

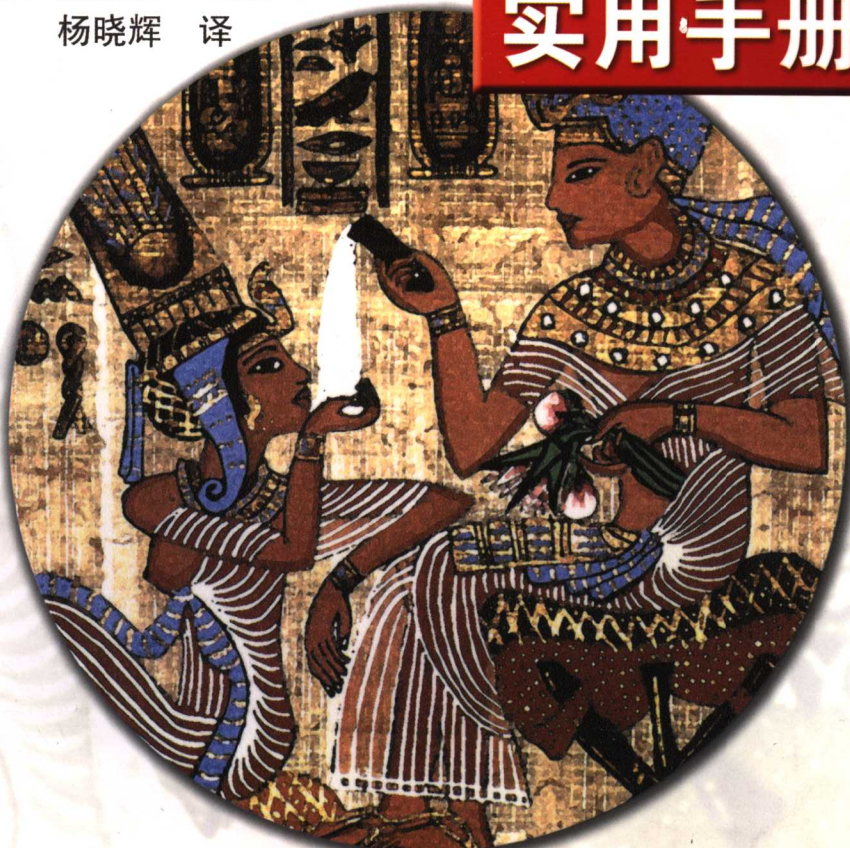
Technology
实用技术

OHM *handbook* 第二版

机电一体化

〔日〕三浦宏文 主编
杨晓辉 译

实用手册



 科学出版社
www.sciencep.com

OHM Handbook 第二版

1

机电一体化

主编：王树槐
副主编：王树槐

实用手册



机械工业出版社

号 88TS-0003-10 字图

OHM *handbook*

第二版

机电一体化

实用手册

〔日〕三浦宏文 主编
杨晓辉 译



科学出版社

北京

元 00.54 付 宝

(出社、列開資資译典、部同量部芽印查版)

图字: 01-2006-2188 号

内 容 简 介

本书为“OHM handbook”系列之一。该系列共 4 册,分别对电工、电子、机械及机电一体化等专业领域的基础理论知识、典型应用及最新发展动态进行介绍。本系列特点是内容丰富但精练,重点突出,插图丰富,有重点名词提示,并在书末附有中文索引。

本书共 10 章 126 节,主要以机器人为主线来介绍机电一体化技术,主要内容包括机电一体化的基础知识、机械零件与机构、传感器技术、执行装置技术、计算机技术、机械电子系统控制技术,以及机器人技术、机电一体化的实践和机器人竞赛等。为便于读者理解,书中引用约 640 幅插图,内容循序渐进,叙述精练,易读易懂。

本书既可以作为机电一体化的实用工具书,也可以作为机器人的入门书,同时也是机器人竞赛参考书。读者对象主要为从事或学习机电一体化和机器人技术的读者即企事业单位的科研、技术人员,以及大专院校的师生。

图书在版编目(CIP)数据

机电一体化实用手册 / (日)三浦宏文主编;杨晓辉译. —2 版.

—北京:科学出版社,2007

(OHM handbook)

ISBN 978-7-03-017984-5

I. 机… II. ①三…②杨… III. 机电一体化-技术手册
IV. TH-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 104065 号

责任编辑:刘红梅 崔炳哲 / 责任制作:魏 谨

责任印制:刘士平 / 封面设计:李 力

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2001 年 8 月第 一 版 开本: A5(890×1240)

2007 年 1 月第 二 版 印张: 18 1/2

2007 年 1 月第七次印刷 字数: 461 000

印数: 21 001—26 000

定 价: 42.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

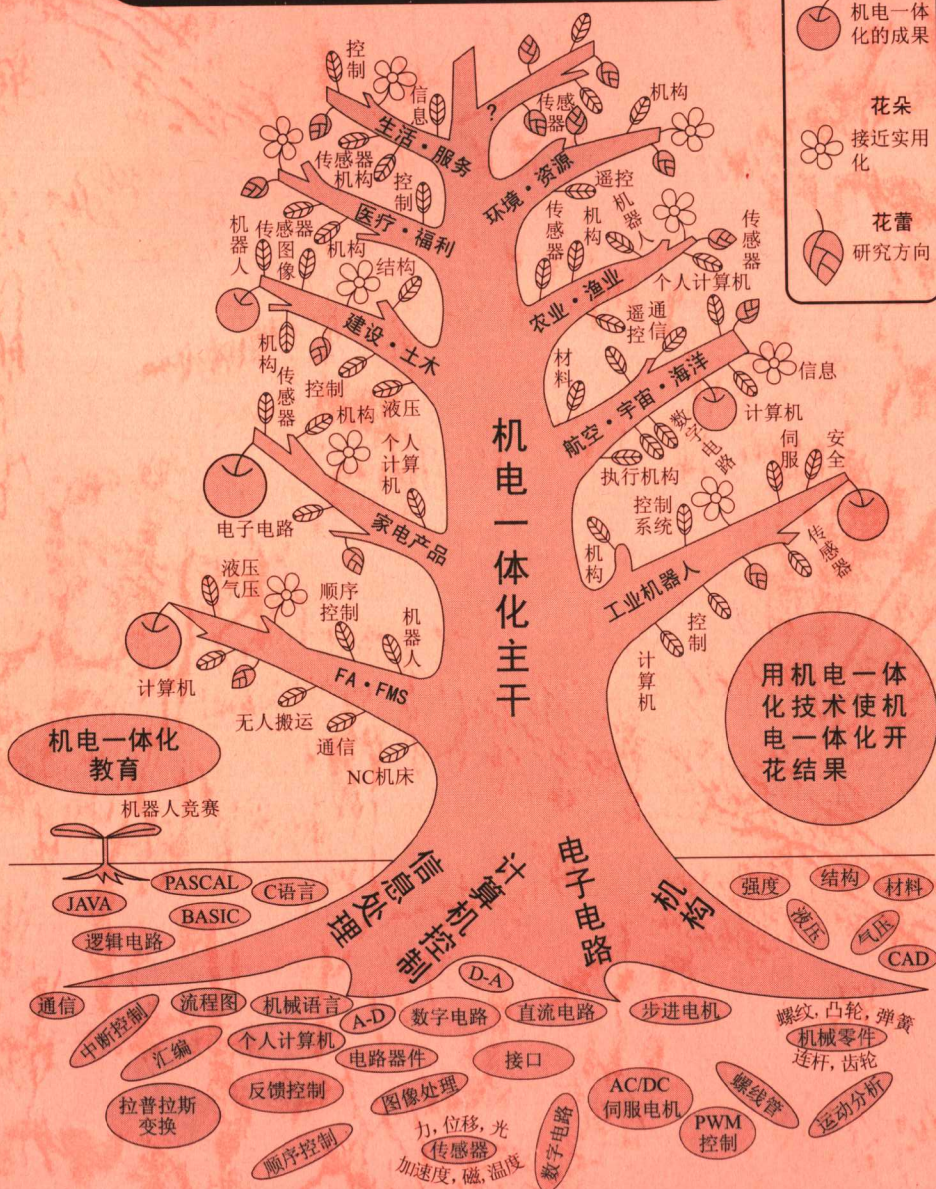
机电一体化在经济和生活中的作用 提高产品的质量、实现高功能

果实
机电一体化的成果

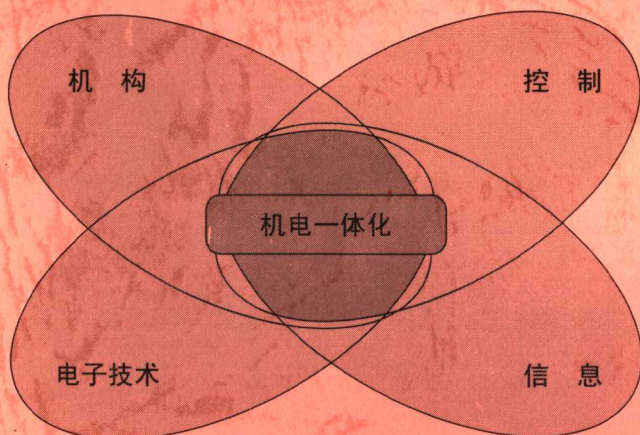
花朵
接近实用化

花蕾
研究方向

机电一体化主干



机电一体化在机器人中的应用



传感器

检测位置、角度和速度等信息，控制运动

执行机构

使机构动作的伺服电机等

机构

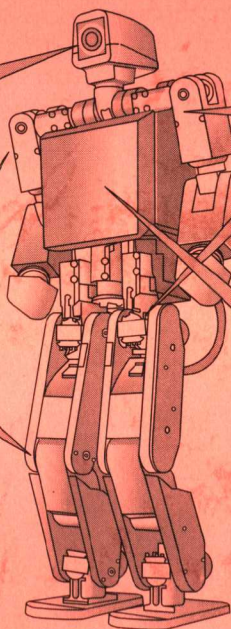
由连杆、螺纹、齿轮、旋转轴和减速器等机械零件构成

控制部分

计算机、多轴运算电路、电机驱动电路

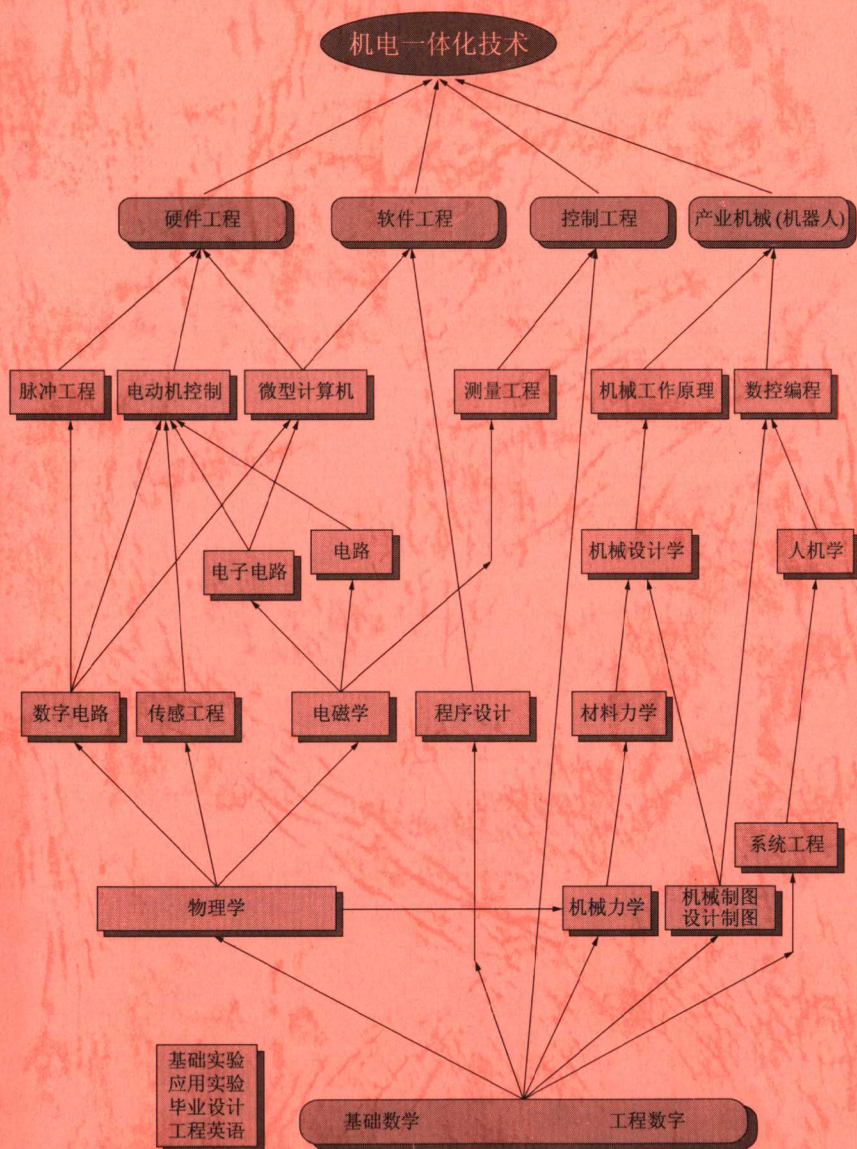
通过机器人的运动分析设计最佳机构

用程序语言描述机器人的运动



学 科	课程名称	主要课程内容
机械学科	物理学	普通物理、力学、振动、波动、声学、光学
	机械力学	力、静力学、动力学、力矩、摩擦、机械零件、转动、振动分析
	机械材料	合金、钢铁、热处理、防腐与不锈钢、非金属材料、铸铁
	机械设计	材料强度、设计及计算、标准、公差与配合、连接件、螺栓、键、花键、销、开口销、铆钉、轴、焊接、离合器、带、齿轮、制动器、弹簧
	机械加工	铸铁、塑性加工、焊接、机床、自动机床
	机械制图	第三角投影法、JIS 数据的用法、制图方法
	设计制图	根据给定的条件进行机械部分设计,装配图、零件图设计
	工业机械	各种机床、生产机械、搬运机械(液压、气动执行装置)、机器人的种类与结构、驱动及控制、操作技术
电气学科	数字电路	逻辑代数、组合电路、计数器、寄存器逻辑设计、数字集成电路
	传感器技术	各种传感器(温度、光、磁、压力、超声波、气体、化学、位置、加速度)、传感器电路
	电磁学	静电场、静电容、磁场、电磁力、电流与磁场
	电路	直流电路、交流电路、谐波电路、电磁感应、电力
	模拟电路	晶体管、放大器、振荡电路、电源电路、FET、OP 放大器
	测试技术	电磁检测、电子仪器、电量转换
	电机与控制	直流电机、交流伺服、步进电机、电磁铁控制电路
	硬件技术	微机系统设计、接口技术、I/O 接口、D/A 与 A/D 转换、中断处理
信息学科	微机原理	微机基本结构与原理、Z80MPU 的汇编语言
	语序设计	C 语言编程
	数控编程	NC 机床、加工中心等的数控编程
控制学科	软件工程	控制系统、模块化编程
	系统工程	系统规划、优化方法、仿真与建模、可靠性
	控制工程	线性系统、传递函数、框图、过渡响应、频率响应、稳定性、反馈控制、顺序控制
控制学科	人机工程	人机系统、人体构造与特征、人机界面与人体关系、显示器、操作器、可靠性、设计及形状、尺寸、重量、信息速度和形式

机电一体化的诸多领域



译者的话

机电一体化是涉及机械、电工、电子、控制、信息和计算机等多学科的综合技术。其中的许多技术都属于前沿学科,如信息和计算机技术等,所以是发展最快的技术之一。

由于构成机电一体化的主要技术发展迅猛,《机电一体化实用手册》的第二版与第一版相比改动很大。特别是从第6章的计算机技术到最后第10章的“机器人竞赛大会”,内容几乎是全新的,这个全新也包括所介绍的技术本身是最新技术。

机器人是典型的机电一体化产品,所以本书是以机器人为主线来介绍机电一体化技术的。书中的内容包括设计机器人所需要的各种知识和机器人的制造、调试、应用和发展等,并且在最后还用一章的篇幅专门介绍在日本国内举办的各种机器人竞赛,完全可以作为机器人的入门书。从基础和原理开始介绍机器人的书还比较少,所以本书应是一本兼顾机电一体化技术和机器人的好书。

本书的主要特点是内容丰富、循序渐进、叙述精练、图文并茂、易读易学,书中引用的大量实例紧密结合实际,具有很高的参考价值。虽然本书是从机电一体化的基础知识开始讲解,但限于篇幅,许多知识是介绍性的,需要读者自己去拓展,本书只是起到穿针引线的作用。本书可作为教学参考书和从事机电一体化工作实践的工具书。读者应具有中等以上的技术水平。

本书由白彦华翻译第1章、第2章;孙学雁翻译第3章;李润霞翻译第6章;孙海军翻译第7章;杨晓辉翻译第4章、第5章、第8章、第9章、第10章,并校订全稿。由于译者水平有限,难免有错误和纰漏,敬请广大读者批评指正。

译者

主编的话

会员委纂编

机电一体化技术,是机械技术与电子技术相融合的产物。在计算机控制技术的带动下,可以认为机电一体化技术是能够将机械智能化的梦想无限发展的技术。

大约是在 10 年前的 1996 年出版发行了本书的第一版。在这 10 年中,技术的进步令人惊诧不已。当时,我正在研究的课题之一是微型机器人,也与属于国家计划的微型机械有关,是当时推动“微技术”发展的重要技术。如今,以更小的尺度为研究对象的“纳米”技术,已经进入到应用阶段。

信息技术的发展也在改变着我们的生活,便携式电话的普及就比我们预想的要快。还有最近在各种场合中被广泛使用的网络语言,在 10 年前几乎就没有听说过。

机电一体化技术在不断地支持这些技术的发展。

机器人与机电一体化技术的关系最为密切。所以,本书将以机器人中使用的所有技术为主线,从基础知识到实际应用的各个领域,通过应用实例以简洁易懂的语言进行详细的解说。

最近,也经常使用 RT(Robot Technology)这个词语。它是指将传感器、执行装置和计算机等技术有机结合,为实现某种目的的自动机械系统,也可以叫做全部机器人系统。

今后,在不断发展的机器人社会,将会经常看到人与机器人合作、共同生活的场面。如果真是如此,那么,以后就要对机电一体化技术的安全性 and 可靠性等方面提出更高的要求。

希望本书能够对喜欢和从事机电一体化技术的读者们有较大的帮助。

三浦宏文

有 关 本 书 的 说 明

本书的构成

(1) 全书由 10 章 126 节构成。各节内容相对独立,均可独立作为手册使用。因此,不管从哪一节开始阅读都能很好地理解所讲内容。

(2) 各节按【要点】、【解释】的顺序通俗易懂地讲解要点,必要之处还设置了【相关知识】。

【要 点】 在每一节的前头,对该节题目的结论进行概要性的叙述。

【解 释】 设置了一系列醒目的小标题(带有□记号的标题),对【要点】的内容进行详细的说明。

【相关知识】 对与本节题目相关的事项和关键词进行扼要的说明。

(3) 为了在短时间内了解每一节的内容,只要读懂【要点】,就可以迅速理解并掌握该节的知识。

(4) 根据需要,设置了【例题】和【篇外话】。

【例题】 为了帮助理解,设置了易懂的例题。

【篇外话】 以有兴趣的相关话题或实际应用的装置等为例,介绍尖端技术等的话题。

(5) 在本书的正文前后给出了能够了解机电一体化全貌的图和表。因此,根据本书各章节的题目就可知道它在机电一体化中的地位。

机器人竞赛

图、表的使用方法

(1) 为有助于理解内容,书中安排了约 640 幅插图和表格。在图中还适当地加入了简单易懂的说明。

(2) 如果技术人员能够将书中的图例摘抄到笔记本上,并经常翻阅,在阅读资料时就会发现它能起到很大的作用。

关键词的查询

(1) 文中的重要名词,用黑体字书写在每页的左侧。

(2) 重要名词以索引的形式列在书末,因此本书可当作工具书灵活使用。

机器人竞赛

(1) 为了引起读者对机电一体化技术的亲切感和兴趣,在本书的第 10 章中介绍了参加各种“机器人竞赛大会”的经验和体会。

(2) 希望全国的同龄学生能够关心并积极参加所在学校和地区举办的竞赛活动。

编纂委员会

主 编

三浦宏文(工学院大学校长)

编纂委员

渡边嘉二郎(政法大学)

大垣 博 (神奈川县立神奈川工业高等学校)

久慈俊夫 (东京都立产业技术研究所)

小島昭雄 (东京都立科学技术高等学校)

櫻井 誠 (日本工学院八王子专科学校)

中田信明 (埼玉县立大宫工业高等学校)

矢吹隆一郎(埼玉县立浦和工业高等学校)

执笔人员

浅野健一 (R&M Firmware Design)

芦野广巳 (山形县立寒河江工业高等学校)

石川 浩 (日本工学院八王子专科学校)

井藤功久

岩月正见 (政法大学)

大垣 博 (神奈川县立神奈川工业高等学校)

大西典子 (三菱重工业株式会社)

岡村 猛 (埼玉县立大宫工业高等学校)

小川 忍 (神奈川县立神奈川工业高等学校)

加藤典之 (株式会社 TOYO Corporation)

木村久幸 (神奈川县立向之冈工业高等学校)

久慈俊夫 (东京都立产业技术研究所)

光畑幸史 (三菱重工业株式会社)

小島昭雄 (东京都立科学技术高等学校)

小林一行 (政法大学)

小堀 隆 (东京都立科学技术高等学校)

小柳荣次 (桐荫横滨大学)

佐藤敏幸 (名古屋工学院专科学校)

下笹洋一 (综合警备保障株式会社)

高桥 勉 (埼玉县立新座综合技术高等学校)

津野章久 (埼玉县立越谷综合技术高等学校)

富崎秀徳 (株式会社安川电机)

中田信明 (埼玉县立大宫工业高等学校)

并木明夫 (东京大学)

島山和昭 (埼玉县立狭山工业高等学校)

深谷直树 (东京都立航空工业高等专科学校)

福田 守 (日本工学院八王子专科学校)

藤田善弘 (日本电气株式会社)

増田彦四郎(东京都立工业高等专科学校)

松元明弘 (东洋大学)

九山八雄 (前 JREM 株式会社)

村冈好久 (名古屋工学院专科学校)

村田直史 (三菱重工业株式会社)

矢吹隆一郎(埼玉县立浦和工业高等学校)

渡边嘉二郎(政法大学)

目 录

第 1 章 机电一体化

- | | |
|--------------------|----|
| 1 什么是机电一体化 | 2 |
| 2 机电一体化的作用 | 4 |
| 3 机电一体化系统 | 6 |
| 4 机电一体化的相关技术 | 8 |
| 5 机电一体化技术的展望 | 11 |

第 2 章 机电一体化的基础知识

- | | |
|--------------------|----|
| 1 机械基础 | 14 |
| 2 力、功和功率 | 17 |
| 3 材料力学基础 | 21 |
| 4 机械零件基础 | 30 |
| 5 机械制图基础 | 33 |
| 6 反馈控制与顺序控制 | 44 |
| 7 反馈控制系统的构成 | 47 |
| 8 反馈控制系统的特性 | 51 |
| 9 顺序控制基础 | 55 |
| 10 直流电路基础 | 58 |
| 11 磁场与电场基础 | 61 |
| 12 交流电路基础 | 67 |
| 13 电路器件的工作原理 | 72 |

14	逻辑电路的组成	79
15	集成电路	90
16	计算机基础	95
17	流程图的编制	97
18	硬件基础	101
19	软件基础	103
20	数据通信与 LAN/网络基础	107

第 3 章 机械零件与机构

1	机械运动及坐标系	112
2	螺纹的原理与应用	116
3	弹簧及其作用	122
4	轴和轴承及其工作原理	125
5	直线导轨	133
6	制动器及其作用	136
7	齿轮原理及其分类	138
8	齿轮机构	141
9	柔性传动机构	144
10	连杆机构的相关技术	148
11	凸轮机构的相关技术	152

第 4 章 传感器技术

1	力传感器	158
2	位移传感器	163
3	位置传感器	168

4	速度传感器	174
5	加速度传感器	180
6	距离传感器	185
7	光敏传感器	190
8	磁敏传感器	196
9	温度传感器	201
10	湿度传感器	206
11	气敏传感器	209
12	化学传感器	212
13	语音识别	215
14	智能传感器	218

第5章 执行装置技术

1	执行装置	222
2	步进电机	225
3	步进电机的励磁方式	227
4	步进电机驱动电路	229
5	步进电机控制电路例	232
6	采用步进电机专用 IC 芯片的控制电路例	234
7	直流电机	239
8	直流电机的启-停控制	241
9	直流电机的线性控制与 PWM 控制	245
10	直流电机的线性控制电路例	247
11	直流电机的 PWM 控制电路例	250
12	直流电机的正转、反转控制电路	254
13	超声波电机	258

14	螺线管的控制电路	260
15	交流伺服驱动	263
16	液压执行装置	266
17	液压执行装置的工作原理	269
18	液压伺服系统	274
19	气动执行装置	278
20	气动执行装置的工作原理	281
21	气动执行装置的控制	287

第6章 计算机技术

1	控制与计算机	294
2	微型计算机的种类	296
3	微型计算机的基本结构	298
4	微型计算机的基本动作	302
5	存储器的功能和种类	306
6	I/O 接口	309
7	PIC 简介	313
8	PIC 16F84A 的构造	315
9	PIC 16F 的指令体系	319
10	PIC 定时器	322
11	PIC 与外部设备的连接	324
12	PIC 的使用例(比赛用机器人的制作)	326
13	嵌入软件	333
14	实时处理	336
15	中断机制	338
16	任务管理	340