

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
F02B 37/12 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610100047.0

[43] 公开日 2007年1月10日

[11] 公开号 CN 1891997A

[22] 申请日 2006.6.27

[21] 申请号 200610100047.0

[30] 优先权

[32] 2005.6.27 [33] US [31] 11/167420

[71] 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 M·P·戈克哈尔

R·J·普里穆斯 K·R·斯文森

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 李静岚 张志醒

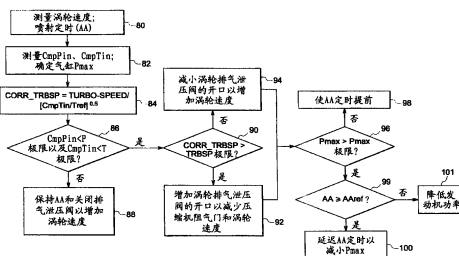
权利要求书 2 页 说明书 16 页 附图 8 页

[54] 发明名称

用于操作涡轮增压发动机的系统和方法

[57] 摘要

一种操作涡轮增压系统(10)的方法,包括响应包含压缩机进口温度、压缩机进口压力和涡轮增压器速度的参数的变化,通过调节通过涡轮排气泄压阀(32)的废气流或通过调节通过压缩机再循环阀(30)的气流或者通过调节其组合来控制涡轮增压器(12)的速度以及基本上消除耦合至涡轮(22)的压缩机(20)的阻气门。



1. 一种操作涡轮增压系统(10)的方法,包括:

响应包含压缩机进口温度、压缩机进口压力和涡轮增压器速度的参数的变化,通过调节通过涡轮排气泄压阀(32)的废气流或通过调节通过压缩机再循环阀(30)的气流或者通过调节其组合来控制涡轮增压器(12)的速度以及基本上消除耦合至涡轮(22)的压缩机(20)的阻气门。

2. 如权利要求1中的方法,其中调节废气流包括如果压缩机进口压力低于预选择的压力以及如果压缩机进口温度低于预选择的温度以及如果涡轮增压器速度大于预选择的的速度(136),则至少部分地打开涡轮排气泄压阀(32)或压缩机再循环阀(30)或其组合。

3. 如权利要求1中的方法,其中调节废气流包括如果压缩机进口压力低于预选择的压力以及如果压缩机进口温度低于预选择的温度以及如果涡轮增压器速度低于预选择的的速度(136),则至少部分地关闭涡轮排气泄压阀(32)或压缩机再循环阀(30)或其组合。

4. 如权利要求1中的方法,包括如果燃烧室内最大压力超过预选择的最大压力,则延迟燃料喷射定时(100、122、144、166)。

5. 如权利要求1中的方法,包括如果燃烧室内最大压力低于预选择的最大压力,则使燃料喷射定时(98、120、142、164)提前。

6. 如权利要求1中的方法,其中通过减少发动机功率(101、123、145、167),实现对涡轮增压器(12)的速度控制和基本上消除压缩机(20)的阻气门。

7. 一种系统(168),包括:

控制器(34),其被配置响应包含压缩机进口温度、压缩机进口压力和涡轮增压器速度的参数的变化,通过调节通过涡轮排气泄压阀(32)的废气流或通过调节通过压缩机再循环阀(30)的气流或者通过调节其组合来控制涡轮增压器(12)的速度以及基本上消除耦合至涡轮(22)的压缩机(20)的阻气门。

8. 如权利要求7中的系统(168),其中控制器(34)被配置以基于实际涡轮增压器速度和依据压缩机进口温度而减少的因素来计算校正的涡轮增压器速度。

9. 如权利要求7中的系统(168),其中控制器(34)被配置成,

如果压缩机进口压力低于预选择的压力以及如果压缩机进口温度低于预选择的温度以及如果涡轮增压器速度大于预选择的速度，则至少部分地打开涡轮排气泄压阀（32）或压缩机再循环阀（30）或其组合。

10. 如权利要求7中的系统（168），其中控制器（34）被配置成，如果压缩机进口压力低于预选择的压力以及如果压缩机进口温度低于预选择的温度以及如果涡轮增压器速度低于预选择的速度，则至少部分地关闭涡轮排气泄压阀（32）或压缩机再循环阀（30）或其组合。

用于操作涡轮增压发动机的系统和方法

技术领域

本发明总的涉及用于操作涡轮增压发动机的系统和方法，更具体地，涉及用于控制工作在高海拔地区的涡轮增压发动机中的压缩机阻气门 (choke) 的系统和方法。

背景技术

在某些应用中，涡轮增压发动机被使用在相当恶劣的环境条件中，诸如高海拔的。例如，柴油动力机车可以在多种环境条件中行驶，尤其在山地地区。这些环境条件可对发动机性能、效率、排放污染物和其它发动机特性产生不利影响。例如，工作在山地地区的柴油机受到高坡度而导致的大载荷、高海拔而导致的低大气压、较冷气候或高海拔而导致的低温度、低大气压而导致的低空气密度等等的影 响。在高海拔处，压缩机和涡轮增压器速度可以增加超过于选择的极限，而没有合适的控制措施。此外，压缩机上的压力比在高海拔处可增加超过预选择的极限，以致于压缩机的工作点被推入阻气门区域。最大压缩机容积流速经常受到压缩机进口的横截面的限制。例如，如果压缩机叶轮进口的空气流速达到声速，则空气流速不可能进一步增加。空气流的这个阈值限制被表示为“阻气门线”。在某些情况中，通过降低发动机的功率输出，可以将涡轮的速度保持在设计极限内。然而，在高海拔处发动机的功率输出的降低导致发动机牵引力的降低。

因此，需要一种技术，用于控制工作在高海拔地区的涡轮增压发动机中的压缩机阻气门。

发明内容

依据本技术方案的一个方面，提供一种操作涡轮增压系统的方法。该方法包括响应包含压缩机进口温度、压缩机进口压力和涡轮增压器速度的参数的变化，通过调节通过涡轮排气泄压阀 (wastegate) 的废气流或通过调节通过压缩机再循环阀的气流或者通过调节其组合来控制涡轮的速度以及基本上消除耦合至涡轮的压缩机的阻气门。

依据本技术方案的另一个方面，提供一种包括涡轮增压发动机的系统。该系统包括控制器，其被配置成响应包含压缩机进口温度、压

缩机进口压力和涡轮增压器速度的参数的变化，通过调节通过涡轮排气泄压阀的废气流或通过调节通过压缩机再循环阀的气流或者通过调节其组合来控制涡轮的速度以及基本上消除耦合至涡轮的压缩机的阻气门。

附图说明

在参考附图阅读下面详细的说明时，本发明的这些和其它特征、方面和优点将变得更好理解，在附图中相同字符在整个附图中表示相同部件，其中：

图 1 是依据本技术方案的示范实施例的诸如机车动力单元之类的涡轮增压发动机的图解表示，该涡轮增压发动机具有阻气门消除和涡轮增压器速度控制特点；

图 2 是依据本技术方案的示范实施例的说明多个工作点的压缩机特性线图；

图 3、4、5、6 是依据本技术方案的具体实施例说明在涡轮增压发动机内控制涡轮增压器速度和消除压缩机阻气门的过程流程图；

图 7 是依据本技术方案的示范实施例的结合诸如机车动力单元之类的涡轮增压发动机的系统的图解表示，该涡轮增压发动机具有阻气门消除和涡轮增压器速度控制特点；以及

图 8 是说明制造诸如机车动力单元之类的涡轮增压发动机的示例过程的流程图，该涡轮增压发动机具有阻气门消除和涡轮增压器速度控制特点。

具体实施方式

参考图 1，说明了依据本发明具体实施例的具有阻气门消除和涡轮增压器速度控制特点的涡轮增压系统 10。在说明的实施例中，涡轮增压系统 10 是机车动力单元。该机车动力单元 10 包含涡轮增压器 12 和压缩 - 点火发动机，例如柴油机 14。如在下面进一步说明的，本技术方案的实施例具有监控和控制特征，诸如传感器和控制逻辑，以控制涡轮增压器速度且同时消除机车动力单元 10 的压缩机阻气门。例如，在诸如高海拔山区之类的某些恶劣环境中，通过调节通过涡轮增压器 12 的发动机排气量、调节通过涡轮增压器 12 的气流再循环、降低发动机速度、调节燃料喷射定时和/或降低发动机功率，压缩机阻气门基本上被消除，进而涡轮增压器速度被降低至可接受的水平。

说明的发动机 14 包括空气进气歧管 16 和排气歧管 18。涡轮增压器 12 包括压缩机 20 和涡轮 22，以及工作将压缩空气供给至进气歧管 16，用于在气缸 42 内燃烧。涡轮 22 被连接至排气歧管 18，以使排放气体膨胀通过涡轮 22，将功提供给连接至压缩机 20 的涡轮增压器 20 的涡轮增压器轴，进而旋转该涡轮增压器 20 的涡轮增压器轴。由于压缩机 20 的压缩而导致空气温度被增加。压缩机 20 将周围空气抽取穿过过滤器 26，以及将压缩空气提供给热交换器 28，以使在传送入发动机 14 的进气歧管 16 之前降低空气的温度。在一个实施例中，热交换器是空气-水热交换器，它使用冷媒便于从压缩空气中去除热量。在另一实施例中，热交换器 28 是空气-空气热交换器，它使用周围空气便于从压缩空气中去除热量。

在说明的实施例中，再循环阀门 30 被设置以再循环在后面穿过压缩机 20 从热交换器 28 进入的理想的气流量。如在下面所述，基于各种环境和工作条件可控制空气再循环量，以使发动机工作于理想性能参数内。此外，来自排气歧管 18 的理想发动机排气量可经由排气泄压阀 32 旁路涡轮 22。如在下面所述，通过旁路的排气量基于各种环境和工作条件可被控制，以使发动机工作于理想性能参数内。

动力单元 10 还包含控制器 34。在一个实施例中，控制器 34 是由用户可编程的电子逻辑控制器。在另一个实施例中，控制器 34 是用于发动机 14 的燃料喷射控制器。该控制器 34 接收来自油门杆 (power lever) 位置传感器 38 的油门杆设定信号 36，该油门杆位置传感器 38 被提供以检测发动机 14 的工作控制油门杆 (未显示) 的位置。该控制器 34 可以是可操作产生定时信号 37 的，以控制多个燃料喷射泵 38 的工作。该泵 38 驱动多个燃料喷射器 40，用于将燃料喷射入发动机 14 的多个气缸 42 内。活塞被可滑动地设置在各个气缸 42 内，且在上止点和底部死点中心位置之间往复运动。控制器 34 还可接收由压力传感器 48 产生的进气歧管气压信号 46、由温度传感器 52 产生的进气歧管空气温度信号 50、由进口压力传感器 56 产生的压缩机进口压力信号 54 和由进口温度传感器 60 产生的压缩机进口温度信号 58。控制器 34 还可接收来自速度传感器 64 的涡轮增压器速度信号 62，该速度传感器 64 被提供检测涡轮增压器 12 的速度。

参考图 2，说明表示依据本技术方案的实施例的压缩机 20 上气压

的变化比（由 Y 轴表示）相对于压缩机 20 上校正的空气质量流速（由 X 轴表示）的压缩机特性线图。压缩机 20 上的压缩比可被定义为压缩机进口压力对压缩机出口压力的比。该校正的空气质量流速依据下面关系式被计算。

$$\text{校正的空气质量流速} = \text{实际空气质量流速} \times \frac{\sqrt{C_{mp} T_{in}}}{C_{mp} P_{in}}$$

校正的空气质量流速标准化压缩机进口压力和温度的结果。

在说明的压缩机特性线图中，阻气门线 68 上方的区域 66 通常说明压缩机 20 “阻气门区域”，而阻气门线 68 下方的区域 70 通常说明“标准工作区域”。在较高海拔和寒冷环境条件（例如，在 5100 米高度和 -45 摄氏度）处，环境压力和大气密度被降低。因为压缩机 20 上的载荷被减少，所以压缩机速度且因此涡轮增压器速度在预选择的涡轮增压器速度上被增加。结果是，由压缩机 20 的参考标记 72 所表示的工作点被推到阻气门线 68 上方。这表示压缩机 20 的工作点 72 在阻气门区域 66 中。

在一个实施例中，在从发动机 14 的排气被在涡轮 22 周围经由排气泄压阀 32 被旁路时，涡轮增压器 12 的速度被增加。结果是，压缩机 20 上压力比和校正的质量流速被降低至由参考标记 74 表示的被调节的工作点，以使压缩机 20 的工作被推动至阻气门线 68 之下。这表示压缩机 20 处于正常工作区域 70。在另一实施例中，在压缩空气经由再循环阀 30 再循环通过压缩机 20 时，压缩机 20 上校正的空气质量流速和压力比被降低至由参考标记 76 表示的被调节的工作点，以使压缩机 20 的工作被保持在阻气门线 68 之下。再次，该被调节的工作点处于正常工作区域 70。在另一实施例中，与发动机速度的降低（例如，将发动机速度降低 15%）相联系地，在压缩空气经由再循环阀 30 再循环通过压缩机 20 时，压缩机 20 上校正的空气质量流速和压力比被降低。因这些控制调节，压缩机 20 的工作从原始阻气门工作点 72 偏移至由参考标记 78 表示的工作点，该工作点在阻气门线 68 之下处于正常工作区域 70。

参考图 3，该图是说明操作图 1 中涡轮增压系统 10 的方法的一个实施例的流程图。在说明的实施例中，如由步骤 80 表示的，控制器 34 基于油门杆的位置确定燃料喷射定时或提前角（AA）。控制器 34 还从

速度传感器 64 接收涡轮增压器速度信号 62, 该速度传感器被提供以检测涡轮增压器 12 的速度。如由步骤 82 表示的, 控制器 34 接收由进口压力传感器 56 产生的压缩机进口压力信号 54 和由进口温度传感器 60 产生的压缩机进口温度信号 58。控制器 34 还接收发动机 14 燃烧室内检测到的最大压力 (Pmax) 的参数指示的实际值。例如, 最大压力 (Pmax) 的实际值指示可以经由图 1 中压力传感器 48 来获得。最大压力 (Pmax) 指的是压缩 - 点火发动机 14 内气缸内侧的最大压力, 具体地, 最大压力 (Pmax) 一般出现在活塞的上止点 (TDC) 位置或附近。在另一例子中, 最大压力 (Pmax) 的实际值指示可以基于压缩 - 点火发动机 14 的多个检测工作参数来获得。控制器 34 还计算燃烧室内最大压力 (Pmax 极限) 的期望值指示。如下面所述, Pmax 极限一般被用作控制参数或触发值, 如果实际 Pmax 超过这个 Pmax 极限, 则该触发值触发控制器 34 移调节发动机 14 的各种工作参数。最大压力 (Pmax 极限) 的期望值指示可基于最大压力 (Pmax 极限) 的实际值指示和进气歧管 16 内的空气温度而被计算。

如由步骤 84 表示的, 依据下面关系式, 基于涡轮增压器 12 的实际速度、压缩机进口温度 (CmpTin) 和参考温度 (Tref) 计算校正的涡轮增压器速度值 (Corr-Trbsp) :

$$Corr_Trsp = \frac{turbospeed}{\sqrt{\frac{CmpTin}{Tref}}} \quad (1)$$

使用校正的速度允许普通的涡轮增压器性能特性曲线被使用, 以及是涡轮机循环中的标准的实施。Tref 的典型值是 298 绝对温度。

如由步骤 86 表示的, 压缩机进口压力 (CmpPin) 与预选择的压力 (P 极限) 相比较, 以及压缩机进口温度 (CmpTin) 与预选择的温度 (T 极限) 相比较。如由步骤 88 表示的, 如果压缩机进口压力 (CmpPin) 大于预选择的压力 (P 极限) 和/或如果压缩机进口温度 (CmpTin) 大于预选择的温度 (T 极限), 则燃料喷射定时被保持且排气泄压阀被关闭。因此, 流过涡轮 22 的排气流被增加, 进而涡轮增压器速度被增加。在一个例子中, 如果压缩机进口温度 (CmpTin) 大于 0.6 巴 (bar) 以及如果压缩机进口温度 (CmpTin) 大于 -5 摄氏度, 则燃料喷射定时被保持且

排气泄压阀被关闭，以增加涡轮增压器速度。

如由步骤 90 表示的，如果压缩机进口压力 (CmpPin) 小于预选择的压力 (P 极限) 以及如果压缩机进口温度 (CmpTin) 小于预选择的温度 (T 极限)，则校正的涡轮增压器速度值 (Corr-Trbsp) 与预选择的涡轮增压器速度 (Trbsplimit) 相比较。在一个例子中，预选择的涡轮增压器速度是每分钟 24000 转。如由步骤 92 表示的，如果校正的涡轮增压器速度 (Corr-Trbsp) 大于预选择的涡轮增压器速度 (Trbsplimit)，则排气泄压阀 32 的开口被增加，以增加旁路涡轮 22 的排气数量。通过涡轮的排气流被降低，因此涡轮增压器速度被降低。由于涡轮增压器速度的降低，压缩机上压力比和气流速率被降低，以及压缩机阻气门被消除。如由步骤 94 表示的，如果校正的涡轮增压器速度 (Corr-Trbsp) 小于预选择的涡轮增压器速度 (Trbsplimit)，则排气泄压阀 32 的开口被减小，以减少旁路涡轮 22 的发动机排气量。因此涡轮增压器速度被增加。

如由步骤 96 表示的，如果排气泄压阀 32 的开口被增加，则最大压力 (Pmax) 的实际值指示与最大压力 (Pmax 极限) 的期望值指示相比较。如由步骤 98 表示的，如果最大压力 (Pmax) 的实际值指示小于最大压力 (Pmax 极限) 的期望值指示，则发动机 14 的功率输出被保持且燃烧室内燃料喷射定时可以被提前。如由步骤 99 表示的，如果最大压力 (Pmax) 的实际值指示大于最大压力 (Pmax 极限) 的期望值指示，以及如果燃料喷射定时 (AA) 大于或等于预定喷射定时极限 (AAref)，则如由步骤 100 表示的燃烧室内燃料喷射定时可以被延迟以减小燃烧室内的最大压力 (Pmax)。如果最大压力 (Pmax) 的实际值指示大于最大压力 (Pmax 极限) 的期望值指示，以及如果燃料喷射定时 (AA) 小于预定喷射定时极限 (AAref)，则如由步骤 101 表示的发动机功率必须被减小以满足约束。在说明的实施例中，如果燃料喷射定时 (AA) 小于预定喷射定时极限，则控制器 34 降低发动机功率，或者控制涡轮 22 的速度，或者控制进气歧管 16 内的进口气压。更具体地，通过控制喷射入燃烧室内的燃料的数量，来降低发动机功率。如果燃料喷射定时 (AA) 大于或等于预定喷射定时极限，则的燃烧室内燃料喷射定时被延迟。燃料喷射器泵 38 可操作接收来自控制器 34 的定时信号 37，以及控制燃料喷射器 40，用于调节燃料喷射定时。

参考图 4, 该图是说明操作图 1 中涡轮增压系统 10 的方法的另一个实施例的流程图。在说明的实施例中, 如由步骤 102 表示的, 控制器 34 基于油门杆的位置确定燃料喷射定时或提前角 (AA)。控制器 34 还从速度传感器 64 接收涡轮增压器速度信号 62, 该速度传感器被提供以检测涡轮增压器 12 的速度。如由步骤 104 表示的, 控制器 34 接收由进口压力传感器 56 产生的压缩机进口压力信号 54 和由进口温度传感器 60 产生的压缩机进口温度信号 58。控制器 34 还接收发动机 14 的燃烧室内最大压力 (P_{max}) 的检测到的参数指示的实际值。控制器 34 还计算燃烧室内最大压力 (P_{max} 极限) 的期望值指示。最大压力 (P_{max} 极限) 的期望值指示可基于最大压力的实际值指示和进气歧管 16 内的空气温度而被计算。如由步骤 106 表示的, 依据方程式 (1), 基于涡轮增压器 12 的实际速度和压缩机进口温度 ($CmpTin$), 计算校正的涡轮增压器速度值 ($Corr_Trbsp$)。

如由步骤 108 表示的, 压缩机进口压力 ($CmpPin$) 与预选择的压力 (P 极限) 相比较, 以及压缩机进口温度 ($CmpTin$) 与预选择的温度 (T 极限) 相比较。如由步骤 110 表示的, 如果压缩机进口压力 ($CmpPin$) 大于预选择的压力 (P 极限) 和/或如果压缩机进口温度 ($CmpTin$) 大于预选择的温度 (T 极限), 则燃料喷射定时被保持且再循环阀 30 被关闭, 以增加涡轮增压器速度。如由步骤 112 表示的, 如果压缩机进口压力 ($CmpPin$) 小于预选择的压力 (P 极限) 以及如果压缩机进口温度 ($CmpTin$) 小于预选择的温度 (T 极限), 则校正的涡轮增压器速度值 ($Corr_Trbsp$) 与预选择的涡轮增压器速度 ($Trbsplimit$) 相比较。如由步骤 114 表示的, 如果校正的涡轮增压器速度 ($Corr_Trbsp$) 大于预选择的涡轮增压器速度 ($Trbsplimit$), 则再循环阀 30 的开口被增加, 以增加通过压缩机 20 的空气再循环的数量。因此涡轮增压器速度被降低, 以及压缩机阻气门被消除。如由步骤 116 表示的, 如果校正的涡轮增压器速度 ($Corr_Trbsp$) 小于预选择的涡轮增压器速度 ($Trbsplimit$), 则再循环阀 30 的开口被减小, 以减少通过压缩机 20 的空气再循环的数量。因此涡轮增压器速度被增加。

如由步骤 118 表示的, 如果再循环阀 30 的开口被增加或减小, 则最大压力 (P_{max}) 的实际值指示与最大压力 (P_{max} 极限) 的期望值指示相比较。如由步骤 120 表示的, 如果最大压力 (P_{max}) 的实际值指

示小于最大压力 (P_{max} 极限) 的期望值指示, 则发动机 14 的功率输出被保持且燃烧室内燃料喷射定时可以被提前。如由步骤 119 表示的, 如果最大压力 (P_{max}) 的实际值指示大于最大压力 (P_{max} 极限) 的期望值指示, 以及如果燃料喷射定时 (AA) 大于或等于预定喷射定时极限 (AA_{ref}), 则如由步骤 122 表示的燃烧室内燃料喷射定时可以被延迟以减小燃烧室内的最大压力 (P_{max})。如由步骤 123 表示的, 如果最大压力 (P_{max}) 的实际值指示大于最大压力 (P_{max} 极限) 的期望值指示, 以及如果燃料喷射定时 (AA) 小于预定喷射定时极限 (AA_{ref}), 则发动机功率必须被降低以满足约束。

参考图 5, 该图是说明操作图 1 中涡轮增压系统 10 的方法的另一个实施例的流程图。在说明的实施例中, 如由步骤 124 表示的, 控制器 34 基于油门杆的位置确定燃料喷射定时或提前角 (AA)。控制器 34 还从速度传感器 64 接收涡轮增压器速度信号 62, 该速度传感器被提供以检测涡轮增压器 12 的速度。如由步骤 126 表示的, 控制器 34 接收由进口压力传感器 56 产生的压缩机进口压力信号 54 和由进口温度传感器 60 产生的压缩机进口温度信号 58。控制器 34 还接收发动机 14 的燃烧室内最大压力 (P_{max}) 的检测到的参数指示的实际值。控制器 34 还计算燃烧室内最大压力 (P_{max} 极限) 的期望值指示。最大压力 (P_{max} 极限) 的期望值指示可基于最大压力的实际值指示和进气歧管 16 内的空气温度而被计算。如由步骤 128 表示的, 依据方程式 (1), 基于涡轮增压器 12 的实际速度和压缩机进口温度 ($CmpTin$), 计算校正的涡轮增压器速度值 ($Corr_Trbsp$)。

如由步骤 130 表示的, 压缩机进口压力 ($CmpPin$) 与预选择的压力 (P 极限) 相比较, 以及压缩机进口温度 ($CmpTin$) 与预选择的温度 (T 极限) 相比较。如由步骤 132 表示的, 如果压缩机进口压力 ($CmpPin$) 大于预选择的压力 (P 极限) 和/或如果压缩机进口温度 ($CmpTin$) 大于预选择的温度 (T 极限), 则燃料喷射定时被保持且排气泄压阀 32 和再循环阀 30 被关闭, 以增加涡轮增压器速度。如由步骤 134 表示的, 如果压缩机进口压力 ($CmpPin$) 小于预选择的压力 (P 极限) 以及如果压缩机进口温度 ($CmpTin$) 小于预选择的温度 (T 极限), 则校正的涡轮增压器速度值 ($Corr_Trbsp$) 与预选择的涡轮增压器速度 ($Trbsplimit$) 相比较。如由步骤 136 表示的, 如果校正的涡轮增压

器速度 (Corr-Trbsp) 大于预选择的涡轮增压器速度 (Trbsplimit), 则排气泄压阀 32 和再循环阀 30 的开口被增加, 以增加旁路涡轮 22 的发动机排气量和通过压缩机 20 的空气再循环的数量。涡轮增压器速度被降低, 以及压缩机阻气门被消除。如由步骤 138 表示的, 如果校正的涡轮增压器速度 (Corr-Trbsp) 小于预选择的涡轮增压器速度 (Trbsplimit), 则再循环阀 30 和排气泄压阀 32 的开口被减小, 以减少通过压缩机 20 的空气再循环的数量和旁路涡轮 22 的发动机排气量。因此涡轮增压器速度被增加。

如由步骤 140 表示的, 如果再循环阀 30 和排气泄压阀 32 的开口被增加或减小, 则最大压力 (Pmax) 的实际值指示与最大压力 (Pmax 极限) 的期望值指示相比较。如由步骤 142 表示的, 如果最大压力 (Pmax) 的实际值指示小于最大压力 (Pmax 极限) 的期望值指示, 则发动机 14 的功率输出被保持且燃烧室内燃料喷射定时可以被提前。如由步骤 143 表示的, 如果最大压力 (Pmax) 的实际值指示大于最大压力 (Pmax 极限) 的期望值指示, 以及如果燃料喷射定时 (AA) 大于或等于预定喷射定时极限 (AAref), 则如由步骤 144 表示的燃烧室内燃料喷射定时可以被延迟以减小燃烧室内的最大压力 (Pmax)。如由步骤 145 表示的, 如果最大压力 (Pmax) 的实际值指示大于最大压力 (Pmax 极限) 的期望值指示, 以及如果燃料喷射定时 (AA) 小于预定喷射定时极限 (AAref), 则发动机功率必须被降低以满足约束。

参考图 6, 该图是说明操作图 1 中涡轮增压系统 10 的方法的另一个实施例的流程图。在说明的实施例中, 如由步骤 146 表示的, 控制器 34 基于油门杆的位置确定燃料喷射定时或提前角 (AA)。控制器 34 还从速度传感器 64 接收涡轮增压器速度信号 62, 该速度传感器被提供以检测涡轮增压器 12 的速度。如由步骤 148 表示的, 控制器 34 接收由进口压力传感器 56 产生的压缩机进口压力信号 54 和由进口温度传感器 60 产生的压缩机进口温度信号 58。控制器 34 还接收发动机 14 的燃烧室内最大压力 (Pmax) 的检测到的参数指示的实际值。控制器 34 还计算燃烧室内最大压力 (Pmax 极限) 的期望值指示。最大压力 (Pmax 极限) 的期望值指示可基于最大压力的实际值指示和进气歧管 16 内的空气温度而被计算。如由步骤 150 表示的, 依据方程式 (1), 基于涡轮增压器 12 的实际速度和压缩机进口温度 (CmpTin), 计算校正

的涡轮增压器速度值 (Corr-Trbsp)。

如由步骤 152 表示的, 压缩机进口压力 (CmpPin) 与预选择的压力 (P 极限) 相比较, 以及压缩机进口温度 (CmpTin) 与预选择的温度 (T 极限) 相比较。如由步骤 154 表示的, 如果压缩机进口压力 (CmpPin) 大于预选择的压力 (P 极限) 和/或如果压缩机进口温度 (CmpTin) 大于预选择的温度 (T 极限), 则燃料喷射定时被保持且再循环阀 30 被关闭, 以增加涡轮增压器速度。如由步骤 156 表示的, 如果压缩机进口压力 (CmpPin) 小于预选择的压力 (P 极限) 以及如果压缩机进口温度 (CmpTin) 小于预选择的温度 (T 极限), 则校正的涡轮增压器速度值 (Corr-Trbsp) 与预选择的涡轮增压器速度 (Trbsplimit) 相比较。如由步骤 158 表示的, 如果校正的涡轮增压器速度 (Corr-Trbsp) 大于预选择的涡轮增压器速度 (Trbsplimit), 则再循环阀 30 的开口被增加, 以增加旁路涡轮 22 发动机排气量, 以及发动机速度被降低。因此, 涡轮增压器速度被降低, 以及压缩机阻气门被消除。如由步骤 160 表示的, 如果校正的涡轮增压器速度 (Corr-Trbsp) 小于预选择的涡轮增压器速度 (Trbsplimit), 则再循环阀 30 的开口被减小, 以减少通过压缩机 20 的空气再循环的数量, 从而涡轮增压器速度被增加。

如由步骤 162 表示的, 如果再循环阀 30 的开口和发动机速度被增加或减小, 则最大压力 (Pmax) 的实际值指示与最大压力 (Pmax 极限) 的期望值指示相比较。如由步骤 164 表示的, 如果最大压力 (Pmax) 的实际值指示小于最大压力 (Pmax 极限) 的期望值指示, 则发动机 14 的功率输出被保持且燃烧室内燃料喷射定时可以被提前。如由步骤 165 表示的, 如果最大压力 (Pmax) 的实际值指示大于最大压力 (Pmax 极限) 的期望值指示, 以及如果燃料喷射定时 (AA) 大于或等于预定喷射定时极限 (AAref), 则如由步骤 166 表示的, 燃烧室内燃料喷射定时可以被延迟以减小燃烧室内的最大压力。如由步骤 167 表示的, 如果最大压力 (Pmax) 的实际值指示大于最大压力 (Pmax 极限) 的期望值指示, 以及如果燃料喷射定时 (AA) 小于预定喷射定时极限 (AAref), 则发动机功率必须被降低以满足约束。

参考图 7, 说明机车动力单元 10 的一个实施例。如在上面说明的, 该动力单元 10 包含涡轮增压器 12 和柴油机 14。该动力单元 10 可被用于驱动系统 168。该系统可包括高海拔机车发动机、汽车等等。该动力

单元 10 包含控制器 34。该控制器 34 从油门杆位置传感器 38 接收油门杆设定信号 36，该油门杆位置传感器 38 被提供以检测发动机 14 的操作者控制油门杆的位置。该控制器 34 可是可操作的，以产生控制多个燃料喷射泵 38 的工作的定时信号 37。该控制器 34 还可接收由压力传感器 48 产生的进气歧管气压信号 46、由温度传感器 52 产生的进气歧管空气温度信号 50、由进口压力传感器 56 产生的压缩机进口压力信号 54 和由进口温度传感器 60 产生的压缩机进口温度信号 58。控制器 34 还可接收来自速度传感器 64 的涡轮增压器速度信号 62，该速度传感器 64 被提供检测涡轮增压器 12 的速度。

在说明的实施例中，控制器 34 可另外包含数据库 170、算法 172 和数据分析块 174。该数据库 170 可被配置为存储关于动力单元 10 的预定信息。例如，数据库 170 可存储相关于发动机 14 的温度和压力的信息、燃料喷射定时、涡轮增压器速度、压缩机进口压力、压缩机进口温度、发动机 14 的输出功率等等。再者，数据库 170 可被配置以存储来自上述传感器的实际检测的/探测的信息。算法 172 有利于对来自上述多个传感器的信号的处理。

数据分析块 174 可包括电路类型的范围，诸如微处理器、可编程逻辑控制器、逻辑模块等等。与算法 172 相结合的该数据分析块 174 可被用于执行相关于确定涡轮增压器速度、压缩机进口温度、压缩机进口压力、燃烧室内最大压力和燃料喷射定时的各种计算操作。该控制器 34 被配置以控制涡轮的速度，以及基本上消除被耦合至涡轮的压缩机的阻气门，通过调节穿过涡轮排气泄压阀的废气流、或者通过调节穿过压缩机再循环阀的气流、或通过调节其组合，以响应包含压缩机进口温度、压缩机进口压力和涡轮增压器速度的多个参数变化。

参考图 8，该图是说明依据本技术方案的实施例制造机车动力单元的方法的流程图。如由步骤 167 表示的，该方法包括提供控制器 34，该控制器 34 被配置以调节涡轮排气泄压阀 32 和/或压缩机再循环阀 30 的开口以及降低发动机的速度。该控制器 34 被配置，如果压缩 - 点火发动机 14 的燃烧室内的最大压力 (P_{max}) 超过预选择的最大压力 (P_{max} 极限) 且喷射定时大约预选择的值，则延迟燃料喷射定时。控制器 34 可另外包含数据库 170、算法 172 和数据分析块 174。如由步骤 178 表示的，该方法包括提供进口压力传感器 56，该进口压力传感器 56 被配

置以检测压缩机进口压力。如由步骤 180 表示的,该方法包括提供进口温度传感器 60,该进口温度传感器 60 被配置以检测压缩机进口温度。如由步骤 182 表示的,该方法包括提供进气压力传感器 48,该进气压力传感器 48 被配置以检测进气歧管气压。如由步骤 184 表示的,该方法进一步包括提供进气温度传感器 52,该进气温度传感器 52 被配置以检测进气歧管空气温度。如由步骤 186 表示的,该方法还包括提供油门杆位置传感器 38,该油门杆位置传感器 38 被配置以检测油门杆的位置。如由步骤 188 表示的,速度传感器 64 还被提供以检测涡轮增压器 12 的速度。

该方法进一步包括提供再循环阀 30,该再循环阀 30 被配置以通过压缩机 20 再循环压缩空气。如上所述,压缩空气被再循环通过再循环阀 30,以消除在某些条件下的压缩机阻气门。该方法还包括提供排气泄压阀 64,该排气泄压阀 64 被配置以旁路在涡轮 22 周围的发动机废气。在一个例子中,至少 7% 的废气在涡轮 22 周围被旁路,以降低涡轮增压器速度。

尽管在这里,本发明的仅仅一些特点被说明和描述,但是对于本领域技术人员而言,将产生许多改变和变化。因此,将被理解的是,所附的权利要求被用于覆盖落入本发明的真实精神内所有的这些改变和变化。

部件列表

- 10 涡轮增压系统
- 12 涡轮增压器
- 14 压缩-点火发动机
- 16 空气进气歧管
- 18 排气歧管
- 20 压缩机
- 22 涡轮
- 24 涡轮增压器轴
- 26 过滤器
- 28 热交换器
- 30 再循环阀

- 32 排气泄压阀
- 34 控制器
- 36 油门杆设置信号
- 38 油门杆位置传感器
- 40 燃料喷射器
- 42 气缸
- 44 活塞
- 46 进气歧管气压信号
- 48 压力传感器
- 50 进气歧管空气温度信号
- 52 温度传感器
- 54 压缩机进口压力信号
- 56 进口压力传感器信号
- 58 压缩机进口温度信号
- 60 进口温度传感器
- 62 涡轮增压器速度信号
- 64 速度传感器
- 66 阻气门区域
- 68 阻气门线
- 70 正常工作区域
- 72 工作点
- 74 工作点
- 76 工作点
- 78 工作点
- 80 测量涡轮增压器速度、喷射定时的步骤
- 82 测量压缩机进口压力、压缩机进口温度、燃烧室内最大压力的步骤
- 84 计算校正的涡轮增压器速度的步骤
- 86 比较压缩机进口压力与预选择的压力以及比较压缩机进口温度与预选择的温度的步骤
- 88 保持 AA 和关闭排气泄压阀以增加涡轮增压器速度的步骤
- 90 比较校正的涡轮增压器速度与预选择速度的步骤

92 增加涡轮排气泄压阀的开口以减少压缩机阻气门和涡轮增压器速度的步骤

94 减小涡轮排气泄压阀的开口以增加涡轮增压器速度的步骤

96 比较最大压力与预选择压力的步骤

98 使 AA 定时提前的步骤

99 比较燃料喷射定时与预定定时极限的步骤

100 延迟 AA 定时以减小最大压力的步骤

101 降低发动机功率的步骤

102 测量涡轮增压器速度、喷射定时的步骤

104 测量压缩机进口压力、压缩机进口温度、燃烧室内最大压力的步骤

106 计算校正的涡轮增压器速度的步骤

108 比较压缩机进口压力与预选择的压力以及比较压缩机进口温度与预选择的温度的步骤

110 保持 AA 和关闭再循环阀以增加涡轮增压器速度的步骤

112 比较校正的涡轮增压器速度与预选择速度的步骤

114 增加再循环阀的开口以减少压缩机阻气门和涡轮增压器速度的步骤

116 减小再循环阀的开口以增加涡轮增压器速度的步骤

118 比较最大压力与预选择压力的步骤

119 比较燃料喷射定时和预定定时极限的步骤

120 使 AA 定时提前的步骤

122 延迟 AA 定时以减小最大压力的步骤

123 降低发动机功率的步骤

124 测量涡轮增压器速度、喷射定时的步骤

126 测量压缩机进口压力、压缩机进口温度、燃烧室内最大压力的步骤

128 计算校正的涡轮增压器速度的步骤

130 比较压缩机进口压力与预选择的压力以及比较压缩机进口温度与预选择的温度的步骤

132 保持 AA 和关闭排气泄压阀和再循环阀以增加涡轮增压器速度的步骤

- 134 比较校正的涡轮增压器速度与预选择速度的步骤
- 136 增加排气泄压阀和再循环阀的开口以减少压缩机阻气门和涡轮增压器速度的步骤
- 138 减小排气泄压阀和再循环阀的开口以增加涡轮增压器速度的步骤
- 140 比较最大压力与预选择压力的步骤
- 142 使 AA 定时提前的步骤
- 143 比较燃料喷射定时和预定定时极限的步骤
- 144 延迟 AA 定时以减小最大压力的步骤
- 145 降低发动机功率的步骤
- 146 测量涡轮增压器速度、喷射定时的步骤
- 148 测量压缩机进口压力、压缩机进口温度、燃烧室内最大压力的步骤
- 150 计算校正的涡轮增压器速度的步骤
- 152 比较压缩机进口压力与预选择的压力以及比较压缩机进口温度与预选择的温度的步骤
- 154 保持 AA 和关闭再循环阀以增加涡轮增压器速度的步骤
- 156 比较校正的涡轮增压器速度与预选择速度的步骤
- 158 增加再循环阀的开口和降低发动机速度以减少压缩机阻气门和涡轮增压器速度的步骤
- 160 减小再循环阀的开口和增加发动机速度以增加涡轮增压器速度的步骤
- 162 比较最大压力与预选择压力的步骤
- 164 使 AA 定时提前的步骤
- 165 比较燃料喷射定时和预定定时极限的步骤
- 166 延迟 AA 定时以减小最大压力的步骤
- 167 降低发动机功率的步骤
- 168 系统
- 170 数据库
- 172 算法
- 174 数据分析块
- 176 提供控制器被配置成调节涡轮排气泄压阀和/或压缩机再循环

阀的开口的步骤

- 178 提供进口压力传感器以检测压缩机进口压力的步骤
- 180 提供进口温度传感器以检测压缩机进口温度的步骤
- 182 提供进气压力传感器以检测进气歧管气压的步骤
- 184 提供进气温度传感器以检测进气歧管空气温度的步骤
- 186 提供位置传感器以检测油门杆位置的步骤
- 188 提供速度传感器以检测涡轮速度的步骤
- 190 提供再循环阀以通过压缩机再循环空气的步骤
- 192 提供涡轮排气泄压阀以旁路发动机废气的步骤

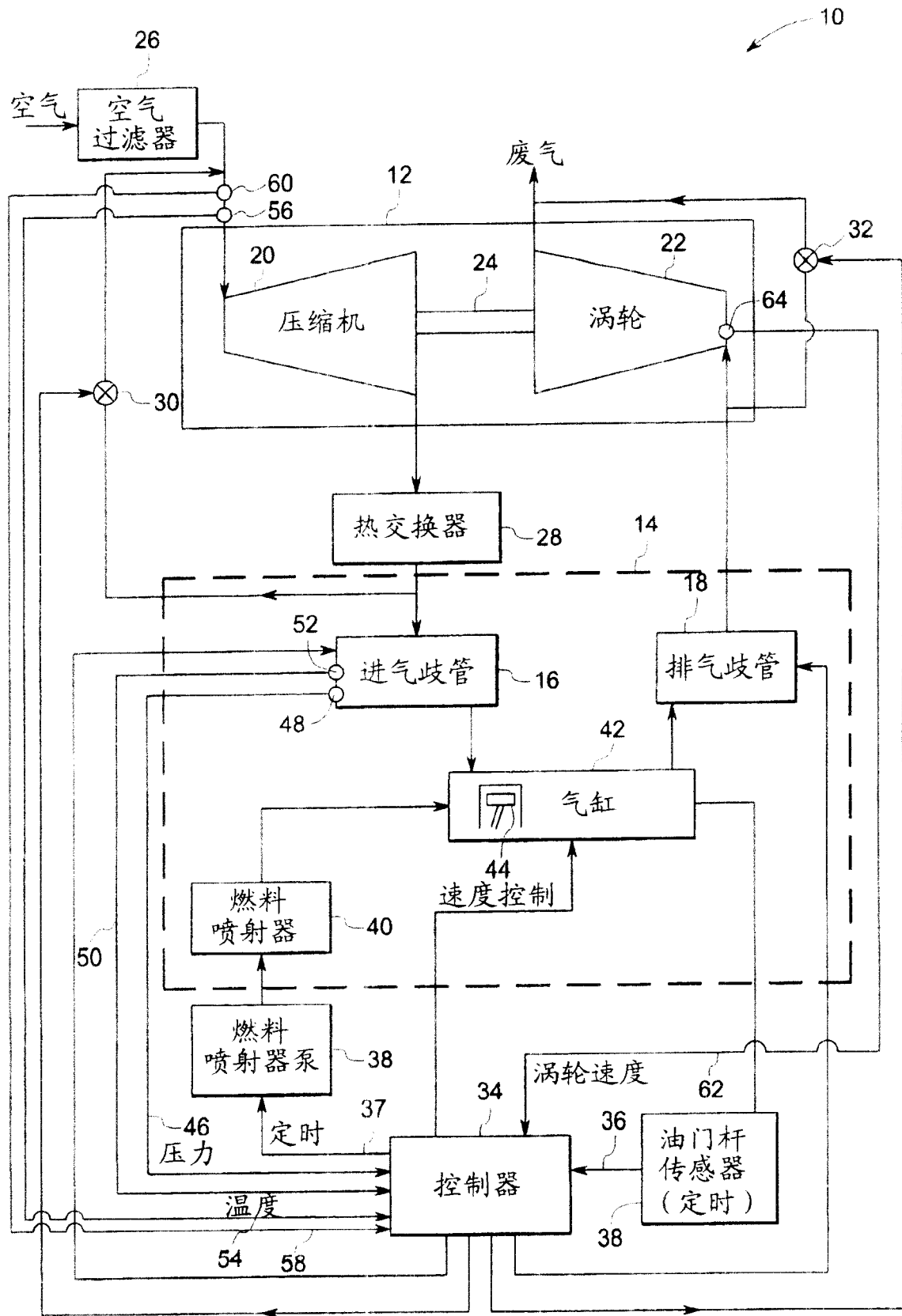


图 1

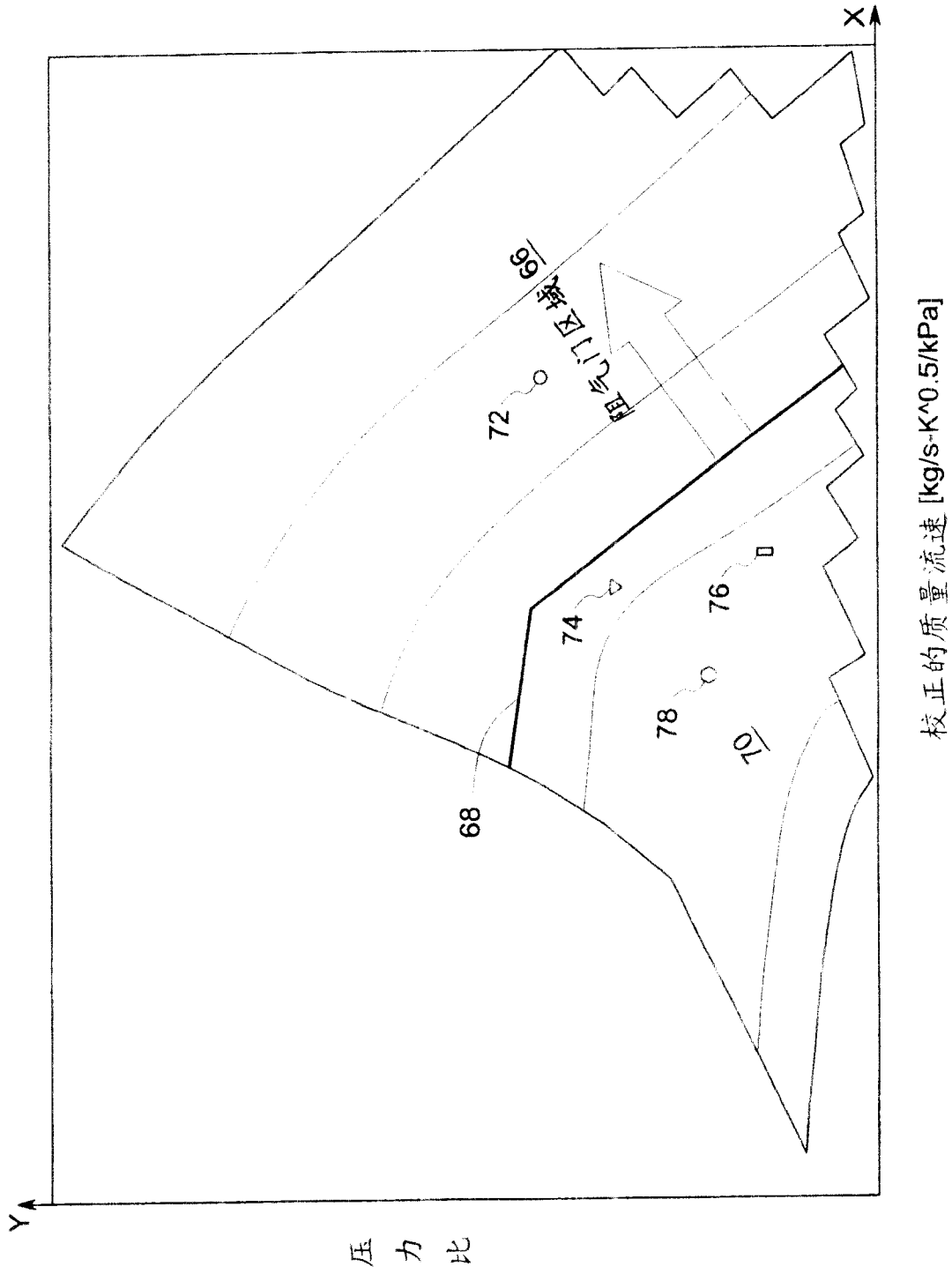


图 2

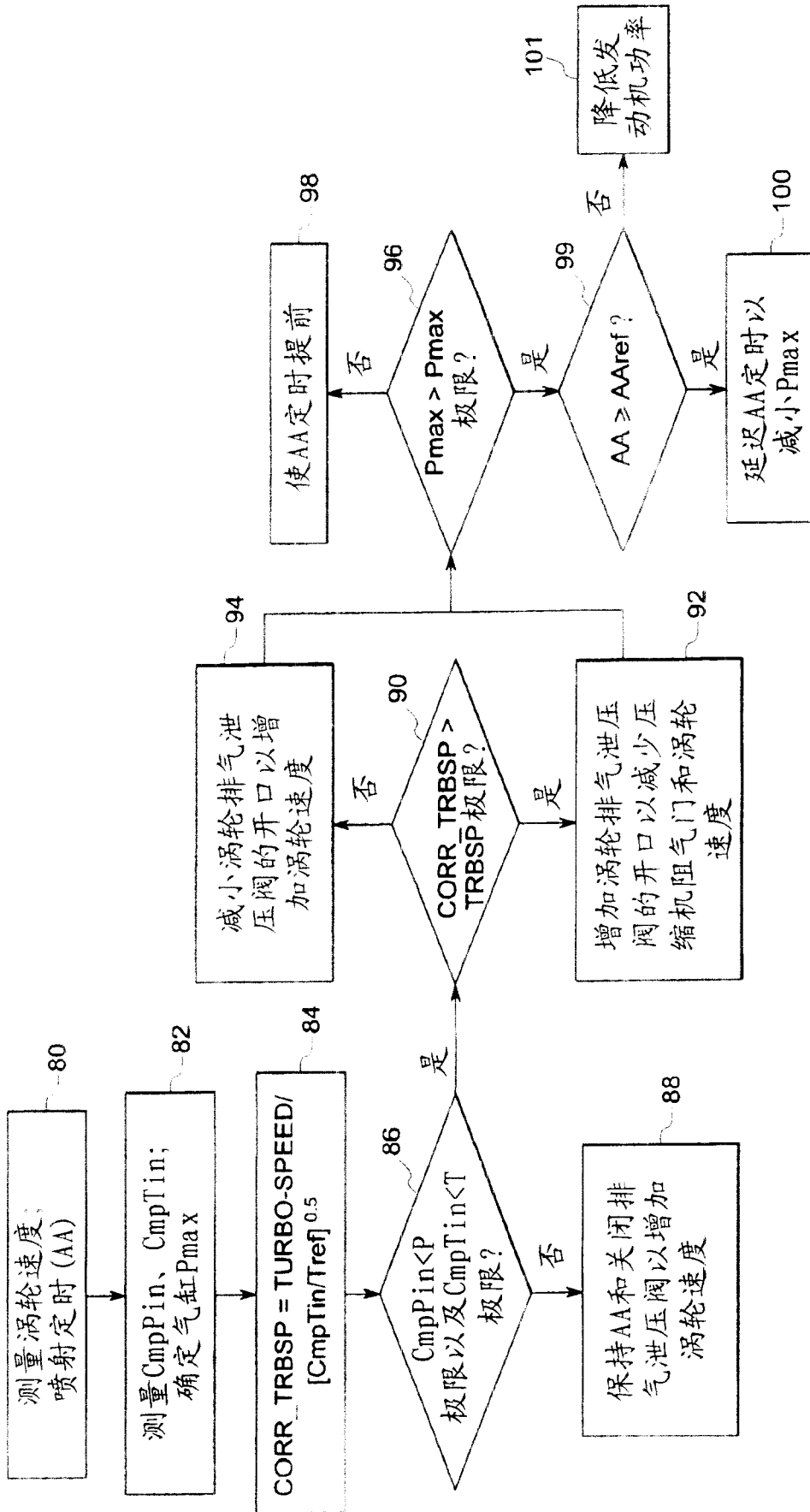


图 3

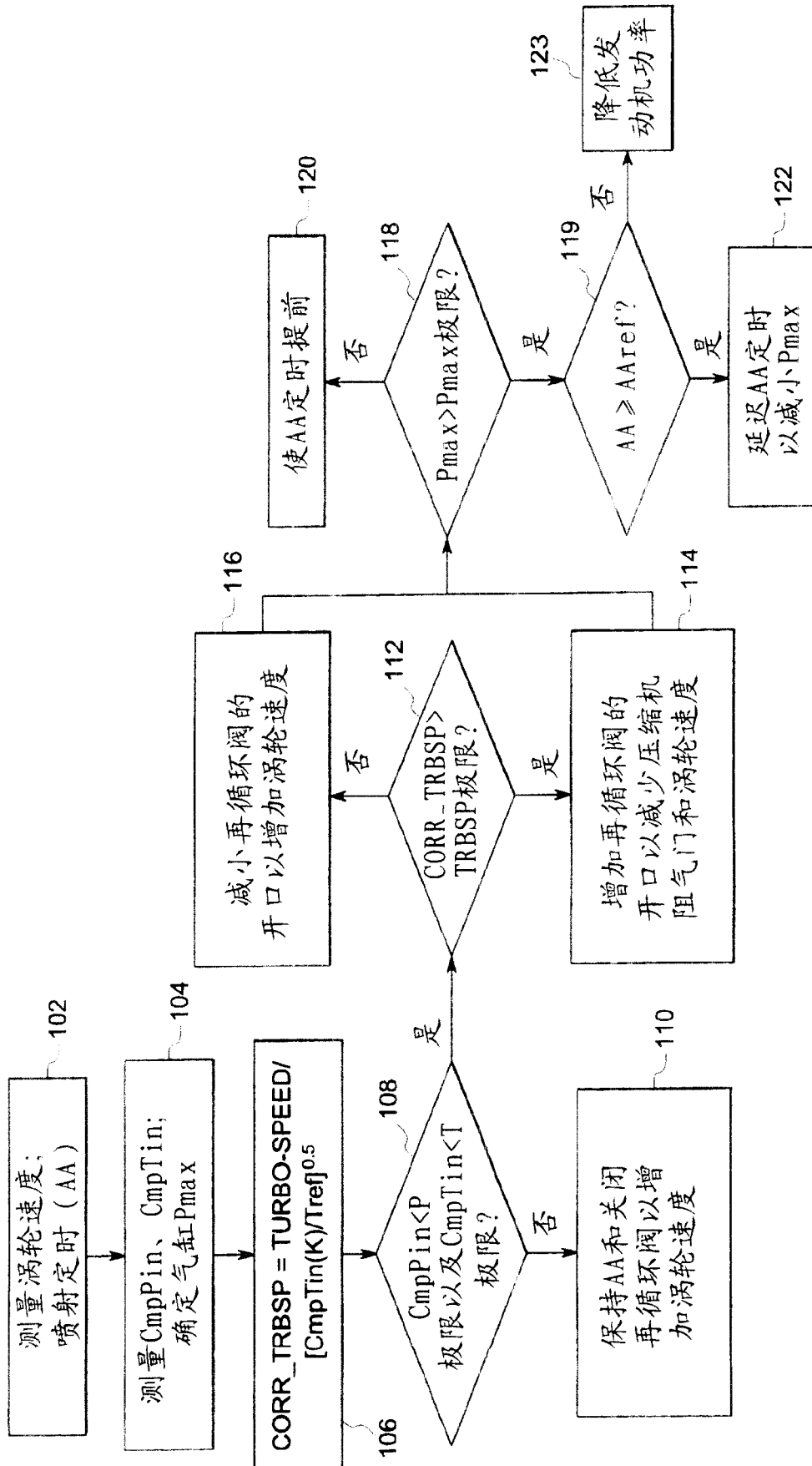


图 4

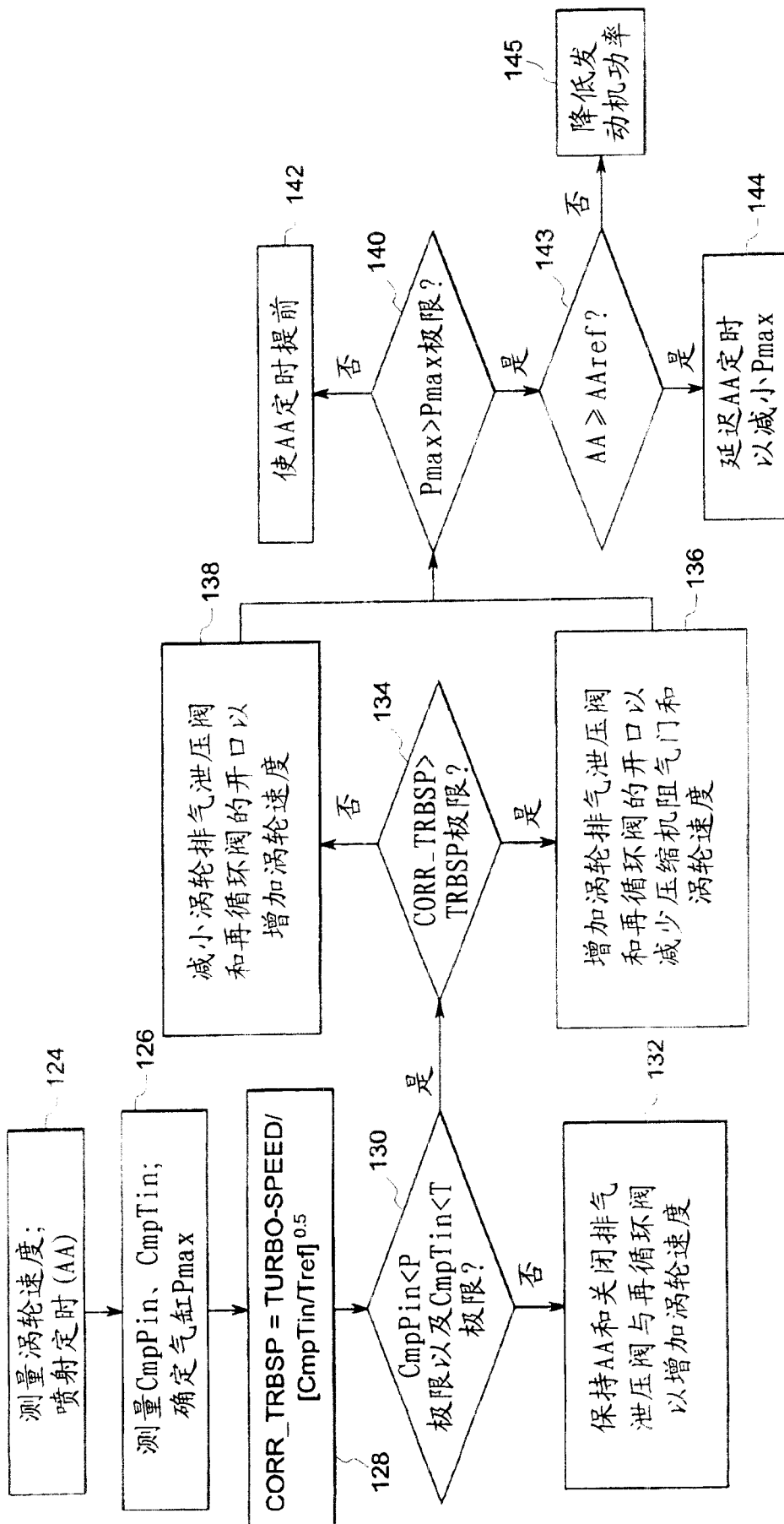


图 5

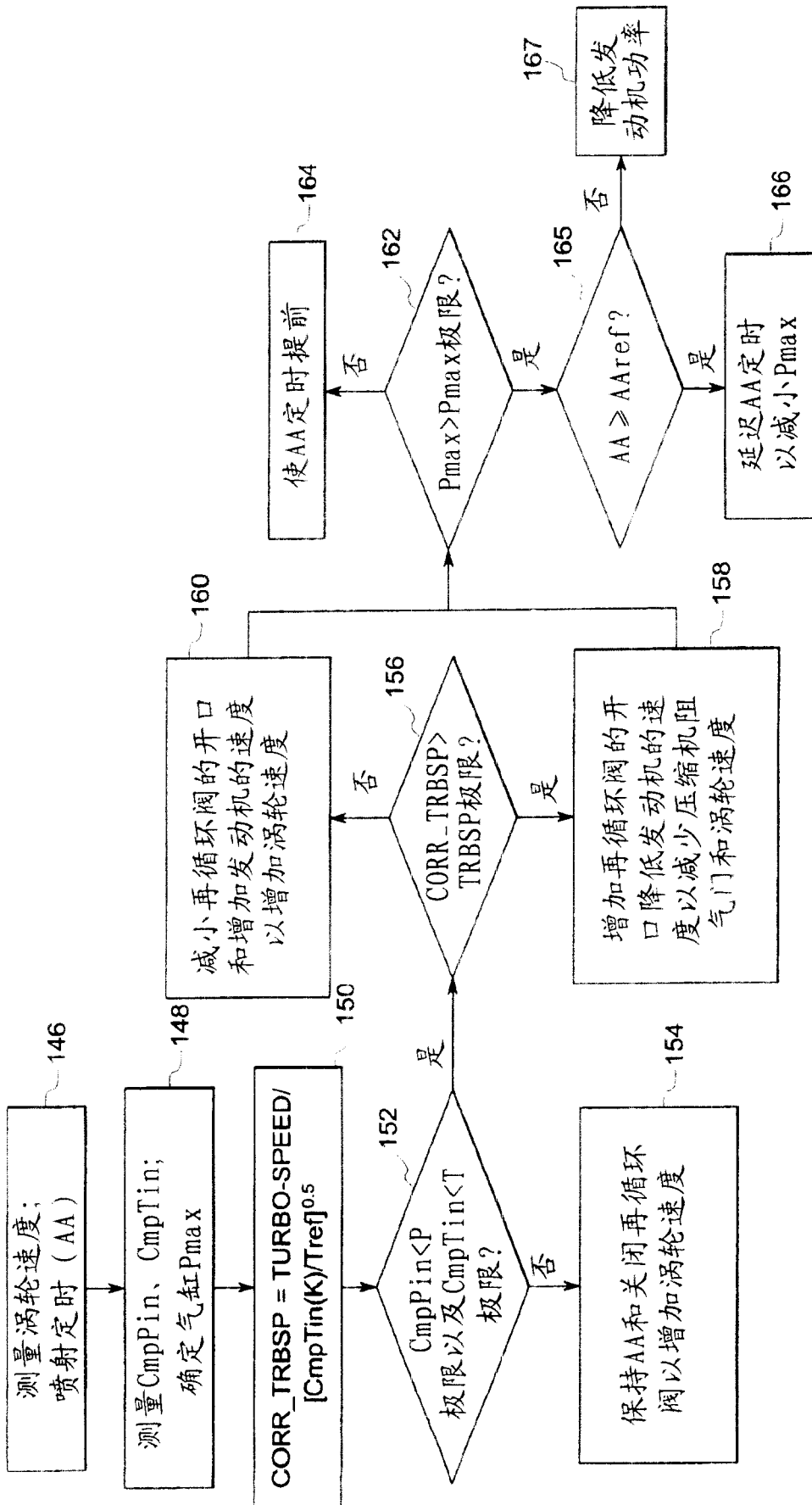


图 6

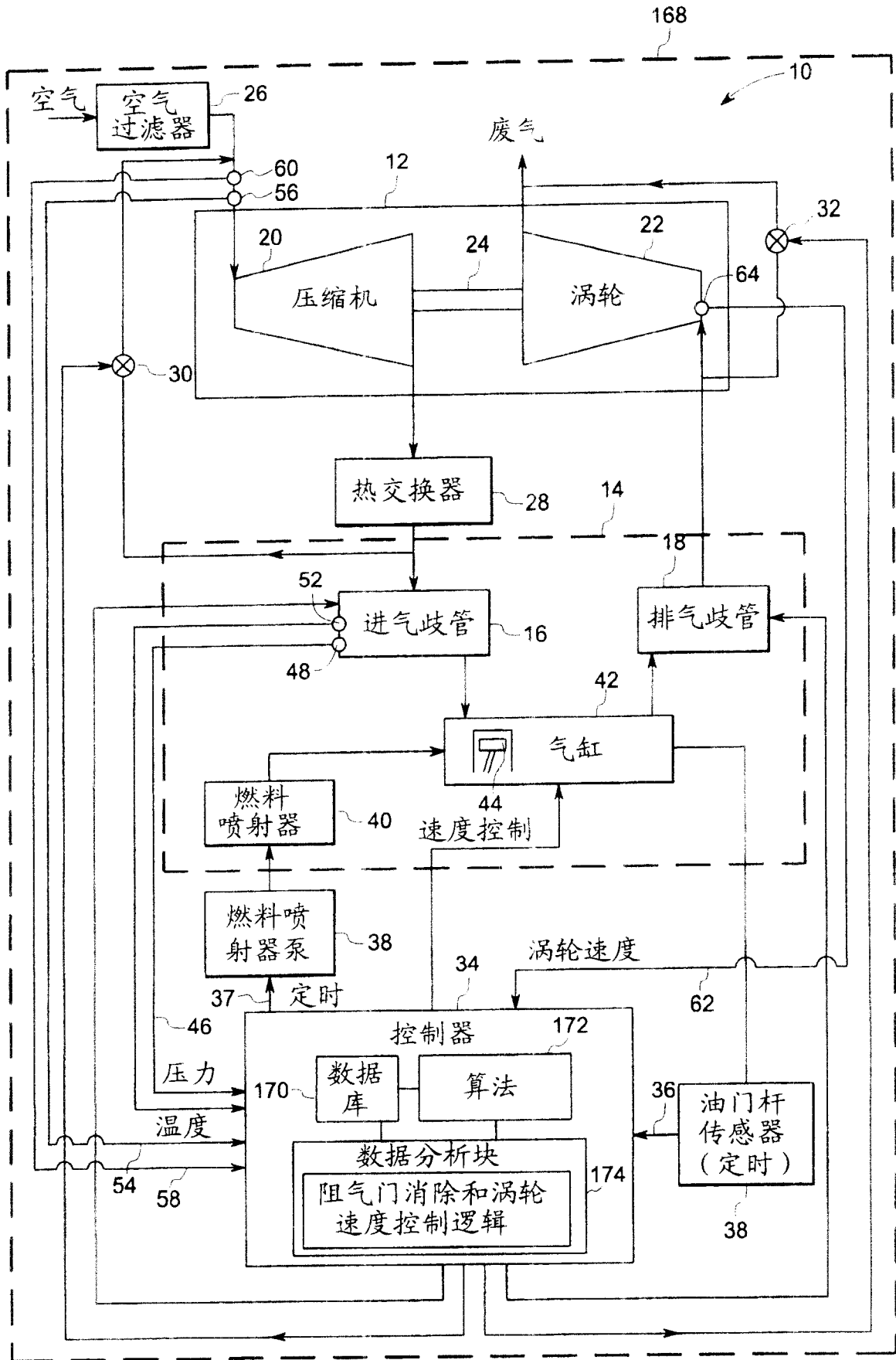


图 7

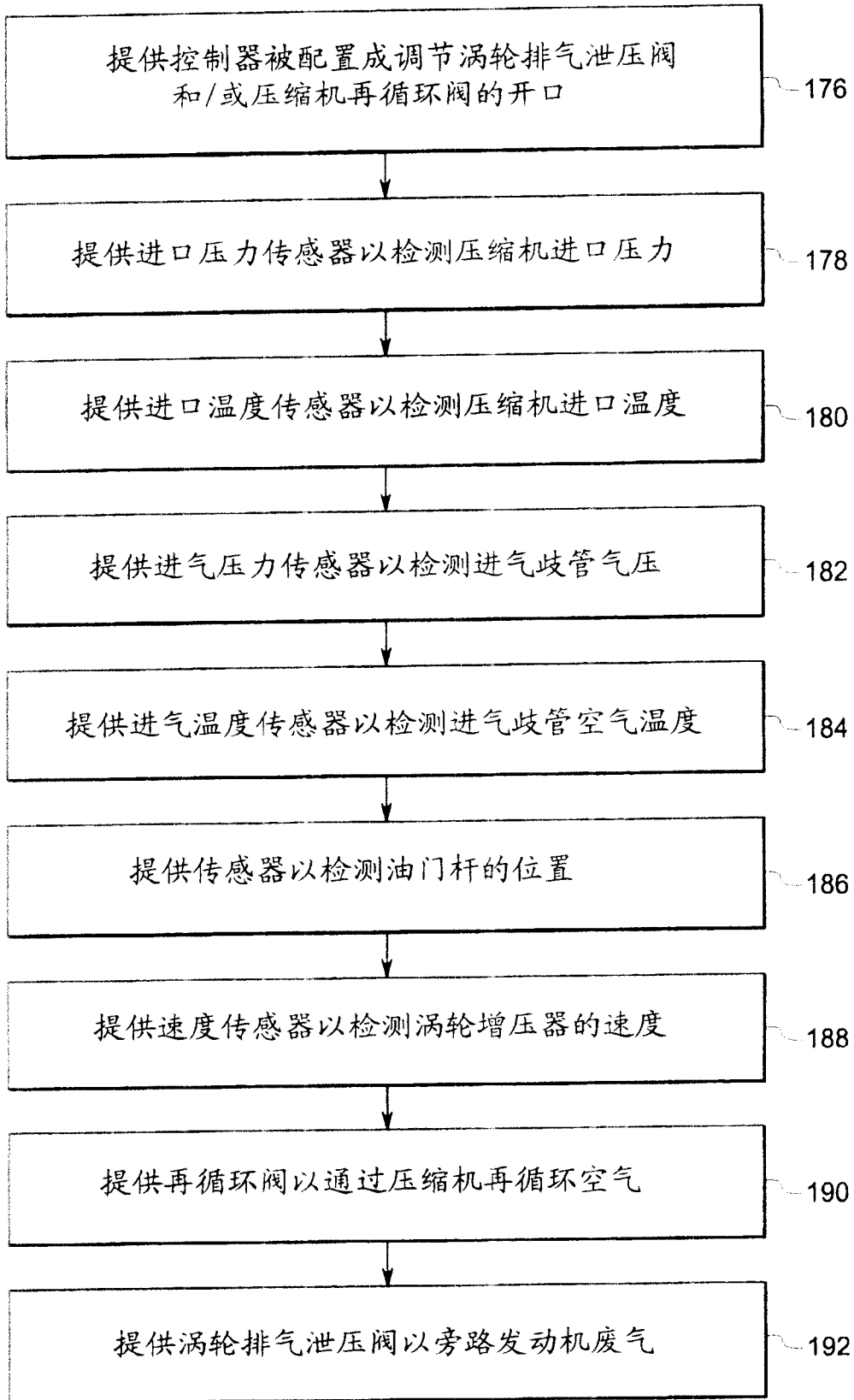


图 8