



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102962626 B

(45) 授权公告日 2015.04.22

(21) 申请号 201210375151.6

CN 201983726 U, 2011.09.21, 说明书具体实施方式部分, 附图1-2.

(22) 申请日 2012.09.29

CN 201324847 Y, 2009.10.14, 全文.

(73) 专利权人 沈阳黎明航空发动机(集团)有限公司  
责任公司

EP 0165083 A1, 1985.12.18, 全文.

地址 110043 辽宁省沈阳市大东区东塔街6号

审查员 刘江妮

(72) 发明人 于萍 常敏 张革

(74) 专利代理机构 沈阳晨创科技专利代理有限公司  
代理人 张晨

(51) Int. Cl.

B23P 6/00(2006.01)

(56) 对比文件

CN 101204799 A, 2008.06.25, 权利要求1,  
说明书第1页第16行-第3页第10行, 附图1.

CN 1911590 A, 2007.02.14, 说明书背景技术  
部分.

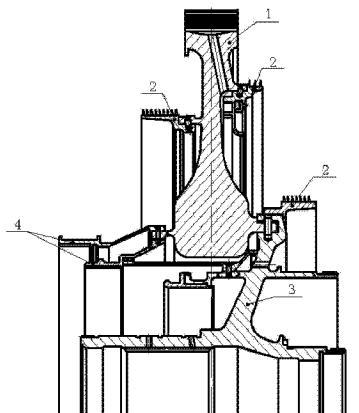
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种低压涡轮转子封严篦齿更换修理方法

(57) 摘要

本发明目的在于提供一种低压涡轮转子封严篦齿更换修理方法, 其特征在于: 在去除旧的封严篦齿后, 采用原位盲孔安装或转位安装新封严篦齿的方法进行修理; 其中, 原位盲孔安装方法: 在原销孔位置采用加大销子组别的方法原位盲孔安装新的封严篦齿, 其中加大销子组别的范围是由原始销子组别加大到Φ3~Φ3.3mm; 转位安装方法: 在两个销孔或销孔边缘和端面间距大于5mm时, 采取转位安装新封严篦齿的方法, 即转角度安装销子。本发明通过更换低压涡轮转子封严篦齿, 能够满足发动机低压涡轮转子技术文件要求, 达到发动机使用要求, 从而提高发动机工作的可靠性。



1. 一种低压涡轮转子封严篦齿更换修理方法, 其特征在于 : 在去除旧的封严篦齿后, 采用原位盲孔安装或转位安装新封严篦齿的方法进行修理 ;

原位盲孔安装方法 : 在原销孔位置采用加大销子组别的方法原位盲孔安装新的封严篦齿, 其中加大销子的组别最高加大到  $\Phi 3.3\text{mm}$  ;

转位安装方法 : 在两个销孔或销孔边缘和端面间距大于  $5\text{mm}$  时, 采取转位安装新封严篦齿的方法 ;

具体工艺路线如下 :

分解前外观故检, 对外径尺寸、跳动量进行测量, 去除固定封严篦齿上的 36 颗销子, 取下封严篦齿, 去除固定低压涡轮轴颈上的 36 颗销子, 取下低压涡轮轴颈, 对取下的机件进行故检、测量篦齿内径、外径尺寸及跳动, 按原位将低压涡轮轴颈安装到低涡盘上, 在转台上按图纸要求检查各端面的跳动, 测量原孔位的实际尺寸, 按尺寸分组并在原销孔位置铰孔打销子并清理孔内残余铁屑, 用深度量规检查孔径和深度, 安装新的封严篦齿, 测量、检查安装后封严篦齿端面跳动, 合格后提交检验。

2. 按照权利要求 1 所述低压涡轮转子封严篦齿更换修理方法, 其特征在于 : 采用原位盲孔安装方法时, 需在原销子孔处穿入直径与原台封严篦齿相同的芯棒, 并计算原台封严篦齿销子孔中心轴向距离和销子孔中心角向位移, 计算公式如下 :

销子孔中心轴向距离 :

$$L = L_1 + L_2 + D/2$$

L: 原台封严篦齿销子孔中心轴向距离 ;

L<sub>1</sub> : 芯棒半径 ;

L<sub>2</sub> : 端面 B 到芯棒端面的距离 ;

D : 芯棒活动量 ;

销子孔中心角向位移为 :

$$\delta = \epsilon + 2\theta + D$$

$\epsilon$  : 两相邻芯棒的角向距离 ;

$\theta$  : 芯棒端面到中心的角向距离 ;

D : 芯棒活动量。

## 一种低压涡轮转子封严篦齿更换修理方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及航空发动机修理领域,特别提供一种低压涡轮转子封严篦齿更换修理方法。

### 背景技术

[0002] 航空发动机低压涡轮转子长期以来一直存在着封严篦齿环松动和严重磨损及与石墨环接触的( $\Phi 173\text{mm}$ )表面严重腐蚀等故障,且故障率较高,危害性大,是发动机修理一直未能解决的问题。低压涡轮转子零件结构复杂,因此要想恢复低涡转子能够安全、可靠的工作,存在以下技术难点需要突破:1、低压涡轮转子分解后机件的变形情况无法确定;2、整个修理过程中对零件要求精度高,加工难度大;3、低压涡轮转子联结销孔存在二次装配的问题,装配时同心度、配合尺寸以及跳动量等技术要求,如不能满足要求,对于成品件进行补加工问题是关键点。目前没有解决该故障的有效措施。

### 发明内容

[0003] 本发明目的在于提供一种低压涡轮转子封严篦齿更换修理方法,通过对低涡转子全面、系统地分析、研究,找出了产生故障的主要原因,经过全面系统地试验研究,提出了采用原位盲孔安装或转位安装新封严篦齿的方法,使低涡转子故障得以排除。通过更换低压涡轮转子封严篦齿,能够满足发动机低压涡轮转子技术文件要求,达到发动机使用要求,从而提高发动机工作的可靠性。

[0004] 本发明具体提供了一种低压涡轮转子封严篦齿更换修理方法,其特征在于:在去除旧的封严篦齿后,采用原位盲孔安装或转位安装新封严篦齿的方法进行修理;

[0005] 原位盲孔安装方法:在原销孔位置采用加大销子组别的方法原位盲孔安装新的封严篦齿,其中加大销子的组别最高可加大到 $\Phi 3.3\text{mm}$ ;

[0006] 转位安装方法:在两个销孔或销孔边缘和端面间距大于 $5\text{mm}$ 时,采取转位安装新封严篦齿的方法,即转角度安装销子。

[0007] 本发明提供的低压涡轮转子封严篦齿更换修理方法,其特征在于,具体工艺路线如下:

[0008] 分解前外观故检,对外径尺寸、跳动量进行测量。去除固定封严篦齿上的36颗销子,取下封严篦齿,去除固定低压涡轮轴颈上的36颗销子,取下低压涡轮轴颈,对取下的机件进行故检、测量篦齿内径、外径尺寸及跳动,按原位将低压涡轮轴颈安装到低涡盘上,在转台上按图纸要求检查各端面的跳动,测量原孔位的实际尺寸,按尺寸分组并在原销孔位置铰孔打销子,或转角度钻铰孔打销子,并清理孔内残余铁屑,用深度量规检查孔径和深度,安装新的封严篦齿,测量、检查安装后封严篦齿端面跳动,合格后提交检验。

[0009] 采用原位盲孔安装方法时,需在原销子孔处穿入直径与原台封严篦齿相同的芯棒,并计算原台封严篦齿销子孔中心轴向距离和销子孔中心角向位移,计算公式如下:

[0010] 销子孔中心轴向距离为:

- [0011]  $L=L1+L2+D/2$
- [0012] L: 原台封严篦齿销子孔中心轴向距离 ;
- [0013] L1 :芯棒半径 ;
- [0014] L2 :端面 B 到芯棒端面的距离 ;
- [0015] D :芯棒活动量 ;
- [0016] 销子孔中心角向位移为 :
- [0017]  $\delta = \epsilon + 2\theta + D$
- [0018]  $\epsilon$  :两相邻芯棒的角向距离 ;
- [0019]  $\theta$  :芯棒端面到中心的角向距离 ;
- [0020] D :芯棒活动量。

### 附图说明

- [0021] 图 1 低压涡轮转子结构示意图(其中,1 :低压涡轮盘,2 :封严篦齿,3 :低压涡轮前轴颈,4 :上、下篦齿封严盖) ;
- [0022] 图 2 销子孔中心轴向距离示意图 ;
- [0023] 图 3 销子孔中心角向位移示意图。

### 具体实施方式

- [0024] 实施例 1
- [0025] 从因低压涡轮转子封严篦齿损伤严重无法修复的低压涡轮转子中,选取 1 台低压涡轮转子(其结构示意图如图 1 所示)进行修理。
- [0026] 该台发动机自然情况 :工作时间 :449 :16/449 :16, 在分解故检时发现, 该发低压涡轮封严篦齿磨损严重, 由于缺少关键件发动机无法恢复装配。
- [0027] 根据该台低涡转子的实际情况, 共有两种更换方法 :第一, 在原销孔位置采用加大销子组别的方法。第二, 转角度安装销子(转位安装)的方法。由于两个销孔之间的距离很小, 在中间钻  $\Phi 3mm$  的销孔后, 销孔之间的最薄壁厚只有 5mm 左右, 为了保证产品的可靠性, 因此决定采用第一种修理方案, 在原孔位进行钻铰, 安装加大销子组别的工艺方法。
- [0028] 对分下的封严篦齿的销孔位置进行测量, 主要测量基准面到销孔的实际距离和 36 个销孔的位置度偏差, 并记录实际状态。
- [0029] 由于新的封严篦齿没有销子孔, 装配到轴颈后, 无法正常组合钻铰, 实为盲孔加工, 因此决定采用对新的封严篦齿单独钻铰的方法, 但如果对封严篦齿单独钻、铰孔, 如何保证与轴颈上 36 个销子孔的同心度是又一大难题。经过反复研究, 为保证装配后销子孔的同心度, 决定采用在镗床上利用原台封严齿销子孔轴向、角向位置来对新的篦齿进行打点钻铰。此方法即可保证与原台篦齿孔位一致, 又能确保在装配后各孔的同心度问题。
- [0030] 测量原台篦齿销子孔的中心位置, 将原台封严篦齿安装到数控双柱坐标镗床的万能转台上, 找正 A、B 表面, 将 36 个销子孔分别穿入  $\Phi 3.2mm$  芯棒 11 (原台销子孔为  $\Phi 3.2mm$ )。测量原台篦齿销子孔中心的轴向距离(见图 2)。
- [0031] 利用百分表测量端面 B 到芯棒端面的距离 L2 尺寸, 原台封严篦齿销子孔中心轴向距离为 :

[0032]  $L=L_1+L_2+D/2=6.5\text{mm}$

[0033] L: 原台封严篦齿销子孔中心轴向距离 ;

[0034]  $L_1$  :芯棒半径 ;

[0035]  $L_2$  :端面 B 到芯棒端面的距离 ;

[0036] D :芯棒活动量。

[0037] 测量原台篦齿销子孔中心的角向位移(见图 3), 转动万能转台, 利用杠杆百分表测量每个相临芯棒的角向位移, 销子孔中心角向位移为 :

[0038]  $\delta = \epsilon + 2\theta + D = 10^\circ$

[0039]  $\delta$  :原台篦齿销子孔中心的角向位移 ;

[0040]  $\epsilon$  :两相邻芯棒的角向距离 ;

[0041]  $\theta$  :芯棒端面到中心的角向距离 ;

[0042] D :芯棒活动量。

[0043] 经过以上测量结果, 将新的封严篦齿加温  $150^\circ\text{C}$  装配低涡盘上, 并在安装时用  $\Phi 3\text{mm}$  的定位销使篦齿上的一个销孔和低涡盘上的一个销孔对齐, 并用  $\Phi 2.9\text{mm}$  的销子检查其余 35 个孔的位置度, 经检查发现所有的孔用  $\Phi 2.9\text{mm}$  的销子都可以插到底, 说明低涡盘上的 36 个销孔的位置度偏差较小。

[0044] 测量新的封严篦齿和低涡盘的配合尺寸, 要求过盈  $0.05\text{mm} \sim 0.135\text{mm}$ , 实测配合过盈  $0.15\text{mm}$ , 因配合超差对篦齿尺寸  $\Phi 272\text{mm}$  进行了车削, 车削后实际配合为  $:0.08\text{mm}$ 。配合合格后, 对 36 个销孔按设计图要求进行收口, 并对收口处进行着色检查不允许有裂纹。

[0045] 结论 :通过分解前、装配后低压涡轮转子组件对比情况来看, 零件变形较小, 符合设计图纸要求, 可以装机参加附加试车考核。

[0046] 试车验证 :通过台架试车后对低压涡轮转子要求进行外观检查, 外观检查合格。

[0047] 经修复后的发动机低压涡轮转子在外场工作正常, 可以满足发动机的工作可靠性。

[0048] 结论 :

[0049] 低压涡轮转子封严篦齿更换修理技术, 可以满足技术要求, 更换技术方法可行, 可用于指导现场生产。

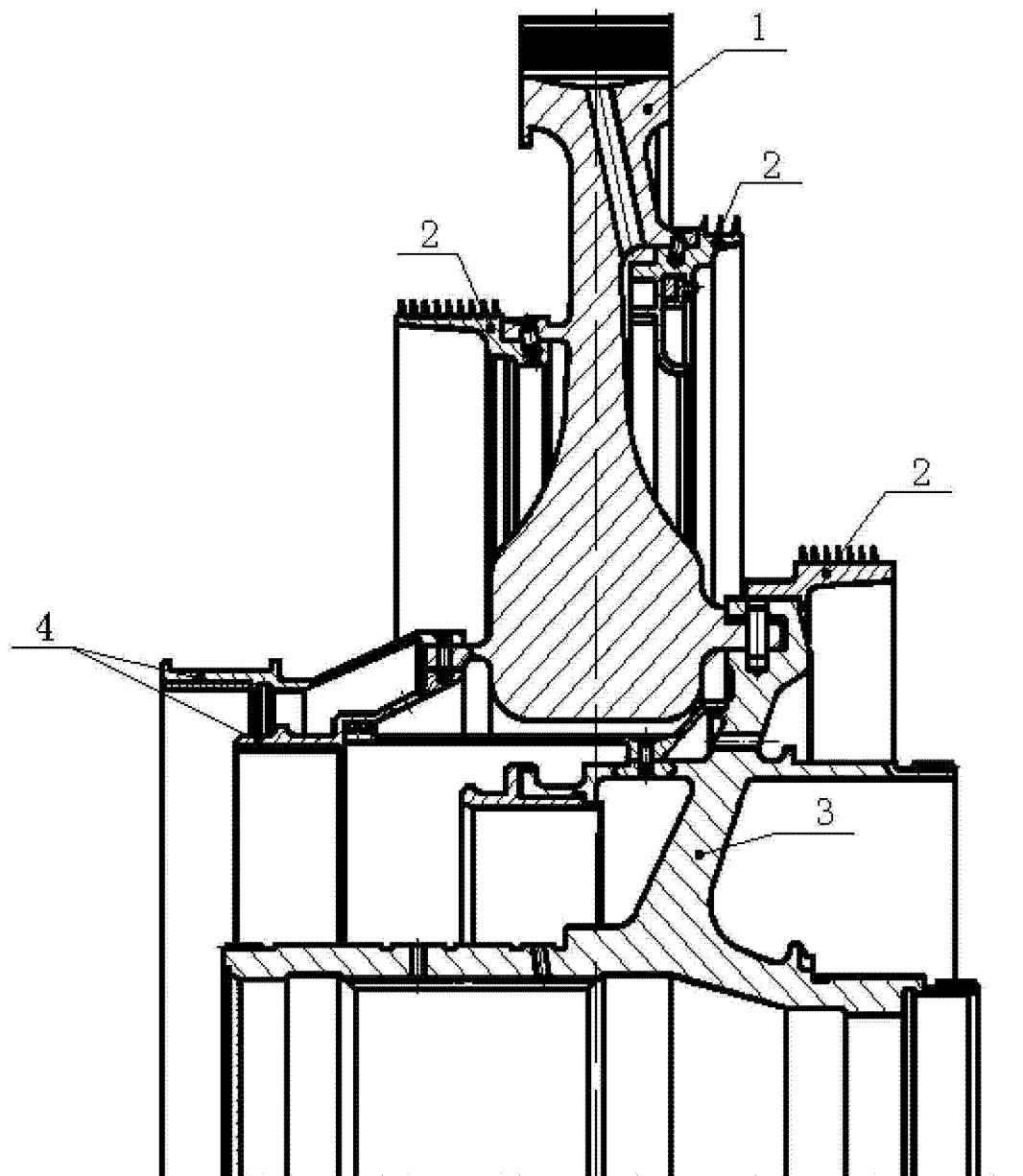


图 1

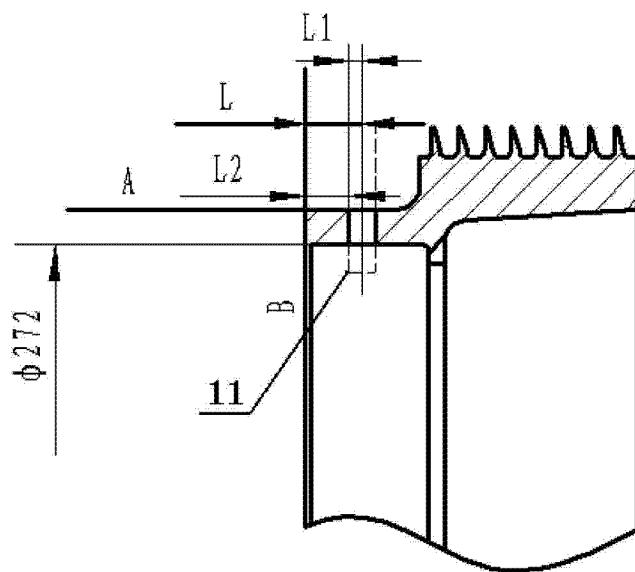


图 2

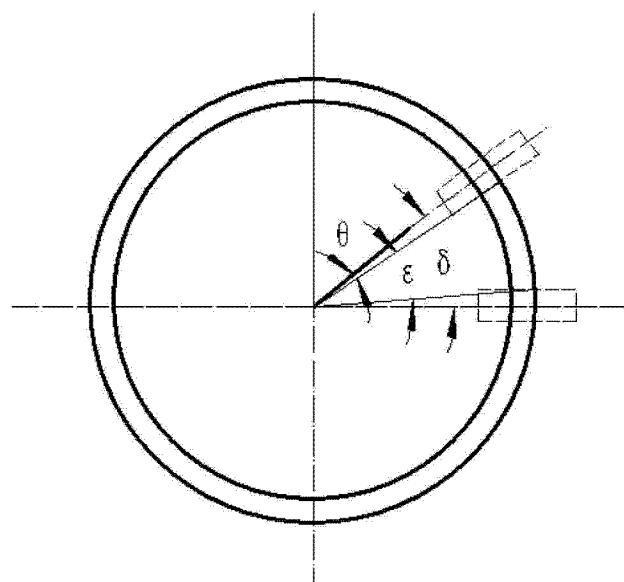


图 3