

Keil C51

单片机高级语言应用编程与实践

徐爱钧 徐阳 著

- 全面详解Keil C51 V9.00编译器与 μ Vision4功能
- 强调先进性和实用性，大量实用代码
- 大量综合应用实例，即学即用



超值随书附带光盘：

图书全部实例配套资源+Keil C51 V9.52+
FLASH MON51硬件目标板的电路原理图

014009164

TP368.1
800

内容简介

Keil C51

单片机高级语言 应用编程与实践

徐爱钧 徐阳 著



TP368.1
800

P

电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry



北航

C1695640

381000410

内 容 简 介

本书详细介绍了 V9.00 版本的 Keil C51 编译器和 μ Vision4 的强大功能和具体使用方法，完整地介绍了最新版本 C51 编译器控制命令，给出了全部 C51 运行库函数及其应用范例，对 Keil C51 软件包中各种应用工具，如 A51 宏汇编器、BL51/Lx51 链接定位器、LIB51 库管理程序以及 OH51 符号转换程序、实时多任务操作系统 RTX51 TINY 等都做了详细介绍，阐述了 μ Vision4 新增加的各种功能和应用方法，包括软件模拟调试和硬件目标板实时在线仿真。

本书的特点是强调先进性和实用性，给出了大量应用实例，并带有一张 CD-ROM 光盘，其中包括 Keil 公司提供的 Keil C51 全功能评估软件包、本书各章中列出的全部程序代码、带 FLASH MON51 监控程序的硬件目标板照片、原理电路图以及使用说明。本书适合于从事单片机应用系统开发研制的广大工程技术人员阅读，也可以作为高等院校相关专业大学生或研究生的教学参考书。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

Keil C51 单片机高级语言应用编程与实践 / 徐爱钧，徐阳著. —北京：电子工业出版社，2013.12
ISBN 978-7-121-21596-4

I. ①K… II. ①徐… ②徐… III. ①单片微型计算机—高级语言—程序设计 IV. ①TP368.1②TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 234863 号

责任编辑：孙学瑛

特约编辑：顾慧芳

印 刷：涿州市京南印刷厂

装 订：涿州市京南印刷厂

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱

邮编：100036

开 本：787×1092 1/16

印张：46.25

字数：1184 千字

印 次：2013 年 12 月第 1 次印刷

定 价：99.00 元 (含光盘 1 张)

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlls@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件到 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：(010) 88258888。

电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
地址：北京市海淀区万寿路 173 信箱
邮编：100036

前 言

德国 Keil 公司*推出的 C51 编译器是一种符合工业标准的 8051 C 语言开发工具,在业界获得了广泛应用,被公认为是最有效的单片机开发手段之一。Keil 公司于 2010 年推出了全新的开发环境 μ Vision4,其中集成了 V9.00 版本的 C51 编译器、Debug 调试器、RTX51 Tiny 实时操作系统等,全面支持 8051 单片机主流产品及其众多的派生系列。

Keil C51 编译器具有如下优点。

- (1) 经过优化编译后生成的代码,其效率接近于汇编语言生成的代码。
- (2) 支持所有 8051 系列单片机,提供对所有外围硬件部件的操作。
- (3) 无论在有无工作寄存器区转换的情况下,都能产生快速中断代码。
- (4) 支持 Atmel, Dallas, Infineon, Philips 和 Temic 等公司 8051 衍生产品上的双数据指针及高速算术单元 (arithmetic units)。
- (5) 能够在整个应用程序中执行全局寄存器优化。
- (6) 所有应用工具均可产生详细警告信息和错误信息,帮助用户处理难以寻找的问题。
- (7) 支持再入功能和寄存器区的独立代码,便于中断服务程序和多任务应用程序的执行。
- (8) 采用分组方式执行代码分组和调试,用户程序代码可以轻松突破 64KB 空间的限制。

全新集成开发环境 μ Vision4 具有强大的项目管理功能,包括源程序文件、开发工具选项以及编程说明等。 μ Vision4 内部集成了一个器件数据库 (device database),其中储存了各种型号单片机的片上存储器和集成外围功能信息,通过器件数据库可以自动设置 C51 编译器、A51 汇编器、BL51/Lx51 链接定位器、Debug 调试器等开发工具的功能选项,充分满足用户使用特定单片机的要求。集成仿真调试功能允许在统一的 μ Vision4 环境下进入 Debug 调试器,提供纯软件模拟仿真 (Simulator) 和多种硬件驱动调试。Simulator 可以在没有单片机硬件的条件下在 PC 上用纯软件模拟方式完成单片机应用程序仿真调试,硬件驱动 Monitor-51 可以将带有 MON51 监控程序的硬件目标板与 μ Vision4 无缝连接,直接对目标板进行仿真调试而无须采用昂贵的硬件仿真器。

本书完整地阐述了 Keil C51 开发工具的功能和使用方法,力求先进性和实用性,给出了大量具体应用实例,不仅介绍了 Keil C51 自带 Simulator 软件模拟仿真调试方法,还介绍了 Keil C51 与 Proteus 软件联机,实现 8051 单片机在线虚拟仿真调试方法,同时对广大读者所关心的利用 MON51 监控程序设计自己硬件目标板的方法做了详细介绍,并在随书光盘中给出了硬件目标板的电路原理图。

* Keil 公司已于 2005 年 10 月 28 日被美国 ARM 公司收购。

全书共分 10 章:

- 第 1 章阐述 8051 单片机存储器结构, 以及在 μ Vision4 集成开发环境下进行 C51 程序设计和编译调试的基本方法。
- 第 2 章阐述 C51 程序设计基础知识, 详细介绍 C51 的数据类型、基本语法、变量及其存储模式、函数、数组与指针等。
- 第 3 章阐述 μ Vision4 集成开发环境, 详细介绍了工作环境、目标程序的仿真调试以及各种应用选项的设置方法。
- 第 4 章阐述 Keil C51 编译器, 介绍了各种编译控制命令、数据调用协议, 给出了全部 C51 库函数及其应用范例。
- 第 5 章阐述 A51 宏汇编器, 介绍了各种汇编伪指令、宏处理以及汇编控制命令。
- 第 6 章阐述 BL51/Lx51 链接定位器与实用工具, 详细介绍了各种链接控制命令、符号转换工具 OH51、库管理工具 LIB51 的使用方法。
- 第 7 章阐述 RTX51 实时多任务操作系统, 介绍了 RTX51 TINY 的功能和使用方法。
- 第 8 章阐述 8051 单片机片内资源的 C51 应用编程, 介绍了 C51 编程的基本原则、常见问题与解决方法, 给出了中断系统、定时器/计数器、串行口、片内 FLASH IAP 等资源的具体应用实例。
- 第 9 章阐述 8051 单片机片外扩展的 C51 应用编程, 给出了 LED 数码管、非编码矩阵键盘、点阵字符型和点阵图形 LCD、D/A 及 A/D 转换、I²C 总线扩展、外部存储器扩展等具体应用实例。
- 第 10 章阐述 Keil C51 综合应用编程, 介绍了 C51 编程的若干实际应用技巧, C51 与汇编语言混合编程方法以及如何在 μ Vision4 中应用硬件目标板, 给出了红外遥控系统、简易电子琴、带农历的电子万年历、电子密码锁、DS18B20 多点温度监测系统、STH11 数字温-湿度测量系统、单片机 SD 卡读/写接口等大量综合应用实例。

为帮助读者更好地学习和掌握 Keil C51 应用方法, 本书带有一张 CD-ROM 光盘, 其中包含 Keil 公司全功能 C51 评估软件包、本书各章所有范例的程序代码、带有 FLASH MON51 监控程序的硬件目标板照片、原理电路图以及详细使用方法。

本书在出版过程中得到电子工业出版社的热情支持, 孙学瑛编辑提出了许多宝贵意见, 彭秀华、陈召军、刘冰、贺媛、许雪怡、郑鹏鹏、秦波、黄存坚等参加了本书的编写工作, 在此一并表示衷心感谢。由于笔者水平有限, 书中难免会有错误和不妥之处, 恳请广大读者批评指正, 读者可通过电子邮件 ajxu@tom.com, ajxu41@sohu.com 直接与作者联系。

徐爱钧 徐阳

2013 年 9 月于长江大学

博文视点精品图书展台

专业典藏



移动开发



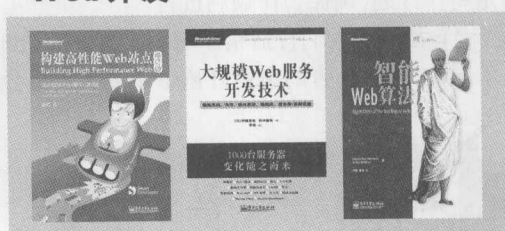
大数据 · 云计算 · 物联网



数据库



Web 开发



程序设计



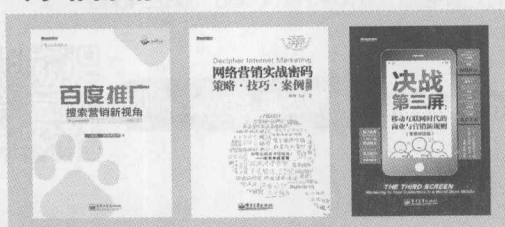
软件工程



办公精品



网络营销



博文视点诚邀精锐作者加盟

十载耕耘 奠定专业地位

以书为证 彰显卓越品质

《C++Primer (中文版) (第5版)》、《淘宝技术这十年》、《代码大全》、《Windows内核情景分析》、《加密与解密》、《编程之美》、《VC++深入详解》、《SEO实战密码》、《PPT演义》……

“圣经”级图书光耀夺目,被无数读者朋友奉为案头手册传世经典。

潘爱民、毛德操、张亚勤、张宏江、咎辉Zac、李刚、曹江华……

“明星”级作者济济一堂,他们的名字熠熠生辉,与IT业的蓬勃发展紧密相连。

十年的开拓、探索和励精图治,成就博古通今、文圆质方、视角独特、点石成金的计算机图书的风向标杆:博文视点。

“凤翱翔于千仞兮,非梧不栖”,博文视点欢迎更多才华横溢、锐意创新的作者朋友加盟,与大师并列于IT专业出版之巅。

英雄帖

江湖风云起,代有才人出。

IT界群雄并起,逐鹿中原。

博文视点诚邀天下技术英豪加入,

指点江山,激扬文字

传播信息技术,分享IT心得

专业的作者服务

博文视点自成立以来一直专注于IT专业技术图书的出版,拥有丰富的与技术图书作者合作的经验,并参照IT技术图书的特点,打造了一支高效运转、富有服务意识的编辑出版团队。我们始终坚持:

善待作者——我们会把出版流程整理得清晰简明,为作者提供优厚的稿酬服务,解除作者的顾虑,安心写作,展现出最好的作品。

尊重作者——我们尊重每一位作者的技术实力和生活习惯,并会参照作者实际的工作、生活节奏,量身制定写作计划,确保合作顺利进行。

提升作者——我们打造精品图书,更要打造知名作者。博文视点致力于通过图书提升作者的个人品牌和技术影响力,为作者的事业开拓带来更多的机会。



联系我们

博文视点官网: <http://www.broadview.com.cn>

CSDN官方博客: <http://blog.csdn.net/broadview2006/>

投稿电话: 010-51260888 88254368

投稿邮箱: jsj@phei.com.cn



新浪微博
weibo.com

@博文视点Broadview



微信公众账号 博文视点Broadview



北航

C1695640

目 录

第 1 章 8051 单片机与 Keil C51 基础.....1	
1.1 8051 单片机的存储器组织结构.....1	
1.2 Keil C51 开发工具.....6	
1.3 C51 简单编程与调试.....6	
第 2 章 C51 程序设计基础.....16	
2.1 标识符与关键字.....16	
2.2 C51 程序设计的基本语法.....18	
2.2.1 数据类型.....18	
2.2.2 常量.....20	
2.2.3 变量及其存储模式.....22	
2.2.4 用 typedef 重新定义数据类型.....25	
2.2.5 运算符与表达式.....26	
2.3 C51 程序的基本语句.....39	
2.3.1 表达式语句.....39	
2.3.2 复合语句.....40	
2.3.3 条件语句.....41	
2.3.4 开关语句.....43	
2.3.5 循环语句.....45	
2.3.6 返回语句.....50	
2.4 函数.....51	
2.4.1 函数的定义.....51	
2.4.2 函数的调用形式.....54	
2.4.3 对被调用函数的说明.....54	
2.4.4 函数的参数与返回值.....56	
2.4.5 实际参数的传递方式.....58	
2.4.6 函数的递归调用与再入函数.....59	
2.4.7 中断函数与寄存器组定义.....60	
2.5 函数变量的存储方式.....62	
2.5.1 局部变量与全局变量.....62	
2.5.2 变量的存储种类.....64	
2.5.3 函数的参数和局部变量的 存储器模式.....68	
2.6 数组.....69	
2.6.1 数组的定义与引用.....69	
2.6.2 字符数组.....70	
2.6.3 数组作为函数的参数.....73	
2.7 指针.....76	
2.7.1 指针与地址.....76	
2.7.2 指针变量的定义.....77	
2.7.3 指针变量的引用.....79	
2.7.4 指针变量作为函数的参数.....80	
2.8 数组的指针.....81	
2.8.1 用指针引用数组元素.....81	
2.8.2 字符数组指针.....83	
2.8.3 指针的地址计算.....84	
2.9 函数型指针.....86	
2.10 返回指针型数据的函数.....88	
2.11 指针数组与指针型指针.....89	
2.11.1 指针数组.....89	
2.11.2 指针型指针.....92	
2.11.3 抽象型指针.....94	
2.12 结构体、联合体与枚举.....95	
2.12.1 结构体变量的定义与引用.....95	
2.12.2 结构体变量的初值.....98	
2.12.3 结构体数组.....99	
2.12.4 结构体型指针.....100	
2.12.5 将结构体作为函数的参数.....101	
2.12.6 将结构体型指针作为函 数的参数.....103	
2.13 联合体变量的定义与引用.....105	

2.14	枚举变量的定义与引用.....	109	3.5.2	用户函数.....	192
2.15	预处理器.....	110	3.5.3	信号函数.....	194
2.15.1	不带参数的宏定义.....	111	3.5.4	μ Vision4 函数与 C51 函数的差别.....	196
2.15.2	带参数的宏定义.....	112			
2.15.3	文件包含.....	114			
2.15.4	条件编译.....	114			
2.15.5	其他预处理命令.....	117			
第 3 章 μVision4 集成开发环境.....		118			
3.1	μ Vision4 的下拉菜单.....	120			
3.1.1	File 菜单.....	121			
3.1.2	Edit 菜单.....	122			
3.1.3	View 菜单.....	126			
3.1.4	Project 菜单.....	128			
3.1.5	Flash 菜单.....	139			
3.1.6	Tools 菜单.....	139			
3.1.7	SVCS 菜单.....	141			
3.1.8	Window 菜单.....	142			
3.1.9	Help 菜单.....	142			
3.2	μ Vision4 中的调试器.....	143			
3.2.1	Debug 状态下窗口分配与 View 菜单.....	145			
3.2.2	通过 Debug 菜单进行程序代码调试.....	150			
3.2.3	通过 Peripherals 菜单观察仿真结果.....	156			
3.3	μ Vision4 的调试命令.....	157			
3.3.1	显示和更新存储器内容命令.....	159			
3.3.2	程序执行控制命令.....	163			
3.3.3	断点管理命令.....	166			
3.3.4	其他通用命令.....	169			
3.4	μ Vision4 的表达式.....	178			
3.4.1	表达式的组成.....	178			
3.4.2	μ Vision4 表达式与 C 语言表达式之间的差别.....	183			
3.4.3	μ Vision4 表达式应用举例.....	183			
3.5	μ Vision4 的函数.....	186			
3.5.1	内部函数.....	187			
			第 4 章 C51 编译器..... 197		
			4.1 C51 编译器简介..... 197		
			4.2 C51 编译器控制命令详解..... 200		
			4.2.1 源控制命令..... 200		
			4.2.2 列表控制命令..... 203		
			4.2.3 目标控制命令..... 208		
			4.3 Keil C51 编译器对 ANSI C 的扩展..... 235		
			4.3.1 存储器类型与编译模式..... 235		
			4.3.2 关于 bit, sbit, sfr, sfr16 数据类型..... 237		
			4.3.3 一般指针与基于存储器的指针及其转换..... 241		
			4.3.4 C51 编译器对 ANSI C 函数定义的扩展..... 242		
			4.4 C51 编译器的数据调用协议..... 249		
			4.4.1 数据在内存中的存储格式..... 249		
			4.4.2 目标代码的段管理..... 250		
			4.5 C51 编译器的特殊支持..... 252		
			4.5.1 Analog Device 公司的 Aduc8xxB2 系列..... 253		
			4.5.2 Atmel 89x8252 及衍生产品..... 253		
			4.5.3 Dallas 80C320/420/520/530..... 254		
			4.5.4 Dallas 80C390/400/5240 及衍生产品..... 254		
			4.5.5 Infineon 80517/509/537 及衍生产品..... 255		
			4.5.6 NXP 8xC750/751/752..... 256		
			4.5.7 NXP 8xC51Mx..... 256		
			4.5.8 NXP 和 Atmel WM 系列的双数据指针..... 256		
			4.6 用户配置文件..... 257		
			4.6.1 启动代码文件..... 257		
			4.6.2 变量初始化文件..... 259		

4.6.3	基本 I/O 函数文件	260
4.6.4	分组配置文件	261
4.7	与汇编语言程序的接口	262
4.8	与 PL/M51 程序的接口	272
4.9	绝对地址访问	273
4.9.1	采用扩展关键字 “_at_” 或 指针定义变量的绝对地址	273
4.9.2	采用预定义宏指定变量的 绝对地址	274
4.9.3	采用链接定位控制命令指 定变量的绝对地址	275
4.10	C51 的库函数	276
4.10.1	字符函数 CTYPE.H	277
4.10.2	标准 I/O 函数 STDIO.H	283
4.10.3	字符串函数 STRING.H	291
4.10.4	标准函数 STDLIB.H	299
4.10.5	数学函数 MATH.H	305
4.10.6	绝对地址访问 ABSACC.H	312
4.10.7	内部函数 INTRINS.H	313
4.10.8	变量参数表 STDARG.H	317
4.10.9	全程跳转 SETJMP.H	318
4.10.10	计算结构体成员的偏移 量 STDDDEF.H	319
4.10.11	创建测试条件 ASSERT.H	319
第 5 章 A51 宏汇编器		321
5.1	符号与表达式	323
5.2	汇编伪指令	327
5.2.1	段控制指令	328
5.2.2	符号定义指令	331
5.2.3	存储器初始化指令	334
5.2.4	存储器保留指令	335
5.2.5	过程声明指令 (仅用于 Ax51)	336
5.2.6	程序链接指令	338
5.2.7	地址控制指令	339
5.2.8	其他指令	340
5.3	宏处理器	340

5.3.1	标准宏处理器	341
5.3.2	嵌套宏定义	344
5.3.3	宏调用	345
5.3.4	C 宏处理器	349
5.3.5	MPL 宏处理器	351
5.3.6	MPL 函数	353
5.3.7	MPL 条件处理函数	357
5.3.8	MPL 字符串处理函数	360
5.4	汇编控制命令	362
5.4.1	汇编控制命令详解	363
5.4.2	条件汇编命令	371

第 6 章 BL51/Lx51 链接定位器与实用工具

6.1	BL51/Lx51 的链接定位方式	375
6.1.1	链接定位中的数据段处理	375
6.1.2	链接定位器的引用	378
6.1.3	应用程序在存储器空间中 的定位	379
6.1.4	数据覆盖	381
6.1.5	代码分组	383
6.1.6	分组配置	385
6.2	链接定位控制命令详解	393
6.2.1	列表文件控制命令	393
6.2.2	输出文件控制命令	397
6.2.3	段与存储器定位控制命令	401
6.2.4	高级语言控制命令	418
6.3	符号转换工具	425
6.3.1	Intel HEX 文件格式与符号 转换工具	425
6.3.2	引用符号转换工具 OH51/OHX51	426
6.3.3	引用分组目标文件转换 工具 OC51	428
6.4	库管理器 LIBx51	428
第 7 章 RTX51 实时多任务操作系统		432
7.1	RTX51 一般介绍	432
7.2	RTX51 技术参数	437

7.3	使用 RTX51 TINY 的要求和限定	439	9.2	非编码矩阵键盘接口应用编程	538
7.4	RTX51 TINY 的任务管理	440	9.2.1	采用 8155 实现的矩阵键盘及 数码管显示接口应用编程	539
7.5	RTX51 TINY 的配置	442	9.2.2	采用 8279 实现的矩阵键盘及 数码管显示接口应用编程	544
7.6	RTX51 TINY 的系统函数	444	9.3	LCD 液晶模块显示接口应用编程	550
7.7	RTX51 TINY 应用系统调试	449	9.3.1	点阵字符型 LCD 显示接口 应用编程	551
第 8 章	8051 单片机片内资源的 C51 应用 编程	464	9.3.2	12864 点阵图形 LCD 显示 接口应用编程	562
8.1	编写 C51 应用程序的基本原则	464	9.3.3	内置 T6963C 控制器的点阵图 形 LCD 显示接口应用编程	570
8.2	C51 应用中的一些常见问题与 解决方法	465	9.4	D/A 与 A/D 转换接口应用编程	580
8.3	8051 单片机中断系统应用编程	468	9.4.1	DAC0832 转换接口应用 编程	581
8.3.1	外部中断源扩展	468	9.4.2	串行接口 DAC 芯片 MAX517 应用编程	584
8.3.2	中断嵌套	470	9.4.3	ADC0809 转换接口应用 编程	588
8.4	8051 单片机定时器/计数器应 用编程	473	9.4.4	ICL7135 转换接口应用编程	592
8.4.1	定时器方式应用	474	9.4.5	串行接口 ADC 芯片 TLC549 应用编程	596
8.4.2	计数器方式应用	478	9.5	单片机 I ² C 总线扩展应用编程	600
8.5	利用定时器产生音乐	479	9.5.1	I ² C 总线简介	600
8.6	8051 单片机串行口应用编程	483	9.5.2	I ² C 总线通用驱动程序	603
8.6.1	8051 串行口实现串/并 转换应用编程	483	9.5.3	I ² C 接口器件 24C04 的读/写 程序	606
8.6.2	8051 串行口的通信方式 应用编程	487	9.6	8051 单片机存储器扩展与测试应 用编程	610
8.7	P89C51RD2 单片机片内 FLASH 在应用中编程的 C51 驱动程序	504	9.6.1	测试 8051 应用系统总线与 扩展存储器的 C51 驱动程序	610
8.8	80C552 单片机内部 A/D 转换器 的 C51 驱动程序	517	9.6.2	8051 扩展 FLASH 存储器在 系统编程的 C51 驱动程序	613
8.8.1	80C552 单片机简介	517	第 10 章	Keil C51 综合应用编程实例	626
8.8.2	80C552 内部 ADC 的应用	519	10.1	有关 C51 编程的若干实际应 用技巧	626
8.8.3	使用 80C552 内部 ADC 的 C51 驱动程序	523	10.2	C51 与汇编语言混合编程与生 成应用库文件	632
第 9 章	8051 单片机片外扩展的 C51 应用编程	529			
9.1	LED 数码管显示接口应用编程	529			
9.1.1	软件译码和动态扫描的 LED 数码管显示接口应用编程	530			
9.1.2	8 位共阴极 LED 数码管驱 动器 MAX7219 应用编程	532			

10.2.1	C51 与汇编语言混合编程...	632	10.8	DS18B20 多点温度监测系统设计	687
10.2.2	在 μ Vision4 中生成应用库文件	634	10.8.1	功能要求	687
10.3	在 μ Vision4 中应用硬件目标板	635	10.8.2	硬件电路设计	688
10.3.1	带 MON51 监控程序的硬件目标板	636	10.8.3	软件程序设计	692
10.3.2	带 FLASH MON51 监控程序的硬件目标板	640	10.9	STH11 数字温-湿度测量系统设计	700
10.4	红外遥控系统设计	642	10.9.1	功能要求	700
10.4.1	功能要求	642	10.9.2	硬件电路设计	700
10.4.2	硬件电路设计	642	10.9.3	软件程序设计	704
10.4.3	软件程序设计	643	10.10	单片机 SD 卡读/写接口设计	710
10.5	简易电子琴设计	650	10.10.1	功能要求	710
10.5.1	功能要求	650	10.10.2	硬件电路设计	710
10.5.2	硬件电路设计	650	10.10.3	软件程序设计	712
10.5.3	软件程序设计	650	附录 A	Keil C51 与 ANSI C 的差别	717
10.6	带农历的电子万年历设计	655	附录 B	Keil C51 不同版本的差别	719
10.6.1	功能要求	655	附录 C	代码优化	723
10.6.2	硬件电路设计	655	附录 D	C51 编译器的限制	726
10.6.3	软件程序设计	658	附录 E	关于配套光盘及硬件目标板	727
10.7	电子密码锁设计	671	参考文献		728
10.7.1	功能要求	671			
10.7.2	硬件电路设计	671			
10.7.3	软件程序设计	671			

第 1 章

8051 单片机与 Keil C51 基础

1.1 8051 单片机的存储器组织结构

8051 单片机最早由 Intel 公司推出,它在一块超大规模集成电路芯片上同时集成了 CPU、ROM、RAM 以及 TIMER/COUNTER,使用者只需外接少量的接口电路就可组成自己的专用微处理器系统。目前,市场上 8051 单片机的硬件支持芯片及软件应用程序的种类十分丰富,除了 Intel 公司之外,还有 NXP、Siemens、ADM、Fujitsu、OKI、ATMEL 等公司都推出了以 8051 为核心的单片机。新一代的 8051 单片机集成度更高,在片内集成了更多的功能部件,如 A/D、PWM、PCA、WDT 以及高速 I/O 口等,在工业测量控制领域内得到极为广泛的应用,因此,有人指出 8051 单片机已成为事实上的工业标准。目前已有多个厂家生产不同型号的 8051 单片机,它们各有特点,但其基本内核相同,指令系统也完全兼容。

8051 基本内核的结构框图,如图 1.1 所示。包括:

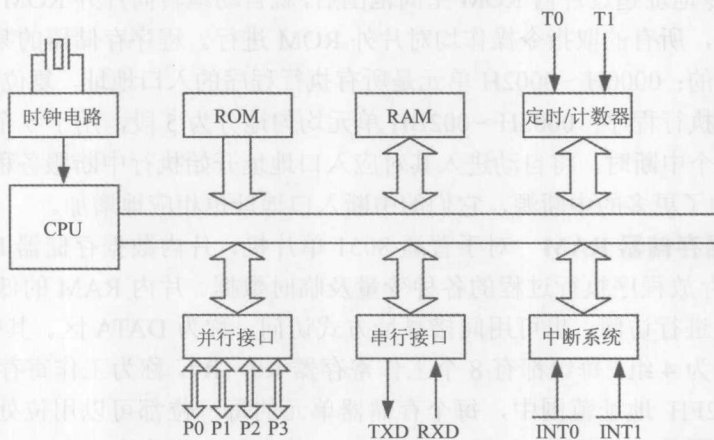


图 1.1 8051 基本内核的结构框图

- 中央处理器 CPU,用于执行各种指令和运算处理;
- 内部数据存储器 RAM,用于存放可以读/写的数;
- 内部程序存储器 ROM,用于存放程序指令或某些常数表格;
- 4 个 8 位的并行 I/O 接口 P0、P1、P2 和 P3 (每个接口都可以用做输入或者输出);
- 2 个定时器/计数器,用做外部事件计数器或内部定时;

- 中断系统具有 5 个中断源（2 个外部中断、2 个定时器中断、1 个串行口中断，采用 2 个优先级的嵌套中断结构，可实现二级中断服务程序嵌套，每一个中断源都可用软件程序规定为高优先级中断或低优先级中断）；
- 1 个串行接口电路（用做异步接收发送器）；
- 内部时钟电路（晶体和微调电容需要外接，振荡频率可以高达 40MHz）。

以上各部分通过内部总线相连接。在很多情况下，单片机还要和外部设备或外部存储器相连接，连接方式采用三总线（地址、数据、控制）方式，但在 8051 单片机中，没有单独的地址总线和数据总线，而是与并行 I/O 口中的 P0 口及 P2 口公用的。进行外部扩展时，P0 口分别作为低 8 位地址线和 8 位数据线，P2 口则作为高 8 位地址线用，所以也是 16 条地址线和 8 条数据线。但读者一定要建立一个明确的概念，单片机进行外部扩展的地址线和数据线都不是独立的总线，而是与并行 I/O 口公用的，这是 8051 单片机结构的一个特点。

对于采用高级语言 Keil C51 的用户来说，了解和熟悉 8051 单片机的存储器组织结构是十分必要的，这样在具体编程时可以合理安排各种变量，最大限度地实现代码优化。从使用者的角度看，8051 单片机有如下三个存储器空间。

1. 程序存储器 ROM 对于普通 8051 单片机，程序存储器 ROM 的空间大小为 64KB，用于存放程序代码和一些表格常数，称为 CODE 空间。普通 8051 可采用“代码分组”（CODE BANK）设计技术，将 ROM 空间扩展到 $32 \times 64\text{KB}$ ，新型 NXP 80C51Mx 单片机的 ROM 空间最大可扩展到 16MB，称为 ECODE 和 HCONST 空间。8051 单片机专门提供一个引脚“ $\overline{\text{EA}}$ ”来区分片内 ROM 和片外 ROM， $\overline{\text{EA}}$ 引脚接高电平时，单片机从片内 ROM 中读取指令，当指令地址超过片内 ROM 空间范围后，就自动地转向片外 ROM 读取指令； $\overline{\text{EA}}$ 引脚接低电平时，所有的取指令操作均对片外 ROM 进行。程序存储器的某些地址单元是保留给系统使用的：0000H~0002H 单元是所有执行程序的入口地址，复位后 CPU 总是从 0000H 地址开始执行程序；0003H~0002BH 单元均匀地分为 5 段，用于 5 个中断服务程序的入口，产生某个中断时，将自动进入其对应入口地址开始执行中断服务程序，一些新型 8051 单片机增加了更多的中断源，它们的中断入口地址也相应地增加。

2. 片内数据存储器 RAM 对于普通 8051 单片机，片内数据存储器 RAM 空间最大为 256 B，用于存放程序执行过程的各种变量及临时数据。片内 RAM 的低 128 个字节可用直接寻址方式进行访问，也可用间接寻址方式访问，称为 DATA 区。其中，00H~1FH 地址范围平均分为 4 组，每组都有 8 个工作寄存器 R0~R7，称为工作寄存器区（Register Banks）。20H~2FH 地址范围中，每个存储器单元的每一位都可以用位处理指令直接操作，该段地址范围称为位寻址区（BDATA 区），其中每一位称为一个 bit。对于 51 子系列单片机仅有上述低 128 个字节，对于 52 子系列单片机，增加了高 128 个字节的片内 RAM，地址范围为 80H~FFH，该范围只能采用间接寻址方式访问，整个片内 RAM 地址范围 00H~FFH 称为 IDATA 区。与 IDATA 空间高 128 个字节（地址范围 80H~FFH）重叠部分称为特殊功能寄存器区（SFR SPACE），有些特殊功能寄存器是以位寻址的，其可寻址位称为 sbits。NXP 公司推出的新型单片机 80C51Mx，其片内 RAM 最大可扩充到 64 KB，称为 EDATA 区。

3. 片外数据存储器 RAM 对于普通 8051 单片机, 片外数据存储器 RAM 空间大小为 64 KB, 称为 XDATA 区。在 XDATA 空间内进行分页寻址操作时, 称为 PDATA 区。有些新型 8051 单片机的扩充片内 RAM, 需要用专门的特殊功能寄存器“映像”(MAP)到 XDATA 地址空间; 还有一些新型 80C51 单片机可以将片外 RAM 最大扩展到 16 MB, 称为 HDATA 区。

普通 8051 单片机的存储器组织结构如图 1.2 所示, 其中, 各部分空间名称说明及地址范围如表 1-1 所示。

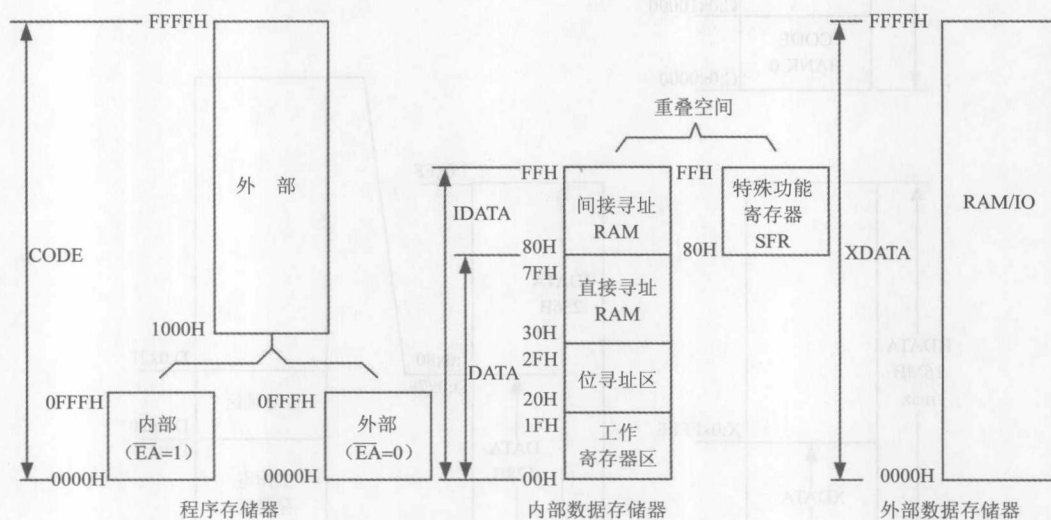


图 1.2 普通 8051 单片机的存储器组织结构

表 1-1 普通 8051 单片机存储器空间分配表

空间名称	地址范围	说明
DATA	D:00H~D:7FH	片内 RAM 直接寻址区
BDATA	D:20H~D:2FH	片内 RAM 位寻址区
IDATA	I:00H~I:FFH	片内 RAM 间接寻址区
XDATA	X:0000H~X:FFFFH	64KB 片外 RAM 数据区
CODE	C:0000H~C:FFFFH	64KB 片内外 ROM 代码区
BANK0~BANK31	B0:0000~B0:FFFFH : B31:0000~B31:FFFFH	分组代码区, 最大可扩展 32×64KB ROM

新型 8051 单片机的扩展存储器组织结构如图 1.3 所示, 其中各部分空间名称说明及地址范围如表 1-2 所示。

NXP 80C51Mx 单片机的存储器组织结构如图 1.4 所示, 其中各部分空间名称说明及地址范围如表 1-3 所示。

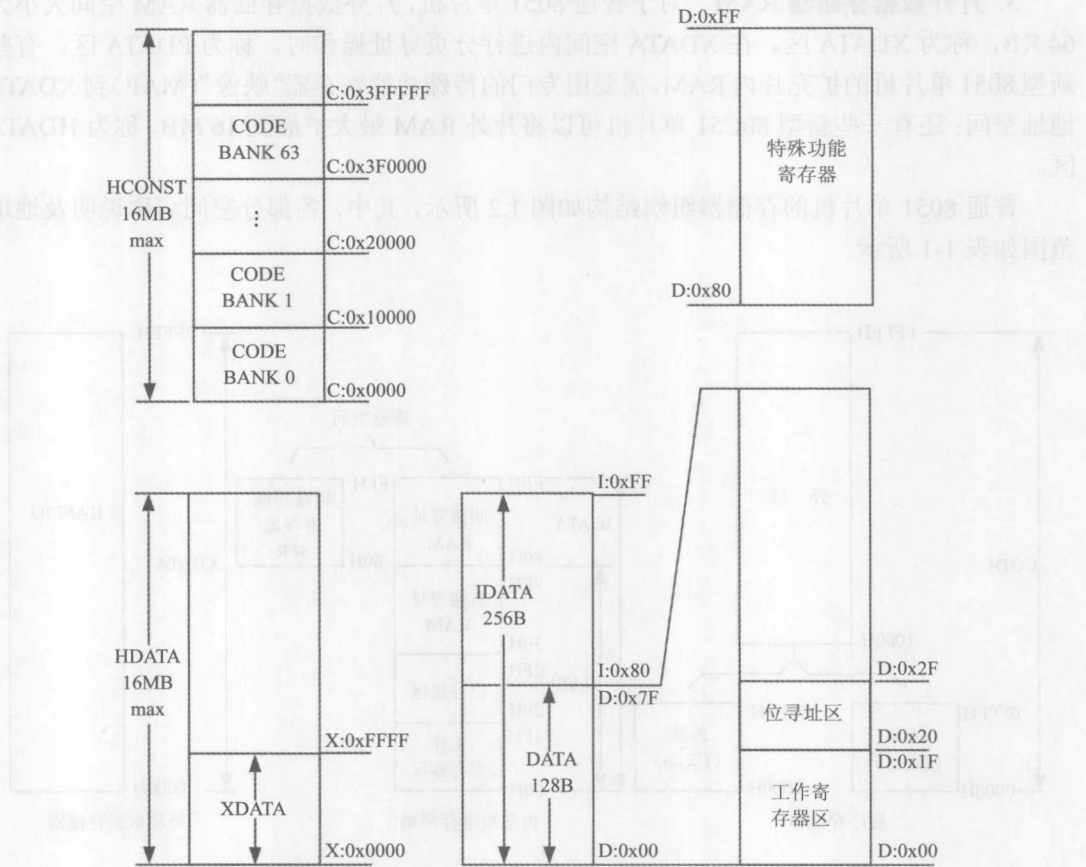


图 1.3 新型 8051 单片机的扩展存储器组织结构

表 1-2 新型 8051 单片机扩展存储器空间分配表

空间名称	地址范围	说明
DATA	D:00H~D:7FH	片内 RAM 直接寻址区
BDATA	D:20H~D:2FH	片内 RAM 位寻址区
IDATA	I:00H~I:FFH	片内 RAM 间接寻址区
XDATA	X:0000H~X:FFFFH	64KB 常规片外 RAM 数据区
HDATA	X:0000H~X:FFFFFFH	16MB 扩展片外 RAM 数据区
CODE	C:0000H~C:FFFFH	64KB 常规片内外 ROM 代码区
HCONST (ECODE)	C:0000H~C:FFFFFFH	16MB 扩展片外 ROM 常数区 (对 Dallas390 可用做代码区)
BANK0~BANK31	B0:0000~B0:FFFFH ⋮ B31:0000~B31:FFFFH	分组代码区, 最大可扩展 32×64KB ROM

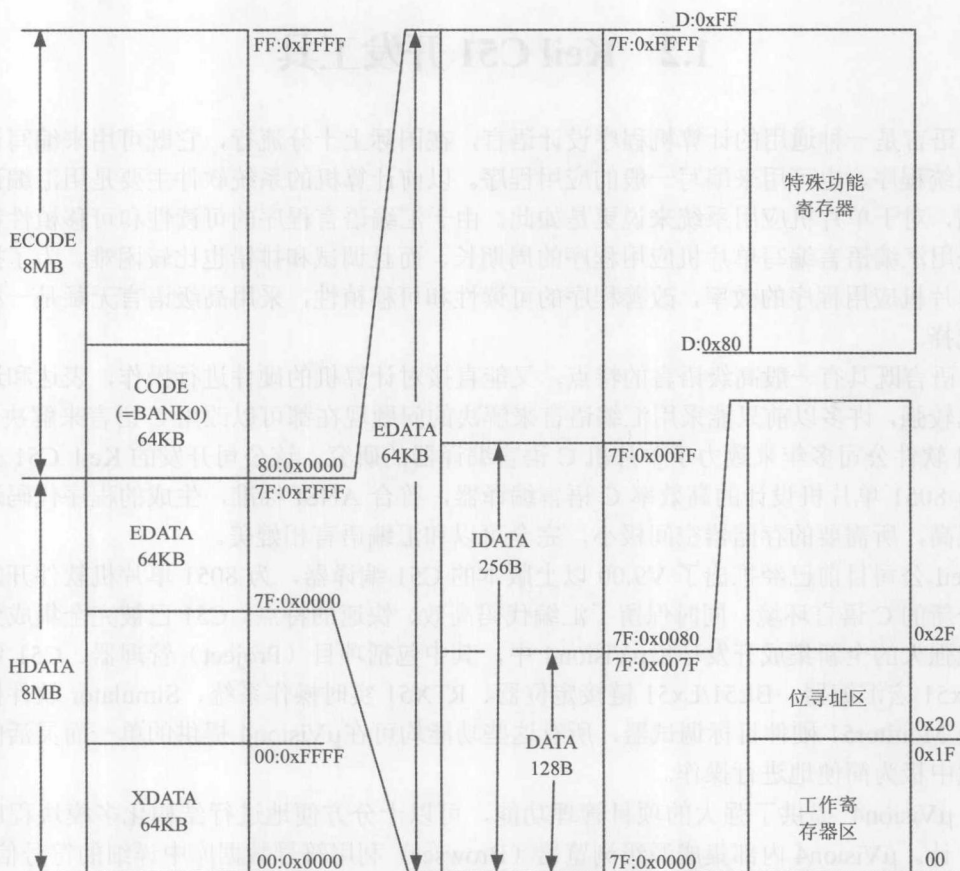


图 1.4 NXP 80C51Mx 单片机的存储器组织结构

表 1-3 NXP 80C51Mx 单片机存储器空间分配表

空间名称	地址范围	说明
DATA	7F:0000H~7F:007FH	片内RAM直接寻址区
BDATA	7F:0020H~7F:002FH	片内RAM位寻址区
IDATA	7F:0000H~7F:00FFH	片内RAM间接寻址区
EDATA	7F:0000H~7F:FFFFH	扩展片内RAM, 可用做堆栈区
XDATA	00:0000H~00:FFFFH	64KB常规片外RAM数据区
HDATA	00:0000H~7F:FFFFH	8MB扩展片外RAM数据区
CODE	80:0000H~80:FFFFH	64KB常规片内外ROM代码区
ECODE	80:0000H~FF:FFFFH	8MB扩展片内外ROM代码区
BANK0~BANK63	80:0000~80:FFFFH : BF:0000~BF:FFFFH	分组代码区, 最大可扩展64×64KB ROM