(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103180577 B
(45)授权公告日 2016.08.03

(21)申请号 201180051235.8
(22)申请日 2011.10.17
(30)优先权数据
1058768 2010.10.26 FR
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2013.04.24
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/FR2011/052422 2011.10.17
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2012/056144 FR 2012.05.03
(73)专利权人 斯奈克玛
地址 法国巴黎
(72)发明人 布鲁诺·罗伯特·加利
塞德里克·德杰拉西
达拉赫·麦格拉斯
吉恩-米歇尔·洛克斯
(74)专利代理机构 中国商标专利事务所有限公司 11234
代理人 宋义兴 曾海艳
(51)Int.Cl.
F02C 9/28(2006.01)
(56)对比文件
EP 0533567 B1,1993.03.24,
EP 0616118 A1,1994.09.21,
US 5080496 A,1992.01.14,
CN 101023254 A,2007.08.22,
US 2003/0115883 A1,2003.06.26,
审查员 张云芳

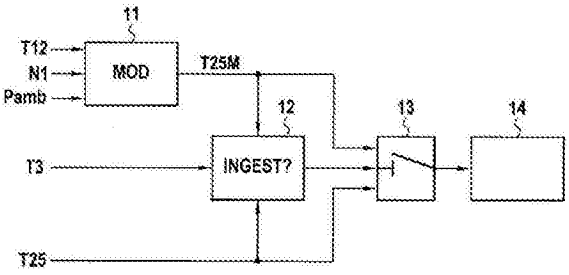
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

控制涡轮机的方法

(57)摘要

控制涡轮机的方法包括:由第一温度传感器测量第一温度(T25)的步骤,由第二温度传感器测量第二温度(T3)的步骤,建模所述第一温度估算第三温度(T25M)的步骤,以及根据测量的所述第一温度为涡轮机的至少一个可变几何形状的设备确定至少一个控制设定值的步骤;所述方法特征在于,所述第一传感器的时间常数C1比第二传感器的时间常数C2大,并且所述方法还包括:根据测量的所述第二温度的下降,检测水或冰雹的吸入的步骤,以及当检测到吸入水或冰雹时,根据估算的所述第三温度确定所述控制设定值的步骤。



CN 103180577 B

1.一种涡轮发动机的控制方法，该方法包括：

-由第一温度传感器测量在所述涡轮发动机的压缩机(4)的入口处的第一温度(T25)的步骤；

-由第二温度传感器测量在所述压缩机的出口处的第二温度(T3)的步骤；

-由建模的温度(T25M)估算所述第一温度的步骤，以及

-根据测量的所述第一温度，为所述发动机的至少一个可变几何形状的设备确定至少一个控制设定值的步骤；

所述方法特征在于，所述第一温度传感器的时间常数C1比所述第二温度传感器的时间常数C2大，并且所述方法还包括：

-根据测量的所述第二温度的下降，检测水或冰雹的吸入的步骤，以及

-当检测到吸入水或冰雹时，根据所述建模的温度，确定所述控制设定值的步骤。

2.根据权利要求1所述的控制方法，其中，所述压缩机(4)为高压压缩机。

3.根据权利要求2所述的控制方法，其中所述第一温度传感器不具有惯性集尘器。

4.根据权利要求2所述的控制方法，其中所述控制设定值是用于所述压缩机的一组变距定子叶片的螺旋角设定值。

5.根据权利要求4所述的控制方法，其中，当没有检测到水或冰雹吸入时，确定步骤包括由第一控制关系确定所述控制设定值，并且当检测到水或冰雹吸入时，确定步骤包括由与所述第一控制关系不同的第二控制关系确定所述控制设定值，并且其中对于给定输入温度，与所述第一控制关系确定的螺旋角设定值相比，所述第二控制关系确定的螺旋角设定值更封闭。

6.一种用于控制涡轮发动机的电子单元(20)，所述电子单元具有存储有计算机程序的存储器(22)，所述计算机程序包括当该计算机程序由计算机执行时用于执行根据权利要求1-5任意一项所述的控制方法的指令。

控制涡轮机的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及航空的一般领域。具体地，本发明涉及一种在发动机吸入水或冰雹的情况下控制飞行器涡轮发动机的方法。

[0002] 通常，涡轮发动机的操作由电子控制单元调节，其执行主调节循环以根据所需推力将在发动机上取得的测量值(速度、发动机压力比(EPR)…)的组合伺服控制到指定设定值，其中所需推力作用于燃料释放到燃烧腔的流速。电子控制单元也对在发动机中的可变几何形状的装置执行次级调节循环。

[0003] 在此使用的术语“可变几何形状”表示一件装置的尺寸、形状、位置和/或速度可以根据检测的结果或限定的参数进行修改以作用于发动机的操作。可变几何形状的装置的示例包括用于从压缩机放出空气的阀(具有可变开口的阀)、具有可变节距的压缩机定子叶片、在顶端的间隙可变的涡轮机叶片等等。

[0004] 具体地，已知根据低速XN25R来控制在压缩机中的可变节距定子叶片(也称为可变定子叶片(VSV))的螺旋角，低速XN25R本身是根据高压转子的速度XN25和在发动机的压缩机的入口处的温度T25来确定。

[0005] 在发动机吸入水和冰雹的情况下，当由相应传感器测量的温度T25下降时，其导致低速XN25R增大，并且因此导致叶片过度敞开。这种过度敞开会导致压缩机的波动。

[0006] 为了避免这些缺陷，使用用于测量温度T25的探针是已知的，该探针提供惯性集尘器用于保护探针的有效部分免于遭受水和冰雹损害，以便于在吸入水或冰雹的情况下避免受到干扰。

[0007] 也已经提出建议，设计控制各叶片具有一定余量的敞开角度的关系，该余量在对温度T25的测量值有干扰的情况下也足以避免波动。然而，这种解决方案的可行性包括其他技术的折中。

[0008] 此外，在这种情况下检测在涡轮发动机中吸入水和冰雹以及调整发动机的操作是已知的。例如，文献FR 2 681 377推荐根据在压缩机入口处空气温度(在该文献中表示为T2)和在来自压缩机的出口处的空气温度T3之间的差值来检测水吸入。如果吸入水，发动机的速度增大。

发明内容

[0009] 本发明的目的在于提供一种不存在至少一些上述缺陷的控制涡轮发动机的方法。具体地，本发明的目的在于能够使用不需要惯性集尘器的温度传感器。

[0010] 为此，本发明提供一种控制涡轮发动机的方法，该方法包括：

[0011] -由第一温度传感器测量第一温度的步骤，

[0012] -由第二温度传感器测量第二温度的步骤，

[0013] -由建模的温度估算第一温度的步骤，以及

[0014] -根据测量的所述第一温度为发动机的至少一个可变几何形状的设备确定至少一个控制设定值的步骤；

[0015] 所述方法特征在于，所述第一传感器的时间常数C1大于所述第二传感器的时间常数C2，并且所述方法还包括：

[0016] -根据测量的所述第二温度的下降值，检测水或冰雹的吸入的步骤，以及

[0017] -当检测到吸入水或冰雹时，根据估算的所述第三温度确定所述控制设定值的步骤。

[0018] 在涡轮发动机吸入水和冰雹的情况下，由传感器测量时第一和第二温度下降。更精确地，第二温度下降得比第一温度快，因为第二温度具有更短的时间常数。

[0019] 在第一温度下降到足以干扰控制设定值的确定之前，第二温度的更快下降使得能够检测水和冰雹的吸入。响应于检测水或冰雹的吸入，然后根据第三温度能够确定控制设定值，即使用第一温度的模型取代第一温度本身，以便确保第一温度的继续下降不干扰控制设定值的确定。

[0020] 因此，本发明使得能够使用可以具有相对较长时间常数的第一温度传感器。因而，第一传感器可以具有简单结构并且不需要惯性集尘器，并且因此可以具有较低的成本。此外，控制关系能够确定控制设定值，而不需要考虑安全余量以便在吸入水的情况下适用第一温度的下降。

[0021] 在一个实施例中，为多个装置部件确定多个设定值。

[0022] 第一温度可以是在涡轮发动机的压缩机的入口处的温度T25，而第二温度可以是在来自所述压缩机的出口处的温度T3。

[0023] 在一个实施例中，所述第一温度传感器不具有惯性集尘器。

[0024] 通过示例，所述控制设定值是用于所述压缩机的一组可变节距定子叶片的螺旋角。

[0025] 在一个实施例中，当没有检测到水或冰雹吸入时，确定步骤包括确定所述控制设定值同时使用第一控制关系，并且当检测到水或冰雹吸入时，确定步骤包括确定所述控制设定值同时使用与第一控制关系不同的第二控制关系，并且其中对于指定输入温度，第二控制关系提供比第一控制关系提供更封闭的角度设定值。

[0026] 以相应的方式，本发明还提供一种计算机程序，该计算机程序包括当由计算机执行所述程序时用于执行本发明如上所述方法的指令。本发明还提供一种用于控制涡轮发动机的电子单元，所述电子单元包括存储该计算机程序的存储器。

附图说明

[0027] 通过阅读下面借由非限制性指示并且参考附图给出的描述可以更好地理解本发明，其中：

[0028] 图1为涡轮发动机的透视图；

[0029] 图2为表示在本发明实施方式中的电子控制单元的视图；

[0030] 图3为用于执行在本发明实施例中的方法的控制方法的方框图。

具体实施方式

[0031] 下面主要在它应用到构成飞机推力发动机的气体涡轮机的情况下描述本发明，例如，在图1中以较高图示化方式所示。然而，本发明可应用到其他涡轮发动机，尤其是应用直

升飞机的涡轮机，工业涡轮机，用于辅助动力单元(APU)的涡轮机。

[0032] 在图1中所示的涡轮发动机6包括燃烧腔1，其中来自腔1的燃烧气体驱动高压(HP)涡轮机2和低压(LP)涡轮机3。HP涡轮机2由轴联接到HP压缩机4，HP压缩机4在压力下给燃烧腔1供应空气，而LP涡轮机3由另一个轴联接到LP压缩机7以及联接到在发动机的入口处的风扇5。

[0033] 发动机6的操作由电子控制单元20控制，如在图2中所示，该单元执行主调节循环以根据所需推力将在发动机上取得的测量值组合伺服控制到设定值，所需推力作用于该流速释放燃料到燃烧腔的流速。电子控制单元也对发动机的可变几何装置执行次级调节循环。

[0034] 为此，电子控制单元20获取各个信号，其表示各个测量的操作参数，并且尤其是：

[0035] -在HP压缩机4的入口处的温度T25；

[0036] -在来自HP压缩机4的出口处的温度T3；

[0037] -在风扇5的入口处的温度T12；

[0038] -环境压力P_{amb}；以及

[0039] -LP控制器7和LP涡轮机3的旋转速度N1。

[0040] 电子控制单元20具有计算机的硬件架构，并且它包括微处理器21、只读存储器(ROM)22、随机存取存储器(RAM)23和接口24。在操作中，微处理器21执行存储在ROM 22中的计算机程序同时使用RAM 23。接口24使电子控制单元20能够获取各个上述指定信号，并且发送表示设定值的信号给确定的控制。

[0041] 温度T25和T3由温度传感器测量。当它们获取测量值时，温度传感器通常承受对每个传感器具有特异性的一定量的惯量，并且该惯量尤其是依赖于制造传感器的材料以及它的重量(或大小)。该惯量引起在由传感器获取测量值的时刻与传感器响应于该测量值发送信号的时刻之间的时间偏差。这就是在测量中所述的“牵制效应”。

[0042] 以已知的方式，传感器的惯量可以以时间常数表示。例如，文献US 5080496推荐利用具有设定值的滤波器数字建模传感器的惯量，所述设定值使通过估算传感器的时间常数确定的。

[0043] 温度T25由具有时间常数C1的温度传感器测量，而温度T3由具有比C1短的时间常数C2的温度传感器测量。

[0044] 例如，与温度T25相关的时间常数C1的最大可接受值是：

[0045] -对于20千克每秒每平方米($kg/(s \cdot m^2)$)的空气流量为60秒；

[0046] -对于50$kg/(s \cdot m^2)$的空气流量为34.2秒；以及

[0047] -对于350$kg/(s \cdot m^2)$的空气流量为18秒；

[0048] 而与温度T3相关的时间常数C2的最大可接受值是：

[0049] -对于20$kg/(s \cdot m^2)$的空气流量为4秒；

[0050] -对于50$kg/(s \cdot m^2)$的空气流量为1秒；以及

[0051] -对于350$kg/(s \cdot m^2)$的空气流量为0.8秒。

[0052] 本领域的技术人员可以观察到时间常数C1的上述值比在现有技术中通常使用的值显著更长。

[0053] 此外，电子控制单元20可以通过模型估算某些参数的值。例如，温度T25可以由建

模的温度T25M估算。用于温度T25M的模型对于本领域的技术人员来说是已知的并且不需要给出详细描述。例如，温度T25M可以根据温度T12、旋转速度N1、以及压力Pamb来确定。

[0054] 如上解释，吸入的水或冰雹可以干扰发动机6的操作。因此，电子控制单元20执行检测水或冰雹的吸入的方法，并且当检测到吸入时它调整发动机6的操作。本领域的技术人员已知有多种方法用于检测水或冰雹的吸入，并且不需要详细地描述它们。例如，可以根据温度T3的下降检测吸入。

[0055] 图3为使得能够控制发动机6的操作的控制方法的方框图。例如，可以由执行计算机程序的电子控制单元20执行图3的控制方法。

[0056] 图3示出建模模块11、检测模块12、选择器13、以及确定模块14。

[0057] 建模模块11根据例如温度T12、旋转速度N1、以及压力Pamb建模温度T25并且确定温度T25M。

[0058] 检测模块12根据温度T3、T25以及T25M来检测水或冰雹的吸入。更精确地，温度T3的下降用来检测吸入。也可以使用其他参数。

[0059] 选择器13接收温度T25和T25M以及来自检测模块12的输出信号作为输入。当检测模块12指示没有吸入时，然后选择器13输出温度T25的信号。当检测模块12指示吸入时，然后选择器13输出温度T25M的信号。

[0060] 确定模块14根据由选择器13发送的输入值确定用于在发动机6中的可变几何形状装置的控制设定值。换句话说，如果没有吸入，控制设定值根据温度T25确定；如果有吸入，然后使用温度T25M来取代温度T25。自然地，确定模块14也可以使用其他参数用于确定控制设定值。

[0061] 图3控制方法如下操作。

[0062] 在不存在吸入水或冰雹情况下，选择器13发送温度T25给确定模块14。

[0063] 在发动机吸入水或冰雹的情况下，当由传感器测量时两个温度T25和T3都下降。更精确地，温度T3下降得比温度T25更快，因为用于温度T3的传感器具有时间常数C2，其比用于温度T25的传感器的时间常数C1更短。相反，温度T25M不下降，或者其下降至少以没有温度T25下降的显著，因为它是根据不被吸入显著干扰的参数确定。

[0064] 温度T3的较快下降使得检测模块12能够在温度T25下降到足以干扰由确定模块14确定控制设定值之前检测已经吸入水或冰雹。

[0065] 响应于检测已经吸入水或冰雹，选择器13切换并且因此发送温度T25M给确定模块14。确定模块14然后使用温度T25M取代温度T25，以便确定控制设定值。因此，在温度T25方面的继续下降不干扰控制的设定值的确定。

[0066] 因此，因为测量温度T25的传感器具有相对较长的时间常数C1，所以测量的温度T25在吸入水的情况下不会快速下降并且可以继续在检测吸入之前临时用来确定控制设定值。该传感器因此可以是在结构上较简单的，不需要惯性集尘器，并且它可以是较低成本的。

[0067] 例如，确定模块14确定用于HP压缩机4的可变节距叶片的角度设定值，用于叶片阀的敞开位置，和/或在与推力相关的设定值的增加。因为相对较长的时间常数C1，并且因为选择器13，在吸入水或冰雹的情况下，发送到确定模块14的输入信号不显著下降。因此，确定模块14不需要考虑安全余量以便容许在吸入水或冰雹的情况下温度T25的测量值的下

降。

[0068] 在未示出的变形中，确定模块14除了接收由选择器13输出的信号外还接收由检测模块12输出的信号作为输入，并且在不存在水吸入的情况下确定模块14使用第一控制关系用于确定控制设定值，而在吸入水的情况下使用不同于第一控制关系的第二控制关系。对于给定输入温度，第二控制关系提供比第一控制关系提供的更封闭的角度设定值。

[0069] 因此，在该变形中，在吸入的情况下，激活极大的关闭以便补偿在这种情况下波动增大的风险。

[0070] 上述参考与温度T25和T3相关的实施例描述了本发明。在变形中，本发明也可以使用到在涡轮发动机中的不同位置处测量的两个其他温度。

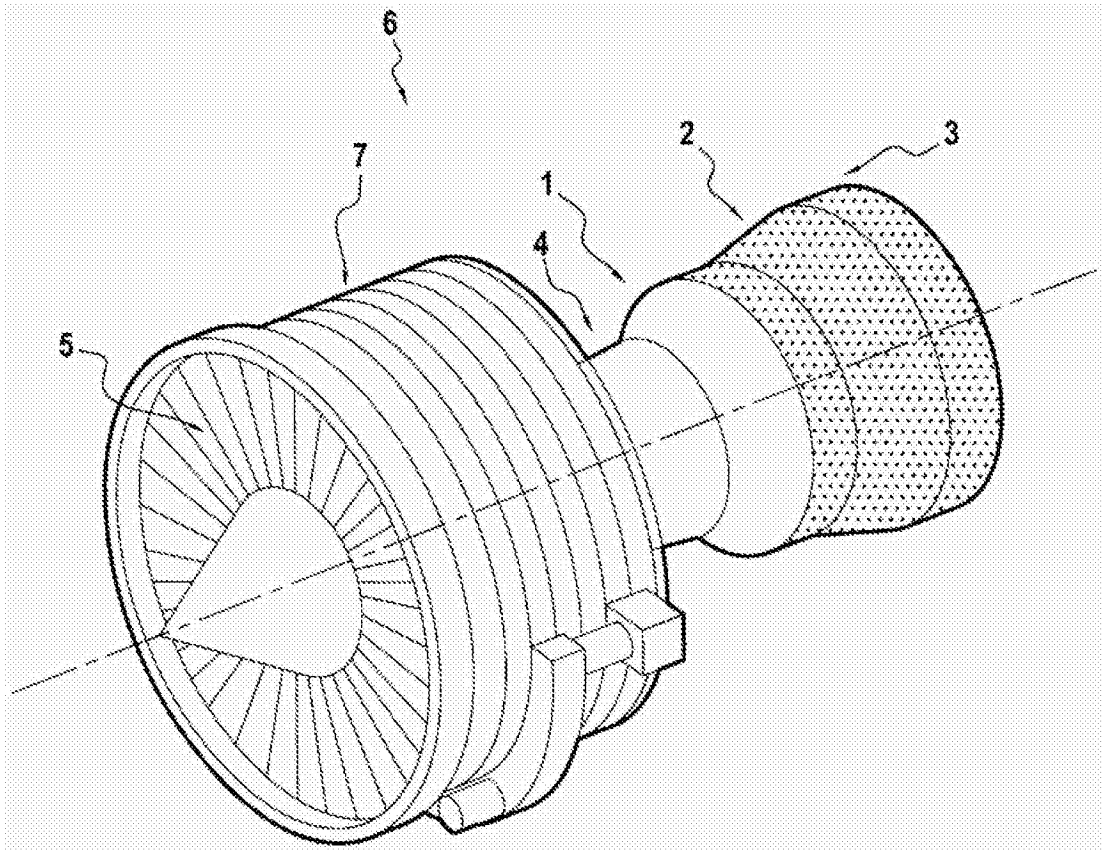


图1

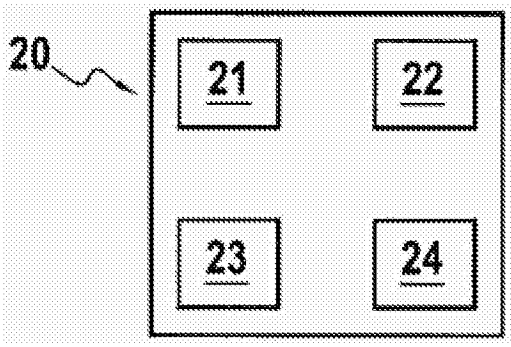


图2

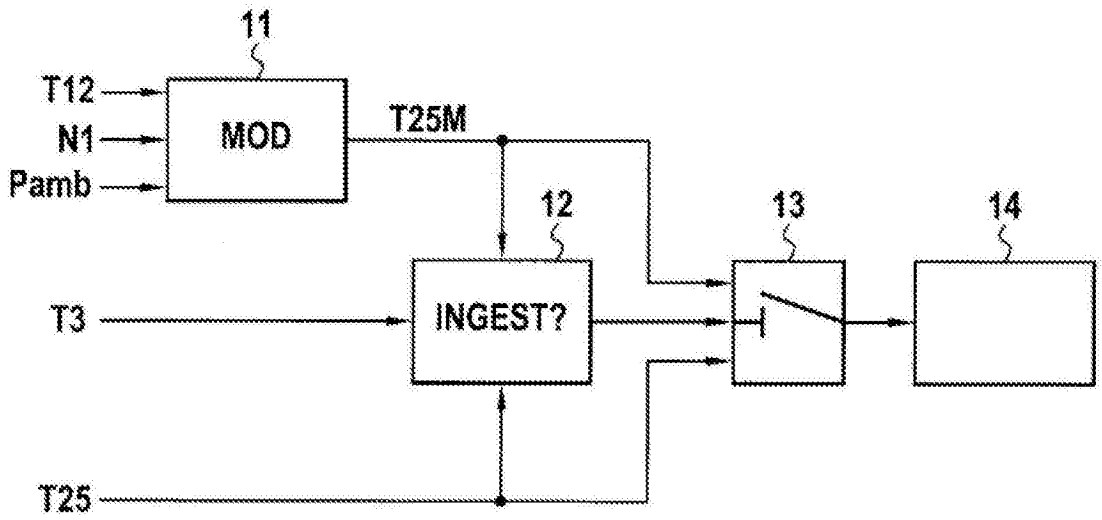


图3