



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109564058 A

(43)申请公布日 2019.04.02

(21)申请号 201780049990.X

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

(22)申请日 2017.07.27

利商标事务所 11038

代理人 李东晖

(30)优先权数据

62/375,705 2016.08.16 US

(51)Int.Cl.

F25J 1/00(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.02.15

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2017/044103 2017.07.27

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/034816 EN 2018.02.22

(71)申请人 埃克森美孚上游研究公司

地址 美国得克萨斯

(72)发明人 M·T·马赛达斯 P·W·西巴尔

R·A·亨廷顿

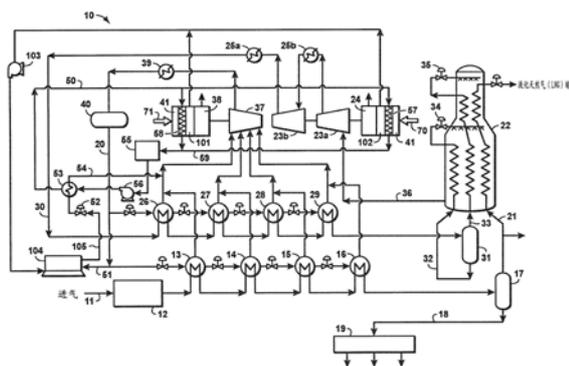
权利要求书3页 说明书12页 附图6页

(54)发明名称

用以集成冷凝水且具有改进的冷却器性能的系统和方法

(57)摘要

公开了用于冷却处理流体的方法和系统。利用进气冷却系统冷却涡轮机的进气流。冷却的进气流中所包含的水分被冷凝并且在开环回路中从冷却的进气流分离以生成水流。将水流喷射到空气冷却器的空气流中。将合并的空气冷却器的空气流和喷射水流引导通过空气冷却器。在处理流体以及合并的空气冷却器的空气流和喷射水流之间交换热量，从而冷凝、冷却或过冷却所述处理流体。



1. 一种用于冷却处理流体的方法,其包括:
利用进气冷却系统冷却涡轮机的进气流;
将冷却的进气流中所包含的水分冷凝;
在开环回路中将水分从冷却的进气流分离以生成水流;
将水流喷射到空气冷却器的空气流中;
将合并的空气冷却器的空气流和喷射水流引导通过空气冷却器;和
在处理流体以及合并的空气冷却器的空气流和喷射水流之间交换热量,从而冷凝、冷却或过冷却所述处理流体。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述空气冷却器包括管束,并且交换热量的步骤包括:
使处理流体流过所述管束;和
将合并的空气冷却器的空气流和喷射水流引导经过所述管束或越过所述管束。
3. 根据权利要求1或权利要求2所述的方法,其中,使用风扇完成对合并的空气冷却器的空气流和喷射水流的引导。
4. 根据权利要求3所述的方法,其中,使用风扇速度控制、风扇叶片桨距控制和阻尼器调节中的一者或多者来调节空气冷却器的空气流的流速或速度。
5. 根据权利要求4所述的方法,其中,基于下列参数中的至少一个来调节空气冷却器的空气流的流速或速度:空气冷却器的空气流的相对湿度、喷射水流的流速、环境温度、气压、湿空气数据、环境相对湿度、空气流温度和喷射水流的温度。
6. 根据权利要求1-5中任一项所述的方法,其中,通过分离装置实现水分的分离,所述分离装置选自惯性分离器、叶片分离器、风箱和凝聚器。
7. 根据权利要求1-6中任一项所述的方法,其还包括在冷却进气流之前至少部分地过滤进气流。
8. 根据权利要求1-7中任一项所述的方法,其中,处理料流是需要排热的烃类处理料流。
9. 根据权利要求1-7中任一项所述的方法,其中,处理料流是制药过程、发电过程和化学品制造过程之一中的处理料流。
10. 根据权利要求1-9中任一项所述的方法,其中,所述进气流、所述涡轮机和所述进气冷却系统分别是第一进气流、第一涡轮机和第一进气冷却系统,所述方法还包括:
利用第二进气冷却系统冷却第二涡轮机的第二进气流;
将冷却的第二进气流中所包含的水分冷凝;
将水分从冷却的第二进气流分离;和
将水引入水流中。
11. 根据权利要求1-10中任一项所述的方法,其中,利用进气冷却系统冷却涡轮机的进气流包括将进气流从进气流的大约干球温度冷却至低于进气流的湿球温度的温度。
12. 一种用于在处理天然气以生产液化天然气的烃类处理中冷却处理流体的系统,所述系统包括:
气体涡轮机;
冷却装置,所述冷却装置位于所述气体涡轮机的入口处,所述冷却装置构造成用以将

进气流从进气流的大约干球温度冷却至低于进气流的湿球温度的温度；

分离器，所述分离器位于所述冷却装置的下游并且构造成用以在开环回路中分离冷却的进气流中的水并生成水流；和

湿空气散热片式冷却器，所述湿空气散热片式冷却器合并水流与空气冷却器的空气流以冷凝、冷却或过冷却流过所述湿空气散热片式冷却器的处理流体。

13. 根据权利要求12所述的系统，其中，所述湿空气散热片式冷却器包括：

管束，处理流体流过所述管束；

喷头，所述喷头构造成用以将水流喷射到空气冷却器的空气流中；和

风扇，所述风扇迫使空气流和喷射水流经过所述管束或越过所述管束。

14. 根据权利要求13所述的系统，其还包括风扇控制器，所述风扇控制器控制风扇的速度、风扇的叶片的桨距以及与风扇相关联的阻尼器中的至少一者。

15. 根据权利要求12-14中任一项所述的系统，其中，所述分离器是惯性分离器、叶片分离器、风箱和凝聚器中的一种。

16. 根据权利要求12-15中任一项所述的系统，其还包括过滤器，所述过滤器布置成用以在由所述冷却装置冷却进气流之前至少部分地过滤进气流。

17. 根据权利要求16所述的系统，其中，所述过滤器包括防潮部。

18. 根据权利要求12-17中任一项所述的系统，其中，所述气体涡轮机、所述冷却装置、所述进气流和所述分离器是第一气体涡轮机、

第一冷却装置、第一进气流和第一分离器，并且所述系统还包括：

第二气体涡轮机；

第二冷却装置，所述第二冷却装置位于所述第二气体涡轮机的入口处，所述第二冷却装置构造成用以将第二进气流从第二进气流的大约干球温度冷却至低于第二进气流的湿球温度的温度；和

第二分离器，所述第二分离器位于所述第二冷却装置的下游，并且构造成用以在冷却的第二进气流中分离水并且将分离的水输送到水流中。

19. 一种用于冷却处理流体的方法，其包括：

利用进气冷却系统冷却处理部件的进气流；

将冷却的进气流中所包含的水分冷凝；

在开环回路中将水分从冷却的进气流分离以生成水流；

将水流喷射到空气冷却器的空气流中；

将合并的空气冷却器的空气流和喷射水流引导通过空气冷却器；和

在处理流体以及合并的空气冷却器的空气流和喷射水流之间交换热量，从而冷凝、冷却或过冷却所述处理流体。

20. 根据权利要求19所述的方法，其中，所述空气冷却器包括管束，并且交换热量的步骤包括：

使处理流体流过所述管束；和

将合并的空气冷却器的空气流和喷射水流引导经过所述管束或越过所述管束。

21. 根据权利要求19或权利要求20所述的方法，其中，使用风扇完成对合并的空气冷却器的空气流和喷射水流的引导。

22. 根据权利要求21所述的方法,其中,使用风扇速度控制、风扇叶片桨距控制和阻尼器调节中的一者或多者来调节空气冷却器的空气流的流速或速度。

23. 根据权利要求22所述的方法,其中,基于下列参数中的至少一个来调节空气冷却器的空气流的流速或速度:空气冷却器的空气流的相对湿度、喷射水流的流速、环境温度、气压、湿空气数据、环境相对湿度、空气流温度和喷射水流的温度。

24. 根据权利要求19-23中任一项所述的方法,其中,通过分离装置实现水分的分离,所述分离装置选自惯性分离器、叶片分离器、风箱和凝聚器。

25. 根据权利要求19-24中任一项所述的方法,其还包括在冷却进气流之前至少部分地过滤进气流。

26. 根据权利要求19-25中任一项所述的方法,其中,利用进气冷却系统冷却所述处理部件的进气流包括将进气流从进气流的大约干球温度冷却至低于进气流的湿球温度的温度。

用以集成冷凝水且具有改进的冷却器性能的系统和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2016年8月16日提交的、发明名称为“用以集成冷凝水且具有改进的冷却器性能的系统和方法(SYSTEM AND METHOD TO INTEGRATE CONDENSED WATER WITH IMPROVED COOLER PERFORMANCE)”的美国专利申请62/375,705的优先权,其全部内容通过引用而并入本文。

[0003] 本申请涉及发明名称为“利用涡轮机进气冷却将天然气液化的系统和方法(SYSTEM AND METHOD FOR LIQUEFYING NATURAL GAS WITH TURBINE INLET COOLING)”的申请号为62/375,700的美国临时专利申请,其具有与本申请共同的受让人并且在同一天递交。该相关申请的公开内容通过全文引用而并入本文。

技术领域

[0004] 本公开总体上涉及气体涡轮机,并且更具体地涉及气体涡轮机或另外的处理部件的进气冷却。

背景技术

[0005] 本部分旨在介绍与本公开相关的领域的各个方面。该讨论旨在提供便于更好地理解本公开的特定方面的框架。因此,应该理解的是,该部分应从这样的角度解读,而不一定视为承认构成现有技术。

[0006] 许多工业过程使用一个或多个气体涡轮机来产生动力或驱动机械负载。例如,烃类生产设施使用燃气涡轮机来驱动将天然气从气态冷却到液态所需的压缩机。更具体地,液化天然气(LNG)生产设施通常使用两条或更多条制冷回路来至少预冷却送入的天然气并且随后再将其液化。通常,各种制冷回路在这些设施中的使用并未进行优化,并且一条或多条制冷回路中的备用制冷能力不能充分地用于所有的操作条件。在宽范围的环境温度下操作可能是能够导致这样的各个制冷回路的不平衡的因素。

[0007] 此外,燃气涡轮机驱动器也对环境温度敏感,并且环境温度每升高1摄氏度就会损失约0.7%的可用功率。这意味着大多数的LNG工厂必须显著地过度设计,以确保不受环境温度影响地提供所需的马力。

[0008] Fanning等人的美国专利US6324867(以下称为Fanning专利)描述了用以将天然气液化的系统和方法,其利用一条制冷回路中的过剩制冷能力来冷却另一条制冷回路中的一个或多个气体涡轮机驱动器的进气,从而增加LNG工厂的总容量。Fanning专利的公开内容通过全文引用而并入本文。通过将涡轮机的进气保持在基本恒定的低温下,使得由涡轮机产生的功率量与环境空气温度无关地保持在水准。这就允许将LNG工厂设计成更大容量并且允许工厂以全年基本恒定的生产率运行。此外,由于Fanning专利的系统所使用的第一制冷回路(例如包括丙烷作为制冷剂的回路)已经存在于这种类型的LNG系统中,因此不需要另外的冷却源。

[0009] Pierson等人的美国专利US8534039(以下称为Pierson专利)描述了使用经由气体

涡轮机进气冷却而冷凝的水分进行湿式冷却以改善有机朗肯循环式冷凝器和制冷剂式冷凝器的性能。该制冷剂冷凝器是提供气体涡轮机进气冷却的系统的一部分。在Pierson专利中,冷凝的水分被收集在位于湿空气散热片式冷却器下方的水槽中,并且泵将收集到的水喷射到空气散热片的管上。Pierson专利还描述了添加补充水以维持水槽中的最低液位。然而,希望提供一种这样的冷却系统,其不需要使用Pierson专利中所公开的水槽,并且将可能因大气污染物造成的冷却水的污染最小化。

发明内容

[0010] 本公开根据所公开的方面提供了一种用于冷却处理流体的方法。利用进气冷却系统冷却涡轮机的进气流。冷却的进气流中所包含的水分被冷凝并且在开环回路中从冷却的进气流分离以生成水流。将水流喷射到空气冷却器的空气流中。将合并的空气冷却器的空气流和喷射水流引导通过空气冷却器。在处理流体以及合并的空气冷却器的空气流和喷射水流之间交换热量,从而冷凝、冷却或过冷却所述处理流体。

[0011] 本公开还提供了一种用于在处理天然气以生成液化天然气的烃类处理中冷却处理流体的系统。冷却装置位于气体涡轮机的入口处。冷却装置构造成用以将进气流从大约其干球温度冷却至低于其湿球温度的温度。分离器位于冷却装置的下游并且构造成用以在开环回路中分离冷却的进气流中的水并生成水流。湿空气散热片式冷却器合并水流与空气冷却器的空气流以冷凝、冷却或过冷却通过湿空气散热片式冷却器的处理流体。

[0012] 本公开还提供了一种用于冷却处理流体的方法。利用进气冷却系统冷却处理部件的进气流。冷却的进气流中所包含的水分被冷凝。在开环回路中将水分从冷却的进气流分离以生成水流。将水流喷射到空气冷却器的空气流中。将合并的空气冷却器的空气流和喷射水流引导通过空气冷却器。在处理流体以及合并的空气冷却器的空气流和喷射水流之间交换热量,从而冷凝、冷却或过冷却所述处理流体。

[0013] 前文已经宽泛地概述了本公开的特征,从而能够更好地理解随后的详细描述。本文还将描述另外的特征。

附图说明

[0014] 根据以下的在下文中简要描述的具体实施方式、所附的权利要求和附图,本公开的各种特征、方面和优点将变得显而易见。

[0015] 图1是根据本公开的方面的LNG液化系统的示意图。

[0016] 图2是根据本公开的方面的图1的细节的示意图。

[0017] 图3是根据本公开的方面的与LNG液化系统一起使用的进气冷却系统的示意图。

[0018] 图4是示出根据本公开的方面的冷却装置的制冷负荷、气体涡轮机的进气温度和以基础空气流量的百分比表示的环境空气流速之间的关系的曲线图。

[0019] 图5是根据本公开的方面的进气冷却系统的示意图。

[0020] 图6是根据本公开的方面的方法。

[0021] 应当注意,附图仅为示例,因此不应理解为限制了本公开的范围。此外,附图通常不是按比例绘制,而是为了方便和清楚地图解本公开的各个方面而绘制。

具体实施方式

[0022] 为了促进对本公开原理的理解,现在将参照附图中示出的特征并且将使用具体的语言来进行描述。然而,应该理解,这并不因此而意味着限制本公开的范围。能够设想如本文所述的本公开的原理的任何修改和进一步的变型以及任何其他的应用,正如本公开所涉及领域的技术人员通常所能理解的那样。为了清楚起见,在附图中可能并未示出与本公开无关的一些特征。

[0023] 首先,为了便于参考,阐释在本申请中使用的某些术语及其在上下文中所使用的含义。如果本文使用的术语未在下文中定义,则其应具备在至少一份印刷出版物或已授权的专利中所反映出的、相关领域的人员赋予该术语的最广泛定义。此外,本公开的技术不受下列术语的使用的限制,原因在于用于相同或类似目的的所有的等同形式、同义词、新的衍生词以及术语或技术用于都应被认为处于本公开的权利要求的范围内。

[0024] 正如普通技术人员将理解的那样,不同的人可以通过不同的名称来指代相同的特征或部件。本文不应理解为对于仅在名称上有所不同的部件或特征之间加以区分。附图不一定按比例。可能以放大的比例或示意性的形式示出了本文中的某些特征和部件,并且为了清楚和简明起见,可能并未示出常规元件的一些细节。当参照本文描述的附图时,为了简单起见,可以在多个附图中引用相同的附图标记。在以下的描述以及权利要求中,术语“包括”和“包含”是以开放式的方式使用,并且因此应该被解释为表示“包括但不限于”。

[0025] 冠词“这个”、“一”和“一个”不一定限于仅表示一个,而是包含性和开放式的,以便可选地包括多个这样的元件。

[0026] 如本文所用,术语“大约”、“约”、“基本上”和类似术语旨在具有广泛的含义,这与本公开的主题所涉及领域的普通技术人员的常用以及所接受的用法相一致。研读本公开的本领域技术人员应当理解,这些术语旨在允许说明所描述和要求保护的某些特征且不将这些特征的范围限制为所提供的精确数值范围。因此,这些术语应被解释为表示所描述的主题的非实质性或无关紧要的变动或改变并且应被认为是处于本公开的范围之内。

[0027] 术语“热交换器”是指设计用以将热量从一种物质有效地转移或“交换”到另一种物质的装置。示例性的热交换器类型包括并流或逆流式热交换器、间接热交换器(例如,旋绕式热交换器、板片式热交换器譬如钎焊铝板散热片型、管壳式热交换器等)、直接接触式热交换器、或这些热交换器的某种组合,等等。

[0028] 本公开是使用在进气冷却器(IAC)中收集的冷凝水的开环回路、并将水转移到湿空气散热片式冷却器以相对于不进行水喷射的常规散热片风扇冷却器增加有效热传递的系统和方法。所公开的方法和系统导致整体处理效率的提高。可以预期的是,在IAC中的至少一个过滤元件下游冷凝的水被冷却并且通常是清洁的,但是在喷水系统中可能需要另外的水处理以减少腐蚀、生物生长等。

[0029] 在本公开的一方面中,所公开的系统和方法可以用于使用气体涡轮机的任何过程,诸如(例如)空气分离、药品加工、整体气化联合循环发电厂、其他的发电过程、药品制造、有机和/或无机化学品制造、石油和天然气工业中的其他过程等。作为非限制性示例,所公开的系统可以用于天然气液化过程,其中在一条制冷回路中使用过剩的制冷能力来冷却另一条制冷回路中的一个或多个气体涡轮机驱动器的进气并且由此增加LNG工厂的总体容量。所公开的方面改进了先前的解决方案,其中经由气体涡轮机进气冷却而冷凝的水分被

用于湿式冷却以改善制冷剂冷凝器的性能,该制冷剂冷凝器形成了提供气体涡轮机进气冷却的系统的一部分。先前的此类解决方案收集位于湿空气散热片式冷却器下方的水槽中的冷凝水分并将收集到的水喷射到空气散热片的管上。根据本公开的方面,不需要水槽来收集冷凝水分,并且基本上从气体涡轮机进气冷却系统收集的所有水分随后都在湿空气散热片空气流内蒸发以最小化过度喷射(overspray)。冷凝的水分在气体涡轮机空气入口内的至少一个空气过滤元件的下游被收集以最小化由大气污染物对水造成的污染。这些措施中的每一个均旨在最小化湿空气散热片装置、气体涡轮机进气冷却装置和气体涡轮机进水分分离装置的腐蚀和结垢的风险。此外,经由可调节的风扇速度、桨距、百叶窗等对前往湿空气散热片的空气流的可选控制可以用于通过在缘于较低空气流量下进行湿式冷却而得到的较低的空气温度和速度以及较高的空气温度和较高的速度之间进行折衷来提高空气散热片的性能。

[0030] 本公开通过对用于气体涡轮机进气冷却的制冷剂滑流(slipstream)进行过冷却、并且进一步通过使用湿式冷却(其使用在进气冷却期间冷凝的水分)以提高该制冷剂过冷却的性能来改进已知的冷却系统。

[0031] 图1和图2示出了根据本公开的方面的用于液化天然气(LNG)的系统10和过程。应理解的是,系统10是所公开的方面应该如何应用的非限制性示例。在系统10中,进料气体(天然气)通过输入管线11进入制备单元12,在制备单元12处理进料气体以移除污染物。处理后的气体随后从制备单元12通过一系列热交换器13、14、15、16,在热交换器13、14、15、16处通过蒸发第一制冷剂(例如丙烷)来冷却处理后的气体,第一制冷剂由此通过第一制冷回路20流过相应的热交换器。然后,冷却的天然气流入分馏塔17,在其中通过管线18移除戊烷和较重的烃类,以用于在分馏单元19中进一步处理。

[0032] 剩余的甲烷、乙烷、丙烷和丁烷的混合物通过管线21从分馏塔17移除并且通过利用流动通过第二制冷回路30的可以包含混合制冷剂(MR)的第二制冷剂进一步冷却气体混合物而在主低温热交换器22中进行液化。可以包括氮气、甲烷、乙烷和丙烷中的至少一种的第二制冷剂在压缩机23a、23b中被压缩,该压缩机23a、23b相应地由诸如气体涡轮机24的处理部件驱动。在压缩之后,第二制冷剂通过流过空气冷却器或水冷却器25a、25b进行冷却,然后通过从第一制冷回路20蒸发第一制冷剂而在热交换器26、27、28和29内部分地冷凝。然后,第二制冷剂可以流到高压分离器31,该高压分离器31将第二制冷剂的冷凝液体部分与第二制冷剂的蒸汽部分分离。分别在管线32和33中从高压分离器31输出第二制冷剂的冷凝液体部分和蒸汽部分。如图1所示,来自高压第二制冷剂分离器31的冷凝液体和蒸汽都流过主低温热交换器22,在所述主低温热交换器22处它们通过蒸发第二制冷剂而进行冷却。

[0033] 从主低温热交换器22的中部移除管线32中的冷凝液体流,并且其压力经过膨胀阀34而降低。然后将现为低压的第二制冷剂送回到主低温热交换器22中,在所述主低温热交换器22处它通过较热的第二制冷剂流和管线21中的进料气流进行蒸发。当第二制冷剂蒸汽流到达主低温热交换器22的顶部时,其在返回到主低温热交换器22之前就已冷凝并被移除并且经过膨胀阀35而膨胀。当冷凝的第二制冷剂蒸汽落入主低温热交换器22内时,其通过与管线21中的进料气体和管线32中的高压第二制冷剂流进行热交换而蒸发。下降的冷凝的第二制冷剂蒸汽与主低温热交换器22的中部内的低压第二制冷剂液流混合并且合并的料流作为蒸汽通过出口36离开主低温热交换器22的底部而流回压缩机23a、23b以完成第二制

冷回路30。

[0034] 封闭的第一制冷回路20用于在进料气体和第二制冷剂流过主低温热交换器22之前冷却进料气体和第二制冷剂。第一制冷剂由第一制冷压缩机37压缩,该第一制冷压缩机37相应地由诸如气体涡轮机38的处理部件提供动力。第一制冷压缩机37可以包括至少一个压缩机壳体,并且该至少一个壳体可以总共包括至少两个入口以接收至少两股处于不同压力水平的第一制冷剂流。压缩的第一制冷剂在(例如海水或空气冷却式的)一个或多个冷凝器或冷却器39中冷凝并且被收集在第一制冷剂缓冲罐40中,由此其通过热交换器(丙烷冷却器)13、14、15、16、26、27、28、29而级联,在这些热交换器(丙烷冷却器)处,第一制冷剂蒸发以分别冷却进料气体和第二制冷剂。气体涡轮机系统24和38都可以包括进气系统,该进气系统相应地可以包括空气过滤装置、水分分离装置、冷却和/或加热装置或颗粒分离装置。

[0035] 可以在图1的系统10中提供用于冷却进入两个气体涡轮机24和38的进气70、71以用于提高涡轮机的运行效率的装置。基本上,该系统可以使用系统10中可用的过剩制冷剂来冷却中间流体,该中间流体可以包括水、乙二醇或另外的传热流体,该中间流体相应地通过封闭的输入冷却剂回路50循环以冷却进入涡轮机的进气。

[0036] 参见图2,为了给进气70、71提供必要的冷却,第一制冷剂的滑流从第一制冷回路20(即,从缓冲罐40)通过管线51排出并且冲过膨胀阀52。由于第一制冷回路20已经可供用于这种类型的气体液化过程,因此不需要在该过程中提供新的或单独的冷却源,从而大大降低了系统的成本。膨胀的第一制冷剂在它通过管线54返回第一制冷回路20之前从膨胀阀52经过并流过热交换器53。丙烷在热交换器53内蒸发,从而降低中间流体的温度,所述中间流体相应地由泵56从储罐55泵送通过热交换器53。

[0037] 然后,将冷却的中间流体泵送通过分别位于涡轮机24、38的入口处的空气冷却器或冷却装置57、58。随着进气70、71流入相应的涡轮机,进气70、71流过空气冷却器或冷却装置57、58中的盘管等,在空气被输送到其相应的涡轮机之前,其相应地对进气70、71进行冷却或降温。然后,温热的中间流体通过管线59返回到储罐55。优选地,进气70、71将被冷却至不低于约5°C (41°F),这是因为在更低的温度下可能会结冰。在某些情况下,可能需要向中间流体中加入具有抑制剂的防冻剂(例如乙二醇),以防止堵塞、设备损坏和控制腐蚀。

[0038] 在图2中详细示出了本公开的一个方面,其中湿空气散热片式冷却器104连接到第一制冷回路20。如本公开所使用的那样,湿空气散热片式冷却器104结合了:(a) 常规的空气散热片热交换器(其可以使用风扇108使环境空气流过散热片管,通过该散热片管的流体(例如液体或气体)将被冷却至接近环境温度(例如干球温度))以及(b) 通过使用例如喷头112中的喷嘴110蒸发环境空气流内的液体(通常是水)来进行湿式冷却以接近环境空气的较低的湿球温度这两者的冷却效果。

[0039] 湿空气散热片式冷却器104用于对来自缓冲罐40的管线51中的液体的第一制冷剂的滑流进行过冷却。过冷却的第一制冷剂通过管线105被引导至热交换器53。该丙烷的过冷却增加了热交换器53的制冷负荷和制冷系统的性能系数。该性能系数是热交换器53的制冷负荷除以用于提供该制冷的增量压缩机功率所得的比率。湿空气散热片式冷却器104定位成冷却图2和图3的管线51中的第一制冷剂的滑流。替代地,湿空气散热片式冷却器104可以作为一个或多个冷凝器或冷却器39的一部分而并入,以过冷却液态丙烷,所述液态丙烷用

于在移除管线51中的第一制冷剂的滑流之前的液化过程的其它部分以提供用于空气冷却器或冷却装置57、58的(直接或间接的)冷却源。然而,它优选地仅对管线51中的丙烷滑流进行过冷却,以使气体涡轮机进气冷却方面的效益最大化。

[0040] 根据所公开的方面,分离器101和102分别位于空气冷却器或冷却装置58、57之后的气体涡轮机空气入口中。当进气被从其环境干球温度冷却到低于其湿球温度的温度时,这些分离器101、102移除从进气70、71冷凝的水。分离器101、102可以是惯性类型,例如竖直叶片、聚结元件、低速风箱或本领域技术人员已知的任何其他类型的水分分离器或除雾器。气体涡轮机空气入口可以包括过滤元件例如空气过滤器41,其可以分别位于空气冷却器或冷却装置57、58和分离器101、102的上游或下游或者位于它们的上游和下游。优选地,至少一个过滤元件位于冷却器和分离器的上游。该空气过滤元件可以包括防潮部,例如能够以GORETEX商标出售的ePTFE(膨胀PTFE)膜,以移除可能在由分离器101、102移除的冷凝水中聚集的大气雾、粉尘、盐或其他污染物。通过在与气体涡轮机24和/或38相关联的冷却器和分离器的上游设置至少一个过滤元件或类似装置,可以使收集的水分(水)中的大气污染物最小化,可以最小化冷却器和分离器的结垢和腐蚀,还可以控制且最小化湿空气散热片式冷却器104的结垢和腐蚀。

[0041] 在气体涡轮机进气70、71的冷却期间,大部分的制冷负荷用于冷凝气体涡轮机进气70、71中的水分,而不是简单地降低进气的干球温度。作为示例,如果要冷却干球温度为40摄氏度且湿球温度为24摄氏度的进气,则空气的有效比热在40℃和24℃之间约为1kJ/kg/℃,但是随着干球温度降低并且从空气中冷凝出水分,有效比热在低于湿球温度24℃时显著地增加至约3kJ/kg/℃。由此可以得出结论,用于冷却低于湿球温度(露点)的空气中的约三分之二的制冷负荷被浪费,这是因为用于气体涡轮机24和/或38的空气中的小的成分变化仅对气体涡轮机的可用功率产生很小影响。该冷凝水分基本上具有与进入气体涡轮机的冷却进气相同的温度并且可以用于使用在气流中位于空气冷却器或冷却装置57或58前方的类似于空气冷却器或冷却装置57或58的另外的冷却盘管来提供进气70、71的一定程度的预冷却。然而,该布置只能补偿用于降低水温的部分制冷负荷,而不能补偿用于冷凝水的部分制冷负荷。也就是说,水的蒸发热不能通过利用气体涡轮机进气进行热传递或湿式冷却来补偿。

[0042] 用于冷却和冷凝来自气体涡轮机进气70、71的水分的制冷负荷的更大部分可以通过从分离器101或102收集该冷却水、用泵103泵送并且将水喷射到湿空气散热片式冷却器104的管上或者通过其他方式混合水与进入湿空气散热片式冷却器104的气流106来补偿。基于环境条件以及由与湿空气散热片式冷却器104相关联的风扇输送的实际空气流速,由泵103泵送的水能够足以使湿空气散热片式冷却器104的空气流饱和并使其达到其湿球温度。可供使用的来自分离器101、102的过剩水流可以用于另外的用途,或者可能不足以使空气流饱和。在后一种情况下,可以提供来自另一来源的附加的水。另外,由分离器101、102分离的水被供应到开环回路中的湿空气散热片式冷却器104,或者换句话说,水不会被湿空气散热片式冷却器104再循环或再使用。因为气体涡轮机进气70、71的冷却提供了要由湿空气散热片式冷却器104使用的冷却水的稳定来源,所以在湿空气散热片式冷却器中喷射水之后不需要再循环或再利用水。采用这样的开环水回路减少了在被湿空气散热片式冷却器使用之后重新冷却水和/或过滤水的需要,从而降低了系统10或使用所公开方面的任何其他

系统的成本和复杂性。附加地或替代地,由于在湿空气散热片式冷却器中喷射的水已经被过滤并且相对清洁,因此这些水可以在所需的额外处理最少的情况下进行处置,或者可以被用作系统10内的其他处理所用的水源。

[0043] 表1中示出了使用从分离器101或102收集的水来改善进气冷却的有效性的示例。三列分别示出了无冷却器(例如湿空气散热片式冷却器104)、无喷水的空气散热片式冷却器、以及使用来自分离器101或102的冷凝水分的湿空气散热片式冷却器104的效果。

[0044] 表1

[0045]

	无冷却器	无喷水的空气散热片式冷却器	喷水的空气散热片式冷却器
环境温度(干球)	40°C	相同	相同
环境湿球温度	24°C	相同	相同
气体涡轮机进气流速(在湿条件下)	1,528,000 kg/hr	相同	相同
压缩机制冷功率	4,000 kW	相同	相同
冷凝器(39) 出口温度(将丙烷用作第一制冷剂)	47.8°C	相同	相同
“湿”空气散热片出口温度(流 105)	-	41.5°C	32.4°C
制冷器制冷负荷(53)	18,000 kW	19,450 kW	21,400 kW
进气 70, 71 的温度	16.1°C	14.9°C	13.2°C
101 或 102 中冷凝的水分	11.1 吨/小时	12.4 吨/小时	14.1 吨/小时
来自环境的功率增加 (每个气体处	20.8%	22.0%	23.5%

[0046]

理设备供应商)			
来自环境的每个 GPSA 的加热速率的下降	7.9%	8.2%	8.5%

[0047] 作为控制湿空气散热片式冷却器的空气流速的有效性的示例,对于上述的相同示例,使用具有固定UA(表面积与传热系数的乘积)的湿空气散热片式冷却器。对于该示例,假设用相同的40°C干球温度、24°C湿球温度的环境空气为改湿空气散热片式冷却器提供冷却空气。作为基础,空气流量设定为1,000,000千克/小时(kg/hr),并且将从气体涡轮机进气冷凝的所有的都用于湿空气散热片式冷却器104的湿式冷却。在将水喷射到空气散热片管上或者空气流中(或这两者的组合)时,部分的水蒸发以冷却管或空气流并且接近空气流的湿球温度。然而,当这些水蒸发时,该湿空气流的水含量也增加,因此也使该湿空气流的湿球温度升高到高于环境湿球温度。因此,无法使水蒸发以达到接近环境湿球温度的湿空气流温度;水只能接近“湿-湿球温度(wet-wet bulb temperature)”(WWBT),这是在局部条件下将水分加入气体组合物的情况下的环境空气的湿球温度。

[0048] 图3示出了本公开的另一方面,其中增加了专用的辅助压缩机114以将离开热交换器53的蒸汽压缩至类似于第一制冷压缩机37的出口压力的压力。这可以提供对图2的系统的改进以提供对进气冷却系统的控制,该控制独立于管理LNG液化系统所需的第一制冷回路的控制。为了确保进气冷却装置或者进入气体涡轮器入口的进气不结冰,有利的可以是调节中间流体的温度以确保能够管理进气温度以避免结冰。为了控制中间流体温度,可能需要调节离开热交换器53的第一制冷剂滑流的压力,以使得滑流的温度介于-5°C到20°C之间。这可以通过在热交换器53的出口处使用控制阀来完成,如图3所示。然而,它可以更有效并且提供更精确的控制以调节辅助压缩机114的性能。如果将进气冷却系统改装成现有的LNG液化系统,则图3所示的方面也可以是特别好的解决方案。

[0049] 图4是示出在湿空气散热片的环境空气流速从基础值的80%变化至基础值的120%的情况下空气流速对冷却效果的影响的图表400。在此情况下,用以达到湿空气散热片式冷却器104上游的空气中的WWBT所不需要的任何多余水分都被忽略或者实质上允许其滴落。图4表明在一定的空气流量(在该示例中约为101%)下达到冷却器402的最大制冷负荷,该空气流量大致对应于可用水源的完全蒸发。这是使制冷负荷最大化并且限制在湿空气散热片式冷却器104的上游分离出过剩水分所需的最优空气流量。该最优空气流量可以通过若干手段确定,包括但不限于:1) 测量喷水后气流的相对湿度并且以约100%的相对湿度为目标;2) 测量气体涡轮机进气温度404并进行实时优化,以通过空气散热片气流调节使气体涡轮机入口温度最小化;3) 测量来自湿空气散热片式冷却器104的制冷剂出口温度并执行类似的实时优化;4) 构建系统的基于实体或经验的模型,以优化经过湿空气散热片式冷却器104的空气流量;5) 本领域技术人员通常已知的另外的优化技术或者6) (1)至(5)的组合。本领域技术人员将理解的是基于实体的模型可以是结合了湿空气数据以及环境温度、相对湿度、空气散热片气流温度、气压、喷水流速和喷水温度中的至少一个以估算或确定能够蒸发到空气散热片气流中从而达到饱和的水分量这样的简单模型。

[0050] 图4中的示例局限于在通过从料流51传递的任何热量来对空气散热片空气流进行任何加热之前先对空气散热片空气流进行湿式冷却。在空气散热片管束前面具有足够的混合区域的情况下,该空气流是干燥的,但是在分离了任何多余水分的局部条件下水分饱和。然而,如果空气流量减少到低于图4的最优值并且假设没有分离任何多余的水分而是与该空气流一起行进,则可以确定新的最优空气流量,其特征在于在空气散热片管束的下游处的局部空气流条件下实现可用水分的完全蒸发。类似于原始示例,该新的最优空气流量可

以通过上述(1)至(6)中描述的类似技术来确定,区别在于优选地对湿空气散热片式冷却器下游的空气流执行任意的湿度测量。

[0051] 图5示意性地示出了根据本文公开的方面的冷却系统500。系统500包括可操作地连接到负载504的涡轮机502,该负载504可以是压缩机、发电机等。进入涡轮机的空气506可以通过一个或多个过滤器508过滤,并使用冷却器或冷却装置510冷却,所述冷却器或冷却装置510在一个方面中让制冷剂(未示出)流过。如前所述,一个或多个分离器512可以移除冷却空气中的冷凝水。水可以被引导通过导管514抵达储罐516,然后可以使用一个或多个泵518泵送水通过导管520抵达湿空气散热片式冷却器522。然后可以将水引导到喷头524并通过喷嘴526喷射到环境空气528中,使用风扇530将该环境空气528引导到湿空气散热片式冷却器522中。合并的水喷雾和环境空气被引导到散热片管532上或其周围。散热片管532被构造成允许处理流体534从中流过。正如先前关于图1和2所解释的那样,湿空气散热片式冷却装置522冷却处理流体,其在536处离开湿空气散热片式冷却器。处理流体可以是任何待冷却的流体,其在石油和天然气工业中可以包括制冷剂、溶剂、天然气液体、天然气或其他流体。可以通过在散热片管532或其他装置上收集冷凝水来回收环境空气中的水喷雾,并且可以将其处置或用于另外的过程。在图5所示的方面中,水的开环回路可以由来自分离器512的水通过湿空气散热片式冷却装置522的路径来表示。

[0052] 可以看出的是,使用在进气冷却装置(IAC)中收集的冷凝水并将水在开环回路中转移到湿空气散热片式冷却器,相对于没有水喷雾的常规散热片风扇冷却器而言增加了有效的热传递。可以预见的是,在IAC中的至少一个过滤元件下游冷凝的水被冷却且通常是清洁的,但是在喷水系统中可能需要额外的水处理以减少腐蚀、生物生长等。

[0053] 所公开的方面特别适用于石油和天然气工业或其他工业,其中水的使用对于具有高容量蒸汽系统的大型发电厂来说通常不那么关键。例如,所公开的方面可以安装在需要额外的容量或消除处理瓶颈的任何传热服务中,例如处理压缩机的排放温度控制。所公开的方面增加了任何空气散热片式冷却器在任何服务中的有效热传递。作为延长维护间隔的手段,所公开的方面可以用于处理压缩机的排放以减小驱动器的负载(即降低点火温度)。所公开的方面还可以用于改进天然气液体处理,其中使用辅助制冷系统来降低气体的摩尔重量。这样的辅助制冷系统的容量通常是处理容量的限制因素。使用所公开的湿空气散热片式冷却器,这些辅助制冷系统的容量大大增加,从而导致主压缩过程中的额外的可用容量。所公开的方面还可以用于提高涡轮机/发电机排放系统的效率,其中来自废气再循环冷却装置的冷凝水用作喷射到相关蒸汽系统冷凝器和/或处理料流冷却装置上的加湿喷射。

[0054] 所公开方面的范围不限于在石油和天然气工业中的应用。所公开的方面可以有利地应用于其他工业过程,其可以包括但不限于空气分离、整体气化联合循环(IGCC)发电厂、其他发电过程、药物制造、有机和/或无机化学品制造等。此外,所公开方面的范围不限于使用气体涡轮机的过程。例如,进入空气分离单元(ASU)压缩机的进气流可以被冷却到露点以下,并且由此冷凝的水可以用于冷却如本文所述的湿空气散热片式冷却器中的另外的处理流体。虽然冷却压缩机的进气减少了所需的压缩能量并且能够提高处理效率,但是如本文所述在湿空气散热片式冷却器中使用冷凝水将进一步提高处理效率。在另一示例中,通过从气体涡轮机提取部分压缩空气作为输入到ASU的输入料流,气体涡轮机可以与用于IGCC和气-液工厂的ASU相集成。在此情况下,可以使用本文描述的方面将输入料流冷却至露点

以下。

[0055] 图6是根据所公开方面的用于冷却处理流体的方法600的流程图。在模块602处,利用进气冷却系统冷却处理部件(例如涡轮机)的进气流。在模块604处,冷却的进气流中所包含的水分被冷凝。在模块606处,在开环回路中将水分从冷却的进气流分离以生成水流。在模块608处,将水流喷射到空气冷却器的空气流中。在模块610处,将合并的空气冷却器的空气流和喷射水流引导通过空气冷却器。在模块612处,在处理流体以及合并的空气冷却器的空气流和喷射水流之间交换热量,从而冷凝、冷却或过冷却所述处理流体。

[0056] 所公开的方面可以包括以下编号的段落中所示的方法和系统的任意组合。这不应当被认为是所有可行的方面的完整列表,原因在于可以根据以上的描述设想任意数量的变型。

[0057] 1、一种用于冷却处理流体的方法,其包括:

[0058] 利用进气冷却系统冷却涡轮机的进气流;

[0059] 将冷却的进气流中所包含的水分冷凝;

[0060] 在开环回路中将水分从冷却的进气流分离以生成水流;

[0061] 将水流喷射到空气冷却器的空气流中;

[0062] 将合并的空气冷却器的空气流和喷射水流引导通过所述空气冷却器;和

[0063] 在处理流体以及合并的空气冷却器的空气流和喷射水流之间交换热量,从而冷凝、冷却或过冷却所述处理流体。

[0064] 2、根据段落1所述的方法,其中,所述空气冷却器包括管束,并且交换热量的步骤包括:

[0065] 使处理流体流过所述管束;和

[0066] 将合并的空气冷却器的空气流和喷射水流引导经过所述管束或越过所述管束。

[0067] 3、根据段落1或段落2所述的方法,其中,使用风扇完成对合并的空气冷却器的空气流和喷射水流的引导。

[0068] 4、根据段落3所述的方法,其中,使用风扇速度控制、风扇叶片桨距控制和阻尼器调节中的一者或多者来调节空气冷却器的空气流的流速或速度。

[0069] 5、根据段落4所述的方法,其中,基于下列参数中的至少一个来调节空气冷却器的空气流的流速或速度:空气冷却器的空气流的相对湿度、喷射水流的流速、环境温度、气压、湿空气数据、环境相对湿度、空气流温度和喷射水流的温度。

[0070] 6、根据段落1-5中任一段落所述的方法,其中,通过分离装置实现水分的分离,所述分离装置选自惯性分离器、叶片分离器、风箱和凝聚器。

[0071] 7、根据段落1-6中任一段落所述的方法,其还包括在冷却进气流之前至少部分地过滤进气流。

[0072] 8、根据段落1-7中任一段落所述的方法,其中,处理料流是需要排热的烃类处理料流。

[0073] 9、根据段落1-7中任一段落所述的方法,其中,处理料流是制药过程、发电过程和化学品制造过程之一中的处理料流。

[0074] 10、根据段落1-9中任一段落所述的方法,其中,所述进气流、所述涡轮机和所述进气冷却系统分别是第一进气流、第一涡轮机和第一进气冷却系统,所述方法还包括:

- [0075] 利用第二进气冷却系统冷却第二涡轮机的第二进气流；
- [0076] 将冷却的第二进气流中所包含的水分冷凝；
- [0077] 将水分从冷却的第二进气流分离；和
- [0078] 将水引入水流中。
- [0079] 11、根据段落1-10中任一段落所述的方法，其中，利用进气冷却系统冷却涡轮机的进气流包括将进气流从进气流的大约干球温度冷却至低于进气流的湿球温度的温度。
- [0080] 12、一种用于在处理天然气以生产液化天然气的烃类处理中冷却处理流体的系统，所述系统包括：
- [0081] 气体涡轮机；
- [0082] 冷却装置，所述冷却装置位于所述气体涡轮机的入口处，所述冷却装置构造成用以将进气流从进气流的大约干球温度冷却至低于进气流的湿球温度的温度；
- [0083] 分离器，所述分离器位于所述冷却装置的下游并且构造成用以在开环回路中分离冷却的进气流中的水并生成水流；和
- [0084] 湿空气散热片式冷却器，所述湿空气散热片式冷却器合并水流与空气冷却器的空气流以冷凝、冷却或过冷却流过所述湿空气散热片式冷却器的处理流体。
- [0085] 13、根据段落12所述的系统，其中，所述湿空气散热片式冷却器包括：
- [0086] 管束，处理流体流过所述管束；
- [0087] 喷头，所述喷头构造成将水流喷射到空气冷却器的空气流中；和
- [0088] 风扇，所述风扇迫使空气流和喷射水流经过所述管束或越过所述管束。
- [0089] 14、根据段落13所述的系统，其还包括风扇控制器，所述风扇控制器控制风扇的速度、风扇的叶片的桨距以及与风扇相关联的阻尼器中的至少一者。
- [0090] 15、根据段落12-14中任一段落所述的系统，其中，所述分离器是惯性分离器、叶片分离器、风箱和凝聚器中的一种。
- [0091] 16、根据段落12-15中任一段落所述的系统，其还包括过滤器，所述过滤器布置成用以在由所述冷却装置冷却进气流之前至少部分地过滤进气流。
- [0092] 17、根据段落16所述的系统，其中，所述过滤器包括防潮部。
- [0093] 18、根据段落12-17中任一段落所述的系统，其中，所述气体涡轮机、所述冷却装置、所述进气流和所述分离器是第一气体涡轮机、第一冷却装置、第一进气流和第一分离器，并且所述系统还包括：
- [0094] 第二气体涡轮机；
- [0095] 第二冷却装置，所述第二冷却装置位于所述第二气体涡轮机的入口处，所述第二冷却装置构造成用以将第二进气流从第二进气流的大约干球温度冷却至低于第二进气流的湿球温度的温度；和
- [0096] 第二分离器，所述第二分离器位于所述第二冷却装置的下游，并且构造成用以在冷却的第二进气流中分离水并且将分离的水输送到水流中。
- [0097] 19、一种用于冷却处理流体的方法，其包括：
- [0098] 利用进气冷却系统冷却处理部件的进气流；
- [0099] 将冷却的进气流中所包含的水分冷凝；
- [0100] 在开环回路中将水分从冷却的进气流分离以生成水流；

- [0101] 将水流喷射到空气冷却器的空气流中；
- [0102] 将合并的空气冷却器的空气流和喷射水流引导通过空气冷却器；以及
- [0103] 在处理流体以及合并的空气冷却器的空气流和喷射水流之间交换热量，从而冷凝、冷却或过冷却所述处理流体。
- [0104] 20、根据段落19所述的方法，其中，所述空气冷却器包括管束，并且交换热量的步骤包括：
- [0105] 使处理流体流过所述管束；和
- [0106] 将合并的空气冷却器的空气流和喷射水流引导经过所述管束或越过所述管束。
- [0107] 21、根据段落19或段落20所述的方法，其中，使用风扇完成对合并的空气冷却器的空气流和喷射水流的引导。
- [0108] 22、根据段落21所述的方法，其中，使用风扇速度控制、风扇叶片桨距控制和阻尼器调节中的一者或多者来调节空气冷却器的空气流的流速或速度。
- [0109] 23、根据段落22所述的方法，其中，基于下列参数中的至少一个来调节空气冷却器的空气流的流速或速度：空气冷却器的空气流的相对湿度、喷射水流的流速、环境温度、气压、湿空气数据、环境相对湿度、空气流温度和喷射水流的温度。
- [0110] 24、根据段落19-23中任一段落所述的方法，其中，通过分离装置实现水分的分离，所述分离装置选自惯性分离器、叶片分离器、风箱和凝聚器。
- [0111] 25、根据段落19-24中任一段落所述的方法，其还包括在冷却进气流之前至少部分地过滤进气流。
- [0112] 26、根据段落19-25中任一段落所述的方法，其中，利用进气冷却系统冷却所述处理部件的进气流包括将进气流从进气流的大约干球温度冷却至低于进气流的湿球温度的温度。
- [0113] 应当理解，在不背离本公开的范围的情况下，可以对上述的公开内容进行多种修改、变型和替换。因此，前文的描述并不意味着限制本公开的范围。本公开的范围应当仅由所附的权利要求及其等同方案确定。还应当理解，在本公开的示例中的结构和特征可以更改、重新布置、替换、删除、复制、组合或者相互添加。

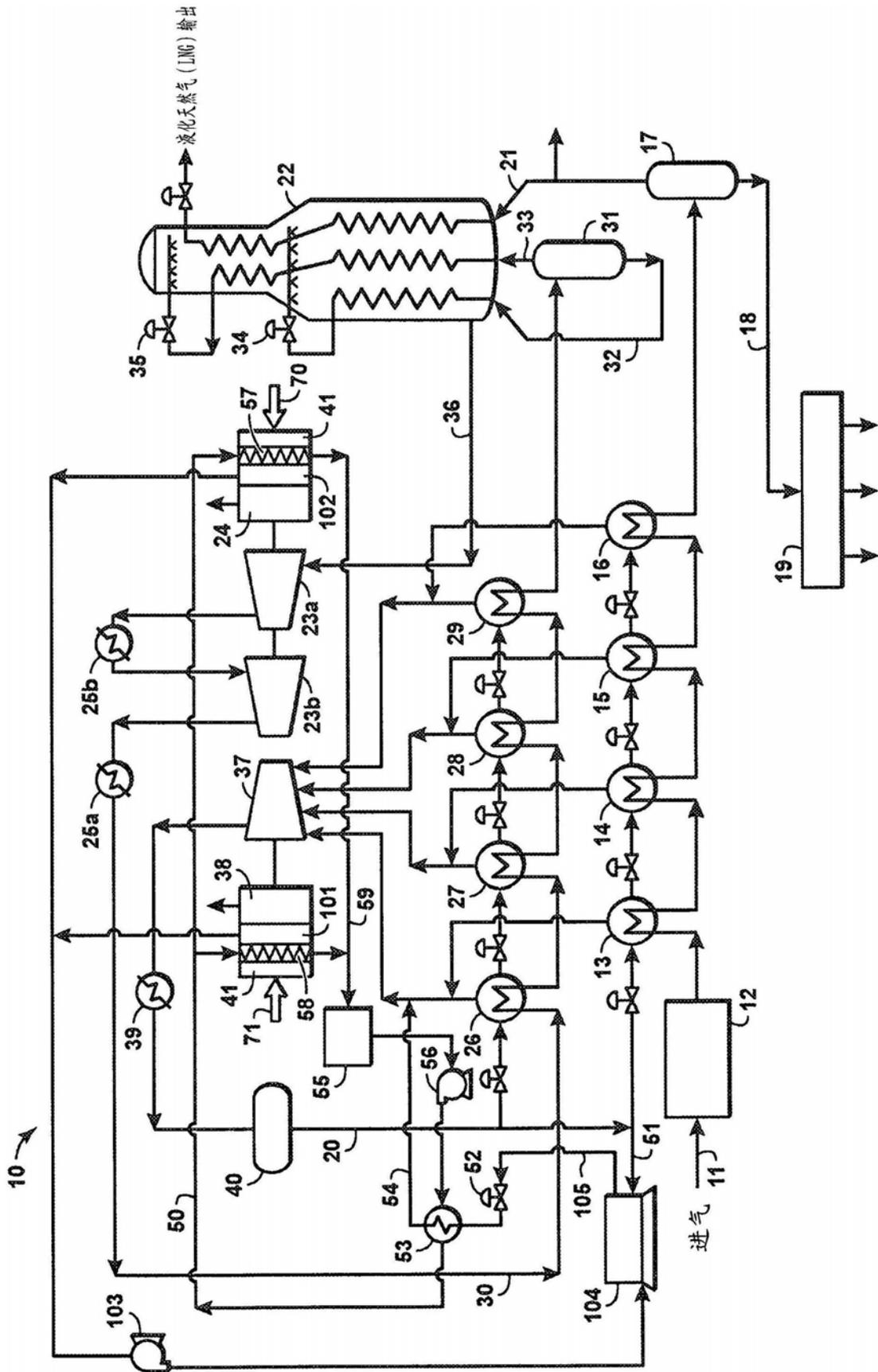


图1

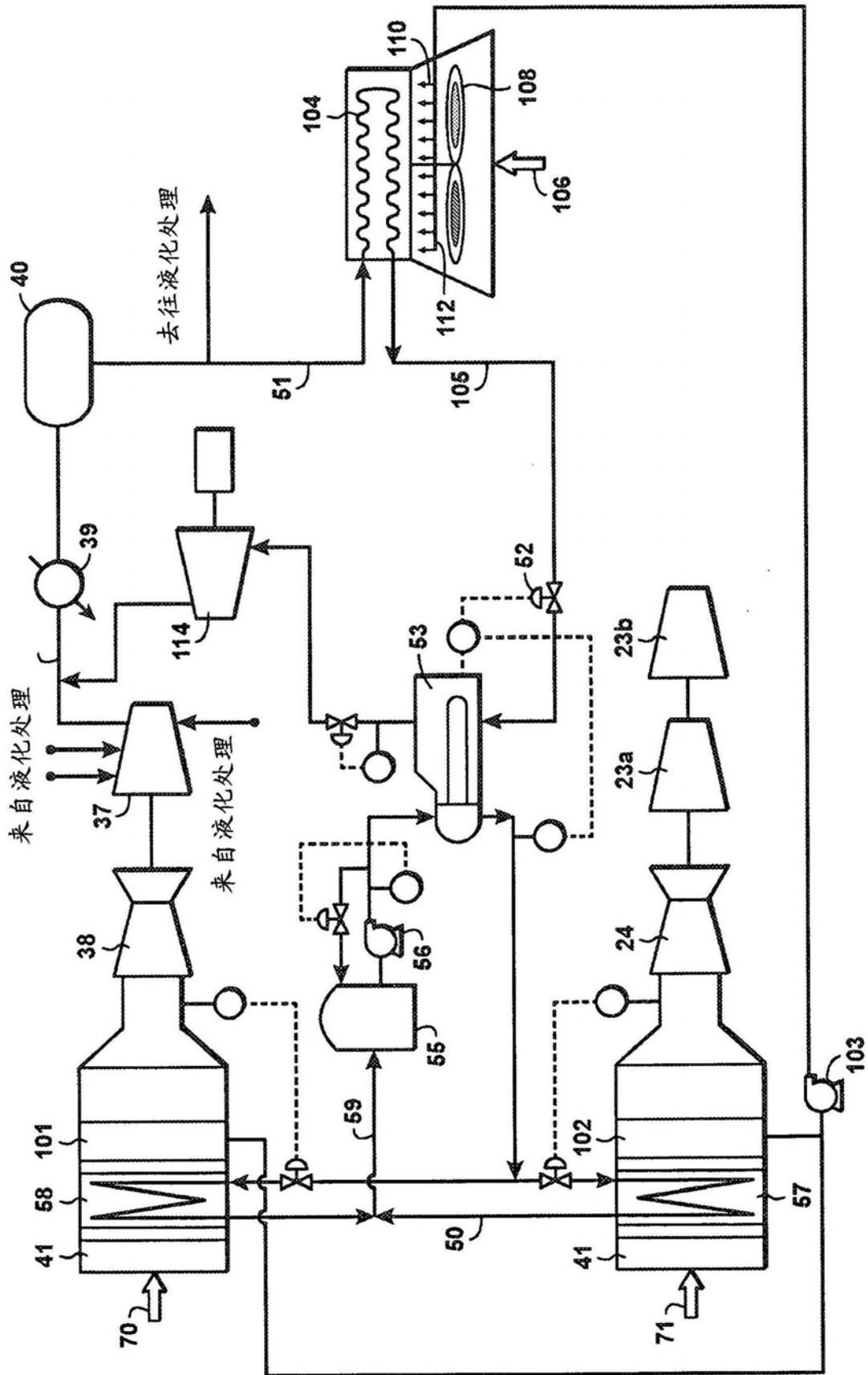


图3

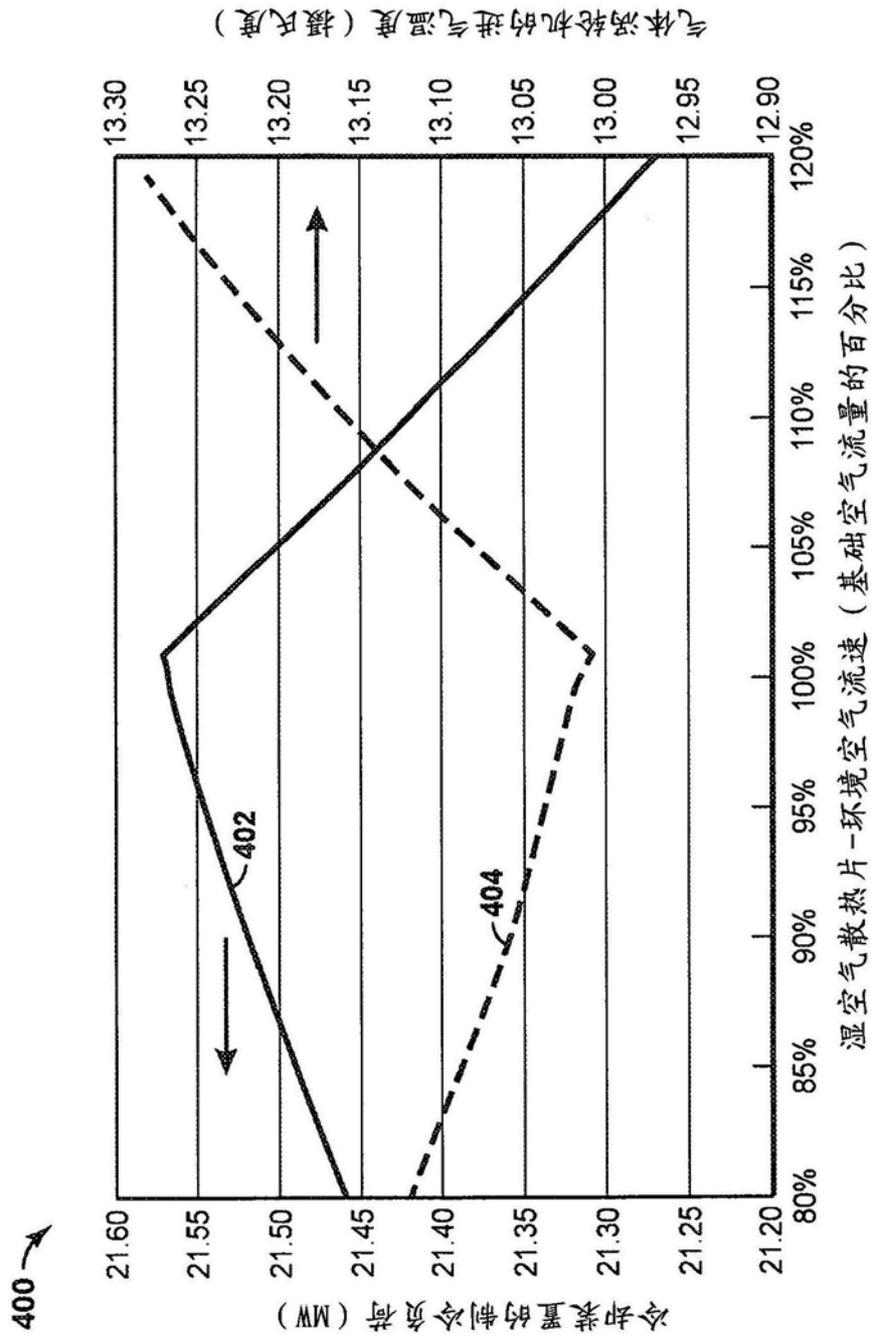


图4

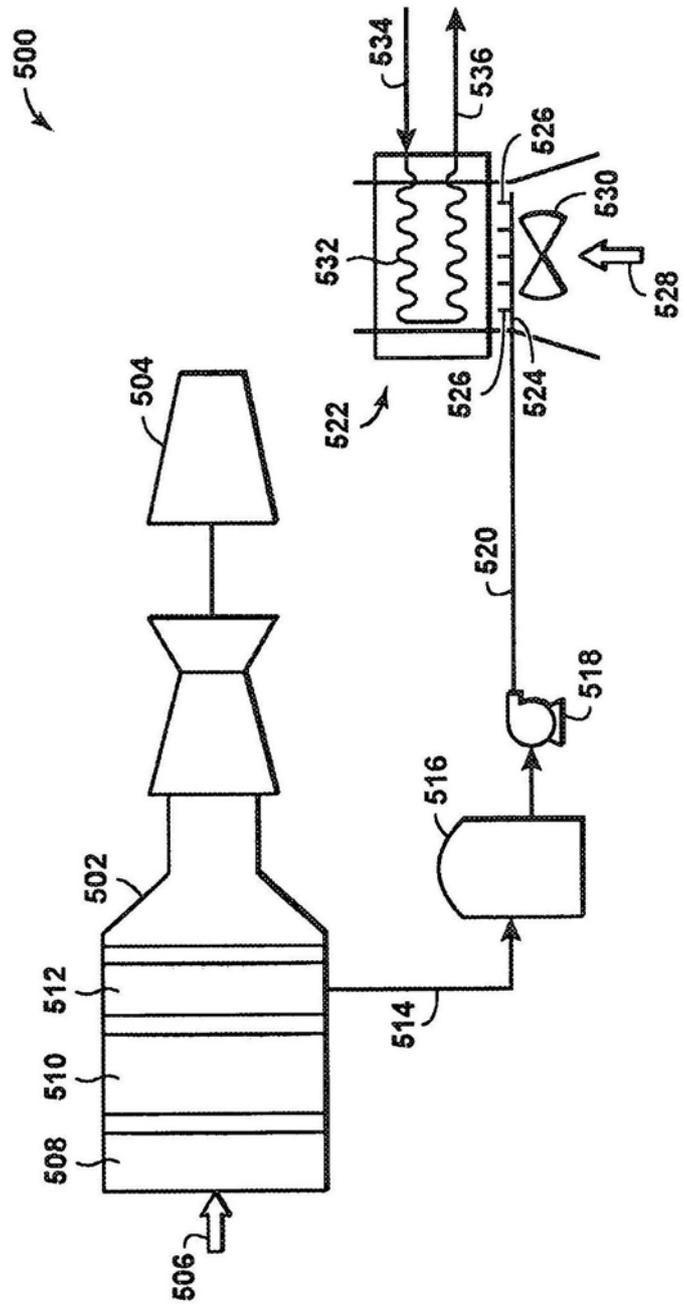


图5

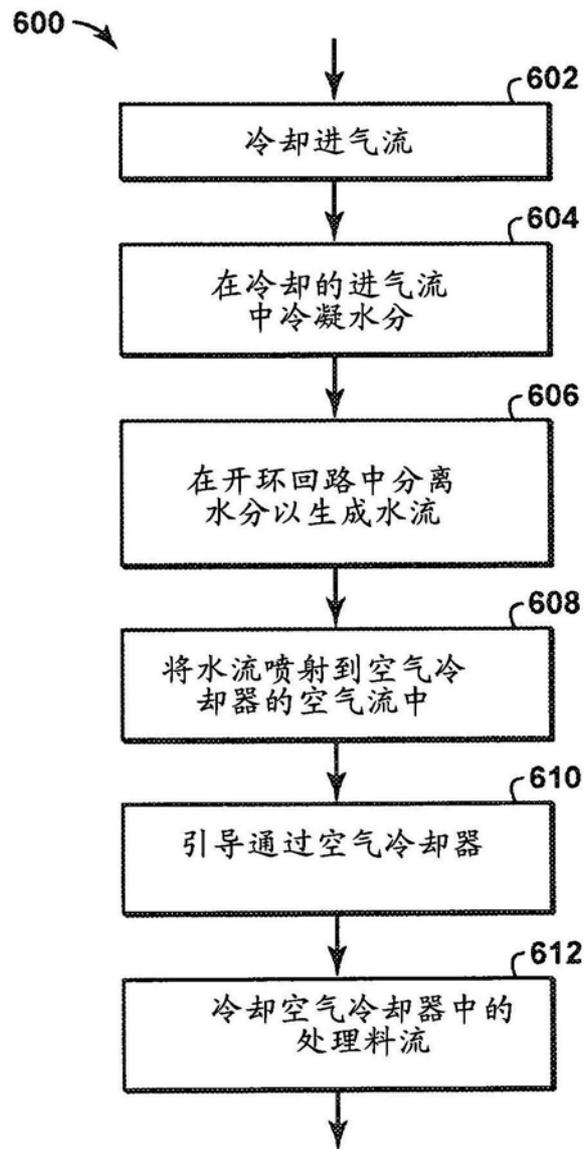


图6