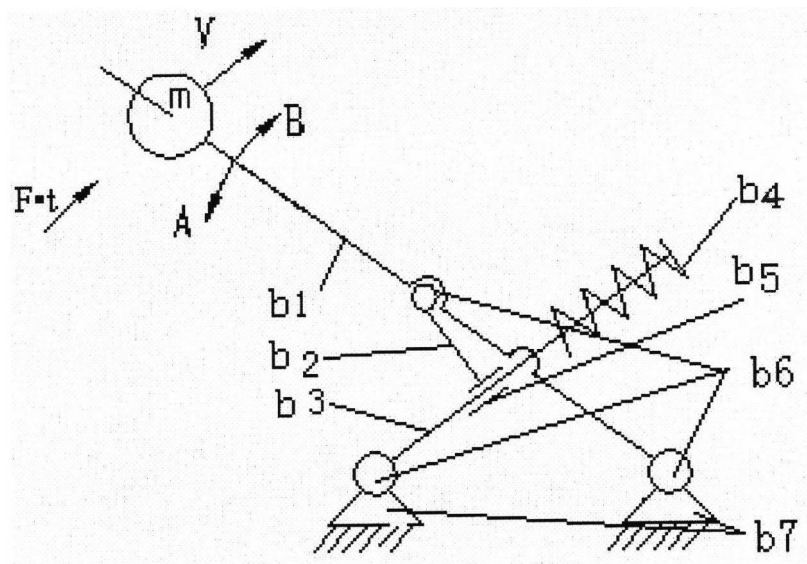


[0001] 本发明公开了一种用于航天器的平面四杆机构,包括:导杆、连杆、滑杆、缓冲元件、滑动副、复合转动副和支座;导杆通过复合转动副与支座相连;连杆一端通过复合转动副与导杆相连,另一端通过滑动副与滑杆相连;滑杆一端通过复合转动副与支座相连,另一端与缓冲元件相连;当与导杆相连的物体正向运动时,带动连杆上的滑动副向滑杆的末端滑动,与安装在滑杆末端的缓冲元件接触后,缓冲元件发生塑性变形,吸收冲击能量;缓冲元件的反作用使滑动副有沿反向运动的趋势,滑动副与滑杆的配合面的摩擦力实现滑动副反向锁止。本发明结构简单、体积紧凑、可靠性高。



1. 一种用于航天器的平面四杆机构,包括:导杆、连杆、滑杆、缓冲元件、滑动副、复合转动副和支座;

导杆通过复合转动副与支座相连;连杆一端通过复合转动副与导杆相连,另一端通过滑动副与滑杆相连;滑杆一端通过复合转动副与支座相连,另一端与缓冲元件相连;

当与导杆相连的物体正向运动时,带动连杆上的滑动副向滑杆的末端滑动,与安装在滑杆末端的缓冲元件接触后,缓冲元件发生塑性变形,吸收冲击能量;其中,正向运动时滑

动副与滑杆的配合面的长度为 $2L'$,且满足 $L' > \frac{\mu h}{\cos \theta + \mu \sin \theta}$;所述滑动副受到所述缓冲元

件的反作用具有沿反向运动的趋势,此时滑动副与滑杆的配合面的长度为 $2L$,且满足

$L < \frac{\mu h}{\cos \theta + \mu \sin \theta}$,滑动副与滑杆的配合面的摩擦力实现滑动副反向锁止;式中, μ 为滑动副

与滑杆的配合面的摩擦系数, θ 为连杆对导杆的作用力与水平面的夹角, h 为连杆与滑杆之间的作用点到连杆对导杆的作用力所在直线的距离。

2. 如权利要求1所述的平面四杆机构,其特征在于,滑杆另一端通过螺纹副与缓冲元件相连,该螺纹副用于调整滑杆与缓冲元件之间的相对位置,从而控制运动过程中导杆的极限位置。

3. 如权利要求1所述的平面四杆机构,其特征在于,缓冲元件为侧壁开孔的薄壁金属圆管。

4. 如权利要求1至3中任意一项所述的平面四杆机构,其特征在于,复合转动副包括两个转动副,即轴套和轴衬配合面形成的一个转动副,以及轴衬和轴配合面形成的另一个转动副。

5. 如权利要求4所述的平面四杆机构,其特征在于,各转动副的配合表面都喷涂了固体润滑膜,用于隔离相互配合的金属表面并降低各部件正向运动时的摩擦阻力。

一种用于航天器的平面四杆机构

技术领域

[0001] 本发明涉及一种航天器上小部件用支撑、缓冲、锁止装置,尤其涉及一种用于航天器的多功能平面四杆机构。

背景技术

[0002] 平面四杆机构是由刚性杆件用平面低副即转动副和移动副连接而成的机构,平面低副的压强小,磨损轻,加工工艺简单,易于保证精度要求,因此,平面四杆机构在多种行业得到了广泛应用。它们一般用来实现运动,或动力的传递,或利用连杆上的某一点实现特殊的运动轨迹。通常根据平面四杆机构转动副或移动副的特点,可以把它分为两类,即铰链四杆机构和曲柄滑块机构。转动导杆机构为曲柄滑块机构的一种常见形式,如图1所示,它由滑块a1、导杆a2、曲柄a3、以及机架a4组成。该机构的特点是:无论取哪一个活动杆件为原动件,无论运动方式如何,由于从动件无极限位置,机构都不存在死点位置,也不出现自锁。在实际应用中,为了适应不同的具体要求,可以通过适当改变转动副或移动副的形式,得到不同类型、不同功能的新型机构,满足使用要求。上述典型平面机构的功能单一,一般需要多种机构来完成多种功能,因此,当动能要求较多时,系统的组成复杂,可靠性较低。这不适合航天高可靠的要求。

[0003] 目前,常用的缓冲吸能方法有多种,如液压阻尼法、弹簧阻尼法、泡沫金属变形法以及金属管塌陷变形法等。液压阻尼法的优点是可以反复多次使用,但该方法对温度的变化敏感,在空间环境中应用的难度大。弹簧阻尼元件虽有良好的缓冲性能,但不能充分吸收能量。泡沫金属变形法的缓冲性能受温度等环境的影响小,但一般需要较大的空间尺寸。金属管塌陷变形法受温度等环境的影响小,但其变形规律难以控制,从而导致缓冲性能的变化较大。

[0004] 目前,常用的反向止动机构也有多种,如棘轮超越机构、锁爪单向机构、钢珠锁止单向机构、楔形摩擦锁止机构、滚珠楔面锁止机构、楔面锁止单向机构等。这些机构有的不能实现反向连续锁止,或者虽然能够实现反向连续锁止,但除了相对运动的两个构件外,还需要一个辅助构件,外形尺寸较大,结构组成较为复杂,因此,不利于机构可靠性的提高及小型化的实现。

发明内容

[0005] 因此本发明所要解决的技术问题是提供一种具有支撑、缓冲功能,且在运动空间的任何位置,都可以实现正向可靠运动,反向可靠锁止的多功能平面四杆机构,本发明能够简化系统结构,提高可靠性,实现系统组成小型化。

[0006] 本发明具体是这样实现的:

[0007] 一种用于航天器的平面四杆机构,包括:导杆、连杆、滑杆、缓冲元件、滑动副、复合转动副和支座;导杆通过复合转动副与支座相连;连杆一端通过复合转动副与导杆相连,另一端通过滑动副与滑杆相连;滑杆一端通过复合转动副与支座相连,另一端与缓冲元件相

连;当与导杆相连的物体正向运动时,带动连杆上的滑动副向滑杆的末端滑动,与安装在滑杆末端的缓冲元件接触后,缓冲元件发生塑性变形,吸收冲击能量;其中,正向运动时滑动副与滑杆的配合面的长度为 $2L'$,且满足 $L' > \frac{\mu h}{\cos \theta + \mu \sin \theta}$;所述滑动副受到所述缓冲元件的反作用具有沿反向运动的趋势,此时滑动副与滑杆的配合面的长度为 $2L$,且满足 $L < \frac{\mu h}{\cos \theta + \mu \sin \theta}$,滑动副与滑杆的配合面的摩擦力实现滑动副反向锁止;式中, μ 为滑动副与滑杆的配合面的摩擦系数, θ 为连杆对导杆的作用力与水平面的夹角, h 为连杆与滑杆之间的作用点到连杆对导杆的作用力所在直线的距离。

[0008] 按上述方案,滑杆另一端通过螺纹副与缓冲元件相连,该螺纹副用于调整滑杆与缓冲元件之间的相对位置,从而控制运动过程中导杆的极限位置。

[0009] 到连杆对导杆的作用力所在直线的距离。

[0010] 按上述方案,缓冲元件为侧壁开孔的薄壁金属圆管。

[0011] 按上述方案,复合转动副包括两个转动副,即轴套和轴衬配合面形成的一个转动副,以及轴衬和轴配合面形成的另一个转动副。

[0012] 按上述方案,各转动副的配合表面都喷涂了固体润滑膜,用于隔离相互配合的金属表面并降低各部件正向运动时的摩擦阻力。

[0013] 由于采用了上述装置,本发明与现有技术相比,具有以下优点:

[0014] 本发明通过导杆滑块锁止机构对航天器上小部件的连接、支撑,避免了小部件与航天器分离后轨迹不确定带来的危险,有效防止了空间碎片的产生,而且,通过其上的缓冲元件可以有效缓冲分离过程中的冲击能量,降低分离过程对航天器上仪器设备的影响。通过复合转动副保证了正向可靠运动,通过改变滑动副的结构形式,实现了反向自锁,有效避免了因缓冲元件的作用,而使分离后的小部件再次反弹到初始位置。

[0015] 本发明结构简单,体积紧凑,用一套装置就可以实现支撑、正向可靠运动、冲击缓冲及反向可靠锁止的功能,降低了系统的复杂性,节省了体积空间,提高了航天器上小部件分离的可靠性。

附图说明

[0016] 图1为背景技术中转导杆机构的机构简图;

[0017] 图2为本发明的机构简图;

[0018] 图3为本发明的结构示意图;

[0019] 图4为本发明中连杆b2上滑动副b5的结构示意图;

[0020] 图5为在正向运动时滑动副b5的受力情况示意图;

[0021] 图6为在反向运动时滑动副b5的受力情况示意图;

[0022] 图7为本发明中缓冲元件b4的结构示意图;

[0023] 图8为本发明中复合转动副b6的结构示意图。

具体实施方式

[0024] 以下结合附图对本发明的具体实施过程作进一步的说明:

[0025] 本发明通过对传统转动导杆机构运动副形式的改变,提出了一种新型平面四杆机构:导杆滑块锁止机构,实现了对航天器小部件的支撑,以及正向运动灵活,反向任何位置可靠锁止的功能。并通过安装在滑杆末端的缓冲元件,实现对冲击能量的缓冲。

[0026] 图2为本发明的机构简图,图3为本发明的结构示意图。如图2、图3所示,本发明主要包括:导杆b1、连杆b2、滑杆b3、缓冲元件b4、滑动副b5、复合转动副b6、支座b7。一般情况下被分离的部件通过螺纹与导杆b1相连,导杆b1通过复合转动副b6与连杆b2和支座b7相连;连杆b2一端通过复合转动副b6与导杆b1相连,另一端通过滑动副b5与滑杆b3相连;滑杆b3一端通过复合转动副b6与支座b7相连,另一端通过螺纹副与缓冲元件b4相连。整个导杆滑块锁止机构,用螺钉通过支座b7与航天器相连。

[0027] 当被连接件分离时,外部冲量 $F \cdot t$ 作用到导杆b1末端质量为 m 的重物上,使 m 以速度 v 沿B向(正向)运动,同时连杆b2上的滑动副b5向滑杆b3的末端滑动,与安装在滑杆b3末端的缓冲元件b4接触后,缓冲元件b4发生塑性变形,从而把冲击能量吸收掉,降低分离过程中的冲击对航天器上其它仪器设备的影响。同时,在缓冲过程中的任意位置,由于连杆b2上滑动副b5的作用,使本发明均能实现反向自锁,导杆b1均不会因缓冲元件b4的反作用而沿A向(反向)运动,保证质量为 m 的部件分离后不会再次回到初始位置,在导杆b1的连接与支撑作用下,保证了小部件 m 沿确定的运动轨迹分离,避免了空间垃圾碎片的产生。通过滑杆b3与缓冲元件b4之间的螺纹副,可以调整二者之间的相对位置,从而控制分离过程中导杆的极限位置,以适应运动空间受限制的情况。

[0028] 连杆b2上滑动副b5的结构如图4所示。滑动副b5的下端为半圆槽,中间为圆孔,上端为由两个半圆槽组成的“1”字孔。在正向运动时滑动副b5的受力情况如图5所示。此过程中,滑动副b5与滑杆b3的配合面较长为 $2L'$ 。只要满足 $L' > \frac{\mu h}{\cos \theta + \mu \sin \theta}$ (μ 为摩擦系数, θ 为

连杆b2对导杆b1的作用力 P 与水平面的夹角, h 为连杆b2与滑杆b3之间的作用点到力 P 所在直线的距离)就可以保证导杆b1沿正向运动。 L' 越大,导杆b1沿正向运动时的摩擦力就越小,运动也就越可靠。所以,在空间尺寸允许的前提下, L' 尽可能大。在反向运动时滑动副b5的受力情况如图6所示。此过程中,滑动副b5与滑杆b3的配合面较短为 $2L$ 。为实现反向锁止,

要求 $L < \frac{\mu h}{\cos \theta + \mu \sin \theta}$ 。 L 越小,导杆b1沿反向运动时的摩擦力就越大,锁止就越可靠。所以,在满足强度、刚度要求的前提下, L 尽可能小。为同时实现正向运动灵活,反向可靠锁止,在结构设计时,使滑动副b5中的尺寸 $L < L'$ 即可。

[0029] 缓冲元件b4的结构如图7所示,它为侧壁开孔的薄壁金属圆管,其缓冲力与金属材料、圆管壁厚及孔径、孔距参数有关。通过滑杆b3的导向作用,缓冲元件b4内壁与滑杆b3之间的适当间隙,以及缓冲元件b4侧壁通孔的规律性,保证了缓冲元件b4的规律压溃变形,从而保证了缓冲力的稳定性。缓冲元件b4的结构特性既保证了重量轻,体积小,又确保了缓冲吸能的可靠性。

[0030] 复合转动副b6的结构如图8所示。本发明中的任何一个复合转动副,都包括两个转动副,即轴套e1和轴衬e2配合面形成的一个转动副,以及轴衬e2和轴e3配合面形成的另一个转动副。如其中某个配合面卡死,即该转动副失效,另一个转动副仍然可以满足运动要求。这样,大大提高了本发明正向运动的可靠性。另外,各运动副的配合表面都喷涂了适合

空间环境的固体润滑膜,这不仅降低了正向运动时摩擦阻力,保证了摩擦阻力的稳定性,同时使相互配合的金属表面隔离开来,有效地抑制了冷焊现象的发生,进一步提高了正向运动时的可靠性。

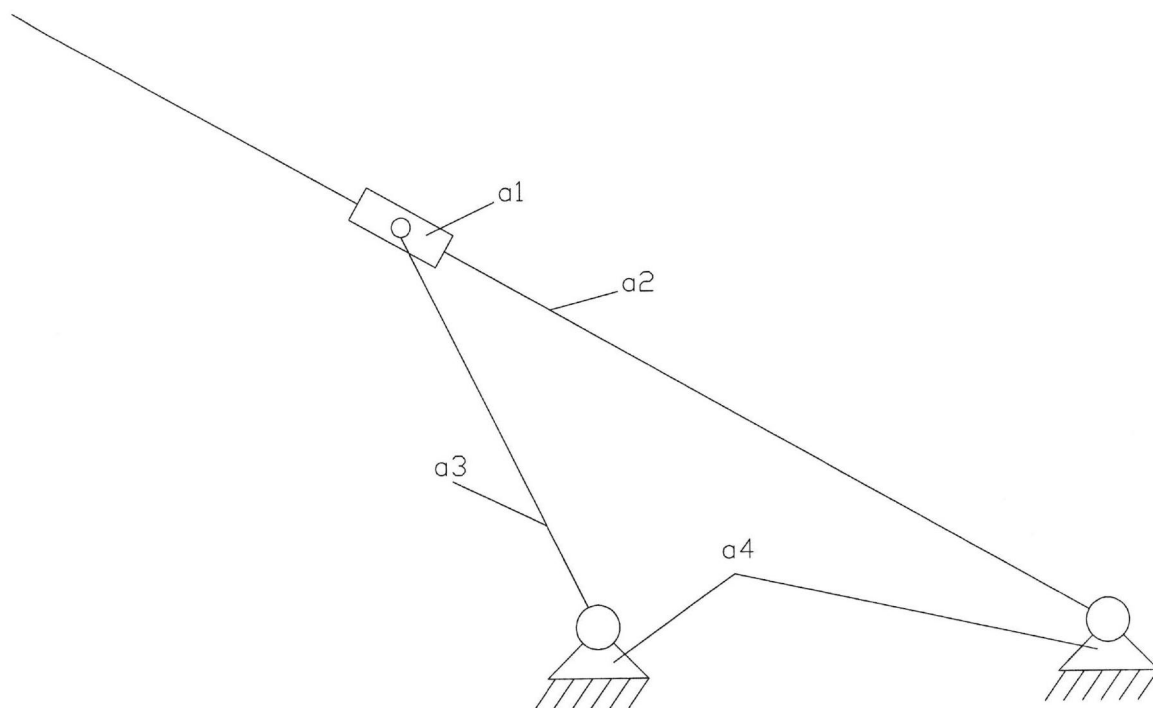


图1

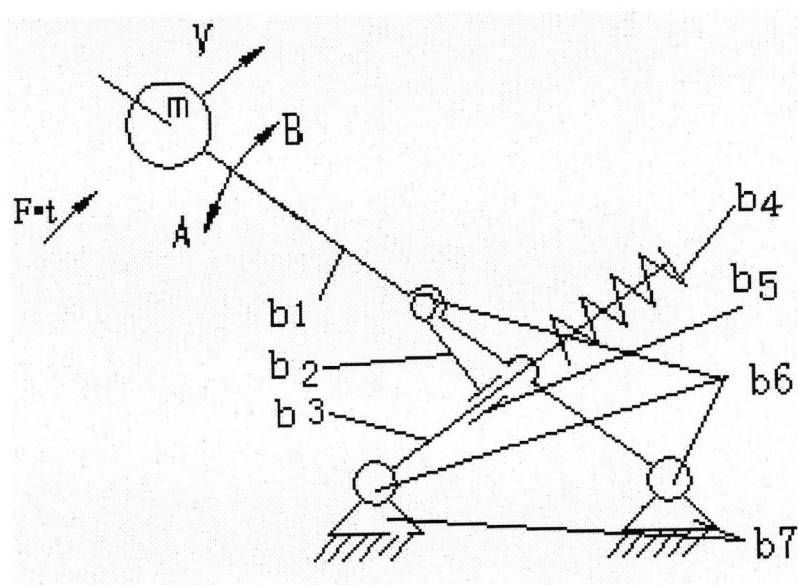


图2

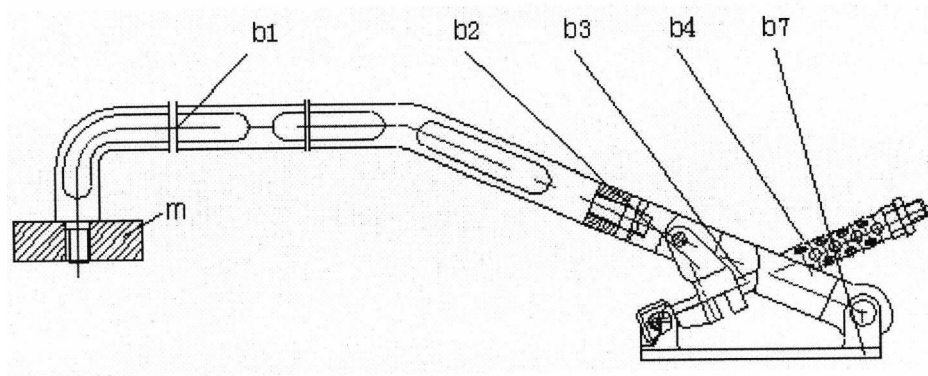


图3

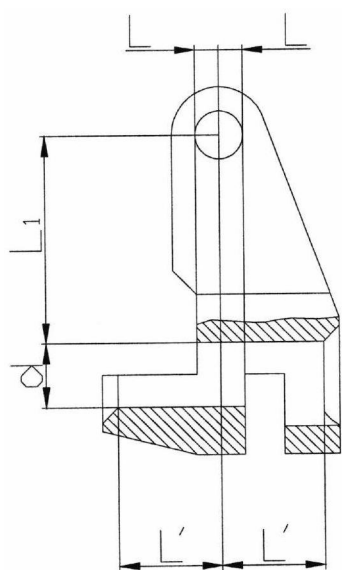


图4

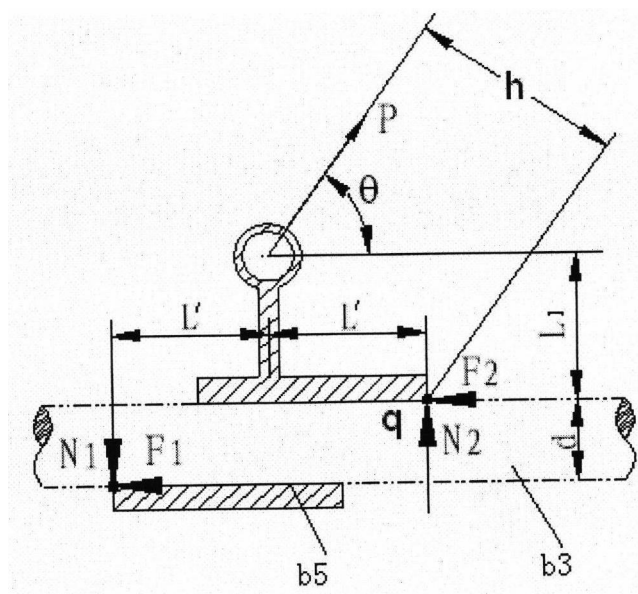


图5

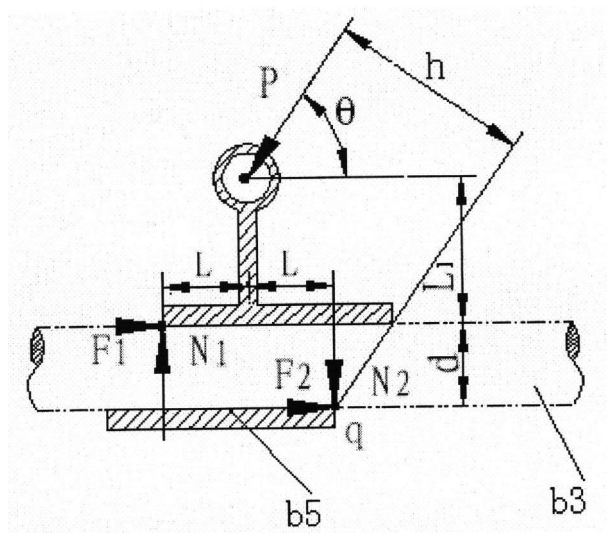


图6

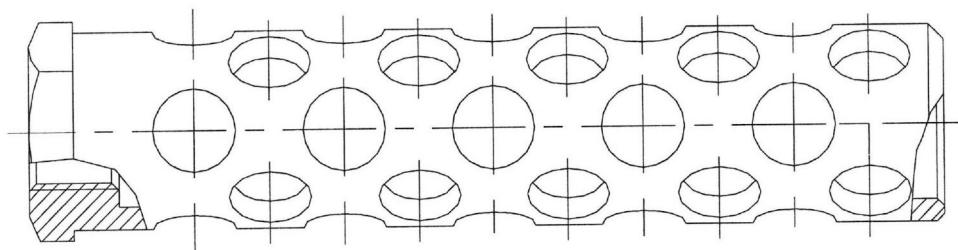


图7

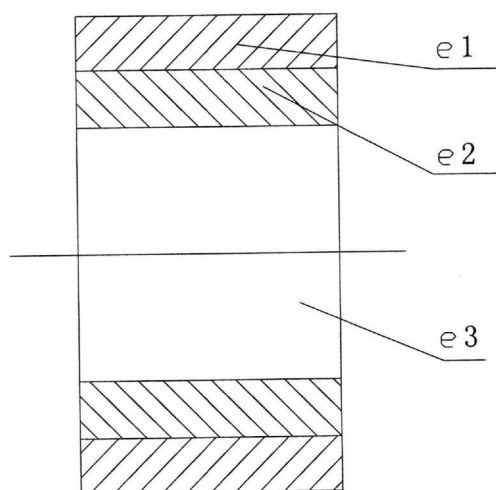


图8