



全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试参考用书

网络管理员考试同步辅导

—— 考点串讲、真题详解与强化训练

全国计算机专业技术资格考试办公室推荐

邓丽萍 陈科燕 李佐勇 主编

清华大学出版社

全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试参考用书

网络管理员考试同步辅导

—— 考点串讲、真题详解与强化训练

全国计算机专业技术资格考试办公室推荐
邓丽萍 陈科燕 李佐勇 主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是按照最新颁布的全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试大纲和指定教材编写的考试用书。全书分为 12 章,包括:计算机网络基础知识、互联网应用技术、局域网技术与综合布线、网络操作系统、Windows Server 2003 应用服务器的配置、Web 网站建设、网络安全、网络管理、计算机硬件基础知识、计算机软件基础知识、计算机专业英语和考前模拟卷等内容。每章分为备考指南、考点精讲、真题透解和强化训练四大部分,帮助读者明确考核要求,把握命题规律与特点,掌握考试要点和解题方法。

本书紧扣考试大纲,具有应试导向准确、考试要点突出、真题分析详尽、针对性强等特点,非常适合参加程序员考试的考生使用,也可作为高等院校或培训班的教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

网络管理员考试同步辅导——考点精讲、真题详解与强化训练/邓丽萍,陈科燕,李佐勇主编. —北京:清华大学出版社, 2011.4

(全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试参考用书)

ISBN 978-7-302-25205-4

I. ①网… II. ①邓… ②陈… ③李… III. ①计算机网络—系统管理—工程技术人员—资格考试—自学参考资料 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 049127 号

责任编辑:魏莹 杨作梅

装帧设计:山鹰工作室

责任校对:李玉萍

责任印制:何芊

出版发行:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社总机:010-62770175

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

邮 购:010-62786544



印刷者:清华大学印刷厂

装订者:三河市兴旺装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:30 字 数:722 千字

版 次:2011 年 4 月第 1 版 印 次:2011 年 4 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:54.00 元

产品编号:041029-01

前 言

全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试是我国国家人力资源和社会保障部、工业和信息化部领导下的国家考试,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。它自实施起至今已有 20 多年,其权威性和严肃性得到社会及用人单位的广泛认同,并为推动我国信息产业特别是软件产业的发展以及提高各类 IT 人才的素质培养做出了积极的贡献。

为了更好地服务于考生,引导考生尽快掌握计算机的先进技术,并顺利通过程序员考试,我们将多年的培训辅导和真题阅卷经验进行浓缩,结合最新考试大纲与计算机新技术的发展,并在深入剖析历年真题的基础上,组织编写了本书。

本书具有如下特色。

(1) 全面揭示命题特点。通过分析研究最近几年的考题,统计出各章所占的分值和考点的分布情况,引导考生把握命题规律。

(2) 突出严谨性与实用性。按照 2009 年最新考试大纲和《网络管理员教程(第 3 版)》编写,结构与官方教程同步,内容严谨,应试导向准确。

(3) 考点浓缩,重点突出。精心筛选考点,突出重点与难点,针对性强。同时对于考试中出现的而指定教材没有阐述的知识点进行了必要的补充。

(4) 例题典型,分析透彻。所选例题出自最新真题,内容权威,例题分析细致深入,解答准确完整,以帮助考生增强解题能力,突出实用性。

(5) 习题丰富,附有答案。各章均提供了一定数量的习题供考生自测,并配有参考答案与解析,有利于考生巩固所学知识、提高解题能力。

(6) 全真试题实战演练。提供两套考前模拟试卷供考生进行考前实战演练。试题题型、考点分布、题目难度与真题相当,便于考生熟悉考试方法和试题形式,并全面了解试题的深度和广度。

本书特别适合参加计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试的考生使用,也可作为相应培训班的教材,以及大、中专院校师生的教学参考书。

本书由邓丽萍、陈科燕、李佐勇主编。此外,参与本书组织、编写和资料收集的还有何光明、陈海燕、王珊珊、云邈、葛武滇、严云洋、乔正洪、徐卫军、王宏华、张居晓、史国川、陈智、吴涛涛、王程凌等,在此一并表示感谢。同时在编写本书的过程中,还参考了许多相关的书籍和资料,在此也对这些参考文献的作者表示感谢。

由于作者水平有限,书中难免存在错漏和不妥之处,敬请读者批评指正。联系邮箱: iteditor@126.com。

编 者

目 录

| | | | |
|------------------------------|----|--|-----|
| 第 1 章 计算机网络基础知识 | 1 | 第 3 章 局域网技术与综合布线 | 69 |
| 1.1 备考指南 | 1 | 3.1 备考指南 | 69 |
| 1.1.1 考纲要求 | 1 | 3.1.1 考纲要求 | 69 |
| 1.1.2 考点统计 | 2 | 3.1.2 考点统计 | 70 |
| 1.1.3 命题特点 | 2 | 3.1.3 命题特点 | 70 |
| 1.2 考点串讲 | 2 | 3.2 考点串讲 | 71 |
| 1.2.1 计算机系统基础知识 | 2 | 3.2.1 局域网基础 | 71 |
| 1.2.2 计算机网络的概念 | 10 | 3.2.2 以太网 | 75 |
| 1.2.3 计算机网络硬件 | 11 | 3.2.3 交换机的基本配置 | 79 |
| 1.2.4 计算机网络协议 | 16 | 3.2.4 路由器的基本配置 | 83 |
| 1.3 真题详解 | 25 | 3.2.5 综合布线 | 86 |
| 1.3.1 综合知识试题 | 25 | 3.2.6 局域网的规划与设计 | 87 |
| 1.3.2 案例分析试题 | 38 | 3.2.7 网络互连 | 89 |
| 1.4 强化训练 | 40 | 3.3 真题详解 | 92 |
| 1.4.1 综合知识试题 | 40 | 3.3.1 综合知识试题 | 92 |
| 1.4.2 案例分析试题 | 44 | 3.3.2 案例分析试题 | 101 |
| 1.4.3 综合知识试题参考答案 | 45 | 3.4 强化训练 | 107 |
| 1.4.4 案例分析试题参考答案 | 50 | 3.4.1 综合知识试题 | 107 |
| 第 2 章 互联网应用技术 | 51 | 3.4.2 案例分析试题 | 108 |
| 2.1 备考指南 | 51 | 3.4.3 综合知识试题参考答案 | 111 |
| 2.1.1 考纲要求 | 51 | 3.4.4 案例分析试题参考答案 | 112 |
| 2.1.2 考点统计 | 51 | 第 4 章 网络操作系统 | 117 |
| 2.1.3 命题特点 | 52 | 4.1 备考指南 | 117 |
| 2.2 考点串讲 | 52 | 4.1.1 考纲要求 | 117 |
| 2.2.1 WWW 基本应用 | 52 | 4.1.2 考点统计 | 117 |
| 2.2.2 电子邮件 | 55 | 4.1.3 命题特点 | 118 |
| 2.2.3 文件传输协议 | 57 | 4.2 考点串讲 | 118 |
| 2.2.4 其他因特网应用 | 59 | 4.2.1 Windows Server 2003 的 安装与配置 | 118 |
| 2.3 真题详解 | 61 | 4.2.2 Red Flag Server 4.0 | 123 |
| 2.4 强化训练 | 66 | 4.3 真题详解 | 130 |
| 2.4.1 综合知识试题 | 66 | 4.3.1 综合知识试题 | 130 |
| 2.4.2 综合知识试题参考答案 | 67 | | |

| | | | |
|----------------------------------|------------|-------------------------------|------------|
| 4.3.2 案例分析试题..... | 133 | 6.2.5 XML 简介..... | 221 |
| 4.4 强化训练..... | 137 | 6.3 真题详解..... | 222 |
| 4.4.1 综合知识试题..... | 137 | 6.3.1 综合知识试题..... | 222 |
| 4.4.2 案例分析试题..... | 138 | 6.3.2 案例分析试题..... | 227 |
| 4.4.3 综合知识试题参考答案..... | 140 | 6.4 强化训练..... | 239 |
| 4.4.4 案例分析试题参考答案..... | 141 | 6.4.1 综合知识试题..... | 239 |
| 第 5 章 Windows Server 2003 | | 6.4.2 案例分析试题..... | 240 |
| 应用服务器的配置..... | 145 | 6.4.3 综合知识试题参考答案..... | 245 |
| 5.1 备考指南..... | 145 | 6.4.4 案例分析试题参考答案..... | 246 |
| 5.1.1 考纲要求..... | 145 | 第 7 章 网络安全..... | 249 |
| 5.1.2 考点统计..... | 146 | 7.1 备考指南..... | 249 |
| 5.1.3 命题特点..... | 146 | 7.1.1 考纲要求..... | 249 |
| 5.2 考点串讲..... | 146 | 7.1.2 考点统计..... | 250 |
| 5.2.1 IIS 服务器的配置..... | 146 | 7.1.3 命题特点..... | 250 |
| 5.2.2 DNS 服务器的配置..... | 153 | 7.2 考点串讲..... | 251 |
| 5.2.3 DHCP 服务器的配置..... | 159 | 7.2.1 网络安全基础..... | 251 |
| 5.2.4 电子邮件服务器的配置..... | 166 | 7.2.2 防火墙及其配置策略..... | 253 |
| 5.2.5 活动目录和域管理..... | 169 | 7.2.3 入侵检测和处理策略..... | 259 |
| 5.2.6 代理服务器..... | 174 | 7.2.4 漏洞扫描与处理策略..... | 262 |
| 5.3 真题详解..... | 177 | 7.2.5 网络防病毒系统与 病毒防护策略..... | 262 |
| 5.3.1 综合知识试题..... | 177 | 7.2.6 其他网络安全措施..... | 264 |
| 5.3.2 案例分析试题..... | 179 | 7.2.7 加密与认证技术..... | 265 |
| 5.4 强化训练..... | 186 | 7.2.8 安全协议..... | 268 |
| 5.4.1 综合知识试题..... | 186 | 7.3 真题详解..... | 269 |
| 5.4.2 案例分析试题..... | 187 | 7.3.1 综合知识试题..... | 269 |
| 5.4.3 综合知识试题参考答案..... | 194 | 7.3.2 案例分析试题..... | 276 |
| 5.4.4 案例分析试题参考答案..... | 195 | 7.4 强化训练..... | 285 |
| 第 6 章 Web 网站建设..... | 199 | 7.4.1 综合知识试题..... | 285 |
| 6.1 备考指南..... | 199 | 7.4.2 案例分析试题..... | 288 |
| 6.1.1 考纲要求..... | 199 | 7.4.3 综合知识试题参考答案..... | 291 |
| 6.1.2 考点统计..... | 199 | 7.4.4 案例分析试题参考答案..... | 293 |
| 6.1.3 命题特点..... | 200 | 第 8 章 网络管理..... | 295 |
| 6.2 考点串讲..... | 200 | 8.1 备考指南..... | 295 |
| 6.2.1 使用 HTML 制作网页..... | 200 | 8.1.1 考纲要求..... | 295 |
| 6.2.2 网页制作工具..... | 208 | 8.1.2 考点统计..... | 295 |
| 6.2.3 脚本语言..... | 210 | 8.1.3 命题特点..... | 296 |
| 6.2.4 动态网页的制作..... | 212 | | |



| | | | | | |
|---------------|-----------------------|------------|---------------|--------------------------|------------|
| 8.2 | 考点串讲..... | 296 | 10.2 | 考点串讲..... | 362 |
| 8.2.1 | 网络管理简介..... | 296 | 10.2.1 | 操作系统基础知识..... | 362 |
| 8.2.2 | 网络管理协议..... | 299 | 10.2.2 | 操作系统及常用软件操作..... | 368 |
| 8.2.3 | 网络管理工具..... | 301 | 10.2.3 | 程序设计语言基础..... | 371 |
| 8.2.4 | 基于 Windows 的网络管理..... | 305 | 10.2.4 | 软件工程基础..... | 373 |
| 8.2.5 | 网络故障诊断..... | 306 | 10.2.5 | 数据结构基础..... | 374 |
| 8.3 | 真题详解..... | 309 | 10.2.6 | 数据库基础知识..... | 376 |
| 8.3.1 | 综合知识试题..... | 309 | 10.2.7 | 多媒体基础知识..... | 377 |
| 8.3.2 | 案例分析试题..... | 315 | 10.2.8 | 标准化与信息化..... | 378 |
| 8.4 | 强化训练..... | 329 | 10.3 | 真题详解..... | 382 |
| 8.4.1 | 综合知识试题..... | 329 | 10.4 | 强化训练..... | 391 |
| 8.4.2 | 案例分析试题..... | 331 | 第 11 章 | 计算机专业英语..... | 399 |
| 8.4.3 | 综合知识试题参考答案..... | 332 | 11.1 | 备考指南..... | 399 |
| 8.4.4 | 案例分析试题参考答案..... | 334 | 11.1.1 | 考纲要求..... | 399 |
| 第 9 章 | 计算机硬件基础知识..... | 335 | 11.1.2 | 考点统计..... | 399 |
| 9.1 | 备考指南..... | 335 | 11.2 | 考点串讲..... | 400 |
| 9.1.1 | 考纲要求..... | 335 | 11.2.1 | 计算机网络技术基本词汇..... | 400 |
| 9.1.2 | 考点统计..... | 335 | 11.2.2 | 专业英语试题分析..... | 404 |
| 9.1.3 | 命题特点..... | 336 | 11.3 | 真题详解..... | 405 |
| 9.2 | 考点串讲..... | 336 | 11.4 | 强化训练..... | 408 |
| 9.2.1 | 计算机科学基础知识..... | 336 | 11.4.1 | 综合知识试题..... | 408 |
| 9.2.2 | 计算机硬件基础知识..... | 342 | 11.4.2 | 综合知识试题参考答案..... | 409 |
| 9.3 | 真题详解..... | 349 | 第 12 章 | 考前模拟卷..... | 411 |
| | 综合知识试题..... | 349 | 12.1 | 考前模拟卷..... | 411 |
| 9.4 | 强化训练..... | 356 | 12.1.1 | 考前模拟卷 1..... | 411 |
| 9.4.1 | 综合知识试题..... | 356 | 12.1.2 | 考前模拟卷 2..... | 426 |
| 9.4.2 | 综合知识试题参考答案..... | 358 | 12.2 | 参考答案与解析..... | 440 |
| 第 10 章 | 计算机软件基础知识..... | 361 | 12.2.1 | 考前模拟卷 1 参考答案与 解析..... | 440 |
| 10.1 | 备考指南..... | 361 | 12.2.2 | 考前模拟卷 2 参考答案与 解析..... | 454 |
| 10.1.1 | 考纲要求..... | 361 | | | |
| 10.1.2 | 考点统计..... | 362 | | | |
| 10.1.3 | 命题特点..... | 362 | | | |



第 1 章

计算机网络基础知识

1.1 备考指南

1.1.1 考纲要求

根据考试大纲中相应的考核要求，在“计算机网络基础知识”模块上，要求考生掌握以下方面的内容。

1. 数据通信基础知识

- 数据信号、信道的基本概念。
- 数据通信模型的构成。
- 数据传输基础。
- 数据编码的分类和基本原理。
- 多路复用技术的基本原理和应用。
- 数据交换技术的基本原理和性能特点。

2. 计算机网络基础知识

- 计算机网络的概念、分类和构成。
- 协议的概念，开放系统互连参考模型的结构及各层的功能。
- TCP/IP 协议的概念及 IP 数据包的格式、IP 地址、子网掩码和域名。
- 双绞线、同轴电缆、光纤和无线传输媒介的性能特点，中继器、网桥、路由器、网关、集线器、交换机等网络设备的主要功能与特点。
- 广域网接入技术，包括 PSTN、X.25、DDN、帧中继、ATM、xDSL、HFC、Cable Modem。

3. IP 地址和子网掩码的规划配置

1.1.2 考点统计

“计算机网络基础知识”模块在历次网络管理员考试试卷中出现的考核知识点及分值分布情况如表 1.1 所示。

表 1.1 历年考点统计表

| 年份 | 题号 | 知识点 | 分值 |
|---------------|---------------------------|---|------|
| 2010 年 下半年 | 上午: 19~22、 24~25、27~31 | 曼彻斯特编码、无线微波、CDMA 技术、帧中继、IPv4 数据包格式、TCP/IP 协议簇、私网地址、广播地址、路由汇聚、IPv6 地址 | 11 分 |
| | 下午: 无 | 无 | 0 分 |
| 2010 年 上半年 | 上午: 19~33、 65 | 不归零码、双绞线、T1 载波、路由器的概念、应用层协议、IP 地址、路由汇聚、IPv6 地址、域名、ADSL 接入技术 | 16 分 |
| | 下午: 无 | 无 | 0 分 |
| 2009 年 下半年 | 上午: 19~35、 66~67 | 网络互连设备、OSI 参考模型的各层功能、TCP/IP 模型中各层主要协议的关系、A 类地址、子网掩码、子网划分、路由汇聚、IPv6 的地址类型、IPv6 地址的缩写 | 19 分 |
| | 下午: 无 | 无 | 0 分 |
| 2009 年 上半年 | 上午: 19~33、 39、69 | 同轴电缆、集线器、数据传输速率、空分多址技术、光纤分类、接入网技术、超网、IP 地址、子网掩码、信元交换、应用层协议 | 16 分 |
| | 下午: 无 | 无 | 0 分 |

1.1.3 命题特点

纵观历年试卷，本章知识点一般是以选择题的形式出现在试卷中。本章知识点在历次考试的上午试卷中，所考查的题量大约为 16 道选择题，所占分值为 16 分（约占试卷总分值 75 分中的 21%）；在下午试卷中，最近几次考试没有出现，在 2008 年考过 IP 地址的规划。本章试题偏重于理论，以“识记、理解”为主，考试难度不高。

1.2 考点串讲

1.2.1 计算机系统基础知识

一、数据通信基本概念

1. 数据信号

数据可分为模拟数据与数字数据两种。在通信系统中，表示模拟数据的信号称作模拟

信号，表示数字数据的信号称作数字信号，二者可以相互转化。模拟信号在时间和幅度取值上都是连续的，其电平随时间连续变化。例如，语音是典型的模拟信号。数字信号在时间上是离散的，在幅值上是经过量化的，它一般是由二进制代码 0、1 组成的数字序列。例如，计算机中传送的是典型的数字信号。

传统的电话通信信道是传输音频的模拟信道，无法直接传输计算机中的数字信号。为了利用现有的模拟线路传输数字信号，必须将数字信号转化为模拟信号，我们将这一过程称作调制(Modulation)。在另一端，接收到的模拟信号要还原成数字信号，这个过程称作解调(Demodulation)。通常由于数据的传输是双向的，因此，每端都需要调制和解调，这种设备被称作调制解调器(Modem)。

2. 信道

信息传输的必经之路称为“信道”，信道可以分为物理信道和逻辑信道。

- 物理信道是指用于发送信号或数据的物理通路，由传输介质及有关设备组成。
- 逻辑信道是指在物理信道的基础上，由节点内部或节点之间建立的连接来实现的通路。

3. 数据通信模型

数据通信模型由 3 部分组成，即数据终端设备(Data Terminal Equipment, DTE)、计算机系统和数据电路。

- 数据终端设备通过数据电路与计算机系统相连。
- 数据电路由传输信道和数据通信设备(Data Communication Equipment, DCE)组成。
- 通信模型主要由信息源(信源)、信息传输媒体(信道)和信宿组成。在数据通信系统中信源与信宿均由数据终端设备和通信控制器组成，数据终端设备与计算机系统相连，如图 1.1 所示。

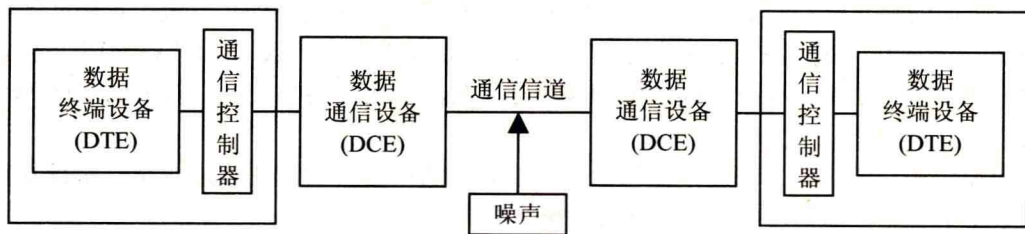


图 1.1 数据通信模型

4. 数据通信方式

根据数据电路的传输能力，数据通信可以有单工、半双工和全双工 3 种通信方式。

- 单工通信：数据只能沿一个固定方向传输，即传输是单向的。
- 半双工通信：允许数据在两个方向上进行传输，但两个方向的传输不能同时进行，即在某一时刻信息只能在一个方向上传输。
- 全双工通信：允许数据在两个方向上同时进行传输，它要求发送设备和接收设备

都有独立接收和发送的能力。全双工是计算机通信常用的方式,可大大提高数据的传输效率。

二、数据传输

1. 数据传输的方式

按照不同的标准划分,数据的传输方式可以分为并行与串行、异步与同步等。

1) 并行传输与串行传输

并行传输指的是数据以并行方式在多条并行信道上同时进行传输。常用的就是将构成一个字符代码的几位二进制码,分别在几个并行信道上进行传输。并行传输必须有并行信道,这往往带来了设备上或实施条件上的限制,因此,实际应用受限。

串行传输指的是数据流以串行方式,在一条信道上传输,易于实现,是目前主要采用的一种传输方式。但是串行传输存在一个收、发双方如何保持码组或字符同步的问题。对于码组或字符的同步问题,目前有两种不同的解决办法,即异步传输方式和同步传输方式。

2) 异步传输与同步传输

异步传输一般以字符为单位,不论所采用的字符代码长度为多少位,在发送每个字符代码时,字符代码前面均加上一个“起”信号(其长度规定为1个码元,极性为0);字符代码后面均加上一个“止”信号(其长度为1个或2个码元,极性皆为1)。加上起、止信号的作用就是为了能区分串行传输的字符,也就是实现串行传输收、发双方码组或字符的同步。当不发送数据时,发送端连续地发送停止码1,接收端一旦发现从1到0的跳变,便知有新的字符开始发送。一个字符发送结束后,发送端即发送停止码元,接收端一旦收到停止位,就将定时机构复位,准备接收下一个字符代码。

采用异步方式,每个字符都带有开始和停止的同步信息,开销大、效率低、速度慢、控制简单,如果有错,只需重发一个字符,该方式常用于低速传输。

同步传输是以同步的时钟节拍来发送数据信号的,因此在一个串行的数据流中,各信号码元之间的相对位置都是固定的(即同步的)。接收端为了从收到的数据流中正确地分出一个一个信号码元,必须首先建立准确的时钟信号。数据的发送一般以组(或称帧)为单位,一组数据包含多个字符。收发之间的帧同步是通过传输特定的传输控制字符或同步序列来完成的。

同步传输开销小、效率高,多用于字符信息块的高速传送。缺点是线路控制较复杂,如果数据中有一位出错,就必须重新传输整个数据。

2. 数据传输的形式

按照传输技术的不同,数据传输形式可以分为基带传输、频带传输和宽带传输三种形式。

- 在数字传输中,直接传送基带信号时称为基带传输。基带是指电信号所固有的基本频带。数字信号的基本频带是从零至若干兆赫,主要由传输速率决定。
- 将基带信号转换为频率表示的模拟信号来传输,成为频带传输。
- 将信道分成多个子信道,分别传送音频、视频和数字信号,称为宽带传输。

3. 数据传输特性

1) 信道带宽

信道带宽 $W=f_2-f_1$ ，其中 f_1 是信道能通过的最低频率， f_2 是信道能通过的最高频率，二者都是由信道的物理特性决定的。为了使信号传输中的失真小些，信道要有足够的带宽。

2) 数据传输速率

数据传输速率是指每秒钟能传输的二进制数据位数，单位为比特/秒(记作 b/s、bit/s 或 bps)。数据传输速率又称比特率。

3) 码元和码元速率

码元是承载信息的基本信号单位，码元速率是指每秒钟发送的码元数，单位为波特(Baud)。码元速率又称波特率。如果脉冲的周期为 T ，则波特率为

$$B=1/T(\text{Baud}) \quad (1.1)$$

根据尼奎斯特(Nyquist)定理。若信道带宽为 W ，则最大码元速率为

$$B=2W(\text{Baud}) \quad (1.2)$$

4) 数据传输速率和码元速率的关系

如果某数字传输系统的码元状态数为 M ，则该系统的数据传输速率 C 和码元速率 B 的关系为

$$C=B \times \log_2 M \quad (1.3)$$

码元携带的信息量由码元所取的离散值个数决定。一个码元携带的信息量 n (比特)与码元的状态数 M 有如下关系:

$$n=\log_2 M \quad (1.4)$$

5) 误码率

误码率是衡量数据通信系统在正常工作情况下传输可靠性的指标，它的定义为：传输出错的码元数占传输总码元数的比例。误码率越低，通信的可靠性越高。假设传输总码元数为 N ，传输出错的码元为 N_e ，则误码率为

$$P_e=N_e/N \quad (1.5)$$

三、数据编码

通信信道有两种类型：模拟信道和数字信道。计算机数据在不同的信道中传输，要采用不同的编码方式。

1. 数字数据的模拟信号编码

将计算机中的数字数据变换成网络中的模拟信号，必须要进行调制，即进行频谱变换。模拟信号传输的基础是载波，载波具有三大要素：幅度、频率和相位。数字数据可以针对载波的不同要素或它们的组合进行调制。

在调制过程中，选用的载波信号可以表示为

$$u(t) = A(t)\sin(\omega t + \phi)$$

其中，振幅 A 、角频率 ω 、相位 ϕ 是载波信号的 3 个可变参量。当通过改变这三个参量实现对数字信号的调制时，相对应的调制方式分别为移幅键控(ASK)、移频键控(FSK)和移相键控(PSK)，如图 1.2 所示。

- ASK: 用载波的两个不同振幅表示 0 和 1。
- FSK: 用载波的两个不同频率表示 0 和 1。
- PSK: 用载波的起始相位的变化表示 0 和 1, 又可分为相对 PSK 和绝对 PSK。

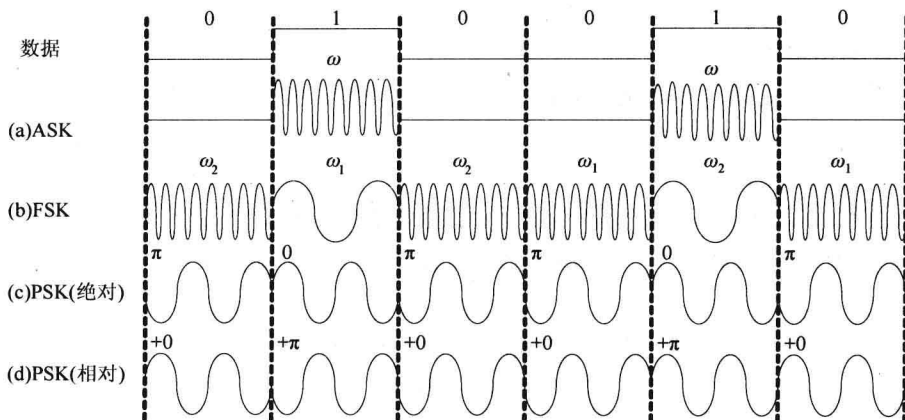


图 1.2 基本调制方式

2. 数字数据编码

对于数字信号来说,最常用的方法是用不同的电压电平来表示两个二进制数字,即数字信号由矩形脉冲组成。在基带传输中,数字信号的编码方式有不归零编码、曼彻斯特编码和差分曼彻斯特编码,如图 1.3 所示。

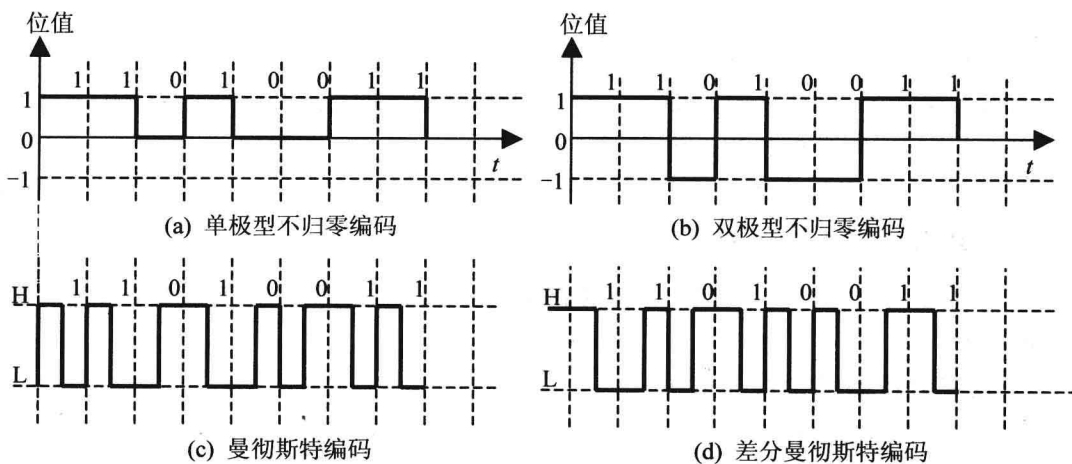


图 1.3 常用编码方案

1) 不归零编码

不归零编码(Non-Return-Zero, NRZ),用低电平表示二进制 0,用高电平表示二进制 1。不归零编码有单极型不归零编码和双极型不归零编码两种。

- 单极型不归零编码,无电压表示 0,恒定正电压表示 1,每个码元时间的中间点是采样时间,如图 1.3(a)所示。

- 双极型不归零编码, 1码和0码都有电压, 1为正电压, 0为负电压, 正负电压的幅度相等, 如图1.3(b)所示。

2) 曼彻斯特编码

曼彻斯特编码(Manchester Encoding), 用电平的跳变表示二进制, 电平从高到低的跳变表示二进制1, 从低到高的跳变表示二进制0, 如图1.3(c)所示。

3) 差分曼彻斯特编码

差分曼彻斯特编码(Differential Manchester Encoding), 每比特的开始无跳变表示二进制1, 有跳变表示二进制0, 如图1.3(d)所示。

两种曼彻斯特编码的最大优点是将时钟和数据包含在信号数据流中, 在传输代码信息的同时, 也将时钟同步信号一起送给对方, 所以这种编码也称为自同步码。它的缺点也很明显, 那就是编码效率低。例如, 要传送10 Mbps的数据, 需要20 MHz的脉冲。曼彻斯特编码常用在以太网中, 而差分曼彻斯特编码常用在令牌环网中。

3. 模拟数据的数字信号编码

将模拟数据编码为数字信号的最常见方法是脉冲编码调制, 简称脉码调制(Pulse Code Modulation, PCM)。脉码调制是以采样定理为基础的。可以从数学上说明采样定理: 若对连续变化的模拟信号进行周期性采样, 只要采样频率等于或大于有效信号最高频率的两倍, 则采样信息包含原信号的全部信息。再利用低通滤波器可以从这些采样中重新构造出原始信号。

采样定理表达式为

$$F_s \geq 2F_{\max} \text{ 或 } F_s \geq 2B_s \quad (1.6)$$

式中: F_s (即 $1/T_s$)为采样频率; F_{\max} 为原始信号的最高频率; $B_s(=F_{\max}-F_{\min})$ 为原始信号的带宽。

PCM编码过程包括采样、量化和编码3个步骤。

1) 采样

每隔一定的时间对连续模拟信号进行采样, 得到的信号就成为一组“离散”的脉冲信号序列。

2) 量化

量化是一个分级过程, 把采样所得到的PAM脉冲按量级比较, 并且“取整”。

3) 编码

表示采样序列量化后的量化幅度, 它用一定位数的二进制码表示。如果有 N 个量化级, 那么, 就应当有 $\log_2 N$ 位二进制数码。

四、多路复用技术

多路复用技术是把许多单个信号在一个信道上同时传输的技术。其主要目的是为了有效地利用带宽。多路复用通常分为频分多路复用、时分多路复用、波分多路复用、码分多址复用和空分多址复用等技术。

1. 频分多路复用

频分多路复用(Frequency Division Multiplexing, FDM)是将可用的传输频率范围分为多

个较细的频带，每个细分的频带作为一个独立的信道分别分配给用户形成数据传输子通路。频分多路复用适用于模拟信号的频分传输，主要用于电话和有线电视(CATV)系统，在数据通信系统中应和调制解调技术结合使用。ADSL采用的就是频分多路复用技术。

2. 时分多路复用

时分多路复用(Time Division Multiplexing, TDM)是以信道传输时间为分割对象，通过为多个信道分配互不重叠的时间片的方法来实现多路复用。时分多路复用将用于传输的时间划分为若干个时间片，每个用户分得一个时间片。时分多路复用又分为同步时分复用(STDM)和异步时分复用(ATDM)。时分多路复用主要应用于 T1/E1 数字载波和 SONET/SDH。

① T1 载波：在北美和日本广泛使用。具有 24 路语音信号，每路 8 bit，周期为 125 μ s，每个周期有 1bit 同步位。

- 一个周期： $8 \text{ bit/路} \times 24 \text{ 路} + 1 \text{ bit} = 193 \text{ bit}$ 。
- 传输速率： $193 \text{ bit} \div 125 \mu\text{s} = 1.544 \text{ Mbps}$ 。

② E1 载波：在北美和日本以外的国家中使用(欧洲标准)。一个时分复用帧(其长度 $T=125\mu\text{s}$)共划分为 32 个相等的时隙，时隙的编号为 CH0~CH31，其中时隙 CH0 用作帧同步，时隙 CH16 用来传送信令，其他 30 个时隙用作 30 个路。

- 一个周期： $8 \text{ bit/路} \times 32 \text{ 路} = 256 \text{ bit}$
- 传输速率： $256 \text{ bit} \div 125 \mu\text{s} = 2.048 \text{ Mbps}$ 。

③ 同步光纤网 SONET：SONET 的各级时钟都来自一个非常精确的主时钟。SONET 定义了同步传输的线路速率的等级结构，其传输速率以 51.840 Mbps 为基础。此速率对于电信号称为第 1 级同步传送信号，即 STS-1；对于光信号则称为第 1 级光载波，即 OC-1。

④ 同步数字系列 SDH：ITU-T 以美国标准 SONET 为基础，制订出国际标准同步数字系列 SDH。一般可认为 SDH 与 SONET 是同义词。SDH 的基本速率为 155.52 Mbps，称为第 1 级同步传递模块(Synchronous Transfer Module)，即 STM-1，相当于 SONET 体系中的 OC-3 速率。

3. 波分多路复用

波分多路复用(Wavelength Division Multiplexing, WDM)就是在同一根光纤内传输多路不同波长的光信号，以提高单根光纤的传输能力。在发送方，利用波分复用设备将不同信道的信号调制成不同波长的光，并复用到光纤信道上；在接收方，采用波分设备分离不同波长的光。

4. 码分多址复用

码分多址复用(Code Division Multiple Access, CDMA)是采用地址码、时间和频率共同区分信道的方式。其特征是每个用户具有特定的地址码，而地址码之间具有正交性，从而提高了资源的利用率。它主要应用于移动通信及 3G。

5. 空分多址复用

空分多址复用(Space Division Multiple Access, SDMA)是将空间分割构成不同的信道，

从而实现频率的重复使用，以达到信道增容的目的。

五、数据交换技术

数据交换技术主要包括电路交换、报文交换、分组交换和信元交换。

1. 电路交换

当用户要发送信息时，由源交换机根据信息要到达的目的地址，把线路连接到目的交换机，这个过程称为线路接续。线路接续是由所谓的联络信号经存储转发方式完成的，即根据用户号码或地址，经局间中继线传送给被叫交换机并转被叫用户。线路接通后，就形成了一条端对端的信息通路，在这条通路上双方即可进行通信，如图 1.4(a)所示。通信完毕后，由通信双方的某一方，向自己所属的交换机发出撤销线路的请求，交换机收到此信号后就将其线路撤销，以供其他用户呼叫时使用。

电路交换在数据传送之前需要建立一条物理通路，在线路被释放之前，该通路将一直被一对用户完全占有，电路交换适用于连续传送大量数据的情况。

2. 报文交换

报文交换采用了存储—转发的交换方式，其基本原理是用户之间进行数据传输时，主叫用户不需要先建立呼叫，而是先进入本地交换机存储器，等到连接该交换机的中继线空闲时，再根据确定的路由转发到目的交换机，如图 1.4(b)所示。由于每份报文的头部都含有被寻址用户的完整地址，所以每条路由不是固定分配给某一个用户，而是由多个用户进行统计复用。

报文交换的主要缺点是，它不能满足实时或交互式的通信要求，经过网络的延迟相当长，而且有相当大的变化。因此，这种方式不能用于声音连接，也不适合于交互式终端到计算机的连接。

3. 分组交换

此方式与报文交换类似，但报文被分成组传送，并规定了分组的最大长度，到达目的地后需将分组重新组装成报文。分组交换是网络中采用最广泛的一种交换技术，如图 1.4(c)所示。

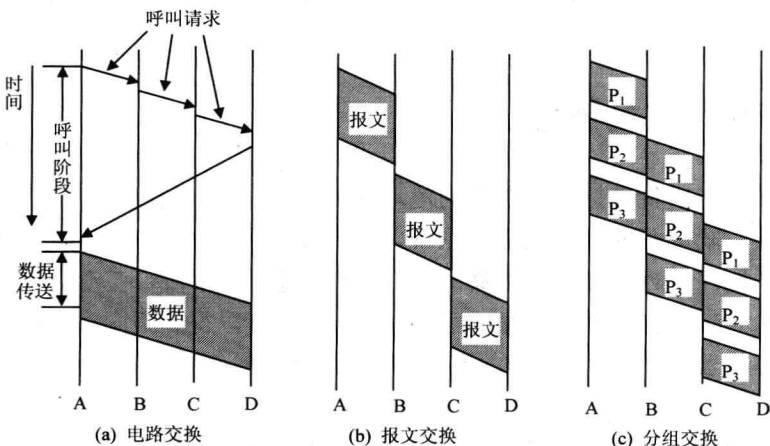


图 1.4 三种交换方式

分组交换目前通常有两种方法：数据包(Datagram)方式和虚电路(Virtual Circuit)方式。

1) 数据包方式

在数据包分组交换中，每个分组的传送是被单独处理的。每个分组称为一个数据包，每个数据包自身携带足够的地址信息。一个节点收到一个数据包后，根据数据包中的地址信息和节点所储存的路由信息，找出一个合适的路由，把数据包按原样发送到下一节点。由于各数据包所走的路径不一定相同，因此不能保证各个数据包按顺序到达目的地，有的数据包甚至会在中途丢失。以数据包方式进行传送的整个过程中，不需要建立虚电路，但要为每个数据包做路由选择。

2) 虚电路方式

在虚电路分组交换中，为了进行数据传输，网络的源节点和目的节点之间要先建一条逻辑通路。每个分组除了包含数据之外，还包含一个虚电路标识符。在预先建立好的路径上的每个节点都知道把这些分组引导到哪里，不需要进行路由选择。通信完毕后，由某一个节点提交清除请求来结束这次连接。它之所以是“虚”的，是因为这条电路不是专用的。

虚电路分组交换的主要特点是：在数据传送之前必须通过虚呼叫设置一条虚电路，但不像电路交换那样有一条专用通路。分组在每个节点上仍然需要缓冲，接着在线路上进行排队，等待输出。

4. 信元交换

信元交换又称为异步传输模式(Asynchronous Transfer Mode, ATM)，是在分组交换的基础上发展起来的一种传输模式，它结合了电路交换和分组交换的优点，是一种面向连接的快速分组交换技术。在这一模式中，信息被组织成信元。ATM信元是固定长度的分组，并使用空闲信元来填充信道，从而使信道被分为等长的时间小段。每个信元共有53个字节，分为两个部分。前面5个字节为信头，主要完成寻址功能；后面48个字节为信息段，用来装载来自不同用户、不同业务的信息。语音、数据、图像等所有的数字信息都要经过切割，封装成统一格式的信元后在网络中传递，最后在接收端恢复成所需格式。

信元交换的主要特点是：该技术简化了交换过程，去除了不必要的数据校验，采用了易于处理的固定信元格式，从而使传输时延减小，交换速率大大高于传统的数据网，适用于高速数据交换业务。

1.2.2 计算机网络的概念

所谓计算机网络，就是把分布在不同地理区域的计算机与专用外部设备用通信线路互联成一个规模大、功能强的计算机应用系统，从而使众多的计算机可以方便地互相传递信息，共享硬件、软件、数据信息等资源。其中，数据通信是手段，资源共享是目的。

计算机网络的种类有很多，根据不同的分类原则，可以得到不同类型的计算机网络。

- 按网络覆盖范围的大小来划分，可以分为局域网(LAN)、城域网(MAN)和广域网(WAN)。
- 按网络的拓扑结构来划分，可以分为环型网、星型网和总线型网等。
- 按通信传输介质来划分，可以分为双绞线网、同轴电缆网、光纤网、微波网、卫