



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113756989 B

(45) 授权公告日 2022. 07. 05

(21) 申请号 202111073479.8

(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 113756989 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)
F02K 9/60 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 112431693 A, 2021.03.02
CN 113294264 A, 2021.08.24
CN 113294265 A, 2021.08.24
CN 112855382 A, 2021.05.28
CN 112879180 A, 2021.06.01
US 2019308206 A1, 2019.10.10

审查员 牛亚楠

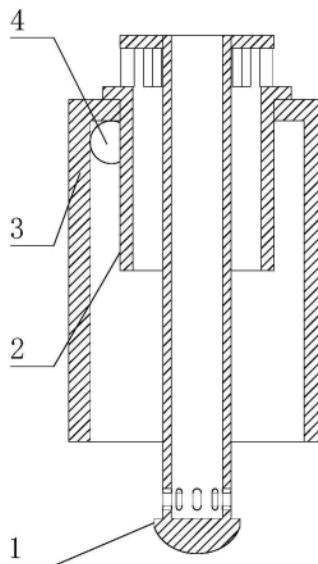
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种旋流辅助雾化且旋流度可调的气/液针栓喷注器

(57) 摘要

本发明属于火箭推进设备技术领域,针对传统气/液针栓喷注器存在的喷雾特性差以及实现合适的动量比和喷雾锥角的调节比较复杂的技术问题,本发明公开一种旋流辅助雾化且旋流度可调的气/液针栓喷注器,包括针栓杆、内套筒和外套筒,所述内套筒和外套筒分别设置轴向流道,通过分配内套筒和外套筒各自的流量,控制气相旋流度;实现两种推进剂在碰撞时的动量比和喷雾锥角的调节。轴向气体采用旋流喷注,通过气相旋流形成的中心气核低压区,将部分径向液体射流吸入外套筒,促进射流根部的破碎,实现气体辅助雾化,可改善喷雾特性。



1. 一种旋流辅助雾化且旋流度可调的气/液针栓喷注器,其特征在于,包括针栓杆、内套筒、外套筒和切向进口管道,所述内套筒和外套筒分别设置轴向流道,通过分配内套筒和外套筒各自的流量,控制气相旋流度;

轴向气体采用旋流喷注,通过气相旋流形成的中心气核低压区,将部分径向液体射流吸入外套筒,实现气体辅助雾化;

所述针栓杆外周自内向外呈同轴排布依次设置有内套筒和外套筒,针栓杆与内套筒通过顶部固定焊接,内套筒和外套筒通过顶部台阶焊接,分别形成两个环形轴向流道;

所述内套筒上部位置的外侧壁开设有圆周阵列的矩形进流孔贯穿轴向内流道,供应无旋的轴向流动,所述外套筒上部位置的外侧表面开设有与轴向流道相切的切向孔,通过切向孔连接切向进口管道,供应有旋的轴向流动;

内套筒和外套筒的轴向气流相互作用形成新的有旋轴向薄膜流,再与针栓杆的孔式径向射流碰撞,形成雾化锥;

所述内套筒和外套筒的筒体长度均小于针栓杆的长度,外套筒的长度长于内套筒的长度;

所述内套筒套设在针栓杆的外侧壁,内套筒和外套筒之间间隔形成环形集液腔,所述针栓杆、内套筒和外套筒内向外呈同轴排布均设置为中空圆柱筒体结构;

通过针栓杆内流道连接液体推进剂A的供应系统,通过内套筒和外套筒的轴向流道连接气体推进剂B的供应系统;

所述内套筒顶部进流孔连接气体推进剂B的供应系统,且径向孔式进口的中心线与内套筒轴线相交,在内套筒中各进口孔的径向流动合成为轴向的无旋流动;

所述外套筒顶部切向进口管道连接气体推进剂B的供应系统,且切向进口管道侧面的母线与外套筒内径相切,提供轴向的有旋流动。

2. 根据权利要求1所述一种旋流辅助雾化且旋流度可调的气/液针栓喷注器,其特征在于,所述针栓杆设置为回转体式结构,针栓杆沿着其中心开设有轴向的内流道,其底部设置为近似半球形的封口,并在针栓杆底部的侧壁贯穿轴向内流道开设圆周阵列的矩形喷注孔,其中喷注孔矩形长边为针栓杆轴向,喷注孔矩形短边为针栓杆周向。

3. 根据权利要求1所述一种旋流辅助雾化且旋流度可调的气/液针栓喷注器,其特征在于,当旋流度足够大时,即外套筒比内套筒分配的流量大,气相旋流形成中心气核,中心的低压区遇到径向射流后,将部分液体射流吸入外套筒,促进射流根部的破碎。

4. 根据权利要求1所述一种旋流辅助雾化且旋流度可调的气/液针栓喷注器,其特征在于,所述内套筒和外套筒的推进剂喷注速度大于针栓杆中心流道的推进剂喷注速度。

一种旋流辅助雾化且旋流度可调的气/液针栓喷注器

技术领域

[0001] 本发明属于火箭推进设备技术领域,具体涉及一种旋流辅助雾化且旋流度可调的气/液针栓喷注器。

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。针栓喷注器按照燃料体系可以分为气/气、气/液和液/液三种形式。对于可长期存储的绿色常温燃料体系,比如H₂O₂/煤油和氧化亚氮/丙烷等,一般采用气/液喷注形式。此外,针对目前小流量火箭的研制需求,通常采用气氧/煤油的燃料组合,从而规避使用低温液氧燃料的系统复杂性,因此有必要发明一种气/液针栓喷注器。

[0003] 气/液喷注(一般气体为轴向喷注)相比液/液喷注的优势在于,高速喷射的气体造成的剪切作用可以让液体燃料射流更容易破碎,然而传统的轴向气体/径向液体喷注形式的针栓喷注器存在以下不足,有待进一步改进:

[0004] 第一,当保证固定气液质量比时,由于气体的密度远小于液体,导致气体喷射速度远大于液体,造成动量比(定义为径向和轴向的动量比)过小,喷雾锥角很小,喷雾区域集中在轴线附近,导致喷雾特性很差。

[0005] 第二,当保证固定气液质量比时,喷雾锥角同时受喷注面积、喷注速度以及高压喷注气体在环境压力中的膨胀效应影响,因此传统气/液喷注器实现合适的动量比和喷雾锥角的调节比较复杂。

发明内容

[0006] 针对传统气/液针栓喷注器存在的喷雾特性差以及实现合适的动量比和喷雾锥角的调节比较复杂的技术问题,本发明的目的在于提供一种旋流辅助雾化且旋流度可调的气/液针栓喷注器,燃料采用气/液喷注形式,特别适用于可长期存储的绿色常温燃料体系(比如过氧化氢/煤油、氧化亚氮/丙烷和气氧/煤油)。所述的一种旋流辅助雾化且旋流度可调的气/液针栓喷注器,利用气相旋流形成的中心气核低压区,将部分径向液体射流吸入外套筒,促进射流根部的破碎,实现气体辅助雾化;此外,保证气体推进剂质量不变,通过分配内外套筒的流量,进而控制气相的旋流度,实现两种推进剂在碰撞时的动量比和喷雾锥角的调节。

[0007] 本发明采取的技术方案为:

[0008] 一种旋流辅助雾化且旋流度可调的气/液针栓喷注器,包括针栓杆、内套筒和外套筒,所述内套筒和外套筒分别设置轴向流道,通过分配内套筒和外套筒各自的流量,控制气相旋流度;实现两种推进剂在碰撞时的动量比和喷雾锥角的调节;

[0009] 轴向气体采用旋流喷注,通过气相旋流形成的中心气核低压区,将部分径向液体射流吸入外套筒,实现气体辅助雾化。

[0010] 进一步的,包括针栓杆、内套筒、外套筒和切向进口管道,

[0011] 所述针栓杆外周自内向外呈同轴排布依次设置有内套筒和外套筒,针栓杆与内套筒通过顶部固定焊接,内套筒和外套筒通过顶部台阶焊接,分别形成两个环形轴向流道;

[0012] 所述内套筒上部位置的外侧壁开设有圆周阵列的矩形进流孔贯穿轴向内流道,供应无旋的轴向流动,所述外套筒上部位置的外侧表面开设有与轴向流道相切的切向孔,通过切向孔连接切向进口管道,供应有旋的轴向流动;

[0013] 内套筒和外套筒的轴向气流相互作用形成新的有旋轴向薄膜流,再与针栓杆的孔式径向射流碰撞,形成雾化锥。

[0014] 进一步的,所述针栓杆设置为回转体式结构,针栓杆沿着其中心开设有轴向的内流道,其底部设置为近似半球形的封口,并在针栓杆底部的侧壁贯穿轴向内流道开设圆周阵列的矩形喷注孔,其中喷注孔矩形长边为针栓杆轴向,喷注孔矩形短边为针栓杆周向。

[0015] 进一步的,该气/液针栓喷注器采用双组元推进剂喷注,双组元推进剂分为液体推进剂A和气体推进剂B;通过针栓杆内流道连接液体推进剂A的供应系统,通过内套筒和外套筒的轴向流道连接气体推进剂B的供应系统。

[0016] 进一步的,所述内套筒顶部进流孔连接气体推进剂B的供应系统,且径向孔式进口的中心线与内套筒轴线相交,在内套筒中各进口孔的径向流动合成为轴向的无旋流动。

[0017] 进一步的,所述外套筒顶部切向进口管道连接气体推进剂B的供应系统,且切向进口管道侧面的母线与外套筒内径相切,提供轴向的有旋流动。

[0018] 进一步的,所述内套筒和外套筒的筒体长度均小于针栓杆的长度,外套筒的长度长于内套筒的长度,内外套筒长度设置为70mm和100mm左右。

[0019] 进一步的,所述内套筒套设在针栓杆的外侧壁,内套筒和外套筒之间间隔形成环形集液腔,所述针栓杆、内套筒和外套筒内向外呈同轴排布均设置为中空圆柱筒体结构。

[0020] 更进一步的,所述针栓杆内流道直径设置为15mm,壁厚设置3-5mm,内套筒距离针栓杆以及外套筒距离内套筒的流道距离设置为10mm,内套筒和外套筒的壁厚设置为3-5mm。

[0021] 进一步的,所述内套筒和外套筒的筒体长度均小于针栓杆的长度,外套筒的长度长于内套筒的长度。

[0022] 进一步的,当旋流度足够大时,即外套筒比内套筒分配的流量大,气相旋流形成中心气核,中心的低压区遇到径向射流后,将部分液体射流吸入外套筒,控制射流根部的破碎,实现气体辅助雾化。

[0023] 进一步的,所述内套筒和外套筒的推进剂喷注速度远大于针栓杆中心流道的推进剂喷注速度。

[0024] 本发明的有益效果为:

[0025] 本发明可以有效解决传统气/液针栓喷注器因为轴向气体喷射速度过大而导致的喷雾分布特性差的问题,一方面轴向气体采用旋流喷注,减小轴向动量增大喷雾锥角,同时利用旋流在周向的剪切作用辅助雾化;另一方面基于内套筒和外套筒分别形成的轴向流道,通过合理分配各自的流量,实现对气相旋流度的可调,实现最佳的喷雾锥角和雾化特性,简化对喷注面积和喷注速度的结构参数设计的匹配要求。此外,利用气相旋流形成的中心气核低压区,将部分径向液体射流吸入外套筒,促进射流根部的破碎,实现气体辅助雾化,可改善喷雾特性。

附图说明

- [0026] 图1为本发明的整体结构示意图及侧视图。
- [0027] 图2为本发明的内部剖视图。
- [0028] 图3为本发明中针栓杆的剖视图。
- [0029] 图4为本发明中内套筒的剖视图。
- [0030] 图5为本发明中外套筒的剖视图。
- [0031] 图6为本发明中切向进口管道的剖视图及侧视图。
- [0032] 其中,1、针栓杆;2、内套筒;3、外套筒;4、切向进口管道;
- [0033] 11、矩形喷注孔;12、内流道;
- [0034] 21、内套筒上端孔;22、径向进口;23、内套筒台阶;
- [0035] 31、外套筒上端孔;32、切向孔;

具体实施方式

[0036] 下面结合附图进一步说明本发明。

[0037] 实施例1

[0038] 如图1和图2所示,一种旋流辅助雾化且旋流度可调的气/液针栓喷注器,包括针栓杆1、内套筒2和外套筒3,所述内套筒2和外套筒3分别设置轴向流道,通过分配内套筒2和外套筒3各自的流量,控制气相旋流度;实现两种推进剂在碰撞时的动量比和喷雾锥角的调节;

[0039] 轴向气体采用旋流喷注,通过气相旋流形成的中心气核低压区,将部分径向液体射流吸入外套筒3,实现气体辅助雾化。

[0040] 实施例2

[0041] 如图1和图2所示,一种旋流辅助雾化且旋流度可调的气/液针栓喷注器,包括针栓杆1、内套筒2、外套筒3和切向进口管道4,

[0042] 所述针栓杆1外周自内向外呈同轴排布依次设置有内套筒2和外套筒3,针栓杆1与内套筒2通过顶部固定焊接,内套筒2和外套筒3通过顶部台阶焊接,分别形成两个环形轴向流道;

[0043] 所述内套筒2上部位置的外侧壁开设有圆周阵列的矩形进流孔贯穿轴向内流道12,供应无旋的轴向流动,所述外套筒3上部位置的外侧表面开设有与轴向流道相切的切向孔32,通过切向孔32连接切向进口管道4,供应有旋的轴向流动;

[0044] 内套筒2和外套筒3的轴向气流相互作用形成新的有旋轴向薄膜流,再与针栓杆1的孔式径向射流碰撞,形成雾化锥。

[0045] 实施例3

[0046] 如图1和图2所示,一种旋流辅助雾化且旋流度可调的气/液针栓喷注器,包括针栓杆1、内套筒2、外套筒3和切向进口管道4、该气/液针栓喷注器采用双组元推进剂喷注,双组元推进剂分为液体推进剂A和气体推进剂B;

[0047] 如图3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12,通过内流道12连接液体推进剂A的供应系统,其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11贯穿轴向内流道12。

[0048] 如图4、图5和图6所示,所述针栓杆1外周自内向外呈同轴排布依次设置有内套筒2和外套筒3。针栓杆1与内套筒上端孔21连接,通过径向进口22与推进剂B的供应系统连接;外套筒上端孔31与内套筒台阶23焊接,在针栓杆1和内套筒2之间以及内套筒2和外套筒3之间分别形成集液腔和轴向流道。外套筒3表面开设有切向孔32,与切向进口管道4处连接,保证切向进口管道4侧面的母线与外套筒3内径相切。

[0049] 所述内套筒2顶部进流孔连接气体推进剂B的供应系统,且径向孔式进口的中心线与内套筒2轴线相交,在内套筒2中各进口孔的径向流动合成为轴向的无旋流动;所述外套筒3顶部切向进口管道4连接气体推进剂B的供应系统,且切向进口管道4侧面的母线与外套筒3内径相切,提供轴向的有旋流动。两股气流合成有旋轴向薄膜流,再与针栓杆1的孔式径向射流碰撞,形成雾化锥。

[0050] 保证气体推进剂质量不变,通过分配内套筒2和外套筒3的流量,进而控制气相的旋流度,实现两种推进剂在碰撞时的动量比和喷雾锥角的调节。

[0051] 在实施例1-实施例3的基础上,本发明的又一实施例,如图4、图5和图6所示,在内套筒2连接气体推进剂B的供应系统,内套筒2的顶部设置有径向孔式进口,内套筒2的下端设置有轴向流道,通过径向孔式进口进入内套筒2轴向流道,提供无旋的轴向气流。

[0052] 外套筒3连接气体推进剂B的供应系统,外套筒3的底部设置有切向进口管道4的进口,通过切向进口管道4的进口提供有旋轴向气流。

[0053] 在实施例1-实施例3的基础上,本发明的又一实施例,如图1、图2和图3所示,针栓杆1长于内外套筒3,其底部圆周阵列喷孔为8~12个;针栓杆1和内外套筒3通过顶部连接为一个整体。

[0054] 内套筒2和外套筒3的筒体长度均小于针栓杆1的长度,外套筒3的长度长于内套筒2的长度,内外套筒3长度设置为70mm和100mm左右。

[0055] 内套筒2套设在针栓杆1的外侧壁,内套筒2和外套筒3之间间隔形成环形集液腔,所述针栓杆1、内套筒2和外套筒3内向外呈同轴排布均设置为中空圆柱筒体结构。

[0056] 针栓杆1内流道12直径设置为15mm,壁厚设置3-5mm,内套筒2距离针栓杆1以及外套筒3距离内套筒2的流道距离设置为10mm,内套筒2和外套筒3的壁厚设置为3-5mm。

[0057] 在实施例1-实施例3的基础上,本发明的又一实施例,如图1和图2所示,内套筒2和外套筒3的推进剂喷注速度远大于针栓杆1中心流道的推进剂喷注速度。

[0058] 当旋流度足够大时(即外套筒3比内套筒2分配的流量大),气相旋流会形成中心气核,中心的低压区遇到径向射流后,会将部分液体射流吸入外套筒3,促进射流根部的破碎,达到类似于气体辅助雾化的效果。

[0059] 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。

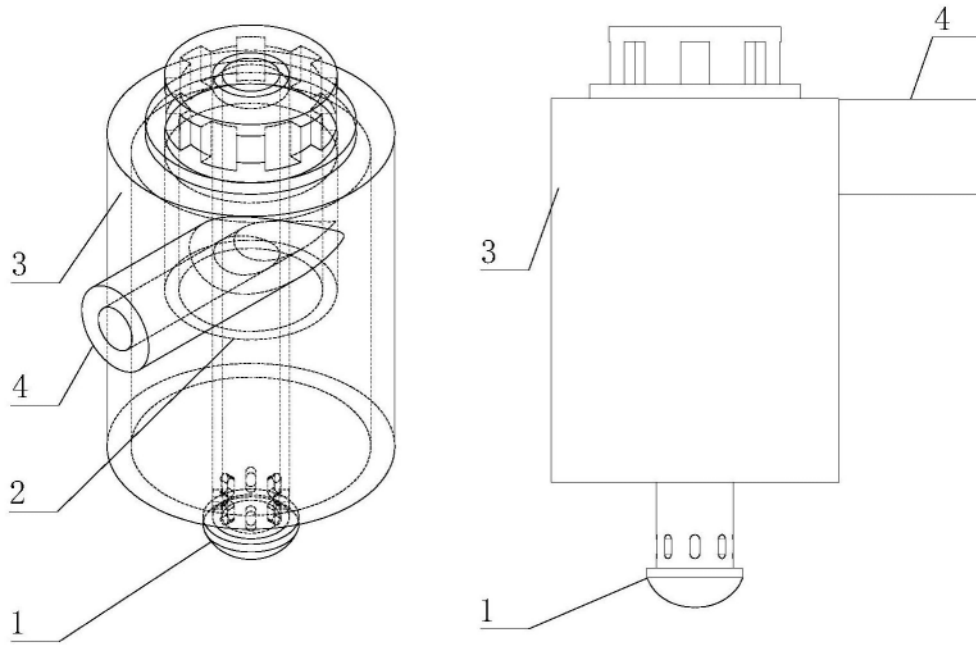


图1

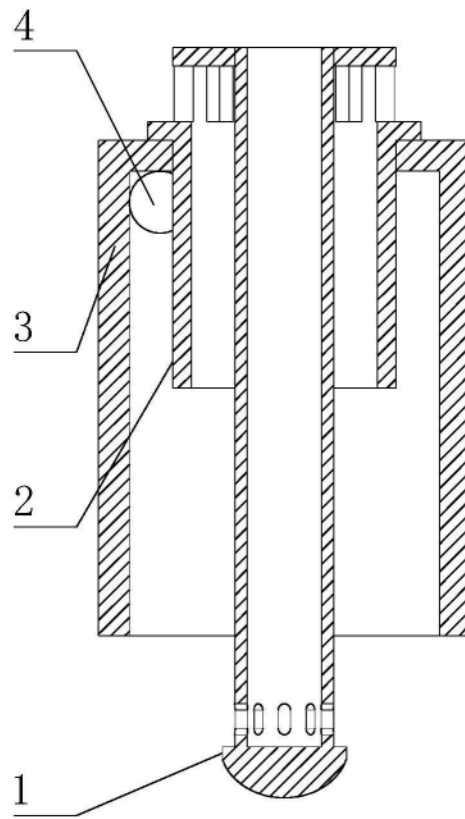


图2

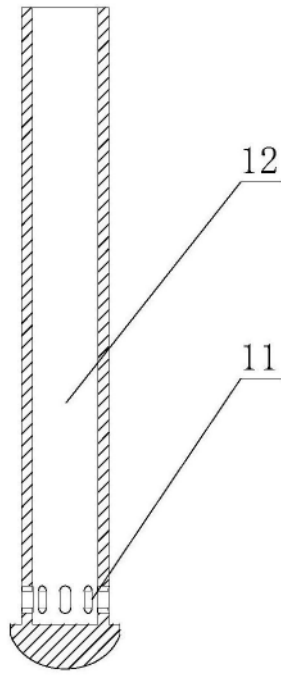


图3

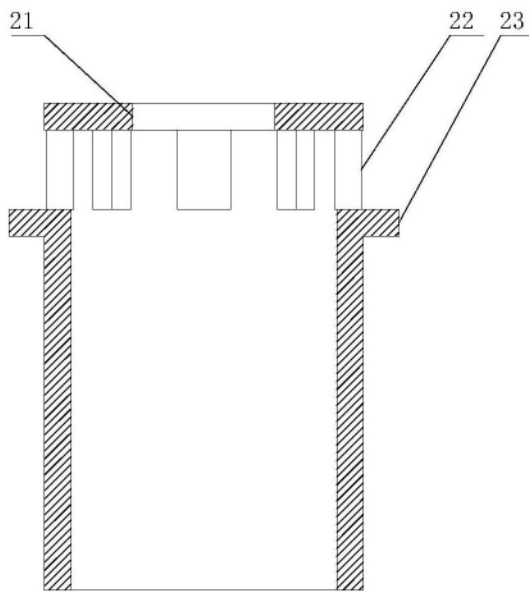


图4

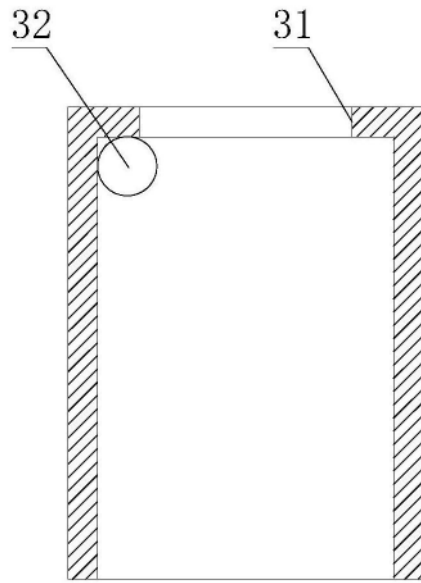


图5

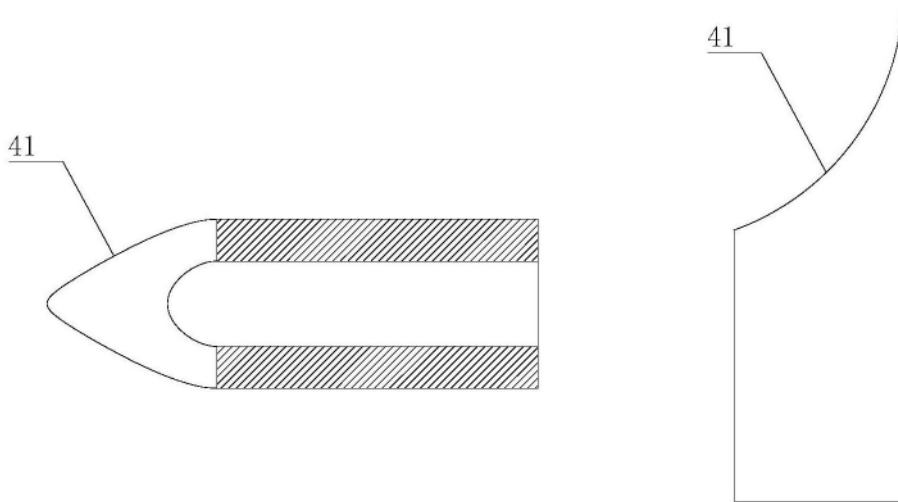


图6