



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110608099 A

(43)申请公布日 2019.12.24

(21)申请号 201910511608.3

(22)申请日 2019.06.13

(30)优先权数据

16/008,628 2018.06.14 US

(71)申请人 通用电气公司

地址 美国马萨诸塞州

(72)发明人 史蒂芬·道格拉斯·约翰森

杰弗里·蓝博

(74)专利代理机构 上海华诚知识产权代理有限

公司 31300

代理人 肖华

(51)Int.Cl.

F02C 7/12(2006.01)

F02C 7/18(2006.01)

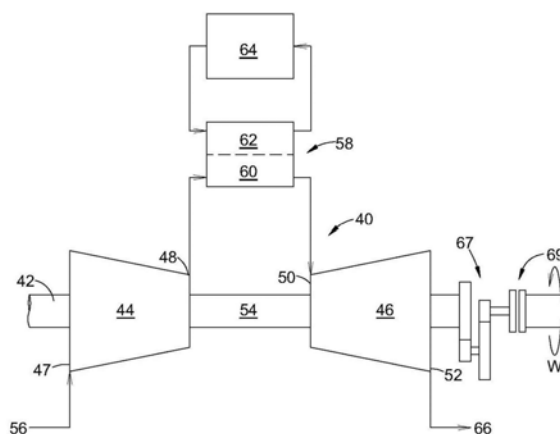
权利要求书1页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

具有一体式空气循环机的燃气涡轮发动机

(57)摘要

一种燃气涡轮发动机,包括:压缩机、燃烧器和涡轮,沿着主要流路以顺序流动关系布置,涡轮以机械驱动关系连接到压缩机,以便限定能够绕着发动机的中心线轴线旋转的至少一个发动机转子;次级流路,与主要流路流动连通地连接;以及,空气循环机,包括承载至少一个空气循环压缩机和至少一个空气循环膨胀机的空气循环转子,其中:空气循环转子与至少一个发动机转子以机械驱动关系联接;空气循环转子与次级流路流体流动连通地联接;以及,空气循环转子与至少一个热交换器流体流动连通地联接。



1. 一种燃气涡轮发动机,其特征在于,包含:

压缩机、燃烧器和涡轮,所述压缩机、所述燃烧器和所述涡轮沿着主要流路以顺序流动关系布置,所述涡轮以机械驱动关系连接到所述压缩机,以便限定能够绕着所述发动机的中心线轴线旋转的至少一个发动机转子;

次级流路,所述次级流路与所述主要流路流动连通地连接;以及

空气循环机,所述空气循环机包括空气循环转子,所述空气循环转子包括至少一个空气循环压缩机和至少一个空气循环膨胀机,其中:

所述空气循环转子与所述至少一个发动机转子以机械驱动关系联接;

所述空气循环转子与所述次级流路流体流动连通地联接;以及

所述空气循环转子与至少一个热交换器流体流动连通地联接。

2. 如权利要求1所述的发动机,其特征在于,其中,所述次级流路相对于所述中心线轴线定位在所述主要流路的内侧。

3. 如权利要求1所述的发动机,其特征在于,进一步包含:

壳体,所述壳体限定所述主要流路的一部分;以及

核心机舱,所述核心机舱围绕所述壳体,其中,所述空气循环转子定位在所述核心机舱内部。

4. 如权利要求1所述的发动机,其特征在于,进一步包含:

壳体,所述壳体限定所述主要流路的一部分;

核心机舱,所述核心机舱围绕所述壳体;以及

风扇机舱,所述风扇机舱围绕所述核心机舱,其中,所述空气循环转子定位在所述风扇机舱内部。

5. 如权利要求1所述的发动机,其特征在于,其中,壳体限定所述主要流路的一部分,并且所述空气循环转子定位在所述壳体内部。

6. 如权利要求1所述的发动机,其特征在于,其中,所述空气循环转子相对于所述中心线轴线定位在所述发动机的所述主要流路的内侧。

7. 如权利要求1所述的发动机,其特征在于,其中,所述发动机包括旋转器,并且所述空气循环转子定位在所述旋转器内。

8. 如权利要求3所述的发动机,其特征在于,其中,所述发动机包括后中心本体,并且所述空气循环转子定位在所述后中心本体内。

9. 如权利要求1所述的发动机,其特征在于,其中,所述空气循环转子直接机械地联接到所述至少一个发动机转子。

10. 如权利要求1所述的发动机,其特征在于,其中,所述空气循环转子通过至少一个级齿轮传动联接到所述至少一个发动机转子。

具有一体式空气循环机的燃气涡轮发动机

技术领域

[0001] 本发明大体涉及燃气涡轮发动机的冷却,更特别地,涉及被用于冷却燃气涡轮发动机的空气循环机。

背景技术

[0002] 在燃气涡轮发动机中,压缩机引气通常被用于各种目的,诸如发动机的涡轮区段的冷却,冷却发动机增强器(后燃器)或加压轴承集油槽。

[0003] 在许多情形下,引气直接被用于冷却。然而,在现有技术中还已知,提取空气或引放空气,使其穿过热交换器以减少其温度,然后将其提供给要冷却的部件或系统。这称之为“冷却过的冷却空气”(CCA)。

[0004] 还已知使用发动机引放空气用于外在目的,诸如飞行器冷却。这种冷却系统通常使用“空气循环机”(ACM)。ACM包含与压缩机和膨胀机以环路连接的热侧热交换器和冷侧热交换器。一般,压缩机和膨胀机通过轴连接。该设备以逆布雷顿循环操作,也已知为贝尔-科勒曼循环。

[0005] 大体希望增加压力并减少冷却空气的温度,尤其是在其被用于涡轮部件的情况下。例如,如果能够获得充足数量和质量的冷却剂,则可以容许在高温环境中使用金属部件代替陶瓷部件。特别地,希望提供处于或高于压缩机排出压力(“P3”) (在操作期间发动机中的最高静态压力)的冷却空气。

[0006] 现有技术的一个问题是提供处于或高于P3压力的冷却过的冷却空气将需要在发动机“护罩下”区域(即,发动机壳体的外部和护罩的内部)中,或发动机自身上安放大型空气循环机。

发明内容

[0007] 该问题通过包含用于冷却引气的一体式空气循环机的燃气涡轮发动机与热交换器结合来解决。

[0008] 根据文中描述的技术的一个方面,燃气涡轮发动机包括:压缩机、燃烧器和涡轮,沿着主要流路以顺序流动关系布置,涡轮以机械驱动关系连接到压缩机,以便限定能够绕着发动机的中心线轴线旋转的至少一个发动机转子;次级流路,与主要流路流动连通地连接;以及,空气循环机,包括承载至少一个空气循环压缩机和至少一个空气循环膨胀机的空气循环转子,其中:空气循环转子与至少一个发动机转子以机械驱动关系联接;空气循环转子与次级流路流体流动连通地联接;以及,空气循环转子与至少一个热交换器流体流动连通地联接。

[0009] 根据文中描述的技术的另一方面,一种冷却一种燃气涡轮发动机中的空气的方法,该燃气涡轮发动机包括压缩机、燃烧器和涡轮,沿着主要流路以顺序流动关系布置,涡轮以机械驱动关系连接到压缩机,以便限定能够绕着发动机的中心线轴线旋转的至少一个发动机转子,该方法包含:次级流路与主要流路流动连通地连接;以及,将来自压缩机的空

气从主要流路引放到次级流路中；使用空气循环机压缩从压缩机引放的空气，空气循环机包括承载至少一个空气循环压缩机和至少一个空气循环膨胀机的空气循环转子，其中，空气循环转子通过至少一个发动机转子机械地驱动；将压缩空气从空气循环压缩机传递到热交换器并从压缩空气散出热量；以及，将压缩空气从热交换器传递通过空气循环膨胀机。

附图说明

[0010] 通过参考以下结合附图的描述可以最好地了解本发明，其中：

[0011] 图1是具有一体式空气循环机的燃气涡轮发动机的示意性横截面视图；

[0012] 图2是联接到热交换器的示范性空气循环机的示意性示图；以及

[0013] 图3是包含一体式空气循环机的燃气涡轮发动机的一部分的示意性半截面视图。

具体实施方式

[0014] 参考附图，其中，同一附图标记在各个视图中标示相同元件，图1描绘示范性的燃气涡轮发动机10。虽然图示的示例是高旁通涡轮风扇发动机，但是本发明的原理也适用于其他类型的发动机，诸如低旁通涡轮风扇、涡轮喷气、涡轮螺旋桨、可变循环发动机等。发动机10具有纵向中心线或轴线11和静止核心壳体12，静止核心壳体12绕着轴线11同中心地并且沿着轴线11同轴地安置。

[0015] 应注意，如文中使用的，术语“轴向”和“纵向”两者指代平行于中心线轴线11的方向，而“径向”指代其矢量与轴线11相交并垂直于轴线11的方向，以及，“切向”或“周向”指代与轴向和径向方向互相地垂直的方向。如文中使用的，术语“向前”或“前”指代穿过或围绕部件的空气流动中相对上游的部位，术语“向后”或“后”指代穿过或围绕部件的空气流动中相对下游的部位。该流动的方向通过图1中的箭头“F”示出。这些方向术语仅被用于描述的方便，并且不需要以此描述的结构的具体取向。

[0016] 发动机10具有以串行流动关系布置的风扇14、低压压缩机或增压器16、高压压缩机或“HPC”18、燃烧器20、高压涡轮或“HPT”22和低压涡轮或“LPT”24。

[0017] HPC 18、燃烧器20和HPT 22共同限定发动机10的核心。风扇14、增压器16和LPT24共同限定发动机10的低压系统。

[0018] 环形核心机舱26围绕发动机核心以及增压器16。核心机舱26可以替换性地称之为“护罩”，并且核心壳体12与核心机舱26之间的空间可以称之为发动机10的“护罩下区域”27。风扇机舱28围绕核心机舱26和风扇14。核心机舱26与风扇机舱28间隔开，并且风扇管道30限定在两个机舱之间的空间中。风扇管道30在其上游端与发动机入口32连通，在其下游端与风扇喷嘴34连通。

[0019] 发动机10的静止和旋转部件共同限定主要流路35，主要流路35从增压器16，通过HPC 18、燃烧器20、HPT 22和LPT 24延伸到核心喷嘴39。将了解，主要流路35具有带有内侧边界和外侧边界的复杂的三维形状。主要流路35区别于通过风扇14、风扇管道30和风扇喷嘴34穿过发动机入口32的旁通流路。主要流路35也区别于发动机10的次级流路。术语“次级流路”指代发动机10内为了诸如从主要流路的泄漏、部件冷却、集油槽加压和清洗流的原因而使空气通过其流动的各种路径。发动机10的次级流路通常但不排他地相对于中心线轴线11位于主要流路35内侧。

[0020] 在操作中,来自压缩机18的加压空气在燃烧器20中与燃料混合并被点燃,以此产生燃烧气体。一些功通过高压涡轮22从这些气体中提取,经由外轴36驱动压缩机18。然后燃烧气体流动到低压涡轮24中,经由内轴38驱动风扇14和增压器16。内轴38和外轴36能够旋转地安装在轴承30中,轴承30自身安装在风扇框架32和涡轮后框架34中。

[0021] HPC 18、HPT 22、外轴36和任何其他连接的共同旋转部件文中可以共同地称之为发动机10的“HP转子”。风扇14、增压器16、LPT 24、内轴38和任何其他连接的共同旋转部件文中可以共同地称之为发动机10的“LP转子”。

[0022] 发动机10包含与热交换器组合的一体式空气循环机,用于冷却从HPC 18引放的空气以提供冷却过的冷却空气或“CCA”。空气循环机可以集成在发动机10内的部位的非限制性示例在图1中通过标注为40的方框示意性地示出。

[0023] 图2图示示范性空气循环机(或ACM) 40。空气循环机40包括承载空气循环压缩机44和空气循环膨胀机46的能够旋转的空气循环转子42。空气循环压缩机44能够操作以在其入口47处接收空气,增加空气的压力和温度,并在其出口48处排出空气。空气循环压缩机可以是单级段或多级段机械。可选地,多于一个的空气循环压缩机44可以联接到空气循环转子42。空气循环膨胀机46能够操作以在其入口50处接收空气,减小空气的压力和温度,并在其出口52处排出空气。空气循环压缩机可以是单级段或多级段机械。可选地,多于一个的空气循环膨胀机46可以联接到空气循环转子42。空气循环压缩机44和空气循环膨胀机46机械地联接,例如通过空气循环轴54。

[0024] 图2中示出这类的ACM 40可以以某方式联接到发动机10,该方式使得引气可以从HPC 18提取,减少引气的温度并且可选地增加引气的压力,然后被用于在发动机10的下游部分中冷却。

[0025] 图2图解地示出如何实现这一点。来自HPC 18的引气的供应在箭头56处示出,与空气循环压缩机44的入口46流体流动连通地联接。

[0026] 示出了热交换器58,具有与空气循环压缩机44的出口48和空气循环膨胀机46的入口50连通的第一流体流路或接口(称之为“第一侧”60)。热交换器58的第二流体流路或接口(称之为“第二侧”62)热力地联接到冷散热片64。

[0027] 如文中使用的,术语“冷散热片”指代可以向其散出热量的低温流体的任何源。下面描述可能的冷散热片的若干示例。如下面将更详细解释的,热交换器58的目的是冷却引气。

[0028] 如文中使用的,彼此“热力地联接”的结构构造和/或定位成使得其能够在彼此间转移热能。热量转移的模式可以是传导、对流、辐射或其任何组合。例如,物理接触的两个机械元件可以能够通过直接传导转移热量,并且因而将被认为是“热力地联接”。作为另一示例,在管道内互相地露出到流体流动的两个机械元件可以能够通过流转移热量,并且因而将被认为是“热力地联接”。

[0029] 如上所述,空气循环膨胀机46排出CCA。空气循环膨胀机46的出口52与消耗冷却过的冷却空气的下游系统或部件流体流动连通地联接。箭头66图解地示出CCA流动。

[0030] 空气循环转子42以机械驱动关系与上述发动机转子(如,HP或LP)中的至少一个联接。这通过标注为“W”的功输入箭头图解地示出。可选地,空气循环转子42可以通过至少一级齿轮传动联接到发动机转子,从而以比发动机转子更高或更低的轴速度有效地驱动空气

循环转子42。在图2中描绘代表性的齿轮箱67。可选地,空气循环转子42可以通过能够操作以选择性地接合或断开驱动连接的离合器而联接到发动机转子。离合器的已知类型包括机械、流体和磁性。在图2中示出代表性的离合器69。离合器69的接合或断开可以通过来自电子控制器的信号来控制,诸如全权数字发动机控制(FADEC)或相似的设备(未示出)。可选地,离合器可以包括单向或超越功能。可选地,空气循环转子42可以使用齿轮箱67和离合器69两者联接到发动机转子。可选地,齿轮箱和离合器的功能可以物理地组合在单个外壳中。

[0031] 如上面注释的,ACM 40与燃气涡轮发动机10是一体的。下面描述具有一体式空气循环机的燃气涡轮发动机的若干实施例。文中描述的所有一体式构造的共有特征是ACM的转子与发动机转子中的一个(即,HP或LP)处于旋转驱动关系(或旋转地联接)。

[0032] 这是与现有技术设备的功能差异。在现有技术的空气循环机中,压缩机轴的主要或唯一的驱动扭矩通过膨胀机涡轮提供。(可能存在某些状况,其中电力马达或其他设备被用以提供起动扭矩)。因而,在现有技术中,空气循环机转子自由地寻求由其上的载荷确定的速度。相对地,在文中描述的概念中,空气循环机转子以驱动关系联接到燃气涡轮发动机转子。

[0033] 在一个示例中,术语“一体式”可以指代ACM 40位于风扇机舱28内部。

[0034] 在另一示例中,术语“一体式”可以指代ACM 40在核心机舱26内部(即,外边界的内侧)。在该示例的进一步变型例中,术语“一体式”可以指代ACM位于护罩下区域27中。

[0035] 在另一示例中,术语一体式可以指代ACM 40位于发动机壳体12内部(即,外边界的内侧)。

[0036] 在另一示例中,术语“一体式”可以指代ACM 40位于发动机10的主要流路35的内侧(即,外边界的内侧)。

[0037] 在另一示例中,ACM 40可以位于风扇旋转器锥体68(图1)内部,风扇旋转器锥体68位于风扇14的轴向前方并且具有中空内部。

[0038] 在另一示例中,ACM 40可以位于中心本体70内部,中心本体70位于LPT 24的轴向后方并且具有中空内部。

[0039] 在另一示例中,术语“一体式”可以指代,ACM通过发动机附属齿轮箱(AGB) 72驱动,依据AGB 72的位置,AGB 72自身位于风扇机舱28的内部,或者位于护罩下区域27中。

[0040] 在另一示例中,术语“一体式”可以指代ACM与发动机10物理地结合。

[0041] 图3图示ACM 140的示例,ACM 140如上所述位于发动机壳体12内侧,并且还物理地集成到(即,结合到)燃气涡轮发动机10的涡轮机结构中。

[0042] 在图3中示出HPC 18的最后压缩机级段74。扩散器76安置在最后压缩机级段74的下游和轴向后。扩散器是通过环形内壁78和环形外壁80界定的静止环形结构。扩散器76具有上游入口82和下游出口84,两者与主要流路35连通。燃烧器(未示出)将位于出口84的下游。扩散器76具有从入口82到出口84的增加的流动面积。其目的和功能是接受来自HPC 18的压缩空气,并在排放到燃烧器中之前增加其静态压力。

[0043] 空气循环转子142安置在扩散器76的内侧。其包括具有相对的前面和后面的环形转子盘154。该前面具有从其延伸的一排压缩机叶片,限定空气循环压缩机144。该后面具有从其延伸的一排膨胀机叶片,限定空气循环膨胀机146。旋转密封件86安置在转子盘154的边缘处。

[0044] 空气循环转子142集成在上述外轴36中。空气循环转子142的前延伸部88联接到旋转的内旋转密封件90,内旋转密封件90反过来联接到HPC 18的锥形后臂92。空气循环转子142的后延伸部94联接到旋转的压缩机排出密封件96。如上面注释的,外轴36的后部分联接到HPT 22,因而与空气循环转子142成机械驱动关系。

[0045] 后臂92、内旋转密封件90、空气循环转子142、后延伸部94和压缩机排出密封件96的表面共同地限定空气循环流路98的一个边界。

[0046] 环形前壁结构100定位在扩散器76的内侧以及空气循环转子142的上游或轴向前方。当在半截面中观察时,前壁结构100大体为L形形状,并且包括与轴线11成锐角地安置的前面102、内面104、后面106和外面108。前壁结构100的各个面共同限定空气循环流路98的第二边界的一部分。

[0047] 一排空气循环压缩机入口轮叶110定位在前壁结构100和内旋转密封件90之间,在空气循环压缩机144正上游。其功能是增加静态压力并减小进入空气循环压缩机144的空气中的切向速度,或者有利地引导气流进入空气循环压缩机144中。

[0048] 一排空气循环压缩机出口轮叶112定位在前壁结构100和扩散器76之间,在空气循环压缩机144的正下游。其功能是接收来自空气循环压缩机144的气流并增加其静态压力。

[0049] 环形后壁结构122定位在扩散器76的内侧以及空气循环转子142的后方。当在半截面中观察时,后壁结构122大体为U形形状,并且包括与轴线11大概垂直安置的前面124和后面126。后壁结构122的各个面共同限定空气循环流路98的第二边界的另一部分。

[0050] 一排空气循环轮叶128定位在后壁结构122和扩散器76之间,在空气循环膨胀机146的正上游。其功能是引导气流以增加的切向速度进入空气循环膨胀机146中。

[0051] 一排空气循环出口导向轮叶130定位在后壁结构122和压缩机排出密封件96之间,在空气循环膨胀机146正下游。这些出口导向轮叶130可以被用以增加空气循环排出空气的静态压力。

[0052] 空气循环机140热力地联接到热交换器。示出示范性热交换器158,具有与空气循环流路98连通的第一流体流路或接口(称之为“第一侧”160),以便接收从空气循环压缩机144排出的空气,并且随后排出空气进入空气循环膨胀机146中。热交换器158的第二流体流路或接口(称之为“第二侧”162)热力地联接到冷散热片。

[0053] 在图示的示例中,热交换器158可以物理地集成到扩散器76中,并且冷散热片包含流动通过扩散器76的主要流路空气。

[0054] 在另一示例中,如图1所示,热交换器258可以定位成与风扇管道30流动连通,并且冷散热片可以包含流动通过风扇管道30的旁通空气“B”。

[0055] 在另一示例中,如图1所示,热交换器358可以定位成与风扇机舱28的外部流动连通,并且冷散热片可以包含在风扇机舱28外部流动的空气“A”。作为对空气的替换,这些示例中的任何一个中的冷散热片可以通过热交换器(如,热交换器158、258、358)泵送的三级流体。

[0056] 在操作中,如上所述,在图3中示出的包括ACM 140和热交换器158的装置可以在逆布雷顿循环(也称之为贝尔科勒曼循环)中结合发动机10操作。处于或接近压缩机排出条件(即,压力“P3”,温度“T3”)的来自HPC 18的引气进入空气循环流路98,穿过由来自外轴36的机械功输入驱动的空气循环压缩机144。空气循环压缩机144增加空气的压力和温度。空气

通过压缩机出口轮叶112排出并进入热交换器158,在那里热量被散出到散热片。在穿过热交换器158之后,空气通过空气循环喷嘴轮叶128被引导到空气循环膨胀机146中。空气穿过空气循环膨胀机146,减少其压力和温度。然后其通过空气循环出口导向轮叶130被引导到其最终输送条件(P_t, P_s, T_t),然后继续到其最终用途,例如涡轮冷却、飞行器用途等。

[0057] 不像现有技术系统,冷却过的冷却空气CCA可以处于比 P_3 大的压力 P_t 和/或 P_s ,以及比 T_3 小的温度 T_t 。该高压低温空气尤其适合于冷却,并且具有减少所需引气的质量流量的能力,或使低温性能材料能够在涡轮中使用的能力。

[0058] 相比于用于提供冷却过的冷却空气的现有技术设备,文中描述的空气循环机装置具有优势。依据放置位置,其可以被用于释放在护罩下的可用空间,同时提供空气循环机的热力学益处,包括在压力高于 P_3 且温度低于 T_3 的情况下向HPT提供冷却空气的潜力。

[0059] 前面已描述具有空气循环机的燃气涡轮发动机及其使用方法。本说明书中公开的所有特征(包括任何随附的权利要求书、摘要和附图)和/或如此公开的任何方法或工艺的所有步骤可以以任何组合进行组合,除了这些特征和/或步骤中的至少一些特征和/或步骤的组合是互斥的情况以外。

[0060] 除非另有明确说明,否则,本说明书中公开的每个特征(包括任何随附的权利要求书、摘要和附图)可以替代为服务于相同、等效或相似目的的替换性特征。因而,除非另有明确说明,否则,所公开的每个特征仅是一通用系列等效或相似特征的一个示例。

[0061] 本发明不受限于前述实施例的细节。本发明扩展到本说明书中公开的特征中的任何新颖特征或任何新颖组合(包括任何随附的权利要求、摘要和附图),或者,扩展到如此公开的任何方法或工艺的步骤中的任何新颖步骤或任何新颖组合。

[0062] 本发明的各种特征,方面和优点也可以体现在以下条项中描述的各种技术方案中,这些方案可以以任何组合方式组合:

[0063] 1. 一种燃气涡轮发动机,其特征在于,包含:

[0064] 压缩机、燃烧器和涡轮,所述压缩机、所述燃烧器和所述涡轮沿着主要流路以顺序流动关系布置,所述涡轮以机械驱动关系连接到所述压缩机,以便限定能够绕着所述发动机的中心线轴线旋转的至少一个发动机转子;

[0065] 次级流路,所述次级流路与所述主要流路流动连通地连接;以及

[0066] 空气循环机,所述空气循环机包括空气循环转子,所述空气循环转子包括至少一个空气循环压缩机和至少一个空气循环膨胀机,其中:

[0067] 所述空气循环转子与所述至少一个发动机转子以机械驱动关系联接;

[0068] 所述空气循环转子与所述次级流路流体流动连通地联接;以及

[0069] 所述空气循环转子与至少一个热交换器流体流动连通地联接。

[0070] 2. 如条项1所述的发动机,其特征在于,其中,所述次级流路相对于所述中心线轴线定位在所述主要流路的内侧。

[0071] 3. 如条项1所述的发动机,其特征在于,进一步包含:

[0072] 壳体,所述壳体限定所述主要流路的一部分;以及

[0073] 核心机舱,所述核心机舱围绕所述壳体,其中,所述空气循环转子定位在所述核心机舱内部。

[0074] 4. 如条项1所述的发动机,其特征在于,进一步包含:

- [0075] 壳体,所述壳体限定所述主要流路的一部分;
- [0076] 核心机舱,所述核心机舱围绕所述壳体;以及
- [0077] 风扇机舱,所述风扇机舱围绕所述核心机舱,其中,所述空气循环转子定位在所述风扇机舱内部。
- [0078] 5.如条项1所述的发动机,其特征在于,其中,壳体限定所述主要流路的一部分,并且所述空气循环转子定位在所述壳体内部。
- [0079] 6.如条项1所述的发动机,其特征在于,其中,所述空气循环转子相对于所述中心线轴线定位在所述发动机的所述主要流路的内侧。
- [0080] 7.如条项1所述的发动机,其特征在于,其中,所述发动机包括旋转器,并且所述空气循环转子定位在所述旋转器内。
- [0081] 8.如条项3所述的发动机,其特征在于,其中,所述发动机包括后中心本体,并且所述空气循环转子定位在所述后中心本体内。
- [0082] 9.如条项1所述的发动机,其特征在于,其中,所述空气循环转子直接机械地联接到所述至少一个发动机转子。
- [0083] 10.如条项1所述的发动机,其特征在于,其中,所述空气循环转子通过至少一个级齿轮传动联接到所述至少一个发动机转子。
- [0084] 11.如条项1所述的发动机,其特征在于,其中,所述空气循环转子经过离合器联接到所述至少一个发动机转子。
- [0085] 12.如条项1所述的发动机,其特征在于,其中,所述发动机包括定位在所述压缩机下游的扩散器,并且所述热交换器与所述扩散器一体地形成。
- [0086] 13.如条项1所述的发动机,其特征在于,其中,壳体围绕所述压缩机、所述燃烧器和所述涡轮中的至少一个,并且所述热交换器定位在所述壳体外部。
- [0087] 14.如条项13所述的发动机,其特征在于,进一步包含围绕所述壳体的机舱,其中,所述热交换器定位在所述机舱外部。
- [0088] 15.一种冷却一种燃气涡轮发动机中的空气的方法,其特征在于,所述燃气涡轮发动机包括压缩机、燃烧器和涡轮,所述压缩机、燃烧器和涡轮沿着主要流路以顺序流动关系布置,所述涡轮以机械驱动关系连接到所述压缩机,以便限定能够绕着所述发动机的中心线轴线旋转的至少一个发动机转子,所述方法包含:
- [0089] 使次级流路与所述主要流路流动连通地连接;以及
- [0090] 将来自所述压缩机的空气从所述主要流路引放到所述次级流路中;
- [0091] 使用空气循环机冷却从所述压缩机引放的所述空气,所述空气循环机包括承载至少一个空气循环压缩机和至少一个空气循环膨胀机的空气循环转子,其中,所述空气循环转子通过所述至少一个发动机转子机械地驱动;
- [0092] 将压缩空气从所述空气循环压缩机传递到热交换器并从所述压缩空气散出热量;
- [0093] 将所述压缩空气从所述热交换器传递通过所述空气循环膨胀机。
- [0094] 16.如条项15所述的方法,其特征在于,进一步包含将所述空气从所述空气循环膨胀机传递到所述发动机的不同部分。
- [0095] 17.如条项15所述的方法,其特征在于,其中,所述次级流路相对于所述中心线轴线定位在所述主要流路的内侧。

[0096] 18.如条项15所述的方法,其特征在于,其中,所述空气循环转子通过所述至少一个发动机转子直接驱动。

[0097] 19.如条项15所述的方法,其特征在于,其中,所述空气循环转子通过至少一级齿轮传动由所述至少一个发动机转子驱动。

[0098] 20.如条项15所述的方法,其特征在于,其中,所述空气循环转子通过离合器联接到所述至少一个发动机转子。

[0099] 21.如条项15所述的方法,其特征在于,其中,壳体限定所述主要流路的一部分,并且所述空气循环转子定位在所述壳体内部。

[0100] 22.如条项15所述的方法,其特征在于,其中,所述空气循环转子相对于所述中心线轴线定位在所述发动机的所述主要流路的内侧。

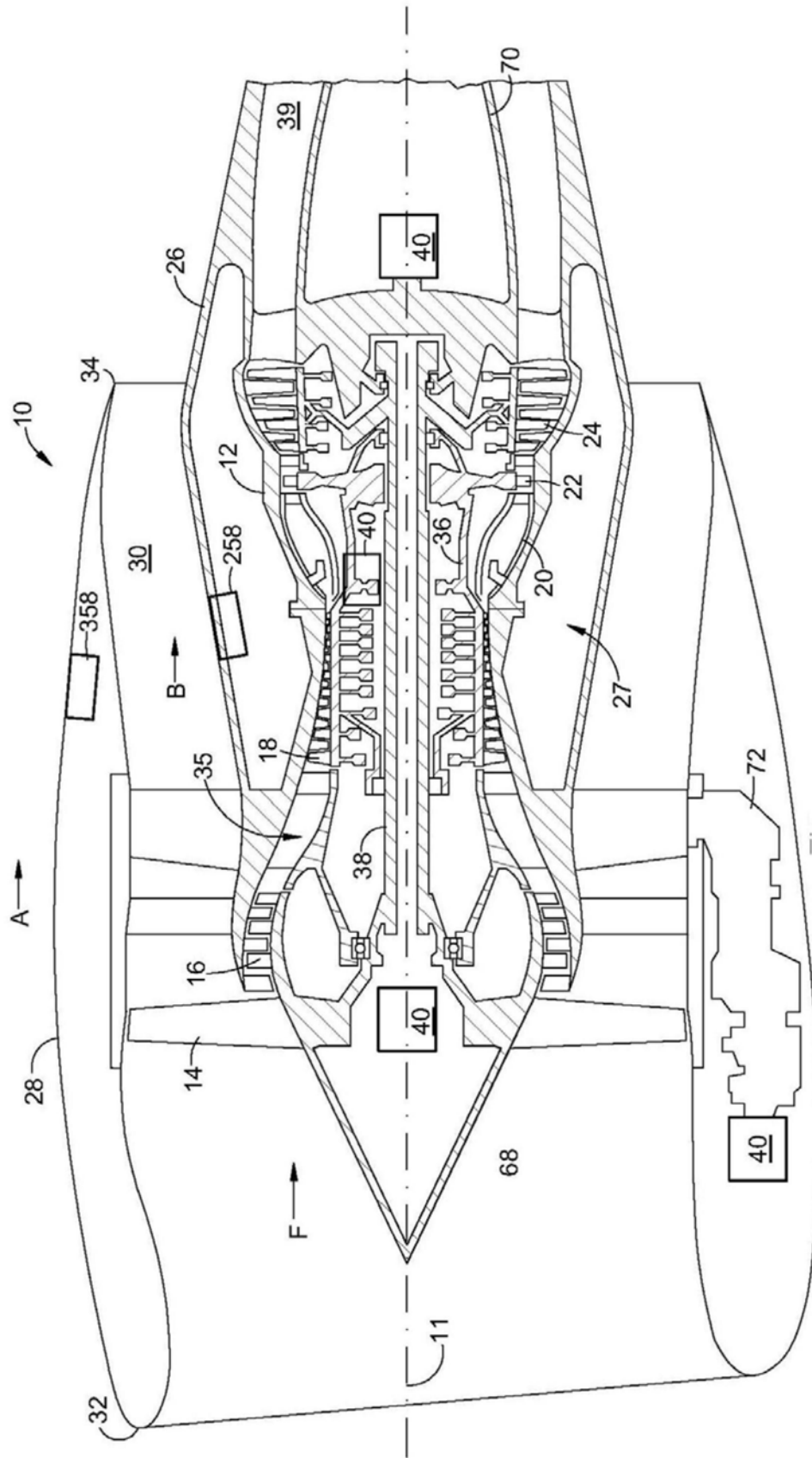


图1

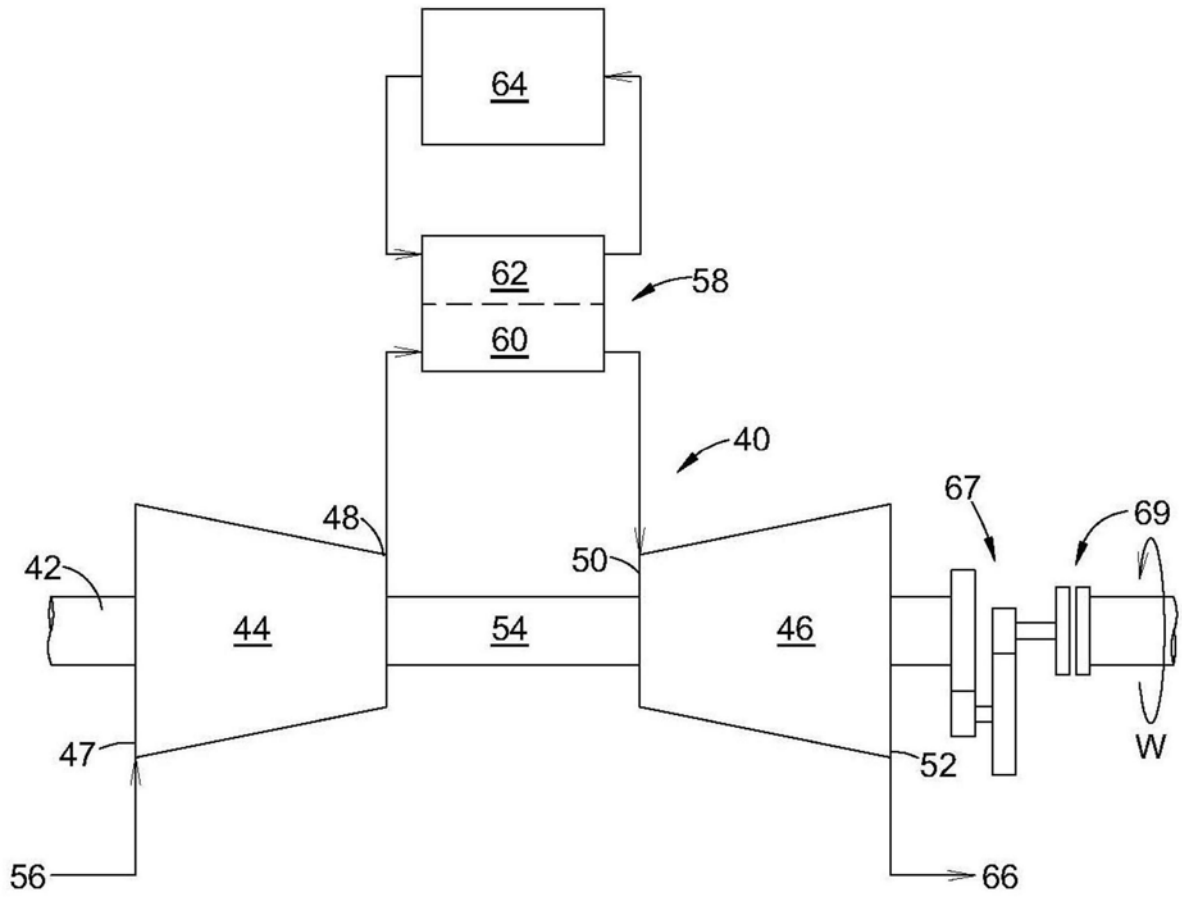


图2

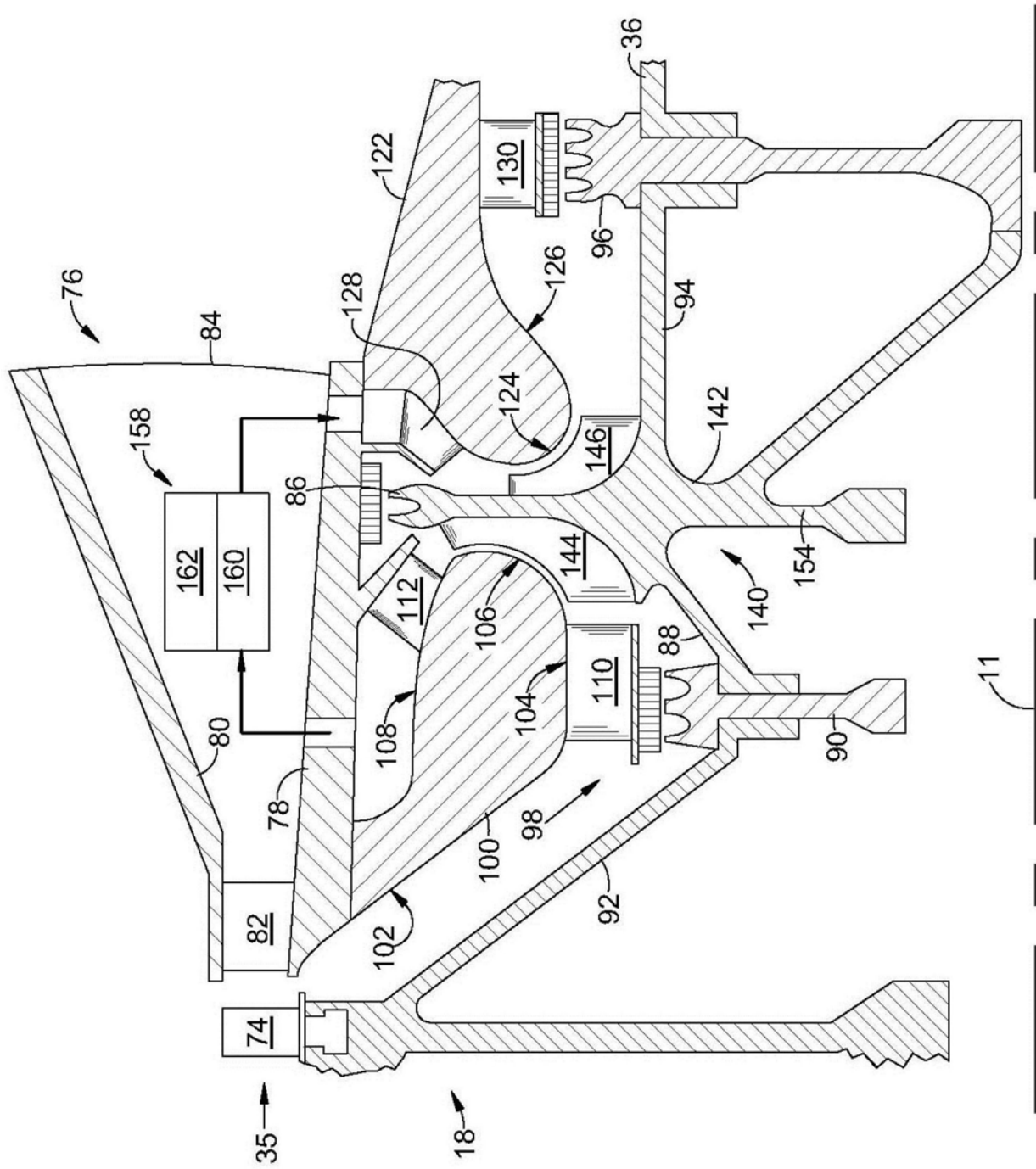


图3