



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109989850 B

(45)授权公告日 2020.06.05

(21)申请号 201910297129.6

(22)申请日 2019.04.12

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109989850 A

(43)申请公布日 2019.07.09

(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 王泽众 林鑫 余西龙

(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 胡剑辉

(51)Int.Cl.
F02K 9/10(2006.01)
C06D 5/06(2006.01)

(56)对比文件

CN 105384591 A,2016.03.09,全文.

CN 106870206 A,2017.06.20,全文.

US 2013031888 A1,2013.02.07,图7及对应
内容.

WO 2013019898 A1,2013.02.07,全文.

US 2002062756 A1,2002.05.30,全文.

CN 107191292 A,2017.09.22,全文.

审查员 闵满满

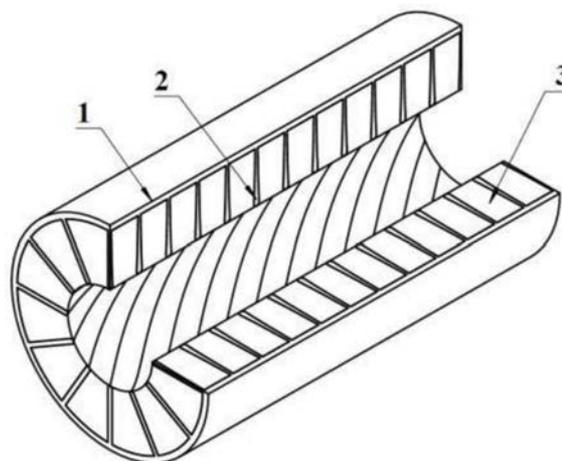
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种用于固液火箭发动机的药柱

(57)摘要

本发明实施例涉及一种用于固液火箭发动机的药柱,药柱包括本体,所述本体内设置有中空柱体,所述中空柱体与所述本体形成的腔体内设置有多组用于提高药柱燃烧速率的叶片,所述本体与所述叶片均为ABS材料,且每相邻的两组叶片之间嵌套有燃烧介质,所述燃烧介质中包括石蜡基燃料。由此,解决了固液火箭发动机石蜡基药柱机械性能以及燃烧速率二者相互耦合限制的问题,通过螺旋设置的叶片,大幅度提高了石蜡基燃料的燃烧速率,使固液火箭发动机仅仅通过单孔结构药柱就能够获得更大推力,有效提高了发动机体积利用率;其次使用ABS材料的本体与叶片,大幅度提高了药柱的机械性能,同时提高了固液火箭发动机的安全性。



1. 一种用于固液火箭发动机的药柱,其特征在于,所述药柱包括本体,所述本体内设置有中空柱体,所述中空柱体与所述本体形成的腔体内设置有多组用于提高药柱燃烧速率的叶片,所述本体与所述叶片均为ABS材料,且每相邻的两组叶片之间嵌套有燃烧介质,所述燃烧介质中包括石蜡基燃料;

所述多组叶片等间距螺旋排列在所述本体的内壁;

所述ABS材料由43份丙烯腈、50份丁二烯与7份苯乙烯组成;

所述石蜡基燃料包括58份58号石蜡,20份硬化剂,10份粘结剂,10份高分子蜡和2份碳粉。

2. 根据权利要求1所述的药柱,其特征在于,所述石蜡基燃料的质量分数介于85%-95%。

3. 根据权利要求1所述的药柱,其特征在于,所述燃烧介质中还包括铝粉或铝丝,用于提高所述燃烧介质的燃烧热值。

4. 根据权利要求1所述的药柱,其特征在于,所述药柱的长度与所述药柱的内径的比值介于2-15,所述药柱的外径与所述药柱的内径比值介于2-5。

5. 根据权利要求1所述的药柱,其特征在于,所述药柱的成型方式至少包括以下之一:浇注方式或增材制造技术。

一种用于固液火箭发动机的药柱

技术领域

[0001] 本发明实施例涉及固液火箭发动机领域,尤其涉及一种用于固液火箭发动机的药柱。

背景技术

[0002] 固液火箭发动机采用固、液两种状态组合的推进剂,一般采用固体燃料与液体氧化剂的组合方式,在特点上兼具液体火箭发动机和固体火箭发动机的很多优点,比如结构简单、安全性好、推力可调节、环保性好以及成本低等优点,可广泛应用于军事、商业等领域。而固体药柱是固液火箭发动机的重要组成部分之一。与固体火箭发动机药柱相比,固液火箭发动机中同样使用固体药柱,但一般情况下药柱本身只含有燃料组分,不同于固体火箭发动机药柱中燃料与氧化剂已经按照预定要求预混好。因此药柱的安全性得以提高,环境敏感性下降,人员操作安全性提高。

[0003] 传统的固液火箭发动机采用端羟基聚丁二烯、端羧基聚丁二烯等聚合物作为固体燃料,但受限于其燃烧退移速率较低,所以传统单孔药柱结构无法产生大推力。而为了得到足够的推力,固体药柱需要采用多孔、星型、车轮等结构增大燃面面积。这样造成发动机体积利用率低,发动机熄火后燃料残余量多等问题。Stanford大学的Cantwell等人发现粘度较低的石蜡材料能够作为固液火箭发动机的固体燃料,并且石蜡燃料退移速率的表现十分优异,能够达传统燃料(如端羟基聚丁二烯)的数倍,使得固体药柱具备使用传统的单孔结构即可实现大推力的潜力,有效提高了发动机的体积利用率。同时石蜡价格便宜,发动机研究、测试以及使用成本能够大幅度降低。另外,石蜡燃料的燃烧热值也极为优异,展现出作为大推力固液火箭发动机固体燃料的巨大潜力。但是,随着对石蜡基燃料的进一步研究发现:纯石蜡的机械性能较差,以至于单孔结构药柱在固液火箭发动机工作过程中存在坍塌的危险,而在石蜡中添加添加剂虽然可以提高机械性能但却损失了高退移速率的优势。这些问题阻碍着石蜡燃料进一步的发展,若实际应用到固液火箭发动机中,以上的问题必须解决。

[0004] 犹他州立大学的Whitmore等人通过调整ABS的组分配比,利用3D打印技术针对ABS材料进行了测试。ABS材料展现出优异的力学性能和燃烧热值,验证了ABS材料作为固液火箭发动机固体燃料的可行性。但ABS材料仍然存在传统固体燃料所具有的低退移速率问题,无法兼顾固液火箭发动机对于力学性能与燃料退移速率的要求。

[0005] 综上所述,传统药柱设计不能良好地解决固液火箭发动机中出现的问题,并且单从药柱材料方面,我们也很难寻找到能够兼顾高退移速率以及良好机械性能需求的药柱材料或者添加剂,即便如现阶段常见的端羟基聚丁二烯,添加铝粉等添加剂后虽具有比冲高、密度高等优点,但点火困难且退移速率很低。

发明内容

[0006] 本发明实施例提供了一种用于固液火箭发动机的药柱,解决了固液火箭发动机固

体药柱机械性能以及燃速两者互相耦合限制的问题,满足固液火箭发动机单孔结构大推力固体药柱制作需求。

[0007] 本发明提供了一种用于固液火箭发动机的药柱,所述药柱包括本体,所述本体内设置有中空柱体,所述中空柱体与所述本体形成的腔体内设置有多组用于提高药柱燃烧速率的叶片,所述本体与所述叶片均为ABS材料,且每相邻的两组叶片之间嵌套有燃烧介质,所述燃烧介质中包括石蜡基燃料。

[0008] 在一个可能的实施方式中,所述多组叶片等间距螺旋排列在所述本体的内壁。

[0009] 在一个可能的实施方式中,所述ABS材料由43份丙烯腈、50份丁二烯与7份苯乙烯组成。

[0010] 在一个可能的实施方式中,所述石蜡基燃料包括58份58号石蜡,20份硬化剂,10份粘结剂,10份高分子蜡和2份碳粉。

[0011] 在一个可能的实施方式中,所述石蜡基燃料的质量分数介于85%-95%。

[0012] 在一个可能的实施方式中,所述燃烧介质中还包括铝粉或铝丝,用于提高燃料燃烧的热值。

[0013] 在一个可能的实施方式中,所述药柱的长度与所述药柱内径的比值介于2-15,所述药柱的外径与所述药柱的内径壁厚介于2-5。

[0014] 在一个可能的实施方式中,所述药柱的成型方式至少包括以下之一:浇注方式或增材制造技术。

[0015] 本发明提供了一种用于固液火箭发动机的药柱解决了固液火箭发动机药柱机械性能以及燃烧速率二者相互耦合限制的问题,主要通过螺旋设置的叶片,提高了石蜡基燃料的燃烧速率,使固液火箭发动机仅仅通过单孔结构药柱就能够获得更大推理,有效提高了发动机体积利用率;其次使用ABS材料的本体与叶片,大幅度提高了药柱的机械性能,同时提高了固液火箭发动机的安全性。

附图说明

[0016] 图1为本发明实施例提供的一种用于固液火箭发动机的药柱结构剖视图;

[0017] 图2为本发明实施例提供的本发明的药柱与传统药柱退移速率测试结果对比图;

[0018] 标号注释:1-本体,2-叶片,3-燃烧介质。

具体实施方式

[0019] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例指示本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动成果前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明的保护范围。

[0020] 需要说明,若本发明实施例中有涉及方向性指示(诸如上、下、左、右、前、后等),则该方向性指示仅用于解释在解释某一特定姿态下各部件之间的相对位置关系,运动情况等,如果该特定姿态发生改变时,则该方向性指示也相应地随之改变。

[0021] 图1为本发明实施例提供的一种用于固液火箭发动机的药柱结构剖视图,如图1所

示,药柱包括本体1,本体1内设置有中空柱体,中空柱体与本体形成的腔体内设置有多组用于提高药柱燃烧速率的叶片2,本体1与叶片2均为ABS材料,且每相邻的两组叶片之间嵌套有燃烧介质,燃烧介质中包括石蜡基燃料。

[0022] 其中,叶片2的厚度为0.5-5mm,数量为6-18组,沿药柱轴向旋转0.5-5圈,叶片2的旋转方向与固液火箭发动机氧化剂喷注器的喷注方式相匹配,若喷注器非旋流喷注方式则叶片旋转方向任意,若喷注器为旋流喷注方式则叶片旋转方向与旋流喷注方向相反,可进一步提高药柱退移速率。

[0023] 在本发明的一个实施例中,本体厚度2mm,长度125mm,叶片厚度1.5mm,叶片宽度与燃烧介质的内径一致均为30mm,药柱外径为70mm,药柱长度与内径之比约为4.1,药柱外径与内径的比值约为2.3。本体1与叶片2选用低燃速、搞机械性能的ABS材料,ABS材料由43份丙烯腈、50份丁二烯与7份苯乙烯组成,燃烧介质中包括石蜡基燃料,石蜡基燃料包括:50-60份58号石蜡,15-25份高分子蜡,5-10份粘结剂,5-10份硬化剂和1-3份碳粉,石蜡基燃料的质量分数介于85-95%之间。

[0024] 其中本实施例中具体采用的石蜡基燃料的配方为:58份58号石蜡,20份硬化剂,10份粘结剂,10份高分子蜡和2份碳粉。通过测试研究发现,通过上述组分的石蜡基燃料与ABS材料结合,显著提高了药柱的机械性能。

[0025] 另外,为了提高石蜡基燃料的热值,在燃烧介质中可以添加铝丝或铝粉等高性能材料。

[0026] 本实施例以30g/s的氧化剂流量的固液火箭发动机试验台为基础,药柱叶片设置为12组,沿药柱轴向旋转1圈,旋转方向为顺时针方向。即可达到最佳实验性能效果,实验结果如图2所示,使药柱在石蜡基燃料的基础上又大幅提高了退移速率。

[0027] 在本发明的一个实施例中,本体1、叶片2以及燃烧介质采用浇注成型的方式,先浇注本体与叶片,之后以本体与叶片为模具,再浇注燃烧介质。

[0028] 在本发明的一个实施例中,还可以采用增材制造技术,采用两种材料通过喷头逐层打印成型,最终确保药柱一体化成型,本体、叶片以及燃烧介质之间无空隙且接触良好。

[0029] 本发明通过将石蜡基燃料与ABS材料组合应用到固液火箭发动机的药柱中,解决了固液火箭发动机药柱机械性能以及燃烧速率二者相互耦合限制的问题,主要通过螺旋设置的叶片,提高了石蜡基燃料的燃烧速率,使固液火箭发动机仅仅通过单孔结构药柱就能够获得更大推理,有效提高了发动机体积利用率;其次使用ABS材料的本体与叶片,大幅度提高了药柱的机械性能,同时提高了固液火箭发动机的安全性。

[0030] 以上对发明的具体实施方式进行了详细说明,但是作为范例,本发明并不限制与以上描述的具体实施方式。对于本领域的技术人员而言,任何对该发明进行的同等修改或替代也都在本发明的范畴之中,因此,在不脱离本发明的精神和原则范围下所作的均等变换和修改、改进等,都应涵盖在本发明的范围内。

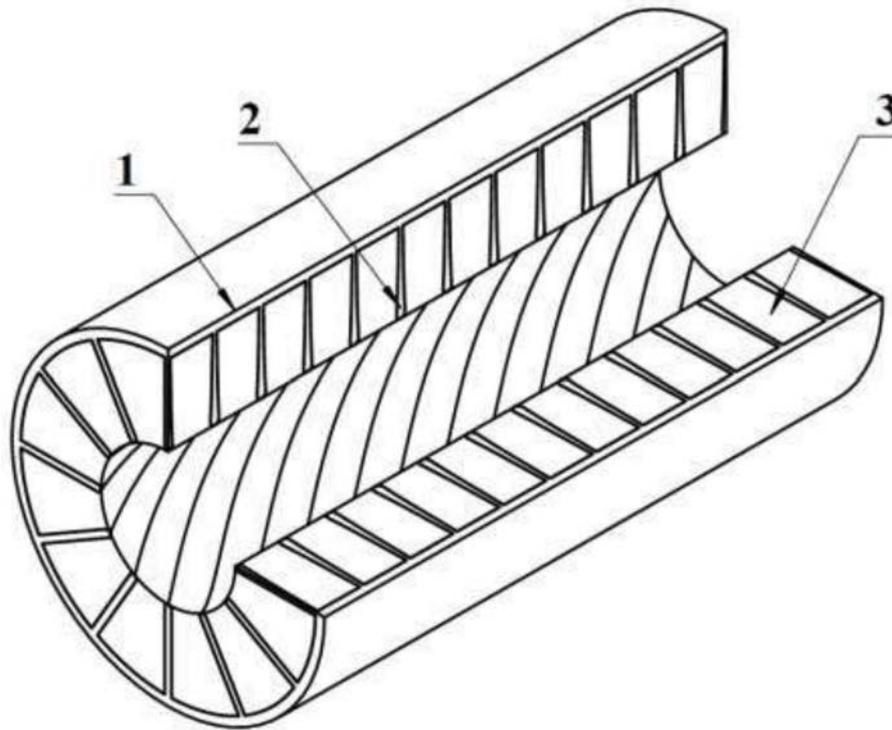


图1

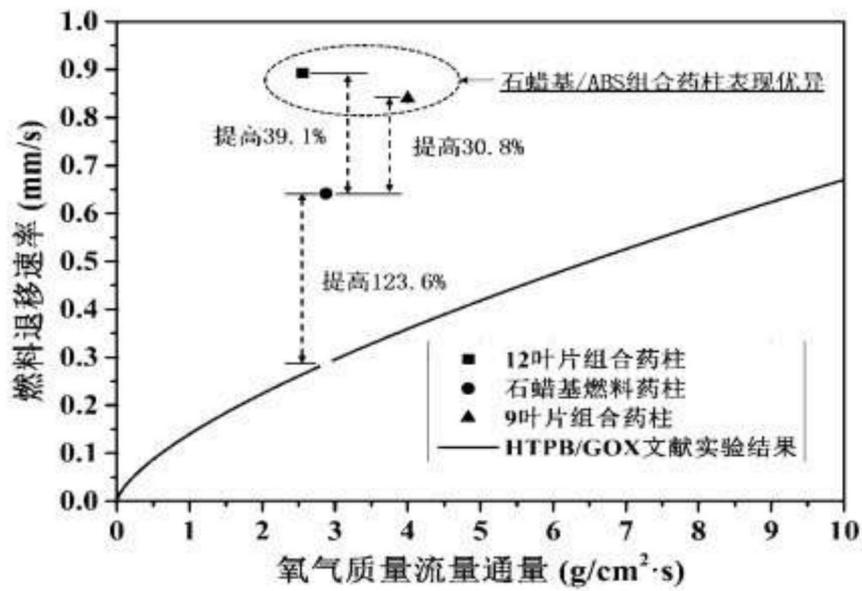


图2