

769087

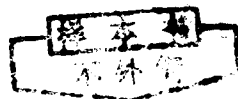
机电一体化技术手册

(第 2 版)

第 1 卷

上 册

机电一体化技术手册编委会 编



21113001118551



机械工业出版社

全书围绕机械技术与电子技术有机结合这个中心,详细系统地论述了机电一体化关键技术、相关元器件和产品的选择原则、使用方法及其组成系统。在第1版的基础上删去了陈旧的内容,增加了新的技术与新的研究成果。全书分两卷,第1卷由上下两册组成。本卷主要内容有总论、机电一体化常用电路、工业控制机及其应用、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、数字控制技术、工业机器人、计算机辅助设计与制造系统及计算机集成制造系统等。本手册取材广泛、内容丰富、技术实用,适合从事机电产品开发与技术改造的技术人员、研究人员及有关管理人员使用,对工科大专院校有关师生也是一部重要的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

机电一体化技术手册:第1卷/机电一体化技术手册编委会编.第2版.—北京:机械工业出版社,1999.9

ISBN 7-111-07027-5

I. 机… II. 机… III. 机电一体化-手册 IV. TH-62

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第07494号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:孙本绪等 版式设计:冉晓华 责任校对:刘志文

封面设计:姚毅 责任印制:路琳

中国建筑工业出版社密云印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1999年7月第2版第1次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·135.75印张·4插页·4411千字

0 001—5000册

上、下册定价:236.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、68326677-2527

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	李宣春
	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
	王信义				
主 编	(以姓氏笔划为序)				
副 主 编	甘锡英	冯之敬	张国雄	李鹤轩	赵松年
	黄义源	蔡鹤皋	蔡 青	魏庆福	

序

建国近 50 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结合,以实现工业产品和生产过程整体优化的一种新技术。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,促进对外贸易和技术交流,因而对于振兴我国机械工业将发挥重大作用,对于推动我国科学技术的进步和国民经济的发展也具有深远的战略意义。

为了帮助广大科技人员迅速掌握机电一体化技术,使他们根据市场需求从系统的观点出发,正确应用机械、电子、信息等有关技术进行有机的组织和结合,实现整体优化,提高设计人员自主开发机电一体化产品的能力。原机械电子部科技司、中国机械工程学会组织有关专家、学者于 1994 年 2 月编写了《机电一体化技术手册》和《机电一体化技术应用实例》。它们的出版受到了广大读者的欢迎和好评,取得了很大的社会效益和经济效益。由于机电一体化技术发展十分迅速,新产品新技术日新月异,层出不穷,需要对它们进行及时的修改、补充和完善。因此机电一体化技术手册编委会组织编写了机电一体化技术手册修订版。全手册分为两卷,第一卷为机电一体化技术手册,第二卷为机电一体化技术应用实例。它的问世,将促进我国机电一体化事业的发展;促进机电一体化技术和产品的研究、开发、推广和应用;促进机电一体化技术人才的培养;促进各行各业对机电一体化技术的了解和运用。

何光远

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。当今的世界经济是一个国际化、信息化的全球经济,每个国家、每个行业都处在充满变化、充满机遇的挑战性格局之中。在未来的竞争中,谁掌握了先进的机电一体化技术,谁就掌握了机电行业市场,谁就能在国际竞争中立于不败之地。因此,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,实现生产系统向集成化、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了深刻的变化。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的发展和应用情况。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、学者编写了《机电一体化技术手册》。于1994年2月正式出版后受到了广大读者的欢迎和好评,并获1995年全国优秀科技图书奖。机电一体化技术的发展日新月异,第1版《机电一体化技术手册》中有些章节的内容已经陈旧需要删除,某些新技术、新研究成果需要补充。为此,编委会组织编写机电一体化技术手册第2版。新版取材广泛,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、产品和系统。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。手册第1卷分上下册共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,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,数控技术,工业机器人和CAD/CAM与CIMS。第2卷为机电一体化技术应用实例。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、广大工程技术人员使用,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杨大勇,编辑人员孙本绪、孙流芳、熊万武、贺簋鑫、徐彤、张亚秋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十分迅速,手册内容涉及的技术领域广泛以及作者水平所限,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

上 册

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 1-4

1.2.1 高新技术与传统机械工业的 技术革命 1-4

1.2.2 机电一体化基本概念、技 术特征及分类 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 1-8

1.2.5 机电一体化的技术、经济和社会 效益 1-9

1.3 机电一体化在现代制造产业结构中 的地位和作用 1-10

1.3.1 机床产业数控化 1-10

1.3.2 机器人产业的兴起 1-12

1.3.3 制造系统自动化 1-13

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 1-14

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 1-17

第 2 章 机电一体化技术发展方向 1-18

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 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 1-23

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 1-24

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 专门人才的培养 1-25

2.5.2 技术融合、学科交叉 1-25

2.5.3 科研与生产并举，相辅相成 1-25

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 1-27

3.1 现代系统设计的特征 1-27

3.2 系统设计的评价 1-27

3.3 评价分析方法 1-27

3.3.1 技术经济性分析 1-27

3.3.2 可靠性分析 1-29

3.3.3 柔性、功能扩展及再组合性 分析 1-30

3.3.4 系统匹配性分析 1-30

3.3.5 操作性分析 1-30

3.3.6 维修性分析 1-31

3.3.7 安全性分析 1-31

3.4 机电一体化产品设计与工 程路线 1-31

3.4.1 基本设计和工程路线 1-31

3.4.2 市场调查与预测	1-31	2.3 触发器和时序逻辑电路	2-88
3.4.3 构思比较	1-33	2.3.1 触发器	2-88
3.4.4 方案的评价	1-33	2.3.2 计数器	2-91
3.4.5 详细设计	1-33	2.3.3 寄存器	2-96
3.4.6 系统设计中的质量控制	1-33	2.3.4 定时电路	2-99
3.4.7 制造工程质量管理	1-34	2.4 数-模和模-数转换电路	2-101
3.5 机电一体化的系统工程观		2.4.1 数字-模拟转换器	2-101
念和方法	1-34	2.4.2 模拟-数字转换器	2-108
参考文献	1-36	2.4.3 单片集成数据采集器	2-115
第2篇 机电一体化常用电路		2.5 微处理器	2-117
第1章 模拟电路及其应用	2-3	2.5.1 微处理器的结构	2-117
1.1 常用半导体器件及其参数	2-3	2.5.2 存储器	2-119
1.1.1 分立器件及其参数	2-3	2.5.3 MCS-51 单片机的结构	2-122
1.1.2 运算放大器及其参数	2-22	2.5.4 单片机系统的扩展	2-126
1.1.3 其它模拟集成电路简介	2-29	第3章 可编程专用集成电路	2-130
1.2 模拟信号处理电路	2-30	3.1 可编程专用集成电路概述	2-130
1.2.1 基本放大电路	2-30	3.1.1 可编程专用集成电路的进展	2-130
1.2.2 模拟运算电路	2-33	3.1.2 可编程专用集成电路的分类	2-130
1.2.3 模拟乘法器	2-36	3.1.3 可编程专用集成电路中有关	
1.2.4 检波电路	2-38	名词注释	2-131
1.2.5 电压电流变换电路	2-39	3.1.4 可编程 ASIC 中的逻辑表示	2-131
1.2.6 比较器	2-41	3.2 可编程阵列 PAL 和通用阵列	
1.2.7 模拟开关	2-42	逻辑 GAL	2-132
1.2.8 采样保持电路	2-45	3.2.1 FPLA 的构成	2-132
1.3 振荡电路	2-46	3.2.2 PAL 的结构及应用	2-132
1.3.1 正弦振荡器	2-46	3.2.3 GAL 的工作原理	2-137
1.3.2 多谐振荡器	2-48	3.2.4 GAL 的开发工具和编程写入	2-144
1.3.3 石英晶体振荡器	2-51	3.2.5 GAL 的编程原理	2-146
1.4 功率放大电路	2-53	3.2.6 GAL 的应用	2-147
1.4.1 功率放大器的特点	2-53	3.2.7 GAL 的特点及器件命名方法	2-151
1.4.2 低频功率放大器	2-53	3.2.8 GAL 使用中应注意的问题	2-151
1.4.3 脉冲功率放大器	2-55	3.3 现场可编程逻辑门阵列 FPGA	2-152
1.4.4 功放管的保护	2-57	3.3.1 FPGA 概述	2-152
第2章 数字电路及其应用	2-60	3.3.2 FPGA 的基本结构	2-153
2.1 数字电路概述	2-60	3.3.3 FPGA 的开发和设计	2-157
2.1.1 数字集成电路的种类	2-60	3.3.4 FPGA 的组态配置方式	2-159
2.1.2 TTL 集成电路	2-60	3.3.5 FPGA 应用举例	2-162
2.1.3 CMOS 集成电路	2-61	3.4 在系统可编程大规模集成	
2.1.4 其它数字集成电路	2-67	电路 ispLSI	2-163
2.2 逻辑门和组合逻辑电路	2-68	3.4.1 Lattice 公司的 ispLSI 系列	
2.2.1 基本逻辑门电路	2-68	简介	2-163
2.2.2 运算电路	2-74	3.4.2 ispLSI 器件的基本结构	2-164
2.2.3 译码器与编码器	2-80	3.4.3 ispLSI 的开发和应用	2-168
2.2.4 数据选择器和数据分配器	2-87	第4章 电源	2-172
		4.1 直流稳压电源	2-172

4.1.1 整流电路	2-172	5.4.2 机械振动干扰的抑制	2-215
4.1.2 滤波电路	2-172	5.5 隔离、屏蔽和接地技术	2-216
4.1.3 串联式直流稳压电源	2-176	5.5.1 正确接地方法	2-216
4.1.4 集成稳压器	2-176	5.5.2 屏蔽	2-219
4.2 开关稳压电源	2-180	5.5.3 输入、输出接口窜入干扰的 隔离和抑制	2-220
4.2.1 开关稳压电源和线性稳压 电源的性能比较	2-180	5.5.4 线间串扰的抑制	2-222
4.2.2 开关稳压电源的基本结构	2-181	5.6 模拟量抗干扰的其它措施	2-226
4.2.3 主要元器件的参数选择	2-181	5.6.1 抗串模干扰的方法	2-226
4.2.4 常用开关稳压电源用集 成控制器	2-184	5.6.2 抗共模干扰的方法	2-228
4.2.5 开关稳压电源实例	2-186	5.6.3 放大器的屏蔽接地和去耦	2-230
4.3 UPS 电源	2-186	5.7 数字系统内部固有干扰及其抑制	2-231
4.3.1 UPS 电源的基本结构	2-186	5.7.1 数字系统内部固有干扰	2-231
4.3.2 UPS 电源的选择及使用方法	2-187	5.7.2 数字系统内部固有干扰的 抑制措施	2-232
4.3.3 UPS 电源实例	2-188	参考文献	2-232
4.4 程控电源	2-188		
4.4.1 程控电源概述	2-188	第3篇 工业控制机及其应用	
4.4.2 程控稳压电源	2-188	第1章 概述	3-3
4.4.3 程控稳流电源	2-189	1.1 工业控制机的发展及其特点与分类	3-3
4.5 其它电源	2-189	1.1.1 工业控制机的发展概况	3-3
4.5.1 晶闸管整流电源	2-189	1.1.2 工业控制机的分类	3-4
4.5.2 中、高频电源	2-190	1.1.3 工业控制机与信息处理机的 区别	3-7
4.5.3 直流稳流电源	2-192	1.2 工业控制计算机总线简介	3-8
4.5.4 高压、大电流稳压电源	2-194	1.2.1 开放式体系结构和总线系统	3-8
第5章 抗干扰技术	2-196	1.2.2 常用微机总线介绍	3-9
5.1 干扰的基本概念	2-196	1.3 微型计算机标准总线分类	3-23
5.1.1 干扰的基本含义	2-196	第2章 STD 总线工业控制机	3-25
5.1.2 干扰的分类	2-196	2.1 概述	3-25
5.1.3 干扰的传播	2-197	2.1.1 STD 总线的实现	3-25
5.1.4 提高设备抗干扰能力的一般 原则	2-197	2.1.2 STD 总线的历史和发展	3-25
5.2 电源干扰的抑制	2-199	2.1.3 STD 总线的应用	3-26
5.2.1 电源系统引入干扰的途径 和频率范围	2-199	2.2 STD 总线规范	3-27
5.2.2 电源交流侧抑制干扰窜入 的措施	2-201	2.2.1 STD 总线引脚定义	3-27
5.2.3 直流电源抗干扰措施	2-207	2.2.2 信号描述	3-28
5.2.4 其它抗电源干扰措施	2-207	2.2.3 电气规范	3-30
5.3 过渡干扰的抑制	2-208	2.2.4 母板的连接	3-30
5.3.1 过渡干扰的成因	2-208	2.2.5 电路模板的电气特性	3-30
5.3.2 过渡干扰的抑制措施	2-210	2.2.6 机械规范	3-30
5.4 感性负载干扰与机械振动干 扰的抑制措施	2-213	2.3 STD 总线如何与各种字长的 CPU 兼容	3-32
5.4.1 感性负载干扰及其抑制	2-213	2.3.1 STD 总线如何支持 Z-80、 8085 等 8 位微处理器	3-32
		2.3.2 总线复用与 16 位 CPU 模板	

设计	3-32
2.3.3 32 位 STD 总线——STD 32 总线	3-34
2.3.4 单板机模式(即 All-in-one)	3-36
2.3.5 STD 总线与单片机	3-36
2.4 工业控制机中的存贮器	3-38
2.4.1 工业控制对存贮器的要求	3-38
2.4.2 工业控制中常用的存贮器芯片	3-39
2.4.3 STD 总线系统的存贮器	3-40
2.4.4 半导体虚拟磁盘	3-41
2.5 基本系统组成和系统组合模式	3-43
2.5.1 工业控制机的基本系统	3-43
2.5.2 工业控制机系统组合模式	3-45
2.6 STD 总线的 I/O 子系统	3-47
2.6.1 概述	3-47
2.6.2 开关量输入/输出	3-48
2.6.3 A/D、D/A 及模拟信号调理	3-49
2.6.4 运动控制接口	3-55
2.6.5 GPIB 和 SBX 支持	3-56
2.7 STD 总线的多处理机系统	3-57
2.7.1 主从式多 CPU 系统——智能 I/O 模板	3-57
2.7.2 总线仲裁与多主 CPU 系统	3-61
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络	3-63
2.9 Watchdog、电源掉电检测及软件 可靠性措施	3-70
2.9.1 Watchdog 及其应用	3-70
2.9.2 电源掉电检测及其应用	3-72
2.9.3 提高可靠性的某些软件措施	3-72
2.10 STD 总线工业控制机的支持软件	3-73
2.10.1 概述	3-73
2.10.2 STD DOS	3-74
2.10.3 嵌入式操作系统 ROM-DOS	3-75
2.10.4 VRTX 嵌入式实时多任务操作 系统	3-76
2.10.5 AMX 实时多任务操作系统	3-79
2.10.6 QNX 实时多任务多用户网络 操作系统	3-80
2.10.7 高级语言的分离和固化运行	3-81
2.10.8 在控制系统中的开发应用	3-82
2.11 国内外先进产品介绍	3-83
2.11.1 国内典型产品	3-83
2.11.2 国外典型产品	3-85

第 3 章 PCI 和 Compact PCI 总线与工

业计算机	3-88
3.1 工业计算机的发展与 Compact PCI 的 出现	3-88
3.1.1 概述	3-88
3.1.2 工业计算机的特点	3-88
3.1.3 无源底板工业计算机	3-89
3.1.4 Compact PCI 工业计算机	3-89
3.2 PCI 局部总线	3-90
3.2.1 PCI 的特点	3-90
3.2.2 PCI 信号定义	3-90
3.2.3 PCI 总线的基本原理	3-93
3.2.4 PCI 总线仲裁	3-94
3.2.5 64 位总线扩展	3-95
3.2.6 PCI 配置空间	3-96
3.3 Compact PCI 工业计算机	3-101
3.3.1 概述	3-101
3.3.2 模板尺寸	3-102
3.3.3 系统	3-102
3.3.4 连接器	3-102
3.3.5 Compact PCI 引脚信号的 分配	3-103
3.3.6 电气特性	3-103
3.3.7 Compact PCI 的扩展	3-105
3.3.8 Compact PCI 的发展——热 切换	3-107

第 4 章 VME 和 VXI 总线工业控

制机	3-109
4.1 概述	3-109
4.1.1 VME 总线的发展	3-109
4.1.2 VME 总线特点	3-109
4.2 VME 总线信号	3-109
4.3 机械特性	3-112
4.4 VME 总线功能结构	3-113
4.4.1 数据传输总线	3-113
4.4.2 优先级中断总线	3-114
4.4.3 仲裁总线	3-114
4.4.4 公用总线	3-116
4.4.5 信号协议	3-116
4.5 电气特性	3-117
4.5.1 VME 总线信号线驱动器	3-117
4.5.2 底板连接	3-117
4.5.3 配电	3-117
4.6 VME 总线的能力	3-117
4.6.1 寻址能力	3-117
4.6.2 基本的数据传输能力	3-117

4.6.3 “不结盟的”(Unaligned)	
传输能力	3-118
4.6.4 地址流水线能力	3-119
4.6.5 中断能力	3-119
4.6.6 建立虚拟通信通路	3-121
4.7 VME 总线的应用	3-121
4.7.1 改善 CPU 性能	3-121
4.7.2 及时地响应重要事件	3-121
4.7.3 系统初始化和诊断	3-122
4.8 VME 总线的规范形式	3-122
4.8.1 关键词	3-122
4.8.2 定时要求	3-123
4.8.3 信号互连的专用符号	3-123
4.9 VME 总线系列的 UNIX System	
V/68 操作系统及其实时环境	3-124
4.9.1 UNIX 的产生、发展及主要特点	3-124
4.9.2 UNIX System V/68 的功能及组成	3-125
4.9.3 UNIX 向实时领域的迈进	3-126
4.9.4 System V/68 下的实时环境 VMEexec	3-126
4.9.5 System V/68 下的网络环境	3-128
4.10 VME 总线系统——国产 0604 微型计算机系统	3-128
4.11 国外 VME 总线系列新产品	3-129
4.12 虚拟仪器与 VXI 总线	3-133
4.12.1 关于虚拟仪器	3-133
4.12.2 基于 VXI 总线的虚拟仪器平台	3-135
4.12.3 VXI 总线概述	3-136
4.13 VXI 总线系统的机械规范	3-137
4.13.1 引言	3-137
4.13.2 VXI 总线模板机械规范概要	3-138
4.14 VXI 总线的构成	3-140
4.15 VXI 总线系统的系统控制和资源管理	3-144
4.15.1 VXI 总线系统的系统控制	3-145
4.15.2 VXI 总线的公共系统资源	3-147
4.16 VXI 总线系统的软件	3-147
4.16.1 概述	3-147
4.16.2 软件标准化是自动测试领域的重要事件	3-148
4.16.3 编程自动化提高了自动测试的水平	3-150
4.16.4 基于 VXI 总线的虚拟仪器软件技术	3-151
4.17 VXI 总线系统的配电、冷却和电磁兼容	3-152
4.17.1 VXI 总线系统的配电	3-152
4.17.2 VXI 总线系统的冷却	3-153
4.17.3 VXI 总线系统的电磁兼容(EMC)	3-153
4.18 VXI 总线系统的集成	3-156
4.18.1 概述	3-156
4.18.2 组成 VXI 总线系统需要特别考虑的问题	3-156
4.18.3 零槽控制方案的比较及选择	3-157
4.18.4 系统开发平台的比较及选择	3-159
4.19 VXI 总线应用及实例	3-160
4.19.1 概述	3-160
4.19.2 基于 VXI 总线的综合仿真测控系统	3-160
第 5 章 微控制器技术及其发展	3-164
5.1 概述	3-164
5.1.1 单片机、微控制器及嵌入式控制器	3-164
5.1.2 单片机的产生和发展	3-164
5.1.3 单片机的应用	3-166
5.1.4 单片机系统的扩展和配置	3-166
5.1.5 单片机技术发展的趋势	3-167
5.2 单片机产品及性能介绍	3-168
5.2.1 概述	3-168
5.2.2 4 位单片机	3-168
5.2.3 8 位单片机	3-171
5.2.4 16 位单片机	3-178
5.2.5 32 位单片机	3-180
5.2.6 模糊单片机	3-182
5.3 单片机的开发环境	3-182
5.3.1 概述	3-182
5.3.2 单片机程序设计语言及支持软件	3-183
5.3.3 开发环境中的人-机界面	3-184
5.3.4 开发环境的硬件种类	3-186
5.3.5 单片机开发环境发展趋势	3-187
5.4 单片机的多机与网络系统	3-188
5.4.1 工业测控领域的多机与网络系统	3-188
5.4.2 单片机的串行接口与多机系统 μ lan	3-188

5.4.3	μlan 网	3-188	7.2.2	分散型控制系统体系结构	3-253
5.4.4	位总线	3-191	7.2.3	典型系统配置	3-254
5.4.5	I ² C 总线	3-195	7.3	分散型控制系统的数据通信网络	3-255
5.4.6	CAN 总线	3-198	7.3.1	概述	3-255
5.5	单片机的应用	3-199	7.3.2	通信协议	3-257
5.5.1	单片机应用系统设计概述	3-199	7.3.3	工业局部网络的选型考虑	3-273
5.5.2	单片机应用系统的类型	3-199	7.3.4	几种 DCS 系统通信网络 举例	3-274
5.5.3	单片机在仪器仪表中的应用	3-200	7.4	过程级设备	3-275
5.5.4	单片机在机电一体化设备控制 中的应用	3-202	7.4.1	过程级设备功能及分类	3-275
5.5.5	单片机在家用电器中的应用	3-203	7.4.2	过程控制设备的构成	3-278
第 6 章	PLC 及其应用	3-206	7.4.3	过程级设备的可靠性设计 措施	3-280
6.1	概述	3-206	7.4.4	典型过程级设备介绍	3-280
6.1.1	PLC 发展概况	3-206	7.5	监控级设备	3-283
6.1.2	PLC 的特点	3-208	7.5.1	监控级设备的功能及类型	3-283
6.1.3	PLC 的分类	3-208	7.5.2	监控级设备构成	3-284
6.1.4	PLC 的技术发展趋势	3-209	7.5.3	典型监控级设备介绍	3-284
6.1.5	国外 PLC 的典型应用概况	3-210	7.6	分散型控制系统软件系统	3-285
6.1.6	国产 PLC 及其在生产中的 应用	3-211	7.6.1	概述	3-285
6.2	PLC 硬件体系	3-212	7.6.2	实时操作系统	3-286
6.2.1	硬件结构	3-212	7.6.3	组态软件	3-287
6.2.2	CPU 和中央存储器	3-212	7.6.4	应用软件	3-292
6.2.3	I/O 接口	3-215	7.7	典型分散型控制系统介绍	3-296
6.2.4	电源、机架及扩展箱	3-218	7.7.1	国外典型分散型控制系统 介绍	3-296
6.2.5	PLC 的工作原理	3-219	7.7.2	国内典型分散型控制系统 介绍	3-302
6.2.6	智能 I/O 模板	3-222	7.8	分散型控制系统应用举例	3-308
6.2.7	远程 I/O 模板	3-224	7.8.1	概述	3-308
6.2.8	通信及网络	3-225	7.8.2	工艺简介	3-308
6.2.9	编程器	3-226	7.8.3	系统构成及系统功能	3-308
6.3	PLC 软件体系	3-227	7.8.4	控制策略	3-309
6.3.1	PLC 系统软件和应用软件	3-227	附录	典型 DCS 产品及其主要性能	3-310
6.3.2	系统软件框图	3-227	第 8 章	现场总线和现场总线控制 系统	3-314
6.3.3	应用软件用编程语言	3-227	8.1	现场总线概述	3-314
6.3.4	应用软件模块化——PLC 功能模块介绍	3-241	8.1.1	现场总线应运而生	3-314
6.4	PLC 产品介绍	3-242	8.1.2	现场总线的产生背景	3-314
第 7 章	分散型控制系统	3-251	8.1.3	现场总线的产生历程	3-315
7.1	概述	3-251	8.1.4	现场总线控制系统 FCS	3-317
7.1.1	分散型控制系统的发展	3-251	8.1.5	现场总线控制系统的体系 结构	3-319
7.1.2	分散型控制系统的特点及 类型	3-251	8.2	现场总线的网络结构	3-320
7.2	分散型控制系统的体系结构	3-252	8.2.1	关于现场总线网络模型的	
7.2.1	建立分散型控制系统体系 结构的原则	3-252			

讨论	3-320
8.2.2 现场总线的网络结构	3-322
8.3 HART 协议	3-325
8.3.1 概述	3-325
8.3.2 HART 协议简介	3-325
8.3.3 HART 对互操作性的解决	3-326
8.4 CAN 总线	3-327
8.4.1 概述	3-327
8.4.2 CAN 控制器简介	3-327
8.4.3 CAN 协议	3-328
8.4.4 CAN 的应用	3-328
8.5 LONWORKS	3-329
8.5.1 概述	3-329
8.5.2 LONTALK 协议的特点	3-329
8.5.3 LONTALK 协议的基本功能	3-330
8.5.4 NEURON 芯片	3-330
8.5.5 结论	3-332
8.6 PROFIBUS	3-332
8.6.1 概述	3-332
8.6.2 PROFIBUS 基本特性	3-333
8.6.3 PROFIBUS 的实现	3-333
8.6.4 结论	3-334
8.7 基金会现场总线 FF	3-334
8.7.1 概述	3-334
8.7.2 基金会现场总线技术	3-334
8.7.3 基金会现场总线优点	3-336
参考文献	3-336

第4篇 检测技术

第1章 传感器及其使用技术

1.1 传感器的基本知识	4-3
1.1.1 传感器及其组成	4-3
1.1.2 传感器的分类	4-3
1.1.3 传感器的特性	4-5
1.1.4 传感器的性能指标	4-14
1.1.5 传感器的输入、输出特性和 对环境的要求	4-14
1.1.6 传感器的标定和校准	4-15
1.2 位移和长度传感器	4-15
1.2.1 位移和长度传感器的选用	4-15
1.2.2 电感式(自感式)传感器	4-16
1.2.3 变压器式(互感式)传感器	4-24
1.2.4 电涡流式传感器	4-27
1.2.5 电容式传感器	4-30
1.2.6 电触式传感器	4-36

1.2.7 电位器式传感器	4-39
1.2.8 应变式传感器	4-40
1.2.9 感应同步器	4-40
1.2.10 磁栅式传感器	4-45
1.2.11 光栅式传感器	4-47
1.2.12 光学码盘式传感器	4-52
1.2.13 激光式传感器	4-54
1.2.14 光电式传感器	4-56
1.2.15 气电转换传感器	4-61
1.2.16 压电式位移传感器	4-62
1.2.17 霍尔式传感器	4-63
1.3 速度传感器	4-67
1.3.1 速度传感器的主要性能和特点	4-67
1.3.2 磁电感应式速度传感器	4-68
1.3.3 陀螺式角速度传感器	4-70
1.3.4 差动变压器式速度传感器	4-72
1.3.5 光电式速度和转速传感器	4-73
1.3.6 多普勒效应测速传感器	4-73
1.3.7 转速传感器	4-74
1.3.8 流速传感器	4-75
1.3.9 其它测速方法	4-76
1.4 力、扭矩和压力传感器	4-76
1.4.1 力、扭矩和压力传感器的类型 和特点	4-76
1.4.2 弹性敏感元件	4-78
1.4.3 电阻应变片式力、扭矩和压力 传感器	4-82
1.4.4 压阻式力、压力传感器	4-88
1.4.5 压电式力、压力传感器	4-92
1.4.6 压磁式力传感器	4-97
1.4.7 谐振式力、力矩和压力传感 器	4-99
1.4.8 位移式力、压力传感器	4-104
1.4.9 其它类型压力和扭矩传感器	4-105
1.5 惯性角参数传感器	4-106
1.5.1 压电射流速率传感器	4-106
1.5.2 三维压电射流姿态传感器	4-110
1.6 惯性加速度和倾角传感器	4-111
1.6.1 石英挠性伺服加速度传感器	4-111
1.6.2 压电石英谐振式加速度传 感器	4-112
1.6.3 哥氏惯性速度和加速度传 感器	4-113
1.6.4 参量式倾斜传感器	4-113
1.6.5 振弦式倾斜传感器	4-115

1.6.6 力平衡式倾斜传感器	4-115	器	4-136
1.6.7 气体线加速度传感器	4-115	1.15 生物传感器	4-137
1.6.8 气体摆式倾角传感器	4-117	1.15.1 生物传感器的原理	4-137
1.7 振动加速度传感器	4-121	1.15.2 电化学生物传感器	4-137
1.7.1 压电振动加速度传感器	4-121	1.15.3 生物电子传感器	4-138
1.7.2 压阻式振动加速度传感器	4-121	1.15.4 光生物传感器	4-138
1.7.3 磁致伸缩式振动加速度传感 器	4-122	1.15.5 微生物传感器	4-138
1.7.4 PVDF 心音脉搏传感器	4-122	1.15.6 离子敏场效应晶体管传感 器	4-140
1.8 物位传感器	4-123	1.15.7 半导体化学集成传感器	4-141
1.8.1 放射性同位素物位传感器	4-123	第2章 测量电路	4-142
1.8.2 超声物位传感器	4-124	2.1 测量电路总论	4-142
1.8.3 超声界面传感器	4-124	2.1.1 测量电路的类型与组成	4-142
1.8.4 微波物位传感器	4-124	2.1.2 基本转换电路	4-144
1.8.5 流量式液位传感器	4-125	2.2 测量放大器	4-147
1.8.6 玻璃管式液位传感器	4-125	2.2.1 测量放大器的主要特点与要 求	4-147
1.8.7 平衡浮子式液位传感器	4-126	2.2.2 低噪声放大器	4-148
1.9 声敏传感器	4-126	2.2.3 高稳定度放大器	4-150
1.9.1 声敏传感器的分类	4-126	2.2.4 高输入阻抗放大器	4-150
1.9.2 炭粒送话器	4-126	2.2.5 高共模抑制比放大器	4-152
1.9.3 压电声敏传感器	4-127	2.2.6 参量放大器与电荷放大器	4-154
1.9.4 静电扬声器	4-127	2.2.7 放大器的线性化与量程切换	4-156
1.10 半导体彩色传感器	4-127	2.2.8 放大器的频率特性	4-158
1.11 热敏传感器	4-128	2.3 调制与解调电路	4-159
1.11.1 半导体热敏电阻	4-128	2.3.1 调制的功用与类型	4-159
1.11.2 二极管热敏传感器	4-128	2.3.2 信号的幅值调制与解调	4-159
1.11.3 晶体管热敏传感器	4-129	2.3.3 信号的频率调制与解调	4-169
1.11.4 光纤温度传感器	4-129	2.3.4 信号的相位调制与解调	4-171
1.12 磁敏传感器	4-130	2.3.5 信号的脉宽调制与解调	4-171
1.12.1 磁敏传感器的种类及其检 测极限	4-130	2.4 滤波器	4-175
1.12.2 霍尔效应型传感器	4-130	2.4.1 滤波器的基本知识	4-175
1.12.3 超导量子干涉器件	4-130	2.4.2 常用二阶有源滤波器电路	4-176
1.13 气体传感器	4-131	2.4.3 有源滤波器设计方法	4-176
1.13.1 半导体气体传感器	4-131	2.5 模拟运算电路	4-202
1.13.2 固体电解质气体传感器	4-133	2.5.1 线性加减电路	4-202
1.13.3 真空度传感器	4-133	2.5.2 微分与积分运算电路	4-204
1.13.4 微波气体成分传感器	4-133	2.5.3 绝对值、平均值、峰值运算 电路	4-209
1.13.5 光学气体成分传感器	4-133	2.5.4 乘、除、乘方、开方电路	4-211
1.13.6 谐振微桥传感器	4-133	2.5.5 函数电路	4-213
1.14 湿度和水分传感器	4-134	2.6 细分、辨向、当量变换与编码 变换电路	4-219
1.14.1 湿度传感器的分类	4-134	2.6.1 细分、辨向电路的选用	4-219
1.14.2 水分子亲和力和型湿度传感 器	4-134	2.6.2 细分、辨向常用电路	4-219
1.14.3 非水分子亲和力和型湿度传感			

2.6.3 脉冲当量变换电路	4-234	4.4.2 卡尔曼滤波	4-325
2.6.4 二进制与循环码的变换	4-240	4.4.3 自适应滤波	4-326
第3章 机床数显装置	4-242	4.5 时间序列分析	4-326
3.1 数显装置的工作原理	4-242	4.5.1 时间序列分析基础	4-326
3.2 数显装置常用的位移传感器	4-242	4.5.2 ARMA模型的时域特性	4-327
3.3 国内外数显表的型谱	4-253	4.5.3 ARMA模型的频域特性	4-328
3.4 数显装置实例	4-266	4.5.4 ARMA模型的建模	4-328
3.4.1 感应同步器数显装置	4-266	4.5.5 ARMA模型的最佳预测	4-329
3.4.2 光栅数显装置	4-269	4.6 信号的时间-频率联合分析	4-329
3.4.3 磁尺数显装置	4-269	4.6.1 维格纳分布	4-329
3.4.4 单片机数显装置	4-275	4.6.2 小波变换	4-334
3.5 数显装置的应用	4-275	第5章 智能化检测设备	4-341
3.5.1 国产三种类型数显装置的 对照分析	4-275	5.1 概述	4-341
3.5.2 数显装置的选用方法	4-275	5.1.1 智能化检测设备的基本结构	4-341
3.5.3 数显装置的安装和调试	4-276	5.1.2 智能化检测设备的特点	4-341
3.5.4 数显装置的应用实例	4-289	5.2 微型机与检测设备的接口技术	4-342
3.6 数显装置的维护与修理	4-292	5.2.1 传感器与微型机的接口技术	4-342
3.6.1 日常维护	4-292	5.2.2 智能化检测设备显示器件与 微机的接口	4-349
3.6.2 数显装置的故障判断和处理	4-292	5.2.3 智能化检测设备的人-机接口	4-351
第4章 信号分析与处理技术	4-297	5.3 智能化检测设备的基本运算与 处理	4-357
4.1 信号处理基础	4-297	5.3.1 基本函数近似计算	4-357
4.1.1 信号概述	4-297	5.3.2 几种常用数值计算方法	4-358
4.1.2 信号处理中的数学变换	4-298	5.3.3 常用非数值计算处理方法	4-359
4.1.3 信号的描述	4-308	5.3.4 信号预处理	4-362
4.1.4 信号通过线性系统的响应	4-310	5.3.5 静态误差修正	4-366
4.1.5 数字信号处理的参数选择	4-311	5.4 人工智能在检测技术中的应用	4-369
4.2 谱分析与谱估计	4-311	5.4.1 基本概念	4-369
4.2.1 FFT算法	4-311	5.4.2 设备故障诊断技术	4-370
4.2.2 ZOOM-FFT	4-314	5.4.3 图像识别技术在检测中的 应用	4-373
4.2.3 基于傅里叶变换的谱分析	4-315	5.5 精密量仪的微机化	4-373
4.2.4 最大熵谱估计	4-315	5.5.1 精密圆度仪	4-373
4.3 数字滤波器	4-319	5.5.2 齿轮量仪	4-376
4.3.1 数字滤波器的原理与结构	4-319	5.5.3 表面粗糙度量仪	4-385
4.3.2 IIR数字滤波器设计	4-322	5.5.4 三坐标测量机	4-389
4.3.3 FIR数字滤波器设计	4-324	参考文献	4-408
4.3.4 IIR与FIR滤波器的比较	4-324		
4.4 最小均方线性滤波	4-325		
4.4.1 维纳滤波	4-325		

第 2 篇 机电一体化常用电路

主 编 黄义源

主 审 陈婉儿

编写人员

第 1 章 黄义源

第 2 章 任仕纯

第 3 章 李景华 王 君 恩 莉

第 4 章 程昌银

第 5 章 商斌雄

YDOP/1102

第 1 章 模拟电路及其应用

1.1 常用半导体器件及其参数

1.1.1 分立器件及其参数

1. 二极管

半导体二极管大多数以一个 PN 结为基础，将 PN 结封装在管壳内，引出电极引线。按用途可分为整流、检波、开关、稳压等二极管。

(1) 整流二极管 整流二极管用于将交流电整流成直流电。额定正向电流 I_F 的范围为 30mA~800A。最高反向工作电压范围为 25~2000V。一般都是采用硅材料制作的面结型的功率器件。由于结面积较大，结电容也较大，因而工作频率较低，多在 3kHz 以下。

为了方便使用，按全波桥式整流组装好的硅整流桥，也有系列化产品。

在应用中，主要根据额定电流及最高反向工作电压来选择整流二极管。对于单相桥式整流电路，整流管承受的最大反向电压为电源电压的峰值，流过每管的电流为输出电流的一半，考虑到电容滤波时的浪涌电流，应选用额定电流较大(例如较计算电流大 50%)的整流管。

常用硅整流二极管的型号及主要参数见表 2.1-1。

硅整流二极管的最高反向峰值电压 U_{RM} 一般分为 22 档，规格号顺序为 A~X，相对应的反向电压为 25~3000V，详见表 2.1-2。

近年来，有些塑封、玻璃整流二极管在外表用色环表示最高反向峰值电压，常见的规格见表 2.1-3。带色环的一端为负端。

表 2.1-1 常用硅整流二极管的型号及主要参数

型 号	最高反向 峰值电压 U_{RM}/V	正向平均 电流 I_F/A	正向平均 压降 U_F/V	反向漏 电 流 $I_R/\mu A$	最高结温 $T_j/^{\circ}C$	外形图图号 (见表后)
2CZ31	50~800	1	≤ 0.8	≤ 5	150	图 a
2CZ32		1.5		≤ 3	130	图 b
2CZ33						
2CZ34		1		≤ 3	150	图 a
2CZ52	25~1000	0.1	≤ 0.7	≤ 1	150	图 c
2CZ53	25~2000	0.3	≤ 1	≤ 5		图 d
2CZ54		0.5		≤ 10		图 e
2CZ55		1				
2CZ56	100~2000	3	≤ 0.8	≤ 20		
2CZ57	25~2000	5		≤ 30		
2CZ58		10		≤ 40		
2CZ59		20		≤ 50		
2CZ60		50				
2CZ80	25~800	0.03	≤ 1.2	≤ 5		图 c
2CZ81		0.05				