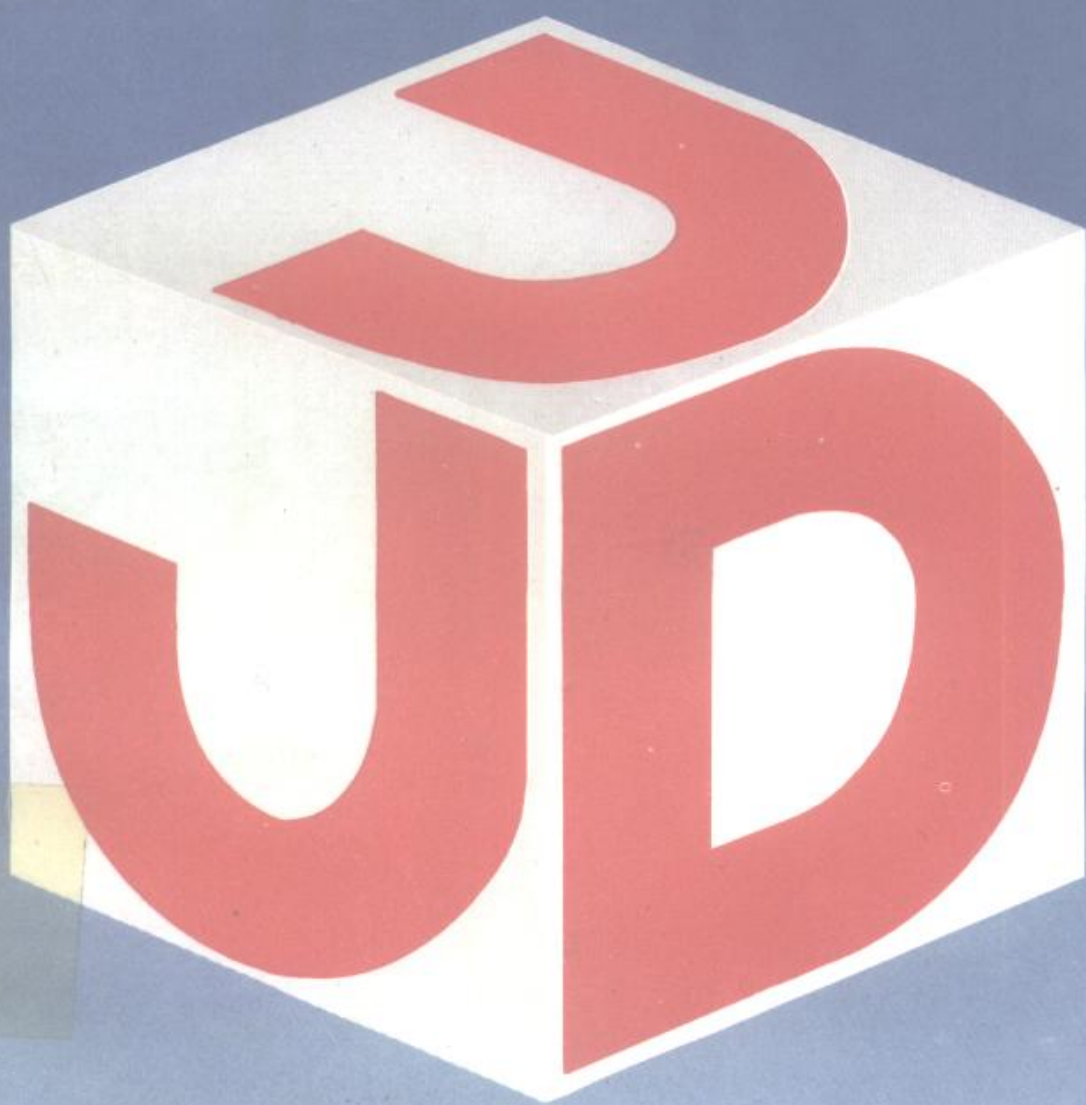


纺织设备机电一体化丛书

纺织设备 机电一体化基础

沈洪勋等 编著



纺织工业出版社

03
9

367286

TS103
539

纺织设备机电一体化丛书

纺织设备机电一体化基础

沈洪勋 等编著

纺织工业出版社

(京)新登字 037 号

DY 18/32

内 容 提 要

本书为“纺织设备机电一体化丛书”的一种，是国家“八五”重点图书。本书在介绍机电一体化的由来、定义；机电一体化系统的主要组成及基本要求；实现机电一体化的途径及效果等基础上，重点介绍机电一体化的关键技术。如传感技术、控制和信息处理技术，可编程控制器和单片机、执行机构等。同时对国内外机电一体化程度较高、具有代表性的纺织机械进行较详细的分析。并对纺织工业实现机电一体化的途径和前景作了必要的论述，以期促进我国纺织设备机电一体化的发展。

本书主要供纺织设备制造厂、使用厂及纺织行业的领导和生产管理人员学习，也可供机械、电气技术人员和技术工人、机电复合人员及大专院校有关专业的师生参考。

纺织设备机电一体化丛书
纺织设备机电一体化基础
沈洪勋 等编著

*

纺织工业出版社出版发行

(北京东直门南大街4号)

电话：4662932 邮编：100027

纺织出版社印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

850×1168毫米，1/32 印张：7 4/32 字数：184千字

1992年12月 第一版第一次印刷

印数：1—10,000 定价：8.50元

ISBN 7-5064-0851-1/TS·0802

“纺织设备机电一体化丛书”

编写委员会

(以姓氏笔划为序)

毛毓琴	孙文秋	白正爱	吕渭贤
沈洪勋	陆宗源	龚明德	蒋文惠

本书责任编辑	郑剑秋
编 审	胡永祹

前 言

机电一体化是一场深刻的技术革命，它正冲击着各行各业，对纺织设备的制造和纺织品的生产也得益匪浅。但是与世界上发达国家相比，我国机电一体化技术在纺织行业中应用的深度和广度尚有相当大的距离。为了提高纺织部门及企业各级领导对机电一体化的认识和理解，并使纺织企业中的机械设计、管理和维修人员了解与掌握机电一体化基础技术和典型设备，培养“机”“电”复合人才，推动纺织工业实现机电一体化的进程，纺织工业出版社组织编写了《纺织设备机电一体化》丛书，并由国家新闻出版署批准为国家“八五”重点图书。本丛书由《纺织设备机电一体化基础》、《纺织计算机辅助设计》、《纺织测试仪器机电一体化》、《纺纱设备机电一体化》、《机织设备机电一体化》、《染整设备机电一体化》、《化纤设备机电一体化》、《针织与服装设备机电一体化》八个分册组成，并将陆续出版。

纺织工业出版社

1992年7月

编者的话

《纺织设备机电一体化基础》作为丛书的第一分册，旨在普及机电一体化的基本知识，使读者正确理解机电一体化技术的含义、基本组成和关键技术，了解实现纺织设备机电一体化的途径和发展前景。书中结合纺织各行业的实例，介绍了纺织设备机电一体化的现状，使读者在初步了解机电一体化技术的基础上，加深宏观认识，为阅读其他分册打下基础。

本书的编写分工：沈洪勋为第一章、第三章第一至第五节和第四章；李小京为第三章第六节；王文臣、庄惠震、陈振翼分别为第二章第一至第三节；娄国兴、高芸为第二章第四节；杨公源、彭才浩、黄少钢分别为第二章第五至第七节。

由于时间仓促及编者水平的限制，书中难免有不妥之处，请读者指正。

编 者

1992年4月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 机电一体化的由来	(2)
第二节 机电一体化的含义及基本要求	(4)
第三节 机电一体化的实现途径和效果	(8)
第四节 机电一体化在生产自动化中的地位	(10)
第二章 机电一体化的关键技术	(19)
第一节 传感器	(19)
第二节 可编程序控制器 (PC)	(55)
第三节 单片机	(76)
第四节 执行机构	(83)
第五节 微机化的电气传动系统	(99)
第六节 计算机信息处理系统	(118)
第七节 控制系统	(153)
第三章 纺织机械机电一体化的现状	(178)
第一节 纺纱设备	(179)
第二节 准备和织造设备	(183)
第三节 染整设备	(192)
第四节 针织和服装设备	(198)
第五节 化纤设备	(201)
第六节 工业机器人和电子选针装置	(203)
第四章 纺织工业实现机电一体化的途径和前景	(211)
附录 英文缩写词词义	(220)
主要参考文献	(222)

第一章 绪 论

近十几年来,大规模集成电路、超大规模集成电路和微型计算机等微电子技术的广泛应用,对传统的机械产品引起了重大的革新。例如工业用机器人、带电视的钟表、电子全自动照相机和医疗机械等,从生产领域到消费领域,具有各种新机能的产品相继问世。这些巨大的变革正是由于机械技术和电子技术密切结合的结果。此二者的高度结合称为机电一体化技术。它的范围涉及很广,从家庭自动化、办公室自动化到工厂自动化,无所不包。纺织机械也不例外。从1987年以来的历届国际纺织机械展览会上可以明显地看出,纺织机械新产品主要的改观和功能的提高无不体现机电一体化技术的应用,而当前各国纺织机械厂商竞争的焦点也是在于如何通过机电一体化的途径实现高度的自动化。总之,机电一体化产品的优越性是传统的单纯机械产品无法比拟的,这一点充分说明机电一体化技术具有无限的生命力。

国产纺织设备的机电一体化起步较晚,于1985年始提上议事日程。五年来,经过各厂的努力开发,产品的面貌有了较大的改观。从1990年我国参加第二届国际纺织机械展览会的产品来看,可编程序控制器、微处理机和变频调速的应用已较普遍,在机电一体化方面迈出了可喜的一步。但与国外产品相比尚有相当大的差距。为了促进国产纺织机械的机电一体化,缩短与国外同类产品之间的差距,本章首先对机电一体化的基本含义、形成过程、实现途径和具体要求作一概括的论述,以使读者形成一个基本概念。第二章重点叙述机电一体化的关键技术,如传感技术、控制及信息处理技术,可编程序控制器和单片机两大支柱,以及执行机构等。在此基础上,第三章介绍纺织设备机电一体化的现状,分别介绍了纺织设备中具有

代表性的、机电一体化程度较高的典型例子，其中包括德国的 Trützschler 公司的清钢联合机和 Schlafhorst 公司的 Autocoro 转杯纺纱机；意大利 Vamatex 公司的 P401/S 型挠性剑杆织机，日本津田驹的 ZA209i 型喷气织机；瑞士 Buser 公司的 Rotamac 四圆网印花机等。通过前三章的叙述和介绍，在第四章中将对纺织工业实现机电一体化途径和前景作必要的论述，以期促进我国纺织设备机电一体化发展。

第一节 机电一体化的由来

机电一体化首先是从数控机床开始的，于 1952 年首先在美国出现。日本在 1958 年开始使用。以后出现了工业机器人，两者结合形成了柔性制造系统(FMS)。最初的 FMS 是由美国 Alice Chalmer 机器厂所开发，但最早应用于生产的是 1971 年在美国一家最大的 Cincinnati Milacron 机床公司。80 年代又出现了计算机辅助设计(CAD)和计算机辅助制造(CAM)，进一步提高了生产自动化程度。最简单的 FMS 可由数控机床、加工中心、工业机器人和自动运输系统所组成。这样的系统称为柔性制造单元 FMC (Flexible Manufacturing Cell)，它能满足多样化和灵活性的时代需要。但要实现 FMS 灵活生产，首先要使单独的生产机械实现机电一体化，也就是说它必须具备智能化和信息处理的功能，才能进一步纳入计算机集成制造(CIM)系统的范畴。因此，一方面是新时代的应变要求促进了机电一体化技术的进步和发展；另一方面微电子技术的进步保证了机电一体化的具体实现。可以预言，21 世纪将成为机电一体化的时代，各种机械产品只有实现机电一体化，才具有竞争能力和发展前途。

机电一体化技术发展的基础是微电子技术，特别是以微处理器为基础的电子技术。数控机床、工业机器人以及在操作和监测中所包括的复杂功能都必须由微处理器来完成。现代化的纺织设备发展方向也是以微处理器技术为主，例如一台中等生产能力的现代化的

自动转杯纺纱机的功能就是由 2000 个微处理器芯片实现的。

以纺纱生产为例，微处理器技术的应用主要体现在以下几个方面，如图 1-1 所示。

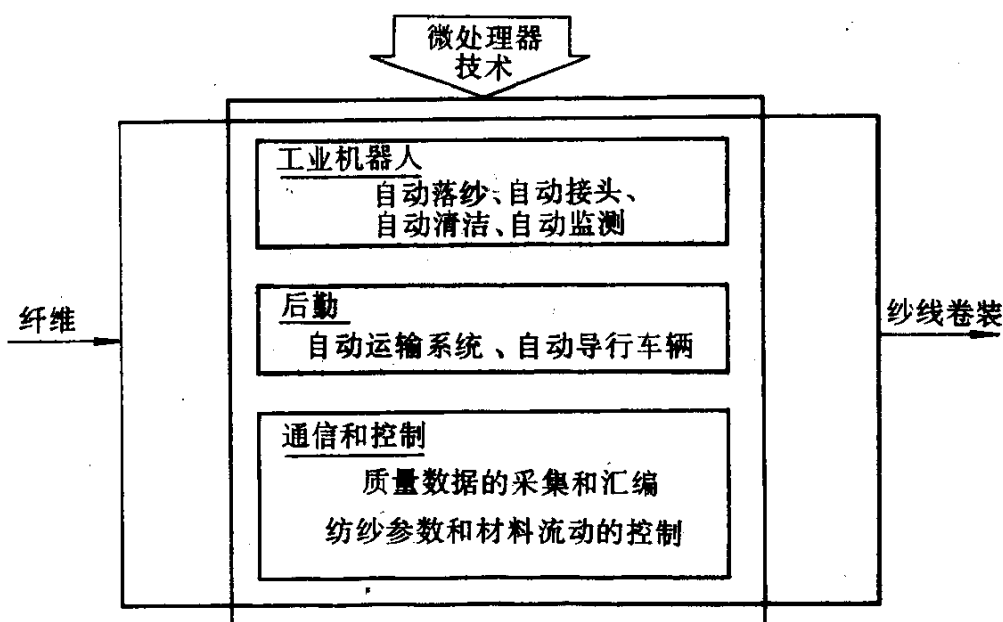


图 1-1 微处理器在纺纱生产中的应用

(1) 工业机器人：机器人只有在微处理器存在的前提下才能实现。在纺纱厂中机器人的典型工作领域为转杯纺纱机和络筒机上的自动接头和自动落纱。在环锭纺纱领域内的自动化操作也将开发。目前要解决的更重要的问题是并条机、粗纱机和精梳机的棉条自动接头。采用机器人的第一步目标是取代生产过程中的人工操作和调整。

(2) 后勤：目前纺织厂自动化后勤仅限于开清棉生产线，棉花的运送是通过气流来实现而不需人工。对于其他纺纱工序，有不少工厂采用了棉条筒、筒子纱和纱管的运输系统，然而仍需人工协助操作和监视。运输任务是纺纱厂人工劳动的主要内容，因此，运输系统的自动化，对纺织企业提高劳动生产率具有很大的潜力。然而只有当控制系统与工厂中每一批材料的大小和位置相结合，才能满足自动运输的需要。

纺纱厂对于运输的要求是多种多样的，有筒子，也有容器，因此自动化的后勤也须采用不同的方式，例如筒子纱的运输最好采用架空运输系统，而棉条筒则更适宜采用自动导行的车辆。

(3) 通信和控制：连接不同工序和设备的中央控制系统必须掌握材料流动的全部情况，因此必须在各工序之间设立信息交流的网络。

电子通信和控制技术早已在纱线质量监测系统中发挥了重要作用。目前这些系统还能汇编所有测量点上的测量结果，并给出显示可随时读取。利用通信和控制系统还能改进纺纱生产提供更多的可能性，因此掌握通信系统的应用对今后的发展十分必要。

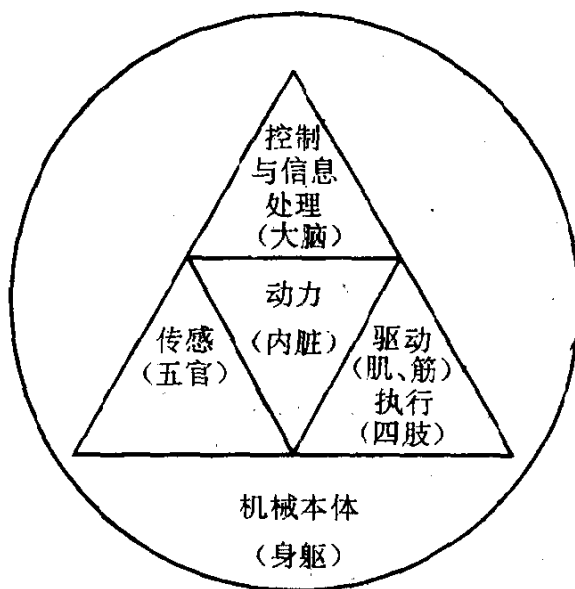
第二节 机电一体化的含义及基本要求

一、机电一体化的含义

机电一体化这一名词起源于日本，称为“メカトロニクス”。它是取英文字 Mechanics（机械学）的前半部和 Electronics（电子学）的后半部拼合成“Mechatronics”一字的日语译音。顾名思义，它是指机械学和电子学的高度复合，因此命名为机电一体化。在欧美国家中则尚未见有类似机电一体化的名称，而一般用 Computerization（计算机化）来表示。概括地说，机电一体化是指机械学和微电子学的有机结合，相互渗透，使机械和电子各自的特征更为突出而发挥高度智能化的功能。所谓有机的结合是指机和电并非简单的叠加，只起“和”的作用，而必须能体现出“积”的作用。例如，若以电子部件取代某一机械机构后使功率消耗降低，机器的惯性减小，于是电气系统的容量便能减小，自控系统的设计也可简化，整个电气控制设备的体积便能缩小，这样又能使机器的体积进一步缩小和减轻，如此通过一连串的连锁反应而产生“积”的效果，体现出功能全、效率高、体积小、反应快、质量轻、能耗少的优点。

目前机电一体化已发展成为一门新兴的跨学科的边缘科学。机

电一体化系统的主要组成部分，即它所涉及的技术领域可用图 1-2 表示。



由图 1-2 可知，机电一体化的含义可概括为：以机械本体为主体，以动力为中心，以传感器和执行机构为基础，以信息处理为先导的一门综合性的技术。如果把它比作一个人的话，则机械本体相当于人的身躯，驱动部分相当于人的肌、筋，传感器相当于人的五官，执行机构相当于人的四肢，动力部分相当于人的内脏，而信息处理部分则相当于人的头脑。这些就是机电一体化产品所必须具备的功能，而工业机器人则是机电一体化技术高度集中的产物。图 1-2 中所示的信息处理部分是指计算机、可编程控制器和数控装置等具有信息处理手段的各种装置的总称。

二、机电一体化系统的主要组成及基本要求

现对机电一体化系统的各组成要素的主要功能及技术要求简述如下。

1. 机械本体部分 机械本体是机电一体化产品的机体。为了发挥机电一体化系统的特征，机械本体必须高性能化、轻量化和高

精度化。过去的机械部件主要以钢铁材料为基础，而轻量化则要求采用非金属的复合材料，但不应影响其刚性，所以必须考虑静态、动态和热态的各种影响。机械本身的轻量化意味着拖动系统的小型化，同时还能提高控制系统的快速性，降低能源消耗。在有滑动或滚动运动的摩擦面上要求做到低摩擦和不加油，尽量减少维护以提高可靠性。另外，根据不同的场合还应考虑结构上的耐环境性，例如防腐蚀、防粉尘和耐高温等措施。

2. 动力部分 动力部分为机电一体化系统提供能量和动力功能，以驱动执行机构，使系统运转。要求将原来机械产品的动力部分加以改进或改造，使之能以尽可能小的动力输入，获得尽可能大的输出功能，以体现机电一体化产品的特征。

3. 传感部分 传感部分的功能，是检测出系统运行的各种参数及状况，使之变成可以测定的物理量，传递到信息处理部分，经处理后，根据需要作出反应。传感功能一般由各种仪器和专用传感器实现。这里所指的传感器是广义的，应包括检出、变换、指示、信号处理和记录等部分，并非单纯的检出元件。传感器的设计应以系统的处理方法为出发点，根据前后的工艺过程来选择是否采用模拟系、数字系或混合系的传感器。它的功能应从灵敏度、分辨力、耐环境性、抗噪声能力和可靠性等方面来评价，其中尤为重要的是可靠性和高精度。此外，为了实现机电一体化的高机能化，必须实现传感器的复合化、元件机能化和智能化，把检测头和处理部制成一体，成为很小的一片集成块，并具有自诊断和自调整机能、能够耐受恶劣环境的传感器。

4. 控制及信息处理部分 其功能是将来自各传感器的检测信息，加以集中、储存并进行处理，然后按照一定的程序，发出各种指令，指挥和控制整个系统的运行。

控制及信息处理部分的硬件，一般包括输入/输出设备、显示器、磁盘、计算机、可编程序控制器（PC）及数控装置等。机电一体化系统对信息处理部分的要求主要是：提高信息处理的速度、提

高转换及分时处理的可靠性、增强系统的抗干扰能力及部件小型轻量化和标准化。同时,还应充分考虑在信息处理部分增加自诊断功能、在人机接口设备上利用声像识别等,以实现信息处理的智能化等问题。

根据产品的需要开发相应的软件,也是控制及信息处理部分的重要任务。由于软件往往涉及机械和工艺上的关键技术和特点,企业为了保密起见,常依靠自己的力量进行开发,在此情况下应注意软件的互换性和标准化,以免耗费过多的开发时间和费用。在软件开发中还须同时开发相应的硬件技术,以保证其间的协调与平衡。

5. 驱动部分 机电一体化系统驱动部分的功能,是受控制部分的指挥驱动各执行机构完成各种动作和功能。机电一体化产品对驱动机构的要求,不仅要满足对水、油、温度、尘埃及有关化学品的适应性和可靠性,还应满足快速响应和高效率的要求,并考虑改进其维修性,实现标准化。

6. 执行机构 执行机构的功能,是按照信息处理部分发出的指令,执行所要求的动作或功能。执行机构是运动部件,可采用机械、电动、气动或液压等机构。机电一体化系统对执行机构的要求是,具有防水、防油、耐高温、防粉尘及防腐蚀的能力,以提高其可靠性,并注意提高其刚性,减轻重量,尽可能实现组件化、标准化和系列化。

目前,正在研制开发将驱动与执行合为一体的单元,即把控制的专用组件、传感器、编码器、执行机构与电动机制成一体化的装置。例如无梭织机上所用的电子储纬器就具有此特点。

7. 接口 机电一体化系统是由多个环节和部件组成的,必须通过各个环节和部件之间的联接点实现能量、物质或信息的传递和交换,从而构成一个完整的系统,这些联接点就称为接口。接口技术已成为机电一体化领域内的一个重要组成部分。接口的主要功能有:变换功能,完成信号或能量的统一;放大功能,实现能量的匹配;传递功能,保证信息传递的逻辑控制。

接口的变换方式有以下四种：(1) 数字——数字：采用缓冲器逻辑电路进行连接；(2) 模拟——数字：通过 A/D 变换；(3) 数字——模拟：通过 D/A 变换；(4) 模拟——模拟：通过放大或衰减后接到 A/D 变换。

第三节 机电一体化的实现 途径和效果

一、机电一体化的实现途径

机电一体化一般可通过以下四种途径来实现：

1. 在传统的机械设备中采用微电子技术，对它赋予更高的控制机能或更多的功能来代替人工操作或人工判断。例如数控机床、工业机器人和电子控制的发动机等。

2. 把一部分由纯机械组成的主要功能机构或控制机构以电子部件来取代，构成一种由机和电共同控制的产品。例如电子缝纫机等。

3. 将信息处理机构几乎全部以电子技术来取代。例如数字钟表、计算器和按键电话机等。

4. 采用微机控制，以电子技术为主而机构本身比较简单，如家用电器等。另外一种机械和电子技术并存的设备。例如情报机器人和复印机等。

二、实现机电一体化的两大支柱

世界自动化技术的演变经历了 60 年代的单机自动化时代、70 年代的系統自动化时代，进入了 80 年代的柔性自动化时代。整条生产线，甚至整个工厂都能由计算机进行控制和监视，使产量和质量得到极大提高。由于可编程控制器 (PC) 和单片微机在机电一体化系统的应用中的重要作用，而成为机电一体化的两大支柱。

PC 是以微处理器为核心，以顺序控制为主的控制器，能执行与机械自动运转相关联的控制，几乎是各种自动机械所不可缺少的组

成部分。由于它具有可靠性高、对环境要求低、控制功能强、编程容易、显示直观、监控灵活、使用方便、维护简单、通用性强、价格低廉等优点，所以目前在各种工业生产中已得到广泛应用。它能实现逻辑控制、定时控制、计数控制、顺序控制、PID 控制和称量控制等多种功能。关于 PC 的具体内容详见第二章第二节。

单片微机是微机技术与半导体集成电路工艺发展的结晶。它由中央处理器 (CPU)、存储器 (RAM、ROM)、寄存器、I/O 接口、计数控制器 (CTC) 等部件组成，并把这些部件集成在一块芯片里，就象一台微型计算机一样。一般的商用微型计算机只适用在机房或办公室内使用，不适宜在工厂内较差的生产环境中使用。而单片微机是属于工业品，能在常温下工作，而且集成度高，总线都设在芯片上，不易受干扰，体积又小，容易屏蔽，适宜在工业中作控制用。目前最常用的单片微机是 Intel 公司的 MCS-48 系列和 MCS-51 系列，其中以后者对纺织生产的控制尤为合适，它是目前控制领域中最佳的八位单片微机。关于单片机的具体内容将在第二章第三节介绍。

三、机电一体化效果

机电一体化的优越性表现在许多方面，主要是：具有复合功能和柔性，适用面很广；质量高，性能好，生产能力明显提高；安全性和可靠性大大提高；成本降低，能源节约，劳动条件改善；具有强大的竞争能力。

机电一体化产品的效果应体现在以下几个方面：

1. 高机能化。具体内容包括：(1) 赋予记忆、计算和处理等机能；(2) 提高控制和检测的灵敏度、精度和范围；(3) 改善自动控制系统的水平和性能。

2. 赋予柔软性。通过软件的改变可方便地适应用户所面临的多样化生产的需要。

3. 提高可靠性。电子设备集成化以后，其耐久性增强，故障率降低。另外通过监控系统、故障诊断和各种保护机能使安全生产得到保证。

第四节 机电一体化在生产 自动化中的地位

机电一体化的目标主要是实现单机自动化,但这并不是最终的目的。从生产自动化更高的要求出发,还必须向更高的层次发展,但机电一体化无疑是实现生产自动化和管理自动化的重要基础。如果生产机械不具备智能化、信息处理和双向通信的机能,则很难能通过工厂的中央计算机进行整体化的综合控制。因此,有必要就机电一体化与更高层次的自动化之间的关系加以阐述。

一、从机电一体化到柔性制造系统 (FMS)

计算机监测系统是机电一体化中必不可少的环节。对纺织生产而言,最早采用计算机监测的是1960年美国的Space Craft公司。但由于可靠性不够高和用户的维修技术跟不上,所以当时未被接受。直至1975年由于生产速度提高,技术不断进步,依靠人力已不能满足质量的要求,才迫使采用了计算机监测。其发展过程可分为监测和智能化监测两个阶段,前者不能决策;后者可通过可编程序作出决策,即将可能出现的故障和处理办法的经验编成程序储存起来,作为决策的依据。它与人脑的分析思考虽然还有很大的差距。然因纺织生产中80%的生产决策均属此种可编程范畴,所以当时已能解决大部分问题。进一步的决策系统需借助于专家系统(Expert System),也可称为知识鉴别系统(KDS——Knowledge Distinguish System)。这种专家系统目前在某些先进纺织机械厂已开始用于生产,例如比利时Picanol公司的喷气织机等。专家系统的组成如图1-3所示。

从机电一体化第一步的监测系统到柔性制造系统(FMS)的过渡,以美国的纺织工业为例,从1975年开始仅经历了8年的时间,就基本上具备了FMS所需的技术。

由图1-4可知,从机电一体化到计算机辅助生产经过了一次计