



普通高等教育“十三五”规划教材

新编大学计算机基础 ——计算机科学概论

孙治军 姚志鸿 洪辉 主编



科学出版社

普通高等教育“十三五”规划教材

新编大学计算机基础

——计算机科学概论

孙治军 姚志鸿 洪 辉 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书以教育部颁布的《关于进一步加强高等学校计算机基础教学的意见暨计算机基础课程教学基本要求》为指导,在作者多年教学研究和改革成果的基础上,结合全国计算机等级考试二级公共基础知识的新要求而编写。本书主要内容包括计算机的发展、数制与编码、计算机硬件结构与组成原理、操作系统基础、计算机网络、信息安全、数据结构与算法、软件工程基础、数据库基础等。本书配有《新编大学计算机基础——实验教程》,可供读者同时选用。

本书注重提高读者的计算机基础知识和综合应用能力,可作为普通高等院校大学计算机基础的高起点教材,也可作为学生自学计算机基础知识和准备计算机等级考试的参考材料。

图书在版编目(CIP)数据

新编大学计算机基础:计算机科学概论/孙治军,姚志鸿,洪辉主编. —北京:科学出版社,2016

(普通高等教育“十三五”规划教材)

ISBN 978-7-03-049776-5

I. ①新… II. ①孙… ②姚… ③洪… III. ①计算机科学-高等学校-教材 IV. ①TP3

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第206588号

责任编辑:朱敏 宋丽 袁星星/责任校对:王万红

责任印制:吕春珉/封面设计:东方人华平面设计部

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>

百善印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016年8月第一版 开本:787×1092 1/16

2016年8月第一次印刷 印张:17

字数:403 000

定价:37.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈百善〉)

销售部电话 010-62136230 编辑部电话 010-62135397-2047

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

本书编委会

主 编 孙治军 姚志鸿 洪 辉

副主编 杨 领 杨 威 孙博成 侯中原

参 编 武 琳 霍立平 邹静昭 白翠梅

前 言

本书是根据教育部高等学校非计算机专业计算机基础课程教学指导分委员会最新编制的《关于进一步加强高等学校计算机基础教学的意见暨计算机基础课程教学基本要求》中有关“大学计算机基础课程教学基本要求”编写的。

开设大学计算机基础课程的目的是拓展学生的视野，为后续课程的学习做好必要的知识准备，使读者在各自的专业中能够有意识地借鉴、引入计算机科学中的一些理念、技术和方法，期望读者能在一个较高的层次上利用计算机，认识并处理计算机应用中可能出现的问题。

本书根据上述要求和目标，在编写中力求基于系统理论，注重实际应用，符合现代教育理念，且详略得当，以便给学生留有一定的自主学习空间，从而有助于培养学生的创新精神和实践能力。在编写内容方面，充分考虑了学生已有的计算机基础知识和社会需求，设置有别于中学课程的计算机知识模块，提供不同组合方式，供不同院校根据实际情况选择使用。

考虑到全国计算机等级考试二级公共基础知识的需要，本书特别对数据结构与算法、软件工程（含程序设计基础）和数据库基础等章节进行了重点介绍，并辅以较充分的课后练习题。在教学中有意识地强化学生等级考试的准备意识，通过提前准备和平时努力为顺利通过等级考试奠定良好基础，满足人才市场的需要。

全书共分为 9 章，包括计算机的发展、数制与编码、计算机硬件结构与组成原理、操作系统基础、计算机网络、信息安全、数据结构与算法、软件工程基础、数据库基础等内容。

本书由孙治军、姚志鸿和洪辉担任主编，由杨领、杨威、孙博成和侯中原担任副主编。另外，在本书的编写过程中，武琳、霍立平、邹静昭和白翠梅也做了大量的工作并给予支持，在此对关心和支持本书编写的所有同志一并表示衷心的感谢。

本书配有《新编大学计算机基础——实验教程》，供实验课教学使用，同时也有利于培养学生的动手能力，以便于在教学中达到理论与实践的完美结合。

鉴于时间仓促，水平有限，错误与疏漏在所难免，敬请广大读者批评指正。

目 录

第 1 章 计算机的发展	1
1.1 计算机的发展历史	1
1.1.1 早期的计算工具	1
1.1.2 电子计算机的诞生	2
1.1.3 计算机的发展阶段	3
1.1.4 计算机的发展趋势	6
1.2 计算机概述	7
1.2.1 计算机的定义	7
1.2.2 计算机的分类	7
1.2.3 计算机的特点与应用领域	9
1.3 计算机文化	11
1.3.1 计算机文化的内涵	11
1.3.2 信息素养	12
1.3.3 信息社会的负面影响	14
习题	16
第 2 章 数制与编码	18
2.1 数制	18
2.1.1 数制的基本概念	18
2.1.2 常用的数制	18
2.1.3 数制间的转换	23
2.1.4 数在计算机中的表示方式	26
2.2 编码	29
2.2.1 二-十进制编码	29
2.2.2 字符编码	31
2.2.3 汉字编码	33
2.3 存储单位	35
习题	37
第 3 章 计算机硬件结构与组成原理	39
3.1 计算机系统与工作原理	39
3.1.1 计算机系统的组成	39
3.1.2 计算机硬件系统	39
3.1.3 计算机软件系统	42
3.1.4 计算机的基本工作原理	44

3.2 微型计算机硬件系统	46
3.2.1 主板	46
3.2.2 中央处理器	48
3.2.3 主存储器	49
3.2.4 外存储器	51
3.2.5 总线	57
3.2.6 输入设备	58
3.2.7 输出设备	60
3.2.8 设备驱动程序	62
习题	63
第4章 操作系统基础	65
4.1 操作系统概述	65
4.1.1 操作系统的基本概念	65
4.1.2 操作系统的分类	66
4.1.3 操作系统的功能和特性	69
4.1.4 操作系统的用户界面	71
4.2 操作系统的功能模块	72
4.2.1 处理器管理	72
4.2.2 存储管理	75
4.2.3 设备管理	76
4.2.4 文件管理	78
4.3 典型操作系统介绍	81
4.3.1 DOS 操作系统	82
4.3.2 Windows 操作系统	83
4.3.3 UNIX 操作系统	84
4.3.4 Linux 操作系统	85
习题	86
第5章 计算机网络	88
5.1 概述	88
5.1.1 计算机网络的定义	88
5.1.2 计算机网络的发展历程	89
5.1.3 计算机网络的功能	91
5.1.4 计算机网络体系结构	92
5.1.5 计算机网络的分类	95
5.1.6 计算机网络拓扑结构	96
5.2 通信线路与通信设备	98
5.2.1 通信线路	98
5.2.2 通信设备	99

5.3	Internet	103
5.3.1	Internet 概述	103
5.3.2	Internet 地址和域名	104
5.3.3	Internet 接入方式	108
5.3.4	Internet 基本服务	116
5.4	网络管理	123
5.4.1	网络管理基础	123
5.4.2	网络管理功能	125
5.4.3	Internet 的管理信息库	126
5.4.4	网络管理协议	128
	习题	129
第 6 章	信息安全	131
6.1	信息安全的基本概念	131
6.1.1	信息安全特征	131
6.1.2	信息安全保护技术	132
6.2	密码技术及应用	133
6.2.1	基本概念	134
6.2.2	对称密钥密码系统	134
6.2.3	公开密钥密码系统	135
6.2.4	计算机网络中的数据加密	136
6.2.5	数字签名	137
6.3	防火墙技术	138
6.3.1	防火墙的基本概念	138
6.3.2	防火墙的功能	139
6.3.3	防火墙的基本类型	139
6.3.4	防火墙的优缺点	141
6.4	恶意软件	142
6.4.1	病毒及相关威胁	142
6.4.2	计算机病毒的防治	146
6.5	入侵检测技术	148
6.5.1	入侵者	148
6.5.2	入侵检测	149
6.6	小结	153
	习题	154
第 7 章	数据结构与算法	156
7.1	算法	156
7.1.1	算法的基本概念	156
7.1.2	算法的复杂度	160

7.2	数据结构的基本概念	162
7.2.1	数据结构的定义	162
7.2.2	数据结构的图形表示	163
7.2.3	线性结构与非线性结构	164
7.3	线性表及其顺序存储结构	165
7.3.1	线性表的基本概念	165
7.3.2	线性表的顺序存储结构	165
7.3.3	顺序表的插入运算	166
7.3.4	顺序表的删除运算	167
7.4	栈和队列	168
7.4.1	栈及其基本运算	168
7.4.2	队列及其基本运算	169
7.5	线性链表	171
7.5.1	线性链表的基本概念	171
7.5.2	线性链表的基本运算	173
7.5.3	循环链表	175
7.6	树与二叉树	176
7.6.1	树的基本概念	176
7.6.2	二叉树及其基本运算	177
7.6.3	二叉树的存储结构	179
7.6.4	二叉树的遍历	180
7.7	查找技术	181
7.7.1	顺序查找	181
7.7.2	二分法查找	182
7.8	排序技术	182
7.8.1	交换类排序法	182
7.8.2	插入类排序法	184
7.8.3	选择类排序法	186
	习题	187
第8章	软件工程基础	190
8.1	软件工程的基本概念	190
8.1.1	软件及其特点	190
8.1.2	软件危机与软件工程	191
8.1.3	软件工程过程与软件生命周期	192
8.1.4	软件工程的目标与原则	193
8.1.5	软件开发工具与软件开发环境	195
8.2	软件需求分析	195
8.2.1	需求分析与需求分析方法	195

8.2.2	结构化分析方法	196
8.2.3	软件需求规格说明书	199
8.3	软件设计	201
8.3.1	软件设计的基本概念	201
8.3.2	概要设计	204
8.3.3	详细设计	209
8.4	程序设计基础	213
8.4.1	程序设计方法与风格	213
8.4.2	结构化程序设计	215
8.4.3	面向对象程序设计	217
8.5	软件测试	219
8.5.1	软件测试的目的	219
8.5.2	软件测试的准则	220
8.5.3	软件测试技术与方法	220
8.5.4	软件测试的实施	222
8.6	程序的调试	224
8.6.1	基本概念	224
8.6.2	软件调试方法	225
	习题	226
第9章	数据库基础	230
9.1	数据库系统的基本概念	230
9.1.1	数据、数据库、数据库管理系统	230
9.1.2	数据库系统的发展	233
9.1.3	数据库系统的主要特点	234
9.1.4	数据库的体系结构	235
9.2	数据模型	237
9.2.1	数据模型的基本概念	237
9.2.2	E-R 模型	238
9.2.3	层次模型	241
9.2.4	网状模型	242
9.2.5	关系模型	242
9.3	关系代数	245
9.3.1	关系模型的基本操作	245
9.3.2	关系模型的基本运算	246
9.3.3	关系代数中的扩充运算	247
9.4	数据库设计	249
9.4.1	数据库设计概述	249
9.4.2	数据库设计的需求分析	250

9.4.3 数据库概念设计.....	251
9.4.4 数据库的逻辑设计.....	252
9.4.5 数据库的物理设计.....	254
9.4.6 数据库的建立与维护.....	254
习题.....	255
参考文献.....	258

第 1 章 计算机的发展

计算机是 20 世纪人类伟大的发明之一。在现代生活中，计算机无处不在，计算机技术已渗透到科学技术、国民经济、社会生活等各个领域。从航天飞行到交通通信，从天气预报到地质勘探，从产品设计到生产过程控制，从教师授课到学生学习，从自动取款到资料的收集和检索等，都已经离不开计算机这个强大的工具。各行各业的人都可以利用计算机来解决各自的问题。

本章主要介绍计算机的发展历史、未来计算机发展趋势、计算机概述和计算机文化等内容。

1.1 计算机的发展历史

在人类社会发展的漫长历史中，从最原始的扳手指计算到利用算盘计算，从机械计算机到电子计算机等，人们对计算工具的探索一直没有停止过。回顾计算机的发展历史，我们可以从中得到许多有益的启示。

1.1.1 早期的计算工具

1. 算筹、算盘

在人类发展过程中，人们最初是用手指进行计算的。人有两只手，十个手指，所以人们习惯于用十进制记数法。用手指计算虽然方便，但不能存储计算结果，于是人们采用石头、刻痕或结绳等方法来延长记忆能力。

算筹是我国古代人民（大约在 2000 多年前的春秋战国时代）创造和使用的，是最早的计算工具。“筹”是一种竹制、木制或骨制的小棍，可以按照一定的规则摆放，如图 1-1 所示。计算的时候将算筹摆成纵式和横式两种形式，按照纵横相间的原则表示任何自然数，从而进行加、减、乘、除、开方以及其他的代数计算。出现负数后，算筹分红黑两种，红筹表示正数，黑筹表示负数。我国古代数学家祖冲之，运用算筹计算出圆周率的值介于 3.1415926~3.1415927 之间；中国古代的天文历法也是借助算筹计算的。

大约在六七百年前，中国人发明了算盘，如图 1-2 所示，并沿用至今。可以认为算盘是最早的数字计算机，而珠算口诀则是最早的体系化的算法。

纵式:						⊥	⊥⊥	⊥⊥⊥	⊥⊥⊥⊥
横式:	—	=	≡	≡≡	≡≡≡	⊥	⊥±	⊥±±	⊥±±±
	1	2	3	4	5	6	7	8	9

图 1-1 算筹

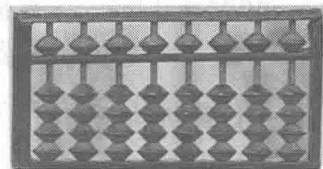


图 1-2 算盘

2. 机械计算机、机电计算机

1642年,法国数学家帕斯卡(Blaise Pascal)制造出了第一台机械加法机。这台机器由一套八个可旋转的齿轮系统组成,只能进行加、减法,实现自动进位,如图1-3所示。

1670年,德国数学家莱布尼兹(Gottfried Leibniz)改进了帕斯卡所发明的加法机,增加了乘法、除法和平方根等计算能力。在计算数学上,莱布尼兹提出了二进制的概念,它使高速自动运算成为可能。

1822年,英国数学家巴贝奇(Charles Babbage)设计了一台差分机,它是利用机器代替人来编制数表。1834年他又完成了分析机的设计方案,它是在差分机的基础上做了较大的改进,不仅可以进行数值运算,还可以进行逻辑运算。分析机已经具有现代计算机的概念。

1888年,美国统计学家赫尔曼·霍勒瑞斯(Herman Hollerith)发明了制表机,它采用穿孔卡片进行数据处理,并用电气控制技术取代了纯机械装置。1890年,美国第12次人口普查全部采用了霍勒瑞斯制表机。霍勒瑞斯于1896年创立了制表机公司,1911年该公司并入CTR(计算制表记录)公司,这就是著名的IBM公司的前身。

1938年,德国工程师朱斯(Konrad Zuse)制造了第一台二进制计算机Z-1,它是一种纯机械式的计算装置,它的机械存储器能存储64位数。此后他继续研制了Z系列计算机,其中Z-3型计算机是世界上第一台通用程序控制的机电计算机,它使用了2600个继电器,采用浮点二进制进行运算,运算一次加法只用0.3s,如图1-4所示。

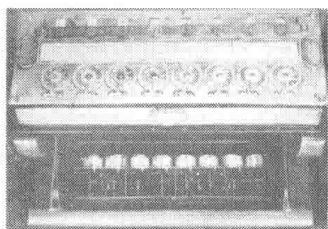


图 1-3 帕斯卡加法机

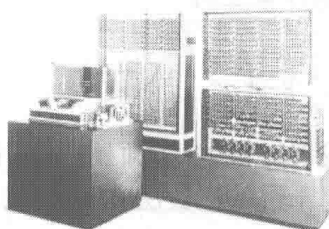


图 1-4 Z-3 型计算机

1944年,美国麻省理工学院科学家艾肯(Howard Aiken)研制了一台通用型机电计算机MARK-I,如图1-5所示。它使用了3000多个继电器,总共由15万个元器件组成,各种导线总长达到800km以上。1947年,艾肯又研制出运算速度更快的机电计算机MARK-II。

在计算机技术的发展中,存在着两条发展道路,一条是各种机械式计算机的发展道路;另一条是采用继电器作为计算机电路器件的发展道路。后来建立在电子管和晶体管等电子器件基础上的电子计算机正是受益于这两条发展道路。

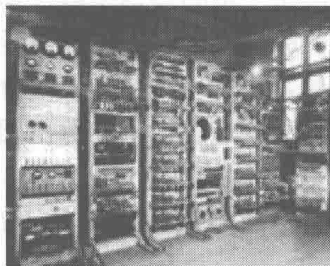


图 1-5 MARK-I 计算机

1.1.2 电子计算机的诞生

1946年,美国宾夕法尼亚大学莫尔学院物理学家莫克利(John W. Mauchly)和工程

师埃克特 (J. Presper Eckert) 领导的科研小组共同开发了世界上第一台数字电子计算机 ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Calculator, 电子数值积分计算机), 如图1-6 所示。

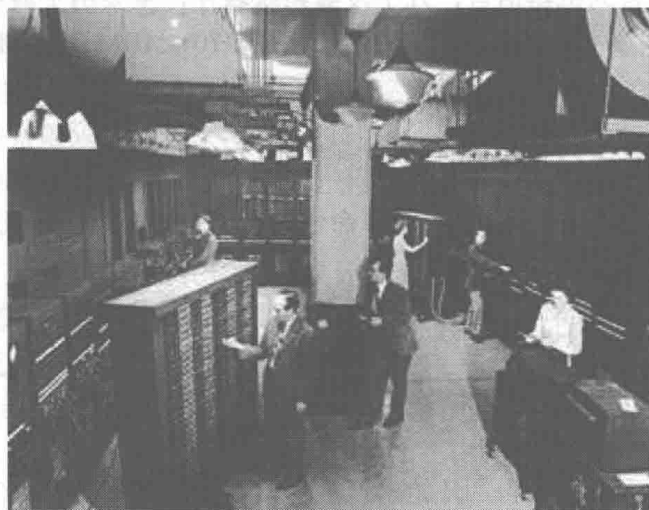


图 1-6 第一台通用数字电子计算机

ENIAC 是一个庞然大物, 占地面积为 170m^2 , 总重量达 30t 。机器中约有 18000 个电子管、1500 个继电器以及其他各种元器件, 每小时耗电量约为 140kW 。这台计算机每秒可以进行 5000 次加法运算。ENIAC 原来是计划为第二次世界大战服务的, 但它投入运行时战争已经结束, 这样一来, 它便转向为研制氢弹而进行计算。ENIAC 的成功是计算机发展史上的一座里程碑。

第一台具有内部存储程序功能的计算机 EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer, 离散变量自动电子计算机) 是根据冯·诺依曼 (John von Neuman) 的构想制造的, 并于 1952 年正式投入运行。EDVAC 采用了二进制和存储器, 其硬件系统由运算器、控制器、存储器、输入和输出设备五部分组成。这就是人们通常所说的冯·诺依曼型计算机, 其主要特点是采用“二进制”代码表示数据和指令, 并提出了“程序存储”的概念, 从而奠定了现代计算机的基础。

1.1.3 计算机的发展阶段

自从 ENIAC 诞生到现在已有半个多世纪, 计算机获得了飞速发展。人们根据计算机性能和当时软硬件技术 (主要根据所使用的电子器件), 将计算机的发展阶段划分为以下四个阶段。

1. 第一代计算机 (1946~1957 年)

第一代计算机采用的主要器件是电子管, 其主要特点如下。

1) 采用电子管代替机械齿轮或电磁继电器作为基本电子器件, 但它仍然比较笨重, 而且产生很多热量, 容易损坏。

2) 程序可以存储, 这使通用计算机成为可能。存储设备最初使用水银延迟线或静

电存储管，容量很小。后来采用了磁鼓、磁芯，虽有一定的改进，但存储空间仍然有限。

3) 采用二进制代替十进制，即所有数据和指令都用“0”与“1”表示，分别对应于电子器件的“接通”与“断开”。

4) 程序设计语言为机器语言，几乎没有系统软件，主要用于科学计算。

典型的第一代计算机有 ENIAC、EDVAC、IBM 701、IBM 702、IBM 704、IBM 705、IBM 650 等。

2. 第二代计算机（1958~1964 年）

晶体管的发明给计算机技术带来了革命性的变化，第二代计算机采用的主要器件是晶体管。它的主要特点如下。

1) 与电子管相比，晶体管具有体积小、重量轻、发热少、速度快、寿命长等一系列优点。

2) 采用磁芯存储器作为主存，使用磁盘和磁带作为辅存。使存储容量增大，可靠性提高。

3) 提出了操作系统的概念，开始出现汇编语言，并产生了如 COBOL、FORTRAN 等计算机语言。

4) 计算机应用领域进一步扩大，除科学计算外，还用于数据处理和实时控制等领域。

典型的第二代计算机有 IBM 7040、IBM 7070、IBM 1401、UNIVAC-LARC、CDC 6600 等。IBM 7090 型计算机如图 1-7 所示。

3. 第三代计算机（1965~1970 年）

20 世纪 60 年代中期已经能制造出集成电路器件。集成电路可以在几平方毫米的单晶硅片上集成许多电子元件。计算机开始采用中小规模的集成电路。其主要特点如下。

1) 与晶体管相比，集成电路体积更小、耗电更省、功能更强、寿命更长。

2) 采用半导体存储器，存储容量进一步提高，而体积更小。

3) 操作系统的出现，高级语言进一步发展，使计算机功能更强，计算机开始广泛应用于各个领域。

4) 计算机应用范围扩大到企业管理和辅助设计等领域。

典型的第三代计算机有 IBM S/360、PDP-II、NOVA 1200 等。IBM S/360 计算机如图 1-8 所示。



图 1-7 IBM 7090 型计算机



图 1-8 IBM S/360 计算机

4. 第四代计算机 (1971 年至今)

随着 20 世纪 70 年代初集成电路制造技术的发展, 产生了大规模集成电路器件, 使计算机进入一个新的时代。它的主要特点如下。

1) 采用大规模集成电路和超大规模集成电路作为基本电子器件, 出现了微处理器。

2) 存储容量进一步扩大并引入光盘, 输入采用 OCR (Optical Character Recognition, 光学字符识别) 与条形码, 输出采用激光打印机。

3) 在体系结构方面进一步发展并行处理、多机系统、分布式计算机系统和计算机网络系统, 出现了微型计算机。

4) 软件系统工程化、理论化, 程序设计部分自动化。计算机在办公自动化、数据库管理、图像处理、语音识别和专家系统等领域发展很快。

典型的第四代计算机有 VAX-II、IBM PC、APPLE、PDP11/60、Cray-1 等。PDP11/60 小型计算机如图 1-9 所示, Cray-1 巨型机如图 1-10 所示。

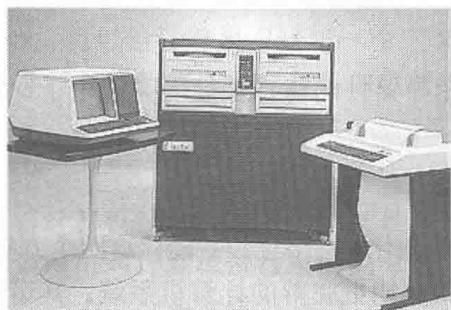


图 1-9 PDP11/60 小型计算机



图 1-10 Cray-1 巨型机

5. 计算机发展的四个阶段的对比

为了方便对计算机发展的四个阶段进行比较, 将计算机的各发展阶段的主要特点列入表 1-1 所示。

表 1-1 计算机发展的四个阶段对比

阶段	起止年份	电子器件	数据处理方式	运算速度	应用领域
第一代	1946~1957	电子管	汇编语言、代码程序	5000~30000 次/秒	国防及高科技
第二代	1958~1964	晶体管	高级程序设计语言	数十万至几百万次/秒	工程设计、数据处理
第三代	1965~1970	中、小规模集成电路	结构化、模块化程序设计、实时处理	数百万至几千万次/秒	工业控制、数据处理
第四代	1971 年至今	大规模、超大规模集成电路	分时、实时数据处理; 计算机网络	上亿条指令/秒	工业、生活等各方面

1.1.4 计算机的发展趋势

1. 未来计算机（第五代计算机）

前四代计算机的区别主要在于基本器件的改变，即从电子管、晶体管、集成电路到超大规模集成电路，第五代计算机的创新也可能在基本器件上。有些专家推测有以下三种新概念的计算机可能成为第五代计算机。

（1）生物计算机

生物计算机使用生物芯片，生物芯片是用生物工程技术产生的蛋白质分子制成。生物芯片存储能力巨大，运算速度比当前的巨型计算机还要快 10 万倍，能量消耗则为其 10 亿分之一。由于蛋白质分子具有自组织、自调节、自修复和再生能力，使得生物计算机具有生物体的一些特点，如自动修复芯片发生的故障，还能模仿人脑的思维机制。

（2）光子计算机

光子计算机利用光子取代电子进行数据运算、传输和存储。在光子计算机中，不同波长的光表示不同的数据，可快速完成复杂的计算工作。

与电子计算机相比，光子计算机具有以下优点：超高速的运算速度、强大的并行处理能力、大存储量、非常强的抗干扰能力等。据推测，未来光子计算机的运算速度可能比今天的超级计算机快 1000 倍以上。

（3）超导计算机

由超导器件和电路组成的计算机，可依据超导器件的特殊性能而突破电子计算机的局限，使速度更快，消耗更小。

2. 计算机的发展方向

目前，计算机技术的发展趋势是向巨型化、微型化、网络化和智能化这四个方向发展。

巨型化是指具有运算速度快、存储容量大、功能更完善的计算机系统。其运算速度一般在百亿次每秒，存储容量超过百万兆字节。巨型机主要用于尖端科技和国防系统的研究与开发，如在军事工业、航空航天、气象、人工智能等几十个学科领域中的应用，特别是在复杂的大型科学计算领域。

微型化得益于大规模和超大规模集成电路的发展。微处理器自 1971 年问世以来，发展非常迅速，几乎每隔两三年就会更新换代一次，这也使以微处理器为核心的微型计算机的性能不断跃升。现在，除了台式微型计算机外，还有可随身携带的笔记本型计算机，以及可以握在手上的掌上型计算机等。

网络化是指利用通信技术和计算机技术，把分布在不同地点的计算机互连起来，按照网络协议相互通信，以达到共享数据、软硬件资源的目的。现在，计算机网络在金融、交通、教育、邮电、商业等各行各业中得到了广泛的应用。

智能化只是要求计算机能模拟人的思维，也是第五代计算机要实现的目标。智能化的研究领域很多，最有代表性的领域是专家系统和机器人。

未来的计算机将是微电子技术、光学技术、超导技术和生物技术相互结合的产物。第一台超高速全光数字计算机，已由欧盟的英、法、德、意等国的 70 多名科学家和工程师合作研制成功，光子计算机的运算速度比电子计算机快 1000 倍。