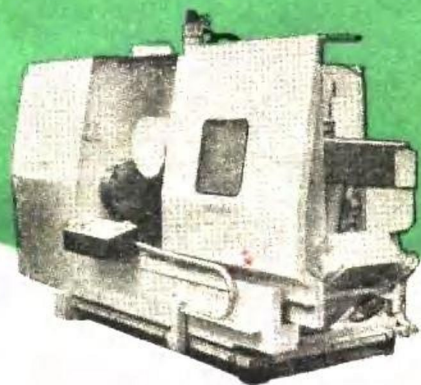


机床译丛

机床设计与研究

第十九届国际机床年会文选



CHUANG SHE JI YU YAN JIU

上海科学技术文献出版社

机床设计与研究

(第十九届国际机床年会文选)

上海工业大学机械工程自动化教研室主编

*

上海科学技术文献出版社出版
(上海高安路六弄一号)

新华书店上海发行所发行
上海商务印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 1/32 印张: 13.75 字数 328,000

1981年2月第1版 1981年2月第1次印刷

印数: 1—5,350

书号: 15192·117 定价: 1.70 元

《科技新书目》178-136

• 内 容 提 要 •

《机床设计与研究》译丛共选译十九届国际机床年会文章 28 篇。内容涉及：机床的数控系统；机床的设计(CAD)；计算机辅助编制工艺规程(CAP)；计算机辅助制造(CAM)；计算机辅助机床性能试验研究等。其中微处理机的应用更是引人注目。同时，还选译了机床的动态特性和噪声、测试技术、电加工工艺等方面文章。

译丛提供了较多有一定参考价值的实测数据和资料。

本译丛可供大专院校机械专业师生、机械工程技术人员的教学、科研、设计等有关方面参考。

前 言

工业发达的国家十分重视研究和发展机床工业的新技术及其有关基础理论。在英国举行的一年一度国际机床设计与研究年会(MTDR)就是具有代表性的国际交流活动之一。

第十九届国际机床设计与研究年会于一九七八年九月十三日至十五日在英国曼彻斯特大学举行。会上共宣读论文七十八篇。这些论文在一定程度上反映了世界上主要工业国家机床行业的技术水平及发展动向,对于我们也有借鉴之处。

该届年会的显著特点是计算机技术更为广泛应用于机床工业。它涉及机床的控制、机床的设计(CAD)、计算机辅助编制工艺规程(CAP)、计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助机床性能试验研究等,其中尤以微处理机的应用更为引人注目。

由于计算机技术和先进的测试仪器的应用,对于机床的动态特性和噪声研究、切削机理研究也越来越深入。

此外,对于测试技术、机床元件、电加工工艺研究方面也有新的进展。

为能满足从事机械制造工业的广大读者要求,我们特选译出版其中文章共二十八篇以供参考。

本译丛由上海工业大学机械工程自动化教研室主编,并由方明伦、王荣航二位同志统校。

限于水平,译丛难免存在错误,敬请读者指正。

编 者

一九七九年十二月

目 录

数字控制的发展与现状

[西德] H. 贝卡 1

组件式多处理机数控系统原理与实例

[西德] G. 斯图特 H. 华恩 20

数控用廉价微处理控制器

[英] R. H. 温斯顿 G. P. 查尔斯 32

数控纸带用独立对话式计算机系统

[英] R. A. 彼列铁 D. 格兰汉姆 49

具有最佳车削参数的开环计算机数控车床

[英] A. M. 罗伯茨 64

数控车床设计中的安全装置

[西德] K. 菲尔铁恩 81

计算机数控车床印刷电路电动机进给传动装置

[英] A. J. 威尔金森 G. E. 威尔逊 R. A. 基宁 93

闭环控制电气进给传动计算机辅助设计

[西德] G. 斯图特 U. 阿克玛恩 K. H. 玻别尔 106

CAPSY 计算机辅助制造过程计划的一种对话系统

[西德] G. 斯普 H. M. 阿根 W. 科恩增道尔夫
G. 斯托克马恩 117

计算机辅助估算车削工时

[加拿大] A. 奥拉迪 W. 尼柯姆贝 I. 叶洛乌利 ... 133

柔性制造单元中的计算机辅助材料传输

[西德] G. 斯普尔 H. 里廷赫辛 H. 辛宁 153

分级积木式模块构造的设计概念	
利用公共模块制造不同类型机床	
[日] 义美怡土 芳太郎吉田	166
聚四氟乙烯-金属复合材料机床导轨摩擦特性及其滑动	
稳定性	
[英] R. 贝尔 O. 安拉根	180
低价外部供压空气轴承	
[比利时] L. 德弗里策 R. 斯内斯	198
实际生产条件下机床噪声测定的精度	
[英] N. 帕肯 M. 托明	219
确定颤振阈限的一种方法	
[日] M. 兰满 Y. 伊车谊	232
机床结构动态阻尼器的最佳设计方法	
[日] 古川仁勇 监崎进	243
电磁伺服阻尼器的分析和应用	
[日] 庸治冈田	259
带有装卸部件的振动送料器最佳振动	
[日] K. 胜见阪口	273
单刀切削中直线运动误差的连续测量	
[比利时] P. 范赫克 K. 巴吉斯纳 J. 佩特斯	289
表面粗糙度测量-取代触针仪的各种可供选择的测量	
技术	
[英] T. R. 托马斯	304
一种测量动态切削系数的新型测力传感器	
[巴西] R. 拉德拉马南	320
磨光表面可见缺陷的测量	
[英] G. 特尔马尔 B. 曼宁 H. 卡利谢尔	334

机床结构振动对圆周表面粗糙度影响的研究	
[日] K. 三井 H. 佐藤	347
加氢法改善材料切削性和磨削性	
[日] K. 岸 H. 伊田 H. 上野	366
电解超精加工特性研究	
[埃及] S. M. 索列玛 H. A. 马克苏德 M. 勒	
温迪	379
声学技术监控电火花加工过程	
[英] M. F. 伊尔-曼沙韦 S. K. 布哈泰查里勒	
P. A. 沃德罗	397
电火花加工过程中的最佳化	
[比利时] P. 克鲁思 R. 斯洛依思 V. 伯鲁	
赛尔	413

数字控制的发展与现状

[西德] H. 贝卡

【内容提要】 电子元件的飞速发展,深刻地影响控制系统的设计。数字控制的新发展,日益受到那些新问世的高度集成化元件所左右。本文对诸如微处理机控制,多处理机系统这样一些新术语作了解释;对它们的性能、作用以及发展趋势作了说明;并对终端用户的诸如程序编制,操作情况,可靠性与故障诊断等问题作了解释,而且也对现状作了说明。

前 言

自从五十年代初期研制成功第一批数控机床以来,数字控制装置无论就内部结构或者外观来看,均已发生明显变化。不过首批数字控制装置所用控制元件却是以继电器为主。以后出现了晶体管。不久又出现了集成电路,适应控制性能的日益扩大。1972年开始出现适合于数字控制的微型计算机。

目前,数字控制的发展,正越来越受到能否提供高度集成化廉价元件,如微处理机、半导体存贮器的限制。新技术的影响反映在控制范围,控制装

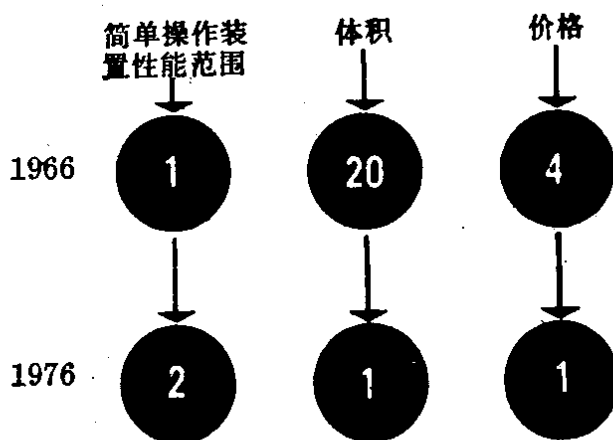


图1 数字控制装置的发展

置的体积以及价格方面(见图 1)。自从 1966 年以来,控制范围约翻了一番,体积缩小到 1/20,价格只及原来的 1/4。

如今,对简单或是复杂的机床,用户在选用数字控制装置方面,可以有广泛的选择余地。不方便的地方是,这些新控制概念均有一整套的新术语。本文试图对一些新术语做些解释,阐述一些新概念,并提供一些新的解决办法。

一、术 语

为适应控制范围的扩大,可将生产体系和机床用控制装置分成:

机械控制装置

数字控制

联机计算机控制系统(见图 2)

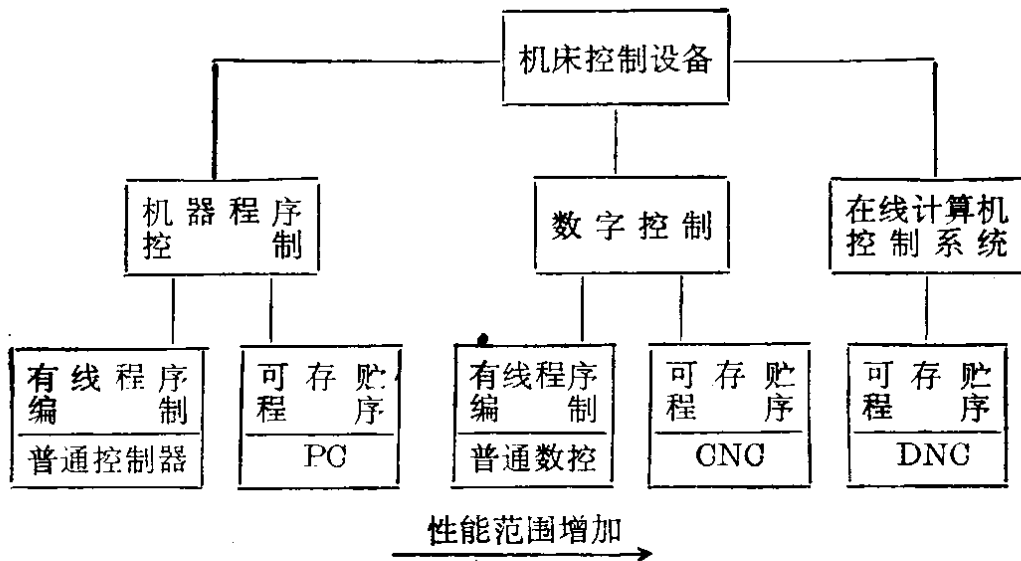


图 2 机床控制装置

按照控制装置的设计思想,可明显分为“有线程序控制”和“可贮存程序控制”。前者系用机电元件,以大量的电线刚性联接而成。控制作用通过这些联线被固定。相反,可贮存程序控制

器却由两种组件构成——中央处理装置和程序存储器。控制作用贮存在程序存储器里，作为软件模块。今后在可贮存程序控制器设计方面，必然要求能做到灵活性更大，使用时间更长，使用范围更广，价格更低廉^[1]。

所谓机械控制器多半用作数控接口控制器、转换系统以及自动控制器。目前仍继续生产这类产品，主要用作硬件控制器。由于用户要求这类控制器，用于数控时，适应性要强，并能集成化，而可贮存程序控制理论也适用于这类最不复杂的控制装置。实际上，这类控制器已作为独立装置使用（可编程序控制器）。如作为数字控制的硬件附件，或者作为软件接口控制器使用。可编程序控制器通常配有单块处理机，特别适合于逻辑信息处理。例如：联接、互锁以及单一信号的贮存编程。只要应用简单的程序编制，或者利用阶梯曲线符号，布尔代数，或者流程图等相当方便的编程系统即可进行。如果数字控制器拥有效率足够高的处理机，以及雄厚的贮存能力，应用软件实现接口控制是做得到的。这是集成化最最高级的阶段^[2]。

就数字控制器而言，到目前为止硬件数字控制器正越来越被计算机化的数字控制（即 CNC）所取代。引起这一变化的原因在于半导体的迅速发展，特别在微处理机和存储器方面。虽然第一批 CNC 控制器仍由小型计算机和磁心存储器组成，但是如今的 CNC 控制器的中央部件已拥有微型计算机和半导体存储器。这种 CNC，人们常称之为“微处理机 CNC”，可以使制造厂商以合理的价格生产硬件，而无需考虑车、镗、铣、冲等加工工艺。如果控制功能分别由几只微处理机完成，这种情况就叫做“多微处理机控制”。这类系统的优点在于它是由比较简单的处理机结合而成的模块结构。控制范围由使用程度决定。“手动数据输入”控制器是一种特殊的 CNC 控制器，它能在机床上直

接进行局部程序的编制。做到这一点的先决条件就是要动作集成化,使程序编制工作简化^{[2][3]}。

联机计算机控制系统指的是利用高级的 DNC (直接数字控制) 计算机对一些数字控制器进行直接控制。DNC 计算机在该系统中处理一些象数控数据的产生、贮存和传输以及数控程序的管理。不过从经济角度看,生产数据搜索,定货的督促,原材料流动的控制等等方面的数据,这类计算机也是要利用的。

下面,我们将集中讨论一下以上介绍过的处在中间状态的数字控制器。

二、工艺发展

电子元件的发展对整个自动化领域将产生深远的影响。电子元件发展的推动力却是元件的高度集成化,特别是大规模集成电路。

新研制的线路(即 I²L 技术),特别是新工艺,例如 MOS 技术(金属氧化硅),导致了向更高水平集成化的一个决定性的突破。图 3 说明集成化水平随时间推移的发展情况,以及元件工

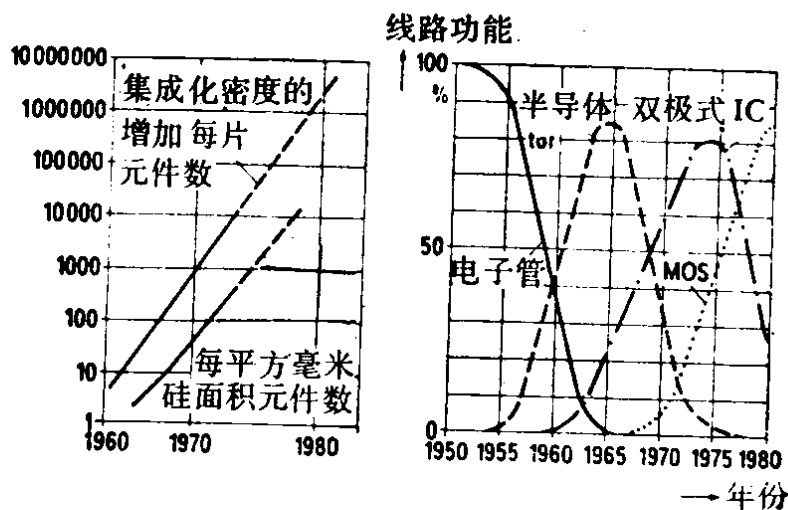


图 3 集成化密度发展过程和数字线路加工技术演变

艺的变化。今天，每块集成电路可以达到 20,000 只元件的密度。而相当于 100,000 半导体功能的集成电路已指日可待。一方面，元件集成密度高可以减少生产劳力、产品的体积及费用。另一方面，可以增加每一单位面积的“智能程度”。这一点可以从半导体、微处理机最近极为重要的发展情况清楚地看到。

微处理机——微型计算机

微处理机一般被理解为具有高度集成的线路，并由一控制部件，一 ALU 运算与逻辑部件，一寄存器以及一辅助逻辑部件作为基本功能单元(见图 4)。

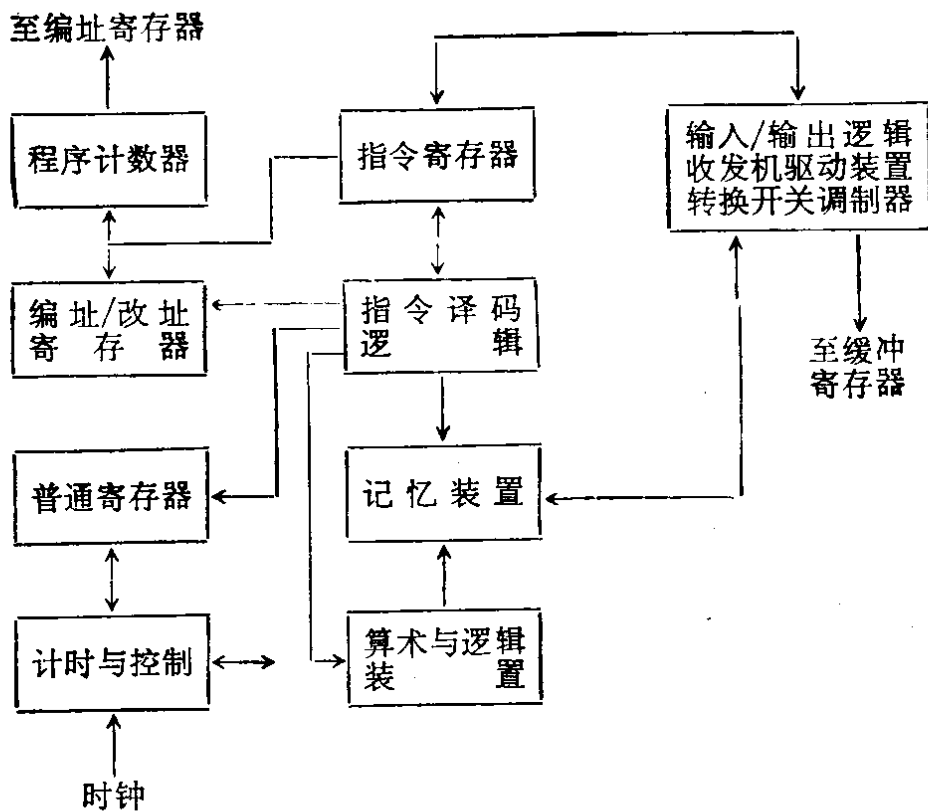


图 4 典型微处理机的基本功能单元

如果将这些功能单元做在一块上，就称做“单片微处理机”。这种功能片通常利用 MOS 技术制造，以 4, 8 或 16 位字长运行。如果要处理速度快，就应用双极技术，将功能分配在几片上。将这些线路并联就能处理任何数量的数据^[4]。

还可以根据微处理机接受微程序能力来加以区分。但不是所有的微处理机都有这种能力。如果一台处理机具有微程序能力(应用双极技术),用户就不必依靠元件制造商提供一套固定的指令,而能用一种最符合他们需要的方式汇编机器指令。每一条指令以微程序形式贮存在一个特别的存贮器里。这样,计算机就有了两套程序:一个是宏程序——完成一定的功能;一个是微程序——使宏指令在一系列微指令控制下贯彻执行。这种用户自编指令的特殊计算机能提供一套从时间和存贮能力来看都是最有利的解决办法^[5]。

如果微处理机配上程序单元、存贮器以及输入输出装置,就能构成一台可看做是一小型数字计算机的微型计算机。在发展这类计算机的当初,把它定义为“小”,不仅和它的外型有关,也和它的能力有关。如今的微型计算机,在许多方面可以和市面上公认的小型计算机相抗衡。这主要表现在下列特征上:指令数目与种类、字长、寄存器数、寻址技术、计算速度、中断情况以及价格(这一条虽然放在最后,但不表明最不重要)。

再过几年,价格低廉的16位微型计算机可望问世,能力将超过目前的小型计算机。

半导体存贮器

目前流行的微型计算机采用的几乎都是半导体存贮器。由于半导体对信号的适应能力,存贮器可直接联接。选择半导体存贮器的标准是:

存取时间

贮存能力

每一贮存单位价格(位)

存取时间指寻找并读出存贮的数据所需要的时间;贮存能力指存贮器所能贮存二位数的能力;每一贮存单位价格近几年

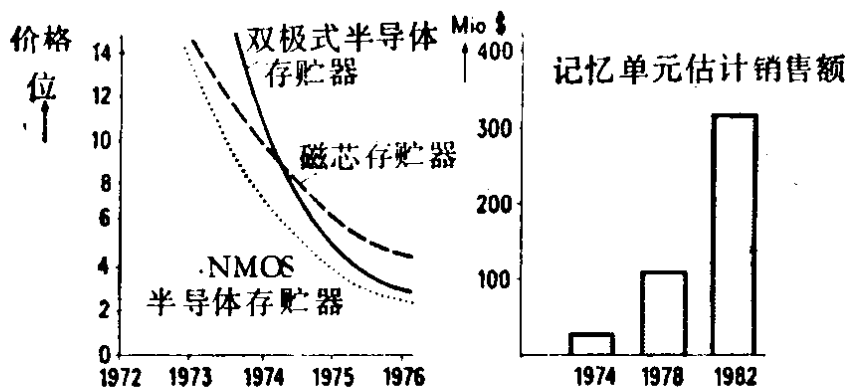


图 5 电子存贮器价格变化与预计销售额

已大大降低。这一方面是因为可以将不断增加的贮存能力集成化,另一方面是因为生产数字不断增加(见图 5)。

下面列举的是几种最主要的半导体存贮器:

RAM 存贮器(随机存取存贮器) 是一种可随意编址的读写存贮器。它的贮存单元可以输入, 读出或者复位。使用次数不限。输入与读出所需要的时间, 是一个相同的数量级。这类存贮器在电源切断时就失去所存的信息。如果由于技术上不许可这样做的话, 存贮器需配有备用电源。用互补型金属氧化物半导体技术制造的 RAM 存贮器, 特别适合这方面的用途, 因为它们在非工作状态下耗电俭省。例如: 一台 $1K \times 16$ 位 CMOS (互补型金属氧化硅) 存贮器工作一年, 它的备用电源只要三节 1.5 V 的单电池即可。

ROM 存贮器(只读固定存贮器) 是一种随意编址的只读固定存贮器。由厂家输入信息, 作为用户的指令。

PROM 存贮器(可编程序的 ROM) 也是一种只读存贮器。不过用户可以用一种合适的编程装置对它进行程序编制。一俟程序编好, 这类存贮器的性能和 ROM 一样。

EROM 存贮器(又名可擦 PROM) 或者 **REPROM 存贮器**(即可重编程序的 ROM) 这类存贮器的信息可用紫外线擦去,

可用 PROM 所使用的方法,对程序重编数次。这就出现程序编辑的可能性。目前,EPROM 比 PROM 贵。但由于这类存贮器与微型计算机配合使用的情况不断增加,价格会大幅度降低。

上面这些存贮器系用快速双极性技术或者较慢的 MOS 技术制造。贮存能力:RAM 为 1K 位;PROM 和 EPROM 为 8K 位。

贮存能力特大的新型存贮器,如 CCD(电容耦合装置);读写存贮用磁泡,以及只读贮存用 EAROM(即电气可擦 PROM)均在研制中,有的已上市。

CCD 存贮器 是一种高度集成化的存贮元件。每一集成块的贮存量是 65K 位。工作原理的根据是电荷的逐步传递。简单地说,存贮器好比一串电容器,电荷在前端输进后,以脉冲形式,一个电容一个电容地往下传递。

磁泡存贮器 这类存贮器在原理上类似旋转电磁存贮器。信息在这两种存贮器里均贮存在磁化区里。在电磁存贮器里,存贮器与扫描器作相对运动;在磁泡存贮器里,信息本身通过合适的电磁场传递到扫描位置。磁泡存贮器的集成化程度甚至比 CCD 存贮器的还要高,而且当电源关断时信息不会消失。现就这类存贮器的基本性质与通常的 RAM 存贮器做了比较^[5],如下表所示:

贮存量虽大,每一贮存单位的价格虽然低廉,但这些优点却被较长的存取时间所抵消。

专用集成电路

除了微处理机和存贮器这类被认为是标准元件外,一些为满足用户特殊需要的专用电路正日益显得重要。这些电路有些是高集成化的,是半导体元件厂按用户定货要求研制的。利用这类组件,就能将以计算机为基础的控制器的某些功能输回

表: RAM, CCD 和磁泡存储器比较

一般特性	MOS RAM	CCD	磁泡
存取时间	300 微秒	100 微秒	1~3 毫秒
转换率	2M 位/秒(每块)	1~5M 位/秒(每块)	100 K 位/秒(每块)
贮存能力(典型)	16 K 位(每块)	64 K 位(每块)	128 K 位(每块)
读出误差率	1 到 10^{10}	1 到 10^{10}	1 到 10^{30}
可靠性(平均无故障时间)	7000	7000+	10,000+
永久性	带电池	带电池	永久

系统举例(与小型计算机连接)

	1 M 位	2 M 位	3 M 位
可用位	32 M 位/秒	2M 位/秒	0.8M 位/秒
转换率	60	80	30
功率(瓦)	中央处理单元印刷电路板	中央处理单元印刷电路板	中央处理单元印刷电路板
尺寸(英寸)	7500 美元	—	—
系统价格	0.75	0.20~0.25	0.15~0.30
端机价格(分/位)			

给硬件。减轻了计算机的负载,用户可以使用较简单的计算机。做到非常经济地利用这些定做的组件,先决条件是要有足够的供应量(每年 5000 只以上)。

三、数字控制装置的设计与功用

市场的需求和新的集成化元件的出现强烈地影响了数字控制装置的设计与功用。这种情况特别表现在 CNC 控制器上。下面专门讨论此问题:

CNC 控制装置的设计

虽然该装置的“心脏”部分直到最近还是一只高性能的小型

计算机,但目前几乎已完全被微型计算机所代替。根据处理机的不同性能,有下面三种不同的情况:

1. 带有高性能微处理机的控制装置

数字控制器的一切基本功能(位置测量和驱动控制除外)均由一中央处理系统以一种优先考虑的时间多路工作方式(time multiplex mode)加以处理。对于时间先后顺序非常重要的机能一样适用。例如,轴的插补和位置控制。图6说明这类控制装置的设计原理。处理机通常由双极性2~4位单片组成。这些单片再构成16位快速处理机。性能大体可与相应的小型计算机相比。主要差别是处理机具有微程序能力,即具有一套专门的与应用有关的指令^[6]。

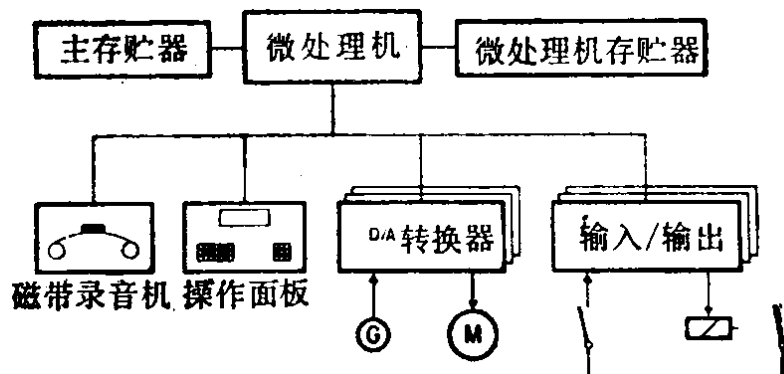


图6 具有高性能微型计算机的CNC

2. 带有标准微处理机的控制装置

这种控制器是一种用MOS技术制造的单块处理机(字长为8~16位)。比高性能微处理机慢4/5~9/10。只能执行一些在时间先后次序上不十分紧要的机能。比如:输入/输出处理,指令译出,信息调制和过程控制。时间先后次序至关紧要的动作,如:插补位置控制,则由硬件线路完成。这种安排的技术上的先决条件是提供集成化的、标准的定制线路。

3. 带有多微处理机系统的控制装置

该系统是几个并排放置的标准微处理机,通过一条寻址和