



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113330221 B

(45) 授权公告日 2023. 04. 25

(21) 申请号 202080010897.X

(22) 申请日 2020.01.23

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113330221 A

(43) 申请公布日 2021.08.31

(30) 优先权数据
1900627 2019.01.24 FR

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.07.26

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/FR2020/050096 2020.01.23

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/152425 FR 2020.07.30

(73) 专利权人 赛峰直升机发动机公司
地址 法国波尔多

(72) 发明人 马修·朱利安·加洛特
菲利普·让·雷内·玛丽·本尼扎克

吉恩-卢克·查尔斯·吉尔伯特·弗雷利
卢克·杰克斯·皮埃尔·雷贝加帕斯卡尔·里佐

(74) 专利代理机构 北京派特恩知识产权代理有限公司 11270
专利代理师 陈鑫 姚开丽

(51) Int.Cl.
F04D 27/00 (2006.01)
F04D 29/54 (2006.01)
F04D 29/56 (2006.01)
F01D 21/00 (2006.01)
F02C 9/20 (2006.01)
F01D 17/16 (2006.01)
F01D 17/26 (2006.01)
F02C 7/22 (2006.01)
F02C 9/54 (2006.01)

审查员 姜莉莉

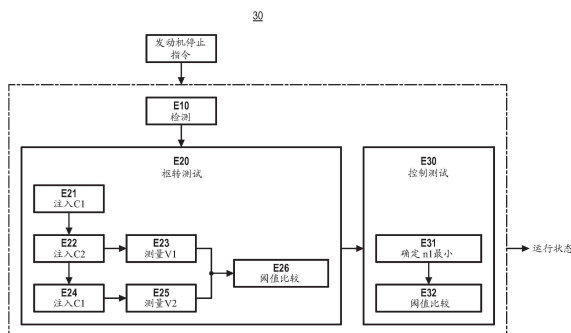
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

用于监测用于定位涡轮机的可变几何构件的系统的运行状态的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于监测用于对涡轮机(10)的可变几何构件(18)进行定位的系统的运行状态的方法,该构件(18)被配置为在包括第一位置P1和第二位置P2的运行区域内行进,该方法包括以下步骤:- (E23)确定从第一位置P1到第二位置P2的第一枢转速度V1;- (E25)确定从第二位置P2到第一位置P1的第二枢转速度;以及- (E26)如果第一速度V1小于第一确定速度阈值和/或如果第二速度V2小于第二确定速度阈值,则确定用于对构件(18)进行定位的系统在运行中有异常。



1. 一种用于监测用于对涡轮机(10)的可变几何构件(18)进行定位的系统的运行状态的方法,所述系统包括可变几何构件(18),所述可变几何构件由至少一个液压致动器(20)致动,所述至少一个液压致动器与由计算机(22)通过电流控制的电动液压构件相关联,所述液压致动器(20)的功率取决于液压液体压力和施加到所述电动液压构件的电流,所述可变几何构件(18)被配置为在包括第一位置P1和第二位置P2的运行范围内行进,

所述方法的特征在于,所述方法包括在发出停止所述涡轮机(10)的指令之后的减速阶段期间,

a) 针对在所述液压致动器(20)的极限处为确定且恒定的液压液体压力条件所实施的叶片枢转测试步骤(E20),所述叶片枢转测试步骤(E20)包括以下步骤:

- (E21) 确定所述可变几何构件(18)的第一位置P1;

- (E22) 应用指令C2,使得能够控制所述液压致动器(20)并且能够将所述可变几何构件带到所述第二位置P2,所述指令C2的应用包括注入根据所述液压致动器(20)的平衡电流的值确定的恒定控制电流;

- (E23) 测量从所述第一位置到所述第二位置的枢转时间,并且确定从所述第一位置P1到所述第二位置P2的第一枢转速度V1;

- (E24) 一旦所述可变几何构件已经到达所述第二位置P2,则应用第一控制指令C1,使得能够将所述可变几何构件带到所述第一位置P1,所述指令C1的应用包括注入根据所述液压致动器(20)的平衡电流的值确定的恒定控制电流;

- (E25) 测量从所述第二位置到所述第一位置的枢转时间,并且确定从所述第二位置P2到所述第一位置P1的第二枢转速度V2;以及

- (E26) 如果所述第一枢转速度V1小于第一确定速度阈值和/或如果所述第二枢转速度V2小于第二确定速度阈值,则确定所述可变几何构件(18)的定位系统在运行中有异常,

b) 然后是控制测试步骤(E30),所述控制测试步骤包括以下后续步骤:

- (E31) 根据所述涡轮机(10)的气体发生器的速度来应用所述可变几何构件(18)的严格单调的位置设定点,并确定所述气体发生器的满足所述位置设定点的最小速度;和

- (E32) 如果所述最小速度大于所述气体发生器的确定的速度阈值,

则确定所述可变几何构件(18)的定位系统在运行中有异常。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,确定所述可变几何构件的所述第一位置P1的步骤包括应用如下指令:所述指令使得能够控制所述液压致动器(20),以将所述可变几何构件(18)带到所述第一位置P1。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,对于确定的施加到所述电动液压构件的液压液体压力和控制电流,根据所述液压致动器(20)和所述电动液压构件的模型来确定所述第一确定速度阈值和所述第二确定速度阈值,使得能够根据抵抗所述液压致动器(20)的移位的力来建立所述液压致动器(20)的速度。

4. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述第一位置和所述第二位置中的一个位置对应于所述可变几何构件(18)的如下位置:在所述位置中,所述可变几何构件(18)是完全打开的,而所述第一位置和所述第二位置中的另一个位置对应于所述可变几何构件(18)的如下位置:在所述位置中,所述可变几何构件(18)是完全关闭的。

5. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述液压液体是来自所述涡轮机(10)的燃料

回路中的燃料,并且所述电动液压构件是所述液压致动器(20)的伺服阀。

6.根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述可变几何构件是进气叶片。

7.一种计算机程序产品,所述计算机程序产品包括代码指令,所述代码指令用于执行根据权利要求1至6中任一项所述的用于监测用于对涡轮机(10)的可变几何构件(18)进行定位的系统的运行状态的方法。

用于监测用于定位涡轮机的可变几何构件的系统的运行状态的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于监测涡轮机的可变几何构件的运行状态的方法。该方法特别旨在实施用于飞行器发动机的进气叶片。

背景技术

[0002] 某些飞行器涡轮机(例如直升机涡轮轴)配备有进气叶片,该进气叶片用于优化发动机的运行点。

[0003] 控制进气叶片的功能、更普遍地控制可变几何构件的功能最常由液压致动器提供,其中,所述致动器的腔室压力由电动液压构件(例如伺服阀)来调节。伺服阀接收来自计算机的控制电流,并且由燃料回路以液压的方式供给,燃料回路的泵由涡轮机的气体发生器驱动。

[0004] 为了完全地发挥叶片的功能,这些叶片必须能够在其整个的有用范围内行进,这与规定的动力学有关。叶片很少被要求有极快的速度,但是必须确保在必要时叶片能够达到极快的速度。

[0005] 据认为,抵抗叶片操纵的力的增加(例如由于沙子的污染)是退化的前兆迹象,这可能导致叶片、致动器和伺服阀组件无法保持规定的性能。

[0006] 传统地,会定期地进行手动维护测试以验证叶片的阻力。该测试包含将叶片的运动机构与致动器断开,然后用手在叶片的整个的可用范围内操纵叶片,同时确保没有异常的阻力。如有怀疑,则使用扭矩扳手验证阻力水平。从某个阈值开始,需要进行维护操作(例如,作为第一步的压缩机清洗)。

[0007] 该类型的解决方案的缺点是需要操作者每隔很近的一段时间就进行干预。此外,在该类型的干预之后,存在错误地重新连接如下连杆的风险:该连杆将叶片的运动机构连结到致动器。此外,由于扭矩扳手无法接近,该类型的干预需要拆卸发动机才能进行操作。

[0008] 此外,该类型的解决方案仅测试进气叶片侧的阻力,而不测试致动器、供应回路(例如燃料回路)和致动器控制伺服阀的可能的退化。

发明内容

[0009] 本发明寻求改进在涡轮喷气发动机中的可变几何构件的运行,通过从发动机的燃料供应回路中抽取液压流体,来为该可变几何构件供给液压流体。

[0010] 因此,本发明的目的是提出一种用于监测涡轮机的可变几何构件(例如进气叶片)的运行状态的方法,从而使得前述的缺点能够被减轻。

[0011] 由于用于监测用于对涡轮机的可变几何构件进行定位的系统的运行状态的方法,在本发明的范围内实现了该目的,所述系统包括可变几何构件,该可变几何构件由至少一个液压致动器致动,该至少一个液压致动器与由计算机通过电流控制的电动液压构件相关联,所述液压致动器的功率取决于液压液体压力和施加到所述电动液压构件的电流,所述

可变几何构件被配置为在包括第一位置P1和第二位置P2的运行范围内行进,并且对于确定的液压液体压力条件,所述方法包括以下步骤:

- [0012] -确定可变几何构件的第一位置P1;
- [0013] -应用指令C2,使得能够控制致动器并且能够将可变几何构件带到第二位置P2;
- [0014] -测量从第一位置到第二位置的枢转时间,并且确定从第一位置P1到第二位置P2的第一枢转速度V1;
- [0015] -一旦可变几何构件已经到达第二位置P2,则应用第一控制指令C1,使得能够将可变几何构件带到第一位置P1;
- [0016] -测量从第二位置到第一位置的枢转时间,并且确定从第二位置P2到第一位置P1的第二枢转速度;以及
- [0017] -如果第一速度V1小于第一确定速度阈值和/或如果第二速度V2小于第二确定速度阈值,则确定可变几何构件的定位系统在运行中有异常。
- [0018] 有利地,监测方法还可以包括以下特征中的至少一个:
- [0019] -指令C2的应用包括注入根据致动器(20)的平衡电流的值确定的恒定控制电流;
- [0020] -指令C1的应用包括注入根据致动器(20)的平衡电流的值确定的恒定控制电流;
- [0021] -确定可变几何构件的第一位置P1的步骤包括应用如下指令:该指令使得能够控制致动器,以将可变几何构件带到第一位置P1;
- [0022] -使得能够控制致动器的指令的应用包括注入控制电流;
- [0023] -在发出停止涡轮机的指令之后的减速阶段期间执行所述方法的步骤;
- [0024] -在致动器的极限处的液压液体压力为确定且恒定的条件下执行所述方法的步骤;
- [0025] -对于确定的施加到所述电动液压构件的液压液体压力和控制电流,根据致动器和电动液压构件的模型来确定速度阈值,使得能够根据抵抗所述致动器的移位的力来建立致动器的速度;
- [0026] -第一位置和第二位置中的一个位置对应于可变几何构件的如下位置:在该位置中,所述可变几何构件是完全打开的,而第一位置和第二位置中的另一个位置对应于可变几何构件的如下位置:在该位置中,所述可变几何构件是完全关闭的;
- [0027] -液压液体是来自涡轮机的燃料回路中的燃料,并且电动液压构件是液压致动器的伺服阀;
- [0028] -可变几何构件为进气叶片;以及
- [0029] -该方法还包括以下后续步骤,
- [0030] o根据涡轮机的气体发生器的速度来应用可变几何构件的严格单调的位置设定点;
- [0031] o确定气体发生器的满足位置设定点的最小速度;以及
- [0032] o如果最小速度大于气体发生器的确定的速度阈值,则确定可变几何构件的定位系统在运行中有异常。
- [0033] 有利地,所述方法使得能够建立自动监测而不是手动监测,能够在每个发动机停止时继续进行该自动监测。
- [0034] 除了受控制的机构之外,所述方法还使得能够通过包括能量源、致动器及其控制

装置来测试用于控制叶片的任何系统的功能。

[0035] 此外,所述方法使得能够利用发动机的非功能性阶段(腔室关闭)在隐藏时间内完成该测试。

[0036] 本发明的目的还在于一种计算机程序产品,该计算机程序产品包括代码指令,该代码指令用于执行根据前述特征中的一个的用于监测涡轮机的可变几何构件的运行状态的方法。

附图说明

[0037] 当参照附图阅读以下以非限制性示例的方式给出的详细描述,本发明的其他特征、目的和优点将被揭露,在附图中:

[0038] 图1示意性地示出了根据现有技术的燃气涡轮发动机;

[0039] 图2示意性地示出了根据本发明的用于监测进气叶片的运行状态的方法;

[0040] 图3示出了进气叶片的速度随着施加到进气叶片的运动的阻力的演变曲线;以及

[0041] 图4A、4B、4C分别示出了根据本发明的用于实施监测方法的叶片的位置、叶片的平衡电流、施加到液压致动器的控制电流、涡轮机的气体发生器的速度同时随时间演变的曲线。

具体实施方式

[0042] 在下文中,在可变几何构件的范围内描述了根据本发明的用于监测可变几何构件的运行状态的方法的一个实施例,该可变几何构件例如为燃气涡轮直升机发动机的进气叶片。然而,本发明的应用领域扩展到了其他飞行器的燃气涡轮发动机,特别是飞机和除了燃气涡轮发动机以外的飞行器发动机。

[0043] 图1示意性地示出了燃气涡轮发动机10,该燃气涡轮发动机通常包括压缩机12、燃烧腔室14和用于驱动压缩机的涡轮16。压气机-燃烧腔室-涡轮组件形成了气体发生器。

[0044] 由一个或多个致动器(ACT 20)来确保进气叶片(IGV 18)的旋转定位,进气叶片位于压缩机12的入口处,由中央计算机(FADEC 22)控制,该中央计算机也提供发动机管理。

[0045] 控制进气叶片18的功能最常由液压致动器提供,其中,所述致动器的腔室压力由电动液压构件(例如何服阀)来调节。伺服阀接收来自计算机的控制电流,并且由燃料回路以液压的方式供给,燃料回路的高压泵由涡轮机的气体发生器驱动。

[0046] 参照图2,描述了一种用于监测进气叶片运行状态的方法,该方法由监测模块30实施。

[0047] 有利地,监测模块30能够由飞行器的计算机实施,或者包括连接到所述计算机的装置。计算机以已知的方式包括被配置为用于处理数据和实施计算机程序的计算机装置。该计算机例如能够是中央计算机(FADEC 22),该中央计算机用于管理关于飞行器的一个或多个发动机的运行的信息。

[0048] 特别地,监测模块30能够将接收到的叶片位置的模拟测量值转换为例如如下数字值:该数字值可由处理器或由现场可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array,FPGA)使用。

[0049] 因此,监测模块30被配置为例如通过致动器的传感器来获取叶片的位置的测量

值,以及获取发动机的旋转速度(例如所述发动机的高压(HP)线轴的旋转速度)的测量值。

[0050] 有利地,使得能够获取该类型的测量值的传感器是通常在飞行器发动机中可用的传感器。

[0051] 在该方法的步骤E10中,监测模块30被配置为检测发动机的停止。在该检测之后,并且因此在发动机的减速期间,监测模块在步骤E20中继续进行枢转测试(扫描测试)。

[0052] 完成该测试的一个前提条件是,在致动器的极限处,在发动机停止阶段的大面积区域内具有已知并且恒定的液压液体(例如源自燃料回路的燃料)的压力。

[0053] 在伺服阀的背景下,液压供给回路以这样的方式被设计,即在控制伺服阀的极限处,在发动机的减速的大面积区域内,液压供给回路在供给压力和回流压力之间保持已知且恒定的压力差。

[0054] 另一个前提条件是,一旦燃烧室14关闭,就能够在大冲程内操纵进气叶片,而不会损坏发动机或其部件。

[0055] 叶片被测试以监测限定在第一位置P1和第二位置P2之间的区域的扫描。

[0056] 例如,第一位置P1能够对应于叶片18的完全打开的位置。第二位置P2能够对应于叶片18的完全关闭的位置。该位置配置将在描述的后续部分中被考虑。

[0057] 众所周知,该位置能够被颠倒,即,第一位置P1对应于叶片18的完全关闭的位置,第二位置P2对应于叶片18的完全打开的位置。

[0058] 叶片的位置能够根据平衡控制电流(即,用于获得致动器的零速度的控制电流)来确定。该平衡电流由致动器控制程序在每个瞬间进行评估。

[0059] 因此,对于给定的伺服阀的供给压力和阻力,致动器的速度仅取决于控制电流。

[0060] 步骤E20的叶片枢转测试分三个子步骤进行,该三个子步骤由监测模块30实施:

[0061] -E21:将根据平衡电流的值确定的恒定控制电流C1注入到致动叶片18的至少一个致动器,以将所述叶片18带到位置P1;

[0062] -E22:一旦所述叶片18已经到达位置P1,将根据平衡电流的值确定的新的恒定控制电流C2注入,使得能够将叶片18带到位置P2;

[0063] -E23:完成对枢转时间的测量,以从中推导出从位置P1到位置P2的枢转速度V1。

[0064] -E24:一旦叶片18已经到达位置P2,将第一恒定控制电流C1注入,使得能够将叶片18带到位置P1。

[0065] -E25:完成对枢转时间的测量,以从中推导出从位置P2到位置P1的枢转速度V2。

[0066] -E26:将测量的两个速度与在这些条件(燃料压力/控制电流)下必须达到的最小速度阈值进行比较。

[0067] 同样地,能够计算在P1和P2之间的2个中间点之间的速度。

[0068] 替代地,用于根据指令将液压能调节到液压致动器的构件不是伺服阀。使得能够对叶片进行定位的控制电流被用于调节致动器的速度的变量所替代。

[0069] 参照图3,更具体地参照曲线g1,对于给定的燃料压力和控制电流的条件(根据平衡电流的值来确定),该最小速度阈值源于对致动器模型的识别,该致动器模型使得能够根据在运动期间施加到致动器的阻力来建立致动器的速度。

[0070] 除了与阈值进行比较之外,在每次停止期间所测量的枢转时间和/或计算的速度能够被存储在例如计算机的存储区域中,以便实现趋势追踪,使得能够追踪致动器的运动

和可变几何构件的阻力之间的裕度的变化,从而预测维护动作。

[0071] 继步骤E20的测试之后,监测模块30被配置为检测发动机的停止,并且在步骤E30中实施控制测试。

[0072] 事实上,在发动机的减速期间,在气体发生器的旋转速度很低的情况下,供给回路的高压泵不再能够保持恒定的压力差。在该阶段,致动器处的压力条件显著降低,同时取决于高压泵的状态和旋转速度。因此达到了这些条件不足以使致动器移动的点。该测试的目的正是为了确定这一时刻。为此,在枢转测试E20之后,在步骤E31中,根据气体发生器n1的速度(曲线g5-图4),再次将叶片调节到这些叶片的位置设定点。

[0073] 同样参照图4,示出了作为与移位相反的阻力的函数的、叶片18的位置(曲线g2)与施加到激活所述叶片18的液压致动器的控制电流(曲线g3)同时随时间的演变。

[0074] 监测模块30通过将能够调节叶片位置的控制电流注入到致动器中,来应用作为n1的函数的严格单调的叶片位置设定点。理想地,位置设定点与叶片18的实际位置之间的误差较小,控制电流接近叶片的平衡电流(曲线g4)。

[0075] 直到监测模块30确定n1的最小值n1最小为多少时,进气叶片才能够由作为n1的函数的严格单调的致动器位置控制律来控制。

[0076] 所述值n1最小对应于在如下瞬间确定的值n1:在该瞬间,叶片18冻结(致动器速度为零),因此不再遵循控制律;事实上,由于叶片18不再遵循控制律,叶片18的实际位置和设定点之间的误差增大,因此控制电流偏离平衡电流。

[0077] 替代地,能够从叶片的最终位置和发动机减速结束时所应用的致动器位置控制律推导出n1最小。

[0078] 此后,在步骤E32中,能够将该值n1最小与阈值进行比较,或者使得该值n1最小为能够预测维护动作的趋势跟踪的对象。

[0079] 所提出的监测方法也适用于其他类型的可变几何构件,例如排出阀等。

[0080] 排出阀使得压缩机能够进行排出,从而远离泵送管线。排出阀通常在低速时被打开,以释放加速能力,然后在较高速度时被关闭,以优化发动机的效率。例如,排出阀是渐进阀。

[0081] 渐进阀是伺服阀,该伺服阀的位置能够占据完全打开和完全关闭之间的区域中的任何一点。这些伺服阀由计算机经由控制电流来控制。因此,渐进阀的控制方式与进气叶片相同。

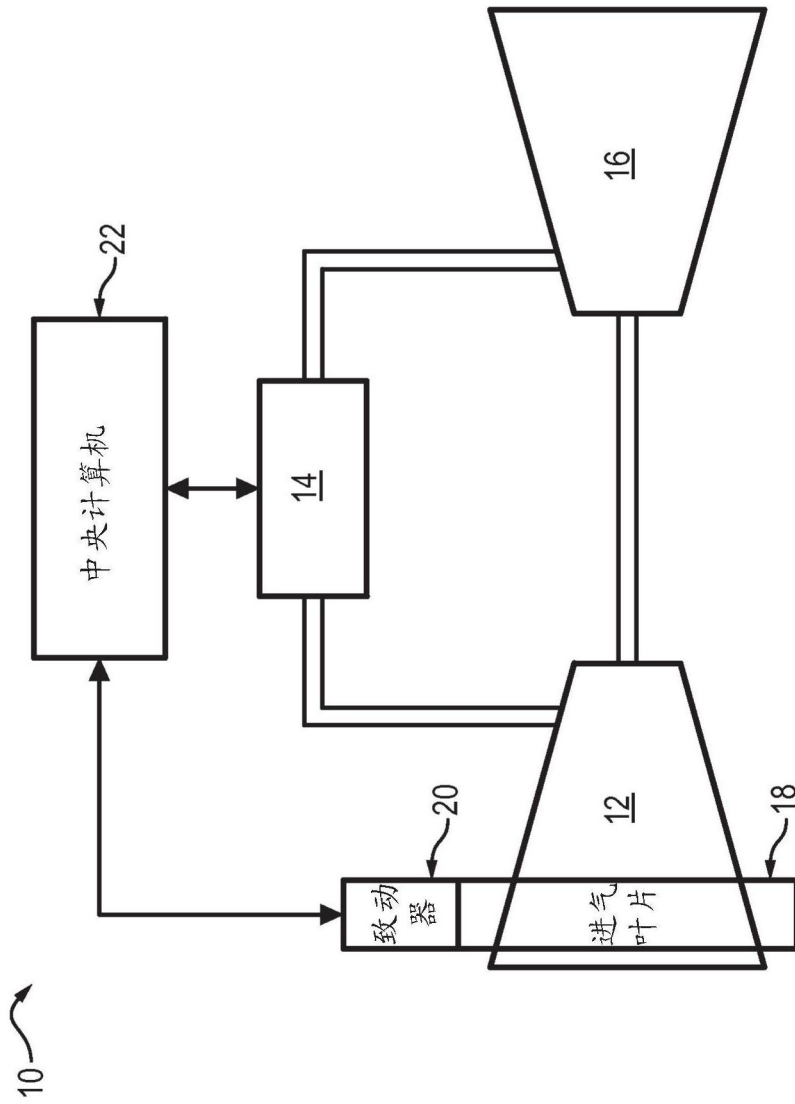


图1

30

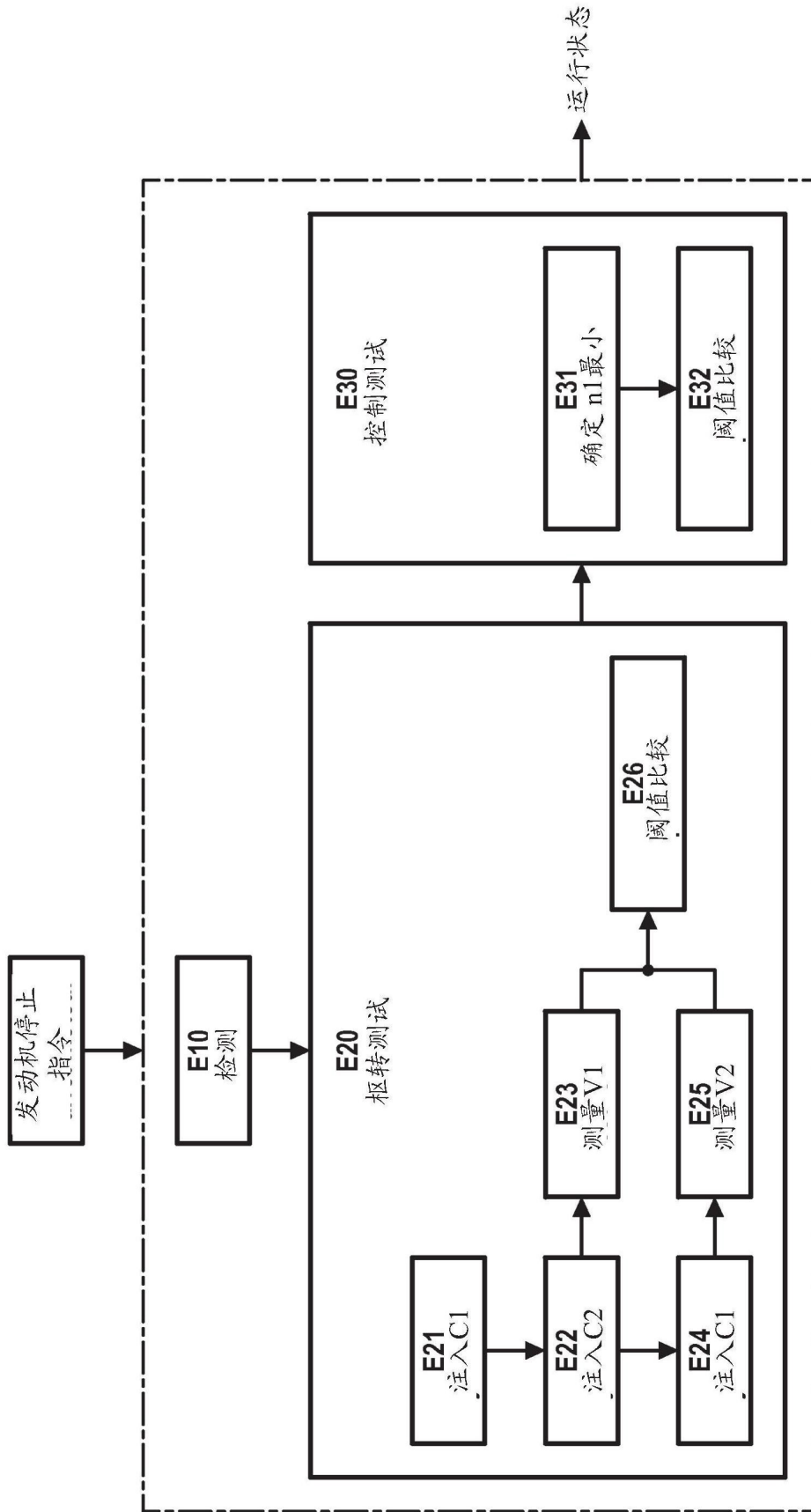


图2

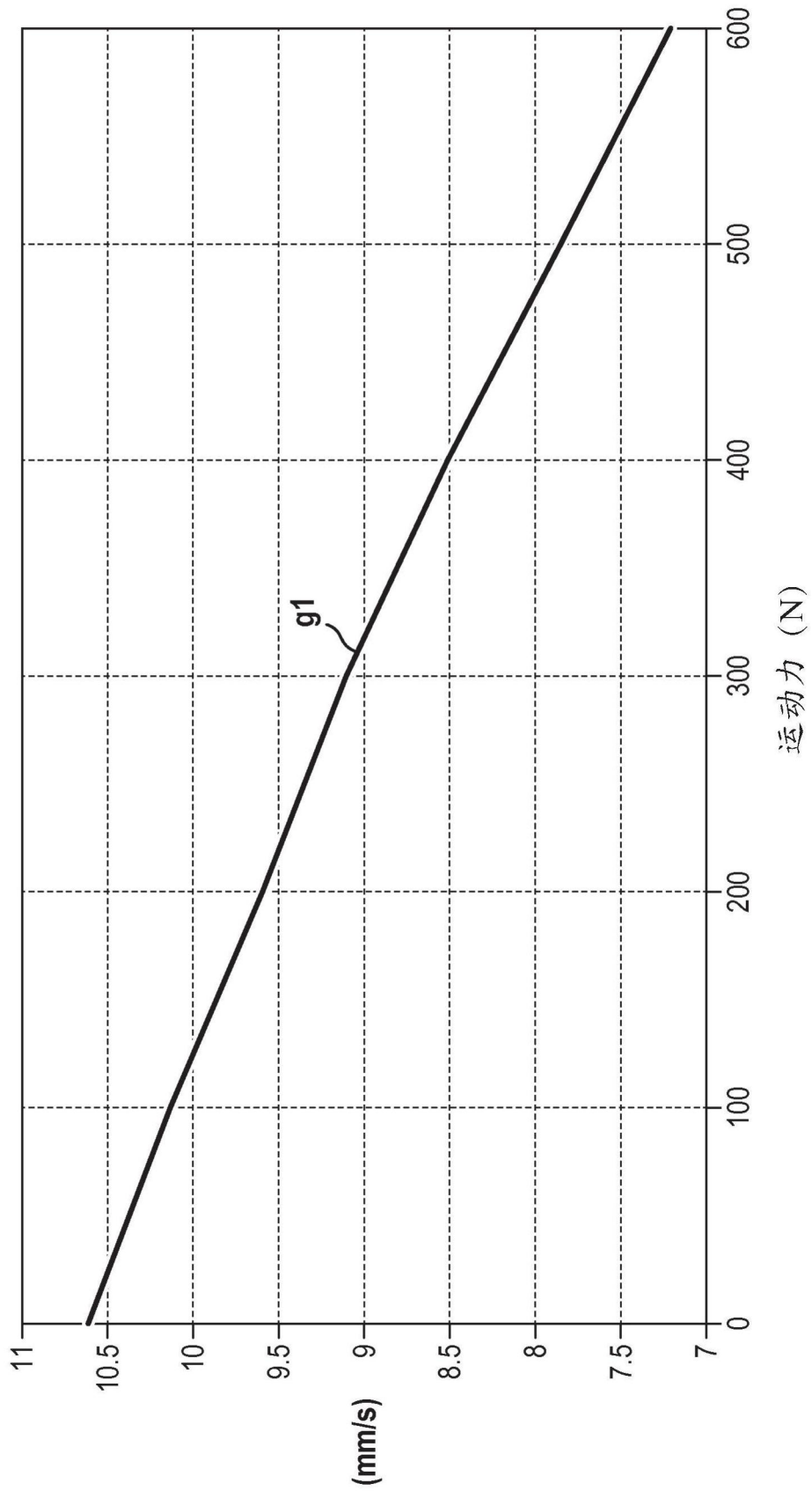


图3

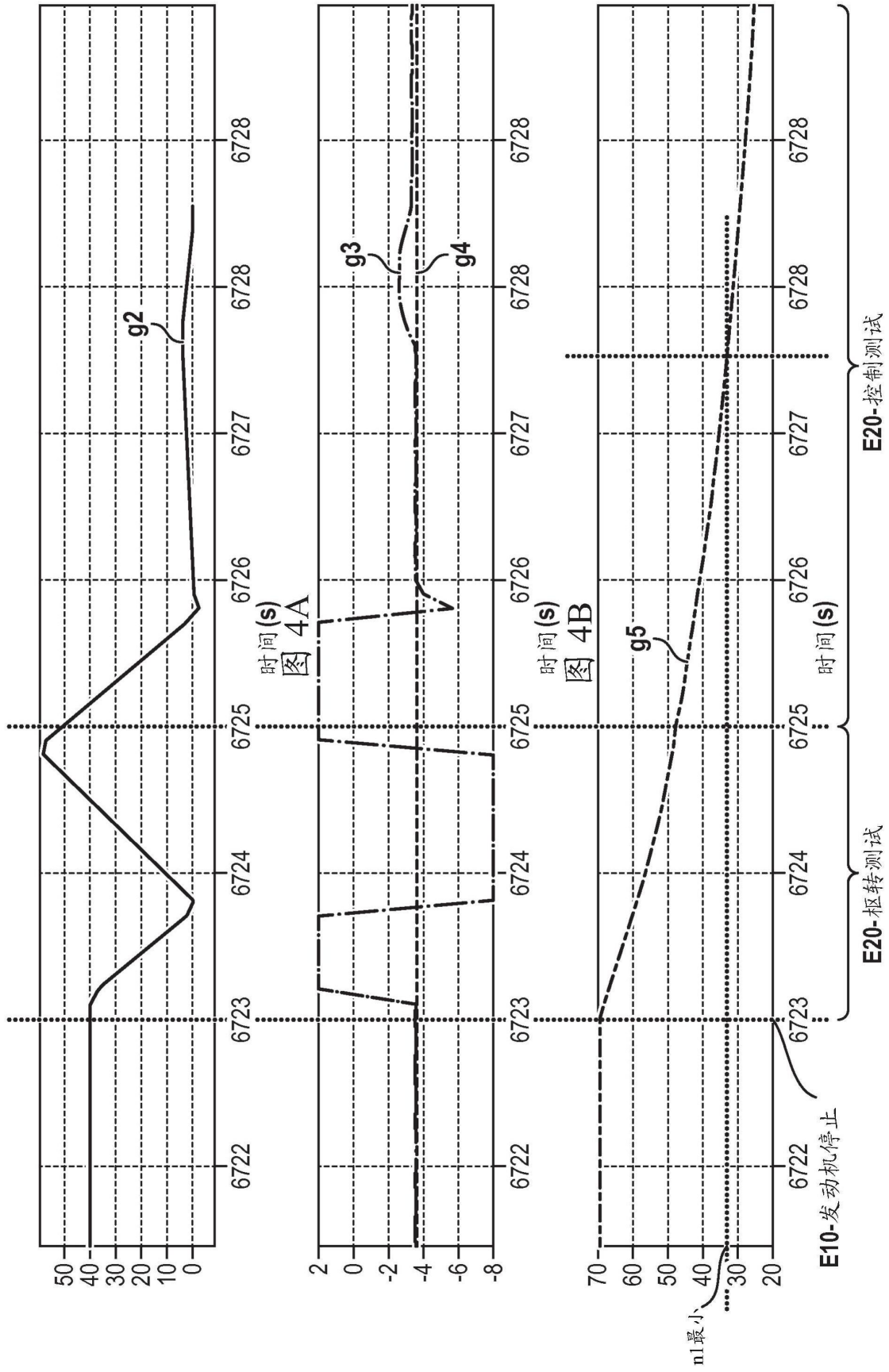


图 4C