



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113853480 A

(43) 申请公布日 2021. 12. 28

(21) 申请号 202080037801.9

福田哲吾 出口诚 藤原真

(22) 申请日 2020.05.22

(74) 专利代理机构 上海立群专利代理事务所
(普通合伙) 31291

(30) 优先权数据

代理人 杨楷 毛立群

2019-095768 2019.05.22 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

(51) Int.Cl.

2021.11.19

F02D 45/00 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2020/020425 2020.05.22

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/235688 JA 2020.11.26

(71) 申请人 国立研究开发法人海上・港湾・航
空技术研究所

地址 日本国东京都

申请人 纳博特斯克有限公司

(72) 发明人 北川泰士 奥雷克谢・邦达伦科

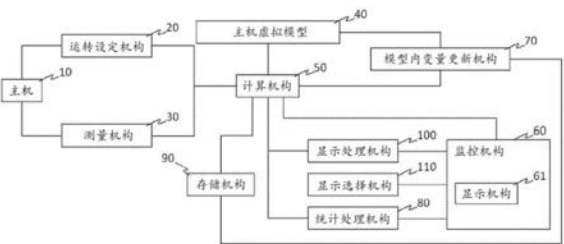
权利要求书2页 说明书15页 附图6页

(54) 发明名称

船舶的主机监控方法、主机监控系统、主机
状态预测系统以及航行状况预测系统

(57) 摘要

本发明的课题在于提供一种无需太多的实际测量设备而能够以不逊色于实际测量的精度监控主机状态的船舶的主机监控方法、主机监控系统、主机状态预测系统以及航行状况预测系统,将作为模型内变量的主机状态参数即与主机(10)的运转有关的设定值和主要的测量值应用于根据表示船舶(A)的主机(10)的各个构成元件的响应的物理模型的组合而得的主机虚拟模型(40),通过主机虚拟模型(40)进行计算从而监控主机(10)的主机状态,并且使用主机状态参数以及作为计算结果的主机状态中的至少1项,变更作为模型内变量的模型参数从而更新主机虚拟模型(40)。



1. 一种船舶的主机监控方法,其特征在于,

将作为模型内变量的主机状态参数即与主机的运转有关的设定值和主要的测量值应用于根据表示船舶的主机的各个构成元件的响应的物理模型的组合而得的主机虚拟模型,通过所述主机虚拟模型进行计算从而监控所述主机的主机状态,并且使用所述主机状态参数以及作为计算结果的所述主机状态的至少1项,变更作为所述模型内变量的模型参数从而更新所述主机虚拟模型。

2. 如权利要求1所述的船舶的主机监控方法,其特征在于,

使用所述主机的指令转速作为实际的所述主机的与所述运转有关的设定值,使用所述主机的转速和燃料供给量作为所述主要的测量值。

3. 如权利要求1或2所述的船舶的主机监控方法,其特征在于,

由所述主机虚拟模型进行计算的所述主机状态包含主机输出即马力、燃料消耗量、增压器转速、气缸内压力、扫气压、扫气温度、排气压、排气温度、吸入空气量、过剩空气系数、主机扭矩中的至少1项。

4. 如权利要求1~3的任一项所述的船舶的主机监控方法,其特征在于,

求出所述主机状态的时间平均值、变动振幅、平均周期的至少1项来进行所述监控。

5. 如权利要求1~4的任一项所述的船舶的主机监控方法,其特征在于,

使用将利用所述主机驱动的螺旋桨模型化的螺旋桨模型以及利用所述螺旋桨推进的所述船舶的船体模型,预测实际海域中的所述主机状态或者所述船舶的航行状况。

6. 如权利要求1~5的任一项所述的船舶的主机监控方法,其特征在于,

将用于所述监控的所述主机状态显示于所述船舶的轮机舱、桥楼、船长室、陆地上的管理公司中的至少1处。

7. 如权利要求6所述的船舶的主机监控方法,其特征在于,

用于所述监控的所述主机状态的显示是对以下至少1项进行显示:未变更所述模型参数的所述主机虚拟模型得到的所述主机状态的第1监控显示、变更所述模型参数而更新的所述主机虚拟模型得到的所述主机状态的第2监控显示、所述主机的连续最大输出即MCR状态时的值的显示。

8. 如权利要求6或7所述的船舶的主机监控方法,其特征在于,

通过选择能显示多个所述主机状态参数中的至少1项。

9. 一种船舶的主机监控系统,其特征在于,具备:

船舶的主机;运转设定机构,设定与所述主机的运转有关的设定值;测量机构,获取所述主机的主要的测量值;主机虚拟模型,将表示所述主机的各个构成元件的响应的物理模型组合而得;计算机构,将作为模型内变量的主机状态参数即所述设定值和所述测量值应用于所述主机虚拟模型,进行主机状态的计算;监控机构,基于所述计算机构的计算结果监控所述主机状态;模型内变量更新机构,使用所述主机状态参数以及作为所述计算结果的所述主机状态的至少1项,变更作为所述模型内变量的模型参数来更新所述主机虚拟模型。

10. 如权利要求9所述的船舶的主机监控系统,其特征在于,

由所述运转设定机构设定的与所述运转有关的设定值是所述主机的指令转速,由所述测量机构测量的所述主要的测量值是所述主机的转速和燃料供给量。

11. 如权利要求9或10所述的船舶的主机监控系统,其特征在于,

所述计算机构使用所述主机虚拟模型进行主机输出即马力、燃料消耗量、增压器转速、气缸内压力、扫气压、扫气温度、排气压、排气温度、吸入空气量、过剩空气系数、主机扭矩中的至少1项的计算来作为所述主机状态。

12. 如权利要求9~11的任一项所述的船舶的主机监控系统,其特征在于,

具备统计处理机构,求出所述主机状态的时间平均值、变动振幅、平均周期中的至少1项来进行所述监控。

13. 如权利要求9~12的任一项所述的船舶的主机监控系统,其特征在于,

在所述船舶的轮机舱、桥楼、船长室和陆地上的管理公司中的至少1处具备显示所述主机状态的显示机构来作为所述监控机构。

14. 如权利要求13所述的船舶的主机监控系统,其特征在于,

具备显示处理机构,对用于在所述显示机构显示所述主机状态的以下至少1项进行处理:未变更所述模型参数的所述主机虚拟模型得到的所述主机状态的第1监控显示、变更所述模型参数而更新的所述主机虚拟模型得到的所述主机状态的第2监控显示、以及所述主机的连续最大输出即MCR状态时的值的显示。

15. 如权利要求13或14所述的船舶的主机监控系统,其特征在于,

具备显示选择机构,选择在所述显示机构显示与所述主机的所述运转有关的设定值和主要的所述测量值。

16. 一种船舶的主机状态预测系统,其特征在于,

在权利要求9~15的任一项所述的船舶的主机监控系统中进一步具备:将利用所述主机驱动的螺旋桨模型化而得的螺旋桨模型;利用所述螺旋桨推进的所述船舶的船体模型;实际海域中的所述船舶的航行条件输入机构,

该船舶的主机状态预测系统预测实际海域中的所述主机状态。

17. 一种船舶的航行状况预测系统,其特征在于,

在权利要求9~15的任一项所述的船舶的主机监控系统中进一步具备:将利用所述主机驱动的螺旋桨模型化而得的螺旋桨模型;利用所述螺旋桨推进的所述船舶的船体模型;实际海域中的所述船舶的航行条件输入机构;所述船舶的航行状况计算机构,

该船舶的航行状况预测系统预测实际海域中的所述船舶的航行状况。

船舶的主机监控方法、主机监控系统、主机状态预测系统以及航行状况预测系统

技术领域

[0001] 本发明涉及使用了主机虚拟模型的船舶的主机监控方法、主机监控系统、主机状态预测系统以及航行状况预测系统。

背景技术

[0002] 随着国际海事组织 (IMO) 导入EEDI (能效设计指数) 规则作为船舶的功能要求,预想到为了符合该规则未来会逐渐推进搭载于船舶的主机的小型化。另一方面,IMO也讨论了关于用于在保持安全性的同时在恶劣天气下航行的最低限度应具备的主机输出的最低推进输出的指导方针,与主机的小型化和安全航行相关的顾虑被认为会成为今后讨论的对象。

[0003] 在这样的未来预测之中,认为监控主机的工作状况而在适当的时间点进行维护等的重要性会进一步增加。此外,根据船舶遭遇的气象与海象下的主机的运转状况、推进输出来预测船速关乎船舶的安全航行和为了节能的高效航行,因而很重要。

[0004] 在此,为了进行主机维护管理而能够监控主机状态至关重要,为此最好测量尽可能多的项目。另一方面,由于在一般商船中,从成本的观点出发进行监控的主机状态的项目多数仅有所需要的最小限度,可以说维护管理也有限,若假设有预想到在未来小型化得以发展的主机,则维护管理技术应能得到提高。

[0005] 在此,专利文献1中公开有一种发动机设备运转管理支援系统,在船用主机设备中设置有运算装置、数据输入装置、存储装置、显示装置,可以直接向输入装置输入来自主机的计量仪器的数据且可以输入在主机侧采集的采集数据以及从外部获取的数据,在存储装置中存储用于使用诊断用数据库、性能数据、从输入装置输入的数据来运算主机的性能信息以及燃烧信息的运算式、和维护管理用数据库,通过运算装置运算主机的性能信息、燃烧信息、故障原因的探查所需要的项目的信息、保存管理所需要的主要部件的维修所必要的信息,可以根据来自外部的操作在显示装置上选择并显示信息,并且以优先级由高至低的顺序显示异常推定原因以及避免故障的方法、以及推定原因和推定需要维修部位。

[0006] 此外,专利文献2中公开有一种引擎控制方法,使用利用引擎模型推定引擎状态的引擎状态观测器对具备排气阀和燃料调节机构的引擎进行控制,至少检测引擎的转速并输入至引擎状态观测器,通过引擎状态观察器至少推定过剩空气系数作为引擎状态,基于推定的过剩空气系数至少控制排气阀作为控制对象。

[0007] 此外,专利文献3中公开了在使用计算机利用模型诊断引擎的方法中,使用检测的引擎的第1组参数以及第2组参数来决定第1动作特性的模型化值以及第2动作特性的模型化值,并将这些模型化值和实际值比较来诊断引擎。

[0008] 此外,在专利文献4中公开有一种船舶的运转状态显示装置,具备:主机;可变桨距螺旋桨,由主机驱动;转速检测机构,检测主机的转速;主机输出计算机构,计算主机的输出;桨距角检测机构,检测可变桨距螺旋桨的桨距角;船速检测机构,检测船舶的船速;显示

机构,显示主机的转速特性、主机的输出特性、可变桨距螺旋桨的桨距角特性和船舶的船速的关系作为特性图,在特性图显示机构显示通过转速检测机构检测的主机的转速、通过主机输出计算机构计算的主机的输出、通过桨距角检测机构检测的可变桨距螺旋桨的桨距角和通过船速检测机构检测的船速的关系作为当前的运转状态。

[0009] 现有技术文献

[0010] 专利文献

[0011] 专利文献1:日本特开平7-248816号公报

[0012] 专利文献2:日本特开2019-19783号公报

[0013] 专利文献3:日本特表平6-504348号公报

[0014] 专利文献4:日本特开2014-198515号公报

发明内容

[0015] 发明要解决的技术问题

[0016] 专利文献1~专利文献4均不使用由表示主机的各个构成元件的响应的物理模型的组合而得的主机虚拟模型来监控主机状态,且不更新主机虚拟模型。

[0017] 因此,本发明目的在于提供一种不太需要实际测量设备而能够以不逊色于实际测量的精度监控主机状态的船舶的主机监控方法、主机监控系统、主机状态预测系统以及航行状况预测系统。

[0018] 用于解决上述技术问题的方案

[0019] 在与方案1的记载对应的船舶的主机监控方法中,其特征在于,将作为模型内变量的主机状态参数即与主机的运转有关的设定值和主要的测量值应用于由表示船舶的主机的各个构成元件的响应的物理模型的组合而得的主机虚拟模型,通过主机虚拟模型进行计算从而监控主机的主机状态,并且使用主机状态参数以及作为计算结果的主机状态的至少1项,变更作为模型内变量的模型参数从而更新主机虚拟模型。

[0020] 根据方案1记载的本发明,通过使用基于物理模型构成的主机虚拟模型进行主机状态的计算来求出与船舶航行状况对应的主机状态作为计算时的变量,因此无需太多的实际测量设备而能够基于计算结果来进行主机状态的监控。此外,通过依次进行作为模型内变量的模型参数的变更,更新主机虚拟模型,使推定精度始终保持为较高的状态,从而可进行不逊色于实际测量的精度的监控。

[0021] 方案2记载的本发明的特征在于,使用主机的指令转速作为与实际的主机的运转有关的设定值,使用主机的转速和燃料供给量作为主要的测量值。

[0022] 根据方案2记载的本发明,能够提高主机虚拟模型的推定精度,更适当地监控主机状态。

[0023] 方案3记载的本发明的特征在于,利用主机虚拟模型进行计算的主机状态包含主机输出(马力)、燃料消耗量、增压器转速、气缸内压力、扫气压、扫气温度、排气压、排气温度、吸入空气量、过剩空气系数、主机扭矩的至少1项。

[0024] 根据方案3记载的本发明,能够更适当地掌握主机的监控所需要的主机状态。

[0025] 方案4记载的本发明的特征在于,求出主机状态的时间平均值、变动振幅、平均周期的至少1项来进行监控。

[0026] 根据方案4记载的本发明,容易更适当地确认主机是否在安全地工作。

[0027] 方案5记载的本发明的特征在于,使用将利用主机驱动的螺旋桨模型化的螺旋桨模型以及利用螺旋桨推进的船舶的船体模型,来预测实际海域中的主机状态或者船舶的航行状况。

[0028] 根据方案5记载的本发明,能够预测实际海域中的实际的主机状态或者船舶的航行状况,有助于船舶的安全航行和节能航行等。

[0029] 方案6记载的本发明的特征在于,将用于监控的主机状态显示于船舶的轮机舱、桥楼、船长室、陆地上的管理公司中的至少1处。

[0030] 根据方案6记载的本发明,能够在显示主机状态的各处进行监控,根据对安全航行进行判断、预测未来的船速或者主机状态等目的进行利用。

[0031] 另外,用于进行监控的主机状态除了作为通过主机虚拟模型进行计算而得的结果的主机状态以外,还包含基于作为结果的主机状态的二次计算结果、计算主机状态时的关联信息或者人基于作为结果的主机状态的判断信息等。

[0032] 方案7记载的本发明的特征在于,用于进行监控的主机状态的显示对以下至少1项进行显示:未变更模型参数的主机虚拟模型得到的主机状态的第1监控显示;变更模型参数而更新的主机虚拟模型得到的主机状态的第2监控显示;主机的连续最大输出(MCR)状态时的值的显示。

[0033] 根据方案7记载的本发明,根据目的显示第1监控显示、第2监控显示或者主机的连续最大输出(MCR)状态时的值的显示,由此容易进行船舶的安全航行、节能航行的计划确立等。例如,能够将第1监控显示设为船舶刚下水时的主机状态,将第2监控显示设为下水后经过一段年月的主机状态。在该情况下,通过使第1监控显示和第2监控显示一并显示,从而容易掌握由于逐年劣化而产生的影响。

[0034] 方案8记载的本发明的特征在于,可以通过选择显示多个主机状态参数中的至少1项。

[0035] 根据方案8记载的本发明,通过使主机状态参数和主机状态一并显示,在进行监控时,变得也容易参考利用主机虚拟模型进行的计算所使用的与主机的运转有关的设定值和主要的测量值。

[0036] 在与方案9的记载对应的船舶的主机监控系统中,其特征在于,具备:船舶的主机;运转设定机构,设定与主机的运转有关的设定值;测量机构,获取主机的主要的测量值;主机虚拟模型,将表示主机的各个构成元件的响应的物理模型组合而得;计算机构,将作为模型内变量的主机状态参数即设定值和测量值应用于主机虚拟模型,进行主机状态的计算;监控机构,基于计算机构的计算结果监控主机状态;模型内变量更新机构,使用主机状态参数以及作为计算结果的主机状态的至少1项变更作为模型内变量的模型参数从而更新主机虚拟模型。

[0037] 根据方案9记载的本发明,通过使用基于物理模型构成的主机虚拟模型进行主机状态的计算,求出与船舶航行状况对应的主机状态作为计算时的变量,因此无需太多的实际测量设备而能够基于计算结果进行主机状态的监控。此外,通过依次进行模型参数的变更,使主机虚拟模型的推定精度始终保持为较高的状态,由此能以不逊色于实际测量的精度进行监控。

[0038] 方案10记载的本发明的特征在于,通过运转设定机构设定的与运转有关的设定值是主机的指令转速,通过测量机构测量的主要的测量值是主机的转速和燃料供给量。

[0039] 根据方案10记载的本发明,能够提高主机虚拟模型的推定精度,更适当地监控主机状态。

[0040] 方案11记载的本发明的特征在于,计算机构使用主机虚拟模型进行主机输出(马力)、燃料消耗量、增压器转速、气缸内压力、扫气压、扫气温度、排气压、排气温度、吸入空气量、过剩空气系数、主机扭矩中的至少1项的计算来作为主机状态。

[0041] 根据方案11记载的本发明,能够更适当地掌握主机的监控所需要的主机状态。

[0042] 方案12记载的本发明的特征在于,具备统计处理机构,求出主机状态的时间平均值、变动振幅、平均周期中的至少1项来进行监控。

[0043] 根据方案12记载的本发明,容易更准确地确认主机是否在安全地工作。

[0044] 方案13记载的本发明的特征在于,在船舶的轮机舱、桥楼、船长室、陆地上的管理公司中的至少1处具备作为监控机构显示主机状态的显示机构。

[0045] 根据方案13记载的本发明,能够在设置了显示机构的各处进行监控,根据对安全航行进行判断等目的来利用。

[0046] 方案14记载的本发明的特征在于,具备显示处理机构,对以下用于在显示机构显示主机状态的至少1项显示进行处理:即,未变更模型参数的主机虚拟模型得到的主机状态的第1监控显示;变更模型参数而更新的主机虚拟模型得到的主机状态的第2监控显示;主机的连续最大输出(MCR)状态时的值的显示。

[0047] 根据方案14记载的本发明,根据目的显示第1监控显示、第2监控显示或者主机的连续最大输出(MCR)状态时的值的显示,由此容易进行船舶的安全航行和节能航行的计划确立等。例如,能够将第1监控显示设为船舶刚下水时的主机状态,将第2监控显示设为下水后经过一段年月的主机状态。在该情况下,通过使第1监控显示和第2监控显示一并显示,容易掌握由于逐年劣化而产生的影响。

[0048] 方案15记载的本发明的特征在于,具备显示选择机构,选择在显示机构显示与主机的运转有关的设定值和主要的测量值。

[0049] 根据方案15记载的本发明,在选择使与主机的运转有关的设定值、主要的测量值和主机状态一并显示的情况下,在进行监控时,变得容易参考利用主机虚拟模型进行的计算所使用的值。

[0050] 在与方案16的记载对应的船舶的主机状态预测系统中,其特征在于,在船舶的主机监控系统中进一步具备将利用主机驱动的螺旋桨模型化而得的螺旋桨模型、利用螺旋桨推进的船舶的船体模型、实际海域中的船舶的航行条件输入机构,该船舶的主机状态预测系统预测实际海域中的主机状态。

[0051] 根据方案16记载的本发明,能够高精度地预测实际海域中的主机状态,从而有助于船舶的安全航行、节能航行等。

[0052] 在与方案17的记载对应的船舶的航行状况预测系统中,其特征在于,在船舶的主机监控系统中进一步具备将利用主机驱动的螺旋桨模型化而得的螺旋桨模型、利用螺旋桨推进的船舶的船体模型、实际海域中的船舶的航行条件输入机构、船舶的航行状况计算机机构,该船舶的航行状况预测系统预测实际海域中的船舶的航行状况。

[0053] 根据方案17记载的本发明,能够高精度地预测实际海域中的航行状况,有助于船舶的安全航行和节能航行等。

[0054] 发明效果

[0055] 根据本发明的船舶的主机监控方法,通过使用基于物理模型构成的主机虚拟模型进行主机状态的计算,求出与船舶航行状况对应的主机状态作为计算时的变量,因此无需太多的实际测量设备而能够基于计算结果进行主机状态的监控。此外,通过依次进行作为模型内变量的模型参数的变更来更新主机虚拟模型,使推定精度始终保持为较高的状态,由此能以不逊色于实际测量的精度进行监控。

[0056] 此外,在使用主机的指令转速作为与实际的主机的运转有关的设定值,且使用主机的转速和燃料供给量作为主要的测量值的情况下,能够提高主机虚拟模型的推定精度,更适当地监控主机状态。

[0057] 此外,在通过主机虚拟模型进行计算的主机状态包含主机输出(马力)、燃料消耗量、增压器转速、气缸内压力、扫气压、扫气温度、排气压、排气温度、吸入空气量、过剩空气系数和主机扭矩中的至少1项的情况下,能够更适当地掌握主机的监控所需要的主机状态。

[0058] 此外,在求出主机状态的时间平均值、变动振幅、平均周期中的至少1项来进行监控的情况下,容易更适当地确认主机是否在安全地工作。

[0059] 此外,在使用将由主机驱动的螺旋桨模型化而得的螺旋桨模型以及由螺旋桨推进的船舶的船体模型来预测实际海域中的主机状态或者船舶的航行状况的情况下,能够预测实际海域中的实际的主机状态和船舶的航行状况,有助于船舶的安全航行、节能航行等。

[0060] 此外,在船舶的轮机舱、桥楼、船长室和陆地上的管理公司中的至少1处显示用于监控的主机状态的情况下,能够在显示了主机状态的各处进行监控,根据对安全航行进行判断、预测未来的船速或者主机状态等目的利用。

[0061] 此外,在用于监控的主机状态的显示是显示未变更模型参数的主机虚拟模型得到的主机状态的第1监控显示、变更模型参数而更新的主机虚拟模型得到的主机状态的第2监控显示以及主机的连续最大输出(MCR)状态时的值的显示中的至少1项的情况下,根据目的显示第1监控显示、第2监控显示或者主机的连续最大输出(MCR)状态时的值的显示,由此容易进行船舶的安全航行和节能航行的计划确立等。例如,能够将第1监控显示设为船舶刚下水时的主机状态,将第2监控显示设为下水后经过一段年月的主机状态。在该情况下,通过使第1监控显示和第2监控显示一并显示,容易掌握由于逐年劣化而产生的影响。

[0062] 此外,在可以通过选择显示多个主机状态参数中的至少1项的情况下,通过使主机状态参数和主机状态一并显示,从而在进行监控时也容易参考利用主机虚拟模型进行的计算所使用的与主机的运转有关的设定值和主要的测量值。

[0063] 此外,根据本发明的船舶的主机监控系统,通过使用基于物理模型构成的主机虚拟模型进行主机状态的计算,求出与船舶航行状况对应的主机状态作为计算时的变量,因此无需太多的实际测量器而能够基于计算结果来进行主机状态的监控。此外,通过依次进行模型参数的变更,使主机虚拟模型的推定精度始终保持为较高的状态,因此能以不逊色于实际测量的精度进行监控。

[0064] 此外,在通过运转设定机构设定的与运转有关的设定值是主机的指令转速,且通过测量机构测量的主要的测量值是主机的转速和燃料供给量的情况下,能够提高主机虚拟

模型的推定精度,更适当地监控主机状态。

[0065] 此外,在计算机构使用主机虚拟模型进行主机输出(马力)、燃料消耗量、增压器转速、气缸内压力、扫气压、扫气温度、排气压、排气温度、吸入空气量、过剩空气系数、主机扭矩中的至少1项的计算来作为主机状态的情况下,能够更适当地掌握主机的监控所需要的主机状态。

[0066] 此外,在具备求出主机状态的时间平均值、变动振幅、平均周期中的至少1项来进行监控的统计处理机构的情况下,容易更适当地确认主机是否在安全地工作。

[0067] 此外,在船舶的轮机舱、桥楼、船长室、陆地上的管理公司中的至少1处具备显示主机状态的显示机构作为监控机构的情况下,能够在设置了显示机构的各处进行监控,根据对安全航行进行判断等目的利用。

[0068] 此外,显示处理机构对以下用于在显示机构显示主机状态的至少1项显示进行处理:即,未变更模型参数的主机虚拟模型得到的主机状态的第1监控显示、变更模型参数而更新的主机虚拟模型得到的主机状态的第2监控显示以及主机的连续最大输出(MCR)状态时的值的显示,在具备该显示处理机构的情况下,通过根据目的显示第1监控显示、第2监控显示或者主机的连续最大输出(MCR)状态时的值的显示,容易进行船舶的安全航行、节能航行的计划确立等。例如,能够将第1监控显示设为船舶刚下水时的主机状态,将第2监控显示设为下水后经过一段年月的主机状态。在该情况下,通过使第1监控显示和第2监控显示一并显示,容易掌握由于逐年劣化而产生的影响。

[0069] 此外,显示选择机构选择在显示机构显示与主机的运转有关的设定值和主要的测量值的显示,在具备该显示选择机构的情况下,在选择使与主机的运转有关的设定值、主要的测量值和主机状态一并显示的情况下,在进行监控时也容易参考利用主机虚拟模型进行的计算中使用的值。

[0070] 此外,根据本发明的船舶的主机状态预测系统,能够高精度地预测实际海域中的主机状态,有助于船舶的安全航行、节能航行等。

[0071] 此外,根据本发明的船舶的航行状况预测系统,能够高精度地预测实际海域中的航行状况,有助于船舶的安全航行、节能航行等。

附图说明

[0072] 图1是本发明的实施方式实现的船舶的主机监控系统的框图。

[0073] 图2是其主机虚拟模型的概念图。

[0074] 图3是其主机虚拟模型的物理模型的变量关系图。

[0075] 图4是示出使用了其统计处理机构的统计解析结果的显示例的图。

[0076] 图5是其船舶的主机状态预测系统的概念图。

[0077] 图6是其船舶的航行状况预测系统的概念图。

[0078] 图7是其船舶的主机监控系统和航行状况预测系统的利用示意图。

[0079] 图8是其船舶的主机监控系统的流程图。

[0080] 图9是其船舶的运行状况预测系统的流程图。

具体实施方式

[0081] 以下,对本发明的实施方式实现的船舶的主机监控方法、主机监控系统、主机状态预测系统以及航行状况预测系统进行说明。

[0082] 图1是本实施方式实现的船舶的主机监控系统的框图。

[0083] 船舶的主机监控系统具备:船舶的主机10;运转设定机构20,设定与主机10的运转有关的设定值;测量机构30,获取主机10的主要的测量值;主机虚拟模型40,将表示主机10的各个构成元件的响应的物理模型组合而得;计算机构50,使设定值和测量值作为主机状态参数应用于主机虚拟模型40的模型内变量,进行主机状态的计算;监控机构60,基于计算机构50的计算结果监控主机状态;模型内变量更新机构70,使用主机状态参数以及作为计算结果的主机状态中的至少1项,变更作为模型内变量的模型参数来更新主机虚拟模型40;统计处理机构80,求出主机状态的时间平均值、变动振幅以及平均周期中的至少1项来进行监控;存储机构90,按时间序列保存计算机构50的计算结果;显示处理机构100;显示选择机构110。

[0084] 另外,物理模型包括以数学形式体现主机10的构成元件的状态的物理数学模型、机器学习(ML)模型、非线性回归(NLR)模型、传递函数(TF)模型等。这里,物理数学模型只要具有生成模型的数据就能够真实地重现主机10。此外,机器学习(ML)模型的构成略为复杂,只要测量机构30的测量精度充分且有生成模型生成的数据就能够真实地重现主机10。非线性回归(NLR)模型的构成简单,即便测量机构30得到较多的测量值其精度也略差。传递函数(TF)模型的构成简单,根据主机10的构成元件(例如,冷却器等)的不同有时也是充分的。这些模型各有利弊,期望根据能够获得的数据项目和数量来区分使用。

[0085] 可以使用这些多种模型的1种作为物理模型,也可以将多种组合使用来作为物理模型。

[0086] 在此,以仅由船用内燃机主机的物理数学模型构成物理模型的例子作为代表例来进行说明。

[0087] 首先,例举用于主机转速的调速的调速器的模型。调速器根据决定的控制设定来确定用于产生主机扭矩的燃料投入量,在将机械式调速器设为对象的情况下,多数是由包含有控制上的设定所反映的时间常数、比例增益系数的一阶微分方程式表示的模型,在电子调速器的情况下为遵循PID控制规则的模型。主机扭矩产生模型是将由燃料燃烧得到的主机扭矩产生模型化,一般是由调速器模型输出的燃料投入量、主机转速以及增压器转速为变量,减去产生的动力扭矩和轴类的摩擦而得的模型。在未测量增压器转速的情况下通过增压器转速模型来计算数值。多为通过将涡轮扭矩和压缩机扭矩设为外力项的轴运动微分方程式求出该模型,在涡轮扭矩和压缩机扭矩的计算中进行考虑了燃烧室的扫气以及排气的特征方程式的计算。在这些计算中,有对各个气缸单独处理燃烧问题的计算法,也有以1个旋转循环的平均值代表所有气缸的燃烧问题来处理的计算法。通过将主机扭矩和螺旋桨扭矩等外力负载扭矩设为外力项的推进轴类的轴运动微分方程式来求出主机转速的响应模型。

[0088] 在由物理数学模型构成船用内燃机主机的物理模型的情况下,一般为以上的构成。

[0089] 主机10例如是船用内燃机主机。为了适当地进行主机10的维护管理,需要监控主

机状态,但在想要设置较多实际测量设备的情况下,存在该实际测量环境维护所涉及的成本的问题,且存在主机燃烧室内的过剩空气系数、气缸内压力等使用实际测量设备测量本身就难度较高的项目。

[0090] 对此,本实施方式的船舶的主机监控系统通过使用基于物理模型构成的主机虚拟模型40进行主机状态的计算,求出与船舶航行状况对应的主机状态作为计算时的变量,因此无需太多的实际测量设备而能够基于计算结果来进行主机状态的监控。

[0091] 在此,图2是主机虚拟模型的概念图,图3是主机虚拟模型的物理模型的变量关系图。

[0092] 主机虚拟模型40由上述的表示调速器响应的调速器模型、增压器转速模型、或者计算燃料燃烧产生的能量的燃烧室模型等表示主机构成元件的特性的物理模型的组合而构成,例如,使用主机10的指令转速、燃料投入量以及消耗量、增压器转速、来自燃烧室的排气压以及温度等、表示主机工作状态的变量实施计算。另外,在图3的左侧示出经由螺旋桨轴11连接有螺旋桨12的主机10。

[0093] 为了鉴定作为模型内变量的模型参数(系数、常数),使用与主机10同型号的主机的陆地上运转结果等可在船舶下水前收集的数据、或者刚下水时的数据。除此之外,使用由包含测量机构10的实际测量设备得到的下水后的测量值依次进行模型参数的变更。此外,还已知有使用了该实际测量设备得到的下水后的测量值的模型参数依次变更作为数字孪生技术。

[0094] 通过使用由实际测量设备得到的下水后的测量值依次进行模型参数的变更,使主机虚拟模型40的推定精度始终维持为较高的状态,即使是利用计算进行的推定,也能以不逊色于实际测量的精度进行监控。另外,实际测量设备中也能够包含用于与船舶的航行有关的位置检测的GPS(Global Positioning System:全球定位系统)、测量船速的多普勒海流计等。

[0095] 对于模型参数的变更,预想到表示主机特性的物理模型的参数会由于逐年劣化等的影响而数值逐渐变化,因此假定以经过一定程度较长时间而不是1~2日的水平来收集的数据作为对象进行参数变更。用于变更的方法假定是使用了卡尔曼滤波器的系统鉴定或应用了机器学习的方法。另外,进行了考虑了可使用的测量值的对策,该对策例如为在能够确认测量值的异常等的情况下仅该测量项目使用变更前的参数利用计算进行修正,而在所有的测量项目异常的情况下不进行变更等。

[0096] 返回至图1,在本实施方式中,具有显示主机状态的显示机构61作为监控机构60。还能够将显示于显示机构61的数值设为数字显示。

[0097] 另外,在本实施方式中,监控基本是指对测量值、计算结果(主机状态)的在线显示目视确认,或该数据的自动保存,监控机构60进行的主机状态的监控包含测量值以及计算结果(主机状态)的在线显示、状态监视。

[0098] 显示机构61设置于船舶的轮机舱、桥楼、船长室和陆地上的管理公司中的至少1处。由此,能够在设置了显示机构61的各处进行监控,根据对安全航行进行判断等目的利用。

[0099] 下述表1示出使用了主机虚拟模型40的计算中的主机状态项目和其处理。另外,表1示出的所有项目可以成为显示机构61中的在线显示的对象。

[0100] [表1]

	第1输入推荐项目	第2输入推荐项目	模型计算得到的状态推定项目
[0101]	主机指令转速 实际转速 燃料投入量齿条位置	燃料消耗量 增压器转速 推进轴扭矩	主机输出 (马力) 燃料消耗量 增压器转速 气缸内压力 扫气压・扫气温度 排气压・排气温度 吸入空气量 过剩空气系数 引擎扭矩

[0102] 在表1中,“第1输入推荐项目”(左栏)是为了进行主机虚拟模型40的计算本身而应输入的信息,使用由运转设定机构20设定的与主机10的运转有关的设定值、和由测量机构30获取的主机10的主要的测量值。

[0103] 由运转设定机构20设定的与主机10的运转有关的设定值优选是主机10的指令转速。此外,由测量机构30获取的主机10的主要的测量值优选是主机10的转速和燃料供给量。由此,能够提高主机虚拟模型40的推定精度,更适当地监控主机状态。另外,在本实施方式中,使用燃料投入量齿条位置作为燃料供给量。

[0104] 此外,主机指令转速是为了主机工作而设定的值,主机10的转速(实际转速)和燃料供给量(燃料投入量齿条位置)一般是使用实际测量设备且一直以来就是被监控的项目。

[0105] 在表1中,“第2输入推荐项目”(中栏)是即使不输入也可以进行通过主机虚拟模型40进行的计算本身,但为了提高计算精度以及为了提高根据作为模型内变量的模型参数(系数、常数)的变更而更新主机虚拟模型40的精度,优选使用实际测量设备(测量机构30)进行监控(测量)的项目。

[0106] 本实施方式中的第2输入推荐项目设为作为燃料供给量的燃料消耗量、增压器转速以及推进轴扭矩。

[0107] 在表1中,“模型计算得到的状态推定项目”(右栏)是由主机虚拟模型40进行主机状态的计算而推定的项目。

[0108] 优选为,计算机构50使用主机虚拟模型40对主机输出(马力)、燃料消耗量(即使进行测量有时也进行计算)、增压器转速、气缸内压力、扫气压、扫气温度、排气压、排气温度、吸入空气量、过剩空气系数、主机扭矩中的至少1项进行计算来作为主机状态。由此,能够更适当地掌握主机10的监控所需要的主机状态。

[0109] 此外,计算机构50能够使用主机虚拟模型40对燃烧室内温度或者排气质量进行计算来作为主机状态。此外,还能够使用图3的物理模型的变量关系图示出的各压力P、各温度T、各流量V来计算扫气质量、排气质量。

[0110] 这些计算是通过物理数学模型中的主机扭矩产生模型的计算过程而计算的一例。

[0111] 另外,在可以测量这些主机状态的情况下,有时不进行使用了主机虚拟模型40的计算,但在担心测量值的精度的情况下并不限于此,而是一并使用由计算(包括卡尔曼滤波器)实现的推定。

[0112] 此外,作为掌握主机状态的一点帮助,优选在显示机构61显示由主机虚拟模型40计算的主机扭矩、排气温度和过剩空气系数的其输出距离标准值的差异。

[0113] 另外,标准值在其输出时可以是设计容许值,也可以是出厂时的平均值或陆地上运转时的值。或者标准值也可以是将在该状态下作用于主机虚拟模型40的外部干扰假设为0(零)时的参照值。仅过剩空气系数计算绝对值以及时间变动量,预先决定绝对值的容许变动量并在显示机构61显示该差作为裕度。

[0114] 此外,显示机构61对以下的至少1项进行显示:未变更模型参数的主机虚拟模型40得到的主机状态的第1监控显示、变更模型参数从而更新的主机虚拟模型40得到的主机状态的第2监控显示、或者主机10的连续最大输出(MCR)状态时的值的显示。

[0115] 通过根据目的显示第1监控显示、第2监控显示或者主机10的连续最大输出(MCR)状态时的值的显示,容易进行船舶的安全航行、节能航行的计划确立等。例如,能够将第1监控显示设为船舶的刚下水时的主机马力,将第2监控显示设为下水后经过一段年月的主机马力。在该情况下,通过使第1监控显示和第2监控显示一并显示,容易掌握由于逐年劣化而产生的影响。

[0116] 为了在显示机构61进行显示,显示处理机构100对第1监控显示、第2监控显示或者主机的连续最大输出(MCR)状态时的值的显示进行处理。

[0117] 这里,作为主机的连续最大输出(MCR)状态时的值的显示,例如为余裕(距离MCR的比例显示)。

[0118] 此外,显示选择机构110能够选择是否在显示机构61显示与主机10的运转有关的设定值和主要的测量值。在选择使与主机10的运转有关的设定值和主要的测量值和主机状态一并显示的情况下,在进行监控时也容易参考利用主机虚拟模型40进行的计算所使用的值。

[0119] 图4是示出将使用了统计处理机构的统计解析结果显示于显示机构的例子的图。图4中的统计解析对象是主机转速[rpm]。

[0120] 例如,在以10Hz左右的精细的采样频率进行监控的情况下,由于也可以同周期进行主机状态的计算,因此可以使用统计处理机构80,利用统计解析方法根据计算结果对在波浪中变动的主机状态的时间平均值、变动振幅、平均周期等进行计算。在显示机构61上进行显示,使得不仅能够监控主机状态的恒定分量(平均值),还能够监控变动振幅、平均周期等的统计解析,由此容易更适当地确认主机10是否在安全地工作。

[0121] 另外,由统计处理机构80得到的统计解析值按时间序列被保存至存储机构90。

[0122] 图5是船舶的主机状态预测系统的概念图。另外,对于已经说明的构成元件标注相同的附图标记并省略说明。

[0123] 本实施方式的船舶的主机状态预测系统在上述的船舶的主机监控系统中进一步具备将由主机10驱动的螺旋桨12模型化的螺旋桨模型100、由螺旋桨12推进的船舶的船体模型110、实际海域中的船舶的航行条件输入机构120,预测实际海域中的主机状态。预测的主机状态显示于显示机构61。

[0124] 螺旋桨模型100是通过无量纲单一特性以及无量纲螺旋桨流入速度特性来计算螺旋桨扭矩以及推力的物理数学模型,所述无量纲单一特性由根据流体的密度、主机转速、螺旋桨直径、螺旋桨推力减少特性进行的量纲计算与螺旋桨叶片形状确定,所述无量纲螺旋

桨流入速度特性是通过船体的前进速度、主机转速、船体和螺旋桨的干扰特性而计算的。而且,该螺旋桨模型通过在流入速度特性中考虑波浪所产生的影响,也对螺旋桨扭矩以及推力的变动进行计算。船体模型110是物理数学模型,根据静水中阻力特性、波浪中阻力增加特性、由风产生的风压阻力特性等表示作用于行驶中的船体的流体所产生的阻力。

[0125] 作为使用航行条件输入机构120输入的实际海域中的船舶的航行条件,存在船舶航行信息和气象与海象信息(风浪的信息)。

[0126] 船舶航行信息是主机指令转速、船首方位等。

[0127] 在气象与海象信息中,作为与波浪有关的信息,存在有效波高、平均波周期以及波的主方向等,作为与风有关的信息,存在风速以及风向等。

[0128] 与浪有关的信息被使用于螺旋桨模型100中波浪带来的扭矩以及推力的变动分量的计算、船体模型110中的波浪中阻力增加特性的计算。与风有关的信息被使用于船体模型中风带来的风压阻力特性的计算。

[0129] 这样,使用航行条件输入机构120输入的实际海域中的船舶的航行条件均为容易获取的信息。

[0130] 通过将主机虚拟模型40和螺旋桨模型(螺旋桨推力扭矩模型)100以及船体模型(风浪中船体阻力模型)110组合,能够高精度地预测假定的航行条件下的实际海域中的实际的主机状态(主机转速、燃料消耗量等),有助于船舶的安全航行、节能航行等。

[0131] 此外,由于将各种主机状态参数相结合进行计算,因此主机转速的预测精度比以往有所提高。

[0132] 另外,船舶的主机状态预测系统能够在轮机舱、桥楼、船长室以及陆地上的管理公司等单独使用,且能够任意组合使用。在该情况下,通过通信机构将主机虚拟模型40共通化,可以根据利用场所的目的而单独利用。

[0133] 图8是本实施方式实现的船舶的主机监控系统的流程图。

[0134] 基本上可以通过个人计算机等计算机以及其周边设备使控制流程进行动作。

[0135] 若接通电源启动控制系统,则首先在步骤S1进行与运转有关的设定值的获取。该与运转有关的设定值例如是通过运转设定机构20设定的指令转速。

[0136] 接下来,在步骤S2进行主要的测量值的获取。主要的测量值例如是测量机构30测量的主机转速、燃料供给量。

[0137] 接下来,在步骤S3中,使获取的与运转有关的设定值和主要的测量值作为主机状态参数应用于主机虚拟模型40。此时,在主机虚拟模型40中设定初始的模型参数作为模型内变量。

[0138] 接下来,在步骤S4中,使用应用于主机虚拟模型的主机状态参数即设定值和测量值,通过计算机构50进行主机状态的计算。

[0139] 接下来,在步骤S5中,输出计算出的主机状态。该计算出的主机状态中例如有主机输出(马力)、燃料消耗量、增压器转速、气缸内压力、扫气压、扫气温度、排气压、排气温度、吸入空气量、过剩空气系数、主机扭矩。能够在启动时适当地选择这些主机状态,并进行计算使其输出。

[0140] 接下来,在步骤S6中,对这些输出进行统计处理。通过统计处理机构80进行统计处理,对上述输出的随时间的变化等进行统计处理,例如作为时间平均值、在规定时间范围内

的变动振幅、平均周期进行处理。

[0141] 接下来,在步骤S7中,存储作为实施统计处理而得的结果的例如时间平均值、变动振幅、平均周期。能够通过存储至存储机构90而执行该存储,也可以向该存储机构90中存储每次重复该流程的统计处理结果、统计处理前的主机状态的计算结果、或者模型参数等。

[0142] 接下来,在步骤S8中判断模型参数的变更。在模型参数变更时,以经过一定程度较长时间收集的数据为对象,基于阈值等规定的条件判断参数变更。

[0143] 在基于规定的条件而不需要变更的情况下,返回至步骤S1之后重复主机状态的监控的流程。

[0144] 接下来,在需要变更的情况下,在步骤S9中,变更模型参数并更新主机虚拟模型40。在变更了主机虚拟模型40的模型参数的情况下,使用变更后的模型参数,重复步骤S1之后的主机状态的监控的流程直到下次更新时。

[0145] 在步骤S10中,进行监控显示。例如通过经由显示处理机构100而显示于监控机构60的显示机构61来进行监控显示。该监控显示能够在步骤S5后对例如主机输出(马力)、燃料消耗量、增压器转速、气缸内压力、扫气压、扫气温度、排气压、排气温度、吸入空气量、过剩空气系数、主机扭矩进行显示。此外,在步骤S6后,例如还能够对时间平均值、规定时间范围内的变动振幅、平均周期进行显示来作为对主机状态的输出统计处理的结果。此外,在步骤S7后,还能够进行存储的初始的模型参数得到的第1监控显示、或者变更的模型参数得到的第2监控显示。

[0146] 此外,关于显示,能够显示运转设定机构20得到的与运转有关的设定值、通过测量机构30获取的主要的测量值等所有可以显示的对象。

[0147] 图6是船舶的航行状况预测系统的概念图。另外,对于已经说明的构成元件标注相同的附图标记并省略说明。

[0148] 本实施方式的船舶的航行状况预测系统在上述的船舶的主机监控系统中进一步具备将由主机10驱动的螺旋桨12模型化的螺旋桨模型(螺旋桨推力扭矩模型)100、由螺旋桨12推进的船舶的船体模型(风浪中船体阻力模型)110、实际海域中的船舶的航行条件输入机构120、船舶的航行状况计算机构130,来预测实际海域中的航行状况。预测的航行状况显示于显示机构61。

[0149] 船舶的航行状况计算机构130预测船速、燃料消耗量等作为实际海域中的航行状况。如上所述,通过将主机虚拟模型40和螺旋桨模型(螺旋桨推力扭矩模型)100以及船体模型(风浪中船体阻力模型)110组合,将各种主机状态参数联合进行计算,使得主机转速的预测精度比以往有所提高。由于主机转速的预测精度提高导致螺旋桨推力的高精度预测,进而相比于以往的方法有船速的预测也达到高精度。由此,能够高精度地预测假定的航行条件下的实际海域中的实际的船舶的航行状况,有助于船舶的安全航行、节能航行等。

[0150] 另外,船舶的航行状况预测系统能够在轮机舱、桥楼、船长室以及陆地上的管理公司单独使用。在该情况下,通过通信机构将主机虚拟模型40共通化,可以根据利用场所的目的单独利用。

[0151] 图7是船舶的主机监控系统和航行状况预测系统的利用示意图。

[0152] 在船舶A中,进行使用了主机虚拟模型40的计算,监控主机10的主机状态。另外,在主机10中经由螺旋桨轴11连接有螺旋桨12。

[0153] 此外,可以在轮机舱B、桥楼C以及陆地上的管理公司D中,使用设置的个人计算机等运算机140来利用航行状况预测系统。另外,陆地上的管理公司D是指进行船舶的航行管理的公司、或者进行船舶的维护管理的公司等。

[0154] 主机虚拟模型40根据作为主机状态参数或者计算结果的主机状态依次变更模型参数,由于在轮机舱B、桥楼C等中的利用而在船内被共用,在陆地上的管理公司D中也通过卫星通信等通信机构被共用。因此,为了进行预测而使用的主机虚拟模型40(主机特性)不论在任何场所都是相同的,在始终考虑到最新的主机特性的基础上,可以单独预测假定航行条件下的船速或者主机状态。因此,可以高度利用与目的对应的预测功能,例如使得在陆地上的管理公司D中进行用于今后的高效运用的信息获取,在轮机舱B中进行遭遇海象时主机状态的预测所实现的避免危险的探讨。

[0155] 图9是本实施方式实现的船舶的运行状况预测系统的流程图。

[0156] 对在功能上与图8的控制流程基本相同的内容赋予相同的编号,并省略详细的说明。此外,以运行状况预测为关注点而作为流程图对主机虚拟模型的更新、监控显示的详细内容进行省略。

[0157] 在步骤S11中,进行船舶的航行条件的获取。该航行条件是通过船舶的航行条件输入机构120输入的气象与海象信息等。另外,由于在图6中的船舶的航行条件输入机构120也搭载有相当于运转设定机构20、测量机构30的功能,因此可以一并获取作为设定值的船首方位、或者作为测量值的船首方位以及可由船舶测量的气象与海象信息等。

[0158] 在步骤S12中,向主机虚拟模型40、螺旋桨模型(螺旋桨推力扭矩模型100)、船体模型(风浪中船体阻力模型110)进行在步骤S1获取的与运转有关的设定值、在步骤S11中获取的航行条件、在步骤S2中获取的主要的测量值的应用。这里,可以通过3个模型的联合进行时间序列计算。

[0159] 接下来,在步骤S13中进行船速、主机状态的解析。在该步骤S13中,除了在步骤S5中进行的主机状态的计算外,还对与船舶的航行关联的项目进行船速等的解析。

[0160] 接下来,输出在步骤S14中计算、解析而得的船速和主机状态。

[0161] 然后,在步骤S6中统计处理船速和主机状态的计算、解析结果,在步骤S7中进行存储,在步骤S15中进行预测结果的显示。

[0162] 在步骤S15中,通过向显示机构61进行预测结果的显示,能够根据对安全航行的判断、未来的船速或者主机状态的预测等目的而利用。

[0163] 如上述说明的那样,通过将作为模型内变量的主机状态参数即与主机10的运转有关的设定值和主要的测量值应用于根据将表示船舶A的主机10的各个构成元件的响应的物理模型组合得到的主机虚拟模型40,利用主机虚拟模型40进行计算从而监控主机10的主机状态,并且使用主机状态参数以及作为计算结果的主机状态中的至少1项来变更模型参数,更新主机虚拟模型40,由此进行使用了基于物理模型构成的主机虚拟模型40的主机状态的计算,求出与船舶航行状况对应的主机状态作为计算时的变量,因此无需太多的实际测量设备而能够基于计算结果来进行主机状态的监控。此外,通过依次进行模型内变量的变更,使主机虚拟模型40的推定精度始终保持为较高的状态,因此能以不逊色于实际测量的精度进行监控。

[0164] 此外,通过使用主机10的指令转速作为与实际的主机10的运转有关的设定值,使

用主机10的转速和燃料供给量作为主要的测量值,能够提高主机虚拟模型40的推定精度,更适当地监控主机状态。

[0165] 此外,通过主机虚拟模型40进行计算的主机状态包含主机输出(马力)、燃料消耗量、增压器转速、气缸内压力、扫气压、扫气温度、排气压、排气温度、吸入空气量、过剩空气系数和主机扭矩中的至少1项,能够更适当地掌握主机10的监控所需要的主机状态。

[0166] 此外,通过求出主机状态的时间平均值、变动振幅、平均周期的至少1项来进行监控,容易更适当地确认主机10是否在安全地工作。

[0167] 此外,通过使用将由主机10驱动的螺旋桨12模型化的螺旋桨模型以及由螺旋桨12推进的船舶A的船体模型,预测实际海域中的主机状态或者船舶A的航行状况,能够有助于船舶A的安全航行、节能航行等。

[0168] 此外,通过在船舶A的轮机舱B、桥楼C、船长室和陆地上的管理公司D的至少1处显示用于监控的主机状态,能够在显示了主机状态的各处进行监控,根据于安全航行的判断、未来的船速或者主机状态的预测等目的来利用。另外,用于监控的主机状态除了作为通过主机虚拟模型40进行计算而得的结果的主机状态以外,还包含基于作为结果的主机状态的二次计算结果、计算主机状态时的关联信息或者基于作为结果的主机状态的人的判断信息等。

[0169] 此外,用于监控的主机状态的显示对以下至少1项进行显示:未变更模型参数的主机虚拟模型40得到的主机状态的第1监控显示、变更模型参数从而更新的主机虚拟模型40得到的主机状态的第2监控显示以及主机10的连续最大输出(MCR)状态时的值的显示,由此根据目的显示第1监控显示、第2监控显示或者主机10的连续最大输出(MCR)状态时的值的显示,容易进行船舶A的安全航行、节能航行的计划确立。例如,能够将第1监控显示设为船舶刚下水时的主机状态,将第2监控显示设为下水后经过一段年月的主机状态。在该情况下,通过使第1监控显示和第2监控显示一并显示,容易掌握由于逐年劣化而产生的影响。

[0170] 此外,可以根据选择显示多个主机状态参数中的至少1项,由此使主机状态参数和主机状态一并显示,在进行监控时,也容易参考利用主机虚拟模型40进行的计算所使用的与主机10的运转有关的设定值和主要的测量值。

[0171] 以上的说明用于说明本公开内容的典型的实施方式,并不用于限定本发明。本公开内容可以以与本说明书明确记载的方式所不同的方式来实现,在与权利要求一致的范围内,由本领域技术人员可以实现各种修正、优化以及变形。

[0172] 工业实用性

[0173] 根据本发明,能够使用活用了数字孪生技术的主机虚拟模型来监控主机状态,因此能够在降低实际测量设备的设置成本的同时高效地进行主机维护管理。此外,由于能够高精度地预测假定的气象与海象下的主机运转状态和船速等的船舶航行状况,因此有助于船舶的主机的监控技术以及维护管理技术的提高,且有助于船舶航行管理的辅助。

[0174] 附图标记说明

[0175] 10 主机

[0176] 12 螺旋桨

[0177] 20 运转设定机构

[0178] 30 测量机构

- [0179] 40 主机虚拟模型
- [0180] 50 计算机构
- [0181] 60 监控机构
- [0182] 61 显示机构
- [0183] 70 模型内变量更新机构
- [0184] 80 统计处理机构
- [0185] 100 显示处理机构
- [0186] 110 显示选择机构
- [0187] 120 航行条件输入机构
- [0188] A 船舶
- [0189] B 轮机舱
- [0190] C 桥楼
- [0191] D 陆地上的管理公司。

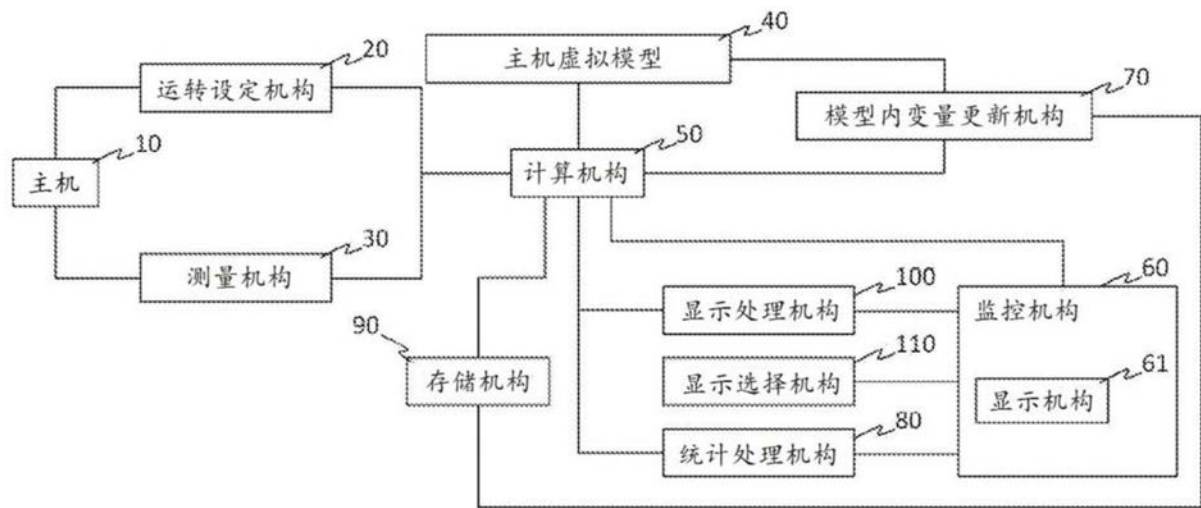


图1

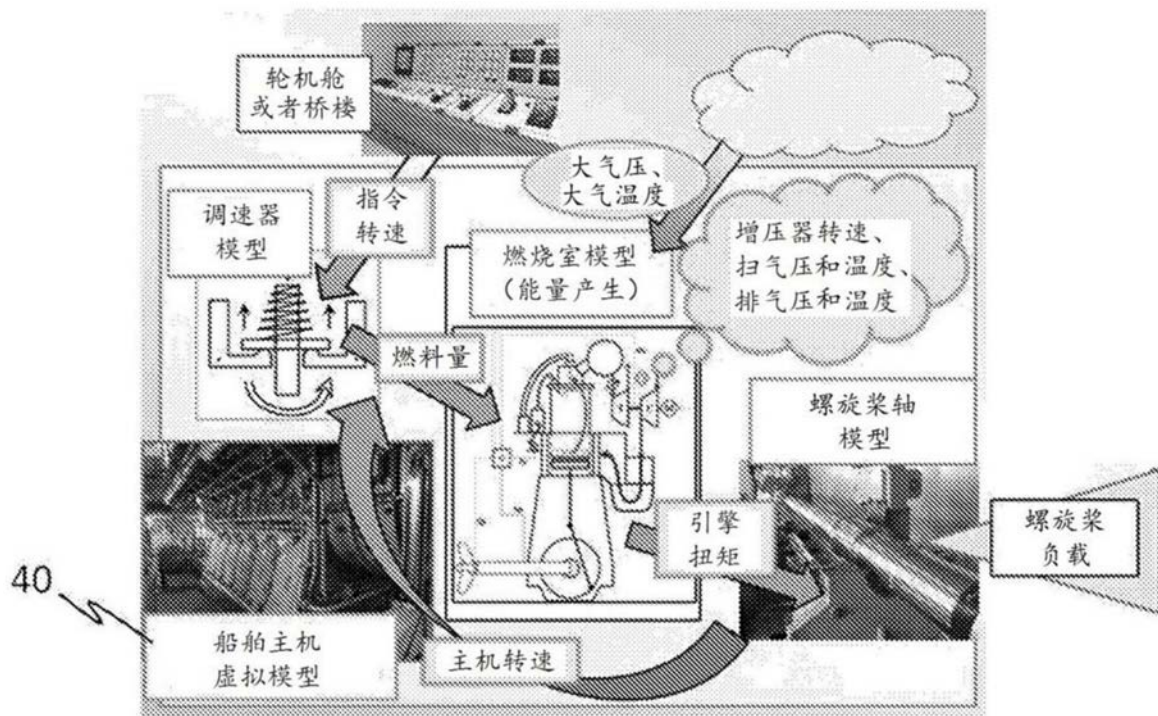


图2

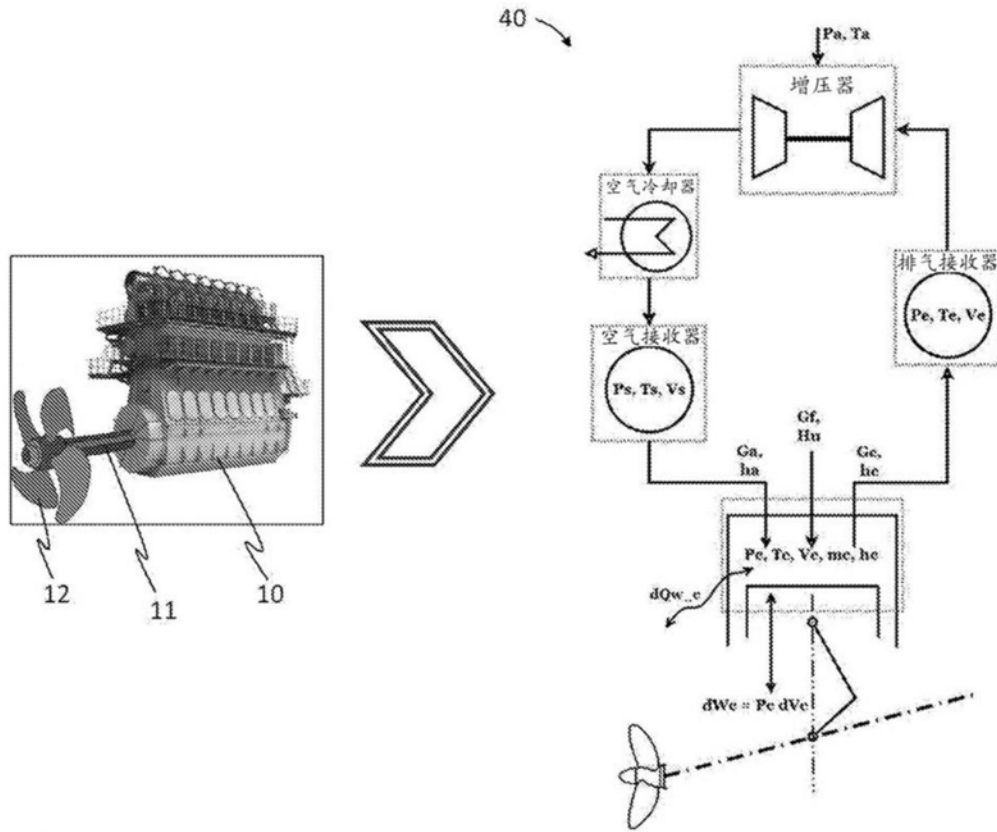


图3

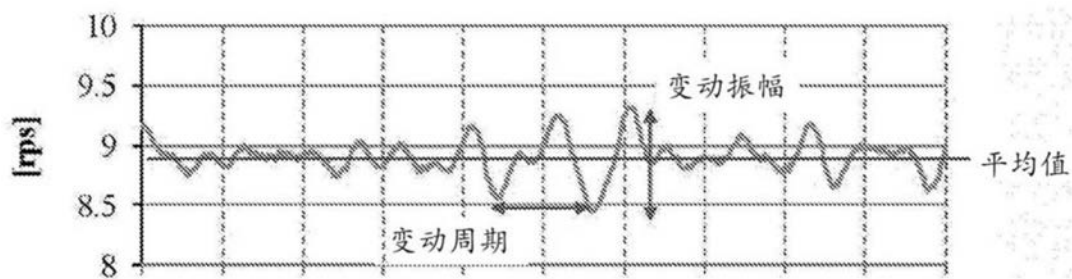


图4

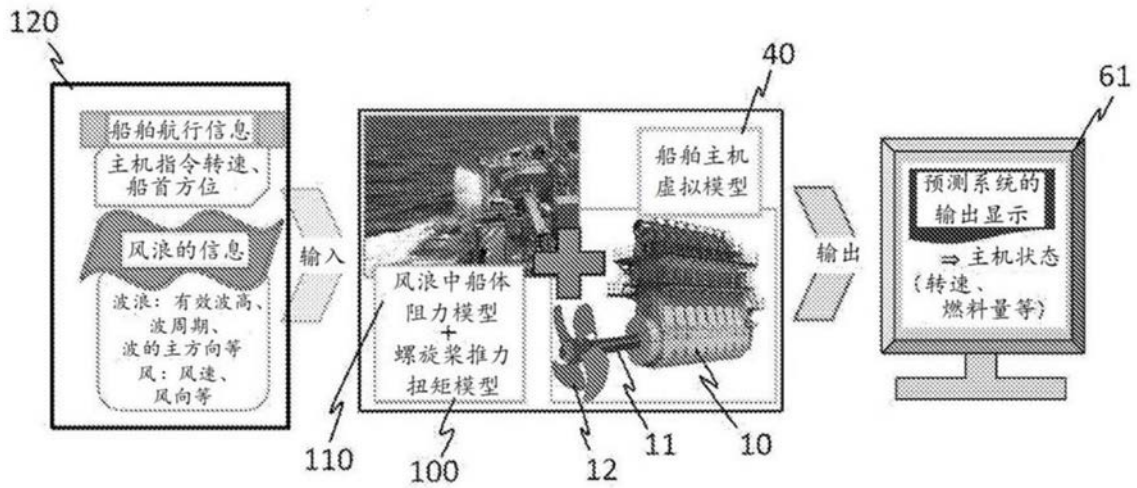


图5

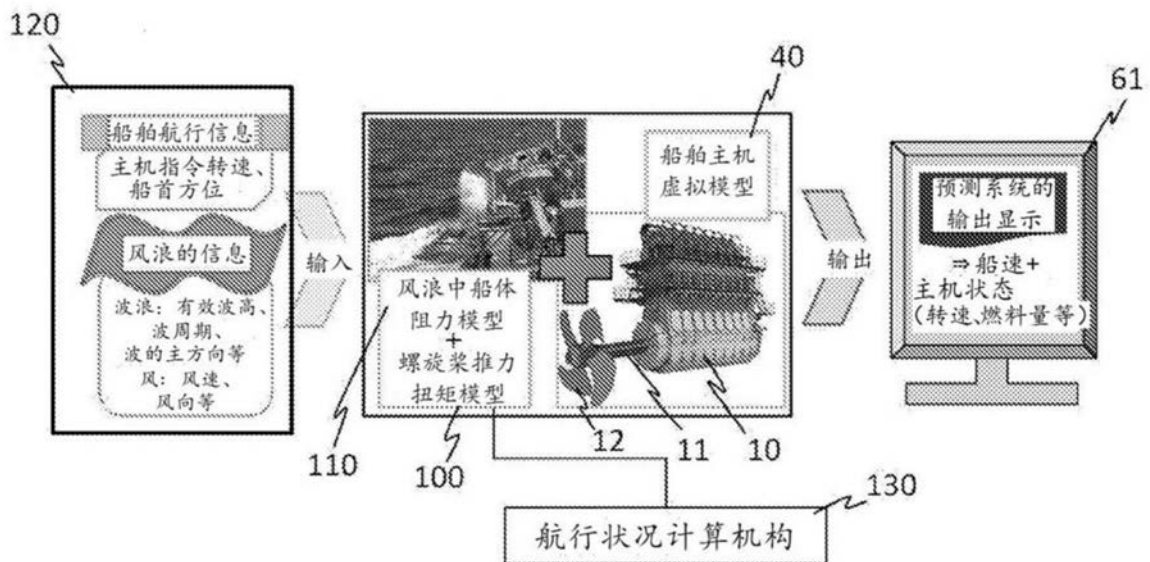


图6

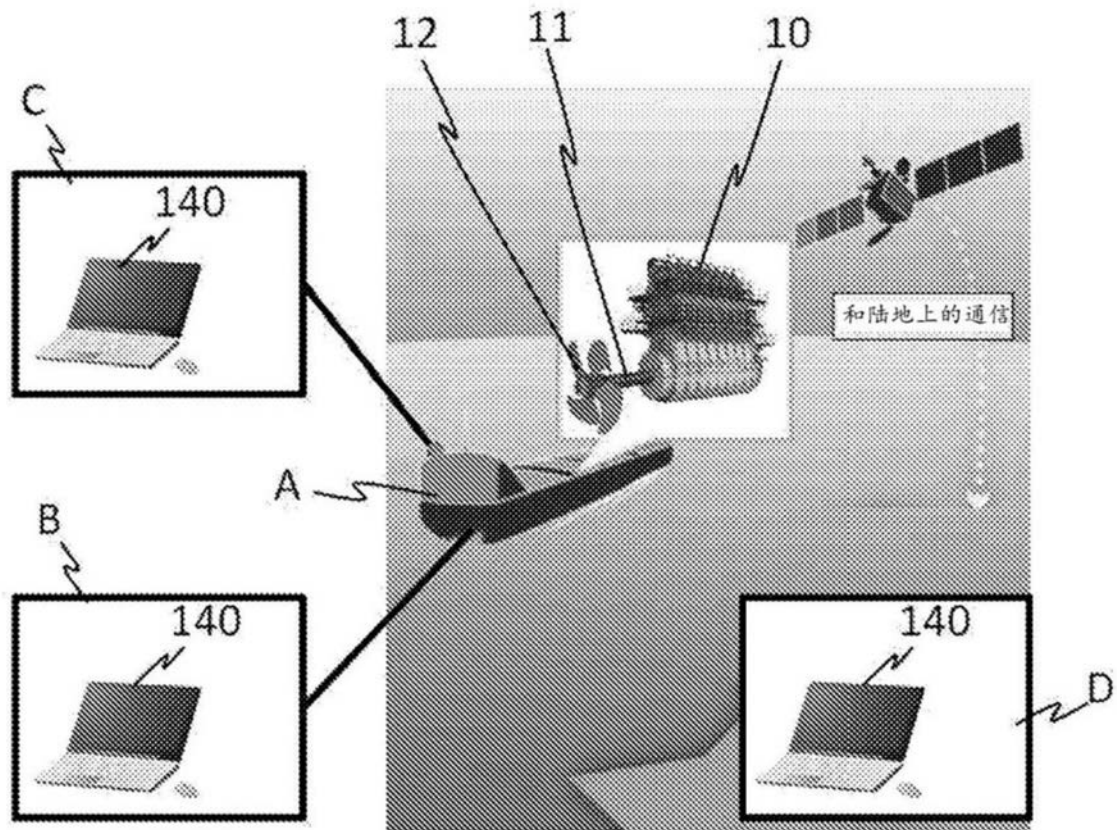


图7

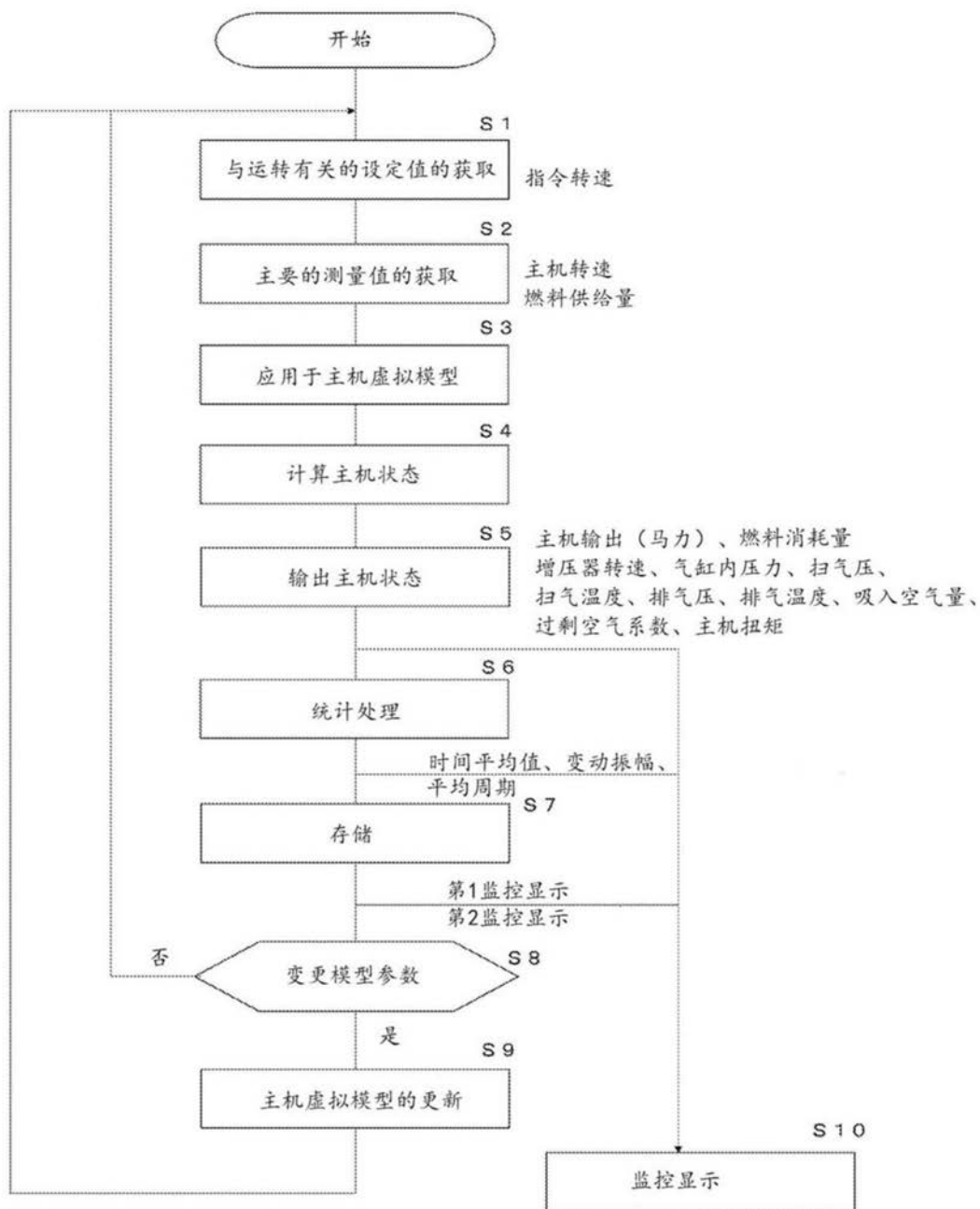


图8

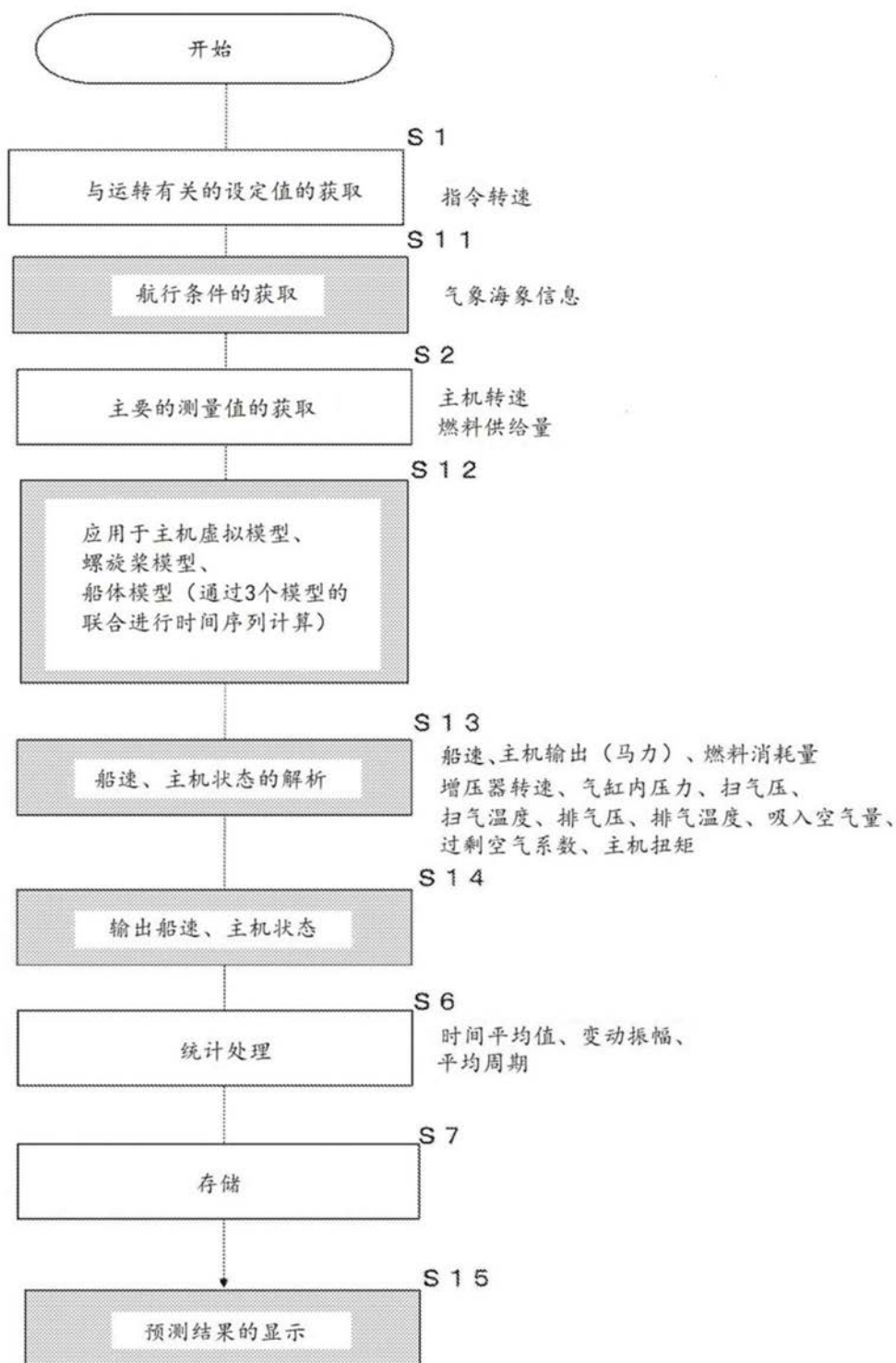


图9