



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111060057 A

(43)申请公布日 2020.04.24

(21)申请号 201911359840.6

(22)申请日 2019.12.25

(71)申请人 贵阳航发精密铸造有限公司

地址 550014 贵州省贵阳市白云区沙文生态科技产业园

(72)发明人 田灿 龚浪 李扬 龙贤

(74)专利代理机构 贵阳天圣知识产权代理有限公司 52107

代理人 杜胜雄

(51)Int.Cl.

G01B 21/20(2006.01)

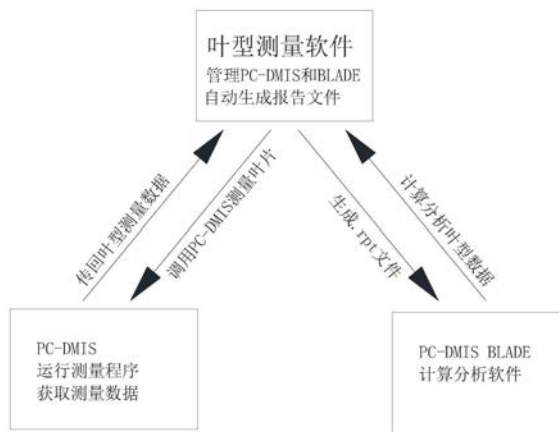
权利要求书1页 说明书3页 附图4页

(54)发明名称

一种基于三坐标测量机的涡轮叶片叶型轮廓测量方法

(57)摘要

本发明涉及航空发动机领域,具体涉及一种基于三坐标测量机的涡轮叶片叶型轮廓测量方法,包括以下步骤:根据叶片设计定位点在三坐标测量机上建立坐标系并评价验证;根据叶片各截面理论高度获取叶型理论曲线数据及制作理论文件;叶型测量参数设置;根据叶片自身曲面情况及测量要求,对各截面测量控制点进行规划及设置;叶型测量。通过利用先进的高精度三坐标测量机,并配置专用PCDMIS测量软件、blade分析软件、bladerunner用户界面运行软件,集叶片坐标系建立、叶型理论数据获取及制作、测量、分析的功能为一体,用于单联体带劈缝涡轮工作叶片和多联体导向叶片进行叶型测量,能够全面评价各项参数,有效反馈制造质量,满足生产加工需求。



CN 111060057 A

1. 一种基于三坐标测量机的涡轮叶片叶型轮廓测量方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 根据叶片设计定位点在三坐标测量机上建立坐标系并评价验证:根据叶片铸件设计定位点进行迭代法坐标系建立,评价XYZ坐标数据,验证位置偏差小于设置的定位公差;

(2) 根据叶片各截面理论高度获取叶型理论曲线数据及制作理论文件:在PCDMIS中获取叶片理论曲线数据,在Blade软件中制作叶片理论文件;

(3) 叶型测量参数设置:根据测量需求创建算法文件及公差文件,根据叶片设计公差要求确定各个参数的公差;

(4) 根据叶片自身曲面情况及测量要求,对各截面测量控制点进行规划及设置:

a. 若测量的是单联体带劈缝涡轮工作叶片,则每个截面叶型测量分为四段完成,包括叶盆、叶背、前缘和尾缘,分别由不同角度的测针完成测量后拼接成完整叶形,由bladerunner软件转换叶型数据后交由blade分析叶型参数和对比理论叶型;

b. 若测量的多联体涡轮导向叶片,则设置为执行多段测量,并设置多个控制点,按截面顺序写入文本文档,通过PCDMIS叶片测量程序调用该文本文档规划扫描路径;

(5) 叶型测量:

完成以上步骤后,打开bladerunner软件,选择需要测量的叶片测量程序,选择所有截面,输入叶片编号后开始测量,测量结束后自动保存、打印测量报告。

2. 根据权利要求1所述的基于三坐标测量机的涡轮叶片叶型轮廓测量方法,其特征在于,在步骤b中参考单联体带劈缝涡轮工作叶片叶型测量点控制方法,设置为执行六段测量,并选定六个控制点。

3. 根据权利要求1所述的基于三坐标测量机的涡轮叶片叶型轮廓测量方法,其特征在于,在步骤b中根据叶片实际情况增加或减少控制点,在测量程序中设置好安全空间和测座角度。

## 一种基于三坐标测量机的涡轮叶片叶型轮廓测量方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及航空发动机领域,具体涉及一种基于三坐标测量机的涡轮叶片叶型轮廓测量方法。

### 背景技术

[0002] 目前,航空发动机带劈缝涡轮工作叶片和多联体涡轮导向叶片是涡轮部件的重要组成部分,也是整个发动机的重要关键零件,其零件数量多、精密铸造的叶型轮廓几何尺寸精度要求高、评价参数多,叶型轮廓尺寸质量影响涡轮部件进气口各项参数,如何对其叶型尺寸的参数进行全面评价,严格保证外形尺寸质量,针对此背景提出了一种基于三坐标测量机的涡轮叶片叶型轮廓测量方法。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种能有效测量带劈缝涡轮工作叶片叶型测量的方法,将此方法有效灵活运用在多联体导向叶片叶型测量上,能够将测量数据在专用叶片分析软件上全面分析、评价叶片叶型轮廓尺寸质量。

[0004] 本发明实现其目的采用的技术方案如下:

[0005] 一种基于三坐标测量机的涡轮叶片叶型轮廓测量方法,包括以下步骤:

[0006] (1) 根据叶片设计定位点在三坐标测量机上建立坐标系并评价验证:根据叶片铸件设计定位点进行迭代法坐标系建立,评价XYZ坐标数据,验证位置偏差小于设置的定位公差;

[0007] (2) 根据叶片各截面理论高度获取叶型理论曲线数据及制作理论文件:在PCDMIS中获取叶片理论曲线数据,在Blade软件中制作叶片理论文件;

[0008] (3) 叶型测量参数设置:根据测量需求创建算法文件及公差文件,根据叶片设计公差要求确定各个参数的公差;

[0009] (4) 根据叶片自身曲面情况及测量要求,对各截面测量控制点进行规划及设置:

[0010] a. 若测量的是单联体带劈缝涡轮工作叶片,则每个截面叶型测量分为四段完成,包括叶盆、叶背、前缘和尾缘,分别由不同角度的测针完成测量后拼接成完整叶形,由bladerunner软件转换叶型数据后交由blade分析叶型参数和对比理论叶型;

[0011] b. 若测量的多联体涡轮导向叶片,则设置为执行多段测量,并设置多个控制点,按截面顺序写入文本文档,通过PCDMIS叶片测量程序调用该文本文档规划扫描路径;

[0012] (5) 叶型测量:

[0013] 完成以上步骤后,打开bladerunner软件,选择需要测量的叶片测量程序,选择所有截面,输入叶片编号后开始测量,测量结束后自动保存、打印测量报告。

[0014] 进一步,由于叶片与叶片之间的通道狭窄,在步骤b中参考单联体带劈缝涡轮工作叶片叶型测量点控制方法,设置为执行六段测量,并选定六个控制点。

[0015] 进一步,在步骤b中根据叶片实际情况增加或减少控制点,在测量程序中设置好安

全空间和测座角度。

[0016] 本发明的有益效果:通过利用先进的高精度三坐标测量机,并配置专用PCDMIS测量软件、blade分析软件、bladerunner用户界面运行软件,集叶片坐标系建立、叶型理论数据获取及制作、测量、分析的功能为一体,用于单联体带劈缝涡轮工作叶片和多联体导向叶片进行叶型测量,能够全面评价各项参数,有效反馈制造质量,满足生产加工需求;有效的解决了单联体带劈缝涡轮工作叶片和多联体导向叶片叶型只能在PCDMIS多段测量拼接、无法实现多段集成分析各项叶型轮廓参数的弊端。

## 附图说明

[0017] 图1为本发明实施例中叶型测量的协同关系示意图;

[0018] 图2为本发明实施例中坐标系建立的示意图;

[0019] 图3为本发明实施例中单联体带劈缝涡轮工作叶片叶型控制点设置示意图;

[0020] 图4为本发明实施例中的多联体涡轮导向叶片示意图;

[0021] 图5为本发明实施例中多联体涡轮导向叶片叶型控制点设置示意图。

## 具体实施方式

[0022] 下面结合附图对本发明的技术方案做进一步的说明,但本发明要求保护的范围并不局限于此。

[0023] 参照图1-5,一种基于三坐标测量机的涡轮叶片叶型轮廓测量方法,包括以下步骤:

[0024] (1)根据叶片设计定位点在三坐标测量机上建立坐标系并评价验证:

[0025] 由于涡轮叶片的坐标系通常不在叶片上,采用迭代法“3、2、1”法则进行坐标系的建立,其中点A1、点A2、点A3三点进行找正操作,点B4、点B5两点进行旋转操作,点C6进行原点操作。为得到更精确的坐标系的建立,可以修改迭代法建立坐标系时点的目标半径、目标公差和增加迭代次数,如图2所示。

[0026] 在建立的坐标系下,评价建立的XYZ坐标数据,及验证六点定位点的位置偏差,其应小于设置的定位公差。

[0027] (2)根据叶片各截面理论高度获取叶型理论曲线数据及制作理论文件(NOM):

[0028] 在PCDMIS中获取叶片理论曲线数据,在Blade软件中制作叶片理论文件。具体为:测量开始前的准备工作,首先应从叶片CAD数模上获取所测截面的理论值,在PCDMIS中使用高级扫描模块截取理论型线。由于带劈缝叶片的特殊性,使用“开线扫描”截取理论型线跳过排气边劈缝位置(靠近尾缘),得到理论轮廓。在开线扫描中,应使用变量扫描的类型,根据叶片的实际情况修改最大增量和最小增量值,确保叶型曲率变化大的地方(前后缘)数据较多,曲率平缓的地方(盆背向)数据合适即可,另外需确保边界条件、剖面矢量正确。

[0029] 根据以上方法,依次截取各截面理论值,生成各截面理论轮廓扫描命令。

[0030] 在PCDMIS软件中,使用导出功能将理论扫描轮廓数据导出为XYZ file。

[0031] 利用获得的点坐标数据,在blade软件中制作.nom(理论值文件)用于分析软件对比实测数据用。

[0032] 根据以上方法,生成NOM文件;然后在blade中导入创建了各截面后生成叶形理论

值文件(.nom)和理论轮廓线文件(.MTH)。检查轮廓线是否完整,是否有异常。

[0033] (3)叶型测量参数设置:

[0034] 创建算法文件(.FLV),根据叶片要求确定需要评价的参数,如最大轮廓(maxform)、最小轮廓(minform)、弦长(chord)。

[0035] 创建公差文件(.TOL),根据叶片设计公差要求确定各个参数的公差。

[0036] (4)根据叶片自身曲面情况及测量要求,对各截面测量控制点进行规划及设置:

[0037] ①单联体带劈缝涡轮工作叶片:

[0038] 每个截面叶型测量分为四段完成,包括叶盆,叶背,前缘和尾缘,分别由不同角度的测针完成测量后拼接成完整叶形,由bladerunner转换叶形数据后交由blade分析叶形参数和对比理论叶型。

[0039] 执行四段测量,需要五个控制点,分别作为叶盆扫描起点(点TE-CC2)、叶盆扫描终点(前缘扫描起点、点LE-CC)、前缘扫描终点(叶背扫描起点、点LE-CV)、叶背扫描终点(尾缘扫描起点、点TE-CV)、尾缘扫描终点(点TE-CC1),见图3。在理论值文件中选取这五个点,按截面顺序写入文本文档,PCDMIS叶片测量程序将调用该文本文档规划扫描路径即可。

[0040] ②多联体涡轮导向叶片:

[0041] 参照图4,由于叶片与叶片之间的通道狭窄,参考单联体带劈缝涡轮工作叶片叶型测量点控制方法,一般设置为执行六段测量,要六个控制点,从点TE-CV→点TE-CC、点TE-CC→点M-CC、点M-CC→点LE-CC、点LE-CC→点LE-CV、点LE-CV→点M-CV、点M-CV→点TE-CV,如图5所示,在理论值文件中选取这七个控制点,按截面顺序写入文本文档,PCDMIS叶片测量程序将调用该文本文档规划扫描路径即可。根据叶片实际情况也可增加或减少控制点,在测量程序中设置好安全空间和测座角度。

[0042] (5)叶型测量:

[0043] 完成以上步骤后,打开bladerunner软件,选择需要测量的叶片测量程序,选择所有截面,输入叶片编号后开始测量,测量结束后自动打开测量报告。

[0044] 本发明中,叶型轮廓的测量由三个软件协同完成,PCDMIS测量软件用于叶片坐标系建立及获取叶型理论数据,blade分析软件用于分析叶片叶型的各种参数,bladerunner是用户界面运行软件,用于联结PCDMIS和blade,三者之间的协同关系参见图1。

[0045] 通过利用先进的高精度三坐标测量机,并配置专用PCDMIS测量软件、blade分析软件、bladerunner用户界面运行软件,集叶片坐标系建立、叶型理论数据获取及制作、测量、分析的功能为一体,用于单联体带劈缝涡轮工作叶片和多联体导向叶片进行叶型测量,能够全面评价各项参数,有效反馈制造质量,满足生产加工需求;有效的解决了单联体带劈缝涡轮工作叶片和多联体导向叶片叶型只能在PCDMIS多段测量拼接、无法实现多段集成分析各项叶型轮廓参数的弊端。

[0046] 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明实施例技术方案的范围。

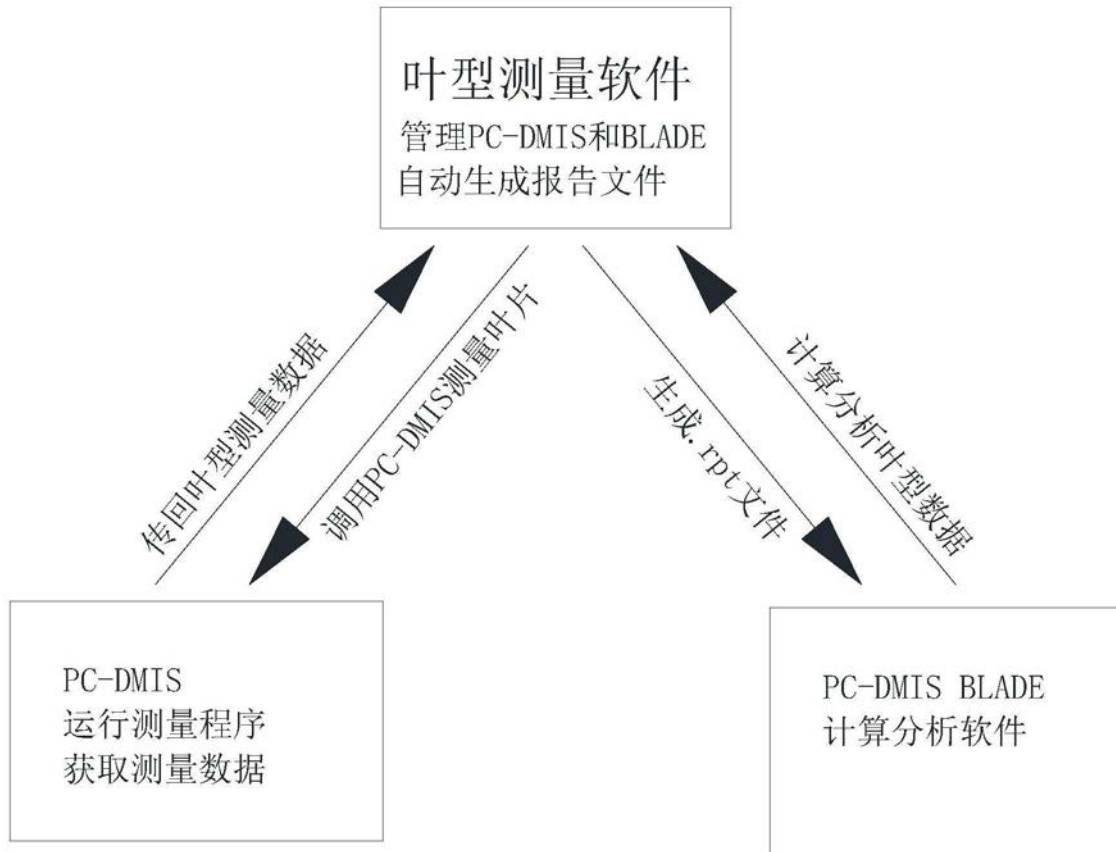


图1

迭代法坐标	
<input type="text"/>	Level-3: <input type="text" value="ZAXIS"/> 找正
<input type="text"/>	Rotate-2: <input type="text" value="XAXIS"/> 旋转
点A1 1	Origin-1: <input type="text" value="YAXIS"/> 原点
点A2 2	<input type="text" value="Select"/>
点A3 3	Meas all once
点B4	Meas all always
点B5	Max iterations: <input type="text" value="3"/> 最大迭代次
点B6	Start label: <input type="text"/>
	Point target radius: <input type="text" value="0.05"/> 目标半径
	Fixture tolerance: <input type="text" value="0.03"/> 定位公差
	Error label: <input type="text"/>
<input type="text" value="Clear"/>	<input type="text" value="OK"/> <input type="text" value="Cancel"/>

图2

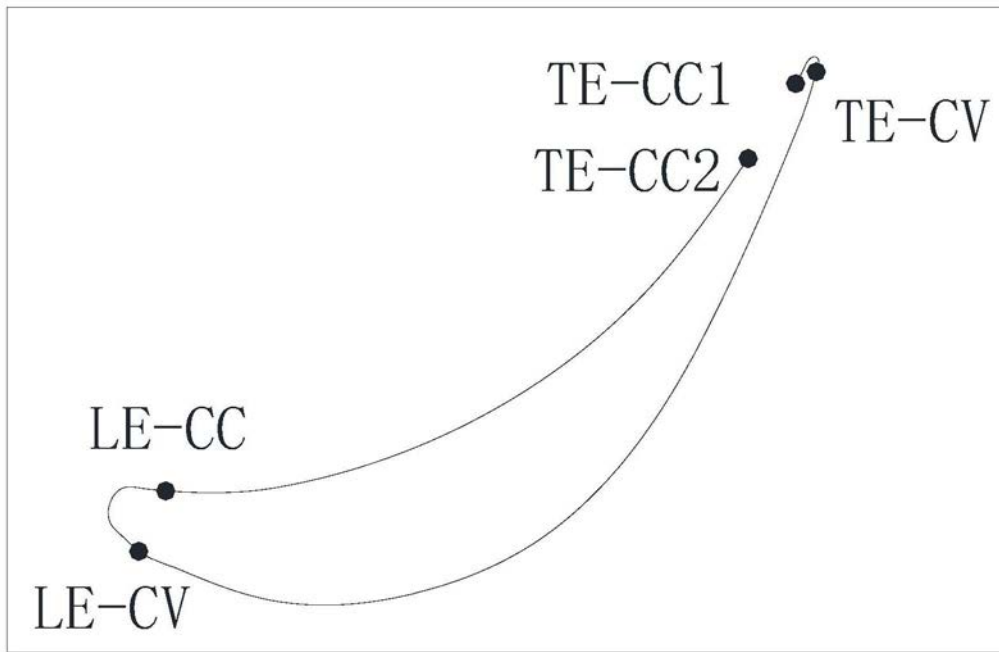


图3

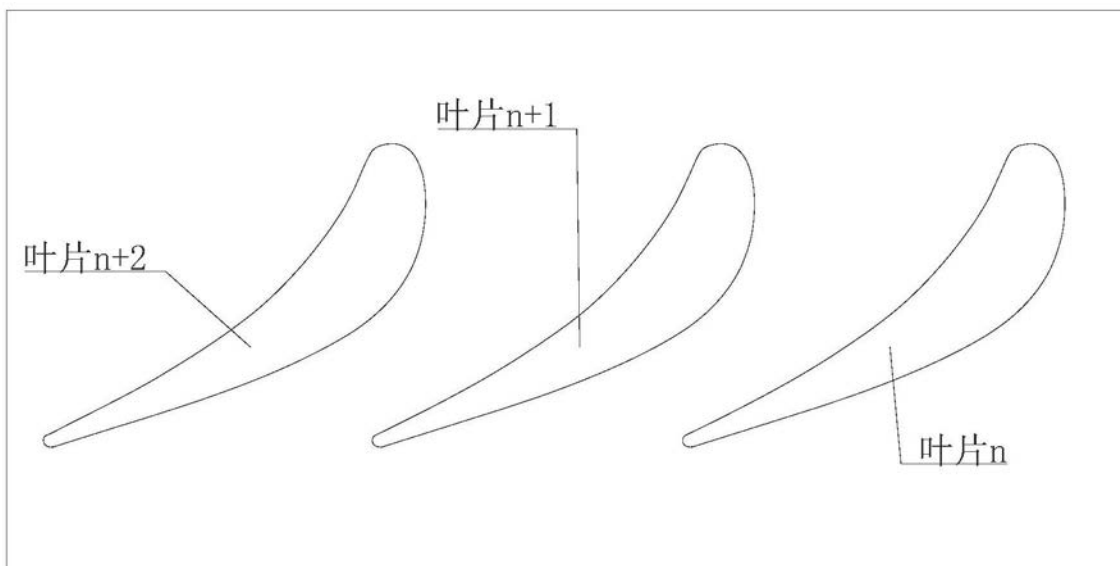


图4



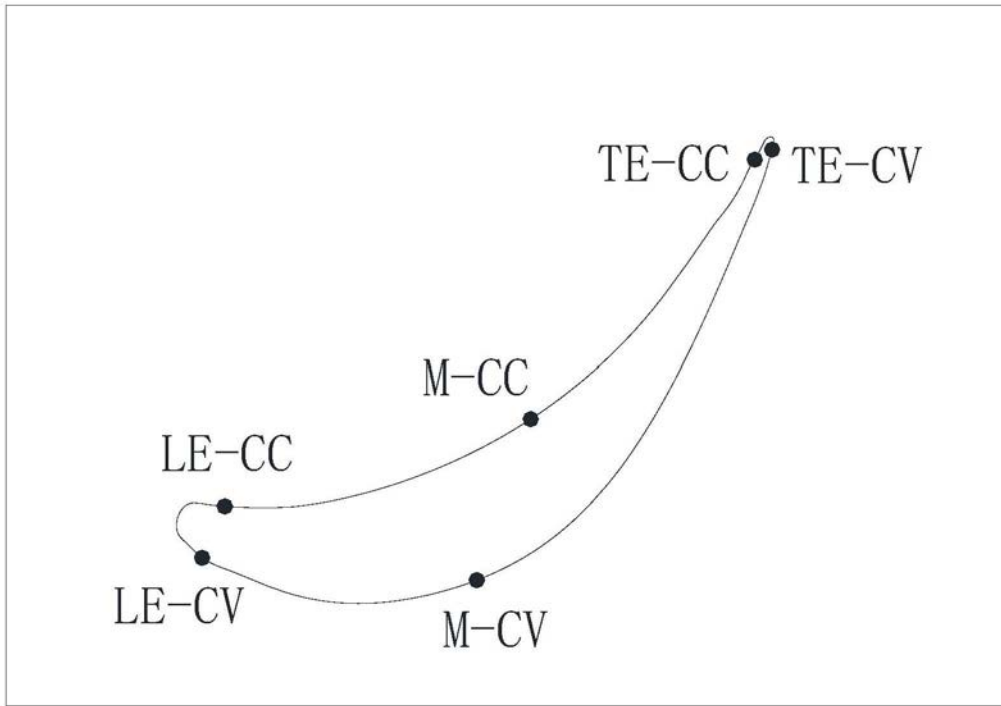


图5