



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113863991 A

(43) 申请公布日 2021. 12. 31

(21) 申请号 202111218277.8

(22) 申请日 2021.10.20

(71) 申请人 中国航发沈阳黎明航空发动机有限公司

地址 110043 辽宁省沈阳市大东区东塔街6号

(72) 发明人 黄兴 陈勇 卫宝华 刘志
程景煜

(74) 专利代理机构 沈阳优普达知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 21234

代理人 陈曦

(51) Int. Cl.

F01D 5/14 (2006.01)

F01D 5/28 (2006.01)

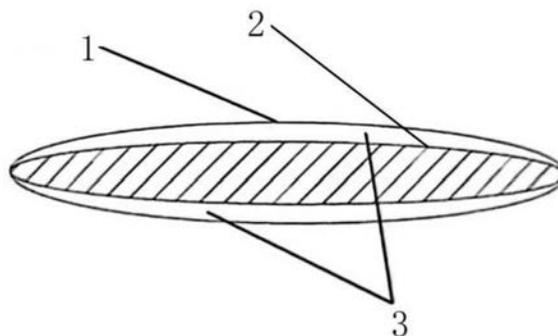
权利要求书1页 说明书2页 附图1页

(54) 发明名称

一种高气动效率的主动控制柔性表面叶片

(57) 摘要

本发明的一种高气动效率的主动控制柔性表面叶片,包括柔性表面层和刚性内层,所述柔性表面层包裹在刚性内层的外部,柔性表面层和刚性内层之间形成压力保持区,柔性表面层和刚性内层在叶片进气边和排气边处连接;工作时柔性表面层与流场直接接触,受流场压力和压力保持区气体压差影响,柔性表面层产生强迫高频振动。本发明叶片采用柔性表面结构,在叶片表面形成随机振动激励区,加速叶片表面边界层从层流状态向湍流状态转变,抑制边界分离现象,提高气动效率。



1. 一种高气动效率的主动控制柔性表面叶片,其特征在于,包括柔性表面层和刚性内层,所述柔性表面层包裹在刚性内层的外部,柔性表面层和刚性内层之间形成压力保持区,柔性表面层和刚性内层在叶片进气边和排气边处连接;工作时柔性表面层与流场直接接触,受流场压力和压力保持区气体压差影响,柔性表面层产生强迫高频振动。

2. 如权利要求1所述的高气动效率的主动控制柔性表面叶片,其特征在于,所述刚性内层为空心结构,刚性内层上设有多个引气孔,引气系统的引气管与刚性内层连通将流场气体引导至刚性内层内部,气体再通过引气孔流入压力保持区。

3. 如权利要求1所述的高气动效率的主动控制柔性表面叶片,其特征在于,所述刚性内层为实心结构,引气系统的引气管装配在压力保持区,引气管表面设有导气孔,将流场气体引导至压力保持区。

4. 如权利要求1所述的高气动效率的主动控制柔性表面叶片,其特征在于,所述柔性表面层采用非金属复合材料制成。

5. 如权利要求4所述的高气动效率的主动控制柔性表面叶片,其特征在于,所述柔性表面层采用树脂基复合材料、陶瓷基复合材料或碳基复合材料制成。

一种高气动效率的主动控制柔性表面叶片

技术领域

[0001] 本发明属于叶片技术领域,涉及一种高气动效率的主动控制柔性表面叶片。

背景技术

[0002] 目前动力机械叶片均为刚性表面,针对边界层问题,基本通过设计复杂的三维曲面叶形来降低效率损失。导致叶片叶形日趋复杂,加工维护困难,全寿命周期成本高昂,且安全性、可靠性不高。

[0003] 现代叶片的设计提升效率的一个重点关注点为控制叶片表面边界层的分离。低雷诺数时叶片表面流动处于层流状态,极易发生分离产生较大的气动损失,从而使叶片的工作效率急剧下降。

[0004] 现有刚性叶片无法从根本上避免边界层分离现象的出现,无法主动干预叶片表面气流流动状态,不能自主控制叶片表面边界层从层流态向湍流态转变,气动效率提升潜力有限。

发明内容

[0005] 为解决上述技术问题,本发明的目的是提供一种高气动效率的主动控制柔性表面叶片,在叶片表面形成随机振动激励区,加速叶片表面边界层从层流态向湍流态转变,抑制边界层分离现象,提高气动效率。

[0006] 本发明提供一种高气动效率的主动控制柔性表面叶片,包括柔性表面层和刚性内层,所述柔性表面层包裹在刚性内层的外部,柔性表面层和刚性内层之间形成压力保持区,柔性表面层和刚性内层在叶片进气边和排气边处连接;工作时柔性表面层与流场直接接触,受流场压力和压力保持区气体压差影响,柔性表面层产生强迫高频振动。

[0007] 在本发明的高气动效率的主动控制柔性表面叶片中,所述刚性内层为空心结构,刚性内层上设有多个引气孔,引气系统的引气管与刚性内层连通将流场气体引导至刚性内层内部,气体再通过引气孔流入压力保持区。

[0008] 在本发明的高气动效率的主动控制柔性表面叶片中,所述刚性内层为实心结构,引气系统的引气管装配在压力保持区,引气管表面设有导气孔,将流场气体引导至压力保持区。

[0009] 在本发明的高气动效率的主动控制柔性表面叶片中,所述柔性表面层采用非金属复合材料制成。

[0010] 在本发明的高气动效率的主动控制柔性表面叶片中,所述柔性表面层采用树脂基复合材料、陶瓷基复合材料或碳基复合材料制成。

[0011] 本发明的一种高气动效率的主动控制柔性表面叶片,应用柔性表面结构,利用流场自身的不均匀,结合独特的结构形式,在叶片表面形成随机振动激励区,加速叶片表面流动状态的改变,即加速叶片表面边界层从层流态向湍流态转变,抑制边界层分离现象,进而减少叶片表面边界层分离造成的流动损失,提高气动效率。且结构简单易加工、维护简便、

全寿命周期成本低且安全性、可靠性高。

附图说明

[0012] 图1是本发明的高气动效率的主动控制柔性表面叶片的截面图；

[0013] 图2是空心结构的刚性内层的示意图。

具体实施方式

[0014] 如图1所示,本发明的一种高气动效率的主动控制柔性表面叶片,包括柔性表面层1和刚性内层2,所述柔性表面层1包裹在刚性内层2的外部,柔性表面层1和刚性内层2之间形成压力保持区3。柔性表面层1和刚性内层2在叶片进气边和排气边处连接。工作时柔性表面层1与流场直接接触,受流场压力和压力保持区3气体压差影响,柔性表面层1产生强迫高频振动。

[0015] 具体实施时,所述柔性表面层采用非金属复合材料制成,需满足一定的弹性和韧度,具有优良的抗疲劳性能。所述柔性表面层具体可采用树脂基复合材料、陶瓷基复合材料或碳基复合材料等制成。

[0016] 本发明中刚性内层与传统叶片设计基本相同,优势在于本发明叶片的刚性内层不直接与流场接触,因此其表面形状无需考虑流场气动影响,可更关注安全可靠性及工艺性。具体结构形式可依据实际工况分为实心结构和空心结构。引气系统依据刚性内层设计方案,对应采用两种引气方式。第一种引气方式对应如图2所示,刚性内层2为空心结构,刚性内层2上设有多个引气孔21,引气系统的引气管与刚性内层2连通将流场气体引导至刚性内层2内部,气体再通过刚性内层2上的引气孔21流入压力保持区3。具体实施时,刚性内层2也可以采用实心结构,引气系统的引气管装配在压力保持区3,引气管表面设有导气孔,将流场气体引导至压力保持区3。

[0017] 通过引气系统将流场气体导入柔性表面层与刚性内层之间,形成的压力保持区3,压力保持区3的相关参数受引气孔21和导气孔设计方案影响。由于压力保持区3与流场流道压力存在动态压差,使柔性表面层1产生强迫高频振动,振动的动态特性与流场状态和引气状态有关。柔性表面层1随机振动对叶片边界层形成强扰动,破坏气流层流边界层的稳定发展,强迫其过渡至湍流边界层,从而抑制层流边界层的分离,提高了叶片气动效率。

[0018] 本发明的高气动效率的主动控制柔性表面叶片在提供叶片气动效率的同时,其结构简单易加工、维护简便、全寿命周期成本低且安全性、可靠性高。

[0019] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明的思想,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,均应包含在本发明的保护范围之内。

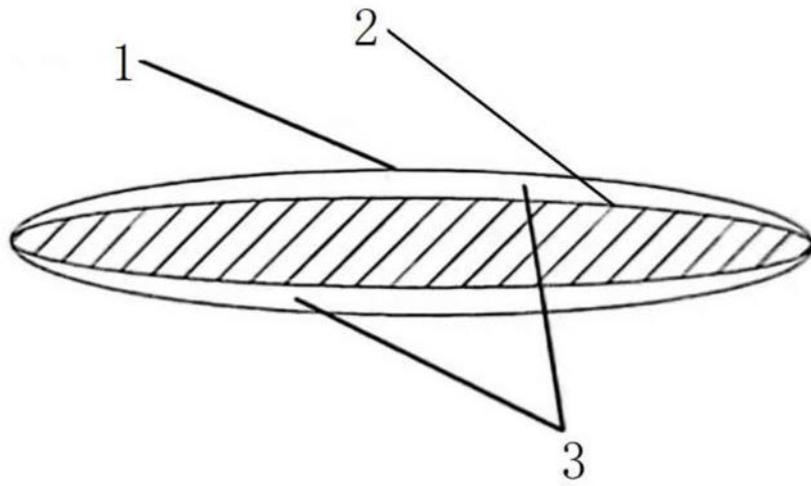


图1

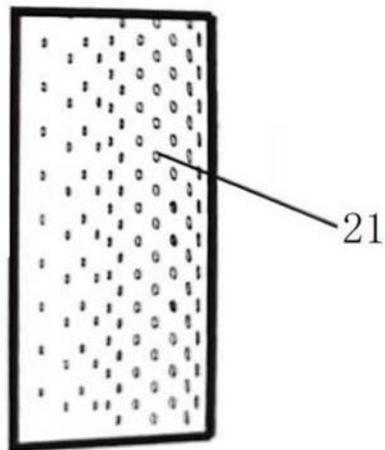


图2