### 船舶辅机自动控制系统实验装置

分油机自动控制系统要求以Alfa Laval公司广泛应用于实船的S系列分油机的自动控制系统为范本，功能满足本招标文件中有关分油机自动控制系统的技术指标和功能要求。

#### 设计要求

 分油机自动控制系统主要由分油机实物模拟装置和以PLC作为控制单元的控制箱组成。

 分油机实物模拟装置以典型的Alfa Laval的S系列的分油机作为模拟母型，该系列分油机的分离筒由一台电机通过平皮带动力传输部件和立轴驱动，电机驱动装置配有一个摩擦联轴器，以避免过载。分离筒为盘式，由水力驱动排渣。

模拟的分油机本体、外围水管、油管、电气接口及面板操作方式等与实物一致，对应各参数与实际设备的工作原理相同。本分油机模拟装置除了不能进行真实分油外，其它功能与实物基本一致。

模拟分油机的控制箱与Alfa Laval的S系列分油机的控制箱外形、面板布置保持一致，符合多数船员的操作习惯。

模拟分油机的控制系统主要以PLC和触摸屏作为核心控制单元（仿照EPC-60，替代以单片机为核心的EPC-50控制器）；

触摸屏主操作界面的图形、操作按钮、指示灯的布置和功能与实际操作面板一致。如右图所示。

#### 分油机系统组成

分油机自动控制系统主要由PLC控制箱、电机启动箱、工作水阀组、控制气动执行阀的电磁阀组、分油机和油路等组成。组成原理如下图所示。



控制系统分为燃油回路、工作水回路、气动回路、分油机、电机启动箱、PLC程序控制器和触摸屏等几个部分。本系统自带电加热器，并由PLC控制电加热器来进行温度调节。

⯎ 燃油回路

燃油回路主要包括加热系统(Heating System)、温度传感器（TT1、TT2）、压力传感器（PT1）、待分油控制阀V1及在分油机出口配置的净油出口阀V4、排水出口阀V5等。

⯎ 工作水回路

工作水回路主要包括置换水（有的称冲洗水）电磁阀SV10、开启水电磁阀SV15、补偿水或密封水电磁阀SV16等。其中开启水电磁阀SV15和补偿水电磁阀SV16的输出为同一根水管，2个电磁阀控制的水量不同，起到的作用也不相同。

⯎ 气动回路

气动回路主要包括待分油阀的电磁阀SV1、净油出口电磁阀SV4和排水管电磁阀SV5等。

分油机和待分油循环输送泵可由程序控制箱上的起停按钮控制运转或停止。分油机全速运行后，控制器开始控制分油过程，包括控制待分油控制阀V1、净油出口阀V4和排水阀V5、各工作水电磁阀等，实现密封、分油、排渣、保护停止等控制。

#### PLC控制系统组成

1）主要的输入信号装置

在分油机控制系统中，有许多输入和输出信号，这些信号能够实时、准确地监视分油机的工作状态，同时也能控制分油机的各种操作。模拟系统中配置的主要测量传感器和输入信号如下：

⯎ 水分传感器

水分传感器输出4～20mA标准信号。

水分传感器是分油机监控系统中很重要的部件，它安装在净油出口的管路上，实时检测油中的含水量。水分传感器为一模拟传感器，传感器的测量信号可以根据要求设定。

⯎ 待分油压力传感器

待分油压力传感器输出4～20mA标准信号。

待分油压力传感器PT1装在燃油加热器出口，待分油控制阀V1的前端，用于检测循环输送泵的出口压力是否建立，是否可以进行后续的分油操作控制，以及判断加热器是否有油，是否可以进行加热控制。控制器可根据其测量值判断是否有断流（过低压力）或管路堵塞（压力过高）。

⯎ 待分油温度传感器

待分油温度传感器TT1和TT2采用两个Pt100温度传感器，三线制。

其中的一个温度传感器信号是送给燃油温控系统，作为温度偏差PI调节器的反馈信号；另一个信号送给PLC作为逻辑控制使用，检测待分油温度是否超过上下限，当超限报警时实现报警和保护控制功能。

⯎ 净油出口压力传感器

净油出口压力传感器输出4～20mA标准信号。

净油出口压力传感器PT4装在分油机净油出口，检测出口背压。出现超限时，需调整相关分油机状态，甚至需要检测分油机内部；不同时间段出现的超限还需要注意油路或水路状态。

⯎ 排水压力传感器

排水压力传感器输出4～20mA标准信号。

排水压力传感器PT5装在分油机排水出口，检测出口背压。当出现超限时，可以判断分离盘是否到位，并用于控制和监视排水阀V5的动作。

⯎ 分油机速度传感器

分油机速度传感器ST采用磁脉冲检测原理，检测分油机转速。当转速发生下列情况时，分油机会按一定的模式自动停止，并发出相应的报警：

* 转速超过分油机最高转速；
* 转速低于分油机最低转速；
* 传感器脉冲信号异常；
* 分油机启动后，在预定时间内没有达到预定转速范围。

分油机速度传感器根据速度（0～12000rpm）输出对应的脉冲频率信号。

⯎ 分油机振动传感器

分油机振动传感器输出4～20mA标准信号。

分油机振动传感器VT安装在分离筒的立轴旁径向位置，监测分油机立轴的原始位置和运行状态，从而检测分油机异常不平衡状况。分为两个震动报警级别，一级为发出报警级别，如果震动过大，二级发生时分油机按安全停止模式自动停止。

上述各传感器可以通过电位器模拟实现。

⯎ 分油机盖的联锁开关

分油机盖的联锁开关（Cover interlocking switch）用来检测分油机盖安装是否正确，作为分油机的启动联锁信号；为开关量信号。

2）输出信号装置

PLC控制器的输出信号主要有：控制对分油机操作的各种电磁阀，显示分油机控制系统状态的指示灯等。

🟅 工作水阀组

工作水电磁阀组采用24V交流驱动，电磁阀SV16控制补偿水/密封水，在排渣口密封期间，断续通电；电磁阀SV15控制开启水，打开排渣口进行排渣，在排渣口密封期间，SV15保持断电；S型分油机的SV15、SV16同一根管，供水量不同，作用不同；电磁阀SV10控制进分油机置换水，与待分油进入分油机是同一个进口，排渣前打开，防止将净油排出。

🟅 气动控制阀组

气动控制阀组采用24V交流驱动，SV1为进油电磁阀，控制供油阀V1缓慢打开并供油，通电V1打开； SV4为净油电磁阀，控制出油阀V4，通电V4关闭；SV5为排水电磁阀，控制排水阀V5，通电V5打开。

🟅 温度控制输出

本系统采用电加热器对待分油进行加热，由PLC输出温度控制信号给电加热器，实现温度自动调节；

当待分油温度在正常范围内，且没有故障信号时，PLC一直输出一个信号使电磁阀SV1通电，控制空气进入阀V1的动作气缸，使三通阀接通在待分油进分油机状态，切断在分油机外面打循环的回路；当分油机故障或停止工作，SV1断电，切断待分油进分油机的通路，使待分油流回沉淀柜。

🟅 报警及继电器控制输出

PLC提供多种用途的继电器触点输出，包括循环泵电机、分油机电机的停止控制，远程状态显示和报警用的触点输出等。

3）控制器的组成

供电电源：220V电源输入，24VAC，24VDC；

主控制器：西门子PLC；

操作面板：触摸屏

控制箱和电机启动箱：PLC控制箱，含各种操作按钮，各电动机起动控制箱。

#### 设备主要技术参数

1）设备安装平台

系统所有设备集成在一个钢质结构平台上，钢板材料约厚2.5mm，下部配置高200mm的4个带制动的重型万向轮，保证整个平台可在相应的评估室内方便、灵活移动。

分油机模拟屏和控制箱均布置在钢质平台上。

2）分油机模型

分油机模型选用Alfa Laval的S系列分油机产品，模拟屏上分油机外形与功能与实物一致。可以进行分油机的各种模拟操作，实现各种信号的测量、待分油的温度调节控制、分油机的时序控制以及故障模拟功能等。

3）分油机控制系统

分油机控制系统分为PLC及触摸屏控制单元和电机起动控制箱两部分。

分油机控制系统的核心组成设备为：PLC和触摸屏；

电动机起动箱有输油泵和分油机本机电动机两个控制箱。

#### 模拟分油机的主要功能

1）自动分油控制过程

系统设备满足典型分油机的自动控制过程。

分油机控制系统的自动分油控制过程主要分为两部分：即待分油的温度调节控制和分油机的时序控制。自动状态下，待分油温度由分油机系统模型计算得到。

⯎ 分油的温度调节控制

为了保证分油机的分离效果，必须对待分油进行加热。本模拟系统采用电位器模拟温度传感器TT2的温度控制反馈信号。

当待分油温度在正常范围内，且没有发生使分油机停止工作的故障信号时，PLC根据时序控制要求，使电磁阀SV1通电，控制气压源（模拟）通过SV1和一个节流阀后控制三通活塞阀V1缓慢打开，使待分油不冲击进油。当分油机发生故障或停止分油机工作时，SV1断电，V1将切断待分油进油通路，使待分油在分油机外面通过循环泵循环并保持加热。

⯎ 分油机的时序控制

当系统刚投入工作时，应先按加热器按钮，开始将待分油进行加热，同时确认温度自动控制系统投入工作。当确认温度上升后，按一次程序启动/停止按钮，PLC从初始化程序开始执行，首先监视待分油温度。当温度达到正常温度值时，PLC对分油机进行密封排渣口、设备自检、分油、间断排水、排渣等操作。PLC还具有对设备状态的自检功能，智能地判断设备的故障。

2）手动操作控制过程

在自动控制失效后，可以通过手动/自动选择开关进入手动操作模式，手动模式下，系统通过模拟各传感器的电位器反馈信号。手动操作的程序如下：

* 首先确认分油系统所有的手动阀都处于正确的位置；
* 把在控制单元上的选择开关置“手动”位置；
* 部分元件采用跳线直连已启动或禁止相关动作；
* 手动把油加热到合适的分油温度；
* 按照时序，手动控制分油机的启动、停止、排渣等操作相关的电磁阀动作；
* 手动操作期间，保持温度、流量和背压稳定。

3）故障设置功能

本分油机自动控制系统中，已根据“故障模拟要求”表中的内容，在系统的管路、电气回路等初设置了故障信号，如堵塞、泄漏、短路、断路等，设置的继电器触点串接在检测、控制回路中，并安装在一个相对隐蔽的带外壳的小盒子内。

所有故障模拟设置操作和模拟的故障状态均由PLC控制、采集，并在相应的触摸屏上显示；另外，系统所有的故障模拟设置信号均能通过以太网通信方式上传到上位计算机可供第三方使用，并进行远程故障设置和排除，方便评估管理工作。

本系统中可以进行模拟的故障至少包含“故障模拟要求”表中的内容。

4）触摸屏模拟流程

本系统控制箱上安装有一个触摸屏，可现实模拟流程。

5）提供通讯接口给第三方开发

分油机自动控制系统所有操作和状态均应通过PLC采集信号，并配有RS485或其它通信接口（根据实际需求）与评估系统进行数据交互。

#### 系统配置综述表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **设备名称** | **主要技术指标** | **数量** | **备注** |
| 1 | 底座平台 | 分油机模拟屏和控制箱均集成于钢质平台尺寸不大于：2000×1500\*1800；对外接口有：供电电源：AC380V,15.5KW,水源接口：3/4"接管口径；气源接口：1/4"接管口径。 | 2 |  |
| 2 | 分油机模型 | 模型选用Alfa Laval公司的S型分油机，可以进行分油机的各种模拟操作，实现各种信号的模拟测量、待分油的温度调节、分油机的时序控制以及故障模拟功能等。 | 2 |  |
| 3 | 分油机控制系统 | 控制箱分为上下两个，分别作为控制回路和动力控制箱;2个触摸屏分设于本地和集控室，触摸屏面板上有分油控制的时序模拟图。采用PLC控制和信号采集，系统带以太网接口，能实现远程故障设置和排除，进行数据传送。 | 2 |  |

#### 故障模拟功能

系统中至少包含以下故障设置功能：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **故障名称** | **实现方式** | **数量** | **备注** |
| 1 | 供油泵过载 | 热继保护回路串联一个继电器，其触点模拟过载断开 | 1 |  |
| 2 | 分油机振动过大 | 分油机振动开关回路串联一个继电器，其触点模拟断开 | 1 |  |
| 3 | Pt100断线 | Pt100回路串联一个继电器触点模拟断线 | 1 |  |
| 4 | Pt100短路 | Pt100回路并联一个继电器触点模拟短路 | 1 |  |
| 5 | 出口压力传感器断线 | 信号回路串联一个继电器触点模拟断线 | 1 |  |
| 6 | 出口压力传感器短路 | 信号回路并联一个继电器触点模拟短路 | 1 |  |
| 7 | 水分传感器断线 | 水分传感器回路串联一个继电器触点模拟断线 | 1 |  |
| 8 | 水分传感器短路 | 水分传感器回路并联一个继电器触点模拟短路 | 1 |  |
| 9 | 电磁阀回路断线 | 电磁阀回路串联一个继电器触点模拟断线 | 3 | 共6个电磁阀，模拟其中3个 |
| 10 | 控制系统故障 | 控制系统一路24V电源回路串联一个继电器触点模拟断线 | 1 |  |