



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106950101 B

(45)授权公告日 2019.05.10

(21)申请号 201710155336.9

(22)申请日 2017.03.16

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106950101 A

(43)申请公布日 2017.07.14

(73)专利权人 西北工业大学

地址 710072 陕西省西安市友谊西路127号

(72)发明人 索涛 高豪迈 李玉龙 汤忠斌
刘军

(74)专利代理机构 西北工业大学专利中心
61204

代理人 慕安荣

(51)Int.Cl.

G01N 3/04(2006.01)

(56)对比文件

CN 202582991 U, 2012.12.05,

CN 103439186 A, 2013.12.11,

CN 203455223 U, 2014.02.26,

CN 203965238 U, 2014.11.26,

CN 203965239 U, 2014.11.26,

CN 204422325 U, 2015.06.24,

CN 205404276 U, 2016.07.27,

杨沛等. 航空铆钉的动态力学性能测试.《航空学报》.2014,第35卷(第11期),

审查员 余玲

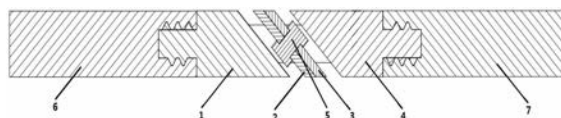
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

铆钉拉剪耦合动态力学性能试验夹具

(57)摘要

一种铆钉拉剪耦合动态力学性能试验夹具,包括入射杆转接头、入射杆铆接试验件、透射杆铆接试验件和透射杆转接头。透射杆铆接试验件配合端的斜面与入射杆铆接试验件配合端的斜面贴合,并将该透射杆铆接试验件配合端与入射杆铆接试验件配合端固连。入射杆转接头的配合端装入入射杆铆接试验件的夹持端,透射杆转接头的配合端装入透射杆铆接试验件的夹持端。入射杆转接头的夹持端与入射杆一端固连,透射杆转接头的夹持端与透射杆一端固连。本发明与不同杆径的分离式Hopkinson拉杆连接,实现不同加载角度的铆钉的拉剪耦合动态力学性能试验。本发明具有结构简单、通用性好,和可重复使用的特点。



1. 一种铆钉拉剪耦合动态力学性能试验夹具, 其特征在于, 包括入射杆转接头, 入射杆铆接试验件, 透射杆铆接试验件和透射杆转接头; 其中: 所述透射杆铆接试验件配合端的斜面与所述入射杆铆接试验件配合端的斜面贴合, 并通过铆钉将该透射杆铆接试验件配合端与入射杆铆接试验件配合端固连; 所述入射杆转接头的配合端装入所述入射杆铆接试验件的夹持端, 所述透射杆转接头的配合端装入所述透射杆铆接试验件的夹持端; 入射杆转接头的夹持端的螺纹连接杆旋入入射杆端面中心的螺纹孔内, 将透射杆转接头的夹持端的螺纹连接杆旋入透射杆端面中心的螺纹孔内, 将装配好的试验装置与分离式Hopkinson拉杆相连接, 实现铆钉的拉剪耦合动态力学性能试验;

所述入射杆铆接试验件的一端为夹持端, 另一端为配合端; 所述入射杆铆接试验件的夹持端有沿该入射杆铆接试验件长度方向延伸的“U”形开口; 所述入射杆铆接试验件配合端的内端面和外端面均与竖直面之间有夹角为 θ° 的斜面, 并且该斜面的倾斜的方向与所述“U”形开口的方向一致; 在斜面的几何中心有贯通的铆钉孔; 所述铆钉孔的中心线垂直于该斜面的表面;

所述透射杆铆接试验件与所述入射杆铆接试验件结构近似; 所述透射杆铆接试验件配合端的内端面和外端面均为与竖直面之间有 θ° 夹角的斜面, 并且透射杆铆接试验件的斜面与入射杆铆接试验件的斜面角度互补。

2. 如权利要求1所述铆钉拉剪耦合动态力学性能试验夹具, 其特征在于, 将该入射杆转接头外表面的平面与所述入射杆铆接试验件夹持端“U”形开口的内表面粘接; 将该透射杆转接头外表面的平面与所述透射杆铆接试验件夹持端“U”形开口的内表面粘接。

3. 如权利要求1所述铆钉拉剪耦合动态力学性能试验夹具, 其特征在于, 所述的 $\theta = 15 \sim 75$ 。

4. 如权利要求1所述铆钉拉剪耦合动态力学性能试验夹具, 其特征在于, 所述入射杆转接头的圆周表面对称的加工成平面, 并使加工后的入射杆转接头的宽度与所述入射杆铆接试验件上的“U”形开口的宽度相同, 并使二者之间间隙配合; 该入射杆转接头的一端为夹持端, 另一端为配合端; 所述入射杆转接头夹持端端面的几何中心有轴向凸出的螺纹连接杆, 所述入射杆转接头配合端的端面为与所述入射杆铆接试验件内端面配合的斜面, 并且该配合端斜面的角度与入射杆铆接试验件配合端斜面的角度相同。

5. 如权利要求1所述铆钉拉剪耦合动态力学性能试验夹具, 其特征在于, 所述透射杆转接头的结构与形状均与入射杆转接头相同; 透射杆转接头配合端为与所述透射杆铆接试验件内端面配合的斜面, 并且该透射杆转接头配合端斜面的角度与入射杆铆接试验件配合端斜面的角度相同。

6. 如权利要求1所述铆钉拉剪耦合动态力学性能试验夹具, 其特征在于, 所述入射杆转接头和透射杆转接头的材质与试验配合的Hopkinson杆材料相同。

铆钉拉剪耦合动态力学性能试验夹具

技术领域

[0001] 本发明属于航空动力学试验领域,涉及一种铆钉拉剪耦合动态力学性能试验的试验夹具,具体说是一种基于分离式Hopkinson拉杆的铆接试验件及其夹持方式。

背景技术

[0002] 铆钉是飞机结构连接的主要部件,通常,一架大型飞机上往往有150万到200万个铆钉和螺栓。由于飞机正在向高速化、大型化方向不断发展,工作环境越来越恶劣,机构的承载增大,应力状态复杂。飞机在服役过程中会受到多种离散源(鸟撞、冰雹、碎石、发动机碎片等)撞击所造成的冲击载荷的作用。此时,很多飞机结构的破坏都发生在由铆接构成的连接细节上。而在这些动态载荷下,铆钉的破坏模式和静态破坏模式有着显著的区别。

[0003] 铆钉动态力学性能试验是研究其动态失效模式的有效手段,目前普遍采用的方法是利用冲击摆锤或高速液压伺服试验机对铆接件进行加载。刘小川等在申请号为201420339789.9和201420339790.1的专利中分别提出了一种铆钉动态拉伸、剪切力学性能试验支持装置,其试验原理是:分别通过螺柱与连接试块将拉伸、剪切铆接试验件与液压伺服试验机的上下连接杆相连接。利用连接杆的运动对铆接试验件施加纯拉伸与纯剪切载荷,最终使铆接试验件破坏失效。该发明的不足之处在于仅能实现铆钉的纯拉伸与纯剪切动态力学性能试验,而现实中飞机结构的受力状态极其复杂,单纯的拉伸、剪切试验并不能反映真实情况下铆钉的力学性能。另外,试验无法将惯性效应与研究对象的物理性能分离开来,影响实验结果,因而能达到的最大加载速率不超过10m/s。

[0004] R.Porcaro等人在探究铆钉拉剪耦合力学性能时,在相关文献中设计了一种带锁盘的铆接试验件夹持装置。其试验原理是:通过紧固螺栓将铆接试验件与其设计的特殊夹具相连接,把固定好的夹具与锁盘组装配完成后,通过拉伸棒与液压伺服试验机相连接。由于锁盘在不同角度的方向上有圆孔,可以改变拉伸棒在锁盘上的位置从而实现不同角度的铆钉拉剪耦合动态力学性能试验。该方案虽然实现了铆钉的拉剪耦合力学性能试验,但需通过设计专用的试验夹具以实现铆钉的加载试验,其试件形式及相应的夹持装置仅适用于针对性的试验平台。再者,由于试验装置极其复杂,随着加载速率的增加,其惯性效应将显著增强,严重影响试验结果。因而该装置只能在准静态下进行实验。

[0005] 为了提高铆钉动态力学性能实验的加载速度,R.Porcaro等人在相关文献中又以分离式Hopkinson压杆为试验平台,设计了一套试验装置。其试验原理是:通过子弹撞击入射杆端面,进而由入射杆的运动推动夹持块运动。利用铆接试验件的特殊构造,将Hopkinson杆的压缩运动转化为铆接试验件的拉伸、剪切运动,从而实现铆钉的纯拉伸和纯剪切力学性能试验。虽然该方法将试验的加载速率提高到了20m/s,但由于使用的是直径为60mm的尼龙杆,应力波弥散效应十分严重,对试验结果影响较大,且试验夹具复杂,制造不易。另外该方法仍然无法实现在高速加载情况下的铆钉拉剪耦合动态力学性能试验。

发明内容

[0006] 为克服现有技术中存在的对试验结果影响较大、无法实现在高速加载情况下的铆钉拉剪耦合动态力学性能试验的不足,本发明提出了一种铆钉拉剪耦合动态力学性能试验夹具。

[0007] 本发明包括入射杆转接头,入射杆铆接试验件,透射杆铆接试验件和透射杆转接头。其中:所述透射杆铆接试验件配合端的斜面与所述入射杆铆接试验件配合端的斜面贴合,并通过铆钉将该透射杆铆接试验件配合端与入射杆铆接试验件配合端固连。所述入射杆转接头的配合端装入所述入射杆铆接试验件的夹持端,所述透射杆转接头的配合端装入所述透射杆铆接试验件的夹持端。入射杆转接头的夹持端的螺纹连接杆旋入入射杆端面中心的螺纹孔内,将透射杆转接头的夹持端的螺纹连接杆旋入透射杆端面中心的螺纹孔内,将装配好的试验装置与分离式Hopkinson拉杆相连接,实现铆钉的拉剪耦合动态力学性能试验。

[0008] 并将该入射杆转接头外表面的平面与所述入射杆铆接试验件夹持端“U”形开口的内表面粘接。将该透射杆转接头外表面的平面与所述透射杆铆接试验件夹持端“U”形开口的内表面粘接

[0009] 所述入射杆铆接试验件为横截面椭圆形的块状。该入射杆铆接试验件的的一端为夹持端,另一端为配合端。所述入射杆铆接试验件的夹持端有沿该入射杆铆接试验件长度方向延伸的“U”形开口。所述入射杆铆接试验件配合端的内端面和外端面均与竖直面之间有夹角为 θ° 的斜面,并且该斜面的倾斜的方向与所述“U”形开口的方向一致。在斜面的几何中心有贯通的铆钉孔;所述铆钉孔的中心线垂直于该斜面的表面。

[0010] 所述透射杆铆接试验件与所述入射杆铆接试验件结构近似;所述透射杆铆接试验件配合端的内端面和外端面均为与竖直面之间有 θ° 夹角的斜面,并且透射杆铆接试验件的斜面与入射杆铆接试验件的斜面角度互补。

[0011] 所述 $\theta=15\sim75^\circ$

[0012] 所述入射杆转接头的圆周表面对称的加工成平面,并使加工后的入射杆转接头的宽度与所述入射杆铆接试验件上的“U”形开口的宽度相同,并使二者之间间隙配合。该入射杆转接头的一端为夹持端,另一端为配合端。所述入射杆转接头夹持端端面的几何中心有轴向凸出的螺纹连接杆,所述入射杆转接头配合端的端面为与所述入射杆铆接试验件内端面配合的斜面,并且该配合端斜面的角度与入射杆铆接试验件配合端斜面的角度相同。

[0013] 所述透射杆转接头的结构与形状均与入射杆转接头相同。透射杆转接头配合端为与所述透射杆铆接试验件内端面配合的斜面,并且该透射杆转接头配合端斜面的角度与入射杆铆接试验件配合端斜面的角度相同。

[0014] 所述入射杆转接头和透射杆转接头的材质与试验配合的Hopkinson杆材料相同。

[0015] 本发明以分离式Hopkinson拉杆系统为基础,提供一种铆钉拉剪耦合动态力学性能试验的试验装置,能够实现不同规格铆钉拉剪耦合的动态力学性能试验。

[0016] 本发明中,入射杆铆接试验件和透射杆铆接试验件分别通过铆接孔与铆钉元件铆接,并通过胶粘的方式分别与入射杆转接头和透射杆转接头相连接。连接好后的入射杆转接头和透射杆转接头则通过螺纹分别与入射杆和透射杆相连接。

[0017] 所述入射杆铆接试验件和透射杆铆接试验件结构和形状一致,二者对称背对贴合

设计。

[0018] 本发明的有益效果主要体现在以下几个方面：第一，能够较好地实现铆钉的拉剪耦合动态力学性能试验，且安装方便、可靠性强；第二，本装置具有较好的通用性，能够通过铆接试验件上加工与铆钉元件规格匹配的待铆接孔，使得该装置适用于多个牌号的铆钉拉剪耦合动态力学性能试验；第三，易于进行铆接工艺的开展，且本试验装置可重复使用，提高试验效率；第四，本发明在原理上针对R.Porcaro等人在文献中通过外加锁盘的方式实现铆钉拉剪耦合试验所造成的试验件过于复杂，导致无法提高加载速率的不足之处，另辟蹊径，对铆接试验件外形进行设计，通过不同角度的铆接试验件，能够实现不同加载角度的铆钉拉剪耦合动态力学性能试验；第五，由于本发明采用分离式Hopkinson拉杆系统为测量工具，成功将应力波效应与应变率效应解耦，从而可将加载速率提高至20m/s，且本发明无需对Hopkinson拉杆系统进行大的改动，能够较好地配合不同杆径的Hopkinson杆进行铆钉拉剪耦合动态力学性能试验。

附图说明

[0019] 图1为本发明转接头零件示意图；

[0020] 图2为本发明铆接试验件零件示意图；

[0021] 图3为本发明试验装置装配示意图；

[0022] 图4为本发明试验装置受力分析图；

[0023] 图5为本发明铆钉拉剪耦合动态力学性能试验试验装置组装图；

[0024] 图6为本发明铆钉拉剪耦合动态力学性能试验试验装置分解图。

[0025] 图中，1.入射杆转接头；2.入射杆铆接试验件；3.透射杆铆接试验件；4.透射杆转接头；5.铆钉；6.入射杆；7透射杆。

具体实施方式

[0026] 本实例是一种铆钉拉剪耦合动态力学性能试验的夹具，包括入射杆转接头1，入射杆铆接试验件2，透射杆铆接试验件3和透射杆转接头4。其中，入射杆转接头1 和透射杆转接头4材料与试验配合的Hopkinson杆材料相同。

[0027] 所述入射杆铆接试验件2为横截面椭圆形的块状。该入射杆铆接试验件的一端为夹持端，另一端为配合端。所述入射杆铆接试验件的夹持端有沿该入射杆铆接试验件长度方向延伸的槽，在该入射杆铆接试验件的夹持端形成了“U”形开口。所述入射杆铆接试验件配合端的内端面和外端面均为斜面，该斜面与竖直面的夹角 θ 为15~70°，并且该斜面的倾斜的方向与所述“U”形开口的方向一致。在斜面的几何中心有贯通的铆钉孔；所述铆钉孔的中心线垂直于该斜面的表面。本实施例中，所述夹角 θ 为40°。

[0028] 所述透射杆铆接试验件3与所述入射杆铆接试验件2结构近似，所述透射杆铆接试验件3配合端的内端面斜面和外端面斜面与竖直面之间的夹角 θ 亦为15~70°。不同之处在于，该透射杆铆接试验件的斜面与入射杆铆接试验件的斜面角度互补。本实施例中，所述夹角 θ 为40°。

[0029] 所述入射杆转接头1采用圆棒材料经过铣削加工获得。该入射杆转接头的圆周表面对称的加工成平面，并使加工后的入射杆转接头的宽度与所述入射杆铆接试验件2 上的

“U”形开口的宽度相同,并使二者之间间隙配合。该入射杆转接头的一端为夹持端,另一端为配合端。所述射杆转接头夹持端端面的几何中心有轴向凸出的螺纹连接杆,所述射杆转接头配合端的端面为与所述入射杆铆接试验件内端面配合的斜面,并且该配合端斜面的角度与入射杆铆接试验件配合端斜面的角度相同。

[0030] 所述透射杆转接头4的结构与所述入射杆转接头1结构相似,不同之处在于所述透射杆转接头配合端的端面为与所述透射杆铆接试验件3内端面配合的斜面,并且该透射杆转接头配合端斜面的角度与入射杆铆接试验件配合端斜面的角度相同。

[0031] 装配时,所述透射杆铆接试验件3配合端的斜面与所述入射杆铆接试验件2配合端的斜面贴合,并通过铆钉5将该透射杆铆接试验件配合端与入射杆铆接试验件2配合端固连。

[0032] 将入射杆转接头的配合端装入所述入射杆铆接试验件2的夹持端,并将该入射杆转接头1外表面的平面与所述入射杆铆接试验件夹持端“U”形开口的内表面粘接。将透射杆转接头的配合端装入所述透射杆铆接试验件3的夹持端,并将该透射杆转接头4外表面的平面与所述透射杆铆接试验件夹持端“U”形开口的内表面粘接。

[0033] 将入射杆转接头1的夹持端的螺纹连接杆旋入入射杆6端面中心的螺纹孔内,将透射杆转接头4的夹持端的螺纹连接杆旋入透射杆7端面中心的螺纹孔内,将装配好的试验装置与分离式Hopkinson拉杆相连接,实现铆钉的拉剪耦合动态力学性能试验。

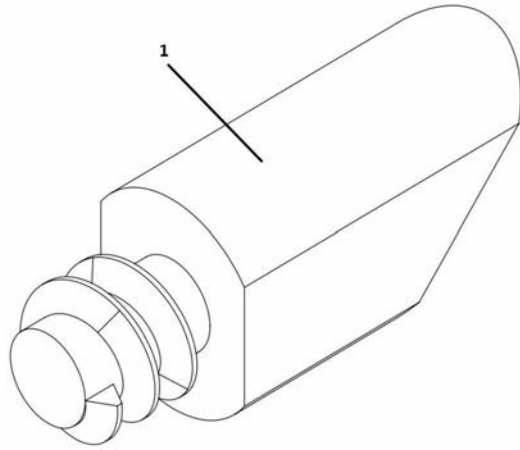


图1

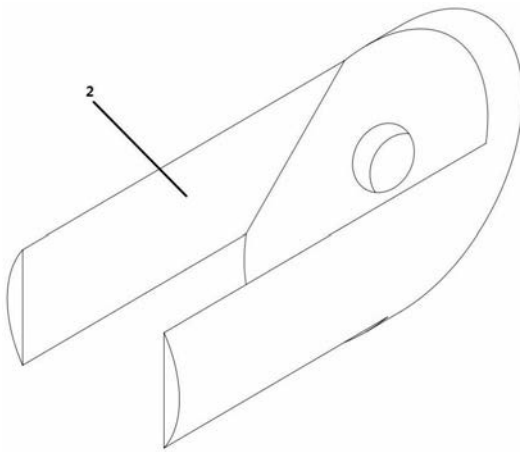


图2

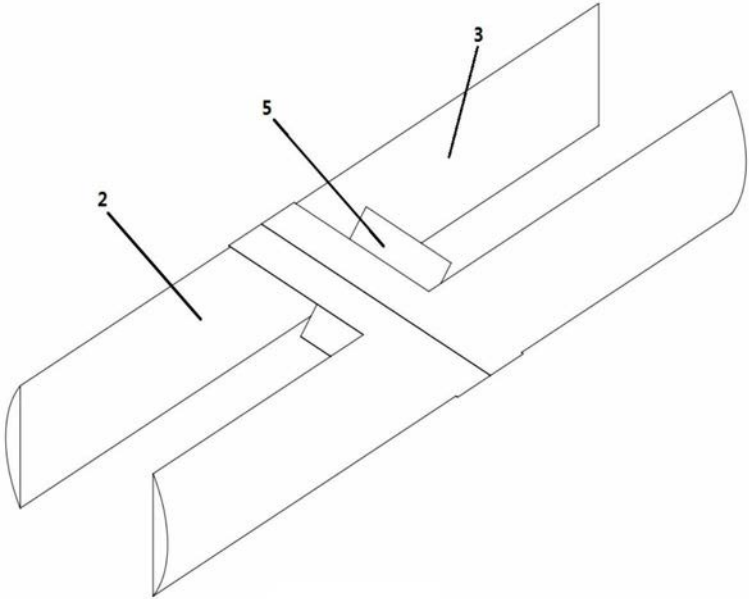


图3

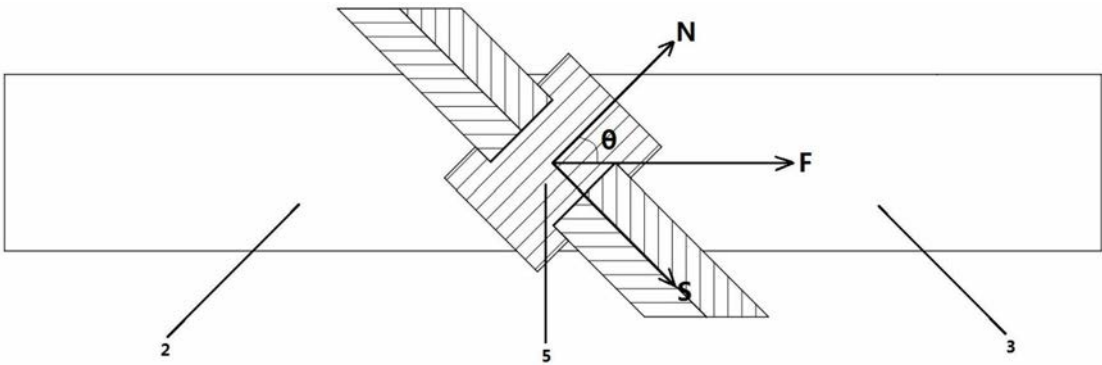


图4

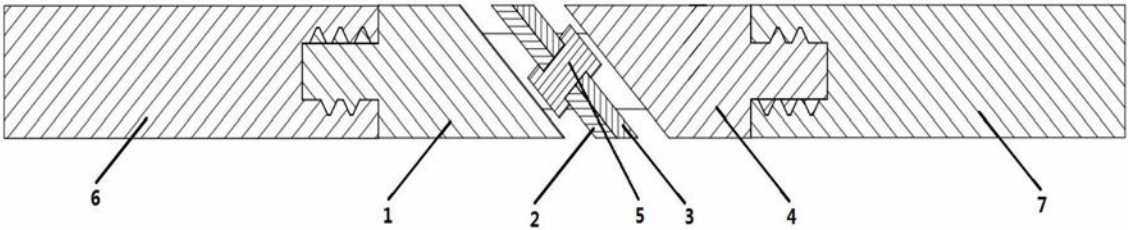


图5

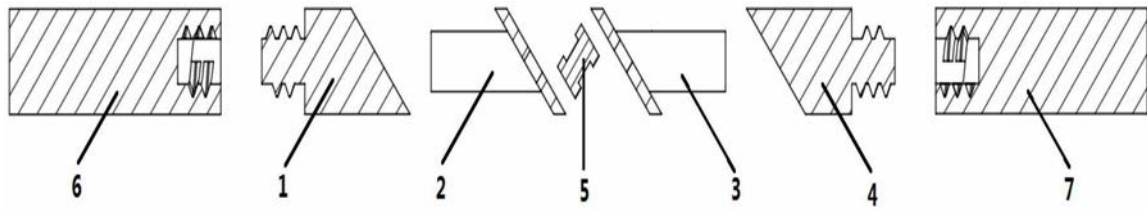


图6