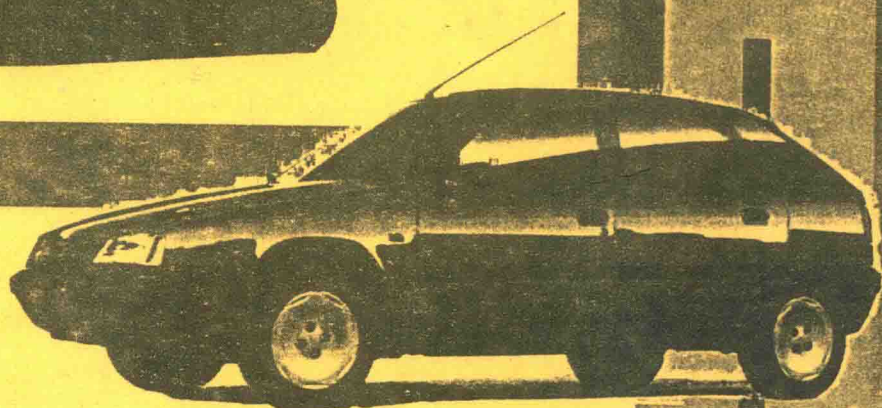


Automobil

机电一体化基础知识

王力夫 卢晓春 主编
刘超其 主审



广东交通职业技术学院

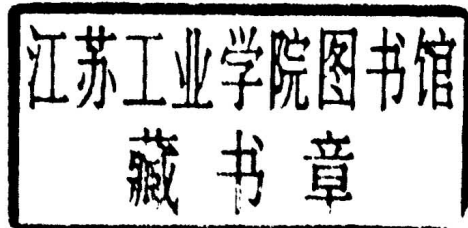
Machine

JiDian YiTiHua JiChu ZhiShi

机电一体化基础知识

王力夫 卢晓春 编著

刘越琪 主审



广东交通职业技术学院试用教材

内 容 提 要

本书共分六章，内容主要包括绪论、机械传动系统、检测系统、微机控制系统、伺服系统、机电一体化技术的应用实例等。

本书除为汽车运用工程专业的教材外，还可以作为其它相关专业的教材或教学参考书。同时可供从事机电方面实际工作的技术人员参考。

目 录

第一章	绪论	3
§ 1-1	机电一体化基本概念	3
§ 1-2	机电一体化产品的构成	5
§ 1-3	机电一体化的相关技术	7
§ 1-4	机电一体化的特点和发展前景	9
第二章	机械传动系统	14
§ 2-1	概述	14
§ 2-2	传动机构	14
§ 2-3	导向机构	29
§ 2-4	执行机构	36
第三章	检测系统	43
§ 3-1	概述	43
§ 3-2	传感器	44
§ 3-3	机械量检测传感器	51
§ 3-4	检测系统的基本特性	63
§ 3-5	传感技术的发展及其在汽车电子的应用实例	65
第四章	微机控制系统	68
§ 4-1	单片微型计算机控制系统	68
§ 4-2	可编程控制器 (PLC)	74
§ 4-3	微处理器系统接口	83
第五章	伺服系统	93
§ 5-1	概述	93
§ 5-2	执行元件的种类与基本要求	96
§ 5-3	直流伺服系统	99
§ 5-4	交流伺服系统	104
§ 5-5	步进伺服系统	108
第六章	机电一体化技术的应用实例	115
§ 6-1	机电一体化技术在汽车电子的应用概况	115
§ 6-2	汽车发动机的电子控制技术分析	117
§ 6-3	汽车底盘的电子控制技术分析	126

前 言

本书为广东教通职业技术学院内部试用教材，因我院汽车运用工程专业高职班课程结构调整需要，应机电系及教务处的要求而编写的新教材。

本书由王力夫老师和卢晓春高级讲师合编，刘越琪副教授主审。全书主要内容有：绪论、机械传动系统、检测系统、微机控制系统、伺服系统、机电一体化技术的应用实例等共六章。其中第一、五章由卢晓春高级讲师编写；二、三、四、六章由王力夫老师编写。编者在编写过程中大量地参考了兄弟院校机电一体化方面的优秀教材和汽车新技术方面的资料，紧密结合汽车专业的需要，注重强调知识的实用性和新颖性。

本书在编写过程中受到了许多同事的热心帮助，特别是李波实验师为本书的编写提供了大量的汽车新技术方面的资料和有益的建议，为本书的顺利编成起到了重要的作用，在此表示衷心的感谢。

由于编者思想、业务水平有限，加之编写时间仓促，本书中必有不少缺点、错误和不妥之处，敬请读者批评指正以便更正。

编者

2000年6月

目 录

第一章	绪论	3
§ 1-1	机电一体化基本概念	3
§ 1-2	机电一体化产品的构成	5
§ 1-3	机电一体化的相关技术	7
§ 1-4	机电一体化的特点和发展前景	9
第二章	机械传动系统	14
§ 2-1	概述	14
§ 2-2	传动机构	14
§ 2-3	导向机构	29
§ 2-4	执行机构	36
第三章	检测系统	43
§ 3-1	概述	43
§ 3-2	传感器	44
§ 3-3	机械量检测传感器	51
§ 3-4	检测系统的基本特性	63
§ 3-5	传感技术的发展及其在汽车电子的应用实例	65
第四章	微机控制系统	68
§ 4-1	单片微型计算机控制系统	68
§ 4-2	可编程控制器 (PLC)	74
§ 4-3	微处理器系统接口	83
第五章	伺服系统	93
§ 5-1	概述	93
§ 5-2	执行元件的种类与基本要求	96
§ 5-3	直流伺服系统	99
§ 5-4	交流伺服系统	104
§ 5-5	步进伺服系统	108
第六章	机电一体化技术的应用实例	115
§ 6-1	机电一体化技术在汽车电子的应用概况	115
§ 6-2	汽车发动机的电子控制技术分析	117
§ 6-3	汽车底盘的电子控制技术分析	126

第一章 绪 论

§ 1-1 机电一体化的基本概念

在科学技术飞速发展的今天,任何一项新技术的产生都是各种技术互相渗透的结果。机电一体化是一种复合化技术,它是机械技术与微电子技术、信息技术互相渗透的产物,是机电工业发展的必然趋势。微电子技术与信息技术的引入,使古老的机械工业焕发青春,使传统的机械电器产品,在功能上、性能上以及制造技术上都提高到一个崭新水平,所带来的经济效益和社会效益是十分巨大的。

机电一体化的外文名词是 Mechatronics,起源于日本,是日本人创造的英语名词。它取英语 Mechanics 的前半部和 Electronics 的后半部拼合而成,表示机械学与电子学两种学科的综合。我国通常译为机电一体化或机械电子学。

机电一体化,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及软件等有机结合起来构成系统的总称。它是指在工业产品的设计与制造过程中,机械工程和电子技术与智能计算机控制的协同集成;是将机械技术、微电子技术、自动控制技术、信息技术、传感器技术、电力电子技术、接口技术及软件技术等各相关技术在系统工程的基础上有机结合而建立起来的一门新的学科形式。

随着微电子技术、自动控制技术、信息技术、传感器技术、接口技术及软件技术的发展和各种新型材料及基础元器件的出现,以机械为主体的各种工业产品和民用产品,已从机械化向自动化和智能化方向发展。机械技术与微电子技术的有机结合产生了机电一体化的理论、技术和产品。机电一体化技术并不是机械技术与电子技术的简单叠加,而是在信息论、控制论和系统论基础上建立起来的应用技术。

随着机电一体化技术的蓬勃发展,机电一体化的产品不断涌现,大致可归纳成两大类。

第一类属于机械电子化产品,这类产品是机电一体化的初级形式,即原有的机械产品采用了微电子技术之后,其性能和功能都有了提高,甚至在结构上也发生了变化。这类产品为数不少,它们又可细分成:

1) 机械本身的主要功能被电子取代,如采用微机与激光连续加工代替了传统方式的电加工的线切割机床,电子照相机的电子快门、自动曝光、自动对焦代替传统的机械式照相机等。

2) 机械式信息处理机构被电子元件代替,如电子钟表、电子计算器、电子交换机、电子秤等。

3) 机械式控制机构被电子式的代替,如缝纫机的凸轮机构被微型机控制系统代替;在燃料喷射装置中,加热炉中采用微机程序控制等。

4) 采用微电子技术增加了控制功能,如数控机床、汽车防滑制动装置、微机控制的电机调速装置、微机控制的播种机、微机控制的联合收割机、微机控制的孵化器等。

第二类属于机械与电子融合的产品,这类产品属于机电一体化的高级形式,如工业机器人、传真复印机、电子式自动售货机、计算机断层摄影装置、液晶式打字机、彩色复印机、自动探伤仪、形状识别装置、字词处理机、磁式无胶片照相机、分时计价电度表等。这些产

品单靠机械或电子都是无法实现的，而必须靠机械与电子进行有机的结合才能完成。

§ 1-2 机电一体化产品的构成

一、机电一体化产品的功能构成

任何一种产品都是为满足人们的某种需要而开发和生产的，也就是说，都具有相应的目的功能。产品不同，其具体的目的功能也不同，但概括地讲，都能对输入的物质、能量和信息（即工业三大要素）进行某种处理，输出具有所需形式或所需特性的物质、能量和信息，如图 1-1 所示。

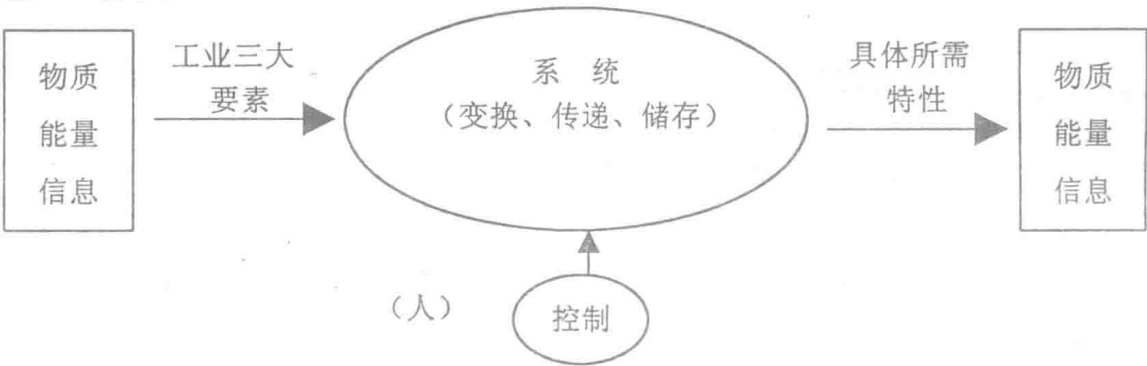


图 1-1 产品目的功能图

产品的目的功能是通过其内部功能实现的。机电一体化产品一般都需具备五种内部功能（如图 1-2 所示），即主功能、动力功能、计测功能、控制功能和构造功能，每一种内部功能又由产品中具体的功能部件加以实现。图 1-3 表达了 CNC（计算机数控）机床的内部功能构成情况。切削加工是 CNC 机床的主功能，是实现其目的所必需的功能，具体体现为：“利用电源输入的电能（能量），在控制装置及控制程序（信息）的控制下，通过刀架和主轴将输入的毛坯（物质）加工成要求的工件（具有所需特性的物质）”。电源通过电动机驱动机床，向机床提供动力，实现动力功能。位置检测装置和 CNC 装置分别实现计测功能和控制功能，其作用是随时检测机床内部和外部信息，据此对机床实施相应的控制。机械结构所实现的是构造功能，使机床各功能部件保持规定的相互位置关系，构成一台完整的 CNC 机床。

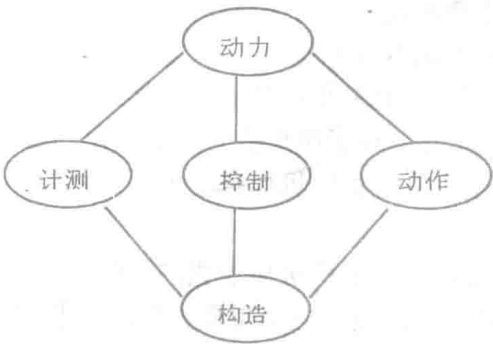


图 1-2 机电一体化产品的五大功能

传统的机械产品一般不完全具备上述五种内部功能。与传统产品相比较，机电一体化产品的功能齐全，而且实现各功能的形式更灵活，手段更高明，技术更先进，效果更好。

二、机电一体化基本结构要素

人类在自然环境中经历了长期的进化过程，可以说，人体功能结构及五大要素的匹配与协调是一种尽善尽美的体现。因而人体是机电一体化产品发展的最好蓝本。如果把人体看作系统或产品，则人体

也具备前面所述的五种内部功能，且通过人体五大要素实现其相应功能。

根据人体五大要素与其功能的关系得出的启发：尽管机电一体化产品的构成要素很多，但与其五大功能相匹配、协调的五大基本要素是必需的，如图 1-4 所示。

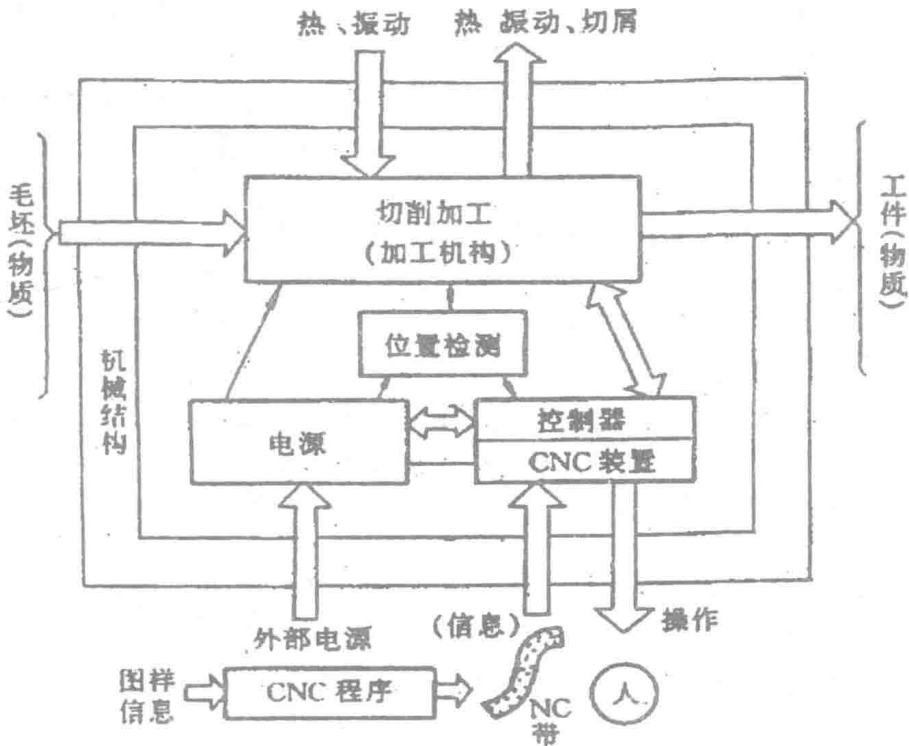


图 1-3 CNC 机床的内部功能构成

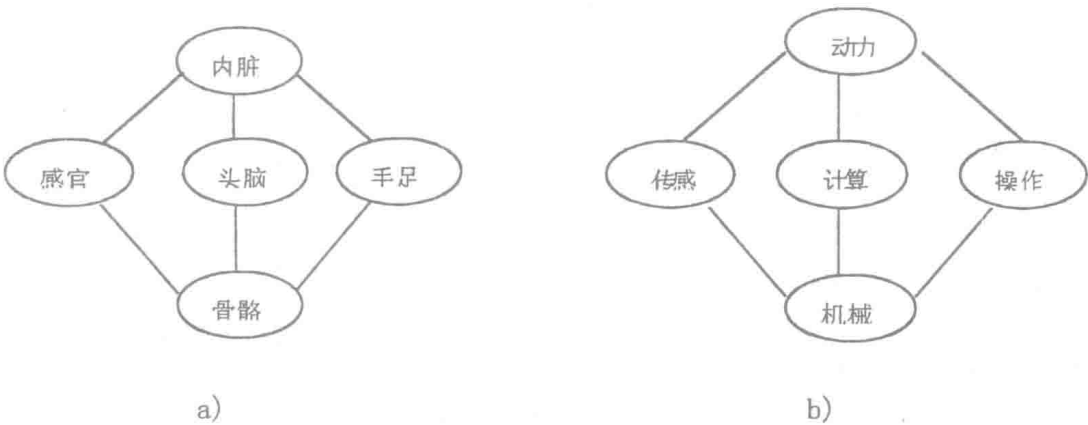


图 1-4 人体与机电一体化产品的五大要素
a) 人体五大要素 b) 机电一体化产品的五大要素

可见，机电一体化产品由下述五个基本要素构成：

1. 机械本体结构 包括机身、框架、机械联接等在内的产品支持结构，属于基础部分，

实现产品的构成功能。在机电一体化产品中,机械本体往往占有较大体积和重量,因而要求尽量采用新结构、新材料、新工艺,以适应机电一体化产品在高效、多功能、可靠、节能、小型、轻量、美观等方面的要求。

2. 动力源 向系统提供能量,并将输入的能量转换成需要的形式,实现动力功能。机电一体化产品以电能应用为主,其目的功能则多数通过机械动作来实现,因此动力源应包括电源、电动机等执行元件及其驱动电路。效率高、可靠性好是对动力源的主要要求。

3. 执行(操作)机构 包括机械传动与操作机构,在控制信息作用下完成要求的动作,实现产品的主功能。执行(操作)机构因作业对象不同而形式各异。由于它是实现产品目的功能的直接参与者,其性能好坏决定着整个产品的性能,因而是机电一体化产品中最重要的组成要素之一。

4. 检测与传感装置 包括各种传感器及其信号检测电路,用于对产品运行时的内部状态和外部环境进行检测,提供运行控制所需的各种信息,实现计测功能。体积小、便于安装与联接、检测精度高、抗干扰、受环境变化影响小是机电一体化产品对检测与传感装置的主要要求。

5. 控制与信息处理装置 根据产品的功能和性能要求以及传感器的反馈信息,进行处理、运算和决策,对产品运行施以相应的控制,实现控制功能。机电一体化产品中,这一组成要素是指由计算机及相应硬、软件所构成的控制系统,目前正向着可靠性高、柔性和智能化方向发展。

机电一体化产品的五个基本组成要素之间并非彼此无关或简单拼凑、叠加在一起,工作中它们各司其职,互相补充,互相协调,共同完成所规定的目的功能,即在机械结构本体的支持下,由传感器检测产品的运行状态及环境变化,将信息反馈给控制及信息处理装置;控制及信息处理装置对各种信息进行处理,并按要求控制动力源驱动执行(操作)机构进行工作。在结构上,各组成要素通过各种接口及相关软件有机地结合在一起,构成一个内部合理匹配、外部效能最佳的完整新产品。

§ 1-3 机电一体化的相关技术

机电一体化是机械技术、计算机与信息处理技术、检测传感技术、自动控制技术、伺服传动技术和系统总体技术等多学科技术领域综合交叉、渗透而形成的一门综合性边缘技术学科。要深入进行机电一体化研究及产品开发、就必须了解、掌握这些技术。

一、机械技术

机械技术是机电一体化的基础。机电一体化产品中的主功能和构造功能,往往是以机械技术为主实现的。在机械与电子相互结合的实践中,不断对机械技术提出更高的要求,使现代机械技术相对于传统机械技术而发生了很大变化。新材料、新工艺、新原理、新机构等不断出现,现代设计方法不断发展和完善,以满足机电一体化产品对减轻重量、缩小体积、提高精度和刚度、改善性能等多方面的要求。

二、计算机与信息处理技术

信息处理技术包括信息的交换、存取、运算、判断和决策等,实现信息处理的主要工具是计算机。计算机技术包括计算机硬件技术和软件技术、网络与通信技术、数据库技术等。在机电一体化产品中,计算机与信息处理装置指挥整个产品的运行。信息处理是否正确、及时,直接影响到产品工作的质量和效率。因此,计算机应用及信息处理技术已成为促进机电一体化技术和产品发展的最活跃的因素。人工智能、专家系统、神经网络技术等都属于计算机与信息处理技术。

三、自动控制技术

自动控制技术范围很广,包括自动控制理论、控制系统设计、系统仿真、现场调试、可靠运行等从理论到实践的整个过程。由于被控对象种类繁多,所以控制技术的内容极其丰富,包括高精度定位控制、速度控制、自适应控制、自诊断、校正、补偿、示教再现、检索等控制技术。自动控制技术的难点在于自动控制理论的工程化与实用化,这是由于现实世界中的被控对象往往与理论上的控制模型之间存在较大差距,使得从控制设计到控制实施往往要经过多次反复调试与修改,才能获得比较满意的结果。由于微型机的广泛应用,自动控制技术越来越多与计算机控制技术联系在一起,成为机电一体化中十分重要的关键技术。

四、检测与传感技术

检测与传感技术的研究对象是传感器及其信号检测装置。机电一体化产品中,传感器作为感受器官,将各种内、外部信息通过相应的信号检测装置反馈给控制及信息处理装置。因此,检测与传感是实现自动控制的关键环节。机电一体化要求传感器能快速、精确地获取信息,并经受各种严酷环境的考验。但是由于目前检测与传感技术还不能与机电一体化的发展相适应,使得不少机电一体化产品不能达到满意的效果或无法实现设计。因此,大力开展检测与传感技术的研究对发展机电一体化具有十分重要的意义。

五、伺服驱动技术

伺服驱动技术的主要研究对象是执行元件及其驱动装置。执行元件有电动、气动、液压等多种类型。机电一体化产品中多采用电动式执行元件,其驱动装置主要是指各种电动机的驱动电源电路,目前多采用电力电子器件及集成化的功能电路构成。执行元件一方面通过电气接口向上与微型机相联,以接受微型机的控制指令;另一方面又通过机械接口向下与机械传动和执行(操作)机构相联,以实现规定的动作。因此伺服驱动技术是直接执行操作的技术,对机电一体化产品的动态性能、稳态精度、控制质量等具有决定性的影响。

六、系统总体技术

系统总体技术是一种从整体目标出发,用系统的观点和方法,将系统总体分解成相互有机联系的若干功能单元,并以功能单元为子系统继续分解,直至找到可实现的技术方案,然后再把功能和技术方案组合成为方案组,再进行分析、评价和优选的综合应用技术。系统总体技术所包含的内容很多,接口技术是其重要内容之一。机电一体化产品的各功能单元通过接口联接成一个有机的整体。系统总体技术是最能体现机电一体化设计特点的技术,其原理和方法还在不断发展和完善。

§ 1-4 机电一体化技术的特点和发展前景

一、机电一体化技术的特点

机电一体化技术既不同于传统的机械技术、电子技术和微电子技术，又不同于普通的计算机技术，而是在这些技术的基础上使其相互融合、相互渗透，并产生质的升华而形成的一门崭新的技术。它具有以下一些特点：

1. 有综合性和系统性

机电一体化技术一门跨学科的边缘科学，是各种相关技术被综合而成的一个完整系统。在这一系统中，它们彼此相互苛刻要求，彼此又取长补短，从而不断地向理想化的技术发展。因此，机电一体化技术是具有综合性和系统性的高水平技术。

综合性和系统性使机电一体化系统（产品）摆脱了老式产品技术单一、功能单调的弱点，而且具有复合技术和复合功能的特点。因此，它的功能和自动化程度都优于老式产品和设备。

一般来说，机电一体化系统都具有自动控制、自动校验、自行诊断、自行恢复、自动保护和具有智能等多种功能。它能应用于不同的场合、不同的领域，并且有极强的应变能力，可以满足用户的多种需要。

2. 层次多、覆盖面广

机电一体化是一种技术方法，它不仅用于单机系统中，而且可以应用于整个工程系统中。从简单的单台系统到现代化机械加工中的柔性加工系统；从简单的单参数的显示到复杂的、多参数的、多极控制。在这些不同的技术层次中，机电一体化技术都有用武之地，它有着覆盖面很广的应用领域。

机电一体化系统（产品）也有可简可繁、有高有低和多层次的发展途径。可以只在一些传统的机械系统（产品）上附加某些电子装置，而不去改变传统的机械产品结构；也可以用电子装置取代传统机械产品中的某些零部件或取代某些控制装置的办法来开发某些功能；更可以彻底冲破传统机械产品的结构原则和设计思想，构成前所未有的新一代产品。

3. 简化了机械结构 and 操作

机电一体化技术可使过去由机械连接的各部分，改用电气装置驱动，并用电子装置使这些部分动作协调。这样就使机械的结构大大简化。

机电一体化技术成功地改变了操作人员进行频繁而又紧张地重复某个单调操作的情况。其各个传动部分之间的动作和功能的协调关系，完全可以由预先设计的程序一步一步地由电子计算机控制系统指挥来实现。机电一体化技术用密集型的知识，简化了机械结构，改善了操作性能，从而将人们从繁重的劳动中解放出来，改善了工作环境，实现了文明生产和无人生产。

4. 增强了设备的加工精度和功能

机电一体化技术使机械的传动部件减少，因而使机械磨损及由于配合间隙过大所引起的动作误差大大减少。同时由于采用了电子技术和反馈控制，还能对加工误差进行补偿处理，因而可以精确地加工到预先给定的尺寸，达到老式机械无法达到的工作精度。此外，机电一体化系统可以模拟最佳的操作，保证产品有最佳的质量、最低的成本、最高的合格率，因而提高了劳动生产率。

通过改变程序、指令等软件，而无需改变硬件结构就可以对机电一体化系统的功能进行

变换，这样使机械功能的给定和改变向着“软件化”和“智能化”的方向发展。

5. 提高了安全性

机电一体化系统一般都具有自动保护的功能，可避免或减少人身和设备事故发生的可能性，显著地提高了安全性。有些机电一体化系统甚至可以在恶劣和危险的环境中作无人的自动操作。如机器人可以不顾危险，在海下、宇宙空间、核反应堆等一些危险场合工作。

6. 具有高可靠性、高稳定性和长寿命

机电一体化系统几乎没有机械磨损，因此系统的寿命提高，故障率降低，可靠性和稳定性增强。有些机电一体化系统甚至可以做到不需要维修，具有自动诊断、自动修复的功能。

7. 系统开发时复杂，使用时简便且具有柔性

开发机电一体化系统时需要密集型的知识，往往要涉及到数学、化学、声学、机械工程学、电子学、电工学、光学、自动控制和计算机科学等专业知识。现代化的技术系统只能由掌握了现代化技术的人去设计和开发它。

使用机电一体化系统时操作简单、性能可靠。使用者一般无需精通其结构和原理，也不需要丰富的知识，用很简单的操作就能实现复杂的功能，并能得到理想的效果。

柔性是机电一体化系统的特点。根据需要的变化，用机电一体化技术无需改装系统就可以及时地对系统的结构和生产过程作必要的调整、修改。因此，机电一体化技术是解决多品种、小批量生产的重要途径。

8. 节约了能源

机电一体化系统通过采用低能耗的驱动机构和最佳的调节控制系统来提高能源的利用率，所以它的能耗最低。

9. 价格便宜，产品富有竞争力

机电一体化系统的结构简单、体积小、重量轻、零件的数目少、材料（尤其是贵重材料）消耗减少、加工用设备及工装减少、制造周期缩短以及成品率提高，使其功能与成本的比值提高、价格降低，而且维修方便、使用寿命延长。机电一体化技术赋予产品更新换代的活力，因此它的产品不断由低档、中档上升为高档。

二、机电一体化技术的发展

1. 发展过程

机械技术向机电一体化技术发展，可以概括如下表所列的四个阶段。在这四个阶段中分别赋予机械产品不同的功能。进入机电一体化阶段，就是使机械技术智能化，更好地代替人进行各项工作。

阶 段	发 展 的 内 涵		赋予的功能
第一阶段	机构的发明	凸轮、齿轮、联轴节、轴承、传动带、螺钉、螺母等	作业功能
第二阶段	使作业机构动作的动力机械的发明	水力、风力、蒸汽动力、内燃机、电动机等	动力功能
第三阶段	自动控制技术的发明	传感器、伺服系统等	测定功能
第四阶段	微电子学的发明	大规模集成电路、微型计算机、各种接口等	智能功能

机电一体化的前身，即机械的电子化。它首先把规定的功能变换成机械零部件，然后再与电子元件有机地结合起来或被电子元件所取代，制成完整的机械，实现比以前更加优越的功能（或性能价格比）。这里所谓的变换，既包括部分机械功能部件向电子功能部件的转换，

也包括全部功能部件的转换。电子功能部件是指微处理器、运算放大器、A/D 与 D/A 变换等等。

目前, 机械技术已经发展到广泛采用微型计算机的阶段。今后将不断出现“具有神经系统的机械”或实现“机械的智能化”。实现这种目标的关键在于以集成电路为核心的电子技术的革新。

2. 发展的方向

机电一体化的发展趋势可概括为以下三个方面: 性能上, 向高精度、高效率、高性能、智能化的方向发展; 功能上, 向小型化、轻型化、多功能方向发展; 层次上, 向系统化、复合集成化的方向发展。即向复合化、小型化和轻量化、高速化、移动化、智能化、层次化和系统化、全盘化等七个方面发展。

1) 复合化

关于复合化, 如在 FMS 基础上发展起来的 FMC 就是以这种复合化概念作为系统设计的基本条件, 并且可在同一地点同时处理加工、装配、检测等两种以上的工作。通过这种复合处理, 便可在同一空间内将工作的停留和搬运空间压缩到最低限度, 以期实现多种小批量生产的自动化和高效率化。

2) 小型化和轻量化

小型、轻量化是指精致化、微小化和高密度化。将机械的重量减轻到与人体重量相称的水平, 乃是今后机电一体化技术发展的基本要求。

3) 高速化

高速化是现在所有技术开发的基本目标, 在机电一体化领域中尤为重要。妨碍机电一体化产品实现高速化的原因有电子方面的, 也有机械方面的。例如工业机器人就有动作速度低和粗笨等问题, 其原因是计算机控制系统的速度低, 或者为避免机械系统发生松动或摩擦等问题而不得不采用低速机械结构。

4) 移动化

移动化是指机械本身的移动。从历史角度来看, 现有的运输机械已是古老的技术。可从机械进化的意义来说, 过去一直被固定的机械, 今后通过移动也能提高效率。十几年前就有“能移动的机器人”问世, 最近又有自动搬运车在机械制造厂中进行着工件、工具和机械组件等的自动搬运或自动交换。在交通运输工具方面, 有无人驾驶的车辆, 但其运行控制或信息传输以及计算机控制系统等, 乃是由于电子学的发展才得以实现的。

5) 智能化

智能化就是把人的智慧纳入机械之中, 使之发挥更好的作用。由于微型机的普及, 才有可能在大型计算机的终端, 为了分散处理其主机功能而设置智能终端。这个终端大概就是智能化的先驱者, 它的基础便是大容量存储元件的小型化和低价格。由于集成电路特别是专用集成电路的发展, 智能化将越来越向高级发展。

在人与机器对话方面, 需要有人机接口。由于计算机技术的发展, 出现了能代替人的五官功能的电子机械。与此同时, 由于图象识别技术的发展, 以及通过声音输入输出实现与机器的对话, 或者为人眼服务的物体识别及文字识别技术的进步, 即将出现能代替多数人劳动的机械。机械制造厂通过采用这种智能化的电子技术, 便可逐步实现工厂的自动化和无人化。

6) 层次化和系统化

在一般情况下, 如果系统变大, 为了使系统具有柔性而且能够迅速地运行, 则将系统分

为若干层次，使系统功能分散开来，能进行较好的过渡而安全地运转。把层次化系统联结起来则是软件。

层次化也是与系统设计有关的一种技术，在机电一体化技术中也是不可缺少的。

7) 全盘化

全盘化，原文叫“全际化”，是十几年前在研究开发方面被称之为“学际化”（学科边际之意，常译为边缘科学）的广义扩展。所谓边缘科学是介于两种以上学科之间并把这些学科结合起来的一种科学。即由不同的领域的专家、学者联合起来解决某些复杂问题。

全盘化是一种非常高阶的指导方针，目前还很难理解其深远的意义，但我们可以看到机电一体化的技术开放应该打破厂与厂或行业与行业的界限。例如在机械制造厂和电子机器制造厂之间，通过边缘科学进行合作，今后可望有较大的发展。

3. 对汽车工业的影响

现在，机电一体化产品和系统已经渗透到国民经济、社会生活的各个领域。诸如家用电器、办公自动化设备、机械制造工艺设备、汽车、现代化武器、航天器……，机电一体化几乎达到“无孔不入”的地步。它促进了经济和社会的发展，同时也引起了各国为发展机电一体化技术的激烈竞争，从而反过来在全世界范围内更进一步推动机电一体化技术与系统向前迅速发展。

机电一体化的发展是一个从自发状况向自为方向发展的过程。以汽车工业为例。60年代开始研究在汽车产品中应用电子技术，70年代前后实现了充电器、电压调整器和点火装置的集成电路化和电子控制的燃料喷射装置，70年代后期，由于计算机的发展，使汽车产品的机电一体化进入实用阶段。从汽车发动机系统看，安装在汽车上的微型计算机，可通过各个传感器检测出曲轴位置、气缸负压、冷却水温度和发动机转速、吸入空气量、排气中的氧浓度等参量，然后计算出最佳控制信号，控制执行机构调整发动机燃油与空气的混合比例、点火时间等，使发动机获得最佳技术经济性能。电子控制是汽车工业的产品技术改造的重要领域，电子技术和产品将会越来越广泛地应用到汽车发动机、悬架、转向、制动等各个部位，新型机电一体化的现代汽车在高速、安全可靠、操作方便舒适、低油耗和少污染以及易于维修等方面，将大幅度提高其性能，这被称为是汽车的一次革命性飞跃。

汽车工业的变革，一方面是汽车产品的机电一体化革命；另一方面，汽车的制造技术和装备也发生了巨大的变化。现代汽车生产大量使用数控机床、工业机器人、计算机控制系统等先进手段，以提高生产的自动化装备水平，使生产的产品真正与消费者所期望的优质、廉价、个性化等要求相一致。以工业机器人的使用为例，1961年，美国研究出第一台机器人。自日本人最先把它应用到汽车生产上以来，机器人在汽车生产线上，从加工、焊接、喷漆、工序间的运搬、部件装配和整车组装，以至仓储管理等，可谓无处不在。机器人的使用大大提高了生产效率和产品质量，同时也节约了劳动力，降低了成本。早在1980年，日本拥有的机器人就有10万台。1989年，日本汽车工业界拥有的机器人已达到27.5万台。80年代以来，世界各国的汽车制造业正处于从传统的“大批量、少品种”的生产方式，向着“多品种、中小批量”的生产方式转变，以适应现代社会对产品品种规格越来越多样化的要求。为满足市场的需要，制造厂家必须不断增加产品的品种、提高产品的质量和降低制造成本。为此，在汽车工业中开始使用柔性系统（FMS，Flexible Manufacturing System），并和CAD/CAPP/CAM及生产管理经营决策系统进行集成，把管理信息和制造活动借助计算机技术和网络技术有机联系起来，向计算机集成制造系统（CIMS，Computer Manufacturing

System) 发展。实现“精益生产方式”，以谋求实现整个企业生产管理的现代化。

总之，机电一体化的优势，在于吸收了各相关学科之长，且综合利用各学科并加以整体优化。因此，机电一体化依赖于相关技术的发展，机电一体化的发展也促进了相关技术的发展。机电一体化必将以崭新的姿态进入 21 世纪并继续发展。

第二章 机械传动系统

§ 2—1 概 述

机电一体化技术的应用范围很广，其系统的种类繁多，从简单的漏电保护开关到复杂的智能机器人；从精巧全的自动相机到高性能智能化的现代汽车；从单一功能的数控机床到多功能的柔性制造系统。所有这些机电一体化系统之所以能构成一个完整的机体，是由于机械传动部分和机械本体将各部分联系起来。也正是由于种种灵巧的机械执行机构，机电一体化系统才能按预定要求，巧妙地完成各种规定的动作。

古老的机械技术在现代的机电一体化系统中起着不可低估的作用，机械部分是机电一体化系统必不可少的组成。当然，在这里机械技术也不能再以其原有的面目出现了。

一、机械系统的组成

概括地讲，机电一体化机械系统应包括以下三部分机构：

1、传动机构 机电一体化机械系统的传动机构不仅仅是转速和转矩的变换器，而是已成为伺服系统的一部分，它要根据伺服控制的要求进行选择，以满足整个机械系统良好的伺服性能。因此传动机构除了要满足传动精度的要求，而且还要满足小型、轻量、高速、低噪声和高可靠性的要求。

2、导向机构 其作用是支承和导向，为机械系统中各运动装置能安全、准确地完成其特定方向的运动提供保障。

3、执行机构 它是用以完成操作任务的，执行机构根据操作指令的要求在动力源的带动下完成预定的操作。一般要求它具有较高的灵敏度、精确度，良好的重复性和可靠性。由于计算机的强大功能，使传统的作为动力源的电动机发展为具有动力、变速与执行等多重功能的伺服电动机，从而大大地简化了传动和执行机构。

二、机电一体化对机械系统的基本要求

1、高精度 精度直接影响产品的质量，尤其是机电一体化产品，其技术性能、工艺水平和功能比普通的机械产品都有很大的提高，因此机电一体化机械系统的高精度是其首要的要求。如果机械系统的精度不能满足要求，则无论机电一体化产品其它系统工作再精确，也无法完成其预定的机械操作。

2、快速响应 即要求机械系统从接到指令到开始执行指令任务之间的时间间隔短。这样控制系统能及时根据机械系统的运作情况得到信息，下达指令，使其准确地完成任务。

3、良好的稳定性 既要求机械系统的工作性能不受外界环境的影响，抗干扰能力强。此外还要求机械系统其有较大的刚度、良好的可靠性和重量轻、体积小、寿命长。