



天勤计算机考研高分笔记系列
天勤论坛 www.csbjj.com

第8版

计算机考研大纲起草者

殷人昆

鼎力推荐

2020版

周伟 主编

计算机组成原理 高分笔记



本书互动更新平台：



重要更新

- ◎修正了老版本中发现的错误
- ◎优化了部分知识点的讲解
- ◎开通了微信公众号收集读者反馈
(扫左侧二维码可进入公众号)
- ◎开设了辅导专栏作为增值服务
(扫左侧二维码找到专栏入口)

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

公众号：shuaihui_ds

天勤计算机考研高分笔记系列

2020 版计算机组成原理高分笔记

第 8 版

主编 周伟

机械工业出版社

本书针对近几年全国计算机学科专业综合考试大纲的“计算机组成原理”部分进行了深入解读,以一种独创的方式对考试大纲知识点进行了讲解,即从考生的视角剖析知识难点;以通俗易懂的语言取代晦涩难懂的专业术语;以成功考生的亲身经历指引复习方向;以风趣幽默的笔触缓解考研压力。读者对书中的知识点讲解有任何疑问都可与作者进行在线互动,以便及时解决复习中的疑难点,提高复习效率。

根据计算机专业研究生入学考试形势的变化(逐渐实行非统考),书中对大量非统考知识点进行了讲解,使本书所包含的知识点除覆盖统考大纲的所有内容外,还包括了各大自主命题高校所要求的知识点。

本书可作为参加计算机专业研究生入学考试的复习指导用书(包括统考和非统考),也可作为全国各大高校计算机专业或非计算机专业的学生学习“计算机组成原理”课程的辅导用书。

(编辑邮箱:jinacmp@163.com)

图书在版编目(CIP)数据

2020版计算机组成原理高分笔记 / 周伟主编. —8版. —北京:机械工业出版社, 2018.12

(天勤计算机考研高分笔记系列)

ISBN 978-7-111-61671-9

I. ①2… II. ①周… III. 计算机组成原理—研究生—入学考试—自学参考资料 IV. ①TP301

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第291994号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码 100037)

策划编辑:吉玲 责任编辑:吉玲 刘丽敏

责任校对:吉玲

责任印制:孙炜

保定市中华美凯印刷有限公司印刷

2019年1月第8版第1次印刷

184mm×260mm·20.25印张·502千字

标准书号:ISBN 978-7-111-61671-9

定价:47.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:010-88361066

读者购书热线:010-68326294

010-88379203

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

金书网:www.golden-book.com

教育服务网:www.cmpedu.com

序

《2020 版数据结构高分笔记》《2020 版计算机组成原理高分笔记》《2020 版操作系统高分笔记》《2020 版计算机网络高分笔记》等辅导教材问世了，这对于有志考研的同学是一大幸事。“他山之石，可以攻玉”，参考一下亲身经历考研并取得优秀成绩的师兄们的经验，必定有益于对考研知识点的复习和掌握。

能够考上研究生，这是无数考生的追求，能够以优异的成绩考上名牌大学的全国数一数二的计算机或软件工程学科的研究生，更是许多考生的梦想。如何学习或复习相关课程，如何打好扎实的理论基础、练好过硬的实践本领，如何抓住要害，掌握主要的知识点并获得考试的经验，先行者已经给考生们带路了。“高分笔记”的作者们在认真总结了考研体会，整理了考研的备战经验，参考了多种考研专业教材后，精心编写了本系列辅导书。

“天勤计算机考研高分笔记系列”辅导教材的特点是：

◇ 贴近考生。作者们都亲身经历了考研，他们的视角与以往的辅导教材不同，是从复习考研的学生的立场理解教材的知识点——哪些地方理解有困难，哪些地方需要整理思路，叙述处处替考生着想，有很好的引导作用。

◇ 重点突出。作者们在复习过程中做了大量习题，并经历了考研的严峻考验，对重要的知识点和考试出现频率高的题型都了如指掌。因此，在复习内容的取舍上进行了精细的考虑，使得读者可以抓住重点，有效地复习。

◇ 分析透彻。作者们在复习过程中对主要辅导教材的许多习题都进行了深入分析并亲自解答过，对重要知识点进行了总结，因此，解题思路明确，叙述条理清晰，问题求解的步骤详细，对结果的分析透彻，不但可以扩展考生的思路，还有助于考生举一反三。

计算机专业综合基础考试已经考过 11 年，今后考试的走向如何，可能是考生最关心的问题。我想，这要从考试命题的规则入手来讨论。

以清华大学为例，学校把研究生入学考试定性为选拔性考试。研究生入学考试试题主要测试考生对本学科的专业基础知识、基本理论和基本技能掌握的程度。因此，出题范围不应超出本科教学大纲和硕士生培养目标，并尽可能覆盖一级学科的知识面，一般会使本学科、本专业本科毕业的优秀考生取得及格以上的成绩。

实际上，全国计算机专业研究生入学联考的命题原则也是如此，各学科的重点知识点都是命题的重点。一般知识要考，比较难的知识（较深难度的知识）也要考。通过对 2009 年以来几年的考试题进行分析可知，考试的出题范围基本符合考试大纲，都覆盖到各大知识点，但题量有所侧重。因此，考生一开始不要抱侥幸心理去押题，应踏踏实实读好书，认认真真做好复习题，仔仔细细归纳问题解决的思路，夯实基础，增长本事，然后再考虑重点复习。这里有几条规律可供参考：

◇ 出过题的知识点还会有题，出题频率高的知识点，今后出题的可能性也大。



◇ 选择题大部分题目涉及基本概念，主要考查对各个知识点的定义和特点的理解，个别选择题会涉及相应延伸的概念。

◇ 综合应用题分为两部分：简做题和设计题。简做题的重点在设计和计算；设计题的重点在算法、实验或综合应用。

常言道：“学习不怕根基浅，只要迈步总不迟。”只要大家努力了，收获总会有的。

清华大学 殷人昆

修订说明

本书由《2020 版数据结构高分笔记》(第 8 版)的主编率辉负责修订。本次修订主要包括以下三部分内容:

1. 勘误

纠正了去年发现的所有错误,包括修订者审查发现的错误以及公众号上考生反馈的错误。

2. 优化讲解

对书中讲解不足的地方进行了优化讲解,如图 a 和图 b 所示。

2. 循环冗余校验(CRC)码

奇偶校验码的检错率较低,不太实用。目前,在计算机网络和数据通信中,用得最广泛的就是检错率高、开销小、易实现的**循环冗余校验码**。循环冗余校验码的原理比较简单,相关教材讲解得很细致,这里不再赘述。以下仅给出考生在求解循环冗余校验码过程中遇到的一个最常见问题的解答,即循环冗余校验码中的二进制除法。

试计算 $10110010000/11001$ 。

解析:解题技巧包括以下 3 个方面。

- 1) $0 \pm 1=1$, $0 \pm 0=0$, $1 \pm 0=1$, $1 \pm 1=0$ (可以简化为做“异或”运算,在除法过程中,计算部分余数,全部使用“异或”操作,相同则为 0,不同则为 1)。
- 2) 上商的规则是看部分余数的首位,如果为 1,商上 1;如果为 0,商上 0。
- 3) 当部分余数的位数小于除数的位数时,该余数即为最后余数。

$$\begin{array}{r} 1101010 \\ 11001 \overline{) 10110010000} \\ \underline{11001} \\ 11110 \\ \underline{11001} \\ 11110 \\ \underline{11001} \\ 11100 \\ \underline{11001} \\ 1010 \end{array}$$

图 a 循环冗余校验码优化讲解前

2. 循环冗余校验(CRC)码

奇偶校验码的检错率较低,不太实用。目前,在计算机网络和数据通信中,用得最广泛的就是检错率高、开销小、易实现的**循环冗余校验码**。

循环冗余校验码又称多项式校验码,它的构造过程与多项式运算有关,下边是构造过程中涉及的两个多项式:

$M(x)$ 代表发送信息的多项式, $G(x)$ 为生成多项式,代表校验位信息。

下边以一个具体例子来展示一下循环冗余校验码的构造过程。

假设 $M(x)=x^3+1$; $G(x)=x^3+x+1$

1) 写出 $M(x)$ 和 $G(x)$ 所代表的二进制码:

$M(x)$ 代表的二进制码为: 1001

$G(x)$ 代表的二进制码为: 1011

以 $M(x)$ 为例,下面说一下由多项式导出其对应二进制码的过程。

$M(x)=1 \times x^3+0 \times x^2+0 \times x^1+1 \times x^0$

多项式各项次数代表位置,系数为该位置上二进制位的值,因此从左到右由第 3 位到第 0 位的二进制值分别为 1001。

2) 将 $M(x)$ 所代表的二进制码左移 $G(x)$ 的最高次数,这里是左移 3 位,得到 1001000。

3) 将 1001000 对 1011 做模 2 除法得到余数为 110,将其与被除数 1001 合并得到 1001110,即为循环冗余校验码。关于模 2 除法的具体做法,下边用一个更为复杂的例子来讲解。

试计算 10110010000 模 2 除 11001 。

解析:解题技巧包括以下 3 个方面。

图 b 循环冗余校验码优化讲解后



3. 配合公众号实现书的实时更新

我们一旦发现书中的问题，会第一时间在微信公众号上通知考生，考生只需扫描本书封面上的二维码，关注微信公众号即可获得本书的实时更新。

4. 开设了本书配套辅导专栏

开设辅导专栏作为本书的增值服务，进一步降低学习难度，考生可通过扫描本书封面上的二维码找到专栏并订阅。

率 辉

前 言

“天勤计算机考研高分笔记系列”丛书简介

高分笔记系列书籍包括《数据结构高分笔记》《计算机组成原理高分笔记》《操作系统高分笔记》《计算机网络高分笔记》等，是一套针对计算机考研的辅导书。它们于 2010 年夏天诞生于一群考生之手，其写作风格突出表现为：以考生的视角剖析知识难点；以通俗易懂的语言取代晦涩难懂的专业术语；以成功考生的亲身经历指引复习方向；以风趣幽默的笔触缓解考研压力。相信该丛书带给考生的将是更高效、更明确、更轻松、更愉快的复习过程。

《2020 版计算机组成原理高分笔记》简介

2020 版修订说明：本书严格按照去年最新的考研大纲改编，将大纲要求的部分以知识点为单位进行细分讲解。

推荐教材一：《计算机组成原理》（第 2 版），作者：唐朔飞。

推荐教材二：《计算机组成原理》（第 4 版），作者：白中英。

1. 总体风格

本书包括以下 4 个方面的特色：

- 1) 通俗易懂，用故事来帮助大家理解考点、难点。
- 2) 使用日常生活中的语言讲解知识点，让考生有一种与编者时时刻刻在交流的感觉。
- 3) 对易混、易错知识点进行深度总结。
- 4) 最详细的习题解析。

2. 创作流程

1) 编者将前述两本推荐教材全部通读一遍，把握整体的写作框架，同时将考生在教材中难以理解的句子标记出来，然后在编写每一章时，将标记的句子在高分笔记中进行详细讲解。

2) 在学习本书前，编者给跨专业的考生讲解了学习计算机组成原理所需要的辅助知识。

3) 如果编者认为此知识点易考、易混淆，或者觉得此知识点需要借助教材上没有的知识点作为铺垫，将会在知识点讲解完后，做相应的知识点补充。

4) 每编写完一章，交给近 10 名刚参加完研究生入学考试的同学进行勘误，在勘误的过程中，如果发现哪个知识点的讲解不是很好，而勘误者的讲解方式可能比编者的更好，编者将根据反馈意见修改相关内容，以期精益求精。

5) 初稿完成后，发放印刷版给正在准备考研的同学（10 位）试读，根据他们的反馈意见再进行修改，最后成书。

参加本书编写的人员有：周伟，王征兴，王征勇，霍宇驰，孙肇博，董明昊，王辉，郑华斌，王长仁，刘泱，刘桐，章露捷，刘建萍，刘炳瑞，刘菁，孙琪，施伟，金苍宏，蔡明婉，吴雪霞，周政强，孙建兴，周政斌，叶萍，孔蓓，张继建，胡素素，邱纪虎，率方杰，



李玉兰，率秀颂。

3. 阅读建议

编者建议考生针对计算机组成原理这门课，备考时按照大纲的知识点顺序来阅读相关教材，阅读过程中对那些比较难理解的语句可以先做标记，然后带着这些疑问阅读本书，相信会收到更好的效果。

编 者

目 录

序	
修订说明	
前言	
第1章 计算机系统概述	1
大纲要求	1
考点与要点分析	1
核心考点	1
基础要点	1
本章知识体系框架图	2
知识点讲解	2
1.1 计算机的发展历程	2
1.1.1 计算机硬件的发展	2
1.1.2 计算机软件的发展	3
1.2 计算机系统层次结构	4
1.2.1 计算机系统的基本组成	4
1.2.2 计算机硬件的基本组成	4
1.2.3 计算机软件分类	9
1.2.4 计算机的工作过程	9
1.2.5 计算机系统的层次结构	10
1.3 计算机性能指标	10
习题	11
习题答案	14
第2章 数据的表示和运算	18
大纲要求	18
考点与要点分析	18
核心考点	18
基础要点	19
本章知识体系框架图	19
知识点讲解	19
2.1 数制与编码	19
2.1.1 进位计数制及其相互转换	19
2.1.2 真值和机器数	22
2.1.3 BCD 码	22
2.1.4 字符和字符串	23
2.1.5 校验码	24



2.2 定点数的表示和运算	29
2.2.1 定点数的表示	29
2.2.2 定点数的运算	33
2.3 浮点数的表示和运算	53
2.3.1 浮点数的表示	53
2.3.2 浮点数的加/减运算	55
2.4 算术逻辑单元	58
2.4.1 串行加法器和并行加法器	58
2.4.2 算术逻辑单元的功能和结构	61
习题	63
习题答案	72
第3章 存储器层次结构	85
大纲要求	85
考点与要点分析	85
核心考点	85
基础要点	86
本章知识体系框架图	86
知识点讲解	86
3.1 存储器的基本概念	86
3.1.1 存储器的分类	86
3.1.2 存储器的性能指标	88
3.2 存储器的层次化结构	88
3.3 半导体随机存取存储器	89
3.3.1 半导体随机存取存储器的基本概念	89
3.3.2 SRAM 存储器	90
3.3.3 DRAM 存储器	91
3.3.4 只读存储器	95
3.3.5 Flash 存储器	96
3.4 主存储器与 CPU 的连接	97
3.5 双口 RAM 和多模块存储器	102
3.6 高速缓冲存储器 (Cache)	105
3.6.1 Cache 的基本工作原理	105
3.6.2 Cache 和主存之间的映射方式	108
3.6.3 Cache 中主存块的替换算法	115
3.6.4 Cache 写操作策略	115
3.7 虚拟存储器	116
3.7.1 虚拟存储器的基本概念	116
3.7.2 页式虚拟存储器	117
3.7.3 段式虚拟存储器	117
3.7.4 段页式虚拟存储器	117



3.7.5 TLB (快表)	117
3.8 外存储器	120
习题	125
习题答案	136
第4章 指令系统	152
大纲要求	152
考点与要点分析	152
核心考点	152
基础要点	152
本章知识体系框架图	153
知识点讲解	153
4.1 指令格式	153
4.1.1 指令的基本格式	153
4.1.2 定长操作码指令格式	156
4.1.3 不定长操作码指令格式	156
4.2 指令的寻址方式	157
4.2.1 数据寻址和指令寻址	157
4.2.2 常见数据寻址方式	159
4.3 CISC 和 RISC 的基本概念	166
习题	168
习题答案	176
第5章 中央处理器	190
大纲要求	190
考点与要点分析	190
核心考点	190
基础要点	190
本章知识体系框架图	191
知识点讲解	191
5.1 CPU 的功能和基本结构	191
5.1.1 CPU 的功能	191
5.1.2 CPU 的基本结构	192
5.1.3 CPU 中的主要寄存器	193
5.2 指令执行过程	195
5.2.1 指令周期	195
5.2.2 指令执行方案	196
5.2.3 指令的执行过程与信息流	197
5.3 数据通路的功能和基本结构	198
5.4 控制器的功能和工作原理	199
5.4.1 控制单元的功能	199
5.4.2 控制单元的设计	205



5.5 指令流水线	213
5.5.1 指令流水线的概念	213
5.5.2 指令流水线的实现	215
5.5.3 超标量和动态流水线的概念	218
5.6 中断系统	218
习题	224
习题答案	233
第6章 总线	246
大纲要求	246
考点与要点分析	246
核心考点	246
基础要点	246
本章知识体系框架图	247
知识点讲解	247
6.1 总线概述	247
6.1.1 总线的基本概念	247
6.1.2 总线的分类	248
6.1.3 总线的组成及性能指标	249
6.1.4 总线的结构	250
6.2 总线仲裁	251
6.2.1 集中仲裁方式	252
6.2.2 分布仲裁方式	254
6.3 总线操作和定时	254
6.3.1 总线周期的概念	254
6.3.2 同步定时方式	254
6.3.3 异步定时方式	256
6.4 总线标准	257
习题	258
习题答案	262
第7章 输入/输出系统	267
大纲要求	267
考点与要点分析	267
核心考点	267
基础要点	267
本章知识体系框架图	268
知识点讲解	268
7.1 I/O 系统基本概念	268
7.2 外部设备	271
7.2.1 I/O 设备分类	271
7.2.2 输入设备	271



7.2.3 输出设备	272
7.3 I/O 接口 (I/O 控制器)	273
7.3.1 I/O 接口基础知识	273
7.3.2 I/O 接口的功能和基本结构	273
7.3.3 I/O 端口及其编址	275
7.4 I/O 方式	276
7.4.1 程序查询方式	276
7.4.2 程序中断方式	278
7.4.3 DMA 方式	282
习题	288
习题答案	294
第 8 章 非统考高校知识点补充	303
8.1 浮点数的表示范围	303
8.2 浮点数的乘除法运算	306
参考文献	309

第1章 计算机系统概述

大纲要求

(一) 计算机的发展历程

(二) 计算机系统层次结构

1. 计算机系统的基本组成
2. 计算机硬件的基本组成
3. 计算机软件和硬件的关系
4. 计算机的工作过程

(三) 计算机性能指标

吞吐量、响应时间；CPU 时钟周期、主频、CPI、CPU 执行时间；MIPS、MFLOPS、GFLOPS、TFLOPS、PFLOPS。

考点与要点分析

核心考点

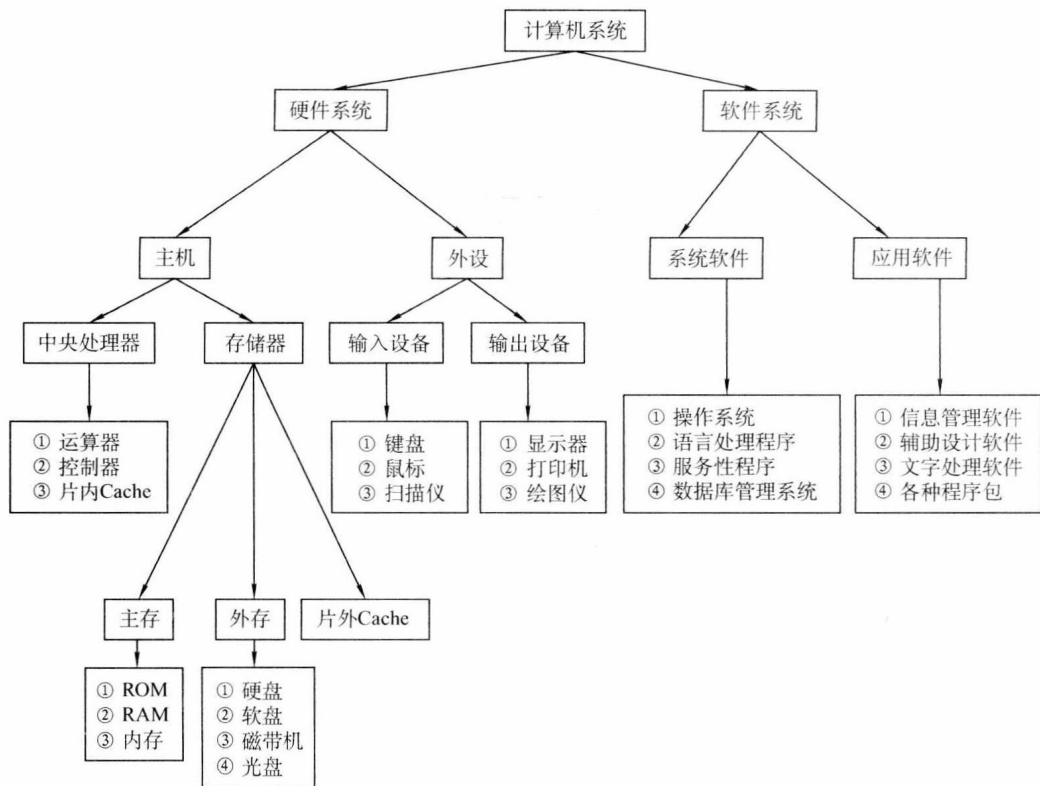
1. (★★★) 冯·诺依曼计算机的基本特点与指令执行过程
2. (★★) 计算机的各种性能指标

基础要点

1. 计算机硬件和软件的发展过程
2. 计算机系统的基本组成
3. 计算机硬件的基本组成
4. 计算机指令执行的完整流程
5. 计算机性能指标



本章知识体系框架图



知识点讲解

1.1 计算机的发展历程

1.1.1 计算机硬件的发展

计算机从 20 世纪 40 年代诞生至今，已有几十年的历史。计算机的发展历程既是计算机硬件技术的发展历史，也是计算机软件技术的发展历史。

1. 计算机的发展历程

(1) 第一代计算机（1946—1957 年）——电子管时代

主要特点：① 电子管作为开关器件；② 使用机器语言；③ 可以存储信息；④ 输入/输出很慢。

(2) 第二代计算机（1958—1964 年）——晶体管时代

主要特点：① 晶体管代替电子管；② 采用磁心存储器；③ 汇编语言取代机器语言。

(3) 第三代计算机（1965—1971 年）——中小规模集成电路时代

主要特点：① 中小规模的集成电路代替晶体管；② 操作系统问世。

(4) 第四代计算机（1972 年至今）——超大规模集成电路时代

主要特点：① 采用集成度很高的电路；② 微处理器问世。

从第一代到第四代，计算机的体系结构都是相同的，即都由控制器、存储器、运算器、



输入设备和输出设备组成,称为冯·诺依曼体系结构。

(5) 第五代计算机——智能计算机(了解)

主要特点:①具备人工智能,像人一样思维;②运算速度极快;③软件系统能够处理知识信息。神经网络计算机是智能计算机的重要代表。

(6) 第六代计算机——生物计算机与量子计算机(了解)

主要特点:未来计算机发展的方向和趋势。

2. 计算机的分类

计算机按用途可以分为专用计算机和通用计算机。

专用计算机针对某类问题能显示出最有效、最快速和最经济的特性,但它的适应性较差,不适于其他方面的应用。

通用计算机适应性很强,应用面很广,但其运行效率、速度和经济性依据不同的应用对象会受到不同程度的影响。通用计算机按其规模、速度和功能等又可分为巨型机、大型机、中型机、小型机、微型机及单片机6类。这些类型之间的基本区别通常在于其体积、结构复杂程度、功率消耗、性能指标、数据存储容量、指令系统和设备、软件配置等的不同。

此外,计算机按照指令和数据流可以分为:

- (1) 单指令流单数据流(SISD),即传统的冯·诺依曼体系结构。
- (2) 单指令流多数据流(SIMD),包括阵列处理器和向量处理器系统。
- (3) 多指令流单数据流(MISD),这种计算机实际上不存在。
- (4) 多指令流多数据流(MIMD),包括多处理器和多计算机系统。

3. 计算机硬件的更新换代

(1) 摩尔定律。当价格不变时,集成电路上可容纳的元器件的数目,约每隔18~24个月便会增加一倍,性能也将提升一倍。换言之,每一美元所能买到的计算机性能,将每隔18~24个月翻一倍以上。这一定律揭示了信息技术进步的速度。

(2) 半导体存储器的发展。1970年,仙童公司生产出第一个较大容量的半导体存储器,至今半导体存储器经历了多代变化:单芯片1KB、4KB、……、16MB、64MB、……、1GB、2GB、4GB和现在的8GB与16GB。

(3) 微处理器的发展。1971年Intel公司开发出第一个微处理器Intel 4004,之后经历了Intel 8008(8位)、Intel 8086(16位)、Intel 80286(16位)、Intel 80386(32位)、Intel 80486(32位)、Pentium(32位)、Pentium pro(64位)、Pentium II(64位)、Pentium III(64位)、Pentium 4(64位)、CORE(64位)等。这里的16位、32位、64位指机器字长,是指计算机进行一次整数运算所能处理的二进制数据的位数。

1.1.2 计算机软件的发展

计算机软件(Software,也称软件)是指计算机系统上的程序及其文档,程序是计算任务的处理对象和处理规则的描述;文档是为了便于了解程序所需的阐明性资料。程序必须装入机器内部才能工作,文档一般是给人看的,不一定装入机器。这里只介绍编程语言和操作系统的发展。

计算机语言的发展主要从面向机器的机器语言和汇编语言,到面向问题的高级语言过渡。其中高级语言的发展真正促进了软件的发展,早期产生的高级语言包括科学计算和工程计算的Fortran、结构化程序设计Pascal,之后出现了通用编程语言C语言、面向对象的C++语言