



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103935525 A

(43) 申请公布日 2014. 07. 23

(21) 申请号 201410166168. X

(22) 申请日 2014. 04. 24

(71) 申请人 南京航空航天大学

地址 210016 江苏省南京市秦淮区御道街
29 号

(72) 发明人 聂宏 岳帅 张明 蒋锐 吴晓宇
张钦

(74) 专利代理机构 江苏圣典律师事务所 32237
代理人 贺翔

(51) Int. Cl.

B64D 45/04 (2006. 01)

B64G 1/16 (2006. 01)

F16F 15/023 (2006. 01)

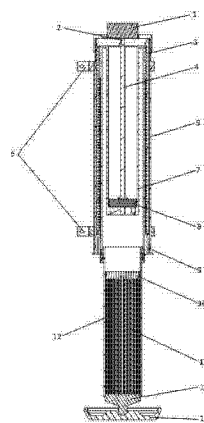
权利要求书2页 说明书3页 附图3页

(54) 发明名称

可重复使用运载器的缓冲着陆腿及其缓冲方法

(57) 摘要

本发明涉及一种可重复使用运载器的缓冲着陆腿及其缓冲方法,属于着陆腿技术领域。它包括外套筒(5)、内衬筒(3)、凹型筒(7)、旋转电机(1)、推杆(4)、浮动活塞(8)、活塞筒(12)、垫片(10)、蜂窝缓冲材料(11)、球铰(13)、足垫(14)、端盖(9)。该机构所具有的特点是结合了三种缓冲方式:油液缓冲、阻尼橡胶缓冲以及蜂窝缓冲方式,能够进行多级缓冲。该机构能够适应不同初始着陆情况,同时能够自动收放,无需人为地面操作。



1. 一种可重复使用运载器的缓冲着陆腿,其特征在于:包括外套筒(5)、内衬筒(3)、凹型筒(7)、旋转电机(1)、推杆(4)、浮动活塞(8)、活塞筒(12)、垫片(10)、蜂窝缓冲材料(11)、球铰(13)、足垫(14)、端盖(9);

所述外套筒(5)外壁布置有与运载器大梁固定连接的紧固装置(6);所述内衬筒(3)安装于外套筒(5)内;所述内衬筒(3)布置有内壁螺纹(15),所述凹型筒(7)上端外壁布置有外壁螺纹(16),凹型筒(7)通过其外壁螺纹(16)与内衬筒(3)内壁螺纹(15)的配合安装于内衬筒(3)内,所述旋转电机(1)安装于外套筒(5)上端且输出轴与内衬筒(3)固定连接;

所述凹型筒(7)纵向剖面呈“凹”字形;“凹”字形上部的凹槽内即为上油腔(18);上油腔(18)外侧及下部即为下油腔(20),下油腔(20)下部为非封闭结构;上油腔(18)和下油腔(20)之间通过油液阻尼孔(19)相连;

所述推杆(4)上端与内衬筒(3)固定,推杆(4)下端伸入到凹型筒(7)的上油腔(18)中,所述浮动活塞(8)安装于上油腔(18)中并位于推杆(4)下方,起到密封上油腔(18)中油液的作用;

所述垫片(10)安装于所述活塞筒(12)内,用于分隔下油腔(20)中的油液与活塞筒(12)内的蜂窝缓冲材料(11),所述蜂窝缓冲材料(11)安装于活塞筒(12)内位于垫片(10)以下的空间;所述足垫(14)通过所述球铰(13)安装于活塞筒(12)的下端;

所述端盖(9)安装于外套筒(5)下端且布置于凹型筒(7)外侧,凹型筒(7)外壁沿轴向开有导向槽(17),所述端盖(9)具有与导向槽(17)相互配合的凸起,保证凹型筒(7)沿轴向直线运动。

2. 根据权利要求1所述的可重复使用运载器的缓冲着陆腿的缓冲方法,其特征在于包括以下过程:

步骤1、当降落前启动旋转电机(1),旋转电机(1)带动内衬筒(3)在轴向固定位置旋转,进而使得凹型筒(7)直线向下运动,凹型筒(7)达到与内衬筒(3)螺纹配合的极限位置,即锁定位置;

步骤2、当运载器正常着陆时,载荷经过足垫(14)传递到活塞筒(12),活塞筒(12)向上运动压缩下油腔(20)的油液,油液通过布置在凹型筒(7)上的油液阻尼孔(19)进入上油腔(18);浮动活塞(8)也随之向上运动,当油液全部由下油腔(20)进入上油腔(18)后,凹型筒(7)与垫片(10)接触,垫片(10)中的橡胶缓冲夹层缓冲吸收剩余的一小部分能量;

步骤2-1、当着陆冲击力小于布置在活塞筒(12)中蜂窝缓冲材料(11)的压溃载荷时,蜂窝缓冲材料(11)不压溃;

步骤2-2、当运载器非正常着陆,即以较大的初始着陆速度着陆时,油液阻尼力增大,达到或超过蜂窝缓冲材料(11)的压溃载荷,进而通过垫片(10)压溃蜂窝缓冲材料(11),此时油液缓冲和蜂窝压溃同时进行,共同吸收较大的冲击能量;

步骤3、运载器着陆后,再次启动旋转电机(1),凹型筒(7)向上运动到初始位置,过程中推杆(4)推动浮动活塞(8)使油液从上油腔(18)流回下油腔(20);正常着陆时蜂窝缓冲材料(11)不发生压溃,非正常着陆时蜂窝缓冲材料(11)已压溃则进行更换,此时即可进行下一次发射。

3. 根据权利要求1所述的可重复使用运载器的缓冲着陆腿的缓冲方法,其特征在于:上述垫片(10)中具有橡胶缓冲夹层;所述步骤2着陆过程中当油液由下油腔(20)全部进

入上油腔(18)后,凹型筒(7)与垫片(10)接触,垫片(10)中的橡胶缓冲夹层进一步缓冲一部分能量。

可重复使用运载器的缓冲着陆腿及其缓冲方法

技术领域

[0001] 本发明属于一种用于可重复使用运载器的重复使用的缓冲着陆腿缓冲方法,属于着陆腿技术领域。

背景技术

[0002] 可重复使用运载器是一种十分新颖的运载器,其宗旨为每次发射及降落后,经过简单的维修和补充推进剂,很快就能够再次发射,而且可以重复多次使用。它的研制成功并投入使用,能够大大简化地面操作和设备,减少地面操作费用,提高发射频率,同时也可以减少空气污染和太空垃圾,是未来运载器的发展方向。美国麦道公司 1991 年开始研究可重复使用运载器,并且进行了相关的发射试验。作为实现可重复使用的关键部件,缓冲着陆支腿为运载器在地表稳定着陆提供支持,并且在下一次发射前可以自动或人工收起实现重复使用。

[0003] 目前国外采用过的缓冲着陆腿缓冲方式有液压缓冲,多胞材料压溃变形缓冲,金属变形缓冲,磁流变液缓冲和固体弹簧缓冲方式。液压缓冲方式适合于冲击载荷较小的情况,当冲击载荷较大时,缓冲器的体积和重量相对较大。多胞材料压溃变形缓冲主要采用铝蜂窝结构或者填充有泡沫铝材料的蜂窝结构为缓冲材料,其缓冲力具有较长的“平台”特性,不过蜂窝变形后不能回复。金属变形缓冲方式不能够满足重复使用的要求。磁流变液缓冲方式在航天领域尚且处于研制阶段,技术还不够成熟。固体弹簧缓冲方式会使得机构重量大且容易造成运载器反弹。这些缓冲方式都有各自的优点和局限性,如果能够把这些缓冲方式中的几种结合起来,形成多级缓冲,则会使得缓冲效果、结构重量、可重复使用性等多方面因素得到权衡,将大大适用于可重复使用运载器。

发明内容

[0004] 本发明的目的:针对现有技术的不足,提供一种适用于可重复使用运载器的缓冲着陆腿缓冲方法。该机构能够适应不同初始着陆情况,同时能够自动收放,无需人为地面操作。该机构所具有的特点是结合了三种缓冲方式:油液缓冲、阻尼橡胶缓冲以及蜂窝缓冲方式,能够进行多级缓冲,在不同着陆工况下都具有较高的缓冲效率,缓冲无反弹,自动收放重复使用,使用寿命长,可靠性高,运动机构和控制系统简单,结构质量轻。

[0005] 为了实现上述发明目的,本发明采用了以下的技术方案:

一种可重复使用运载器的缓冲着陆腿,其特征在于:包括外套筒、内衬筒、凹型筒、旋转电机、推杆、浮动活塞、活塞筒、垫片、蜂窝缓冲材料、球铰、足垫、端盖;所述外套筒外壁布置有与运载器大梁固定连接的紧固装置;所述内衬筒安装于外套筒内;所述内衬筒布置有内壁螺纹,所述凹型筒上端外壁布置有外壁螺纹,凹型筒通过其外壁螺纹与内衬筒内壁螺纹的配合安装于内衬筒内,所述旋转电机安装于外套筒上端且输出轴与内衬筒固定连接;所述凹型筒纵向剖面呈“凹”字形;“凹”字形上部的凹槽内即为上油腔;上油腔外侧及下部即为下油腔,下油腔下部为非封闭结构;上油腔和下油腔之间通过油液阻尼孔相连;所述推

杆上端与内衬筒固定,推杆下端伸入到凹型筒的上油腔中,所述浮动活塞安装于上油腔中并位于推杆下方,起到密封上油腔中油液的作用;所述垫片安装于所述活塞筒内,用于分隔下油腔中的油液与活塞筒内的蜂窝缓冲材料,所述蜂窝缓冲材料安装于活塞筒内位于垫片以下的空间;所述足垫通过所述球铰安装于活塞筒的下端;所述端盖安装于外套筒下端且布置于凹型筒外侧,凹型筒外壁沿轴向开有导向槽,所述端盖具有与导向槽相互配合的凸起,保证凹型筒沿轴向直线运动。

[0006] 上述的可重复使用运载器的缓冲着陆腿的缓冲方法,其特征在于包括以下过程:步骤 1、当降落前启动旋转电机,旋转电机带动内衬筒在轴向固定位置旋转,进而使得凹型筒直线向下运动,凹型筒达到与内衬筒螺纹配合的极限位置,即锁定位置;步骤 2、当运载器正常着陆时,载荷经过足垫传递到活塞筒,活塞筒向上运动压缩下油腔的油液,油液通过布置在凹型筒上的油液阻尼孔进入上油腔;浮动活塞也随之向上运动,当油液全部由下油腔进入上油腔后,凹型筒与垫片接触,垫片中的橡胶缓冲夹层缓冲吸收剩余的一小部分能量;步骤 2-1、当着陆冲击力小于布置在活塞筒中蜂窝缓冲材料的压溃载荷时,蜂窝缓冲材料不压溃;

步骤 2-2、当运载器非正常着陆,即以较大的初始着陆速度着陆时,油液阻尼力增大,达到或超过蜂窝缓冲材料的压溃载荷,进而通过垫片压溃蜂窝缓冲材料,此时油液缓冲和蜂窝压溃同时进行,共同吸收较大的冲击能量;步骤 3、运载器着陆后,再次启动旋转电机,凹型筒向上运动到初始位置,过程中推杆推动浮动活塞使油液从上油腔流回下油腔;正常着陆时蜂窝缓冲材料不发生压溃,非正常着陆时蜂窝缓冲材料已压溃则进行更换,此时即可进行下一次发射。

[0007] 本发明将多种缓冲方式进行串联设计,相比于其他单一形式的缓冲装置,此设计的缓冲性能稳定,能够在不同的着陆工况下保证较高的缓冲效率和较低的过载,无反弹。对于可重复使用运载器来说,着陆工况在较大范围内变化是不可避免的,这种复合式缓冲方式无论是对于正常着陆还是极限情况着陆都具有很好的适应性。同时通过浮动活塞和推杆的设计使得油液在油腔中循环流动,活塞筒中的蜂窝缓冲材料在正常着陆情况下不会被压溃,达到重复使用的目的,降低了发射成本。此外,螺纹配合实现了着陆器的展开、收起和锁定功能,无需专门的锁定机构进行锁定,用旋转电机进行收放而不是收放作动筒,这些使得缓冲着陆腿占用运载器内的空间减少,也减小了整个着陆腿的重量,导向槽的设计也使得凹型筒的收放更加可靠。该机构能够适应不同初始着陆情况,同时能够自动收放,无需人为地面操作。该机构所具有的特点是结合了三种缓冲方式:油液缓冲、阻尼橡胶缓冲以及蜂窝缓冲方式,能够进行多级缓冲,在不同着陆工况下都具有较高的缓冲效率,缓冲无反弹,自动收放重复使用,使用寿命长,可靠性高,运动机构和控制系统简单,结构质量轻。

[0008] 内衬筒外布置有外套筒,外套筒外壁布置有与运载器大梁固定连接的紧固装置。所述端盖安装于外套筒下端且布置于凹型筒外侧,起到轴向固定凹型筒的作用。足垫通过球铰与活塞筒连接。这样使得着陆腿机构的安装与传力路线简单可靠,运动过程中不会产生干涉,结构的刚度好。

[0009] 上述垫片中具有橡胶缓冲夹层;所述步骤 2 着陆过程中当油液由下油腔全部进入上油腔后,凹型筒与垫片接触,垫片中的橡胶缓冲夹层进一步缓冲一部分能量。

附图说明

[0010] 附图 1 本缓冲着陆腿机构的组成示意图；

附图 2 内衬筒结构示意图；

附图 3 凹型筒结构示意图。

[0011] 图中标号名称：1、旋转电机；2、输出转轴；3、内衬筒；4、推杆；5、外套筒；6、紧固装置；7、凹型筒；8、浮动活塞；9、端盖；10、垫片；11、蜂窝缓冲材料；12、活塞筒；13、球铰；14、足垫；15、内壁螺纹；16、外壁螺纹；17、导向槽；18、上油腔；19、油液阻尼孔；20、下油腔。

[0012]

具体实施方式

[0013] 如图 1 所示，本发明可重复使用运载器着陆缓冲支腿，包括内衬筒 3、外套筒 5、凹型筒 7、活塞筒 12 以及足垫 14，在外套筒 5 外壁上有与运载器大梁起固定连接的紧固装置 6，内衬筒 3 的顶端设置有一旋转电机 1，该旋转电机 1 的输出转轴 2 与内衬筒 3 固定连接，此外，内衬筒 3 又与推杆 4 固定连接，内衬筒 3 的布置有内壁螺纹 15，与凹型筒 7 上端外壁螺纹 16 相互配合，当内衬筒 3 转动时，其在轴向被端盖 9 固定，进而使得凹型筒 7 可以上下移动，凹型筒 7 的内部有浮动活塞 8；活塞筒 12 内部有垫片 10，垫片 10 的下端有用于极端状况着陆时压溃用的蜂窝缓冲材料 11；足垫 14 通过球铰 13 与活塞筒 12 相连接。

[0014] 如图 3 所示，凹型筒 7 的剖视图呈现一个凹字形，保证当油液缓冲完毕后与垫片 10 有足够的接触面积。其外壁上开有凹槽 17，端盖 9 的凸起刚好插入凹槽内，使得内衬筒 3 转动时，凹型筒 7 不会由于螺纹摩擦力的带动而一起转动。

[0015] 凹型筒 7 的上油腔 18 在缓冲开始时没有油液，缓冲过程中油液逐渐从下油腔 20 通过油液阻尼孔 19 进入上油腔 18，当着陆支腿收起时，推杆 4 推动浮动活塞 8 使得油液全部重新回到下油腔 20 中。

[0016] 当可重复使用运载器即将降落时，启动内衬筒上端的旋转电机，旋转电机带动内衬筒在轴向固定位置旋转，进而带动凹型筒直线向下运动伸出到达一定位置，螺纹配合同时也起到锁定作用。当运载器正常着陆时，着陆冲击力小于活塞筒中蜂窝的压溃载荷，蜂窝不压溃，载荷经过足垫传递到活塞筒，活塞筒向上运动压缩油腔内的油液，使得油液经过凹型筒的油液阻尼孔从下油腔进入上油腔，上油腔的浮动活塞也随之向上运动。当运载器非正常着陆，即以较大的初始着陆速度着陆时，油液阻尼力增大，达到了蜂窝的压溃载荷，进而通过垫片压溃蜂窝，此时油液缓冲和蜂窝压溃同时进行，共同吸收较大的冲击能量。当油液全部由下油腔进入上油腔后，凹型筒与垫片接触，垫片中的橡胶缓冲夹层只需缓冲剩余的一小部分能量即可。运载器着陆后，再次启动旋转电机，凹型筒向上运动到初始位置，过程中推杆推动浮动活塞使油液从上油腔流回下油腔。正常着陆时，蜂窝不发生压溃，此时即可进行下一次发射；非正常着陆时，蜂窝压溃，此时只需把足垫拆下，更换蜂窝便可进行下一次发射，此过程实现了可重复使用并且适用于不用着陆工况下的着陆。

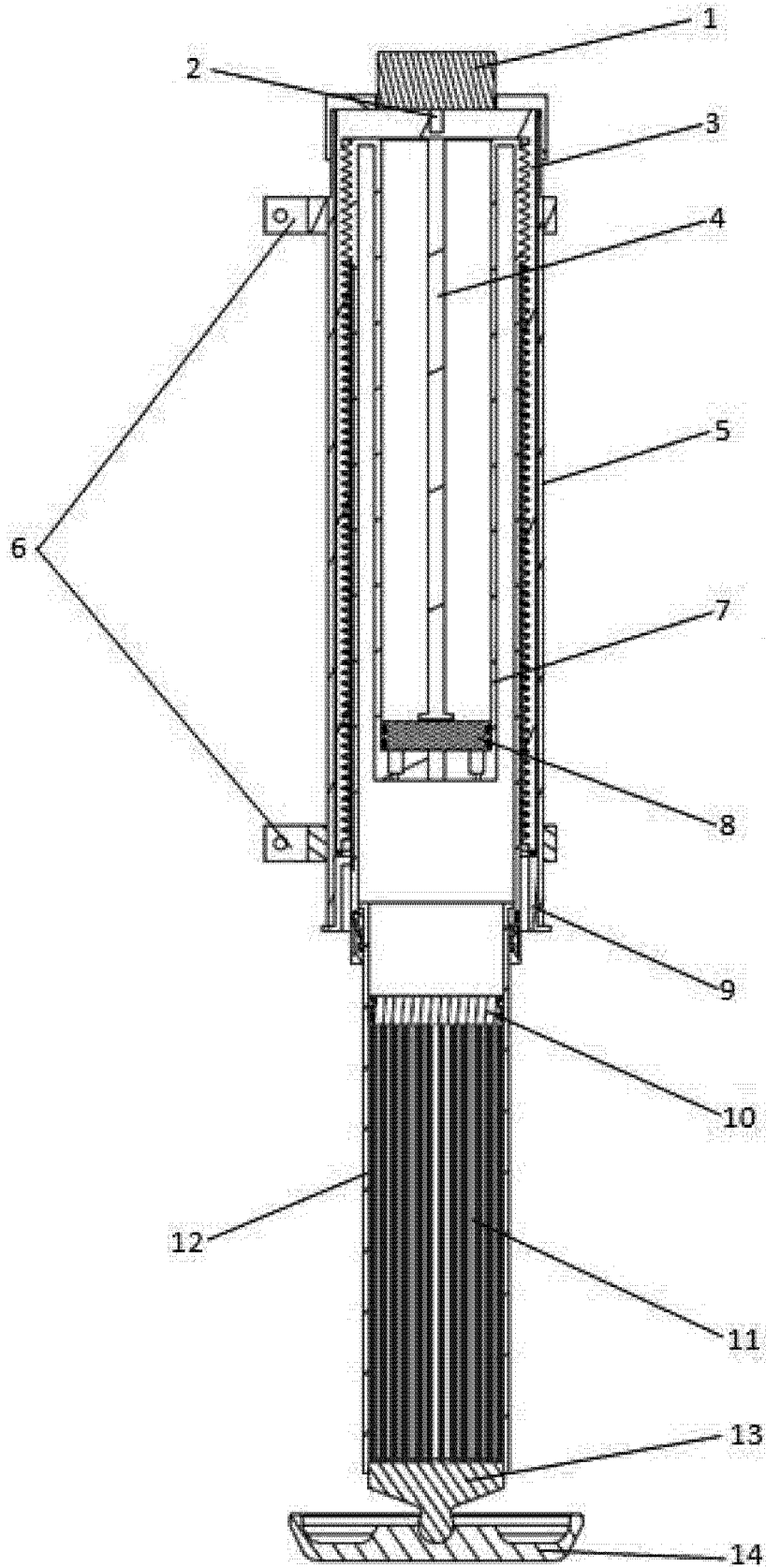


图 1

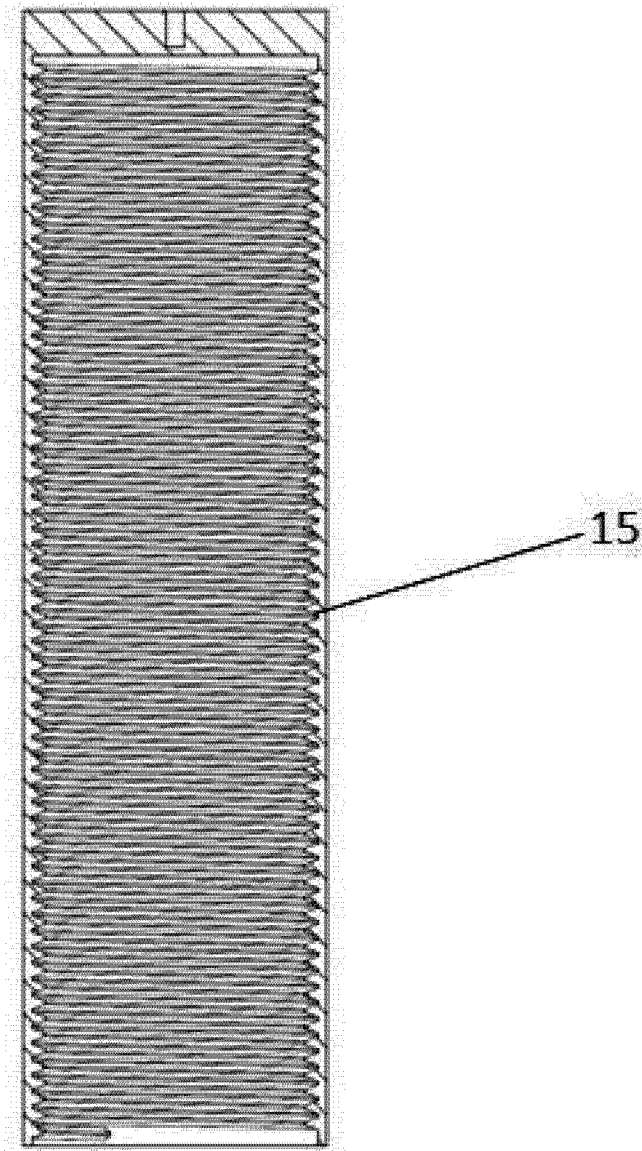


图 2

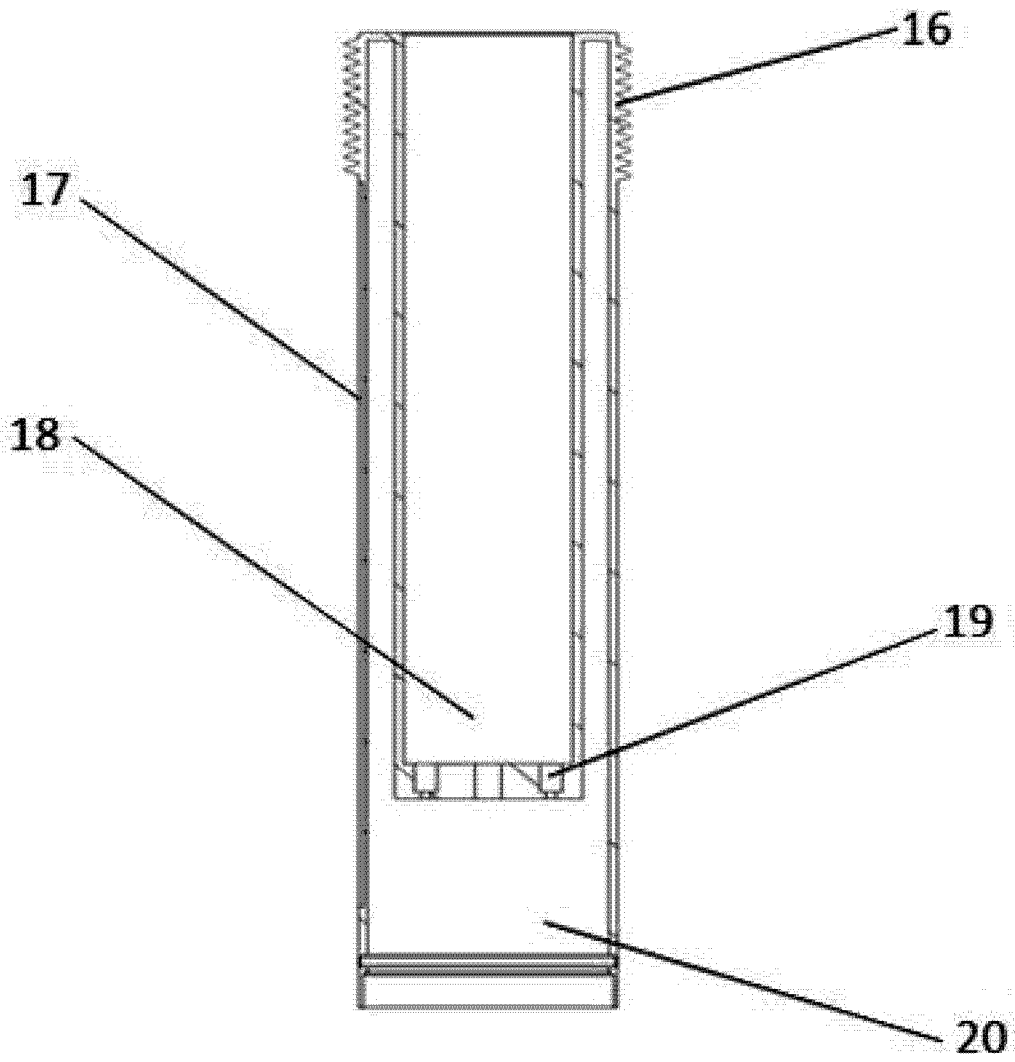


图 3