



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113431683 A

(43) 申请公布日 2021.09.24

(21) 申请号 202110570603.5

(22) 申请日 2021.05.25

(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 谭晓茗 盛伟 张靖周 单勇

(74) 专利代理机构 南京苏高专利商标事务所  
(普通合伙) 32204

代理人 张弛

(51) Int. Cl.

F02C 7/141 (2006.01)

F02C 7/16 (2006.01)

F02C 7/224 (2006.01)

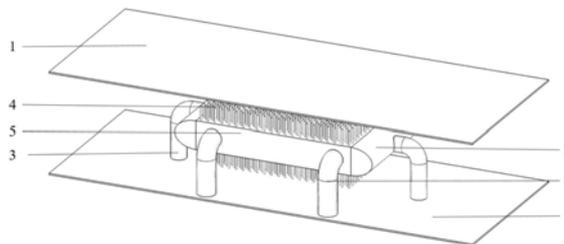
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54) 发明名称

一种航空发动机紧凑型三通流换热器

(57) 摘要

本发明公开了一种航空发动机的紧凑型三通流换热器,包括外机匣、中介机匣、换热器单元,换热器单元包括引油管,引气管,冷却腔体,集油腔,引油管,折流片,燃油管。三通流分别为外涵冷气、高压压气机所引出的高温热气以及燃油,其中,外机匣与中介机匣之间形成外涵冷气通道,引气管与冷却腔体内部交错排列的折流片所组成的W字形弯折通道构成热气通道,引油管、集油腔与燃油管构成燃油通道。本发明所提出的三通流换热器,同时采用了燃油和外涵冷气作为冷源,对高压压气机所引出的高温热气进行了冷却并对燃油进行了预热,在提升高温热气冷却品质和燃油燃烧效率的同时,保证了燃油温升不会过高,降低了燃油结焦风险。



1. 一种航空发动机的紧凑型三通流换热器,包括外机匣(1)与中介机匣(7)之间形成的外涵通道以及布置在外涵通道内的换热器单元,其特征在于:所述换热器单元包括冷却腔体(5)、位于冷却腔体(5)两端的两个集油腔(2)、位于冷却腔体(5)内并且连通两端集油腔(2)的燃油管(8);每个集油腔(2)均连接有向外延伸出的引油管(3);集油腔(2)、燃油管(8)与引油管(3)形成燃油通道;

冷却腔体(5)两侧内壁均布置有折流片(9),折流片(9)与燃油管(8)垂直布置,且燃油管(8)与折流片(9)相交处为燃油管(8)穿过折流片(9),折流片(9)在冷却腔体(5)内部交错排列,所有折流片(9)与冷却腔体(5)内壁面构成了热气在冷却腔体(5)内部流动的热气通道,热气通道呈W字形排列;所述冷却腔体的一个侧面的设有两个引气管(6);两个引气管(6)分别连通热气通道的进气口及出气口。

2. 根据权利要求1所述的换热器,其特征在于:所述换热器单元的主体结构冷却腔体(5)为扁长方体空腔。

3. 根据权利要求1所述的换热器,其特征在于:折流片(9)的长度小于冷却空腔(5)的宽度且大于等于冷却空腔(5)宽度的 $\frac{2}{3}$ 。

4. 根据权利要求3所述的换热器,其特征在于:热气在热气通道内冲刷燃油管(8)与燃油进行换热;燃油管(8)均匀布置在冷却空腔内部;燃油管(8)的排布方式为错排,燃油管(8)的行数、列数均为若干;燃油管(8)的管型为圆形、椭圆形和船型的一种。

5. 根据权利要求1所述的换热器,其特征在于:所述换热器冷却腔体(5)外表面布置有针翅(4);针翅(4)类型为圆柱式、梯台式、圆锥式、刺锥式中的至少一种;针翅(4)的排列方式为错排。

6. 根据权利要求1所述的换热器,其特征在于:集油腔(2)形式为半椭圆形;集油腔(2)短轴的高度为冷却腔体(5)的高度。

7. 根据权利要求1所述的换热器,其特征在于:所述的热气通道内流动的高温热气与燃油通道内流动的燃油和外涵通道内流动的外涵冷气进行逆流换热。

## 一种航空发动机紧凑型三通流换热器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种航空发动机的紧凑型三通流换热器,属于航空发动机换热器技术领域。

### 背景技术

[0002] 随着航空发动机的不断发展,涡轮进口温度不断攀升,热端部件冷却问题已经日益突出。

[0003] 在热端部件的冷却问题中,为了满足日益增长的冷却需求,其中一条途径是增加冷却用气的用量,但过多的从高压压气机引气去冷却热端部件,会降低用于燃烧的空气量,导致发动机整体效率下降;另一条途径便是通过换热器,将外涵冷气或燃油作为冷源对冷却用气进行预冷,提升冷却用气自身的品质,以此来提高冷却效果。在冷却用气用量以及冷却结构无法大幅改变的情况下,提升冷却用气品质是十分有效的出路。

[0004] 燃油相较于外涵冷气具有密度大、比热容高的特点,因此在相同的条件下,燃油具有更加优秀的冷却能力。但是,燃油又是由多种碳氢化合物组成的复杂混合物,物性参数会在不同的温度和压力下有着剧烈的变化,且燃油温度过高会导致燃油结焦,严重影响换热器正常工作,远不如外涵冷气可靠性高。因此,如何兼顾燃油和外涵冷气的优点,设计出高效、可靠的航空发动机换热器已经受到越来越多的关注。

### 发明内容

[0005] 发明目的:本发明提供一种航空发动机的紧凑型三通流换热器,其目的为同时利用外涵冷气和燃油作为冷源,提升高压压气机所引出的高温热气的冷却品质和燃油燃烧效率,并保证燃油温升不会过高,降低燃油结焦风险。

[0006] 技术方案:

[0007] 一种航空发动机的紧凑型三通流换热器,包括外机匣与中介机匣之间形成的外涵通道以及布置在外涵通道内的换热器单元,所述换热器单元包括冷却腔体、位于冷却腔体两端的两个集油腔、位于冷却腔体内并且连通两端集油腔的燃油管;每个集油腔均连接有向外延伸出的引油管;集油腔、燃油管与引油管形成燃油通道;

[0008] 冷却腔体两侧内壁均布置有折流片,折流片与燃油管垂直布置,且燃油管与折流片相交处为燃油管穿过折流片,折流片在冷却腔体内部交错排列,所有折流片与冷却腔体内壁面构成了热气在冷却腔体内部的热气通道,热气通道呈W字形排列;所述冷却腔体的一个侧面的设有两个引气管;两个引气管分别连通热气通道的进气口及出气口。

[0009] 进一步的,所述换热器单元的主体结构冷却腔体为扁长方体空腔。

[0010] 进一步的,折流片的长度小于冷却空腔的宽度且大于等于冷却空腔宽度的  $2/3$ 。

[0011] 进一步的,热气在热气通道内冲刷燃油管与燃油进行换热;燃油管均匀布置在冷却空腔内部;燃油管的排布方式为错排,燃油管的行数、列数均为若干;燃油管的管型为圆形、椭圆形和船型的一种。

[0012] 进一步的,所述换热器冷却腔体外表面布置有针翅;针翅类型为圆柱式、梯台式、圆锥式、刺锥式中的至少一种;针翅的排列方式为错排。

[0013] 进一步的,集油腔形式为半椭圆形;集油腔短轴的高度为冷却腔体的高度。

[0014] 进一步的,所述的热气通道内流动的高温热气与燃油通道内流动的燃油和外涵通道内流动的外涵冷气进行逆流换热。

[0015] 有益效果:本发明所提出的三通流换热器,包含外涵冷气、燃油以及高压压气机所引出的高温热气三种工质同时换热,以燃油和外涵冷气作为冷源,对高温热气进行冷却和对燃油进行预热。一方面,由于燃油具有密度大、比热容高以及吸热能力强的优点,将燃油作为一种冷源,对高温热气进行冷却,不仅能够获得更好的冷却效果,也能够对燃油进行预热,提升其进入到燃烧室的温度,提高燃烧效率;另一方面,由于燃油成分复杂,其物性参数会在不同的温度和压力范围下剧烈变化,将外涵冷气作为另一种冷源,和燃油一起对高温热气进行冷却,保证了燃油温升不会过高,降低了燃油结焦的风险。

[0016] 进一步的,换热器单元的主体结构冷却腔体采用扁长方体空腔,适应了如今航空发动机外涵道高度逐渐减小的趋势,同时也降低了外涵道的压力损失,减小对发动机整机性能的影响。

[0017] 进一步的,换热器内部采用交错排列的折流片,将冷却腔体内部分割成W 字形热气通道,不仅增加了热气在冷却腔体内的流程,提升了热气的湍流度,也提升了热气在冷却腔体内部流动分布的均匀性,降低了流动死区,提升了整体换热效果。

[0018] 进一步的,在换热器冷却腔体外表面布置有针翅,不仅增大了二次换热面积,同时,相较于其他如直翅类的翅片,针翅有着换热面积大,质量增加少的优点,能更好的满足航空发动机换热器高效、重量轻的要求。

## 附图说明

[0019] 图1为包含外涵通道的换热器立体图

[0020] 图2为换热器立体图

[0021] 图3为换热器工质流向图

[0022] 图4为换热器内部结构俯视图

[0023] 图5为换热器内部结构右视图

[0024] 图6为换热器外表面针翅排布图

[0025] 图7为换热器针翅各结构示意图

[0026] 图中,1-外机匣,2-集油腔,3-引油管,4-针翅,5-冷却腔体,6-引气管,7- 中介机匣,8-燃油管,9-折流片,10-外涵冷气入口,11-外涵冷气出口,12-燃油入口,13-燃油出口,14-引气入口,15-引气出口。

## 具体实施方式

[0027] 下面结合附图和具体实施例对本发明做进一步说明。

[0028] 如图1~4所示,本实施例为一种航空发动机的紧凑型三通流换热器,包括外机匣1、集油腔2、引油管3、针翅4、冷却腔体5、引气管6、中介机匣7、燃油管8、折流片9。其中,三通流是外涵冷气、燃油和高压压气机所引出的高温热气。外机匣1、中介机匣7之间形成外涵通

道;引油管3、集油腔2与燃油管 8构成燃油通道;引气管6与冷却腔体5内部交错排列的折流片9所组成的W字形弯折通道构成热气通道

[0029] 换热器主体为冷却腔体5,冷却腔体5的一个侧面设有两根引气管6;所述引气管6,一端与中介机匣7连通,另一端与冷却腔体5连通。从高压压气机所引出的高温热气首先由位于中介机匣的引气入口14引入,通过引气管6进入到冷却腔体5中,再在冷却腔体5中,通过由交错折流片9所组成的W字形通道,与燃油管8和冷却腔体5内部各壁面进行换热后,进入到另一端与冷却空腔连通的引气管6,最后通过引气出口15流出换热器。冷却腔体5内部设有交错折流片9的目的是提升热气在冷却腔体内部的流程,减小流动分布的不均匀性,提高高温热气湍流度,增强换热性能。

[0030] 外涵冷气在由外机匣1与中介机匣7之间形成的外涵通道内流动,首先通过外涵冷气入口11流入,在外涵通道内通过集油腔2、针翅4、冷却腔体5、引气管6、引油管3的外表面与高温热气和燃油进行换热。在冷却腔体5外增加针翅 4的主要目的是增大外涵冷气与换热器的二次换热面积,同时尽可能减小由翅片的增加所带来的换热器质量的提升。

[0031] 燃油管8均匀分布在冷却腔体5内,贯通折流片与冷却腔体内壁面构成的W 字形热气通道并与集油腔2连通;集油腔2位于冷却腔体5两端,两个集油腔2 连接有向外延伸出的引油管(3);引油管3一端与集油腔2连通,另一端与中介机匣7连通。燃油首先通过位于中介机匣7上的燃油入口12进入到引油管3 中,然后流入集油腔2内,由集油腔2重新分配后,燃油流入到燃油管8中,在燃油管8内通过燃油管8壁面与高温热气进行换热,然后流入冷却腔体5轴向另一侧的集油腔2,由集油腔2汇集后,通过引油管3流出换热器。冷却腔体5两侧设有集油腔2的主要目的是收集和重新分配燃油,使得燃油能均匀分布在燃油管8内。集油腔2的形式为半椭圆形,主要作用为减小外涵冷气冲刷集油腔2 时所产生的压力损失。燃油管8在冷却空腔内部的排布方式为错列排布,主要作用为增大热气与燃油管8的换热面积,提升换热效率。

[0032] 如图3所示,高压压气机所引出的高温热气在热气通道内流动与在燃油通道流动的燃油和在外涵通道流动的燃油进行逆流换热,提高了换热效率。

[0033] 如图6所示,针翅错列布置在换热器上下外表面,不仅增大了二次换热面积,同时,由于针翅有着换热面积大,质量增加少的优点,能更好的满足航空发动机换热器高效、重量轻的要求,并且可以根据实际需求,选择图7中所提供的圆柱式、梯台式、圆锥式、刺锥式等不同类型的针翅形式。

[0034] 对本领域的技术人员来说,可根据以上描述的技术方案以及构思,做出其他各种相应的改变以及形变,而所有的这些改变以及形变都应该属于本发明权利要求的保护范围之内。

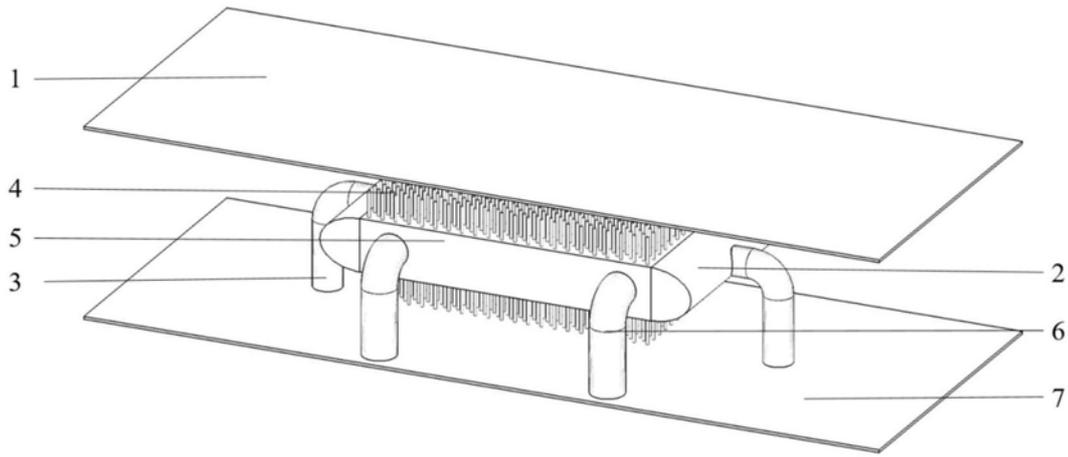


图1

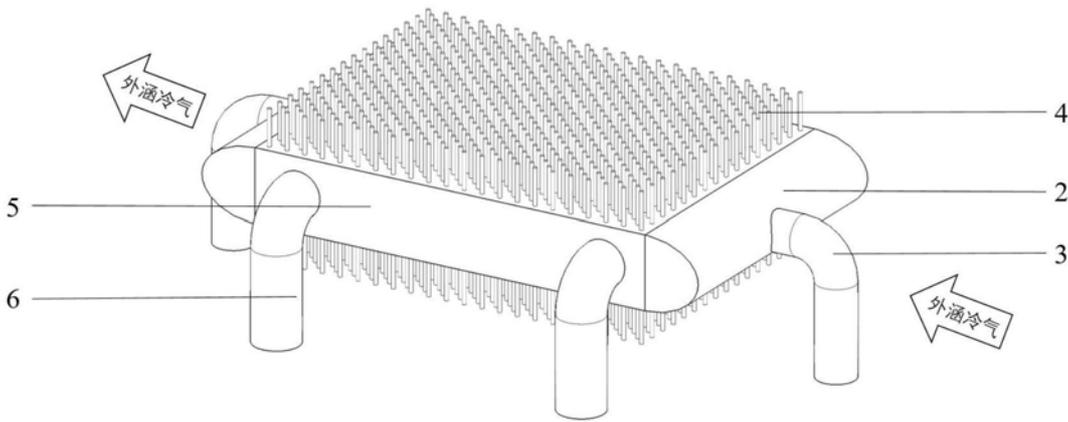


图2

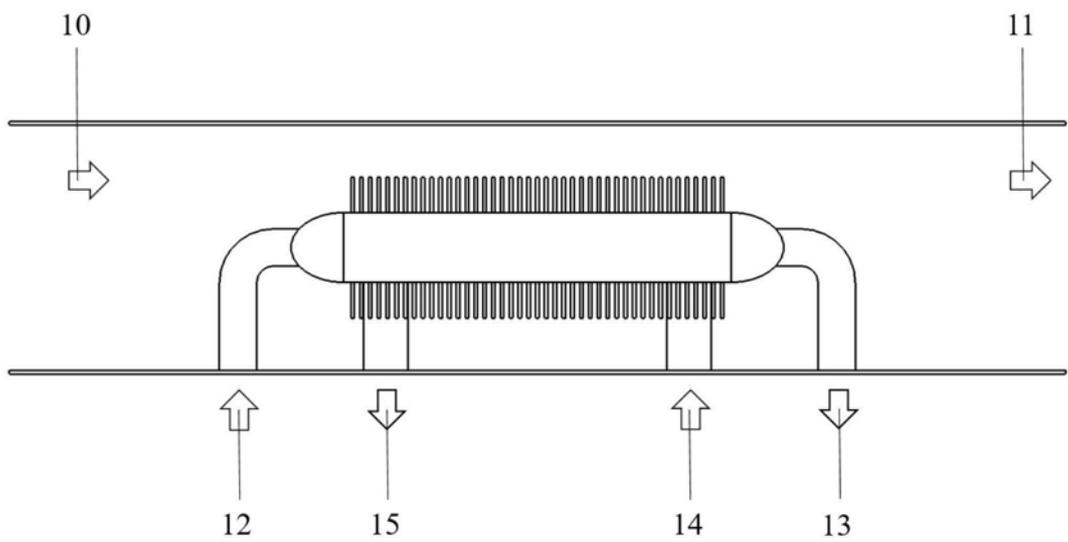


图3

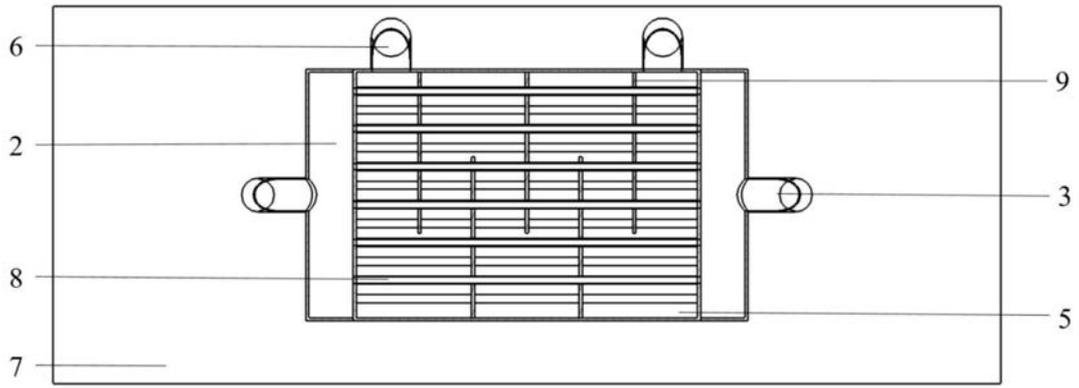


图4

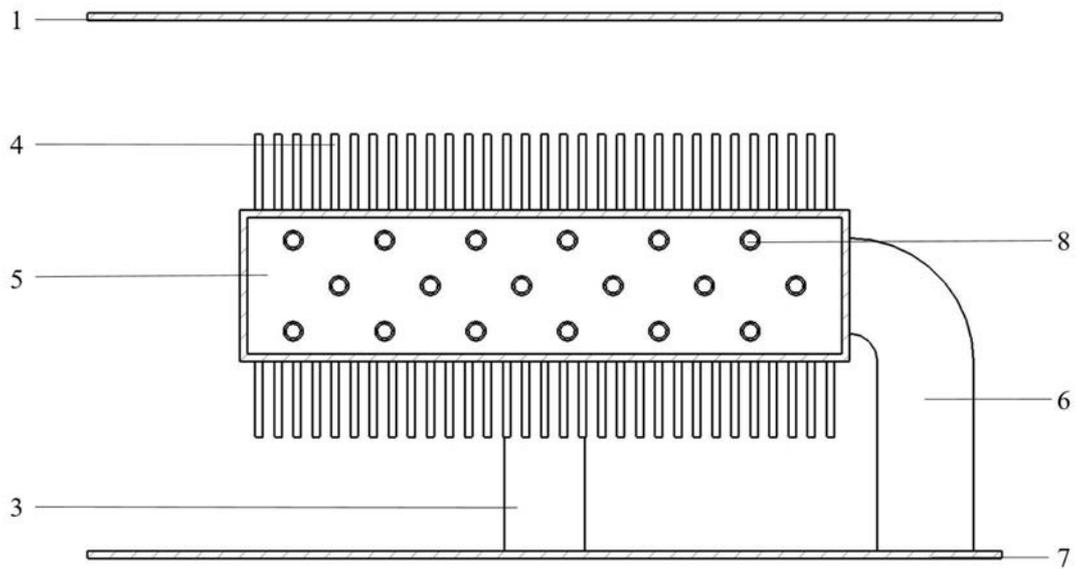


图5

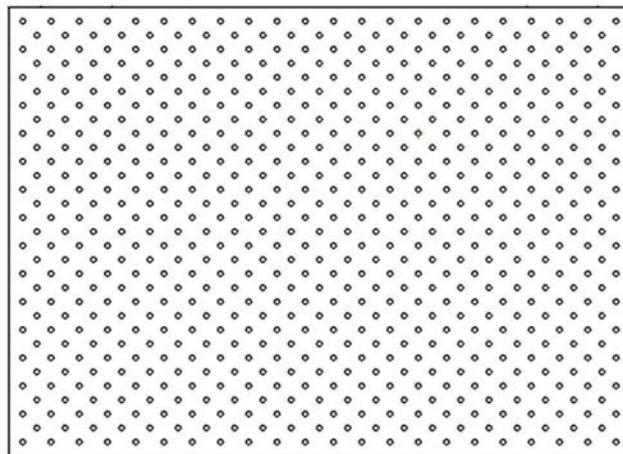


图6

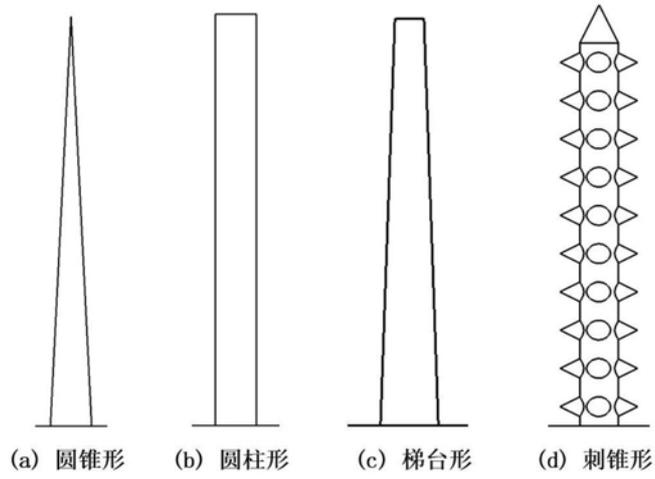


图7