

# 用 PLC 改造粉末冶金自动液压机\*

马志溪<sup>①</sup> 刘录明<sup>②</sup>

(<sup>①</sup>华侨大学电气技术系, 泉州 362011; <sup>②</sup>自贡大学机械电气系, 四川自贡 643000)

**摘要** 从控制功能、系统构成及软件设计三个方面介绍用可编程控制器进行粉末冶金行业普遍运用的自动液压机的技术改造项目, 并归纳出此系统的三项技术特性。

**关键词** 可编程控制器, 自动液压机, 粉末冶金

**分类号** TF 3

由于粉末冶金技术可以无切削、少切削代替切削加工以及压制旋切式无法加工的异型零件, 因此形成了粉末冶金行业空前良好的市场状况。粉末冶金有两个极为重要的工序环节——压制和烧结。可是, 压制的主要设备(压机)落后的控制方式限制了生产速度, 成为行业与市场需求矛盾之源, 故立项进行改造。现改造已顺利完成, 经过较长时间的运用, 表明其能较理想地满足生产需要, 并产生较大的经济效益和良好的社会效益。

## 1 控制对象——YA79-125t 粉末冶金压机

YA19-125 t 粉末制品压机是 60 年代引进日本技术生产的粉末冶金行业第一代自动压制设备。其电气系统是采用晶体管开关电路控制的, 且采用早期分立元件电路。因此, 故障率高、维修困难。虽其产品分布全国, 但绝大多数都不能正常运行。因此, 被机械工业部列为粉末冶金行业重点技改项目。

该机有 3 个油缸, 自动循环一周期为七工步, 所有动作均通过电气和液压联合控制。动作分为“手动”和“自动”。在“自动”过程中根据压制零件的要求, 又可分为“下缸拉下延时”和“下缸拉下不延时”。通过切换开关可选择“高速”或“低速”工作方式。在工作过程中, 当按下紧停按钮, 其它动作停止, 上缸自动返回上极限, 由外接时间数显继电器控制上缸对被压产品加压的时间, 压机的运行工状由床身上安装的 8 个晶体管接近开关和 1 个压力继电器检测。

压机的上油缸有“上升”、“下降”两个工况, 分别由晶体管接近开关(1 XK, 4 XK)检测其上下限位置。另有 2 XK 在上缸下降时发出“高速”变“低速”信号, 使上冲模缓慢进入凹模, 以防止高速下降损坏模具。压机的下油缸也有“上升”、“下降”两个工况, 分别由接近开关(8 XK, 10XK)作上下限位。上下油缸上升和下降既可高速也可低速, 工作状态由操作屏面板上的开关切换。

\* 本文 1997-01-15 收到; 四川省自贡市科委技改基金资助项目

送料油缸有“前进”、“后退”两种工况，分别由接近开关(5 XK,6XK,7 XK,11 XK)限位发讯. 其中,6 XK,11 XK 作前后限位, 7 XK 为送料振动发讯,5 XK 作上缸下降发讯. 压机与位置传感器结构见图 1.

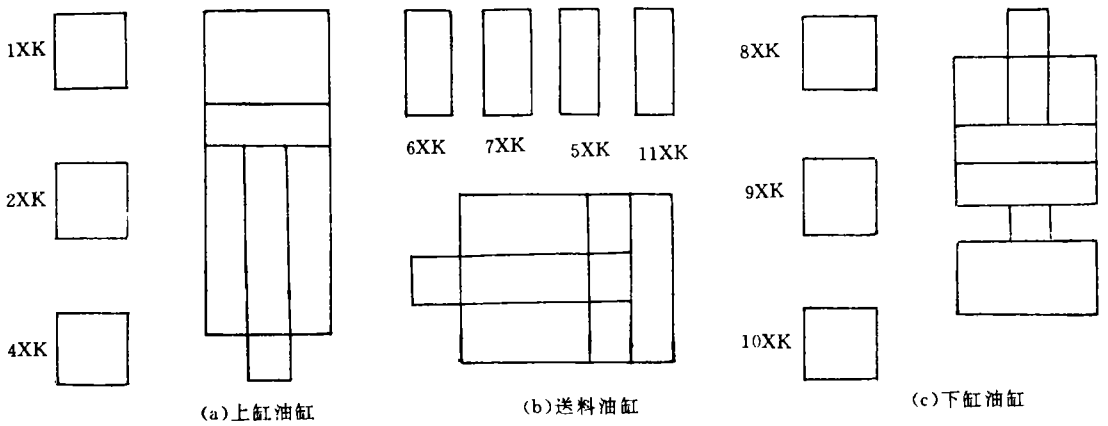


图 1 压机与位置传感器结构简图

2 系统动作控制要求

2.1 动作概要

在全自动压制过程中常驻内存的是拉下式程序. 为缩短每个周期系统扫描时间, 将不常用的顶出式程序存在软磁盘上保存, 需要时采用联机通讯将磁盘上的程序通过微机输入 PLC.

拉下式是下模固定, 上模下压通过模体的侧压, 从而带动外模下降以进行压制. 压制后将外模拉下取出制品. 顶出式则是固定外模, 由活动芯柱顶出产品. 在上述动作过程中, 根据压制零件形状和工艺的要求, 可通过切换开关选择拉下延时、送料延时、低速等几种形式动作.

在全自动过程中, 发生故障, 可按紧停按钮. 此时, 其它动作停止, 上活塞自动升到上极限位置. 按动复位按钮后, 必须回到手动状态, 把各活塞调整到初始位置, 全自动才能重新启动.

2.2 “全自动”流程图

以拉下不延时为例, 其流程图见图 2.

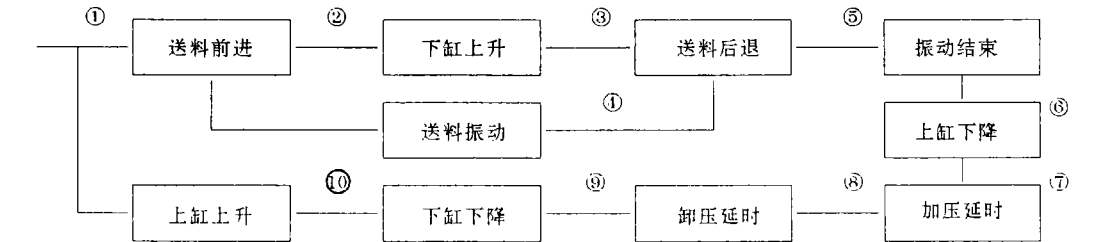


图2 全自动工作流程图

动作程序(略).

3 控制系统的构成

3.1 控制核心——可编程控制器(以 C60 为例)

3.1.1 主机外部结构 (1)有一个外设插口,可插入编程器和 EPROM 写入器.(2) 32 个输入点,每点对应有一个 LED 显示该输入点的情况.(3)28 个输出点,每点对应也有一个 LED 显示该输出点情况.(4) RS-232 接口插座,可与 IBM-PC 联机通讯. 有计算机编程、修改、存贮和打印用户程序,并通过 CRT 显示用户的梯形图.

3.1.2 主机内部结构 (1) 微处理器、存贮器(EPROM, RAM)和 I/O 外设接口电源.(2) 辅助继电器、延时继电器、计数继电器、周期为 0.1~2.0 s 的特殊继电器、开机单一正(负)脉冲继电器和移位继电器.

3.1.3 I/O 接口 其 32 个输入点,其中 10 个分别作上下活塞和送料活塞的位置检测;1 个作压力继电器讯号输入;其余作控制面板上按钮和工作方式切换开关接点输入. 28 个输出点中, 7 个用于控制各活塞上下、左右、前进及后退动作的电液换向阀;2 个用于与电子计数器和时间继电器构成反馈网络,其余控制发光二极管显示系统的即时状态.

3.2 位置传感器

位置传感器接线见图 3,代号及作用见表 1,采用晶体管接近开关. 通过活塞带动金属片相

保压触点 BC	——	0000	电源	——	~220V
上缸上限 1XK	——	0001		——	0 市电输入
上缸减速 2XK	——	0002			
振动计数输入	——	0003	0500	——	送料电磁阀
上缸下限 4XK	——	0004	0501	——	高速电磁阀
5XK	——	0005	0502	——	低速电磁阀
送料前限 6XK	——	0006	0503	——	上缸上升电磁阀
振动发讯 7XK	——	0007	0504	——	上缸下降电磁阀
下缸上限 8XK	——	0008	0505	——	下缸上升电磁阀
保压延时输入	——	0009	0506	——	下缸下降电磁阀
下缸下限 10XK	——	0010	0507	——	卸压延迟显示(0.2S)
送料后限 11XK	——	0011	0508	——	同上(0.4S)
手动/自动	——	0012	0509	——	同上(0.6S)
拉下延时选择	——	0013	0510	——	同上(0.8S)
高速/低速	——	0014	0511	——	同上(1.0S)
自动启动	——	0015	0512	——	计数脉冲输出
复位按钮	——	0100	0513	——	
紧停按钮	——	0101	0514	——	计时电源
送料前进	——	0102	0515	——	计数电源
送料后退	——	0103			
上缸上升按钮	——	0104			
上缸下降按钮	——	0105			
下缸上升按钮	——	0106	机内	——	+24V
下缸下降按钮	——	0107	电源	——	0

图 3 PLC 的 I/O 接线图

表 1 位置传感器代号及作用

代号	1XK	2XK	4XK	5XK	6XK	7XK	8XK	10XK	11XK
作用	上缸下限	高速变低速	上缸下限	上缸下降	送料前极限	送料振动	下缸上限	下缸下限	送料前极限

对开关的离开与接近,而使开关的探头振荡电路振荡与停振,并经过模数转换成数字信号送到 PLC 的输入端.

3.3 液压执行机构——电液换向阀

接法见图 3,代号及作用见表 2.

上下活塞由电磁阀控制三位五通阀,从而驱动多路液动阀切换油路,并使之作上升、下降运动. 送料活塞由电磁阀带动二位三通阀使之作前后运动. 高低速阀配合上下活塞,使之变换

速度.

表 2 电液换向阀的代号及作用

名称	1DT	2DT	3DT	4DT	5DT	6DT	7DT
作用	高 速	低 速	上缸下降	上缸下降	下缸上升	下缸下降	送料进/退

电液换向阀的电磁铁由 30 V 直流电源经 PLC 输出触点供电,每一个电磁铁接 PLC 的一个输出点.

3.4 主令电器

(1) 在维修和装模调整时需“手动”操作,控制面板有对应的按钮控制活塞带动模架和模冲任意运动. 还设有“紧停”和“复位”按钮. 按下“紧停”按钮时,除强迫上缸返回上极限外,PLC 停止一切输出. 按动“复位”后,系统才能动作. 此时,必须采用手动,把上下缸和送料缸调到初始位置,系统才能进入自动. 各按钮的作用和代号见表 3,接线见图 3.

表 3 按钮的作用和代号

代号	SL	ST	SS	SX	XS	XX	G	F
作用	送料前进	送料后退	上缸上升	上缸下降	下缸上升	下缸下降	紧停	复位

(2) 切换开关. 本系统设有高/低速、手动/自动、拉下延时/拉下不延时等切换开关,使 PLC 内部实现程序跳步以方便地改变动作.

(3) 计时、计数器的输入与输出. 系统的保压延时、泄压延时和送料振动次数在面板上控制. 保压延时时用 4 位数显电子时间继电器,电源接 PLC 的输出点. 该点接受指令接通时,继电器开始计时,达到预定值时通过 PLC 的输入点发出信号,启动下一动作. 泄压延时由软件设定,从 0.2~1.0 共五个时段. 时段选择与送料后退(手动有效)共用一个按钮,且时段选择只在自动时有效. 按一次切换一个时段,5 次后又从 0.2 s 时段重新开始. PLC 的输出有 5 个点分别接 5 个发光二极管,以指示当前时段. 送料振动次数的计数由 2 位 LED 数显电子计数器控制. 预置值可在 0~99 间选择,其电源和计数触发端接 PLC 的输出点,计数达到预定值时输出一个信号经 PLC 的输入端送入 PLC 内,作为下一个动作的启动信号<sup>[3]</sup>.

4 系统的软件设计

系统的软件按模块化设计,各模块之间采用跳步指令按条件真假来选择不同模块,以实现工作状态的转换. 因此,其具有可读性强、执行速度快的特点.

4.1 公用模块——手动和自动公用部分

(1) 送料——控制送料活塞的进退,送料计数振动. 其制约条件:上缸在上限,下缸在下限,保压继电器未动作且上下活塞均静止.

(2) 高、低速——与上缸和下缸的电液换向阀配合,实现高、低速运动. 除转换开关切换外,当 2 XK 或 5XK 被接近时,上缸自动切换到低速.

(3) 紧停和复位.

4.2 手动模块

由上缸上升、上缸下降、下缸上升和下缸下降四段子程序组成,各子程序分别由对应的按钮启动. 手动/自动开关打到自动时,本模块自动跳过.

4.3 自动模块

核心是移位寄存器的编程,每个工步的动作由对应的控制字驱动.控制字在移位寄存器中的有序移动,便形成各工步的步进控制.自动模块由“拉下不延时”和“拉下延时”两个独立的子模块组成,其区别是脱模时“上缸上升”和“下缸下降”的顺序相反.

(1) 移位寄存器 13XX 和 14XX. 13XX 和 14XX 是 16 位移位寄存器. 13XX 及 14XX 分别在“拉下不延时”及“拉下延时”模块中作控制字的移动. 本系统中产品的压制周期为六个工步,每个工步由一段子程序驱动,每段子程序由上述对应移位寄存器的一个控制字控制. 在编程中,分别利用“1306”及“1406”作“拉下不延时”及“拉下延时”的清零和下一周期触发. 各工步对应的控制字见表 4(以拉下不延时为例).

表 4 拉下不延时控制字功能

移位发讯元件	工作按钮或 1306	6XK	8XK	5XK	保压触点或 4XK	10XK	1XK
控制字	1300	1301	1302	1303	1304	1305	1306
工步	送料前进	下缸上升	送料后退	上缸下降	下缸上升	上缸上升	清零返回

(2) 泄压延时继电器. 用断电保持继电器 1600 至 1604 作移位寄存器.“送料后退”按钮在自动时作同步信号源. 寄存器每一位作一个控制字去控制一组内部计时单元,控制字高电平有效时选中对应的计时单元,去控制上活塞的泄压延时. 按钮按一次,使控制字移动一位,选中下一组计时单元从而切换延时时段. 断电后由机内锂电池保持寄存器数据. 停电后再开机时控制字状态不变.

(3) “自动”对“公用”模块的调用,可由程序自动进行<sup>[2]</sup>.

本系统软件设计按梯形图编程.

## 5 系统的技术特性

### 5.1 正确地选用 PLC

过程控制中 PLC 相对系统微机的优点:(1) 使用环境. 微机抗干扰性能差,对温度、湿度要求严格. PLC 适应各种工业现场,具良好的抗强磁场、抗高次谐波的干扰性能.(2) 输出电平和功率. 微机接口输出标准 TTL 电平、微功率. 要控制工业设备,必须加上复杂的接口转换电路. PLC 输入设备为继电器、可控硅和晶体管,可根据使用需要选用.

PLC 相对单板机的优点:(1) 集成度. 单板机(以 TP-801 为例)的 CPU,ROM,RAM,PIO,SIO,CTC 等是各自独立的集成电路,通过三总线和地址译码器、锁存器等联接,其集成度低,外部元器件和接点多. 因此故障点多,不宜粉尘环境中使用. PLC 的核心部件是单片机,其 CPU,ROM,RAM,I/O 口、定时器/计数器均通过内部总线集成在一块芯片中,其集成度高,适应粉尘环境工作.(2) PLC 输入采用光电隔离,抗干扰好.(3) 开发周期及难易程度. 单板机用汇编语言编程、手工汇编成机器语言要求开发者熟悉计算机原理,有软硬件知识. 编程难,查错难. 程序入 EPROM 后若需修改,须用紫外线先擦除,故开发周期较长.

PLC 采用梯形图编程. 梯形图是把单片机汇编语言集成化、模块化成为模拟继电器逻辑的功能语言. 能看懂继电器逻辑图的人,简单学习后,即可用梯形图语言编程开发. PLC 的用户 RAM 有高性能的锂电池支持,用户通过编程器输入的程序可保持 5 年,且可任意插入、删除、修改其中的语句,给用户开发应用系统提供了极大方便,也使开发周期大为缩短<sup>[3]</sup>.

### 5.2 利用移位寄存器产生步进控制字

本程序段是步进控制的关键,其功能是利用 PLC 的移位寄存器的各个位的逻辑状态作相应工步的控制字.若某位为“0”,则其对应工步不管什么情况都不工作.而在任何时候,移位寄存器都只有一位可能为“1”,这就保证了机器按事先设定的移位寄存器高电平移动方向运动,而不会发生误动作.移位寄存器示意如图 4.

当 S 为“1”时,1300 位为“1”.此时,从软件上保证 S 端置“1”,信号撤除.再使 CP 通一次,则 1300 的“1”信号移到 1301,1300 位变为“0”;再 CP 一次,1302 为“1”,1300 和 1301 均为“0”.由于 R 端与开机清零脉冲相联,开机时已保证寄存器为全零,因此在移位过程中,后面各位也都为“0”.这就保证了同一时间只有一个工步动作.

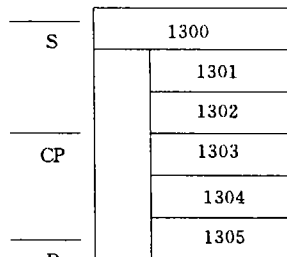


图4 移位寄存器

### 5.3 利用断电保持继电器节约硬件资源

用断电保持继电器 1600~1604 作移位寄存器.送料后退按钮在自动时作同步信号源.寄存器的每一位作一个控制字去控制一组内部计时单元.控制字高电平有效时选中对应的计时单元,去控制上活塞的泄压延时.按钮按一次,使控制字移位一位,选中下一组计时单元,从而切换延时时段.一组移位寄存器为 16 位,于是只用一个输入端就可选择 16 个延时时段,相当于 5 个输入端的功能.

## 参 考 文 献

- 1 廖常初. 可编程序控制器应用技术. 重庆: 重庆大学出版社,1996. 47~50, 81~87
- 2 胡少平,姚水林. 可编程控制器在轮胎双模硫化机上的应用. 电工技术,1996, (1): 33~36
- 3 刘优国. 可编程控制器在 250 t 压铸机设备上的应用. 电工技术,1996, (2): 16~17

## Remoulding Autohydropress Used in Powder Metallurgy by Applying Programmable Logic Controller

Ma Zhixi<sup>①</sup> Liu Luming<sup>②</sup>

(<sup>①</sup>Dept. of Electr. Tech., Huaqiao Univ., 362011, Quanzhou;

<sup>②</sup> Dept. of Mect. & Electr. Eng, Zigong Univ., 643000, Zigong)

**Abstract** As a technical reformation item, the autohydropress widely used in powder metallurgy is remoulded by applying programmable logic controller. The item is described in the aspects of control function, system structure and software design; and correspondingly, three technical properties of this system are generalized.

**Keywords** programmable logic controller, autohydropress, powder metallurgy