

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2010.04.027

## 真空熔药机自动化控制技术

米玉华, 范玉德, 曹志伟, 张程涛, 赵仕勇, 张明, 吴奎先  
(中国工程物理研究院 化工材料研究所, 四川 绵阳 621900)

**摘要:** 系统采用计算机与 PLC 相结合的控制方式, 通过工业控制网络将计算机、可编程控制器、现场检测仪表和执行器集成为一体, 实现了集中管理、监控, 分散控制和单元控制的目标。采用绝对编码器实现了熔药机转速和位置的实时测量, 通过程序实现了熔药机停止定位。系统具有手动、自动功能; 良好的人机对话功能, 实现了熔药自动化。

**关键词:** CC-Link; 计算机; PLC 控制器; 自动定位

**中图分类号:** TP273 **文献标识码:** A

## Automatic-Control Technology of the Vacuum Explosive Melting Machine

MI Yu-hua, FAN Yu-de, CAO Zhi-wei, ZHANG Cheng-tao, ZHAO Shi-yong, ZHANG Ming, WU Kui-xian  
(Research Institute of Chemical Materials, China Academy of Engineering Physics, Mianyang 621900, China)

**Abstract:** The combination of computer and PLC was adopted in the explosive melting machine measuring and controlling system. The system was composed of computer monitor system, PLC control system, apparatus and meter system, power and vacuum assistant system. The computer, PLC and spot instrument were combined by industrial control net. Thus centralized management, monitor, dispersive management and units management were realized. The absolute encoder was adopted, so the rotate speed and position of the machine could be measured in real time. The machine could be operated manually or automatically, Human-machine intercommunion was all right and all the operation of the machine could be performed on the computer.

**Keywords:** CC-Link; Computer; PLC; Auto positioning

### 0 引言

真空熔药机的功能是将性能不同的多种炸药及其它物料在一定的工艺条件下混合均匀并熔化,

是炸药熔铸装药生产的关键设备之一。故结合建设高水平的熔铸装药自动化生产线的需要, 对真空熔药机自动化控制技术进行研究。

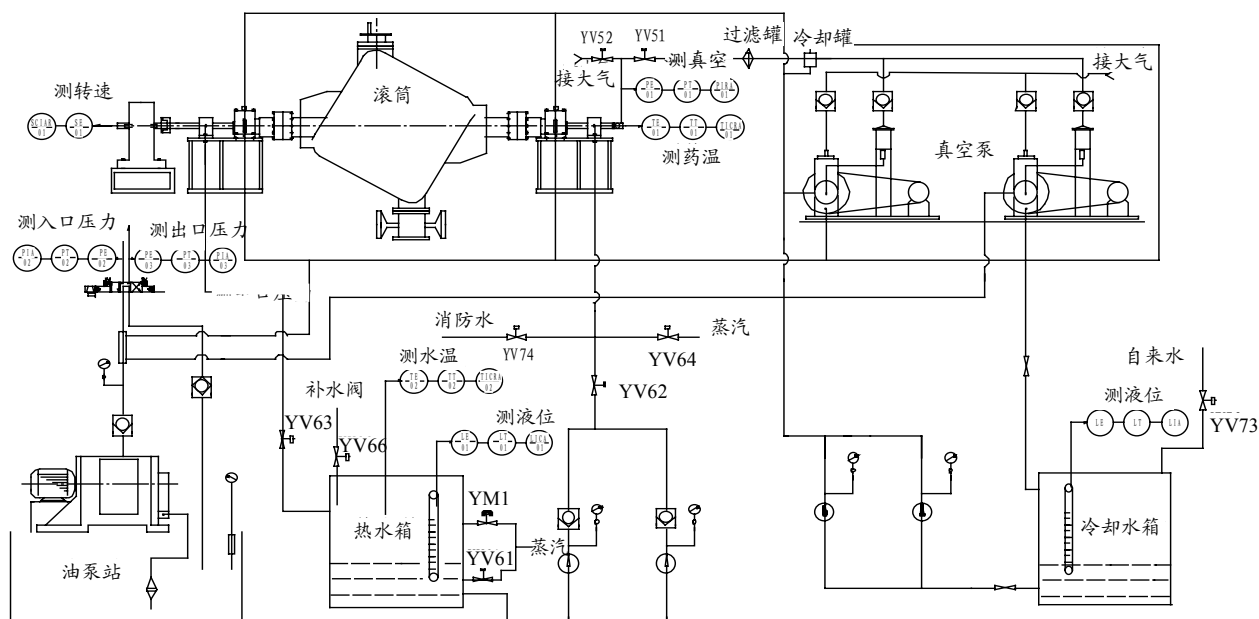


图 1 真空熔药机设备系统简图

收稿日期: 2009-10-14; 修回日期: 2010-02-01

作者简介: 米玉华 (1973-), 女, 四川人, 高工, 毕业于合肥工业大学, 从事自动化设计与应用研究。

### 1 真空熔药机自动化控制技术要求

#### 1) 工艺过程

真空熔药机是一套综合生产设备，一般包括熔药机本体、液压驱动系统、热水系统、冷水系统、真空系统、自动控制系统等，整个设备系统如图 1。

#### 2) 真空熔药机熔药工作流程

先开启电磁阀，向热水箱加入冷水，使热水箱水位达到规定值；开启电动调节阀、电磁阀，使热水箱的水温达到要求（这个过程为准备阶段）；后向真空熔药机内加入需要熔化的炸药及组分材料，关闭防爆门，转动真空熔药机；同时，启动热水泵，开启阀门，向真空熔药机夹套通入循环热水加热真

空熔药机中的炸药，在真空熔药机中炸药的温度达到抽真空的温度和达到抽真空的时间时，启动真空泵抽真空，当炸药及组分混合均匀、熔化且温度和时间达到工艺设定值时发出出料信号，完成熔药。

### 2 总体方案设计

真空熔药机自动化技术总体方案为：通过建立网络结构，将先进的计算机控制技术和主流控制技术 PLC（可编程控制器）相结合，由计算机、PLC、现场设备组成三层网络结构：输入输出 I/O 的远程扩展或连接智能设备控制现场，构成设备层；可编程控制器作为生产过程的控制层；计算机作为上位机为信息层。控制系统结构简图如图 2。

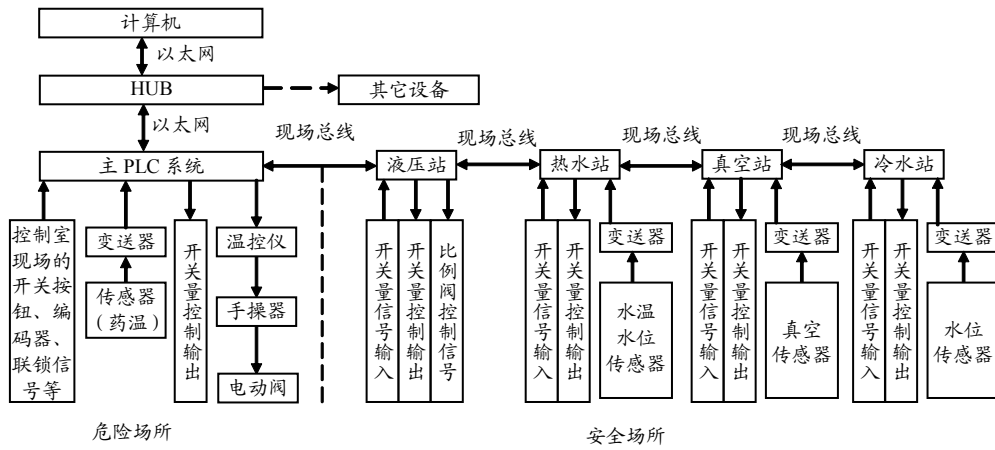


图 2 控制系统结构简图

#### 2.1 PLC 系统设计

可编程控制器选用三菱公司的 Q 系列 PLC，Q 系列 PLC 采用顺控专用处理器，具有高速总线传输功能和事件中断功能，可确保系统所需的高性能和高速。同时三菱 PLC 程序简洁直观，可读性强。

另外，三菱公司的开放式现场总线技术

CC-Link (Control & Communication -Link)，是一个以设备层为主的网络，CC-Link 网络的主站由 PLC 担当，从站可以是远程 I/O 模块、特殊功能模块、带有 CPU 和 PLC 本地站、人机界面、变频器及各种测量仪表、阀门等现场仪表设备。

主 PLC 系统结构如图 3。



图 3 主 PLC 系统结构图

#### 2.2 自动化程序设计

控制程序采用三菱公司提供的 GX Dexeoper 软件设计。首先根据工艺流程、设备工作流程和控制要求、设备之间控制运行连锁关系设计控制流程图，然后分配数据地址、寄存器地址，最后编写控制程序流程图。控制程序则采用梯形图方式编写，从功能上分为初始化程序、主程序、复位程序等。

#### 2.3 可视化系统

##### 1) 系统网络设计

采用以太网建立计算机和主 PLC 之间的信息交换。在实际设计中，将计算机的 IP 地址设为：192.168.66.1；用三菱公司提供的 GX Dexeoper 软件包进行 PLC 的通信设置，PLC 的站号为：2，IP 地址设为：192.168.66.2，对方端口号为：0401。

CC-Link 现场总线主要用于建立 PLC 和远程站之间的联系和信息交换。通过 GX Developer 软件, 设置 PLC 和远程站之间的 CC-Link 现场总线连接。

2) 可视化界面设计

计算机监控界面采用国内著名的工控软件—组态王开发设计, 该软件功能全面、程序设计灵活, 可根据实际需要开发子程序。

计算机监控界面主要由 5 组界面组成, 包括开机界面、运行界面、工艺参数设定界面、报表界面、关机界面等。

运行界面为正常操作时的主要界面, 分为设备操作状态及流程区、数据显示区、设备操作菜单区、报警区等, 具体如图 4。

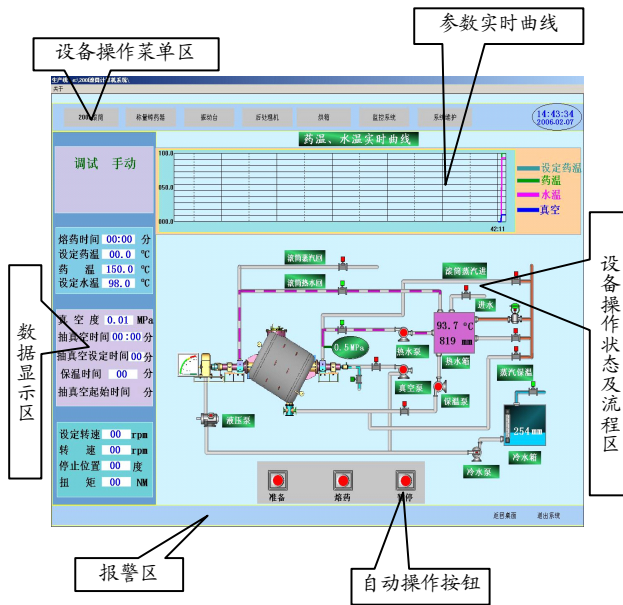


图 4 运行界面

2.4 真空熔药机自动定位停止

真空熔药机能否实现自动定位停止直接关系到能否实现自动化浇铸, 要求自动定位停止精度为  $0.1^\circ$ 。

经过对真空熔药机传动装置的分析, 在研究绝对编码器的信号后, 决定采用 PLC 和绝对型编码器实现对真空熔药机位置的实时检测, 并实现熔药机转速测量, 从而为实现真空熔药机定位停止提供必要的条件。

选择 10 位的编码器, 分解能达 1024。为提高分辨率, 决定将编码器安装在高速端, 在系统液压马达和滚筒机械传动比为 5 的情况下, 最小分辨率

度为:  $360^\circ \div 1024 \div 5 = 0.0803^\circ$ 。

2.4.1 真空熔药机转速测控技术

通过分析和测试编码器信号, 发现编码器 X86 这一位每一圈发出的脉冲数为 32, 采用计数脉冲的方法, 可测得满足测量精度要求的真空熔药机转速。

真空熔药机的转动速度由控制系统自动调节控制, 其调节规律为 PI 调节规律。控制原理是: 给定转速和测量转速的偏差值经 PI 运算后控制比例流量阀的开度, 从而控制进入液压马达的液压油流量, 也就控制了液压马达的转速, 即真空熔药机的转速。其转速调节的原理框图如图 5。

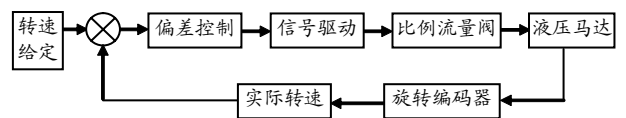


图 5 转速调节原理框图

2.4.2 定位程序

定位流程图如图 6。

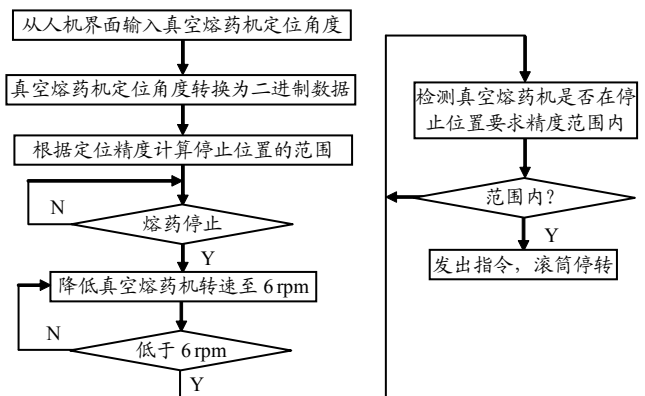


图 6 定位流程图

3 结论

该技术已成功应用于 50L 和 200L 真空熔药机, 均已通过考核试验。系统具有手动、自动两种操作方式, 具有良好的人机对话功能, 可以在计算机上完成所有的控制操作。项目已投入科研生产中, 生产的产品质量全部合格。设备实际运行情况表明, 整个控制系统各项技术指标满足工艺技术要求, 达到预期效果, 并具有可靠性高、安全、柔性、智能等特点。

参考文献:

[1] 高娜, 李鸣, 彭大海, 等. 数字伺服系统的多目标优化设计[J]. 四川兵工学报: 2009(2): 60-61.