

全国计算机自学考试全程过关必备丛书  
◆计算机及其应用专业◆

# 计算机网络技术

习题与真题解析

(专科)

云红艳 赵志刚 等 编著



中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

全国计算机自学考试全程过关必备丛书

# 计算机网络技术习题与真题解析

云红艳 赵志刚 等编著



中国水利水电出版社

## 内 容 提 要

本书以高等教育自学考试计算机及应用专业指定教材《计算机网络技术》为依据,参照《计算机网络技术自学考试大纲》,结合历年全国及一些省份自学考试试卷和作者多年教学经验积累的一些经典题目编写而成。全书内容共分4篇。对于教材习题、历年自考试卷真题,作者都做了详尽的分析和解答,通过分析使学生进一步加深对考核内容和所涉及知识点的理解。各章中的经典题目包含单项选择题、填空题、名词解释、简答题、计算题和应用题等多种形式的题目解析,紧扣教材各章知识点和考核点,以求帮助考生通过练习巩固各章节的重点内容和难点内容,从而提高考生学习及应试能力。全真模拟试卷与全国自考试卷保持一致,并有详尽的分析、解答。对于实验考核环节,作者给出了实验分析、步骤及实验结果供考生参考。

本书是自学考试者学习“计算机网络技术”时强化学习效果的考前辅导用书,也可作为其他读者学习计算机网络知识的辅导用书。

## 图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术习题与真题解析 / 云红艳等编著. —北京:中国水利水电出版社, 2004.3

(全国计算机自学考试全程过关必备丛书)

ISBN 7-5084-2031-4

I. 计… II. 云… III. 计算机网络—高等教育—自学考试—解题 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 012754 号

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 书 名   | 计算机网络技术习题与真题解析                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 作 者   | 云红艳 赵志刚 等编著                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 出版 发行 | 中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044)<br>网址: <a href="http://www.waterpub.com.cn">www.waterpub.com.cn</a><br>E-mail: <a href="mailto:mchannel@263.net">mchannel@263.net</a> (万水)<br><a href="mailto:sales@waterpub.com.cn">sales@waterpub.com.cn</a><br>电话: (010) 63202266 (总机) 68331835 (营销中心) 82562819 (万水) |
| 经 售   | 全国各地新华书店和相关出版物销售网点                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 排 版   | 北京万水电子信息有限公司                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 印 刷   | 北京蓝空印刷厂                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 规 格   | 787×1092mm 16 开本 14.75 印张 335 千字                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 版 次   | 2004 年 3 月第 1 版 2004 年 3 月第 1 次印刷                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 印 数   | 0001—5000 册                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 定 价   | 20.00 元                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

# 前 言

随着计算机与网络技术的发展,“计算机网络技术”已成为计算机专科、本科教育阶段的一门重点课程,但由于相关技术不断发展、各类技术标准多样化,使计算机网络技术成为了难点课程。

本书以教材内容为蓝本,按照全国高等教育自学考试指导委员会颁布的《计算机网络技术自学考试大纲》的要求,结合历年全国及一些省份自学考试试卷和作者多年教学经验积累的一些经典题目编写而成。书中习题、自考试卷真题、模拟试卷、经典题目都有较为详尽的分析、解答,力求帮助读者掌握各章节内容,加深对考核内容及知识点的理解和贯通。本书共分4篇,主要内容如下:

第一篇是全国高等教育自学考试计算机及应用专业指定教材《计算机网络技术》中习题的分析与解答,完全按照指定教材的章节顺序,对5章的习题先给出分析,再给出解答。

第二篇是历年试题及经典题目分析,包含了自全国高等教育自学考试开设“计算机网络技术”这门课程以来历年自考试题及经典题目的分析及解答。历年试题解析除包含全国自考试题外,也包含了近几年浙江省自考试卷的试题。浙江省“计算机网络技术”自考采用全国自考指定教材,自考试卷题量、题型及难易程度与全国自考试卷相似,必将对考生有所帮助。各章经典题目包含了自考试卷中出现的各种题型,紧扣各章的重点内容和难点内容。

第三篇包含最新自考试卷解析及全真模拟试卷解析。最新自考试卷包含2002年和2003年全国自考试卷,并对两套试卷的试题进行了分析和解答。两套全真模拟试卷的题型、题量、分值、题干说明、难易程度等方面与全国自考试卷完全保持一致,并有详细的分析和解答。

第四篇是实验考核环节指导。由于学生对计算机网络技术的掌握主要来自于书本,应用实践较少,学生应重视实验应用环节的学习。作者按照自考大纲要求对“计算机网络技术”的实验给出了实验分析、实验步骤及实验结果,供考生参考。

计算机网络技术课程内容多,各知识点又互相关联、环环相扣,学习起来有一定难度。本课程自学考试的试题覆盖面较广,考生应通过多做练习,巩固掌握各章节的内容,对重点和难点知识多下工夫,了解自学考试的规律,熟悉自学考试的题型、题量。考生应能将书中技术与身边所了解的计算机网络应用技术相印证,这样才能取得更佳的效果。

参加本书编写工作的除封面署名外,还有藏乐善、李文文、王甜、毛潮刚、李东博、周培祥等。由于编者水平有限,在问题解答上可能存在不完善或不准确之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2003年12月

# 目 录

前言

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 第一篇 配套教材习题解答.....        | 1   |
| 第1章 计算机网络概论 .....        | 2   |
| 第2章 计算机网络基础知识 .....      | 4   |
| 第3章 计算机网络体系结构及协议 .....   | 13  |
| 第4章 局域网 .....            | 24  |
| 第5章 计算机网络实用技术 .....      | 33  |
| 第二篇 历年试卷真题及经典题目解析.....   | 37  |
| 第1章 计算机网络概论 .....        | 38  |
| 第2章 计算机网络基础知识 .....      | 46  |
| 第3章 计算机网络体系结构及协议 .....   | 76  |
| 第4章 局域网 .....            | 117 |
| 第5章 计算机网络实用技术 .....      | 154 |
| 第三篇 最新自考试卷解析.....        | 177 |
| 2002年4月份全国高等教育自学考试 ..... | 178 |
| 2002年4月份参考答案 .....       | 183 |
| 2003年4月份全国高等教育自学考试 ..... | 190 |
| 2003年4月份参考答案 .....       | 195 |
| 全真模拟自考试卷(一) .....        | 203 |
| 全真模拟自考试卷(一) 参考答案 .....   | 207 |
| 全真模拟自考试卷(二) .....        | 215 |
| 全真模拟自考试卷(二) 参考答案 .....   | 220 |
| 第四篇 实验环节指导.....          | 229 |

## 第一篇 配套教材习题解答

指定教材是广大考生参加自学考试的最重要的学习资料，教材上的习题都紧扣自考大纲和各章节的内容，因此，对考生来讲，钻研这些习题的解题方法就成了学习中的重中之重。

本部分按指定教材的章节顺序，并结合作者的教学经验和考生经常遇到的问题，对每章后的习题进行了详细地分析与解答，让考生真正做到知其然、知其所以然。

## 第 1 章 计算机网络概论

1. 计算机网络可分为哪两大子网？它们各实现什么功能？

**【分析】**由于计算机网络的主要功能是资源共享和信息传递，故一个计算机网络需要由两部分组成：一部分是提供资源和请求资源的资源子网，另一部分是负责信息传递以及实现资源共享的通信子网。

**【解答】**计算机网络可分为资源子网和通信子网。

资源子网负责信息处理，主要包括提供资源的主机 HOST 和请求资源的终端 T (Terminal)，它们都是信息传输的源节点或端节点。

通信子网负责全网中的信息传递，主要由网络节点和通信链路组成。网络节点的作用是控制信息的传输和在端节点之间转发信息。通信链路即传输信息的通道。

2. 计算机网络的发展可划分为哪几个阶段？每个阶段各有什么特点？

**【分析】**面向终端的计算机网络是以单个计算机为中心的远程联机系统，构成面向终端的计算机网络。早在 20 世纪 50 年代初，美国建立的半自动地面防空系统 SAGE 就做了计算机技术和通信计算机相结合的尝试。这类简单的“终端—通信线路—计算机”系统，构成了计算机网络的雏形。20 世纪 60 年代中期，出现了若干个计算机互连的系统，开创了“计算机—计算机”网络的时代。由美国国防部高级研究计划局研制的 ARPANET 标志着计算机网络的兴起，不同于自成体系的系统，有统一的网络体系结构的网络是开放式标准网络。

**【解答】**计算机网络的发展可划分为 3 个阶段：面向终端的计算机网络、计算机—计算机网络和开放式标准化网络。

各个阶段的特点如下：

①面向终端的计算机网络是以单个计算机为中心的远程联机系统，构成面向终端的计算机网络。这样的系统除了一台中心计算机外，其余的终端设备都没有自主处理的功能，还不能算作计算机网络。

②计算机—计算机网络是由若干个计算机互连的系统，并呈现出多处理中心的特点。

③开放式标准化网络不同于自成体系的系统，有统一的网络体系结构、遵循国际标准化协议。

3. 早期的计算机网络中，哪些技术对日后的发展产生了深远的影响？

**【分析】**早期的计算机网络中使用的数据处理和通信控制分工技术、高效率使用通信线路技术等对日后计算机网络的发展产生了深远的影响。

**【解答】**早期的计算机网络中使用的数据处理和通信控制分工技术、高效率使用通信线路技术等对日后计算机网络的发展产生了深远的影响。数据处理和通信控制分工技术表现为使用前端处理机 RET 和通信控制器 CCN。集中器和多路复用器可以提高线路的利用

率。另外,美国的 ARPANET 是一个成功的典型代表,它在概念、结构和网络设计方面都为后继的计算机网络打下了基础。此后,计算机网络得到了迅猛的发展,各大计算机公司都相继推出了自己的网络体系结构和相应的软、硬件产品。用户只要购买计算机公司提供的网络产品,就可以通过专用或租用通信线路组建计算机网络。

#### 4. 简述计算机网络的功能。

**【分析】**计算机网络的实现,为用户构造分布式的网络计算环境提供了基础。它的功能主要体现在硬件资源共享、软件资源共享和用户信息交换 3 个方面。

**【解答】**计算机网络的功能主要有硬件资源共享、软件资源共享和用户信息交换。

①硬件资源共享是指在全网范围内提供对处理资源、存储资源、输入输出资源等昂贵设备的共享。

②软件资源共享是指通过网络用户对数据库等资源的共享,从而避免重复劳动和数据资源的重复存储。

③用户信息交换是指通过网络,用户可以进行传输电子邮件、发布新闻消息、进行电子商务等活动,从而为各地用户提供了强有力的通信手段。

#### 5. 缩写名词解释: PSE、PAD、NCC、FEP、IMP、PDN、DTE、DCE、OSI、HDLC。

**【分析】**计算机网络术语名词较多,缩写也较多,应注意积累。

**【解答】**

PSE (Packet Switching Exchanger) 分组交换设备。作为网络的中间节点,它具有存储转发分组的功能。

PAD (Packet Assembler Disassemble) 分组装配/拆卸设备。在发送方将大的报文拆成若干分组、在接收方将属于同一报文的分组重新组成报文的设备。

NCC (Network Control Center) 网络控制中心。

FEP (Front End Processor) 前端处理机。设置在中心计算机与通信线路之间,专门负责通信控制。

IMP (Interface Message Processor) 接口信息处理机,是网络中间节点的统称。

PDN (Public Data Network) 公用数据网。网中传输的是数字化的数据,属于通信子网的一种。

DTE (Data Terminal Equipment) 数据终端设备,是对用户拥有的连网设备和工作站的统称。在公用数据网中专指计算机。

DCE (Data Circuit-terminating Equipment) 数据电路终接设备或数据通信设备,是对为用户提供入网连接点的网络设备的统称。在公用数据网中专指分组交换节点。

OSI (Open System Interconnection) 开放系统互连参考模型。为 ISO 制订的七层网络模型。

HDLC (High Data Link Control) 高级数据链路控制,是面向比特的数据链路层协议,采用比特填充的首尾标识法。

## 第2章 计算机网络基础知识

### 1. 简述模拟数据及数字数据的模拟信号及数字信号的表示方法。

【分析】信号是数据的电子编码或电磁编码，对应于模拟数据和数字数据，信号也可分为模拟信号和数字信号。无论信源产生的是模拟数据还是数字数据，在传输过程中都要转换成适合于信道传输的某种信号形式。模拟数据和数字数据都可以用模拟信号或数字信号来表示，也可以用这些信号来传输。

【解答】模拟信号是随时间连续变化的电流、电压或电磁波，可以利用其某个参量（如幅度、频率或相位等）来表示要传输的数据；数字信号则是一系列离散的电脉冲，可以利用其某一瞬间的状态来表示要传输的数据。模拟信号、数字信号的表示形式如图 2-1 所示。

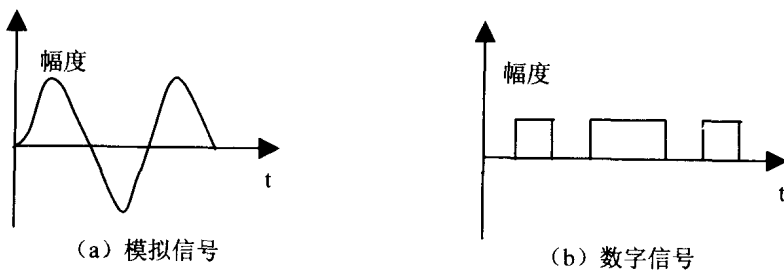


图 2-1 模拟信号和数字信号的表示

### 2. 简述 Modem 和 CODEC 的作用。

【分析】数字数据可以用模拟信号来表示。利用调制解调器 Modem 将数字数据调制转换为模拟信号，使之能在模拟信道上传输。

模拟数据也可以用数字信号来表示。对于声音数据来说，完成模拟数据和数字信号转换功能的设施是编码解码器 CODEC。

【解答】Modem 又称调制解调器。其作用是完成数字数据和模拟信号之间的转换，使传输数字信号的媒体能传输数字数据。在信源端，Modem 将数字数据调制转换成模拟信号传输；在线路的另一端，Modem 再把模拟信号解调还原成原来的数字数据。

CODEC 又称编码解码器。其作用是完成模拟数据和数字信号之间的转换，使传输数字信号的媒体能传输模拟数据或使数字化设备能处理模拟数据。在信源端将直接表示声音数据的模拟信号，编码转换成二进制位流近似表示的数字信号；而在线路另一端，CODEC 则将二进制位流解码恢复成原来的模拟数据。

### 3. 什么是数据通信？

【分析】数据通信与计算机技术的发展密切相关并相互影响。

【解答】数据通信是一种通过计算机或其他数据装置与通信线路，完成数据编码信号

的传输、转接、存储和处理的通信技术。

4. 数据传输速率与信号传输速率的单位各是什么？它们之间有什么关系？

【分析】所谓数据传输速率是指每秒能传输的二进制信息位数。

信号传输速率表示单位时间内通过信道传输的码元个数，即信号经调制后的传输速率。也称码元速率、调制速率或波特率。

【解答】数据传输速率的单位是：位/秒，记作 bps 或 b/s。若  $T$  为一个数字脉冲信号（码元）的宽度， $N$  为一个码元所取的有效离散值个数，则数据传输速率定义为： $S=1/T \times \log_2 N$  (bps)。

信号传输速率单位为波特 (Baud)。若信号码元的宽度为  $T$  秒，则信号传输速率定义为： $B=1/T$  (Baud)。

数据传输速率与信号传输速率的对应关系式： $S=B \times \log_2 N$  (bps) 或  $B=S/\log_2 N$  (Baud)。

5. 数据传输速率与信道容量的单位各是什么？它们之间有什么不同？

【分析】数据传输速率是指每秒能传输的二进制位数，单位为位/秒 (bps)。信道容量表征一个信道传输数据的能力，单位也用位/秒 (bps)。它们虽然采用相同的单位，但表征的是不同的含义。

【解答】数据传输速率的单位为位/秒 (bps)；信道容量的单位为位/秒 (bps)。

信道容量与数据传输速率的区别在于，信道容量表示信道的最大数据传输速率，是信道传输数据能力的极限，而数据传输速率表示实际的数据传输速率。

6. 对于带宽为 6MHz 的信道，若用 4 种不同的状态来表示数据，在不考虑热噪声的情况下，该信道的最大数据传输速率是多少？

【分析】该题考察的是对奈奎斯特公式的理解和运用。不考虑热噪声的情况下，表征信道传输能力的奈奎斯特公式为： $C=2H\log_2 N$  (bps)。

$H$  是信道的带宽； $N$  表示携带数据的码元可能取的离散值的个数； $C$  是该信道最大的数据传输速率。

【解答】根据表征信道传输能力的奈奎斯特公式： $C=2H\log_2 N$  (bps)

由题意得：信道带宽  $H=6\text{MHz}$ ， $N=4$ ，则该信道最大数据传输速率为： $C=2 \times 6 \times \log_2 4=24$  (Mbps)。

7. 信道带宽为 3kHz，信噪比为 30db，则每秒能发送的比特数不会超过多少？

【分析】本题考察的是对香农公式的理解和运用。在考虑噪声干扰的情况下，计算信道容量的香农公式为： $C=H\log_2 (1+S/N)$  (bps)。其中， $H$  是信道的带宽； $S/N$  为信噪比，常用  $10\log_{10}(S/N)$  表示，单位为分贝 (db)； $C$  为信道最大数据传输速率。

【解答】根据香农公式  $C=H\log_2 (1+S/N)$  (bps)

由题意得：带宽  $H=3\text{kHz}$ ，信噪比为  $10\log_{10}(S/N)=30\text{db}$ ，则  $S/N=10^{30/10}$

则该信道最大数据传输速率为：

$$C=3\text{k} \times \log_2 (1+10^{30/10})=3\text{k} \times \log_2 (1+1000) \approx 30\text{kbps}$$

则每秒能发送的比特数不会超过 30k 位。

8. 采用 8 种相位、每种相位各有两种幅度的 PAM 调制方法，问在 1200Baud 的信号

传输信道速率下能达到的数据速率为多少?

【分析】数据传输速率  $S$  与信号传输速率  $B$  的对应关系:  $S=B \times \log_2 N$  (bps) 或  $B=S/\log_2 N$  (Baud)。采用 PAM 调制方法, 每种相位有两种幅度, 则  $N=\text{相位数} \times 2$ 。

【解答】根据数据传输速率与信号传输速率的对应关系式:  $S=B \times \log_2 N$  (bps)

由题意得:  $N=8 \times 2=16$ ,  $B=1200\text{Baud}$

故:  $S=1200 \times \log_2 16=4800$  (bps)

则能达到数据速率为 4800bps。

9. 采用每种相位各有两种幅度的 PAM 调制在带宽为 8kHz 的无噪信道上传输信号, 若要达到 64kbps 的数据速率, 问至少要多少种不同的相位?

【分析】在无噪声情况下表征信道数据传输能力用奈奎斯特公式  $C=2H \times \log_2 N$ ,  $N$  表示携带数据的码元可能取的离散值的个数, 采用 PAM 技术, 每种相位有两种幅度, 则相位数为  $N/2$ 。

【解答】根据表示信道数据传输能力的奈奎斯特公式  $C=2H \times \log_2 N$

由题意得:  $H=8\text{kHz}$ ,  $C=64\text{kbps}$

故  $64=2 \times 8 \times \log_2 N$ , 则  $N=16$

至少需要的相位有  $16/2=8$  种。

10. 简述异步传输方式与同步传输方式的区别。

【分析】通信过程中收、发双方必须在时间上保持同步, 一方面码元之间要保持同步, 另一方面由码元组成的字符或数据块之间在起止时间上也要保持同步。实现字符或数据块之间在起止时间上同步的常用方法有异步传输和同步传输两种。

【解答】异步传输方式与同步传输方式是用来实现字符或数据块之间在起止时间上同步的常用方法。

异步传输方式中, 一次只传输一个字符, 每个字符前加一位起始位引导, 在字符或校验码后加一位停止位结束。起始位为“0”, 占 1 位时间; 停止位为“1”, 占 1~2 位的持续时间。当不发送数据时, 发送端连续地发送停止码“1”, 直到准备好发送下一个字符。当接收端收到接收停止位时, 就将定时机构复位, 准备接收下一个字符。在异步传输中不需要传输时钟脉冲。由于这种方式的字符发送是独立的, 故称为异步方式。异步传输方式实现简单, 但传输效率低。异步方式适用于低速的终端设备。

同步传输时, 为使接收方能判定数据块的开始和结束, 还需在每个数据块的开始和结束处各加一个帧头和一个帧尾。同步方式是在传送一组字符之间加入 1 个或两个同步字符 SYN。同步字符之后可以连续地发送多个字符, 每个字符不需任何附加位。发送前, 发送端和接收端应先约定同步字符的个数及每个同步字符的代码, 同步传送不需要起始位和停止位。同步传输多用于字符信息块的高速传送。

11. 数据速率为 1200bps, 采用无校验、1 位停止位的异步传输, 问 1 分钟内最多能传输多少个汉字(双字节)?

【分析】异步传输方式中, 一次只传输一个字符(5~8 位组成)。每个字符用一位起始位引导、一位停止位结束。

**【解答】**由题意，数据速率为 1200bps

则 1 分钟内传输的位数为： $1200 \times 60 = 72000$  位

每传输一个字符需要加一位起始位和一位停止位，每个汉字两个字节，所以每个汉字传输位数为  $2 \times (8+1+1) = 20$  位，则 1 分钟内能传输的汉字数为  $72000/20 = 3600$  个。

12. 分别采用标准曼彻斯特编码和差分曼彻斯特编码画出 1011001 的波形图。

**【分析】**曼彻斯特码：每一位的中间有一个跳变，这个跳变既可作为同步时钟，又可作为数据；从高到低的跳变表示“1”，从低到高的跳变表示“0”。

差分曼彻斯特码：它的编码方式是由每位的开始边界有无跳变决定是“0”还是“1”，有跳变为“0”，无跳变为“1”。位中间的跳变作为时钟同步。

**【解答】**采用标准曼彻斯特编码和差分曼彻斯特编码的 1011001 的波形图，如图 2-2 所示。

标准曼彻斯特编码：



差分曼彻斯特编码：

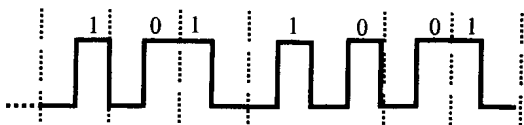


图 2-2

13. 采用曼彻斯特编码的 10Mbps 局域网的波特率是多少？

**【分析】**从曼彻斯特编码的脉冲波形中可以看出，一个码元被调制成两个电平，所以数据传输速率只有波特率的  $1/2$ 。

**【解答】**根据题意数据传输速率  $S = 10\text{Mbps}$ ，则采用曼彻斯特编码的局域网的波特率是 20Mbaud。

14. 简述异步传输方式的字符格式，并说明各部分的作用。

**【分析】**异步传输一般以一个字符序列为单位传输，在每个字符前加 1 位起始位、结束处加 1 位停止位来实现字符的定界及字符内比特的同步。

**【解答】**异步传输方式中的字符由 4 部分组成：

- (1) 1 位起始位，以逻辑“0”表示。
- (2) 5~8 位数据位，即要传输的字符内容。
- (3) 1 位奇/偶校验位，用于差错检测，该部分可以不选。
- (4) 1~2 位停止位，以逻辑“1”表示，用以作字符间的间隔。

15. 信源以字节（8 比特）为单位传输数据，若数据速率为  $B(\text{bps})$ ，则对下列两种情

况分别计算有效数据传输速率:

(1) 异步串行传输, 不用校验位、使用 1 位停止位。

(2) 同步串行传输, 每帧包含 48 位控制位和 4096 位数据位。

**【分析】**异步串行传输, 一般是以字符为单位, 在每个字符前加一位起始位、结束处加一位停止位, 从而组成一个字符序列。

同步串行传输, 为使接收方能判定数据块的开始和结束, 必须在每个数据块的开始和结束处各加一个帧头和一个帧尾。同步方式是在传送的一组字符之间加入 1 个或两个同步字符 SYN。

**【解答】**

(1) 由题意: 异步串行传输, 信源以 8 比特字节传输, 数据传输速率  $B$  (bps) 使用 1 位停止位, 则异步串行传输的有效数据传输速率为:  $(8/(2+8)) \times B = 0.8B$  (bps)。

(2) 由题意: 每帧包含 48 位控制位和 4096 位数据位, 则同步串行传输的有效数据传输速率为:  $4096/(4096+48) \times B = 0.988B$  (bps)。

16. 在相同数据速率下, 分别采用异步协议和同步协议传输大批量数据, 问两者的传输效率之比约为百分之几?

**【分析】**采用异步协议传输, 一次传输一个字符 (8 位), 每个字符在传输过程中, 需要加 1 位起始位和 1 位停止位。所以最高传输效率为  $8/(8+2)=0.8$ 。

采用同步协议传输, 必须在每个数据块的开始处和结束处各加一个帧头和一个帧尾。同步方式是在传送一组字符之间加入 1 个或两个同步字符 SYN。同步字符之后, 可以连续地发送多个字符, 每个字符不需任何附加位。假设数据块的大小为 512 字节。则传输速率为  $512/(512+2+2)=0.99$

**【解答】**采用异步协议传输, 最高传输效率为  $8/(8+2)=0.8$ 。

采用同步协议传输大批量数据, 帧头、帧尾各为 1 个字符, 若全帧的长度为 1024 个字符, 则传输速率为  $1024 \times 8 / (1024 \times 8 + 8 + 8) \approx 0.999 \approx 1$ 。

所以相同数据速率下, 两者的传输效率之比约为  $0.8/1 \times 100\% = 80\%$ 。

17. 对于带宽为 4kHz 的语音信号, 采用量化级别为 128 的 PCM 方法编码, 问所产生的二进制位起码要用多大传输速率的信道才能传输?

**【分析】**根据原始信号的带宽, 估算出脉码调制的数码脉冲速度。如果有  $N$  个量化级, 那么每次采样需要  $\log_2 N$  位二进制数码。

信道传输速率 = 采样频率  $\times$  每次采样位数

**【解答】**语音信号带宽  $B_s$  为 4kHz, 由采样定理

$$F_s \geq 2B_s = 2 \times 4k = 8k \text{ (Hz)}$$

量化级别为 128, 则  $\log_2 128 = 7$  位

则信道需要的传输速率为:  $8k \text{ 次/秒} \times 7 \text{ 位} = 56k\text{bps}$ 。

18. 简述 FDM 和 TDM 的实现原理。

**【分析】**在数据通信中, 传输媒体的能力总是超过传输单一信号的需求, 为了提高传输系统的利用率, 可以多个信号同时在传输媒体上传输, 来复用传输媒体。常用的多路复

用技术有频分多路复用 FDM 和时分多路复用 TDM。

频分多路复用 FDM 是利用了物理信道的可用带宽超过单个原始信号所需的带宽。时分多路复用 TDM 是利用了媒体能达到的位传输速率超过传输数据所需的数据率。

**【解答】**频分多路复用 FDM 是利用了物理信道的可用带宽超过单个原始信号所需的带宽。这样可以将物理信道的总带宽分割成若干个与传输单个信号带宽相同的子信道，每个子信道传输一路信号，从而同时传输多路信号。多路信号在频分复用以前，先用通过频谱搬移技术将各路信号的频谱搬移到物理信道频谱的不同段上，即使信号的带宽不相互重叠，这也可以通过采用不同的载波频率进行调制来实现。

时分多路复用 TDM 是利用了媒体能达到的位传输速率超过传输数据所需的数据率。这样可以把一条物理信道划分成若干个时间片轮流分配给多个信号使用。每一时间片由复用的一个信号占用。这样，利用每个信号在时间上的交叉，就可以在一条物理信道上传输多个数字信号。

19. 分别计算 T1 载波和 E1 载波的编码效率和开销率。

**【分析】**本题需要充分理解 T1 载波和 E1 载波的定义。Bell 系统的 T1 载波利用脉码调制 PCM 和时分多路复用 TDM 技术，是 24 路采样声音信号复用一个通道。每路信道 8 位数字信号，7 位是编码的数据，第 8 位是控制信号；每帧另有 1 位帧同步位，每帧含有  $24 \times 8 + 1 = 193$  位，每帧用  $125\mu\text{s}$  时间传送。

CCITT 建议了一种 2.048Mbps 速率的 PSM 载波标准，称为 E1 载波。它每帧开始处有 8 位作同步用，中间用 8 位作为信令，再组织 30 路 8 位数据，全帧含 256 位，每帧也用  $125\mu\text{s}$  时间传送。

**【解答】**T1 载波的编码效率： $(24 \times 7) / 193 = 87\%$ 。

T1 载波的开销率： $(24 + 1) / 193 = 13\%$ 。

E1 载波的编码效率： $(30 \times 8) / 256 = 93.75\%$ 。

E1 载波的开销率： $2 / 32 = 6.25\%$ 。

20. 若在采用两种物理状态传输的 50kbps 信道上传输 1.544Mbps 的 T1 载波，问信道的信噪比至少要多少？

**【分析】**该题考察的是对奈奎斯特公式和香农公式的理解和运用。

在无噪声情况下，表征信道传输能力的奈奎斯特公式为： $C = 2H \log_2 N$ 。H 为信道带宽；N 为码元可取的离散值个数。

考虑噪声情况下，计算信道容量的香农公式为： $C = H \log_2(1 + S/N)$ 。H 为信道带宽；S/N 为信噪比。

**【解答】**由奈奎斯特公式  $C = 2 \times H \times \log_2 N$ ， $N = 2$ ， $C = 50\text{KBaud}$

得  $50\text{k} = 2 \times H \times \log_2 2$ ，则带宽为  $H = 25\text{kHz}$

由香农公式  $C = H \times \log_2(1 + S/N)$

得： $1.544\text{M} = 25\text{k} \times \log_2(1 + S/N)$

$\log_2(1 + S/N) \approx 62$ ，得  $S/N = 2^{62} - 1$

用  $10\lg S/N$  表示， $10\lg 2^{62} \approx 186\text{dB}$

故信道的信噪比至少要 186 分贝。

21. 试比较电路交换、报文交换、虚电路分组交换及数据报分组交换方式的特点。

**【分析】**不同的交换技术应用于不同的场合。该题考察对各种数据交换技术特点的掌握。

**【解答】**电路交换、报文交换、虚电路分组交换及数据报分组交换方式的主要特点分别为：

(1) 电路交换：在数据传输开始之前必须在源节点与目的节点之间设置一条利用中间节点构成的专用物理连接线路，直到数据传输结束。电话系统是最普遍的电路交换的例子。电路交换效率不高，适合于较轻和间歇式负载使用租用的线路进行通信。

(2) 报文交换：用报文交换技术完成数据传输时，采用“存储-转发”的方式，报文需要排队。相比电路交换，线路效率较高，但网络延时长，不适合于交互式通信，不能满足实时通信的要求。

(3) 分组交换非常像报文交换，但在分组交换网中，报文被分组传送，并限制了所传输的数据单位的长度。分组交换技术是目前使用最广泛的一种交换技术，适用于交换中等或大量数据的情况。

用虚电路分组交换技术完成数据传输时，在数据传输之前必须要建立发送站与接收站之间的一条虚电路。

数据报分组方式不需要建立虚电路连接，但在目的地需要重新组装报文。

22. 对于交换网定义如下参数：

N—两个给定站点间转接的节点数。

L—报文长度（比特）。

B—链路上的数据传输速率（bps）。

P—每个分组的长度（比特）。

H—每个分组的开销（比特）。

S—电路交换或虚电路分组交换呼叫建立时间（秒）。

D—每个转接点的转接延迟时间（秒）。

假设不需要确认，请分别计算电路交换、报文交换、虚电路分组交换和数据报分组交换的端到端延迟时间。

**【分析】**该题考察的是对电路交换、报文交换、虚电路分组交换和数据报分组交换 4 种数据交换技术在实现数据通信时传输时延的比较。计算从源节点经过中间节点将数据传送到目的节点所需的延迟时间。

**【解答】**

(1) 电路交换：（线路呼叫建立时延 S，发送时延  $L/B$ ）

端到端的延迟时间： $S+L/B$ （秒）。

(2) 报文交换：（发送时延  $L/B$ ，转接时延  $N \times D$ ）

端到端的延迟时间： $L/B+N \times D$ （秒）。

(3) 虚电路分组交换：（线路呼叫建立时延 S，分组的发送时延  $P/B$ ，转接时延  $N \times D$ ）

端到端的延迟时间:  $S+P/B+N \times D$  (秒)。

(4) 数据报分组交换: (分组的发送时延 $(P+H)/B$ , 转接时延  $N \times D$ )

端到端的延迟时间:  $(P+H)/B+N \times D$  (秒)。

23. 比较 ARQ 和 FEC 方法的工作原理, 说明它们的不同之处。

【分析】利用差错控制编码来进行差错控制的方法基本上有两类, 一类是自动请求重发 ARQ (Automatic Repeat reQuest), 另一类是前向纠错 FEC (Forward Error Correction)。比较这两种方式的工作原理及其不同点。

【解答】自动重发请求 ARQ 方式中, 接收端检测出有差错时, 就设法通知发送端重发, 直到接收到正确的码字为止。在前向纠错 FEC 方式中, 接收端不但能发现差错, 而且能确定二进制码元发生错误的位置, 从而加以纠正。因此, 差错控制编码又可分为检错码与纠错码。

ARQ 方式使用检错码, 必须有双向信道才能将差错信息反馈至发送端。同时, 发送方要设置数据缓冲区, 存放发出的数据, 以便出错时可调出缓冲区中的数据重发。FEC 方式必须使用纠错码, 但它可以不需要双向信道来传递请求重发的信息, 发送端也不需要以备重发的数据缓冲区。但纠错码要使用更多的冗余位, 编码效率低, 而且纠错设备比检错设备复杂。

24. 已知生成多项式为:  $X^4+X^3+X^2+1$ , 求信息位 1010101 的 CRC 码。

【分析】循环冗余码 CRC 也称为多项式码, 是一种广泛用于计算机网络与通信中的检错码。CRC 码在发送端编码和接收端校验时都可以利用事先约定的生成多项式来得到。K 位要发送的信息位可对应于一个  $k-1$  次多项式  $K(X)$ ,  $r$  位冗余位则对应于一个  $r-1$  次多项式  $R(X)$ , 由  $k$  位信息位后面加上  $r$  位冗余位组成的  $n=k+r$  位码字则对应于一个  $n-1$  次多项式  $T(X)=X^r \times K(X)+R(X)$ 。

【解答】由题意已知生成的多项式为  $G(X)=X^4+X^3+X^2+1$  (对应代码 11101), 是 4 次多项式, 故冗余多项式  $R(x)$  即 CRC 码是一个 3 次多项式。

信息位 1010101, 则  $K(X)=X^6+X^4+X^2+1$ 。冗余位取  $r=4$ , 则  $X^4 \times K(X)=X^{10}+X^8+X^6+X^4$  (对应代码 10101010000), 由模 2 除法 (如图 2-3 所示) 求余式  $X^4 \times K(X)/G(x)$ , 得到的最后余数为 1001, 即冗余位, 对应  $R(X)=X^3+1$ 。

$$\begin{array}{r}
 \begin{array}{r} 11101 \\ 11101 \end{array} \overline{) \begin{array}{r} 10101010000 \\ 11101 \\ 10000 \\ 11101 \\ 11011 \\ 11101 \\ 01100 \\ 11000 \\ 11101 \\ 01010 \\ 10100 \\ 11101 \\ 1001 \end{array}} \\
 \begin{array}{l} \text{够除商 1} \\ \text{够除商 1} \\ \text{够除商 1} \\ \text{不够除商 1} \\ \text{够除商 1} \\ \text{不够除商 1} \\ \text{够除商 1} \\ \text{余数} \end{array}
 \end{array}$$

图 2-3

所以信息位 1010101 的 CRC 码为：1001。

25. 若海明码的监督关系式为：

$$S_0 = a_0 + a_3 + a_4 + a_5$$

$$S_1 = a_1 + a_4 + a_5 + a_6$$

$$S_2 = a_2 + a_3 + a_5 + a_6$$

接收端收到的码字为： $a_6 a_5 a_4 a_3 a_2 a_1 a_0 = 1010100$ ，问在最多一位错的情况下发送端发送的信息位是什么？

**【分析】**该题考察的是海明码的冗余位  $r$  的计算和监督关系式的应用。海明码是一种可以纠正 1 位差错的编码。设信息位为  $k$  位，增加  $r$  位冗余位，可构成一个  $n=k+r$  位的码字。用  $r$  个监督关系式产生的  $r$  个校正因子来区分无错和在码字中的  $n$  个不同位置的一位错，应满足： $2^r \geq n+1$ 。在接收端接收到每个码字后，按监督关系式算出  $S_2$ 、 $S_1$ 、 $S_0$ ，若它们全为“0”，则认为无错；若不全为“0”，在一位错的情况下，可查表来判定是哪一位错，从而纠正它。

**【解答】**对于接收到的码字 1010100，根据监督关系式：

$$S_0 = a_0 + a_3 + a_4 + a_5, \quad S_1 = a_1 + a_4 + a_5 + a_6, \quad S_2 = a_2 + a_3 + a_5 + a_6$$

$$\text{得：} S_0 = 0 + 0 + 1 + 0 = 1, \quad S_1 = 0 + 1 + 0 + 1 = 0, \quad S_2 = 1 + 0 + 0 + 1 = 0$$

所以， $S_2 S_1 S_0 = 001$ ，对应于  $a_0$  错，因而可将 1010100 纠正为 1010101。所以在最多一位错的情况下，发送端发送的信息位是  $a_6 a_5 a_4 a_3 a_2 a_1 a_0 = 1010101$ 。