



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103452673 B

(45)授权公告日 2017.03.01

(21)申请号 201310210295.0

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2013.05.31

F02C 9/18(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 黄彬彬

申请公布号 CN 103452673 A

(43)申请公布日 2013.12.18

(30)优先权数据

13/485160 2012.05.31 US

(73)专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 S.埃卡纳亚克 A.I.西皮奥

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 李强 谭祐祥

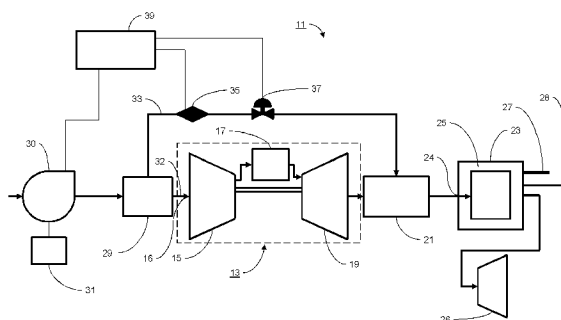
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

具有空气流旁路的增压联合循环系统

(57)摘要

本发明涉及具有空气流旁路的增压联合循环系统。一种用于使联合循环系统(11)增压的系统和方法包括提供可变空气流的强制通风机(30)。空气流的至少第一部分被引导到压缩机(15),且空气流的第二部分转移到热回收蒸汽发生器(23)。控制系统(39)控制提供给压缩机(15)和热回收蒸汽发生器(23)的空气流。该系统通过控制从强制通风机(30)到压缩机(15)和热回收蒸汽发生器(23)的空气流而允许联合循环系统(11)在期望运行状态下运行。



1. 一种联合循环系统(11),包括:
 - 燃气涡轮系统(13),其具有压缩机(15)和提供排气的输出侧;
 - 具有入口的热回收蒸汽发生子系统;
 - 排气管道(21),其联接到所述燃气涡轮系统(13)和所述入口上,以用于将所述排气输送到所述热回收蒸汽发生子系统(23);
 - 可控空气流源,其产生空气流;
 - 联接到所述可控空气流源上的管道(32)组件,其将所述空气流的至少一部分传送到所述压缩机(15);
 - 联接到所述可控空气流源和所述排气管道(21)上的旁路(33),其适于将所述空气流的至少一部分选择性地传送到所述入口(24);以及
 - 控制系统,其可构造为确定所述燃气涡轮系统的第一运行状态和期望运行状态、以及确定为了实现所述期望运行状态而提供给所述压缩机的空气的第一质量流量和提供给所述热回收蒸汽发生子系统的空气的第二质量流量,并且控制将所述第一质量流量的空气选择性地传送到所述压缩机中、和将所述第二质量流量的空气选择性地传送到所述热回收蒸汽发生子系统。
2. 根据权利要求1所述的联合循环系统(11),其特征在于,所述可控空气流源包括强制通风机(30)。
3. 根据权利要求2所述的联合循环系统(11),其特征在于,所述联合循环系统(11)进一步包括联接到所述强制通风机上的变频驱动器。
4. 根据权利要求1所述的联合循环系统(11),其特征在于,所述联合循环系统(11)进一步包括设置在所述旁路(33)上的流量传感器(35)和闸阀(37)。
5. 根据权利要求3所述的联合循环系统(11),其特征在于,所述联合循环系统(11)进一步包括控制所述变频驱动器的控制系统(39)。
6. 根据权利要求4所述的联合循环系统(11),其特征在于,所述联合循环系统(11)进一步包括接收来自所述流量传感器(35)的信号且控制所述闸阀(37)的控制系统(39)。
7. 根据权利要求1所述的联合循环系统(11),其特征在于,所述热回收蒸汽发生子系统包括补充燃烧装置(25)。
8. 一种控制联合循环系统(11)的方法,包括:
 - 确定第一运行状态;
 - 确定期望运行状态;
 - 确定为了实现所述期望运行状态而提供给压缩机(15)的空气的第一质量流量和提供给热回收蒸汽发生器的空气的第二质量流量;
 - 提供可控空气流源;
 - 将所述第一质量流量的空气选择性地传送到所述压缩机(15)中;以及
 - 将所述第二质量流量的空气选择性地传送到所述热回收蒸汽发生器。
9. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,提供可控空气流源的方法要素包括提供由变频驱动器驱动的强制通风机(30)。
10. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,所述期望运行状态为补偿输出退化的状态。

11. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,将第二质量流量的空气选择性地传送到所述热回收蒸汽发生器的方法要素进一步包括以一定温度传送第二质量流量的空气和调整所述温度。

12. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,所述方法进一步包括强制冷却所述第一质量流量的空气。

13. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,所述期望运行状态为提供预定蒸汽流的状态。

14. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,选择性地传送所述第二质量流量的空气的方法要素包括将所述第二质量流量的空气通过旁路(33)传送到所述热回收蒸汽发生器。

15. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,所述方法进一步包括利用联接到旁路(33)上的阀来控制所述第二质量流量的空气。

具有空气流旁路的增压联合循环系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请涉及以John Anthony Conchieri、Robert Thomas Thatcher和Andrew Mitchell Rodwell的名义共同提交的同时提交的名称为“GAS TURBINE COMPRESSOR INLET PRESSURIZATION AND FLOW CONTROL SYSTEM(燃气涡轮压缩机入口加压和流控制系统)”的申请No. 13/485,216,以及以Sanji Ekanayake和Alston I. Scipio的名义共同提交的名称为“GAS TURBINE COMPRESSOR INLET PRESSURIZATION HAVING A TORQUE CONVERTER SYSTEM(具有扭矩转换器系统的燃气涡轮压缩机入口加压系统)”的申请No. 13/485,273,它们各自转让给本发明的受让人通用电气公司。

技术领域

[0003] 本文所公开的主题涉及联合循环功率系统,且更具体地涉及具有空气流旁路的增压联合循环系统。

背景技术

[0004] 联合循环功率系统和热电联合设施利用燃气涡轮来产生功率。这些燃气涡轮通常生成高温排气,排气传送到产生蒸汽的热回收蒸汽发生器(HRSG)中。蒸汽可用于驱动蒸汽涡轮来生成更多功率,且/或提供用于在其它过程中使用的蒸汽。

[0005] 以最大效率运行功率系统在任何发电设施的最优先事项。包括负载条件、设备退化和环境条件的因素可引起发电单元在低于最佳条件下运行。使涡轮系统增压(引起入口压力超过排气压力)作为提高燃气涡轮的容量的方式是已知的。增压涡轮系统通常包括位于燃气涡轮入口处的变速增压风机,该风机由源于将排气废热转化成蒸汽的蒸汽能驱动。增压风机用于提高进入燃气涡轮中的空气的质量流率,以便燃气涡轮轴的马力可增大。

[0006] 常规的增压联合循环系统的一个问题在于它们主要由于普遍的“点火差价(spark spread)”而不经济。点火差价为燃气发电厂出售给定量的电力减去生产给定量的电力所需的燃料成本的毛利。运行成本、维护成本、投资成本和其它财务成本必须由点火差价承担。常规增压系统的另一个问题在于控制入口风机很难。在许多情况下,此类系统的投资回报率并不吸引人。常规增压联合循环系统并未在系统寿命周期内向客户提供足够的系统灵活性、输出和效率。此外,那些系统需要显著的改变,且有时与既有的系统不相容。

发明内容

[0007] 根据一个示例性非限制性实施例,本发明涉及一种联合循环系统,其包括具有压缩机和提供排气的输出侧的燃气涡轮子系统,以及具有入口的热回收蒸汽发生子系统。排气管道联接到燃气涡轮系统和入口上,以用于将排气输送至热回收蒸汽发生系统。系统还包括产生空气流的可控空气流源,以及联接到可控空气流源上的管道组件,管道组件将至少一部分空气流传送到压缩机。还提供了联接到可控空气流源和排气管道上的旁路,其适于将至少一部分空气流选择性地传送到入口。

[0008] 在另一个实施例中,提供了一种增压系统,该系统包括提供可变空气流的强制通风机。还提供了将至少一部分空气流引导到压缩机的管道和将至少一部分空气流转移至热回收蒸汽发生器的旁路子系统。该系统包括联接到旁路子系统和强制通风机上的控制系统。

[0009] 在另一个实施例中,一种运行联合循环系统的方法包括确定第一运行状态和确定期望运行状态。该方法包括确定为了实现期望运行状态而提供给压缩机的空气的第一质量流量和提供给热回收蒸汽发生器的空气的第二质量流量。该方法包括提供可控空气流源、将第一质量流量的空气选择性地传送到压缩机;以及将第二质量流量的空气选择性地传送到热回收蒸汽发生器。

[0010] 一种联合循环系统,包括:

[0011] 燃气涡轮系统,其具有压缩机和提供排气的输出侧;

[0012] 具有入口的热回收蒸汽发生子系统;

[0013] 排气管道,其联接到所述燃气涡轮子系统和所述入口上,以用于将所述排气输送到所述热回收蒸汽发生子系统;

[0014] 可控空气流源,其产生空气流;

[0015] 联接到所述可控空气流源上的管道组件,其将所述空气流的至少一部分传送到所述压缩机;以及

[0016] 联接到所述可控空气流源和所述排气管道上的旁路,其适于将所述空气流的至少一部分选择性地传送到所述入口。

[0017] 在另一个实施例中,所述可控空气流源包括强制通风机。

[0018] 在另一个实施例中,所述联合循环系统进一步包括联接到所述强制通风机上的变频驱动器。

[0019] 在另一个实施例中,所述联合循环系统进一步包括设置在所述旁路上的流量传感器和闸阀。

[0020] 在另一个实施例中,所述联合循环系统进一步包括控制所述变频驱动器的控制系统。

[0021] 在另一个实施例中,所述联合循环系统进一步包括接收来自所述流量传感器的信号且控制所述闸阀的控制系统。

[0022] 在另一个实施例中,所述热回收蒸汽发生子系统包括补充燃烧装置。

[0023] 一种控制联合循环系统的方法,包括:

[0024] 确定第一运行状态;

[0025] 确定期望运行状态;

[0026] 确定为了实现所述期望运行状态而提供给压缩机的空气的第一质量流量和提供给热回收蒸汽发生器的空气的第二质量流量;

[0027] 提供可控空气流源;

[0028] 将所述第一质量流量的空气选择性地传送到所述压缩机中;以及

[0029] 将所述第二质量流量的空气选择性地传送到所述热回收蒸汽发生器。

[0030] 在另一个实施例中,提供可控空气流源的方法要素包括提供由变频驱动器驱动的强制通风机。

- [0031] 在另一个实施例中,所述期望运行状态为补偿输出退化的状态。
- [0032] 在另一个实施例中,将第二质量流量的空气选择性地传送到所述热回收蒸汽发生器的方法要素进一步包括以一定温度传送第二质量流量的空气和调整所述温度。
- [0033] 在另一个实施例中,所述方法进一步包括强制冷却所述第一质量流量的空气。
- [0034] 在另一个实施例中,所述期望运行状态为提供预定蒸汽流的状态。
- [0035] 在另一个实施例中,选择性地传送所述第二质量流量的空气的方法要素包括将所述第二质量流量的空气通过旁路传送到所述热回收蒸汽发生器。
- [0036] 在另一个实施例中,所述方法进一步包括利用联接到所述旁路上的阀来控制所述第二质量流量的空气。
- [0037] 结合附图,根据优选实施例的以下更详细的描述,本发明的其它特征和优点将是显而易见的,附图以示例的方式示出本发明的原理。

附图说明

- [0038] 图1为具有空气旁路的增压联合循环系统的实施例的示意图。
- [0039] 图2为具有空气旁路的增压联合循环系统的另一个实施例的示意图。
- [0040] 图3为由具有空气旁路的增压联合循环系统执行的方法的实施例的流程图。
- [0041] 图4为示出由具有空气旁路的增压联合循环系统实现的结果的图表。
- [0042] 图5为由具有空气旁路的增压联合循环系统执行的方法的实施例的流程图。
- [0043] 图6为示出由具有空气旁路的增压联合循环系统实现的结果的图表。
- [0044] 图7为示出由具有空气旁路的增压联合循环系统实现的结果的图表。
- [0045] 部件列表:
- [0046] 11 SCCAB系统
- [0047] 13 燃气涡轮系统
- [0048] 15 压缩机
- [0049] 16 压缩机入口
- [0050] 17 燃烧器
- [0051] 19 涡轮
- [0052] 21 排气管道
- [0053] 23 HRSG
- [0054] 24 HRSG入口
- [0055] 25 二次燃烧装置
- [0056] 26 蒸汽涡轮
- [0057] 27 烟囱
- [0058] 28 过程蒸汽出口集管
- [0059] 29 入口壳体及冷却系统
- [0060] 30 强制通风机
- [0061] 31 变频驱动器(VFD)
- [0062] 32 管道组件
- [0063] 33 旁路

- [0064] 35 流量传感器
- [0065] 37 闸阀
- [0066] 39 控制系统
- [0067] 41 入口壳体
- [0068] 43 冷却系统
- [0069] 50 随着时间的推移而保持联合循环装置的输出的方法
- [0070] 51 确定当前状态
- [0071] 53 确定期望状态
- [0072] 55 确定所需空气流量
- [0073] 57 调节进入压缩机入口中的空气流
- [0074] 59 调节进入HRSG入口中的空气流
- [0075] 60 控制蒸汽输出的方法
- [0076] 61 确定当前状态
- [0077] 63 确定期望的输出和蒸汽流量
- [0078] 65 确定空气流量
- [0079] 67 调节进入压缩机入口中的空气流
- [0080] 69 调节进入HRSG中的空气质量流量。

具体实施方式

[0081] 图1中示出了根据本发明的一个实施例的具有空气旁路的增压联合循环系统(SCCAB系统11)的示意图。SCCAB系统11包括燃气涡轮子系统13,燃气涡轮子系统13继而又包括具有压缩机入口16的压缩机15、燃烧器17和涡轮19。排气管道21可联接到涡轮19和热回收蒸汽发生器子系统(HRSG 23)上。HRSG 23来自涡轮19的排气回收热,排气被传送穿过HRSG入口24来生成蒸汽。HRSG 23还可包括向HRSG 23提供额外能量的二次燃烧装置25。来自于HRSG 23的一些蒸汽和排气可排至烟囱27,或用于驱动蒸汽涡轮27和提供额外功率。来自于HRSG 23的一些蒸汽可输送穿过过程蒸汽出口集管28以用于其它过程。SCCAB系统11还可包括入口壳体及冷却系统29。入口壳体及冷却系统29用于冷却和过滤进入压缩机入口16的空气,以增加功率和避免对压缩机15的损害。

[0082] SCCAB系统11还包括强制通风机30,其用于产生迫使空气进入压缩机15中的正压力。强制通风机30可具有固定叶片或可变叶片风机(未示出)和用以驱动叶片的电动马达(未示出)。强制通风机30可由变频驱动器(VFD 31)驱动,变频驱动器通过控制供应给马达的电功率的频率来控制电动马达的旋转速度。VFD 31提供了许多优点,包括在低于标称速度下运行而节能性。另一个优点在于VFD 31可逐渐地提升速度,从而减小设备上的应力。强制通风机30提供穿过管道组件32的可控空气流源,且可用于提高进入压缩机15中的空气的质量流率。进入压缩机中的空气量可由VFD 31控制。相比于略微负压的常规设计,压缩机入口16可构造成适应略微的正压。

[0083] SCCAB系统11还可包括旁路33(其可包括外部管道),旁路33将一部分空气流从强制通风机30转移到排气管道21中。这样增加的空气流向二次燃烧装置25提供额外的氧,以避免火焰熄灭或低于最佳的燃烧。旁路33可设有流量传感器35和闸阀37,以控制穿过旁路

33的空气流。控制系统39可提供来接收来自于流量传感器35的数据,且控制闸阀37和VFD 31。控制系统39可集成到用于SCCAB系统11的运行控制的大型控制系统中。来自于旁路的空气流传送到排气管道21,在该处,可调整进入HRSG23的组的空气和排气的温度。

[0084] 图2中示出了SCCAB系统11的另一个实施例,其包括一对燃气涡轮子系统13。在该实施例中,该对燃气涡轮子系统13的排气用于驱动单个蒸汽涡轮27。在该实施例中,入口壳体41定位在强制通风机30上游,且可冷却来自于风机的空气流的冷却系统43定位在强制通风机30的下游。旁路33联接到冷却系统43上。本领域的普通技术人员将认识到的是,尽管在该实施例中描述了两个燃气涡轮系统13,但可使用任意数目的燃气涡轮系统13以及任意数目的蒸汽涡轮27。

[0085] 在运行中,SCCAB系统11提供增加的空气流进入HRSG 23中,导致许多益处。SCCAB系统11可向操作者提供优化联合循环装置的灵活性、效率和寿命周期经济性的能力。例如,燃气涡轮子系统13的入口压力的升高改善了输出性能和热效率性能。SCCAB系统11的输出性能可通过随着时间的推移与SCCAB系统11的退化相当增加增压水平(和用以驱动强制通风机30的寄生负载)而在SCCAB系统11的寿命周期内保持平坦(零退化)。用以向强制通风机30供能的VFD 31的使用实现部分增压条件且显著改善部分增压条件下的系统效率。可来源于SCCAB系统11的另一个益处为功率发生量对蒸汽发生量的比率包络的扩大。这可通过利用来自于强制通风机30的空气调整HRSG入口24处的排气温度来完成。可来源于SCCAB系统11的另一个益处在于由于吹扫循环(除去累积的气体)的减少而改善了启动速率。SCCAB系统11还可通过利用通过旁路33提供的来自于强制通风机30的空气来调整排气管道21处的排气温度而提供改善的负载变化速率。SCCAB系统11的强制通风机30还提供用以强制冷却燃气涡轮子系统13和HRSG 23的有效方式,以减少维护停机时间,且改善了系统可用性。强制通风机30向所有重型燃气涡轮系统13的简单循环构造和联合循环构造提供了相当大的益处,在较热的环境条件下以中等投资成本带来了20%范围内的输出改善。

[0086] SCCAB系统11可执行如参照图3至图4示出的随着时间的推移而保持联合循环装置的输出的方法(方法50)。在图3中,方法50可确定当前状态(方法要素51),且可确定期望状态(方法要素53)。期望状态可为随着时间的推移保持标称输出,以补偿性能损失。性能损失通常源于燃气涡轮中的构件随着时间的推移的磨损的结果。可测量或计算这些损失。方法50可确定保持期望输出所需的增加的空气质量流量(方法要素55)。基于该确定,方法50可调节进入压缩机入口16中的空气质量流(方法要素57)。方法50可调节进入HRSG入口24中的组的空气和排气的质量流量(方法要素59)。

[0087] 图4示出了常规的联合循环系统和SCCAB系统11的输出和热效率随着时间的推移的损失(以百分比表示)。由于燃气涡轮的构件的磨损,故燃气涡轮随着时间的推移经历输出的损失。该损失部分地归因于增大的涡轮和压缩机的间隙以及表面光洁度和翼型件轮廓的变化。通常,维护或压缩机清洁不可恢复这种损失,相反,解决方案为以推荐的检查时间间隔来更换受影响的部分。然而,通过使用强制通风机30来提高增压水平,可保持输出性能,但以驱动强制通风机30的寄生负载为代价。顶部曲线(双实线)示出了常规联合循环系统的典型输出损失。第二曲线(双虚线)示出了在定期检查和日常维护的情况下的预计输出损失。下方的曲线(三虚线)示出了SCCAB系统11的输出损失可保持为接近0%。同样,常规联合循环系统(单实线)的热效率退化可利用SCCAB系统11得到显著改善。

[0088] 图5示出了控制SCCAB系统11的蒸汽输出的方法(方法60)。方法60可首先确定当前状态(方法要素61)。方法60还可确定期望的输出和蒸汽流量(方法要素63)。方法60可确定通往压缩机入口16和HRSG入口24的所需的增加的空气流量(方法要素65)。然后,方法60可调节进入压缩机入口16中的空气流(方法要素67)和进入HRSG入口24中的组合的排气和空气流(方法要素69),以提供期望蒸汽输出。

[0089] 图6示出了用以保持恒定的蒸汽流的扩大的运行包络。竖向轴线以MW为单位测量输出,而水平轴线测量蒸汽质量流量。内部区域(亮的竖向剖面线)示出了常规联合循环系统的包络。SCCA 11的包络以对角剖面线示出,且更大的区域示出了与HRSG 23中的二次燃烧组合的SCCA 11的性能。

[0090] 图7为示出与处于最低负载和基本负载下的常规联合循环系统相比较的处于特定环境温度下的SCCAB系统11的改善的运行性能的图表。水平轴线以MW为单位测量输出,而竖向轴线测量热效率(产生一kWh的电力所需的来自于燃料的热能(BTU))。图表示出了由SCCAB系统11带来的效率的改善。

[0091] 以上详细描述通过使用框图、流程图和/或实例阐明了系统和/或方法的各种实施例。只要这样的框图、流程图和/或实例包含一个或多个功能和/或操作,本领域内的技术人员将理解到这些框图、流程图或实例内的各个功能和/或操作可通过较大范围的硬件来独立地执行和/或共同地执行。还将理解的是,方法步骤可在本文的流程图和/或实例中以特定顺序存在,而不需要限于以提出的顺序来执行。例如,步骤可同时地执行,或以不同于本文提出的顺序执行,且本领域的技术人员依照本公开内容将很清楚这些变化。

[0092] 本书面描述使用示例来公开本发明,包括最佳模式,并且还使本领域任何技术人员能够实践本发明,包括制造和使用任何装置或系统,以及实行任何结合的方法。本发明的可取得专利的范围由权利要求限定,并且可包括本领域技术人员想到的其它示例。如果这样的其它示例具有不异于权利要求的字面语言的结构要素,或者如果它们包括与权利要求的字面语言无实质性差异的等效结构要素,则它们意于处在权利要求的范围之内。

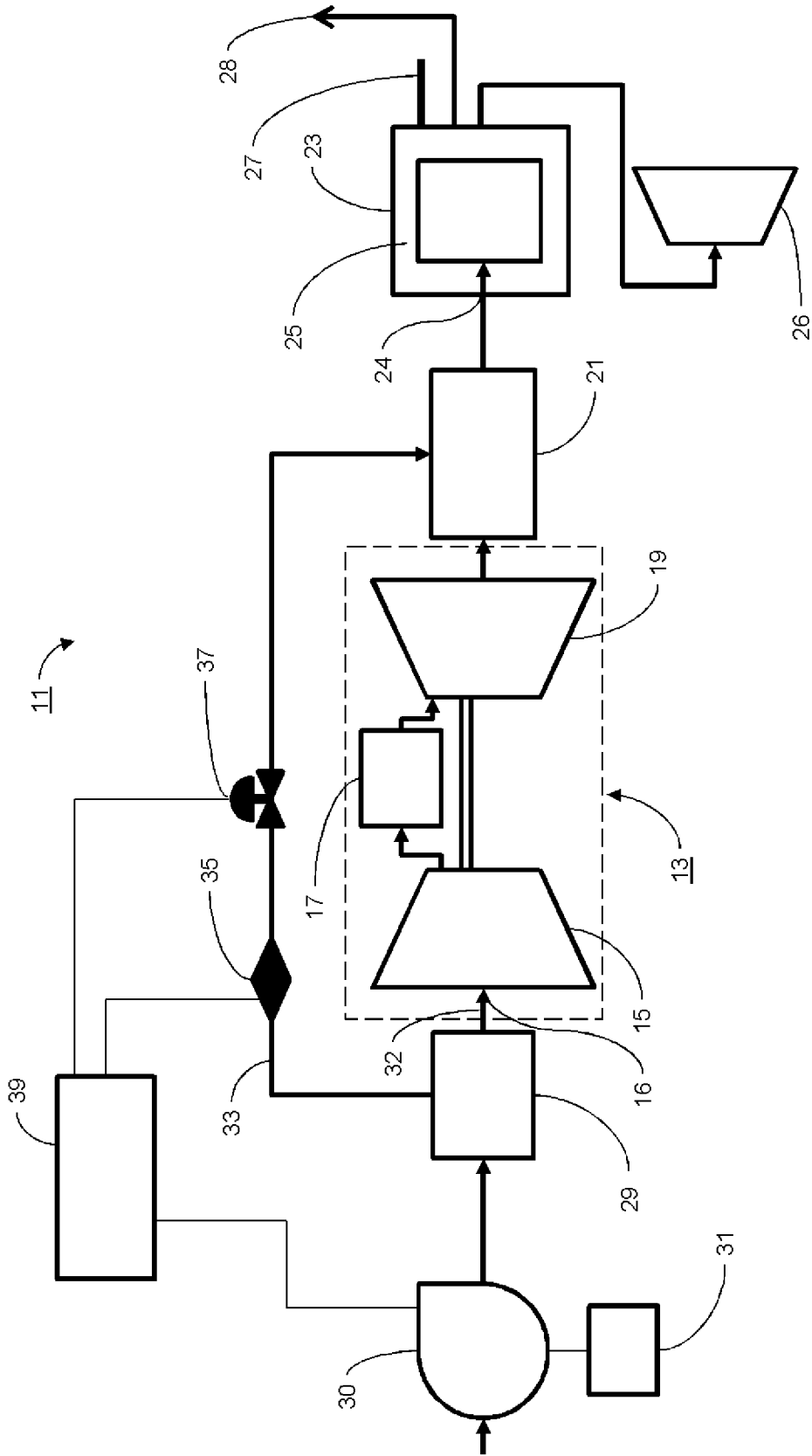


图 1

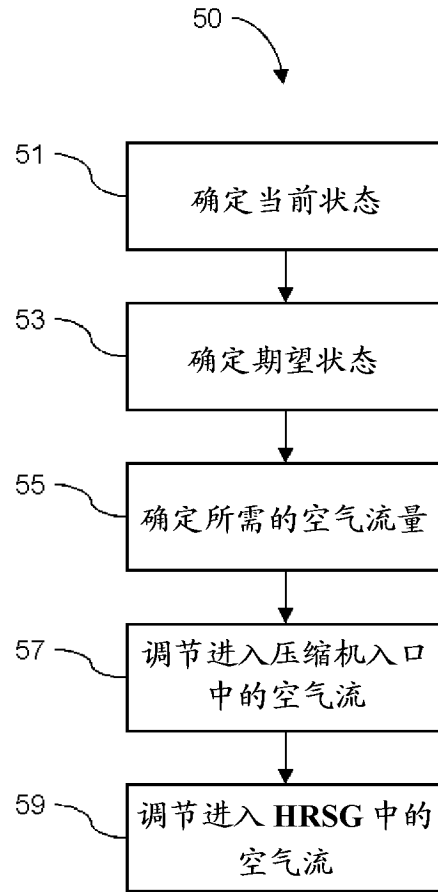


图 3

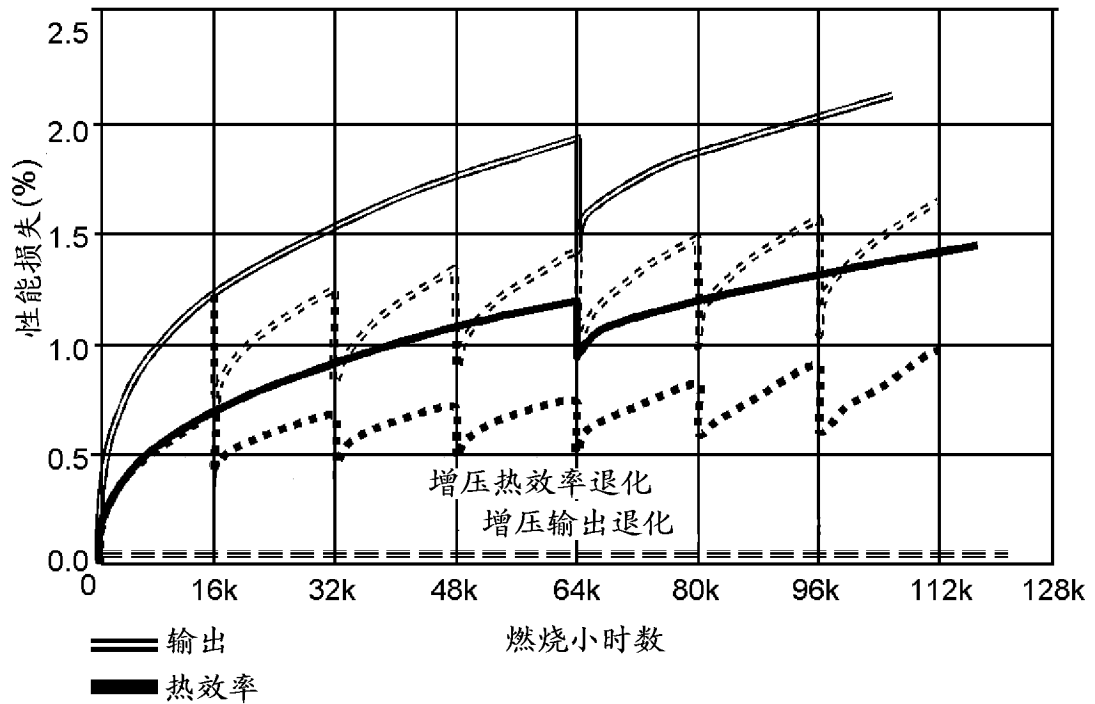


图 4

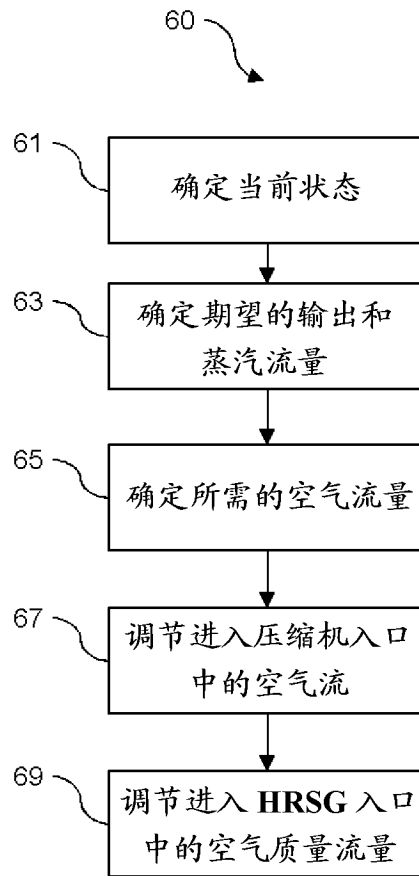


图 5

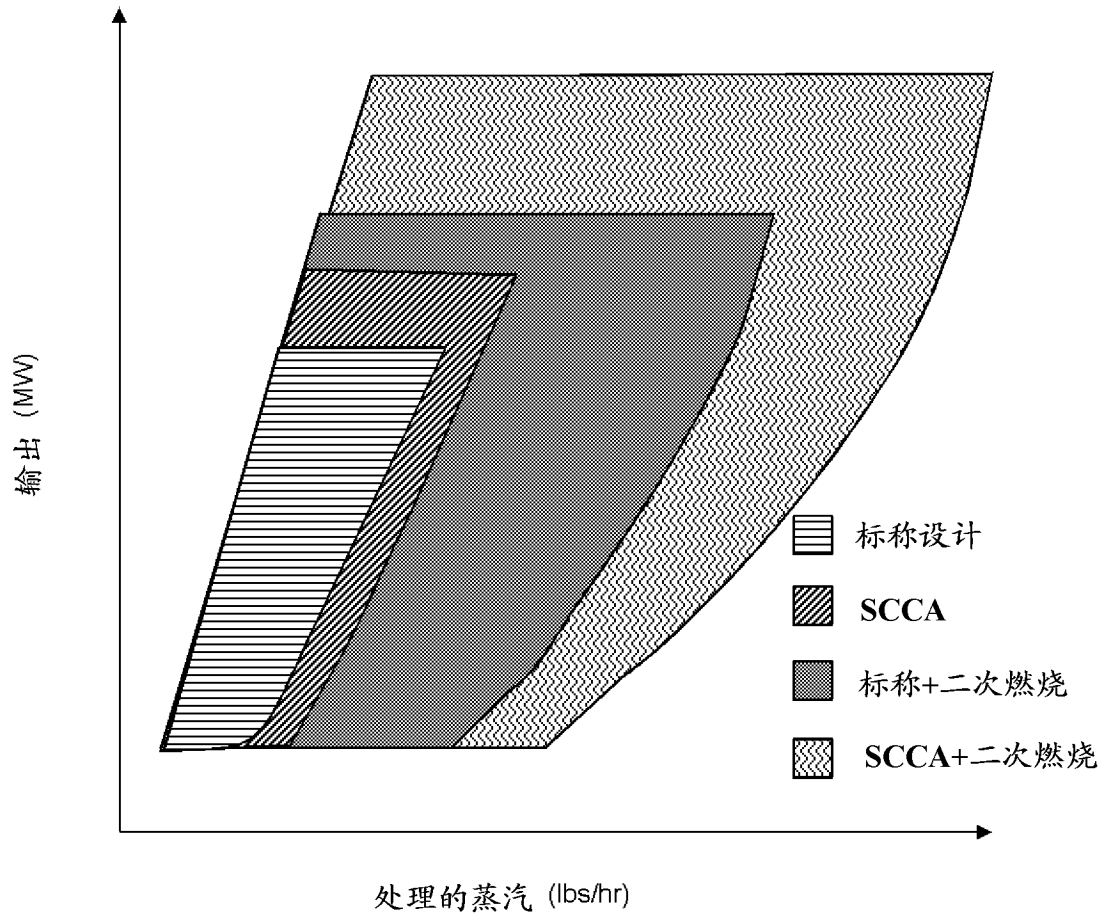


图 6

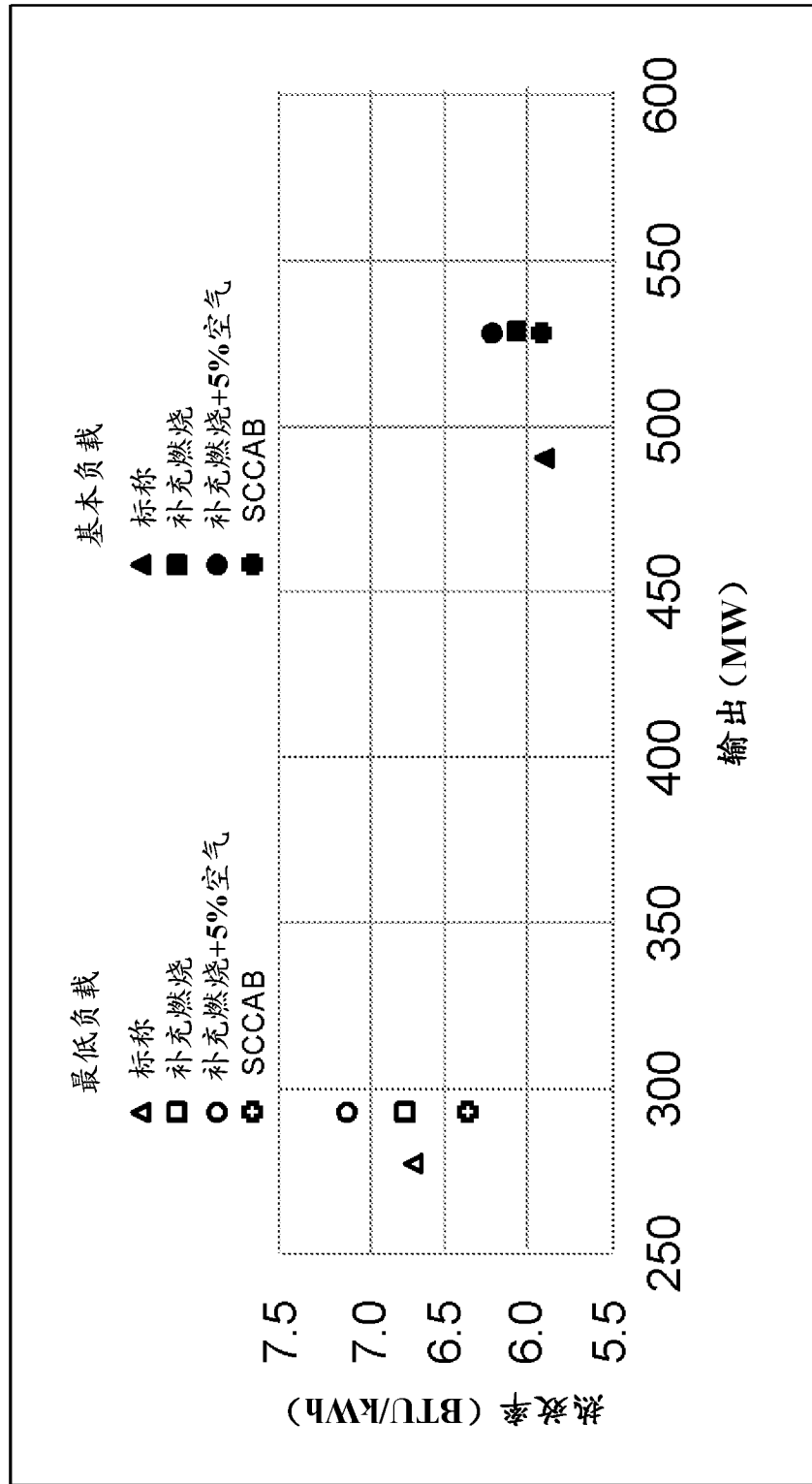


图 7