



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

计算机科学与技术专业规划教材



C语言及程序设计基础

主编 谭成予



WUHAN UNIVERSITY PRESS
武汉大学出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
计算机科学与技术专业规划教材

C 语言及程序设计基础

谭成予 主编

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

C语言及程序设计基础/谭成予主编. —武汉:武汉大学出版社, 2010. 2
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
计算机科学与技术专业规划教材
ISBN 978-7-307-07563-4

I. C… II. 谭… III. C语言—程序设计—高等学校—教材 IV. TP312

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第006559号

责任编辑:林莉 责任校对:刘欣 版式设计:支笛

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件: cbs22@whu.edu.cn 网址: www.wdp.com.cn)

印刷:湖北省京山德兴印务有限公司

开本: 787 × 1092 1/16 印张: 25 字数: 634 千字 插页: 1

版次: 2010年2月第1版 2010年2月第1次印刷

ISBN 978-7-307-07563-4/TP · 351 定价: 38.00 元

版权所有, 不得翻印; 凡购买我社的图书, 如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请与当地图书销售部门联系调换。



内 容 提 要

程序设计是计算机科学中最基本的技术，处理程序设计的基本理论与具体表达文法之间的关系，是高级语言程序设计教学的主旋律。本书以 C 语言为蓝本讲解高级语言程序设计的基本理论，并以程序设计思想、问题表达、设计方法以及解决问题能力为主线条，配合 C 语言的文法及描述方法，组织全书的内容。

本书系统地介绍了 C 语言的基本概念和结构化程序设计的方法。全书共分 11 章，内容包括：程序设计概述，数据、类型和运算，简单程序设计，控制流，函数，程序设计方法概述，数组，结构和联合类型，文件，问题求解策略和算法设计。相对于以往的版本，本书增加了对模块化的程序设计方法，C 语言实现的软件开发技术，以及穷举法、局部搜索、回溯法、分治法和人工智能问题求解等三个方面的内容。新加入的内容，通过实例的代码来讲解理论概念的方法，是本书的一大特色，有利于促进学生参与到程序设计中来。

本书适合作为高等院校计算机科学与技术、信息安全及相关专业学习高级语言程序设计的教科书，也可作为广大软件开发人员和自学人员的参考书。



前 言

作者在武汉大学为一年级本科生教授程序设计时，发现很多初学者热衷于学习各种语言工具以及语法细节，但是却常常陷入对语言工具极为熟悉而无法写出高质量程序的困境，因而萌发了编写本书的想法。

怎样才能通过学习成为一个优秀的程序员？对这个问题，初学者常常存在一些认识上的误区，即只要花费大量的时间学习语言工具就能成为一个程序设计的高手。这个观点有些荒谬，识字很多的人一定是最好的作家吗？能演奏最多音符的人一定是最好的音乐家吗？显然不是。编程工作不仅仅只是编写代码，它应当是恰当的问题解决策略和正确的语言细节的完美结合，其中最困难的部分并不是学习语言细节，而是理解问题的解决之道。

本书从一开始就注重程序设计方法，从准备完整且准确的程序说明开始，并强调测试计划和程序验证的重要性。本书以 C 语言为样例，着重讲解高级语言程序设计的基本理论，结合程序设计的基本思想、问题表达、设计方法以及解决问题能力为主线条，配合 C 语言的文法及描述方法，组织全书的内容。

本书在介绍程序设计的基本概念的基础上，强调算法的重要性及其在程序设计中的作用；强调“以算法带动文法”、“学思想用细节”的思想。并通过大量的数学、工程和算法方面的完整样例程序，为读者展示如何通过编程技巧阐述问题的解决策略。

本书为水平各不相同的所有程序设计人员编写。无论是程序设计的初学者、教师还是成熟的专业人士，我们相信本书及其辅导教材将提供一种内容丰富而具有挑战性的学习经历。

欢迎访问我们建立的课程资源网站：<http://jpkc.whu.edu.cn/jpkc2005/alprogram/>。

作者在每学年授课时，常被学生问到一个问题：为什么选择 C 语言作为第一门编程课程？笔者认为，C 语言比 C++ 或者 Java 等更适合作为编程的入门语言。实际上，由于好奇的天性，人们更容易注意到那些新的事物，而忽视了用以构筑未来的坚实基础。C 语言正是这样的基础，很多的程序代码是用 C 语言运行的，C++ 正是在此基础上建立的，C 语言的语法构成了 Java 的基础。但是，C 语言不仅仅只是其他语言的起点，它到今天仍然至关重要，仍然具有其他计算机语言无法比拟的魅力。除此之外，从 C 语言开始学起，可以有助于为随后学习的 C++ 或者 Java 奠定理论基础，这样更容易理解抽象的数据类型。

为了系统地介绍结构化程序设计方法和 C 语言，全书共分 11 章，下面简单介绍这些章节的内容：

第一部分：程序设计概述

第 1 章介绍了计算机的基本组成和原理、程序和计算机语言、高级语言源程序的组成、C 语言的发展史、C 程序的基本组成、程序规范、测试计划和编程的基本步骤。初学者通过第 1 章的学习，为深入了解 C 语言的技术细节打下坚实的基础，有经验者可快速浏览本章。

第二部分：数据与运算

第 2 章介绍了计算机中的数与数制、计算机中的数据表示方法、数据类型和 C 的数据类



型、变量、常量、表达式、C 的运算符、类型转换，以及数值问题的计算误差等内容。通过本章的学习，读者可以初步理解计算机中的数据和运算与数学上的含义有哪些异同。

第三部分：程序的结构

第 3 章至第 5 章介绍了顺序结构、选择结构和循环结构三种基本结构，以及模块化程序设计的基本单位：函数。其中，主要包括 if、switch、for、while、do-while、goto、break 和 continue 等控制语句的使用，以及使用库函数等。通过这三章的学习，学生应当能够编写一些简单的程序设计文档和测试计划，同时能够编写和调试包含调用库函数在内的程序代码。

第四部分：程序设计方法概述

第 6 章着重介绍算法的概念和特点、算法的自然语言描述和图形化描述工具、程序设计方法的演变、结构化程序设计的基本方法等内容。通过本章的学习，学生开始了解在通过计算机编写程序来求解一个问题之前，透彻地理解问题以及仔细地设计解决问题的办法是至关重要的，甚至是决定性的。

第五部分：结构化数据类型

第 7 章至第 10 章介绍了一些简单的数据结构和运算法则，即数组、指针、结构类型、联合类型、文件，并以链表为例说明了指针构造动态数据结构的基本方法。本部分学习完成之后，学生可以从编写处理简单数据的程序，上升到编写使用多个函数，且可以处理大量数据的更实用的程序。

第六部分：问题求解策略和算法设计

第 11 章从 C 语言实例出发，简要介绍穷举法、局部搜索法、回溯法、分治法、动态规划法以及人工智能方法等常见的算法设计技术。本章通过对一些常见而又具代表性的算法及其实现的讨论，帮助读者初步领略算法设计的奇妙之处。

附录：各种应用的信息

附录中包括了 ASCII、C 语言运算符、C 语言关键字、C 语言常用库函数以及 C/C++ 互联网资源的列表。

本书在编写时注意了以下几个方面：

(1) 以程序设计为重点，没有过多地描述 C 语言的语法细节。“学思想，用细节”，程序设计课程的目的是建立设计思想，语法的细节是要通过实践掌握的。教学中，应该以程序设计的原理、思想、方法为重点，强调构建软件的算法，通过算法表述来带动学生对文法的理解、掌握。

(2) 实例丰富，难易程度适当。本书中一些示例侧重于说明 C 语言的某些语法规则，以加强读者对基本概念的认识和理解；另外特别加入一些经典算法和实用的示例，这些示例具有一定的综合性，读者通过分析它们，可以对程序设计的整体性和综合运用 C 语言的基本概念和方法有更深入的了解。

(3) 本书讲解的 C 语言的知识遵循 ISO C 的标准，具有通用性。但是，请读者注意，不同的 C 语言版本之间存在小的差异，在编程时应该尽可能避免程序对硬件环境和软件版本存在依赖。

本书内容的编排由浅入深，由易到难，符合初学程序设计者的特点，通过大量实例进一步剖析 C 语言的难点和重点，引导学生逐步掌握综合运用 C 语言的知识进行一般程序设计的方法，从而达到独立设计程序的目的。

开始阅读本书之前要做好以下准备工作：

（1）关于本书的样例程序

本书包含的所有示例程序都按照规范样式编写，并在 DEV C++ 4.9.9.2、Visual C++2005 或者 TURBO C2.0 开发环境中调试成功。除了个别示例程序是为了说明上述三种环境的差异而特别编写的之外，其余的大多数示例程序在上述三种开发环境中运行结果一致。读者可以在本书的课程资源网站上下载例题的源程序。

（2）关于本书例题的导读

本书所有例题的源程序都给出了源程序和运行结果，为了阅读方便，特别添加了代码的行号。源程序书写样式如下所示。

行号 区域	源程序区域
程序运行结果区域	

很高兴在此表达对许多人士的感谢。特别感谢胡文斌、常军和吴泽俊提供的无私帮助，他们为本书收集资料，并提供部分章节的初稿。特别感谢梁意文在本书撰写之初提供的宝贵意见。同时还要感谢武汉大学出版社的工作人员为本书完成的编辑、排版工作。

谭成予

2009 年 10 月于武汉大学



目 录

第 1 章 程序设计概述	1
1.1 什么是计算机	1
1.1.1 物理计算机.....	1
1.1.2 系统软件和应用软件.....	2
1.1.3 网络和计算模式.....	3
1.2 程序和程序设计概述.....	3
1.2.1 什么是程序.....	4
1.2.2 计算机语言.....	5
1.2.3 C 语言的发展历史和特点.....	6
1.2.4 程序设计	7
1.3 程序的组成	9
1.3.1 程序的语法对象.....	9
1.3.2 程序的基本结构.....	11
1.3.3 程序的基本语法单位.....	13
1.4 程序设计的步骤.....	14
1.4.1 问题说明.....	14
1.4.2 设计测试计划.....	15
1.4.3 设计方案	16
1.4.4 开发环境	16
1.4.5 构造程序	16
1.4.6 执行和测试程序.....	17
1.5 本章小结	17
习 题 1.....	17
第 2 章 数据、类型和运算.....	19
2.1 计算机中的数与数制.....	19
2.1.1 计算机中的整数.....	20
2.1.2 计算机中的实数.....	21
2.1.3 计算机中的文字.....	22
2.2 C 的数据类型和基本数据类型.....	22
2.2.1 C 的数据类型.....	23



2.2.2 C 的基本数据类型.....	23
2.3 变量.....	25
2.3.1 数学中的变量和计算机中的变量.....	25
2.3.2 变量的定义形式.....	25
2.3.3 变量的定义位置.....	25
2.3.4 变量的初始化.....	25
2.3.5 类型限定词.....	26
2.3.6 变量的左值和右值.....	27
2.4 常量.....	28
2.4.1 整型常量.....	28
2.4.2 浮点数常量.....	29
2.4.3 字符型常量.....	29
2.4.4 字符串常量.....	30
2.4.5 符号常量（不带参数的宏）.....	31
2.5 数值问题的计算误差.....	32
2.5.1 整数上溢.....	32
2.5.2 浮点数的可表示误差.....	34
2.5.3 浮点数上溢.....	35
2.5.4 浮点数下溢.....	36
2.5.5 数据类型的选择.....	37
2.6 表达式的基本概念.....	37
2.6.1 运算符和算元.....	37
2.6.2 优先级别、括号和结合性.....	37
2.6.3 C 语言中的运算符概述.....	38
2.7 C 语言中的运算符.....	39
2.7.1 算术运算、增量和减量运算符.....	39
2.7.2 赋值运算符.....	42
2.7.3 关系运算符和逻辑运算符.....	44
2.7.4 条件运算符和逗号运算符.....	45
2.7.5 位运算符.....	46
2.7.6 其他运算符.....	47
2.8 表达式中的自动类型转换和强制类型转换.....	48
2.8.1 自动类型转换.....	48
2.8.2 强制类型转换.....	49
2.9 本章小结.....	50
2.9.1 主要知识点.....	50
2.9.2 难点和常见错误.....	51
习 题 2.....	51



第3章 简单程序设计	54
3.1 结构化的三种基本结构.....	54
3.1.1 结构化程序设计的基本思想.....	54
3.1.2 三种基本结构.....	55
3.2 语句	57
3.2.1 表达式语句.....	57
3.2.2 块语句.....	57
3.2.3 跳转语句.....	58
3.2.4 其他控制语句.....	59
3.3 控制台 I/O	59
3.3.1 读写字符.....	59
3.3.2 格式化控制台输出.....	61
3.3.3 格式化控制台输入.....	64
3.4 程序原型	67
3.4.1 程序原型.....	67
3.4.2 程序书写风格.....	67
3.4.3 程序布局与规范.....	68
3.5 编写简单的 C 程序.....	68
3.6 本章小结	71
3.6.1 主要知识点.....	71
3.6.2 难点和常见错误.....	71
习 题 3.....	72
第4章 流程控制	74
4.1 IF 条件语句	74
4.1.1 双分支 if 语句.....	74
4.1.2 单分支 if 语句.....	76
4.1.3 嵌套 if 语句.....	79
4.1.4 if-else-if 梯次.....	82
4.1.5 代替 if 语句的条件运算符.....	83
4.2 SWITCH 多重选择语句	83
4.2.1 switch 语句基本语法.....	83
4.2.2 使用 switch 语句的三个要点.....	86
4.3 循环语句	87
4.3.1 for 语句.....	87
4.3.2 while 语句.....	91
4.3.3 do-while 语句.....	93
4.3.4 goto 语句构建循环结构.....	95
4.4 循环结构中的 BREAK 和 CONTINUE 语句	96
4.4.1 break 语句.....	96



4.4.2	continue 语句.....	97
4.5	应用实例	98
4.5.1	哨兵循环.....	98
4.5.2	查询循环.....	99
4.5.3	计数循环.....	101
4.6	本章小结	105
4.6.1	主要知识点.....	105
4.6.2	难点和常见错误.....	105
习题 4		107
第5章	函 数.....	110
5.1	模块化的程序设计.....	110
5.1.1	从构造计算机说起.....	110
5.1.2	C 语言中的程序模块.....	111
5.1.3	程序“模块化”的目的.....	112
5.2	创建函数	112
5.2.1	C 语言中函数分类.....	112
5.2.2	函数定义的一般形式.....	113
5.2.3	定义无参函数.....	113
5.2.4	定义有参函数.....	114
5.2.5	理解函数的作用域规则.....	115
5.3	函数调用	115
5.3.1	函数调用的一般形式.....	115
5.3.2	函数原型.....	119
5.4	函数之间的数据通信.....	121
5.4.1	模块间的数据通信方式.....	121
5.4.2	C 函数中形参和实参间的值传递.....	122
5.4.3	C 函数的返回值.....	124
5.5	函数的递归调用.....	127
5.5.1	运行栈.....	127
5.5.2	直接递归和间接递归.....	130
5.5.3	递归与迭代.....	130
5.5.4	较复杂的递归范例: Hanoi 问题.....	132
5.6	数据的模块化	134
5.6.1	什么是数据模块化.....	134
5.6.2	标识符的作用域和可视性.....	135
5.6.3	变量的存储类别.....	139
5.6.4	由多个源文件组成的程序的编译问题.....	144
5.7	编译预处理	144
5.7.1	宏.....	145



5.7.2 文件嵌入	146
5.7.3 条件编译	148
5.7.4 其他编译预处理命令	150
5.8 本章小结	151
5.8.1 主要知识点	151
5.8.2 难点和常见错误	151
习 题 5	153
第6章 程序设计方法概述	156
6.1 算法的概念和特点	156
6.2 算法的描述	157
6.2.1 自然语言描述算法	157
6.2.2 图形工具描述算法	158
6.2.3 伪代码描述算法	162
6.3 程序设计方法基础	163
6.3.1 程序设计方法的演变	163
6.3.2 结构化程序设计	163
6.3.3 面向对象程序设计	164
6.3.4 后面向对象程序设计	165
6.4 结构化程序设计方法	166
6.4.1 构造程序草图	166
6.4.2 选择数据结构	167
6.4.3 功能模块设计	167
6.4.4 模块详细设计	168
6.5 本章小结	170
习 题 6	171
第7章 数 组	172
7.1 什么是数组	172
7.2 一维数组	173
7.2.1 定义一维数组	173
7.2.2 一维数组初始化	174
7.2.3 访问一维数组	176
7.2.4 一维数组范例	180
7.3 字符数组(串)	190
7.3.1 什么是字符串	190
7.3.2 定义字符数组	190
7.3.3 字符数组初始化	191
7.3.4 字符数组的输入输出	192
7.3.5 常用字符串处理库函数(string库)	195

7.3.6 字符数组范例：统计单词个数.....	198
7.4 二维数组	201
7.4.1 定义二维数组.....	202
7.4.2 二维数组初始化.....	202
7.4.3 访问二维数组：矩阵.....	205
7.5 多维数组	206
7.5.1 定义多维数组.....	206
7.5.2 进一步解读二维数组.....	206
7.5.3 字符串数组.....	207
7.5.4 多维数组范例.....	207
7.6 本章小结	214
7.6.1 主要知识点.....	214
7.6.2 难点和常见错误.....	215
习 题 7	215
第8章 指 针.....	218
8.1 什么是指针	218
8.1.1 数据的组织方式.....	218
8.1.2 指针和指针变量.....	220
8.2 指针变量的初始化.....	221
8.2.1 指针运算符.....	221
8.2.2 空指针和空类型指针.....	222
8.2.3 动态分配函数.....	223
8.2.4 指针的初始化.....	224
8.3 指针运算	226
8.3.1 指针赋值.....	226
8.3.2 指针转换.....	226
8.3.3 指针算术运算.....	227
8.3.4 指针比较.....	228
8.4 地址参数：指针形参模拟引用调用.....	230
8.5 数组和指针	235
8.5.1 数组元素的指针表示&指针的下标表示.....	235
8.5.2 字符串的指针表示.....	236
8.5.3 数组名形参.....	240
8.5.4 二维数组的地址.....	243
8.5.5 指针数组	245
8.5.6 C语言中指针和数组“等价”	247
8.6 多级指针	248
8.6.1 二级指针	248
8.6.2 数组指针	250



8.6.3 深入理解多级指针.....	251
8.7 命令行参数	252
8.8 函数指针	253
8.9 本章小结	256
8.9.1 主要知识点.....	256
8.9.2 难点和常见错误.....	257
习 题 8.....	259
第9章 结构、联合、枚举和 TYPEDEF.....	262
9.1 结构类型的现实意义：实体.....	262
9.2 结构类型的定义和初始化.....	263
9.2.1 定义结构类型.....	263
9.2.2 定义结构类型变量.....	265
9.2.3 结构类型变量的初始化.....	265
9.2.4 结构类型变量的引用.....	266
9.3 向函数传递结构.....	268
9.3.1 向函数传递结构类型成员.....	268
9.3.2 向函数传递全结构.....	269
9.4 结构数组	272
9.5 结构与指针	275
9.5.1 结构指针	275
9.5.2 结构类型的自引用定义.....	278
9.5.3 动态数据结构.....	278
9.5.4 链表的概念和分类.....	279
9.5.5 单链表的基本操作.....	281
9.6 位段	290
9.7 联合类型	292
9.7.1 定义联合类型变量.....	292
9.7.2 联合类型变量的引用.....	292
9.8 枚举类型	294
9.8.1 定义枚举类型变量.....	294
9.8.2 枚举类型变量的引用.....	295
9.9 TYPEDEF 定义类型别名.....	297
9.10 本章小结	298
9.10.1 主要知识点.....	298
9.10.2 难点和常见错误.....	300
习 题 9.....	300
第10章 流与文件	303
10.1 文件的基本概念.....	303

10.1.1	什么是文件.....	303
10.1.2	数据文件与程序文件.....	304
10.1.3	C 语言中的数据文件.....	304
10.2	流与缓冲	304
10.2.1	流: 输入流和输出流.....	305
10.2.2	流的格式: 文本流和二进制流.....	305
10.2.3	缓冲区	306
10.2.4	标准流	307
10.3	用户自定义流	308
10.3.1	C 语言文件操作基本流程.....	308
10.3.2	定义和打开流.....	309
10.3.3	关闭流	310
10.3.4	文件管理错误.....	310
10.4	I/O 文本流	310
10.4.1	输出文本流.....	310
10.4.2	输入文本流.....	312
10.4.3	文本文件应用范例.....	314
10.5	I/O 二进制流	317
10.5.1	输出二进制流.....	317
10.5.2	输入二进制流.....	318
10.5.3	二进制文件应用范例.....	318
10.6	其他文件处理库函数.....	328
10.6.1	流的定位.....	328
10.6.2	读取流变量的位置号.....	330
10.6.3	错误检测.....	331
10.6.4	删除文件.....	331
10.6.5	对流清仓.....	331
10.7	文件的深入讨论.....	332
10.7.1	二进制文件和文本文件的适用范围.....	332
10.7.2	是否有必要保存指针: 链表的存储和恢复.....	332
10.7.3	加速文件处理速度.....	334
10.8	本章小结	335
习 题 10		335
第11章	问题求解策略和算法设计	337
11.1	穷举法: 天平检测假金币.....	337
11.2	局部搜索法: 二分法求方程的解.....	343
11.3	回溯法: 八皇后问题.....	345
11.4	分治法: 快速排序法.....	351
11.5	动态规划法: 矩阵连乘积.....	354



11.6 人工智能问题求解：组合爆炸现象.....	361
11.6.1 组合爆炸.....	361
11.6.2 搜索技术.....	362
11.6.3 爬山搜索实例.....	366
11.6.4 选择搜索技术.....	373
11.7 本章小结	374
习 题 11	374
附录 A ASCII 码表.....	375
附录 B C 运算符的优先级和结合性.....	377
附录 C C 关 键 字.....	379
1. 预处理命令	379
2. 控制字	379
3. 类型和声明	379
附录 D 常用 C 库函数.....	380
1. 字符处理函数	380
2. 数学函数	380
3. 字符串处理函数	382
4. 输入输出函数	383
5. 存储分配函数	386
附录 E C/C++互联网资源.....	387
1. 本教材课程网站	387
2. C 辅导材料	387
3. 免费的 C/C++编译器和开发工具	388
4. C99.....	388
5. C 项目、免费软件和共享软件	389
6. C 源代码	389
7. C 电子书籍	390
8. C 常见问题 FAQ	390
参 考 文 献.....	391

第1章 程序设计概述

许多读者都惊叹于计算机的神奇：由物理部件（硬件）组装而成的计算机，竟可以实现游戏、购物、银行业务、教学等各种功能。其实，这无非就是“软件控制硬件”。软件是程序员用计算机语言编写而成的，用于控制计算机实现各种神奇的功能。通过本书的学习，读者将学会如何使用 C 语言编写程序，用来控制计算机实现读者心中所想。

本书的核心思想是通过结构化程序设计来实现程序的清晰性，这个思想无论对初学者还是有经验的程序员都是极其重要的。许多程序员没有最终成为真正的高手就是因为入门时没有得到正确的引导，他们也许掌握了一门结构化程序设计的语言，但却没有受到规范的结构化程序设计的培训，因而写不出质量更高的代码。

本章介绍的主要内容包括：

- 计算机、软件、计算模式的基本概念。
- 计算机语言和程序设计的基本概念，并通过示例来说明 C 语言的一般知识。
- 程序设计的基本步骤。

初学者可通过本章的学习为深入了解 C 语言的技术细节打下坚实的基础，有经验者可快速浏览本章。

1.1 什么是计算机

为了使用计算机而学习计算机的工作原理是没有必要的，但简要了解计算机的体系结构和工作原理，将有助于掌握程序设计语言的本质和规则，有助于更灵活地使用这些语言。

计算机是一台能够完成计算和逻辑判断的电子设备，它的计算速度比人类快几十亿倍。也就是说，人需要用一辈子完成的计算工作量，计算机只需一秒钟时间就可以完成。计算机是在计算机程序的控制下，完成对数据的处理的。而计算机程序事先由程序员编写好，其中规定了计算机完成运算的每个具体步骤，即指令代码集合。

计算机的物理部件（如显示器、键盘、鼠标、硬盘、内存、DVD、处理器等）称为硬件，运行在计算机上的程序被称为软件。硬件是计算机的身体或者称为实体，软件是计算机的灵魂。

1.1.1 物理计算机

如图 1-1 所示，计算机的主要物理部件可以粗略地比喻为人体器官。

(1) CPU（中央处理单元）：是计算机的大脑。CPU 是现代计算机中处理器芯片上的主要组件，CPU 控制并协调整个机器的工作。

(2) RAM（随机存储器，内存）：是计算机的记忆装置。计算机的存储器是由大量称为位（比特，bit）的基本单元组成的，每个位可关闭（代表二进制数 0）和打开（代表二进