



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 210289845 U

(45)授权公告日 2020.04.10

(21)申请号 201920834482.9

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(22)申请日 2019.06.04

(73)专利权人 中国船舶重工集团公司第七〇三研究所

地址 150036 黑龙江省哈尔滨市香坊区红旗大街108号

(72)发明人 牛夕莹 李宗全 霍玉鑫 李国强
刘宇 卫嘉

(74)专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事务所 23109

代理人 牟永林

(51)Int.Cl.

F01D 5/08(2006.01)

F01D 5/18(2006.01)

F01D 9/04(2006.01)

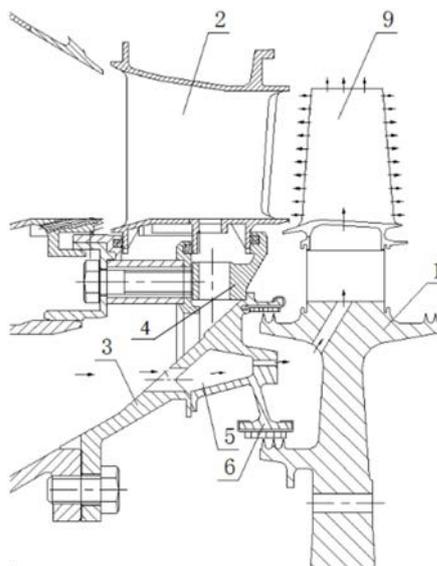
权利要求书2页 说明书5页 附图8页

(54)实用新型名称

一种用于涡轮动叶供气的槽道式冷却空气导向装置

(57)摘要

一种用于涡轮动叶供气的槽道式冷却空气导向装置,它涉及燃气轮机辅助部件领域,主要为了解决现有涡轮冷气装置架构复杂,成本较高,对叶片表面和端壁的冷却性能差的问题,本实用新型的连接方式为每个一号通孔内和每个一号销钉连接孔内设置一个连接销钉,且每一个连接销钉分别与一个一号通孔内和一个一号销钉连接孔过盈配合,一号导向环连接环的内壁上设有导向环,且导向环与一号导向环连接环一体设置,一号连接壁与二号连接壁固定连接,二号导向环连接环外壁与导向环的下表面紧密贴合,本实用新型主要用于对涡轮动叶进行冷却。



1. 一种用于涡轮动叶供气的槽道式冷却空气导向装置,其特征在于:它包括进气壳体(3)、支撑环(4)、内部导向壳体(6)、导向环(8)和N个连接销钉(7);

进气壳体(3)呈中空圆台状,靠近进气壳体(3)大开口端的外壁上沿周向等距设有N个支撑环连接台(3-1),N为正整数,且每个支撑环连接台(3-1)远离进气壳体(3)的一端设有一个一号销钉连接孔,支撑环连接台(3-1)与进气壳体(3)连接处设有一号导向环连接环(3-3),且一号导向环连接环(3-3)设置在进气壳体(3)内壁上,进气壳体(3)外壁中部沿周向等距设有M个水平进气通孔(3-2),M为正整数,靠近每个水平进气通孔(3-2)的进气壳体(3)内壁上固接有一号连接壁(3-6),且一号连接壁(3-6)设置在进气壳体(3)小开口端和每个水平进气通孔(3-2)之间,N个支撑环连接台(3-1)、进气壳体(3)、一号导向环连接台(3-3)和一号连接壁(3-6)一体设置;

支撑环(4)的外壁沿周向设有N个一号通孔(4-1);

内部导向壳体(6)一端的外壁上设有二号导向环连接环(6-1),内部导向壳体(6)另一端的内壁上设有二号连接壁(6-3),且内部导向壳体(6)、二号导向环连接环(6-1)和二号连接壁(6-3)一体设置;

导向环(8)内表面沿周向铣削加工有多个导向片(8-2),相邻两个导向片(8-2)之间的间隙为导向槽道(8-1);

每个一号通孔(4-1)内和每个一号销钉连接孔内设置一个连接销钉(7),且每一个连接销钉(7)分别与一个一号通孔(4-1)内和一个一号销钉连接孔过盈配合,一号导向环连接环(3-3)的内壁上设有导向环(8),且导向环(8)与一号导向环连接环(3-3)一体设置,一号连接壁(3-6)与二号连接壁(6-3)固定连接,二号导向环连接环(6-1)外壁与导向环(8)的下表面紧密贴合。

2. 根据权利要求1中所述的一种用于涡轮动叶供气的槽道式冷却空气导向装置,其特征在于:一号连接壁(3-6)与二号连接壁(6-3)固定连接的方式为焊接。

3. 根据权利要求1中所述的一种用于涡轮动叶供气的槽道式冷却空气导向装置,其特征在于:进气壳体(3)小开口端的内壁上还设有二号连接壁(3-4),且二号连接壁(3-4)与进气壳体(3)一体设置。

4. 根据权利要求3中所述的一种用于涡轮动叶供气的槽道式冷却空气导向装置,其特征在于:二号连接壁(3-4)上沿周向等距设有P个连接孔(3-5),P为正整数。

5. 根据权利要求1中所述的一种用于涡轮动叶供气的槽道式冷却空气导向装置,其特征在于:支撑环(4)远离进气壳体(3)的端面上还设有导叶连接壁(4-3),且支撑环(4)与导叶连接壁(4-3)一体设置。

6. 根据权利要求5中所述的一种用于涡轮动叶供气的槽道式冷却空气导向装置,其特征在于:导叶连接壁(4-3)靠近支撑环(4)的侧壁上设有导叶连接槽(4-3-1)。

7. 根据权利要求6中所述的一种用于涡轮动叶供气的槽道式冷却空气导向装置,其特征在于:支撑环(4)的端面上沿周向还设有N个螺纹连接孔(4-2),且每个螺纹连接孔(4-2)与一个一号通孔(4-1)交错设置。

8. 根据权利要求1中所述的一种用于涡轮动叶供气的槽道式冷却空气导向装置,其特征在于:内部导向壳体(6)和二号导向环连接环(6-1)设有涡轮轮盘密封环(6-2),涡轮轮盘密封环(6-2)安装有蜂窝密封件,且内部导向壳体(6)和涡轮轮盘密封环(6-2)一体设置。

9. 根据权利要求1中所述的一种用于涡轮动叶供气的槽道式冷却空气导向装置,其特征在于:相邻两个导向片(8-2)中间形成的每条导向槽道(8-1)的出口角度为 a , a 的取值范围为 $10-12^{\circ}$,导向槽道(8-1)的深度为 H , H 的取值范围为 $40-60\text{mm}$ 。

10. 根据权利要求1中所述的一种用于涡轮动叶供气的槽道式冷却空气导向装置,其特征在于: N 个支撑环连接台(3-1)中 N 的取值范围为 $35-45$ 个, M 个进气通孔(3-2)中 M 的取值范围为 $75-85$ 个,进气通孔(3-2)的孔径为 R , R 的取值范围为 $40-60\text{mm}$ 。

一种用于涡轮动叶供气的槽道式冷却空气导向装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及燃气轮机辅助部件领域,特别涉及一种用于涡轮动叶供气的槽道式冷却空气导向装置。

背景技术

[0002] 燃气轮机从诞生之日起,便因功率密度大、反应迅速等特点,受到各国青睐。现代先进燃气轮机正朝着大功率、高效率、低耗油率、高稳定性和长寿命的趋势快速发展,为了提高输出功率和热效率,涡轮进口温度不断提高,涡轮进口温度已达到1600℃级,已远超过所用材料的温度极限。高效、高可靠性的涡轮冷却设计是燃气轮机工作经济性、安全性和功能性的重要保障。为了提高燃气轮机的性能指标,需要研究高效的冷却技术保证燃气轮机高温部件的正常工作。这些需要高效冷却的高温部件通常包括:涡轮叶片、轮盘等。涡轮叶片冷却技术分为内部冷却和外部冷却。内部冷却主要包括:肋片扰流,针肋阵列通道,冲击射流冷却;外部冷却主要指气膜冷却。除此之外还有一些新型复合冷却结构。

[0003] 涡轮动叶工作时不仅承受了巨大的机械负荷,同时承受着很大的热负荷。动叶的冷却结构设计不仅仅要满足金属材料的温度需求,还要满足因离心力引起的强度要求。目前常用的冷却方式包括气膜、内部对流。GE公司推出的高效节能发动机(E3),主要由前缘气膜、叶顶气膜、内部两路蛇形通道构成。通道内有粗糙肋、扰流肋、导流装置等结构。动叶内部进行对流冷却,外表面通过由前缘喷淋头状分布的孔和叶尖压力面的孔进行局部气膜冷却,在叶型的压力面和吸力面上都没有气膜冷却孔,冷却气流从三个根部通路进入动叶。前通道提供了大约为动叶总冷却流量的25%用来冷却前缘和叶尖。这些流动通过前缘一系列直径为0.38~0.5mm的喷淋头状分布的孔和尖部一排直径为0.5~0.63mm的孔排出。由于叶片叶高末端预期的温度实际上较低,前缘冷却孔的布局需要适合此温度的要求。此外,为提高热传导率,将断开的带片与内通道设计成一体。中间段用了动叶总冷气流量的三分之二左右,气流通过内腔循环,沿叶高来回流动两次后进入尾缘通道,并绕流通过一排支柱后排入主流中。为提高热传导系数,通道内使用了断开的带片。为减少在顶部和根部截面气流分离和附带的压力损失,使用了导向叶片。为避免造成可能引起气流分离和大的压力损失的扩张区域,流动区域的尺寸必须仔细的选择。动叶第三个通道只分配了冷气的一小部分来冷却根部部分区域和尾缘。气流的喷射改进了气流在根部转弯处的分布,尤其是不会使得冷气供压降低。

[0004] 显然,涡轮动叶冷却直接影响着整机性能及可靠性,因此,向涡轮动叶供应冷却空气的导向装置是燃气轮机内部冷却结构的重要组成部分。在涡轮冷气系统中,冷却空气由静止机匣输送到旋转涡轮盘时压力损失较大,使得旋转涡轮盘的冷气出口温度升高,从而降低了冷气对叶片表面和端壁的冷却性能。冷气导向装置能够降低冷气与旋转涡轮盘的相对速度,减小冷气的流动损失,因此能够降低旋转涡轮盘出口的冷气温度。而目前国内关于冷却空气导向装置的研究相对较少,人们希望有一种结构相对简单、成本相对低廉且可实现性强的冷却空气导向装置。

实用新型内容

[0005] 本实用新型为了解决现有涡轮冷气装置架构复杂,成本较高,对叶片表面和端壁的冷却性能差的问题,进而提供一种用于涡轮动叶供气的槽道式冷却空气导向装置;

[0006] 一种用于涡轮动叶供气的槽道式冷却空气导向装置,它包括进气壳体、支撑环、内部导向壳体、导向环和N个连接销钉;

[0007] 进气壳体呈中空圆台状,靠近进气壳体大开口端的外壁上沿周向等距设有N个支撑环连接台,N为正整数,且每个支撑环连接台远离进气壳体的一端设有一个一号销钉连接孔,支撑环连接台与进气壳体连接处设有一号导向环连接环,且一号导向环连接环设置在进气壳体内壁上,进气壳体外壁中部沿周向等距设有M个水平进气通孔,M为正整数,靠近每个水平进气通孔的进气壳体内壁上固接有一号连接壁,且一号连接壁设置在进气壳体小开口端和每个水平进气通孔之间,N个支撑环连接台、进气壳体、一号导向环连接台和一号连接壁一体设置;

[0008] 支撑环的外壁沿周向设有N个一号通孔;

[0009] 内部导向壳体一端的外壁上设有二号导向环连接环,内部导向壳体另一端的内壁上设有二号连接壁,且内部导向壳体、二号导向环连接环和二号连接壁一体设置;

[0010] 导向环内表面沿周向铣削加工有多个导向片,相邻两个导向片之间的间隙为导向槽道;

[0011] 每个一号通孔内和每个一号销钉连接孔内设置一个连接销钉,且每一个连接销钉分别与一个一号通孔内和一个一号销钉连接孔过盈配合,一号导向环连接环的内壁上设有导向环,且导向环与一号导向环连接环一体设置,一号连接壁与二号连接壁固定连接,二号导向环连接环外壁与导向环的下表面紧密贴合。

[0012] 本实用新型与现有技术具有以下有益效果:

[0013] 本实用新型在充分利用涡轮导向器及轮盘结构空间的基础上,结合涡轮结构及动叶供气特点,将槽道式流道结构用于涡轮动叶供气的冷却空气导向装置,并通过调整导向环中槽道高度及出口角度,得到满足供气流量及供气角度要求,且结构简单的冷却空气导向装置结构。解决了采用传统轮盘增压供气耗电大、冷气流程长,以及结构相对复杂的问题,为燃气轮机涡轮动叶冷却提供了结构相对简单的冷却空气导向装置结构,

附图说明

[0014] 图1是动叶冷却空气导向装置总体结构及流路示意图;

[0015] 图2是冷却空气导向装置示意图;

[0016] 图3是支撑环的剖视图;

[0017] 图4是支撑环M-M向的剖视图;

[0018] 图5是进气壳体的剖视图;

[0019] 图6是进气壳体A-A向的剖视图;

[0020] 图7是导向环的剖视图;

[0021] 图8是内部导向壳体的剖视图;

[0022] 图9是进气壳体的侧视图;

[0023] 图10是导向环的局部放大图。

[0024] 图中1涡轮轮盘、2导叶、3进气壳体、3-1支撑环连接台、3-2进气通孔、3-3一号导向环连接环、3-4二号连接壁、3-5连接孔、3-6一号连接壁、4支撑环、4-1一号通孔、4-2螺纹连接孔、4-3导叶连接壁、4-3-1导叶连接槽、5导向装置的腔室、6内部导向壳体、6-1二号导向环连接环、6-2涡轮轮盘密封壁、6-3二号连接壁、7连接销钉、8 导向环、8-1导向槽道、8-2导向片和9涡轮动叶。

具体实施方式

[0025] 具体实施方式一：结合图1至图8说明本实施方式，本实施方式中所述的一种用于涡轮动叶供气的槽道式冷却空气导向装置，它包括进气壳体3、支撑环4、内部导向壳体6、导向环8和N个连接销钉7；

[0026] 进气壳体3呈中空圆台状，靠近进气壳体3大开口端的外壁上沿周向等距设有N个支撑环连接台3-1，N为正整数，且每个支撑环连接台3-1远离进气壳体3的一端设有一个一号销钉连接孔，支撑环连接台3-1与进气壳体3连接处设有一号导向环连接环3-3，且一号导向环连接环3-3设置在进气壳体3内壁上，进气壳体3外壁中部沿周向等距设有M个水平进气通孔3-2，M为正整数，靠近每个水平进气通孔3-2的进气壳体3内壁上固接有一号连接壁3-6，且一号连接壁3-6设置在进气壳体3小开口端和每个水平进气通孔3-2之间，N个支撑环连接台3-1、进气壳体3、一号导向环连接台3-3和一号连接壁3-6一体设置；

[0027] 支撑环4的外壁沿周向设有N个一号通孔4-1；

[0028] 内部导向壳体6一端的外壁上设有二号导向环连接环6-1，内部导向壳体6另一端的内壁上设有二号连接壁6-3，且内部导向壳体6、二号导向环连接环6-1和二号连接壁6-3一体设置；

[0029] 导向环8内表面沿周向铣削加工有多个导向片8-2，相邻两个导向片8-2之间的间隙为导向槽道8-1；

[0030] 每个一号通孔4-1内和每个一号销钉连接孔内设置一个连接销钉7，且每一个连接销钉7分别与一个一号通孔4-1内和一个一号销钉连接孔过盈配合，一号导向环连接环3-3的内壁上设有导向环8，且导向环8与一号导向环连接环3-3一体设置，一号连接壁3-6与二号连接壁6-3固定连接，二号导向环连接环6-1外壁与导向环8的下表面紧密贴合。

[0031] 本实用新型中导向环8是通过铣削加工而成的，两相邻导向片8-2之间的间隙构成冷却空气流过的导向槽道8-1，导向槽道8-1沿冷却空气流路是收缩的通道，进气壳体3和内部导向壳体6固接时产生的空腔为导向装置的腔室5，导向装置的腔室5主要是收纳从进气通孔3-2进入的压气机出口供向导叶的冷却空气，并使这些冷空气通过导向槽道8-1为涡轮动叶9提供冷却，而在装置实施前需要对组合好的冷却空气导向装置在风洞开展吹风试验，测得其出口气流角度及空气流量试验，若出口角度不满足设计要求，则调整中导向槽道8-1的出口角度（再度加工相邻两个导向片8-2的相对面的角度，从而改变导向槽道8-1的出口角度），若出口流量不满足设计要求，则调整进气通孔3-2的孔径尺寸和数量，直至满足要求为止，吹风试验的实质就是向进气通孔3-2注入气流，并观察出风口处的气流流向，观察是否可以为涡轮动叶9起到最佳的冷却效果。

[0032] 具体实施方式二：结合图1和图2说明本实施方式，本实施方式中一号连接壁3-6与二号连接壁6-3固定连接的方式为焊接，其他组成及连接方式与具体实施方式一相同。

[0033] 如此设置,焊接为最为常见地固接方式之一,成本较低且固接效果好。

[0034] 具体实施方式三:结合图5说明本实施方式,本实施方式中进气壳体3小开口端的内壁上还设有二号连接壁3-4,且二号连接壁3-4与进气壳体3一体设置,其他组成及连接方式与具体实施方式二相同。

[0035] 如此设置,是为了使进气壳体3与燃气轮机其他的部件可以更好的连接。

[0036] 具体实施方式四:结合图5说明本实施方式,本实施方式中二号连接壁3-4上沿周向等距设有P个连接孔3-5,P为正整数,其他组成及连接方式与具体实施方式三相同。

[0037] 如此设置,便于进气壳体3与燃气轮机其他的部件通过螺纹连接,便于更好的组装,拆卸以及后续的维护。

[0038] 具体实施方式五:结合图1至图3说明本实施方式,本实施方式中支撑环4远离进气壳体(3)的端面上还设有导叶连接壁4-3,且支撑环4与导叶连接壁4-3一体设置,其他组成及连接方式与具体实施方式四相同。

[0039] 具体实施方式六:结合图1至图3说明本实施方式,本实施方式中导叶连接壁4-3靠近支撑环4的侧壁上设有导叶连接连接槽4-3-1。其他组成及连接方式与具体实施方式五相同。

[0040] 如此设置,便于支撑环4与导叶2进行连接。

[0041] 具体实施方式七:结合图4说明本实施方式,本实施方式中支撑环4的端面上沿周向还设有N个螺纹连接孔4-2,且每个螺纹连接孔4-2与一个一号通孔4-1交错设置,其他组成及连接方式与具体实施方式六相同。

[0042] 如此设置,便于通过螺栓将冷却空气导向装置固定在导叶2上。

[0043] 具体实施方式八:结合图8说明本实施方式,本实施方式中内部导向壳体6和二号导向环连接环6-1设有涡轮轮盘密封壁6-2,涡轮轮盘密封壁6-2安装有蜂窝密封件,且内部导向壳体6和涡轮轮盘密封壁6-2一体设置。其他组成及连接方式与具体实施方式七相同。

[0044] 如此设置,使内部导向壳体6与涡轮动叶9下部涡轮盘形成密封结构,减少冷却空气泄漏,为了配合涡轮轮盘密封壁6-2的使用,在进气壳体3上部外壁也可以同样设有与涡轮动叶9下部涡轮盘连接的涡轮轮盘密封壁使密封效果可以更好。

[0045] 具体实施方式九:结合图2和图7说明本实施方式,本实施方式中相邻两个导向片8-2中间形成的每条导向槽道8-1的出口角度为 a , a 的取值范围为 $10-12^\circ$,导向槽道8-1的深度为 H , H 的取值范围为 $40-60\text{mm}$,其他组成及连接方式与具体实施方式八相同。

[0046] 具体实施方式十:结合图1至图3说明本实施方式,本实施方式中N个支撑环连接台3-1中N的取值范围为 $35-45$ 个,M个进气通孔3-2中M的取值范围为 $75-85$ 个,进气通孔3-2的孔径为 R , R 的取值范围为 $40-60\text{mm}$,其他组成及连接方式与具体实施方式九相同。

[0047] 工作原理

[0048] 首先将进气壳体3、支撑环4、内部导向壳体6、导向环8和N个连接销钉7通过具体实施方式一所述的连接关系,连接成所述的冷却空气导向装置,并将连接好的冷却空气导向装置通过支撑环4与导叶2连接在一起,通过涡轮轮盘密封壁6-2与涡轮轮盘1密封连接(如果在进气壳体3上也设置了涡轮轮盘密封壁,则进气壳体3与涡轮轮盘1也需要密封连接,如果进气壳体3上没有设置涡轮轮盘密封壁,则进气壳体3与涡轮轮盘焊接固定),组成完整的涡轮动叶供气的槽道式冷却空气导向装置。

[0049] 组合好的涡轮动叶供气的槽道式冷却空气导向装置如图1中的箭头所示的空气流路,将燃气轮机压气机出口的冷却空气通过进气壳体3的进气通孔3-2引入导向装置的腔室5,通过图5所示的导向环8流出,冷却空气在经过导向环8之间的导向槽道8-1后会改变流动的方向,会沿着图1中所示的空气流路供入涡轮轮盘1,通过涡轮轮盘1上的孔供入涡轮动叶9,为涡轮动叶9提供冷却空气。

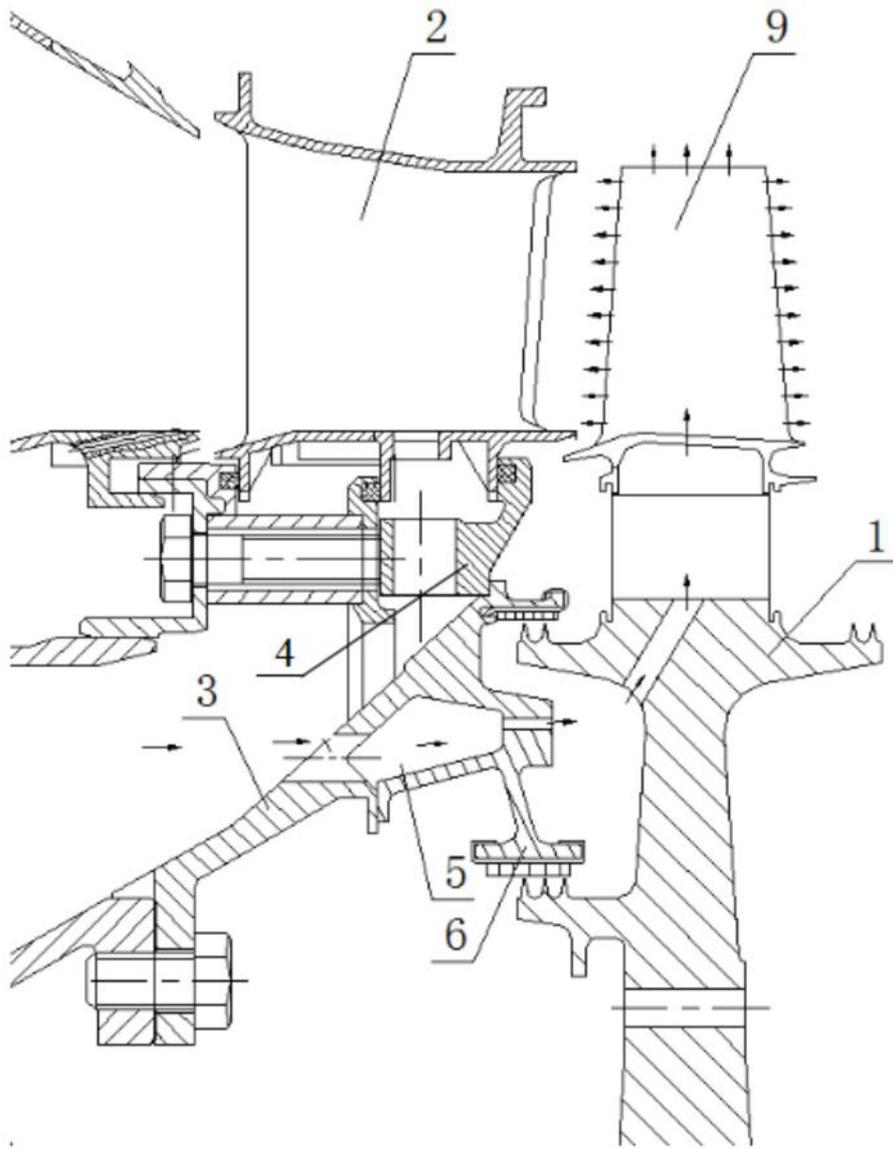


图1

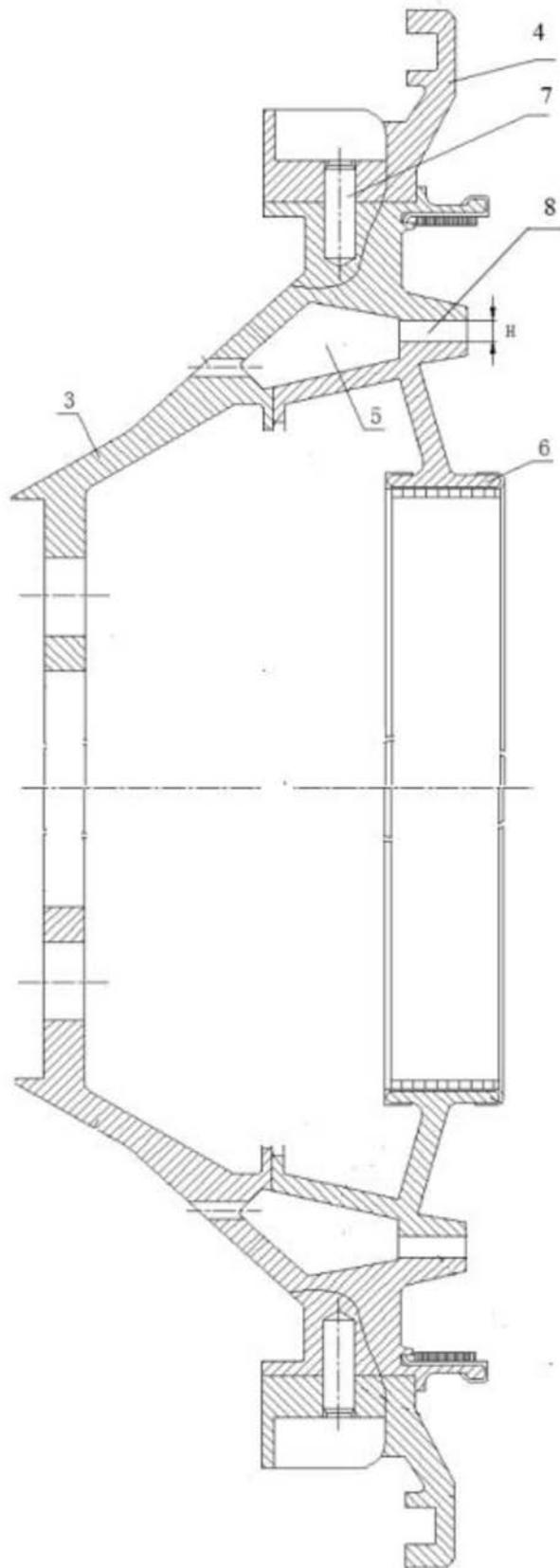


图2

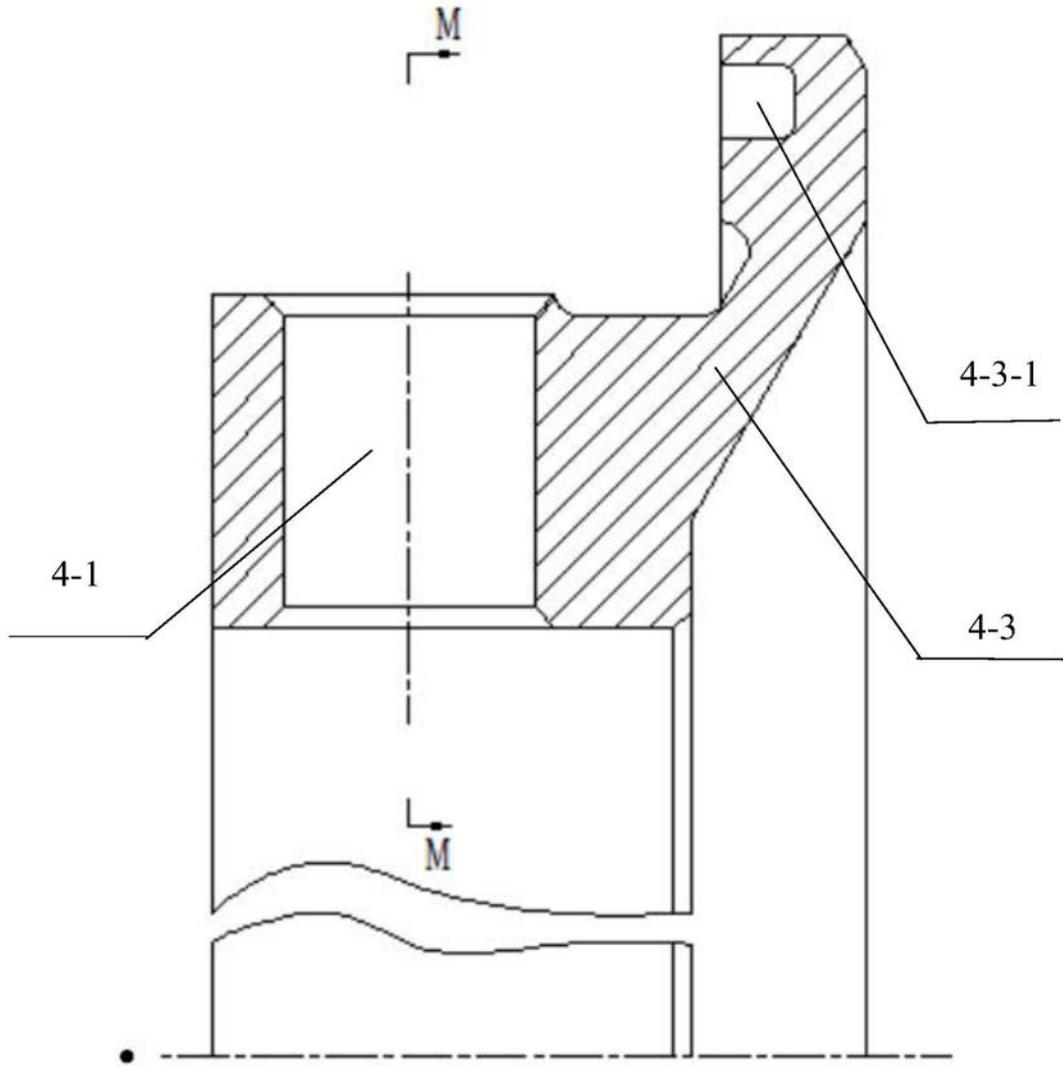


图3

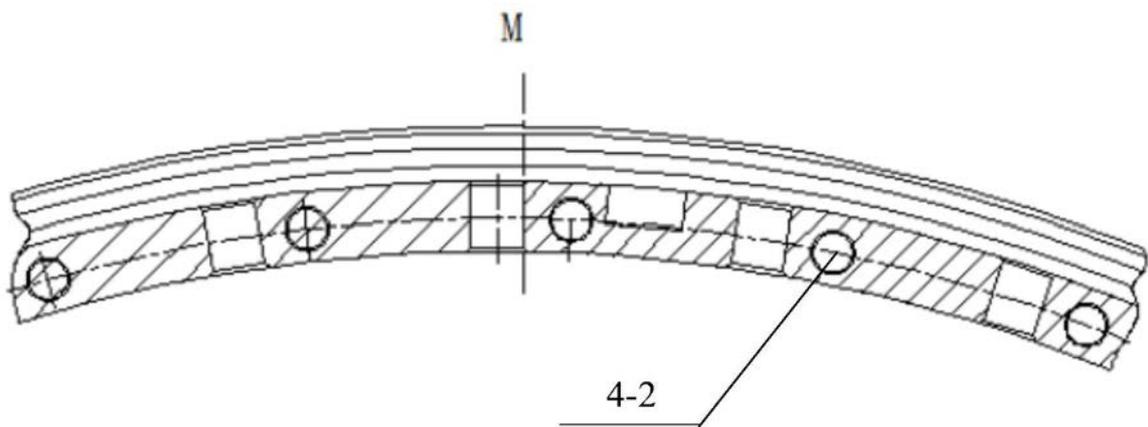


图4

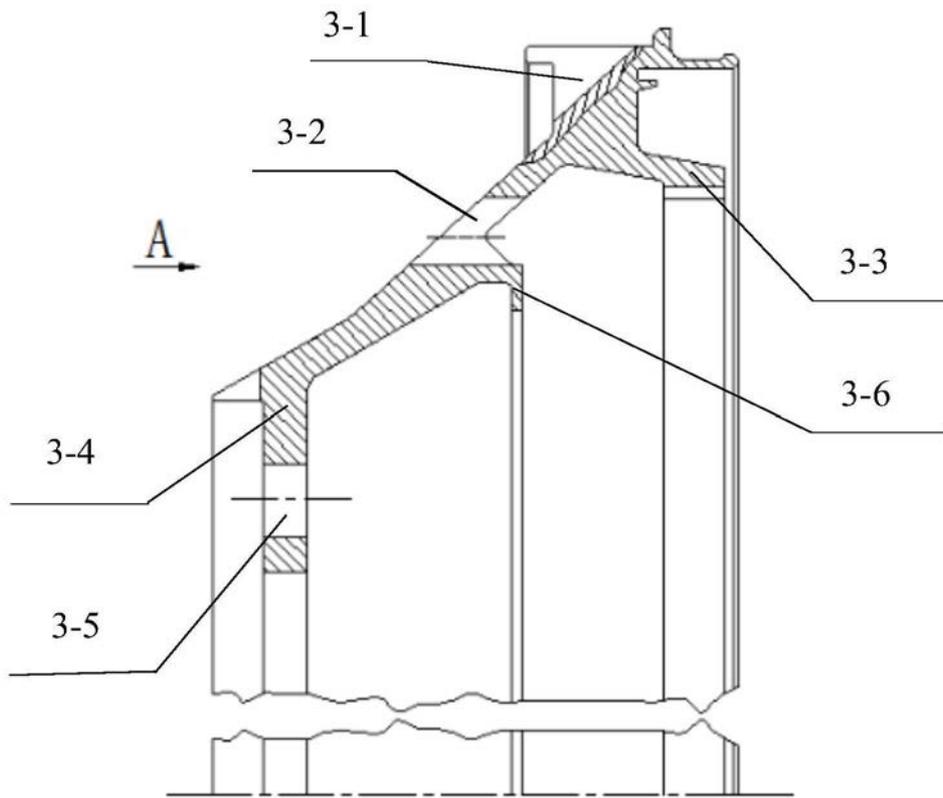


图5

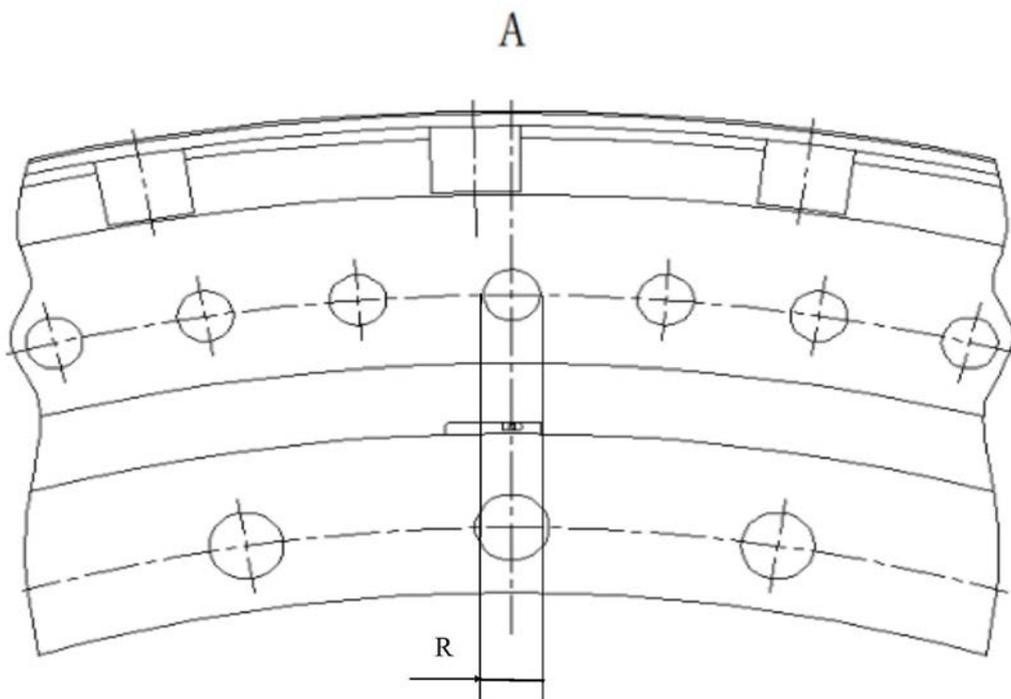


图6

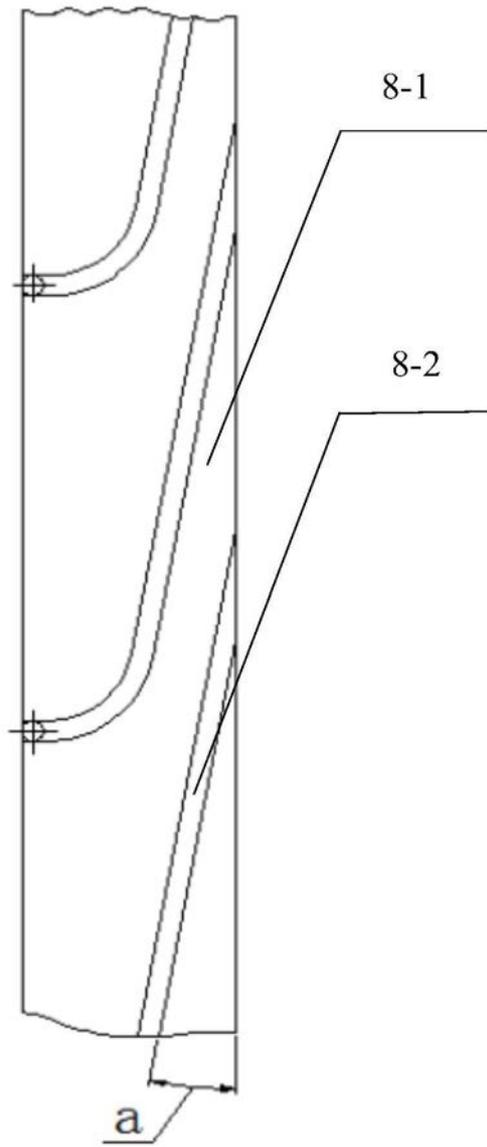


图7

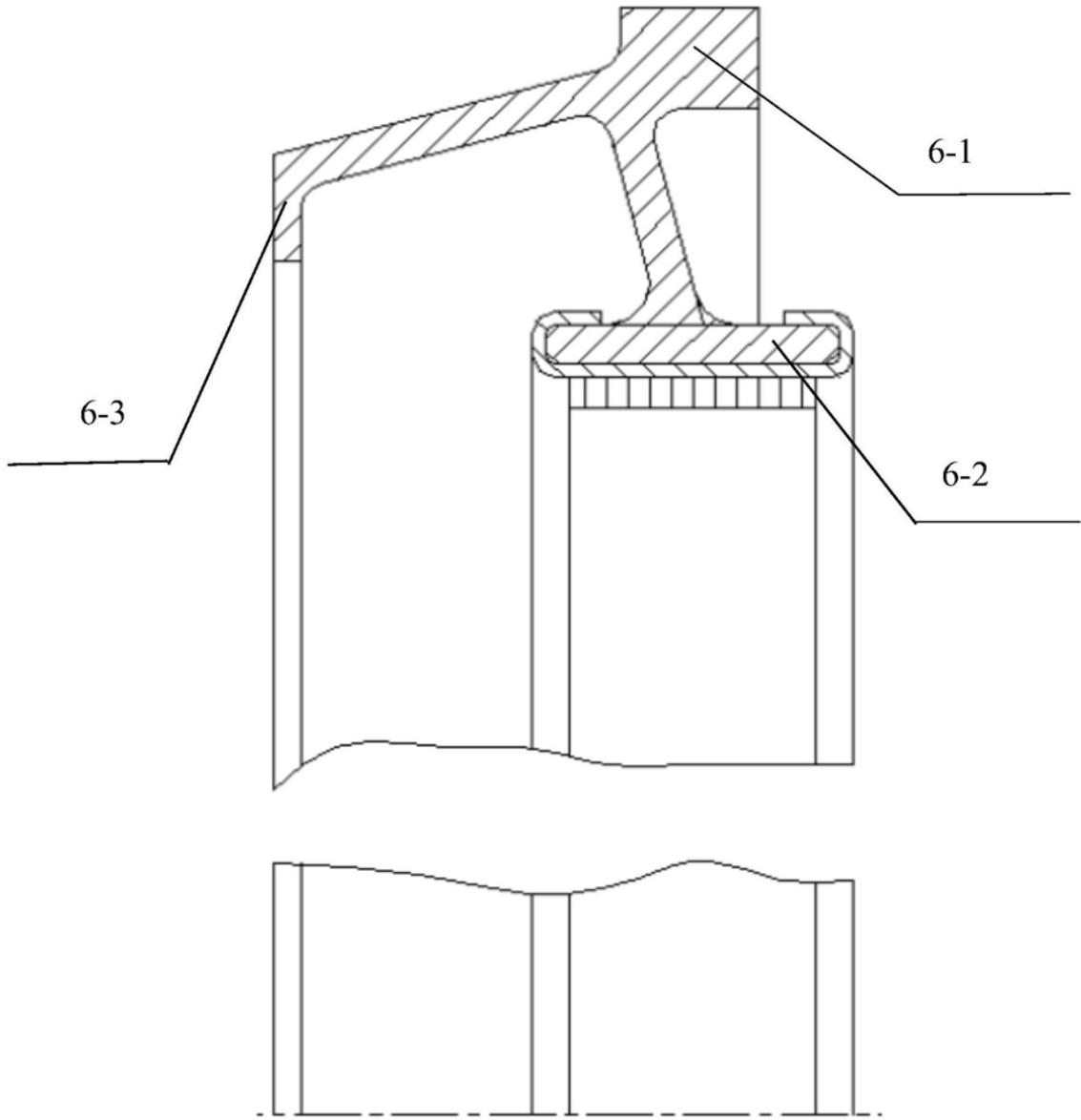


图8

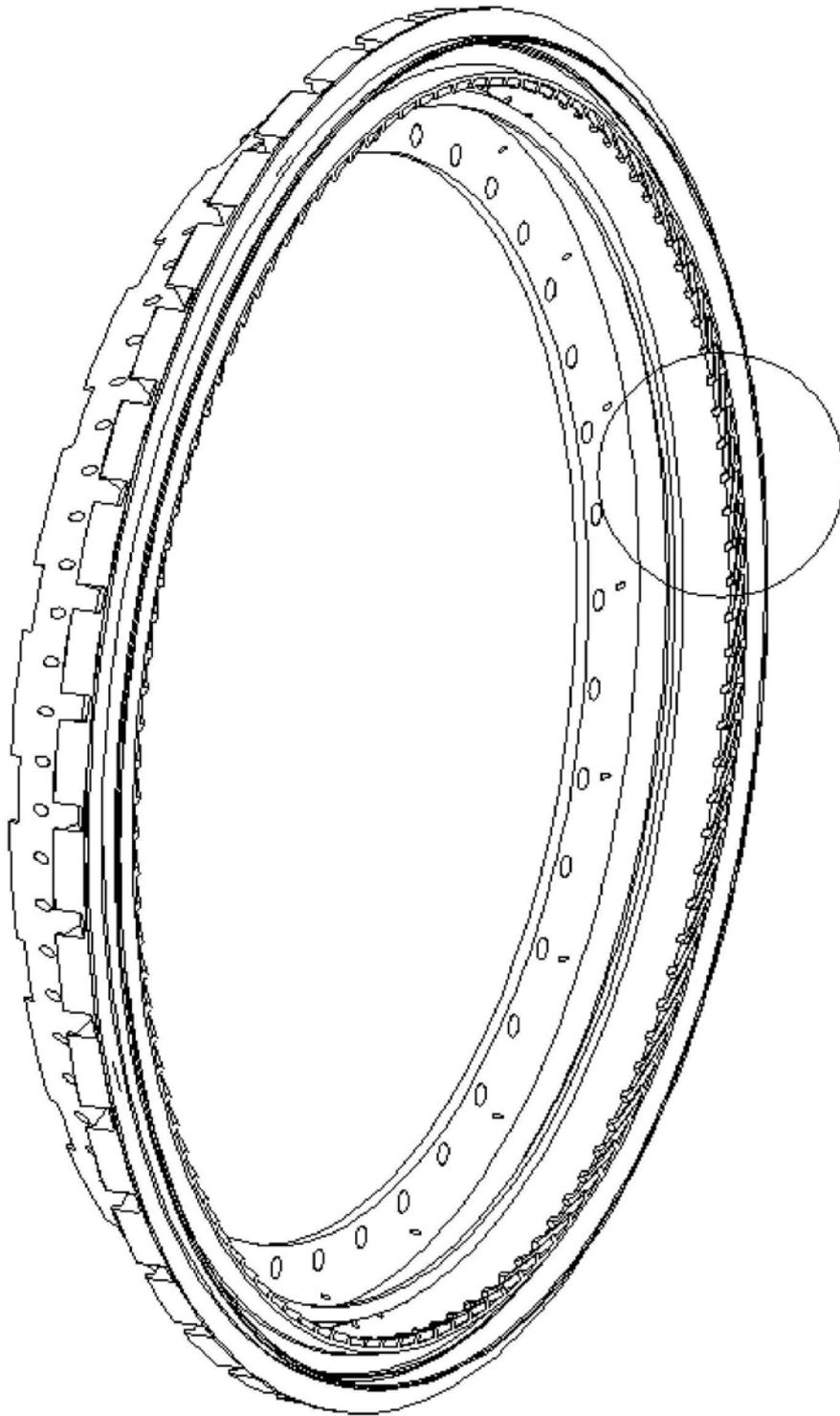


图9

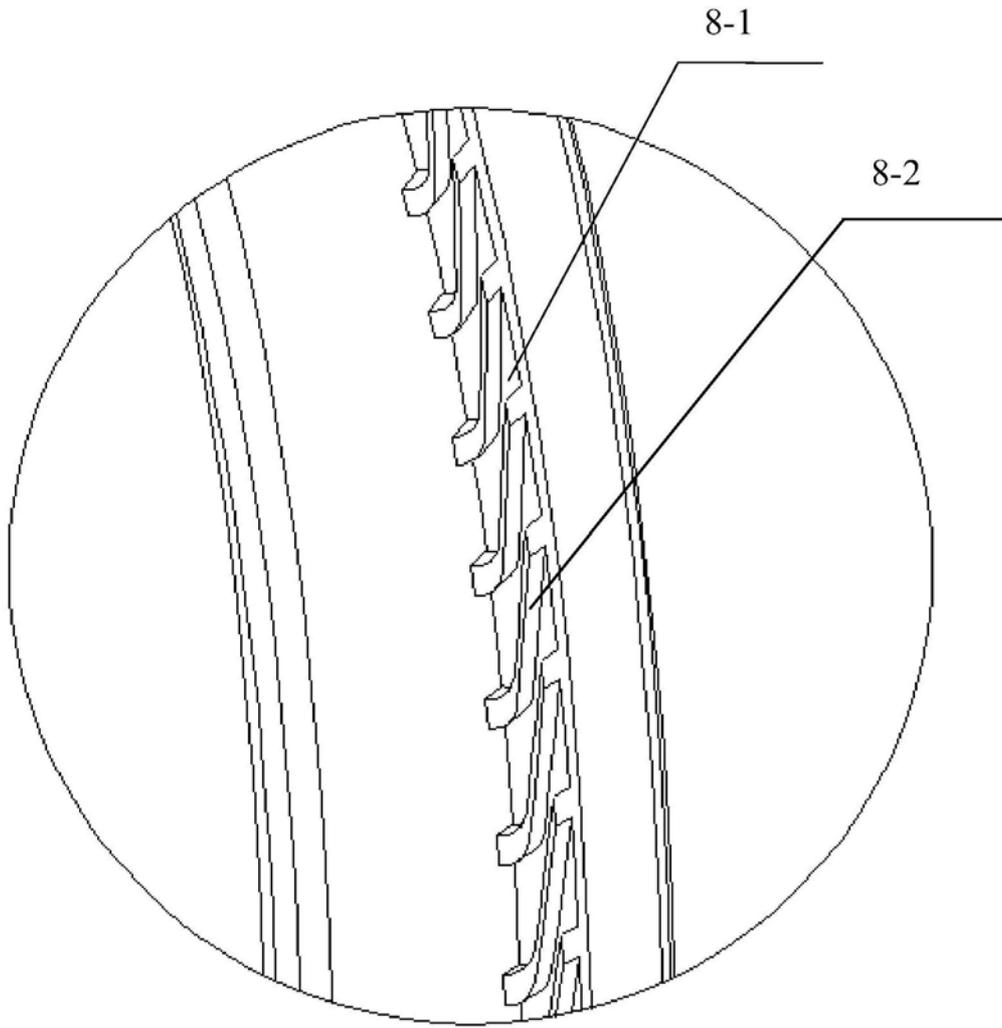


图10