



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104632567 A

(43) 申请公布日 2015. 05. 20

(21) 申请号 201410730352. 2

(22) 申请日 2014. 12. 04

(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 潘文霞 吴承康 孟显

(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.

F03H 99/00(2009. 01)

H05B 7/00(2006. 01)

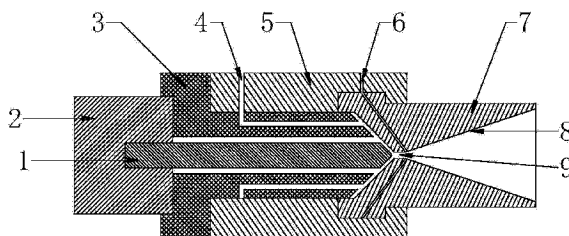
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种可产生超高速气流的电弧加热装置

(57) 摘要

本发明公开了一种可产生超高速气流的电弧加热装置,包括:阴极、阳极喷管、绝缘件和金属套;阴极通过阴极卡件与绝缘件固定,金属套一端与绝缘件相连,另一端与阳极喷管卡接;金属套上设有进气口和排气口,阳极喷管包含喉道及供推进剂能量转换的扩张段;所述阳极喷管扩张段靠近喉道的位置设有将靠近阳极喷管壁附近的低速冷气体在喷出喷管前抽出的抽气通道,抽气通道与排气口连接;所述进气口与排气口外设置有质量流量计,与排气口连接的质量流量计还连接有排气真空泵。本发明的电弧加热装置可产生超高速气流。



1. 一种可产生超高速气流的电弧加热装置,其特征在于,包括:阴极、阳极喷管、绝缘件和金属套;阴极通过阴极卡件与绝缘件固定,金属套一端与绝缘件相连,另一端与阳极喷管卡接;金属套上设有进气口和排气口,阳极喷管包含喉道及供推进剂能量转换的扩张段;所述阳极喷管扩张段靠近喉道的位置设有将靠近阳极喷管壁附近的低速冷气体在喷出喷管前抽出的抽气通道,抽气通道与排气口连接;所述进气口与排气口外设置有质量流量计,与排气口连接的质量流量计还连接有排气真空泵。

2. 根据权利要求1所述的可产生超高速气流的电弧加热装置,其特征在于:所述电弧加热发动机设置有电流电压测试传感器,其电流电压测试传感器为霍尔效应原理的传感器。

3. 根据权利要求1所述的可产生超高速气流的电弧加热装置,其特征在于:所述电弧加热装置的工作电源可为30千瓦级逆变等离子体电源。

4. 根据权利要求1所述的可产生超高速气流的电弧加热装置,其特征在于:所述真空室直径为2米,长4米,其极限真空为 1×10^{-4} Pa。

5. 根据权利要求1所述的可产生超高速气流的电弧加热装置,其特征在于:工作气体通过质量流量计进入进气口,所述工作气体为氮气,存储于高压气罐中。

6. 根据权利要求1所述的可产生超高速气流的电弧加热装置,其特征在于:所述质量流量计精度为满量程的3%。

一种可产生超高速气流的电弧加热装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种可产生超高速气流的电弧加热装置。

背景技术

[0002] 随着时代的发展,太空制约能力对一个国家的安全起着越来越重要的作用。化学火箭携带的化学燃料重量占运载器总重量的 90% 以上,有效载荷仅占 1% 左右,而受推进剂化学能的限制,其比冲很难提高。因此化学推进剂适用于短时间、大推力的推进任务。相对来说,电火箭推进技术能够获得较高的运载效率,适用于长时间、中小推力、高比冲的推进任务。目前,对于各种用途的卫星,为减少重量和尺寸、提高定位精度、延长运行寿命,使用空间电推进技术已成为一种有效的途径。无论是近期的空间技术应用,还是未来对深空的科学研究,都需要发展高效率的空间电推进技术。这是因为与传统的姿控 / 轨控化学火箭相比,电推进方式具有高比冲的突出优点。迄今为止,功率为千瓦量级的电弧加热推力器在国外已成为应用于卫星姿态及轨道控制的成熟技术,然而在国内,电弧加热推力器的研究虽然已有十几年的历史,积累了一些实验与数值模拟的工作经验,但仍然存在性能不稳定、持续稳定工作时间不长、效率不高等问题,至今还没有成功应用在自己的卫星上。

[0003] 电弧加热推力器通常由阴极、兼做喷管的阳极、以及固定阴极阳极的卡件、绝缘件等组成,其基本工作原理是:供给推力器的气态推进剂经过阴极和兼做喷管的阳极间放电所产生的直流电弧加热,形成最高温度超过万度的高温部分电离气体,进而在喷管的扩张段膨胀、降温、加速,以超声速射流的形式从喷管喷出,产生较高的推力和比冲。然而,由于推进剂在推力器喷管扩张段停留的时间很短(微妙量级),推进剂与推力器之间以及推进剂内部复杂的能量交换过程难以完全充分进行,造成发动机多达 60% 以上的输入能量不能转化成产生推力、比冲的有效能量,使得电弧加热发动机的性能指标仍然偏低。

[0004] 除了作为推进装置,电弧加热推力器产生的高温高速气流也可提供模拟空天科学实验所需的实验环境,使得在地面可模拟飞行器的气动受力及传热过程。然而由于常规的电弧加热推力器产生的高温高速气流的速度等参数沿径向的变化梯度极大,流场不均匀,由喷管出口中心处的超高速流动急剧变化到喷管壁面附近的亚声速流动,这也限制了电弧加热推力器在该领域的应用。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是提供一种可产生超高速气流的电弧加热装置。

[0006] 本发明的可产生超高速气流的电弧加热装置包括:阴极、阳极喷管、绝缘件和金属套;阴极通过阴极卡件与绝缘件固定,金属套一端与绝缘件相连,另一端与阳极喷管卡接;金属套上设有进气口和排气口,阳极喷管包含喉道及供推进剂能量转换的扩张段;所述阳极喷管扩张段靠近喉道的位置设有将靠近阳极喷管壁附近的低速冷气体在喷出喷管前抽出的抽气通道,抽气通道与排气口连接;所述进气口与排气口外设置有质量流量计,与排气口连接的质量流量计还连接有排气真空泵。

[0007] 优选地,所述电弧加热装置连接有电流、电压测试传感器,其电流、电压测试传感器为霍尔效应原理的传感器。

[0008] 优选地,所述电弧加热发动机的工作电源为 30 千瓦级逆变等离子体电源。

[0009] 优选地,所述真空室直径为 2 米,长 4 米,其极限真空为 1×10^{-4} Pa。

[0010] 优选地,工作气体通过质量流量计进入进气口,所述工作气体为氮气,存储于高压气罐中。

[0011] 优选地,所述质量流量计精度为满量程的 3%。

[0012] 本发明通过在电弧加热装置阳极喷管扩张段添加抽气通道,将靠近阳极喷管壁附近的低速冷气体在喷出喷管前从抽气通道抽出,使得喷出发动机喷管的气体多为超高速气体。

[0013] 电弧加热装置运行过程中,排气口端的质量流量计及排气真空泵同样运行,调节质量流量计,使得从排气端抽走的推进剂都为冷态低速的推进剂,从电弧加热装置喷口喷出的都为超高速的推进剂。从排气端抽走的推进剂可重新供入发动机进气口,使得推进剂得到二次利用,节约运行成本。

附图说明

[0014] 图 1 为电弧加热装置的结构示意图;

[0015] 图 2 为电弧加热装置工作系统示意图。

具体实施方式

[0016] 如图 1、2 所示,本发明包括:阴极 1、兼做喷管的阳极 7、绝缘件 3 和金属套 5,阴极 1 通过阴极卡件 2 固定在绝缘件 3 上,金属套 5 一端与绝缘件 3 相连,另一端与阳极喷管 7 卡接,金属套 5 上设有一个进气口 4 和一个排气口 6。

[0017] 进气口 4 和排气口 6 外均设有质量流量计 14、16,其质量流量计 14、16 选用精度为满量程 3%的质量流量计,与排气口 6 连接的质量流量计 16 还连接有一个排气真空泵 15。发动机运行过程中,排气口 6 端的质量流量计 16 及排气真空泵 15 同样运行,调节质量流量计 16 使得从排气端抽走的推进剂都为冷态低速的推进剂,从发动机喷口喷出的都为高速的推进剂,从而使得电弧加热发动机获得相对较高的比冲。

[0018] 喷管 7 包括喉道 9 及供推进剂转化能量的扩张段 8;所述阳极喷管 7 扩张段 8 靠近喉道 9 的位置设有将靠近阳极喷管 7 壁附近的低速冷气体在喷出喷管 7 前抽出的抽气通道,抽气通道与排气口 6 连接。

[0019] 从排气口 6 端抽走的推进剂可以重新供入电弧加热装置的进气口 4,使得推进剂得到二次利用,节约运行成本提高运行效率。

[0020] 本发明通过在电弧加热装置阳极喷管 7 扩张段 8 添加抽气通道,将靠近阳极喷管 7 的扩张段 8 壁面附近的低速冷气体在喷出喷管 7 前从抽气通道抽出,这样使得喷出电弧加热装置喷管 7 的气体多为超高速气体。而且还可以将抽走的低冷速推进剂重新由进气口 4 进入电弧加热装置,从而具有节约运行成本提高运行效率的优点。

[0021] 如图 2 所示,电弧加热装置设置在真空室 18 内,真空室 18 直径为 2 米,长 4 米,其极限真空为 1×10^{-4} Pa。真空室 18 外与电弧加热装置连接设置有电流电压测试传感器 11 和

工作电源 12,其中电流电压测试传感器 11 选用霍尔效应原理的传感器,工作电源 12 选用 30 千瓦级逆变等离子体电源。

[0022] 工作气体 13 由质量流量计 14 进入进气口 4,其中工作气体 13 存储于高压气罐,并选用氮气为工作气体。

[0023] 通过推力测力器 17 检测电弧加热装置羽流 10 所产生的推力,电弧加热装置羽流 10 产生的气体通过真空室排气系统 19 排出真空室 18。

[0024] 在电弧加热装置输入功率 3.5kW、总工作气流量 10L/min 的条件下,电弧加热装置产生的比冲为 270s。该电弧加热装置喷出的高温高速羽流 10 形成的流场也可用于提供模拟空天科学实验所需的实验环境。

[0025] 虽然上面对本发明的实施例进行了说明,但是这些实施方式是作为例子而提示的,而不试图去限制发明的范围。这些新的实施方式能够以其他方式来实施,在不脱离发明的主旨的范围内,能够进行各种省略、置换和变更。这些实施方式或其变形包含于发明的范围和主旨中,并且包含于专利请求的范围所记载的发明和与其均等的范围内。

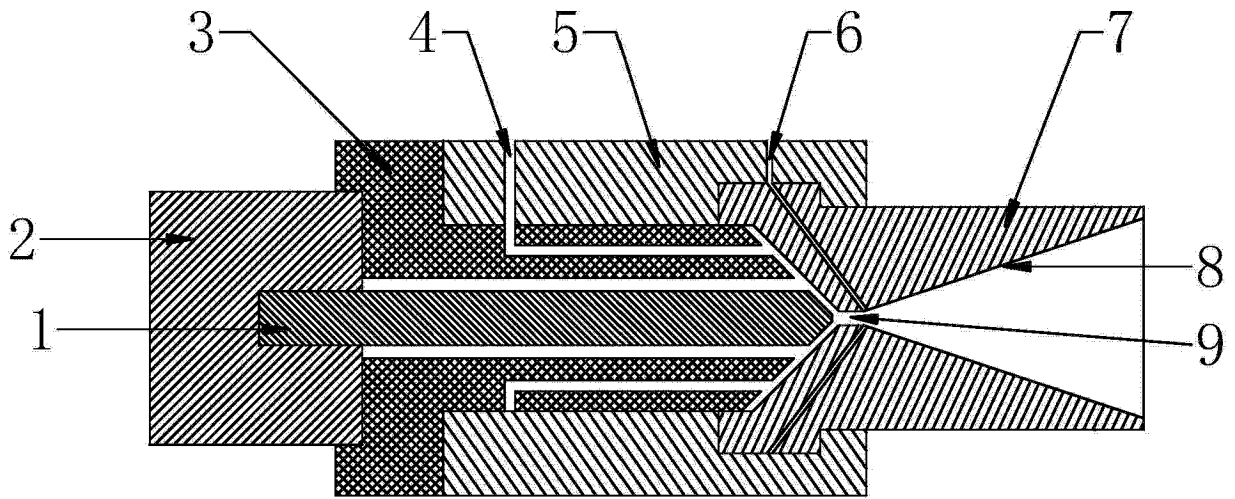


图 1

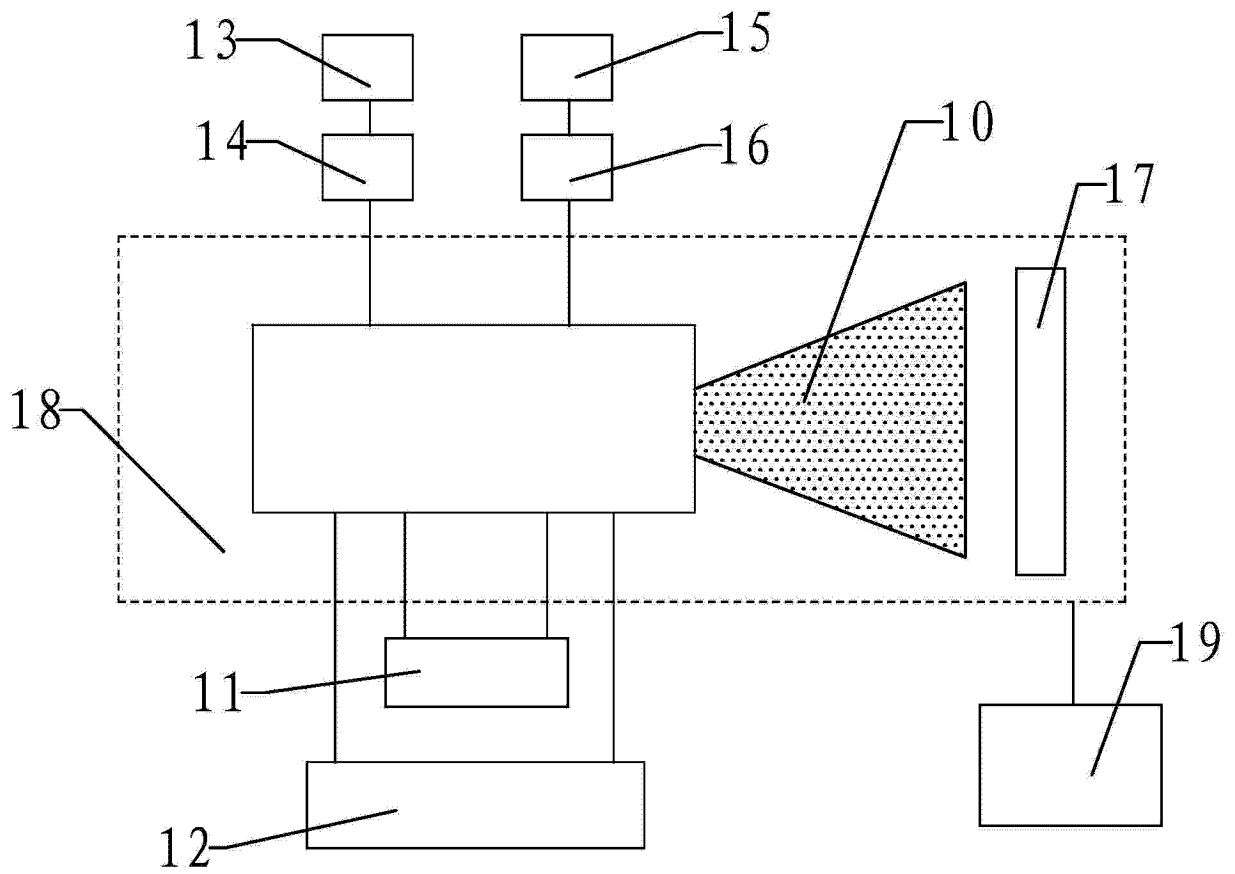


图 2