(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 112082176 B
(45)授权公告日 2024.06.04

(21)申请号 202010961848.6

(22)申请日 2020.09.14

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112082176 A

(43)申请公布日 2020.12.15

(73)专利权人 清华大学
地址 100084 北京市海淀区清华园1号

(72)发明人 兰旭东 李东杰 周明 周伯豪 潘春雨 梁骞 李豪 闫慧慧 张煜洲

(74)专利代理机构 北京润泽恒知识产权代理有限公司 11319
专利代理师 苟冬梅

(51)Int.Cl.
F23R 3/38(2006.01)

(56)对比文件
CN 101566353 A,2009.10.28
CN 107726364 A,2018.02.23
CN 109469922 A,2019.03.15
CN 109668173 A,2019.04.23
CN 110043922 A,2019.07.23
CN 212869853 U,2021.04.02
FR 1047521 A,1953.12.15
GB 662785 A,1951.12.12
GB 670968 A,1952.04.30
JP 2000257816 A,2000.09.22

审查员 魏少平

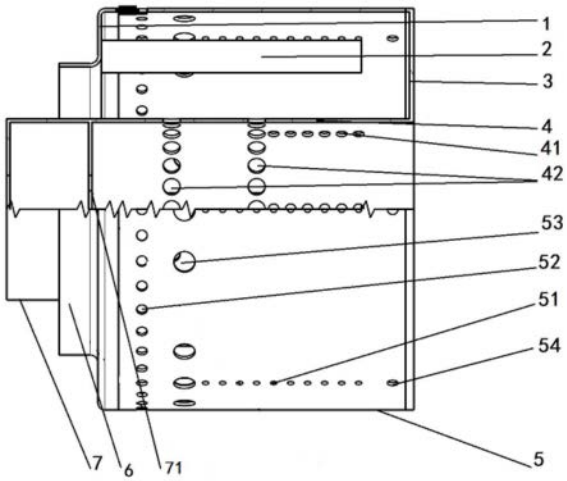
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54)发明名称

一种微型涡喷发动机燃烧室

(57)摘要

本发明提供了一种微型涡喷发动机燃烧室构型。包括:火焰筒外筒套设在火焰筒内筒外部,火焰筒内筒和火焰筒外筒之间形成燃烧室;火焰筒内筒和火焰筒外筒上开设有进气孔组;蒸发管固定板,蒸发管固定板连接在火焰筒外筒上远离第一端盖的一端,蒸发管设置于燃烧室内部,蒸发管靠近所述火焰筒内筒的内壁,进气孔组包括多个第二通孔,第二通孔开设于与蒸发管处于同一角度的火焰筒外筒上,与蒸发管处于同一角度的多个第二通孔连成的直线与所述蒸发管的轴线平行。火焰筒外筒上与蒸发管正对的第二通孔,当加压后的空气通过多个第二通孔进入燃烧室时,受到蒸发管的阻碍,形成沿壁面流动的气流,从而对火焰筒外筒的内壁进行冷却保护。



CN 112082176 B

1.一种微型涡喷发动机燃烧室,其特征在于,包括:

火焰筒内筒(4)和火焰筒外筒(5),所述火焰筒外筒(5)套设在所述火焰筒内筒(4)外部,所述火焰筒内筒(4)的中轴线与所述火焰筒外筒(5)的中轴线重合,所述火焰筒内筒(4)和所述火焰筒外筒(5)之间形成燃烧室;

第一端盖(3),所述第一端盖(3)连接在所述火焰筒内筒(4)和所述火焰筒外筒(5)的同一端,将所述燃烧室的一端密封,所述火焰筒内筒(4)和所述火焰筒外筒(5)上开设有进气孔组;

蒸发管固定板(1),所述蒸发管固定板(1)连接在所述火焰筒外筒(5)上远离所述第一端盖(3)的一端,所述蒸发管固定板(1)上开设有燃烧室出口,所述燃烧室出口的直径小于所述火焰筒内筒(4)的外径;

蒸发管(2),所述蒸发管(2)设置于所述燃烧室内部,所述蒸发管(2)的一端与所述蒸发管固定板(1)的内壁连接,所述蒸发管固定板(1)上与所述蒸发管(2)连接处开设有第一通孔(11),所述蒸发管(2)通过所述第一通孔(11)与所述蒸发管固定板(1)外部连通,所述蒸发管(2)有多根,所述第一通孔(11)有多个,所述蒸发管(2)均匀分布于所述燃烧室内部,且所述蒸发管(2)靠近所述火焰筒内筒(4)的内壁,所述蒸发管(2)的中轴线与所述火焰筒外筒(5)的中轴线平行;

所述进气孔组包括多个第二通孔(51),所述第二通孔(51)开设于与所述蒸发管(2)处于同一角度的火焰筒外筒(5)上,与所述蒸发管(2)处于同一角度的所述多个第二通孔(51)连成的直线与所述蒸发管(2)的轴线平行;

所述进气孔组还包括多个第三通孔(52),所述第三通孔(52)开设于所述火焰筒外筒(5)上靠近所述蒸发管固定板(1)的一端,所述多个第三通孔(52)在所述火焰筒外筒(5)上周向均匀排列;

所述进气孔组还包括多个第四通孔(53),所述第四通孔(53)开设于所述第二通孔(51)与所述第三通孔(52)之间的火焰筒外筒(5)上,所述多个第四通孔(53)在所述火焰筒外筒(5)上周向均匀排列,所述第四通孔(53)的直径大于所述第二通孔(51)和所述第三通孔(52)的直径;

所述进气孔组还包括多个第五通孔(54),所述第五通孔(54)开设于所述火焰筒外筒(5)上靠近所述第一端盖(3)的一端,且所述第五通孔(54)位于与所述蒸发管(2)处于同一角度的多个所述第二通孔(51)连成的直线上;

所述进气孔组还包括多个第六通孔(42),所述第六通孔(42)开设于与所述蒸发管(2)处于同一角度的所述火焰筒内筒(4)上,且与所述蒸发管(2)处于同一角度的多个所述第六通孔(42)连成的直线与所述蒸发管(2)的轴线平行,所述第六通孔(42)开设于所述火焰筒内筒(4)上靠近所述第一端盖(3)的一端;

所述进气孔组还包括多个第七通孔(41),所述第七通孔(41)开设于所述火焰筒内筒(4)上靠近所述蒸发管固定板(1)的一端,所述多个第七通孔(41)在所述火焰筒内筒(4)上分两排周向均匀排列,所述第七通孔(41)的直径大于所述第六通孔(42)的直径。

2.根据权利要求1所述的微型涡喷发动机燃烧室,其特征在于,还包括:出气筒(6),所述出气筒(6)与所述蒸发管固定板(1)连接,所述出气筒(6)的内径与所述燃烧室出口的直径相同。

3.根据权利要求2所述的微型涡喷发动机燃烧室,其特征在于,还包括:支撑柱(7),

所述支撑柱(7)的一端与所述火焰筒内筒(4)上靠近所述蒸发管固定板(1)的一端连接,所述支撑柱(7)的外径与所述火焰筒内筒(4)的外径相同,所述支撑柱(7)和所述出气筒(6)之间形成燃烧室出口通道;

所述支撑柱(7)的中部开设有转轴孔,所述转轴孔的中轴线与所述火焰筒内筒(4)的中轴线重合。

一种微型涡喷发动机燃烧室

技术领域

[0001] 本申请涉及航空发动机技术领域,具体而言,涉及一种微型涡喷发动机燃烧室构型。

背景技术

[0002] 涡轮喷气发动机的结构由进气道、压气机、燃烧室、涡轮和尾喷管组成,其中,空气通过进气道进入发动机,并通过压气机对空气进行加压,加压后的空气进入燃烧室,通过燃烧室进行升温,从燃烧室流出的高温高压燃气流经涡轮和尾喷管,最终从尾喷管喷出。

[0003] 相关技术中,推力小于100 daN的微型涡喷发动机(Micro Turbine Engine, MTE)燃烧室内一般采用蒸发管供油的方式,此类MTE燃烧室直接参照大型航空发动机燃烧室的设计,划分了主燃区、补燃区和掺混区,这样的设计对于大型航空涡轮发动机燃烧室内的燃烧组织来说非常有利,然而由于MTE燃烧室尺寸非常有限,在其燃烧室上直接照搬大型航空发动机燃烧室的设计会导致诸多问题,比如燃烧室内燃烧不稳定、不均匀,火焰筒内筒和火焰筒外筒的壁面温度高和出口温度分布不均匀等,表现出强烈的“尺度效应”。

[0004] 其中,火焰筒内筒和火焰筒外筒的壁面温度高会使火焰筒壁发生翘曲,从而降低燃烧室寿命。

发明内容

[0005] 本申请实施例提供一种微型涡喷发动机燃烧室构型,旨在解决火焰筒内筒和火焰筒外筒的壁面温度高的问题,以延长燃烧室的使用寿命。

[0006] 本申请实施例提供一种微型涡喷发动机燃烧室构型,包括:

[0007] 火焰筒内筒和火焰筒外筒,所述火焰筒外筒套设在所述火焰筒内筒外部,所述火焰筒内筒的中轴线与所述火焰筒外筒的中轴线重合,所述火焰筒内筒和所述火焰筒外筒之间形成燃烧室;

[0008] 第一端盖,所述第一端盖连接在所述火焰筒内筒和所述火焰筒外筒的同一端,将所述燃烧室的一端密封,所述火焰筒内筒和所述火焰筒外筒上开设有进气孔组;

[0009] 蒸发管固定板,所述蒸发管固定板连接在所述火焰筒外筒上远离所述第一端盖的一端,所述蒸发管固定板上开设有燃烧室出口,所述燃烧室出口的直径小于所述火焰筒内筒的外径;

[0010] 蒸发管,所述蒸发管设置于所述燃烧室内部,所述蒸发管的一端与所述蒸发管固定板的内壁连接,所述蒸发管固定板上与所述蒸发管连接处开设有第一通孔,所述蒸发管通过所述第一通孔与所述蒸发管固定板外部连通,所述蒸发管有多根,所述第一通孔有多个,所述蒸发管均匀分布于所述燃烧室内部,且所述蒸发管靠近所述火焰筒内筒的内壁,所述蒸发管的中轴线与所述火焰筒外筒的中轴线平行;

[0011] 所述进气孔组包括多个第二通孔,所述第二通孔开设于与所述蒸发管处于同一角度的火焰筒外筒上,与所述蒸发管处于同一角度的所述多个第二通孔连成的直线与所述蒸

发管的轴线平行。

[0012] 可选地,所述进气孔组还包括多个第三通孔,所述第三通孔开设于所述火焰筒外筒上靠近所述蒸发管固定板的一端,所述多个第三通孔在所述火焰筒外筒上周向均匀排列。

[0013] 可选地,所述进气孔组还包括多个第四通孔,所述第四通孔开设于所述第二通孔与所述第三通孔之间的火焰筒外筒上,所述多个第四通孔在所述火焰筒外筒上周向均匀排列,所述第四通孔的直径大于所述第二通孔和所述第三通孔的直径。

[0014] 可选地,所述进气孔组还包括多个第五通孔,所述第五通孔开设于所述火焰筒外筒上靠近所述第一端盖的一端,且所述第五通孔位于与所述蒸发管处于同一角度的多个所述第二通孔连成的直线上。

[0015] 可选地,所述进气孔组还包括多个第六通孔,所述第六通孔开设于与所述蒸发管处于同一角度的所述火焰筒内筒上,且与所述蒸发管处于同一角度的多个所述第六通孔连成的直线与所述蒸发管的轴线平行,所述第六通孔开设于所述火焰筒内筒上靠近所述第一端盖的一端。

[0016] 可选地,所述进气孔组还包括多个第七通孔,所述第七通孔开设于所述火焰筒内筒上靠近所述蒸发管固定板的一端,所述多个第七通孔在所述火焰筒内筒上分两排周向均匀排列,所述第七通孔的直径大于所述第六通孔的直径。

[0017] 可选地,还包括:出气筒,所述出气筒与所述蒸发管固定板连接,所述出气筒的内径与所述燃烧室出口的直径相同。

[0018] 可选地,还包括:支撑柱,

[0019] 所述支撑柱的一端与所述火焰筒内筒上靠近所述蒸发管固定板的一端连接,所述支撑柱的外径与所述火焰筒内筒的外径相同,所述支撑柱和所述出气筒之间形成燃烧室出口通道;

[0020] 所述支撑柱的中部开设有转轴孔,所述转轴孔的中轴线与所述火焰筒内筒的中轴线重合。

[0021] 采用本申请提供的微型涡喷发动机燃烧室构型,蒸发管有多根,且蒸发管均匀分布于燃烧室内部,能够使从蒸发管进入的燃油在燃烧室内分布更加均匀,从而得到更加好的燃烧效果;蒸发管靠近火焰筒内筒的内壁,蒸发管的中轴线与火焰筒外筒的中轴线平行,能够防止蒸发管和火焰筒外筒的内壁之间出现高温甚至是火焰区,且蒸发管靠近火焰筒内筒的内壁,使燃烧室内的燃烧中心向火焰筒外筒的内壁移动,从而使火焰筒内筒自身过热的问题得到大幅改善。

[0022] 进气孔组包括多个第二通孔,第二通孔开设于与蒸发管处于同一角度的火焰筒外筒上,与蒸发管处于同一角度的多个第二通孔连成的直线与蒸发管的轴线平行,从而取消了主燃区和补燃区之间的划分,代之以一个较大的主燃区,从而能够提高燃烧室的空间利用率和燃烧的稳定性,火焰筒外筒上与蒸发管正对的第二通孔,当加压后的空气通过多个第二通孔进入燃烧室时,受到蒸发管的阻碍,形成沿壁面流动的气流,从而对火焰筒外筒的内壁进行冷却保护。

附图说明

[0023] 为了更清楚地说明本申请的技术方案,下面将对本申请的描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0024] 图1是本申请一实施例提出的微型涡喷发动机燃烧室构型的半剖结构示意图;

[0025] 图2是本申请一实施例提出的微型涡喷发动机燃烧室构型的结构示意图;

[0026] 图3是本申请一实施例提出的微型涡喷发动机燃烧室构型的第一端盖一侧的立体结构示意图;

[0027] 图4是本申请一实施例提出的微型涡喷发动机燃烧室构型的蒸发管固定板一侧的立体结构示意图。

[0028] 附图标记说明:

[0029] 1-蒸发管固定板、2-蒸发管、3-第一端盖、4-火焰筒内筒、5-火焰筒外筒、6-出气筒、7-支撑柱、11-第一通孔、41-第七通孔、42-第六通孔、51-第二通孔、52-第三通孔、53-第四通孔、54-第五通孔。

具体实施方式

[0030] 下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

[0031] 相关技术中,推力小于100 daN的微型涡喷发动机(Micro Turbine Engine, MTE)燃烧室内一般采用蒸发管供油的方式,此类MTE燃烧室直接参照大型航空发动机燃烧室的设计,划分了主燃区、补燃区和掺混区,这样的设计对于大型航空涡轮发动机燃烧室内的燃烧组织来说非常有利,然而由于MTE燃烧室尺寸非常有限,在其燃烧室上直接照搬大型航空发动机燃烧室的设计会导致诸多问题,比如燃烧室内燃烧不稳定、不均匀,火焰筒内筒和火焰筒外筒的壁面温度高等,表现出强烈的“尺度效应”。其中,火焰筒内筒和火焰筒外筒的壁面温度高会使火焰筒壁发生翘曲,从而降低燃烧室寿命。

[0032] 有鉴于此,本申请实施例提出一种微型涡喷发动机燃烧室构型,通过使蒸发管均匀分布于燃烧室内部,且蒸发管靠近火焰筒内筒的内壁,且在与蒸发管处于同一角度的火焰筒外筒上开设多个第二通孔,能够使燃烧室内燃烧更加均匀,且能够降低火焰筒内筒和火焰筒外筒的壁面温度,以延长火焰筒内筒和火焰筒外筒的使用寿命。

[0033] 请参考图1至图4,图1是本申请一实施例提出的微型涡喷发动机燃烧室构型的半剖结构示意图,图2是本申请一实施例提出的微型涡喷发动机燃烧室构型的结构示意图,图3是本申请一实施例提出的微型涡喷发动机燃烧室构型的第一端盖一侧的立体结构示意图,图4是本申请一实施例提出的微型涡喷发动机燃烧室构型的蒸发管固定板一侧的立体结构示意图。如图1至图4所示,包括:

[0034] 火焰筒内筒4和火焰筒外筒5,所述火焰筒外筒5套设在所述火焰筒内筒4外部,所述火焰筒内筒4的中轴线与所述火焰筒外筒5的中轴线重合,所述火焰筒内筒4和所述火焰

筒外筒5之间形成燃烧室；

[0035] 第一端盖3，所述第一端盖3连接在所述火焰筒内筒4和所述火焰筒外筒5的同一端，将所述燃烧室的一端密封，所述火焰筒内筒4和所述火焰筒外筒5上开设有进气孔组；

[0036] 蒸发管固定板1，所述蒸发管固定板1连接在所述火焰筒外筒5上远离所述第一端盖3的一端，所述蒸发管固定板1上开设有燃烧室出口，所述燃烧室出口的直径小于所述火焰筒内筒4的外径；

[0037] 蒸发管2，所述蒸发管2设置于所述燃烧室内部，所述蒸发管2的一端与所述蒸发管固定板1的内壁连接，所述蒸发管固定板1上与所述蒸发管2连接处开设有第一通孔11，所述蒸发管2通过所述第一通孔11与所述蒸发管固定板1外部连通，所述蒸发管2有多根，所述第一通孔11有多个，所述蒸发管2均匀分布于所述燃烧室内部，且所述蒸发管2靠近所述火焰筒内筒4的内壁，所述蒸发管2的中轴线与所述火焰筒外筒5的中轴线平行；

[0038] 所述进气孔组包括多个第二通孔51，所述第二通孔51开设于与所述蒸发管2处于同一角度的火焰筒外筒5上，与所述蒸发管2处于同一角度的所述多个第二通孔51连成的直线与所述蒸发管2的轴线平行。

[0039] 在本实施方式中，火焰筒外筒5套设在火焰筒内筒4外部，且火焰筒内筒4的中轴线与火焰筒外筒5的中轴线重合，从而能够使火焰筒内筒4和火焰筒外筒5之间形成一个规则的环形燃烧室，以使火焰在燃烧室内分布均匀。第一端盖3用于将燃烧室一端密封，火焰筒内筒4和火焰筒外筒5上开设的进气孔组能够降低火焰筒内筒4和火焰筒外筒5壁面的温度，且达到油气掺混的作用，使燃烧室内燃烧更加均匀，从而使出口温度分布更加均匀。

[0040] 蒸发管固定板1用于固定蒸发管2，且使燃烧室内的蒸发管2通过蒸发管固定板1上的第一通孔11与燃烧室外部连通，以便燃油能够通过蒸发管2进入燃烧室，蒸发管固定板1上开设有燃烧室出口，燃烧室出口的直径小于火焰筒内筒4的外径，以便燃烧室内的空气能够从燃烧室出口喷出。

[0041] 蒸发管2有多根，且蒸发管2均匀分布于燃烧室内部，能够使从蒸发管2进入的燃油在燃烧室内分布更加均匀，从而得到更加好的燃烧效果；蒸发管2靠近火焰筒内筒4的内壁，蒸发管2的中轴线与火焰筒外筒5的中轴线平行，能够防止蒸发管2和火焰筒外筒5的内壁之间出现高温甚至是火焰区，且蒸发管2靠近火焰筒内筒4的内壁，使燃烧室内的燃烧中心向火焰筒外筒5的内壁移动，从而使火焰筒内筒4自身过热的问题得到大幅改善。

[0042] 进气孔组包括多个第二通孔51，第二通孔51开设于与蒸发管2处于同一角度的火焰筒外筒5上，与蒸发管2处于同一角度的多个第二通孔51连成的直线与蒸发管2的轴线平行，从而使第二通孔51正对蒸发管2，取消了主燃区和补燃区之间的划分，代之以一个较大的主燃区，从而能够提高燃烧室的空间利用率和燃烧的稳定性，火焰筒外筒5上与蒸发管2正对的第二通孔51，当加压后的空气通过多个第二通孔51进入燃烧室时，受到蒸发管2的阻碍，形成沿壁面流动的气流，从而对火焰筒外筒5的内壁进行冷却保护。

[0043] 基于上述微型涡喷发动机燃烧室构型，本申请提供以下一些具体可实施方式的示例，在互不抵触的前提下，各个示例之间可任意组合，以形成新一种微型涡喷发动机燃烧室构型。应当理解的，对于由任意示例所组合形成的新一种微型涡喷发动机燃烧室构型，均应落入本申请的保护范围。

[0044] 在一种可行的实施方式中，所述进气孔组还包括多个第三通孔52，所述第三通孔

52开设于所述火焰筒外筒5上靠近所述蒸发管固定板1的一端,所述多个第三通孔52在所述火焰筒外筒5上周向均匀排列。

[0045] 在本实施方式中,燃烧室内靠近蒸发管固定板1一端为掺混区,空气通过第三通孔52进入燃烧室,以便与燃烧室内的火焰进行混合,从而提高进入燃烧室的空气的温度与压强,第三通孔52在火焰筒外筒5上周向均匀排列,能够使进入燃烧室的空气与燃烧室内的火焰混合更加均匀,以便提高出口温度均匀性。

[0046] 在一种可行的实施方式中,所述进气孔组还包括多个第四通孔53,所述第四通孔53开设于所述第二通孔51与所述第三通孔52之间的火焰筒外筒5上,所述多个第四通孔53在所述火焰筒外筒5上周向均匀排列,所述第四通孔53的直径大于所述第二通孔51和所述第三通孔52的直径。

[0047] 在本实施方式中,在第二通孔51与第三通孔52之间的火焰筒外筒5上开设直径大于第二通孔51和第三通孔52的直径的第四通孔53,能够使更多的空气从第四通孔53进入燃烧室,与燃烧室内的火焰进行混合,使空气和燃烧室内的火焰达到更好的掺混效果。

[0048] 在一种可行的实施方式中,所述进气孔组还包括多个第五通孔54,所述第五通孔54开设于所述火焰筒外筒5上靠近所述第一端盖3的一端,且所述第五通孔54位于与所述蒸发管2处于同一角度的多个所述第二通孔51连成的直线上。

[0049] 在本实施方式中,燃烧室内靠近第一端盖3的一端为主燃区,通过在火焰筒外筒5上靠近第一端盖3的一端开设第五通孔54,能够引入空气以分隔开燃烧室内的主燃区,使主燃区的燃烧更加均匀充分,且能够降低主燃区的燃烧温度,避免到达涡轮叶片的温度过高而损坏涡轮叶片,第五通孔54位于与蒸发管2处于同一角度的多个第二通孔51连成的直线上,从而能够配合第二通孔51,达到更好的分隔效果。

[0050] 在一种可行的实施方式中,所述进气孔组还包括多个第六通孔42,所述第六通孔42开设于与所述蒸发管2处于同一角度的所述火焰筒内筒4上,且与所述蒸发管2处于同一角度的多个所述第六通孔42连成的直线与所述蒸发管2的轴线平行,所述第六通孔42开设于所述火焰筒内筒4上靠近所述第一端盖3的一端。

[0051] 在本实施方式中,第六通孔42开设于与蒸发管2处于同一角度的火焰筒内筒4上,且与蒸发管2处于同一角度的多个第六通孔42连成的直线与蒸发管2的轴线平行,能够使第六通孔42正对蒸发管2,第六通孔42开设于火焰筒内筒4上靠近第一端盖3的一端,从而使从第六通孔42进入的空气能够更好地与第二通孔51进入的空气进行配合,将燃烧室内的主燃区进行很好地分隔,同时起到一部分冷却掺混的作用,通过第六通孔42引入空气,能够稳定从第二通孔51进入的空气经蒸发管2所形成的旋涡,蒸发管2型的气液流量具有较强的动量和旋流强度,能够提高燃烧室的空间利用率和加速油气掺混、稳定燃烧,形成“气涡裹液”效果。

[0052] 在一种可行的实施方式中,所述进气孔组还包括多个第七通孔41,所述第七通孔41开设靠近所述蒸发管固定板1的一端,所述多个第七通孔41在所述火焰筒内筒4上分两排周向均匀排列,所述第七通孔41的直径大于所述第六通孔42的直径于所述火焰筒内筒4上。

[0053] 在本实施方式中,在火焰筒内筒4上靠近蒸发管固定板1的一端开设第七通孔41,空气从第七通孔41进入燃烧室,以便和燃烧室内部的火焰进行混合,达到掺混的作用,多个第七通孔41在火焰筒内筒4上分两排周向均匀排列,能够使掺混更加均匀,第七通孔41的直

径大于第六通孔42的直径,从而能够进入足够多的空气。

[0054] 在靠近第一端盖3一端的火焰筒内筒4和火焰筒外筒5上只在与蒸发管2处于同一角度位置开设有第二通孔51、第五通孔54和第六通孔42,从而取消了主燃区和补燃区之间的划分,代之以一个较大的主燃区,从而能够提高燃烧室的空间利用率和燃烧的稳定性。

[0055] 在一种可行的实施方式中,微型涡喷发动机燃烧室构型还包括出气筒6,所述出气筒6与所述蒸发管固定板1连接,所述出气筒6的内径与所述燃烧室出口的直径相同。

[0056] 在本实施方式中,出气筒6的内径与燃烧室出口的直径相同,以便出气筒6与蒸发管固定板1上的燃烧室出口对接,具体实施时,出气筒6与蒸发管固定板1可一体成型,出气筒6能够约束喷出的升温升压后的空气,从而带动涡轮旋转。

[0057] 在一种可行的实施方式中,微型涡喷发动机燃烧室构型还包括:支撑柱7,所述支撑柱7的一端与所述火焰筒内筒4上靠近所述蒸发管固定板1的一端连接,所述支撑柱7的外径与所述火焰筒内筒4的外径相同,所述支撑柱7和所述出气筒6之间形成燃烧室出口通道;所述支撑柱7的中部开设有转轴孔,所述转轴孔的中轴线与所述火焰筒内筒4的中轴线重合。

[0058] 在本实施方式中,支撑柱7的一端与火焰筒内筒4上靠近蒸发管固定板1的一端连接,支撑柱7的外径与火焰筒内筒4的外径相同,支撑柱7和出气筒6之间形成燃烧室出口通道,从而能够约束喷出的升温升压后的空气,使升温升压后的空气沿着燃烧室出口通道喷出。支撑柱7的中部开设的转轴孔用于发动机轴的穿过,其中,支撑柱7内部还可设置轴承,用于支撑发动机轴,并使发动机轴能够较好地转动,转轴孔的中轴线与火焰筒内筒4的中轴线重合,以便使安装好的发动机轴的中轴线与火焰筒内筒4的中轴线重合。

[0059] 在本发明的实施方式中,蒸发管2有多根,且蒸发管2均匀分布于燃烧室内部,能够使从蒸发管2进入的燃油在燃烧室内分布更加均匀,从而得到更加好的燃烧效果;蒸发管2靠近火焰筒内筒4的内壁,蒸发管2的中轴线与火焰筒外筒5的中轴线平行,能够防止蒸发管2和火焰筒外筒5的内壁之间出现高温甚至是火焰区,且蒸发管2靠近火焰筒内筒4的内壁,使燃烧室内的燃烧中心向火焰筒外筒5的内壁移动,从而使火焰筒内筒4自身过热的问题得到大幅改善。

[0060] 进气孔组包括多个第二通孔51,第二通孔51开设于与蒸发管2处于同一角度的火焰筒外筒5上,与蒸发管2处于同一角度的多个第二通孔51连成的直线与蒸发管2的轴线平行,从而取消了主燃区和补燃区之间的划分,代之以一个较大的主燃区,从而能够提高燃烧室的空间利用率和燃烧的稳定性,火焰筒外筒5上与蒸发管2正对的第二通孔51,当加压后的空气通过多个第二通孔51进入燃烧室时,受到蒸发管2的阻碍,形成沿壁面流动的气流,从而对火焰筒外筒5的内壁进行冷却保护。

[0061] 为了更好地体现本申请的微型涡喷发动机燃烧室构型所达到的效果,以下内容将通过具体的实验数据对原构型和本申请的微型涡喷发动机燃烧室构型进行对比。

[0062] 采用ANSYS/CFX软件,建立MTE燃烧室的三维数模,并采用布尔运算求解出计算流域,再导入ANSYS/CFX中,从而自动生成高品质非结构四面体网格。

[0063] 选用的燃烧室内气体流动速度小于0.3Ma,雷诺数在106~107之间,且压力梯度较小,湍流模型可选用两方程模型中的标准$k-\varepsilon$模型;湍流燃烧模型采用涡耗散模型,其表达式为,

[0064] $$R_f = -\bar{\rho}\frac{\varepsilon}{k}\min\left[A\overline{m_f}, \frac{A\overline{m_0}}{S}, \frac{B\overline{m_p}}{1+S}\right] \quad (1)$$

[0065] 其中，R_f 为燃料的反应速率，$\bar{\rho}$ 为混合气体的平均密度，$\overline{m_o}$ 、$\overline{m_f}$ 和 $\overline{m_p}$ 分别是氧化剂、燃料以及燃烧反应产物的平均质量，A 和 B 均为经验参数，通常取 $A=4$ ，$B=0.5$ ，S 为燃烧反应的化学当量比。

[0066] 热辐射模型选取适用于光学深度在1~3之间的P-1模型，其表达式为

[0067] $$\nabla \times q_{rad} = \sum k_{am}\left(4\pi B_i - G_i\right) \quad (2)$$

[0068] 其中，q_{rad} 为热辐射强度，k_{am} 为吸收系数，B_i 为辐射对应波段i下的普朗克函数，G_i 为各个波段对应的入射辐射强度。燃烧室壁面采用等壁温条件，恒定为950 K，入口压力为2.42 atm，出口空气流量为0.23 kg/s。

[0069] 运用上述方法和计算模型对MTE燃烧室原构型进行分析。

[0070] 在MTE燃烧室原构型的分析结果中，主燃区形成的回流区在进入补燃区时受到内外筒射流的作用，强制回流区稳定在了内筒壁面附近。然而主燃区和补燃区之间的转换太快，且该区域小旋涡多，极易引起燃烧的波动，从而引起燃烧室工作状态的不稳定。

[0071] 衡量燃烧室性能的指标之一是出口温度分布系数(Out Temperature Distribution Factor，简OTDF)，用来描述燃烧室出口温度分布的不均匀程度，该系数的值越高，说明出口温度分布越不均匀，燃烧室性能就越差，表达式为，

[0072] $$\mathrm{OTDF} = \frac{T_{tout-\max} - \overline{T_{tout}}}{\overline{T_{tout}} - T_{2t}} \quad (3)$$

[0073] 其中，$T_{tout-\max}$ 是燃烧室出口的最高总温，$\overline{T_{tout}}$ 是燃烧室出口的平均总温，T_{2t} 是燃烧室进口的总温。

[0074] 根据计算结果，燃烧室原构型出口最高总温为1370 K，平均总温为1028 K，压气机出口处总温为400 K，计算得到燃烧室的OTDF值为0.54，这一值比较高，说明出口温度均匀均匀性差。

[0075] 本申请的微型涡喷发动机燃烧室构型的分析结果中，流场更加稳定，旋流中心始终固定在同一位置，使得燃烧更加稳定；同时由于相对冷的空气流贴壁流动，降低了火焰筒外筒壁面温度，很好地保护了火焰筒外筒，改善了燃烧室工作环境。

[0076] 燃烧反应集中在蒸发管两边的涡内，而且温度边界层明显加厚，火焰筒外筒壁面得到了较好保护，火焰筒内筒壁面由于燃烧中心向火焰筒外筒壁面移动，而使自身过热问题得到大幅改善，其周围温度由原来约2200 K下降到1800 K左右。燃烧室内温度分布均匀，火焰筒外筒和火焰筒内筒壁温度均较低，实现了最初设计思路。

[0077] 本申请的微型涡喷发动机燃烧室构型的分析结果中，出口处最高总温1216 K，总压1.22 atm，平均总温1110 K，OTDF值为0.15，与原构型相比，出口温度均匀性得到大幅改善，降低对涡轮的负面影响，提高了涡轮的寿命；而且高温区向涡轮叶片的中部移动，有利于涡轮做功。

[0078] 应当理解地，本申请说明书尽管已描述了本申请实施例的优选实施例，但本领域

内的技术人员一旦得知了基本创造性概念,则可对这些实施例做出另外的变更和修改。所以,所附权利要求意欲解释为包括优选实施例以及落入本申请实施例范围的所有变更和修改。

[0079] 最后,还需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者终端设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者终端设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者终端设备中还存在另外的相同要素。

[0080] 以上对本申请所提供的一种微型涡喷发动机燃烧室构型,进行了详细介绍,本文中应用了具体个例对本申请的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本申请的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本申请的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处,综上所述,本说明书内容不应理解为对本申请的限制。

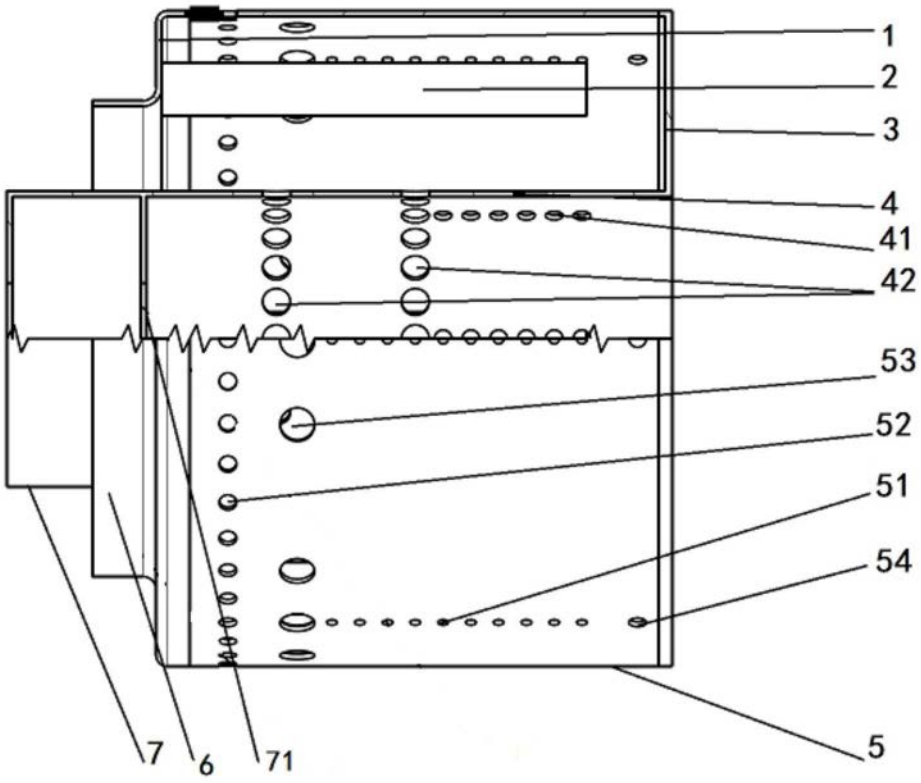


图1

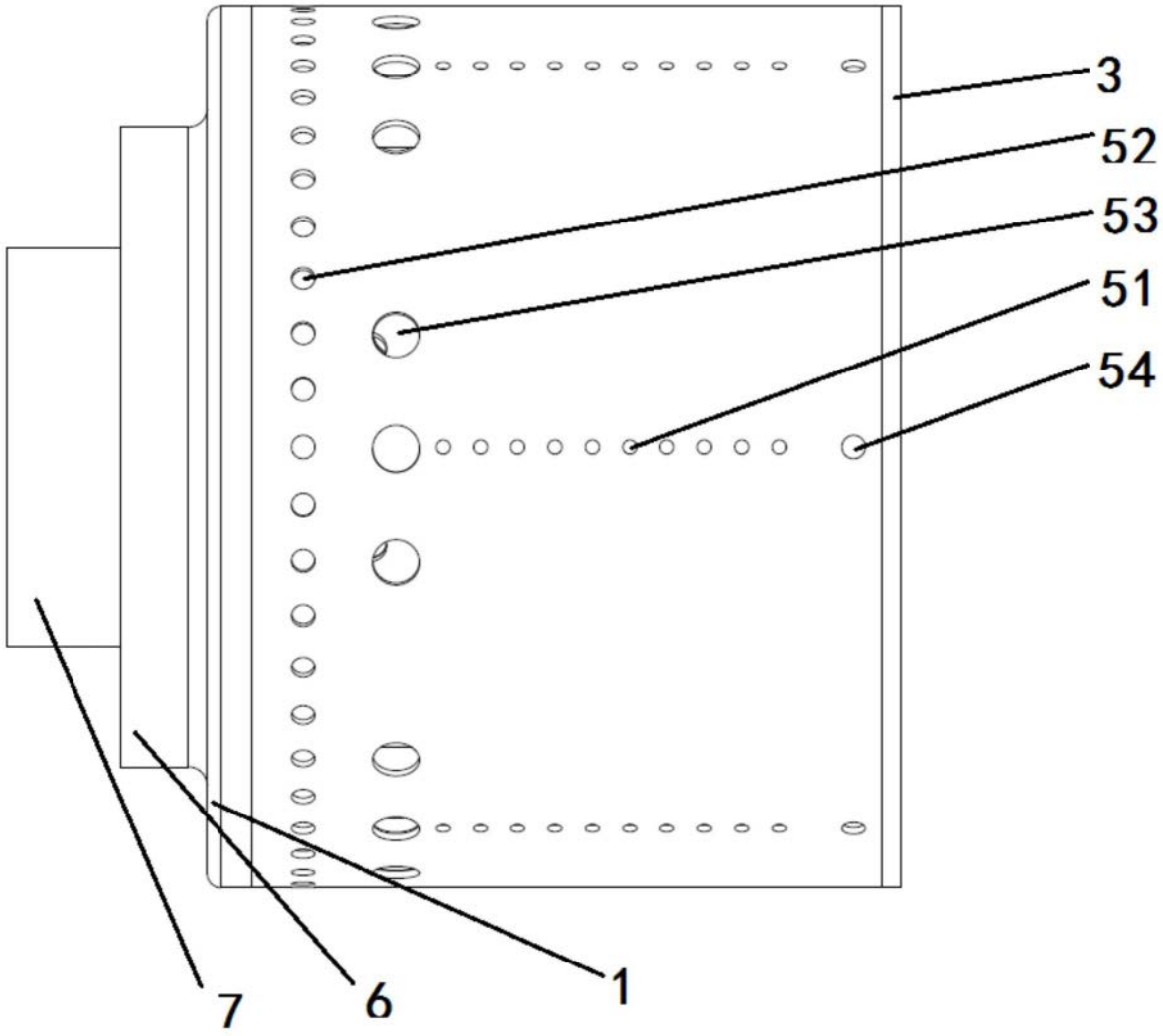


图2

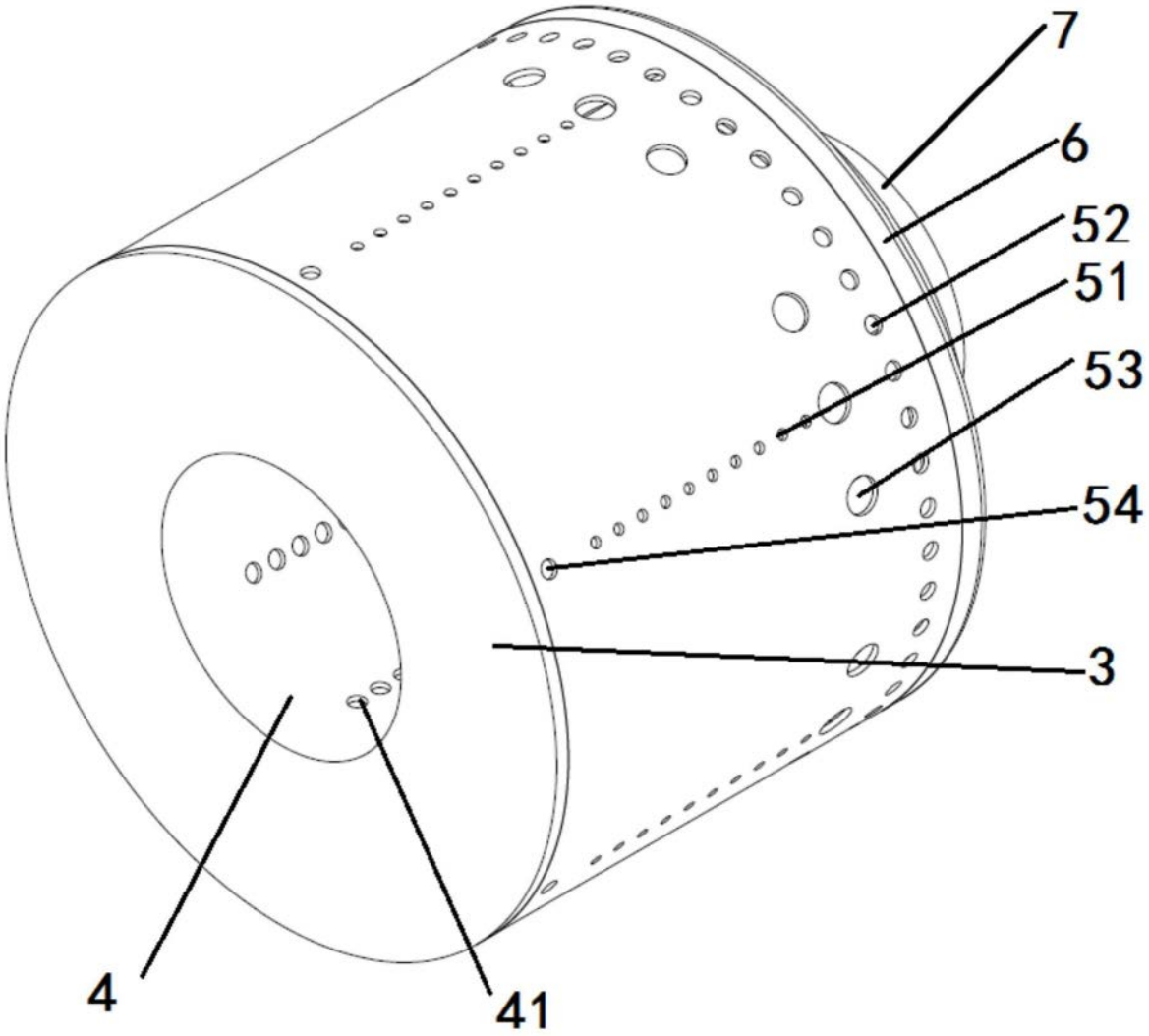


图3

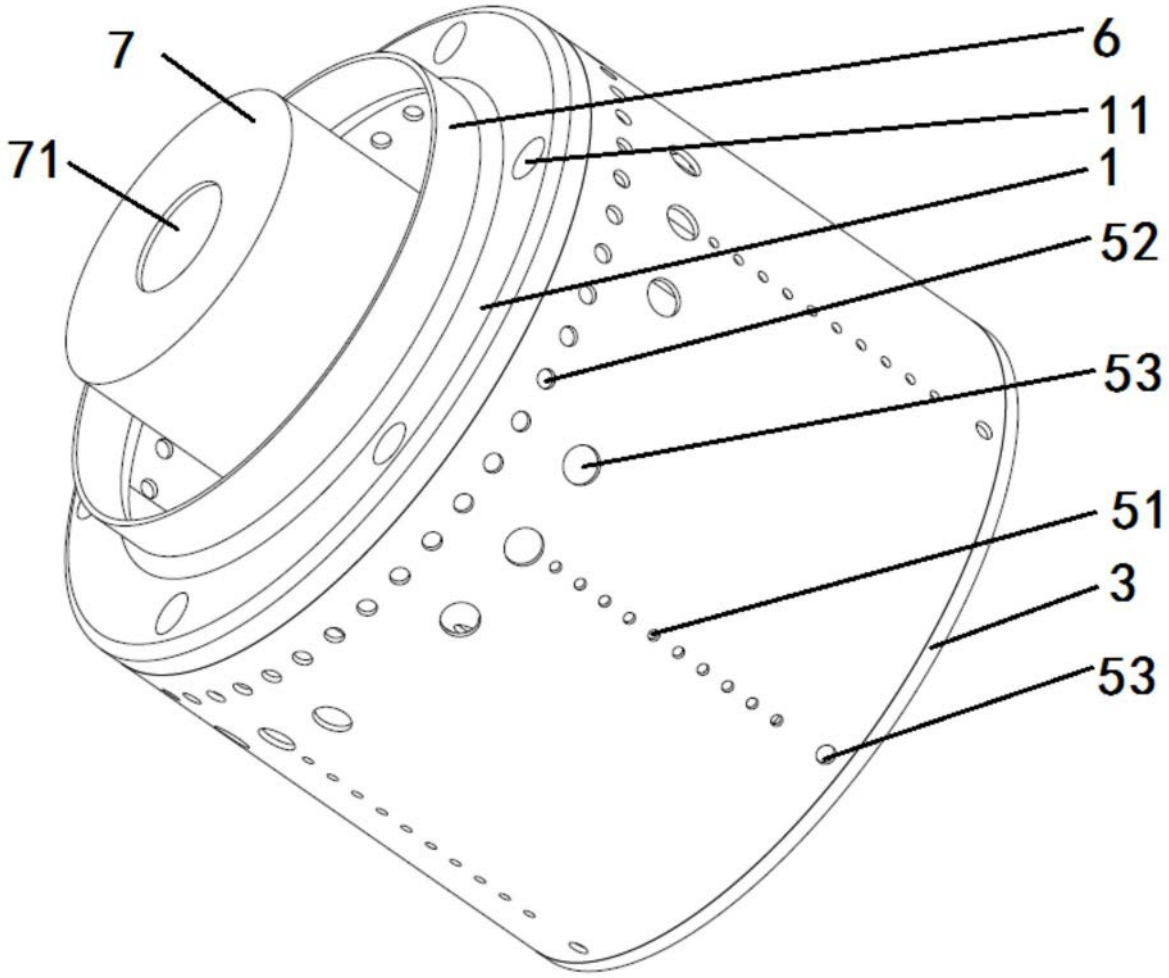


图4