

# 基于触摸屏操作的注水泵控制盘 PLC 系统改造

陈方光（中海石油（中国）有限公司天津分公司，天津 300452）

**摘要：**某海上采油平台注水泵控制盘原来采用的是 PLC 控制器与智能式数字显示仪表组合控制设计，此类控制盘逻辑思路复杂、数字显示仪表元器件故障率高、故障点隐蔽，平台仪表专业人员对控制盘的检修与维护极其不方便。一旦注水泵出现异常情况，控制盘无法很好的起到关断保护作用，严重影响到采油平台正常生产的同时，还可能造成较大的设备财产损失。为了消除注水泵运行所存在的风险隐患，针对原控制盘的设计缺陷，平台仪表工程师对注水泵控制盘进行了自主技术改造，通过改造，注水泵控制盘的安全性、稳定性得到了极大的提升。

**关键词：**注水泵；PLC 控制器；控制盘；技术改造

目前，社会上各类 PLC 大都采用现代大规模集成电路技术制造而成，其性能可靠性高、抗干扰强，再加上 PLC 技术易学、功能完善、维护方便等优点，基于触摸屏操作的 PLC 控制系统已经成为目前中、小型控制盘使用最为广泛的设计模式。

本课题针对海上某采油平台注水泵控制盘改造前后的运行状况，从多个角度进行了研究，通过对比分析，最终探索出更加符合海上采油平台运行环境的控制盘设计方式，以此来提高海上采油平台注水泵运行稳定性，同时促进采油平台安全、高效生产。

## 1 项目背景

海上采油平台一般通过自喷或泵吸等技术手段来将地层中的原油开采出来，若不采取任何措施，经过长时间的原油开采，地层压力将会大大降低，原油采收率也会随之下降，更为甚者，有可能对地层造成不可逆的损害。为了保证地层压力稳定，海上采油平台通常会用注水泵向地层灌注高压水（主要包括通过注水泵加压的原油处理污水、水源井产出水等），以此来提高石油采收效率。因此注水泵作为海上采油平台的重要设备之一，其安全、稳定运行也成为了原油开采过程中维持高产、稳产的关键保障。

## 2 注水泵原控制盘设计原理

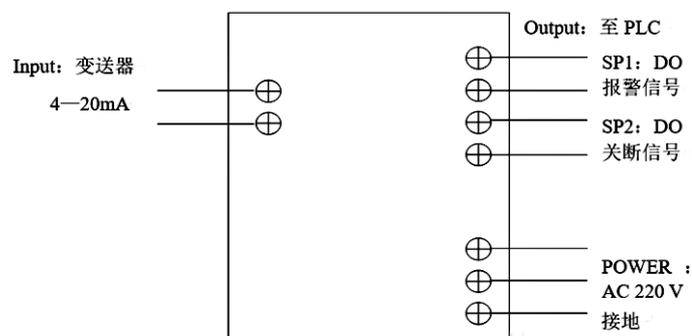


图 1 智能式数字显示仪表接线示意图

海上某采油平台共有三台注水泵，原控制盘仪表部分在设计中采用了 PLC 控制器与智能式数字显示仪表组

合控制的方式。由于该控制盘没有设计触摸屏，注水泵的各项运行参数均在智能式数字显示仪表屏上显示。同时，注水泵基本的关断逻辑判断功能也是由数字显示仪表完成，智能式数字显示仪表的接线示意图见图 1。

如图 1 所示，注水泵的多个模拟量仪表设备（如压力变送器、温度传感器）均接入了智能式数字显示仪表，在数字显示仪表完成压力、温度参数显示的同时，然后将检测结果与设定的参数进行比较判断后，再将相应的报警、关断信号以开关量形式发送到 PLC 控制器，最后由 PLC 控制器执行报警、关停动作。

另一方面，对于注水泵的振动参数的处理也是类似原理，注水泵配置的振动速度传感器为磁电式 NE3401 振动传感器，该部分的设计思路是振动速度传感器先接入到 NE9052 双通道轴承振动检测仪，振动数值在检测仪面板进行显示，然后由振动检测仪将信号成比例的转换 4~20mA 直流电流，并通过接线将电流信号发送至 PLC 控制器，注水泵振动参数的报警、关停逻辑由 PLC 控制器来完成。

此外，注水泵原控制盘的启动、停止、报警复位等所有操作均由控制盘盘面上的按钮、开关来完成，注水泵的各项报警、关断指示也是通过控制盘盘面上的各类指示灯实现。

## 3 注水泵控制盘技术改造的必要性分析

由于注水泵原控制盘的设计原理十分落后且复杂，控制盘内各类仪表附件、线路节点繁多，以至于人员在对注水泵控制进行日常操作或者维护检修时十分不方便。控制盘的主要缺点如下：

### 3.1 智能式数字显示仪表故障率较高，控制盘可靠性较差

相比陆地而言，海上采油平台注水泵的运行环境十分恶劣，主要是空气湿度大、环境振动高、空气盐雾含量高，因此国产化的智能式数字显示仪表特别容易出现故障，其可靠性远远不如 PLC 控制器。而且，由于注水泵的各项运行参数的关断逻辑基本是由智能式数字显示仪表来完成，一旦数字显示仪表出现故障，当运行中的

注水泵出现异常的时候,控制盘就不能及时准确地实现对注水泵的报警、关停保护,这将有可能会对注水泵造成不可逆的设备损坏,甚至于导致严重的事故发生。

从故障报告统计来看,三台注水泵仪控类设备故障大都为智能式数字显示仪表或振动检测仪故障,在2013年到2016年期间,三台注水泵控制盘每年的故障频率高达十多次,而在2016年,平台对注水泵A泵控制盘进行了升级改造,取消了原来智能式数字显示仪表的设计,改为基于触摸屏操作的PLC控制模式,注水泵的各项运行参数及基本的操作均在触摸屏上完成。通过对比,改造效果十分明显,注水泵A泵控制盘的运行状况一直比较稳定。

### 3.2 注水泵原控制盘维保检修难度大

智能式数字显示仪表、控制盘上的报警指示灯及操作按钮数量较多,盘内线路接线十分复杂,一旦发生设备故障,仪表人员往往需要花费半天时间对设备进行检修。由于海上采油平台工作模式存在特殊性,对设备的检修基本上都是争分夺秒,而注水泵控制盘故障频发,无疑加大了仪表人员的工作量,甚至影响了平台注水任务的完成。

### 3.3 设备维护费用较高

由于此类智能式数字显示仪表故障率比较高,仅仅用于数字显示仪表的备件费用,每年就高达数万元。如果在运行中的注水泵出现异常情况,而控制盘没有及时准确的作出关断保护,注水泵泵体一旦受损,注水泵的返修费用将会更多。

## 4 注水泵控制盘改造的原理设计及方案实施

为了消除注水泵运行所存在的隐患、降低控制盘元器件故障率,保证海上采油平台注水泵的安全、稳定运行,平台仪表人员先后对注水泵A/B/C控制盘进行了升级改造。

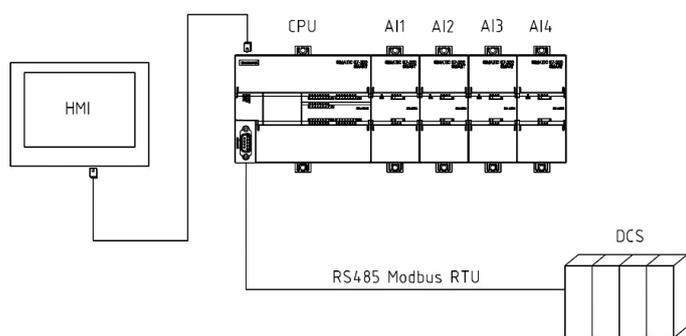


图2 注水泵控制盘改造设计原理图

①改造后的注水泵控制盘基本原理是注水泵泵体及电机上的各类仪表经过隔离栅后直接接入PLC模拟量输入卡件,从而减少了故障节点,同时我们采用了西门子SMART 700IE触摸屏与PLC控制器通过以太网协议进行通信,用于实现注水泵的各项参数的显示,操作人员也可以通过触摸屏上的虚拟按钮对注水泵部分设备

(如滑油泵启停)进行操作。另外,这次改造需要拆除NE9052振动检测仪,然后重新采购4~20mA电流型防爆振动变送器用于替代原电压型振动速度传感器,并经过隔离栅后接入到PLC模拟量输入卡件,注水泵控制盘的报警及关断保护逻辑均通过PLC控制器编程实现。此次改造中,注水泵控制盘设计原理图如图2所示;

②注水泵控制盘具体改造内容如下:a.根据现场尺寸测绘重新制作一面PLC控制盘,根据控制点数要求完成PLC、触摸屏及相关电气元件的配置、采购和集成;b.对设备各个模拟量传感器通过线缆及隔离装置接入PLC系统,以实现数据的采集及逻辑控制;c.将注水泵部分仪表信号通过RS485信号远传至采油平台中控系统,对RS485信号远传至中控系统进行配置;d.对改造后的PLC控制盘进行软件程序的编程、触摸屏画面程序的编程、中控RS485通讯数据的组态工作,现场程序下装并调试。

## 5 注水泵控制盘改造后效果分析

①注水泵A/B/C控制盘改造完成后,到目前为止,从未再出现过仪控类设备故障。且经过长时间的运行观察,在注水泵出现异常情况时,控制盘均能很好的起到报警、关断保护作用,避免了因控制盘报警、关停保护失效而对注水泵产生的进一步设备损坏;

②改造后注水泵控制盘减少了大量的线路节点,人员在检修维护过程中十分方便,大大提高了设备维护效率,而且操作人员可以通过触摸屏直接观察注水泵各项运行参数、报警记录等,人员对注水泵的其他操作也更加简单快捷;

③由于在改造后控制盘中,去除了智能数字显示仪表及振动检测仪的设计,已经减少了此类备件的费用开支,也减少仪表人员在备件采购方面的工作量。

## 6 结束语

如何保障设备稳定可靠运行?是设备管理团队需要长期思考的问题,此次注水泵控制盘的改造是对整个团队技术水平的一次检验,同时对团队来说也是一种机遇和挑战。在这次改造过程中,平台仪表专业人员能从深层次分析设备存在问题的原因,找到最有效的解决方案并予以实施,这从根本上消除了注水泵的运行期间的安全隐患,最终实现了安全生产。

### 参考文献:

- [1] 倪骏程.PLC技术在电气设备自动化控制中的应用[J].电子制作,2019(02):82-83.
- [2] 程欢,蔡振宇,赵巧荣.基于PLC和触摸屏的水射流控制系统开发与应用[J].电子测试,2019(01):37-38.
- [3] 赵江涛.PLC在电气自动控制中的应用实践[J].科技风,2019(04):61.
- [4] 赵劲松,田龙,司华良.DCS控制系统与S7-200PLC的通信实现及应用[J].自动化仪表,2019,40(01):50-52.