[水处理]

# 基于含煤废水处理系统改造的控制系统研究

文/湖南新九方科技有限公司　李洗明　丰　元　纪智慧　宁　琛

*介绍火力发电厂含煤废水处理改造的控制系统的优化及系统无扰接入，在下位机（测控层）采用 DCS 控制站对改造设备实现系统全过程监控和自动化运行管理，可实现设备的精准化调节控制和现场实时数据的在线监测。*

发电厂在输煤过程中，由对地面或设备的冲洗会产生大量的含煤废水。本着节能降耗的理念，提高水资源的综合利用，采用对含煤废水再生循环利用，对电厂实现废水零排放具有重要意义。本文对含煤废水工艺流程、DCS 控制功能设计、网络拓扑结构的搭建以及主要工艺联锁控制进行阐述，在自动运行过程中进行数据监测和控制，同时提高网络通信的实时性、安全性、可靠性和稳定性。

## 含煤废水工艺系统

含煤废水工艺系统组成主要包括含煤废水收集池、煤水提升泵站、加药管道混合器、煤水高效净化器系统（一级过滤）、纤维球过滤器系统（二级过滤）和复用水池反洗系统等。

各处产生的含煤废水通过提升泵汇总至含煤废水收集池，在收集池内进行一级、二级沉淀，底部沉淀的煤渣通过门式抓斗提取后回收利用，上部的清液由提升泵提升，再经过由加药设备向管式混合器加入混凝剂、助凝剂。药剂和含煤污水在管式混合器内得到充分混合后，由设备上部的进水口进入高效净化器；在高效净化器内经混凝反应、离心分离、重力分离、动态过滤及污泥浓缩等过程，从净化器顶端排出净化后的净水，浓缩后的污泥从底部定时或连续排出。经过高效净化器净化后的水进入纤维球过滤器进一步的过滤，最终到达复用水池，循环利用。

高效净化器系统和纤维球过滤器运行一段时间后，因杂质累积导致系统压差大，需通过反洗水泵进行反洗，反洗完的水排入含煤废水收集池内。含煤废水的工艺流程如图 1 所示。

## 网络拓扑结构

### 1. 控制功能设计

根据含煤废水系统的控制要求和现场实际情况，本系统采用了国电智深的 EDPFNT+系统，在各煤水收集点附近集中设置 DCS 远程 I/O 站，在含煤废水处理中心站设置 DCS 站，两者通过多模光纤进行控制通信；同时在多个区域设置操作员站，在电厂脱硫区域设置工程师站，操作员站和工程师站采用环网结构，保证通信系统的稳定性和可靠性。

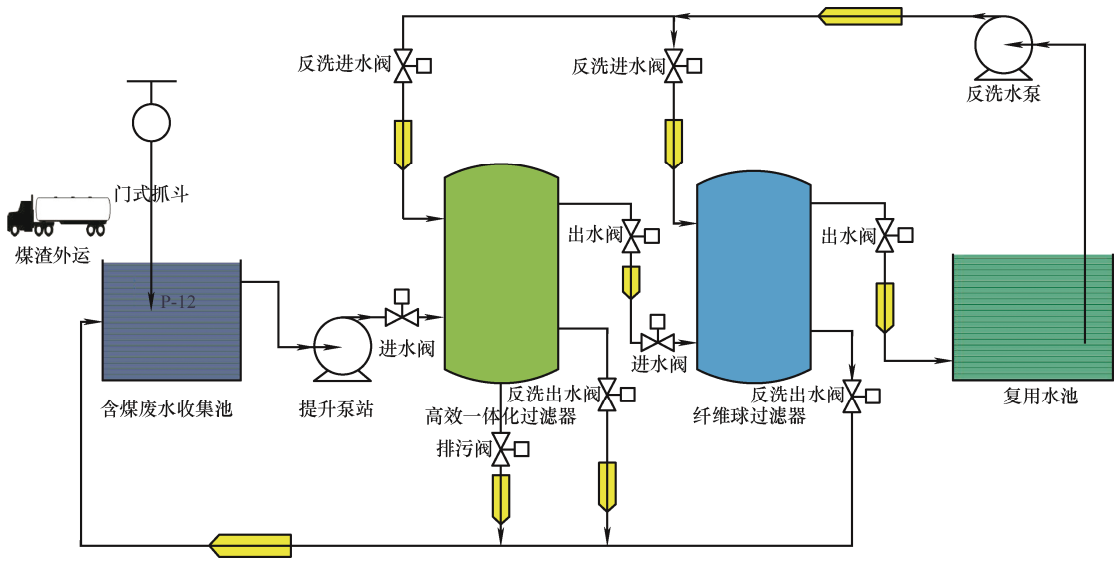


**图 1　含煤废水系统的工艺流程**

运用多层网络化结构，集成高度自动化，实现了 DCS 对工艺过程的集中操作、监视、管理和分散控制、远程联锁起停、顺序控制、绘制实时曲线、显示实时数据报表、上下限报警和查看历史趋势曲线等功能。本套含煤废水系统投入使用后，满足生产工艺要求，性能可靠、运行稳定，达到预期排放目标值。

### 2．网络拓扑通信

在该控制系统的网络通信结构体系中，自上而下大体可分为管理层、监控操作层和 I/O 测控层三层。

（1）管理层

管理层是为企业管理层的决策提供真实、可靠的实时运行数据，为市场运作下的企业提供科学、准确的经济性指标。本系统的管理层是基于 SIS 系统和 MIS 系统之上的，是用于保障安全生产的一套系统，安全等级高于 DCS 的自动化控制系统。当自动化生产系统出现异常时，SIS 会进行干预，降低事故发生的可能性。SIS 系统以分散控制系统为基础，采用先进、适用和有效的专业计算方法，提高了系统运行的可靠性。

（2）监控操作层

监控操作层由两台工程师站和四台操作员站组成，设置中心监控层，从整体角度出发，对各个环节的污水处理情况进行监控。中心监控层设计时关系到了 DCS 系统运行的整体情况。

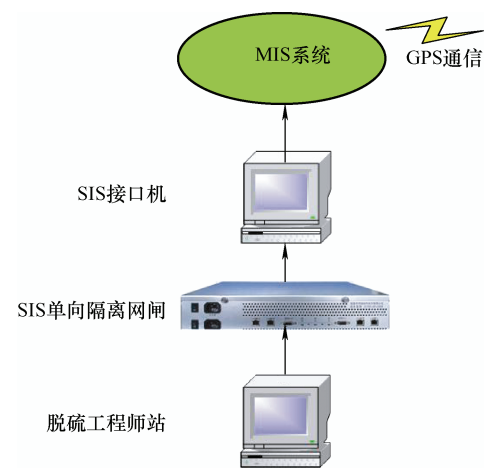


**图 2　管理层网络结构图**

工程师站、操作员站等采用 100/1 000 Mbit/s 工业交换机组成冗余 TCP-IP 环网，实现数据的实时共享，保证了网络的高稳定性、可靠性，高速率的通信保证数据快速传输交换。通信媒介采用单模光纤进行网络通信连接，在上位机能实时掌握整个含煤废水系统的运行状况，及时准确地对运行状况进行判断和调整。

（3）DCS 测控层

DCS 系统设置 DCS 主站和从站，DCS 主站和从站之间采用远程 I/O 光纤转换器连接，在 DCS 主站机柜内安装远程 I/O 光纤转换器的主站，在远程 I/O 柜内安装从站，主站和从站采用多模光纤连接。在 DCS 主站机柜内和远程 I/O 机柜内分别挂有各种 I/O 卡件，I/O 卡件用

于连接现场 4～20 mA 设备或离散量等现场信号，用于采集现场数据和控制设备运行。

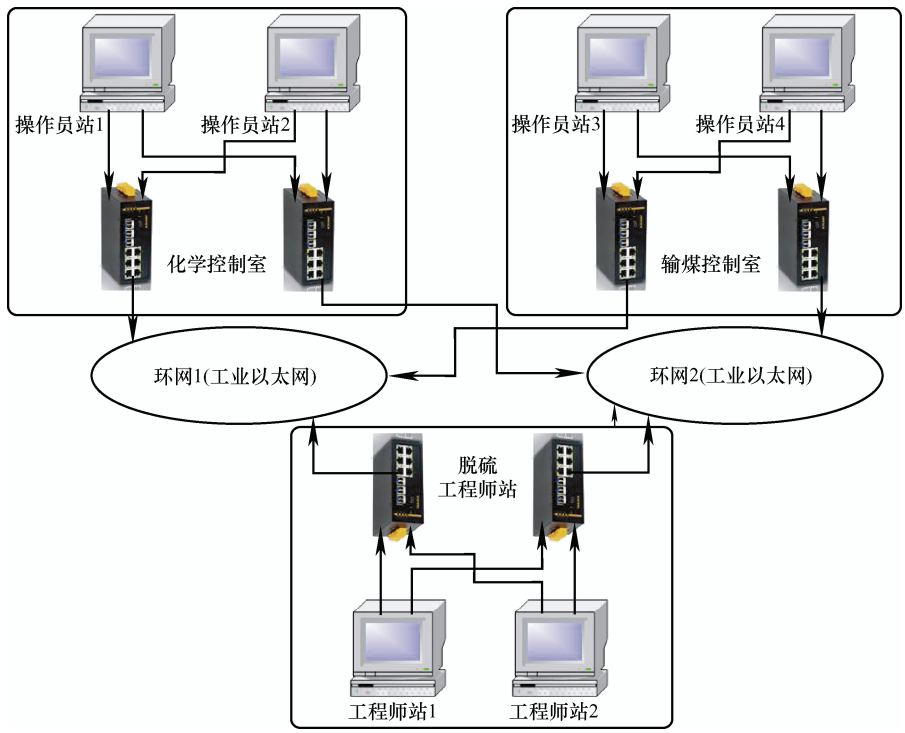


**图 3　监控操作系统网络拓扑图**

DCS 系统与现场仪器仪表、电气设备、电/气动阀门、浊度仪等采用硬接线或通信连接，实现数据的交互，采集现场监测设备的数据，经过分析、处理后，及时联锁操作现场控制设备的动作，同时将数据反馈到监控操作层网络中，保证系统的全自动化控制。为确保采集及控制信号准确、快速地到达设备，需根据信号的强弱、抗干扰程度等特点选择合适的连接电缆。

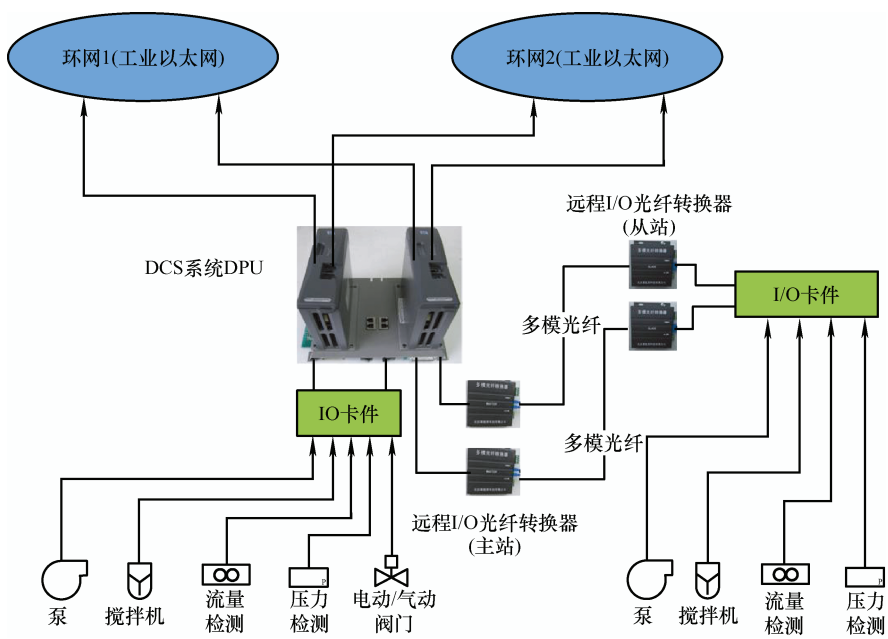


**图 4　DCS 系统网络结构图**

## 主要工艺联锁控制

### 1．高效一体化净化器联锁控制

1）高效一体化净化器进水条件：①含煤废水池液位高于 4 m；②高效一体化净化器和纤维球过滤器进、出口气动阀已打开；③高效一体化净化器和纤维球过滤器反洗进、出口气动阀已关闭；④含煤废水提升泵无故障；⑤含煤废水提升泵运行；⑥含煤废水提升泵出口阀门已打开；⑦反洗水泵停止；⑧纤维球过滤器压差＜20 kPa。

2）高效一体化净化器反洗条件：①高效一体化净化器定时设置时间到或压差≥15 kPa；②高效一体化净化器和纤维球过滤器进、出口气动阀已关闭；③高效一体化净化器和纤维球过滤器反洗进、出口气动阀已打开；④反洗水泵无故障；⑤反洗水泵运行；⑥含煤废水提升泵停止。

3）高效一体化净化器反洗模式。反洗可选择定时、压差、定时压差结合三种模式：①定时反洗。24 h 反洗一次，设置时间可调整，反洗的时间为 5～6 min。②压差反洗。当压差≥15 kPa 时，开启反洗，反洗时间为 5～6 min，当反洗完成后 5 min 内检测压差≥15 kPa 时，再次开启反洗。③定时压差相结合。当定时时间和压差条件其中一个条件达到时，开启反洗。④采用第②、③种方式时，反洗次数连续达到三次后，高效一体化净化器压差≥20 kPa，则反洗停止运行，并报警提示。

4）高效一体化净化器排污条件：每隔 4 h 打开高效一体化净化器的排污手动阀，进行残渣排污，排污的时间为 0.5～1 min。

### 2．纤维球过滤器联锁控制

1）纤维球过滤器进水条件：①含煤废水池液位高于 4 m；②高效一体化净化器和纤维球过滤器进、出口气动阀已打开；③高效一体化净化器和纤维球过滤器反洗进、出口气动阀已关闭；④含煤废水提升泵无故障，含煤废水提升泵运行；⑤含煤废水提升泵出口阀门已打开；⑥高效一体化净化器压差＜15 kPa。

2）纤维球过滤器反洗条件：①纤维球过滤器定时设置时间到或压差≥20 kPa；②高效一体化净化器和纤维球过滤器进、出口气动阀已关闭；③高效一体化净化器和纤维球过滤器反洗进、出口气动阀已打开。④反洗水泵无故障；⑤反洗水泵运行；⑥含煤废水提升泵停止。

3）纤维球过滤器反洗模式。反洗可选择定时、压差、定时压差结合三种模式：①定时反洗。12 h 反洗一次，设置时间可调整，反洗的时间为 7～8 min。②压差反洗。当压差≥20 kPa 时，开启反洗，反洗时间为 7～8 min，当反洗完成后 5 min 内检测压差≥20 kPa 时，再次开启反洗。③定时压差相结合。当定时时间和压差条件其中一个条件达到时，开启反洗。④采用第②、③种方式时，反洗次数连续达到三次后，纤维球过滤器压差≥0.25 MPa，则报警提示。

### 3．优先选择权

高效一体化净化器和纤维球过滤器是串联连接，动作的步调必须一致。当其中一个满足反洗条件时，必须先停止进水，再进行反洗，当两个反洗条件同时满足时，以高效一体化净化器反洗优先。

## 结束语

本文介绍了采用 DCS 控制系统，利用电源、DPU 和通信的冗余性，保证系统运行的稳定性和可靠性；热工自动化作为火电厂生产过程中不可或缺的重要组成部分之一，其运行稳定与否关系重大。为此，火电厂可在热工自动化中合理应用 DCS 控制系统，通过对各个子系统功能的优化设计，发挥 DCS 系统的应用优势，对机组运行进行有效控制，确保火电厂生产安全有序进行。随着科技的发展，应加大 DCS 系统的研究力度，对现有的功能进行优化改进，使系统更加完善，满足热工自动化的需要，提高火电厂的生产能效。**EA**

（收稿日期：2020.10.21）

欢迎订阅　欢迎投稿　欢迎刊登广告