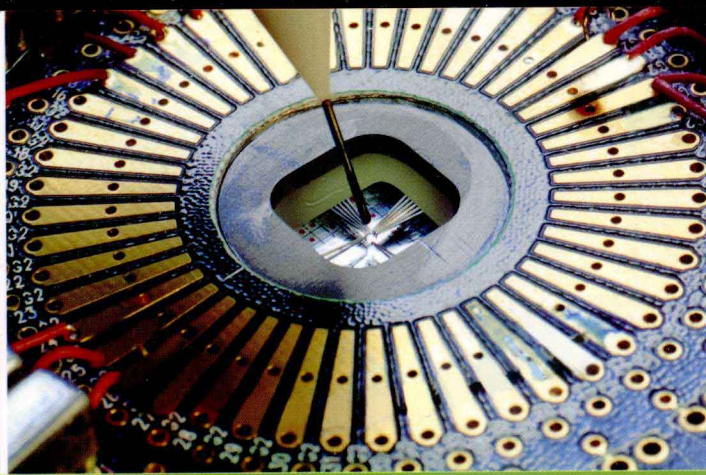
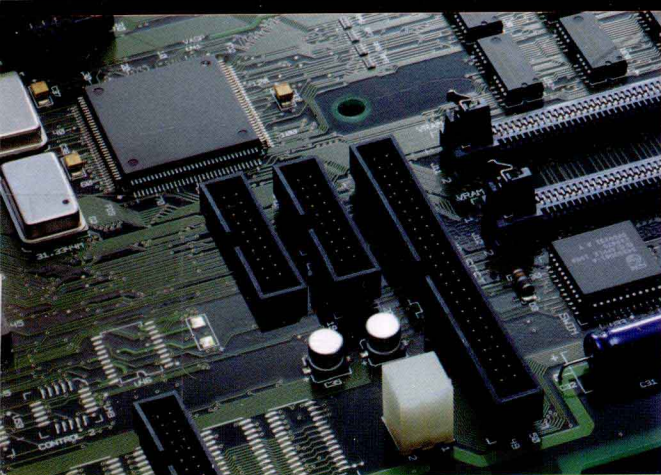


“十二五”高等院校规划教材

电子设计工程师 实践教程



严天峰 王耀琦 编著



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

“十二五”高等院校规划教材

电子设计工程师实践教程

严天峰 王耀琦 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

EDP 电子设计实验箱是为电子设计工程师认证培训和大中专院校进行教学、实验所用的多功能、多模块化的组合电子设计实验设备。本教程作为该设备的配套教材,以实用为宗旨,主要以实例的方式来讲解各个模块的软硬件设计开发技术,各模块所有程序均采用 C51 来实现,并在 Keil C51 的开发环境下调试完成。

全书可分为 3 部分,第 1 部分主要介绍 EDP 认证系统、Keil 集成开发环境和电子元器件的基础知识;第 2 部分讲述电源模块、单片机最小系统模块、I/O 扩展模块、Led 显示模块、LCD1602 字符型液晶模块、LCM12232 汉字型液晶模块、键盘模块、调理模块、A/D 转换模块、D/A 转换模块、I2C 总线接口模块、模拟温度采集模块、数字量输入/输出模块、红外通信模块、无线通信收发模块、RS-232 通信模块、RS-485 通信模块、USB 通信模块、CAN 通信模块等常见的 18 个模块的设计例程;第 3 部分是附录,主要是针对没有 C51 开发基础的学员提供 C51 程序开发的基础知识和单片机应用系统的可靠性技术。

本书可作为各类大专院校和培训机构单片机系统开发类课程的教材,也可作为各类电子制作、课程设计、毕业设计的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电子设计工程师实践教程 / 严天峰, 王耀琦编著

北京: 北京航空航天大学出版社, 2011. 1

ISBN 978-7-5124-0291-1

I. ①电… II. ①严… ②王… III. ①电子电路—电路设计—教材 IV. ①TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 247042 号

版权所有,侵权必究。

电子设计工程师实践教程

严天峰 王耀琦 编著

责任编辑 李松山

*

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(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱: emsbook@gmail.com 邮购电话:(010)82316936

北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:18 字数:403 千字

2011 年 1 月第 1 版 2011 年 1 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-5124-0291-1 定价:32.00 元

前言

随着现代科学技术的发展,社会对人才需求的结构发生了很大变化,特别是对具有创新意识和创造能力的综合型、高技能人才的需求量日益增大,这将促使高等院校工科毕业生不但要有扎实的理论知识,而且还必须具有较强的工程实践能力和创新思维能力。尤其是在电子信息相关专业的实践教学中更要充分发挥学生的主观能动性,发挥学生的想象力和创造力,理论联系实际,培养学生的动手能力和创新能力。

传统的实验教学完全依附于课堂教学,学生要在规定的时间内完成老师指定的实验内容,实验教学大体上实行的是“课前预习—课堂实验—课后教师评阅”的模式。大多数实验还必须严格按照规定好的操作步骤来进行,而在实验过程中若发现学生走弯路或遇到挫折时,教师会直接指出甚至重新演示实验。在这种模式下,常常会出现学生不重视预习、实验时不愿意动手、课后不认真总结思考,甚至出现缺课、抄袭实验报告等不良现象。虽然实验做出来了,也对相应的原理、电路进行了验证,但对学生来说只是一种形式,本质上不能提高学生的动手能力和运用理论知识去分析、解决问题的能力。久而久之,学生就会对实验失去兴趣。造成这种情况的根本原因在于这种传统的实验方式不能调动学生的主观能动性,学生认为做实验就是接好线,测测数据,然后写个报告就结束,学不到更多有用的知识。这种以验证为目的的实验模式的弊端已越来越多地受到有识之士的批评。

针对这种情况,中国电子学会作为中国电子技术方面权威的学术团体,经过多方论证,决定开展以高校毕业生为对象、以电子设计为内容的电子设计初级工程师的认证工作。该认证更注重学生的实践动手能力的检测,是完全建立在三个转变基础之上的,即实验教学方法从老师向学生转变,学生实验从机械模仿向自主创新转变,考试内容从注重内容向注重实践转变。具体表现为教学模式(包括组织、命题、过程、设计、考核等)、教学对象、教学平台的改革,涉及的内容包括电路分析基础、模拟/数字电路、计算机原理与接口技术、程序设计、传感器、测量技术、通信电路、单片机、数字信号处理(DSP)、嵌入式系统等。为更好地促进认证工作,中国电子学会还委托相关专家和工程师共同开发了一系列 EDP 系列电子设计实验箱,并为之配备了

前 言

系列教程,本教程就是其中之一。

EDP 系列电子设计实验箱是为电子设计工程师认证培训和大中专院校进行教学、实验所用的多功能、多模块化的组合电子设计实验装置。其内容涵盖模拟/数字电子线路、单片机、DSP 以及 ARM 等课程。其主要特点包括:

- (1) 底板+模块化架构设计。其中,底板通用,通过接插件上的各种单元模块完成各种实验,实现多个组合实验的完美结合。
- (2) 多模块化组合实验。设计包括电源、A/D 转换、CPU、4×4 按键、通信、时钟、I/O 扩展、显示、信号调理等 20 个单元模块。教师和学生可以根据教学目的或者学生的水平灵活选择相应模块组合,来组成一个完整的系统。通过这种训练,可以使学生充分了解电子系统的架构、结构以及总体组成,为学生今后独立设计电路打下良好的基础。
- (3) 自主创新的实验模式。在完成组合模块的实验之后,可以利用专门设计的标准面包板,不拘泥于教学内容,由老师布置或学生提出课题,学生完全自主设计。设计期间,老师仅给出大概方向,系统总体设计、电路设计、焊接、调试、软件编程均由学生自己完成,大大提高了学生的实践动手能力。

本教程作为基础配套教材,主要围绕单片机进行电路设计,包括 FPGA、DSP、ARM 的知识没有过多涉及,有兴趣的读者可以关注后续的教程。

作 者
2011 年 1 月

目 录

第 1 章 EDP 认证系列实验系统介绍	1
1.1 系统概述	1
1.2 实验箱系统配置与特点	1
1.3 系统功能介绍	5
第 2 章 Keil μVision2、μVision3 开发环境	8
2.1 Keil μ Vision2(μ V2)开发环境	8
2.1.1 μ Vision2(μ V2)简介	8
2.1.2 μ V2 IDE 集成开发平台的安装	10
2.1.3 μ V2 的基本用法	10
2.2 单片机在 Keil C51 集成开发环境的仿真过程	16
2.2.1 硬件和软件仿真	16
2.2.2 μ Vision IDE 的软件模拟仿真	17
2.3 Keil μ Vision3(μ V3)for C51 集成开发环境	29
2.4 调试和程序下载	32
2.4.1 单片机调试的一般过程	32
2.4.2 STC 单片机的硬件连接和程序下载	34
第 3 章 电子元器件基础与工艺	37
3.1 电子元器件使用常识	37
3.1.1 电 阻	37
3.1.2 电 容	42
3.1.3 电感器	46
3.1.4 变压器	47
3.1.5 继电器	48
3.1.6 连接器	49
3.2 半导体器件	51
3.3 焊接操作常识	59
3.3.1 焊接技术与焊锡	59
3.3.2 手工烙铁焊接工具及其构造	59

目 录

3.3.3	准备工作	59
3.3.4	焊 接	60
第 4 章	电源模块设计例程	62
4.1	设计目的及任务	62
4.2	直流稳压电源的基本原理	62
4.3	设计内容	65
4.4	电子设计 DIY	68
第 5 章	单片机最小系统模块设计例程	70
5.1	设计目的及任务	70
5.2	单片机最小系统的组成	70
5.3	设计内容	71
5.4	电子设计 DIY	74
第 6 章	I/O 扩展模块设计例程	75
6.1	设计目的及任务	75
6.2	8155 I/O 扩展芯片的基本工作原理	75
6.3	设计内容	77
6.4	电子设计 DIY	81
第 7 章	LED 显示模块设计例程	82
7.1	设计目的及任务	82
7.2	LED 显示器的基本工作原理	82
7.3	设计内容	84
7.4	电子设计 DIY	89
第 8 章	LCD1602 字符型液晶模块设计例程	90
8.1	设计目的及任务	90
8.2	LCD1602 字符型液晶基本工作原理	90
8.3	设计内容	92
8.4	电子设计 DIY	97
第 9 章	LCM12232 汉字型液晶模块实际例程	98
9.1	设计目的及任务	98
9.2	LCM12232 汉字型液晶原理	98
9.3	设计内容	101
9.4	电子设计 DIY	105
第 10 章	键盘模块设计例程	106
10.1	设计目的及任务	106
10.2	键盘的基本工作原理	106

10.3	设计内容	108
10.4	电子设计 DIY	114
第 11 章	调理模块设计例程	115
11.1	设计目的及任务	115
11.2	运算放大电路	115
11.3	设计内容	117
11.4	电子设计 DIY	119
第 12 章	A/D 转换模块设计例程	121
12.1	设计目的及任务	121
12.2	A/D 转换器的基本参数和指标	121
12.3	8 位 8 路并行 A/D 转换器 ADC0809	123
12.4	10 位 11 路串行 A/D 转换器 TLC1543	127
12.5	电子设计 DIY	134
第 13 章	D/A 转换模块——TLC5615 设计例程	135
13.1	设计目的及任务	135
13.2	D/A 转换的基本原理	136
13.3	设计内容	138
13.4	电子设计 DIY	143
第 14 章	I ² C 总线接口设计例程	145
14.1	设计目的和任务	145
14.2	I ² C 总线的基本概念	146
14.3	虚拟 I ² C 总线软件包	148
14.4	E ² PROM——AT24CXX	155
14.5	PCF8563 实时时钟/日历芯片	160
14.6	PCF8574 I/O 扩展芯片	164
14.7	LM75A 温度传感器芯片	169
14.8	电子设计 DIY	174
第 15 章	模拟温度采集模块设计例程	175
15.1	设计目的及任务	175
15.2	设计原理	175
15.3	参考设计内容	177
第 16 章	数字量输入/输出模块设计例程	181
16.1	设计目的及任务	181
16.2	光耦器件、继电器及其工作原理	182
16.3	设计内容	183

目 录

16.4	电子设计 DIY	188
第 17 章	红外通信模块设计例程	190
17.1	设计目的及任务	190
17.2	TSOP18XX 一体化红外接收头原理	190
17.3	设计内容	191
17.4	电子设计 DIY	195
第 18 章	无线通信收发模块设计例程	196
18.1	设计目的及任务	196
18.2	PT2262、PT2272、F05P、J04V 的特点和引脚定义	196
18.3	设计内容	201
18.4	电子设计 DIY	204
第 19 章	RS - 232 通信模块设计例程	205
19.1	设计目的及任务	205
19.2	RS - 232 串行总线通信的基本原理	205
19.3	设计内容	209
19.4	电子设计 DIY	213
第 20 章	RS - 485 通信模块设计例程	215
20.1	设计目的及任务	215
20.2	RS - 485 串行总线通信的基本原理	215
20.3	设计内容	218
20.4	电子设计 DIY	222
第 21 章	USB 通信模块设计例程	224
21.1	设计目的及任务	224
21.2	CH372 USB 接口芯片介绍	224
21.3	设计内容	227
21.4	电子设计 DIY	232
第 22 章	CAN 通信模块	233
22.1	设计目的及任务	233
22.2	CAN 总线通信的基本原理	233
22.3	设计内容	236
22.4	电子设计 DIY	241
附录 A	C51 语言程序设计	242
A.1	概 述	242
A.2	C51 基本语法	243
A.3	函 数	258

A.4 C51 的组合数据类型	260
附录 B 单片机应用系统的可靠性技术	265
B.1 概 述	265
B.2 提高单片机系统稳定性指标的硬件措施	265
B.3 提高单片机系统稳定性指标的软件措施	269
附录 C 程 序	271
参考文献	278

第 1 章

EDP 认证系列实验系统介绍

1.1 系统概述

EDP 系列电子设计教学实验箱是为电子工程师培训认证和大中专院校进行教学、实验所用的多功能、多模块化的组合电子设计实验装置。其内容涵盖模拟/数字电子线路、单片机、DSP 以及 ARM 等课程。其主要设计思想包括：

- (1) 底板+模块化架构设计。其中,底板通用,通过接插件上的各种单元模块完成各种实验,实现多个组合实验的完美结合。实验模块采用跳线、跳帽方式连接。在学生实验时,可以不破坏单元模块电路。
- (2) 多模块化组合实验。设计包括电源、A/D 转换、CPU、4×4 按键、通信、时钟、I/O 扩展、显示、温湿度、信号调理等 20 个单元模块。教师和学生可以根据教学目的或者学生的水平灵活选择模块组合,以组成一个完整的系统设计和实验。这样就可以让学生充分了解到一个电子系统的架构、结构以及总体组成,在自己独立设计电路之前,使学生有一个清晰的总体概念,为学生自己设计电路打下良好的基础。
- (3) 自主创新的实验模式。在完成组合模块的实验之后,可以利用实验箱专门设计的面板,由教师布置或学生提出,可以不拘泥于教学内容,由学生自行设计电路和编程。期间教师只是给出一个大概的方向,其他的如系统总体设计、电路设计、焊接、调试、软件编程等均由学生自己完成,大大提高了学生的动手和实践教学能力。

1.2 实验箱系统配置与特点

电子工程师认证实验箱总体布局如图 1.1 所示,实物图如图 1.2 所示。

第1章 EDP 认证系列实验系统介绍

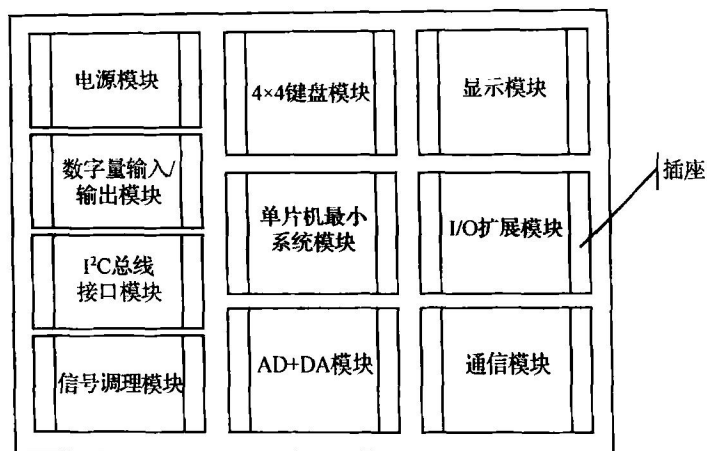


图 1.1 实验箱总体布局

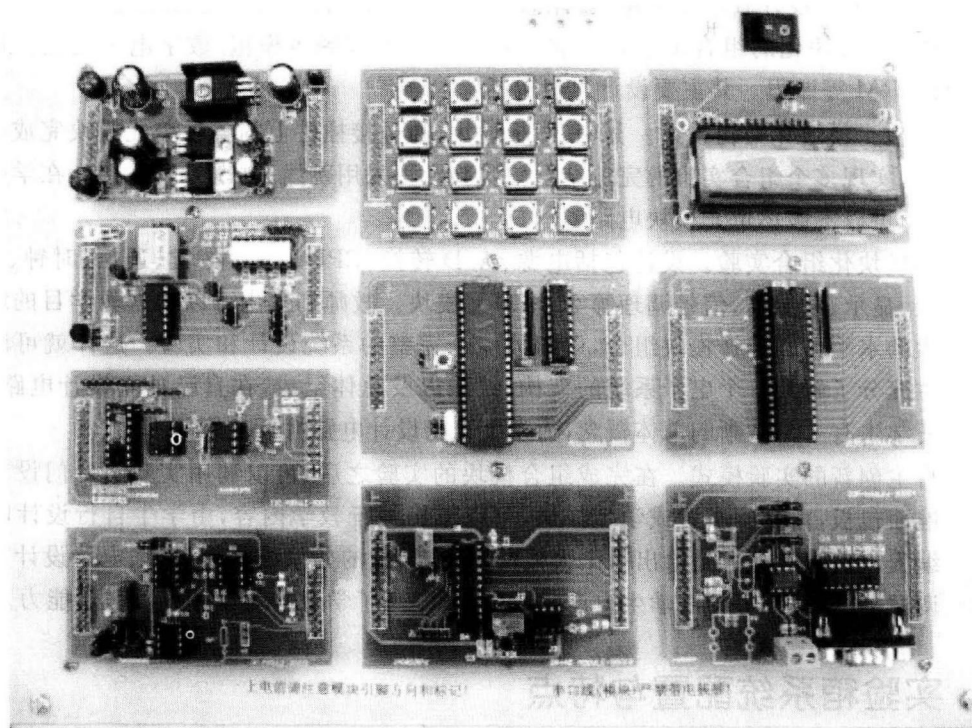


图 1.2 实验箱实物图

1. 必备模块

- (1) 单片机最小系统模块：负责协调控制其他模块的微处理器单元。本模块可以使熟悉单片机最小系统的组成，包括时钟电路、复位电路、外围扩展等。同时可以使熟悉单片机的编辑、编译、下载等项目开发的全过程。
- (2) 电源模块：为实验箱提供+5 V、+12 V、-12 V 电源。本模块可以使熟悉线性电源变压、整流、滤波、稳压等全过程。
- (3) 数字量输入/输出(或红外接收)模块：外部四路带光隔的数字输入，一路继电器输出，一对红外输入/输出(串口驱动)。本模块可以使熟悉光电耦合器的使用，小型继电器的驱动控制，红外通信调制、发射、解调的全过程。
- (4) I²C 总线接口模块：模块上有 I²C 接口的 I/O 扩展、E²PROM、实时时钟、温度传感器等单元电路。I²C 接口在现代电路设计中越来越广泛。本模块可以使熟悉 I²C 接口时序，使学生理解模块化软件设计的思想。
- (5) 信号调理模块：本模块主要是对输入的模拟信号(包括温度信号、湿度信号等)进行放大整形以提供给下级 A/D 转换电路进行采样。本模块可以加深学生对模拟电路的理解。
- (6) 4×4 键盘模块：系统的信息输入人机接口，是现代电子设备必不可少的接口。本模块可以使加深对人机接口的理解，熟悉键盘电路和扫描方式，以及按键的防抖动等相关知识。
- (7) AD+DA 模块：外部信号一般是模拟的，进行数字化处理必须经过 A/D 转换。本模块可以使学生了解 A/D、D/A 转换的基本概念，以及 A/D、D/A 转换的分辨率、精度、建立时间等基本含义。
- (8) I/O 扩展模块：实际系统中核心处理器的 I/O 经常出现不够用的情况，此时就要考虑 I/O 扩展。实验箱选用 8155 并行接口进行 I/O 扩展，本模块可以使学生了解 I/O 扩展的基本概念。
- (9) 通信模块：电子系统与外界通信是工程设计的重要一环，RS-232 与 RS-485 又是常用的两种通信方式。本模块可以使学生了解串行通信的基本概念，波特率设置的基本步骤。本模块还是下载程序的通道，为了方便与没有串口的笔记本电脑接口，本模块还增加了 USB 转串口通信单元(可选件)。
- (10) 显示模块：友好的显示界面是电子系统中必不可少的。实验箱支持 6 位数码管显示、1602 字符液晶、汉字显示三种显示模块。数码管显示亮度高；液晶显示信息量大，美观，低功耗。本模块可以调动学生极大的兴趣，开发出具有个性的显示界面以及菜单。
- (11) 通用面包板：由学生根据老师的要求，可以自己焊接、设计和调试一些实践性较强

第1章 EDP 认证系列实验系统介绍

的实验,可以和上述成品模块单元组成一个完整的系统。如此可以大大提高学生的动手能力,对新时期的教学体制改革具有极大的促进作用。

2. 可选模块

- (1) 无线遥控模块:通过无线发射与接收装置进行无线通信,接收部分与微处理器连接。本模块可以使学生了解无线通信、数据编码和解码的基本概念以及无线数据传输和控制的基本流程。
- (2) 232/485 转换模块:设计该模块可以使学生掌握市场上常见的 232/485 模块的基本设计方法以及工作原理。
- (3) CAN 接口模块:CAN 控制器局域网是目前工程设计中经常使用的现场控制总线之一,通过设计该模块可以使学生掌握 SJA1000、82C250 等常见的 CAN 控制器接口芯片的基本用法。
- (4) 微型打印机模块:掌握市场上常见的微型打印机的接口方式以及与微处理器的连接和程序设计。
- (5) USB 接口模块:设计该模块可使学生掌握 USB 通信的基本原理以及与微处理器的接口设计方法。
- (6) GPS 模块:设计该模块可使学生了解 GPS 的接口协议,掌握时间、经纬度的数据提取和处理过程。
- (7) GSM/GPRS 模块:设计该模块可使学生掌握短信、GPRS 数据通信的基本原理和方法。
- (8) 开关电源模块:与线性电源模块互为补充,设计该模块可使学生掌握开关电源的基本设计方法以及与线性电源的异同。
- (9) DDS 信号源模块:DDS 直接频率合成模块,可产生各种常规和调制信号。
- (10) FPGA 模块等。

3. 综合优势

- (1) 集下载编程器、实验开发、二次开发实用外设于一体;
- (2) 丰富的硬件和外设资源,可以完成绝大多数单片机的实验和工程设计;
- (3) 完整的实验例程及教学课件,大量实用应用例程和专业的应用设计工程实验;
- (4) 底板+模块化架构设计,通过接插件可完成各种扩展实验,实现基本实验和扩展实验的完美结合。

4. 模块通用性、互换性和可操作性强

所有模块单元均可以按照实验者的要求进行排列组合,所选芯片均为目前常用、易用、价格适中、功能适中的器件。为了更好地培训并节约成本,一些实验模块采用跳线、跳帽方式连

第1章 EDP 认证系列实验系统介绍

接。在学生培训或考试时,可以不破坏单元模块电路;考试时仅需通过不同的跳线来出题,操作性强。单位用户只要购买一次便可以多次重复使用,从而减轻了学校和学生经济压力。学生也可以根据底板插件结构,通过标准面包板自行设计电路和编程,极大地提高学生的动手能力,弥补现阶段教学注重理论而忽视实践的不足,促进教学体制改革。

1.3 系统功能介绍

1. 系统简介

EDP 实验平台是一种开放式单片机实验系统,该实验系统的设计密切结合各院校单片机教学的实际,也采用了许多新的接口技术和新器件,体现了实用性和先进性相结合的原则。

实验平台结构新颖,样式美观,元件布局紧凑合理,使用方便,集成电路采用双列直插芯片,便于维护。实验箱包含 20 余个单元电路,其中 60% 是学习单片机原理及应用应知应会部分,其余属于提高部分。

2. 整体技术参数

(1) 输入电源: AC220 V $\pm$ 5% 50 Hz。

(2) 工作电流: $\leq$ 1 A。

(3) 详细技术参数如下。

- MCU: 32 KB Flash, 512 B RAM, 16 K E²PROM。内置看门狗,可在线 ISP 下载。
- A/D: 8 通道 8 位并行,精度为 $\pm 1/2$ LSB,转换时间为 100 μ s。
- D/A: 10 位串行,精度为 ± 0.1 LSB,建立时间为 12.5 μ s。
- 按键: 4 $\times$ 4 欧姆龙按键(带帽)。
- 电源: 5 V, ± 12 V 输出,5 V 输出电流 $>$ 500 mA。
- 通信: 1 路 RS-232 标准异步串行接口,1 路 RS-485 接口,为方便与没有串口的笔记本电脑通信,提供了 1 路 USB 转串口通信接口(可选件)。
- I/O 模块: 4 路光隔离输入,1 路继电器输出。
- RTC 时钟: (I²C 总线)的标准时钟芯片。
- E²PROM: 标准(I²C 总线)芯片 1~2 K 位。
- I/O 扩展模块: 8155I/O 扩展芯片(含 256 B RAM)和 I²C 总线接口扩展。
- 显示模块: 6 个 3 寸 LED 数码管和 1602 字符型液晶。
- 温度模块: 集成半导体温度传感器,分辨率为 0.125 $^{\circ}$ C。
- 红外模块: 标准 IRDA 发送和接收。
- 信号调理模块: 标准仪表放大器。

第1章 EDP 认证系列实验系统介绍

3. 可提供实验项目

- 线性电源设计实验；
- 最小单片机系统实验；
- 4×4 键盘人机接口实验；
- LED 数码管显示实验；
- LCD 字符型液晶显示实验；
- LCD 汉字型液晶显示实验；
- I/O 扩展及外部数据读/写实验；
- A/D 转换实验；
- D/A 转换实验；
- I/O 实验；
- 后向继电器控制实验；
- E²EPROM 数据读/写实验；
- 温度控制实验；
- RTC 实时时钟实验；
- I²C 总线扩展实验；
- PC 上位与单片机异步通信实验；
- 485 总线通信实验；
- 红外通信实验；
- 运算放大器基础设计实验；
- 各种波形信号产生实验；
- PWM 脉宽调制实验；
- 数据采集分析实验；
- 分布式多点温度控制系统实验；
- 无线遥控实验；
- 前后向通道控制实验等。

4. 配套设备要求

实验配套设备如下。

(1) 配套计算机。

CPU: P3 或赛扬 700 以上；

内存: 256 MB 以上；

操作系统: Windows 98/2000/XP；

外部接口: 一个标准 9 针 RS-232 串口或 USB 接口(如计算机没有串口,须单独购买一

条 232/USB 转换线)。

(2) 实验箱与计算机接口：标准 9 针 RS-232 串口。

(3) 配套教材：《电子设计工程师实践教程》。

(4) 光盘：实验箱配套光盘，含所有实验 C51 程序。

注意：EDP 实验箱的所有程序均在 Keil C51 的开发环境下完成，配套光盘不含 Keil C51 开发环境，由用户自行准备。