

# 基于PLC与组态软件钢铁厂废酸水处理控制系统

## The control system of steel factory dealing with waste acid water based on PLC and Configuration software

南昌大学 信息工程学院自动化系 龙伟 张利剑  
Long Wei Zhang Lijian

### 摘要:

根据钢铁厂排放废酸水处理的要求,本文提出了钢铁厂废酸水PH值的控制;介绍了欧姆龙公司的CPM2AH型小型可编程控制器,及上位工控机组态王6.5在本控制系统中的应用。

关键词: PLC; PH值; 废酸水; 组态王

### Abstract:

According to requirement of steel factory dealing with waste acid water, this article puts forward how to control the PH of steel factory dealing with waste acid water .Introducing CPM2AH small programmable controller of OMRON company ,and kingview 6.5 which applies in this control system.

Key words: PH value, waste acid water, KingView

## 1.引言

近年来,我国小型冷轧钢厂的发展速度较快。这些冷轧钢厂大多为乡镇民营企业,年产冷轧钢材在30万吨以内,生产过程中排放的酸洗废水主要为热轧钢材酸洗除锈过程中的余酸清洗废水,通常与少量的板卷表面处理过程中产生的含油碱性废水混合排放。综合废水污染物浓度高,呈暗棕色,含铁盐、油及表面活性物质酸雾净等,酸腐蚀性较强。由于普遍缺少污染治理措施,小型冷轧钢厂的排污问题给地方环保工作造成一定压力。

本文介绍江西某钢厂废酸水处理控制系统的设计与实现。众所周知,以PLC为主体的控制系统与单片机、牛顿数据采集模块相比,具有运行稳定可靠,控制功能强,网络化等优点,成为工业控制应用的主流。本工程采用欧姆龙公司的CPM2AH型小型可编程控制器,上位工控机组成控制系统。上位机监控控制软件采用北京亚控科技发展有限公司的6.5“组态王”组态软件,实现对废酸水处理系统的过程监控及数据处理。

## 2.废酸水处理工艺

本工程对酸性废水处理采用石灰中和法,而废酸液由于含硫酸和硫酸亚铁,可以采用回收的工艺。由于废酸液的产出量较小,采用回收工艺的投资大,设备维修率高,回收产品质量不稳定。从投入产出比看,回收工艺投资大,运行成本高,回收产出低,经济性差,所以不采用。因而处理工艺采用将酸性废水和废酸液混和后用石灰为中和介质中和处理,处理工艺如图1所示:

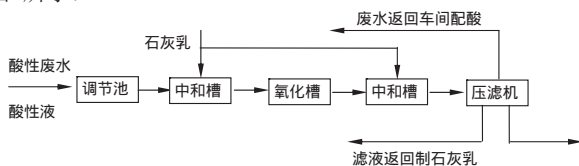


图1 工艺流程图

## 3.废酸水处理控制系统的特点及控制指标

### 3.1 PH控制过程的特点

酸碱中和过程通常呈现严重非线性 and 滞后性,主要表现为PH值在中和点附近的增益很大,此时添加的中和剂略有变化,就能引起PH值较大幅度的变化,而当PH值远离中和点时的增益很小,PH值变化较缓慢,加入大量的中和剂才能使PH值上升或下降。加上处理过程一般在大容量和循环管路中进行,使得系统存在较大的时滞,给PH值控制不仅带来极大困难,而且浪费大量中和剂,为此PH值被公认为最难的控制变量之一,PH中和过程的滴定曲线如图2所示:

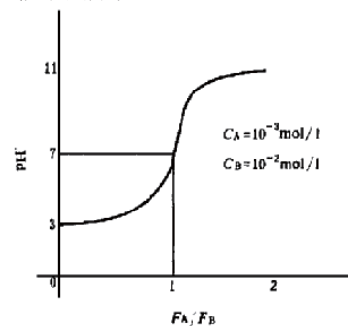


图2强酸(FB)强碱(FA)的滴定曲线

### 3.2 控制目标

一级中和反应,出口PH控制为: 5~6;  
二级中和反应,出口PH控制为: 7~8;  
最终废水排放的PH值控制在7~8, COD控制在150mg/L, 废水排放指标符合国家污水综合排放二级标准。

## 4.控制系统的硬件设计

#### 4.1 硬件结构

根据工艺要求,整个系统采用二级计算机控制方式,基础自动化级采用欧姆龙公司最新推出的CPM2AH系列PLC,实现各种工作泵的启、停和连锁控制;实现对PH值、石灰乳槽的液位进行控制。监控级为台湾研华生产的工业控制机,完成对系统的组态、监控、报警、制表等功能。

##### (1) 系统检测点配置

4~20mA输入5点,4~20mA输出2点;  
继电器输入信号:30点,继电器输出信号:30点。

##### (2) 监控级配置

监控级配置台湾研华工控机一台,运行标准的组态和监控软件,以实现对系统的组态与监测。运行环境为WINDOWS2000,并配置打印机一台,交流稳压电源和UPS电源各一台。

##### (3) 基础自动化级配置

基础自动化配置CPM2AH系列PLC一套,2个I/O扩展模块,北京宏拓PC-7413板卡、PC-7423板卡各一块。运行I/O控制站软件,完成对I/O信号的采集以及各种工作泵的连锁和控制,由通讯电缆将各工位状态信号送往工控机,并接收监控的数据;结构如图3所示:

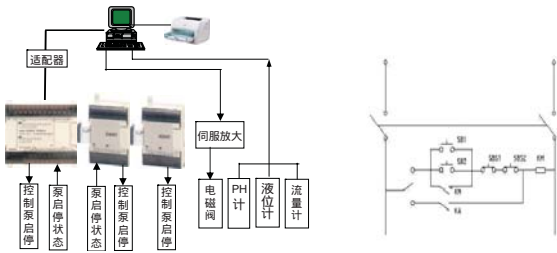


图3废酸水处理控制系统

图4 控制模式原理图

#### 4.2 监控系统

监控系统完全实现了工艺提出的功能要求,可以实现“手动”和“自动”操作两种控制模式,其中“手动”又分为“现场操作”与“就地柜操作”两种手动控制,控制模式原理如图4所示,并且无论处在何种控制模式,都可对工艺参数超限进行报警。控制系统处于自动状态时,系统可根据操作人员设定的指令自动开、停提升泵,并且泵的开关具有顺序锁定作用,防止误操作,达到自动调节加石灰水量,更好地控制废酸水品质的目的。

上位机采用研华工控机,CPU为PIV2.4G、256M内存、80G硬盘、32M显存、19英寸大屏幕显示器。上位机监控软件采用亚控6.5版“组态王”256点运行态软件,负责废酸水处理系统监控界面显示、数据处理、保存、信息交流等。上位机通过Modbus协议与PLC的进行双向数据交流。上位机可读取PLC采集的泵的启停状态,可输出开关量控制信号给PLC。上位软件可对加药实行远程手动CRT操作及远程自动、就地手动的CRT全程监控。具有历史曲线、报表、报警等界面。

其中:SB1~SBS1:手动模式时,中控室电气柜面板上的停止与启动按钮。

SB2~SBS2:手动模式时,现场机旁控制箱面板上的停止与启动按钮。

KM:接触器及接触器常开触点。

KA:中间继电器常开触点(自动控制时,由计算机控制中间继电器是否得电)。

#### 4.3 PLC控制单元

PLC控制单元是自动控制的核心部分,采集加药计量泵、废

水提升泵等泵的运行工作状态信号,同时上传到上位机。并实时执行上位机输出指令,控制泵的起、停。

## 5.控制系统的软件设计

### 5.1 软件功能描述

软件包括上位机的监控软件与下位机的软件。上位机监控软件采用亚控6.5版“组态王”256点运行态软件,负责废酸水处理系统监控界面显示、数据处理、保存、信息交流等。在上位计算机中人机界面是以图形画面的方式显示控制系统平面图及工艺流程图,有动态的实时参数值显示,如水的流量、PH值等,实时显示各泵运行状和事故报警信息列表以及电气运行状态显示等可切换的动态画面,对工艺参数值做出实时趋势曲线和历史数据趋势曲线同时,组态王软件系统还可以与EXCEL、ACCESS等数据库管软件进行DDE通讯,将数据传至数据库中,以备将来移植到他系统中供调度员分析比较,以便找出污水厂的最佳运行规律;并且可以自动生成生产报表(班、日、月),定时或根据需要进行打印,供生产管理之用;上位机通过Modbus协议,与PLC的进行双向数据交流。上位机可读取PLC采集的泵的启停状态,可输出开关量控制信号给PLC。上位机可对加药实行远程手动CRT操作及远程自动、就地手动的CRT全程监控。下位机主要是采集泵的启停状态,并且接收上位机的指令从而控制泵的启停。

上位机与下位机所用的开发工具如下所示:

上位机:操作系统:Windows 2000,开发工具:组态王6.5,支持软件:Microsoft office2000。

下位机:开发工具:CX-programmer 3.10。

### 5.2 软件设计

上位机主要是利用了组态软件来构筑整个系统,具体实现不多描述,下面重点描述下位机(PLC)软件的设计。根据工艺流程的要求,在PLC中编制出符合现场运行规范的工艺控制程序,进行相应的自动调节和信息反馈,具体的控制依据及各工艺流程需要的设备简述如下:

#### (1)各相独立单元设备启动控制

•PAM制备单元:0108A设备加水、投加药剂后启动搅拌机A按钮,搅拌约30分钟停止,起动0109A、B中的一台泵开始供药。此时0108B设备加水、投加药剂后启动搅拌机B按钮,搅拌约30分钟停止,待0108A设备中的药剂完毕后人工切换(阀门操作)到0108B设备供药。如此循环作业。0109A、B设备一台作业一台备用。

•压滤机单元:0112A、B设备的液压油泵起动,压紧滤框(约10分钟)此时0112A压滤机可以进料,由011A、B中的一台设备中送料,约1小时,人工切换(阀门操作)到0112B压滤机进料。0112A压滤机的液压油泵启动,集料斗闸门关闭,松开滤框,自动拉板机启动,人工卸渣,约25分钟,0112A压滤机的液压油泵启动压紧滤框,准备下一回作业。运渣车到达时,集料斗闸门打开,振打电机启动,卸料完毕振打电机停,集料斗闸门关闭。0112A、B设备按此循环作业。

•石灰乳制备单元:0105A石灰消化器启动,0118A斗式提升机给料同时0114滤液泵向石灰消化器供水,当0106A设备液位到达要求时(上限报警),人工切换(阀门操作)到0106B设备,当0106B设备液位到达要求时(上限报警)停0118A斗式提升机和0114滤液泵,此时消化器中剩余物料供至0106A设备,当0105A石灰消化器中无物料时停0105A、0117螺杆泵。0105B和0118B设备为备用设备。

#### (2)故障停车顺序

压滤机故障:停0101、0107、0102、0103、0104、0109、0110、0111

石灰乳制备单元故障:停0101、0107、0102、0103、0104、

0109、0110、0111、0112

(3)PLC端口分配表

组态变量 <sup>①</sup>		PLC地址 <sup>②</sup>	继电器序号 <sup>③</sup>	PLC <sup>④</sup>		端子编号 <sup>⑤</sup>	名称 <sup>⑥</sup>
输入 <sup>⑦</sup>	输出 <sup>⑧</sup>			输出端子 <sup>⑨</sup>	输入端子 <sup>⑩</sup>		
CHO, 1 <sup>⑪</sup>	Kaiguai1_1 <sup>⑫</sup>	20.00 <sup>⑬</sup>	KA1 <sup>⑭</sup>	10CH-00 <sup>⑮</sup>	0CH-00 <sup>⑯</sup>	113 <sup>⑰</sup>	废水提升泵 A <sup>⑱</sup>
CHO, 2 <sup>⑪</sup>	Kaiguai1_2 <sup>⑫</sup>	20.01 <sup>⑬</sup>	KA2 <sup>⑭</sup>	10CH-01 <sup>⑮</sup>	0CH-01 <sup>⑯</sup>	123 <sup>⑰</sup>	废水提升泵 B <sup>⑱</sup>
CHO, 3 <sup>⑪</sup>	Kaiguai1_3 <sup>⑫</sup>	20.02 <sup>⑬</sup>	KA3 <sup>⑭</sup>	10CH-02 <sup>⑮</sup>	0CH-02 <sup>⑯</sup>	213 <sup>⑰</sup>	一次中和槽 <sup>⑱</sup>
CHO, 4 <sup>⑪</sup>	Kaiguai1_4 <sup>⑫</sup>	20.03 <sup>⑬</sup>	KA4 <sup>⑭</sup>	10CH-03 <sup>⑮</sup>	0CH-03 <sup>⑯</sup>	223 <sup>⑰</sup>	氧化槽 A <sup>⑱</sup>
CHO, 5 <sup>⑪</sup>	Kaiguai1_5 <sup>⑫</sup>	20.04 <sup>⑬</sup>	KA5 <sup>⑭</sup>	10CH-04 <sup>⑮</sup>	0CH-04 <sup>⑯</sup>	233 <sup>⑰</sup>	氧化槽 B <sup>⑱</sup>
CHO, 6 <sup>⑪</sup>	Kaiguai1_6 <sup>⑫</sup>	20.05 <sup>⑬</sup>	KA6 <sup>⑭</sup>	10CH-05 <sup>⑮</sup>	0CH-05 <sup>⑯</sup>	243 <sup>⑰</sup>	氧化槽 C <sup>⑱</sup>
CHO, 7 <sup>⑪</sup>	Kaiguai1_7 <sup>⑫</sup>	20.06 <sup>⑬</sup>	KA7 <sup>⑭</sup>	10CH-06 <sup>⑮</sup>	0CH-06 <sup>⑯</sup>	253 <sup>⑰</sup>	二次中和槽 <sup>⑱</sup>
CHO, 8 <sup>⑪</sup>	Kaiguai1_8 <sup>⑫</sup>	20.07 <sup>⑬</sup>	KA8 <sup>⑭</sup>	10CH-07 <sup>⑮</sup>	0CH-07 <sup>⑯</sup>	263 <sup>⑰</sup>	石灰消化器 A <sup>⑱</sup>
CHO, 9 <sup>⑪</sup>	Kaiguai1_9 <sup>⑫</sup>	20.08 <sup>⑬</sup>	KA9 <sup>⑭</sup>	11CH-00 <sup>⑮</sup>	0CH-08 <sup>⑯</sup>	273 <sup>⑰</sup>	石灰消化器 B <sup>⑱</sup>
①	②	③	KA10 <sup>⑭</sup>	⑨	⑩	⑰	⑱
①	②	③	KA11 <sup>⑭</sup>	⑨	⑩	⑰	⑱
CHO, 10 <sup>⑪</sup>	Kaiguai1_9 <sup>⑫</sup>	20.09 <sup>⑬</sup>	KA12 <sup>⑭</sup>	11CH-01 <sup>⑮</sup>	0CH-09 <sup>⑯</sup>	313 <sup>⑰</sup>	石灰乳制备 A <sup>⑱</sup>
CHO, 11 <sup>⑪</sup>	Kaiguai1_10 <sup>⑫</sup>	20.10 <sup>⑬</sup>	KA13 <sup>⑭</sup>	11CH-02 <sup>⑮</sup>	0CH-10 <sup>⑯</sup>	323 <sup>⑰</sup>	石灰乳制备 B <sup>⑱</sup>
CHO, 12 <sup>⑪</sup>	Kaiguai1_12 <sup>⑫</sup>	20.11 <sup>⑬</sup>	KA14 <sup>⑭</sup>	11CH-03 <sup>⑮</sup>	0CH-11 <sup>⑯</sup>	333 <sup>⑰</sup>	PAM制备槽 A <sup>⑱</sup>
CHI, 1 <sup>⑪</sup>	Kaiguai1_13 <sup>⑫</sup>	20.12 <sup>⑬</sup>	KA15 <sup>⑭</sup>	11CH-04 <sup>⑮</sup>	1CH-00 <sup>⑯</sup>	343 <sup>⑰</sup>	PAM制备槽 B <sup>⑱</sup>
CHI, 2 <sup>⑪</sup>	Kaiguai1_14 <sup>⑫</sup>	20.13 <sup>⑬</sup>	KA16 <sup>⑭</sup>	11CH-05 <sup>⑮</sup>	1CH-01 <sup>⑯</sup>	353 <sup>⑰</sup>	计量泵 A <sup>⑱</sup>
CHI, 3 <sup>⑪</sup>	Kaiguai1_15 <sup>⑫</sup>	20.14 <sup>⑬</sup>	KA17 <sup>⑭</sup>	11CH-06 <sup>⑮</sup>	1CH-02 <sup>⑯</sup>	363 <sup>⑰</sup>	计量泵 B <sup>⑱</sup>
CHI, 4 <sup>⑪</sup>	Kaiguai1_16 <sup>⑫</sup>	20.15 <sup>⑬</sup>	KA18 <sup>⑭</sup>	11CH-07 <sup>⑮</sup>	1CH-03 <sup>⑯</sup>	373 <sup>⑰</sup>	碱液槽 <sup>⑱</sup>
CHI, 5 <sup>⑪</sup>	Kaiguai2_1 <sup>⑫</sup>	21.00 <sup>⑬</sup>	KA19 <sup>⑭</sup>	12CH-00 <sup>⑮</sup>	1CH-04 <sup>⑯</sup>	383 <sup>⑰</sup>	备用 <sup>⑱</sup>
CHI, 6 <sup>⑪</sup>	Kaiguai2_1 <sup>⑫</sup>	21.01 <sup>⑬</sup>	KA20 <sup>⑭</sup>	12CH-01 <sup>⑮</sup>	1CH-05 <sup>⑯</sup>	393 <sup>⑰</sup>	备用 <sup>⑱</sup>
CHI, 7 <sup>⑪</sup>	Kaiguai2_2 <sup>⑫</sup>	21.02 <sup>⑬</sup>	KA21 <sup>⑭</sup>	12CH-02 <sup>⑮</sup>	1CH-06 <sup>⑯</sup>	413 <sup>⑰</sup>	清水泵 A <sup>⑱</sup>
CHI, 8 <sup>⑪</sup>	Kaiguai2_3 <sup>⑫</sup>	21.03 <sup>⑬</sup>	KA22 <sup>⑭</sup>	12CH-03 <sup>⑮</sup>	1CH-07 <sup>⑯</sup>	423 <sup>⑰</sup>	清水泵 B <sup>⑱</sup>

图5 PLC端口分配表

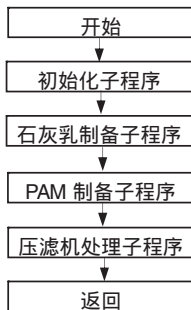


图6主程序流程图

(4)PLC软件设计

PLC软件用欧姆龙公司的CX-programmer 3.10编程软件设计, 梯形图编程,模块化结构,由一个主程序和多个子程序组成。主程序流程如图6所示。

6.结束语

本文从工程应用实际出发, 基于组态软件的开发平台, 采用常用的PLC作为控制器, 实现了对大时滞、非线性、强干扰的污水处理的中和过程的控制。实际运行表明: 该系统具有控制精度高、运行可靠、操作简单、抗干扰和适应能力强等特点, 完全可以满足污水中PH值控制的工艺需要。

创新点: 采用了组态软件和PLC结合来对废酸水PH值的处理, 系统简单、可靠!

参考文献

- [1] 王俊清等.自控技术在污水处理系统中的应用.环境保护科学, 2000, 26(1): 19~20
- [2] 郭宗仁,李琰等.可编程序控制器及其通信网络技术.北京:人民邮电出版社, 2000
- [3] 钟肇新.可编程控制器原理及应用.广州:华南理工大学出版社,2003
- [4] 陈在平.可编程控制器技术与应用系统设计.北京:机械工业出版社,2002
- [5] PLC在房间空调器性能测试系统中的应用.微计算机信息, 2005(2):15~18

作者简介

龙伟(1952-) 男 教授/硕士生导师, 长期从事计算机控制及自动控制理论的教学与科研,在国内外各种杂志发表论文多篇。

