

新大纲

网络 工程师考试 考点分析 与真题详解

(计算机与网络知识篇)



张友生 施游 窦亚玲
中国系统分析员顾问团
飞思教育产品研发中心

主编
组编
监制

飞思
考试中心



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试用书

飞思考试中心

网络工程师考试考点分析与真题详解

(计算机与网络知识篇)

张友生 施 游 窦亚玲 主编

中国系统分析员顾问团 组编

飞思教育产品研发中心 监制

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书由中国系统分析员顾问团组织编写,作为全国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程。在参考和分析历年考试试题的基础上,着重对新版的考试大纲规定的内容有重点地进行了细化和深化。全书分为“计算机与网络知识篇”和“网络系统设计与管理篇”,内容涵盖了最新的网络工程师考试大纲(2004年修订版)的所有知识点,书中详尽分析和解答了2001—2004年的网络工程师(网络设计师)试题。

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,掌握考试重点和难点,熟悉考试方法、试题形式、试题的深度和广度,以及内容的分布、解答问题的方法和技巧等。

本书适合于广大准备报考网络工程师的应试人员,也可作为程序员、软件设计师、网络管理员、数据库系统工程师,以及计算机专业教师的教学和工作参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

网络工程师考试考点分析与真题详解. 计算机与网络知识篇 / 张友生, 施游, 窦亚玲主编. —北京: 电子工业出版社, 2005.2

(飞思考试中心)

ISBN 7-121-00766-5

I.网... II.①张...②施...③窦... III.计算机网络—工程技术人员—资格考核—自学参考资料
IV.TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 141753 号

责任编辑: 赵红梅

印 刷: 北京智力达印刷有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 38.5 字数: 985.6 千字

印 次: 2005 年 2 月第 1 次印刷

印 数: 8 000 册 定价: 54.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系电话: 010-68279077。质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

出版说明

知己知彼 百战百胜

自 2000 年初至今, 飞思教育产品研发中心先后与微软、金山、新动力集团、Adobe、Autodesk、红旗 Linux、拓林思 (TurboLinux)、网虎 Linux、北航海尔等知名软件开发商的授权培训管理中心共同携手, 成功推出了以标准培训、权威认证为代表的“培训专家”系列教材。除了“培训专家”, 认证考试用书和行业培训教材等也是培训教材不可分割的一部分。在认证考试用书方面, “飞思考试中心”系列丛书已经推出了《研究生入学考试要点、真题解析与模拟试卷》和《全国计算机等级考试考试要点、题解与模拟试卷》等考试用书, 其中计算机等级考试丛书上市一年就突破了 20 万册的发行量。

中国计算机技术与软件专业技术资格 (水平) 考试 (通常简称为“软考”) 是国家级的 IT 专业人员从业资格考试。2003 年年底, 人事部和信息产业部联合发布了国人部发[2003]39 号文件, 以软考为基础, 对 IT 领域职称评定进行全面改革, 使得已有逾十年历史的软考有了更诱人的内涵: 以考代评全面实现, 考试通过即可获得相应职称。通过软考, 在校大学生就可成为工程师或者高级工程师。

但是, 软考是一个难度很大的考试, 十多年来, 考生平均通过率仅为 10% 左右。主要原因是考试范围十分广泛, 牵涉到计算机专业的每门课程, 还要加上数学、外语、系统工程、信息化和知识产权等知识, 且注重考查新技术和新方法的应用。考试不但注重广度, 而且还有一定的深度。为了更好地服务于考生, 引导考生在较短时间内掌握解题要领, 并顺利通过考试, 我们将多年的考试辅导与培训经验进行浓缩, 特别编写了这套“全国计算机技术与软件专业技术资格 (水平) 考试用书”。

◆ 丛书特色

- ◇ 全面反映新大纲: 丛书在参考和分析历年考试试题的基础上, 着重对新版 (2004 年新版) 的考试大纲规定的内容有重点地进行细化和深化。阅读本丛书, 就相当于阅读了一本详细的考试大纲的精解。
- ◇ 试题最新最全: 丛书详细分析了 1991 年至 2004 年上半年的全国计算机技术与软件专业技术资格 (水平) 考试试题, 题量大、内容新, 从而便于读者摸清考试新趋向, 紧跟考试动态, 熟悉考试方法、试题形式, 了解试题的深度和广度, 以及内容的分布。
- ◇ 名师精心锤炼: 丛书由名师主笔, 亲授解题技巧。内容全面翔实, 文字表达简洁明了, 层次清晰, 结构严谨, 特别突出了解题方法, 强调知识的综合与提高, 导向准确。
- ◇ 题型分析透彻: 丛书重点定位在考试知识点的介绍和解题方法与技巧上, 不仅授人以“鱼”, 更授人以“渔”, 对例题进行了细致深入的分析、完整的解答和点评扩展, 能让读者达到触类旁通、举一反三之功效。

◆ 读者对象

丛书作为计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试的辅导教程，特别适合于希望在较短时间内通过考试的广大应试考生，也可作为软件设计师、数据库工程师、网络工程师、系统分析师及高等院校师生的工作和教学参考用书。

◆ 关于作者

丛书由飞思教育产品研发中心组织编写，中国系统分析员顾问团负责本书的具体编写工作，作者们不但具有扎实的理论知识，而且具有丰富的实践经验，参与了制定计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试大纲的工作，对考试进行了长期的跟踪和研究，其中大多数作者已经参加了多年的软考阅卷工作。

◆ 鸣谢

在此，首先对丛书所选用的参考文献的著作者，以及丛书所引用试题的出题老师表示真诚的感谢，同时也感谢其他朋友对这套书的大力支持。

由于时间仓促，学识有限，书中不妥之处，敬请广大读者指正。

我们的联系方式如下：

电 话：(010) 68134545 68131648

电子邮件：support@fecit.com.cn

飞思在线：<http://www.fecit.com.cn> <http://www.fecit.net>

通用网址：计算机图书、飞思、飞思教育、飞思科技、FECIT

飞思教育产品研发中心

前 言

计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试是一个难度很大的考试，十多年来，考生平均通过率为 10% 左右。主要原因是考试范围十分广泛，牵涉到计算机专业的每门课程，还要加上数学、外语、系统工程、信息化和知识产权等知识，且注重考查新技术和新方法的应用。考试不但注重广度，而且还有一定的深度。特别是高级资格考试，不但要求考生具有扎实的理论知识，还要具有丰富的实践经验。

《网络工程师考试考点分析与真题详解》是全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试用书，分为“计算机与网络知识篇”和“网络系统设计与管理篇”两册，内容涵盖了最新的网络工程师考试大纲（2004 年修订版）的所有规定知识点，书中详尽分析和解答了 2001—2004 年的网络工程师（网络设计师）试题。

《网络工程师考试考点分析与真题详解》在参考和分析历年考试试题的基础上，着重对新版的考试大纲规定的内容有重点地细化和深化。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，熟悉考试方法、试题形式、试题的深度和广度，以及内容的分布、解决问题的方法和技巧等。

本书不仅对准备参加计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试的读者有很大的作用，而且对从事软件设计工作的 IT 从业人员、计算机教学工作的老师，以及参加其他类似考试的读者也有很大的帮助。

本书由中国系统分析员顾问团组编，由张友生、施游和窦亚玲主编。第 1 章由简亮编写，第 2 章由窦亚玲和于宝东编写，第 3 章由陈江鸿编写，第 4 章由彭世强编写，第 5 章由朱勤编写，第 6 章和第 7 章由殷建民编写，第 8 章由戎橄编写，第 9 章由施游编写，第 10 章由万火编写，第 11 章由窦亚玲编写，第 12 章由王乐鹏编写，第 13 章由郑建兵编写，第 14 章由沈键钢编写，第 15 章由张友生编写，第 16 章由刘兴编写，第 17 章由郑睿编写。同时，罗永红、何玉云、谢顺和李雄等也参加了本书的审稿工作。

在本书中编者引用了部分考试原题，使本书能够尽量方便读者的阅读，因此在本书出版之际，要特别感谢全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试办公室的命题专家们。同时，本书在编写的过程中参考了许多相关的资料和书籍，在此恕不一一列举（详见参考文献列表），编者在此对这些参考文献的作者表示真诚的感谢。

由于编者水平有限，且本书涉及的知识点较多，书中难免有不妥和错误之处，编者诚恳地期望各位专家和读者不吝指教和帮助，对此，我们将深为感激。

有关本书的意见反馈和咨询，读者可在中国系统分析员网站（<http://www.csai.cn>）“技术论坛”中的“CSAI 主编辅导教程”版块与作者进行交流。

编写委员会

目 录

第 1 章 计算机组成与结构..... 1	第 2 章 存储器系统..... 37
1.1 计算机组成..... 1	2.1 主存储器.....37
1.1.1 运算器.....1	2.1.1 主要知识点.....37
1.1.2 控制器.....1	2.1.2 本节例题分析.....38
1.1.3 存储器系统.....3	2.2 辅助存储器.....40
1.1.4 时序产生器和控制方式.....3	2.2.1 磁带存储器.....40
1.1.5 指令流、数据流和 计算机的分类.....4	2.2.2 磁盘存储器.....40
1.1.6 处理器性能.....5	2.2.3 RAID 存储器.....41
1.2 指令系统.....7	2.2.4 光盘存储器.....42
1.2.1 寻址方式.....7	2.2.5 存储网络.....43
1.2.2 指令类型.....8	2.2.6 本节例题分析.....44
1.2.3 CISC 和 RISC.....8	2.3 Cache 存储器.....47
1.2.4 RISC 结构特点.....9	2.3.1 Cache 的实现.....48
1.3 并行处理和并行处理机..... 11	2.3.2 Cache 的性能.....52
1.3.1 并行性概念..... 11	2.3.3 本节例题分析.....52
1.3.2 并行性的等级..... 11	第 3 章 嵌入式系统基础知识..... 55
1.3.3 提高计算机并行性的 措施..... 12	3.1 嵌入式系统简介.....55
1.3.4 并行处理机..... 13	3.2 嵌入式系统的硬件组成.....56
1.3.5 双机系统..... 14	3.2.1 嵌入式系统的处理器.....56
1.4 多处理机系统..... 15	3.2.2 嵌入式系统的存储器.....58
1.4.1 访问存储器方式..... 15	3.2.3 嵌入式系统的外围元件...59
1.4.2 互联方式..... 17	3.3 嵌入式操作系统.....60
1.4.3 同步..... 18	3.3.1 嵌入式操作系统简介.....61
1.4.4 多处理机的特点..... 19	3.3.2 嵌入式操作系统的功能 和组成.....63
1.5 输入/输出及其控制.....20	3.3.3 常见的嵌入式操作系统...66
1.5.1 主要输入/输出设备.....20	3.4 嵌入式网络与通信.....72
1.5.2 输入/输出控制器.....21	3.5 嵌入式应用系统的设计开发.....77
1.5.3 外设的识别.....21	3.6 嵌入式数据库技术.....84
1.5.4 外设的访问.....22	3.6.1 嵌入式移动数据库的 特点和数据准确性.....84
1.5.5 常见输入/输出接口.....26	3.6.2 几种嵌入式移动数据库...85
1.5.6 联机、脱机和假脱机.....28	3.7 嵌入式系统应用和发展.....86
1.6 流水线技术.....28	第 4 章 操作系统知识..... 89
1.6.1 流水线.....28	4.1 操作系统基本概念.....89
1.6.2 影响流水线效率的因素...30	4.1.1 操作系统定义、特征、 功能及分类.....89
1.7 例题分析.....31	

4.1.2	多道程序设计	93	5.4	例题分析	145
4.1.3	内核和中断控制	93	第 6 章	系统开发基础知识	149
4.1.4	进程和线程	94	6.1	需求分析和设计方案	149
4.2	处理机管理	95	6.1.1	软件工程基本知识	149
4.2.1	进程的控制	95	6.1.2	结构化方法学概述	151
4.2.2	进程互斥与同步	96	6.1.3	结构化分析	152
4.2.3	进程调度与算法	98	6.1.4	结构化设计	155
4.2.4	死锁	99	6.1.5	面向对象方法学概述	162
4.3	存储管理	99	6.1.6	面向对象的分析	164
4.3.1	存储管理的基本概念	99	6.1.7	面向对象的设计	166
4.3.2	单一连续区管理	100	6.1.8	例题分析	167
4.3.3	分区存储管理	100	6.2	开发环境	173
4.3.4	虚拟存储器	101	6.2.1	软件工具	173
4.3.5	页式和请求页式 存储管理	102	6.2.2	集成开发环境	174
4.3.6	段式存储管理和段页式 存储管理	102	6.2.3	例题分析	175
4.3.7	页面置换算法	103	6.3	软件测试与软件评审	176
4.4	设备管理	103	6.3.1	软件测试基础	176
4.4.1	设备管理的概念	103	6.3.2	软件评审	178
4.4.2	数据传输控制方式	104	6.3.3	测试设计和管理	179
4.4.3	缓冲技术	105	6.3.4	例题分析	185
4.4.4	设备分配	105	6.4	项目管理	188
4.4.5	虚设备与 SPOOLING 技术	106	6.4.1	制定项目计划	189
4.4.6	即插即用技术	106	6.4.2	质量管理与质量评估	190
4.5	文件管理	107	6.4.3	过程管理	193
4.5.1	文件管理的基本概念	107	6.4.4	配置管理	196
4.5.2	文件的结构和存取 方式	107	6.4.5	人员计划和管理	197
4.5.3	文件共享和安全	108	6.4.6	文档管理	198
4.5.4	文件的备份与恢复	109	6.4.7	开发组织和作用	200
4.6	作业管理	109	6.4.8	成本组织	200
4.6.1	作业的状态及转换	109	6.4.9	风险管理	202
4.6.2	用户接口	110	6.4.10	例题分析	203
4.6.3	作业调度算法	111	6.5	系统可审计性	204
4.7	例题分析	111	6.5.1	审计方法	204
第 5 章	系统配置方法	127	6.5.2	审计跟踪	205
5.1	系统配置技术	127	6.5.3	在系统中纳入 可审计性	205
5.2	系统性能	137	6.5.4	例题分析	206
5.3	系统 RAS 技术	142	第 7 章	系统运行和维护知识	207
			7.1	系统运行	207
			7.1.1	系统运行环境管理	207
			7.1.2	系统成本管理	207

7.1.3	系统运行	207	第 9 章	编码和传输	255
7.1.4	用户管理	209	9.1	调制和编码	255
7.1.5	设备和设施管理	209	9.2	传输技术	259
7.1.6	系统故障管理	211	9.2.1	通信方式	260
7.1.7	安全管理	212	9.2.2	差错控制	261
7.1.8	性能管理	212	9.2.3	同步控制	264
7.1.9	系统运行工具	212	9.2.4	多路复用	265
7.1.10	系统转换	213	9.2.5	压缩和解压缩算法	268
7.1.11	系统运行服务标准	213	9.3	传输控制	273
7.1.12	例题分析	214	9.3.1	逻辑链路层	274
7.2	系统维护	214	9.3.2	HDL C	278
7.2.1	维护的类型	214	9.4	例题分析	283
7.2.2	维护的实施	215	第 10 章	网络分类	291
7.2.3	硬件维护、软件维护、 维护合同	215	10.1	网络分类	291
7.2.4	例题分析	216	10.1.1	按地域范围分类	292
第 8 章	网络体系结构	219	10.1.2	按服务分类	293
8.1	网络拓扑结构	219	10.2	LAN	294
8.2	OSI/RM	222	10.2.1	访问控制系统	294
8.3	应用层协议	224	10.2.2	高速 LAN 技术	297
8.3.1	FTP	225	10.2.3	无线 LAN	298
8.3.2	Telnet	227	10.2.4	VLAN	302
8.3.3	SNMP	228	10.3	MAN 解决方案	305
8.3.4	DHCP	229	10.4	WAN 与远程传输服务	307
8.3.5	电子邮件协议 SMTP、 POP3、IMAP	231	10.4.1	ISDN	307
8.3.6	HTTP	233	10.4.2	VPN	308
8.4	传输层协议	234	10.4.3	帧中继	311
8.4.1	TCP	234	10.4.4	ATM	316
8.4.2	UDP	238	10.4.5	卫星通信服务	322
8.5	网络层协议	239	10.4.6	移动通信服务	323
8.5.1	IP 地址	239	10.5	IP 路由	328
8.5.2	子网掩码	240	10.5.1	路由算法	328
8.5.3	IP 首部	241	10.5.2	网络协议	329
8.6	数据链路层协议	242	10.6	QoS	332
8.6.1	ARP 与 RARP	243	10.6.1	QoS 技术	333
8.6.2	SLIP	244	10.6.2	QoS 管理和测量	334
8.6.3	PPP	245	10.7	CGI	335
8.7	物理地址	246	10.7.1	CGI 的工作原理	335
8.8	例题分析	246	10.7.2	CGI 与其他 WWW 技术的关系	336
			10.8	VoIP	337

10.8.1 VoIP 的基本传输 过程.....	337	13.1.2 网络操作系统的功能...418	
10.8.2 VoIP 协议.....	339	13.1.3 网络设备驱动程序.....418	
10.9 例题分析.....	340	13.1.4 网络通信的系统功能 调用.....	419
第 11 章 接入网与接入技术	357	13.1.5 远程过程调用.....	422
11.1 接入网的概念.....	357	13.1.6 交易处理中间件.....	423
11.2 xDSL 接入.....	357	13.1.7 分布式文件系统.....	423
11.3 HFC 接入.....	359	13.1.8 网络设备共享.....	425
11.4 高速以太网接入.....	361	13.2 网络管理.....	425
11.5 宽带无线接入.....	361	13.2.1 网络管理的功能域.....	425
11.5.1 主要的宽带无线接入 技术.....	362	13.2.2 网络管理协议.....	426
11.5.2 WiMax.....	363	13.2.3 网络管理工具.....	428
11.5.3 CDMA2000.....	364	13.2.4 网络管理平台.....	431
11.5.4 WCDMA.....	367	13.2.5 分布式网络管理.....	432
11.6 X.25 接入.....	370	13.3 网络应用与服务.....	433
11.7 DDN 接入.....	372	13.3.1 WWW 万维网.....	433
11.8 光纤接入技术.....	374	13.3.2 DNS 域名服务.....	435
11.9 例题分析.....	377	13.3.3 代理服务器.....	436
第 12 章 网络通信设备	383	13.3.4 搜索引擎.....	438
12.1 传输介质和通信电缆.....	383	13.3.5 视频点播.....	441
12.1.1 有线介质.....	383	13.3.6 网络会议.....	443
12.1.2 无线介质.....	388	13.3.7 远程教育.....	443
12.1.3 配线架.....	389	13.3.8 CSCW 和群.....	444
12.2 各类通信设备.....	389	13.4 例题分析.....	445
12.2.1 多路设备.....	389	第 14 章 网络安全	453
12.2.2 交换设备.....	391	14.1 保密性和完整性.....	453
12.2.3 转接设备.....	394	14.1.1 私钥和公钥加密标准...453	
12.2.4 线路连接设备.....	395	14.1.2 认证.....	455
12.3 网络连接设备.....	397	14.1.3 完整性.....	458
12.3.1 网卡.....	397	14.1.4 访问控制.....	459
12.3.2 网桥.....	398	14.2 非法入侵和病毒的防护.....	461
12.3.3 路由器.....	402	14.2.1 防火墙.....	461
12.3.4 中继器.....	405	14.2.2 入侵检测.....	463
12.3.5 集线器.....	405	14.2.3 安全协议.....	464
12.3.6 交换机.....	406	14.2.4 硬件安全性.....	470
12.4 例题分析.....	409	14.2.5 计算机病毒保护.....	471
第 13 章 网络软件系统	415	14.3 可用性.....	473
13.1 网络操作系统.....	415	14.3.1 文件的备份.....	473
13.1.1 网络操作系统的分类 和特点.....	415	14.3.2 在线恢复.....	474
		14.3.3 灾难恢复.....	475
		14.4 安全保护.....	475

14.4.1	个人信息控制	475	16.2.1	政府信息化的概念、 作用及意义	518
14.4.2	匿名	476	16.2.2	我国政府信息化的 历程和策略	519
14.4.3	不可跟踪性	477	16.2.3	电子政务的概念、内容 和技术形式	522
14.5	LAN 安全	478	16.2.4	电子政务的应用领域	525
14.5.1	网络设备可靠性	478	16.2.5	电子政务建设的过程 模式和技术模式	525
14.5.2	应付自然灾害	478	16.3	企业信息化与电子商务	528
14.5.3	环境安全性	479	16.3.1	企业信息化的概念、 目的、规划、方法	529
14.5.4	UPS	480	16.3.2	企业资源规划的结构 和功能	532
14.6	风险管理	481	16.3.3	客户关系管理在 企业的应用	535
14.6.1	风险分析和评估	482	16.3.4	企业门户	538
14.6.2	应付风险对策	483	16.3.5	企业应用集成	540
14.6.3	内部控制	484	16.3.6	供应链管理的思想	542
14.7	例题分析	486	16.3.7	商业智能	544
第 15 章	标准化知识	491	16.3.8	电子商务的类型、 标准	547
15.1	标准化概述	491	16.4	信息资源管理	549
15.1.1	标准化的基本概念	491	16.5	信息化的有关政策、法规 和标准	551
15.1.2	标准化的发展	493	16.6	例题分析	553
15.2	标准的层次	495	第 17 章	计算机专业英语	555
15.3	编码标准	496	17.1	综述	555
15.4	信息安全标准	498	17.2	试卷分析	556
15.4.1	国际信息安全等级 标准	498	17.3	例题详解	556
15.4.2	BS7799 标准	499	17.4	阅读素材	578
15.4.3	国际信息技术安全 标准	500	17.5	计算机专业英语词汇及 缩略语精选	582
15.4.4	中国的信息安全 标准	502	17.5.1	常见计算机词汇	582
15.5	开放系统	503	17.5.2	常见计算机缩略语	588
15.6	数据交换标准	504	附录 A	网络工程师考试大纲 (2004 年新版)	595
15.7	标准化机构	506		一、考试说明	595
15.8	例题分析	509		二、考试范围	595
第 16 章	信息化基础知识	513		主要参考文献	599
16.1	信息与信息化	513			
16.1.1	信息的定义及其 特性	513			
16.1.2	信息化	514			
16.1.3	信息化对组织的意义	515			
16.1.4	组织对信息化的需求	517			
16.2	政府信息化与电子政务	518			

第 1 章 计算机组成与结构

根据考试大纲，本章要求考生掌握以下知识点。

- (1) CPU 和存储器的组成、性能和基本工作原理；
- (2) 常用 I/O 设备、通信设备的性能，以及基本工作原理；
- (3) I/O 接口的功能、类型和特点；
- (4) CISC/RISC，流水线操作，多处理机，并行处理。

1.1 计算机组成

中央处理器是计算机的控制、运算中心，它主要通过总线和其他设备进行联系，另外，在嵌入式系统设计中，外部设备也常常直接接到中央处理器的外部 I/O 脚的中断脚上。

中央处理器的类型和品种异常丰富，各种中央处理器的性能也差别很大，有不同的内部结构、不同的指令系统，但由于都基于冯·诺依曼结构，基本组成部分相似。

1.1.1 运算器

运算器的主要功能是在控制器的控制下完成各种算术运算、逻辑运算和其他操作。一个计算过程需要用到加法器/累加器、数据寄存器或其他寄存器，以及状态寄存器等。

加法是运算器的基本功能，在大多数的中央处理器中，其他计算是经过变换后进行的。一个位加法的逻辑图如图 1-1 所示。

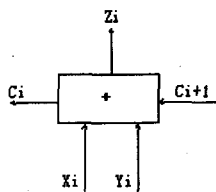


图 1-1 位加法逻辑图

其中， X_i 、 Y_i 是加数和被加数， C_{i+1} 是低位进位， C_i 是进位， Z_i 是和。

为完成多位数据加法，可以通过增加电路和部件，使简单的加法器变为串行、并行加法器或超前进位加法器等。运算器的位数，即运算器一次能对多少位的数据做加法，是衡量中央处理器的一个重要指标。

1.1.2 控制器

控制器是中央处理器的核心，它控制和协调整个计算机的动作，其组成如图 1-2 所示。控制通常需要程序计数器（PC）、指令寄存器（IR）、指令译码器（ID）、定时与控制电路，以及脉冲源、中断（在图中未表示）等共同完成。

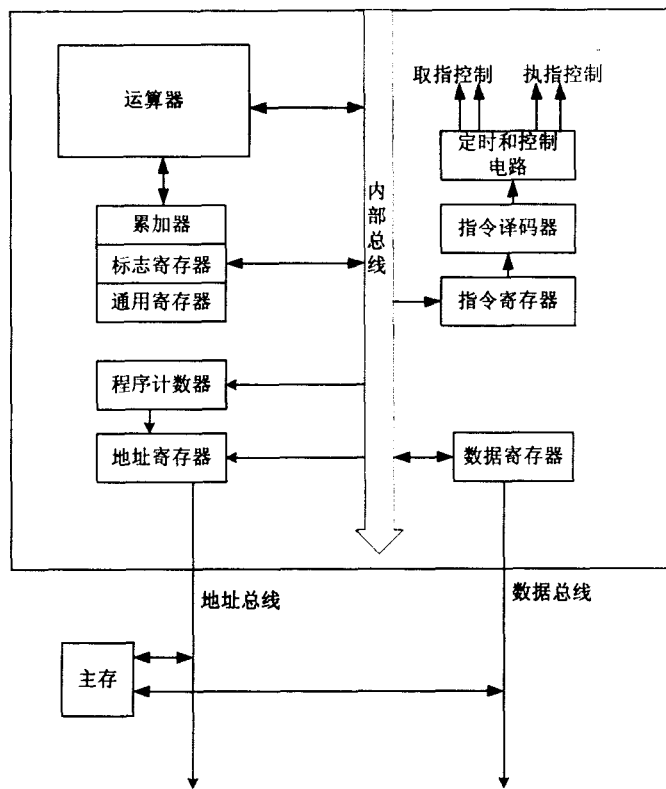


图 1-2 控制器的组成

有关控制器的各组件的简介如下。

(1) 指令寄存器 (Instruction Register)

显然，中央处理器即将执行的操作码记录在这里。

(2) 指令译码器 (Instruction Decoder)

将操作码解码，告诉中央处理器该做什么。

(3) 定时与控制电路 (Programmable Logic Array)

用来产生各种微操作控制信号。

(4) 程序计数器 (Program Counter)

程序计数器中存放的是下一条指令的地址。由于在多数情况下程序是按顺序执行的，所以程序计数器设计成能自动加 1。当出现转移指令、中断等情况时，就必须重填程序计数器。

程序计数器可能是下一条指令的绝对地址，也可能是相对地址，即地址偏移量。

(5) 标志寄存器 (Flags Register)

这个寄存器通常记录运算器的重要状态或特征，典型的有是否溢出、结果为 0、被 0 除等。标志寄存器的典型应用是作为跳转指令的判断条件。

(6) 堆栈和堆栈指针 (Stack Pointer)

堆栈可以是一组寄存器或在存储器内的特定区域。由于寄存器数量总是有限，所以大多数系统采用了使用存储器的软件堆栈。指向堆栈顶部的指针称为堆栈指针。

(7) 寄存器组

上面提及的程序计数器和标志寄存器等为专用寄存器，它们有特定的功能和用途。

通用寄存器的功能由程序指令决定，最常见的应用是放置计算的中间结果，减少对存

储器的访问次数。通常寄存器的宽度是和运算器的位数相一致的。

1.1.3 存储器系统

这里的存储器是指中央处理器通过总线访问或直接能访问的存储器，通常称为内存。硬盘等需通过 I/O 接口访问的存储器常称为外存或辅存。

存储器的作用显然是存储数据，如指令、指令带的数据（这正是冯·诺依曼结构的特点之一）和中央处理器处理后的结果，包括中间结果。

中央处理器对存储器的访问必须通过控制地址、数据总线进行。存储器的数组组织是线性的，所存储的数据都有整齐的“编号”，即访问地址。存储器一般每个存储单元中有 8 位数据，其容量是其存储单元的总和。

存储器的性能指标如下。

（1）存取时间：指的是从中央处理器发出指令到操作完成的时间。

（2）传输率：或称为数据传输带宽，指单位时间内写入或读取的数据的多少。显然，存取时间越短，则传输率越高。

（3）存储密度：在单位面积中的存储容量，人们在不断改进这个值。

有关存储器系统的详细内容请阅读本书第 2 章。

1.1.4 时序产生器和控制方式

为了使得计算机各部件同步工作，计算机中都有一个脉冲源，通常是晶振。这个脉冲源产生主振脉冲，主振脉冲的时间间隔为主振周期，即时钟周期。中央处理器执行指令的时间（包括取址）为指令周期，由于指令可能有不同的复杂度，所以，每种指令的指令周期可能不同。CPU 周期也称机器周期，一般是指从内存中读一个指令的最短时间。CPU 周期又由若干个时钟周期组成。指令周期与时钟周期的关系如图 1-3 所示。

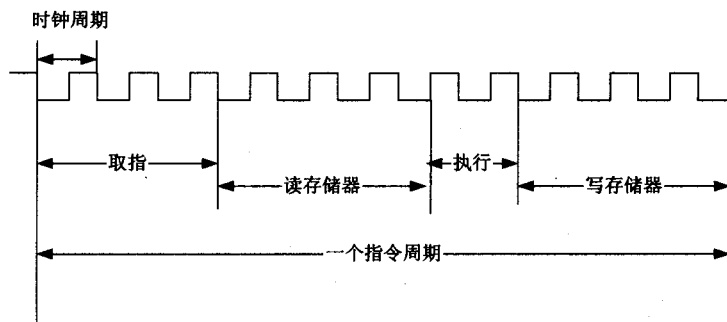


图 1-3 指令周期与时钟周期

通常把 CPU 执行指令的各个微操作遵循的时间顺序叫做时序。时序图是形象地表示信号线上信息变化的时间序列的图形。

组合逻辑控制和微程序控制是两种基本的控制方式。

1. 组合逻辑控制

使用专门的逻辑电路的控制方式。它的实现有硬件接线控制和可编程逻辑阵列两种。硬件连线法最直接，可以用较少的元件实现最快的速度，但是如果需要更改，只有重新设计。

可编程逻辑阵列采用低成本大规模集成电路的方式。组合逻辑控制灵活性很差，在复杂指令系统计算机中难以处理不断增加的复杂指令，但是它使用电子原件少，在精简指令计算机中发挥了很大作用。

2. 微程序控制

为提高控制的灵活性，许多中央处理器采用微程序控制的控制方法。下面介绍几个基本概念。

微程序：微程序对应一条机器指令，若干个微指令序列形成一段微程序。而微指令又可细分为若干微操作，控制内存是存放微程序的地方。

微操作：是最基本的操作，可分为相容性微操作和不相容性微操作，这两种微操作的区别在于该微操作是否能在一个 CPU 周期内并行执行。

3. 微指令格式

微指令格式如图 1-4 所示。

操作控制字段	顺序控制字段
--------	--------

图 1-4 微指令的格式

在前半部分存放对各种控制门进行激活或关闭的控制信息，后半部分是后续微指令的地址。

操作控制字段的格式有两种。

(1) 水平型微指令：操作控制字段的每一位控制不同的控制门，可以在一个微指令中定义，执行多个并行的微操作的优点是效率高、灵活、执行时间短。

(2) 垂直型微指令：和水平型相比，其格式要短，一条微指令中包括的微操作少，只有 1~2 个，由于其指令字短，所以比较容易掌握。

在实践中也常常使用混合型微指令，即是水平型微指令和垂直型微指令的混合。

1.1.5 指令流、数据流和计算机的分类

首先介绍指令流和数据流的定义。

(1) 指令流：机器执行的指令序列。

(2) 数据流：由指令流调用的数据序列，包括输入数据和中间结果。

1. 计算机根据多倍性分类

按照计算机在一个执行阶段能执行的指令或能处理数据的最大可能个数，人们把计算机分成四种，如表 1-1 所示。

(1) SISD（单指令流单数据流）：这是最简单的方式，计算机每次处理一条指令，并只对一个操作部件分配数据。一般认为流水线技术的计算机仍然属于 SISD。

表 1-1 多倍性分类

指令流 / 数据流	单 (single)	多 (multiple)
单 (single)	SISD	MISD
多 (multiple)	SIMD	MIMD

(2) SIMD (单指令流多数据流): 具备 SIMD 特点的常常是并行处理机, 这种处理机具备多个处理单元, 每次都执行同样的指令, 对不同的数据单元进行处理。这种计算机非常适合处理矩阵计算等。

(3) MISD (多指令流单数据流): 这种处理方式比较难以想像, 有多个处理单元, 同时执行不同的指令, 针对的是单一数据。但有资料认为流水线处理机是由不同操作部件对每个数据进行处理。

(4) MIMD (多指令流多数据流): 这是一种全面的并行处理, 典型的是多处理机。这种计算机的设计和控制都很复杂。

2. 计算机按照程序流程机制分类

(1) 控制流计算机

这是通常见到的计算机, 使用程序计数器 (PC) 来确定下一条指令的地址。指令程序流由程序员直接控制, 其主存是共享的, 存储区可以被多指令修改, 后面将会提到, 这容易产生数据相关性, 对并行性不利。

(2) 数据流计算机

在冯·诺依曼体系中, 计算机是由指令流驱动的, 而数据流则是处于被动地位的, 这看起来合理, 但在某些时候也不尽然。相对比的是数据流驱动, 即一旦数据准备好, 则立即开始执行相关的指令。非冯·诺依曼体系仍然在探索中, 但对冯·诺依曼体系的改良有了相当的成果, 即流水线技术和并行计算机。

在数据流计算机中, 数据不在共享的存储器中, 而是在指令间传送, 成为令牌。当需要使用该数据的指令收到令牌, 开始执行之后, 该令牌即消失, 执行的指令将执行的结果数据当做新的令牌发送, 这种方式不再需要程序计数器和共享的存储器, 但是需要检测数据可用性的专门部件, 建立、识别、处理数据令牌标记需要时间和空间开销。

在其他一些方面, 数据流计算机还有一些困难需要克服, 例如, 在数据流计算机中由于没有程序计数器, 使得程序的调试和诊断变得困难, 没有共享的存储器, 也就无法控制其分配, 无法支持数组、递归等操作。

(3) 归约机 (Reductions Machine)

又称为需求驱动, 是由对一个操作结果的需求而起动的。归约机采用一种“惰性计算”的方式, 操作只有在另一条指令需要这个操作的结果时才执行。比如在计算 $5 + (6 \times 2 - 10)$ 时, 归约机并非先去计算 6×2 , 而是先计算整个算式, 碰到 $(6 \times 2 - 10)$ 再启动一个过程去计算它, 最后碰到需要计算 6×2 , 计算后一层层退回, 得到整个算术的值。由于需求驱动可减少那些不必要的求值操作, 可以提高系统效率。

归约机是一种面向函数式语言或以函数式语言为机器语言的机器, 要有函数定义存储器和表达式存储以及操作和数据合并存储, 需要大容量物理存储器并采用大虚存容量的虚拟存储器, 来满足对动态存储分配和所需存储空间大的需求。

1.1.6 处理器性能

计算机系统是一个极其复杂的系统, 不同的指令系统, 不同的体系实现方式, 不同数量的硬件, 不同的部件组合都对计算机的性能造成这样或那样的影响, 而且不同的应用对处理器的性能有不同的要求。这使得对处理器性能的评价需要综合考虑各个方面, 才能全面地衡量处理器的性能。

1. 影响处理器性能的因素

（1）基本字长

运算器进行计算的位数称为基本字长，这在运算器中已经提到过。字长越长，处理器能够计算的精度就越高，当然，处理器的复杂度就越高。基本字长增加不但要增加运算器的复杂度，而且需要同时增加寄存器和总线的宽度。

（2）数据通路宽度

数据通路宽度指的是数据总线一次所能并行传送的位数，它体现了信息的传送能力，从而影响计算机的有效处理速度。在处理器内部，数据通路的宽度一般是基本字长，而外部总线的数据通路宽度则不一定。显然，如果外部数据通路宽度小于基本字长，那么运算器需要的数据则要多次通过总线从主存传递到处理器内部。

（3）指令系统

不同的指令系统对处理器的性能也有非常大的影响，我们已经讨论过精简指令系统和复杂指令系统之间的不同，另外，一些处理器对一些专门的应用增加了专门的指令，使得这些处理器在处理这些专门的任务时能够“得心应手”。

（4）时钟频率

通常来说，提高处理器的时钟频率能够提高系统的性能，因为在同样的时间内，提高时钟频率，使得时钟周期减少，则指令的执行时间减少。

（5）流水线技术

处理器使用流水线技术能够使得不同指令的不同执行部分能够使用不同的处理单元同时执行，比如将一个指令的取指、移码、取操作数、执行、写结果分别由不同的处理单元处理，这样能够有效地提高处理器性能。还有处理器把这些不同的处理单元在硬件上重复，形成多条流水线，以期更加提高性能。无疑流水线增加了处理器的复杂度，不但处理单元要分开，而且需要增加流水线的管理部分电路。

（6）内部数据/指令缓存

使用存储器内部的数据或指令缓存，能够减少处理器访问较慢的内存，从而提高处理器的性能，缓存当然越大越好。在缓存指令失败时，就需要从主存提取数据，这个判断需要增加控制电路。如果缓存太小或管理不当，有可能对性能造成负面影响。

2. 对处理器性能的评价

评价处理器性能可以直接给出处理器每条指令的执行时间，或者是指令系统中的指令执行时间的某种加权评价，也可以计算处理器每秒能执行多少个加法指令。1MIPS 指的是处理器每秒能完成 1×10^6 条指令。

这样的简单评价方法随着计算机应用的不断发展显得过于简单，局限性也日益暴露，但很快出现了改进的方法。

（1）等效指令速度法

等效指令把指令分成若干种不同的类型，分别统计出各种类型指令在整个程序中的比例和执行时间来计算等效指令速度。

采用固定比率的方法来计算处理器的执行时间，不能灵活地适应不同的程序应用存在的指令频率不同的问题，不能反映出不同处理器之间数据长度和指令功能强弱对处理器性能的影响，同时也不能反映出处理器内部数据缓存、流水线等对性能的影响。