

21世纪高等学校机械设计制造
及其自动化专业系列教材

机电一体化控制技术与系统

(第二版)

周祖德 陈幼平 主编

华中科技大学出版社

HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

E-mail: hustpp@wuhan.cngb.com

华北水利水电学院图书馆



2010264766

TH-39
Z810(2)



21世纪高等学校机械设计
制造及其自动化专业系列教材

机电一体化控制技术与系统

(第二版)

周祖德 陈幼平 主编



00030/01

华中科技大学出版社

1026476

图书在版编目(CIP)数据

机电一体化控制技术与系统(第二版)/周祖德 陈幼平 主编
武汉:华中科技大学出版社, 2003年8月
ISBN 7-5609-2976-1

I. 机…
II. ①周… ②陈…
III. 机电一体化-控制技术-控制系统
IV. TH

21世纪高等学校

机械设计制造及其自动化专业系列教材

机电一体化控制技术与系统(第二版)

周祖德 陈幼平 主编

责任编辑:钟小珉 佟文珍

封面设计:潘群

责任校对:朱霞

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87545012

录排:华中科技大学出版社照排室

印刷:湖北新华印务有限公司

开本:787×1092 1/16

印张:15.25

字数:335 000

版次:2003年8月第2版

印次:2003年8月第8次印刷

定价:18.50元

ISBN 7-5609-2976-1/TH·127

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书以机电一体化控制技术的基本理论与系统实现方法的阐述为主体,在综合介绍机电一体化控制技术与系统的产生与发展过程的基础上,系统介绍了机电一体化控制技术与系统的基本理论和相关技术,包括检测与传感技术、驱动技术、接口技术、可编程控制器、智能控制技术及其在工业机器人中的应用、机电一体化系统的可靠性与诊断技术等。最后本书还特别介绍了柔性制造系统FMS和计算机集成制造系统CIMS的基本原理、系统结构与构建方法等。

本书的主要读者对象为高等工科院校机械设计制造及其自动化专业、机电一体化专业以及其他相近专业的本科生、研究生,同时还可供有关教师和科技人员参考。

21 世纪高等学校
机械设计制造及其自动化专业系列教材
编 审 委 员 会

顾问： 姚福生 黄文虎 张启先
 (工程院院士) (工程院院士) (工程院院士)

 谢友柏 宋玉泉 艾 兴
 (工程院院士) (科学院院士) (工程院院士)

 熊有伦
 (科学院院士)

主任： 杨叔子 周 济
 (科学院院士) (工程院院士)

委员： (按姓氏笔画顺序排列)

于骏一 王明智 毛志远 左武炘 卢文祥
朱承高 师汉民 刘太林 李培根 吴昌林
吴宗泽 何玉林 陈康宁 陈心昭 张春林
张福润 张 策 张健民 冷增祥 范华汉
周祖德 洪迈生 姜 楷 黄纯颖 童秉枢
傅水根 傅祥志 廖效果 黎秋萍 戴 同

秘书： 钟小珉 徐正达

21 世纪高等学校 机械设计制造及其自动化专业系列教材

总 序

发展是硬道理,而改革是关键。唐代大诗人刘禹锡写得多么好:“请君莫奏前朝曲,听唱新翻《杨柳枝》”。这是这位改革派的伟大心声。

1998年教育部颁布了新的普通高等学校专业目录。这是一大改革。为满足各高校开办“机械设计制造及其自动化”宽口径新专业教学的需要,华中科技大学出版社在世纪之交,千年之替,顺应时代潮流,努力推出了“机械设计制造及其自动化”专业系列教材。这套系列教材是在众多院士支持与指导下,由全国20余所院校数十位长期从事教学和教学改革工作的教师经多年辛勤劳动编写成的,它有特色,能满足机械类专业人才培养要求。

这套系列教材的特色在于,它紧密结合“机械类专业人才培养方案及教学内容体系改革的研究与实践”与“工程制图与机械基础系列课程教学内容和课程体系改革的研究与实践”两个重大教学改革项目,集中反映了华中科技大学和国内众多兄弟院校自实施教育部“高等教育面向21世纪教学内容和课程体系改革计划”以来,在改革机械类专业人才培养模式和课程内容体系方面所取得的成果。

这套系列教材,是完全按照两个重大教学改革项目的成果所提出的“机械设计制造及其自动化”宽口径专业培养方案中所设置的课程来编写的。这一培养方案的一个重要特点是:专业基础课按课群方式设置,即由力学系列课程,机械设计基础系列课程,计算机应用基础系列课程,电工、电子技术基础系列课程,机械制造技术基础系列课程,测控系列课程,经营管理系列课程等七大课群组成,有效地拓宽了专业口径和专业基础,体现了机械类专业人才培养模式的改革。

同时专业基础课按课群设置,也有利于加强课群内各门课程在内容上的衔接,有利于课程体系的进一步整合、优化及改革。专业基础课按七大课群设置,这得到了全国高校机械工程类专业教学指导委员会的充分赞同。

21世纪工程教育的一个基本特征就是“适应性”，就是坚持邓小平同志指出的教育的“三个面向”的战略思想。能适应，才能创业。要能多方适应科学技术的突飞猛进和社会的不断进步，就得进一步明确指导思想，进一步合适地拓宽专业口径与专业基础，构造现代化的人才知识结构、能力结构和素质结构，就得因史制宜、因地制宜、因势制宜，努力实现培养模式的多样化，切忌“千篇一律”、“千人一脸”，万紫千红方能有一个大好的春天。

这是一套具有较大改革力度的系列教材。教材的作者们认真贯彻了中央的教育方针与改革思想，体现出两个重大改革项目成果所提出的“以创新设计为核心，以机械技术与信息技术结合为龙头，以计算机辅助技术为主线，拓宽基础，强化实践”的总体改革思路，并本着整合、拓宽、更新和更加注重应用的原则，对课程的内容、体系进行了诸多重要改革，而且许多课程在开发电子教材方面也取得了长足进展。

按照减少学时、降低重心、拓宽面向、精选内容、更新知识的原则，对原机械专业三门主要专业课（机械制造工艺学、金属切削机床设计、金属切削原理与刀具）实行了整合和改造，编写出了供“机械设计及其自动化”宽口径专业学生学习的《机械制造技术基础》新教材。

改造了原电工技术、电子技术系列课程，将分散在几门课程中的强电知识整合为《机电传动控制》新课程，减少了重复，拓宽了基础，突出了“机电结合、电为机用”的特点。

使用自主版权软件改革传统工程制图内容体系，不仅实现了工程制图和计算机绘图内容的有机融合，也实现了制图课教学手段的现代化。

以设计为主线，重新规划了《机械设计》和《机械原理》课程体系结构，在内容上努力实现由注重学科的系统性向更加注重工程综合性的转化，在教学手段上全面引入多媒体技术，提升了课堂教学的效果和效率。

《金属材料及热处理》更名为《工程材料及应用》，除紧密结合现代科技成就，讲解金属材料的基本理论及应用外，还讲解了其他各类工程材料的有关知识。

《测试技术》更名为《工程测试与信息处理》，加强了与信息获取、传输、存贮、处理及应用有关的内容，并率先在国内建成网上测试技术虚拟实验室。

《液压传动》与《气压传动》整合为《液压传动与气压传动》，精简了内容，强化了应用，并制作出了相应的电子教案。

《材料成形工艺基础》在精选传统金属成形工艺内容的基础上，较大幅度地增

加了新材料、新工艺、新技术方面的知识。

编写出版了《现代设计方法》、《机构与机械零部件 CAD》、《柔性制造自动化概论》、《机电一体化控制技术与系统》及《机器人技术基础》等教材,反映了现代科技的新发展。

科学与工程既有联系又有区别。科学注重分析,工程注重综合。任何一项工程本身都是多学科的综合体。今天,工程技术专家的基本作用正是一种集成作用,工程技术专家的任务是构建整体。我们必须从我国国情出发,按照现代工程的特点和工程技术专家的基本作用来构建机械工程教育的内容和体系。

华中科技大学出版社依托全国高校机械工程类专业教学指导委员会、全国高校机械基础课程指导委员会,经过多年不懈的努力,使这套系列教材的出版达到了较高的质量水准。例如,目前已有九本被教育部批准为“面向 21 世纪课程教材”,有五本获得过国家级、省部级各种奖励,全套教材已被全国几十所高校采用,广泛受到教师和学生的欢迎。特别是其中一些教材(如《机械工程控制基础》、《数字控制机床》等),经长期使用,多次修订,已成为同类教材中的精品。

现在这套系列教材已经正式出版 20 多本,涵盖了“机械设计制造及其自动化”专业的所有主要专业基础课程和部分专业方向选修课程,能够较好地满足教学上的需要。我们深信,这套系列教材的出版发行和广泛使用,将不仅有利于加强各兄弟院校在教学改革方面的交流与合作,而且对机械类专业人才培养质量的提高也会起到积极的促进作用。

当然,由于编者学术水平有限,改革探索经验不足,组织工作还有缺陷,何况,形势总在不断发展,现在还远不能说系列教材已经完善,相反,还需要在改革的实践中不断检验,不断修改、锤炼,不断完善,永无休期。“嘤其鸣矣,求其友声。”我们殷切期望同行专家及读者们不吝赐教,多加批评与指正。

江泽民同志在 2000 年 6 月我国两院院士大会上号召我们:“创新,创新,再创新!”实践、探索、任重道远,只有努力开拓创新,才可能创造更美好的未来!

全国高校机械工程类专业教学指导委员会主任委员
中国科学院院士
华中科技大学教授

杨叔子

2000 年 6 月 6 日

第二版前言

当前,以微电子技术、网络通信与信息技术、自动化技术、人工智能技术和新材料技术为核心的新一代工程科学技术的迅猛发展,正在将我们所处的世界引入到一个全新的知识经济时代。这些新技术及新方法在制造领域的广泛渗透、应用与衍生,正在使现代制造业的面貌发生翻天覆地的变化,为现代制造业的飞跃发展提供了新的机遇和挑战。激烈的全球市场竞争迫使现代制造业更加注重对新理论、新概念、新方法和新技术的综合研究与应用,从而形成了现代制造系统的许多新观念。

在利用现有发达的微电子技术、网络通信与信息技术以及人工智能技术的基础上,将相关的新理论、新概念、新方法和新技术融入现代制造系统中的各控制环节并贯穿于整个制造过程中,进而形成了机电一体化控制技术这一全新的学科。

为了适应机械设计制造及其自动化专业以及其他相近专业的教学要求,满足从事机械加工自动化的设计、制造与生产管理等技术人员知识更新的迫切需要,周祖德教授和唐泳洪教授于1992年编写了《机电一体化控制技术与系统》一书,对机电一体化学科领域的基础理论与基本技术进行了较全面的阐述,对相关技术给予了扼要的介绍。多年来的使用表明,该书较好地完成了对机械设计制造及其自动化专业以及其他相近专业的教学要求和技术人员的知识更新。但是,必须看到,自从该书出版以来,微电子技术、网络通信与信息技术、自动化技术和人工智能技术又有了巨大的发展,使得该书部分章节的内容已不能满足实际需要,甚至有的部分已变得陈旧。因此,我们在原书的基础上,重新编写了本书,在内容上做了许多重大改动,删除了陈旧的内容,增加了许多新的理论方法与相关技术。

本书在阐述机电一体化控制技术与系统的产生与发展过程的基础上,详细介绍了机电一体化控制技术与系统中的检测与传感技术;阐述了对步进电动机、直流电动机、交流电动机以及直线电动机的驱动及控制方法,并介绍了PMAC运动控制器的特点和硬、软件结构及其在CNC系统中的应用;接着,对机电一体化系统中的接口技术进行了综合介绍,给出了输入、输出及人机接口的类型与特点以及相应的设计方法;同时,本书还介绍了可编程控制器技术与系统,对其基本原理、主要功能与特点以及硬、软件结构和设计方法进行了详细阐述,并给出了可编程控制器应用系统的一般设计原则与步骤以及设计实例;另一方面,对机电一体化系统中的诸如人工神经网络、模糊控制、学习控制、专家控制系统等智能控制方法与技术进行了综合阐述,并介绍了智能控制在工业机器人控制中的应用;与此同时,还对机电一体化系统中的可靠性与诊断技术进行了详细介绍;最后,还特别介绍了柔性制造系统FMS和计算机集成制造系统CIMS的基本原理、系统结构与构建方法等。

全书共分八章。周祖德编写了第一章,并提出了全书各章的基本框架与写作思路;朱国力编写了第二章;陈幼平、苏义鑫和谢经明共同编写了第三章;袁楚明编写了第四章和第七章;冯

清秀编写了第五章；陈幼平和余文勇共同编写了第六章；陈幼平编写了第八章，并负责全书的统稿与修改。

鉴于我们的业务水平有限，而且由于机电一体化控制技术与系统的研究工作发展很快，不断有新的理论和方法产生，因此，本书中的错误和不妥之处在所难免，希望同行专家和读者不吝指教，以期将此书进一步完善。

编 者

2002年12月于华中科技大学

第一版前言

本书是为适应机电一体化专业、机械制造自动化专业以及其他相近专业的教学要求,满足从事机械加工自动化的设计、制造与生产管理等技术人员知识更新的迫切需要而编写的。在内容安排上既注意本领域内基础理论及基本技术的阐述,也考虑了本领域内相关技术的扼要介绍;既讲解基本原理,同时也给出了如何应用基本原理处理工程实际问题的范例或工程应用实例;既着眼于先进技术及其未来的发展,同时也注重我国当前的国情。在行文叙述方面力求由浅入深,循序渐进。

全书共分七章,内容包括:机电一体化的基础技术(如检测与传感、驱动等技术);机电一体化的典型设备与系统(如可编程控制器、工业机器人、柔性制造系统 FMS、计算机集成制造系统 CIMS 等);保证机电一体化系统可靠运行技术(如监控、故障诊断与容错技术)。

本书由周祖德编写第一、六、七章,由朱国力编写第二章,由王朝阳、雷冬冬编写第三章,由冯清秀编写第四章,由徐沁泉、唐泳洪编写第五章,并由唐泳洪承担全书的修改与统稿工作。

本书获得了国家教委优秀青年教师基金和国家自然科学基金资助。

在编写过程中,张福润以及有关领导给予了热情的帮助与支持,提出了许多宝贵的建议和意见,在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中定有不少疏漏中和错误之处,恳切希望诸位读者给予批评和指正。

编 者

1992年1月



机电一体化 控制技术与系统

第1章 绪论	(1)
1.1 机电一体化技术的产生与发展	(1)
1.2 机电一体化的相关技术	(2)
1.3 机电一体化技术的发展前景	(5)
1.4 机电一体化的典型技术及系统	(7)
第2章 机电一体化系统中的传感器技术	(9)
2.1 位移传感器	(9)
2.2 速度检测传感器	(21)
2.3 位置传感器	(23)
2.4 压力传感器	(26)
第3章 电动机驱动及其控制	(30)
3.1 步进电动机驱动及控制	(30)
3.2 直流电动机驱动及其控制	(38)
3.3 交流电动机驱动与调速	(45)
3.4 永磁同步直线电动机及其应用	(51)
3.5 位置随动系统	(55)
3.6 PMAC 运动控制器	(60)
第4章 机电一体化系统中的接口技术	(72)
4.1 接口的分类和特点	(72)
4.2 模拟信号输入接口	(74)
4.3 模拟信号输出接口	(85)
4.4 开关信号输入/输出通道接口	(94)
4.5 人机接口设计	(97)

第5章 可编程序控制器技术与系统	(107)
5.1 概述	(107)
5.2 可编程序控制器的基本原理	(109)
5.3 可编程序控制器软件技术	(113)
5.4 可编程序控制器应用系统设计	(122)
5.5 可编程序控制器应用系统介绍	(127)
第6章 机电一体化系统中的智能控制技术与系统	(130)
6.1 人工神经网络	(130)
6.2 模糊控制	(140)
6.3 学习控制系统	(144)
6.4 专家控制系统	(147)
6.5 智能控制在机器人控制中的应用	(154)
第7章 机电一体化控制系统的可靠性与诊断技术	(160)
7.1 机电一体化控制系统的可靠性描述	(160)
7.2 机电一体化控制系统的故障类型	(165)
7.3 机电一体化控制系统的故障诊断与容错技术	(170)
7.4 机电一体化控制系统的干扰抑制与处理	(182)
第8章 现代制造技术与系统	(189)
8.1 柔性制造系统的特点与组成	(189)
8.2 计算机集成制造系统(CIMS)	(197)
8.3 典型的FMS和CIMS	(201)
8.4 并行工程(CE)	(208)
8.5 敏捷制造(AM)	(212)
8.6 快速制造(RM)	(216)
8.7 虚拟制造(TM)	(220)
复习思考题	(227)
主要参考文献	(229)



绪 论

1.1 机电一体化技术的产生与发展

机电一体化是机械、电子、计算机和自动控制等技术有机结合的一门复合技术,其产生与发展与自动化技术的发展密切相关。

在工程技术和科学的发展过程中,自动化与自动控制技术起着极其重要的作用。它除了在宇宙飞船、导弹制导和飞机驾驶系统等领域中获得广泛应用外,在冶金、电力、化工、炼油、轧钢等生产部门,也起着重要的作用。目前它已成为现代机器制造业和电子化机械产品中十分重要而不可缺少的组成部分。

自动化技术是逐渐发展起来的。18世纪的锅炉供水的水位调节装置,19世纪的转速调节器,都是行之有效的自动控制装置。20世纪30年代,自动化技术已普遍应用于各类生产过程中,当时所实现的只是单机或单个温度、压力、流量等工艺参数的控制。20世纪40年代到50年代,随着生产规模的进一步扩大,生产水平的逐渐提高,自动化水平亦在不断提高。气动仪表、电动单元组合仪表及巡回检测装置等自动化仪表的采用,使得一些比较复杂的生产过程和一个工段或一个车间的集中控制得以实现。

20世纪60年代以来,由于生产向综合自动化方向发展,对控制设备和控制方式提出了崭新的要求。电子计算机的发展,特别是微型计算机的广泛应用,标志着工业自动化的一次重大技术革命。从60年代到80年代,自动化技术的发展经历了三个时期。60年代是自动化定向的时期。它以高速成长、大量生产为背景,在过程控制和机械加工两个领域内相继实现自动化。因此,这一时期以单机自动化和专用设备自动化为主。70年代是系统自动化的时代。这一时期注意从总体考虑,从个别设备的自动化进入到追求整条生产线的自动化以及工段、车间的综合自动化。80年代则是综合自动化的时期。这一时期出现了便于产品更新换代,提高市场竞争能力,适合中、小批量生产的柔性制造系统(FMS)与机电一体化产品。

由此可见,机电一体化技术实际上是自动化技术发展的一个阶段和必然产物。它是自动化领域中机械技术与电子技术有机地结合而产生的新技术,是在信息论、控制论和系统论基础上建立起来的一种应用技术。机电一体化一词(メカトロニクス(Mechatronics))最早起源于日

本,这个词的前半部分,“mecha”表示 mechanic(机械学),后半部分“tronics”表示 electronics(电子设备或电子学),因此,从字面上讲,应该是机械电子学。我国习惯地称之为机电一体化。

机电一体化技术得以发展的根本原因,在于生产的发展和科学技术的进步,其中特别是自动化技术与计算机科学起了重要作用。第二次世界大战以后,几乎是同时诞生的系统工程、控制论和信息论这三门科学,既是自动化与机电一体化的理论基础,也是机电一体化技术的方法论。而微电子技术的发展,半导体大规模集成电路制造技术的进步,则为机电一体化与自动化技术奠定了物质基础。反过来,机械制造技术也对微电子学和自动化技术作出了重大贡献。如大规模集成电路芯片的制造就是以超精密机械加工为基础的。而这种加工设备本身又是一种计算机控制的自动化系统,即机电一体化的系统。由此可见,机电一体化技术的产生既是微电子技术 with 自动化技术发展的结果,又是信息论、控制论和系统工程付诸生产实践的结果。

进入 20 世纪 80 年代,机电一体化技术和产品如雨后春笋不断涌现。现代化的机械将电子技术、自动化技术、计算机技术融为一体,从而使机电一体化进入了所谓大发展时期。

综上所述,机电一体化技术的产生,并不是孤立的,而是各种技术互相渗透的结果。它代表了正在形成中的新一代生产技术,其产生的时间虽然不长,但已显示出并将越来越显示出强大的威力。在世界范围内,各国掀起的机电一体化热潮正在蓬勃兴起,并已渗透到国民经济、社会生活的各个领域。可以说,从军事到经济,从生产到生活,从简单的消费品生产到复杂的社会生产和管理系统,机电一体化几乎达到“无孔不入”的地步。它促使产业结构、产品结构、生产方式和管理体系发生了深刻的变化,促进了新兴产业的发展,同时也引起了各国为发展机电一体化技术的激烈竞争,从而又反过来在全世界范围内更进一步推动机电一体化技术,特别是机电一体化控制技术与系统向前迅速发展。近十多年来,随着光电子技术的发展以及光电子技术与机电行业的融合和渗透,出现了所谓机光电一体化技术与产业。应该说,机光电一体化是机电一体化的深化和更高层次的集成,其技术与产业已展现出广阔的美好前景。

1.2 机电一体化相关技术

当代科学技术的发展出现了纵向分化、横向综合的重要趋势。机电一体化就是机械技术和电子技术相互交叉、渗透和综合发展的产物。就其组成而言,则涉及到机械技术、电子技术、控制技术、信息技术等。从某种意义上讲,机电一体化已经成为交叉学科和综合技术的代名词,但由于机电一体化的概念和内容随着科学技术的进步而不断地演化和修正,因此,至今尚没有一个机电一体化技术体系的准确定义,一般是从机电一体化基本技术、功能及构成要素来对其加以说明的。

日本三菱综合研究所牧野升副所长对机电一体化提出了三个基本支撑技术,即:①微型计算机(包括大规模集成电路 LSI),通过计算与控制实现智能功能,相当于人的头脑;②传感器,通过信息流通实现感知功能,相当于人的感觉器官;③软件,实现信息功能,相当于人的神经系

统。也就是说,机电一体化产品或系统,如人体一样,从各种感觉器官得到各种信息,通过神经传递给神经中枢,经过思维处理,再经过大脑指挥各部分动作,其结构图如图 1.1 所示。

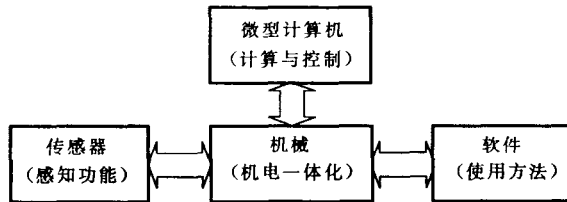


图 1.1

我国有关学者根据机电一体化的定义,就机电一体化的基本体系提出了如图 1.2 所示的框图。

这两者从不同的角度给出了机电一体化技术体系的基本定义。为了全面理解机电一体化的技术体系,还必须对机电一体化的共性相关技术进行深入了解。

机电一体化的共性相关技术可以归纳为六个方面:检测传感技术、信息处理技术、自动控制技术、精密机械技术、伺服传动技术、系统总体技术。各种技术之间的关系如图 1.3 所示。

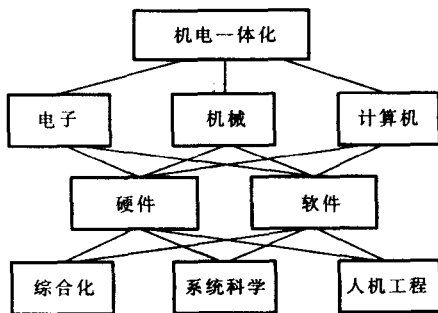


图 1.2

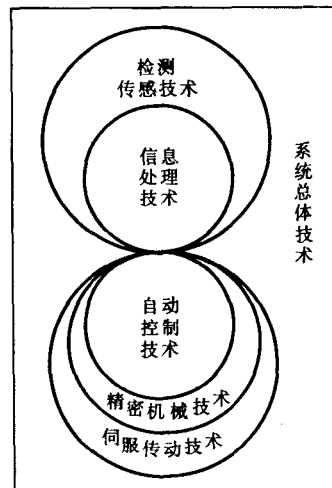


图 1.3

1. 检测传感技术

能检测各种物理量,将测得的各种参量转换为电信号,并输送到信息处理部分的功能器件统称为检测传感元器件或装置。

传感器是检测部分的核心,它相当于人的感觉器官。例如数控机床在加工过程中,利用力传感器或声发射传感器等,将刀具磨损情况检测出来,与给定值进行比较,当刀具磨损到引起负荷转矩增大并超过规定的最大允许值时,机械手自动地进行更换,这是安全运行与提高加工质量的有力保障。

机电一体化产品中使用的传感器种类很多,用量较大的有位置、温度、湿度、压力、流量、音响、光度等传感器。国际上正在发展集成传感器,如集成温度传感器、集成光电传感器、集成压力传感器等。另外,在传感单元中集成信息处理元件的所谓智能传感器也开始应用和发展。该项技术有很多课题需要解决,在应用上有着广阔的前景。

2. 信息处理技术

信息处理技术包括信息的输入、交换、运算、存储和输出等技术。它可以通过微机、单片机、单板机、可编程控制器和光电子器件或其他 I/O 等电子装置来实现。信息处理部分相当于人的大脑,指挥整个系统的运行。

提高信息处理的速度,如采用超级微机或超大规模集成技术;提高系统的可靠性,如采用自诊断、自恢复和容错技术;加强智能化,如采用人工智能技术和专家系统等,都是信息处理技术今后发展的方向。

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、示教再现、检索等技术。在机电一体化技术中,自动控制主要是解决如何提高产品的精度、提高加工效率、提高设备的有效利用率等几个主要方面的问题。其主要技术关键,在于现代控制理论在机电一体化技术中的工程化与实用化、优化控制模型的建立及边界条件的确定等。

4. 伺服传动技术

伺服传动技术是指执行系统和机构中的一些技术问题。伺服传动包括电动、气动、液压等各种类型的传动装置,这部分的功能相当于人的手足的功能。它直接执行各种有关的操作,对产品质量产生直接影响。

伺服传动技术的电气传动与伺服,20世纪80年代后有了新的发展。主要表现在:AC(交流)伺服技术日趋完善,并进入实用阶段;DC(直流)技术在机器人诸领域中得到成功的应用;步进电动机技术有了新的进展;超声波电动机和直线电动机等一系列新型伺服电动机因其特有的高性能而为人们所关注和研究。此外,气动伺服技术、电液比例技术以及新型液压驱动技术等都在当今机械工业自动化技术中发挥着特殊作用。

5. 精密机械技术

机电一体化系统中的机械部分,较一般的同类型机械,精度要求更高,要有更好的可靠性及维护性,同时要有更新颖的结构。零部件要求模块化、标准化、规格化等。也就是说,在机电一体化产品中,对机械本体和机械技术本身都提出了新的要求。这种要求的核心就是精密机械技术。