



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114198151 B

(45) 授权公告日 2024. 04. 30

(21) 申请号 202111414384.8

(22) 申请日 2021.11.25

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114198151 A

(43) 申请公布日 2022.03.18

(73) 专利权人 沈阳透平机械股份有限公司
地址 110869 辽宁省沈阳市经济技术开发
区开发大路16号甲

(72) 发明人 张帝 王强 刘忠杨 范海宇
于洋 薄磊 宋健 乔俦 张旭
董华齐 江文佳 陈云伟

(74) 专利代理机构 北京中强智尚知识产权代理
有限公司 11448
专利代理师 王妍

(51) Int. Cl.

F01D 5/00 (2006.01)

F01D 9/00 (2006.01)

F01D 25/28 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 104088818 A, 2014.10.08

CN 109344522 A, 2019.02.15

CN 110656981 A, 2020.01.07

CN 204436482 U, 2015.07.01

CN 2677667 Y, 2005.02.09

CN 109209517 A, 2019.01.15

CN 111022378 A, 2020.04.17

CN 111894734 A, 2020.11.06

CN 202690139 U, 2013.01.23

审查员 刘玲

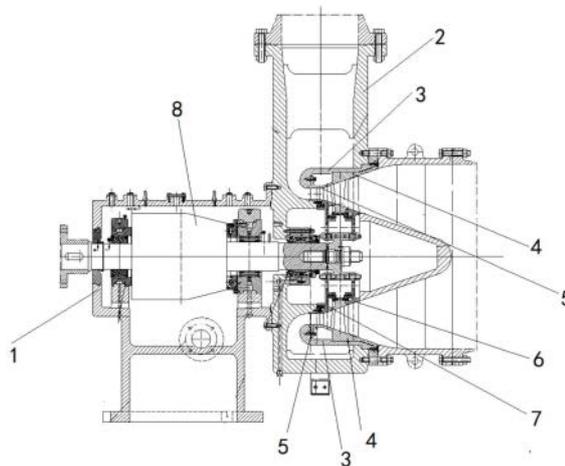
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

ORC透平机组叶顶间隙控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种ORC透平机组叶顶间隙控制方法,其中,ORC透平机组包括轴承箱、进气蜗壳、导流机壳、一级静叶机壳和二级静叶机壳组成的定子组件,以及主轴、一级叶盘和二级叶盘组装的转子组件,转子组件设于定子组件内,叶顶间隙为一级静叶机壳与一级叶盘顶部、二级静叶机壳与二级叶盘顶部的间隙。叶顶间隙的控制方法具体包括判别叶顶间隙的计算间隙是否符合设计间隙,钻铰定子组件中相邻两部件的定位销孔,以及祛除一静叶机壳和二静叶机壳的加工余量。通过上述手段,有效避免了转子组件和定子组件轴向尺寸链和径向尺寸链导致叶顶间隙不符合要求,保证了ORC透平机组的一次安装合格率。



1. 一种ORC透平机组叶顶间隙控制方法,其特征在于,其中,所述ORC透平机组包括轴承箱、进气蜗壳、导流机壳、一级静叶机壳和二级静叶机壳组成的定子组件,以及主轴、一级叶盘和二级叶盘组成的转子组件;

所述叶顶间隙为所述一级静叶机壳与所述一级叶盘顶部和/或所述二级静叶机壳与所述二级叶盘顶部的间隙;

包括如下步骤:

获取转子组件和/或定子组件的轴向尺寸链和径向尺寸链,计算叶顶间隙,判别计算叶顶间隙是否符合设计间隙;

钻铰定子组件中相邻两部件的定位销孔;

祛除一级静叶机壳和二级静叶机壳的加工余量;

所述祛除一级静叶机壳和二级静叶机壳的加工余量,包括:

将进气蜗壳、导流机壳、一级静叶机壳和二级静叶机壳预安装为目标整体;

将目标整体装夹于立式车床上,以进气蜗壳的内止口为基准打表找正;

加工祛除二级静叶机壳的加工余量;

所述祛除一级静叶机壳和二级静叶机壳的加工余量,还包括:

拆除目标整体的二级静叶机壳;

确认一级静叶机壳与导流机壳的同轴度,锁紧一级静叶机壳与导流机壳的连接螺栓;

加工祛除一级静叶机壳的加工余量。

2. 根据权利要求1所述的ORC透平机组叶顶间隙控制方法,其特征在于,所述钻铰定子组件中相邻两部件的定位销孔,具体包括:

钻铰轴承箱与进气蜗壳的定位销孔;

钻铰进气蜗壳与导流机壳、导流机壳与一级静叶机壳以及导流机壳与二级静叶机壳定位销孔。

3. 根据权利要求2所述的ORC透平机组叶顶间隙控制方法,其特征在于,所述钻铰轴承箱与进气蜗壳的定位销孔,具体包括:

将轴承箱与进气蜗壳预安装为一体,并装夹于镗床上;

确认轴承箱与进气蜗壳的同轴度,锁紧轴承箱与进气蜗壳间的连接螺栓;

钻铰轴承箱与进气蜗壳的定位销孔。

4. 根据权利要求2所述的ORC透平机组叶顶间隙控制方法,其特征在于,所述钻铰进气蜗壳与导流机壳、以及导流机壳与二级静叶机壳的定位销孔,具体包括:

确认导流机壳与进气蜗壳、导流机壳与二级静叶机壳的同轴度,锁紧导流机壳与进气蜗壳、导流机壳与二级静叶机壳间的连接螺栓;

钻铰进气蜗壳与导流机壳及导流机壳与二级静叶机壳的定位销孔。

5. 根据权利要求1所述的ORC透平机组叶顶间隙控制方法,其特征在于,所述钻铰定子组件中相邻两部件的定位销孔,还包括:

钻铰一级静叶机壳与导流机壳的定位销孔,包括:

将祛除二级静叶机壳的目标整体装夹于钻床上;

钻铰一级静叶机壳与导流机壳间的定位销孔。

6. 根据权利要求1所述的ORC透平机组叶顶间隙控制方法,其特征在于,所述获取转子

组件和/或定子组件的轴向尺寸链和径向尺寸链,计算叶顶间隙,判别计算叶顶间隙是否符合设计间隙,具体包括:

获取定子组件和/或转子组件的轴向尺寸,计算定子组件和/或转子组件的轴向尺寸链;

获取定子组件和/或转子组件的径向尺寸,计算定子组件和/或转子组件的径向尺寸链;

根据所述轴向尺寸链和所述径向尺寸链计算叶顶间隙。

7.根据权利要求6所述的ORC透平机组叶顶间隙控制方法,其特征在于,所述获取转子组件和/或定子组件的轴向尺寸链和径向尺寸链,计算叶顶间隙,判别计算叶顶间隙是否符合设计间隙,还包括:

若计算叶顶间隙与设计间隙不符,判别影响叶顶间隙的因素,若判别结果为定子组件和/或转子组件轴向尺寸链偏差,则调整定子组件和/或转子组件中某一部件的轴向尺寸;或者,

在定子组件和/或转子组件的相邻部件之间加装垫片。

8.根据权利要求1-7任一项所述的ORC透平机组叶顶间隙控制方法,其特征在于,还包括:

将所述ORC透平机组各部件整装,整装完成后复验所述叶顶间隙。

ORC透平机组叶顶间隙控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及压缩机技术领域,尤其是涉及一种ORC透平机组叶顶间隙控制方法。

背景技术

[0002] 有机朗肯循环(Organic Rankine Cycle,简称ORC)透平机组的转子组件与定子组件之间是锥面间隙配合。加工制造过程中,转子组件或定子组件轴向尺寸链和径向尺寸链若存在偏差,将导致定子组件与转子组件之间的间隙变化。装配后转子组件和定子组件的各部件之间的同轴度存在偏差也会导致间隙不均匀。以往常规装配方法采用的是照配间隙法,即将透平机组的各部件装配好后,测量转子组件与定子组件间的间隙,根据间隙数值修磨转子组件或定子组件。此照配间隙方法需要将组装好的透平机组解体返修并进行反复校验,再次装配时需重新调整各组件间的同轴度,大大增加了操作人员工作量大,且工作效率低,无法满足工业化生产需求。因此,亟需一种高效、无需反复拆卸的透平机组装配方法,以满足工业化生产的需求。

发明内容

[0003] (一)要解决的技术问题

[0004] 鉴于现有技术的上述缺点、不足,本发明提供了一种ORC透平机组叶顶间隙控制方法,解决了现有技术中ORC透平机组装配效率低导致的无法满足工业化生产需求的技术问题。

[0005] (二)技术方案

[0006] 为了达到上述目的,本发明提供了一种ORC透平机组叶顶间隙控制方法,具体技术方案如下:

[0007] 一种ORC透平机组叶顶间隙控制方法,其中,ORC透平机组包括轴承箱、进气蜗壳、导流机壳、一级静叶机壳和二级静叶机壳组成的定子组件,以及主轴、一级叶盘和二级叶盘组装的转子组件;

[0008] 叶顶间隙为一级静叶机壳与一级叶盘顶部、二级静叶机壳与二级叶盘顶部的间隙;

[0009] 包括如下步骤:

[0010] 获取转子组件和/或定子组件的轴向尺寸链和径向尺寸链,计算叶顶间隙,判别计算间隙是否符合设计间隙;

[0011] 钻铰定子组件中相邻两部件的定位销孔;

[0012] 祛除一静叶机壳和二静叶机壳的加工余量。

[0013] 进一步,钻铰定子组件中相邻两部件的定位销孔,具体包括:

[0014] 钻铰轴承箱与进气蜗壳的定位销孔;

[0015] 钻铰进气蜗壳与导流机壳、导流机壳与一级静叶机壳以及导流机壳与二级静叶机壳定位销孔。

- [0016] 进一步,钻铰轴承箱与进气蜗壳的定位销孔,具体包括:
- [0017] 将轴承箱与进气蜗壳预安装为一体,并装夹于镗床上;
- [0018] 确认轴承箱与进气蜗壳的同轴度,锁紧轴承箱与进气蜗壳间的连接螺栓;
- [0019] 钻铰钻铰轴承箱与进气蜗壳的定位销孔。
- [0020] 进一步,钻铰进气蜗壳与导流机壳、以及导流机壳与二级静叶机壳的定位销孔,具体包括:
- [0021] 将进气蜗壳、导流机壳、一级静叶机壳和二级静叶机壳预安装为第二整体;
- [0022] 确认导流机壳与进气蜗壳、导流机壳与二级静叶机壳的同轴度,锁紧导流机壳与进气蜗壳、导流机壳与二级静叶机壳间的连接螺栓;
- [0023] 钻铰进气蜗壳与导流机壳、及导流机壳与二级静叶机壳的定位销孔。
- [0024] 进一步,祛除第一静叶机壳和第二静叶机壳的加工余量,具体包括:
- [0025] 将第二整体装夹于立式车床上,以进气蜗壳的内止口为基准打表找正;
- [0026] 加工祛除二级静叶机壳的加工余量。
- [0027] 进一步,祛除第一静叶机壳和第二静叶机壳的加工余量,还包括:
- [0028] 拆除第二整体的所述二级静叶机壳;
- [0029] 确认述一级静叶机壳与导流机壳的同轴度,锁紧一级静叶机壳与导流机壳的连接螺栓;
- [0030] 加工祛除一级静叶机壳的加工余量。
- [0031] 进一步,钻铰定子组件中相邻两部件的定位销孔,还包括:
- [0032] 钻铰一级静叶机壳与导流机壳的定位销孔,包括:
- [0033] 将祛除第二静叶机壳的第二整体装夹于钻床上;
- [0034] 钻铰一级静叶机壳与导流机壳间的定位销孔。
- [0035] 进一步,判别计算叶顶间隙是否符合设计叶顶间隙,具体包括:
- [0036] 定子组件和/或转子组件的轴向尺寸,计算定子组件和/或转子组件的轴向尺寸链;
- [0037] 获取定子组件和/或转子组件的径向尺寸,计算定子组件和/或转子组件的径向尺寸链;
- [0038] 根据轴向尺寸链和径向尺寸链计算叶顶间隙。
- [0039] 进一步,判别叶顶间隙的计算间隙是否符合设计间隙,还包括:
- [0040] 若计算间隙与设计间隙不符,判别叶顶间隙的影响因素,若判别结果为定子组件和/或转子组件轴向尺寸链偏差,则调整定子组件和/或转子组件中某一部件的轴向尺寸;或者,
- [0041] 在定子组件和/或转子组件的相邻部件之间加装垫片。
- [0042] 进一步,还包括:
- [0043] 将所述ORC透平机组各部件整装,整装完成后复验所述叶顶间隙。
- [0044] (三)有益效果
- [0045] 本发明提供的一种ORC透平机组叶顶间隙控制方法,装配前,通过获取定子组件和/或转子组件各组件的轴向尺寸链和径向尺寸链计算叶顶间隙,确保各组件的尺寸符合要求。进一步,在定子组件的相邻连接部件间钻铰定位销孔,具体装配时,相邻组件间通过

定位销定位安装,保证了相邻组件的安装同轴度,进而保证了定子组件的径向尺寸链。与此同时,在一级静叶机壳和二级静叶机壳的内表面设置加工余量,将定子组件的装配好后,加工祛除一级静叶机壳和二级静叶机壳的加工余量,进一步保证定子组件和转子组件的径向尺寸链,有效避免了转子组件和定子组件轴向尺寸链和径向尺寸链导致叶顶间隙不符合要求,保证了ORC透平机组的一次安装合格率。代替了传统的照配间隙法,无需反复拆装,大大降低了装配人员的工作强度,提高了工作效率,进而大大提高了ORC透平机组的生产率,满足了工业化生产的需求。

[0046] ORC透平机组由于其结构的特殊性,使用过程中若出现故障,需全部拆解进行更换,而本发明中转子组件和/或定子组件的相邻部件间通过定位销定位安装方式,满足重复拆装的需求,便于施工现场维修和维护。

附图说明

[0047] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本申请的一部分,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0048] 图1示出了本发明实施例提供的ORC透平机组的结构示意图;

[0049] 图2示出了本发明实施例提供的ORC透平机组叶顶间隙控制方法的流程图;

[0050] 图3示出了本发明实施例提供的叶顶间隙的结构示意图;

[0051] 图4示出了本发明实施例提供的判别叶顶间隙的计算间隙是否符合设计间隙的流程图;

[0052] 图5示出了本发明实施提供的钻铰定子组件中相邻部件定位销孔的流程图;

[0053] 图6示出了本发明实施例提供的祛除一级静叶机壳和二级静叶机壳的流程图。

[0054] 附图标记:

[0055] 1、轴承箱;2、进气蜗壳;3、导流机壳;4、二级静叶机壳;5、一级静叶机壳;6、二级叶盘;7、一级叶盘;8、主轴。

具体实施方式

[0056] 下文中将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0057] 本发明中,如图1所示,ORC透平机组包括轴承箱、进气蜗壳、导流机壳、一级静叶机壳和二级静叶机壳组成的定子组件,及主轴、一级叶盘和二级叶盘组成的转子组件,转子组件设于定子组件内。其中,叶顶间隙即为一级叶盘顶部与一级静叶机壳之间、二级叶盘顶部与二级静叶机壳之间的间隙。

[0058] 如背景技术,目前,ORC透平机组组装时,为保证叶顶间隙采用的是照配间隙的方法,装配时需进行反复拆装返修,且每次安装时需重新调整各部件的同轴度,装配人员工作量大、且工作效率低,大大影响ORC透平机组的产能,无法满足工业化生产需求。经过大量生产实践证明,ORC透平机组在组装时,转子组件与定子组件的轴向尺寸链或径向尺寸链存在稍许偏差,就会对叶顶间隙造成影响。

[0059] 为了解决上述问题,本发明提供了一种ORC透平机组叶顶间隙控制方法,通过精确控制转子组件和定子组件的轴向尺寸链和径向尺寸链,以消除轴向尺寸链及径向尺寸链对

叶顶间隙的影响,实现精确控制叶顶间隙的目的。如图2所示,ORC透平机组叶顶间隙控制方法具体包括如下步骤:

[0060] 110、获取子转子组件和定子组件的轴向尺寸链和径向尺寸链,计算叶顶间隙,判别计算叶顶间隙是否符合设计叶顶间隙,如图4所示,具体包括如下步骤:

[0061] 本实施例中,经过大量生产实践证明,转定子组件的轴向尺寸链或径向尺寸链存在稍许偏差,就会对叶顶间隙造成影响。装配时为保证ORC透平机组一次合格率,装配前,需严格控制转子组件和定子组件的轴向尺寸链及径向尺寸链,通过对比计算叶顶间隙与设计叶顶间隙来判别定子组件和转子组件的各组成零件是否符合要求。

[0062] 111、获取转子组件和定子组件中各部件的轴向尺寸,计算轴向尺寸链L1;

[0063] 装配前,获取转子组件或定子组件中各部件的轴向尺寸,将测得的实际尺寸与名义尺寸对比,获得尺寸差值,将各部件的尺寸差值累加以获得转定子组件的轴向尺寸链L1。

[0064] 112、获取转子组件和定子组件中各部件间的径向尺寸,计算径向尺寸链L2;

[0065] 装配前,获取转子组件或定子组件中各部件间径向尺寸,即同轴度,将同轴度累加即为转子组件或定子组件的径向尺寸链L2。

[0066] 113、根据轴向尺寸链L1和径向尺寸链L2计算叶顶间隙H;

[0067] 如图3所示,叶顶间隙为锥面间隙,锥度角为 α 。

[0068] 根据轴向尺寸链计算叶顶间隙的公式为:

$$[0069] \quad H = \sin\alpha \times L1 \quad (1)$$

[0070] 根据径向尺寸链计算叶顶间隙的公式为:

$$[0071] \quad H = \cos\alpha \times L2 \quad (2)$$

[0072] 114、判定计算叶顶间隙是否与设计叶顶间隙相符,若不符,判别叶顶间隙的影响因素;

[0073] 根据上述公式(1)和公式(2)计算轴向尺寸链和径向尺寸链对应的叶顶间隙,将计算间隙与设计间隙进行对比,若符合,则不做处理。若不符,查找叶顶间隙的影响因素,当判定结果为定子组件轴向尺寸链对叶顶间隙影响较大时,通过调整定子组件某一部件的轴向尺寸,或是在定子组件的相邻部件间加装垫片,调整定子组件的轴向尺寸链,以消除定子组件轴向尺寸链对齿顶间隙的影响。当判定结果为径向尺寸链对叶顶间隙影响较大时,执行下一步骤。

[0074] 本实施例,装配前通过获取转子组件和定子组件的轴向尺寸链和径向尺寸链,判别叶顶间隙的影响因素,若为轴向尺寸链,则通过调整相关部件的轴向尺寸或是在相邻连接部件中加装垫片,以调节轴向尺寸链,消除轴向尺寸链对叶顶间隙的影响。若为径向尺寸链,则执行下一步骤。本实施例通过精确查找影响叶顶间隙的具体原因,并针对性的进行处理,以消除轴向尺寸链偏差或径向尺寸链偏差对叶顶间隙的影响,保证了ORC透平机组的一次装配合格率,可有效避免反复拆卸导致的工作量大、工作效率低的问题。

[0075] 120、钻铰定子组件相邻部件间的定位销孔,如图5所示,具体包括如下步骤:

[0076] 为保证转定子组件的径向尺寸链,即转定子组件的同轴度,需在轴承箱与进气蜗壳、进气蜗壳与导流机壳、导流机壳与一级静叶机壳、导流机壳与二级静叶机壳、密封环与进气蜗壳间钻铰定位销孔,具体装配时,相邻部件间通过定位销进行定位安装,进而保证了转定子组件同轴度。具体地;

[0077] 121、钻铰轴承箱与进气蜗壳的定位销孔：

[0078] 将轴承箱与进气蜗壳预安装为第一整体，将第一整体装夹于镗床的回转平台上，对轴承箱的两端轴承安装区打表，通过加装垫片、千斤顶或顶丝进行调整，以保证轴承安装区的同轴度为 $\varphi 0.02\text{mm}$ ，后打表检测进气蜗壳内止口的同轴度，保证同轴度为 $\varphi 0.02\text{mm}$ ，然后锁紧轴承箱与进气蜗壳间的连接螺栓。通过镗床钻铰轴承箱与进气蜗壳间的定位销孔。

[0079] 122、钻铰进气蜗壳与导流机壳、导流机壳与二级静叶机壳间的定位销孔；

[0080] 将进气蜗壳、导流机壳、二级静叶机壳、一级静叶机壳、密封环预安装为第二整体，将第二整体装夹于立式车床的旋转平台上，以进气蜗壳的内止口及外端面为基准进行打表找正及装夹，对二级静叶机壳的内密封环的内孔尺寸打表，调整进气蜗壳与导流机壳、导流机壳与二级静叶机壳的同轴度，保证同轴度在 $\varphi 0.02\text{mm}$ 以内，锁紧进气蜗壳与导流机壳、导流机壳与二级静叶机壳间的连接螺栓。

[0081] 将锁紧后的第二整体拆卸下来，转移至钻床的平台上进行装夹，通过钻床钻铰进气蜗壳与导流机壳、导流机壳与二级静叶机壳间的定位销孔。

[0082] 130、祛除二级静叶机壳及一级静叶机壳的加工余量，如图6所示，具体包括如下步骤：

[0083] 131、祛除二级静叶机壳的加工余量：

[0084] 将第二整体从钻床上拆卸下来，转移至立式车床上，以进气蜗壳的内止口及端面为基准进行打表找正、装夹。加工祛除二级静叶机壳的加工余量，加工至设计尺寸；

[0085] 132、祛除一级静叶机壳的加工余量：

[0086] 拆除第二整体的二级静叶机壳，对一级静叶机壳和密封环进行打表找正，允许误差为 0.02mm ，锁紧一级静叶机壳与导流机壳、密封环与进气蜗壳间的连接螺栓，然后加工祛除一级静叶机壳的加工余量，加工至设计尺寸。

[0087] 作为示例，本实施例中一级静叶机壳和二级静叶机壳的预留加工余量至少为 2mm 。将影响定子组件径向尺寸链的各部件装配好后，通过机床打表找正，使定子组件各部件的同轴度符合设计要求，然后加工祛除加工余量，以使定子组件的径向尺寸链符合要求，消除了径向尺寸链对叶顶间隙的影响，进而保证了转定子组件的一次装配合格率。

[0088] 123、钻铰一级静叶机壳与导流机壳、密封环与进气蜗壳间的定位销孔；

[0089] 步骤123需在步骤132之后进行，将经步骤132加工好的组件整体转移至钻床，钻床钻铰一级静叶机壳与导流机壳、密封环与进气蜗壳间的定位销孔。

[0090] 140、将ORC透平机组进行整装，整装完成后复验叶顶间隙的具体数值。

[0091] 本发明提供的一种ORC透平机组的装配方法，通过计算转定子组件的轴向尺寸链和径向尺寸链，并依据轴向尺寸链及径向尺寸链计算叶顶间隙，得出影响叶顶间隙判别结果。针对上述分析结果，对于轴向尺寸链：通过调整转定子组件某一部件的轴向尺寸，或是在相邻部件间加装垫片，以消除轴向尺寸链对叶顶间隙的影响。对于径向尺寸链：通过在轴承箱与进气蜗壳、进气蜗壳和导流机壳、导流机壳与一级静叶机壳、导流机壳与二级静叶机壳、以及密封环与进气蜗壳间钻铰定位销孔，相邻部件通过定位销进行定位安装，以保证相邻部件安装的同轴度，以消除径向尺寸链对叶顶间隙的影响。同时，相邻部件间通过定位销进行快速定位，安装效率高，满足反复拆装的使用需求。对于径向尺寸链：通过在一级静叶机壳和二级静叶机壳上预留加工余量，将进气蜗壳、导流机壳、一级静叶机壳、二级静叶机

壳和密封环分装为第二整体,将第二整体装夹于机床上进行打表找正,保证安装同轴度,锁紧各相邻部件间的连接螺栓,然后加工祛除一级静叶机壳和二级静叶机壳的加工余量至设计尺寸,以消除径向尺寸链对锥面间隙的影响。最后完成ORC透平机组的整装,整装完成后复合叶顶间隙是否满足要求,若满足要求,通过力矩扳手拧紧相邻部件间的连接螺栓,完成锁紧。本发明中,通过严格控制转定子组件的轴向尺寸链及径向尺寸链,以消除轴向尺寸及径向尺寸偏差对叶顶间隙的影响,保证了ORC透平机组的一次安装合格率,无需反复拆装,进而大大降低了装配人员的工作量,提高了工作效率,满足了工业化生产的需求。

[0092] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包括在本发明的保护范围之内。

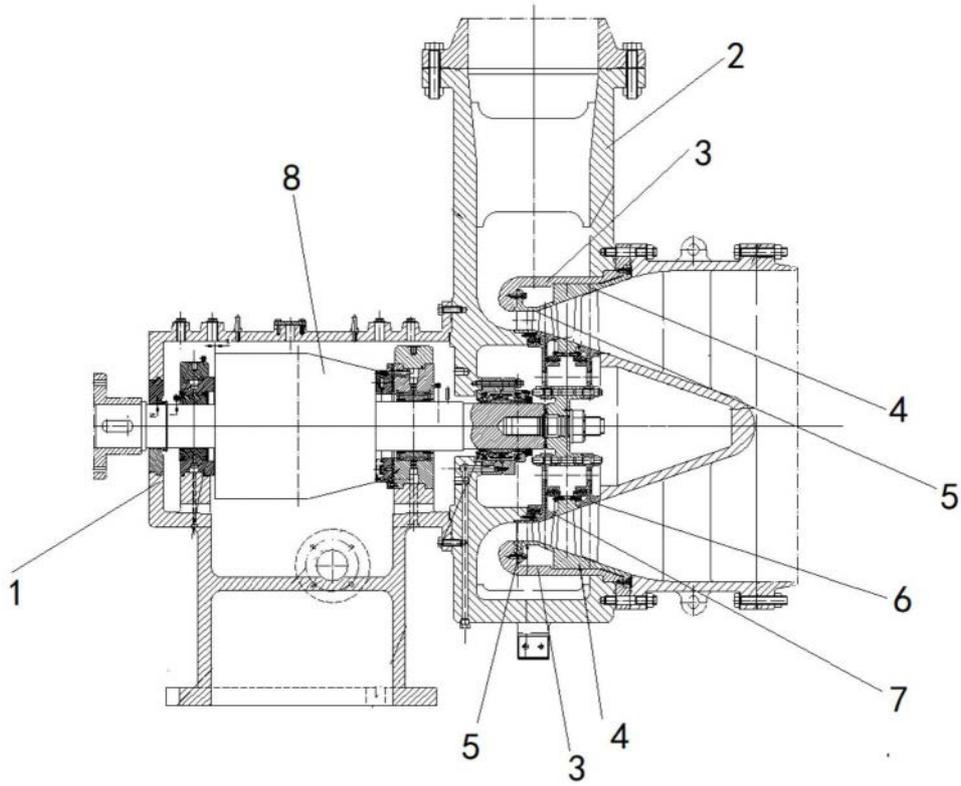


图1

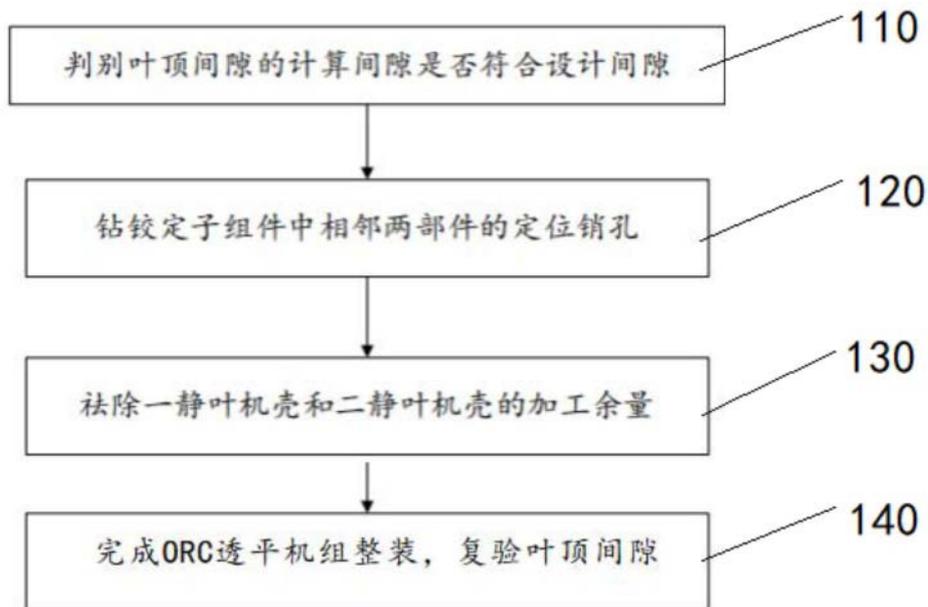


图2

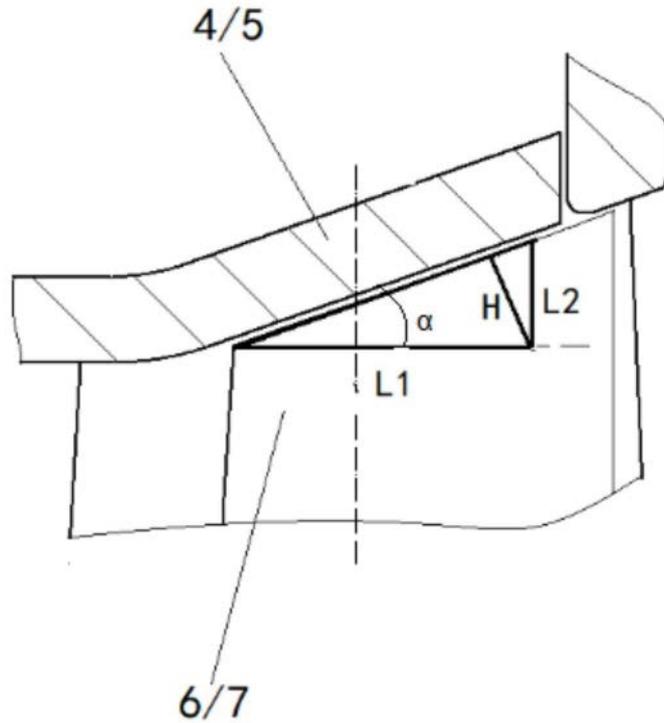


图3

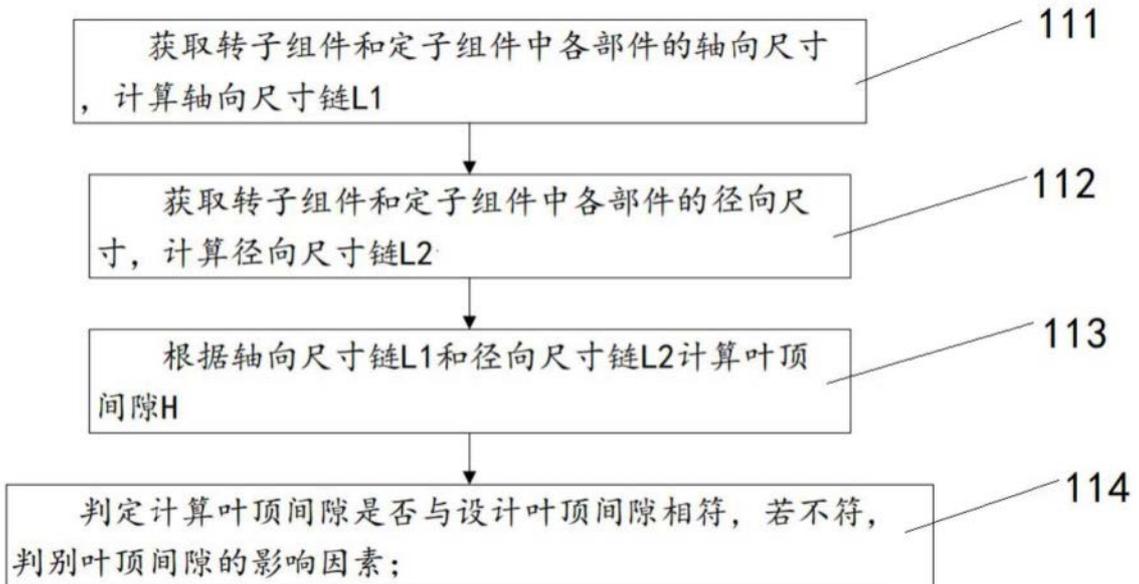


图4

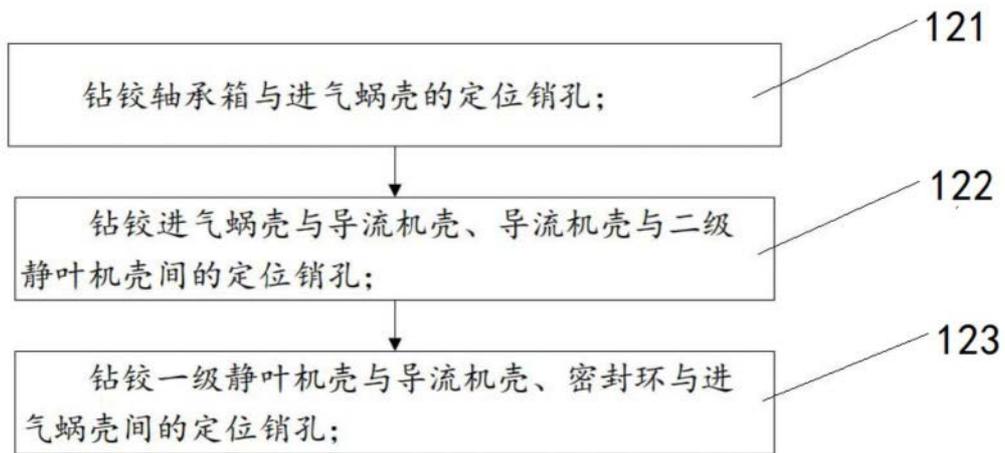


图5

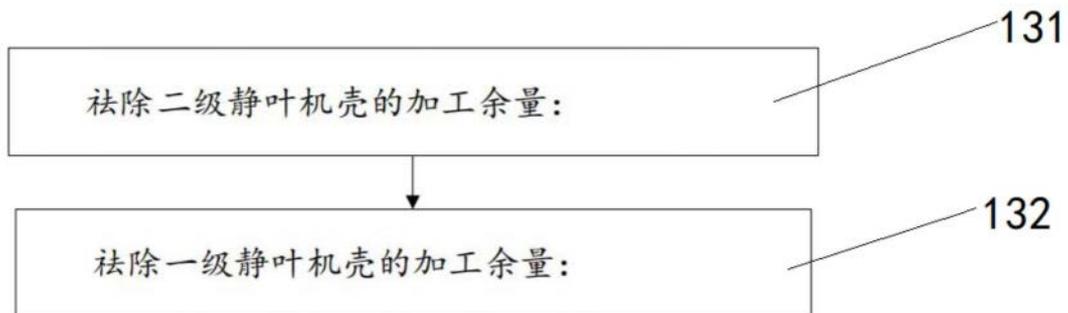


图6