(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 113123880 B
(45)授权公告日 2022.06.24

(21)申请号 202110338363.6
(22)申请日 2021.03.26
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113123880 A
(43)申请公布日 2021.07.16
(73)专利权人 北京航空航天大学
地址 100191 北京市海淀区学院路37号
(72)发明人 邱天 丁水汀 赵煜 王承昊
袁奇雨 邓长春 刘传凯 刘晓静
(74)专利代理机构 北京航智知识产权代理事务所(普通合伙) 11668
专利代理师 黄川 史继颖
(51)Int.Cl.
F02C 7/18(2006.01)
F01D 9/02(2006.01)

审查员 常征

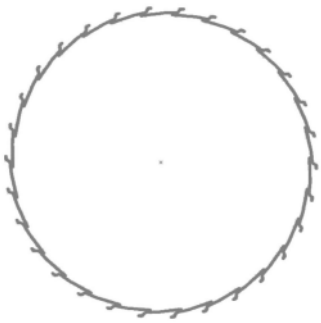
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

一种航空发动机静止薄壁件上低熵产强预旋搭接引气结构

(57)摘要

本发明公开了一种航空发动机空气系统静止薄壁件上低熵产强预旋搭接引气结构，由多个类S型搭接瓦片搭接成全环形成，相邻搭接瓦片之间形成渐缩型引气通道，进而在引气腔内形成了接近纯周向进气的进口。通过本发明的技术方案，实现较大的预旋速度、较小流阻损失、合理的进气方向的搭接引气结构，能够有效降低气流在空气系统内的沿程风阻温升，使气流尽可能保持更良好的冷却品质，从而保证在极端工况下热端部件仍满足许用温度要求。



CN 113123880 B

1.一种航空发动机静止薄壁件上低熵产强预旋搭接引气结构,其特征在于,所述搭接引气结构由多个S型搭接瓦片排布成环形结构,每个搭接瓦片和静止薄壁件的凸台两侧连接在一起,S型搭接瓦片首尾相邻形成渐缩型引气通道,在引气腔内形成接近纯周向进气的进口;

每个搭接瓦片的径向高度不高于薄壁件上的凸台的厚度。

2.根据权利要求1所述的一种航空发动机静止薄壁件上低熵产强预旋搭接引气结构的加工方法,其特征在于,所述搭接引气结构加工时,分别单独加工每个搭接瓦片,再将每个搭接瓦片和静止薄壁件的凸台两侧连接在一起,逐一安装全环所有搭接瓦片,最终形成整个搭接引气结构。

一种航空发动机静止薄壁件上低熵产强预旋搭接引气结构

技术领域

[0001] 本发明属于航空发动机技术领域，尤其涉及一种航空发动机静止薄壁件上低熵产强预旋搭接引气结构。

背景技术

[0002] 航空发动机二次流空气系统中，在流路上的流体与旋转部件相互作用而造成的损失，称为风阻损失。风阻损失消耗涡轮部件的轴功同时流体发生耗散温升，从而降低了发动机整机效率，如何准确计算及降低风阻损失一直是发动机空气系统优化设计中的重要环节。现代先进航空发动机工作工况范围更宽更广，在一些极端恶劣工况下，高风阻造成的高温气流甚至会使流路中的旋转部件的温度超过许用温度，使得降低空气系统风阻温升成了更为关键的任务。

[0003] 其中对气流进行预旋，降低气流与转子的相对速度从而减小气流的风阻温升是一种常用的低熵产设计方法。目前常用的气流预旋方法包括圆柱孔型预旋喷嘴预旋方案（图1）和叶栅预旋方案(图2)。

[0004] 圆柱孔型预旋喷嘴预旋方案在应用过程中为了起到对气流的预旋效果，通常要求预旋孔具有足够的长度。为了达到这一目的，需要对静止壁面的引气位置进行加厚处理，在加厚的凸台上采用钻孔的工艺加工预旋喷嘴。静止壁面的加厚会增加发动机重量，降低发动机推重比。另外一种方式是直接在静止壁面上插入预旋管道实现气流预旋，但是这种结构相对比较复杂，在薄壁件上不易直接安装。此外，传统的圆柱孔型预旋喷嘴引气方案中喷嘴与喷嘴之间在空间上会存在相互制约的关系，当周向预旋喷嘴数量足够多时，喷嘴不能在有限的空间内实现接近90度的大预旋，因此预旋效果欠佳，往往会难以满足先进航空发动机空气系统设计需求。

[0005] 叶栅可以在进气通道较为密集的状态下提供较大的预旋角度，但由于航空发动机空气系统中存在大量的薄壁件，而叶栅拥有结构复杂、在薄壁件上安装困难的不足，导致此方案无法在空气系中获得广泛应用。通常只是在旋转盘腔元件内的静止壁面上利用叶栅结构进行引气。

[0006] 综上所述，目前还没有一种适用于航空发动机空气系统静止薄壁件上的引气结构，可以实现足够大的预旋，以保证气流在下游沿程足够小的风阻温升，从而实现用较少的冷气流量保证发动机在极端工况下热端部件仍满足许用温度要求。

发明内容

[0007] 为了解决上述已有技术存在的不足，本发明提出一种在航空发动机空气系统静止薄壁件上引气时可以实现较大的预旋速度、较小流阻损失、合理的进气方向的搭接引气结构，能够有效降低气流在空气系统内的沿程风阻温升，使气流尽可能保持更良好的冷却品质，从而保证在极端工况下热端部件仍满足许用温度要求。本发明的具体技术方案如下：

[0008] 一种航空发动机静止薄壁件上低熵产强预旋搭接引气结构，所述搭接引气结构由

多个S型搭接瓦片排布成环形结构，S型搭接瓦片首尾相邻形成渐缩型引气通道，在引气腔内形成接近纯周向进气的进口。

[0009] 进一步地，每个搭接瓦片的径向高度不高于薄壁件上的凸台的厚度。

[0010] 一种航空发动机静止薄壁件上低熵产强预旋搭接引气结构的加工方法，所述搭接引气结构加工时，分别单独加工每个搭接瓦片，再将每个搭接瓦片和静止薄壁件的凸台两侧连接在一起，逐一安装全环所有搭接瓦片，最终形成整个搭接引气结构。

[0011] 本发明的有益效果在于：

[0012] 1.相比普通圆柱型孔，可以实现更大的预旋角度，使进入空气系统流路的气体有更大的旋流比，从而降低气流沿程风阻温升，使气流尽可能保持更良好的冷却品质，从而实现用较少的冷气流量保证发动机在极端工况下热端部件仍满足许用温度要求。

[0013] 2.入口出通道变化变化平缓，流动损失较小。之后通过渐缩的孔型设计，使气流流过搭接预旋引气孔的预旋作用进一步加强。

[0014] 3.搭接的结构简单巧妙，搭接瓦片易于加工，不需要叶栅通道那样高昂的加工费用，且设计有效控制了重量的增加。

附图说明

[0015] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，通过参考附图会更加清楚的理解本发明的特征和优点，附图是示意性的而不应理解为对本发明进行任何限制，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，可以根据这些附图获得其他的附图。其中：

[0016] 图1为传统开孔式预旋喷嘴预旋方案示意图，其中(a)为在薄壁件上加工的凸台，在凸台上利用钻孔的方法加工喷嘴，(b)为插管预旋方法；

[0017] 图2是传统的叶栅示意图；

[0018] 图3为空气系统静止引气示意图；

[0019] 图4为静止薄壁件搭接引气系统；

[0020] 图5为本发明的搭接结构；

[0021] 图6为本发明的搭接瓦片及渐缩通道；

[0022] 图7为本发明的搭接引气结构与圆孔引气结构对比模型；

[0023] 图8为本发明的搭接引气结构与圆孔引气结构流线对比；

[0024] 图9为本发明的搭接引气结构与圆孔引气结构预旋角度对比。

[0025] 附图标号说明：

[0026] 1-出气腔;2-引气孔;3-静止薄壁件;4-引气腔;5-凸台;6-搭接瓦片;7-渐缩通道;8-搭接瓦片径向高度;9-凸台厚度;10-凸台内圈;11-凸台外圈;12-旋转壁面;13-静止壁面;14-进口;15-搭接引气结构;16-出口;17-圆孔引气结构。

具体实施方式

[0027] 为了能够更清楚地理解本发明的上述目的、特征和优点，下面结合附图和具体实施方式对本发明进行进一步的详细描述。需要说明的是，在不冲突的情况下，本发明的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0028] 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明，但是，本发明还可以采用其他不同于在此描述的其他方式来实施，因此，本发明的保护范围并不受下面公开的具体实施例的限制。

[0029] 图1为传统开孔式预旋喷嘴预旋方案示意图，其中(a)为在薄壁件上加工的凸台，在凸台上利用钻孔的方法加工喷嘴，(b)为插管预旋方法。

[0030] 图2为传统的叶栅示意图。尽管叶栅结构能够提供比较大的气流旋流比，但由于其结构比较复杂，安装困难，价格昂贵，不能在先进航空发动机空气系统的设计中获得大量的应用。

[0031] 通常引气采用的圆柱孔型预旋喷嘴所能实现的周向倾角有限，使气流的预旋有一定限制，而叶栅通道虽然预旋效果稍好，但加工又比较昂贵，本发明提供一种搭接预旋的引气结构，能够实现气流更大的旋流比，从而降低气体沿程风阻温升，本发明的结构易于加工，且控制了重量的增加。

[0032] 本发明的搭接引气结构，应用于航空发动机空气系统静止薄壁件上，S型搭接瓦片的形状保证了接近切向的大角度出气和渐缩通道设计。如图3所示，航空发动机空气系统静止薄壁件3的整个引气部分包括引气腔4，引气孔2和出气腔1。本发明的搭接引气结构由多个搭接瓦片6排布成环形结构，S型搭接瓦片首尾相邻形成渐缩型引气通道7，通过搭接在引气腔内生成了接近纯周向进气的进口，而不是传统的径向或轴向进气，从而使气流在出口处大周向角度更易实现，使气流在出气腔及下游流路有更大旋流比，进一步加大预旋，如图5和图6所示。此外，入口处通道变化平缓，气流的流动损失较小。

[0033] 具体地，一种航空发动机静止薄壁件上低熵产强预旋搭接引气结构，搭接引气结构由多个S型搭接瓦片排布成环形结构，S型搭接瓦片首尾相邻形成渐缩型引气通道，在引气腔内形成接近纯周向进气的进口。渐缩型引气通道的截面积最小的部位为喉部，喉部气流速度最大，能够达到80度以上的预旋角度。

[0034] 每个搭接瓦片的径向高度不高于薄壁件上的凸台的厚度。

[0035] 每个搭接瓦片所占周向角度能够根据流量需求做调整，当流量增大时减小单个瓦片所占周向角度，增加瓦片数量，增大流通面积；展向宽度同样能够根据流量大小做调整，当流量增大时，增大展向宽度即能够增大流通面积。

[0036] 一种航空发动机静止薄壁件上低熵产强预旋搭接引气结构的加工方法，其特征在于，搭接引气结构加工时，分别单独加工每个搭接瓦片，再将每个搭接瓦片和静止薄壁件的凸台两侧连接在一起，逐一安装全环所有搭接瓦片，最终形成整个搭接引气结构。

[0037] 为了方便理解本发明的上述技术方案，以下通过具体实施例对本发明的上述技术方案进行详细说明。

[0038] 实施例1

[0039] 在本实施例中，对比本发明的搭接引气结构和圆孔引气结构的效果，计算模型如图8所示，左侧为本发明的搭接引气结构15，右侧为圆孔引气结构17，流体从进口 14流入，经过静子薄壁件上的凸台上的引气结构，最后从出口16流出。

[0040] 在相同的流量、相同的进气温度和非常接近的压比下，本发明的搭接引气结构中出口气流温度较圆孔引气结构中出口气流温度降低10K，能够起到显著降低风阻的作用。

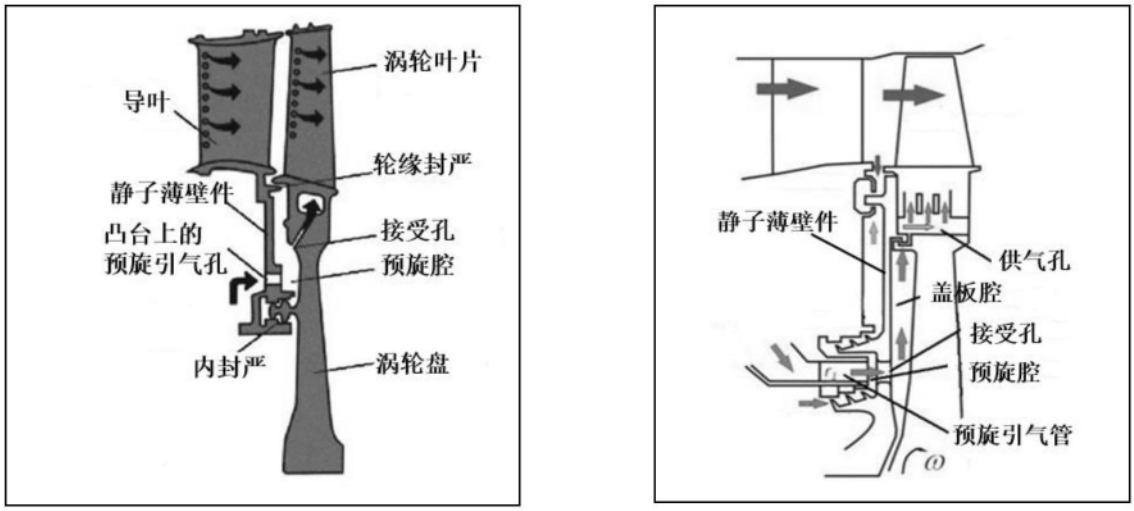
[0041] 表1搭接引气结构与圆孔引气结构效果对比

[0042]

结构	流量	进出口压比	预旋角度	速度	周向速度	旋流比	出气温度
搭接引气结构	0.5kg/s	1.88	82 度	483m/s	480m/s	0.50	883K
圆孔引气结构	0.5kg/s	1.84	71 度	410m/s	362m/s	0.38	893K

[0043] 从图9及表1可以看出，由于本发明的搭接引气结构使得预旋气有更大的预旋角度82度，圆孔引气结构的预旋角度只有71度，且渐缩通道对气流有加速作用，因此本发明的搭接引气结构中预旋气的周向速度更大，旋流比更大，因此风阻温升更小。在其他不同工况下，本发明的搭接引气结构也能同样起到增强预旋效果、降低风阻温升的作用，从而实现了低熵产设计。

[0044] 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，均应包含在本发明的保护范围之内。


涡轮叶片
导叶
轮缘封严
静子薄壁件
凸台上的
预旋引气孔
接受孔
预旋腔
内封严
涡轮盘
静子薄壁件
供气孔
盖板腔
接受孔
预旋腔
预旋引气管
ω

(a) (b)

图1

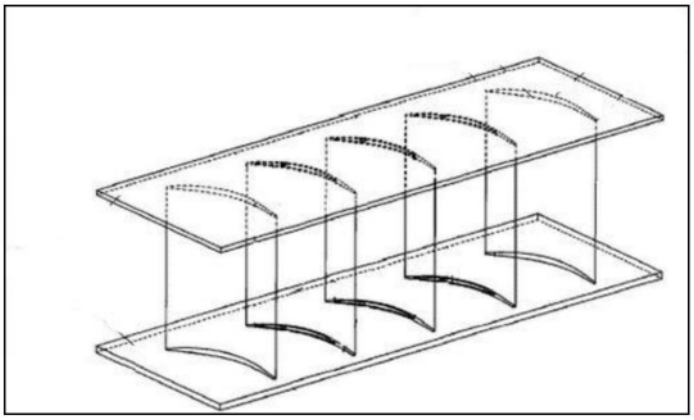


图2

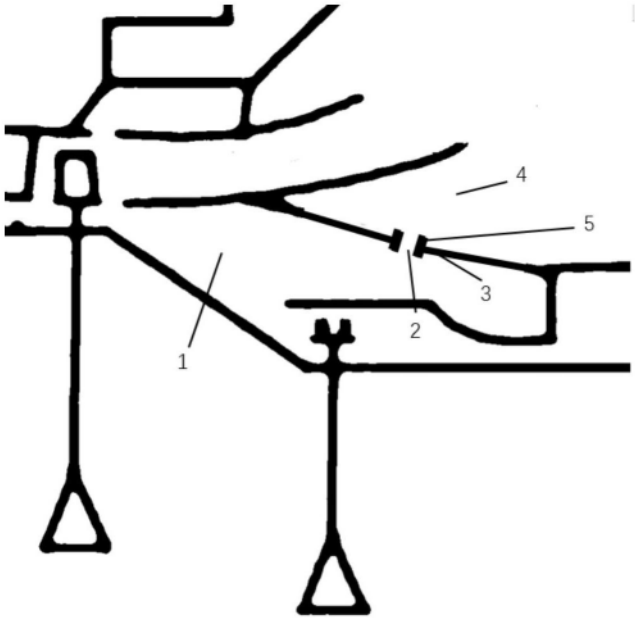


图3

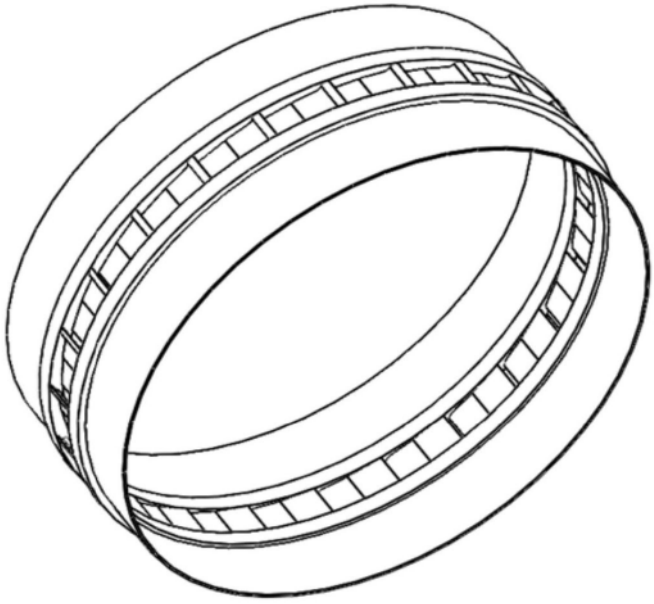


图4

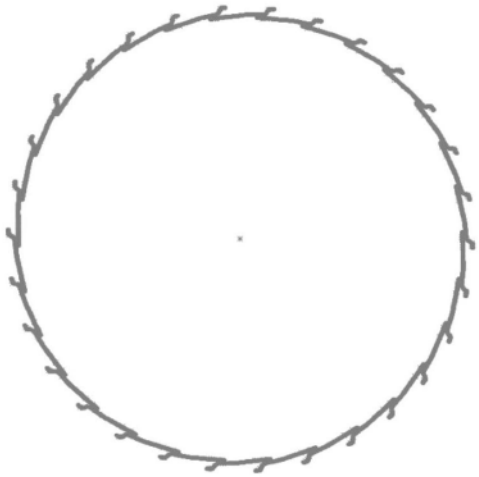


图5

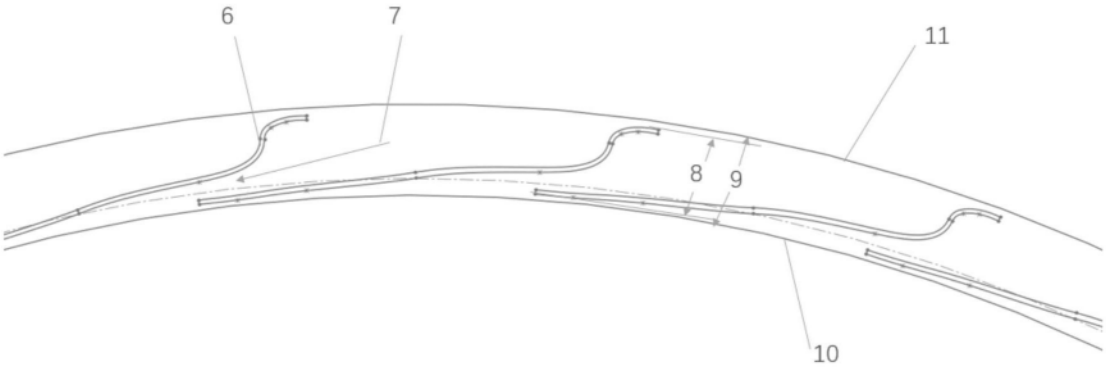


图6

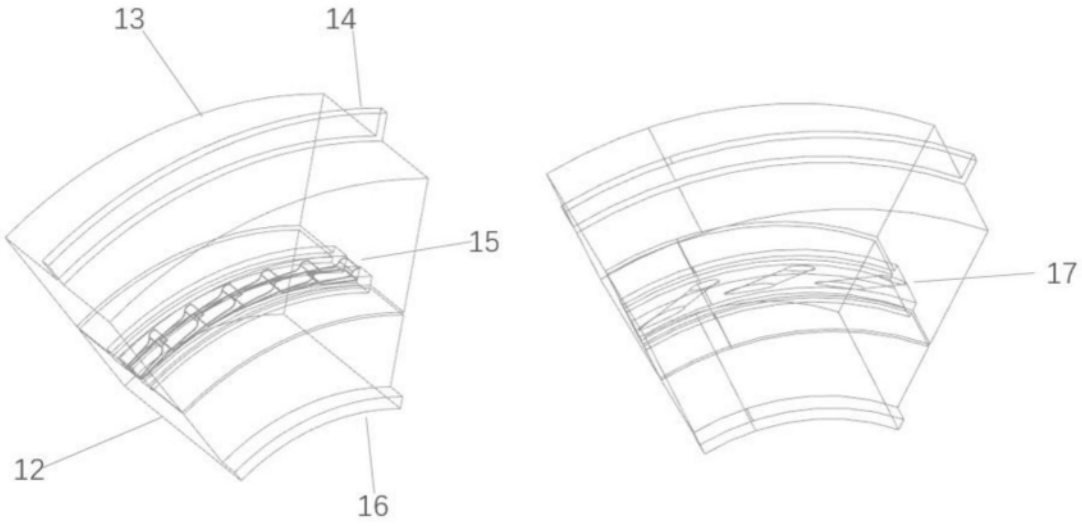


图7

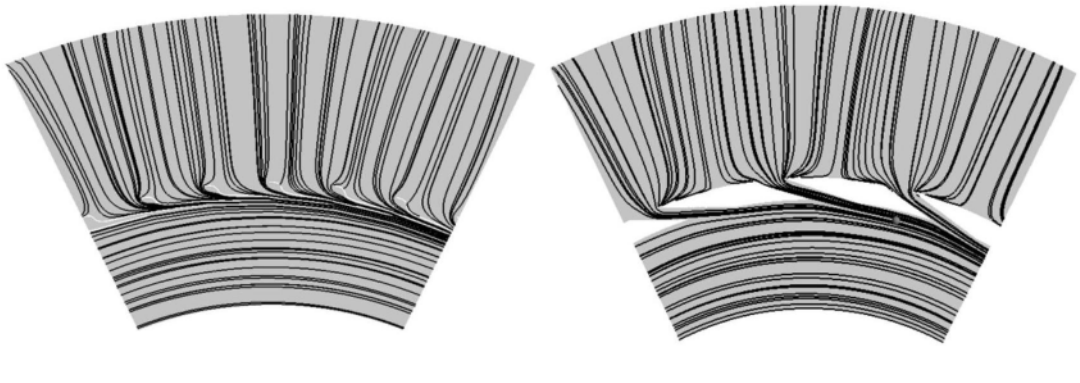


图8

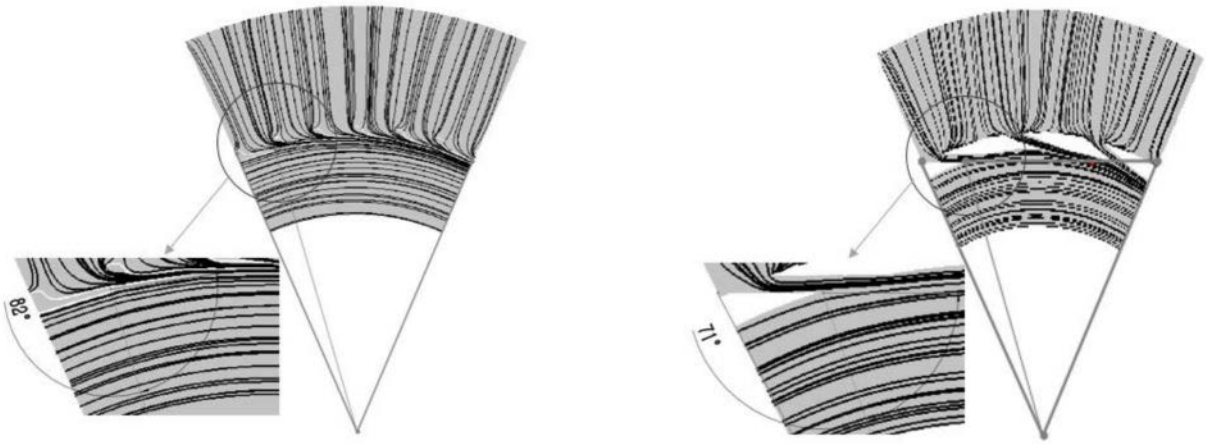


图9