



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107741030 B

(45)授权公告日 2019.09.20

(21)申请号 201710838822.0

(22)申请日 2017.09.18

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107741030 A

(43)申请公布日 2018.02.27

(73)专利权人 北京航空航天大学

地址 100191 北京市海淀区学院路37号

(72)发明人 林宇震 王志超 张弛 王建臣

龚全鑫

(74)专利代理机构 北京科迪生专利代理有限责

任公司 11251

代理人 杨学明 顾炜

(51)Int.Cl.

F23R 3/28(2006.01)

F23R 3/34(2006.01)

(56)对比文件

CN 105157062 A,2015.12.16,

CN 102901127 A,2013.01.30,

CN 101206029 A,2008.06.25,

CN 106066048 A,2016.11.02,

EP 2224171 A1,2010.09.01,

CN 105202580 A,2015.12.30,

审查员 闫亚宾

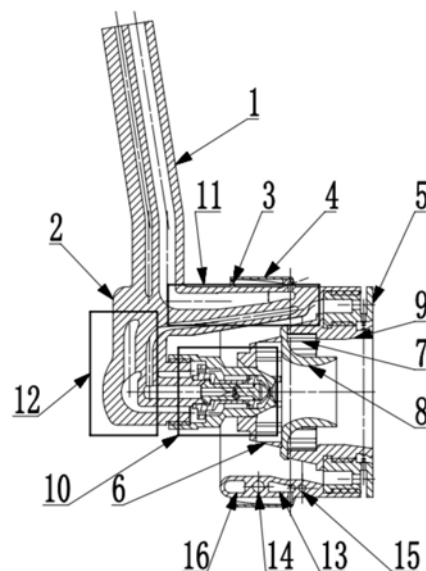
权利要求书2页 说明书4页 附图5页

(54)发明名称

一种具有冷却结构的叶片喷射低排放燃烧室头部

(57)摘要

本发明公开了一种具有冷却结构的叶片喷射低排放燃烧室头部,该头部采用中心分级的燃烧组织方式,主要包括主燃级和预燃级。主燃级采用叶片开孔结构,燃油轴向喷射,为预混火焰,保证大工况下排放较低。预燃级采用双极径向旋流器,为扩散火焰,保证火焰稳定及小工况下点火性能。此外,该头部采用了并排式三油路流道,可以满足在大工况下,预燃级油路可以冷却主燃级油路,防止喷嘴结焦。在小工况下,主燃级油路不供油形成空腔,可起到隔热保护的作用。此外,预燃级采用双油路离心喷嘴,可满足在不同工况下良好的雾化性能。本发明能够保证头部热防护,防止喷嘴结焦,保证头部正常安全运行,有利于燃烧室在不同工况下具有良好的排放、火焰稳定等性能。



1. 一种具有冷却结构的叶片喷射低排放燃烧室头部, 其特征在于: 采用了中心分级的燃烧组织方式、叶片喷射燃油和并排三油路的结构, 主要由油杆(1)、头部主体(2)、主燃级叶片(3)、主燃级叶片套筒(4)、级间段(5)、预燃级一级旋流器(6)、预燃级二级旋流器(7)、文氏管(8)、预燃级套筒(9)、预燃级双油路离心喷嘴(10)构成, 其中油杆(1)和头部主体(2)由3D打印一体成型, 其中头部主体(2)包括头部主体前端(11)和头部主体后端(12), 主燃级叶片(3)和头部主体(2)一起3D打印完成, 每个叶片轴向位置上都开有主燃级油孔, 用于喷射燃油, 与空气进行掺混, 主燃级叶片套筒(4)套在主燃级叶片(3)外并进行焊接, 级间段(5)用于隔离预燃级和主燃级火焰, 级间段(5)的外径具有螺纹, 和头部主体(2)进行螺纹连接; 级间段(5)的内径也具有螺纹, 与预燃级套筒(9)进行连接, 预燃级一级旋流器(6)和预燃级二级旋流器(7)为径向开槽进气式旋流器, 两者与文氏管(8)焊接在一起, 且预燃级二级旋流器(7)与预燃级套筒(9)进行焊接, 从而形成预燃级整体, 再与级间段(5)、头部主体前端(11)进行螺纹连接, 构成整个头部。

2. 根据权利要求1所述的一种具有冷却结构的叶片喷射低排放燃烧室头部, 其特征在于: 所述的油杆(1)和头部主体(2)两者整体内部拥有并排式三油路, 其中主燃级油路(13)有效流通面积在 10mm^2 — 80mm^2 之间, 主燃级油从油杆(1)进入头部主体(2), 并在头部主体前端(11)中沿周向转一圈后, 进入每个叶片, 再由每个叶片上小孔喷出, 预燃级双油路包括预燃级主油路(14)和预燃级副油路(15), 两者分布于主燃级油路两侧, 起到热防护作用, 其中预燃级主油路(14)有效流通面积在 5mm^2 — 50mm^2 之间, 预燃级副油路(15)有效流通面积在 1mm^2 — 30mm^2 之间, 预燃级的双路油流经油杆(1)进入头部主体(2), 在头部主体前端(11)中围绕主燃级油路(13)在周向上转一圈后, 进入头部主体后端(12)并进入预燃级双油路离心喷嘴(10), 进行喷射。

3. 根据权利要求1所述的一种具有冷却结构的叶片喷射低排放燃烧室头部, 其特征在于: 所述的头部主体(2)中, 包含1个或多个隔热容腔(16), 对油路起到热防护的作用。

4. 根据权利要求1所述的一种具有冷却结构的叶片喷射低排放燃烧室头部, 其特征在于: 所述的主燃级叶片(3), 叶片个数为12—36个, 角度为 15° — 60° , 叶片厚度为0.8—2mm, 旋流数为0.5—1.2, 在每个叶片的轴向方向上开有喷油孔, 油孔直径为0.2—1.5mm, 总流量数为60—180 $\text{kg}/(\text{hr} \cdot \text{Mpa}^{0.5})$, 能够使燃油和空气进行充分掺混, 降低污染物的排放。

5. 根据权利要求1所述的一种具有冷却结构的叶片喷射低排放燃烧室头部, 其特征在于: 所述的预燃级双油路离心喷嘴(10), 通过螺纹连接于头部主体(2)中心, 并与文氏管(8)配合, 达到良好的雾化、燃烧效果, 预燃级双油路离心喷嘴(10)的小油路喷嘴, 流量数为5—30 $\text{kg}/(\text{hr} \cdot \text{Mpa}^{0.5})$, 大油路喷嘴流量数为10—100 $\text{kg}/(\text{hr} \cdot \text{Mpa}^{0.5})$, 预燃级双油路离心喷嘴(10)喷出油雾张角为 30° — 120° , 文氏管(8)出口张角为 20° — 70° 。

6. 根据权利要求1所述的一种具有冷却结构的叶片喷射低排放燃烧室头部, 其特征在于: 预燃级套筒(9)的出口张角为 10° — 60° , 其张角与文氏管(8)张角进行匹配设计, 使预燃级油雾状态较好, 预燃级火焰达到稳定高效燃烧。

7. 根据权利要求1所述的一种具有冷却结构的叶片喷射低排放燃烧室头部, 其特征在于: 预燃级一级旋流器(6)旋流数为0.3—1.2, 预燃级二级旋流器(7)旋流数为0.2—1.2, 两者同旋或者反旋。

8. 根据权利要求1所述的一种具有冷却结构的叶片喷射低排放燃烧室头部, 其特征在

于:预燃级一级旋流器(6)与预燃级二级旋流器(7)的有效面积之比在1:8—9:1之间,预燃级总体有效面积与主燃机有效面积之比位于1:4—1:10之间。

9.根据权利要求1所述的一种具有冷却结构的叶片喷射低排放燃烧室头部,其特征在于:级间段(5)轴向上开有冷却孔,数目为10—36个,孔径为0.5—2mm;在径向方向上开有气动导流孔,数目为10—36个,孔径为0.1—2mm,能够和预燃级套筒(9)外径进行匹配,对级间段回流区进行影响,从而起到稳定火焰的作用。

一种具有冷却结构的叶片喷射低排放燃烧室头部

技术领域

[0001] 本发明涉及低排放燃烧室头部的技术领域,特别涉及一种具有冷却结构、可以防喷嘴积碳、由叶片喷射的低排放燃烧室头部。

背景技术

[0002] 民用航空现代民用航空发动机燃烧室的主要发展趋势是低污染燃烧。随着国际日益严格的航发排放标准,民用航空发动机燃烧室必须满足新的排放标准。目前采用的CAEP6 (Committee on Aviation Environmental Protection) 标准对污染排放物的规定已经非常严格,特别是NO_x污染排放要求;而最新的CAEP8标准提出了将NO_x的排放在CAEP6的排放标准上降低15%,随着航空业的迅猛发展和人们环保意识的不断提高,未来对燃气轮机燃烧室污染排放会提出更高的要求。

[0003] 除了满足低排放性能,航空发动机燃烧室头部由于需要长期工作在高温高压环境中,为了防止其热变形以及喷嘴过热积碳,需要头部进行热防护。

[0004] 综上所述,本发明立足于工程实际应用,设计了一种具有冷却结构的叶片喷射低排放头部,此头部采用并排式三油路结构,可在不同工况下都起到防止燃油过热从而在喷嘴积碳,且在头部中具有空腔隔热结构,起到头部热防护作用。此头部也采用了叶片式轴向喷射方式,可使燃油与空气进行良好的掺混,从而提高了燃烧效率,降低了污染物的排放。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是:针对国际上日益严格的航空发动机排放标准,采用叶片上轴向喷油方式,提供一种能够降低排放的燃烧室头部,并针对航空发动机燃烧室头部工作的高温高压环境,采用并排式三油路结构,充分发挥不同工况下的冷却预燃级油路功能,防止喷嘴积碳。并在头部中应用了隔热空腔,防止油路过热从而积碳。

[0006] 本发明采用的技术方案为:一种具有冷却结构的叶片喷射低排放燃烧室头部,采用了中心分级的燃烧组织方式和并排三油路的结构,主要由油杆、头部主体、主燃级叶片、主燃级叶片套筒、级间段、预燃级一级旋流器、预燃级二级旋流器、文氏管、预燃级套筒、预燃级双油路离心喷嘴构成,其中油杆和头部主体可以由3D打印一体成型,其中头部主体包括头部主体前端和头部主体后端,主燃级叶片和头部主体一起3D打印完成,每个叶片轴向位置上都开有主燃级油孔,用于喷射燃油,与空气进行掺混,主燃级叶片套筒套在主燃级叶片外并进行焊接,级间段用于隔离预燃级和主燃级火焰,其外径具有螺纹,可以和头部主体进行螺纹连接;其内径也具有螺纹,可与预燃级套筒进行连接,预燃级一级旋流器和预燃级二级旋流器为径向开槽进气式旋流器,两者可以与文氏管焊接在一起。此外预燃级二级旋流器可与预燃级套筒进行焊接,从而形成预燃级整体,再与级间段、头部主体前端进行螺纹连接,构成整个头部。

[0007] 其中,所述的油杆和头部主体由3D打印技术一体成型,两者整体内部拥有并排式三油路,其中主油路有效流通面积在10mm²—80mm²之间,主燃级油从油杆进入头部主体,并

在头部主体前端中沿周向转一圈后,进入每个叶片,再由每个叶片上小孔喷出。预燃级双油路包括预燃级主油路和预燃级副油路,两者分布于主燃级油路两侧,起到热防护作用。其中预燃级主油路有效流通面积在 5mm^2 — 50mm^2 之间,预燃级副油路有效流通面积在 1mm^2 — 30mm^2 之间。预燃级的双路油流经油杆进入头部主体,在头部主体前端中围绕主燃级油路在周向上转一圈后,进入头部主体后端并进入预燃级双油路离心喷嘴,进行喷射。

[0008] 其中,所述的头部主体中,包含但不限于拥有1个或多个隔热容腔,可以对油路起到热防护的作用。

[0009] 其中,所述的主燃级叶片,叶片个数为12—36个,角度为 15° — 60° ,叶片厚度为 0.8 — 2mm ,旋流数为 0.5 — 1.2 。在每个叶片的轴向方向上开有喷油孔,油孔直径为 0.2 — 1.5mm ,总流量数为 60 — $180\text{kg}/(\text{hr}\cdot\text{Mpa}^{0.5})$,可以使燃油和空气进行充分掺混,可降低污染物的排放。

[0010] 其中,所述的预燃级双油路离心喷嘴,通过螺纹连接于头部主体中心,并与文氏管配合,达到良好的雾化、燃烧效果。预燃级双油路离心喷嘴的小油路喷嘴,流量数为 5 — $30\text{kg}/(\text{hr}\cdot\text{Mpa}^{0.5})$,大油路喷嘴流量数为 10 — $100\text{kg}/(\text{hr}\cdot\text{Mpa}^{0.5})$ 。预燃级双油路离心喷嘴喷出油雾张角为 30 — 120° ,文氏管出口张角为 20 — 70° 。

[0011] 其中,所述的预燃级套筒的出口张角为 10° — 60° ,其张角与文氏管(8)张角进行匹配设计,可使预燃级油雾状态较好,预燃级火焰达到稳定高效燃烧。

[0012] 其中,所述的预燃级一级旋流器旋流数为 0.3 — 1.2 ,预燃级二级旋流器旋流数为 0.2 — 1.2 ,两者可同旋,也可反旋。

[0013] 其中,预燃级一级旋流器与预燃级二级旋流器的有效面积之比在 $1:8$ — $9:1$ 之间,预燃级总体有效面积与主燃机有效面积之比位于 $1:4$ — $1:10$ 之间。

[0014] 其中,所述的级间段轴向上开有冷却孔,数目为 10 — 36 个,孔径为 0.5 — 2mm ;在径向方向上开有气动导流孔,数目为 10 — 36 个,孔径为 0.1 — 2mm ,可以和预燃级套筒外径进行匹配,对级间段回流区进行影响,从而起到稳定火焰的作用。

[0015] 本发明的工作原理:该采用中心分级的燃烧组织方式,包括主燃级和预燃级结构。主燃级采用叶片开孔结构,燃油轴向喷射,与空气混合后喷出头部燃烧,为预混火焰,保证大工况下排放较低。预燃级采用双极径向旋流器,采用扩散火焰,保证火焰稳定性及小工况下的点火性能及燃烧效率。另外,该头部采用了并排式三油路流道,可以满足在大工况下,预燃级油路可以冷却主燃级油路,防止喷嘴结焦。在小工况下,主燃级油路不供油形成空腔,可以起到隔热保护的作用。头部中也拥有隔热容腔,起到热防护作用。另外预燃级采用双油路离心喷嘴,可以满足在不同工况压力下良好的雾化性能。本发明有利于燃烧室在不同工况下具有良好的排放、火焰稳定等性能,能够保证头部热防护,防止喷嘴结焦,保证头部正常安全运行。

[0016] 本发明与现有技术相比具有的优点如下:

[0017] (1) 头部可靠性高。该头部采用了并排式三油路流道,可以满足在大工况下,预燃级油路可以冷却主燃级油路,防止喷嘴结焦。在小工况下,主燃级油路不供油形成空腔,可以起到隔热保护的作用。头部中也拥有隔热容腔,起到热防护作用。

[0018] (2) 排放性能优良。该头部采用多个叶片轴向喷射方式,可以使得燃油与空气进行高效掺混,有利于降低排放。另外,预燃级的双油路离心喷嘴与双击径向旋流器、文氏管相

匹配,可保证火焰稳定性及小工况下的点火性能及燃烧效率。

[0019] (3) 加工周期及成本低廉。该头部采用3D打印和部分零件机加的方式加工,加工周期较短,成本较低。

附图说明

[0020] 图1为本发明的具有冷却结构的叶片喷射低排放燃烧室头部的结构示意图;

[0021] 图2为本发明的具有冷却结构的叶片喷射低排放燃烧室头部的正三轴测图;

[0022] 图3为本发明的具有冷却结构的叶片喷射低排放燃烧室头部三油路流体域示意图,其中,图3(a)为正三轴视图,图3(b)为主视图,图3(c)为左视图;

[0023] 图4为本发明的具有冷却结构的叶片喷射低排放燃烧室头部的级间段示意图,其中,图4(a)为级间段剖视图,图4(b)为级间段左视图;

[0024] 图5为本发明的具有冷却结构的叶片喷射低排放燃烧室头部的文氏管示意图,其中,图5(a)为文氏管左视图,图5(b)为文氏管剖视图;

[0025] 图6为本发明的具有冷却结构的叶片喷射低排放燃烧室头部的预燃级一级旋流器示意图,其中,图6(a)为预燃级一级旋流器右视图,图6(b)为预燃级一级旋流器剖视图;

[0026] 图7为本发明的具有冷却结构的叶片喷射低排放燃烧室头部的预燃级二级旋流器和预燃级套筒示意图,其中,图7(a)为预燃级二级旋流器和预燃级套筒剖视图,图7(b)为预燃级二级旋流器和预燃级套筒左视图;

[0027] 图8为本发明的具有冷却结构的叶片喷射低排放燃烧室头部的预燃级双油路离心喷嘴示意图,其中,图8(a)为预燃级双油路离心喷嘴剖视图,图8(b)为预燃级双油路离心喷嘴左视图;

[0028] 图9为本发明的具有冷却结构的叶片喷射低排放燃烧室头部的油杆和头部主体示意图,其中,图9(a)为油杆和头部主体右视图,图9(b)为油杆和头部主体剖视图,图9(c)为油杆和头部主体俯视图。

[0029] 图中:1为油杆,2为头部主体,3为主燃级叶片,4为主燃级叶片套筒,5为级间段,6为预燃级一级旋流器,7为预燃级二级旋流器,8为文氏管,9为预燃级套筒,10为预燃级双油路离心喷嘴,11为头部主体前端,12为头部主体后端,13为主燃级油路,14为预燃级主油路,15为预燃级副油路,16为隔热容腔。

具体实施方式

[0030] 下面结合附图及具体实施方式详细介绍本发明:

[0031] 如图1所示,为本发明实施例所述的一种具有冷却结构的叶片喷射低排放头部,采用了中心分级的燃烧组织方式和并排三油路的结构,主要由油杆1、头部主体2、主燃级叶片3、主燃级叶片套筒4、级间段5、预燃级一级旋流器6、预燃级二级旋流器7、文氏管8、预燃级套筒9、预燃级双油路离心喷嘴10等构成。其中油杆1和头部主体2可以由3D打印一体成型,其中头部主体2包括头部主体前端11和头部主体后端12。主燃级叶片3和头部主体2一起3D打印完成,每个叶片轴向位置上都开有主燃级油孔,用于喷射燃油,与空气进行掺混。主燃级叶片套筒4和套在主燃级叶片3外并进行焊接。级间段5用于隔离预燃级和主燃级火焰,其外径具有螺纹,可以和头部主体2进行螺纹连接;其内径也具有螺纹,可与预燃级套筒9进行

连接。预燃级一级旋流器6和预燃级二级旋流器7为径向开槽进气式旋流器,两者可以与文氏管8焊接在一起。此外预燃级二级旋流器7可与预燃级套筒9进行焊接,从而形成预燃级整体,再与级间段5、头部主体2进行螺纹连接,构成整个头部。

[0032] 此外,头部主体2中,包含但不限于拥有1个或多个隔热容腔16,可以对油路起到热防护的作用。

[0033] 如图2所示,油杆1和头部主体2由3D打印技术一体成型。主燃级叶片3,叶片个数为12—36个,角度为 15° — 60° ,叶片厚度为0.8—2mm,旋流数为 $0.5\text{—}1.2\text{kg}/(\text{hr}\cdot\text{Mpa}^{0.5})$ 。在每个叶片的轴向方向上开有喷油孔,油孔直径为0.2—1.5mm,总流量数为60—180,可以使燃油和空气进行充分掺混,可降低污染物的排放。

[0034] 如图3所示,头部内部拥有并排式三油路。其中主燃级油路13有效流通面积在 10mm^2 — 80mm^2 之间,主燃级油从油杆1进入头部主体2,并在头部主体前端11中沿周向转一圈后,由每个叶片上小孔喷出。预燃级双油路包括预燃级主油路14和预燃级副油路15,两者分布于主燃级油路两侧,起到热防护作用。其中预燃级主油路14有效流通面积在 5mm^2 — 50mm^2 之间,预燃级副油路15有效流通面积在 1mm^2 — 30mm^2 之间。预燃级的双路油流经油杆1进入头部主体2,在头部主体前端11中围绕主燃级油路13在周向上转一圈后,进入头部主体后端12并进入预燃级双油路离心喷嘴10,进行喷射。

[0035] 如图4所示,级间段5轴向上开有冷却孔,数目为10—36个,孔径为0.5—2mm;在径向方向上开有气动导流孔,数目为10—36个,孔径为0.1—2mm,可以和预燃级套筒9外径进行匹配,对级间段回流区进行影响,从而起到稳定火焰的作用。

[0036] 如图5所示,文氏管8出口张角为 20° — 70° ,与预燃级一级旋流器6以及预燃级二级旋流器7进行焊接。

[0037] 如图6所示和图7,预燃级一级旋流器6旋流数为0.3—1.2,预燃级二级旋流器7旋流数为0.2—1.2,两者可同旋,也可反旋。预燃级套筒9的出口张角为 10° — 60° ,可使预燃级油雾状态较好,预燃级火焰达到稳定高效燃烧。

[0038] 如图8所示,预燃级双油路离心喷嘴10,通过螺纹连接于头部主体2中心,并与文氏管8配合,达到良好的雾化、燃烧效果。预燃级双油路离心喷嘴10的小油路喷嘴,流量数为 $5\text{—}30\text{kg}/(\text{hr}\cdot\text{Mpa}^{0.5})$,大油路喷嘴流量数为 $10\text{—}100\text{kg}/(\text{hr}\cdot\text{Mpa}^{0.5})$ 。预燃级双油路离心喷嘴10喷出油雾张角为 30° — 120° 。

[0039] 如图9所示,主燃级油杆1和头部主体2以及主燃级叶片3等可以通过3D打印技术一体成型。

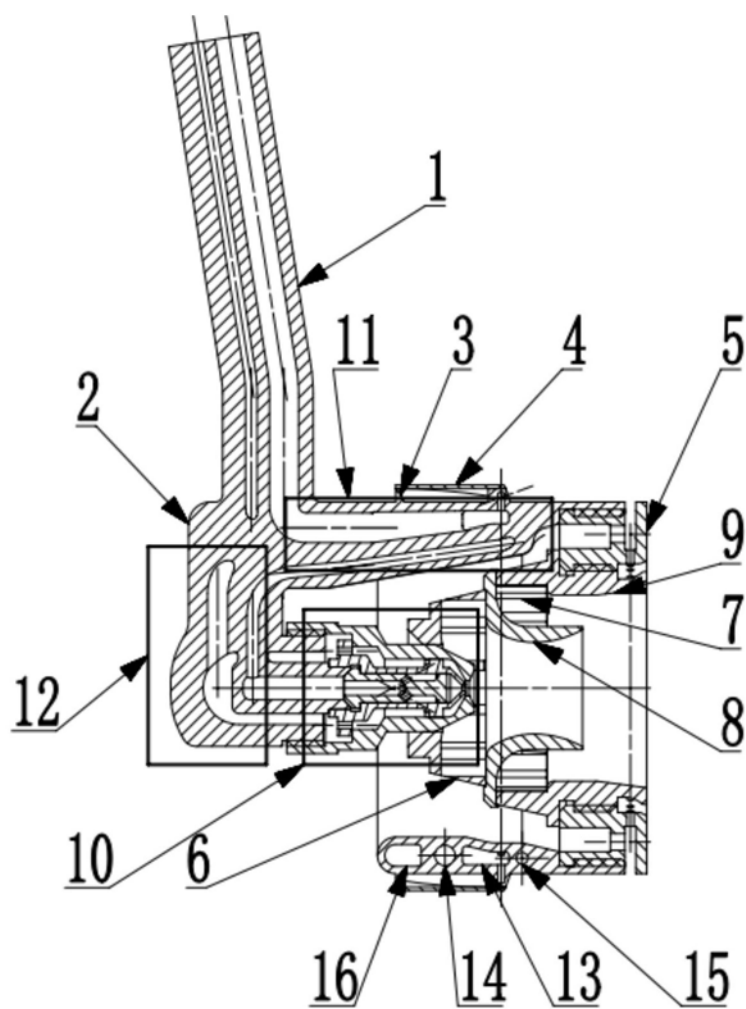


图1

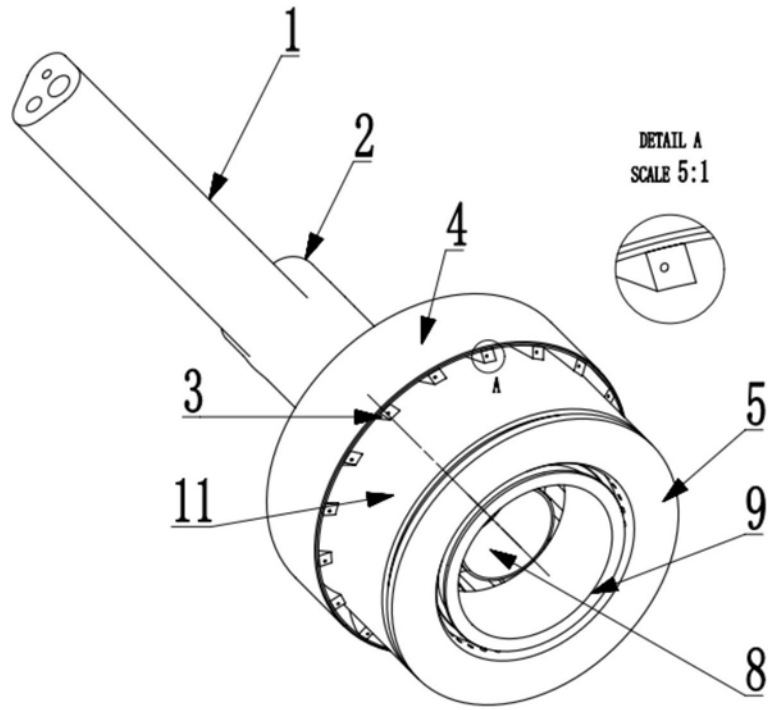


图2

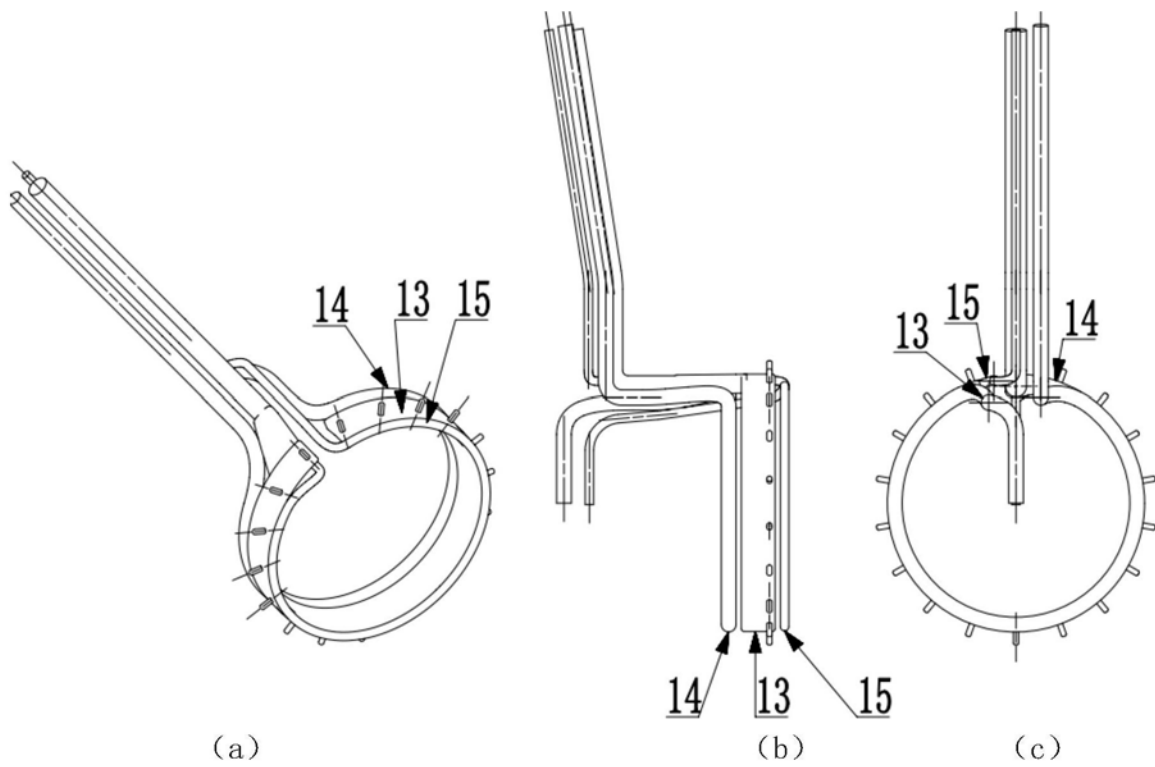


图3

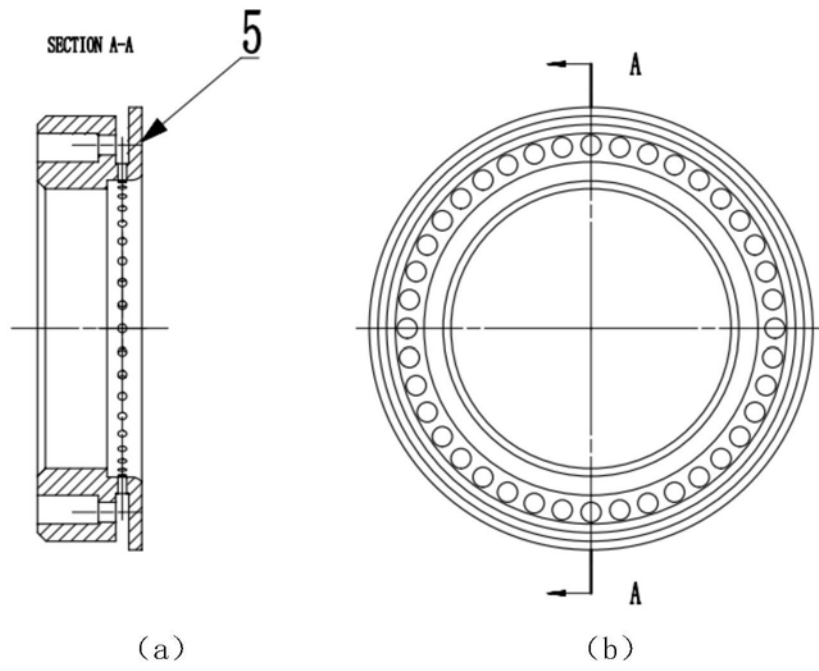


图4

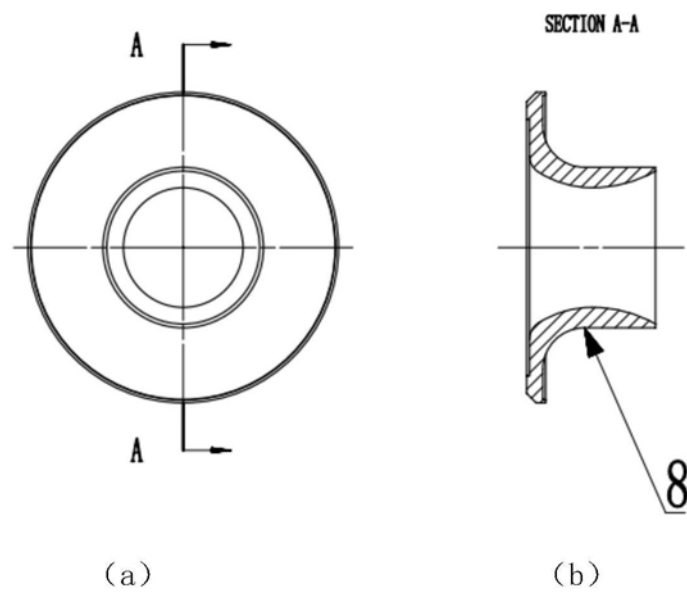


图5

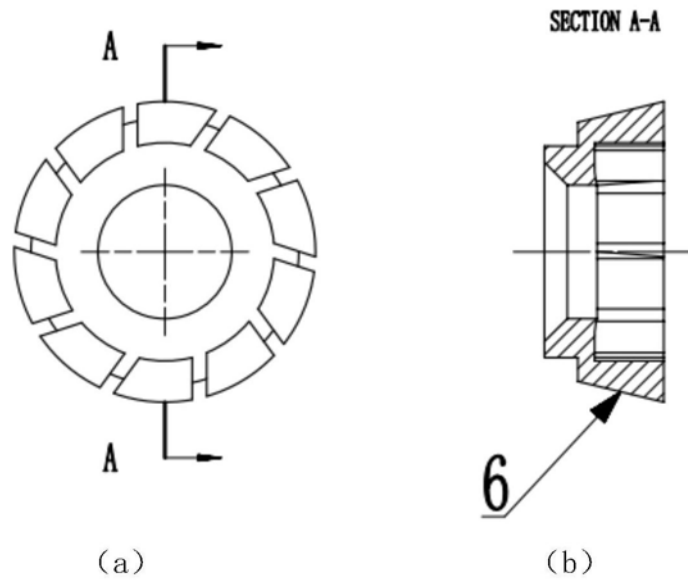


图6

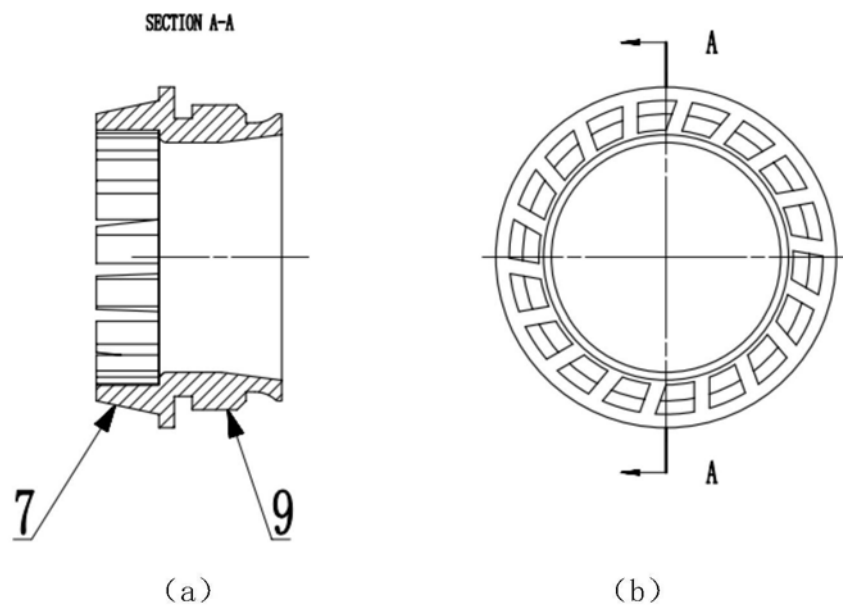


图7

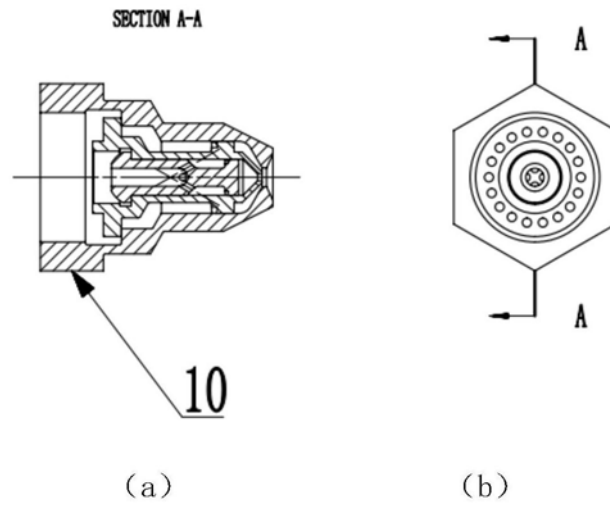


图8

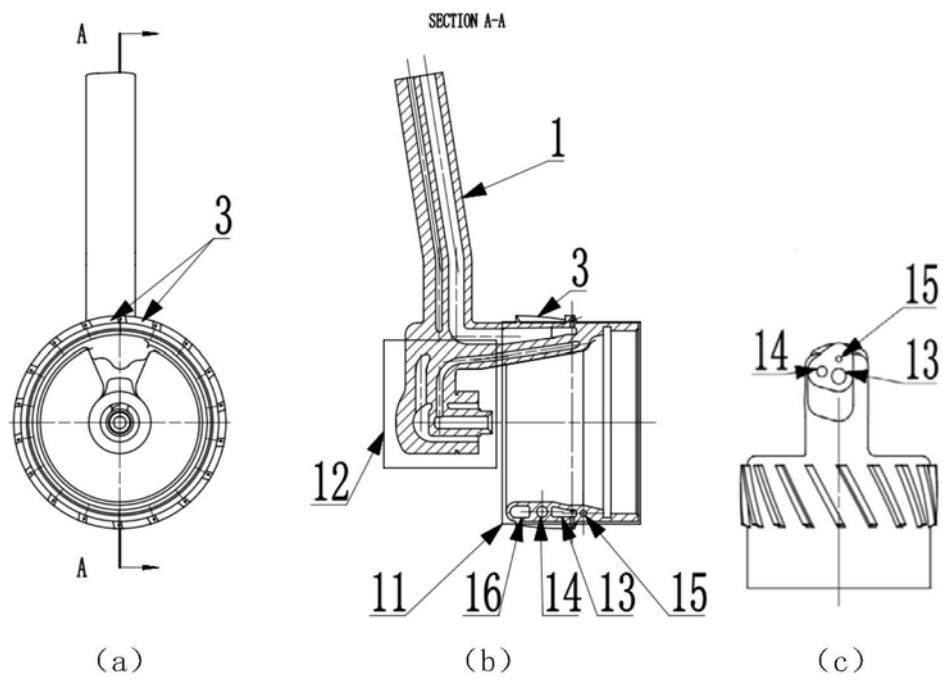


图9