

一位微型机步进式顺序控制程序的编制

谢 昌 田

(大连工学院)

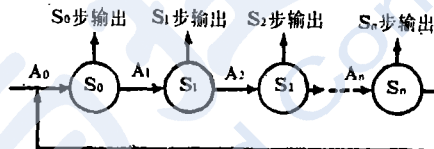
要掌握它也十分容易。

一 引 言

以MC14500一位微处理器为核心的一位微型机通称微型工业控制器(MIC)，它是在1977年末才诞生的。当小型机获得应用后，出现了可编顺序控制器，在八位微型机向十六位微型机发展之际，一位微型机问世了，这自然是有其理由的。开关量控制的应用领域十分广泛，使用的数量特别大，寻求一种体积小、价格低，耗电小、可靠性高、灵活性大，通用性强、简单而易于掌握的逻辑控制装置是长时期以来广大科技工作者一直期求的，因而在发展多位微型机的同时，研制生产了一位微型机。它的结构简单，它由ICU(工业控制单元)、程序计数器、存储器、输入选择器和输出锁存器组成，只有十六条指令，人们很容易掌握。这是一种较理想的逻辑控制装置，它的出现引起了科技工作者的广泛关注。1978年我国已着手了一位微处理机的研制，现已有一些工厂制造这种机器并获得使用。可以预知，微型工业控制器必将在各个领域迅速推广。然而简单系统的功能较低，为了满足复杂程序的要求，人们往往增添硬件以扩大其功能，从而使一位机的结构趋向复杂，这是跟人们的愿望相违的。本文介绍一种简单合理、规律性强，可靠性高的编程方法，这种方法是把大家熟悉的步进式顺序控制的基本原理引用到微型工业控制器中来，用软件实现顺序控制中的步进器，使用简单结构的一位微型机就能处理各种复杂的控制程序。这种方法对于已经熟悉步进式顺序控制器的人员来说，只要了解一位微型机基本原理一见就会了然，即使一般工程技术人员

二 基本原理

顺序控制在于使被控对象的动作按预先规定的各个条件和一定次序分阶段一步一步工作，用状态图1表示。



S_i ：顺序控制第 i 步的状态 ($i=0,1,\dots,n$)

A_i ：转入第 i 步应接收的信号，称为接收信号。它可以是多个信号的逻辑组合。

图 1

为了保证顺序控制器工作不乱步，可靠地实现预先规定的步进顺序，步进器必须满足下列三个条件：

①任何时刻应该而且只能有一个状态被激活，即状态 S_i 为 1 且当 $i \neq j$ 时 $S_i \neq S_j$ ($i, j=0,1,\dots,n$)，此时与被激活状态相对应的动作被执行。

②只允许在 S_{i-1} 状态出现 $A_i=1$ 条件时，状态才从 S_{i-1} 转变成 S_i 。

③当状态转入 S_i 后，系统跟 A_i 是 1 或是 0 无关，当然还跟除 A_{i-1} 以外的接收信号无关。

我们把逻辑式 $S_{i-1} \cdot A_i = 1$ 称为第 i 步的转步条件。式中 S_{i-1} 只取其特征码。转步条件表明，只有在 S_{i-1} 状态下出现接收信号 $A_i=1$ 时，顺序控制器才从 S_{i-1} 状态转变为 S_i 状态，否则控制器仍保持在 S_{i-1} 状态。这就是设计步进式顺序控制的基本思想。上面条件得到满足时，在设计中可以不考虑接收信号是短信号或是长信号，也不用考虑接收信号是否被重复使

用, 只需顾及相邻步不出现相同接收信号即可, 显然在运行中输入通道出现干扰信号或误触发接收信号都不会影响系统工作 (对 S_{i-1} 下的 A_i 例外)。

上述设计步进式顺序控制的基本思想, 在微型工业控制器中实现起来既简单又方便, 利用锁存单元 MC14599 作状态寄存单元, 运用 OEN 指令组成 IF-THEN 结构的循环程序就可以实现。程序框图如图 2。

IF-THEN 结构说明只有当条件 $S_{i-1} \cdot A_i = 1$ 时才执行 S_i 步输出指令和置 $S_i = 1$ 。虽然整个程序属于循环程序, 由于 S_{i-1} 状态是在 $i-1$ 步才预置, 也就是说只有到了 $i-1$ 步才提供转入第 i 步的条件 $S_{i-1} \cdot A_i = 1$, 所以控制是按程序逐步执行的。

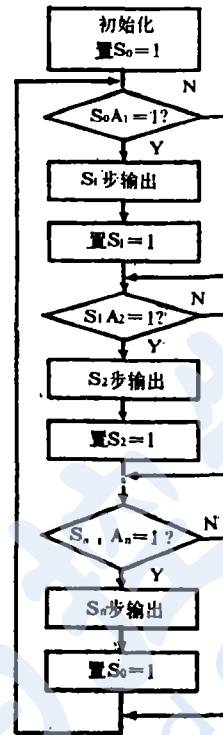


图 2

表 1

	循 环 码		二 进 制 码		格 林 码		左 移 码	
	$Q_8 Q_7 Q_6 Q_5 Q_4 Q_3 Q_2 Q_1$	特征码	$Q_3 Q_2 Q_1$	特征码	$Q_3 Q_2 Q_1$	特征码	$Q_4 Q_3 Q_2 Q_1$	特征码
S_0			0 0 0	$\bar{Q}_3 \bar{Q}_2 \bar{Q}_1$	0 0 0	$\bar{Q}_3 \bar{Q}_2 \bar{Q}_1$	0 0 0 0	$\bar{Q}_4 \bar{Q}_1$
S_1	0 0 0 0 0 0 0 1	Q_1	0 0 1	$\bar{Q}_3 \bar{Q}_2 Q_1$	0 0 1	$\bar{Q}_3 \bar{Q}_2 Q_1$	0 0 0 1	$Q_1 \bar{Q}_2$
S_2	0 0 0 0 0 0 1 0	Q_2	0 1 0	$\bar{Q}_3 Q_2 \bar{Q}_1$	0 1 1	$\bar{Q}_3 Q_2 Q_0$	0 0 1 1	$Q_1 \bar{Q}_3$
S_3	0 0 0 0 0 1 0 0	Q_3	0 1 1	$\bar{Q}_3 Q_2 Q_1$	0 1 0	$\bar{Q}_3 Q_2 \bar{Q}_1$	0 1 1 1	$Q_3 \bar{Q}_4$
S_4	0 0 0 0 1 0 0 0	Q_4	1 0 0	$Q_3 \bar{Q}_2 \bar{Q}_1$	1 1 0	$Q_3 Q_2 \bar{Q}_1$	1 1 1 1	$Q_4 Q_1$
S_5	0 0 0 1 0 0 0 0	Q_5	1 0 1	$Q_3 \bar{Q}_2 Q_1$	1 1 1	$Q_3 Q_2 Q_1$	1 1 1 0	$\bar{Q}_1 Q_2$
S_6	0 0 1 0 0 0 0 0	Q_6	1 1 0	$Q_3 Q_2 \bar{Q}_1$	1 0 1	$Q_3 \bar{Q}_2 Q_1$	1 1 0 0	$\bar{Q}_2 Q_3$
S_7	0 1 0 0 0 0 0 0	Q_7	1 1 1	$Q_3 Q_2 Q_1$	1 0 0	$\bar{Q}_3 \bar{Q}_2 \bar{Q}_1$	1 0 0 0	$\bar{Q}_3 Q_4$
S_8	1 0 0 0 0 0 0 0	Q_8	0 0 0	$\bar{Q}_3 \bar{Q}_2 \bar{Q}_1$	0 0 0	$\bar{Q}_3 \bar{Q}_2 \bar{Q}_1$	0 0 0 0	$\bar{Q}_4 \bar{Q}_1$

三 关于状态编码

抽象地讲, 状态编码只需满足当 $i \neq j$ 时 $P_i \neq P_j$ ($i, j = 0, 1, \dots, n$) 就可以了, 实际上要考虑微型工业控制器中需要设置状态寄存单元 (MC14599) 用以寄存状态码; 每步要对状态码的某些位进行置位或复位; 每步在判断转步条件时还要取状态的特征码参与逻辑运算。采用什么样的状态编码, 涉及到控制器的硬件和软件的多少, 影响装置的技术经济性能。下面

就常见的几种编码加以分析。表 1 列出八个状态的循环码、二进制码、格林码及左移码的编码与其特征码。

为了对各种编码作出技术经济比较, 令

m 代表所需状态寄存器的位数;

n 代表控制器步数;

t 代表状态特征码的位数;

r 代表每次改变状态时所需置位和复位的次数;

$L = (t + r)n$ 代表完成步进式顺序控制编程增加的指令数。这样, 我们可以对上述几种编

码作出比较(表2)。

表 2

循环码	二进制码	格林码	左移码
$m = n$	$m = \lg_2 n$	$m = \lg_2 n$	$m = (1/2)n$
$t = 1$	$t = m$	$t = m$	$t = 2$
$r = 2$	$r = (1 \sim m)$ 不定	$r = 1$	$r = 1$
$L = 3n$	$L = (m+?)n$	$L = (m+1)n$	$L = 3n$

按照尽可能以软件代替硬件的原则,从表2可以看出,五步以上的控制器应当优先考虑采用格林码。

四 条件转移功能的实现

在生产中许多控制并不要求始终按顺序一步一步工作,在某种条件满足时,要求控制器从第*i*步转跳到第*j*步,这就是条件转移。完成局部动作循环是条件转移的一种特例。由IF-THEN结构组成的步进式循环程序要实现条件转移也是很方便的,只需采用IF-THEN嵌套结构就能够完成。设B为转移条件, S_i 是起跳步, S_j 是目标步,当 $B \cdot S_i = 1$ 时,系统从 S_i 转移到 S_j ,否则程序按顺序从 S_i 转入 S_{i+1} ,条件转移程序框图如图3。

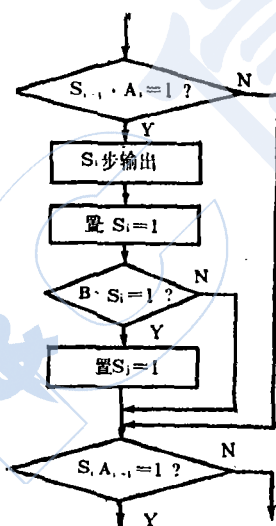


图 3

五 多步进器结构

微型工业控制器的IF-THEN结构循环程序还可以划分成多个子步进器,用以实现包含分支的控制程序。譬如有图4(a)所示的阶段过渡控制图,采用微型工业控制器进行控制时,可以划分成五个子步进器相串联来完成,如图4(b)。步进器A完成阶段5以前的控制。步进器B、C、D分别完成左、中、右通道的控制。步进器E完成阶段21及以后的控制。整个程序仍是IF-THEN结构的循环程序,只是转入每个子步进器第一步的转步条件和最末一步所置状态,要根据阶段过渡控制图的分支处的情况来决定。例中步进器A的最末一步 S_5 应置 $S_6 = 1, S_{11} = 1, S_{14} = 1$ (分别代表步进器B、C、D的第一步状态),而 $S_5 \cdot X = 1, S_5 \cdot Y = 1, S_5 \cdot Z = 1$ 则分别为步进B、C、D第一步的转步条件。步进器E第一步的转步条件则应当是 $S_{10} \cdot S_{13} \cdot S_{20} \cdot f = 1$ 。

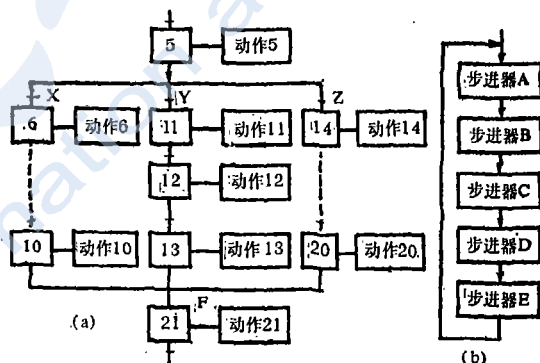


图 4

六 结 语

本文讨论了微型工业控制器按步进式顺序控制编程的基本原理,对步进状态编码作了分析,按步进式编程可以简便地实现转步功能和处理包含分支的控制程序。按步进式编程的最大优点是对硬件的要求简单、程序的可靠性高、编程的规律性强、易于掌握,是一种简单易行的编程方案。如果已经确认某阶段接收信

(下转43页)

- ter Graphics Methods for Nonlinear Multivariable Systems, Computer Aided Design of Control Systems, Proc. IFAC, Symp., Ed. by M.A.Cuenod, 1979, pp.157—161.
- [8] Rosenbrock, H.H., Multivariable Circle Theorems, Recent Mathematical Developments in Control, Ed. D.J. Bell, London, Academic Press, pp.345—365, 1973.
- [9] Cook, P.A., Modified Multivariable Circle Theorems, *ibid*, pp.367—372.
- [10] Mees, A.I., Describing Functions, Circle Criteria and Multi-loop Feedback Systems, Proc. IEE, 1973, 120, pp.126—130.
- [11] Garber, E.D., Frequency Criteria for the Absence of Periodic Modes, Autom. and Remote Control, 28, pp.1776—1780.
- [12] Rosenbrock, H.H., Computer-Aided Control System Design, London, Academic Press, 1974.
- [13] Ramani, N., Atherton, D.P. and Mees, A.I., Describing Function, Circle Criteria and Multi-loop Feedback Systems, Proc. IEE, 120, No. 7, July 1973, pp.814.
- [14] Atherton, D.P., Nonlinear Control Engineering, Van Nostrand Reinhold, London, 1975.
- [15] MacFarlane, A.G.J., Relationships between Recent Developments in Linear Control Theory and Classical Design Techniques, Measurement and Control, Vol. 8, No. 5, 6, 7, 8, 9, 1975.
- [16] Ramani, N. and Atherton, D.P., Frequency Response Methods for Nonlinear Multivariable Systems, Paper No. 9.2, Canadian Conference on Automatic Control, Sept. 24-25, 1973, Univ. of New Brunswick, Fredericton.
- [17] Gray, J.O. and Taylor, P.M., Frequency Response Methods in the Design of Multivariable Nonlinear Feedback Systems, IFAC 4th International Symposium, Multivariable Technological Systems, Ed. by D.P. Atherton, 1977.
- [18] Gray, J.O. and Al-Janabi, T.H., The Numerical Design of Multivariable Nonlinear Feedback Systems, *Ibid*.
- [19] Gray, J.O. and Katebi, S.D., On the Design of A Class of Nonlinear Multivariable Control Systems, Proc. IFAC, Sys. Computer Aided Design of Control Systems, Ed. by M.A. Cuenod, Zurich, Switzerland, 29-31, August 1979.
- [20] Gray, J.O. and Taylor, P.M., Computer Aided Design of Multivariable Nonlinear Control Systems Using Frequency Domain Techniques, Automatica, Vol. 15, May 1979.
- [21] Mees, A.I. and Atherton, D.P., The Popov Criterion for Multiple-loop Feedback Systems, Trans. IEEE, Automatic Control, Vol. AC-25, No. 5, pp.924-928, Oct. 1980.
- [22] Atherton, D.P., Stability of Nonlinear Systems, Research Studies Press, John Wiley & Sons, 1981.
- [23] Postlethwaite, I. and MacFarlane, A.G.J., A Complex Variable Approach to the Analysis of Linear Multivariable Feedback Systems, Lecture Notes in Control and Information Sciences, Springer-Verlag, 1979.

(上接50页)

原来每天断纸时间17分钟,实现网温自控后,断纸时间每天减少7分钟。

参 考 文 献

- [1] 隆育泉,制浆造纸工艺学,轻工业出版社,1980.9.
- [2] 孙优贤,状态调节器的设计和应用,化工自动化及仪表, Vol. 9, No. 9, 1981.
- [3] 孙优贤,最优调节器的设计和应用,化工自动化及仪表, Vol. 8, No. 8, 1981.

(上接53页)

号 A_x 可靠无误时,还可以将其 IF-THEN 结构插入相应阶段的步进程序中,以减少步进器的步数,从而进一步提高系统的经济性。

参 考 文 献

- [1] 谢昌田,设计步进器的基本原理,信息与控制, 1980年5期。
- [2] 姜树德,阶段过渡控制图,国外自动化, 1983年1—5期。
- [3] MIC 系列 微型工业控制器,机械工业自动化, 1983年3期。