

C51

单片机高效入门

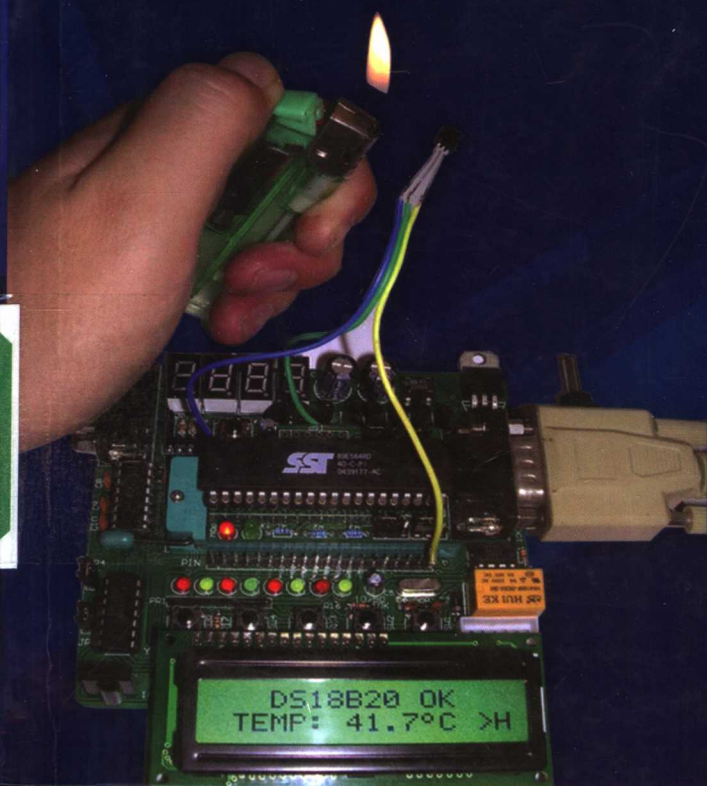
徐玮 徐富军 沈建良 编著

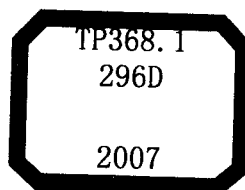


附视频演示光盘



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS





C51 单片机高效入门

徐玮 徐富军 沈建良 编著



机械工业出版社

本书是以目前最为流行的 8051 系列单片机为主体,同时使用 C 程序设计语言来进行描述的。全书共分为四部分内容:单片机基础知识、C 语言程序设计、单片机入门基础实例、单片机高级应用实例。以理论与实践相结合的方式来进行讲解,避免了传统教科书给人枯燥、乏味的感觉。讲解风格通俗易懂、条理清晰、实例丰富、图文并茂,既使是没有任何单片机基础的人,也可以通过本书的学习,踏入单片机世界的大门。

作者为本书的出版开发了相应的学习编程、仿真及实验板,以方便读者朋友进行学习,同时以大量实例照片记录了实验的过程及现象,以激发读者朋友对单片机的兴趣爱好。

本书的配套光盘包含了所有实验的源程序代码、一些常用的电子工具软件、芯片资料、实验过程照片以及实验演示视频录像。因此,通过本书,读者获得的是教程和学习平台的结合,不仅可以用于学习,而且还可以用于工厂、企业的产品研发。

本书可供电子爱好者和大学、中专相关专业学生参考。

图书在版编目(CIP)数据

C51 单片机高效入门/徐玮,徐富军,沈建良编著.--北京:机械工业出版社,2006.10

ISBN 7-111-20102-7

I .C... II .①徐...②徐...③沈... III . 单片微型计算机, C51
IV .TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 124243 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:林春泉 责任编辑:王 玫 版式设计:霍永明

责任校对:李秋荣 封面设计:陈 沛 责任印制:杨 曦

北京机工印刷厂印刷

2007 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·17.75 印张·438 千字

0 001—4 000 册

定价:36.00 元(含 1CD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

编辑热线电话(010)88379768

封面无防伪标均为盗版

前 言

当今世界科学技术飞速发展，以前，您需要花费大量的时间和精力来搭建一个模拟电路，繁多的元器件增加了产品的成本；而现在，只需要一块几平方厘米的单片机的程序，便可以代替您以前的老电路了。相信您在使用并掌握了单片机技术后，无论在今后开发或是工作上，都会带来意想不到的惊喜。

本书的编著者着眼于“高效入门”、“趣味学习”、“学以致用”的指导思想。全书以理论与实践相结合为主线，能够使读者轻松快捷地掌握单片机基础知识，并使读者朋友具有初步开发设计单片机产品的能力。本书讲解风格通俗易懂、条理清晰、实例丰富、图文并茂，即使您是一位单片机的门外汉，相信您看了本书以后，也能运用单片机的知识来解决一些实际问题，将知识转化为生产力。

全书共分为四部分内容：单片机基础知识、C 语言程序设计、单片机入门基础实例、单片机高级应用实例。

单片机基础知识：介绍单片机的发展历史，揭开它的神秘之处。告知读者所关心的一个实际问题：单片机到底能够做哪些应用，这也是我们为什么要学习单片机技术的原因。当我们明确了学习的目标后，您肯定需要做好学习实践平台的准备，在此，我们将一一为读者进行讲解单片机学习的有效方法与途径。其次，将为读者陆续讲解单片机的内部结构、引脚定义、存储器、寄存器、定时/计数器、中断系统、串行通信等相关知识，让读者对单片机有个实质性的了解。

C 语言程序设计：经常会有人问，搞单片机用 C 语言好，还是用汇编语言好，这两种语言都有各自的特点。汇编语言的优点是比较灵活，但程序不易理解，对产品的移植、升级不太有利；而 C 语言已有了非常丰富的库函数供用户使用，因为它是高级语言，程序代码的编写也非常人性化，易于阅读、理解，C 语言已经成为了一门在整个计算机领域普遍应用的语言了。因此，本书也是以 C 语言来进行描述的，我们将会向读者介绍 C 语言的数据类型、运算符、表达式，分支与循环控制语句，编译预处理与位运算，数组与函数，指针、结构体与共用体等知识，使读者具有 C 语言程序设计的能力。

单片机入门基础实例：由于单片机是一门实践性非常强的学科，即使您有再多的理论基础，也必须通过较多的实践操作才能真正学好这门技术。因此，在这部分章节中，我们将为读者朋友先引入一系列具有趣味性、简单易懂的基础实验实例，如点亮一个发光管，流水灯控制，按键、蜂鸣器、数码管、继电器的操作和使用，串行通信等。在此，我们暂时不求技术上的深入，只求让读者明白单片机到底是如何实现我们所需要的特定功能的，我们又是如何通过软件的程序，最终从硬件功能上反映出来的。

IV

单片机高级应用实例：熟悉了基础实例，想必读者朋友已经对单片机有了一定程度的认识，知道自己实现什么样的功能，应该写什么样的程序。在这部分内容中，我们将为读者朋友做一些单片机高级应用实例的介绍，让您从学习单片机知识的水平提升到产品开发的高度。有液晶显示、步进电动机控制、I²C 总线原理、数字温度传感器应用、无线通信控制、多功能器件 X25045/X5045 的应用、红外线遥控的软件解码、模/数转换器应用实例、DS1302 时钟芯片的应用等。看完这部分内容，相信您已经跨入了单片机世界的大门，并具有初步的产品开发能力了，剩下的是靠时间来积累实践经验了，相信只要发挥您的想象，一定可以将单片机发挥出更大的潜力。

为方便广大读者朋友的学习交流，读者朋友可以访问我们的网站来做互相交流。同时，如果您对本书中所用到的学习器材、设备有兴趣的话，也可以访问我们的网站查看购买方法，当然，更新更详细的学习资料及内容，也都会定期放到网上供大家使用。

网址：<http://www.hificat.com>

最后，特别感谢对我们有所帮助的各位同事和朋友，尤其是钟琴波同志的帮助和支持，使得本书能够顺利完成。我们衷心盼望本书能够对从事单片机技术工作的朋友有所帮助。

由于本书程序实例和演示图表都比较多，作者水平有限，难免会有错误与不妥之处，不足之处请广大读者批评指正。

编著者

2006 年 9 月

目 录

前言

第1章 初识单片机 1

- 1.1 什么是单片机及其发展历史 1
- 1.2 单片机到底能够做哪些应用 2
- 1.3 学习单片机软、硬件实验设备的
准备 7
- 1.4 单片机学习的有效方法与途径 10

第2章 单片机基础知识 12

- 2.1 MCS-51 单片机内部结构 12
 - 2.1.1 MCS-51 单片机组成框图 12
 - 2.1.2 MCS-51 单片机工作机制 13
 - 2.1.3 MCS-51 单片机内部功能部件 14
- 2.2 引脚定义与特性 15
- 2.3 MCS-51 单片存储器和寄存器 16
 - 2.3.1 MCS-51 单片机的存储器结构 16
 - 2.3.2 MCS-51 单片机的寄存器 17
- 2.4 定时/计数器 19
 - 2.4.1 定时/计数器概述 19
 - 2.4.2 定时/计数器结构 19
 - 2.4.3 定时/计数器控制寄存器 20
 - 2.4.4 定时/计数器的工作方式 21
 - 2.4.5 定时/计数器的应用 23
 - 2.4.6 定时器的应用 24
- 2.5 MCS-51 单片机中断系统 25
 - 2.5.1 单片机中断 25
 - 2.5.2 中断的必要性 26
 - 2.5.3 中断源 26
 - 2.5.4 中断优先级 26
 - 2.5.5 中断响应过程 26
- 2.6 中断系统 27
 - 2.6.1 中断系统结构 27
 - 2.6.2 MCS-51 中断源 28
 - 2.6.3 中断控制 28
 - 2.6.4 中断响应等待时间 30
 - 2.6.5 中断撤消 30
 - 2.6.6 中断系统应用举例 30
- 2.7 串行通信 32

- 2.7.1 串行通信概述 32
- 2.7.2 MCS-51 单片机的串行接口结构 34
- 2.7.3 MCS-51 的串行口数据缓冲器
SBUF 34
- 2.7.4 串行通信控制寄存器 34
- 2.7.5 波特率选择与设置 37
- 2.7.6 RS-232 标准接口总线及串行通信
设计 38

第3章 C语言数据类型、运算符、表 达式 43

- 3.1 C语言概论 43
 - 3.1.1 C语言的发展过程 43
 - 3.1.2 C语言的特点 43
 - 3.1.3 C源程序的结构特点 43
 - 3.1.4 C语言的字符集 44
 - 3.1.5 C语言词汇 45
- 3.2 数据类型、运算符与表达式 46
 - 3.2.1 C语言的数据类型 46
 - 3.2.2 算术运算符和算术表达式 58
 - 3.2.3 关系运算符和表达式 62
 - 3.2.4 逻辑运算符和表达式 64

第4章 分支与循环控制 68

- 4.1 if 语句 68
 - 4.1.1 if 语句的3种形式 68
 - 4.1.2 if 语句的嵌套 72
- 4.2 条件运算符和条件表达式 74
- 4.3 switch 语句 76
- 4.4 循环控制 79
 - 4.4.1 概述 79
 - 4.4.2 goto 语句以及用 goto 语句构成
循环 79
 - 4.4.3 while 语句 80
 - 4.4.4 do-while 语句 83
 - 4.4.5 for 语句 85
 - 4.4.6 循环的嵌套 87
 - 4.4.7 break 和 continue 语句 88

第5章 编译预处理与位运算预处理

命令	92	7.7 返回指针的函数	136
5.1 概述	92	7.8 函数指针	137
5.2 宏定义	92	7.9 结构与联合	137
5.2.1 不带参数的宏定义	92	7.9.1 结构的定义	137
5.2.2 带参数的宏定义	94	7.9.2 结构数组	140
5.3 文件包含	96	7.9.3 结构与函数	141
5.4 条件编译	97	7.9.4 结构的初始化	142
5.5 位操作运算符	99	7.9.5 联合 (union)	143
第 6 章 数组与函数	102	第 8 章 单片机入门基础实例	145
6.1 一维数组的定义和引用	102	8.1 点亮一个发光二极管	145
6.1.1 一维数组的定义方式	102	8.1.1 实现方法	145
6.1.2 一维数组元素的引用	103	8.1.2 源程序	146
6.1.3 一维数组的初始化	105	8.1.3 代码分析	146
6.1.4 一维数组程序举例	106	8.2 使发光二极管闪动	147
6.2 二维数组的定义和引用	107	8.2.1 实现方法	147
6.2.1 二维数组的定义	107	8.2.2 源程序	147
6.2.2 二维数组元素的引用	108	8.2.3 代码分析	147
6.2.3 二维数组的初始化	109	8.2.4 深入了解	148
6.3 字符数组	110	8.3 流水灯	148
6.3.1 字符数组的定义	110	8.3.1 实现方法	149
6.3.2 字符数组的初始化	110	8.3.2 源程序	150
6.3.3 字符数组的引用	111	8.3.3 代码分析	151
6.3.4 字符串和字符串结束标志	111	8.3.4 深入了解	151
6.4 函数概述	111	8.4 按键操作	152
6.4.1 函数定义的一般形式	112	8.4.1 实现方法	152
6.4.2 函数的参数和函数的值	113	8.4.2 源程序	154
6.4.3 函数的返回值	114	8.4.3 代码分析	154
6.4.4 函数的调用	114	8.4.4 深入了解	154
6.4.5 被调用函数的声明和函数原型	115	8.5 蜂鸣器的使用	155
6.4.6 函数的嵌套调用	116	8.5.1 实现方法	156
6.4.7 函数的递归调用	117	8.5.2 源程序	156
6.4.8 数组作为函数参数	118	8.5.3 代码分析	157
6.5 局部变量和全局变量	120	8.6 数码管的使用	157
6.5.1 局部变量	120	8.6.1 实现方法	158
6.5.2 全局变量	122	8.6.2 源程序	159
第 7 章 指针、结构体与共用体	124	8.6.3 代码分析	160
7.1 指针和地址	124	8.6.4 深入了解	160
7.2 指针变量和指针运算符	124	8.7 单片机继电器控制	162
7.3 指针与函数参数	128	8.7.1 继电器的工作原理与分类	162
7.4 指针、数组和字符串指针	129	8.7.2 继电器的控制电路	163
7.5 指针数组	133	8.7.3 单片机控制继电器	163
7.6 多级指针	135	8.8 单片机综合应用程序	164
		8.9 单片机串行口数据接收	171

第 9 章 单片机高级应用实例	176	9.5.3 解码接收模块	221
9.1 字符型 LCD 应用实例	176	9.5.4 PT2262/PT2272 芯片的地址编码 设定	223
9.1.1 液晶显示概述	176	9.5.5 基于单片机的无线收发模块 应用	223
9.1.2 1602 字符型 LCD 简介	177	9.6 多功能器件 X25045/X5045 的 应用	227
9.2 步进电动机应用实例	187	9.6.1 看门狗、电压监控概述	227
9.2.1 步进电动机概述	188	9.6.2 X25045/X5045 的结构及工作 原理	228
9.2.2 步进电动机的基本参数	190	9.6.3 X25045/X5045 和单片机之间的 软件接口程序设计	230
9.2.3 步进电动机的驱动	191	9.7 红外遥控的软件解码	232
9.3 I ² C 总线器件应用实例	196	9.7.1 红外遥控概述	233
9.3.1 I ² C 总线基本概念	196	9.7.2 红外遥控的编码和软件解码 方法	237
9.3.2 I ² C 总线的系统结构	196	9.7.3 遥控器软件解码的程序实现	241
9.3.3 I ² C 总线接口	197	9.8 模/数转换器应用实例	248
9.3.4 I ² C 总线的时钟信号	197	9.8.1 模/数转换 (ADC) 简介	248
9.3.5 I ² C 总线的传输协议与数据 传送	198	9.8.2 A/D 转换器的主要技术指标	250
9.3.6 I ² C 总线接口器件应用	199	9.8.3 串行 A/D 转换器 ADC0832 简介	250
9.4 数字温度传感器 DS18B20 应用 实例	207	9.8.4 ADC0832 应用实例	252
9.4.1 单总线 (1-WIRE) 技术介绍	207	9.9 DS1302 的应用	257
9.4.2 单总线温度传感器 DS18B20 简介	208	9.9.1 实时时钟芯片 (RTC) 概述	257
9.4.3 DS18B20 新性能	208	9.9.2 DS1302 的结构及工作原理	258
9.4.4 DS18B20 外形及引脚说明	209	9.9.3 DS1302 和单片机之间的接口程序 实现	260
9.4.5 DS18B20 内特性	209	附录 Keil 开发软件的介绍	264
9.4.6 DS18B20 温度测试软、硬件 设计	213	参考文献	276
9.5 无线通信模块应用	219		
9.5.1 编码/解码芯片 PT2262/PT2272 原理 简介	219		
9.5.2 编码发射模块简介	221		

第 1 章 初识单片机

科技的进步需要技术不断的提升。一个大而复杂的模拟电路花费了你巨大的精力，繁多的元器件增加了你的成本。而现在，只需要一块几厘米见方的单片机，写入简单的程序，就可以使你以前的电路简单很多。相信你在使用并掌握了单片机技术后，不管在你今后开发或是工作上，一定会带来意想不到的惊喜。

1.1 什么是单片机及其发展历史

相信大家对个人计算机（PC——Personal Computer）已不再陌生，计算机已进入千家万户，一台完整的计算机系统有以下部分构成：CPU——Central Processing Unit（中央处理器）、RAM——Random Access Memory（随机存取存储器）、ROM——Read Only Memory（只读存储器）、输入/输出设备（如串行口、并行口等）。在 PC 上这些部分由若干集成电路做成相应功能的板卡，如果你拆开你的计算机机箱，你就会看到一系列大大小小的板卡插在主板上。

我们通常所讲的“单片机”又称微控制器，它并不是完成某一个逻辑功能的芯片，而是把上面所说到的那些系统集成到一块集成电路芯片中去了。当然技术在进步，现在某些型号的单片机芯片中也集成了 A/D——Analog to Digital Conversion（模拟-数字转换），D/A——Digital-to-Analog Conversion（数字模拟转换）等功能模块。简单的讲：这块芯片就成了一台计算机。它具有体积小、重量轻、价格低廉的特点。

而 PC 的售价要几千元，甚至上万元，不是个小数目，单片机芯片集成了众多的功能模块后，价格却并没有像 PC 那样高，从几元至几十元不等。当然不同型号的单片机芯片体积也会有所不同，如有些是 20 引脚封装的，有些是 40 引脚封装的，这主要取决于它的功能性，一般来说，引脚多的要比引脚少的功能强大。

可能你会问，为什么会这样呢？其实道理很简单，用户可以根据各自不同的用途来选择合适的芯片型号，打个比方：现在市场上的品牌计算机有这么多，为什么有的贵、有的便宜？如果你爱打游戏，那就选显卡好的；如果你用来做图形工作，那就选内存大的；如果你的数据资料多，那就选择大硬盘的计算机。总而言之，各取所需。

单片机的历史：

第一代：20 世纪 70 年代后期，4 位逻辑控制器件发展到 8 位。使用 NMOS——N-channel Metal-Oxide Semiconductor（N 沟道金属氧化物半导体）工艺（速度低，功耗大、集成度低）。代表产品：MC6800、Intel 8048。

第二代：20 世纪 80 年代初，采用 CMOS——Complementary Metal-Oxide-Semiconductor（互补金属-氧化物-半导体）工艺，并逐渐被高速低功耗的 HMOS——High-speed Metal-Oxide-Semiconductor（高速金属氧化物半导体）工艺代替。代表产品：MC146805、Intel 8051。

第三代：近 10 年来，MCU 的发展出现了许多新特点：

1) 在技术上，由可扩展总线型向纯单片型发展，即只能工作在单片方式。

- 2) MCU 的扩展方式，从并行总线型发展出各种串行总线。
 - 3) 将多个 CPU 集成到一个 MCU——Multi-Chip Unit (多芯片单元) 中。
 - 4) 在降低功耗，提高可靠性方面，MCU 工作电压已降至 3.3V。
- 第四代：FLASH 的使用，使 MCU 技术进入了第四代。

1.2 单片机到底能够做哪些应用

目前，单片机已渗透到我们工作、生活的各个领域，几乎很难找到哪个领域没有单片机的踪迹了。导弹的飞行装置靠的是单片机，网络数据通信及传输，工业自动化控制，智能 IC 卡系统及各类家用电器的控制都离不开单片机。单片机的特点是体积小，在其增加一些外围电路之后，就能成为一个完整的应用系统。例如，我们日常生活中所用的数字电子秤，其内部就有一块单片机芯片，再加上传感器、液晶屏和一些附加电路，就形成了一个完整的应用系统。由此可见，单片机的可扩展性是不错的，应用也相当灵活。

下面我们将由浅入深地讲一些单片机应用实例，希望能给初学者朋友们带来一些感性的认识，让大家知道单片机到底能够干什么，都有哪些具体的应用。

1) 应用实例之一：如图 1-1 所示，电路板左上角显示“8.8.8.8”数字字样，其显示部件叫“七段数码管”，它在家电及工业控制中有着很广泛的应用，例如用来显示温度、数量、重量、日期、时间等，具有显示醒目、直观的优点。如果你弄明白了数码管显示的基本原理知识，做一些电子钟、计数器之类的应用系统将不成问题。

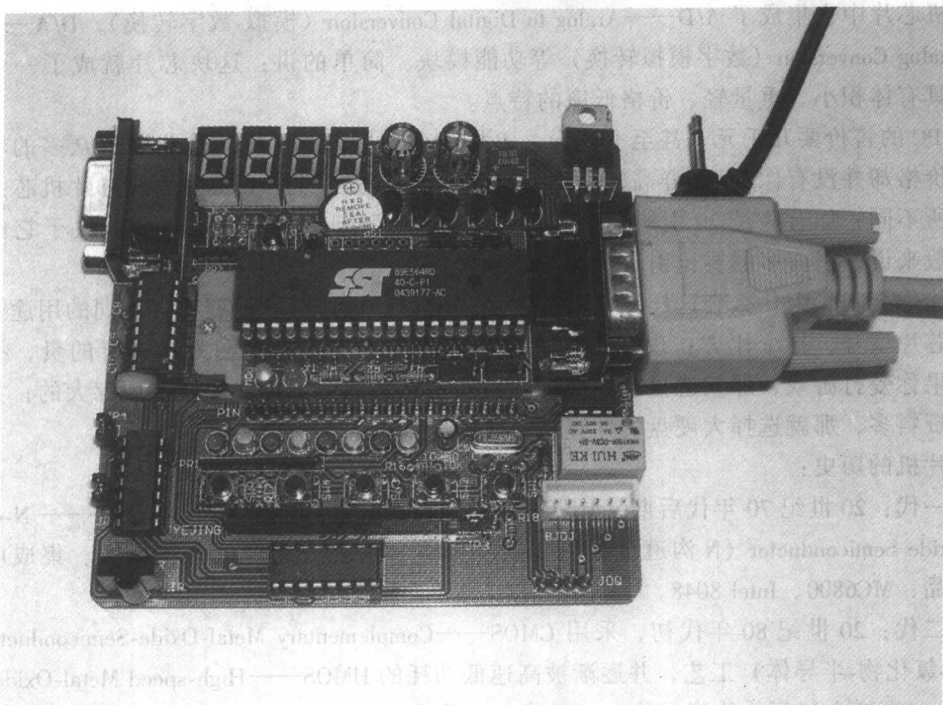


图 1-1 数码管显示实例

2) 应用实例之二：如图 1-2 所示，这是一个液晶屏显示的应用实例。1602 型液晶屏是

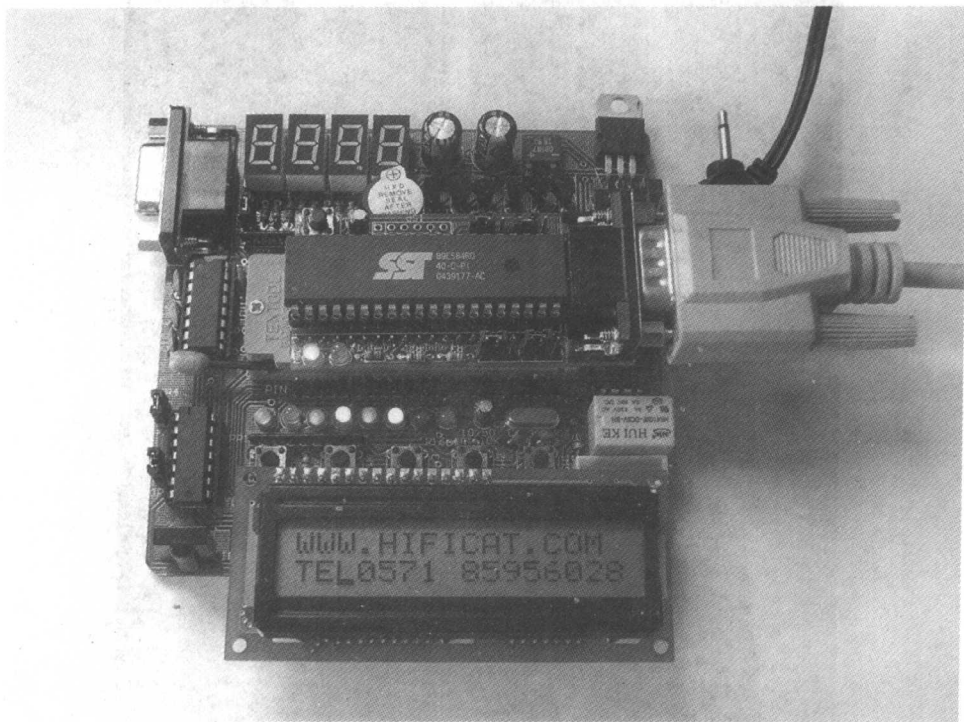


图 1-2 1602 液晶屏显示实例

一种用 5×7 点阵图形来显示字符的液晶显示器，根据显示的容量可以分为 1 行 16 个字、2 行 16 个字、2 行 20 个字等等。常用的为 2 行 16 个字，它可以显示我们通过单片机在液晶屏上显示的网址和电话号码。液晶屏与数码管相比，显得更为专业，漂亮。液晶屏以其低功耗、体积小、显示内容丰富、超薄轻巧等诸多优点，在袖珍式仪表和低功耗应用系统中得到了越来越广泛的应用，如 IC 卡电话机、液晶电子表等各类显示设备。

3) 应用实例之三：如图 1-3 所示，这是一个温度测试及控制系统的应用实例。液晶屏实时显示温度值，通过按键设定温度报警上、下限数值。当实际温度超过上、下额定温度值时，继电器产生触发动作，蜂鸣器报警。人工设定的温度报警值自动存入 DS18B20 温度传感器的 EEPROM——Electrically Erasable (and) Programmable Read-Only Memory (电可擦可编程只读存储器) 中，可永久保存。每次开机时，自动从温度传感器的 EEPROM 读出温度报警值，这样就不用重复设置额定值了。图 1-4 所示为 DS18B20 温度传感器的实物图片。

4) 应用实例之四：如图 1-5 所示，我们通过软件改变步进电动机各相电压，使其转动，并通过设置相应的延时值来达到调速的目的，步进电动机与传统玩具电动机有所不同，它是一种将电脉冲转化为角位移的执行机构。通俗一点讲：当步进驱动器接收到一个脉冲信号，它就驱动步进电动机按设定的方向转动一个固定的角度。你可以通过控制脉冲个数来控制角位移量，从而达到准确定位的目的；同时你可以通过控制脉冲频率来控制电动机转动的速度和加速度，从而达到调速的目的。步进电动机技术的应用也非常广泛，如打印机喷头的移动、安防系统中视频摄像头的转动等都是通过它来控制的。

5) 应用实例之五：如图 1-6 所示，我们利用单片机来做液晶显示，与图 1-2 所示不同之

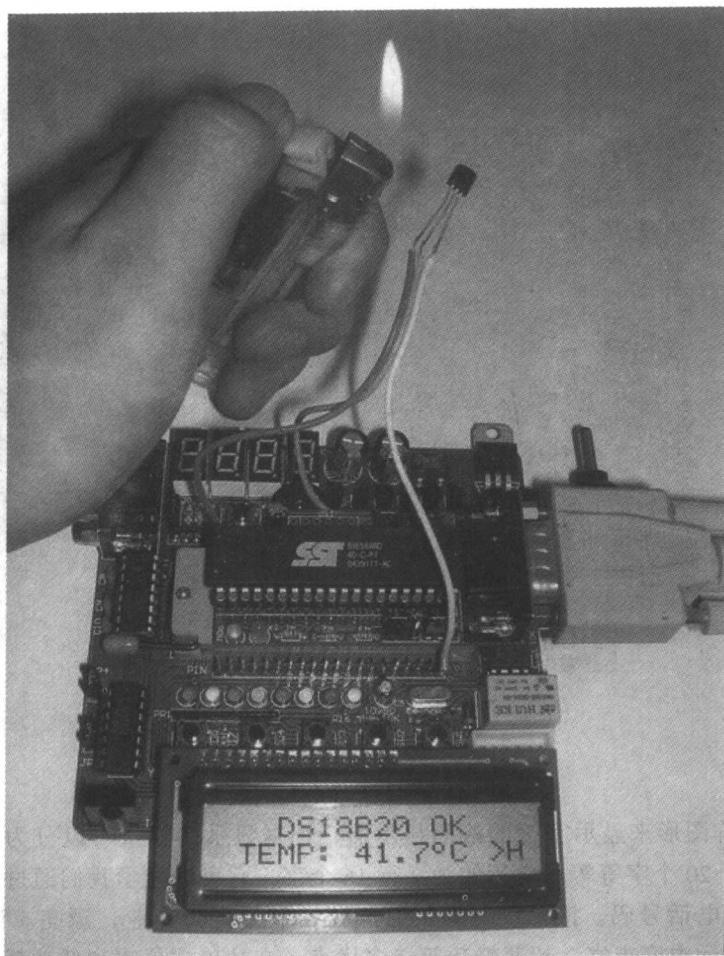
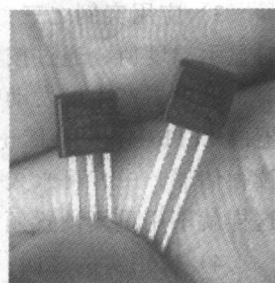


图 1-3 温度测试实例

处在于我们使用的是 12864 的液晶屏，它可以显示各种字符及图形，可与 CPU 直接接口，具有 8 位标准数据总线、6 条控制线及电源线。采用 KS0107 控制 IC。通过取模软件，我们可以用来显示任何中文汉字及各种图形等。

6) 应用实例之六：红外线遥控是目前使用最广泛的一种通信和遥控手段。由于红外线遥控装置具有体积小、功耗低、功能强、成本低等特点，因而继彩电、录像机之后，在录音机、音响设备、空调机以及玩具等其他小型电器装置上也纷纷采用了红外线遥控。工业设备中，在高压、辐射、有毒气体、粉尘等环境下，采用红外线遥控不仅完全可靠，而且能有效地隔离电气干扰。如图 1-7 所示，通过按遥控器上的数字键“1~8”，实验板完成解码功能，并通过数码管显示其相应的键值。当然，你也可以改写程序，让红外线遥控器来控制实验板上的继电器，或者通过红外线遥控器让实验板上的蜂鸣器唱歌，这些并非难事，只要发挥你的想象，你可以想出各种控制方法。

图 1-4 DS18B20
温度传感器

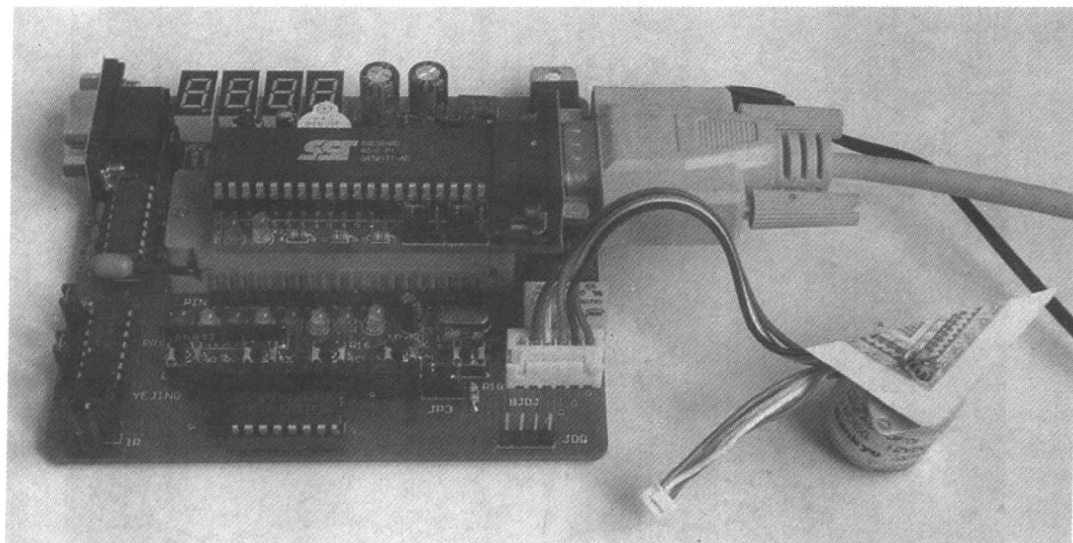


图 1-5 步进电动机控制实例

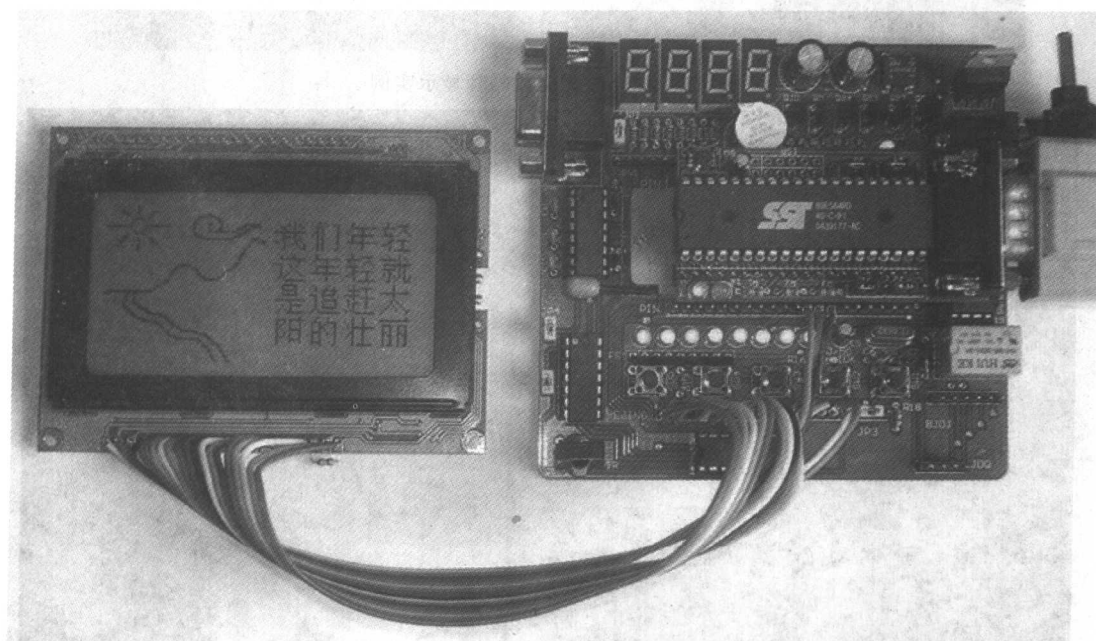


图 1-6 12864 液晶显示实例

7) 应用实例之七：红外线遥控的缺点是有方向性，即遥控发射器需要对准遥控接收器才能起到控制作用。无线电遥控的方式就克服了这个缺点，它没有方向性，如图 1-8 所示的是 200m 的无线遥控器，电源、灯泡、继电器串联接入电路，然后通过手持式无线遥控器来控制，人体距离实验板的最大距离为 200m，当然，如果换成 1000m 的发射器的话，就可以进行 1000m 的无线遥控了，通过这样的原理，可以进行各种无线遥控类的产品开发。

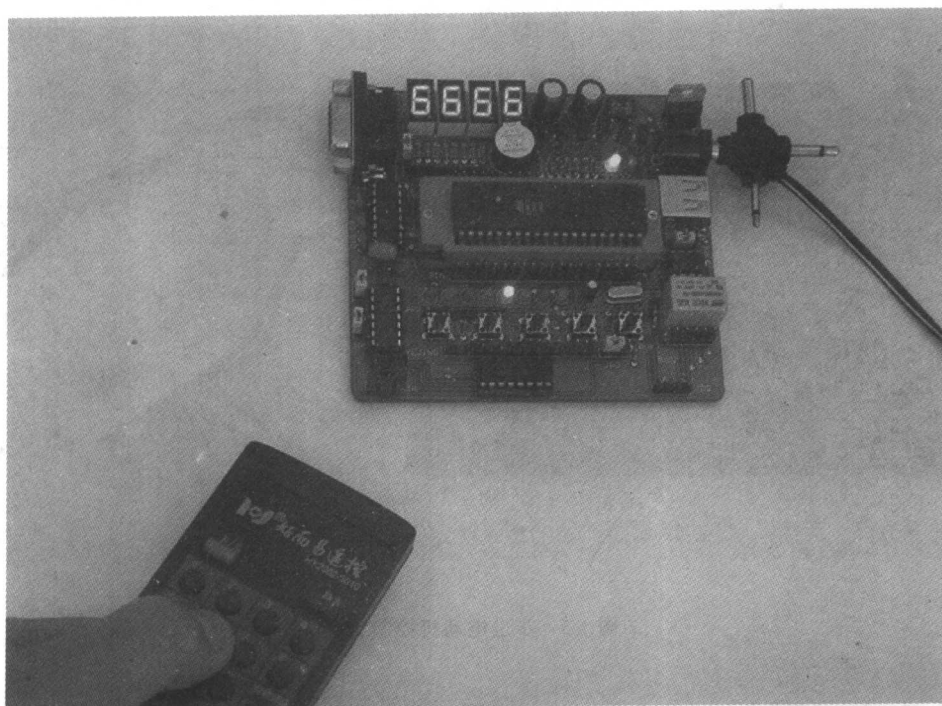


图 1-7 红外线遥控数码管显示实例

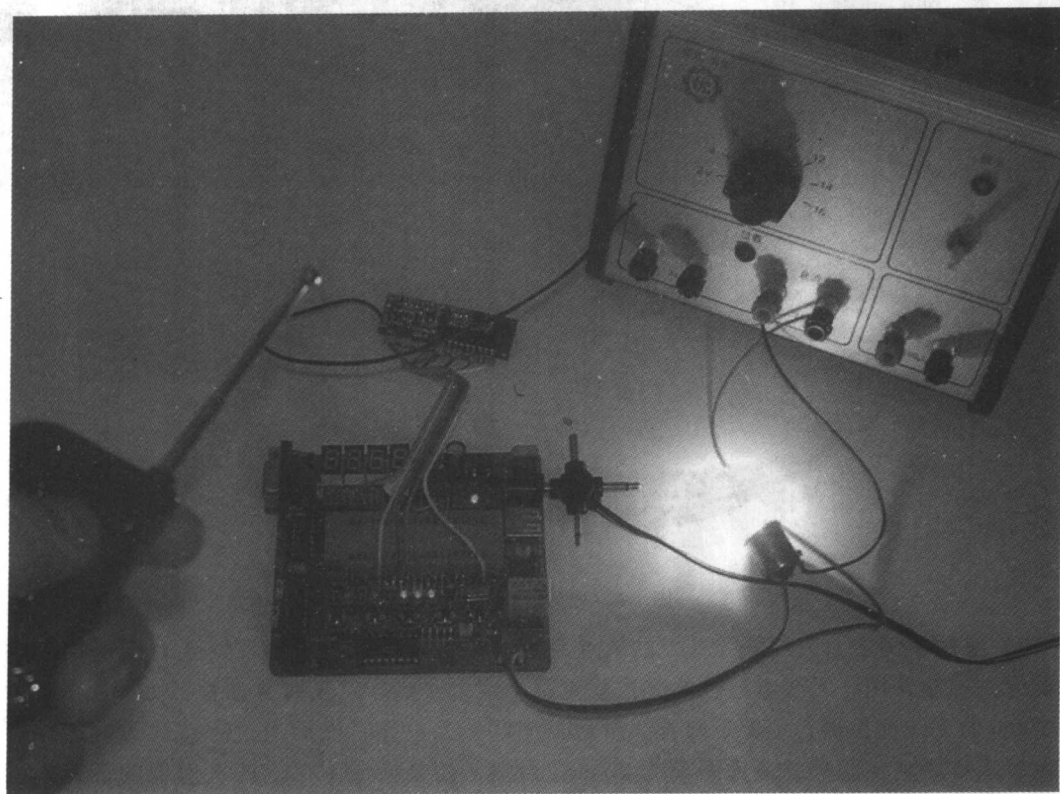


图 1-8 无线电遥控继电器开关灯泡实例

1.3 学习单片机软、硬件实验设备的准备

在你决定学习单片机之前,首先请你准备好必要的软、硬件设备,完善的学习条件才能给你带来高效的学习收获。

硬件准备:计算机一台(奔腾级以上的家用计算机即可);烧写51单片机芯片的编程器一台;51实验板一块(单片机实验的核心部分);有条件的话,再准备一台仿真器,它会给你的学习带来很大的方便,提高学习效率;1602字符液晶屏(用来做液晶显示实验);微型步进电动机(用来做步进电动机转动及调速实验)

1. 51 实验板

首先,我们来看一下实验板的硬件资源可做哪些实验及其主要特点,实验板的实物照片如图1-9所示:

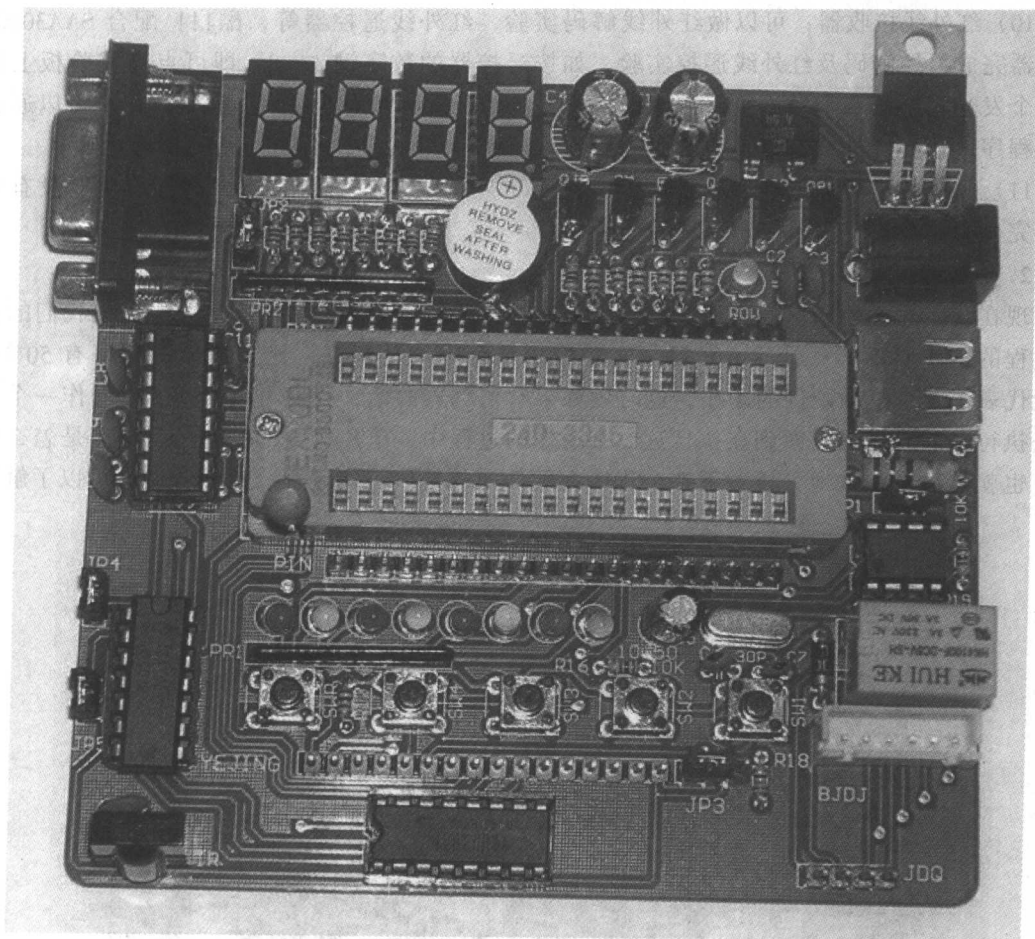


图 1-9 增强型 51 实验板

1) 数码管:可以实验和仿真各种计数器、数字显示、以及用单片机做电子钟等仿真。例如计数器、秒表、电子钟等。

2) LED 流水灯：可以显示 P 口的状态，与教程相配套，可做实验，如正反流水灯、交通指示灯等。

3) 键盘：可以实验与键盘有关的程序。

4) 扬声器：适合做各类发声程序的仿真和实验，如让小扬声器演奏各种乐曲，唱首歌。

5) 继电器：有了它我们就可以知道怎么来做一个以弱控强——弱电控制强电的系统。

6) 24C02：用来做 IIC 通信实验，当然你也可以更换不同芯片来做实验。

7) 液晶屏：通过液晶屏显示你想要的信息，例如发光管、数码管显示更为漂亮，专业化。

8) RS232 串行接口：支持串口通信实验，可以让你的计算机和单片机互相通信，完成指定的任务。

9) 步进电动机驱动电路：可以非常方便地接上步进电动机，完成步进电动机的各类实验，如电动机的正、反转等。

10) 红外线接收器：可以做红外线解码实验，红外线遥控器等，酷!!! 配合 SAA3010T 遥控器完成遥控解码及红外线遥控实验。如按遥控器的数字键 1~8，即可点亮实验板上的第一个发光管至第八个发光管，或按遥控器键数码管显示相应的数字。当然，你也可以通过改动程序来达到红外线遥控其他资源的目的。

11) 所有芯片引脚都接有外扩排针，有利于外扩更多的功能，外扩实验的功能没有限制，完全由用户决定。

2. 仿真器

现在我们对实验板已经有所了解，如图 1-9 所示，但仅有实验板还是无法完成我们的实验过程的，我们还需要通过仿真器与实验板相结合来调试程序，比如我们的程序有 50 行，假设代表了 5 个驱动硬件的动作，这时候如果有仿真器的话，我们可以让这 5 个动作一个个地去执行，同时能够观察到在执行这 5 个动作的过程中，单片机内部的各单元状态是怎么样的，也就是可以细致地分析一下整个程序在硬件中的具体工作过程。这样我们就可以了解程

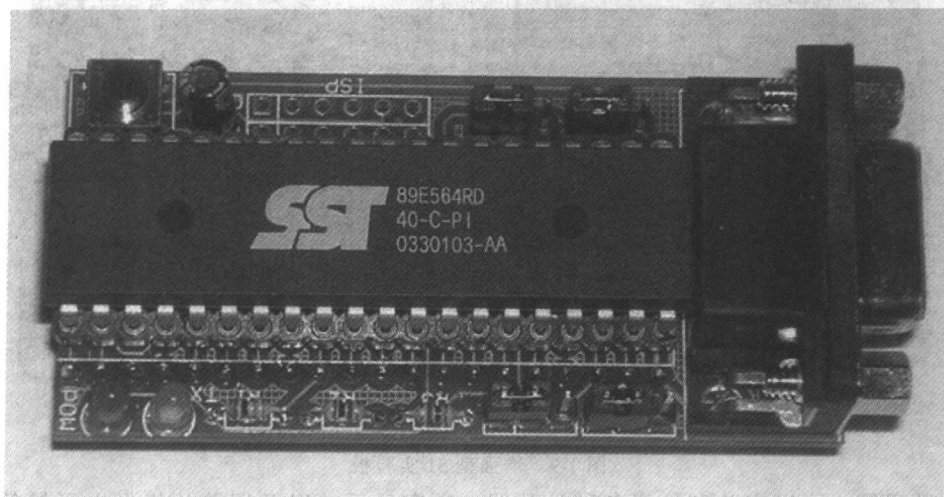


图 1-10 微型 51 仿真器

序中是否有问题存在,所以叫做仿真。使用仿真器就不必为了改程序而反复地烧写芯片,同时可以使用单步运行、指定端点停止等功能,调试方面极为方便。仿真器的实物图如图 1-10 所示。在早些年前,因为 51 芯片的存储器是 EPROM 的,反复烧写的寿命非常有限,开发程序只能靠专业的昂贵的专业仿真器来完成,排除了所有错误之后再再将 HEX 或 BIN 文件一次写入单片机芯片内。现在,有了内部含有闪存的单片机之后,才使反复烧写试验成为可能,但是也还是无法实现像仿真器那样的实时调试,学习效率自然要低很多了。图 1-1 中,插在实验板上的那个设备就是仿真器。

仿真器可仿真 89C2051、89C51、89C52、89S51、89S52、89C58 等等 MCS51 内核的单片机,直接支持 KEIL C51 的 IDE 开发仿真环境,RS232 通信接口,支持汇编、C 语言,混合调试。其兼容标准:仿真器具备的资源是 P0、P1、P2、P3 的 32 个 I/O 口,64K 程序空间,兼容 52 内核。

3. A51 编程器

当你使用仿真器和 51 实验板调试完程序后,最后一道工序就是将目标程序烧入芯片,我们通过使用编程器来完成这个步骤,通常也将编程器叫烧录器。图 1-11 所示为编程器烧写 51 单片机。

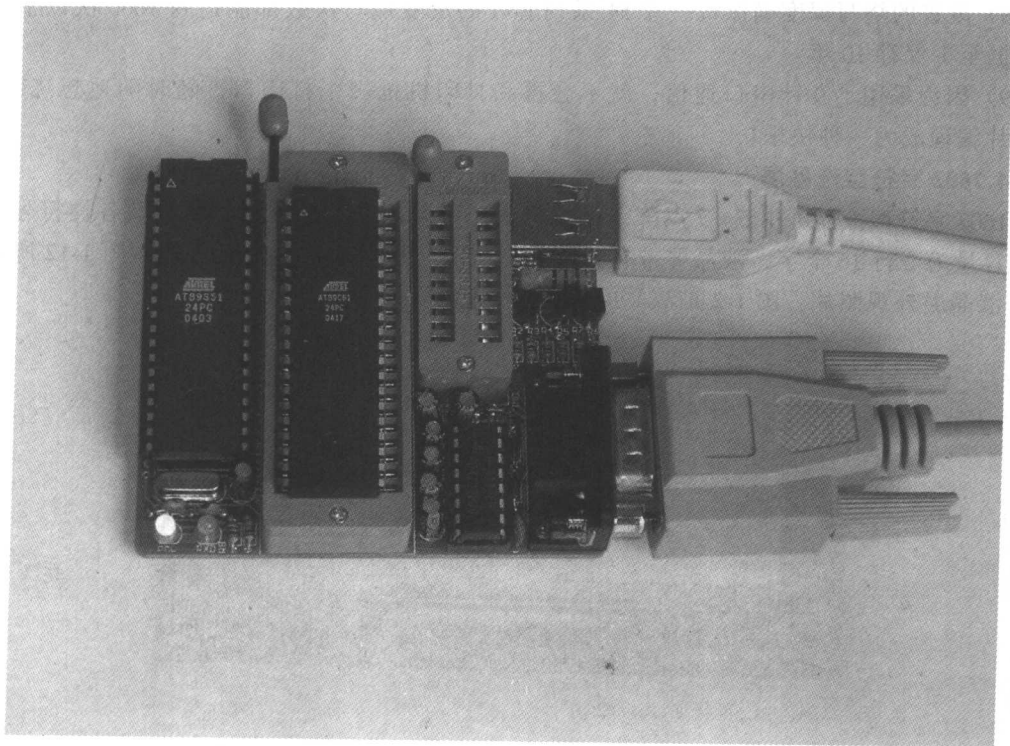


图 1-11 A51 编程器

A51 编程器支持目前最为经典和市场占有量最大的 ATMEL 公司生产的 AT89C51、C52、C55 和最新的 S51、S52; AT89C1051、2051、4051 等芯片,特别适合于渴望学习 51 单片机,又想尽量减小学习投入的朋友。毕竟 51 系列早已成为了工业标准,学习 51 单片机,使一切都在单片机的控制下变得智能化,这是每一个爱好者和发烧友的梦想!