



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111780160 A

(43) 申请公布日 2020.10.16

(21) 申请号 202010850133.3

(22) 申请日 2020.08.21

(71) 申请人 中国科学院工程热物理研究所
地址 100190 北京市海淀区北四环西路11号

(72) 发明人 王中豪 胡斌 房爱兵 赵巍
雒伟伟 赵庆军

(74) 专利代理机构 北京清大紫荆知识产权代理有限公司 11718

代理人 张卓

(51) Int. Cl.

F23R 3/18 (2006.01)

F23R 3/20 (2006.01)

F23R 3/38 (2006.01)

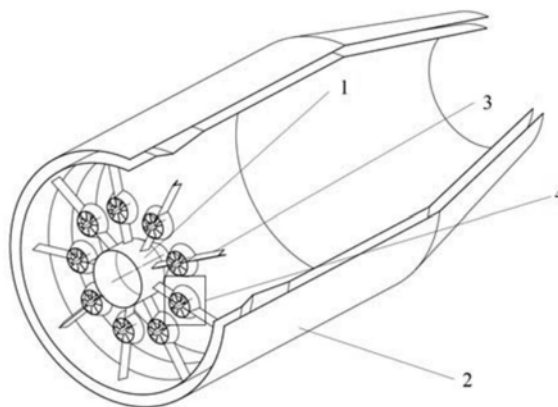
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器

(57) 摘要

本发明提供了一种带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器,用于在高速飞行器燃烧室内稳焰,所述稳焰器包括外壳、沿周向在外壳内均布的V型槽和径向分布在所述V型槽内的旋流器,其中,所述V型槽在所述旋流器安装处断开。本发明的带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器,通过旋流器在流场中产生驻涡,提供近贫熄工况下火焰稳定的驻定点,有效地拓展了燃烧室稳定运行的边界。



1. 一种带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器,用于在高速飞行器燃烧室内稳焰,其特征在于,所述稳焰器包括外壳、沿周向在外壳内均布的V型槽和径向分布在所述V型槽内的旋流器,

其中,所述V型槽在所述旋流器安装处断开。

2. 根据权利要求1所述的带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器,其特征在于,所述V型槽通过安装环安装在所述外壳内,所述安装环的外径为0.3~0.5倍燃烧室最大内直径。

3. 根据权利要求1所述的带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器,其特征在于,所述V型槽的数量为6~12,侧壁厚度为2mm~4mm,宽度为40mm~60mm,所述V型槽的两侧壁夹角为 20° ~ 40° ,所述V型槽和燃烧室中心轴夹角为 90° 。

4. 根据权利要求3所述的带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器,其特征在于,所述V型槽顶角设倒圆,倒圆半径小于等于3倍的V型槽侧壁厚度。

5. 根据权利要求1所述的带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器,其特征在于,所述V型槽内设有多个旋流器,所述旋流器包括与所述V型槽连接的旋流器壳体、设置于所述旋流器壳体内部的旋流器中心锥和安装在所述旋流器中心锥上的轴流式旋流叶片。

6. 根据权利要求5所述的带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器,其特征在于,所述旋流器壳体为锥形,壳体壁厚1mm~5mm,底面直径与燃烧室直径的比为0.1~0.3,壳体顶锥角为 60° ~ 130° ,所述壳体与所述旋流器中心轴表面夹角不大于 20° 。

7. 根据权利要求5所述的带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器,其特征在于,所述旋流中心锥的轴向长度与V型槽侧壁宽度的比为1~3,所述旋流器中心锥尖端朝向来流方向,所述旋流中心锥沿来流方向轴向上分为整流段和叶片支撑段,所述整流段与所述叶片支撑段的长度比为0.5~2:1。

8. 根据权利要求7所述的带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器,其特征在于,所述整流段顶锥角为 20° ~ 70° 。

9. 根据权利要求7所述的带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器,其特征在于,所述叶片支撑段与燃烧室中心轴夹角为 0° ~ 30° 。

10. 根据权利要求5所述的带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器,其特征在于,所述轴流式旋流叶片的数量为3~12,安装角 30° ~ 60° ,叶片厚度为0.3mm~2mm。

11. 根据权利要求1所述的带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器,其特征在于,所述稳焰器整体迎风阻塞面积/燃烧室截面积为整体阻塞比,所述整体阻塞比为20%~40%。

一种带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器

技术领域

[0001] 本发明涉及燃烧领域,具体涉及一种应用于高速飞行器燃烧室的带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器。

背景技术

[0002] 燃烧稳定性是评价航空发动机加力燃烧室可靠性的重要依据。燃烧装置中的火焰稳定主要是依靠旋流或者钝体绕流在稳焰器下游创造回流区来实现。回流区使火焰稳定的原理有多种。基于速度匹配的观点认为,回流区中的回流与来流之间会存在一个速度逐渐变化的过渡区,在这个区域内存在能够与火焰传播速度相匹配的火焰稳定区;基于能量匹配的观点认为,回流区内发生来流混气的吸热和高温燃烧产物放热,当燃烧放热的能量足以达到新鲜混气达到着火点所需要的吸热量时,燃烧能够维持稳定;基于时间匹配观点的回流区点火模型则认为,高温的燃烧产物充当新鲜来流混气的点火源,回流使高温燃烧产物向上游传播,使其与新鲜混气接触,当接触时间充足,能够持续点燃来流混气时,燃烧维持稳定。依据上述观点可以推断,不管从何种角度分析,在稳焰器下游的回流区是使火焰能够在燃烧室中稳定的必要条件。

[0003] 旋流稳燃和钝体稳燃是产生回流区的比较流行的两种方法。V形槽稳焰器由于结构简单、工艺性好被广泛用于加力燃烧室中,然而在近贫熄工况下,由于斜压力涡和热膨胀作用减弱,钝体下游的回流区会变得不稳定,由于卡门涡脱落而使绕流钝体的气体尾迹产生大幅度摆动,导致熄火。相比钝体稳燃,旋流稳燃方法能够产生更为紧凑的燃烧组织结构,稳燃边界更宽。在旋流稳燃过程中,通过旋流通道的空气获得周向动量,首先在稳焰器下游产生漩涡,漩涡中心压力很低,与下游形成逆压梯度,迫使部分气体从下游向漩涡中心流动,从而产生回流区。但是,旋流漩涡的产生需要在四周封闭的受限空间内,对于内部空间较大的燃烧室而言,当旋流器尺寸较小时可以将燃烧室近似为一个非受限空间,因此难以在稳焰器下游产生漩涡,无法形成回流所必需的低压中心。

[0004] 因此,需提供一种稳焰器,以便能同时解决V形槽稳焰器产生的回流区结构在近贫熄状态下不稳定以及传统旋流稳焰器无法在非受限空间内形成漩涡的问题。

发明内容

[0005] 为了解决上述问题,本发明提供了一种带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器,提供了一种可以自产生受限空间的旋流器,与V型槽相配合安装在加力燃烧室或冲压燃烧室内,在流场中产生稳定的驻涡结构,拓展燃烧室的稳燃边界。

[0006] 为了实现上述目的,本发明提供了一种带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器,用于在高速飞行器燃烧室内稳焰,所述稳焰器包括外壳、沿周向在外壳内均布的V型槽和径向分布在所述V型槽内的旋流器,其中,所述V型槽在所述旋流器安装处断开。

[0007] 本发明所提供的一种带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器,还具有这样的特征,所述V型槽通过安装环安装在所述外壳内,所述安装环的外径为0.3~0.5倍燃烧室最大内直径。

[0008] 本发明所提供的一种带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器,还具有这样的特征,所述V型槽的数量为6~12,V型槽的侧壁厚度为2mm~4mm,宽度为40mm~60mm,所述V型槽的两侧壁夹角为20°~40°,所述V型槽和燃烧室中心轴夹角为90°。

[0009] 本发明所提供的一种带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器,还具有这样的特征,所述V型槽顶角设倒圆,倒圆半径小于等于3倍的V型槽侧壁厚度。

[0010] 本发明所提供的一种带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器,还具有这样的特征,所述V型槽内设有多个旋流器,所述旋流器包括与所述V型槽连接的旋流器壳体、设置于所述旋流器壳体内的旋流器中心锥和安装在所述旋流器中心锥上的轴流式旋流叶片。

[0011] 本发明所提供的一种带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器,还具有这样的特征,所述旋流器壳体为锥形,壳体壁厚1mm~5mm,底面直径与燃烧室直径的比为0.1~0.3,壳体顶锥角为60°~130°,所述壳体与所述旋流器中心轴表面夹角不大于20°。

[0012] 本发明所提供的一种带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器,还具有这样的特征,所述旋流中心锥的轴向长度与V型槽侧壁宽度的比为1~3,所述旋流器中心锥尖端朝向来流方向,所述旋流中心锥沿来流方向轴向上分为整流段和叶片支撑段,所述整流段与所述叶片支撑段的长度比为0.5~2:1。

[0013] 本发明所提供的一种带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器,还具有这样的特征,所述整流段顶锥角为20°~70°。

[0014] 本发明所提供的一种带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器,还具有这样的特征,所述叶片支撑段与燃烧室中心轴夹角为0°~30°。

[0015] 本发明所提供的一种带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器,还具有这样的特征,所述轴流式旋流叶片的数量为3~12,安装角30°~60°,叶片厚度为0.3mm~2mm。

[0016] 本发明所提供的一种带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器,还具有这样的特征,所述稳焰器整体迎风阻塞面积/燃烧室截面积为整体阻塞比,所述整体阻塞比为20%~40%。

[0017] 基于上述技术方案可知,本发明所提供的带有旋流驻涡结构的钝体稳燃器相对于现有技术具有以下优势:

[0018] 本发明的带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器,通过旋流器在流场中产生驻涡,提供近贫熄工况下火焰稳定的驻定点,有效地拓展了燃烧室稳定运行的边界。

附图说明

[0019] 图1为本发明的带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器的局部剖视图和局部剖视放大图;

[0020] 图2为图1中旋流器4的剖视放大图;

[0021] 图3为本发明的带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器半剖视图;

[0022] 图4为本发明的带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器中旋流器的后视图和半剖视图;

[0023] 图5为本发明的带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器中旋流器中心锥和旋流叶片示意图;

[0024] 其中,1:安装环;2:外壳;3:V型槽;4:旋流器;4-1:旋流器中心锥;4-1-1:整流段;4-1-2:叶片安装段;4-2:旋流器壳体;4-3:轴流式旋流叶片。

具体实施方式

[0025] 为了使本发明实现的技术手段、创作特征、达成目的与功效易于明白了解,以下实施例结合附图对本发明所提供的切割装置作具体阐述。

[0026] 在本发明实施例的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明创造和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明创造的限制。

[0027] 此外,术语“第一”、“第二”、“第三”等仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”等的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明创造的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。

[0028] 术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以通过具体情况理解上述术语在本发明创造中的具体含义。

[0029] 如图1-5所示,一种带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器,用于在高速飞行器燃烧室内稳焰,包括外壳2、沿周向在外壳2内均布的V型槽3和径向分布在所述V型槽3内的旋流器4,其中,所述V型槽3在所述旋流器4安装处断开,V型槽3在旋流器4安装处断开不对旋流器4内部结构形成干涉。

[0030] 稳焰器还包括安装环1,安装环1用于将V型槽3安装在所述外壳2内,安装环1的外径为0.35倍燃烧室参考直径,即最大内径。

[0031] V型槽3的数量为9,V型槽3的两端分别连接燃烧室中心锥和燃烧室内壁,V型槽3安装角度 θ (即V型槽和燃烧室中心轴夹角)为 90° ,V形槽3两侧壁夹角 γ 为 30° ,侧壁宽 w 为55mm,侧壁厚 δ_1 为2mm。V型槽3顶角设倒圆,倒圆半径为6mm。

[0032] 旋流器4包括旋流器中心锥4-1、旋流器壳体4-2以及轴流式旋流叶片4-3。与所述V型槽3连接的旋流器壳体4-2、设置于所述旋流器壳体4-2内的旋流器中心锥4-1和安装在所述旋流器中心锥4-1上的轴流式旋流叶片4-3。

[0033] 旋流器中心锥4-1的轴向长度 L_2 为100mm,最大直径 d_1 为60mm,所述旋流器中心锥4-1尖端朝向来流方向,所述旋流中心锥4-1沿轴向分为整流段4-1-1和叶片支撑段4-1-2。整流段4-1-1轴向长度占旋流器中心锥4-1轴向长度的40%,整流段4-1-1的顶锥角 α_2 为 70° 。叶片安装段4-1-2侧壁与旋流器4轴线夹角 α_4 为 15° 。

[0034] 旋流器壳体4-2为锥形,优选的,其与旋流器中心轴夹角为 15° ,顶锥角为 45° ,轴向长度 L_3 为64mm,底面直径 d_2 为128mm,壁面厚度 δ_2 为2mm。

[0035] 每个旋流器4-2上设有8片轴流式旋流叶片4-3,叶片4-3安装角 β_2 为 56° ,叶片4-3厚度 δ_3 为1mm。

[0036] 稳焰器整体迎风阻塞面积/燃烧室截面积为整体阻塞比,所述整体阻塞比为30%。

[0037] 上述实施例的工作原理:

[0038] 旋流器(旋流驻涡结构)4通过V形槽3固定在燃烧室内部,燃烧室入口气体可分为

流经V形槽3的部分和流经旋流器4的部分。流经V形槽3时,在V形槽3下游产生回流区,由于回流区内存在气体流动速度相对较低的区域,同时由回流输送到上游的热的燃烧产物持续点燃来流油气混合物,燃烧室内的燃烧可以在较高空气流速下维持稳定。流经旋流器4的气流可分为两股:一股从外部流经旋流器壳体4-2,由于壳体4-2的锥形结构,使绕流的气体形成气动边界,在燃烧室下游形成封闭区域,另一股气流流经旋流器内部由轴流式旋流叶片4-3和旋流器壳体4-2、旋流器中心锥4-1构成的旋流通道,产生旋流流动,在旋流器4下游形成漩涡,漩涡中心为低压区,在旋流器4下游形成逆压梯度,迫使部分气体回流,产生回流区。由于通过旋流器4形成的回流区是由旋流流动而非钝体绕流产生,因此在近贫熄工况下不会因为卡门涡街的产生而变得不稳定,属于驻涡,可以比传统的钝体稳燃方式更加拓宽燃烧室的稳定运行边界。阻塞比的30%保证了稳焰器既能稳焰,又能避免产生过大的总压损失。

[0039] 在本发明的另一实施例里,一种带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器,用于在高速飞行器燃烧室内稳焰,包括外壳2、沿周向在外壳2内均布的V型槽3和径向分布在所述V型槽3内的旋流器4,其中,所述V型槽3在所述旋流器4安装处断开,V型槽3在旋流器4安装处断开不对旋流器4内部结构形成干涉。

[0040] 稳燃器还包括安装环1,安装环1用于将V型槽3安装在所述外壳2内,安装环1的外径为0.5倍燃烧室参考直径,即最大内径。

[0041] V型槽3的数量为12,V型槽3的两端分别连接燃烧室中心锥和燃烧室内壁,V型槽3安装角度 θ (即V型槽和燃烧室中心轴夹角)为 90° ,V形槽3两侧壁夹角 γ 为 30° ,侧壁宽 w 为55mm,侧壁厚 δ_1 为1.5mm。V型槽3顶角设倒圆,倒圆半径为3mm。

[0042] 旋流器4包括旋流器中心锥4-1、旋流器壳体4-2以及轴流式旋流叶片4-3。与所述V型槽3连接的旋流器壳体4-2、设置于所述旋流器壳体4-2内的旋流器中心锥4-1和安装在所述旋流器中心锥4-1上的轴流式旋流叶片4-3。

[0043] 旋流器中心锥4-1的轴向长度 L_2 为55mm,最大直径 d_1 为60mm,所述旋流器中心锥4-1尖端朝向来流方向,所述旋流中心锥4-1沿轴向分为整流段4-1-1和叶片支撑段4-1-2。整流段4-1-1轴向长度占旋流器中心锥4-1轴向长度的40%,整流段4-1-1顶锥角 α_2 为 20° 。叶片支撑段4-1-2侧壁与旋流器4轴线夹角 α_4 为 30° 。

[0044] 旋流器壳体4-2为锥形,顶锥角为 60° ,轴向长度 L_3 为64mm,底面直径 d_2 为128mm,壁面厚度 δ_2 为1mm。

[0045] 每个旋流器4上设有3片轴流式旋流叶片4-3,叶片4-3安装角 β_2 为 60° ,叶片4-3厚度 δ_3 为2mm。

[0046] 稳焰器整体迎风阻塞面积/燃烧室截面积为整体阻塞比,所述整体阻塞比为28%。

[0047] 在本发明的另一实施例里,一种带有旋流驻涡结构的钝体稳焰器,用于在高速飞行器燃烧室内稳焰,包括外壳2、沿周向在外壳2内均布的V型槽3和径向分布在所述V型槽3内的旋流器4,其中,所述V型槽3在所述旋流器4安装处断开,V型槽3在旋流器4安装处断开不对旋流器4内部结构形成干涉。

[0048] 稳燃器还包括安装环1,安装环1用于将V型槽3安装在所述外壳2内,安装环1的外径为0.3倍燃烧室参考直径,即最大内径。

[0049] V型槽3的数量为6,V型槽3的两端分别连接燃烧室中心锥和燃烧室内壁,V型槽3安

装角度 θ (即V型槽和燃烧室中心轴夹角) 为 90° , V形槽3两侧壁夹角 γ 为 30° , 侧壁宽 w 为55mm, 侧壁厚 δ_1 为3mm。V型槽3顶角设倒圆, 倒圆半径为3mm。

[0050] 旋流器4包括旋流器中心锥4-1、旋流器壳体4-2以及轴流式旋流叶片4-3。与上述V型槽3连接的旋流器壳体4-2、设置于所述旋流器壳体4-2内的旋流器中心锥4-1和安装在所述旋流器中心锥4-1上的轴流式旋流叶片4-3。

[0051] 旋流器中心锥4-1的轴向长度 L_2 为165mm, 最大直径 d_1 为60mm, 所述旋流器中心锥4-1尖端朝向来流方向, 所述旋流中心锥4-1沿轴向分为整流段4-1-1和叶片支撑段4-1-2。整流段4-1-1轴向长度占旋流器中心锥轴4-1向长度的40%, 整流段4-1-1顶锥角 α_2 为 70° 。叶片支撑段4-1-2侧壁与旋流器4轴线夹角 α_4 为 30° 。

[0052] 旋流器壳体4-2为锥形, 顶锥角为 130° , 轴向长度 L_3 为64mm, 底 h 面直径 d_2 为128mm, 壁面厚度 δ_2 为5mm。

[0053] 每个旋流器4上设有12片轴流式旋流叶片4-3, 叶片4-3安装角 β_2 为 30° , 叶片4-3厚度 δ_3 为0.3mm。

[0054] 稳焰器整体迎风阻塞面积/燃烧室截面积为整体阻塞比, 所述整体阻塞比为32%。

[0055] 以上所述的具体实施例, 对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明, 应理解的是, 以上所述仅为本发明的具体实施例而已, 并不用于限制本发明, 凡在本发明的精神和原则之内, 所做的任何修改、等同替换、改进等, 均应包含在本发明的保护范围之内。

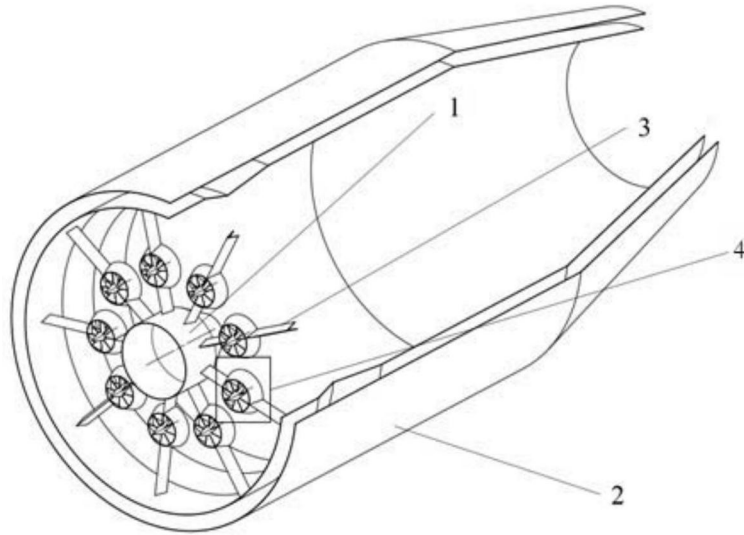


图1

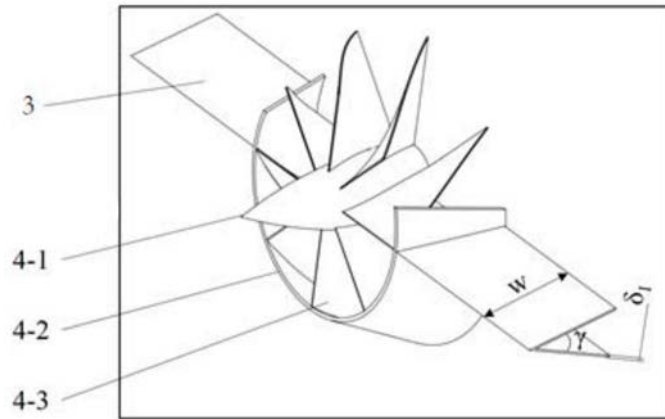


图2

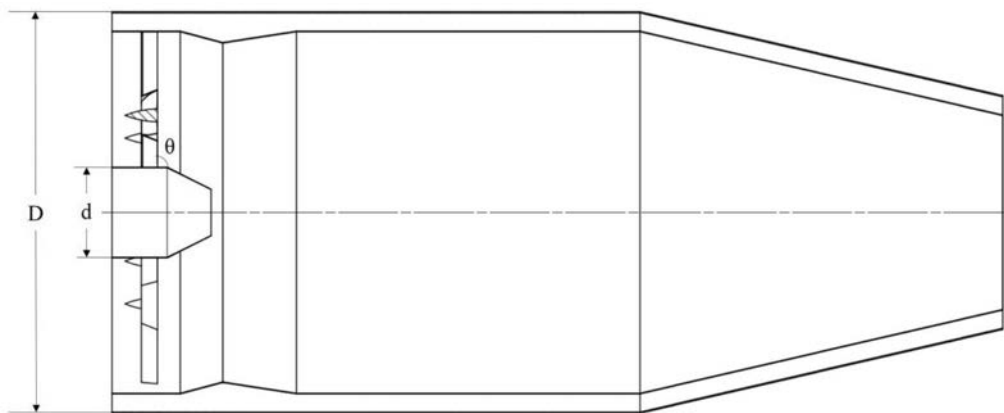


图3

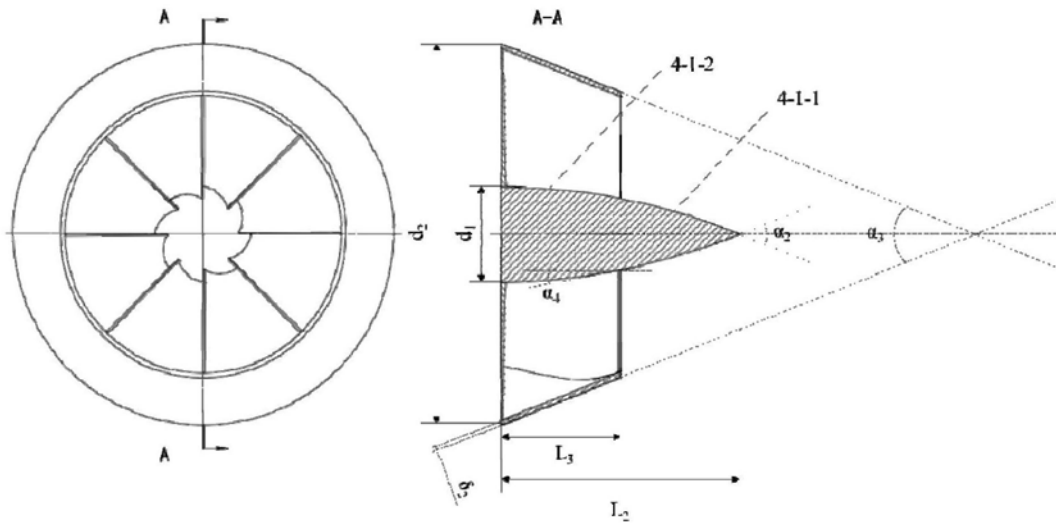


图4

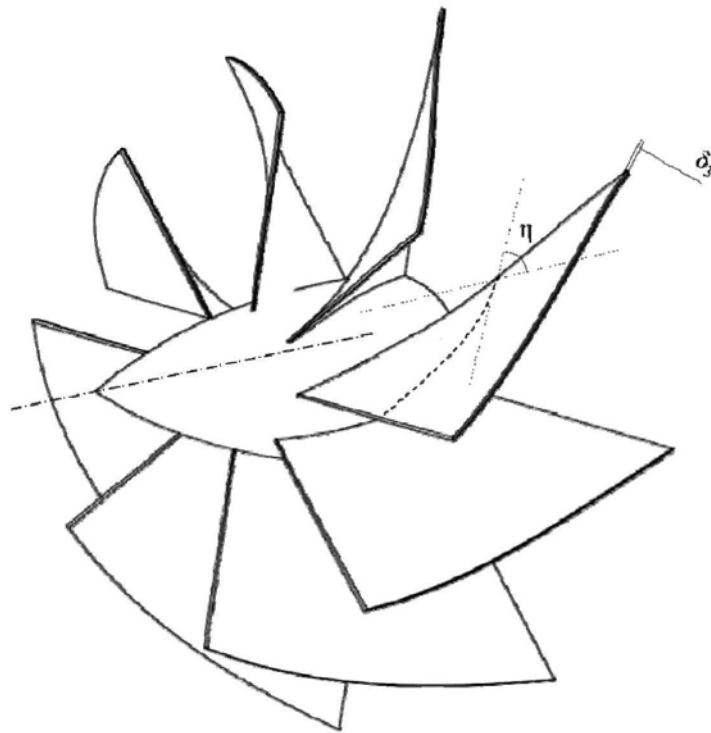


图5