

基于 PLC 的工业稀酸全自动配制的实现

董辉

(中冶南方工程技术有限公司 湖北武汉 430223)

摘要 工业用稀酸通常利用水和浓酸按一定比例混合后配制的。本文首先介绍了工业稀酸配制的设备组成和具体配制过程,然后重点介绍了自动配制稀酸的程序流程,最后分析了自动配制过程中的主要控制算法和程序设计。该方法不仅实现了工业稀酸的全自动配制,而且对于与此类似的配液也具有一定借鉴作用。

关键词 稀酸配制 全自动程序流程 控制算法 程序设计

中图分类号:TP399

文献标识码:A

文章编号:1007-9416(2013)01-0014-02

1 引言

工业生产过程中,工厂一方面会产生大量的浓酸,另一方面又需要消耗大量的稀酸^[1]。为了降低生产成本和实现循环再利用,稀酸通常采用工业水稀释浓酸的方法来配制。然而,目前稀酸配制仍以人工为主,由工人在现场手动开关进水阀和进酸阀,按一定比例向配制罐内加入水和浓酸,经搅拌混合均匀后获得。由于水和浓酸的加入量基本上靠人工目测,配制的稀酸浓度误差较大,浓酸的强腐蚀性对现场工人的人身安全构成严重威胁,现场工作环境恶劣。为解决稀酸配制过程中存在的上述问题,本文在已有西门子PLC^[2,3]的基础上借助Step7 V5.4编程软件采用STL和LAD编程语言^[4]开发了一套自控程序,实现了工业稀酸全自动配制的过程。

2 工业稀酸配制设备组成和过程

稀酸配制设备组成如图1所示,T-601A—浓酸储罐,T-601B/C—配制罐/投加罐,互为备用,P-601A/B—浓酸输送泵组,一用一备,EV601A~F—电动阀,用于介质切断,SM-601B/C—配制罐内搅拌机,P-601C/D—稀酸输送泵组,一用一备。

工业稀酸配制具体过程为:主生产线上产生的新酸(浓酸)通过管道流入浓酸储罐T-601A存储起来。配制前时,首先从T-601B/C中选择一个罐子作为配制罐,然后确定所需的稀酸浓度和体积,再根据已知的浓酸浓度计算出水的加入量和浓酸的加入量。其次,配制时先打开配制罐(T-601B或T-601C)的工业水管上的电动阀(EV601B或EV601D)注入工业水,待加入的水达到需要的加入量后关闭该电动阀;最后,打开配制罐的浓酸管道上的电动阀(EV601A或EV601C),经浓酸输送泵P-601A/B输送所需的浓酸量,在兑入浓酸的同时开启配制罐内的搅拌机(SM-601B或SM-601C),使罐内形成均匀的稀酸,完成配制过程。

3 全自动配制程序流程

根据工业稀酸配制工艺过程,全自动配制程序控制流程如图2所示。

3.1 工艺参数设置和合理性判断

操作工在HMI上设置的工艺参数主要有:浓酸浓度、配制的稀酸浓度、配制的稀酸体积。其中,浓酸浓度会受主生产线影响而发生

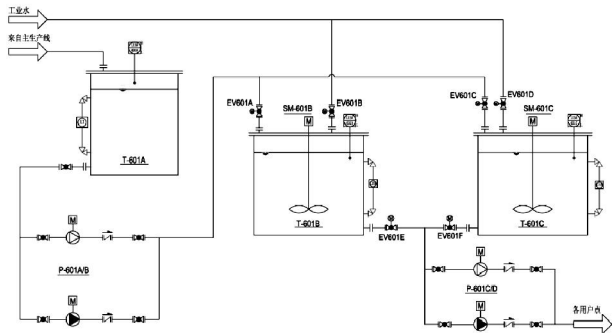


图1 稀酸配制设备组成

变化,配制稀酸前须由操作工根据现场实测的结果在HMI输入确认。在工艺参数设置完成后,由程序自动判断设置是否合理。1)稀酸浓度

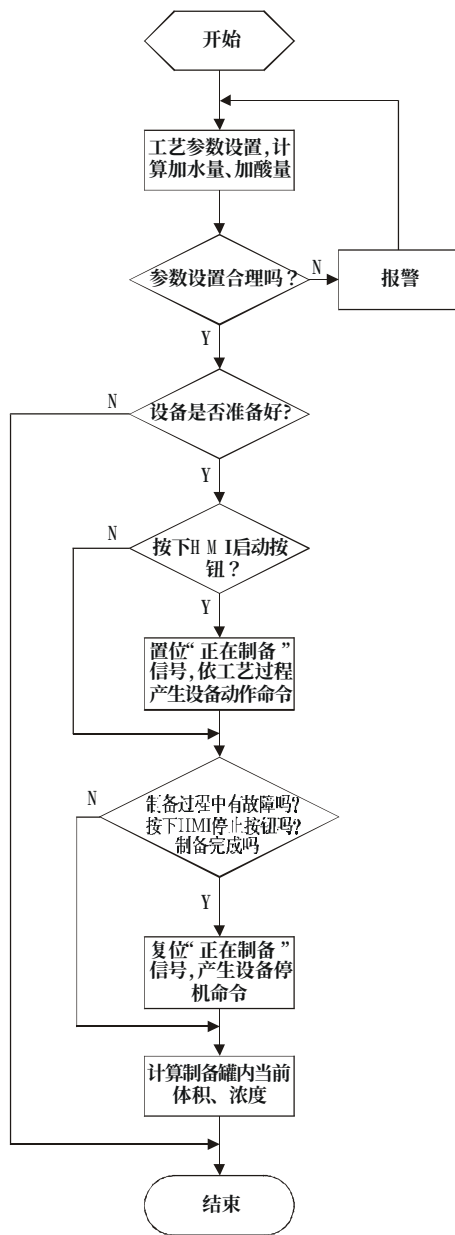


图2 全自动配制程序控制流程

设定值是否超过工艺要求的范围。2)稀酸体积设定值是否在配制罐内当前体积与最大体积之间。3)计算出的浓酸加入量是否大于零。如果不合理,HMI会弹出报警对话框,提醒操作工重新设置工艺参数。

3.2 配制信号置位与复位

“正在制备”信号是自动配制程序中一个主要标志位,用于联锁设备的动作命令。当满足以下条件时置位:1)输送浓酸的泵和电动阀准备好(正常且为自动模式);2)加水的电动阀准备好(正常且为自动模式);3)工艺参数设置合理;4)配制罐内液位计正常;5)操作工触发HMI“启动”按钮。当遇到下列条件之一时复位:1)加水时电动阀出现故障;2)输送浓酸时,泵或电动阀出现故障;3)操作工触发HMI“停止”按钮;4)配制完成时(配制罐内体积达到设定值)。

3.3 设备动作命令

加水电动阀、加酸电动阀和输送泵等设备在自动模式下,开启或停止命令会随着配制进程自动地触发。

当“正在制备”信号复位后,应将当

作者简介: 董辉,男,1978年7月,职位:工程师,学历:硕士,研究方向:冶金自动化仪表设计及自控系统调试。

前配制罐内的体积和浓度赋值给 V_0 、 C_0 。当开始配制时,根据‘正在配制’信号上升沿计算出加水阀关闭时的罐内体积。加水电动阀自动模式下,打开命令由‘正在配制’信号产生;关闭命令由罐内体积达到计算的体积或‘正在配制’信号复位后。

加酸电动阀自动模式下,打开命令在全部满足下列条件时触发 1)有‘正在配制’信号 2)已完成加水(由加水阀关闭命令置位一标志) 3)加水阀关到位;关闭命令由下列条件之一触发 1)在‘已启泵’标志位下,两泵全部停机时 2)‘正在配制’信号复位时。

浓酸输送泵自动模式下,启动命令由下列条件全部满足时触发 1)‘正在配制’信号置位时 2)加酸电动阀已开到位。停机命令根据下列条件其中之一来触发 1)‘正在配制’信号已复位 2)罐内体积达到配制的体积;

4 主要控制算法及程序实现

4.1 水和浓酸加入量计算

稀酸是通过水与浓酸按一定的比例混合后得到的,因此,为了得到一定浓度的稀酸,首先应确定水、浓酸的加入量,可由下列公式得到

$$\begin{cases} X = (V_s * C_s - V_0 * C_0) / C_t & (1) \\ Y = V_s - V_0 - (V_s * C_s - V_0 * C_0) / C_t & (2) \end{cases}$$

上式中, X ——浓酸加入量, m^3 ; Y ——工业水的加入量, m^3 ; C_t ——浓酸浓度, %; C_0 ——配制开始时,配制罐内稀酸初始浓度, %; V_0 ——配制开始时,配制罐内稀酸初始体积, m^3 ; C_s ——要配制的稀酸浓度, %; V_s ——要配制的稀酸体积, m^3 ;

在西门子 Step7 V5.4 编程环境下,采用 STL 编程语言实现上述算法,如下

```
...
A(
L   #Ct                      // 浓酸浓度
L   0.000000e+000
> R
)
JCN  END2
L   #MinusResult             // Vs*Cs—Vo*Co
L   #Ct
/ R
T   #X                        // 加酸量
L   #Vs
L   #Vo
- R
L   #X
- R
T   #Y                        // 加水量
END2: NOP 0
```

4.2 配制罐内的实时浓度计算

稀酸配制过程无人干预,全自动完成。在实现自动配制的同时,还必须保证让操作工实时监控到整个配制过程,即需要随时了解罐内稀酸的浓度变化。在自动配制过程中,操作工可随时中断配制过程,调整配制的稀酸浓度和体积,以当前状态重新开始自动配制。由于配制过程分为加水和加酸两个阶段,为此,根据下列公式可得到不同配制阶段的实时罐内稀酸浓度 C ,

$$C = \begin{cases} V_0 * C_0 / V & (3) \\ (V_0 * C_0 + (V - V') * C_t) / V & (4) \end{cases}$$

上式中, V ——配制罐内稀酸的实时体积, m^3 ,由实测液位得到; V' ——开始配制时,配制罐内稀酸体积, m^3 ;

在西门子 Step7 V5.4 编程环境下,采用 STL 编程语言实现上述算法,如下:

```
...
// 计算配制罐内实时体积
A   #LevelFault              // 液位计故障
JC  END1
L   #Radius                  // 罐直径
```

```
SQR
L   3.141593e+000
* R
L   #Level                  // 实时液位
* R
T   #V                      // 实时体积
// 实时体积应大于0
A(
L   #V
L   0.000000e+000
> R
)
JCN  END1
// 加水阶段
A   # AddingWater
JCN  NEX1
// 据此公式计算实时浓度, C=Vo*Co/V
L   #Co
L   #Vo
* R
L   #V
/ R
T   #C                      // 加水阶段, 配制罐内实时浓度
JU  END1
// 加酸阶段
NEX1: A   #AddingAcid
JCN  END1
// 据此公式计算实时浓度, C=(Vo*Co+(V-V')*Ct)/V
L   #V
L   #V'
- R
L   #Ct
* R
T   #PureHclVolume          // =(V-V')*Ct
L   #Co                    // Co
L   #Vo                    // Vo
* R
L   #PureHclVolume
+ R
T   #PureHclVolume
L   #V
/ R
T   #C                      // 加酸阶段, 配制罐内实时浓度
END1: NOP 0
```

5、结束语

通过对开发的程序进行模拟仿真和某废水处理站的实际应用,操作工在操作室即可实现工业稀酸的全自动配制过程,抛弃了以往人工现场配酸的过程,极大地减轻了工人劳动强度,降低了工人可能遭受的人身伤害风险。该自动配制 PLC 程序对于其他类似的配液具有一定借鉴作用。

参考文献

- [1] 习明安, 周文. 武钢冷轧厂废水废酸处理技术[J]. 冶金动力, 2005, 109(3): 44~45.
- [2] 高钦和. 可编程控制器应用技术与设计实例. 北京: 人民邮电出版社, 2005.
- [3] 路林吉, 王坚, 江龙康. 可编程控制器原理及应用. 北京: 清华大学出版社, 2002.
- [4] 西门子股份有限公司自动化与驱动集团工业自动化系统部. S7-300 和 S7-400 编程语句表 (STL) 参考手册. 北京: 西门子, 2004.