

## 试验研究

# 煤矿矿井水井下过滤处理控制系统设计与应用

孙彦良<sup>1</sup>, 崔东锋<sup>2</sup>, 李文学<sup>1</sup>, 杨建超<sup>2</sup>, 张国军<sup>1</sup>, 魏然<sup>2</sup>, 岳跃洲<sup>1</sup>

(1. 兖州煤业股份有限公司 南屯煤矿, 山东 济宁 272069;

2. 煤科集团杭州环保研究院有限公司, 浙江 杭州 311201)

**摘要:**以南屯煤矿矿井水井下复用工程为例,介绍了过滤处理的运行工艺,针对工艺控制要求开发了配套的控制系統。详细说明了控制系统的硬件构成及配置情况,论述了PLC控制程序和显示终端控制程序的开发过程。运行效果表明,该控制系统可满足过滤处理自动化控制要求,具有稳定性好、可靠性高、操作简单、维修方便等特点,延长了过滤池的工作周期、提高了截污过滤能力。

**关键词:**矿井水;控制系统;接触过滤;煤矿井下

中图分类号:X703

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2018)05-0019-04

## DESIGN AND APPLICATION OF CONTROL SYSTEM FOR FILTRATION TREATMENT IN UNDERGROUND COAL MINE

SUN Yan-liang<sup>1</sup>, CUI Dong-feng<sup>2</sup>, LI Wen-xue<sup>1</sup>, YANG Jian-chao<sup>2</sup>, ZHANG Guo-jun<sup>1</sup>,  
WEI Ran<sup>2</sup>, YUE Yue-zhou<sup>1</sup>

(1. Nantun Coal Mine, Yanzhou Coal Mining Company Limited, Jining 272069, China ;

2. Hangzhou Environmental Protection Research Institute of China Coal Technology & Engineering Group, Hangzhou 311201, China)

**Abstract:** Taking the underground mine water reuse project of Nantun coal mine as an example, the operation process of filtration treatment was introduced. According to the process control requirements, a complete set of control system was developed. The hardware configurations of this control system, as well as the development process of the PLC control program and the display terminal control program, were described in detail. The operation shows that this control system satisfied the automatic process control requirements. It had the characteristics of good stability, high reliability, simple operation and convenient maintenance. Meanwhile, it prolonged the work period of the filter and improved the ability of interception and filtration.

**Key words:** Mine water; Control system; Contact filtration; Underground coal mine.

矿井水是煤炭行业特点的工业废水,主要含有煤粉和岩粉等悬浮物,部分矿井水中的铁离子

超标,需要净化处理后作为煤矿生产用水。相比较矿井水提升到地面净化处理后再回用到井下的方式,直接在煤矿井下对矿井水进行净化处理后复用具有诸多优点,如基建费用低、提升成本低、生产效率、运行维护简单等。因此,南屯煤矿实施

收稿日期:2018-04-19

第一作者简介:孙彦良(1968-),男,山东滕州人,硕士,研究员,主要从事水处理和锅炉烟气治理方面的研究与管理工作。

了井下矿井水复用工程,该工程中的主体净化设施采用接触过滤池,该过滤池主要用于将矿井水中悬浮物和铁离子的去除,使处理后的矿井水达到煤矿井下生产用水水质要求。为了保证接触过滤池长期稳定的运行,必须为其开发自动化水平较高的控制系统,以延长过滤池的工作周期,提高截污过滤能力。

## 1 接触过滤池运行工艺

接触过滤池的结构如图1所示。由5个过滤单元并联组成一个完整的接触过滤池。接触过滤池的各过滤单元内部自上而下依次为配水板、配水区、滤料层、承托层、滤头、滤板和气水室,外部分别连接有进水管、出水/反洗进水管、反洗排水管和气洗管,并在管路上装有进水阀门、出水/反洗进水阀门、反洗排水阀门和气洗阀门。接触过滤系统运行时每个过滤单元的进水管、出水/反洗进水管、反洗排水管和气洗管依次接入进水总管、出水/反洗进水总管、反洗排水总管和气洗总管,并在总出水/反洗进水总管的末端设出水总阀门。

接触过滤系统运行过程包括过滤和反冲洗两



1-进水阀门;2-反洗排水阀门;3-气洗阀门;  
4-出水/反洗进水阀门;5-出水总阀门

图1 接触过滤系统结构示意图

个阶段。过滤时:各过滤单元通过操作相应的阀门使其处于过滤状态,将矿井水中的悬浮物、铁离子沉淀物等截留于滤料层中,使矿井水得以净化。过滤一段时间后,各过滤单元中的滤料层随着所截留的杂质增多,会降低滤料层的过滤效果,影响过

滤功能。此时,需要对过滤池进行反冲洗,以恢复过滤单元中滤料层的过滤功能。反冲洗时,通过相应阀门的操作,各过滤单元依次轮流进行气反冲洗和水反冲洗,当某过滤单元反冲洗时,先气反冲洗后水反冲洗,气反冲洗的气源为井下压风气源,水反冲洗的水源为其余四个过滤单元的产水,反冲洗时整个处理过滤池不产水,依次完成各过滤单元的反冲洗后,各过滤单元恢复正常的过滤。

## 2 工艺控制要求

### 2.1 控制对象

南屯煤矿井下矿井水复用工程采用了两组接触过滤池,根据前面运行工艺所述,主要控制对象为每组接触过滤池上的16只气动阀门,共32只气动阀门,均采用双作用气动阀门,气动阀门的气动回路控制采用两位五通电磁阀来完成。

### 2.2 控制要求

接触过滤池的运行工艺对控制系统提出的具体要求如下:

(1)实现工艺运行参数和设备运行工况的在线监视。

(2)实现接触过滤池运行方式和运行参数的在线修改。

(3)实现接触过滤池正常过滤和反冲洗的手动与自动控制。

(4)实现工艺运行数据的远程传输。

其中接触过滤池的反冲洗控制方式以下四种:

(1)进出水压力差反冲洗:当过滤池的进水和出水的压力差达到设定值时,滤池开始自动反冲洗。

(2)累计流量反冲洗:当过滤池进水的累计流量达到设置值时,滤池开始自动反冲洗。

(3)定时反冲洗:当过滤池正常过滤的累计时间达到设置值时,滤池开始自动反冲洗。

(3)强制反冲洗:有运行操作人员在控制终端上给出强制反冲洗指令,实现过滤池的反冲洗。

## 3 控制系统的硬件构成

根据南屯煤矿井下复用水工程所用接触过滤池的工艺控制要求,构建的控制系统硬件结构如图2所示。该控制系统主要由矿用显示控制箱、矿用交换机、矿用可编程控制箱兼电磁阀控制箱、矿

用电磁阀组、矿用压力传感器、矿用流量传感器等构成。其具体作用如下。

(1)显示控制箱:用于显示水处理系统的设备运行工况、工艺运行参数等;设置系统的控制方式、控制参数。采用 1 台型号为 KXJ127H 的矿用隔爆兼本安型显示控制箱来实现。

(2)矿用交换机:用于矿用显示控制箱和矿用可编程控制箱之间的通讯,以及接入矿用工业以太环网的通讯。采用 1 台型号为 KJJ12 的矿用本安型交换机来实现。

(3)可编程控制箱兼电磁阀控制箱:用于电磁阀的控制,气动阀门到位反馈信号、工艺运行压力信号和流量信号的采集,根据矿用显示控制箱设置的运行方式和控制参数,以及预先编制的控制程序,完成水处理系统的自动控制。采用 2 台型号为 KXJ660 矿用隔爆兼本安型可编程控制箱来实现。

(4)电磁阀组:用于接收来自电磁阀控制箱的控制信号,控制电磁阀的开关,进而控制气路的导通和关闭,最终实现气动阀门的开关。采用 32 只型号为 DFB-8-DH-1.0 的二位五通矿用隔爆型电磁阀,并利用气路分配集成底板 8 阀为一组,构成 4 个电磁阀组。

(5)压力传感器:用于过滤池进水压力和出水压力的检测,将压力信号转化为 4~20mA 标准电流信号传送给可编程控制器,采用 4 只型号为 GPD10 (A) 的矿用隔爆兼本安型压力传感器来完成。

(6)流量传感器:用于过滤池进水流量的检测,将流量信号转化为 4~20mA 标准电流信号传送给可编程控制器,采用 2 只型号为 LZD127 的矿用隔爆兼本安流量计来完成。

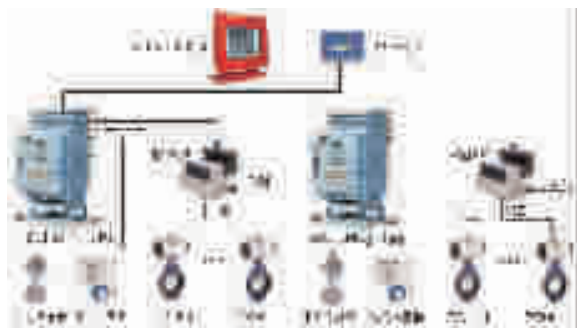


图 2 控制系统硬件结构

## 4 控制系统的软件设计

控制系统的软件设计包括两台矿用隔爆兼本安型可编程控制箱中 PLC 程序设计和矿用隔爆兼本安型显示控制箱中触摸屏程序设计。

### 4.1 PLC 程序设计

矿用隔爆兼本安型可编程控制箱中采用的 PLC 为西门子公司的 S7-1 200 系列,自带以太网通讯接口,因此,PLC 程序设计采用西门子公司的博途 V13 编程软件。

两台可编程控制箱分别控制着单组接触过滤池上的 16 只气动阀门,并单独采集各自的运行压力和流量信号,因此,两台可编程控制箱的 PLC 程序基本相同,单组接触过滤池 PLC 程序流程如图 3 所示。

当 PLC 系统接收到来自外部控制终端发出的启动信号之后,首先对各种机电设备和工艺参数进行初始化,初始化完成后,将该组过滤池转入正常过滤状态,即将各过滤单元进水阀门、出水/反洗进水阀门和出水总阀门打开,气洗阀门关闭,并延时五秒钟由阀门位于过滤状态的判定子程序对阀门状态进行判断,若阀门状态信号与过滤时要求的阀门状态信号一致,则不发出任何指令,若信号不一致,发出故障报警信号并停机,直到故障恢复,重新启动系统。在该组过滤池进入过滤状态且无故障发生时,PLC 程序根据设定的反冲洗控制方式进行各自控制参数的检测,其中,进出水压力差方式检测进水压力和出水压力,累计流量方式检测实时处理水量并进行累计计算,过滤时间方式检测过滤时间并进行累计计算。这三种控制方式在外部的控制终端上只能任选一种作为有效的控制方式,并且在有效控制方式下,当检测值满足设定值时,PLC 程序发出反冲洗指令,首先第一组过滤单元进入气反冲洗,即将进水阀门和出水/反洗进水阀门关闭,气洗阀门和反洗排水阀门打开,并延时五秒钟进行阀门状态的判定,当气反洗时间达到设定时间值后,将该组过滤单元转入水反洗状态,即进水阀门和气洗阀门关闭,出水/反洗进水阀门、反洗排水阀门和出水总阀门打开,并延时五秒钟进行阀门状态的判定,当水反洗时间达到设定时间值后,该组过滤单元转入正常过滤状态。依次类推,完成剩余各过滤单元的反冲洗,然后全部转入正常的过滤状态。

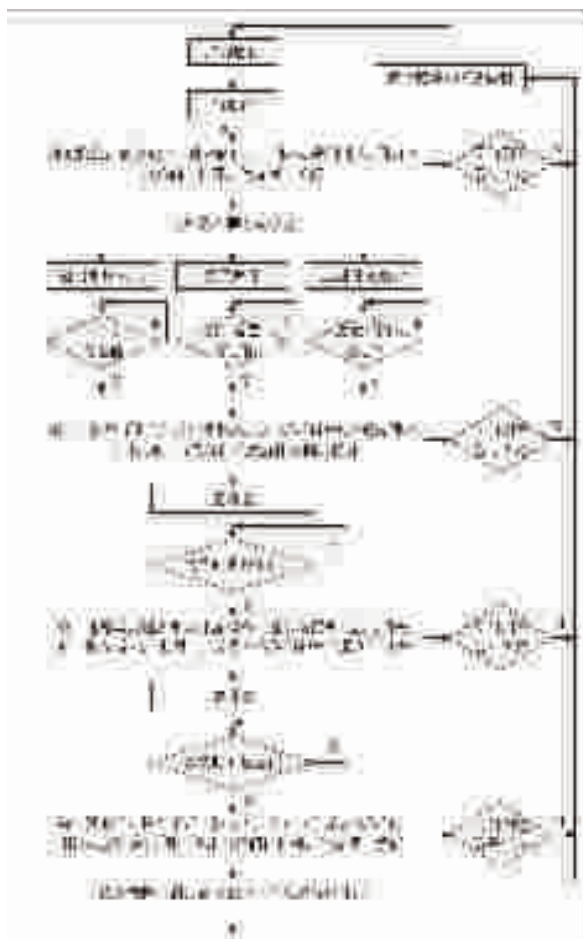


图3 单组接触过滤池 PLC 程序流程

PLC 程序在完成机电设备控制和工艺运行参数信号采集的同时,还需要与外部控制终端和远程终端利用通讯子程序进行数据通讯,完成控制参数和指令的接收,以及设备运行状态信号和工艺运行参数的反馈。

#### 4.2 触摸屏程序设计

矿用隔爆兼本安型显示控制箱中采用的触摸屏为上海步科生产的 MT4720TE 型 15 寸 TFT 屏,采用 Kinco HMIware V2.4 编程软件开发相应的组态程序。

首先在触摸屏组态程序中建立与 PLC 进行数据通讯的网络连接,分配好各自的 IP 地址;然后建立数据地址标签库,即为各数据标签与 PLC 中存储器所对应的数据,包括数据标签名称、数据类型、地址类型、地址等;其次再开发相应的组态画面并进行数据链接,本系统开发的画面包括工艺流程图画面、设备控制操作画面、工艺控制参数设置画面、数据报表画面和登录画面等五幅画面,用于形象的模拟水处理工艺流程,并对各工艺参数和设备的工况状态进行实时显示,同时可对设备进行操作控制,以及工艺控制参数和控制方式的设定与修改。其中,可以设置的工艺参数包括:过滤池进出水压力差、累计流量、累计过滤时间、气反洗时间和水反洗时间等。

#### 5 结语

本文详细介绍了南屯煤矿井下矿井水复用工程中所用接触过滤池控制系统的设计与实现过程,该系统经过半年多的运行表明,实现了工艺自动控制的要求,具有稳定性好、可靠性高、操作简单、维修方便等特点,同时延长了过滤池的工作周期、提高了截污过滤能力。对类似的水处理控制系统具有很好的参考和借鉴意义。

#### 参考文献

- [1] 曹祖民,高亮,崔岗,等.矿井水净化及资源化成套技术与装备[M].北京:煤炭工业出版社,2003:1-5.
- [2] 周如禄,张广文,郭中权,等.压力式气水相互冲洗滤池的开发与应用[J].煤炭科学技术,2013,41(2):113-115,120.
- [3] 周如禄,高亮,郭中权,等.煤矿矿井水井下直接处理及循环利用[J].中国给水排水,2013,29(4):71-74,79.
- [4] 张广文,周如禄,崔东锋,等.矿井涌水井下直接处理自控系统的设计与应用[J].煤矿现代化,2012,111(6):70-72.
- [5] 钱宏.基于 GE PLC 的 V 型滤池自动化控制系统的设计与应用[J].自动化与仪器仪表,2014,175(5):134-135,139.