



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103499107 A

(43) 申请公布日 2014. 01. 08

(21) 申请号 201310411204. X

(22) 申请日 2013. 09. 11

(71) 申请人 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 张泰昌 王晶 范学军

(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  
代理人 王艺

(51) Int. Cl.

F23R 3/34 (2006. 01)

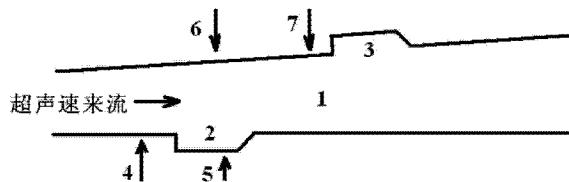
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种以加热煤油为燃料的超声速燃烧室

(57) 摘要

本发明公开一种以加热煤油作为燃料的超声速燃烧室，所述燃烧室具有两个凹腔，所述两个凹腔分别位于所述燃烧室相对的两个壁面上，其中一个凹腔位于燃烧室上游，另一个凹腔位于燃烧室下游；安装有凹腔的两个面各有一路燃料，分别为第一路燃料和第二路燃料，所述第一路燃料和第二路燃料各有两个燃料喷注位置。本发明可以使超声速燃烧室在飞行马赫数 4-7 的范围内获得稳定燃烧和高效的性能。



1. 一种以加热煤油为燃料的超声速燃烧室，其特征在于，所述燃烧室具有两个凹腔，所述两个凹腔分别位于所述燃烧室相对的两个壁面上，其中一个凹腔位于燃烧室上游，另一个凹腔位于燃烧室下游；安装有凹腔的两个面各有一路燃料，分别为第一路燃料和第二路燃料，所述第一路燃料和第二路燃料各有两个燃料喷注位置。

2. 如权利要求 1 所述的燃烧室，其特征在于，

所述第一路燃料的两个燃料喷注位置分别为第一喷注点和第二喷注点，所述第一喷注点位于上游凹腔的台阶前的壁面，所述第二喷注点位于上游凹腔的底面后部；

所述第二路燃料的两个燃料喷注位置分别为第三喷注点和第四喷注点，所述第三喷注点位于所述第二喷注点对面，所述第四喷注点位于下游凹腔的台阶前的壁面。

3. 如权利要求 1 所述的燃烧室，其特征在于，

所述两个凹腔的相对位置为 300–400mm。

## 一种以加热煤油为燃料的超声速燃烧室

### 技术领域

[0001] 本发明涉及超燃冲压发动机,特别涉及一种以加热煤油为燃料的超声速燃烧室。

### 背景技术

[0002] 以加热煤油为燃料的超燃冲压发动机在宽马赫数范围内运行时,超声速燃烧室碰到的主要问题包括:超声速燃烧火焰稳定问题和发动机不起动问题。造成超声速燃烧火焰稳定问题的主要原因是气流速度大,燃料滞留时间短,而且燃料化学反应速度不够快。

[0003] 当前,普遍在燃烧室内增加稳焰机构,如凹腔、支板、台阶等,通过形成回流区,降低流速,增强超声速燃烧火焰稳定性。但是,对于碳氢燃料来说,即使采用了稳焰器,其稳焰范围依然很窄。当燃料喷注过分分散时,燃料当量比将位于贫油熄火极限以下,当燃料喷注集中在一处时,又会造成燃料当量比高出富油熄火极限。这两种超出稳定燃烧极限情况都会造成熄火。发动机不起动问题主要是由于燃烧反压过高引起。燃料喷注位置与喷注量都是影响燃烧反压的主要因素。

### 发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题就是克服现有技术的缺陷,提出一种以加热煤油为燃料的超声速燃烧室,使超燃冲压发动机燃烧室在宽马赫数范围内稳定高效的超声速燃烧。

[0005] 为了解决上述问题,本发明提供了一种超声速燃烧室,所述燃烧室具有两个凹腔,所述两个凹腔分别位于所述燃烧室相对的两个壁面上,其中一个凹腔位于燃烧室上游,另一个凹腔位于燃烧室下游;安装有凹腔的两个面各有一路燃料,分别为第一路燃料和第二路燃料,所述第一路燃料和第二路燃料各有两个燃料喷注位置。

[0006] 优选地,所述第一路燃料的两个燃料喷注位置分别为第一喷注点和第二喷注点,所述第一喷注点位于上游凹腔的台阶前的壁面,所述第二喷注点位于上游凹腔的底面后部;

[0007] 所述第二路燃料的两个燃料喷注位置分别为第三喷注点和第四喷注点,所述第三喷注点位于所述第二喷注点对面,所述第四喷注点位于下游凹腔的台阶前的壁面。

[0008] 优选地,所述两个凹腔的相对位置为300~400mm。

[0009] 经直联式超声速燃烧实验证实,本发明可以使超声速燃烧室在飞行马赫数4~7的范围内获得稳定燃烧和高效的性能。

### 附图说明

[0010] 图1为本发明实施例的燃烧室的错位双凹腔布局与燃料喷注位置分布示意图,其中,1—燃烧室,2—上游凹腔,3—下游凹腔,4—第一喷注点,5—第二喷注点,6—第三喷注点,7—第四喷注点;

[0011] 图2本发明实施例的加热煤油贫富油熄火极限结果图;

[0012] 图3本发明实施例测试结果:燃烧室入口马赫数2.0和2.6条件下燃烧静压空间

分布图。

### 具体实施方式

[0013] 下文中将结合附图对本发明的实施例进行详细说明。需要说明的是，在不冲突的情况下，本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互任意组合。

[0014] 合理地组合稳焰机构、喷注位置和喷注量三者，将有助于解决以上超声速燃烧火焰稳定问题和发动机不起动问题。当然，组合的选择还要考虑燃烧效率、总压恢复、释热均匀等因素。

[0015] 如图 1 所示，超声速燃烧室 1 包括两个凹腔，上游凹腔 2 和下游凹腔 3，两路燃料，四个燃料喷注位置。上游凹腔 2 位于超燃冲压发动机燃烧室上游，下游凹腔 3 位于相对的壁面上，且在燃烧室下游。上游凹腔 2 和下游凹腔 3 有一定的相对距离，一般为 300-400mm。安装有凹腔的两个面各有一路燃料，两路燃料的量基本相等。每一路燃料各有两个燃料喷注位置。上游凹腔 2 台阶前不远处有第一喷注点 4，上游凹腔 3 底面后部有第二喷注点 5，第二喷注点 5 的对面为第三喷注点 6，下游凹腔 3 台阶前不远处有第四喷注点 7。

[0016] 随着飞行马赫数的变化，不同喷注位置的燃料量在发生变化。

[0017] 如此组织是基于以下认识与考虑。超燃冲压发动机运行时，总的燃料当量比基本在 0.6-1.4 范围内，考虑到燃料喷注过分分散时，燃料当量比将位于贫油熄火极限以下，燃料喷注集中在一处时，又会造成燃料当量比高出富油熄火极限。选择分为两路喷注燃料，每路燃料当量比在 0.3-0.7 范围内。基于我们对加热煤油稳焰极限大量实验测定，可以断定如此分配的燃料当量比基本能够包含于稳定燃烧范围内。

[0018] 图 2 为我们测定的具有代表性的煤油贫富油熄火极限。每路燃料配备一个稳焰器。稳焰器数量的选定有一定的试验基础。当只用一个稳焰器，另外一路燃料在一些来流条件下无法稳定燃烧，大大降低燃烧室性能；选两个稳焰器已经能够满足要求；如果选用三个或更多稳焰器，将产生一定的型阻，降低总压恢复系数。两个凹腔错位分布，一个在上游，一个在下游，这种布局主要是考虑到低马赫数条件时，两路燃料必须一路从上游喷注，一路从下游喷注。如果都从上游喷注，那样会造成燃烧反压过高，进而引起发动机不起动；如果都从下游喷注，燃烧性能无法满足要求。四个燃料喷注位置都有自身的功能，由第一喷注点 4 喷注的燃料主要发挥稳焰作用，由第二喷注点 5 喷注的燃料用于低马赫数下防止燃烧反压过高，通过调节第三喷注点 6 和第四喷注点 7 处喷注量可以在不同来流马赫数下获得最佳的燃烧性能。

[0019] 以下介绍此方法的具体实施方式：

[0020] 首先，两路燃料平均分配。在低飞行马赫数，如马赫数 4.0 时，一路燃料按照比例 1:1 从第一喷注点和第二喷注点一起喷注，另外一路燃料通过第四喷注点喷注；随马赫数升高，第一喷注点所占比例不断增大，第二喷注点所占比例相应地不断下降，第四喷注点喷注量不变；当飞行马赫数达到 5.0 后，第一路燃料完全从第一喷注点喷注，第四喷注点喷注量保持不变；马赫数再升高，第一路全部从第一喷注点喷注，第二路有部分燃料开始从第三喷注点喷注，第四喷注点的喷注量相应降低；当飞行马赫数高于 6.0 以后，第一路全部从第一喷注点喷注，第二路燃料全部从第三喷注点喷注。

[0021] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已，并不用于限制本发明，对于本领域的技

术人员来说，本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

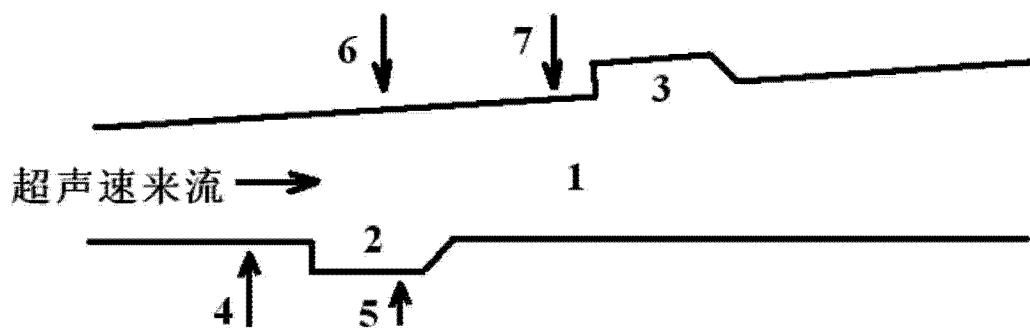


图 1

空气来流: 马赫数3.0, 总压 $1.70\pm0.05$  MPa;  
燃料从凹腔上游壁面喷注

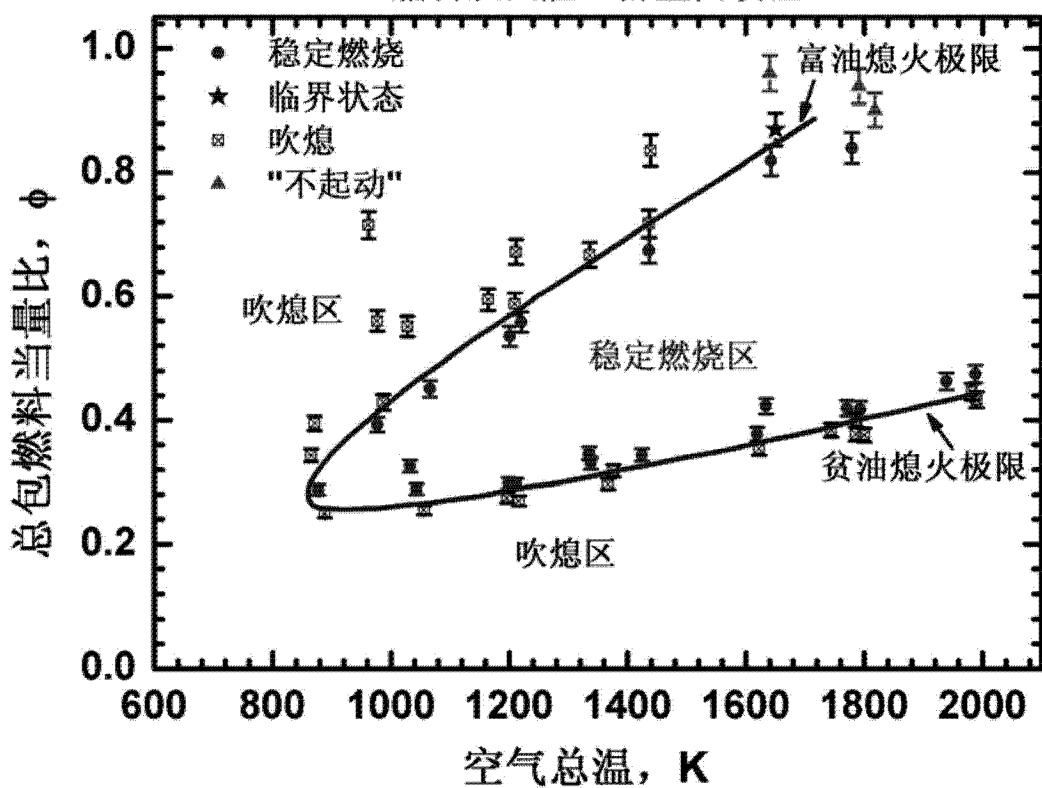


图 2

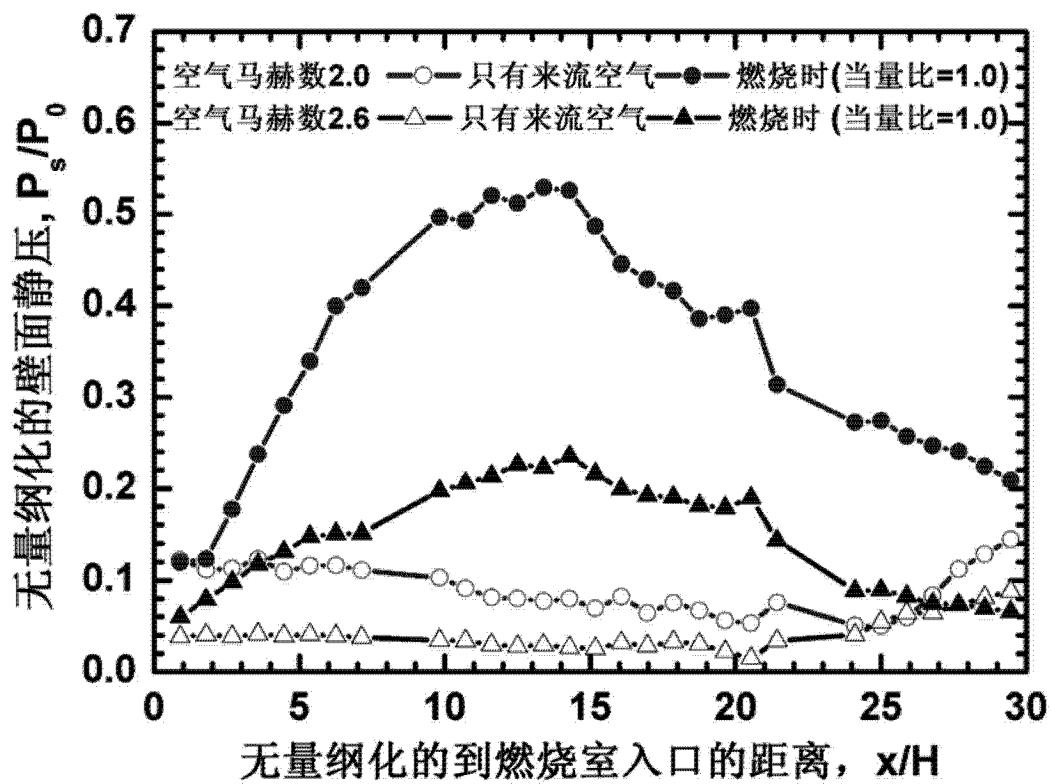


图 3