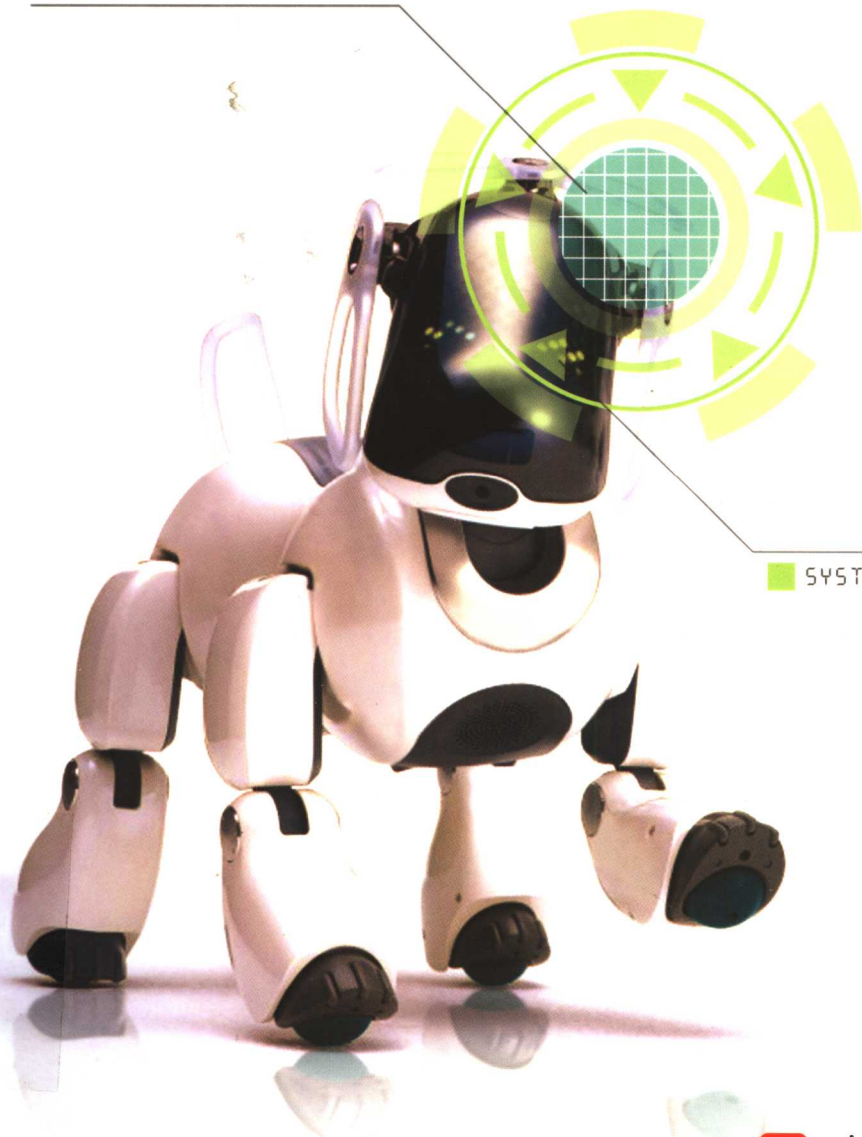


“十一五”高等院校规划教材

智能技术 ——系统设计与开发

INTELLIGENT TECHNOLOGY

张洪润 杨指南 陈炳周 毛光灿
等编著

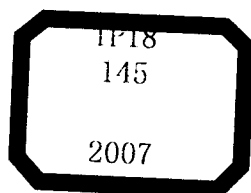


SYSTEM DESIGN & DEVELOPMENT



北京航空航天大学出版社

“十一五”高等院校规划教材



智能技术

——系统设计与开发

张洪润 杨指南 等编著
陈炳周 毛光灿

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书从实用角度出发,系统、全面地介绍了智能系统的设计与开发技术。

全书共 16 章,分别介绍智能系统的结构特征、设计开发过程、信号获取方法、键盘键语分析技术、显示与人工语言合成技术、VXI 和 STD 接口技术、DAC 与 ADC 使用技术,以及智能系统常用的基本算法(20 种)和测量算法(17 种)、监控程序设计、大系统软件设计与系统设计开发的几项关键技术(非线性补偿、标度变换、数字滤波、分布参数抑制、自校零自诊断技术)。

全书通过 11 种整机系统设计开发实例,进一步介绍智能系统设计开发技术,以及虚拟仪器系统及设计、工业控制系统及设计和系统的开发调试设备与调试等内容。书中还给出相应的例题与练习,是一本重在实用、兼顾基础的应用教程。

本书可作为高等院校电子信息、测试计量技术、仪器仪表、生物医学、机械制造、计算机应用、工业自动化、机电一体化、精密仪器测定与控制、汽车与机械类等专业的本科生高年级及研究生的教材,也可供科研人员、工程技术人员及自学者阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

智能技术:系统设计与开发/张洪润等编著. 北京:

北京航空航天大学出版社, 2007. 2

ISBN 978-7-81077-973-9

I. 智… II. 张… III. 人工智能—高等学校—教材
IV. TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 017227 号

© 2007, 北京航空航天大学出版社, 版权所有。

未经本书出版者书面许可,任何单位和个人不得以任何形式或手段复制或传播本书内容。

侵权必究。

智能技术——系统设计与开发

张洪润 杨指南 等编著

陈炳周 毛光灿

责任编辑 王慕冰等

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail: bhp@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 29 字数: 742 千字

2007 年 2 月第 1 版 2007 年 2 月第 1 次印刷 印数: 5 000 册

ISBN 978-7-81077-973-9 定价: 38.00 元

前 言

随着微控制技术(以软件代替硬件的高性能控制技术)的日益完善和发展,其应用正在使传统的仪器、设备以及控制系统经历一场巨大的变革。

在实时检测和自动控制领域中,设备和仪器向智能化方向发展已成必然趋势,它是科技进步的象征,也是社会经济发展的需要。近年来,我国虽然花了大量资金从国外(特别是美国)引进各种智能仪器和设备,但对于我们这样一个人口众多的大国来说,只是杯水车薪,根本不能满足我国经济迅猛发展的需要。因此,如何尽快靠自己的力量来开发智能设备、仪器,是摆在广大从事控制技术工作的科技人员面前十分重要而紧迫的任务。

然而,智能系统的设计开发并不是传统仪器与微处理器的简单组合,而是一种经过综合考虑后的重新设计,它体现了仪器设备与微处理器一体化的思想。要进行不同领域的智能系统的设计开发和实践,仅有微电脑方面的基础知识是不够的。设计开发者除了掌握微电脑及其检测、控制通道硬件组成的结构特点以及针对具体应用对象特点的软件设计方法外,还要熟悉各种检测方法、测量算法、控制算法、硬件接口电路、传感器和执行机构的具体应用特点。同时,还应掌握组成应用系统的工艺结构设计知识和应用领域的专业知识。尽管不少已学完微型计算机原理、汇编语言程序设计课程的学生或经过再教育培训的工程技术人员,已具有相当多的基础知识,但对如何应用于实践仍感到无从下手。虽然他们熟悉接口电路和一般的程序设计方法,但由于缺乏系统的设计知识和经验,仍然无法组成良好的智能应用系统。特别是那些经过在职培训而年龄又稍大一些的工程技术人员,在无人引导的情况下,往往无法把新技术应用到自己熟悉的领域中去。事实上,这些工程技术人员一旦掌握了系统的设计方法,凭借他们对专业领域所掌握的知识和所积累的经验,就能设计出最适用的智能系统。

为此,我们在多年从事教学、科研和应用开发的实践经验基础上,参考大量国内外文献资料,从实用、系统、全面的角度出发,编著了本书。

全书共 16 章:第 1 章概述智能系统的结构特征、基本功能及发展趋势;第 2 章介绍智能系统各种信号(如位移、速度、压力、流量、温度、光敏、图像等)的获取方法;第 3 章介绍智能系统的键盘输入(如组成、特点、键语分析、键合跳动及叠建防止等)技术;第 4 章介绍智能系统的显示(如点阵字符式、矢量式)和人工语音合成技术;第 5 章介绍智能系统的接口(如国际标准通用接口 VXI、STD)的特点、功能及使用方法;第 6 章和第 7 章分别介绍智能系统的 DAC 和 ADC 转换及其多种使用(如波形发生、绘图、数据采集、定时、查询、中断等)技术;第 8 章介绍智能系

统的 20 种基本算法;第 9 章介绍智能系统的 17 种测量算法;第 10 章介绍智能系统设计开发(如非线性补偿、标度变换、数字滤波、分布参数抑制、自动零位校准和自动精密校准、自诊断等)几项关键技术;第 11 章和第 12 章分别介绍智能系统的监控程序设计及大系统软件设计技术;第 13 章、第 14 章、第 15 章介绍智能系统设计举例(如多用表、测温、LCR 测量、动态线径测量、8521 型表软件设计、人机接口硬件设计、虚拟仪器系统及设计、工业控制系统及设计、直流电机送料小车控制设计、流水线产品计件装箱控制设计、产品质量分选检验控制设计等 11 项);第 16 章介绍智能系统的开发调试设备与调试等。每章后配有与内容密切相关的练习题。

本书可作为大学高年级本科生、研究生、再教育培训班等有关专业的教材,也可作为科研人员、工程技术人员、智能系统设计开发爱好者的自学用书。

本书由张洪润、杨指南、陈炳周、毛光灿、董宝文制定编写大纲。董宝文、邓洪敏、孙悦、张亚凡、蓝清华、金美华、徐鹰编写第 1、11、12、16 章,杨指南编写第 2、4、6、14 章,陈炳周编写第 3、7 章,毛光灿编写第 8 章,张洪润编写其余各章及负责全书的统稿和审校。

在本书编写过程中,得到美国仪器学会(ISA)国际高级会员、中国光学学会光电技术专业委员会委员、中国机械工程学会测试技术专业委员会委员、四川大学测控系博士导师周肇飞教授,美国奥克拉荷马(OKLAHOMA)大学倪孟诏博士,教育界老前辈、电子技术学科学术带头人四川大学肖可达教授,以及应用电子技术系雷勇老师、自动控制系周群老师的大力支持和帮助,在此表示深深的谢意。

限于编者的水平和经验,书中难免存在不足和错误之处,敬请读者不吝指正。

四川大学 张洪润谨识
2007 年 1 月

目 录

第1章 概 述

1.1	引 言	1
1.2	智能系统的结构特征	2
1.2.1	智能系统的结构	2
1.2.2	智能系统的特征	3
1.3	智能系统的基本功能及发展趋势	6
1.3.1	基本功能	6
1.3.2	发展趋势	6
1.3.3	个人(专家)系统	8
1.4	智能系统的设计开发过程	12
1.4.1	明确设计准则及要求	12
1.4.2	制定方案的主要工作	13
1.4.3	方案实施过程	13
	习 题	16

第2章 智能系统的信号获取方法

2.1	获取信号敏感器件的物理特性	17
2.1.1	信号获取方法的对象	17
2.1.2	信号获取方法的变换原理	17
2.1.3	信号获取方法的组成	18
2.1.4	传感器的应用举例	18
2.1.5	传感器的参数	19
2.1.6	选择传感器应注意的事项	21
2.2	位移信号获取方法	22
2.2.1	直线位移信号获取方法	22
2.2.2	角位移信号获取方法	25
2.3	速度和加速度信号获取方法	26
2.3.1	线速度信号获取方法	26
2.3.2	转速信号获取方法	27
2.3.3	加速度信号获取方法	27
2.4	压力信号获取方法	28
2.4.1	金属电阻应变片式	28
2.4.2	半导体应变片式	29

2.4.3	压电晶体式	29
2.5	流量信号获取方法	29
2.5.1	涡轮式	29
2.5.2	电磁式	29
2.5.3	半导体式	30
2.6	温度信号获取方法	30
2.6.1	热电阻式	30
2.6.2	热电偶式	31
2.6.3	PN 结式	31
2.6.4	红外线路式	32
2.7	光敏信号获取方法	32
2.7.1	光敏电阻式	32
2.7.2	光电二极管式	33
2.7.3	光电三极管式	33
2.7.4	光电倍增管式	33
2.7.5	光电池式	34
2.7.6	光电耦合式	34
2.7.7	光纤式	35
2.8	CCD 图像信号获取方法	37
2.8.1	CCD 线性图像变换式	38
2.8.2	CCD 面积图像变换式	39
2.8.3	通用型 CCD 图像变换式	40
2.8.4	CCD 应用举例	41
2.9	气敏信号获取方法	45
2.9.1	二氧化锡(SnO_2)类	45
2.9.2	氧化锌(ZnO)类	46
2.9.3	三氧化二铁(Fe_2O_3)类	46
	习 题	48

第3章 智能系统的键盘

3.1	键盘输入的特点及键盘的处理	49
3.1.1	键盘输入的特点	49
3.1.2	键盘输入的处理	50
3.2	键盘的组织	50
3.2.1	独立连接式无编码键盘	51
3.2.2	独立连接式编码键盘	52
3.2.3	矩阵连接式无编码键盘	52
3.2.4	矩阵连接式编码键盘	57
3.2.5	CRT 屏幕键盘	58

3.3 键合跳动和叠键的防止	60
3.4 键语分析	62
3.4.1 键语	62
3.4.2 键语状态图	63
3.4.3 键语状态表	64
3.4.4 键语分析程序	67
3.4.5 其他键语分析方法	68
习 题	69
第4章 智能系统的显示和语音合成	
4.1 智能系统的显示	70
4.1.1 显示的主要方式	70
4.1.2 发光二极管显示	71
4.1.3 七段显示器	71
4.1.4 七段显示器的驱动方式	74
4.1.5 点阵字符显示器	76
4.1.6 矢量式 CRT 显示	78
4.1.7 点阵式 CRT 显示	79
4.2 集成 6845 型 CRT 控制器的功能特点及应用	81
4.2.1 集成 6845 型 CRT 的功能特点	81
4.2.2 集成 6845 型 CRTC 的应用举例	84
4.3 人工语音合成	90
4.3.1 人工语音合成方法	90
4.3.2 人工语音程序的编制方法	94
习 题	97
第5章 智能系统的接口	
5.1 国际标准通用 VXI 接口	98
5.1.1 VXI 的由来与特点	98
5.1.2 VXI 系统的组成结构	99
5.1.3 VXI 系统的总线结构	103
5.1.4 VXI 总线器件及其通信协议	112
5.1.5 VXI 总线器件的实现	116
5.2 国际通用 STD 接口	121
5.2.1 总线信号的定义和排列	121
5.2.2 总线信号的功能	122
5.2.3 总线的实现	125
习 题	125

第6章 智能系统的DAC转换技术

6.1	DAC与微系统的联用方法	126
6.2	利用DAC产生波形的方	127
6.2.1	斜坡电压的产生方法	128
6.2.2	三角波的产生方法	130
6.2.3	矩形脉冲的产生方法	131
6.2.4	任意波形的产生方法	132
6.3	利用DAC绘图的方法	132
6.3.1	一维输出方法	133
6.3.2	二维输出方法	135
6.4	8位以上的DAC的连接方法	138
6.5	专为微处理器配用的DAC使用方法	141
6.5.1	AD558的使用方法	141
6.5.2	AD7542的使用方法	142
6.5.3	AD7542的应用	144
6.5.4	AD7543的使用方法	146
习 题		148

第7章 智能系统的ADC转换技术

7.1	ADC与微系统的联用方法	149
7.2	比较式ADC转换技术	149
7.2.1	斜坡式比较法	150
7.2.2	逐次逼近法	151
7.3	ADC集成电路的使用方法	155
7.3.1	8255接口使用方法	156
7.3.2	6820接口使用方法	157
7.3.3	不使用可编程接口方法	158
7.4	数字面板表集成电路的利用方法	158
7.4.1	单量程双极性DPM的使用方法	158
7.4.2	多量程双极性DPM的使用方法	162
7.5	利用DPM构成数据采集系统的方法	163
7.6	数据采集系统及其定时方法	168
7.6.1	利用软件计数延时来定时的方法	169
7.6.2	利用实时时钟作查询定时的方法	170
7.6.3	利用实时时钟来中断的方法	171
7.7	采集到的数据的利用方法	172
7.8	数据采集集成电路的使用方法	178
习 题		181

第 8 章 智能系统的基本算法

8.1	算法的基本概念	182
8.2	二进制整数的表示法	184
8.2.1	无符号二进制整数	184
8.2.2	有符号二进制整数的表示	185
8.2.3	字节的扩充和压缩	187
8.3	二进制整数加法	188
8.3.1	单字节数相加	188
8.3.2	多字节数相加	189
8.4	二进制整数减法	191
8.5	二进制整数乘法	191
8.5.1	无符号数相乘	191
8.5.2	有符号数相乘	194
8.5.3	Wallace 树算法	196
8.5.4	Booth 算法	198
8.5.5	近似值的简化算法	198
8.6	二进制整数除法	199
8.6.1	无符号数相除	199
8.6.2	有符号数相除	200
8.6.3	除法中的若干特殊问题	201
8.6.4	简化的除法算法	203
8.7	二进制定点数的计算	204
8.7.1	定点数的加和减	205
8.7.2	定点数的乘和除	205
8.7.3	截尾舍入法	205
8.8	二进制浮点数的计算	208
8.8.1	采用浮点数的原因	208
8.8.2	二进制浮点数的表示法和惯例	209
8.8.3	浮点数的归一化	211
8.8.4	浮点数的计算	211
8.9	十进制数的计算	212
8.10	常用函数的近似计算	213
8.10.1	开方根的计算	213
8.10.2	利用幂级数计算常用函数	214
8.10.3	利用曲线拟合法计算函数的近似值	215
8.11	检索和查表	217
8.11.1	无序清单的检索	217
8.11.2	寻找极值	218

8.11.3	排 序	219
8.11.4	有序清单的检索	225
8.11.5	表格的组织与查表法	227
习 题		229

第9章 智能系统的测量算法

9.1	主序算法和内务算法	230
9.2	定时算法	233
9.3	随机误差的处理	237
9.4	利用误差模型修正误差	238
9.5	利用校准数据表修正误差	242
9.6	通过曲线拟合来求得校准方程	245
9.7	误差修正技术应用举例	247
9.8	利用算法来提高设备硬件性能	257
9.8.1	四相三斜型积分式 A/D 转换	257
9.8.2	多斜 I 型 A/D 转换	259
9.8.3	多斜 II 型 A/D 转换	261
9.8.4	余数再循环式 A/D 转换	263
9.8.5	提高测时分辨力的双游标法	265
9.8.6	频率计数器中的自动变频法	267
9.9	多处理器系统中的算法问题	269
9.9.1	主从通信	270
9.9.2	ADC 的控制	272
9.9.3	多个仆从 μC 的系统	273
9.9.4	按预定计划调度任务的调度程序	274
9.10	自检与告警显示	277
9.10.1	硬件自检	277
9.10.2	自检算法	281
习 题		283

第10章 智能系统设计开发的几项关键技术

10.1	非线性补偿技术	284
10.1.1	开环式非线性补偿法	284
10.1.2	线性插值法实现线性化	287
10.1.3	二次抛物线插值法	288
10.1.4	查表法	289
10.2	标度变换(工程变换)技术	291
10.2.1	标度变换原理	291
10.2.2	线性信号获取法特性的标度变换	292

10.2.3	非线性信号获取法特性的标度变换	292
10.3	数字滤波技术	293
10.3.1	算术平均值法	294
10.3.2	加权平均值法	294
10.3.3	中位值法	294
10.3.4	一阶惯性滤波法	295
10.3.5	抑制脉冲算术平均法	296
10.4	分布参数抑制技术	297
10.4.1	分布参数的影响	297
10.4.2	分布参数抑制技术	298
10.5	自动零位校准和自动精密校准技术	301
10.5.1	自校准与零位偏移补偿	301
10.5.2	替代法自校准	303
10.6	自诊断技术	304
10.6.1	信号获取法通道断线自诊断	304
10.6.2	信号获取法检测回路短路保护和自检	305
习 题		305
第 11 章 智能系统的监控程序设计		
11.1	直接分析法设计监控程序	306
11.2	状态变量法设计监控程序	309
11.2.1	状态与状态矩阵	309
11.2.2	设计步骤	310
11.2.3	状态图和状态表的设计	313
11.2.4	监控主程序设计举例	315
习 题		318
第 12 章 智能系统的软件(大系统软件)设计		
12.1	结构化设计	319
12.2	由顶向下设计	322
12.3	模块化编程	324
12.3.1	模块的大小	324
12.3.2	模块的独立性	325
12.3.3	模块的具体定义	325
12.4	结构化编码	327
12.4.1	过程匣	327
12.4.2	二中选一	327
12.4.3	广义循环	327
12.4.4	另一形式的循环	328

12.4.5	多种情况转移	328
12.4.6	调用子程序	329
12.4.7	有限制地使用无条件转移	329
12.5	非结构化程序变换为结构化	330
12.5.1	重复编码法	330
12.5.2	状态变量法	331
12.5.3	布尔标志法	332
12.6	伪编码	333
12.7	文件的编制与文体	334
12.7.1	总框图和概述	335
12.7.2	软件使用说明	335
12.7.3	变量和定义清单	335
12.7.4	存储器映射图表	335
12.7.5	程序清单	335
12.7.6	检验方法	337
12.8	结构化原则	337
12.8.1	结构化分析	337
12.8.2	软件指标	338
12.8.3	系统结构分析	339
12.8.4	结构图分解	339
12.8.5	小指标	341
12.8.6	检 阅	341
12.8.7	编制文件	341
12.9	结构化设计举例	342
12.9.1	模块分解	342
12.9.2	伪编码	343
12.9.3	检 阅	344
12.10	编 码	344
12.10.1	预防性措施	344
12.10.2	留有更改余地	344
12.10.3	考虑软硬件检验	345
12.10.4	具体编码	345
12.11	操作系统	347
12.11.1	操作系统的作用	347
12.11.2	描述字节	347
12.11.3	结构化分析	348
12.11.4	模块分解	348
12.11.5	伪编码	349
12.11.6	编 码	350

习 题	351
第 13 章 智能系统设计举例	
13.1 智能化数字多用表	352
13.1.1 设计目标	352
13.1.2 总体结构	352
13.1.3 关键逻辑电路的设计	353
13.1.4 运算功能	354
13.1.5 IEEE-488 标准	356
13.1.6 软件结构	357
13.1.7 仪器的可靠性设计	358
13.2 智能化测温系统	358
13.2.1 硬件结构	359
13.2.2 软件设计	360
13.2.3 主要功能环节的程序原理	360
13.3 智能化电感电容电阻测量系统	362
13.3.1 主要技术指标及功能	362
13.3.2 工作原理及特点	363
13.3.3 程序结构	365
13.4 智能动态线径测量系统	366
13.4.1 测量原理	366
13.4.2 主要部件	366
13.4.3 系统电路	367
13.4.4 系统程序	369
13.5 智能化表软件设计	370
13.6 智能化系统人机接口设计	376
13.6.1 设计特点	376
13.6.2 设计的有关问题	377
习 题	378
第 14 章 智能虚拟仪器系统与设计	
14.1 虚拟仪器的结构特点	380
14.1.1 虚拟仪器的结构	380
14.1.2 虚拟仪器的特点	382
14.2 虚拟仪器(软件程序)驱动器	383
14.2.1 虚拟仪器驱动器的组成	384
14.2.2 虚拟仪器驱动器的开发环境(几种软件包)	386
14.2.3 虚拟仪器驱动器(软件)的设计举例	387
14.3 虚拟仪器设计举例	388

14.3.1	总线仪器公用硬件接口	388
14.3.2	可编程仪器标准命令	392
14.3.3	总线虚拟仪器的编程	395
14.3.4	虚拟仪器工具软件的功能	398
习 题		399

第15章 智能工业控制系统及设计

15.1	顺序控制与 PC 系统	400
15.2	PC 的结构及工作原理	401
15.2.1	PC 的基本结构	401
15.2.2	PC 的工作原理	403
15.3	PC 系统的编程方法	404
15.3.1	编程语言	404
15.3.2	梯形图与指令字的编程方法	405
15.4	PC 控制应用举例	417
15.4.1	直流电机送料小车控制系统	417
15.4.2	流水线产品计件装箱控制系统	419
15.4.3	产品质量分选检验控制系统	420
习 题		421

第16章 智能系统的开发调试设备与调试

16.1	微处理器测试设备	422
16.2	微处理器开发设备	423
16.3	A 型开发系统	424
16.4	调试仪	426
16.4.1	调试仪的结构特点	427
16.4.2	调试仪的电气特点	427
16.4.3	缓冲存储内容的显示	428
16.5	B 型开发系统	429
16.5.1	B 型 MDE 的结构	429
16.5.2	B 型 MDE 上的软件开发	429
16.5.3	B 型和 A 型 MDE 的混合使用	430
16.6	仿 真	430
16.7	正式的调试	431
16.7.1	仿真时的调试	431
16.7.2	电路内部分仿真	431
16.7.3	电路内总体仿真	432
16.7.4	异步调试	433
16.7.5	定时循环的检验	433

16.7.6 中断的检验.....	434
16.8 多重微处理器系统的调试.....	434
习 题.....	435

附录 A 国际单位制(SI)及转换表

附录 B 整机系统的色彩和造型比例

B.1 整机系统色彩	442
B.2 整机系统造型比例与尺度	444

第 I 章

概 述

智能系统是以微型计算机为核心部件的检测、控制及通信系统。它可以是一台仪器、一台设备或者一个网络。用它可以部分地或者完全地代替人去完成高层次的自动化检测或各种控制。它是当今计算机科技进步的产物。

它具有系统功能的综合性(将传感、测量、自动化、数据采集、信息处理、控制系统等各学科融汇一体)、智能化(具有人的思维、推理、作出决策的能力)、系统化(主机、辅机群组合成一体)及标准化(通用接口 VXI、部件 PC、CPU 等)、高性能、高可靠、低价格、发展迅速、应用十分广泛的特点。

它随着微控制技术(以软件代替硬件的高性能控制技术)的日益完善和发展,其应用正在使传统的仪器、设备以及控制系统经历一场巨大的变革。

因此,了解智能系统的设计开发知识,掌握智能系统的设计开发技术与技巧,对于智能系统的设计开发,不管是从社会效益还是经济效益方面来看,无疑都具有极为重要的意义。

1.1 引 言

智能系统的发展始于 20 世纪 70 年代,自 1973 年出现了第一台智能系统,即内部装有微处理器的电容电桥以后,相继出现了智能电压表、智能示波器、数字式温度计、超声波导向装置、智能流量记录仪、智能心电仿真仪、智能计数器/定时器等新型产品。1975 年只有 70 余种智能仪器设备,到目前已经增至数万种。可见,智能系统的发展十分迅速,其应用正在不断地深入。

然而,智能系统的设计开发并不是传统仪器与微处理器的简单组合,而是一种经过综合考虑后的重新设计,它体现了仪器设备与微处理器一体化的思想。传统观念上的仪器设备,是将大量的分立元件、小规模集成电路或部分中规模集成电路用硬线的方式连接起来,形成一定的功能。由于是硬接线,所以一旦接定,这部分器件就专门用于某一功能了,如果要增加功能,就需要另外增添器件。一般来说,要求功能愈多、愈复杂,所需的器件数就愈多。硬接线造成的专用性使得硬接线的组件或模块难以大批量地生产,因此通常的仪器设备不得不建立在通用分立元件、小规模集成电路或中规模集成电路的基础上,这就带来了设计、印制板制作、元器件挑选、装配和调试等方面的大量工作,因而使重量、尺寸、功耗、可靠性等指标难以提高。

大规模集成电路(LSI)在功能、体积、重量、功耗、可靠性等方面比中、小规模集成电路更优越。带微处理器(大规模集成电路)的智能系统的设计是一种硬件和软件相结合的系统设计,由于利用了软件技术,使得产品的主要逻辑功能有了很大的提高,并有利于修改和扩充,设