### 主机遥控系统模拟实验装置要求

根据主流船舶主机遥控系统的结构和功能来搭建，所有界面和操作习惯应与实际系统接近一致。总体上包括驾驶室主机遥控驾控台、集控室操纵台、机旁操纵台、气动操纵系统和执行器件、主机遥控系统、主机安全保护系统及配套的实验台等。遥控系统采集由主机模拟装置提供的实际设备输入信号，输出控制信号给相关阀件、调节装置等。

主机模拟装置以MAN主机为对象。使用带调速控制的电动机来模拟主机的运转，但是需要提供正反转、凸轮轴、冷却水温度、滑油压力、转速、供油量、扫气压力、起动空气压力、控制空气压力等信号，同时接受正反转信号、停油信号、起动信号和调速信号等，并能够设置其中的参数和故障，以利于观察现象和分析故障。

除正常操作功能外，还能在控制系统中修改参数、设置故障；可以在现场和集控室观察系统运行状态，查看主机各系统的外围管系和状态，分析各参数的关联，记录所有的操作和状态信号，并提供通信接口供第三方开发应用软件使用，满足智能评估的通信要求。

#### 1.组成及功能

1）遥控主机控制台

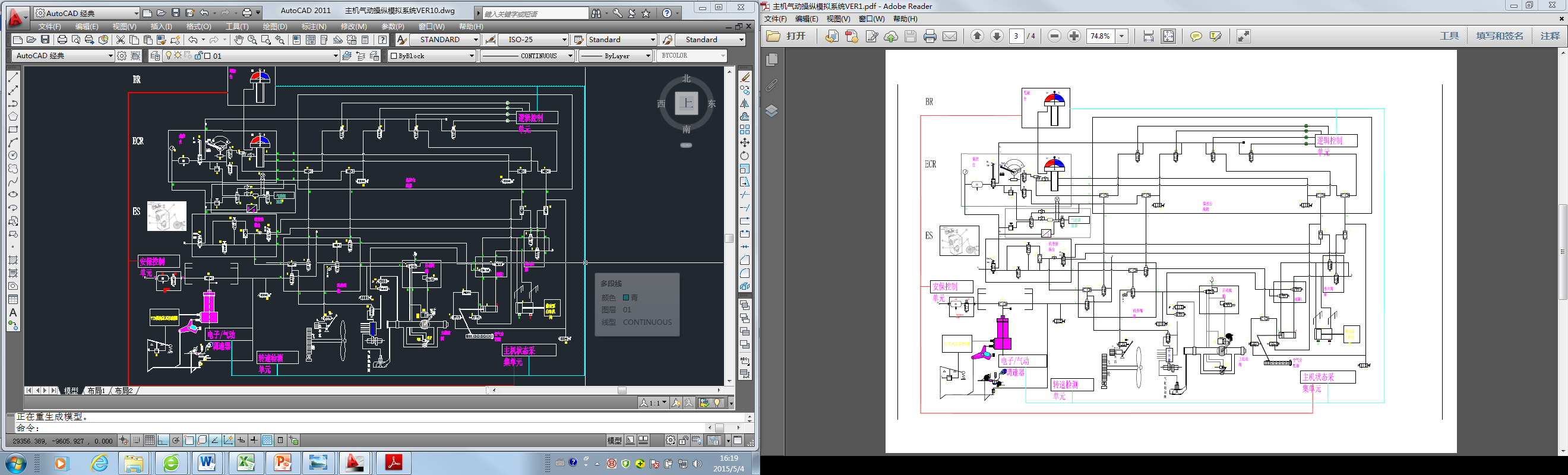
布置有车钟、辅车钟、起动/停车/调速操纵杆、遥控面板、安保面板、操纵部位切换控制、状态指示面板、主机转速、主机供油量、舵角指示、扫气压力、透平转速、起动空气压力、控制空气压力、主滑油压力、高温淡水进口压力、空冷器冷却水压力、主机燃油压力、高温淡水出口温度等指示仪表，还配有运行小时与转数表等；另外配有辅助控制设备控制面板，包括2台辅助鼓风机的控制、盘车机状态、停油状态、正反凸轮位置状态、控制部位等显示，另外配2台滑油泵、2台高温淡水泵、2台燃油泵、2台空压机的操纵面板。

1. 机旁操纵台

布置有机旁车钟、手动油门操纵杆、凸轮轴正车/倒车旋钮、起动按钮、停止按钮、紧急停止按钮、本地/远程选择开关，主机本机状态指示灯、操作部位指示，主机转速表、起动空气压力表、主滑油压力表、高温淡水压力表等。

3）气动操纵系统

做成展示板结构，底部做支撑，靠近机旁操纵台，展示板上部用于图示气路，下部用于实际启动阀件系统，阀件的连接按照上图原理，底部安装气动起动阀件、凸轮轴位置控制器件和主机模拟装置的旋转部分。展示板的气路布置和原理如图所示。



所有气路、电路连接全部走正面。弯道基本采用直角或配有弯头。面板处另设有电气故障设置盒，电气故障是由开关串联在电磁阀的控制回路中，模拟线路断开或线路错接。气路故障是放掉一些管路中的气体或堵住一些管路，模拟气路故障。

气动操纵系统的电磁阀接受主机遥控系统送来的控制信号，输出控制给主机模拟装置。本气动操纵可以单独使用，也可以和遥控系统和主机连成一个完整的系统使用。

1. 主机模拟装置

使用一台可以正反转变频调速的伺服（异步）电动机或步进电机，通过齿轮箱减速到0～150rpm带动一个有齿的飞轮，另配一个限位开关模拟盘车机，4个接近开关检测飞轮的转速和转向，再配一个小气缸带动两个限位开关模拟凸轮轴正车和倒车，同时再带两个起动气动两位三通阀用于上述气动操纵系统使用。在电机盘制作一块模拟的压力开关屏和一块信号屏，开关屏包括滑油压力（SHDN）、透平滑油压力开关（SHDN）、缸套冷却水进口温度（SHDN）、推力轴承温度开关（SHDN）、扫气压力低（用于辅助鼓风机起动控制）、扫气压力高（用于辅助鼓风机停止控制）、缸套冷却水进口压力（ALARM）、气缸油压力（ALARM）、燃油压力（ALARM）、空冷器水位（ALARM）、排气阀空气压力（ALARM）、控制空气未建立（ALARM）、燃油进口温度（ALARM）、主滑油进口温度（ALARM）、透平换油进口温度（ALARM）、缸套冷却水进口温度（ALARM），透平转速信号、信号屏包括可以模拟4～20mA的信号替代起动空气压力、控制空气压力、扫气压力、燃油进口压力、透平滑油进口压力、主滑油压力、缸套冷却水进口压力、空冷器冷却水进口压力、空冷器冷却水进出口差压信号，透平吸气口滤器差压信号，排气阀出口压力、透平排气出口压力、六个缸套水出口温度、六个活塞水出口温度、六个排气阀出口温度、扫气温度、透平排气进口/出口温度、曲轴箱油雾浓度报警信号、六个活塞水断流信号、六个气缸油断流信号。

主机控制的电磁阀有正车阀、倒车阀、停车阀、紧急停车阀、起动阀、应急停车阀、慢转起动阀；配有检测空气分配器的正倒车位置、起动阀控制位置、慢转起动阀位置等检测开关。

在紧急停车阀旁配有紧急停车电磁阀的复位按钮，系统还应配有模拟的振动信号、推力块轴承温度信号等。

5）主机遥控系统

结构参考下图。



遥控系统的组成（供参考）：

由驾驶台操作单元（Bridge Maneuvering Unit，BMU）、集控室操作单元（Control Room Maneuvering Unit，CMU）、主机接口单元（Main Engine Interface，MEI）、电子调速器单元（Digital Governor Unit，DGU）和主机安全单元（Engine Safety Unit，ESU）等组成。结构框图按上、中、下分别对应驾驶台、集控室和机舱三个位置。

驾驶台主要安装驾驶台操作单元（BMU）。驾驶台操作单元BMU包含两部分，一部分是控制面板（ACP），另一部分是单手柄复合车钟（LTU），两者组装在一起形成一个整体。

集控室主要布置有集控室操作单元（CMU）、主机起/停与转速设定手柄（SSL）和指示面板单元（IPU）。集控室操作单元的结构组成与驾驶台操作单元完全一致；“主机起/停与转速设定杆”设有主机的起动、停车档位和正、倒车转速设定区域，用于在集控室操作时对主机进行半自动操纵；指示面板单元包括反映主机运行状态的各种指示灯和辅助风机控制开关等。其中，“主机起/停与转速设定杆”为可选设备，如果不安装，则可通过集控室操作单元上的单手柄复合车钟（LTU）直接操纵主机。

机舱设有机旁控制面板（LCP）、按钮式车钟（PBT）、主机接口模块（MEI）等。机旁控制面板和按钮式车钟安装在机旁控制台上，配合机旁安装的起动、停车和换向手控气动阀以及主机油量调节手轮用于完成主机的机旁应急操纵。主机接口模块（MEI）一方面通过网络接收驾驶台操作单元或集控室操作单元发出的操作命令，另一方面输出控制信号控制气动操纵系统中的相关电磁阀，实现主机的起动、停油和换向等逻辑动作。主机安全单元（ESU）通过传感器检测主机运行状态，当发生危及主机安全的情况时，将发出自动降速或自动停车命令。

#### 2.主要技术参数

1）遥控主控台

外形尺寸约为宽×高×厚= 1600mm × 900mm × 800mm，大致外形与实际集控室控制台一致。控制台上开孔与实际仪器设备一致，内部设有接线端子、线槽、电器元件，所有线路为底部出线，防护等级达IP4x。

台面分为4个区，分别布置车钟、操纵杆、辅车钟及其操纵面板，辅助鼓风机控制面板，辅助泵浦控制面板和空压机控制面板。台前斜面板分为3区，分别配置重要的压力仪表，相关的温度仪表和主机基本状态指示面板。

内置计算机作为总线控制的主要节点，起动逻辑控制的功能。

2）机旁操纵台

外形与MAN B&W主机机旁操纵台实物基本接近，外形大致为宽×高×厚= 600mm × 900mm × 600mm，控制台上开孔与实际仪器设备一致，内部设有接线端子、线槽、电器元件，所有线路为底部出线，防护等级达IP4x。与后续的起动操纵系统和主机模拟装置安装在一起，其手动油门操纵杆与主机模拟装置相连。仪表等要求同上。

3）气动操纵系统

展示板结构大致如图所示，外形大致为：上部3000mm × 1800mm，下部平台3000mm × 500mm，上部采用网孔板，便于安装器件和拆装阀件。



阀件要求通径在10mm以上，不能选择过小的阀件，电磁阀为24VDC，气控阀压力为7bar。动作气缸直径不小于40mm，动作距离不小于100mm。主起动阀和辅起动阀驱动部分采用实物，并能有效控制。

模拟的故障回路中设有多个电气开关和气动开关，电磁阀回路均串接1个电气开关，用于模拟线路断开，气动管件中，起动回路、正车换向、倒车换向、停油回路分别串接1个气动开关，各管路中还并联一个开关阀件用于模拟管路漏气。调速回路中，转速探头回路串接电气开关以模拟探头故障，供油信号回路串接开关模拟信号回路断开。

4）主机模拟装置

电动机：220V50Hz1KW，1450rpm，可变频调速；

减速箱：输入1500rpm，输出150rpm，输出功率1KW；

飞轮：外径在300～500mm，每周60齿；

磁性接近开关：外径8mm，检测距离1.5mm，安装2对4个，每对中的两个相差1/4齿距。

外壳：包住以上设备，防止设备伤到人，飞轮使用透明有机玻璃罩住。主机的转速控制由变频器实现。

主机相关信号由带接口的计算机提供，计算机安装在主机模拟屏内，其键盘和显示器安装在模拟屏面板上。模拟屏外形约为1000mm × 1800mm× 650mm，相关模拟的传感器安装在屏表面上，模拟量传感器实际是一个可调的电位器，用于模拟实际信号，开关量传感器实际是个开关，模拟的传感器信号输入到主机模拟装置控制单元中，控制装置通过总线向系统提供主机状态信号，同时，通过开关量输出板和模拟量输出板将信号输出给主机遥控系统的信号接口单元。控制方式分为自动和手动两种，处于自动状态下，面板上的传感器不起作用，由控制器根据主机控制命令信号自动产生对应的状态信号，再根据远程设置的故障信号修改相关的参数，以产生对应的故障。当处于手动工作时，需要根据设备的状态来由人为设定传感器参数。计算机应通过显示器将主机状态显示出来。计算机的硬件由主流计算机组成，采用主流配置。

1. 调速控制模式及参数设置

至少设有如下模式：

正车时的刻度控制，恒定油量控制，恶劣海况控制，燃油量设定控制，轴带发电机模式控制，自检模式，校正模式和手动模式等。

参数设置：

调速器原理图中每一个方框点击进入后，即可修改对应的参数。

调速器可以由一个嵌入式控制系统实现，也可通过计算机实现。控制流程应给出流程图显示，并可方便进入参数修改（需要密码进入）。具体参数修改可以参考康斯博格主流AC600。

#### 3.配置综述表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **设备名称** | | **主要技术指标** | **数量** | **备注** |
| 1 | 主机、气动控制系统和机旁操作台 | 机旁操纵台 | 接近实物 | 1 |  |
| 气动操纵系统 | MC控制 | 1 | 实验室样品改造 |
| 主机模拟装置 | 电动机、变频器、测速装置、逻辑状态等（手动或主机模拟可控可选） | 1 |  |
| 主机模拟软件系统 | 一台计算机及相关接口 | 1 |  |
| 2 | 主机遥控及遥控操作台 | 集控室主机控制台 | 操纵台及一台计算机 | 1 |  |
| 主机安保系统 | 一台PLC装置 | 1 |  |
| 3 | 信号接口模块 | 各系统连接使用可显示的物理信号，再通过信号接口交换信息 |  | 1 |

#### 故障模拟

主机遥控系统的故障模拟主要分为气路故障模拟、线路故障模拟二大类。

1）气路故障模拟设置和信号采集的物理方法：

🟅 气路失压故障模拟，采用放掉一些管路中的气体的办法。

🟅 气路堵塞故障模拟，采用在管路设置电磁阀进行通断控制。

🟅 气路失压故障检测模拟，采用在管路设置气动开关进行检测。

2）线路故障模拟设置和信号采集的物理方法：

主要采用在线路在串接继电器触点的方法。

主机遥控系统中气路故障模拟电磁阀、气动开关等设置在气动操纵系统的相应管路中，主要包括：起动回路、正车换向、倒车换向、停油回路等。线路模拟故障继电器触点设置在相关的控制和信号检测回路中。故障设置的内容不少于招标文件中规定的遥控系统模拟故障表的内容。

所有的继电器考虑安装在开关信号屏中，可以通过该屏中的工控机进行本地故障设置和显示。

#### 遥控系统模拟故障表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 故障名称 | 实现方式 | 数量 | 备注 |
| 1 | 气动电源未提供 | 气源回路串联一个电磁阀，通电时关断气路来模拟 | 1 |  |
| 2 | 机旁控制气源漏气严重 | 机旁气源回路并联一个电磁阀，有电通大气模拟漏气 | 1 |  |
| 3 | 遥控控制气源漏气严重 | 机旁气源回路并联一个电磁阀，有电通大气模拟漏气 | 1 |  |
| 4 | 正车回路漏气 | 正车回路并联一个电磁阀，通电时气路通大气来模拟 | 1 |  |
| 5 | 倒车回路漏气 | 倒车回路并联一个电磁阀，通电时气路通大气来模拟 | 1 |  |
| 6 | 起动回路漏气 | 倒车回路并联一个电磁阀，通电时气路通大气来模拟 | 1 |  |
| 7 | 正倒车联锁回路漏气 | 空气分配器联锁判断回路并联一个电磁阀，通电时气路通大气来模拟 | 1 |  |
| 8 | 盘车机联锁漏气 | 盘车机联锁回路并联一个电磁阀，通电时气路通大气来模拟 | 1 |  |
| 9 | 控制空气压力开关不  正常 | 控制空气压力开关串联一个继电器触点来模拟 | 1 |  |
| 10 | 滑油压力开关不正常 | 滑油压力压力开关串联一个继电器触点来模拟 | 1 |  |
| 11 | 冷却水温度开关不正常 | 冷却水温度压力开关串联一个继电器触点来模拟。 | 1 |  |
| 12 | 主起动阀位置限位不到位 | 限位串联一个继电器触点来模拟。 | 1 |  |
| 13 | 电磁阀回路断线 | 电磁阀回路串联一个继电器触点来模拟。 | 4 | 正车、倒车、停车、慢转、 |
| 14 | 安保信号回路断线 | 安保用滑油压力开关、温度开关等并联一个继电器触点来模拟。 | 2 | 温度、压力信号各一个 |
| 15 | 转速传感器断线故障 | 转速传感器串联继电器触点来模拟。 | 2 |  |
| 16 | 控制系统24V 电源断电 | 控制系统24V 电源串联继电器触点来模拟。 | 1 |  |
| 17 | 通信回路断线 | 通信回路中多个节点处串联继电器常闭触点模拟 | 3 |  |
| 18 | 模块电源回路断线 | 模块电源回路串联一个继电器常闭触点来模拟 | 1 |  |
| 19 | 转速表不显示 | 转速表回路串接一个继电器常闭触点来模拟断线 | 1 |  |