示为本发明一个实施例中自适应弹性脚的装配关系图。

[0015] 具体实施

[0016] 如图 1—5 所示,本发明包括骨架外壳 (1)、蝶形弹簧 (2)、弹簧钢片 (3)、旋转轴 (4)、脚背挡片 (5) 和踝骨 (6) 共 6 部分。骨架外壳 (1) 外形有三段圆弧构成,从正视图可以看到沿左右方向的圆弧,从侧视图可以看到沿前后方向的圆弧。圆弧半径设定方法,如果机器人整条腿做摆动的状态多,半径可设置为整条腿的长度,如果机器人小腿做大幅度摆动的状态较多,半径也可设置为小腿长度。如果机器人腿部运动引起质心波动可忽略不计则可以按美观程度设计半径。骨架外壳 (1) 内部设有较大的活动空间,以供调整机构活动。该空间下端为圆柱状,方便安装弹簧钢片 (3)。骨架外壳 (1) 上端面和脚背挡片 (5) 设有 8 个沉头螺钉孔,可将骨架外壳 (1) 和 5 脚背挡板连为一体,实现机构封闭。

[0017] 蝶形弹簧 (2) 上放置弹簧钢片 (3),弹簧钢片 (3) 上设有两个沉头螺钉孔,用来与旋转轴 (4) 和踝骨 (6) 连为一体。弹簧钢片 (3) 沿前后方向延伸至骨架外壳 (1) 开设的弧形槽内,该弧形槽起到约束弹簧钢片 (3) 运动的作用。

[0018] 旋转轴 (4) 的轴线沿左右方向,两外伸的轴可以嵌入到骨架外壳 (1) 开设的两个腰形槽内,使得旋转轴 (4) 既可以上下调节,又可以沿轴线前后俯仰运动。在该运动下,蝶形弹簧 (2) 可以发挥万向吸振能力已达减震功效,如果前后俯仰运动趋势过大,弹簧钢片 (3) 的单向吸振能力配合约束槽可以保证运动被限制在合理范围内。脚背挡片 (5) 中心开设半径略大于踝骨 (6) 外径的圆孔,保证弹性脚部完成万向调节功能时踝骨 (6) 不与脚背挡片干涉。踝骨 (6) 设置为空心轴,其内壁呈现腰形状,其优点在于可以约束踝骨相对于小腿骨骼的周向运动。

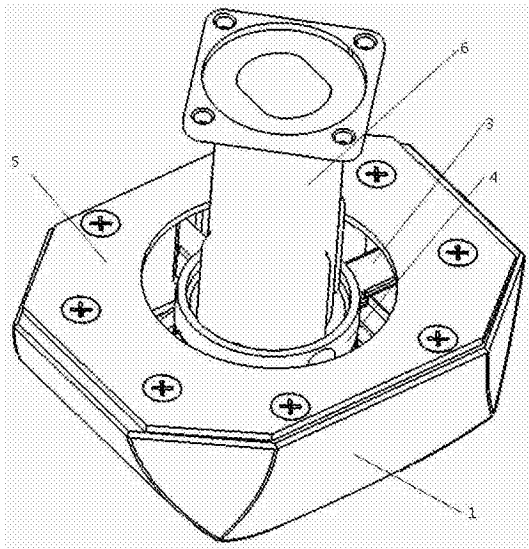


图 1

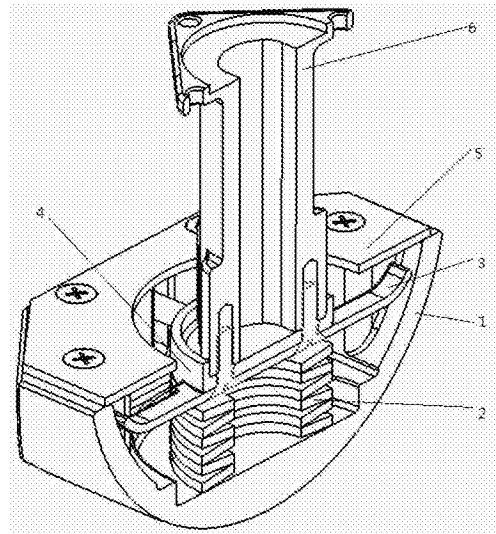


图 2

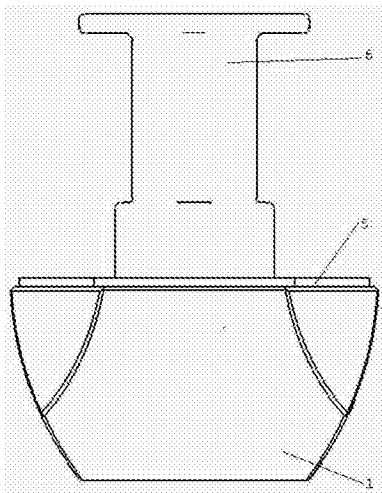


图 3

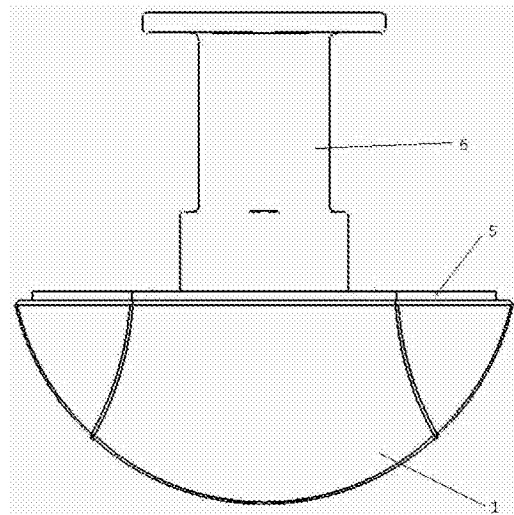


图 4

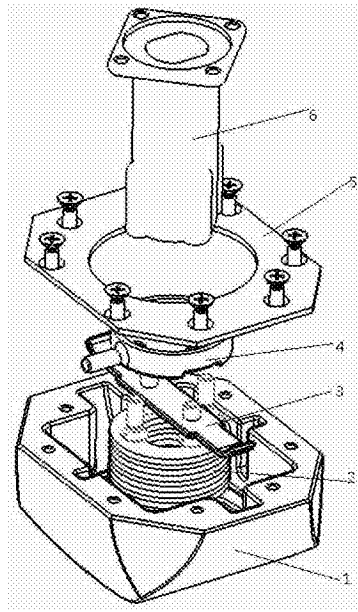


图 5