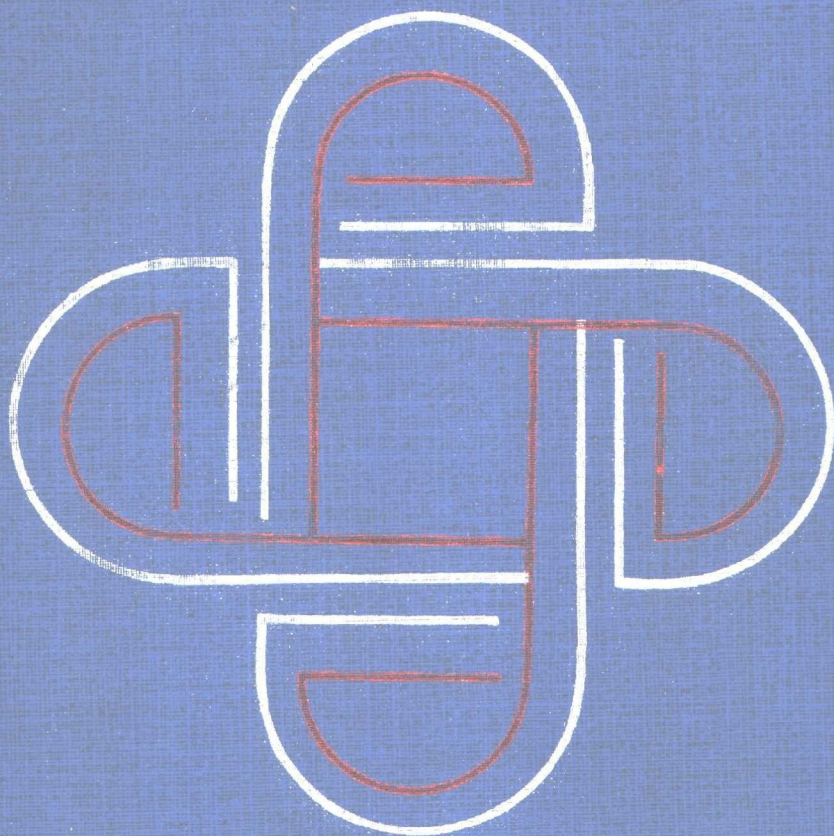




# 机电一体化技术手册

机电一体化技术手册编委会 编

上册



机械工业出版社

# 机电一体化技术手册

## 上册

机电一体化技术手册编委会 编



机械工业出版社

(京)新登字 054 号

本手册分上下两册共 9 篇。分别为总论、机电一体化常用电路、工业控制机及其应用、数控技术、检测技术、电力电子与电气传动技术、机电一体化中的传动与执行装置、工业机器人、CAD/CAM 与 FMS。本手册内容围绕机械、电子深度结合这个中心,详细系统地介绍了机电一体化技术中的基本原理,关键技术、相关元器件和产品的选择原则、使用方法以及组成系统所使用的技术等。取材广泛,内容丰富新颖,技术实用。本手册适合于从事机电产品开发与改造的工程技术人员、研究人员使用,也适合主管机电行业的管理人员参考,对工科大专院校有关专业师生也是一部重要教学参考书。

## 机电一体化技术手册

上、下册

机电一体化技术手册编委会 编

\*

责任编辑:孙本绪 版式设计:霍永明

封面设计:方芬 责任校对:肖新民

责任印制:卢子祥

\*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

邮政编码:100037

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

三河市宏达印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

\*

开本 787×1092<sup>1</sup>/<sub>16</sub>·印张 135<sup>1</sup>/<sub>4</sub>·插页 4·字数 4229 千字

1994 年 2 月北京第 1 版·1994 年 2 月北京第 1 次印刷

印数 0 001—6 000·定价:165.00 元

\*

ISBN 7-111-03877-0/TH·473

# 编辑委员会

主任委员 唐仲文

副主任委员 (以姓氏笔划为序)

王信义 刘巽尔 朱森第 吴关昌 姚福生

常务委员 (以姓氏笔划为序)

王信义 刘巽尔 朱森第 吴关昌 吴本奎  
陈 令 陈 瑜 张国雄 姚福生 俞忠钰  
唐仲文 龚炳铮 潘鑫瀚 樊 力 魏庆福

委员 (以姓氏笔划为序)

王信义 甘锡英 冯之敬 冯辛安 刘巽尔  
朱良漪 朱森第 孙本绪 毕承恩 李宜春  
李家俊 李鹤轩 吴关昌 吴本奎 吴柏青  
佟传恩 杨 俊 杨叔子 杨荫溥 张国雄  
张福学 陈 令 陈宝彦 陈 瑜 陈元舫  
依英奇 林其骏 林奕鸿 赵松年 俞忠钰  
段明祥 姚福生 唐仲文 钱文瀚 龚炳铮  
曹名扬 黄义源 程瑞全 谢存禧 蔡 青  
蔡礼君 蔡鹤皋 潘鑫瀚 樊 力 魏庆福

主 编 王信义

副 主 编 (各篇的主编为手册的副主编, 按篇为序排名次)

冯之敬 黄义源 魏庆福 甘锡英 张国雄  
李鹤轩 赵松年 蔡鹤皋 蔡 青

# 序

建国40多年以来，我国的机械工业虽然已经有了较大的发展，具备了一定的基础和规模，初步满足国民经济和人民生活的需要。但随着世界科学技术的迅速发展，我国机械工业的技术水平和生产能力与工业发达国家相比还有相当大的差距。因此，如何以新技术改造传统产业和开发高技术含量的新产品，已成为当前机械工业以至各传统产业部门面临的一个十分重要的课题。

70年代发展起来的机电一体化技术，是将机械、电子与信息技术进行有机的结合，以实现工业产品和生产过程整体最优化的一种新技术，典型的机电一体化产品有：数控机床、机器人以及用微电子技术装备的自动化生产设备、动力设备、交通运输设备、生产过程自动化设备、办公设备和家用电器等。广泛地应用机电一体化技术可以促进机械工业以至整个国民经济各部门的技术进步，改善企业素质，提高产品质量和性能，将传统工业转移到新技术的基础上，满足国民经济发展和人民生活水平提高的要求。同时还可以扩大机电产品的出口，促进对外贸易和交流，因而对于振兴我国的机械工业具有重大作用，对于推动我国科学技术的进步和国民经济的发展也具有极为深远的战略意义。

80年代初以来，机械工业部一直关注着机电一体化技术的发展与应用，进行分析预测、统筹安排、制定方针、明确重点、区分层次和落实计划的工作。十多年来，我们主要抓了两个领域的工作，一是用机电一体化技术推动传统产业的改造；一是开发数字化、自动化、智能化的机电产品。我们制定了“推广一批、投产一批、开发一批、掌握一批”的方针。同时，明确了现阶段以数控装置、新型工业控制系统和电力电子产品的开发及其应用作为发展机电一体化产品的重点。为了培养和充实从事机电一体化技术的人才，不少高等理工院校已相继设立了机电一体化专业；机电工程师进修大学机械学院还在全国范围内开展了机电一体化工程专业本科段自学考试，报名学员十分踴

跃。

在这种技术背景下，为了帮助广大技术人员迅速掌握机电一体化技术，使他们能从系统的观点出发，应用机械、电子、信息等有关技术进行有机的组织和综合，实现整体优化，提高他们自主开发机电一体化产品的能力。原机械电子工业部科技司、中国机械工程学会组织有关专家、学者编著了《机电一体化技术手册》和《机电一体化技术应用实例》，它们的问世，将有利于我国机电一体化事业的发展，有利于机电一体化技术和产品的研究、开发、推广和应用，有利于机电一体化技术人材的培养，有利于各行各业对机电一体化技术的了解和运用。

《机电一体化技术手册》和《机电一体化技术应用实例》的编著完成是全体参编人员辛勤劳动的结果。他们为推进我国机电一体化事业的发展作出了重要的贡献。希望使用《机电一体化技术手册》和《机电一体化技术应用实例》的广大工程技术人员对其技术内容及编写方式提出改进意见和建议，使手册不断完善和提高，更好地适应技术进步的需要。

何建

## 前 言

机电一体化技术是机械技术与电子技术的有机结合，它包括机械、电子、计算机和自动控制等技术。它从系统的观点出发，使产品或系统实现整体优化。近年来，世界上各发达国家竞相发展机电一体化技术，以提高制造技术水平，实现生产系统向柔性化、智能化发展。机电一体化技术给传统的机械产业带来了革命性的变革和惊人的效益，使产业结构、生产方式和管理体制发生深刻的变化。机电一体化是当今世界机械工业技术和产品发展的主要趋势，也是我国机械工业发展的必由之路。广大工程技术人员及有关主管部门都在高度重视和关注国内外机电一体化技术发展和应用情况，迫切想了解、学习机电一体化技术的原理，渴望掌握其产品和系统设计方法和原则，盼望有一本系统、详细介绍机电一体化技术的工具手册问世。为了适应社会需求，满足科研、生产和教学工作的需要，普及和应用先进的机电一体化技术，推动机械电子工业技术进步，由原机械电子工业部科技司和中国机械工程学会联合组织从事机电一体化技术的专家、学者编写这部《机电一体化技术手册》。手册取材广泛，内容丰富新颖，技术实用，详细介绍了国内外先进的机电一体化技术和产品、系统。围绕机械电子深度结合这个中心，除了阐明机电一体化技术的基本原理和关键技术外，还提供了机电一体化相关的元器件和产品及其选择原则、使用方法以及构成系统所使用的技术等。手册分上下两册共九篇，分别为总论，机电一体化常用电路，工业控制机及应用，数控技术，检测技术，电力电子和电气传动技术，机械传动与执行装置，工业机器人和CAD/CAM及FMS。为了使读者更好地理解使用这部手册，编委会还组织编写了《机电一体化技术应用实例》一书，作为使用手册时的配套参考书。本手册既适合从事机电一体化产品或系统设计的总工程师、设计师，从事企业改造、技术革新、机电设备维修、新产品开发工作的领导、管理人员、广大工程技术人员，也适合大专院校相关专业师生学习参考。

在手册编写过程中得到了原机械电子工业部领导、科技司，中国机械工程学会、北京理工大学、机械工业出版社以及全体参编人员所在单位的各级领导与工作人员的大力协助和支持。手册中吸取和参考了许多专家、学者的研究成果，在此谨致谢意。机电一体化技术手册编委会办公室秘书唐水源、梅虹，编辑人员孙流芳、徐彤、贺麓鑫、熊万武对手册的编写也付出了艰辛的劳动，在此也一并表示感谢。

由于机电一体化技术发展迅速，手册内容涉及技术领域广阔，作者水平所限，书中难免有缺点和不足之处，欢迎读者批评指正。

《机电一体化技术手册》编委会

# 目 录

## 序 前言

## 第 1 篇 总 论

### 第 1 章 机电一体化技术与现代制造

产业	1-3
1.1 新技术革命与产业竞争	1-3
1.2 传统机械工业的技术革命——机电一体化	1-5
1.2.1 高新技术与传统机械工业的技术革命	1-5
1.2.2 机电一体化基本概念	1-6
1.2.3 机电一体化系统的基本结构要素	1-6
1.2.4 机电一体化相关技术	1-7
1.2.5 机电一体化的技术、经济和社会效益	1-8
1.3 机电一体化在现代制造产业结构中的地位 and 作用	1-10
1.3.1 机床产业数控化	1-10
1.3.2 机器人产业兴起	1-11
1.3.3 制造系统自动化	1-11
1.4 发达国家发展机电一体化产业的政策和策略	1-13
1.4.1 机电一体化与高技术发展战略	1-13
1.4.2 资金支持与政策优惠	1-13
1.4.3 市场开拓与保护的政策	1-14
1.4.4 紧密联合的科研生产体系	1-14
1.5 我国机电一体化产业现状和发展战略	1-15
1.5.1 发展现状	1-15
1.5.2 发展战略	1-16

### 第 2 章 机电一体化技术发展方向

2.1 机电一体化系统的理论基础	1-18
2.2 微型计算机技术及其在机电一体化中的地位	1-18

2.2.1 微型计算机技术和开发应用	1-18
2.2.2 微型计算机在机电一体化中的地位	1-22
2.2.3 机电一体化中使用计算机应注意的问题	1-22
2.2.4 未来计算机的发展方向及对机电一体化技术的影响	1-22
2.3 机械制造工程的机电一体化技术方向	1-23
2.3.1 机械产品的机电一体化技术方向	1-23
2.3.2 机械制造生产过程的机电一体化方向	1-23
2.3.3 普通设备的机电一体化改造	1-24
2.4 提高制造产业竞争力的技术方法	1-24
2.5 科学研究与生产应用	1-25
2.5.1 专门人材的培养	1-25
2.5.2 技术融合、学科交叉	1-26
2.5.3 科研与生产并举, 相辅相成	1-26
2.5.4 促进科研成果向产业的转移	1-26

### 第 3 章 机电一体化系统设计和工程

路线	1-28
3.1 现代系统设计的特征	1-28
3.2 系统设计的评价	1-28
3.3 评价分析方法	1-29
3.3.1 技术经济性分析	1-29
3.3.2 可靠性分析	1-30
3.3.3 柔性、功能扩展及再组合性分析	1-32
3.3.4 系统匹配性分析	1-32
3.3.5 操作性分析	1-32
3.3.6 维修性分析	1-32
3.3.7 安全性分析	1-32



3.4 机电一体化产品设计与工程路线 .....	1-32	3.4.6 系统设计中的质量控制 .....	1-35
3.4.1 基本设计和工程路线 .....	1-32	3.4.7 制造工程质量管理 .....	1-36
3.4.2 市场调查与预测 .....	1-34	3.5 机电一体化的系统工程观念和方	
3.4.3 构思比较 .....	1-34	法 .....	1-36
3.4.4 方案的评价 .....	1-35	参考文献 .....	1-38
3.4.5 详细设计 .....	1-35		

## 第2篇 机电一体化常用电路

第1章 模拟电路及其应用 .....	2-3	2.3.2 计数器 .....	2-93
1.1 常用半导体器件及其参数 .....	2-3	2.3.3 寄存器 .....	2-98
1.1.1 分立器件及其参数 .....	2-3	2.3.4 定时电路 .....	2-101
1.1.2 运算放大器及其参数 .....	2-22	2.4 接口电路 .....	2-104
1.1.3 其他模拟集成电路简介 .....	2-29	2.4.1 电平转换电路 .....	2-104
1.2 模拟信号处理电路 .....	2-30	2.4.2 外围驱动电路 .....	2-107
1.2.1 基本放大电路 .....	2-30	2.4.3 线电路 .....	2-110
1.2.2 模拟运算电路 .....	2-34	2.4.4 模数转换器(ADC) .....	2-113
1.2.3 检波电路 .....	2-37	2.4.5 数模转换器(DAC) .....	2-120
1.2.4 电压电流变换电路 .....	2-39	2.5 可编程逻辑器件(PLD) .....	2-126
1.2.5 比较器 .....	2-40	2.5.1 概述 .....	2-126
1.2.6 模拟开关 .....	2-42	2.5.2 PLD的逻辑表示 .....	2-127
1.2.7 采样保持电路 .....	2-45	2.5.3 FPLA的构成及特点 .....	2-128
1.3 振荡电路 .....	2-45	2.5.4 PAL的结构及应用 .....	2-129
1.3.1 正弦振荡器 .....	2-45	2.5.5 GAL的工作原理 .....	2-139
1.3.2 多谐振荡器 .....	2-48	2.5.6 GAL的开发工具和编程写入 .....	2-151
1.3.3 石英晶体振荡器 .....	2-51	2.5.7 GAL的编程原理 .....	2-154
1.4 功率放大电路 .....	2-53	2.5.8 GAL的应用 .....	2-155
1.4.1 功率放大器的特点 .....	2-53	2.5.9 GAL的特点及器件命名方	
1.4.2 低频功率放大器 .....	2-53	法 .....	2-162
1.4.3 脉冲功率放大器 .....	2-55	2.5.10 GAL使用中应注意的问题 .....	2-163
1.4.4 功率管的保护 .....	2-57	第3章 电源 .....	2-164
第2章 数字电路及其应用 .....	2-61	3.1 直流稳压电源 .....	2-164
2.1 数字电路概述 .....	2-61	3.1.1 整流电路 .....	2-164
2.1.1 数字集成电路的种类 .....	2-61	3.1.2 滤波电路 .....	2-164
2.1.2 TTL集成电路 .....	2-61	3.1.3 并联式直流稳压电源 .....	2-168
2.1.3 CMOS集成电路 .....	2-62	3.1.4 串联式直流稳压电源 .....	2-168
2.1.4 其他数字集成电路 .....	2-69	3.1.5 集成稳压器 .....	2-171
2.2 逻辑门和组合逻辑电路 .....	2-70	3.2 开关稳压电源 .....	2-174
2.2.1 基本逻辑门电路 .....	2-70	3.2.1 开关电源和线性电源的主要	
2.2.2 运算电路 .....	2-76	性能比较 .....	2-174
2.2.3 译码器与编码器 .....	2-82	3.2.2 开关电源的基本结构 .....	2-175
2.2.4 数据选择器和数据分配器 .....	2-88	3.2.3 主要元器件的参数选择 .....	2-177
2.3 触发器和时序逻辑电路 .....	2-89	3.2.4 常用开关电源的集成控制器 .....	2-180
2.3.1 触发器 .....	2-89	3.3 UPS电源 .....	2-180

3.3.1 UPS电源的基本结构.....	2-180	4.3 过渡干扰的抑制.....	2-207
3.3.2 UPS电源的选择原则及使用 方法.....	2-181	4.3.1 过渡干扰的成因.....	2-207
3.3.3 常用UPS电源的性能比较.....	2-182	4.3.2 过渡干扰的抑制措施.....	2-203
3.4 特种电源.....	2-183	4.4 感性负载干扰与机械振动干扰的 抑制措施.....	2-205
3.4.1 线切割机用高压脉冲电源.....	2-183	4.4.1 感性负载干扰及其抑制.....	2-205
3.4.2 中频、高频电源.....	2-183	4.4.2 机械振动干扰的抑制.....	2-208
3.4.3 直流稳流电源.....	2-185	4.5 隔离、屏蔽和接地技术.....	2-209
<b>第4章 抗干扰技术.....</b>	<b>2-188</b>	4.5.1 正确接地方法.....	2-209
4.1 干扰的基本概念.....	2-188	4.5.2 屏蔽.....	2-212
4.1.1 干扰的基本含义.....	2-188	4.5.3 输入、输出接口窜入干扰的 隔离和抑制.....	2-214
4.1.2 干扰的分类.....	2-188	4.5.4 线间串扰的抑制.....	2-215
4.1.3 干扰的传播.....	2-189	4.6 模拟量抗干扰的其他措施.....	2-220
4.1.4 提高设备抗干扰能力的一般 原则.....	2-189	4.6.1 抗串模干扰的方法.....	2-220
4.2 电源干扰的抑制.....	2-191	4.6.2 抗共模干扰的方法.....	2-222
4.2.1 电源系统引入干扰的途径和 频率范围.....	2-191	4.6.3 放大器的屏蔽接地和去耦.....	2-224
4.2.2 电源交流侧抑制干扰窜入的 措施.....	2-193	4.7 数字系统内部固有干扰及其抑制.....	2-225
4.2.3 直流电源抗干扰措施.....	2-199	4.7.1 数字系统内部固有干扰.....	2-225
4.2.4 其他抗电源干扰措施.....	2-200	4.7.2 数字系统内部固有干扰的 抑制措施.....	2-225
		<b>参考文献.....</b>	<b>2-226</b>

**第3篇 工业控制机及其应用**

<b>第1章 概述.....</b>	<b>3-3</b>	2.2.4 母板的连接.....	3-32
1.1 工业控制机的发展及其特点与分类.....	3-3	2.2.5 电路模板的电气特性.....	3-32
1.1.1 工业控制机的发展概况.....	3-3	2.2.6 机械规范.....	3-32
1.1.2 工业控制机的分类.....	3-4	2.3 STD总线如何与各种字长的CPU 兼容.....	3-33
1.1.3 工业控制机与信息处理机的 区别.....	3-7	2.3.1 STD总线如何支持Z-80、 8085等8位微处理器.....	3-33
1.2 工业控制计算机总线简介.....	3-8	2.3.2 总线复用与16位CPU模板设计.....	3-34
1.2.1 开放式体系结构和总线系统.....	3-8	2.3.3 32位STD总线——STD 32总 线.....	3-35
1.2.2 常用微机总线介绍.....	3-10	2.3.4 单板机模式(即All-in-one).....	3-37
1.3 微型计算机标准总线分类.....	3-24	2.3.5 STD总线与单片机.....	3-38
<b>第2章 STD总线工业控制机.....</b>	<b>3-26</b>	2.4 工业控制机中的存储器.....	3-39
2.1 概述.....	3-26	2.4.1 工业控制对存储器的要求.....	3-40
2.1.1 STD总线的实现.....	3-26	2.4.2 工业控制中常用的存储器芯片.....	3-40
2.1.2 STD总线的历史和发展.....	3-26	2.4.3 STD总线系统的存储器.....	3-42
2.1.3 STD总线的应用.....	3-27	2.4.4 半导体虚拟磁盘.....	3-43
2.2 STD总线规范.....	3-28	2.5 基本系统组成和系统组合模式.....	3-45
2.2.1 STD总线引脚定义.....	3-28	2.5.1 工业控制机的基本系统.....	3-45
2.2.2 信号描述.....	3-30		
2.2.3 电气规范.....	3-31		

- 2.5.2 工业控制机系统组合模式 .....3-47
- 2.6 STD 总线的 I/O 子系统 .....3-49
- 2.6.1 概述 .....3-49
- 2.6.2 开关量输入/输出 .....3-50
- 2.6.3 A/D、D/A 及模拟信号调理 .....3-52
- 2.6.4 运动控制接口 .....3-57
- 2.6.5 GPIB 和 SBX 支持 .....3-59
- 2.7 STD 总线的多处理机系统 .....3-60
- 2.7.1 主从式多 CPU 系统——智能 I/O 模板 .....3-60
- 2.7.2 总线仲裁与多主 CPU 系统 .....3-64
- 2.8 分布式工业测控系统组成——串行数据通信和工业局域网 .....3-67
- 2.9 Watchdog、电源掉电检测及软件可靠性措施 .....3-74
- 2.9.1 Watchdog 及其应用 .....3-74
- 2.9.2 电源掉电检测及其应用 .....3-76
- 2.9.3 提高可靠性的某些软件措施 .....3-77
- 2.10 STD 总线工业控制机的支持软件 .....3-78
- 2.10.1 概述 .....3-78
- 2.10.2 STD DOS .....3-78
- 2.10.3 嵌入式操作系统 POM-DOS .....3-79
- 2.10.4 VRTX 嵌入式实时多任务操作系统 .....3-81
- 2.10.5 AMX 实时多任务操作系统 .....3-84
- 2.10.6 QNX 实时多任务多用户网络操作系统 .....3-86
- 2.10.7 高级语言的分离和固化运行 .....3-86
- 2.10.8 在控制系统中的开发应用 .....3-87
- 2.11 国内外先进产品介绍 .....3-89
- 2.11.1 国内典型产品 .....3-89
- 2.11.2 国外典型产品 .....3-91
- 第 3 章 Multibus 工业控制机 .....3-94
- 3.1 概述 .....3-94
- 3.2 Multibus I 系统的结构 .....3-94
- 3.3 Multibus I 系统总线 .....3-96
- 3.3.1 Multibus I 系统总线信号 .....3-96
- 3.3.2 Multibus I 系统总线的操作 .....3-98
- 3.3.3 Multibus I 系统总线的电气规范 .....3-103
- 3.3.4 Multibus I 系统总线机械性能规范 .....3-105
- 3.3.5 Multibus I 系统总线兼容程度标记 .....3-105
- 3.4 iSBX I/O 总线 .....3-108
- 3.4.1 iSBX I/O 总线系统的结构 .....3-108
- 3.4.2 iSBX I/O 总线信号 .....3-108
- 3.4.3 iSBX I/O 总线插头插座与信号引脚分配 .....3-110
- 3.4.4 iSBX 多模块板的机械规范 .....3-110
- 3.4.5 iSBX I/O 总线兼容程度标记 .....3-111
- 3.5 iLBX 总线 .....3-111
- 3.5.1 iLBX 总线系统的结构 .....3-111
- 3.5.2 iLBX 总线信号 .....3-111
- 3.5.3 iLBX 总线操作 .....3-113
- 3.5.4 iLBX 总线的机械规范 .....3-115
- 3.5.5 iLBX 总线兼容程度标记 .....3-115
- 3.6 Multibus II 系统的结构 .....3-115
- 3.7 Multibus II 并行系统总线 .....3-117
- 3.7.1 Multibus II 并行系统总线信号 .....3-117
- 3.7.2 Multibus II 并行系统总线的通信协议 .....3-121
- 3.7.3 Multibus II 的机械规范 .....3-124
- 3.8 iLBX II 局部扩充总线 .....3-124
- 3.8.1 iLBX II 局部扩充总线的功能描述 .....3-124
- 3.8.2 iLBX II 总线信号 .....3-125
- 3.8.3 iLBX II 总线协议 .....3-126
- 3.9 MIX 模块接口扩充总线的结构与功能 .....3-126
- 3.10 iRMX 实时多任务操作系统简介 .....3-127
- 3.10.1 概述 .....3-127
- 3.10.2 iRMX 操作系统功能简介 .....3-128
- 3.10.3 实时多任务操作系统 DOS/RMX .....3-131
- 3.11 Multibus I 和 II 的系统设计与 OEM 产品简介 .....3-132
- 3.11.1 Multibus I 和 II 的系统设计 .....3-132
- 3.11.2 Multibus I OEM 产品简介 .....3-132
- 第 4 章 VME 总线工业控制机 .....3-138
- 4.1 概述 .....3-138
- 4.1.1 VME 总线的发展 .....3-138
- 4.1.2 VME 总线特点 .....3-138
- 4.2 VME 总线信号 .....3-138
- 4.3 机械特性 .....3-141
- 4.4 VME 总线功能结构 .....3-142

4.4.1 数据传输总线.....	3-142	5.1.3 单片机的应用.....	3-166
4.4.2 优先级中断总线.....	3-143	5.1.4 单片机系统的扩展和配置.....	3-167
4.4.3 仲裁总线.....	3-144	5.1.5 单片机技术发展的趋势.....	3-167
4.4.4 公用总线.....	3-145	5.2 单片机产品及性能介绍.....	3-168
4.4.5 信号协议.....	3-145	5.2.1 概述.....	3-168
4.5 电气特性.....	3-146	5.2.2 4位单片机.....	3-169
4.5.1 VEM总线信号线驱动器.....	3-146	5.2.3 8位单片机.....	3-169
4.5.2 底板连接.....	3-146	5.2.4 16位单片机.....	3-179
4.5.3 配电.....	3-146	5.2.5 32位单片机.....	3-181
4.6 VME总线的能力.....	3-146	5.2.6 模糊单片机.....	3-183
4.6.1 寻址能力.....	3-146	5.3 单片机的开发环境.....	3-183
4.6.2 基本的数据传输能力.....	3-147	5.3.1 概述.....	3-183
4.6.3 “不结盟的”(Unaligned) 传输能力.....	3-147	5.3.2 单片机程序设计语言及支持 软件.....	3-183
4.6.4 地址流水线能力.....	3-148	5.3.3 开发环境中的人-机界面.....	3-185
4.6.5 中断能力.....	3-149	5.3.4 开发环境的硬件种类.....	3-187
4.6.6 建立虚拟通信通路.....	3-150	5.3.5 单片机开发环境发展趋势.....	3-188
4.7 VME总线的应用.....	3-150	5.4 单片机的多机与网络系统.....	3-189
4.7.1 改善CPU性能.....	3-150	5.4.1 工业测控领域的多机与网络 系统.....	3-189
4.7.2 及时地响应重要事件.....	3-151	5.4.2 单片机的串行接口与多机系统 plan.....	3-189
4.7.3 系统初始化和诊断.....	3-152	5.4.3 plan网.....	3-190
4.8 VME总线的规范形式.....	3-152	5.4.4 位总线.....	3-193
4.8.1 关键词.....	3-152	5.4.5 I <sup>2</sup> C总线.....	3-197
4.8.2 定时要求.....	3-153	5.4.6 CAN总线.....	3-200
4.8.3 信号互连的专用符号.....	3-153	5.5 单片机的应用.....	3-201
4.9 VME总线系列的UNIX System V/68操作系统及其实时环境.....	3-154	5.5.1 单片机应用系统设计概述.....	3-201
4.9.1 UNIX的产生、发展及主要 特点.....	3-154	5.5.2 单片机应用系统的类型.....	3-202
4.9.2 UNIX System V/68的功能 及组成.....	3-155	5.5.3 单片机在仪器仪表中的应用.....	3-203
4.9.3 UNIX向实时领域的迈进.....	3-156	5.5.4 单片机在机电一体化设备控制 中的应用.....	3-205
4.9.4 System V/68下的实时环境 VMEexec.....	3-156	5.5.5 单片机在家用电器中的应用.....	3-206
4.9.5 System V/68下的网络环境.....	3-158	第6章 PLC及其应用.....	3-208
4.10 VME总线系统——国产0604微型 计算机系统.....	3-159	6.1 概述.....	3-208
4.11 国外VME总线系列新产品.....	3-160	6.1.1 PLC发展概况.....	3-208
第5章 微控制器技术及其发展.....	3-164	6.1.2 PLC的特点.....	3-210
5.1 概述.....	3-164	6.1.3 PLC的分类.....	3-211
5.1.1 单片机、微控制器及嵌入式 控制器.....	3-164	6.1.4 PLC的技术发展趋势.....	3-211
5.1.2 单片机的产生和发展.....	3-164	6.1.5 国外PLC的典型应用概况.....	3-213
		6.1.6 国产PLC及其在生产中的应用.....	3-214
		6.2 PLC硬件体系.....	3-215
		6.2.1 硬件结构.....	3-215

6.2.2 CPU和中央存贮器.....3-216

6.2.3 I/O接口.....3-218

6.2.4 电源、机架及扩展箱.....3-222

6.2.5 PLC的工作原理.....3-223

6.2.6 智能 I/O 模板.....3-226

6.2.7 远程 I/O 模板.....3-228

6.2.8 通信及网络.....3-229

6.2.9 编程器.....3-230

6.3 PLC软件体系.....3-231

6.3.1 PLC系统软件和应用软件.....3-231

6.3.2 系统软件框图.....3-231

6.3.3 应用软件用编程语言.....3-233

6.3.4 应用软件模块化——PLC  
功能模块介绍.....3-248

6.4 PLC产品介绍.....3-248

**第7章 分散型控制系统.....3-258**

7.1 概述.....3-258

7.1.1 分散型控制系统的发展.....3-258

7.1.2 分散型控制系统的特点及  
类型.....3-258

7.2 分散型控制系统的体系结构.....3-259

7.2.1 建立分散型控制系统体系  
结构的原则.....3-259

7.2.2 分散型控制系统体系结构.....3-260

7.2.3 典型系统配置.....3-261

7.3 分散型控制系统的通信网络.....3-262

7.3.1 概述.....3-262

7.3.2 通信协议.....3-265

7.3.3 工业局部网络的选型考虑.....3-282

7.3.4 几种 DCS 系统通信网络  
举例.....3-283

7.4 过程级设备.....3-285

7.4.1 过程级设备功能及分类.....3-285

7.4.2 过程控制设备的构成.....3-287

7.4.3 过程级设备的可靠性设计措施.....3-290

7.4.4 典型过程级设备介绍.....3-290

7.5 监控级设备.....3-292

7.5.1 监控级设备的功能及类型.....3-292

7.5.2 监控级设备构成.....3-294

7.5.3 典型监控级设备介绍.....3-294

7.6 分散型控制系统软件系统.....3-296

7.6.1 概述.....3-296

7.6.2 实时操作系统.....3-296

7.6.3 组态软件.....3-297

7.6.4 应用软件.....3-303

7.7 典型分散型控制系统介绍.....3-307

7.7.1 国外典型分散型控制系统  
介绍.....3-307

7.7.2 国内典型分散型控制系统介绍.....3-313

7.8 分散型控制系统应用举例.....3-320

7.8.1 概述.....3-320

7.8.2 工艺简介.....3-320

7.8.3 系统构成及系统功能.....3-320

7.8.4 控制策略.....3-321

附录 典型 DCS 产品及其主要性能.....3-322

参考文献.....3-326

**第4篇 数控技术**

**第1章 数控设备概述.....4-3**

1.1 数控设备的结构与功能.....4-3

1.2 数控设备的分类.....4-3

1.3 数控设备的发展动向.....4-5

1.4 选用数控设备的原则与方法.....4-7

**第2章 数控机床的标准.....4-10**

2.1 概述.....4-10

2.2 数控机床的标准代码.....4-10

2.3 数控机床的坐标轴和运动方向.....4-13

2.4 数控装置和数控机床电气设备间  
的接口规范.....4-13

附录 机床数控——坐标轴和运动方向  
专用术语.....4-16

**第3章 典型数控系统.....4-22**

3.1 典型数控系统的组成.....4-22

3.1.1 CNC 系统的基本概念.....4-22

3.1.2 CNC 系统的基本构成.....4-22

3.1.3 两类不同结构型式的 CNC  
装置.....4-23

3.2 典型数控系统的硬件结构.....4-24

3.2.1 输入部件.....4-24

3.2.2 CPU 及总线.....4-29

3.2.3 存贮部件.....4-47

3.2.4 I/O 接口电路.....4-53

3.2.5 通信与网络接口.....4-60

3.2.6 显示部件.....4-60

3.3 典型数控系统的软件 .....	4-63	4.4 机床控制程序的设计流程 .....	4-150
3.3.1 控制软件结构与管理程序 .....	4-63	4.5 可编程控制器的编程机 .....	4-151
3.3.2 输入数据的处理 .....	4-66	<b>第5章 数控机床的程序编制</b> .....	4-153
3.3.3 插补运算 .....	4-70	5.1 数控机床编程基础 .....	4-153
3.3.4 进给速度的控制 .....	4-76	5.1.1 编程基础知识 .....	4-153
3.3.5 诊断程序 .....	4-78	5.1.2 数控机床的坐标系统 .....	4-159
3.4 几种典型数控系统的参数和功能 .....	4-80	5.1.3 数控系统的基本功能 .....	4-160
3.4.1 国外主要 CNC 装置的生产 厂家及其典型数控系统 .....	4-80	5.2 工艺路线分析与工艺设计 .....	4-162
3.4.2 国内主要 CNC 装置的生产 厂家及其典型数控系统 .....	4-106	5.3 工艺文件的编制 .....	4-166
<b>第4章 数控机床用可编程控制器</b> .....	4-117	5.4 程序编制中的数值计算 .....	4-170
4.1 可编程控制器与 CNC 机床的关系 .....	4-117	5.4.1 直线和圆弧组成的零件轮廓 的基点计算 .....	4-170
4.1.1 概述 .....	4-117	5.4.2 非圆曲线的节点计算 .....	4-179
4.1.2 内装型 PLC .....	4-117	5.4.3 列表曲线的拟合 .....	4-181
4.1.3 独立型 PLC .....	4-118	5.4.4 空间曲面的数学处理 .....	4-183
4.1.4 可编程控制器典型产品的主要 性能 .....	4-118	5.5 数控车床与加工中心手工编程 举例 .....	4-184
4.2 可编程控制器的工作方式 .....	4-121	5.5.1 数控车床编程举例 .....	4-184
4.3 可编程控制器的指令系统 .....	4-124	5.5.2 加工中心编程举例 .....	4-184
4.3.1 PC-B 的指令系统 .....	4-124	<b>附录1 常用切削用量表</b> .....	4-189
4.3.2 S5-U 系列可编程控制器的 指令系统 .....	4-125	<b>附录2 国外数控系统准备功能一览   表</b> .....	4-197
4.3.3 FAGOR PLC 的指令系统 .....	4-147	<b>参考文献</b> .....	4-204

## 第5篇 检测技术

<b>第1章 传感器及其使用技术</b> .....	5-3	1.2.9 感应同步器 .....	5-44
1.1 传感器的基本知识 .....	5-3	1.2.10 磁栅式传感器 .....	5-49
1.1.1 传感器及其组成 .....	5-3	1.2.11 光栅式传感器 .....	5-51
1.1.2 传感器的分类 .....	5-3	1.2.12 光学码盘式传感器 .....	5-58
1.1.3 传感器的特性 .....	5-5	1.2.13 激光式传感器 .....	5-60
1.1.4 传感器的性能指标 .....	5-15	1.2.14 光电式传感器 .....	5-62
1.1.5 传感器的输入、输出特性和对 环境的要求 .....	5-15	1.2.15 气电转换传感器 .....	5-67
1.1.6 传感器的标定和校准 .....	5-16	1.2.16 压电式位移传感器 .....	5-69
1.2 位移和长度传感器 .....	5-17	1.2.17 霍尔式传感器 .....	5-69
1.2.1 位移和长度传感器的选用 .....	5-17	<b>1.3 速度传感器</b> .....	5-74
1.2.2 电感式(自感式)传感器 .....	5-18	1.3.1 速度传感器的主要性能和特 点 .....	5-74
1.2.3 变压器式(互感式)传感器 .....	5-26	1.3.2 磁电感应式速度传感器 .....	5-75
1.2.4 电涡流式传感器 .....	5-29	1.3.3 陀螺式角速度传感器 .....	5-77
1.2.5 电容式传感器 .....	5-32	1.3.4 差动变压器式速度传感器 .....	5-80
1.2.6 电触式传感器 .....	5-39	1.3.5 光电式速度和转速传感器 .....	5-80
1.2.7 电位器式传感器 .....	5-42	1.3.6 多普勒效应测速传感器 .....	5-80
1.2.8 应变式传感器 .....	5-44	1.3.7 转速传感器 .....	5-82

- 1.3.8 流速传感器 .....5-82
- 1.3.9 其它测速方法 .....5-84
- 1.4 力、扭矩和压力传感器 .....5-84
- 1.4.1 力、扭矩和压力传感器的类型  
和特点 .....5-84
- 1.4.2 弹性敏感元件 .....5-86
- 1.4.3 电阻应变片式力、扭矩和压力  
传感器 .....5-90
- 1.4.4 压阻式力、压力传感器 .....5-98
- 1.4.5 压电式力、压力传感器 .....5-102
- 1.4.6 压磁式力传感器 .....5-108
- 1.4.7 谐振式力、力矩和压力传感  
器 .....5-111
- 1.4.8 位移式力、压力传感器 .....5-115
- 1.4.9 其它类型压力和扭矩传感器 .....5-117
- 1.5 惯性角参数传感器 .....5-119
- 1.5.1 压电射流速率传感器 .....5-119
- 1.5.2 三维压电射流姿态传感器 .....5-121
- 1.6 惯性加速度和倾角传感器 .....5-123
- 1.6.1 石英挠性伺服加速度传感器 .....5-123
- 1.6.2 哥氏惯性速度和加速度传感  
器 .....5-125
- 1.6.3 参量式倾斜传感器 .....5-125
- 1.6.4 振弦式倾斜传感器 .....5-126
- 1.6.5 力平衡式倾斜传感器 .....5-126
- 1.6.6 气体线加速度传感器 .....5-128
- 1.6.7 气体摆式倾角传感器 .....5-130
- 1.7 振动加速度传感器 .....5-131
- 1.7.1 压电振动加速度传感器 .....5-131
- 1.7.2 压阻式振动加速度传感器 .....5-132
- 1.7.3 磁致伸缩式振动加速度传感  
器 .....5-133
- 1.7.4 PVDF 心音脉搏传感器 .....5-133
- 1.8 物位传感器 .....5-134
- 1.8.1 放射性同位素物位传感器 .....5-134
- 1.8.2 超声物位传感器 .....5-134
- 1.8.3 超声界面传感器 .....5-134
- 1.8.4 微波物位传感器 .....5-135
- 1.8.5 流量式液位传感器 .....5-135
- 1.8.6 玻璃管式液位传感器 .....5-136
- 1.8.7 平衡浮子式液位传感器 .....5-136
- 1.9 声敏传感器 .....5-136
- 1.9.1 声敏传感器的分类 .....5-136
- 1.9.2 碳粒送话器 .....5-137
- 1.9.3 压电声敏传感器 .....5-137
- 1.9.4 静电扬声器 .....5-138
- 1.10 半导体彩色传感器 .....5-138
- 1.11 热敏传感器 .....5-139
- 1.11.1 半导体热敏电阻 .....5-139
- 1.11.2 二极管热敏传感器 .....5-139
- 1.11.3 晶体管热敏传感器 .....5-139
- 1.11.4 光纤温度传感器 .....5-140
- 1.12 磁敏传感器 .....5-140
- 1.12.1 磁敏传感器的种类及其检测  
极限 .....5-140
- 1.12.2 霍尔效应型传感器 .....5-141
- 1.12.3 超导量子干涉器件 .....5-141
- 1.13 气体传感器 .....5-142
- 1.13.1 半导体气体传感器 .....5-142
- 1.13.2 固体电解质气体传感器 .....5-144
- 1.13.3 真空度传感器 .....5-144
- 1.13.4 微波气体成分传感器 .....5-144
- 1.13.5 光学气体成分传感器 .....5-144
- 1.13.6 谐振微桥传感器 .....5-144
- 1.14 湿度和水分传感器 .....5-145
- 1.14.1 湿度传感器的分类 .....5-145
- 1.14.2 水分子亲和力和型湿度传感  
器 .....5-145
- 1.14.3 非水分子亲和力和型湿度传感  
器 .....5-147
- 1.15 生物传感器 .....5-148
- 1.15.1 生物传感器的原理 .....5-148
- 1.15.2 电化学生物传感器 .....5-148
- 1.15.3 生物电子传感器 .....5-149
- 1.15.4 光生物传感器 .....5-150
- 1.15.5 微生物传感器 .....5-150
- 1.15.6 离子敏场效应晶体管传感  
器 .....5-152
- 1.15.7 半导体化学集成传感器 .....5-153
- 第2章 测量电路 .....5-154
- 2.1 测量电路总论 .....5-154
- 2.1.1 测量电路的类型与组成 .....5-154
- 2.1.2 基本转换电路 .....5-155
- 2.2 测量放大器 .....5-161
- 2.2.1 测量放大器的主要特点与要  
求 .....5-161

2.2.2 低噪声放大器.....5-161	3.5.1 国产三种类型数显装置的 对照分析.....5-300
2.2.3 高稳定度放大器.....5-163	3.5.2 数显装置的选用方法.....5-300
2.2.4 高输入阻抗放大器.....5-164	3.5.3 数显装置的安装和调试.....5-301
2.2.5 高共模抑制比放大器.....5-166	3.5.4 数显装置的应用实例.....5-314
2.2.6 参量放大器与电荷放大器.....5-168	3.6 数显装置的维护与修理.....5-318
2.2.7 放大器的线性化与量程切换.....5-170	3.6.1 日常维护.....5-318
2.2.8 放大器的频率特性.....5-173	3.6.2 数显装置的故障判断和处理.....5-319
2.3 调制与解调电路.....5-174	<b>第4章 仪器仪表智能化</b> .....5-323
2.3.1 调制的功用与类型.....5-174	4.1 概述.....5-323
2.3.2 信号的幅值调制与解调.....5-174	4.1.1 智能化仪器仪表的基本结构.....5-323
2.3.3 信号的频率调制与解调.....5-186	4.1.2 智能化仪器仪表的特点.....5-323
2.3.4 信号的相位调制与解调.....5-188	4.2 微型机与检测仪器仪表的接口 技术.....5-323
2.3.5 信号的脉宽调制与解调.....5-191	4.2.1 传感器与微型机的接口技术.....5-324
2.4 滤波器.....5-192	4.2.2 智能仪器仪表显示器件与 微机的接口.....5-330
2.4.1 滤波器的基本知识.....5-192	4.2.3 微型机与仪器面板的接口.....5-334
2.4.2 常用二阶有源滤波器电路.....5-204	4.3 仪器仪表智能化的基本运算与 处理.....5-338
2.4.3 有源滤波器设计方法.....5-204	4.3.1 基本函数近似计算.....5-338
2.5 模拟运算电路.....5-220	4.3.2 几种常用数值计算方法.....5-340
2.5.1 线性加减电路.....5-221	4.3.3 常用非数值计算处理方法.....5-341
2.5.2 微分与积分运算电路.....5-223	4.3.4 信号预处理.....5-345
2.5.3 绝对值、平均值、峰值运算 电路.....5-229	4.3.5 静态误差修正.....5-349
2.5.4 乘、除、乘方、开方电路.....5-231	4.4 信号处理技术.....5-352
2.5.5 函数电路.....5-233	4.4.1 信号处理基础.....5-352
2.6 细分、辨向、当量变换与编码 变换电路.....5-240	4.4.2 谱分析.....5-370
2.6.1 细分、辨向电路的选用.....5-240	4.4.3 时间序列分析.....5-374
2.6.2 细分、辨向常用电路.....5-240	4.5 人工智能在检测技术中的应用.....5-379
2.6.3 脉冲当量变换电路.....5-257	4.5.1 基本概念.....5-379
2.6.4 二进制与循环码的变换.....5-263	4.5.2 设备故障诊断技术.....5-380
<b>第3章 机床数显装置</b> .....5-265	4.5.3 图象识别技术在检测中的 应用.....5-383
3.1 数显装置的工作原理.....5-265	4.6 精密量仪的微机化.....5-383
3.2 数显装置常用的位移传感器.....5-265	4.6.1 精密圆度仪.....5-383
3.3 国内外数显表的型谱.....5-277	4.6.2 齿轮量仪.....5-386
3.4 数显装置实例.....5-290	4.6.3 表面粗糙度量仪.....5-397
3.4.1 感应同步器数显装置.....5-290	4.6.4 三坐标测量机.....5-401
3.4.2 光栅数显装置.....5-293	<b>参考文献</b> .....5-419
3.4.3 磁尺数显装置.....5-294	
3.4.4 单片机数显装置.....5-299	
3.5 数显装置的应用.....5-300	



# 第 1 篇 总 论

主 编 冯之敬

副 主 编 庞思勤

主 审 陈 令

编写人员

第一章 冯之敬 薛葆成

第二章 庞思勤 于 明 冯之敬

第三章 华 迅 冯之敬 庞思勤