



## (12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 206579733 U

(45)授权公告日 2017.10.24

(21)申请号 201720232286.5

(22)申请日 2017.03.10

(73)专利权人 杭州宇树科技有限公司

地址 310051 浙江省杭州市滨江区聚业路  
26号金绣国际科技中心B座605室

(72)发明人 王兴兴 杨知雨

(74)专利代理机构 浙江翔隆专利事务所(普通  
合伙) 33206

代理人 戴晓翔

(51)Int.Cl.

B62D 57/032(2006.01)

B60K 1/02(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

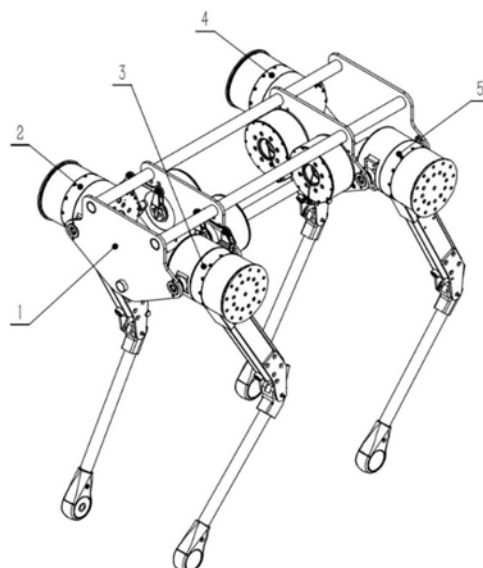
权利要求书2页 说明书7页 附图13页

### (54)实用新型名称

一种电驱动四足机器人的腿部动力系统结构

### (57)摘要

本实用新型涉及一种四足机器人的腿部结构,尤其涉及一种电驱动四足机器人的腿部动力系统结构。现有技术的机器人腿部结构集成度不高、抗摔性不强。本实用新型主要由机身和四个独立的腿模块构成,其中每一个独立的腿模块包括大腿电机总成、小腿电机总成、髋关节电机总成及其相关连杆和固定座。其中髋关节电机通过平行四边形机构驱动大小腿总成,大腿电机总成直接驱动大腿杆总成,小腿电机总成通过反平行四边形机构驱动小腿总成。本实用新型的各关节电机总成相互独立,各电机总成模块化,有利于降低成本,大小腿电机总成具有较好的防外部冲击的能力,并且各电机总成在机器人身上构成的各关节具有较大的工作空间,保证了机器人运动的灵活性。



1. 一种电驱动四足机器人的腿部动力系统结构,包括机身(1)和第一腿模块(2)、第二腿模块(3)、第三腿模块(4)、第四腿模块(5)四个独立的腿模块,其特征在于,四个独立的腿模块左右对称布置在机身的两侧,每一个腿模块与机身通过旋转副连接固定;所述腿模块包括大小腿总成(3.1)和侧摆髋关节电机总成(3.5.)。

2. 如权利要求1所述的一种电驱动四足机器人的腿部动力系统结构,其特征在于,大小腿总成(3.1)包括大腿电机总成(3.1.1)、大腿杆总成(3.1.3)、小腿电机总成(3.1.5)、小腿总成(3.1.8)。

3. 如权利要求2所述的一种电驱动四足机器人的腿部动力系统结构,其特征在于,所述大腿杆总成(3.1.3)设有用于容纳小腿主动曲柄(3.1.4)、小腿传动连杆(3.1.7)的大腿基座(3.1.3.3)和大腿杆(3.1.3.4),所述大腿杆(3.1.3.4)为下端开放的贯通腔体,其端部设有用于穿设一小腿旋转销轴的末端轴孔,小腿旋转销轴依次穿过大腿杆总成(3.1.3)的末端轴孔、小腿总成(3.1.8)上端部,小腿总成(3.1.8)通过内置的轴承组(3.1.8.1)与小腿旋转销轴(3.1.6)构成旋转副。

4. 如权利要求3所述的一种电驱动四足机器人的腿部动力系统结构,其特征在于,所述小腿传动连杆(3.1.7)布置在大腿杆总成(3.1.3)的内部,所述小腿主动曲柄(3.1.4)、小腿传动连杆(3.1.7)、小腿总成(3.1.8)与大腿杆总成(3.1.3)共同构成反平行四边形连杆传动机构,小腿电机总成(3.1.5)的输出轴与所述小腿主动曲柄(3.1.4)固定连接,小腿电机总成(3.1.5)的输出轴带动小腿主动曲柄(3.1.4)做旋转运动。

5. 如权利要求2所述的一种电驱动四足机器人的腿部动力系统结构,其特征在于,大腿电机总成(3.1.1)的输出轴与大腿杆总成(3.1.3)的上端部一侧固定,并且一推力轴承(3.1.2)布置在大腿电机总成(3.1.1)与大腿杆总成(3.1.3)的上端部之间;所述小腿电机总成(3.1.5)固定安装于大腿杆总成(3.1.3)上端部另一侧。

6. 如权利要求2所述的一种电驱动四足机器人的腿部动力系统结构,其特征在于,所述大腿杆总成(3.1.3)包括散热风扇(3.1.3.1)、散热片组二(3.1.3.2)、大腿基座(3.1.3.3)、大腿杆(3.1.3.4);所述大腿杆(3.1.3.4)与大腿基座(3.1.3.3)固定连接;所述散热片组二(3.1.3.2)固定在大腿基座(3.1.3.3)的内壁上,散热风扇(3.1.3.1)固定在大腿基座(3.1.3.3)上;所述大腿基座(3.1.3.3)上开有进风口,散热风扇(3.1.3.1)将外部冷空气通过此风口吹入大腿基座(3.1.3.3)与小腿电机总成(3.1.5)共同构成的腔体内;所述冷空气带走聚集在散热片组二(3.1.3.2)和散热片组一(3.1.5.7)上的热量,并通过中空的大腿杆(3.1.3.4)排出到外部环境。

7. 如权利要求2所述的一种电驱动四足机器人的腿部动力系统结构,其特征在于,所述小腿电机总成(3.1.5)包括电机防摔防护板(3.1.5.1)、小腿电机后端盖总成(3.1.5.2)、小腿永磁无刷电机(3.1.5.3)、小腿电机外壳(3.1.5.4)、小腿电机行星轮减速器(3.1.5.5)、小腿电机正端盖(3.1.5.6)和散热片组一(3.1.5.7);所述电机防摔防护板(3.1.5.1)与小腿电机后端盖总成(3.1.5.2)固定连接,小腿电机后端盖总成(3.1.5.2)与小腿电机外壳端面(3.1.5.4)固定连接;所述电机防摔防护板(3.1.5.1)把来自外部的侧向冲击力通过小腿电机后端盖总成(3.1.5.2)的外圈传递到小腿电机外壳(3.1.5.4)上;所述小腿永磁无刷电机(3.1.5.3)定子铁芯绕组与小腿电机外壳(3.1.5.4)固定连接;所述小腿电机行星轮减速器(3.1.5.5)的齿圈与小腿电机外壳(3.1.5.4)的内端面固定连接;所述小腿永磁无刷电机

(3.1.5.3)转子输出轴将电机旋转运动输入小腿电机行星轮减速器(3.1.5.5),小腿电机行星轮减速器(3.1.5.5)上的行星架输出轴再将旋转运动输出到小腿主动曲柄(3.1.4)上;所述小腿电机正端盖(3.1.5.6)与小腿电机外壳(3.1.5.4)固定连接;所述散热片组一(3.1.5.7)紧贴固定在小腿电机正端盖(3.1.5.6)上,小腿电机内部产生的热量通过小腿电机外壳(3.1.5.4)传递到小腿电机正端盖(3.1.5.6)上,接着热量再传递到散热片组一(3.1.5.7)上。

8.如权利要求2所述的一种电驱动四足机器人的腿部动力系统结构,其特征在于,所述大腿电机总成(3.1.1)包括大腿电机后端盖总成(3.1.1.1)、大腿永磁无刷电机(3.1.1.2)、大腿电机外壳(3.1.1.3)、大腿电机行星轮减速器(3.1.1.5)、大腿电机正端盖(3.1.1.6);所述大腿电机后端盖总成(3.1.1.1)与大腿电机外壳(3.1.1.3)后端面固定连接;所述大腿永磁无刷电机(3.1.1.2)定子铁芯绕组与大腿电机外壳(3.1.1.3)固定连接;所述大腿电机行星轮减速器(3.1.1.5)的外齿圈与大腿电机外壳(3.1.1.3)的内端面固定连接;所述大腿永磁无刷电机(3.1.1.2)转子输出轴将电机旋转运动输入大腿电机行星轮减速器(3.1.1.5);所述大腿电机行星轮减速器(3.1.1.5)再将旋转运动通过行星架输出轴输出到大腿杆总成(3.1.3)上。

9.如权利要求2-8任一所述的一种电驱动四足机器人的腿部动力系统结构,其特征在于,所述小腿电机总成(3.1.5)包括小腿电机后端盖总成(3.1.5.2)、小腿永磁无刷电机(3.1.5.3)、小腿电机外壳(3.1.5.4);小腿电机后端盖总成(3.1.5.2)外端部罩设一用于减少内部系统结构所受冲击力的电机防摔防护板(3.1.5.1),所述电机防摔防护板(3.1.5.1)与小腿电机后端盖总成相贴合的端面一周圈之间设有用于传递冲击力的凸起。

10.如权利要求1-8任一所述的一种电驱动四足机器人的腿部动力系统结构,其特征在于,腿部动力系统结构设有刹车组件,其包括弹性刹车板(3.5.1.1)、电机后端盖、刹车驱动器(3.5.1.3)、刹车线(3.5.1.5);刹车驱动器(3.5.1.3)固定在电机后端盖上或固定在电机外壳上,刹车驱动器(3.5.1.3)拉动刹车线(3.5.1.5)而使弹性刹车板(3.5.1.1)上的刹车片脱离电机转子,使得原本被弹性刹车板(3.5.1.1)弹性摩擦预紧的电机转子能自由旋转。

11.如权利要求2-8任一所述的一种电驱动四足机器人的腿部动力系统结构,其特征在于,所述侧摆髋关节电机总成(3.5)包括侧摆髋关节电机后端盖总成(3.5.1)、侧摆髋关节永磁无刷电机(3.5.2)、侧摆髋关节电机外壳(3.5.3)、侧摆髋关节电机行星轮减速器(3.5.4)和侧摆髋关节电机正端盖(3.5.5);所述侧摆髋关节后端盖总成(3.5.1)与侧摆髋关节电机外壳(3.5.3)后端面固定连接;所述侧摆髋关节永磁无刷电机(3.5.2)定子铁芯绕组与侧摆髋关节电机外壳(3.5.3)固定连接;所述侧摆髋关节行星轮减速器(3.5.4)的外齿圈与侧摆髋关节电机外壳(3.5.3)的内端面固定连接;所述侧摆髋关节永磁无刷电机(3.5.2)转子输出轴将电机旋转运动输入侧摆髋关节行星轮减速器(3.5.4),侧摆髋关节行星轮减速器(3.5.4)的行星架输出轴再将旋转运动输出到侧摆髋关节主动曲柄(3.2);所述侧摆髋关节正端盖(3.5.5)与侧摆髋关节电机外壳(3.5.3)固定连接。

## 一种电驱动四足机器人的腿部动力系统结构

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种四足机器人的腿部结构,尤其涉及一种电驱动四足机器人的腿部动力系统结构。

### 背景技术

[0002] 相比于轮式机器人,足式机器人地形适应能力更强,能够在复杂的地形环境下灵活运动,国内外各科研机构都在努力推进四足机器人的进程。目前,纯电机驱动动力系统因其噪声小、可靠性高、成本低等众多的优点而逐渐成为了中小型四足机器人的主流动力系统。但受限于当前电机及减速器工艺与结构的限制,现有的四足机器人电驱动关节,尺寸较大,结构复杂,重量大,并难以承受较大的轴向冲击力而损坏。另一方面,目前很多足式机器人采用的腿部传动连杆直接裸露在外的传动机构,很容易受来自外部环境的碰撞而损坏。如MIT研发的猎豹(Cheetah)四足机器人,其正摆髋关节和膝关节两个电机共轴线并列集成在一起,虽具有较高的关节集成度,但结构复杂,不能承受轴向冲击而只能使用外置的保护架来保护电机与关节,其这种两个关节电机驱动单元集成在一起的结构,大大限制了大腿关节的运动空间而影响四足机器人的运动性能,并且裸露在外的腿部传动连杆,很容易被外部冲击损坏。

### 实用新型内容

[0003] 针对现有技术的缺陷,本实用新型的目的在于提供一种结构紧凑、集成度高、抗摔性强的四足机器人的腿部动力系统结构。

[0004] 为实现上述目的,本实用新型的技术方案为:

[0005] 一种电驱动四足机器人的腿部动力系统结构,包括机身和第一腿模块、第二腿模块、第三腿模块、第四腿模块四个独立的腿模块,四个独立的腿模块左右对称布置在机身的两侧,每一个腿模块与机身通过旋转副连接固定;所述腿模块包括大小腿总成和侧摆髋关节电机总成。

[0006] 作为优选技术措施,大小腿总成包括大腿电机总成、推力轴承、大腿杆总成、小腿主动曲柄、小腿电机总成、小腿传动连杆、小腿总成和小腿旋转销轴。其中,小腿电机总成固定到大腿杆总成上,小腿主动曲柄固定到小腿电机总成的小腿电机行星轮减速器输出轴上,输出轴带动小腿主动曲柄做旋转运动。小腿旋转销轴固定到大腿杆总成末端,小腿总成绕着小腿旋转销作旋转运动。

[0007] 作为优选技术措施,所述大腿杆总成设有用于容纳小腿主动曲柄、小腿传动连杆的大腿基座和大腿杆,所述大腿杆为上下贯通的腔体状零件,其端部设有用于穿设小腿旋转销轴的末端轴孔,小腿旋转销轴依次穿过大腿杆总成的末端轴孔、小腿总成上端部,小腿总成通过内置的轴承组与小腿旋转销轴构成旋转副。整个小腿传动机构可以被放置于大腿杆总成内部,当四足机器人摔倒或受到撞击时,可以避免脆弱的连杆零件受损。

[0008] 作为优选技术措施,所述小腿传动连杆布置在大腿杆总成的内部,小腿主动曲柄、

小腿传动连杆、小腿总成与大腿杆总成共同构成反平行四边形传动机构,小腿电机总成的输出轴与所述小腿主动曲柄固定连接,小腿电机总成的输出轴带动小腿主动曲柄做旋转运动,其优点在于结构紧凑、占用空间小、传动间隙小、稳定可靠。

[0009] 作为优选技术措施,大腿电机总成的输出轴与大腿杆总成的上端部一侧固定,并且一推力轴承布置在大腿电机总成与大腿杆总成的上端部之间;所述小腿电机总成固定安装于大腿杆总成上端部另一侧。所述推力轴承直接把由小腿电机外壳传递给大腿杆总成的外部冲击力直接传递给大腿电机外壳,使得脆弱的大小腿电机内部组件不会被外部冲击力所损坏,增加了抗摔性能。

[0010] 作为优选技术措施,所述大腿杆总成包括散热风扇,散热片组二,大腿基座,大腿杆;所述大腿杆与大腿基座固定连接;所述散热片组二固定在大腿基座的内壁上,散热风扇固定在大腿基座上;所述大腿基座上开有进风口,散热风扇将外部冷空气通过此风口吹入大腿基座与小腿电机总成共同构成的腔体内;所述冷空气带走从小腿电机外壳和小腿电机正端盖传递到散热片组二和散热片组一上的热量,并通过中空的大腿杆排出到外部环境。散热空气循环内置,使得本实用新型的动力系统结构更加紧凑,并且使得散热系统不易被外部冲击力所损坏。

[0011] 作为优选技术措施,所述小腿电机总成包括电机防摔防护板、小腿电机后端盖总成、小腿永磁无刷电机、小腿电机外壳,小腿电机行星轮减速器,小腿电机正端盖和散热片组一。所述电机防摔防护板与小腿电机后端盖总成固定连接,小腿电机后端盖总成与小腿电机外壳端面固定连接。所述电机防摔防护板把来自外部的侧向冲击力通过小腿电机后端盖总成的外圈传递到小腿电机外壳上。所述小腿永磁无刷电机定子铁芯绕组与小腿电机外壳固定连接。所述小腿电机行星轮减速器的齿圈与小腿电机外壳的内端面固定连接。所述小腿永磁无刷电机转子输出轴将电机旋转运动输入小腿电机行星轮减速器,小腿电机行星轮减速器上的行星架输出轴再将旋转运动输出到小腿主动曲柄上。所述小腿电机正端盖与小腿电机外壳固定连接。所述散热片组一紧贴固定在小腿电机正端盖上,小腿电机内部产生的热量通过小腿电机外壳传递到小腿电机正端盖上,接着热量再传递到散热片组一上。

[0012] 作为优选技术措施,大腿电机总成包括大腿电机后端盖总成、大腿永磁无刷电机、大腿电机外壳、髌关节旋转销轴一、大腿电机行星轮减速器、大腿电机正端盖、髌关节旋转销轴二。大腿电机后端盖总成固定到大腿电机外壳后端面。大腿永磁无刷电机定子铁芯绕组与大腿电机外壳固定连接,大腿永磁无刷电机转子输出轴将电机旋转运动输入大腿电机行星轮减速器,行星轮减速器再将旋转运动输出到大腿杆总成。大腿电机正端盖与大腿电机外壳固定连接。髌关节旋转销轴一和髌关节旋转销轴二与大腿电机外壳的另外两个端面固定连接,髌关节旋转销轴一和髌关节旋转销轴二与机器人机身共同构成了侧摆髌关节的旋转副。

[0013] 作为优选技术措施,所述小腿电机总成包括小腿电机后端盖总成、小腿永磁无刷电机、小腿电机外壳、小腿电机正端盖;小腿电机后端盖总成外端部罩设一用于减少内部系统结构所受冲击力的电机防摔防护板,所述电机防摔防护板与小腿电机后端盖总成外圈相贴合的一端面一周圈之间设有用于传递冲击力的凸起。电机防摔防护板固定在小腿电机后端盖总成上,小腿电机后端盖总成固定到小腿电机外壳端面,来自外界的侧向冲击力被电机防摔防护板传递转化后,通过凸起传递到小腿电机后端盖总成外圈上,进一步的小腿电机

后端盖总成外圈再直接把冲击力传递到小腿电机外壳上,进而避免了电机内部零件受损。

[0014] 作为优选技术措施,腿部动力系统结构设有刹车组件,其包括弹性刹车板、电机后端盖、刹车驱动器和刹车线。刹车驱动器固定在电机后端盖上(或固定在电机外壳上)。刹车线一端穿过电机后端盖连接到弹性刹车板上,另一端连接到刹车驱动器输出端。弹性刹车板的一端固定在后端盖上,另一端有高摩擦系数的刹车片。当刹车驱动器未作动时,弹性刹车板依靠自身弹性使得弹性刹车板有刹车片的一端顶紧在电机转子上,此时电机无法旋转,被锁死。当刹车驱动器拉动刹车线将弹性刹车板摩擦端拽离电机转子,使得原本被弹性刹车板弹性摩擦预紧的电机转子能自由旋转,此时电机可以开始正常转动,由此该装置实现了对关节电机的制动控制。

[0015] 作为优选技术措施,所述侧摆髌关节电机总成包括侧摆髌关节电机后端盖总成、侧摆髌关节永磁无刷电机、侧摆髌关节电机外壳、侧摆髌关节电机行星轮减速器和侧摆髌关节电机正端盖;所述侧摆髌关节后端盖总成与侧摆髌关节电机外壳后端面固定连接;所述侧摆髌关节永磁无刷电机定子铁芯绕组与侧摆髌关节电机外壳固定连接;所述侧摆髌关节行星轮减速器的外齿圈与侧摆髌关节电机外壳的内端面固定连接;所述侧摆髌关节永磁无刷电机转子输出轴将电机旋转运动输入侧摆髌关节行星轮减速器,侧摆髌关节行星轮减速器的行星架输出轴再将旋转运动输出到侧摆髌关节主动曲柄;所述侧摆髌关节正端盖与侧摆髌关节电机外壳固定连接。侧摆髌关节从动曲柄与大腿电机总成固定连接,侧摆髌关节主动曲柄、侧摆髌关节连杆、侧摆髌关节从动曲柄与机身共同构成了平行四边形连杆传递机构。平行四边形传动机构结构简单,传递扭矩大,传动间隙小,且稳定可靠。

[0016] 与现有技术相比,本实用新型具有以下有益效果:

[0017] 本实用新型主要由机身和四个独立的腿模块构成,其中每一个独立的腿模块由大腿电机总成,小腿电机总成,髌关节电机总成及其相关连杆和固定座构成。其中髌关节电机通过平行四边形机构驱动大小腿总成,大腿电机总成直接驱动大腿杆总成,小腿电机总成通过反平行四边形机构驱动小腿总成。当机器人发生侧向摔倒等情况而使机器人大腿部受到侧向冲击时,在大腿最外侧的电机防摔防护板把外部冲击力分散集中到小腿电机端盖周围圈上,并进一步直接传递给小腿电机外壳,小腿电机外壳所承受的外部冲击力将通过小腿电机外壳、大腿杆总成和推力轴承直接传递到大腿电机外壳上,再进而传递到机身上,避免了冲击力对大小腿电机内部精密结构的损坏,使得本实用新型具有较强的抗外部冲击性能。本实用新型所使用的电机总成,内置集成了紧凑型的行星减速器,电机与减速器整体集成度高,结构紧凑,重量轻。本实用新型的各关节电机总成相互独立,各电机总成模块化,有利于降低成本,并且各电机总成在机器人身上构成的各关节具有较大的工作空间,保证了机器人运动的灵活性。

## 附图说明

[0018] 图1 四足机器人整机示意图;

[0019] 图2.a单个腿模块轴侧图;

[0020] 图2.b单个腿模块轴测爆炸图;

[0021] 图2.c单个腿模块的髌关节传动连杆机构示意图;

[0022] 图3.1 大小腿总成结构示意图;

- [0023] 图3.2大腿基座和小腿总成侧面结构示意图；
- [0024] 图3.3为图3.2的A-A面剖视图以及侧向防撞原理示意图；
- [0025] 图4.a小腿连杆轴测图；
- [0026] 图4.b 小腿连杆反平行四边形连杆传动结构示意图；
- [0027] 图5 大腿电机总成爆炸图；
- [0028] 图6 膝关节小腿电机爆炸图；
- [0029] 图7 侧摆髋关节电机示意图；
- [0030] 图8.a 大腿杆总成爆炸图；
- [0031] 图8.b 大腿杆总成内置散热循环示意图；
- [0032] 图9.1 各关节电机总成后端盖总成示意图；
- [0033] 图9.2 各关节电机总成后端盖总成爆炸示意图；
- [0034] 图9.3 各关节电机总成后端盖总成局部剖视图；
- [0035] 图10.1 小腿结构示意图；
- [0036] 图10.2 足总成结构示意图。
- [0037] 附图标记说明：
- [0038] 机身1,第一腿模块2,第二腿模块3,第三腿模块4,第四腿模块5,大小腿总成3.1,侧摆髋关节主动曲柄3.2,侧摆髋关节连杆3.3,侧摆髋关节从动曲柄3.4,侧摆髋关节电机总成3.5,大腿电机总成3.1.1,推力轴承3.1.2,大腿杆总成3.1.3,小腿主动曲柄3.1.4,小腿电机总成3.1.5,小腿旋转销轴3.1.6,小腿传动连杆3.1.7,小腿总成3.1.8,侧摆髋关节电机后端盖总成3.5.1,侧摆髋关节永磁无刷电机3.5.2,侧摆髋关节电机外壳3.5.3,侧摆髋关节电机行星轮减速器3.5.4,侧摆髋关节电机正端盖3.5.5,大腿电机后端盖总成3.1.1.1,大腿永磁无刷电机3.1.1.2,大腿电机外壳3.1.1.3,髋关节旋转销轴一3.1.1.4,大腿电机行星轮减速器3.1.1.5,大腿电机正端盖3.1.1.6,髋关节旋转销轴二3.1.1.8,电机防摔防护板3.1.5.1,小腿电机后端盖总成3.1.5.2,小腿永磁无刷电机3.1.5.3,小腿电机外壳3.1.5.4,小腿电机行星轮减速器3.1.5.5,小腿电机正端盖3.1.5.6,散热片组一3.1.5.7,散热风扇3.1.3.1,散热片组二3.1.3.2,大腿基座3.1.3.3,大腿杆3.1.3.4,膝关节轴承组3.1.8.1,膝关节座3.1.8.2,小腿杆3.1.8.3,足总成3.1.8.4,弹性刹车板3.5.1.1,电机后端盖3.5.1.2,刹车驱动器3.5.1.3,刹车摇臂3.5.1.4,刹车线3.5.1.5,足套3.1.8.4.1,力传感器3.1.8.4.2,足基座3.1.8.4.5,足垫3.1.8.4.6。

### 具体实施方式

[0039] 为了使本实用新型的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本实用新型进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本实用新型,并不用于限定本实用新型。

[0040] 相反,本实用新型涵盖任何由权利要求定义的在本实用新型的精髓和范围上做的替代、修改、等效方法以及方案。进一步,为了使公众对本实用新型有更好的了解,在下文对本实用新型的细节描述中,详尽描述了一些特定的细节部分。对本领域技术人员来说没有这些细节部分的描述也可以完全理解本实用新型。

[0041] 需要说明的是,当元件被称为“固定于”另一个元件,它可以直接在另一个元件上

或者也可以存在居中的元件。当一个元件被认为是“连接”另一个元件，它可以是直接连接到另一个元件或者可能同时存在居中元件。相反，当元件被称作“直接在”另一元件“上”时，不存在中间元件。除非另有定义，本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本实用新型的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的，不是旨在限制本实用新型。本文所使用的术语“及/或”包括一个或多个相关的所列项目的任意的和所有的组合。

[0042] 如图1所示，本实用新型所述四足机器人机械结构，包括机身1和四个独立的腿模块，四个独立的腿模块包括：第一腿模块2、第二腿模块3、第三腿模块4、第四腿模块5。四个独立的腿模块对称布置在机身的两侧，每一个腿模块与机身通过旋转副连接固定。

[0043] 如图2.a、2.b、2.c所示，所述腿模块结构，包括大小腿总成3.1和侧摆髋关节电机总成3.5。侧摆髋关节主动曲柄3.2、侧摆髋关节连杆3.3、侧摆髋关节从动曲柄3.4与机身1共同构成了平行四边形连杆传动机构。侧摆髋关节从动曲柄3.4与大腿电机总成3.5固定连接，侧摆髋关节电机总成3.5固定在机身上，侧摆髋关节主动曲柄3.2固定到侧摆髋关节电机总成3.5的侧摆髋关节电机行星轮减速器3.5.4输出轴上，侧摆髋关节行星轮减速器3.5.4输出轴带动侧摆髋关节主动曲柄3.2做旋转运动，并通过平行四边形机构将该运动传递给大小腿总成3.1。平行四边形机构传递扭矩大，传动间隙小，结构简单且稳定可靠。

[0044] 如图3.1、3.2、3.3所示，所述大小腿总成3.1包括大腿电机总成3.1.1、推力轴承3.1.2、大腿杆总成3.1.3、小腿主动曲柄3.1.4、小腿电机总成3.1.5、小腿传动连杆3.1.7、小腿总成3.1.8和小腿旋转销轴3.1.6。其中，小腿电机总成3.1.5与大腿杆总成3.1.3固定连接，小腿主动曲柄3.1.4与小腿电机总成3.1.5的小腿电机行星轮减速器3.1.5.5输出轴固定连接，小腿电机行星轮减速器3.1.5.5输出轴带动小腿主动曲柄3.1.4做旋转运动。小腿旋转销轴3.1.6与大腿杆总成3.1.3末端轴孔固定连接，小腿总成3.1.8通过内置的轴承组3.1.8.1与小腿旋转销轴3.1.6构成回转副。

[0045] 如图3.1、4.a、4.b所示，小腿主动曲柄3.1.4、小腿传动连杆3.1.7、小腿总成3.1.8与大腿杆总成3.1.3共同构成了反平行四边形机构，其具有结构紧凑、占用空间小、传动间隙小、稳定可靠等优点，且整个反平行四边形机构可以被放置于大腿杆总成3.1.3内部，当四足机器人摔倒或受到撞击时，可以避免脆弱的连杆零件受到来自外部撞击的损伤。

[0046] 如图3.1、3.2、3.3所示，大腿杆总成3.1.3与大腿电机行星轮减速器3.1.1.5输出轴固定连接，大腿电机行星轮减速器3.1.1.5输出轴带动大腿杆总成3.1.3做旋转运动，其中，推力轴承3.1.2布置在大腿电机总成3.1.1与大腿杆总成3.1.3之间。当四足机器人摔倒时，地面或障碍物对机器人腿部的冲击力通过电机防摔防护板3.1.5.1、小腿电机后端盖总成3.1.5.2、小腿电机外壳3.1.5.4、大腿基座3.1.3.3、推力轴承3.1.2、大腿电机外壳3.1.1.3、侧摆髋关节旋转销轴一3.1.1.4和侧摆髋关节旋转销轴二3.1.1.8传递到机身上，所述外部冲击直接通过上述强度较好的零部件传递，避免了大小腿电机总成内部转子、减速器、轴承等脆弱结构受到冲击，提高了机器人腿部的抗冲击能力与可靠性。

[0047] 如图5所示，大腿电机总成3.1.1包括大腿电机后端盖总成3.1.1.1、大腿电机永磁无刷电机3.1.1.2、大腿电机外壳3.1.1.3、侧摆髋关节旋转销轴一3.1.1.4、大腿电机行星轮减速器3.1.1.5、大腿电机正端盖3.1.1.6、侧摆髋关节旋转销轴二3.1.1.8。大腿电机后端盖总成3.1.1.1与大腿电机外壳3.1.1.3后端面固定连接。大腿永磁无刷电机3.1.1.3定



子铁芯绕组与大腿电机外壳3.1.1.3固定连接,大腿电机行星轮减速器3.1.1.5的外齿圈固定在大腿电机外壳3.1.1.3的内端面上,大腿永磁无刷电机3.1.1.2转子输出轴将电机旋转运动输入大腿电机行星轮减速器3.1.1.5,大腿电机行星轮减速器3.1.1.5再将旋转运动通过行星架输出轴输出到大腿杆总成3.1.3。大腿电机正端盖3.1.1.6与大腿电机行星轮减速器3.1.1.5的外齿圈和大腿电机外壳3.1.1.3这三者紧密固定连接。侧摆髋关节旋转销轴一3.1.1.4和侧摆髋关节旋转销轴二3.1.1.8与大腿电机外壳3.1.1.3固定连接。侧摆髋关节旋转销轴一3.1.1.4和侧摆髋关节旋转销轴二3.1.1.8与机身1共同构成旋转副。

[0048] 如图6所示,小腿电机总成3.1.5包括电机防摔防护板3.1.5.1、小腿电机后端盖总成3.1.5.2、小腿永磁无刷电机3.1.5.3、小腿电机外壳3.1.5.4、小腿电机行星轮减速器3.1.5.5、小腿电机正端盖3.1.5.6和散热片一3.1.5.7。电机防摔防护板3.1.5.1与小腿电机后端盖总成3.1.5.2固定连接,小腿电机后端盖总成3.1.5.2与小腿电机外壳端面3.1.5.4固定连接,来自外部侧向的冲击力通过电机防摔防护板3.1.5.1和小腿电机后端盖总成3.1.5.2的外圈传递到小腿电机外壳3.1.5.4上。小腿永磁无刷电机3.1.5.3定子铁芯绕组与小腿电机外壳3.1.5.4固定连接,小腿行星轮减速器3.1.5.5的齿圈与小腿电机外壳3.1.5.4的内端面固定连接,小腿永磁无刷电机3.1.5.3转子输出轴将电机旋转运动输入小腿电机行星轮减速器3.1.5.5,小腿电机行星轮减速器3.1.5.5上的行星架输出轴再将旋转运动输出到小腿主动曲柄3.1.4上。小腿电机正端盖3.1.5.6与小腿电机外壳3.1.5.4固定连接,小腿电机正端盖3.1.5.6与小腿电机行星轮减速器3.1.5.5的外齿圈和小腿电机外壳3.1.5.4这三者紧密固定连接。散热片组一3.1.5.7紧贴固定在小腿电机正端盖3.1.5.6上,小腿电机内部产生的热量通过小腿电机外壳3.1.5.4传递到小腿电机正端盖3.1.5.6上,接着热量再传递到散热片组一3.1.5.7上,散热片组一3.1.5.7附近流动的空气将热量带走,从而实现了小腿电机总成3.1.5的散热。

[0049] 如图7所示,侧摆髋关节电机总成3.5包括侧摆髋关节后端盖总成3.5.1、侧摆髋关节永磁无刷电机3.5.2、侧摆髋关节电机外壳3.5.3、侧摆髋关节行星轮减速器3.5.4和侧摆髋关节正端盖3.5.5组成。侧摆髋关节后端盖总成3.5.1与侧摆髋关节电机外壳3.5.3后端面固定连接。侧摆髋关节永磁无刷电机3.5.2定子铁芯绕组与侧摆髋关节电机外壳3.5.3固定连接。侧摆髋关节行星轮减速器3.5.4的外齿圈与侧摆髋关节电机外壳3.5.3的内端面固定连接,侧摆髋关节永磁无刷电机3.5.2转子输出轴将电机旋转运动输入侧摆髋关节行星轮减速器3.5.4,侧摆髋关节行星轮减速器3.5.4的行星架输出轴再将旋转运动输出到侧摆髋关节主动曲柄3.2。侧摆髋关节正端盖3.5.5与侧摆髋关节电机外壳3.5.3固定连接,侧摆髋关节正端盖3.5.5与侧摆髋关节行星轮减速器3.5.4的外齿圈和侧摆髋关节电机外壳3.5.3这三者紧密固定连接。

[0050] 如图8.a、8.b所示,大腿杆总成3.1.3包括散热风扇3.1.3.1、散热片组二3.1.3.2、大腿基座3.1.3.3和大腿杆3.1.3.4。大腿杆3.1.3.4与大腿基座3.1.3.3固定连接,散热片组二3.1.3.2固定在大腿基座3.1.3.3的内壁上,散热风扇3.1.3.1固定在大腿基座3.1.3.3上,大腿基座3.1.3.3上开有进风口,散热风扇3.1.3.1将外部冷空气通过此风口吹入大腿基座3.1.3.3与小腿电机总成3.1.5共同构成的腔体内,从而带走从小腿电机外壳3.1.5.4和小腿电机正端盖3.1.5.6传递到散热片组二3.1.3.2和散热片组一3.1.5.7上的热量,并通过中空的大腿杆3.1.3.4排出,从而实现了电机系统的主动冷却。

[0051] 如图9.1、9.2、9.3所示,侧摆髋关节总成3.5、大腿电机总成3.1.1、小腿电机总成3.1.5上的各后端盖总成,包括大腿电机后端盖总成3.1.1.1、小腿电机后端盖总成3.1.5.2、侧摆髋关节电机后端盖总成3.5.1具有相似的结构。所述各后端盖总成设有刹车组件,其包括弹性刹车板3.5.1.1、后端盖3.5.1.2、刹车驱动器3.5.1.3、刹车摇臂3.5.1.4和刹车线3.5.1.5。刹车驱动器3.5.1.3固定在后端盖3.5.1.2或电机外壳上,刹车驱动器3.5.1.3输出轴带动刹车摇臂3.5.1.4旋转。刹车线3.5.1.5一端穿过后端盖3.5.1.2上的孔而与弹性刹车板3.5.1.1固定连接,另一端连接到刹车驱动器输出端。所述弹性刹车板3.5.1.1的一端与后端盖3.1.5.2固定连接。当刹车驱动器3.5.1.3未作动时,弹性刹车板3.5.1.1上带有摩擦体的一端依靠自身的弹性顶紧在永磁无刷电机3.1.1.2的转子上,从而实现了对电机转子的摩擦制动。另一方面当刹车驱动器3.5.1.3拉动刹车线3.5.1.5将弹性刹车板3.5.1.1带有摩擦体的一端拽离电机转子时,使得电机转子可以开始正常转动,由此该装置实现了对各关节的制动控制。

[0052] 如图10.1、10.2所示,足总成3.1.8.4包括足套3.1.8.4.1、力传感器3.1.8.4.2、足基座3.1.8.4.5和足垫3.1.8.4.6。所述小腿杆3.1.8.3、力传感器3.1.8.4.2、足基座3.1.8.4.5和足垫3.1.8.4.6依次按顺序固定在一起。所述足套3.1.8.4.1与力传感器3.1.8.4.2上端及小腿杆3.1.8.3固定在一起。所述力传感器3.1.8.4.2上粘贴有应变片。

[0053] 本实用新型所涉及的各永磁无刷电机,可以是内转子电机,也可以是外转子电机。

[0054] 以上所述仅为本实用新型的较佳实施例而已,并不用以限制本实用新型,凡在本实用新型的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本实用新型的保护范围之内。

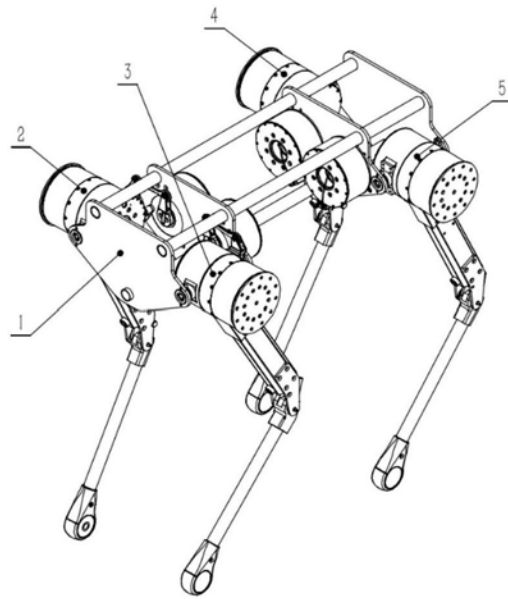


图1

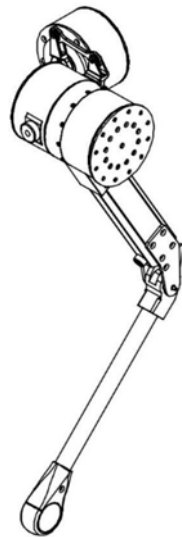


图2.a

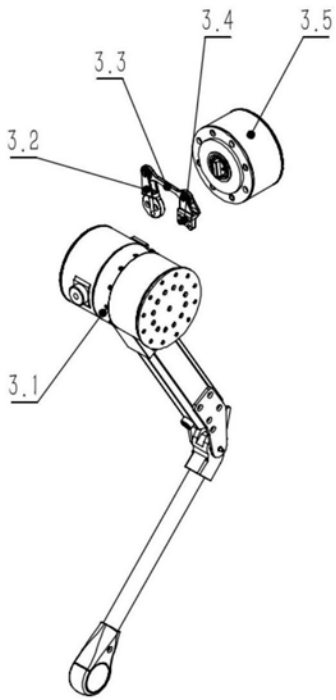


图2.b

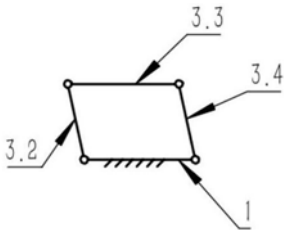


图2.c

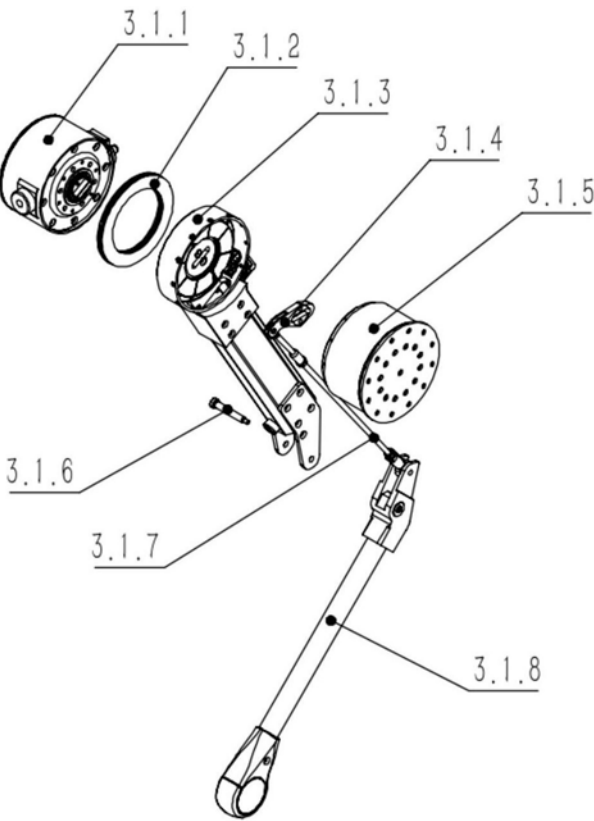


图3.1

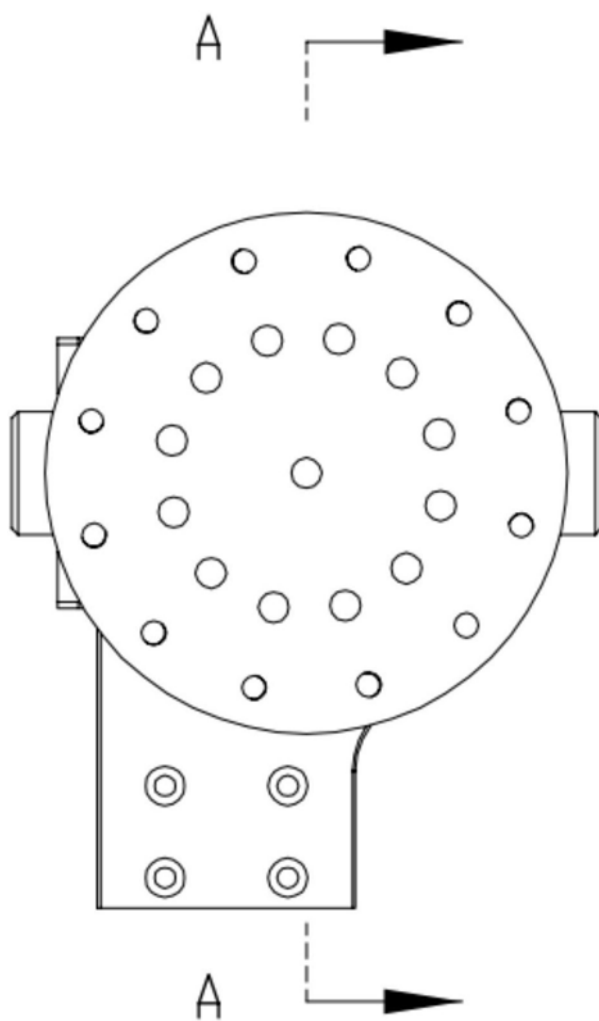


图3.2

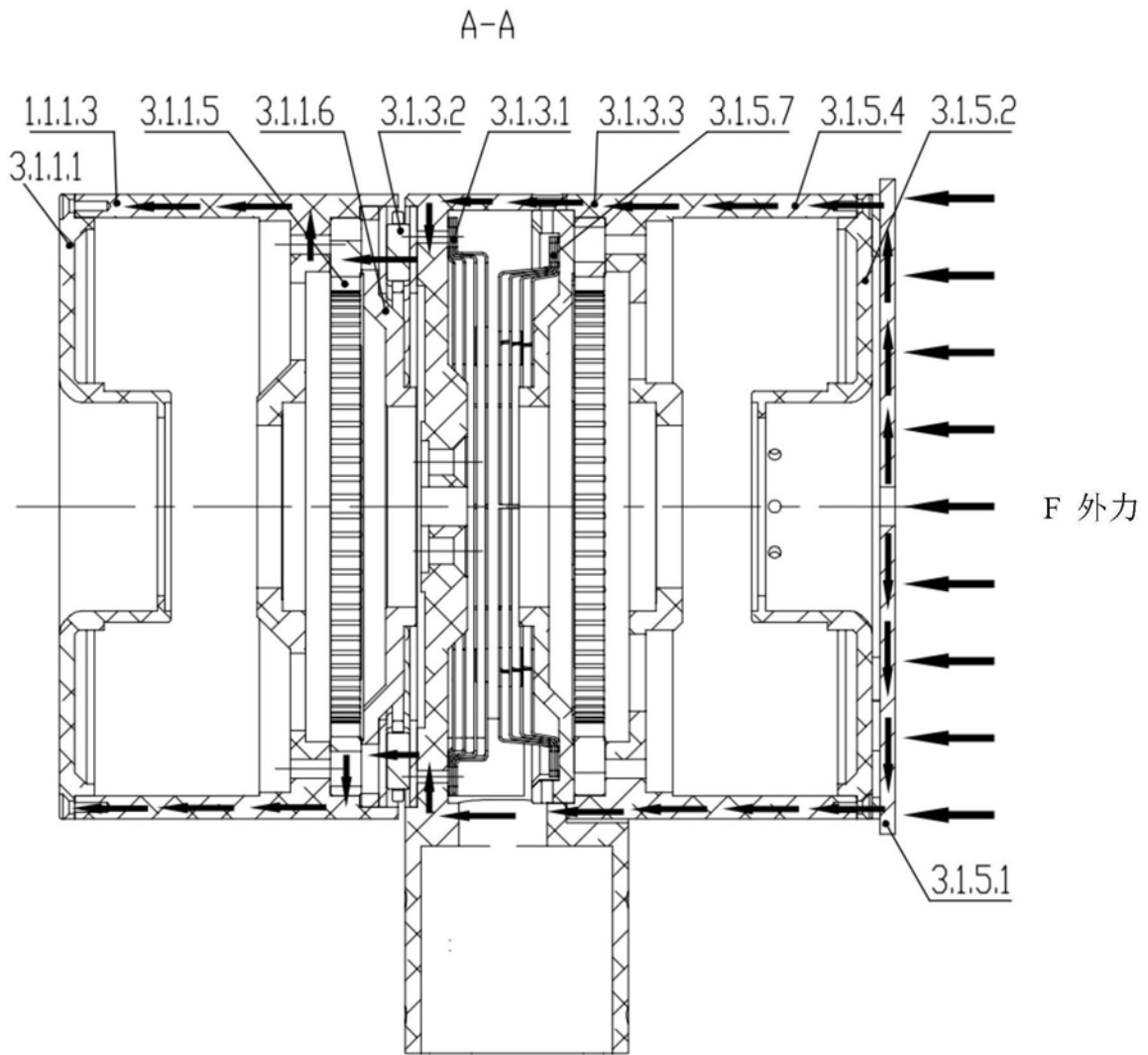


图3.3

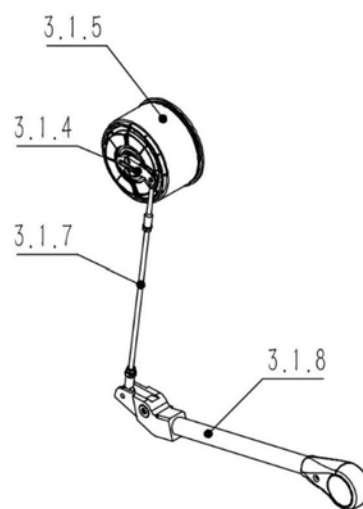


图4.a

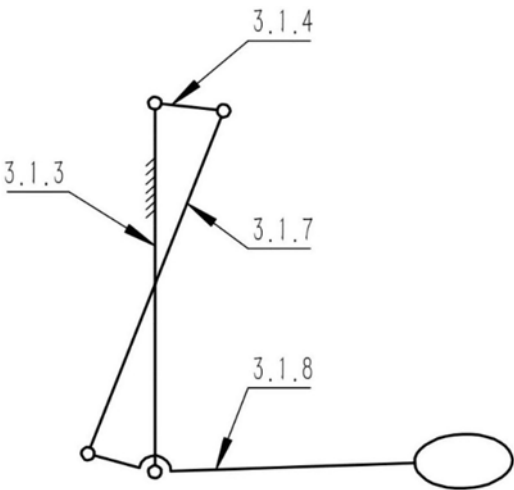


图4.b

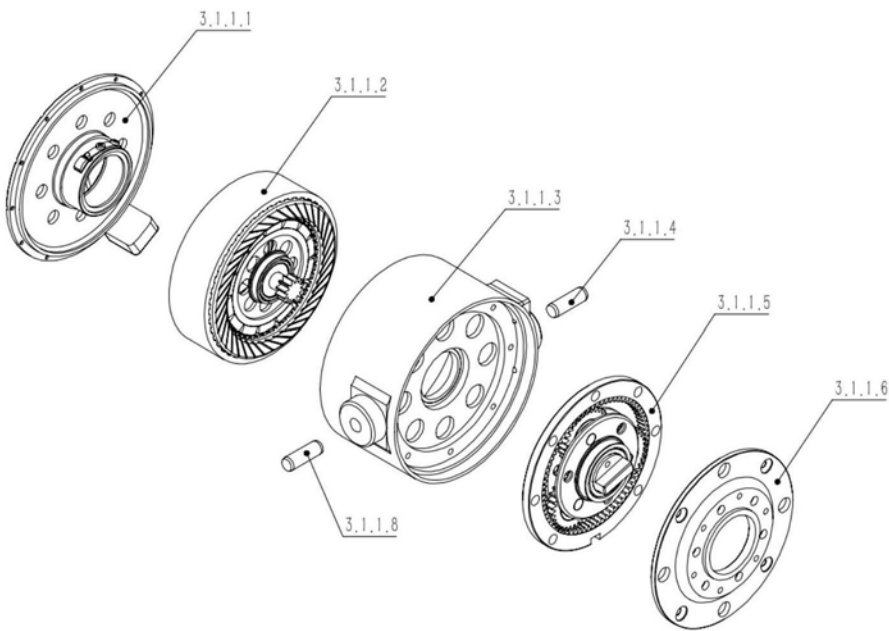


图5



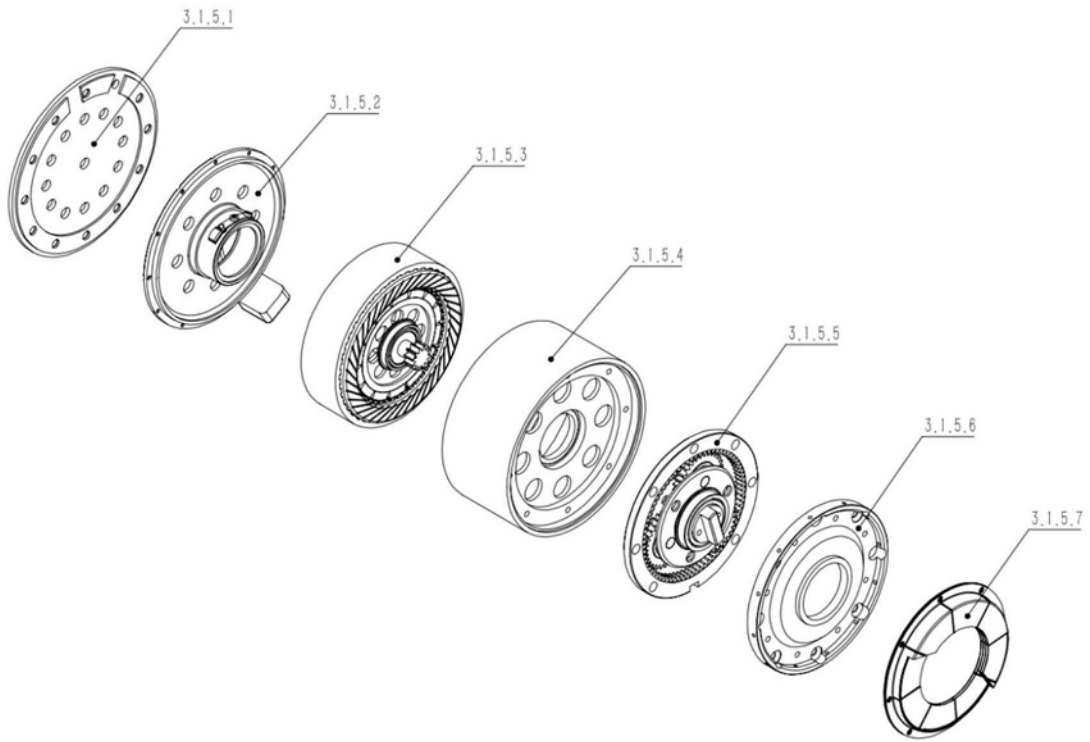


图6

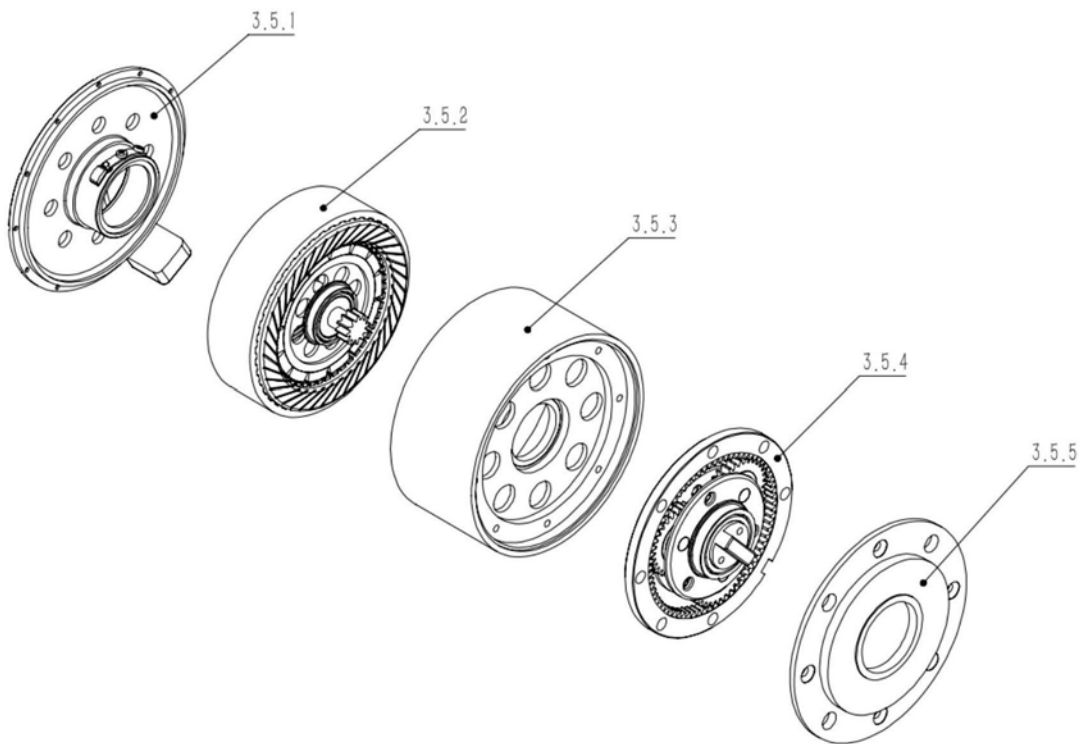


图7

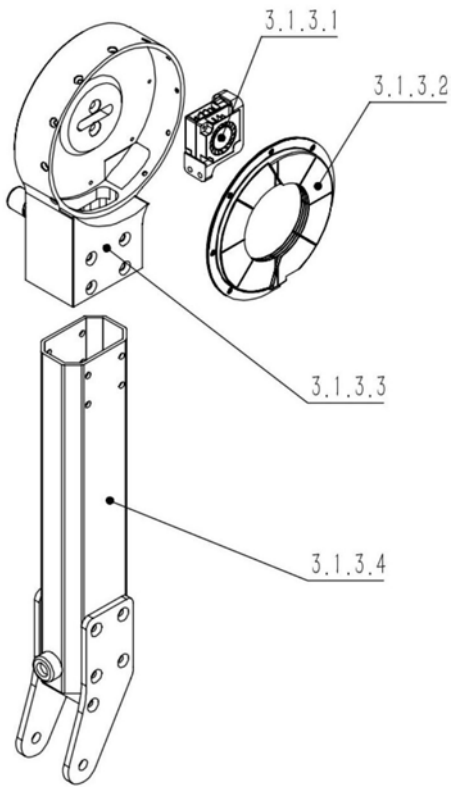


图8.a

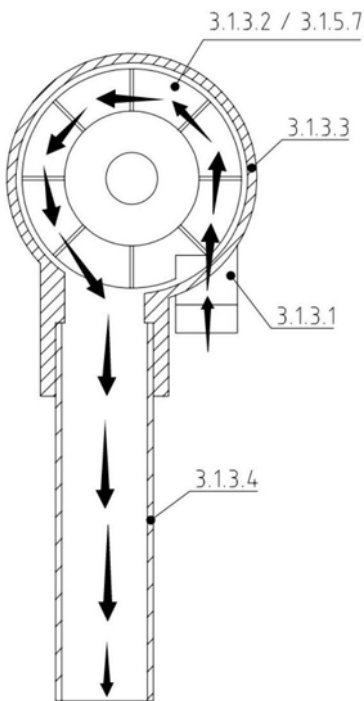


图8.b

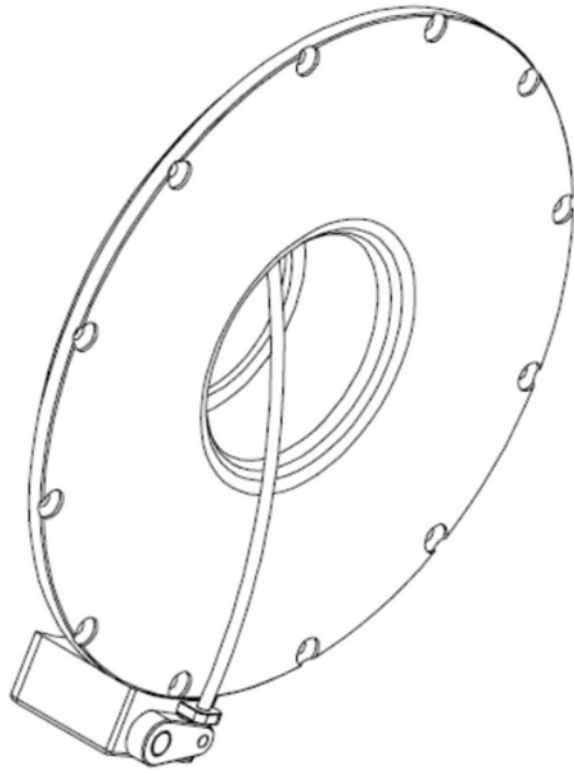


图9.1

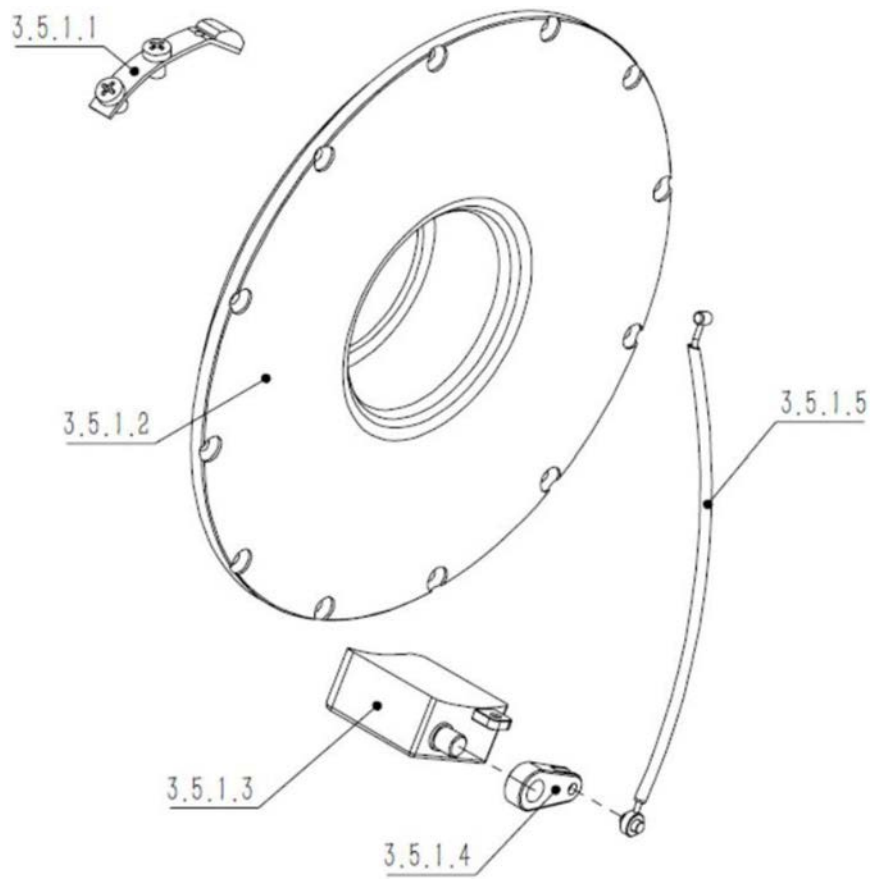


图9.2

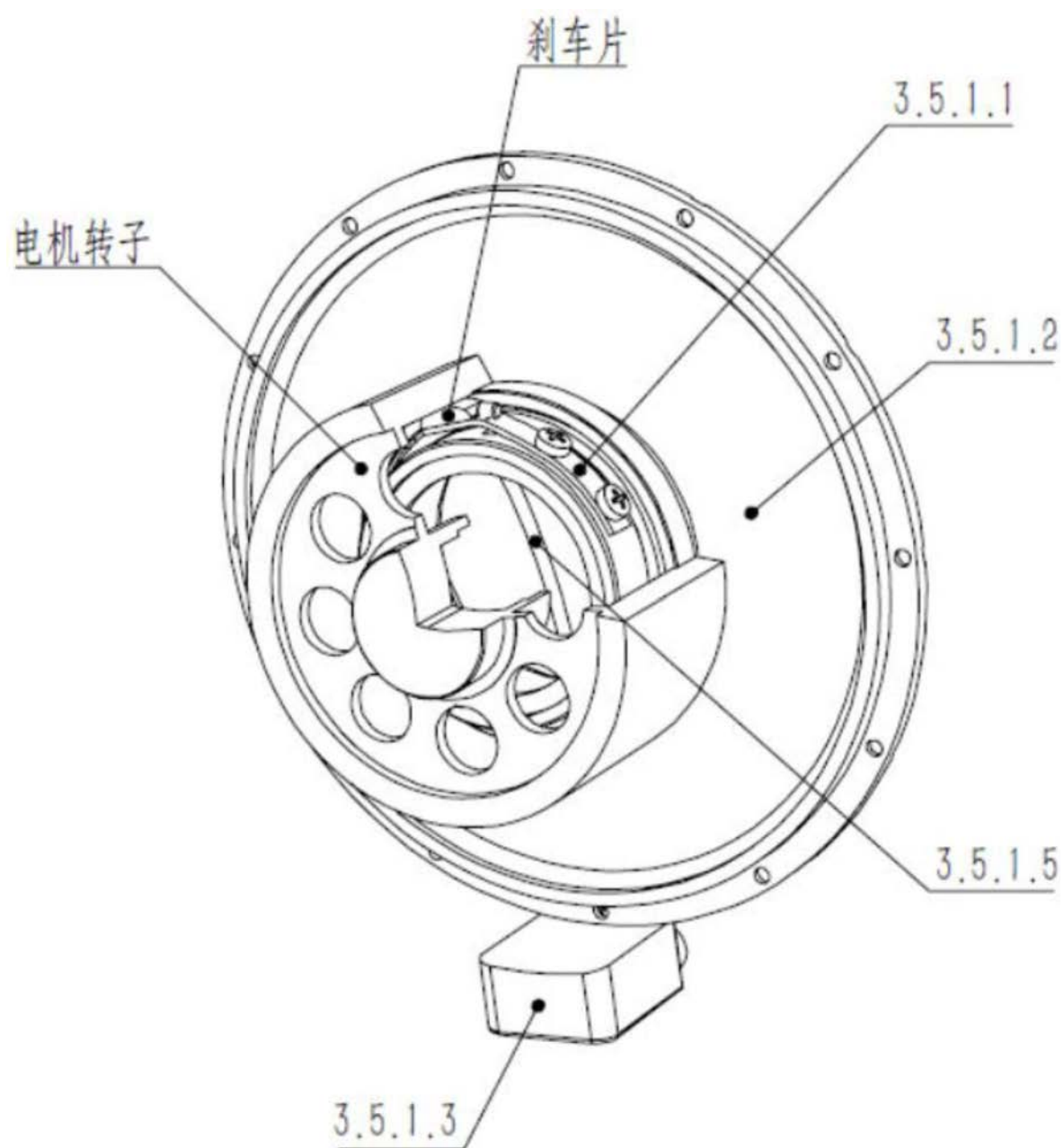


图9.3

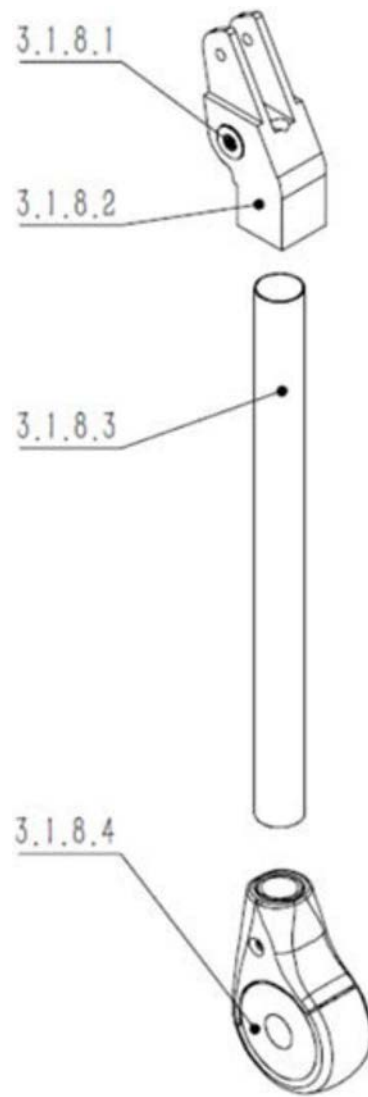


图10.1

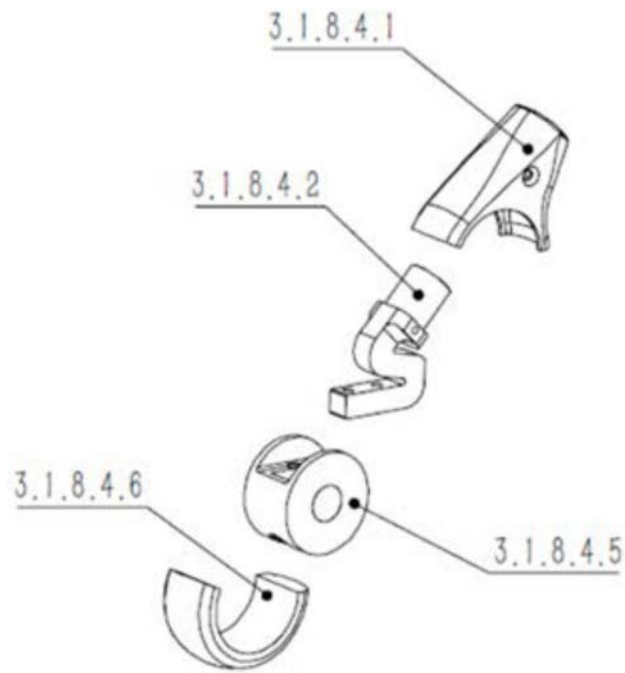


图10.2