

文章编号: 1005—0523(2002)02—0026—04

软件实现控制电机环形分配器的硬件功能

谢逢春

(深圳市赛格通信有限公司, 深圳 518000)

摘要: 具体介绍了用软件技术实现四相步进电机环形分配器和电机正反转及加速器工作状态硬件功能的一种控制方法, 它可大大减少硬件数量及降低成本。

关 键 词: 进电机; 环形分配器; 单片机

中图分类号: TN **文献标识码:** A

1 概 述

目前, 步进电机已经广泛地应用于各类工业仪表与自动化装置以及计算机外部设备等方面。特别是随着嵌入式微处理器的推广应用, 使步进电机控制方法发生了深刻的变化。我们应用单片机技术, 取代了四相反应式步进电机硬件组合逻辑的控制^[2]。因此大大地减少了硬件的数量及复杂性, 极大地降低产品的造价, 使原有复杂的逻辑线路设计工作基本上由单片机片内 ROM 程序设计工作所代替。今以 AT98C52 型号的单片机控制四相步进电机为例, 着重介绍了一下用软件编程实现四相步进电机各种工作状态的控制方法, 也就是硬件上常说的环形分配器用软件编程技术取代的方法。

众所周知, 四相步进电机的工作状态有四相单四拍 A, B, C, D……, 四相双四拍 AB, BC, CD, DA……, 四相八拍 A, AB, B, BC, C, CD, D, DA……, 或者 AB, ABC, BC, BCD, CD, CDA, DA, DAB……等多种。此外, 因功能上的要求有时还有正转, 反转, 加速, 减速等工作状态。无论哪一种工作状态, 用硬件组合逻辑电路实现都相当繁杂, 尤其是正转、反转、加速、减速控制电路更是如此, 而用软件方法实现则非常简便。

为了便于理解软件设计思想, 首先简介一下 AT89C52 单片机与本文有关的几个重要特点:

- 1) 它具有八位并行处理功能, 有四个能直接驱动 TTL 电路的八位的并行输入/输出端口, PO, P1, P2, P3。
- 2) 具有片内的 RAM: $256 \times 8\text{-Bit}$; 片内 ROM: $8\text{K} \times 8\text{-Bit}$ 。由于单片机的存贮器(RAM 和 ROM)是统一编址, 存贮器最大可扩展到 $6\text{K} \times 8\text{-Bit}$ 。
- 3) 具有两个内部定时器。
- 4) 指令的平均执行周期为 $2\mu\text{s}$ 。

2 系统设计

根据四相步进电机工作状态的要求和单片机的特点, 可将步进电机的各种工作“状态字”, 依次通过累加器 A 送到 CPU 的 PO 口, 在各步序之间动作与功能要求相适应的延时处理之后, 由 PO 口直接输出环形分配器的脉冲波形。为了判断步进电机旋转的步数是否结束, 还需要设置计数判终程序。这在软件上很易做到。

所谓“状态字”是指步进电机在各个步序(或节拍)中, 其导通相为“1”的 16 进制数。例如步进电机旋转的第一步为 A 相和 B 相通电, C 相和 D 相截止, 其工作状态为 1100B, 即 $1100\text{B} = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1$

收稿日期: 2002—01—31

作者简介: 谢逢春(1960—), 男, 江西新干人, 工程师。

$+0\times2^0=12$. 因此, 令其 AB 相导电的“状态字”为 0CH(C 表示 16 进制数的 12). 同理, BC 相, CD 相或 DA 相通电时, 其“状态字”分别为 6H, 3H, 和 9H³. 在微型机的外部控制电器或外部设备中, 信号的传输往往有一定的时间配合关系, 经常要设备一些特定长度的定时间隔, 即延迟时间, 以适应外部电路的动作. 例如步进电机的工作频率, 即每秒钟旋转的步距角个数, 与每个相邻步序(或节拍)的时间间隔成倒数关系: $f=1/T$, 式中, f 一步进电机的频率; T 一各步序间隔时间. 因此, 用软件实现环形分配器的硬件功能, 必须根据系统的功能要求和步进电机允许的工作频率范围, 在各步序之间作相应的延时处理.

延时处理一般是通过外部时钟, 内部定时器或延时子程序等多种方法完成, 由于 AT89C52 内部有两个定时器^[4], 因此, 可采用定时器定时中断的方式实现. 只要设定定时器的时间常数, 就可取得长短各异的延时.

判终程序, 就是采用计数方法, 判断步进电机旋转的步数是否达到系统功能要求的数值. 如果旋转的步数不够, 则程序继续循环执行, 否则程序执行结束.

2.1 四相双四拍工作状态的软件设计

四相双四拍的状态真值及及状态波形图如图 1 及表 1 所示.

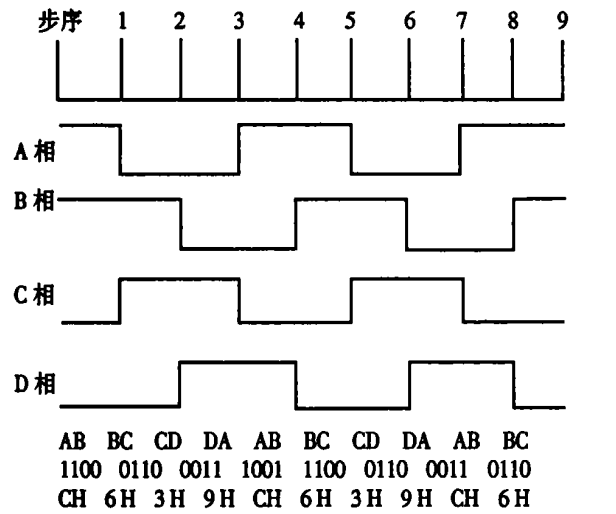


图 1 四组双四拍状态波形图

由附表或图 1 可知, 四相双四拍的状态字为: AB 相通电时, 其状态字为 CH; BC 相通电时, 其状态字为 6H; CD 相通电时, 其状态字为 3H; DA 相通电时, 其状态字为 9H. cH, 6H, 3H, 9H, 各状态字分别通过累加器 A 送至 I/O 端 P⁰⁵. 各步序之间启动内部定时器定时中断, 以适应步进电机工作频率的要求. 用判终程序

控制步进电机应走的步数(见图 3). 于是可得到四相双四拍工作状态的流程图(见图 2). 此流程图是 AT89C52 单片机控制某打印设备的进格应用程序. 通过软件调试证明, 该程序是可靠的.

表 1 四相双四拍的状态真值表

步序	A	B	C	D	工作状态	状态字(16 进制)
0	1	1	0	0	AB	cH
1	0	1	1	0	BC	6H
2	0	0	1	1	CD	3H
3	1	0	0	1	DA	9H
4	1	1	0	0	AB	cH

采用判终程序控制步进电机应旋转的步数. 例如, 某打字机要求步进电机旋转 360 个步距角($\alpha=1.8^\circ$)方能完成进格功能, 所以采用计数 90 次的判终程序(见图 2). 由流程图图 2 看出, 首先指定 RAM 的 MOF, MOE 地址作为计数单元, 并全部清 0. 步进电机每经四拍动作之后, MOF 计数一定, MOF 与 10 比较, 如果 $MOF<10$, 则继续循环至 $MOF=10$. 10 次计数之后, 将 MOF 清 0, 同时 MOE 加 1 计数. 如果 $MOE<9$, 则返回继续循环, 直到 $MOE=9$ 时计数结束. 总计数为 $10\times9=90$. 因为每计数 1 次, 步进电机将发生四拍动作, 所以计数 90 次则步进电机共旋转 360 个步距角, 完成了进格功能.

2.2 正反转及加速, 减速工作状态的软件设计^[6]

功能上常常要求步进电机正方向转到某一步进数目时, 则需要反转. 有时还需要加速或减速工作. 例如, 某打字机在进格时为正转减速工作状态, 而回车时处于反转加速工作状态, 这在软件设计上并不困难. 首先, 应设置正反转标志位, 例如 M2F(0). 若 $M2F(0)=1$, 则定为正转, 若 $M2F(0)=0$, 则定为反转. 然后根据步进电机相序对调而反转的原理, 在软件编制时, 只需对调其状态字即可. 所谓加速或减速, 实际上就是步序延时子程序由特定的长延时变为特定的短延时, 即加速; 而由特定的短延时变为特定的延时, 即减速. 某打字机正转减速的延时子程序延时 1.28 mS, 而反转加速时, 则延时子程序的延时由 1.28 mS 缩短为 0.8 mS.

对于四相双四拍工作状态而言, 对调状态字实现正反转功能, 有两种软件编制方法:

1) 状态字 cH, 3H 保持不变, 对调状态字 6H, 9H, 其状态字由正转的 $cH\rightarrow6H\rightarrow3H\rightarrow9H$ 变为 $cH\rightarrow$

9H→3H→6H→,实现反转.于是通电相序由正转 AB→BC→CD→DA→变为反转 BA→AD→DC→CB

.....其工作流程图见图 4.

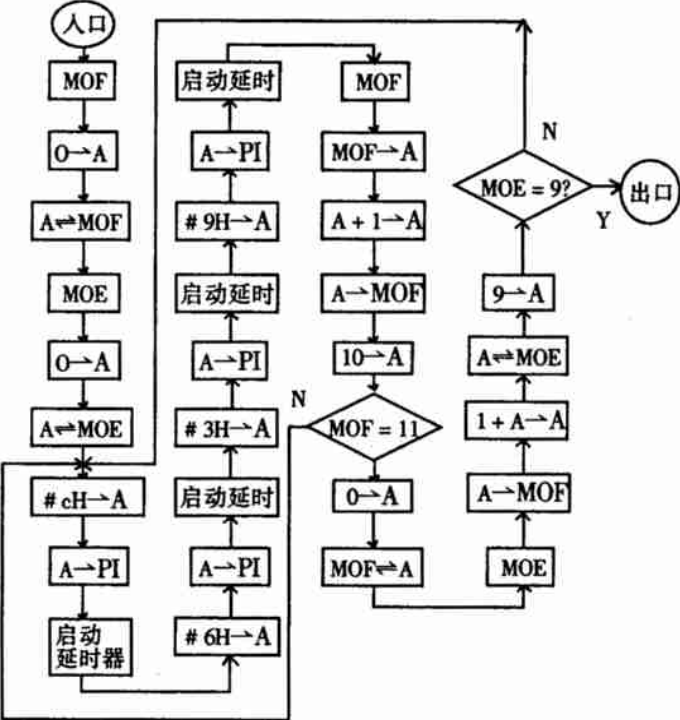


图 2 四相双拍工作状态流程图

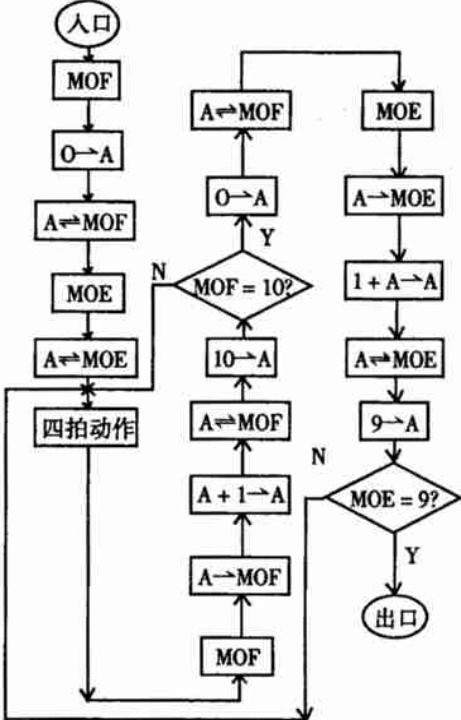


图 3 判终程序流程图

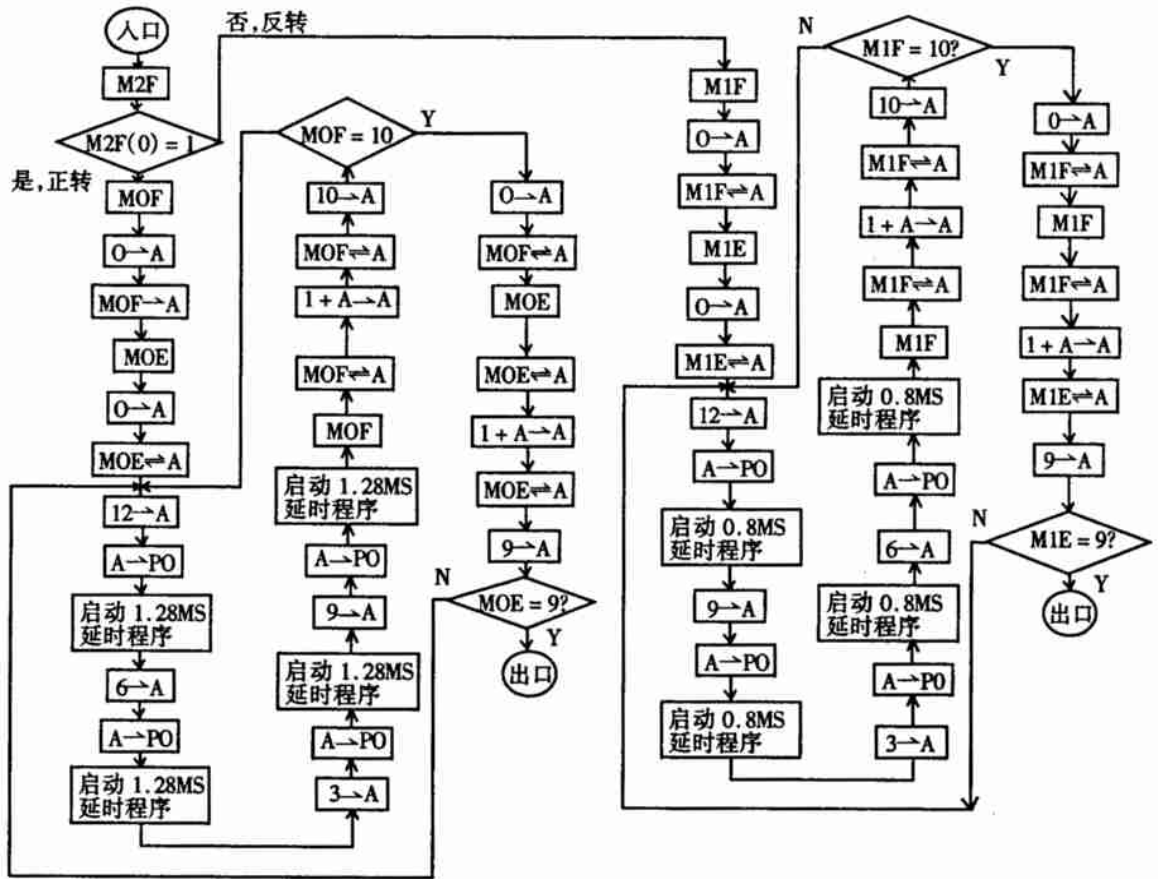


图 4 四相双四拍对调状态工作流程图

2) 状态字 6H, 9H 保持不变, 对调状态字 cH 与 3H, 其状态字由正转的 cH→6H→3H→9H 变为反转的 3H→6H→cH→9H. 这时通电相序由正转 AB→BC→CD→DA 变为反转 DC→CB→BA→AD……. 如果同时对调状态字 9H↔cH, 3H↔6H 或者同时对调状态字 6H↔cH, 9H↔3H, 均可实现反转功能. 但较前面两种方法复杂, 故很少用. 对于四相单四拍, 四相八拍工作状态的编程方法, 与四相双四拍基本上相同, 只是状态字不同而已.

3 结 论

从上述分析可知, 用软件方法实现步进电机硬件控制的各种功能, 其方法既简单又灵活. 我们知

道, 步进电机是一种将脉冲信号转换成角位移或直线的同步电机, 就是给一个脉冲信号前进一步电机, 而微电脑正是最能处理脉冲信号的部件, 因此, 随着嵌入式电脑的体积进一步微型化, 功能不断增强, 必然增强步进电机功能, 将对研发各种机电一体化的仪器设备产生深远的意义.

参考文献:

[1] 顾绳谷. 电机及拖动基础(下册)[M]. 北京:机械工业出版社, 1980.
[2] 陈伟人. 单片微型计算机原理及其应用(第一版)[M]. 北京:清华大学出版社, 1989.
[3] 周航慈, 饶运涛. 单片机程序设计基础[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 1997.

The Realization of Hardware Function of Controlling Motor's Ring Distribution by Using Software

XIE Feng-chun

(Shenzhen Seg Communication Co. LTD, Shenzhen 518000, China)

Abstract: This paper introduces one kind of ways software technology is used to realize the hardware function of stepping motor's ring distribution, which can reduce hardware's amount it needed and cost greatly.

Key Word: stepping motor; ring distribution; SCM