

# 液压仿形铣床微电脑控制器

林 章 省

(电子工程系)

本文介绍液压仿形铣床微电脑控制系统的设计过程和运行情况。提出了机床的控制任务;基本加工顺序和人工调整及特殊要求;叙述了系统硬件;微电脑的选取,接口和强电控制电路的设计;论述了系统软件,包括主控制器的I/O地址分配,输出与输入信号间的关系的分析和综合,用逻辑代数法设计的程序流程图及其特点。

**关键词** 微电脑控制器, 机床控制, 系统硬件, 系统软件

## 一、控制任务

液压仿形铣床要控制的主要运动机构有两部分:一是垂直方向运动的工作台,二是水平方向运动的铣头。基本动作顺序是:工作台上升→铣刀向左(或向右)进给→工作台快降→慢速下降(同时进行分度和深度调节)→快速退回原位。之后工作台又上升,进行下一个循环。

此外,为了确保加工安全,要求控制系统有如下联锁:(1)插销未插进分度盘不允许工作台上升,分度和进给。(2)拔销、分度、插销等动作必须在铣削完毕工件退出刀具后才能进行。(3)各动作须按序进行;在一个动作未完成之前,即使后面的发信装置误动作也不应予以理睬。(4)紧急停车时机床应自动回原位。

### 1. 执行机构及其运动状态

1D——液压泵电机;2D——主轴电机,用以驱动铣刀正反转;3D——冷却泵电机,1CT——8CT为八只直流电磁阀,它们的作用见表1。

主轴电机装在铣头上,可相对于工作台在水平方向上作左右运动,并受5CT和6CT控制;工作台的上升和下降受7CT和8CT控制,其慢降靠自重来进行。铣头对工件的加工深度由2CT控制一个深度调节机构来执行,2CT得电则进行深度调节。工作台上还有一个固定的分度盘;分度过程包括拔销、分度和插销三个动作,拔、插销由4CT得电与否决定;分度动作只有在拔销后才能进行。1CT是只卸荷电磁阀,只要机床不在工作,则1CT得电而打开卸荷阀,从而减轻油泵电机的负荷。

本文1988年9月6日收到。

表 1

输出信号表

16 进 制 I/o地址	名称及 符 号	功 用
1	T <sub>7</sub> (O <sub>1</sub> )	铣头原位或终点标志暂存单元
2	T <sub>3</sub> (O <sub>2</sub> )	存工作台慢降标志
3	T <sub>4</sub> (O <sub>3</sub> )	存进给结束转快降标志
8	8CT (O <sub>8</sub> )	O <sub>8</sub> = 1, 8CT得电, 工作台上升
9	7CT (H <sub>9</sub> )	O <sub>9</sub> = 1, 7CT得电, 工作台快降
A	6CT (O <sub>10</sub> )	O <sub>10</sub> = 1, 6CT得电, 铣头右进 (退)
B	5CT (O <sub>11</sub> )	O <sub>11</sub> = 1, 5CT得电. 铣头左进 (退)
C	4CT (O <sub>12</sub> )	O <sub>12</sub> = 1, 4CT得电, 拔销
D	3CT (O <sub>13</sub> )	O <sub>13</sub> = 1, 3CT得电, 进行分度
E	2CT (O <sub>14</sub> )	O <sub>14</sub> = 1, 2CT得电, 深度调节
F	1CT (O <sub>15</sub> )	O <sub>15</sub> = 1, 1CT得电, 打开卸荷阀

2. 发信装置及其作用

发信装置共14个(图1、图2)。

(1) 启动按钮2KA:

用于启动油泵马达 1D 和微电脑主控制器。

(2) 总停按钮1KA:

按下时使所有三只电动机停转; 依靠接触器1C常闭触头之恢复使主控制器获得一个“复位”信号, 见节二 3 插图。

(3) 加工按钮4KA:

用于启动主轴电机 2D, 同时主控制器通过程序询问获得加工信号。

(4) 暂停按钮3KA:

按下此按钮将使主机复位, 同时使主轴电机停转(图2); 由于接在主机启停线路内的1C常开触头保持闭合, 所以放开它时将使主机获得一个“运行”信号, 待再次按下4KA便继续加工。

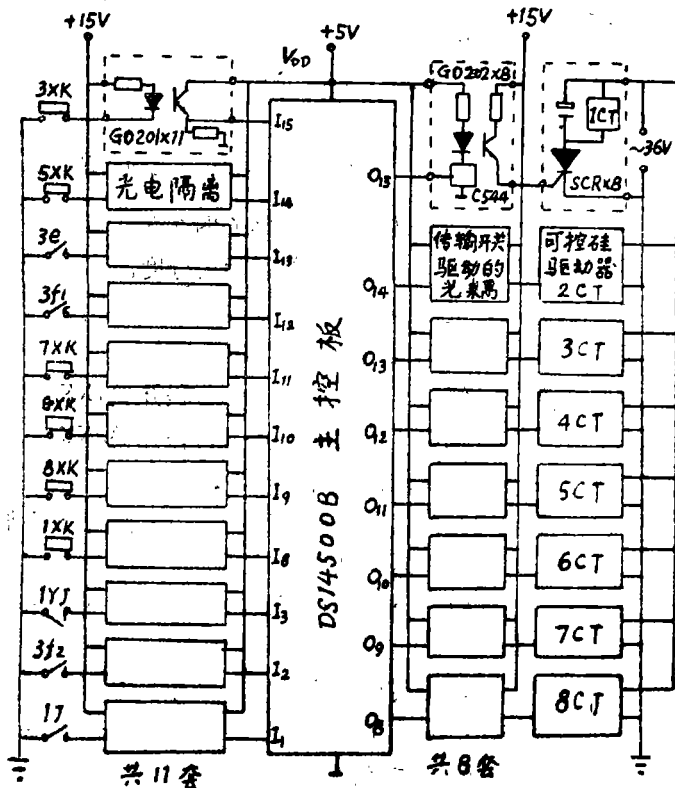


图1 液压仿形铣床微电脑主控制器

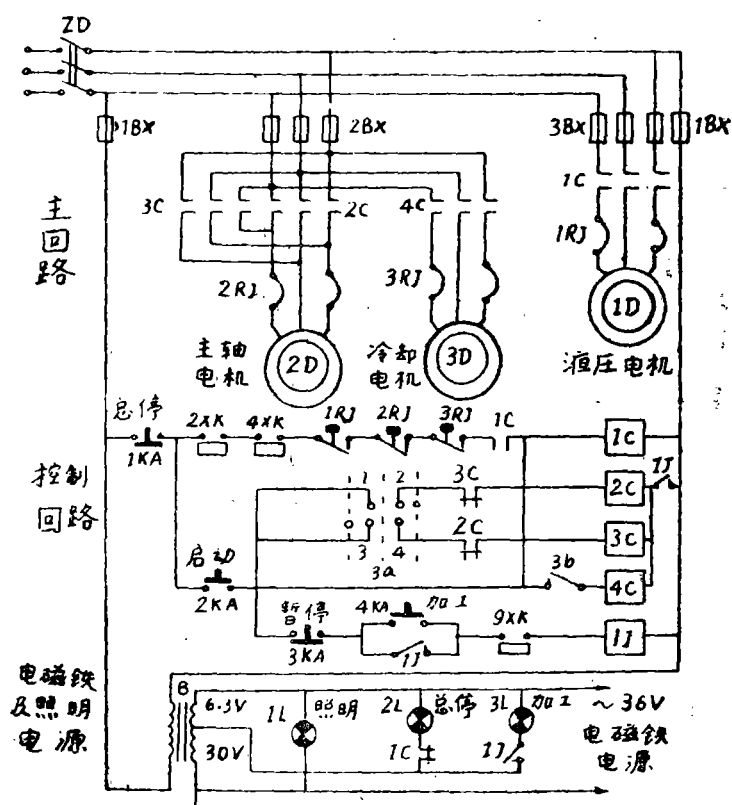


图2 液压仿形铣床拖动及强电控制线路

- (5) 主轴电机正反转切换开关3a(图2)。
- (6) 分度与否选择开关3e: 接通为要分度。
- (7) 铣头左右进指令开关3f1、3f2。
- (8) 工作台上到位限位开关5XK。
- (9) 铣头左进终点(或右进原位)行程开关1XK。
- (10) 铣头左进原位(或右进终点)行程开关3XK。
- (11) 分度盘插销插入限位开关6XK。
- (12) 分度盘转动到位限位开关7XK—接通表明分度结束。
- (13) 深度调节完成压力继电器1YJ。
- (14) 工作台快降转慢降行程开关8XK(闭合为快降)。

### 3. 动作要求

本机床要求控制系统具有手动调整(对刀)和自动加工循环等功能。

(1) 调整动作: 要求在液压泵启动后, 主轴电机启动前能由手工操作指令开关3f2、3f1来控制铣头左右移动, 而当它到达终点(或原位)时能自动停止, 以便操作工人能调整左右两个限位开关的相对位置来满足实际加工长度的要求。

(2) 加工动作: 机床加工要求系统能根据上述几个控制开关的状态之不同选择, 具有

四种加工顺序:

(i) 带分度及深度调节过程的右循环; (ii) 无分度及深度调节过程的右循环; (iii) 带分度及深度调节过程的左循环; (iv) 无分度及深度调节过程的左循环。这四种动作顺序分别示于图3(a)~(d)。

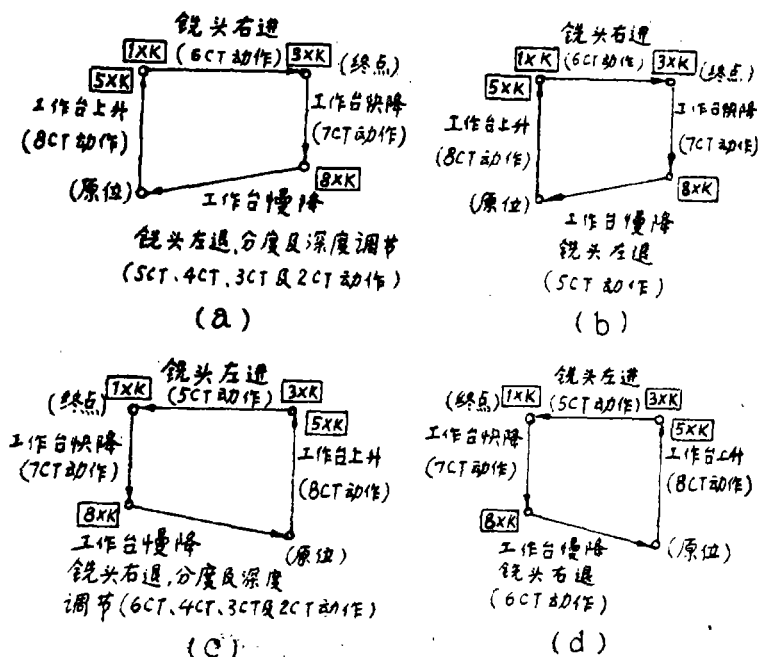


图3 液压仿形铣床加工动作示意图

(a) 带分度及深度调节的右循环(3e、3f1接通, 3f2断开); (b) 无分度及深度调节的右循环(3f1接通, 3f2、3e断开); (c) 带分度及深度调节的左循环(3f2、3e接通, 3f1断开); (d) 无分度及深度调节的左循环(3f2接通, 3f1、3e断开)。

## 二、系统硬件

### 1. 主控制器

由于控制系统的输入、输出信号均是些开关量, 控制的主要任务是完成逻辑运算并根据运算的结果实时输出逻辑控制电平, 所以系统控制器选用工业控制单元(ICU)微型机 DS 14500B, 可以收到最好的经济效益。它具有15个输入点( $I_1$ — $I_{15}$ )和16个输出点, 存储器结构采用交错存放格式, 其容量是256×4的RAM(MC145101)和512×4的EPROM(MC7641)。包含I/O接口电路和驱动器的ICU系统如图1所示。

### 2. I/O接口电路和驱动器

I/O接口电路的主要作用是: (i) 信号隔离, 以便抑制各种干扰, 增加系统可靠性。(ii) 电平转换, 以便使控制器和各应用设备的电气参数能够符合各自的规范。(iii) 阻抗变换或功率放大, 以提高对负载的驱动能力。

所以它的质量如何对整个系统的品质关系十分重大, 本系统主要做以下四点考虑。

( 1 ) 输入/输出均采用光电隔离并用双电源结构。这样可以使微电脑控制器与现场设备没有直接电气联系而处于悬浮状态, 避免与输入、输出信号 ( 包括可能存在的各种干扰信号 ) 共地而带来的各种麻烦; 光电耦合器还对高频和瞬变干扰起滤波作用, 从而提高了系统的抗干扰能力。主机因均采用CMOS的IC而功耗很低, 还可以用电池供电以杜绝电网干扰。

( 2 ) 考虑到发信装置条件比较恶劣, 其触点的接触电阻会随着表面污染程度不同而变化; 当光电耦合器的输入部分电源电压较低时, 可能因开关接触电阻的影响而使其输出电平变化不能满足主机的要求, 故光电耦合器输入回路的电源电压取得较高 ( 15V ) 。

( 3 ) 直流电磁阀 ( 24V, 0.75A ) 由小功率可控硅 ( 100V以上, 5A ) 整流器驱动, 可以不用继电器而构成无触点系统; 接在电磁阀两端的滤波电容不但能提高直流分量, 减少脉动, 而且还能有效地吸收感性负载可能引起的浪涌电压, 以减少系统的噪声, 也保护了可控硅不因承受过高的瞬变电压而发生误动作, 甚至损坏。这些都有利于系统可靠性的进一步提高。

( 4 ) 输出部分的光电耦合电路选用放大系数较大的G0202 ( 受光部分为光敏达林顿结构 ), 并用导通电阻很低的CMOS传输开关C544来驱动, 这就可以省去放大元件而直接由它来推动可控硅; 且一片CMOS开关有 4 个, 又可收到降低故障率和缩小体积的好处。

3. 强电控制

这一部分 ( 图 2 ) 包括三台电机拖动主回路, 继电器接触控制回路, 照明及指示灯和电磁阀供电电源。与强电有关的主机操作线路见图 4, 该线路也用二个光电耦合器来隔离并传送现场启停信号。

强电部分的主要操作如下:

- ( 1 ) 合闸: 合上开关ZD, 36V和6.3V的电源变压器得电, 照明和总停指示灯亮, 但三台电机均停转, 系统处于总复位状态。
- ( 2 ) 启动: 按下2KA便启动液压电机, 同时主机发去“运行”信号, 程序控制处于检测1J的状态, 等待加工按钮的按下。
- ( 3 ) 加工: 按下4KA, 主轴电机和冷却电机启动。1J吸合, 主机运行进入加工程序, 开始按选定的方式进行循环加工。
- ( 4 ) 暂停: 加工过程中任何时候按下3KA将使1J释放, 主轴停转, 并向主机发出“复位”信号, 但松开此按钮主机就又恢复运行, 待再次按下4KA又继续加工。
- ( 5 ) 总停: 一旦按下1KA, 系统便处于总复位状态, 三台电机均失电而停转, 主机也复位。

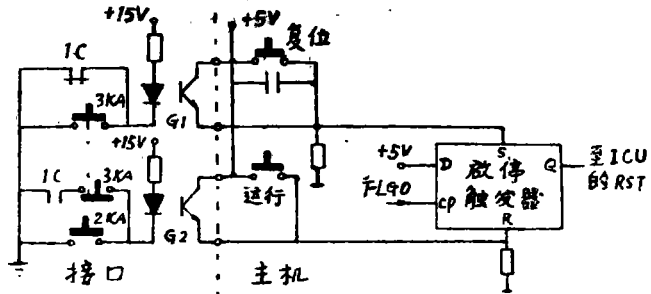


图 4 与强电有关的主机操作线路

三、系 统 软 件

1. 输入和输出信号的I/O地址分配

本机床微电脑控制器的I/O信号的地址及其功用示于表 1 和表 2 。

表2

输入信号表

16 进制 I/O地址	名称及 符号	功 用
0	RR ( I <sub>0</sub> )	接ICU结果寄存器的输出RR
1	1J ( I <sub>1</sub> )	1J闭合时 ( I <sub>1</sub> = 1 ) 开始加工
2	3f <sub>2</sub> ( I <sub>2</sub> )	此开关接通 ( I <sub>2</sub> = 1 ) 为左循环方式
3	1YJ ( I <sub>3</sub> )	断开 ( I <sub>3</sub> = 0 ) 为深度调节结束
4	T <sub>4</sub> ( I <sub>4</sub> )	快降标志 ( I <sub>4</sub> = 1 ) 检测端
5	T <sub>5</sub> ( I <sub>5</sub> )	慢降标志 ( I <sub>5</sub> = 1 ) 检测端
6	T <sub>7</sub> ( I <sub>7</sub> )	原位终点标志 ( I <sub>7</sub> = 1 ) 检测端
8	1XK ( I <sub>8</sub> )	铣头左限位开关。I <sub>8</sub> = 1 为铣头在最左边。
9	8XK ( I <sub>9</sub> )	快降转慢降检测开关 ( I <sub>9</sub> = 1 )
A	6XK ( I <sub>10</sub> )	拨、插销检测开关, I <sub>10</sub> = 1 为插销
B	7XK ( I <sub>11</sub> )	分度检测开关, I <sub>11</sub> = 1 分度结束
C	3f <sub>1</sub> ( I <sub>12</sub> )	接通 ( I <sub>12</sub> = 1 ) 为右循环方式
C	3e ( I <sub>13</sub> )	分度选择, 接通表示要分度
E	5XK ( I <sub>14</sub> )	闭合 ( I <sub>14</sub> = 1 ) 为工作台上升到位
F	3XK ( I <sub>15</sub> )	闭合 ( I <sub>15</sub> = 1 ) 为铣头在最右边

## 2. 程序设计——逻辑代数法

对于象本机床控制那样的开关逻辑系统, 控制算法表达方式较常用的有梯形图法, 动作表法、逻辑代数法、状态图法以及逻辑动能图法等, 到底哪一种方法比较好, 应根据所掌握的资料和设计者的兴趣和熟悉程度来决定, 本设计采用逻辑代数法。

根据对本机床控制任务的分析与综合, 可把微机的各输出信号同有关的输入信号间的关系列成下面的一些逻辑表达式:

快降:  $T_4 ( O_3 ) = ( 3f_1 \cdot 3f_2 \cdot 1XK ) \overline{T_5} = 7CT ( O_9 )$ ;

慢降:  $T_5 ( O_2 ) = T_4 \cdot 8XK$ ;

卸荷:  $1CT ( O_{15} ) = \overline{1J} ( 3f_1 \cdot \overline{1XK} \odot 3f_2 \cdot 3XK )$ ;

深度调节:  $2CT ( O_{14} ) = T_5 \cdot 1YJ$ ;

分度:  $3CT ( O_3 ) = T_5 \cdot \overline{6XK}$ ;

拔销:  $4CT ( O_{12} ) = T_5 \cdot 3e \cdot \overline{7XK}$ ;

铣头左进 (退):  $5CT ( O_{11} ) = 5XK \cdot 3f_2 \cdot \overline{1XK} + \overline{1J} \cdot 3f_1 \cdot \overline{1XK} + T_5 ( 7XK + \overline{3e} ) \cdot$

$3f_1$ ; 铣头右进 (退):  $6CT ( O_{10} ) = 5XK \cdot 3f_1 \cdot \overline{3XK} + \overline{1J} \cdot 3f_2 \cdot \overline{3XK} + T_5 ( 7XK + \overline{3e} ) \cdot$

$3f_2$ ; 工作台上升:  $8CT ( O_8 ) = 6XK \cdot ( 3f_1 \cdot 1XK + 3f_2 \cdot 3XK )$ 。

根据上述表达式, 结合控制要求, 运用ICU允许结构程序及其连接技术所设计的实时控制程序的流程框图如图5所示。

## 3. 程序简析

(1) 采用模块式结构比较灵活: 它把具有公因子的一些表达式加以归纳合并, 再利用



## 参 考 文 献

- [1] MC14500B Industrial Control Unit Hand-book, Theory and Application, Motorola Corp., (1978),
- [2] 一位机应用技术交流会论文集, 电子部微型机情报网, (1983).

## Microcomputer Controller for a Hydraulic Form Milling Machine

Lin Zhangsheng

## Abstract

This paper describes the design procedure of a microcomputer control system for a hydraulic form milling machine and its operational aspect. It begins with the task of machine tool control, including elementary procedure of milling operation and manual adjustment and particular requirements, and then it describes system hardwares, including selection of microcomputer and the design of interface and heavy-current control circuits, and finally it shows system softwares, including I/O address assignment of the master controller, analysis and synthesis on the relation of input and output signals, program flow chart designed by means of logic algebra and its characteristic.

**Key words** microcomputer controller, machine tool control, system hardwares, system softwares