



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107301802 A

(43)申请公布日 2017. 10. 27

(21)申请号 201710631498.5

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2017.07.28

G09B 9/06(2006.01)

(71)申请人 国家深海基地管理中心

地址 266237 山东省青岛市即墨市鳌山卫街道卫阳路1号

申请人 中国船舶科学研究中心(中国船舶重工集团公司第七〇二研究所) 中国科学院沈阳自动化研究所 大连海事大学

(72)发明人 高翔 丁忠军 杨磊 徐伟哲 赵洋 神何龙 刘保华

(74)专利代理机构 青岛中天汇智知识产权代理有限公司 37241

代理人 万桂斌

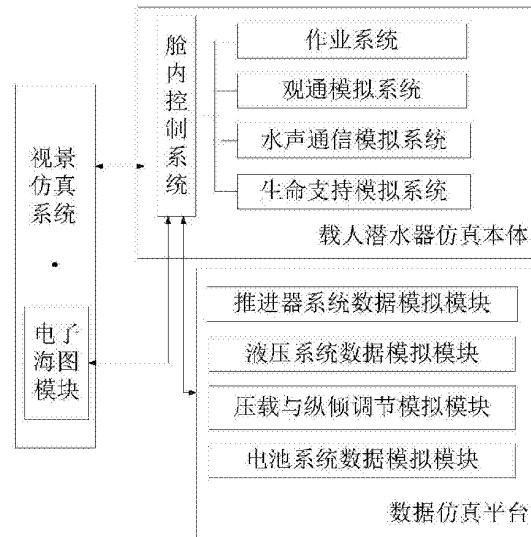
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

一种载人潜水器模拟系统

(57)摘要

本发明涉及一种载人潜水器模拟系统,包括载人潜水器仿真本体、数据仿真平台以及视景仿真系统,且各个系统之间通过高速以太网交换机互联,所述载人潜水器仿真本体用以模拟蛟龙号载人潜水器的真实结构,包括与实艇一致的整体外观尺寸、舱内环境及操作系统;所述数据仿真平台用以产生蛟龙号载人潜水器各类传感器所获取的传感检测数据,为仿真本体的舱内控制系统提供一个仿真的数字环境;所述视景仿真系统以蛟龙号载人潜水器下潜所拍摄的海底真实影像为基础,通过计算机建模构建海底热液喷口活动区、海底山脉区海盆多金属结核分布区三类海底仿真视景环境,并可通过舱内控制系统的运动指令实现海底视景的移动与变换。



1. 一种载人潜水器模拟系统,其特征在於,包括通过以太网交换机互联的载人潜水器仿真本体、视景仿真系统以及数据仿真平台;

所述载人潜水器仿真本体用以模拟蛟龙号载人潜水器的真实结构,包括仿真外壳、载人舱及舱内控制系统;

所述视景仿真系统以蛟龙号载人潜水器下潜所拍摄的海底真实影像为基础,通过计算机建模构建海底仿真视景环境,并通过舱内控制系统的运动指令实现海底视景的移动与变换;

所述数据仿真平台用以产生蛟龙号载人潜水器上传感器所获取的传感检测数据,为载人潜水器仿真本体舱内控制系统提供一个仿真的数字环境。

2. 根据权利要求1所述的载人潜水器模拟系统,其特征在於:所述载人潜水器仿真本体还包括分别与舱内控制系统相连的作业系统、观通模拟系统、水声通信模拟系统和生命支持模拟系统,且在载人舱前部设置有观察窗;

所述作业系统包括采样篮、机械手、模拟推进器、模拟抛载机构以及液压源;

所述观通模拟系统包括摄像照明设备和舱内视频监控系统;

所述水声通信模拟系统包括舱内水声通信计算机、模拟水声电话、话筒及音箱;

所述生命支持模拟系统包括舱内供氧系统模型、备用供氧系统模型、二氧化碳滤除罐模型、舱内环境监测面板模型、生命支持显控面板模型以及应急呼吸面罩模型。

3. 根据权利要求2所述的载人潜水器模拟系统,其特征在於:所述舱内控制系统包括航行控制模拟模块和综合显控模拟模块,且所述航行控制模拟模块、综合显控模拟模块通过以太网与水声通信模拟系统、视景仿真系统和数字仿真平台相连。

4. 根据权利要求2或3所述的载人潜水器模拟系统,其特征在於:所述视景仿真系统包括设置在观察窗前方的环形投影柱幕、高性能计算机工作站及图形加速卡、投影机组以及用以实时显示设定训练区域视景的电子海图模块;

所述电子海图模块生成并显示模拟载人潜水器仿真本体所在海底区域坐标定位数据并根据定位数据产生模拟温度、盐度、深度、高度、对底速度数据发送给舱内控制系统,高性能计算机工作站调用电子海图模块视景信息,并经过图形加速卡运算后由投影机组投影到环形投影柱幕进行显示。

5. 根据权利要求4所述的载人潜水器模拟系统,其特征在於:所述环形投影柱幕采用半径大于5m的120度无缝拼接柱幕。

6. 根据权利要求5所述的载人潜水器模拟系统,其特征在於:所述数据仿真平台包括与舱内控制系统相连的推进器系统数据模拟模块、液压系统数据模拟模块、压载与纵倾调节模拟模块和电池系统数据模拟模块;舱内控制系统接收电子海图模块发送的载人潜水器定位数据并根据定位数据产生模拟温度、盐度、深度、高度、对底速度数据;

所述推进器系统数据模拟模块用以接收载人舱内操作系统的航行操作手柄控制量并据此产生模拟推进器电流与反馈数据,同时根据载人潜水器动力学模型计算载人潜水器模拟速度与加速度数据;

所述液压系统数据模拟模块用以产生载人潜水器仿真本体的模拟液压系统压力、电流和油箱温度数据;

所述压载与纵倾调节模拟模块用以产生载人潜水器仿真本体的模拟压载抛载指令与

前后水银液位纵倾调节传感数据;所述电池系统数据模拟模块用以模拟潜水器系统的主蓄电池、副蓄电池、备用蓄电池的电压与电流数据。

7. 根据权利要求6所述的载人潜水器模拟系统,其特征在于:所述数据仿真平台还包括载人潜水器故障数据库,所述故障数据库包含的故障信息包括:故障发生时间、故障发生的变量条件、故障涉及变量列表、所涉及变量的时间-数值变化以及故障消除条件。

8. 根据权利要求7所述的载人潜水器模拟系统,其特征在于:所述数据仿真平台与舱内控制系统实现数据交互,交互内容包括:载人潜水器大地坐标位置、载人潜水器姿态与运动速度、载人潜水器可调压载系统数据、潜水器深度、高度、CTD数据、舱内生命支持系统数据、避碰声纳数据、潜水器蓄电池电流电压能耗、母船位置、母船运动速度、潜水器相对母船位置数据。

一种载人潜水器模拟系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种模拟系统,尤其涉及一种载人潜水器的模拟系统。

背景技术

[0002] 载人潜水器是指由搭载人员驾驶操作,具有生命支持配套和辅助系统,具备水下作业能力的可移动潜水装置。载人潜水器不仅可用于水下试验,还可用于水下地质地貌和资源勘探、水下科学考察、水下工程施工、水下救援等工作用途,目前已在我国深海地质、生物等领域的科学考察和海底资源勘探中发挥了重要作用。载人潜水器作为一种安全、高效的水下运载平台,能够搭载潜航员、工程技术人员或科学家开展水下作业活动。

[0003] 载人潜水器所搭载的下潜人员以及载人潜水器水面指挥人员均需要经过系统的培训,潜航员的训练首先是在常规条件下掌握载人潜器的操纵和作业技巧,实艇的海上训练非常重要且必不可少;然而海上实艇训练需要大型船舶和其它配套设备,并且海上操纵训练需要选择合适海区,训练周期长,深潜实艇训练一次动辄花费数十万近百万元;同时,载人深潜需要大量频繁的操纵训练,依靠实艇训练人力物力是无法估量的,无法实现长期低成本高效率培训。

[0004] 目前尚未有针对载人潜水器研发的驾驶操纵模拟器或模拟系统,因而需要提出一种方案为提高潜航员及相关人员的载人潜水器实艇操作技术技能提供重要平台。

发明内容

[0005] 本发明针对现有技术中存在的缺陷,提出一种载人潜水器模拟系统,用于模拟载人潜水器,将舱内环境、运行数据和海底视景相结合,为载人潜水器潜航员陆上模拟培训提供所需的技术装备。

[0006] 本发明是采用以下的技术方案实现的,一种载人潜水器模拟系统,包括通过以太网交换机互联的载人潜水器仿真本体、视景仿真系统以及数据仿真平台;所述载人潜水器仿真本体用以模拟蛟龙号载人潜水器的真实结构,包括仿真外壳、载人舱及舱内控制系统;所述视景仿真系统以蛟龙号载人潜水器下潜所拍摄的海底真实影像为基础,通过计算机建模构建海底仿真视景环境,并通过舱内控制系统的运动指令实现海底视景的移动与变换;所述数据仿真平台用以产生蛟龙号载人潜水器上传感器所获取的传感检测数据,为载人潜水器仿真本体舱内控制系统提供一个仿真的数字环境。

[0007] 进一步的,所述载人潜水器仿真本体还包括分别与舱内控制系统相连的作业系统、观通模拟系统、水声通信模拟系统和生命支持模拟系统,且在载人舱前部设置有观察窗;所述作业系统包括采样篮、机械手、模拟推进器、模拟抛载机构以及液压源;所述观通模拟系统包括摄像照明设备和舱内视频监控系统;所述水声通信模拟系统包括舱内水声通信计算机、模拟水声电话、话筒及音箱;所述生命支持模拟系统包括舱内供氧系统模型、备用供氧系统模型、二氧化碳滤除罐模型、舱内环境监测面板模型、生命支持显控面板模型以及应急呼吸面罩模型。

[0008] 进一步的,所述舱内控制系统包括航行控制模拟模块和综合显控模拟模块,且所述航行控制模拟模块、综合显控模拟模块通过以太网与水声通信模拟系统、视景仿真系统和数字仿真平台相连。

[0009] 进一步的,所述视景仿真系统包括设置在观察窗前方的环形投影柱幕、高性能计算机工作站及图形加速卡、投影机组以及用以实时显示设定训练区域视景的电子海图模块;所述电子海图模块生成并显示模拟载人潜水器相对于母船的位置、潜水器在大地坐标系中的位置、潜水器的姿态(包括航向、深度、纵倾、高度、速度、避碰等)、潜水器相对于作业目标的位置,并根据定位数据产生模拟温度、盐度、深度、高度、对底速度数据发送给舱内控制系统;高性能计算机工作站根据电子海图模块调用视景信息,所述视景信息包含根据蛟龙号载人潜水器拍摄的海底录像制作的数字化海底仿真视景资料,视景信息经过图形加速卡运算后由投影机组投影到环形投影柱幕进行显示。

[0010] 进一步的,所述环形投影柱幕采用半径大于5m的120度无缝拼接柱幕,可覆盖载人舱观察窗最大视野。

[0011] 进一步的,所述数据仿真平台包括与舱内控制系统相连的推进器系统数据模拟模块、液压系统数据模拟模块、压载与纵倾调节模拟模块和电池系统数据模拟模块;舱内控制系统接收电子海图模块发送的载人潜水器定位数据并根据定位数据产生模拟温度、盐度、深度、高度、对底速度数据;所述推进器系统数据模拟模块用以接收载人舱内操作系统的航行操作手柄控制量并据此产生模拟推进器电流与反馈数据,同时根据载人潜水器动力学模型计算载人潜水器模拟速度与加速度数据;所述液压系统数据模拟模块用以产生载人潜水器仿真本体的模拟液压系统压力、电流和油箱温度数据;所述压载与纵倾调节模拟模块用以产生载人潜水器仿真本体的模拟压载抛载指令与前后水银液位纵倾调节传感数据;所述电池系统数据模拟模块用以模拟潜水器系统的主蓄电池、副蓄电池、备用蓄电池的电压与电流数据。

[0012] 进一步的,所述数据仿真平台还包括载人潜水器故障数据库,通过控制上述数据的变化模拟载人潜水器相关系统的故障发生与故障恢复,所述故障数据库包含的故障信息包括:故障发生时间、故障触发生的变量条件、故障涉及变量列表、所涉及变量的时间-数值变化以及故障消除条件。

[0013] 进一步的,所述数据仿真平台与舱内控制系统实现数据交互,交互内容包括:载人潜水器大地坐标位置、载人潜水器姿态与运动速度、载人潜水器可调压载系统数据、潜水器深度、高度、CTD数据、舱内生命支持系统数据、避碰声纳数据、潜水器蓄电池电流电压能耗、母船位置、母船运动速度、潜水器相对母船位置数据。

[0014] 与现有技术相比,本发明的优点和积极效果在于:

本发明提出的载人潜水器模拟系统,综合了载人潜水器驾驶与操纵模拟技术、海底作业过程模拟技术、突发故障模拟技术以及深海环境视景模拟技术等系列关键技术,形成了一套本体结构、舱内环境、深海视景、作业流程、故障响应、实物、半实物与数字仿真结合的全功能多任务动态模拟系统,可以实现潜水器从起吊入水、下潜作业到甲板回收全流程驾驶与操作模拟为载人潜水器潜航员陆上模拟培训提供所需的技术装配及软件系统,作为潜航员实艇操纵之前的基本操纵培训手段,可重复进行操纵培训,模拟训练费用低,安全性高,可实施性强。

附图说明

[0015] 图1是本发明实施例所述模拟系统原理框图。

具体实施方式

[0016] 为了能够更加清楚地理解本发明的上述目的、特征和优点,下面结合附图及实施例对本发明做进一步说明。

[0017] 本实施例公开一种载人潜水器模拟系统,参考图1,包括载人潜水器仿真本体、数据仿真平台以及视景仿真系统,且各个系统之间通过高速以太网交换机互联,所述载人潜水器仿真本体用以模拟蛟龙号载人潜水器的真实结构,包括与实艇一致的整体外观尺寸、舱内环境与操作系统;所述数据仿真平台用以产生蛟龙号载人潜水器各分系统传感器所获取的传感检测数据,为仿真本体的舱内控制系统提供一个仿真的数字环境;所述视景仿真系统以蛟龙号载人潜水器下潜所拍摄的海底真实影像为基础,通过计算机建模构建海底热液喷口活动区、海底山脉区海盆多金属结核分布区三类海底仿真视景环境,并可通过舱内控制系统的运动指令实现海底视景的移动与变换。

[0018] 具体方案的实现如下:

一、载人潜水器仿真本体:

本实施例提出的载人潜水器仿真本体包括仿真外壳、载人舱、舱内控制系统,以及与分别舱内控制系统相连的作业系统、观通模拟系统、水声通信模拟系统和生命支持模拟系统。

[0019] 1)、仿真外壳:包括主框架、仿真轻外壳、仿真稳定翼和仿真坐底支架,载体框架是潜水器的骨架,所述主框架进行轻量化设计,采用钢制材料焊接的形式搭建主框架结构,满足仿真本体部件安装、支撑承重和运输吊放要求,所述仿真轻外壳采用高强度工程塑料制作,所述稳定翼采用木质材料制作与实物一致的稳定翼;所述载人舱前部设置有观察窗,观察窗采用有机玻璃制作,包括一个直径为200毫米的观察窗和两个为直径120毫米的观察窗。

[0020] 2)、载人舱为内径为2.1m的球体结构,由78mm的钛合金材料制作,载人舱的上部设置还有直径为480mm的出入舱口。观察窗设置在载人舱的前下部,且在载人舱的后下部还设置有一个电缆贯穿件盘,舱内布局与蛟龙号载人潜水器基本一致,包括舱内接线箱、支架、导流板、座椅、操作台、VHF、喇叭、显控计算机、显示器、舱内灯光和录像机等;使用有线电话代替水声电话,实现语音功能的模拟,观察窗采用有机玻璃制作,其中直径200毫米的观察窗1个,直径120毫米的观察窗2个,在模拟载人舱球壳中,保持内径2.1m不变,采用10mm左右厚度的钢板冲压成两个半球,再焊接成一个整体球壳,出入舱口与实际尺寸一致,焊接到相应位置,再设置一舱口盖,形成与实物一致的出入舱口结构。载人舱内设置有航行操作手柄、控制面板、综合显控计算机、航行控制计算机、水声通信计算机、水下摄像机及照相机显示器及其操作手柄,结合载人舱球壳、简化舱口盖、舱内支架、导流板、座椅、操作台、地板能够形成一个与真实的蛟龙号载人潜水器载人舱一致的舱内环境;

3)、舱内控制系统:包括航行控制模拟模块与综合显控模拟模块,两者通过以太网与水声通信模拟系统、视景仿真系统和数字仿真平台相连。

[0021] 所述航行控制模拟模块用以实现控制设备信号的采集和控制功能,并将所采集到

的信息提供给综合显控模拟模块;航行控制模拟模块是载人潜水器实现模拟运动和模拟航行控制的系统,其所模拟的主要功能包括运动手操、自动定向控制、自动定高控制、自动定深控制、无动力下潜与上浮、悬停定位等功能,具体实现是通过操纵载人舱内控制面板实现潜水器的运动控制和姿态控制,利用潜水器上的工具、仪器等,完成潜水器巡航、观察和作业等目的。为了再现载人潜水器在海洋中的运行状况,航行控制模拟模块通过数据接口向视景仿真系统发送潜水器运动控制数据,由该视景仿真系统基于运动学方程进行载人潜水器运动数据模拟解算,通过解算不同海洋环境下的不规则波谱密度函数,计算出潜水器各坐标空间运动分量、得到运行过程中的位置和姿态,并通过数据接口实时传送给航行控制模拟系统,实现了载人潜水器在海洋中的运动模拟。

[0022] 航行控制模拟模块主要由软件系统和硬件系统,其硬件系统包括航行控制计算机、舱内交换机、硬件接口设备等,软件系统主要实现使命规划以及底层控制算法和虚拟及实体硬件设备的控制功能,且其硬件信号传输设备RS-232串口服务器、RS-485/422串口服务器、I/O节点控制器及I/O模块的选型与实艇控制系统设备选型一致,模拟操纵控制系统与训练指挥系统之间有数据接口协议,进行潜水器运动、控制状态的反馈及指挥指令、故障产生指令等信息的传递。载人潜水器仿真本体的控制信息从航行控制计算机获得,由航行控制计算机控制命令控制模拟推进器产生推动力,根据模拟推进器在载人潜水器上的布置位置,可以求得载人潜水器的推力分配矩阵,然后载人潜水器在推力矩阵、海流以及流体动力学的作用下可以计算出它当前的位置以及姿态,根据它的位置和姿态,虚拟的各种导航传感器、声纳传感器、以及其它传感器将反馈信息发送给航行控制计算机,完成一个工作循环继续下一个工作循环,周而复始运行。

[0023] 所述综合显控模拟模块是操作指挥人员与舱内控制系统的信息交流的接口,操作员通过该界面获取潜水器、母船、作业工具等工作状态,所述综合显控系统通过以太网与导航定位模块相连,实时显示潜水器的各项信息。具体包括传感器信息检测模块、信息处理与融合模块、信息显示与报警模块、故障诊断与分析模块、电气设备操作与检测模块、电气设备控制模块及数据记录模块;所述传感器信息检测模块载人舱外传感器组和载人舱内传感器组,载人舱外传感器组包括实现模拟推进器电流或转速、CTD数据、各个耐压罐的泄漏报警、充油式容器的补偿报警、水银液面高度、可调压载水舱液面高度、液压系统的工作压力和回油压力、液压系统温度、各种电气设备温度、压载释放状态、110V供电电压与电流、24V供电电压及电流、备用电池电压及电流等传感器信息检测的各类传感器;载人舱内传感器组包括实现航向、纵倾、横倾、速度、3个轴向加速度、角速度、角加速度、舱内温度、湿度、二氧化碳浓度、氧气浓度等传感器信息检测各类传感器;信息显示与报警模块包括综合信息显示屏、用以声光报警的显示面板和电池组参数显示面板,所述综合信息显示屏按照操船模式进行显示,并带有可翻页显示和显示模式设定的功能操作键;所述电气设备操作与检测模块设有各种设备的操作面板,负责检测操作面板操作信息,并将操作结果实时传输给舱内控制系统;所述电气设备控制模块控制信号驱动电气设备运作,根据驱动信号类型为开关量输出和可调模拟量输出,并根据需要配备相应的驱动电路。

[0024] 4)、作业系统:包括采样篮、机械手、模拟推进器、模拟抛载机构以及液压源;所述模拟推进器参照蛟龙号实物结构进行仿真设计,主要由马达、精密行星减速机和定距螺旋桨组成,模拟推进器通过 $\pm 5v$ 类控制信号进行速率控制,在7000米载人潜水器上共安装有7

个推进器,分别是四个艏推进器,二个垂向推力器和一个侧向槽道推力器,它们共同构成7000米载人潜水器的推进系统,为7000米载人潜水器提供动力;所述机械手包括主从式机械手和开关式机械手,液压源的功率不小于10kw,且液压源、机械手及其辅助设备设计参考蛟龙号载人潜水器作业系统设计,结合实际深潜作业经验,受深海极端环境的影响,传动媒介液压油性质将随深度、温度变化,液压源以及相关执行机构也会受到影响,特别是机械手操作响应将出现变缓或延迟现象;这些作业环境的变化将直接影响潜航员操作的稳定性、精确性,降低采样作业、测试测量的成功率,因此通过在陆上模拟类似环境、设备变化来训练潜航员针对不同环境的适应性,也起到一定心理训练的作用。

[0025] 5)、观通模拟系统:包括摄影摄像照明设备和舱内视频显控系统,具体包括一台陆上高清照相机、两个具有水平和俯仰两个转动自由度的云台、两台陆上高清彩色摄像机、14台LED陆上照明灯、四路输入硬盘录像机;突破模拟载人舱系统研制、深海载人潜水器作业模拟等关键技术,形成与蛟龙号实物外形一致的载人潜水器本体模型,采用以蛟龙号实艇为模板的原则,简化内部设备及安装;仿真轻外壳或浮力材料覆盖不可见部分不在安装设备模型,外部实现全覆盖。

[0026] 6)、水声通信模拟系统:包括舱内水声通信计算机、模拟水声电话、话筒及音箱,舱外测深侧扫声呐模型、避碰声呐模型、成像声呐模型和超短基线应答器模型。水声通信计算机以目前蛟龙号载人潜水器的水声通信系统为原型,开发一套水声通信模拟软件,通过以太网传输模拟蛟龙号水声通信系统的水声信道,同时开发与真实界面视觉效果一致的模拟界面,实现原有功能、保证原有按钮位置和颜色不变,实现潜水器模拟系统载人舱与外界的语音、图像、文字、莫尔斯码、潜水器状态数据等内容的传输。模拟水声电话通过无线语音对讲系统模拟蛟龙号实艇的备份水下语音通信系统功能。话筒及音箱作为舱内声音信号的人机接口完成声音信号输入与输出。

[0027] 7)、生命支持模拟系统:模拟载人舱内通过安装于地板附近的空调换气孔实现舱内空气交换,故生命支持模拟系统仅通过模型反映其与实艇一致的物理位置与外形,具体包括:舱内供氧系统模型、备用供氧系统模型、二氧化碳滤除罐模型、舱内环境监测面板模型、生命支持显控面板模型、应急呼吸面罩模型。

[0028] 本实施例提出的载人潜水器仿真的模拟潜水器框架和轻外壳能够形成一个与真实的蛟龙号载人潜水器外观一致的仿真载人潜水器;载人舱内的综合显控计算机能够实时接收并显示数据仿真平台所发出的潜水器位置数据、运动姿态数据以及液压系统、电力系统、生命支持系统的模拟数据,载人舱内的显示器和硬盘录像机能够实现仿真本体上摄像机、录像机所录制画面的显示和存储,且载人舱内的模拟水声通信系统和水声电话能够分别实现与外部控制台的有线通话和无线通话。依据该载人潜水器仿真本体的设计,可以实现舱内操作模拟、推进器转动模拟、视频照相模拟、灯光照明模拟、主从式机械手作业模拟、开关式机械手抛弃模拟、压载抛弃功能模拟等功能,操作控制灵活,训练更加方便。

[0029] 二、视景仿真系统:

所述视景仿真系统包括设置在观察窗前方的120度环形投影柱幕、高性能计算机工作站及图形加速卡、投影机组以及用以实时显示设定训练区域视景的电子海图模块;所述电子海图模块生成并显示模拟载人潜水器相对于母船的位置、潜水器在大地坐标系中的位置、潜水器的姿态(包括航向、深度、纵倾、高度、速度、避碰等)、潜水器相对于作业目标的位

置,并根据定位数据产生模拟温度、盐度、深度、高度、对底速度数据发送给舱内控制系统;高性能计算机工作站根据电子海图模块调用视景信息,所述视景信息包含根据蛟龙号载人潜水器拍摄的海底录像制作的数字化海底仿真视景资料,视景信息经过图形加速卡运算后由投影机组投影到环形投影柱幕进行显示。其中,所述环形投影柱幕采用半径大于5m的120度无缝拼接柱幕,可覆盖载人舱观察窗最大视野。

[0030] 在具体设计时,视景仿真系统的技术实现综合考虑潜水器运动数学模型及深海环境视景模拟系统。潜水器运动数学模型应用水动力学及空间运动学算法,考虑潜水器在甲板准备、布放回收、注水下潜、下潜抛载、近底航行、着地作业、抛载返航、排水上浮、回收甲板等不同运动工况条件下相关运动参数的变化,建立深水六自由度运动方程及近水面六自由度运动方程,使用高性能计算机工作站,应用四阶龙格库塔算法进行运动方程求解,实现潜水器在深海环境中直航、回转、纵倾运动等各种运动姿态数值的实时求解,并把各运动分量数值实时传送给视景显示、总控台。

[0031] 深海视景模拟系统结合虚拟现实技术、图形图像技术、三维立体视景生成和再现技术,产生可使操作人员如身临其境的交互式模拟环境,并实现操纵人员与海底三维立体视景的直接自然交互;深海环境视景模拟系统可模拟载人潜水器工作在平坦海底环境和复杂海底环境,并通过三维视景的实时动态变化复现载人潜水器的空间运动,实现在深海环境中直航、回转、纵倾运动等性能的逼真展示。深海环境视景模拟技术配备的高亮度立体视景系统可为操纵人员提供多个实际训练任务中的高逼真度海底虚拟场景,使潜航员如亲临深海驾驶潜器的感觉。

[0032] 深海环境视景模拟系统针对深海地质地貌、内波、底流等深海环境特征及深潜器运动特性,进行高真实感虚拟场景三维建模,海底特殊地貌如深海热液喷口、深海生物、钴结壳等的虚拟特效实现,构建以海山为主,辅以谷、海沟、断崖、平坦海底和海流等的虚拟深海三维视景数据库,及电子海图模块,搭建高亮度宽视场角柱幕无缝拼接三维视景系统,实现与潜器运动模型解算计算机的实时信息交换,并驱动三维视景系统以实时同步响应操作人员的操作,从而逼真模拟载人潜水器在六自由度空间的运动,给人以身临其境的感觉,达到培训的目的。

[0033] 具体在训练过程中,由总控台教练员选定训练海区、设定训练科目、设置系统故障、监控潜航员训练、记录训练数据等,总控台设一个视点可以改变的视景通道,使教练员可以观察整个载人潜水器仿真本体的运动。载人潜水器仿真本体配备载人潜水器完全一致的操纵设备和控制系统,潜航员通过这些设备实现和系统的实时交互,并将控制和操控信息实时传送给六自由度运动模型,由运动模型解算模块实时解算潜水器的六自由度运动数据。三维视景系统根据六自由度运动数据和机械手操控信息等,实时同步更新海底虚拟场景,从而实时动态复现载人潜水器的空间运动,以及系统对操作人员操作的响应。

[0034] 本实施例所述的视景仿真系统设备架设简单、耗材费用低,且与实际潜水过程无差异,视景仿真系统的规范性、交互性及沉浸性高,有助于对操作员的训练。

[0035] 三、数据仿真平台:

所述数据仿真平台包括与舱内控制系统相连的推进器系统数据模拟模块、液压系统数据模拟模块、压载与纵倾调节模拟模块、电池系统数据模块;所述推进器系统数据模块用以接收舱内航行操作手柄控制量并据此产生模拟推进器电流与反馈数据,同时根据载人潜水

器动力学模型计算载人潜水器模拟速度与加速度数据;所述液压系统数据模拟模块用以产生载人潜水器仿真本体的模拟液压系统压力和电流数据;所述压载与纵倾调节模拟模块用以产生载人潜水器仿真本体的模拟压载与纵倾调节传感数据;所述电池系统数据模块用以产生仿真本体系统的模拟主蓄电池、副蓄电池、备用蓄电池的电压与电流数据;并将上述全部数据发送给舱内控制系统。

[0036] 另外,为了提高模拟训练效果,所述数据仿真平台还包括载人潜水器故障数据库及模拟故障发生模块,通过控制上述数据的变化模拟载人潜水器相关系统的故障发生与故障恢复,所述故障数据库包含的故障信息包括:故障发生时间、故障触发的变量条件、故障涉及变量列表、所涉及变量的时间-数值变化以及故障消除条件。所述模拟故障发生模块在设计过程中,首先对故障的内容及其来源进行分析,并按照故障类型进行分类模拟,具体通过总结蛟龙号载人潜水器在应用过程中出现过的故障,整理出在故障发生时可能会受到影响的装置、部件,在系统模拟产生故障时,对相关功能模块进行功能约束,使得模拟操纵控制系统能够逼真的再现故障。模拟故障发生模块首先接收根据故障数据库生成的故障命令,通过虚拟数据生成技术,产生超过相应阈值的随机检测信息,发送给航行控制计算机处理,完成人机界面故障信息的更新,并根据蛟龙号故障产生的原因及其表现,对相关执行设备执行情况和传感器的反馈响应作出合理的关停,于此同时把故障状态信息实时的发送给视景仿真系统和指挥中心,以便完成整个操作模拟系统故障的联动、掌握培训人员故障应急操作的情况。

[0037] 本实施例所述数据仿真平台以真实潜水器的运行数据为基础,模拟潜水器水下作业过程中的各类传感器数据变化,并可在故障触发与消除指令下通过数值变化模拟载人潜水器训练系统发生的故障及其恢复情况。

[0038] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例而已,并非是对本发明作其它形式的限制,任何熟悉本专业的技术人员可能利用上述揭示的技术内容加以变更或改型为等同变化的等效实施例应用于其它领域,但是凡是未脱离本发明技术方案内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与改型,仍属于本发明技术方案的保护范围。

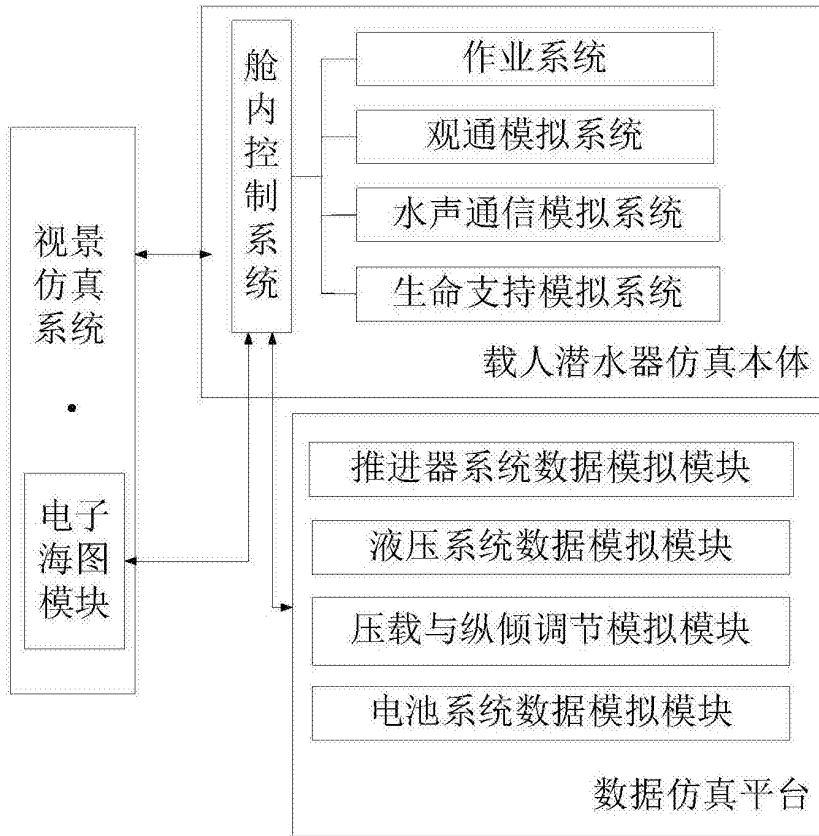


图1