

微电脑工业控制系统的研制及其应用

林 章 省

(电子工程系)

摘 要

本文介绍一位机系统的结构点及如何根据应用要求来进行ICU系统设计,着重从应用角度讨论了设计中所涉及的一些基本问题,并详细介绍了多功能注塑机微电脑控制系统的硬件和软件,以此说明ICU系统的设计特点,应用范围和发展前景。

一、任务的提出

(一)研制注塑机微电脑控制器的意义

1. 1981年5月,我们受某机械厂的委托,研制SZ—350注塑机微电脑控制器。该机系参照进口机新设计的,有关部门要求整机性能达到国际先进水平,改变我国出口机械在控制设备上的落后面貌,争取进入东南亚一带的国际市场,为国家赚取更多的外汇。

2. 国内的注塑机其控制部分一直沿用继电器接触器。但继电器系统由于体积、功耗、噪声都很大,其速度及长期运行可靠性又很低,更主要的缺点是系统的变更极难。必须用微电脑这种新技术加以改造更新。

3. 由于微电脑控制器先进、灵活、通用,它必提高注塑机的劳动生产率和产品质量,不但对本行业有示范性的意义,而且对其它行业都具有现实的经济意义和推动作用;微电脑控制器的研制又将在工业制控方面积累有益的经验,其意义是重大的。

(二)采用一位机的原因

1. 一位机是专为适应工业控制而设计的。其特点是简单、可靠、造价低、容易掌握,便于普遍推广应用。

2. 由于一位机省去许多在工业控制方面不必要的复杂功能,故对于以开关逻辑为主的控制系统来说,应用一位机特点更突出,其系统硬件和软件都比八位机、四位机简单。

3. 当时国内Z—80单板机售价5000元(带盒式磁带机),而用一位机芯片和其他逻辑电路所设计的主机也不过几百元,相差一个数量级。同时Z—80单板机的许多功能对本控制系统来说是用不着的,但系统所需的大量I/O芯片却是它所缺少的,故不宜采用它。

4. 从研制的把握性,将来批量投产的可能性以及用户掌握和维护的容易性等方面来

本文1984年9月18日收到。

看,应用一位机是最适合的。同时它又保持了程序可编、灵活通用的优点,並不因此而降低它的先进性。

二、一位机系统设计的基本问题

(一) 从设计观点看 ICU 系统的结构

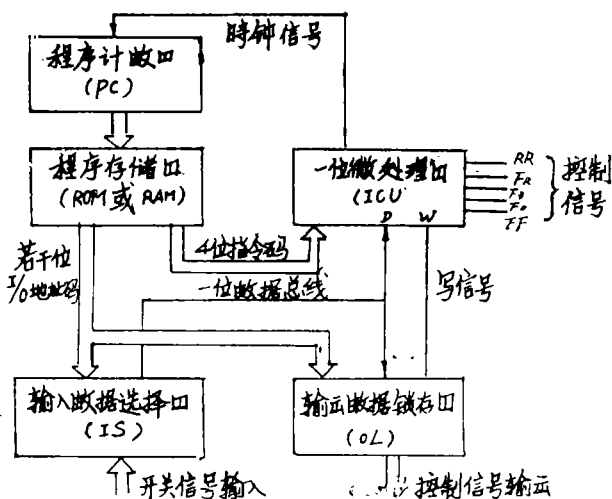


图 1 基本 ICU 系统的结构框图

一位机系统的基本组成如图一所示。它由一位微处理器、程序计数器、程序存储器、输入数据选择器和输出数据锁存器 (OL) 等五部分组成。除存储器外,还包括下列四种芯片:

1. 5G14500B——系统的中央处理器,也称工业控制单元 (ICU)。可执行基本指令 16 条。该芯片有四个标志信号端 F_0 、 F_F 、 F_J 和 F_R 可供系统设计者用以扩充指令系统。

2. 5G14516——可预置的四位二进制可逆计数器,用作程序计数器 (PC)。PC 不集成在 ICU 芯片上的好处是便于利用它的级联端构成不同寻址范围的系统。

3. 5G14512——八输入通道数据选择器。它根据程序存储器送来的 I/O 地址码,把被选中点的状态通过一位数据总线送到 ICU 参加运算。

4. 5G14599——一位 8 路双向锁存器,在系统中用作输出锁存器,也可用作 1×8 的暂存器;它能在 ICU 写脉冲信号作用下,接受一位数据总线上的数据到指定的单元,并可由 ICU 读出。

(二) 硬件设计时要考虑的一些因素

设计时应当根据具体任务来确定系统的规模和必备的功能,使它具有相当的灵活性和通用性,又有一定的针对性,也即使系统的结构适当而不至于庞大,又留有一定的余量,以便能充分发挥它的效能,收到最佳的效果。

普通的控制系统用一片 14500 也就够了。14516 的用量影响到寻址范围和存储器规模的配备问题,每增加一片 14516 寻址范围就将扩大 16 倍。存储器的输出除四位 OP 码外,尚

有若干位 I/O 地址码, 该字段长度视系统的 I/O 点数及附加功能而定, 也即存储器的宽度取决于系统的规模及是否把指令交错存放, 而其长度则取决于控制程序也就是工艺流程的复杂程度。所以存储器的容量应该根据上述两个因素来设计。

目前使用较普遍的 EPROM 有 2716、8516 ($2K \times 8$) 和 2732 ($4K \times 8$)。RAM 用得较多的是 2114 ($1K \times 4$), 其长度都相当长, 而且价格也很便宜; 同时一般地说, 规模不大的系统其控制程序也不会太长, 故不必过多考虑存储空间利用率问题。例如选用一片 2716, 采用交错存放方式, 虽然这种方式在每个存放 OP 码单元中有四位因不用而浪费了, 但存放 I/O 地址码单元尚有 8 位, 可构成 I/O 点数为 256/256 的规模, 而程序最长可达 1024 个 ICU 语句。这对于一般中等规模的系统来说是足够的。此时若采用交错存放, 混合扩展方式便可获得 12 位的 I/O 地址, 从而可将系统扩展为 4096/4096 个 I/O 点。考虑到复杂的系统可能需要超过 2K 的存储器, 那么这时选用一片或二片的 2732 也就够了。另外, 为便于调试, 一般较通用的系统都应有 1~2K 的 RAM, 可选用 2~4 片的 2114。

对于一个专用系统来说, 应当在充分估计多种 I/O 信号后才能确定 14512 和 14599 的用量。对于较小系统可能采用如图 2 所示的系统反馈法以获得所需的暂存单元; 有时系统所配的计数计时器不经译码器而直接把计数器的输出送到输出芯片 (图 2), 所需输入点因而增多。但其好处是简化硬件, 增加程序的灵活性, 可以用一台计数器来同时对不同事件进行定时或定值, 从而充分发挥设备的潜在能力, 所以是可取的。但必须充分估计它对系统规模的影响。

用做输出锁存器的 14599 一般接成只写式, 这样做可以用 W (写) 信号来参加 I/O 片选择码, 使在同一 I/O 地址码下能由 W 信号的存在与否来选中输入芯片或输出芯片, 从而能增加 I/O 点数。对于小系统尤宜这样做。在可能情况下, 用于系统控制的 14599 也接成读写式的, 这样当 ICU 需要对某些输出点的状态进行检测判断时, 程序编制就会变得更简单容易。

用作暂存器的 14599 其用量决定于运行过程中所需的中间结果暂存单元, 为克服竞态现象而设置的状态标志位及用于计数或计时的全部数值位。那么这时整个系统所需的 14599 芯片数目应包括用于暂存器的部分。当然, 需要暂存容量大的系统宜应选用如 64×1 (C850) 那样的存储器, 从而可使系统大为简化。

系统规模的扩大需要相应的 I/O 芯片片选择码器, 图 3 和图 4 给出了两种情况下的译码电路, 其中 CMOS BCD 译码器 C301 被用做 3-8 译码器 (Q_8, Q_9 不用), 由图可见只有在时钟的低电平阶段才有可能选中 I/O 芯片。这是和 ICU 执行一条指令要分两个阶段来完成相一致的, 特别是当指令交错存放时, 这种接法就能避免一位数据总线上的数据发生竞争现象。

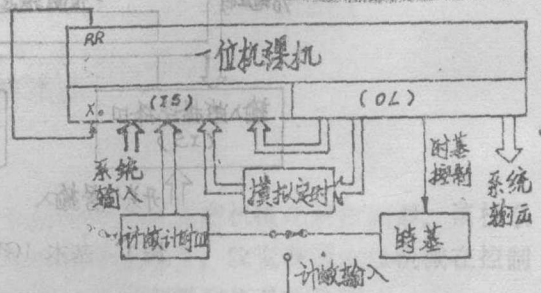


图 2 计及反馈信号, 模拟定时和采用程序

译码计数计时的 ICU 系统

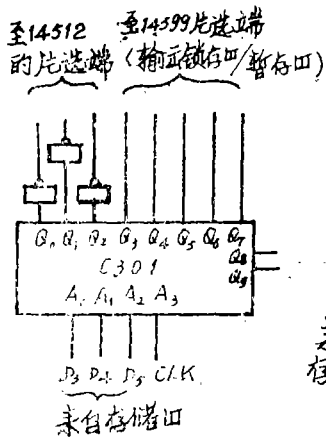


图 3 三位高地址的 I/O 片选译码电路

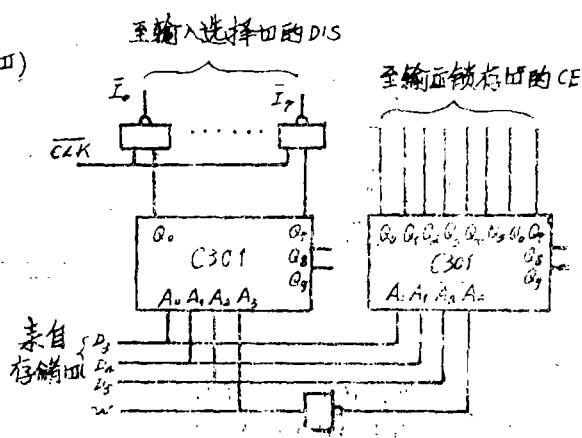


图 4 写信号参加译码的 I/O 片选译码电路

一个实用控制系统，还应有操作线路，转移逻辑，子程序堆栈，缓冲器/驱动器、定时器/计数器和编程器等电路。有的将在后面结合具体设计介绍，有的已有有关资料可以参考。这里就不再讨论了。

(三) ICU 程序设计的特殊问题

1. OEN 指令及允许结构程序

ICU 指令系统中的特殊指令是 IEN 和 OEN，尤以 OEN 指令用处最大。在执行 OEN 指令后，内部允许输出寄存器 (OENR) 将受到影响。且当仅当 OENR=1 时，其后执行 STO 或 STOC 指令才有效，否则无效 (ICU 不向处发写信号)。这相当于可由 OENR 的状态来决定一组指令是否被执行，从而实现等效的程序转移。这意味着在较简单的控制系统中可以不必执行常规的转移指令，因而系统可以得到简化。

2. 指令系统的扩充

NOPI 和 NOPO 两条指令中的任何一条都可用于指令扩充。比如，用 NOPO 指令产生的 F₀ 脉冲配合该指令所带的操作数中的三位标志码，便可将它扩充如下表内的 8 条指令。

表 1 NOPO 指令的扩充

NOPO 指令所带标志码	0	1	2	3	4	5	6	7
新定义的指令功能	系统 总清	置计数器 (1)	置计数器 (2)	时基 选择	启停 时基	启动模拟 定时器 (I)	启动模拟 定时器 (II)	停步

为此要加的逻辑如图 5。

还可以用 F_F、F_I 及 F_R 三个脉冲构成下面的逻辑功能来使系统真正具有 JMP、JSR (转子程序) 和 RTN 等指令。实践证明这些设想是完全可行的。

依靠图 5、图 6 的硬件作支持，系统的功能就将大为增强，从而给程序设计带来很大的方便，並提高

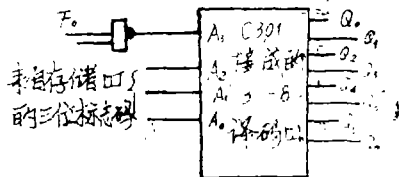


图 5 扩充 NOPO 指令加的逻辑

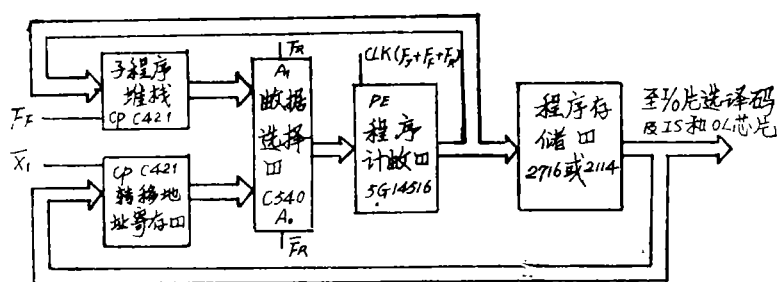


图 6 实现 JMP、JSR (即 NOPF)、RTN 等指令的逻辑框图

运行速度和控制灵活性。ICU 没有条件分支指令，但可以用 SKZ (跳步) 指令配合 JMP 指令来实现条件控制；当 NOPO 和 MOPF 两条指令都用来扩充指令后，空操作指令可以使用 OR RR 指令来代替。

3. 程序处理与系统结构的关联性

在为任何一项任务编写控制程序时，都将碰到三种基本问题，处理这三种基本问题的程序结构如图 7 所示。依靠这三种基本问题程序结构，程序员就能够根据工艺流程的具体要求，画出一个个的程序结构块来。

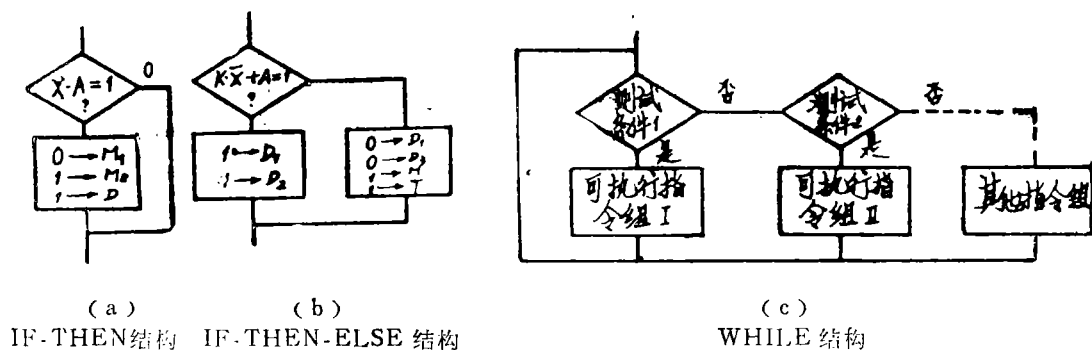


图 7 ICU 程序的三种基本程序结构框图

最后将它们串联成一个完整的程序流程图，籍以编写源程序。这三种结构都有一个判断分支的问题，ICU 实现程序分支有上述允许结构程序和常规转移 (SKZ 和 JMP) 指令两种途径。比如图 7 (b) 的 IF—THEM—EJSE 结构就可以有如下两种处理：

程 序 I

1. LD K
2. ANDC X
3. OR A
4. OEN RR
5. STO D₁
6. STO D₂
7. LDC RR

程 序 II

- LD K
- ANDC X
- OR A
- SKZ
- JMP LAB
- STO D₁
- STO D₂

8. OEN	RR	STOC	M
9. STOC	D ₁	STOC	T
10. STOC	D ₃	JMP	SYM
11. STO	M	LAB; STO	D ₁
12. STO	T	STO	D ₂
13. ∴		SYM; ∴	

虽然这两段程序分支的方法不同,但效果是一样的。对于具有多个指令组的 WHILE 结构,也可用 OEN 指令和状态标志或状态计数器(每一种状态代表唯一的一个指令组)所组成的允许结构程序实现。这种处理方式让程序依次一步一步地通过每一条指令,直到 PC 为最大值才回到起始点,故称为循环返回控制。其优点是不需转移逻辑,硬件简单,但执行速度慢,编程也较难,而利用常规转移指令来处理(称为分支转移控制),则是跳过不执行的指令组,其优缺点适与前者相反。因此,应该根据具体的控制要求,对硬件软件进行折衷考虑,才能有合理的系统设计。诚然,在保证速度要求的条件下,应尽量简化硬件,以便降低成本,提高可靠性。

三. 用于 SZ-350 注塑机上的—位机控制系统

(一) 工艺流程简介

表 2 为本机基本的工艺流程。该机生产一个制品的过程一般要经过:

闭模——注射座进——注射——保压——预塑——防流涎(预塑螺杆后退)——制品冷却——注射座退——开模——制品顶出——延时——再闭模……这样一些程序步。而每个程序步又包含若干不同的动作,此外还有一些特殊要求:

1. “自动、半自动、手动”三种工作方式。

“自动”,是启动后连续一个接一个地生产;“半自动”则每生产一个产品就停;

“手动”时只做单工步(闭模、开模、注射座进、注射座退、注射、预塑、螺杆退、顶出、退回、插芯和抽芯),要能点动又能连续执行整个工步。

2. 在“自动”或“半自动”时有如下几种选择控制。

(1)“前加料——固定加料”,“前加料”为前述正常生产程序,“固定加料”则在注射座进到位后不再后退。

(2)“有芯——无芯”:有芯时在闭模阶段要插芯,开模阶段要抽芯。

(3)“顶出次数”选择

(4) I 级、II 级和 III 级注射方式选择(见表 2 表 3)

3. 安全保护和故障报警。

(1)安全门一开不能启动机器。

(2)安全罩没盖好不能进行注射,座子也不能前进。

(3)护模报警、缺料警和油温超限报警:启动喇叭及相应的指示灯。

4. 延时及定时控制,要有六套,能由操作工随时调节(表 4)。

表 2 ZS-350 注塑机工艺流程图

控制设备的 名称符号	大 泵 D_1	小 泵 D_2	开 模 慢 D_3	闭 模 D_4	低 压 D_5	座 前 进 D_6	注 射 D_7	二 级 注 射 D_8	三 级 注 射 D_9	顶 塑 D_{10}	螺 杆 退 D_{11}	座 后 退 D_{12}	座 慢 速 D_{13}	开 模 D_{14}	顶 出 D_{15}	退 回 D_{16}	插 芯 D_{17}	抽 芯 D_{18}	注 射 定 时 t_1	预 剪 定 时 t_2	冷 却 定 时 t_3	顶 退 定 时 t_4	闭 模 延 时 t_5	前 模 定 时 t_6	动 作 条 件	开 始 结 束 信 号	
动 作																											
闭 模	+	+		+	+	+											+							✓		X_1 X_1 X_1 X_3	X_4
注射座进	+	+		(+) (+) (+)		+	+						+													X_{6A} X_{6A} X_{6A}	X_4 X_7
注射	+	+		(+) (+) (+) (+)		(+) (+) (+) (+)	+	+	+											✓ ✓ ✓ ✓						X_7 X_8 X_9 t_1	X_7 t_{12}
顶 塑	+	+		(+)		(+)				+										✓						X_{10} X_{11}	X_{10} X_{11}
防 流 涎				(+)							+										✓ ✓ ✓ ✓					X_{6B} X_{6B} X_{6B} X_{5B}	X_{11} X_{6B} X_{5B} X_6
注射座退	+	+																								X_2 X_2 X_2	t_{32} X_{12}
开 模	+	+	+									+	+	+					+							X_{13} X_{17} X_{16}	X_{17} t_{82}
顶 出		+													+		+					✓ ✓				X_5	t_{62}
暂 停																											

表中: +—电磁铁通电; (+)—自动半自动电磁铁通电; Δ (+)—II或III级注射连通; \checkmark —一定时器在定时。

表 3 系统输入开关功能状态表

符号	名 称	状 态	作 用
X ₁	闭模速度控制行程开关	常压—放—压	闭模 慢—快—慢
X ₂	开模速度控制行程开关	常压—放—压	开模 慢—快—慢
X ₃	闭模低压保护限位开关	压 下	低压保护结束，锁模开始
X ₄	闭模结束限位开关	压 下	闭模结束，注塑座进开始
X _{5A}	注射座进速度控制行程开关	常压—放—压	注射座进 慢—快—慢
X _{5B}	注射座退速度控制行程开关	常压—放—压	注射座退 慢—快—慢
X ₆	注射座退到位限位开关	压 下	注射座后退停止
X ₇	注射座进到位限位开关	压 下	注射座停止前进，注射开始
X ₈	二级注射检测开关	压 下	二级注射
X ₉	三级注射检测开关	压 下	三级注射
X ₁₀	预塑螺杆位限位开关	压 下	预塑停止，防流涎开始
X ₁₁	防流结束限位开关	压 下	防流涎结束，螺杆后退停止
X ₁₂	开模到位限位开关	压 下	开模停止
X ₁₃	顶出到位限位开关	压 下	顶出到位，退回开始
X ₁₄	中心顶退回到位限位开关	压 下	中心顶退回到位
X ₁₅	安全门关牢行程开关	压下(安全门关上)	允许启动机器
X ₁₆	安全门打开保险开关	压下(安全门开)	机器停止工作
X ₁₇	开模自动顶出发信号开关	压 下	自动顶出开始
X ₁₈	安全罩盖上保险开关	压 下	允许注射，注射座进动作
X ₂₀	插芯到位限位开关	压 下	插芯停止
X ₂₁	抽芯结束限位开关	压 下	抽芯停止
M ₀	工作方式选择开关	通/断(1/0)	手动/半自动、自动
M ₁	手动中芯顶退回指令开关	通(1态)	手动时中芯顶退回
M ₄	有芯/无芯标志开关	通/断(1/0)	自动时有芯/无芯
M ₅	加料方式选择开关	通/断(1/0)	固定加料/前加料
M ₇	工作方式选择开关	通/断(1/0)	自动/半自动
M ₈	手动抽芯指令开关	通(1态)	手动抽芯
M ₉	手动插芯指令开关	通(1态)	手动插芯

表 4 定时器启动/输出及故障报警信号表

符号	名 称	状 态	作 用
T ₁ /t ₁	注射、保压定时启动/输出	T 由低到高上跳时启动定时器， t=1 是在定中	限定注射及保压时间，是转入预塑工步的检测信号
T ₂ /t ₂	预塑缺料报警定时启动/输出		配合 X ₁₀ 作缺料检测信号
T ₃ /t ₃	制品冷却延时启动/输出		使制品冷却，开模延时，是转入开模工步检测信号
T ₄ /t ₄	顶出退回数定时启动/输出		控制顶出的次数
T ₅ /t ₅	闭模延时启动/输出		建立从前一个产品结束到下一个产品始的暂停时间
T ₆ /t ₆	护模报警定时启动/输出		配合 X ₄ 作闭模故障检测信号
BJ ₁	护模报警启动信号	1 态	启动报警喇叭及“护模”指示灯
BJ ₂	缺料报警启动信号	1 态	启动报警喇叭及“缺料”指示灯

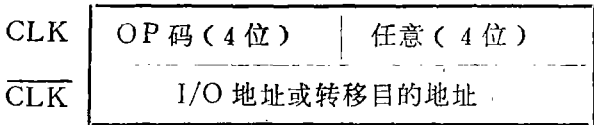
表 5 手动方式作操作开关及标志信号表

符号	名 称	状 态	作 用
ZX ₁	闭模主令开关	通 (1 态)	建立闭模工步标志
ZX ₂	注射座进主令开关	通 (1 态)	建立注射座进工步标志
ZX ₃	注射主令开关	通 (1 态)	建立注射工步标志
ZX ₄	顶塑主令开关	通 (1 态)	建立顶塑工步标志
ZX ₅	螺杆主令开关	通 (1 态)	建立螺杆退工步标志
ZX ₆	注射座退主令开关	通 (1 态)	建立注射退工步标志
ZX ₇	开模主令开关	通 (1 态)	建立开模工步标志
ZX ₈	顶出主令开关	通 (1 态)	建立顶出工步标志
ZQ ₁	闭模工步标志	1 态	启动 “闭模” 指示灯, 指定做闭模动作
ZQ ₂	注射座进工步标志	1 态	启动 “注射座进” 指示灯, 指定做注射座进动作
ZQ ₃	注射工步标志	1 态	启动 “注射” 指示灯, 指定做注射动作
ZO ₄	顶塑工步标志	1 态	启动 “顶塑” 指示灯, 指定做顶塑动作
ZO ₅	螺杆退(防流涎)工步标志	1 态	启动 “螺杆退” 指示灯, 指定做拔螺杆动作
ZO ₆	注射座退工步标志	1 态	启动 “注射座退” 指示灯, 指定做注射座退动作
ZO ₇	开模工步标志	1 态	启动 “开模” 指示灯, 指定做开模动作
ZO ₈	顶出工步标志	1 态	启动 “顶出” 指示灯, 指定做顶出动作

(二) 系统硬件的确定

系统的控制要求及有关的 I/O 信号以表 2、表 3、表 4 和表 5 来表示。据此确定有如下规模和功能：

1. I/O 通道：48/48 个，可扩展为 64/64 个。
输入 42 个，备用 6 个。输出 34 个。暂存单元 6 个，其中有 8 个输出点兼作工步 标 志 (ZQ ~ ZQ8)
2. 寻址范围和存储器容量：PC 有九位可寻址多达 512 个 ICU 语句，存储器为 RAM 1K×8，EPROM 2K×8。
3. 指令字长及格式：字长 11 位，其中 I/O 地址码 7 位，采用交错存放方式。其格式是：



4. 可执行指令：有无条件转移指令 JMP、软件暂停 NOPO (ICU 复位)，软件回零 (PC 复位) NOPF 等功能，故 ICU 可执行指令 16 条。
5. 系统操作：一位机面板有 “运行”、“复位” 和 “单步/检查” 等操作按钮，还有 “连续——单步——编程” 方式选择开关及存储器选择择开关。同时系统控制箱及床身装有 “方式选择”，运行、复位和多种单工步操作指令开关及按钮。便于调试和故障检查。
6. 程序输入：键盘编程器和开关编程器各一套，程序输入和检查十分方便。

7. 存储器单元选择: 有 9 个 PC 数据输入开关和一个送 PC 按钮, 可在 0~1K 范围内任选存储单元, 以便检查和修改其内容。

8. 状态显示: 有存储器地址及内容显示, 还有微机工作状态 (RR、CLK、 $\overline{\text{CLK}}$) 显示, 便于监视和检查主机的运行情况。

另外, 控制箱还有八种工步显示。

9. 附加功能:

①六套数字 (二位十进制) 定时器;

②一套六位十进制产品计数器;

③三套声、光报警装置;

④RAM 断电程序保持电路。

10. 隔离方式及输出驱动器:

①系统开关信号输入用光电耦合器隔离;

②电磁阀是经光电耦合后, 由可控硅整流器驱动;

③工步指示灯、报警继电器等是经缓冲后直接驱动 3DG6 和 3DG12 复合晶体管;

④定时器与主机间经缓冲器耦合。

(三) 系统硬件结构框图及说明

如图 8, 整个系统所包含的各部分是同上述对系统的规模和功能所确定的十点要求相一致的。系统以一片 5G14500B 为核心, 通过 AB、DB、CB 三总线与其他系统相连。它是在基本的 ICU 系统的基础上扩展而成的。

为了充分发挥 CMOS 器件的抗干扰能力, 电源电压采用 +12V。为使系统电平匹配, 所有存储器的信号端均先经过电平转换再与其他部件相连接。系统时钟经电平转换后接到存储器地址最低位 A_0 。这样在时钟的一个周期内, ICU 便访问了存储单元, 达到一条指令分两个字节存放 (即交错存放) 的目的。

系统具有无条件转移控制功能。图中的转移控制逻辑和地址锁存器就是为此而设计的。因为标志 F_1 是执行 JMP 指令周期的 X_1 下降沿起出现的, 如果直接用它来把在 \overline{X}_1 阶段由存储器提供的转移目的地址打入 PC, 那么当 PC 稳定后存储器将输出转移去的那个指令的操作码, 而由于此时 F_1 仍然有效, 这操作码又将被当作转移地址再一次打入 PC。终于造成混乱而达不到目的。为此我们把 F_1 分两个阶段来处理: 第一阶段 $F_1 \cdot \overline{X}_1$ 的综合信号把转移地址送锁存器; 第二阶段 $F_1 \cdot X_1$ 的综合信号才把锁存后的转移地址打入 PC, 因而有效地防止空翻现象。

程序计数器虽然用了三片的 5G14516, 但按设计要求只用了九位。在执行 JMP 指令时要把九位二进制码送到 PC 的数据输入端, 但是存储器只能提供八位, 故最高位用 14599 的一个单元来提供。当要修改这最高位时, 可在执行 JMP 指令前, 先执行一条 STO 或 STOC 指令来实现。这样可以节省器件、降低成本。

本系统 I/O 芯片片选择码如图 9。它将 I/O 字段中的高 4 位 $D_7 \sim D_4$ 经二片 C301 译出 16 根信号线, 用以驱动 5G14512 和 5G14599 的片选端。由图可见 $D_7 = 0$ 选中一片 14512, 故输入芯片的地址范围为 00~3FH; 而 $D_7 = 1$ 则选中一片 14599, 故输出/暂存芯片的地址范围为 40H~7FH。

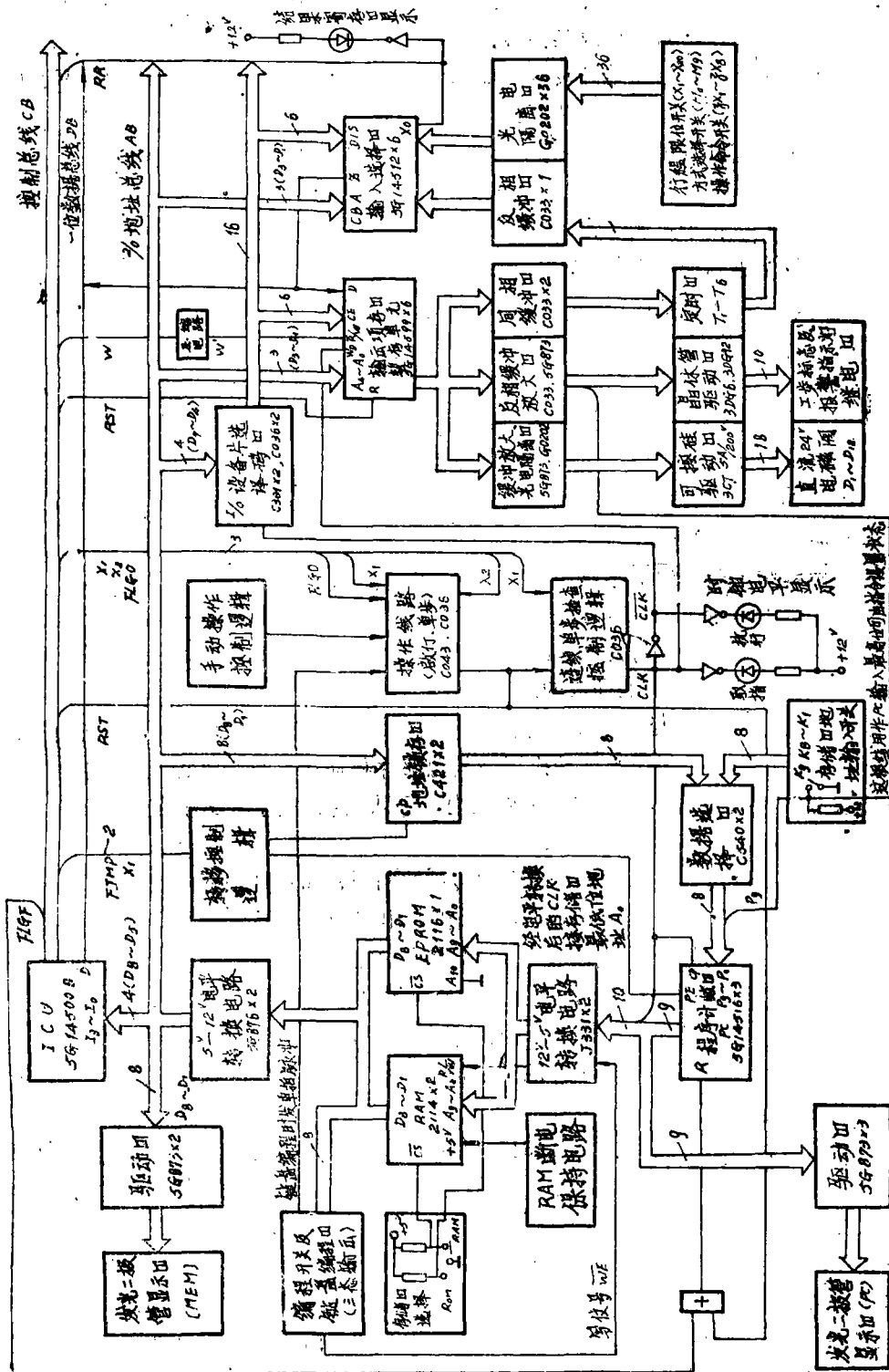
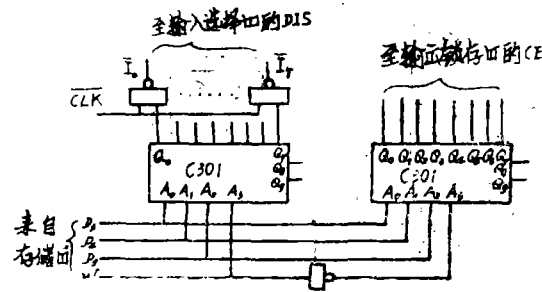


图 8 SZ-350 塑料注射成型机 - 位微机控制系统框图



(存储器输出最高位为 D₈)

图 9 SZ-350 注塑机 ICU 系统的 I/O 片选择码电路

操作线路接受启动和复位按钮的命令, 经启停触发器去控制 ICU。它还接受单工步按钮和键盘编程器送来的单脉冲信号, 经二分频后输出单拍信号。F₀ 标志脉冲也送到这里, 用以将启停触发器置位, 实现软件复位功能。单工步操作逻辑的作用是将各手动单工步指令开关的位置变成系统的启停信号, 以便简化操作过程和缩短程序, 故其输出也送到操作线路。简化的操作线路示于图 10。

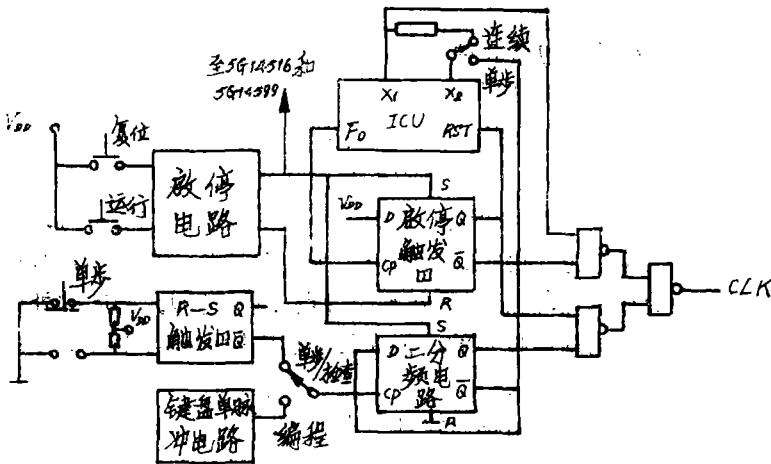


图 10 系统操作线路简

由图 8 我们可以看到另一标志脉冲 F_r 用以使 PC 复位, 因此在程序的任何地方使用 NOPF 指令都将使程序返回到起始点。还可以看出所有 5G14599 芯片都接成读写式的, 这将给硬件和软件的设计带来方便。另外在主机与现场之间采用光电隔离以进一步提高系统的可靠性。

系统时钟采用 ICU 芯片上的自激振荡器, 其振荡频率 160KC。主机状态显示采用发光二极管, 并由廉价的 5G873 传输开关直接驱动, 成本大为降低。

系统主机由一块印刷板和一块控制面板组成。其上有一个键盘, 每当按二次键后就准备好要写入的指令的一个字节, 同时发出允许写负脉冲, 将它写入到由 PC 内容和时钟电平地址所指定的单元; 在这个负脉冲的后沿, 键盘编程器又发一个单拍脉冲送到操作线路进行二分频, 经连续、单步/检查控制逻辑, 使时钟电平产生一次变化。这样, 根据十六进制机器码程序单, 就可以方便而迅速地将程序连续输入到 RAM 中去 (参见图 11)。

(四) 系统控制程序的设计

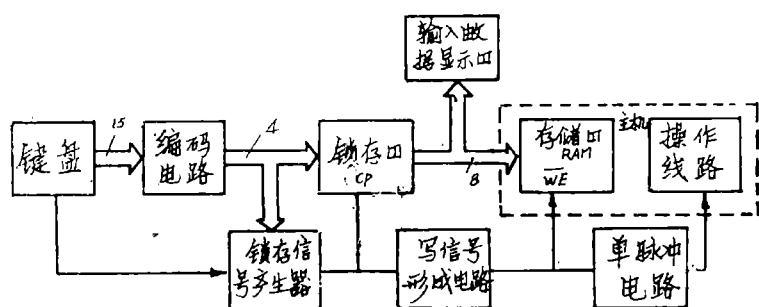


图 11 键盘编程器逻辑框图

图 12 是按照工艺要求和系统硬件而设计的本控制装置的控制程序流程框图。它分为 8 个独立的程序段。分别控制闭模、注射座进、注射保压、预塑、防流涎、注射座退、开模和顶出退回等八种工步。依靠一个管理程序能实现单工步操作，也可以按工艺要求的动作顺序连续控制。

经过分析和归纳，系统控制包含 8 种工步，可以独立进行设计，使程序成为模块化结构，以便于灵活组合成各种不同控制要求程序，而且容易理解和掌握。可以应用程序结构式和编程技巧，将它们适当组合嵌套，构成独立程序段，然后分别以 $Z_{Q1} \sim Z_{Q7}$ 表示，在系统管理程序的统一指挥下形成一个复杂而完整的系统控制程序。整个程序是个大的 *WHILE* 结构，每个工步程序就是其中一个大指令组。工步的转换依状态移位法进行。管理程序在每一次巡回中依次测试每个工步标志，决定执行哪个工步；在离开一个程序段时还要测试该工步是否结束和是否要更改状态标志，然后回到起始测试点，继续巡回。程序的处理基本上是用分支转移方式来实现对各工步的顺序控制的，但在每个程序段内的各个分动作及事故处理是用允许结构程序实现的。

虽然工艺要求有自动、半自动和手动三种工作方式，但自动和半自动的差别不大，仅在最后阶段（顶出）以后是否自动启动。而手动方式的要求最复杂，要能点动，还要能连续执行该工步规定的动作；工步完成又能自动停止，而且任何时候只能做一种工步，同种工步的控制要求也与自动、半自动有所不同（见表 2）。为实现这些要求的程序将是复杂的。我们曾经设想分两套程序，然而让手动操作程序（它主要用于机器调整和事故处理）比正常生产控制程序还要长得多，是不合理的。因此我们在硬件设计时加进手动单工步操作逻辑。电路十分简单，而好处不但简化程序，而且工人的操作也更简易了。另一方面是在对每一工步进行程序设计时，综合考虑了手动单工步的要求，因而可以把程序紧缩为一个较只有正常生产程序稍长的控制程序。

图 11 已经相当具体地描述了较复杂的工艺流程及名种特殊要求，参照对工艺的分析 和几个表就可以编写出源程序来。

（五）运行的情况

本系统设计时立足于国内，除存储器外，都采用国产器件。经过 1981 年约半年时间的调试和例行试验，又经 82 年上半年的现场运行，证明国产器件质量是可靠的。在调试阶段曾经发现个别器件性能变差，例如传输时间太长，逻辑电平不合要求或功耗太大等不良现象。但经调换后，至今一直是可靠的。本 SZ—350 多功能注塑和控制系统从 82 年 7 月起一直在上海

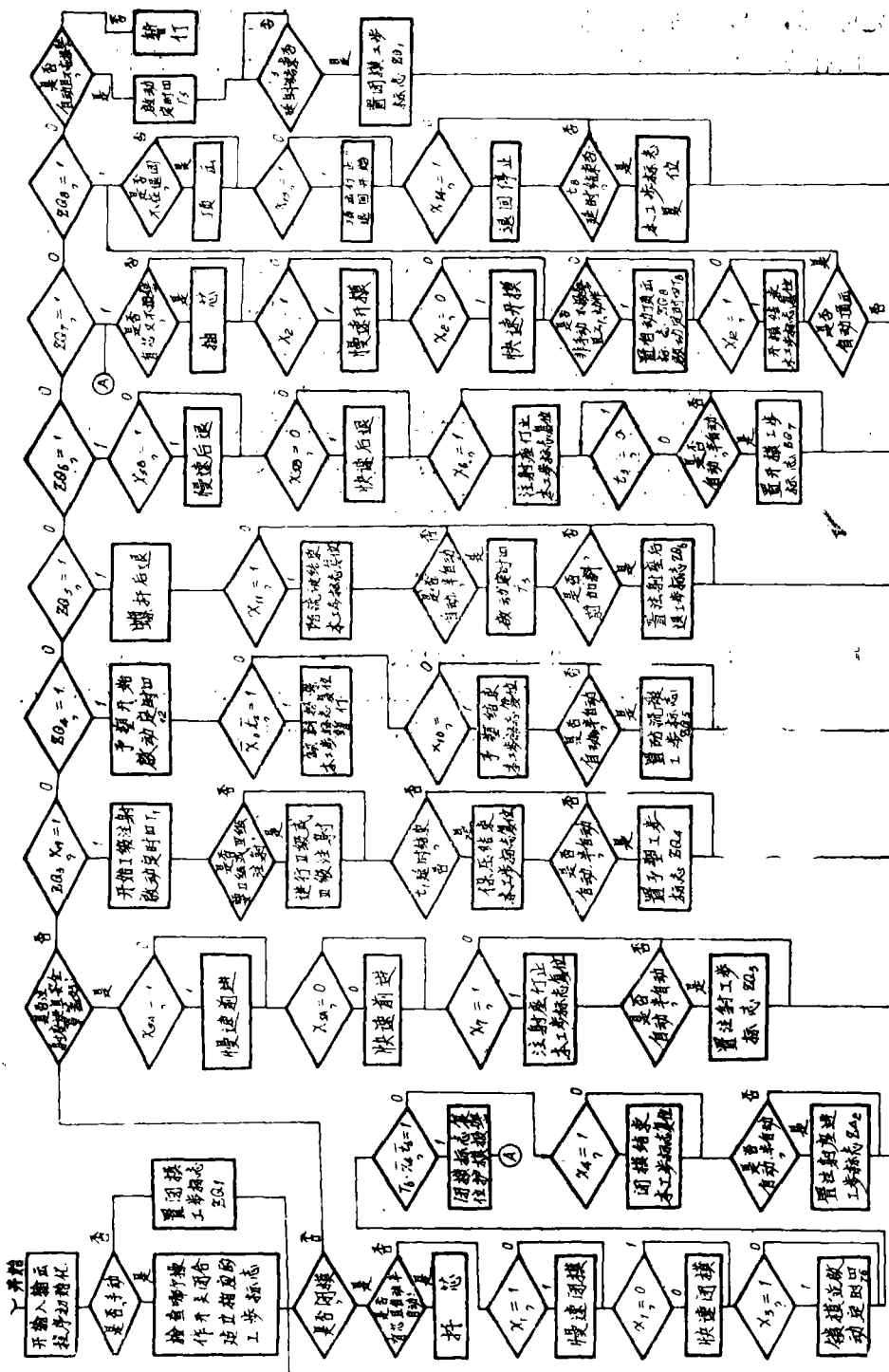


图 12 SZ-350 注塑机控制程序的流程图

塑料制品三厂使用。几年来,特别是经过几次高温季节、连续开三班的长时间考验,证明控制部分是稳定可靠的。SZ—350 注塑机微电脑控制器已于1983年1月由上海市高教局和机电局主持有全国有关单位参加通过鉴定。目前造制厂还在继续生产有本控制器控制的注塑机。

结 束 语

一位机系统部件相当简单,有一定的先进性。它设计灵活,扩展容易,而且原理简单,造价颇低,易于掌握,便于推广。是人们长期实践、不断创新的结果。它保持了程序可编,灵活通用的优点,却避免了一般计算机所存在的复杂昂贵的缺点;保持了继电器逻辑,矩阵式顺控器原理简单,便于使用和维护的优点,却比它们具有更强得多的功能和更大的灵活性、通用性。而且由于器件制造工艺先进,系统部件用量少,使得工业控制中所面临的可靠性这个重要问题得以很好的解决。这一切使得一位机具有独特的优越性和极广阔的发展前景。尤其适合我国目前的发展水平,应该在一切行业中凡以开关逻辑为主的系统中普遍推广应用,使这种优良器件在工业控制领域里发挥应有的作用。

参 考 文 献

- [1] 黄汉祥、朱介炎, 5G14500 系列 CMOS 一位微处理器, 晶峰器件应用, 1 (1981)。
- [2] 美国 MOTOROLA 公司, Motorola MC14500B Control Unit Handbook, (1979)。
- [3] 张为民译, 一位 C—MOS 微处理器, 机械工业自动化, 1—2 (1979)。

Development And Applications of Microcomputer System in Industrial Control

Lin Zhangsheng

Abstract

This article describes structural features of one-bit microcomputer systems and how we proceed to design an ICU system according to the requirements for uses. With the viewpoint of the application, it emphatically discusses some fundamental problems involving in the design. The article also presents in details the hardware and the software of microcomputer controlling system used for multifunctional plastic molder, in terms of this showing specialities of the design of the ICU system and its field of applications and prospect of development.