



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113756988 B

(45) 授权公告日 2022. 07. 05

(21) 申请号 202111073477.9

(22) 申请日 2021.09.14

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113756988 A

(43) 申请公布日 2021.12.07

(73) 专利权人 中国科学院力学研究所
地址 100190 北京市海淀区北四环西路15号

(72) 发明人 何成明 罗苇航 岳连捷

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理
事务所(普通合伙) 11390
专利代理师 焦海峰

(51) Int. Cl.
F02K 9/52 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 113006968 A, 2021.06.22
- CN 113294264 A, 2021.08.24
- CN 111594351 A, 2020.08.28
- CN 212615069 U, 2021.02.26
- CN 110259604 A, 2019.09.20
- KR 20180022328 A, 2018.03.06
- JP 2006299839 A, 2006.11.02

审查员 牛亚楠

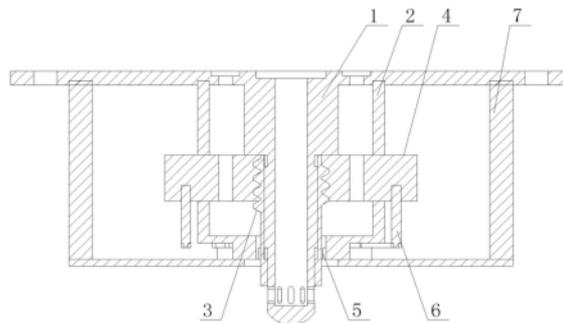
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种可调喷雾模式的变流量液体燃料针栓喷注器

(57) 摘要

本发明属于液体火箭推进设备技术领域,针对传统液体针栓喷注器在小流量范围时雾化特性很差以及对轴向环缝厚度调节精度困难的技术问题,本发明公开一种可调喷雾模式的变流量液体燃料针栓喷注器,针栓杆的底部侧壁上贯穿内流道开设圆周阵列的喷注孔;集液腔外壳和轴向滑动套筒在径向的距离构成了轴向环缝喷注口;通过控制轴向滑动套筒的轴向滑动和滑块的径向滑动实现对圆周阵列的喷注孔和轴向环缝喷注口面积的同时调节。该发明提出随流量变化而可变的燃料喷注模式,即在大流量时采用径向孔/轴向环缝型喷注形式,而在小流量时采用径向孔/轴向孔喷注形式,从而改善了喷注的局部动量比,保证喷注器在变流量整个区间内的优化喷雾特性。



1. 一种可调喷雾模式的变流量液体燃料针栓喷注器,其特征在于,采用随流量变化而相应转变的燃料喷注模式,在大流量时采用径向孔/轴向环缝型喷注形式,而在小流量时采用径向孔/轴向孔喷注形式;

包括针栓杆、喷注孔、轴向环缝喷注口、底盘、轴向滑动套筒、集液腔套筒和集液腔外壳;

所述针栓杆上开设圆周阵列的喷注孔,所述针栓杆的外侧套设轴向滑动套筒;

所述针栓杆和底盘连接为一体化回转体式结构,针栓杆沿着其中心开设有轴向的内流道,针栓杆的底部侧壁上贯穿内流道开设圆周阵列的喷注孔;

所述针栓杆的中下端部外侧套设轴向滑动套筒,所述集液腔套筒同轴排布套设在针栓杆外周,与针栓杆之间形成集液腔,集液腔套筒的底部设置有集液腔外壳,集液腔外壳和轴向滑动套筒在径向的距离构成了轴向环缝喷注口;

所述轴向滑动套筒的外侧设置有外螺纹,轴向滑动套筒外侧呈同轴排布设置有内螺纹齿轮,轴向滑动套筒和内螺纹齿轮通过螺纹相互啮合,内螺纹齿轮通过外部变速齿轮或电机驱动内螺纹齿轮轴向旋转;

所述集液腔外壳设置在外螺纹套筒外侧和内螺纹齿轮下方,其轴向位移和周向位移通过喷注器外壳固定;且在集液腔外壳底部的侧壁面贯穿环缝喷注出口开设圆周阵列的矩形槽,矩形槽与滑块一一对应且啮合;

还设置有曲柄滑块传动机构,所述曲柄滑块传动机构由动杆、连杆和滑块构成,动杆为竖直设置,通过齿轮驱动,连杆为水平放置,通过连杆连接动杆和滑块,集液腔底部开设矩形槽,滑块与矩形槽一一对应且啮合,通过内螺纹齿轮的轴向旋转运动控制滑块在连杆驱动下径向移动;

通过控制轴向滑动套筒的轴向滑动和滑块的径向滑动实现对圆周阵列的喷注孔和轴向环缝喷注口面积的同步调节。

2. 根据权利要求1所述一种可调喷雾模式的变流量液体燃料针栓喷注器,其特征在于,采用双组元推进剂喷注,双组元推进剂分为液体推进剂A和液体推进剂B,通过针栓杆内流道连接液体推进剂A的供应系统,底盘上等间距开设的圆周阵列孔连接液体推进剂B的供应系统,液体推进剂B的集液腔入口为在底盘上等间距开设的圆周阵列孔,且为轴向流动。

3. 根据权利要求1所述一种可调喷雾模式的变流量液体燃料针栓喷注器,其特征在于,所述针栓杆内流道外侧靠近底盘处设有凸台,针栓杆的中下端部外侧设有栓楔,针栓杆的底部设置为近似半球形的封口;所述底盘上开设有法兰孔和环形凹槽,通过环形凹槽固定集液腔套筒,通过法兰孔安装喷注器外壳,通过喷注器外壳将各部件封装其内部,固定集液腔和各部件的轴向位移。

4. 根据权利要求1或3所述一种可调喷雾模式的变流量液体燃料针栓喷注器,其特征在于,所述轴向滑动套筒套设在针栓杆的中下端部外侧,轴向滑动套筒顶端和针栓杆的凸台相互抵靠,通过针栓杆凸台限定轴向滑动套筒的最大上移位置,通过螺纹驱动轴向滑动套筒下移,轴向滑动套筒的轴向旋转自由度通过栓楔固定。

5. 根据权利要求1所述一种可调喷雾模式的变流量液体燃料针栓喷注器,其特征在于,所述针栓杆底部的喷注孔与集液腔底部的矩形槽个数设置相等,且在周向为间隔排列存在位置偏移,轴向环缝喷注口的轴向孔出流和针栓杆的径向孔出流相互对撞。

一种可调喷雾模式的变流量液体燃料针栓喷注器

技术领域

[0001] 本发明属于液体火箭推进设备技术领域,具体涉及一种可调喷雾模式的变流量液体燃料针栓喷注器。

背景技术

[0002] 现有技术中,针栓喷注器以其结构简易、流量连续调节和燃烧稳定性等一系列优势,是公认的火箭变推力的较优选择。液体燃料针栓喷注器按照径向喷注形式可分为径向环缝型和径向孔型。对于径向环缝型,轴向液膜与径向液膜相撞,形成中空的锥形液膜,液膜表面会产生表面波,之后发生不稳定破碎。这种锥形液膜与离心式喷嘴产生的锥形液膜结构上类似。而对于径向孔型,喷雾存在于经过喷雾中心线的焦平面上,喷雾分布更均匀但结构也更复杂。相比膜式喷注,孔式喷注形式对喷雾特性有一定程度的改善。

[0003] 为实现液体燃料针栓喷注器流量的连续调节,通常保证一定的液体喷注压降,通过改变喷注面积来调节流量。然而传统的液体燃料(径向孔和轴向环缝喷注)针栓喷注器在此方面存在以下不足,有待进一步改进:

[0004] 第一,现有技术中的流量调节方式(通过平移或旋转运动改变流道的连通或封堵程度从而改变面积)不是真正意义上的对喷注出口面积的调节,因此喷注压降和喷注速度的匹配调节相对困难;

[0005] 第二,在保证一定的液体燃料质量比时,由于轴向环缝喷注口的半径比针栓杆内流道半径大,轴向环缝喷注口通常很薄,在小流量条件时需要进一步减小轴向环缝喷注口面积,使得环缝厚度的精确调节很困难;

[0006] 第三,现有技术中针栓喷注器(径向孔和轴向环缝喷注形式)在小流量时雾化特性很差,主要由于此时轴向环缝很薄,径向孔/轴向缝的局部动量比严重偏离最优喷雾状态。

发明内容

[0007] 针对传统液体针栓喷注器(轴向环缝和径向孔型喷注形式)在小流量范围时雾化特性很差以及对轴向环缝厚度调节精度困难的技术问题,本发明的目的在于提供一种可调喷雾模式的变流量液体燃料针栓喷注器,燃料采用双组元液体推进剂喷注。所述的一种可调喷雾模式的变流量液体燃料针栓喷注器,利用齿轮传动同步控制外螺纹套筒的轴向滑动和曲柄滑块机构中滑块的径向滑动,实现对针栓杆底部的圆周阵列喷孔和轴向环缝喷注口的喷注面积的同时调节;针对径向孔和轴向环缝型喷注器在小流量时雾化特性很差的问题,提出随流量变化而可变的燃料喷注模式,即在大流量时采用径向孔/轴向环缝型喷注形式,而在小流量时采用径向孔/轴向孔喷注形式,保证喷注器在变流量整个区间内的优化喷雾特性。

[0008] 本发明采取的技术方案为:

[0009] 一种可调喷雾模式的变流量液体燃料针栓喷注器,其特征在于,采用随流量变化而相应转变的燃料喷注模式,在大流量时采用径向孔/轴向环缝型喷注形式,而在小流量时

采用径向孔/轴向孔喷注形式。

[0010] 一种可调喷雾模式的变流量液体燃料针栓喷注器,其特征在于,包括针栓杆、喷注孔和轴向环缝喷注口,

[0011] 所述针栓杆上开设圆周阵列的喷注孔,所述针栓杆的外侧套设轴向滑动套筒;轴向滑动套筒的外围径向开设轴向环缝喷注口,轴向环缝喷注口处设置有滑块;

[0012] 通过控制轴向滑动套筒的轴向滑动和滑块的径向滑动实现对圆周阵列的喷注孔和轴向环缝喷注口面积的同时调节。

[0013] 一种可调喷雾模式的变流量液体燃料针栓喷注器,包括底盘、针栓杆、轴向滑动套筒、集液腔套筒、集液腔外壳;

[0014] 所述针栓杆和底盘连接为一体化回转体式结构,针栓杆沿着其中心开设有轴向的内流道,针栓杆的底部侧壁上贯穿内流道开设圆周阵列的喷注孔;

[0015] 所述针栓杆的中下端部外侧套设轴向滑动套筒,所述集液腔套筒同轴排布套设在针栓杆外周,与针栓杆之间形成集液腔,集液腔套筒的底部设置有集液腔外壳,集液腔外壳和轴向滑动套筒在径向的距离构成了轴向环缝喷注口,轴向环缝喷注口处设置有滑块;

[0016] 通过控制轴向滑动套筒的轴向滑动和滑块的径向滑动实现对圆周阵列的喷注孔和轴向环缝喷注口面积的同时调节。

[0017] 进一步的,采用双组元推进剂喷注,双组元推进剂分为液体推进剂A和液体推进剂B,通过针栓杆内流道连接液体推进剂A的供应系统,底盘上等间距开设的圆周阵列孔连接液体推进剂B的供应系统,液体推进剂B的集液腔入口为在底盘上等间距开设的圆周阵列孔,且为轴向流动。

[0018] 进一步的,所述针栓杆内流道外侧靠近底盘处设有凸台,针栓杆的中下端部外侧设有栓楔,针栓杆的底部设置为近似半球形的封口;所述底盘上开设有法兰孔和环形凹槽,通过环形凹槽固定集液腔套筒,通过法兰孔安装喷注器外壳,通过喷注器外壳将各部件封装其内部,固定集液腔和各部件的轴向位移。

[0019] 进一步的,所述轴向滑动套筒套设在针栓杆的中下端部外侧,轴向滑动套筒顶端和针栓杆的凸台相互抵靠,通过针栓杆凸台限定轴向滑动套筒的最大上移位置,通过螺纹驱动轴向滑动套筒下移,轴向滑动套筒的轴向旋转自由度通过栓楔固定,更为具体的是,外螺纹套筒跟针栓杆只能在轴向相对滑动,而二者的径向自由度通过针栓杆外侧的栓楔固定。

[0020] 进一步的,所述轴向滑动套筒的外侧设置有外螺纹,轴向滑动套筒外侧呈同轴排布设置有内螺纹齿轮,轴向滑动套筒和内螺纹齿轮通过螺纹相互啮合,内螺纹齿轮的轴向位置由针栓杆的凸台和集液腔套筒固定,通过外部变速齿轮或电机驱动内螺纹齿轮轴向旋转。

[0021] 更进一步的,所述内螺纹齿轮的齿轮盘上等间距开设有圆周阵列贯穿孔,通过贯穿孔连通上下集液腔,且与上下集液腔体之间为滑动密封。

[0022] 进一步的,所述集液腔外壳设置在外螺纹套筒外侧和内螺纹齿轮下方,其轴向位移和周向位移通过喷注器外壳固定;且在集液腔外壳底部的侧壁面贯穿环缝喷注出口开设圆周阵列的矩形槽,矩形槽与滑块一一对应且啮合。

[0023] 进一步的,还设置有曲柄滑块传动机构,所述曲柄滑块传动机构由动杆、连杆和滑

块构成,动杆为竖直设置,通过齿轮驱动,连杆为水平放置,通过连杆连接动杆和立方体滑块,滑块与集液腔底部的矩形槽一一对应且啮合,通过内螺纹齿轮的轴向旋转运动控制滑块在连杆驱动下径向移动。

[0024] 进一步的,在外部齿轮或电机装置驱动下,通过螺纹传动和曲柄滑块机构,控制外螺纹套筒的轴向滑动和集液腔底部矩形槽内滑块的径向滑动实现对针栓杆底部的圆周阵列喷孔和轴向环缝喷注口的喷注面积的同步调节。

[0025] 进一步的,所述针栓杆底部的侧壁上贯穿轴向内流道开设圆周阵列的矩形喷注孔,喷注孔的矩形长边为针栓杆轴向,喷注孔的矩形短边为针栓杆周向。

[0026] 更进一步的,所述针栓杆底部的矩形喷注孔与集液腔底部的矩形槽个数设置相等,且在周向为间隔排列存在位置偏移,保证集液腔与轴向滑动套筒形成的轴向缝出口被集液腔底部矩形槽内的滑块遮挡后形成的轴向孔出流和针栓杆的径向孔出流相互对撞。

[0027] 本发明的有益效果为:

[0028] 本发明可以有效解决传统液体针栓喷注器(轴向环缝和径向孔型喷注形式)在小流量范围时雾化特性很差的问题,同时实现了对针栓杆底部的圆周阵列喷孔和轴向环缝喷注口的喷注面积的同步调节。一方面,通过螺纹传动和曲柄滑块机构,控制外螺纹套筒的轴向滑动和集液腔底部矩形槽内滑块的径向滑动实现对针栓杆底部的圆周阵列喷孔和轴向环缝喷注口的喷注面积的同步调节;另一方面,采用随流量变化而可变的燃料喷注模式,即在大流量时采用径向孔/轴向环缝型喷注形式,而在小流量时采用径向孔/轴向孔喷注形式,从而改善了喷注的局部动量比,保证变流量整个区间内的喷雾优化特性。

附图说明

[0029] 图1为本发明的整体结构内部剖视图。

[0030] 图2为本发明中一体化底盘和针栓杆的剖视图。

[0031] 图3为本发明中集液腔套筒的剖视图。

[0032] 图4为本发明中轴向滑动外螺纹套筒的剖视图及结构示意图。

[0033] 图5为本发明中内螺纹齿轮的剖视图及结构示意图。

[0034] 图6为本发明中集液腔外壳的剖视图及结构示意图。

[0035] 图7为本发明中曲柄滑块传动机构的剖视图及结构示意图。

[0036] 图8为本发明中喷注器外壳的剖视图。

[0037] 其中,1、针栓杆;2、集液腔套筒;3、轴向滑动套筒;4、内螺纹齿轮;5、集液腔外壳;6、曲柄滑块传动机构;7、喷注器外壳;

[0038] 11、内流道;12、圆周阵列孔;13、凸台;14、栓楔;15、矩形喷注孔;16、法兰孔;17、环形凹槽;

[0039] 31、条形凹槽;32、外螺纹;

[0040] 41、内螺纹;42、圆周阵列贯穿孔;43、半开孔;44、侧面轮齿;

[0041] 51、矩形槽;52、上端壁面;53、轴向环缝喷注口;

[0042] 61、动杆;62、连杆;63、滑块。

具体实施方式

[0043] 下面结合附图进一步说明本发明。

[0044] 实施例1

[0045] 一种可调喷雾模式的变流量液体燃料针栓喷注器,采用随流量变化而相应转变的燃料喷注模式,在大流量时采用径向孔/轴向环缝型喷注形式,而在小流量时采用径向孔/轴向孔喷注形式。

[0046] 其中,喷注模式在流量界定范围附近为连续调节,其50%的界定范围依照具体情况可做调整,大于设定流量的50%为大流量界定范围;小于设定流量的50%为小流量界定范围。

[0047] 更为具体的是,大于设定流量的50%时,采用径向孔/轴向环缝型喷注形式,小于设定流量的50%时,采用径向孔/轴向孔喷注。

[0048] 实施例2

[0049] 如图1所示,一种可调喷雾模式的变流量液体燃料针栓喷注器,包括一体化的底盘和针栓杆1、轴向滑动套筒3、集液腔套筒2、集液腔外壳5;

[0050] 所述一体化的底盘和针栓杆1设置为回转体式结构,针栓杆1沿着其中心开设有轴向的内流道11,针栓杆1的底部侧壁上贯穿内流道11开设圆周阵列的喷注孔;

[0051] 所述针栓杆1的中下端部外侧套设轴向滑动套筒3,所述集液腔套筒2同轴排布套设在针栓杆1外周,与针栓杆1之间形成集液腔,集液腔套筒2的底部设置有集液腔外壳5,集液腔外壳5和轴向滑动套筒3在径向的距离构成了轴向环缝喷注口53,集液腔外壳5底部的圆柱侧面开设圆周阵列的矩形槽51贯穿环缝喷注出口,矩形槽51处设置有滑块63;

[0052] 通过控制轴向滑动套筒3的轴向滑动和滑块63的径向滑动实现对圆周阵列的喷注孔和轴向环缝喷注口53面积的同步调节。

[0053] 滑块63和轴向滑动套筒3的移动过程是连续变化的,燃料喷注模式的转换是连续的,保持在过渡的流量区间,通过控制滑块63和轴向滑动套筒3的移动,控制轴向环缝喷注口53的轴向孔出流介于轴向环缝和轴向孔之间。

[0054] 在实施例1和2的基础上,本发明的又一实施例,如图2所示,所述针栓杆1设置为回转体式结构,针栓杆1沿着其中心开设有轴向的内流道11,与液体推进剂A的供应系统相连;在底盘上还设有等间距开设的圆周阵列孔12与液体推进剂B的供应系统相连;针栓杆1内流道11外侧靠近底盘处设有凸台13,针栓杆1的中下端部外侧设有栓楔14,以及针栓底部设置为近似半球形的封口,并在针栓杆1底部的圆柱侧面开设圆周阵列的矩形喷注孔15贯穿轴向内流道11;所述底盘上开设有法兰孔16和环形凹槽17,通过环形凹槽17固定集液腔套筒2,通过法兰孔16安装喷注器外壳7,通过喷注器外壳7将各部件封装其内部,固定集液腔和各部件的轴向位移。

[0055] 在实施例1和2的基础上,本发明的又一实施例,如图3所示,所述集液腔套筒2套在针栓杆1外周且呈同轴排布设置,通过底盘的环形凹槽17固定,与针栓杆1靠近底盘的凸台13之间形成集液腔,集液腔的入口为在底盘上等间距开设的圆周阵列孔12,连接液体推进剂B的供应系统。

[0056] 在实施例1和2的基础上,本发明的又一实施例,如图4所示,所述轴向滑动套筒3套在针栓杆1的中下端部外侧,初始安装时套筒顶部顶住针栓杆1凸台13,通过针栓杆1凸台13

限定轴向滑动套筒3的最大上移位置,轴向滑动套筒3套内壁面设有条形凹槽31,与针栓杆1栓楔14相互啮合,通过栓楔14限定其轴向的转动,即轴向滑动套筒3的轴向旋转自由度通过栓楔14固定,在轴向滑动套筒3的外侧表面设有外螺纹32,轴向滑动套筒3在内螺纹齿轮4驱动下轴向滑动。

[0057] 更为具体的是,轴向滑动套筒3与针栓杆1只能在轴向相对滑动,而二者的径向自由度通过针栓杆1外侧的栓楔14固定。

[0058] 在实施例1和2的基础上,本发明的又一实施例,如图5所示,所述内螺纹齿轮4设置在轴向滑动套筒3外侧且呈同轴排布,轴向滑动套筒3和内螺纹齿轮4通过螺纹相互啮合,内螺纹齿轮4的轴向位置由针栓杆1凸台13和集液腔套筒2固定,内螺纹齿轮4的内侧设有内螺纹41,通过内螺纹齿轮4驱动轴向滑动套筒3轴向移动,轴向旋转运动通过侧面轮齿44由外部变速齿轮或电机驱动,所述内螺纹齿轮4的齿轮盘上等间距开设有圆周阵列贯穿孔42,连通齿轮上下的集液腔,且与上下集液腔体为滑动密封;在内螺纹齿轮4的底部开设有半开孔43,通过半开孔43连接曲柄摇杆机构的动杆61。

[0059] 内螺纹齿轮4的轴向位置由针栓杆1的凸台13和集液腔套筒2固定,通过外部变速齿轮或电机驱动内螺纹齿轮4轴向旋转。

[0060] 在实施例1和2的基础上,本发明的又一实施例,如图6所示,所述集液腔外壳5设置在轴向滑动套筒3外侧和内螺纹齿轮4下方,集液腔外壳5的上端壁面52与内螺纹齿轮4相连,周向位移由下方的喷注器外壳7固定,集液腔外壳5和轴向滑动套筒3在径向的距离构成了轴向环缝喷注口53,且在集液腔外壳5底部的圆柱侧面开设圆周阵列的矩形槽51贯穿环缝喷注出口,用于滑块63的径向滑动槽道,矩形槽与滑块63一一对应且啮合。

[0061] 在实施例1和2的基础上,本发明的又一实施例,如图7所示,还设置有曲柄滑块63传动机构6,所述曲柄滑块63传动机构6由动杆61、连杆62和滑块63构成,动杆61为竖直设置,通过齿轮驱动,连杆62为水平放置,通过连杆62连接动杆61和立方体滑块63,滑块63与集液腔底部的矩形槽一一对应且啮合,通过内螺纹齿轮4的轴向旋转运动控制滑块63在连杆62驱动下径向移动。

[0062] 在实施例1和2的基础上,本发明的又一实施例,如图8所示,所述喷注器外壳7将以上部件封装其内部,固定了集液腔的和各部件的轴向位移。

[0063] 在外部齿轮或电机装置驱动下,通过螺纹传动和曲柄滑块63机构,控制轴向滑动套筒3的轴向滑动和集液腔底部矩形槽内滑块63的径向滑动实现对针栓杆1底部的圆周阵列喷孔和轴向环缝喷注口53的喷注面积的同时调节。

[0064] 在大流量时采用径向孔/轴向环缝型喷注形式,而在小流量时采用径向孔/轴向孔喷注形式,实现随流量变化而可变的燃料喷注模式。

[0065] 在实施例1和2的基础上,本发明的又一实施例,轴向滑动套筒3通过内螺纹齿轮4啮合驱动,轴向滑动套筒3和针栓杆1的径向自由度通过栓楔固定,而二者在轴向相对滑动,实现对针栓杆1径向喷注孔面积的调节。

[0066] 内螺纹齿轮4同时控制曲柄滑块63传动机构6,竖生动杆61连接内螺纹齿轮4,水平连杆62连接滑块63,内螺纹齿轮4的轴向旋转运动带动滑块63的径向运动,实现对轴向环缝喷注口53的面积调节。

[0067] 在实施例1的基础上,本发明的又一实施例,针栓杆1底部的侧壁上贯穿轴向内流

道11开设圆周阵列的矩形喷注孔15,喷注孔的矩形长边为针栓杆1轴向,喷注孔的矩形短边为针栓杆1周向,针栓杆1底部的矩形喷注孔15与集液腔底部的矩形槽个数设置相等,且在周向为间隔排列存在位置偏移,保证集液腔与轴向滑动套筒3形成的轴向缝出口被集液腔底部矩形槽内的滑块63遮挡后形成的轴向孔出流和针栓杆1的径向孔出流相互对撞。

[0068] 以上所述并非是对本发明的限制,应当指出:对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明实质范围的前提下,还可以做出若干变化、改型、添加或替换,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

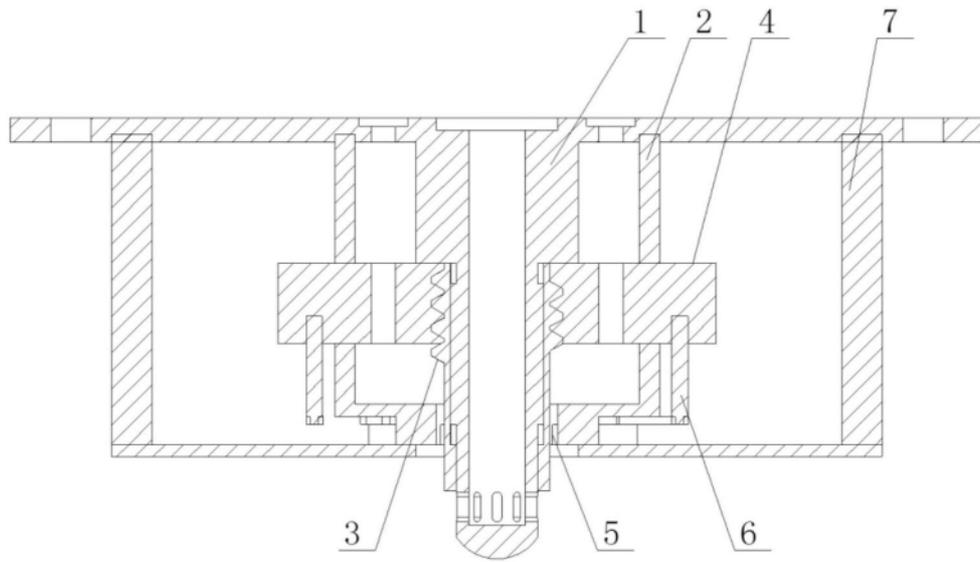


图1

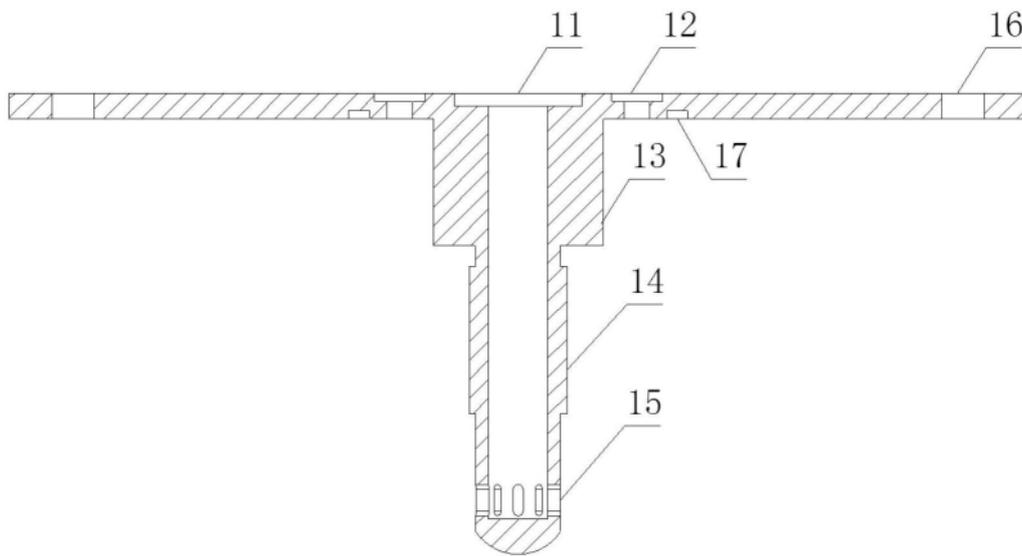


图2

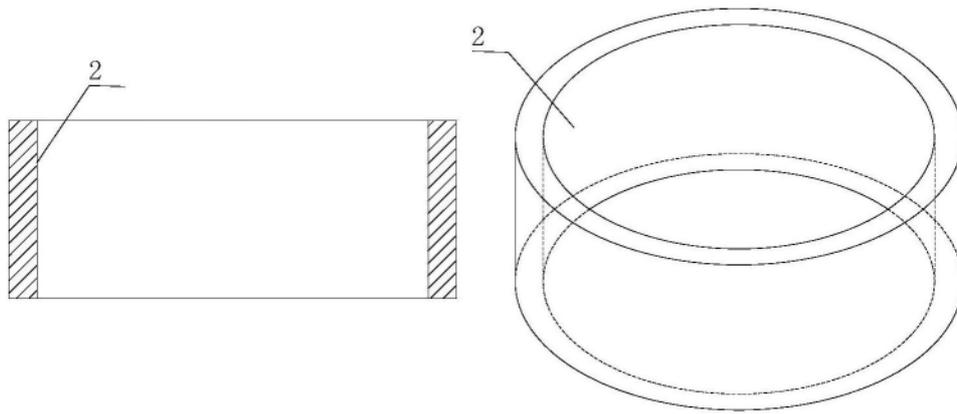


图3

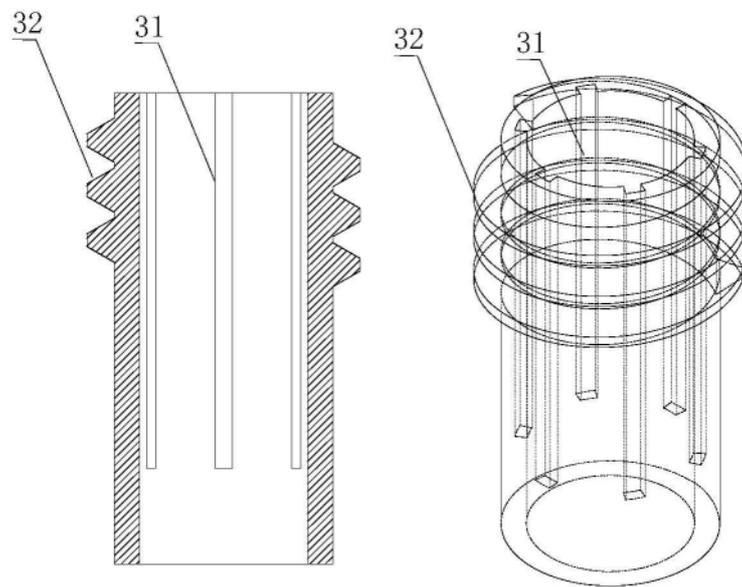


图4

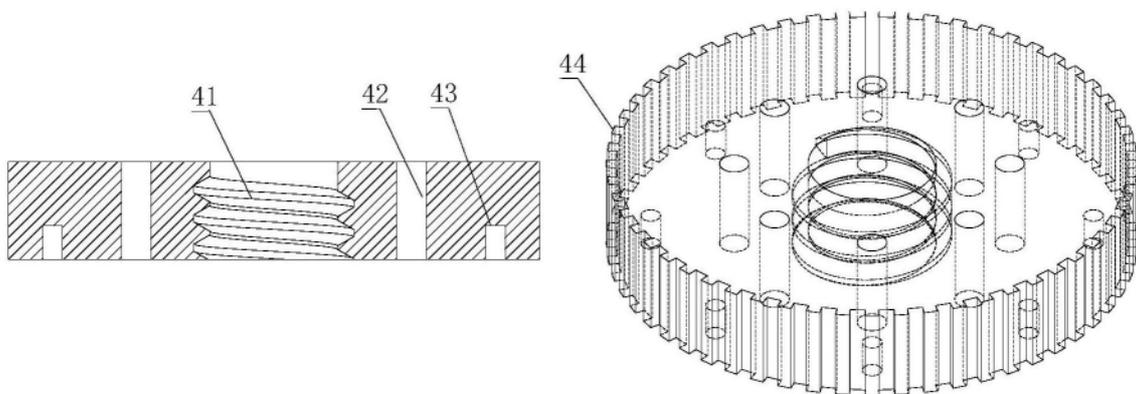


图5

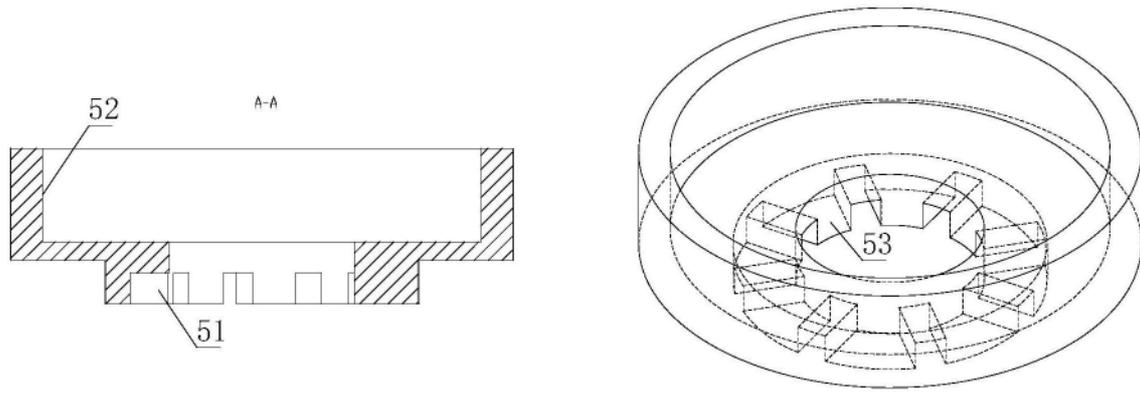


图6

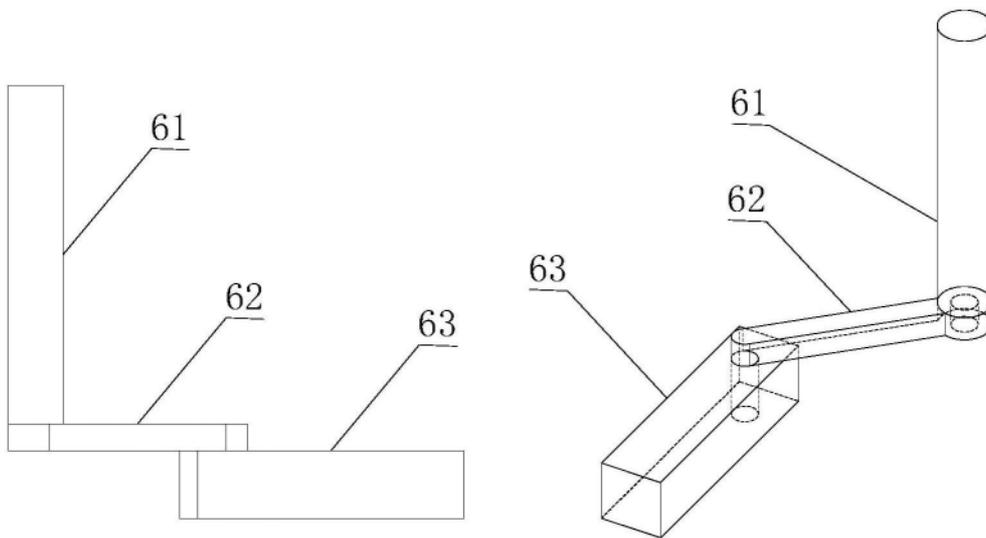


图7

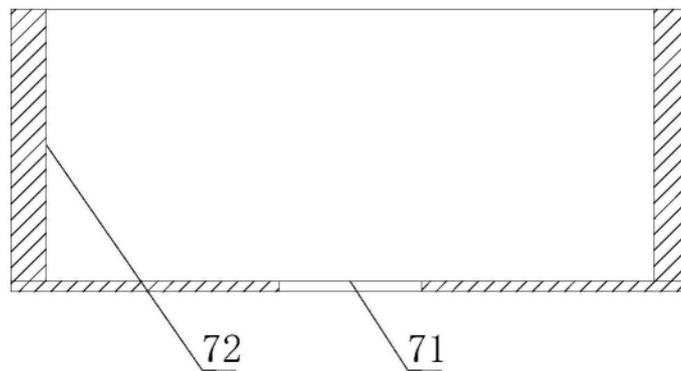


图8