



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102590351 B

(45) 授权公告日 2013. 12. 18

(21) 申请号 201210014648. 5

(22) 申请日 2012. 01. 18

(73) 专利权人 中国航空工业集团公司北京航空  
制造工程研究所

地址 100024 北京市朝阳区八里桥北

(72) 发明人 刘松平 刘菲菲 白金鹏 曹正华  
李乐刚 孟秋杰 史俊伟

(74) 专利代理机构 中国航空专利中心 11008

代理人 梁瑞林

(51) Int. Cl.

G01N 29/22 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101975821 A, 2011. 02. 16,

US 4679437 A, 1987. 07. 14,

JP 特开 2004-286594 A, 2004. 10. 14,

JP 特表 2011-529177 A, 2011. 12. 01,

US 2007/0289385 A1, 2007. 12. 20,

CN 201569644 U, 2010. 09. 01,

白金鹏等. 一种基于喷水耦合的复合材料结

构超声反射法自动扫描成像检测系统. 《检测技术》. 2009, 79-81.

刘松平等. 管道焊缝超声多维成像检测  
技术. 《NDT 无损检测》. 2008, 第 30 卷 (第 2  
期), 77-80.

审查员 于园园

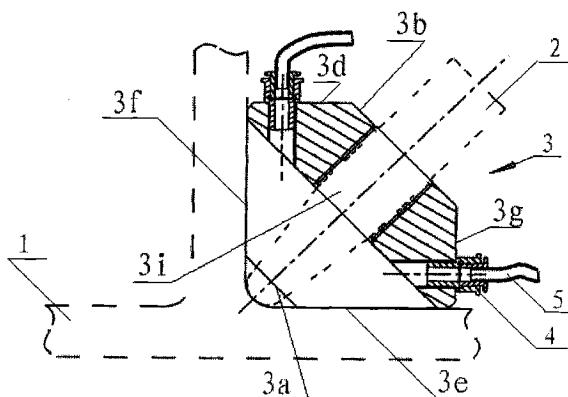
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

用于检测复合材料结构内凹 R 区的超声换能  
器夹具

(57) 摘要

本发明属于复合材料结构无损检测技术, 涉及一种用于复合材料内凹 R 区的超声换能器夹具。其特征在于, 它由换能器安装导向座 [3]、连接接头 [4] 和耦合水管 [5] 组成。本发明专利提出了一种用于检测复合材料结构内凹 R 区的超声换能器夹具, 能保证换能器与被检测复合材料结构内凹 R 区表面能够在整个轴向和圆弧方向上形成稳定的位置耦合, 进而保证了形成稳定的超声检测信号, 提高了检测效果, 避免了漏检或者误判。



1. 用于检测复合材料内凹 R 区的超声换能器夹具,它由安装导向座 [3]、连接接头 [4] 和耦合水管 [5] 组成;其特征在于,安装导向座 [3] 的轮廓形状是一个 8 面体,该 8 面体有一个面积较小的前斜面 [3a] 和平行于前斜面 [3a] 的、面积较大的后斜面 [3b],该 8 面体有两个面积和形状相同的、轮廓为六边形的、相互平行的侧面 [3c],前斜面 [3a] 和后斜面 [3b] 垂直于安装导向座 [3] 的两个侧面 [3c],该 8 面体的上表面 [3d] 平行于下表面 [3e],上表面 [3d] 和下表面 [3e] 垂直于侧面 [3c],该 8 面体的左表面 [3f] 平行于右表面 [3g],左表面 [3f] 和右表面 [3g] 垂直于侧面 [3c];在检测时,安装导向座 [3] 的左表面 [3f] 与被检测复合材料内凹 R 区的一个侧面贴合,安装导向座 [3] 的下表面 [3e] 与被检测复合材料内凹 R 区的另一个侧面贴合,安装导向座 [3] 的前斜面 [3a] 与被检测复合材料内凹 R 区相对;在安装导向座 [3] 上有一个贯通左表面 [3f] 和下表面 [3e] 的长槽 [3h],槽底与后斜面 [3b] 平行,长槽 [3h] 的两个槽壁形成两个相互平行的梯形导向板;在长槽 [3h] 的槽底中心有一个与后斜面 [3b] 垂直贯通的超声换能器 [2] 的安装孔 [3i],在安装孔 [3i] 内有与超声换能器 [2] 的外螺纹配合的内螺纹;在安装导向座 [3] 的上表面 [3d] 上有一个与长槽 [3h] 的槽底贯通的上表面螺纹孔,一个连接接头 [4] 固定端的外螺纹拧进上表面螺纹孔内,该连接接头 [4] 的连接端与耦合水管 [5] 连接;在安装导向座 [3] 的右表面 [3g] 上有一个与长槽 [3h] 的槽底贯通的右表面螺纹孔,另一个连接接头 [4] 固定端的外螺纹拧进右表面螺纹孔内,该连接接头 [4] 的连接端与耦合水管 [5] 连接。

## 用于检测复合材料结构内凹 R 区的超声换能器夹具

### 技术领域

[0001] 本发明属于复合材料结构无损检测技术,涉及一种用于检测复合材料结构内凹 R 区的超声换能器夹具。

### 背景技术

[0002] 随着复合材料等在航空、航天、民航、交通、建筑、电力等工业领域的广泛应用,基于复合材料等结构设计和结构制造的许多工程结构、复杂结构不断在工程上得到应用,由于结构设计或承载考虑,在这类结构的过渡区或者连接部位会形成各种各样的几何内凹 R 区,是无损检测时难以接近的区域。这些内凹 R 区在复合材料等结构中起到非常重要的结构连接和载荷分配与承力作用,工程上,要求必须对复合材料结构内凹 R 区进行无损检测。检测时,必须使入射声波能够有效地传播到 R 区,同时又能使入射声波在可能存在的缺陷周围形成足够的敏感反射和明确或者清晰的信号特征。为此,主要采用超声斜入射反射法检测,通过选择入射声波的入射角度,使入射声波从非 R 区部位传播到 R 区,尽可能使声波入射方向与 R 区可能存在的缺陷取向垂直,以获取最佳的检测信号,进行缺陷的判别和检测。目前,以手工接触法扫查检测为主。由检测人员手持超声换能器,一方面,使换能器沿被检测复合材料结构内凹 R 区圆弧选择合理的摆角,以尽量使入射声波在内凹 R 区径向获得最佳入射角;另一方面,通过检测人员手持换能器,使之沿被检测复合材料内凹 R 区轴向扫查,实现对复合材料内凹 R 区轴向的超声检测。由于换能器的姿态和位置完全由操作人员手持悬浮控制,很难保证换能器与被检测复合材料内凹 R 区表面之间能够在整个轴向和圆弧方向上形成稳定的位置耦合,从而难以保证换能器在被检测复合材料内凹 R 区内形成稳定的超声检测信号,严重影响检测效果,容易导致漏检和误判。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是:提供一种用于检测复合材料结构内凹 R 区的超声换能器夹具,以便保证超声换能器与被检测复合材料内凹 R 区表面之间能够在整个轴向和圆弧方向上形成稳定的位置耦合,进而保证形成稳定的超声检测信号,提高检测效果,避免漏检和误判。

[0004] 本发明的技术方案是:用于检测复合材料内凹 R 区的超声换能器夹具,它由安装导向座 3、连接接头 4 和耦合水管 5 组成;其特征在于,安装导向座 3 的轮廓形状是一个 8 面体,该 8 面体有一个面积较小的前斜面 3a 和平行于前斜面 3a 的、面积较大的后斜面 3b,该 8 面体有两个面积和形状相同的、轮廓为六边形的、相互平行的侧面 3c,前斜面 3a 和后斜面 3b 垂直于安装导向座 3 的两个侧面 3c,该 8 面体的上表面 3d 平行于下表面 3e,上表面 3d 和下表面 3e 垂直于侧面 3c,该 8 面体的左表面 3f 平行于右表面 3g,左表面 3f 和右表面 3g 垂直于侧面 3c;在检测时,安装导向座 3 的左表面 3f 与被检测复合材料内凹 R 区的一个侧面贴合,安装导向座 3 的下表面 3e 与被检测复合材料内凹 R 区的另一个侧面贴合,安装导向座 3 的前斜面 3a 与被检测复合材料内凹 R 区相对;在安装导向座 3 上有一个贯通左表面

3f 和下表面 3e 的长槽 3h, 槽底与后斜面 3b 平行, 长槽 3h 的两个槽壁形成两个相互平行的梯形导向板; 在长槽 3h 的槽底中心有一个与后斜面 3b 垂直贯通的超声换能器 2 的安装孔 3i, 在安装孔 3i 内有与超声换能器 2 的外螺纹配合的内螺纹; 在安装导向座 3 的上表面 3d 上有一个与长槽 3h 的槽底贯通的上表面螺纹孔, 一个连接接头 4 固定端的外螺纹拧进上表面螺纹孔内, 该连接接头 4 的连接端与耦合水管 5 连接; 在安装导向座 3 的右表面 3g 上有一个与长槽 3h 的槽底贯通的右表面螺纹孔, 另一个连接接头 4 固定端的外螺纹拧进右表面螺纹孔内, 该连接接头 4 的连接端与耦合水管 5 连接。

[0005] 本发明的优点是: 提供了一种用于检测复合材料结构内凹 R 区的超声换能器夹具, 能保证超声换能器与被检测复合材料内凹 R 区表面之间能够在整个轴向和圆弧方向上形成稳定的位置耦合, 进而保证了形成稳定的超声检测信号, 提高了检测效果, 避免了漏检和误判。

## 附图说明

[0006] 图 1 是本发明的轴侧结构示意图。

[0007] 图 2 是图 1 的剖视图, 该剖面通过换能器 2 的轴线并垂直于安装导向座 3 的前斜面 3a, 并且平行于安装导向座 3 的侧面 3c。

[0008] 图 3 是本发明中的安装导向座 3 的轴侧结构示意图。

## 具体实施方式

[0009] 下面对本发明做进一步详细说明。参见图 1 至图 3, 用于检测复合材料内凹 R 区的超声换能器夹具, 它由安装导向座 3、连接接头 4 和耦合水管 5 组成; 其特征在于, 安装导向座 3 的轮廓形状是一个 8 面体, 该 8 面体有一个面积较小的前斜面 3a 和平行于前斜面 3a 的、面积较大的后斜面 3b, 该 8 面体有两个面积和形状相同的、轮廓为六边形的、相互平行的侧面 3c, 前斜面 3a 和后斜面 3b 垂直于安装导向座 3 的两个侧面 3c, 该 8 面体的上表面 3d 平行于下表面 3e, 上表面 3d 和下表面 3e 垂直于侧面 3c, 该 8 面体的左表面 3f 平行于右表面 3g, 左表面 3f 和右表面 3g 垂直于侧面 3c; 在检测时, 安装导向座 3 的左表面 3f 与被检测复合材料内凹 R 区的一个侧面贴合, 安装导向座 3 的下表面 3e 与被检测复合材料内凹 R 区的另一个侧面贴合, 安装导向座 3 的前斜面 3a 与被检测复合材料内凹 R 区相对; 在安装导向座 3 上有一个贯通左表面 3f 和下表面 3e 的长槽 3h, 槽底与后斜面 3b 平行, 长槽 3h 的两个槽壁形成两个相互平行的梯形导向板; 在长槽 3h 的槽底中心有一个与后斜面 3b 垂直贯通的超声换能器 2 的安装孔 3i, 在安装孔 3i 内有与超声换能器 2 的外螺纹配合的内螺纹; 在安装导向座 3 的上表面 3d 上有一个与长槽 3h 的槽底贯通的上表面螺纹孔, 一个连接接头 4 固定端的外螺纹拧进上表面螺纹孔内, 该连接接头 4 的连接端与耦合水管 5 连接; 在安装导向座 3 的右表面 3g 上有一个与长槽 3h 的槽底贯通的右表面螺纹孔, 另一个连接接头 4 固定端的外螺纹拧进右表面螺纹孔内, 该连接接头 4 的连接端与耦合水管 5 连接。

[0010] 本发明的使用方法是:

[0011] 首先, 根据被检测复合材料结构 1 内凹 R 区相邻两侧面所形成的夹角, 选用与之相匹配的超声换能器安装导向座 3, 以保证在检测时, 安装导向座 3 的左表面 3f 与被检测复合材料内凹 R 区的一个侧面贴合, 安装导向座 3 的下表面 3e 与被检测复合材料内凹 R 区的另

一个侧面贴合。检测的方法是：

[0012] (1) 将超声换能器 2 通过其外螺纹安装到安装导向座 3 中的安装孔 3i 中，旋转超声换能器 2，使超声换能器 2 的耦合头与被检测复合材料内凹 R 区表面接触；

[0013] (2) 将超声换能器 2 的信号接口端通过高频信号线与复合材料超声检测仪器相应的端口相连，复合材料超声仪器可选用北京航空制造工程研究所生产的 FCC 或 MUT 系列的仪器；

[0014] (3) 接通复合材料检测仪器电源，并设置相应的工作参数；

[0015] (4) 将被检测复合材料内凹 R 区表面用水刷湿，或者通过耦合水管 5 连接水源，提供水膜耦合用水；

[0016] (5) 转动超声换能器 2，直至在复合材料检测仪器屏幕出现正常的检测信号指示，又不影响超声换能器 2 平滑移动为止；

[0017] (6) 沿被检测复合材料内凹 R 区轴向移动安装导向座 3 进行扫查。

#### [0018] 实施例

[0019] 被检测复合材料结构 1 内凹 R 区相邻两侧面所形成的夹角为 90°，选择如下的超声换能器安装导向座 3，安装导向座 3 的左表面 3f 与安装导向座 3 的下表面 3e 的夹角为 90°。复合材料超声仪器选用北京航空制造工程研究所生产的 FCC-B 的仪器。经过对长 3000mm ~ 5000mm、宽 1000mm ~ 3000mm 不等的多个批次和规格的实际复合材料结构内凹 R 区进行系列的实际工程应用，取得了很好的实际检测效果。

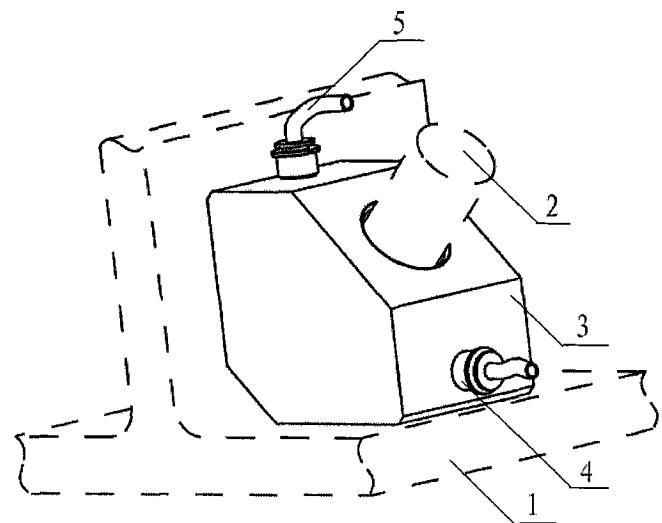


图 1

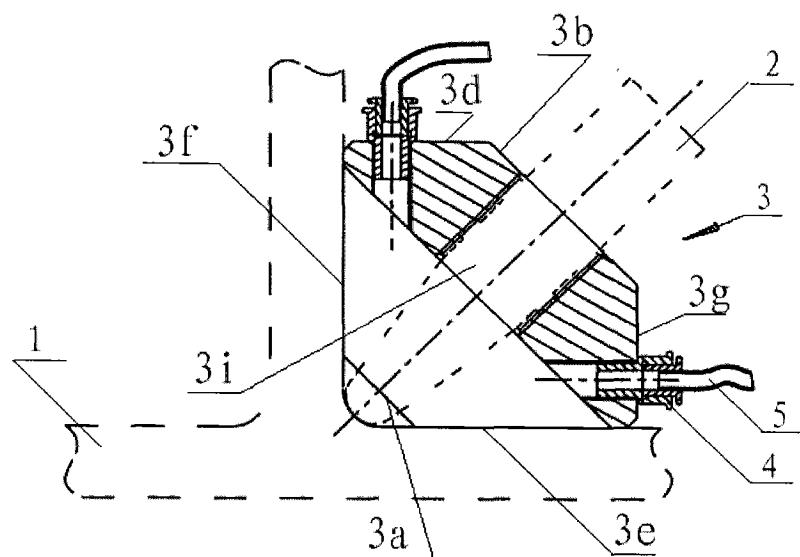


图 2

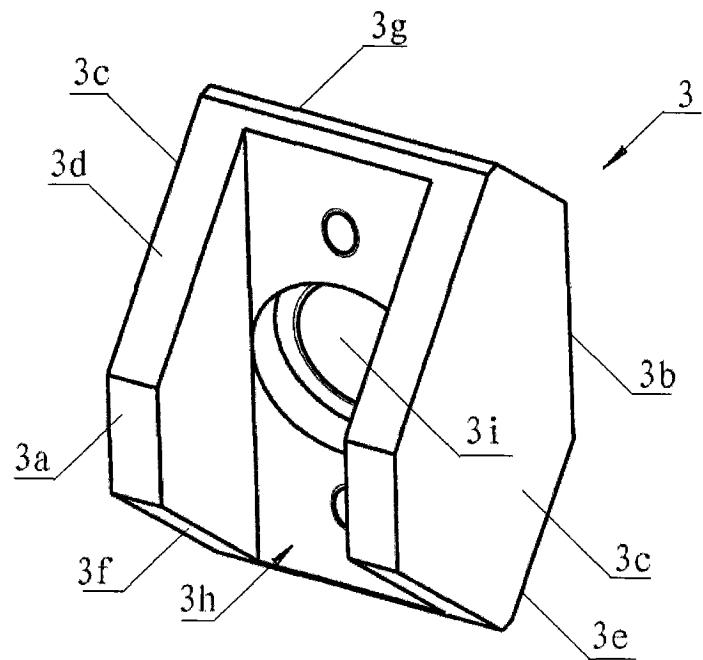


图 3