(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 113158335 A
(43)申请公布日 2021.07.23

(21)申请号 202110370538.1

(22)申请日 2021.04.07

(71)申请人 广东交通职业技术学院
地址 510000 广东省广州市天河区天源路789号

(72)发明人 高炳 陈锦濠 王磊 王海松 杨正吉 黄家凯 王林

(74)专利代理机构 广州嘉权专利商标事务所有限公司 44205
代理人 常柯阳

(51)Int.Cl.
G06F 30/15(2020.01)
G06F 30/28(2020.01)
G06F 111/18(2020.01)
G06F 113/08(2020.01)
G06F 119/14(2020.01)

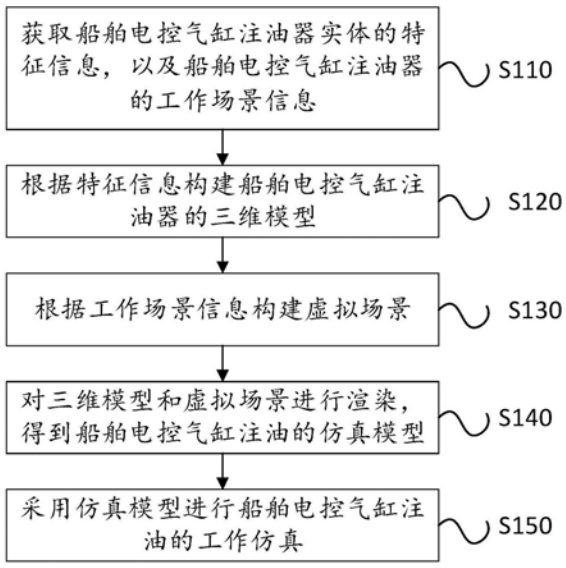
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54)发明名称

船舶电控气缸注油可视化方法、系统、装置和存储介质

(57)摘要

本发明公开了一种船舶电控气缸注油可视化方法、系统、装置和存储介质，方法包括以下步骤：获取船舶电控气缸注油器实体的特征信息，以及所述船舶电控气缸注油器的工作场景信息；根据所述特征信息构建所述船舶电控气缸注油器的三维模型；根据所述工作场景信息构建虚拟场景；对所述三维模型和所述虚拟场景进行渲染，得到船舶电控气缸注油的仿真模型；采用所述仿真模型进行船舶电控气缸注油的工作仿真。本发明无需船舶电控气缸注油装置实体即能完成船舶电控气缸注油过程的仿真，从而能够在较低成本下为学员演示电控气缸注油的工作过程，便于提高学员对电控气缸注油的工作原理的理解效率。本发明可广泛应用于船舶设备技术领域。



CN 113158335 A

1.一种船舶电控气缸注油可视化方法,其特征在于,包括以下步骤:

获取船舶电控气缸注油器实体的特征信息,以及所述船舶电控气缸注油器的工作场景信息;

根据所述特征信息构建所述船舶电控气缸注油器的三维模型;

根据所述工作场景信息构建虚拟场景;

对所述三维模型和所述虚拟场景进行渲染,得到船舶电控气缸注油的仿真模型;

采用所述仿真模型进行船舶电控气缸注油的工作仿真。

2.根据权利要求1所述的一种船舶电控气缸注油可视化方法,其特征在于,所述船舶电控气缸注油器的三维模型包括气缸注油控制模型和气缸注油管路模型。

3.根据权利要求1所述的一种船舶电控气缸注油可视化方法,其特征在于,在所述根据所述特征信息构建所述船舶电控气缸注油器的三维模型后,还包括以下步骤:

在所述三维模型中设置多个动作,所述多个动作包括阀件、仪表指针、LED显示、指示灯、按钮、开关、液位和调节螺栓的动作。

4.根据权利要求1所述的一种船舶电控气缸注油可视化方法,其特征在于,所述对所述三维模型和所述虚拟场景进行渲染,其具体为:

采用片面整合方式、LOD技术方式和优化数据层次结构方式对所述三维模型和所述虚拟场景进行渲染。

5.根据权利要求2所述的一种船舶电控气缸注油可视化方法,其特征在于,所述气缸注油管路模型关联伯努利方程,所述伯努利方程用于生成仿真过程中管路内注油的粘性流体总流。

6.根据权利要求5所述的一种船舶电控气缸注油可视化方法,其特征在于,在所述气缸注油管路模型进行仿真时,采用电路分析法对气缸注油管路模型进行水力计算。

7.根据权利要求1所述的一种船舶电控气缸注油可视化方法,其特征在于,所述获取船舶电控气缸注油器实体的特征信息,其具体为:

从船舶电控气缸注油器实体图像中提取特征信息,所述特征信息包括结构特征信息和工作性能特征信息。

8.一种船舶电控气缸注油可视化系统,其特征在于,包括:

获取模块,用于获取船舶电控气缸注油器实体的特征信息,以及所述船舶电控气缸注油器的工作场景信息;

构建模块,用于根据所述特征信息构建所述船舶电控气缸注油器的三维模型;根据所述工作场景信息构建虚拟场景;

渲染模块,用于对所述三维模型和所述虚拟场景进行渲染,得到船舶电控气缸注油的仿真模型;

仿真模块,用于采用所述仿真模型进行船舶电控气缸注油的工作仿真。

9.一种船舶电控气缸注油可视化装置,其特征在于,包括:

至少一个存储器,用于存储程序;

至少一个处理器,用于加载所述程序以执行如权利要求1-7任一项所述的船舶电控气缸注油可视化方法。

10.一种计算机可读存储介质,其中存储有处理器可执行的程序,其特征在于,所述处

理器可执行的程序在由处理器执行时用于执行如权利要求1-7任一项所述的船舶电控气缸注油可视化方法。

船舶电控气缸注油可视化方法、系统、装置和存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及船舶设备技术领域，尤其是一种船舶电控气缸注油可视化方法、系统、装置和存储介质。

背景技术

[0002] 气缸注油润滑的目的是为了使气缸在恶劣的工作条件下维持在一种较好的工况下，主要通过减少缸套活塞之间的磨损，延长活塞环的使用寿命。做到这几点要减少注油量和注油率，注油量和注油率的减少不仅可以维持柴油机较好的工况而且可以节能减排，降低有害气体的排放。而随着电子自动化的发展，电子自动设备逐渐取代机械传动设备，船舶电控气缸注油系统也依靠其注油定时准确，注油率精准等特点逐渐取代了机械式注油装置。由于船舶的电子注油设备的成本较高，在教学过程中，无法实现采用实体设备为学员进行实体演示过程，从而使得学员难以理解船舶电控注油系统的工作过程急工作原理。

发明内容

[0003] 本发明旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一。为此，本发明提出一种船舶电控气缸注油可视化方法、系统、装置和存储介质，能够在较低成本下为学员演示电控气缸注油的工作过程。

[0004] 本发明实施例第一方面提供了一种船舶电控气缸注油可视化方法，包括以下步骤：

[0005] 获取船舶电控气缸注油器实体的特征信息，以及所述船舶电控气缸注油器的工作场景信息；

[0006] 根据所述特征信息构建所述船舶电控气缸注油器的三维模型；

[0007] 根据所述工作场景信息构建虚拟场景；

[0008] 对所述三维模型和所述虚拟场景进行渲染，得到船舶电控气缸注油的仿真模型；

[0009] 采用所述仿真模型进行船舶电控气缸注油的工作仿真。

[0010] 本实施例提供的一种船舶电控气缸注油可视化方法，具有如下有益效果：

[0011] 本实施例通过先获取船舶电控气缸注油器实体的特征信息以及船舶电控气缸注油器的工作场景信息，接着根据特征信息构建船舶电控气缸注油器的三维模型，并根据工作场景信息构建虚拟场景，然后对三维模型和虚拟场景进行渲染，以得到船舶电控气缸注油的仿真模型，最后采用仿真模型进行船舶电控气缸注油的工作仿真，从而无需船舶电控气缸注油装置实体即能完成船舶电控气缸注油过程的仿真，从而能够在较低成本下为学员演示电控气缸注油的工作过程，便于提高学员对电控气缸注油的工作原理的理解效率。

[0012] 进一步地，所述船舶电控气缸注油器的三维模型包括气缸注油控制模型和气缸注油管路模型。

[0013] 进一步地，在所述根据所述特征信息构建所述船舶电控气缸注油器的三维模型后，还包括以下步骤：

[0014] 在所述三维模型中设置多个动作，所述多个动作包括阀件、仪表指针、LED显示、指示灯、按钮、开关、液位和调节螺栓的动作。

[0015] 进一步地，所述对所述三维模型和所述虚拟场景进行渲染，其具体为：

[0016] 采用片面整合方式、LOD技术方式和优化数据层次结构方式对所述三维模型和所述虚拟场景进行渲染。

[0017] 进一步地，所述气缸注油管路模型关联伯努利方程，所述伯努利方程用于生成仿真过程中管路内注油的粘性流体总流。

[0018] 进一步地，在所述气缸注油管路模型进行仿真时，采用电路分析法对气缸注油管路模型进行水力计算。

[0019] 进一步地，所述获取船舶电控气缸注油器实体的特征信息，其具体为：

[0020] 从船舶电控气缸注油器实体图像中提取特征信息，所述特征信息包括结构特征信息和工作性能特征信息。

[0021] 本发明实施例第二方面提供了一种船舶电控气缸注油可视化系统，包括：

[0022] 获取模块，用于获取船舶电控气缸注油器实体的特征信息，以及所述船舶电控气缸注油器的工作场景信息；

[0023] 构建模块，用于根据所述特征信息构建所述船舶电控气缸注油器的三维模型；根据所述工作场景信息构建虚拟场景；

[0024] 渲染模块，用于对所述三维模型和所述虚拟场景进行渲染，得到船舶电控气缸注油的仿真模型；

[0025] 仿真模块，用于采用所述仿真模型进行船舶电控气缸注油的工作仿真。

[0026] 本发明实施例第三方面提供了一种船舶电控气缸注油可视化装置，包括：

[0027] 至少一个存储器，用于存储程序；

[0028] 至少一个处理器，用于加载所述程序以执行第一方面实施例提供的船舶电控气缸注油可视化方法。

[0029] 本发明实施例第四方面提供了一种计算机可读存储介质，其中存储有处理器可执行的程序，所述处理器可执行的程序在由处理器执行时用于执行第一方面实施例提供的船舶电控气缸注油可视化方法。

[0030] 本发明的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出，部分将从下面的描述中变得明显，或通过本发明的实践了解到。

附图说明

[0031] 下面结合附图和实施例对本发明做进一步的说明，其中：

[0032] 图1为本发明实施例的一种船舶电控气缸注油可视化方法的流程图；

[0033] 图2为本发明实施例的一种构建船舶电控气缸注油三维模型的流程图。

具体实施方式

[0034] 下面详细描述本发明的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，仅用于解释本发明，而不能理解为对本发明的限制。

[0035] 在本发明的描述中，需要理解的是，涉及到方位描述，例如上、下、前、后、左、右等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。

[0036] 在本发明的描述中，若干的含义是一个以上，多个的含义是两个以上，大于、小于、超过等理解为不包括本数，以上、以下、以内等理解为包括本数。如果有描述到第一、第二只是用于区分技术特征为目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量或者隐含指明所指示的技术特征的先后关系。

[0037] 本发明的描述中，除非另有明确的限定，设置、安装、连接等词语应做广义理解，所属技术领域技术人员可以结合技术方案的具体内容合理确定上述词语在本发明中的具体含义。

[0038] 本发明的描述中，参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示意性实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且，描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0039] 在实际工作过程中，由于使用实物电控气缸注油系统进行学生的培训存在较大的困难，大多数此类设备拆装维护较为复杂且费用较高。

[0040] 基于此，参照图1，本发明实施例提供了一种船舶电控气缸注油可视化方法，本实施例可应用于各类仿真平台。

[0041] 在应用过程中，本实施例包括以下步骤：

[0042] S110、获取船舶电控气缸注油器实体的特征信息，以及船舶电控气缸注油器的工作场景信息。其中，特征信息是从船舶电控气缸注油器实体图像中提取得到，其包括结构特征信息和工作性能特征信息。

[0043] S120、根据特征信息构建船舶电控气缸注油器的三维模型。

[0044] S130、根据工作场景信息构建虚拟场景。

[0045] S140、对三维模型和虚拟场景进行渲染，得到船舶电控气缸注油的仿真模型；

[0046] S150、采用仿真模型进行船舶电控气缸注油的工作仿真。

[0047] 在本申请实施例中，电控气缸注油器实体为目前已有的Alpha电子注油器，该Alpha电子注油器不仅具有准确的供油定时，而且能够根据主机的平均有效压力的变化及时改变气缸供油量，还配有船舶机动操作时的负荷变化功能，降低汽缸油消耗量，缩短磨合过程，延长主机维修周期。其中，Alpha电子注油器包括以下部件：

[0048] 泵站和启动面板：泵站由两个独立的控制泵、加热盘管、滤器和一个吸入柜。增压油泵将气缸油升压到4.5Mpa后送至各个气缸注油器，泵站和启动面板的电源是各自独立供给，以保证运行安全。

[0049] 气缸注油器：其由注油器本体、电磁阀、驱动活塞、注油器活塞和活塞行程位置反馈传感器等组成。

[0050] 控制单元ALCU：其由三部分构成，具体包括主控制单元MCU、各备用控制单元BCU和切换面板单元SBU。两个独立的电源向该控制单元提供24V直流电，提高工作的可靠性。

[0051] 负荷变送器:其通过负荷传感器与燃油齿条先连接,从而可以连续不断地将柴油机的油门刻度的百分比传递给MCU,根据MCU接收到的信息来检测主机转速,MCU可以计算主机负荷。

[0052] 触发系统:其通过各缸曲柄角度编码器安装在柴油机的自由端,备用触发器和测速装置安装在柴油机的飞轮端,它们都与主控制单元和备用控制单元相连接。备用触发系统由两个传感器构成。在飞轮端,安装有两套测速装置,可将主机的转速信号传递给备用控制单元。测速装置也与主控单元相连接,从而可起到监测的作用。

[0053] 人机交互界面HMI:其可以实现人机交互操作。

[0054] 在本实施例中,通过根据上述Alpha电子注油器的各个部件特征信息构建三维模型。而要实现注油系统的可视化仿真,则首先要对注油系统的两个关键组成部分进行数学建模,两个关键组成部分分别为气缸注油控制系统和气缸注油管路,因此实施例构建的三维模型还包括气缸注油控制三维模型和气缸注油管路三维模型。

[0055] 具体地,气缸注油控制系统的控制单元ALCU由SBU、MCU和BCU构成,控制单元接收信号实现喷油定时。其中,注油定时即气缸油开始注油的时刻,可用参数注油曲柄转角来表示。注油曲柄转角是指某紅开始注油时相对1号缸上止点的角度,该角度包括该缸中间控制箱收到反馈信号时的曲柄转角和注油器液压延时对应的曲柄转角。液压延时是指从中间控制箱收到反馈信号到气缸油喷射到气紅内的这段时间。电控气缸注油系统控制模式在HMI面板上选择。电控气缸的基本注油率是指柴油机在最大持续功率MCR时的注油率。气缸注油率的调节模式有三种,即MEP模式、POWER模式和RPM模式。采用Alpha气缸注油系统的程序还有LCD变负荷模式。无论采用哪一种注油率调节模式,注油率的调节都是以基本注油率为基础。因此以注油率为核心进行模型构建,以使模型仿真效果更加接近实际情况。

[0056] 气缸耗油量调节模式是指柴油机在部分负荷时如何对气缸油注油率自动调节。电控气缸注油系统工作在MCU控制模式时有H种调节模式,即MEP调节模式、POWER调节和模式RPM调节模式,此外,柴油机在变负荷运行或机动航行时有LCD调节模式可供选择。电控气注油系统工作在BCU控制模式时,只有RPM调节模式。无论采用那种调节模式,柴油机部分负荷时的气缸油消耗量,都是调节系数与柴油机工作在工况时的气缸油消耗量的乘积,因此,在建模过程中,增设上述调节模式。

[0057] Alpha气缸注油系统的管路系统主要包括油舱柜、油粟、管系、各类阀件、流量计、滤器和注油器等各个部件,各个部件的建模均是以管路系统建模计算为基础,通过建立准确的数学模型以便于达到仿真效果。又由于Alpha气缸注油系统的管路系统中流通的是连续、不可压缩的液体,与电路中流动的连续电荷相类似,因此,本实施例在三维模型中采用电路原理中对电路的节点电压分析法,对电控气缸注油系统的管路系统进行水力计算。

[0058] 具体地,如图2所示,上述建模可以采用3DS Max三维建模软件进行虚拟场景和三维模型建模。其中,3DS Max软件渲染输出画面真实度高,可操作性强且简单易学、兼容性好。3DS Max常用建模方法有很多,主要有内置集合体建模、复合对象建模、二维图形建模、多边形建模、面片建模、NURBS建模以及特殊方法建模等。每种建模方法都有其自身的优势与不足,选择合适的建模方法有利于创建出逼真的模型效果。多边形建模是最为经典的建模方法,可胜任绝大多数建模工作。3ds Max中多边形建模又分为两种:网格建模和多边形建模。网格建模是3ds Max最基本的建模方法,所建模型稳定、占用系统资源少、运行速度

快，且在较少面数下也可制作出复杂模型。只是这种方法对空间控制能力要求较高，逐渐被多边形建模所取代。多边形建模是在网格建模的基础上发展起来的一种多边形建模技术，适合建立结构穿插关系复杂的模型，其缺点是精细模型时面片数较多影响渲染效率，通过上述方法建立的模型只是具备物体的外形特征，但还缺少质感和色彩，这就需要材质和贴图来实现。材质主要用来表现模型的颜色、质地、纹理、透明度和光泽等特征，其制作流程为：指定材质名称和选择材质类型；对于标准或者光线追踪材质应选择着色类型；设置漫反射参数，包括颜色、光泽度和不透明度等；把贴图指定给要设置贴图的材质通道，并调整参数；将材质应用于对象；必要时调整UV贴图坐标，用来正确定位对象的贴图；保存材质。程序贴图是3ds Max材质功能的重要组成部分，它可以在不增加对象模型复杂度的基础上增加对象的细节程度，例如创建反射、折射、凹凸和镂空等多种效果。其最大的作用便是提高材质的真实程度，此外程序贴图还用于创建环境或灯光投影效果。程序贴图种类繁多，最主要的两类为2D贴图和3D贴图，此外还有合成贴图、颜色修改及其他。2D贴图将图像文件直接投影到对象的表面或是指定给环境贴图作为场景的背景；3D贴图可以自动生成各种纹理，使用时不需要指定贴图坐标。所有模型及贴图处理完毕后，便需要建立灯光对象，增强场景的真实感。好光是视觉画面的一部分，其功能是提供一个完整的整体氛围，展现具象实体，营造空间氛围，同时为画面着色。

[0059] 在建模过程中，还需要在模型中设置阀件、仪表指针、LED显示、指示灯、按钮、开关、液位和调节螺栓等多个动作。此外，采用刚性和柔性编辑器来修改静态模型。

[0060] 在完成上述模型的构建后，为了提高仿真过程体现的效果，还需要对模型进行渲染。本实施例通过采用片面整合方式、LOD技术方式和优化数据层次结构方式对三维模型和所述虚拟场景进行渲染。其中，面片整合，即三角面片整合以及删除多余面，常用的方法有减少分段数、删去不可见面、使用Optimize编辑器以及采用纹理贴图等，在所建模型中减少分段数是减少面片数的最简单方法，对于不必要的细节应尽量减少模型中的段数；三维模型的表面总会出现冗余面，比如两个模型之间的重合部分，去除这些面并不会影响视觉效果，但会提升场景的渲染效率。LOD技术即细节层次技术，指根据模型距离四点的远近来选择模型构建的精细程度，人并不能看清远处物体的细节，因此将远处的物体构建的非常复杂并无必要，采用简化的模型来代替远处的复杂模型会大大的提升绘制算法效率，LOD技术对相同可视化虚拟显示场景建立一组精细程度不同的模型，利用视点与物体的距离或屏幕覆盖的区域来控制不同层次模型的切换。同时，还采用OGRE引擎对3DS Max所构建的模型进行渲染，OGRE引擎是面向对象图形渲染引擎，是一个用C++开发的面向场景、非常灵活的3D引擎，它旨在让开发人员更容易、更直接地利用硬件加速的3D图形系统开发应用。OGRE引擎主要由根对象(Root)对象、场景管理器、资源管理器、渲染系统、插件系统等组成。Root对象是OGRE引擎的核心，是整个OGRE系统的入口点和管理器，必须最先被创建，最后被销毁，所有系统都是基于Root对象创建的。OGRE引擎通过场景管理器管理、资源管理器、渲染系统共同完成渲染功能。此外，在上述构建的仿真模型中，设置各种船舶电控气缸注油系统可能出现的各种故障模拟场景，例如，Alpha电控气缸注油系统保险丝故障模拟。通过调用各种模拟场景来进行仿真，使得学员对故障的工作状态有更深刻的理解。

[0061] 而针对上述仿真模型中注油率的模型，其通过具体的数学公式来表示注油率与燃油之间的关系：例如较优的汽缸油的基本注油率与燃油中含油量与燃油中硫含量满足：

Basic lube oil setting＝0.25g/bhph*S%，其中S为燃油含油量，为了保证气缸良好润滑的需要，气缸注油率最小不能低于0.5g/bhph。依据不同工况下和燃油中硫含量的不同对气缸基本注油率的算法做基本推导：$F=\frac{r\times V\times u\times \rho\times 60}{P}$其中，F为气缸油注油率，单位为g/(kW·h)，r为柴油机所有气缸上的注油器每分钟中冲程数，该总数为一分钟以上的平均值，单位为stroke/min；V为气缸注油器的容积，单位为cm^3；u为注油器容积效率，一般取0.97；一般ρ取0。94kg/L；P为柴油机功率，单位为kW。而在MCR工况下的气缸油注油率即为柴油机的基本注油率。在注油器容积不变的情况下，对气缸油基本注油率的调节是调节注油器每分钟总冲程数r。为便于计算，引入参数注油间隔转数化即柴油机工作在100％负荷、100％转速工况时，注油器平均每两次注油间隔的柴油机转数。柴油机每分钟总冲程数r与注油间隔转数K之间的关系为：$r=\frac{n\times i\times m}{R}$，r为柴油机MCR工况时所有气缸上的注油器每分钟总冲程数，单位为stroke/min；n为柴油机MCR工况时的转速，单位为转/min；i为柴油机的气缸个数；m为柴油机每个气缸上注油器的个数；R为柴油机MCR工况时注油器平均每两次往油间隔的柴油机转数。由上述两式合并可得：$F=\frac{n\times i\times m\times V\times u\times \rho\times 60}{P\times R}$。从上式可以看出对注油率F的调节其实是对注油器平均两次注油间隔的柴油机转数R的调节，两者间成反比。因此，无论是MCU控制还是BCU控制，其调节算法都是针对注油器平均每两次注油间隔柴油化转数R的调节。所以$R=\frac{n\times i\times m\times V\times u\times \rho\times 60}{P\times F}$。

[0062] 本实施例的气缸耗油量调节模式数学模型，柴油机工作在MCR工况下每小时气缸油消耗量的表达式为：$Q_0=P_{e0}\times F_0$。其中，Q_0为柴油机工作在MCR工况下每小时气缸油消耗量，单位g/h；P_{e0}为柴油机工作在MCR工况下额定功率，单位为KW；F_0为柴油机工作在MCR工况下气缸油基本注油率，单位g/(kW·h)。将柴油机特性分类为速度特性、负荷特性、推进特性、调速特性和限制特性。而船用低速二冲程柴油机一般与螺旋桨直接相连，即按推进特性运行，其功率与转速的三次方成比例。其运行特性可用下公式描述：$P_e=Cp_eni=C_1n^3$。从上式可看出，柴油机工作在推进特性时，其平均有效压力与转速的二次方成比例。本实施例主要针对二冲程柴油机的气缸注油系统，因此，下面都是在柴油机工作在推进特性的情况下展开的。

[0063] 柴油机每小时气缸油消耗量各调节模式数学模型为：

[0064] MEC调节模式：$Q=MEP\%\times Q_0$；

[0065] POWER调节模式：$Q=MEP\%\times RPM\%\times Q_0$；

[0066] RPM调节模式：$Q=RPM\%\times Q_0$。

[0067] 其中，Q为气缸油消耗量，单位g/h；Q_0为柴油机工作在MCR工况时的气缸油消耗量，单位g/h；MEP％为柴油机平均有效压力对MCR工况时额定平均有效压力的百分比；RPM％为柴油机转速对MCR工况时柴油机转速的百分比。

[0068] 而针对电控缸注油定时，数学模型构建则主要在液压延时其范围一般取1-6ms。另外，由于理论上止点与实际测量的上止点有误差，但对于仿真模型，测量误差忽略不计。因此，根据上述方法就可以确定1号缸的注油曲柄转角，柴油机其余缸便可在1号缸的基础上，

根据发火顺序和曲柄转角确定各自的注油曲柄转角。

[0069] 此外，气缸注油管路中油柜模型包括油柜的高度h_n和油柜出口压力P_n。采用换元的数学思想令油柜为长方体，则油柜的高度h_n的计算公式为：$h_n=\frac{V_n}{A}$。其中V_n为该油柜本次计算的体积，h_n为高度，A为油柜的底面积。而油柜体积V_n的计算公式为：$V_n=v_{n-1}+t\cdot dQ$。公式中v_{n-1}为上一次油柜的体积，t为可视化仿真数学模型计算周期，dQ为可视化仿真数学模型计算周期内油柜的流量变化量。综合两式可得：$h_n=h_{n-1}+\frac{t\cdot dQ}{A}$。油柜的出口压力可根据已知的压强公式求得。

[0070] 管路模型中的气缸油使用粘性流体总流的伯努利方程，单位重力流体具有的位能、单位重力流体具有的压强能、单位重力流体具有的动能乘以总流的动能修正系数以上三者之和为单位重力流体具有的总机械能。对于圆管内的层流流动总流的动能修正系数为2，对于圆管内总流的动能湍流流动修正系数为1.05-1.12，船舶电控气缸注油管路计算中总流的动能修正系数通常为1，管路粘性流体建模中除上述方程外管路中的流动水头损失也是数学模型构建的重点，实际情况下对管路模型计算时，需要得出管路中流体的流速和流体流量之间的表达式。

[0071] 对于流量计滤器的数学建模具体方法为流量计、滤器、泵，流量计和滤器其本质上都是节流元件，因此流体经过这些元件时会产生局部阻力损失。通过计算流体产生的局部阻力损失联合粘性流体总流的伯努利方程可得到节流元件的压降与流体流量的平方成正比。泵的模型，例如输送气缸油的齿轮泵是整个管路系统的压力源，为气缸油的流动提供动力，该泵的模型主要考虑泵进出口压力与泵的流量之间的关系。

[0072] 管路水力模型中所介绍节点电压法对电控气缸注油系统图进行抽象，节点电压法是电路系统分析方法之一，所谓节点电压是指电路中任意节点与参考节点之间的电压，该电路分析方法的本质是先利用KVL定理将各支路电流用节点电压表示，然后只列n－1个节点的KCL方程，其中，n为所分析电路的节点数。支路电流法既列KVL方程又列KCL方程，回路电流法只列KVL方程，与这两种电路分析方法相比，当电路的节点数较少，支路数较多时，采用节点电压法简单，因为列的方程数较少。特别是当有理想电压源直接并接在两节点之间时，只要灵活应用节点电压法，便可以进一步减少所列的方程数。节点电压法以电路中节点电压为未知量，根据KCL写出独立的节点电流方程，然后联立求解出节点电压的方法。对多支路两节点电路的计算尤为简便。节点电压是指电路中任一点到参考点之间的电压，参考点人为选择.常以接地点为参考点。

[0073] 由于气缸注油管路系统中的流通是连续的、不可压缩的液体，与电路中的电荷移动相类似，本实施例考虑到这一原因，在不影响可视化装置仿真效果的前提下，使用电路的分析法对气缸注油管路进行水力计算。本实施例中的分析方法采用节点电压法，节点电压表示该节点的压力，电导是表示某一种导体传输电流能力的强弱程度，对于纯电阻线路电导等于电阻的倒数，该段管路的线性化流导用电路中每相邻两个节点之间的电导表示，元器件的开度需要以系数的形式考虑进去，该系统的元器件包括阀、滤器、泵、流量计和油柜液位，各支路电流即表示对应管路上液体的流量。两相邻节点间的电导为简化后的理想模型，故对于实际的两相邻节点间的电导，应为理想电导与该段线路上元器件状态的乘积。对

不考虑气缸油储存柜加油情况、各油柜均有足量气缸油和两台齿轮泵均按额定工况工作三种情况下做假定处理条件，将各支路电流方程带入到根据节点电压法所列的方程组中，球的各节点电压的线性方程组，同时使用雅可比迭代法求解，对某一个阀门没有打开的情况以及有单向阀的情况需要在程序中具体考虑，此外还有气缸油储存柜的加油和溢油管路可单独计算。

[0074] 综上可知，上述实施例通过在三维模型中单增加船舶电控气缸注油系统的每一个模块、设备原件、管路、控制系统及其注油定时装置的特征信息，并根据粘性流体总流的伯努利方程建立了管系模型，采用节点电压法分析管路各节点压力的线性方程组，进行注油管路系统的数学模型构建并利用雅可比迭代法求解出各节点瞬时压力值；根据模块化设计思想对电控气缸注油系统进行程序设计，实现了气缸油性能检测与控制、各工况注油调节和系统故障自处理等功能，从而使得仿真过程更加接近实际情况，为学员提供更加真实的仿真场景。

[0075] 本发明实施例提供了一种船舶电控气缸注油可视化系统，包括：

[0076] 获取模块，用于获取船舶电控气缸注油器实体的特征信息，以及船舶电控气缸注油器的工作场景信息；

[0077] 构建模块，用于根据特征信息构建船舶电控气缸注油器的三维模型；以及根据工作场景信息构建虚拟场景；

[0078] 渲染模块，用于对三维模型和所述虚拟场景进行渲染，得到船舶电控气缸注油的仿真模型；

[0079] 仿真模块，用于采用仿真模型进行船舶电控气缸注油的工作仿真。

[0080] 本发明方法实施例的内容均适用于本系统实施例，本系统实施例所具体实现的功能与上述方法实施例相同，并且达到的有益效果与上述方法达到的有益效果也相同。

[0081] 本发明实施例提供了一种船舶电控气缸注油可视化装置，包括：

[0082] 至少一个存储器，用于存储程序；

[0083] 至少一个处理器，用于加载程序以执行图1所示的船舶电控气缸注油可视化方法。

[0084] 本发明方法实施例的内容均适用于本装置实施例，本装置实施例所具体实现的功能与上述方法实施例相同，并且达到的有益效果与上述方法达到的有益效果也相同。

[0085] 本发明实施例提供了一种计算机可读存储介质，其中存储有处理器可执行的程序，处理器可执行的程序在由处理器执行时用于执行图1所示的船舶电控气缸注油可视化方法。

[0086] 本发明实施例还公开了一种计算机程序产品或计算机程序，该计算机程序产品或计算机程序包括计算机指令，该计算机指令存储在计算机可读存介质中。计算机设备的处理器可以从计算机可读存储介质读取该计算机指令，处理器执行该计算机指令，使得该计算机设备执行图1所示的方法。

[0087] 上面结合附图对本发明实施例作了详细说明，但是本发明不限于上述实施例，在所属技术领域普通技术人员所具备的知识范围内，还可以在不脱离本发明宗旨的前提下作出各种变化。此外，在不冲突的情况下，本发明的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

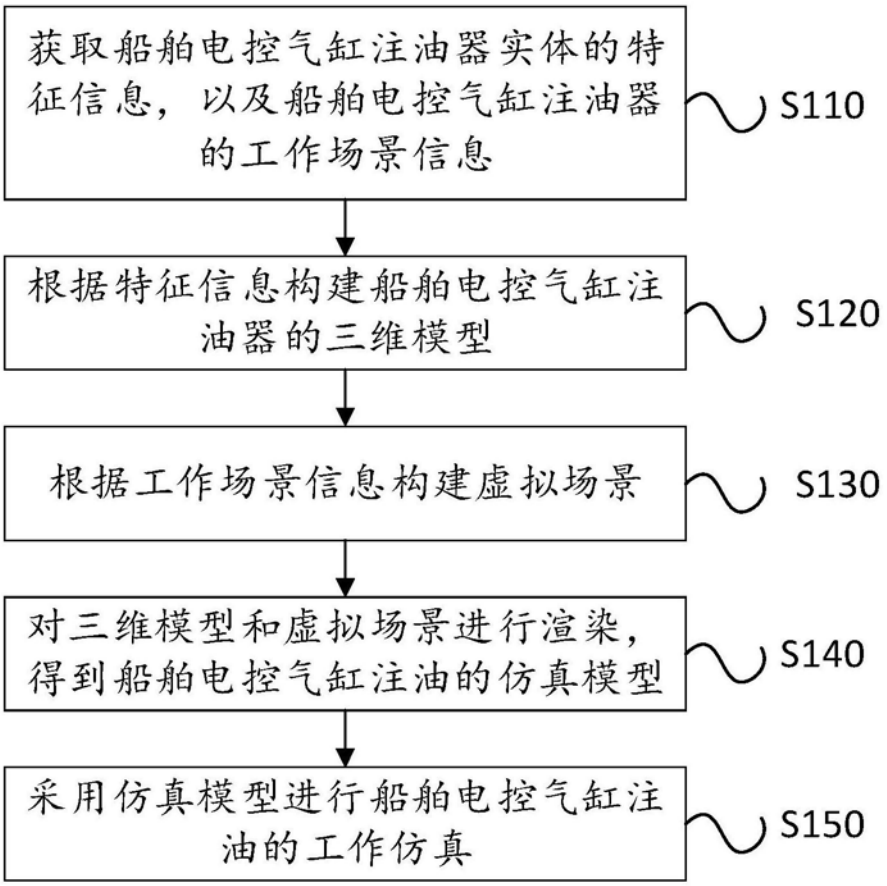

获取船舶电控气缸注油器实体的特征信息，以及船舶电控气缸注油器的工作场景信息
S110
根据特征信息构建船舶电控气缸注油器的三维模型
S120
根据工作场景信息构建虚拟场景
S130
对三维模型和虚拟场景进行渲染，得到船舶电控气缸注油的仿真模型
S140
采用仿真模型进行船舶电控气缸注油的工作仿真
S150

图1

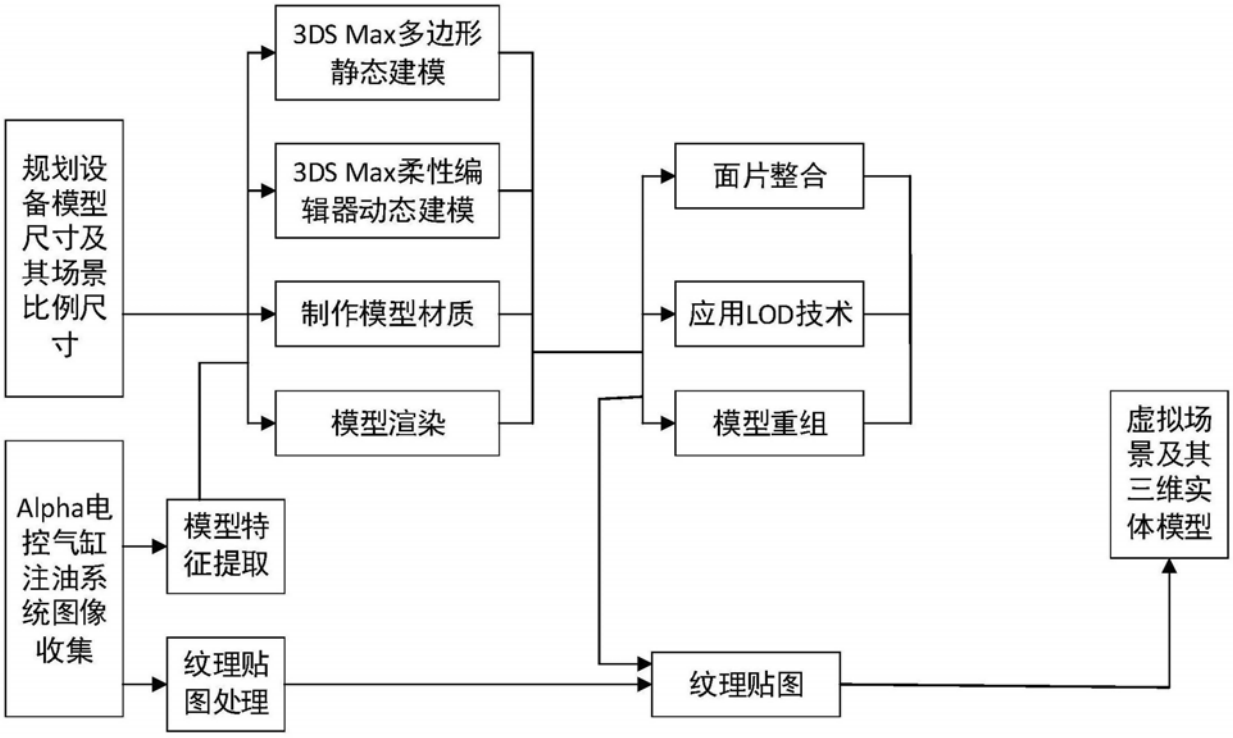

3DS Max多边形静态建模
3DS Max柔性编辑器动态建模
规划设备模型尺寸及其场景比例尺寸
制作模型材质
模型渲染
面片整合
应用LOD技术
模型重组
虚拟场景及其三维实体模型
Alpha电控气缸注油系统图像收集
模型特征提取
纹理贴图处理
纹理贴图

图2