



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113236372 A

(43) 申请公布日 2021.08.10

(21) 申请号 202110631092.3

(22) 申请日 2021.06.07

(71) 申请人 南京航空航天大学

地址 210016 江苏省南京市秦淮区御道街
29号

(72) 发明人 安浩浩 何纬峰 周萱 路裕

韩东 岳晨 蒲文灏

(74) 专利代理机构 江苏圣典律师事务所 32237

代理人 韩天宇

(51) Int.Cl.

F01D 5/18 (2006.01)

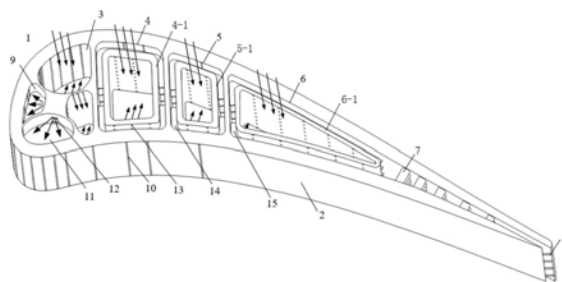
权利要求书1页 说明书3页 附图5页

(54) 发明名称

带有射流振荡器的燃气轮机涡轮导叶叶片
及工作方法

(57) 摘要

一种带有射流振荡器的燃气轮机涡轮导叶叶片及工作方法,本发明将射流振荡器与涡轮导叶叶片相结合,用于高温燃气透平叶片冷却。该叶片包括壳体、进气腔、中间冲击腔、尾缘冲击腔、圆柱肋、直肋、出气腔、气膜孔、层板、射流振荡孔、冲击孔。本发明将射流振荡器应用在承受高温燃气的涡轮叶片前缘位置,利用射流振荡器在不需要运动部件的情况下就能产生高频振荡射流的特性,对叶片前缘内部壁面给予高效的冷却降温。同时,射流振荡器喷射的冷却剂具有均匀的横向扩散,能够对壁面产生均匀的冷却效果。另外,射流振荡器产生的非定常扫掠运动能够降低射流动量,从而限制冷却剂射流冲击壁面的飞散,更加的贴近壁面,达到更高的冷却效果。



1. 一种带有射流振荡器的燃气轮机涡轮导叶叶片(1), 其特征在于: 包括叶片壳体(2); 上述叶片壳体(2)从前向后依次分为前缘部分、中间部分、尾缘部分;

上述前缘部分布置两个进气腔(3)与两个出气腔(9), 其中两个进气腔(3)分别布置在后上位置、后下位置, 两个出气腔(9)分别布置在前上位置、前下位置; 其中后上位置的进气腔(3)与前下位置的出气腔(9)之间、后下位置的进气腔(3)与前上位置的出气腔(9)之间, 均通过若干射流振荡孔(12)相连通; 射流振荡孔(12)沿纵向形成阵列; 上述前上位置的出气腔(9)和前下位置的出气腔(9)的内部沿纵向(叶高方向)分别每隔2-3个射流振荡孔布置一个第一横向(燃气流动方向)层板(11); 上述叶片壳体(2)的前缘部分上还布置有使进气腔(3)与外界、出气腔(9)与外界联通的气膜孔(10);

上述中间部分从前向后依次包括第一中间腔(4)、第二中间腔(5), 其中第一中间腔(4)内设置有第一中间冲击腔(4-1)、第二中间腔(5)内设置有第二中间冲击腔(5-1); 第一中间腔的内壁与第一中间冲击腔的外壁之间、第二中间腔的内壁与第二中间冲击腔的外壁之间, 均沿纵向布置4-5个第二横向层板(14);

上述尾缘部分包括尾缘腔(6); 其中尾缘腔(6)内依次设置有尾缘冲击腔(6-1)、圆柱肋区域(7)与直肋区域(8); 尾缘腔的内壁与尾缘冲击腔的外壁之间沿纵向布置4-5个第三横向层板(15);

上述叶片壳体(2)的中间部分上还布置有使第一中间腔(4)与外界、第二中间腔(5)与外界联通的气膜孔(10);

上述第一中间冲击腔(4-1)、第二中间冲击腔(5-1)以及尾缘冲击腔(6-1)壁面上布置冲击孔(13)。

2. 根据权利要求1 所述的带有射流振荡器的燃气轮机涡轮导叶叶片, 其特征在于: 上述射流振荡孔(12)连接对应的进气腔(3)和出气腔(9), 两两交错布置, 互不干扰。

3. 根据权利要求1 所述的带有射流振荡器的燃气轮机涡轮导叶叶片的工作方法, 包括以下过程:

在前缘部分, 冷却剂进入进气腔(3), 其中一部分冷却剂直接从气膜孔(10)中喷射出去, 另一部分冷却剂先通过射流振荡孔(12)进入到出气腔(9)中冲击出气腔(9)的内壁面, 然后再从气膜孔(10)中喷射出去;

在中间部分, 冷却剂进入第一中间冲击腔(4-1)和第二中间冲击腔(5-1), 冷却剂先通过冲击孔(13)冲击到第一中间腔(4)和第二中间腔(5)的内壁面上, 然后通过气膜孔(10)喷射出去;

在尾缘腔部分, 冷却剂进入尾缘冲击腔(6-1), 先通过冲击孔(13)冲击到尾缘腔(6)的内壁面上, 再途经圆柱肋(7)以及直肋(8)从尾缘劈缝中流出。

带有射流振荡器的燃气轮机涡轮导叶叶片及工作方法

[0001]

技术领域

[0002] 本发明涉及一种带有射流振荡器的燃气轮机涡轮导叶叶片及工作方法，属于能源与动力工程及叶片冷却领域。

背景技术

[0003] 燃气轮机广泛应用于航空、航海、发电、军事等领域，燃气轮机中高压涡轮的第一级导叶需要承受最高的燃气温度以及最复杂的应力环境，为了能够保护高压涡轮的第一级导叶，常规的方法是采用冷却技术，目前通常采用的是叶片内部冲击冷却和叶片表面气膜冷却的冷却方式。对叶片前缘部分，利用射流振荡器能够产生高频振荡射流的特性，使得叶片前缘能够均匀冷却；同时，利用射流振荡器的独特结构，能够有效的增强换热效果。在射流振荡孔出口的腔室中增加层板，有助于阻隔上下气流发生强烈的对冲干扰，使得冷却剂能够稳定的对叶片前缘部分进行冷却降温。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提出一种带有射流振荡器的燃气轮机涡轮导叶叶片及工作方法。

[0005] 一种带有射流振荡器的燃气轮机涡轮导叶叶片，其特征在于：包括叶片壳体；
上述叶片壳体从前向后依次分为前缘部分、中间部分、尾缘部分；

上述前缘部分布置两个进气腔与两个出气腔，其中两个进气腔分别布置在后上位置、后下位置，两个出气腔分别布置在前上位置、前下位置；其中后上位置的进气腔与前下位置的出气腔之间、后下位置的进气腔与前上位置的出气腔之间，均通过若干射流振荡孔相连通；射流振荡孔沿纵向（叶高方向）排布；上述前上位置的出气腔和前下位置的出气腔的内部沿纵向分别每隔2-3个射流振动孔布置一个第一横向（燃气流动方向）层板；上述叶片壳体的前缘部分上还布置有使进气腔与外界、出气腔与外界联通的气膜孔；

上述中间部分从前向后依次包括第一中间腔、第二中间腔，其中第一中间腔内设置有第一中间冲击腔、第二中间腔内设置有第二中间冲击腔；第一中间腔的内壁与第一中间冲击腔的外壁之间、第二中间腔的内壁与第二中间冲击腔的外壁之间，均沿纵向布置4-5个第二横向层板；

上述尾缘部分包括尾缘腔；其中尾缘腔内依次设置有尾缘冲击腔、圆柱肋区域与直肋区域；尾缘腔的内壁与尾缘冲击腔的外壁之间沿纵向布置4-5个第三横向层板；

上述叶片壳体的中间部分上还布置有使第一中间腔与外界、第二中间腔与外界联通的气膜孔；

上述第一中间冲击腔、第二中间冲击腔以及尾缘冲击腔壁面上布置冲击孔。

[0006] 所述的带有射流振荡器的燃气轮机涡轮导叶叶片的工作方法，其特征在于包括以

下过程:在前缘部分,冷却剂进入进气腔,其中一部分冷却剂直接从气膜孔中喷射出去,另一部分冷却剂先通过射流振荡孔进入到出气腔中冲击出气腔的内壁面,然后再从气膜孔中喷射出去;在中间部分,冷却剂进入第一中间冲击腔和第二中间冲击腔,冷却剂先通过冲击孔冲击到第一中间腔和第二中间腔的内壁面上,然后通过气膜孔喷射出去;在尾缘腔部分,冷却剂进入尾缘冲击腔,先通过冲击孔冲击到尾缘腔的内壁面上,再途经圆柱肋以及直肋从尾缘劈缝中流出。

[0007] 与现有的技术相比,本发明至少具有如下优点:本发明利用射流振荡器对热流分布最密集的前缘部分进行冷却,能够充分发挥射流振荡器的独特特性,提高叶片前缘部分横向的冷却效率。利用层板将多个射流振荡孔两两分隔,防止上下气流的相互对冲,有利于冷却剂更加稳定的冷却叶片前缘部分。此外,前缘腔室中的四个腔室相互独立,互不影响,为最大效率的冷却提供了工作环境。

[0008] 上述带有射流振荡器的燃气轮机涡轮导叶叶片中的射流振荡孔连接对应的进气腔和出气腔,两两交错布置,互不干扰。

附图说明

[0009] 图1是带有射流振荡器的燃气轮机涡轮导叶叶片(1);图中:2壳体、3进气腔、4第一中间腔、4-1第一中间冲击腔、5第二中间腔、5-1第二中间冲击腔、6尾缘腔、6-1尾缘冲击腔、7圆柱肋、8直肋、9出气腔、10气膜孔、11第一横向层板、12射流振荡孔、13冲击孔、14第二横向层板、15第三横向层板;

图2是带有气膜孔以及冲击孔的叶片横向截面图;图中:1涡轮导叶叶片、2壳体、3进气腔、4第一中间腔、4-1第一中间冲击腔、5第二中间腔、5-1第二中间冲击腔、6尾缘腔、6-1尾缘冲击腔、9出气腔、10气膜孔、13冲击孔;

图3是图2的A-A向剖视图,图中:9出气腔、11第一横向层板、12射流振荡孔;

图4是图2的B-B向剖视图。图中:3进气腔、10气膜孔、12射流振荡孔;

图5是尾缘腔体中圆柱肋与直肋的示意图,其中,7圆柱肋、8直肋;

图6是第一中间腔、第二中间腔中第二横向层板与尾缘腔中第三横向层板的示意图,其中,a为第一中间腔中的第二横向层板的示意图;b为第二中间腔中的第二横向层板的示意图;c为尾缘腔中的第三横向层板的示意图;

图7是图3或图4的A'-A'向的局部剖视图,3进气腔、9出气腔、12射流振荡孔;

图8是图3或图4的B'-B'向的局部剖视图。图中:3进气腔、9出气腔、12射流振荡孔;

图9是射流振荡器的结构示意图。

具体实施方式

[0010] 下面参照图1说明带有射流振荡器的燃气轮机涡轮导叶叶片中冷却剂的运动过程。

[0011] 在前缘部分,冷却剂进入进气腔,其中一部分冷却剂直接从气膜孔中喷射出去,另一部分冷却剂先通过射流振荡孔进入到出气腔中冲击出气腔的内壁面,然后再从气膜孔中喷射出去;在中间部分,冷却剂进入第一中间冲击腔和第二中间冲击腔,冷却剂先通过冲击孔冲击到第一中间腔和第二中间腔的内壁面上,然后通过气膜孔喷射出去;在尾缘腔部分,

冷却剂进入尾缘冲击腔,先通过冲击孔冲击到尾缘腔的内壁面上,再途经圆柱肋以及直肋从尾缘劈缝中流出。

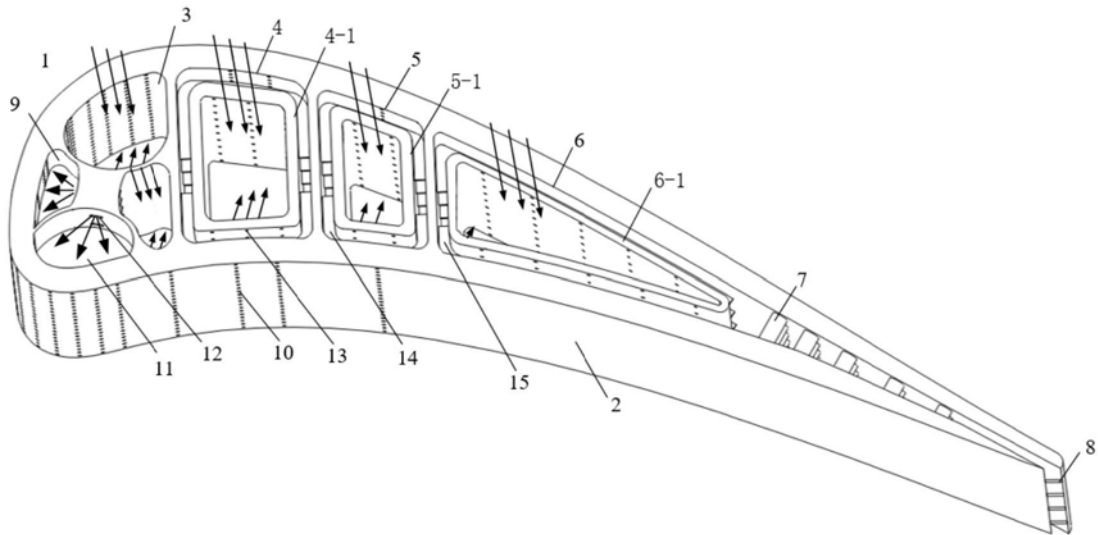


图1

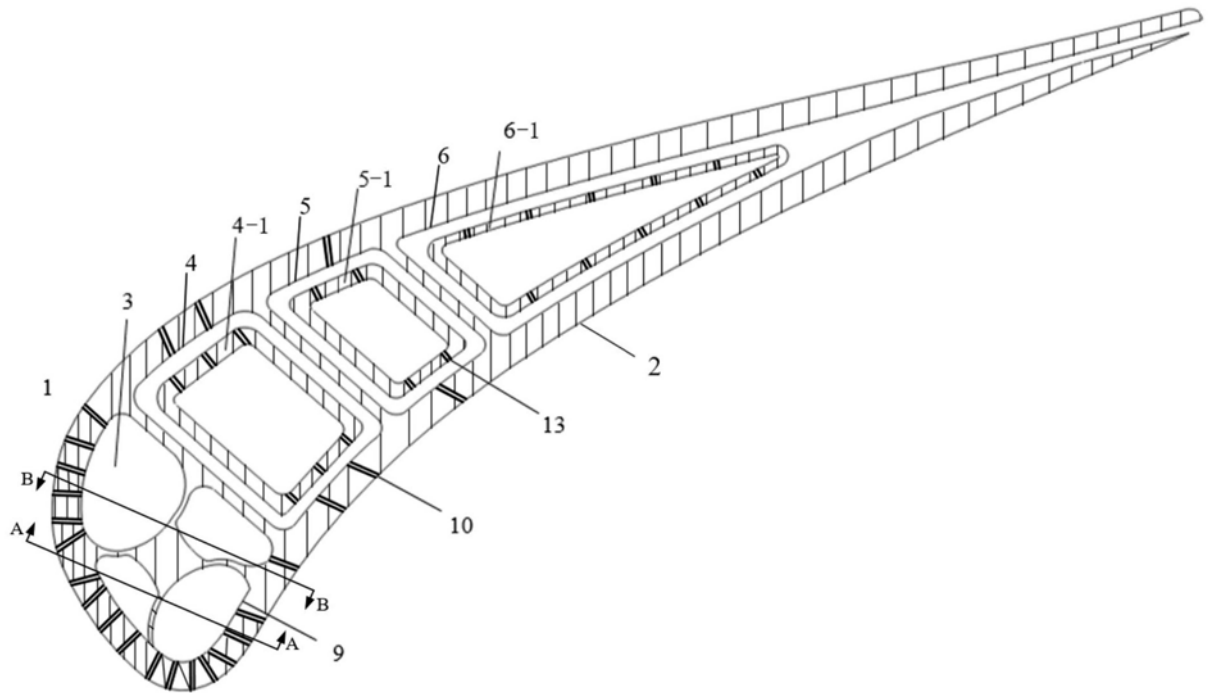


图2

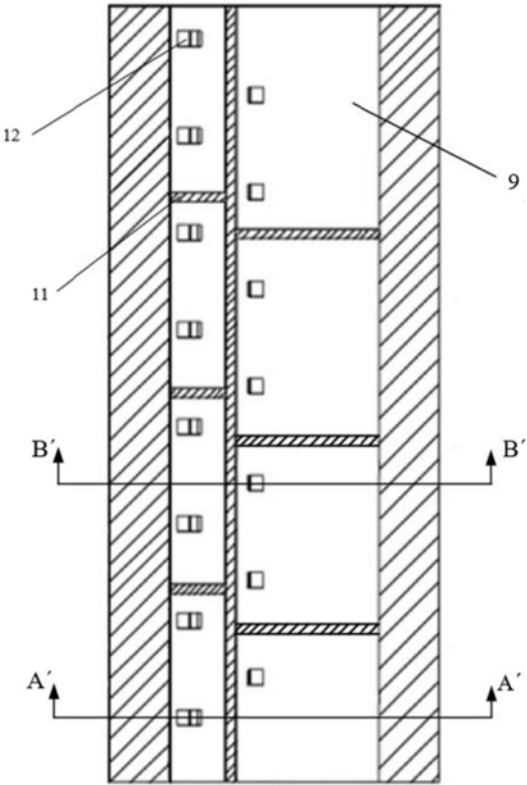


图3

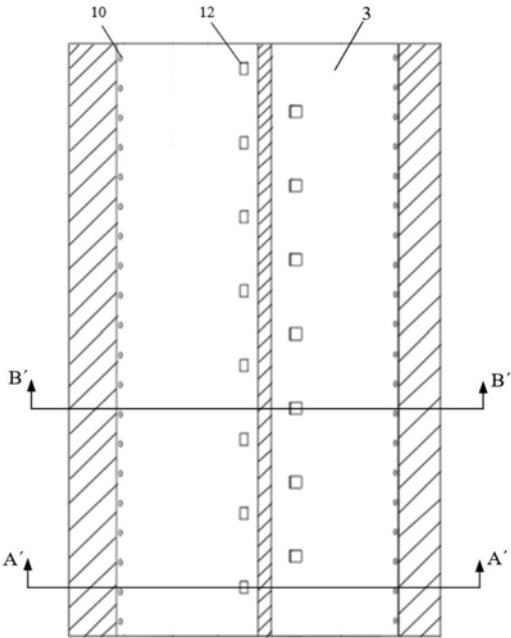


图4

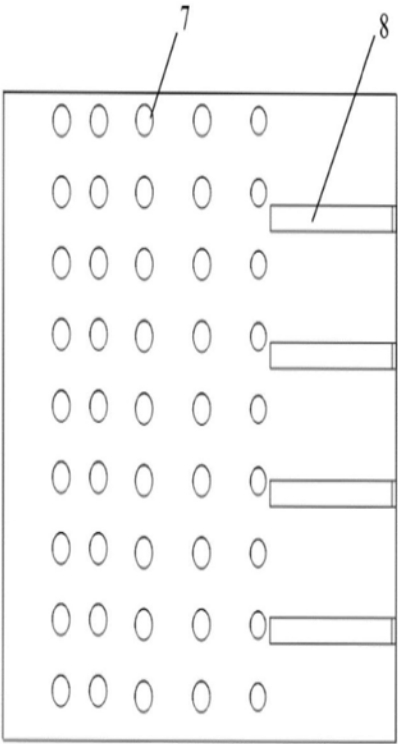


图5

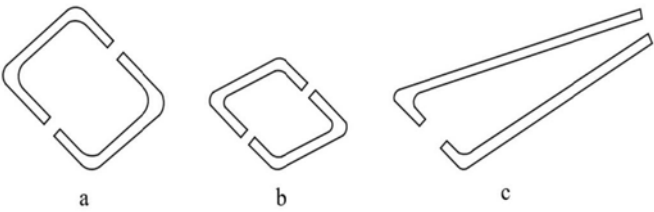


图6

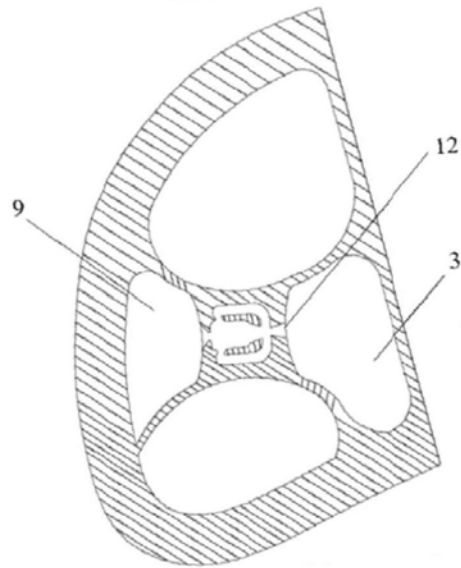


图7

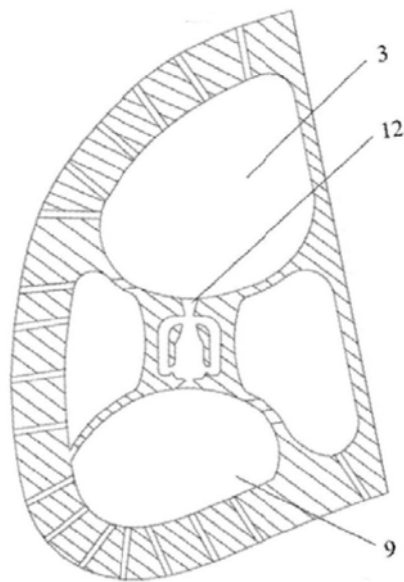


图8

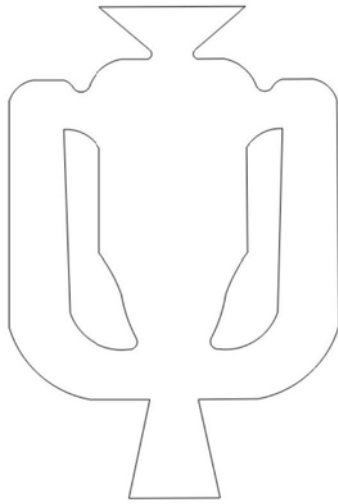


图9