



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101782029 B

(45) 授权公告日 2012. 07. 25

(21) 申请号 200910076980. 2

JP 2001289123 A, 2001. 10. 19, 全文 .

(22) 申请日 2009. 01. 15

审查员 张炜

(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 蔡国飙 高玉闪 杜正刚

(51) Int. Cl.

F02K 9/96 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 200230882 A, 2000. 08. 22, 全文 .

US 6032545 A, 2000. 03. 07, 全文 .

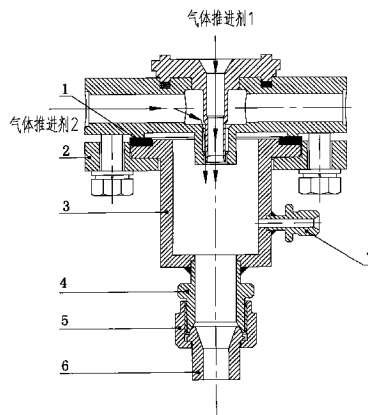
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54) 发明名称

气 - 气喷嘴流量特性试验装置

(57) 摘要

气 - 气喷嘴流量特性试验装置, 利用球头节流装置对气 - 气喷嘴喷射出的气体推进剂进行节流, 当节流球头于最小截面处达到音速时, 能够在反压容腔内建立准确而稳定的压力环境, 通过更换不同节流孔径的球头节流装置, 可为气 - 气喷嘴流量特性试验提供所需的反压环境。包括密封垫 (1)、断裂法兰 (2)、容腔 (3)、接管嘴 (4) (7)、外套螺母 (5)、节流球头 (6), 其中接管嘴 (7) 用以安装压力传感器, 接管嘴 (4) 配以外套螺母 (5) 用以安装球头节流装置 (6), 球头节流装置可根据需要建立的反压环境自行更换。断裂法兰与气 - 气喷嘴通过螺栓相连接, 密封垫在其中起到密封的作用。断裂法兰的采用可以解决因接管嘴 (7) 所处位置引起的安装问题, 同时减轻了重量、降低了成本, 并可针对不同的气 - 气喷嘴流量特性试验加工不同的断裂法兰, 而容腔等其他部件无需重新加工。气 - 气喷嘴流量特性试验装置, 使用方便、成本低、体积小、质量轻, 克服了传统反压舱在气 - 气喷嘴流量特性试验中存在的不足, 能够为气 - 气喷嘴流量特性试验提供准确而稳定的反压环境。



1. 气-气喷嘴流量特性试验装置,包括密封垫、断裂法兰、容腔、接管嘴(4)(7)、外套螺母、节流球头,采用断裂法兰与气-气喷嘴相连接,密封垫在其中起密封作用;节流球头与接管嘴(4)和外套螺母相连接,接管嘴(7)处安装压力传感器。其特征在于利用节流孔的节流作用对气-气喷嘴喷射出的气体推进剂进行节流,当节流孔于最小截面处达到音速时,流经节流孔的流量达到最大值,以音速传播的外界压力扰动波不能达到和穿越节流孔去影响节流孔内的流动,因此在节流孔前方容腔建立压力。

2. 如权力要求1所述的气-气喷嘴流量特性试验装置,其特征在于:断裂法兰是一个完整的法兰被切成两部分,密封垫采用聚四氟乙烯制造。

3. 如权力要求1所述的气-气喷嘴流量特性试验装置,其特征在于:接管嘴(7)焊接在容腔上,在接管嘴(7)上安装压力传感器。

气 - 气喷嘴流量特性试验装置

【技术领域】

【0001】 本发明用于测定气 - 气喷嘴流量特性,是一种利用气 - 气喷嘴喷出的推进剂建立压力从而为喷嘴冷流试验提供反压的设备。主要应用于推进剂为气态的各类喷嘴流量特性试验研究。

【背景技术】

【0002】 喷嘴是液体发动机中的重要部件,一种喷嘴在应用之前需要进行喷嘴的流量特性试验研究。喷嘴的流量特性是指在一定反压条件下,喷嘴压降与流量的关系。流量特性试验是通过试验手段测量喷嘴的进口压力、反压和喷嘴流量,通过流量公式确定喷嘴的流量系数。喷嘴的流量系数影响喷入燃烧室的推进剂流量,进而影响燃烧室的混合比和燃烧过程,从而对火箭发动机的热试性能产生重要影响。因此开展对喷注器流量特性的研究有重要的理论意义和工程应用价值。

【0003】 在全流量补燃循环液体火箭发动机中,全部流量的液态推进剂先进入富氧预燃室和富燃预燃室初步燃烧,形成高温的富氧燃气和富燃燃气,然后两种燃气再进入主燃烧室继续掺混燃烧,因此在全流量补燃循环发动机的主燃烧室中需要使用气 - 气喷嘴,即喷射的燃料和氧化剂均为气态的喷嘴。目前国内开展气 - 气喷嘴研究的单位仅有北京航空航天大学一家单位,在气 - 气燃烧相似规律、气 - 气喷嘴燃烧特点以及新式喷嘴研究等诸多方面取得了重要的成果,对工程应用具有重要的指导意义。

【0004】 为了尽可能的模拟喷嘴真实工作条件下的流量特性,必须模拟发动机实际工作时的燃烧室压力环境,因而喷嘴的冷试需要在有反压的环境下进行。多数单位在做喷嘴流量特性试验时,由于没有为喷嘴提供模拟燃烧室压力的反压设备,往往进行无反压下的喷嘴流量特性试验,此时得到的喷嘴流量特性与喷嘴实际工作时的流量特性差别较大。有能力进行带反压流量特性试验研究的,通常是在充满气体的反压舱内进行。

【0005】 此类反压舱的工作原理如下:将喷嘴放入反压舱,关闭反压舱出口阀门,反压舱通过气体管路流入空气和氮气建立压力,待反压舱的压力达到需要值时,关闭反压舱进气管路。这种反压设备对喷嘴流量特性试验而言有以下缺点:(1)、反压舱体积大,成本高,如果只为测定喷嘴流量系数购买反压舱或者采用外协的方式联合别的单位进行,势必造成人力、物力和时间上的损失;(2)在测定喷嘴流量系数的试验过程中,由于喷嘴喷出的气体推进剂直接进入反压舱,如果反压舱容积过小,或者喷嘴喷出的流量较大,那么反压舱内的压力势必升高,高出设计反压。假如要在同一反压下进行多次试验,必须泄压,带来了很大麻烦。

【0006】 公知的是,气 - 气喷嘴喷射出气体推进剂,而节流孔对气体具有节流作用,当节流孔前后压力比达到一定值后,气流将会在节流孔最小面积处达到音速,此时经过节流孔的流量达到最大值,以音速传播的外界压力扰动波不能达到和穿越节流孔去影响节流孔内的流动。因此设计合适的节流装置对气 - 气喷嘴喷射出的气体推进剂进行节流,可为气 - 气喷嘴建立所需的压力。

【发明内容】

[0007] 本发明提出的气-气喷嘴流量特性试验装置,利用对喷嘴喷出的气体推进剂进行节流能够为气-气喷嘴模拟系统可承受压力范围内的任意反压。提供了气-气喷嘴流量特性试验装置的设计方法和反压建立的设计准则。此试验装置已通过实验检验,设计方法简单有效。使用此试验装置,可大量节省人力、物力,能够为气-气喷嘴的流量特性试验提供稳定而准确的反压环境。

[0008] 本发明气-气喷嘴流量特性试验装置的结构如下所述。

[0009] 气-气喷嘴流量特性试验装置,包括密封垫(1)、断裂法兰(2)、容腔(3)、接管嘴(4)(7)、外套螺母(5)、节流球头(6)。容腔(3)通常设计为圆柱筒状,圆柱容腔一端敞口用于与喷嘴相连接,另一端开适口用于焊接接管嘴(4),圆柱容腔侧壁上开一适孔用以焊接接管嘴(7),从而安装压力传感器。节流球头(6)可更换,通过外套螺母(5)与接管嘴(4)相连接。断裂法兰(2)以及密封垫(1)起到与气-气喷嘴装置连接密封的作用。

[0010] 本发明通过更换不同节流孔径的节流球头,对气-气喷嘴喷射出的气体推进剂进行节流,可为气-气喷嘴冷流试验建立任意反压环境,并可节省大量的人力和物力。本发明用于而不局限于为气-气喷嘴进行流量特性试验提供反压,还可以用于其他涉及气-气喷注装置或设备的冷试实验中。

【附图说明】

[0011] 图1是本发明气-气喷嘴流量特性试验装置

[0012] 图2是起节流建压作用的节流球头

[0013] 图3是利于安装的断裂法兰视图1

[0014] 图4是利于安装的断裂法兰视图2

【具体实施方式】

[0015] 本发明首次提出利用带节流孔的节流球头对气-气喷嘴喷射出的气体推进剂进行节流作用,从而为气-气喷嘴流量特性试验建立反压环境。通过更换不同节流孔径的节流球头,能为气-气喷嘴流量特性试验建立任意所需的压力环境,压力环境准确而又稳定。

[0016] 如图1所示的气-气喷嘴冷流试验装置,包括密封垫(1)、断裂法兰(2)、容腔(3)、接管嘴(4)(7)、外套螺母(5)、节流球头(6)。

[0017] 此试验装置的设计方法如下所述:

[0018] 1、试验之前通过气-气喷嘴的推进剂流量以及推进剂种类都是确定好的,定义为 \dot{m} ,其气体常数都是已知的。

[0019] 2、推进剂经过气-气喷嘴喷入容腔,最终通过容腔出口的球头节流装置喷入大气。设球头的节流孔最小流通面积为 A ,球头的反压 P_0 与球头进口压力 P_i 之比为 $\sigma = P_0/P_i$,当通过节流孔的流量达到最大且保持不变时,压力比为临界压力比:

$$[0020] \quad \sigma_c = \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k-1}}$$

[0021] 当 $\sigma \leq \sigma_c$ 时,球头的节流孔达到音速,以音速传播的外界压力扰动波不能达到

和穿越节流孔出口截面去影响球头内也就是容腔内的流动。此时,气体的流量公式为:

$$[0022] \quad \dot{m} = C_d A_t p_i \sqrt{\frac{k}{RT^*} \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k+1}{k-1}}}$$

[0023] \dot{m} - 经过节流孔的流量,也即喷嘴喷出的推进剂的流量

[0024] C_d - 节流球头的流量系数

[0025] k - 气体的比热比

[0026] R - 气体常数

[0027] T^* - 气体总温

[0028] 对于给定的推进剂流量, R 、 T^* 、 k 都是已知或者可测量计算得到,节流球头的流量系数推荐 $C_d = 0.97$ 。假如要求反压容腔内压力值为 P ,可利用气体的流量公式求出节流孔的面积 A_t ,进而求出节流孔的直径 d_t 。因而对于给定的推进剂流量,可通过更换不同节流孔径的节流球头调节容腔压力。

[0029] 3、反压容腔的出口通过氩弧焊焊接一接管嘴,接管嘴与球头相配合,再以螺帽将球头与接管嘴相配合。接管嘴、螺帽均有标准件,可购买也可自行加工;带节流孔的球头需要自行设计,只需与接管嘴、螺帽连接达到密封和耐压效果。接管嘴在反压容腔上的焊接位置可自己选择。反压的压力测量只需在反压容腔壁上开通孔,安装压力传感器;温度测量同理(图示中不做设计)。反压容腔的容积、形状可自由设计,只需满足传感器等部件的安放,壁厚只需满足承压能力。反压容腔与喷注器的连接通过螺栓连接,采用密封垫起到密封效果。

[0030] 至此,气-气喷嘴流量特性试验装置的设计已经完成。

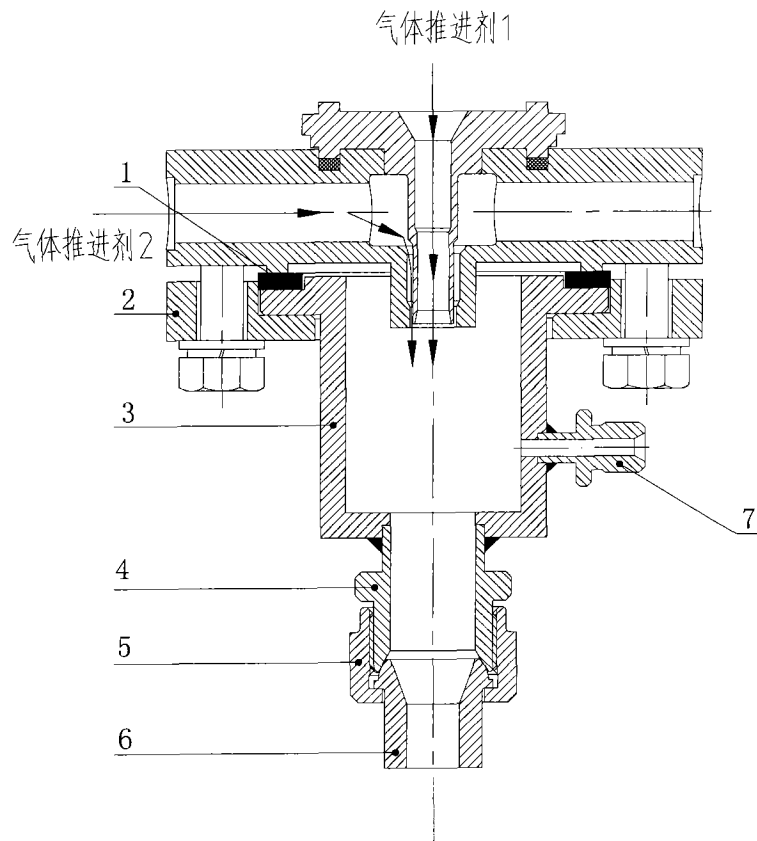


图 1

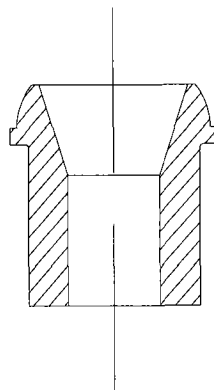


图 2

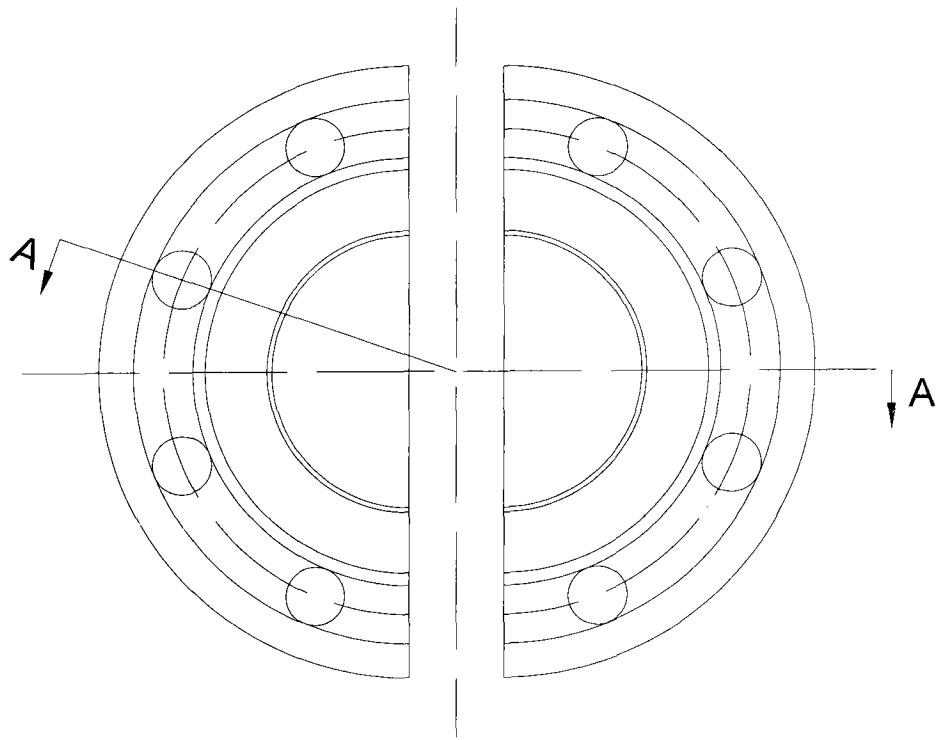


图 3

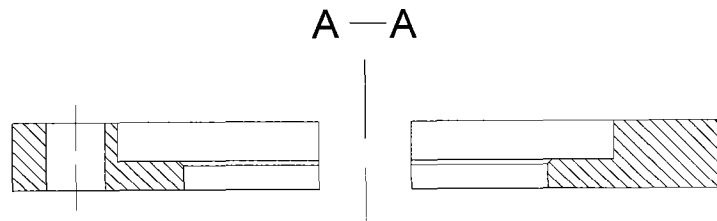


图 4