



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104196573 B

(45)授权公告日 2017.02.22

(21)申请号 201410358975.1

(22)申请日 2014.07.28

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104196573 A

(43)申请公布日 2014.12.10

(73)专利权人 杭州汽轮机股份有限公司

地址 310022 浙江省杭州市江干区石桥路  
357号

(72)发明人 隋永枫 辛小鹏 陈金铨 丁旭东

孔建强 许运宾 刘象拯 初鹏

李宏福 张军辉

(74)专利代理机构 杭州斯可睿专利事务所有限

公司 33241

代理人 周豪靖

(51)Int.Cl.

F01D 5/14(2006.01)

F01D 5/30(2006.01)

(56)对比文件

CN 102434223 A,2012.05.02,

CN 103628926 A,2014.03.12,

CN 103806946 A,2014.05.21,

CN 2479214 Y,2002.02.27,

CN 2883679 Y,2007.03.28,

US 5480285 A,1996.01.02,

审查员 刘玲

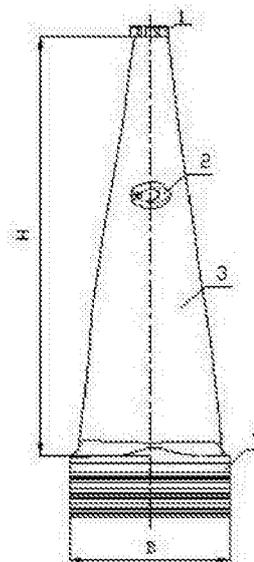
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54)发明名称

排汽面积3.6m<sup>2</sup>变转速空冷工业汽轮机的低  
压级组末级叶片

(57)摘要

本发明公开的排汽面积3.6m<sup>2</sup>变转速空冷工业汽轮机低压级组末级叶片,它是一种变截面扭叶片,包括叶身、叶根及用于使叶片形成整圈自锁的围带和拉筋凸台,所述叶身相对叶高由0%单调增加到100%,从叶根截面到叶顶截面的节距与弦长比变化规律为:在0.4~1.0之间;从叶根截面到叶顶截面的节距与叶型截面轴向宽度比变化规律为:在0.4~3.5之间;从叶根截面到叶顶截面的节距与叶型截面最大厚度比变化规律为:在2.5~21.5之间;该叶片具有良好的变工况运行性能和强度振动性能;结构合理,装配方便,可在背压0.05bar~0.25bar,转速3000rpm~4000rpm下安全运行,具有广阔的市场应用前景。



1. 一种排汽面积 $3.6\text{m}^2$ 变转速空冷工业汽轮机低压级组末级叶片,它是一种变截面扭叶片,包括叶身、叶根及用于使叶片形成整圈自锁的围带和拉筋凸台,其特征是所述叶身相对叶高由0%单调增加到100%,从叶根截面到叶顶截面的节距与弦长比变化规律为:在0.4~1.0之间;从叶根截面到叶顶截面的节距与叶型截面轴向宽度比变化规律为:在0.4~3.5之间;从叶根截面到叶顶截面的节距与叶型截面最大厚度比变化规律为:在2.5~21.5之间;从叶根截面到叶顶截面的节距与叶型截面面积比变化规律为:在0.01~0.20之间;从叶根截面到叶顶截面的叶型前缘半径变化规律为:在1.5mm~1.8mm之间;从叶根截面到叶顶截面的叶型尾缘半径变化规律为:在1.2mm~1.7mm之间。

2. 根据权利要求1所述的排汽面积 $3.6\text{m}^2$ 变转速空冷工业汽轮机低压级组末级叶片,其特征是所述叶身高度为580mm。

3. 根据权利要求2所述的排汽面积 $3.6\text{m}^2$ 变转速空冷工业汽轮机低压级组末级叶片,其特征是所述叶根为枞树型叶根,叶根轴向宽度为220mm。

4. 根据权利要求2或3所述的排汽面积 $3.6\text{m}^2$ 变转速空冷工业汽轮机低压级组末级叶片,其特征是所述凸台为椭圆台,凸台中心距叶身底部360mm。

5. 根据权利要求4所述的排汽面积 $3.6\text{m}^2$ 变转速空冷工业汽轮机低压级组末级叶片,其特征是所述的叶身,其进汽边背弧处设有淬硬部分。

## 排汽面积 $3.6\text{m}^2$ 变转速空冷工业汽轮机的低压级组末级叶片

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种汽轮机叶片,尤其是一种排汽面积 $3.6\text{m}^2$ 变转速空冷工业汽轮机低压级组末级叶片。

### 背景技术

[0002] 变转速空冷工业汽轮机在国内电力行业的需求量不断增加,其高效设计逐渐凸显其重要性。空冷机组是一种典型的变工况运行机组,相对于水冷机组,空冷机组的设计背压高且背压变化范围大,大气的环境温度变化范围大,使末级叶片必须满足能由阻塞工况到鼓风工况下运行,无论在低背压、阻塞工况或高背压、鼓风情况下,末级叶片的工作条件都十分恶劣。所以低压级组末级叶片成了设计中的关键环节。只有准确地把握整个机组特别是低压级组的通流性能才能设计出高效可靠的变转速空冷工业汽轮机末级叶片。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是为了解决上述技术的不足而设计的一种排汽面积 $3.6\text{m}^2$ 变转速空冷工业汽轮机低压级组末级叶片,该叶片具有良好的变工况性能和强度性能,结构合理,装配方便。

[0004] 本发明所设计的排汽面积 $3.6\text{m}^2$ 变转速空冷工业汽轮机低压级组末级叶片,它是一种变截面扭叶片,包括叶身、叶根及用于使叶片形成整圈自锁的围带和拉筋凸台,所述叶身相对叶高由0%单调增加到100%,从叶根截面到叶顶截面的节距与弦长比变化规律为:在0.4~1.0之间;从叶根截面到叶顶截面的节距与叶型截面轴向宽度比变化规律为:在0.4~3.5之间;从叶根截面到叶顶截面的节距与叶型截面最大厚度比变化规律为:在2.5~21.5之间;从叶根截面到叶顶截面的节距与叶型截面面积比变化规律为:在0.01~0.20之间;从叶根截面到叶顶截面的叶型前缘半径变化规律为:在1.5mm~1.8mm之间;从叶根截面到叶顶截面的叶型尾缘半径变化规律为:在1.2mm~1.7mm之间。

[0005] 作为优选:

[0006] 所述叶身高度为580mm。

[0007] 所述叶根为枞树型叶根,叶根轴向宽度为220mm。

[0008] 所述凸台为椭圆台,凸台中心距叶身底部360mm。

[0009] 所述的叶身,其进汽边背弧处设有淬硬部分。

[0010] 本发明所得的排汽面积 $3.6\text{m}^2$ 变转速空冷工业汽轮机低压级组末级叶片,叶身采用三元流设计技术设计而成,截面的宽度、厚度及横截面面积由根部到顶部逐渐减小,单调平滑过渡,沿叶高方向叶身具有一定的扭曲规律,兼顾了叶片静强度要求,沿叶身各热力参数分布规律合理,使得叶片具有很好的气动性能。经专业计算流体动力学软件CFX和Numeca验证,在背压为0.1bar、出口马赫数为0.5的工况下,所在低压级组的气动效率在82%左右,最大流量在320t/h以上,同时具有良好的变工况性能;叶片为自带围带整圈自锁阻尼型的长叶片,叶身中上部具有凸台,叶顶有围带,各叶片凸台间和围带间均有0.1~0.6mm的间隙,

在工作转速下,由于离心力的作用,叶身产生一定的反扭,使叶片间凸台与凸台、围带与围带间贴合,产生正压力和摩擦力,增加了系统的阻尼;同时达到叶片整圈自锁结构,提高叶片的振动性能,降低叶片所受的动应力;叶根采用枞树型叶根设计,叶片装配方便,可在背压0.05bar~0.25bar,转速3000rpm~4000rpm下安全运行,具有广阔的市场应用前景。

#### 附图说明

- [0011] 图1是本发明叶片正视图。
- [0012] 图2是本发明叶片侧视图。
- [0013] 图3是本发明叶片俯视图。
- [0014] 图4是本发明叶片型线积叠示意图。
- [0015] 图5相邻两叶片围带俯视图。
- [0016] 图6是本发明相邻两叶片凸台剖视图。
- [0017] 图7是本发明相邻三叶片自锁连接示意图。
- [0018] 图中:围带1,拉筋凸台2,叶身3,叶根4。

#### 具体实施方式

[0019] 下面通过实施例结合附图对本发明作进一步的描述。

[0020] 实施例1。

[0021] 如图1-7所示,本实施例所描述的排汽面积 $3.6\text{m}^2$ 变转速空冷工业汽轮机低压级组末级叶片,它是一种变截面扭叶片,包括叶身3、叶根4及用于使叶片形成整圈自锁的围带1和拉筋凸台,所述叶身3相对叶高由0%单调增加到100%,从叶根截面到叶顶截面的节距与弦长比变化规律为:在0.4~1.0之间;从叶根截面到叶顶截面的节距与叶型截面轴向宽度比变化规律为:在0.4~3.5之间;从叶根截面到叶顶截面的节距与叶型截面最大厚度比变化规律为:在2.5~21.5之间;从叶根截面到叶顶截面的节距与叶型截面面积比变化规律为:在0.01~0.20之间;从叶根截面到叶顶截面的叶型前缘半径变化规律为:在1.5mm~1.8mm之间;从叶根截面到叶顶截面的叶型尾缘半径变化规律为:在1.2mm~1.7mm之间。其中,所述叶身3高度为580mm;所述叶根4为枞树型叶根,叶根4轴向宽度为220mm,叶片通过枞树型叶根4安装在叶轮槽中,轴向装配;所述凸台为椭圆台,凸台中心距叶身3底部360mm;所述的叶身3,其进汽边背弧处设有淬硬部分,淬硬长度根据需要而定。

[0022] 静态时叶片为单片结构,凸台与围带1均不贴合,在工作转速下,由于离心力的作用,叶身3产生一定的反扭,使凸台与凸台、围带1与围带1间产生正压力和摩擦力,增加了系统的阻尼;同时使叶片整圈成组(如图7),提高叶片的振动性能。

[0023] 本发明所得的排汽面积 $3.6\text{m}^2$ 变转速空冷工业汽轮机低压级组末级叶片,叶身采用三元流设计技术设计而成,截面的宽度、厚度及横截面面积由根部到顶部逐渐减小,单调平滑过渡,沿叶高方向叶身具有一定的扭曲规律,兼顾了叶片静强度要求,沿叶身各热力参数分布规律合理,使得叶片具有很好的气动性能。经专业计算流体动力学软件CFX和Numeca验证,在背压为0.1bar、出口马赫数为0.5的工况下,所在低压级组的气动效率在82%左右,最大流量在320t/h以上,同时具有良好的变工况性能;叶片为自带围带1整圈自锁阻尼型的长叶片,叶身3中上部具有凸台,叶顶有围带1,各叶片凸台间和围带1间均有0.1~0.6mm的间

隙,在工作转速下,由于离心力的作用,叶身3产生一定的反扭,使叶片间凸台与凸台、围带1与围带1间贴合,产生正压力和摩擦力,增加了系统的阻尼;同时达到叶片整圈自锁结构,提高叶片的振动性能,降低叶片所受的动应力;叶根4采用枞树型叶根设计,叶片装配方便,可在背压0.05bar~0.25bar,转速3000rpm~4000rpm下安全运行,具有广阔的市场应用前景。

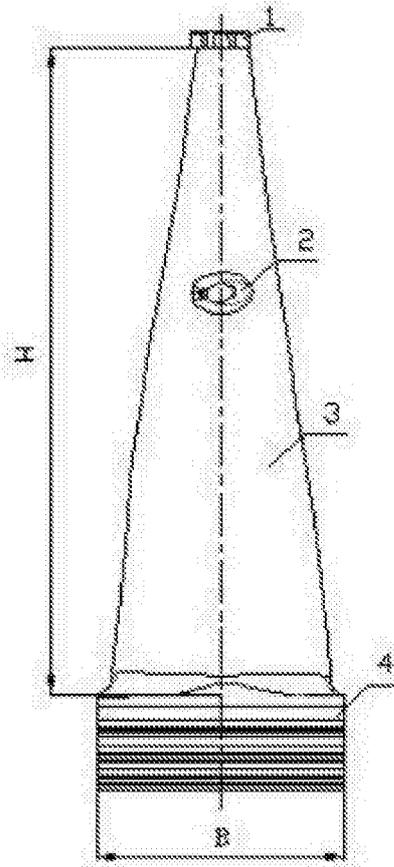


图 1

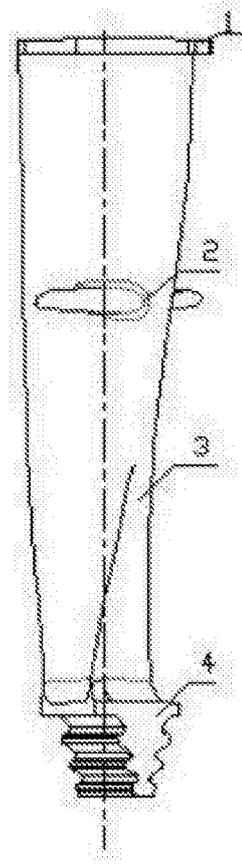


图 2

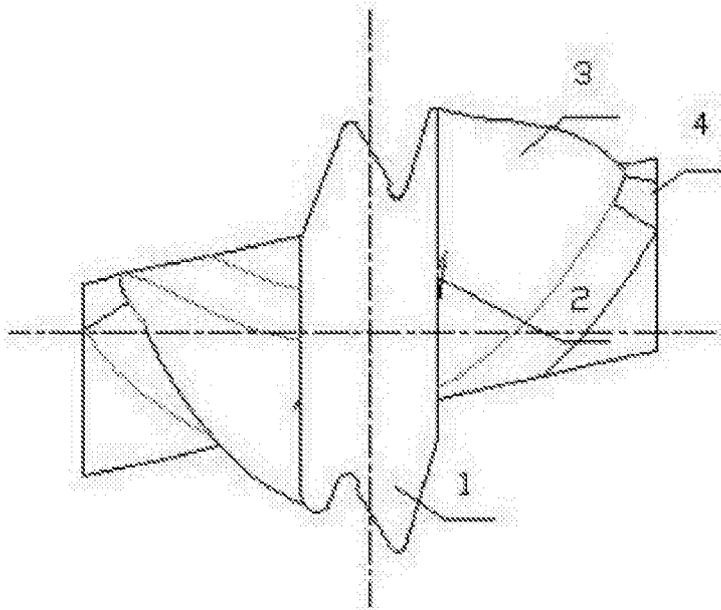


图 3

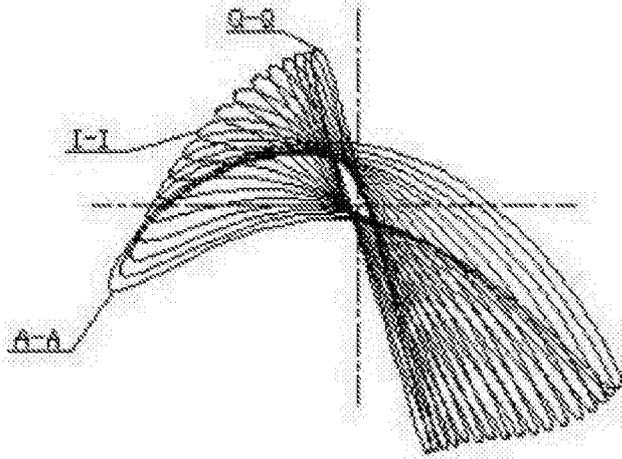


图 4

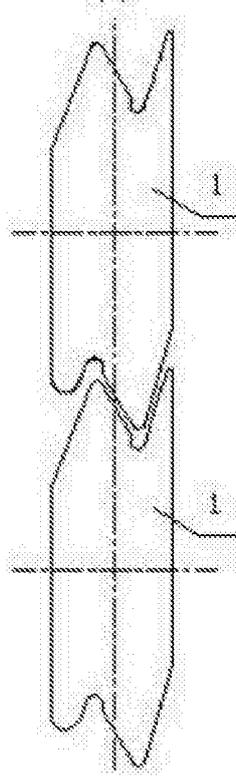


图 5

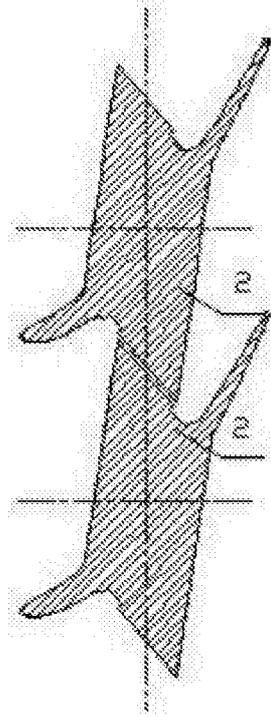


图 6

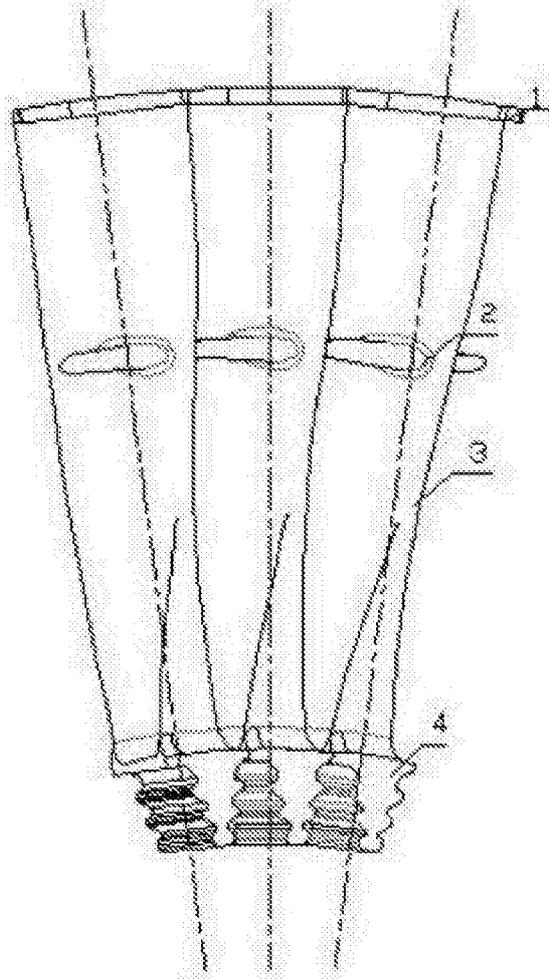


图 7