



江苏省金陵科技著作出版基金

HANDBOOK OF MECHATRONICS DESIGN

机电一体化 设计手册

上

江苏科学技术出版社

TH-05

G-358

1



江苏省金陵科技著作出版基金

HANDBOOK OF
MECHATRONICS DESIGN

机电一体化
设计手册

主编:顾冠群

万德钧

上

845396

江苏科学技术出版社

编辑委员会

主 编	顾冠群	万德钧	
副主编	吴锡英	金万敏	周百令
主 审	杨叔子	蒋新松	
副主审	赵家璧	苏德洋	王厚枢
委 员	(以姓氏笔划为序)		

万德钧	卢 凌	许顺生	李伯虎
李滋刚	吴介一	吴锡英	苏德洋
陈维南	张 昭	周百令	金万敏
胡庆超	赵家璧	徐宏炳	黄惟一
顾冠群			

秘 书	周万珍	储云仙
-----	-----	-----

编写人员

(以姓氏笔划为序)

王玉生	王孝良	王其生	王积伟	王爱民
卢 凌	汝元功	刘京南	刘培权	吕仁清
冷增祥	李滋刚	杨 序	吴介一	吴国新
吴锡英	陈少甫	陈维南	孟正大	张 庆
张 朋	周百令	易孟林	金万敏	姜剑虹
赵仲宣	赵宗良	赵家璧	赵鹤君	胡庆超
钟秉林	诸锡祺	徐以荣	徐宏炳	钱瑞明
黄 仁	顾冠群	彭佩珍	蒋全新	储云仙
虞尔九				

致 读 者

社会主义建设的根本任务是发展生产力,而社会生产力的发展必须依靠科学技术。当今世界已进入新科技革命的时代,科学技术的进步不仅是世界经济发展、社会进步和国家富强的决定因素,也是实现我国社会主义现代化的关键。

科技出版工作肩负着促进科技进步,推动科学技术转化为生产力的历史使命。为了更好地贯彻党中央提出的“把经济建设转到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来”的战略决策,进一步落实中共江苏省委、江苏省人民政府作出的“科技兴省”的决定,江苏科学技术出版社于1988年倡议筹建江苏省科技著作出版基金。在江苏省人民政府、省委宣传部、省科委、省新闻出版局负责同志和有关单位的大力支持下,经省政府批准,由省科学技术委员会、省出版总社和江苏科学技术出版社共同筹集,于1990年正式建立了“江苏省金陵科技著作出版基金”,用作支持自然科学范围内的符合条件的优秀科技著作的出版补助。

我们希望江苏省金陵科技著作出版基金的建立,能为优秀科技著作在江苏省及时出版创造条件,以通过出版工作这一“中介”,充分发挥科学技术作为第一生产力的作用,更好地为我国社会主义现代化建设和“科技兴省”服务;并能带动我省科技图书提高质量,促进科技出版事业的发展和繁荣。

建立出版基金是社会主义出版工作在改革中出现的新生事物,期待得到各方面给予热情扶持,在实践不中断总结经验,使它逐步壮大和完善。更希望通过多种途径扩大这一基金,以支持更多的优秀科技著作的出版。

这次获得江苏省金陵科技著作出版基金补助出版的科技著作的顺利问世,还得到江苏联合信托公司的赞助和参加评审工作的教授、专家的大力支持,特此表示衷心感谢!

江苏省金陵科技著作出版基金管理委员会

前言

随着科学技术日益走向整体化、交叉化和数学化,以及微电子技术及信息技术的迅速发展,各种生产设备、军事装备、实验装置以及办公设备均日趋高速化、精密化、自动化和智能化。机械和电子已从简单的叠加发展为有机的结合,并与信息技术、计算机技术、传感技术、控制技术以及精密工程等技术密切融合成为综合性的高新技术——机电一体化技术。

各种产品与装备实现了机电一体化,有利于实现整体优化、提高产品质量和生产效率、缩短开发新产品的生产准备周期、加速科技成果向商品的转化,有利于推动传统的产业发生深刻的变革,从而产生巨大的经济效益与社会效益。因此,机电一体化现已被视为我国工业现代化迫切需要解决的战略性问题。

机电一体化产品范围广,涉及的行业宽。仅从我国将要发展的机械工业产品来分析,有40%以上的品种需要实现不同程度的机电一体化,至于现有设备的技术改造,则更为面广量大。因此编写出版一本综合性的机电一体化技术书籍,为从事机电一体化技术工作的科技人员提供一本实用的工具书,必将有利于我国机电一体化技术的加速发展。

本书内容以与机电一体化技术有关的机械装置、测试系统和计算机控制系统的设计为重点。在汇集了与机电一体化技术密切相关的部件、分系统的设计内容以后,还用相当的篇幅介绍了七类机电一体化系统实例。考虑到现代机电一体化系统的复杂性与重要性,书中还编入了系统的可靠性设计、维修性设计、工况监视与故障诊断技术方面的内容。

书中选编的内容力求正确、可靠、先进、实用。凡在一般手册、资料中容易查到的内容不再编入。它也不同于教科书,因此常用机构与分系统的基本原理与公式推导一概从略。

本书的主要读者对象为已掌握本领域的基础理论与专业知识,从事机电一体化技术工作的有关科技人员和高等院校师生。

参加本书编审工作的编委、编者和审者多为从事机电一体化技术工作的专家、教授。中国科学院技术学部院士、华中理工大学校长杨叔子教授和中国工程院院士、国家863高技术研究自动化领域专家委员会首席科学家、中科院沈阳自动化研究所所长蒋新松研究员担任主审,南京航空航天大学王厚枢教授、沈孟涛教授和东南大学李瑞林副教授等专家也参加了审稿工作。在编写过程中,有关研究所、工厂和高等院校曾给予大力支持和帮助,在此一并表示谢忱。

由于初次组织编写实用性较强、内容较全的机电一体化技术书籍,缺乏经验,工作量大,时间仓促,故本书一定有许多不足之处,诚恳希望广大读者批评指正。

《机电一体化设计手册》编辑委员会

1996年3月于南京

目 录

A 总 论

A&A 基 本 概 念

A&A.1 机电一体化产生及背景	A001	五、信号处理和控制系统	A008
一、机电一体化的基本概念和定义	A001	六、动力源系统	A009
二、机电一体化发展过程的历史回顾	A002	A&A.3 机电一体化系统的相关技术	A009
三、机电一体化发展的主要方向	A005	一、传感技术	A009
四、发展机电一体化技术的经济效益	A006	二、数控技术	A012
A&A.2 机电一体化系统的组成	A007	三、计算机技术	A015
一、机电一体化系统的总体结构	A007	四、接口技术	A017
二、机械本体系统	A008	五、可靠性技术	A020
三、执行系统	A008	六、人工智能技术	A021
四、检测传感系统	A008		

A&B 机电一体化系统的开发

A&B.1 概述	A022	四、机电一体化系统(产品)的技术开发流	A057
A&B.2 机电一体化应用与产品适用范围	A022	程	A059
一、机电一体化的应用	A022	五、机电一体化的发展途径	A059
二、机电一体化产品的主要特点	A024	A&B.4 机电一体化系统的开发顺序	A061
三、机电一体化产品的分类	A024	一、机电一体化系统的开发顺序	A061
四、国内外已开发的典型机电一体化产品概况及特点	A027	二、机电一体化系统各业务阶段的划分	A061
五、机电一体化技术及产品优先发展的领域	A029	A&B.5 机电一体化系统的优化	A065
六、我国(原机械电子工业部)公布的三批推广应用的机电一体化产品及系统	A045	一、机电一体化产品的评价指标	A065
A&B.3 开发机电一体化产品的技术途径	A056	二、机电一体化系统或产品的优化指标的评价及评价算法	A065
一、机电一体化的技术特征	A056	三、机电一体化系统的优化方法	A070
二、开发机电一体化技术准备	A057	A&B.6 发展机电一体化技术政策措施	A071
三、开发机电一体化系统或产品的原则		措施	A071
		一、发展机电一体化的技术经济环境	A071
		二、发展机电一体化的技术政策措施	A071

B 执行器和传动机构

B&A 送料装置

B&A.1 概述	B001	二、振动式上料机构的设计	B012
B&A.2 料仓式上料装置	B001	B&A.4 自动生产线中的输送装置	B017
一、料仓	B003	一、小型短轴类、套类工件的输送	B017
二、隔料器	B004	二、中型轴类工件的输送	B018
三、输料槽	B004	三、箱体和大、中型杂类工件的输送	B018
四、上料机构	B007	四、柔性制造系统(FMS)中工件的输送	B022
B&A.3 料斗式上料装置	B008		
一、各种料斗式上料装置简介	B009		

B&B 执行器

B&B.1 概述	B032	B&B.4 专用执行器	B057
B&B.2 夹持手	B033	一、带作业工具的专用执行器	B057
一、夹持手的组成	B033	二、具有检测和感觉功能的执行器	B058
二、夹持手的类型	B036	B&B.5 多指多关节手	B061
三、夹持手的典型结构	B038	B&B.6 其他型式的手部	B063
四、夹紧力与驱动力	B048	一、弹簧式手部	B063
B&B.3 吸附手	B051	二、具有自锁性能的手部	B064
一、气吸式吸附手	B051	三、具有特殊手型的手部	B065
二、磁吸式吸附手	B056		

B&C 机械传动系统

B&C.1 概述	B067		B083
B&C.2 同步带传动	B068	四、通用谐波齿轮传动减速器的选用	B095
一、同步带传动特点	B068	B&C.4 螺旋传动	B095
二、同步带的分类	B069	一、螺旋传动的用途、类型和特点	B095
三、同步带传动的主要参数与规格	B069	二、滑动螺旋传动	B095
四、同步带传动的设计计算	B075	三、滚动螺旋传动	B104
B&C.3 谐波齿轮传动	B079	B&C.5 机械传动系统的设计	B117
一、谐波齿轮传动工作原理	B079	一、机械传动系统设计的内容	B117
二、谐波齿轮传动的结构形式	B080	二、机构的选型	B117
三、谐波齿轮传动主要构件的结构与尺寸		三、机械传动系统的运动协调设计	B131

B&D 支 承

B&D.1 液体静压轴承	B133	四、液体静压轴承的设计计算	B144
一、概述	B133	五、功耗与温升	B173
二、液体静压轴承的结构	B137	六、供油系统的设计	B174
三、液体静压轴承材料	B143	B&D.2 气体静压轴承	B176

一、概述	B176
二、气体静压向心轴承	B179
三、气体静压推力轴承	B183
四、气体静压球面轴承	B185
五、气源	B186

B&D.3 磁力轴承	B187
一、概述	B187
二、磁力轴承原理	B187
三、磁力轴承的优点	B188
四、影响磁力轴承性能的因素	B189

B&E 导 轨

B&E.1 概述	B191
一、导轨的截面形状及其组合形式	B191
二、滑动导轨的尺寸系列	B194
三、导轨材料	B198
四、导轨面压强的计算	B199
B&E.2 塑料导轨	B200
一、塑料的种类	B201
二、塑料导轨的制作	B202
B&E.3 液体静压导轨	B206
一、液体静压导轨的油腔	B207

二、开式液体静压导轨的设计计算	B208
B&E.4 静压气浮导轨	B211
一、气浮导轨的类型	B212
二、气浮导轨的设计计算	B213
B&E.5 滚动导轨	B215
一、滚动体不作循环运动的直线运动导轨	B215
二、滚动体作循环运动的直线运动导轨	B226
B&E.6 导轨的防护	B234

C 驱动器

C&A 电气驱动

C&A.1 概述	C001
C&A.2 驱动电动机及其选择	C002
一、电动机的类型	C002
二、各类电动机的结构、特点和用途	C002
三、电动机的工作制与定额	C003
四、电气驱动系统动力学	C006
五、负载特性	C008
六、稳定运转条件	C008
七、电动机容量选择	C009
C&A.3 驱动电动机的继电器-接触器控制线路	C013
一、线路构成要点	C013
二、主要电器元件的选择	C015
三、继电器-接触器控制的典型线路	C016
C&A.4 直流电动机电气驱动	C017
一、直流电动机调速方法	C017
二、可控整流电路	C019
三、脉冲宽度调制(PWM)电路	C021
四、直流电动机速度控制系统工程设计方法	C025

五、直流调速系统的品质指标及其固有部分	C029
六、单闭环直流调速系统	C032
七、电流、转速双闭环直流调速系统	C034
八、直流电动机双域速度控制系统	C037
九、直流电动机可逆速度控制系统	C038
十、斩波器调速	C044
十一、直流伺服系统	C047
C&A.5 步进电动机及其驱动	C050
一、步进电动机结构及工作原理	C051
二、主要参数及特性	C055
三、步进电动机驱动	C057
C&A.6 交流电机的控制	C061
一、概况	C061
二、晶闸管交流调压系统	C062
三、线绕式异步电机的串级调速	C064
四、交流电机的变频调速	C067
五、交-直-交变频调速	C071
六、脉宽调制(PWM)变频调速	C075
七、交-交变频调速	C081
八、变频调速的闭环控制	C085

九、异步电机的矢量变换控制..... C090

十、无换向器电动机及其调速控制..... C094

C&B 液压驱动

C&B.1 概述 C100

一、液压系统的组成..... C100

二、液压驱动的优缺点..... C101

三、液压通用标准..... C102

四、液压系统的有关参数表..... C109

五、液压驱动在工程应用中要注意的问题
..... C111

C&B.2 液压泵和液压马达 C114

一、分类..... C114

二、液压泵和液压马达的主要性能参数与
常用计算公式..... C115

三、液压泵和液压马达的结构特点..... C118

四、液压泵和液压马达的变量方式..... C122

五、液压泵与液压马达的性能特点及选择
应用..... C124

六、液压泵与液压马达的产品介绍..... C128

C&B.3 液压缸 C131

一、分类..... C131

二、液压缸的主要参数及常用计算公式

..... C134

三、液压缸的设计、选用要点 C137

C&B.4 液压控制阀 C147

一、液压阀的类别..... C147

二、液压阀的控制机构和安装连接方式
..... C147

三、液压阀的结构原理..... C149

四、液压阀的选择和应用..... C158

C&B.5 伺服比例数字控制液压件

..... C161

一、电液伺服阀..... C161

二、电液比例阀..... C177

三、电液数字阀..... C187

四、电液步进马达..... C192

五、电液步进缸..... C198

C&B.6 液压系统实例 C201

C&C 气压驱动

C&C.1 概述 C203

一、气压驱动系统的组成和特点..... C203

二、空气的物理性质..... C204

三、湿空气..... C207

四、空气在管道中的流动特性..... C209

五、气压驱动的常用计算..... C211

C&C.2 气缸 C217

一、气缸的类型..... C217

二、气缸的安装形式..... C220

三、气-液阻尼缸 C221

四、气缸的设计计算..... C223

五、气缸产品..... C227

C&C.3 气马达 C244

一、气马达的分类及特点..... C244

二、气马达的选用及润滑..... C245

三、常用气马达..... C245

C&C.4 气动控制阀 C247

一、压力控制阀..... C247

二、方向控制阀..... C255

三、流量控制阀..... C279

C&C.5 气源装置 C285

一、空气压缩机..... C285

二、空气压缩机的选用..... C290

C&C.6 气体的净化 C291

一、气源净化装置..... C291

二、气体净化辅件..... C294

三、气源处理组合件..... C297

四、消声器..... C300

C&C.7 气压驱动示例 C302

一、气动机械手..... C302

二、液体自动灌装机..... C303

三、半自动落料机..... C304

D 传感器测试技术及信号处理

D&A 传感器及其应用

D&A.1 概述	D001	D&A.5 机械振动的测量	D037
D&A.2 常用传感器	D002	一、振动的类别及其表征参数	D037
一、电阻式传感器	D002	二、机械振动测量仪器的分类、成套系统的组成及性能指标	D040
二、电感式传感器	D012	三、电气测振法	D041
三、电涡流式传感器	D013	四、振动信号处理仪器	D046
四、电容式传感器	D014	五、测振仪的合理选择与使用	D048
五、电动式传感器	D016	D&A.6 温度与压力的测量	D050
六、压电式传感器	D017	一、温度的测量	D050
D&A.3 运动量的测量	D019	二、压力和真空的测量	D058
一、位移测量	D019	D&A.7 流量的测量	D067
二、速度测量	D026	一、概述	D067
D&A.4 力和力矩的测量	D030	二、流量的测量方法及装置	D070
一、力的测量	D030		
二、力矩的测量	D034		

D&B 常用调理电路

D&B.1 概述	D079	二、微分电路	D107
一、调理电路及其特点	D079	三、积分电路	D111
二、集成运放的主要参数	D079	四、对数-反对数乘法/除法器	D113
三、运放电路的频率稳定性	D093	D&B.4 信号滤波电路	D117
D&B.2 信号放大电路	D094	一、二阶有源低通滤波器	D117
一、基本反相放大器	D094	二、二阶有源高通滤波器	D120
二、基本同相输入放大器	D099	三、二阶有源带通滤波器	D122
三、差动放大器	D100	四、二阶有源带阻滤波器	D126
四、仪用放大器	D103	D&B.5 调制解调电路	D128
五、电荷感应放大器	D105	一、脉冲幅度调制电路(PAM)	D128
D&B.3 信号运算电路	D106	二、脉冲宽度调制电路(PWM)	D132
一、求和电路	D106	三、脉冲宽度鉴别器	D134

D&C 测试信号的基本分析方法

D&C.1 概述	D140	一、相关函数的定义	D148
D&C.2 测试信号的概率统计分析及其应用	D140	二、相关分析原理及应用	D153
一、概率密度函数的定义及应用	D140	三、相关函数的模拟式测量与分析	D156
二、联合概率密度函数	D146	四、相关函数的数字分析	D159
D&C.3 测试信号的相关分析及其应用	D148	D&C.4 随机信号的谱密度分析及其应用	D161
		一、谱密度函数的定义	D161

二、频谱分析法及其应用	D166	四、谱密度函数的数字分析法	D173
三、谱密度函数的模拟式测量及分析	D170		

D&D 测量误差理论与数据处理

D&D.1 误差的概念	D177	七、微小误差取舍原则	D199
一、误差定义	D177	八、实例	D200
二、误差来源	D178	D&D.3 实验数据处理	D200
三、误差分类	D178	一、数字运算与数据的表达	D200
四、精度	D179	二、最小二乘法	D203
D&D.2 误差分析	D180	三、曲线拟合与回归分析	D216
一、系统误差的消除	D180	D&D.4 动态测试数据处理	D230
二、随机误差	D181	一、动态测试数据的分类	D230
三、粗大误差的剔除准则	D185	二、随机数据处理的一般步骤	D234
四、误差的传递	D186	三、记录曲线的整理	D238
五、误差的合成	D192	四、磁带记录数据的整理和计算	D239
六、误差分配	D197		

D&E 测试系统分析基础

D&E.1 系统类型	D241	三、传递函数	D258
一、系统分类	D241	四、瞬态响应	D260
二、测试系统	D243	五、频率响应	D262
D&E.2 系统的数学模型	D244	六、不失真测试对测试系统动态特性的要求	D264
一、数学模型	D244	七、线性时不变系统	D265
二、系统的描述	D246	D&E.4 常见的典型系统	D266
三、连续线性时不变系统的数学模型	D247	一、一阶系统	D266
四、离散线性时不变系统的数学模型	D248	二、二阶系统	D269
五、化为定常线性模型的方法	D251	三、典型环节	D275
D&E.3 测试系统的基本特性	D254	四、相似系统	D275
一、静态特性	D255		
二、动态性能指标	D256		

D&F 系统辨识

D&F.1 概述	D280	四、最小二乘法的应用举例	D299
一、系统辨识的提法	D280	五、相关—最小二乘法	D301
二、随机信号的描述与分析	D281	D&F.3 系统辨识的时间序列法	D304
三、经典的辨识方法	D286	一、时间序列法概述	D304
D&F.2 系统辨识的最小二乘法	D293	二、ARMA 模型的特性	D309
一、最小二乘原理	D293	三、最佳预测	D312
二、最小二乘估计的递推算法	D297	四、建立数学模型	D314
三、模型参数个数增多时参数的递推估计	D298	五、模型参数的估计	D315

D&G 测试过程中的干扰及其抑制

D&G.1 干扰的种类	D319	D&G.3 干扰的抑制	D329
一、自然干扰	D319	一、概述	D329
二、人为干扰	D319	二、过渡干扰的抑制	D330
D&G.2 干扰的产生	D324	三、电源线传导干扰的抑制	D332
一、内部干扰的产生及其影响	D324	四、通用的干扰抑制措施	D339
二、外部干扰的传播	D326	五、测试系统现场干扰抑制	D346
三、电源干扰和地线干扰及其影响	D326	六、串模与共模干扰抑制	D352

E 计算机控制系统

E&A 控制系统

E&A.1 概述	E001	四、含非线性环节的连续系统仿真	E101
一、常用术语	E001	五、离散系统仿真	E105
二、控制系统的分类	E001	六、采样控制系统仿真	E105
三、控制系统的组成	E002	七、数字仿真语言简介	E106
四、控制系统的性能要求	E003	E&A.5 现代控制理论	E106
E&A.2 控制系统的数学模型	E003	一、线性系统状态空间表达式及解	E106
一、概述	E003	二、控制系统的稳定性分析	E110
二、传递函数	E004	三、线性系统的能控性与能观性	E115
E&A.3 控制系统性能计算与设计	E012	四、线性定常控制系统的综合	E121
一、时域分析法	E013	五、最优控制	E123
二、根轨迹法	E021	六、卡尔曼滤波	E127
三、频率响应法	E028	七、系统辨识与自适应控制	E128
四、非线性系统的性能与计算	E045	E&A.6 模糊控制	E130
五、采样控制系统的分析与设计	E052	一、概述	E130
六、复杂规律控制系统设计	E085	二、模糊控制器设计方法	E134
E&A.4 控制系统的仿真	E095	三、论域、量化因子及比例因子的选择	E137
一、微分方程求解的连续系统仿真	E096	四、模糊控制算法的实现	E139
二、矩阵指数运算的连续系统仿真	E098	五、采样时间的选择	E140
三、面向环节的连续系统仿真	E099	六、模糊控制规则的自调整与自寻优	E141
		七、机器人模糊控制	E149

E&B 微型计算机系统与常用 CPU

E&B.1 概述	E153	五、系统软件	E172
E&B.2 微型计算机系统	E154	E&B.3 8 位微处理机	E176
一、微型计算机系统的总线结构	E154	一、Z80A 主要技术特性	E176
二、STD 总线标准	E155	二、Z80A 内部结构与引脚	E176
三、PC/XT 总线	E168	三、Z80A 指令系统	E177
四、PC/AT 总线	E171	四、典型时序	E180

五、典型系统	E183
E&B.4 16 位微处理器	E184
一、Intel 8086 主要技术特点	E185
二、Intel 8086 的内部结构与引脚	E185
三、指令系统	E189
四、典型系统	E197
五、总线时序	E198
六、Intel 80286 微处理器	E199
E&B.5 32 位微处理器	E210
一、80386 主要技术特点	E210
二、80386 内部结构与引脚	E210
三、80386 工作方式	E217
四、指令系统与时序	E226

E&B.6 RISC 结构及其指令系统	E226
一、概述	E226
二、SPARC 技术特点	E226
三、SPARC 结构	E227
四、SPARC 指令系统	E229
E&B.7 多机系统	E233
一、概述	E233
二、多计算机系统	E234
三、多处理机系统	E234
E&B.8 微机应用系统设计	E238
一、微机应用系统设计方法	E238
二、通用工业控制机及其模板	E239
三、类 DOS 监控系统	E241

E&C 单片机

E&C.1 概述	E242
E&C.2 MCS-51 系列及其应用开发	E247
一、性能和结构	E247
二、引脚功能	E248
三、CPU 定时与存储器配置	E257
四、指令系统	E266
五、定时器/计数器	E274
六、串行接口	E280
七、中断	E286
八、8XC552 脉宽调制输出和模数转换器	E290

E&C.3 MCS-96 系列及其应用开发	E292
一、概述	E292
二、寻址空间	E296
三、指令系统	E301
四、中断系统	E307
五、定时器	E308
六、高速输入 HSI	E309
七、高速输出 HSO	E310
八、A/D 和 PWM(D/A)	E312
九、SIO	E313

E&D 可编程序控制器

E&D.1 概述	E316
一、PLC 的组成和工作方式	E316
二、PLC 的功能及特点	E319
三、PLC 的性能指标和分类	E320
四、PLC 的国内外概况	E320
五、PLC 的发展趋势	E323
E&D.2 输入输出接口	E325
一、开关量 I/O 模块	E325
二、模拟量 I/O 模块	E329
三、智能 I/O 模块	E330
E&D.3 PLC 控制系统的设计及编程方法	E335

一、PLC 控制系统设计的一般步骤	E335
二、PLC 的选择	E336
三、PLC 编程语言的特点	E338
四、常用的编程语言	E339
五、流程图的绘制	E343
六、设计举例	E345
E&D.4 PLC 的应用	E351
一、PLC 与工控微机的比较	E351
二、PLC 的应用方式	E352
三、PLC 的应用领域	E353
四、PLC 在数控机床上的应用	E353

E&E 接口技术

E&E.1 概述	E377	二、A/D转换器	E422
一、接口与接口技术	E377	三、D/A转换器	E433
二、接口的作用	E377	E&E.5 其他接口	E448
三、接口的基本组成	E378	一、定时器/计数器接口	E448
四、接口的分类	E378	二、可编程键盘/显示接口芯片 8279	E462
E&E.2 并行接口	E379	三、可编程CRT控制器接口芯片	E472
一、不可编程的并行接口	E379	四、可编程中断控制器 8259	E480
二、可编程的并行接口	E385	五、多功能输入输出控制器	E482
E&E.3 串行接口	E403	六、直接存储器存取(DMA)接口	E489
一、8251A 串行接口	E405	七、语言接口	E502
二、8274 串行接口	E412	E&E.6 总线标准和技术	E507
三、SIO 串行接口	E414	一、概述	E507
E&E.4 A/D 与 D/A 转换接口	E417	二、内部总线	E508
一、概述	E417	三、外部总线	E510

E&F 计算机通信与网络

E&F.1 概述	E516	E&F.3 通信网络体系结构及协议	E529
一、引言	E516	一、概述	E529
二、计算机与通信技术结合的特征	E516	二、常用术语	E532
三、计算机网络分类	E517	三、层功能与协议	E536
四、计算机网络功能	E518	E&F.4 局域网	E546
五、计算机网络标准	E518	一、基本概念	E546
E&F.2 计算机通信	E519	二、物理层和传输媒体	E547
一、信道	E519	三、媒体访问控制(MAC)子层	E548
二、调制和解调	E519	四、逻辑链路控制(LLC)子层	E557
三、传输编码	E520	五、网络层及其高层	E557
四、传输方法	E523	六、MAP/TOP	E558
五、传输差错处理	E524	七、现场总线网(Field Bus)	E559
六、常用检错码	E524	E&F.5 网络互连	E560
七、传输控制规程	E525	一、概述	E560
八、数据通信网的交换技术	E527	二、网络互连部件	E561
九、多路复用和集中传输	E528	三、网络互连方案	E563
十、PAD 机	E529		

F 系统的可靠性设计、维修性设计与工况监视

F&A 系统可靠性设计

F&A.1 概述	F001	二、常用可靠性指标及其相互关系	F001
一、定义	F001	三、常用失效分布(表 F&A-2)	F004

四、系统可靠性数学模型(表 F&A-3)	F005	一、简化设计	F098
五、系统可靠性设计内容和步骤	F014	二、减额设计	F099
F&A. 2 可靠性指标的确定	F015	三、元器件筛选	F109
一、综合平衡法	F016	四、热设计	F113
二、图解选择法	F016	五、电磁兼容设计	F118
三、分析计算法	F019	六、冗余设计	F125
四、对比分析法	F020	七、瞬态过应力防护设计	F129
五、效力反推法	F021	F&A. 6 机械系统的可靠性设计技术	F130
F&A. 3 可靠性指标的分配	F021	一、机械可靠性静强度设计(表 F&A-117)	F131
一、等分配法	F022	二、机械可靠性疲劳强度设计	F142
二、比例分配法	F022	三、确定变应力(或疲劳载荷)的统计分布	F158
三、代数分配法(AGREE 法)	F023	四、提高机械系统抗疲劳能力的措施	F159
四、专家评分分配法	F025	F&A. 7 软件可靠性设计技术	F161
五、拉格朗日乘子分配法	F025	一、软件可靠性的特点	F161
六、直接-快速分配法	F027	二、软件错误的类型与分析	F162
七、定值分配法	F029	三、提高软件可靠性的途径	F163
八、相似设备等效法	F030	四、可靠软件的研制顺序	F167
九、工程加权分配法	F030	F&A. 8 可靠性设计评审	F168
十、动态规划法	F031	一、设计评审的具体内容和范围	F168
F&A. 4 可靠性指标的预计	F032	二、设计评审的组织及成员职责	F170
一、相似设备法	F033	三、设计评审的程序与结论	F170
二、元器件计数法	F034		
三、应力分析法	F043		
F&A. 5 电气系统的可靠性设计技术	F098		

F&B 系统失效分析

F&B. 1 概述	F174	系统可靠度	F199
F&B. 2 系统失效模式及影响分析	F174	三、用全概率分解法计算网络系统可靠度	F201
一、失效模式分析	F174	F&B. 5 潜在电路分析	F204
二、危害度分析	F176	一、潜在电路的特点及其产生原因	F204
三、系统失效模式及影响分析步骤	F178	二、潜在电路的表现形式(表 F&B-12)	F205
F&B. 3 失效树分析	F179	三、潜在电路的分析方法	F205
一、失效树的构成	F180	四、潜在电路分析的特点	F206
二、失效树的定性分析	F186	F&B. 6 耗损型失效模型分析法	F206
三、失效树的定量分析	F192	一、耗损失效的概念及产品的寿命	F206
F&B. 4 网络分析法	F197	二、耗损失效发生的过程	F207
一、用联络矩阵法求最小路集	F197	三、耗损失效产品的可靠度计算	F207
二、用最小路集法与最小割集法计算网络			

F&C 系统可靠性试验与评定

F&C. 1 概述	F209	一、可靠性试验原理	F209
-----------------	------	-----------------	------

二、可靠性试验的类型	F210	三、可靠性增长试验程序	F222
三、可靠性试验计划	F210	四、可靠性增长模型	F223
四、可靠性试验的真实性	F211	F&C.4 可靠性鉴定试验	F228
五、可靠性试验文件的一般要求	F211	一、概述	F228
F&C.2 环境应力筛选试验	F213	二、统计试验方案和可靠性参数估计	F228
一、概述	F213	三、综合环境条件	F281
二、筛选试验方案	F214	四、可靠性鉴定试验程序	F287
三、设备筛选基本规范及要求	F218	F&C.5 可靠性验收试验	F290
F&C.3 可靠性增长试验	F220	一、概述	F290
一、概述	F220	二、合格与否的判决	F290
二、可靠性增长试验的一般要求	F221		

F&D 维修性设计

F&D.1 概述	F299	四、维修性分配示例	F320
F&D.2 维修性指标的确定	F301	F&D.4 维修性指标的预计	F323
一、概述	F301	一、概述	F323
二、维修性的数量特征量	F302	二、预计参数	F324
三、维修性的定性要求	F306	三、预计方法	F324
四、维修性的定量要求	F314	F&D.5 维修性设计技术	F328
F&D.3 维修性指标的分配	F315	一、概述	F328
一、概述	F315	二、缩短失效定位时间的设计技术	F329
二、系统描述	F316	三、缩短排除失效时间的设计技术	F334
三、维修性分配	F318		

F&E 工况监视与故障诊断

F&E.1 概述	F336		F352
一、故障的类型	F336	F&E.4 故障诊断原理与方法	F352
二、工况监视与故障诊断方法种类	F336	一、逻辑诊断	F352
三、工况监视与故障诊断定义、特点及技术 领域	F337	二、统计诊断	F354
四、国内外概况	F338	三、模糊诊断	F358
F&E.2 工况监视与故障诊断系统 主要环节及诊断策略	F339	四、智能诊断	F362
一、工况监视与故障诊断系统的主要环 节	F339	F&E.5 机械系统的工况监视与故障 诊断	F366
二、工况监视与故障诊断方案和策略	F340	一、机械系统故障的特点	F366
F&E.3 特征分析与特征量选择	F341	二、转子系统的运行状态监视与故障诊断	F366
一、特征分析的意义	F341	三、轴承工况状态监视与故障诊断	F377
二、随机过程的时域统计分析及特征量的 选择	F342	四、齿轮箱的工况监视与故障诊断	F384
三、随机过程的时域模型分析及特征量选 择	F346	五、旋转机械工况监视与故障诊断系统 例	F388
四、随机信号的频域分析及特征量选择		F&E.6 机械制造过程中工况监视与 故障诊断	F392

一、机械制造过程的特点	F392	一、液压系统的工况监视与故障诊断特点	F402
二、机械加工的过程状态在线识别	F393	二、液压系统的故障分析	F403
三、机械加工的质量状态在线识别	F398	三、液压系统的故障诊断方法	F407
F&E. 7 液压系统的工况监视与故障 诊断	F402		

G 典型机电一体化系统

G&A 数控机床

G&A. 1 概述	G001	二、主传动系统	G026
一、数控机床的组成	G002	三、进给系统	G031
二、数控机床的分类	G003	四、刀架系统	G032
三、数控机床的位置检测装置	G004	五、润滑系统	G034
G&A. 2 机床数控——坐标轴和运动 方向的规定	G018	G&A. 4 加工中心	G035
一、基本坐标轴采用右手法则	G018	一、加工中心的结构与分类	G035
二、各主要坐标轴方向的确定	G019	二、加工中心的主传动系统	G036
三、各类数控机床坐标轴规定图例	G019	三、加工中心的进给系统	G048
G&A. 3 数控车床	G024	四、自动换刀系统	G053
一、数控车床的结构要求	G024	五、分度工作台	G058

G&B 工业机器人

G&B. 1 概述	G060	二、腰关节传动(图 G&B-47)	G090
一、机器人定义	G060	三、大臂杆关节传动(见图 G&B-48)	G090
二、工业机器人系统的组成	G060	四、小臂杆关节传动(见图 G&B-49)	G090
三、工业机器人特性数据	G061	五、手腕关节结构(见图 G&B-50)	G092
四、工业机器人分类	G066	六、小臂杆及腕关节的传动(见图 G&B-51)	G092
五、工业机器人自由度的配置	G066	G&B. 5 机器人控制系统	G093
G&B. 2 执行机构	G072	一、概述	G093
一、工业机器人关节的基本运动	G072	二、机器人的控制	G096
二、执行机构	G072	三、控制系统的分类	G104
三、手臂杆的平衡方式	G078	四、控制系统的硬件组成	G104
G&B. 3 关节的驱动与传动机构	G079	五、控制系统的结构	G108
一、关节的驱动方式	G079	六、控制系统的性能要求	G109
二、常用传动机构	G082	七、机器人语言	G109
G&B. 4 应用实例(PT600 型机器人 结构)	G089	八、控制系统的典型实例	G111
一、机器人外形尺寸及动作范围(点 A) ...	G089		