



计算机类专业“互联网+”创新型精品教材

计算机导论

主 编 韩志华 魏 新

计算机导论

主 编 韩志华 魏 新



北京出版集团
北京出版社

北京出版集团
北京出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机导论 / 韩志华, 魏新主编. 北京: 北京出版社, 2025.2. -- ISBN 978-7-200-19308-4

I . TP3

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2025DR5383 号

计算机导论

JISUANJI DAOLUN

主 编: 韩志华 魏 新

出 版: 北京出版集团

北 京 出 版 社

地 址: 北京北三环中路 6 号

邮 编: 100120

网 址: www.bph.com.cn

总 发 行: 北京出版集团

经 销: 新华书店

印 刷: 定州启航印刷有限公司

版 印 次: 2025 年 2 月第 1 版 2025 年 2 月第 1 次印刷

成品尺寸: 185 毫米 × 260 毫米

印 张: 15.5

字 数: 349 千字

书 号: ISBN 978-7-200-19308-4

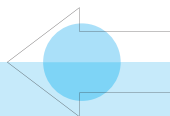
定 价: 49.80 元

教材意见建议接收方式: 010-58572341 邮箱: jiaocai@bphg.com.cn

如有印装质量问题, 由本社负责调换

质量监督电话: 010-82685218 010-58572341 010-58572393

项目一 计算机的产生及发展	1
任务一 计算工具的演变	2
任务二 电子计算机的诞生	6
任务三 计算机的发展	9
任务四 计算机的应用	15
任务五 中国计算机发展历程	21
项目二 计算机中的数据表示	28
任务一 数制与二进制运算	29
任务二 数值型数据的表示	34
任务三 字符型数据的编码表示	39
任务四 汉字的编码表示	42
任务五 多媒体数据编码	46
项目三 计算机体系结构	53
任务一 计算机的组成与工作原理	54
任务二 计算机硬件组成	58
任务三 计算机软件系统组成	66
任务四 操作系统认知	68
任务五 常用应用软件介绍	74



项目四 计算机网络及信息安全·····79

- 任务一 认识计算机网络 ····· 80
- 任务二 计算机网络协议和网络体系结构 ····· 83
- 任务三 Internet 基础认知 ····· 88
- 任务四 信息安全与防范 ····· 100

项目五 程序设计····· 109

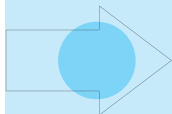
- 任务一 程序设计语言及发展 ····· 110
- 任务二 主程序设计语言认知 ····· 114
- 任务三 算法与程序设计 ····· 121
- 任务四 数据结构与程序设计 ····· 126
- 任务五 编译原理与程序设计 ····· 143

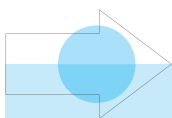
项目六 数据库与大数据····· 149

- 任务一 数据库系统的产生及发展 ····· 150
- 任务二 数据模型 ····· 158
- 任务三 数据库设计与系统开发工具 ····· 168
- 任务四 数据库新发展 ····· 171
- 任务五 大数据及其技术 ····· 177

项目七 软件工程····· 185

- 任务一 软件工程认知 ····· 186
- 任务二 软件开发模型 ····· 190
- 任务三 软件开发方法 ····· 195
- 任务四 软件开发环境与工具 ····· 199





项目八 计算机图形学····· 204

任务一 认识计算机图形学 ····· 205

任务二 计算机图形学应用 ····· 207

项目九 计算机新技术及应用····· 214

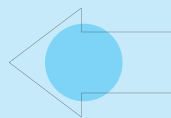
任务一 物联网及应用 ····· 215

任务二 云计算及应用 ····· 219

任务三 人工智能及应用 ····· 224

任务四 区块链及应用 ····· 231

参考文献····· 238



项目一

计算机的产生及发展

计算机的出现是 20 世纪人类最卓越的科技成就之一，是人类科学技术发展史上的里程碑。计算机科学与技术的发展和广泛应用，正深刻地改变着人类社会的生产方式和生活方式，成为信息社会的重要支柱。如今，计算机已经成为我们工作、生活的一部分。打开计算机，就可以用其上网、工作、绘图、游戏、看电影……计算机带给你的那份欣喜是无法用言语来表达的。本项目我们一起来学习计算机产生及发展。

知识目标

1. 了解计算的含义和计算工具的演变。
2. 了解电子计算机的诞生过程。
3. 熟悉计算机的特点与分类。
4. 了解计算机的应用领域。
5. 了解计算机的发展阶段及发展趋势。
6. 了解中国计算机发展历程。

能力目标

1. 能熟练使用计算机。
2. 会利用计算机分析并解决实际问题。

素养目标

1. 体验实践出真知的道理，培养个人实验精神和创新思维。
2. 通过对典型前沿计算机产品的体验，培养个人自信心及民族自豪感。

任务一

计算工具的演变

任务导入

计算不仅是数学技能，也是科学手段。从远古时代的手动计算工具到今天的电子计算机，人类从未停止过探索先进计算工具的步伐。新学期开始了，大一新生小潘对计算工具的演变产生了浓厚的兴趣，他想知道计算的含义及计算工具的演变历程。

任务目标

1. 能解释计算的含义。
2. 能列举常见的计算工具。

任务分析

计算是自然界中很普遍的现象，人人离不开计算，人人都具有计算能力。为了追求强大的计算能力，人类在漫长的发展过程中发明了许多许多的计算工具，每一种计算工具在相应历史阶段都发挥了重要作用。本任务，我们将学习计算工具的演变。

任务实施

一、计算的含义

“计算”一词有不同的含义，在汉语词意中有“谋划”“考虑”之意，还有“算计”的意思，但通常的理解是“核算数目”“运算”，即根据已知量算出未知量。随着电子计算机的出现以及电子计算机应用的普及，人们对计算的理解发生了很大变化。

(1) 计算是指数学运算，即数据在运算符的作用下按照一定的计算规则进行的数据运算，小学生称为算术。例如， $5 \times 3 - 7 = 8$ 是一种简单的数学运算。这里，“计算”体现的是一种基本的数学技能，且是人类必须具备的基本技能。这是对计算最简单、最直接的理解。

(2) 计算是指较复杂的运算。例如，求 $y = \sin x$ ，这里给定自变量 x ，按照正弦函数计算得到函数值 y ，由 x 得到 y 是一次计算。又如，求定积分 $\int_a^b \frac{1}{x} dx = \ln b - \ln a$ ，这也是计算。再如，求一元函数 $f(x) = 0$ 的根，当 $f(x) = ax^2 + bx + c$ 时可以直接用求根公式。这里，“计算”体现的是问题求解的方法和手段。

问题是，当待求解的问题变得复杂而用传统数学方法无法求出精确解时，如求定积

分时无法求得原函数, 当一元函数 $f(x)=0$ 的 $f(x)$ 是高次多项式或包含其他函数时, 如何计算? 这时只能利用一种先进的计算工具来取代人工计算, 这种计算工具就是电子计算机。

(3) 计算是指符号变换。先看下面的例子。

①将 $12+4$ 变换成 16, 这是做加法运算。

②将 x^2 变换成 $2x$, 这是求导数的计算。

③将 apple 变换成“苹果”或将“苹果”变换成 apple, 这种机器翻译也是计算。

④将数据序列 98、65、56、89、75 变换成数据序列 56、65、75、89、98, 显然原来的数据序列是无序的, 变换后的序列是有序的, 这里进行了排序操作, 排序是计算机科学中一种经典的计算。

通过这些例子可以更广义地理解计算, 即计算是一种符号变换, 从一个符号串按照一定的规则变换成另一个符号串的过程。符号变换的规则由程序来决定。从这个意义上讲, 电子计算机是一个具有程序执行能力的符号变换工具, 如图 1-1 所示。

在图 1-1 所示的模型中, 符号变换所得到的输出结果, 除了取决于输入的数据外, 还取决于程序, 即程序不同, 完成的数据处理方法不同, 得到的结果也不同。例如, 对数据序列 98、65、56、89、75, 由于处理数据的程序不同, 结果可能是 56、65、75、89、98 (排序)、98 (求最大值)、56 (求最小值) 或 383 (求和) 等。

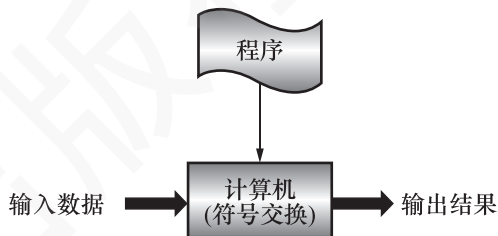


图 1-1 符号变换工具

“计算”的英文表示通常是 computing, 以计算机为工具实现符号变换的过程都可以称为计算。

二、计算工具的演变

自从人类社会形成以来, 人们对自动计算的追求就一直没有停止过。古今中外, 人类创造了众多的计算工具, 每一种计算工具的发明无不闪烁着智慧的光芒。

(一) 手动计算工具

人类最初用手指进行计算, 后来开始用石头、绳结等作为工具来延伸手指的计算能力。再后来, 人们用算筹来作为计算工具, 其中要数中国的算筹最有名气。商周时代问世的算筹, 实际上是一种竹制、木制或骨制的小棍, 采用十进制计数法, 有纵式和横式两种摆法, 这两种摆法都可以表示 1~9 九个数字, 数字 0 用空位表示, 如图 1-2 所示。算筹的计数方法为个位用纵式, 十位用横式, 百位用纵式, 千位用横式……这样从右到左, 纵横相间, 就可以表示任意大的自然数了。我国古代科学家祖冲之最先算出了圆周率小数点后的第 7 位, 使用的工具正是算筹。

数字	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
纵式	○	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ	Ⅶ	Ⅷ	Ⅸ
横式	○	—	=	≡	≡	≡	⊥	⊥	⊥	⊥

图 1-2 算筹计数

除了算筹，我国还有一个更先进的计算工具——算盘，如图 1-3 所示。汉代的《算术记遗》就对算盘有过记载，经过宋代、元代的发展，算盘的使用十分流行，后来更是广传亚洲及至欧洲各国。算盘利用进位制计数，通过拨动算珠进行运算，上珠每珠为 5，下珠每珠为 1，每列可当作一个数位。打算盘必须记住一套口诀，口诀相当于算盘的“软件”。在电子计算器出现以前，算盘是我国深受欢迎和使用普遍的计算工具，为世界计算工具的发展做出了重要贡献，被称为“东方计算机”。我国第一颗原子弹研制时出现了数百位科学家在大礼堂埋头打算盘的壮观场景。算盘在我国的经济生活中长期发挥着重大作用。



图 1-3 算盘

15 世纪以后，随着天文、航海的发展，人们对三角函数、对数、指数等更复杂运算的需求日益增大，计算尺诞生了。1622 年，英国数学家威廉·奥特瑞德（William Oughtred）根据对数表设计了计算尺，可执行加、减、乘、除、三角函数、对数、指数等运算。18 世纪末，以发明蒸汽机闻名于世的瓦特（James Watt），成功地制出了第一把名副其实的计算尺，用于快速计算蒸汽机的功率和气缸体积，其计算尺的尺座上加了一个滑标，用来“存储”计算的中间结果。这种计算尺一直沿用到 20 世纪 70 年代才被计算器所取代。

（二）机械计算机

从 17 世纪到 19 世纪中期长达 200 多年的时间里，一批杰出的科学家相继进行了机械计算机的研制，其中代表人物有布莱斯·帕斯卡（Blaise Pascal）、戈特弗里德·莱布尼兹（Gottfried Leibniz）和查尔斯·巴贝奇（Charles Babbage）。这一时期的计算机虽然构造和性能还非常简单，但是其中体现的许多原理和思想已经开始接近电子计算机。

1642 年，法国数学家帕斯卡发明了加法器，它采用类似钟表传动装置的齿轮旋转进位方式执行运算，但只能做十进制加、减法运算。他提出了一个有意义的设想，即利用纯粹机械的装置来代替人们的思考和记忆。该加法器被认为是人类历史上第一台自动计算机。为了纪念这位自动计算的先驱，著名的程序设计语言 Pascal 就是以他的名字命名的。

自此人们开始了对自动计算工具的极致追求，计算工具向着高速和自动化方向飞速发展。1673 年，著名的德国数学家莱布尼茨改进了帕斯卡的设计，发明了乘法机。这

是第一台可以进行四则运算的机器。莱布尼茨同时还提出了“可以用机械代替人进行烦琐、重复的计算工作”的伟大思想，这一思想至今仍鼓舞着人们探求新的计算机。

1822 年，英国数学家巴贝奇发明了差分机，如图 1-4 所示，用于计算各种数学函数表，这是最早采用寄存器（齿轮式装置）来存储数据的计算机，体现了早期程序设计思想的萌芽。1834 年，巴贝奇设计了一种程序控制的通用分析机，如图 1-5 所示。分析机由三个主要部件构成：齿轮寄存器、运算装置和控制装置。寄存器用于保存数据；运算装置从寄存器取出数据进行运算，机器的乘法以累次加法来实现；控制装置控制操作顺序、选择所需处理的数据及输出结果。这台分析机描绘出有关程序控制方式计算机的雏形，其设计思想为电子计算机的产生奠定了基础。奥古斯塔·埃达·洛夫莱斯（Augusta Ada Lovelace）为分析机编写了一个程序，用来计算伯努利（Bernoulli）数序列。埃达·洛夫莱斯就成了世界上的第一个程序员。分析机可谓是机械计算机史上最复杂的巅峰之作。

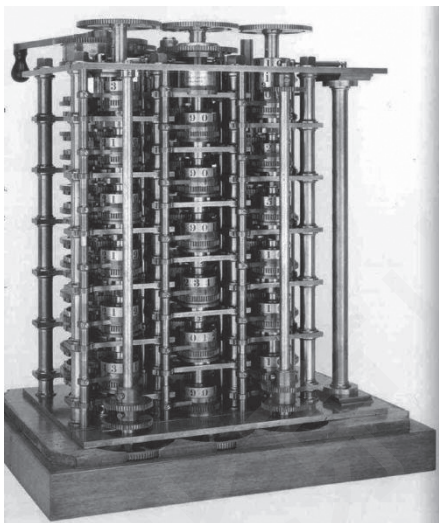


图 1-4 差分机

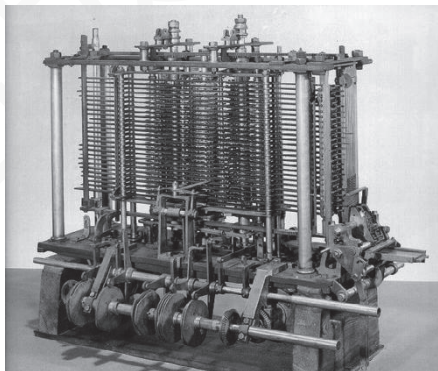


图 1-5 分析机

（三）机电计算机

在巴贝奇的设想提出之后的 100 多年间，电磁学、电工学、电子学取得重大进展，出现了真空电子二极管和真空电子三极管，发明了无线电报、电视和雷达等。20 世纪，各个科学领域和技术部门的计算困难堆积如山，引发了对高速计算工具的迫切需要。

1938 年，德国科学家康拉德·祖思（Konrad Zuse）设计制造了第一台采用二进制的 Z-1 型计算机。此后他研制了 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机电式计算机，它全部采用继电器，同时采用了浮点计数法、带数字存储地址的指令形式等。

1944 年，美国科学家霍华德·艾肯（Howard Aiken）成功地研制出世界上第一台大型自动顺序控制计算机 Mark-I，在贝塞尔函数（Bessel function）的计算上发挥了巨大的作用。1947 年，艾肯又研制出运算速度更快的机电式计算机 Mark-II。到 1949

年，因为当时电子管技术已取得重大进步，于是艾肯又研制出电子管计算机 Mark-III。艾肯于 1980 年获 IEEE 计算机先驱奖。

至此，在计算机技术上存在着两条发展道路：一条是各种台式机械和较大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元件的发展道路。后来，建立在电子管和晶体管之类电子元件基础上的计算机正是受益于这两条发展道路。计算机开始了真正意义上的由机械向电子的进化。

任务二

电子计算机的诞生

任务导入

了解了计算工具的演变历程，小潘同学开始好奇第一台电子计算机是什么样子？它又是如何诞生的？

任务目标

1. 能讲出第一台通用电子计算机的诞生过程。
2. 会区分第一台电子计算机和第一台通用电子计算机。

任务分析

20 世纪是动荡的世纪，也是科学技术大发展的世纪。人类掌握了电子技术，分裂了原子，经历了两次世界大战。就是在第二次世界大战的隆隆炮声中，具有划时代意义的计算工具——电子计算机诞生了。在计算机的发展过程中，有许多引人入胜的故事。计算机的产生和许多科学家的探索创造密不可分，本任务，我们将沿着他们的足迹寻找答案，在此过程中也许会带给我们许多启迪。

任务实施

一、第一台电子计算机（ABC）

早在 20 世纪 30 年代后期，一些有远见的科学家已经看到了使用电子器件来大幅度提高计算机运算速度的可能性。最早探索研制电子计算机的是约翰·阿塔纳索夫（John V. Atanasoff, 1903—1995）。

阿塔纳索夫是美国爱荷华州立学院（现爱荷华州立大学）的数学物理学教授。同当时多数计算机设计者一样，他也是由于在求解数学物理微分方程时遇到计算困难而对计算技术产生了兴趣。他从 1935 年开始探索运用数字电子技术进行计算工作的可能性，

经过反复研究实验与冥思苦想,提出了电子数字计算机设计方案,并与当时还是在读研究生的克利福特·贝里(Clifford Berry, 1918—1963)于1942年合作完成了研制工作,将其命名为ABC(Atanasoff-Berry Computer),A、B分别取两人名字的第一个字母,C为Computer(计算机)的第一个字母,由于所委托律师的疏忽弄丢了专利申请材料,专利申请工作没有完成。

阿塔纳索夫的方案是计算机设计中采用电子技术的最早方案,1941年6月,“埃尼阿克”(ENIAC)的设计者莫奇利曾到爱荷华州立学院的实验室参观了接近完成的ABC,阿塔纳索夫向莫奇利详细介绍了ABC的研制过程,莫奇利阅读了阿塔纳索夫关于电子计算机的设计方案与图纸。

二、第一台通用电子计算机(ENIAC)

第二次世界大战中,美国宾夕法尼亚大学莫尔学院同阿伯丁弹道研究实验室共同负责为美国陆军每天提供6张火力表,这项任务非常困难和紧迫。因为每张火力表都要计算几百条弹道,而一个熟练的计算员计算一条飞行时间60s的弹道需要20h,借助于大型微分分析仪也需15分钟。战争一开始,阿伯丁弹道研究实验室就不断地对微分分析仪作技术上的改进和完善,同时聘用了二百多名计算员,即使这样,也很难满足军方的需要。当时,负责阿伯丁弹道研究实验室同莫尔学院联系的军方代表是年轻的赫尔曼·戈尔斯坦(Herman H. Goldstine, 1913—2004)中尉,他入伍前在一所大学任数学助理教授。他的朋友莫奇利这时正好在莫尔学院任教。莫奇利在参观阿塔纳索夫的实验室一年后,1942年8月撰写了一份题为《高速电子管计算装置的使用》的备忘录,它实际上成为第一台通用电子计算机“埃尼阿克”的初始设计方案。这一备忘录曾在莫奇利的一些同事中传看,特别是引起了研究生埃克特的浓厚兴趣,埃克特后来成为研制“埃尼阿克”的总工程师。莫奇利也多次对戈尔斯坦介绍自己关于电子计算机的设计方案,并得到了戈尔斯坦及其上级的大力支持。1943年4月2日,莫尔学院向军方提交了一份为阿伯丁弹道研究实验室制造一台电子数字计算机的书面报告并很快获得批准。

1943年6月5日,莫尔学院和军械部正式签订了研制计算机的合同,机器被命名为“电子数字积分和计算机”(Electronic Numerical Integrator and Computer, ENIAC,中文译作“埃尼阿克”)。

承担设计制造“埃尼阿克”的莫尔学院研制小组是一个年轻的团队。莫奇利是一位36岁的物理学家,他提出了电子计算机的总体设计方案。24岁的埃克特是总工程师,负责解决一系列困难复杂的工程设计与实现问题。30岁的戈尔斯坦中尉不仅能在数学上提供有益的建议,而且是研制工作有力的组织协调者。另两位主要成员是阿瑟·伯克斯(Arthur Burks, 1915—2008)和哈利·赫斯基(Harry D. Huskey, 1916—2017),当时分别是28岁和27岁。这5人都获得了IEEE-CS的计算机先驱奖。经过两年多的辛勤工作,1945年底,这台标志人类计算工具历史性变革的巨型机器宣告研制成功,1946年2月15日举行了正式的揭幕典礼,1947年被运往阿伯丁弹道研究实验室。“埃尼阿克”起初是专门用于弹道计算,后来经过多次改进而成为能进行各种科学计算的通用计算机,

用于天气预报、原子核能和风洞实验设计等。

如图 1-6 所示,“埃尼阿克”占地面积达 170 平方米;使用了大约 18 000 只电子管,1500 个继电器,70 000 只电阻,18 000 只电容;开始预算经费是 15 万美元,实际耗资近 49 万美元,重 30 吨;运算速度为 5000 次/秒加法,计算一条弹道只需 30 秒;耗电量很大,功率为 150 千瓦,工作时,常常因为电子管烧坏而不得不停机检修。1955 年 10 月 2 日,“埃尼阿克”正式退休,实际运行了 80 223 小时。

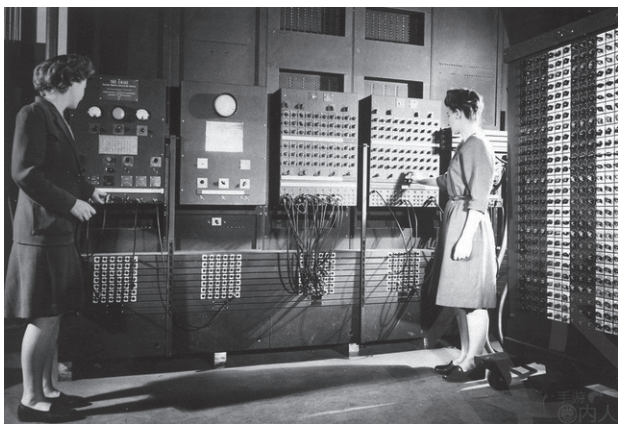


图 1-6 电子计算机“埃尼阿克”

“埃尼阿克”的最大特点就是采用了电子器件和电子线路来执行算术运算、逻辑运算和存储数据。由于广泛采用了电子器件和电子线路,“埃尼阿克”的运算速度比已有的机电计算机快了约 1000 倍,这就使它能够胜任相当广泛的现代科学计算任务。

但是,就连“埃尼阿克”的研制者也感到,虽然“埃尼阿克”是第一台正式运行的通用电子数字计算机,但它的基本结构和机电计算机没有本质的差别。“埃尼阿克”显示了电子器件在提高运算速度上的可能性,却没有最大限度地发挥出电子技术的巨大潜力。“埃尼阿克”存在着一些明显的不足,首先,它的存储容量太小,最多只能存储 20 个字长为 10 位的十进制数。其次,它与后来的“存储程序”计算机不同,它的程序是“外插”型的,即用电路连接的方式来实现,执行程序前要进行复杂的电路连接,很不方便,为了完成几分钟或几小时的计算任务,准备工作就要用去几小时甚至一两日的时间。

虽有不足,但作为世界上第一台真正能运行和使用的大型通用电子数字计算机,“埃尼阿克”具有里程碑的地位,由此开启了计算机快速发展的新时代。



拓展阅读

世界上第一台电子计算机之争

1946 年,美国宾夕法尼亚大学的约翰·莫奇利(John W.Mauchly, 1907—1980)和约翰·埃克特(John P.Eckert, 1919—1995)等人研制成功了电子数字计算机“埃尼阿

克”，并为此申请了发明专利。1947年，莫奇利和埃克特从宾夕法尼亚大学辞职后成立了世界上第一家计算机商业公司——埃克特－莫奇利计算机公司（Eckert-Mauchly Computer Corporation, EMCC）。1950年，埃克特－莫奇利计算机公司被雷明顿－兰德（Remington-Rand）公司兼并。1955年，雷明顿·兰德公司与斯佩里（Sperry）公司合并，成立斯佩里－兰德（Sperry-Rand）公司。这样，斯佩里－兰德公司就拥有了电子计算机“埃尼阿克”（ENIAC）的专利权。斯佩里－兰德公司要向其他计算机制造公司收取专利使用费，但一家名为霍尼韦尔（Honeywell）的计算机制造商拒绝支付专利使用费。

1967年斯佩里－兰德公司与霍尼韦尔公司对簿公堂，斯佩里－兰德公司认为霍尼韦尔公司侵犯了自己所拥有的“埃尼阿克”专利权。霍尼韦尔公司认为斯佩里－兰德公司的“埃尼阿克”专利权是无效的，因为“埃尼阿克”的设计思路源于阿塔纳索夫设计的ABC。

经过135次马拉松式的开庭审理，1973年10月19日，美国明尼苏达州一家地方法院判决莫奇利和埃克特的“埃尼阿克”专利无效。判决理由：“埃尼阿克”的研制利用了阿塔纳索夫发明ABC的构思。

在这场诉讼之前，人们一直认为“埃尼阿克”是世界上第一台电子计算机，法院的判决告诉人们，世界上第一台电子计算机是阿塔纳索夫发明的ABC。

对于撤销“埃尼阿克”专利的判决，学术界和舆论界分歧很大，支持和反对的人都不少。更大的共识是，ABC是第一台电子计算机，“埃尼阿克”是第一台通用电子计算机，也是第一台用于解决实际问题的电子计算机。在计算机领域，除了美国计算机学会设立的图灵奖外，还有一个重要奖项，就是美国电气与电子工程师学会计算机协会（IEEE-CS）设立的计算机先驱奖，阿塔纳索夫、莫奇利和埃克特都被授予了计算机先驱奖，肯定了三位科学家各自对最早探索研制电子计算机的贡献。

任务三

计算机的发展

任务导入

见识了第一台通用电子计算机的模样，小潘发现自己平常使用的计算机可是和“埃尼阿克”（ENIAC）一点儿也不像。那么这么多年来，电子计算机又经过了怎样的发展与更迭呢？

任务目标

1. 会复述计算机的发展阶段。
2. 能归纳计算机的发展趋势。

任务分析

自从第一台电子计算机（ABC）和第一台通用电子计算机（ENIAC）诞生以来，到现在虽然只有八十余年的时间，但计算机的发展速度是惊人的。电子计算机从第一代发展到了第四代，其体系结构、元器件、运算速度、存储容量、外部设备、网络连接、软件功能和应用领域等都发生了巨大的变化。

任务实施

一、计算机的发展阶段

按所采用逻辑器件的不同，电子计算机经历了四代变迁。同时，人们正在积极研制新一代计算机。

（一）第一代电子计算机（1946—1958 年）

1946 年，第一台通用电子计算机 ENIAC 开创了电子计算机发展的新纪元。EDVAC（electronic discrete variable automatic calculator，电子离散变量自动计算机）方案为电子计算机的发展奠定了基础。1952 年，EDVAC 正式投入运行。

虽然 EDVAC 是首次按存储程序思想设计的电子计算机，却并非首先实现的存储程序计算机。1946 年，英国剑桥大学教授莫里斯·文森特·威尔克斯（Maurice Vincent Wilkes）到宾夕法尼亚大学参加“电子数字计算机设计理论和技术”讲习班，接受了冯·诺依曼的存储程序计算机思想。回国后，威尔克斯领导设计了 EDSAC（electronic delay storage automatic calculator，电子延迟存储自动计算机），于 1949 年 5 月首次试运行成功。它比 EDVAC 早 2 年多投入运行，从而成为世界上首次实现的存储程序计算机。

1951 年 6 月，莫奇利和埃克特再度合作，研制成功第一台商用计算机系统 UNIVAC-I，它不仅可以进行科学计算，而且能进行数据处理，被用于美国人口普查，标志着电子计算机进入了商业应用，由此揭开了计算机应用的新时代。

第一代电子计算机是电子管计算机，使用的主要逻辑元件是电子管，也称电子管时代。内存储器采用磁鼓、磁芯，外存储器使用磁带、纸带、卡片等。这个时期，计算机体积庞大、运算速度低（一般每秒几千次到几万次）、成本高、可靠性低、内存容量小（一般为几千字节）。没有系统软件，用机器语言和汇编语言编写程序，计算机主要用于科学计算。

（二）第二代电子计算机（1958—1964 年）

1958 年，电子计算机进入了以晶体管为主要元件的第二代，也称晶体管时代。第一个晶体管虽然早在 1947 年就已问世，但直到 20 世纪 50 年代中期才批量生产出价格较低的晶体管，这为电子计算机步入第二代创造了条件。

第一台使用晶体管元件的电子计算机，是在 1954 年由美国贝尔（Bell）实验室研制

的 TRADIC, 其中装了 800 个晶体管。1955 年是第二代电子计算机崛起的一年, 这一年美国在阿塔拉斯洲际导弹上装备了以晶体管为主要元件的小型电子计算机。1958 年, IBM 公司制成了第一台全部使用晶体管的电子计算机 RCA 501, 从而宣告电子计算机进入了第二代的发展阶段。1959 年, IBM 公司又生产出全部晶体管化的电子计算机 IBM 7090。IBM 7090 从 1960—1964 年一直统治着科学计算领域, 并作为第二代电子计算机的典型代表被载入计算机发展史册。

第二代计算机使用的主要逻辑元件是晶体管, 内存储器采用磁芯, 外存储器使用磁带和磁盘。软件方面开始使用管理程序, 后期使用操作系统, 并出现了 FORTRAN、COBOL、ALGOL 等一系列高级程序设计语言。这个时期计算机的应用扩展到数据处理、工业控制等方面。计算机的运行速度已提高到每秒几十万次, 体积已大大减小, 可靠性和内存容量也有较大的提高。

(三) 第三代电子计算机 (1964—1970 年)

随着固体物理技术的发展, 可以通过半导体集成技术将许多逻辑电路集中在一块只有几平方毫米大的硅片上。1958 年, 美国物理学家杰克·基尔比 (Jack Kilby) 和罗伯特·诺伊斯 (Robert Noyce) 同时发明集成电路 (integrated circuit, IC), 集成电路的问世推动了计算机的更新换代。1964 年 4 月, 最早采用集成电路的通用计算机系列 IBM 360 问世, 标志着电子计算机进入了第三代, 即集成电路计算机时代。

第三代电子计算机主要以中、小规模集成电路为逻辑元件, 内存储器开始采用半导体元件代替磁芯, 存储容量达到几兆字节, 运行速度提高到每秒几十万次到几百万次, 体积进一步变小, 成本进一步降低, 而可靠性和性能进一步提高。软件方面, 操作系统进一步完善, 高级语言数量增多, 使电子计算机的功能越来越强。正是从第三代开始, 电子计算机进入普及阶段, 被广泛地应用于科学计算、数据处理、工业控制等各个方面。

(四) 第四代电子计算机 (1971 年至今)

20 世纪 70 年代初期, 随着大规模集成电路 (large scale integration, LSI) 和超大规模集成电路 (very large scale integration, VLSI) 的应用, 使电子计算机迅速发展 to 第四代, 一般称为大规模集成电路时代。

这个时期电子计算机的主要逻辑元件是大规模和超大规模集成电路, 存储器采用半导体存储器, 外存储器采用大容量的软盘、硬盘、光盘、U 盘等。软件方面, 操作系统不断发展和完善, 同时发展了数据库管理系统、通信软件等。计算机的运行速度可达到每秒上千万次到万亿次, 可靠性又有了很大提高, 功能更加完备。

第四代计算机的发展过程中, 一个值得注意的发展趋势是计算机微型化、巨型化、网络化和智能化。

第四代计算机的一个重要标志, 是微处理器 (microprocessor) 和微型计算机 (microcomputer) 的诞生。所谓微处理器是指将运算器和控制器集成在一块芯片上。1971 年, 美国英特尔 (Intel) 公司推出第一个商用微处理器芯片 Intel 4004。以这类

微处理器为核心的电子计算机是微型计算机，也称为个人计算机（personal computer, PC）。1981 年，IBM 公司推出个人计算机 IBM PC，由此开始计算机普及应用的新篇章。

1980 年，IBM 与微软（Microsoft）公司合作，为微型计算机 IBM PC 配置了专门的操作系统，从早期的 DOS，到现在广为流行的 Windows。从 1981 年开始，IBM 连续推出 IBM PC、PC/XT、PC/AT 等机型。之后奔腾（Pentium）系列、酷睿（core）系列微处理器应运而生，使得微型计算机性能越来越强、可靠性越来越高、价格越来越低。

在微处理器和微型计算机对计算机技术发展产生深刻影响的同时，超级计算机（supercomputer，亦称巨型计算机或高性能计算机）成为第四代计算机的另一项引人注目的成就。这类处理速度极快、存储容量极大的计算机系统，在现代化的大规模工程建设、军事防御系统、国民经济宏观管理及社会发展中的大范围统计、复杂的科学计算和数据处理等方面大有用武之地。超级计算机是世界各国竞相角逐的科技制高点，也是一个国家科技实力的重要标志之一。1964 年诞生的 CDC 6600 被公认为是世界上第一台巨型计算机。1975 年，美国克雷计算机公司研制成功巨型计算机 Cray-1，实现了当时绝无仅有的超高速每秒 1 亿次运算。

二、未来新型计算机

迄今为止，无论计算机怎样更新换代，仍然都是冯·诺依曼体系结构。按照摩尔定律（Moore's law），每过 18 个月，微处理器硅芯片上晶体管的数量就会翻一番。随着大规模集成电路工艺的发展，芯片的集成度越来越高，也越来越接近工艺甚至物理的极限。人们认识到，在传统计算机的基础上大幅度提高计算机的性能必将遇到难以逾越的障碍，从基本原理上寻找计算机发展的突破口才是正确的道路。从物理原理上看，科学家们认为以量子计算机、光子计算机和生物计算机为代表的新技术将推动新一轮超级计算技术革命。

（一）量子计算机

量子计算机是遵循量子力学规律进行高速运算、存储及处理量子信息的物理装置，是一种可以实现量子计算的机器。量子计算机也由存储器和逻辑门网络组成，但是量子计算机的存储内容和逻辑门与电子计算机却有所不同。对于电子计算机来说，信息由二进制位存储，每一个二进制位由 0 或 1 表示。而量子计算机的最小信息单位是量子比特（quantum bit）。不同于电子比特要么是 0，要么是 1，两者必取其一，一个量子比特可以是 0 或者 1，也可以同时是 0 和 1。也就是说，在量子计算机中，数据位的存储内容可以是 0 和 1 的任意量子叠加态。一个电子比特只能存储 0 或者 1 一个数据， n 个电子比特只能存储 2^n 个数中的一个，而一个量子比特可以同时存储 0 和 1 两个数据， n 个量子比特可以同时存储 2^n 个数据，从而大大提高了存储能力。对 n 个量子比特进行一次操作，等效于同时对 2^n 个数进行一次操作。这种信息表示方法，非常有利于并行处理。与电子计算机相比，量子计算机具有存储容量大、运算速度快且具有强大的并行处理能力等优点。

量子计算有多种技术路线，主要分为两大类，一是以超导、硅半导体为代表的技术

路线，二是以离子阱、光量子和中性原子为代表的技术路线。近年来，各种主要技术路线的基础研究和工程研发均取得了重要进展。

其中，IBM 公司在量子计算研发方面起步很早，从 1999 年开始构建超导量子比特，在超导量子计算方面保持着领先地位。在 2023 年 IBM 量子峰会上，IBM 公司发布了千比特规模超导量子处理器 Condor，同时还推出了第一台模组化量子计算机“IBM 量子系统二号”，这是 IBM 新一代量子运算系统架构的基础。

我国本源量子在超导量子计算机领域也取得了突破性成果。2023 年 1 月，本源量子成功交付一台量子计算机给用户使用，使我国成为继加拿大、美国之后世界上第三个具备量子计算机整机交付能力的国家。时隔仅一年，2024 年 1 月，本源量子宣布我国第三代自主超导量子计算机“本源悟空”正式上线运行。“本源悟空”搭载的是 72 位超导量子芯片“悟空芯”。这款芯片在中国首条量子芯片生产线上制造，共有 198 个量子比特，其中包含 72 个工作量子比特和 126 个耦合器量子比特。

在光量子领域，2017 年 5 月，中国科学家构建的光量子计算机实验样机计算能力已超越早期电子计算机。2020 年 12 月，成功构建 76 个光子的量子计算原型机“九章”，求解数学算法高斯玻色取样只需 200 秒，而当时世界上最快的超级计算机要用 6 亿年。2023 年 10 月，又成功构建了 255 个光子的量子计算原型机“九章三号”，再度刷新了光量子信息的技术水平和量子计算优越性的世界纪录，求解高斯玻色取样数学问题时，“九章三号”比目前全球最快的超级计算机快一亿亿倍。

（二）光子计算机

光子计算机用光束代替电子进行数据运算、传输和存储。在光子计算机中，不同波长的光代表不同的数据，可以对复杂度高、计算量大的任务实现快速的并行处理。

随着计算机芯片处理速度越来越快，数据的传送速度而非处理速度成为主要问题，目前计算机使用的金属导线已无法满足大量信息传输的需要。因此，未来的计算机可能是混合型的，即把极细的激光束与快速的芯片相结合。那时，计算机将不采用金属导线，而是以大量的透镜、棱镜和反射镜将数据从一个芯片传送到另一个芯片，这种传送方式称为自由空间光学技术。

自由空间光学技术的原理非常简单。首先，将硅片内的电子脉冲转换为极细的闪烁光束，“接通”表示 1，“断开”表示 0。其次，将数据流通过反射镜和棱镜网络投射到需要数据的地方。在接收端，透镜将每根光束聚焦到微型光电池上，由光电池将闪光再转换成一系列电子脉冲。

光子计算机有三大优势。光子的传播速度无与伦比，电子在导线中的运行速度与其相比就像蜗牛爬行一样。今天电子计算机的传送速度最高为每秒 109 字节，而采用硅光混合技术后，其传送速度就可达到每秒万亿字节。更重要的是光子不像带电的电子那样相互作用，因此经过窄小的空间通道可以传送更多数据。尤其值得一提的是，光无须物理连接，如能将普通的透镜和激光器做得很小，足以装在微芯片的背面，那么未来的计算机就可以通过稀薄的空气传送信号了。

1990 年，美国贝尔实验室宣布研制出世界上第一台光子计算机。它采用砷化镓光学

开关,运算速度达每秒 10 亿次。尽管这台光子计算机与理论上的光子计算机还有一定距离,但已显示出强大的生命力。目前,光子计算机的许多关键技术,如光存储技术、光电子集成电路等都已取得重大突破。然而,要想研制出光子计算机,需要开发出可用一条光束来控制另一条光束变化的光学晶体管。尽管目前可以制造出这样的元件,但它庞大而笨拙,若用它们建造一台计算机,将有一辆汽车那么大。因此,要想短期内使光子计算机实用化还有困难。

(三) 生物计算机

生物计算机是以生物界处理问题的方式为模型的计算机。生物系统的信息处理过程基于生物分子的计算和通信过程,因此生物计算又常称为生物分子计算,其主要特点是极大规模并行处理与分布式存储。20 世纪 70 年代以来,人们发现脱氧核糖核酸(DNA)处在不同的状态下,可产生有信息和无信息的变化。科学家们发现生物元件可以实现逻辑电路中的 0 或 1、晶体管的导通或截止、电压的高或低、脉冲信号的有或无等。经过特殊培养后制成的生物芯片可作为一种新型的高速计算机的集成电路。

除了 DNA 计算模型外,生物计算还有另一个发展方向,即在半导体芯片上加入生物分子芯片。科学家发现,蛋白质有开关特性,可以利用蛋白质分子作为元件制成生物芯片。因为这种芯片的一个存储点只有一个分子大小,因此它的存储量可以达到普通计算机的 10 亿倍。由蛋白质构成的集成电路,其大小只相当于硅片集成电路的 10 万分之一,而且运转速度更快,大大超过人脑的思维速度。生物计算机元件的密度比大脑神经元的密度高 100 万倍,传送信息的速度也比人脑思维的速度快 100 万倍。

生物芯片本身具有并行处理的功能,其运算速度要比当今最新一代的计算机更快。生物芯片一旦出现故障,可以进行自我修复,所以具有自愈能力。生物计算机具有生物活性,能够和人体的组织有机地结合起来,尤其是能够与大脑的神经系统相连,这样生物计算机就可直接接受大脑的综合指挥,成为人脑的辅助装置或扩充部分,并能由人体细胞吸收营养补充能量,因而不需要外界能源。另外,由于生物芯片内流动电子间碰撞的可能性极小,几乎不存在电阻,所以生物计算机的能耗极低。

总之,量子计算机、光子计算机和生物计算机是实现高性能计算的新途径,在 21 世纪,这些新技术可能激发一场新的计算技术革命,但是这些新技术的成熟还有一个过程。

三、计算机的发展趋势

人类的实践活动产生需求并具备了一定的技术条件,就有新型计算机产生。虽然计算机技术取得了巨大的进步,但随着人类社会的不断发展,科学技术的不断进步,人类实践活动的不断拓展,对计算机技术也在不断提出新的需求,计算机技术(包括硬件技术、软件技术、联网技术等)都还要继续发展,其发展趋势可以归纳为以下几方面。

(一) 巨型化

巨型化是指计算机运算速度特别快、存储容量较大、功能更强,当然体积也大、成本也高。巨型计算机(也称为超级计算机)的发展集中体现了计算机科学技术的发展水

平，它可以推动多个学科的发展，可以解决一些特别复杂的高强度计算难题，如核武器模拟、中长期天气预报、地质勘探、人工智能等。

（二）微型化

微型化是指在保持计算机功能的前提下，使其体积越来越小，便于携带和移动使用。微型计算机已经形成了台式计算机、笔记本计算机、平板计算机和嵌入式计算机等多个系列，随着微处理器技术的发展，还要开发更微小的计算机，以满足人们更广泛的需要。

（三）网络化

社会中的各组成要素是相互联系、相互依存的，实现网络化，才能真正做到资源共享和协同工作，计算机才能在社会发展、经济建设及科技进步中发挥更大的作用，给人们的日常生活带来更大的便利。

（四）智能化

经过多年的发展，计算机处理过程化的计算工作、事务性工作已经达到了相当高的水平，是人力望尘莫及的。近几年，在计算机视觉、语音识别、机器翻译、人机对话等智能化工作方面，也取得了长足的进步。但总体来看，计算机还远远不如人脑，如何让计算机具有人脑的智能，模拟人的推理、联想、思维等功能，在更多应用场景和应用环节上代替人的脑力劳动，是计算机科学技术的一个重要发展方向。

任务四

计算机的应用

任务导入

计算机因为具有强大的功能和显著的特点，被越来越广泛地应用到各个领域，有力地推动着社会向前发展。小潘想知道，如今的电子计算机有哪些特点？如何分类？又能给我们的生活带来了哪些便利？

任务目标

1. 能说出计算机的特点。
2. 会对计算机进行分类。
3. 会归纳计算机的应用领域。

任务分析

最初研制电子计算机的目的是完成复杂的计算工作，这也是计算机名称的由来。但随着计算机技术的发展，特别是微型计算机、计算机网络、多媒体技术和人工智能技术

的快速发展, 计算机应用的深度和广度不断拓展, 现在的计算机应用已经广泛深入地应用到人类生活的各个领域。本任务, 我们将学习计算机的应用。

任务实施

一、计算机的特点

相对于之前的计算工具, 电子计算机主要有运算速度快、运算精度高、记忆能力强、判断能力好、按存储程序自动运行等特点, 其中最本质的特点是在程序的控制下自动运行。



计算机的特点

(一) 运算速度快

电子计算机一诞生就显示了其在运算速度上的优势, 第一台通用电子计算机(“埃尼阿克”)的运算速度是 5000 次/秒加法, 虽然现在看起来非常慢, 但在当时却是世界上运算速度最快的计算工具, 而且比之前的机电计算机的运算速度提升了约 1000 倍。现在世界上最快的计算机的运算速度已超过 100 亿亿次/秒浮点运算。与此同时, 随着计算机技术的发展, 计算机的运算速度还会进一步提高。

(二) 运算精度高

计算机的精度取决于机器的字长, 字长越长, 精度越高。不同型号的计算机字长不同, 有 8 位、16 位、32 位、64 位等, 目前较流行的计算机大多为 64 位字长。

我国古代著名数学家祖冲之计算出圆周率 π 的值为 3.141 592 6~3.141 592 7, 这是当时非常了不起的成就。英国数学家威廉·尚克斯(William Shanks, 1812—1882) 花费了 15 年的时间, 才在 1873 年把圆周率 π 的值计算到小数点后 707 位, 但后人经验证发现从第 528 位开始是错误的。1949 年, 两位科学家使用“埃尼阿克”耗时 70h 将 π 的值计算到小数点后 2037 位, 这是第一次使用计算机计算圆周率。2021 年, 瑞士研究人员使用一台超级计算机, 历时 108 天, 将 π 的值计算到小数点后 62.8 万亿位。



精度是数中有效数字的个数。小数位数是数中小数点右边的数字个数。例如, 数 123.45 的精度是 5, 小数位数是 2。

字长是指计算机一次能处理的二进制数据的位数。字长越长, 则计算机的精度越高。

(三) 记忆能力强

相对于人来说, 计算机有着惊人的记忆力, 其实计算机所表现出的智能, 一种实现方式就是根据感知到的现场环境从存储(记忆)的众多方案中搜索好的方案。由于计算机记忆力十分强大, 可以把尽可能多的方案存储起来, 因此计算机所搜索出的应对方案一般是比较好的。仍需要进一步研究解决的问题是以什么样的结构来存储这巨量的应对

方案（也可以称为知识）及如何快速找到好的方案。

（四）判断能力强

现在的计算机系统（包括硬件和相应的软件系统）具有较强的逻辑判断能力，能够完成一些智能性工作。例如，AlphaGo 围棋程序在和国际围棋大师对弈时，就需要根据对手的走步，判断出其意图，然后给出自己的走步，化解对方的威胁，增加自己的优势，直至获胜。智能机器人在足球比赛场上，也要根据千变万化的比赛格局，在正确判断的基础上完成自己的跑动、接球、带球、传球、射门等动作。

（五）按存储程序自动运行

作为一种计算工具，电子计算机的最大特点就是自动运行，可以在无人操作控制的条件下，自动运行数小时、数天以至更长的时间。计算机自动运行的依据是什么？计算机自动运行的依据是程序（软件），是人们事先编写好并存储在计算机中的程序。控制器从存储器中逐一取出程序的指令，并指挥计算机其他组成部件按指令要求完成相应操作，根据程序规模与功能的不同，计算机自动运行时间也不尽相同。也就是说，一旦程序编写调试完成并开始执行，之后的计算机运行可以不再需要人的干预和控制，直至程序执行结束完成相应的任务。

二、计算机的分类

计算机的种类很多，差别各异，要确切地分类很困难。一般会根据不同的标准进行不同的分类。常见的分类标准如下。

（一）按计算机处理数据的方式分类

1. 数字电子计算机

数字（digital）电子计算机以数字量（也称不连续量）作为运算对象并进行运算，和模拟量电子计算机相比，其特点是精确度高，具有存储和逻辑判断能力。计算机的内部操作和运算是在程序的控制下自动进行的。

一般若不作说明，计算机指的就是数字电子计算机。

2. 模拟电子计算机

模拟电子计算机是以模拟量（连续变化的量）作为运算量的计算机，在计算机发展的初期，具有速度快的特点，但精确度不高。现在随着数字电子计算机的发展，其速度越来越快，模拟量电子计算机的优点已不复存在，而缺点却依然故我，所以现在已经很少使用。

3. 数模混合计算机

数模混合计算机兼具数字计算机和模拟计算机的特点，既可以输入、输出并处理数字量，也可以处理模拟量。

（二）按计算机使用范围分类

1. 通用计算机

通用计算机是用于解决各类问题而设计的计算机。对于通用计算机要考虑各种用途

的情况,既可以进行科学计算,又可以进行数据处理等,是一种用途广泛、结构复杂的计算机。

2. 专用计算机

专用计算机为某种特定用途而设计的计算机,如用于数字机床控制、用于专用游戏机控制等。专用计算机针对性强,结构相对简单,效率高,成本低。

(三) 按计算机的运算速度和性能等指标分类

1. 高性能计算机

高性能计算机,又称超级计算机,过去被称为巨型机或大型机,是指目前运行速度最快、处理能力最强的计算机。高性能计算机数量不多,但却有重要和特殊的用途。在军事上,可用于战略防御系统、大型预警系统、航天测控系统等。在民用方面,可用于大区域中长期天气预报、大面积物探信息处理系统、大型科学计算和模拟系统等。

我国在高性能计算机方面发展迅速,取得了很大的成绩,拥有“曙光”“联想”“天河”和“神威”等系统,在国民经济的关键领域得到了广泛的应用。在核心处理器上,“神威·太湖之光”中采用国产核心处理器“申威”,达到了国际先进水平。

2. 微型计算机(个人计算机)

微型计算机又称个人计算机(Personal Computer, PC),是使用微处理器作为 CPU 的计算机。

1971 年 Intel 公司的工程师马西安·霍夫(M.E.Hoff)成功地在一个芯片上实现了中央处理器(Central Processing Unit, CPU)的功能,制成了世界上第一片 4 位微处理器 Intel 4004,组成了世界上第一台 4 位微型计算机——MCS-4,从此揭开了世界微型计算机大发展的帷幕。在过去的 40 多年中,微型计算机因其小、巧、轻、使用方便、价格便宜等优点得到迅速发展,成为计算机的主流。目前,CPU 主要有 Intel 的 Core 系列和 AMD 系列等。

微型计算机的种类很多,主要分成四类:桌面型计算机(Desktop Computer)、笔记本电脑(Notebook Computer)、平板电脑(Tablet Computer)和种类众多的移动设备(Mobile Device)。由于智能手机具有冯·诺依曼体系结构,配置了操作系统,可以安装第三方软件,所以它们也被归入移动设备,属于微型计算机范畴。

3. 工作站

工作站是一种高端的通用微型计算机,具有比个人计算机更强大的性能,尤其是在图形处理能力、任务并行方面的能力更强。1980 年,美国 Appolo 公司推出了世界上第一个工作站 DN-100,工作站得以迅速发展,成为专门处理某类特殊事务的一种独立的计算机类型。例如,C919 的设计研发、模拟训练、装配验证是在惠普工作站完成的。

工作站通常配有分辨率的大屏幕显示器和大容量的内、外存储器,具有较强的信息处理功能和高性能的图形、图像处理功能以及联网功能。

工作站主要应用在计算机辅助设计/计算机辅助制造、动画设计、地理信息系统、图像处理、模拟仿真等领域。

4. 服务器

服务器是一种在网络环境中对外提供服务的计算机系统。从广义上讲,一台微型计算机也可以充当服务器,关键是它要安装网络操作系统、网络协议和各种服务软件;从狭义上讲,服务器是专指通过网络对外提供服务的那些高性能计算机。与微型计算机相比,服务器在稳定性、安全性、性能等方面要求更高,因此硬件系统的要求也更高。

根据提供的服务,服务器可以分为 Web 服务器、FTP 服务器、文件服务器、数据库服务器等。

5. 嵌入式计算机

嵌入式计算机是指作为一个信息处理部件,嵌入到应用系统之中的计算机。嵌入式计算机与通用计算机相比,在基础原理方面没有原则性的区别,主要区别在于系统和功能软件集成于计算机硬件系统之中,也就是说,系统的应用软件与硬件一体化。

在各种类型计算机中,嵌入式计算机应用最广泛,数量超过 PC。目前,广泛应用于各种家用电器之中,如电冰箱、自动洗衣机、数字电视机、数字照相机等。

这种分类标准不是固定不变的,只能针对某一个时期。现在的大型机,过了若干年后可能就成了小型机。

二、计算机的应用

(一) 科学计算

科学计算也称为数值计算,科学计算的特点是计算强度非常大。这是计算机应用最早也是最成熟的应用领域。随着人们对客观世界认识的日益深化,越来越多的工作需要定量计算,数学模型和计算规模也越来越庞大。因此,在现代科学研究和工程设计中,计算机已成为必不可少的计算工具。大型工程设计(如三峡工程)、人造卫星运行轨道计算、石油勘探、核能利用、地震预报与监测和天气预报等都是高强度计算领域,也都是计算机用于科学计算的用武之地。天气预报越来越准确,而且还能为卫星发射等大型活动提供特定服务,都是得益于高性能计算机在科学计算领域的应用。

(二) 信息处理

信息处理也称为数据处理。现代社会正在逐步进入信息化社会,各行各业积累了大量的数字化信息,这些数据和能源、物资一样,也是社会发展和经济建设的重要资源。如何有效、充分地利用数据资源就是信息处理要解决的问题。信息处理涉及的面很宽,政府部门及大大小小的企事业单位所用的计算机大部分用于信息处理。信息处理的特点是数据量很大、访问量很大,但所需数学运算相对简单,主要完成信息的输入、修改、删除、排序、查询、统计、分析和制表等工作,如铁路售票系统、医院管理系统、企业信息系统、财务管理系统、税务管理系统、人力资源管理系统和办公自动化系统等都属于信息处理的范畴。

(三) 过程控制

过程控制又称实时控制,在太空探索、国防建设和工农业生产等方面有广泛的应

用。例如，火星探测器的飞行、落地及自动拍照，宇宙飞船的飞行与返回；汽车自动装配生产线、数控机床；无人侦察机的飞行与返航，导弹的巡航飞行与目标锁定；农作物自动浇灌、自动喷洒农药、自动收割等。这些都是计算机过程控制的典型应用。

（四）计算机辅助系统

计算机帮助人们做的工作越来越多，出现了各种功能的计算机辅助系统，如计算机辅助设计（computer aided design, CAD）、计算机辅助制造（computer aided manufacturing, CAM）、计算机辅助测试（computer aided testing, CAT）、计算机集成制造系统（computer integrated manufacturing system, CIMS）、计算机辅助软件工程（computer aided software engineering, CASE）、计算机辅助教学（computer assisted instruction, CAI）等。计算机在各行各业中发挥着越来越重要的作用，极大地减轻了从业人员的工作强度，提高了工作效率和工作质量。

（五）人工智能

随着计算机应用的不断深入，人们对计算机的功能也提出了更高的要求，要求计算机完成一些智能性工作，具有类似于人的感知、判断、推理、决策等功能。近几年，随着深度学习和强化学习的应用，机器翻译、人脸识别、语音识别、无人驾驶汽车、智能问答等领域已有一批实用化产品出现。典型的应用示例有谷歌公司 2016 年研制成功的围棋程序 AlphaGo、OpenAI 公司 2022 年 11 月发布的聊天程序 ChatGPT。

2016 年 AlphaGo 以 4 : 1 的总比分战胜围棋世界冠军、职业九段棋手李世石；2017 年 5 月，在中国乌镇围棋峰会上，AlphaGo Master 与排名世界第一的世界围棋冠军柯洁对战，以 3 : 0 的总比分获胜。

ChatGPT 是一种预先训练好的大型语言模型，它能够根据聊天内容的上下文与人进行类似于人与人之间的聊天交流。ChatGPT 一类的人工智能系统还能完成撰写文稿、写诗、画画、编写程序代码、一键式生成 PPT、视频编辑、图像识别、语言翻译、法律咨询、学习辅导、辅助医疗等任务。

（六）网络应用

如今，计算机更为广泛的应用体现在上网方面。根据中国互联网络信息中心（CNNIC）的统计数据，截至 2023 年 6 月，我国网民规模达 10.79 亿人，互联网普及率达 76.4%。网络应用主要包括即时通信、网络新闻、信息检索、网络视频、网络音乐、网络购物、网上支付、地图查询、网络游戏、网上银行、旅行预订、电子邮件、在线学习等。

微型计算机的快速发展使计算机进入了数以亿计的家庭和大大小小的单位，成为可以随身携带的个人用品，以互联网、移动互联网为代表的网络技术的快速发展使计算机之间的相互通信与资源共享成为现实，多媒体技术的快速发展为人们提供了丰富多彩的网上资源。全世界数十亿人成为网民，网络应用成为一个最大众化的计算机应用领域。

其实，有时一项计算机应用涉及多个领域。例如，火星探测器的设计、测试、发

射、飞行、登陆、拍照与图像回传是综合运用了科学计算、信息处理、过程控制、计算机辅助设计与测试、人工智能和计算机网络等功能。

任务五

中国计算机发展历程

任务导入

小潘了解到，中国计算机技术的发展正处于一个快速发展阶段。而在这背后，是中国计算机产业几十年来的不懈努力和奋斗。那么中国计算机的发展历程又是怎样的呢？

任务目标

1. 能简要复述中国计算机发展历程。
2. 会列举中国计算机发展史上里程碑式机型。

任务分析

在短短的几十年里，中国在计算机领域取得了巨大的进步。了解我国计算机的发展简史，从计算机发展的历史事件中学习成功的经验、吸取失败的教训，学习科学家们勇于创新、勇于探索、辛勤工作、锲而不舍的科学精神，这不仅对于大学期间的学习，而且对于日后的实际工作也是非常有益的。在本任务，就让我们一起回顾中国计算机发展的辉煌历程，感受那些激动人心的时刻！

任务实施

一、中国计算机发展历程

（一）起步阶段：摸索与尝试

我国的计算机事业始于1956年。1956年4—6月，时任国务院总理的周恩来亲自主持制定了《1956—1967年科学技术发展远景规划纲要》，即人们通常所说的《十二年科学技术规划》，在规划中把计算技术、半导体、自动化和电子学并列为当时必须采取的四大紧急措施。计算技术规划组组长、我国最早倡导研究计算技术的著名数学家华罗庚（1910—1985）教授起草了发展电子计算机的措施。

20世纪40年代后期，华罗庚在美国普林斯顿大学做研究工作时，与冯·诺依曼和戈尔斯坦相识，经常在一起讨论学术问题，对“埃尼阿克”等计算机有较多的了解。

1956年8月，成立了以华罗庚为主任的中国科学院计算技术研究所筹备委员会，并组织了计算机设计、程序设计和计算机方法专业训练班，首次派出一批科技人员赴

苏联实习和考察,引进了苏联当时的 M-3 小型计算机和 BЭCM 大型计算机。自此以后,我国计算机的研制、生产和使用逐渐广泛地开展起来,并且逐步形成了计算机工业体系。

1958 年 8 月 1 日,在参考苏联的 M-3 小型计算机图纸资料的基础上,我国第一台通用小型电子计算机——103 机研制成功,该机也称为“八一型”计算机,这台运算速度为 30 次/秒的电子管计算机填补了我国电子计算机的空白。增加了自行研制的磁芯存储器后,运算速度提高到 1800 次/秒。生产时定名为 DJS-1 型计算机。

1959 年 10 月 1 日,我国第一台大型通用电子计算机——104 机研制成功,运算速度为 10 000 次/秒,接近当时英国、日本计算机的性能指标。生产时定名为 DJS-2 型计算机。研制 104 机依据的是苏联 BЭCM 大型计算机的资料。

(二) 自主研发:突破与创新

1960 年 5 月,我国第一台自行设计的通用电子计算机——107 机研制成功并交付中国科学技术大学使用,运算速度为 250 次/秒。

1964 年 4 月,我国第一台自行设计的大型通用电子计算机——119 机研制成功,浮点运算速度为 50 000 次/秒。119 机获得 1964 年全国工业新产品展览一等奖,承担了我国第一颗氢弹研制的计算任务等。

1965 年 4 月,我国第一台自行设计的晶体管计算机 441-B 通过国家鉴定,浮点运算速度为 12 000 次/秒。1965 年年末,又研制成功 441-B-Ⅱ型机。多台 441-B 系列计算机装备到全国各重点院校和科研院所,该系列计算机是我国 20 世纪 60—70 年代中期的主流应用机型之一。

1967 年 9 月,大型通用晶体管计算机——109 丙研制成功,浮点运算速度为 11.5 万次/秒。这台计算机工作了 15 年,有效工作时间超过 10 万小时,为完成我国第一代核武器的研制和东方红卫星的发射做出了重要贡献,被誉为“功勋计算机”。

1972 年,正式交付使用的 111 计算机,采用小规模集成电路,是我国最早研制成功的第三代计算机之一,用于汉字信息处理实验。

1973 年 8 月,我国第一台运算速度达 100 万次/秒的集成电路电子计算机——150 机研制成功,它也是第一台配有多道程序和自行设计操作系统的计算机,标志着我国电子计算机技术大大前进了一步。在试运行期间,这台计算机用于完成复杂的工程设计、天气预报、地震资料处理等任务,均取得良好效果。

1975 年,江南计算机技术研究所研制成功 905 乙机,这是我国第一台双处理器大型电子计算机,单处理器速度为 200 万次/秒,双处理器速度为 350 万次/秒。

1977 年年底,我国第一台全国产化 16 位大规模集成电路微型计算机 LS-77 研制成功。

(三) 产业化发展:崛起与壮大

1983 年 11 月,中国科学院计算机技术研究所等单位联合研制成功我国第一台大型向量机——757 机,该机由一台向量处理机(主机)和一台外围机组成,16 台主存储体

交叉并行工作, 向量运算的平均速度为 1000 万次 / 秒, 标量运算平均速度为 280 万次 / 秒, 向量机字长和指令字长均为 64 位。

1983 年 11 月, 国防科技大学研制成功我国第一台运算速度为 1 亿次 / 秒的向量超级计算机“银河— I”, 填补了我国超级计算机的空白, 使我国跨进世界研制超级计算机的行列。1992 年 11 月, 研制成功 10 亿次 / 秒并行超级计算机“银河— II”。1997 年 6 月, 研制成功“银河— III”并行超级计算机, 其峰值浮点运算速度达到 130 亿次 / 秒。

1985 年, 电子工业部计算机管理局研制成功与 IBM-PC 兼容的长城 0520CH 微型计算机, 并组建了长城计算机公司, 批量生产长城 0520CH, 这是国产商品化微型计算机的开始。

1993 年 10 月, 中国科学院计算所研制成功曙光一号智能化共享存储多处理机系统 (简称“曙光一号”)。1995 年 5 月研制成功“曙光 1000”, 实际运算速度达到 15.8 亿次 / 秒。1999 年 12 月, 曙光 2000 通用超级服务器系统 (简称“曙光 2000”) 研制成功。2004 年 6 月, “曙光 4000A” 研制成功, 其浮点运算速度超过 8.06 万亿次 / 秒, 在 2004 年 6 月公布的国际 500 强超级计算机排行榜上名列第十, 这标志着我国的计算机首次跻身该排行榜前十。2008 年 6 月, 超级计算机“曙光 5000A” 研制成功, 其浮点运算峰值速度为 233 万亿次 / 秒, 在 2008 年 11 月公布的世界 500 强超级计算机排行榜中, “曙光 5000A” 排名第十。从 1993 年开始, 国际上每年分两次公布 500 强超级计算机排行榜。

(四) 技术创新: 引领与突破

2010 年 8 月, 国防科技大学研制成功“天河一号”超级计算机 (二期系统), 其峰值运算速度达到 4700 万亿次 / 秒, 在 2010 年 11 月公布的世界 500 强超级计算机排行榜中, “天河一号” 名列第一, 这是我国的计算机第一次名列第一。

2013 年 5 月, 国防科技大学研制成功的“天河二号”超级计算机峰值运算速度达到 5.49 亿亿次 / 秒, 持续运算速度达到 3.39 亿亿次 / 秒, 在 2013 年 6 月至 2015 年 11 月公布的世界 500 强超级计算机排行榜中, “天河二号” 连续 6 次名列第一。

“天河二号”超级计算机包含 16 000 个运算节点, 每节点配备 2 颗 12 核心的 Intel Xeon E5 CPU、3 个 57 核心的 Intel Xeon Phi 运算协处理器。共计包含 32 000 颗 Xeon E5 主处理器和 48 000 个 Xeon Phi 协处理器, 共 312 万个运算核心。

“天河二号”每节点拥有 64GB 内存, 而每个 Xeon Phi 协处理器板载 8GB 内存, 每节点共 88GB 内存, 整台计算机的内存总计为 1.408PB (1408 万亿字节)。外存为 12.4PB (12 400 万亿字节) 容量的硬盘阵列。配置的操作系统为具有自主知识产权的国产麒麟操作系统。

“天河二号”由 170 个机柜组成, 包括 125 个计算机柜、8 个服务机柜、13 个通信机柜和 24 个存储机柜, 占地面积 720 平方米。每个计算机柜容纳 4 个机架, 每个机架容纳 16 块主板, 每个主板设置有两个运算节点。“天河二号”由 280 人历时两年多研制完成, 耗资约 1 亿美元。

“天河二号”的系统存储总容量相当于 600 亿册、每册 10 万字的图书。假设每人每秒进行一次运算, “天河二号”运算一小时, 相当于 13 亿人同时用计算器算上 1000 年。

使用“天河二号”可以模拟到 5000 年前甚至更远的气候变化；传统手段研发新车一般要经过上百次碰撞实验，历时两年多才能完成，在利用“天河二号”进行模拟碰撞实验的基础上，只需 3~5 次实车碰撞实验，两个月即可完成。

目前，国内运算速度最快的计算机为国家并行计算机工程技术研究中心研制的“神威·太湖之光”超级计算机，如图 1-7 所示。“神威·太湖之光”安装了 40 960 个我国自主研发的“申威 26010”众核处理器，峰值运算速度为 12.5 亿亿次/秒，持续运算速度为 9.3 亿亿次/秒。2016 年 6 月至 2017 年 11 月，“神威·太湖之光”超级计算机连续 4 次名列世界 500 强超级计算机排行榜的榜首。在 2023 年 6 月，最新公布的世界超级计算机 500 强榜单中，“神威·太湖之光”名列第七。

“神威·太湖之光”超级计算机应用于多个领域并发挥了重要作用。国家计算流体力学实验室使用“神威·太湖之光”对“天宫一号”空间实验舱返回路径的数值模拟，为其顺利返回提供精确预测；上海药物所使用“神威·太湖之光”开展药物筛选和疾病机理研究，2 周便完成了常规需要 10 个月的计算，大大加速了白血病、癌症、禽流感等方向的药物研发进度。2016 年 11 月，依托“神威·太湖之光”，我国科研人员完成的“全球大气非静力云分辨模拟”“高分辨率海浪数值模拟”“钛合金微结构演化相场模拟”3 项应用成果获得“戈登·贝尔奖”，该奖项是国际高性能计算应用领域的最高奖。



图 1-7 “神威·太湖之光”超级计算机

二、国产 CPU 龙芯崛起

2000 年 10 月，中国科学院计算所开始进行龙芯系列高性能通用处理器的研制。2002 年 9 月，我国首枚具有自主知识产权的高性能通用 CPU 芯片“龙芯 1 号”通过鉴定，最高主频达到 266 MHz，字长 32 位，定点和浮点最快运算速度均达到 2 亿次/秒。

2005 年 1 月，“龙芯 2 号”通过鉴定，主频达到 500 MHz，字长 64 位，支持多媒体指令扩展，定点和双精度浮点运算速度均达到 10 亿次/秒，单精度浮点运算速度达到 20 亿次/秒。2006 年 9 月，增强型龙芯 2 号“龙芯 2E”通过鉴定，主频最高达到 1 GHz，定点运算速度达到 20 亿次/秒，双精度浮点运算速度达到 40 亿次/秒，单精度

浮点运算速度达到 80 亿次 / 秒。

2007 年 7 月,“龙芯 2F”流片成功。龙芯 2F 为龙芯第一款产品芯片。龙芯 2F 是一款低功耗、低成本、高性能的系统芯片。它采用 90 nm 工艺,片内集成了龙芯 2 号 CPU 核、DDR2 内存控制器、PCI/PCIX 控制器、Local I/O 控制器等,集成晶体管 5100 万个。2009 年 9 月,4 核 CPU“龙芯 3A”流片成功。2012 年 10 月,8 核 CPU 龙芯 3B1500 流片成功。

2013 年 4 月,“龙芯 1C”芯片流片成功,可应用于指纹生物识别、物联传感等领域。

2014 年 3 月,“龙芯 1D”芯片的量产版本(LS1D4)完成流片封装。2014 年 4 月,龙芯公司推出了“龙芯 3B”6 核桌面解决方案。2015 年 8 月,发布“龙芯 3A2000”和“龙芯 3B2000”。

2017 年 4 月,龙芯中科技术有限公司(简称龙芯中科)在北京发布四款芯片、两款操作系统平台,其中包括实测主频达到 1.5 GHz 以上的“龙芯 3A3000/3B3000”处理器、面向钻井应用的“龙芯 1H”耐高温芯片、面向网络安全及移动智能终端领域的双核处理器芯片“龙芯 2K1000”。在软件生态方面,龙芯中科发布了面向通用领域的龙芯 64 位社区版操作系统以及面向嵌入式领域的实时操作系统平台。

2017 年 10 月,“龙芯 7A1000”桥片完成样片功能测试,“龙芯 7A1000”是龙芯第一款专用处理器桥片,作为“龙芯 3 号”系列处理器的配套芯片组,面向桌面和服务器应用领域。

2018 年 3 月,龙芯中科发布“龙芯 3A3000+7A”全国产化平台,采用龙芯最新一代 4 核处理器“龙芯 3A3000”,搭载龙芯中科自主研发的高性能桥片 7A1000,实现了计算机平台主 CPU 芯片和桥片的全国产化。

2019 年 12 月,龙芯中科在北京发布自主研发的新一代通用处理器“龙芯 3A4000/3B4000”。通过设计优化提升性能,主频达到 1.8 GHz~2.0 GHz。

2021 年 9 月,龙芯中科正式发布“龙芯 3A5000”CPU 处理器。“龙芯 3A5000”CPU 是首款采用龙芯自主指令系统“龙架构”(LoongArch)的处理器芯片,其主频为 2.3 GHz~2.5 GHz,包含 4 个处理器核心。和“龙芯 3A4000”CPU 相比,“龙芯 3A5000”CPU 在保持引脚兼容的基础上,性能提升 50% 以上,功耗降低 30% 以上。

2023 年 4 月,龙芯中科发布新款高性能服务器 CPU“龙芯 3D5000”,该 CPU 采用龙芯自主指令系统“龙架构”(LoongArch),可满足通用计算、大型数据中心、云计算中心的计算需求。

2023 年 11 月 28 日,“龙芯 3A6000”(图 1-8)在北京正式发布。“龙芯 3A6000”是我国自主研发、自主可控的新一代通用处理器,是龙芯第四代微架构的首款产品,集成 4 个最新研发的高性能 64 位 LA664 处理器核,采用我国自主设计的指令系统和架构,可运行多种类的跨平台应用,满足多类大型复杂桌面应用场景。

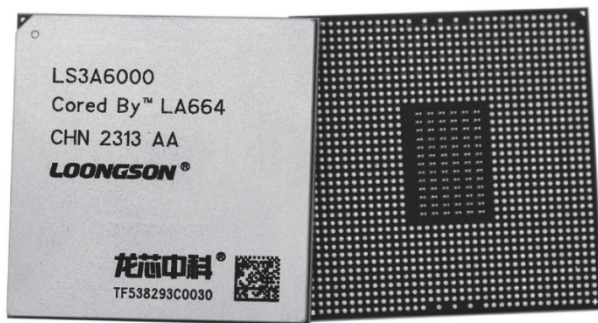


图 1-8 “龙芯 3A6000” CPU

巩固提高

一、选择题

- 世界上第一台电子计算机诞生在 ()。
 - 中国
 - 美国
 - 英国
 - 日本
- 1946 年诞生的世界上第一台通用电子计算机是 ()。
 - UNIVAC-1
 - EDVAC
 - ENIAC
 - IBM
- 第一至四代计算机使用的基本元件分别是 ()。
 - 晶体管, 电子管, 中小规模集成电路, 大规模集成电路
 - 晶体管, 电子管, 大规模集成电路, 超大规模集成电路
 - 电子管, 晶体管, 大规模集成电路, 超大规模集成电路
 - 电子管, 晶体管, 中小规模集成电路, 大、超大规模集成电路
- 最早计算机的用途是 ()。
 - 科学计算
 - 自动控制
 - 系统仿真
 - 信息处理
- 计算机从其诞生至今已经经历了四代, 这种对计算机划代的原则是根据 ()。
 - 计算机所采用的电子元器件
 - 计算机的运算速度
 - 程序设计语言
 - 计算机的存储量
- 我国第一台电子计算机诞生于 () 年。
 - 1971
 - 1965
 - 1958
 - 1946
- 为我国国防科技做出了重大贡献并被誉为“功勋计算机”的是 ()。
 - 大型晶体管计算机 109 乙
 - 大型晶体管计算机 109 丙
 - 银河系列巨型计算机
 - 天河系列的超级计算机

8. “神威·太湖之光”计算机属于()。

A. 高性能计算机

B. 第二代计算机

C. 第三代计算机

D. 高级计算机

二、填空题

1. 我国古代数学家祖冲之计算圆周率时用的工具是_____。

2. 物理学家帕斯卡和数学家莱布尼茨发明的计算机都属于_____计算机。

3. 1822 年数学家巴贝奇研制成功的计算机称为_____。

4. 微型计算机在第_____代计算机时期出现。

5. 按计算机处理数据的方式分类可以分为_____、_____和_____。

6. 我国的计算机事业始于_____年。

7. 我国第一台运算速度为 1 亿次/秒的向量超级计算机“银河 - I”在_____年由国防科技大学研制成功, 填补了我国超级计算机的空白。

8. 2016 年 6 月至 2017 年 11 月, 由国家并行计算机工程技术研究中心研制的超级计算机_____连续_____次名列世界 500 强超级计算机排行榜的榜首, 其峰值运算速度为_____。

三、简答题

1. 简述计算机的主要发展趋势。

2. 计算机有什么特点?

3. 按运算速度和性能等指标可以将计算机分为哪几类?

4. 简述计算机的应用领域。

四、操作题

1. 从互联网上查找算筹、算盘、计算尺、机械计算机、机电计算机及各代次有代表性计算机的图片, 了解其样式和基本结构。

2. 收集中国超级计算机发展的相关资料, 谈谈超级计算机的应用对科技进步的影响。