

机床 的 微机控制

王福来 王仲东 编著
机械工业出版社

机 床 的 微 机 控 制

王福来 王仲东 编著



机 械 工 业 出 版 社

内 容 提 要

本书在简要介绍 Z80 单板机原理、指令、接口电路的基础上,着重介绍了用单板机控制的 CWK6140 车床的接口电路,各种程序的编制、调试、使用,以及如何用于铣床、镗床、线切割机床等。本书介绍的微机原理清晰,接口电路实用,程序编制合理、通用。对机械制造行业在推广应用微机控制方面很有实用价值。

本书读者对象是具有中等以上文化程度的电气工人,电气工程技术人员,以及有关大专院校的师生。

机床的微机控制

王福来、王仲彦 编著

责任编辑:董保申 版式设计:冉晓华

封面设计:姚毅 责任校对:熊天荣

责任印制:王国民

机械工业出版社出版 (北京马神庙门外万庄南里一号楼)

(北京市书刊出版业营业登记证出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $14 \frac{1}{2}$ · 字数 320 千字
1990 年 3 月北京第一版 · 1990 年 3 月北京第一次印刷

印数 0,001—2,650 · 定价:12.00 元

ISBN 7-111-01717-X/TP·98

前 言

微型电子计算机，以其功能齐全、计算迅速、逻辑判断准确、重量轻、体积小、功耗低、使用方便、价格低廉而称著于世。在国民经济的各个领域发挥着愈来愈大的作用。在科学技术发展史上，它既是新技术革命的内容，也是新技术革命得以产生和发展的重要条件。

在机械制造业方面，采用微电子技术改造机械设备是技术发展的必然趋势。它可使产品的性能、效率、可控性和可靠性等均有一定程度的提高；同时，也是加快技术改造，促进企业技术进步的重要途径。

作为机械制造业的母机——机床，其自动化水平，对提高生产率、提高产品质量、减轻劳动强度等，都起到极为重要的作用。用微型电子计算机实现机床数控，采用电脑代替手控，已是尽人皆知的发展趋向。在国外工业先进的国家，在普通车、铣、钻、镗、磨床上，装上微型机，从而实现机床数控自动化已相当普遍。我国对应用微电子技术改造机床和其他现有机械设备也得到了应有的重视。近年来，我国各地在开发和推广用于改造普通机床的经济型数控，进行机床改装和其他微机应用方面都做出了可喜的成绩，取得了有益的经验。

本书是在笔者积累了十几年研制数控机床之经验，以及近年来研制 CWK6140A 微型机控制车床的基础上写成的。编著本书的目的，旨在推广微型机在机床控制中的应用，继

而达到普及微机应用技术、交流经验、启迪思维的目的。本书分十章，在简要介绍数字电路基本知识、Z-80单板机原理、指令的基础上，着重介绍了用TP801单板机控制的CWK-6140A车床的接口电路，逐点比较法插补原理及各种汇编语言程序的编制、调试操作，以及如何将微型机用于控制铣床、镗床、线切割机床等。

本书在写法上，力求由浅入深，通俗易懂；在内容的安排上，不但注意了基础理论及基本方法的论述，而且还注意了理论与实际的结合。本书所介绍的接口电路是实际可行的；所介绍的各种程序是经过实际验证的。因此，读者完全可以结合自己的工作实际，予以运用。

本书在编写过程中，一直得到总后勤部三六〇四工厂和武汉工学大学有关领导的重视和支持；湖北省计算机学会张开祈同志亲自审阅了书稿，并提出许多宝贵意见；三六〇四工厂新产品开发部电子班的同志为本书文稿及图稿做了大量的工作，并作了大量的试验，在此一并表示衷心感谢。

本书既可作为普及微机应用技术的培训教材，也可作为工厂、科研单位的电气工人、工程技术人员及有关大专院校师生的参考资料。

由于编者水平有限，加之编写时间仓促，本书不妥之处，恳请读者批评指正。

编者

一九八六年一月于武汉

目 录

第一章 绪论.....	1
第一节 机床控制的发展概况	1
第二节 微控机床的基本概念	5
第二章 数字电路基础知识.....	19
第一节 门电路	19
第二节 逻辑代数基础	31
第三节 逻辑电路的设计	41
第三章 Z 80的指令系统.....	63
第一节 寻址方式	63
第二节 数据传送指令	67
第三节 数据操作指令	91
第四节 程序控制指令	105
第四章 TP801单板机.....	134
第一节 TP801单板机结构	134
第二节 Z 80 CPU简介.....	142
第三节 CTC接口芯片	152
第四节 PIO接口芯片.....	158
第五节 七段发光显示器	166
第六节 键盘	170
第五章 汇编语言的程序设计基础.....	178
第一节 汇编语言的基本概念	178
第二节 Z 80汇编语言程序设计步骤	185
第三节 基本程序的设计	195
第四节 Z 80汇编语言程序的简单实例	208
第六章 TP801单板机控制车床接口电路.....	226
第一节 微控车床概述	226
第二节 进给脉冲发生器	231

第三节	步进电机环形分配器	247
第四节	进给脉冲输出电路	268
第五节	大功率步进电机及驱动电路	271
第六节	电源系统	291
第七章	逐点比较法插补原理及汇编语言程序	296
第一节	逐点比较法插补原理	296
第二节	插补程序的总体设计	303
第三节	取数判断程序	310
第四节	总步数处理程序	314
第五节	加工显示和终点判断程序	318
第六节	直线插补程序	322
第七节	斜线插补程序	323
第八节	圆弧插补程序	330
第八章	CWK6140微控车床监控程序	335
第一节	监控程序的结构	336
第二节	初始化程序	342
第三节	监控显示和键盘扫描程序	345
第四节	键服务程序	357
第五节	升降速程序	364
第九章	CWK-6140微控车床使用说明	372
第一节	功能说明	372
第二节	加工程序的编制	379
第三节	安装调试	397
第四节	维修	401
第十章	微机在其它机床控制中的应用	407
第一节	TP801单板机控制铣床	407
第二节	TP801单板机控制线切割机床	441
第三节	镗床的微机控制	451
第四节	其它机床的微机控制	453

第一章 绪 论

第一节 机床控制的发展概况

一切机械设备,离不开机床的加工;一切机床离不开电气的拖动和控制。因此,机床的质量、数量及自动化水平,既代表着一个国家机械工业的水平,也影响着整个机械工业的发展。而机床的自动化,对提高生产率,提高产品质量,减轻劳动强度等方面,又起着至关重要的作用。所以,世界上工业先进的国家,除在机床的结构、性能、拖动方式、外观等方面不断进行研究改进外,在机床的自动化方面也狠下功夫。使机床控制方式,由最初的手控一直发展到80年代的微型电子计算机控制。

机床的电气自动控制技术,是一项综合性的技术,它包括了自动调节技术、微电子技术、光电技术、传感器技术、执行元件技术和系统工程等等。尽管机床的拖动方式(或称动力设备)除电力拖动外,还有液动和气动等其它方式,但无论何种拖动方式,均离不开电气的控制。所以说,电气自动控制装置,是机床自动化的重要标志。

随着科学技术的不断进步,机床的拖动方式经历了蒸气机、电动机成组拖动、单电动机拖动、多电动机拖动等四个发展阶段。

今后,机床拖动方式的发展趋势,仍将采用多台电动机拖动和综合运用电动机、液压和气压等先进技术,以进一步实现机床的自动与远距离操作以及自动工作循环。

机床拖动方式的发展,给电气自动控制提出了越来越高

的要求；而科学技术的进步，近代电子技术与计算技术的深入发展，又为机床电气自动控制技术的发展提供了物质基础，使各种新型的机床电气自动控制系统不断涌现。迄今为止，机床电气控制，已经历了手动控制、继电器—接触器控制、顺序控制器、数控（NC）、小型计算机控制和微型机控制（CNC）、计算机群控制（DNC）等几个发展时期。

最初的机床电气控制，采用手动控制方式，即用人手来直接扳动电源闸刀开关来控制电动的启停。后来，除少数容量小、动作单一的机床，仍沿手动控制器外，大多采用了继电器—接触器的自动控制方式。利用这种控制方式，可以实现对机床的各种运动的控制，如起动停止、反转正转、高速低速等。这种控制方式，方法简单直接，工作稳定可靠，成本较低，在一定范围内满足了单机的需要。

继电器—接触器系统，虽有上述长处，但它的接线固定、使用单一（即一台控制装置只能针对某一个一种固定程序的设备），一旦工艺程序有变，就得重新接线，适应不了程序经常改变，控制要求复杂的情况。这些不足，又影响了继电器—接触器控制方式的使用范围。

针对继电器—接触器控制方式的不足，一种新型的控制装置——顺序控制器应运而生。顺序控制器（简称顺控），通过不同的编码，来得到不同的逻辑组合，继而达到改变程序，实现对程序经常变动的控制要求。使机床控制系统的灵活性和通用性进一步加强。在以“顺控”为核心的电气自动控制系统中，也有继电器和接触器“协同”工作，但这时的继电器和接触器仅仅是作为执行元件来使用的。顺序控制器的特点是：通用性强；程序改动快；编程容易；使用维修方便。顺控的使用，在一定程序上提高了机床的自动化水平。

它可以说是数控的初级产品。

“数控机床”是近30年才发展起来的一种自动化程度很高的新型机床。

“数控机床”是数字程序控制的机床的简称。所谓“数字程序控制”，就是把机床工作机构的动作顺序、运动规律、行程和速度等，以数码的形式事先记录在易于更换的介质上（例如纸带、卡片、磁带等），然后运算控制电路将记录的数码变换成相应的控制信号，来控制加工的一种方式。

数控机床是为了解决多品种、单件小批量生产加工自动化问题而发展起来的。它于1952年于美国问世。

由于现代尖端科学技术发展的结果，各种半导体器件、精密仪器、光学器械，以及控制装置对加工精度的要求越来越高。另外，就机械制造业来讲，也经常有单件、小批量生产的零件需要加工。这些零件往往是形态复杂、精度高、改型频繁、品种多，而且在机械制造工业的加工总量中所占的比重又很大，因为要求加工它的机床既要自动化，又要有很强的适应性。这是一个很大的矛盾，是适用于大批量生产的各种专用自动化机床所不能解决的矛盾。所以，长期以来机械加工中绝大部分单件、小批量生产的零件加工都还停留在手工操作水平。数控机床的出现，则成功地解决了通用性和自动化之间的矛盾，把机械制造业提到了一个全新的高度。

数控机床和在此之前所介绍的其它控制方式的显著优点在于：当这种机床的加工对象改变时，除了重新装卡和更换刀具外（有的数控机床可以自动换刀），只需要更换一下新的控制介质（如穿孔纸带、磁带等），即可自动地加工出所需要的零件来，而不需要将机床作任何调整。在自动加工循环中，它不仅可以对各种动作的先后顺序及其它辅助机能

(如主轴转速、进给速度换刀、切削液的开关等)进行自动控制,还能控制机床的运动部件,按给定的位移量和轨迹进行移动。因此,它比一般的顺序控制器有更强的适应性。并且可以显著地减少工模具和调整准备的时间,从而缩短了新产品的试制周期。

三十多年来,数控机床经历了研究试制阶段(1948年~1956年)、工业应用阶段(1956年~1959年)和高速发展阶段(1960年以后)。实践证明,数控机床在提高机床效率,降低加工费用,提高加工精度,改善产品质量以及提高生产率等方面具有很大的优越性。由于它在技术上的先进性和经济上的合理性,并且适应现代工业的发展,所以世界各国都竞相发展。近年来,各主要工业国的数控机床拥有量及其逐年产量都在增加,而且技术上也在飞速发展。

数字程序(Numerical Control——简称NC)控制系统,又称为硬线数控系统,原因是这种控制系统的逻辑功能是事先设计好的,元件之间的连线是焊死的,因而,这种系统只能完成某些固定功能的控制。正因为NC系统的功能不能变化、灵活性差、制造复杂、生产周期长和成本较高,就限制了NC的推广和普及。因此,又发展利用一台小型计算机去控制单台或一组数控机床的小型计算机数控系统,简称CNC(Computerized Numerical Control)。CNC系统与NC系统的区别在于,它用小型通用计算机,用存放在存储器里的系统程序(即软件)实现数控机床的控制逻辑。所以CNC又称软联接数控。显然,CNC系统是灵活多变的。

随着微电子学的发展,体积微小、功能齐全、价格低廉的微处理机和微型计算机开始在机床数控中崭露头角,出现了以微处理机或微型计算机为基础的微型机数控(MNC),

使机床的数控技术提高到一个崭新水平。

在机床数控中引入微型机, 不仅使数控系统从硬联接逻辑向软件发展, 而且将直接影响机床的内部机械结构, 使得一些原由机械承担的功能转由电气设备承担, 从而促进机械加工的进一步自动化。MNC 与 CNC 相比, MNC 不仅具有 CNC 的优点, 而且在性能价格比方面、适用范围方面都是 NC 中最好和最广的一种。从当前趋势看, MNC 是机床控制发展的一个明显趋向。

另外, 需要指出的是, 与 CNC、MNC 系统发展的同时, 利用一台大型通用计算机同时控制和管理数台机床的 DNC 系统, 也在一些主要工业国家推广使用。DNC 是计算机直接控制或群控 (Direct Numerical Control) 的简称。与 CNC 系统相比, DNC 系统的优越性在于它能进行生产的组织管理, 例如, 根据零件加工单编制作业计划, 对现场进行监控, 调动数控机床的运行等等。但是, DNC 系统造价昂贵, 调试维修极为复杂, 这是 DNC 系统未能在大多数国家推广的原因之一。但对机械制造业来说, 其发展方向之一是自动化工厂。因而, DNC 系统是必不可少的。

综上所述, 机床的控制由20世纪初的手控发展到现在的微机控制, 虽只有短短的八十多年的历史, 但发展的速度是惊人的。纵观整个机床控制技术的发展历史可以看出, 它是和整个社会的科学技术发展相同步的。

第二节 微控机床的基本概念

“微控机床”, 即由微型电子计算机控制的机床的简称。它是在“数控机床”的基础上发展起来的, 是数控机床中的一种。

传统的数控机床，是把所有控制功能，以数字和文字代码的方式存放在控制介质上（穿孔纸带、磁带等），并通过数控装置的控制来实现。而数控装置，是机床的运算和控制系统，它由复杂的具有各种逻辑功能的电子线路所组成。也就是，数控机床的各种逻辑功能，是由各种逻辑电路，即硬件来实现的。逻辑功能的变更，必然导致电路的改变。这种数控机床，由于制造成本昂贵，程序或逻辑功能改变困难，通用性差，因而限制了它的推广与应用。

近十几年来，特别是1974年微处理机问世后，出现了以微处理机为基础的微型机数控（MNC），把机床的数控技术大大地向前推进了一步。微处理机和微型计算机体积微小、可靠性高、价格低廉、功能齐全，它们的应用范围日益广泛。在数控机床中，用微型电子计算机来取代原来的数控装置，不仅使数控装置由硬联接逻辑（即用硬件——电子线路来实现逻辑功能）向软联接逻辑（即用软件——程序来实现逻辑功能）发展，而且直接影响机械的内部结构，使得一些原来由机械承担的功能转由电气设备来承担，从而促使机械加工进一步自动化。微型机数控不仅具备小型计算机的功能强、灵活性好、维修方便等优点，而且在性能价格比、适应范围等方面，都是现有数控方式中最好的一种。

微控机床，就是采用微型电子计算机（以下简称微机），全部或部分地取代一般通用机床在加工零件时对机床的各种动作的人工控制，如起停、反向、调速、加工顺序、切削用量、检测等等。通常，微控机床把零件加工的全部过程，编成程序，或固化在微机的内存贮器（EPROM）上；或存贮在磁带上，用录音机输入微机；或由微机的键盘直接输入计算机，再由微机来执行，代替人工操作，对机床进行控制。微

控机床具有通用性、灵活性及高度自动化的特点。它同其它各类自动化机床的一个显著区别在于：微控机床当加工对象改变时，只要输入新的程序，即可自动地加工出所需要的新零件来，而不必对机床作任何调整。图 1-1 为 CWK6140 微控车床的整机外形图。

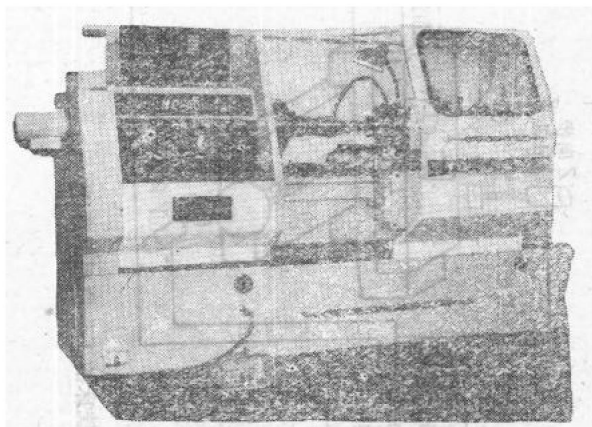


图1-1 微控车床的整机外形图

一、微控机床的组成

微控机床通常由四个基本部分组成：即微型机系统；接口电路；伺服机构和机床。图 1-2 为微控铣床的工作原理示意图。图 1-3 为微控机床的组成方框图。

下面将微控机床的各个组成部分的功能及特点作一简单说明。

1. 微机系统

微机系统由两部分组成，即

(1) 机器系统 即硬件。它由中央处理机 (CPU) 只读存储器 (ROM, PROM 或 EPROM) 和随机读/写存储器

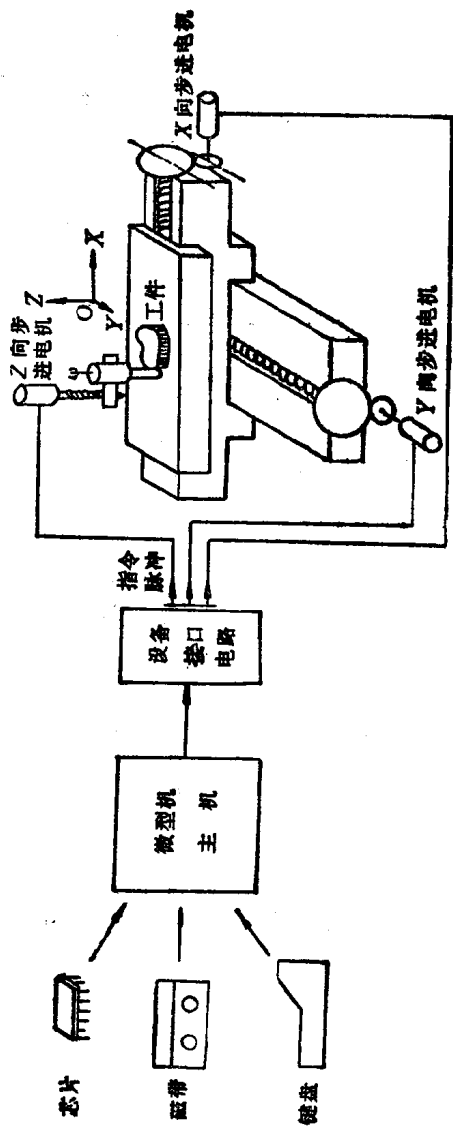


图1-2 数控铣床的工作原理示意图

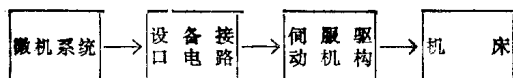


图1-3 微控机床的组成方框图

(RAM)、系统总线接口电路、串行并行输入/输出电路所组成的微型计算机 (μC)，以及外加电源、外设 CRT 显示、扩印机、软盘驱动器等组成。微型机是微控机床 (MNC) 的主体设备，是程序得以施展，并完成各项控制功能的硬件保证。微型机的性能对 MNC 系统各项功能的实现有很大影响，主要表现在程序的规模与效率上。

图 1-4 的微机组成方框图。图 1-5 是一个由 8080A 组成的微型机系统。

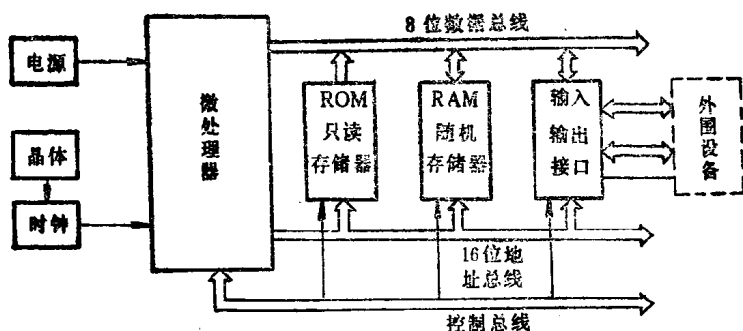


图1-4 微机组成方框图

(2) 程序系统 即软件。它是微机的管理程序和为实现 MNC 系统各项功能编制的专用程序和加工零件程序的总称。管理程序由微型机生产厂配置，它包括引导程序、汇编程序、算术程序库等。专用程序一般应用以下几部分组成：输入数据处理程序；插补运算程序；速度控制程序；诊断程

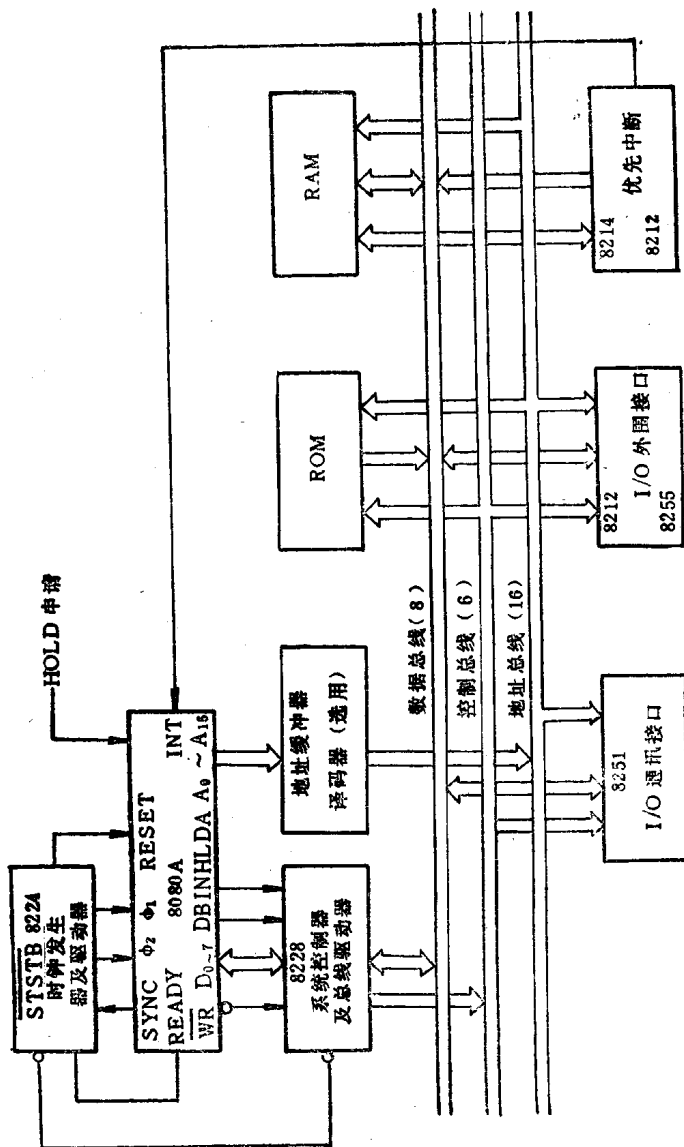


图1-5 由8080A组成的微型机系统