



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103672280 B

(45) 授权公告日 2016. 02. 10

(21) 申请号 201310611801. 7

(22) 申请日 2013. 11. 26

(73) 专利权人 北京宇航系统工程研究所

地址 100076 北京市丰台区南大红门路 1 号
内 35 栋

专利权人 中国运载火箭技术研究院

(72) 发明人 吴姮 张立强 周宏 马方超
方红荣 周浩洋

(74) 专利代理机构 中国航天科技专利中心
11009

代理人 范晓毅

(51) Int. Cl.

F16L 51/03(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102278561 A, 2011. 12. 14, 全文.

CN 201521752 U, 2010. 07. 07, 全文.

CN 201521752 U, 2010. 07. 07, 全文.

EP 0432436 A2, 1991. 06. 19, 全文.

GB 1450555 A, 1976. 09. 22, 全文.

CN 201190864 Y, 2009. 02. 04, 说明书具体实施方式部分, 附图 1-4.

CN 102954309 A, 2013. 03. 06, 说明书具体实施方式部分, 附图 1-4.

CN 201416725 Y, 2010. 03. 03, 全文.

审查员 苏文涛

权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

长距离宽温区导管补偿装置

(57) 摘要

本发明涉及长距离宽温区导管补偿装置, 包括三个补偿器、两个拉杆组件和三个卡箍, 其中三个补偿器间隔安装在导管上, 第一补偿器和第二补偿器上分别安装第一拉杆组件和第二拉杆组件, 用与对第一补偿器和第二补偿器分别进行固定, 所述第一补偿器和第二补偿器之间的导管上安装第一卡箍, 所述第二补偿器和第三补偿器之间的导管上安装第二卡箍第三补偿器的另一侧安装第三卡箍, 三个卡箍共同作用使导管仅能产生轴向位移, 该装置用于运载火箭中长距离宽温区增压导管, 解决了长距离宽温区增压导管的温度补偿和装配补偿的问题, 保证了导管在火箭飞行过程中的安全性和可靠性。



1. 长距离宽温区导管补偿装置,其特征在于:包括三个补偿器、两个拉杆组件和三个卡箍,其中三个补偿器间隔安装在导管(1)上,第一补偿器(2)和第二补偿器(3)上分别安装第一拉杆组件(4)和第二拉杆组件(5),用于对第一补偿器(2)和第二补偿器(3)分别进行固定,所述第一补偿器(2)和第二补偿器(3)之间的导管(1)上安装第一卡箍(6),所述第二补偿器(3)和第三补偿器(7)之间的导管(1)上安装第二卡箍(8),第三补偿器(7)的另一侧安装第三卡箍(9),所述三个卡箍共同作用使导管(4)仅能产生轴向位移;

所述第二补偿器(3)和第三补偿器(7)之间的距离 L_1 与导管(1)总补偿量 M 的关系如下:

$$L_1 = 3/M + N + L_2$$

其中: N 为补偿器的最大预拉伸量,取值为 $9/M \sim 6/M$;

L_2 为第二卡箍(8)的宽度;

所述第一补偿器(2)和第二补偿器(3)之间的距离 L_3 与导管(1)总补偿量 M 的关系如下:

$$L_3 = 3/M \times 2 + N \times 2 + L_4$$

其中: N 为补偿器的最大预拉伸量,取值为 $9/M \sim 6/M$;

L_4 为第一卡箍(6)的宽度。

2. 根据权利要求1所述的长距离宽温区导管补偿装置,其特征在于:所述每个拉杆组件包括四个拉杆(10)和两个法兰(11),其中两个法兰(11)分别固定在补偿器两端,每个法兰上(11)对称分布四个通孔,四个拉杆(10)分别穿过四个通孔并拧紧固定。

3. 根据权利要求1或2所述的长距离宽温区导管补偿装置,其特征在于:所述第一卡箍(6)位于第一补偿器(2)和第二补偿器(3)之间的中间位置,第二卡箍(8)位于第二补偿器(3)和第三补偿器(7)之间的中间位置。

4. 根据权利要求1或2所述的长距离宽温区导管补偿装置,其特征在于:所述第三卡箍(9)与第三补偿器(7)之间的距离保证第三补偿器(7)工作状态中不接触第三卡箍(9)。

长距离宽温区导管补偿装置

技术领域

[0001] 本发明涉及长距离宽温区导管补偿装置,属于运载火箭增压输送系统中长距离宽温区导管的补偿技术领域。

背景技术

[0002] 目前我国长征七号运载火箭是采用液氧煤油的一种新型无污染火箭,其增压方案首次采用常温氦气加温增压极大的提高了增压能力,同时采用 3.35m 大容积的贮箱结构大大增加了推进剂贮存量,此种方案对火箭增压输送系统导管提出了更高的要求,液氧贮箱侧壁增压导管不仅要承受贮箱在低温加注过程中的低温收缩变形同时还应承受火箭飞行过程中的高温气体增压对导管产生的膨胀拉伸变形,且由于贮箱为薄壁结构外壁无法设置限位装置将长距离导管进行分段来补偿,十几米的增压导管要同时承受低温(80K)贮箱变形和高温(620K)导管自身变形,此种情况在我国在飞型号中从未遇到,一旦导管在如此大变形中出现故障,将导致整个增压输送系统工作失效,最终导致飞行任务失败,因此急需对此类导管开展补偿设计研究。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于克服现有技术的上述不足,提供长距离宽温区导管补偿装置,该装置用于运载火箭中长距离宽温区增压导管,解决了长距离宽温区增压导管的温度补偿和装配补偿的问题,保证了导管在火箭飞行过程中的安全性和可靠性。

[0004] 本发明的上述目的主要是通过如下技术方案予以实现的:

[0005] 长距离宽温区导管补偿装置,包括三个补偿器、两个拉杆组件和三个卡箍,其中三个补偿器间隔安装在导管上,第一补偿器和第二补偿器上分别安装第一拉杆组件和第二拉杆组件,用与对第一补偿器和第二补偿器分别进行固定,所述第一补偿器和第二补偿器之间的导管上安装第一卡箍,所述第二补偿器和第三补偿器之间的导管上安装第二卡箍第三补偿器的另一侧安装第三卡箍,所述三个卡箍共同作用使导管仅能产生轴向位移。

[0006] 在上述长距离宽温区导管补偿装置中,每个拉杆组件包括四个拉杆和两个法兰,其中两个法兰分别固定在补偿器两端,每个法兰上对称分布四个通孔,四个拉杆分别穿过四个通孔并拧紧固定。

[0007] 在上述长距离宽温区导管补偿装置中,第二补偿器和第三补偿器之间的距离 L_1 与导管总补偿量 M 的关系如下:

[0008] $L_1 = 3/M + N + L_2$

[0009] 其中: N 为补偿器的最大预拉伸量,取值为 $9/M \sim 6/M$;

[0010] L_2 为第二卡箍的宽度。

[0011] 在上述长距离宽温区导管补偿装置中,第一补偿器和第二补偿器之间的距离 L_3 与导管总补偿量 M 的关系如下:

[0012] $L_3 = 3/M \times 2 + N \times 2 + L_4$

[0013] 其中： N 为补偿器的最大预拉伸量，取值为 $9/M \sim 6/M$ ；

[0014] L_4 为第一卡箍的宽度。

[0015] 在上述长距离宽温区导管补偿装置中，第一卡箍位于第一补偿器和第二补偿器之间的中间位置，第二卡箍位于第二补偿器和第三补偿器之间的中间位置。

[0016] 在上述长距离宽温区导管补偿装置中，第三卡箍与第三补偿器之间的距离保证第三补偿器工作状态中不接触第三卡箍。

[0017] 本发明与现有技术相比具有如下有益效果：

[0018] (1)、本发明设计了一种全新的长距离宽温区增压导管补偿装置，补偿装置由三个补偿器、两个拉杆组件和三个卡箍组成，根据导管补偿量要求对三个补偿器之间的距离，卡箍的位置进行了优化设计，解决了火箭长距离宽温区导管的大补偿量需求，解决了长距离宽温区增压导管的温度补偿和装配补偿的问题，保证了导管在火箭飞行过程中的安全性和可靠性。

[0019] (2)、本发明长距离宽温区增压导管补偿装置，为防止多个补偿器在飞行振动工况下发生失稳，在两两补偿器之间设置卡箍支撑，在其中2个补偿器上设置拉杆结构，提高了补偿器的刚度；

[0020] (3)、本发明补偿装置结构简单，组装方便，可靠性高，具有较强的实用性。

附图说明

[0021] 图1为本发明长距离宽温区增压导管补偿装置结构示意图；

[0022] 图2为本发明拉杆组件结构示意图；

[0023] 图3为本发明拉杆组件中法兰结构示意图。

具体实施方式

[0024] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步详细的描述：

[0025] 如图1所示为本发明长距离宽温区增压导管补偿装置结构示意图，该导管补偿装置包括三个补偿器、两个拉杆组件和三个卡箍，其中三个补偿器间隔焊接在导管1上，第一补偿器2和第二补偿器3上分别安装第一拉杆组件4和第二拉杆组件5，用于对第一补偿器2和第二补偿器3分别进行固定，第一补偿器2和第二补偿器3之间的导管1上安装第一卡箍6，第二补偿器3和第三补偿器7之间的导管1上安装第二卡箍8，第三补偿器7的另一侧安装第三卡箍9，三个卡箍共同作用使导管4仅能产生轴向位移，三个卡箍套装在导管1的外表面并通过螺钉拧紧固定，其中第一卡箍6位于第一补偿器2和第二补偿器3之间的中间位置，第二卡箍8位于第二补偿器3和第三补偿器7之间的中间位置。

[0026] 如图2所示为本发明拉杆组件结构示意图，图3所示为本发明拉杆组件中法兰结构示意图。由图可知每个拉杆组件包括四个拉杆10和两个法兰11，其中两个法兰11分别固定在补偿器两端，每个法兰上11对称分布四个通孔，四个拉杆10分别穿过四个通孔并拧紧固定。

[0027] 第二补偿器3和第三补偿器7之间的距离 L_1 设计过程中考虑第三补偿器7最大拉伸时刻不与第二卡箍8碰触，第三补偿器7最大压缩时，第二补偿器3不与第二卡箍8碰触，设总压缩补偿量为 M ，第三补偿器7分配的补偿量为 $3/M$ ，三个补偿器的最大预拉伸量 N

在 $9/M \sim 6/M$ 之间,第二卡箍 8 的宽度为 L_2 , 则:

[0028] 第二补偿器 3 和第三补偿器 7 之间的距离 L_1 与导管 1 总补偿量 M 的关系如下:

[0029] $L_1 = 3/M + N + L_2$ 。

[0030] 第一补偿器 2 和第二补偿器 3 之间的距离 L_3 设计过程中考虑第二补偿器 3 和第三补偿器 7 均处于最大拉伸状态时,第二补偿器 3 不与第一卡箍 6 碰触,同时第二补偿器 3 和第三补偿器 7 处于最大压缩状态时,第一补偿器 2 不与第一卡箍 6 碰触,设总压缩补偿量为 M ,第二补偿器 3 和第三补偿器 7 分配的补偿量均为 $3/M$,三个补偿器最大预拉伸量 N 在 $9/M \sim 6/M$ 之间,第一卡箍 6 的宽度为 L_4 ,则:

[0031] 第一补偿器 2 和第二补偿器 3 之间的距离 L_3 与导管 1 总补偿量 M 的关系如下:

[0032] $L_3 = 3/M \times 2 + N \times 2 + L_4$ 。

[0033] 第三卡箍 9 与第三补偿器 7 之间的距离保证第三补偿器 7 工作状态中不接触第三卡箍 9,即对第三补偿器 7 进行限位。

[0034] 火箭飞行阶段主要计算高温工况下导管自身的变形量及与其相关的贮箱、壳段变形。根据火箭全寿命周期的导管总的变形量开展补偿器设计,对导管在火箭全寿命周期内所经历的工况进行逐个分析计算,主要包括:总装阶段、总装测试、推进剂加注、射前增压和火箭飞行。

[0035] 导管 1 的总补偿量 M 与如下几个方面有关:

[0036] 一、总装阶段,主要确定与此导管相关的贮箱、壳段由于制造公差所引起的导管补偿量。计算导管装配过程中导管的轴向偏差和角度偏差;轴向偏差为制造公差的代数和,总角度偏差 α 的计算公式为:

$$[0037] \quad \alpha = \pm \left(\arctan \frac{b}{d1} + \arctan \frac{c}{d1} + N \times \arctan \frac{a}{d2} \right) + N \times \beta \quad (1)$$

[0038] 式中:

[0039] α ——总角度偏差;

[0040] a ——管法兰与管路轴线垂直度偏差;

[0041] b ——箱体壳段对接面平行度偏差;

[0042] c ——箱体、壳段端面垂直度偏差;

[0043] $d1$ ——箭体外径;

[0044] $d2$ ——导管外径;

[0045] β ——法兰角度偏差;

[0046] N ——法兰数量;

[0047] 二、总装测试阶段和射前增压阶段主要是考虑充气压力引起的导管变形量 u ,按照如下公式计算:

$$[0048] \quad u = \int_0^L \frac{F}{EA} dx \quad (2)$$

[0049] 式中:

[0050] u 为内压引起的导管变形量;

[0051] F 为导管内压;

[0052] A 为导管截面积;

[0053] 三、推进剂加注阶段,需考虑内压引起的导管变形 u ,采用式(2)进行计算,同时还需考虑低温推进剂加注后贮箱轴向变形,此变形量为导管需补偿的收缩变形量,若导管内为低温环境还需要考虑低温环境下导管自身的收缩,按照公式进行计算由温度引起的导管变形量 ΔL :

$$[0054] \quad \Delta L = \beta L \Delta t \quad (3)$$

[0055] 式中:

[0056] β ——管路平均线膨胀系数;

[0057] Δt ——高、低温环境与常温之间的差值;

[0058] L ——管路沿箭体轴向的长度。

[0059] 四、火箭飞行阶段,主要考虑导管在高温气体作用下自身的变形量,该部分变形量按照式(3)计算,同时还需考虑与导管相关的贮箱在飞行过程过载、轴压和环境温度下的变形量。

[0060] 根据上述各工况下的导管变形量,获得导管在火箭全寿命周期内所需要的总的补偿量,此补偿量相比在飞型号较大,传统的单个补偿器无法实现补偿功能,本发明中采用 3 个补偿器串联的方案对长距离宽温区导管进行补偿,两两补偿器中间为一段硬管,硬管中心位置设置一个卡箍支撑,同时在其中连续的 2 补偿器上设置拉杆装置增强补偿器的刚度。

[0061] 以上所述,仅为本发明最佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

[0062] 本发明说明书中未作详细描述的内容属于本领域专业技术人员的公知技术。

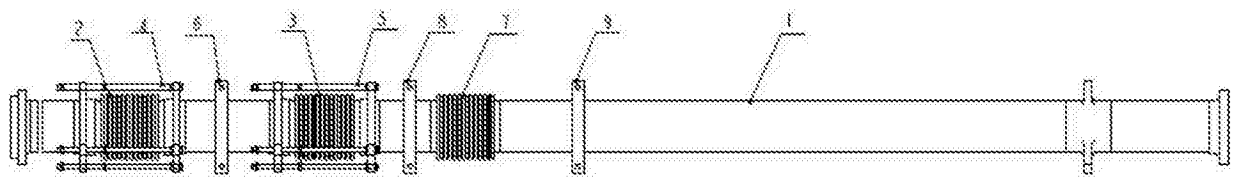


图 1

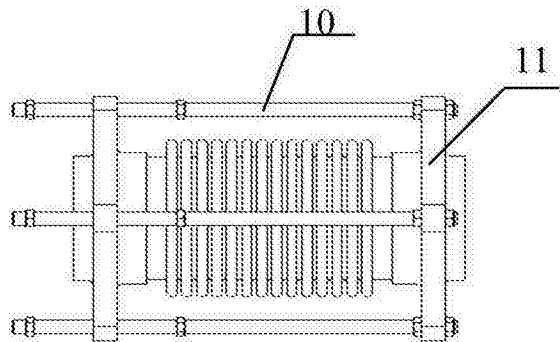


图 2

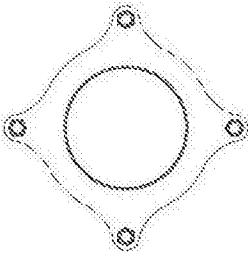


图 3