

```

01 void InitialMain(void)
02 {
03     IE = 0;          //disable all interrupt
04     IP = 0x0b;       //high priority: int0, count0, timer1
05     TMOD = 0x01;     //timer1 16bit auto-reload mode
06
07     //start timer1
08     //start timer1
09     //set int0 to edge trigger mode
10
11     T1CON = 0x01;     //timer1 16bit auto-reload mode
12     T1MOD = 0x01;     //timer1 16bit auto-reload mode
13     //counter0 = 0xffff, count1 timer overflow
14     //enable timer1 interrupt
15     //enable timer1 interrupt
16     //enable int0 interrupt
17     //enable int0 interrupt
18     //enable int0 interrupt
19
20     //enable int0 interrupt
21 }
22
23 void CountMain(void) //non-bounce
24 {

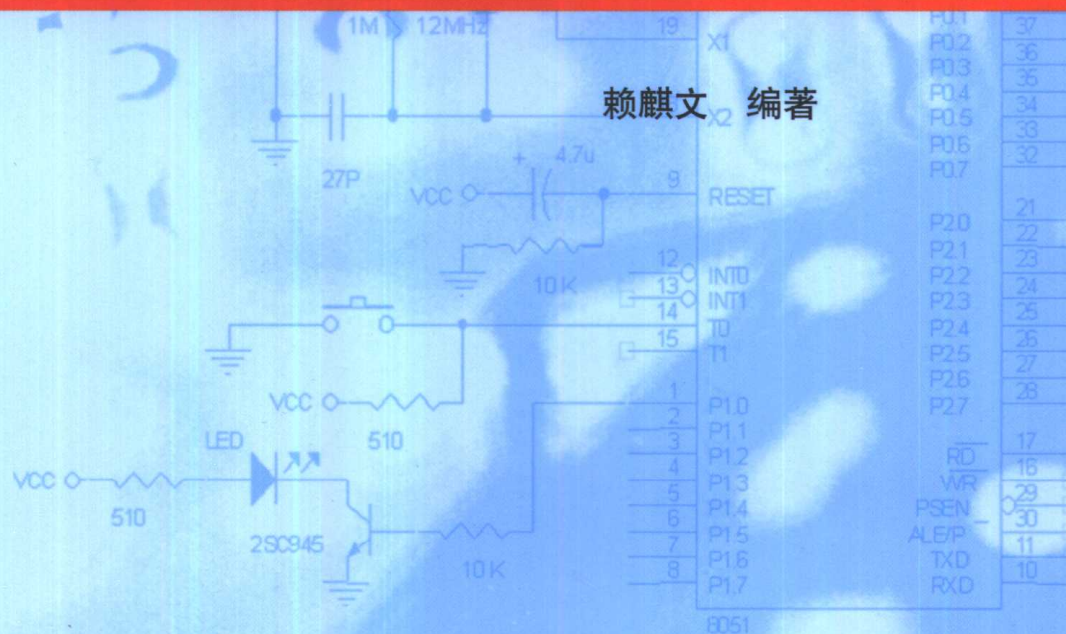
```

8051单片机

语言

开发环境实务与设计

赖麒文 编著



 科学出版社

 文魁资讯股份有限公司

8051 单片机 C 语言 开发环境实务与设计

赖麒文 编著

科学出版社

2002

内 容 简 介

本书从基础出发,循序渐进地介绍 8051 单片机的 C 语言程序开发环境、窗口操作、C 语言的概念与结构、中断程序编写方法、程序设计技巧、模块化程序设计的应用及软件构思与方法等。本书以实例的方式来引导读者建立正确的观念与思维,并真正掌握解决问题的方法。

本书适合于用 C 语言进行 8051 单片机开发的初、中级人员,也可作为高级用户的参考指南。

本书繁体字版原书名为《8051 单片机之 C 语言开发环境实务与设计——实现网络化的构思》,由文魁资讯股份有限公司出版,版权属赖麒文所有。本书简体字中文版由文魁资讯股份有限公司授权科学出版社独家出版。未经本书原版出版者和本书出版者书面许可,任何单位和个人均不得以任何形式或任何手段复制或传播本书的部分或全部。

版权所有,翻印必究

图字:01-2000-3462 号

图书在版编目(CIP)数据

8051 单片机 C 语言开发环境实务与设计/赖麒文编著.-北京:科学出版社,2002

ISBN 7-03-009893-5

I.8... II.赖... III. C 语言-程序设计 IV.TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 078953 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2002 年 1 月第 一 版 开本: 710×1000 1/16
2002 年 1 月第一次印刷 印张: 37 1/4
印数: 1—5 000 字数: 729 000

定价: 49.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

前 言

单片机微电脑，顾名思义，就是在一片芯片上的计算机，即将计算机结构均包括在单一芯片之内，只是其结构简单、容量较小而已。但却因它的电路运行稳定性高、维修少、成本低、体积小等特点已成为工商界控制的主流。其应用范围包括：电风扇、电视机、冷气机、洗衣机、电子表、微波炉、PC 监视器、CD-ROM、CD-RW、医疗器材、通讯设备、卫星导航等，其应用不胜枚举，所受的限制仅在于知识和技能的背景而已。

本书从基础出发，循序渐进地介绍 8051 C 语言程序开发环境、窗口操作、C 语言的概念与结构、C 语言函数、中断程序编写方法、程序设计技巧、模块化程序设计的应用及软件构思与方法，读者只要按部就班，必定可以顺利掌握 C 语言的精髓及其强大功能，并使得读者能参考且灵活运用在任何微处理器上从事软硬件的规划，并成功设计出完美的作品。

有关 8051 的书很多，但大多使用汇编语言来介绍 8051 硬件结构、指令的用法，基本程序的设计及基本的应用，而 C 语言的书籍也是琳琅满目，却着重于语法叙述、结构及指令应用方面。而以 C 语言作为整合的开发环境，可大大缩短软件设计的时间。本书将告诉你如何使用 C 语言来设计嵌入式系统的软件，介绍很简单的深入硬件核心的能力及快速解决问题的方法，并以工作上活生生的实例，从基本理论到实际应用，从简单到复杂，来引导读者建立正确的观念与思维。而本书的读者可以获得的不仅是一套开发软件的应用而已，而是可以清楚地了解如何利用开发环境来实现商品化构思与方法。

本书所提供的源代码都有详尽的解释，可以让你套用现成的方式来解决软件上的问题，其精神在于如何利用高级语言来驱动低级硬件的能力，通过本书你会学习到关于硬件的知识，并循序渐进地得到整体性的构思。

如果你对于编写嵌入式软件兴趣勃勃，但就是不知从何入手；如果你具有工程背景，有基本的程序设计经验及基础的硬件知识，而想要提升知识能力时；如果你精通嵌入式系统的软硬件设计，但是需要一本书参考进一步的核心技术时，请仔细研究本书范例程序及软件结构、设计技巧，就可以了解开发流程的意义何在，为什么要用这种方法来解决问题。

本书是 8051 使用 C 程序开发环境的入门书籍，希望对初学者有很好的引导作用，更盼望你阅读本书之后能有所收获，并开启智慧的殿堂。

由于作者水平有限，书中错误之处在所难免，恳请读者批评指正。

作 者

目 录

第 1 章 计算机基本概要.....	1
1.1 认识计算机	1
1.2 计算机的硬件	2
1.2.1 计算机心脏——CPU.....	3
1.2.2 计算机与外围设备的沟通.....	4
1.3 计算机的软件	4
1.3.1 软件系统的种类	4
1.3.2 软件开发程序	5
1.3.3 操作系统	6
第 2 章 硬件制作与架设.....	8
2.1 工具材料	8
2.2 仪器设备	8
2.3 制作流程	11
2.4 系统架设	12
第 3 章 安装开发环境软件.....	15
3.1 安装编辑软件 Uedit 32.....	15
3.2 搜寻软件 Sr32.....	17
3.3 编译软件 Keil_C.....	19
3.4 仿真软件 Ice8052f.....	21
3.5 烧录软件 All-11P.....	23
第 4 章 编辑软件 Uedit 32 的视窗操作.....	25
4.1 File（文件）功能	25
4.2 Edit（编辑）功能.....	28
4.3 Search（查找）功能.....	29
4.4 Project（项目）功能	32
4.5 View（视图）功能	34
4.6 Format（格式）功能.....	40
4.7 Column（行模式）功能.....	41
4.8 Macro（宏）功能	42
4.9 Advanced（高级）功能	44
4.10 Window（窗口）功能.....	45

第 5 章 搜寻软件 Sr32 的视窗操作	47
5.1 Actions (执行) 功能	47
5.2 Edit (编辑) 功能	49
5.3 View (视图) 功能	49
第 6 章 编译软件 Keil_C 的视窗操作	51
6.1 File (文件) 功能	51
6.2 Edit (编辑) 功能	53
6.3 Project (项目) 功能	56
6.4 Run (运行) 功能	58
6.5 Options (选项) 功能	59
6.5.1 A51 Assembler	59
6.5.2 C51 Compiler	60
6.5.3 BL51 Code Banking Linker: 连接功能	64
6.5.4 Environment Pathspeccs	66
6.6 Tools (工具) 功能	70
6.7 Window (窗口) 功能	71
第 7 章 模拟软件 Ice8052f 的视窗操作	72
7.1 File (文件) 功能	72
7.2 Edit (编辑) 功能	76
7.3 View (视图) 功能	77
7.4 Group (群组) 功能	77
7.4.1 Memory: 有关于内存的操作界面	77
7.4.2 Trace: 程序追踪的相关设置	80
7.4.3 Source	80
7.5 Run (运行) 功能	82
7.6 Project (项目) 功能	83
7.7 Options (选项) 功能	87
7.8 Window (窗口) 功能	88
第 8 章 烧录软件 All-11p 的视窗操作	93
8.1 Device (元件) 功能	93
8.2 Tester (测试器) 功能	99
8.3 Utility 工具功能	101
8.4 单板烧录器的操作	103
第 9 章 软件设计的发展流程	104

9.1	程序设计的思考步骤.....	104
9.2	如何进行软件开发	106
9.3	编写程序	108
9.4	编译和连接	111
9.5	仿真验证和除错	115
9.6	微电脑烧录	117
9.7	执行成果	120
第 10 章	应用程序的结构.....	121
10.1	基本概念	121
10.2	自定义类型	128
10.3	变量等级	130
10.3.1	局部变量	130
10.3.2	全局变量	131
10.3.3	静态变量	133
10.3.4	缓存器变量	135
10.4	结构化程序设计	140
10.4.1	结构化程序在结构上的三个特性	140
10.4.2	结构化程序的优点和注意事项	147
10.4.3	结构化程序的设计类型	150
10.5	模块化程序设计	162
10.6	指针与数组	171
10.6.1	指针类型	171
10.6.2	数 组	175
10.6.3	多维数组	176
10.7	前置处理器	179
10.7.1	宏#define	179
10.7.2	包括文件#include.....	181
10.7.3	条件式编译命令.....	184
第 11 章	Keil_C 编译器	188
11.1	操作流程	188
11.2	内存类型	189
11.3	特殊变量类型.....	203
11.3.1	SFR 变量	203
11.3.2	位变量.....	204

11.3.3 SFR16 变量	208
11.4 绝对地址	208
11.5 内存模式	213
11.6 再进入函数	214
11.7 中断函数	216
11.8 自变量与缓存器	221
11.9 内含汇编语言	222
11.10 UART 串行通信	227
11.11 常见警告与错误信息的解决方法	233
第 12 章 Keil_C 函数库	237
12.1 启动模块	237
12.2 LIB51 函数库管理程序	237
12.3 绝对地址宏指令	239
12.4 数学类函数库	245
12.5 INTRINS 函数库	254
12.6 字符类函数库	259
12.7 类型转换类函数库	268
12.8 内存及字符串函数库	272
12.9 串行通信类函数库	281
第 13 章 如何设计模块化程序	288
13.1 基本概念	288
13.2 硬件结构	290
13.3 软件结构	290
13.3.1 模块化	290
13.3.2 流程图	294
13.3.3 程序列表与说明	297
13.3.4 汇编程序列表	308
13.4 开发环境的操作	318
第 14 章 模块化程序设计的应用 (一)	324
14.1 基本概念	324
14.1.1 INPUT	324
14.1.2 OUTPUT	325
14.1.3 蜂鸣器	335
14.2 硬件结构	339

14.3	软件结构	340
14.3.1	模块化	340
14.3.2	流程图	341
14.3.3	程序列表与说明	347
14.3.4	汇编程序列表	365
14.4	开发环境的操作	382
第 15 章	模块化程序设计的应用 (二)	388
15.1	基本概念	388
15.1.1	模拟至数字转换器	388
15.1.2	音阶的产生	389
15.1.3	计时 / 计数中断	390
15.2	硬件结构	393
15.3	软件结构	395
15.3.1	模块化	395
15.3.2	流程图	396
15.3.3	程序行表与说明	405
15.3.4	包括文件	426
15.3.5	汇编程序列表	430
第 16 章	产品发展的规划与思考	464
16.1	产品构想	464
16.1.1	目标原则	464
16.1.2	认识外围电路	464
16.1.3	初始化	465
16.2	硬件规划	466
16.2.1	外部中断	466
16.2.2	优先次序	468
16.2.3	中断处理	468
16.2.4	重置	469
16.2.5	振荡器	473
16.2.6	电源电路	474
16.2.7	脉冲输入	474
16.2.8	5×7 点矩阵	475
16.3	软件方法	477
16.3.1	原理介绍	477

16.3.2	流程图	515
16.3.3	程序列表与说明	521
16.3.4	包括文件	537
16.3.5	汇编程序列表	540
第 17 章	实现网络化的构思	563
17.1	嵌入式系统	563
17.2	人性化网络化	564
17.3	网络化的构思	580
17.3.1	点矩阵 LED 中文化	580
17.3.2	家庭保全系统	581
17.3.3	汽车防盗系统	582
17.3.4	遥控个人房间家电 + 定时 ON/OFF 系统	582
17.3.5	探照灯控制系统	583

第1章 计算机基本概要

1.1 认识计算机

21 世纪可称为计算机的时代，而到底什么是计算机呢？让我们一起来认识吧。它是由多部作用与性能不同的机器组合而成的，用来接受或输入数据，先进行存储后，再对数据作合理运用，以产生预期的效果或答案。所谓合理运用是指有秩序有条理地从事加、减、乘、除、开方、指数等数学运算以及分类、比较、选择、合并、校正及作决定等逻辑运算。

由上述所知，计算机必须由以下部分组成：

- 输入设备：如键盘、鼠标等用来读取数据或程序。
- 输出设备：如屏幕、打印机等输出运算结果。
- 计算或处理数据用的中央处理器，简称 CPU。
- 存储数据和程序指令的主存储器。

1. 计算机的优点

然而使用计算机最主要的优点又是什么呢？

- 处理速度比任何方式都快千万倍。
- 一部计算机可以在程序指使下执行各种活动。
- 数据与程序可以长期存储在计算机里，也可迅速地取出。
- 计算机的正确性高于任何方式。

简单地说，计算机的优点就是速度快、正确性高、记忆容量大，及其弹性应用。

2. 计算机的分类

计算机的种类相当多，大致上可分为：

- 特殊用途的计算机：专门为固定的特殊目的或功能所设计、制造的，执行这些功能的指令以及机械的能力是内藏式的，一旦计算机制造安装完成之后，计算机的功能就无法改变。例如，导航用计算机、交通管制用计算机、医疗用计算机、制造过程控制用计算机等。
- 一般用途计算机：由一连串指令所组成的计算机程序所指挥，能执行各种类型与性质的工作。这些计算机程序是在编写完成后存储在计算机内部而指挥计算机的运行，同时计算机程序可随时更改，使计算机改变其运行方

式，常用于企业界作为财务金融、人事薪金、计费开票、库存管理等数据处理工作，像市面上所普及的个人电脑，或者容量较大、执行速度较快的大型计算机等。

- 单片机微电脑：它是一个电子零件 IC，在一块芯片上的计算机，即将上述的计算机结构均包括于单一芯片之内，只是其结构较简单，容量较小而已，适用于轻、薄、短、小、成本低、少量多样化的产品，尤其适用于个人研究发展之用，其应用已普遍出现在我们日常生活之中。例如，在家电方面：电视、电风扇、空调、微波炉等。在商业机器方面：如自动售货机、复印机、自动售票机、活动字幕、广告灯等。由此可见，单片机微电脑应用很广，它所受的限制，在于知识和技能的背景。

3. 计算机语言

我们知道，语言是人类用以互通信息、沟通观念的一种方式。而计算机按人的命令行事，而且是“一个命令，一个动作”。但要命令计算机做事，就必须使用计算机能够接受和了解的语言，才能使计算机正确而有效地完成人类所交付的任务，计算机语言基本上可分为：

- 机器语言：计算机能直接了解的符号是二进制的“0”和“1”，用“0”和“1”来编写的计算机语言，称之为机器语言。
- 汇编语言：因为机器语言编写程序困难，易产生错误，因此以符号或缩写英文词汇来编写程序。而汇编程序计算机看不懂，必须再通过编译程序将它译成机器语言后，计算机才可以执行，它与机器语言都称为低级语言。
- 高级语言：易学易懂、功能强大，适合于人类的思考方式来解决问题；例如：较流行的 BASIC，PASCAL，C 语言等。
- 人工智能语言：因需庞大的推理演算，故必须使用特殊性且具递归性的语言与极高速的计算机，目前较流行的人工智能的语言有：LISP，PROLOG。

其实已发展出来的程序语言很多，有专用于某一机型的语言实际与汇编语言无异，也有许多特殊化的程序语言，用于生产机械设备、计算机辅助学习等。遇到特殊化计算机应用时，必须以特殊的软件来配合。总之，计算机语言不但使我们能与计算机沟通，也使我们能以计算机的工作方式去思考。

1.2 计算机的硬件

计算机的硬件系统包括很多东西，除了程序指令外都可以称为计算机硬件系统的一部分，然而，构成计算机的硬件结构主要有 5 大部分。

- 输入部分：将各种形式的输入指令及数据利用终端机或卡片阅读机及输入设备，转换形式并送入计算机处理单元。
- 存储或记忆部分：是存储系统程序、应用程序及保留运算结果等信息的单元。
- 算术逻辑部分：执行各种运算及逻辑决策运算，是计算机的运算中心。
- 控制部分：协助程序指令的排序，其他各部分操作的督导与交换通道的建立等，是计算机的控制神经中枢。
- 输出部分：利用打印机等输出设备将 CPU 送来的信息转换成人们知道的符号或语言等输出信号。

1.2.1 计算机心脏——CPU

而 CPU 是计算机的中枢，它包括控制单元、算术逻辑运算单元以及主存储器等 3 部分，并通过内部总线相互连通，其主要功能是将输入数据加以存储或进行有系统的运算并予安排输出，较普遍的 CPU 有 6502, Z80, 8088, 80286, 80386, 68000 等。而控制单元主要是由很多缓存器、译码器等组成，常见的缓存器有以下 5 种：

- 程序计数器：永远指着下一个要执行的指令。
- 指令缓存器：保存正在执行中的指令，并负责将运算代码传到译码器。
- 程序状态缓存器或标志缓存器：CPU 内算术或逻辑运算除了结果存在累加器中外，可能发生进位、溢位、结果为符号变化，而存放这些状态的缓存器称为状态缓存器。
- 堆栈指示器：用以指向下一个可以 PUSH 或 POP 的堆栈位置。
- 指针缓存器：是用来针对每个指令，产生它微程序的有效地址，再通过 CPU 把这些微程序按顺序执行。

算术逻辑运算单元是 CPU 内执行数据运算的场所，主要由一些逻辑电路及加法器等组成，其可以处理的典型运算有：加法、减法、乘法、除法、AND 逻辑、OR 逻辑、NOT 逻辑、移转、设定、清除、左移、右移、增量、减量、比较等。

而主存储器尚包括内部存储器及辅助内存，下面将分别进行介绍。

1. 内部存储器

- ROM：只读存储器，只能读出不能写入，但计算机关掉后数据并未消失，适合存储固性数据。
- RAM：随机存取内存，并具有读出与写入功能，但电源切断后数据即消失。
- PROM：可编程只读内存。
- CCD：电荷耦设备，是一种动态内存，存储密度极高，但因需重新充电，

故不适合长期存储数据。

- EPROM: 紫外线消除式可编程只读存储器, 通常使用于发展软件方面。

2. 辅助存储器

有磁盘、磁鼓、卡带、磁带等, 目前较普遍的有硬盘、软盘及光盘等。

3. 快速内存

存储正在执行的程序片断和数据, 用以改善主存储器的效率。

1.2.2 计算机与外围设备的沟通

我们知道, 使用计算机的最终目的是输出有用的数据, 但大多数的外围设备均为机械性 (如打印机或绘图机), 操作速度远比 CPU 慢, 因此计算机系统的使用界面线路作为两者之间的缓冲以调整速度与格式化工作, 而 CPU 与外围设备主要联络方法有三种:

- 轮询法: 利用程序主动控制, 定时主动向各外围设备询问, 外围设备如有需求就把 CPU 使用权交给它, 如果没有需求, 则跳到下一个外围设备询问。
- 中断法: 外围设备如果要求使用 CPU, 则主动先提出中断要求法, CPU 的使用权就会移到外围设备, 与轮询法比较, 可以节省 CPU 的处理时间。
- 直接内存出入 (DMA): 以往数据加载主存储器都需通过 CPU 的协助, 以致于浪费了 CPU 的时间, 为了不浪费 CPU 的时间, 才有 DMA 的产生; 直接内存出入是控制外围设备与主存储器间的联系, 其数据传送不经过 I/O 总线改经内存总线, 以提高 CPU 的运用效率。

1.3 计算机的软件

计算机软件广义来讲是指一切使用计算机的方法或技巧, 系统程序、应用程序等与各种程序设计均属于软件系统的一部分。从狭义来说, 则是指驱使计算机活动的程序, 也是运用计算器系统的技术。

1.3.1 软件系统的种类

1. 系统软件

通常由计算机厂商发展并提供用户使用, 其主要目的是使计算机更适合于用户的需求, 使用户能更方便、更有效地使用计算机; 系统软件包括以下部分:

- 控制软件: 例如, I/O 控制软件、工作机上传软件。

- 语言处理软件：统称系统程序，是用户和计算机之间的桥梁，由于它的居中协调使得用户开发应用程序及使用计算机成为一件较简单的事。例如：组译程序、编译程序、直译程序、加载程序、编辑程序、连接程序、除错程序等。
- 公用软件：也是由计算机厂商提供，用来执行一些标准的或典型的作业，例如分类、文件复制、合并。

2. 应用软件

由使用者自行负责的程序，通常用来处理或解决用户的某些特定问题或业务，如人事薪金程序、进销存管理程序、会计管理程序等。应用程序按其来源又可分为两类：一是由用户自行开发的程序，二是由市场上直接买来的应用程序或称软件包。

1.3.2 软件开发程序

系统程序使用户操作计算机更为方便，现分述如下：

1. 组译程序

是把用户用汇编语言所写的源程序变成二进制目标程序，其工作有二。

(1) 把助忆符号转换成对应的运算码，并建立运算表用以对照助忆符号与运算码。

(2) 把源程序的符号地址变成真实的相对地址，并建立符号表保存符号地址与相对地址。

另外在汇编程序中若有许多组的指令都相同时，可以把这些相同指令集合在一起，而给予一个名称，来代替整个段落的程序代码，这些指令的集合，即称为宏指令。

2. 编译程序

将高级语言的源程序译成目标码，此目标码可以被连接为机器码，以便计算机执行，其特点是一次可以把整个源程序修改完成，而且执行时间较快，具有弹性，可同时与其他语言接触，但较浪费内存空间且不可交谈。

3. 直译程序

不是一次修改源程序，而是对程序的每一指令，按默认动作逐一执行，由于直译程序与高级语言程序同时保存在主存储器中，故可立即执行每一个指令，而且较节省记忆空间，可交谈。

4. 加载程序

用以将目标程序加载至主存储器内，准备执行该程序，其功能有配置内存、连接、复位、加载。

5. 编辑程序

接受用户的编修命令，执行编辑功能的程序，有文字编辑、包含线编辑与全屏编辑。

6. 连接程序

系统程序之一，可将不同的目标程序（主程序、子程序）连接起来。

7. 除错程序

发展一个软件时，可借助除错程序，节省软件设计者的时间，而且程序不会有错。

1.3.3 操作系统

计算机的主要灵魂是操作系统，它由很多程序模块组成，对使用者而言，操作系统提供了便捷、快速的服务；对硬件而言，操作系统则使用各种方法有效管理、运用系统内的内存、处理机、各种设备及信息等系统资源，以发挥计算机系统的整合效率。

操作系统的内存管理功能如下：

- 登录内存每一位置被分派使用状况。
- 决定内存分派给那个使用者或工作、容量多大等。
- 运用内存管理方法实施第二点的分派与更新。
- 当某段内存空间被使用结束时，操作系统需取回内存。

而内存管理的方法也可分为几点：

- 单一毗连配置：只能提供一个使用者使用，适合批处理作业。
- 分区配置：把内存划分若干区，供不同的工作使用。
- 可复位分区位置，把各分区内的残余空间予以有效合并，使其成为一块较大可用的内存空间。
- 分页配置：存储程序所需的空間称为地址空间，若把地址空间分成几个等分的 Page，则称为分页。
- 需求分页配置：有用的东西才放入主存储器，没用的东西很快放出主存储

器，虽忙碌，但使主存储器的效率充分发挥，是虚拟内存的方法之一。

- 分段配置：Page 的分页法并不考虑程序特性，均采用等分法，而分段法根据地址空间程序的功能来分段。
- 分段与需求分页：兼具有分段配置与需求分页配置优点。