



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107515109 B

(45)授权公告日 2019.06.28

(21)申请号 201710662055.2

(22)申请日 2017.08.04

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107515109 A

(43)申请公布日 2017.12.26

(73)专利权人 中国航空工业集团公司西安飞机
设计研究所

地址 710089 陕西省西安市阎良区人民东
路1号

(72)发明人 张自鹏 杨坚 何静

(74)专利代理机构 北京航信高科知识产权代理
事务所(普通合伙) 11526

代理人 高原

(51)Int.Cl.

G01M 13/00(2019.01)

(56)对比文件

CN 105649817 A,2016.06.08,

CN 103616157 A,2014.03.05,

审查员 冯玮

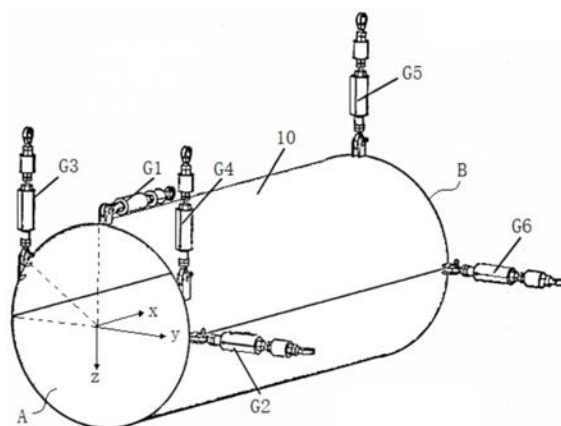
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种试验件总载测量方法

(57)摘要

本发明涉及一种试验件总载测量方法,属于航空试验技术领域,其包括步骤一:在试验件上布置多个测力拉杆使试验件处于静定状态;步骤二:对试验件进行试验,通过测力拉杆得到沿测力拉杆轴向的作用力;步骤三:根据测力拉杆的布置位置及作用力计算得到试验件的总载。本发明的试验件测量方法能够对高温、高压及腐蚀等特殊环境中的试验件进行有效的测量,采用非接触测载方法,选用多根长度可调单向测力拉杆,分散布置,构建一静定系统,使用普通拉压测力传感器;布置位置远离试验件端,减少试验件环境影响;根据需要采用不同量程和精度,以提高测量结果准确性。



1. 一种试验件总载测量方法,其特征在于,所述试验件总载测量方法包括

步骤一:在试验件上布置六个测力拉杆G1至G6使试验件处于静定状态,其中所述测力拉杆按如下规则布置:

首先,建立坐标系:以试验件的第一端面A圆心为原点,沿试验件轴线自第一端面A向第二端面B的方向为航向x,第一端面A中由原点指向外径方向为侧向y,垂直于航向x和侧向y构成的平面的方向为垂向z;

之后,布置测力拉杆:测力拉杆G1至测力拉杆G6与试验机的安装点坐标依次为(0,0,-d/2)、(0,d/2,0)、(0,y₃₁,z₃₁)、(0,-y₃₁,z₃₁)、(1,0,d/2)、(1,d/2,0),测力拉杆G1的测量方向平行于航向x,测力拉杆G2、测力拉杆G6的测量方向平行于侧向y,测力拉杆G3、测力拉杆G4和测力拉杆G5的测量方向平行于垂向z,其中d为试验件半径,1为试验件沿航向长度;

步骤二:对试验件进行试验,通过测力拉杆得到沿测力拉杆轴向的作用力,所述作用力包括压力和拉力;

步骤三:根据测力拉杆的布置位置及作用力计算得到试验件的总载,其中所述总载包括航向作用力F_x、侧向作用力F_y和垂向作用力F_z,以及航向弯矩M_x、侧向弯矩M_y和垂向弯矩M_z;

试验件航向力 $F_x = -F_1$;

试验件侧向力 $F_y = -(F_2 + F_6)$;

试验件垂向力 $F_z = F_3 + F_4 + F_5$;

试验件航向扭矩 $M_x = F_4 * |Y_{31}| - F_3 * |-Y_{31}|$;

试验件侧向弯矩 $M_y = F_1 * d/2 - F_5 * 1$;

试验件垂向弯矩 $M_z = -F_6 * 1$;

其中,测力拉杆G1测量载荷记为F₁,测力拉杆G2测量载荷记为F₂,测力拉杆G3测量载荷记为F₃,测力拉杆G4测量载荷记为F₄,测力拉杆G5测量载荷记为F₅,测力拉杆G6测量载荷记为F₆,所有载荷均受拉为正,受压为负。

一种试验件总载测量方法

技术领域

[0001] 本发明属于航空试验领域,具体涉及一种试验件总载测量方法。

背景技术

[0002] 在试验件载荷测量中,有很多测载对象处于高温,高压及腐蚀等特殊环境之中(例如:发动机喷管试验件在发动机开车状态)。试验件本身所处的环境对测载元器件,例如传感器、应变片等器件的测量结果会产生很大的影响,易导致测量结果奇异或测载元器件损坏。对此类试验件进行载荷测量若采用特殊试验设备,则导致试验成本急剧增加,而且试验结果还存在真实度不高等问题。

[0003] 在某型发动机尾喷管载荷测量时就遇到了类似问题,尾喷管处于高温高压环境之中,直接安装拉压传感器进行载荷测量时,由于高温高压的影响传感器无法正常工作。因此需要一种成本较低,还能准确测量发动机尾喷管的总载方法。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种试验件总载测量方法,用于解决现有技术中处于严酷环境下的试验件测量或是测量成本高昂,或是测量精度不准确的问题。

[0005] 为达到上述目的,本发明采用的技术方案是:一种试验件总载测量方法,其包括

[0006] 步骤一:在试验件上布置多个测力拉杆使试验件处于静定状态;

[0007] 步骤二:对试验件进行试验,通过测力拉杆得到沿测力拉杆轴向的作用力;

[0008] 步骤三:根据测力拉杆的布置位置及作用力计算得到试验件的总载。

[0009] 进一步的,步骤一中,所述测力拉杆的数量为六个,分别为测力拉杆G1至测力拉杆G6。

[0010] 进一步的,所述测力拉杆按如下规则布置:

[0011] 首先,建立坐标系:以试验件的第一端面A圆心为原点,沿试验件轴线自第一端面A向第二端面B的方向为航向x,第一端面A中由原点指向外径方向为侧向y,垂直于航向x和侧向y构成的平面的方向为垂向z;

[0012] 之后,布置测力拉杆:测力拉杆G1至测力拉杆G6与试验机的安装点坐标依次为(0, 0, -d/2)、(0, d/2, 0)、(0, y₃₁, z₃₁)、(0, -y₃₁, z₃₁)、(1, 0, d/2)、(1, d/2, 0),测力拉杆G1的测量方向平行于航向x,测力拉杆G2、测力拉杆G6的测量方向平行于侧向y,测力拉杆G3、测力拉杆G4和测力拉杆G5的测量方向平行于垂向z;

[0013] 其中,d为试验件半径,1为试验件沿航向长度。

[0014] 进一步的,所述作用力包括压力和拉力。

[0015] 进一步的,所述总载包括航向作用力F_x、侧向作用力F_y和垂向作用力F_z,以及航向弯矩M_x、侧向弯矩M_y和垂向弯矩M_z;

[0016] 试验件航向力 $F_x = -F_1$;

[0017] 试验件侧向力 $F_y = -(F_2 + F_6)$;

[0018] 试验件垂向力 $F_z = F_3 + F_4 + F_5$;

[0019] 试验件航向扭矩 $M_x = F_4 * |Y_{31}| - F_3 * |-Y_{31}|$;

[0020] 试验件侧向弯矩 $M_y = F_1 * d/2 - F_5 * l$;

[0021] 试验件垂向弯矩 $M_z = -F_6 * l$;

[0022] 其中,测力拉杆G1测量载荷记为 F_1 ,测力拉杆G2测量载荷记为 F_2 ,测力拉杆G3测量载荷记为 F_3 ,测力拉杆G4测量载荷记为 F_4 ,测力拉杆G5测量载荷记为 F_5 ,测力拉杆G6测量载荷记为 F_6 ,所有载荷均受拉为正,受压为负。

[0023] 本发明的试验件测量方法能够对高温、高压及腐蚀等特殊环境中的试验件进行有效的测量,采用非接触测载方法,选用多根长度可调单向测力拉杆,分散布置,构建一静定系统,使用普通拉压测力传感器;布置位置远离试验件端,减少试验件环境影响;根据需要采用不同量程和精度,以提高测量结果准确性。

附图说明

[0024] 此处的附图被并入说明书中并构成本说明书的一部分,示出了符合本发明的实施例,并与说明书一起用于解释本发明的原理。

[0025] 图1为本发明实施例的测力拉杆示意图。

[0026] 图2为本发明实施例的测力拉杆布置示意图。

[0027] 附图标记;

[0028] 1-第一球轴承,2-锁紧螺母,3-拉压传感器,4-测力杆,5-拉杆过渡轴,6-第二球轴承,10-喷管试验件。

具体实施方式

[0029] 为使本发明实施的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行更加详细的描述。

[0030] 如图1所示为本发明的总载测量方法中所采用的测力拉杆示意图,单根测力拉杆主要由球轴承1、锁紧螺母2、拉压传感器3、测力杆4、拉杆过渡轴5和球轴承6等结构组成。其中测力拉杆可通过调节第一球轴承1和拉压传感器3、拉压传感器3和测力杆4以及拉杆过渡轴5和球轴承6的螺纹旋入深度进行长度调整,并通过锁紧螺母2进行位置锁紧。在测力拉杆中,拉压传感器3可以测得测力拉杆在轴线方向上的受力,包括压力和拉力。

[0031] 由于试验件试验时通常放置在严酷环境(高温、高压或强腐蚀)中,传统方法中将用于测量试验件的传感器等布置于试验件上进行测量,这种测量会由于传感器所处的环境而造成测量精度低,严重的还会损坏传感器。为此在本发明中,在试验件上设计有用于测力拉杆安装的安装接口且通过测力拉杆固定试验件,使测力拉杆中的拉压传感器3和试验件进行“隔离”,进而使得拉压传感器3远离了试验件的严酷环境。而为了使拉压传感器3既能测量试验件的受力,又避免处于不利环境,将测力拉杆的一端通过第一球轴承1与试验件上的轴承底座连接,另外一端连接拉压传感器3后再通过第二球轴承6与固定结构连接。由此可以使用普通传感器实现试验件单方向载荷测量。此外由于测力拉杆中拉杆过渡轴5已经远离试验件,因此在测力拉杆上的拉杆过渡轴5表面可以粘贴常温应变片辅助进行载荷测量。

[0032] 为了简化测量之后对试验件载荷的计算过程,本发明中对测力拉杆的布置进行了优化。

[0033] 以发动机喷管试验件10(喷管试验件为简易的圆筒模型)的总载测量为例,参照图2所示,喷管试验件10的长度 l ,半径 d ,喷管试验件10分为两端面A和B,其中第一端面A为喷管试验件自由端,喷管试验件10总载荷计算方法如下:

[0034] 一、喷管试验件总载坐标原点设定

[0035] 根据试验拟定的测定喷管试验件10载荷任务目标,以确保测定有效喷管载荷,载荷作用原点选定喷管试验件10的自由端面A(受力最大处)圆心为坐标原点,沿喷管试验件10轴线自第一端面A向第二端面B的方向为航向 x ,第一端面A中由原点指向外径方向为侧向 y ,垂直于航向 x 和侧向 y 构成的平面的方向为垂向 z ,喷管试验件10总载坐标系见图2所示。

[0036] 二、本发明一实施例的测力拉杆布置及计算

[0037] 使用六根测力拉杆在喷管试验件10的表面任意点布置,各测力拉杆两端均采取铰支连接,使单根拉杆形成二力杆,确保喷管试验件处于静定约束状态。

[0038] 六根测力拉杆G1至G6与喷管试验件10铰接处及台架连接处的相对于总载坐标原点分别为: $[(X_{11}, Y_{11}, Z_{11}), (X_{12}, Y_{12}, Z_{12})]$ 、 $[(X_{21}, Y_{21}, Z_{21}), (X_{22}, Y_{22}, Z_{22})]$ 、 $[(X_{31}, Y_{31}, Z_{31}), (X_{32}, Y_{32}, Z_{32})]$ 、 $[(X_{41}, Y_{41}, Z_{41}), (X_{42}, Y_{42}, Z_{42})]$ 、 $[(X_{51}, Y_{51}, Z_{51}), (X_{52}, Y_{52}, Z_{52})]$ 、 $[(X_{61}, Y_{61}, Z_{61}), (X_{62}, Y_{62}, Z_{62})]$ 。

[0039] 测力拉杆G1至G6测量的载荷依次记为 F_1 至 F_6 ,所有载荷均受拉为正,受压为负。

[0040] 因此,本实施例的喷管模型总载计算公式为:

$$[0041] \quad \text{喷管试验件航向力计算: } F_x = \sum_{i=1}^6 F_i \cos \alpha_i$$

$$[0042] \quad \text{喷管试验件侧向力计算: } F_y = \sum_{i=1}^6 F_i \cos \beta_i$$

$$[0043] \quad \text{喷管试验件垂向力计算 } F_z = \sum_{i=1}^6 F_i \cos \delta_i$$

$$[0044] \quad \text{喷管试验件扭矩计算: } M_x = \sum_{i=1}^6 F_i \times \cos \beta_i \times Z_{i1} + \sum_{i=1}^6 F_i \times \cos \delta_i \times Y_{i1}$$

$$[0045] \quad \text{喷管试验件弯矩计算: } M_y = \sum_{i=1}^6 F_i \times \cos \alpha_i \times Z_{i1} + \sum_{i=1}^6 F_i \times \cos \delta_i \times X_{i1}$$

$$[0046] \quad \text{喷管试验件弯矩计算: } M_z = \sum_{i=1}^6 F_i \times \cos \alpha_i \times Y_{i1} + \sum_{i=1}^6 F_i \times \cos \beta_i \times X_{i1}$$

$$[0047] \quad \text{其中: } \alpha_i = \frac{X_{i2} - X_{i1}}{\sqrt{(X_{i2} - X_{i1})^2 + (Y_{i2} - Y_{i1})^2 + (Z_{i2} - Z_{i1})^2}} \quad (i=1,2,3\dots6)$$

$$[0048] \quad \beta_i = \frac{Y_{i2} - Y_{i1}}{\sqrt{(X_{i2} - X_{i1})^2 + (Y_{i2} - Y_{i1})^2 + (Z_{i2} - Z_{i1})^2}} \quad (i=1,2,3\dots6)$$

$$[0049] \quad \delta_i = \frac{Z_{i2} - Z_{i1}}{\sqrt{(X_{i2} - X_{i1})^2 + (Y_{i2} - Y_{i1})^2 + (Z_{i2} - Z_{i1})^2}} \quad (i=1,2,3\dots6)$$

[0050] 通过上面可以看到,在本实施例中,如要计算喷管试验件10的总载,需要先计算测力拉杆G1至G6相对于坐标系的夹角角度,较为费时。

[0051] 三、本发明优选实施例的测力拉杆布置及载荷计算

[0052] 同样在本发明的最优实施例中,也采用六根测力拉杆对喷管试验件10进行总在测量。总载坐标为喷管试验件10的圆筒自由端面A圆心,六根测力拉杆载荷均布置在试验件圆筒A、B端面,具体布置位置可参照如图2所示。测力拉杆G1至G6的安装点坐标分别为: $(0, 0, -d/2)$, $(0, d/2, 0)$, $(0, Y_{31}, Z_{31})$, $(0, -Y_{31}, Z_{31})$, $(1, 0, d/2)$, $(1, d/2, 0)$, 以及测力拉杆G1的轴线平行于航向x,测力拉杆G2和测力拉杆G6的轴线平行于侧向y,测力拉杆G3、测力拉杆G4和测力拉杆G5的轴线平行于侧向z,其中d为喷管试验件10的半径,1为喷管试验件10沿其轴线方向上的长度。

[0053] 测力拉杆G1至测力拉杆G6的测量载荷依次记为 F_1 至 F_6 ,所有载荷均受拉为正,受压为负。

[0054] 而通过上述布置测力拉杆之后,喷管试验件10总载计算公式则简化为:

[0055] 喷管试验件航向力计算 $F_x = -F_1$

[0056] 喷管试验件侧向力计算 $F_y = -(F_2 + F_6)$

[0057] 喷管试验件垂向力计算 $F_z = F_3 + F_4 + F_5$

[0058] 喷管试验件扭矩计算 $M_x = F_4 * |Y_{31}| - F_3 * |-Y_{31}|$

[0059] 喷管试验件弯矩计算 $M_y = F_1 * d/2 - F_5 * 1$

[0060] 喷管试验件弯矩计算 $M_z = -F_6 * 1$

[0061] 通过对比本发明中实施例和最优实施例可以看到,最优实施例中仅有测力拉杆G3的安装坐标为未知量,然而测力拉杆G3安装时可以采用如下安装方案:使测力拉杆G3的安装点与原点的连线与侧向y成预定角度,这个角度优选为30度或60度,而此时的测力拉杆G3的安装点坐标就成了仅与喷管试验件10半径有关的参数。

[0062] 本发明的试验件总载测量方法通过将测力拉杆根据测载对象载荷测量的需求进行组合,最多可以测量测载对象全部6个自由度的总载,此时需要使用6根拉杆将试验件各方向进行约束,6个方向拉杆组成一个静定系统,各拉杆上的拉压传感器可以测量到沿拉杆轴向的作用力,最后根据拉杆布置位置进行计算便可得到测载对象的总载。

[0063] 本发明的试验件总载测量方法可以解决现有技术中,对处于严酷环境的试验件进行有效的测量,而且计算简单、测量精度高。

[0064] 以上所述,仅为本发明的最优具体实施方式,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。因此,本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

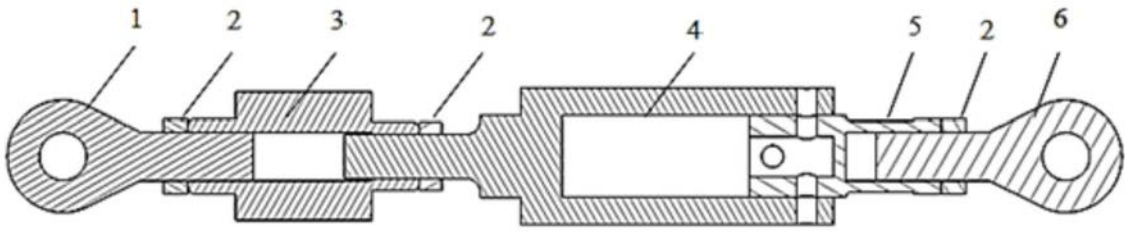


图1

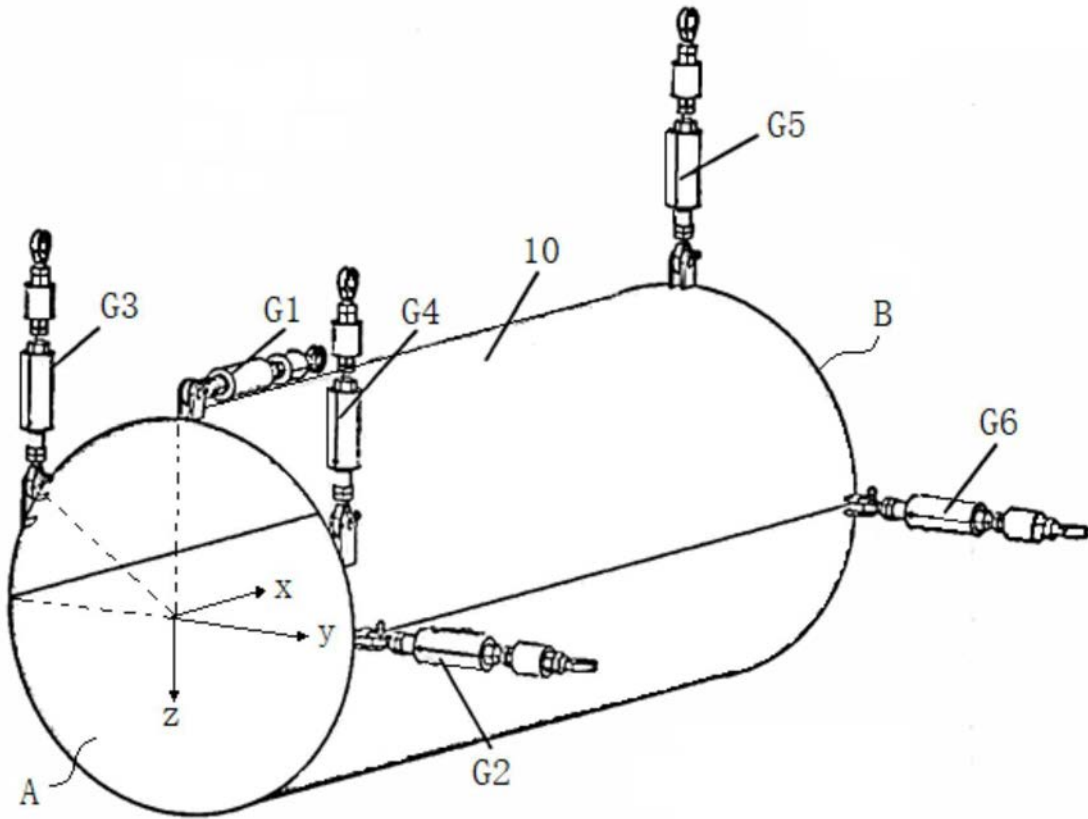


图2