



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104406502 B

(45)授权公告日 2017.07.14

(21)申请号 201410667659.2

(22)申请日 2014.11.13

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 104406502 A

(43)申请公布日 2015.03.11

(73)专利权人 重庆长征重工有限责任公司  
地址 400083 重庆市大渡口区伏牛溪

(72)发明人 何盛勇 曹东升

(74)专利代理机构 重庆市前沿专利事务所(普通合伙) 50211

代理人 郭云

(51)Int.Cl.

G01B 5/20(2006.01)

(56)对比文件

CN 104061830 A,2014.09.24,

CN 203587019 U,2014.05.07,

CN 201508155 U,2010.06.16,

CN 2755562 Y,2006.02.01,

US 6192595 B1,2001.02.27,

CN 204301660 U,2015.04.29,

陈晞等.汽轮机叶片样板设计.《汽轮机技术》.2000,第42卷(第1期),

审查员 赵柯

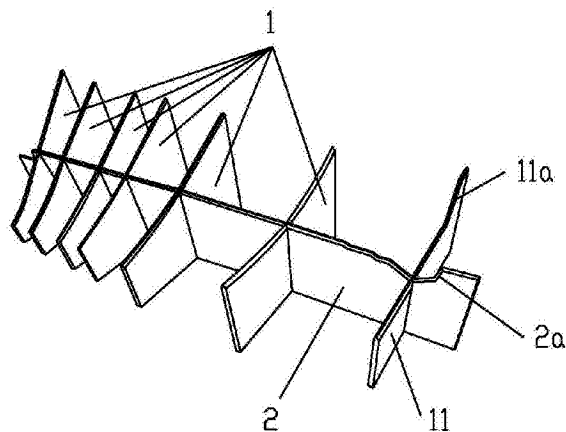
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

一种燃气轮机叶片锻坯几何尺寸控制方法及检测样板

(57)摘要

本发明公开了一种燃气轮机叶片锻坯几何尺寸控制方法及检测样板,该方法包括样板制作和比对检查,样板制作由截面样板制作、轴线样板制作和样板组合组成,截面样板制作轴线样板制作均通过剖切叶片三维模型样板的形二维图形,利用二维图形分别制作内外弧面的截面样板和轴线样板,再组合固定形成内外弧面对比样板,用对比样板通过目测和塞尺结合的方法分别对叶片的内外弧面进行对比检查。对比样板由多个截面样板制作通过一轴线样板形成鱼刺状,截面样板和轴线样板的比对边形成刀刃状。本发明的有益效果是,检测方法可同时获得叶片多个部位的检测结果,操作简单、准确度高,检测效率高;检查样板结构简单,检测操作劳动强度低,检测技能要求低。



1. 一种燃气轮机叶片锻坯几何尺寸控制方法,包括样板制作和对比检查的步骤,其特征在于,所述样板制作由截面样板制作、轴线样板制作和样板组合的步骤;

所述截面样板制作包括:

第一步,在叶片锻坯的三维模型中沿轴线方向上的设定距离横向剖切叶片,形成横向截面二维图形,并记录坐标原点数据和该剖切位置数据;

第二步,将该截面二维图以CAD格式文件导出;

第三步,在CAD中将该截面二维图形按分模线位置分割,并将叶片内弧面和外弧面上该截面的部分连续轮廓线分别作为截面样板(1)的一个边缘,并以前述坐标原点构建内弧面截面样板和外弧面的截面样板(1)二维图形;

第四步,利用所述截面样板(1)二维图形,采用设定厚度的板材通过线切割的方式分别加工形成内外弧面的截面样板(1);

第五步,返回第一步,并以相同的坐标原点形成沿叶片轴向分布的多个成对的内外弧面的截面样板(1);

所述轴线样板制作包括:

第一步,在叶片锻坯的三维模型中,保持与前述相同的坐标原点,在叶片的宽度中部纵向剖切叶片,形成体现叶片剖切位置纵向轮廓的纵向截面二维图形,并记录该剖切位置数据;

第二步,将所述纵向截面二维图以CAD格式文件导出;

第三步,在CAD中将所述纵向截面二维图形按分模线位置分割,并将叶片内弧面和外弧面上该截面的部分连续轮廓线分别作为轴线样板(2)的一个边缘,分别构建内弧面截面样板和外弧面的轴线样板(2)二维图形;

第四步,利用所述轴线样板(2)二维图形,采用设定厚度的板材通过线切割的方式分别加工形成内弧面和外弧面的轴线样板(2);

所述样板组合包括,分别以内外弧面的轴线样板(2)为骨架,将内外弧面的截面样板(1)分别固定连接在内外弧面的轴线样板(2)上,形成叶片内外弧面的比对样板;其中,截面样板(1)与轴线样板(2)保持叶片三维模型中的相对位置;

所述对比检查包括:

第一步,将叶片锻坯按水平方式设置于检测平台上;

第二步,根据叶片的内外弧面选择对应内弧面或外弧面比对样板,并将所选择的内弧面或外弧面比对样板置放在叶片锻坯上找正;

第三步,采用目测与塞尺检查相结合的方法,检查叶片锻件上叶身多个部位的内弧面或外弧面与比对样板的符合性;

第四步,将叶片锻坯翻面放置,并返回对比检查的第一步,直至叶片另一弧面检查完成。

2. 根据权利要求1所述的燃气轮机叶片锻坯几何尺寸控制方法,其特征在于:在所述样板制作的截面样板制作步骤中,在任一截面样板(1)切割后,将截面样板(1)上用于与叶片内弧面或外弧面比对的边缘在厚度方向上形成刀刃状。

3. 根据权利要求1所述的燃气轮机叶片锻坯几何尺寸控制方法,其特征在于:在所述样板制作的轴线样板制作步骤中,在轴线样板(2)切割后,将轴线样板(2)上用于与叶片内弧

面或外弧面比对的边缘在厚度方向上形成刀刃状。

4. 根据权利要求1~3中任意一项权利要求所述的燃气轮机叶片锻坯几何尺寸控制方法,其特征在于:在所述样板制作的截面样板制作步骤中,所述设定距离包括一个位于叶片榫头位置的距离,并构建一个榫头截面样板(11),在构建榫头截面样板(11)二维图形和切割时,使榫头截面样板(11)宽度的一个方向延伸至叶片榫头的连续轮廓线外端,并使榫头截面样板(11)形成以叶片榫头定位的定位结构(11a)。

5. 根据权利要求1~3中任意一项权利要求所述的燃气轮机叶片锻坯几何尺寸控制方法,其特征在于,在样板制作的轴线样板制作步骤中,在构建轴线样板(2)二维图形和切割所述轴线样板(2)时,使轴线样板(2)的长度方向延伸至叶片榫头的连续轮廓线外端,并使轴线样板(2)形成以叶片榫头定位的定位结构。

6. 一种燃气轮机叶片锻坯几何尺寸检测样板,包括截面样板(1),截面样板(1)用于叶片长度上设定部位的内弧面或外弧面宽度方向上比对检测,其特征在于,所述截面样板(1)设有多个,多个截面样板(1)用于叶片同一弧面上多个设定部位横向轮廓的比对检测,多个截面样板(1)通过同一轴线样板(2)串接固定成鱼刺状,轴线样板(2)用于截面样板(1)对应的叶片弧面上纵向轮廓的对比检测;所述截面样板(1)和轴线样板(2)上的比对检测边缘呈刀刃状。

7. 根据权利要求6所述的燃气轮机叶片锻坯几何尺寸检测样板,其特征在于,所述轴线样板(2)上形成有用于通过叶片(3)的榫头(31)形成长度方向定位的纵向定位结构(2a);多个截面样板(1)中包括一个位于被检测叶片的榫头部位的榫头截面样板(11),榫头截面样板(11)上形成有用于叶片(3)的榫头(31)形成宽度方向定位的横向定位结构(11a)。

8. 根据权利要求6或7所述的燃气轮机叶片锻坯几何尺寸检测样板,其特征在于,所述轴线样板(2)上形成有多个分别用于卡持固定所述多个截面样板(1)的第一卡槽(2b)。

9. 根据权利要求6或7所述的燃气轮机叶片锻坯几何尺寸检测样板,其特征在于,所述截面样板(1)上形成有用于卡持固定所述轴线样板(2)的第二卡槽(1a)。

## 一种燃气轮机叶片锻坯几何尺寸控制方法及检测样板

### 技术领域

[0001] 本发明涉及燃气轮机的叶片,特别涉及一种燃气轮机叶片锻坯几何尺寸的控制方法及检测样板。

### 背景技术

[0002] 燃气轮机是一种以连续流动的气体作为工质,把热能转换为机械功的旋转式动力机械。燃气轮机作为一种先进而复杂的动力机械设备是典型的高新技术密集型产品。其主要应用于航空、以军用战舰为主的船舶、车辆以及发电领域。燃气轮机由压气机、燃烧室和燃气透平等组成。燃气轮机除燃烧室外,压气机和燃气透平均存在大量的叶片构件。叶片在燃气轮机中起气体压缩和膨胀以及产生动力的作用,故其是燃气轮机当中重要的构件。同时,叶片具有数量大、形状复杂、要求高、加工难度大并且外形难以检测的特点。叶片毛坯采用锻造成形,若叶片外形尺寸出现制造误差,易导致后续无法机加,或者机加后尺寸不合格而报废。叶片所用材质一般为耐热不锈钢或高温合金和钛合金,该类材料价值较高,若叶片报废将导致较大的经济损失。因此,控制叶片锻件变形是非常重要的一个工序。燃气轮机叶片主要由榫头和叶身两个部分组成,榫头形状规则,检测方便,一般采用常规的检测方式即可。叶身形状复杂,其内外叶面均为复杂的扭转变形曲面,因此,其几何尺寸检测难度较大。现有锻件锻后尺寸的检测手段一般有两种:一是通过标卡尺和直尺等测量工具检测,由于对锻件的多个尺寸需要分别测量,效率极低;同时,由于其外形的特殊性,该方法测量误差大、测量精度差,无法准确反映叶片实际形状,难以保证机械加工余量;二是采用三坐标检测机进行测量,其测量精度和满足要求,但其操作过程复杂,检测时间长,测量效率低,不仅需要高素质的检测人员,还需要购置昂贵的三坐标检测机,检测成本高。因此,如何方便、高效、准确且低成本的方式检测叶片叶型尺寸已成为一个亟待解决的难题。

### 发明内容

[0003] 本发明的第一目的就是针对现有技术的不足,提供一种燃气轮机叶片锻坯几何尺寸的控制方法,该方法包括通过利用叶片的三维模型制作多个截面轮廓线形成的对比样板,采用对比检查方法检测叶身多个部位与样板符合性,其检测方便、快捷、准确度高,检测效率高,劳动强度低;本发明的第二目的是提供一种燃气轮机叶片锻坯几何尺寸检测样板,该样板结构简单、制作方便应用该样板对叶片锻坯进行比对检查时,其检测方便、效率高。

[0004] 为实现第一目的,本发明采用如下技术方案。

[0005] 一种燃气轮机叶片锻坯几何尺寸控制方法,包括样板制作和对比检查的步骤,所述样板制作由截面样板制作、轴线样板制作和样板组合的步骤;

[0006] 所述截面样板制作包括:

[0007] 第一步,在叶片锻坯的三维模型中沿轴线方向上的设定距离横向剖切叶片,形成横向截面二维图形,并记录坐标原点数据和该剖切位置数据;

[0008] 第二步,将该截面二维图以CAD格式文件导出;

[0009] 第三步,在CAD中将该截面二维图形按分模线位置分割,并将叶片内弧面和外弧面上该截面的部分连续轮廓线分别作为截面样板的一个边缘,并以前述坐标原点构建内弧面截面样板和外弧面的截面样板二维图形;

[0010] 第四步,利用所述截面样板二维图形,采用设定厚度的板材通过线切割的方式分别加工形成内外弧面的截面样板;

[0011] 第五步,返回第一步,并以相同的坐标原点形成沿叶片轴向分布的多个成对的内外弧面的截面样板;

[0012] 所述轴线样板制作包括:

[0013] 第一步,在叶片锻坯的三维模型中,保持与前述相同的坐标原点,在叶片的宽度中部纵向剖切叶片,形成体现叶片剖切位置纵向轮廓的纵向截面二维图形,并记录该剖切位置数据;

[0014] 第二步,将所述纵向截面二维图以CAD格式文件导出;

[0015] 第三步,在CAD中将所述纵向截面二维图形按分模线位置分割,并将叶片内弧面和外弧面上该截面的部分连续轮廓线分别作为轴线样板的一个边缘,分别构建内弧面截面样板和外弧面的轴线样板二维图形;

[0016] 第四步,利用所述轴线样板二维图形,采用设定厚度的板材通过线切割的方式分别加工形成内弧面和外弧面的轴线样板;

[0017] 所述样板组合包括,分别以内外弧面的轴线样板为骨架,将内外弧面的截面样板分别固定连接在内外弧面的轴线样板上,形成叶片内外弧面的比对样板;其中,截面样板与轴线样板保持叶片三维模型中的相对位置;

[0018] 所述对比检查包括:

[0019] 第一步,将叶片锻坯按水平方式设置于检测平台上;

[0020] 第二步,根据叶片的内外弧面选择对应内弧面或外弧面比对样板,并将所选择的内弧面或外弧面比对样板置放在叶片锻坯上找正;

[0021] 第三步,采用目测与塞尺检查相结合的方法,检查叶片锻件上叶身多个部位的内弧面或外弧面与比对样板的符合性;

[0022] 第四步,将叶片锻坯翻面放置,并返回对比检查的第一步,直至叶片另一弧面检查完成。

[0023] 采用前述技术方案的本方法,通过叶片的三维模型获得叶片叶身的轴线样板和叶身内外弧面上对应的多个截面样板,并按三维模型上对应截面样板与轴线样板的相对位置关系固定连接成内弧面样板和外弧面样板,利用目测与塞尺相结合的方法检查叶片锻坯上叶身可一次实现多个部位与内外弧面与样板的符合性,从而一次检查获得叶片多个部位的变形误差;其检测方便、快捷、准确度高,检测效率高,劳动强度低。同时,不需购置昂贵的设备和使用高素质的检测人员,可有效降低叶片锻造的生产成本。

[0024] 优选的,在所述样板制作的截面样板制作步骤中,在任一截面样板切割后,将截面样板上用于与叶片内弧面或外弧面比对的边缘在厚度方向上形成刀刃状。以进一步提高叶片叶身宽度方向检查的准确性。

[0025] 优选的,在所述样板制作的轴线样板制作步骤中,在轴线样板切割后,将轴线样板上用于与叶片内弧面或外弧面比对的边缘在厚度方向上形成刀刃状。以进一步提高叶片叶

身长度方向检查的准确性。

[0026] 优选的,在所述样板制作的截面样板制作步骤中,所述设定距离包括一个位于叶片榫头位置的距离,并构建一个榫头截面样板,在构建榫头截面样板二维图形和切割时,使榫头截面样板宽度的一个方向延伸至叶片榫头的连续轮廓线外端,并使榫头截面样板形成以叶片榫头定位的定位结构。以使比对样板在比对检查时通过叶片的榫头形成宽度方向的定位,以通过提高比对样板与叶片相对位置的准确度提高检测精度。

[0027] 优选的,在样板制作的轴线样板制作步骤中,在构建轴线样板二维图形和切割所述轴线样板时,使轴线样板的长度方向延伸至叶片榫头的连续轮廓线外端,并使轴线样板形成以叶片榫头定位的定位结构。以使比对样板在比对检查时通过叶片的榫头形成长度方向的定位,以通过提高比对样板与叶片相对位置的准确度提高检测精度。

[0028] 为实现第二目的,本发明采用如下技术方案。

[0029] 一种燃气轮机叶片锻坯几何尺寸检测样板,包括截面样板,截面样板用于叶片长度上设定部位的内弧面或外弧面宽度方向上比对检测,其特征在于,所述截面样板设有多个,多个截面样板用于叶片同一弧面上多个设定部位横向轮廓的比对检测,多个截面样板通过同一轴线样板串接固定成鱼刺状,轴线样板用于截面样板对应的叶片弧面上纵向轮廓的对比检测;所述截面样板和轴线样板上的比对检测边缘呈刀刃状。

[0030] 采用前述技术方案的本检测样板,可通过叶片的三维模型获得叶片叶身的轴线样板和叶身内弧面或外弧面对应的多个截面样板,按三维模型上对应截面样板与轴线样板的相对位置关系固定连接成内弧面用比对样板和外弧面用比对样板,从而用于叶片的内弧面和外弧面的对应检查,检查时可利用目测与塞尺相结合的方法检查叶片锻坯上叶身可一次实现多个部位与内弧面或外弧面与对比样板的符合性,从而一次检查获得叶片同一弧面多个部位的变形误差;其结构简单,重量轻,检测方便、快捷、准确度高,检测效率高,劳动强度低,且制造成本低,检测技能要求低。

[0031] 优选的,所述轴线样板上形成有用于通过叶片的榫头形成长度方向定位的纵向定位结构;多个截面样板中包括一个位于被检测叶片的榫头部位的榫头截面样板,榫头截面样板上形成有用于叶片的榫头形成宽度方向定位的横向定位结构。以便检测时比对样板与被检测的叶片形成准确定位,从而确保检测的准确性。

[0032] 优选的,所述轴线样板上形成有多个分别用于卡持固定所述多个截面样板的第一卡槽。其固定连接结构简单,且便于调整二者的相对位置。

[0033] 优选的,所述截面样板上形成有用于卡持固定所述轴线样板的第二卡槽。其固定连接结构简单,且便于调整二者的相对位置。

[0034] 本方案中,所述轴线样板上形成有多个分别用于卡持固定所述多个截面样板的第一卡槽;且截面样板上形成有用于卡持固定所述轴线样板的第二卡槽。以使二者形成相互卡尺,增强二者之间连接的牢固性。

[0035] 本发明的有益效果是,检测方法可一次检查获得多个部位的检测结果,其操作简单、准确度高,检测效率高;检查样板结构简单,重量轻,检测效率高,操作劳动强度低,且检测技能要求低,叶片产品生产成本低。

## 附图说明

- [0036] 图1是本发明所检测的某型号叶片的三维模型中的正面轴测图。
- [0037] 图2是本发明所检测的某型号叶片的三维模型中的侧面轴测图。
- [0038] 图3是本发明中由叶片三维模型横向剖切后获得的横向截面二维图形,并依据该二维图形构建的内弧面或外弧面截面样板轮廓图形。
- [0039] 图4是本发明中内弧面或外弧面截面样板结构示意图。
- [0040] 图5是本发明图4中的A—A剖视图。
- [0041] 图6是本发明中位于叶片的榫头部位的内弧面或外弧面截面样板结构示意图。
- [0042] 图7是本发明中由叶片三维模型纵向剖切后获得的纵向截面二维图形,并依据该二维图形构建的内弧面或外弧面轴线样板轮廓图形。
- [0043] 图8是本发明中内弧面或外弧面轴线结构示意图。
- [0044] 图9是本发明中内弧面或外弧面比对样板的轴测图。
- [0045] 图10是本发明中应用内弧面或外弧面比对样板检测叶片的状态示意图。
- [0046] 图11是本发明图8的俯视图。

### 具体实施方式

[0047] 下面结合附图对本发明作进一步的说明,但并不因此将本发明限制在所述的实施例范围之中。

[0048] 实施例1,一种燃气轮机叶片锻坯几何尺寸控制方法,包括样板制作和对比检查的步骤,所述样板制作由截面样板制作、轴线样板制作和样板组合的步骤;

[0049] 所述截面样板制作包括:

[0050] 第一步,在如图1和图2所示的叶片锻坯的三维模型中沿轴线方向上的设定距离横向剖切叶片,形成如图3所述的横向截面二维图形,并记录坐标原点数据和该剖切位置数据;

[0051] 第二步,将该截面二维图以CAD格式文件导出;

[0052] 第三步,在CAD中将该截面二维图形按分模线位置分割,并将叶片内弧面和外弧面上该截面的部分连续轮廓线分别作为截面样板1的一个边缘,并以前述坐标原点构建内弧面截面样板和外弧面的如图4所示的截面样板1二维图形;

[0053] 第四步,利用所述截面样板1二维图形,采用设定厚度的板材通过线切割的方式分别加工形成内外弧面的截面样板1;并将截面样板1上用于与叶片内弧面或外弧面比对的边缘在厚度方向上形成刀刃状,如图5所示;

[0054] 第五步,返回第一步,并以相同的坐标原点形成沿叶片轴向分布的多个成对的内弧面的截面样板1,其中,在所述样板制作的截面样板制作步骤中,所述设定距离包括一个位于叶片榫头位置的距离,并构建一个榫头截面样板11,在构建榫头截面样板11二维图形和切割时,使榫头截面样板11宽度的一个方向延伸至叶片榫头的连续轮廓线外端,并使榫头截面样板11形成以叶片榫头定位的定位结构11a,如图6所示;

[0055] 所述轴线样板制作包括:

[0056] 第一步,在如图1和图2所示的叶片锻坯的三维模型中,保持与前述相同的坐标原点,在叶片的宽度中部纵向剖切叶片,形成体现叶片剖切位置纵向轮廓的纵向截面二维图形,如图7所示,并记录该剖切位置数据;

[0057] 第二步,将所述纵向截面二维图以CAD格式文件导出;

[0058] 第三步,在CAD中将所述纵向截面二维图形按分模线位置分割,并将叶片内弧面和外弧面上该截面的部分连续轮廓线分别作为轴线样板2的一个边缘,分别构建内弧面截面样板和外弧面的轴线样板2二维图形,如图8所示;

[0059] 第四步,利用所述轴线样板2二维图形,采用设定厚度的板材通过线切割的方式分别加工形成内弧面和外弧面的轴线样板2,并使轴线样板2的长度方向延伸至叶片榫头的连续轮廓线外端,并使轴线样板2形成以叶片榫头定位的定位结构2a,且将轴线样板2上用于与叶片内弧面或外弧面对比的边缘在厚度方向上形成刀刃状;

[0060] 所述样板组合包括,分别以内外弧面的轴线样板2为骨架,将内外弧面的截面样板1分别固定连接在内外弧面的轴线样板2上,形成叶片内外弧面的比对样板;其中,截面样板1与轴线样板2保持叶片三维模型中的相对位置,如图9所示;

[0061] 所述对比检查包括:

[0062] 第一步,将叶片锻坯按水平方式设置于检测平台上;

[0063] 第二步,根据叶片的内外弧面选择对应内弧面或外弧面对比样板,并将所选择的内弧面或外弧面对比样板置放在叶片锻坯上找正;如图10和图11所示

[0064] 第三步,采用目测与塞尺检查相结合的方法,检查叶片锻件上叶身多个部位的内弧面或外弧面与比对样板的符合性;

[0065] 第四步,将叶片锻坯翻面放置,并返回对比检查的第一步,直至叶片另一弧面检查完成。

[0066] 其中,在构建所述轴线样板2图形和切割所述轴线样板2时,使其形成分别卡持所述多个截面样板1和一个榫头截面样板11的第一卡槽2b;在构建所述截面样板1和榫头截面样板11图形和切割所述截面样板1和榫头截面样板11时,使其形成卡持所述轴线样板2的第二卡槽1a。

[0067] 实施例2,一种燃气轮机叶片锻坯几何尺寸检测样板,包括截面样板1,截面样板1用于叶片长度上设定部位的内弧面或外弧面宽度方向上比对检测,其特征在于,所述截面样板1设有多个,多个截面样板1用于叶片同一弧面上多个设定部位横向轮廓的比对检测,多个截面样板1通过同一轴线样板2串接固定成鱼刺状,轴线样板2用于截面样板1对应的叶片弧面上纵向轮廓的对比检测;所述截面样板1和轴线样板2上的比对检测边缘呈刀刃状。

[0068] 所述轴线样板2上形成有用于通过叶片3的榫头31形成长度方向定位的纵向定位结构2a;多个截面样板1中包括一个位于被检测叶片的榫头部位的榫头截面样板11,榫头截面样板11上形成有用于叶片3的榫头31形成宽度方向定位的横向定位结构11a。

[0069] 所述轴线样板2上形成有多个分别用于卡持固定所述多个截面样板1的第一卡槽2b。所述截面样板1上形成有用于卡持固定所述轴线样板2的第二卡槽1a。轴线样板2与截面样板1以及轴线样板2与榫头截面样板11均形成相互卡持的固定连接。

[0070] 本方案中,轴线样板2与截面样板1以及轴线样板2与榫头截面样板11还可在卡持固定的基础上焊接牢固。

[0071] 以上详细描述了本发明的较佳具体实施例。应当理解,本领域的普通技术人员无需创造性劳动就可以根据本发明的构思作出诸多修改和变化。因此,凡本技术领域技术人员依本发明的构思在现有技术的基础上通过逻辑分析、推理或者有限的实验可以得到的



---

技术方案,皆应在由权利要求书所确定的保护范围内。

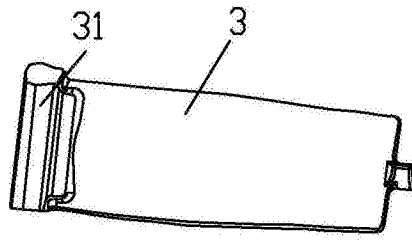


图1

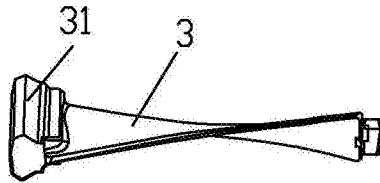


图2

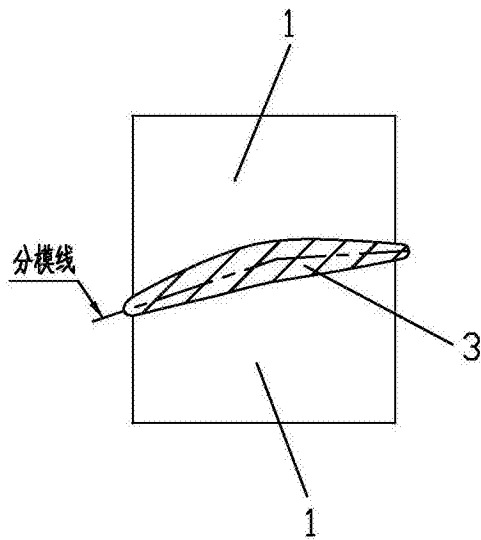


图3

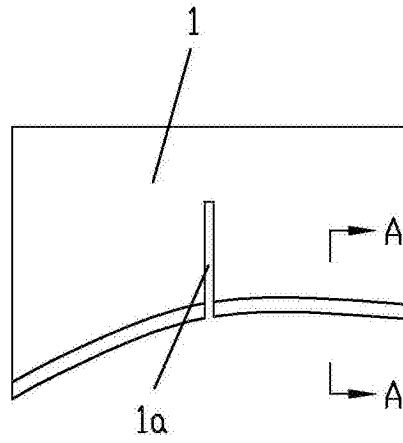


图4

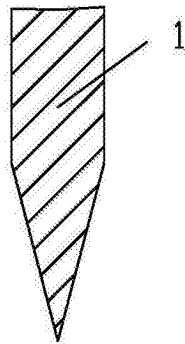


图5

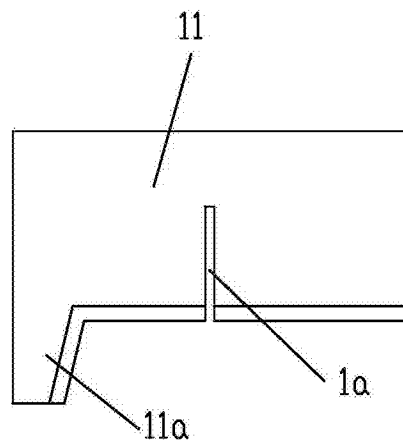


图6

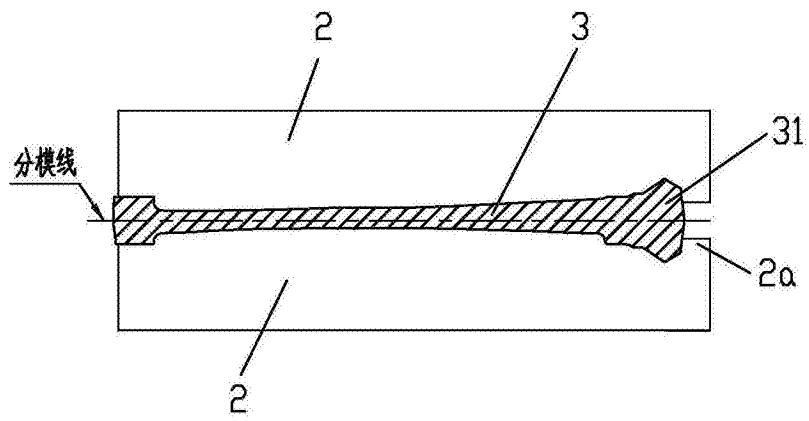


图7

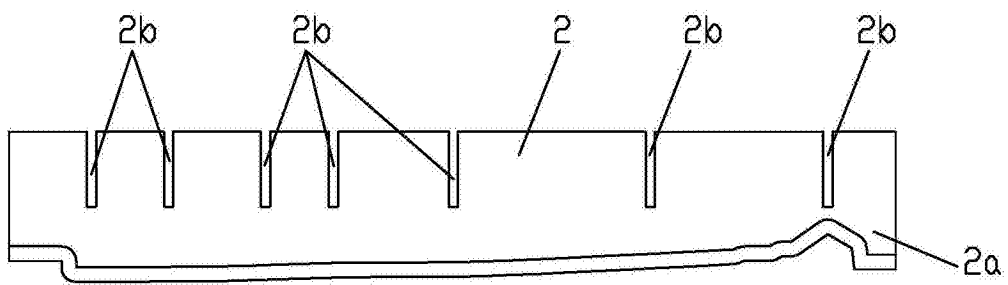


图8

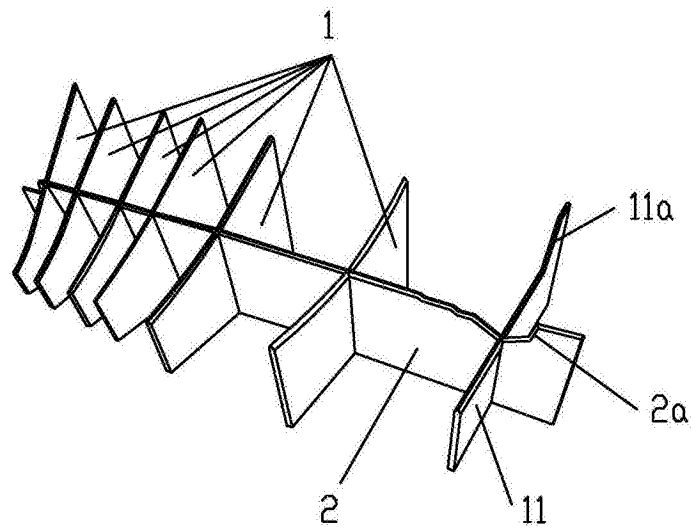


图9

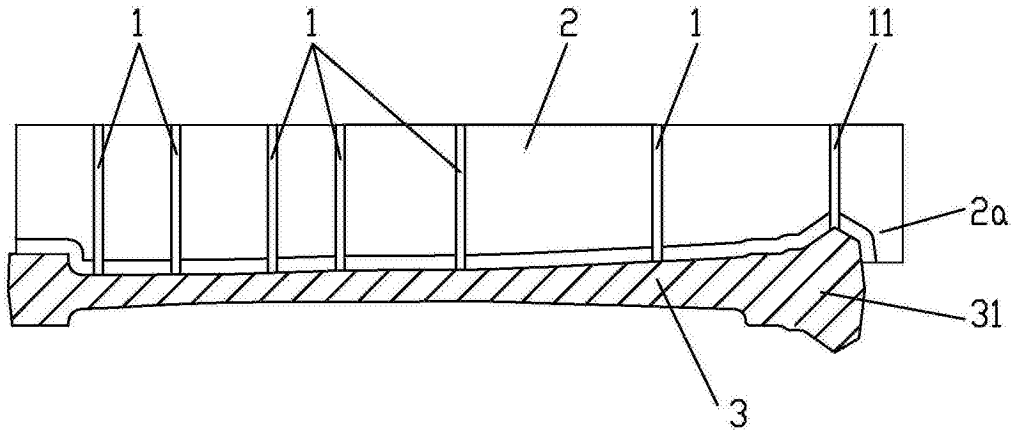


图10

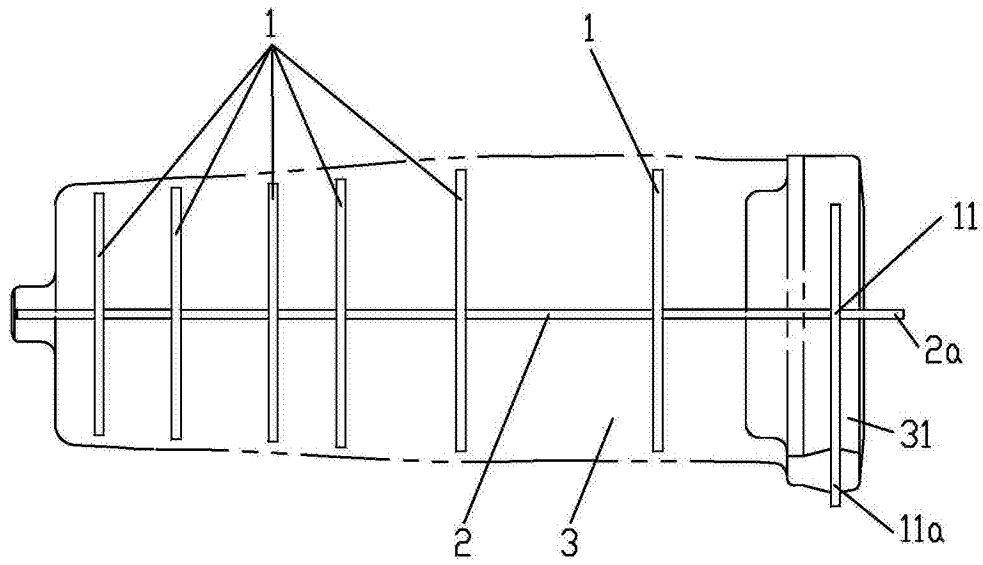


图11