

表 7-2 SONET 与 SDH 的速率等级对应表

线路速率 (Mbps)	SONET 符号	SDH 符号	线路速率对应的近似值
51.840	OC-1/STS-1		
155.520*	OC-3/STS-3	STM-1	155 Mbps
466.560	OC-9/STS-9	STM-3	
622.080*	OC-12/STS-12	STM-4	622 Mbps
933.120	OC-18/STS-18	STM-6	
1244.160	OC-24/STS-24	STM-8	
1866.240	OC-36/STS-36	STM-12	
2488.320*	OC-48/STS-48	STM-16	2.5 Gbps
4876.640	OC-96/STS-96	STM-32	
9953.280*	OC-192/STS-192	STM-64	10 Gbps

小 结

数据通信是计算机网络区别于传统电信网络的关键,其关注的重点就是如何利用通信信道以便能够有效地传输计算机数据。

本章介绍了数据通信的起源与发展,解释了数据通信的理论基础——傅立叶分析,并在此基础上说明了信号频谱特性与信道带宽之间的制约关系。数据通信系统模型是数据通信的抽象,模型基本结构、数据与信号的关联、信道通信方式、数据传输方式均得到了阐述,为了解决原始信号与通信信道适配问题,信号编码、调制编码、模拟数据数字化等得以提出。传输介质是提供信道的物理载体,本章介绍了与传输介质相关的电磁波频谱、信道极限容量、双绞线、同轴电缆、光纤、无线介质等内容;为了有效提升传输介质的带宽资源,信道复用技术得以使用,包括频分复用、时分复用、统计时分复用、波分复用、码分复用等。数据交换技术是通过交换节点进行转接的通信方式,省略了通信节点之间直连的需求,常见的交换方式有电路交换和存储交换。本章最后介绍了物理层的层次主题,包括机械特性、电气特性、功能特性以及规程特性。

习 题

1. 填空题

(1) 一个通信系统必须具备的三要素是 信源、传输系统、信宿

(2) 从通信双方交互的方式来看,通信有以下三个基本方式,即 单工、半双工 和 全双工。



- (3) 基带传输中常用的数据编码形式有 信号编码、调制编码。
- (4) 相应于载波信号的振幅、频率和相位这三个特征，数字信号的模拟调制有三种基本技术，即 幅移键控法、频移键控法、相移键控法。
- (5) 模拟数据数字化编码包括三个步骤，即 采样、量化、编码 三个步骤。
- (6) 常用的多路复用技术有 频分复用、时分复用、统计时分复用、波分复用、码分复用。
- (7) 常用的传输介质有 双绞线、同轴电缆、光纤、和无线介质。
- (8) 物理层的任务就是透明地传输 二进制位流。
- (9) 物理层主要关注四个方面的内容，即 传输介质、编码技术、功能特性、规程特性 个主题。
机械特性 电气特性

2. 选择题

- (1) (C) 是指将数字信号转变成可以在电话线上传输的模拟信号的过程。
A. 解调 B. 采样 C. 调制 D. 压缩
- (2) Internet 上的数据交换采用的是 (A)。
A. 分组交换 B. 电路交换 C. 报文交换 D. 光交换
- (3) 在无噪声情况下，若某通信链路的带宽为 3 kHz，采用 4 个相位，每个相位具有 4 种振幅的 QAM 调制技术，则该通信链路的最大数据传输率是 (B)。
 $C_{max} = 2W \log_2 M$
A. 12 kbps B. 24 kbps C. 48 kbps D. 96 kbps
- (4) 若某通信链路的数据传输速率为 2 400 bps，采用 4 相位调制，则该链路的波特率是 (A)。
A. 600 波特 B. 1 200 波特 C. 4 800 波特 D. 9 600 波特
- (5) 下列关于数据传输的说法，正确的是 (AC)。
A. 模拟数据只能在模拟信道上传输
B. 数字数据只能在数字信道上传输
C. 传输介质与信道类型没有关系
D. 模拟传输介质不能传输数字数据
- (6) 下面不属于分组交换的特点的是 (D)。
A. 报文拆分分组 B. 经路由器存储转发
C. 在目的地合并 D. 不需要加首部
- (7) 香农定理从定量的角度描述了“带宽”与“速率”的关系。在香农定理的公式中，与信道的最大传输速率相关的参数主要有信道带宽与 (B)。
A. 频率特性 B. 信噪比 C. 相位特性 D. 噪声功率
- (8) 在多路复用技术中，FDM 是 (A)。
A. 频分多路复用 B. 波分多路复用
C. 时分多路复用 D. 统计时分多路复用
- (9) 如果要用非屏蔽双绞线组建以太网，需要购买带 (A) 接口的以太网卡。



A. RJ-45

B. F/O

C. AUI

D. BNC

(10) RS-232-C是 (A) 接口规范。

A. 物理层

B. 数据链路层

C. 网络层

D. 运输层

(11) 在物理层接口特性中, 用于描述完成每种功能的事件发生顺序的是 (C)。

A. 机械特性

B. 功能特性

C. 规程特性

D. 电气特性

3. 简答及计算题

(1) 试比较模拟通信方式与数字通信方式的优缺点。

(2) 如何利用话音信道传输计算机数据?

(3) 试比较电路交换、报文交换、分组交换的特点。

(4) 请画出011000101111的不归零编码、曼彻斯特编码和差分曼彻斯特编码的波形图。

(5) 对于带宽为4 kHz的通信信道, 如果采用16种不同的物理状态来表示数据, 信道信噪比为30 dB, 按照奈奎斯特定理, 信道的最大传输速率是多少? 按照香农定理, 信道的最大传输速率是多少?

(6) 现在需要在一条光纤上发送一系列计算机屏幕图像。屏幕的分辨率为 480×640 像素, 每个像素为24位。每秒有60幅屏幕图像。请问: 需要多少带宽? 在 $1.30 \mu\text{m}$ 波长上, 这段带宽需要多少 μm 的波长?

(7) 在最初的IEEE 802.3标准中, 一个比特如果以m来衡量长度, 长为多少m? 假设IEEE 802.3网络的数据传输速率为10 Mbps, 电磁波在同轴电缆中的传播速度为200 000 000 m/s。

(8) 如果要在50 kHz的信道线路上以1.544 Mbps的速率传输T1载波, 则至少需要多少dB的信噪比?



(1)、模拟信道优缺点

优点：信道利用率高，原理简单，易于实现，便于传输连续的信号

缺点：抗干扰能力差，信号易失真，不适合长距离传输，且保密性较差。

数字信道

优点：可以直接用来传输计算机产生的二进制信号。抗干扰能力强，可以通过中继器实现长距离通信；且保密性好。

缺点：需要对数据进行编码、解码，有时还需加一些同步控制信号

(2). 发送方使用调制器把计算机数据的二进制信号调制为模拟信号，然后在语音信道中进行传输，接受方使用解调器把模拟信号还原为数字信号

(3). 电路交换：建立一条临时的专用的物理通路，用户通信时独占这条通路，不与其他用户共享。电路交换的传输稳定，电路建立需要时间，信道利用率不高。

报文交换：存储交换的一种。由发送方把整个要发送的信息作为一个报文发出，由中间节点先存储再转发，一旦出错重发代价很大，发送过程中不独占信道，信道利用率高，同时由于需要存储转发，时延比较高，且需要中间节点有一定的接收缓冲数据的能力。

分组交换：存储交换的另一种，与报文交换的不同之处在于，报文交换是将要发送的信息按一个以一個报文的方式发出，分组交换是把信息分成多个分组发送，降低了出错重发的代价，其他特征与报文交换相同，即存储转发的共同特征。



(15). 奈奎斯特定理·不考虑信噪比:

$$\begin{aligned} C_{\max} &= 2W \log_2 M \\ &= 2 \times 4 \text{ kHz} \cdot \log_2 16 \\ &= 32 \text{ kbps} \end{aligned}$$

香农定理:

当信噪比为 30dB

$$\begin{aligned} 30 \text{ dB} &= 10 \log_{10} (S/N) \\ S/N &= 1000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{\max} &= W \log_2 (1 + S/N) \\ &= 4 \text{ kHz} \times \log_2 1001 \\ &\approx 4 \text{ Kbps} \end{aligned}$$

(17). ~~2x10⁸ m/s~~ 15 中信号

$$\begin{aligned} 2 \times 10^8 \text{ m/s} / 10 \text{ Mbps} \\ = 20 \text{ m/bit} \end{aligned}$$

(10): $T_{\text{电路}} = S + \frac{X}{b} + kd$

$T_{\text{分组}} = kd \times \frac{X}{p} + \frac{X}{b}$

$T_{\text{分组}} < T_{\text{电路}}$

$\frac{kd \times X}{p} < S$

分组中: $t = \frac{X}{b}$ 时刻, 最后一位被发送
每个节点传输所耗时间 $\frac{X}{b}$ 会被中间 k

~~$T_{\text{分组}} = \frac{X}{b}$~~

个节点传输: $T_{\text{分组}} = \frac{X}{b} + (k-1)\frac{X}{b} + kd$

$T_{\text{分组}} < T_{\text{电路}}: (k-1)\frac{X}{b} < S$ 时分组更短

