

国内 外 微电子技术改造普通 机床技术资料汇编

第九册

陕西省微电子技术改造普通机床技术服务中心编

一九八五年八月

本 册 概 要

本册系本中心组织专业人员翻译的国外机电一体化技术资料，机电一体化包括微电脑、执行元件、传感器、接口技术、机械本体及软件技术，本资料均有介绍。最后还介绍了数控线切割机机电一体化的设计技术，供我们用微电子技术改造普通机床过程中参考。由于时间和水平的原因，译文可能有不准确的地方，欢迎批评指正。

目 录

1. 机电一体机器控制技术的开发动向	3
2. 机电一体机器的机构及其设计	15
3. 机电一体化的机构设计	30
4. 机电一体化系统中的机械元件	51
5. 机电一体化的执行元件	61
6. 机电一体化的传感器技术	74
7. 机电一体化系统设计中的信息处理	84
8. 使用高级语言的机械控制系统	107
9. 用使用 BASIC 语言的简易数控装置进行 定位控制	121
10. 精密定位机构	136
11. 数控线切割机	149

1. 机电一体机器控制技术的开发动向

对机械上安装的传感器或执行元件，怎样用微机之类的控制器进行控制，这要看机电一体技术人员的业务水平和能力。这项工作可能按下列办法进行：

(1) 决定控制整个机械的算法(控制次序和设想)。

(2) 选择传感器、执行元件、控制器以及外圈的机电一体机械。

(3) 制作硬件。

(4) 设计软件。

(5) 确定、调整整个系统的工作。

从以上几个问题来看，一个机电一体技术人员，必须掌握机械、电子、信息控制等各个领域的知识。这些知识虽然需要通过各种学习来积累，但是掌握之后，他就能充分理解系统整体的相互关系。

本文介绍以微机为中心的机电一体机器的控制技术问题。(参见图1)

(一) 控制算法的建立

设计机电一体控制系统时，首先要做的就是决定控制算法(Algorithm)。应当用程序方框图表明：只是顺序控制和定位控制或者是以降低加工成本和提高产品精度为目的的控制，建立控制程序的轮廓。

下面介绍实际中常用的机械控制的算法。

第一种方式，如图2所示，传感器输入信号为某一特定值（数字量或模拟量均可）时，由微型计算机发出每个规定的控制输出信号。这种方式或者用开关输入而使程序分支，或者根据编码器传感器信号进行定位控制。

第二种方式，如图3所示，微机向机械方面发出控制输出信号，并通过传感器输入对其结果即机械是否处于良好的运转状态，时刻进行检查，是一种反馈控制方式。例如，假定一开始为了降低加工成本，微机发出提高电机转数的命令。但是转数过高是危险的，与此相比成本也不会降低，这一信息由传感器输入给微机时，微机就会接着发出与开始相反的降低电机转数的命令。为了实现如加工成本之类控制系统中的首要目标，用微机控制机械的哪些方面，要预先作出决定。

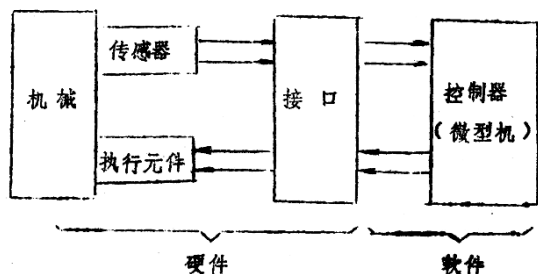


图1 机电一体机器的控制

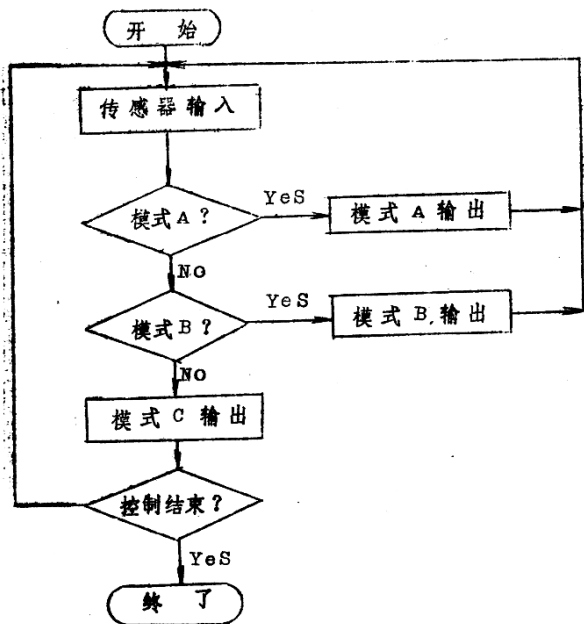


图2 以传感器方式决定控制方式

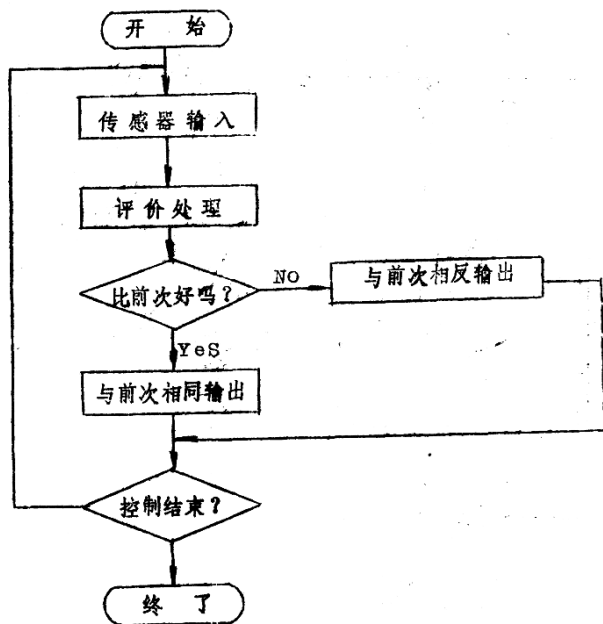


图3 反馈控制

对于首要目标，是以包含若干控制变量（电机转速或刀具进给速度等）的函数形式表示，此函数叫做评价函数。用微机每隔一定时间计算其函数值，作为控制的指南。例如，以加工成本作为评价函数时，微机每隔几秒钟即计算该函数值，并控制电机，以便经常

接近于最低成本。

评价处理，如上述，有进行复杂的计算和单纯判断好坏两种。在这种函数计算中，得出对数或三角函数时，象单板机之类的控制器，用机器语言难以处理。尽管采用个人微计算机也需要计算时间。怎么办？

在只能使用四则运算的指令字场合，对于数值的平方和立方或者平方根和立方根还有对数运算，可采用下列办法：

（1）用硬件的方法

将数值数据向外部输出一次，用微机外部的运算电路进行计算，运算结果再输入到微机中去。

（2）用软件的方法④

在存储器的一部分中，装有进行平方或立方计算的子程序，根据需要调用该程序。

（3）用软件的方法⑤

在存储器的一部分中，在对某些数值进行平方计算后，将得数按需要制成数表，可方便地利用间接寻地址（见图4）。

（二）控制器的选择

对控制机电一体的机器的控制器，选择什么样的为好，如出售的顺控器，个人计算机，单板机，单片机等，要做出决定，还有，采用哪家公司的产品，也是问题。

存储内容 (平方数表)

1000H地址	0^2	00H
1001	1^2	01H
1002	2^2	04H
1003	3^2	09H
1004	4^2	10H
1005	5^2	19H
1006	6^2	24H
⋮	⋮	⋮

求 x^2 时, 将 $x +$
 $+ 1000H$ 置入 HL
 寄存器中, 读出其
 地址的内容

(数字后之 H 表示 16 进制数)

$x + 1000H$

H L 寄存器

图 4 利用数表

1. 顺控器。正式名称是可编程序控制器 (PC), 是一种内部装有微机的顺序控制用的控制器 (厂家立石电机和泉电气等) 目前出售的有输入输出点数和步数相当多的顺控器。比较标准的。是采用输入输出各 32 点, 64 步的程序步进式顺控器。

据经验介绍，对现场操作人员来说，图5的(b)比(a)容易操作。其程序可以用键盘及盒式磁带输入，运行时，内容检验也很方便。带有停电时的记忆功能，还有内部电路和电池寿命自诊断功能。

2. 使用个人计算机进行机械控制

目前，对于个人计算机控制，考虑到今后的操作性，多数意见认为比较有利。但是，在用于固定的顺序控制，不要求能扩充时，则个人计算机所具有的各种附加功能也就会成为无用，因此，在选择时必须充分考虑。

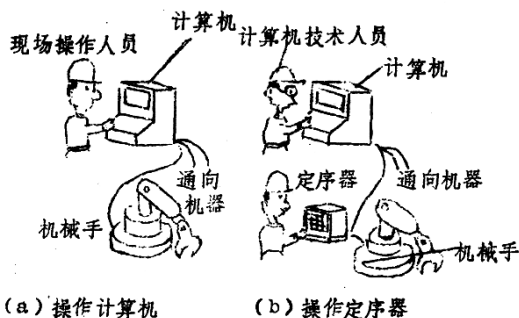


图5 现场操作人员和操作

虽说是微计算机控制，但实际上接受传感器信号后向执行元件发出指令的控制程序是用机器语言书写的。使用计算机高级语言的，只是为了给定各种参数和收集数据后打印、显示等这些对话形式部分。

这是为什么呢？因为即使想要用高级语言控制机械，但由于CPU本身是用机器语言工作的，所以翻译时比较费事，要耽误很长时间。由于上述原因，尽管是微计算机控制，但重要的控制程序仍然用未加工的机器语言。

但是，在软件开发工具方面，具备翻译功能的个人计算机正在逐渐地向机械控制方向发展。

对于微计算机控制，因为输入输出标准插件板相当齐备，所以利用这种插件板很容易进行系统开发工作。去掉不需要的电路部分，设计，制作成自己所需要的输入输出插件板，这样做则比较理想。

3. 使用单板微机进行控制

教学用和控制用的单板微机，市场上已有出售。当然，如果本单位的开发能力和时间以及经济能力十分富裕，也可以制作专用的用于机械控制的单板机。如果使用市售的单板机，应当很好地与多通路的输入输出标准插件板组合起来。

此外，还有设计、开发专用的控制片子的方法问题。这个问题涉及的是一些特殊情况，如需要很正规的批量生产时，或要求小型

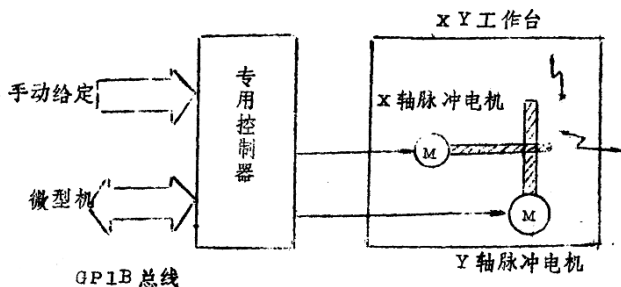
化时。

三. 机电一体化器和外围LSI的速选

目前,有相当数量的传感器或执行元件,在微机控制的条件下正在实现机电一体化。同时,为了能够方便微机控制,接口部分,实现了组装化或LSI化。

下面介绍其中的一些实例。

(1) XY工作台和专用控制器装置。移动量给定可用手动和微机控制,市场上已有出售,见图6(中央精机出品)。



移动量: 20 mm 1 脉冲移动量: 2 μ m

图6 XY工作台和专用控制器

(2) 旋转编码器。其绝对位置可读到一转的 10^{12} 分之一, 市场有售, 价格低廉(石川岛播磨、日本光学等出品)。

(3) DC 电机的位置控制 LSI，市场有售，可方便地进行多轴数字控制（见图7、东光出品）。包括脉冲电机加减速速度控制用的 LSI 也被广泛采用。

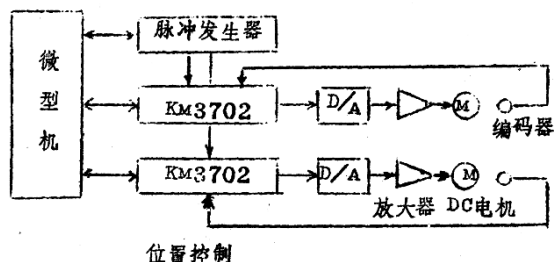


图7 用位置控制 LSI 进行 2 轴数字控制

(4) DC 电机的速度和定位控制用的驱动单元（安川电机出品），脉冲电机用的驱动单元（山洋电气出品），AC 电机用的驱动单元（三木、东芝出品）。

(5) 作为电机回传的反馈装置，开始使用的有可与任何电机同轴联接的模块式编码器，还有将测速发电机或分解器与编码器装在一起的复合式装置（多摩川精机出品）。

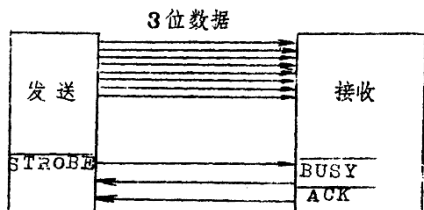
四、数据传送和消除噪声的对策

实际上，在控制机电一体机器方面，数据传送和消除噪音是很重要的问题。微机和机器距离较远时，必须注意数据传送方式。大

体上有 GPIB 方式、并行方式、RS-232C 方式等。

GPIB 方式的特点是无需增设硬件，只要补充电缆即可扩充系统。这是因为利用了总线的缘故。但是连接不同厂家的装置时，还存在一些问题。

并行方式，正如其名称，是用 3 根信号线管理和收发并联的 8 位数据。也是标准的控制打印机的方式，比较容易使用（见图 8）。



- | | | |
|-----|---|---|
| 发送方 | { | ① 输出 8 位数据 |
| | | ② $\overline{\text{STROBE}}$ (选通) 信号低，保持 50ns 以上。 |
| 接收方 | { | ③ $\overline{\text{STROBE}}$ 的下降沿使 $\overline{\text{BUSY}}$ (不空) 高。 |
| | | ④ 接收数据。 |
| | | ⑤ 接收数据完毕，使 $\overline{\text{ACK}}$ (答复) 低，保持 5μs 以上。 |
| | | ⑥ 在 $\overline{\text{ACK}}$ 的上升沿，使 $\overline{\text{BUSY}}$ 低。 |
| | | ⑦ 返回①。 |

图 8 数据传送顺序

RS—232C可以说是串行通信的节省型电缆。可用于电话线路或调制解调器的控制。当然，其速度比并联方式慢。采用差动式前置放大接收机的改进型RS—422和RS—423，其传递距离与RS—232C的大约30m相比，大大延长，为1.5Km。

即使是并行方式，如果使用差动IC，当然也同样会延长传递距离。

进行上述数据传送时，在消除噪声方面，往往采取下列对策。

进行数据的奇偶及和数校验的方法。两次传送同样的数据，接收一方确认数据相同之后再采用该数据的方法。接收三次传送来的数据，采用其多数通过的数据的方法。

采用传送IC，或使用双重屏蔽电缆，双股线电缆，使用光纤，使电噪声无法进入电路的方法等。

五、今后的控制技术

如上所述，程序装置，在弥补原有的电磁继电器程控和微机程控二者缺点的意义上，也将会有所发展。微型机和标准输入输出插件板组合，可以说在单项控制系统方面，也是非常有力的。

关于个人计算机控制，从青年开发者的人数和软件开发工具的发展方面来看，将是今后的主流。

译自(日)《机械设计》
1984·12·3

邵冰 译 卢金鼎 校

2、机电一体机器的机构及其设计

不言而喻，mechanism就是机构或结构或机械装置的意思。作为一个机械设计人员必须重新考虑如何通过机电一体化来改变这个机构或结构。经常被引证的例子就是钟表和台式电子计算机。它们由原来的以齿轮机构为主体的结构一变而成为电子化的产品，机械结构零件仅仅是外壳了。这是一个特殊的例子，设计的主体是电子系统的技术。但大多数机械仍然要由机械设计技术人员来确定基本结构，进行机械结构的大部分设计，与过去没有什么不同，不过，如何采用电子技术是一个新的课题。

因此，在实现机械设计的机电一体化时或打算进行适应机电一体化的机械设计时，必须明确理解下列几个问题：

(1)为什么要实现机电一体化？其目的，好处，效益以及缺点。

(2)所谓机电一体化，具体地讲是什么意思？

① 有关零件的变化（执行元件、传感器等）。

② 机械元件零件的变化。

(3)对机械的功能和结构的新观点、新见解。

(4)对新的机械设计应有的态度。

机电一体这个词出现以来已经十余年了。这个词已经变成固定

地表明现在的一种技术的恰当词汇。这一事实说明，与十年前相比，机电一体技术普及的范围相当广泛。因此，想要知道机电一体的全部内容，研究一下与此有关的技术发展历史是不难了解的。本文主要讨论上述四个问题，其中，根据需要也涉及一些技术发展历史问题。

一. 机电一体化的优缺点

机电一体机械最初的产品之一就是 NC 机床，其首要的开发目的就是柔性自动化。当然以前的机械也有柔性的，例如单轴自动车床，其结构完全是机械的，用凸轮控制刀架和其他机构的运动，通过更换凸轮可进行各种不同的加工动作。NC 机床则将凸轮控制的动作变为程序。不言而喻，电子、电气零件被用来代替了原来的凸轮等机械零件。上述对比图解如图 1 所示。

NC 化所带来的最大优点，就是可以省略轴和齿轮等刚体组成的传动部分的一部或大部，因此，大幅度地提高了设计的自由度。与此同时，增加了柔性，而且也提高了性能、精度和生产率。

在价格方面，由于机械零件的件数减少，装配也比较容易，但控制部分的费用增加，所以，就总额来说，究竟哪一个高，还不能一概而论。

从另一方面来说，纯机械零件构成的机构，是刚体结合，所以刚性较大。而机电一体式的则是由电机的制动刚性决定的机构，所