



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118564313 A

(43) 申请公布日 2024. 08. 30

(21) 申请号 202410736399.3

(22) 申请日 2024.06.07

(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 葛严 谢文忠 孙浩宇

(74) 专利代理机构 南京苏高专利商标事务所
(普通合伙) 32204

专利代理师 张弛

(51) Int. Cl.

F01D 25/30 (2006.01)

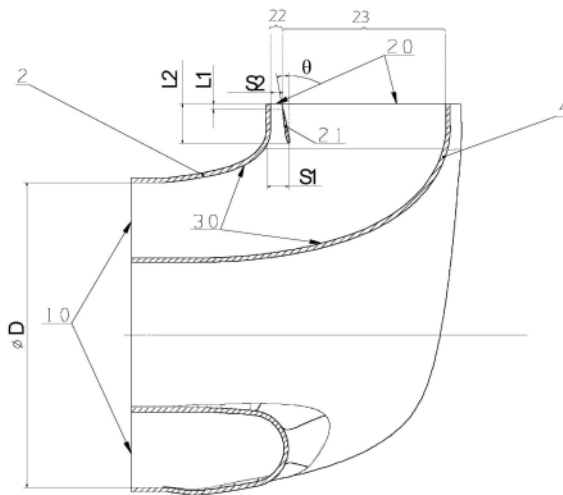
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种出口面带气动喷咀的急弯曲异型排气扩压器

(57) 摘要

本发明公开了一种出口面带气动喷咀的急弯曲异型排气扩压器,包括扩压器进口段、扩压器出口段、连接于扩压器进口段及扩压器出口段之间的弯曲段;所述扩压器出口段中设有隔板而将扩压器出口段分隔为相互独立的第一出口段及第二出口段。本发明通过在排气扩压器出口处增加气动喷咀,一方面未削弱排气扩压器的流通能力(即不影响排气扩压器的性能),另一方面增强了排气扩压器急弯处的气体流动以及避免了部分高温燃气倒灌至发动机舱内所带来的不利影响,较大程度的改善了急弯曲异型排气扩压器急弯处的气体流动性,急弯处气体流速得到了很大的提升。



1. 一种出口面带气动喷咀的急弯曲异型排气扩压器, 其特征在于: 包括扩压器进口段、扩压器出口段、连接于扩压器进口段及扩压器出口段之间的弯曲段; 所述扩压器出口段中设有隔板而将扩压器出口段分隔为相互独立的第一出口段及第二出口段, 第一出口段的入口及第二出口段的入口均与弯曲段联通, 且第一出口段的出口面积小于第二出口段的出口面积; 第一出口段的入口面积大于第一出口段的出口面积而使得第一出口段内部自其入口到出口逐渐收缩。

2. 根据权利要求1所述的急弯曲异型排气扩压器, 其特征在于: 所述扩压器进口段的中轴线与扩压器出口段的中轴线垂直。

3. 根据权利要求1或2所述的急弯曲异型排气扩压器, 其特征在于: 所述隔板自扩压器出口段内向外倾斜延伸, 且隔板延伸的纵截面轴线与扩压器出口段的中轴线直接夹角 θ 为 10° 。

4. 根据权利要求3所述的急弯曲异型排气扩压器, 其特征在于: 所述第一出口段即为该急弯曲异型排气扩压器的气动喷咀区域。

5. 根据权利要求3所述的急弯曲异型排气扩压器, 其特征在于: 隔板纵截面为翼型面, 翼型面的一端为尖点端, 另一端为圆弧端; 所述圆弧端位于扩压器出口段较深位置, 尖点端靠近扩压器出口段的出口位置, 但尖点端位于扩压器出口段的出口的靠内位置。

6. 根据权利要求5所述的急弯曲异型排气扩压器, 其特征在于: 翼型面的尖点端距出口截面距离 $L1 = 0.018 * D$; 翼型面的圆弧端距出口截面距离 $L2 = 7 * L1$, D 为急弯曲异型排气扩压器进口直径。

7. 根据权利要求1所述的急弯曲异型排气扩压器, 其特征在于: 第一出口段的出口面积 $S2 = 0.037 * 3.14 * (D/2) * (D/2)$ 。

8. 根据权利要求5所述的急弯曲异型排气扩压器, 其特征在于: 急弯曲异型排气扩压器内部为呈现类“烟斗”状的弯曲异型流道。

一种出口面带气动喷咀的急弯曲异型排气扩压器

技术领域

[0001] 本发明涉及发动机和飞行器设计领域,尤其是一种急弯曲异型排气扩压器。

背景技术

[0002] 高功重比是新一代涡轴发动机追求的关键技术指标之一,为了提高功重比,除了要全面提升涡轴发动机的压气机、燃烧室和涡轮等核心部件综合性能之外,同时还必须注重自由涡轮下游部件—排气管的性能提升。涡轴发动机排气管与涡喷发动机排气管不同,通道内型面实质上是亚声速扩压器,其目的是为了降低自由涡轮出口的压力,将通过自由涡轮的焓尽可能多的转变为轴功率,显然其扩压能力的高低将显著影响自由涡轮输出轴功率的大小。一般认为,排气系统的总压每损失1%,发动机的最大连续功率损失为0.5~1.0%。此外,在与直升机一体化设计过程中,排气扩压器还承担着引射发动机舱内通风冷却气流的功能,引射能力的好坏直接会关系到发动机舱内的温度以及发动机滑油的温度以及发动机外部相关成附件的表面的温度,恶劣情况下可能会导致发动机相关传感器的失灵,致使发动机失控。直升机工程师可能没有意识到涡轴发动机排气管内扩压流动(甚至可能发生气流分离)的特殊性,从而导致涡轴发动机的轴输出功率大打折扣。

[0003] 对于后输出轴的涡轴发动机,因发动机动力输出轴需要从排气扩压器中间通过,排气扩压器内部的流路为异型不规则型面且排气方向为侧向排气,故此类型涡轴发动机排气管多设计成弯曲异型排气扩压器。近年来,直升机飞行平台给发动机整体的轮廓尺寸约束越来越苛刻,排气扩压器的轴向长度需要尽可能短。在此背景下,对于后输出轴的涡轴发动机的排气管多设计为急弯曲异型排气扩压器。此类型的排气扩压器由于轴向距离较短,进而导致内部流路气流折弯处会产生较大的气流分离区。该分离区的存在不仅会导致排气出口流场的不均匀性,降低排气扩压器对发动机舱内气流的引射能力,引起发动机舱内局部位置舱温高;在与直升机一体化工作环境中,还会导致部分高温燃气的倒灌至发动机舱内,致使发动机局部位置的附件工作温度急剧升高,严重情况下会导致相关传感器的失灵。因为气流在轴向短距空间内完成流向的偏转,这一定程度上增加了流动控制方案的复杂性。目前国内尚未见到针对该类型的流动现象开展控制的研究。

[0004] 因此,发展简单有效的急弯处分离区流动控制结构,在不牺牲排气扩压器流通能力的同时还可以提升急弯处近壁处气流的流速,避免高温燃气倒灌至发动机舱内具有重要意义。

发明内容

[0005] 发明目的:本发明提供了一种出口面带气动喷咀的急弯曲异型排气扩压器,目的是在不影响排气扩压器性能的前提下,提升急弯处的流速,以便增强急弯处气流的引射能力,避免高温燃气倒灌至发动机舱内。

[0006] 技术方案:为达到上述目的,本发明可采用如下技术方案:

[0007] 一种出口面带气动喷咀的急弯曲异型排气扩压器,包括扩压器进口段、扩压器出

口段、连接于扩压器进口段及扩压器出口段之间的弯曲段；所述扩压器出口段中设有隔板而将扩压器出口段分隔为相互独立的第一出口段及第二出口段，第一出口段的入口及第二出口段的入口均与弯曲段联通，且第一出口段的出口面积小于第二出口段的出口面积；第一出口段的入口面积大于第一出口段的出口面积而使得第一出口段内部自其入口到出口逐渐收缩。

[0008] 进一步的，所述扩压器进口段的中轴线与扩压器出口段的中轴线垂直。

[0009] 进一步的，所述隔板自扩压器出口段内向外倾斜延伸，且隔板延伸的纵截面轴线与扩压器出口段的中轴线直接夹角 θ 为 10° 。

[0010] 进一步的，第一出口段即为该急弯曲异型排气扩压器的气动喷咀区域。

[0011] 进一步的，隔板纵截面为翼型面，翼型面的一端为尖点端，另一端为圆弧端；所述圆弧端位于扩压器出口段较深位置，尖点端靠近扩压器出口段的出口位置，但尖点端位于扩压器出口段的出口的靠内位置。

[0012] 进一步的，翼型面的尖点端距出口截面距离 $L1=0.018*D$ ；翼型面的圆弧端距出口截面距离 $L2=7*L1$ ， D 为急弯曲异型排气扩压器进口直径。

[0013] 进一步的，第一出口段的出口面积 $S2=0.037*3.14*(D/2)*(D/2)$ 。

[0014] 进一步的，急弯曲异型排气扩压器内部为呈现类“烟斗”状的弯曲异型流道。

[0015] 有益效果：本发明通过在急弯曲异型排气扩压器出口面增加导流板，与急弯壁面组合形成一个气动喷咀，急弯处的气流流经气动喷咀后，气流流速明显得到提升，另一方面避免了高温燃气再吸入所带来的不利影响，较大程度的改善了急弯处的流动特性，降低了出口的流场畸变。同时本发明并不会影响排气扩压器整体的流通特性且具有结构设计简单、控制效果明显的优点。

附图说明

[0016] 图1是本发明排气扩压器子午面结构示意图；

[0017] 图2是本发明急弯曲异型排气扩压器前视图；

[0018] 图3是本发明急弯曲异型排气扩压器俯视图；

[0019] 图4是现有技术的原型急弯曲异型排气扩压器子午面速度分布云图；

[0020] 图5是本发明急弯曲异型排气扩压器子午面速度分布云图。

具体实施方式

[0021] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步的详细说明。

[0022] 参阅图1至图3所示，本发明公开了一种出口面带气动喷咀的急弯曲异型排气扩压器，包括扩压器进口段10、扩压器出口段20、连接于扩压器进口段10及扩压器出口段20之间的弯曲段30。其中弯曲段30内侧较短的为前弯曲面2，弯曲段30外侧较长的为后弯曲面4。所述扩压器出口段20中设有隔板21而将扩压器出口段分隔为相互独立的第一出口段22及第二出口段23。第一出口段22的入口及第二出口段23的入口均与弯曲段30联通。且第一出口段22的出口面积小于第二出口段23的出口面积23。第一出口段22的入口面积 $S1$ 大于第一出口段的出口面积 $S2$ 而使得第一出口段内部自其入口到出口逐渐收缩。具体的，隔板自扩压器出口段内向外倾斜延伸，且隔板延伸的纵截面轴线与扩压器出口段的中轴线直接夹角 θ

为 10° 。第一出口段22即为该急弯曲异型排气扩压器的气动喷咀区域。气动喷咀从进口开始往后整体呈收缩状。设置气动喷咀的目的是提高急弯壁面处近壁面区域的流速来抵抗当地较强的逆压力梯度,从而有效抑制近壁面处分离区的产生,优化流场品质,提高急弯壁面处气流的引射能力。

[0023] 在本实施方式中,隔板21的纵截面为翼型面,且翼型面的一端为尖点端,另一端为圆弧端;所述圆弧端位于扩压器出口段20较深位置,距出口截面距离 $L_2=7*L_1$;尖点端靠近扩压器出口段20的出口位置,但尖点端位于扩压器出口段20的出口的靠内位置,距出口截面距离 $L_1=0.018*D$ 。隔板21的设置应当使第一出口段的出口面积 $S_2=0.037*3.14*(D/2)*(D/2)$ 。

[0024] 其中隔板翼型面的设计可参考相关的现有技术。设置气动喷咀的目的是提高急弯壁面处近壁面区域的流速来抵抗当地较强的逆压力梯度,从而有效抑制近壁面处分离区的产生,优化流场品质,提高急弯壁面处气流的引射能力。

[0025] 应用实例

[0026] 方案介绍:

[0027] 设计一个基准原型急弯曲异型排气扩压器和一个出口面带气动喷咀的急弯曲异型排气扩压器,进口总压为110kPa,总温为830K,排气扩压器出口背压为101kPa,环境温度为288.15K。急弯曲异型排气扩压器进口直径 $\Phi D=205\text{mm}$,气动喷咀内通道面积收缩比1.18,隔板与急弯曲面之间的夹角 θ 为 10° , $L_1=3.7\text{mm}$, $L_2=25.9\text{mm}$ 。并通过三维数值仿真对基准原型急弯曲异型排气扩压器和出口面带气动喷咀的急弯曲异型排气扩压器进行对比分析。

[0028] 如图4所示,原型方案中排气扩压器在前弯曲面处存在较大的分离区,前弯曲面近壁处流速较低,由此可以判断该位置对周围的气流引射能力非常弱。同时可以推测在直升机平台下还可能存在高温燃气被动力舱内吸入的风险。

[0029] 如图5所示,出口面带气动喷咀的急弯曲异型排气扩压器在靠近前急弯曲面处的流速得到了很大的提升,因为近壁面处流速的大大提升,该处气流在抵抗当地强逆压梯度的能力得到明显增强。故近壁面处的分离区基本已不存在,前弯曲壁面处的分离区得到了很大的改善。此外,从图中还可以看出,排气扩压器出口面的低总压区面积较原型方案明显减小。

[0030] 如表1所示,本发明出口面带气动喷咀的急弯曲异型排气扩压器在急弯曲面处气动性能较基准原型排气扩压器有较大提升,其中,整个排气扩压器的流通能力并没有下降,反而略微有所上升;靠近急弯曲面处的流动转为正向流动且流速有了相当大的提升。

[0031] 表1原型排气扩压器与本发明出口带气动喷咀的扩压器气动性能对比

	方案	进口总 压(kPa)	进口总 温 (K)	出口环 境压力 (kPa)	出口环 境温度 (K)	近壁处流 速 (m/s)	出口流 量(kg/s)
[0032]	原型方 案	110	830	110	288.15	-7.97 (存在反流)	1.90
	本发明 方案	110	830	110	288.15	131	1.93

[0033] 本发明具体应用途径很多,以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进,这些改进也应视为本发明的保护范围。

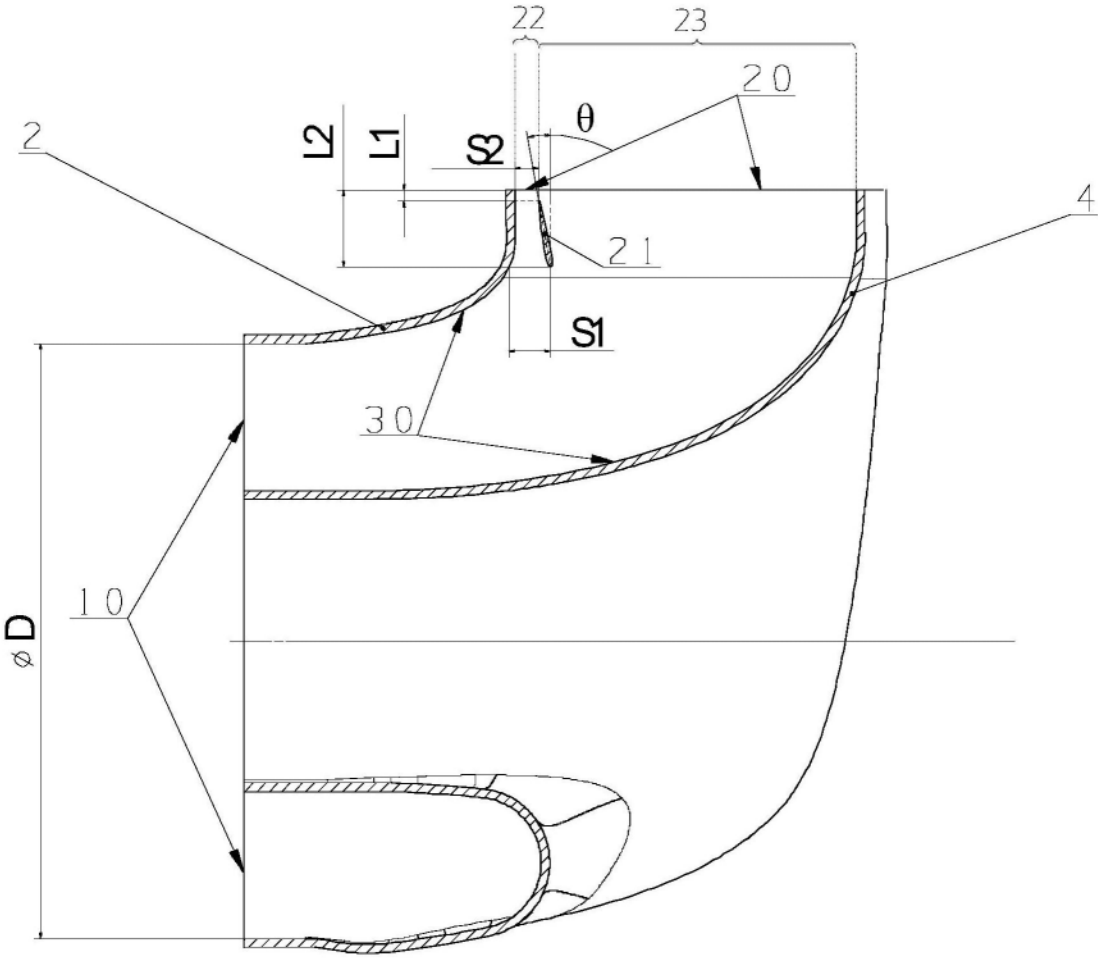


图1

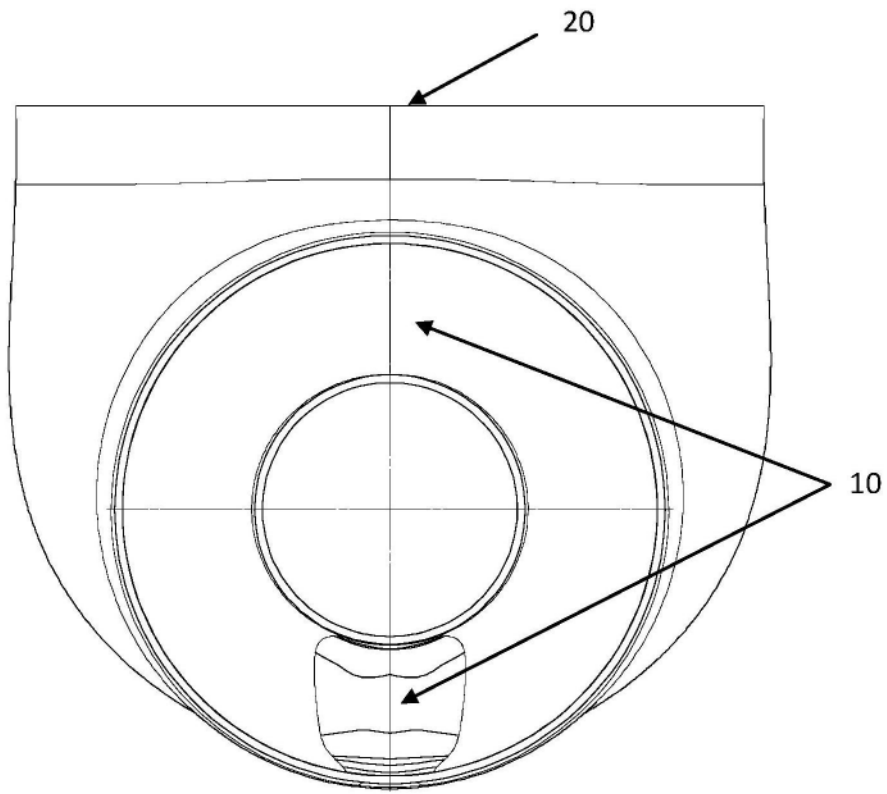


图2

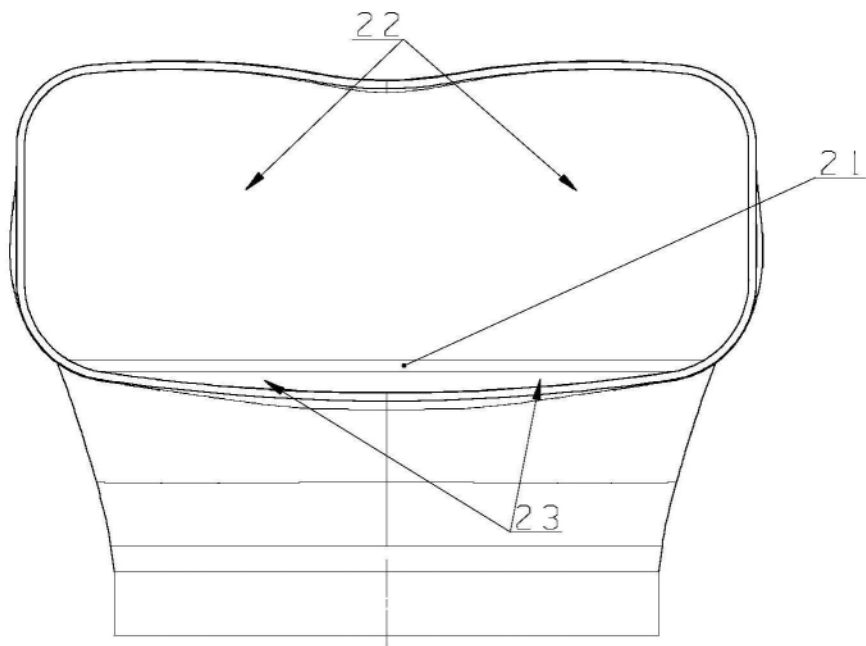


图3



图4



图5