计算机应用基础与人工智能

刘松霭　闫　博　主　编
张　新　邢　巍　杨　雪　副主编

清華大學出版社
北　京

内 容 简 介

本书以培养应用能力为目标，涵盖全国计算机等级考试一、二级(Windows 环境)和人工智能通识相关内容。本书共 8 章，主要内容包括计算机基础知识、Word 2016、Excel 2016、PowerPoint 2016、人工智能概述、人工智能关键技术、智能办公、人工智能行业应用。本书适合作为应用型本科院校信息素养类课程教学用书。

本书配套的电子课件、教学大纲、习题答案和实例源文件可以扫描前言中的二维码获取。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。
版权所有，侵权必究。举报：010-62782989，beiqinquan@tup.tsinghua.edu.cn。

图书在版编目(CIP)数据

计算机应用基础与人工智能 / 刘松霭, 闫博主编.
北京 : 清华大学出版社, 2026. 5. -- ISBN 978-7-302
-71443-9

Ⅰ. TP3；TP18

中国国家版本馆CIP数据核字第2026N3Q722号

责任编辑：胡辰浩
封面设计：高娟妮
版式设计：妙思品位
责任校对：成凤进
责任印制：沈　露

出版发行：清华大学出版社
网　　址：https://www.tup.com.cn，https://www.wqxuetang.com
地　　址：北京清华大学学研大厦A座　　邮　编：100084
社 总 机：010-83470000　　邮　购：010-62786544
投稿与读者服务：010-62776969，c-service@tup.tsinghua.edu.cn
质 量 反 馈：010-62772015，zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn
印 装 者：北京鑫海金澳胶印有限公司
经　　销：全国新华书店
开　　本：185mm×260mm　　**印　张：**20.25　　**字　数：**455千字
版　　次：2026年6月第1版　　**印　次：**2026年6月第1次印刷
定　　价：69.80元

产品编号：114474-01

前　言

计算机应用技术、人工智能通识是当前高校普遍开设的信息素养类公共课程，其目的是培养学生的信息化应用能力与人工智能思维能力。

本书的计算机应用技术内容，主要依据教育部大学计算机课程教学指导委员会提出的《大学计算机基础课程教学基本要求》以及全国高等院校计算机基础教育研究会发布的《中国高等院校计算机基础教育课程体系2014》的教学目标和要求编写，旨在培养学生的计算机基础操作能力及相应层级的应用能力。人工智能通识内容则旨在向高等院校学生普及人工智能基础知识，培养其与人工智能协同工作的能力，帮助学生成为具备人工智能素养的跨领域人才，以适应国家数字化、智能化发展战略对新型人才的需求。本书致力于为应用型本科院校提供一本“理论基础够用，应用能力突出”的实用型信息素养类课程教材。

本书共分为8章。第1章“计算机基础知识”由刘松霭编写；第2章“Word 2016”由闫博编写；第3章“Excel 2016”由杨雪编写；第4章“PowerPoint 2016”由闫博编写；第5章“人工智能概述”由邢巍编写；第6章“人工智能关键技术”由杨雪编写；第7章“智能办公”由张新编写；第8章“人工智能行业应用”由邢巍编写。全书由刘松霭教授编写大纲和统稿。

本书各章后均有实训内容，对教材各章的要点进行提炼、概括和总结，同时设计大量的实践习题，便于学生巩固复习所学知识。本书突出应用能力的培养，同时涵盖全国计算机等级考试一、二级相关内容，适合作为应用型本科院校学生信息素养类课程教材。

由于作者水平有限，书中难免有不足之处，恳请专家和广大读者批评指正。在编写本书的过程中参考了相关文献，在此向这些文献的作者表示感谢。我们的电话是010-62796045，邮箱是992116@qq.com。

本书配套的电子课件、教学大纲、习题答案和实例源文件可以扫描下方的二维码获取。

编者

2026年1月

目　录

第 1 章　计算机基础知识……1
1.1　电子计算机的起源与发展 ……1
1.1.1　电子计算机的诞生 ……1
1.1.2　电子计算机的发展 ……3
1.2　微型计算机的组成与使用 ……6
1.2.1　计算机的类型 ……6
1.2.2　计算机的体系结构 ……7
1.2.3　微型计算机的组成 ……9
1.3　计算机中的信息 ……18
1.3.1　信息的单位 ……18
1.3.2　计算机中的数据 ……19
1.3.3　文本 ……21
1.3.4　程序设计语言 ……24
1.4　Windows 10 操作系统 ……28
1.4.1　桌面及其操作 ……28
1.4.2　任务栏及其操作 ……31
1.4.3　窗口及其操作 ……35
1.4.4　文件和文件夹 ……37
1.4.5　文件资源管理器 ……39
1.4.6　系统设置 ……48
1.4.7　应用管理 ……49
1.5　Windows 10 操作训练 ……51
第 2 章　Word 2016 ……53
2.1　Word 2016 基本知识……53
2.1.1　Word 2016 的安装、
启动和退出 ……53
2.1.2　Word 2016 的工作界面……54
2.2　基本操作 ……57
2.2.1　新建文档 ……57
2.2.2　输入文档内容 ……58
2.2.3　保存文档 ……59
2.2.4　打开文档 ……61
2.2.5　关闭文档 ……63
2.2.6　文档视图 ……63
2.3　文档编辑 ……65
2.3.1　基本操作 ……65
2.3.2　窗口拆分 ……69
2.4　文档排版 ……70
2.4.1　字符格式化 ……70
2.4.2　段落格式化 ……74
2.4.3　项目符号和编号 ……78
2.4.4　页面设计 ……81
2.5　表格 ……86
2.5.1　创建表格 ……86
2.5.2　编辑表格 ……89
2.5.3　表格的格式化 ……92
2.5.4　表格中的数据 ……93
2.5.5　图表 ……93
2.6　图文混排 ……95
2.6.1　插入图片 ……95
2.6.2　插入艺术字 ……98
2.6.3　绘制图形 ……98
2.6.4　文本框 ……100
2.6.5　插入公式 ……101

2.7 打印文档 ……102
2.8 Word 2016 操作训练……103
第 3 章 Excel 2016 ……109
3.1 Excel 2016 的基本知识 ……109
3.1.1 启动与退出 Excel 2016 ……109
3.1.2 基本概念 ……110
3.2 Excel 2016 的基本操作 ……115
3.2.1 工作簿的新建、保存和打开…115
3.2.2 单元格的定位 ……118
3.2.3 单元格的引用与插入 ……118
3.2.4 数据的输入 ……119
3.2.5 数据编辑 ……126
3.3 工作表的基本操作 ……129
3.3.1 工作表的选定 ……129
3.3.2 工作表的基本操作 ……129
3.3.3 冻结和拆分窗口 ……132
3.3.4 格式化工作表 ……134
3.4 公式和函数 ……142
3.4.1 公式 ……142
3.4.2 函数 ……145
3.5 数据管理 ……153
3.5.1 数据清单 ……153
3.5.2 数据排序 ……153
3.5.3 数据筛选 ……155
3.5.4 分类汇总 ……158
3.5.5 数据透视表 ……159
3.6 图表 ……163
3.6.1 图表的创建 ……163
3.6.2 图表的编辑 ……165
3.6.3 图表的格式化 ……168
3.7 保护工作簿数据 ……171
3.7.1 保护工作簿和工作表 ……171
3.7.2 隐藏工作簿和工作表 ……171
3.8 打印与共享 ……172
3.8.1 页面设置 ……172
3.8.2 共享及协作处理文件 ……173
3.8.3 打印 ……173
3.9 Excel 2016 操作训练 ……174
第 4 章 PowerPoint 2016……177
4.1 演示文稿的基本操作 ……177
4.1.1 PowerPoint 2016
的启动与退出 ……177
4.1.2 PowerPoint 2016 的工作界面…178
4.1.3 创建、保存和打开演示文稿…183
4.1.4 视图方式 ……185
4.2 演示文稿的编辑 ……189
4.2.1 幻灯片文本的输入、
编辑及格式化 ……189
4.2.2 图片、图形的插入与编辑 …191
4.2.3 插入公式 ……195
4.2.4 插入视频和音频 ……197
4.2.5 插入表格和图表 ……197
4.2.6 幻灯片的基本操作 ……198
4.2.7 幻灯片版式的更改 ……200
4.3 演示文稿的放映效果 ……202
4.3.1 设置动画效果 ……202
4.3.2 切换效果 ……204
4.3.3 超链接 ……205
4.3.4 动作按钮 ……206
4.3.5 演示文稿的放映 ……207
4.3.6 隐藏幻灯片和取消隐藏 ……208
4.4 演示文稿的打印与共享 ……209
4.4.1 共享及协作处理文件 ……209
4.4.2 打印 ……209
4.4.3 演示文稿的打包 ……210
4.5 PowerPoint 2016 操作训练……211
第 5 章 人工智能概述 ……215
5.1 什么是人工智能 ……215
5.1.1 人工智能的定义 ……215
5.1.2 人工智能的分类 ……216

5.1.3　人工智能的研究领域 ……217
5.2　人工智能的发展历程 ……221
5.2.1　人工智能起步阶段 ……221
5.2.2　人工智能初步应用阶段 ……221
5.2.3　人工智能稳步发展阶段 ……222
5.2.4　人工智能蓬勃发展阶段 ……223
5.2.5　我国人工智能的发展 ……224
5.3　人工智能三大流派 ……225
5.3.1　符号主义 ……225
5.3.2　连接主义 ……226
5.3.3　行为主义 ……226
5.3.4　三大流派演化 ……227
5.4　人工智能安全与伦理 ……227
5.4.1　人工智能的道德伦理 ……228
5.4.2　我国人工智能的法律规制 …230
5.5　思考和练习 ……232
第 6 章　人工智能关键技术 ……233
6.1　机器学习 ……233
6.1.1　机器学习的概念 ……233
6.1.2　机器学习的基本流程 ……234
6.1.3　机器学习算法分类 ……236
6.2　深度学习 ……237
6.2.1　深度学习的概念 ……237
6.2.2　深度学习常见应用 ……238
6.2.3　深度学习常用模型 ……239
6.3　计算机视觉 ……240
6.3.1　计算机视觉的概念 ……241
6.3.2　计算机视觉的关键技术 ……241
6.3.3　计算机视觉常用模型 ……243
6.4　自然语言处理 ……244
6.4.1　自然语言处理的概念 ……244
6.4.2　自然语言处理的层次 ……245
6.4.3　自然语言处理的流程 ……246
6.5　大语言模型 ……247
6.5.1　大语言模型的概念 ……247
6.5.2　大语言模型架构 Transformer……248
6.5.3　大语言模型的应用 ……249
6.6　思考和练习 ……251
第 7 章　智能办公……253
7.1　DeepSeek 访问平台 ……253
7.1.1　DeepSeek 网页访问平台 ……253
7.1.2　DeepSeek API 访问方式……255
7.2　DeepSeek+Word 配置方式 ……256
7.2.1　手动配置 ……257
7.2.2　Office-AI 助手 ……261
7.3　AI 文本生成 ……263
7.3.1　开启对话与 AI 互动 ……263
7.3.2　RTGO 提示语结构……265
7.3.3　推理模型智能体 ……266
7.4　AI 数据处理 ……268
7.4.1　Excel 中 Office-AI 助手应用…269
7.4.2　网页调用大模型 ……270
7.5　AI 演示文稿 ……271
7.5.1　AI 幻灯片 ……271
7.5.2　美化排版 ……273
7.6　AI 图像处理 ……274
7.6.1　AI 图像处理工具 ……274
7.6.2　文生图 (Text-to-Image)……280
7.6.3　图生图 (Image-to-Image)……281
7.6.4　绘图提示词设计与优化 ……282
7.7　AI 视频生成 ……285
7.7.1　AI 视频工具 ……285
7.7.2　AI 视频生成 ……287
7.7.3　AI 数字人 ……288
7.8　思考和练习 ……290
第 8 章　人工智能行业应用 ……291
8.1　人工智能 + 制造 ……291
8.1.1　人工智能在制造领域带来的变革 ……291

8.1.2 人工智能在制造业中的应用…293
8.1.3 人工智能应用于制造领域的挑战与展望 ……294
8.2 人工智能 + 医疗 ……296
8.2.1 人工智能应用于医疗领域的实践应用 ……296
8.2.2 人工智能应用于医疗领域的挑战 ……298
8.3 人工智能 + 交通 ……298
8.3.1 人工智能在交通领域带来的变革 ……299
8.3.2 人工智能应用于交通领域的挑战与展望 ……301
8.4 人工智能 + 教育 ……301
8.4.1 人工智能在教育领域带来的变革 ……301
8.4.2 AI 应用于教育领域的实践应用 ……302
8.4.3 AI 应用于教育领域的挑战与展望 ……303
8.5 人工智能 + 农业 ……304
8.5.1 智慧农业 ……304
8.5.2 人工智能在农业领域的应用 ……305
8.6 人工智能 + 电商 ……307
8.6.1 人工智能技术在电商中的作用 ……307
8.6.2 人工智能技术在电商中的应用 ……308
8.7 人工智能 + 建筑 ……309
8.7.1 智慧楼宇 ……310
8.7.2 智能家居 ……311
8.8 思考和练习 ……314
参考文献 ……315

第 1 章

计算机基础知识

1.1 电子计算机的起源与发展

电子计算机起源于对复杂计算需求的解决，在历经多代技术发展后，已成为当今社会的核心信息工具。

1.1.1 电子计算机的诞生

1. 阿塔纳索夫 - 贝瑞计算机

阿塔纳索夫 - 贝瑞计算机 (Atanasoff–Berry Computer，通常简称 ABC 计算机) 是公认的电子计算机先驱，由美国科学家约翰・文森特・阿塔纳索夫 (John Vincent Atanasoff) 和一名学生克利福特・贝瑞 (Clifford Berry) 在 1940 年前后设计，如图 1-1 所示。设计初衷是解决讲解线性偏微分方程组时学生们需要进行大量计算而浪费太多时间的问题。

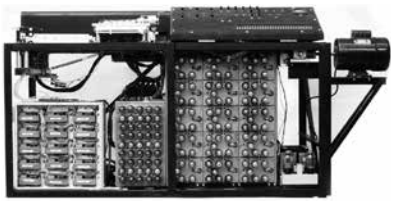

图 1-1　阿塔纳索夫 - 贝瑞计算机

这台机器结合了电子技术与机电技术，电路系统中装有 300 个电子真空管执行数字计算与逻辑运算。机器上装有两个记忆鼓，使用电容器来进行数值存储，以电量表示数值。数据输入采用打孔读卡，采用二进位制。

阿塔纳索夫在 ABC 计算机的研制过程中提出了计算机设计的三条重要原则。

(1) 以二进制的逻辑为基础实现数字运算。

(2) 利用电子技术实现控制、逻辑运算和算术运算。

(3) 采用把计算功能和数据存储功能相分离的计算机结构。

2. ENIAC

ENIAC，全称为 Electronic Numerical Integrator and Computer，即电子数字积分计算机。不同于 ABC 计算机专门且只能用于求解线性方程组，ENIAC 可以通过编程解决多种计算问题。它于 1946 年 2 月 14 日在美国宾夕法尼亚大学宣告诞生。ENIAC 如图 1-2 所示。

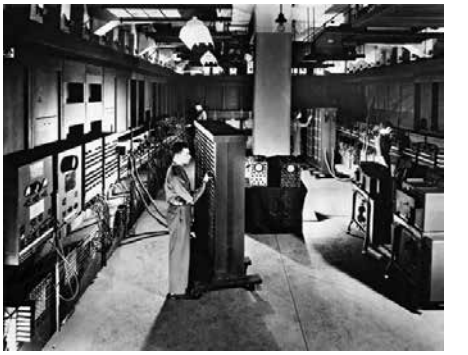

图 1-2　ENIAC

ENIAC 的设计方案是由美国工程师莫克利于 1943 年提出的，主要任务是计算炮弹轨道。由美国军方资助，并成立了“莫克利”小组进行研发。

ENIAC 长 30.48 米，宽 6 米，高 2.4 米，占地面积约 170 平方米，30 个操作台，重达 30 英吨 (1 英吨＝ 1016.05 千克)，功率为 150 千瓦，造价为 48 万美元。计算速度是每秒 5000 次加法或 400 次乘法，是使用继电器运转的机电式计算机的 1000 倍、手工计算的 20 万倍。

3. EDVAC

EDVAC，全称为 Electronic Discrete Variable Automatic Computer，即离散变量自动电子计算机。在 ENIAC 研制中期，时任弹道研究所顾问，参与了美国第一颗原子弹研制工作 (即“曼哈顿计划”) 的数学家冯・诺依曼加入了研制小组。1945 年，冯・诺依曼发表了题为《关于 EDVAC 的报告草案》的总结报告，这份报告广泛而具体地提出了制造电子计算机和程序设计的新思想，是计算机发展史上一个划时代的文献。EDVAC 方案明确提出了存储程序的概念，并阐述了计算机应由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大部分组成。这一体系结构延续至今，世称“冯・诺依曼体系结构”。

EDVAC 同样由莫克利和埃克特领导建造，但由于研究团队内部的原因，直到 1952 年才成功交付。EDVAC 使用了大约 6000 个真空管和 12000 个二极管，占地 45.5 平方米，重达 7.85 吨，功率为 56 千瓦。相比 ENIAC，EDVAC 有以下两个重大的改进。

(1) 使用二进制进行运算。而 ENIAC 仍然使用十进制，二进制能够简化计算机的电路设计，提高稳定性和运算速度。

(2) 支持存储程序。ENIAC 可以编程，但它的程序是通过人工输入计算机中的，每一次更换程序都需要人工操作，极大地降低了计算效率。EDVAC 则把程序存储在计算机内部，不用人工切换，而由计算机自动切换程序。

4. Manchester Mark I 和 EDSAC

存储程序这一概念虽然由冯・诺依曼为 EDVAC 的设计提出，但 EDVAC 不是世界上第一台存储程序计算机。第一台通用存储程序计算机诞生于英国曼彻斯特大学的纽曼计算机实验室，主要由威廉姆斯和助手基尔本研制，1946 年 6 月成功研制原型机，1949 年 4

月建成其大型机版本——Manchester Mark I。大约一个月之后，英国剑桥大学的莫里斯·威尔克斯教授和他的团队在冯·诺依曼的《关于 EDVAC 的报告草案》的启发下研制的 EDSAC 在 1949 年 5 月成功运行，并成为世界上第二台存储程序计算机。

图 1-3　威尔克斯和 EDSAC 的存储器

EDSAC 的全称是 Electronic Delay Storage Automatic Calculator，即电子延迟存储自动计算机。它使用了一种叫作水银延迟线的技术作为存储器，分布在 32 个槽中，每个槽 5 英尺 (1 英尺＝ 0.3048 米) 长，里面包含 32 个内存位置，共 1024 个位置，如图 1-3 所示。EDSAC 使用了约 3000 个真空管，排在 12 个柜架上，占地 20 平方米，功率为 12 千瓦。

威尔克斯是一个富有远见和创造力的科学家，他提出的“变址”“微指令”“子程序”“Cache”等概念，均成为今天计算机程序设计的基础技术。他很早就预见到软硬件的结合和数据结构的重要性，并在 EDSAC 中引入程序库。他因为这一系列贡献而获得 1967 年的图灵奖。

1.1.2　电子计算机的发展

电子技术的飞速发展，为实现高速度、高精度、高复杂度的计算提供了物理基础。现代计算机全部建立在电子技术之上。以电子元器件为标志，现代电子计算机的发展一般可以被划分为五代。

1. 电子管计算机

第一代计算机是电子管计算机 (1946—1958 年)，主要特点是采用电子管作为基本电子元器件。

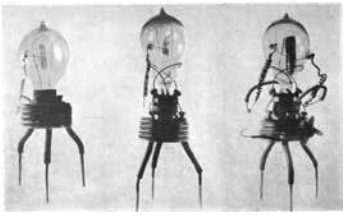
图 1-4　电子管

电子管是一种最早期的电信号放大器件，如图 1-4 所示。英国物理学家弗莱明在 1904 年发明了第一支二极电子管。在被抽成真空 (所以电子管也叫真空管) 的封闭玻璃容器中，有一根金属丝和一个金属片，二者不接触。利用爱迪生效应，当金属丝与电源负极相连，金属片与电源正极相连，二者之间出现电流，成为通路状态；如果电源正负极颠倒，则金属丝和金属片之间不会产生电流，表现为断路。金属丝被称为阴极，金属片被称为屏极，故称为二极管。二极管单向导通的性质，使电路或通或断，与二进制的两种状态相呼应。

1906 年，美国发明家德福雷斯特在二极电子管的基础上，在金属丝和金属片之间又加入一个金属网，称为栅极。这就是三极管。当栅极被施加一个低电压时，阴极的电子就难以越过栅极到达屏极；当栅极被施加一个高电压时，栅极则会助力屏极，使电子更容易

到达屏极。这样一来，通过控制栅极电压，就可以控制三极管的“通”与“断”，因此三极管可以取代继电器，表达二进制的运算。

电子管计算机的主要特点是采用二极管和三极管作为基本逻辑元件，这导致其存在体积大、耗电量大、寿命短、可靠性低、成本高的缺点。在电子管计算机的时代，没有成熟的系统软件，主要用机器语言和汇编语言编程。因此，电子管计算机一般用于科研、军事等少数领域。

2. 晶体管计算机

第二代计算机是晶体管计算机 (1958—1964 年)。它们以晶体管等半导体器件作为运算基础器件。

随着电子技术的进步，1947 年，美国贝尔实验室的肖克利、巴丁和布拉顿组成的研究小组成功研制一种点接触型的锗晶体管 (如图 1-5 所示)，成为后来计算机的基础。

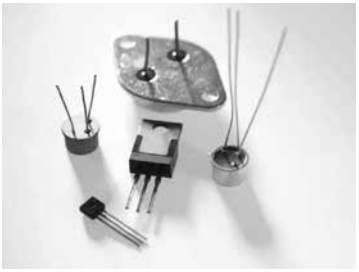

图 1-5　晶体管

晶体管是一种固体半导体器件，是一种可变电流开关，能够基于输入电压控制输出电流。晶体管种类繁多，功能广泛，包括二极管、三极管、场效应管、晶闸管等，具有检波、整流、放大、开关、稳压、信号调制等多种功能。晶体管利用电信号来控制自身的开合，所以开关速度非常快。相比电子管，晶体管具有体积小、功耗低、寿命长、可靠性高的优点，同时耐冲击、耐振动。

晶体管计算机的主要特点是采用体积小、重量轻、耗电量低、寿命长、成本低的晶体管作为基本逻辑部件，从而使计算机的运算速度和可靠性有了较大的提高；在存储方面普遍使用磁心、磁带，出现了操作系统软件 (监控程序)，提出了操作系统的概念。同时，这一时期的计算机普遍使用汇编语言取代机器语言，使编程的便利程度大为提高。最早的高级语言也在这一时期出现，如 COBOL、FORTRAN(见 1.3.4 小节对程序语言的介绍)。其应用领域扩大到数据和事务处理。

3. 集成电路计算机

第三代计算机是基于集成电路的计算机 (1965—1971 年)。

晶体管计算机的制造需要把晶体管和各种电子元件，如电阻、电容、电感等通过导线焊接在一起，这种方式会占用较大的电路板空间，稳定性也受到影响。集成电路是指通过一定的工艺，把一个电路所需要的各种元器件全部连接并封装在半导体材料上形成的微型电子器件，也就是我们常说的各种“芯片”。集成电路的体积小、重量轻、寿命长、稳定性高，并且适合大规模生产。图 1-6 所示为一块具有多种芯片的集成电路板。

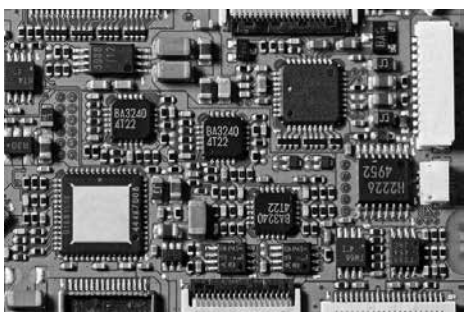

图 1-6　集成电路板

1958 年，美国德州仪器的工程师杰克·基尔比和仙童公司的罗伯特·诺伊斯各自独立发明了一种工艺来取代导线，通过在一个平面上敷设金属轨迹来连接各种元器件，这就是集成电路。集成电路设计一般分为模拟电子电路和数字电子电路两大类。

1964 年 4 月 7 日，IBM 公司研制成功世界上第一个采用集成电路的通用计算机 IBM System/360，它兼顾了科学计算和事务处理两方面的应用，该计算机如图 1-7 所示。IBM 360 系列计算机是最早使用集成电路的通用计算机系列，它开创了民用计算机使用集成电路的先例，计算机从此进入了集成电路时代。

图 1-7　IBM System/360

集成电路计算机的主要特点是采用中小规模集成电路制作逻辑部件，从而使计算机体积更小、重量更轻、耗电量更低、寿命更长、成本更低、运算速度有了更大的提高；采用半导体存储器作为主存，存储容量有了革命性的突破；系统软件有了更大的突破，操作系统同时管理整个计算机硬件和应用软件，使计算机在统一的程序调度下供人们更方便地使用，并且能同时运行许多不同的程序。这一时期的计算机在硬件的交互性上也有了长足的进步，人们今天熟知的鼠标、键盘、显示器等外设都出现在这一时期；在编程语言方面，第三代计算机普遍采用了高级语言，如 COBOL、BASIC、ALGOL 等。

4. 大规模和超大规模集成电路计算机

第四代计算机是大规模和超大规模集成电路计算机 (1971—2010 年)。微处理器是这一时期计算机的基础技术。

早期的集成电路根据其集成规模也被称为小规模集成电路 (Small Scale Integration，SSI)，在一个硅片上可以集成 10~100 个元器件或者 1~10 个逻辑门，这时的芯片功能也比较简单，如逻辑门和触发器等。随着电子技术的发展，出现了中规模集成电路 (Medium Scale Integration，MSI)，在一块硅片上包含 100~1000 个元器件或 10~100 个逻辑门，如集成计时器、寄存器、译码器等。1970 年，出现了大规模集成电路 (Large Scale Integration，LSI)，在一块硅片上包含 1000~100000 个元器件或 100~10000 个逻辑门。在这一集成度之下，1971 年，Intel 公司成功研制微处理器 Intel 4004，它从此改变了计算机的面貌，微处理器也成为后代计算机的计算基础。

大规模和超大规模集成电路计算机的主要特点是基本逻辑部件采用大规模、超大规模集成电路，使计算机的体积更小、重量更轻，各方面的性能得到空前的提升。其操作系统日益强大，实时操作系统和分布式操作系统开始涌现，图形化交互界面出现。随着计算机的普及和互联网的兴起，人类交流通信的方式出现革命性的变化。高级编程语言 C、C++、Java，以及适应网络时代的 PHP、JavaScript 等编程语言开始流行。

5. 甚大规模集成电路计算机

一些人认为，我们现在正处于第五代计算机的浪潮之中 (2010 年至今)，在计算机硬件上，现在已经是甚大规模集成电路 (Ultra Large Scale Integration) 的时代，芯片的制程已经处于 10 纳米量级，甚至更小。人们口袋里的手机在计算能力上已经是曾经占据房间大小的计算机的千万倍。这一时期最显著的特征是计算机的智能化。人工智能技术，如人脸识别、语音识别等，开始广泛应用在人们的日常生活中。所以第五代计算机也被称为人工智能时代计算机。

这一时期，随着计算机种类越来越多，体型越来越小，其应用也呈现泛在化趋势，渗透至社会生产与生活各个领域。在此背景下，物联网技术应运而生并快速发展，被视为继互联网技术之后的又一波网络化浪潮。

6. 摩尔定律

摩尔定律是英特尔创始人之一戈登 • 摩尔的经验之谈，其内容为：在价格不变的前提下，集成电路的半导体芯片上可以容纳的元器件数目大约每 18 个月便会增加一倍。换言之，同样价格的计算机性能每隔 18 个月翻一番。

1965 年，戈登 • 摩尔准备写一个关于计算机存储器发展趋势的报告。他整理了一份观察资料，在他开始绘制数据时，发现了一个惊人的趋势：每种芯片大体上包含其前任两倍的容量，相隔时间在 18~24 个月内。如果以这个趋势继续，计算能力相对于时间周期将呈指数式上升。他所阐述的趋势一直延续至今，且难以置信地准确，成为产业上对于性能预测的基础。

摩尔定律名为定律，但其实是一种经验性总结，并非自然科学中所说的“定律”。摩尔定律之所以异常准确，部分是因为产业界为迎合摩尔定律来推出自己的产品。但摩尔定律仍然揭示了电子产业呈指数式发展的趋势，对人类有重要的启发。同时应该指出，随着芯片制程进入 10 纳米，这已经接近物理上的极限，很多人认为摩尔定律已经走到尽头。但是另一方面，新技术又不断突破人们的想象，摩尔定律究竟还能延续多久让我们拭目以待。

1.2 微型计算机的组成与使用

在电子计算机的发展史上，微型计算机的出现及普及是一个转折点，标志着计算机作为一种先进的工具，从学术殿堂之上走进了寻常百姓之家，进而推动了计算机硬件、软件、互联网的蓬勃发展，使人类真正进入了信息时代。

1.2.1 计算机的类型

1. 大型计算机

大型计算机 (Mainframe Computer)，又称大型机、大型主机等。早期的如 ENIAC 等体

积庞大的计算机，叫作大型计算机。随着晶体管的发明，计算机的体积已经大为减小，大型机的含义也随之发生变化。今天的大型机是指从存储到运算能力都具有相当高性能的计算机，可以实时处理大量的复杂计算任务。大型计算机常用于大量数据的实时计算任务，例如，银行金融交易及数据处理、人口普查、企业资源规划等。

2. 微型计算机

微型计算机(Microcomputer)，简称微型机或微机。微型计算机是在集成电路发展到大规模集成电路时代的产物。它以微处理器为基础，配以内存储器及输入输出接口电路和相应的辅助电路，以较小的体积和较低的价格构成一台功能完整的计算机。微型计算机主要用于个人用户，通常也被称为个人计算机。现在，常见的个人计算机主要有台式机、笔记本计算机和平板计算机三种。

3. 嵌入式计算机

嵌入式计算机也称为嵌入式系统，是嵌入于其他设备，构成设备控制核心的微小计算机。嵌入式计算机虽然不容易在日常生活中直接被看到，但是它的使用其实非常广泛，遍布于人们的日常生活之中，比如洗衣机、电视机、热水器、微波炉、电冰箱、空调、电梯等。可以说，现代的大多数电器都离不开嵌入式计算机，更不用说商业、工业、医疗等领域中的各种电子化设备。嵌入式计算机的核心也是微处理器，但是与微型计算机相比，它的体积更小、性能更低，同时功耗、价格等也都低得多。之所以具有这些特点，是因为它的功能是高度定制化的。对于某一个设备而言，它的功能是相对固定的，它的控制核心只需要完成设备所需要的功能即可，因此它的功能需求通常比较简单，也就不需要很高的性能。相比之下，大型计算机或者微型计算机都要处理各种各样的任务，如影视播放、图形处理、科学计算、网页浏览、文字处理等，这些任务还常常同时进行，因此对处理器性能的要求就比较高。嵌入式计算机由于是嵌入在其他设备当中，因此需要它具有尽可能小的体积和尽可能低的功耗，以及较高甚至极高的可靠性。功能简单刚好与体积小、功耗低、可靠性高及控制成本等需求相一致。

1.2.2　计算机的体系结构

完整的计算机包括硬件系统和软件系统两部分。计算机硬件系统由电子类、光电类、机械类等器件组成，是计算机的物理实体，是计算机完成各项工作的物质基础。计算机软件系统是在计算机硬件系统之上运行的各种程序、文件和数据的总称。

1. 冯・诺依曼计算机体系结构

1946 年，美籍匈牙利数学家冯・诺依曼等在题为《电子计算装置逻辑设计的初步讨论》的论文中，系统且深入地阐述了以存储程序概念为指导的计算机逻辑设计思想，勾画了一个完整的计算机体系结构。冯・诺依曼的这一思想是计算机发展史上的里程碑，标志着计算机时代的真正开始，冯・诺依曼也因此被誉为“现代计算机之父”。现代计算机虽然在

结构上有多种类别，但本质上多数遵循冯・诺依曼提出的计算机体系结构，称为冯・诺依曼计算机。

冯・诺依曼计算机的基本思想如下。

(1) 计算机由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大部分组成。

(2) 数据和程序以二进制代码的形式存放在存储器中，存放的位置由地址决定。

(3) 控制器根据存放在存储器中的指令序列(程序)进行工作，并由程序计数器控制指令的执行，控制器具有判断能力，能以计算结果为基础，选择不同的工作流程。

冯・诺依曼计算机体系结构如图 1-8 所示。

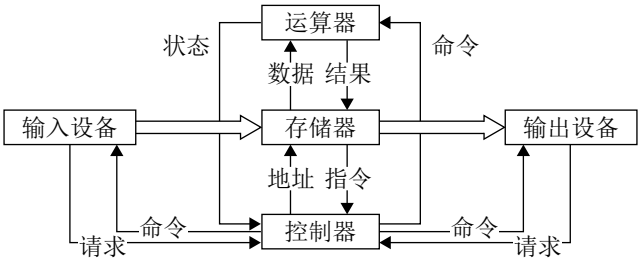

图 1-8　冯・诺依曼计算机体系结构

2. 计算机硬件系统的组成

(1) 存储器。

存储器是用来存储数据和程序的部件。计算机中的信息以二进制代码的形式表示，必须使用具有两种稳定状态的物理器件来存储信息，主要包括磁芯、半导体等。

根据功能不同，存储器一般分为主存储器和辅助存储器。

主存储器(又称为内存)用来存放运行的程序和数据，可以直接与运算器及控制器交互信息。按照存储方式，主存储器又可以分为随机存取存储器 (Random Access Memory，RAM) 和只读存储器 (Read Only Memory，ROM) 两种。随机存取存储器用来存放正在运行的程序及所需的数据，具有存取速度快、集成度高、电路简单的特点，但断电后信息将自动丢失。只读存储器用来存放监控程序、系统引导程序等专业程序，在生产制作只读存储器时，将相关的程序指令固化在存储器中。在正常工作环境下，只能读取其中的指令，不能修改或写入信息。

主存储器是许多存储单元的集合，按单元号顺序排列。存储器采用按地址存取的工作方式，每个存储单元存放一个单位长度的信息。

辅助存储器(又称为外存)用来存放大量重要的程序和数据，可以长期保存。其特点是存储容量大、成本低、存取速度相对较慢，辅助存储器中的程序和数据不能直接被运算器、控制器处理，必须先读入内存。目前广泛使用的辅助存储器主要有硬盘、U 盘等。

(2) 运算器。

运算器是计算机中处理数据的核心部件，主要由执行算术运算和逻辑运算的算术逻辑单元 (Arithmetic Logic Unit，ALU)、存放操作数和中间结果的寄存器组，以及连接各部件

的数据通路组成，用于完成各种算术和逻辑运算。

在运算过程中，运算器不断得到由主存储器提供的数据，在运算后把结果送回到主存储器保存起来。整个运算过程在控制器的统一指挥下，按程序中编写的操作顺序执行。

(3) 控制器。

控制器是计算机中控制管理的核心部件，主要由程序计数器 (PC)、指令寄存器 (IR)、指令译码器 (ID)、时序控制电路和微操作控制电路等组成。控制器在系统运行过程中，不断生成指令地址，同时取出指令、分析指令、向计算机各部件发出微操作控制信号，指挥各部件高速协调地工作。

(4) 输入设备。

输入设备用于输入人们要求计算机处理的数据，包括数字、文字、图形、图像、声音等，以及处理这些数据所必需的程序，并把它们转换成计算机能够识别的形式 (二进制代码)，常见的输入设备有鼠标、键盘、麦克风、摄像头、扫描仪、手写板等。

(5) 输出设备。

输出设备用于将计算机处理结果或中间结果，以人类可识别的形式 (如文字、图像、声音等) 表达出来，常见的输出设备有显示器、打印机、音响、投影仪等。

3. 计算机软件系统的组成

软件系统包括在计算机上运行的各类程序、数据及相关文档，通常把计算机软件系统分为系统软件和应用软件两大类。

(1) 系统软件。系统软件是指完成对整个计算机系统进行调度、管理、监控及服务等工作的软件。利用系统软件，用户只需简单的命令、语言和程序就可以操作计算机完成工作。系统软件能够合理地调度计算机系统的各类资源，大大减轻了用户管理计算机的负担，系统软件一般包括操作系统、语言处理程序、数据库管理系统等。

(2) 应用软件。应用软件也称为应用程序，是用户针对某一实际问题而编制的程序，如浏览器、播放器、办公软件、程序开发软件等。应用软件通常需要系统软件的支持才能在计算机硬件系统上有效运行。

1.2.3　微型计算机的组成

1. 中央处理器

中央处理器 (Central Processing Unit，CPU) 是计算机的核心，常被比作计算机的心脏。CPU 是计算机系统的运算和控制核心，用来执行计算机的各种指令。CPU 主要包括控制器和运算器两部分，还包括高速缓冲存储器及连接其各个部分的总线。图 1-9 所示为英特尔公司奔腾四代中央处理器外观图。

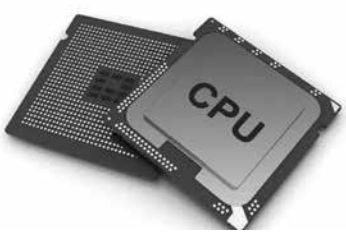

图 1-9　英特尔公司奔腾四代中央处理器外观图

作为计算机的核心，CPU 的性能决定了计算机的性能。衡量 CPU 性能的常见指标包括主频、字长、高速缓存、CPU 核心数等。

(1) 主频：全称为时钟主频。CPU 中具有周期性的时钟信号，这个时钟信号以非常稳定的周期反复发射，是 CPU 的时间依据。其他信号的传输和处理周期都和时钟信号有紧密关系，因此，时钟主频被视为衡量 CPU 运行速度的基本参数。主频单位为赫兹 (Hz)，即每秒钟时钟周期的个数。随着微处理器的发展，主频也在不断提高。最早的 CPU 主频大约为 1MHz，现在的 CPU 主频已经超过 3GHz。

(2) 字长：是指 CPU 一次能同时处理的二进制数据的位数 (对二进制的介绍详见 1.3.2 节)。CPU 字长对 CPU 处理数据的能力和传输数据的速度有重要影响，是一项重要的 CPU 性能指标。通常字长是 8 的整数倍，如 8、16、32、64 位等。例如 Intel 8080 处理器是 8 位的处理器。进入 21 世纪以来，64 位 CPU 在微型计算机上迅速普及并成为主流。

(3) 高速缓存：它是 CPU 内置的存储部件。因内存读取速度远低于 CPU 的运算速度，导致计算机的运行速度降低，所以使用高速元件制造较小的存储单元 (高速缓存) 作为 CPU 和内存之间的缓冲区，这样可以有效地提高计算机的运行速度。高速缓存只用来保存 CPU 最经常访问的指令和数据，从而使大部分的 CPU 访问时间得到减少，只有当 CPU 访问了当前的高速缓存中没有的指令和数据时，才从内存中寻找。现在的 CPU 中，高速缓存通常又进一步分为一级缓存、二级缓存和三级缓存，不同级别的缓存的关系和前面所述高速缓存和内存的关系是类似的。

(4) CPU 核心数：CPU 的每个核心是一个相对独立的处理单元，现在的微处理器大多具备多个核心，目的是提高 CPU 同时处理多个任务的能力，这种能力叫作 CPU 的并行性。在个人计算机上，常见的 CPU 核心数量从 4 个到 16 个不等。用于工作站的 CPU 核心则可能达到十几个甚至几十个。

这里以微型计算机中常见的英特尔公司的 Intel 处理器为例，领略 CPU 的发展历程，如表 1-1 所示。

表 1-1　Intel 处理器部分型号参数表

年份	型号	主频	字长	制程	晶体管数目 / 个	核心	一级缓存	二级缓存	三级缓存
1971	4004	740kHz	4	10 μm	2300	1	无	无	无
1972	8008	800kHz	8	10 μm	3500	1	无	无	无
1974	8080	3.125MHz	8	6 μm	4500	1	无	无	无
1978	8086	10MHz	16	3 μm	29000	1	无	无	无
1982	80286	12MHz	16	1.5 μm	134000	1	无	无	无
1985	80386	33MHz	32	1.5 μm	275000	1	无	无	无
1989	80486	100MHz	32	1 μm	1200000	1	8KB	无	无

(续表)

年份	型号	主频	字长	制程	晶体管数目 / 个	核心	一级缓存	二级缓存	三级缓存
1993	Pentium	250MHz	32	0.8 μ m	3100000	1	16KB	无	无
1997	Pentium II	450MHz	32	0.25 μ m	7500000	1	32KB	256KB	无
2000	Pentium 4	3.5GHz	64	0.18 μ m	4200 万	1	8KB	256KB	2MB
2006	Core 2	3.33GHz	64	65nm	2 亿 9000 万	2	64KB×2	1MB	无
2010	Core i3	4.0GHz	64	32nm	11 亿 6000 万	2	64KB×2	256KB	3MB
2021	Core i9 12	5.4 GHz	64	10nm	200 亿以上	16	1.25MB	14MB	30MB
2025	Ultra 9 275HX	5.4 GHz	64	3nm	311 亿	24	2.38MB	40MB	36MB

2. 内存

通常说的内存 (Memory) 也叫主存储器，是计算机核心部件之一，如图 1-10 所示。内存最主要的性能指标包括存储容量和存取周期。

图 1-10　内存

(1) 存储容量：它是衡量内存容量大小的指标。一方面，存储容量足够大，才能容纳大型的程序。另一方面，存储容量还关系到计算机的运行速度，内存越小，内存与硬盘的信息交换就越频繁，因此会影响计算机的运行速度。目前，大多数个人计算机的内存容量都在 8GB 以上，16GB 或 32GB 的内存已经十分普遍。

(2) 存取周期：存取周期是指 CPU 从内存中存取数据所需的时间。内存的存取周期也是影响整个计算机系统性能的重要指标。

3. 主板

主板 (Mainboard)，也叫系统板 (Systemboard) 或母板 (Motherboard)，是用来承载其他各种器件的基础器件。CPU、内存和其他多种器件都安装在主板上，并通过主板提供的线路进行通信。这种主板上用于通信的数据线路叫作总线。主板上还有多种接口，外部设备通过这些接口和主板连接接入计算机系统。计算机的供电系统也位于主板上。计算机性能是否能够充分发挥、系统是否稳定，以及硬件兼容性如何等，主要取决于主板的设计及质量如何。主板结构如图 1-11 所示。

图 1-11　主板结构

4. 显卡

显卡是承担显示图形任务的器件。显卡的出现是由于计算机的显示功能具有使用频繁和计算复杂的特点，因此，显示功能如果由 CPU 完成，会占用很多的 CPU 计算资源，影响其他计算任务。显卡就是把显示功能分离出来的产物，也叫“图形加速卡”。

显卡的核心是显示芯片 (GPU)，具有类似 CPU 的计算功能，二者的区别是，CPU 具有通用的计算能力，而显卡的计算能力是专用于显示相关功能的。与 CPU 搭配内存类似，显卡也有专用的存储部件，叫作显存。

显卡可以分成两类：集成显卡和独立显卡。

(1) 集成显卡：是指显示芯片、显存及其相关电路都集成在主板上。有些集成显卡没有独立显存，使用系统的内存。集成显卡的显示效果与处理性能相对较弱，并且不能与主板分离，因此无法单独对显卡进行硬件升级。集成显卡的优点是成本低、功耗低、发热量小。

(2) 独立显卡：是指显示芯片、显存及其相关电路单独做在一块电路板上，自成一体。作为一块独立的板卡，独立显卡在使用时需插在主板的扩展插槽 (ISA、PCI、AGP 或 PCI-E 等，根据接口类型决定) 中。和集成显卡相比，独立显卡的计算能力较强，有独立的显存，一般不占用系统内存，并且由于形态独立，可以进行显卡的硬件升级。独立显卡的缺点是系统功耗有所加大，发热量也较大，成本也较高。

类似于 CPU 和内存，显卡的性能指标主要有显示芯片的频率、显存的容量和频率等。

5. 硬盘

硬盘 (Disk) 是计算机最主要的存储设备。前面说过，内存是在计算机运行时为 CPU 提供程序和数据的主要存储设备，但是内存的特点是必须带电工作，一旦断电，内存中的信息会全部清空。因此，内存不具有掉电存储功能。在计算机关机断电的情况下，保存信息的设备就是硬盘。目前流行的硬盘主要有两大种类：一种是传统的机械硬盘 (Hard Disk Drive，HDD)，由一个或者多个铝制或者玻璃制的碟片和外面覆盖的铁磁性材料封装在硬盘驱动器中构成，如图 1-12 所示；另一种是近些年流行的固态硬盘 (Solid State Drive，SSD)，是用固态电子存储芯片阵列制成的硬盘。

图 1-12　机械硬盘内部图

(1) 机械硬盘。

① 容量：作为计算机系统的数据存储器，容量是硬盘最主要的参数之一。硬盘的容量以兆字节 (MB) 或吉字节 (GB) 为单位，目前主流的机械硬盘容量都在 1TB 以上，2TB 或 4TB 的容量也很常见。

② 转速：是指硬盘内磁片的旋转速度。机械硬盘的硬盘驱动器内有一个磁头，通过它读取磁片上的数据信息。磁片上的数据按照圆周一圈一圈排布在磁片上，磁片旋转一周，

则磁头可以读取一个圆周上的数据；磁头本身可以沿磁片径向运动，读取不同圆周上的数据。硬盘在工作时磁片高速旋转，产生浮力使磁头飘浮在盘片上方，磁头在目标位置上读取磁盘上的信息。因此，转速在很大程度上决定了硬盘的读取速度。硬盘转速的单位名称为转每分 (Revolutions Per Minute，RPM)，单位符号为 r/min，常见的硬盘转速为 7200r/min。

③ 平均访问时间：平均访问时间 (Average Access Time) 是指磁头从起始位置到达目标磁道位置，并且从目标磁道上找到要读写的数据扇区所需的时间。平均访问时间体现了硬盘的读写速度，它包括了硬盘的寻道时间和等待时间，寻道时间是磁头径向移到磁道的时间，等待时间是磁头等待它需要的数据旋转到它下方的时间。用公式表达是：平均访问时间 = 平均寻道时间 + 平均等待时间。

④ 缓存：缓存是硬盘控制器上的一块内存芯片，具有远高于磁盘的存取速度，是硬盘内部和外界交换数据时的缓冲区。缓存和磁盘的关系，类似于前面介绍的高速缓存和内存的关系，缓存可以将一部分数据暂存起来，减少对磁盘的访问。但这只是硬盘缓存作用的一个方面，硬盘缓存的意义还在于通过其缓冲作用，使分批到来的少量数据集中之后再对磁盘进行写入或读出，甚至还能对多次的硬盘访问指令进行优化，比如将多个对邻近数据的访问命令，简化成单次对这些数据的访问命令，从而减少对低速磁盘的访问次数，降低平均访问时间。

(2) 固态硬盘。

固态硬盘在接口和使用方法等方面与机械硬盘完全相同，甚至在产品外形和尺寸上也基本与机械硬盘一致。固态硬盘的存储介质分为两种，一种是采用闪存 (FLASH 芯片) 作为存储介质；另外一种是采用 DRAM 作为存储介质。由于原理不同，固态硬盘没有机械硬盘的转速和寻道等概念。但是固态硬盘的材料成本高，主流产品的容量一般比机械硬盘小，使用寿命也相对机械硬盘要短。

固态硬盘最大的优点是读写速度快，可达机械硬盘的数千倍，因此使用固态硬盘的计算机开机启动速度、数据访问速度等大为提高，可以显著改善用户体验。随着固态硬盘的价格降低和容量增大，越来越多的人选择固态硬盘。另外，固态硬盘还具有功耗低、噪声低、抗振动等优点。

6. 输入输出设备

输入输出设备是可以和计算机进行通信的外部设备，常见的设备如显示器、鼠标、键盘、写字板、麦克风、音响等。

(1) 显示器。

显示器是最重要的交互设备之一，属于输出设备，用于输出可视化的信息。显示器一般可以分为 CRT 和 LCD 两大主要类型。

CRT 显示器是一种使用阴极射线管的显示器。它主要由五部分组成：电子枪、偏转线圈、荫罩、荧光粉层及玻璃外壳。其原理是根据输出信号，电子枪发射电子束，电子束打在荧光粉层上，随即在屏幕上形成光点，偏转线圈能控制电子枪的偏转方向，使电子束打

在荧光屏幕的光点位置上。实际工作过程是电子束逐行激发屏幕上的光点，由于扫描的速度极快，人眼分辨不出，于是能看到一幅完整的画面。CRT 显示器经历了从球面显像管到柱面显像管再到纯平显像管的发展过程，其屏幕从球面逐渐演变为平面。CRT 显示器具有可视角度大、无坏点、色彩还原度高、色度均匀、可调节的多分辨率模式、响应时间极短等 LCD 显示器难以超越的优点，但由于体积大、重量大、有辐射等问题，故而在日常使用中逐渐被 LCD 显示器所取代。

LCD 的全称是 Liquid Crystal Display，即液晶显示器。LCD 显示器面板是一个多层结构，最下面是一个背光面板，发射白光。背光面板上面的其他各层，分别有控制透光、控制颜色的面板，最终在屏幕上产生许许多多不同明暗、不同颜色的像素，它们共同构成图像。其中，控制颜色的关键就是液晶材料。对液晶材料施加电场，会改变其排列方式，其排列方式的改变又会影响背光面板的透光率。液晶材料的上面是具有红绿蓝三原色的滤光片，液晶对透光率的改变，反映到滤光片上，就是不同强度的红绿蓝三原色组合，也就形成了各种色彩。液晶显示器由于占地小、辐射小等优点，成为市场主流显示器。

显示器的关键参数如下所示。

① 分辨率：分辨率 (Resolution) 是指构成图像的像素数量。由于显示器的像素点一般按照水平和竖直两个方向均匀分布，因此分辨率一般被表示为水平分辨率和垂直分辨率的乘积。如 1920×1080 像素，表示水平方向包含 1920 像素，垂直方向包含 1080 像素，屏幕总像素数是它们的乘积。分辨率越高，图像就越细腻、清晰。

② 点距：点距是指一个发光点与离它最近的相邻发光点之间的距离，在相同的分辨率下，点距越小，显示图像越清晰。

③ 刷新率：一般是指每秒钟屏幕刷新的次数。

使用台式机时需要单独安装显示器，即将显示器和主机相连。显示器一般有电源线和数据线两条线路，电源线为显示器供电，数据线提供显示器和主机的数据通信。需要注意的是，显示器的接口有不同种类，需选择能够和主机相匹配的接口，否则无法连接或需要转接口才能连接，常见的显示器接口如图 1-13 所示。

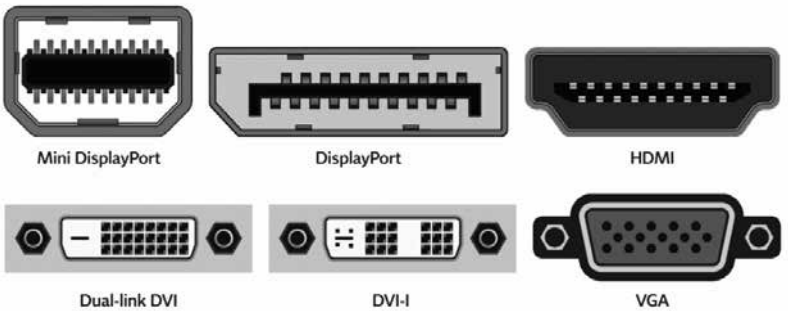

图 1-13　常见的视频接口外观示意图

① VGA 接口：又称 D-Sub 接口，在 CRT 显示器中广泛使用。它传输的是模拟视频信号，容易受到干扰，信号传输质量不高，支持的画质较低，在 LCD 显示器上还需要将模

拟信号转换为数字信号后才能使用，目前逐渐被淘汰。

② DVI 接口：DVI 接口既能传输模拟信号，也能传输数字信号，还根据带宽不同有单通道和双通道之分。它的性能比 VGA 接口有较大提升，也能兼顾模拟与数字两种信号。但是不支持音频信号，且信号传输上限仍不能满足目前较高性能的显示器。

③ HDMI 接口：完全数字化的接口，且支持音频输出，目前使用较为广泛。HDMI 的性能优异，且还在发展中，目前较新的 HDMI 接口可支持 3D 格式。在不同设备上，根据需要 HDMI 还具有标准 HDMI 接口、Micro HDMI 接口和 Mini HDMI 接口三种不同大小的形态。

④ DisplayPort 接口：是一种高清数字显示接口，可用于高端显示器，性能强于 HDMI，是目前主流接口。

(2) 鼠标。

鼠标是用于在计算机屏幕上进行定位和选择的输入设备。鼠标的使用使计算机的操作大为简化。

鼠标于 1964 年由道格拉斯·恩格尔巴特 (Douglas Engelbart) 发明。图 1-14 为恩格尔巴特和他的鼠标。道格拉斯·恩格尔巴特是一位富有创造力的发明家，他很早就在畅想计算机在未来的使用场景，并做出了一系列开创性的发明。

图 1-14　恩格尔巴特和他的鼠标

早期的鼠标通过一个橡胶小球的滚动来获取其移动的位置信息，所以叫作机械鼠标。当鼠标移动时，小球滚动，带动其他机械部件最终产生光电信号的变化，最后通过计算在计算机屏幕上反映出鼠标的移动。机械鼠标的精度和可靠性都比较低，已经基本被淘汰。

现在普遍使用的是光电鼠标，它利用发光二极管发射红外线，通过一系列光学透镜组件把红外线经由鼠标移动的表面反射到光学传感器中，光学传感器是其核心组件，它通过红外线的变化分析出鼠标的位置改变。光电鼠标的精度比机械鼠标提高了很多。

在鼠标的连接方式上，主要有有线鼠标和无线鼠标两种。

① 有线鼠标：使用 PS/2、USB 等接口将鼠标通过导线与计算机连接，计算机为鼠标供电，鼠标将信号传输给计算机。PS/2 是一种鼠标和键盘专用的 6 针圆形接口，如图 1-15 所示，曾经被广泛使用，目前已经基本被淘汰，但是在较早

图 1-15　PS/2 接口

期的计算机上仍然可以见到。目前的有线鼠标，基本都使用 USB 接口。

② 无线鼠标：无线鼠标使用射频技术，不需要导线就能将鼠标与计算机关联起来。目前常见的无线鼠标主要分为 2.4G 无线鼠标和蓝牙鼠标两种。前者需要一个无线信号的接收器才能使用，传输距离在 2~10 米，而蓝牙鼠标可以直接和计算机的蓝牙接口连接，并可以支持 10 米以上的通信。无线鼠标不与计算机直接相连，需要电池独立供电。

(3) 键盘。

键盘 (Keyboard) 是用于操作计算机的最基本的输入设备，主要用于输入人类可以识别的字符，以及一些特定命令。根据按键开关的方式来划分，键盘主要可以分为薄膜式键盘、机械式键盘和静电容式键盘三种。

① 薄膜式键盘：键盘内部由多层薄膜隔离，按下按键之后，相隔的两层薄膜上的导体会连通，产生电信号。薄膜式键盘具有价格低、噪声小的特点，是市场上的主流产品。但若长期使用，由于薄膜的物理性质改变，按键触感会变差。

② 机械式键盘：按键下面有机械轴和弹簧，通过金属的性质接触和回弹。机械式键盘按键富有弹性和节奏，在近年来深受文字工作者，尤其是程序员的青睐。机械式键盘耐用性非常高，长期使用手感也几乎没有变化。但机械键盘价格较高，并且按键的声音较大。

③ 静电容式键盘：利用电容容量的变化来判断按键的开和关，在按下按键之后，开关中电容容量发生改变，从而实现触发，整个过程不需要开关的闭合。静电容式键盘不需要实际接触到底，因此使用寿命通常比较长。

键盘的连接方式和接口类型与鼠标几乎是一样的，可参见鼠标部分的介绍。需要注意的是，使用 PS/2 接口的鼠标和键盘，需根据机箱上的提示分别对应好，接口不能互换，见图 1-15。

接下来，我们看一看键盘按键的布局和功能。常见的键盘有 104 个按键，如图 1-16 所示。键盘的布局可以划分为如图 1-16 中所示的 4 个区。

图 1-16　键盘布局图

① 功能键区：从左向右依次介绍，Esc 是“退出”键，某些情况下可以退出当前的状态。F1~F12 是 12 种不同的特殊功能键，在不同的情况和不同的使用方式下，有不同的功能表现。PrtSc 键的功能是“Print Screen”，即截屏，按下后当前的屏幕图像会进入剪贴板，

可以粘贴到图像处理软件中保存下来。“Scroll Lock”键的功能是锁定滚动状态，在 DOS 操作系统中可以便于阅读，现在已经不常用，在非 104 键键盘上可能已经没有该键。“Pause Break”键，在 DOS 操作系统中可以暂停程序，现在已经不常用，在非 104 键键盘上可能已经没有该键。

② 编辑键区：该区的按键基本跟编辑功能有关。Insert 键是插入模式的锁定 / 解锁键，在默认情况下编辑文本时，键入新的字符会把新的字符插入文本中，按下 Insert 键之后，键入新的字符会把当前位置的字符覆盖掉。Delete 键，即删除键，会删除光标后面的字符。Home 键和 End 键分别能快速把光标移到一行文本的行首和行尾。PgUp 和 PgDn 键是“Page Up”和“Page Down”的意思，分别能在当前文本页面向上翻一页和向下翻一页。下方带有“上、下、左、右”箭头的四个按键分别能够让光标“上、下、左、右”地移动，这几个按键的使用不限于文本。

③ 数字键区：专门用于与计算相关的操作，可以输入数字和计算符号。虽然主键盘区也有数字和计算符号，但是数字键区这些按键更集中，便于单手快速操作。数字键区也有编辑键区各键的功能，通过右侧小键盘区的 Num Lock 键，可以在数字和编辑两种模式间切换。

④ 主键盘区：主键盘区是最常用的区域，用来输入基本的字符，还具有一些最常用的控制功能。字母、数字和一些符号键的功能就不赘述了，下面主要介绍该区域外围的几个按键。左侧的 Tab 键全称为 Table 键，用来输入制表符，制表符是一个类似空格的空白符号，但是它能根据上下行的关系自动调整空白的长度，使输入的文本对齐，在输入表单时很有用。“Caps Lock”键是大写锁定键。默认情况下，输入字符是以小写的形式输入的，按下“Caps Lock”键后，输入字符就变成大写的形式输入。在大多数有指示灯的键盘上，按下“Caps Lock”键后，大写锁定指示灯会亮起。Shift 键是换挡键。在主键盘区，可以看到很多按键上同时印有两个符号，通常一个在上，一个在下。默认情况下，直接按下这样的按键，会输入下方的符号。如果想输入上方的符号，则需要先按住 Shift 键，然后再按下按键，才会输入上方的符号，这就是“换挡”一词的含义。Ctrl 键的全称是 Control 键，即“控制”键，Ctrl 常用于和其他按键组合，发出特定的命令。Win 键是系统功能按键，常用于和其他按键组合，发出系统命令。Alt 键的全称是 Alternative 键，有交替的含义，通常和其他键组合，在不同的状态之间交替切换。Shift 键、Ctrl 键、Win 键、Alt 键在左右两侧都有，这是因为它们都需要和其他按键组合使用，而和它们组合的按键既可能在左手的键位区，也可能在右手的键位区 (根据标准按键指法)，当组合使用的按键在左手键位区，就需要用右手按住这些键；当组合使用的按键在右手键位区，就需要用左手按住这些键，因此这些键在左右同时配备。Enter 键是“回车”键，用于对已经输入的内容进行确认，如果是一串命令，则在按下 Enter 键后，命令才会发送。在文本编辑中，Enter 键也用于换行。Backspace 是退格键，可以倒退到上一步操作状态。在文本编辑中，Backspace 键可以删除光标的前一个字符。

键盘基本按照纵向分成 8 个区，分配给左右手每个手指，如图 1-17 所示。

图 1-17　键盘指法键位图

输入之前，手自然微微悬起，左手手指分别放在“A”“S”“D”“F”四个键上，右手手指放在“J”“K”“L”“;”四个键上，这八个键是基准键。意思是，它们是整个指法的基准位置，找到它们就可以根据键盘按键的分布，不需要看键盘也直接能找到主键盘区的其他按键，即实现盲打。

基准键的 F 和 J 键，键帽上面有一个微小的突起，用于在盲打的情况下，食指通过触摸即可找到 F 和 J 键，食指定位后，其他六个手指顺次就能找到自己的基准键。空格键由拇指控制，很容易找到。

通过观察键盘，多加练习，就能在基准键的基础上，通过上下的短距离移动，在不看键盘的情况下掌握主键盘区的各个按键。

1.3 计算机中的信息

本节首先介绍信息的基本单位，及其与二进制数据的关系。其次，从信息编码的角度，介绍文本等符号在计算机中如何被表示。最后，把计算机程序作为一种处理信息的特殊信息进行介绍，并重点介绍计算机编程语言。

1.3.1　信息的单位

1. 位

计算机中的信息可以大体上分为数据和程序两类。数据可以被理解为各种数值，程序则是各种指令的集合，指令是用来指挥计算机进行逻辑或数值运算的命令。比如计算 2+3，其中 2 和 3 是数值；“+”号令计算机把这两个数值相加，是指令。

在计算机中，无论是数据还是程序，最终都是以“0”和“1”两种状态进行存储和计算的，因此，一个“0”或一个“1”就成为现代计算机中信息的基本单位，叫作“位”或比特 (译自英文 bit)。

计算机采用比特作为处理信息的基本单位，有以下几个主要原因。

首先，从早期的计算机发展历史可以看到，使用何种材料保存和处理信息对于计算机

有着至关重要的影响。不论是机电式计算机中继电器的“开”“合”，还是电子计算机中电压的“高”“低”；不论是用纸带上的“有孔”“无孔”存储信息，还是用磁性材料的“南极”“北极”存储信息，都通过两种状态来描述信息，正好对应于抽象的“0”和“1”。其次，使用比特进行运算，使得运算的规则大为简化，计算机中的运算线路也相应变得更简单、更快速、更可靠。另外，计算机中的逻辑运算是以布尔代数为基础的，而布尔代数的值有“真”“假”两种，正好和“1”“0”相对应。

2. 字长和字节

由于位这一基本单位描述的信息量很小，因此实际使用时，总是把若干位连在一起使用，不同的计算机能够一次处理的位数各不相同，这个位数就是在中央处理器一节提到的字长。计算机的字长越大，计算能力越强。在历史的发展中，人们逐渐把 8 位放在一起作为最常使用的信息单位，这个单位称为字节 (byte)。

1.3.2　计算机中的数据

1. 进制

进制，就是“进位计数制”的意思。它是用有限个基本数字表示无限大的数字的一种方法。通过把有限的基本数字排列起来，并赋予不同位置上的数字不同的权重，使其具备表示任意大数字的能力，也叫位置计数法。

由于人类有 10 根手指，因此人类选择的计数系统以 10 为基础，形成了十进制的计数体系。根据进制的原理，一个十进制数字 2049 可以解析为下列形式：

$$2049 = ((2\times10 + 0)\times10 + 4)\times10 + 9 = 2\times10^3 + 0\times10^2 + 4\times10^1 + 9\times10^0$$

由此可见，对于十进制数字，如果把它的位置权重明确地表示出来，则位置每提高一位，这个位置上的数字其实比低它一位的数字扩大了 10 倍。

对于数字来说，十进制只是计数方式中的一种，如计时系统普遍采用六十进制，即 60 秒为 1 分钟，60 分钟为 1 小时。一段时间 3 小时 12 分 30 秒可以被解析为下列的秒数：

$$3\text{ 小时 }12\text{ 分 }30\text{ 秒} = (3\times60 + 12)\times60+30 = 3\times60^2 + 12\times60 + 30$$

由此，我们可以解析任意进制数的大小。假设有 N 进制数 abc，由于 a 的位置比 b 提高了一位，所以 a 的权重比 b 扩大了 N 倍，所以 ab 的实际值是

$$a\times N + b$$

同理，ab 作为一个整体，比 c 的位置提高了 1 位，所以 ab 的权重比 c 扩大了 N 倍，abc 的实际值是

$$(ab)\times N + c$$

将上述二者合并，得到

$$abc = (a\times N + b)\times N + c = a\times N^2 + b\times N + c$$

进一步，可以更加形式化地将上式写为：

$$abc = (a\times N + b)\times N + c = a\times N^2 + b\times N^1 + c\times N^0$$

由此，我们可以得到任意 N 进制数 $x_0x_1x_2\cdots x_k$ 的实际值计算方法：

$$x_0\times N^{k}+x_1\times N^{k-1}+x_2\times N^{k-2}+\cdots+x_k\times N^{0}$$

2. 二进制数据

使用二进制计数，只用 0 和 1 两个符号。二进制数据也是采用位置计数法，其位权是以 2 为底的幂。

例如，二进制数字 100111，它的实际值可以解析为：

$$1\times2^5+0\times2^4+0\times2^3+1\times2^2+1\times2^1+1\times2^0$$

那么，二进制数据如何计算呢？在人类制造计算机的历史上，是先从加减法运算开始的，因为加减法的计算规则最简单，这就是帕斯卡计算器的功能；然后正如莱布尼茨所做的工作，通过加减运算来实现乘除运算。现代计算机在计算规则上仍然遵循着帕斯卡和莱布尼茨开创的道路。通过累加实现乘法，通过多次相减实现除法。因此，我们只需要关注二进制的加减运算。

两个二进制数相加和两个十进制数相加使用相同的规则，需要注意的是，不再是“逢十进位”，而是“逢二进位”。下面以 100101 + 1011 为例：

首先低位对齐：

100101

1011

然后从低位开始相加。1+1 为十进制的 2，转换为二进制数即为 10，因此，个位为 0，高位进位。如果出现 1+1+1(进位)，结果为十进制数 3，转换为二进制数为 11。从低位向高位依次进行相加得到：

110000

二进制数相减如何进行计算呢？在计算机中，如果使用减法规则计算两个数字相减，则需要一套不同于加法的硬件设计，会增加硬件的复杂度，况且减法计算规则本来比加法更加复杂一些。因此，现代计算机中使用帕斯卡开创的“补码”思想通过加法来计算减法。

根据帕斯卡的补码思想，是在其计算器上体现为对一个十进制数 N，用一串 9(如 999999) 减去它来计算补码。对于二进制来说，一个数字的补码是用计算机所支持的最大值减去这个数字再加 1 得到的。比如，假定计算机的字长是 8，则它支持的最大值是 11111111，对于二进制数字 1001 来说，其补码就是 11111111-1001+1=11110111。如果要计算 11011-1001，就相当于 11011+11110111。

不论是帕斯卡计算器还是现代计算机，作为一个实际的物理实体，它们的一切都是有限的。在观念世界里，我们可以构想任意大的数字进行计算，而在计算机当中，可以存储的最大数字则是有限的。对于常规计算，计算机中能够使用的最大数字取决于计算机的字长。比如一台计算机的字长是 8，则用来计算的数字是用 8 位表示的，假设这个数字只能是正数 (为了不考虑负数的符号占用的空间)，那么最大的 8 位数字是 11111111。对这个最大的数字如果再增加 1，则根据二进制运算规则，可以算出结果是 100000000。但是如

上所述，计算机中最大能够处理的数字只有 8 位，而这时的数字已经占 9 位。这种情况下，最高位的 1 超出了计算机的存储范围，会“丢失”，导致实际的计算结果变成 00000000。这种情况，叫作“溢出”。

11011+11110111 的直接结果是 100010010，由于溢出的原因，在计算机中的实际结果是 00010010，高位的 0 没有实际意义，也就是 10010。这正是 11011-1001 的结果。

3. 二进制和十进制的转换

将二进制转换为十进制，只需要用前面讲到的二进制展开方法，将二进制数展开并用十进制数来描述即可，比如 100111 展开为：

$$1\times2^5+0\times2^4+0\times2^3+1\times2^2+1\times2^1+1\times2^0=32+4+2+1=39$$

下面，介绍怎样将十进制数转换为二进制数。由于二进制数是以 2 为底的计数系统，转换的关键在于计算出十进制数字与以 2 为底的数字的关系，假设十进制数字 N 可以表示为二进制数字 $b_mb_{m-1}\cdots b_0$。那么有如下关系：

$$N=b_m\times2^m+b_{m-1}\times2^{m-1}+\cdots+b_0\times2^0$$

两侧都除以 2 得到：

$$N\div2=b_m\times2^{m-1}+b_{m-1}\times2^{m-2}+\cdots+b_1\times2^{1-1}\text{ 余 }b_0$$

可见，经过一次对 2 的除法，可以算出二进制形式下最低位的值。由此可知，进行 m 次除法之后，就可以算出二进制形式的每一位。

以 50 为例：

```
2 | 50        余 0
  2 | 25      余 1
    2 | 12    余 0
      2 | 6   余 0
        2 | 3 余 1
          2 | 1 余 1
            0
```

将余数逆序排列可得，50 转换为二进制的结果是 110010。

1.3.3　文本

现代计算机的功用早已不止于进行数学运算。语言文字是人类最重要的沟通手段，是知识与信息的载体。只能处理 0 和 1 的计算机是怎样处理人类的文字符号呢？本节介绍文本信息在计算机中的表示。

1. 编码

由于计算机中的一切信息都以位的形式存在，因此，对于文字而言也必须通过一定的方式，将其转换为位的形态，这一过程叫作编码。文字符号通常被称为字符，以特定的位串来表示字符就是字符编码，也叫作字符的内码。

计算机的发展是从英美开始的，所以英美最先设计了基于英文字符的计算机编码。随着计算机的普及，其他各国都需要针对本国的文字设计其在计算机中的编码方式。

2. ASCII

ASCII 是 American Standard Code for Information Interchange 的简称，即“美国信息交换标准代码”，是为英文字符、数字、一些控制字符及一些拉丁语言符号制定的编码标准，诞生于 1963 年，由美国标准协会的 X3 委员会制定，在 1967 年成为美国国家标准。

标准 ASCII 编码如表 1-2 所示。

表 1-2　ASCII 编码表

Char	Dec	Binary	Char	Dec	Binary	Char	Dec	Binary
!	033	00100001	A	065	01000001	a	097	01100001
"	034	00100010	B	066	01000010	b	098	01100010
#	035	00100011	C	067	01000011	c	099	01100011
$	036	00100100	D	068	01000100	d	100	01100100
%	037	00100101	E	069	01000101	e	101	01100101
&	038	00100110	F	070	01000110	f	102	01100110
'	039	00100111	G	071	01000111	g	103	01100111
(	040	00101000	H	072	01001000	h	104	01101000
)	041	00101001	I	073	01001001	i	105	01101001
*	042	00101010	J	074	01001010	j	106	01101010
+	043	00101011	K	075	01001011	k	107	01101011
,	044	00101100	L	076	01001100	l	108	01101100
-	045	00101101	M	077	01001101	m	109	01101101
.	046	00101110	N	078	01001110	n	110	01101110
/	047	00101111	O	079	01001111	o	111	01101111
0	048	00110000	P	080	01010000	p	112	01110000
1	049	00110001	Q	081	01010001	q	113	01110001
2	050	00110010	R	082	01010010	r	114	01110010
3	051	00110011	S	083	01010011	s	115	01110011
4	052	00110100	T	084	01010100	t	116	01110100
5	053	00110101	U	085	01010101	u	117	01110101

（续表）

Char	Dec	Binary	Char	Dec	Binary	Char	Dec	Binary
6	054	00110110	V	086	01010110	v	118	01110110
7	055	00110111	W	087	01010111	w	119	01110111
8	056	00111000	X	088	01011000	x	120	01111000
9	057	00111001	Y	089	01011001	y	121	01111001
:	058	00111010	Z	090	01011010	z	122	01111010
;	059	00111011	[	091	01011011	{	123	01111011
<	060	00111100	\	092	01011100	|	124	01111100
=	061	00111101	]	093	01011101	}	125	01111101
>	062	00111110	^	094	01011110	~	126	01111110
?	063	00111111	_	095	01011111	DEL	127	01111111
@	064	01000000	`	096	01100000			

ASCII 编码使用 8 位，即通常所说的一字节对信息进行编码，因此它可以编码的字符信息最多为 $2^8 = 256$ 个。按照编码的数值，ASCII 标准代码可以分为三部分：不可打印字符、标准 ASCII 编码、扩展的 ASCII 编码。

不可打印字符：0~31 及 127 这 33 个字符，是不可打印字符，包括控制字符和通信专用字符，控制字符如换行、回车、退格、删除等；通信专用字符如文本开头、文本结束、确认等。

标准 ASCII 编码：32~126 的字符，包括英文大小写字母、数字、常见标点符号和运算符号。不可打印字符及标准 ASCII 编码部分一共使用了 7 位。多的 1 位可以在传输中用于奇偶校验。所谓奇偶校验，是为了判断信息在传输中是否出错而设置的冗余信息，规则是：如果采用奇校验，则 8 位中 1 的个数必须为奇数；如果采用偶校验，则 8 位中 1 的个数必须为偶数。因此，奇偶校验具有 1 位的检错能力。

扩展的 ASCII 编码：128~255 的字符属于扩展的 ASCII 编码。

3. 中文编码

欧洲国家在标准 ASCII 编码的基础上，利用扩展 ASCII 编码的空间，定义了本国文字的编码。比如，部分西欧国家还有特殊的文字符号，其利用多一位的信息空间，增加了自己的文字符号，例如，法语中 é 的编码为 130(二进制数为 10000010)。

但是，各国有自己的文字，ASCII 编码所规定的 256 个字符的空间是不可能满足各国需求的。比如亚洲国家，使用完全不同于欧美国家的符号体系，这就需要开辟新的空间来定义本国语言符号。尽管如此，各国普遍遵循编码的低 127 位与 ASCII 编码保持一致的原则。

中国的第一个信息编码标准是GB2312标准，是1980年制定的中国汉字编码国家标准。该标准共收录7445个字符，其中汉字6763个。这7445个字符被编为94乘以94的方阵，每一行为一个“区”，每一列为一个“位”。由区号和位号组成的“区位码”就定位到一个汉字字符。

1995年我国发布了《汉字内码扩展规范》，简称GBK，兼容GB2312，使用双字节编码，收录了21003个汉字。

2000年我国发布了GB18030—2000《信息技术 信息交换用汉字编码字符集 基本集的扩充》。

2005年我国发布了GB18030—2005《信息技术 中文编码字符集》，收录了藏、傣、彝、朝鲜、维吾尔等多种少数民族文字，汉字收录总数超过七万个。

4. Unicode

当各国都在同一空间中定义本国的符号时，就为各国之间的交流留下了隐患。比如法语中é的编码为130，在希伯来语中字母Gimel (ג) 也是130。那么，法语的文件发送到以色列，就会面目全非，无法阅读了。亚洲国家的中、日、韩，都有各不相同的大量文字符号。在这种情况下，如果每个国家各自为政，就会为国际信息交流带来巨大的障碍。

为此，国际组织制订了一个雄心勃勃的计划，要创建一个囊括全世界所有符号的字符集。这个计划就是Unicode，通常被翻译为统一码、万国码。Unicode在1994年发布1.0版本，在2020年发布13.0版本，且仍然在继续扩充更新之中。在Unicode中，世界各国的符号都被统一到一套字符集里，每一个符号对应一个唯一的“码点”，故而不会出现冲突。

Unicode字符集中的“码点”并不是这些符号在计算机中的二进制编码形式。针对Unicode字符集，存在不同的计算机编码方案。常见的有UTF-8，UTF-16，UTF-32等。

UTF是Unicode Transformation Format的简写，是针对Unicode的一种可变长度字符编码。它保持了和ASCII编码的兼容。对于ASCII中的字符，UTF-8使用相同的单字节编码方式。对于非拉丁字符的文字符号，UTF-8则增加编码空间，使用2字节或3字节，甚至4字节进行编码，这样一来，UTF-8在编码的容量和编码效率上取得了较好的平衡，也因此最为流行。UTF-16的目标则是使用2字节对所有的字符进行编码，也因此不能兼容ASCII。类似地，UTF-32则使用4字节的固定大小空间对所有的字符编码，虽然空间大小足够，但是会造成较大的空间浪费，尤其是对于常用的英文字符而言，本来1字节就够了，使用UTF-32则多消耗3倍的空间。

1.3.4 程序设计语言

计算机中的另外一类信息是程序 (program)，程序是由指令构成的。一台计算机能够执行的全部指令构成计算机的指令系统，相当于一台计算机的语言。人类通过这些语言跟计算机对话，让计算机按照人的意志工作。不同的计算机可能拥有不同的指令集，也就是拥有不同的语言。从计算机内部来看，指令和数据没有区别，都是一系列由“0”和“1”

构成的序列，但是计算机会以对待指令的方式将指令的“0”“1”串解析为某种计算动作，程序就是为了达到某种目的而编制的指令序列。

1. 机器语言

早期的可编程计算机，通过改变器件的连接才能改变其计算功能，这其实就是通过改变线路的“通”“断”来改变计算机的逻辑功能。后来发展出使用打孔纸带或打孔卡片等方式来输入程序的方法，图 1-18 所示即为使用打孔卡片编写的程序。打孔纸带和打孔卡片在纸带或卡片上某个位置有孔或无孔，这与电路的“通”和“断”是对应的。无论是用电路的通断，还是孔的有无来控制计算机的功能，抽象地看，都是用“0”“1”来编写和控制计算机的程序。可以说，计算机是能够直接识别和执行由“0”“1”构成的“语言”的，这类语言叫作机器语言。

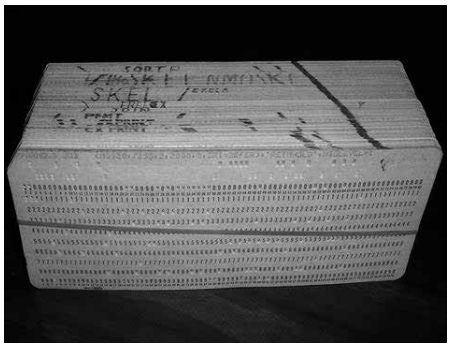

图 1-18　打孔的程序卡片

早期的计算机程序编写人员都是使用机器语言进行编程的，这意味着编写者需要记住各种指令对应的 0、1 串所具有的功能，并熟练掌握其使用方法，常常需要一边查表一边进行编程。由于 0、1 序列难以阅读和理解，稍有差错就可能对整个程序带来致命问题。可见，使用机器语言难以理解、编写复杂，不便于程序开发。

2. 汇编语言

为了解决机器语言存在的难以理解、难以阅读、难以编写等问题，人们发明了汇编语言 (Assembly Language)，也被称作组合语言或符号语言。图 1-19 所示为某型号计算机的一段汇编语言程序。这段程序的功能是通过累加的方式，使一个数字乘以 6。

```
.ORIG     x3050

          LD        R1, SIX
          LD        R2, NUMBER
          AND       R3, R3, #0

;     The multiply loop

AGAIN     ADD       R3, R3, R2
          ADD       R1, R1, #-1
          BRp       AGAIN

          HALT

NUMBER    .BLKW     3
SIX       .FILL     x0006

          .END
```

图 1-19　汇编语言片段

汇编语言使用人类易于识别的助记符来代替机器语言中由 0、1 构成的指令串。比如，汇编中可能使用 ADD(英文加的单词) 来代替表示加法的指令，使用 MOV(英文 move 的简写) 代替传输数据的指令，使用 LD(英文 load 的简写) 来代表向寄存器中载入一个数字的指令，这样一来，人们记忆和识别这些指令的难度大大降低，编写程序的效果得到极大提高。

汇编语言虽然更容易为人类所掌握，但是它的实质只是机器语言指令在形式上的替代物。由于机器语言是因计算机而异的，因此汇编语言也是如此，每一台拥有自己的指令系统的计算机都有相对应的汇编语言。这就会导致一个隐藏的缺点，即针对某一台计算机编写的程序，如果想在另一台拥有不同指令系统的计算机上执行，是办不到的，只能对另一台计算机重新编写整个程序，这样的程序被称为不可移植的。

另外，由于汇编语言只是机器语言的对应替代物，它编写的程序充满了基本的操作，比如加减乘除，以及移位、比较、跳转等，对于一个复杂的程序来说，通过这些底层的命令是非常难以理解的，所以汇编语言程序的可读性仍然不高。

3. 高级语言

高级语言的设计目标在于提供更贴近人类阅读的语法和更高级的抽象能力，从而大幅提升编程效率与程序的可移植性。正因如此，自 20 世纪 50 年代以来，各种高级语言就不断被创造出来，下面列举一些在历史上有重要影响的高级编程语言并加以介绍。

(1) FORTRAN：1954 年，John Backus 为 IBM 公司创造了 FORTRAN 语言，于 1957 年发布。FORTRAN 是 FORmula TRANslation 的简写，意为“公式翻译”，是专门为数学、统计等科学运算而发明的。FORTRAN 曾在大学和科研院所中被广泛使用，至今仍处在不断地升级开发之中，是仍被广泛使用的最古老的编程语言之一。

(2) ALGOL：1958 年 ALGOL 的第一版问世，官方报告名为 ALGOL 58。ALGOL 58 主要面向科学计算，正如 ALGOL 语言的名字，来自 ALGOrithmic Language，意为“算法语言”。ALGOL 在 20 世纪 60 年代持续发展，两种重要的官方报告分别为 ALGOL 60、ALGOL 68。虽然今天已经鲜有人使用 ALGOL，但 ALGOL 的发展之路却有力地推动了高级程序语言的发展，对后世的高级语言产生极大影响。比如，程序块机制使程序具有更好的结构性；子程序的参数传递方式；if-else-then 选择结构、while 循环结构等结构化控制语句，这些都成为后世语言几乎必备的组成部分。图 1-20 所示为一段 ALGOL 程序，它计算一个数组中所有元素的绝对值的平均值。

```
begin
 integer N;
 Read Int(N);

 begin
  real array Data[1:N];
  real sum, avg;
  integer i;
  sum:=0;

  for i:=1 step 1 until N do
   begin real val;
    Read Real(val);
    Data[i]:=if val<0 then -val else val
   end;

  for i:=1 step 1 until N do
   sum:=sum + Data[i];
  avg:=sum/N;
  Print Real(avg)
 end
end
```

图 1-20　ALGOL 程序片段

(3) LISP：1958 年，John McCarthy 为了人工智能而发明了 LISP 语言。如其名字所示，LISP 语言中使用一种叫作“表”的核心概念，每一个 LISP 程序都是一个表。虽然很少有人直接使用 LISP，但这门语言对后世产生了深远的影响。从 LISP 衍生出来的类 LISP 语言 (被称为 LISP 方言) 多种多样，如 XLISP、PSL、ZetaLisp、LeLisp、Scheme、Common Lisp 等。函数式编程思想则随着 LISP 进入很多现代的编程语言之中。

(4) COBOL：1959 年，Grace Murray Hopper 发明了 COBOL，目标是创造一门具有广泛适用性的商业领域编程语言，名称由 Common Business Oriented Language 缩减而来。COBOL 曾广泛用于一些大型机构，如政府、银行、航空公司、电信公司等。至今，一些企业仍然运行着用 COBOL 语言所写的代码。

(5) BASIC：1964 年诞生于达特茅斯大学，含义为 Beginner’s All-Purpose Symbolic

Instruction Code，旨在为初学者提供易学的语言。BASIC 语言的广为传播，跟微软公司的影响力密不可分。微软公司的创始人比尔·盖茨是 BASIC 语言的爱好者，在为 IBM 公司提供的 DOS 操作系统中就附带了 BASIC 语言程序。后来随着 Windows 操作系统的推出和流行，BASIC 也一路发展，从 Visual Basic 到 BASIC.NET，今天仍然在 Windows 系统上，尤其是在 Office 办公组件中被广泛使用。

(6) Pascal：1971 年，第一版 Pascal 语言发布，是为纪念世界上第一台计算机器的发明者布莱士·帕斯卡而命名的。Pascal 语言由 Niklaus Wirth 发明。Niklaus Wirth 参与了 ALGOL 的设计，为了设计一种易于教学的高级语言，他从 ALGOL 中汲取了重要的概念创造出 Pascal。从 20 世纪 70 年代初期到 90 年代初期，Pascal 在院校中被广泛使用。

(7) C：1972 年，为了使 UNIX 操作系统有更好的可移植性，Dennis Ritchie 创造了一门适合于编写操作系统的语言——C 语言，并用 C 语言重写了 UNIX 系统。C 语言具有简单明晰的语法，具有接近机器语言的高效性。这些特点使它适合编写操作系统等系统软件。随着 UNIX 操作系统的广为流行，C 语言也成为被使用最广泛的语言之一。它的语法也被后世很多主流编程语言直接借鉴。C 语言的高效性和它对硬件的控制能力，使它至今仍然在嵌入式系统和操作系统等系统软件开发领域被广泛使用。

(8) C++：随着软件规模的扩展，面向对象的编程思想得到充分发展，很多面向对象语言应运而生。1979 年，贝尔实验室的 Bjarne Stroustrup 以 C 语言为基础，创造了面向对象编程语言 C++。C++ 最初名为“带类的 C”，“类”是面向对象程序设计中的核心概念之一。C++ 保持对 C 语言的完全兼容，又加入了面向对象机制。借助于 C 的优势，C++ 作为较早的面向对象编程语言，也在 20 世纪 80 年代和 90 年代被广泛使用。

(9) Python：由荷兰数学和计算机科学研究学会的 Guido van Rossum 于 20 世纪 90 年代初设计。Python 是一门解释型的动态语言，支持面向对象机制，又提供了高级的数据结构，语法非常简洁。这些特点使 Python 易于编写程序，但 Python 语言灵活的机制使它的执行效率受到损失，因此 Python 很长时间以来主要用于脚本程序的开发。随着计算机性能的增强，特别是人工智能在 2010 年前后的飞速发展，Python 成为人工智能领域被广泛采用的编程语言，成为当今世界上最流行的编程语言之一。

(10) Java：在 20 世纪 90 年代初期由 Sun 公司的詹姆斯·高斯林领导的小组设计，早期目标是为当时涌现的大量电子设备提供一种广泛跨平台的编程语言。Java 是一门面向对象的编程语言，它学习了 C++ 的基本设计，同时吸取了 C++ 的经验教训并加以改造，因此比 C++ 更为安全易用。20 世纪 90 年代末，Java 第二版发布并大获成功，在商业、Web 等领域逐渐取代 C++ 的领导地位，成为当今最成功的编程语言之一。

(11) JavaScript：JavaScript 是 Web 时代的语言。1995 年由 Brendan Eich 在网景浏览器上开发成功。JavaScript 主要运行于浏览器，用来解释执行 Web 网页，使网页具备交互能力。后来 JavaScript 也被用于其他方面的编程。JavaScript 虽然名字中有 Java 字样，它与 Java 语言其实并无关系。JavaScript 语言的标准化由 ECMA(European Computer Manufacturers Association，欧洲计算机制造商协会) 制定，其标准化之后的名称为 ECMAScript。

(12) Go：Go 语言是谷歌公司于 2009 年发布的编程语言，设计者包括 Robert Griesemer、Rob Pike，以及 UNIX 和 C 语言的创造者 Ken Thompson。设计目标是“兼具 Python 等动态语言的开发速度和 C/C++ 等编译型语言的性能与安全性”。Go 语言被设计用于开发系统级程序，它吸收了 C 语言的很多特性，包括一般语言所不具备的指针。Go 语言尤其注重对大型网络系统的开发能力，提供强大的网络编程和并发编程支持。

1.4 Windows 10 操作系统

Windows 10 是微软公司于 2015 年发布的操作系统，可供家庭及商业工作环境、笔记本电脑、平板电脑、多媒体中心等使用。Windows 10 继承了 Windows 8 的跨平台设计，提供各平台之间无缝的使用体验。Windows 10 关注易用性、安全性、可用性，具有触控屏和免打扰设计，内置全套防病毒、防火墙、防勒索软件，并且在 Windows 商店中提供了包括游戏在内的海量应用软件，还为有视觉、听觉、阅读障碍的人士提供了多样的人性化设计。

Windows 10 支持通用 Windows 平台 (Universal Windows Platform，UWP) 软件。UWP 应用可以运行在 PC、平板、手机、Xbox One 及物联网等平台之上。Windows 10 的“开始”菜单也在保留传统使用习惯的同时融合了贴片式设计。Windows 10 还引入了新一代浏览器 Edge。在系统控制上，“设置”窗口被赋予越来越多的功能，在控制台、登录认证等各个方面也都有较大提升。

1.4.1 桌面及其操作

1. 桌面

对于安装了 Windows 10 操作系统的计算机，打开计算机电源开关即可启动 Windows 10。如果用户设置了口令，则将在 Windows10 启动后出现登录对话框，用户输入正确的口令方可进入系统。Windows 10 开机后展现在用户面前的界面叫作桌面，如图 1-21 所示。

图 1-21　桌面及任务栏

桌面上默认放置一些应用程序的图标，桌面下方还有“开始”按钮、搜索框、任务栏等部分。

关闭 Windows 10 系统的操作方法为：单击屏幕左下角的“开始”按钮，将鼠标移到弹出菜单的最左侧区域，该区域的菜单会伸展开，再单击“电源”按钮，在弹出的次级菜单中，有“睡眠”“关机”“重启”三个选项，如图 1-22 所示。

图 1-22　“电源”选项菜单

如果用户单击“睡眠”按钮，系统会进入睡眠状态，计算机将以很低的耗电量维持开机状态；当用户唤醒计算机时，系统会快速恢复到进入睡眠前的状态。如果用户单击“关机”按钮，计算机则会关闭。如果用户单击“重启”按钮，计算机会在关闭之后，立即重新启动。

2. 桌面设置

用户可以在桌面对显示进行设置，或者对系统进行个性化设置。

(1) 显示设置。

右击桌面空白处，在弹出菜单中选择“显示设置”命令，会打开“设置”窗口，如图 1-23 所示。窗口右侧最上方可以设置“亮度和颜色”，用户可以拖动滑动条，在感到亮度最舒适时停下。由于夜晚和白天人的生理状态不同，为了减少屏幕蓝光对睡眠的影响，Windows 10 提供了夜间模式，用户可以开启这一模式减少蓝光，还可以设置夜间模式的时间段。

图 1-23　“设置”窗口

修改分辨率也是常用的显示设置。屏幕分辨率指的是屏幕上显示的像素点的个数，按照行和列表达为水平方向的像素点个数乘以垂直方向的像素点个数。分辨率越高，在屏幕上显示的图标越清楚，图标也越小，屏幕上可以容纳更多的图标。单击“显示分辨率”下拉列表，可以看到一些常见的分辨率。系统会根据显示器情况，在某一个分辨率后面显示

“推荐”，一般情况下使用系统推荐的分辨率即可。

“显示方向”下拉列表可以设置屏幕方向，这是在需要调转屏幕方向的场景下使用的，比如阅读电子书时将屏幕转到竖直方向。如果有多个显示器，也可以在这里设置多个显示器的显示模式。

(2) 背景设置。

右击桌面空白处，在弹出菜单中选择“个性化”命令，会打开如图 1-24 所示的背景设置窗口。选择“背景”下拉列表中的“图片”命令，此时在“背景”下拉列表下方会出现“选择图片”栏目，这个栏目会显示最近五次被设置为桌面背景图片的缩略图。单击缩略图中的一幅，即可将它设置为桌面背景。用户也可以通过“浏览”按钮选择将计算机中的某幅图片设置为背景。

“选择契合度”下拉列表中的各选项用于设置图片在桌面上的显示方式。“填充”是在不改变图片高宽比的情况下，使图片沿着水平和竖直方向中尺寸较短的那个方向适合整个窗口，在尺寸较长的方向上图片可能会超出屏幕，不能完整显示；“适应”是在不改变图片高宽比的情况下，使图片沿着水平和竖直方向中尺寸较长的那个方向适合整个窗口，图片一定会完整显示，但是在尺寸较短的方向上需要填充颜色；“拉伸”会改变图片高宽比，使图片完整显示并覆盖整个桌面；“平铺”通过使图片在水平和竖直方向重复显示以覆盖整个桌面；“居中”表示将图片显示在桌面的中央；“跨区”用来在多个显示器上显示一幅连续的桌面背景图片。

图 1-24　背景设置窗口

如果在“背景”下拉列表中选择“幻灯片放映”选项，然后在“为幻灯片选择相册”中选择图片文件夹，并设置“图片切换频率”，选中的背景图片就会按设定的频率切换。

(3) 设置颜色和主题。

在“个性化”设置窗口中，单击左侧的“颜色”选项卡，在如图 1-25 所示的窗口中可以设置系统颜色。

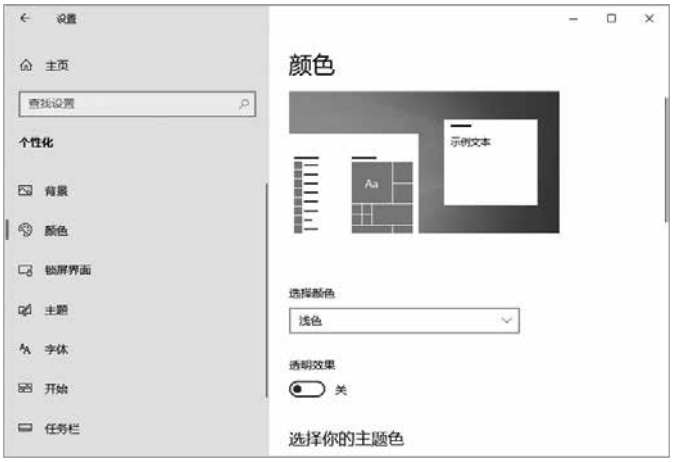

图 1-25　颜色设置窗口

在“选择颜色”下拉列表中，有“浅色”“深色”“自定义”3 个选项。选择“浅色”，设置 Windows 10 系统和应用窗口为浅色。选择“深色”，设置 Windows 10 系统和应用窗口为深色。选择“自定义”，则可以分别设置 Windows 10 系统和应用窗口为浅色还是深色。

“主题色”是 Windows 10 系统的文字、按钮、图标背景等部件使用的颜色，用户可以通过设置主题色来调整整个系统的表现风格，可以让系统根据背景自动选取，也可以手动选取。默认情况下，开始菜单、任务栏和操作中心，以及标题栏和窗口边框并不使用主题颜色，但是可以勾选相应的复选框使这些位置也显示主题色。

“主题”是关于背景、颜色、鼠标光标及声音的一整套风格方案。用户可以在“主题”选项卡中对这些风格分别定义并保存主题，也可以直接选择 Windows 10 系统自带的主题。

(4) 设置锁屏界面。

当用户需要暂时离开计算机时，为了防止他人操纵自己的计算机，可以按 Win+L 组合键进行锁屏。锁屏状态下，必须重新登录才能使用计算机。当计算机超过一定时间无人操作时，系统也会自动进入锁屏状态，以保证用户信息安全。

锁屏界面通常会展示一幅图片，用户可以在“锁屏界面”选项卡下选择个性化的图片，或者选择“幻灯片”放映模式轮换播放图片。

1.4.2　任务栏及其操作

系统中打开的所有应用程序的图标都显示在任务栏中。任务栏由“应用程序区域”和“通知区域”组成。“应用程序区域”显示正在运行的应用程序图标，“通知区域”显示电源、网络连接、输入法、时钟日期等系统当前的状态信息。利用任务栏还可以进行窗口排列和任务管理等操作。

默认情况下，任务栏位于桌面底部，高度与“开始”按钮相同。右击任务栏的空白处，确认快捷菜单中的“锁定任务栏”选项未被选中的情况下，用户可以调整任务栏的位置和高度。

1. 调整任务栏的位置

任务栏可以放置在屏幕上、下、左、右的任一方位。改变任务栏位置的方法是：将鼠标指针指向任务栏的空白处，按下鼠标左键拖动至屏幕的最上 (或最左、最右) 边，松开鼠标左键，任务栏随之移到屏幕的上 (或左、右) 边。

2. 调整任务栏的高度

任务栏的高度最多可以达到整个屏幕高度的一半。调整任务栏高度的方法是：将鼠标指针移到任务栏的边缘，鼠标指针会变成双向箭头形状，此时按住鼠标左键，向增加或减小高度的方向拖动，即可调整任务栏的高度。

3. 利用任务栏设置排列窗口及任务栏

(1) 排列窗口。

当用户打开多个窗口时，除当前活动窗口可全部显示外，其他窗口往往被遮盖。用户若需要同时查看多个窗口的内容，可以利用 Windows 10 提供的窗口排列功能使窗口层叠显示或并排显示。

排列窗口的操作方法为：右击任务栏上未被图标占用的空白区域，弹出如图 1-26 所示的任务栏快捷菜单，选择其中关于窗口排列的选项，即可出现不同的窗口排列形式。

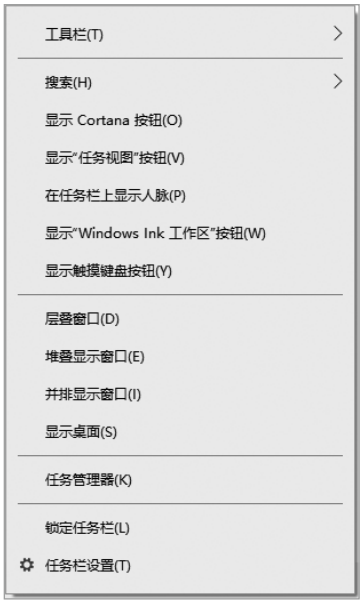

图 1-26　任务栏快捷菜单

- 层叠窗口：将已打开的窗口层叠排列在桌面上，当前活动窗口在最前面，其他窗口只露出标题栏和窗口左侧的少许部分。
- 堆叠 / 并排显示窗口：系统将已打开的窗口缩小，按横向或纵向平铺在桌面上。采用这两种窗口排列方式的目的往往是便于在不同的窗口间交流信息，所以打开的窗口不宜过多，否则窗口会过于狭窄，反而不方便。
- 显示桌面：该选项可以使已经打开的窗口全部缩小为任务栏上的图标，从而显示出完整的桌面。

(2) “工具栏”命令。

“工具栏”命令用于设置在任务栏上显示哪些工具，如地址、链接、桌面等。

使用“工具栏”级联菜单的“新建工具栏”命令，可以帮助用户将常用的文件夹显示在任务栏上，而且可以单击直接访问。例如，可以把 Administrator 文件夹放到新建工具栏中，步骤如下。

① 右击任务栏的空白处，打开快捷菜单。

② 选择“工具栏”级联菜单中的“新建工具栏”命令，打开“新工具栏 - 选择文件夹”对话框，如图 1-27 所示。

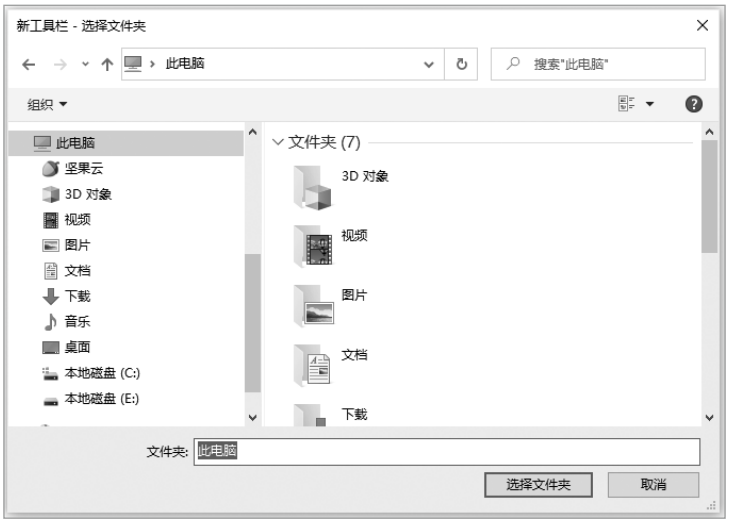

图 1-27　“新工具栏 - 选择文件夹”对话框

③ 在文件夹列表框中选择要新建的 Administrator 文件夹后，单击“选择文件夹”按钮，Administrator 文件夹就被添加到了“新建工具栏”中。

④ 单击 Administrator 工具栏右侧的双箭头按钮，会出现一个列表，该列表列出了 Administrator 文件夹下所有子文件夹和文件。

若要取消 Administrator 工具栏的显示，可右击任务栏的空白处，在快捷菜单的“工具栏”的级联菜单中取消对 Administrator 选项的选择即可。

(3)“锁定任务栏”命令。

选择该命令后，任务栏的位置和高度等均不可调整。

(4)“任务栏设置”命令。

选择“任务栏设置”命令可打开如图 1-28 所示的任务栏设置窗口 (局部)，下面介绍该窗口中的一些基本设置。

- “锁定任务栏”：等同于上文中同名命令。
- “在桌面 / 平板模式下自动隐藏任务栏”：开启后任务栏会隐藏起来，只有当鼠标指向任务栏所在位置时，任务栏才显示出来。
- “使用小任务栏按钮”：开启后任务栏上的所有程序都以“小图标”的形式显示，以节省空间。

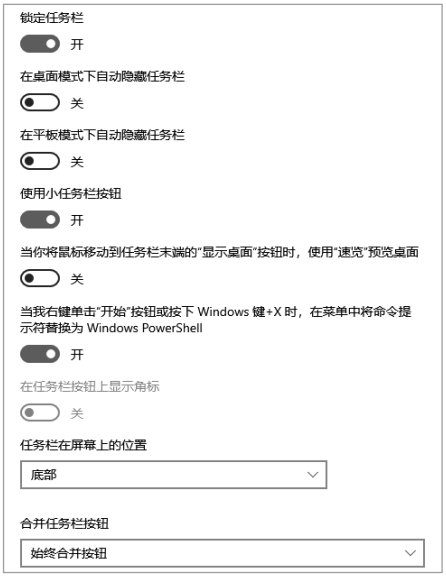

图 1-28　任务栏设置窗口 (局部)

- “当你将鼠标移到任务栏末端的‘显示桌面’按钮时，使用‘速览’预览桌面”：在任务栏的最末端(当任务栏位于底部时在最右侧)有一个狭长的竖条形按钮，单击这个按钮可以在桌面和当前任务窗口之间切换。如果开启了这个命令，则当鼠标移到这个按钮上时，无须单击即可暂时显示桌面；移开鼠标后，即重新回到当前的任务窗口。
- “当我右键单击‘开始’按钮或按下 Windows 键 +X 时，在菜单中将命令提示符替换为 Windows PowerShell”：当用户右击“开始”按钮或按下 Windows 键 +X 时，会出现弹出菜单，其中有两个命令和打开控制台窗口有关，如果未打开这一开关，这两个命令是“命令提示符”和“命令提示符 (管理员)”；如果打开了这一开关，这两个命令就变成“Windows PowerShell”和“Windows PowerShell(管理员)”。控制台窗口是使用命令和 Windows 系统交互的界面，当用户需要使用较高级的系统管理命令时，可以选择以“管理员”身份运行控制台窗口，以得到较高的执行权限。
- “在任务栏按钮上显示角标”：某些具有通知功能的应用，在打开这个命令后可以在图标下方显示相关通知的提示信息。
- “任务栏在屏幕上的位置”：从下拉列表中可以选择让任务栏出现在桌面的“底部”“靠左”“靠右”或“顶部”。
- “合并任务栏按钮”：下拉列表中有“始终合并按钮”“任务栏已满时”和“从不”3个选项。如果选择“始终合并按钮”选项，则应用程序区域只会显示应用程序的图标，如果打开了多个同类程序，系统会将所有这些程序显示为一个图标。如果选择“任务栏已满时”选项，则当任务栏上打开太多程序导致任务栏被占满时，系统才会合并所有相同类型的程序。如果选择“从不”选项，任务栏中的程序会始终显示为“图标 + 程序名称缩写”的形式，同类型的多个程序也不会合并。

4. 多窗口多任务的切换

Windows 10 系统具有多任务处理功能。用户可以同时运行多个应用程序，并可以在不同的应用程序之间传递信息。Windows 10 提供了灵活方便的任务切换方法。

单击任务栏上某个应用程序的图标，该应用程序的窗口即被显示在桌面的最上层，并处于活动状态。用户也可以直接用鼠标单击某个不在最上层的窗口的可见部分，该窗口即被切换到最上层。如果当前窗口完全遮住了想要切换的窗口，可先移开当前窗口或缩小当前窗口的尺寸，露出后面的窗口后再进行切换。

用户按 Alt+Tab 组合键可以快速地进行多窗口之间的切换。

5. 任务管理器

“任务管理器”是管理 Windows 10 系统运行的重要工具。它提供了有关计算机实时性能、运行的程序和进程、当前用户、系统启动程序等系统信息。

用户可以通过以下两种方法打开如图 1-29 所示的“任务管理器”窗口。

(1) 右击任务栏空白处，在弹出的快捷菜单中选择“任务管理器”命令。

(2) 按下 Ctrl+Alt+Del 组合键，系统会出现蓝色屏幕，在上面的命令菜单中选择“任务管理器”命令。

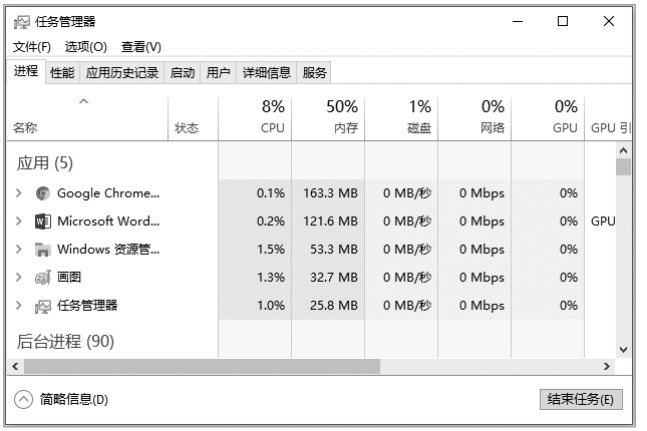

图 1-29　“任务管理器”窗口

在任务管理器的左下角可以切换“简略信息”和“详细信息”两种界面。在“详细信息”界面下，可以看到“进程”“性能”“应用历史记录”“启动”“用户”“详细信息”“服务”几个选项卡。下面从结束程序、查看性能、管理启动程序、启停服务几个方面对任务管理器的使用略做介绍。

- 结束程序：某些情况下，程序窗口可能不响应用户的操作，也无法被关闭。这时，用户可以尝试在任务管理器的“进程”选项卡下的“应用”列表中找到这个应用，右击列表中的该应用，在弹出菜单中选择“结束任务”命令强制结束这个应用。
- 查看性能：在“性能”选项卡下，可以看到计算机的 CPU、内存、磁盘、网络等设备的实时使用情况。
- 管理启动程序：Windows 10 系统启动后，会立即启动某些程序，使用户在开机后无须手动启动这些程序就可以使用它们，为使用带来方便。但是开机启动程序过多也会降低开机速度。在“启动”选项卡下可以管理开机启动程序，对于不希望自动启动的程序可以右击并在弹出菜单中选择“禁用”命令。
- 启停服务：服务程序通常是不让用户操作的后台程序，可能被其他程序启动，或者自动启动。在“服务”选项卡下可以管理系统中的服务程序。右击服务程序条目并在弹出的菜单中选择“开始”或者“停止”，可以启动或停止该服务程序。

1.4.3　窗口及其操作

窗口是屏幕中一块可视化的矩形区域，是用户与产生该窗口的应用程序之间的交互界面。在 Windows 10 操作系统中，窗口是用户界面中最基本的元素，使用 Windows 10 操作系统离不开对窗口的各种基本操作。窗口的操作包括打开、关闭、移动、放大及缩小等。用户可以同时打开多个窗口，每个窗口都可扩展至覆盖整个屏幕或者缩小为任务栏上的一

个图标。

Windows 10 的窗口可以分为两大类：应用程序窗口和文件夹窗口。应用程序窗口根据功能和设计的不同而多种多样。文件夹窗口具有系统一致性。一个典型的文件夹窗口如图 1-30 所示，通常包含以下组成部分。

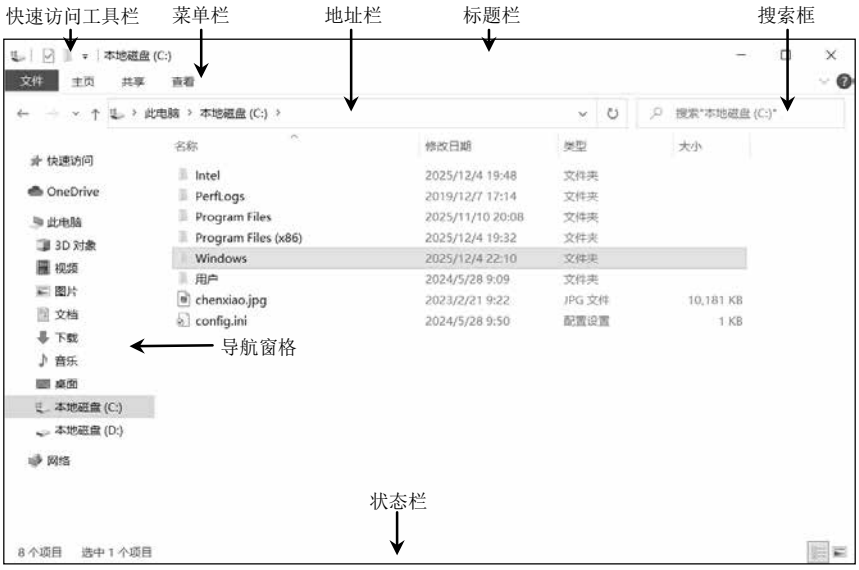

图 1-30　窗口的组成部分

(1) 标题栏。

位于窗口上方第一行的是标题栏。标题栏左侧是“快速访问工具栏”，里面的工具是菜单栏中的常用工具。标题栏右侧依次是“最小化”按钮、“最大化”按钮和“关闭”按钮。单击“最小化”按钮可使窗口缩小为任务栏上的图标；单击“最大化”按钮可使窗口扩大到覆盖整个屏幕，此时“最大化”按钮变为“向下还原”按钮，单击此按钮可使窗口还原为原始大小；单击“关闭”按钮可关闭当前窗口。

当窗口不处于最大化状态时，将鼠标指针置于窗口标题栏，按下鼠标左键并拖动鼠标即可移动窗口位置。双击标题栏可使窗口在“最大化”和“向下还原”两种状态间进行切换。在标题栏上右击鼠标，将弹出窗口的控制菜单，使用它也可完成最小化、最大化、还原、关闭及移动窗口等功能。

当窗口不处于最大化状态时，把鼠标指针移到窗口的边框处，此时鼠标指针变成双向箭头形状，按下鼠标左键拖动即可改变窗口的大小。

(2) 菜单栏。

标题栏下方是菜单栏。默认菜单栏上有“文件”“主页”“共享”“查看”几个选项卡。这些工具都和文件及文件夹的操作有关，将在 1.4.5 节“文件资源管理器”中进行详细介绍。

(3) “后退”和“前进”按钮。

菜单栏下方从左开始的第一个区域是“后退”“前进”“最近浏览”和“上移”按钮，

用户可以通过单击“后退”和“前进”按钮，导航至已经访问过的位置。用户还可以通过单击“后退”按钮右侧的向下箭头，然后从下拉列表中进行选择以返回到以前访问过的窗口。单击“上移”按钮会进入上一级文件夹。

(4) 地址栏。

地址栏将用户当前的位置显示为以箭头分隔的一系列链接，不仅当前目录的位置在地址栏中给出，而且地址栏中的各项均可单击，以帮助用户直接定位到相应层次。如果用鼠标单击地址栏空白处，以箭头分隔的可单击目录形式会立即变成以“\”分隔的文本路径形式，便于查看和复制路径；用户还可以在地址栏中直接输入路径来导航到特定位置。

(5) 搜索框。

地址栏的右边是搜索框。用户在这里输入想要查询的内容，系统会在当前文件夹下进行搜索并给出搜索结果。如果用户不知道要查找的文件位于哪个文件夹或库中，可以先移到尽可能高层次的目录，比如“本地磁盘”，甚至是“此电脑”，然后再使用搜索框进行搜索；或者在任务栏的搜索框中进行全局搜索。

(5) 导航窗格。

导航窗格提供了快速定位到系统其他位置的直观视图，包括“快速访问”“此电脑”和“网络”三部分。“快速访问”列出最近最常访问的一些文件夹。“此电脑”列出常用文件夹和系统磁盘。“网络”指向网络中的其他计算机和网络设备。导航窗格是否显示，以及怎样显示，可以在“查看”选项卡中设置。

(6) 主窗口。

主窗口中显示当前位置下的所有对象。显示方式的设置在 1.4.5 节“文件资源管理器”中进行详细介绍。

(7) 状态栏。

状态栏中显示当前文件夹内有多少个可见的项目，单击最右侧的两个按钮，可以快速地切换“详细信息”和“大图标”两种显示方式。

1.4.4　文件和文件夹

在操作系统中，文件是最基本的数据组织单位。无论是文本、数据，还是声音、图像、视频，都可作为文件来存储和处理。Windows 10 操作系统将所有文件组织在一个树状结构中，其中用来容纳多个文件的组织结构叫作文件夹。经由一系列逐层嵌套的文件夹就能找到某一个文件，这一系列文件夹就构成这个文件的路径。在 Windows 10 系统中，一个完整的路径由磁盘名、若干个层次的文件夹名和文件名组成。

1. 文件

文件是操作系统中用于组织和存储各种信息的基本单位。用户所编写的程序、撰写的文章、绘制的图画或制作的表格在计算机中都是以文件的形式存储的。文件是一个按一定规律组织起来的相关数据的集合，这些数据以用户给定的文件名存储在外存储器中。当用

户需要使用某个文件时，操作系统会根据文件路径及文件名找到该文件，然后将其调入内存储器中使用。

Windows 10 系统通过文件的名称对文件进行管理。同一个文件夹下，每个文件的名称必须是唯一的。文件名一般包括两部分：主文件名和文件扩展名，用“.”分开。文件扩展名用来标识该文件的类型，常见的扩展名及对应的文件类型如表 1-3 所示。

表 1-3　常见的文件类型

扩展名	文件类型	扩展名	文件类型
.avi	声音影像文件	.doc/.docx	Word 文档文件
.rar	rar 格式的压缩文件	.pdf	pdf 格式的文本文件
.bat	批处理文件	.mp3	使用 MP3 格式压缩存储的声音文件
.bmp	位图文件	.hlp	帮助文件
.exe	可执行文件	.inf	信息文件
.dat	某种形式的数据文件	.ini	系统配置文件
.dbf	某些数据库管理软件的数据库文件	.mid/.midi	MIDI 格式的声音文件
.psd/.pdd	Photoshop 专用的图像文件	.jpg/.jpeg	广泛使用的图像压缩文件格式
.dll	动态链接库文件	.txt	文本文件
.sys	系统配置文件	.xls/.xlsx	Excel 电子表格文件
.wma	微软公司制定的声音文件格式	.wav	波形声音文件
.ppt/.pptx	PowerPoint 幻灯片文件	.zip	zip 格式的压缩文件

不同的文件类型，图标往往不一样。图标指示出打开这个文件默认使用的工具，特定类型的文件只有用特定的工具才能正确地读写。

在 Windows 10 操作系统中，文件的命名具有以下特征。

- 支持长文件名。文件名的长度最多可达 260 个字符。
- 文件名不区分字母大小写。
- 文件的名称中允许有空格，但不能含有“?”“*”“/”“\”“|”“＜”“＞”和“:”等字符。

2. 文件夹

众多的文件在磁盘上需要分门别类地存放在文件夹里才能有效地管理，文件夹本身也可以分门别类地存放在文件夹里，形成分层级的嵌套关系。Windows 10 操作系统采用目录树或称为树状文件目录的结构来组织系统中的所有文件。

树状文件目录结构是一种由多层次的文件夹及各级文件夹中的文件组成的结构形式，从磁盘开始，逐级向下产生分支，形成一棵倒长的“树”。最上层的文件夹称为根目录，

每个磁盘只能有一个根目录，在根目录下可建立多层次的文件夹。在任何一个层次的文件夹中，既可以包含文件夹也可以包含文件。

访问一个文件时，必须指明该文件在文件系统中的位置，也就是指明从根目录 (或当前文件夹) 开始到文件所在文件夹所经历的各级文件夹名组成的序列。书写时序列中的文件夹名之间用分隔符“\”隔开，一般采用以下格式。

[盘符][路径] 文件名 [.扩展名]

对其中各项的说明如下。

- [ ]：表示其中的内容为可选项。
- 盘符：用以标识磁盘驱动器。常用一个字母后跟一个冒号表示，如 A:、C:、D: 等。
- 路径：由“\”分隔的若干个文件夹名组成。例如，C:\Windows\media\ir_begin.wav 表示存放在 C 盘 Windows 文件夹下的 media 文件夹中的 ir_begin.wav 文件。由扩展名 .wav 可知，该文件是一个声音文件。

1.4.5　文件资源管理器

文件资源管理器是 Windows 10 中各种文件资源的管理中心，用户可通过它对计算机中的文件进行管理。在 1.4.3 节中介绍的文件夹窗口其实就是文件资源管理器窗口。

打开文件资源管理器的方法包括下面几种。

- 单击“开始”按钮，选择“Windows 系统”命令，然后单击“文件资源管理器”命令。
- 右击“开始”按钮，在弹出的快捷菜单中选择“文件资源管理器”命令。
- 按 Win+E 组合键。
- 双击任意文件夹，都会通过文件资源管理器打开这个文件夹。

文件资源管理器的基本界面及操作已在 1.4.3 节“窗口及其操作”中介绍过。下面围绕文件和文件夹详细介绍文件资源管理器的各项功能。

1. 新建文件或文件夹

在“文件资源管理器”窗口中打开需要新建文件或文件夹的存放位置，然后在空白处右击打开快捷菜单，在“新建”命令下选择新建“文件夹”或某种类型的文件即可。

还可以单击菜单栏的“主页”标签，在展开的功能区中有“新建”栏目，可以从中选择“新建文件夹”选项，或者单击“新建项目”按钮，从中可以选择新建文件夹、快捷方式或者某种类型的文件。

2. 选择对象

对文件的各种操作首先需要选择所要操作的对象。并且在实际操作中，经常需要对多个对象进行相同的操作，如移动、复制、删除等。为了快速执行任务，用户可以一次选择多个文件或文件夹，然后执行操作。选择一个或多个对象的方式如下。

(1) 选择单个对象。单击某个对象，该对象即被选中。被选中的对象会呈现背景色并突出显示。