

计算机考研、学习交流
www.cskaoyan.com

王道 考研系列



服务号：王道讲书

严选名校状元级学长学姐剖析习题思路，归纳重点难点。选择题讲解视频全免费，综合题讲解视频仅19.9元/科，且含答疑服务，扫码即看。



订阅号：王道在线

推送计算机考研相关信息，实时发布王道书勘误信息，获取王道程序员训练营信息，了解程序员的学习与发展。



2020年

计算机组成原理 考研复习指导

◎王道论坛 组编



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
http://www.phei.com.cn

王道考研系列

2020 年

计算机组成原理考研 复习指导

王道论坛 组编



電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书是计算机专业研究生入学考试“计算机组成原理”课程的复习用书,内容包括操作系统概述、进程管理、内存管理、文件管理、输入/输出(I/O)管理等。全书严格按照最新计算机考研大纲的操作系统部分,对大纲所涉及的知识点进行集中梳理,力求内容精炼、重点突出、深入浅出。本书精选各名校的历年考研真题,给出详细的解题思路,力求实现讲练结合、灵活掌握、举一反三的功效。通过本书“书本+在线”的学习方式与网上答疑,可大大提高考生的复习效果,达到事半功倍的复习效率。

本书可作为考生参加计算机专业研究生入学考试的备考复习用书,也可作为计算机专业的学生学习操作系统课程的辅导用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

2020年计算机组成原理考研复习指导/王道论坛组编. —北京:电子工业出版社, 2019.1

ISBN 978-7-121-35595-0

I. ①2… II. ①王… III. ①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263056号

策划编辑:谭海平

责任编辑:谭海平

印 刷:山东华立印务有限公司

装 订:山东华立印务有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编:100036

开 本:787×1092 1/16 印张:19.75 字数:505.6千字

版 次:2019年1月第1版

印 次:2019年1月第1次印刷

定 价:56.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式:(010) 88254552, tan02@phei.com.cn。

本书编委会

总主编：赵 霖（网名：风华漫舞）

副主编：张鸿林 梅蓝尹 韩京儒 何家乐

编 委：陈 赫 陈敬坤 甘海波 高艾华 贺志鹏 黄松林
兰 婷 兰 钊 李克亮 李维娜 李志龙 刘兵兵
刘 立 刘政学 刘中磊 罗 乐 罗文浩 倪宝宝
王 聪 王 浪 席润芝 于 佳 余 勇 张瑞霞
张 松 赵淑芳 赵淑芬 赵思成

序 言

当前，随着我国经济和科技的高速发展，特别是计算机科学突飞猛进的发展，对计算机相关人才，尤其是中高端人才的需求将不断增长。硕士研究生入学考试可视为人生的第二次大考试，它是改变命运、实现自我理想的又一次机会，而计算机专业一直是高校考研的热门专业之一。

自计算机专业研究生入学考试实行统一命题以来，初试科目包含了最重要的四门基础课程（数据结构、计算机组成原理、操作系统、计算机网络）。很多学生普遍反映找不到方向，复习也无从下手。倘若有一本能够指导考生如何复习的好书，将使考生受益匪浅。我的学生风华他们策划和编写了这一系列的计算机专业考研辅导书，重点突出，层次分明。他们结合了自身的复习经验、理解深度，以及对大纲把握程度的体会，对考生而言是很有启发和指导意义的。

对于计算机这门学科，任何机械式的死记硬背都是收效甚微的。在全面深入复习之后，首先对诸多知识点分清主次，并结合做题，灵活运用所掌握的知识点，再选择一些高质量的模拟试题来检测自己理解和掌握的程度，查漏补缺。这符合我执教四十余年来一直坚持“教材—习题集—试题库”的教学体系。

从风华他们策划并组建编写团队到初稿成形，直至最后定稿，我能体会到风华和他的团队确实倾注了大量的精力。这套书的出版一定会受到广大考研学生的欢迎，它会使你在考研的路上得到强有力的帮助。



前 言

2011 年，由王道论坛（www.cskaoyan.com）组织名校状元级选手，编写了 4 本单科辅导书。单科书是基于王道之前作品的二代作品，不论是编排方式还是内容质量，都较前一版本的王道书有了较大的提升。这套书也参考了同类优秀的教材和辅导书，更是结合了高分选手们自己的复习经验。无论是对考点的讲解，还是对习题的选择和解析，都结合了他们对专业课复习的独特见解。2019 年，我们继续推出“王道考研系列”单科书，一共 4 本：

- 《2020 年数据结构考研复习指导》
- 《2020 年计算机组成原理考研复习指导》
- 《2020 年操作系统考研复习指导》
- 《2020 年计算机网络考研复习指导》

每一版，我们不仅会修正之前发现的全部错误，而且还会对考点讲解做出尽可能的优化，也重新审视论坛的交流帖，针对大家提出的疑问和建议对本书做出针对性的优化；此外还重新筛选了部分习题，尤其是对习题的解析做了改进。

后期在冲刺阶段，王道还将出版 2 本冲刺用书：

- 《2020 年计算机专业基础综合考试历年真题及思路分析》
- 《2020 年计算机专业基础综合考试最后 8 套模拟题》

当然，深入掌握专业课内容没有捷径，考生也不应抱有任何侥幸心理，扎扎实实打好基础、踏踏实实做题巩固，最后灵活致用才是高分的保障。我们只希望这套书能够指导大家复习考研，但学习还是得靠自己，高分不是建立在任何空中楼阁之上的。对于一个想继续在计算机专业领域深造的考生来说，认真学习和扎实掌握这 4 门计算机专业中最基础的专业课，是最基本的前提。

“王道考研系列”是计算机专业考生口碑相传的辅导书，自出版以来在同类书中的销量始终遥遥领先。有这么多学长的成功经验，我相信只要考生合理地利用好本书，并采用合理的复习方法，就一定会收获属于自己的那份回报。

读者在复习时遇到的疑问，可以通过读者 QQ 群（346165686）交流。从 2019 版起，我们就陆续制作了配套辅导及习题讲解视频，2020 版将免费为读者提供所有选择题的讲解视频，读者可扫相应二维码观看。此外，请读者关注王道论坛微信公众号（[wangdaoluntan](https://www.wangdaoluntan.com)），里面会及时推送勘误及配套视频的相关情况。

“不打广告、不发证书、不包就业，专注于培养有梦想、有能力的高级码农”王道程序员训练营是王道团队举办的线下程序员魔鬼式训练。打下扎实的编程和算法基本功，培养程序员式的学习能力和学习方法，期待有梦想有追求的你加入！

予人玫瑰，手有余香，王道论坛伴你一路同行！

风华漫舞

致 读 者

——王道单科使用方法的道友建议

我是“二战考生”，2012年第一次考研成绩333分（专业代码408，成绩81分），痛定思痛后决心再战。潜心复习了半年后终于以392分（专业代码408，成绩124分）考入上海交通大学计算机系，这半年里我的专业课成绩提高了43分，成了提分主力。从未达录取线到考出比较满意的成绩；从蒙头乱撞到有了自己明确的复习思路，我想这也是为什么风华哥从诸多高分选手中选我给大家介绍经验的一个原因吧。

整个专业课的复习是围绕王道材料展开的，从一遍、两遍、三遍看单科书的积累提升，到做8套模拟题时的强化巩固，再到看思路分析时的醍醐灌顶。王道书能两次押中原题固然有运气成分，但这也从侧面说明他们的编写思路和选题方向与真题很接近。

下面说说我的具体复习过程。

每天划给专业课的时间是3~4小时。第一遍细看课本，看完一章做一章单科书（红笔标注错题），这一遍共持续2个月。第二遍主攻单科书（红笔标注重难点），辅看课本。第二遍看单科书和课本的速度快了很多，但感觉收获更多，常有温故知新的感觉，理解更深刻（风华注，建议这时再速看第三遍，特别针对错题和重难点。模拟题做完后再跳看第四遍）。

以上是打基础阶段，注意单科书和课本我仔细精读了两遍，弄懂每个知识点和习题。大概11月上旬开始做模拟题和思路分析，期间遇到不熟悉的地方不断回头查阅单科书和课本。8套模拟题的考点覆盖得很全面，所以大家做题时如果忘记了某个知识点，千万不要慌张，赶紧回去看这个知识盲点，最后的模拟就是查漏补缺。模拟题一定要严格按考试时间去做（14:00—17:00），注意应试技巧，做完试题后再回头研究错题。算法题的最优解法不太好想，如果实在没思路，建议直接“暴力”解决，结果正确也能有10分，总比苦拼出15分来而将后面比较好拿分的题耽误了好（这是我第一年的切身教训）。最后剩了几天看标注的错题，第三遍跳看单科书，考前一夜浏览完网络，踏实地睡着了……

考完专业课，走出考场终于长舒一口气，考试情况也胸中有数。回想这半年的复习，耐住了寂寞和诱惑，雨雪风霜从未间断地跑去自习，考研这人生一站终归没有辜负我的用心良苦。佛教徒说世间万物生来平等，都要落入春华秋实的代谢中去，辩证唯物主义认为事物作为过程存在，凡是存在的终归要结束，你不去为活得多姿多彩拼搏，真到了和青春说再见时你是否会可惜虚枉了青春？风华哥说过我们都是有梦想的青年，我们正在逆袭，你呢？

感谢风华大哥的信任，给我这个机会分享专业课复习经验给大家，作为一个铁杆道友在王道受益匪浅，也借此机会回报王道论坛。祝大家金榜题名！

王道程序员训练营

经常有人问：“为什么不做线下考研辅导？这个市场很大。”

下面试着简单地回答这一问题。王道尊重的不是考研这个行当，而是考研学生的精神和梦想，仅此而已。考研可能是部分 CS 学生实现梦想的阶段，但很多应试的内容，对 CSer 的职业生涯毕竟没有太多意义。对计算机专业的学生而言，专业基本功和学习能力才是受用终生的资本，它决定了学生未来在技术道路上能走多远。从论坛资源、专业图书到专业课程，再到编程和就业培训，王道团队只专注于计算机专业课及编程领域。

从 2008 年初创办至今，王道创始团队经历了从本科到考研成功、从硕士到社会历练，积累了不少经验和社会资源，但也走过不少弯路。

计算机是一个靠能力吃饭的专业。和很多现在的你们一样，当年的我们也经历过本科时的迷茫，而无非是自觉能力太弱，以致底气不足。学历只是敲门砖，同样是名校硕士，有人走上正确的方向，如鱼得水，成为 Offer 帝；有人却始终难入“编程与算法之门”，始终与好 Offer 无缘，再一次体会就业之痛，最后只能“将就”签约。即便是名校硕士，Offer 的成色也分三六九等。考研高分不等于 Offer 高薪，我们更欣赏技术上的牛人。

考研结束后的日子，或许是一段难得的提升编程能力的完整时光，趁着还有时间，也该去弥补本科期间应掌握的能力，也是缩小与那些大牛们的差距的时候了。

把参加训练营视为一次对自己的投资，投资自身、投资未来才是最好的投资。

你将从王道训练营获得

编程能力的迅速提升，结合项目实战，逐步打下坚实的编程基础，培养积极、主动的学习能力。以动手编程为驱动的教学模式，解决你在编程、算法思维上的不足。也是为未来的深入学习提供方向指导，掌握编程的学习方法，引导进入“编程与算法之门”。

道友们在训练营里从菜鸟逐步成长，训练营中目前已有不少研究生道友陆续拿到百度、腾讯、阿里、美团、小米等一线互联网公司的 Offer。这就是竞争力！

正如八期道友孟亮所言：“来了你就发现，这里无关程序员以外的任何东西，这是一个过程，一个对自己认真、对自己负责的过程。”

王道训练营的优势

这里都是王道道友，他们信任王道，乐于分享与交流，纯粹。

因为都是忠实的王道道友，都曾经历过考研……训练营的住宿、生活都在一起，其乐融融，很快大家也将成为互帮互助的好朋友，相互学习对方的优点。

本科+硕士的生源。考研绝非人生唯一的出路，给自己换一条路走，去职场上好好发展或许会更好。考上研究生也并不意味着高枕无忧，人生的道路还很漫长。

王道团队皆具有扎实的编程基本功，他们用自己的态度、思维去影响训练营的道友，尽可能引导他们走上正确的发展方向……是对道友信任的回报，也是一种责任！

王道训练营只是一个平台，网罗王道论坛上有梦想、有态度的青年，并为他们的梦想提供土

壤和圈子。始终相信那句“物竞天择，适者生存”，这里的生存不是指简单地活着，而是指活得有价值、活得有态度！

王道训练营的参与条件

1. 面向就业

面临就业，但编程能力偏弱的学生。

用“打酱油”模式虚度大学本科时光，投简历如石沉大海，好不容易有次面试机会，又由于基础薄弱、编程太少，以至于面试时哑口无言，面试结果可想而知。开始偿债吧，再不抓住当下，未来或将持续迷茫，逝去了的青春是无法复返的，这个世界上后悔药是确定没有的。

将眼光和视野放长远一点吧，在这个充分竞争的技术领域，当前的能力决定了你能找一份怎样的工作，踏实的态度和学习的能力决定了你未来能走多远。

王道训练营（C/C++或Java方向）的学费只有友商培训机构的一半多，而且这里的生源更加纯粹、更加优质，学习氛围更浓厚，最新的就业薪酬也相当给力。

2. 面向硕士

提升能力，刚考上计算机相关专业的准硕士或在读硕士。

名校硕士已没有什么可以值得骄傲的资本，我们身边所看到的都是名校硕士。同为名校，为什么有人能轻松拿到百度、腾讯、阿里、微软等的 Offer，年薪 20~30 万元，发展前景甚好；有人却只能拿 10 万元左右年薪的 Offer，在房价、物价高企的年代，这点收入也只能月光吧。家中父母可能因有名校硕士的孩子而骄傲，可不知孩子其实在外面过得很辛苦。

来王道训练营的一些要求

- 开课前的这段时间，请完成我们布置的各项作业，对于一些决心不够、耐力不足的同学而言，这些作业也算是设置的一道槛，决定了你能不能来。
- 保持内在的激情和踏实态度，不要打鸡血。第一次打鸡血能坚持一个月，第二次能坚持半个月，第三次只能坚持一周，但未来没有人会给你打鸡血。
- 不要总是期待老师灌输更多，要逐步培养自己积极主动的学习能力、独立解决问题的能力，未来发展更需要自己主动学习。
- 随遇而安、不轻浮，保持虚心的态度，多独立思考，也要多交流。
- 坚持做笔记，多向身边优秀的同学学习，少说多做，要沉浸在代码的世界中。
- 王道开放网络（友商机构通常不会开放网络），这有利有弊，我们希望培养同学积极主动学习的能力，锻炼同学独立解决问题的能力，因此需要擅于利用网络。

最后，我们并不太看重眼前的基础，不对专业做挑选。我们始终相信：眼前哪怕基础弱一些，但只要踏实努力，通过短期训练是完全可以赶超的，这也是往期学员的切身经验。

目 录

第 1 章 计算机系统概述	1
1.1 计算机发展历程	1
1.1.1 计算机硬件的发展	1
1.1.2 计算机软件的发展	2
1.1.3 计算机的分类与发展方向	2
1.1.4 本节习题精选	3
1.1.5 答案与解析	3
1.2 计算机系统层次结构	4
1.2.1 计算机系统的组成	4
1.2.2 计算机硬件的基本组成	4
1.2.3 计算机软件的分类	6
1.2.4 计算机的工作过程	7
1.2.5 计算机系统的多级层次结构	7
1.2.6 本节习题精选	8
1.2.7 答案与解析	10
1.3 计算机的性能指标	13
1.3.1 计算机的主要性能指标	13
1.3.2 几个专业术语	14
1.3.3 本节习题精选	14
1.3.4 答案与解析	17
1.4 本章小结	20
1.5 常见问题和易混淆知识点	21
第 2 章 数据的表示和运算	24
2.1 数制与编码	24
2.1.1 进位计数制及其相互转换	24
2.1.2 真值和机器数	26
2.1.3 BCD 码	27
2.1.4 字符与字符串	27
2.1.5 校验码	28
2.1.6 本节习题精选	31
2.1.7 答案与解析	33
2.2 定点数的表示与运算	36
2.2.1 定点数的表示	36

2.2.2	定点数的运算	39
2.2.3	强制类型转换	45
2.2.4	本节习题精选	47
2.2.5	答案与解析	54
2.3	浮点数的表示与运算	62
2.3.1	浮点数的表示	62
2.3.2	浮点数的加减运算	64
2.3.3	本节习题精选	66
2.3.4	答案与解析	71
2.4	算术逻辑单元 (ALU)	78
2.4.1	串行加法器和并行加法器	79
2.4.2	算术逻辑单元的功能和结构	82
2.4.3	本节习题精选	83
2.4.4	答案与解析	84
2.5	本章小结	85
2.6	常见问题和易混淆知识点	86
第3章	存储系统	89
3.1	存储器的层次结构	90
3.1.1	存储器的分类	90
3.1.2	存储器的性能指标	91
3.1.3	本节习题精选	91
3.1.4	答案与解析	92
3.2	存储器的层次化结构	93
3.2.1	多级存储系统	93
3.2.2	本节习题精选	94
3.2.3	答案与解析	94
3.3	半导体随机存储器	95
3.3.1	半导体存储芯片	95
3.3.2	SRAM 和 DRAM	96
3.3.3	只读存储器	98
3.3.4	本节习题精选	99
3.3.5	答案与解析	101
3.4	主存储器与 CPU 的连接	103
3.4.1	连接原理	103
3.4.2	主存容量的扩展	104
3.4.3	存储芯片的地址分配和片选	105
3.4.4	存储器与 CPU 的连接	106
3.4.5	本节习题精选	107
3.4.6	答案与解析	109
3.5	双端口 RAM 和多模块存储器	114

3.5.1	双端口 RAM	114
3.5.2	多模块存储器	115
3.5.3	本节习题精选	117
3.5.4	答案与解析	118
3.6	高速缓冲存储器	120
3.6.1	程序访问的局部性原理	120
3.6.2	Cache 的基本工作原理	121
3.6.3	Cache 和主存的映射方式	122
3.6.4	Cache 中主存块的替换算法	124
3.6.5	Cache 写策略	124
3.6.6	本节习题精选	125
3.6.7	答案与解析	130
3.7	虚拟存储器	136
3.7.1	虚拟存储器的基本概念	136
3.7.2	页式虚拟存储器	137
3.7.3	段式虚拟存储器	137
3.7.4	段页式虚拟存储器	138
3.7.5	快表 (TLB)	138
3.7.6	虚拟存储器与 Cache 的比较	139
3.7.7	本节习题精选	139
3.7.8	答案与解析	143
3.8	本章小结	147
3.9	常见问题和易混淆知识点	148
第 4 章	指令系统	150
4.1	指令格式	150
4.1.1	指令的基本格式	150
4.1.2	定长操作码指令格式	152
4.1.3	扩展操作码指令格式	152
4.1.4	本节习题精选	153
4.1.5	答案与解析	155
4.2	指令寻址方式	158
4.2.1	指令寻址和数据寻址	158
4.2.2	常见的数据寻址方式	158
4.2.3	本节习题精选	162
4.2.4	答案与解析	169
4.3	CISC 和 RISC 的基本概念	174
4.3.1	复杂指令系统计算机 (CISC)	174
4.3.2	精简指令系统计算机 (RISC)	175
4.3.3	CISC 和 RISC 的比较	175
4.3.4	本节习题精选	176

4.3.5 答案与解析	176
4.4 本章小结	177
4.5 常见问题和易混淆知识点	178
第 5 章 中央处理器	180
5.1 CPU 的功能和基本结构	180
5.1.1 CPU 的功能	180
5.1.2 CPU 的基本结构	181
5.1.3 本节习题精选	182
5.1.4 答案与解析	184
5.2 指令执行过程	186
5.2.1 指令周期	186
5.2.2 指令周期的数据流	187
5.2.3 指令执行方案	189
5.2.4 本节习题精选	190
5.2.5 答案与解析	192
5.3 数据通路的功能和基本结构	194
5.3.1 数据通路的功能	194
5.3.2 数据通路的基本结构	194
5.3.3 本节习题精选	195
5.3.4 答案与解析	200
5.4 控制器的功能和工作原理	205
5.4.1 控制器的结构和功能	205
5.4.2 硬布线控制器	206
5.4.3 微程序控制器	210
5.4.4 本节习题精选	215
5.4.5 答案与解析	220
5.5 指令流水线	224
5.5.1 指令流水线的基本概念	224
5.5.2 流水线的分类	226
5.5.3 影响流水线的因素	226
5.5.4 流水线的性能指标	227
5.5.5 超标量流水线的概念	228
5.5.6 本节习题精选	229
5.5.7 答案与解析	234
5.6 本章小结	240
5.7 常见问题和易混淆知识点	242
第 6 章 总线	243
6.1 总线概述	243
6.1.1 总线基本概念	243

6.1.2	总线的分类	244
6.1.3	系统总线的结构	244
6.1.4	总线的性能指标	245
6.1.5	本节习题精选	246
6.1.6	答案与解析	249
6.2	总线仲裁	252
6.2.1	集中仲裁方式	252
6.2.2	分布仲裁方式	254
6.2.3	本节习题精选	254
6.2.4	答案与解析	255
6.3	总线操作和定时	256
6.3.1	总线传输的4个阶段	256
6.3.2	同步定时方式	256
6.3.3	异步定时方式	256
6.3.4	本节习题精选	257
6.3.5	答案与解析	258
6.4	总线标准	259
6.4.1	常见的总线标准	259
6.4.2	本节习题精选	260
6.4.3	答案与解析	261
6.5	本章小结	261
6.6	常见问题和易混淆知识点	262
第7章	输入/输出系统	263
7.1	I/O系统基本概念	263
7.1.1	输入/输出系统	263
7.1.2	I/O控制方式	264
7.1.3	本节习题精选	264
7.1.4	答案与解析	265
7.2	外部设备	265
7.2.1	输入设备	265
7.2.2	输出设备	265
7.2.3	外存储器	267
7.2.4	本节习题精选	269
7.2.5	答案与解析	271
7.3	I/O接口	272
7.3.1	I/O接口的功能	272
7.3.2	I/O接口的基本结构	273
7.3.3	I/O接口的类型	273
7.3.4	I/O端口及其编址	273
7.3.5	本节习题精选	274

7.3.6 答案与解析	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	277
7.4.3 DMA 方式	281
7.4.4 本节习题精选	284
7.4.5 答案与解析	291
7.5 本章小结	298
7.6 常见问题和易混淆知识点	299
参考文献	301

第1章

计算机系统概述

【考纲内容】

(一) 计算机发展历程

(二) 计算机系统层次结构

计算机硬件的基本组成、计算机软件的分类、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

【复习提示】

本章是组成原理的概述，考查时易对有关概念或性能指标出选择题，也可能综合后续章节的内容出有关性能分析的综合题。掌握本章的基本概念，是学好后续章节的基础。部分知识点在初学时理解不深刻也无须担忧，相信随着后续章节的学习，一定会有更为深入的理解。本章中读者要重点掌握各个性能指标的计算，这部分内容在历年真题中出现的频率很高。

学习本章时，请读者思考以下问题：

- 1) 计算机由哪几部分组成？以哪部分为中心？
 - 2) 主频高的 CPU 一定比主频低的 CPU 快吗？为什么？
 - 3) 翻译程序、汇编程序、编译程序、解释程序有什么差别？各自的特性是什么？
 - 4) 不同级别的语言编写的程序有什么区别？哪种语言编写的程序能被硬件直接执行？
- 请读者在学习本章的过程中寻找答案，本章末尾会给出参考答案。

1.1 计算机发展历程

1.1.1 计算机硬件的发展

1. 计算机的四代变化

从 1946 年世界上第一台电子数字计算机 (Electronic Numerical Integrator And Computer, ENIAC) 问世以来，计算机的发展已经经历了四代。

- 1) 第一代计算机 (1946—1957 年) —— 电子管时代。特点：逻辑元件采用电子管；使用机器语言进行编程；主存用延迟线或磁鼓存储信息，容量极小；体积庞大，成本高；运算速度较低，一般只有几千次到几万次每秒。
- 2) 第二代计算机 (1958—1964 年) —— 晶体管时代。特点：逻辑元件采用晶体管；运算速度提高到几万次到几十万次每秒；主存使用磁心存储器；软件开始使用高级语言，如

FORTRAN, 有了操作系统的雏形。

- 3) 第三代计算机(1965—1971 年)——中小规模集成电路时代。特点: 逻辑元件采用中小规模集成电路; 半导体存储器开始取代磁心存储器; 高级语言发展迅速, 操作系统也进一步发展, 开始有了分时操作系统。
- 4) 第四代计算机(1972 年至今)——超大规模集成电路时代。特点: 逻辑元件采用大规模集成电路和超大规模集成电路, 产生了微处理器; 诸如并行、流水线、高速缓存和虚拟存储器等概念用在了这代计算机中。

2. 计算机元件的更新换代

- 1) 摩尔定律。当价格不变时, 集成电路上可容纳的晶体管数目, 约每隔 18 个月便会增加一倍, 性能也将提升一倍。也就是说, 我们现在和 18 个月后花同样的钱买到的 CPU, 后者的性能是前者的两倍。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, 仙童半导体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 11 代: 单芯片 1KB、4KB、16KB、64KB、256KB、1MB、4MB、16MB、64MB、256MB 和现在的 1GB。
- 3) 微处理器的发展。自 1971 年 Intel 公司开发出第一个微处理器 Intel 4004 至今, 微处理器经历了 Intel 8008 (8 位)、Intel 8080 (8 位)、Intel 8086 (16 位)、Intel 8088 (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) 等。这里的 32 位、64 位指的是机器字长, 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

计算机软件技术的蓬勃发展, 也为计算机系统的发展做出了很大的贡献。

计算机语言的发展经历了面向机器的机器语言和汇编语言、面向问题的高级语言。其中高级语言的发展真正促进了软件的发展, 它经历了从科学计算和工程计算的 FORTRAN、结构化程序设计的 PASCAL 到面向对象的 C++ 和适应网络环境的 Java。

与此同时, 直接影响计算机系统性能提升的各种系统软件也有了长足的发展, 特别是操作系统, 如 Windows、UNIX、Linux 等。

1.1.3 计算机的分类与发展方向

电子计算机可分为电子模拟计算机和电子数字计算机。

数字计算机又可按用途分为专用计算机和通用计算机。这是根据计算机的效率、速度、价格及运行的经济性和适应性来划分的。

通用计算机又分为巨型机、大型机、中型机、小型机、微型机和单片机 6 类, 它们的体积、功耗、性能、数据存储器量、指令系统的复杂程度和价格依次递减。

此外, 计算机按指令和数据流还可分为:

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

计算机的发展趋势正向着“两极”分化: 一极是微型计算机向更微型化、网络化、高性能、多用途方向发展; 另一极是巨型机向更巨型化、超高速、并行处理、智能化方向发展。