



- 3.1 数字媒体与计算机
- 3.2 电子计算机的诞生
- 3.3 电子计算机的发展
- 3.4 信息论与控制论
- 3.5 计算机硬件系统
- 3.6 计算机软件系统
- 3.7 计算机输入设备
- 3.8 计算机输出设备

本课学习重点
讨论与实践
练习与思考

.....

第 3 课

数字媒体技术基础



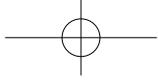


图 3-3 支持可穿戴设备的微型芯片

3.1.2 计算机与数字媒体

计算机的组成非常复杂，但其基本单元非常简单。打开一台 PC 的机箱，可以发现电路板上有很多芯片。芯片又称集成电路，指甲盖大小的芯片就能容纳数百亿个晶体管，具有强大的运算能力。当今社会，任何电子产品都离不开芯片的加持，芯片也被称为“现代工业的心脏”。一个芯片就是一个系统，由很多模块组成，如加法器、乘法器等；而一个模块由很多逻辑门组成；逻辑门由晶体管组成，如 PMOS 管和 NMOS 管等；晶体管则通过复杂的工艺过程形成。在 CPU 芯片内部，晶体管之间的导线只有头发丝的 3000 万分之一。制造芯片就像在一颗米粒上雕刻出一个完整的地球，而且还要把地球上所有的道路和建筑都要雕刻出来一样。道路就是芯片上的导线，建筑就是芯片上的晶体管、电容、电阻等电子元件。一个小小的芯片是迄今为止人类科技智慧的最高结晶，2021 年，IBM 公司已经研制出了 2nm 的芯片，一片指甲盖大小的芯片就能容纳 500 亿个晶体管。如果把芯片放大一亿倍，也就是进入纳米级，你会发现每一个芯片都是一个神奇的世界（图 3-4，下）。放大后的芯片整齐地排列着数不尽的晶体管，那些层次分明、结构立体的晶体管就像一座星罗棋布的城里面纵横交错的街道。随着科学技术的飞速发展，芯片的性能越来越高，而体积却越来越小，这就是现代科技所创造的奇迹。

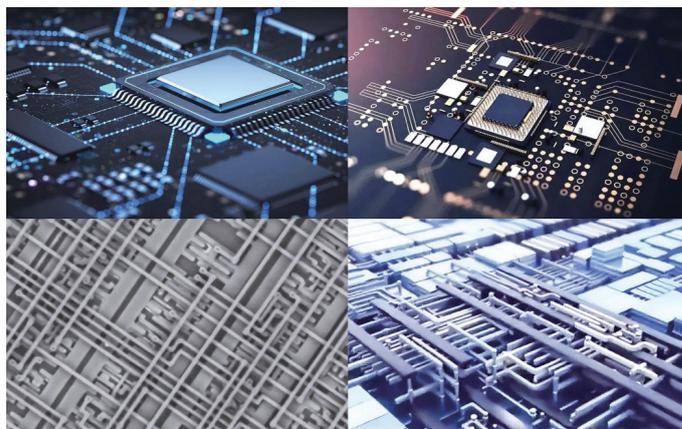
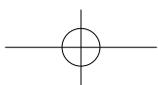
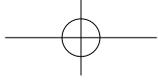


图 3-4 计算机的中央处理器和纳米级芯片结构

现代计算机结构的基本思想是 1945 年匈牙利数学家冯·诺依曼结合 EDVAC 计算机提





数字媒体技术概论——创新实践十二课

出的，因此被称为冯·诺依曼结构。虽然经过了长期的发展，以存储程序和指令驱动执行为主要特点的冯·诺依曼结构仍是现代计算机的主流。计算机系统分为应用程序、操作系统、硬件系统、晶体管四大层次以及它们之间的3个连接层（图3-5，左）。其中，第一个连接层是应用程序编程接口（Application Programming Interface, API），也称为操作系统的指令系统，介于应用程序和操作系统之间。API是应用程序的高级语言编程接口，在编写程序的源代码时使用。常见的API包括面向C语言、FORTRAN语言、Java语言、JavaScript语言的接口以及OpenGL图形编程接口等。第二个连接层是指令集架构（Instruction Set Architecture, ISA），介于操作系统和硬件系统之间，包括x86、ARM、MIPS、LoongArch等。ISA是软件兼容的关键，是生态建设的终点。ISA除了实现加减乘除等操作的指令外，还包括系统状态的切换、地址空间的安排、寄存器的设置、中断的传递等运行时环境的内容。第三个连接层是工艺模型，介于硬件系统与晶体管之间。工艺模型是芯片生产厂家提供给芯片设计者的界面，除了表达晶体管和连线等基本参数的SPICE模型外，该工艺所能提供的各种IP也非常重要，如实现PCIe接口的物理层（简称PHY）等。

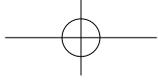
数字媒体系统结构层次（图3-5，右）与计算机系统结构层次有很多相似之处。数字媒体是编辑、加工、承载、存储、传输与展示数字信息的载体，同样需要计算机软硬件技术的支持，而这些技术就构成了数字媒体系统。从数据处理的角度看，数字媒体系统包括计算机底层硬件系统、数字媒体处理硬件系统、操作系统、数字媒体处理系统和数字媒体应用系统。



图3-5 计算机系统结构层次与数字媒体系统结构层次

数字媒体硬件系统包括计算机硬件中的所有内部和外部设备，为数字媒体信息的处理、加工、存储、传输提供硬件环境，是数字媒体赖以生存的核心基础和前提条件。从数字媒体处理的角度看，这些硬件又可划分为基本的计算机硬件和数字媒体处理硬件。基本的计算机硬件提供数据处理的核心功能，而数字媒体处理硬件则在现实世界与计算机数字世界间提供转换接口。操作系统是管理计算机软硬件资源、控制程序运行、改善人机界面和为应用软件提供支持的一种系统软件。操作系统还可以管理整台计算机的硬件，控制CPU进行正确的运算，可以分辨硬盘里的数据并进行读取，它还必须能够识别所有的适配卡，为正确地使用所有的数字媒体处理硬件提供沟通保障。此外，计算机的网络传输硬件以及网络协议可以实现网络资源的共享与信息的传输。数字媒体处理系统主要由数字媒体处理软件组成，用于数字媒体信息生产、加工、处理等各项数字服务产品或艺术作品的创作、生产及展示，以满足用户的需求。数字媒体应用系统则负责将成品的数字媒体信息进行存储和管理，并为用户的观看和浏览提供良好的传输和展示服务，如一些大型媒体公司的数字资源管理系统或大型视频存储系统。

因此，数字媒体系统就是具有数字媒体信息处理功能的计算机软硬件系统。这一系统涵盖了对数字媒体信息的生产、加工、存储、传输和展示等方面的功能。数字媒体系统的这些组成部分都是



相互依赖、相辅相成、缺一不可的；而其核心则是硬件系统。从数字媒体生产角度看，数字媒体产品的创意、策划、生产、包装、营销等环节也遵循工厂流水线的逻辑，这不仅体现在出版社、影视、动画制作公司的部门划分上，而且体现在流程化的数字媒体相关产业的流程及价值链中（图 3-6）。以图书出版为例，虽然图书的写作、编辑与加工均已实现了数字化，但作为整体的图书出版流程还包括排版、印刷、库存、广告与营销等多个环节。因此，资源管理系统、流程质量管理体系以及财务管理系统都是数字媒体相关产业链的一部分。



图 3-6 数字媒体相关产业的流程及价值链

3.2 电子计算机的诞生

现代计算机的历史开始于 20 世纪 40 年代中期。第一台真正意义上的电子计算机是 1946 年在美国宾夕法尼亚大学诞生的名为 ENIAC（音译为“埃尼亚克”，图 3-7，左）的计算机。该计算机由美国宾夕法尼亚大学莫克利教授和他的学生艾克特及同事共同研制，共使用 18 000 多个电子管和 1500 个继电器，运行时耗电 150kW。它体积庞大，几乎占据了整个房间，重达 30 吨，每秒可以完成 5000 多次加法运算和 50 次乘法运算，可以进行平方和立方运算以及 \sin 和 \cos 函数运算。ENIAC 从诞生到 1955 年共运行了 80 223 小时。计算机的诞生并不是一个孤立事件，它是人类文明史的必然产物，是长期的客观需求和技术准备的结果。

现代计算机最初的开发动力源于第二次世界大战期间的军事需求。早在 1943 年，英国科学家研制就成功了第一台“巨人”（Colossus，图 3-7，右上）计算机，专门用于破译德军密码。自它投入使用后，德军大量高级军事机密很快被破译，大大加快了纳粹德国败亡的进程。第一台“巨人”计算机有 1500 个电子管，5 个处理器并行工作，每个处理器每秒处理 5000 个字母。第二次世界大战期间共有 10 台“巨人”在英军服役，平均每小时破译 11 份德军情报。与此同时，德国军方也在加紧研制计算机以应对战争的需要。1941 年，德国研制了 Z3 计算机（图 3-7，右下）。

1936 年，24 岁的英国数学家图灵发表了著名的《论可计算数及其在密码问题的应用》，提出了“理想计算机”，后人称之为图灵机。图灵机成为现代通用数字计算机的数学模型，它证明了通用数字计算机是可以制造出来的。1939 年，计算机科学家阿塔纳索夫提出计算机三原则：一是采用二进制运算；二是以电子技术实现控制和运算；三是采用计算与存储功能相分离的结构。阿塔纳索夫关于电子计算机的设计方案推动了 ENIAC 的诞生。

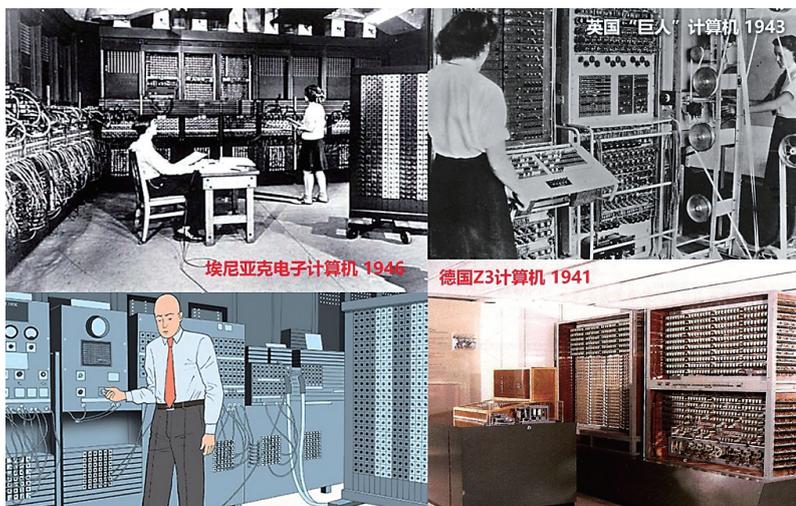
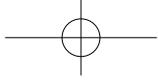


图 3-7 ENIAC、“巨人”和 Z3 计算机

3.3 电子计算机的发展

电子计算机的发展史通常以构成计算机的电子元器件来划分。电子计算机至今已经经历了 4 代，目前正在向第 5 代过渡。电子计算机的每一个发展阶段在技术上都是一次新的突破，在性能上也有了质的飞跃。

1. 第一代：电子管计算机

第一代计算机为电子管计算机（1946—1957，图 3-8，左上）。它将电子管和继电器存储器用绝缘导线互连在一起，由单个 CPU 组成，CPU 用程序计数器和累加器完成定点运算，采用机器语言或汇编语言，软件一词尚未出现。计算机采用磁鼓、小磁芯作为存储器，其特点是体积大，速度慢（每秒运行 1000~10000 次），输入或输出主要采用穿孔卡片或纸带，体积大、耗电量大、速度慢、可靠性差、维护困难且价格昂贵，主要用于军事研究和科学计算。典型产品有 ENIAC、IAS、IBM701。

2. 第二代：晶体管计算机

第二代计算机为晶体管计算机（1958—1964，图 3-8，右上）。它采用晶体管组成更复杂的算术逻辑部件和控制单元，体积大为缩小，可靠性增强，寿命延长。计算机存储器由磁芯构成，实现了浮点运算，运算速度达到每秒几万次到几十万次。并且提出了变址、中断、I/O 处理等新概念。在这一时期出现了更高级的 Cobol 和 FORTRAN 等语言，以单词、语句和数学公式代替了二进制机器码，使计算机编程更容易，进而促进了新职业（程序员、分析员和计算机系统专家）和软件产业的诞生。第二代计算机典型产品有 IBM7094、DEC 公司的 PDP-1 计算机。计算机开始进入商业领域、大学和政府部门，从军事研究、科学计算扩大到数据处理和实时过程控制等领域。

3. 第三代：集成电路计算机

第三代计算机为集成电路计算机（1965—1971，图 3-10，中下）。虽然晶体管比起电子管是一个明显的进步，但晶体管会产生大量的热量，这会损害计算机内部的敏感部分。1958 年，德州仪器

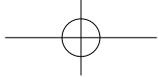


图 3-8 电子管计算机、晶体管计算机和集成电路计算机

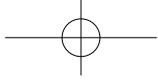
公司的工程师杰克·基尔比 (Jack Kilby) 发明了集成电路, 利用光刻技术把晶体管、电阻、电容等构成的单个电路制作在一块芯片上。因此, 计算机变得更小, 功耗更低, 速度更快 (每秒可达几百万次)。第三代计算机开始采用微程序控制、流水线、高速缓存、虚拟存储器、先行处理技术等。软件采用分时操作系统, 高级语言进一步发展, 结构化程序设计思想开始出现, 计算机应用范围扩大到企业管理和辅助设计等领域。第三代计算机的典型产品有 IBM 公司的 System/386 和 DEC 公司的 PDP-8 等。

4. 第四代: 大规模和超大规模集成电路计算机

第四代计算机为大规模和超大规模集成电路计算机 (1972 年至今)。随着集成电路制造技术的飞速发展, 使计算机进入了新的时代, 即大规模和超大规模集成电路计算机时代。这一代计算机的体积、重量、功耗进一步减少。运算速度、存储容量, 可靠性有了大幅度的提高。该时期计算机运算速度加快, 每秒可达几千万次到几十亿次。系统软件和应用软件获得了巨大的发展, 软件配置丰富, 程序设计实现了部分自动化。计算机网络技术、数字媒体技术、分布式处理技术有了很大的发展, 微型计算机大量进入家庭, 产品更新速度加快。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各个领域得到应用, 电子商务开始进入家庭, 计算机的发展进入了新的时期。苹果公司于 1998 年推出了 iMac G3 系统计算机 (图 3-9, 左), 为用户提供了更加友好的图形界面, 推动了数字艺术设计的发展。2015 年, 苹果公司推出的视网膜 4096×2304 高分辨率屏幕的 Retina iMac (图 3-9, 右), 成为设计行业更新换代的里程碑。



图 3-9 苹果公司 iMac G3 和 Retina iMac 计算机



数字媒体技术概论——创新实践十二课

计算机工业与信息技术产业过去几十年的发展历程验证了摩尔定律，即集成电路上可容纳的元器件数量每 18~24 个月将增加一倍，价格却会下降一半。这意味着，在同样的芯片面积上，集成电路的性能将以指数级增长。该定律由英特尔公司联合创始人戈登·摩尔（Gordon Moore）于 1965 年提出。摩尔定律对计算机技术的发展起到了重要的推动作用，也促进了计算机技术的广泛应用。随着技术的不断发展，摩尔定律也在不断演变，但其核心内容始终是集成电路的性能随时间呈指数级增长的规律。

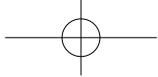
3.4 信息论与控制论

很多人将 1946 年诞生的计算机视为 20 世纪人类所取得的最伟大的工程学成就。实际上，从阿兰·图灵到冯·诺依曼，许多数学家和哲学家都对计算机的原型概念进行了理论研究。数学家克劳德·香农（Claude Shannon）、数学家诺伯特·维纳（Norbert Wiener）以及科学家、工程师范内瓦·布什（Vannevar Bush）等人对推动计算机和互联网的诞生也起到了至关重要的作用。1948 年，香农发表了划时代的论文——《通信的数学原理》，奠定了现代信息论的基础。香农还被认为是数字计算机理论和数字电路设计理论的创始人。早在 1937 年，香农就在论文中证明了具有两种状态的电子开关能够解决任何数字逻辑问题。早期机械式模拟计算机体积庞大，由许多转轮和圆盘组成，运行复杂。用电子开关模拟布尔逻辑运算成为现代电子计算机微型化的突破口，香农的工作成为数字电路设计的理论基石（图 3-10）。此外，香农作为信息论的奠基人，首次提出了信息熵的概念和信息编码及度量的定律，并由此奠定了信息产业的发展方向。从 1G 到 5G 移动通信的发展，就是 IT 工程师们按照香农熵定律指出的方向，根据各个时代所能够获得的技术，对信息编码和传输技术进行持续改进的结果。



图 3-10 香农奠定了数字电路设计理论以及信息编码理论

诺伯特·维纳是美国应用数学家，麻省理工学院教授，信息论和控制论的创始人之一，对 20 世纪计算机科学的发展有着重大的贡献。维纳认为：人在某种程度上也是机器。尽管是庞杂、有血有肉和情绪化的复合体，但人也能被看作一种机械化的信息处理器。这就意味着人类的工作可以被更快和更可靠的机械装置所取代。1943 年初，维纳和朱利安·毕格罗（Julian Bigelow）发表了论文《行为、目的以及目的论》。他们在这篇论文里提出，生物系统中的行为和目的与生物机械系统的控制与反馈机制有关。随后，维纳就开始设想用电路复制人的大脑。1947 年 10 月，维纳写出划时代的著作——《控制论：关于在动物和机器中控制和通信的科学》，该书出版后立即风行世界。



维纳的深刻思想引起了人们的极大重视。维纳把控制论定义为“关于信息如何控制机器和社会的研究”，如果照此理论，机器、社会、生物有机体都可以通过信息论与控制论进行管理。它揭示了机器中的通信和控制机能与人的神经、感觉机能的共同规律，为现代科学技术研究提供了崭新的科学方法。1948年，维纳已经将信息论变成了一门新学科的基础。维纳认为，不管是生物、机械还是包括计算机在内的信息系统，都是彼此相似的。它们都通过接收和发送信息实现自我控制，实际上都是有序信息的模式，而非趋向熵（混乱度）和噪声。信息论是一门以数学为纽带，把自动调节、通信工程、计算机、神经生理学和社会学等联系在一起的科学。维纳的《控制论》和《人有人的用处》都是当时的畅销书，随后成为人类自动化和组织自动化的隐喻，从而影响了人们对信息、组织和计算机的理解。信息论和控制论奠定了计算机原型的理论基础。

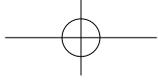
3.5 计算机硬件系统

一个完整的计算机系统包括硬件和软件两部分（图 3-11）。计算机硬件是指组成计算机的各种物理设备，也就是人们看得见、摸得着的实际设备，包括计算机的主机和外部设备。计算机具体由五大功能部件组成，即运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备。这五大功能部件相互配合，协同工作。硬件是构成计算机的所有物理部件的集合，是能看得到的物理实体，如 CPU、内存、硬盘、主板、显示器、键盘、鼠标、机箱、电源等。硬件是计算机系统的物质基础。计算机的工作原理为：首先由输入设备接收外界信息（程序和数据），控制器发出指令将数据送入存储器，然后向存储器发出取指令命令。在取指令命令下，程序指令逐条送入控制器。控制器对指令进行译码，并根据指令的操作要求，向存储器和运算器发出存数、读取命令和运算命令，经过运算器计算并把计算结果存在存储器内。最后在控制器发出的取数和输出命令的作用下，通过输出设备输出计算结果。计算机系统中使用的电子线路和物理设备呈现为实体形式，如中央处理器（CPU）、存储器、外部设备（输入输出设备、I/O 设备）及总线等。软件是运行、维护、管理以及应用计算机的所有程序的总和。软件必须在硬件的支持下才能运行。软件的作用在计算机系统中越来越重要。



图 3-11 计算机系统的组成

硬件是计算机系统的物质基础，是计算机的“躯体”；软件是计算机的“头脑”和“灵魂”。只有将两者有效地结合起来，计算机系统才能有生命力。整个计算机系统的好坏取决于软硬件功能的总和，其中硬件是计算机运行的物质基础与产品形式。



数字媒体技术概论——创新实践十二课

计算机硬件中的运算器的主要功能是对数据和信息进行运算和加工。运算器包括以下几个部分：通用寄存器、状态寄存器、累加器和关键的算术逻辑单元。运算器可以进行算术计算（加减乘除）和逻辑运算（与或非）。

控制器和运算器共同组成了 CPU。控制器可以看作计算机的指挥中心，它通过整合分析相关的数据和信息，可以让计算机的各个组成部分有序地完成指令。

存储器是计算机的记忆系统，是计算机系统中的记事本。而和记事本不同的是，存储器不仅可以保存信息，还能接收计算机系统内不同的信息并对保存的信息进行读取。存储器由内存储器（内存）和外存储器（外存）组成。内存分为 RAM 和 ROM 两个部分。RAM 为随机存储，关机不会保存数据；而 ROM 可以在断电的情况下依然保存原有的数据。内存用来存放程序和数据，可以与 CPU 直接交换信息。外存是指除计算机内存及 CPU 缓存以外的存储器，此类存储器断电后仍然能保存数据。常见的外存有硬盘、光盘、U 盘等，外存的特点是容量大但存取速度慢，所以一般用来存储暂时不用的程序和数据。计算机在处理外存的信息时，必须首先进行内外存之间的信息交换。

输入设备和输出设备都是进行人机互动的关键设备。鼠标、键盘等输入设备是人机交互的基本设备。通过鼠标，人们可以很方便地在计算机屏幕上进行定位，可以很好地操作软件，为操作提供了很大的便捷。键盘也是一类非常重要的输入设备，计算机大部分命令都是通过键盘输入的。输出设备也是计算机人机互动的关键设备，它的特点是可以将计算机的信息以视听形式展现出来，具有很好的直观性。常见的输出设备有显示器、打印机、语音和视频输出装置等。台式计算机的组成如图 3-12 所示。其他类型的计算设备虽然外观体积上差异很大，如笔记本电脑、平板计算机、智能手机等，但同样也具有类似台式计算机的内部组成结构。

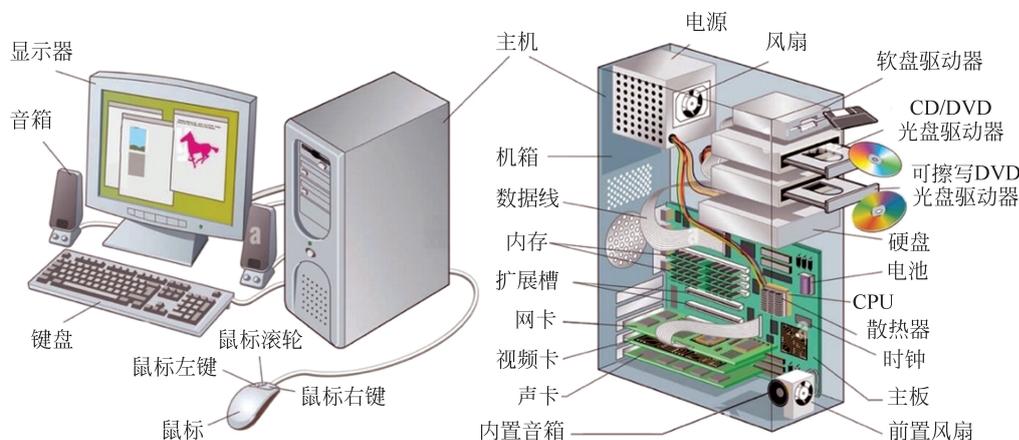
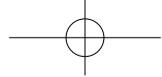


图 3-12 台式计算机的组成

3.6 计算机软件系统

人们将仅有硬件的计算机称为裸机，可以说是毫无用途的。只有配上相应的软件，计算机才能工作。计算机软件是指计算机系统内的程序编码以及相关的文档。软件是用户与计算机之间的接口，用户主要通过软件与计算机进行交流。软件被分为系统软件和应用软件两大类。

系统软件包括操作系统和一系列基本工具，如语言处理程序、数据库管理程序和服务程序等。

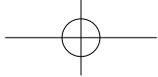


系统软件主要用来管理整个计算机系统，监视服务，使系统资源得到合理调度，确保系统高效运行。

应用软件是为某种特定应用开发的软件，如文字处理软件、表格处理软件、图像处理软件。应用软件可以是一个特定的程序，如图像浏览器；也可以是一组功能联系紧密，可以互相协作的程序的集合，如微软公司的 Office 办公套件、Adobe 公司的数字创意套装等。计算机应用已经遍及社会的各个领域，相应的应用软件也是多种多样的。软件按功能划分，可分为办公自动化工具、网络及 App 设计工具、网络安全工具、媒体播放工具等。1.3 节简要介绍了数字图像处理及图形设计、数字视频处理和后期特效设计、数字动画设计、虚拟现实技术以及数字游戏设计这 5 个领域的相关应用软件，这些软件就是数字媒体技术的基本工具。此外，本书后面还将详细介绍交互界面设计、动画及游戏渲染引擎等相关软件与程序。由于操作系统的发展趋势是将内核做得精练紧凑，因此，这些应用软件往往作为操作系统可调用的文件存在。用户视需要而选取或扩充。与数字媒体领域相关的计算机软件如表 3-1 所示。

表 3-1 与数字媒体领域相关的计算机软件

软件类型	软件特征	软件范例
系统软件	操作系统	操作系统是系统的核心，是其他各种软件的基础。它的作用是管理计算机系统的各种软硬件资源，为用户提供操作接口
	语言处理程序	计算机语言包括机器语言、汇编语言和高级语言。其中高级语言和自然语言比较接近，也是目前常用的编程工具
	数据库管理系统	数据库、数据库管理软件和相关应用程序一起组成了完整的数据库系统。数据库管理系统为用户提供了操作数据库的手段
应用软件	办公自动化软件	文档处理、电子表格制作、幻灯片制作、通信等软件，具有所见即所得、图文混排、拼写和语法检查、自动更正等特点
	网络媒体原型工具	编辑与开发网页及建立网站、编写手机 App 应用以及进行交互设计、网页前端设计的软件工具或程序语言
	移动媒体原型设计工具	手机 App 应用原型设计；支持移动端演示、组件库，可以快速生成全局流程、在线协作、手势操作、转场动画、交互特效等
	网络视频媒体播放及编辑工具	主要用于网络流媒体视频分享、播放及 App 短视频编辑，支持视频剪辑、音画、字幕与特效处理技术。部分 App 工具支持视频剪辑、音频、贴纸、滤镜、特效、比例、分段拍摄、转场、去原声和滤镜等
	手机图像编辑及美颜特效 App 工具	主要用于网络及手机图片编辑、分享和特效处理，如图片压缩、抠图、一键抠图、修改分辨率、修复老照片、黑白照片上色、拼图、修改图像大小、磨皮、边框装饰、复古、调色等
	录音、变声及音乐编辑软件	创建、混合、编辑、降噪与复原音频，部分 App 工具支持更改节拍、变声等功能，也可满足一般的编辑需求，如音频剪辑、录音、复制、混音与特效功能



续表

软件类型	软件特征	软件范例
应用软件	包括自然手绘、数字定格动画、二维手绘动画、漫画创作，可以模仿水彩画、油画、中国画、书法等，从钢笔到铅笔，从油漆到粉彩，有丰富的画板工具。这类工具还可以实现调色、数字合成、图层混合、gif 动图等	定格工厂、iMotion、Animation Sketch、Sketchbook、S 人工智能、绘画大师 Procreate、Rough Animator、FlipaClip 2、Paper

3.7 计算机输入设备

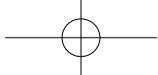
计算机输入设备是向计算机输入数据和信息的设备，是计算机与用户或其他设备通信的桥梁。输入设备是人或外部设备与计算机进行交互的装置，用于把原始数据和处理这些数据的程序输入到计算机中。现在的计算机能够接收各种各样的数据，既可以是数值型数据，也可以是各种非数值型数据，图形图像、视频、声音等都可以通过不同类型的输入设备输入到计算机中，进行存储、处理和输出。为了将这些数据输入到计算机中，就需要各种输入设备。随着高分辨率智能手机的普及，专业扫描仪、数码相机和摄像机的功能已经被智能手机的相关软件所取代。目前除了高端服务商或专业媒体工作者还在使用扫描仪、数码单反相机或高端数字摄像机外，一般用户都可以用智能手机、iPad + 压感笔等实现图像采集、艺术创作或者文字扫描识别等功能。

3.7.1 字符输入

字符输入可以用键盘、语音 / 文字转换工具和手机文字识别软件。例如，基于安卓系统的手机 App——扫描全能王就是一款集文字扫描、图片文字提取识别、PDF 内容编辑、PDF 分割合并、PDF 转 Word、电子签名等功能于一体的智能扫描软件（图 3-13）。它可以实现自动扫描、智能去除杂点、生成高清扫扫件等功能，支持 JPEG、PDF 等多种格式，还能将扫描件一键转换为 Word、Excel、PPT 等多种格式的文档。该 App 支持识别中、英、日、韩、葡、法等 41 种语言，还能够一键复制、编辑图片上的文字，并支持跨媒介导出为 Word/Text 等格式。微信、QQ、百度网盘等手机版 / 电脑版软件均支持手机传输文字或图像，较大的 PDF、Word 文档或图像也可以借助 7zip、RAR 等压缩 / 解压小程序通过电子邮件或者百度网盘进行跨媒介传输。



图 3-13 扫描全能王提供了文字识别、PDF 编辑等功能



3.7.2 音频输入

音频输入设备有录音笔、智能手机和话筒等。数字音频是一种利用数字化手段对声音进行录制、存储、编辑、压缩和播放的技术。它是随着数字信号处理技术、计算机技术、数字媒体技术的发展而形成的声音处理手段。数字音频技术的主要应用领域是音乐后期制作和录音，具有存储方便、存储成本低廉、存储和传输的过程中没有声音的失真、编辑和处理非常方便等特点。数字音频技术已经成为数字媒体的一个重要研究方向，广泛地应用于数字音频广播、数字电视和网络媒体等领域中。

声波的三要素是频率、振幅和波形。频率代表音阶的高低，振幅代表声音的响度，波形代表音色。频率越高，波长越短。低频声响的波长则较长，可以更容易绕过障碍物，因此能量衰减较小，声音传播较远。响度是能量大小的反映。用不同的力度敲击桌子，声音的大小也会不同。在生活中，分贝常用于描述响度的大小。在同样的频率和振幅下，钢琴和小提琴的声音听起来完全不同，因为它们的音色不一样。波形决定了音色。人类耳朵的听力有一个频率范围，大约是 20Hz~20kHz。

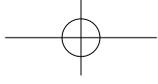
衡量数字音频质量的两个重要属性是采样率和量化深度，它们直接决定了音频数字化过程中的采样点个数和量化的精度。除了这两个属性外，数字音频还有一个间接衡量音频质量的属性，那就是比特率。在没有压缩的情况下，比特率越大，音质越好；在数据被压缩后，比特率的大小与压缩算法关系较大。目前数字音频文件格式主要有 WAV、MP3、RM、MP4、MID、.AIF 等，这些代表不同数字音频压缩编码算法。数字音频编码技术按数据是否被压缩可分为非压缩音频（如波形音频、MIDI 音频和 CD 音频）和压缩音频（如 MPEG 音频、杜比 AC-3 等）两类。在网络应用中，为了提高带宽的利用率，增强数据的安全性和传输的可靠性，往往需要对数字音频进行压缩处理。本书的后面还将进一步介绍数字媒体音视频压缩技术。音频外设除了话筒（麦克风）外还有录音笔，它是对模拟声音信号进行采样、编码并转换为数字信号的设备（图 3-14）。专业录音笔具有携带方便、智能降噪、远程录音、中英互译等功能。



图 3-14 录音笔

3.7.3 图像输入

图像输入设备有手写板/压感笔、智能手机、数码相机和扫描仪等。其中，手写板/压感笔是动漫、绘画和设计领域的重要外设之一。压感笔是指绘图用的数码压力感应笔，一般配合数位板使用。压感笔可以根据下笔力度模拟出深浅、粗细不同的线条或笔触，常见的笔尖压力感应级别为 1024 级和 2048 级，这个值越大，其压力敏感度越高。目前最高压力感应级别为 8192 级。在压感笔绘画领域，苹果 iPad 绘画软件 Procreate 是国内外首屈一指的创意工具。该 App 搭载了超过 136 种画笔库，



数字媒体技术概论——创新实践十二课

从铅笔、墨水笔、炭笔到各种艺术画笔，每款笔刷都可通过画笔工作室自行定义（图 3-15），用户也可以下载上千种画笔以配合创意的各种风格。同时 Procreate 也是强大便捷的动画和 GIF 动态图像设计工具。



图 3-15 iPad 绘画软件 Procreate

数码相机是图像采集与输入的重要设备。虽然智能手机在非专业领域已经或多或少地取代了专业相机的功能，但对于新闻、广告、商业摄影等专业领域，数码相机的地位仍是不可撼动的（图 3-17）。



图 3-16 数码相机

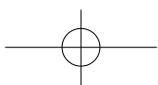
对于摄影师来说，选择数码相机要考虑以下几方面：

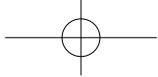
（1）拍摄需求。不同的拍摄需求需要不同的相机。例如，旅游拍摄需要轻便易携带的相机，人像拍摄需要具备良好的画质和对焦性能佳的相机，运动拍摄则需要快速的连拍速度和自动对焦功能等。

（2）画质。相机的画质与其像素数、感光元件大小、镜头成像质量等因素有关。一般来说，像素数越高，画质越好。

（3）镜头。相机的镜头对画质和焦距等有着决定性的影响。例如广角镜头或长焦镜头等对于远距离拍摄必不可少。

（4）操作性。高端相机具备较为复杂的操作系统和菜单结构，需要较长的时间才能掌握；而入门级相机则更注重用户的操作便捷性和易用性。





(5) 价格。相机的价格与其功能和性能有关。一般来说,价格高的相机拥有更好的画质、更多的功能和更好的操作性能。

在市场上,常见的数码相机品牌有佳能、尼康、索尼、富士等。

3.7.4 视频输入

视频采集输入设备是数字媒体技术中非常重要的组成部分,是将现实中的视频信号转换成数字信号的硬件设备,可以将视频信号输入到计算机或其他设备中,以便后续的编辑、处理和输出等操作。视频采集输入设备种类繁多,常见的有监控摄像头、视频采集卡、数码摄像机、智能手机等。

摄像头是一种常见的视频采集输入设备,它可以将现实中的图像转换成电子信号,并通过 USB、HDMI 等接口直接连接到计算机或其他设备中。摄像头的种类有很多,包括普通的网络摄像头、高清摄像头、360° 全景摄像头等。视频采集卡是一种将模拟视频信号转换成数字信号的设备,常用于将摄像机、VCR 等设备的信号输入到计算机中,以便进行后续的编辑和处理。视频采集卡通常需要插入计算机的 PCI 插槽或 USB 接口,以便将视频信号输入到计算机中。视频采集卡的种类也有很多,包括内置型和外置型,用户可以根据自己的需求选择合适的视频采集卡。

数码摄像机简称 DV,是一种专门用于采集、录制和编辑视频的设备,它可以将视频信号输入到计算机中,并提供一系列视频编辑和处理功能。数码摄像机通常具有独立的硬件编解码器和存储器,可以实现高质量的视频采集和处理。数码摄像机按用途可分为广播级机型、专业级机型和消费级机型。数码摄像机的工作原理就是光/电/数字信号的转变与传输,即通过感光元件将光信号转变成电流,再将模拟电信号转变成数字信号,由专门的芯片进行处理和过滤后得到的信息还原出来就是人们看到的动态画面了。数码摄像机具有清晰度高、色彩纯正、无损复制和体积小、重量轻等优点。

在瞬息万变、不断创新的数字视频摄像领域,摄像师需要掌握最新的专业知识以及对相关技术的深入理解。例如,在选择适合记录婚礼现场的摄像机时,可靠性、低光照条件下出色的视频和高光学变焦范围应该是重点选项。此外,还要考虑媒体格式、音频输入以及摄像机的便携性等因素。例如,高级和中级摄像机,如索尼 PXW-Z280、JVC GY-HM650SC ProHD 摄像机等,都可以录制高达 4K 影像的视频。这些摄像机具有出色的低光性能以及轻巧且用户友好的设计,可提供快速、高效和高质量的视频采集能力。CMOS 传感器和快速最大光圈(17 倍光学变焦镜头上的 f/1.9)使摄像机可以在光线昏暗的室内捕捉到出色的视频。这些摄像机重量较轻,稳定性好,并可以支持长时间的录像(图 3-17,上)。此外,入门级和消费级摄像机,如松下 AG-AC30 全高清摄像机、索尼 HXR-MC2500 肩扛式 AVCHD 摄像机(图 3-17,下),同样可以胜任现场高质量的视频录制。前者可以拍摄高清 1080p/1080i 的影像,而且还具有五轴混合光学防抖功能,使视频更加清晰流畅;后者同样可以在光线较暗的情况下提供变焦影像的拍摄功能。

此外,随着可摄录、可直播的智能手机的普及,目前在非专业领域,数码摄像机的功能逐渐被智能手机所代替。

总的来说,视频采集输入设备是数字媒体技术中重要的组成部分,用户可以根据自己的需求选择合适的设备。在选择设备时,需要考虑设备的品质、性能、兼容性等因素,以便获得更好的视频采集和处理效果。

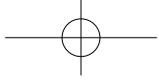


图 3-17 适用于婚礼现场录像的几款专业级、入门级和消费级摄像机

3.8 计算机输出设备

计算机输出设备是指能够将计算机的信息以画面、声音等人的感官可以感知的形式展现出来的技术和设备，例如显示器、打印机、投影仪、可触摸显示屏、音箱和耳机等。计算机输出设备是人机互动不可或缺的关键设备，它具有很好的直观性和可操作性。部分数字媒体设备，如智能手机、iPad、触摸屏等，也是显示与操控二者合一的设备，如利用 Procreate 直接在显示器上绘画。下面介绍几种常见的计算机输出设备，包括显示器、可触摸显示屏和投影仪。

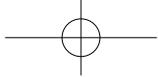
3.8.1 显示器

显示器是一种将特定的电子文件通过传输设备显示到屏幕上的显示工具。液晶显示器由液晶模块、控制板和逆变器组成。其中，液晶模块内含玻璃基板，里面是液晶体和网格状的印刷电路。时序电路可以用于产生控制液晶分子偏转所需的时序和电压。灯管产生白色光源，背光板把灯管产生的光反射到液晶屏上。控制板起信号转换作用，把各种输入格式的信号转化成固定输出格式的信号。逆变器产生高压用于点亮灯管。显示器的技术指标包括图像分辨率、屏幕刷新率、面板类型、色域、色准等，其中比较重要的就是图像分辨率、屏幕刷新率和色域（详见第 5 课）。

分辨率（resolution）是指构成图像的像素总和即屏幕包含的像素多少。它一般表示为水平分辨率和垂直分辨率的乘积。例如， 1920×1080 表示水平方向是 1920 像素，垂直方向是 1080 像素，屏幕总像素的个数是它们的乘积。显示器的分辨率越高，画面包含的像素数就越多，图像也就越细腻清晰。目前显示器的分辨率有 1080p、2K、4K 和 8K，代表不同的像素总数（图 3-18）。设计师对于显示器分辨率、色域、色准的要求会更高一些。屏幕刷新率就是显示器每秒可以显示的视频帧数。屏幕刷新率越高，画面表现越流畅，卡顿感越不明显。

3.8.2 可触摸显示屏

可触摸显示屏简称触摸屏（touch panel），又称为触控屏或触控面板，是一种可接收触摸输入信



号的感应式液晶显示装置。当接触时，屏幕上的触觉反馈系统可根据预先编写的程序驱动各种连接装置，并借由液晶显示画面制造出生动的影像效果。从技术上，触摸屏大致可以被分为红外线式、电阻式、表面声波式和电容式 4 种，并已广泛应用于智能手机、平板计算机、零售商场、公共信息查询系统、多媒体信息系统、医疗仪器、工业自动控制系统、娱乐与餐饮、自动售票系统、教育系统等许多领域（图 3-19）。触摸屏的本质是传感器，它由触摸检测部件和触摸屏控制器组成。触摸检测部件用于检测用户触摸位置，触摸屏控制器的主要作用是从触摸检测部件接收触摸信息，并将它转换成触点坐标送给 CPU，同时能接收 CPU 发来的命令并加以执行。



图 3-18 显示器分辨率规格



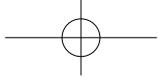
图 3-19 触摸屏在各领域有广泛的应用

3.8.3 投影仪

投影仪是将显示器输出的画面投射在幕布或墙面上的技术设备。目前最为成熟的投影仪是 LCD 透射式投影仪，其投影画面色彩还原真实、鲜艳。色彩饱和度高，光效很高。目前市场上高流明的投影仪主要以 LCD 投影仪为主。

投影仪的技术指标有以下 4 个

(1) 亮度或流明度。这是国际测量投影仪光通量的方法，指屏幕表面受到光照射发出的光能量与屏幕面积之比。根据亮度的不同，目前一般投影仪的应用可分为：① 1000~1800ANSI，主要用于



数字媒体技术概论——创新实践十二课

商务和娱乐领域；② 1800~3000ANSI 主要用于教育领域；③ 3000ANSI 以上，主要用于艺术展示、博物馆、设计、工程、军事、商务和其他专业领域。如果需要在明亮的环境中投影，如会议室、教室或公共环境，通常需要高亮度投影仪。

(2) 分辨率。这个指标与显示器类似。投影仪内部的显示芯片和投影显示画质或分辨率有着直接关系，投影仪显示芯片尺寸越大，画质越好。目前投影仪分辨率有 720p、1080p、2K 和 4K。在教育领域及专业领域，1920×1080 以上的投影仪较为普及。

(3) 对比度。通常对比度越高，图像越清晰，颜色越鲜艳。

(4) 投影距离。投影仪的投影距离可以影响图像的大小和清晰度。不同的投影仪有不同的最佳投影距离。

目前投影仪市场上常见的品牌有爱普生 (Epson)、明基 (BenQ)、Optoma、ViewSonic 等(图 3-20)。这些品牌的投影仪有各自的特点和适用场景，用户可以根据自己的需求和预算进行选择。同时，用户也可以参考消费者报告和产品评测以了解不同品牌的投影仪的性能和口碑。



图 3-20 目前市场上常见的投影仪品牌

除了上述设备外，其他常见的输出设备还包括打印机、耳机、扬声器（音箱）等。打印机是将计算机中的文档、图片等输出到纸张上的设备；扬声器是将计算机中的声音输出到外部的设备。限于篇幅，对这些设备不再进行介绍。

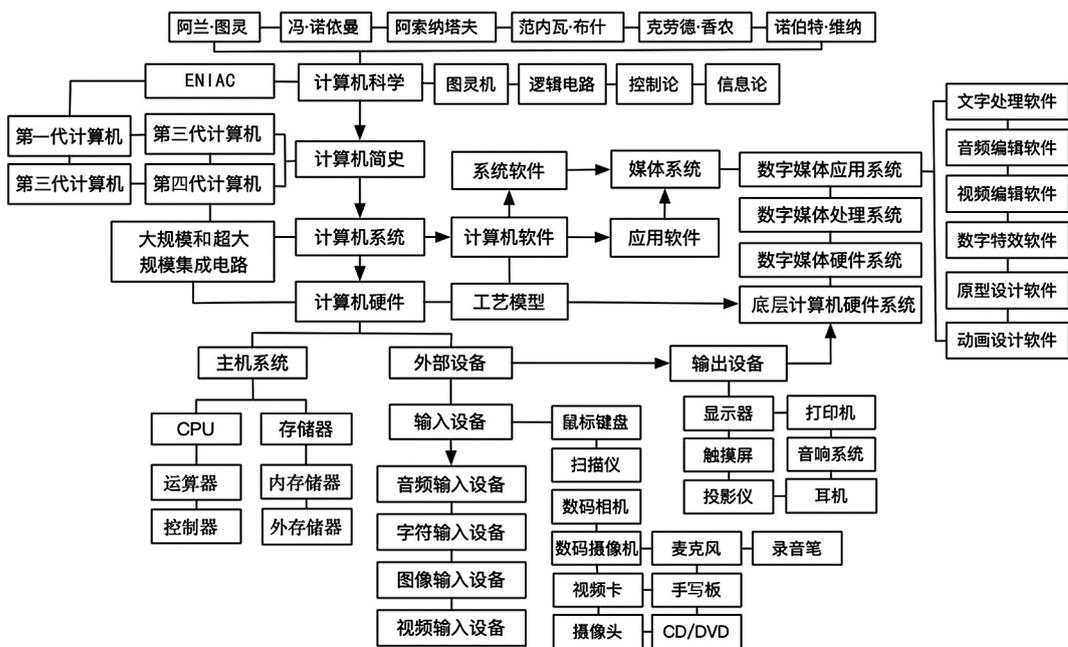
本课学习重点

本课为数字媒体技术基础知识的介绍，包括计算机系统结构、数字媒体系统结构、计算机的发展历程、信息论与控制论、计算机软硬件系统和计算机输入与输出设备等（参见本课思维导图）。读者在学习时应该关注以下几点：

- (1) 计算的核心是什么？为什么说我们处于数字时代？
- (2) 信息论与控制论与数字社会的发展有何联系？
- (3) 计算机系统结构与数字媒体系统结构有何联系？
- (4) 举例说明音频与视频输入的设备有哪些。

- (5) 数码相机和数码摄像机的技术指标有哪些?
- (6) 计算机软件与数字媒体处理软件的联系和区别是什么?
- (7) 计算机的发展经历了几代? 每一代的特征是什么?
- (8) 对于数字媒体技术来说, 常用的输入与输出设备有哪些?
- (9) 简述计算机系统的基本结构并说明芯片的物理组成。
- (10) 举例说明计算机形态的多样性。什么是可穿戴技术?
- (11) 计算机硬件系统通常包含哪些组件? 各自的功能是什么?
- (12) 计算机软件系统如何分类? 说明操作系统与应用软件的关系。
- (13) 投影仪有哪些技术指标? 如何针对教育或办公领域对投影仪进行选择?

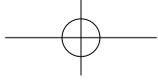
本课学习思维导图



讨论与实践

思考以下问题

- (1) 计算机的基本硬件包括哪些组件?
- (2) 什么是计算机系统软件和应用软件? 常用的应用软件有哪些?
- (3) 计算机系统分为哪些层次? 它和数字媒体系统有何区别?



数字媒体技术概论——创新实践十二课

- (4) 电子计算机的发展经历了几代？以什么标准划分？
- (5) 为什么说信息论与控制论推动了计算机与信息产业的发展？
- (6) 对于数字媒体技术来说，常用的输入与输出设备有哪些？
- (7) 举例说明音频与视频输入的设备有哪些。

小组讨论与实践

现象透视：人工智能生成艺术（**generative AI art**）作为一种全新的绘画方式，在拓展人类艺术认知的同时，也对人类传统的艺术创作模式提出了挑战。百度推出的“文心一格”人工智能绘画程序可以根据用户输入的文字生成创意画作（图 3-21）。这种创作方式结合了人和计算机的长处，为未来的艺术创作实践提出了新的可能性。

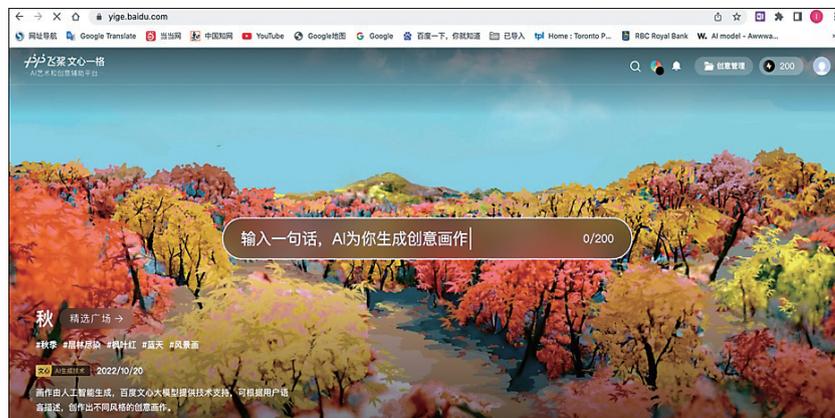


图 3-21 百度“文心一格”人工智能绘画程序的网站界面

头脑风暴：人工智能生成艺术是艺术与人工智能技术的结合，其核心在于基于生成对抗网络（**Generative Adversarial Network, GAN**）算法，通过文字识别结合网络大数据生成新的艺术范式。虽然就它目前生成的绘画作品来看，仍然与艺术家的绘画存在一定差距，但作为一种创意方法，为绘画爱好者提供了更多的思路借鉴与概念设计的途径。

方案设计：通过研究“文心一格”的绘画创作模式，请各小组通过输入组合关键词，如“落霞与孤鹜齐飞，秋水共长天一色”等，并选择艺术家风格（如齐白石）、类型（如水墨画）进行艺术绘画的创作。可以改变不同的关键词，观察不同的艺术效果，并以此为基础，采用手绘修图的方式，完成人机结合的艺术创作。

练习与思考

一、名词解释

1. 集成电路
2. 科学计算