

船舶柴油主机遥控系统虚拟仿真软件

功能介绍与使用说明书

单 位：大连海事大学船舶电气工程学院

联系人：沈智鹏

联系方式：13478437961

电子邮箱：shenbert@dlmu.edu.cn

目录

一、软件介绍.....	1
1.1 软件简介	1
1.2 软件组成	2
二、软件功能.....	3
2.1 模拟柴油机备车、起动、停止、换向等功能	3
2.2 模拟操作部位切换功能	4
2.3 应急操作功能	4
2.4 含船舶柴油机数字调速器功能模块	5
2.5 含气动逻辑单元操纵和气路控制功能模块	7
2.6 含柴油机运行三维显示功能模块	8
2.7 具有报警功能	8
2.8 含主机安全保护控制功能模块	8
2.9 支持远程网络控制功能	9
2.10 支持多终端实时操作硬件的功能	9
2.11 支持硬件数据采集的功能	9
三、软件界面.....	10
3.1 登录界面	10
3.2 主界面	10
3.3 驾驶台界面	11
3.4 集控室界面	13
3.5 集控车钟界面	14
3.6 安保系统界面	16
3.7 警报界面	19
3.8 调速器界面	20
3.9 机旁控制界面	21
3.10 气动操纵界面	24
3.11 状态曲线界面	25
3.12 主机模型界面	26
四、软件使用说明.....	27
4.1 登录的操作	27
4.2 操作部件的使用	28
4.2.1 车钟的操作.....	28
4.2.2 阀门的操作.....	29
4.2.3 手柄的操作.....	29
4.2.4 其他元器件的操作	30
五、操作实训参考试题.....	32
5.1 题目——主机备车操作.....	32
5.2 题目——主机操纵位置切换操作（驾驶台切换到集控室）	32
5.3 题目——驾驶台遥控操作(主机启停).....	33
5.4 题目——集控室遥控操作(主机启停).....	33
5.5 题目——机旁应急操作(主机启停).....	34
5.6 题目——紧急停车操作.....	34

5.7 题目——设置轮机长最大转速限制.....	35
5.8 题目——故障排除.....	35
5.9 题目——设置故障以及安全保护系统的使用.....	35

一、软件介绍

1.1 软件简介

大连海事大学自动化专业是辽宁省普通高等学校一流本科教育示范专业，辽宁省本科工程人才培养模式改革试点专业，辽宁省普通高等学校创新创业教育试点专业，依托专业建设的自动化实验教学中心为辽宁省本科实验教学示范中心。本专业始终围绕培养目标和毕业要求，坚持以学生为中心，注重培养学生解决复杂控制工程问题的能力，并将这一原则贯穿到教学的各个方面，尤其是各门课程的实验环节。船舶柴油主机遥控系统虚拟仿真实验项目为我校自动化专业的特色课程《船舶自动化系统》提供实验支撑，同时也可用于《船舶机舱控制系统》等课程的实验教学。

船舶主机遥控系统是船舶自动化系统的重要组成部分，采用柴油机推进的大型船舶，通过主机遥控系统可实现在驾驶台、集控室、机旁三个部位对柴油主机进行操作和控制。船舶柴油主机及遥控系统实物具有操作环境风险大、设备价格贵、维护成本高、占地面积广等特点。受人员安全、采购成本、空间范围等多重限制，开展船舶柴油主机遥控系统实验教学的难度非常大。

本仿真软件以船舶柴油主机遥控系统为研究对象，基于准稳态建模方法，将大型低速二冲程柴油机分为气缸、扫气箱、空气冷却器、排气管和废气涡轮增压器等部分进行数学建模，模拟出柴油机功率、转速、油门、扫气压力等状态量的动态变化过程。采用模块化建模的思想，将 AutoChief C20 型主机遥控系统分成驾驶台、集控室、机旁、调速器、气动逻辑单元等部分，以驾驶台、集控室、机旁三个部位分别实现柴油机备车、换向、调速等操作过程作为基础，软件功能体系完整。通过对实船主机遥控系统的驾驶台、集控室、机旁等操作台控制面板和柴油机的各工况运行过程进行仿真，使控制面板的开关、按钮、指示灯等核心操作要素的仿真度达到 95%以上，仿真操作核心设备的可信度和逼真度较高。软件使用 Web 前端技术开发，可通过手机、平板或者电脑随时随地在浏览器上登陆进行参数设置和操作，打破了时间和空间的束缚；使用 websocket 网络通信协议，允许服务端主动向客户端推送数据，能够更好的节省服务器资源和带宽，支持多人协同操作船舶主机。通过数据采集卡采集硬件数据，使用后端技术开发，使服务器能够接收来自外部的数据并做出相应的处理，支持远程网络控制硬件功能，从而实现船舶柴油主机的远程操控。

该仿真实验项目可开展柴油主机备车、操作部位切换、驾驶台遥控、集控室遥控、机旁应急操作、调速器参数设置、气动逻辑单元操纵等综合实验，实验内容涉及了船舶柴油主机遥控系统结构和运行原理的理解，以及操作流程和控制方

法的掌握，实验包括系统知识学习、典型实验视频、仿真实验操作、实验报告提交等功能模块，通过该仿真实验可提高学生理论联系实际、动手操作和解决问题的能力。

通过本系统的在线虚拟仿真，使用者能够学习船舶柴油主机遥控系统各部分的运行流程和工作原理、掌握船舶柴油主机遥控系统的操作和控制方法，并能够将理论方法应用于实践，通过系统知识学习、仿真实验操作等模块，以期达到以下目的：

- (1) 学习并理解船舶柴油主机遥控系统的结构组成、运行流程和工作原理；
- (2) 理解柴油机转速调节器和油门驱动控制器工作原理，以及 PID 控制规律；
- (3) 掌握船舶柴油主机遥控系统驾驶台遥控操作和主机转速控制方法；
- (4) 掌握船舶柴油主机遥控系统集控室遥控操作和主机油门、转速控制方法；
- (5) 掌握船舶柴油主机遥控系统机旁应急操作和主机油门、转速控制方法；
- (6) 提高学生理论联系实际、动手操作和解决问题的能力。

相关教学软件已完成软件著作权登记（登记号 2021SR1509345），并荣获辽宁省本科教学成果三等奖和全国教育教学信息化交流活动创新作品奖。

1.2 软件组成

本软件由驾驶台界面、集控室界面、集控车钟界面、调速器界面、机旁控制界面、气动操纵界面、状态曲线界面和主机模型界面组成。还有系统设置菜单，可根据需求选择“原始工况”、“备车完毕”、“主机运行”三种工况和“故障设置”菜单。

①结构总览界面是系统的主界面，用于展示主机遥控系统的组成机构以及为各子系统提供快捷入口。当鼠标移动到上述部分时，对应部位的图标会随之产生相应变化，访问者可通过点击鼠标进入对应的子系统界面中进行操作。访问者也可通过界面上方的导航栏进入对应的子系统界面。

②驾驶台界面由主机转速、启动空气压力和燃油齿条刻度三个表盘以及驾驶台车钟组成。

③集控室界面由三个表盘以及燃油齿条刻度的设定值和实际值刻度条组成，另外在界面下方的菜单栏中设置了警报界面、安保系统界面、主机状态等界面。

④集控车钟界面由集控车钟、调油手柄、燃油齿条刻度面板以及操作部位切换手柄组成。

⑤调速器界面由左侧的数字调速系统和右侧的执行机构两部分组成。

⑥机旁控制界面分为三维操作和二维操作，三维操作包含结构总览、控制面板、调速器切换、调油手轮和辅车钟。控制面板可进行操纵部位切换、正车倒车切换、以及开始和停车。

⑦调速器切换面板包含用来锁紧调油手轮的锁紧手柄和使油门拉杆从调速器切换到手动调油的手轮。调油手轮可对给油量进行调节。辅车钟可进行车令的接收，并可以进行回令。

⑧气动操纵界面包含了船舶柴油主机的空气管路以及管路中对应的空气状态。

⑨状态曲线界面由两张实时更新的曲线图像组成，上方的曲线为油门刻度曲线，下方的曲线是主机转速曲线。

⑩主机模型界面是 MAN B&W 10L90MC 大型低速二冲程十缸柴油机的三维动态模型，右下角实时显示主机转速。

另外，本软件基于《中华人民共和国海船船员适任评估大纲和规范》，并结合系统实际功能，设计了 9 道参考试题。

二、软件功能

本软件的主要功能包含以下几个方面：

2.1 模拟柴油机备车、起动、停止、换向等功能

本软件基于准稳态建模方法内嵌大型低速二冲程柴油机的数学模型，把柴油主机动态的运行过程看成无数个稳态的瞬间，从而利用稳态时的数据建立动态的方程。利用经验公式或是特性曲线来简化复杂的热力变化过程，实时地给出柴油机内部在运行过程中的各种参数，建立起柴油主机的数学模型，以柴油机数学模型为被控对象，设计控制器，施加输入可模拟出柴油机的起动、停止和换向等功能。可在驾驶台、集控室以及机旁进行操作，主机起动前需要借助主机气动操纵系统做好备车操作，针对备车操作，本软件设计了在“气动操纵界面”手动备车和在“系统设置”下拉菜单自动备车两种方式：

1. 主机备车：可在“系统设置”中直接点击“备车完成”，或者手动在气动操纵单元依次打开起动空气控制阀、进排气空气阀、安全阀、空气分配器控制阀、调节主起动阀至“unlock”、脱开盘车机

2. 主机的起动和停止以及换向功能：首先，在“驾驶台”页面观察到上“Eng Ready”、“System Ready”指示灯亮起，表示系统已经备车成功，可以进行启动；

然后进入当前操纵部位（比如驾驶台），向上（正车）/向下（倒车）推动驾驶台车钟杠杆至任一位置，主机将进行换向操作；推动驾驶台车钟杠杆至中间的“stop”位置即可实现停车操作。

2.2 模拟操作部位切换功能

出于安全考虑，主机遥控系统在设计上必须保证在驾驶台自动遥控失效是能切换到集控室进行操纵，而集控室失效时能切换到机旁进行应急操纵。因此，遥控系统必须在机旁和集控室提供操作部位切换装置。机旁一般设有“机旁”(Local)和“遥控”(Remote)转换开关，而在集控室上则设有“集控室”(ECR)和“驾驶台”(Bridge)转换开关，只有在机旁转换开关转至“遥控”(Remote)位置时才能在集控室或者驾驶台操作，是在集控室还是驾驶台操作则通过集控室转换开关进行选择。在三个操作部位中，机旁的操作优先权最高，自动化程度最低；集控室的操作优先权和自动化程度均在其次；驾驶台的操作优先权最低，但自动化程度最高。在进行操作部位切换时，高优先级的操作部位可以无条件地获得操作权，反之则不然。

模拟驾驶台、集控室和机旁这三个操作部位的切换及遥控，以从驾驶台切换到集控室为例：

首先，在“集控车钟”页面点击辅车钟上“ECR”按钮，进行权限请求；然后在“驾驶台”页面，辅车钟的“ECR”位置 led 灯光变红，表明集控室正在进行权限请求。点击“ECR”按钮同意权限请求，“ECR”位置 led 灯光变为绿色，表示已同意权限请求；

点击“集控车钟”页面的操作部位切换扳手，使其转向“ECR”，进行权限切换操作；

此时，辅车钟上“ECR”位置 led 灯光变黄长亮，“bridge”位置灯光熄灭。至此，操作权限已从驾驶台切换到集控室，权限切换操作完成。

2.3 应急操作功能

在应急情况下，为了保证船舶的安全需要对主机进行一些特殊的操作。主要包括以下三个方面：

1. 机旁应急运行主机遥控系统失灵的情况下，为了保证主机仍然继续运行，只要将主机操纵部位从驾驶台或集控室直接切换到机旁，即可实现机旁手动应急操纵。

2. 应急运行。在运行中的全速换向操作一般在紧急避碰中使用，属于应急运行。它包括应急换向、应急起动及应急加速。应急换向指的是主机在应急换向转速下的换向。应急起动除了采用重起动外，还将自动取消慢转起动与时间起动。应急加速主要指的是取消负荷程序进行快加速，同时还自动取消某些限制。还有当安全保护系统动作后，使主机减速和停车，但从整个船舶的安全看又不允许停车和减速，这时应该采取“舍机保船”措施，取消自动减速和自动停车信号。

3. 手动应急停车：当车钟手柄扳回到停车位置，遥控系统假设出现了故障，无法使主机停油，这时应按下“应急停车”按钮，通过应急停车装置使主机立即断油停车，同时发出警报。

在驾驶台、集控室和机旁的车钟上均设置了“紧急停车”按钮，航行状态时，在已获取驾驶权限的操作位置页面里按下“Emergency Stop”紧急停车按钮，页面上的“Cancel SHD”取消紧急停车按钮的指示灯开始闪烁。若在闪烁期间按下该按钮，则会取消紧急停车；若在闪烁期间不进行任何操作，结束闪烁后则会实现紧急停车操作。

2.4 含船舶柴油机数字调速器功能模块

当对主机进行加速操纵时，应对加速过程的快慢有所限制，转速（或负荷）范围不同对加速过程的限制程度也不同，因此加速过程控制下列两种形式：（1）发送速率限制；（2）程序负荷（也称负荷程序）。其中发送速率指的是主机在中速区以下的加速控制，加速速率较快；而程序负荷指的是高速区的加速控制，特别强调慢加速。在高负荷时加速太快，会使主机超热负荷，严重影响缸套、活塞和缸盖等燃烧室部件寿命。因此，有了发送速率和程序负荷这一控制功能，驾驶员可按实际情况把车钟手柄扳到任一速度挡，而不必考虑是否会损害主机。当车钟手柄从停车扳到正车（倒车）全速时，主机进行起动操作；起动阶段完成以后，主机的加速过程就会按预先设定好的加速速率进行加速当主机定速后，主机转速控制系统就会按设计好的程序负荷继续使主机加速，最后一直到车钟手柄所设定的正车航行转速。由此可见，转速给定值是变化的，而且变化规律是确定的。因，在主机起动完成到转速稳定这段时间内，主机转速控制系统实际上是在完成一个转速程序控制过程。

（1）转速限制

为了保证主机安全、可靠及有效地运行，车设定的转速值必须符合主机自身特性的要求，因此，遥控系统将对进入主机调速器的设转速进行临界转速自动避让、最小转速限制、最大转速限制以及轮机长手动设定最大转速的限制。

①临界转速自动避让。当车钟设定转速处临界转速区时，为了保证主机不在

临界转速上运转，遥控系统将自动地把设定转速限制临界转速区之外，并在设定转速经过临界转速区时，自动地控制其快速通过临界转速区，以确保主机安全运转。

②最小转速限制。当车令设定转速值小于主机最低稳定转速时，为了防止主机不稳定运转或熄火停车，遥控系统将自动地把设定转限制在主机最低稳定转速上。

③最大转速限制。当车令设定转速值大于主机所允许的最大转速时，为防止主机超速，遥控系统将自动地把设定转速限制在主机所许的最大转速范围内。由于主机倒车运行工况较正车差，故有些遥控系统还设置了数值上较正车小的最大倒车转速限制。

④轮机长手动设定最大转速的限制。在非急运转工况下，当车令设定转速值大于轮机长手动设定的最大转速值时，遥控系统将对车令设定转速值进行限制，以确保主机转速不超过轮机长所设定的最大允许转速。

（2）负荷限制

主机转速控制系统在对主机转速进行转速自动控时，主机的供油量是由调速器根据偏差转速的大小来控制的。调速器为了把主机的速快速调节到设定转速，有可能使主机因供油量太大而超负荷。为此，遥控系统应对主机的供油量进行限制。负荷限制主要包括如下几个方面

①起动油量的设置。若要使主机顺利且平稳地起动起来，就必须在主机起动时供给适量的燃油，为了使起动油量不受车令设定转速的影响，实现定油量起动，遥控系统在主机起动机

间自动阻断车令设定转速，给出一个最佳起动速及最大允许起动油量，以确保主机安全、平稳、可靠地起动。

②转矩的限制。为了保证主机的安全运行，延长运行使用寿命，遥控系统一般都设置转矩限制功能，原因是主机在某一转速下运行时，如油量过大就有可能使主推进轴的扭矩超机械负荷。此时，遥控系统将自动地限制主机的供量，即根据车令设定的转速或主机的实际转速给出一个相应的允许供油范围，从而将主机的转矩限制在安全的范围内。

③增压空气压力限制。主机从低速开始加速时，油量会突然增加很多，而此刻增压器输出的增压空气压力较低，这样就会出现油多气少的现象，导致燃烧不充分而冒黑烟。为防止主机在加速过程中出现冒黑烟的现象，遥控系统将动地根据增压空气压力的高低来限制主机的供油量，以保证喷入汽缸的燃油充分燃烧，同时也可防止主机受热部件的过热现象。

④螺旋桨特性限制。主机与螺旋桨的配合是螺旋桨推进特性工作的，即功率与转速成立方关系，转矩与转速成平方关系。而前述的种限制方式都是在某一负荷范围内的直线限制特性，有的遥控系统设置了按螺旋桨的特性限制主机的供油

量，用来修正原有负荷的限制特性，使之接近螺旋桨推进特性曲线形状，以足螺旋桨吸收功率的需要。

⑤最大油量的限制。在主机供油量超出轮机长所设定最大供油量时，遥控系统将自动地将主机供油量限制在轮机长设定的最大供油量上，以实现主机的最大负荷限制。

2.5 含气动逻辑单元操纵和气路控制功能模块

主机气动操纵系统是主机遥控系统的重要组成部分，主机的起动、换向和停车，甚至转速设定信号的传递，最终都是依赖气动操纵系统来完成的。

逻辑程序控制包括：换向逻辑控制、起动逻辑控制、重复起动程序控制、重复起动逻辑控制、慢转起动逻辑程序和主机运行中的换向与制动逻辑程序控制。逻辑程序控制中信号的传递都是依赖于分布在集控室操纵台、机旁和专门的气动控制箱。

当有动车车令即车钟手柄从停车位置移至正车或车位置的某一位置时，遥控系统首先进行换向逻辑判别，即判断车令位置与实际凸轮轴的位置是否一致。当车令位置与实际凸轮轴位置不符时，便自动控制主机换向，将主机的轮轴换到车令所要求的位置上。换向完成后，遥控系统转入起动逻辑控制。如在规定的时间内，主机凸轮轴未能换到车令所要求的位置，遥控系统将发出换向失败报警信号，同时禁止起动主机。

换向逻辑控制完成后，遥控系统紧接着进入起动逻辑判断，也就是对起动条件进行鉴别。当满足起动主机所需的各项条件时，控制空气分器投入工作，打开主起动阀，起动空气将进入主机进行起动；在主机转速达到发火切换转速，自动完成油气转换（对油气并进的主机可提前供油），停止起动。这时若起动成功，自动转入主机加速程序。

制动分为能耗制动和强制制动，所谓能耗制动，是在应急换向完成后，只让空气分配器工作，主起动阀关闭，这时主机正车转向，而凸轮轴处于倒车位置。因此，当某缸活塞上行（压缩冲程）时，空气分配器使此缸气缸起动阀开启，气缸内的气体经气缸起动阀到主起动阀后被截止，使主机起着压缩机的作用，消耗其能量，降低其转速，实行能耗制动。能耗制动是主机转速较高且制动力矩较小时的制动方式；而强制制动是让空气分配器工作，且主起动阀开启。此时，高压起动空气在各缸的气缸起动阀前等待，当某缸活塞上行时，空气分配器控制此缸气缸起动阀开启。于是，高压起动空气进入气缸，强行阻止活塞运动，使主机转速迅速下降为零，实行强制制动。

主机气动遥控系统空气管路的颜色表示了管路中的空气状态，具体含义如下：

黑色—管路中没有空气
绿色—备车控制空气
蓝色—换向控制空气或者 30MPa 的启动空气
红色—启动控制、停油控制空气
粉色—安全控制空气

并且鼠标在系统的任意一个阀件上停留，系统会自动提示该阀件的名称以及点击鼠标后会关闭还是开启该阀件。

2.6 含柴油机运行三维显示功能模块

主机模型界面是 MAN B&W 10L90MC 大型低速二冲程十缸柴油机的动态模型，可实时显示主机当前转速，并且根据当前转速调整动画变化频率，还原主机运行效果。

2.7 具有报警功能

报警指示灯的报警内容包括安全保护和其他报警两部分。安全保护指示包括不可取消的。

故障自动停车和故障自动减速信号，可取消的故障自动停车和故障自动减速信号，已执行的故障自动停车和故障自动减速信号，还有超速和手动应急停车信号。其他报警指示灯有 3 个是与主机起动有关的，即起动失败、起动连锁和主机未备妥。其他报警还包括系统故障、集控室面板故障、安全保护系统故障、车钟故障及调速器故障等系统内部故障

当出现超速、紧急停车、故障自动停车执行、故障自动降速执行、不能取消故障自动停车、不能取消故障自动减速、启动失败、集控室系统故障、主机气动阻塞、安全保护系统故障、车钟系统故障、调速器系统故障或者主机未备车完成等故障时，在警报界面其对应的报警指示灯会亮起，起到报警作用。

2.8 含主机安全保护控制功能模块

安保系统是为保护主机安全运行而设的一个功能系统，它的主要作用是在主机运行过程中出现不正常情况时，自动控制主机减速或者停机，即该模块具有故障停车保护功能和故障减速功能。

安全保护系统是主机遥控三大重要组成部分之一，是为保护主机安全运行而特设的一个功能系统。它的主要作用是主机在运行过程中出现不正常情况时（例如，主机冷却水系统、滑油系统、燃油系统的温度、压力、流量等参数异常，主机排气温度过高，增压器滑油油柜液位过低，曲轴箱内油雾浓度越限，盘车机未脱开，主机超速，转速传感器故障等），自动控制主机减油、减速或停油停机。

上述情况的感知大多采用开关量传感器来检测，一旦出现异常，则通过安保系统输出信号去控制“安全电磁阀”动作，再通过操纵系统中的气路控制停油装置进行减油停机或减油减速，同时给出报警信号。在机舱无人的情况下，安保系统的重要作用是不言而喻的。

通常安保系统下达的故障减速和故障停机指令，还可以根据故障对主机的危害程度不同，分成可取消（CANCELLABLE）和不可取消（NONE CANCELLABLE）两类，例如：推力轴承高温、主机滑油失压、主机超速等所引发的故障停车指令是通常不可取消的；主机排气温度过高、增压器滑油油柜液位过低、转速传感器故障等所引发的故障停车指令通常是可取消的。

2.9 支持远程网络控制功能

可通过浏览器进行参数设置和操作，通过浏览器修改参数并能将修改后的参数传到硬件设备，从而实现柴油主机的启停、加减速功能以及转速限制等功能。

2.10 支持多终端实时操作硬件的功能

该系统可在不同的终端进行登陆，每个终端的操作都会实时的传送到各个终端。

利用这一功能，可实现驾驶台、集控室和机旁的分离显示，能够更好地还原在船舶上的三个不同位置对主机的遥控操作，使操作效果更加直观和明显。

2.11 支持硬件数据采集的功能

使用数据采集卡将硬件的数据采集并更新到服务器，然后通过浏览器访问服务器来实现数据交互。不仅能在客户端控制硬件设备，也能在客户端显示硬件设备的操作变化情况。

三、软件界面

3.1 登录界面

本系统链接地址为 <http://www.shenbert.cn/meclab> 进入本系统网址之后，首先出现的是系统登录界面。登录界面如图 1.1 所示，上方为软件名称“船舶柴油主机遥控系统虚拟仿真实验”。界面左侧为系统简介视频，使用着可通过观看该视频了解本系统的专业背景

右侧为系统登录窗口，用户可在此窗口输入用户名和密码登录到本系统中，从而进行相关操作。下方为作者联系方式。

本系统的共享账号为： 用户名：guest 密码：123456



图 1.1 系统登录界面

3.2 主界面

仿真系统的结构总览页面是系统的主页面，用于展示主机遥控系统的组成机构以及为各子系统提供快捷入口。结构总览页面设计如图 1.2 所示，页面从上至下可分为驾驶台、集控室、机舱三大部分。驾驶台部分包括中间的驾驶台操纵单

元和两侧的桥翼操纵单元，集控室操纵单元、主机操纵手柄和显示面板，机舱包括机旁控制面板和应急车钟、柴油主机和数字调速器组成。当鼠标移动到上述部分时，对应部位的图标会随之产生相应变化，访问者可通过点击鼠标进入对应的子系统页面中进行操作。访问者也可通过页面上方的导航栏进入对应的子系统界面。

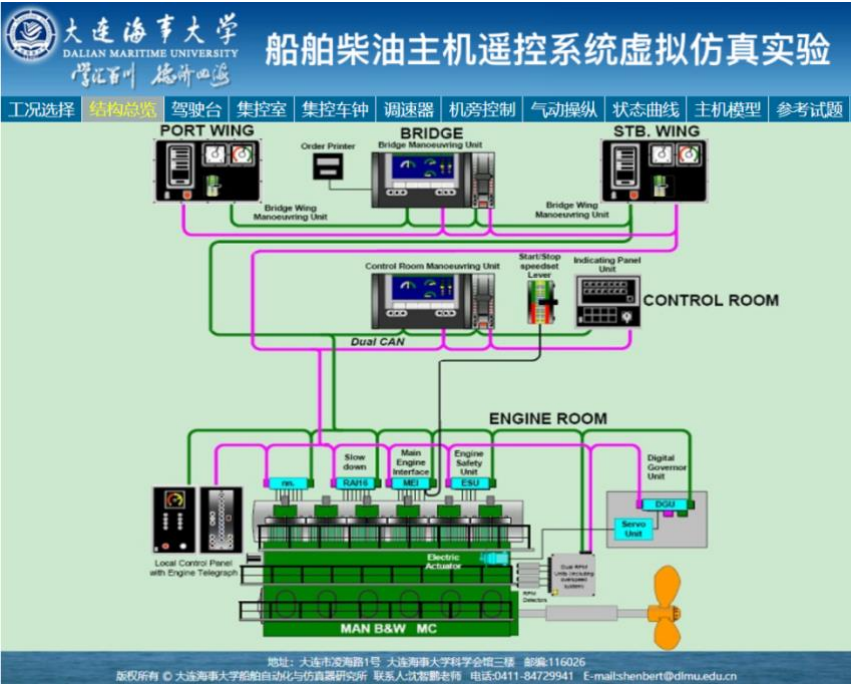


图 1.2 主机遥控系统主界面

主界面功能的实现在所有界面中是最简单的，只需要将界面中相应部分代表的各子系统与各子系统中实际的工作状态变量动态链接到一起即可，也就是变量的传递问题，由于我们的所有界面都处于同一个网页中，不存在网页之间变量传递的问题，所以只要将各个子系统的工作状态变量赋予页面的公共变量就可以在各个界面之间直接取用彼此的工作变量。

3.3 驾驶台界面

驾驶台界面如图 4.3 所示，界面主要由上面的状态显示栏，中间的仪表盘和主机操纵台，下方的功能菜单组成。状态显示栏依次显示了系统运行模式、报警状态、当前位置、主机状态和系统状态。系统运行模式包括海上航行（At Sea）、备车（Stand By）和完车（FWE）三种模式，根据转速的不同可自动切换为相应的模式。报警状态灯光的亮暗表明当前是否有警报，若当前有警报，则指示灯亮起，若当前无警报或警报消除后，指示灯熄灭。当前位置表明当前所在位置，包括驾驶台、集控室、机旁、桥翼等。主机状态包括主机备车完成和主机备车未完

3.4 集控室界面

集控室界面如图 1.5 所示，与驾驶台界面基本相同，下方功能菜单也保持一致。不同之处在与界面右侧的显示刻度盘。左右刻度盘分别对应当前设定转速与车钟手柄实际控制位置。

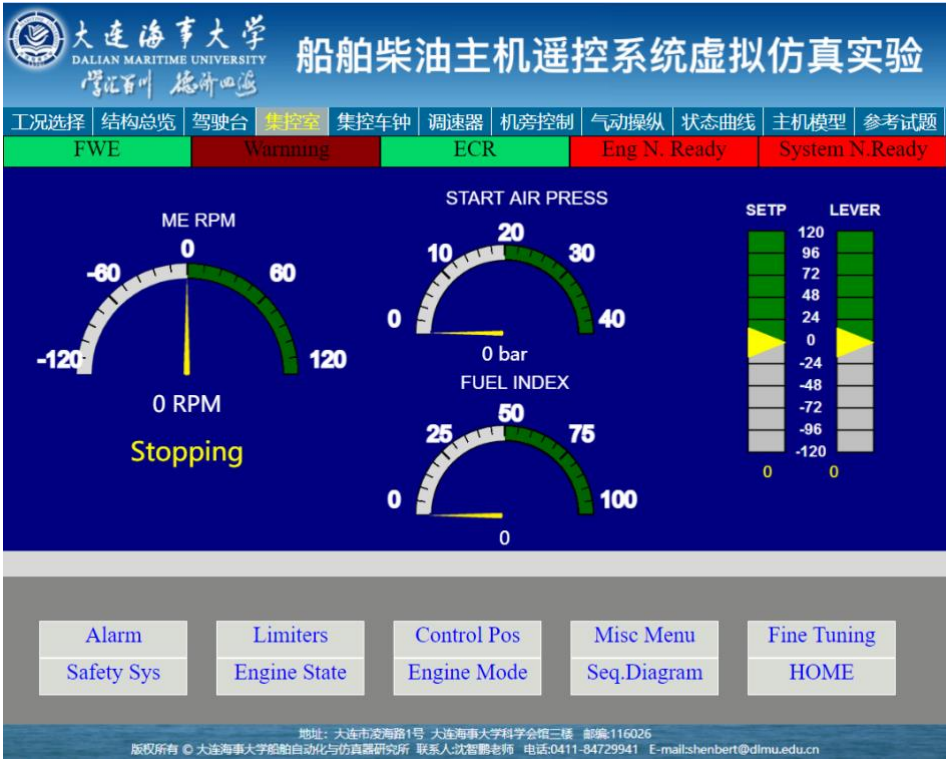


图 1.5 集控室界面

功能菜单包括警报、限制器、操纵位置、组合菜单、微调、安全系统、主机状态、主机模式、气动逻辑图、返回主页等子项，点击即可进入对应页面进行相关操作。以主机状态子项为例，点击进入如图 1.6 所示的主机状态界面，界面从左到右分别为主机状态，主机起动失败，主机备车失败等三部分，每一部分均有若干子项进行详细说明。当主机的某一部分发生故障时，对应子项字体颜色便会发生改变，操作者可由此快速定位故障原因从而排除故障，使主机正常运行。



图 1.4 主机状态界面

3.5 集控车钟界面

集控车钟界面如图 1.6 所示，界面由左侧的功能按键和操纵位置切换手柄、中间的集控室车钟和右侧的主机操纵手柄及速度显示屏组成。左侧部分按键的功能与驾驶室界面按键的功能相一致。操纵位置切换手柄用于切换当前操纵位置，当手柄指向“ECR”时，表明当前的操纵位置处于集控室，由集控室对主机进行操纵。当手柄指向“BRIDGE”时，表明当前的操纵位置处于驾驶室。当操纵位置处于集控室时，操作人员可由驾驶室车钟发送车令到集控室车钟，集控车钟接收到驾驶室车钟发送的车令后，操作人员需将驾控室车钟手柄推至与车令相同的位置进行回令，然后根据车令推动主机操纵手柄进行速度设定，主机遥控系统会根据设定的速度调整进油量，改变主机转速，从而使速度与设定速度相一致。主机操纵手柄下方的显示屏内显示的是当前主机操纵手柄的设定速度。



图 1.6 集控车钟界面

3.6 安保系统界面



图

在“系统设置”菜单栏里点击“故障设置”即可进入上图所示的界面，上图界面共有 16 个故障复选框，第一列的前三个为故障停机保护项目，其余均为故障减速保护项目。用户可根据需求来设置故障类型。为方便用户操作，为鼠标操作提高了可用性，在点击选项文字即可触发实现选中效果，当选择完毕后，点击“确认设置”即可成功设置故障。



点击集控室界面下方的功能菜单里的 Safety Sys 即可进入安保系统界面，用户在“故障设置”界面所设置的故障会在本界面对应的部分显示。上图所示是主机安全保护系统的控制面板，面板上大多是各种报警指示灯，少数是状态指示灯及复位与显示器操作按钮等。

1. 故障停机和故障减速区域

(1) 故障停车保护

本系统实现的故障停机（SHUT DOWN）保护项目是：

- 01 超速（OVERSPEED）
- 02 主机滑油进口压力低（MAIN LUB. OIL INLET PRES.. LOW）；
- 03 凸轮轴滑油低压（CAMSHAFT LUB. OIL INLET PRESSURE LOW）
- 04 全船失电（BLACKOUT）

以上都是不可取消的故障停机保护项目（NONE CANCELLABLE），当上述停机故障项目发生时，主机遥控系统将控制操纵系统中的应急/安全保护停油电磁阀有电动作，控制停油机构停油停机。

如果所发生的故障项目是可以取消的，在规定的时间内，用户可根据需要按下驾驶台控制面板上的“SHUT DOWN CANCEL”按钮，或着在集控室按下本面板“SHUT DOWN”左方的“CANCEL”按钮，即可取消该项故障停机服务功能。

(2) 故障减速保护

本系统实现的故障减速（SLOW DOWN）保护项目是：

- 8 主机滑油进口压力低 (M/E LUBRICATION OIL IN PRESSURE LOW))
- 9 凸轮轴滑油进口压力低 (M/E CAMSHAFT LUB. . OIL IN PRESSURE LOW)
- 10 透平滑油进口压力低 (M/E TURBO..LB. OIL IN PRESSURE LOW));
- 11 活塞冷却水进口低压 (M/E PISTON COOL IN PRESSURE LOW)
- 12 活塞冷却水出口温度高 (M/E PISTON COOL OUT TEMPERATURE HIGH));
- 13 活塞冷却水无流量 (M/E PISTON COOL NON FLOW);
- 14 汽缸冷却水无流量 (M/E CYLINDER COOL OIL NON FLOW)
- 15 缸套冷却水进口低压 (M/E JACKET C..F. W IN PRESSURE LOW))
- 16 汽缸冷却水出口温度高 (M/E CYLINDER C. W OUT TEMPERATURE HIGH)
- 17 气缸出口排气/偏差高温 (M/ECYL. EXHAUST GAS OUT TEMP. DEVIATIONHIGH);
- 18 扫气空气高温 (M E SCAV. AIR BOX TEMP. HIGH);
- 19 主机曲柄箱油雾高 (M/E CRANK CASE OIL MIST HIGH))
- 20 主机推力轴承高温 (M/E THRUST BEARING TEMP. HIGH)
- 21 尾轴轴承高温 (STERN TUBE AFT BEARING TEMP. HIGH)

以上 SLOW DOWN 保护都是可以取消的保护项,在上述保护项目发生时,可以在驾驶台上随时按下驾驶台控制面板上的“SLOW DOWN CANCEL”按钮,取消这些保护功能。在安全系统操作界面上,每一个 SLOW DOWN 项目分别有一个报警指示灯和取消按钮,当设置了某个故障时,报警灯闪光,此可以按下报警确认按钮和消音按钮,如果要想取消该项的自动降速功能,可以在报警延迟时间内(默认为 8s)按下相应的取消按钮(CANCEL),该项的自动降速功能即被取消。

除“OVERSPEED”以外,每项“SHUT DOWN’和“SLOW DOWN’”参数检测回路都带有故障检测回路(LOOP FAIL),并在每项的保护指示左方设有一个回路故障 LED 指示灯,以指示“SHUT DOWN”和“SLOW DOWN”参数采集回路工作是否正常。应当指出的是,当“SHUT DOWN”故障现象出现,车钟必须回到“STOP”位置才能复位,否则无法启动主机。

2. 报警指示区域

(1) 综合报警指示 (ALARM)

综合报警指示灯位于右侧上方区域,这些报警是:

- 23 故障停机 (SHUT DOWN)
- 24 故障减速 (SLOW DOWN)U
- 25 故障停机被取消 (SHUT DOWN CANCELLED));
- 26 故障减速被取消 (SLOW DOWN CANCELLED));
- 27 在临界转速区运行 (CRITICAL RPM));
- 28 车令与转向不一致 (WRONG ROTATION))

29 转速检测装置故障 (RPM DETECTOR FAIL))

30 应急停机电磁阀开关回路故障 (LOOP FAIL EMERGENCY STOP SW.)。

上述指示灯中, 23、24、25、26 四个指示灯都是报警组灯, 其具体内容还要看“SHUT DOWN”和“SLOW DOWN”指示灯。

3.7 警报界面



在集控室下方菜单栏里的“Alarm”界面里是报警界面和其他警报, 左侧是安全功能警报, 分别为:

不可取消的故障停机保护项目 (SHD NONE CANCEL);

不可取消的故障减速保护项目 (SLD NONE CANCEL);

可取消的故障停机保护项目 (SHD CANCELABLE);

可取消的故障减速保护项目 (SLD CANCELABLE);

故障停机 (SHD ACTIVE);

故障减速 (SLD ACTIVE);

超速 (OVERSPEED);

紧急停车 (EMERGENCY STOP);

右侧区域为其他警报，分别为：

起动失败（START FAILURE）；

集控室面板故障（CONTROL ROOM PANEL FAILURE）；

起动阻塞（START BLOCK）；

安保系统故障（SAFETY SYSTEM FAILURE）；

备车未完成（ENGINE NOT READY）；

车钟故障（TELEGRAPH FAILURE）；

系统故障（SYSTEM FAILURE）；

调速器故障（GOVERNER FAILURE）；

3.8 调速器界面

数字调速器是由计算机控制的全数字式调速系统，不仅具备全制式页呀调速器的所有功能，且能满足低速长冲程柴油机的所有调速任务。调速器界面如图 1.7 所示，界面左半部分为调速器控制部分，右半部分为执行机构控制部分。两部分的指示灯和按钮的功能基本相同。现以调速器控制部分为例进行说明。

调速器控制部分面板上方为三组指示灯，每组各有六个，分别是运行状态指示灯、运行模式指示灯和警报指示灯。操作人员可通过指示灯了解到主机系统的运行状态、软件系统的运行模式和硬件系统的故障报警监视情况。其中系统的六种运行模式分为：正常模式、空闲模式、设定值模式、试验模式、校验模式和自检模式；软件系统的六种运行状态分为：调速器运行状态、起动阶段状态、停机状态、转速限制状态、燃油限制状态、其他状态；报警故障分为：电压过低故障、转速监测装置故障、转速设定信号故障、数据通信故障、系统测试模式、其他故障信息。

中间左侧为选择功能栏，由显示屏、选择区、和按键区三部分组成。显示屏用来显示当前所选中的功能序号。选择区列表中有十个选项，对应十种可供天正的参数，分别是：模式选择、转速指令、转速测定、基本信息、扫气压力、转速限制、燃油限制、临界转速避让、其他状态、其他故障信息。其中，其他状态对应软件系统的其他状态指示灯，可在数值显示器上查询到该状态的参数；其他故障信息对应故障报警指示灯中的其他故障信息指示灯，可记录曾经出现过的但现在已消失了的报警。功能选择栏下方有三个按键，分别是灯测试、向下和向上移动列中选中项。操作人员可通过点击向下和向上按键来更换当前列表的选中项，同时显示屏会显示当前选中选项的序号。中间右侧为数值设定区，上方的显示屏会显示功能选择区所选中参数的具体数值。下方的三个按键分别是保存、向下和

向上修改数值。操作人员可通过点击向下/向上按钮来修改当前选中参数的数值，修改完成后点击保存按钮进行保存。

界面下方左侧为控制模式区，里面三个按键对应了可适用在特殊工况下的三种控制模式：恒定供油量控制模式、恶劣海况控制模式、燃油设定值直接控制模式。当主机转速维持在预设的转速死区限制范围的时候，可适用恒定供油量控制模式，减少调速器的频繁动作，使调速器能够稳定工作。当船舶在大风浪天气航行时，调速器进入恶劣海况控制模式，通过减小 PI 调速器的比例带，引入微分作用等操作，抑制主机转速过大波动，使主机转速稳定。当调速器或转速检测装置等发生故障时，则可进入燃油设定值控制模式，撇开调速器和转速反馈环节，转为开环控制系统。界面下方右侧为测试区，用来测试调速器的主要功能。

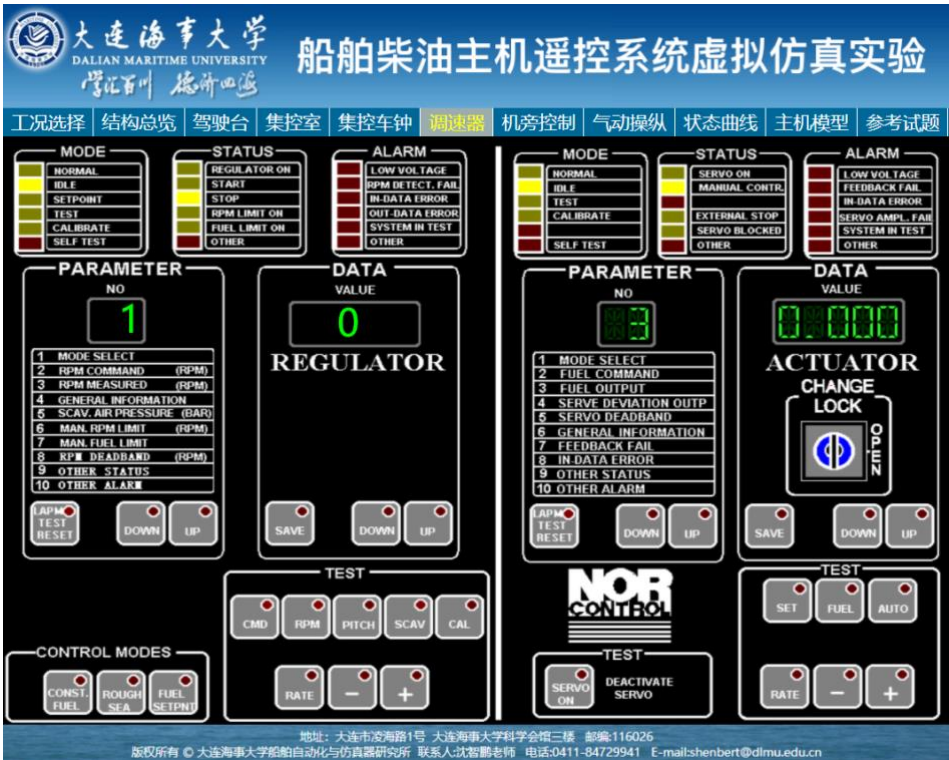


图 1.7 调速器界面

3.9 机旁控制界面

机旁的结构总览界面如图 1.8 所示，本界面展示了机旁操纵系统的三维模型，并在模型上的可操纵部位设置了快捷入口，使用者可通过在相应位置上点击鼠标即可快速进入子界面进行操纵。本系统设计了控制面板、调速器切换、调油手轮、辅车钟共 4 个界面可供进行操作，并在每个界面上均设转速仪表盘，方便使用者在不同界面中均可观察到转速变化，详情如图 1.9 所示。

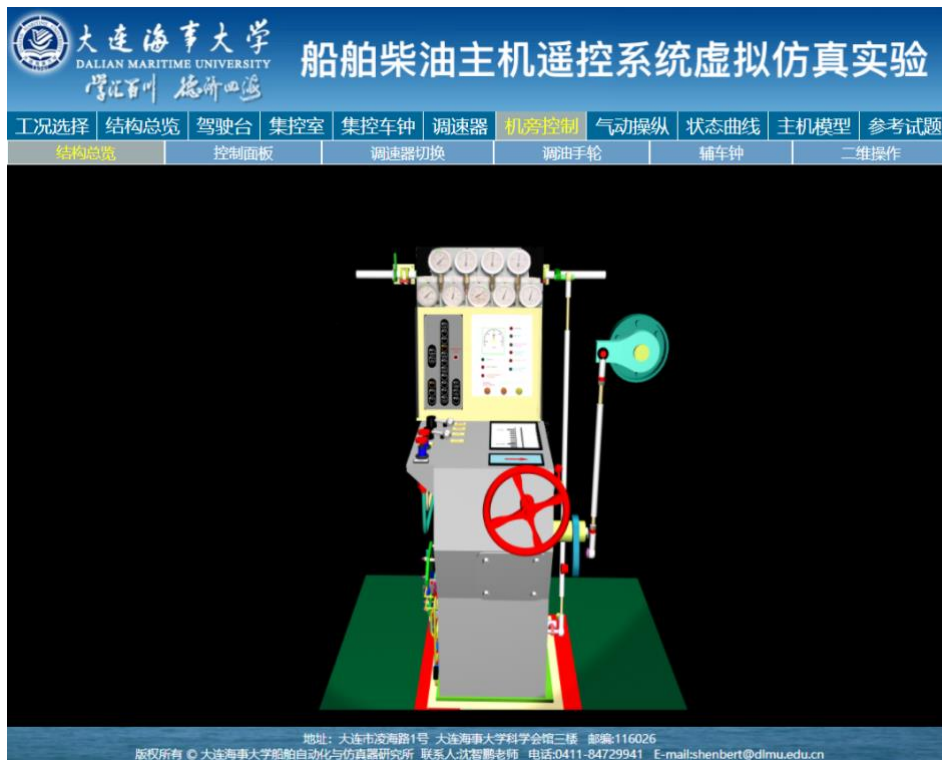


图 1.8 机旁控制的结构总览界面

在控制面板界面中主要展现的是机旁的控制面板，包括操纵部位切换手柄、正车倒车切换手柄、“开始”按钮和“停车”按钮。当机旁操纵系统的操纵位置切换手柄指向 LOCAL 时为本地操作，操纵权限位于机旁；当手柄指向 REMOTE 时为遥控操作，操纵位置位于驾驶台或集控室。正车倒车切换手柄用于确定船舶的行进方向，当手柄指向 AHEAD 时为正车，船舶向前行进；当手柄指向 ASTERN 时为倒车，船舶向后行进。开始按钮可控制船舶开始运行，当完成机旁启动的准备工作之后，按住“开始”按钮，主机开始进行空气起动，转速仪表盘从 0 开始增加。当转速达到 27RPM 时，空气起动结束，此时可松开“开始”按钮，主机进入燃油阶段。在主机处于运行状态时，按下“停车”按钮，主机将会停止燃油供应并进行停车。

在调速器切换界面，使用者可操作位于机旁右侧上方的锁紧手柄和下方的压紧手轮。锁紧手柄用于固定调油手轮当前位置，防止由于其他原因导致误碰调油手轮导致油门变化。当锁紧手柄指向 LOCK 时，此时将锁紧调油手轮，使调油手轮固定在当前位置无法发生变化；当锁紧手柄指向 UNLOCK 时，此时可控制调油手轮调节油门大小。压紧手轮的作用是控制油门手柄与调速器的连接。

当锁紧手柄指向 UNLOCK 时，使用者可在调油手轮界面控制调油手轮调节油门大小。当油门调节完毕后，应返回调速器切换界面将锁紧手柄指向 LOCK 位置，锁紧调油手轮。

辅车钟界面主要为机旁的车钟。与驾驶台、集控室中的单手柄复合式车钟不

同，机旁位置的车钟为按键式应急车钟，仅可用来接收和确定驾驶台和集控室发送的车令信息。当驾驶台或集控室向机旁发送车令时，机旁车钟生车令所对应的档位按钮会变成红色，对位于机旁的操作人员进行警示。操作人员需按下车令对应的档位按钮从而对车令进行应答，此时档位按钮变为黄色，表示已对当前车令应答完毕。



(a) 控制面板界面



(b) 调速器切换界面



(c) 调油手轮界面



(d) 辅车车钟界面

图 1.8 集控控制三维界面

机旁控制二维操作界面如图 1.9 所示，以二维平面图片的形式展示机旁控制部分所有操作部位。界面左侧为转速仪表盘，中间为应急车钟，右侧从上到下依次为操纵位置转换阀、正/倒车换向阀、START 按钮、STOP 按钮、压紧手轮及调速器连接状态显示条、调油手轮、锁紧手柄以及油门刻度盘。二维操作界面与三维界面程序内部相互关联，变量一致。在二维界面上进行的操作在三维界面上也会有所体现，同样的在三维界面上的操作，二维界面也会有所变化。



图 1.9 二维操作界面

3.10 气动操纵界面

主机气动操纵系统是主机遥控系统的重要组成部分，主机的起动、换向和停车，甚至转速设定信号的传递，最终都是依赖气动操纵系统来完成的。气动操纵系统主要控制元件分布在集控室操作台、机旁和专门的气动控制箱内。系统提供了对主机进行机旁手动操纵和集控室手动遥控的功能，若配上自动遥控装置，则可以实现驾驶室自动遥控。该系统要求提供 3.0MPa 动力气源，此外，还要求提供两个相互独立的 0.7MPa 气源，分别用作控制气源和安全保护气源。本系统采用目前比较普及的 MAN B&W 型主机的气动操纵系统作为对象进行仿真研究。气动操纵的界面如图 1.10 所示，主页目前所描述的工况为停车状态，凸轮轴位于正车位置，已具备电源和气源条件；调速器连接油门手柄的供油离合器处于“遥控”位置；盘车机脱开；空气分配器的气路已打开。

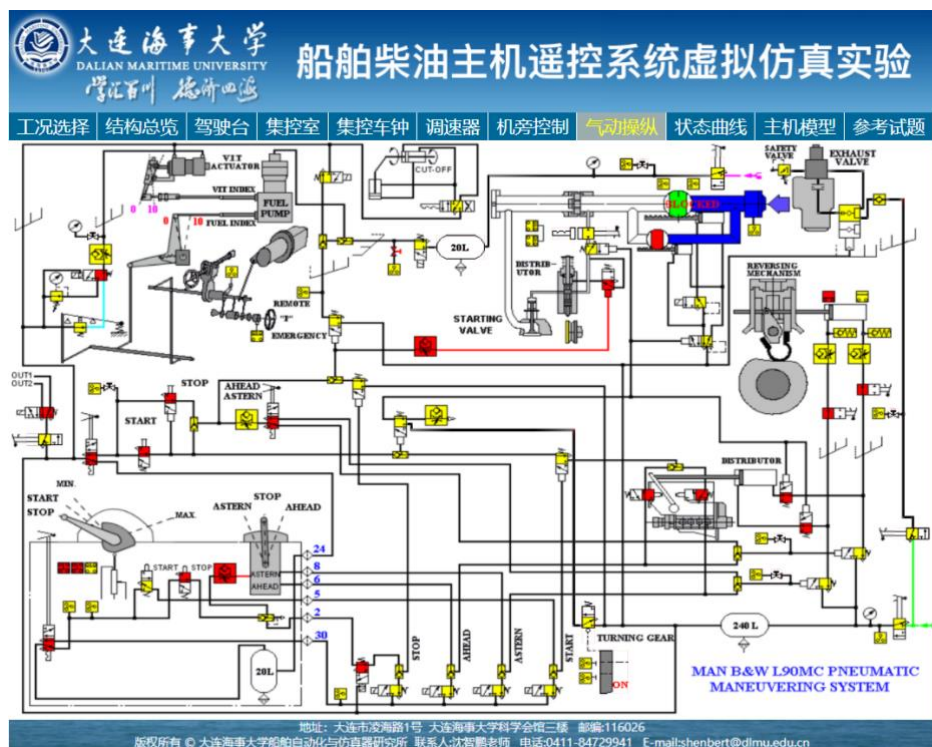


图 1.10 气动操纵界面

3.11 状态曲线界面

本界面用于实时展示和记录油门刻度和主机转速的状态曲线，使用者可在此界面观察主机转速变化情况，并且配合调速器验证主机遥控系统的效果。

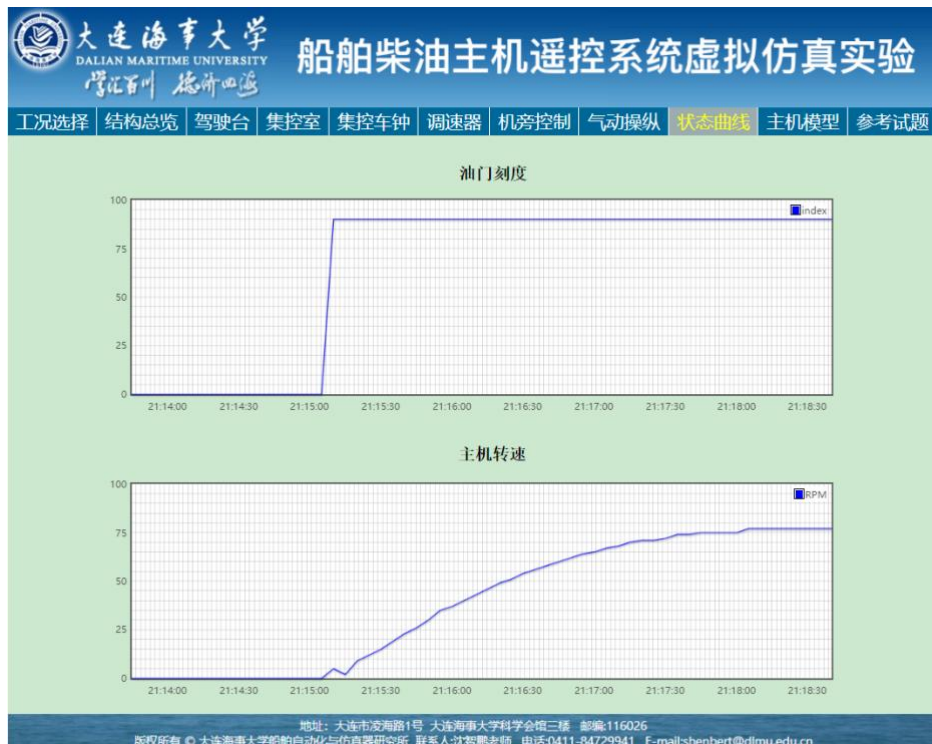


图 1.11 状态曲线界面

3.12 主机模型界面

主机模型界面是 MAN B&W 10L90MC 大型低速二冲程十缸柴油机的动态模型，可实时显示主机当前转速，并且根据当前转速调整动画变化频率，还原主机运行效果。

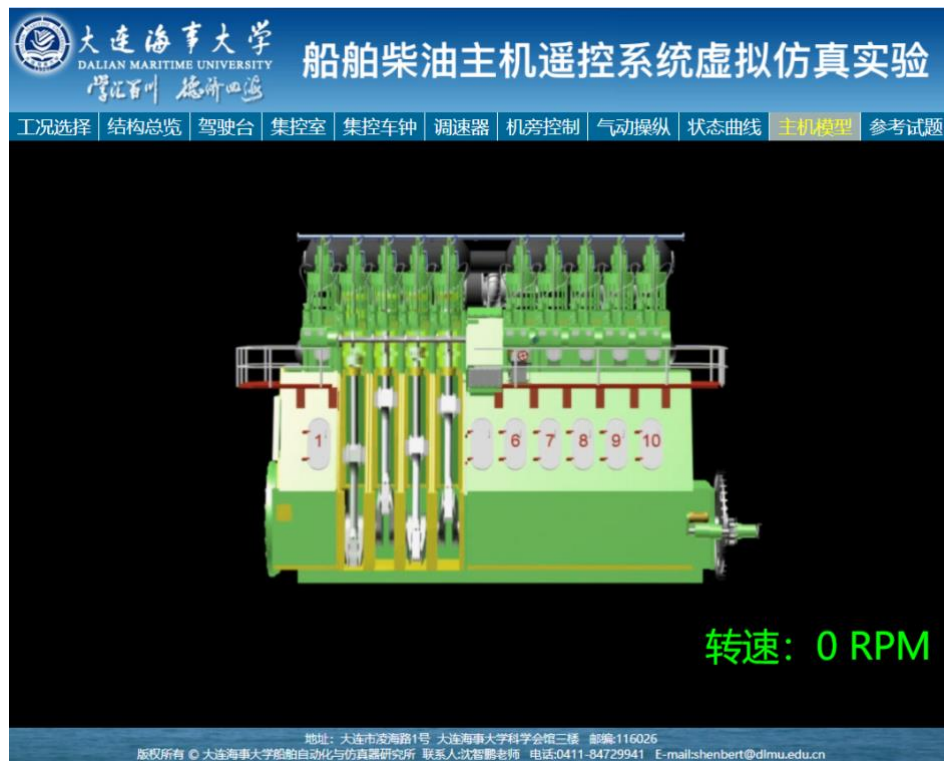


图 1.12 主机模型界面

四、软件使用说明

4.1 登录的操作

打开网址进入本系统，会显示如图 2.1 所示的用户登陆界面。临时账号为：guest，密码为：123456。在如图 2.2 的账号输入框和密码输入框中输入账号和密码，点击登陆按钮即可进入系统主界面。



图 2.1 登录界面

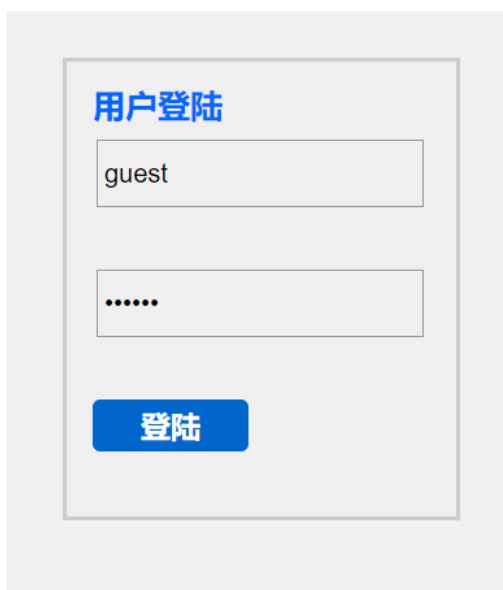


图 2.2 账号和密码输入框

4.2 操作部件的使用

4.2.1 车钟的操作

本系统车钟一共分为两种，一种是驾驶台界面和集控室界面的单手柄复合式车钟，另一种是机旁控制界面的按键式应急车钟。对单手柄复合式车钟的操作主要是对手柄进行操作。鼠标按住车钟的手柄，向上/下移动到指定位置后松开鼠标，即可实现对手柄的移动。

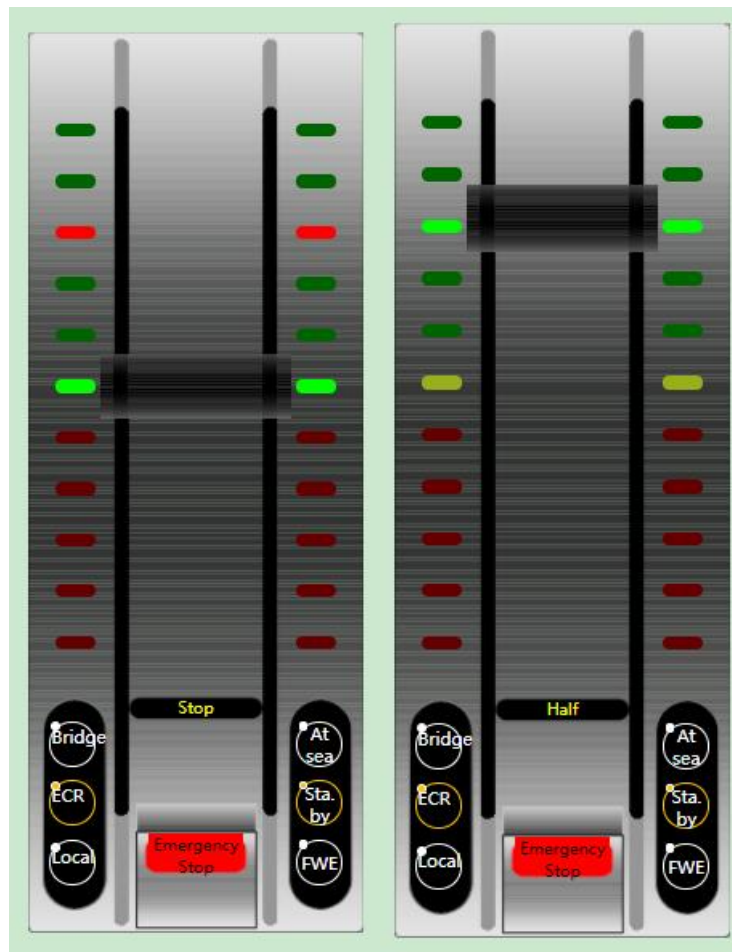


图 2.3 单手柄复合式车钟

对按键式应急车钟可直接通过鼠标点击对应档位所在区域即可。如图 2.4 所示，为点击“Half”前后的车钟状态。

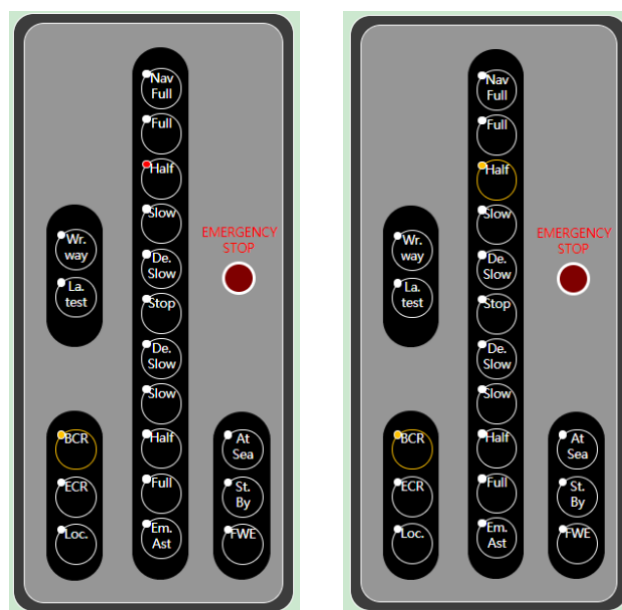


图 2.4 按键式应急车钟

4.2.2 阀门的操作

本系统的气动操纵界面包含众多阀门，图 2.5 中（a）为阀门处于关闭的状态，此时将鼠标移动到该阀门位置进行点击，界面会出现如图 2.6 所示的弹出框询问是否打开起动空气控制阀，点击确定按钮后即可打开起动空气控制阀。处于打开状态的阀门如图 2.5（b）所示。



（a）关闭状态



（b）打开状态

图 2.5 起动空气控制阀



图 2.6 起动空气控制阀的弹出框

4.2.3 手柄的操作

本系统的转换手柄分为两种，一种为二维界面的转换手柄，包括集控车钟界

面的操作部位切换手柄、机旁控制二维操作界面的操作部位切换手柄、正/倒车切换手柄和锁紧手柄。另一种为三维界面的切换手柄，包括机旁控制控制面板界面的操作部位切换手柄和正/倒车切换手柄。

二维界面的手柄秩序鼠标点击即可实现手柄方向的切换，实现效果如图 2.7 所示。

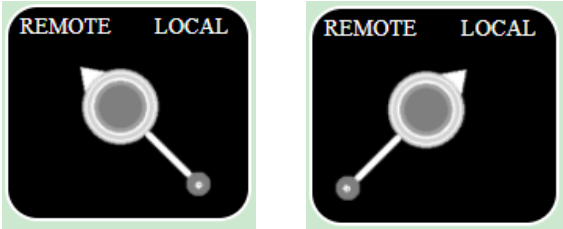


图 2.7 二维界面的操作部位切换手柄

三维界面的手柄在操作前则需先点击手柄前方的插销，使插销处于按下状态，之后才可对手柄进行操作。具体操作流程如图 2.8 所示。



图 2.8 三维界面的手柄操作流程

4.2.4 其他元器件的操作

由于有些元器件的操作方法非常简单，即使是初次接触也能够明白其操作方法，所以不再一一具体说明，只在此做简单的介绍。对本系统中手轮的操作，无论是二维界面中的手轮，还是三维界面中的手轮，都是通过点击手轮的左/右半局域进行控制。点击左半区域既是代表逆时针旋转手轮，点击右半区域既是代表顺时针旋转手轮。对于按钮的操作，鼠标点击一次即代表按下按钮并松开，鼠标点击按钮不松开即代表长按按钮，直到松开鼠标即代表松开按钮。



图 2.9 手轮

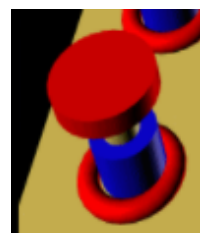
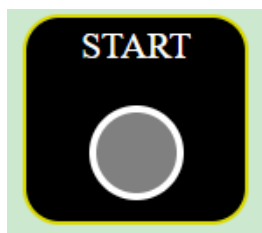


图 2.10 按钮

五、操作实训参考试题

根据《中华人民共和国海船船员适任评估大纲和规范》，轮机模拟器评估操作的内容主要包括船舶主机备车操作、主机启动操作、主机工况分析、机旁启动、积极停车等。本软件结合实际教学内容和大纲规范，设置了相关考试题目供师生进行练习和考试。

5.1 题目——主机备车操作

考题要求：通过气动操作完成主机备车。考试标准时间 10 分钟，超时扣分。

该考题的初始状态：原始工况。

考生需要完成的操作：

1. 气动操纵单元：依次打开启动空气控制阀、进排气空气阀、安全阀、空气分配器控制阀、调节主启动阀至“unblock”、脱开盘车机；

2. 机旁：调节压紧手轮，使油门拉杆连接到调速器；

注：也可直接点击“工况选择”中的“备车完成”，实现上述操作。

5.2 题目——主机操纵位置切换操作（驾驶台切换到集控室）

考题要求：在“驾驶台”、“集控车钟”、“机旁”三个页面进行操纵位置切换。考试标准时间 5 分钟，超时扣分。

该考题的初始状态：备车完毕

考生需要完成的操作：

1. 在“集控车钟”页面点击辅车钟上“ECR”按钮，进行权限请求；

2. “驾驶台”页面，辅车钟的“ECR”位置 led 灯光变红，表明集控室正在进行权限请求；

3. 点击“ECR”按钮同意权限请求，“ECR”位置 led 灯光变为绿色，表示已同意权限请求；

4. 点击“集控车钟”页面的操作部位切换扳手，使其转向“ECR”，进行权限切换操作；

5. 此时，辅车钟上“ECR”位置 led 灯光变黄长亮，“bridge”位置灯光熄灭。至此，操作权限已从驾驶台切换到集控室，权限切换操作完成。

5.3 题目——驾驶台遥控操作(主机启停)

考题要求：在驾驶台位置进行主机的启停。考试标准时间 10 分钟，超时扣分。

该考题的初始状态：备车完毕

考生需要完成的操作：

1. 在“驾驶台”页面观察到上“Eng Ready”、“System Ready”指示灯亮起，表示系统已经备车成功，可以进行启动；
2. 在辅车钟上观察到“BRIDGE”指示灯常亮，辨明当前操纵部位为驾驶台，可在驾驶台进行启动；
3. 向上（正车）/向下（倒车）推动驾驶台车钟杠杆至任一位置，主机将进行换向、空气启动、并根据车钟位置进行自动调油调速，通过左边的表盘示数可观察到当前转速情况；

推动驾驶台车钟杠杆至中间的“stop”位置即可实现停车操作。

5.4 题目——集控室遥控操作(主机启停)

考题要求：在集控室位置进行主机的启停。考试标准时间 10 分钟，超时扣分。

该考题的初始状态：备车完毕

考生需要完成的操作：

1. 在“集控室”页面观察到上“Eng Ready”“System Ready”指示灯亮起，表示系统已经备车成功，可以进行启动；
2. 在辅车钟上观察到“ECR”指示灯常亮，辨明当前操纵部位为集控室，可在集控室进行启动；
3. 驾驶台车钟向上（正车）/向下（倒车）推动驾驶台车钟杠杆至任一位置，发送车令；
4. 在“集控车钟”页面推动车钟杠杆使其与驾驶台车令位置一致，进行回令，并完成换向操作；
5. 油门杠杆至“start”位置，主机开始空气启动，此时可以在“气动操纵逻辑单元”界面观察到空气启动的动画效果。当主机达到发火转速后，在“集控车钟”页面继续向上（正车）或向下（倒车）推动油门杠杆至任一位置，结束空气启动，主机开始燃烧柴油进行工作；
6. 在“集控车钟”页面推动油门杠杆至“stop”位置即可实现停车操作。

5.5 题目——机旁应急操作(主机启停)

考题要求：在机旁位置进行主机的启停。考试标准时间 10 分钟，超时扣分。

该考题的初始状态：原始工况

考生需要完成的操作：

气动操纵页面

1. 依次打开进气阀门、空气分配器阀门、调节主起动阀至“unblock”、脱开盘车机。

机旁页面

2. 操纵部位切换扳手切换至 LOCAL 位置；

3. 根据副车钟显示信息，对驾驶台车钟进行回令操作；

4. 根据驾驶台车令，对主机进行正/倒车换向操作；

5. 逆时针转动手动/遥控切换手柄，脱开调速器，使油门拉杆连接到油门调节手轮；

6. 扳动锁紧手柄至 unlocked 状态，使油门调节手轮处于自由状态。顺时针转动油门调节手轮进行加油，使调节油门进油量达到 START 刻度线以上；

7. 按住 START 按钮，主机开始空气启动，观察主机转速变化；

8. 当主机达到发火转速后，松开 START 按钮，调节油门手轮对主机进行调油。若初始油门进油量不足，则会熄火从而导致起动失败，此时需重复步骤 7 重新启动；

9. 按下 STOP 按钮实现停车操作，同时调节油门手轮将齿条刻度调为 0。

5.6 题目——紧急停车操作

考题要求：在主机运行时进行紧急停车操作，使转速为 0。考试标准时间 5 分钟，超时扣分。

该考题的初始状态：主机运行。

考生需要完成的操作：

航行状态时，在已获取驾驶权限的操作位置页面里按下“Emergency Stop”紧急停车按钮；

页面上的“Cancel SHD”取消紧急停车按钮的指示灯开始闪烁。若在闪烁期间按下该按钮，则会取消紧急停车；若在闪烁期间不进行任何操作，结束闪烁后则会实现紧急停车操作。

5.7 题目——设置轮机长最大转速限制

考题要求：在主机运行时设置轮机长最大转速限制，使主机转速不超过 60RPM。

考试标准时间 5 分钟，超时扣分。

该考题的初始状态：主机运行。

考生需要完成的操作：

在调速器界面左侧功能选择区内通过 DOWN/UP 按键进行切换，选中 6 号轮机长最大转速限制；

在右侧数值设定区通过 DOWN/UP 按键将轮机长最大转速限制的数值设定为 60。

点击 SAVE 按键进行保存。

进入状态曲线界面，观察轮机长最大转速限制设定之后的转速变化情况。

5.8 题目——故障排除

考题要求：排除故障，使主机运转。

考试标准时间 5 分钟，超时扣分。

该考题的初始状态：主机备车失败。

考生需要完成的操作：

在驾驶台界面点击“Engine State”进入主机状态界面，观察“ENGINE NOT READY”区内主机备车失败的故障原因。排除故障，启动主机。

5.9 题目——设置故障以及安全保护系统的使用

考题要求：设置故障，并且在安保系统界面进行查看即取消等操作。

考试标准时间 5 分钟，超时扣分。

该考题的初始状态：主机运行状态

考生需要完成的操作：

1. 在“系统设置”菜单栏点击“故障设置”，弹出故障选择的窗口。
2. 选择想要设置的故障类型，点击“确定设置”。
3. 点击“集控室”界面下方菜单栏里的“Safety Sys”进入安保系统界面。
4. 在安保系统界面中间部分对应设置故障的报警灯闪烁，右上角对应的警报指示灯也开始闪烁。
5. 此时在灯光闪烁期间，按下消音按钮 37 和警报确认按钮 38，“故障取消”灯

光熄灭，故障指示灯光常亮。（如果想要取消该项目的自动降速功能，可以在报警延迟时间 6s 内按下相应的取消按钮 CANCEL, 该项的自动降速按钮功能即被取消）

6. 警报确认之后，主机会根据故障类型进行减速或者停车。