

21世纪高职高专规划教材 电气、自动化、应用电子技术系列

李 泓 等编著

智能仪器设计基础

清华大学出版社



21世纪高职高专规划教材 电气、自动化、应用电子技术系列

智能仪器设计基础

李 泓 等编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书详细讲解了智能仪器的设计方法,对智能仪器的硬件设计、软件设计和各种常用外围功能部件的使用,以及各种常用的算法都作了介绍。本书以 C 语言为主讲解程序,更加符合实际应用的需要。同时,书中提供了几个设计实例,都是编者在实际工作中的总结,具有一定的参考价值。

本书主要面向广大电子设计工作者和大中专院校师生,适合本科及高职高专院校作为教材使用,也适合具有一定单片机基础的广大电子爱好者学习和参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

智能仪器设计基础/李泓等编著. —北京:清华大学出版社,2010.12

(21世纪高职高专规划教材.电气、自动化、应用电子技术系列)

ISBN 978-7-302-23790-7

I. ①智… II. ①李… III. ①智能仪器—设计—高等学校:技术学校—教材
IV. ①TP216

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 171831 号

责任编辑:刘 青

责任校对:李 梅

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:21.75 字 数:499 千字

版 次:2010年12月第1版 印 次:2010年12月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:36.00 元

产品编号:027592-01

出版说明

高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分,担负着为国家培养并输送生产、建设、管理、服务第一线高素质技术应用型人才的重任。

进入 21 世纪后,高职高专教育的改革和发展呈现出前所未有的发展势头,学生规模已占我国高等教育的半壁江山,成为我国高等教育的一支重要的生力军;办学理念上,“以就业为导向”成为高等职业教育改革与发展的主旋律。近两年来,教育部召开了三次产学研交流会,并启动四个专业的“国家技能型紧缺人才培养项目”,同时成立了 35 所示范性软件职业技术学院,进行两年制教学改革试点。这些举措都表明国家正在推动高职高专教育进行深层次的重大改革,向培养生产、服务第一线真正需要的应用型人才的方向发展。

为了顺应当前我国高职高专教育的发展形势,配合高职高专院校的教学改革和教材建设,进一步提高我国高职高专教育教材质量,在教育部的指导下,清华大学出版社组织出版了“21 世纪高职高专规划教材”。

为推动规划教材的建设,清华大学出版社组织并成立了“高职高专教育教材编审委员会”,旨在对清华版的全国性高职高专教材及教材选题进行评审,并向清华大学出版社推荐各院校办学特色鲜明、内容质量优秀的教材选题。教材选题由个人或各院校推荐,经编审委员会认真评审,最后由清华大学出版社出版。编审委员会的成员皆来源于教改成效大、办学特色鲜明、师资实力强的高职高专院校、普通高校以及著名企业,教材的编写者和审定者都是从事高职高专教育第一线的骨干教师和专家。

编审委员会根据教育部最新文件和政策,规划教材体系,比如部分专业的两年制教材;“以就业为导向”,以“专业技能体系”为主,突出人才培养的实践性、应用性的原则,重新组织系列课程的教材结构,整合课程体系;按照教育部制定的“高职高专教育基础课程教学基本要求”,教材的基础理论以“必要、够用”为度,突出基础理论的应用和实践技能的培养。

本套规划教材的编写原则如下:

- (1) 根据岗位群设置教材系列,并成立系列教材编审委员会;
- (2) 由编审委员会规划教材、评审教材;
- (3) 重点课程进行立体化建设,突出案例式教学体系,加强实训教材的出版,完善教学服务体系;
- (4) 教材编写者由具有丰富教学经验和多年实践经历的教师共同组成,建立“双师型”编者体系。

本套规划教材涵盖了公共基础课、计算机、电子信息、机械、经济管理以及服务等大类

的主要课程,包括专业基础课和专业主干课。目前已经规划的教材系列名称如下:

• **公共基础课**

公共基础课系列

• **计算机类**

计算机基础教育系列

计算机专业基础系列

计算机应用系列

网络专业系列

软件专业系列

电子商务专业系列

• **电子信息类**

电子信息基础系列

微电子技术系列

通信技术系列

电气、自动化、应用电子技术系列

• **机械类**

机械基础系列

机械设计与制造专业系列

数控技术系列

模具设计与制造系列

• **经济管理类**

经济管理基础系列

市场营销系列

财务会计系列

企业管理系列

物流管理系列

财政金融系列

国际商务系列

• **服务类**

旅游系列

艺术设计系列

本套规划教材的系列名称根据学科基础和岗位群方向设置,为各高职高专院校提供“自助餐”形式的教材。各院校在选择课程需要的教材时,专业课程可以根据岗位群选择系列;专业基础课程可以根据学科方向选择各类的基础课系列。例如,数控技术方向的专业课程可以在“数控技术系列”选择;数控技术专业需要的基础课程,属于计算机类课程的可以在“计算机基础教育系列”和“计算机应用系列”选择,属于机械类课程的可以在“机械基础系列”选择,属于电子信息类课程的可以在“电子信息基础系列”选择。依此类推。

为方便教师授课和学生学习,清华大学出版社正在建设本套教材的教学服务体系。本套教材先期选择重点课程和专业主干课程,进行立体化教材建设:加强多媒体教学课件或电子教案、素材库、学习盘、学习指导书等形式的制作和出版,开发网络课程。学校在选用教材时,可通过邮件或电话与我们联系获取相关服务,并通过与各院校的密切交流,使其日臻完善。

高职高专教育正处于新一轮改革时期,从专业设置、课程体系建设到教材编写,依然是新课题。希望各高职高专院校在教学实践中积极提出意见和建议,并向我们推荐优秀选题。反馈意见请发送到 E-mail: gzgz@tup.tsinghua.edu.cn。清华大学出版社将对已出版的教材不断地修订、完善,提高教材质量,完善教材服务体系,为我国的高职高专教育出版优秀的高质量教材。

高职高专教育教材编审委员会

前言

智能仪器设计基础

智能仪器是一种典型的微处理器应用系统,它是计算机技术、现代测量技术和大规模集成电路相结合的产物,无论是在测量速度、精确度、灵敏度、自动化程度,还是在性价比等方面,都是传统仪器不可比拟的。

近几年来,单片机的性能不断提高,价格不断下降,有力地推动了智能仪器的发展。各个高校的电子和电气专业都在进行单片机应用技术的教学,作为单片机技术综合应用的智能仪器设计技术也是学习和掌握单片机应用的必修课程。

目前,智能仪器设计技术教材大多以 8051 单片机为基础,以汇编语言为主进行智能仪器设计的介绍。而目前单片机的种类繁多,各有特色,作为已经具备基本单片机基础知识的广大学生有必要接触和了解更多的单片机。同时,软件的设计更加强调开发效率,C 语言的使用已经成为必然的趋势。所以在本书中虽然仍以介绍 8051 系列单片机为主,但并不局限于 8051 系列单片机,同时,程序的设计,除必须使用汇编语言以外,其他均以 C 语言为例来做介绍。

本书分为 10 章。第 1 章简单介绍智能仪器的特点和研制方法。第 2 章主要介绍常用微处理器的种类和相应的开发工具。第 3 章简单介绍智能仪器的并行扩展和串行扩展方法,重点介绍 SPI 总线、I²C 总线和单总线的使用。第 4 章介绍智能仪器输入/输出通道的组成,详细介绍模拟量输入/输出通道和数字量输入/输出通道的结构。第 5 章介绍智能仪器的人机接口,重点介绍键盘、LED、字符液晶显示模块和图形液晶显示模块的使用,也简单介绍了打印机的接口。第 6 章介绍智能仪器中常用的一些通信接口和协议,主要介绍 GP-IB 总线、RS-232、RS-485、USB 通用串行总线、蓝牙技术、电力线载波通信技术和工业以太网,简单介绍 MODBUS 通信协议。第 7 章介绍智能仪器软件设计的过程和软件设计的思想,重点介绍程序的不同结构设计和键盘处理程序的设计。第 8 章介绍智能仪器中常用的误差修正方法和自检、自整定等功能。第 9 章介绍智能仪器硬件抗干扰和软件抗干扰的方法,介绍常用的抗干扰元件的使用和抗干扰程序的设计方法。第 10 章介绍 6 个设计实例(都是在实际开发项目中提取出来的),对于在设计中涉及的关键问题作一定介绍,从而帮助读者掌握智能仪器设计中需要重点关注的问题及其解决方法。

本书通过大量的实际应用介绍智能仪器设计所涉及的各个方面的内容,可作为高职高专和本科院校自动化、计算机、电子等专业的教材,也可作为有一定单片机基础、希望掌握智能仪器设计的技术人员的参考书。

本书由无锡商业职业技术学院高级工程师李泓主编,并编写了第 1、2、5、6、9、10 章,无锡商业职业技术学院讲师李海波编写了第 4 章,无锡商业职业技术学院讲师许卫洪编

写了第 8 章,无锡商业职业技术学院讲师顾菊芬编写了第 3 章,无锡商业职业技术学院讲师徐玲编写了第 7 章。

由于作者的经验和水平有限,加上编写时间仓促,书中难免有疏漏和不足之处,敬请广大读者批评指正。

作 者

2010 年 7 月

目 录

智能仪器设计基础

第 1 章 概述	1
1.1 电子仪器的发展	1
1.2 智能仪器的特点和组成	1
1.2.1 智能仪器的定义.....	1
1.2.2 智能仪器的特点.....	2
1.2.3 智能仪器的组成.....	3
1.3 智能仪器的研制过程	4
习题.....	7
第 2 章 微处理器的选择	8
2.1 单片机的选择	8
2.2 8 位单片机	10
2.2.1 51 系列单片机	10
2.2.2 Microchip 公司的 8 位单片机	14
2.2.3 AVR 系列单片机.....	17
2.2.4 飞思卡尔系列单片机	19
2.2.5 其他类型 8 位单片机	22
2.3 16 位单片机	22
2.3.1 MSP430 系列单片机	23
2.3.2 其他类型 16 位单片机.....	24
2.4 32 位单片机	25
2.4.1 ARM 系列单片机	26
2.4.2 其他系列 32 位单片机.....	30
2.5 DSP 数字处理器	33
2.5.1 DSP 处理器的主要结构特点	33
2.5.2 DSP 处理器的选择	34
2.6 常用微处理器程序下载方法.....	35
2.7 常用微处理器开发软件.....	36
习题	38

第 3 章 总线扩展技术	39
3.1 并行扩展	39
3.1.1 并行总线扩展方式	39
3.1.2 并行 I/O 扩展方式	42
3.2 串行总线扩展	48
3.2.1 SPI 总线介绍及应用	48
3.2.2 I ² C 总线介绍及应用	57
3.2.3 单总线介绍及应用	68
习题	77
第 4 章 智能仪器输入/输出通道	78
4.1 模拟量信号输入通道	78
4.1.1 模拟量输入通道的一般组成	78
4.1.2 前置放大器	80
4.1.3 采样/保持器	82
4.1.4 多路开关	85
4.1.5 A/D 转换芯片	87
4.1.6 V/F 变换芯片 AD650	93
4.2 模拟量信号输出通道	96
4.2.1 模拟量输出通道的组成及结构形式	96
4.2.2 D/A 转换芯片及其与微处理器的接口	97
4.2.3 PWM 型 D/A 转换器	102
4.3 开关量信号输入通道	102
4.3.1 开关量输入通道的结构	102
4.3.2 开关量输入接口	103
4.4 开关量信号输出通道	106
4.4.1 开关量输出接口的隔离	106
4.4.2 小功率驱动接口电路	107
4.4.3 中功率驱动接口电路	108
习题	108
第 5 章 智能仪器人机接口技术	109
5.1 键盘接口	109
5.1.1 非编码式键盘接口	110
5.1.2 编码式键盘接口	115
5.2 显示接口	120
5.2.1 LED 显示器	120

5.2.2 LCD 显示器	124
习题	144
第 6 章 智能仪器通信接口	145
6.1 通用接口总线 GP-IB	145
6.1.1 GP-IB 标准接口概述	145
6.1.2 GP-IB 接口芯片	148
6.2 串行通信标准 RS-232 与 RS-485	149
6.2.1 RS-232 标准及接口芯片	149
6.2.2 RS-485 标准及接口芯片	150
6.2.3 串行通信程序设计	151
6.3 MODBUS 协议	157
6.4 通用串行总线 USB	164
6.4.1 USB 的物理接口和电气特性	165
6.4.2 USB 系统的组成	165
6.4.3 USB 通信流	166
6.4.4 USB 的传输方式	168
6.4.5 USB 交换的包格式	169
6.4.6 USB 典型器件	171
6.5 工业以太网	178
6.6 蓝牙技术	184
6.6.1 蓝牙技术的特色与工作原理	185
6.6.2 蓝牙芯片组及其实用连接技术	188
6.6.3 蓝牙模块的使用	189
6.7 电力载波通信	191
6.7.1 原理与方法	191
6.7.2 常用芯片	192
6.7.3 基于 PL3105 芯片的电力线载波通信系统设计	193
习题	197
第 7 章 智能仪器的软件设计	198
7.1 软件设计过程	198
7.1.1 系统定义	198
7.1.2 绘制流程图	200
7.1.3 编写程序	200
7.1.4 软件测试	201
7.1.5 文件编制	202
7.1.6 软件维护	202

7.2	软件设计方法	202
7.2.1	“自顶向下”设计	202
7.2.2	模块化设计	203
7.2.3	结构化设计	203
7.3	程序的结构	204
7.3.1	程序的基本结构	205
7.3.2	模块化的程序结构	205
7.3.3	中断与前/后台的程序结构	207
7.3.4	时间片与分时调度机制	208
7.3.5	多进程并行运行机制	208
7.3.6	多工序程序结构	211
7.3.7	基于状态机思路的程序调度机制	213
7.4	键盘管理	215
7.4.1	键值获取方法	215
7.4.2	一键一义的键盘管理	216
7.4.3	一键多义的键盘管理	218
7.5	中断、时钟管理	219
7.5.1	中断管理	219
7.5.2	时钟管理	220
	习题	220
第8章	智能仪器典型处理功能	221
8.1	系统误差修正	221
8.1.1	系统误差的模型修正法	221
8.1.2	系统误差的标准数据校正法	223
8.1.3	零位误差和增益误差的校正方法	223
8.2	随机误差修正	225
8.2.1	算术平均滤波	226
8.2.2	去极值平均滤波	226
8.2.3	中位值平均滤波	227
8.2.4	滑动平均滤波	228
8.2.5	加权滑动平均滤波	229
8.2.6	一阶惯性滤波	230
8.2.7	程序判断滤波	231
8.2.8	复合滤波	232
8.3	粗大误差修正	232
8.4	量程自动转换与标度变换	234
8.4.1	量程自动转换	234

8.4.2 标度变换·····	236
8.5 测量结果的非数值处理·····	237
8.5.1 查表·····	237
8.5.2 排序·····	240
8.6 超限报警·····	242
8.7 自检、自校正与自动测量·····	242
习题·····	243
第9章 抗干扰技术·····	244
9.1 噪声与干扰·····	244
9.1.1 噪声与干扰简介·····	244
9.1.2 电磁干扰的形成因素·····	245
9.1.3 电磁干扰的分类·····	245
9.1.4 差模干扰和共模干扰·····	246
9.1.5 电磁干扰的耦合途径·····	247
9.1.6 智能仪器电磁干扰控制的一般方法·····	249
9.2 硬件抗干扰技术·····	250
9.2.1 屏蔽技术·····	250
9.2.2 接地技术·····	254
9.2.3 滤波技术·····	257
9.2.4 隔离技术·····	265
9.2.5 看门狗技术·····	266
9.3 电源抗干扰技术·····	268
9.3.1 电源干扰的类型·····	268
9.3.2 电源干扰的耦合途径·····	269
9.3.3 电源抗干扰的基本方法·····	270
9.3.4 EMI 电源滤波器·····	271
9.3.5 瞬变干扰吸收器件·····	274
9.4 软件抗干扰技术·····	284
9.4.1 概述·····	284
9.4.2 指令冗余技术·····	285
9.4.3 软件陷阱技术·····	286
9.4.4 故障自动恢复处理程序·····	289
9.4.5 开关量输入/输出软件抗干扰设计·····	293
9.4.6 编写软件的其他注意事项·····	293
习题·····	295

第 10 章 设计实例	296
10.1 单片机电子时钟设计	296
10.1.1 功能描述	296
10.1.2 硬件设计	296
10.1.3 软件设计	297
10.2 智能电容/电感测试仪	306
10.2.1 功能描述	306
10.2.2 硬件设计	306
10.2.3 软件设计	307
10.3 电动支架遥控器	309
10.3.1 功能描述	310
10.3.2 硬件设计	311
10.3.3 软件设计	312
10.4 电视电动支架	314
10.4.1 功能描述	314
10.4.2 硬件设计	315
10.4.3 软件设计	317
10.5 阴极保护电源	320
10.5.1 功能描述	321
10.5.2 硬件设计	322
10.5.3 软件设计	324
10.6 美元面值识别仪	326
10.6.1 功能描述	326
10.6.2 硬件设计	326
10.6.3 软件设计	329
习题	333
参考文献	334

概 述

1.1 电子仪器的发展

仪器是生产、科研等领域中不可缺少的测量和计量器具。随着电子管器件的诞生,电子仪器也随之产生。20 世纪,电子工业飞速发展,从电子管时代发展到模拟电路时代,再发展到数字电路时代,随后计算机技术高速发展起来。相应的,仪器技术也大致经历了类似的发展过程。

1915 年,美国首先提出峰值电子电压表的设计,到 1928 年它已达到商品化。

20 世纪 50 年代初期,仪器仪表取得了重大突破,数字技术的出现使各种数字仪器得以问世。数字仪器将模拟仪器的精度、分辨力与测量速度提高了几个量级。1952 年,美国 NLS 公司首先研制出电子管式 4 位数字电压表。

20 世纪 70 年代,随着微电子技术和微处理器的普及,出现了以微处理器为基础的智能仪器,如智能化 DVM(Digital Volt Meter,数字电压表)、智能化 RLC 测量仪、智能化电子计数器等,它实行键盘操作,可实现自动测量。

20 世纪 70 年代末,出现了利用通用接口总线将一台计算机和若干台电子仪器连接在一起的自动测试系统。

20 世纪 80 年代初期,又出现了以个人计算机为基础,将仪器电路板和扩展箱与个人计算机内部总线相连的个人仪器。

1986 年,美国国家仪器公司以 LabVIEW 为软件开发平台,实现了虚拟仪器的概念。虚拟仪器的出现和兴起是电子仪器领域的一场重要变革,它提出了一种与传统电子仪器完全不同的概念,改变了传统仪器的概念、模式和结构,标志着自动测试与电子仪器领域技术发展的一个崭新方向。

1.2 智能仪器的特点和组成

1.2.1 智能仪器的定义

什么是智能仪器?按照智能(Intelligence)一词来看,智能仪器应包含视觉(图形、色彩、文字等的判读)、听觉(语音的辨别及语言内容的领悟)、思维(推理、判断、学习、联想

等)等方面的基本功能,这也是目前人们常说的人工智能。但一般的智能仪器显然离上述的智能有很大的距离。所以,目前所谓的智能仪器(Intelligent Instruments)均指以微处理器为基础而设计的仪器。美国人喜欢用一个通俗的名词来称呼智能仪器,叫做 Smart Instruments。

1.2.2 智能仪器的特点

智能仪器的特点是将仪器与微处理器相结合,以取代许多笨重的硬件,使仪器内部的结构和前面板大为改观,节省了许多开关和旋钮。智能仪器不再是简单的硬件实体,而是硬件和软件的结合。微处理器通过键盘或遥控接口接收命令和信号,并用它来控制仪器的运行,执行常规的测量,对数据进行智能分析和处理,并对数据进行显示和传输。软件在决定仪器智能的高低方面起着至关重要的作用。和传统仪器相比,智能仪器通常具有以下几个特点。

1. 友好的人机对话接口

智能仪器一般均采用键盘控制,同时具备 CRT(Cathode Ray Tube,阴极射线管)、数码管或液晶(LCD)显示功能。使用人员只需通过键盘输入命令,就能使仪器实现某种测量和处理功能;与此同时,智能仪器还能通过显示屏将仪器运行情况、工作状态以及对测量数据的处理结果及时告诉使用人员,使人机之间的联系更加密切。

2. 面板布置和功能部件独立

智能仪器通过使用键盘代替传统仪器中的旋转式或琴键式切换开关来实施对仪器的控制,从而使仪器面板的布置和仪器内部有关部件的安装不再相互限制和牵连。例如,传统仪器中,与衰减器相连的旋转式开关必须安装在衰减器正前方的面板上,这样可能会使面板的布置受仪器内部结构的限制,从而不能充分考虑用户使用的方便,也可能会因衰减器的安装位置必须服从面板布局的需要而给内部电气连接带来许多的不便。智能仪器广泛使用键盘,使面板的布置与仪器功能部件的安装可以完全独立地进行,明显改善了仪器前面板及有关功能部件结构的设计,这样既有利于提高仪器技术指标,又方便了仪器的操作。

3. 强大的数据处理能力

微处理器的运用极大地改善了仪器的运算处理能力,从而可以为仪器植入较为复杂的算法。例如,智能仪器利用微处理器的运算能力可以实现环境温度、压力等对被测量影响的自动补偿,实现非线性校正。又例如,传统的数字多用表(DMM)只能测量电阻和交直流电压、电流等,而智能型的数字多用表不仅能进行上述测量,而且还能对测量结果进行零点平移,平均值、极值统计分析以及更加复杂的数据处理,将用户从繁重的数据处理中解放了出来。

4. 实现复杂逻辑控制功能

智能仪器还可以运用微处理器实现较为复杂的逻辑控制功能,方便地实现量程自动转换、自动调零,触发电平自动调整、自动校准和自诊断等功能,这有力地提高了仪器的自动化测量水平。例如,泰克公司的 TDS2012 数字示波器有一个自动设置(Autoset)键,测

量时只要一按这个键,仪器就能根据被测信号的频率及幅度自动设置好最合理的垂直灵敏度、时基以及最佳的触发电平,使信号的波形稳定地显示在屏幕上。又例如,智能仪器一般都具有自诊断功能,当仪器发生故障时,可以自动检测出故障的部位,并能协助诊断故障的原因。

5. 灵活的接口

很多智能仪器具有 GP-IB 或 RS-232 等通信接口,它们使智能仪器可以很方便地与计算机和其他仪器组成用户所需要的多功能自动测量系统,从而来完成更复杂的测试任务。

6. 存储、打印和绘图能力

有些智能仪器带有磁盘或其他存储介质,可用它们来存储原始信息和经过处理后的有用数据,并能将这些信息输出给打印机或绘图仪。

1.2.3 智能仪器的组成

智能仪器是电子测量仪器和计算机技术相结合的产物,实际上是一个专用的微型计算机系统,它由硬件和软件两大部分组成。

1. 硬件系统的组成

硬件部分主要包括主机电路、输入/输出电路、人机接口电路和通信接口电路 4 部分,其通用结构框图如图 1-1 所示。

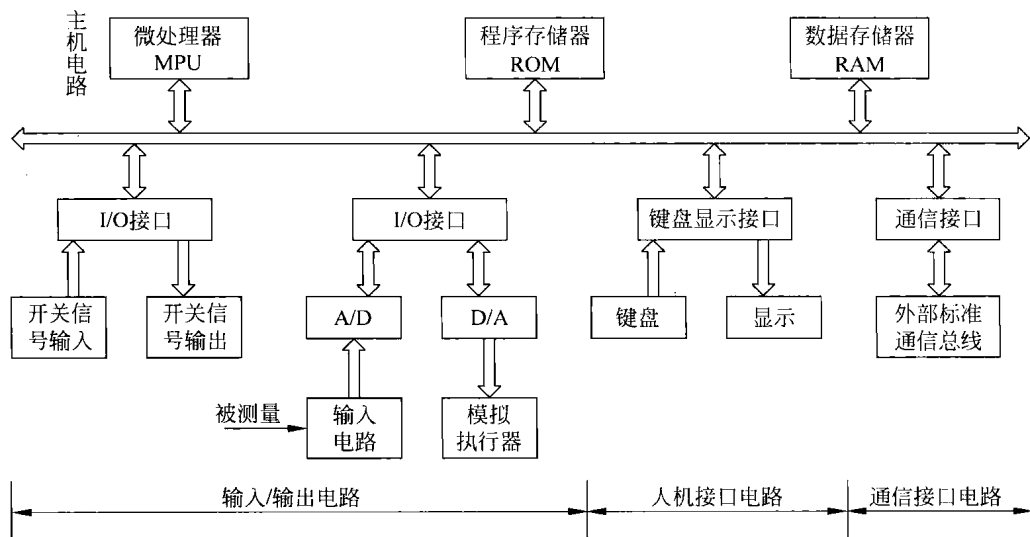


图 1-1 智能仪器通用结构框图

智能仪器的主机可选择单片机系统,也可选择计算机系统,主要用来存储程序或数据,并对它们进行一系列的运算和处理。主机电路通常由微处理器(MPU)、程序存储器(ROM)、数据存储器(RAM)和 I/O 接口电路组成。

输入/输出电路主要实现测量信号的转换和数字化转换以及一些闭环仪表的模拟量输出功能,也实现开关量的输入/输出等功能,它主要由输入电路、A/D 转换器、D/A 转换

器、模拟执行器和开关信号输入/输出电路组成。

人机接口电路主要实现操作者和仪器之间的信息交流功能,包括参数的设置、信号和结果的显示和打印等功能,它主要由面板中的键盘和显示器等组成。

通信接口电路用于实现仪器和计算机之间的联系,以便使仪器可以接受计算机的控制和将测量的数据上传给计算机进行数据分析和处理。目前常用的仪器通信接口有 GP-IB 通信接口、RS-232C 接口以及应用于集散控制系统中的 CAN 总线接口和以太网接口。

2. 软件系统的组成

智能仪器的软件部分是智能仪器的灵魂,智能仪器必须在软件的控制下才能进行正确的测量和控制,它的运行主要包括功能执行程序 and 监控程序两部分。功能执行程序用来实现各种实质性的功能,如测量、计算、显示、打印、输出控制和通信等;监控程序专门用来协调各个执行模块和操作者之间的关系,在系统程序中充当组织调度的角色。设计者应根据系统功能和键盘的设置来选择一种合适的监控程序结构。

1.3 智能仪器的研制过程

智能仪器是以微处理器为核心的电子仪器,它要求设计者不仅要熟悉电子仪器的工作原理,而且还要掌握微型计算机硬件和软件的原理,因而其设计不能完全沿用传统电子仪器的设计方法。

设计、研制一台智能仪器的一般开发过程大致可以分为 4 个阶段:确定设计任务与拟订设计方案阶段;硬件、软件及仪器仪表结构设计阶段;仪器统调与性能测试阶段;文档整理阶段。

1. 确定设计任务与拟订设计方案

在进行设计之前,首先要明确设计的要求,对设计最终所要实现的功能和要达到的性能要有一个清晰和明确的定义。当然,在很多项目开始进行时,设计者对最终所能达到的结果并不十分清楚。虽然设计者对项目的细节可以不完全确定,但对项目要实现的基本功能必须非常明确。当明确了设计的要求之后,才能进行符合要求的设计工作。例如,仪器是用于检测、计量测试还是用于过程控制,根据不同的用途确定其功能和测量精度等性能指标;根据不同的应用背景确定仪器输入信号的类型、测量范围和数据处理方法;决定仪器的电路结构,通道数多少,是否采用闭环结构,是否需要隔离等;确定仪器的显示方式,是否需要打印输出;确定仪器是否需要具备通信功能,采用什么通信方式和网络协议等。以上这些都应该作为仪器硬件、软件设计的依据。同时,还应该考虑仪器的使用环境及制造和维修的方便性。设计人员在综合考虑仪器的功能、可维护性、可靠性及性价比的基础上,提出仪器设计的初步方案,并以书面形式写出仪器功能说明书或设计任务书。仪器功能说明书所起的作用如下。

- (1) 是用户与研制单位之间合约的重要内容,是研制单位设计开发的依据。
- (2) 明确仪器的功能和结构,是开发人员设计硬件、软件的基础。