

项目 1 认识计算机与信息技术



本项目核心内容

1. 认识计算机,了解计算思维。
2. 了解世界上公认的第一台电子计算机 ENIAC(电子数字积分计算机)。
3. 熟悉计算机的四个发展阶段与五个发展趋势,了解我国计算机的发展。
4. 了解冯·诺依曼机及其基本工作原理,冯·诺依曼设计思想的三个要点。
5. 了解图灵机与图灵奖。
6. 了解计算机分类的几种方式。
7. 熟悉计算机的六个主要特点。
8. 熟悉计算机的五个主要性能指标。
9. 熟悉计算机的六大应用领域。

10. 了解信息技术(IT)、人类历史上的五次信息技术革命、信息社会的三个主要标志。



项目 1 学习任务
思维导图

任务 1.1 认识计算机与计算思维

任务目标:

1. 认识计算机。
2. 了解计算思维的概念。
3. 认识 ENIAC。

子任务 1.1.1 认识计算机

1. 计算机

计算机(computer)是一种由程序控制的数据处理设备。一个完整的计算机系统由硬件系统和软件系统两大部分组成。计算机硬件是指计算机系统中物理机械装置的总称,计算机软件是计算机程序及其有关文档的集合。没有安装软件的计算机称为“裸机”,无法完成任何工作。被称为“现代计算机之父”的冯·诺依曼在 1945 年与人联名发表的《EDVAC 报告书的第一份草案》中,使用了“自动计算系统”这个术语。计算机系统简称计算机,一般指的是“电子计算机”,俗称电脑。计算机的物理实体如图 1-1 所示。

2. 计算思维

计算是一种思考过程或执行过程。人类使用的计算工具包括算筹、算盘、比例规、计算



图 1-1 计算机的物理实体

尺、机械计算机、差分机、分析机、计算器、电子计算机等。

从计算过程的角度出发,计算是指依据一定法则对有关符号串进行变换的过程。

计算思维的概念广泛使用的是 2006 年周以真教授提出的:计算思维是运用计算机科学的基础概念进行问题求解、系统设计以及人类行为的理解等涵盖计算机科学之广度的一系列思维活动。计算思维的本质内容是抽象和自动化。

子任务 1.1.2 认识世界上公认的第一台电子计算机 ENIAC

世界上公认的第一台电子计算机 ENIAC 诞生于 1946 年,美国陆军因战争需要计算炮弹的弹道轨迹,而委托美国宾夕法尼亚大学约翰·莫奇利(John William Mauchly)和普雷斯伯·埃克特(John Presper Eckert)领导小组制造了这台电子数字积分计算机,取名为 ENIAC(electronic numerical integrator and calculator,电子数字积分计算机),译名“埃尼阿克”。

如图 1-2 所示,ENIAC 采用电子管作为计算机的基本部件,使用了 18800 只电子管,1500 个继电器,7000 只电阻,每小时耗电 100~150kW,占地 170m² 左右,总重量达 30 吨,平均每秒运算 5000 次浮点加法。特点:体积庞大、耗电量高、运算速度慢。

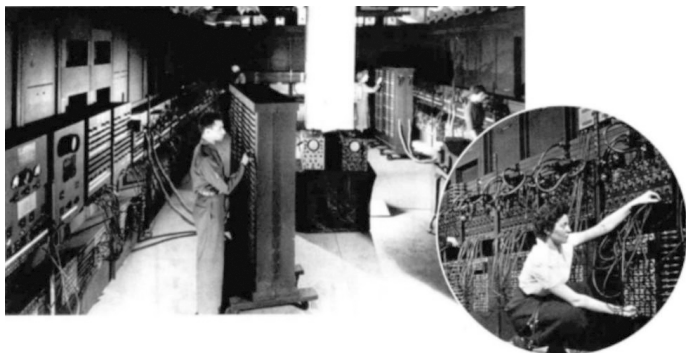


图 1-2 ENIAC 每计算一道题,需人工安排外插程序相连的布线接板

ENIAC 本身存在两大缺点:一是数制采用十进制,没有存储器;二是没有太明晰的 CPU 概念,采用布线接板进行控制。不是存储程序和程序控制自动工作的电子计算机。

针对 ENIAC 的缺点,冯·诺依曼曾在 1945 年提出了“存储程序通用电子计算机方

案”——EDVAC,进行了两大改进:一是采用二进制;二是存储程序。

早在 ENIAC 诞生之前,人们就对计算机的设计进行了大量探索实践:

1642 年,帕斯卡发明加减法机械计算机。

1674 年,莱布尼茨改进帕斯卡发明加减法机械计算机,发明了四则运算机械计算机。

1822 年,巴贝奇发明差分机,1834 年巴贝奇设计分析机,设计有存储、运算、控制装置。

1939 年 10 月,阿塔纳索夫和贝瑞研制成功 ABC 电子计算机试验样机。

1941 年,康拉德·楚泽研制了 Z3 可编程电磁式计算机。

1944 年,霍华德·艾肯与 IBM 公司合作完成机电式自动顺序控制计算机 MARK-I。

1946 年 ENIAC 诞生后,计算机进入了第 1 代计算机发展阶段。根据美籍匈牙利数学家冯·诺依曼(Von Neumann)的改进方案《EDVAC 报告书的第一份草案》研制成功的第一代计算机,主要有 EDSAC、IAS、EDVAC 和 UNIVAC-1 等。

最早实现“存储程序”的计算机是 EDSAC(译名“埃迪沙克”,1949 年)。

最早采用二进制实现“存储程序”的是冯·诺依曼研制的“完全自动通用数字计算机”(简称 IAS,1951 年 1 月)。IAS 被称为冯·诺依曼机。随后 EDVAC(译名“埃迪瓦克”,1951 年 2 月)也研制成功。都实现了两大改进:计算机数制采用二进制和存储程序。因此,IAS、EDVAC 被称为是现代计算机的原型机。

最早作为商用计算机系统的是 1951 年 3 月莫奇利和埃克特制成的 UNIVAC-I,在同年 6 月作为商品交付给美国人口普查部门使用。

任务 1.2 了解计算机的发展阶段与发展趋势

任务目标:

1. 了解我国计算机的发展情况。
2. 熟悉计算机发展的四个阶段。
3. 了解计算机的五个发展趋势。

子任务 1.2.1 了解我国计算机的发展情况

新中国成立后,开始研制计算机,近年超级计算机的研发已进入世界先进水平。

1956 年,我国开始制订计算机的发展规划。

1958 年,组装调试成功第一台电子管计算机(103 机),清华大学成立计算机系。

1977 年,中国第一台微型计算机 DJS-050 机研制成功。

1983 年,第一台运算速度达 1 亿次的银河 I 型巨型计算机。

20 世纪 90 年代,我国微型计算机有联想等品牌。我国独立自主研发了“银河”“曙光”(1995 年,大规模并行机)、“深腾”“神威”等巨型计算机。

2009 年,拥有自主研发的超级计算机“天河一号”每秒峰值运算速度达每秒 1206 万亿次,运行速度最快,为当时世界第一。

2013 年 5 月,我国研制成功的“天河二号”每秒峰值性能达每秒 5 亿亿次,再次荣登第一。

2016 年 6 月 20 日,我国研制成功的“神威·太湖之光”峰值性能为 12.5 亿亿次/秒,运行速度世界第一,如图 1-3 所示。



图 1-3 我国“神威·太湖之光”巨型计算机

2020 年 12 月,我国研制成功量子计算原型机“九章”。

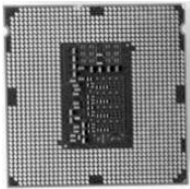
子任务 1.2.2 认识计算机发展的四个阶段

以构成计算机硬件的逻辑元件为标志,计算机的发展大致经历了从电子管、晶体管、中小规模集成电路到大规模超大规模集成电路计算机四个阶段,通常称为“四代计算机”。计算机各阶段发展概况见表 1-1。

表 1-1 计算机发展的四个阶段概况

年代	名称	逻辑元件	主存储器	语言	应用领域	代表计算机等
第一代计算机 1946 — 1957 年	电子管计算机	 电子管	水银延迟线、磁鼓、磁芯	机器语言、汇编语言	科学计算	计算机有 ENIAC、UNIVAC-I 等;运算速度每秒几千到几万次;内存用水银延迟线、磁鼓、磁芯;内存容量几千字节;外存有纸带、打孔卡、磁鼓、磁带等。 特点: 体积大,发热高,速度慢,成本高,可靠性差,存储小
第二代计算机 1958 — 1964 年	晶体管计算机	 晶体管	磁芯	机器语言、汇编语言、高级语言	科学计算、数据处理	计算机有 IBM-7000、CDC6000 等;运算速度每秒几万到几十万次;内存容量可达几百千字节;外存增加了磁盘如硬盘(1956 年出现硬盘);发明了鼠标(1964 年)。 特点: 与第一代相比,它体积小、成本低、功能强、可靠性高

续表

年代	名称	逻辑元件	主存储器	语言	应用领域	代表计算机等
第三代计算机 1965— 1970 年	中小规模集成电路计算机	 中小规模集成电路	半导体	以上语言、操作系统	实时控制等领域	计算机有 IBM-360、IBM-370、PDP-11；运算速度每秒几十万到几百万次内存用半导体；内存容量可达几兆字节；外存主要用磁盘；现代意义上的操作系统出现。 特点：比第二代更好，耗电低
第四代计算机 1971 年至今	大规模超大规模集成电路计算机	 大/超大规模集成电路	半导体	以上语言，数据库、多媒体软件等	网络时代，广泛应用	计算机有 IBM-4300、IBM-3033、基于 80x86 系列处理器的微机等；1975 年 1 月《大众电子学》宣告个人计算机 Altair 诞生；微机属于第四代；运算速度每秒上千万到若干亿次；内存用半导体，千兆字节级容量；外存有软盘（1971 年）、光盘（1978 年）、U 盘（1999 年）等。 特点：软硬件多样化、性能更好。程序设计可视化

子任务 1.2.3 了解计算机的五个发展趋势

1. 巨型化

巨型化是指发展运算速度高、存储容量大和功能超强的巨型计算机。用在天文、气象、卫星、航天等尖端科技方面，是一个国家科研水平和综合国力的一种体现。

2. 微型化

Intel 公司创始人之一摩尔曾经简单评估半导体技术进展：当价格不变时，集成电路上可容纳的元器件的数目大约每隔 18~24 个月便会增加一倍，性能也将提升一倍。微处理器的发展这一趋势被誉为“摩尔定律”，也称为“IT 业第一定律”。这大大地推动了计算机的微型化应用，诸如笔记本电脑、掌上电脑、嵌入可穿戴式设备里面的计算机等微型化方向发展。

计算机发展趋势的“两极”分化：一极是向微型化方向；另一极向巨型化方向。

3. 网络化

近年来计算机技术和传感器技术结合，在互联网的基础上向物联网发展，尤其随着“互联网+”模式和 5G 的应用，计算机的发展越来越网络化。

4. 智能化

智能化是指使计算机可模拟人的感觉并具有类似人的思维能力，智能化是现在计算机发展的潮流，语音识别、专家系统、机器人产业的应用日渐增多。《中国人工智能发展报告

2020》显示,全球人工智能专利申请量有 50 多万件,呈逐年上升趋势。报告认为以后人工智能将在知识图谱、智能机器人等方向重点发展。

5. 多媒体化

多媒体计算机被应用到娱乐、营销、计算机辅助教育、新媒体等各方面。移动互联网的普及,自媒体网站的兴起让计算机多媒体技术蓬勃发展。

另外,随着新的元器件及其技术的发展,新型的超导计算机、光子计算机、量子计算机、生物计算机、纳米计算机技术研究逐渐突破,有望走进人们的生活。

任务 1.3 了解冯·诺依曼机、图灵机与图灵奖

任务目标:

1. 了解冯·诺依曼设计思想和冯·诺依曼机。
2. 熟悉存储程序工作原理。
3. 了解图灵机与图灵奖。

子任务 1.3.1 了解冯·诺依曼思想和冯·诺依曼机

在 1945 年 6 月提交的 EDVAC 报告书中,冯·诺依曼设计思想主要有三点:采用二进制,存储程序,计算机硬件由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备组成。

在 EDVAC 报告中提出的计算机设计思想称为冯·诺依曼思想,核心思想是“存储程序”工作原理。“存储程序”原理奠定了存储程序式计算机的理论基础。

将预先编制好的程序连同数据一起存入内存,计算机操作可以不需要人工干预,实现了工作自动化。

在 EDVAC 报告中提出计算机硬件由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大部分构成,这被称为冯·诺依曼结构,如图 1-4 所示。

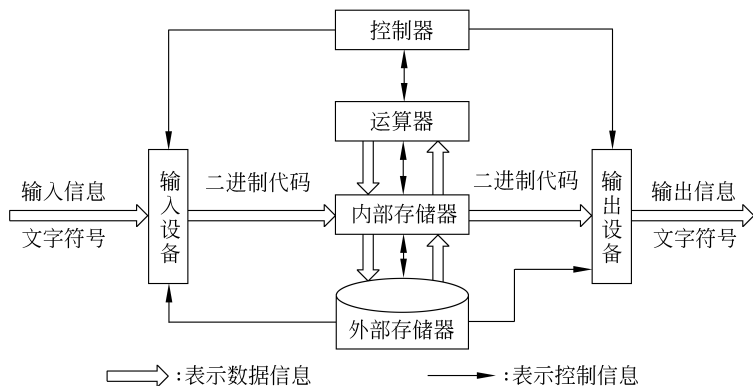


图 1-4 冯·诺依曼型计算机结构

按这种体系结构设计的计算机称为冯·诺依曼机,确立了现代计算机的基本结构。冯·诺依曼因此被称为“现代计算机之父”。

各部件的主要功能如下。

- (1) 运算器：负责算术运算和逻辑运算。
- (2) 控制器：负责指挥和控制计算机各部分自动并协调一致进行工作。
- (3) 存储器：用于存储各类程序和数据信息。
- (4) 输入设备：用于从外界将数据和指令等输入计算机内存。
- (5) 输出设备：用于从内存将计算机处理后的信息输出。

子任务 1.3.2 了解存储程序工作原理

计算机硬件系统结构的五大基本部件一般通过总线加以连接。运算器和控制器是计算机的核心,合称中央处理单元(CPU)。计算机存储程序工作原理是指计算机内的程序和数据都采用二进制数值表示,计算机采用存储程序控制:把程序和数据预先按顺序一起存放到计算机的存储器中,计算机运行时中央处理器可以依次从内存储器中取出程序中的每一条指令,并加以分析和执行,计算机自动完成预定的任务。

计算机这个工作原理可概括为存储程序和程序控制,要点在于“存储程序”,称为存储程序工作原理。

子任务 1.3.3 了解图灵机与图灵奖

1936 年,英国数学家阿兰·图灵(Alan Turing)发表了论文:《论可计算数及其在判定问题上的应用》(*On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem*),提出被称为“图灵机”的计算模型,人们把这个模型机称为图灵机(Turing machine, TM)。

图灵机由一个处理器、一个读写磁头、一条存储带组成。

图灵证明:只有图灵机能解决的计算问题,实际计算机才能解决;而图灵机不能解决的计算问题,实际计算机也无法解决。

图灵机的概念是现代可计算理论的基础。图灵机只是一种理论模型。

1950 年,图灵发表了具有开创性的论文《计算机器与智能》(*Computing Machinery and Intelligence*),提出了一个问题:“机器能思考吗?”为了回答这个问题,他提出了定义机器智能的图灵测试(Turing test)。图灵测试是指:如果一台机器能够与人类展开对话而不能被辨别出其机器身份,那么称这台机器具有智能。

图灵在计算机科学方面的主要贡献有两方面:一是建立图灵机理论模型;二是提出定义机器智能的图灵测试。

为了纪念图灵为计算机科学做出的贡献,美国计算机协会(ACM)于 1966 年设立了计算机学术界的最高成就奖“图灵奖”,专门奖励那些对计算机事业做出重要贡献的个人,该奖有“计算机界的诺贝尔奖”之称。

在计算机的发展历史上,冯·诺依曼和阿兰·图灵都做出了巨大贡献。冯·诺依曼被称为“现代计算机之父”,如图 1-5 所示。阿兰·图灵被誉为计算机科学的奠基人,被称为“人工智能之父”,如图 1-6 所示。



图 1-5 “现代计算机之父”冯·诺依曼



图 1-6 “人工智能之父”阿兰·图灵

任务 1.4 了解计算机的分类、特点、主要性能指标和主要应用领域

任务目标:

1. 了解计算机的分类。
2. 了解计算机的特点。
3. 了解计算机的主要性能指标。
4. 了解计算机的主要应用领域。

子任务 1.4.1 了解计算机的分类

随着计算机技术的不断发展和应用,特别是微处理器(CPU)的发展,计算机的类型也越来越多样化。在时间轴上,“分代”代表了计算机的纵向发展,而“分类”代表了计算机的横向发展。计算机种类很多,从不同角度对计算机有不同的分类方法,计算机通常按其结构原理、用途、规模和功能、字长四种方式分类。

1. 按工作原理(或者按结构原理、处理对象、数据类型)可分为数字计算机、模拟计算机、模数混合计算机

数字计算机是以电脉冲的个数或电位的阶变形式来实现计算机内部的数值计算和逻辑判断,输出量仍是数值。模拟计算机是对电压、电流等连续的物理量进行处理的计算机。输出量仍是连续的物理量。它的精确度较低,应用范围有限。模数混合计算机要兼有数字和模拟两种计算的优点,既能接收、处理和输出数字量,又能接收、处理和输出模拟量,并具有数字量和模拟量之间转换的能力。

2. 按计算机用途(功能)可分为通用计算机和专用计算机

通用计算机目前广泛应用的计算机,其结构复杂,但用途广泛,可用于解决各种类型的问题,诸如科学计算数据处理、自动控制、辅助设计等。

专用计算机为某种特定目的所设计制造的计算机,其适用范围窄,但结构简单,价格便宜,工作效率高。如用于弹道控制、地震监测等方面的计算机。

3. 按计算机规模(性能指标)可分为巨型机、大型机、小型机、微型机、工作站、嵌入式计算机

下面简单介绍几种计算机。

巨型机又称超级计算机(super computer),是指运算速度超过每秒 1 亿次的高性能计算机,它是目前功能最强、速度最快、软硬件配套齐备、价格最贵的计算机,主要用于解决诸如气象、太空、能源、医药等尖端科学研究和战略武器研制中的复杂计算。运算速度快是巨型机最突出的特点。运算速度每秒百万亿次以上。世界上只有少数几个国家能生产这种机器,它的研制开发是一个国家综合国力和国防实力的体现。

微型机简称微机,又叫个人计算机(PC),具有体积小、功耗小、通用好、价格低、软件丰富、使用方便等特点。主要在办公室和家庭中使用,高档微机可以作为服务器使用。按结构和性能可划分为单片机、单板机、个人计算机等。个人计算机一般分为台式机、笔记本电脑(便携式计算机)和掌上电脑三种。

嵌入式计算机(embedded computer)是指嵌入对象体系中,实现智能化控制的专用计算机系统。

4. 按计算机字长可分为 8 位机、16 位机、32 位机、64 位机

字长是衡量计算机性能的一个重要指标。字长越长,计算机的处理速度越快。

子任务 1.4.2 了解计算机的特点

(1) 运算速度快。我国研制的“神威·太湖之光”运算速度每秒可达 12.5 亿亿次。

(2) 计算精度高。计算机字长越长,位数越多,则精度越高。现在大多计算机都是 64 位(二进制)有效数字,采取科学的计算方法,加上高位数的计算功能,保证了计算结果的准确性。

(3) 记忆能力强(存储容量大)。计算机的存储器(内外存)具有类似于人脑记忆的功能,能够存储大量可以长期保存的信息。

(4) 逻辑判断能力强。计算机不仅能进行精确计算,还具有逻辑运算功能,能对信息进行比较和判断。计算机能把参加运算的数据、程序以及中间结果和最后结果保存起来,并能根据判断的结果自动执行下一条指令以供用户随时调用。逻辑判断是计算机的一个基本能力。在程序执行过程中,计算机能够进行各种基本的逻辑判断,并根据判断结果来决定下一步执行哪条指令。这种能力,保证了计算机信息处理的高度自动化。

(5) 自动化程度高。由于计算机具有存储记忆能力和逻辑判断能力,所以人们可以将预先编好的程序组读入计算机内存,在程序控制下可以连续、自动地工作,不需要人的干预。

(6) 通用性强。现在使用计算机,不需要了解其内部构造和原理,就能满足各类用户应用于不同的领域的需求,因为计算机的可编程性强。计算机上的各种程序,有计算机厂商预先编制的,有用户自己编制的。程序越丰富,使其可以求解不同的算术和逻辑问题,计算机的通用性就越强。

子任务 1.4.3 了解计算机的主要性能指标

(1) 字长。字长是计算机 CPU 能够同时处理的二进制数的位数。单位是位(bit)。字长决定数据总线的位数(数据总线的位数=字长位数。64 位机的字长为 64 位,则其数据总

线的位数也是 64 位),决定了计算机的处理能力。字长越长,计算机的精度越高。运算速度越快。常用的计算机的字长为 8 位、16 位、32 位和 64 位,目前市场上主流计算机的字长为 64 位。

(2) 主频。一般采用主频来描述运算速度,通常主频越高,运算速度就越快。单位是赫兹(Hz),常用 MHz 或 GHz 作为单位。例如,在微型计算机配置中标注 Pentium/133,其含义是 CPU 型号是 Pentium(奔腾),主频是 133MHz;Core i7 3700/3.5G 其含义是 CPU 型号是 Core i7 3700,主频是 3.5GHz。目前市场上 Intel 酷睿(Core)系列 CPU 主频在 4GHz 左右。

(3) 运算速度。通常所说的计算机运算速度(平均运算速度),是指每秒钟所能执行的指令条数,一般单位采用“百万条指令/秒”来描述,即 MIPS(million instructions per second,每秒执行 106 条指令),也可用 BIPS(每秒执行 109 条指令)来描述。

(4) 内存容量(主存容量)。计算机内存也称为主存,是 CPU 可以直接访问的存储器。内存容量越大,存储能力越强,计算机的系统功能也就越强。常用 MB 或 GB 作为单位,目前市场上主流内存条的内存容量通常是 2GB、4GB 和 8GB。

(5) 存取周期(存储周期)。按地址从存储器中取出数据,称为对存储器进行“读”操作;把数据写入存储器,称为对存储器进行“写”操作。存储器进行一次“读”或“写”操作所需的时间称为存储器的访问时间(或读写时间)。一般几纳秒。

存取周期即两次存取操作(如连续的两次“读”操作)之间所需的最短时间。存取周期也可以说是存储器进行一次完整的读/写操作所需的最短时间间隔。存取周期也称为存储周期或存取速度。存取周期越短,则存取速度越快。

子任务 1.4.4 了解计算机的主要应用领域

(1) 科学计算。科学计算又称为数值计算,如人造卫星的轨迹计算等,是计算机最早的应用领域也是最基本的应用。

(2) 信息管理(也称数据管理、信息处理、数据处理)。这是计算机应用最广泛的应用领域。用计算机对大量数据进行收集、分析加工、发布等一系列管理工作,支持科学管理和决策。常见的有办公自动化系统、售票管理系统、财务会计系统、网页信息查询系统等。

(3) 过程控制(实时控制)。指利用计算机及时采集检测数据,按最优值迅速地对控制对象进行自动调节或自动控制。例如,工厂车间的流水线自动化生产作业控制。随着工业 4.0 的兴起,过程控制在智能制造工业方面得到广泛的应用。

(4) 计算机辅助系统(计算机辅助技术、计算机辅助工程)。包括以下方面。

CAD(计算机辅助设计):用计算机来帮助设计人员完成具体设计任务的辅助设计系统。

CAM(计算机辅助制造):指利用计算机来进行生产的规划、管理和控制产品制造的辅助制造系统。

CAT(计算机辅助测试):将 CAD 技术和 CAM 技术集成,实现设计生产自动化的无人车间。

CAI(计算机辅助教学):指利用计算机来帮助实现教学功能实现的交互式辅助教学系统。比如计算机虚拟现实。随着多媒体应用(多媒体技术)的发展,用计算机辅助教育 CBE