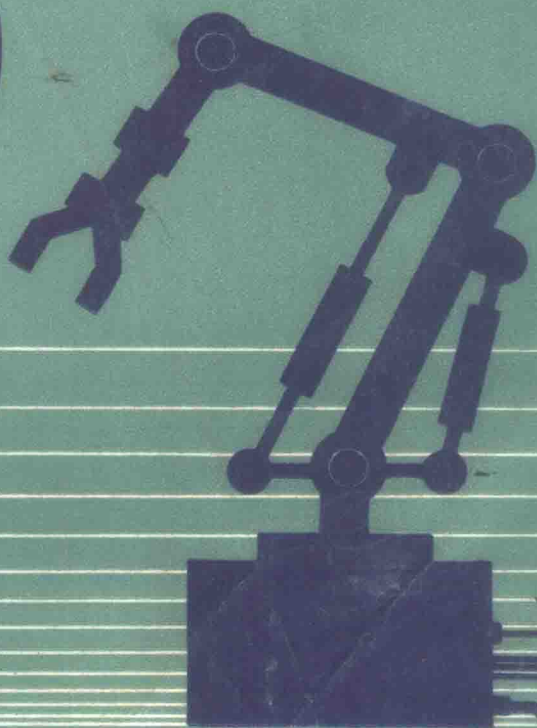
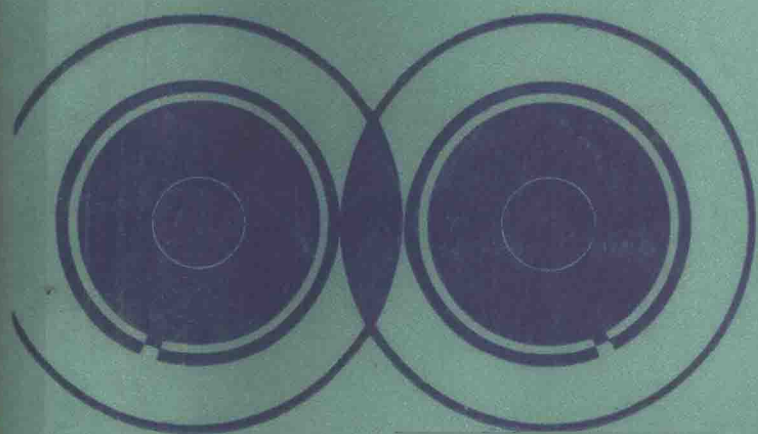


杨 俊 王麟森 黄桂生 编译  
杨 兵 校订

# 机电一体化 原理和应用

上 册



西安电子科技大学情报资料室

# 机电一体化原理和应用

## 上册

杨 俊 王麟森 黄桂生 编译

杨 兵 校订

江苏工业学院图书馆  
藏书章

西安电子科技大学情报资料室

一九八七年十二月

## 编译说明

目前,国内对机电一体化感兴趣的人越来越多,机电一体化的原理和应用正在向深度和广度发展。不少厂、所把机电一体化与车间的技术改造、产品的更新换代、提高产品的性能价格比乃至参加国际市场竞争联系起来。不少大学正在把机电一体化相关学科列入教学计划并进行研究。显然,对机电一体化的正确了解和研究,对我国当前生机勃勃的改革局面起促进作用。

近年来,集成电路、大规模集成电路、微计算机和传感技术等迅速发展,影响所及,工程中数控机床、工业机器人、FMS等生产手段不断冲击旧机器组成的生产线。车间乃至工厂正在发生革命性的变化。生活方面,电子照相机、电子乐器、医疗保健产品、电子炊具、家务劳动产品等具有新功能、多功能的产品相继出现。也就是说,把电子工程、机械工程、传感技术、计算机和自动控制等高新技术有机地构成一体的机电一体化,使产品的设计系统、生产系统正在发生很大的变革,机电一体化已形成了一个新的技术领域。可以说,不管是工业产品还是民用产品,如果不引入机电一体化技术是很难得到发展的。

但是,什么是机电一体化?机电一体化的主题和研究课题是什么?机电一体化的作用如何?机电一体化是否意味着一场产业革命?这些实质性的问题如果用大量的资料、实例呈现在读者面前,让读者置身于机电一体化活动中,自然会对我国机电一体化研究起促进作用。

鉴于以上理由,我们编译了《机电一体化原理和应用》一书。本书参照日本机电一体化编辑委员会1983年5月编辑的《メカトロニクス実用便覧》一书编译而成,分上、中、下三册出版。上册以机电一体化设计为中心,内容包括机电一体化技术所需技术、基础知识,设计原理等,分为三编20章。读者可以从中系统学习机电一体化的理论和设计知识。中册介绍各领域机电一体化进行的现状,共21个事例。下册介绍36项机电一体化产品。中、下册分别对事例和产品就特点、构成、结构、电路和发展趋势作了详细的介绍,使读者能针对自己的需要选读,因此带有“手册”的作用。

我们希望本书不仅作为机电一体化的实用参考书,而且能成为机电一体化产品开发的指导资料。本书不仅对初学者有启蒙作用,而且对从事实际工程的人员也是一本较好的参考书。

本书上册由杨俊、王麟森、黄桂生编译,杨兵校订并负责编辑工作。参加翻译的有王化周、王麟森、黄桂生、赖金福等。芮义昆也参加了部分校对工作。庄明夫帮助解决了一些疑难问题。在此一并表示感谢。

限于编辑水平,不当之处在所难免,敬请读者不吝指正。

# 机电一体化原理和应用

## 目 录

### 第一篇 总论

#### 第一章 机电一体化总论

|                            |   |
|----------------------------|---|
| 1.1 机电一体化的概念 .....         | 1 |
| 1.2 机电一体化产品的功能 .....       | 4 |
| 1.3 机电一体化的技术支柱 .....       | 5 |
| 1.4 机电一体化产品研发中应注意的问题 ..... | 9 |

#### 第二章 微计算机和机电一体化

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 2.1 从集成电路到超大规模集成电路 .....         | 11 |
| 2.2 微计算机概论 .....                 | 12 |
| 2.3 机械设备与微计算机结合是机电一体化的必然趋势 ..... | 14 |
| 2.4 控制用计算机的组成和特点 .....           | 15 |
| 2.5 微计算机的控制功能 .....              | 16 |

#### 第三章 机电一体化工程

|                      |    |
|----------------------|----|
| 3.1 机电一体化工程的特点 ..... | 20 |
| 3.2 机电一体化工程体系 .....  | 21 |
| 3.3 各阶段业务概要 .....    | 27 |

### 第二篇 机电一体化基础

#### 第四章 微计算机与设备的接口

|                      |    |
|----------------------|----|
| 4.1 微计算机与设备的组合 ..... | 31 |
| 4.2 接口的实例 .....      | 32 |

#### 第五章 执行元件、传感器及微计算机接口

|                   |    |
|-------------------|----|
| 5.1 电动式执行元件 ..... | 42 |
| 5.2 液压式执行元件 ..... | 43 |
| 5.3 气压式执行元件 ..... | 44 |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 5.4 现在应用的执行元件 .....       | 45  |
| 5.5 与微计算机和传感器的接口技术 .....  | 51  |
| 5.6 传感器 .....             | 53  |
| <br>第六章 机电一体化控制系统         |     |
| 6.1 控制概论 .....            | 56  |
| 6.2 控制形式 .....            | 57  |
| 6.3 控制系统的组成 .....         | 58  |
| 6.4 控制技术 .....            | 61  |
| 6.5 机电一体化的必要条件 .....      | 62  |
| <br>第七章 信息处理和计算机技术        |     |
| 7.1 信息处理的方法 .....         | 64  |
| 7.2 硬件的构成 .....           | 67  |
| <br>第八章 机电一体化和加工过程计测仪表化技术 |     |
| 8.1 加工工业 .....            | 70  |
| 8.2 生产过程控制 .....          | 70  |
| 8.3 生产过程检测器(传感器) .....    | 71  |
| 8.4 加工操作部分 .....          | 73  |
| 8.5 拉普拉斯变换和传递函数 .....     | 73  |
| 8.6 过程的特性过程 .....         | 74  |
| 8.7 比例、积分、微分控制 .....      | 75  |
| 8.8 级联控制 .....            | 79  |
| 8.9 前馈控制 .....            | 80  |
| 8.10 滞后时间控制 .....         | 81  |
| 8.11 直接数字控制 (DDC) .....   | 81  |
| 8.12 全仪表化系统 .....         | 82  |
| <br>第九章 机电一体化的语音识别与合成技术   |     |
| 9.1 语音识别的原理、结构及其作用 .....  | 86  |
| 9.2 语音合成的原理、结构及其作用 .....  | 89  |
| 9.3 结束语 .....             | 94  |
| <br>第十章 机电一体化与能源          |     |
| 10.1 能量 .....             | 95  |
| 10.2 能量变换设备 .....         | 97  |
| 10.3 热能 .....             | 103 |
| 10.4 液光加工、等离子体加工与能量 ..... | 104 |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 10.5 机械加工、特性加工、压力加工与能量..... | 104 |
| 10.6 能量与机电一体化的未来.....       | 104 |

### 第三篇 机电一体化的设计

#### 第十一章 机电一体化设计与制造的考虑方法

|                |     |
|----------------|-----|
| 11.1 概述.....   | 105 |
| 11.2 系统设计..... | 109 |
| 11.3 结束语.....  | 110 |

#### 第十二章 机电一体化中的控制技术

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 12.1 基础理论.....      | 111 |
| 12.2 控制技术与控制装置..... | 115 |
| 12.3 应用技术.....      | 117 |

#### 第十三章 机电一体化中的安全性设计

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 13.1 工业机器人及其安全问题.....  | 120 |
| 13.2 无人搬运系统及其安全问题..... | 122 |
| 13.3 结束语.....          | 125 |

#### 第十四章 机电一体化控制系统的特性评价

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 14.1 线性系统的评价法.....         | 126 |
| 14.2 伺服系统分析器(频率特性分析器)..... | 127 |
| 14.3 频率响应测定中需考虑的问题.....    | 129 |

#### 第十五章 变频器(VFD)在机电一体化中的应用

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 15.1 工作原理和电路构成..... | 133 |
| 15.2 特点与规格.....     | 135 |
| 15.3 转矩特性.....      | 136 |
| 15.4 保护功能.....      | 136 |
| 15.5 应用举例.....      | 137 |

#### 第十六章 可编程序控制器在机电一体化中的应用

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 16.1 PC的特长.....       | 139 |
| 16.2 系统的构成和性能.....    | 139 |
| 16.3 应用.....          | 143 |
| 16.4 提PC可靠性的安装条件..... | 146 |
| 16.5 今后对PC的要求.....    | 148 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 第十七章 可控硅在机电一体化中的应用     |     |
| 17.1 可控硅的种类            | 149 |
| 17.2 工作原理和特性           | 150 |
| 17.3 应用                | 154 |
| 第十八章 检测器在机电一体化中的应用     |     |
| 18.1 近接开关              | 157 |
| 18.2 光电开关              | 160 |
| 第十九章 小型控制电机在机电一体化中的应用  |     |
| 19.1 小型控制电机            | 163 |
| 19.2 小型控制电机的种类         | 164 |
| 第二十章 机电一体化中使用的电源       |     |
| 20.1 机电一体化中使用的开关电源     | 170 |
| 20.2 开关电源的使用方法         | 176 |
| 20.3 日本电子工业协会(EIAJ)的规格 | 179 |
| 20.4 结束语               | 179 |

# 第一篇 总 论

## 第一章 机电一体化总论

### 1.1 机电一体化的概念

新技术革命以微电子技术为先导,以电子计算机的发展及其普遍应用为标志,给整个国民经济,社会生活和工厂企业带来了深刻的变化。计算机和微电子技术的迅速发展,促进了电子技术与机械技术的有机结合,不仅使各种机械设备和产品以崭新的面貌出现,而且产生了一些单纯靠机械或电子技术都难以达到优良功能的新产品。在这种形势下,首先在日本出现了“机电一体化”这一名词,国内也很重视这一动向。

#### 1.1.1 机电一体化的含义

“机电一体化”(Mechatronics)这一名词最早是由日本在1971年的《机械设计》副刊特集中提出的,日文音译为メカトロニクス,到了1976年前后,这一名词已为日本各界所接受。如果说系统工程的地源地是美国,那么可以说机电一体化的发源地在日本。从某种意义上说,机电一体化技术是系统工程学在机械、电子等行业中的应用。而机电一体化产品则是它的应用成果。

日本人创造的 Mechatronics 这一英文名词,从词的构成来看,有两种说法。一种认为这个词的前半部分 Mecha 表示 Mechanism (机构或机械装置),后半部分 tronics 表示 Electronics (电子学或电子设备),合起来理解为“机械的电子化”;另一种认为前半部分表示 Mechanics (机械学),后半部分表示电子学,合起来理解为一门边缘学科“机械电子学”。目前国内将这个名词翻译成“机电一体化”。

“机电一体化”的含义究竟是什么?不仅在国内有不同的认识,即使在日本也有各种说法。

日本机械振兴协会经济研究所在其“关于机械工业施政调查研究”报告中提出,机电一体化是指机械装置和电子设备适当地组合起来,构成机械产品或机电一体与机信(信息)一体的新趋势。

日经产业新闻则把机电一体化称之为机械技术的机械学和电子技术的电子学组合起来的技术进步的总称。

东京大学名誉教授渡边茂指出,机电一体化是在机械工程学中采用了电子工程学的体现。

东京电机大学教授榎坂卫认为,机电一体化是应用电子设备进行信息处理的机械和使用这种机械的系统的组合。

富士通公司技术管理部长小岛利夫指出,机电一体化是把机械学和电子学有机地结合起来,提供更加优越技术的一种技术。

日本《机械设计》杂志1984年增刊中一文认为,机电一体化就是利用电子技术最大限度地发挥机械能力的一种技术。

由于人们的理解不尽相同,加之“机电一体化”随着生产和科学技术的发展不断赋予新的内容,所以到目前为止关于什么是机电一体化还没有一个统一的定义。

目前比较易为人们所接受的是日本机械振兴协会经济研究所在1981年3月的解释,提出“机电一体化乃是在机械的主功能、动力功能、信息处理功能和控制功能上引进电子技术,并将机械装置和电子设备以及软件等有机结合起来构成系统的总称。”

综上所述,可以认为机电一体化应包括以下要点:

#### △ 机电一体化是生产活动和科学技术发展的必然结果

随着微电子学、传感技术、人工智能、自动控制、精密测试技术和精密机械技术各学科迅猛发展,以机械为主体的工业产品和民用产品,不断吸收诸学科新技术,走完了机械化过程,正向自动化和智能化方向发展。特别是机械技术与电子技术的结合形成主要的机电一体化的理论、技术和产品,已成为新兴技术的一个分支,可以说机电一体化是生产活动和科学技术发展的必然结果。

△ 机电一体化是以机械执行元件和机械结构为主体,与其他领域(特别是电子学)的先进技术有机结合的一个领域

人类在生产实践中为了提高劳动生产力,必须不断采用省力、高效能、高速和多功能的机械工具,所以机械作为生活和生产的执行工具是必然的主体。这也就是从事机械系统控制、生产和设计人员首先关心并提倡机电一体化的原因。为了不断提高机电一体产品的水平,以机、电为主的产品不断吸取其他领域的新技术,并与之有机的结合形成一个新的技术领域。

#### △ 机电一体化正在由自发的状况走向自为的活动

在“机电一体化”这一名词普及以前,从事机械总体设计、控制功能和加工生产的科技工作者已为机电有机结合自觉不自觉地做了许多工作,特别是在电子工业领域中,如通讯电台的机电自动调谐系统、计算机外部设备和雷达伺服系统的机——电路一体化,以及以天线系统为代表的机——电磁场一体化。目前人们已开始意识到机械技术和电子技术及其他领域技术的结合形成一体化,并不是简单组合拼凑,而是有客观规律的。简言之,机电一体化是一个新兴的技术领域,它有其技术基础、设计理论和研究方法,只有掌握这些,才能正确地进行机电一体化工作。

#### △ 机电一体化的研究方向和方法

机电一体化研究方向总的来说,是研究机械技术、电子技术和其他领域先进技术有机结合的规律,以达到多功能化、高效能化、微电子化和智能化,使产品结构朝着轻、薄、细、巧和高可靠方向发展,不断满足人们生活和生产的需要。

机电一体化研究的方法应当一改过去拼拼凑凑的“混合”设计法,要在一体化上下功夫,即要从系统的角度,采用优化设计方法,充分发挥边缘学科技术的优势。

### 1.1.2 机电一体化与复合化技术

现代工业技术大量采用“复合化技术”，所谓复合是指一些相同或不同领域的技术，有机地组合(融合)形成一种具有新的功能的技术。机电一体化也是一种复合化技术，其效果表现为以下两种形式：

#### 1. 机械的电子化

原有的机械产品由于采用了电子技术，使产品在质量、功能、效率和节能等方面向更高水平发展，或使产品产生新的功能。

(1) 在原来高级机械产品上采用电子控制设备，实现高性能和多功能。例如，微计算机控制的数控机床、电子式自动变速器、电子控制的汽车防滑器、微波加热炉、全自动洗衣机和工业机器人等。

(2) 原来起控制作用的机构被电子装置所取代。例如电子缝纫机中用微处理器代替了原来的凸轮机构，打印机、自动照相机、发电机组的电子控制，加热炉的程序控制和自动售货机等。

(3) 原来执行信息处理功能的机械被电子装置所取代。例如石英电子钟代替了机械式钟表，全电子式电话交换机代替了机电式电话交换机，电子计算器代替了手摇机械式计算机。此外还有微计算机控制的电子计费器、电报传真机、磁带录象机和办公室自动化机器等。

(4) 机械的主功能被全部取代。例如，1950年的电火花加工机床，1968年的线切割机床，1970年的二氧化碳激光手术器和1974年的计算机控制线切割机均能代替原有的机械加工功能。

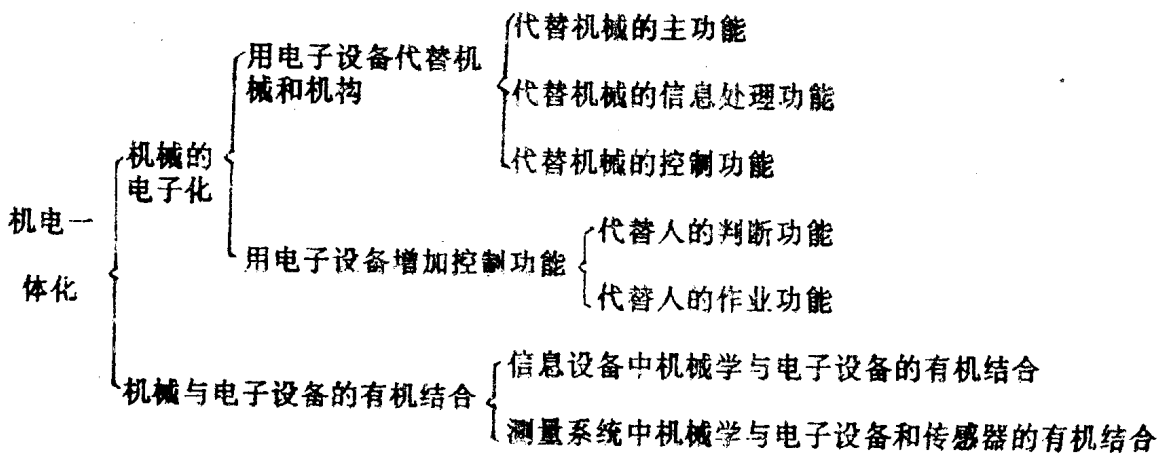
#### 2. 机械技术与电子技术有机结合开辟了两者单独都不能达到的新的应用领域

(1) 信息设备和电子装置有机结合。例如传真机、打印机、复印机、绘图机和磁盘存储器等。

(2) 检测系统中电子装置与机构有机结合。例自动探伤机、形状识别装置、CT扫描诊断装置和生物化学自动分析仪等。

机电一体化中有关机、电技术复合情况，如表1-1所示。

表1.1 机电一体化复合情况



机电一体化系统技术还在不断吸收其他学科领域的知识和技术，某一具体的机电一体化

系统按其主要组合技术的不同,也可采用更明确的称呼。如以光学或激光、机械和电子技术为主的称为光机电一体化;以仿生或测试、机械和电子技术为主的称为机电仪一体化;以信息传输、控制、转换、存储和显示为主的机电产品称为机信(信息)一体化。

## 1.2 机电一体化产品的功能

本书的第四、五篇将系统介绍机电一体化产品现状、原理和应用。为使前几篇讨论方便,这一节先扼要介绍几种典型的机电一体化产品。

### 1.2.1 钟表和计算器

机械式钟表经过了一个漫长的发展过程。以日影计时、水滴漏计时、细砂流量计时等计时方式和产品从远古一直延用到13世纪。在1510年至1700年间所制造的钟走时误差很大,直到19世纪中期机械式钟表才开始普及。十七世纪利用对数原理做成计算尺,不久利用离合器和齿轮机构制成手摇计算机。

这些机械式钟表和机械式计算机,在开发的当初可算是高精度和高技术产品。现在由于大规模集成电路和超大规模集成电路的发展,机械式计算机已为电子计算器所取代,机械式钟表也正在迅速地由电子石英钟和电子表所取代。目前一些名牌机械表比电子表售价高出几十倍还有一定的市场,主要原因是除计时功能外,还具有装饰功能。

机械式钟表和机械式计算机属于信息机械。它们的信息处理功能被电子装置所取代,属于上述机械的电子化第三类情况。

### 1.2.2 照相机和缝纫机

照相机是在感光剂(1839年)、胶卷(1888年)和曝光表(1890年)相继发明的基础上研制成功的,到本世纪初才开始投入市场,直到装有曝光表和自动对焦的照相机制造出来以后,才得到普及。这是电子装置控制机构和光学镜头构成的机电一体化产品。

缝纫机是美国人哈鸟发明的,1830年法国的契莫内获得实用缝纫机的专利,1856年以减税销售方式推销,成为应用广泛的家用产品。第一代缝纫机属于机械产品。

1966年制造出第二代缝纫机,即可锁边的锯齿形缝纫机。第一代缝纫机通过机构传动和控制产生缝针的上下运动和布料的向前移动。第二代缝纫机增加了缝针左右移动和布料后退的功能,将缝纫针变成了平面移动作业的机械。1977年研制出第三代缝纫机——电子缝纫机,用微计算机控制的电机代替了原来的凸轮控制机构。

以上两例说明,产品中原来起控制作用的机构被电子装置所取代,属于上述机械的电子化第二类情况。

### 1.2.3 数控机床

自1952年美国开发数控铣床以来,日本在1957年开发了数控车床,1959年开发了数控坐标镗床,1958年开发了带刀具自动更换装置的自动送料装置。

数控机床的早期产品,数控装置是专用的,但近年来数控装置中的逻辑电路已被计算机

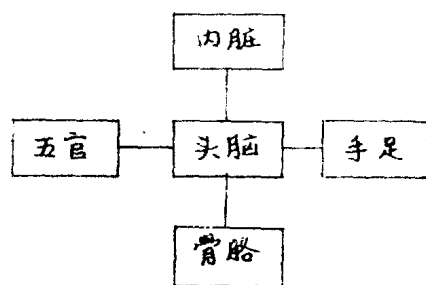
取代(1972 年被小型计算机取代, 1978 年被微计算机取代), 从而实现了控制多样化和多功能化。这些控制功能包括输入输出控制功能、运算处理功能和其他控制功能(如自动校正)等。

从复合化技术的现点来看, 增强控制功能, 使数控机床操作自动化, 还不是最终目的, 还难说是好的机电一体化产品。控制功能应达到最佳控制和自适应控制, 为此应增加诊断功能, 通过传感器反馈, 实现加工智能化, 并保证系统的可靠性。

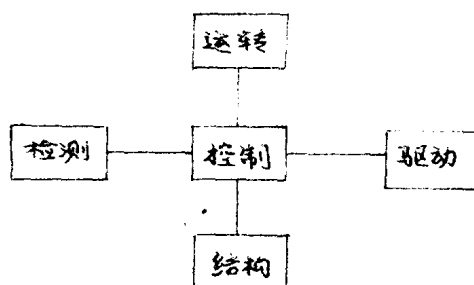
数控机床是高级机械产品, 由于采用了电子控制设备, 实现了高性能和多功能, 属于上述机械的电子化第一类情况。

### 1.3 机电一体化技术支柱

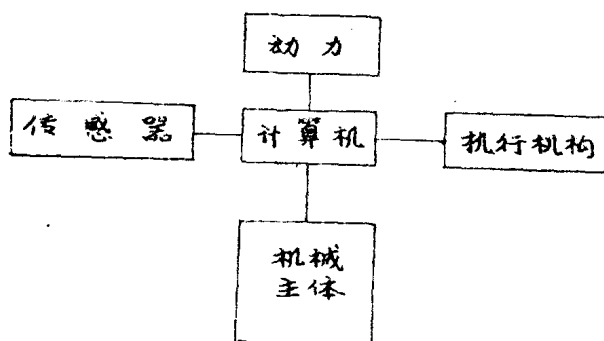
目前, 国内外专家认为, 构成机电一体化系统的因素很多, 但归纳起来主要有五大要素。正如人体具有内脏、五官、骨骼、手足和头脑一样; 机电一体化系统一般由动力、传感器、机械主体、执行机构和计算机等五大要素组成。五大要素的性能越好, 配合越协调, 其总体功能就发挥得越充分。他们的相互关系如图1.1所示。



(a) 人的五大要素



(b) 机电一体化系统的五大功能



(c) 机电一体化系统的五大要素

图1.1 人与机电一体系统的对比

机电一体化产品作为一个系统, 核心问题是控制。就其控制系统而论, 即包括有单一输入、输出的简单系统, 也可能包括多参量的系统, 采用古典控制理论和传递函数的数学模型已无法达成有效的控制。采用现代控制理论和计算机的技术手段, 使我们有可能从硬件和软件两个方面进行系统分析, 用状态方程的数学模型对系统进行动态描述, 利用计算机的信息

处理功能和控制功能达到最优控制。

机电一体化在技术上并没有什么新的发明或发现,但它本身却有其奥妙之处,这不仅是指机械产品中注入了新技术,把电子器件的信息处理和控制功能,以及检测、传感器,反馈功能有机地复合(融合)到机械中来,实现了前所未有的高性能和多功能,更重要的是,机电一体化技术从系统的观点出发,应用机械,电子和其他领域的新技术,对这些技术采用新的研究方法进行综合,以实现整体最优化。

下面具体讨论机电一体化的技术支柱。如图 1.2 所示,机电一体化系统的硬件一般由机

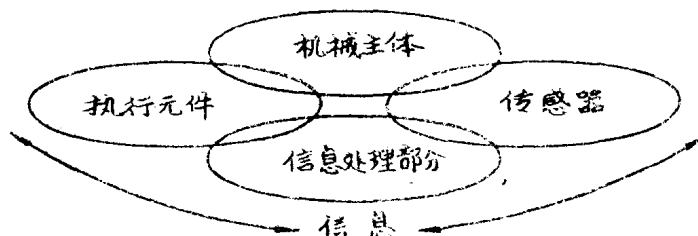


图1.2 机电一体化的技术支柱

械主体部分、传感器、信息处理部分和执行元件等构成。

### 1.3.1 机械主体部分

机械主体包括机械传动装置和机械结构装置,为了充分发挥机电一体化的优点,必须使机械主体部分高性能化,即使之高精度、轻量化和高可靠。过去的机械均以钢铁为基础材料,如果要轻量化,必须采用复合材料或非金属材料。机械主体的轻量化也与驱动系统的小型化有关,运动部件的轻量化也与驱动系统的小型化有关,运动部件的轻量化,从控制角度来看,可以改善响应特性。在轻量化的同时还应考虑提高部件的刚度,使之在静态、动态和发热状态下都符合要求。此外,运动副中磨损的控制也是提高运动精度和效率的主要问题。

### 1.3.2 传感器

在机电一体化产品中有时需要扩展其功能,如要求适时控制、节能、安全防盗、防止公害、提高产品自动化和智能化的程度。传感器技术正是达到上述要求的重要手段。

在控制系统或测试系统中,对控制(或测试)对象的状态参数要适时掌握,传感器就是从对象中提取信息的器件,有的传感器除包括信号检测部分外,还具有后接电路装置(包括信号变换、显示、记录和处理等功能)。传感器的作用类似于人的感觉器官,它将被测量(物理量、化学量和生物量等)如力、位移、温度、气味、颜色和血液成分等,转换成为可测信号,或变换成相应的控制信号。

目前,在机器人上也开始安装类似人的感官的传感器。大部分传感器还达不到人的感觉功能,如语音识别、图象识别和味道识别等,但有的传感器如超声传感器、温湿度传感器和化学传感器等业已超过人的感觉功能。表1.2为机器人通度使用的传感器。

表1.2 机器人用传感器

|         |           |                                                                 |
|---------|-----------|-----------------------------------------------------------------|
| 机器人用传感器 | 内部参数测试传感器 | 位移传感器<br>加速度传感器<br>压力传感器<br>温、湿度传感器<br>光传感器<br>接近传感器            |
|         | 外部参数测试传感器 | 压力传感器<br>离子敏感器<br>光传感器、色传感器<br>气体传感器<br>磁敏传感器<br>频率传感器<br>流量传感器 |

人们根据所感知的情况决定采取某种行动，并在行动过程中不断通过感官感知新的信息，修正动作。图1.3为模拟人的信息处理过程的系统信息处理框图，图中虚线表示传感器反馈线路。

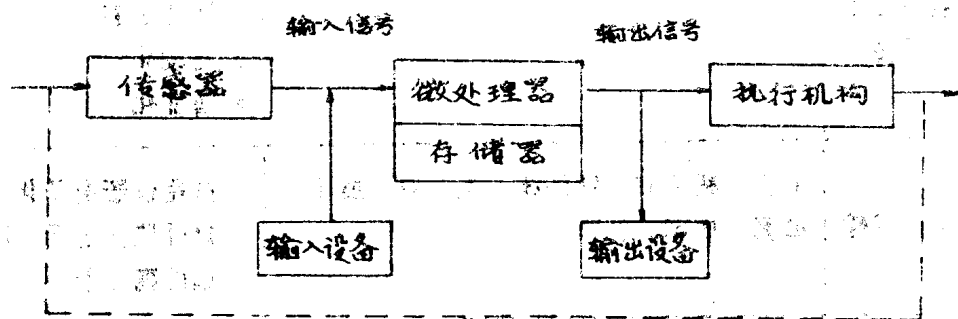


图1.3 系统的信息处理过程

由图1.3可知，传感器、微计算机和执行机构的一体化形成智能机器人；传感器、微计算机和仪表的一体化形成智能化仪表。

具有传感器支持的机电一体化产品，广泛应用于各个部门，见表1.3。

传感器的可靠性、灵敏度、分辨率和微型化等是评价传感器优劣的主要指标。

可靠性问题，可用抗环境干扰能力和稳定性来评价。环境干扰主要是电磁干扰，因此可采用光纤传输方式。

微型化问题，前提条件是要保证传感器高性能化和多功能性，为此要在一个小芯片上使功能元件和信息处理元件一体化，形成具有自诊断和自校正功能的智能化传感器。

表1.3 传感器应用领域和效果

| 应用领域      | 传 感 器                                         | 效果和目的                                                     |
|-----------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 家用电器      | 温度、湿度、压力、光、气体、液面、重量、结霜、照度                     | 1. 舒适、方便<br>2. 节能<br>3. 多功能化                              |
| 交通运输      | 温度、压力、位移、方位、速度、转数、流量、液面、结霜、转矩、气体、车辆计数(高速拍片车牌) | 1. 节能<br>2. 安全、方便<br>3. 排气限制<br>4. 交通管制                   |
| 防灾防盗      | 气体、火焰、烟、温度、漏渗水、地震、红外线、声发射、监视报警                | 1. 安全<br>2. 防灾<br>3. 防盗                                   |
| 制造业<br>测量 | 温度、湿度、压力、液面、流量、气体、放射线、声发射、重量、形状、PH值、浊度        | 1. 节能<br>2. 省人力<br>3. 生产安全<br>4. 防止公害<br>5. 自动化<br>6. 智能化 |
| 医疗保健      | 温度、超声波、红外线、光、磁、血压、血流、血球、位移                    | 1. 医用仪器电子化<br>2. 提高监测速度、精度<br>3. 远距离诊断                    |

### 1.3.3 信息处理部分

信息处理部分包括微计算机、输入设备、输出设备、外存储器、可编程控制器和接口等。需要解决的问题是减轻硬件的重量，提高处理速度，提高可靠性和推行标准化等。

具有信息处理功能的机电一体化产品，提高信息处理速度非常迫切，为此要选用高速运算处理器、高速图象处理硬件、高速声音处理硬件和高速小功率运算元器件。

信息处理部分附加自诊断功能，可使信息处理智能化，并且提高可靠性。

### 1.3.4 执行元件

执行元件包括以电、气压和油压等作为动力源的各种元器件。其中的泵、阀门、汽缸和过滤器等机械执行元件，要求精度高、轻量化、小型化、标准化和可靠性高，才能保证提高

产品的性能价格比。

现在驱动装置广泛使用着电机,因此需要提高电机抗水、油、温度、湿度和尘土等恶劣环境的能力和可靠性。电机在高速响应和控制的综合效率方面还不能完全满足要求,工作范围还不够宽,尺寸也受到限制。目前希望开发内装编码器和减速器的电机,将控制电路模块化和标准化,同时正在研制将电机、专用控制芯片、传感器、减速器和电机等合为一体的驱动装置。

### 1.3.5 接口

接口是联系机械主体、传感器、计算机和执行元件等协调信息的装置,它同样要求小型化、标准化和高可靠性。

采用通用接口,使组成系统的各部分间的信息传输标准化,不仅可以提高维护效率,而且也方便了设计。

### 1.3.6 软件及综合化技术

在一个系统中,软件和硬件应该匹配。软件的开发应随着硬件部分的革新而不断完善。在机电一体化产品上,软件凝聚着机械、电路等关键技术,因此,一般由研制单位自行开发,为保持产品销售的权益,有的软件还要加密。在软件开发时,应注意能促使生产率提高、开发费用减少,使软件成为提高生产率和促进多功能高效能的工具。

软件开发中应注意软件的互换性和标准化。为了缩短系统作业时的程序生成时间,可以使各子程序标准化、插件化或各种程序库固化(ROM化)。而对数据库的建立、作业描述语言的开发等,机电一体化需要解决的问题很多。

从综合化技术的观点来看,产品中机械部件与电子装置存在不少不匹配因素。例如电子装置运行速度属微秒级,而机械部件属毫秒级,它们之间的响应速度不一致。另外,由于机械零部件本身固有的性质——弹性和惯性,限制了机械装置精度的提高,以及机械起停和运转的不均匀性。

当前最紧迫的课题是实现机、电等功能部件的标准化、组件化和模块化。特别需要开发的是电路、传感器和变换器的集成化,机械执行部件的小型化、轻量化、低能耗、高精度和高可靠性,以及研制标准化的系列部件。此外机、电部件的接口仍然是没有得到满意解决的问题。

## 1.4 机电一体化产品研制中应注意的问题

机电一体化产品应用于国防和国民经济各个领域,对产品的要求也是各有侧重的。从带共性的要求来看,有以下问题值得注意。

### 1.4.1 高功能

机电一体化产品由于采用信息处理装置,增强了机、电参数的存储和运算能力,采用传

感器等测试装置，增强了反馈控制能力，为提高产品的精度、灵敏度和处理速度，扩大复合功能创造了条件。机电一体化产品具有的这种复合功能是单纯的机械或电子装置所无法达到的。

#### 1.4.2 适 应 性

用户的需要正朝着多样化发展，这也是现代的大趋势之一。机电一体化产品的功能必须适应多样化的社会需要。要求产品的功能不断更新和扩大，并提供用户在产品上继续开发的条件，通过用户卡，不断了解用户的需求，完善产品的功能。

#### 1.4.3 简 单 化

简化产品的结构是提高产品可靠性降低制造成本和适应产品自动化生产的关键。在设计产品时要注意新技术的最佳组合，尽量采用模块化和标准化的器件。

#### 1.4.4 可 靠 性

产品的质量是衡量一个国家工业技术水平的重要标志之一。产品的质量主要包含三个指标：产品的功能指标，产品的可靠性指标，产品的有效性指标。

产品的功能是指产品所具有的技术指标。多功能和高功能是机电一体化产品应具备的特征。

产品的可靠性是指产品在规定的条件下和规定的时间内完成规定功能的能力。“规定的条件”是指使用时的应力条件、环境条件和存贮时的存贮条件。产品在不同的使用条件下工作，其可靠性是各不相同的。“规定的时间”与产品的可靠性密切相关，产品经过一段时间的稳定使用或存贮一定时间以后，其可靠性水平将随着使用时间的增加而降低。

产品的有效性是指产品保持良好工作状态的能力。有效性也是可维修产品的可靠性指标之一。例如要使产品发挥效能，不仅要求单位时间内出现的故障次数少，而且要求维修时间短，大修间隔时间长，即产品的有效工作时间增长。我们将产品的可能工作时间与总时间之比称为产品的有效性，即

$$\text{有效性} = \frac{\text{可能工作时间}}{\text{可能工作时间} + \text{不能工作时间}}$$

上述三个方面都可用一个或几个数量指标来表示，而且不同的产品其侧重的指标可以不同。通讯设备、家用产品比较重视有效性，军工产品、医疗仪器则更重视可靠性。

由于机电一体化产品在研制中考虑到整体的可靠性，采用了模块化和标准化的组件，并且在运行中，通过本身的自动监视和诊断功能，提高了产品的可靠性。

#### 1.4.5 操 作 性

采用数字显示和程序控制，提高机电一体化产品的操作性能，减少用户操作训练的时间，成为“谁都能使用的产品”，这是在机电一体化产品研制中不可忽视的问题。