



面向“十二五”高等教育课程改革项目研究成果



机电一体化技术基础

JIDIAN YITIHUA JISHU JICHU

◎ 主 编 徐 航 徐九南 熊 威

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

面向“十二五”高等教育课程改革项目研究成果

机电一体化技术基础

主 编:徐 航 徐九南 熊 威

副主编:张小波 封金祥 梁泉生



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 提 要

“机电一体化技术”从“系统”的角度出发,对机电一体化系统的基本概念和原理、机械技术、电子技术、自动控制技术、传感检测技术、接口技术、伺服控制技术等的工作原理、特点、选用原则和设计方法进行了系统的阐述;同时从机电有机结合的角度,对系统的稳态设计和动态设计方法作了简单介绍;最后列举了一些典型的机电一体化系统设计实例。

本书特色鲜明、内容丰富、条理清晰、图文并茂,既可作为工程型、应用型高等院校相关专业的专业课教材,也可供夜大、函大、职大等选用。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

机电一体化技术基础/徐航,徐九南,熊威主编. —北京:北京理工大学出版社,2010.7

ISBN 978-7-5640-3626-3

I. ①机… II. ①徐… ②徐… ③熊… III. ①机电一体化—高等学校—教材 IV. ①TH-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 156268 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市文通印刷包装有限公司

开 本 / 710 毫米×1000 毫米 1/16

印 张 / 18.25

字 数 / 345 千字

版 次 / 2010 年 7 月第 1 版 2010 年 7 月第 1 次印刷

印 数 / 1~1500 册

定 价 / 37.00 元

责任编辑/ 王叶楠

责任校对/ 张沁萍

责任印制/ 边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

“机电一体化”是机械技术、电子技术、信息技术、传感检测技术和自动控制技术等各相关技术有机结合的一种形式;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;是机电专业中一门综合性、系统性较强的专业课程。所谓“机电一体化”并不是机械技术和电子技术的简单组合,而是各种技术相互取长补短、有机融合,以实现系统稳、准、快等各方面都达到最佳化。随着机械技术、电子技术、自动控制技术、传感检测技术和信息技术的飞速发展,特别是计算机控制技术的迅猛发展,机电一体化产品的性能将更加优越,功能将更加齐全,种类将更加丰富。机电一体化产品也向着高可靠性、智能化、人性化的方向发展。

本书最大的特点是,从机电有机结合的角度系统全面地介绍了机电一体化系统的结构组成、功能及其特点,同时从自动控制技术的角度,阐述了机电一体化系统的设计方法。充分体现了高等院校机电一体化专业“以机为主,以电为用,机电有机结合”的原则。

机电一体化技术是机电专业综合性较强的专业课程,需要学生具有较多的知识储备。在学习机电一体化技术课程之前,学生应具备机械设计理论、数字电子技术和模拟电子技术等相关专业知识。本教材在讲清基本概念、基本理论的基础上,力求强调知识的应用,强调机电一体化系统的概念。

全书共分7章,内容包括:①机电一体化概论主要介绍机电一体化技术的定义和基本概念;②自动控制技术主要介绍了自动控制技术基本概念,PID控制、模糊控制、计算机控制以及简单介绍了先进控制方法;③机电一体化检测系统主要介绍了检测系统的结构组成、特点以及重点介绍了传感器的概念、基本特性和常见的传感器的结构原理、应用等;④伺服控制系统介绍了伺服控制系统的概念、类型、基本要求,阐述了交直流伺服电机、步进电机和变流变频技术;⑤接口技术介绍了接口的定义、类型,输入/输出接口、模拟量输入/输出通道,以及总线接口技术;⑥机械技术主要阐述了机械传动部件、导轨副和支承部件三大结构部件。最后介绍了几种典型的机电一体化产品。

本书由徐航、徐九南和熊威任主编,张小波、封金祥、梁泉生任副主编。全书由

徐航统稿,吕昌武、陈曦和符昕昕等同志参与了本书的编写和校稿工作。在此向他们表示衷心的感谢!

由于编者水平和经验有限,时间仓促,书中不妥与错误之处,恳请读者批评指正!

目 录

第1章 概论	(1)
1.1 机电一体化的定义	(1)
1.2 机电一体化系统的基本构成	(2)
1.3 机电一体化相关技术	(4)
1.4 机电一体化系统的设计	(7)
1.4.1 机电一体化系统的分类	(7)
1.4.2 机电一体化系统开发的类型	(8)
1.4.3 机电一体化系统设计方案的常用方法	(8)
1.4.4 机电一体化系统设计	(9)
1.4.5 机电一体化系统的设计流程	(9)
1.5 机电一体化技术的发展历程和发展趋势	(11)
1.5.1 机电一体化技术发展历程	(11)
1.5.2 机电一体化技术发展趋势	(12)
本章小结	(14)
思考题	(15)
第2章 机械技术	(16)
2.1 概述	(16)
2.2 机械传动	(17)
2.2.1 同步带传动	(17)
2.2.2 齿轮传动	(20)
2.2.3 谐波齿轮传动	(25)
2.2.4 滚珠螺旋传动	(29)
2.2.5 滑动螺旋传动	(42)
2.3 支承部件	(49)
2.3.1 轴系的支承部件	(49)
2.3.2 支承件	(57)
2.4 导轨副	(64)
2.4.1 导轨副的种类、基本要求和材料选择	(64)

2.4.2 滚动摩擦导轨副	(68)
2.4.3 滑动摩擦导轨副	(73)
本章小结	(81)
思考题	(81)
第3章 自动化控制技术	(83)
3.1 自动控制技术概述	(83)
3.1.1 自动控制系统的组成	(84)
3.1.2 自动控制系统的组成和性能指标	(85)
(1) 3.1.3 开环控制和闭环控制	(87)
(3) 3.2 PID 控制技术	(89)
(5) 3.2.1 数字 PID 控制	(90)
(4) 3.2.2 智能 PID 控制方法	(93)
(3) 3.3 模糊控制理论	(96)
(5) 3.3.1 模糊集合的基本概念	(97)
(8) 3.3.2 模糊推理	(98)
(8) 3.3.3 模糊控制器原理及设计	(99)
(3) 3.4 计算机控制系统	(102)
(9) 3.4.1 计算机控制系统的组成	(103)
(11) 3.4.2 计算机在控制中的应用方式	(105)
(11) 3.4.3 工业控制计算机	(108)
(3) 3.5 先进控制方法简介	(117)
(41) 3.5.1 模型预测控制	(118)
(21) 3.5.2 自适应控制	(121)
(01) 3.5.3 智能控制	(123)
(01) 3.5.4 神经控制	(125)
(1) 本章小结	(127)
(1) 思考题	(128)
第4章 检测技术与传感器	(129)
(4) 4.1 概述	(129)
(95) 4.1.1 检测系统的组成	(129)
(54) 4.1.2 传感器的概念及基本特性	(129)
(04) 4.1.3 信号传输与处理电路	(132)
(4) 4.2 位移检测	(133)
(52) 4.2.1 模拟式位移传感器	(133)
(40) 4.2.2 数字式位移传感器	(138)
(4) 4.3 速度、加速度检测	(145)

4.3.1 直流测速机速度检测	(145)
4.3.2 光电式转速传感器	(146)
4.3.3 加速度传感器	(147)
4.4 力、扭矩和流体压强检测	(147)
4.4.1 力检测	(148)
4.4.2 力矩测量	(150)
4.4.3 流体压强传感器	(151)
4.5 其他传感器	(153)
4.5.1 固态图像传感器(CCD)	(153)
4.5.2 激光检测	(156)
4.5.3 超声波检测	(157)
4.6 传感器的正确选择和使用	(158)
4.6.1 传感器的选择	(158)
4.6.2 传感器的正确使用	(159)
4.7 传感器前级信号处理	(160)
4.7.1 测量放大器	(161)
4.7.2 程控增益放大器	(162)
4.7.3 隔离放大器	(164)
4.8 传感器接口技术	(165)
4.8.1 传感器信号的采样/保持	(165)
4.8.2 多通道模拟信号输入	(167)
本章小结	(170)
思考题	(171)
第5章 伺服控制系统	(172)
5.1 概述	(172)
5.1.1 伺服系统的结构组成	(172)
5.1.2 伺服系统类型	(173)
5.1.3 伺服系统的基本要求	(174)
5.2 执行元件	(174)
5.2.1 执行元件的类型及其特点	(175)
5.2.2 伺服电动机及其控制	(175)
5.2.3 步进电动机	(183)
5.3 电力电子变流技术和PWM型变频电路	(189)
5.3.1 开关器件特性	(189)
5.3.2 变流技术	(190)
5.3.3 变频技术	(194)

(5.4) 伺服系统设计	(198)
(5.4.1) 方案设计	(198)
(5.4.2) 系统稳态设计	(199)
(5.4.3) 伺服系统动态设计	(203)
(本章小结)	(208)
(思考题)	(208)
第6章 接口技术	(210)
(6.1) 接口技术概述	(210)
(6.1.1) 接口的定义	(210)
(6.1.2) 接口的分类	(210)
(6.2) 人机交互接口技术	(211)
(6.2.1) 人机接口类型及特点	(211)
(6.2.2) 输入接口	(212)
(6.2.3) 输出接口	(215)
(6.3) 模拟量输入/输出通道接口技术	(220)
(6.3.1) A/D 转换接口	(220)
(6.3.2) D/A 转换接口	(224)
(6.3.3) 控制量输出接口	(226)
(6.4) 总线接口技术	(232)
(6.4.1) 串行通信基本概念	(232)
(6.4.2) 串行通信标准总线(RS-232-C)	(235)
(6.4.3) SPI 总线	(238)
(6.4.4) I ² C 总线	(244)
(本章小结)	(251)
(思考题)	(251)
第7章 典型机电一体化系统	(253)
(7.1) 机器人	(253)
(7.1.1) 机器人的由来	(253)
(7.1.2) 机器人的组成	(253)
(7.1.3) 机器人的分类	(254)
(7.1.4) 机器人技术的进展	(257)
(7.2) 数控机床	(258)
(7.2.1) 数控机床的产生	(258)
(7.2.2) 数控机床的组成	(259)
(7.2.3) 数控机床的基本工作原理	(260)
(7.2.4) 数控机床的分类	(260)

7.2.5 数控机床的加工特点	(261)
7.2.6 数控机床的发展趋势	(262)
7.2.7 Roeders RHP800 三轴数控超高速加工中心	(262)
7.3 雷达跟踪系统	(265)
7.3.1 雷达光电跟踪液压伺服系统的技术指标和要求	(265)
7.3.2 雷达光电跟踪液压伺服系统的特点分析	(266)
7.3.3 雷达无线伺服系统框图	(266)
7.3.4 实现方式	(267)
7.4 自动化制造系统	(268)
7.4.1 刚性自动化生产	(268)
7.4.2 柔性制造单元 FMC	(271)
7.4.3 柔性制造系统 FMS	(273)
7.4.4 柔性制造线 FML	(275)
7.4.5 柔性装配线 FAL	(276)
7.4.6 计算机集成制造系统(CIMS)	(277)
本章小结	(279)
思考题	(280)
参考文献	(281)

第1章

概 论

1.1 机电一体化定义

“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。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,1976 年以广告为主的日本杂志 Mechatronics design news 开始使用,其中 Mechatronics 是 Mechanics(机械学)与 Electronics(电子学)组合而成的单词。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(见图 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 and 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,并赋予其新的功能和性能的新一代产品。

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,从系统的角度分析问题、解决问题的一门新兴的交叉型学科。

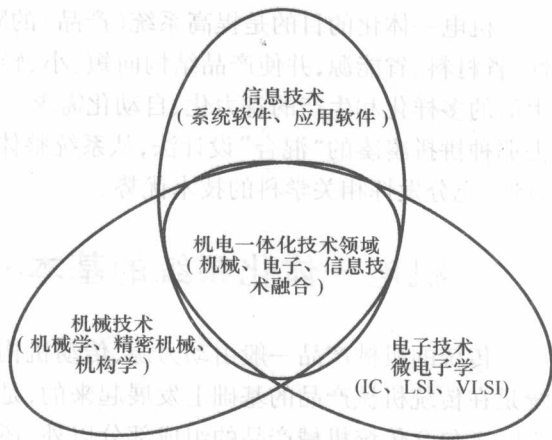


图 1-1 机电一体化技术领域

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 铀能够释放约相当于 10^6 g 石油所具有的能量,这 10^6 的变化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”,具有了新的功能和性能。这种将微型计算机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、薄的方向发展,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,机电一体化的研究应该改变过去那种拼拼凑凑的“混合”设计法,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。

1.2 机电一体化系统的基本构成

传统的机械产品一般由动力源、传动机构和工作机构等组成。机电一体化系统是在传统机械产品的基础上发展起来的,是机械与电子、信息技术结合的产物,它除了包含传统机械产品的组成部分以外,还含有与电子技术和信息技术相关的组成要素。一般而言,一个较完善的机电一体化系统包括以下几个基本要素:机械本体、检测传感部分、电子控制单元、执行器和动力源,各要素之间通过接口相互联系(见图 1-2)。

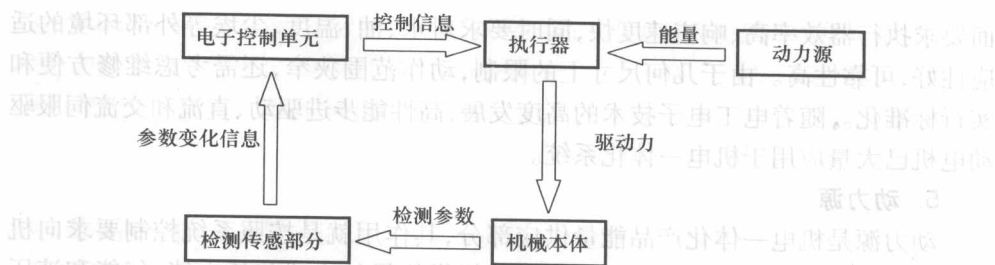


图 1-2 机电一体化系统的构成

1. 机械本体

机械本体包括机架、机械连接、机械传动等。所有的机电一体化系统都含有机械部分,它是机电一体化系统的基础,起着支撑系统中其他功能单元传递运动和动力的作用。与纯粹的机械产品相比,机电一体化系统的技术性能得到提高、功能得到增强。这就要求机械本体在机械结构、材料、加工工艺性以及几何尺寸等方面能够与之相适应,具有高效、多功能、可靠、节能、小型、轻量、美观的特点。

2. 检测传感部分

检测传感部分包括各种传感器及其信号检测电路,其作用就是监测机电一体化系统工作过程中本身和外界环境有关参量的变化,并将信息传递给电子控制单元,电子控制单元根据检测到的信息向执行器发出相应的控制指令。机电一体化系统要求传感器精度、灵敏度、响应速度和信噪比高;漂移小、稳定性高;可靠性好;不易受被测对象特征(如电阻、导磁率等)的影响;对抗恶劣环境条件(如油污、高温、泥浆等)的能力强;体积小、质量轻、对整机的适应性好;不受高频干扰和强磁场等外部环境的影响;操作性能好,现场维修处理简单;价格低廉。

3. 电子控制单元

电子控制单元又称 ECU(Electrical Control Unit),是机电一体化系统的核心,负责将来自各传感器的检测信号和外部输入命令进行集中、存储、计算、分析,根据信息处理结果,按照一定的程序和节奏发出相应的指令,控制整个系统有目的地运行。电子控制单元由硬件和软件组成,系统硬件一般由计算机、可编程控制器(PLC)、数控装置以及逻辑电路、A/D 与 D/A 转换、I/O 接口和计算机外部设备等组成;系统软件为固化在计算机存储器内的信息处理和控制程序,根据系统正常工作的要求编写。机电一体化系统对控制和信息处理单元的基本要求是,提高信息处理速度、提高可靠性、增强抗干扰能力以及完善系统自诊断功能、实现信息处理智能化和小型、轻量、标准化等。

4. 执行器

执行器的作用是根据电子控制单元的指令驱动机械部件的运动。执行器是运动部件,通常采用电力驱动、气压驱动和液压驱动几种方式。机电一体化系统一方

面要求执行器效率高、响应速度快,同时要求对水、油、温度、尘埃等外部环境的适应性好,可靠性高。由于几何尺寸上的限制,动作范围狭窄,还需考虑维修方便和实行标准化。随着电工电子技术的高度发展,高性能步进驱动、直流和交流伺服驱动电机已大量应用于机电一体化系统。

5. 动力源

动力源是机电一体化产品能量供应部分,其作用就是按照系统控制要求向机器系统提供能量和动力使系统正常运行。提供能量的方式包括电能、气能和液压能,以电能为主。除了要求可靠性好以外,机电一体化产品还要求动力源的效率高,即用尽可能小的动力输入,获得尽可能大的功率输出。

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,共同完成所规定的功能,即在机械本体的支持下,由传感器检测产品的运行状态及环境变化,将信息反馈给电子控制单元,电子控制单元对各种信息进行处理,并按要求控制执行器的运动,执行器的能源则由动力部分提供。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产品。

例如,日常使用的全自动照相机就是典型的机电一体化产品,其内部装有测光测距传感器,测得的信号由微处理器进行处理,根据信息处理结果控制微型电动机,由微型电动机驱动快门、变焦及卷片倒片机构,从测光、测距、调光、调焦、曝光到卷片、倒片、闪光及其他附件的控制都实现了自动化。

又如,汽车上广泛应用的发动机燃油喷射控制系统也是典型的机电一体化系统。分布在发动机上的空气流量计、水温传感器、节气门位置传感器、曲轴位置传感器、进气歧管绝对压力传感器、爆燃传感器、氧传感器等连续不断地检测发动机的工作状况和燃油在燃烧室的燃烧情况,并将信号传给电子控制装置 ECU, ECU 首先根据进气歧管绝对压力传感器或空气流量计的进气量信号及发动机转速信号计算基本喷油时间,然后再根据发动机的水温、节气门开度等工作参数信号对其进行修正,确定当前工况下的最佳喷油持续时间,从而控制发动机的空燃比。此外,根据发动机的要求,ECU 还具有控制发动机的点火时间、怠速转速、废气再循环率、故障自诊断等功能。

1.3 机电一体化相关技术

机电一体化发展至今已成为一门有着自身体系的新型学科,随着科学技术的不断发展,还将被赋予新的内容。

机电一体化是从系统的观点出发,综合运用机械技术、微电子技术、自动控制技术、计算机技术、信息技术、传感测控技术、电力电子技术、接口技术、信息变换技术以及软件编程技术等相关技术,根据系统功能目标和优化组织目标,合理配置与布局各

功能单元,在多功能、高质量、高可靠性、低能耗的意义上实现特定功能价值,并使整个系统最优化的系统工程技术。由此而产生的功能系统,则成为一个机电一体化系统或机电一体化产品。机电一体化相关技术如图 1-3 所示。

1. 机械技术

机械技术是机电一体化的基础,机械技术的着眼点在于如何与机电一体化技术相适应,利用其他高新科技来更新概念,实现结构

上、材料上、性能上的变更,满足减少质量、缩小体积、提高精度、提高刚度及改善性能的要求。机械手与人手的比较如图 1-4 所示。

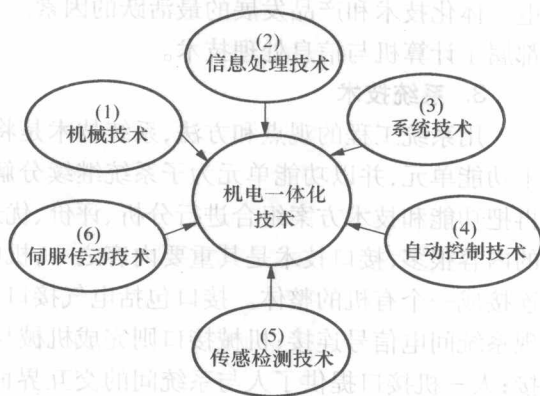


图 1-3 机电一体化的相关技术

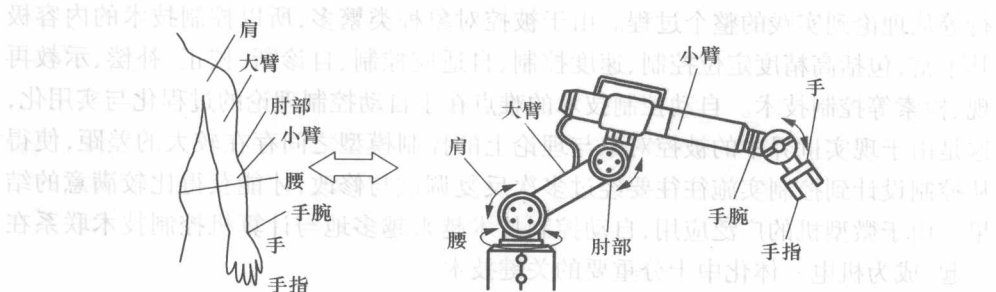


图 1-4 机械手与人手的比较

在制造过程的机电一体化系统中,经典的机械理论与工艺应借助于计算机辅助技术,同时采用人工智能与专家系统等,形成新一代的机械制造技术。这里原有的机械技术以知识和技能的形式存在,是其他技术代替不了的。如计算机辅助工艺规程编制(CAPP)是目前 CAD/CAM 系统研究的瓶颈,其关键在于如何将广泛存在于各行各业、企业、技术人员中的标准、习惯和经验进行表达和陈述,从而实现计算机的自动工艺设计与管理。

2. 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、决策等。实现信息处理的主要工具是计算机,因此,计算机技术与信息处理技术是密切相关的。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。

3. 系统技术

用系统的观点和方法,系统技术是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进行分析、评价、优选的综合应用技术。系统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连接成一个有机的整体。接口包括电气接口、机械接口、人一机接口。电气接口实现系统间电信号连接;机械接口则完成机械与机械部分、机械与电气装置部分的连接;人一机接口提供了人与系统间的交互界面。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地发展和完善之中。机电一体化系统接口功能如图 1-5 所示。

4. 自动控制技术

自动控制技术包括自动控制理论、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过程化与实用化,这是由于现实世界中的被控对象与理论上的控制模型之间存在较大的差距,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地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。

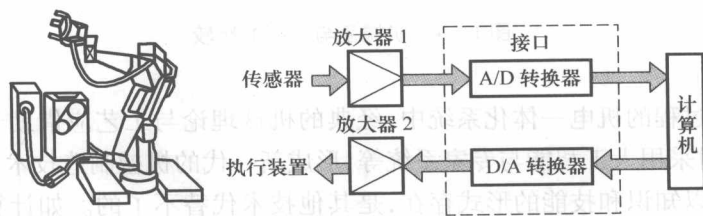


图 1-5 机电一体化系统接口功能

5. 传感检测技术

传感检测技术指与传感器及其信号检测装置相关的技术。在机电一体化产品中,传感器就像人体的感觉器官一样,将各种内、外部信息通过相应的信号检测装置感知并反馈给控制及信息处理装置,因此传感与检测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,它是机电一体化系统达到高水平的保证。

6. 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连接,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机构相连,以实现规定的动作。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。常见的伺服驱动有电液电动机、脉冲液压缸、步进电动机、直流伺服电动机和交流伺服电动机。由于变频技术的进步,交流伺服驱动技术取得突破性进展,为机电一体化系统提供质量的伺服驱动单元,极大地促进了机电一体化技术的发展。

综上所述,机电一体化是在传统技术的基础上由多种技术学科相互交叉、渗透而形成的一门综合边缘性技术学科,所涉及的技术领域非常广泛。要深入进行机电一体化研究及产品开发,就必须了解并掌握这些技术。

1.4 机电一体化系统的设计

机电一体化系统的设计过程中,要一直坚持贯彻机电一体化技术的系统思维方法,要从系统整体的角度出发分析研究各个组成要素间的有机联系,从而确定系统各环节的设计方法,并用自动控制理论的相关手段,进行系统的静态特性和动态特性分析,实现机电一体化系统的优化设计。

1.4.1 机电一体化系统的分类

从控制的角度,机电一体化系统可分为开环控制系统和闭环控制系统。

开环控制的机电一体化系统是没有反馈的控制系统,这种系统的输入直接送给控制器,并通过控制器对受控对象产生控制作用。一些家用电器、简易 NC 机床和精度要求不高的机电一体化产品都采用开环控制方式。开环控制机电一体化系统的优点是结构简单、成本低、维修方便,缺点是精度较低,对输出和干扰没有诊断能力。

闭环控制的机电一体化系统的输出结果经传感器和反馈环节与系统的输入信号比较产生输出偏差,输出偏差经控制器处理再作用到受控对象,对输出进行补偿,实现更高精度的系统输出。许多制造设备和具有智能的机电一体化产品都选择闭环控制方式,如数控机床、加工中心、机器人、雷达、汽车等。闭环控制的机电一体化系统的优点是高精度、动态性能好、抗干扰能力强,缺点是结构复杂、成本高、维修难度较大。

从用途分类,机电一体化系统的种类繁多,如机械制造业机电一体化设备、电