

网络工程师考试

辅导教程



希赛教育软考学院 编著

考 点 突 破 · 案 例 分 析 · 实 战 练 习

帮助数万人通过软考的备战宝典!

迅速扣住考点 提升解题技巧 顺利通过考试

■ 资格（水平）考试用书

网络工程师考试 辅导教程

希赛教育软考学院 编著

电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

内 容 简 介

本书由希赛教育软考学院组织编写，作为网络工程师考试辅导的指定教材。全书内容涵盖了考试大纲规定的所有知识点，对考试大纲规定的内容有重点地进行了细化和深化。阅读本书，就相当于阅读了一本详细的、带有知识注释的考试大纲。准备考试的人员可通过阅读本书掌握考试大纲规定的知识，掌握考试的重点和难点，熟悉内容的分布。

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

网络工程师考试辅导教程 / 希赛教育软考学院编著. —北京：电子工业出版社，2015.7

全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试用书

ISBN 978-7-121-26213-5

I. ①网… II. ①希… III. ①计算机网络—工程师—资格考试—自学参考资料 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2015）第 118546 号

策划编辑：孙学瑛

责任编辑：徐津平

特约编辑：赵树刚

印 刷：北京中新伟业印刷有限公司

装 订：北京中新伟业印刷有限公司

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：26.25 字数：672 千字

版 次：2015 年 7 月第 1 版

印 次：2015 年 7 月第 1 次印刷

定 价：79.00 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。

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

服务热线：（010）88258888。

前 言

全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试是由国家人力资源和社会保障部、工业和信息化部组织与领导的国家级考试，具有很高的权威性，但这同时也决定了其考试范围的广度和难度都比较大，使许多考生在复习和准备上都遇到了很多的难题。为帮助广大考生顺利通过考试，希赛教育软考学院组织编写了本书。

内容超值，针对性强

由于考试大纲规定的考试知识点体系庞大，对考生而言，要学习的内容很多。为此，希赛教育软考学院组织有关专家对考试大纲进行了深入的分析，在此基础上编写了本书，以作为计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试中的网络工程师级别的考试辅导指定教材。

本书根据网络工程师的考试大纲编写而成，内容紧扣大纲，全面实用。本书在组织和写作上，倾注了作者们的许多精力和心血，相信能够对考生提高通过率，有效地完成“考试过关”提供帮助。考生可通过阅读本书，迅速掌握考试所涉及的知识点，全面梳理和系统学习考试大纲中的内容。

作者权威，阵容强大

希赛教育（www.educity.cn）专业从事人才培养、教育产品开发和教育图书出版，在职业教育方面具有极高的权威性。特别是在在线教育方面稳居国内首位，其远程教育模式得到了国家教育部门的认可和推广。

希赛教育软考学院（www.educity.cn/rk）是全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试的顶级培训机构，拥有近 20 名资深软考辅导专家，负责考试大纲制定及软考辅导教材的编写工作。近年来共组织编写和出版了 100 多本软考教材，内容涵盖初级、中级和高级的各个专业，包括教程系列、辅导系列、考点分析系列、冲刺系列、串讲系列、试题精解系列、疑难解答系列、全程指导系列、案例分析系列、指定参考用书系列及一本通等 11 个系列。希赛教育软考学院的专家录制了软考培训视频教程、串讲视频教程、试题讲解视频教程和专题讲解视频教程 4 个系列的软考视频。其软考教材、软考视频和软考辅导为考生助考并提高通过率做出了突出贡献，在软考领域有口皆碑。特别是在高级资格领域，无论是考试教材，还是在线辅导和面授，希赛教育软考学院都独占鳌头。

本书由希赛教育软考学院编著，参加编写工作的有张友生、王勇、谢顺、刘洋波、桂阳、胡光超、邓旭光、左水林、胡钊源、王军和王玉罡。

在线测试，心中有数

上学吧（www.shangxueba.com）在线测试平台为考生准备了在线测试，其中有数十套全真模拟试题和考前密卷，考生可选择任意一套进行测试。测试完毕系统自动判卷，立即给出分数。

对于考生做错的地方，系统会自动记忆，待考生第二次参加测试时可选择“试题复习”。这样系统就会自动显示考生原来做错的试题，供重新测试，以加强记忆。

考生可利用上学吧在线测试平台的在线测试系统检查自己的实际水平，加强考前训练，做到心中有数，考试不慌。

诸多帮助，诚挚致谢

在本书的编写过程中参考了许多相关的文献和书籍，编者在此对这些参考文献的作者表示感谢。

感谢电子工业出版社的孙学瑛老师，她在本书的策划、选题的申报、写作大纲的确定，以及编辑和出版等方面付出了辛勤的劳动和智慧，给予了我们很多的支持和帮助。

感谢参加希赛教育软考学院辅导和培训的学员，正是他们的想法汇成了本书的原动力，他们的意见使本书更加贴近读者。

由于编者水平有限且本书涉及的内容很广，书中难免存在错漏和不妥之处，编者诚恳地期望各位专家和读者不吝指正，对此我们将十分感激。

希赛教育软考学院
2015年6月

目 录

第 1 章 计算机硬件基础 1	2.4.2 设备管理技术..... 34
1.1 机内代码及运算..... 1	2.4.3 Linux 设备管理..... 36
1.1.1 数的进制..... 2	2.4.4 文件管理..... 37
1.1.2 原码、反码、补码、移码..... 3	第 3 章 计算机系统开发运行与配置 ... 39
1.1.3 逻辑运算符..... 4	3.1 系统配置方法..... 39
1.2 计算机结构..... 5	3.1.1 系统计算模式..... 39
1.2.1 计算机结构分类..... 5	3.1.2 系统性能评价..... 41
1.2.2 计算机的硬件组成..... 6	3.1.3 系统可靠性..... 42
1.2.3 寻址方式..... 7	3.2 软件工程与项目管理基础..... 44
1.2.4 RISC 与 CISC..... 8	3.2.1 软件工程要素与生存期..... 44
1.2.5 流水线技术..... 8	3.2.2 系统开发生命周期模型..... 45
1.3 存储器..... 10	3.2.3 系统开发方法论..... 46
1.3.1 存储器系统特征..... 10	3.2.4 CMM 模型..... 47
1.3.2 主存储器基础..... 10	3.2.5 软件工程原则..... 48
1.3.3 Cache..... 12	3.2.6 项目管理基础..... 49
1.3.4 磁盘存储器..... 14	3.2.7 项目文档管理..... 53
1.3.5 SCSI 与 RAID..... 16	3.3 需求分析与设计..... 54
1.3.6 存储网络..... 17	3.3.1 需求分析与可行性..... 55
1.4 输入/输出系统..... 18	3.3.2 软件设计过程..... 56
1.4.1 输入/输出系统原理..... 18	3.3.3 模块化与信息隐蔽..... 56
1.4.2 I/O 通道技术..... 19	3.3.4 面向对象技术..... 58
1.4.3 设备总线及系统总线..... 20	3.3.5 UML 统一建模语言..... 59
第 2 章 操作系统基础知识 22	3.4 系统测试与评审..... 60
2.1 进程管理..... 22	3.4.1 软件质量特性标准..... 60
2.1.1 进程..... 22	3.4.2 测试的阶段与任务..... 61
2.1.2 信号量与 PV 操作..... 23	3.4.3 测试的类型与目的..... 62
2.1.3 死锁..... 26	3.4.4 黑盒与白盒测试..... 63
2.2 处理机管理..... 27	第 4 章 知识产权与标准化 65
2.2.1 CPU 资源..... 27	4.1 知识产权基础..... 65
2.2.2 进程调度..... 28	4.1.1 知识产权的基本概念..... 65
2.3 存储管理..... 29	4.1.2 知识产权的主要内容..... 66
2.3.1 地址概念与程序加载..... 29	4.1.3 知识产权法..... 67
2.3.2 实存管理..... 30	4.1.4 知识产权保护..... 68
2.3.3 虚存管理..... 30	4.2 标准化..... 71
2.4 设备与文件管理..... 32	4.2.1 标准化的基本概念..... 71
2.4.1 设备管理概念..... 33	4.2.2 标准的层次与机构..... 73

4.2.3	信息安全标准	76	7.6	流量与差错控制技术	119
4.2.4	数据交换标准	77	7.7	ISDN	120
第5章	网络体系结构	79	7.8	HDLC	121
5.1	网络体系结构概述	79	7.9	SONET/SDH 技术	122
5.1.1	网络协议	79	7.10	X.25	123
5.1.2	体系结构及其划分原则	80	7.11	帧中继	124
5.2	体系结构基础知识	81	7.12	DWDM 技术	126
5.2.1	OSI/RM 层次结构	81	7.13	微波与卫星通信技术	127
5.2.2	服务访问点 SAP	83	7.14	ATM	128
5.2.3	数据单元的概念	84	第8章	局域网技术	132
5.3	OSI 协议集	85	8.1	局域网体系结构——IEEE 802 参考模型	132
5.3.1	网络体系结构	85	8.2	LLC 与 MAC 协议	133
5.3.2	IEEE 802 体系	86	8.3	逻辑链路控制子层	134
5.3.3	TCP/IP 的体系	86	8.4	介质访问控制子层	135
第6章	数据通信基础	88	8.5	CSMA/CD 协议	135
6.1	数据通信概述	88	8.6	令牌总线协议	138
6.1.1	模拟通信与数字通信	88	8.7	令牌环协议	139
6.1.2	传输介质	90	8.7.1	令牌环的操作过程	140
6.1.3	信道特性	91	8.7.2	环的比特度量	141
6.1.4	信号的传送	92	8.7.3	令牌的管理与维护	141
6.1.5	数字编码	93	8.8	以太网技术	142
6.1.6	调制与编码	95	8.8.1	传输介质	142
6.2	传输与交换技术	96	8.8.2	交换式以太网	143
6.2.1	数据通信方式	96	8.8.3	快速以太网	143
6.2.2	数据通信交换方式	98	8.8.4	千兆位以太网	143
6.2.3	多路复用技术	101	8.8.5	万兆位以太网	144
6.2.4	差错控制技术	105	8.8.6	以太网帧结构	144
第7章	广域网技术	109	8.8.7	广播域与冲突域	145
7.1	广域网基本概念	109	8.9	无线局域网	145
7.2	广域网交换方式	110	8.9.1	WLAN 关键通信技术	145
7.2.1	电路交换	110	8.9.2	WLAN 体系结构	146
7.2.2	报文交换	111	8.9.3	IEEE 802.11i	146
7.2.3	分组交换	112	8.10	综合布线	147
7.2.4	信元交换	113	第9章	网络互连与 Internet 技术	149
7.3	分组转发和拥塞控制	114	9.1	网络互连设备与协议	149
7.3.1	转发与路由选择	114	9.1.1	常见的互连设备	149
7.3.2	分组交换网的拥塞控制	115	9.1.2	中继器和集线器	150
7.4	DTE 与 DCE	117	9.1.3	网桥协议	151
7.5	RS-232C 与 CCITT X.21	117	9.1.4	交换技术	154

9.1.5 路由选择协议	157	11.5 计算机病毒基础知识.....	209
9.2 TCP/IP 协议族	157	11.6 对称加密与非对称加密.....	211
9.2.1 TCP/IP 协议	158	11.6.1 安全的基本要素.....	211
9.2.2 IP 协议与地址分配.....	159	11.6.2 对称密钥技术.....	212
9.2.3 ICMP 协议.....	166	11.6.3 非对称密钥技术.....	213
9.2.4 TCP 与 UDP 协议.....	167	11.7 密钥管理体制	215
9.2.5 IPv6 协议.....	172	11.7.1 KMI 机制.....	215
9.3 Internet 技术.....	174	11.7.2 PKI 机制	215
9.3.1 Internet 结构与技术	174	11.7.3 SPK 机制	216
9.3.2 Internet 应用.....	175	11.8 数字签名与数字证书.....	216
第 10 章 接入网技术.....	177	11.8.1 Hash 函数和信息摘要.....	216
10.1 接入网概念	177	11.8.2 数字签名技术.....	217
10.2 FTTx + LAN 接入.....	178	11.8.3 数字证书.....	218
10.2.1 FTTx 技术	178	11.9 入侵检测技术	222
10.2.2 无源光网技术	179	11.9.1 入侵检测技术的基本概念.....	222
10.3 电话线路与 xDSL.....	184	11.9.2 入侵检测系统的构成.....	222
10.3.1 PSTN	184	11.9.3 入侵检测系统的工作流程.....	223
10.3.2 xDSL.....	184	11.9.4 入侵检测系统的分类.....	224
10.4 HFC 接入	186	11.9.5 入侵检测系统的部署.....	224
10.5 无线接入与移动电话技术	188	11.10 防火墙技术	225
10.5.1 无线接入	188	11.10.1 防火墙的基本概念.....	225
10.5.2 卫星通信	189	11.10.2 防火墙的基本特性.....	225
10.5.3 移动通信	191	11.10.3 防火墙的作用.....	226
第 11 章 系统配置及网络安全基础....	192	11.10.4 防火墙的分类.....	227
11.1 常见服务器理论基础	192	11.11 电子商务安全.....	232
11.1.1 E-mail 服务器基础.....	192	11.11.1 电子商务的安全要求.....	232
11.1.2 DNS 服务器基础.....	195	11.11.2 SSL/TLS.....	233
11.1.3 DNS 常用术语.....	197	11.11.3 SET.....	234
11.1.4 DNS 服务器的工作过程.....	199	11.11.4 HTTPS.....	235
11.1.5 DHCP 服务器基础	200	11.11.5 PGP 技术	236
11.1.6 Samba 服务器基础.....	202	11.11.6 Kerberos	237
11.2 虚拟主机服务理论基础	203	11.12 虚拟专用网	238
11.2.1 基于 IP 地址的虚拟主机服务.....	203	11.12.1 VPN 概述.....	238
11.2.2 基于名字的虚拟主机服务.....	203	11.12.2 VPN 的关键技术.....	239
11.3 代理服务器理论基础	204	11.12.3 VPN 的分类与应用	239
11.4 网络安全基础	207	11.12.4 VPN 隧道技术.....	240
11.4.1 安全的基本要素.....	207	11.12.5 PPP 会话过程.....	242
11.4.2 计算机系统安全等级.....	207	第 12 章 网络管理技术.....	243
11.4.3 常见的网络安全威胁.....	208	12.1 网络管理协议规范	243
11.4.4 安全机制	208	12.1.1 网络管理的功能.....	243

12.1.2	CMIS/CMIP、CMOT 协议规范	248	14.2.5	STP 配置基础	304
12.1.3	SNMP 协议规范	248	第 15 章 路由器配置技术		309
12.1.4	其他网管协议规范	251	15.1	路由技术概述	309
12.2	网络操作系统与配置	252	15.1.1	路由选择协议的应用范围	309
12.2.1	Windows 网络配置	252	15.1.2	常用路由选择协议概述	310
12.2.2	UNIX/Linux 网络配置	257	15.1.3	BGP 协议	311
12.3	故障排除	263	15.1.4	路由收敛	311
12.4	其他知识点	264	15.1.5	路由汇聚	312
第 13 章 网络系统的分析与设计		266	15.2	路由器基本知识	312
13.1	网络生命周期	266	15.2.1	访问路由器	312
13.2	网络开发过程	267	15.2.2	路由器的组成	313
13.3	网络需求分析	268	15.2.3	通过 TFTP 配置路由器	313
13.3.1	业务需求	268	15.2.4	路由器的基本配置	314
13.3.2	用户需求	270	15.3	静态路由协议配置	317
13.3.3	应用需求	270	15.3.1	路由选择协议的分类	317
13.3.4	计算机平台需求	272	15.3.2	静态路由的配置	318
13.3.5	网络需求	273	15.4	RIP 路由协议配置	319
13.4	通信流量分析	274	15.4.1	RIP 的主要特点	319
13.4.1	通信流量分析的方法	275	15.4.2	慢收敛	320
13.4.2	通信流量分析的步骤	275	15.4.3	常用 RIP 命令	320
13.5	逻辑网络设计	277	15.4.4	RIP 配置实例	321
13.5.1	网络结构设计	277	15.4.5	读懂 RIP 协议路由信息	322
13.5.2	网络冗余设计	280	15.5	IGRP 路由协议配置	323
13.5.3	接入网络技术	281	15.5.1	IGRP 路由配置常用命令	323
13.5.4	广域网互连技术	283	15.5.2	IGRP 配置实例	323
13.5.5	网络安全体系	286	15.6	EIGRP 路由协议配置	326
13.6	物理网络设计	287	15.6.1	EIGRP 路由配置常用命令	326
第 14 章 交换机的配置技术		290	15.6.2	EIGRP 配置实例	327
14.1	交换机的基本配置	290	15.7	OSPF 路由协议配置	329
14.1.1	交换机的配置方式	290	15.7.1	OSPF 工作原理概述	329
14.1.2	用户配置模式及模式间的转换	292	15.7.2	OSPF 路由更新过程	330
14.1.3	交换机的基本配置命令	292	15.7.3	Dijkstra 算法	331
14.2	VLAN 的基本配置和管理	293	15.7.4	OSPF 路由表的计算与实现	332
14.2.1	VLAN 的范围	294	15.7.5	OSPF 路由配置常用命令	332
14.2.2	VLAN 的基本配置	294	15.7.6	OSPF 配置实例	333
14.2.3	Trunk 的基本配置	296	15.7.7	动态路由的配置总结	334
14.2.4	VTP 配置	300	15.8	NAT	334
			15.8.1	静态地址转换	335
			15.8.2	动态地址转换	336
			15.8.3	复用动态地址转换	336

第 16 章 Windows 服务器配置技术 ...	338
16.1 基于 IIS 的 Web 服务器配置	338
16.1.1 IIS 的安装和运行	338
16.1.2 站点主目录	339
16.1.3 站点虚拟目录	341
16.1.4 默认文档	342
16.1.5 目录安全性	343
16.2 基于 IIS 的 FTP 服务器配置	344
16.2.1 创建 FTP 站点	344
16.2.2 设置虚拟目录权限	346
16.2.3 为已知 FTP 用户建立账户	346
16.2.4 访问安全设置	347
16.2.5 FTP 客户端操作命令	348
16.3 Windows 中的 DNS 配置	349
16.3.1 DNS 基础知识	349
16.3.2 创建正向搜索区域	351
16.3.3 创建反向搜索区域	353
16.3.4 配置 DNS 服务器	354
16.4 Windows 中的 DHCP 配置	355
16.4.1 DHCP 基础知识	355
16.4.2 DHCP 的配置	358
第 17 章 Linux 服务器配置技术	362
17.1 Samba 配置	362
17.1.1 Samba 基础配置	362
17.1.2 Samba 用户管理	364
17.1.3 Samba 共享配置	365
17.1.4 Linux 访问 Windows	366
17.1.5 Windows 访问 Linux	366
17.2 DHCP 配置	367
17.2.1 启动与停止 DHCP	367
17.2.2 配置文件解析	367
17.2.3 dhcpd.leases 文件解析	370
17.3 DNS 配置	370
17.3.1 host.conf 文件解析	371
17.3.2 resolv.conf 文件解析	371
17.3.3 设置域名服务器	372
17.3.4 唯高速缓存服务器	373
17.3.5 主服务器和辅助服务器的 配置	374
17.3.6 DNS 数据库文件和资源 记录	376
17.4 vsftpd 服务	377
17.4.1 vsftpd 的启动与停止	377
17.4.2 vsftpd 的配置	377
17.4.3 vsftpd 服务配置	379
17.5 Apache 服务	380
17.5.1 httpd.conf 配置文件	380
17.5.2 srm.conf 配置文件	382
17.5.3 access.conf 配置文件	382
17.5.4 为用户开辟个人主页空间	383
17.5.5 用 Apache 实现虚拟主机 服务	384
17.6 代理服务器配置	385
17.7 邮件服务	387
17.7.1 启动、停止与重启 Sendmail 服务	387
17.7.2 Sendmail 配置文件	387
17.7.3 IMAP 的配置	389
17.7.4 配置实例	389
第 18 章 网络安全与虚拟专用网络 ...	392
18.1 硬件防火墙的配置	392
18.1.1 PIX 防火墙的认识	392
18.1.2 PIX 基本配置命令	393
18.1.3 PIX 防火墙举例	398
18.2 Windows 下的 VPN 配置	399
18.2.1 Windows Server 端配置	399
18.2.2 VPN 客户端配置	400
18.2.3 测试	402
18.3 Cisco 路由器下的 VPN 配置	403
18.3.1 IPSec 配置	403
18.3.2 L2TP 配置	405
18.4 Linux 下的 VPN 配置	407
18.4.1 安装 VPN 服务器	407
18.4.2 配置 VPN 服务器	408
18.4.3 配置主配置文件	408
18.4.4 配置账号文件	408
18.4.5 启动和停止 VPN 服务	409
18.4.6 VPN 客户端的配置	409

计算机硬件基础

通过分析历年的考试题，本章主要考查以下知识点。

(1) 机内代码及运算：包括数据的表示、进制的转换、原码、反码、补码、移码及逻辑运算等内容，其中原码、反码、补码是常出现的考点。

(2) 计算机结构：包括计算机结构分类、硬件组成、寻址方式、流水线的工作原理、计算流水线的指令执行所需的时间及破坏流水线的执行因素等。

(3) 存储器：包括存储器的存取方式、性能、种类、组成与地址编码，Cache 基本知识，磁盘及 SCSI、RAID 等知识点，其中 Cache 知识、磁盘的相关计算和各种性能指标的计算是常出现的考点。

(4) 输入/输出系统：包括输入/输出系统原理、I/O 通道技术及设备总线、系统总线等方面的知识。

1.1 机内代码及运算

人人都知道计算机只处理二进制数据，二进制是最简单的进制方式，只有 0 和 1 两个基数，也就是说，计算机底层硬件只要能保持两个状态即可，这就使得计算机的底层设计变得简单，出错的概率也大为减小。当然，二进制数据使得表示和保存数据的长度大大增加，但是大规模和超大规模的集成电路使得这成为次要的问题，人们能在越来越小的芯片空间里容纳越来越多的电路。

另一方面，计算机为了处理方便，其内部存储数据的格式和我们看见的是不同的。

1.1.1 数的进制

本节主要介绍进制的表示方法及进制的转换，为后续 IP 地址及子网划分打好基础。

1. 进制的表示法

R 进制，通常说法就是逢 R 进 1。可以用的数为 R 个，分别是 $0,1,2,\dots,R-1$ 。例如十进制数的基数为 10，即可以用到的数码个数为 10，它们是 $0,1,2,3,4,5,6,7,8,9$ 。二进制数的基数为 2，可用的数码个数为 2，它们是 0 和 1。

为了把不同的进制数分开表示，避免造成混淆，采用下标的方式来表示一个数的进制，如十进制数 56 表示为 $(56)_{10}$ ，八进制数 42 表示为 $(42)_8$ 。

对于任意一个 R 进制数，它的每一位数值等于该位的数码乘以该位的权数。权数由一个幂 R^k 表示，即幂的底数是 R ，指数为 k ， k 与该位和小数点之间的距离有关。当该位位于小数点左边时， k 值是该位和小数点之间数码的个数；而当该位位于小数点右边时， k 值是负值，其绝对值是该位和小数点之间数码的个数加 1。

例如十进制数 1234.56，其数值可计算如下：

$$1234.56 = 1 \times 10^3 + 2 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 4 \times 10^0 + 5 \times 10^{-1} + 6 \times 10^{-2}$$

例如二进制数 10100.01，其数值可计算如下：

$$10100.01 = 1 \times 2^4 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^{-2}$$

2. 进制的转换

1) R 进制数转换成十进制数

按照上面的表示法，即可计算出 R 进制数十进制的值。

2) 十进制数转换为 R 进制数

最常用的是“除以 R 取余法”。例如将十进制数 94 转换为二进制数。

2 94	余 0
2 47	1
2 23	1
2 11	1
2 5	1
2 2	0
1	1

将所得的余数从低位到高位排列 $(1011110)_2$ 即可得到 94 的二进制数。

3) 二进制数与八进制数、十六进制数之间的转换

将二进制数转换为八进制数，只要将每 3 个二进制数转换为八进制数即可；将二进制数转换为十六进制数，只要将每 4 个二进制数转换为八进制数即可。将八进制数转换为二进制数，只要将每个八进制数转换为 3 位二进制数即可；将十六进制数转换为二进制数，只要将每个十六进制数转换为 4 位二进制数即可。上面的转换都是以小数点作为计算数码个数的起点。八进制数和十六进制数转换可先转换为二进制数，然后再转换为目标进制。

1.1.2 原码、反码、补码、移码

一个正数的原码、补码、反码是相同的，负数则不同。先提一个问题：为什么在计算机中要使用这些编码方式呢？

1. 原码

原码是将最高位用作符号位（0 表示正数，1 表示负数），其余各位代表数值本身的绝对值的表示形式。这种方式是最容易理解的。

例如，+11 的原码是 00001011，-11 的原码是 10001011。

但是直接使用原码在计算时却会有麻烦，比如 $(1)_{10}+(-1)_{10}=0$ ，如果直接使用原码，则：

$$(00000001)_2+(1000001)_2=(10000010)_2$$

这样计算的结果是-2，也就是说，使用原码直接参与计算可能会出现错误的结果。所以，原码的符号位不能直接参与计算，必须和其他位分开，这样会增加硬件的开销和复杂性。

2. 反码

正数的反码与原码相同。负数的反码符号位为 1，其余各位为该数绝对值的原码按位取反。这个取反的过程使得这种编码称为“反码”。

例如，-11 的反码为 11110100。

同样对上面的加法使用反码的结果是：

$$(00000001)_2+(11111110)_2=(11111111)_2$$

这样的结果是负 0，而在人们普遍的观念中，0 是不分正负的。反码的符号位可以直接参与计算，而且减法也可以转换为加法计算。

3. 补码

正数的补码与原码相同。负数的补码是该数的反码加 1，这个加 1 就是“补”。

例如，-11 的补码为 $11110100+1=11110101$ 。

再次做加法是这样的：

$$(00000001)_2+(11111111)_2=(00000000)_2$$

直接使用补码进行计算的结果是正确的。注意到我们这里只是举例，并非证明。

对一个补码表示的数，要计算其原码，只要对它再次求补，即可得该数的原码。

由于补码能使符号位与有效值部分一起参与运算，从而简化运算规则，同时它也使减法运算转换为加法运算，进一步简化计算机中运算器的电路，这使得在大部分计算机系统中，数据都使用补码表示。

4. 移码

移码（又叫增码）是符号位取反的补码，一般用作浮点数的阶码，引入的目的是为了保证浮点数的机器零为全0。

例如， $X=+1011$ $[X]_{\text{移}}=11011$

$X=-1011$ $[X]_{\text{移}}=00101$

1.1.3 逻辑运算符

逻辑运算主要包括逻辑加法、逻辑乘法、逻辑否定和逻辑异或。

1. 逻辑加法

逻辑加法（“或”运算）通常用符号“+”或“ \vee ”来表示。逻辑加法的运算规则如下：

$$0+0=0, \quad 0\vee 0=0$$

$$0+1=1, \quad 0\vee 1=1$$

$$1+0=1, \quad 1\vee 0=1$$

$$1+1=1, \quad 1\vee 1=1$$

从上式可见，逻辑加法有“或”的意义。也就是说，在给定的逻辑变量中， A 或 B 只要有一个为1，其逻辑加的结果为1；二者都为1，则逻辑加为1。

2. 逻辑乘法

逻辑乘法（“与”运算）通常用符号“ \times ”或“ \wedge ”或“ \cdot ”来表示。逻辑乘法的运算规则如下：

$$0\times 0=0, \quad 0\wedge 0=0, \quad 0\cdot 0=0$$

$$0\times 1=0, \quad 0\wedge 1=0, \quad 0\cdot 1=0$$

$$1\times 0=0, \quad 1\wedge 0=0, \quad 1\cdot 0=0$$

$$1\times 1=1, \quad 1\wedge 1=1, \quad 1\cdot 1=1$$

不难看出，逻辑乘法有“与”的意义。它表示只当参与运算的逻辑变量都同时取值为1时，其逻辑乘积才等于1。

3. 逻辑否定

逻辑非运算又称逻辑否运算，其运算规则如下：

$\neg 0=1$ (非 0 等于 1)

$\neg 1=0$ (非 1 等于 0)

4. 异或运算

异或运算(半加运算)通常用符号“ \oplus ”表示,其运算规则如下:

$0 \oplus 0=0$ 0 同 0 异或,结果为 0

$0 \oplus 1=1$ 0 同 1 异或,结果为 1

$1 \oplus 0=1$ 1 同 0 异或,结果为 1

$1 \oplus 1=0$ 1 同 1 异或,结果为 0

即两个逻辑变量相异,输出才为 1。

1.2 计算机结构

计算机结构主要包括计算机体系结构与组成结构、CPU 特性、指令系统、流水线技术,以及并行技术等方面的知识。

1.2.1 计算机结构分类

计算机体系结构是计算机系统的概念性结构和功能特性。而常见的分类法包括 Flynn 和冯氏分类两种。

(1) Flynn 分类法:它是根据指令流、数据流和多倍性 3 方面进行分类的,如表 1-1 所示。

表 1-1 Flynn 分类法

体系结构类型	结 构	关键特性	代 表
单指令流单数据流 SISD	控制部分: 一个 处 理 器: 一个 主存模块: 一个		单处理器系统
单指令流多数据流 SIMD	控制部分: 一个 处 理 器: 多个 主存模块: 多个	各处理器以异步的形式执行同一条指令	并行处理机 阵列处理机 超级向量处理机
多指令流单数据流 MISD	控制部分: 多个 处 理 器: 多个 主存模块: 多个	被证明不可能,至少是不实际	目前没有,有文献称流水线计算机为此类
多指令流多数据流 MIMD	控制部分: 多个 处 理 器: 多个 主存模块: 多个	能够实现作业、任务、指令等各级全面并行	多处理机系统 多计算机

(2) 冯氏分类法：以计算机系统在规定时间内所能够处理的最大二进制位数分类。它将系统分为字串位串（字宽=1，位宽=1）、字并位串（字宽>1，位宽=1）、字串位并（字宽=1，位宽>1）、字并位并（字宽>1，位宽>1）4种。

1.2.2 计算机的硬件组成

迄今为止，计算机硬件系统还是依照冯·诺依曼所设计的体系结构，即由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大部件组成，如图 1-1 所示。

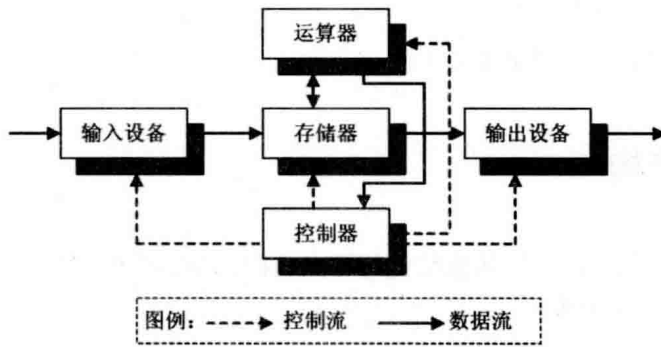


图 1-1 计算机硬件组成结构示意图

其中，运算器和控制器组成中央处理器（CPU）。运算器负责完成算术、逻辑运算功能，通常由 ALU（算术/逻辑单元）、寄存器、多路转换器、数据总线组成；控制器则负责依次访问程序指令，进行指令译码，并协调其他设备，通常由程序计数器（PC）、指令寄存器、指令译码器、状态/条件寄存器、时序发生器、微操作信号发生器组成。

程序计数器（PC）存放 CPU 下一条要执行的指令地址，在顺序执行中当其内容送到地址总线时会自动加 1，指向下一条将要运行的指令地址。

指令寄存器（IR）用来保存当前正在执行的一条指令，而指令一般包括操作码和地址码两部分。指令寄存器存储的是指令码，位数取决于编码时规定的指令长度。

计算机执行一条指定的指令时，必须首先分析这条指令的操作码是什么，以决定操作的性质和方法，然后才能控制计算机其他各部件协同完成指令表达的功能。这个分析工作由指令译码器来完成。

状态/条件寄存器（Program Status Word, PSW）保存由算术指令和逻辑指令运行或测试的结果建立的各种条件码内容，如运算结果进位标志、运算结果溢出标志、运算结果为零标志、运算结果为负标志、中断标志、方向标志和单步标识等。

总线是一种内部结构，它是 CPU、内存、输入/输出设备传递信息的公用通道，主机的各个部件通过总线相连接，外部设备通过相应的接口电路与总线相连接，从而形成了计算机硬件系统。

系统总线包含 3 种不同功能的总线，即数据总线（Data Bus，DB）、地址总线（Address Bus，AB）和控制总线（Control Bus，CB）。

- 数据总线（DB）用于传送数据信息。
- 地址总线（AB）是专门用来传送地址的。
- 控制总线（CB）用来传送控制信号和时序信号。

1.2.3 寻址方式

在计算机中需要编址的设备主要有运算器中的通用寄存器、主存储器和输入/输出设备 3 种。寻找操作数及数据存储单元的方法称为寻址方式，它主要涉及前两者。常见的寻址方式有如下几种。

1. 立即寻址

立即寻址方式通常直接在指令的地址码部分给出操作数。立即寻址方式通常仅仅用来指定一些精度要求不高的整型常数。

2. 寄存器寻址

指令在执行过程中所需要的操作数来源于寄存器，运算结果也写回到寄存器中，这种寻址方式在所有的 RISC 计算机及大部分的 CISC 计算机中得到广泛应用。它有寄存器直接寻址与间接寻址之分。

3. 主存寻址

主存寻址是所有计算机中普遍采用的一类寻址方式，其寻址种类也最为复杂。主存寻址方式主要包括直接寻址方式、间接寻址方式和变址寻址方式 3 种类型。

(1) 直接寻址方式：在指令中直接给出参与运算的操作数或运算结果所存放的主存地址，即在指令中直接给出有效地址。

(2) 间接寻址方式：在指令中给出操作数地址的地址，必须经过两次或两次以上的访问主存储器操作才能得到操作数。间接寻址可以只进行一次，也可以连续进行多次。

(3) 变址寻址方式：采用变址寻址方式时，需要设置一个或多个变址寄存器。变址寄存器的长度由主存储器的寻址空间决定，例如，主存储器的寻址空间为 4GB，则变址寄存器的长度需要 32 位。也可以把某一个或几个通用寄存器兼作变址寄存器来使用。变址寄存器的主要作用是存放数组的基地址。

图 1-2 中直观地说明了这几种寻址方式的寻址过程。