

机电一体化 实用技术手册

主 编 周 斌
副主编 陈默子 葛德玉
吕炳仁 陈德鹏

兵器工业出版社

机电一体化 实用技术手册

主 编 周 斌

副 主 编 陈默子 葛德玉
吕炳仁 陈德鹏

兵器工业出版社

(京) 新登字 049 号

内 容 简 介

机电一体化技术是将机械、微电子和信息处理等技术综合运用的复合技术, 给我国传统的机电工业带来了革命性的变革和巨大的经济效益, 在国内外已显示出强大的生命力。机电一体化技术提高了机电产品的质量和性能, 促进了各行各业的技术进步。

本《手册》将国内外最新的机电一体化技术分为七篇 44 章, 按照工作原理、技术参数、使用方法逐一介绍传感器及测量系统、电力电子技术、电力电子传动系统、可编程控制器、控制及显示元器件、单片微处理机以及工业微机; 又考虑到实际应用的需要, 还列出了有关设计的详细资料以及设计实例。

本《手册》是机电一体化产品设计、开发工程技术人员, 机械、电机、自动化工程师的必备工具书, 也是高年级大学生及研究生的重要参考资料。

机电一体化实用技术手册

主 编 周 斌

责任编辑 聂笃克

封面设计 姚 毅

*

兵器工业出版社 出版发行

(北京市海淀区车道沟 10 号)

各地新华书店经销

北京凯通印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 68.5 字数: 2034 千字

1994 年 3 月第 1 版 1995 年 4 月第 2 次印刷

印数 1—2600 定价: 99.00 元

ISBN 7-80038-665-1/TH·32

前 言

随着计算机、电力电子和传感器技术的发展,各先进国家中机电一体化产品层出不穷,机床、汽车、仪表、家用电器、轻工机械、纺织机械、包装机械、印刷机械、冶金机械、化工机械等许多门类的产品每年都有新的突破,机电一体化技术已越来越受到各方面的关注。它在节约能源、降低材料消耗、增强企业竞争能力等方面起着极大的作用。

机电一体化技术的显著成效体现在以下七个方面:

1. 传感器技术——信息的提取与处理的理论、方法和技术是提高机电一体化产品的功能、自动化及智能化的首要环节。除研究传感器的检测分辨率和精度以外,目前的发展方向是微型化、多功能、高稳定性和可靠性。因而,以半导体为基础来测量各种物理量和化学性能的传感器已得到广泛应用。此外,为配合微处理器及计算机控制的需要,非接触式和数字式传感器也日益受到重视。

2. 电力电子技术——功率变频技术的突破,为机电一体化产品的高效、节能、省材创造了有利条件。因而,电力电子技术成为弱电控制和被控强电之间的桥梁。除已被采用的电力晶体管(GTR)和关断晶闸管(GTO)外,最近又研制出用电场控制的功率场控晶体管(功率 MOSFET)及用电压控制的绝缘门极晶体管(IGBT),并向具有逻辑控制、驱动、保护及有传感功能的“功率集成电路”发展。它将成为机电一体化产品的基础。

3. 现代传动技术——用微电子技术、电力电子技术、机电能量转换原理和自动控制原理来代替电机-齿轮传动机构,它不仅可以达到高精度的转速控制,还可进行角度控制,是机电一体化产品的新颖的运动控制系统。除上述电力电子技术的发展外,还有感应电动机和无刷电机的矢量控制、各类电机的闭环控制等,使机电一体化产品不仅节能,并且还能大大提高工作性能和降低噪声。

4. 可编程控制器(PLC)——PLC 技术、数控和工业机器人已成为机械工业自动化的三大支柱。由于 PLC 的可靠、方便及接口的统一标准,它已成为机电一体化产品的重要组成部分。为适应各种类型产业的需要,PLC 的门类繁多。今后需进一步研究的问题是:输入/输出点组合的灵活性;各种智能模板和通信接口;各种型式的编程器及仿真软件;提高性能价格比。

5. 微处理器——在机电一体化产品中,单片微处理机是应用得十分成功的测量及控制部件。由于单片微处理机的高度集成化,因此,它具有体积小、功能强、可靠性高、功耗小、价格低、应用灵活等优点。其中 Intel MCS-48、MCS-51 及 MCS-96 系列单片微处理机已可以完成大部分机电一体化产品中的控制和测量任务。

6. 新颖指示及显示技术——图形、文字、数字等显示是机电一体化产品的显著改进。彩色及变色的发光二极管(LED)和低能耗的液晶显示(LCD)在计算机技术的配合下已成为机电一体化产品新颖的指示及显示技术。

7. 工业微机控制——对大型、复杂和控制要求较高的机电一体化产品大多采用工业微机控制系统,可分为单机控制、集散控制、多级控制等。因为 PC 总线已开发有许多实时控制软件和应用软件,所以工业微机的发展趋势是开发 PC 总线型工业微机。在控制理

论方面,除经典PID控制规律及最小拍无纹波控制外,模糊控制及人工神经网络控制理论也开始在机电一体化产品中应用。

本《手册》把以上七个方面在机电一体化产品中的应用分为七篇,收集了最新的资料,分别予以介绍。但机电一体化技术纵横交叉,发展迅速,加上编写时间较短,《手册》中的某些图例只能按照各生产厂家的习惯画法,不能做到完全采用国家标准,请读者谅解。此外,由于我们经验不足,漏误之处希广大读者提出批评和建议。

在编写过程中,许多热心的研制开发单位、公司和个人提供了宝贵的经验和资料,在此表示衷心感谢。

《机电一体化实用技术手册》编辑委员会

1994年3月

编 辑 委 员 会 名 单

主 审 王浣尘 程少庚

主 编 周 斌

副 主 编 陈默子 葛德玉 吕炳仁 陈德鹏

编 委 (按姓名笔划为序)

马力妮 王小红 王明良 厉 虹 刘宁生

刘筱毅 陈炳荣 乔胜利 李 平 李赤平

李忠德 杨玉安 周胜梅 周国昌 胡建知

荆学建 柴富修 倪荣庆 殷礼明 谭 真

目 录

第一篇 传感器及测量系统

第一章 传感器及测量系统概述

1.1.1 模拟量传感器及测量电路结构	(1)
1.1.2 模拟量传感器性能指标	(2)
1.1.2.1 精确度	(2)
1.1.2.2 稳定性	(2)
1.1.2.3 输入/输出特性	(2)
1.1.3 数字量传感器及测量电路结构	(7)
1.1.4 数字量传感器性能指标	(8)
1.1.5 数字检测方法	(9)
1.1.5.1 M法数字检测	(9)
1.1.5.2 T法数字检测	(9)
1.1.5.3 M/T法数字检测	(10)
1.1.6 电子细分	(11)

第二章 光电传感器

1.2.1 光电器件	(18)
1.2.1.1 光电发射器件	(18)
1.2.1.2 光电探测器件	(20)
1.2.2 光束传感器	(33)
1.2.2.1 光束传感器工作原理和电气结构	(33)
1.2.2.2 光束传感器的接受器特性	(33)
1.2.2.3 efector 200 系列光束传感器外形及技术参数	(35)
1.2.2.4 光电传感器用电子放大器	(37)
1.2.3 返回-反射传感器(反射传感器)	(39)
1.2.3.1 反射传感器工作原理及电气结构	(39)
1.2.3.2 efector 200 系列反射传感器技术参数	(40)
1.2.3.3 efector 200 系列反射传感器的接受器特性	(40)
1.2.4 散射传感器	(47)
1.2.4.1 散射传感器工作原理及电气结构	(47)
1.2.4.2 efector 200 系列散射传感器的接受器特性	(47)
1.2.4.3 efector 200 系列散射传感器技术参数	(47)
1.2.5 efector 200 红外传感器	(53)
1.2.5.1 efector 200 红外传感器工作原理	(53)
1.2.5.2 红外传感器开关温度及窗口角	(54)
1.2.5.3 efector 200 红外传感器外形及技术参数	(55)
1.2.6 光电传感器的应用	(58)

第三章 光纤传感器

1.3.1 光纤传感器概述	(59)
---------------------	------

1.3.2	光纤传感器工作原理	(60)
1.3.2.1	强调制型光纤传感器	(60)
1.3.2.2	相位调制型光纤传感器	(64)
1.3.2.3	偏振调制型光纤传感器	(66)
1.3.3	光导纤维	(69)
1.3.3.1	光导纤维特性	(69)
1.3.3.2	光导纤维种类	(69)
1.3.3.3	光纤连接	(72)
1.3.3.4	光纤耦合	(75)
1.3.4	efector 200 光纤传感器	(77)
1.3.4.1	光纤传感器工作原理	(77)
1.3.4.2	efector 光纤传感器外形及技术参数	(78)

第四章 线位移传感器

1.4.1	线位移传感器概述	(84)
1.4.2	半导体激光位移传感器	(85)
1.4.2.1	半导体激光位移传感器基本结构及工作原理	(85)
1.4.2.2	LB 系列半导体激光位移传感器	(86)
1.4.2.3	LC 系列半导体激光位移传感器	(89)
1.4.2.4	LD 系列半导体激光位移传感器	(95)
1.4.3	电涡流位移传感器	(99)
1.4.3.1	电涡流位移传感器基本结构、工作原理及特点	(99)
1.4.3.2	CWY-DO 系列电涡流位移传感器技术参数	(100)
1.4.3.3	CWY-DO 系列电涡流位移传感器输出特性	(101)
1.4.3.4	CWY-DO 系列电涡流位移传感器外形	(103)
1.4.3.5	电涡流位移传感器应用	(103)

第五章 光栅传感器

1.5.1	光栅传感器结构及工作原理	(105)
1.5.1.1	光栅传感器结构	(105)
1.5.1.2	莫尔条纹效应	(105)
1.5.1.3	长光栅莫尔条纹	(106)
1.5.2	光栅传感器的光学系统	(108)
1.5.3	光栅传感器的细分电路	(109)
1.5.4	光栅尺	(109)
1.5.4.1	SGC 系列长光栅尺	(109)
1.5.4.2	JI 系列长光栅尺	(114)
1.5.4.3	LIP/LID/LIDA/LS/LB/ULS 系列长光栅尺	(116)

第六章 感应同步器

1.6.1	感应同步器结构	(119)
1.6.2	感应同步器工作原理	(121)
1.6.3	感应同步器工作方式	(123)
1.6.4	直线式感应同步器接长方法	(125)

第七章 接近传感器

1.7.1	接近传感器(接近开关)主要技术指标	(126)
1.7.2	接近传感器(接近开关)种类	(127)

1.7.3 感应式接近传感器	(129)
1.7.3.1 感应式接近传感器工作原理.....	(129)
1.7.3.2 efector 100 感应式接近传感器技术参数	(131)
1.7.3.3 EM 微型感应式接近传感器.....	(139)
1.7.3.4 ES 系列远距离感应式接近传感器	(142)
1.7.3.5 EG 系列高精密度感应式接近传感器	(147)
1.7.3.6 AS 系列感应式位移传感器	(151)
1.7.3.7 TA 系列贯通型感应式接近传感器	(155)
1.7.4 电容式接近传感器	(158)
1.7.4.1 电容式接近传感器的工作原理	(158)
1.7.4.2 efector 100 电容式接近传感器技术参数	(159)
1.7.5 电磁式接近传感器	(163)
1.7.5.1 电磁式接近传感器工作原理	(163)
1.7.5.2 电磁式接近传感器技术参数.....	(163)

第八章 流量传感器

1.8.1 电子流量传感器	(164)
1.8.1.1 电子流量传感器工作原理.....	(164)
1.8.1.2 电子流量传感器基本结构.....	(165)
1.8.1.3 电子流量传感器安装.....	(165)
1.8.1.4 电子流量传感器应用.....	(166)
1.8.1.5 efector 300 系列电子流量传感器外形及技术参数	(167)
1.8.2 efector 300 系列电子流量传感器的监控器	(170)
1.8.2.1 VS 0100 监控器.....	(170)
1.8.2.2 袖珍流量监控器.....	(172)
1.8.2.3 电子流量传感器附件.....	(174)
1.8.3 电磁流量计	(175)
1.8.3.1 电磁流量计原理.....	(175)
1.8.3.2 LD、SLD 系列电磁流量计应用、主要技术参数及外形	(175)

第九章 温度及热敏传感器

1.9.1 热敏电阻	(179)
1.9.1.1 热敏电阻工作特性.....	(179)
1.9.1.2 热敏电阻主要技术参数定义.....	(180)
1.9.1.3 热敏电阻型号命名法.....	(181)
1.9.1.4 热敏电阻性能指标.....	(181)
1.9.1.5 热敏电阻使用及设计.....	(182)
1.9.2 热电偶温度传感器	(184)
1.9.2.1 热电偶工作原理.....	(184)
1.9.2.2 热电偶结构.....	(185)
1.9.2.3 热电偶冷端温度补偿.....	(186)
1.9.2.4 热电偶校验.....	(188)
1.9.3 热电阻温度传感器	(190)
1.9.3.1 热电阻温度传感器基本特性.....	(190)
1.9.3.2 热电阻温度传感器结构.....	(192)

第十章 电压及电流传感器

1.10.1	电压及电流传感器工作原理	(193)
1.10.2	霍尔器件电压及电流传感器性能指标	(194)
1.10.2.1	霍尔器件电压及电流传感器主要特点	(194)
1.10.2.2	霍尔器件电压及电流传感器性能指标	(194)
1.10.2.3	霍尔器件电压及电流传感器型号命名法	(194)
1.10.2.4	霍尔器件电压及电流传感器使用与设计	(195)
1.10.2.5	霍尔器件电压及电流传感器外形尺寸	(196)

第十一章 转速及角位移传感器

1.11.1	绝对式旋转编码器	(198)
1.11.2	增量式旋转编码器	(199)
1.11.3	增量式角度编码器	(202)
1.11.4	调制式旋转编码器	(203)

第十二章 图像传感器

1.12.1	图像传感器基本结构及工作原理	(205)
1.12.1.1	CCD 图像传感器	(205)
1.12.1.2	红外图像传感器	(206)
1.12.2	VH 系列图像显微检测仪	(207)
1.12.2.1	VH-5900 图像显微检测仪	(207)
1.12.2.2	VH-5910 图像显微检测仪	(207)
1.12.2.3	VH-6100 便携式图像显微检测仪	(207)
1.12.2.4	VH 系列图像显微检测仪应用实例	(209)
1.12.3	TVS-2000 系列热图像检测系统	(210)
1.12.3.1	TVS 系列热图像检测系统特点及功能	(210)
1.12.3.2	TVS 系列热图像检测系统配置及技术参数	(210)
1.12.3.3	热图像系统的应用	(210)

第十三章 A/D 及 D/A 转换器

1.13.1	D/A 转换器	(212)
1.13.1.1	D/A 转换器工作原理	(212)
1.13.1.2	D/A 转换器 IC 的特点及主要性能指标	(213)
1.13.1.3	DAC 0832 8 位 D/A 转换器	(214)
1.13.1.4	DAC 0800 8 位 D/A 转换器	(217)
1.13.1.5	DAC 0808 8 位 D/A 转换器	(218)
1.13.1.6	AD-558 8 位 D/A 转换器	(219)
1.13.1.7	AD 7520 10 位 D/A 转换器	(220)
1.13.1.8	AD 7522 10 位 D/A 转换器	(222)
1.13.1.9	ADC 1020 10 位 D/A 转换器	(223)
1.13.1.10	AD 7543 12 位 D/A 转换器	(224)
1.13.1.11	DAC 1208 8 位 D/A 转换器	(226)
1.13.2	A/D 转换器	(228)
1.13.2.1	A/D 转换器主要性能指标	(228)
1.13.2.2	A/D 转换器工作原理	(229)
1.13.2.3	A/D 转换器 IC 特点	(231)
1.13.2.4	ADC 0809 8 位 A/D 转换器	(232)
1.13.2.5	ADC 0801 8 位 A/D 转换器	(234)

1.13.2.6	AD 570 8 位 A/D 转换器	(236)
1.13.2.7	ADC 1210 12 位 A/D 转换器	(237)
1.13.2.8	AD 578 高速 12 位 A/D 转换器	(238)
1.13.2.9	AD 574 高速 12 位 A/D 转换器	(239)
1.13.2.10	ADC 0816 8 位 A/D 转换器	(241)
1.13.2.11	AD 650 V/F 型 A/D 转换器	(243)

第二篇 电力电子技术

第一章	电力电子技术概述	(246)
-----	----------	-------

第二章 电力电子器件

2.2.1	功率二极管	(248)
2.2.1.1	功率二极管	(248)
2.2.1.2	功率二极管模块系列	(250)
2.2.2	晶闸管	(254)
2.2.2.1	普通晶闸管	(255)
2.2.2.2	快速晶闸管	(257)
2.2.2.3	双向晶闸管	(259)
2.2.2.4	逆导晶闸管	(260)
2.2.2.5	光控晶闸管	(261)
2.2.3	可关断晶闸管	(262)
2.2.3.1	可关断晶闸管概述	(262)
2.2.3.2	可关断晶闸管特性及主要参数	(263)
2.2.3.3	可关断晶闸管门极控制电路	(264)
2.2.4	双极型功率晶体管	(267)
2.2.4.1	双极型功率晶体管概述	(267)
2.2.4.2	双极型功率晶体管特性及主要参数	(268)
2.2.4.3	双极型功率晶体管模块基极驱动电路实例	(270)
2.2.4.4	双极型功率晶体管模块系列	(272)
2.2.5	功率场控晶体管	(278)
2.2.5.1	功率场控晶体管概述	(278)
2.2.5.2	功率场控晶体管特性及参数	(279)
2.2.5.3	功率场控晶体管栅极驱动电路实例	(282)
2.2.6	绝缘门极双极晶体管	(284)
2.2.6.1	绝缘门极双极晶体管概述	(284)
2.2.6.2	绝缘门极双极晶体管特性及主要参数	(284)
2.2.6.3	绝缘门极双极晶体管模块系列	(284)
2.2.6.4	绝缘门极双极晶体管驱动保护用混合式集成芯片实例	(290)
2.2.7	其它新型电力电子器件	(291)
2.2.7.1	静电感应晶体管	(291)
2.2.7.2	静电感应晶闸管	(292)
2.2.7.3	MOS 栅控晶闸管	(293)

2.2.8	功率集成电路	(293)
2.2.8.1	高压集成电路.....	(293)
2.2.8.2	智能功率集成电路.....	(294)
2.2.8.3	逆变器用功率集成电路模块.....	(296)
第三章 电力电子变换电路		
2.3.1	可控整流器与触发器	(298)
2.3.1.1	可控整流器简述.....	(298)
2.3.1.2	普通晶闸管集成化移相触发器.....	(299)
2.3.1.3	单片微处理机全数字触发器.....	(305)
2.3.2	交流调压器	(309)
2.3.2.1	交流移相调压器.....	(309)
2.3.2.2	交流通断控制调压器.....	(315)
2.3.3	直流斩波器	(318)
2.3.3.1	直流斩波器概述.....	(318)
2.3.3.2	逆阻型斩波器.....	(318)
2.3.3.3	逆导型斩波器.....	(319)
2.3.3.4	可关断晶闸管斩波器.....	(320)
2.3.3.5	其它全控器件斩波器.....	(321)
2.3.4	正弦波脉宽调制(SPWM)逆变器	(322)
2.3.4.1	SPWM 逆变器工作原理	(322)
2.3.4.2	单片机生成 SPWM 调制波	(324)
2.3.4.3	三相 SPWM 集成控制器芯片生成 SPWM 调制波	(326)
2.3.5	变频器	(332)
2.3.5.1	变频调速原理与控制方式.....	(332)
2.3.5.2	变频电源分类.....	(333)
2.3.5.3	交-直-交变频器	(334)
2.3.5.4	交-交变频器	(339)

第三篇 电力电子传动系统

第一章 电力传动自动控制系统总体设计

3.1.1	电力传动系统及工作机械	(344)
3.1.2	电力传动系统及运行环境	(348)
3.1.2.1	电力传动系统对电网的要求.....	(348)
3.1.2.2	电力传动系统对扰动量的反应.....	(349)
3.1.3	电力传动系统的方案选择	(350)
3.1.3.1	功率部分方案选择.....	(350)
3.1.3.2	控制系统方案选择.....	(354)
3.1.3.3	保护系统方案选择.....	(357)

第二章 感应电动机变频驱动控制

3.2.1	感应电动机变频调速原理	(359)
3.2.2	感应电动机变频调速方式	(360)
3.2.2.1	V/F 控制变频调速方式	(360)
3.2.2.2	转差频率调速方式.....	(362)

3.2.2.3	矢量控制变频调速方式.....	(363)
3.2.3	感应电动机-变频控制系统设计.....	(366)
3.2.3.1	调速控制系统设计.....	(366)
3.2.3.2	位置控制系统设计.....	(373)
3.2.3.3	张力控制系统设计.....	(376)
3.2.3.4	流量控制系统设计.....	(378)
3.2.3.5	温度控制系统设计.....	(382)
3.2.3.6	压力控制系统设计.....	(384)
3.2.3.7	快速响应控制系统设计.....	(388)
3.2.3.8	高精度的控制系统设计.....	(391)
3.2.3.9	再生电能回馈控制系统设计.....	(392)
3.2.3.10	冲击负载控制系统设计.....	(397)
3.2.3.11	防止高次谐波的设计.....	(399)

第三章 FVR G7 / P7 / G7S 系列感应电动机变频调速器

3.3.1	FVR5000 G7 / P7 系列变频调速器.....	(403)
3.3.1.1	FVR5000 G7 / P7 系列变频调速器的主要功能.....	(403)
3.3.1.2	FVR5000 G7 / P7 系列变频器技术参数.....	(405)
3.3.1.3	FVR5000 G7 / P7 系列变频调速器外形尺寸.....	(406)
3.3.1.4	FVR5000 G7 / P7 变频调速器电路及结构.....	(407)
3.3.1.5	FVR5000 G7 / P7 系列变频调速器面板操作.....	(409)
3.3.1.6	FVR5000 G7 / P7 系列变频调速器功能设置.....	(412)
3.3.1.7	FVR5000 G7 / P7 系列变频调速器连接方法.....	(417)
3.3.2	FVR-G7S 系列变频调速器.....	(420)
3.3.2.1	FVR-G7S 系列变频调速器主要功能.....	(420)
3.3.2.2	FVR-G7S 系列变频调速器技术参数.....	(420)
3.3.2.3	FVR-G7S 系列变频调速器外形尺寸及重量.....	(423)
3.3.2.4	FVR-G7S 系列变频器电路及结构.....	(424)
3.3.2.5	FVR-G7S 系列变频调速器面板操作.....	(426)
3.3.2.6	FVR-G7S 系列变频调速器连接方法.....	(429)
3.3.2.7	FVR-G7S 系列变频调速器主要选择件及附件.....	(431)

第四章 VEF 系列变频调速再生电能回馈制动器

3.4.1	VEF 系列再生电能回馈制动器功能.....	(437)
3.4.2	VEF 系列再生电能回馈制动器技术规格.....	(437)
3.4.3	VEF 系列再生电能回馈制动器容量选取.....	(438)
3.4.4	VEF 系列再生电能回馈制动器结构及接线.....	(438)

第五章 SAMCO-VS / VF / MF 系列感应电动机变频调速器

3.5.1	SAMCO-VS / VF 系列变频调速器.....	(439)
3.5.1.1	SAMCO-VF / SVS 系列变频器主要功能.....	(439)
3.5.1.2	SAMCO-VF / SVS 系列变频器技术参数.....	(440)
3.5.1.3	SVS / SVF 系列变频器外形尺寸.....	(442)
3.5.1.4	SVS / SVF 系列变频调速器控制信号端功能.....	(442)
3.5.2	SAMCO-MF 系列变频调速器.....	(443)
3.5.2.1	SAMCO-MF 系列变频器主要功能.....	(443)
3.5.2.2	变频调速器使用注意事项.....	(443)

3.5.2.3	SAMCO-MF 系列变频器技术参数	(444)
3.5.2.4	SAMCO-MF 系列变频器外形尺寸	(445)
3.5.2.5	SAMCO-MF 系列变频调速器控制信号端功能	(447)
3.5.2.6	SAMCO-MF 系列变频调速器面板操作	(448)

第六章 步进电动机控制系统

3.6.1	步进电机结构	(451)
3.6.2	步进电机特性	(453)
3.6.2.1	工作方式对频率特性的影响	(453)
3.6.2.2	线路时间常数对频率特性的影响	(453)
3.6.2.3	开关回路电压对频率的影响	(454)
3.6.3	步进电动机工作方式	(456)
3.6.4	步进电机产品要览	(457)
3.6.5	PMM8713 / PMM8723 / PMM8714 步进电机专用控制芯片	(460)
3.6.5.1	PMM8713 / PMM8723 / PMM8714 概述	(460)
3.6.5.2	PMM8713 / PMM8723 / PMM8714 芯片特性	(460)
3.6.5.3	PMM8713 / PMM8723 / PMM8714 管脚功能	(461)
3.6.5.4	PMM8713 / PMM8723 / PMM8714 专用芯片功能表	(462)
3.6.5.5	PMM8713 / PMM8723 / PMM8714 控制工作方式	(464)
3.6.5.6	PMM8723 / PMM8713 / PMM8714 芯片最大额定值	(466)
3.6.5.7	PMM8713 的励磁监视及输入脉冲监视功能	(467)
3.6.5.8	PMM8713 / PMM8723 / PMM8714 芯片技术参数	(467)
3.6.5.9	应用举例	(469)
3.6.6	PMM8713 / PMM8714 / PMM8723 芯片及微机控制系统	(472)
3.6.6.1	PMM8714 及微机控制系统	(472)
3.6.6.2	步进电动机的变速控制	(475)
3.6.6.3	励磁方式及旋转方向控制	(480)
3.6.7	步进电动机闭环控制	(481)
3.6.7.1	超前角	(481)
3.6.7.2	高速运行时超前角影响	(483)
3.6.7.3	减速运行时超前角影响	(483)
3.6.7.4	2 相励磁时的超前角	(483)
3.6.7.5	具备自寻最优功能的闭环系统	(484)
3.6.7.6	自寻最优控制	(486)
3.6.7.7	自寻最优控制硬件系统	(487)
3.6.7.8	自寻最优控制系统软件	(489)
3.6.8	步进电动机功放电路	(491)
3.6.8.1	单电压功率放大电路	(491)
3.6.8.2	双电压功率放大电路	(493)
3.6.8.3	斩波型功率放大电路	(495)
3.6.8.4	调频调压放大电路	(498)

第七章 直流伺服电动机及其控制

3.7.1	直流伺服电动机的分类与结构	(501)
3.7.1.1	分类与型号命名	(501)
3.7.1.2	结构型式及特点	(502)

3.7.2 直流伺服电动机的特性	(504)
3.7.2.1 运行特性.....	(504)
3.7.2.2 动态特性.....	(505)
3.7.2.3 工作特性.....	(507)
3.7.3 直流伺服电动机的应用	(508)
3.7.3.1 常用计算公式.....	(508)
3.7.3.2 动态计算举例.....	(508)
3.7.3.3 使用注意事项.....	(509)
3.7.4 直流伺服电动机主要技术数据	(509)
3.7.4.1 SZ 系列电磁式直流伺服电动机	(509)
3.7.4.2 S 系列电磁式直流伺服电动机	(513)
3.7.4.3 SY 系列永磁式直流伺服电动机	(514)
3.7.4.4 SYK 系列空心杯电枢永磁式直流伺服电动机	(517)
3.7.4.5 SZ/SZD/SZK 系列直流宽调速伺服电动机	(518)
3.7.4.6 SYT 系列永磁式直流伺服电动机	(518)
3.7.4.7 SXP 系列绕线盘式电枢直流伺服电动机	(519)
3.7.4.8 SZJ 系列电磁式直流伺服齿轮减速电动机.....	(519)
3.7.4.9 SW 系列无刷直流伺服电动机	(520)
3.7.5 单片机控制直流伺服电机	(522)
3.7.5.1 单片机与 PWM 功率放大器的接口	(522)
3.7.5.2 直流伺服系统中的反馈电路及接口	(523)
3.7.5.3 单片机控制直流伺服电动机的实例.....	(525)
3.7.6 直流伺服电动机转速控制	(525)
3.7.6.1 电子稳速控制.....	(525)
3.7.6.2 用测速发电机反馈的转速控制.....	(528)
3.7.6.3 用脉冲发生器的速度控制.....	(529)
第八章 SIMODRIVE 系列交流主轴驱动系统	
3.8.1 SIMODRIVE 交流主轴系统概述	(530)
3.8.2 1PH6 系列交流主轴电机	(533)
3.8.2.1 1PH6 系列交流主轴电机的机械特性	(534)
3.8.2.2 1PH6 系列交流主轴电机外形尺寸	(535)
3.8.3 SIMODRIVE 6500 晶体管 PWM 变频器	(537)
3.8.3.1 SIMODRIVE 6500 晶体管 PWM 变频器的技术参数.....	(537)
3.8.3.2 SIMODRIVE 6500 晶体管 PWM 变频器外形尺寸.....	(538)
第九章 FANUC S 系列交流主轴驱动系统	
3.9.1 S 系列交流主轴驱动系统概述	(540)
3.9.2 S 系列交流主轴电机	(540)
3.9.2.1 S 系列交流主轴电机技术参数.....	(541)
3.9.2.2 S 系列交流主轴电机机械特性曲线.....	(544)
3.9.2.3 S 系列交流主轴电机外形尺寸	(545)
3.9.3 FANUC 交流主轴驱动控制装置	(548)
第十章 PSM 系列调速永磁电机	
3.10.1 PSM 系列调速永磁电机概述	(551)
3.10.2 PSM 系列调速永磁电机技术参数	(551)

第四篇 可编程控制器

第一章 可编程控制器概述

4.1.1 PLC的主要功能	(553)
4.1.2 PLC的主要特点	(554)
4.1.3 PLC工作原理	(554)
4.1.3.1 PLC构成	(554)
4.1.3.2 PLC的工作过程	(555)

第二章 PLC 梯形图及编程方法

4.2.1 概述	(558)
4.2.2 梯形图的逻辑设计法	(558)
4.2.2.1 按控制要求绘制逻辑关系图	(558)
4.2.2.2 继电器的逻辑式	(559)
4.2.2.3 执行元件的逻辑式	(566)
4.2.2.4 继电器工作区间的布置	(570)
4.2.3 梯形图的直接设计法	(576)
4.2.3.1 概述	(576)
4.2.3.2 单对角形布置继电器梯形图设计	(576)
4.2.3.3 台阶形布置继电器梯形图设计	(578)
4.2.4 电控线路转化为梯形图时的特殊问题	(580)
4.2.4.1 概述	(580)
4.2.4.2 电控线路转化为梯形图可行性举例	(185)
4.2.5 编程技巧及合理使用 PLC 输入 / 输出点的方法	(585)
4.2.5.1 概述	(585)
4.2.5.2 节省 PLC 存贮空间的编程技巧	(585)
4.2.5.3 PLC 输入 / 输出点的合理使用	(591)

第三章 OMRONC 系列可编程控制器

4.3.1 OMRON SYSMAC C 系列可编程控制器概述	(596)
4.3.2 OMRON C200H 可编程控制器	(597)
4.3.2.1 系统组成	(597)
4.3.2.2 系统特点	(598)
4.3.2.3 基本 I/O 卡	(599)
4.3.2.4 存储器组织	(602)
4.3.2.5 OMRON C200H 可编程控制器指令系统	(607)
4.3.2.6 编程器	(618)
4.3.3 C200H PLC 特殊功能接口卡	(619)
4.3.3.1 模拟量输入卡 C200H-AD001	(620)
4.3.3.2 模拟量输出卡 C200H-DA001	(622)
4.3.3.3 温度传感器卡 C200H-TS001 / TS101	(624)
4.3.3.4 位置控制卡 C200H-NC111	(624)
4.3.3.5 高速计数卡 C200H-CT001	(625)

第四章 SIMATIC S5 系列可编程控制器

4.4.1 SIMATIC S5 系列可编程控制器概述	(626)
4.4.1.1 SIMATIC S5 系列可编程控制器	(626)

4.4.1.2	SIMATIC 系列编程器和软件	(626)
4.4.1.3	操作员-过程通讯和显示系统	(627)
4.4.1.4	智能输入输出模板	(627)
4.4.1.5	局部网络或点对点通讯	(627)
4.4.2	S5-115U 可编程控制器	(630)
4.4.2.1	S5-115U 可编程控制器概述	(630)
4.4.2.2	S5 115U 的中央处理单元 (CPU) 模板	(630)
4.4.2.3	数字输入 / 输出模板	(633)
4.4.2.4	模拟量输入 / 输出模板	(633)
4.4.2.5	智能输入 / 输出模板	(633)
4.4.2.6	通讯、网络与监控系统模板	(645)
4.4.2.7	电源模板	(652)
4.4.2.8	操作指令集	(653)

第五章 F / FX / A 系列可编程控制器

4.5.1	F / FX / A 系列可编程控制器	(661)
4.5.2	三菱 FX2 PLC	(664)
4.5.2.1	FX2 PLC 的构成	(664)
4.5.2.2	FX2 PLC 硬件性能	(668)
4.5.2.3	FX2 PLC 输出电路电气特性	(671)
4.5.2.4	FX2 PLC 性能指标	(674)
4.5.2.5	FX2 PLC 软元件	(675)
4.5.2.6	高速计数器模块	(678)
4.5.2.7	模拟量控制模块	(679)
4.5.2.8	PLC 并行适配器	(679)
4.5.2.9	PLC 与操作面板间数据取存单元	(679)
4.5.2.10	智能终端监控接口单元	(680)
4.5.2.11	网络接口模块	(680)
4.5.2.12	脉冲输出形式的位置控制单元	(680)
4.5.2.13	FX2 PLC 的特殊功能	(680)
4.5.2.14	FX2 编程器及编程软件包	(685)
4.5.2.15	FX2 PLC 指令表	(688)

第六章 FA / MICRO 系列可编程控制器

4.6.1	IDEC 可编程控制器概述	(690)
4.6.2	FA-2J 系列可编程控制器	(694)
4.6.2.1	性能	(694)
4.6.2.2	系统配置	(695)
4.6.2.3	指令字	(696)
4.6.2.4	输入特性	(700)
4.6.2.5	输出特性	(705)
4.6.3	FA 系列编程器	(708)
4.6.3.1	FA 系列编程器规格型号	(708)
4.6.3.2	操作面板说明及显示	(709)

第七章 KB / MPC / SP 系列可编程控制器

4.7.1	KB / MPC / SP 系列可编程控制器概述	(711)
--------------	---------------------------------	--------------

4.7.2	MPC-001 型 PLC 的 M-1000 系列输入 / 输出模板	(713)
4.7.3	继电器号及内部数据存储器分配	(713)
4.7.4	KB / MPC-001 系列 PLC 编程器	(715)
4.7.4.1	编程器功能概述	(715)
4.7.4.2	编程器简介	(715)
4.7.4.3	编程器使用方法	(716)
4.7.5	MPC-20 可编程控制器系统构成	(718)
4.7.5.1	MPC-20 主机	(719)
4.7.5.2	接口模板	(719)
4.7.6	MPC-20 软件编辑程序	(722)
4.7.6.1	编辑屏幕格式	(722)
4.7.6.2	编辑程序控制命令	(722)
4.7.6.3	阶梯图形的编辑	(723)
4.7.6.4	诊断及监测	(723)
4.7.6.5	目标系统状态及控制	(726)

第八章 IP 1612 系列可编程控制器

4.8.1	IP 1612 PLC 的特点	(727)
4.8.2	IP 1612 系列 PLC 的技术规格	(728)
4.8.3	IP 1612 PLC 构成	(729)
4.8.4	EPS PLC 编程仿真软件	(732)
4.8.4.1	IP-EPS 软件包安装	(733)
4.8.4.2	IP-EPS 软件包编程	(734)
4.8.4.3	RLL 程序下装	(735)
4.8.4.4	IP 1612 离线仿真	(735)
4.8.5	IP 1612 PLC 指令集	(737)
4.8.6	IP 1612 PLC 的算术运算	(740)
4.8.7	IP 1612 PLC 与计算机实时通讯	(741)
4.8.7.1	IP 1612 PLC 的变量代码	(741)
4.8.7.2	IP 1612 PLC 的数据读出协议	(741)
4.8.7.3	IP 1612 PLC 的数据写入协议	(742)
4.8.7.4	IP 1612 PLC 的数据格式	(742)

第五篇 控制及显示元器件

第一章 开关及按钮

5.1.1	概述	(743)
5.1.2	直键开关	(744)
5.1.2.1	直键开关概述	(744)
5.1.2.2	直键开关的型号命名方法	(745)
5.1.2.3	直键开关的性能规格	(746)
5.1.2.4	直键开关的锁紧形式及复位形式	(747)
5.1.2.5	直键开关的帽形	(748)
5.1.2.6	直键开关结构特点及安装规格尺寸	(748)
5.1.3	键开关	(748)