

电脑应用技术教程

智能系统

设计开发技术

ZHINENG XITONG  
SHEJI KAIFA JISHU

张洪润 董宝文 主编

成都科学技术大学出版社  
CHENGDU KEXUE JISU  
DA XUE CHUBANSHE



# 电脑应用技术教程

---

## 智能系统 设计开发技术

张洪润 董宝文 主编

成都科技大学出版社

(川)新登字 015 号

责任编辑: 李耀莉

03/25/01

## 内 容 提 要

《智能系统设计开发技术》教程是为了满足现代科研、工程设计开发人员的迫切需要而编写的。其特点在于实用, 兼顾了基础, 深入浅出, 介绍了许多其它书上不予介绍的技术关键(非常重要的技术细节)。读者用本书可以事半功倍地解决现代科研、工程设计开发中的许多实际问题, 是一本难得的指导性参考书。

本书共 16 章, 上、下两册。系统全面地介绍了智能系统的结构特征、设计开发过程, 各种信号的获取方法, 键盘输入(组成、特点、键语分析、键合跳动及叠键防止等)技术, 面板显示(点阵字符式、矢量式)技术, 人工语音合成技术, 国际标准通用接口(GP-IB、VXI 及 STD 的特点、功能及使用方法)技术, DAC 和 ADC 转换及其多种使用(波形发生、绘图、数据采集、定时、查询、中断等)技术, 20 种基本算法与 17 种测量算法技术, 以及非线性补偿、标度变换(工程变换)、数字滤波、分布参数抑制、自动零位校准和自动精密校准、自诊断技术, 系统监控程序设计技术以及大系统软件设计技术, 整机系统设计(多用表、血气酸碱分析、纸张定量、测温、LCR 测量、动态线经测量、定量控制、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 14 项)举例, 以及智能系统的开发调试设备与调试等内容。且书中介绍了一定数量的例题和习题。

读者范围: 有关大专院校高年级本科生、研究生以及工程师再教育培训班教材和科研、工程技术、业余设计开发人员自学用书。

## 智能系统设计开发技术

张洪润 董宝文 主编

---

|                          |                  |
|--------------------------|------------------|
| 成都科技大学出版社出版发行            | 成都飞鹰彩印厂印刷        |
| 开本 787×1092              | 1/16 印张 36 插页 9  |
| 字数 830 千                 | 1997 年 11 月第一次印刷 |
| ISBN7-5616-3300-9/TP·160 | 印数 1—2000 册      |

---

定价: 45.80 元(上册、下册)

# 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，但对于象我国这样一个人口众多的大国来说，只能是杯水车薪，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。他们虽然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。

全书上、下两册共分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（位移、速度、压力、流量、温度、光敏、图象等）的获取方法；第3章介绍智能系统的键盘输入（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（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（国际标准通用接口GP-IB、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（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的（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（多用表、血气酸碱分析、纸张定量、测温、LCR测量、动态线径测量、定量控制、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14项）举例。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。

本书可作为大学本科高年级、研究生、再教育培训班等有关专业教材。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、董宝文制定编写大纲。董宝文编写第一、二、四、六、八章，蓝清华编写第三、七章；吕泉编写第十五章，张洪润编写其余各章。

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、四川联合大学测控系博士导师周肇飞教授，美国奥克拉何马（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成都科技大学肖可达教授，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，在此编者表示深深的谢意。

限于编者的水平和经验，加上时间短促，书中难免存在不足和错误之处，敬请读者不吝指正。

四川联合大学（成都科技大学） 编者谨识  
一九九七年九月

## 目 录

|                          |    |                        |    |
|--------------------------|----|------------------------|----|
| 前 言                      |    | 二、转速信号获取方法             | 33 |
| 第一章 概 述                  | 1  | (一) 测速发电机式             | 33 |
| § 1.1 引言                 | 1  | (二) 电磁式                | 33 |
| § 1.2 智能系统的结构特征          | 2  | (三) 光电式                | 34 |
| § 1.3 智能系统的基本功能及发<br>展趋势 | 10 | 三、加速度信号获取方法            | 34 |
| 一、基本功能                   | 10 | (一) 压电式                | 34 |
| 二、发展趋势                   | 10 | (二) 电阻应变片式             | 34 |
| 三、个人(专家)系统               | 12 | § 2.4 压力信号获取方法         | 35 |
| § 1.4 智能系统的设计开发过程        | 17 | 一、金属电阻应变片式             | 35 |
| 习题                       | 21 | 二、半导体应变片式              | 35 |
| 第二章 智能系统的信号获取            |    | 三、压电晶体器式               | 35 |
| 方法                       | 22 | § 2.5 流量信号获取方法         | 36 |
| § 2.1 获取信号敏感器件的物<br>理特性  | 22 | 一、涡轮式                  | 36 |
| § 2.2 位移信号获取方法           | 27 | 二、电磁式                  | 36 |
| 一、直线位移信号获取方法             | 27 | 三、半导体式                 | 37 |
| (一) 差动变压器式               | 27 | § 2.6 温度信号获取方法         | 37 |
| (二) 差动电容器式               | 28 | 一、热电阻式                 | 37 |
| (三) 霍尔效应式                | 29 | 二、热电偶式                 | 38 |
| (四) 超声波式                 | 30 | 三、PN 结式                | 38 |
| (五) 感应同步器式               | 30 | 四、红外线式                 | 39 |
| 二、角位移信号获取方法              | 31 | § 2.7 光敏信号获取方法         | 39 |
| (一) 自整角机式                | 31 | 一、光敏电阻式                | 39 |
| (二) 光学编码式                | 32 | 二、光电二极管式               | 40 |
| § 2.3 速度和加速度信号获取<br>方法   | 32 | 三、光电三极管式               | 40 |
| 一、线速度信号获取方法              | 32 | 四、光电倍增管式               | 41 |
| (一) 电磁式                  | 32 | 五、光电池式                 | 41 |
| (二) 光电式                  | 32 | 六、光电耦合式                | 42 |
| (三) 多普勒效应式               | 33 | 七、光纤式                  | 43 |
|                          |    | § 2.8 CCD 图像信号获取<br>方法 | 44 |
|                          |    | 一、CCD 线性图像变换式          | 45 |
|                          |    | 二、CCD 面积图像变换式          | 46 |
|                          |    | 三、通用型 CCD 图像变换式        | 48 |

|                                           |    |                             |     |
|-------------------------------------------|----|-----------------------------|-----|
| 四、CCD 应用举例 .....                          | 49 | 四、七段显示器的驱动方式 .....          | 86  |
| (一) CCD 图像扫描 .....                        | 49 | 五、点阵字符显示器 .....             | 90  |
| (二) CCD 工件尺寸检测 .....                      | 50 | 六、矢量式 CRT 显示 .....          | 93  |
| (三) CCD 物体缺陷检查 .....                      | 51 | 七、点阵式 CRT 显示 .....          | 93  |
| (四) CCD 安全监测 .....                        | 51 | § 4.2 集成 6845 型 CRT 控制      |     |
| § 2.9 气敏信号获取方法 .....                      | 53 | 器的功能特点及应用 .....             | 96  |
| 一、二氧化锡 ( $\text{SnO}_2$ ) 类 .....         | 54 | 一、集成 6845 型 CRT 的功能特点 ..... | 96  |
| 二、氧化锌 ( $\text{ZnO}$ ) 类 .....            | 55 | 二、集成 6845 型 CRT 的应用         |     |
| 三、三氧化二铁 ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) ..... | 55 | 举例 .....                    | 99  |
| 习题 .....                                  | 57 | (一) 初始化 .....               | 99  |
| 第三章 智能系统的键盘 .....                         | 58 | (二) 写入显示字符 .....            | 102 |
| § 3.1 键盘输入的特点及键盘输                         |    | (三) CRT 命令内容的更新 .....       | 102 |
| 入的处理 .....                                | 58 | (四) 控制符的处理 .....            | 103 |
| 一、键盘输入的特点 .....                           | 58 | (五) 回车控制 .....              | 104 |
| 二、键盘输入的处理 .....                           | 59 | (六) 换行控制 .....              | 104 |
| § 3.2 键盘的组织 .....                         | 60 | (七) 上下展卷 .....              | 105 |
| 一、独立联接式无编码键盘 .....                        | 60 | (八) 上下翻页 .....              | 106 |
| 二、独立联接式编码键盘 .....                         | 61 | § 4.3 人工语音合成 .....          | 106 |
| 三、矩阵联接式无编码键盘 .....                        | 62 | 一、人工语音合成方法 .....            | 106 |
| 四、矩阵联接式编码键盘 .....                         | 67 | 二、人工语音程序的编制方法 .....         | 109 |
| 五、CRT 屏幕键盘 .....                          | 68 | 习题 .....                    | 115 |
| § 3.3 键合跳动和叠键的防止 .....                    | 70 | 第五章 智能系统的接口 .....           | 116 |
| § 3.4 键语分析 .....                          | 72 | § 5.1 国际标准通用 GP-IB          |     |
| 一、键语 .....                                | 73 | 接口 .....                    | 116 |
| 二、键语状态图 .....                             | 74 | 一、概述 .....                  | 116 |
| 三、键语状态表 .....                             | 76 | (一) GP-IB 接口的来历 .....       | 116 |
| 四、键语分析程序 .....                            | 79 | (二) 总线描述 .....              | 116 |
| 五、其它键语分析方法 .....                          | 80 | (三) GP-IB 总线标准 .....        | 117 |
| 习题 .....                                  | 82 | 二、GP-IB 的结构特点 .....         | 118 |
| 第四章 智能系统的显示和语音                            |    | (一) GP-IB 系统的联结方式           |     |
| 合成 .....                                  | 83 | 及插头结构 .....                 | 118 |
| § 4.1 智能系统的显示 .....                       | 83 | (二) GP-IB 系统的信号线及其          |     |
| 一、显示的主要方式 .....                           | 83 | 功能 .....                    | 119 |
| 二、发光二极管显示 .....                           | 83 | (三) GP-IB 接口的基本特性 .....     | 121 |
| 三、七段显示器 .....                             | 84 | 三、实施 CP-IB 的基本方法 .....      | 121 |
|                                           |    | 四、GP-IB 总线接口芯片 .....        | 122 |

|                                          |     |                                    |     |
|------------------------------------------|-----|------------------------------------|-----|
| (一) MC-68488 接口片 .....                   | 122 | DAC 使用方法 .....                     | 213 |
| (二) Intel-8291A 接口片 .....                | 135 | 一、AD558 的使用方法 .....                | 213 |
| (三) TMS9914A 接口片 .....                   | 151 | 二、AD7524 的使用方法 .....               | 215 |
| (四) 用软件实现 GP-IB 接口的<br>方法 .....          | 162 | 三、AD7542 的使用方法 .....               | 218 |
| § 5.2 国际标准通用 VXI<br>接口 .....             | 168 | 四、AD7543 的使用方法 .....               | 219 |
| 一、VXI 的由来与特点 .....                       | 168 | 习题 .....                           | 223 |
| 二、VXI 系统的组成结构 .....                      | 169 | <b>第七章 智能系统的 ADC 转换</b>            |     |
| 三、VXI 系统的总线结构 .....                      | 172 | 技术 .....                           | 224 |
| 四、VXI 总线器件及其通信协议 .....                   | 183 | § 7.1 ADC 与微系统的联用<br>方法 .....      | 224 |
| (一) VXI 总线器件分类 .....                     | 183 | § 7.2 比较式 ADC 变换技术 .....           | 224 |
| (二) VXI 总线器件通信协议 .....                   | 185 | 一、斜坡比较法 .....                      | 225 |
| 五、VXI 总线器件的实现 .....                      | 188 | 二、逐次逼近法 .....                      | 226 |
| § 5.3 国际通用 STD 接口 .....                  | 194 | § 7.3 ADC 集成电路的使用<br>方法 .....      | 229 |
| 一、总线信号的定义和排列 .....                       | 194 | 一、8255 接口使用方法 .....                | 229 |
| 二、总线信号的功能 .....                          | 194 | 二、6820 接口使用方法 .....                | 231 |
| 三、总线的实现 .....                            | 197 | 三、不使用可控接口方法 .....                  | 232 |
| 习题 .....                                 | 198 | § 7.4 数字面板表集成电路的<br>利用方法 .....     | 232 |
| <b>第六章 智能系统的 DAC 转<br/>    换技术</b> ..... | 199 | 一、单量程双极性 DPM 的利用<br>方法 .....       | 233 |
| § 6.1 DAC 与微系统的联用<br>方法 .....            | 199 | 二、多量程双极性 DPM 的利用<br>方法 .....       | 236 |
| § 6.2 利用 DAC 产生波形的<br>方法 .....           | 201 | § 7.5 利用 DPM 构成数据采<br>集系统的方法 ..... | 237 |
| 一、斜坡电压的产生方法 .....                        | 201 | § 7.6 数据采集系统及其定时<br>方法 .....       | 240 |
| 二、三角波的产生方法 .....                         | 203 | 一、利用软件计数延时来定时的<br>方法 .....         | 241 |
| 三、矩形脉冲的产生方法 .....                        | 204 | 二、利用实时钟作查询定时的<br>方法 .....          | 242 |
| 四、任意波形的产生方法 .....                        | 205 | 三、利用定时钟来中断的方法 .....                | 243 |
| § 6.3 利用 DAC 绘图的<br>方法 .....             | 205 | § 7.7 采集到的数据的利用<br>方法 .....        | 244 |
| 一、一维输出方法 .....                           | 206 |                                    |     |
| 二、二维输出方法 .....                           | 208 |                                    |     |
| § 6.4 8 比特以上的 DAC 的连<br>接方法 .....        | 210 |                                    |     |
| § 6.5 专为微处理器配用的                          |     |                                    |     |



|                               |     |                                |     |
|-------------------------------|-----|--------------------------------|-----|
| § 7.8 数据采集集成电路的使<br>用方法 ..... | 249 | 二、利用幂级数计算常用函数 .....            | 287 |
| 习题 .....                      | 252 | 三、利用曲线拟合法计算函数的<br>近似值 .....    | 289 |
| <b>第八章 智能系统的基本算法</b> .....    | 253 | § 8.11 检索和查表 .....             | 291 |
| § 8.1 算法的基本概念 .....           | 253 | 一、无序清单的检索 .....                | 292 |
| § 8.2 二进制整数的表示法 .....         | 255 | 二、寻找极值 .....                   | 292 |
| 一、无符号二进整数 .....               | 255 | 三、排 序 .....                    | 293 |
| 二、有符号二进整数的表示 .....            | 257 | 四、有序清单的检索 .....                | 299 |
| 三、字节的扩充和压缩 .....              | 259 | 五、表格的组织与查表法 .....              | 301 |
| § 8.3 二进整数加法 .....            | 260 | 习题 .....                       | 304 |
| 一、单字节数相加 .....                | 260 | <b>第九章 智能系统的测量算法</b> .....     | 305 |
| 二、多字节数相加 .....                | 261 | § 9.1 主序算法和内务算法 .....          | 305 |
| § 8.4 二进整数减法 .....            | 263 | § 9.2 定时算法 .....               | 310 |
| § 8.5 二进整数乘法 .....            | 263 | § 9.3 随机误差的处理 .....            | 314 |
| 一、无符号数相乘 .....                | 263 | § 9.4 利用误差模型修正误差 .....         | 315 |
| 二、有符号数相乘 .....                | 266 | § 9.5 利用校准数据表修正<br>误差 .....    | 321 |
| 三、Wallace 树算法 .....           | 268 | § 9.6 通过曲线拟合来求得校<br>准方程 .....  | 325 |
| 四、Booth 算法 .....              | 269 | § 9.7 误差修正技术应用举例 .....         | 328 |
| 五、近似值的简化算法 .....              | 270 | § 9.8 利用算法来提高设备硬<br>件性能 .....  | 336 |
| § 8.6 二进整数除法 .....            | 271 | 一、四相三斜型积分式 A/D 变换 .....        | 337 |
| 一、无符号数相除 .....                | 271 | 二、多斜 I 型 A/D 变换 .....          | 340 |
| 二、有符号数相除 .....                | 272 | 三、多斜 II 型 A/D 变换 .....         | 342 |
| 三、除法中的若干特殊问题 .....            | 272 | 四、余数再循环式 A/D 变换 .....          | 345 |
| 四、简化的除法算法 .....               | 276 | 五、提高测时分辨力的双游标法 .....           | 347 |
| § 8.7 二进制定点数的计算 .....         | 277 | 六、频率计数器中的自动变频法 .....           | 349 |
| 一、定点数的加和减 .....               | 277 | § 9.9 多处理器系统中的算法<br>问题 .....   | 353 |
| 二、定点数的乘加除 .....               | 278 | 一、主从通信 .....                   | 353 |
| 三、截尾舍入法 .....                 | 278 | 二、ADC 的控制 .....                | 353 |
| § 8.8 二进制浮点数的计算 .....         | 280 | 三、多个仆从 $\mu\text{C}$ 的系统 ..... | 355 |
| 一、采用浮点数的原因 .....              | 280 | 四、按预定计划调度任务的调度<br>程序 .....     | 361 |
| 二、二进浮点数的表示法和惯例 .....          | 281 | § 9.10 自检与告警显示 .....           | 362 |
| 三、浮点数的归一化 .....               | 283 |                                |     |
| 四、浮点数的计算 .....                | 283 |                                |     |
| § 8.9 十进数的计算 .....            | 284 |                                |     |
| § 8.10 常用函数的近似计算 .....        | 285 |                                |     |
| 一、开方根的计算 .....                | 285 |                                |     |

|                |     |
|----------------|-----|
| 一、硬件自检·····    | 363 |
| 二、自检算法·····    | 366 |
| (一) 开机自检·····  | 366 |
| (二) 周期性自检····· | 367 |
| 习题·····        | 370 |

## 第十章 智能系统设计开发的几项

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 关键技术·····            | 372 |
| § 10.1 非线性补偿技术·····  | 372 |
| 一、开环式非线性补偿法·····     | 372 |
| 二、线性插值法实现线性化·····    | 375 |
| 三、二次抛物线插值法·····      | 376 |
| 四、查表法·····           | 377 |
| § 10.2 标度变换(工程变换)    |     |
| 技术·····              | 380 |
| 一、标度变换原理·····        | 380 |
| 二、线性信号获取法特性的标度       |     |
| 变换·····              | 381 |
| 三、非线性信号获取法特性的标度      |     |
| 变换·····              | 382 |
| § 10.3 数字滤波技术·····   | 383 |
| 一、算术平均值法·····        | 383 |
| 二、加权平均值法·····        | 384 |
| 三、中位值法·····          | 384 |
| 四、一阶惯性滤波法·····       | 384 |
| 五、抑制脉冲算术平均法·····     | 385 |
| § 10.4 分布参数抑制技术····· | 386 |
| 一、分布参数的影响·····       | 386 |
| 二、分布参数抑制技术·····      | 387 |
| (一) 印制电路板正确布线抑       |     |
| 制法·····              | 387 |
| (二) 正确接地抑制法·····     | 388 |
| (三) 电源干挠去耦法·····     | 391 |
| § 10.5 自动零位校准和自动精    |     |
| 密校准技术·····           | 391 |
| 一、自动零与零位编移补偿·····    | 391 |
| 二、替代法自校准·····        | 392 |

|                     |     |
|---------------------|-----|
| § 10.6 自诊断技术·····   | 395 |
| 一、信号获取法通道断线自诊断····· | 396 |
| 二、信号获取法检测回路短路保护     |     |
| 和自检·····            | 396 |
| 习题·····             | 396 |

## 第十一章 智能系统的监控程序

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 设计·····           | 397 |
| § 11.1 直接分析法设计监控  |     |
| 程序·····           | 397 |
| § 11.2 状态变量法设计监控  |     |
| 程序·····           | 400 |
| 一、状态与状态矩阵·····    | 400 |
| 二、设计步骤·····       | 401 |
| 三、状态图和状态表的设计····· | 405 |
| 四、监控主程序设计举例·····  | 407 |
| 习题·····           | 410 |

## 第十二章 智能系统的软件(大系统

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 软件) 设计·····        | 411 |
| § 12.1 结构化设计·····  | 411 |
| § 12.2 由顶向下设计····· | 415 |
| § 12.3 模块化编程·····  | 417 |
| 一、模块的大小·····       | 418 |
| 二、模块的独立性·····      | 418 |
| 三、模块的具体定义·····     | 419 |
| § 12.4 结构化编码·····  | 420 |
| 一、过程匣·····         | 420 |
| 二、二中选一·····        | 421 |
| 三、广义循环·····        | 421 |
| 四、另一形式的循环·····     | 421 |
| 五、多种情况转移·····      | 422 |
| 六、调用子程序·····       | 423 |
| 七、有限制地使用无条件转移····· | 423 |
| § 12.5 非结构化程序变换为   |     |
| 结构化·····           | 423 |
| 一、重复编大法·····       | 424 |

|                            |     |                                    |     |
|----------------------------|-----|------------------------------------|-----|
| 二、状态变量法 .....              | 425 | § 13.1 智能化数字多用表 .....              | 449 |
| 三、布尔标志法 .....              | 426 | § 13.2 智能化血气酸碱分析<br>系统 .....       | 457 |
| § 12.6 伪编码 .....           | 427 | § 13.3 智能化纸张定量系统 .....             | 463 |
| § 12.7 文件的编制与文件 .....      | 429 | § 13.4 智能化测温系统 .....               | 469 |
| 一、总框图和概述 .....             | 429 | § 13.5 智能化电感电容电阻<br>测量系统 .....     | 474 |
| 二、使用说明 .....               | 429 | § 13.6 智能动态线径测量<br>系统 .....        | 478 |
| 三、变量和定义清单 .....            | 429 | § 13.7 智能化定时控制系统 .....             | 484 |
| 四、存储器映射 .....              | 430 | § 13.8 智能化 8520A 型表软件<br>设计 .....  | 486 |
| 五、程序清单 .....               | 430 | § 13.9 智能化系统人机接口<br>设计 .....       | 492 |
| 六、检验方法 .....               | 432 | 习题 .....                           | 495 |
| § 12.8 结构化分析 .....         | 432 |                                    |     |
| 一、结构化分析 .....              | 432 | <b>第十四章 智能虚拟仪器系统及<br/>设计</b> ..... | 496 |
| 二、软件指标 .....               | 432 | § 14.1 虚拟仪器的结构特点 .....             | 497 |
| 三、系统结构分析 .....             | 433 | 一、虚拟仪器的结构 .....                    | 497 |
| 四、结构图分解 .....              | 434 | 二、虚拟仪器的特点 .....                    | 499 |
| 五、小指标 .....                | 436 | § 14.2 虚拟仪器(软件程序)驱<br>动器 .....     | 500 |
| 六、检阅 .....                 | 436 | 一、虚拟仪器驱动器的组成 .....                 | 500 |
| 七、编制文件 .....               | 437 | 二、虚拟仪器驱动器的开发环<br>境(几种软件包) .....    | 503 |
| § 12.9 结构化设计举例 .....       | 437 | 三、虚拟仪器驱动器(软件)的<br>设计举例 .....       | 505 |
| 一、模块分解 .....               | 437 | § 14.3 虚拟仪器设计举例 .....              | 506 |
| 二、伪编码 .....                | 437 | 一、总线仪器公用硬件接口 .....                 | 506 |
| 三、检阅 .....                 | 439 | (一) 消息基接口 .....                    | 507 |
| § 12.10 编码 .....           | 439 | (二) 寄存器基接口 .....                   | 510 |
| 一、预防性措施 .....              | 440 | 二、可编程仪器标准命令 .....                  | 511 |
| 二、留有更改余地 .....             | 440 | 三、总线虚拟仪器的编程 .....                  | 513 |
| 三、考虑软、硬件检验 .....           | 440 | (一) 消息基仪器的编程 .....                 | 514 |
| 四、具体编码 .....               | 440 | (二) 寄存器基仪器的编程 .....                | 515 |
| § 12.11 操作系统 .....         | 442 | (三) 编程举例 .....                     | 515 |
| 一、操作系统的作用 .....            | 443 |                                    |     |
| 二、描述拜特 .....               | 443 |                                    |     |
| 三、结构化分析 .....              | 443 |                                    |     |
| 四、模块分解 .....               | 443 |                                    |     |
| 五、伪编码 .....                | 445 |                                    |     |
| 六、编码 .....                 | 446 |                                    |     |
| 习题 .....                   | 448 |                                    |     |
| <b>第十三章 智能系统设计举例</b> ..... | 449 |                                    |     |

|                               |     |                            |     |
|-------------------------------|-----|----------------------------|-----|
| 四、虚拟仪器工具软件的功能·····            | 517 | 四、修改程序·····                | 546 |
| 习题·····                       | 518 | 五、编制存贮执行测试短程序·····         | 546 |
| <b>第十五章 智能工业控制系统及设计</b> ····· | 519 | 六、电路内部分仿真·····             | 546 |
| § 15.1 顺序控制与 PC 系统·····       | 519 | 七、电路内总体仿真·····             | 546 |
| § 15.2 PC 的结构及工作              |     | 八、反汇编·····                 | 546 |
| 原理·····                       | 520 | 九、符号化调试·····               | 547 |
| 一、PC 的基本结构·····               | 520 | § 16.4 调试仪·····            | 547 |
| 二、PC 的工作原理·····               | 522 | 一、调试仪的结构特点·····            | 548 |
| § 15.3 PC 系统的编程方法·····        | 524 | 二、调试仪的电气特点·····            | 548 |
| 一、编程语言·····                   | 524 | 三、缓冲存贮内容的显示·····           | 549 |
| 二、梯形图与指令字的编程方法·····           | 524 | § 16.5 B 型开发系统·····        | 550 |
| (一) 分析设计继电器梯形图·····           | 524 | 一、B 型 MDE 的结构·····         | 551 |
| (二) 描绘 PC 运行的梯形图·····         | 525 | 二、B 型 MDE 上的软件开发·····      | 551 |
| (三) 指令字程序编写方法及                |     | 三、B 型和 A 型 MDE 的混合         |     |
| 举例·····                       | 529 | 使用·····                    | 551 |
| § 15.4 PC 控制应用举例·····         | 537 | § 16.6 仿真·····             | 552 |
| 一、直流电机送料小车控制系统·····           | 537 | § 16.7 正式的调试·····          | 552 |
| 二、流水线产品计件装箱控制                 |     | 一、仿真时的调试·····              | 552 |
| 系统·····                       | 539 | 二、电路内部分仿真·····             | 553 |
| 三、产品质量分选检验控制系统·····           | 540 | 三、电路内总体仿真·····             | 554 |
| 习题·····                       | 541 | 四、异步调试·····                | 554 |
| <b>第十六章 智能系统的开发调试</b>         |     | 五、定时循环的检验·····             | 555 |
| 设备与调试·····                    | 542 | 六、中断检验·····                | 555 |
| § 16.1 微处理器测试设备·····          | 542 | § 16.8 多重微处理器系统的           |     |
| § 16.2 微处理器开发设备·····          | 543 | 调试·····                    | 555 |
| § 16.3 A 型开发系统·····           | 544 | 习题·····                    | 556 |
| 一、与外国设备交换信息·····              | 545 | <b>附录 I: 国际单位制 (SI) 及转</b> |     |
| 二、与外部计算机交换程序·····             | 545 | 换表·····                    | 557 |
| 三、执行样机程序·····                 | 545 | <b>附录 II: 整机系统的色彩和造型</b>   |     |
|                               |     | 比例·····                    | 663 |

# 第一章 概 述

智能系统是以微型计算机为核心部件的检测、控制及通讯系统。它可以是一台仪器、一台设备或者是一个网络。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 GP-IB、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，无疑对于智能系统的设计开发，不管是从社会效益或者是经济效益方面来看，都具有极为重要的意义。

## § 1.1 引 言

智能系统的发展始于 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 年大约只有 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，其应用正在不断深入广泛。

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。一般地说，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有大的生产批量，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,设计的灵活性很大。也就是说,智能系统是把系统的主要功能集中存放在 ROM 中,因而,不需全面改变硬件的设计,只要改变存放在 ROM 中的软件内容,就可以改变系统的功能。这种灵活性对于满足批量小、品种多、机种更新快的要求是极为重要的。

可以看出:智能系统的设计开发以及微处理器的应用正在使传统的仪器设备的设计发生根本性的变化,它不仅使传统的仪器设备变得更加灵巧,而且也促使各种完全崭新的仪器设备以及工业控制系统相继出现。

## § 1.2 智能系统的结构特征

### 一、智能系统的结构

从物理结构看,微型机内含于电子设备内,微处理器及其支持部件是整个测试电路的一个组成部分。但是从计算机的观点看,测试电路与键盘、GP-IB 或 VXI 接口及显示器等部件一样,仅是计算机的一种外围设备。智能系统的基本组成如图 1.1 所示。显然,这

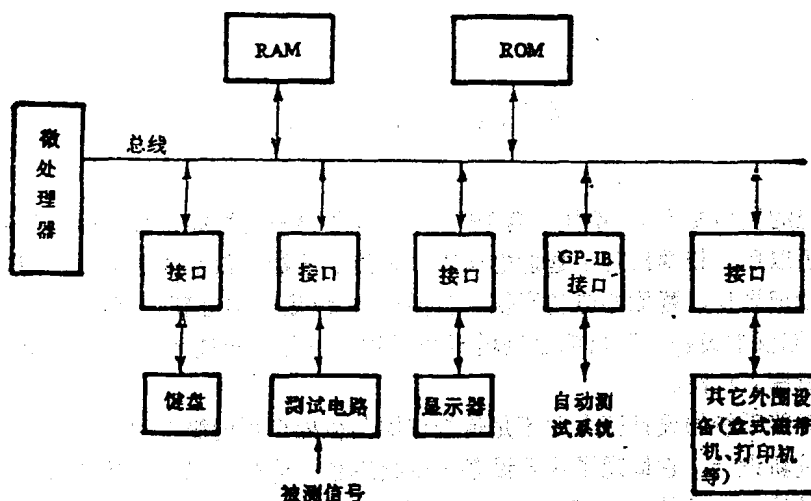


图 1.1 智能系统的基本结构

是典型的计算机结构,与一般计算机的差别不仅在于它多了一个“专用的外围设备”——测试电路,同时,还在于它与外界的通讯通常都通过 GP-IB 或 VXI 接口进行。既然智能系统具有计算机结构,因此它的工作方式就和计算机一样,因而与传统的测量仪器设备的差别较大。微处理器是整个智能系统的核心,固化在 ROM 内的程序是系统的“大脑”,系统采用总线结构,所有外部设备(包括测试设备)和存储器都挂在总线上,微处理器按地址对它们进行访问。微处理器接受来自键盘或 GP-IB 接口的命令,解释并执行这些命令,诸如发出一个控制信号到某个电路,或者进行某种数据处理等等。既然测试电路是微

型计算机的外围设备之一，因而，在硬件上它们之间必然有某种形式的接口，从简单的三态门、译码器、模/数 (A/D) 和数/模 (D/A) 转换器到程控接口等等。微处理器通过接口发出各种控制信息给测试电路，以规定功能、启动测量、改变工作方式等等。微处理器通过查询或测试电路向微处理器提出中断请求，使微处理器及时了解测试电路的工作状况。当测试电路完成一次测量后，微处理器读取测量数据，进行必要的加工、计算、变换等处理，最后以各种方式输出，如送到显示器显示、打印机打印，或送给系统的主控制器等等。虽然智能系统中的测试电路只是作为微型机的外围设备而存在，因而系统中引入微处理机后有可能降低对测试硬件的要求，但仍然不能忽视测试硬件的重要性。有时提高仪器性能指标的关键仍然在于测试硬件的改进。这一点在智能系统的设计、实现和维护过程中，始终是要注意的。

## 二、智能系统的特征

智能系统的特征可以从图 1.2 (a~k) 中看出：智能系统在结构上体现了微处理器、仪器设备的一体化，硬件、软件相互融合。而且是综合结构，内部有数据总线、控制总线、地址总线以及接口总线。由于硬件减少，仪器的体积和重量也随之减少，特别是面板上用键盘开关代替了大多数的开关和控制调节器，使面板简明美观，操作方便。概括起来，智能系统有如下几个主要的特征：

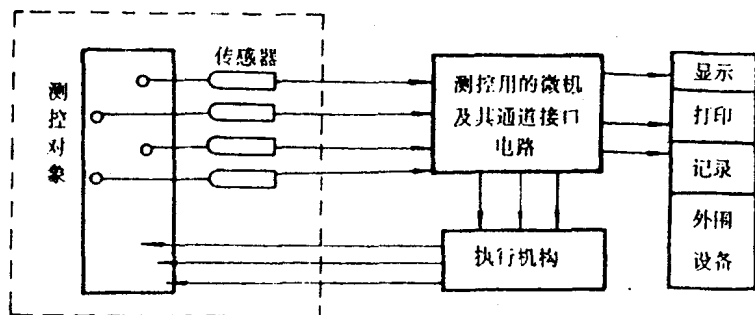


图 1.2 (a) 智能系统的典型框图

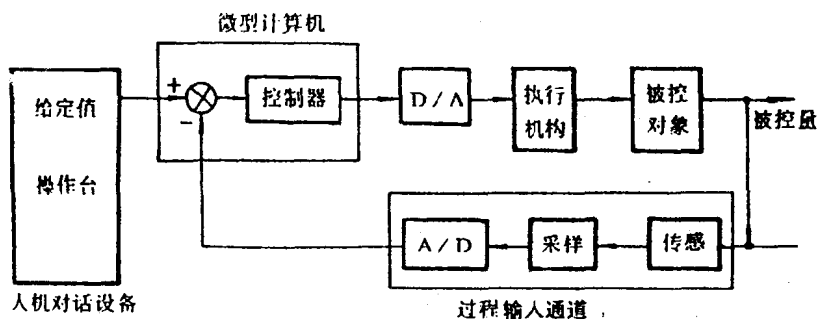


图 1.2 (b) 微机过程控制系统组成框图

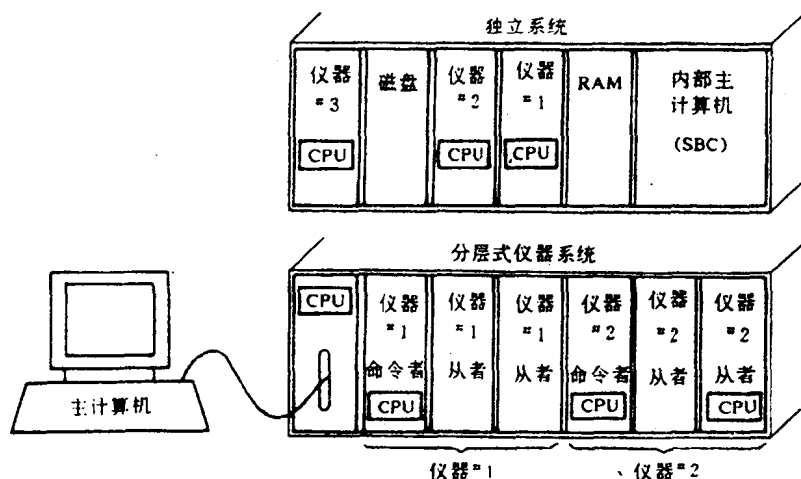


图 1.2 (c) 典型的 VXI 总线系统配置框图

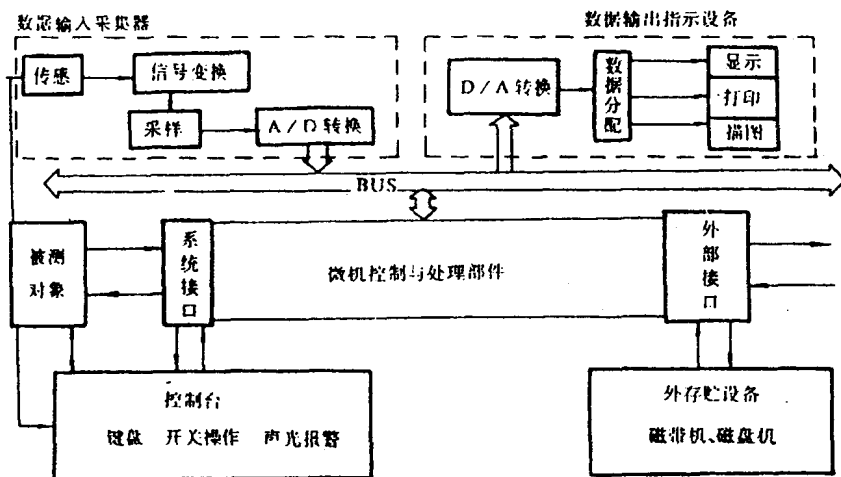


图 1.2 (d) 数据采集系统功能结构框图

(1) 功能增多，性能提高。例如智能万用表可测交流、直流电压，电流，电阻以及温度等。智能系统通常都能自选量程，自动校准，自动修正静态、动态误差以及系统误差，有的还能自动调节测试点，从而显著提高了测量的准确度。有不少智能系统在分辨率、测量范围和频带宽度方面都有所提高。

(2) 具有数据处理功能。智能系统由于具有数据处理功能，从而减轻了测试人员的劳动强度，可迅速测出结果，并以适当的显示方式输出。并采用了一些接口电路，故可用于遥控和远距离通讯，有利于信息的传输和保存。



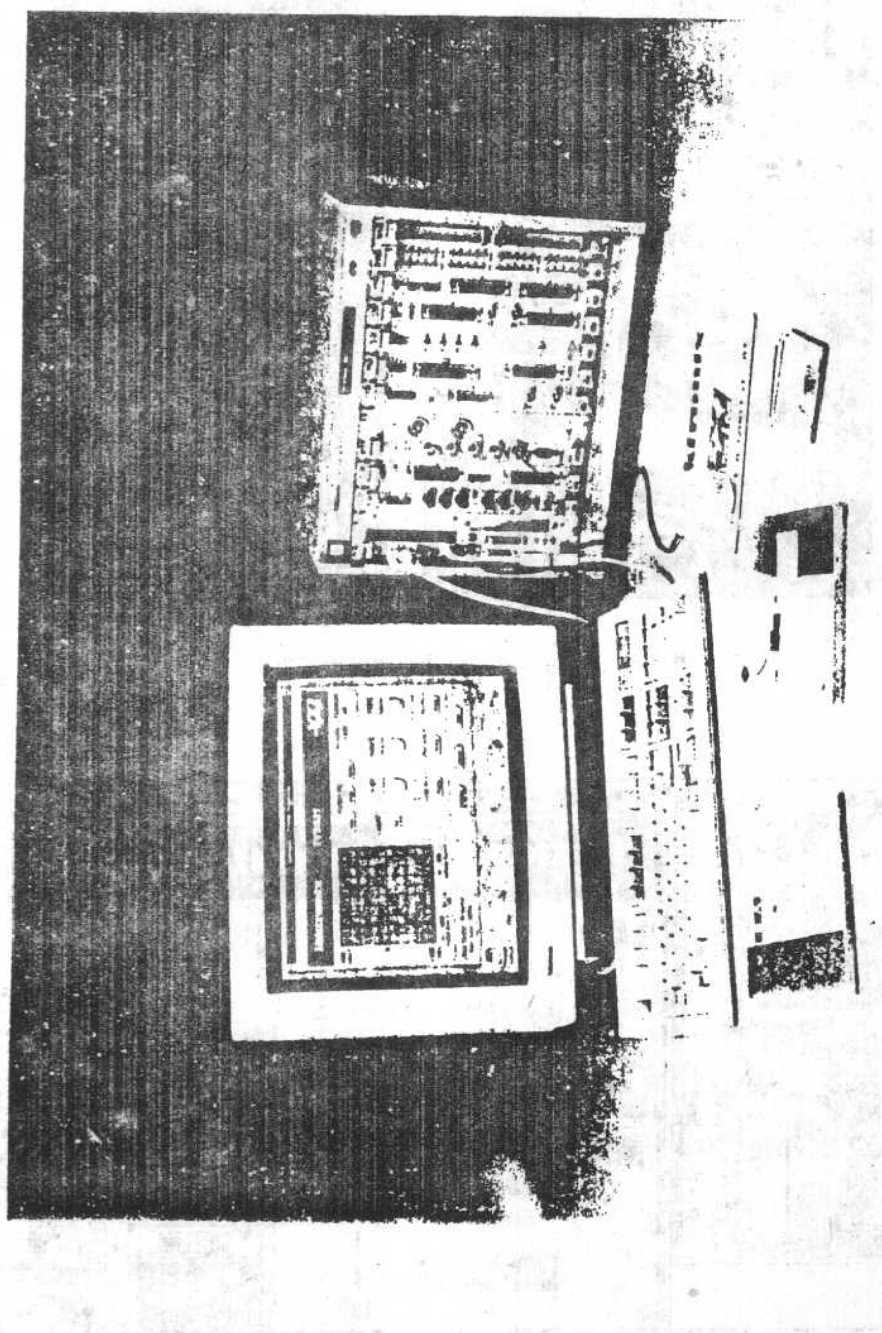


图 1.2 (e) VME 总线嵌入式计算机单机箱系统实物图  
(本照片由 Tektronix 公司提供)