(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110422272 A
(43)申请公布日 2019.11.08

(21)申请号 201910346165.7

(22)申请日 2013.05.30

(30)优先权数据
10-2012-0057753 2012.05.30 KR
10-2012-0057754 2012.05.30 KR
10-2012-0057755 2012.05.30 KR
10-2012-0129441 2012.11.15 KR
10-2012-0149412 2012.12.20 KR
10-2012-0149411 2012.12.20 KR

(62)分案原申请数据
201380040663.X 2013.05.30

(71)申请人 赛创尼克株式会社
地址 韩国忠清南道

(72)发明人 迈克尔·明燮·李

(74)专利代理机构 北京青松知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 11384
代理人 郑青松

(51)Int.Cl.
B63B 9/00(2006.01)
B63B 9/02(2006.01)
B63B 9/08(2006.01)
B63B 49/00(2006.01)
G01L 5/16(2006.01)
G01B 11/16(2006.01)
G01L 1/24(2006.01)
G01L 5/00(2006.01)
G01S 17/93(2006.01)
G01S 13/86(2006.01)
G01S 13/93(2006.01)
G06F 17/50(2006.01)

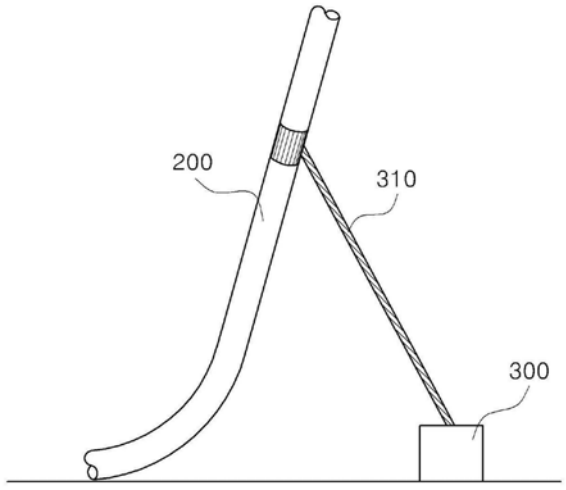
权利要求书1页 说明书28页 附图6页

(54)发明名称

通过对海洋结构物的实时测量监视的控制方法

(57)摘要

本发明涉及监视海洋结构物的物理变化的系统及方法,更具体而言,提供一种监视海洋结构物物理变化的系统,包括复合光计量仪器,所述复合光计量仪器以利用光纤布拉格光栅的至少一个以上光学传感器感知所述海洋结构物的行迹及结构性变化。根据本发明,涉及引进光学传感器方式的测量方法,能够实时准确监视海洋结构物的物理变化,对海洋结构物的气体或流体力学环境内外力、船体应力、六自由度运动及位置进行实时测量监视及控制,更详细而言,涉及综合地测量因气体或流体力学环境内外力而施加于海洋漂浮物的前后左右倾斜度、吃水、吃水差、腐蚀、侵蚀、龟裂、压力、应力、振动、频率等变化,以此为基准预测控制所述海洋结构物,实现燃料节省、安全运用及维护信息提供的方法,提供一种通过对海洋结构物的气体或流体力学环境内外力、船体应力、六自由度运动及位置实时测量监视及预测控制的燃料节省、安全运用及维护信息提供方法。



CN 110422272 A

1.一种通过实时测量监视及预测控制海洋结构物的气体或流体力学环境内外力、船体应力、六自由度运动及位置的燃料节减及安全运用方法，其特征在于，包括：

第1步骤，在水槽或风洞中，通过线性试验，积累海洋结构物外部气体或流体的流动作用于海洋结构物的内外力相关数据及所述内外力导致的所述海洋结构物反应相关数据并生成查找表，把所述查找表存储于数据库；第2步骤，在海洋结构物的实际航海方面，利用飞行时间法测量所述内外力并存储于所述数据库；第3步骤，把所述第2步骤的内外力测量数据与第1步骤的查找表中积累的内外力相关数据进行比较，预测海洋结构物反应相关数据；第4步骤，利用所述海洋结构物的预测的反应相关数据，实时控制海洋结构物的姿势或航海路径。

通过对海洋结构物的实时测量监视的控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于引进光学传感器方式的测量方法并借助复合光计量仪器而实时监视海洋结构物物理变化的系统及方法。更详细而言，本发明涉及用于引进光学传感器方式测量方法并借助复合光计量仪器而实时监视海洋结构物物理变化的系统及方法。

[0002] 另外，涉及对海洋结构物的气体或流体力学环境内外力、船体应力、六自由度运动及位置实时测量监视及预测控制，更详细而言，涉及综合测量因气体或流体力学环境内外力而施加于海洋漂浮物的前后左右倾斜度、吃水、吃水差、腐蚀、侵蚀、龟裂、压力、应力、振动、频率等的变化，以此为基础控制所述海洋结构物，实现燃料节省、安全运用及维护信息提供方法。

[0003] 本发明涉及通过环境外力综合监视的对象结构物(例，海洋/陆地、造船、航空/航天、水中潜水系留、固定式或风力/潮汐力/波力等相关的)控制方法。

背景技术

[0004] 海洋油井生产的原油利用作为海洋结构物之一的管道，移送到海上结构物。在所述海上结构物中，有FPSO(Floating Production Storage and Offloading,漂浮式原油生产存储卸载设备)、TLP(Tension-Leg Platform,张力腿平台)、SPAR、半潜式钻油台、固定式平台(fixed Platform)等。

[0005] 此时，管道以20年以上运营期间为目的，安装于少则数千米、多则数百千米的深海。在此这种情况下，安装于深海的管道因大则100度以上的温度偏差而发生收缩或膨胀现象，随着管道内部的压力变化而发生包括长度变化在内的物理变化。

[0006] 因此，海洋中安装的管道在特定或不特定多数地点集中发生应力，发生挫屈(buckling)及变形。另外，在海底安装的管道与海上运输装置的立管(riser)连接部的着陆区(touch down zone)，因海流、波浪、潮流、风、温度等多种环境外力而诱发管道的摇动。

[0007] 根据原有监视方式，海洋结构物因温度、压力而发生的变形率远远大于因挫屈及漫步现象而发生的变形率，因而在准确的现象分析方面存在困难。而且，现在电气式倾斜计由于安装于海洋中，因高水压造成漏水而导致遗失，而且，安装时的电源供应装置及连接方式复杂，对容易使用的新型测量方式的需求正在增加。另外，原有监视方式中使用的传感器由于疲劳测量耐用年限短，需要一种方式能使用更长时间的传感器。

[0008] 在海洋结构物的运用时，气体及流体的流动必然对海洋结构物施加内外力，特别是在海洋特定地点长时间系统留的海洋固定结构物，必要进行控制，使得这种气体及流体的流动导致的内外力影响实现最小化。

[0009] 另外，迫切要求一种解决对策，解决在海洋结构物运用中，气体或流体力学环境内外力及船体应力导致船舶等颠覆或运输物落水的问题。

[0010] 另一方面，开发和建造燃料消耗少的海洋结构物，是未来造船海洋产业的核心。假定一天消费100吨燃料、排出320吨二氧化碳的海洋结构物，那么，燃料效率改善1％，每年会节省24万美元以上的费用，25 年将减少约6百万美元，在旧船市场中，燃料效率也是最重要

因素之一。

[0011] 另外，海洋结构物运用原有手动作业及半自动化方式因作业者的业务水平而存在较大差异，以半自动化方式开发的系统，只能应用于相应海洋结构物，因此为了体现能够涵盖各种船种的系统，需要从软件工程学上接近，需要从提供用于相似种类应用开发所需基础的概念，开发一种软件架构。

发明内容

[0012] 本发明正是为了解决如上所述的问题而研发的，目的在于提供一种通过对海洋结构物的气体或流体力学环境内外力、船体应力、六自由度运动及位置实时监视及控制的燃料节省方法。

[0013] 另外，本发明的目的在于提供一种通过光学传感器方式的融合计量，能够比原有电气式传感器更长时间测量海洋结构物变化，安装及运用简便的监视系统及方法，而且还提供一种能够与外部其它装置共享所述监视信息，提高气象信息的准确性，能够提供对由人造卫星测量的数据进行校正的环境。

[0014] 另外，目的在于，测量因气体或流体力学环境内外力而施加于海洋漂浮物的前后左右倾斜度、吃水、吃水差等的变化，通过以此为基础控制所述海洋漂浮物，实时提供安全运用方法。

[0015] 另外，目的在于，测量因施加于海洋结构物的气体或流体力学环境内外力导致的腐蚀、侵蚀、龟裂、压力、应力等，实时提供维护相关信息。

[0016] 本发明正是为解决如上所述的问题而研发的，其目的在于提供一种通过对海洋结构物的气体或流体力学环境内外力、船体应力、六自由度运动及位置实时监视及控制的燃料节省方法。

[0017] 根据旨在达成所述目的的本发明的监视海洋结构物物理变化的系统，提供一种监视海洋结构物的物理变化的系统，包括：复合光计量仪器，其利用基于光纤布拉格光栅的至少一个以上的光学传感器，感知所述海洋结构物的行迹及结构性变化。

[0018] 另外，所述复合光计量仪器包括：伸长计，其利用所述光学传感器，测量在所述海洋结构物外部设定的至少一个以上的基准点与在所述海洋结构物上设定的地点之间的距离变化；所述光学传感器对应于因所述距离变化而接入光纤的应力变化，使通过所述光学传感器的光信号的波长变化。

[0019] 另外，所述伸长计包括连接所述基准点与在所述海洋结构物上设定的地点之间的至少一条以上导线；还包括：卷绕部，其以既定张力卷取所述导线；感知部，其利用光学传感器测量所述卷绕部的转数；而且，还包括：刺激部，其相应于从所述感知部测量的转数，周期性地刺激所述光学传感器。

[0020] 另外，其特征在于，所述复合光计量仪器包括：伸长计，其具备相互连接所述海洋结构物上的至少一个以上地点的光纤导线(320)，测量所述海洋结构物的长度变化；所述光纤导线(320)对应于因所述海洋结构物上的距离变化而接入光学传感器的应力变化，使通过所述光纤的光信号的波长变化。

[0021] 另外，其特征在于，所述伸长计包括：导线，其在所述海洋结构物上的相同地点安装至少一个以上，由光纤构成；所述导线对应于因所述海洋结构物上的距离变化而接入光

纤的应力变化，使通过所述光纤的光信号的波长变化，利用所述三角测量法，换算所述导线各个的拉伸程度，提供所述地点的绝对的位置信息。

[0022] 另外，其特征在于，所述复合光计量仪器包括：倾斜计，其利用所述光学传感器，测量所述海洋结构物上的多个地点间的倾斜变化；倾斜计包括由沿重力方向安装的重锤和连接于所述重锤的至少一条以上光纤构成的光学传感器，对应于因所述倾斜计安装的海洋结构物上地点的倾斜变化而由所述重锤接入所述光纤的应力变化，使通过所述光纤的光信号的波长变化。

[0023] 另外，其特征在于，所述复合光计量仪器还包括用于测量所述基准点的位置变化的地震仪和测量海洋结构物的振动的振动仪及由从复合光计量仪器感知光信号波长变化的数据记录器或询问器构成的测量装置。

[0024] 另外，所述测量装置包括：光学部，其具有对散射的光信号进行聚合的功能，具备能够控制波长的激光器；光参照器，其按光学传感器区分由所述光学部反射的光信号的波长；光耦合器(optical coupler)，其连接多个从所述光参照器输出的各光学传感器的光纤布拉格光栅，按频道分配布拉格反射波长；及光电二极管(photo diode)，其把从所述光耦合器接受传递的布拉格反射波长变换成电信号。

[0025] 另外，所述复合光计量仪器利用OTDR(Optical Time-Domain Reflectometer，光时域反射仪)、拉曼光谱法(Raman)、布里渊散射(Brillouin scattering)、瑞利波(Rayleigh wave)、DAS(Distributed Acoustic Sensing，分布式声传感)、声发射法(Acoustic Emission)、干涉法(Interferometry)中的至少某一种。

[0026] 其特征在于，包括：(a)步骤，利用安装于海洋结构物或基准点的至少一个以上的复合光计量仪器，根据所述海洋结构物的行迹或结构性变化，使通过所述光学传感器的光信号的波长或光量变化；(b)步骤，所述复合光计量仪器把所述波长或光量变化的所述光信号传递给所述测量装置；(c)步骤，借助于所述测量装置而感知所述光信号的波长或光量的变化；所述复合光计量仪器包括利用光纤布拉格光栅的至少一个以上的光学传感器。

[0027] 另外，其特征在于，所述复合光计量仪器是测量在所述海洋结构物外部设定的至少一个以上的基准点与所述海洋结构物的设定位置之间的距离变化的伸长计。

[0028] 另外，其特征在于，所述伸长计包括：至少一条以上导线，其连接所述基准点与在所述海洋结构物上设定的地点之间；卷绕部，其以既定张力卷取所述导线；感知部，其利用光纤测量所述卷绕部的转数；及刺激部，其相应于从所述感知部测量的转数，周期性地刺激所述光学传感器。

[0029] 另外，其特征在于，所述伸长计具备相互连接所述海洋结构物上的至少一个以上地点的光纤导线，测量所述海洋结构物的长度变化；所述光纤导线对应于因所述海洋结构物上的距离变化而产生的应力变化，使通过所述光纤的光信号的波长变化。

[0030] 另外，其特征在于，所述伸长计包括：导线，其在所述海洋结构物上的相同地点安装至少一个以上，由光纤构成；所述导线对应于因所述海洋结构物上的距离变化而接入光纤的应力变化，使通过所述光纤的光信号的波长变化。

[0031] 另外，所述伸长计利用所述三角测量法，换算所述导线各个的拉伸程度，提供所述地点的绝对的位置信息；复合光计量仪器包括：倾斜计，其利用所述光学传感器，测量所述海洋结构物上的多个地点间的倾斜变化。

[0032] 所述倾斜计包括沿重力方向安装的重锤和连接于所述重锤的光纤;所述 (a)步骤的特征在于,根据所述海洋结构物中发生的倾斜变化,所述重锤刺激所述光纤,产生应力变化,把发生的应力变化转换为光信号;复合光计量仪器还包括:地震仪,其利用所述光学传感器测量在所述海洋结构物外部设定的至少一个以上的基准点的位置变化;复合光计量仪器还包括测量所述海洋结构物的振动的振动仪。

[0033] 在通过海洋结构物实时物理变化监视的控制方法中,其特征在于,包括: (a)步骤,在水槽或风洞中,通过实验获得关于海洋结构物的物理变化的数据,积累所述获得的数据并生成查找表(Lookup table);(b)步骤,获得关于从测量装置输出的海洋结构物实际物理变化的数据;(c)步骤,把所述(b)步骤中获得的数据与所述(a)步骤的查找表中积累的数据进行比较,生成关于海洋结构物物理变化的预测数据;(d)步骤,借助于接受传递了所述预测数据的三维数值解析(numerical analysis)程序,生成结构物控制动作信息、包括需要维护的位置信息/维护费用信息/维护所需时间中至少某一种的维护信息及关于海洋结构物中的气体泄漏、火灾或爆炸的警告信息;所述物理变化包括所述海洋结构物上的至少一个以上地点的长度变化、倾斜变化、温度变化、压力变化、比容变化中的至少某一种。

[0034] 另外,在所述(c)步骤以后,还包括(c-1)步骤,比较所述预测数据与海洋结构物的实际物理变化相关数据并修订查找表;在所述(d)步骤以后,还包括,借助于FSI程序(Fluid Structure Interaction,流固耦合)而把所述海洋结构物控制信息生成为模拟器,借助于情况识别中间件,使所述模拟器与在所述(b) 步骤中获得的所述海洋结构物的实际物理变化量相关数据实时联动,生成自动控制所述海洋结构物的算法的步骤。

[0035] 另外,其特征在于,(d)步骤的三维数值解析(numerical analysis)程序利用有限元解析法(FEM)及计算流体力学(CFD),三维数值解析(numerical analysis)程序与情况解析模块联动,生成维护信息,其中,情况解析模块存储有根据所述海洋结构物的行迹及结构性变化而可能发生的气体泄漏、扩散、火灾或爆炸等虚拟危险情况及所述虚拟危险情况的应对方案相关数据。

[0036] 另外,还包括(e)步骤,结构物自动控制部根据所述控制动作信息,使所述海洋结构物的位置或角度变化并进行控制;且所述结构物自动控制部包括:连接于所述海洋结构物上的至少一个地点的结合装置、与所述结合装置连接并使所述海洋结构物上下左右移动的变位调节装置;警告信息是所述测量装置以利用TDLAS、DTS、DAS、FBG或RMLD中的至少某一种而测量的所述海洋结构物实际物理变化相关数据所生成。

[0037] 构成得实时测量监视及预测控制海洋结构物的气体或流体力学环境内外力、船体应力、六自由度运动及位置,包括:第1步骤,在水槽或风洞中,通过线性试验,积累海洋结构物外部气体流动作用于海洋结构物的内外力相关数据及所述内外力导致的所述海洋结构物反应相关数据并生成查找表,把所述查找表存储于数据库;第2步骤,在海洋结构物的实际航海方面,利用飞行时间法(Time-of-Flight Method)测量所述内外力并存储于所述数据库;第 3步骤,把第2步骤的内外力测量数据与第1步骤的查找表中积累的内外力相关数据进行比较,预测海洋结构物反应相关数据;第4步骤,利用所述海洋结构物的预测的反应相关数据,实时控制海洋结构物的姿势或航海路径。

[0038] 所述第3步骤还包括:第3-1步骤,测量所述海洋结构物的实际反应;及第3-2步骤,当所述第3-1步骤中测量的所述海洋结构物反应相关数据与第3步骤中预测的所述海洋结

构物反应相关数据不一致时，利用第3-1步骤的海洋结构物反应相关数据，修订第1步骤中生成的所述查找表中的所述海洋结构物反应相关数据，或反映所述修订的数据，对数值模型进行修订及完善。

[0039] 另外，其特征在于，所述海洋结构物反应相关数据的修订借助于包括 CFD、有限元法(FEA)、IFEM(Finite Element Method)或FSI的基于数值模型的模拟器而实现；所述第2步骤通过所述海洋结构物具备的计量设备，测量气体或流体导致的内外力，且所述计量设备为电气式传感器或光学传感器。

[0040] 另外，其特征在于，所述计量设备按高度测量风向、风速、气压、气温、湿度及粉尘；所述第2步骤是利用IMU(惯性测量单元)实际测量气体流动作用于海洋结构物的内外力；所述第3步骤中的所述海洋结构物反应相关数据，在所述海洋结构物为船舶的情况下，包括所述船舶的行进方向、前后左右倾斜度、吃水或吃水差中至少一者以上。

[0041] 另外，其特征在于，第3步骤中的所述海洋结构物反应相关数据，在所述海洋结构物为临时固定结构物的情况下，包括所述结构物的移动方向、前后左右倾斜度、吃水中至少一者以上；第2步骤是测量包括气体流动导致的海洋结构物固有频率、谐振频率及气体特性的数据，按水深测量潮流及海流的不同空间及时间的方向和速度；在第1步骤中，存储所述查找表的数据库为所述海洋结构物具备的航海记录装置(VDR)。

[0042] 另外，其特征在于，在所述海洋结构物为临时固定结构物的情况下，所述查找表记录为1年单位的时序数据，通过与截至上年度积累的1年单位的时序数据的比较，修订所述查找表；所述第4步骤是利用方向舵(rudder)、推进器(thruster)、螺旋桨、帆、筝帆或气球中的至少某一种，实时控制海洋结构物的姿势或航海路径。

[0043] 另外，其特征在于，所述第4步骤是，在所述海洋结构物为船舶的情况下，根据所述预测的海洋结构物反应相关数据，控制方向舵的方向及推进器和螺旋桨的RPM，使得推进力与所述内外力的合力能够成为目标行进方向；在所述海洋结构物为临时固定结构物的情况下，根据所述预测的海洋结构物反应相关数据，控制推进器，使得所述与内外力的合力达到最小，保持当前位置。

[0044] 另外，其特征在于，所述海洋结构物具备直升机甲板(helideck)，所述第 4步骤为了能够保持所述直升机甲板的平衡或缓冲直升机起落时的冲击而通过DP(Dynamic Positioning，动态定位)及DM(Dynamic Motion，动态移动) 来控制所述海洋结构物的姿势，或调节六自由度的角度，使所述海洋结构物的重心变化，把所述直升机甲板的平衡状态信息存储于所述数据库，为了能够根据海洋结构物的作业目的功能保持平衡而调节包括吃水差(trim)的六自由度的角度，使所述海洋结构物的重心变化，保持平衡状态。

[0045] 另外，其特征在于，所述数据库通过通信部，向外部的结构信息服务器发送所述直升机甲板的平衡状态信息，所述结构信息服务器在多个海洋结构物中，把拥有直升机能起落的直升机甲板平衡状态信息的海洋结构物位置信息提供给直升机。

[0046] 另外，其特征在于，所述第2步骤还包括：第2-1步骤，借助于计量设备，从所述海洋结构物计量远程风向、风速、气温、湿度、气压、太阳辐射线、无机离子、二氧化碳、粉尘、辐射能或臭氧中的至少一者以上并存储于所述数据库；所述计量设备为风速计、风向计、湿度计、温度计、气压计、日射计、大气气溶胶自动采集仪、CO2通量测量装备、大气粉尘采集仪、空气采样器或臭氧分析仪中的至少某一种以上。

[0047] 而且，其特征在于，所述海洋结构物具备压载水舱，为了使所述压载水舱内部的晃动现象减小，还包括在所述压载水舱的两侧面分别配备的晃动抑制部；所述晃动抑制部针对所述压载水舱的一个水平端面，通过缩小所述端面的开放面积而抑制晃动现象。

[0048] 另外，其特征在于，所述海洋结构物具备压载水舱，所述第4步骤是当发生所述倾斜时，使所述压载水舱中装载的压载水向倾斜的方向的相向侧移动，从而控制所述海洋结构物的姿势；所述压载水舱在所述压载水舱内部具备分割区划的隔壁，在所述隔壁上设置有用于使所述压载水移动到其它区划的开闭部，在所述开闭部的内部，安装有控制所述压载水的移动速度及移动方向的泵。

[0049] 另外，其特征在于，把所述2步骤中的内外力测量数据传送给外部气象信息服务器，所述气象信息服务器把从人造卫星接收的气象信息与所述内外力的测量数据比较，存储修订了误差的气象信息修订数据；根据连接到所述气象信息服务器的外部使用者终端的请求，把所述气象信息修订数据提供给所述外部使用者终端。

[0050] 其特征在于，包括：第1步骤，在水槽或风洞中，通过线性试验，积累海洋结构物外部流体的流动作用于海洋结构物的内外力相关数据及所述内外力导致的所述海洋结构物反应相关数据并生成查找表，把所述查找表存储于数据库；第2步骤，在海洋结构物的实际航海方面，利用飞行时间法 (Time-of-Flight Method)测量所述内外力并存储于所述数据库；第3步骤，把第2步骤的内外力测量数据与第1步骤的查找表中积累的内外力相关数据进行比较，预测海洋结构物反应相关数据；第3-1步骤，测量所述海洋结构物的实际反应；第3-2步骤，把所述第3-1步骤中测量的海洋结构物反应相关数据与第3步骤中预测的海洋结构物反应相关数据进行比较，并在其发生差异时，利用第3-1步骤的海洋结构物反应相关数据，修订第1步骤中生成的查找表中的海洋结构物反应相关数据；第4步骤，针对所述查找表中积累的数据，通过虚拟的模拟模型，获得海洋结构物相关维护数据；及第5步骤，反映所述虚拟的模拟模型的实际计量数据，把作为所述虚拟模拟模型结果的反应结果数值与实时海洋结构物的反应实际计量数值进行比较，修订所述海洋结构物反应相关数据，或反映所述修订的数据，修订及完善数值模型。

[0051] 其特征在于，在所述第4步骤之后，还包括，借助于FSI程序(Fluid Structure Interaction，流固耦合)而把所述海洋结构物控制信息生成为模拟器，借助于情况识别中间件，使所述模拟器与在所述第3-1步骤中获得的所述海洋结构物的实际反应相关数据实时联动，生成自动控制所述海洋结构物的算法的步骤；所述海洋结构物反应相关数据包括应变、变形、龟裂、振动、频率、腐蚀、侵蚀中的至少某一种；所述第4步骤是，利用了有限元解析法(FEM) 及计算流体力学(CFD)的三维数值解析(numerical analysis)程序与情况解析模块联动，生成维护信息，其中，情况解析模块存储有根据所述海洋结构物的行迹及结构性变化而可能发生的气体泄漏、气体扩散、火灾或爆炸等虚拟危险情况及所述虚拟危险情况的应对方案相关数据。

[0052] 另外，其特征在于，所述第4步骤的维护数据是根据所述海洋结构物中具备的个别结构物的预先设定的重要度进行区分并获得；包括需要维护的位置信息、维护费用信息、维护所需时间信息或各结构物的剩余寿命信息中的至少某一种。

[0053] 其特征在于，利用雷达(Radar)、IMU(惯性测量单元)、GPS(全球定位系统)计量法、X波段雷达(X-band Radar)，不仅防止碰撞，而且测量波浪、浪高，并预测波浪运动(wave

motion)，利用至少一个以上的IMU(惯性测量单元)，不仅计量海洋结构物的六自由度运动，还计量中拱(Hogging)、中垂 (Sagging)、扭转(Torsion)，利用时间和空间信息取得工具，把海洋结构物的移动距离及坐标计量卫星的环境外力数据与雷达(Radar)及IMU(惯性测量单元)的数据联动，使海洋结构物的疲劳实现最小化，反映于EEOI/EEDI/DP 分界/MC Boundary/立管(SCR,TTR,Tendon)/Lowering/ROV/钻机，替代预测过程的算法和模拟器。

[0054] 另外，其特征在于，利用雷达(Radar)测量浪高、波浪、周期、波浪的速度及方向，雷达(Radar)的极坐标图收集不限定为32个，为了进行实时动态图像处理，在接到新极坐标图的同时，删除第一个或最早的极坐标图，进行实时动态图像处理；其特征还在于，使防止碰撞、波浪/浪高测量及波浪运动 (wave motion)预测功能联动。

[0055] 另外，其特征在于，利用原有的X波段或S波段碰撞防止用雷达(Radar)，利用RF 1x2分配器、RF放大器或光信号传送及放大功能，提取波浪、浪高、周期、方向计量结果；利用六自由度运动补偿X/S波段雷达、波高测量传感器、多普勒、飞行时间及影像叠加(Image Overlay)方式。

[0056] 另外，其特征在于，使时间和空间信息取得工具、智能IMU(惯性测量单元)与海洋结构物情况识别的六自由度运动/反应姿势(response)计量及DB 联动，进行运动控制，用作环境外力计量联动或无联动的人工智能 EEOI/DPS/DMS用预测监视、预测顾问系统及/或预测自动化控制系统，或进行定量的EEDI的计量及验证。

[0057] 另外，其特征在于，在DP分界条件满足控制时，在所述海洋结构物中，反映优先对象结构物运营要求上紧急及重要度的优先顺序，决定使疲劳或六自由度运动最小化的运营要求上紧急及重要度的优先顺序，运用使得DPS 或EEOI的控制效率达到最大，进行定量的EEDI的验证及计量。

[0058] 另外，其特征在于，在EEOI/EEDI条件满足控制时，在所述海洋结构物中，反映优先对象结构物的顺序，决定使疲劳实现最小化等紧急性与重要度的优先顺序，运营使得DPS/MCS或EEOI的控制效率达到最大，或进行定量的EEDI的计量及验证；回避对施加于结构物的流体力学、气体力学影响作出反应的个别或统合的造船海洋复合结构物的固有频率及谐振频率，或变更为环境外力施加于结构物的条件，延长结构物的寿命。

[0059] 另外，其特征在于，针对施加于结构物的环境外力、接入到复合结构物的耦合能量和保有的惯性及弹性动能，通过使实时疲劳实际计量或算术数值结果与六自由度运动的移动计量相联动，根据情况判断的紧急性与重要度等优先顺序或重要度而使独立或复合地接入结构物的屈服应力实现最小化，使要求的结构物的独立或复合接入的疲劳实现最小化，延长结构物的寿命。

[0060] 而且，其特征在于，计量对象结构物的缺陷(Integrity)并实时测出，准确预测对象结构物的寿命，从而能够进行状态检修，反映理想锚位，手动或自动进行适宜的海洋结构物的静态及动态定位控制，及进行反映了残留疲劳的运营管理。

[0061] 另外，其特征在于，系泊时，与系泊索张力监视衔接，进行反映了环境外力的DP测量监视及预测控制、MC测量监视及预测控制和考虑到EEOI 的结构物运动及姿势控制，或定量地计量EEDI；在海底结构物中引入光计量方式的振动(例如DAS)计量，与通过结构物振动计量和原有应变或加速度计量而得到结构的变形率、变形状态相联动，测出施加的环境外力(例，潮流、海流外力的矢量)和因此导致的结构物的响应矢量。

[0062] 另外，其特征在于，在与环境外力计量联动的情况下，以CFD、FEA 及/或FSI输入条件为最大，进行情况识别功能的计量及DB化，利用CFD、 FEA和耦合响应模型、及FSI(对环境外力和环境外力进行反应的结构物运动模型)；为了体现实时情况识别、过去记录的情况再现与相对于以后预测记录情形数的情况预测，取得所需情况识别用计量结果并体现DB存储方式。

[0063] 另外，其特征在于，构建利用了情况识别中间件与基于WEB情况识别监视程序的实时基于WEB系统；针对情况识别中间件或类似功能的软件联动，能够使所有情况识别功能的计量结果与实时数学模型(例，CFD,FEA及 /或FSI...)联动，用作优化的基础工具，另外，使该优化数学模型进化为反映了实际计量的算法及模拟模型。

[0064] 另外，其特征在于，在单纯计量的监视功能之外，与实际计量反映或完成数值计算反映的算法联动，体现以人工智能加工的预测监视功能及预测控制系统或模拟模型；把统合计量的进行情况识别的数据库存储于 VDR(Voyage Data Recorder，航行数据记录仪)或进行联动，测出 Hydro-Dynamic及/或Aero-Dynamic Energy(例如波浪的方向及速度或风向与风速矢量及因此产生的结构物响应矢量)。

[0065] 另外，其特征在于，把数学建模、数学模型(例如CFD、FEA及/或FSI) 模拟结果(根据Hydro&Aero-dynamic信息)反映于CDF解析，进行CDF模型优化并进化为算法，解析及进化的结果作为查找表而在VDR或另外的服务器中积累，积累的数据通过虚拟的模拟模型，执行结构诊断及作业评价功能。

[0066] 另外，其特征在于，利用经验参考数据(Experienced Reference data)，执行预测(prediction)控制；添加黑匣子(Black Box)功能，构成有线无线网络；添加经补正的时间标签(Time Tag)功能。

[0067] 另外，其特征在于，添加包括了积累的人工智能的EMS(Environment Monitoring System，环境外力监视系统)及MMS(Motion Monitoring System，运动监视系统)计量数据对比结构解析算法功能。

[0068] 另外，其特征在于，在单纯计量的监视功能之外，把完成实际计量反映的算法反映到人工智能，对加工的预测监视功能及预测控制系统(例如Utilize the resulted influence to 6DoF Motion&Displacement for DPS&EEOI)进行存储、记录；作为水弹性(Hydro-Elastic)导致的拍击及/或晃动和空气弹性 (Aero-Elastic)导致的火灾/爆炸计量方法，利用光学及电气张力计、PIV、PTV、 BP Filter Energy intensity、应变计、压力传感器、超声波计量方式/DAS-激发与监视。

[0069] 另外，其特征在于，以应变传感器测量隔壁结构的变形，为了全面计量而以超声波计量或DAS-激发方式监视；计量波浪导致的船体隔壁结构的反应，确认计量的传感器位置，提取浪高。

[0070] 另外，其特征在于，作为利用了结构物嵌入式传感器(应变、加速度、温度)的监视技术，在桥梁、下水道、自来水管、煤气管、油管、隧道、结构物支架等结构物引进张紧器，通过张紧器中引进的传感器，计量振动、加速度、位置、全年/季节温度、物性(应力或硬度)，进行结构物安全诊断，对地震、漏水、防盗进行监视；作为用于确保因海底、地铁、地下通道建设等其它工程影响而露出既定时间的结构物及配管安全性的露出事故影响评价解析技术，在利用了CFD理论的密闭及部分开放空间，对气体爆炸灾害预测进行解析。

[0071] 另外，其特征在于，通过钻机/立管监视，执行对海洋结构物最舒适姿势的设定及预测控制，在需要的时间，执行考虑了所需六自由度的减幅。

[0072] 根据本发明，引进光学传感器方式的测量方法，能够实时准确监视海洋结构物的物理变化。另外，根据本发明，通过光学传感器方式的测量方法，能够比原有电气式传感器更长时间稳定地测量海洋结构物的变化，能够提供安装及运用简便的监视系统及方法。

[0073] 另外，根据本发明，通过海洋结构物的实时监视，能够实现对海洋结构物的即时维护，因而能够节减海洋结构物运用所需的费用。另外，根据本发明，通过海洋结构物的实时监视，能够感知和预防海洋结构物诸如原油泄漏的环境污染。

[0074] 根据本发明，通过实时监视及控制航海及系泊中的海洋结构物的气体或流体力学环境内外力、船体应力、六自由度运动及位置，能够高效节减海洋结构物的航海或系泊时消耗的燃料。

[0075] 另外，测量因气体或流体力学环境内外力而施加于海洋漂浮物的前后左右倾斜度、吃水、吃水差等的变化，通过对所述海洋漂浮物的过程，能够实现安全运营。

[0076] 另外，能够与他人共享在所述海洋结构物中监视的信息，提高气象信息的准确性，可以提供能够用作可对由人造卫星测量的数据进行校正的真地面站(ground true station)的环境。

[0077] 另外，分析暴露于高浪、强风等现场条件下的海洋结构物的静态或动态特性，从而能够提供制定旨在确保海洋结构物长期稳定性的中长期方案的重要资料。

附图说明

[0078] 图1是显示本发明一个实施例的利用连接于海底管道的伸长计测量基准点与在海洋结构物上设定的地点之间距离变化的方法的图。

[0079] 图2是显示本发明另一实施例的伸长计的结构的图。

[0080] 图3是显示本发明另一实施例的具备相互连接海洋结构物上至少2以上地点的光纤导线并测量所述海洋结构物长度变化的伸长计的图。

[0081] 图4是显示本发明另一实施例的伸长计利用三角测量法测量所述海洋结构物的长度变化的方法的图。

[0082] 图5是显示本发明另一实施例的结构物自动控制部根据所述控制动作信息而使所述海洋结构物的位置或角度变化的图。

[0083] 图6是本发明的通过对海洋结构物的气体或流体力学环境内外力监视及控制的燃料节减及安全运用方法的流程图。

[0084] 图7是显示接入海洋结构物的气体力学矢量的图。

[0085] 图8是显示根据本发明的实施例而测量接入海洋结构物的气体力学矢量。

[0086] 图9是显示本发明一个实施例的在接入气体力学内外力的情况下控制方向舵而实现燃料节减及安全运用的方法的图。

[0087] 图10及图11是本发明另一实施例的压载水舱的剖面图和显示压载水舱中具备的隔壁及所述隔壁的结构的图。

[0088] 图12根据本发明另一实施例，通过模拟模型对海洋结构物维护数据进行了图示化。

[0089] 图13是显示海洋结构物(特别是船舶)及安装于所述海洋结构物的直升机甲板(helideck)的图。

[0090] 图14是根据本发明实施例显示压力传感器安装于海洋结构物的状态的图。

[0091] 符号说明

[0092] 100:海洋结构物 200:海洋结构物

[0093] 300:伸长计 301:卷绕部

[0094] 302:感知部 303:刺激部

[0095] 304:光学传感器 310:导线

[0096] 320:光纤导线 400:结构物自动控制部

[0097] 410:结合装置 420:变位调节装置

[0098] 500:压载水舱 510:晃动抑制部

[0099] 520:隔壁 530:开闭部

[0100] 540:泵

具体实施方式

[0101] 借助于本发明说明书中根据附图进行的以下详细说明,本发明的目的和技术构成及其作用效果的相关详细事项会得到更明确理解。参照附图,详细说明本发明的实施例。

[0102] 本说明书中公开的实施例不得解释或用作限定本发明的范围。包括本说明书实施例的说明具有多种应用,这是所属领域的技术人员不言而喻的。因此,只要不超出权利要求书限定的范围,任意实施例只是用于更好地说明本发明所需的示例,而非意在把本发明的范围限定于实施例。

[0103] 在本发明中使用的术语“海洋结构物”,意味着例如桩脚式钻探平台、半潜式钻井平台、保护罩、随动塔式平台、TLP、浮体式石油生产存储运出设施、风力发电机、波浪发电机等,另外需要指出的是,还是包括海上或海底(submersible)所有结构物的广义的术语,包括直接间接连接的复合结构物 (例如,非水下结构物/火炬塔、Top-side、靠岸关系的海洋结构物、钻机、油田中采油及采气用生产套管、立管、流出管线、生产线、系泊索、缆绳、堵漏垫上角索、ROV用Tethering Cable line、环保型燃料节省用帆的结构支架及连接索、接入了光纤传感器的张紧器、风力发电机的桨叶及塔、保护罩、与基础邻接的张紧器、桥梁/斜拉桥用钢索、海上/海中或海底结构物的支架/ 底座结构物和用于这种结构物的混凝土张紧器等。另外,海洋结构物是包括 Coupled Riser和Un-coupled Riser的术语。在Coupled Riser中,有钢悬链立管(SCRs)、重量分配SCRs、懒惰型波浪立管(SLWRs)、柔性立管系统等。在 Un-coupled Riser中,有单混立管塔、分组SLOR、混合立管塔、浮力支承立管(俗称BSR系统)等。

[0104] 1.数值算术模型(数学模型)包括计算流体力学、有限元法(FEM)、流体结构联动解析、有限差分法、有限体积法、或Inverse Finite Element Method (iFEM)逆有限元法。

[0105] 2.通过计算流体力学(CFD)算出风、浪、流载荷。

[0106] 3.算出FSI(Fluid Structure Interaction,流固耦合)及情况识别用查找表,风、浪、流载荷反应。

[0107] 4.由Artificial Intelligence(人工智能)实现自我学习、测量监视与预测控制、

DMS(Dynamic Motioning System,动态移动系统)/DPS(Dynamic Positioning System,动态定位系统)/EEOI(Energy Efficiency Operational Indicator,能效营运指数)/EEDI(Energy Efficiency Design Index,能效设计指数)。

[0108] 4-0-a.在DP或DM Boundary、原/复合结构物中,反映优先对象结构物的顺序,使疲劳实现最小化,通过DMS,实现直升机起落、分离器、液化工序的稳定化。

[0109] 4-0-b.在EEOI/EEDI条件满足控制时,原/复合结构物中,反映优先对象结构物的顺序,决定疲劳最小化优先顺序,运营使得DPS/MCS或EEOI 的控制效率达到最大,或进行定量的EEDI计量。

[0110] 4-1.通过实时或后续处理,达成Calibrate Numerical Analysis with empirical data,to evolve及/或define the specific Algorithm(Artificial Intelligence)with NA(例,CFD/FEM/FSI.)。

[0111] 4-2.通过实时(Real Time)或后续处理(Post-Processing),在诊断(例,海洋结构物运动大小与周期相关关系的疲劳度、变形/变位或位置变化、因结构物姿势而产生的拉伸与积累的疲劳度)的同时,以积累的结果为基础进行预测解析。

[0112] 4-3.参与用于海洋工厂最佳运营及维护的预见性维护核心技术开发内容,进行状态诊断(diagnosis)及预见(prognosis)所需的实时大容量传感器数据处理及分析。

[0113] 在本说明书中使用的光学传感器的测量有温度、压力、应变、旋转等多种,传感器部不使用电,借助于硅材质的出色耐腐蚀性,几乎没有使用环境的制约,布拉格(Bragg)光栅具有根据折射率变化周期而选择性反射或去除特定波长光线的特性,因此,可以在光通信用滤波器、光分散补偿器、光纤激光器等中使用。另外,利用随着外部张力或温度变化而变化的光选择性,还被作为光学传感器而广泛应用。

[0114] 另外,在本发明中使用的术语“伸长计(extensometer)”一般是指精密测量标点距离出现的长度变化,即,测量伸长的装置,术语“倾斜计(inclinometer) 一般是指测量测量对象物发生的角度变化的装置。

[0115] 另外,在本发明中使用的术语数值解析(numerical analysis)意味着,把结构物的形态或实际模型利用计算机程序等进行建模,把实际应用于距离的应力等各种变数作为输入次数,把变位或应力状态等作为输出资料,从数值上查明应用模型的变形行迹的解析法,包括计算流体力学、有限元解析(FEM)、流体-结构联动解析(FSI)、有限差分法(FDM)、有限体积法(FVM)、IFEM(Inverse Finite Element Method,逆有限元法)等。

[0116] 另外,在本说明书中使用的术语“有限元解析法(FEM)”是指把连续体结构物分割成一维柱、二维三角形或四边形、三维实心体(四面体、六面体) 的有限个数元素,针对各个区域,基于以能量原理为基础的近似算法进行计算的数值计算方法。

[0117] 另外,在本说明书中使用的术语“计算流体力学(CFD)”意味着利用计算机,以数值解析方式计算流体或气体的动态移动。

[0118] 本发明作为利用光纤测量海洋结构物挫屈(buckling)、漫步(walking)现象并据此监视海洋结构物物理变化的系统及方法,利用了包括以下部分的复合光计量仪器:伸长计(extensometer),其能够在海洋结构物上的各设定位置测量从基准点的距离变化;倾斜计(inclinometer),其安装于所述海洋结构物上的各设定位置,能够测量变化方向;或地震仪,其能够感知基准点的变化。另外,还可以包括温度计、流量计(Flow meter)、压力计。

[0119] 提供一种包括复合光计量仪器的监视海洋结构物的物理变化的系统，所述复合光计量仪器利用基于光纤的至少一者以上光学传感器，感知所述海洋结构物的行迹及结构性变化。另外，所述复合光计量仪器包括伸长计，所述伸长计利用所述光学传感器，测量在所述海洋结构物外部设定的至少一者以上基准点与在所述海洋结构物上设定的地点之间的距离变化；所述光学传感器对应于因所述距离变化而接入光纤的应力变化，使穿过所述光学传感器的光信号的波长变化。

[0120] 如图1所示，所述伸长计包括连接所述基准点与在所述海洋结构物上设定的地点之间的至少一条以上导线。所述导线可以是在铁63.5％中添加镍 36.5％，制成以小热膨胀系数合金不胀钢(invar)制作的卷尺。利用因瓦尺(invar wire)，不受外部温度变化影响，用于高精密度距离测量。

[0121] 另外，如图2所示，所述伸长计可以还包括：卷绕部，其以既定张力卷取所述导线；感知部，其利用光学传感器测量所述卷绕部的转数。另外，所述伸长计可以还包括：刺激部，其相应于从所述感知部测量的转数，周期性地刺激所述光学传感器。

[0122] 另外，参照图3，说明本发明另一实施例，所述复合光计量仪器包括：伸长计，其具备相互连接所述海洋结构物上的至少一个以上地点的光纤导线，测量所述海洋结构物的长度变化。所述光纤导线对应于因所述海洋结构物上的距离变化而接入光学传感器的应力变化，使通过所述光纤的光信号的波长变化。

[0123] 另外，参照图4，说明本发明另一实施例，所述伸长计包括：导线，其在所述海洋结构物上的相同地点安装至少1个以上，由光纤构成；所述导线对应于因所述海洋结构物上的距离变化而接入光纤的应力变化，使通过所述光纤的光信号的波长变化。

[0124] 另外，根据本发明另一实施例，所述伸长计利用所述三角测量法，换算所述导线各个的拉伸程度，提供所述地点的绝对的位置信息。其中，所谓三角测量法，是利用三角形的性质获知某一点的坐标和距离的方法。如果给出该点与两个基准点，那么，在该点与两个基准点构成的三角形中，分别测量底边与另外两边构成的角，在测量该边的长度后，利用正弦定理等，执行一系列计算，从而获知该点的坐标与距离的方法。

[0125] 另外，根据本发明另一实施例，所述复合光计量仪器包括：倾斜计，其利用所述光学传感器，测量所述海洋结构物上的多个地点间的倾斜变化。另外，所述倾斜计包括由沿重力方向安装的重锤和连接于所述重锤的至少一条以上光纤构成的光学传感器，对应于因所述倾斜计安装的海洋结构物上地点的倾斜变化而由所述重锤接入所述光纤的应力变化，使通过所述光纤的光信号的波长变化。

[0126] 另外，根据本发明另一实施例，所述复合光计量仪器可以还包括用于测量所述基准点的位置变化的地震仪。另外，所述复合光计量仪器可以还包括测量所述海洋结构物的振动的振动仪。

[0127] 另外，根据本发明另一实施例，可以还包括从所述复合光计量仪器感知光信号的波长变化的测量装置。作为所述测量装置，可以利用数据记录器或询问器。

[0128] 另外，根据本发明的另一实施例，复合光计量仪器利用OTDR(Optical Time-Domain Reflectometer，光时域反射仪)、拉曼光谱法(Raman)、布里渊散射(Brillouin scattering)、瑞利波(Rayleigh wave)、DAS(Distributed Acoustic Sensing，分布式声传感)、声发射法(Acoustic Emission)、干涉法(Interferometry) 中的至少某一种，感知目

的结构物的变化。

[0129] 另外，根据本发明另一实施例，所述测量装置可以包括：光学部，其具有对散射的光信号进行聚合的功能，具备能够控制波长的激光器；光参照器，其按光学传感器区分由所述光学部反射的光信号的波长；光耦合器(optical coupler)，其连接多个从所述光参照器输出的各光学传感器的光纤布拉格光栅，按频道分配布拉格反射波长；及光电二极管(photo diode)，其把从所述光耦合器接受传递的布拉格反射波长变换成电信号。

[0130] 另外，所述测量装置可以具有对散射的光信号进行聚合的功能。

[0131] 伸长计感知海洋结构物的设定位置之间的长度变化，测量海洋结构物的行迹量，倾斜计感知海洋结构物行迹方向，测量角度变化。测量的结果利用有线或无线方式的电气、电子、声纳(sonar)或光学方式中的至少某一种而与所述测量装置进行通信、传递。

[0132] 为了测量经数十米至数百米距离区间、沿海底面水平方向在宏观上发生的挫屈，构成多个伸长计和倾斜计，监视海洋结构物的物理变化。当难以设置海底基准点时，以90度间隔设置伸长计，利用倾斜计测量倾斜变化，监视海洋结构物的物理变化。

[0133] 由能够从所述基准点测量长度变化的伸长计与能够测量角度变化的倾斜计构成。在基准点，可以还安装能够测量地基移动的地震仪，以从倾斜计和伸长计接受光信号传递的光学方式的测量装置构成。来自所述测量装置的输出利用有线或无线方式的电气、电子、声纳(sonar)或光学方式中的至少某一种传递，使得能够在海上及远程确认。另外，可以使用多个所述伸长计或倾斜计。

[0134] 另外，在所述基准点，可以还安装能够测量地基移动的地震仪，以从倾斜计和伸长计接受光信号传递的光学方式的测量装置构成。来自所述测量装置的输出利用有线或无线方式的电气、电子、声纳(sonar)或光学方式中的至少某一种传递，使得能够在海上及远程确认。另外，可以使用多个所述伸长计或倾斜计。

[0135] 另一方面，本发明一个实施例的监视海洋结构物的物理变化的方法包括：(a)步骤，利用安装于海洋结构物及/或基准点的至少一个以上的复合光计量仪器，根据所述海洋结构物的行迹或结构性变化，使通过所述光学传感器的光信号的波长及/或光量变化；(b)步骤，所述复合光计量仪器把所述波长及/或光量变化的所述光信号传递给所述测量装置；(c)步骤，借助于所述测量装置而感知所述光信号的波长及/或光量的变化；所述复合光计量仪器包括利用光纤布拉格光栅的至少一个以上的光学传感器。

[0136] 另外，参照图1，说明本发明另一实施例，所述复合光计量仪器可以由测量在所述海洋结构物外部设定的至少一个以上的基准点与所述海洋结构物的设定位置之间的距离变化的伸长计构成。

[0137] 另外，参照图2，说明本发明另一实施例，所述伸长计包括：至少一条以上导线，其连接所述基准点与在所述海洋结构物上设定的地点之间；卷绕部，其以既定张力卷取所述导线；感知部，其利用光纤测量所述卷绕部的转数；及刺激部，其相应于从所述感知部测量的转数，周期性地刺激所述光学传感器。

[0138] 另外，参照图3，说明本发明另一实施例，所述伸长计具备相互连接所述海洋结构物上的至少一个以上地点的光纤导线(320)，测量所述海洋结构物的长度变化；所述光纤导线(320)对应于因所述海洋结构物上的距离变化而产生的应力变化，使通过所述光纤的光信号的波长变化。

[0139] 另外，参照图4，说明本发明另一实施例，所述伸长计包括：导线，其在所述海洋结构物上的相同地点安装至少一个以上，由光纤构成；所述导线对应于因所述海洋结构物上的距离变化而接入光纤的应力变化，使通过所述光纤的光信号的波长变化。

[0140] 另外，根据本发明另一实施例，所述伸长计利用所述三角测量法，换算所述导线各个的拉伸程度，提供所述地点的绝对的位置信息。另外，根据本发明另一实施例，所述复合光计量仪器包括：倾斜计，其利用所述光学传感器，测量所述海洋结构物上的多个地点间的倾斜变化。所述倾斜计包括沿重力方向安装的重锤和连接于所述重锤的光纤；所述(a)步骤是根据所述海洋结构物中发生的倾斜变化，所述重锤刺激所述光纤，产生应力变化，把发生的应力变化转换为光信号。

[0141] 另外，根据本发明另一实施例，所述复合光计量仪器还包括：地震仪，其利用所述光学传感器测量在所述海洋结构物外部设定的至少一个以上的基准点的位置变化。

[0142] 另外，根据本发明另一实施例，所述复合光计量仪器还包括测量所述海洋结构物的振动的振动仪。另外，根据本发明另一实施例，所述测量装置可以利用数据记录器或询问器。

[0143] 另外，根据本发明另一实施例，所述测量装置可以包括：光学部，其具备能够控制波长的激光器；光参照器，其按光学传感器区分由所述光学部反射的光信号的波长；光耦合器(optical coupler)，其连接多个从所述光参照器输出的各光学传感器的光纤布拉格光栅，按频道分配布拉格反射波长；及光电二极管(photo diode)，其把从所述光耦合器接受传递的布拉格反射波长变换成电信号。

[0144] 另一方面，根据旨在达成前述目的的通过对海洋结构物的物理变化实时监视的控制方法，包括：(a)步骤，在水槽或风洞中，通过实验获得关于海洋结构物的物理变化的数据，积累所述获得的数据并生成查找表(Lookup table)；(b)步骤，获得关于从测量装置输出的海洋结构物实际物理变化的数据；(c)步骤，把所述(b)步骤中获得的数据与所述(a)步骤的查找表中积累的数据进行比较，生成关于海洋结构物物理变化的预测数据；(d)步骤，借助于接受传递了所述预测数据的三维数值解析(numerical analysis)程序，生成结构物控制动作信息、包括需要维护的位置信息/维护费用信息/维护所需时间中至少某一种的维护信息及关于海洋结构物中的气体泄漏、火灾或爆炸的警告信息；所述物理变化包括所述海洋结构物上的至少一个以上地点的长度变化、倾斜变化、温度变化、压力变化、比容变化中的至少某一种。

[0145] 另外，根据本发明另一实施例，在所述(c)步骤以后，还包括(c-1)步骤，比较所述预测数据与海洋结构物的实际物理变化相关数据并修订查找表。

[0146] 另外，根据本发明另一实施例，在所述(d)步骤以后，可以还包括，借助于FSI程序(Fluid Structure Interaction，流固耦合)而把所述海洋结构物控制信息生成为模拟器，借助于情况识别中间件，使所述模拟器与在所述(b)步骤中获得的所述海洋结构物的实际物理变化量相关数据实时联动，生成自动控制所述海洋结构物的算法的步骤。

[0147] 另外，根据本发明另一实施例，所述(d)步骤的三维数值解析(numerical analysis)程序可以利用有限元解析法(FEM)及计算流体力学(CFD)。另外，根据本发明另一实施例，所述(d)步骤可以是所述三维数值解析(numerical analysis)程序与情况解析模块联动，生成维护信息，其中，情况解析模块存储有根据所述海洋结构物的行迹及结构性变

化而可能发生的气体泄漏、扩散、火灾或爆炸等虚拟危险情况及所述虚拟危险情况的应对方案相关数据。

[0148] 另外，参照图5，说明本发明另一实施例，可以还包括(e)步骤，结构物自动控制部根据所述控制动作信息，使所述海洋结构物的位置或角度变化并进行控制；且所述控制部可以包括：连接于所述海洋结构物上的至少一个地点的结合装置、与所述结合装置连接并使所述海洋结构物上下左右移动的变位调节装置。根据所述结构物自动控制部，可以调节使得海洋结构物的行迹及结构性变化能够实现最小化。

[0149] 另外，根据本发明另一实施例，所述警告信息是所述测量装置以利用 TDLAS(Tunable Diode Laser Absorption Spectroscopy，可调谐二极管激光吸收光谱技术)、DTS(Distributed Temperature Sensing，分布式光纤测温)、DAS(Distributed Acoustic Sensing，分布式声传感)、FBG(Fiber Bragg Grating，光纤布拉格光栅)或RMLD(Remote Methane Leak Detector，远程甲烷泄漏探测器)中的至少某一种而测量的所述海洋结构物实际物理变化相关数据所生成。

[0150] 在本发明中使用的术语“海洋结构物”，意味着例如桩脚式钻探平台、半潜式钻井平台、保护罩、随动塔式平台、TLP、浮体式石油生产存储运出设施、风力发电机、波浪发电机等，另外需要指出的是，还是包括海上或海底(submersible)所有结构物的广义的术语，包括直接间接连接的复合结构物 (例如，非水下结构物/火炬塔、Top-side、靠岸关系的海洋结构物、钻机、油田中采油及采气用生产套管、立管、流出管线、生产线、系泊索、缆绳、堵漏垫上角索、ROV用Tethering Cable line、环保型燃料节省用帆的结构支架及连接索、接入了光纤传感器的张紧器、风力发电机的桨叶及塔、保护罩、与基础邻接的张紧器、桥梁/斜拉桥用钢索、海上/海中或海底结构物的支架/ 底座结构物和用于这种结构物的混凝土张紧器等。

[0151] 在本发明中，就压载水舱而言，当不在船舶上装载货物而以空船运用时，螺旋桨浮上水面，其效率下降或受到严重损伤，存在给安全航海造成巨大阻碍的忧虑，因而为了防止这种情况，压载水舱用于使得船舶能够保持吃水，当船内货物装载不平衡时，使得不失去复原性。而且，一般使用把海水填充于压载舱(Ballast Tank)的水压载(Water Ballast)，在以此仍不能满足的情况下，使用装载沙子等的固体压载(Solid Ballast).

[0152] 在本发明中，需要预先指出的是，测量外力(例如：风荷载、浪荷载、流载荷)及结构物的反应(例如：位移、变形、运动、漩涡)的计量设备是包括利用电气式或光学计量方式的激光雷达、particle induced velocity(piv)、 particle tracking velocity(ptv)、应变传感器、伸长计、加速度计、倾斜计、压力、流量计、温度计、电流计、声发射检查、地震感知计量器、流速、分布温度传感器、分布应变传感器、光时域反射计(OTDR)等的广义术语。

[0153] 在本发明，需要预先指出的是，测量内力(例如：晃动荷载、流荷载、压力荷载、热荷载)及结构物的反应(例如：位移、变形、运动、散步、挫屈、涡流)的计量设备是包括利用电气式传感器或光学传感器方式的激光雷达、 particle induced velocity(piv)、particle tracking velocity(ptv)、应变传感器、加速度计、电流计、声发射检查、地震感知计量器、流速、分布温度传感器、分布应变传感器、光时域反射计(OTDR)等的广义的术语。

[0154] 另外，根据本发明的另一实施例，复合光计量仪器利用OTDR(Optical Time-Domain Reflectometer，光时域反射仪)、拉曼光谱法(Raman)、布里渊散射(Brillouin

scattering)、瑞利波(Rayleigh wave)、DAS(Distributed Acoustic Sensing,分布式声传感)、声发射法(Acoustic Emission)、干涉法(Interferometry) 中的至少某一种,感知目标结构物的变化。

[0155] 在本发明中,需要预先指出的是,时间、空间信息及形状取得方法是利用RF及微波-GPS(全球定位系统)、DGPS(差分全球定位系统)、RTK(实时动态测量)、光-激光雷达、PIV、PIT、干涉计等收集气体力学相关数据的方法的广义术语。

[0156] 在本发明中,需要预先指出的是,IMU(inertial measurement unit,惯性测量单元)是包括陀螺仪、光栅等测量加速度及旋转运动的设备的广义术语。另外,陀螺仪作为用于在轴对称高速旋转体的惯性空间的方向测量或惯性空间的旋转角速度测量的装置,用于测量航空器或船舶、火箭等的方向与平衡性(倾斜),使得夜间运行的航空器及船舶能够保持既定方向和平衡性。

[0157] 另外,使所述时间、空间信息及形状取得方法和IMU(惯性测量单元)与所述海洋结构物六自由度运动、反应姿势、位置测量及数据库联动,利用人工智能的EEOI/EEDI/DMS/DPS用监视警告系统、自动控制系统,执行姿势控制。

[0158] 在说明本发明之前,需要预先指出的是,本发明中使用的术语“数值算术模型(Mathmatical models)”是包括基于有限元法(FEM)、气体结构联动解析、有限差分法、有限体积法、IFEM(Inverse Finite Element Method)等的解析程序的广义术语。其中,有限元法(FEM)是指把连续体结构物分割成一维柱、二维三角形或四边形、三维实心体(四面体、六面体)的有限个数元素,针对各个区域,基于以能量原理为基础的近似算法进行计算的数值计算方法。

[0159] 在本发明中,就情况识别中间件而言,如果代理把诸如USN传感器的传感器输入的情况信息变换成中间件专用包,传送给情况识别中间件,那么,中间件接收并在按功能分类的各模块中处理,将其结果传送给使用者程序,能够能够监视及控制的程序情况信息转换为中间件专用包的代理,收集所有种类的传感器信息或控制所有装备。需要预先指数的是,中间件是广义的术语,已按各个功能(通知、处理、存储、标识、控制、IO、外部应用)进行模块化,利用把模块间数据联动定义为XML的中间件消息,因而确保模块间的独立性,包括了功能修订及添加功能等。

[0160] 在本发明中,基于WEB情况识别监视程序是利用情况识别中间件而监视情况信息的程序,基于WEB制作,可以在flash正常运行的系统中使用。需要预先指出的是,是包括实时监视(能以曲线图、图表表现)、10分钟平均查询过去数据查询(按时间、传感器)、按传感器设定临界值后超过临界值时警告、用于一部分传感器的外部程序调用及执行结果监视功能的程序的广义术语。

[0161] 本发明综合了电气式或光学方式计量设备,测量所述海洋结构物的负载、应变、变形、变位、疲劳、龟裂、振动或频率等。气体的流动对船体产生的力,是基于不同时间下的三维的速度与方向的,x、y、z轴及入射角在 x、y、z轴的反应各不相同。

[0162] 如图6及图7所示,本发明一个实施例的通过对海洋结构物的气体或流体力学环境内外力、船体应力、六自由度运动及位置的实时测量监视及控制的燃料节省、安全运用方法,提供一种通过对海洋结构物的气体或流体力学环境内外力、船体应力、六自由度运动及位置的实时测量监视及预测控制的燃料节省及安全运用方法,包括:第1步骤,在水槽或风

洞中，通过线性试验，积累海洋结构物外部气体流动作用于海洋结构物的内外力相关数据及所述内外力导致的所述海洋结构物反应相关数据并生成查找表，把所述查找表存储于数据库；第2步骤，在海洋结构物的实际航海方面，利用飞行时间法 (Time-of-Flight Method)测量所述内外力并存储于所述数据库；第3步骤，把第2步骤的内外力测量数据与第1步骤的查找表中积累的内外力相关数据进行比较，预测海洋结构物反应相关数据；第4步骤，利用所述海洋结构物的预测的反应相关数据，实时控制海洋结构物的姿势或航海路径。

[0163] 在水槽或风洞中，通过线性试验，测量吃水及吃水差变化导致的船体阻力(hull resistance)，考虑六自由度运动导致的影响，利用雷达、压力传感器、应变传感器、加速度计等，测量稍后将接入船舶的气体力学能量。此时，按高度，根据空间及时间测量气体的方向和速度。

[0164] 另外，根据所述步骤，使数值算术模型与实际测量数据联动，进行自动控制。其特征在于，预先测量将接入船体的气体力学能量的方向和速度并反映于船体，利用气体力学反应模型试验，预测海洋结构物的反应，与实际测量的数据进行比较，通过查找表的修订，开发得到优化的气体力学反映模型，由此决定姿势控制或航海路径。

[0165] 另外，所述第3步骤可以还包括：第3-1步骤，测量所述海洋结构物的实际反应；及第3-2步骤，当所述第3-1步骤中测量的所述海洋结构物反应相关数据与第3步骤中预测的所述海洋结构物反应相关数据不一致时，利用第3-1步骤的海洋结构物反应相关数据，修订第1步骤中生成的所述查找表中的所述海洋结构物反应相关数据，或反映所述修订的数据，对数值模型 (CFD及/或FEM)进行修订及完善。

[0166] 此时，所述海洋结构物反应相关数据的修订可以借助基于有限元法(FEA) 或IFEM (Inverse Finite Element Method，逆有限元法)的模拟模型而实现。

[0167] 计量设备测量的数据以计算流体力学(CFD)的输入条件为最大，分析海洋结构物的行迹及六自由度运动、各种物理量的相互关系。使所述情况识别中间件的算术数值模型的结果与实际测量数据联动，构建算法及模拟模型。通过所述情况识别中间件及基于WEB情况识别监视程序，构建基于WEB 系统，在单纯监视之外，还体现人工智能的监视及预测控制系统。

[0168] 如图8所示，所述第2步骤是通过所述海洋漂浮体具备的计量设备，测量气体造成的内外力，所述计量设备可以由电气式传感器或光学传感器构成。而且，所述计量设备按高度测量风向、风速、气压、气温、湿度及粉尘。

[0169] 另外，所述第2步骤利用IMU(惯性测量单元)，实际测量气体的流动作用于海洋结构物的内外。另外，所述第2步骤中所述海洋结构物的反应，在所述海洋结构物为船舶的情况下，可以包括所述船舶的行进方向、前后左右倾斜度、吃水或吃水差中的至少一者以上。

[0170] 另外，所述第2步骤中所述海洋结构物的反应，在所述海洋结构物为临时固定结构物的情况下，可以包括所述结构物的移动方向、前后左右倾斜度、吃水中的至少一者以上。

[0171] 另外，所述第2步骤可以测量包括气体流动导致的海洋结构物固有频率、谐振频率及气体特性的数据。另外，在所述第1步骤中，存储所述查找表的数据库可以为海洋结构物具备的航海记录装置(VDR)。

[0172] 另外，可以在系泊索、环保型燃料节省型帆的支架及连接索(sail line)中附着电气式或光学方式的传感器，监视因气体力学的耦合能量(coupled energy)导致的变化。

[0173] 在卸货(Off-Loading)或靠岸时,在锚索(Hawser)和装油软管(Loading Hose)中引进光纤或电气式应变传感器,把计量的应力与因气体或流体力学环境内外力而在所述海洋结构物中产生的六自由度运动(纵荡、横荡、垂荡、横摇、纵摇、艏摇运动)相关测量数据进行结构解析和联动,通过考虑到情况判断的优先顺序或重要度的卸货管实时控制或预测控制,使因气体力学而导致的力(管道、泵、引入型张紧器、立管、系泊索、锚索、卸货管的惯性及弹性)实现最小化。

[0174] 而且,所述数据库中存储的数据为了体现实时情况识别、过去记录的情况再现及相对于情形数的情况预测,可以用作基准数据。另外,所述存储的数据可以用于通过虚拟模拟模型执行结构诊断及作业评价功能。

[0175] 另外,在所述海洋结构物为临时固定结构物的情况下,所述查找表记录为1年单位的时序数据,通过与截至上年度积累的1年单位的时序数据的比较,可以修订所述查找表。由此能够自动减小误差。

[0176] 另外,所述第4步骤可以利用方向舵(rudder)、推进器(thruster)、螺旋桨、帆、筝帆或气球中的至少某一种,实时控制海洋结构物的姿势或航海路径。即,执行对方向舵等的控制,使得六自由度运动能够实现最小化,当是航海中的海洋结构物时,为了补偿因气体力学导致的力,可以控制方向舵的方向,以优化路径运用。

[0177] 另一方面,在所述海洋结构物运用中的情况下,存在因横摇导致海洋结构物颠覆或运输物落水的危险。此时,如果在海洋结构物的下端安装至少一个以上舵,则可以借助因舵而产生的摩擦而减小横摇。

[0178] 参照图9,说明本发明另一实施例,所述第4步骤是,在所述海洋结构物为船舶的情况下,可以根据所述预测的海洋结构物反应相关数据,控制方向舵的方向及推进器和螺旋桨的RPM,使得推进力与所述内外力的合力能够成为目标行进方向。例如,通过图9可以确认,对于因气体力学而接入船舶的内外力,与不控制船舶具备的方向舵(rudder)的情形相比,在控制方向舵的情况下,至目标地点的移动距离被缩短。

[0179] 另外,在所述海洋结构物为临时固定结构物的情况下,可以根据所述预测的海洋结构物反应相关数据,控制推进器,使得所述与内外力的合力达到最小,保持当前位置。

[0180] 如图13所示,所述海洋结构物具备直升机甲板(helideck),所述第4步骤为了能够保持所述直升机甲板的平衡或缓冲直升机起落时的冲击而通过DP(Dynamic Positioning,动态定位)及DM(Dynamic Motion,动态移动)来控制所述海洋结构物的姿势,或调节6自由度的角度,使所述海洋结构物的重心变化,把所述直升机甲板的平衡状态信息存储于所述数据库。

[0181] 而且,把因控制所述海洋结构物的姿势而产生的所述直升机甲板的平衡状态信息存储于所述数据库,且所述数据库可以通过通信部,向外部的结构信息服务器发送所述直升机甲板的平衡状态信息,所述结构信息服务器在多个海洋结构物中,把拥有直升机能起落的直升机甲板平衡状态信息的海洋结构物位置信息提供给直升机。

[0182] 另外,可以为了能够根据海洋结构物的作业目的功能(直升机起落、Separator、液化工序等)保持平衡而调节包括吃水差(trim)的6自由度的角度,使所述海洋结构物的重心变化,保持平衡状态,或缓和冲击。特别是在直升机起落时,缓和海洋结构物或直升机甲板与直升机的支撑结构功能的冲击。

[0183] 另外，优选所述第2步骤还包括：第2-1步骤，借助于计量设备，从所述海洋结构物计量远程风向、风速、气温、湿度、气压、太阳辐射线、无机离子、二氧化碳、粉尘、辐射能或臭氧中的至少一者以上并存储于所述数据库；所述计量设备为风速计、风向计、湿度计、温度计、气压计、日射计、大气气溶胶自动采集仪、CO2通量测量装备、大气粉尘采集仪、空气采样器或臭氧分析仪中的至少某一种以上。

[0184] 另外，利用IMU(惯性测量单元)、时间和空间信息及形状取得方法、能够感知X波段/S波段的雷达，不仅防止与危险物碰撞，而且预测风向、风速、气压、气温，使用1个以上IMU(惯性测量单元)，不仅测量所述海洋结构物的六自由度运动，而且还计量中拱(Hogging)、中垂(Sagging)、扭转 (Torsion)，利用时间和空间信息取得方法，使所述海洋结构物的移动距离及坐标计量卫星的环境内外力数据与雷达及IMU(惯性测量单元)数据联动，使海洋结构物的疲劳实现最小化。

[0185] 另外，所述波浪雷达的极坐标图收集不限定为32个，为了进行实时动态图像处理，在接到新极坐标图的同时，删除第一个或最早的极坐标图，进行实时动态图像处理。由此，能够实时防止与危险物碰撞，预测风速、风向、气压、气温。

[0186] 另外，利用RF 1x2分配器或RF放大器，利用原有的X波段或S波段碰撞防止用雷达。另外，针对波浪雷达的测量数据，补偿因六自由度运动导致的影响，利用飞行时间法、影像叠加(image overlay)方式。

[0187] 如图10所示，所述海洋结构物具备压载水舱，为了使所述压载水舱内部的晃动现象减少，可以包括在所述压载水舱的两侧面分别配备的晃动抑制部。而且，所述晃动抑制部针对所述压载水舱的一个水平端面，通过缩小所述端面的开放面积而抑制晃动现象。

[0188] 另外，如图11所示，就所述第4步骤而言，当因气体力学导致的内外力影响，所述海洋结构物中发生倾斜时，可以使所述压载水舱中装载的压载水向倾斜的方向的相向侧移动，从而控制所述海洋结构物的姿势。而且，所述压载水舱可以在所述压载水舱内部具备分割区划的隔壁，在所述隔壁上设置有用于使所述压载水移动到其它区划的开闭部，在所述开闭部的内部，安装有控制所述压载水的移动速度及移动方向的泵。另外，可以连接所述压载水舱与水位计(water gauge)，监视所述压载水舱的水位，通过反馈(feed back) 及/或前馈(feed forward)，进行主动控制(active control)。

[0189] 另外，可以把所述2步骤中的内外力的测量数据传送给外部气象信息服务器，所述气象信息服务器可以把从人造卫星接收的气象信息与所述内外力的测量数据进行比较，存储修订了误差的气象信息修订数据。另外，可以根据连接到所述气象信息服务器的外部使用者终端的请求，把所述气象信息修订数据提供给所述外部使用者终端。

[0190] 另一方面，根据旨在达成前述目的的本发明另一方面，包括：第1步骤，在水槽或风洞中，通过线性试验，积累海洋结构物外部流体的流动作用于海洋结构物的内外力相关数据及所述内外力导致的所述海洋结构物反应相关数据并生成查找表，把所述查找表存储于数据库；第2步骤，在海洋结构物的实际航海方面，利用飞行时间法(Time-of-Flight Method)测量所述内外力并存储于所述数据库；第3步骤，把第2步骤的内外力测量数据与第1步骤的查找表中积累的内外力相关数据进行比较，预测海洋结构物反应相关数据；第3-1步骤，测量所述海洋结构物的实际反应；第3-2步骤，把所述第3-1 步骤中测量的海洋结构物反应相关数据与第3步骤中预测的海洋结构物反应相关数据进行比较，并在其发生差异

时，利用第3-1步骤的海洋结构物反应相关数据，修订第1步骤中生成的查找表中的海洋结构物反应相关数据；第 4步骤，针对所述查找表中积累的数据，通过虚拟的模拟模型，获得海洋结构物相关维护数据；及第5步骤，反映所述虚拟的模拟模型的实际计量数据，把作为所述虚拟模拟模型结果的反应结果数值与实时海洋结构物的反应实际计量数值进行比较，修订所述海洋结构物反应相关数据，或反映所述修订的数据，修订及完善数值模型。

[0191] 如图12所示，根据本发明的实施例，所述维护数据可以确认通过模拟模型获得的内容。例如，维护数据可以按照所述海洋结构物具备的个别结构物的重要度顺序，包括各个相关位置信息、维护费用信息、维护所需时间信息、剩余寿命信息等进行输出。

[0192] 另外，在所述第4步骤之后，可以还包括，借助于FSI程序(Fluid Structure Interaction，流固耦合)而把所述海洋结构物控制信息生成为模拟器，借助于情况识别中间件，使所述模拟器与在所述第3-1步骤中获得的所述海洋结构物的实际反应相关数据实时联动，生成自动控制所述海洋结构物的算法的步骤。

[0193] 而且，所述第4步骤是，利用了有限元解析法(FEM)及计算流体力学(CFD) 的三维数值解析(numerical analysis)程序与情况解析模块联动，生成维护信息，其中，情况解析模块存储有根据所述海洋结构物的行迹及结构性变化而可能发生的气体泄漏、气体扩散、火灾或爆炸等虚拟危险情况及所述虚拟危险情况的相对方案相关数据。

[0194] 另外，所述海洋结构物反应相关数据可以包括应变、变形、龟裂、振动、频率、腐蚀、侵蚀中的至少某一种。所述频率包括固有频率(natural frequency)、谐振频率(harmonic frequency)，与结构解析方式联动，回避施加于所述海洋结构物的频率，使疲劳最小化，用作延长寿命所需的数据。

[0195] 另外，所述第4步骤的维护数据可以根据所述海洋结构物具备的个别结构物的预先设定的重要度进行区分并获得。在满足DP或DM分界条件并控制时，针对所述海洋结构物具备的个别结构物，可以决定关于疲劳实现最小化的优先顺序，按紧急、加紧、优先等顺序运营，使得EEOI/EEDI/DMS/DPS 的效率适当增大。

[0196] 另外，所述维护数据可以包括需要维护的位置信息、维护费用信息、维护所需时间信息或各结构物的剩余寿命信息中的至少某一者。

[0197] 所述测量的因拍击导致的海洋结构物的反应和因晃动导致的包括压载水舱在内的存储舱反应相关数据与数值算术模型(数学模型)联动，获得优化及人工智能算法，其结果以查找表形态存储于航海记录装置(VDR)或另外的服务器，控制海洋结构物的姿势，使损伤实现最小化。另外，所述存储的数据为了体现实时情况识别、过去记录情况再现、相对于情形数的情况预测，用作所需情况识别用基准数据(reference data)。另外，可以利用存储的数据，通过虚拟的模拟模型，执行结构诊断及作业评价功能。

[0198] 通过在所述算法或模拟器中持续反映实际测量数据及修订查找表，体现优化的预测模拟器。可以在包括立管(SCR,TTR,Tendon)/ROV/钻机等的海洋结构物中反映所述算法或模拟器，体现利用了自动学习技法的自动化。

[0199] 如图6所示，本发明一个实施例的通过对海洋结构物的气体或流体力学环境内外力、船体应力、六自由度运动及运用位置实时测量监视及控制的燃料节省、安全运用方法，提供一种通过对海洋结构物的气体或流体力学环境内外力、船体应力、六自由度运动及运用位置实时测量监视及预测控制的燃料节省、安全运用方法，包括：第1步骤，在水槽或风洞

中，通过线性试验，积累海洋结构物外部气体流动作用于海洋结构物的内外力相关数据及所述内外力导致的所述海洋结构物反应相关数据并生成查找表，把所述查找表存储于数据库；第2步骤，计量设备在海洋结构物的实际航海方面，利用飞行时间法(Time-of-Flight Method)测量所述内外力并存储于所述数据库；第3步骤，把第2步骤的内外力测量数据与第1步骤的查找表中积累的内外力相关数据进行比较，预测海洋结构物反应相关数据；第4步骤，利用所述预测的海洋结构物反应相关数据，实时控制海洋结构物的姿势或航海路径。

[0200] 在水槽或风洞中，通过线性试验，测量吃水及吃水差变化导致的船体阻力(hull resistance)，考虑到六自由度运动产生的影响，利用压力传感器、应变传感器、加速度计等，测量稍后将接入船舶的流体力学能量。此时，按高度，根据空间及空间测量海流及潮流的方向和速度。

[0201] 另外，根据所述步骤，使数值算术模型与实际测量数据联动，进行自动控制。其特征在于，预先测量将接入船体的流体力学能量的方向和速度并反映于船体，利用流体力学反映模型试验，预测海洋结构物的反应，与实际测量的数据进行比较，通过查找表修订，开发优化的流体力学反映模型，由此，决定姿势控制中航海路径。

[0202] 另外，所述第3步骤可以还包括：第3-1步骤，测量所述海洋结构物的实际反应；及第3-2步骤，当所述第3-1步骤中测量的所述海洋结构物反应相关数据与第3步骤中预测的所述海洋结构物反应相关数据不一致时，利用第3-1步骤的海洋结构物反应相关数据，修订第1步骤中生成的所述查找表中的海洋结构物反应相关数据。

[0203] 此时，所述海洋结构物反应相关数据的修订可以借助基于有限元法(FEA) 的模拟模型而实现。

[0204] 计量设备测量的数据以计算流体力学(CFD)的输入条件为最大，分别海洋结构物的行迹及六自由度运动、各种物理量的相关关系。使所述情况识别中间件中的算术数值模型的结果与实际测量数据联动，构建算法及模拟模型。通过所述情况识别中间件及基于WEB情况识别监视程序，构建基于 WEB系统，在单纯监视之外，还体现人工智能的监视及预测控制系统。

[0205] 另外，所述第2步骤是通过在所述海洋漂浮体侧面配备的计量设备，测量因流体导致的内外力，且所述计量设备可以由电气式传感器或光学传感器构成。另外，所述第2步骤利用IMU(惯性测量单元)，实际测量流体的流动作用于海洋结构物的内外力。

[0206] 另外，就所述第2步骤中的所述海洋结构物的反应而言，在所述海洋结构物为船舶的情况下，可以包括所述船舶的行进方向、前后左右倾斜度、吃水或吃水差中的至少一者以上。另外，在所述第2步骤中，就所述海洋结构物的反应而言，在所述海洋结构物为临时固定结构物的情况下，可以包括所述结构物的运用方向、前后左右倾斜主工、吃水中的至少一者以上。

[0207] 另外，所述第2步骤可以按水深测量潮流及海流的不同空间及时间的方向和速度。

[0208] 另外，所述第2步骤可以测量包括因流体的流动导致的海洋结构物的固有频率、谐振频率及流体特性在内的数据。另外，在所述第1步骤中，所述查找表存储的数据库可以是海洋结构物配备的航海记录装置(VDR)。另外，可以在系泊索、环保型燃料节省型帆的支架及连接索(sail line)中附着电气式或光学方式的传感器，监视因气体力学的耦合能量(coupled energy)导致的变化。

[0209] 在卸货(Off-Loading)或靠岸时,在锚索(Hawser)和装油软管(Loading Hose)中引进光纤或电气式应变传感器,把计量的应力与因气体或流体力学环境内外力而在所述海洋结构物中产生的六自由度运动(纵荡、横荡、垂荡、横摇、纵摇、艏摇运动)相关测量数据进行结构解析和联动,通过考虑到情况判断的优先顺序或重要度的卸货管实时控制或预测控制,使因气体力学而导致的力(管道、泵、引入型张紧器、立管、系泊索、锚索、卸货管的惯性及弹性)实现最小化。

[0210] 而且,所述数据库中存储的数据为了体现实时情况识别、过去记录的情况再现及相对于情形数的情况预测,可以用作基准数据。另外,所述存储的数据可以用于通过虚拟模拟模型执行结构诊断及作业评价功能。

[0211] 另外,在所述海洋结构物为临时固定结构物的情况下,所述查找表记录为1年单位的时序数据,通过与截至上年度积累的1年单位的时序数据的比较,可以修订所述查找表。由此能够自动减小误差。

[0212] 另外,所述第4步骤可以利用方向舵(rudder)、推进器(thruster)、螺旋桨、帆、筝帆或气球中的至少某一种,实时控制海洋结构物的姿势或航海路径。即,执行对方向舵等的控制,使得六自由度运动能够实现最小化,当是航海中的海洋结构物时,为了补偿因气体力学导致的力,可以控制方向舵的方向,以优化路径运用。

[0213] 另一方面,在所述海洋结构物运用中的情况下,存在因横摇导致海洋结构物颠覆或运输物落水的危险。此时,如果在海洋结构物的下端安装至少一个以上舵,则可以借助因舵而产生的摩擦而减小横摇。

[0214] 另外,参照图9,说明本发明另一实施例,所述第4步骤是,在所述海洋结构物为船舶的情况下,可以根据所述预测的海洋结构物反应相关数据,控制方向舵的方向及推进器和螺旋桨的RPM,使得推进力与所述内外力的合力能够成为目标行进方向。

[0215] 例如,通过图9可以确认,对于因气体力学而接入船舶的内外力,与不控制船舶具备的方向舵(rudder)的情形相比,在控制方向舵的情况下,至目标地点的移动距离被缩短。

[0216] 另外,在所述海洋结构物为临时固定结构物的情况下,可以根据所述预测的海洋结构物反应相关数据,控制推进器,使得所述与内外力的合力达到最小,保持当前位置。

[0217] 另外,如图13所示,所述海洋结构物具备直升机甲板(helideck),所述第4步骤为了能够保持所述直升机甲板的平衡而通过DP(Dynamic Positioning,动态定位)及DM(Dynamic Motion,动态移动)来控制所述海洋结构物的姿势,把所述直升机甲板的平衡状态信息存储于所述数据库。而且,把因控制所述海洋结构物的姿势而产生的所述直升机甲板的平衡状态信息存储于所述数据库,且所述数据库可以通过通信部,向外部的结构信息服务器发送所述直升机甲板的平衡状态信息,所述结构信息服务器在多个海洋结构物中,把拥有直升机能起落的直升机甲板平衡状态信息的海洋结构物位置信息提供给直升机。

[0218] 另外,可以为了能够根据海洋结构物的作业目的功能(直升机起落、Separator、液化工序等)保持平衡而调节吃水差(trim)等的6自由度的角度,使所述海洋结构物的重心变化,保持平衡状态,或缓和冲击。特别是在直升机起落时,缓和海洋结构物或直升机甲板与直升机的支撑结构功能的冲击。

[0219] 另外,在所述第1步骤及第2步骤中,所述流体的流动作用于海洋结构物的内外力相关数据可以是借助安装于所述海洋结构物侧面的压力传感器而测量的海流及潮流的矢

量相关数据。另外，参照图14，说明本发明另一实施例，所述压力传感器配备多个，可以在所述海洋结构物的侧面按既定间隔安装。

[0220] 另一方面，对作用于所述海洋结构物的波浪的监视可以是在侧面安装三维压力传感器模块，对测量的数据进行分析，提取海流及潮流的矢量，可知在出现最大数值的传感器安装位置正在发生波浪。由此，不仅能够计算不同空间及时间的波浪方向，而且还能计算波浪导致的应变值，类推出波浪的速度。

[0221] 另外，所述第2步骤还包括：第2-1步骤，借助于气象测量装备，从所述海洋结构物计量波浪、浪高、波浪周期、波浪的速度或波浪方向中的至少一者以上并存储于所述数据库；且所述气象测量装备可以由波浪雷达、定向波浪雷达、海面监视器、超声波潮位计、风向风速计或超声波浪高计中的至少某一种以上构成。

[0222] 另外，参照图14，说明本发明另一实施例，所述压力传感器可以配备多个，在所述海洋结构物的侧面设定高度差异地安装。分析有无来自所述压力传感器的数据测量，通过来自位于最高处的压力传感器的数据，可以获知浪高数据。而且，可以测量所述测量数据的周期，计算波浪的周期。

[0223] 另一方面，参照图8，说明本发明另一实施例，所述第2步骤可以包括：第2-1步骤，借助于波浪雷达(310)(wave Radar)，从所述海洋结构物计量远程波浪、浪高、波浪周期、波浪速度或波浪方向中的至少一者以上并存储于所述数据库。如果利用所述波浪雷达(310)，可以测量数百米距离的波浪、浪高、波浪周期、波浪速度及波浪方向，计算将作用于所述海洋结构物的流体力学。

[0224] 利用IMU(惯性测量单元)、时间与空间信息及形状取得方法、能感知X 波段/S波段的雷达，不仅防止与危险物碰撞，而且预测包括波浪、浪高的波浪移动，使用1个以上IMU(惯性测量单元)，不仅测量所述海洋结构物的六自由度运动，而且还计量中拱(Hogging)、中垂(Sagging)、扭转(Torsion)，利用时间和空间信息取得方法，使所述海洋结构物的移动距离及坐标计量卫星的环境内外力数据与雷达及IMU(惯性测量单元)数据联动，使海洋结构物的疲劳实现最小化。

[0225] 另外，所述波浪雷达的极坐标图收集不限定为32个，为了进行实时动态图像处理，在接到新极坐标图的同时，删除第一个或最早的极坐标图，进行实时动态图像处理。由此，能够实时防止与危险物碰撞，预测包括波浪和浪高的波浪移动。另外，利用RF 1x2分配器或RF放大器，利用原有的X 波段或S波段碰撞防止用雷达。

[0226] 另外，针对波浪雷达的测量数据，补偿因六自由度运动导致的影响，利用飞行时间法、影像叠加(image overlay)方式。另外，参照图10，说明本发明另一实施例，所述海洋结构物具备压载水舱，为了使所述压载水舱内部的晃动现象减少，可以包括在所述压载水舱的两侧面分别配备的晃动抑制部。而且，所述晃动抑制部针对所述压载水舱的一个水平端面，通过缩小所述端面的开放面积而抑制晃动现象。

[0227] 另外，参照图11，说明本发明另一实施例，所述第4步骤是，在发生所述倾斜时，可以使所述压载水舱中装载的压载水向倾斜的方向的相向侧移动，从而控制所述海洋结构物的姿势。

[0228] 而且，所述压载水舱可以在所述压载水舱内部具备分割区划的隔壁，在所述隔壁上设置有用于使所述压载水移动到其它区划的开闭部，在所述开闭部的内部，安装有控制

所述压载水的移动速度及移动方向的泵。另外，可以连接所述压载水舱与水位计(water gauge)，监视所述压载水舱的水位，通过反馈(feed back)及/或前馈(feed forward)，进行主动控制(active control)。

[0229] 另外，可以把所述2步骤中的内外力的测量数据传送给外部气象信息服务器，所述气象信息服务器可以把从人造卫星接收的气象信息与所述内外力的测量数据进行比较，存储修订了误差的气象信息修订数据。另外，可以根据连接到所述气象信息服务器的外部使用者终端的请求，把所述气象信息修订数据提供给所述外部使用者终端。

[0230] 另一方面，根据旨在达成前述目的的本发明另一方面，包括：第1步骤，在水槽或风洞中，通过线性试验，积累海洋结构物外部流体的流动作用于海洋结构物的内外力相关数据及所述内外力导致的所述海洋结构物反应相关数据并生成查找表；第2步骤，在海洋结构物的实际航海方面，利用飞行时间法(Time-of-Flight Method)测量所述内外力；第3步骤，把第2步骤的内外力测量数据与第1步骤的查找表中积累的内外力相关数据进行比较，预测海洋结构物反应相关数据；第3-1步骤，测量所述海洋结构物的实际反应；第 3-2步骤，把所述第3-1步骤中测量的海洋结构物反应相关数据与第3步骤中预测的海洋结构物反应相关数据进行比较，并在其发生差异时，利用第3-1 步骤的海洋结构物反应相关数据，修订第1步骤中生成的查找表中的海洋结构物反应相关数据；及第4步骤，针对所述查找表中积累的数据，通过虚拟的模拟模型，获得海洋结构物相关维护数据。

[0231] 如图12所示，根据本发明的实施例，所述维护数据可以确认通过模拟模型获得的内容。例如，维护数据可以按照所述海洋结构物具备的个别结构物的重要度顺序，包括各个相关位置信息、维护费用信息、维护所需时间信息、剩余寿命信息等进行输出。

[0232] 另外，所述海洋结构物反应相关数据可以包括应变、变形、龟裂、振动、频率、腐蚀、侵蚀中的至少某一种。所述频率包括固有频率(natural frequency)、谐振频率(harmonic frequency)，与结构解析方式联动，回避施加于所述海洋结构物的频率，使疲劳最小化，用作延长寿命所需的数据。

[0233] 另外，所述第4步骤的维护数据可以根据所述海洋结构物具备的个别结构物的预先设定的重要度进行区分并获得。

[0234] 在满足DP或DM分界条件并控制时，针对所述海洋结构物具备的个别结构物，可以决定关于疲劳实现最小化的优先顺序，按紧急、加紧、优先等顺序运营，使得EEOI/EEDI/DMS/DPS的效率适当增大。

[0235] 另外，所述维护数据可以包括需要维护的位置信息、维护费用信息、维护所需时间信息或各结构物的剩余寿命信息中的至少某一者。在浮排结合体的一个以上地点，接入电气式或光学方式的传感器，测量因晃动(sloshing) 而发生的所述浮排结合体的负载、应变、变形、变位、疲劳、细微龟裂(micro crack)、振动、频率。

[0236] 在流体存储舱壁之间，也接入电气式或光学方式的传感器，测量因流体晃动导致的浮排与流体存储舱壁之间的冲击而造成的负载、应变、变形、变位、细微龟裂(micro crack)、振动、频率。

[0237] 浮排单位体由能够在包含LNG的液体内漂浮的结构或材质构成，能应用于LNG舱、压载水舱等，所述浮排的大小考虑所述舱内填充的物质的最大量而决定，在使晃动实现最小化的同时，所述浮排与舱的晃动导致的冲击也实现最小化。

[0238] 对海洋结构物与舱的测量也很重要,但因拍击(slamming)而导致的海洋结构物的反应不相同,因而接入电气式或光学方式的传感器,测量因晃动 (sloshing)而发生的所述浮排结合体的负载、应变、变形、变位、疲劳、细微龟裂(micro crack)、振动、频率,通过安全诊断和控制,用作使所述海洋结构物与舱之间的冲击实现最小化的数据。

[0239] 所述测量的因拍击而导致的海洋结构物的反应和晃动造成的包括压载水舱在内的存储舱反应相关数据与数值算术模型(数学模型)联动,获得优化及人工智能算法,其结果以查找表形态存储于航海记录装置(VDR)或另外的服务器,控制海洋结构物的姿势,使损伤实现最小化。另外,所述存储的数据为了体现实时情况识别、过去记录情况再现、相对于情形数的情况预测,用作所需情况识别用基准数据(reference data)。另外,可以利用存储的数据,通过虚拟的模拟模型,执行结构诊断及作业评价功能。

[0240] 通过在所述算法或模拟器中持续反映实际测量数据及修订查找表,体现优化的预测模拟器。可以在包括立管(SCR,TTR,Tendon)/ROV/钻机等的海洋结构物中反映所述算法或模拟器,体现利用了自动学习技法的自动化。

[0241] 本发明一个实施例的通过对海洋结构物的气体或流体力学环境内外力、船体应力、六自由度运动及运用位置实时监视的控制方法,可以利用雷达(Radar)、IMU(惯性测量单元)、GPS(全球定位系统)计量法、X波段雷达 (X-band Radar),不仅防止碰撞,而且测量波浪、浪高,预测波浪运动(wave motion),利用至少一个以上的IMU(惯性测量单元),不仅计量海洋结构物的六自由度运动,而且还计量中拱(Hogging)、中垂(Sagging)、扭转(Torsion),利用时间和空间信息取得工具,把海洋结构物的移动距离及坐标计量卫星的环境外力数据与雷达(Radar)及IMU(惯性测量单元)的数据联动,使海洋结构物疲劳实现最小化,反映于EEOI/EEDI/DP分界/DM分界/立管(SCR,TTR, Tendon)/Lowering/ROV/钻机,替代预测过程的算法和模拟器。另外,可以利用雷达(Radar)测量浪高、波浪、周期、波浪速度及方向,且雷达(Radar) 的极坐标图收集不限定为32个,为了进行实时动态图像处理,在接到新极坐标图的同时,删除第一个或最早的极坐标图,进行实时动态图像处理。而且,能够与防止碰撞、波浪/浪高测量及波浪运动(wave motion)预测功能联动。同时,可以利用原有X波段或S波段碰撞防止用雷达(Radar),利用RF 1x2 分配器、RF放大器或光信号传送及放大功能,推出波浪、浪高、周期、方向计量结果。另外,可以利用六自由度运动补偿X/S波段雷达、波高测量传感器、多普勒、飞行时间及影像叠加(Image Overlay)方式。

[0242] 1.使时间和空间信息取得工具(例,RF及微波-GPS、DGPS、RTK、光- 激光雷达、PIV、PIT、干涉计等,在水中,利用声波、超声波、光/激光雷达等)及智能IMU(电气式/光电式陀螺仪+光栅、MEM等的电气式加速度+ 环境外力计量的联动,间接联动或无联动(直接间接经验)的人工智能,情况识别的DB)联动,与本结构物的情况识别六自由度运动/反应姿势(response) 计量及DB联动,进行预测控制,用作进行环境外力计量联动或无联动的人工智能的EEOI(Energy Efficiency Operating Indicator)/DPS(Dynamic Positioning System)/DMS(Dynamic Motioning System)用预测监视、预测顾问系统及/或预测自动化控制系统。

[0243] (1)在DP或DM边界条件满足控制时,在所述本/复合结构物中反映优先对象结构物的顺序(例,水下结构/立管/钻机、缆绳及/或系泊索优选,之后为非水下结构/火炬塔、Top-side、&Hull,..),决定疲劳最小化优先顺序,使得DPS、DMS或EEOI的控制效率达到最大地运

营。

[0244] (2)在EEOI/EEDI条件满足控制时,在所述本/复合结构物中反映优先对象结构物的顺序(例,方向舵、推进器、螺旋桨RPM、Ballistic、燃料及/或储油罐、风帆、系泊索张紧器、立管及/或其张紧器),决定疲劳最小化优先顺序,使得DPS或EEOI的控制效率达到最大地运营,或定量地计量EEDI。

[0245] (3)通过钻机/立管监视,设定海洋结构物的最舒适姿势,并执行预测控制,在必要的时间,执行考虑了所需六自由度的减幅(例:在连接部位进行垂荡为主的运动减幅,考虑预测运动,预先控制液压马达,执行考虑了所需六自由度的减幅)。

[0246] 2.回避对施加于结构物的Hydro-及Aero-Dynamic影响作出反应的各个个别或综合造船海洋复合结构物的固有响应频率(固有频率或谐振频率),或变更环境外力施加于结构物的条件,延长结构物的寿命。

[0247] (1)针对施加于结构物的环境外力、接入复合结构物的耦合能量和保有的惯性+弹性动能,把实时疲劳实际计量或算术的数值结果与六自由度运动 (例,中拱(Hogging),中垂(Sagging)及扭转(Torsion))移动计量相联动,由此根据情况判断的优先顺序或重要度而使结构物的独立或复合接入屈服应力实现最小化,使要求的结构物的独立或复合接入疲劳实现最小化,延长结构物的寿命。

[0248] 3.计量系泊索缺陷(Integrity)(例,利用张力、应变、伸长、振动等的静态-动态数值及变化速度和加速度),实时测出,进而准确预测系泊索的寿命,从而能够进行状态检修,反映理想锚位,手动/自动进行适当海洋结构物静态及动态定位控制及反映了残留疲劳的运营管理。

[0249] (1)系泊时,与系泊索张力监视衔接,进行反映了环境外力的 DP(Dynamic Positioning,动态定位)测量监视及预测控制、DM(Dynamic Motion,动态移动ing)测量监视及预测控制和考虑了EEOI(Energy Efficiency Operating Indicator)的结构物运动及姿势控制。

[0250] (2)在海底结构物(例,系泊索/系泊索、立管、Umbilical Line结构物) 中引进光计量方式的振动(例,DAS)计量,与通过结构物振动计量和原有应变或加速度计量而得到结构的变形率、变形状态相联动,测出施加的环境外力(例,潮流、海流外力的矢量)和因此导致的结构物的响应矢量。

[0251] (3)在与环境外力计量联动的情况下,以CFD、FEA及/或FSI输入条件为最大,进行情况识别功能的计量及DB化,利用CFD、FEA和耦合响应模型及FSI(环境外力和对环境外力作出反应的结构物运动模型)。

[0252] 4.为体现实时情况识别、过去记录情况再现与相对于以后预测记录情形数的情况预测,体现所需情况识别用计量设备构建及结果取得和DB存储方式。

[0253] (1)构建利用了情况识别中间件和基于WEB情况识别监视程序的实时基于WEB系统。

[0254] (2)针对情况识别中间件或类似功能的软件联动,可以使所有情况识别功能的计量结果与实时数学模型(例,CFD,FEA及/或FSI...)联动,用作优化的基础工具,另外,使该优化数学模型进化为反映了实际计量的算法及模拟模型。

[0255] (3)在单纯计量的监视功能之外,还与完成了实际计量反映或数值计算反映的算

法联动,体现以人工智能加工的监视功能及预测控制系统或模拟模型。

[0256] (4)把统合计量的情况识别数据库存储于VDR(Voyage Data Recorder,航行数据记录仪)或进行联动,测出Hydro-Dynamic及/或Aero-Dynamic Energy(例,波浪的方向及速度或风向与风速矢量以及因因此产生的结构物响应矢量)。

[0257] 5.利用雷达(Radar)+IMU(惯性测量单元)+GPS(全球定位系统)计量法、X波段或S波段雷达(Radar),不仅防止碰撞,而且,进行波浪/浪高测量,预测波浪运动(wave motion),利用1个或1个以上IMU(惯性测量单元),计量船体的六自由度运动以及中拱(Hogging)、中垂(Sagging)、扭转(Torsion),利用时间和空间信息取得工具(例,RF及微波-GPS、DGPS、RTK、光-激光雷达、PIV、PIT、干涉计等,在水中利用声波、超声波、光/激光雷达等),使船舶的移动距离及坐标计量卫星的环境外力数据与雷达(Radar)及IMU(惯性测量单元)数据联动,使船体疲劳实现最小化,反映于EEOI/EEDI/DP分界/DM分界/立管(SCR、TTR、Tendon)/Lowering/ROV/钻机,代替预测过程的算法及/或模拟器。

[0258] (1)利用雷达(Radar)测量浪高、波浪、周期、波浪速度及方向,且雷达 (Radar)的极坐标图收集不限定于32个,为了实时动态图像处理,获得新极坐标图,删除第一个或最早的极坐标图,进行实时动态图像处理。

[0259] (2)与防止碰撞、波浪/浪高测量及波浪运动(wave motion)预测功能联动。

[0260] (3)利用RF 1x2分配器或RF放大器,利用原有X波段或S波段碰撞防止用雷达(Radar)。

[0261] (4)利用6DOF Motion Compensated X-Band Wave Radar Doppler、飞行时间及影像叠加(Image Overlay)方式。

[0262] 6.把数学建模、数学模型(例,CFD、FEA及/或FSI...)模拟结果(根据 Hydro及Aero-dynamic信息)反映于CDF解析,进行CDF模型优化并进化为算法,解析及进化的结果以查找表形式积累于VDR或另外的服务器,积累的数据通过虚拟的模拟模型执行结构诊断及作业评价功能。

[0263] (1)利用经验参考数据(Experienced Reference data),执行预测控制。

[0264] (2)添加黑匣子(Black Box)功能,构成有线无线网络。

[0265] (3)添加经补正的时间标签(Time Tag)功能。

[0266] (4)添加包括了积累的人工智能的EMS及MMS计量数据对比结构解析算法功能。

[0267] (5)在单纯计量的监视功能之外,把完成实际计量反映的算法反映到人工智能,对加工的预测监视功能及预测控制系统(例,Utilize the resulted influence to 6DoF Motion&Displacement for DPS,DMS,&EEOI/EEDI (Energy Efficiency Design Index))进行存储、记录。

[0268] 7.作为水弹性(Hydro-Elastic)导致的拍击及/或晃动和空气弹性 (Aero-Elastic)导致的火灾/爆炸计量方法,利用光学及电气张力计、PIV、PTV、 BP Filter Energy intensity、应变计、压力传感器、超声波计量方式/DAS-激发与监视。

[0269] (1)以应变传感器测量隔壁结构的变形,为了全面计量而以超声波计量或DAS-激发方式监视。

[0270] (2)计量波浪导致的船体隔壁结构的反应,确认计量的传感器位置,提取浪高。

[0271] 8.作为利用了结构物嵌入式传感器(应变、加速度、温度)的监视技术,在桥梁、下

水道、自来水管、煤气管、油管、隧道、结构物支架等结构物引进张紧器，通过张紧器中引进的传感器，计量振动、加速度、位置、全年/ 季节温度、物性(应力或硬度)，进行结构物安全诊断，对地震、漏水、防盗进行监视。

[0272] 9.作为用于确保因地铁、地下通道建设等其它工程影响而露出既定时间的结构物及配管的安全性的露出事故影响评价解析技术，在利用了CFD理论的密闭及部分开放空间，对气体爆炸灾害预测进行解析。

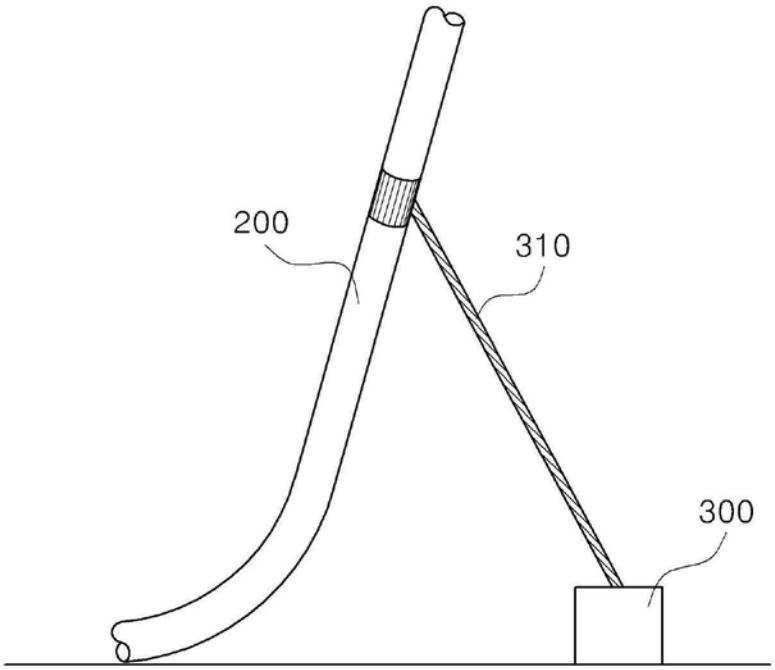


图1

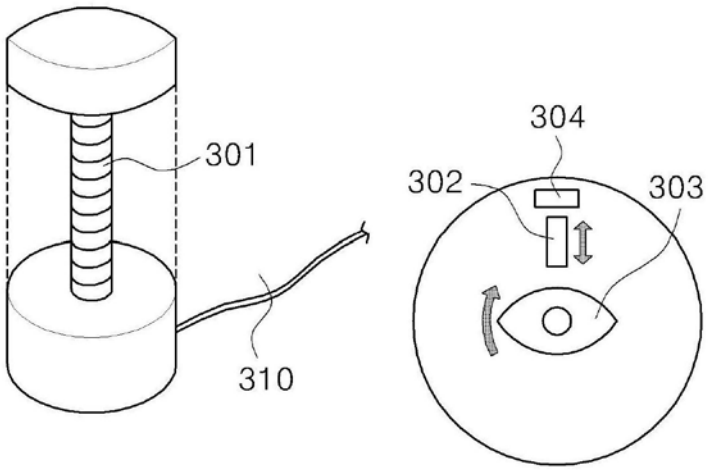


图2

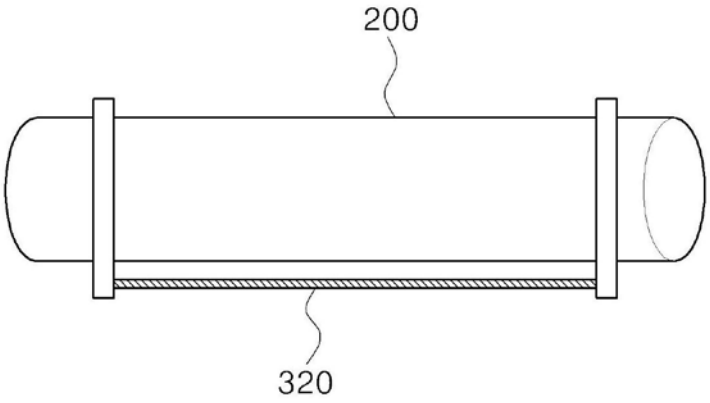


图3

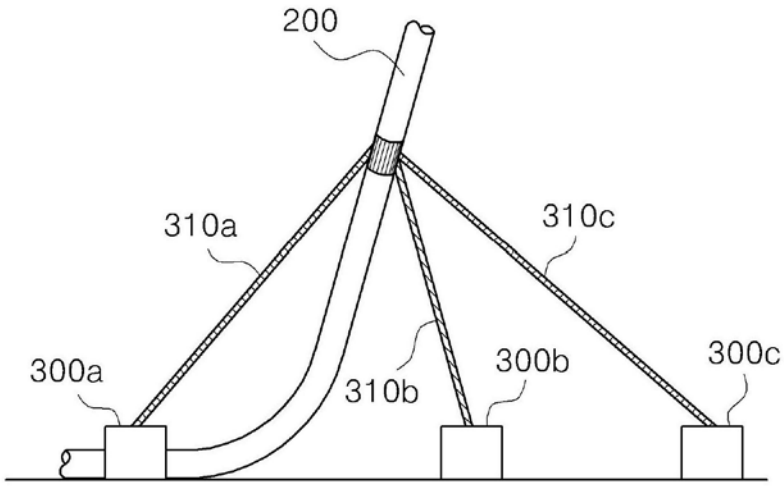


图4

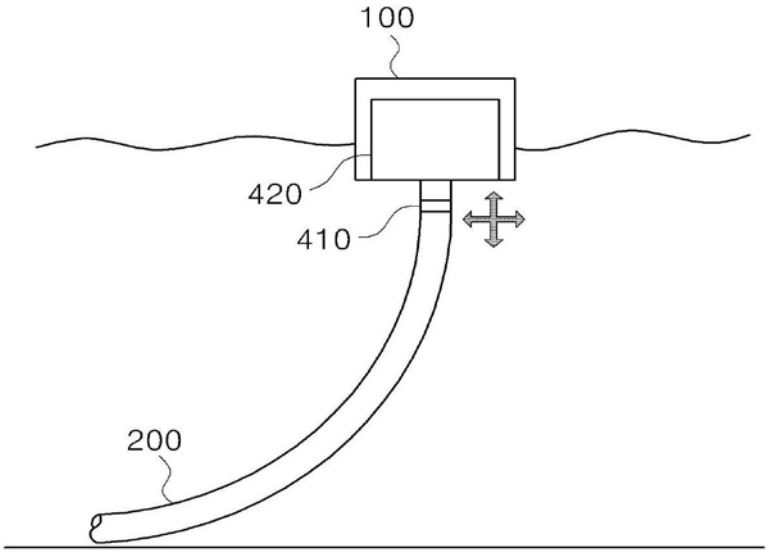

100
420
410
200

图5

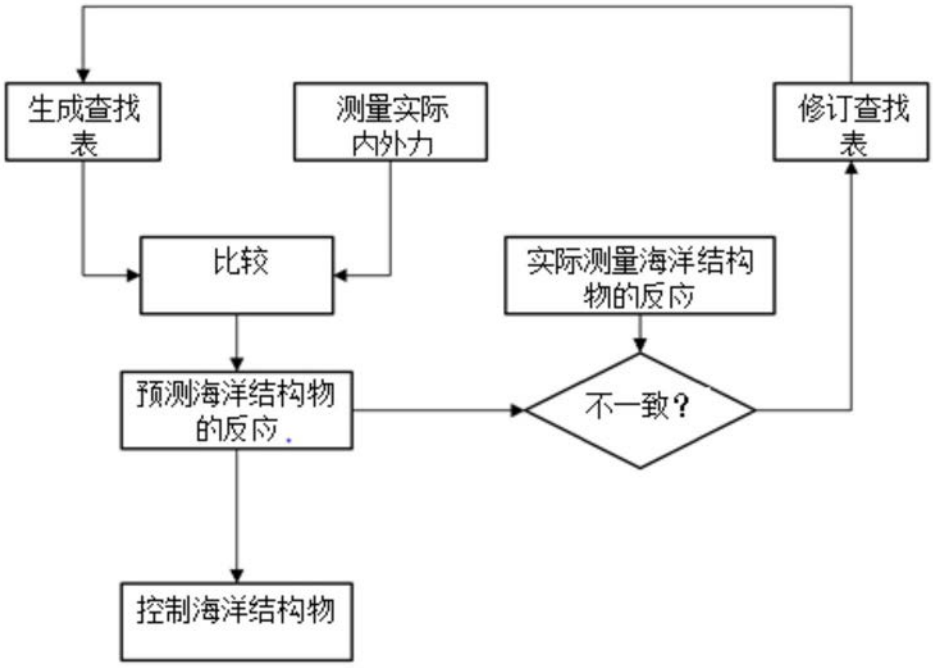
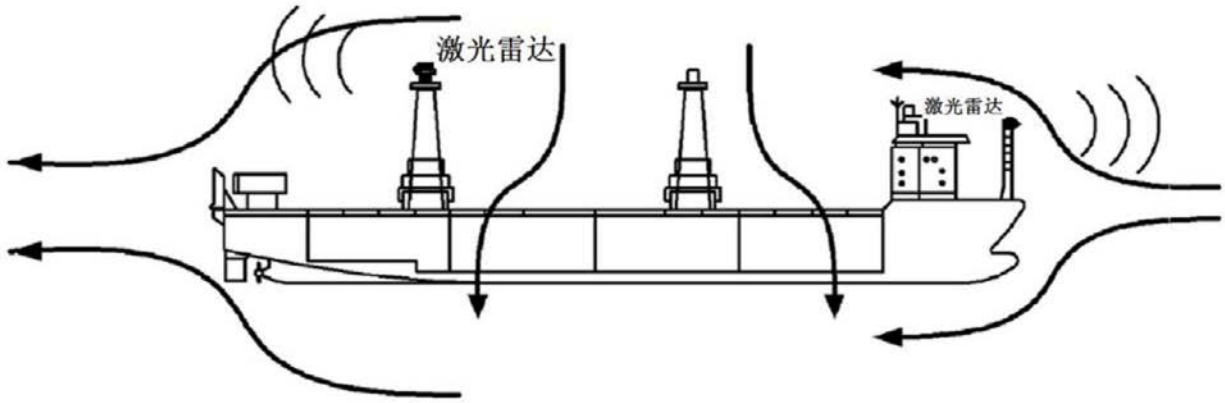

生成查找表
测量实际内外力
修订查找表
比较
实际测量海洋结构物的反应
预测海洋结构物的反应
不一致?
控制海洋结构物

图6



入射角	横摇	纵摇	空气力学矢量
0	0	0	参考数据
15	0	0	参考数据
30	0	0	参考数据
45	0	0	参考数据
:	:	:	参考数据

图7

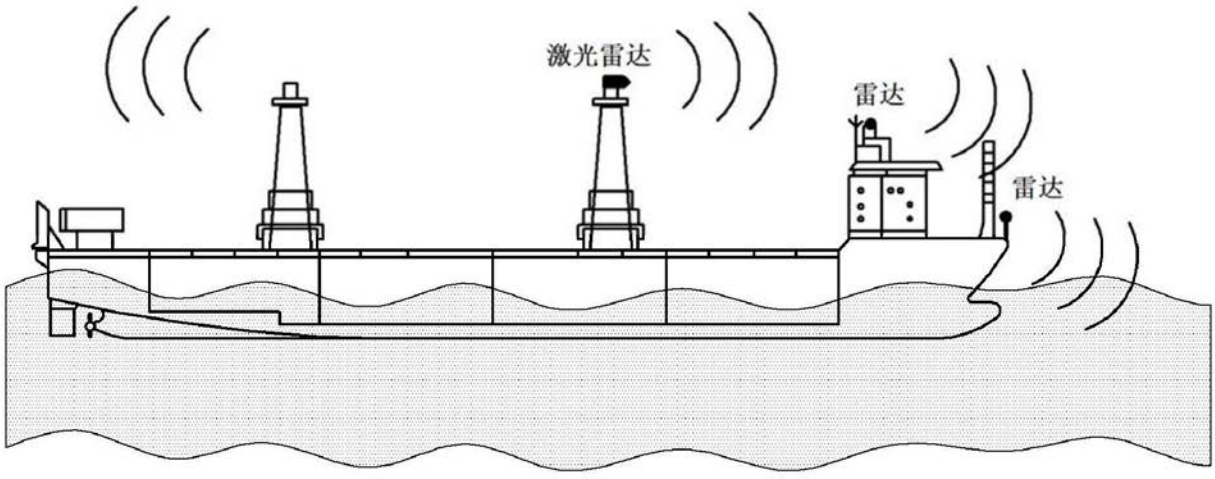


图8

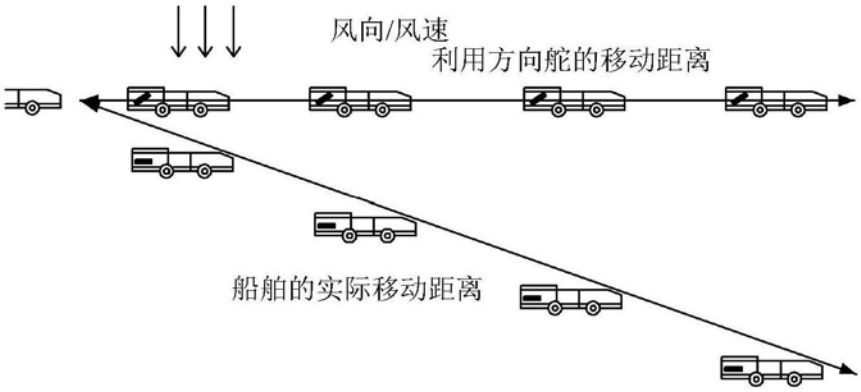


图9

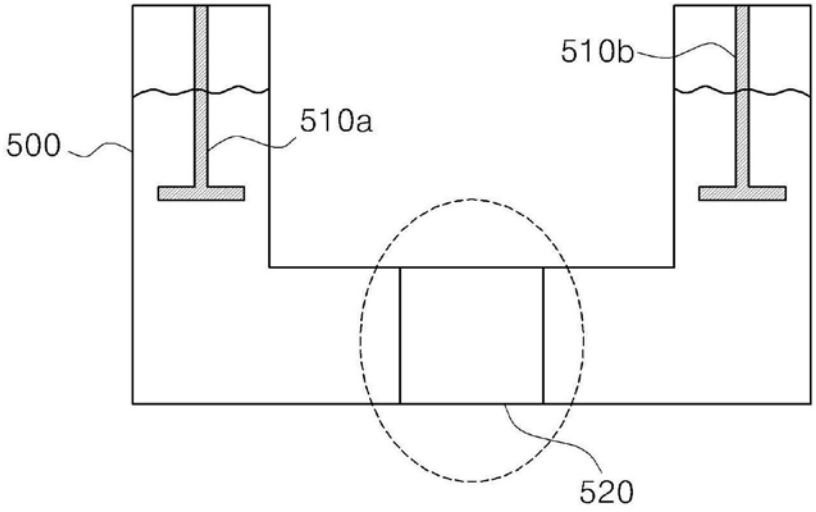


图10

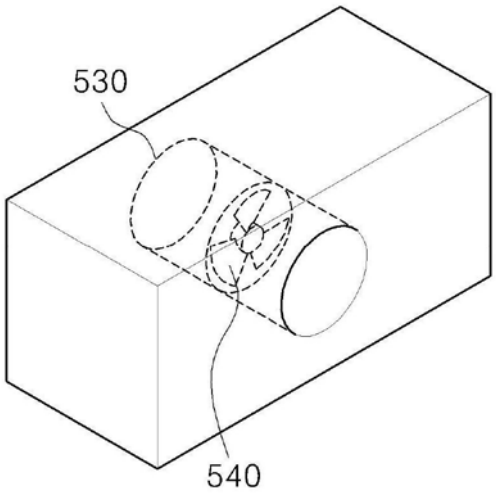


图11

个别结构物	位置	费用	所需时间	剩余寿命
船尾	A	X	1 天	1 年
船头	B	Y	2 天	2 年
甲板	C	Z	3 天	3 年
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

图12

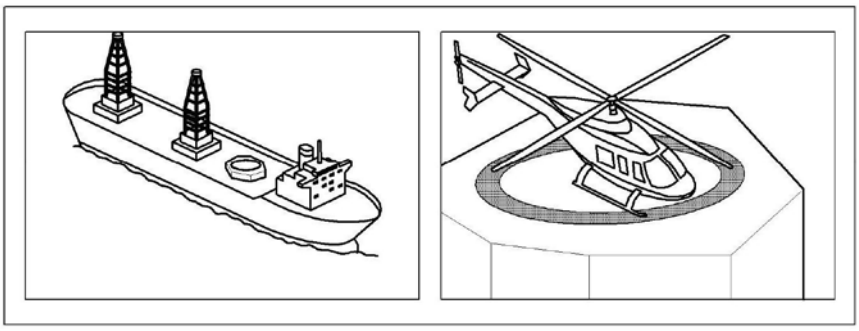


图13

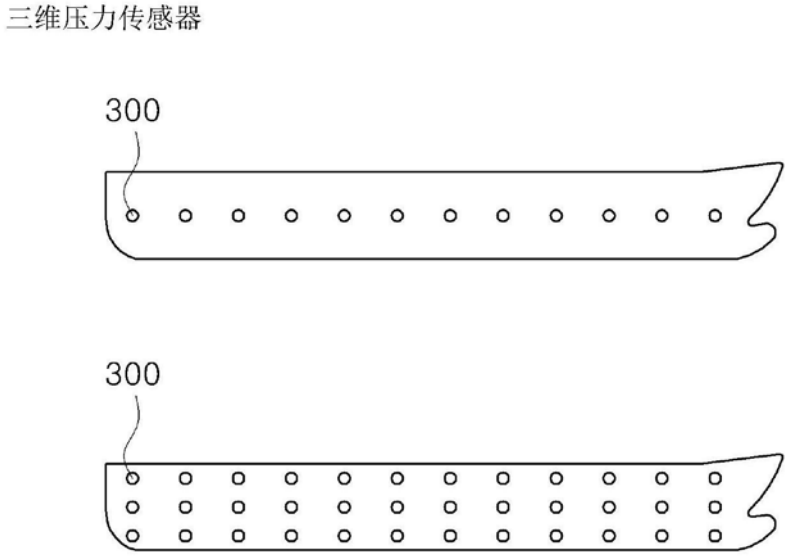


图14