



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 205447024 U

(45) 授权公告日 2016. 08. 10

(21) 申请号 201520857212. 1

(22) 申请日 2015. 10. 30

(73) 专利权人 北京控制工程研究所

地址 100080 北京市海淀区北京 2729 信箱

(72) 发明人 全颖刚 周怡秋 吴耀武 李胜军
冉荣

(74) 专利代理机构 中国航天科技专利中心
11009

代理人 陈鹏

(51) Int. Cl.

F16L 19/03(2006. 01)

F16L 19/025(2006. 01)

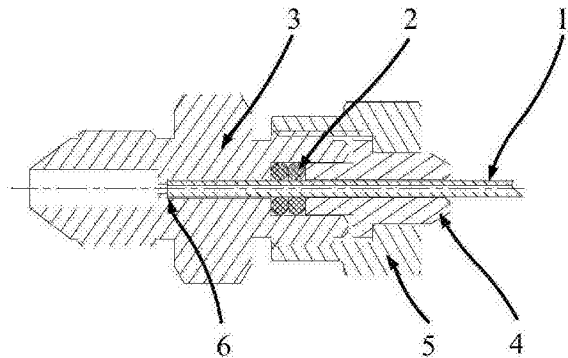
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 实用新型名称

一种毛细管密封连接结构

(57) 摘要

本实用新型涉及一种毛细管密封连接结构，包括毛细管 (1)、弹性体 (2)、被连接件 (3)、压紧套 (4) 和外套螺母 (5)。所述圆环形的弹性体 (2) 套在毛细管 (1) 上，其外壁面与被连接件 (3) 的密封孔的内壁面接触。弹性体 (2) 的一个端面与被连接件 (3) 接触，另一个端面与压紧套 (4) 的一个端面接触。压紧套 (4) 的另一个端面与外套螺母 (5) 接触，外套螺母 (5) 与被连接件 (3) 的螺纹配合，并向压紧套 (4) 施加压力，使弹性体 (2) 变形，实现密封，并通过摩擦力使毛细管 (1) 不发生轴向移动。本实用新型结构简单、拆装方便、毛细管变形小、对毛细管的污染小。



1. 一种毛细管密封连接结构,其特征在於:包括毛细管(1)、弹性体(2)、被连接件(3)、压紧套(4)和外套螺母(5);被连接件(3)内有凸字形圆柱阶梯空腔,其中直径较小的空腔作为毛细管插入孔,直径较大的空腔作为密封孔,毛细管(1)前端插入毛细管插入孔;圆环形的弹性体(2)套在毛细管(1)上,弹性体(2)的外壁面与密封孔的内壁面接触,弹性体(2)的一个端面与毛细管插入孔和密封孔的交接端面接触,另一个端面与压紧套(4)的一个端面接触,压紧套(4)另一个端面与外套螺母(5)的一个端面接触,压紧套(4)内有供毛细管(1)穿过的圆柱孔,压紧套(4)的一个外壁面与密封孔的内壁面接触;外套螺母(5)与被连接件(3)螺纹连接,外套螺母(5)通过压紧套(4)向弹性体(2)施加轴向压力,弹性体(2)被压缩发生变形,实现毛细管插入孔和密封孔的密封。

2. 根据权利要求1所述的一种毛细管密封连接结构,其特征在於:所述弹性体(2)的内壁面与毛细管(1)的外壁面之间为过渡配合,最大间隙或最大过盈不大于0.1mm。

3. 根据权利要求2所述的一种毛细管密封连接结构,其特征在於:所述弹性体(2)的外壁面与被连接件(3)的密封孔内壁面之间为过渡配合,最大间隙或最大过盈不大于0.1mm。

4. 根据权利要求1或2或3所述的一种毛细管密封连接结构,其特征在於:所述压紧套(4)与外套螺母(5)的接触端面的粗糙度在Ra3.2以上。

5. 根据权利要求1或2或3所述的一种毛细管密封连接结构,其特征在於:所述压紧套(4)上的外壁面与所述被连接件(3)的密封孔的内壁面之间为间隙配合。

6. 根据权利要求1或2或3所述的一种毛细管密封连接结构,其特征在於:所述毛细管插入孔的另一侧有内径比插入孔直径和毛细管外径小的限位孔(6),用于限制毛细管插入深度。

7. 根据权利要求1或2或3所述的一种毛细管密封连接结构,其特征在於:所述弹性体(2)为O型圈。

8. 根据权利要求1或2或3所述的一种毛细管密封连接结构,其特征在於:所述毛细管(1)的材料为不锈钢、钛合金或高温合金。

9. 根据权利要求1或2或3所述的一种毛细管密封连接结构,其特征在於:所述被连接件(3)、压紧套(4)或外套螺母(5)的材料是金属或工程塑料。

10. 根据权利要求1或2或3所述的一种毛细管密封连接结构,其特征在於:所述被连接件(3)上有与外界连接的接口或堵头。

一种毛细管密封连接结构

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种毛细管密封连接结构,尤其是一种适用于航天器推进系统地面测试用的金属毛细管密封连接结构。

背景技术

[0002] 航天器推进系统地面测试中,需要对金属毛细管进行打压、高压检漏、流量压降、冲洗和洁净度检查等多项测试,所有测试过程都要对毛细管进行密封连接,要求连接结构可快速安装和拆卸,不能损伤毛细管,不能影响毛细管的尺寸精度,不能产生多余物污染,密封结构的耐压和漏率达到要求,例如耐压8MPa,氦质谱检漏检测的漏率小于 $1 \times 10^{-4} \text{Pa} \cdot \text{L/s}$ 。

[0003] 通常的做法是先在毛细管上真空钎焊转接头,打压试验和高压检漏完成后再切除转接头。这种方法成本高,生产效率很低,切除转接头时容易污染毛细管内部和试验介质,对后续使用造成安全隐患,必须再进行多次冲洗。冲洗采用注射器、洗耳球等工具手工按压密封,效率低,容易导致毛细管变形,对于长的毛细管,由于流阻很大,手工冲洗尤其困难。

[0004] 中国专利CN 102239408公开了另一种毛细管连接结构,其密封位置在毛细管管口附近,利用毛细管管口外周的环形密封件发生弹性变形产生密封作用,该环形密封件在毛细管前端头的区域内包围毛细管,毛细管的前端头通过环形密封件的变形相对毛细管插口被密封。该结构的缺点是:必须对毛细管口预处理,操作难度大和成本高,制约了装配效率,对于薄壁的毛细管,端面锋利而薄弱,多次拆装密封后,容易从密封件上切下多余物,影响毛细管和测试介质的洁净度,同时毛细管自身也容易变形。这些都将制约了该方法在航天器推进系统地面测试中的应用效果和安全性。

实用新型内容

[0005] 本实用新型要解决的技术问题是:克服现有技术的不足,提供了一种结构简单、拆装方便、毛细管变形小、污染小的毛细管密封连接方法。

[0006] 本实用新型所采用的技术方案是:

[0007] 一种毛细管密封结构,包括毛细管、弹性体、被连接件、压紧套和外套螺母。被连接件内有凸字形圆柱阶梯空腔,其中直径较小的空腔作为毛细管插入孔,直径较大的空腔作为密封孔,毛细管前端插入毛细管插入孔。圆环形的弹性体套在毛细管上,弹性体的外壁面与密封孔的内壁面接触,弹性体的一个端面与毛细管插入孔和密封孔的交接端面接触,另一个端面与压紧套的一个端面接触;压紧套另一个端面与外套螺母的一个端面接触,外套螺母与被连接件螺纹连接,压紧套内有供毛细管穿过的圆柱孔,压紧套的一个外壁面与密封孔的内壁面接触。外套螺母通过压紧套向弹性体施加轴向压力,弹性体被压缩发生变形,实现毛细管插入孔和密封孔的密封。

[0008] 所述弹性体的内壁面与毛细管的外壁面之间为过渡配合,最大间隙或最大过盈不大于0.1mm。

- [0009] 所述弹性体的外壁面与被连接件的密封孔内壁面之间为过渡配合,最大间隙或最大过盈不大于0.1mm。
- [0010] 所述压紧套与外套螺母接触的压紧套的端面和外套螺母的端面的粗糙度在Ra3.2以上。
- [0011] 所述压紧套上的外圆柱面与所述被连接件的密封孔的内壁面之间为间隙配合。
- [0012] 所述毛细管插入孔的另一侧有内径比插入孔直径和毛细管外径小的限位孔,用于限制毛细管插入深度。
- [0013] 所述弹性体为O型圈。
- [0014] 所述毛细管的材料为不锈钢、钛合金或高温合金。
- [0015] 所述被连接件、压紧套或外套螺母的材料是金属或工程塑料。
- [0016] 所述被连接件上有与外界连接的接口或堵头。
- [0017] 本实用新型与现有技术相比的优点在于:
- [0018] (1)本实用新型的零件少,成本低,装配和拆卸效率高;
- [0019] (2)密封位置在毛细管远离管口的外圆柱面上,对毛细管端面质量要求不高,避免了密封过程中毛细管管口承压导致的变形和多余物污染;
- [0020] (3)弹性体和毛细管的接触面积可以通过调整弹性体的数量或轴向长度来改变,当接触面积较大时,不需施加很大的压力,就可实现可靠密封和摩擦固定效果,避免向毛细管施加过大的径向压力导致毛细管变形,也避免了弹性体损伤,有利于多次重复使用;
- [0021] (4)零件之间的最大间隙或最大过盈小,弹性体与毛细管之间处于过渡配合,在不拆卸整个连接结构的情况下,只需要拧松外套螺母,弹性体与毛细管之间的压力和由此产生的摩擦力就基本或完全消失,可以轻松地将毛细管抽出、取下;装配毛细管时,只需将毛细管插入连接结构中,拧紧外套螺母即可。并且由于弹性体与毛细管之间以及弹性体和被连接件之间的过渡配合的最大间隙或最大过盈小,只要施加很小的压力,就可实现可靠密封和摩擦固定效果,拧紧外套螺母所需的力矩小,通常不用扳手即可实现,因此装配和拆卸效率高;
- [0022] (5)毛细管与弹性体之间处于过渡配合,最大间隙或最大过盈不大于0.10mm,有很好的定心对中作用,避免了毛细管口在装配时对弹性体切割产生多余物污染;
- [0023] (6)被连接件上有与外接设备的接口,省略了钎焊工序和手工按压操作,降低了劳动强度,并且能够对长的毛细管进行高效操作,提高了生产效率;
- [0024] (7)压紧套与外套螺母接触的端面的粗糙度在Ra3.2以上,避免在外套螺母向压紧套施加轴向压力时,压紧套转动继而引起弹性体的转动,因而降低了弹性体磨损产生多余物的风险;
- [0025] (8)弹性体可以为标准O型圈,便于替换,成本低。

附图说明

[0026] 图1为本实用新型毛细管密封连接结构的一种剖面示意图。

具体实施方式

[0027] 如图1所示,毛细管密封连接结构包括毛细管1、弹性体2、被连接件3、压紧套4和外

套螺母5;被连接件3内有凸字形圆柱阶梯空腔,毛细管1前端插入凸字形圆柱阶梯空腔的直径较小的毛细管插入孔;圆环形的弹性体2套在毛细管1上,弹性体2的外壁面与凸字形圆柱阶梯空腔的直径较大的密封孔的内壁面接触,弹性体2的一个端面与毛细管插入孔和密封孔的交接端面接触,另一个端面与压紧套4的一个端面接触,压紧套4另一个端面与外套螺母5的一个端面接触。

[0028] 外套螺母5与被连接件3为螺纹连接,螺纹拧紧,外套螺母5向压紧套4施加轴向压力,在此压力下,弹性体2被压缩发生弹性和/或塑性变形,对毛细管1的外壁面和被连接件3的内壁面施加径向压力,并对毛细管插入孔和密封孔的交接端面施加轴向压力,实现密封;压紧套4内有圆柱孔供毛细管1穿过,压紧套4的一个外壁面与密封孔的内壁面接触;毛细管插入孔的另一侧有内径比插入孔直径和毛细管外径小的限位孔6,用于限制毛细管插入深度。

[0029] 由于毛细管1的外壁面与弹性体2内壁之间的径向压力产生的摩擦力限制了毛细管1沿轴线方向的相对移动,特别是在流体介质压力驱动下的移动。当流体介质压力较高时,需要的摩擦力也加大,这可以通过增加弹性体2的轴向长度,和/或增加压紧套4向弹性体2的压力,以便提供足够的摩擦力和密封性能,降低对毛细管的径向压力。弹性体属于易耗损件,当表面磨损时需要更换。被连接件3上有与外界的接口,该接口形式和尺寸与实际需要连接的设备相匹配。

[0030] 为了便于拆装,上述零件之间在非压紧状态时,弹性体2的外壁面与毛细管1的内壁面之间以及弹性体2的外壁面与被连接件3的密封孔内壁面之间为过渡配合,最大间隙或最大过盈不大于0.01mm。其它零件之间的孔轴配合都是小间隙配合。

[0031] 压紧套4与外套螺母5接触的端面粗糙度在Ra3.2以上,从而摩擦力较小,避免在拧紧外套螺母5时,压紧套4转动继而引起弹性体2的转动,降低了弹性体2磨损产生多余物的风险。被连接件3与弹性体2接触的密封表面的粗糙度也在Ra3.2以上,并且没有贯穿接触面的划痕,以便保证密封性能。

[0032] 本实用新型毛细管密封连接结构的首次装配顺序可以如下:先将外套螺母5、压紧套4、弹性体2和被连接件3按图1依次装配,外套螺母5与被连接件3的螺纹拧上但不拧紧,再将毛细管1插入压紧套4的内孔并一直深入到被连接件3的毛细管插入孔中,毛细管1的前端面距被连接件3的毛细管插入孔和密封孔的交接端面的距离大于2倍毛细管外径,限位孔6限制毛细管1的最大插入深度。然后拧紧外套螺母5。

[0033] 本实用新型毛细管密封连接结构的拆卸顺序如下:拧松外套螺母5,此时弹性体2恢复原状,与毛细管1的摩擦力减小或消失,可直接将毛细管1从密封连接结构中拔出。

[0034] 本实用新型毛细管密封连接结构的二次装配顺序可以如下:保持外套螺母5不拧紧,将毛细管1插入压紧套4的内圆柱孔并一直深入到被连接件3内部的限位孔6,然后拧紧外套螺母5。

[0035] 在本实施例中,毛细管1外径为1.7mm,内径为0.7mm,长度为2600mm,材料为1Cr18Ni9Ti不锈钢,也可以是其他不锈钢材料或者钛合金或者高温合金。弹性体2是GB/T 3452.1-2005的标准O型圈,内径为1.8mm,外径为5.4mm,数量为2个。O型圈,便于替换,成本低,O型圈的数量也可以为别的数量。弹性体2的材料为丁腈橡胶,也可以是其他橡胶材料。被连接件3的密封孔内径为5.5mm,与外套螺母5为螺纹连接,配合螺纹为M12×1,限位孔6的

内径为1mm。毛细管1的前端面距被连接件3的毛细管插入孔和密封孔的交接端面的距离为10mm。被连接件3的左端是与外接测试设备匹配的接口为M12×1螺纹和74°外锥面接口。被连接件3、压紧套4或外套螺母5的材料为不锈钢,也可以是钛合金和铝合金等金属材料,以及尼龙和聚四氟乙烯等工程塑料。

[0036] 试验表明,在毛细管1中充入10MPa水压,保持5min,密封接头没有渗漏、变形和毛细管1的相对移动。向毛细管1中充入5MPa氦气,用真空室法对接头进行氦质谱检漏,实测漏率为 $8.5 \times 10^{-6} \text{Pa} \cdot \text{L/s}$ 。向毛细管1中通入2MPa的无水乙醇,维持流动状态60min,密封接头没有出现渗漏。

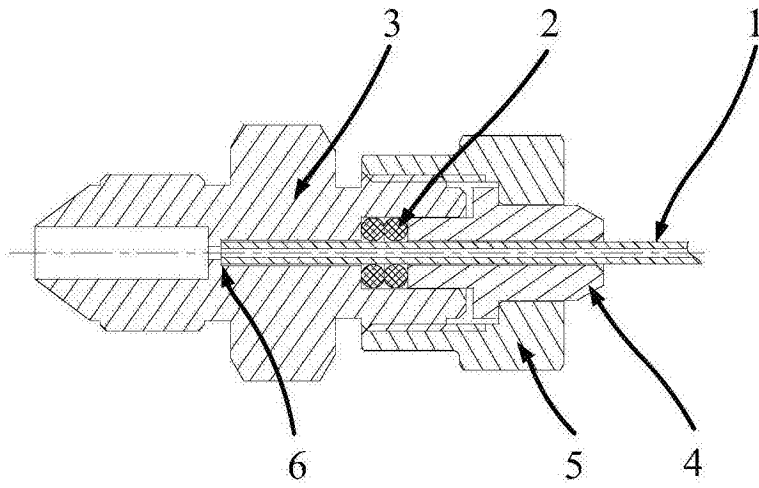


图1