



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104819302 A

(43) 申请公布日 2015. 08. 05

(21) 申请号 201510184406. 4

(22) 申请日 2015. 04. 17

(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 李东霞 张新宇 林建民

(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.

F16J 15/48(2006. 01)

F16J 15/18(2006. 01)

G01M 9/04(2006. 01)

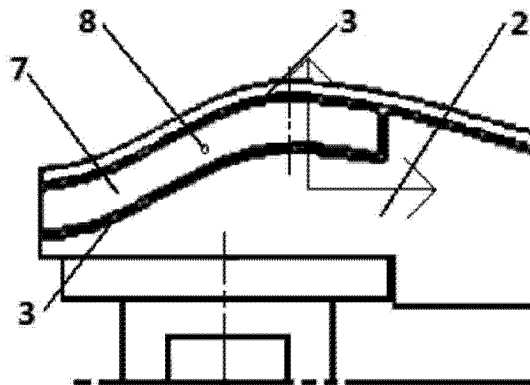
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种变马赫数喷管的密封系统

(57) 摘要

本发明公开了一种变马赫数喷管的密封系统,其能够保证密封面相对运动不受限制,使用过程中密封面相对运动的阻力相对小,在气流泄露方向形成多道密封,将高压密封转化为低压密封,能够实现在高温高压下高超声速变马赫数风洞中运动的喷管型面部件和静止部件之间的密封。这种变马赫数喷管的密封系统,上方的第一密封面与下方的第二密封面相对运动,第一密封面为平板,第二密封面设有多个密封槽道,每个密封槽道内均填充石墨层,密封槽道之间及第一密封面围成一个压力平衡腔,在压力平衡腔内充填预定压力的气体。



1. 一种变马赫数喷管的密封系统, 上方的第一密封面 (1) 与下方的第二密封面 (2) 相对运动, 其特征在于: 第一密封面为平板, 第二密封面设有多个密封槽道 (3), 每个密封槽道内均填充石墨层, 密封槽道之间及第一密封面围成一个压力平衡腔 (7), 在压力平衡腔内充填预定压力的气体。

2. 根据权利要求 1 所述的变马赫数喷管的密封系统, 其特征在于: 所述压力平衡腔的上游设有气体充填管道 (8)。

3. 根据权利要求 2 所述的变马赫数喷管的密封系统, 其特征在于: 在所述气体充填管道内安装差压测量设备, 在所述气体充填管道的入口安装充气阀和放气阀。

4. 根据权利要求 1 所述的变马赫数喷管的密封系统, 其特征在于: 所述石墨层包括柔性石墨层 (4)。

5. 根据权利要求 4 所述的变马赫数喷管的密封系统, 其特征在于: 所述柔性石墨层内夹有金属波纹板 (5)。

6. 根据权利要求 5 所述的变马赫数喷管的密封系统, 其特征在于: 所述石墨层还包括硬质石墨层 (6), 所述柔性石墨层 (4) 在所述密封槽道 (3) 的底部, 硬质石墨层的上、下表面分别接触第一密封面、柔性石墨层。

7. 根据权利要求 6 所述的变马赫数喷管的密封系统, 其特征在于: 所述柔性石墨层的宽度等于所述密封槽道的宽度, 所述硬质石墨层的宽度小于所述密封槽道的宽度。

8. 根据权利要求 1 所述的变马赫数喷管的密封系统, 其特征在于: 所述密封槽道的横截面为矩形。

一种变马赫数喷管的密封系统

技术领域

[0001] 本发明属于结构密封的技术领域,具体地涉及一种变马赫数喷管的密封系统,其主要可以用于高超声速变马赫数风洞中运动的喷管型面部件和静止部件之间的密封。

背景技术

[0002] 高超声速风洞是高超声速技术研究必不可少的地面设备,其作用是用来模拟高超声速飞行过程中的气流环境。为了模拟这种气流环境,要求实验气流总温总压很高。风洞喷管出口马赫数 4~7 的情况下,一般要求总温在 900K~2100K 之间,总压在 1MPa~6.5MPa 之间。

[0003] 高超声速定马赫数风洞喷管结构一般采用焊接方法连接各个部件,不存在密封问题。喷管与上游加热器的连接需要密封,一般采用子母接口,内衬黄铜垫圈进行密封。

[0004] 高超声速变马赫数风洞是在实验过程中风洞喷管出口实验气流马赫数和其他状态参数能够根据试验需要作连续变化的高超声速风洞。这种风洞不但要求实验气流的总温总压很高,同时喷管的型面结构在实验中也根据要求连续运动以改变实验马赫数。但是运动的喷管型面部件和静止部件之间,若有高温高压气流经过,将会带来喷管设备的烧毁,因此必须设计有效的密封以阻止气流的泄漏,这是变马赫数喷管正常工作的关键。

[0005] 但是由于工作条件的极端性,常规密封方法很难有效。上述子母结构密封只能用于静密封,即密封面不能相对运动。目前国内外现有的变马赫数风洞均为超声速低焓风洞,尚没有建成的高超声速变马赫数风洞,如 NASALangley 研究中心的变马赫数喷管是常温风洞,日本 JAXA 的变马赫数喷管也采用了常温气流。目前也没有查到在如上所述的高温高压气流条件下进行动密封的相关文献资料。

发明内容

[0006] 本发明的技术解决问题是:克服现有技术的不足,提供一种变马赫数喷管的密封系统,其能够保证了密封面相对运动不受限制,使用过程中密封面相对运动的阻力相对小,在气流泄露方向形成多道密封,将高压密封转化为低压密封,能够实现在高温高压下高超声速变马赫数风洞中运动的喷管型面部件和静止部件之间的密封。

[0007] 本发明的技术解决方案是:这种变马赫数喷管的密封系统,上方的第一密封面与下方的第二密封面相对运动,第一密封面为平板,第二密封面设有多个密封槽道,每个密封槽道内均填充石墨层,密封槽道之间及第一密封面围成一个压力平衡腔,在压力平衡腔内充填预定压力的气体。

[0008] 由于第一密封面为平板,第二密封面设有密封槽道,所以保证了密封面相对运动不受限制;由于密封槽道内填充自润滑性的石墨层,所以使用过程中密封面相对运动的阻力相对小,同时在气流泄露方向形成多道密封,能够实现在高温高压下高超声速变马赫数风洞中运动的喷管型面部件和静止部件之间的密封;由于密封槽道之间及第一密封面围成一个压力平衡腔,在压力平衡腔内充填预定压力的气体,所以使多个密封槽道两边的气体

压差降低,起到将高压密封问题转化为相对低压密封问题的作用,进一步保证了密封的有效性。

附图说明

[0009] 图 1 是本发明一个优选实施例的石墨层的结构示意图。

[0010] 图 2 是本发明一个优选实施例的变马赫数喷管的密封系统的结构示意图。

[0011] 图 3 是本发明一个优选实施例的压力平衡腔内气体压力控制的流程图。

[0012] 图 4 是本发明一个优选实施例的变马赫数喷管的密封系统的结构示意图。

具体实施方式

[0013] 如图 1-2 所示,这种变马赫数喷管的密封系统,上方的第一密封面 1 与下方的第二密封面 2 相对运动,第一密封面为平板,第二密封面设有多个密封槽道 3,每个密封槽道内均填充石墨层,密封槽道之间及第一密封面围成一个压力平衡腔 7,在压力平衡腔内充填预定压力的气体。

[0014] 由于第一密封面为平板,第二密封面设有密封槽道,所以保证了密封面相对运动不受限制;由于密封槽道内填充自润滑性的石墨层,所以使用过程中密封面相对运动的阻力相对小,同时在气流泄露方向形成多道密封,能够实现在高温高压下高超声速变马赫数风洞中运动的喷管型面部件和静止部件之间的密封;由于密封槽道之间及第一密封面围成一个压力平衡腔,在压力平衡腔内充填预定压力的气体,所以使多个密封槽道两边的气体压差降低,起到将高压密封问题转化为相对低压密封问题的作用,进一步保证了密封的有效性。

[0015] 另外,所述压力平衡腔的上游设有气体充填管道 8。通过气体充填管道将气体充进压力平衡腔或从压力平衡腔放出。

[0016] 另外,在所述气体充填管道内安装差压测量设备,在所述气体充填管道的入口安装充气阀和放气阀。如图 3 所示,通过差压测量设备(例如,差压计)进行参考压力和压力平衡腔内压力的比较,控制压力平衡腔进出口气体管道阀门的开闭,从而调节压力平衡腔内气体压力。

[0017] 另外,所述石墨层包括柔性石墨层 4。柔性石墨具有可压缩性,所以能够大大增强密封效果。

[0018] 另外,所述柔性石墨层内夹有金属波纹板 5。柔性石墨层内夹有金属波纹板增加了密封的回弹力,更好地增强了密封效果。

[0019] 另外,所述石墨层还包括硬质石墨层 6,所述柔性石墨层 4 在所述密封槽道 3 的底部,硬质石墨层的上、下表面分别接触第一密封面、柔性石墨层。硬质石墨层具有耐磨性,可以增强该变马赫数喷管的密封系统的使用寿命。

[0020] 另外,所述柔性石墨层的宽度等于所述密封槽道的宽度,所述硬质石墨层的宽度小于所述密封槽道的宽度。夹有金属波纹板的柔性石墨层与密封槽道同宽,处于密封槽道底部,承担密封压力带来的绝大部分材料变形;硬质石墨层宽度小于密封槽道宽度,给下面的柔性石墨层留出挤压变形空间,使受压面压得更紧实。

[0021] 另外,如图 1 所示,所述密封槽道的横截面为矩形。这种结构比较简单,制造容易。

[0022] 如图 1 所示,在整个变马赫数喷管的密封系统中,密封平面垂直压力和金属波纹板的回弹力共同作用达到密封效果。

[0023] 本发明的石墨密封结构选材巧妙,结构合理,工程上具有适用性、工艺性和经济性良好的优点。

[0024] 下面以一具体应用实例进一步说明本发明:

[0025] 高超声速变马赫数喷管在实验中通过喷管二维气动型面的转动改变喷管喉部尺寸,从而改变喷管出口马赫数。图 2 中为喷管二维气动型面板示意图,其下方为实验高温高压气流通道,且左端为喷管进口,右端为喷管出口,喷管气动型面板的进口端面和左右侧面均需密封。工作中喷管入口气体总压 6MPa,总温 900K。

[0026] 首先在喷管气动型面板的进口端面和左右侧面根据密封要求布置密封槽道,然后在槽道内铺设柔性石墨条和加工的硬质石墨条,最后压上另一侧密封面。在喷管气动型面板上开有平衡气体的通道,实验时通入 3MPa 的平衡气体,将密封槽道两侧的压差降为 3MPa,将 6MPa 压力密封转换为两个 3MPa 密封。实际使用时,因为高温高压气体流经拉瓦尔喷管喉道后,其静温静压迅速下降,热流密度也迅速下降,因此也可以将石墨密封结构组成的气体平衡腔截止到喷管喉部下游适当位置,如图 4 所示(图中曲线最高位置为喷管喉部)。

[0027] 本发明可以用于任意尺寸高温高压部件密封的设计,上述实例是为了阐述本发明,不对本发明的保护范围构成限制。凡与本发明设计思路相同的实施方式均在本发明的保护范围内。

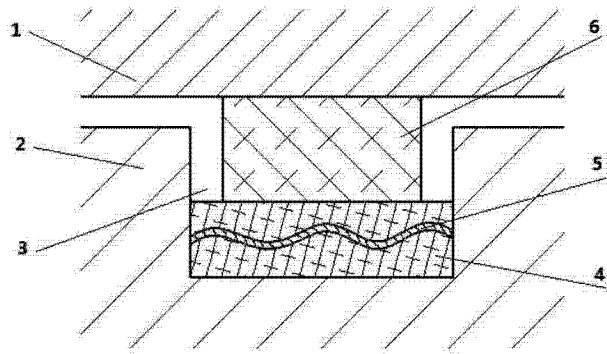


图 1

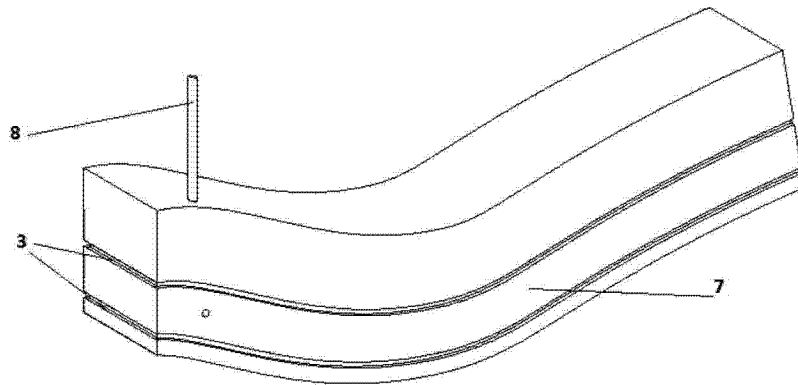


图 2

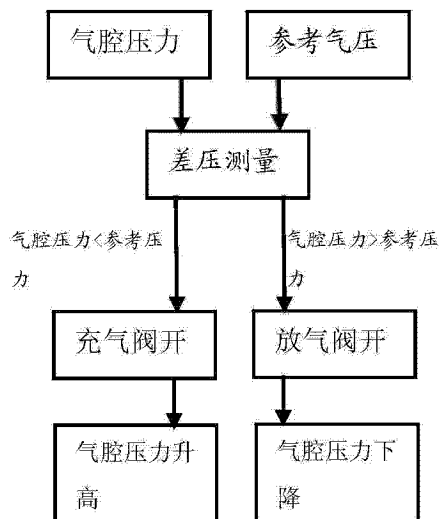


图 3

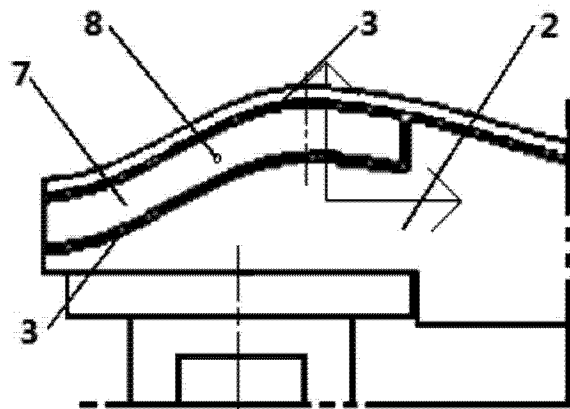


图 4