

高等学校计算机基础教育教材精选

大学计算机

——计算、构造与设计（第2版）

吴宁 主编
崔舒宁 夏秦 编著

清华大学出版社



高等学校计算机基础教育教材精选

大学计算机

——计算、构造与设计（第2版）

吴宁 主编
崔舒宁 夏秦 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书为“大学计算机”国家精品资源共享课程专用教材和 MOOC 课程参考教材。全书以“计算思维能力”培养为出发点,围绕计算、构造、设计三大主题进行内容组织,将核心聚焦到计算模型与信息编码、系统构造与抽象、算法与数据结构设计三大模块,强调自底向上的构造思维能力、逻辑分析能力与编程实现能力。

全书共 8 章,包括计算机与计算机科学引论,信息表示与编码,系统软硬件构造,网络应用及网络安全技术,C 语言程序设计基础,数组、函数和指针,算法分析与设计,数据结构基础。作为 MOOC 课程参考教材,本书主体内容配有教学微视频及包括动画演示案例、在线作业练习等各类辅助教学和学习的网络数字资源。

本书可作为普通高等学校理工科各类专业学生学习“大学计算机基础”课程的教材,适用学时为 48~64 学时。书(目录)中带有 * 的章节为选讲内容,可根据情况课内讲授或作为翻转课堂教学使用。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

大学计算机:计算、构造与设计/吴宁主编.--2 版.--北京:清华大学出版社,2016

高等学校计算机基础教育教材精选

ISBN 978-7-302-44599-9

I. ①大… II. ①吴… III. ①电子计算机—高等学校—教材 IV. ①TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 175381 号

责任编辑:焦虹 战晓雷

封面设计:常雪影

责任校对:时翠兰

责任印制:王静怡

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社总机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印装者:三河市吉祥印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:25

字 数:575 千字

版 次:2014 年 9 月第 1 版 2016 年 9 月第 2 版

印 次:2016 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:49.00 元

产品编号:068926-01

出版说明

—— 高等学校计算机基础教材精选 ——

在教育部关于高等学校计算机基础教育三层次方案的指导下,我国高等学校的计算机基础教育事业蓬勃发展。经过多年的教学改革与实践,全国很多学校在计算机基础教育这一领域中积累了大量宝贵的经验,取得了许多可喜的成果。

随着科教兴国战略的实施以及社会信息化进程的加快,目前我国的高等教育事业正面临着新的发展机遇,但同时也必须面对新的挑战。这些都对高等学校的计算机基础教育提出了更高的要求。为了适应教学改革的需要,进一步推动我国高等学校计算机基础教育事业的发展,我们在全中国各高等学校精心挖掘和遴选了一批经过教学实践检验的优秀教学成果,编辑出版了这套教材。教材的选题范围涵盖了计算机基础教育的三个层次,包括面向各高校开设的计算机必修课、选修课以及与各类专业相结合的计算机课程。

为了保证出版质量,同时更好地适应教学需求,本套教材将采取开放的体系和滚动出版的方式(即成熟一本、出版一本,并保持不断更新),坚持宁缺毋滥的原则,力求反映我国高等学校计算机基础教育的最新成果,使本套教材无论在技术质量上还是文字质量上均成为真正的“精选”。

清华大学出版社一直致力于计算机教育用书的出版工作,在计算机基础教育领域出版了许多优秀的教材。本套教材的出版将进一步丰富和扩大我社在这一领域的选题范围、层次和深度,以适应高校计算机基础教育课程层次化、多样化的趋势,从而更好地满足各学校由于条件、师资和生源水平、专业领域等的差异而产生的不同需求。我们热切期望全国广大教师能够积极参与到本套丛书的编写工作中来,把自己的教学成果与全国的同行们分享;同时也欢迎广大读者对本套教材提出宝贵意见,以便我们改进工作,为读者提供更好的服务。

我们的电子邮件地址是 jiaoh@tup.tsinghua.edu.cn。联系人:焦虹。

清华大学出版社

第 2 版前言

——大学计算机——计算、构造与设计(第 2 版)——

作为在“中国大学 MOOC”平台开设的“大学计算机”MOOC 的配套教材及大面积实体课堂教学的主教材,本书第 1 版已经使用两年,作者有了一些体会,也发现了一些问题。本次修订,综合了由 MOOC 平台论坛上学习者的反馈建议和实际教学的体会,在原教材内容基础上,增加了有关数据结构方面的描述,并编写了配套的实验指导书。同时,继续保持了“基础+问题求解”的整体架构,坚持自底向上的硬件系统构造思维培养和利用计算机求解问题能力的培养,即“计算思维”能力培养。

本书共包括 8 章。第 1 章首先带领读者走进计算机,了解计算机的组成和整体结构。然后从计算模型入手,讲述计算与可计算性基本理论、计算工具的发展以及基于计算机进行问题求解的一般过程。第 2 章从冯·诺依曼提出的二值符号体系出发,讲述计算机为什么采用二进制,以及不同信息在计算机中的表示与编码。试图从开关元件特性与 0 和 1 的对应引出逻辑的概念。第 3 章从基本逻辑运算及其门电路入手,借助推理和“搭积木”的思维模式,解析系统的“构造”过程。第 4 章从应用的角度讲述网络技术的一些基础知识,在网络无处不在的今天,了解这些是必要的。第 5 章和第 6 章是 C 语言编程技术。计算机唯一能够做的工作就是执行程序,要能够利用计算机解决各种问题,掌握一门程序设计语言、具备一定的编程能力是必要的。选择 C 语言作为学习程序设计的入门语言,主要考虑到它在算法描述上的优势,以及其有利于作为后续学习面向对象程序设计的基础。第 7 章是算法分析与设计,讲述算法的描述、算法复杂性评价及一些简单算法的设计方法,以帮助读者进一步理解第 1 章所述的可计算性理论,同时,通过亲自编程实现,使读者更深入地理解什么是算法,以及如何设计算法。第 8 章为数据结构基础,除介绍数据的逻辑结构、存储结构等基本概念外,主要讲述利用 C 语言实现线性表、栈和队列的设计方法。

总之,本书的宗旨是力求从计算、构造、设计的不同角度帮助读者初步建立和掌握利用计算机解决问题的思路和方法。

本书配有实验指导,其中除各项与主教材内容相关的基本程序设计和算法设计外,考虑到目前学生的实际情况,增加了部分主教材中未涉及的计算机基本应用技能的训练。

本书主要由吴宁(第 1~3 章)、崔舒宁(第 5~8 章)和夏秦(第 4 章)编写,吴宁负责统稿。本书在编写过程中得到首届国家级教学名师冯博琴教授的指点以及同事陈文革、杨振平、谢涛、贾应智等老师的帮助,作者在此表示衷心的感谢。

直至今天,大学本科新生的计算机基础水平依然存在较大差异,且这种差异会在可见的时间内长期存在。在分级教学难以实际操作的情况下,“大学计算机基础”这门课程教学内容的选取及相应教材的编写依然是难点。因此,由于这样的特殊性,加之作者水平所限,书中的不足和不妥之处在所难免,希望使用本教材的高校师生不吝指正。

作者

2016年6月

第 1 版前言

——大学计算机——计算、构造与设计(第 2 版)——

1991 年,美国施乐公司 PARC 研究中心首席科学家 Mark Weiser 在 *Scientific American* 上发表了题为 *Computer for the 21th Century* 的文章,提出了“无处不在的计算(Ubiquitous Computing)”的理念,并由此开创了计算领域的第三次浪潮。无处不在的计算设备,无处不在的网络和通信,彻底改变了人类数千年的生活习惯。人们希望通过无处不在的计算,能随时随地获得自己希望的服务,且不用关心这些服务是怎样得到的。由于提供这些服务或计算的重要载体是计算机,因此,计算机成为人类生活中不可或缺的一部分。现代信息社会中的每一个人,无论从事何种工作,无论在学习什么专业,都需要学习使用计算机;而作为专业技术人员,更需要建立和掌握利用计算机求解各种专业问题的思路和方法,或者说,应具备计算思维的能力。

鉴于此,我们编写了这本以计算思维能力培养为出发点,围绕计算、构造和设计三大主题的“大学计算机”教材。本书与现有多数同类教材不同的是,除了不再追求“广而浅”的认知导向型模式,而转为具有针对性的“窄而深”的描述之外,首次从命题逻辑出发,讲述系统如何从基本逻辑门这样的“原子细胞”经过逐层封装与抽象,最终构成系统整体的思维过程。不仅帮助读者从构造的角度理解“抽象”“封装”这样一些软件理论中常见的概念,也在一定程度上培养这种自底向上的构造思维模式,这也是高等学校毕业生应具有的基本素质。

本书共 7 章。第 1 章首先带领读者走进计算机,了解计算机的组成和整体结构;然后从计算模型入手,讲述计算与可计算性基本理论、计算工具的发展以及基于计算机进行问题求解的一般过程。第 2 章从冯·诺依曼提出的二值符号体系出发,讲述了计算机为什么采用二进制,以及不同信息在计算机中的表示与编码。试图从开关元件特性与 0 和 1 的对应,引出逻辑的概念。第 3 章从基本逻辑运算及其门电路入手,借助推理和“搭积木”的思维模式,解析系统的“构造”过程。第 4 章从应用的角度讲述了网络技术的一些基础知识,在网络无处不在的今天,了解这些是必要的。第 5 章和第 6 章是 C 语言编程技术。实际上,计算机唯一能够做的工作就是执行程序,要利用计算机解决各种问题,掌握一门程序设计语言,具备一定的编程能力是必需的。选择 C 语言作为学习程序设计的入门语言,主要是考虑到它在算法描述上的优势,并利于作为后续学习面向对象程序设计的基础。第 7 章为算法分析与设计,讲述算法的描述、算法复杂性评价及一些简单算法的设计方法;希望能帮助读者进一步理解第 1 章所述的可计算性理论,同时,通过亲自编程实现,

能使读者更深入地理解什么是算法,以及如何设计算法。

总之,本书编写的宗旨就是力求从计算、构造、设计的不同角度,帮助读者初步建立和掌握利用计算机解决问题的思路和方法。

本书配备有实验指导书,实验指导书中除各项与主教材内容相关的基本程序设计和算法设计外,考虑到目前学生的实际情况,增加了部分主教材中未涉及的计算机基本应用技能的训练。

本书由吴宁(第1~3章)、崔舒宁(第5~7章)和陈文革(第4章)编写,吴宁负责统稿。本书在编写过程中得到首届国家级教学名师冯博琴教授的指点以及同事杨振平、谢涛、贾应智等老师的帮助,在此表示衷心的感谢。

虽然新生的计算机基础水平近年来已大有提高,但一个不争的事实是:直至今天,入校新生的计算机知识水平依然存在很大的差异,且这种差异会在可见的时间内长期存在。在分级教学难以实际操作的情况下,“大学计算机基础”这门课程教学内容的选取及相应教材的编写依然是难点。因此,由于这样的特殊性,但加之作者水平所限,书中错误和不妥之处在所难免,恳请广大师生不吝指正。

作者

2014年6月

目录

——大学计算机——计算、构造与设计(第2版)——

第1章 引论	1
1.1 走进计算机	1
1.1.1 计算机系统构成	2
1.1.2 主机与主机板	4
1.1.3 计算机的主要性能指标	11
1.2 图灵机模型与计算问题	12
1.2.1 图灵机模型	12
1.2.2 图灵机构造示例	16
1.2.3 计算与可计算性理论	18
* 1.3 计算工具的发展与启示	21
1.3.1 电子计算机的诞生和发展	21
1.3.2 微型计算机的发展	23
1.3.3 未来计算机的发展	24
* 1.4 基于计算机的问题求解	26
1.4.1 需求分析与模型建立	27
1.4.2 模块设计	28
1.4.3 程序编码与调试	29
1.4.4 系统测试	31
* 1.5 计算机科学研究前沿技术简介	32
1.5.1 高性能计算	32
1.5.2 普适计算	34
1.5.3 云计算	35
1.5.4 人工智能	35
1.5.5 物联网	36
习题	37
第2章 信息的表示编码	39
2.1 计算机与二进制	39

2.2	计算机中的信息表示与编码	42
2.2.1	什么是信息	42
2.2.2	数值信息表示	43
2.2.3	文字信息表示	45
2.2.4	声音信息的表示	48
2.2.5	图像信息的表示	51
2.3	计算机中的数制	53
2.3.1	常用记数制	53
2.3.2	各种数制之间的转换	55
2.4	二进制数的表示和运算	58
2.4.1	二进制数的表示	58
2.4.2	二进制数的算术运算	61
2.4.3	机器数的表示和运算	63
* 2.5	计算机中信息处理的一般过程	67
2.5.1	信息采集	67
2.5.2	信息表示和压缩	68
2.5.3	信息存储和组织	68
2.5.4	信息的传输	69
2.5.5	信息检索	70
	习题	70

第3章 系统软硬件构造 72

3.1	逻辑代数基础	72
3.1.1	关于逻辑	73
3.1.2	基本逻辑运算	75
3.1.3	其他逻辑运算	77
3.2	逻辑电路	78
3.2.1	基本逻辑门	78
3.2.2	其他常用逻辑门	80
3.2.3	触发器	81
3.2.4	加法器	84
3.3	冯·诺依曼结构	86
3.3.1	程序和指令	86
3.3.2	冯·诺依曼计算机基本结构	87
3.4	冯·诺依曼计算机基本原理	88
3.4.1	指令的执行过程	88
3.4.2	微型计算机的一般工作过程	91
3.4.3	图灵机与计算机	94

3.4.4 冯·诺依曼结构的局限性	98
* 3.4.5 哈佛结构	99
3.5 操作系统	100
3.5.1 操作系统概述	100
3.5.2 处理器管理	103
3.5.3 存储器管理	108
* 3.5.4 文件管理	111
* 3.5.5 其他功能	115
习题	117
第4章 计算机网络及应用	119
4.1 计算机网络基础知识	119
4.1.1 概述	119
4.1.2 网络体系结构和协议	126
4.1.3 网络应用模式	130
4.2 因特网	135
4.2.1 因特网基础知识	135
4.2.2 常见的因特网应用	148
4.3 局域网	156
4.3.1 局域网结构和标准	156
4.3.2 局域网设备	157
* 4.4 网络安全	159
4.4.1 网络安全概念	159
4.4.2 密码学基础及应用	162
4.4.3 网络安全技术	172
习题	175
第5章 C 程序设计基础	178
5.1 程序设计基础	178
5.1.1 什么是程序设计	178
5.1.2 程序设计语言	179
5.1.3 程序的编译	181
5.1.4 C 程序基本结构	182
5.2 使用 Eclipse 和 Visual Studio 编译 C 程序	183
5.2.1 使用 Eclipse 编译 C 程序	183
5.2.2 使用 Visual Studio 编译 C 程序	186
5.3 输入和输出函数	189
5.4 C 程序的基本要素	190

5.4.1	C语言字符集、标识符和词汇	190
5.4.2	注释	191
5.4.3	C源程序结构	191
5.5	数据类型	192
5.5.1	常量	194
5.5.2	变量	198
5.5.3	类型修饰符	199
5.6	运算符和表达式	199
5.6.1	算术运算符和算术表达式	200
5.6.2	关系运算符和关系表达式	200
5.6.3	逻辑运算符和逻辑表达式	201
5.6.4	赋值运算符和赋值表达式	201
5.6.5	自增运算符和自减运算符	202
5.6.6	问号表达式和逗号表达式	203
*5.6.7	位运算表达式	204
5.6.8	表达式中各运算符的运算顺序	207
5.6.9	不同类型数据之间的混合算术运算	209
5.6.10	typedef 语句	210
5.6.11	运算符与表达式例题	211
5.7	控制结构	215
5.7.1	顺序结构	215
5.7.2	选择结构	215
5.7.3	循环结构	216
5.7.4	其他控制转移语句	218
5.7.5	控制结构例题	221
5.8	应用示例	226
	习题	230

第6章 数组、函数和指针 232

6.1	数组	232
6.1.1	一维数组	233
6.1.2	二维数组	235
6.1.3	多维数组	236
6.2	字符型数组和字符串处理库函数	237
6.2.1	字符型数组的定义和初始化	237
6.2.2	字符串的输入与输出	238
6.2.3	字符串处理库函数	239
6.3	结构体类型	241

6.3.1	结构体类型的定义	243
6.3.2	结构体类型变量的使用	243
6.3.3	数组和结构体	244
6.4	数组应用示例	245
6.5	函数	251
6.5.1	函数的定义	252
6.5.2	函数的调用	253
6.5.3	函数原型	255
6.5.4	函数间的参数传递	255
6.5.5	局部变量和全局变量	257
6.5.6	递归函数	258
6.5.7	带参数的 main 函数	261
6.5.8	C 语言的库函数	262
6.6	变量的存储类别	262
6.6.1	自动变量	262
6.6.2	静态变量	263
6.6.3	寄存器变量	264
6.6.4	外部变量	264
6.6.5	多源程序文件程序中的全局变量说明	264
6.7	函数应用示例	266
6.8	地址与指针	268
6.8.1	地址	268
6.8.2	指针	269
6.9	指针运算	270
6.9.1	* 和 & 运算符	270
6.9.2	指针变量算术运算	272
6.9.3	指针变量比较运算	273
6.9.4	指针变量下标运算	273
6.10	指针与数组	273
6.10.1	指向数组的指针	273
* 6.10.2	指向多维数组的指针	277
6.10.3	指针数组	278
6.11	指针与函数	280
6.11.1	指针作为函数的参数	280
6.11.2	返回指针的函数	281
* 6.11.3	指向函数的指针	282
6.12	动态存储分配	283
* 6.13	指向指针的指针	285

6.14	结构体与指针	287
6.15	指针的初始化	287
6.16	void 和 const 类型的指针	288
6.17	指针应用示例	289
6.18	预处理命令	292
6.18.1	无参数宏	292
6.18.2	带参宏定义	294
6.18.3	文件包含	295
* 6.18.4	条件编译	295
	习题	296
第 7 章	算法分析与设计	301
7.1	算法的基本概念	301
7.2	算法的描述方法	302
7.2.1	算法的自然语言描述	303
7.2.2	算法的伪代码描述	303
7.2.3	算法的流程图描述	304
7.3	算法的复杂性评价	306
7.3.1	算法的时间复杂度	306
7.3.2	算法的空间复杂度	307
7.4	查找算法	307
7.4.1	顺序查找	308
7.4.2	折半查找	309
7.5	排序算法	310
7.5.1	冒泡排序	311
7.5.2	选择排序	313
7.5.3	快速排序	314
* 7.6	常用算法简介	317
7.6.1	递归与分治	317
7.6.2	动态规划	318
7.6.3	贪心算法	321
7.6.4	回溯法	323
	习题	324
第 8 章	数据结构基础	326
8.1	数据与数据结构	326
8.1.1	数据	326
8.1.2	数据结构	327

8.2	线性表	330
8.2.1	线性表的逻辑结构及运算	330
8.2.2	顺序线性表	331
8.2.3	链表	338
8.3	栈和队列	347
8.3.1	栈	347
8.3.2	队列	352
8.4	图和树	359
8.4.1	图的基本概念	359
8.4.2	带权图和最短路径	361
8.4.3	树的基本概念	364
8.4.4	二叉树	366
8.4.5	树的遍历	367
	习题	368
附录 A 常用外设及设备驱动程序		369
A.1	输入设备	369
A.1.1	键盘	369
A.1.2	鼠标	370
A.2	输出设备	371
A.2.1	显示器	371
A.2.2	打印机	372
A.3	设备驱动程序	373
A.3.1	设备驱动程序的一般概念	373
A.3.2	硬件设备的“即插即用”概念	374
附录 B 标准 ASCII 码表及控制符号		376
附录 C 声音和图像信息的数字化		378
C.1	声音信息的数字化	378
C.1.1	声音的基本参数	378
C.1.2	声音信号的数字化	379
C.2	图像信息的数字化	380
C.2.1	图像的数字化	380
C.2.2	图像的主要性能参数	381
参考文献		382

第 1 章 引论

引言

今天,计算机已成为人类生活不可缺少的一部分。现代信息社会中的每一个人都需要了解计算机,学习计算机科学。作为未来的工程技术人员和科学家,更需要具备利用计算机解决相关专业问题的能力,并能够从总体上判断什么样的问题是可以由计算机解决的。作为全书的引论,本章将首先带领读者走进计算机,“看看”什么是计算机;然后重点介绍计算机的理论模型,并由此入手,简要说明什么是计算以及可计算性理论的基本概念;关于计算工具的发展历史,有许多资料可以查阅,作为辅助的知识扩展,本章仅对此做一般性描述。帮助读者初步建立利用计算机求解问题的思路,掌握其基本方法,是本书编写的总体目标,这一思想贯穿于全书各章节。为便于后续内容的学习,本章先对基于计算机进行问题求解的基本过程进行总体描述。

教学目的

- 理解计算机系统的整体构成。
- 理解图灵机模型及其工作过程。
- 了解计算与可计算性。
- 了解计算工具的发展历程。
- 了解基于计算机的问题求解基本过程。
- 了解当前计算机科学研究的部分前沿技术。

1.1 走进计算机

计算机是 20 世纪人类最伟大的发明之一,在从诞生起至今的半个多世纪中,它由最初的“计算”工具,迅速发展成为应用于各行各业的信息处理设备,成为人类工作和生活中不可缺少的助手。现在,几乎每个年轻人都会使用计算机。但每位使用者是不是都了解计算机呢?

我们平时说的计算机,确切地说是计算机系统。因为没有人会认为不带显示器和键盘、鼠标的机器能称为“计算机”。其实,就计算机系统而言,它可以说是个广义的概念。因为现代的计算机系统中,巨型机和微型机还是有比较多的差别,若融入网络技术和辅助的软件技术,如并行机、阵列机、机群系统,甚至今天比较“时髦”的云计算等,宏观上讲也都可以称为一个系统。

1.1.1 计算机系统构成

“计算机”是对一类系统的总称。它既可以指常见的个人计算机(Personal Computer, PC)或称微型计算机(如图 1-1 所示),也可以是计算速度达每秒几亿亿次的超级计算机(如图 1-2 所示)^①。系统既包含可以看得见摸得着的硬件,也包含看得见却摸不着的各种软件。比如开机就可以看到的操作系统,或是文字编辑、游戏等各类应用软件。也就是说,计算机系统不仅包含物理上能够看得见的硬件实体,还包含运行于实体之上的、可实现各种操作功能的软件,即计算机系统是由硬件系统和软件系统两大部分组成的,其整体概念结构图如图 1-3 所示。由于人们经常直接接触和使用的计算机是微型计算机(microcomputer),所以,以下如无特殊说明,本书中所说的计算机均特指微型计算机,所介绍的计算机系统及基本结构和工作原理也均以微型计算机为蓝本。



图 1-1 个人通用台式计算机



图 1-2 天河二号超级计算机

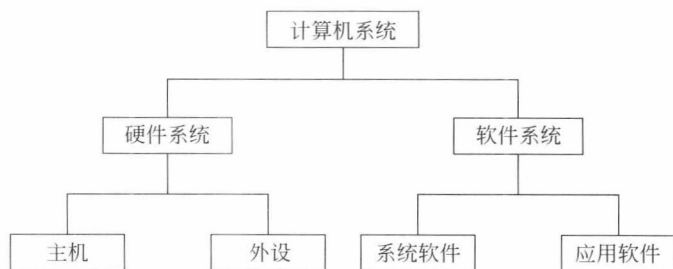


图 1-3 计算机系统概念结构

^① 由中国国防科技大学研制的天河二号超级计算机,峰值计算速度为 5.49 亿亿次每秒,持续计算速度为 3.39 亿亿次双精度浮点运算每秒,在 2013 年 6 月德国莱比锡召开的国际超级计算机大会上,天河二号以其优异性能位居全球榜首。