

第 1 章 计算机的发展概况和趋势

1.1 计算机的发展概况

计算机（电脑）是 20 世纪最重要的发明之一，它已经成为现代信息社会发展的重要标志。电脑的应用已深入到社会的各行各业，电脑制造和应用行业本身也已成为当今发展最快的行业。计算机技术发展迅速，使计算机从当初的只能进行简单的运算，发展到现在的多媒体技术应用，不但可以高速运行复杂、精确的运算，而且可以综合处理文字、图画、静态图像、平面动画、动态影像、声音、音效等多媒体信息。Internet 的发展，使人们通过计算机进行信息交流更加方便快捷，电脑已经成为人们生活、学习和工作中必不可少的技术工具。由于电脑与其他任何电子产品一样，都有一个使用寿命问题，一台电脑的正常使用寿命约为 4 年左右。因此，近几年淘汰和报废的电脑数量急剧增加，如何回收利用好废电脑及其配件中的有价值材料，同时确保回收利用过程中不增加环境负担，已经成为世界各国必须重点考虑和解决的问题。

本章将介绍计算机的一些基本概念及有关的名词术语，包括计算机的发展历程、计算机的基本结构原理及应用发展趋势，以期为从事废电脑及其配件中有价值材料的回收利用工作打下必要的计算机知识基础。

1.1.1 计算机的发展简史

自古以来，人类的生产和生活就离不开计算活动。为此，人们千方百计地寻求简便的运算方法和工具。中国古人的计算观念可以说是电脑二进制运算概念的起源。上述观念在中国古老的运算工具——算盘中被充分运用，成为人类最早期的运算器，也是当今所有电脑的运算基础。公元 650 年，印度人发明了以零（0）符号作

为进位的运算，使电脑的基础运算概念更趋于完整。

1.1.1.1 人类第一台电子计算机的诞生

1614 年，苏格兰人 John Napier 发明了一种可以进行四则运算和方根运算的精巧装置。法国数学家 Pascal 制造了第一台机械齿轮式加法机（Pascaline），能进行 8 位计算。1776 年，德国人 Mathieus Hahn 成功地制作了一台乘法器。1820 年，法国人 Charles Xavier Thomas de Colmar 制作了第一台成品计算机。英格兰人 Charles Babbage 于 1834 年提出了制造分析机的想法，1906 年他的儿子 Henry Babbage 在 R. W. Munro 的支持下，完成了父亲的设想。此前的计算机都是基于机械运行方式，尽管有个别产品开始引入一些电学内容，但都属于机械式，还没有进入逻辑运算领域。此后，随着电子技术的发展，计算机开始了由机械时代向电子时代的过渡。20 世纪 40 年代中期，正值第二次世界大战进入决战的关键时期，武器研究和使用的对数学运算提出了更迅速和准确的要求，进一步促进计算机技术的发展。1937 年，美国贝尔实验室制造出第一台二进制电子计算机的展品。美国宾夕法尼亚大学莫尔学院与阿伯丁实验室于 1943 年草拟一份建造一台电子数字计算机的规划。1946 年 2 月起名为 ENIAC 的数字电子计算机正式通过验收，并投入运行。这台计算机使用 18468 只电子管，7200 只二极管，70000 只电阻器，10000 多只电容器和 6000 只继电器。它的加法速度是每秒 5000 次，乘法速度为每秒 56 次并一直服役到 1955 年。ENIAC 计算机的出世，标志着计算机进入了电子时代，人们从此由单纯意义上的“计算机”真正进入了“电脑”时代。

1.1.1.2 电子计算机的发展阶段

1944 年 8 月 ~ 1945 年 6 月，世界著名数学家美籍匈牙利人冯·诺依曼博士在得知 ENIAC 计算机的研制情况后，提出了新的改进方案：一是用二进制代替十进制，进一步提高电子元件的运算速度；二是提出了电子计算机中存储程序（stored program）的概念，即把程序放在计算机内部的存储器中，并提出计算机硬件的基本结构思想。他的改进方案被称为“爱达发克”（EDVAC，离散

变量自动电子计算机的简称)。这种思想奠定了现代计算机的理论基础,为计算机的不断发 展开拓无限的前景。近几十年的发展历史表明,计算机在发 展中之所以可以分成不同的阶段,主要原因之一是计算机基本结构中各逻辑功能部件所采用的电子器件处于不同年代。

(1) 第一代电子计算机 1946 年诞生的第一台电子计算机 ENIAC 中使用的主要电子器件是电子管。人们通常将 1956 年之前以电子管为主要电子器件的计算机称为第一代电子计算机。其特点是计算机的操作指令专为某一特定任务而编制,每种机器各有自己的机器语言,许多功能受到限制,运算速度较慢。另外,这时的计算机主要使用真空电子管和磁鼓储存数据。真空管时代的计算机尽管已经步入了现代计算机的范畴,但其体积大、能耗高、故障多和价格高的缺点极大地制约它的普及和应用。这种情况直至晶体管在计算机中的普遍使用和磁芯存储器的出现才使计算机真正进入第二代。

(2) 第二代电子计算机 1947 年,半导体三极管的产生给计算机提供新的电子器件。半导体器件具有体积小、质量轻、寿命长、耗电少、工作状态转换速度快的特点。1956 年研制成功第一台晶体管计算机。人们把以晶体管作为主要电子器件的计算机称为第二代计算机。采用晶体管代替电子管后,计算机的体积变得更小,运算速度变得更快,功耗更低,性能更稳定。存取速度更快的磁芯存储器的使用 and 高级程序设计语言的出现,使计算机的各种性能都比第一代计算机进步了许多,各种大、中、小型系列晶体管计算机纷纷出现。在这一时期出现的 COBOL 和 FORTRAN 等语言,以单词、语句和数学公式代替二进制机器码,使计算机编程更为容易,并促使程序员、分析员和计算机系统专家等新职业的出现以及整个软件产业的诞生。

尽管采用晶体管可以大大缩小计算机的体积,降低价格并减少故障,但晶体管在使用过程中产生的大量热量有损于计算机内部敏感器件的使用效果和使用寿命,同时各行业对计算机也提出了更高

的要求。生产性能更强、更轻便、更便宜的计算机已经成为当时计算机领域最主要的任务之一。集成电路以其高度的集成性，不仅能使电脑的体积得以减小，更能使计算机的运行速度大大加快，故障减少。它的出现为 IT 产业带来了革命性的变化。

(3) 第三代电子计算机 1958 年，人类制作出第一个半导体集成电路（即将众多的半导体晶体管和元件集成在一块很小的半导体硅片上的电路）。1961 年，美国得克萨斯仪器公司与美国空军合作，研制出第一台由半导体集成电路作为主要电子器件的集成电路试验型电子计算机。1964 年，美国 IBM 公司生产由混合集成电路制成的 IBM 360 系列计算机，成为计算机发展史上第三代电子计算机的重要里程碑。它的主存储器容量在 1~4 兆字节，平均运行速度每秒达 100~200 万次。从此，计算机变得更小，功耗更低，速度更快。同时在这一时期得到发展和使用的计算机操作系统，使计算机能够在中心程序的控制协调下同时运行多种程序。因此，中小规模集成电路的使用是第三代计算机的主要标志。在这一时期，出现计算机技术与数据通信技术的结合，并由此产生各式各样的信息收集、分析与处理的实时联机系统，如生产管理、城市交通、气象观测等，大大促进社会化大生产和科学技术的发展。

(4) 第四代电子计算机 由于微电子学在理论和制造工艺上的重大突破，为集成电路集成度的大幅度提高创造了非常有利的条件。半导体器件继出现三极管后，又出现了场效应管。场效应管具有高速、低耗的特点，由其构成的高密度和大容量的大规模、超大规模集成电路相继问世。以 MOS（金属-氧化物-半导体）存储器芯片为例，它的集成度每三年翻两番，即从 1971 年的 1024 位到 1987 年的 1 兆位，到目前的几十兆位、几百兆位、上兆兆位。计算机运算部分的核心器件门阵列已突破每片上万门，门延时小于 100 μ s。采用砷化镓技术的超高速集成电路的门延时可小于 10 μ s。采用大规模、超大规模集成电路是第四代计算机的基本特征。因此，在 1972 年以后的计算机习惯上被称为第四代计算机。它基于大规模集成电路及后来的超大规模集成电路，计算机功能更强，体

积更小。随着超大规模集成电路和微处理器技术的进步，计算机进入寻常百姓家的技术障碍已被层层突破。此外，第四代计算机还在多样化（从超级电脑、巨型电脑、迷你电脑到微电脑应有尽有）、平民化和多用途（从计算到文书处理、资料库管理、家电和汽车功能控制等）方面得到很大发展。

1.1.2 计算机的分类

按照计算机的用途可将计算机分为通用计算机和专业计算机两类。按照 1989 年 IEEE 委员会提出的运算速度分类法，可将计算机分为大型通用机、巨型机、小型机和微型计算机。按照所处理的数据类型可将计算机分为模拟计算机、数字计算机和混合型计算机等。

1.1.2.1 大型通用机

这类计算机具有极强的综合处理能力和极大的性能覆盖面。在一台大型机中可以使用几十台微机或微机芯片以完成特定的操作。可同时支持上万个用户或几十个大型数据库。主要应用在政府部门、银行和大公司等的管理工作中。

1.1.2.2 巨型机

科学技术和国防事业的飞速发展，带来了许多难度极大的复杂计算问题，微机以及小、中、大型计算机对此都无能为力，巨型机成了必不可少的工具。巨型机是巨型计算机的简称，又叫做超级电脑。其运算速度和内存容量，都遥遥领先于其他类型计算机，并能够胜任庞大的计算工作。

由于巨型机运算形式的改进，使其应用范围不再局限于高科技计算的狭小领域。随着商业数据越来越多和逐步复杂，需要规模更大的数据库，并希望使用性能更高的巨型机来管理数据。巨型机在天文研究中，能够模拟恒星诞生、星系碰撞之后的情况和探索宇宙间天体的形态。在气象研究中可根据各地天气情况进行全球性气候预测，对遥感图像实施模式识别。在地震预报和研究中，能够对地震产生的根源和破坏后果进行模拟，探索地震的规律所在。在航空方面可用于设计飞机、展示机翼空气动力特性，辅助甚至取代风洞

试验。在军事方面能够以三维动画模拟核爆炸，测试核武器的安全性和可靠性。

巨型机的性能比一般计算机高很多，要采用许多高难技术，价格非常昂贵，所以它的发展代表一个国家的整体技术水平和综合国力。目前世界上巨型机有数百台，分布在美国、日本、中国、俄罗斯、英国和法国等国家。

我国巨型机的研制始于 1978 年 3 月。1983 年研制成功的“银河 1”是我国第一台亿次巨型机，标志着我国已经成为能够研制和拥有巨型机的国家。1994 年开发的 10 亿次“银河 2”巨型机和 1995 年研制成功的 25 亿次“曙光 1000”大规模并行机系统，标志着我国的巨型计算机技术已迈入世界先进行列。

1.1.2.3 小型机

小型机的机器规模小，结构简单，设计和试制的周期短，便于及时采用先进工艺技术；软件开发的成本低，易于操作维护。小型机已被广泛应用于工业自动化控制、大型分析仪器、测量设备、企业管理、学校和科研机构等有关工作中，也可以作为大型与巨型计算机系统的辅助计算机。近年来，小型机的发展引人注目，特别是 RISC (Reduced Instruction Set Computer, 缩减指令系统计算机) 能够使指令系统简化和缩小计算机的体积，已得到了很大发展。RISC 的思想是把这些使用频率较低的复杂指令用子程序来代替，将整个指令系统限制在数量甚少的基本指令范围内，并且绝大多数指令的执行都只占一个或更少的时钟周期，从而达到优化编译器，提高机器整体性能的目的。

1.1.2.4 微型机

微型计算机简称微型机、微机，又称为微电脑、电脑。我们常见的工作站和个人电脑都属于微型计算机。1971 年微处理器诞生后，微处理器加上内存、输入输出接口电路和总线接口，就构成了微型计算机。1981 年，IBM 公司推出了个人微型计算机 IBM PC，根据其英文的原名“Personal Computer”（个人计算机）而简称为 PC 机。微型计算机诞生以来，向各领域的渗透和发展速度十分惊

人，平均每 2~3 个月就有新产品出现，1~2 年产品就更新换代一次。平均每两年芯片的集成度可提高一倍，性能提高一倍，价格降低一半（这就是著名的摩尔定律），而且目前还有加快的趋势。微型机先后经历了 4 位、8 位、16 位、32 位和 64 位微处理器的发展阶段。目前，微型机能够综合处理文字、图画、静态影像、平面动画、立体动画、动态影像、声音、音效、音乐等多种媒体信息，能使多种信息建立联系并具有交互性的多媒体计算机已经得到了越来越广泛的应用。图 1-1 表示一台典型多媒体电脑的外形。



图 1-1 典型多媒体电脑的外形

虽然 PC 机的体积比其他类型计算机已大大缩小，但是对于经常外出的商务人士还是十分不便。因此，产生了几种便携式电脑。便携式电脑一般指手提式电脑（即笔记本电脑），见图 1-2（a）；随



图 1-2 几种便携式电脑的外形

身电脑 Pocket PC 或 Palm), 见图 1-2 (b); 微软公司最近推出的 Tablet PC 见图 1-2 (c)。

随着微电脑的发展, 已经逐步使它由个人电脑演变为网络电脑、全民电脑和信息中心等多种形式, 各种机型的微电脑也各有其特点。

(1) 个人电脑 又称 PC (Personal Computer), 是目前最为流行的微电脑。最初由美国 IBM 公司研制成功, 所采用的中央处理器是 Intel 86 系列的集成电路, 能够与之匹配的软件十分丰富, 常用软件有以下 6 种。

文字处理 作家、记者、律师等文字工作者利用这种软件可以代替手工工作。其功能主要包括文字编辑、文章剪辑和检索等。

家庭顾问 这类软件把存储在电脑中的信息提供给使用者, 使家庭成员能够从中学习各种知识。

事务处理 家庭的日常事务如账目处理、通信地址、电话号码可以用这类软件进行处理。

智力游戏 提供各种有趣的电脑游戏等。

辅助教学 中小学课程中有很多教学难点不容易用普通方式讲解清楚, 利用本软件可以使内容形象化、可视化, 还可以对学生进行个性化教育, 如专项测验、模拟考试和复习等。

⑥ 职业准备 对未就业者进行各种必要的职业教育, 可用于如打字、教育、管理、学习、娱乐、通信甚至生产方面, 许多功能已越来越多地为众多的家庭所认可。

由 PC 机发展的多媒体计算机 (简称 MPC, Multimedia Personal Computer) 更加方便人机交流。目前, 多媒体使计算机和人的信息交流不再局限于文字信息, 而且还包括声音和画面。声音包括语言、音乐、音效等, 画面包括电影、录像、动画等。现有的电脑加上多媒体功能, 就能变成多媒体电脑。MPC 的基本配置除了显示器、键盘和鼠标器外, 还需要 75MHz 以上 Pentium CPU 或同类型的 CPU 系统, 容量为 8M 以上的内存, 至少有 1G 容量的硬

盘驱动器，4 倍速光盘驱动器，3.5 英寸●软盘驱动器，调制解调器，16 位的声卡和相关软件。

(2) 网络电脑 又称 NC (Network Computer)，也可理解为 Internet 信息终端。NC 最初由 Oracle、IBM 和 Apple 等公司推出，目前有 NEC、日立、富士通等 30 多家厂商生产。它由大型服务器、宽带传输网络和客户机构组成，其基本配置为高性能 CPU、4M 以上内存、网络接口、I/O 接口、键盘、显示器、调制解调器、鼠标器等。

最初的 CPU 采用具有多媒体功能的 200MHz、32 位超高速精确指令 RLSC 芯片，其性能和 Intel 的 486 DX2-66 相当；可以实现视频 / 音频处理，可以上互联网，设立电子信箱，还可以进行文字处理和召开电视会议等。

NC 支持标准的网络接口，如调制解调器、高速以太网、ISDN 和 ADSL 等能够方便地利用现有的网络资源。其主要特点是更多地依靠 Internet 的数据库和服务器，并在网上获得各种功能。

NC 支持键盘、鼠标、耳机、扬声器、游戏杆和红外遥控接口，并具有连接大多数 PC 所使用的 VGA 和 SVGA 监视器的接口；还可以利用电视机充当监视器，并以“防抖动”软件技术补偿计算机与电视机在显示方面的差别。

为了共享网络上的软硬件资源，每一个用户都有一个智能卡，用于识别和认证用户身份。其中还包括一个很小的、非常安全的硅片，用于存储用户名、口令、持卡人所能够使用服务的有关信息，保证持卡人在不同地点安全地访问网络上相应文件。由于允许数据保存到智能卡上，可以存储操作信息，有助于用户使用时能够方便地回到上次退出的地方，也不用担心智能卡上的数据是否安全。任何不规范的使用都会导致智能卡自动地删除，从而保证数据不被盗用。智能卡的出现将使计算机不再受具体机型及地点的限制，从而可以充分地利用网络资源。

NC 运行的是企业计算总体方案，用 JAVA 语言编写的操作程序。由于 JAVA 是全球交互网络语言，NC 将彩显、硬盘、Windows 操作系统同时取消，只用一根电话线就可连接到 Internet 网上。该网还可以连接各种设备或网络，再加上非常容易地进行集中管理，能够轻松地运行各种复杂的软件（如视窗程序），可以支持多媒体图形应用，适应大范围业务的开展。

NC 是最初于 1995 年由 Oracle、SUN、Apple 等公司联合推出主要面向网络的系统，其市场主要是学校、工厂和企业。由于其成本低廉，使用便利并将高精度的产品简单化，所以受到用户的广泛欢迎。

网络电脑有多种分类形式，但其中较为重要的是按其覆盖地域的大小而分成三种。

广域网 广域网的英文名称是 Wide Area Network，缩写为 WAN，是指远距离、大范围的计算机网络。常用方法是对该管辖范围内的公共电信设施进行高速数据交换。Internet 是典型的广域网。

城域网 城域网的英文名称是 Metropolitan Area Network，缩写为 MAN，是用于一个城市范围内操作的网络；也可理解为在物理上以使用城市为基础电信设施（如地下电缆系统）的网络。最典型的城域网是校园网。

局域网 局域网的英文名称是 Local Area Network，简称为 LAN，为短距离网，一般指 6km 范围内的智能工作站（如 Personal Computer，个人计算机）之间的通信网络。通常这种网络局限于一个建筑物或相邻很近的建筑物。LAN 可用于共享数据、应用程序、外设及其他资源（如电子邮件、工厂环境监控和办公自动化、MIS 平台等）；还可以支持协作式 Client/Server 的应用。当 LAN 与 WAN 进行连接后，便可以扩展网络范围。

(3) 全民电脑 又称 BC (Basic Computer)，由联想集团开发，其功能介于 PC 与 NC 之间。产品主要分基本型、教育型、商用型和多媒体型共四种类型。它在结构方面采用 ZIP 光磁盘以取代

为了能全面、正确地理解计算机和软件，必须了解软件的特点。

(1) 软件是一种逻辑实体，而不是具体的物理实体，因而它具有抽象性。这种特点使它和计算机硬件或是其他工程对象有着明显的差别。人们可以把它记录在纸面上，保存在计算机的存储器内部；也可以保留在磁盘、磁带和刻录光盘上，但却无法看到软件的形态，而必须通过观察、分析、思考、判断去了解其功能、性能及其他特性。

(2) 软件的生产与硬件不同。在软件的开发过程中没有明显的制造过程，也不像硬件那样：一旦研制成功，可以重复制造，在制造过程中进行质量控制，以保证产品的质量。软件是通过人们的智力活动把知识与技术转化成信息的一种产品。一旦某一软件项目研制成功，以后就可以大量地复制同一内容的副本。所以对软件的质量控制，必须着重在软件开发方面下功夫。由于软件的复制是件非常容易的事情，因此出现了软件产品的保护问题。为了使软件开发的复杂劳动受到社会的承认和尊重，必须在技术上和法律上采取有力的措施，对于任意复制软件的行为加以严格的限制。

虽然近年来国内外都有“软件公司”，但软件公司毕竟只是为软件的开发创造更优越的环境和条件，以利于高效地开发软件，并不意味着按硬件生产的模式生产软件。

(3) 在软件的运行和使用期间，没有硬件那样的机械磨损和老化问题。任何机械、电子设备在运行和使用中，都存在降低效率的问题。因为在刚刚投入使用时，各部件尚未做到配合良好、运转灵活，常常容易出现问题。经过一段时间运行，就可以稳定下来；而当设备经历了相当长时间的运转，就会出现磨损和老化等问题，使失效问题越来越严重。当失效达到一定程度时，就达到寿命的终点。而软件的情况与此不同，它不存在磨损和老化问题，但它存在退化问题。在软件的生存期中，为了使它能够克服以前没有发现的故障，使之能够适应硬件、软件环境的变化以及用户新的要求，必须要多次修改（维护）软件，而每次修改不可避免地会引入新的错

误，这样一次次的修改会导致软件丧失效率，从而使得软件退化。究其原因，新的错误多在设计或程序编码阶段产生。因此，软件维护比硬件维护要复杂得多，与硬件的维修有着本质的差别。

(4) 软件的开发和运行常常受到计算机系统的限制，对计算机系统有着不同程度的依赖性。软件不能完全摆脱硬件单独活动，在开发和运行中必须以硬件提供的条件为依据。有的软件对这种依赖程度较大，常常是为某个型号的计算机所专用，这对软件的使用带来许多不便。有的软件则专门依赖于某个操作系统。为了解除这种依赖性，在软件开发中提出了软件移植的问题，并且把软件的可移植性作为衡量软件质量的因素之一。

(5) 软件的开发至今尚未完全摆脱手工开发方式。软件产品大多是“定做”，很少能做到利用现成的部件组装成所需的软件。

(6) 软件是复杂的。有人认为，人类能够创造的最复杂的产物是计算机软件。软件的复杂性可能来自它所反映的实际问题的复杂性。

(7) 软件成本相当昂贵。软件的研制工作需要投入大量复杂的、高强度的脑力劳动，它的成本是比较高的。问题不仅在于此，值得注意的是硬件与软件的成本 40 年来发生了戏剧性的变化。无论研制也好，向厂家购买也好，在 20 世纪 50 年代末，软件的开发成本大约占总成本的百分之十几，大部分成本要花在硬件上；但 20 世纪 80 年代，这个比例完全颠倒过来，软件的开发成本大大超过硬件的开发成本，现在的情况更是这样。另外，也并非在所有软件开发上的花费都能获得成果。

(8) 相当多的软件工作涉及到社会因素。许多软件的开发和运行涉及机构、体制及管理方式等问题，甚至涉及到人的观念和人们的心理。对于这些人为因素重视不够，常常是软件工作遇到的问题之一。

1.2.2 软件的分类

以上是区别于计算机硬件或其他工程对象的各种软件的共同点，那么究竟软件有哪些类型？事实上，要给计算机软件做出科学

的分类是很难的，但鉴于不同类型的工程对象，对其进行开发和维护有着不同的要求和处理方法，因此仍然需要对软件的类型进行必要的划分。由于找不到统一的、严格分类的标准，从不同角度来做出分类是比较符合实际情况的。

1.2.2.1 按软件的功能进行划分

(1) 系统软件 是指能与计算机硬件紧密配合在一起，使计算机系统各个部件、相关的软件和数据协调、高效地工作的软件。例如，操作系统、数据库管理系统、设备驱动程序以及通信处理程序等。系统软件的工作通常伴随着频繁地与硬件交往、大量地为用户服务、资源的共享与复杂的进程管理以及复杂数据结构的处理。系统软件是计算机系统必不可少的组成部分。

(2) 支撑软件 是协助用户开发软件的工具性软件，其中包括帮助程序人员开发软件产品的工具，也包括帮助管理人员控制开发过程的工具。

(3) 应用软件 是在特定领域内开发，为特定目的服务的一类软件。现在几乎所有的经济领域都使用计算机，为这些计算机应用领域服务的应用软件种类繁多。其中商业数据处理软件是所占比例最大的一类，工程与科学计算软件大多属于数值计算问题。此外，应用软件在计算机辅助设计/制造 (CAD/CAM)、系统仿真、智能产品嵌入软件 (如汽车油耗控制、仪表盘数字显示、刹车系统) 以及人工智能软件 (如专家系统、模式识别) 等方面大显神通，使得传统的产业部门面目一新，带给我们的是惊人的生产效率和巨大的经济效益。而在事务管理、办公自动化方面的软件也在企事业单位迅速推广，中文信息处理、计算机辅助教学等软件为计算机向家庭的普及提供了必要的技术支撑。

1.2.2.2 按软件规模进行划分

(1) 微型 是指只需要一个人在几天之内就能完成的软件。写出的程序不到 500 行语句，仅供个人专用。通常这种小题目不必做严格的分析，也不必要有一套完整的设计、测试资料。不过这并不是说可以随便地、不计任何方法地进行分析。事实说明，即使这样

小的题目，如果经过一定的分析、系统设计、结构化编码以及有步骤地测试，肯定也是非常有益。

(2) 小型 是指一个人半年之内完成的 2000 行以内的程序。例如，数值计算问题或数据处理问题就是这种规模的课题。这种程序通常没有与其他程序的接口，但必须要按一定的标准化技术、正规的资料书写进行定期的系统审查，只是没有大题目那样严格。

(3) 中型 是指 5 个人以内一年多时间里完成 0.5~5 万行的程序。这种程序的编制是以软件人员之间、软件人员与用户之间的联系、协调和配合为基础。因而计划、资料书写以及技术审查需要比较严格地进行。这类软件课题比较普遍，许多应用程序和系统程序就是采用这样的规模。在开发中使用系统的软件工程方法是完全必要的，这对提高软件产品质量和程序人员的工作效率起着重要的作用。

(4) 大型 是指 5~10 个人在两年多的时间内完成的 5~10 万行的程序。例如，编译程序、小型分时系统、应用软件包、实时控制系统等很可能采用这种软件。

(5) 超大型 是指有 100~1000 人参加并在 4~5 年内完成的具有 100 万行程序的软件项目。这种甚大型项目可能会划分成若干个子项目，每一个子项目都是一个大型软件。子项目之间具有复杂的接口。例如，实时处理系统、远程通信系统、多任务系统、大型操作系统、大型数据库管理系统、军事指挥系统通常有这样的规模。很显然，这类问题如果没有软件工程方法的支持，它的开发工作是不可想象的。

(6) 极大型 是指 2000~5000 人参加并在 10 年内完成的 1000 万行以内的程序。这类软件很少见，往往是针对军事指挥、弹道导弹防御系统。

从以上介绍可知，规模大、时间长且有很多人参加的软件项目，其开发工作必须要有软件工程的知识作为指导；而规模小、时间短、参加人员少的软件项目也应有软件工程的概念并遵循一定的开发规范。它们的基本原则一样，只是对软件工程技术依赖的程度

不同而已。

1.2.2.3 按软件工作方式划分

(1) 实时处理软件 是指在事件或数据产生时，立即予以处理并及时反馈信号，以控制需要监测和控制过程的软件。主要包括数据采集、分析、输出三部分，其处理时间应严格限定：如果在任何时间超出这一限制，都将造成事故。

(2) 分时软件 允许多个联机用户同时使用计算机；系统把处理时间轮流分配给各联机用户，使各用户都感到只是自己在使用计算机软件。

(3) 交互式软件 能实现人机通信的软件。这类软件接收用户给出的信息，但在时间上没有严格的限定。这种工作方式给予用户很大的灵活性。近年来，终端设备更加普及，交互式软件到处可见；同时，一个重要的问题日益突出，这就是指用户界面的设计：良好的用户界面设计将给用户带来极大的方便。

(4) 批处理软件 是指把一组输入作业或一批数据以成批处理的方式一次运行，并按顺序逐个处理的软件。它是最传统的一种工作方式。

1.2.2.4 按软件服务对象的范围划分

完成软件工程项目后可以有下列两种情况提供给用户。

(1) 项目软件 也称定制软件，是受某个特定客户（或少数客户）的委托，由一个或多个软件开发机构在合同的约束下开发出来的软件。例如，军用防空指挥系统、卫星控制系统的软件就属于这一类。

(2) 产品软件 是由软件开发机构开发出来并直接提供给市场，或是为千百个用户服务的软件。这是一类服务于多个目的及多个用户的软件。例如，文字处理软件、文本处理软件、财务处理软件、人事管理软件等。由于要参与市场竞争，其功能、使用性能以及培训和售后服务显得尤为重要。

1.2.2.5 按使用的频度进行划分

有的软件开发出来仅供一次使用。例如，用于人口普查、工业

普查的软件：由于若干年才进行一次普查，前些年开发的软件在若干年以后很难适用。有的统计资料或试验数据应按年度做统计分析，相应的原软件每年运行一次。另外，有些问题需要每天及时进行处理，如天气预报。这类软件具有较高的使用频度。显然，开发不同使用频度的软件有不同的要求，不可简单对待。

1.2.2.6 按软件失效的影响进行划分

工作在不同领域的软件为了适应其不同的需求，在运行中对可靠性也有不同要求。有的软件如果在工作中出现了故障，造成软件失效，可能对整个软件系统带来的影响不大：例如，可能带来一些不便，却能勉强工作。但有的软件一旦失效，可能酿成灾难性后果，其损失难以挽回：例如，控制载人飞行物的软件如果不能正常工作，可能会造成人员伤亡的惨剧。

事实上，随着计算机进入经济和国防的各个重要领域，其软件的可靠性越来越显得重要。人们一般称这类软件为关键软件，其特点在于可靠性要求极高。

1.2.3 软件的发展概况

随着计算机硬件技术的不断发展及广泛使用，计算机软件也得到逐步丰富与完善，而软件的发展又极大地促进硬件的发展，最终成为一个整体。计算机软件的发展也分四个阶段。

1.2.3.1 汇编语言的出现

一台没有装入任何软件的计算机，我们称它为“裸机”。“裸机”只认识“0”、“1”两种代码，程序人员只能用机器指令或机器语言来编写程序。这样就要求程序设计人员熟记计算机的全部指令。由于各种计算机的机器指令不一定相同，所编制的程序只适用于某一特定的机器，因此局限性很大。在早期的计算机中，采用了建立标准子程序或标准程序库的办法，这虽然在一定程度上缓和了工作量大的矛盾，但不能从根本上解决问题。为了摆脱用机器指令编码的困难，出现了用指令符号来编制程序的办法。用指令符号编制的程序称为符号程序，在编制程序时，只要记住用英文名称缩写的指令助记符就可以。在符号语言的基础上进一步发展就是汇编语言。