

无线电

www.radio.com.cn

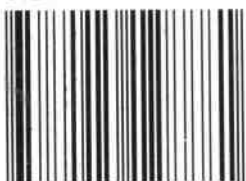
国内邮发代号: 2-75

国外代号: M106

1955 年创刊



ISBN 7-115-12888-X



9 787115 128881 >

下

定价: 28 元

合订本 2004 年

上册

■ 视听园地

■ 家电维修

■ 附加资料

下册

■ 电脑与单片机

■ 通信世界

■ 应用电路与制作

■ 初学者园地

■ 附加资料



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

无线电 合订本

2004 年（下）

《无线电》杂志社 编

图书在版编目 (CIP) 数据

《无线电》合订本. 2004 年. 下 / 无线电杂志社编. —北京: 人民邮电出版社, 2004.12
ISBN 7-115-12888-X

I. 无... II. 无... III. 无线电技术 IV. TN014

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 123878 号

内 容 提 要

《无线电》合订本 2004 年 (下) 分正文和附录资料两部分。正文囊括了《无线电》杂志 2004 年第 1~12 期“电脑与单片机”、“通信世界”、“应用电路与制作”、“初学者园地”栏目的全部内容,并经过了再次编辑加工整理,按期号、栏目等重新分类排版,目录则按连载专题等重新编排,这将极大地方便读者阅读。附录资料部分详细介绍了单片机驱动液晶显示模块 C 语言设计、业余无线电收发信机的性能和功能、电台日志管理软件 Logger、海尔彩智星 Z1000 型手机原理与维修精要、多功能多用途新型灯光专用集成电路等内容。本书附赠光盘,精选了原各期配刊光碟的视频讲座,收录了与文章相关的图片、程序等。

本书信息量大,涉及电子技术广泛,正文文章精炼,内容实用,技巧经验丰富,附录资料更是精彩实用,适合广大电子爱好者、电子技术人员阅读。

无线电合订本 2004 年 (下)

- ◆ 编 《无线电》杂志社
责任编辑 房 桦 肖学云
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
读者热线 010-67132837
北京印刷一厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 32
字数: 1 200 千字 2004 年 12 月第 1 版
印数: 1~14 000 册 2004 年 12 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-12888-X/TN · 2390

定价: 28.00 元 (附光盘)

本书如有印装质量问题,请与本社联系 电话: (010) 67129223

无线电 合订本

2004 年(下)目录

电脑与单片机

扩展你的电脑接口

- 用 PC 并行接口制作 LED 数字显示屏(上) 温正伟 1
用 PC 并行接口制作 LED 数字显示屏(下) 温正伟 36
让电脑控制家电开关(上) 温正伟 70
让电脑控制家电开关(下) 温正伟 103
小巧的键盘练习器 温正伟 137
让电脑变成电子琴 徐斌 171
光驱改装 CD 播放机 温正伟 208

电子课件制作杂谈

- 利用变量制作“欧姆定律”课件 陈清 3
制作带钟表的 PPT 课件 陈清 72
制作交流毫伏表课件 陈清 105

音频虚拟仪器软件系列

- 音频硬件测试软件 RMAA 杨明海 5
用 RMAA 测试和选择声卡 杨明海 40
用 RMAA 测试和设计音箱 杨明海 73
妙用 Adobe Audition——万能信号发生器 杨明海 107
妙用 Adobe Audition——数字存储示波器 杨明海 139
妙用 Adobe Audition——频谱分析仪 杨明海 175
用 Spectra 软件进行基本音频测试 杨明海 283
用 Spectra 软件看透音频信号的方方面面(上) 杨明海 316
用 Spectra 软件看透音频信号的方方面面(下) 杨明海 353

走进仿真世界

- 电路仿真技术问答(上) 甘雨 7
电路仿真技术问答(中) 甘雨 38
电路仿真技术问答(下) 甘雨 76

单片机 C 语言入门讲座

- C 语言概述及其开发环境的建立 周坚 9
按键灯亮——分支程序的设计 周坚 44
流水灯——循环程序的设计 周坚 78
从延时程序谈起——数据类型的知识 周坚 113
单片机内部资源编程 周坚 146

工具软件为我所用

- 压缩、解压软件《WinRAR》的基本用法 刘尚诚 242
屏幕抓图软件《PrintKey》的基本用法 刘尚诚 278
看图软件《ACDSee》的基本用法 刘尚诚 312
PDF 文档阅读器《Acrobat Reader》的基本用法 刘尚诚 346
英汉翻译软件《金山词霸》的基本用法 刘尚诚 381

检修彩显特殊电路

- 新型彩显的动态聚焦电路与常见故障检修 华雷广 211
新型彩色显示器的电源功率因数校正电路与常见故障 华雷广 248

- 彩色显示器独立的高压电源电路与常见故障检修 华雷广 282
彩色显示器交流输入自动切换电路与故障检修 华雷广 314
彩显主电源特殊的启动电路与故障检修实例 华雷广 349
新型彩色显示器的行频保护电路与故障检修 华雷广 384

单片机编程工具 DIY

- 跟我学做 EZ-2051 编程器 余恒昌 112
自制 AVR 并口下载线和单片机实验板 吕刚 144
简易的 89C2051 单片机编程器 徐世锋 180
自制 51 芯片仿真器(上) 温正伟 287
自制 51 芯片仿真器(下) 温正伟 320
用 $\pi 18139$ 网卡制作 AT89C51 编程器 桃源村 355

实用的免费录音/编辑软件 WaveCN

- 基础操作篇 天涯 43
高级技巧篇 天涯 77

- 单片机设计的电流流向模拟演示器 殷建彬 11
巧妙拆卸针式打印头一法 郭廷斌 孙雪松 39

- 一款简洁的色环电阻阻值计算软件 殷建彬 75

- 电源内阻有多大 谢志芳 81

- 接口制作网友问答 明浩 104

- 轻松实现各种控制的可编程控制器 P111G 熊英 109

- Protel 电路图转化为 jpg/png 格式 李武军 143

- 七段显示器和译码器课件的制作 陈清 173

- 电子网站纵览:音频技术网站 天涯 178

- 电脑主板维修一例 朱庆智 181

- 单片机彩灯控制器的设计 邹天汉 182

- 遥控计算机不受方向限制 吴小峰 210

- 用单片机控制开关测试仪 陈伟炼 212

- 如何用单片机 C 语言编写计数器程序 周坚 213

- 简单实用的中国 CAD 李军 214

- 自制电脑可调温度控制器 温正伟 244

- 在 OrCAD Capture 中自制新元件 吕之伦 246

- 如何用单片机 C 语言编写液晶显示程序 周坚 249

- 用单片机制作两款芯片克隆机 滕世进 丁新 250

- 用录音软件转换音频存储格式 赵辉 280

- 用 AT89C2051 单片机组成的数字定时器 张继辉 崔亦斌 286

- 采用 AT89C2051 控制稳压输出与同步显示的电路 刘静波 318

- UPS——你也可以这样用 张辉虎 348

- 创建 Protel99 SE 的常用元器件工具栏 段传正 350

- 智能实用可编程光控器 张春峰 356

- 计算机外设控制系统 吴成勇 383

- 单片机仿真虚拟仪器——UMPS 谢亮等 386

- 用 AT89S51 制作高精度 2.4G 数字频率计 熊军峰 陈霞 388

通信世界

用软件修手机

用 Wintelsa 软件修诺基亚手机 张兴伟 13

常用工具修手机

如何拆装手机 周立云 47

如何“看”出手机故障 周立云 82

用键盘查找手机故障 周立云 115

通过电流判断手机故障 周立云 148

通过电压判断手机故障 周立云 184

通过波形判断手机故障 周立云 215

手机元件代换资料

诺基亚系列手机的元件代换 李波勇等 322

三星系列手机元件代换(上) 张玲玲 谢松林 359

三星系列手机元件代换(下) 李波勇等 391

经典 QRP 制作译评

集成电路电压表 赵 辉 18

自制小型 QRP 驻波表 赵 辉 52

自制 100.50.25kHz 标志信号发生器 赵 辉 编译 87

自制简单的超外差式 CW 收音机 赵 辉 编译 120

金枪鱼罐头盒 CW 发射机 赵 辉 编译 155

关注车载电台

从业余电台说起 阎丕栋 85

遵纪守法用电台 阎丕栋 118

如何选择车载电台 吴国光 152

如何选配车载天线 吴国光 187

车载天线系统的安装与调试 吴国光 219

车载天线系统故障的维修 吴国光 255

车载电台的操作(上) 吴国光 292

车载电台的操作(下) 吴国光 326

自制 V/U 双频车载天线 兰远告 361

车载电台的电源系统 吴国光 392

业余无线电台的设置(上) 吴国光 16

业余无线电台的设置(下) 吴国光 50

手机充电电源的维修 程静涛 14

我国业余无线电台队伍发展迅速 CRSA 19

三星 A288 手机射频故障维修流程 张兴伟 49

三星 S108 手机开机电源电路原理与维修 张兴伟 84

波导 S1200 手机原理及故障检修 李波勇 117

用什么工具检测手机射频故障 张兴伟 150

夏新 A8/A6 手机工作原理与常见故障维修

王 风 王为民 185

自制 40m 业余波段 0.5W 电报收发信机 陆司亚 189

检修诺基亚 3310 手机接收故障 张兴伟 217

自制简易可转向水平半波偶极天线 张 华 222

手机射频故障快速定位关键信号 张兴伟 252

海尔彩智星 Z3000 常见故障处理方案 李波勇等 253

简易共轴全向天线的制作 刘 虎 258

手机不开机故障的检修方案 李波勇等 290

快速判断手机射频故障部位 张兴伟 291

J 型折合半波天线的制作 杨 东 294

三星 P108 手机不开机故障的检修

张兴伟 323

自制高性能 SSB 滤波器

陈俊杰 324

手机不入网故障的维修处理方案

李波勇 李柏雄 358

自制便携 29.6M 四分之一波长垂直地网天线 张 华 360

改造 ALINCO_DR11/41C2 用于业余频段 方 明 361

海尔彩智星型手机 MP3 功能原理与维修 周立云 胡月芬 390

手机元器件代换查找器 张树忠 390

简单的 RF 功率表 兰远告 394

缩短式 40 米天线 兰远告 394

应用电路与制作

功率 MOSFET 应用电路

负载开关及其应用电路 戴维德 158

可调输出的恒流源电路 戴维德 195

镍镉电池充电器 戴维德 229

低电压、低压差线形稳压电源 戴维德 261

备用电源自动切换电路 戴维德 299

多功能负载开关电路 戴维德 333

实用新型语音电路讲座

APM50 系列可编程智能数码语音电路组件 王南阳 265

录音芯片 HL7002 及其应用 王南阳 302

ML-1020 型语音报警 / 喊话器专用录放电路 王南阳 335

HY-20A 型可分段语音电路 王南阳 368

ML-7072 型动态变音录放集成电路 王南阳 395

美国国家半导体 2004 年中国音频技术应用设计大赛专栏

音频自动增益控制电路 程伟健 267

如何解决高输出功率系统的“功率耗散”问题 DeCelles 等 303

移动与便携设备中的高效率放大器 郭俊杰 329

适用于平面显示器的音频应用 李健强 367

简易无线音频系统设计方法(上) 吴渭强 396

新器件 27、59、95、128、160、200、233、269、304、336、369、404

LED 流动显示电子钟 姚世元 20

CS4340 的应用技巧 夏登海 21

自制太阳能热水器温度计 周国贞 王加军 申 萍 22

自制电话免打扰电路 李 峰 22

6V 应急节能灯 俞 虹 23

“电子猫眼”的设计制作 王焕章 24

家庭电子应用三例 杨斌文 胡 浩 潘湘高 25

非接触式液位报警器 张万益 54

低成本光电接近开关的制作 沈艳文 54

接近开关的选型和使用——接近开关的选型

用分立元件制作西门子手机数据线 于鹤飞 55

无触点自动计数器的设计 陈 犬 55

用场效应管稳幅的低频信号发生器 李 川 57

电视信号检测报警器的制作 朱锦南 58

数显多波形信号源 赵增援 88

高效白色 LED 驱动器 MAX1561 邹义政 89

接近开关的选型和使用——接近开关的使用 戴维德 91

投影机延时断电保护器 于鹤飞 92

单路电话控制电动门锁的设计和制作 李同强 94

全频段 FM 立体声、TV 接收机的制作	潘云中 123
全自动水位控制器	赵贵平 124
新型脉宽调制电源控制电路 LM5030	廖建兴 125
红外线接收电路 CX20106 及其应用	吴银凤 刘光聪 126
自制实用的轿车冷热两用扶手箱	杨守伦 127
用普通遥控器遥控电脑	唐奂知 156
半导体二极管的变通运用	莫 恩 157
汽车小功率负电源的制作	王 力 159
具有任意时间定时功能的多路计算机并口控制开关	徐 玮 191
新型 140W 全数字 D 类放大器 TDA8939	赵理科 192
简单实用的多用户对讲门铃	吕建国 张丽媛 193
电压补偿式小功率交流电动机调速电路	张万益 194
更简单的 ADSL MODEM 电源自动控制开关	谭利民 194
功率因数校正 (PFC) 电路工作原理及应用	毛兴武 王守志 196
新型多通道遥控调 / 解码电路 PT8A977/PT8A978	赵政先 199
高频红外线调频立体声耳机的制作	李兴海 223
简单易制的声光双控延时开关	吕荣进 225
新型 TPA3000D 系列数字功放芯片	广 文 225
路灯数字智能节能经纬控制电路	陈九如 226
XJZ-1 智能化超声波测距控制板	傅国迎 228
新型离线式开关电源控制器 VIPer12AS/VIPer12ADIP	张玉光 辛 然 231
MAX4312 视频选择器在多路信号切换电路中的应用	李 晓 232
Nokia (诺基亚) 手机数据线 DIY	徐 玮 259
两款常用的高压稳压器	刘中武 张玉光 260
红外线立体声耳机收 / 发专用芯片 TSH511/TSH512	赵理科 辛 然 263
Macrot MR-700 型无线话筒系统电路剖析(上)	李兴海 石廷玉 295
Macrot MR-700 型无线话筒系统电路剖析(下)	李兴海 石廷玉 328
光电耦合式触摸控制电路三例	李源生 迟健男 297
自制潜水泵保护电路	熊谷新 298
简单实用的晶振及遥控器检测电路	祝海江 298
新型无线稳频发射 / 接收组件 T931/T931A/T932 及其应用	刘中武 300
新型热释电传感控制器 CS9803GP	广 文 张玉光 331
低成本高精度数显温度测控仪	张 芹 张 俭 332
升压式 DC/DC 控制器 S-436	方佩敏 362
一种热释电红外传感器电路的改进	雷 威 李 伟 364
自制 USB 声卡	苏龙健 365
什么是 mcd?	方 捷 368
N 沟道功率 MOSFET 驱动器 MIC5014	方佩敏 397
适合农村的温室控制系统	陈九如 399
无线远程影音监控技术在安防工程中的应用	严一岩 400
红外线遥控无级调光调速电路的优化设计	段传正 402

跟我学识电子元器件

√ 电阻	赵理科 62
√ 电容器 (上)	叶绍辉 99
√ 电容器 (下)	叶绍辉 131
√ 二极管	赵理科 164
√ 三极管 (上)	赵理科 辛 然 202
√ 三极管 (下)	赵理科 辛 然 235
场效应管	赵理科 271
√ 石英晶体	赵理科 305
陶瓷组件	赵理科 339
晶闸管	赵理科 372
√ 电感器	赵理科 407
功率 MOSFET 基本知识	
功率 MOSFET 与双极型晶体管的差别	方佩敏 61
功率 MOSFET 的导电原理	方佩敏 98
功率 MOSFET 的主要参数	方佩敏 130
功率 MOSFET 的特性曲线	方佩敏 163
数字电路及其应用	
门电路及其应用	莫 恩 238
RS 触发器及其应用	门 宏 270
单稳态触发器及其应用	门 宏 337
D 型触发器及其应用	门 宏 370
施密特触发器及其应用	门 宏 405
功率 MOSFET 的简易测试	
功率 MOSFET 好坏的判别	方佩敏 205
功率 MOSFET 的极性 & 沟道的判别	方佩敏 239
功率 MOSFET 阈值电压的测定	方佩敏 274
导通电阻 $R_{DS(on)}$ 的测定	方佩敏 311
积木式抢答器	门 宏 28
简易 CMOS 收音机	门 宏 60
幻影镜框	门 宏 96
超再生调频收音机	门 宏 129
光控变色蠕虫	门 宏 161
双管调频无线话筒	门 宏 234
解析几种稳压电路	葛中海 30
几种电流源电路分析	葛中海 66
单管放大电路原理解析	葛中海 133
话筒信号处理电路解析	葛中海 168
经典 VCD/DVD 音频输出电路解析	葛中海 206
简易手机镍氢电池充电器原理解析	葛中海 240
具有过流保护功能的手机充电器原理解析	葛中海 275
便携式 VCD 电源 / 充电电路剖析	葛中海 308
2003 年北京市中小学生电子技术竞赛笔试题	
(远郊区县初中组)	33
怎样使用数字式万用表	刘明清 刘苏华 34
浅谈施密特触发器	葛中海 101
巧用数字万用表	孟凤果 102
什么是电源管理	戴维德 136
“磁悬浮”的两个实验	苗连松 136
皇族 SUN209 MP3 机新近上市	孙京宇 167
浅谈彩电中的存储器	广 文 耿东峰 170
简易振荡器的多种应用	黄 颖 201

晶体三极管的变通运用	莫 恩 204	热电偶的基本知识	方佩敏 344
彩电中的石英晶体简介	闵 溯 倪耀成 207	第 19 届全国青少年科技创新大赛	345、378
看懂电路图应掌握哪些知识	王根保 276	怎样检测大电流电缆线的品质	石学军 374
电容器在不同电路中的名称和作用	王锡涛 277	升压式 DC/DC 变换器的工作原理	戴维德 376
三极管应用电路实例(上) 谈谈三极管三个电极电阻的选择	葛中海 342	用音乐集成块制作自动控制电路	肖体成 377
三极管应用电路实例(下) 谈谈三极管三个电极电阻的选择	葛中海 375	电压比较器工作原理及应用(上)	方佩敏 409
		ZY 系列新型快速线路板制作机	410

2004年(下) 附录

单片机驱动液晶显示模块 C 语言设计详解	周兴华 411
业余无线电收发信机的性能和功能分析	吴国光 424
电台日志管理软件 Logger	梁铁威 445
海尔彩智星 Z1000 型带 USB、MP3 多功能手机原理与维修精要	周立云 胡月芬 457
多功能多用途新型灯光专用集成电路	王南阳 472



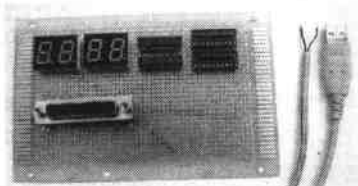
用PC并行接口制作LED数字显示牌 (上)

在PC机开始流行的几年前, Centronics 公司制造出售过一种使用简单并行总线接口的打印机, 这种并行总线用于将一台计算机的数据传送到一台打印机上, 并能检测打印机的状态, 一直到打印机空闲时才继续传送其他数据。后来这种形式被很多打印机制造商和外设商所采用, 很快就被制定为工业标准。随着不同的接口形式在PC机中相继应用, 这种并行接口也一直不断改进。现在的电脑都会配备一个25针的并行接口, 也称LPT口或打印接口, 它目前一般都支持IEEE1284标准中定义的三种并行接口模式, 分别为SPP (Standard Parallel Port) 标准并行接口、EPP (Enhanced Parallel Port) 增强并行接口、ECP (Extended Capabilities Port) 扩展功能并行接口。ECP模式除了支持双向数据的传输, 还有可扩展的寄存器控制功能, 使得传输速度从SPP模式的50Kbps提升到2Mbps。并行接口通常用于连接打印扫描设备或其他要求并行传输的外部设备。如果我们了解它的工作原理和编程方法, 就可以把它方便地用于电子制作中进行数据传输或实现自动控制。下面将以一个简单实例——制作简易8位LED数字显示牌, 来说明PC机标准并行接口(SPP)的基本工作原理和编程方法。

制作实例

这里介绍一个用电脑并口直接控制的简易8位LED数字显示牌的制作。

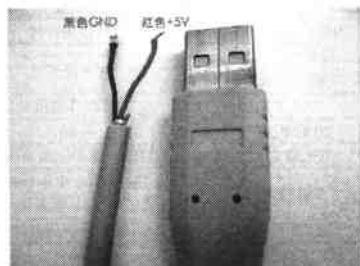
先看看要用到的元器件。由图1可见, 使用的元件很少, 甚至没有用到一个电阻。为了简化电路和充分利用电脑的接口, 该制作选用了USB取电, 把USB连线的一头剪下, 可以看到有红、黑、绿、白4根不同颜色的线, 如图2所示, 黑色为地线, 红色为+5V, 其余为信号线, 不选用(焊接操作时应小心不要把它接反, 为避免损坏USB口可以加整流二极管)。



①

共阳极双七段LED的引脚定义请看图3左半部, 而右半部是测量其好坏的示意图, 数字万用表打到测二极管挡, 这时红表笔有一个正电压(普通万用表则可以使用电阻挡, 黑表笔有正电压)。用红表笔接触LED阳极V (Vcc), 黑表笔分别接触各个笔划, 各笔划亮时为好, 否则为坏。制作中也可以使用共阴极的七段LED, 只要在软件发送数据时取反就行了。因为使用2个IC和8个LED, 若用万能板去制作连线会很多, 有条件可以自己制板, 若你了解并口的原理也可只接一个LED以简化电路。笔者是使用一块从仪表上拆下的旧8位数字LED印制电路板。

该制作的电路如图4所示。IC1和IC2为74HC373三态八D锁存器, 电路中只用到输出态和锁存态, 而没有使用到高阻态的控件, 所以芯片上输出控制端(①脚)只要接地就行了。IC1是用来控制七段LED的阳极电压的, IC2是用

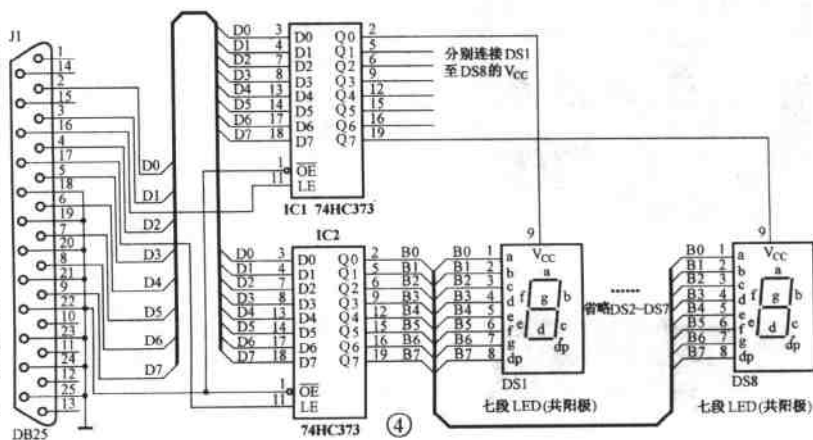


②



③

来控制七段LED的笔划的。具体的控制过程为: 第一步: 软件置并口⑩脚为高电平, ⑪脚为低电平, 这时IC1为输出态, IC2为锁存态, 送选择显示位数据到LPT②~⑨脚, D0~D7对应8个LED, 因此此时IC1为输出态, 故数据输出到IC1的Q0~Q7, IC2不受影响。第二步: 置并口⑩脚为低电平, ⑪脚为高电平, 这时IC1的数据被锁存, IC2为输出态, 此时送笔划数据到D0~D7, 重复第一步时, IC2的数据被锁存。如此时IC1的Q0为高电平, IC2的Q1、Q2为低电平, 那么DS1号LED的b和c笔划段被点亮, 显示“1”字符。若这时置IC1为输出





态,输入数据置 IC1 的 Q1 为高电平,其他为低电平,“1”字符便会移到第 2 个 LED 上显示,只要数据改变得快,人眼看起来就是两个“1”同时显示的。这就是动态显示的基本原理。此制作所用元件见表 1。

表 1 元件表

元 件	用 量	备 注
DB25 孔式插座	1	也可以用针式
双 DB25 针式 插头连线	1	用于连接
74HC373	2	74LS373 也可
20 脚 IC 座	2	可省
双七段 LED	4	共阳极(单个的要 8 个)
USB 接线	1	用于取电,没有 USB 接口用 +5V 电源替代
万用板	1	可以自行蚀刻电路

要想向计算机的并口输入或输出数据,就要对它进行编程。我们来了解一下并口的原理和软件的编写方法。

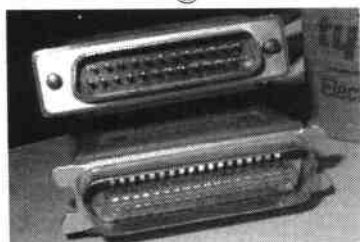
软件及接口工作原理

图 5 和图 6 是常用的并行接口形式。图 5 是 PC 后面板上的 DB25 孔式并行接口,它通常都整合在主机板上,而在旧式的机器上则需外加打印卡或多功能卡取得,PC 机要扩展多个这样的接口也需要外加相应的板卡。图 6 是用于连接 PC 主机和打印机(或其他外设)的连接线,由一个针式 DB25 接头和一个 Centronics 公接头组成。图 7 是打印机(或其他外设)的 Centronics 母接头。Centronics 是一种 36 脚弹簧式接口。

本文的实例制作里选用了标准的并



⑤



⑥



⑦

口模式——SPP,它是最简单的模式,它可以提供 50Kbps 的典型传输速度,其最高的传输速度可达 150Kbps,可进行 9bits 的并行输入和 12bits 的并行输出。通常可选择 Nibble(4bits)或 Byte(8bits)的方式进行输入数据。还有一种 Bi-directional 的双向传输方式,这种方式需硬件支持(现在的板载 LPT 通常在 SPP 模式下也可以进行双向传输)。SPP 硬件是由 8 条数据线、4 条控制线和 5 条状态线所组成,它们分别对应 3 个不同的寄存器来进行数据的读写操作。表 2 是并行接口引脚定义表。

并行接口输出的是 TTL 标准的逻辑电平,输入信号也要符合 TTL 标准。这种特性可以使接口容易应用在电子设计中。大部分的 PC 并行接口能吸收和输出 12mA 左右的电流,如应用时小于或大于这个值,应使用缓冲电路。

笔者没有在表 2 中列出的 Centronics 引脚定义有:①保留(悬空),②逻辑地,③机壳地,④保留(悬空),⑤地,⑥保留(悬空),⑦+5V。表中“1/O”栏中的“*”表示如果并行接口支持双向传输则该引脚可以输入数据,表中“SPP 信号”栏中,信号名称前的“n”表示该信号低电平有效。例如“nError”表示打印机出错则这个引脚将为低电平,正常为高电平(这里的信号是指定于打印机的,其他的外设可能有不同的定义)。表中的“硬件反转”栏所表示的意思是,输入的信号先被并行接口硬件反相再送到相应的寄存器。例如“Busy”,外部设备输入一个逻辑信号 1(TTL + 5V 逻辑电平),信号被反相送入状态寄存器,这时读状态寄存器 bit7(最后一位)为 0,如输入信号为 0,bit7 的值则为 1。

整合在主板上的并行接口通常可以选择使用 3BCh、378h 和 278h 这三个地址,它们大多支持 SPP、ECP 和 EPP 模式,你可以通过设置 BIOS 为并行接口选择地址(地址值为 16 进制数,加“h”表示)。3BCh 这个地址在

早期的并口打印机适配器上是不支持 EPP 和 ECP 模式的。在本实例程序中使用直接检测端口的方法来检测并行接口地址分配,其方法是向地址写一个非 FFh 的值,再读出该地址的值,如果读出的是写入的值而不是 FFh,表明地址是可用的。这种方法在 DOS 或 Win9X 系统是很容易实现的,在 WinNT 或 Win2000 下可用第三方写端口控件或自行编写有 Ring0 特权的程序。下面一段检测地址的汇编语句修改一下可以嵌入到 C、VC++、Delphi、C++ Builder 中(只能在 Win9X 或 DOS 下正常运行,若用软件也可以使其在 Win2000 或 XP 下运行,具体可以参看下期配刊光盘中演示程序的说明)。

```
mov dx,Address//Address 为地址
//如为控制、状态地址时向指定口地址
//读写数据
```

```
mov al,Data//Data 为要向地址
//输出非 FFh 的数据
```

```
out dx,al//向地址写数据
in al,dx //读地址数据
mov Result,al //向主程序返回读
//出的数据,再用主程序比较 Data 和 Result
//的值,若相同则该地址可用
```

那么如何对端口读写数据呢?在实例制作中程序又是如何控制并行接口引脚电平的?下期笔者再为大家介绍。☹

表 2 D 型 25 针和 36 针 Centronics 的引脚定义

针脚 (Centronics)	针脚 (D-Type25)	I/O	SPP 信号	寄存器	硬件 反转
1	1	输入/输出	nStrobe 选通	控制	是
2	2	输出/*	Data0 数据位 0	数据	
3	3	输出/*	Data1 数据位 1	数据	
4	4	输出/*	Data2 数据位 2	数据	
5	5	输出/*	Data3 数据位 3	数据	
6	6	输出/*	Data4 数据位 4	数据	
7	7	输出/*	Data5 数据位 5	数据	
8	8	输出/*	Data6 数据位 6	数据	
9	9	输出/*	Data7 数据位 7	数据	
10	10	输入	nAck 确认	状态	
11	11	输入	Busy 忙	状态	是
12	12	输入	Pager - Out Pager - End 缺纸	状态	
13	13	输入	Select 选择	状态	
14	14	输入/输出	nAuto - Linefeed 自动换行	控制	是
32	15	输入	nError/nFault 错误	状态	
31	16	输入/输出	nInitialize 初始化	控制	
36	17	输入/输出	nSelect - Printer nSelect - In 选择输入	控制	是
19-30	18-25	Gnd	Ground 信号地		



利用变量制作“欧姆定律”课件

欧姆定律在电(子)学学科中有着极其重要的地位,相信很多读者都很想制作一个能反应其规律的课件。去年笔者用系列文章在《无线电》杂志上介绍了Flash课件制作的入门知识,那么如何提高呢?可以说,AS编程和函数的设置与计算成了我们必须超越“高山”,就请大家跟随笔者一起开始努力登攀吧!

首先,要向读者说明:本文是建立在Flash MX软件基础上的。所以,请读者们升级您的Flash程序!

读者可到本刊网站 www.radio.com.cn 上下载本文介绍课件的播放文件(*.SWF)和源程序(*.FLA),以熟悉和了解本课件的设计和实现后的样子,便于您理解本文,并进行学习仿制。

新建的影片属性采用默认设置,不作修改,下面介绍制作的全过程:

一、组件的制作

在场景制作前,最好把将来要用到的组件都一一制作好。本课件要用到的七个组件在库中的列表和属性如图1所示。

1. 首先,在场景中间,画一个适当大小的空心方框作为电路中的导线。并将此层更名为“导线”。层命名的目的是方便制作者自己以后查看修改、方便。如果确定以后不作修改,最好“锁定”该层。

2. 在场景中添加新层,命名为“电池”。画一节电池符号(您也可画电池实物图形),并将它转换成“图形组件”,命名为“电池”。打开库,见到的就是图1所示的库窗口。



①

3. 用库左下角的“+”添加一个“影片组件”,命名为“电池组”。

在“电池组”编辑状态下,要做如下制作:

(1) 在默认的第1层

(Layer1)第1帧上,从库中拖出“电池”至十字中心处,在第2帧上插入关键帧,并复制一个“电池”至第一个电池左侧,在第3帧上插入关键帧,再复制一个“电池”至第一个电池右侧。这样三帧画面就会有一节、二节和三节电池的变化了。

(2) 插入新层(Layer2),在第1帧上画一个与影片背景相同的小色块(白色),以填满电池符号两线间的空处,防止将来将它们移入场景中的导线上时,电池中间露出不该出现的短线。第2、3关键帧只是要将该色块加长些。

(3) 插入新层(Layer3),本层3个关键帧全写上帧AS:“stop();”。

3. 用库左下角的“+”添加一个“影片组件”,命名为“电池拖动”。在“电池拖动”编辑状态下,从库中拖出“电池”至十字中心处,在第2帧上插入空白关键帧;在第1、2帧均写上帧AS:“stop();”。

鼠标点击第1帧场景中的“电池”,并利用属性面板(隐藏的话,用鼠标点击时间线上的帧格,点击右键菜单最后一个选项打开它),将其由“图形”转换成“按钮”,利用动作(Action)面板(隐藏的话,打开方法与属性面板类似),写上按钮AS:

```
//鼠标点击时,开始拖动。
on (press) {
    startDrag("", true);
}
//鼠标释放移开时,停止拖动
on (releaseOutside) {
    stopDrag();
}
```

4. 用库左下角的“+”添加一个“影片组件”,命名为“电灯”。在“电灯”编辑状态下的十字中心处,画一个圆,将其中轮廓线圆和有色填充圆分别置于上、下两个层中。轮廓线圆居上层,在第5帧处点击右键,在出现的右键菜单中选择“插入帧”。有色填充圆居于下层,在第1帧染成灰色;在第2帧点击右键“插入关键帧”,并将

复制所得的填充圆染成暗红色,以示电灯电压、电流太小,灯光暗淡的样子;在第5帧“插入关键帧”,将复制所得的填充圆染成白色,以示电灯电压、电流达到额定值,灯光明亮的样子;在第6帧“插入空白关键帧”,画一个电灯破裂图像,以示电灯电压、电流超过额定值而损坏的样子。

最后在鼠标的第2帧处,利用属性面板中的“补间”(同“渐变”功能)选项设置为“形状”。

5. 用库左下角的“+”添加一个“按钮组件”,命名为“电阻拖动”。在“电阻拖动”编辑状态下的第1(弹起)帧上画一个小三角(红色或自定颜色)即可。

6. 用库左下角的“+”添加一个“影片组件”,命名为“开关”。在“开关”编辑状态下的十字中心处,第1帧中画上开关图形为“断开”的样子,插入关键帧后,将其修改为“合上”开关图形。在两帧上均写上帧AS:“stop();”。

7. 用库左下角的“+”添加一个“按钮组件”,命名为“隐形按钮”。在“隐形按钮”编辑状态下的第4(点击)帧上画一个“矩形”即可。

以上组件的制作,因无关课件制作的实质性内容,所以线、块的颜色及其大小均未作规定,读者们可自行设定或参考源程序中的设置。

二、场景的制作

在上面组件制作的第一步,我们已经画了一个矩形导线框,命名为“导线”,并已经“锁定”;在另一层中我们画了“电池”组件,命名为“电池”。我们的场景制作就是从这里开始,制作完成的场景时间轴和各层



②



分布如图2所示。

1. 我们将原“电池”层中的电池图形组件删除，从库中拖出“电池组”影片组件置于导线框上，利用属性面板，在<实例名称>中写上组件名称为“EE”。在其上方运用文字工具拖出一个文字输入框，利用属性面板将其设定为“动态文本”。注意到有个变量栏，写上：EX。

从库中3次拖出3个（也可拖出一个，复制两个）“电池拖动”影片组件于场景中的左下角处，按照拖出顺序依次利用属性面板将它们命名为“E0”、“E1”和“E2”。用鼠标选定“E0”时，请将其属性面板中的颜色栏下拉菜单中选定“Alpha”（透明度）选项，数值为0~10%均可，目的是让它成为基本不可见；然后利用动作（Actions）面板写上影片片段AS：

```
onClipEvent (load) {
    setProperty (" -root.E0", x,
    "262.4");
    //设置影片片段E0的X坐标，与
    “电池组”在场景中的X坐标值相同。
    setProperty (" -root.E0", y, "
    247.9");
    //设置影片片段E0的Y坐标，与
    “电池组”在场景中的Y坐标值相同。
}
```

//这样设置的目的是让E0在播放一开始就与“电池组”EE发生碰撞。

最后利用“主要栏”中的对齐工具，将它们3个叠放在同一个位置。并在其边上写上“静态文本”文字说明：“可拖动备用电池”。

2. 在场景中添加新层（上图左下角的第一个“+”号），命名为“电阻”层。请直接使用矩形工具画出一个电阻符号于导线上，利用属性面板观察其图形宽度设定为50px左右。在电阻符号上方运用文字工具拖出一个文字输入框，利用属性面板将其设定为“动态文本”。注意到有个变量栏，写上：RR。

3. 在场景中添加新层，命名为“电阻滑动”层。从库中拖出“电阻拖动”组件置于上述电阻符号上方，记下该组件在电阻符号左端和右端的X、Y的坐标值。由于我们只想让该组件在水平方向移动，所以它的左端和右端的Y值应该相同。利用

属性面板给“电阻拖动”组件命名为：YT，利用动作面板写下该按钮AS：

```
on (press) {
    startDrag (" -root.YT", true,
    250, 93, 300, 93);
    //鼠标点击时开始拖动。
    //本处数据仅供参考，组件移动X左
    起250，右止300，93是左、右端Y值
}
on (releaseOutside) {
    stopDrag();
    //鼠标释放移开时，停止拖动
}
```

提醒读者注意：本讲此处方法只能在Flash MX以上版本上才能运行，Flash 5及其以下版本将无法实现。

4. 接下来要安置开关。在场景中添加新层，命名为“开关”层。从库中拖出“开关”影片组件于导线框上（用“主要栏”中的旋转工具调整其方向），利用属性面板给“开关”组件命名为：KK。

因为按钮设计为键盘控制，所以从库中拖出“隐形按钮”按钮组件可以放置于场景中的任意位置（注意笔者在源程序中将它移到了场景外，左侧的地方有一个透明淡绿色的矩形。），利用动作面板写下该按钮AS：

```
//设置开关动作，用方向键：“→”和
“↓”为开，“←”、“↑”为关
on (keyPress "<Left>") {
    J = 1;
    tellTarget (" -root.KK") {
        gotoAndStop(2);
    }
}
on (keyPress "<Right>") {
    J = 0;
    tellTarget (" -root.KK") {
        gotoAndStop(1);
    }
}
on (keyPress "<Down>") {
    J = 1;
    tellTarget (" -root.KK") {
        gotoAndStop(2);
    }
}
on (keyPress "<Up>") {
```

```
J = 0;
    tellTarget (" -root.KK") {
        gotoAndStop(1);
    }
}
```

//上述程序中的J变量为开关动作变量，与计算电流建立相关性

5. 安置灯泡，在场景中添加新层，命名为“电灯泡”层。从库中拖出“电灯”影片组件于导线框上，利用属性面板给“电灯”组件命名为：L。

6. 在场景中添加新层，命名为“电流值”层。用文字工具设置“静态文本”文字为：“电路中的电流 $I = E / (R_w + R_L) =$ ”。再用文字工具设置“动态文本”，变量栏，写上：IX。

三、让各组件协同工作的AS程序

在场景中添加新层，命名为“AS”层，在这层我们并不想制作任何物件，而是要让我们设置的所有变量和组件协同起来一起工作，制作课件最难的设计也许就是此处了。由于该程序较长，请读者到本刊网站下载。

最后要请读者注意，场景中的每一层都是2帧，所以给每一层都插入1帧（非关键帧！）。这样做的目的是让影片不是停留在第1帧作一次播放，而是让影片轮流播放第1帧和第2帧；而每次播放第1帧关键帧时，都要执行一次这第1帧上的AS，这样就会不断计算更新各个变量值了。

大功告成！这时，可导出影片检查效果了。

本文介绍的课件的播放文件和源程序还将放入下期杂志的配刊光盘。

有兴趣的读者可以根据本文的介绍制作以下的课件：

1. 试根据电路定律，制作一件支路电流随电路中电阻、电源变化的课件；
2. 试根据低频电子线路中的固定偏置电路，制作一件静态工作点与偏置电阻、电源电压的关系。

读者可将制作好的课件的swf文件、fla文件和相关说明发送到 radio@radio.com.cn，参加我们《无线电》杂志的电子类课件征集活动，我们会将收到的优秀课件收录进杂志的配刊光盘，帮助更多的读者学习电子课件的制作。☺



前言：电子爱好者们经常希望测试自己的音频设备如声卡、碟机、功放、音箱等的性能指标，却苦于没有价格高昂的专业测试设备，设计制作时也无法进行必要的测试指导。即使有些 CD 碟提供了测试信号，如著名的“雨果发烧碟（一）”、“My Disk”等，但 CD 信号的精度有限，而且没有操作系统的配合，测量、记录和分析都很不方便。

在计算机普及率相当高的今天，软件可以代替很多硬件的工作，有几个软件提供了非常好的音频测试分析功能，与 PC 声卡配合就可以形成一套音频虚拟仪器，让大家做到以前梦寐以求的测试分析。笔者整理总结了一些这方面的软硬件知识、经验和技巧，愿奉献出来与大家共享，使大家用业余的设备、极小的投资，获得专业级的测试结果。

笔者将向大家连续介绍几个音频软件，它们各有长处，优势互补，也可以互相参考。

音频硬件测试软件 RMAA

本期先向大家介绍笔者认为最值得推荐的软件——RMAA。

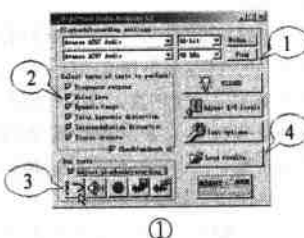
说它最值得推荐，是因为它有几大优点：1. 免费。2. 小巧玲珑，功能实用。别看它只有几百 K 大小，功能却相当强，一般音频测试应用足够，而且其作者非常敬业，更新很快，每隔几个月都升级一次，功能越来越强，最近的版本包含了其他专业软件所不具备的几项非常实用的功能。3. 容易使用。其功能设置合理高效，容易上手。

RMAA 的全名是“Right Mark Audio Analyzer”，是由俄罗斯硬件资讯网站 IXBT.com 开发的音频硬件测试软件，最新版本 5.2，大家可以到其官方网站免费下载：<http://audio.rightmark.org>。

好了，说了这么多，快来看看怎么使用吧！

1. 主界面

安装后打开程序，显示图 1 所示的对话框。



对话框可分成 4 个功能区，分别是：设备选项区、测试项目区、测试操作区和功能设置区。

2. 设备选项

软件最初的目的和最基本的功能就是测试声卡性能，因此设备选项区选项都是针对声卡的。左边两栏选择收音和录音

的设备，一般我们只用一块声卡，而且现在的声卡都是全双工的，即放音的同时可以录音，互不干扰，因此选用同一设备即可，但如果你要用高档专业声卡测试别的声卡，就需要分别选择两块声卡。中间两栏选择声卡的分辨率位数和取样频率，一般声卡取 16bit/48kHz，高档声卡可以达到 24bit/96kHz，而目前最好的专业声卡可以达到 24bit/192kHz 的取样频率和极其优秀的频率响应以及各项失真极其微小的高指标，不过价格就可高得很了。如果你不清楚声卡的参数，程序可以为你测试，点击右边两栏的“Modes...”、“Ping”的按钮，即可弹出对话框指示你的声卡支持的分辨率位数、取样频率、全双工工作状态正常与否。

3. 测试项目

测试项目包括 6 项，分别是“Frequency response”（频率响应）、“Noise level”（噪声水平）、“Dynamic range”（动态范围）、“Total harmonic distortion”（THD）（总谐波失真）、“Intermodulation distortion (IMD)”（互调失真）和“Stereo crosstalk”（立体声串扰，通道分离度）。“Check/uncheck all”选项可以快速选取或清除全部选项。这些项目涵盖了音频设备的大多数重要指标，对于业余爱好者一般都能够用。

4. 测试操作

测试操作区有 5 个操作按钮，从左到右分别是：

(1) 回路测试，即从声卡输出并录入测试信号。直接将声卡的输出输入对接即可测试声卡指标，这当然也是最简单的，而在回路中接入其他设备如功放、音箱、麦克风等，就可以测量这些设备。推广

之，在回路中接入电阻、电容、电感，即可测试其音频传输特性，从而使器件评价和分频器的设计测试变得很简单。

(2) 放音测试，即只从声卡输出测试信号。这时我们可以测试其他录音设备，比如录音机、MD 机、MP3 录音机等，只要将信号录制完后传回电脑并转为 WAV 文件，即可由软件读取分析。

(3) 录音测试，即只从声卡录入测试信号。假如我们要测试 CD 机的输出性能这个选项就可以让你做到。将测试信号刻成光盘让 CD（VCD、DVD、卡座等等）播放，输出的模拟信号由声卡录入，结果如何，很快就知道了！

(4) 保存测试信号，将测试信号以 WAV 文件格式保存起来，便于转换和刻录光盘。如果我们要测试 MD、MP3 等数字录音设备的输出性能，可以将 WAV 文件直接转换为需要的格式，然后传给设备即可，不必经过其模拟输入转换，防止信号劣化，而对于 CD、DVD 等，只好刻光盘啦！

(5) 读取测试信号，即读取第(2)选项生成的 WAV 文件，进行分析，显示结果。

5 个按钮上方有一个点选框“Adjust playback/recording levels”（调节放音/录音电平），选中它，可以在回路测试和录音测试前进行电平调节，使信号电平合适，不至于过低而无法准确测量或过高而产生削波失真。

5. 功能设置

在功能设置区有 4 个选项，分别是“WIZARD”（向导）、“Adjust I/O levels”（输入输出电平调节）、“Test options...”（测试选项）、“Load results...”（读入结果）。



使用向导可以让我们轻松学会测试的操作步骤, 它将上述 5 种测试操作项目分步提示你如何操作和选择, 从而正确完成测试, 具体过程你试试就会了, 挺简单的! (英语太差? 大不了打开“金山词霸”嘛!)

值得一提的是测试选项的内容。点击打开, 显示图 2 所示的对话框。图中显示的是“Test signals”(测试信号)子对话框, 这里我们可以自由选择测试信号的特征, “Calibration tone and sync tone”(校准/同步信号)可选 30 ~ 15000Hz, 总谐波失真测试信号可选 50 ~ 7000 Hz, 互调失真测试信号则可选 50 ~ 21000 Hz, 范围之广, 是传统的模拟仪器难以想象的! 由此可见电脑测试的先进性。

“General”子对话框包含两个选项, 其一是“Save resulting WAV files”, 表示将测试结果保存为 WAV 文件。选中该选项, 测试完成后会弹出一个对话框, 提醒你将录制的 WAV 文件保存至某一目录。利用该 WAV 文件, 你可以用别的软件进行显示、分析、对比, 以得出更加可信的结论。另外一个选项是“Analyze noise and distortion only in 20Hz ~ 20kHz”, 表示只分析音频范围的噪声和总谐波失真。

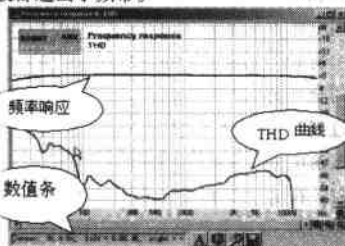
“Sound card”子对话框的选项也只有一个, 即选择是否使用 WDM 驱动程序。WDM 驱动程序是随着 Windows 2000 而产生的新一代硬件驱动程序标准, 其特点是操作系统对硬件的控制能力大大加强, 使大多数硬件工作更加可靠。但事情总是一分为二的, 有些老声卡在 WDM 驱动程序下表现不好, 具体情况可以经过对比测试来决定。

“Display”子对话框有 4 个选项。“Smaller spectrum windows”是用小的窗口显示频谱分析结果。“Display full frequency range (up to $F_s/2$)”是显示全频带范围, 直到 1/2 取样频率。“Draw only tops of spectrum on comparison”表示比较曲线时只显示顶部。“Invert spectrum graph colors (for print)”表示以补色显示波形窗口, 背景为白色, 打印更方便。不

过观察时还是黑背景更悦目。

“Acoustics tests”(声学测量)子对话框包含 3 个选项, 即“Enable acoustics testing mode”(开通声学测量模式)、“Thorough frequency response test”(全频带测量)、“Subwoofertest”(超低频测试)。另外有一个点选框, 可以选择 THD 分析模式为“2-nd and 3-rd harmonics only”(只计算 2、3 次谐波)或“THD + Noise”(总谐波失真加噪声)。以前版本的声学测量 THD 实际上都是 THD + N。

声学测量功能采用扫频信号测试频率响应, 而另一模式用的是类白噪声(不是真正的白噪声, 但特性类似, 具体内容下期介绍)。声学测量模式只能测试频率响应, 在此模式下主对话框的测试项目区其他选项将变灰不可选取。该软件最大的特色是声学测量模式给出了全频带的 THD(总谐波失真)曲线, 这可是很有价值的功能, 可以更清楚地显示器材的性能。要知道别的软件, 即便是价格上千美元的专业软件也无此功能。要测量得出该曲线, 需要用到“动态滤波”功能, 即跟踪测试信号实时改变滤波频带, 一方面记录频率响应, 另一方面滤除中心频率而记录其他频率的谐波响应, 最后将结果叠加显示, 这需要高超的编程技巧。图 3 给出了声学测量结果的示例。图中 THD 曲线即只计算 2、3 次谐波。可以看到 100Hz 以下的 THD 太高, 是典型的低频特性差的例子, 到约 11kHz 处即降到无法显示, 可以理解, 因为取样频率有限, 该频率以上的谐波都超出了频带。

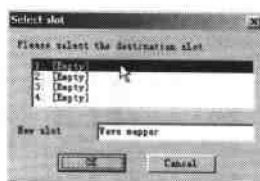


6. 结果显示

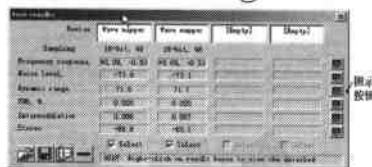
测试完成后弹出图 4 所示的对话框指示放置测试结果(如果你选择了“Save resulting WAV files”选项, 会先弹出保存文件对话框)。将测试结果放置在图 5 所示的对话框中。

该对话框可以存放 4 个测试结果以

便互相比较, 6 项测试的结果精确数值一目了然。点击



④



⑤

右边的图示按钮, 即可弹出一个图形结果窗口, 将测试结果曲线显示出来, 参见图 3, 在此窗口中你可以将曲线放大到很大, 频率以 1/10/100Hz 精度、分贝值以 0.2dB 精度显示, 怎么样, 够精确了吧? 不仅如此, 左下方的数值条更可以以 1Hz、0.01dB 的精度显示数值! 如果你要比较曲线, 可以装载多个测试结果, 将其下方的“Select”点选框都选中, 再点击图示按钮。

该对话框左下角有 4 个操作按钮, 从左到右分别是打开测试结果、保存测试结果、制作 HTML 报告、频响校准。

这里的打开和保存测试结果与上述的保存 WAV 文件是不同的, 它指的是软件分析的结果, 与功能设置区的“Load results...”(读入结果)是一致的, 文件格式为 .sav(普通模式)和 .sac(声学测量模式), 以及传感器的校准文件 .mdf, 它们都是很小巧的。

“制作 HTML 报告”按钮可以让你轻松地测试结果制作成网页, 便于浏览、交流、发布。

“频响校准”是又一项 RMAA 特有的十分有用的功能。我们知道一般硬件很难做到频率响应非常平直, 首先一般声卡的频响就不平, 用它来测量其他设备当然要影响结果了, 那么如何消除这种影响呢?“频响校准”为你大显身手。

有了 RMAA, 电脑音响爱好者多了一把利剑, 测试和评价将不再全凭主观, 设计调试和检测也不必再盲目摸索, 不论你是否是“金耳朵”, 图形化的客观测试结果更具说服力!

下期笔者将介绍用 RMAA 测试选择声卡的实际使用技巧, 并对测试结果进行深入分析。☞



电路仿真技术问答 (上)

随着计算机技术的发展和电路仿真软件自身的进步,电路仿真技术愈来愈受到业界的重视。很多教育单位已将电路仿真技术作为教学内容。更多的电子设备生产商试图把此项技术引进产品的设计和分析过程中。

本刊的“走进仿真世界”专栏已经介绍了比较有代表性的7种电路仿真软件。由于篇幅的限制,文章只是扼要地说明这些软件的主要特点。对于电路仿真软件究竟有什么作用,怎样选择电路仿真软件等问题未能详细说明。读者在了解电路仿真软件时,也提出了一些问题。因此,本文拟对读者普遍关心的几个问题作一个粗浅的解说。

一、电路仿真技术是否有实用价值?

电路仿真是经过广泛实践,被证明是相当有效的分析技术,被越来越多的电子设计者采用。可以说,电路仿真已成为电子工业的必需,而非可选的技术。电路仿真技术可以在下面几个方面发挥作用:

1. 验证电子电路设计

采用电路仿真技术可以对不同的电路设计方案快速地进行模拟分析,保证设计的理论正确。在电路形式确定以后,对电路的元件参数进行灵敏度分析和容差分析,优化元件参数,保证设计质量。电路设计采用仿真技术,能极大地减少人工劳动,缩短设计周期,降低设计成本。例如滤波器设计中有大量的复杂分析,用人工计算全部数据,要耗费大量的时间,采用电路仿真软件可以在几分钟内得到结果,而且误差也可保持在控制的范围内。

与传统的电路测量方法相比,计算机仿真能提供整个计算域内所有变量完整详尽的数据;可预测某特定电路参数的变化过程和最终结果,使人们对电路性能的变化规律有深入的了解;仿真用于数字电路具有高效率、高精度的特

点。在常规测量有困难,特别是在实际系统中具有破坏性的实验研究中,电路仿真技术尤其具有优势。如某些电子设计涉及高电压和大电流,不正确的设计参数可能造成电子元件损坏,使设计进程受阻。在搭建电路之前使用仿真技术,可避免各种致命的损坏,增加成功率,缩短设计周期。

元件参数的误差会给产品性能带来多大的影响?哪个元件的误差会对电路性能产生最大的作用?采用电路仿真技术中的蒙特卡洛分析能快速得出结论。应用最坏情况分析,设计人员可方便地测试各种极端情况,观察极限条件下电路的反应。灵敏性分析使用户能够确定由于设计或元器件参数更改引起的电路性能参数(诸如周期、增益或上升时间)上的变化比例。

作为一种模拟技术,仿真虽然还不能完全取代真实电路的实际测量。但由仿真产生的各种参数在设计中有决定性的意义,也为实物试验提供了数据基础。

2. 辅助学习电子学理论

电子学是一门实验性很强的学科,电子学原理的学习最好和实验同步进行,以加深感性认识。实验需要测量仪器和电子元件,受到客观条件限制时,用电路仿真验证理论分析结论不失为一个有效的方法。电路仿真能记录分析中的全部数据,可以方便地重现各种电学过程。特别是一些瞬息即逝的现象。如振荡电路的起振过程,一般只有1ms左右。在没有存储功能的示波器上无法观察到这一过程,而使用仿真可记录电路起振的全过程;再如用电路仿真软件可构建各种运算电路,随时验证运算放大器的电路理论,比搭建实验电路更为简便快捷。绘制的电路图和产生的仿真曲线可被复制到文档中,使你的实验报告看起来更有说服力。

学习电子电路,不仅要掌握基本原理和计算方法,还要注重电路的设计、

分析和研发能力的培养。通常实验室不可能提供世界上各厂家的最新器件。而电路仿真可以采用新器件的模型加以模拟和分析。应用电路仿真技术还可设计验证、测试、设计和创新等不同形式的训练,培养学生多方面的能力。

3. 学习电子测量技术

测量是电子技术的基本技能之一。电子测量有两个方面的要求:掌握电子仪器的操作技能和数据采集分析的方法。下表列出了部分电子测量项目和电路仿真分析的对应关系:

电子测量项目	电路仿真分析
电压/电流测量	静态工作点分析
时基测量	瞬态分析
频域测量	交流小信号分析
谐波测量	傅里叶分析
以电压为变量的测量	直流扫描分析
失真度测量	失真度分析

在电子测量中,要用到多种信号发生器:如高频信号发生器、低频信号发生器和函数发生器等。这些仪器产生的信号在电路仿真软件中都能实现。如瞬态源可产生函数发生器的各种信号,用非线性受控源可产生调幅波等。通过设置仿真源信号参数,能深化对各种波形物理意义的理解。例如很多人认为方波的上升沿和下降沿应该是平行于Y轴的一条直线,如果在仿真软件中据此设置方波信号参数时就会出错。因为平行于Y轴的直线的斜率是不存在的,即此直线代表的电压(或电流)在实际情况下是不可能的。

在仿真软件的图线界面中,根据对测量结果的期待,选择波形的显示参数,相当于调节电子仪器的各个旋钮。运用某些软件(如Multisim 7)的虚拟仪器,对真实仪器的性能和操作的了解也有帮助。

电路仿真产生的波形图线比示波器荧屏有更大的幅面和更精确的坐标。软件的图线测量工具可对信号曲线实施多种测量,如周期信号的幅值、频率、周



期、相位及脉冲信号的上升时间、信号的过冲幅度等。测量工具是完全图形化的，具有很强的交互性，能自动计算各项参数。部分仿真软件的测量结果可以被直接标注到图表中。

波形计算器对波形进行数学计算。波形计算器使用各种数学符号及函数，计算信号的平均值，微积分等数据。在大多数软件中，利用波形计算器，可以交互地构建复杂的函数表达式，产生新的波形。

值得注意的是，仪器和计算机技术的融合，硬件和软件的结合已成为仪器和测量技术的发展方向。也就是说，仪器技术和计算机技术的差别将越来越小。

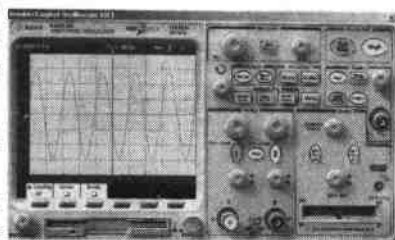
二、虚拟仪器技术能用于电路仿真吗？

虚拟仪器是美国 National Instruments 公司（简称 NI）于 1986 年提出的一个概念。核心是将开发软件、测量仪器硬件和计算机集成在一起，称为“虚拟仪器系统”。虚拟仪器的软件平台是 NI 公司的图形化开发环境 LabVIEW（最新版本是 LabVIEW 7 Express）。此软件环境用于数据采集、仪器控制、测量分析和数

据表达。在 LabVIEW 平台上，用户可以利用标准计算机技术和低成本高效率的硬件设备，定义出自己所需要的测量和工业自动化系统。

应用 LabVIEW 可以定制一个你自己的示波器界面，或者一个信号发生器。但是 LabVIEW 不提供电原理图设计，它既没有电子元件库，也没有 PSpice 分析命令。NI 公司也生产可插入微机 PCI 扩展槽的示波器、信号发生器和万用表等板卡。与相应的台式仪器相比，无论是仪器的性能还是价格都缺乏竞争力。作为小型桌上开发系统，采用这些板卡也是可以考虑的。

另一类是以外表面模拟真实仪器的“虚拟仪器”。这种形象化的表示方法以 Electronics Workbench 公司的电路仿真产品 Multisim 最为著名。在 EWB 的早期版本中，这些虚拟仪器仅仅是示意性的，和真实的仪器操作界面有较大的区别。在该公司最近发布了 Multisim 7 中，放进了三台以安捷伦公司（原惠普的测量仪器事业部分）产品为原型的虚拟仪器。分别是 100M 混合信号示波器 54622D（图 1）、15M 函数发生器



①

33120A 和 61/2 位的数字万用表 34401A。从安捷伦科技有限公司站点 www.agilent.com.cn 上可查到这三款仪器的外形图和各项性能参数。这些虚拟仪器和真实仪器相比，无论是外观还是操作方法都是完全一样的。

Multisim 7 的这一改进，融合了电路仿真技术和电子测量技术，具有开创性的意义。为无缘接触高档设备的电子爱好者提供了比较接近真实的测量环境。但是虚拟仪器的波形显示图线的面积较小，不能对曲线作精确的分析。虚拟仪器比较适合用于练习测量电路的搭建和练习电子仪器的使用。Multisim 7 的试用版可从网址 <http://www.interactiv.com/html/prodemodown.html> 下载。

《无线电》杂志推荐书目

新书上架

书号	书名	邮购价
11940	《无线电》2003 年合订本上册	28.00 元/本
11941	《无线电》2003 年合订本下册	28.00 元/本
9020031	《无线电》2003 年增刊	28.00 元/本
11320	放大器电路识图与故障分析轻松入门	28.00 元/本
11509	CDMA 手机电路与维修	32.50 元/本
11275	红外线、热释电与超声波遥控电路	23.00 元/本
11271	有趣的家用电子制作	18.00 元/本
10867	开关电源实用技术设计与应用	43.00 元/本

畅销图书

书号	书名	邮购价
10862	f.c 总线彩色电视机软件调整手册	76.00 元/本
10282	彩色显示器集成电路实用维修手册	40.30 元/本
11084	新型进口彩色电视机检测数据大全	41.50 元/本
09626	无线电元器件检测与维修技术轻松入门	38.00 元/本
06928	电工电气线路与设备故障检修 600 例	38.00 元/本
10704	数字万用表实用测量技法与故障检修	28.00 元/本
10861	现代数字办公设备的电源原理与故障检修	24.50 元/本
10446	新型多频数控彩色显示器原理与维修	40.30 元/本
10863	新型汽车电子电器元件的检测与维修	54.00 元/本
11245	电路设计与制版——PROTELDXP 库元件手册	34.50 元/本
11217	海信数码彩色电视机电路分析、调试测量及检修技巧(续一)	34.50 元/本
11189	办公电器维修培训强化教程	29.00 元/本
11087	彩色电视机维修培训强化教程	37.00 元/本

强势品牌

书号	书名	邮购价
2-75	《无线电》	
2002 年第 1、4-12 期		6.80 元/本
2003 年第 1-12 期		6.80 元/本
08032	无线电元器件精汇	45.00 元/本
9020022	《无线电》2002 年增刊	25.00 元/本
9020011	《无线电》2001 年增刊	28.00 元/本
9020001	《无线电》2000 年增刊	6.00 元/本
10979	《无线电》2002 年合订本上册	24.00 元/本
10980	《无线电》2002 年合订本下册	24.00 元/本
902001	《无线电》2001 年合订本	55.00 元/本
902000	《无线电》2000 年合订本	45.00 元/本
909900	《无线电》1999 年合订本	42.00 元/本
909700	《无线电》1997 年合订本	37.00 元/本
82-590	《高保真音响》	
2002 年第 4-12 期		15.00 元/本
2003 年第 1-12 期		15.00 元/本
9020021	《高保真音响》2002 年增刊	28.00 元/本
07448	音箱设计技术手册	15.00 元/本
10857	制冷电器维修培训强化教程	33.50 元/本
11089	数码相机实战演练	32.50 元/本
09520	新编实用电工电路 400 例	37.00 元/本
10269	彩色电视机 CPU 电路维修图说	27.60 元/本

讲述音乐背后的故事

书号	书名	邮购价
06901	唱片里的世界	32.50 元/本
10006	唱片里的世界(续)	30.00 元/本
07436	唱片里的著名歌唱家	36.00 元/本
07446	唱片里的著名指挥家	22.00 元/本
09914	唱片里的录音精品	29.00 元/本
08510	唱片里的战争	19.00 元/本
07376	唱片里的瓦格纳	30.50 元/本
08511	走近音乐大师	23.50 元/本

光盘产品

书号	书名	邮购价
00401	怎样看电路图(2VCD)	36.00 元/套
68139	常用电子管资料荟萃 (CD-ROM)	40.00 元/套
68147	国内外名厂扬声器资料荟萃 (CD-ROM)	40.00 元/套
900102	《无线电》1955-2000 年合订本 (4CD-ROM)	100.00 元/套
00010	《高保真音响》1994-1998 年合订本 (4CD-ROM)	110.00 元/套

发烧 CD

书号	书名	邮购价
99001	龙韵(CD)	120.00 元/盘
22005	乘着歌声的翅膀(CD)	40.00 元/盘
22006	太阳出来喜洋洋(CD)	40.00 元/盘

购书方法：请将购书款汇至北京崇文区夕照寺街 14 号 A 座，收款人：《无线电》杂志社，邮编：100061，请在汇款单附言中注明书号及册数（如购买杂志请注明年份及期数）。联系电话：(010) 67134097-22。

请读者注意：《无线电》杂志 2002 年第 2 期和第 3 期、《业余无线电通信》、《1998-1999 年度 CD 唱片选购指南》及《无线电制作精汇》均已售完，已经汇款至杂志社购买上述书籍、杂志的读者，请打电话或致信与我们联系，我们将根据您的要求对邮购的图书、杂志在同等价格的条件下进行调换。



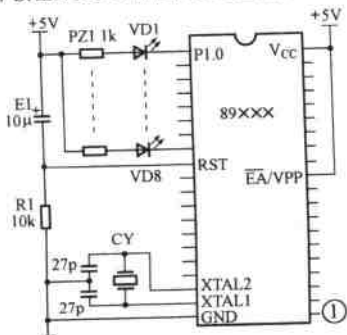
C 语言概述及其开发环境的建立

随着单片机开发技术的不断发展,目前已有越来越多的人从普遍使用汇编语言到逐渐使用高级语言开发,其中主要是以 C 语言为主,市场上几种常见的单片机均有其 C 语言开发环境。

学习一种编程语言,最重要的是建立一个练习环境,边学边练才能学好。为此笔者专门开发了一块实验板作为硬件练习的平台,该实验板上有 LED、按键、8 段数码管、PC 接口、X5045 接口、串行口、字符型液晶接口、计数信号等,该板具有仿真功能,不需要昂贵的仿真机就可以进行程序的仿真调试。与之配套的软件就采用 Keil 软件,该软件是目前最流行开发 80C51 系列单片机的软件,提供了包括 C 编译器、宏汇编、连接器、库管理和一个功能强大的仿真调试器等在内的完整开发方案,通过一个集成开发环境(μVision)将这些部分组合在一起。为了让暂时还没有硬件的读者也能够学习,作者还特意开发了相应的实验仿真板。

本教程是针对以 80C51 为内核的单片机系列的,并非针对某种特定的芯片,教程中通常用 80C51 作为这类单片机的代称,用到特定的芯片型号时另专门说明。

本文介绍的实例如图 1 所示,作为主芯片的 89××× 芯片的 P1 引脚上接 8 个发光二极管, P3.2~P3.4 引脚上接 4 个按钮开关,我们的任务是让接在 P1 引



脚上的发光二极管按要求发光。

一、简单的 C 程序介绍

例 1: 让接在 P1.0 引脚上的 LED 发

光

```
#include "reg51.h"
sbit P1_0 = P1^0;
void main()
{P1_1 = 0;}
```

下面来分析一下这个 C 语言程序包含了哪些信息。

程序的第一行是一个“文件包含”处理,所谓“文件包含”是指一个文件将另外一个文件的内容全部包含进来,所以这里的程序虽然只有 4 行,但 C 编译器在处理的时候却要处理几十或几百行。为加深理解,可以用任何一个文本编辑器打开 Keil\c51\include 文件夹下面的 reg51.h 来看一看里面有些什么内容,在 C 编译程序处理这个程序时,这些内容也将会被处理。这个程序中包含 REG51.h 文件的目的是为了要使用 P1 这个符号,即通知 C 编译器,程序中所写的 P1 是指 80C51 单片机的 P1 端口而不是其他变量。这是如何做到的呢?

打开 reg51.h 可以看到:“sfr P1 = 0x90;”即定义符号 P1 与地址 0x90 对应,熟悉 80C51 内部结构的读者不难看出, P1 口的地址就是 0x90。

其中 sfr 是 Keil 为能直接访问 80C51 中的 SFR 而提供的一个新的关键词,其用法是: sfr 变量名 = 地址值。

第二行用符号 P1_0 来表示 P1.0 引脚,在 C 语言里,如果直接写 P1.0, C 编译器并不能识别,而且 P1.0 也不是一个合法的 C 语言变量名,所以得给它另起一个名字,这里起的名为 P1_0,可是 P1_0 是否就是 P1.0 呢?你这么认为, C 编译器可不这么认为,所以必须给它们建立联系,这里使用了 Keil C 的保留字 sbit 来定义, sbit 的用法有三种:

第一种方法: sbit 位变量名 = 地址值

第二种方法: sbit 位变量名 = SFR 名称·变量位地址值

第三种方法: sbit 位变量名 = SFR 地址值·变量位地址值

如定义 PSW(程序状态寄存器)中的 OV 可以用以下三种方法:

sbit OV = 0xd2 (1) 说明: 0xd2 是 OV 的位地址值

sbit OV = PSW^2 (2) 说明: 其中 PSW 必须先用 sfr 定义好

sbit OV = 0xd0^2 (3) 说明: 0xd0 就是 PSW 的地址值

main 称为“主函数”。每一个 C 语言程序有且只有一个主函数,函数后面一定有一对大括号“{}”,在大括号里面书写其他程序。

下面我们再来看一个例子,对 C 程序作进一步的了解。

例 2: 让接在 P1.0 引脚上的 LED 闪烁发光

```
#include "reg51.h" //包含头文件
sbit P1_0 = P1^0; //定义引脚
void mDelay(unsigned int DelayTime)
{unsigned int j = 0;
for( ; DelayTime > 0; DelayTime--)
{for(j = 0; j < 125; j++){};}}
void main()
{for(;;)
{P1_0 = !P1_0; //取反 P1.0
mDelay(1000); /*延时 1000ms */
}}}
```

分析: 主程序 main 中的第一行暂且不看,第二行是“P1_0 = !P1_0;”,在 P1_0 前有一个符号“!”,“!”是 C 语言的一个运算符,就像数学中的“+”、“-”一样,是一种运算,意思是“取反”,即将该符号后面的那个变量的值取反。注意:所谓取反只是对



变量的值而言的，并不会自动改变变量本身，可以认为 C 编译器在处理“! P1-0”时，将 P1-0 的值给了一个临时变量，然后对这个临时变量取反，而不是直接对 P1-0 取反，因此取反完后还要使用赋值符号（“=”）将取反后的值再赋给 P1-0，这样，如果原来 P1.0 是低电平（LED 亮），那么取反后，P1.0 就是高电平（LED 灭），反之，如果 P1.0 是高电平，取反后，P1.0 就是低电平，这条指令被反复地执行，接在 P1.0 上的灯就会不断“亮”、“灭”。

该条指令会被反复执行的关键就在于 main 中的第一行程序：for(;;)，这里不对此作详细的介绍，读者暂时只要知道，这行程序连同其后的一对大括号“{}”构成了一个无限循环语句，该大括号内的语句会被反复执行。

第三行程序是：“mDelay(1000);”，这行程序的用途是延时 1s 时间，由于单片机执行指令的速度很快，如果不进行延时，灯亮之后马上就灭，灭了之后马上就亮，速度太快，人眼根本无法分辨。这里的 mDelay(1000) 并不是由 Keil C 提供的，即你不能在任何情况下写这样一行程序以实现延时，如果在编写其他程序时写上这么一行，会发现编译通不过。注意观察可以发现本程序中有 void mDelay(...) 这样一行，可见，mDelay 这个词是我们自己起的名字，并且为此编写了一些程序行，如果你的程序中没有这么一段程序行，那就不能使用 mDelay(1000) 了。有人脑子快，可能马上想到，我可不可以把这段程序也复制到其他程序中，然后就可以用 mDelay(1000) 了呢？回答是，当然可以了。mDelay 这个名是由编程者自己命名的，可自行更改，但 main() 函数中的名字也要作相应的更改。

mDelay 后面有一个小括号，小括号里有数据(1000)，这个 1000 被称之为“参数”，用它可以一定范围内调整延时的长短，这里用 1000 来要求延时时间为 1000ms。要做到这一点，必须由我们自己编写的 mDelay 那段程序决定的，详细情况在循环程序中再作分析，这里就不介绍了。

二、Keil 工程的建立、设置与调试

要使用 Keil 软件，首先要正确安装

Keil 软件，该软件的 Eval 版本可以直接去 <http://www.keil.com> 下载，安装时选择 Eval Vision，其他步骤与一般 Windows 程序安装类似，这里就不再赘述了。安装完成后，将从本刊网站 www.radio.com.cn 上下载 dpj.dll 文件（此文件还可以从下期配刊光盘中找到）复制到 Keil 安装目录下的 C51\BIN 文件夹下，该文件由笔者提供，与 Keil 软件配合，可在计算机上模拟 LED 显示、按键操作、数码管显示等功能。

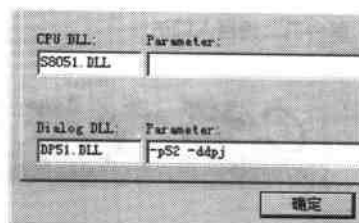
启动 μ Vision，点击“File → New...”，在工程管理器的右侧打开一个新的文件输入窗口，在这个窗口里输入例 2 中的源程序，注意大小写及每行后的分号，不要错输及漏输。

输入完毕之后，选择“File → Save”，给这个文件取名保存，取名字的时候一定要加上扩展名，一般 C 语言程序均以“.c”为扩展名，这里将其命名为 exam12.c，保存完后可以将该文件关闭。

Keil 不能直接对单个的 C 语言源程序进行处理，还必须选择单片机型号，确定编译、汇编、连接的参数，指定调试的方式，而且一些项目中往往有多个文件。为管理和使用方便，Keil 使用工程（Project）这一概念，将这些参数设置和所需的所有文件都加在一个工程中，只能对工程而不能对单一的源程序进行编译和连接等操作。

点击 Project → New Project... 即可打开创建新工程的对话框，为该工程选择 CPU、选择编译模式、操作系统的使用情况等，然后将 exam12.c 加入该工程即可。

工程建立好以后，还要对工程进行进一步的设置，以满足要求，使用菜单 Project → Option for Target “Target 1” 或点击快捷按钮进入工程设置对话框，点击 OutPut 页，选中 Creat Hex file，以便输出可供写片的 HEX 文件，然后选中 Debug 页，选择调试方式。在这个例子里我们先用实验仿真板作调试之用，硬件连接及调试的方法将在后面的例子中介绍。打开 Debug 页，可以看到 Dialog DLL 对话框后的 Parameter 输入框中已有默认值 -pAT52，在其后键入空格后再输入 -dledkey，如



②

图 2 所示。

设置好工程后，即可进行编译、连接。选择菜单 Project → Build target，对当前工程进行连接，如果当前文件已修改，将先对该文件进行编译，然后再连接以产生目标代码；如果选择 Rebuild All target files 将会对当前工程中的所有文件重新进行编译然后再连接，确保最终生产的目标代码是最新的，而 Translate ... 项则仅对当前文件进行编译，不进行连接。

有关 Keil 软件的使用请参考《无线电》杂志 2003 年第 7 期至第 11 期的“Keil 实例教程”系列文章。

点击菜单 Peripherals，即会多出一项“键盘 LED 仿真板 (K)”，选中该项，即会出现如图 3 所示界面。运行该程序，可以看到 P1.0 所示 LED 在闪烁（闪烁的速度与计算机的性能有关，如果闪烁速度过快，请将 mDelay(1000) 中的 1000 改为 2000 或更大的数字，执行时间无法与真实硬件执行速度一致是软件仿真的固有弱点。）



③

三、C 语言的一些特点

通过上述的两个例子，可以得出一些结论：

1. C 程序是由函数构成的。一个 C 源程序至少包括一个函数，一个 C 源程序有且只有一个名为 main() 的函数，也可能包含其他函数，因此，函数是 C 程序的基本单位。主程序通过直接书写语句和调用其他函数来实现有关功能，这