



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103016158 A

(43) 申请公布日 2013. 04. 03

(21) 申请号 201210354169. 8

(22) 申请日 2012. 09. 21

(30) 优先权数据

13/243894 2011. 09. 23 US

(71) 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 S. W. 蒂勒里

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 肖日松 谭祐祥

(51) Int. Cl.

F02C 9/20(2006. 01)

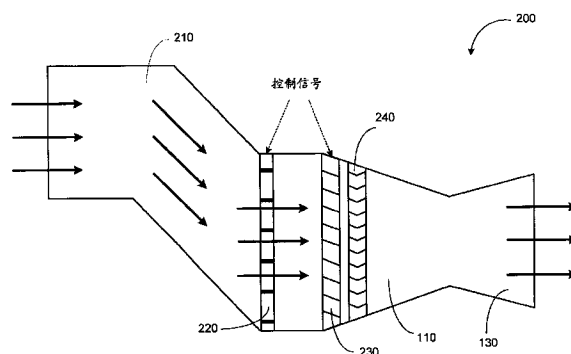
权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图 8 页

(54) 发明名称

入口流体流和冲击角度控制

(57) 摘要

本发明涉及入口流体流和冲击角度控制。燃气涡轮系统的压缩机包括流体流控制装置和流体流控制装置下游的冲击角度控制装置。流体流控制装置控制进入到压缩机的入口的流体的流体流速且冲击角度控制装置控制流入到压缩机中的转子叶片的流体的冲击角度。流体流控制装置和冲击角度控制装置可独立地操作。



1. 一种燃气涡轮系统的压缩机,其被布置成压缩用于在燃烧器中与燃料一起燃烧的流体,所述压缩机包括:

流体流控制装置,其被布置成控制进入到所述压缩机的入口的流体的流体流速;以及

冲击角度控制装置,其位于所述流体流控制装置的下游且布置成控制流入到所述压缩机中的转子叶片的流体的冲击角度,

其中,所述流体流控制装置和所述冲击角度控制装置被布置成可独立地操作。

2. 根据权利要求1所述的压缩机,其特征在于,所述流体流控制装置包括多个叶栅。

3. 根据权利要求1所述的压缩机,其特征在于,所述冲击角度控制装置包括多个可控制的动态薄片。

4. 根据权利要求1所述的压缩机,

其特征在于,所述流体流控制装置被布置成基于从系统控制器接收的流体流速控制信号来控制所述流体流速;以及

其中,所述冲击角度控制装置被布置成基于从所述系统控制器接收的冲击角度控制信号来控制所述流体的冲击角度。

5. 一种燃气涡轮系统,包括:

压缩机,其被布置成压缩流体;

流体输送单元,其被布置成输送燃料;

燃烧器,其被布置成将从所述压缩机排放的压缩流体与来自所述燃料输送单元的燃料混合且燃烧所述燃料与流体混合物;

涡轮,其被布置成将从所述燃料与流体混合物的燃烧所释放的热能转换为用于驱动负载(160)的机械能;以及

系统控制器,其被布置成控制所述燃气涡轮系统的总体操作,

其中,所述压缩机包括

流体流控制装置,其被布置成基于来自所述系统控制器的流体流速控制信号来控制进入所述压缩机的入口的流体的流体流速;以及

冲击角度控制装置,其位于所述流体流控制装置的下游且被布置成基于来自所述系统控制器的冲击角度控制信号来控制流入到所述压缩机的转子叶片中的流体的冲击角度;以及

其中,所述流体流控制装置和所述冲击角度控制装置被布置成可独立地操作。

6. 根据权利要求5所述的燃气涡轮系统,其特征在于,所述流体流控制装置包括多个叶栅。

7. 根据权利要求5所述的燃气涡轮系统,其特征在于,所述冲击角度控制装置包括多个导叶。

8. 根据权利要求5所述的燃气涡轮系统,其特征在于,所述系统控制器被布置成从所述压缩机、所述燃料输送单元、所述燃烧器和所述涡轮中的一个或多个接收一个或多个传感器信号或者接收一个或多个外部提供的操作输入信号或者接收二者,

基于所述传感器和/或操作输入信号来设置所需流体流速或设置所需冲击角度或者设置二者,以及

根据所需流体流速来向所述流体流控制装置传输所述流体流速控制信号或者根据所

需冲击角度来向所述冲击角度控制装置传输所述冲击角度控制信号或者传输二者。

9. 根据权利要求 8 所述的燃气涡轮系统，

其特征在于，所需流体流速为已行进通过所述冲击角度控制装置的所述流体的所需流速，并且

其中，所述系统控制器被布置成

基于所述所需冲击角度来确定流速变化，所述流速变化为行进通过所述冲击角度控制装置的流体的流速中的变化量，

设置补偿流体流速，所述补偿流体流速为足以补偿流速变化的、行进通过所述流体流控制装置的流体的流速；以及

根据所述补偿流体流速来传输所述流体流速控制信号。

10. 根据权利要求 8 所述的燃气涡轮系统，

其特征在于，所述转子叶片为在所述冲击角度控制装置下游的压缩机内的多级转子叶片的第一级，所述第一级在所述冲击角度控制装置的紧邻下游，

其中，所需冲击角度为流入到转子叶片的第一级的流体的所需冲击角度，且所需流体流速为到所述第一级的流体的流速；以及

其中，所述系统控制器被布置成确定流体流速和冲击角度对于一个或多个随后级的转子叶片的效果、基于对所述随后级的转子叶片的效果的考虑来设置所需流体流速、以及基于对于随后级的转子叶片的效果的考虑来设置所需冲击角度。

11. 根据权利要求 8 所述的燃气涡轮系统，其特征在于，所述系统控制器被布置成

基于所述传感器信号来确定停机风险，以及

设置所需流速和所需冲击角度中的一个或两个来减轻停机风险。

12. 根据权利要求 9 所述的燃气涡轮系统，其特征在于，所述系统控制器被布置成基于外部规定的冲击角度来设置所需流体流速。

13. 根据权利要求 9 所述的燃气涡轮系统，其特征在于，所述系统控制器被布置成基于外部规定的流体流速来设置所需冲击角度。

14. 一种在燃气涡轮系统的系统控制器处或者代表所述系统控制器执行以控制进入所述燃气涡轮系统的压缩机的入口的流体的流体流速和 / 或控制流到所述压缩机中的转子叶片的流体的冲击角度的方法，所述方法包括：

从所述燃气涡轮中的压缩机、燃料输送单元、燃烧器和涡轮中的一个或多个接收一个或多个传感器信号，或者接收一个或多个外部提供的操作输入信号或者接收二者；

基于所述传感器和 / 或操作输入信号来设置所需流体流速或设置所需冲击角度或者设置二者；以及

根据所需流体流速来向所述流体流控制装置传输流体流速控制信号或者根据所需冲击角度来向冲击角度控制装置传输 (360) 冲击角度控制信号或者传输二者。

15. 根据权利要求 14 所述的方法，

其特征在于，所需流体流速为已行进通过所述冲击角度控制装置的流体的所需流速，

其中，设置所需流体流速的步骤和传输所述流体流速控制信号的步骤包括：

基于所需冲击角度来确定流速变化，所述流速变化为行进通过所述冲击角度控制装置的流体的流速中的变化；

设置补偿流体流速,所述补偿流体流速为行进通过所述流体流控制装置的、足以用于补偿流速变化的流体的流速;以及

根据所述补偿流体流速来传输所述流体流速控制信号。

16. 根据权利要求 14 所述的方法,

其特征在于,所述转子叶片为在所述冲击角度控制装置下游的压缩机内的多级转子叶片的第一级,所述第一级在所述冲击角度控制装置的紧邻下游,

其中,所需冲击角度为流入到转子叶片的第一级的流体的所需冲击角度且所需流速为到所述第一级的流体的所需流速;以及

其中,设置所需流体流速的步骤和设置所需冲击角度的步骤包括:

确定流体流速和冲击角度对于一个或多个随后级的转子叶片的效果;以及

基于对所述随后级的转子叶片的效果的考虑来设置所需流体流速或设置所需冲击角度或设置二者。

17. 根据权利要求 14 所述的方法,其特征在于,设置所需流体流速的步骤和设置所需冲击角度的步骤包括:

基于所述传感器信号来确定停机风险;以及

设置所需流体流速或设置所需冲击角度或设置二者以致最小化停机风险。

18. 根据权利要求 14 所述的方法,其特征在于,设置所需流体流速的步骤包括基于外部规定的冲击角度来设置所需流体流速。

19. 根据权利要求 14 所述的方法,其特征在于,设置所需冲击角度的步骤包括基于外部规定的流体流速来设置所需冲击角度。

入口流体流和冲击角度控制

技术领域

[0001] 本发明的一个或多个方面涉及控制燃气涡轮中的入口流体流和流体流的冲击角度。

背景技术

[0002] 在许多常规燃气涡轮中,入口导叶(IGV)为用于流动控制的主要机构。IGV用于两个主要目的,控制进入压缩机的空气流速并且设置进入压缩机的空气的冲击角度。在许多情况下,仅使用IGV不能最佳地实现这两个目的。

[0003] 近来,包括多级静叶的可变导叶(VGV)能用于在某种程度上设置流速和冲击角度。但是,VGV或多或少地受限于新的单元。将现有的基于IGV的涡轮系统改造为具有VGV是不现实的、不经济的且在技术上是困难的。

发明内容

[0004] 本发明的非限制性方面涉及一种燃气涡轮系统的压缩机,其被布置成压缩用于在燃烧器中与燃料一起燃烧的流体。该压缩机包括流体流控制装置和流体流控制装置下游的冲击角度控制装置。流体流控制装置配置成控制进入到压缩机入口的流体的流体流速,且冲击角度控制装置控制流入到压缩机中的转子叶片的流体的冲击角度。流体流控制装置和冲击角度控制装置被布置成可独立地操作。

[0005] 本发明的另一个非限制性方面涉及一种燃气涡轮系统。该涡轮系统包括压缩机、燃料输送单元、燃烧器、涡轮和系统控制器。压缩机被布置成压缩流体;流体输送单元被布置成输送燃料;燃烧器被布置成混合从压缩机排放的压缩流体与来自燃料输送单元的燃料且燃烧燃料与流体混合物;并且涡轮被布置成将从燃料与流体混合物燃烧释放的热能转换为用于驱动负载的机械能。系统控制器被布置成控制燃气涡轮系统的总体操作。该压缩机包括流体流控制装置和流体流控制装置下游的冲击角度控制装置。流体流控制装置被布置成基于来自系统控制器的流体流速控制信号来控制进入压缩机入口的流体的流体速度;以及冲击角度控制装置被布置成基于来自系统控制器的冲击角度控制信号来控制流入到压缩机中的转子叶片的流体的冲击角度。流体流控制装置和冲击角度控制装置被布置成可独立地操作。

[0006] 本发明的另一个非限制性方面涉及一种控制进入燃气涡轮系统的压缩机的入口的流体的流体流速和/或控制流到压缩机中的转子叶片的流体的冲击角度的方法。该方法可在燃气涡轮系统的系统控制器处或代表燃气涡轮系统的系统控制器来执行。该方法包括:从燃气涡轮发动机的压缩机、燃料输送单元、燃烧器和涡轮中的一个或多个接收一个或多个传感器信号或者接收一个或多个外部提供的操作输入信号或者接收二者。该方法还包括:基于传感器和/或操作输入信号来设置所需流体流速或设置所需冲击角度或者设置二者。该方法还包括:根据所需流体流速来向流体流控制装置传输流体流速控制信号或者根据所需冲击角度来向冲击角度控制装置传输冲击角度控制信号或者传输二者。

[0007] 现将结合下文标识的附图来更详细地描述本发明。

附图说明

[0008] 结合附图,通过下文示例实施例的详细描述,本发明的这些和其它特征将会被更好地理解,在附图中:

图 1 示出了根据本发明的方面的示例燃气涡轮系统;

图 2 示出了根据本发明的方面的燃气涡轮系统的示例进气部;

图 3 示出了根据本发明的方面用于控制流体流速和冲击角度中的一个或两个的示例方法的流程图;

图 4 示出了根据本发明的方面考虑了冲击角度控制装置可能对流体流速所具有的影响的示例过程的流程图;

图 5 示出了根据本发明的方面当确定流体流速和冲击角度中的一个或两个时考虑了对多个转子级的效果的示例过程的流程图;

图 6 示出了根据本发明的方面用于在确定流体流速和冲击角度中的一个或两个时减小或消除停机(stall)可能性的示例过程的流程图;

图 7 示出了根据本发明的方面当在外部规定了冲击角度时设置所需流体流速的示例过程的流程图;以及

图 8 示出了根据本发明的方面当在外部规定了流体流速时设置所需冲击角度的示例过程的流程图。

具体实施方式

[0009] 本文描述了用于控制进入到燃气涡轮系统的压缩机的流体流的流体流速和冲击角度的新颖的设备、系统和方法。为了易于参考,流体流速和冲击角度将被称作流体流动参数。至少部分地由于独立控制所提供的流体流动参数中的每一个的能力,新颖的发明方面提高了操作灵活性。

[0010] 图 1 示出了根据本发明的方面的示例燃气涡轮系统 100。如所见的,该系统 100 包括燃烧器 130,燃烧器 130 生成高能气体来驱动燃气涡轮 140,燃气涡轮 140 可用于驱动负载 160 来执行有用的工作,诸如发电。涡轮 140 还驱动轴 150,轴 150 操作地联接到压缩机 110,压缩机 110 压缩并提供含氧化剂的压缩流体(例如空气)给燃烧器 130。该系统 100 包括燃料输送单元 120,燃料输送单元 120 向燃烧器 130 输送燃料。

[0011] 系统控制器 170 被布置成控制系统 100 的操作。如所见的,系统控制器 170 从监视系统单元(压缩机 110、燃料输送单元 120、燃烧器 130 和涡轮 140)的传感器接收作为输入的信号。虽然未图示,但是还可提供传感器来监视负载 160 和轴 150。系统控制器 170 还可接收操作输入,诸如来自操作者的用来启动、部分负载操作、全负载操作、停机等指令。基于输入,系统控制器 170 向系统单元输出控制信号以控制系统操作。为了最小化图 1 中的杂乱,从单元 110、120、130 和 140 到系统控制器 170 的信号和从控制器 170 到单元 110、120、130 和 140 的控制信号表示为虚线箭头。

[0012] 图 2 示出了根据本发明的方面的燃气涡轮系统 100 的示例进气部 200。在此图中,包括(多种)氧化剂的气体流体(例如空气)的流动被表示为粗箭头。如所见的,进气部

200 包括流体流控制装置 220 和冲击角度控制装置 230。流体流控制装置 220 布置成控制进入压缩机 110 的入口 210 的流体的流体流速。在流体流控制装置 220 的下游,冲击角度控制装置 230 被布置成控制流入到压缩机 110 中的转子叶片 240 的流体的冲击角度。

[0013] 示例进气部 200 的重要方面在于流体流控制装置 220 和冲击角度控制装置 230 可独立地操作,即,每一个能独立于另一个来控制。应记得在常规涡轮中,IGV 用于设置流速和冲击角度。令人遗憾的是,仅使用 IGV 难以实现流速与冲击角度的最佳组合。

[0014] 能独立地控制流速和冲击角度的进气部 200 允许实现最佳或接近最佳的组合。在一方面,流体流控制装置 220 和冲击角度控制装置 230 中的一个或者两个通过从系统控制器 170 接收的控制信号(如图 2 中的虚线箭头所示)来进行控制。特别地,流体流控制装置 220 被布置成基于从系统控制器 170 接收的流体流速控制信号来控制流体流速,且冲击角度控制装置 230 被布置成基于也从系统控制器 170 接收的冲击角度控制信号来控制冲击角度。

[0015] 为了最小化在图 2 中的杂乱,仅示出了在冲击角度控制装置 230 紧邻下游的转子叶片 240 的第一级。但完全可以预料到压缩机 110 可包括在冲击角度控制装置 230 下游的多级转子叶片 240。流体流的冲击角度特别地与转子叶片 240 的第一级相关。当存在多个级时,在第一级上的冲击角度能影响到随后级上的冲击角度。因此,在一方面,考虑随后级来控制第一级上的冲击角度,例如来减小或消除停机风险。

[0016] 流体流控制装置 220 的示例为多个叶栅(louver)。应当指出的是,能改变流体流速的任何可控制机构(其可为单个装置或装置的组合)可用作流体流控制装置 220。

[0017] 冲击角度控制装置 230 的示例为多个可控制的动态薄片(foil)。IGV 为这样的动态薄片的示例。应当指出的是 VGV 还可用作可控制的动态薄片。这样的系统可提供对流体流速和冲击角度二者进行控制的很优良的方式。但同样,能改变冲击角度的任何可控制的机构(其可为单个装置或装置的组合)可用作冲击角度控制装置 230。

[0018] 图 3 为在系统控制器 170 处或代表系统控制器 170 执行以控制进入压缩机 110 的入口 210 的流体的流体流速和流入到压缩机的转子叶片 240 的流体的冲击角度中的一个或两个的方法 300 的示例流程图。在一个方面,该系统控制器 170 控制流体流控制装置 220 和冲击角度控制装置 230 中的一个或两个的操作。

[0019] 在步骤 310,系统控制器 170 从燃气涡轮系统 100 的任一个或多个单元接收(多个)传感器信号。如在图 1 中可见,传感器信号可来自监视压缩机 110、燃料输送单元 120、燃烧器 130 和 / 或涡轮 140 的传感器。传感器信号的示例包括指示下列参数的信号:来自压缩机 110 的流体速度、密度、排放温度和氧化剂水平;来自燃料输送单元 120 的 Wobbe 指数和燃料温度;来自燃烧器 130 的火焰温度和燃烧压力;以及,来自涡轮 140 的转子速度和加速度。

[0020] 未必要从这些单元中的每一个接收传感器信号。实际上,能在不利用传感器信号的情况下控制该系统 100 的操作,例如,当该系统在很严格控制的环境下操作时。然而,需要接收充分的传感器信号来维持该系统的适当操作。应当指出的是,作为从这些单元接收传感器信号的补充或替代,可接收指示系统 100 上的轴 150 和 / 或负载 160 的特性的信号。

[0021] 现重新参看图 3,在步骤 320,系统控制器 170 接收外部提供的一个或多个操作输入信号。此处,外部提供的信号为并不通过传感器提供的任何信号,然而,虽然如此,这些信

号可为操作燃气涡轮系统 100 的决策过程中的考虑因素。系统控制器 170 可通过与另一系统的接口接收操作输入信号或者可直接从操作者接收操作信号。操作输入信号的示例包括用来启动、部分负载操作、全负载操作、停机等的指令。

[0022] 并非总是需要提供操作输入信号来操作该系统 100。例如，一旦该系统 100 到达了全负载操作，系统控制器 170 可基于传感器输入来维持全负载操作至少直到系统控制器 170 接收到指示该系统 100 的操作模式改变，例如用于停机的操作输入信号。

[0023] 在图 3 中，当存在传感器信号时，可执行步骤 310，且当存在操作输入时，可执行步骤 320。步骤 310 和 320 的执行次序并无特别限制。而且，设想到甚至当仅执行步骤 310 和 320 中的一个时该方法 300 可继续进行。换言之，完成两个步骤并非继续进行到方法 300 的随后步骤所必需的。

[0024] 在步骤 330，系统控制器 170 基于传感器输入信号（当存在时）、基于操作输入信号（当存在时）或基于传感器输入信号和操作输入信号（当两种信号类型都存在时）设置所需流体流速。应当指出的是当存在两种信号类型时，系统控制器 170 在步骤 330 仍可基于一个或其它信号类型来设置所需流体流速。

[0025] 同样，在步骤 340，系统控制器 170 基于传感器输入信号（当存在时）、基于操作输入信号（当存在时）或基于传感器输入信号和操作输入信号（当两种信号类型都存在时）设置所需冲击角度。同样，仍可在两种信号类型都可用时基于一种信号类型来设置所需冲击角度。

[0026] 步骤 330 和步骤 340 的执行次序并无特别限制。当存在传感器输入和操作输入信号中的一个或两个时，这些步骤中的任一个或两个能根据情况来执行。步骤 330 和 340 可彼此独立地执行。因此，系统控制器 170 可根据情况来并行地执行这些步骤、可执行一个步骤而不执行另一步骤、或者可陆续地执行两个步骤。

[0027] 不应当忘记目的之一是为了优化流体流速与冲击角度参数的组合。因此，当步骤 330 和 340 都执行时，该系统控制器 170 设置所需的流速与冲击角度的最佳组合。

[0028] 但当仅执行步骤之一时，仍有机会来优化参数，尽管是以降低的灵活性。例如，如果仅执行步骤 330，那么，应考虑实际冲击角度来设置所需流体流速。在一个非限制性方面，实际冲击角度可例如通过来自传感器的信号来直接确定。但是在另一方面，可通过其它可测量的参数来计算或推导出实际冲击角度。例如，可考虑流体密度和速度、薄片的形状、转子叶片的旋转速度等来确定实际冲击角度。在又一方面，在先前执行步骤 340 中所设置的所需冲击角度能假定为实际冲击角度。系统控制器 170 可在步骤 330 中基于实际冲击角度来设置所需流速。

[0029] 在另一方面，如果仅执行步骤 340，那么应考虑实际流体流速来设置所需冲击角度。同样，可基于其它可测量的参数来直接确定或间接地确定（即，计算或推导）实际流体流速；和 / 或假定实际流体流速与在先前执行步骤 330 中所设置的所需流体流速相同。当间接确定时，用于间接确定实际流体流速的一些或所有可测量参数可与用于确定实际冲击角度的参数相同或不同。

[0030] 在步骤 330 设置所需流体流速后，系统控制器 170 在步骤 350 中根据所需流体流速向流体流控制装置 220 传输流体流速控制信号。同样，在步骤 340 中确定所需冲击角度后，系统控制器 170 根据所需冲击角度向冲击角度控制装置 230 传输冲击角度控制信号。如

在上文中所指出且在图 1 和图 2 中所示出的那样,流体流控制装置 220 基于流体流速控制信号来控制流体流速,且冲击角度控制装置 230 基于冲击角度控制信号来控制冲击角度。

[0031] 在一个方面,流体流动参数—流体流速率和冲击角度—在共同位置,例如在冲击角度控制装置 230 紧邻下游的点处限定。在此点,流体通过冲击角度控制装置 230 行进。

[0032] 为了控制冲击角度,冲击角度控制装置 230 将在许多情形下在物理上改变流体流动方向。照此,冲击角度控制装置 230 也可影响到流速。例如,具有 IGV 的常规压缩机可被改造成合并流体流控制装置 220 且现有 IGV 可用作冲击角度控制装置 230。应当指出的是在图 2 中,冲击角度控制装置 230 在流体流控制装置 220 的下游。因此,在流体控制装置 220 控制了流过其的速度之后,流速能在流过冲击角度控制装置 230 之后进一步受到影响。

[0033] 图 4 示出了根据本发明的方面实施步骤 330 和 350 来考虑冲击角度控制装置 230 可对流体流速所具有的影响的示例过程的流程图。在步骤 410,系统控制器 170 基于冲击角度来确定流速变化。此处,流速变化定义为通过冲击角度控制装置 230 行进的流体的流速的变化量。例如,可预期流速变化量将对应于由冲击角度所表示的流体流方向中变化的剧烈性。

[0034] 在步骤 420,系统控制器 170 设置补偿流体流速,补偿流体流速足以补偿通过冲击角度控制装置 230 发生的流速变化,使得在已经行进通过了冲击角度控制装置 230 之后将得到所需流体流速。在该步骤,补偿流体流速为在通过冲击角度控制装置 230 之前的流体流速。举例而言,如果所需流体流速为 X 且流速变化为 $-\Delta X$ (为负,因为流速可能减小),那么补偿流速可为 $X + \Delta X$ 。

[0035] 当然,在两个步骤 410 和 420 中,系统控制器 170 能且应当将其它因素考虑在内,诸如进气部 200 的几何形状、在进气部处的流体的密度和速度等(其能通过传感器来提供)使得能计算出更准确的结果。在步骤 430,系统控制器根据补偿流体流速来传输流体流速控制信号。

[0036] 如上文所示地,改造的常规系统的 IGV 可对流体流速具有显著影响,从而需要上述补偿过程。但是,对于更新的系统,可更多地关注冲击且更少地关注流动控制来设计动态薄片。例如,新 IGV 可被设计成限制其对流动的影响。

[0037] 返回参看图 2,在上文中指出虽然仅示出在冲击角度控制装置 230 紧邻下游的第一级转子叶片 240,但是预期压缩机 110 可包括下游的转子叶片 240 的随后级。即,可存在多个转子叶片级,其中在图 2 中示出了第一级。

[0038] 当存在多级转子叶片时,到第一级的流体流速和 / 或流体的冲击角度能影响或改变到随后级的流体流速和 / 或冲击角度,而这能影响到燃气涡轮系统 110 的总性能。例如, NO_x 和 CO 排放可增加或减少、系统效率可升高或降低、停机风险改变等。

[0039] 图 5 示出了根据本发明的一方面当确定流体流动参数中的一个或两个时实施步骤 330 和 340 来考虑对随后级的效果的示例过程的流程图。在步骤 525,系统控制器 170 确定流体流速和冲击角度对于转子叶片的一个或多个随后级的流体流速冲击角度的效果。在步骤 530,系统控制器 170 基于对随后级的转子叶片的效果的考虑来设置所需流体流速。在步骤 540,系统控制器 170 也基于相同或类似考虑来设置所需冲击角度。

[0040] 步骤 530 和步骤 540 的执行次序并无特别限制。可执行这些步骤中的任一个或两个。而且,这些步骤可彼此独立地执行,例如,并行地执行、执行一个但并不执行另一个、陆

续地执行两个步骤等。

[0041] 返回参看图 3, 可存在用于确定流体流动参数中的一个或两个的许多原因, 且参数的特定考虑可根据情况而不同, 诸如当涡轮系统 100 全负载操作时或者在系统启动时。但每当该系统 100 操作时, 需要该系统 100 不停机。

[0042] 图 6 示出了根据本发明的方面当确定流体流动参数中的一个或两个时实施步骤 330 和 340 以考虑减小或甚至消除停机的可能性的示例过程的流程图。在步骤 625, 系统控制 170 基于传感器信号来确定停机风险。例如, 基于来自燃料输送单元 120 和压缩机 110 的传感器信号, 系统控制器可确定输送给燃烧器 130 的燃料与空气混合物接近贫燃熄火极限。作为另一示例, 来自燃烧器 130 的声传感器可指示火焰不稳定性。

[0043] 在步骤 630, 系统控制器 170 设置所需流体流速以致最小化停机风险。例如, 流体流速可减小使得增加燃料混合物的富度。在步骤 640, 系统控制器 170 设置所需冲击角度以便最小化停机风险。步骤 630 和 640 的执行次序并无特别限制。可执行这些步骤中的任一个或两个。而且, 这些步骤可彼此独立地执行, 例如, 并行地执行、执行一个但并不执行另一个、陆续地执行两个步骤等。

[0044] 在上文所述的示例和实施例中, 两个流体流动参数由系统控制器 170 基于传感器和 / 或操作输入信号来设置。但可存在下面这样的一些情况: 在外部规定了一个而不是两个燃料流动参数, 即, 在系统控制器 170 的外部规定了一个流体流动参数。

[0045] 现返回参看图 3, 可在步骤 320 中作为操作输入来接收外部规定。如果流体流速在外部做出规定, 那么步骤 330 和步骤 350 分解为传输对应于所规定的流体流速的流体流速控制信号。如果在步骤 320 在外部规定了冲击角度, 那么步骤 340 和 360 分解为传输对应于所规定的冲击角度的冲击角度控制信号。

[0046] 当在外部规定了的流体流动参数中的一个时, 将可能降低优化该系统 100 的操作的灵活性。但不管怎样, 仍可确定其它参数以便优化操作, 尽管是在有限范围内。

[0047] 图 7 和图 8 示出了根据本发明的方面用于实施步骤 330 和 340 来分别当在外部规定了一个流体流动参数时确定另一流体流动参数的示例过程的流程图。为了实施如在图 7 所示的步骤 330, 该系统控制器 170 在步骤 710 接收在外部规定的冲击角度。然后在步骤 720, 系统控制器 170 基于外部规定的冲击角度来设置所需流体流速。虽然在图 7 中并未具体地示出, 但是系统控制器 170 也可基于传感器和 / 或其它操作输入信号来作为对外部规定的冲击角度的补充来确定所需流体流速。

[0048] 为了实施如图 8 所示的步骤 340, 系统控制器 170 在步骤 810 接收外部流体流速。然后在步骤 820, 系统控制器 170 基于外部规定的流体流速来设置所需冲击角度。同样, 虽然在图 8 中并未具体示出, 但是系统控制器 170 也可基于传感器和 / 或其它操作输入信号来作为对外部规定的流体流速的补充来确定所需冲击角度。

[0049] 本发明的创造性方面存在若干优点。例如, 能独立地设置流体流速和冲击角度二者提高了优化压缩机可操作性的灵活性, 从而总体上改善了燃气涡轮系统的操作。而且, 现有涡轮系统的进气部, 诸如带有 IGV 的那些, 能相对容易且经济地改造。例如, 可通过合并流体流控制装置和升级该系统控制器以利用流体流控制装置来实现这种改造。

[0050] 本书面描述使用示例来公开本发明, 包括最佳模式, 且还使本领域技术人员能够实践本发明, 包括做出和使用任何装置或系统以及执行任何合并的方法。本发明的专利保

护范围由权利要求限定,且可包括本领域技术人员所想到的其它示例。如果其它示例具有与权利要求的字面语言并无不同的结构元件或者如果其它示例包括与权利要求的字面语言并无实质不同的等效结构元件,则这些其它示例预期在权利要求的保护范围内。

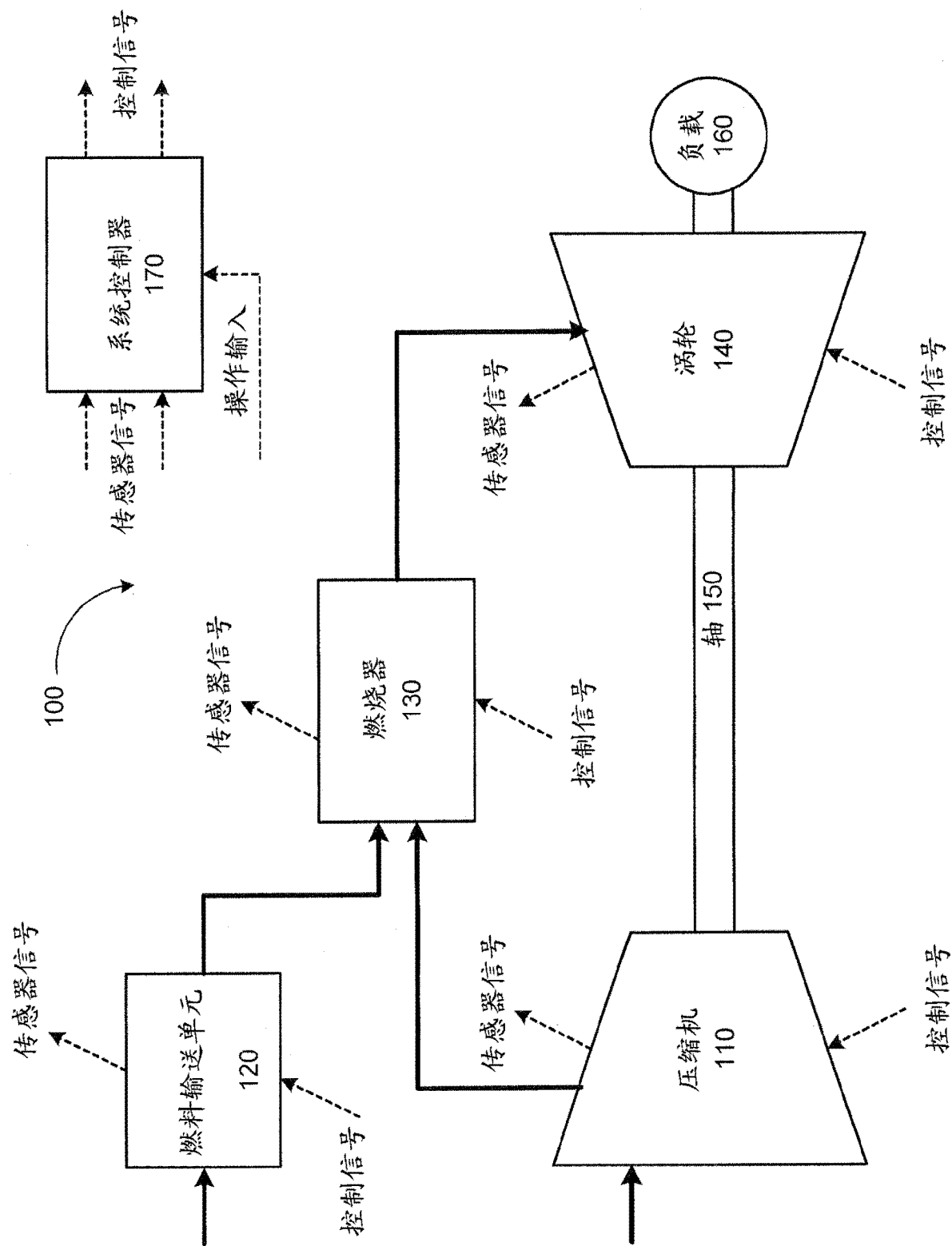


图 1

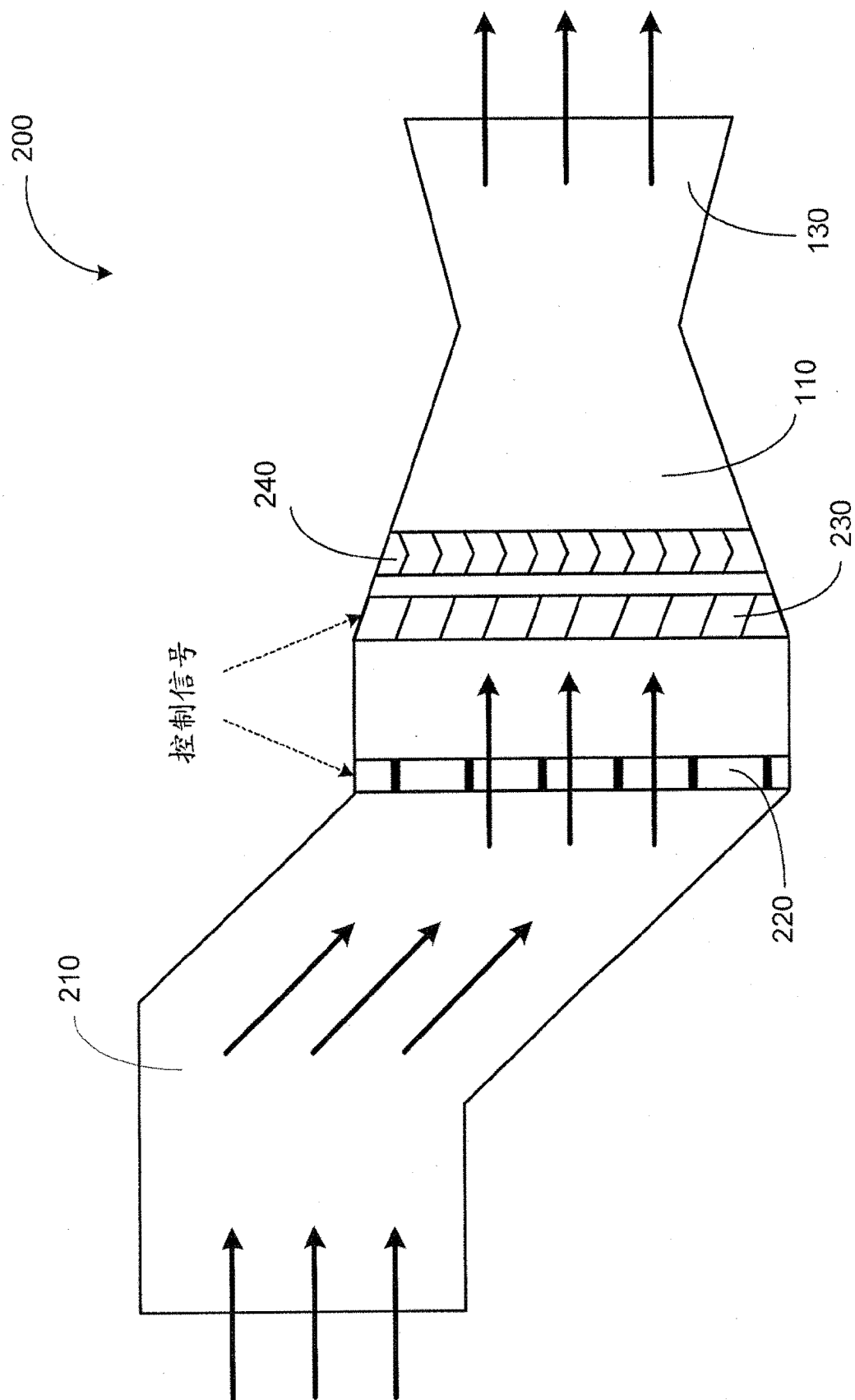


图 2

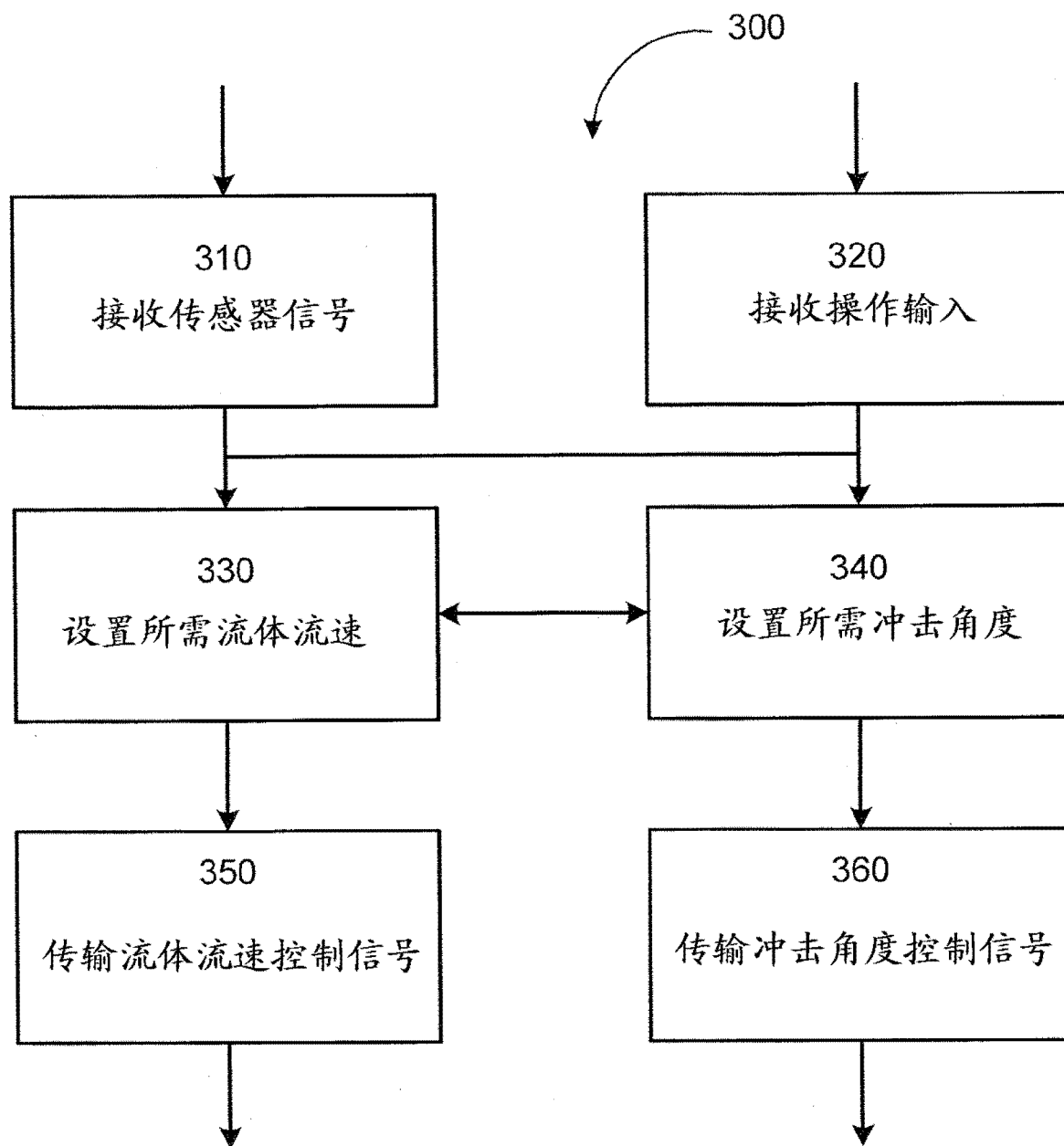


图 3

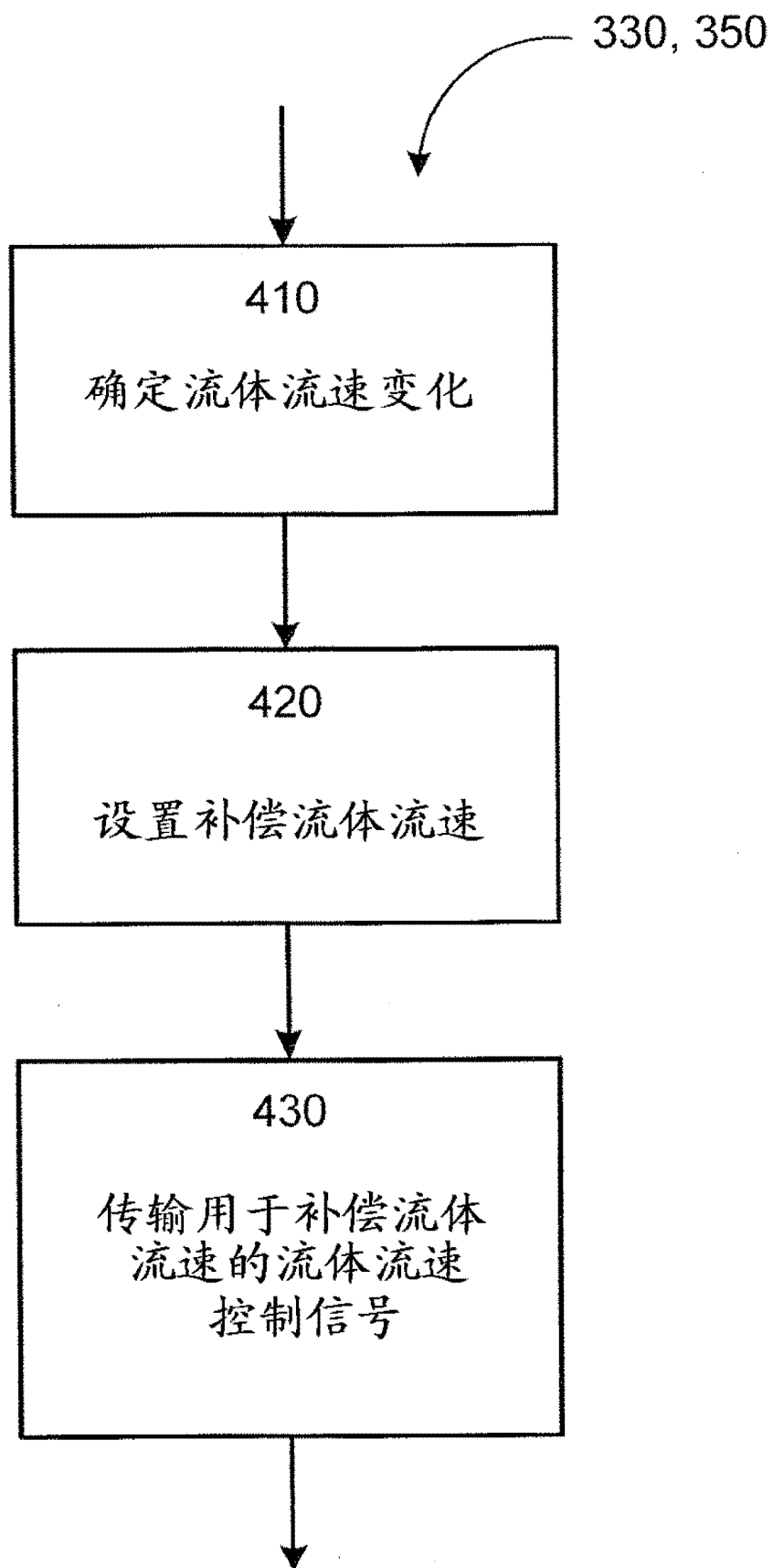


图 4

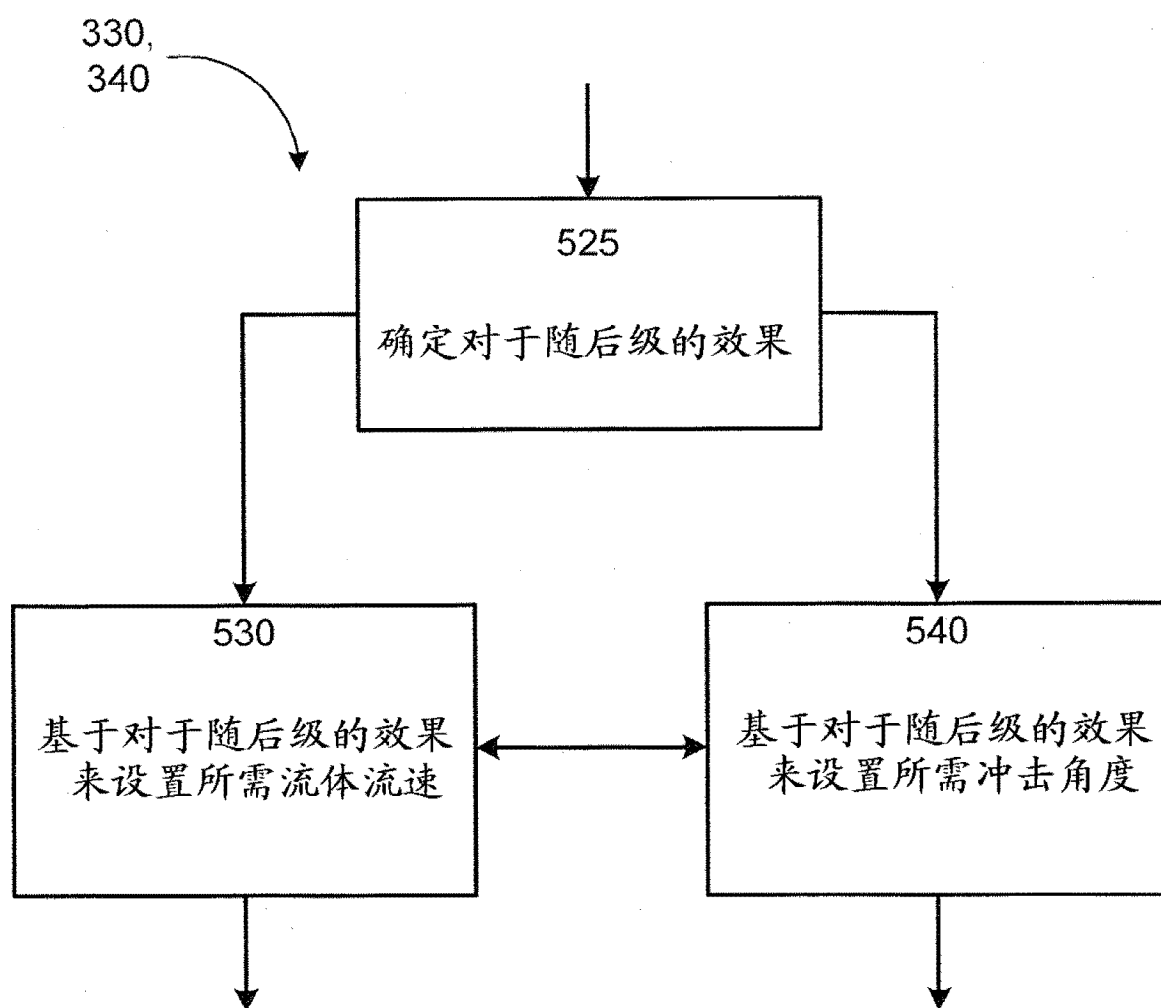


图 5

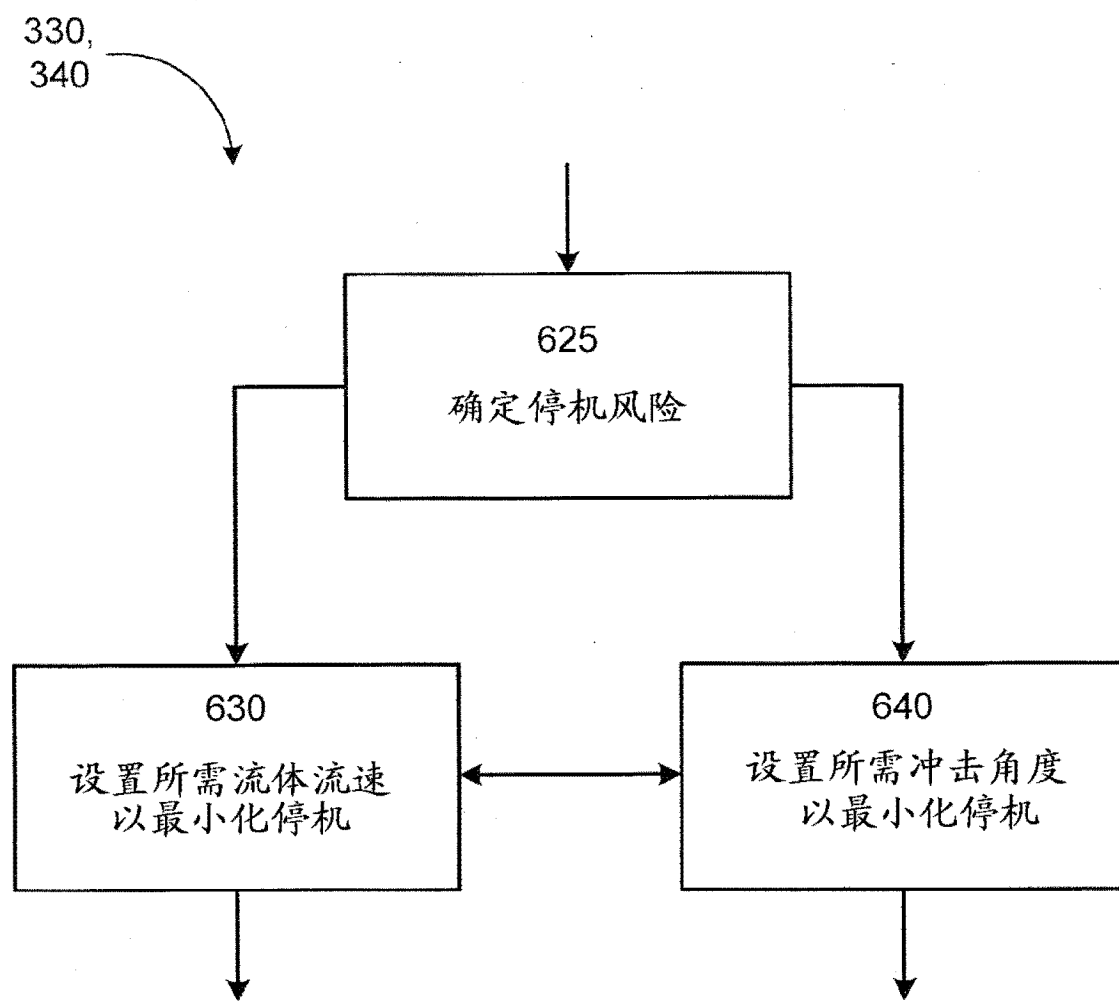


图 6

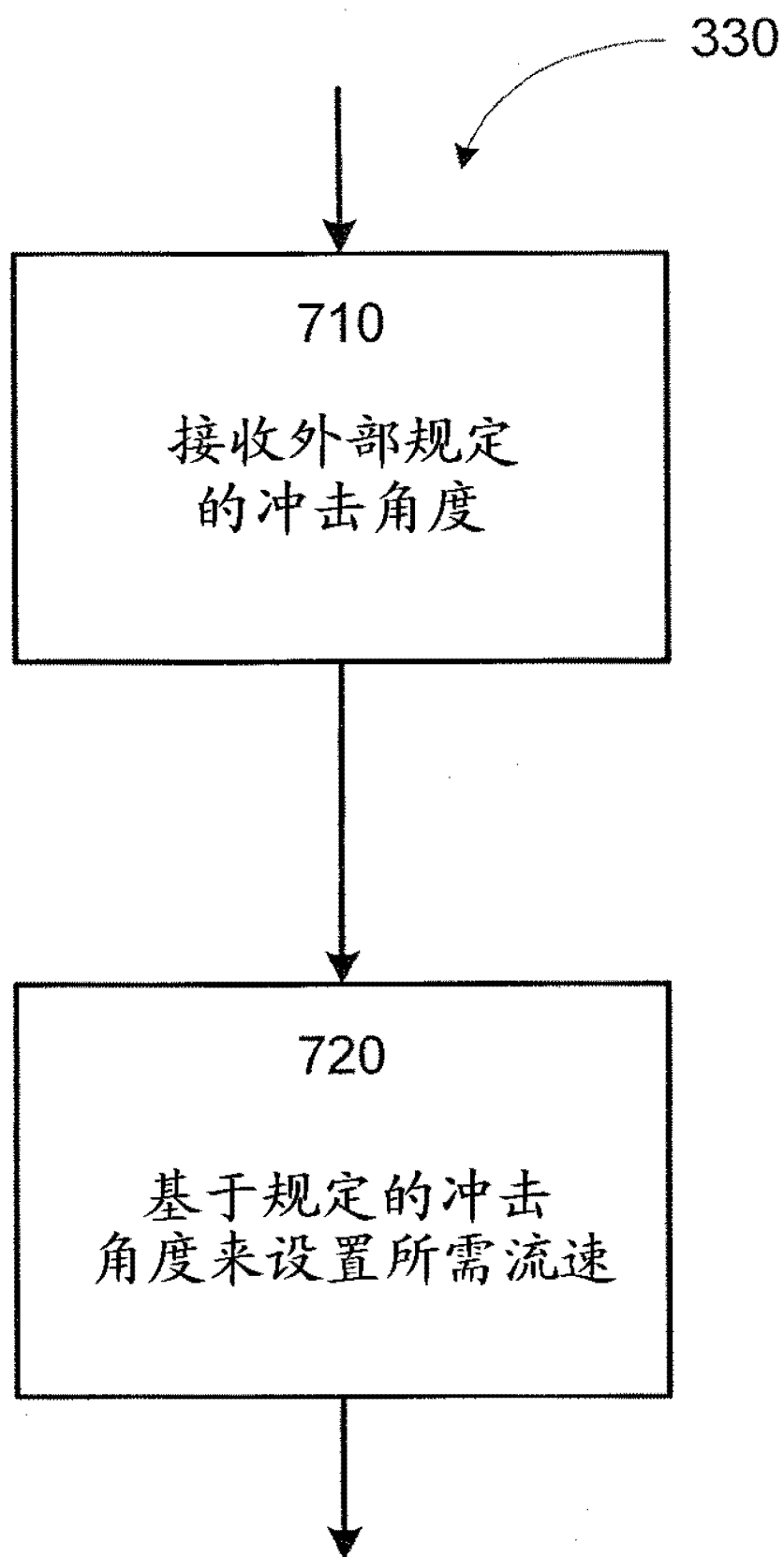


图 7

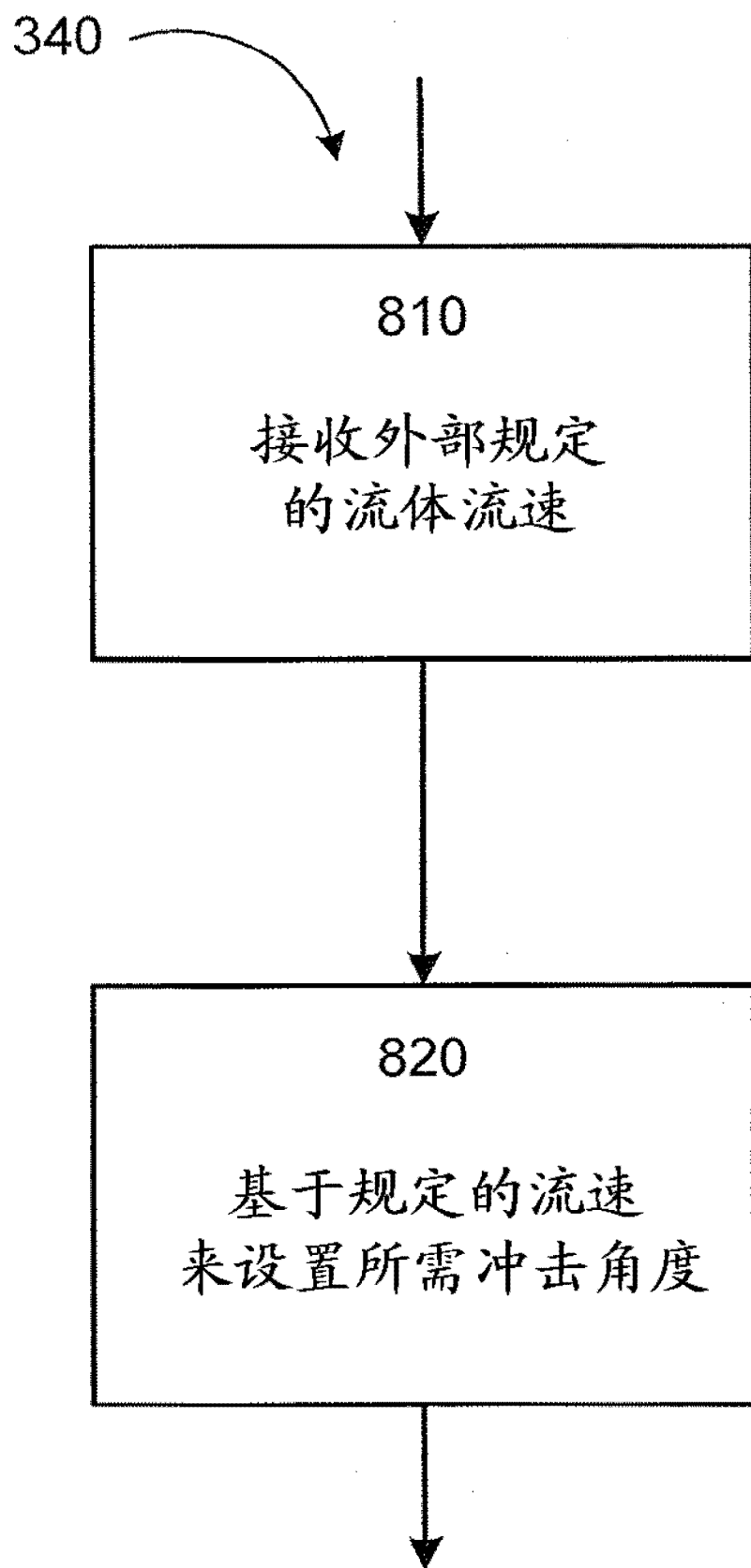


图 8