



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高等学校机械工程及自动化

机械设计制造及其自动化

专业系列教材

机电一体化 系统设计

(第三版)

张建民 等编著

 高等教育出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高等学校机械工程及自动化 专业系列教材
机械设计制造及其自动化

机电一体化系统设计

(第三版)

高等教育出版社

内容简介

“机电一体化系统设计”从“系统”的角度出发,对其机械系统的元、部件和微机控制系统的元(器)件的工作原理、特点、选用原则与选用方法进行了论述,在简要分析其静、动态特性的基础上,重点从机电有机结合(机电一体化)的角度,对系统(产品)的稳态设计与动态设计方法做了较详细介绍,并列举了一些典型的机电一体化系统设计实例。书后附有常用基本逻辑符号的中外及新旧标准对照表。

本书特色明显、内容丰富、条理清晰、图文并茂、深浅适宜,不仅可作为大学本科相关专业的专业课教材,也可供夜大、函大、职大等相关专业选用,还可供从事机电一体化系统设计、制造的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机电一体化系统设计 / 张建民等编著. — 3版. — 北京:

高等教育出版社, 2000. 7

ISBN 978-7-04-021468-0

I. 机… II. 张… III. 机电一体化-系统设计-高等学

校-教材 IV. TH-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第088675号

策划编辑 卢 广 责任编辑 李京平 封面设计 李卫青 责任绘图 朱 静
版式设计 陆瑞红 责任校对 王 雨 责任印制 宋克学

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 天津新华二印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16

印 张 24.25
字 数 590 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2001年8月第1版
2007年7月第3版
印 次 2007年7月第1次印刷
定 价 30.20元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 21468-00

第三版前言

本书第一版1996年出版,2001年出版了第二版,经过十多年的使用,许多学校对本书提出了一些很好的建议。根据这些建议,我们对本书的相关内容做了适当删减与补充。由于该书是对学生所学基础理论课和专业基础课内容的综合运用,所以根据作者多年的教学、科研实践与教学需要,增加了计算机数字控制(CNC)及其数控程序编制基础的部分相关内容简介,对检测传感器与机电一体化系统元、部件特性分析以及典型机电一体化系统实例等章节的内容,做了部分修改与增补,并对各章之后的习题与思考题作了适当调整。

“机电一体化”是机械技术、电子技术和信息技术等各相关技术有机结合的一种新形式,是电子技术、信息技术向机械技术领域渗透过程中逐渐形成的一个新概念,是机械技术、电子技术与信息技术的新兴交叉学科。所谓“机电一体化”并不是机械技术和电子技术等的简单组合,而是相互取长补短、有机结合(融合),以实现系统构成与性能的最佳化。随着机械技术、电子技术和信息技术的飞速发展,机械技术、电子技术和信息技术的相互渗透势不可挡。“机电有机结合”是实现机电一体化系统(产品)的短、小、轻、薄和智能化,从而达到节省能源,节省材料,实现多功能、高性能和高可靠性目的的最根本的技术手段。本书的最大特点是,从机电有机结合的角度较系统地阐述了机电一体化系统的设计原理与设计方法,充分体现了“以机为主、以电为用、机电有机结合”的原则。

全书共分九章,内容包括:概论(简述了机电一体化原理及机电一体化系统设计的相关技术);机电一体化系统机械系统部件的选择与设计;机电一体化系统执行元件的选择与设计;机电一体化系统的微机控制系统的选择及接口设计;机电一体化系统的元、部件特性分析;计算机数字控制程序编制基础简介;机电一体化系统机电有机结合的分析与设计;传统机械加工设备的机电一体化改造分析与设计;典型机电一体化系统设计简介等。

参加本书编写工作的有张建民、唐水源、冯淑华、郝娟、牛志刚,由张建民任主编。本书曾得到清华大学王先逵教授、北京工业大学费仁元教授、北京机械工业学院徐小力教授、北京理工大学王信义教授的指导和帮助,在此谨向他们表示深切的谢意。

由于编著者水平和经验有限,书中难免不足之处,敬请读者批评指正。

编著者
2007年1月

目 录

第一章 概论	1	要求	23
第一节 机电一体化时代与机电一 体化技术革命	1	第二节 机械传动部件的选择与 设计	23
第二节 优先发展机电一体化的领 域及其共性关键技术	2	第三节 导向支承部件的选择与 设计	49
第三节 机电一体化系统构成要素 及功能构成	6	第四节 旋转支承部件的类型与 选择	67
第四节 机电一体化系统构成要素 之间的连接	9	第五节 轴系部件的选择与设计	75
第五节 机电一体化系统的功能 评价	11	第六节 机电一体化系统的机座 或机架	83
第六节 机电一体化系统设计的考 虑方法及设计类型	12	习题与思考题	89
第七节 机电一体化系统的设计 流程	13	第三章 执行元件的选择与 设计	90
第八节 机电一体化工程与系统 工程	15	第一节 执行元件的种类、特点及 基本要求	90
第九节 机电一体化系统的设计程 序、准则与规律	16	第二节 常用的控制用电动机	92
第十节 机电一体化系统的开发工 程与现代设计方法	17	第三节 直流(DC)与交流(AC)伺 服电机及驱动	96
习题与思考题	21	第四节 步进电机及驱动	103
习题与思考题	21	习题与思考题	124
第二章 机械系统部件的选择 与设计	23	第四章 微机控制系统的选择及 接口设计	125
第一节 机械系统部件的设计		第一节 专用与通用的抉择、硬件与 软件的权衡	125

目录

第二节	微机控制系统的设计思路	126	第六章	计算机数字控制程序编制基础简介	232
第三节	微机控制系统的构成与种类	130	第一节	数控机床类型及其控制方式	232
第四节	微机控制系统的软件与程序设计语言	134	第二节	数控系统组成及数控程序编制基础	235
第五节	微机应用领域及其选用要点	135	习题与思考题	248	
第六节	8086/8088CPU 的硬件结构特点	136	第七章	机电一体化系统机电有机结合的分析与设计	249
第七节	Z80CPU 的硬件结构特点、存储器及输入/输出扩展接口	144	第一节	机电一体化系统的稳态与动态设计	249
第八节	单片机的硬件结构特点及其最小应用系统	156	第二节	机电有机结合之一——机电一体化系统稳态设计的考虑方法	250
第九节	数字显示器及键盘的接口电路	162	第三节	机电有机结合之二——机电一体化系统动态设计的考虑方法	263
第十节	微机应用系统的输入/输出控制的可靠性设计	167	第四节	机电一体化系统的可靠性、安全性设计	278
第十一节	可编程逻辑控制器(PLC)的构成及应用举例	172	习题与思考题	286	
第十二节	常用检测传感器的性能特点、选用及其微机接口	178	第八章	传统机械加工设备的机电一体化改造分析与设计	288
习题与思考题	195		第一节	传统机械加工机床机电一体化改造分析	288
第五章	机电一体化系统的元、部件特性分析	197	第二节	微机控制系统的设计分析	299
第一节	自动控制理论与机电一体化系统	197	习题与思考题	314	
第二节	机电一体化系统的元、部件动态特性	206	第九章	典型机电一体化系统设计简介	315
第三节	传感器的动态特性	218	第一节	计算机数控机床	315
第四节	执行元件的动态特性	223			
习题与思考题	231				

第二节	工业机器人	337	习题与思考题	373
第三节	汽车的机电一体化概况	348	附录 常用基本逻辑符号的中外	
第四节	三坐标测量机	358	及新旧标准对照表	374
第五节	自动售票机	360	参考文献	376
第六节	自动售货机	365		
第七节	电子秤	367		
第八节	电子灶烹调自动化	371		

第一节 机电一体化时代与机电一体化技术革命

“机电一体化”是机械技术、电子技术和信息技术等各相关技术有机结合的一种新形式,是电子技术、信息技术向机械技术领域渗透过程中逐渐形成的一个新概念。关于机电一体化 (Mechatronics) 这个名词的起源,说法很多。早在 1971 年,日本《机械设计》杂志副刊就提出了 Mechatronics 这一名词,1976 年以广告为主的日本杂志 Mechatronics design news 开始使用,其中的 Mechatronics 是 Mechanics(机械学)与 Electronics(电子学)组合而成的日本造英语。目前,较为人们所接受的机电一体化的含义是日本机械振兴协会经济研究所提出的解释:“机电一体化乃是在机械的主功能、动力功能、信息功能和控制功能上引进微电子技术,并将机械装置与电子装置用相关软件有机结合而构成系统的总称”。可以说,机电一体化是机械技术、电子技术及信息技术相互交叉、融合(有机结合)的产物(图 1.1)。机电一体化含有技术与产品两方面的内容,首先是机电一体化技术,主要包括其技术原理,即使机电一体化系统(产品)得以实现、使用和发展的技术。其次是机电一体化产品,该产品主要是机械系统(或部件)与电子系统(或部件)用相关软件有机结合而构成的新的系统,且赋予其新的功能和性能的新一代产品。

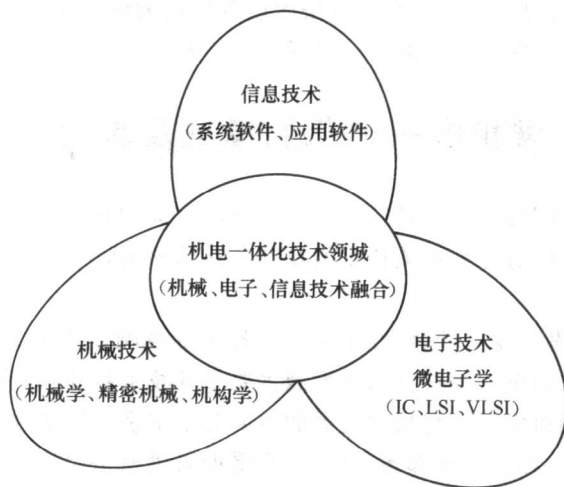


图 1.1 机电一体化技术领域

机电一体化打破了传统的机械工程、电子工程、信息工程、控制工程、光学工程等学科的分类,形成了融机械工程、电子工程、信息工程等多学科为一体,从系统的角度分析、解决问题的一门新兴的交叉学科。

机电一体化的发展有一个从自发状况向自为方向发展的过程。早在机电一体化这一概念出现之前,世界各国从事机械总体设计、控制部件设计和生产加工制造的科技工作者,已为机械技术与电子技术的有机结合自觉不自觉地做了许多工作,如电子工业领域的通信电台的自动调谐系统、计算机外围设备和雷达伺服系统、天线系统,机械工业领域的数控机床,以及导弹、人造卫星的导航系统等,都可以说是机电一体化的系统。目前人们已经开始认识到机电一体化并不是机械技术、电子(微电子)技术、信息(信息处理)技术以及其他新技术的简单组合、拼凑,而是有机地相互结合(融合),是有其客观规律的。简言之,机电一体化这一新兴交叉学科有其技术基础、设计理论和研究方法,只有对其有了充分理解,才能正确地进行机电一体化技术工作。

随着以 IC、LSI、VLSI 等为代表的微电子技术的惊人发展,计算机本身也发生了根本变革,以微型计算机为代表的微电子技术逐步向机械领域渗透,并与机械技术有机地结合,为机械增添了“头脑”,使其增加了新的功能和性能,从而进入以机电有机结合为特征的“机电一体化时代”。

众所周知,1 g(克)铀能够释放约相当于 10^6 g(1 吨)石油所具有的能量,这 10^6 的变化可称得上是能源技术的变革。如果说 10^6 的变革称得上革命的话,那么计算机已完成了这种(从计算速度和体积上看)革命性的变化。这种变革与单纯的改良、改善有本质的区别。曾以机械为主的产品,如机床、汽车、缝纫机、打字机、照相机等,由于应用了微型计算机等微电子技术,使它们都增添了“头脑”,具有新的功能和性能。这种将微型计算机等微电子技术用于机械并给机械以“智能”的技术革新潮流可称“机电一体化技术革命”。

机电一体化的目的是提高系统(产品)的附加价值,即多功能、高效率、高可靠性、省材料省能源,并使产品结构向短、小、轻、薄化方向发展,从而不断满足人们生活的多样化和生产的省力化、自动化需求。因此,机电一体化的研究方法应该改变过去那种拼拼凑凑的“混合”设计法,应该从系统整体的角度出发,采用现代设计、分析的方法,充分发挥相关学科的技术优势。

第二节 优先发展机电一体化的领域及其共性关键技术

机电一体化技术内部联系与外部影响如图 1.2 所示,其中机电一体化技术内部的主要技术作为发展的必备条件,但没有各种相关技术的发展和外部影响因素的相互配合,发展机电一体化技术将是不可能的。

机电一体化技术的发展受到社会、经济和科学技术的影响。图 1.3 是机电一体化技术和产品获得发展的支持系统,机电一体化技术的发展主要受其技术基础、经济基础和社会环境等条件的影响。因此,阻碍我国机电一体化技术发展的主要问题不是在技术内部,而是技术发展的需求与外部条件的支持能力。在许多外部条件中,主要受振兴机电工业的政策法规、人才培养和有利的组织、协调、规划的限制。尽管资金的筹集及人才的培养还不够适应,但只要政策对头、组织得当、合理使用,依靠现有力量,机电一体化技术对我国经济的发展是大有作为的。此外,在社会效

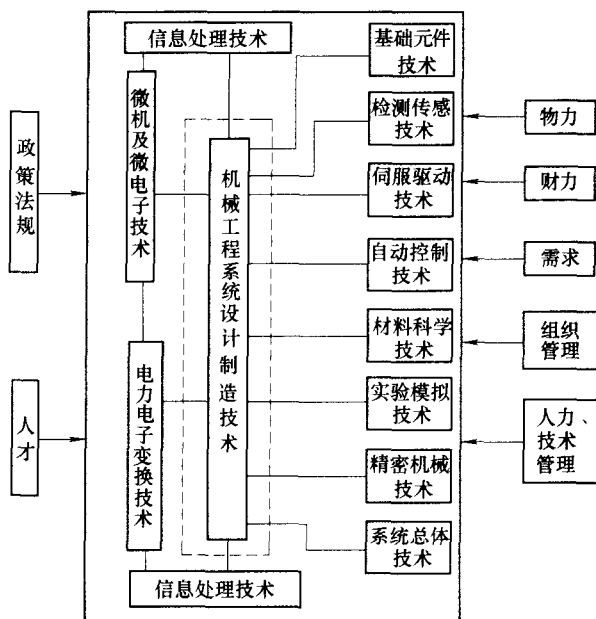


图 1.2 机电一体化技术的内部联系与外部影响

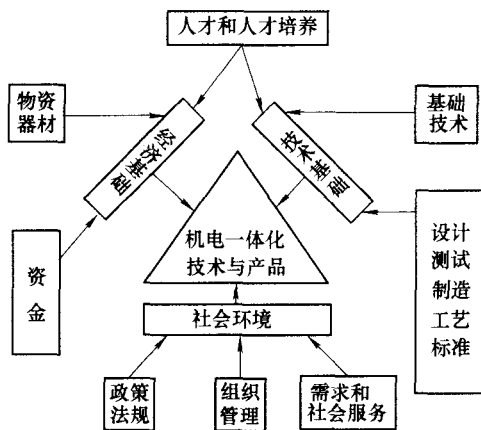


图 1.3 发展机电一体化技术与产品的支持系统

益十分显著的领域也要优先发展。根据我国实际情况,所有符合上述条件的领域还应按层次、有重点、有步骤地发展。据有关资料分析,优先发展机电一体化领域及具备优先发展机电一体化的条件如表 1.1 所示。

在机电工业中应用微电子技术,发展机电一体化所涉及的领域极其广泛,但优先发展的机电一体化领域必须同时具备下述几个条件:① 短期或中期普遍需要;② 具有显著的经济效益,例如:大大提高产品质量和性能、有效地节省能源和材料、进口产品国产化、扩大出口、带动其他行业机电一体化技术的发展、促进其他产品质量和性能的提高、显著提高管理水平;③ 具备或经过短期努力能具备必需的物质技术基础。还有社会效益十分显著的领域。

表 1.1 机电一体化优先发展领域及其必须具备的条件

优先发展产品领域		优先发展条件													
		数控机床等 控制设备	电子化量 具量仪	工业自动化 控制仪表	电子化低 压电器	工业机器人	电子化家 用电器	电子控制 轻工机械	电子控制 纺织机械	机电一体化 医疗器械	汽车机电 一体化	机电一体化 办公机械	机电一体化 印刷机械	电站控制 系统电子 化	数码相机、 数码摄像 机
1	短期或中期 普遍迫切需要	☆	☆	☆	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆
2	经济效益好	提高产品质量 和技术水平及 效益投资比	☆	☆	☆	☆			☆	☆		☆	☆		☆
		节省能源 和材料等	☆		☆	☆		☆			☆		☆	☆	☆
		促进产品国有化	☆	☆	☆		☆	☆			☆	☆	☆	☆	
		扩大外贸出口	☆					☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆
		能带动其他领域 的机电一体化发展			☆	☆				☆	☆	☆		☆	
		促进其他领域 产品的质量和水平	☆	☆	☆		☆		☆		☆			☆	
	显著提高 管理水平								☆		☆	☆	☆	☆	
3	具备或经过短期 努力能具备必需 的物质技术基础	☆	☆	☆	☆		☆		☆		☆	☆		☆	
4	社会效益十分显著					☆	☆			☆	☆		☆		

优先发展的系统(或产品)领域实现机电一体化,必须解决这些系统(或产品)采用微电子技术所面临的共性关键技术,这些共性关键技术有检测传感技术、信息处理技术、伺服驱动技术、自动控制技术、精密机械技术及系统总体技术等。目前这些技术包括的内容如下。

(1) 检测传感技术:检测传感器属于机电一体化系统(或产品)的检测传感元件。检测传感器的检测对象有温度、流量、压力、位移、速度、加速度、力和力矩等物理量以及物品的几何参数等,其检测精度直接影响机电一体化产品的性能。因此,要求检测传感器具有高精度、高灵敏度和高可靠性。检测传感器集机、光、电、声、信息等各种技术之大成,从其传感机理、元器件结构设计到制造工艺等都有需要研究和解决的问题。没有精度、质量、品种和数量能满足要求且廉价的检测传感元器件,就不能将机电一体化技术推向前进。检测传感技术的主要难点是提高可靠性、

精度和灵敏度,需研究的问题有:①提高各种敏感材料和元件的灵敏度及可靠度;②改进传感器结构,开发温度与湿度、视觉与触觉同时存在的复合传感器等;③研究在线检测技术,提高抗干扰能力;④研究具有自动诊断与自动补偿功能的传感器(智能化传感器)等。

(2) 信息(信息处理)技术:信息技术包括信息的输入、变换、运算、存储和输出技术。信息处理的硬件包括输入/输出设备、显示器、磁盘、计算机、可编程逻辑控制器和数控装置等。信息处理是否正确及时,直接影响机电一体化系统(产品)的质量和效率,因而成为机电一体化系统(产品)的关键技术。在信息处理技术方面存在的问题有提高处理速度、可靠性、抗干扰能力和操作性,以及标准化便于维修保养等。需要研究的问题有:①提高大规模集成电路(包括微芯片和专用集成电路)的制造工艺水平,保证其可靠性,降低其成本;②提高I/O、A/D、D/A转换的速度和可靠性;③开发高速处理技术(如高速运算的微处理器和高速处理图像技术等);④通信与传递(包括联机、信道分配、传递速率等);⑤加速可编程序控制器、微机的标准化,提高维修方便性;⑥信息处理的智能化等。

(3) 自动控制技术:自动控制技术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、再现、检索等技术。这些都是机电一体化技术中十分重要的关键技术。其技术难点是现代控制理论的工程化与实用化,以及优化控制模型的建立等。需研究的问题有:①多功能、全功能数控技术与装置(包括多轴联动CNC等);②分级控制系统;③复杂控制系统的模拟仿真;④智能控制技术;⑤自诊断监控技术及容错技术等。

(4) 伺服驱动技术:伺服驱动技术主要是指执行元件中的一些技术问题。伺服驱动包括电动、气动、液动等各种类型。伺服驱动技术对产品质量产生直接影响。机电一体化系统(产品)对机电转换部件(如电磁螺线管、电动机、液压马达等)执行元件的精度要求更高、可靠性更好、响应速度更快;对直流伺服电机,要求控制性能更好、速度和扭矩特性更稳定;交流调速系统的难点在于变频调速、电子逆变技术、矢量变换技术等。气动和液压系统中,各种元件都存在提高性能、可靠性、标准化以及减轻重量、小型化等多方面的问题。此外,希望执行元件满足体积小、重量轻和输出功率大三个方面的要求,以及提高其对环境的适应性和可靠性。其研究的问题有:①提高机电转换部件的精度、可靠性和快速响应性;②提高直流伺服电机的性能(高分辨率、高灵敏度);③对交流调速系统的研究;④大功率晶体管(GTR)和晶闸管(SCR、GTO)等功率器件的研制;⑤中、小惯量伺服电机的研制;⑥气动伺服技术的提高;⑦微型电磁离合器的研制等。

(5) 精密机械技术:机电一体化产品对精密机械提出的新要求有:减轻重量、缩小体积、提高精度、提高刚度、改善动态性能等。减轻重量、缩小体积不能降低机械的刚度,除考虑静态、动态的刚度及热变形的问题外,还要提高导轨面的刚度。因此,在设计时,要考虑采用新型复合材料和新型结构。为便于维修,要使零件模块化、标准化、规格化。需研究的问题有:①机械零部件的静态、动态刚性和热变形问题(既要求重量轻、体积小,又要求刚性好。如对结构进行优化设计、采用新型复合材料等);②提高关键零部件的精度(包括高精度导轨、精密滚珠丝杠、高精度主轴轴承和高精度齿轮等)并使之能批量生产,提高可靠性、降低成本;③超精加工与精密测量技术;④提高刀具、磨具质量,改进材质(高性能、超硬、复合刀具材料的开发和生产等);⑤摩擦、磨损与润滑问题;⑥零部件的模块化、标准化和规格化(提高互换性,保证维修方便)。

(6) 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,将总体分

解成若干功能单元,找出能完成各个功能的技术方案,再把功能与技术方案组合成方案组进行分析、评价和优选的综合应用技术。系统总体技术包括的内容很多,例如接插件、接口转换、软件开发、微机应用技术、控制系统的成套性和成套设备自动化技术等。即使各个部分的性能、可靠性都很好,如果整个系统不能很好协调,系统与产品也很难保证正常运行。需要研究的问题有:① 软件开发与应用技术,包括过程参数应用软件、实时精度补偿软件、CAD/CAM 及 FMS 软件、各种专用语言(如机器人语言)、实时控制语言、人-机对话编程技术、专用数据库的建立等;② 研究接插件技术,提高可靠性;③ 通用接口和数据总线标准化;④ 控制系统成套性和成套设备自动化;⑤ 软件的标准化。

第三节 机电一体化系统构成要素及功能构成

如图 1.4 所示,机电一体化系统由机械系统(机构)、信息处理系统(计算机)、动力系统(动力源)、传感检测系统(传感器)、执行元件系统(如电动机)五个子系统组成。通过传感器直接检测目标运动并进行反馈控制的系统为全闭环系统(图 a)。而通过传感器检测某一部位(如同服电机等)运动位移并进行反馈、间接控制目标运动的系统为半闭环系统(图 b)。机电一体化系统的基本特征是给机械增添了“头脑”(计算机信息处理与控制),因此是要求传感器、控制用接口元件、机械结构、控制软件技术水平较高的系统。其运动控制不仅仅是线性控制,还有非线性控制、最优控制、学习控制等各种各样的控制。

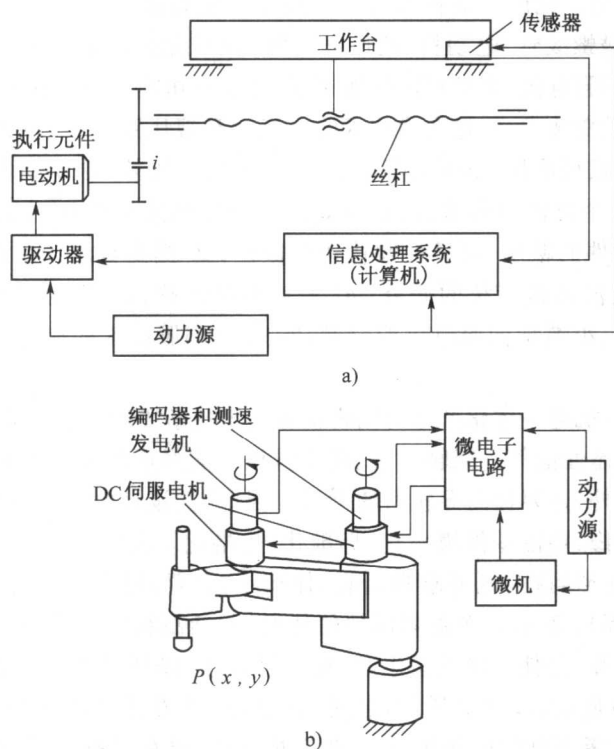


图 1.4 机电一体化系统(产品)基本构成

机电一体化系统是由若干具有特定功能的机械与微电子要素组成的有机整体,具有满足人们使用要求的功能(目的功能)。根据不同的使用目的,要求系统能对输入的物质、能量和信息(即工业三大要素)进行某种处理,输出所需要的物质、能量和信息。因此,机电一体化系统必须具有以下三大“目的功能”:① 变换(加工、处理)功能;② 传递(移动、输送)功能;③ 储存(保持、积蓄、记录)功能。图 1.5 为系统目的功能图。

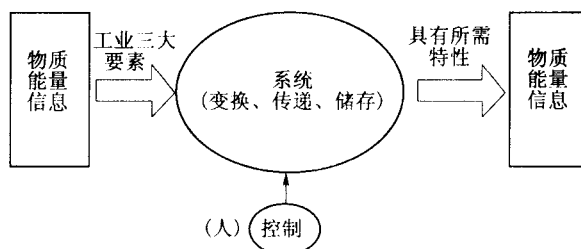


图 1.5 系统目的功能

以物料搬运、加工为主,输入物质(原料、毛坯等)、能量(电能、液能、气能等)和信息(操作、控制指令等),经过加工处理,主要输出改变了位置与形态的物质,将这种系统(或产品)称工作机,例如各种机床(切削、锻压、铸造、电加工、焊接设备、高频淬火等)、交通运输机械、食品加工机械、起重机械、纺织机械、印刷机械、轻工机械等。

以能量转换为主,输入能量和信息,输出不同能量的系统(或产品),称动力机。其中输出机械能的为原动机,例如电动机、水轮机、内燃机等。

以信息处理为主,输入信息和能量,主要输出某种信息(如数据、图像、文字、声音等)的系统(或产品),称信息机。例如各种仪器、仪表、计算机、打印机、传真机以及各种办公机械等。

不管哪类系统(产品),其系统内部必须具备图 1.6 所示的五种内部功能,即主功能、动力功

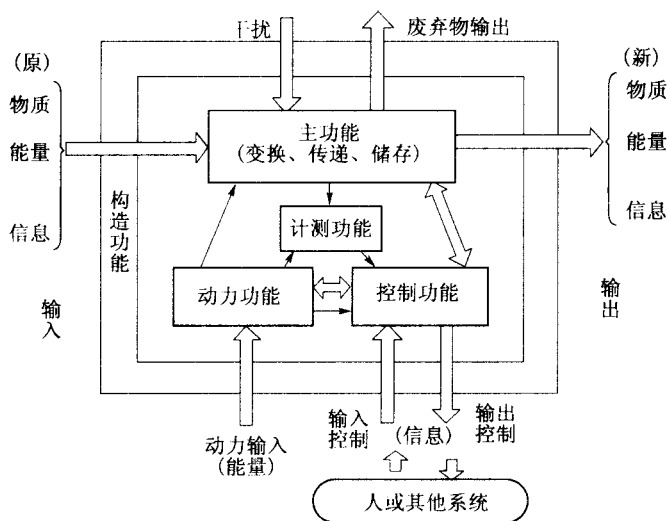


图 1.6 系统的五种内部功能

能、计测功能、控制功能、构造功能。其中主功能是实现系统“目的功能”直接必需的功能,主要是对物质、能量、信息及其相互结合进行变换、传递和存储。动力功能是向系统提供动力、让系统得以运转的功能;检测传感功能和控制功能的作用是根据系统内部信息和外部信息对整个系统进行控制,使系统正常运转,实施“目的功能”。而构造功能则是使构成系统的子系统及元、部件维持所定的时间和空间上的相互关系所必需的功能。从系统的输入/输出来看,除有主功能的输入/输出之外,还需要有动力输入和控制信息的输入/输出。此外,还有因外部环境引起的干扰输入以及非目的性输出(如废弃物等)。例如汽车的废气和噪声对外部环境影响,从系统设计开始就应予以充分考虑。图 1.7 是 CNC 机床内部功能构成实例。

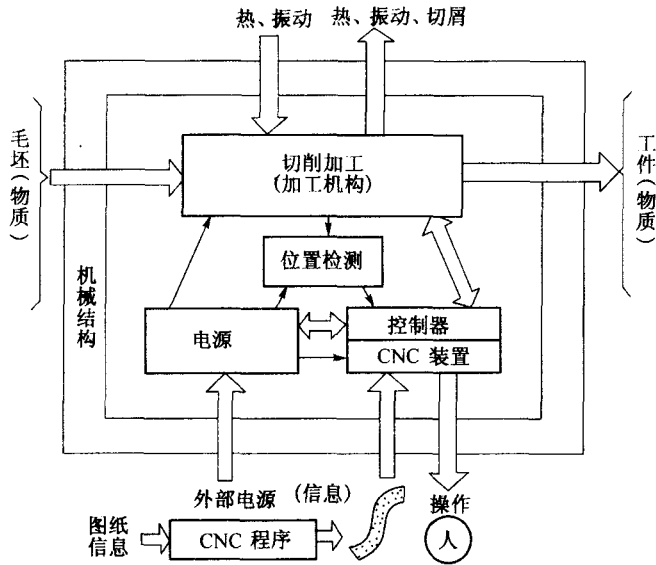


图 1.7 CNC 机床的内部功能构成

综上所述,机电一体化系统的五大要素及其相应的五大功能如图 1.8 所示。机电一体化系统五大要素实例如图 1.9 所示。

表 1.2 列出了机电一体化系统(产品)构成要素与人体构成要素的相对应关系。

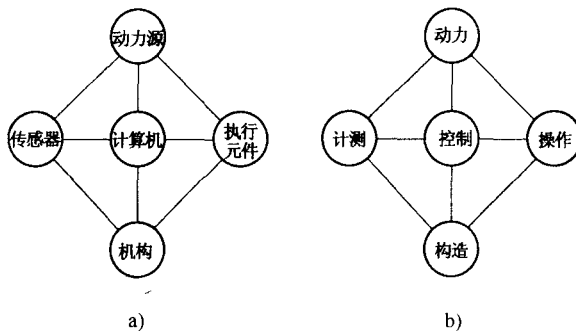


图 1.8 机电一体化系统的五大要素及其相应的五大功能

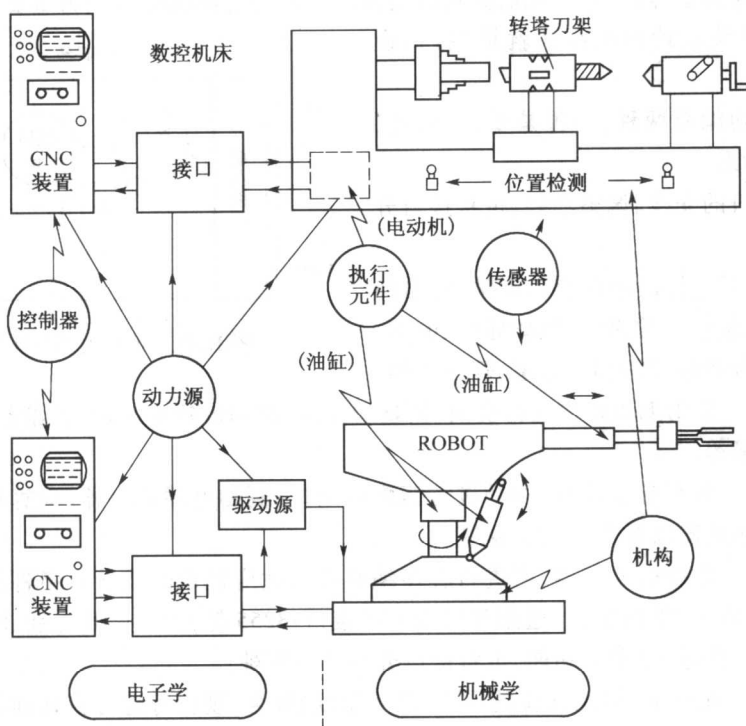


图 1.9 机电一体化系统五大要素实例

表 1.2 机电一体化系统构成要素与人体构成要素的对应关系

机电一体化系统(产品)要素	功能	人体要素
控制器(计算机等)	控制(信息存储、处理、传送)	头脑
检测传感器	计测(信息收集与变换)	感官
执行元件	驱动(操作)	肌肉
动力源	提供动力(能量)	内脏
机构	构造	骨骼

第四节 机电一体化系统构成要素之间的连接

构成机电一体化系统的要素或子系统之间必须能顺利地进行物质、能量和信息的传递与交换。为此,各要素或各子系统连接处必须具备一定的“联系条件”,这些联系条件称为接口(interface)。如图 1.10 所示,从系统外部看,机电一体化系统的输入/输出是与人、自然及其他系统之间的接口;从系统内部看,机电一体化系统是由许多接口将系统的构成要素输入/输出联系为一体的系统。从这一观点出发,系统的性能在很大程度上取决于接口的性能,各要素或各子系统之间的接口性能就成为整个系统性能好坏的决定性因素。机电一体化系统是机械、电子和信息等

功能各异的技术融为一体的综合系统,其构成要素或子系统之间的接口极为重要,在某种意义上讲,机电一体化系统设计归根结底就是“接口设计”。

广义的接口功能有两种,一种是变换、调整,另一种是输入/输出。

(1) 根据接口的变换、调整功能,可将接口分成以下四种:

① 零接口 不进行任何变换和调整,输出即为输入等,仅起连接作用的接口,例如导线、电缆、插头、插座、接线柱、联轴器、管道、管接头等。

② 无源接口 只用无源要素进行变换、调整的接口,例如齿轮减速器、进给丝杠、变压器、可变电阻器以及透镜等。

③ 有源接口 含有有源要素、主动进行匹配的接口,例如电磁离合器、运算放大器、光电耦合器、D/A、A/D 转换器以及力矩变换器等。

④ 智能接口 含有微处理器,可进行程序编制或可适应性地改变接口条件的接口,例如自动变速装置,通用输入/输出接口(通用可编程 I/O 接口:8255 等)、GP-IB 总线、STD 总线等。

(2) 根据接口的输入/输出功能,可将接口分为以下四种:

① 机械接口 由输入/输出部位的形状、尺寸精度、配合、规格等进行机械连接的接口,例如联轴器、管接头、法兰盘、万能插口、接线柱、插头与插座等。

② 物理接口 受通过接口部位的物质、能量与信息的具体形态和物理条件约束的接口,例如受电压、频率、电流、电容、传递扭矩的大小、气(液)体成分(压力或流量)约束的接口。

③ 信息接口 受规格、标准、法律、语言、符号等逻辑、软件约束的接口,例如 GB、ISO、ASCII 码、RS232C、FORTRAN、C、C++、VC、VB 等。

④ 环境接口 对周围环境条件(温度、湿度、磁场、火、振动、放射能、水、气、灰尘)有保护作用 and 隔绝作用的接口,例如防尘过滤器、防水连接器、防爆开关等。

图 1.11 为机电一体化系统各构成要素之间的相互联系。

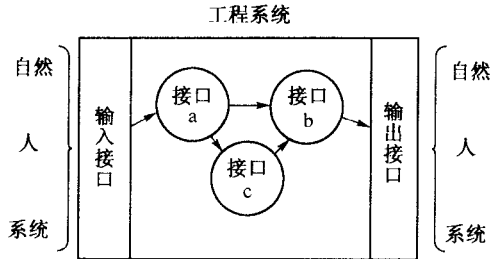


图 1.10 系统内部与外部接口

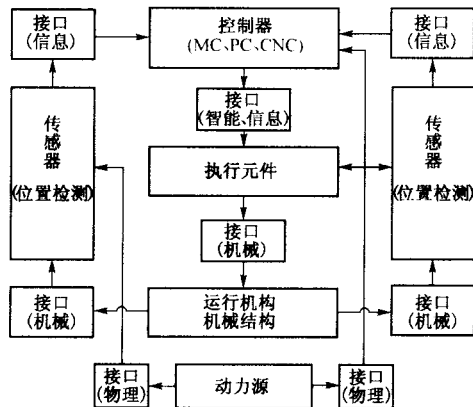


图 1.11 机电一体化系统构成要素之间的相互联系