

全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试用书

软件设计师考试辅导

—— 考点精讲、例题分析、 强化训练

梁海欣 江耀新 袁宇波 编著

冶金工业出版社

全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试用书

软件设计师考试辅导

——考点精讲、例题分析、强化训练

梁海欣 江耀新 袁宇波 编著

北 京

冶金工业出版社

2005

内 容 简 介

本书是根据全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试大纲（2004年新大纲）的要求而编写的。本书主要介绍了软件设计师考试概论、计算机科学基础、计算机系统知识、系统开发和运行知识、其他相关知识、软件设计部分等知识，书末还附有软件设计师考试大纲（2004年新版）。

本书针对性强、重点突出、概念准确，既可作为全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试——软件设计师的考试用书，也可作为高等院校或培训班的辅导教材，同时还可以作为相关行业的参考书。

图书在版编目（CIP）数据

软件设计师考试辅导：考点精讲、例题分析、强化训练 / 梁海欣等编著. —北京：冶金工业出版社，2005.2
ISBN 7-5024-3684-7

I. 软... II. 梁... III. 软件设计-工程技术人员
-资格考核-自学参考资料 IV. TP311.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2004）第 143157 号

出版人 曹胜利（北京沙滩嵩祝院北巷 39 号，邮编 100009）

责任编辑 戈兰

湛江蓝星南华印务公司印刷；冶金工业出版社发行；各地新华书店经销

2005 年 2 月第 1 版，2005 年 2 月第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/16； 25.5 印张； 593 千字； 400 页

49.00 元

冶金工业出版社发行部 电话：（010）64044283 传真：（010）64027893

冶金书店 地址：北京东四西大街 46 号（100711） 电话：（010）65289081

（本社图书如有印装质量问题，本社发行部负责退换）

前 言

一、关于本套丛书

在 IT 行业中，国家认证的全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试由于其科学性、专业性和权威性受到社会各界的广泛欢迎。因此，作者根据许多参加过全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试并取得优异成绩的考生的切身体会，认真分析了全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试基本要求和历届考试中典型试题，并研究了相关试题的答题方法和技巧，再经过归纳、总结、提炼，取其精华，找出规律，最终编写了这套丛书。本套丛书共有 12 本：

程序员考试辅导——考点精讲、例题分析、强化训练

软件设计师考试辅导——考点精讲、例题分析、强化训练

网络工程师考试辅导——考点精讲、例题分析、强化训练

网络管理员考试辅导——考点精讲、例题分析、强化训练

系统分析师考试辅导——考点精讲、例题分析、强化训练

数据库系统工程师考试辅导——考点精讲、例题分析、强化训练

程序员全真试题精解

软件设计师全真试题精解

网络工程师全真试题精解

网络管理员全真试题精解

系统分析师全真试题精解

数据库系统工程师全真试题精解

二、本套丛书的特点

本套丛书具有以下特色：

（1）基础知识部分：首先介绍了全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试的相关知识，然后根据最新考试大纲的要求，分章节对必备知识、考试要点和典型例题进行了精心讲解和分析。

（2）模拟试题部分：本部分试题是根据历届全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试试卷的题型和数量进行设计的，具有较强的针对性，使读者能进行相关的实战练习，并能通过练习检验自己的水平。

（3）历届全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试试题部分：本部分给出了近年来计算机软件专业技术资格和水平考试的相关考试试题，并附有相关参考答案。

三、本书的结构安排

本书共由 6 章和一个附录组成，主要内容安排如下：

第 1 章：软件设计师考试概论。主要包括计算机技术与软件专业技术资格（水平）考

试导论和软件设计师考试备考方法等内容。

第2章：计算机科学基础。主要包括数制及其转换、数据的表示、算术运算和逻辑运算、数学基础知识、常用数据结构及常用算法等内容。

第3章：计算机系统知识。主要包括硬件知识、软件知识、计算机网络知识、数据库知识、多媒体知识、系统性能知识及计算机应用基础知识等内容。

第4章：系统开发和运行知识。主要包括软件工程与软件过程改进及软件开发项目管理知识、系统分析基础知识、系统设计知识、系统实施知识、系统运行和维护知识及面向对象开发方法等内容。

第5章：其他相关知识。主要包括安全性知识、标准化知识、信息化基础知识及计算机专业英语等内容。

第6章：软件设计部分。主要包括外部设计、程序设计、系统实施、软件工程、软件开发规范化及下午试题解题的一般方法等内容。

附件：软件设计师考试大纲（2004年新版）。主要包括考试说明和考试范围等内容。

四、本书特点

本书根据2004年最新的考试大纲编写，针对性强、重点突出、题型多样、概念准确、习题覆盖面广。本书紧贴考试大纲，考生根据本书内容复习可以熟练掌握相关的理论知识，再通过本书提供的试题，熟练掌握程序设计的技巧，就可以顺利通过考试。

五、本书适用对象

本书既可作为全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试——软件设计师的考试用书，也可作为高等院校或培训班的辅导教材，同时还可以作为相关行业的参考书。

同时，参加本书编写的还有谭少明、陈锐波，在此一并表示感谢。

由于时间仓促，水平有限，书中疏漏之处在所难免，恳求计算机读者批评指正。

本套丛书由于涉及的知识面广，难度较大，读者在阅读的过程中如遇有技术上的疑难问题和不懂之处，可登录网站：[Http://exam.itpub.net](http://exam.itpub.net) 寻求帮助，或发E-mail至邮箱：exam@itpub.net，本网站会给你满意的答复。

虽然经过严格的审核、精细的编辑，本书在质量上有了一定的保障，但我们的目标是力求尽善尽美，欢迎广大读者和专家对我们的工作提出宝贵建议，联系方法如下：

网址：www.cnbook.net

此外，该网站还有一些其他相关书籍的介绍，可以方便读者选购参考。

编者
2004年11月

目 录

第1章 软件设计师考试概论 1	2.6.5 队列.....30
1.1 计算机技术与软件专业技术 资格（水平）考试..... 1	2.6.6 树型结构.....31
1.2 软件设计师考试备考方法..... 2	2.6.7 图.....40
1.2.1 软件设计师考试心得..... 2	2.6.8 Hash 的储存地址计算 及解决冲突的方法..... 47
1.2.2 上午的考试..... 3	2.7 常用算法..... 49
1.2.3 下午的考试..... 3	2.7.1 排序..... 49
小结..... 3	2.7.2 查找..... 57
第2章 计算机科学基础 4	2.7.3 数值计算方法..... 61
2.1 考试目标与要求..... 4	2.7.4 字符串处理方法..... 61
2.2 数制及其转换..... 5	2.7.5 常用的数据压缩技术..... 61
2.2.1 数制概念..... 5	2.7.6 递归..... 63
2.2.2 不同进位计数制的特点..... 5	2.7.7 算法与数据结构的关系..... 63
2.2.3 十进制数转换成二进制数..... 6	2.7.8 算法效率..... 64
2.2.4 十进制数转换成八进制数 或十六进制数..... 6	2.7.9 算法设计..... 65
2.2.5 其他进制数转换成十进制数..... 7	2.7.10 算法描述..... 66
2.2.6 二进制数与八进制、十六进制数 间的转换..... 7	例题分析..... 67
2.3 数据的表示..... 8	强化训练..... 79
2.3.1 数的表示..... 8	强化训练答案..... 93
2.3.2 非数值表示..... 9	小结..... 96
2.3.3 校验方法和校验码..... 11	第3章 计算机系统知识 97
2.4 算术运算和逻辑运算..... 12	3.1 考试目标与要求..... 97
2.5 数学基础知识..... 12	3.2 硬件知识..... 99
2.5.1 命题逻辑、谓词逻辑的基础知识..... 12	3.2.1 计算机系统的组成、体系结构 分类及特性..... 99
2.5.2 常用数值计算..... 15	3.2.2 存储系统..... 108
2.5.3 概率统计..... 18	3.2.3 安全性、可靠性与系统性能 评测基础知识..... 112
2.5.4 运筹基本方法..... 20	3.3 软件知识..... 116
2.6 常用数据结构..... 22	3.3.1 操作系统知识..... 116
2.6.1 数组（静态数组、动态数组）..... 22	3.3.2 程序设计语言和语言处理 程序的知识..... 126
2.6.2 线性表..... 22	3.4 计算机网络知识..... 132
2.6.3 链表..... 27	3.4.1 网络体系结构（网络拓扑，
2.6.4 栈..... 29	

OSI/RM, 基本的网络协议) 132	3.8 计算机应用基础知识.....192
3.4.2 传输介质、数据通信技术、 交换技术、通信方式 137	3.8.1 信息管理、数据处理、辅助 设计、自动控制、科学计算、 人工智能等基础知识192
3.4.3 常用网络设备和各类通信设备 143	3.8.2 远程通信服务基础知识193
3.4.4 Client/Server 结构、 Browser/Server 结构 143	3.8.3 常用应用系统193
3.4.5 LAN 拓扑、LAN 的组网、 LAN 间连接、LAN-WAN 连接 148	例题分析194
3.4.6 Internet 基础知识以及应用 154	强化训练232
3.4.7 网络软件 160	强化训练答案243
3.4.8 网络管理 163	小结248
3.4.9 网络性能分析 164	第 4 章 系统开发和运行知识.....249
3.5 数据库知识 164	4.1 考试目标与要求249
3.5.1 数据库管理系统的功能和特征 164	4.2 软件工程、软件过程改进和软件 开发项目管理知识250
3.5.2 数据库模型 164	4.2.1 软件工程知识250
3.5.3 数据模型、ER 图、第一范式、 第二范式、第三范式 165	4.2.2 软件开发生命周期各阶段的 目标和任务251
3.5.4 数据操作 (集合运算 和关系运算) 166	4.2.3 软件开发项目管理基础知识.....253
3.5.5 数据库语言 (SQL) 169	4.2.4 主要的软件开发方法254
3.5.6 数据库的控制功能 (并发控制, 恢复, 安全性, 完整性) 170	4.2.5 软件开发工具与环境知识255
3.5.7 数据仓库和分布式数据库 基础知识 173	4.2.6 软件过程改进知识256
3.6 多媒体知识 174	4.2.7 软件质量管理知识256
3.6.1 多媒体系统基础知识、多媒体 设备的性能特性、常用多媒体 文件格式 174	4.2.8 软件开发过程评估256
3.6.2 简单图像的绘制和图形文件 的处理方法 184	4.3 系统分析基础知识257
3.6.3 音频和视频信息的应用 185	4.3.1 系统分析的目的和任务257
3.6.4 多媒体创作工具及发展方向 186	4.3.2 结构化分析方法257
3.7 系统性能知识 188	4.3.3 统一建模语言 (UML)259
3.7.1 性能指标和性能设计 188	4.3.4 系统规格说明书259
3.7.2 性能测试和性能评估 188	4.4 系统设计知识260
3.7.3 可靠性指标及计算、 可靠性设计 191	4.4.1 系统设计的目的和任务260
3.7.4 可靠性测试和可靠性评估 192	4.4.2 系统总体结构设计260
	4.4.3 系统详细设计261
	4.4.4 系统设计说明书262
	4.5 系统实施知识265
	4.5.1 系统实施的主要任务265
	4.5.2 结构化程序设计、面向对象 程序设计、可视化程序设计265

4.5.3 程序设计风格.....	266	5.4.1 信息化意识.....	311
4.5.4 程序设计语言的选择.....	266	5.4.2 全球信息化趋势, 国家信息化 战略, 企业信息化战略和策略.....	311
4.5.5 系统测试的目的、类型和方法.....	267	5.4.3 有关的法律、法规.....	314
4.5.6 系统转换基础知识.....	269	5.4.4 远程教育、电子商务、电子 政务等基础知识.....	315
4.6 系统运行和维护知识.....	269	5.4.5 企业信息资源管理基础知识.....	316
4.6.1 系统运行管理基础知识.....	269	5.5 计算机专业英语.....	317
4.6.2 系统维护基础知识.....	270	例题分析.....	317
4.6.3 系统评价基础知识.....	271	强化训练.....	322
4.7 面向对象开发方法.....	271	强化训练答案.....	327
4.7.1 面向对象开发概念.....	271	小结.....	329
4.7.2 面向对象开发方法的优越性 以及有效领域.....	273	第6章 软件设计部分.....	330
4.7.3 面向对象分析方法概念.....	273	6.1 考试目标与要求.....	330
4.7.4 面向对象程序设计语言.....	274	6.2 外部设计.....	331
4.7.5 面向对象数据库概念.....	275	6.2.1 理解系统需求说明.....	331
例题分析.....	275	6.2.2 系统开发的准备.....	331
强化训练.....	293	6.2.3 设计系统功能.....	333
强化训练答案.....	297	6.2.4 设计数据模型.....	334
小结.....	298	6.2.5 编写外部设计文档.....	335
第5章 其他相关知识.....	299	6.3 程序设计.....	335
5.1 考试目标与要求.....	299	6.4 系统实施.....	336
5.2 安生性知识.....	299	6.4.1 选择合适的程序设计语言.....	336
5.2.1 安全性基本概念.....	299	6.4.2 系统测试报告.....	337
5.2.2 防治计算机病毒, 防范 计算机犯罪.....	300	6.5 软件工程.....	337
5.2.3 防火墙、安全管理措施.....	300	6.5.1 软件生命周期和软件成本模型.....	337
5.2.4 风险分析、风险类型、 抗风险措施和内部控制.....	302	6.5.2 定义软件需求的方法.....	338
5.3 标准化知识.....	305	6.5.3 软件设计.....	339
5.3.1 标准化意识, 标准化的发展, 标准制定过程.....	305	6.5.4 软件设计方法.....	340
5.3.2 国际标准、国家标准、行业 标准、企业标准基本知识.....	306	6.5.5 程序设计.....	341
5.3.3 代码标准、文件格式标准、 安全标准、软件开发规范和 文档标准知识.....	307	6.5.6 软件测试的原则与方法.....	341
5.3.4 标准化机构.....	310	6.5.7 软件质量.....	341
5.4 信息化基础知识.....	311	6.5.8 软件开发环境和开发工具.....	342
		6.5.9 软件工程发展趋势.....	343
		6.5.10 设计评审.....	346
		6.6 软件开发规范化.....	347
		6.7 下午试题解题的一般方法.....	352
		6.7.1 软件设计题要点.....	352

6.7.2 答题注意事项.....	353	A.1.1 考试要求.....	393
例题分析.....	353	A.1.2 考试目的.....	393
强化训练.....	357	A.1.3 设置的科目.....	393
强化训练答案.....	384	A.2 考试范围.....	393
小结.....	392	A.2.1 考试科目1: 计算机与 软件工程知识.....	393
附录 软件设计师考试大纲		A.2.2 考试科目2: 软件设计.....	397
(2004 年新版)	393	参考文献	400
A.1 考试说明.....	393		

第 1 章 软件设计师考试概论

本章介绍了软件设计师考试的相关知识。通过本章的学习，读者将了解软件专业技术资格和水平考试——软件设计师考试的目的和报名须知，并了解软件设计师考试的备考方法。

本章主要内容：

- (1) 软件专业技术资格和水平考试导论。
- (2) 软件设计师考试备考方法。

1.1 计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试

计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试（简称计算机与软件考试）是原中国计算机专业技术资格和水平考试（简称软件考试）的完善与发展。这是由国家人事部和信息产业部领导下的国家级考试，其目的是科学、公正地对全国计算机与软件专业技术人员进行职业资格、专业技术资格认定和专业技术水平测试。

原软件考试在全国范围内已经实施了十多年，到 2003 年底，累计参加考试的人数约有一百万人。该考试由于其权威性和严肃性，得到了用人单位及社会的广泛认同，并为推动我国信息产业特别是软件产业的发展和提高各类 IT 人才的素质做出了积极的贡献。

根据人事部、信息产业部文件（国人部发[2003]39 号），计算机与软件考试纳入全国专业技术人员职业资格证书制度的统一规划。

通过考试获得证书的人员，表明其已具备从事相应专业岗位工作的水平和能力，用人单位可根据工作需要从获得证书的人员中择优聘任相应专业技术人员（技术员、助理工程师、工程师、高级工程师）。

计算机与软件专业实施全国统一考试后，其不再进行相应专业技术职务任职资格的评审工作。因此，这种考试既是职业资格考试，又是职称资格考试。

同时，这种考试还具有水平考试性质，报考任何级别不需要学历、资历条件，只要达到相应的技术水平就可以报考相应的级别。程序员、软件设计师、系统分析员级别的考试已与日本相应级别的考试互认，以后还将扩大考试互认的级别以及互认的国家。

考试级别分 5 个专业：计算机软件、计算机网络、计算机应用技术、信息系统、信息服务。每个专业又分三个层次：高级资格（高级工程师）、中级资格（工程师）、初级资格（助理工程师、技术员）。

同时对每个专业、每个层次还设置了若干个级别。考生可根据自己的水平以及熟悉的专业情况选择适当的级别报考。考试合格者由中华人民共和国人事部和中华人民共和国信息产业部颁发计算机技术与软件专业技术资格（水平）证书。考生在取得合格证书后，还需要到信息产业部指定的当地机构进行登记，以便于进行行业人才的管理，充分发挥信息技术人才的作用。

如表 1-1 所示是计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试专业类别、资格名称和级别对应表。

表 1-1 计算机与软件考试专业类别、资格名称和级别对应表

级别 层次	专业 类别	计算机软件	计算机 网络	计算机应用技术	信息系统	信息服 务
	资格 名称					
高级资格		信息系统项目管理师 系统分析师（原系统分析员） 系统构架师				
中级资格		软件评测师 软件设计师 （原高级程 序员）	网络工 程师	多媒体应用设计师 嵌入式系统设计师 计算机辅助设计师 电子商务设计师	信息系统监理师 数据库系统工程师 信息系统管理程序 师	信息技 术支持 工程师
初级资格		程序员（原初 级程序员、程 序员）	网络管 理员	多媒体应用制作技 术人员 电子商务技术人员	信息系统运行管理 员	信息处 理技术 员

合格证书有效期为 3 年。期满前 3 个月内，需要到原登记机构进行再登记。再登记时需要持有接受新知识、新技术培训和继续教育的证明。有关登记的办法将另行颁布。

原计算机软件专业技术资格证书和水平证书继续有效，但与其与新证书一样需要进行登记。从 2004 年开始，每年将举行 2 次考试。全国的考务工作由信息产业部电子教育中心负责。

报考须知（软件设计师）：

考试日期：2004 年 11 月 6 日（星期六）

考试时间安排：软件设计师上午 9:00—11:30 基础知识；下午 2:00—4:30 应用技术

注：各科目考试均及格才能合格。

考试形式：均为笔试。

报名时间：一般在 7~9 月间，由各地考试机构根据当地情况确定。

报考条件：

（1）遵纪守法，恪守职业道德；

（2）具有一定计算机技术应用能力。

报考任何级别都不限学历和资历条件。

报名手续：在当地考试机构指定的报名点，按当地标准交纳报名考试费，考生顺自带身份证件和一寸近照 3 张。

1.2 软件设计师考试备考方法

（1）掌握基本知识要点。

（2）多做习题，提高水平。

（3）做好准备，熟悉考试环境。

1.2.1 软件设计师考试心得

在考前的 2 周内要把所有内容全部复习一遍，在做往届试题和练习题时要注意“做题

的质量”，在每做一道题后一定要仔细分析，要问一下自己“得到了什么”。在考试前多上网查一些资料和“小道消息”，不要“闷头学习”。

考试时一定要思路清晰、细心，个别问题在答题时要想一想出题者的意图。上午题的答题时间比较充裕，下午题的答题时间有可能不够用，因此要特别注意时间的安排，同时可能因为某个题不熟或不会而致使答题时间长一些，这时就只能牺牲检查的时间了。另外做题时一定要镇定，不能心慌，要相信经过仔细考虑否一定能做出正确的答案，同时如从一个角度考虑不出结果，则换一个角度考虑。

1.2.2 上午的考试

软件设计师考试的上午试题总体来讲涉及的基本概念形式多样，知识面较广，但由于题量不是很大，且考试时间较充裕，因此对基础知识掌握得较好的考生是较易通过此考试的。

1.2.3 下午的考试

C/C++：C和C++考的试题难度都差不多。

事务处理类流程图：在前几年中，每年必考的一种题型。

数据处理类流程图：这类试题考的思想 and CASL 差不多，但最近两年较为少考。

数据流图：这种题型在历年试题中出现得比较多。

软件测试：这类试题难度不大，但是做题时花的时间不少。与最近几年的考试风格（考素质，考能力）不合，所以出现的可能性很小，可能会在上午试题中出现。

SQL：从历年试题来看，这类试题难度不大，鉴于最近两年都没有出现，所以今年应该不会在下午试题中出现，而可能会和软件测试一样在上午试题中出现。

状态转换矩阵：在历年试题中考得不多，只有两三次，但这类试题出题灵活，难度可大可小，是一种控制通过率的比较好的题型。由于最近两年都没考，所以这类试题考的可能性虽有但不是很大。

小结

本章主要介绍了软件设计师考试的总体情况，并对考试的常见问题作了介绍，如：考试日期、考试时间安排、考试形式、报名时间、报考条件、报名手续等。本章最后讨论了软件设计师考试的备考心得。通过本章的学习，读者将对软件设计师考试有一个全面的了解。

第2章 计算机科学基础

本章主要介绍软件设计师考试中所要求掌握的计算机科学基础知识。本章将这些内容分成若干小节作详细介绍，力求使读者有更好的收益。

本章主要内容：

- (1) 数制及其转换。
- (2) 数据的表示。
- (3) 算术运算和逻辑运算。
- (4) 数学基础知识。
- (5) 常用数据结构。
- (6) 常用算法。

2.1 考试目标与要求

1. 数制及其转换

二进制、十进制和十六进制等常用数制及其相互转换。

2. 数据的表示

(1) 数的表示(原码、反码、补码、移码表示，整数和实数的机内表示，精度和溢出)。

(2) 非数值表示(字符和汉字表示、声音表示、图像表示)。

(3) 校验方法和校验码(奇偶校验码、海明校验码、循环冗余校验码)。

3. 算术运算和逻辑运算

(1) 计算机中的二进制数运算方法。

(2) 逻辑代数的基本运算和逻辑表达式的化简。

4. 数学基础知识

(1) 命题逻辑、谓词逻辑、形式逻辑的基础知识。

(2) 常用数值计算(误差、矩阵和行列式、近似求解方程、插值、数值积分)。

(3) 排列组合、概率论应用、应用统计(数据的统计分析)。

(4) 运筹基本方法(预测与决策、线性规划、网络图、模拟)。

5. 常用数据结构

(1) 数组(静态数组、动态数组)、线性表、链表(单向链表、双向链表、循环链表)、队列、栈、树(二叉树、查找树、平衡树、线索树、堆)、图等定义、存储和操作。

(2) Hash(存储地址计算，冲突处理)。

6. 常用算法

(1) 排序算法、查找算法、数值计算方法、字符串处理方法、数据压缩算法、递归算法、图的相关算法。

(2) 算法与数据结构的关系、算法效率、算法设计、算法描述(流程图、伪代码、决策表)、算法的复杂性。

2.2 数制及其转换

2.2.1 数制概念

数制也称计数制，是指用一组固定的符号和统一的规则来表示数值的方法。

按进位的方法进行计数，称为进位计数制。在进位计数制中有数位、基数和位权三个要素。

数位：指数码在一个数中所处的位置。

基数：指在某种进位计数制中，每个数位上所能使用的数码的个数。

位权：指在某种进位计数制中，每个数位上的数码所代表的数值的大小，等于在这个数位上的数码乘上一个固定的数值，这个固定的数值就是这种进位计数制中该数位上的位权。数码所处的位置不同，代表数的大小也不同。例如在十进位计数制中，小数点左边第一位为个位数，其位权为 10^0 ，第二位为十位数，其位权为 10^1 ，第三位是百位数，其位权为 10^2 ……；小数点右边第一位是十分位数，其位权为 10^{-1} ，第二位是百分位数，其位权为 10^{-2} ，第三位是千分位数，其位权为 10^{-3} ……。

每一种计数制都有一个固定的基数 R (R 为大于 1 的整数)，它的每一数位可取 R 个不同的数值；每一种计数制都有自己的位权，并且遵循“逢 R 进一”的原则。

对于任意一个具有 n 位整数和 m 位小数的 R 进位计数制数 N ，按权展开可表示为：

$$\begin{aligned} (N)_R &= \pm(a_{n-1}R^{n-1} + a_{n-2}R^{n-2} + \dots + a_1R^1 + a_0R^0 + a_{-1}R^{-1} + \dots + a_{-m}R^{-m}) \\ &= \pm \sum_{i=-m}^{n-1} a_i R^i \end{aligned}$$

式中 a_i 表示各数位上的数码，其取值范围为 $0 \sim R^i$ ， R 为计数制的基数， i 为数位的编号（整数位取 $n-1 \sim 0$ ，小数位取 $-1 \sim -m$ ）。

2.2.2 不同进位计数制的特点

计算机中常用的数制有：十进制、二进制、八进制、十六进制。

(1) 十进制：基数有 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9，进位方式是逢十进一，位权表示为 10^0 、 10^1 、 10^2 、 10^3 ……。即权值是 10 的幂。任一个数都可按权展开。

如： $[8705]_{10} = 8 \times 10^3 + 7 \times 10^2 + 0 \times 10^1 + 5 \times 10^0$

(2) 二进制：基数有 0、1，进位方式是逢二进一，位权表示为 2^0 、 2^1 、 2^2 、 2^3 ……，即权值是 2 的幂。

如： $[100110]_2 = 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0$

(3) 八进制：基数有 0、1、2、3、4、5、6、7，进位方式是逢八进一，位权表示为 8^0 、 8^1 、 8^2 、 8^3 ……，即权值是 8 的幂。

如： $[1763]_8 = 1 \times 8^3 + 7 \times 8^2 + 6 \times 8^1 + 3 \times 8^0$

(4) 十六进制：基数有 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F，进位方式是逢十六进一，位权表示为 16^0 、 16^1 、 16^2 、 16^3 ……，即权值是 16 的幂。

如： $[72DA]_{16} = 7 \times 16^3 + 2 \times 16^2 + 13 \times 16^1 + 10 \times 16^0$

2.2.3 十进制数转换成二进制数

将十进制数转换成二进制数时，先将十进制数分成整数部分和小数部分，然后再利用各自的转换法则进行转换，最后在保持小数点位置不变的前提下将两部分结果写在一起。

整数部分：“除 2 取余法”。

将十进制数除以 2，记下余数，将商再除以 2，记下余数，……直到商数为 0，将所得余数反序排列，即得该数的二进制表示。

例如：将十进制数 207 转换成二进制数。

$$[207]_{10} = [11001111]_2$$

2 207	1	↑	低
2 103	1		
2 51	1		
2 25	1		
2 12	0		
2 6	0		
2 3	1		
2 1	1		
0	1	↓	高

小数部分：“乘 2 取整法”。

将十进制小数乘以 2，取乘积整数部分作为相应的二进制小数点后最高位，再将余下小数乘以 2，取积的整数部分作为小数点后次高位，……直到乘积为整数或达到精度要求为止。

0.815			
× 2			
1.630	……取整数 1	↓	(高位)
0.63			
× 2			
1.26	……取整数 1		
0.26			
× 2			
0.52	……取整数 0		(低位)
× 2			
1.04	……取整数 1		

[0.815]₁₀ = [0.1101]₂
 注：有时只能将十进制小数近似地转换成二进制小数。

$$[207.815]_{10} = [11001111.1101]_2$$

简便算法：将十进制数分解成若干个 2 的整数次幂之和，则 2 的整次幂所在位为 1，其余位为 0。

$$[207]_{10} = 128 + 64 + 8 + 4 + 2 + 1 = 2^7 + 2^6 + 2^3 + 2^2 + 2^1 + 2^0 = [11001111]_2$$

2.2.4 十进制数转换成八进制数或十六进制数

将十进制数转换成八进制数或十六进制数，方法与将十进制数转换成二进制数相同，只是整数部分的“除 2 取余法”变成了“除 8 取余法”或“除 16 取余法”，小数部分的“乘

2 取整法”变成了“乘 8 取整法”或“乘 16 取整法”。

$$\begin{array}{r}
 8 \overline{) 207} \quad 7 \\
 \underline{16} \\
 4 \\
 \underline{4} \\
 0 \\
 \hline
 8 \overline{) 25} \quad 1 \\
 \underline{8} \\
 17 \\
 \underline{16} \\
 1 \\
 \underline{0} \\
 0 \\
 \hline
 8 \overline{) 3} \quad 3 \\
 \underline{24} \\
 0 \\
 \hline
 0
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 16 \overline{) 207} \quad 15 \text{ F} \\
 \underline{160} \\
 47 \\
 \underline{40} \\
 7 \\
 \underline{64} \\
 12 \text{ C} \\
 \underline{120} \\
 7 \\
 \underline{0} \\
 0
 \end{array}$$

$$[207]_{10} = [317]_8, \qquad [207]_{10} = [CF]_{16}$$

在用简便算法时，将十进制数分解成 8 或 16 的幂的整数倍，依次取幂所在位的倍数，其余位为 0。

$$[207]_{10} = 3 \times 82 + 1 \times 81 + 7 \times 80 = [317]_8$$

$$[207]_{10} = 12 \times 16 + 15 \times 160 = [CF]_{16}$$

2.2.5 其他进制数转换成十进制数

将二进制数转换成十进制数时只需将二进制数按权展开求和即可。

$$\begin{aligned}
 \text{例: } [11001101]_2 &= 1 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 \\
 &= 128 + 64 + 8 + 4 + 1 \\
 &= [205]_{10}
 \end{aligned}$$

同理，将八进制数或十六进制数转换成十进制数时方法相同。

$$[204]_8 = 2 \times 8^2 + 0 \times 8^1 + 4 \times 8^0 = 128 + 4 = [132]_{10}$$

$$[84]_{16} = 8 \times 16^1 + 4 \times 16^0 = 128 + 4 = [132]_{10}$$

计算机惟一能识别的是二进制数，位 (Bit) 和字节 (Byte) 都是二进制数的单位，但由于用八进制和十六进制表示同一数值时，比二进制要简单，而二进制转换成八进制或十六进制又很方便，因此，编写程序时，常用八进制或十六进制。

2.2.6 二进制数与八进制、十六进制数间的转换

将二进制数转换成八进制数时，用“三位并一位法”。即将二进制数从小数点开始向左右分为每三位一组，最高位若不足三位则用零补足三位，然后将每组数用八进制写出，即得八进制数。

$$\begin{aligned}
 \text{例: } [11010111.01101]_2 &= 011 \ 010 \ 111 \ . \ 011 \ 010 \\
 &\quad \quad \quad 3 \quad 2 \quad 7 \quad . \quad 3 \quad 2 \\
 &= [327.32]_8
 \end{aligned}$$

反之，将八进制数转换成二进制数时，只要将每位八进制数写成对应的三位二进制数即可（即一位拆三位法）。同理，将二进制数转换成十六进制数时，用“四位并一位法”。即将二进制数从小数点开始向左右分为每四位一组，最高位若不足四位则用零补足四位，然后将每组数用十六进制写出，即得十六进制数。

$$\begin{aligned}
 \text{例: } [11010111.11011]_2 &= 1101 \ 0111 \ . \ 1101 \ 1000 \\
 &\quad \quad \quad 13 \quad 7 \quad . \quad 13 \quad 8 \\
 &= [D7.D8]_{16}
 \end{aligned}$$

反之，将十六进制数转换成二进制数时，只要将每位十六进制数写成对应的四位二进制数即可（即“一位拆四位法”）。

2.3 数据的表示

2.3.1 数的表示

1. 原码、补码和反码

机器数中，数值和符号全部数字化。计算机在进行数值运算时，采用把各种符号位和数值位一起编码的方法。常见的有原码、补码和反码表示法。

1) 原码表示法

原码表示法是机器数的一种简单的表示法。其符号位用 0 表示正号，用 1 表示负号，数值一般用二进制形式表示。设有一数为 X ，则原码表示可记作 $[X]_{原}$ 。

2) 补码表示法

机器数的补码可由原码得到。如果机器数是正数，则该机器数的补码与原码一样；如果机器数是负数，则该机器数的补码是对它的原码（除符号位外）各位取反，并在末位加 1 而得到的。设有一数 X ，则 X 的补码表示记作 $[X]_{补}$ 。

3) 反码表示法

机器数的反码可由原码得到。如果机器数是正数，则该机器数的反码与原码一样；如果机器数是负数，则该机器数的反码是对它的原码（符号位除外）各位取反而得到的。设有一数 X ，则 X 的反码表示记作 $[X]_{反}$ 。

各种编码的比较如表 2-1 所示。

表 2-1 各种编码的比较

	正数		负数	
	符号位	数值	符号位	数值
原码	0	取值不变	1	取值不变
反码	0	取值不变	1	取值相反
补码	0	取值不变	1	取值相反,最低位加一
移码	1	取值不变	0	取值相反,最低位加一

2. 整数和实数在计算机中表示

在计算机中，对于一般的数是采用定点数与浮点数两种方法来表示。

1) 定点数

所谓定点数是指小数点位置固定不变的数。在计算机中，通常用定点数来表示整数与纯小数，分别称为定点整数与定点小数。

定点整数：一个数的最高二进制位是数符位，用以表示数的符号；而小数点的位置默认为在最低（即最右边）的二进制位的后面，但小数点不单独占一个二进制位，如图 2-1 所示。

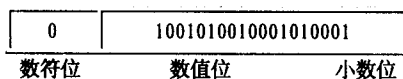


图 2-1

因此，在一个定点整数中，数符位右边的所有二进制位数表示的是一个整数值。

定点小数：一个数的最高二进制位是数符位，用来表示数的符号；而小数点的位置默