



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115090917 B

(45) 授权公告日 2023.01.10

(21) 申请号 202211023382.0  
 (22) 申请日 2022.08.25  
 (65) 同一申请的已公布的文献号  
 申请公布号 CN 115090917 A  
 (43) 申请公布日 2022.09.23  
 (73) 专利权人 成都飞机工业(集团)有限责任公司  
 地址 610092 四川省成都市青羊区黄田坝  
 纬一路88号  
 (72) 发明人 梁志鹏 党晓刚 赵碧霞 李明静  
 许博 姜哲 石军仓 冉时光  
 陶义建 刁留成  
 (74) 专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202  
 专利代理师 杨子亮

(51) Int.Cl.  
 B23B 35/00 (2006.01)  
 B23B 41/00 (2006.01)  
 (56) 对比文件  
 CN 113086238 A, 2021.07.09  
 CN 109794938 A, 2019.05.24  
 CN 114076577 A, 2022.02.22  
 CN 110530326 A, 2019.12.03  
 CN 113467372 A, 2021.10.01  
 CN 106584206 A, 2017.04.26  
 CN 111659766 A, 2020.09.15  
 JP 2002057196 A, 2002.02.22  
 审查员 胡静

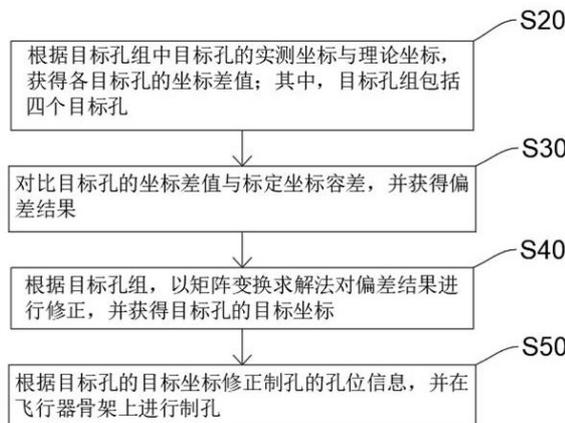
权利要求书2页 说明书10页 附图2页

(54) 发明名称

一种制孔方法、装置、存储介质及设备

(57) 摘要

本申请的实施例公开了一种制孔方法、装置、存储介质及设备,涉及飞机制造技术领域,解决了现有技术中依靠人工定位孔定位进行制孔的精度较低的问题,包括:根据目标孔组中目标孔的实测坐标与理论坐标,获得各目标孔的坐标差值;其中,目标孔组包括四个目标孔;对比目标孔的坐标差值与标定坐标容差,并获得偏差结果;根据目标孔组,以矩阵变换求解法对偏差结果进行修正,并获得目标孔的目标坐标;根据目标孔的目标坐标修正制孔的孔位信息,并在飞行器骨架上进行制孔。本申请通过对比坐标差值与容差,快速判断偏差不合格的情况,并采用矩阵变换求解法快速修正目标孔组中的孔位,在确保定位孔准确度的情况下修正制孔孔位信息并完成精度较高的制孔。



1. 一种制孔方法,其特征在于,包括以下步骤:

根据目标孔组中目标孔的实测坐标与理论坐标,获得各所述目标孔的坐标差值;其中,所述目标孔组包括四个所述目标孔;

对比所述目标孔的坐标差值与标定坐标容差,并获得偏差结果;

根据所述偏差结果,获得偏差目标孔;其中,所述偏差目标孔为所述目标孔组中偏差合格的所述目标孔;

根据所述目标孔组与所述偏差目标孔,以矩阵变换求解法对所述偏差结果进行修正,并获得所述目标孔的目标坐标;其中,当所述偏差目标孔的数量为两个且位于不同坐标轴方向上时,所述根据所述目标孔组与所述偏差目标孔,以矩阵变换求解法对所述偏差结果进行修正,并获得所述目标孔的目标坐标,包括:

根据所述目标孔组、相邻孔组中与所述目标孔组相邻的定位孔以及所述偏差目标孔,以矩阵变换求解法对所述偏差结果进行修正,并获得所述目标孔的目标坐标;

根据所述目标孔的目标坐标修正制孔的孔位信息,并在飞行器骨架上进行制孔。

2. 根据权利要求1所述的制孔方法,其特征在于,所述根据所述偏差结果,获得偏差目标孔中,所述偏差目标孔的个数为一个时;

所述根据所述目标孔组与所述偏差目标孔,以矩阵变换求解法对所述偏差结果进行修正,并获得所述目标孔的目标坐标,包括:

根据所述目标孔组,获得所述目标孔组中各所述目标孔的实测坐标;

根据所述偏差目标孔,获得所述偏差目标孔的偏差坐标;其中,所述偏差坐标为所述偏差目标孔的实测坐标中,坐标差值大于标定坐标容差所对应的坐标;

根据所述目标孔组中各所述目标孔的实测坐标与所述偏差坐标,以矩阵变换求解法对所述偏差结果进行修正,以使所述偏差目标孔的实测坐标中,各坐标的坐标差值不大于其对应的标定坐标容差;

根据对所述偏差结果进行修正的结果,获得所述目标孔的目标坐标。

3. 根据权利要求1所述的制孔方法,其特征在于,所述根据所述偏差结果,获得偏差目标孔中,所述偏差目标孔的个数为两个时;

所述根据所述目标孔组与所述偏差目标孔,以矩阵变换求解法对所述偏差结果进行修正,并获得所述目标孔的目标坐标之前,所述制孔方法还包括:

判断所述偏差目标孔是否位于同一坐标轴方向上以及其偏差合格的实测坐标是否位于不同坐标轴方向上,并获得判断结果;

所述根据所述目标孔组与所述偏差目标孔,以矩阵变换求解法对所述偏差结果进行修正,并获得所述目标孔的目标坐标,包括:

根据所述目标孔组、所述偏差目标孔以及所述判断结果,以矩阵变换求解法对所述偏差结果进行修正,并获得所述目标孔的目标坐标。

4. 根据权利要求3所述的制孔方法,其特征在于,所述判断所述偏差目标孔是否位于同一坐标轴方向上以及其偏差合格的实测坐标是否位于不同坐标轴方向上,并获得判断结果中;

所述判断结果均为是时,则执行所述根据所述目标孔组、所述偏差目标孔以及所述判断结果,以矩阵变换求解法对所述偏差结果进行修正,并获得所述目标孔的目标坐标。

5. 根据权利要求3所述的制孔方法,其特征在于,所述判断所述偏差目标孔是否位于同一坐标轴方向上以及其偏差不合格的实测坐标是否位于不同坐标轴方向上,并获得判断结果中;

所述判断所述偏差目标孔是否位于同一坐标轴方向上的判断结果为否时;

所述根据所述目标孔组、所述偏差目标孔以及所述判断结果,以矩阵变换求解法对所述偏差结果进行修正,并获得所述目标孔的目标坐标,包括:

根据所述目标孔组、相邻孔组中与所述目标孔组相邻的定位孔、所述偏差目标孔以及所述判断结果,以矩阵变换求解法对所述偏差结果进行修正,并获得所述目标孔的目标坐标。

6. 根据权利要求1所述的制孔方法,其特征在于,所述根据所述目标孔的目标坐标修正制孔的孔位信息,并在飞行器骨架上进行制孔,包括:

根据所述目标孔的目标坐标,采用四点修正方法对所述制孔的孔位信息进行修正;

根据修正的结果,在飞行器骨架上进行制孔。

7. 一种制孔装置,其特征在于,用于执行如权利要求1-6任一项所述的制孔方法,包括:

获得模块,所述获得模块用于根据目标孔组中目标孔的实测坐标与理论坐标,获得各所述目标孔的坐标差值;其中,所述目标孔组包括四个所述目标孔;

对比模块,所述对比模块用于对比所述目标孔的坐标差值与标定坐标容差,并获得偏差结果;

修正模块,所述修正模块用于根据所述目标孔组,以矩阵变换求解法对所述偏差结果进行修正,并获得所述目标孔的目标坐标;

执行模块,所述执行模块用于根据所述目标孔的目标坐标修正制孔的孔位信息,并在飞行器骨架上进行制孔。

8. 一种计算机可读存储介质,储存有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器加载执行时,实现如权利要求1-6中任一项所述的制孔方法。

9. 一种电子设备,其特征在于,包括处理器及存储器,其中,

所述存储器用于存储计算机程序;

所述处理器用于加载执行所述计算机程序,以使所述电子设备执行如权利要求1-6中任一项所述的制孔方法。

## 一种制孔方法、装置、存储介质及设备

### 技术领域

[0001] 本申请涉及飞机制造技术领域,具体涉及一种制孔方法、装置、存储介质及设备。

### 背景技术

[0002] 现有技术中,一般的飞行器结构由外敷件与骨架结构连接而成的密闭结构,在制造这种密闭结构时需要通过大量的连接件将外敷件与骨架结构连接,而连接的重要工序是在外敷件与骨架结构同时制孔。在传统的装配中,通常由人工从骨架上引出定位孔,然后以定位孔为基准,安装制孔钻模后进行该区域制孔工作。通常情况下,由于飞行器的可操作空间狭小,从骨架引孔时因材料材质、厚度等原因,容易造成引孔偏移,并且人工定位的准确度也较低,致使安装钻模偏移,从而导致制孔孔位偏移以及孔位超差。

[0003] 在数字化装配系统中常用的定位孔定位结构的方式,通过在定位孔上做标记点或者安装工艺螺栓,利用识别装置对标记点或者工艺螺栓进行识别,并计算区域内所有孔位,然后再执行制孔工作,这种定位方式同样依靠人工定位孔制孔孔位精度,定位准确度较低。

### 发明内容

[0004] 本申请的主要目的在于提供一种制孔方法、装置、存储介质及电子设备,旨在解决现有技术中依靠人工定位孔定位进行制孔的精度较低的问题。

[0005] 为了上述目的,本申请的实施例采用的技术方案如下:

[0006] 第一方面,本申请实施例提供了一种制孔方法,包括以下步骤:

[0007] 根据目标孔组中目标孔的实测坐标与理论坐标,获得各目标孔的坐标差值;其中,目标孔组包括四个目标孔;

[0008] 对比目标孔的坐标差值与标定坐标容差,并获得偏差结果;

[0009] 根据偏差结果,获得偏差目标孔;其中,偏差目标孔为目标孔组中偏差不合格的目

标孔;

[0010] 根据目标孔组与偏差目标孔,以矩阵变换求解法对偏差结果进行修正,并获得目标孔的目标坐标;其中,当偏差目标孔的数量为两个且位于不同坐标轴方向上时,根据目标孔组与偏差目标孔,以矩阵变换求解法对偏差结果进行修正,并获得目标孔的目标坐标,包括:

[0011] 根据目标孔组、相邻孔组中与目标孔组相邻的定位孔以及偏差目标孔,以矩阵变换求解法对偏差结果进行修正,并获得目标孔的目标坐标;

[0012] 根据目标孔的目标坐标修正制孔的孔位信息,并在飞行器骨架上进行制孔。

[0013] 在第一方面的一种可能实现方式中,对比目标孔的坐标差值与标定坐标容差,并获得偏差结果之后,制孔方法还包括:

[0014] 根据偏差结果,获得偏差目标孔;其中,偏差目标孔为目标孔组中偏差不合格的目

标孔;

[0015] 根据目标孔组,以矩阵变换求解法对偏差结果进行修正,并获得目标孔的目标坐

标,包括:

[0016] 根据目标孔组与偏差目标孔,以矩阵变换求解法对偏差结果进行修正,并获得目标孔的目标坐标。

[0017] 在第一方面的一种可能实现方式中,根据偏差结果,获得偏差目标孔中,偏差目标孔的个数为一个时;

[0018] 根据目标孔组与偏差目标孔,以矩阵变换求解法对偏差结果进行修正,并获得目标孔的目标坐标,包括:

[0019] 根据目标孔组,获得目标孔组中各目标孔的实测坐标;

[0020] 根据偏差目标孔,获得偏差目标孔的偏差坐标;其中,偏差坐标为偏差目标孔的实测坐标中,坐标差值大于标定坐标容差所对应的坐标;

[0021] 根据目标孔组中各目标孔的实测坐标与偏差坐标,以矩阵变换求解法对偏差结果进行修正,以使偏差目标孔的实测坐标中,各坐标的坐标差值不大于其对应的标定坐标容差;

[0022] 根据对偏差结果进行修正的结果,获得目标孔的目标坐标。

[0023] 在第一方面的一种可能实现方式中,根据偏差结果,获得偏差目标孔中,偏差目标孔的个数为两个时;

[0024] 根据目标孔组与偏差目标孔,以矩阵变换求解法对偏差结果进行修正,并获得目标孔的目标坐标之前,制孔方法还包括:

[0025] 判断偏差目标孔是否位于同一坐标轴方向上以及其偏差不合格的实测坐标是否位于不同坐标轴方向上,并获得判断结果;

[0026] 根据目标孔组与偏差目标孔,以矩阵变换求解法对偏差结果进行修正,并获得目标孔的目标坐标,包括:

[0027] 根据目标孔组、偏差目标孔以及判断结果,以矩阵变换求解法对偏差结果进行修正,并获得目标孔的目标坐标。

[0028] 在第一方面的一种可能实现方式中,判断偏差目标孔是否位于同一坐标轴方向上以及其偏差不合格的实测坐标是否位于不同坐标轴方向上,并获得判断结果中;

[0029] 判断结果均为是时,则执行根据目标孔组、偏差目标孔以及判断结果,以矩阵变换求解法对偏差结果进行修正,并获得目标孔的目标坐标。

[0030] 在第一方面的一种可能实现方式中,判断偏差目标孔是否位于同一坐标轴方向上以及其偏差不合格的实测坐标是否位于不同坐标轴方向上,并获得判断结果中;

[0031] 判断偏差目标孔是否位于同一坐标轴方向上的判断结果为否时;

[0032] 根据目标孔组、偏差目标孔以及判断结果,以矩阵变换求解法对偏差结果进行修正,并获得目标孔的目标坐标,包括:

[0033] 根据目标孔组、相邻孔组中与目标孔组相邻的定位孔、偏差目标孔以及判断结果,以矩阵变换求解法对偏差结果进行修正,并获得目标孔的目标坐标。

[0034] 在第一方面的一种可能实现方式中,根据目标孔的目标坐标修正制孔的孔位信息,并在飞行器骨架上进行制孔,包括:

[0035] 根据目标孔的目标坐标,采用四点修正方法对制孔的孔位信息进行修正;

[0036] 根据修正的结果,在飞行器骨架上进行制孔。

[0037] 第二方面,本申请实施例提供了一种制孔装置,实现如上述第一方面中任一项提供的制孔方法,包括:

[0038] 获得模块,获得模块用于根据目标孔组中目标孔的实测坐标与理论坐标,获得各目标孔的坐标差值;其中,目标孔组包括四个目标孔;

[0039] 对比模块,对比模块用于对比目标孔的坐标差值与标定坐标容差,并获得偏差结果;

[0040] 修正模块,修正模块用于根据目标孔组,以矩阵变换求解法对偏差结果进行修正,并获得目标孔的目标坐标;

[0041] 执行模块,执行模块用于根据目标孔的目标坐标修正制孔的孔位信息,并在飞行器骨架上进行制孔。

[0042] 第三方面,本申请实施例提供了一种计算机可读存储介质,储存有计算机程序,计算机程序被处理器加载执行时,实现如上述第一方面中任一项提供的制孔方法。

[0043] 第四方面,本申请实施例提供一种电子设备,包括处理器及存储器,其中,

[0044] 存储器用于存储计算机程序;

[0045] 处理器用于加载执行计算机程序,以使电子设备执行如上述第一方面中任一项提供的制孔方法。

[0046] 与现有技术相比,本申请的有益效果是:

[0047] 本申请实施例提出的一种制孔方法、装置、存储介质及设备,该方法包括:根据目标孔组中目标孔的实测坐标与理论坐标,获得各目标孔的坐标差值;其中,目标孔组包括四个目标孔;对比目标孔的坐标差值与标定坐标容差,并获得偏差结果;根据目标孔组,以矩阵变换求解法对偏差结果进行修正,并获得目标孔的目标坐标;根据目标孔的目标坐标修正制孔的孔位信息,并在飞行器骨架上进行制孔。本申请的方法通过设置目标孔组,作为定位孔使用,将目标孔组中的目标孔的实测坐标与理论坐标的坐标差值与标定坐标容差进行对比,将几何形状和尺寸变动的精度特征直观整合在容差坐标上,能够快速对比得到偏差结果,并确定坐标差值是否在容差范围内,并依据其偏差结果采用矩阵变换求解法进行修正,由于目标孔组是包含了四个目标孔的,能够涵盖大部分偏差不合格的情况,可以利用孔组中的其余合格孔位,或其他孔组中的孔位来满足矩阵变换的需求进行辅助求解,以将目标孔组中的所有孔位进行修正,使定位孔的定位精确度得到保证,并以此为基础,在修正其他制孔的孔位信息后进行精确的制孔,在保证定位准确的基础上,进而提升制孔的精度。

## 附图说明

[0048] 图1为本申请实施例涉及的硬件运行环境的电子设备的结构示意图;

[0049] 图2为本申请实施例提供的制孔方法的流程示意图;

[0050] 图3为本申请实施例提供的制孔装置的功能模块示意图;

[0051] 图中标记:101-处理器,102-通信总线,103-网络接口,104-用户接口,105-存储器。

## 具体实施方式

[0052] 应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本申请,并不用于限定本申请。

[0053] 基于背景技术提出的问题,本申请提供一种解决方案,通过根据目标孔组中目标孔的实测坐标与理论坐标,获得各目标孔的坐标差值;其中,目标孔组包括四个目标孔;对比目标孔的坐标差值与标定坐标容差,并获得偏差结果;根据目标孔组,以矩阵变换求解法对偏差结果进行修正,并获得目标孔的目标坐标;根据目标孔的目标坐标修正制孔的孔位信息,并在飞行器骨架上进行制孔。能够直观地根据坐标差值与标定坐标容差,快速获得目标孔组中偏差不合格的孔位,依靠目标孔组中其他合格孔位或者其他孔组中的孔位,满足矩阵变换的需求,并以矩阵变换求解法对目标孔组中大部分偏差不合格的情况下的孔位都可进行修正,最后在目标孔组准确度得到保证的情况下,以其作为定位孔修正所有制孔孔位并进行精度较高的制孔。

[0054] 参照附图1,附图1为本申请实施例方案涉及的硬件运行环境的电子设备的结构示意图,该电子设备可以包括:处理器101,例如中央处理器(Central Processing Unit, CPU),通信总线102、用户接口104,网络接口103,存储器105。其中,通信总线102用于实现这些组件之间的连接通信。用户接口104可以包括显示屏(Display)、输入单元比如键盘(Keyboard),可选用户接口104还可以包括标准的有线接口、无线接口。网络接口103可选的可以包括标准的有线接口、无线接口(如无线保真(WIreless-FIdelity,WI-FI)接口)。存储器105可选的可以是独立于前述处理器101的存储装置,存储器105可能是高速的随机存取存储器(Random Access Memory, RAM)存储器,也可能是稳定的非易失性存储器(Non-Volatile Memory, NVM),例如至少一个磁盘存储器;处理器101可以是通用处理器,包括中央处理器、网络处理器等,还可以是数字信号处理器、专用集成电路、现场可编程门阵列或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件。

[0055] 本领域技术人员可以理解,附图1中示出的结构并不构成对电子设备的限定,可以包括比图示更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者不同的部件布置。

[0056] 如附图1所示,作为一种存储介质的存储器105中可以包括操作系统、数据存储模块、网络通信模块、用户接口模块以及电子程序。

[0057] 在附图1所示的电子设备中,网络接口103主要用于与网络服务器进行数据通信;用户接口104主要用于与用户进行数据交互;本申请中的处理器101、存储器105可以设置在电子设备中,电子设备通过处理器101调用存储器105中存储的制孔装置,并执行本申请实施例提供的制孔方法。

[0058] 参照附图2,根据前述实施例的硬件设备,本申请的实施例提供一种制孔方法,包括以下步骤:

[0059] S20:根据目标孔组中目标孔的实测坐标与理论坐标,获得各目标孔的坐标差值;其中,目标孔组包括四个目标孔;

[0060] 在具体实施过程中,实测坐标即为识别过程中获得的定位孔的坐标,理论坐标即为理想状态下,无偏差发生时,定位孔所在位置的坐标,由;理论数模定义或者根据实际需要单独设定,目标孔三个方向的差值为 $\Delta X$ 、 $\Delta Y$ 、 $\Delta Z$ , $\Delta X$ =实测X坐标-理论X坐标,同理, $\Delta Y$ =实测Y坐标-理论Y坐标, $\Delta Z$ =实测Z坐标-理论Z坐标,一个定位孔所在点位的差值记为 $\Delta P$ ( $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ,  $\Delta Z$ )。

[0061] S30:对比目标孔的坐标差值与标定坐标容差,并获得偏差结果;

[0062] 在具体实施过程中,容差是指用于描述几何形状和尺寸变动的基准、变动方向和

变动量的精度特征,简单根据字面意思可理解为容纳的差值,也即能够被允许误差的一个范围,在容差范围内的偏差,不影响精度或者对精度的影响极小,本申请实施例中的偏差最直观的体现就是坐标上的偏差,因此将坐标差值直接与容差的坐标表达进行对比,也即标定坐标容差。X轴、Y轴、Z轴容差分别表示为 $\delta X$ 、 $\delta Y$ 、 $\delta Z$ ,若 $\Delta X$ 大于 $\delta X$ ,则视为定位孔实测X坐标偏差不合格, $\Delta X$ 不大于 $\delta X$ ,则视为定位孔实测X坐标偏差合格。Y轴、Z轴的定义与之类似。

[0063] S40:根据目标孔组,以矩阵变换求解法对偏差结果进行修正,并获得目标孔的目标坐标;

[0064] 在具体实施过程中,矩阵变换是线性代数中矩阵的一种运算形式,由于其变换都是可逆的,因此可以在求解过程中依据其他元素变换、计算求解未知的点位,更为简单形象的来说,矩形中,已知某些点,这些已知点中若包括了同一对角线上的两个点时,可以根据其对称轴进行对称变换,获得未知点位,形成完整的矩形。

[0065] 对于坐标差值大于标定坐标容差的,被定义为偏差不合格,需要对其进行修正,修正的方式为基于矩阵变换求解,设目标孔组中P1、P2为第一方向边界处的两个目标孔,在第一方向上相邻目标孔为P3、P4,在第一方向上P3、P4的相邻目标孔为P5、P6,其中P5、P6为相邻的其他目标孔组中与P3、P4相邻的目标孔,使得P1、P2、P3以及P4对其包络区域的孔位具有定位修正的作用。

[0066] S50:根据目标孔的目标坐标修正制孔的孔位信息,并在飞行器骨架上进行制孔;

[0067] 在具体实施过程中,在对目标孔组进行修正之后,定位孔的位置精度得到保证,以此为基础再对所有制孔的孔位信息进行修正,按照修正后的孔位信息,执行器在飞行器骨架上进行制孔操作。

[0068] S501:根据所述目标孔的目标坐标,采用四点修正方法对所述制孔的孔位信息进行修正;

[0069] 在具体实施过程中,将第一方向得到的偏差值记为 $\Delta R1$ 、 $\Delta R2$ 及第二方向上得到的偏差值记为 $\Delta R3$ 、 $\Delta R4$ ,将其分配到所要修正的点位中。即,若所要修正的孔位为P1,其在第一方向上的值为 $u1$ ,在第一方向上距离R1边界的距离记为 $l1$ ,距离R2边界的距离为 $L1$ ,则其修正后的第一方向上的点位为:

$$[0070] \quad U1 = u1 + L1/(L1 + l1) \Delta R1 + l1/(L1 + l1) \Delta R2;$$

[0071] 若所要修正的点位为P1,其在第二方向上的值为 $v1$ ,在第二方向上距离R3边界的距离记为 $k1$ ,距离R4边界的距离为 $K1$ ,则其修正后的第二方向上的点位为:

$$[0072] \quad V1 = v1 + K1/(K1 + k1) \Delta R3 + k1/(K1 + k1) \Delta R4;$$

[0073] 若所要修正的点位为P2,其第一方向上的值与第二方向上的值的获得与前述P1的获得类似;依次,便可得到所有所要修正的点的第二方向上的值,然后将这些数据替换已有的实际制孔孔位信息,获得修正的结果。

[0074] S502:根据修正的结果,在飞行器骨架上进行制孔。

[0075] 本实施例提出的制孔方法,将几何形状和尺寸变动的精度特征直观整合在容差坐标上,定位的偏差直观地变为坐标差值与容差的对比结果,并基于矩阵变换求解对目标孔组进行修正定位,既保证修正能够进行并涵盖大部分偏差情况,又能使目标孔组的包络区域中所有的制孔能依据目标孔进行精确定位,保证了定位的精度,在定位孔的位置确定后,

依据其定位修正的制孔的精度得以提升。在对定位孔集中识别中,能够实现一次识别、一次修正,减少了识别次数与识别周期,并提高了定位孔识别的效率和正确率,减少了人工的参与度,在机器之间利用数据系统进行分析处理,有效降低了人工失误出现的概率。

[0076] 在一种实施例中,在根据目标孔组中目标孔的实测坐标与理论坐标,获得各目标孔的坐标差值之前,制孔方法还包括:

[0077] S10:识别定位孔,并获得目标孔组;

[0078] 在具体实施过程中,目标孔组是四个定位孔为一组形成的目标孔组,目标孔组中的定位孔则为目标孔,定位孔是根据理论数模定义或者根据实际需要而单独设定的工艺定位孔,定位孔数据应当包含其实际位置信息、法矢信息以及连接件信息,实际位置信息表示孔位实际位置;法矢信息表示与孔的轴线重合的法矢线信息,本申请配合数字化装配系统制孔设备的使用,其末端执行器上搭载有定位孔拍照识别系统以数据系统,能够识别定位孔的位置信息并以坐标形式输出,对应的数据能够被储存,或者供操作者调整修改;连接件信息表示在飞行器的密闭结构制造中,制孔处需要连接的连接件以及连接方式、连接的强度等信息,用于指导装配工作进行。

[0079] S101:识别定位孔并对定位孔进行编号,并获得第一定位孔;

[0080] 在具体实施过程中,为能够明确定义各个孔位,将所有定位孔进行具有唯一性的编号,如标记为P1、P2、P3……,以进行编号的定位孔作为第一定位孔,为后续的数据获取,提供更精确表达的基础。

[0081] S102:根据第一定位孔进行路径规划,并获得识别路径;

[0082] 在具体实施过程中,由于定位孔有多个,而为了确保识别的效率,需要对识别的路径进行规划,规划遵循路径最短、末端执行器姿态变化最小且变化次数最少、路径规划形状规则以及执行器按照规划路径执行时不会发生干涉的原则。

[0083] S103:根据识别路径,生成识别程序;

[0084] 在具体实施过程中,通过制孔设备用离线编程软件生成数字化装配系统可以识别的具有一定格式的数控程序。

[0085] S104:执行识别程序,并获得定位孔数据;

[0086] 在具体实施过程中,执行识别程序,末端执行器上搭载的定位孔拍照识别系统沿识别路径移动,并依次识别路径上的定位孔位置信息和法矢信息,可按照定位孔编号、坐标、转角的格式,导出位置信息,坐标表示为常用的(X,Y,Z),转角表示制孔设备末端执行器在定位孔出的机床姿态,一般记为(A,B,C),分别表示绕对应坐标轴旋转的角度。配合人工输入或者从已有的数据库调用,可获得定位孔对应的需装配的连接件信息。

[0087] S105:根据定位孔数据进行分组,并获得目标孔组;

[0088] 在具体实施过程中,通过对收集到的定位孔数据进行分析处理,对其进行划分形成目标孔组,由于实际情况中,沿定位孔轴线方向的偏差并不会影响孔位,所以除轴线方向以外,只需要对比在外敷件表面的方向,设轴线方向为Z轴,X轴、Y轴对应第一方向与第二方向,两方向所在平面为外敷件表面,记一组目标孔组中目标孔的编号为P1、P2、P3以及P4,以便于后续利用矩阵变换进行修正。

[0089] 在一种实施例中,对比目标孔的坐标差值与标定坐标容差,并获得偏差结果之后,制孔方法还包括:

[0090] 根据偏差结果,获得偏差目标孔;其中,偏差目标孔为目标孔组中偏差不合格的目标孔。

[0091] 在具体实施过程中,偏差结果中包括了坐标差值与标定坐标容差的所有对比结果,其中包括了合格与不合格的情况,而对于合格的差值,其所对应的坐标偏差是不用进行修正的,因此本实施例中对其进行筛选,获得偏差目标孔,也即目标孔组中偏差不合格的目标孔。

[0092] 对应的,根据目标孔组,以矩阵变换求解法对偏差结果进行修正,并获得目标孔的目标坐标,包括:

[0093] 根据目标孔组与偏差目标孔,以矩阵变换求解法对偏差结果进行修正,并获得目标孔的目标坐标。

[0094] 在一种实施例中,由于目标孔组中目标孔数量为四个,其中包含了偏差不合格的目标孔数量为零个至四个,对于没有目标孔发生偏差的情况,显然是不需要进行修正,直接以此执行后续的步骤即可;而对于偏差不合格的目标孔数量为四个时,显然没有合格的孔位作为支撑来修正目标孔,而且即便可以修正,对所有目标孔进行识别然后修正,其工序更为繁琐,不如更为直接地对所有孔位进行重新确定与识别。

[0095] 因此,本申请实施例中具体说明偏差不合格的目标孔数量为一个、两个以及三个时的修正方式。具体来说,根据偏差结果,获得偏差目标孔中:

[0096] 偏差目标孔的个数为一个时:

[0097] 根据目标孔组与偏差目标孔,以矩阵变换求解法对偏差结果进行修正,并获得目标孔的目标坐标,包括:

[0098] 根据目标孔组,获得目标孔组中各目标孔的实测坐标;

[0099] 根据偏差目标孔,获得偏差目标孔的偏差坐标;其中,偏差坐标为偏差目标孔的实测坐标中,坐标差值大于标定坐标容差所对应的坐标;

[0100] 根据目标孔组中各目标孔的实测坐标与偏差坐标,以矩阵变换求解法对偏差结果进行修正,以使偏差目标孔的实测坐标中,各坐标的坐标差值不大于其对应的标定坐标容差;

[0101] 根据对偏差结果进行修正的结果,获得目标孔的目标坐标。

[0102] 在具体实施过程中,任一目标孔偏差不合格时,需要根据偏差目标孔的坐标判断获得偏差坐标,也即偏差不合格发生在其哪一个坐标中,判断完成后,利用其他三点可进行修正;偏差不合格有两种情况:第一种为只有一个坐标轴上的坐标不合格;第二种是两个坐标轴上的坐标不合格。需要注意的是,Z轴上的偏差是否合格不会影响制孔,因此本实施例中判断偏差目标孔数量时都是基于X轴与Y轴在判断。

[0103] 对于第一种情况,则利用合格孔位对应的实测坐标,保持其他参数不变,以矩阵变换求解使得偏差不合格的目标孔的坐标偏差满足不大于标定容差;对于第二种情况,则依据第一种情况的修正方法,分别对两个坐标轴的参数进行修正。

[0104] 在一种实施例中,偏差目标孔的个数为两个时:

[0105] 根据目标孔组与偏差目标孔,以矩阵变换求解法对偏差结果进行修正,并获得目标孔的目标坐标之前,制孔方法还包括:

[0106] 判断偏差目标孔是否位于同一坐标轴方向上以及其偏差不合格的实测坐标是否

位于不同坐标轴方向上,并获得判断结果;

[0107] 根据目标孔组与偏差目标孔,以矩阵变换求解法对偏差结果进行修正,并获得目标孔的目标坐标,包括:

[0108] 根据目标孔组、偏差目标孔以及判断结果,以矩阵变换求解法对偏差结果进行修正,并获得目标孔的目标坐标。

[0109] 在具体实施过程中,可以参考矩形的构成,如果只存在两个位于同一边上的两点,是无法判断出唯一确定的矩形的,因此在偏差不合格的目标孔数量为二时,需要判断偏差目标孔是否位于同一坐标轴方向,以及偏差不合格的实测坐标是否位于不同坐标轴方向上,如果判断偏差目标孔是否位于同一坐标轴方向的判断结果为是,判断偏差不合格的实测坐标是否位于不同坐标轴方向上的判断结果为否,则无法进行修正,只能重新进行定位识别。

[0110] 若判断结果均为是时,则说明两个目标孔能够进行矩阵变换,简单来说,确定了矩形的对角线,就能够确定唯一的矩形,那么对应执行根据目标孔组、偏差目标孔以及判断结果,以矩阵变换求解法对偏差结果进行修正,并获得目标孔的目标坐标。

[0111] 若判断偏差目标孔是否位于同一坐标轴方向上的判断结果为否时;

[0112] 根据目标孔组、偏差目标孔以及判断结果,以矩阵变换求解法对偏差结果进行修正,并获得目标孔的目标坐标,包括:

[0113] 根据目标孔组、相邻孔组中与目标孔组相邻的定位孔、偏差目标孔以及判断结果,以矩阵变换求解法对偏差结果进行修正,并获得目标孔的目标坐标。

[0114] 若存在不同方向上两点不合格,则可以利用邻近的P5、P6孔位,构成满足矩阵变换的孔位信息,进行矩阵变换求解修正。

[0115] 在一种实施例中,偏差目标孔的个数为三个时,则还是以矩阵变换求解修正为基础,先修正该目标孔组中的一个孔位,该孔位一定是能够与相邻的孔位形成三点修真一点的形式,在此基础上再重新识别目标孔组中的两个孔位,完成对目标孔组中所有目标孔的修正。

[0116] 在一种实施例中,目标孔组的目标孔数量可以超过四个,保证至少有四个点位可以进行矩阵变换求解完成修正,而针对大量的目标孔,若偏差合格的孔位数量超过百分之八十,且偏差均小于容差的一半,则其他不合格的孔位可以不进行修正,按照理论孔位执行即可。

[0117] 在一种实施例中,根据所述目标孔的目标坐标,采用四点修正方法对所述制孔的孔位信息进行修正之后,所述制孔方法还包括:根据修正的结果重新生成识别程序,并利用离线编程软件或仿真软件进行仿真。以对程序的可执行性、安全性进行检查验证。

[0118] 参照附图3,根据与前述实施例中同样的发明构思,本申请实施例还提供一种制孔装置,包括:

[0119] 获得模块,获得模块用于根据目标孔组中目标孔的实测坐标与理论坐标,获得各目标孔的坐标差值;其中,目标孔组包括四个目标孔;

[0120] 对比模块,对比模块用于对比目标孔的坐标差值与标定坐标容差,并获得偏差结果;

[0121] 修正模块,修正模块用于根据目标孔组,以矩阵变换求解法对偏差结果进行修正,

并获得目标孔的目标坐标；

[0122] 执行模块,执行模块用于根据目标孔的目标坐标修正制孔的孔位信息,并在飞行器骨架上进行制孔。

[0123] 本领域技术人员应当理解,实施例中的各个模块的划分仅仅是一种逻辑功能的划分,实际应用时可以全部或部分集成到一个或多个实际载体上,且这些模块可以全部以软件通过处理单元调用的形式实现,也可以全部以硬件的形式实现,或是以软件、硬件结合的形式实现,需要说明的是,本实施例中制孔装置中各模块是与前述实施例中的制孔方法中的各步骤一一对应,因此,本实施例的具体实施方式可参照前述制孔方法的实施方式,这里不再赘述。

[0124] 根据与前述实施例中同样的发明构思,本申请的实施例还提供一种计算机可读存储介质,储存有计算机程序,计算机程序被处理器加载执行时,实现如本申请实施例提供的制孔方法。

[0125] 此外,根据与前述实施例中同样的发明构思,本申请的实施例还提供一种电子设备,至少包括有处理器及存储器,其中,

[0126] 存储器用于存储计算机程序;

[0127] 处理器用于加载执行计算机程序,以使电子设备执行如本申请实施例提供的制孔方法。

[0128] 在一些实施例中,计算机可读存储介质可以是FRAM、ROM、PROM、EPROM、EEPROM、闪存、磁表面存储器、光盘、或CD-ROM等存储器;也可以是包括上述存储器之一或任意组合的各种设备。计算机可以是包括智能终端和服务器的各种计算设备。

[0129] 在一些实施例中,可执行指令可以采用程序、软件、软件模块、脚本或代码的形式,按任意形式的编程语言(包括编译或解释语言,或者声明性或过程性语言)来编写,并且其可按任意形式部署,包括被部署为独立的程序或者被部署为模块、组件、子例程或者适合在计算环境中使用的其它单元。

[0130] 作为示例,可执行指令可以但不一定对应于文件系统中的文件,可以可被存储在保存其它程序或数据的文件的一部分,例如,存储在超文本标记语言(HTML,Hyper Text Markup Language)文档中的一个或多个脚本中,存储在专用于所讨论的程序的单个文件中,或者,存储在多个协同文件(例如,存储一个或多个模块、子程序或代码部分的文件)中。

[0131] 作为示例,可执行指令可被部署为在一个计算设备上执行,或者在位于一个地点的多个计算设备上执行,又或者,在分布在多个地点且通过通信网络互连的多个计算设备上执行。

[0132] 上述本申请实施例顺序仅仅为了描述,不代表实施例的优劣。

[0133] 通过以上的实施方式的描述,本领域的技术人员可以清楚地了解到上述 实施例方法可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现,当然也可以通 过硬件,但很多情况下前者是更佳的实施方式。根据这样的理解,本申请的 技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质(如只读存储器/随机存取存储器、磁碟、光 盘)中,包括若干指令用以使得一台多媒体终端设备(可以是手机,计算机,电视接收机,或者网络设备等)执行本申请各个实施例的方法。

[0134] 综上,本申请提供的一种制孔方法、装置、存储介质及设备,通过根据目标孔组中

目标孔的实测坐标与理论坐标,获得各目标孔的坐标差值;其中,目标孔组包括四个目标孔;对比目标孔的坐标差值与标定坐标容差,并获得偏差结果;根据目标孔组,以矩阵变换求解法对偏差结果进行修正,并获得目标孔的目标坐标;根据目标孔的目标坐标修正制孔的孔位信息,并在飞行器骨架上进行制孔。本申请将定位偏差直观地体现在坐标数据上,并将几何形状和尺寸变动的精度特征整合在容差坐标上,以坐标差值与容差进行对比,降低人工的参与度,以数据信息快速且准确判断偏差是否合格,并通过目标孔组完成对定位孔的修正,并在确保定位孔准确度的条件下修正制孔孔位信息,完成精度较高的制孔。

[0135] 以上所述仅为本申请的较佳实施例,并不用以限制本申请,凡在本申请的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本申请的保护范围之内。

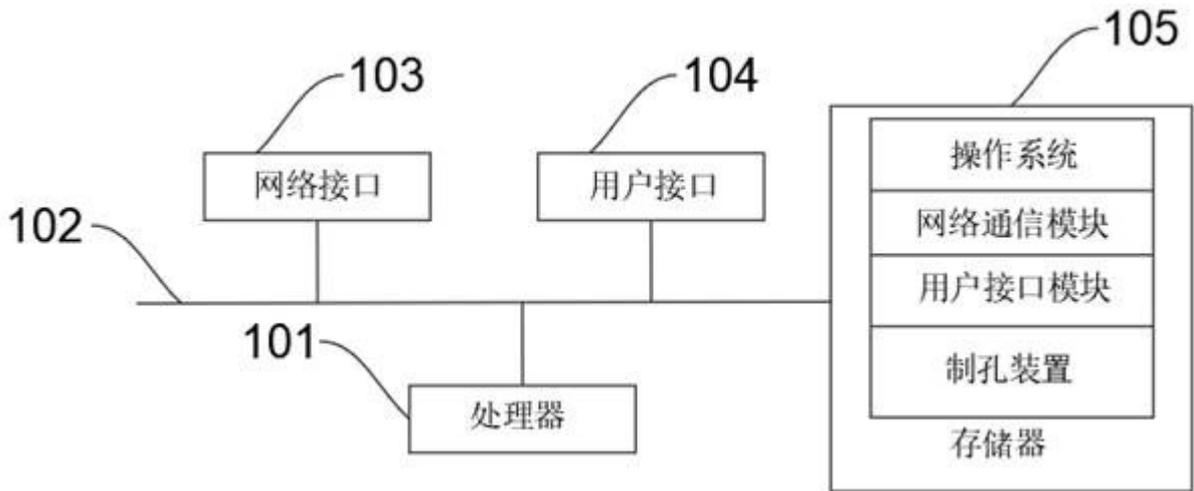


图1

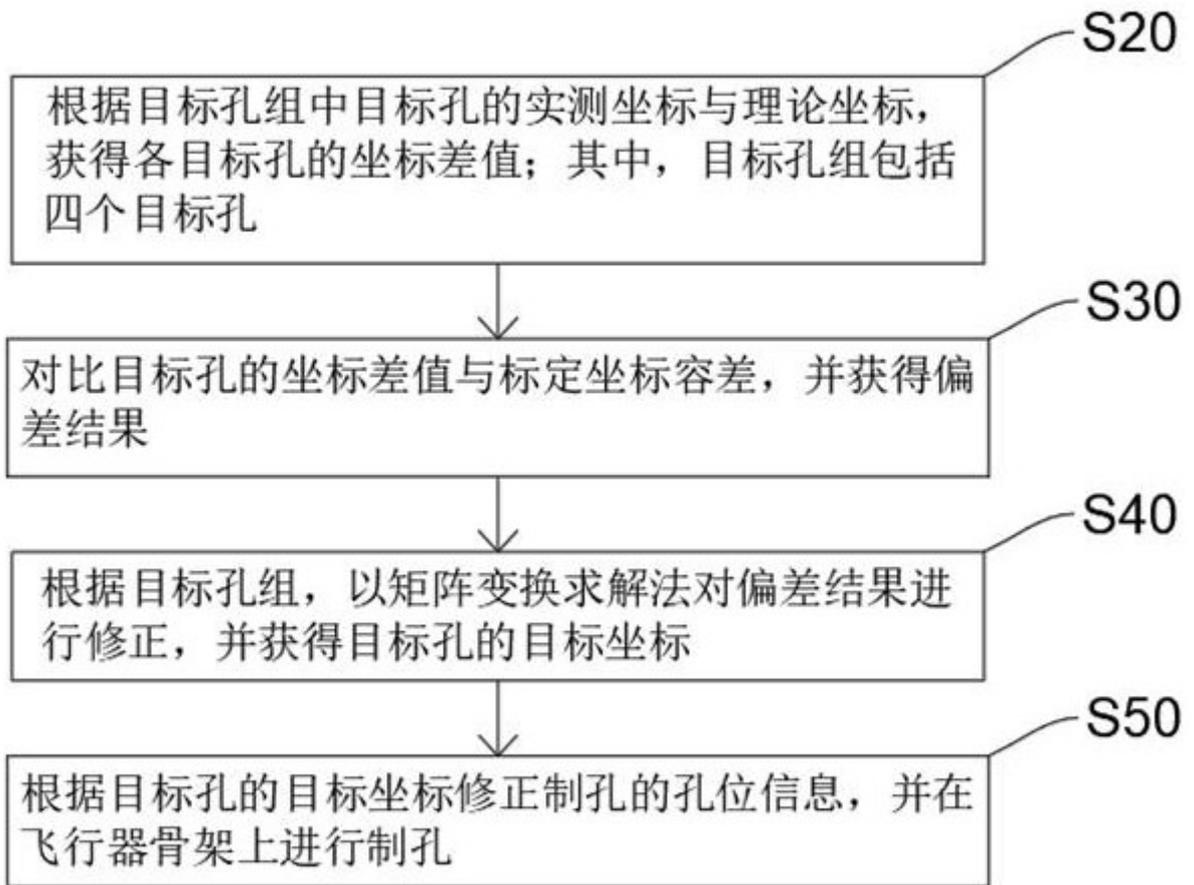


图2



图3