

# 国家电网考试 经典知识汇编——通信类



浣熊 say

我加入了这个星球，邀你一起学习

---



**成都央国企指南**  
SLOGAN HERE

合伙人：浣熊 say

<b>150+</b> 成员数量	<b>120+</b> 内容数量	<b>77</b> 运营天数
---------------------	---------------------	-------------------

当我还是一名应届生的时候除了学校就业网站，公开渠道很难找到央国企的福利待遇、工作情况、招聘面试的信息，很多时候只能私下托关系去找人打听这些信息。与之相...

---

**现价: ¥69**

微信扫码加入星球



知识星球

# 通信类

## 目录

通信原理部分.....	1
数据通信网部分.....	16
现代交换部分.....	30
无线通信部分.....	41
光纤传输技术部分.....	50
宽带接入技术部分.....	56

## 通信原理部分

### 【考点 1】通信方式

#### 1.单工、半双工和全双工通信

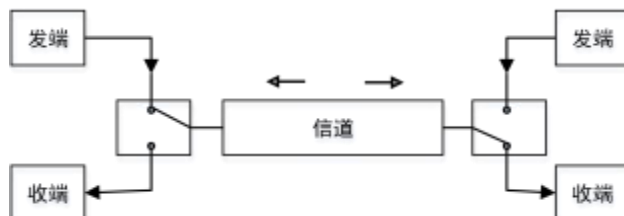
##### (1) 单工通信

单工通信是指消息只能单方向传输的工作方式，通信双方只有一个可以进行发送，另一个进行接收。如广播、遥控等。



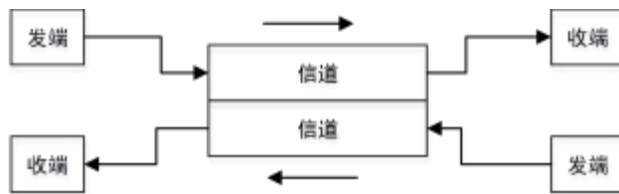
##### (2) 半双工通信

半双工是指通信双方都能收发消息，但不能同时进行收和发的工作方式，如使用同一载频的普通对讲机，问询及检索等。



##### (3) 全双工通信

全双工通信是指通信双方可同时收发消息的工作方式。一般来说全双工通信的信道必须是双向信道。



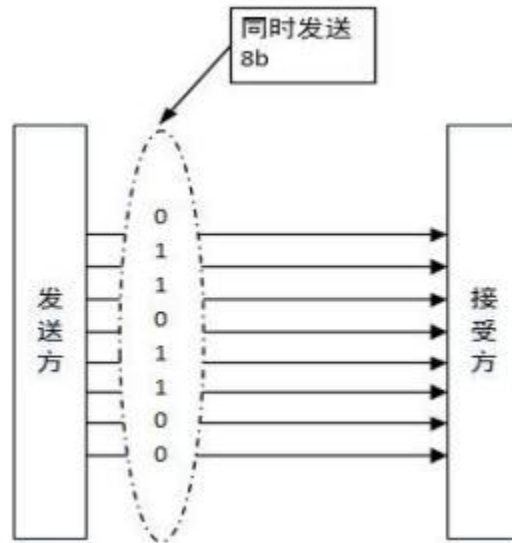
## 2. 并行传输和串行传输

在数据通信中按数据码元传输方式不同，可分为并行通信和串行通信。

### (1) 并行传输

并行传输是将代表信息的数字码元序列以成组的方式在两条或两条以上的并行信道上同时传输。

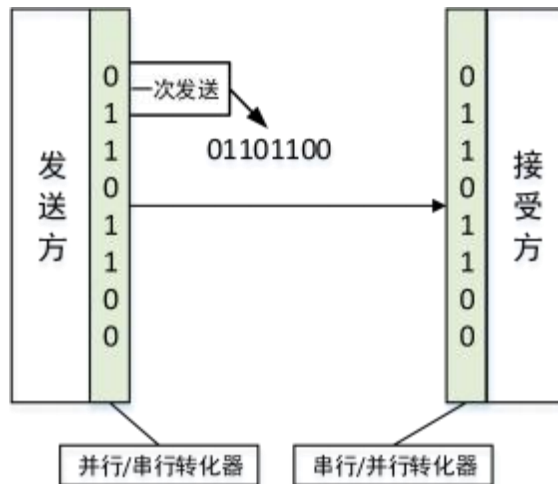
并行传输的优势是节省传输时间，速度快。缺点是需要 $n$ 条通信线路，成本高，因此一般只用于设备之间的近距离通信，如计算机和打印机之间数据的传输。



### (2) 串行传输

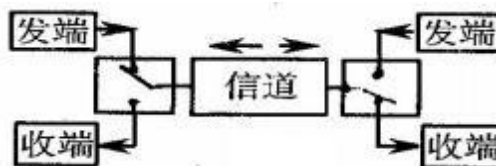
串行传输是将数字码元序列以串行方式一个码元接一个码元地在一条信道上传输。

串行传输的优点是只需一根通信信道，所需线路铺设费用低。缺点是速度慢需要外加同步措施以解决收、发双方码组或字符的同步问题。



**【经典习题】**

如图所示的通信方式是（ ）。



- A. 单工通信
- B. 并行通信
- C. 全双工通信
- D. 半双工通信方式

**【试题分析】**

【参考答案】 D。

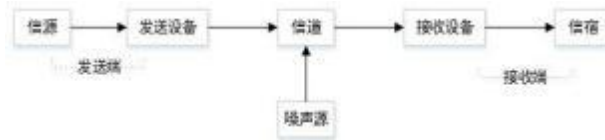
【试题难度】 ☆☆

【题目解析】 通信方式分成单工通信、半双工通信和全双工通信。图中所示通信双方两端都可以收发数据，但是不能同时收发数据。因此图中通信方式为半双工通信方式。

**【考点 2】 通信系统模型**

**1. 通信系统的一般模型**

通信的目的是传输信息。通信系统的作用就是将信息从信源发送到一个或多个目的地。对于电通信来说，首先要把消息转换成电信号，然后经过发送设备，将信号送入信道，在接收端利用接收设备对接收信号做相应的处理后，送给信宿再转化为原来的信息。这一过程可以用通信系统一般模型来概括。



信源的作用是把各种消息转换成原始电信号。根据消息的种类不同，信源和分为模拟信源和数字信源。模拟信源输出连续的模拟信号（声音→音频信号），数字信源输出离散的数字信号（键盘字符→数字信号）。

发送设备的作用是产生适合于在信道中传输的信号，使发送信号的特性和信道特性相匹配，具有抗信道干扰的能力，并且具有足够的功率以满足远距离传输的需要。发送设备涵盖的内容很多，可能包含变换、放大、滤波、编码、调制等设备。

信道是一种物理媒介，用来将来自发送设备的信号传送到接收端。在无线信道中，信道可以是自由空间；在有线信道中，可以是明线、电缆和光纤。信道既可以给信号以通路，也会对信号产生各种干扰。

噪声源是信道中的噪声及分散在通信系统其他各处的噪声的集中表示。噪声是随机的，形式多种多样。

接收设备的作用是将信号放大和反变换（如译码、解调等），其目的是从受到减损的接收信号中正确的恢复出原始电信号。

信宿是传送消息的目的地，其功能与信源相反，即把原始的电信号还原成相应的消息，如扬声器等。

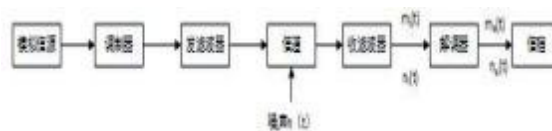
通常，按照信道中传输的是模拟信号还是数字信号，相应的把通信系统分为模拟通信系统和数字通信系统。

## 2. 模拟通信系统

基带是指基本频率，即从信源发出的或送达信宿的信号的频带，频率通常从零频附近开始。

已调信号：又称为频带信号或带通信号，即把原始的电信号经过调制转换成适合在信道中传输的信号。它的特点是：

- ①携带有信息；
- ②其频谱通常具有带通形式。

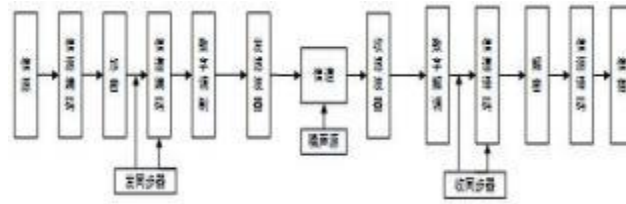


调制器，使信号与信道相匹配，便于频分复用等。发送滤波器滤除调制器输出的无用信号。接收滤波器滤除信号频带以外的噪声。一般情况下  $n(t)$  为高斯白噪声， $n_i(t)$  为窄带白噪声。

注意：模拟通信也可以加密。

此通信系统为单向通信系统，即单工通信系统。当发端和收端都有调制解调器时为双工通信系统。

### 3.数字通信系统



#### (1) 优点

- ①抗干扰能力，且噪声不累积；
- ②传输差错可控；
- ③便于用现代数字信号处理技术对数字信息进行处理、变换、存储；
- ④易于集成，是通信设备微型化，重量减轻；
- ⑤易于加密处理，且保密性好。

#### (2) 缺点

- ①能需要较大的传输带宽；
- ②由于数字通信对同步要求高，因而系统设备复杂。

### 【经典习题】

信源是消息的发源地，其作用是通过传感器把消息转换为原始电信号，即完成的是（ ）。

- A. 非电量—电量的转换
- B. 电量—非电量的转换
- C. 电量—光量的转换
- D. 光量—电量的转换

### 【试题分析】

【参考答案】A。

【试题难度】☆☆

【题目解析】在通信系统一般模型中，信源的作用是把各种消息转换成原始电信号，消息是非电量的，所以信源的作用是非电量到电量的转换。

### 【考点 3】通信系统的主要性能指标

#### 1. 模拟通信系统性能指标

有效性--传输信息的速度。

可靠性--传输信息的质量。

模拟通信系统的评价指标，有效性的用带宽B来表示，可靠性的用信噪比S/N来表示。

信息容量公式：

$$C = B \log_2 \left( 1 + \frac{S}{N} \right) = B \log_2 \left( 1 + \frac{S}{n_0 B} \right)$$

其中N为白噪声的平均功率，S为信号的平均功率，B为信道的带宽，由此得到的C代表信道传输的最大信息速率。

根据香农公式可得出的相关结论：

①当信源的信息速率小于等于信道容量，即信道传输的最大速率，则在理论上存在一种方式，使得信源的输出能以任意小的的差错概率通过信道传输。

②当信道容量一定时，带宽和信噪比（S/N）可互换折中，即减小带宽可发送较大的功率，若有较大带宽时，则只需要较小的信号功率即可完成传输。

③增加信道带宽，则信道容量也增加，但不能无限增大，其极限趋近于式：

$$C \approx 1.44 \frac{S}{n_0}$$

## 2. 数字通信系统的性能指标

数字通信系统的有效性用码速率 $R_B$ ，信息速率 $R_b$ ，频带利用率 $\eta$ 来表示。

### (1) 码速率

表示每秒钟传输的码元数目，单位为波特（Bd），码速率与进制数无关，只与码元宽度TB有关。

$$R_B = \frac{1}{T_B}$$

### (2) 信息速率

表示每秒钟传输的信息量，单位为比特/每秒（bps）。

因为一个M进制码元携带 $\log_2 M$ 比特的信息量，所以码元速率和信息速率有以下确定的关系，即：

$$R_b = R_B \log_2 M \quad (b/s) \quad \text{或} \quad R_b = R_B H \quad (b/s)$$

H表示信源中每个符号所含的平均信息量。

### (3) 频带利用率

有两层含义，既可以表示单位频带内码元传输速率的大小，又可以表示单位频带内信息传输速率的大小：

$$\eta = \frac{R_B}{B} \quad (Bd/Hz) \quad \text{或} \quad \eta = \frac{R_b}{B} \quad (b/s/Hz)$$

B表示占用信道带宽。

数字通信系统的可靠性可用差错概率来衡量，差错概率常用误码率和误信率表示。

### (4) 误码率 $P_e$

是指接收错误的码元数在传输总码元数中所占的比例，即表示码元在传输过程中被传错的概率，即：

$$P_e = \frac{\text{错误码元数}}{\text{传输总码元数}} \times 100\%$$

### (5) 误信率 $P_b$

又称误比特率，是指错误接收的比特数在传输总比特数中所占的比例，即：

$$P_b = \frac{\text{错误比特数}}{\text{传输总比特数}} \times 100\%$$

### 【经典习题】

若以每分钟60000个码元的速率传输8进制信号，其码元速率是（ ），信息速率是（ ）。

A. 1000 波特3000bit/s

B. 6000 波特3000bit/s

C. 3000 波特1000bit/s

D. 6000 波特1000bit/s

### 【试题分析】

【参考答案】A。

【试题难度】☆☆☆

【题目解析】波特率又叫码元速率，表示每秒钟传输的码元数目，题目中每分钟传输60000个码元，所以说波特率为60000/60=1000波特。因为传输的是8进制信号，码元速率和信息速率有以下关系，即： $R_b = R_B \lg_2 M$  (b/s)，计算得到信息速率为3000bit/s。

### 【考点 4】常见的无线信道

#### 1. 无线信道分类

根据通信距离、位置和频率的不同电磁波的传播分为地波、天波（电离层反射波）和视线传播三种。

频率较低（约2MHz以下）的电磁波，趋于沿弯曲的地球表面传播，有一定的绕射能力，称为地波传播。

频率较高（2MHz~30MHz）的电磁波称为高频电磁波，能够被电离层反射。利用电离层的反射传播的方式称为天波传播。

频率高于30MHz的电磁波将穿透电离层，不能被反射回来，此外它沿地面绕射的能力也很小，所以只能类似光波那样做视线传播。

#### 2. 常见的无线信道

##### (1) 无线电中继信道

无线电视距中继通信工作在超短波和微波波段，利用定向天线实现视距直线传播。由于直线视距一般在40~50km，因此需要中继方式实现长距离通信。相邻中继站间距离为直线视距40~50km。由于中



继站之间采用定向天线实现点对点的传输，并且距离较短，因此传输条件比较稳定，可以看作是恒参信道。这种系统具有传输容量大、发射功率小、通信可靠稳定等特点。

### (2) 卫星中继信道

卫星通信是利用人造地球卫星作为中继转发站实现的通信。当人造地球卫星的运行轨道在赤道平面上、距离地面35860km时，其绕地球一周的时间为24h，在地球上看到的该卫星是相对静止的，因此称其为地球同步卫星。利用它作为中继站，一颗同步卫星能以零仰角覆盖全球表面的42%。采用三颗同步卫星作中继站就可以几乎覆盖全球范围（除南北两极盲区外）。由于同步卫星通信的电磁波直线传播，因此其信道传播性能稳定可靠、传输距离远、容量大、覆盖地域广，广泛用于传输多路电话、数据和电视节目，还支持 Internet 业务。

### (3) 平流层通信信道

平流层通信是利用平流层的高空平台电台代替卫星作为基站的通信。平台高度距地面17km~22km。可以用充氦飞艇、气球和飞机作为安置转发站的平台。若其高度在20km，则可以实现地面覆盖半径约500km的通信区域。若安置250个充氦飞艇，就可以覆盖全球90%以上的入口区域。

平流层通信系统和卫星通信系统相比，费用低廉，延迟时延小，建设快，容量大。

## 【经典习题】

以下信道属于随参信道的是（ ）。

- A. 电缆信道
- B. 短波信道
- C. 光纤信道
- D. 微波中继信道

## 【试题分析】

【参考答案】B。

【试题难度】☆☆

【题目解析】信道分成有线信道和无线信道，有线信道为恒参信道，短波信道为随参信道。

## 【考点 5】常见的有线信道

### 1. 同轴电缆

由内外两根同心圆柱导体构成，在两根导体间用绝缘体隔开。外导体是一根空心导电管或金属编织，内导体是实心导线，在外导体外面有一层绝缘保护层，在内外导体之间填充实心介质材料或者用空气作介质。通常在一个大的保护套内安装若干根同轴线管芯，还装入一些二芯绞线或四芯线组用作传输控制信号。同轴线的导体是接地的，对外界干扰起到屏蔽作用。同轴电缆分小同轴电缆和中同

轴电缆。小同轴电缆的通频带在60~4100kHz之间，增音段长度约为8km和4km，中同轴电缆的通频带在300~60000kHz之间，增音段长度约为6km、4.5km和1.5km。

传输光信号的有线信道是光导纤维，简称光纤。光纤是华裔科学家高锟发明的，因此被誉为“光纤之父”。

## 2. 光纤信道

光纤信道是以光导纤维为传输媒质、以光波为载波的信道，具有极宽的通频带，能够提供极大的传输容量。光纤的特点是：损耗低、通频带宽、重量轻、不怕腐蚀以及不受电磁干扰等。

### (1) 阶跃型光纤

折射率在两种介质内是均匀不变的，仅在边界处发生突变的光纤。

### (2) 渐变型光纤

光纤的折射率沿着半径增大的方向逐渐的减小，光波在这种光纤中传输的路径是因折射而逐渐弯曲的，并达到远距离传输的目的。

### (3) 多模光纤

当光纤中传输的光线有多条传播路径，主要使用发光二极管作为光源。信号在传输的过程中容易产生色散，根据色散产生的原因不同可以分为三种：材料色散，是由于材料的折射率随频率变化产生的；模式色散，由于不同模式的光波的群速率不同引起的；波导色散：由于不同频率分量的光波的群速率不同引起的。

### (4) 单模光纤

当光纤中只有一种传播模式，主要使用激光作为光源，产生单一频率的光波。

光波损耗和光波波长有关。在1.31 $\mu\text{m}$ 和1.55 $\mu\text{m}$ 波长上出现两个损耗最小点。这两个波长是目前应用最广的波长。目前使用单个波长的单模光纤传输系统的传输速率已超过10Gb/s，传输损耗可达0.2dB/km以下。

## 【经典习题】

以下哪种传输介质性能最好？（ ）

- A. 同轴电缆
- B. 双绞线
- C. 明线
- D. 光纤

## 【试题分析】

【参考答案】D。

【试题难度】☆☆

【题目解析】有线信道中，光纤的性能最好。

## 【考点 6】调制信道模型

传输已调信号，关心的是信号的失真情况及噪声对信号的影响。已调信号的瞬时值是连续变化的，故也称调制信道为连续信道。

基本的调制信道有一对输入端和一对输出端，其输入端信号电压 $e_{\text{调}}(t)$ 和输出端电压 $e_0(t)$ 之间的关系满足以下公式：

$$e_0(t) = f[e_{\text{调}}(t)] + n(t)$$

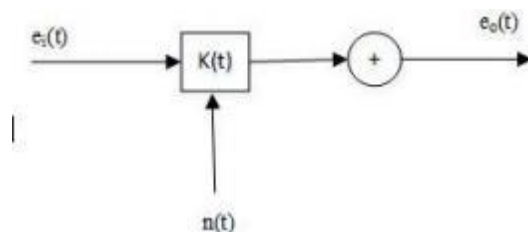
$e_{\text{调}}(t)$ ：信道输入端信号电压，模拟信号或数字信号；

$e_0(t)$ ：信道输出端信号电压，即模拟信号或数字信号；

$n(t)$ ：噪声电压，由于 $n(t)$ 是叠加在信号上的，无论有无信号，噪声 $n(t)$ 始终存在，称为加性噪声或加性干扰。

$f[e_{\text{调}}(t)]$ ：表示信道输入与输出电压之间的函数关系。通常假设 $f[e_{\text{调}}(t)] = k(t)e_{\text{调}}(t)$ 。即：

$$e_0(t) = k(t)e_{\text{调}}(t) + n(t)$$



$k(t)$ ：乘性干扰，只有 $e_i(t)$ 存在时，乘性噪声才存在。 $k(t)$ 会使信道产生各种失真包括线性失真，非线性失真，时间延时以及衰减等。

## 【经典习题】

调制信道对信号的干扰分为（ ）两种。

- A. 乘性干扰和加性干扰
- B. 内部干扰和外部干扰
- C. 突发干扰和随机干扰
- D. 码间干扰和小干扰

## 【试题分析】

【参考答案】 A。

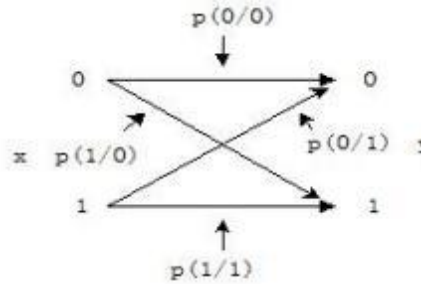
【试题难度】 ☆☆☆

【题目解析】 调制信道对信号的干扰有两种，一种是乘性干扰，这种干扰当信道中没有信号时，乘性干扰是没有的；另外一种为加性干扰，这种干扰是即使信道中没有信号，信道中也有干扰。

## 【考点 7】 编码信道模型

调制信道对信号的影响是乘性干扰 $k(t)$ 和加性干扰 $n(t)$ 使信号的波形发生失真。编码信道对信号的影响是使传输的数字序列发生变化，即数列中的数字发生错误。所以用转移概率来描述编码信道的特性。错误的转移概率就是0 转为1 的概率和1 转为0 的概率， $p(0/1)$ 表示发送“1”接收“0”的概率， $p(1/0)$ 表示发送“0”接收“1”的概率。 $p(0/0)$ 和 $p(1/1)$ 为正确的概率。

二进制无记忆信道：



转移概率矩阵：

$$p(y_i/x_i) = \begin{bmatrix} p(0/0) & p(1/0) \\ p(0/1) & p(1/1) \end{bmatrix}$$

$$p_e = p(0)p(1/0) + p(1)p(0/1)$$

编码信道中产生错误码元的原因以及转换概率的大小主要是由于调制信道不理想造成的。

## 【经典习题】

二进制数字基带传输系统的误码率计算公式为（ ）。

- A.  $P_\varepsilon = P(1) + P(0)$
- B.  $P_\varepsilon = P(1)P(0/1) + P(0)P(1/0)$
- C.  $P_\varepsilon = P(0/1) + P(1/0)$
- D.  $P_\varepsilon = P(0)P(0/1) + P(1)P(1/0)$

## 【试题分析】

【参考答案】 B。

【试题难度】 ☆☆☆

【题目解析】B。解析：根据条件概率计算方法可知二进制数字基带传输系统的误码率计算公式为B。

## 【考点 8】通信系统中常见的噪声

### 1. 白噪声

所谓白噪声是指它的功率谱密度函数在整个频域内是常数，即服从均匀分布。换句话说，此信号在各个频段上的功率是一样的。

理论上白噪声的功率谱密度定义为：

$$p_n(\omega) = \frac{n_0}{2} \quad (-\infty < \omega < +\infty)$$

若采用单边带频谱，则有： $p_n(\omega) = n_0 \quad \omega \in [0, \infty)$

上式中 $n_0$ 表示单边带功率谱密度。

白噪声在通信系统的接收端经过带通滤波器的过滤，成为了窄带噪声，称为带限白噪声或窄带高斯噪声。

由于白光是由各种频率（颜色）的单色光混合而成，因而此信号的这种具有平坦功率谱的性质被称作是“白色的”，此信号也因此被称作白噪声。相对的，其他不具有这一性质的噪声信号被称为有色噪声。

### 2. 高斯噪声

所谓高斯噪声是指它的概率密度函数服从高斯分布（即正态分布）的一类噪声。

### 3. 高斯白噪声

高斯白噪声，是指噪声的概率密度函数满足正态分布统计特性，同时它的功率谱密度函数是常数的一类噪声。这里值得注意的是，高斯型白噪声同时涉及到噪声的两个不同方面，即概率密度函数的正态分布性和功率谱密度函数均匀性，二者缺一不可。

在通信系统的理论分析中，特别是在分析、计算系统抗噪声性能时，经常假定系统中信道噪声（即前述的起伏噪声）为高斯型白噪声。其原因在于：

- ①高斯型白噪声可用具体数学表达式表述，便于推导分析和运算；
- ②高斯型白噪声确实反映了实际信道中的加性噪声情况，比较真实地代表了信道噪声的特性。

## 【经典习题】

如果白噪声通过理想矩形的带通滤波器或理想带通信道，则其输出的噪声称为（ ）。

- A.带通白噪声                      B.高斯噪声  
C.窄带噪声                         D.散弹噪声

## 【试题分析】

【参考答案】 A。

【试题难度】 ☆☆☆☆

【题目解析】 如果白噪声通过理想矩形的带通滤波器或理想带通信道，则其输出的噪声称为带通白噪声。

## 【考点 9】 调幅

调制：是把信号形式转化成适合在信道中传输的一种过程。广义的调制分为基带调制和带通调制。

载波调制：是用调制信号去控制载波参数，使载波的一个或几个参数按照调制信号的规律变化。载波受调制以后成为已调信号。

调制的分类：

根据调制信号是模拟信号还是数字信号，载波是连续波还是脉冲序列分为连续波模拟调制、连续波数字调制、脉冲模拟调制和脉冲数字调制。

由调制信号去控制高频载波的幅度，使之随调制信号做线性变化的过程。在频谱结构上，已调信号的频谱完全是基带信号频谱在频域内的简单的搬移，由于这种搬移是线性的，幅度调制又称为线性调制。

假设调制信号  $m(t)$  的均值为 0，将其叠加一个直流分量  $A_0$  后与载波相乘，即形成调幅信号，见图模型。

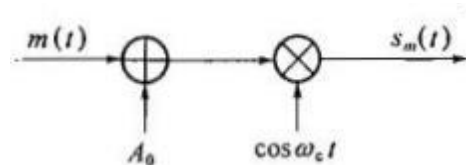
时域表达式：

$$s_{AM}(t) = [A_0 + m(t)]\cos \omega_c t$$

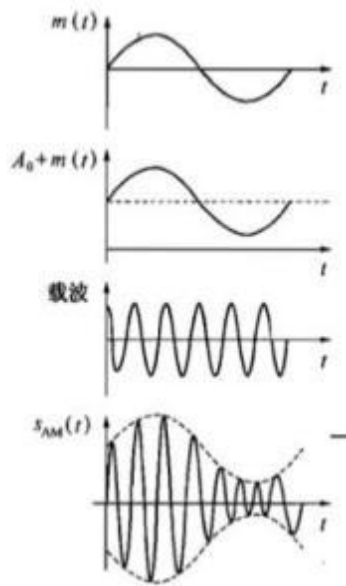
频域表达式：

$$s_{AM}(\omega) = \pi A_0 [\delta(\omega - \omega_c) + \delta(\omega + \omega_c)] + \frac{1}{2} [M(\omega - \omega_c) + M(\omega + \omega_c)]$$

若  $m(t)$  为随机信号，则已调信号的频域需用功率谱来描述。

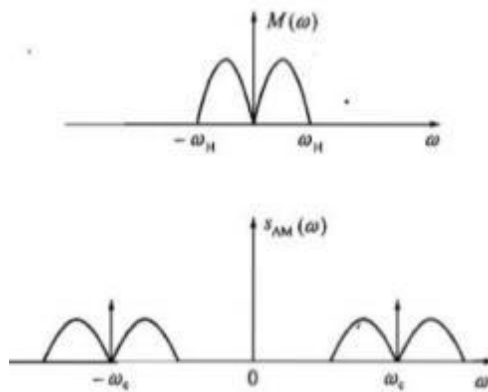


从 AM 信号的时域波形图（下图）可以看出：当  $|m(t)| < A_0$ ，AM 波的包络与调制信号完全相同，采用包络检波法可恢复出原始的调制信号。如上述条件没有满足，就采用相干解调法。



从频谱可以得出：AM 信号的频谱由载频量、上边带、下边带三部分组成，上边带的频谱结构与原调制信号的频谱结构相同，下边带是上边带的镜像。因此AM 信号是有载波分量的双边带信号，它的带宽是基带信号带宽的2 倍，即：

$$B_{AM} = 2f_H$$



AM 信号在  $1 \Omega$  电阻上的平均功率等于  $s_{AM}(t)$  的均方值。

$$P_{AM} = \overline{s_{AM}^2(t)} = \frac{A_0^2}{2} + \frac{\overline{m^2(t)}}{2} = p_e + p_s$$

式中： $p_c = A_0^2$ 为载波功率； $p_s = \overline{m^2}$ 为边带功率。只有边带功率与调制信号有关，也就是说载波分量并不携带信息。有用功率占总功率的比值称为调制效率，用 $\eta$ 来表示，则有：

$$\eta_{AM} = \frac{p_s}{P_{AM}} = \frac{\overline{m^2(t)}}{A_0^2 + \overline{m^2(t)}}$$

在满幅调制( $\overline{m^2(t)} = A_0^2$ ，也称为100%调制)条件下，这时调制增益最大值为： $\eta_{AM} = \frac{1}{3}$ 。

### 【经典习题】

已知某已调波的数学表达式为 $u(t) = 2[1 + \sin(2\pi \cdot 10^3 t)]\sin(2\pi \cdot 10^5 t)$ ，这是一个( )。

- |         |         |
|---------|---------|
| A.AM 波  | B.FM 波  |
| C.DSB 波 | D.SSB 波 |

### 【试题分析】

【参考答案】A。

【试题难度】☆☆☆☆

【题目解析】AM 信号表达式： $s(t) = A[1 + m(t)]\cos 2\pi ft$ ，其中含有直流分量，题干式中含有直流分量，因此为AM 信号。



# 数据通信网部分

## 【考点 1】层次结构模型

IEEE802		OSI 七层	网络设备	TCP/IP 四层	网络协议
局域网	数据	应用层		应用层	ftp, telnet, http, smtp, pop3, dns 等
		表示层			
		会话层			
	分组	传输层	四层交换机	传输层	Tcp, udp
	数据报	网络层	路由器	网络层	IP, RARP, ARP 等
LLC	数据帧	数据链路层	网桥, 交换机, 网卡	网络接口层	PPP 协议
MAC					
物理层	比特流	物理层	中继器, 集线器		

## 【经典习题】

交换机工作在 OSI 七层的哪一层 ( )。

- A. 一层
- B. 二层
- C. 三层
- D. 三层以上

## 【试题分析】

【参考答案】 B。

【试题难度】 ☆☆☆

【题目解析】 OSI 层次结构，不同的层次有不同的计算机设备，尤其是下三层，交换机主要工作在数据链路层，也就是七层结构当中的第二层。

## 【考点 2】层次设备

### 1. 中继器

中继器是网络物理层上面的连接设备。中继器是对信号进行再生和还原的网络设备，物理层设备。  
缺点：增加了延时。

### 2. 集线器

集线器的英文称为“Hub”，扩大网络的传输距离，多端口中继器。

工作在计算机物理层设备；多口网络设备；信号的放大再生功能；半双工通信；广播式数据传输；本身是一个冲突域；形成共享式以太网。物理层设备。

### 3.网桥

网桥是用于连接两个相同类型的局域网。是一种对帧进行转发的技术，根据MAC分区块，可隔离碰撞。网桥将网络的多个网段在数据链路层连接起来。数据链路层设备。

### 4.交换机

交换机 (Switch) 可以为接入交换机的任意两个网络节点提供独享的电信号通路。

工作在计算机数据链路层设备；多口网络设备；信号的放大再生功能；全双工通信；根据帧里数据的MAC地址和缓存中的路由表转发数据；隔绝广播风暴，形成交换式以太网。数据链路层设备。

### 5.网卡

网卡是工作在链路层的网络组件，是局域网中连接计算机和传输介质的接口，不仅能实现与局域网传输介质之间的物理连接和电信号匹配，还涉及帧的发送与接收、帧的封装与拆封、介质访问控制、数据的编码与解码以及数据缓存的功能等。是计算机上网必不可少的设备。

### 6.路由器

路由器 (Router)，是连接因特网中各局域网、广域网的设备，它会根据信道的情况自动选择和设定路由，以最佳路径，按前后顺序发送信号。

工作在网络层的设备；用于连接局域网和广域网、广域网与广域网的设备；连接不同类型和不同协议的网络；路径选择功能（知道从原点倒目的节点的完整路径）；数据过滤功能（类是于防火墙）；网络管理功能（子网划分技术）；隔绝IP地址引起的广播风暴。

### 7.网关

网关 (Gateway) 又称网间连接器、协议转换器。网关在网络层以上实现网络互连，仅用于两个高层协议不同的网络互连。网关既可以用于广域网互连，也可以用于局域网互连。网关是一种充当转换重任的计算机系统或设备。使用在不同的通信协议、数据格式或语言，甚至体系结构完全不同的两种系统之间，网关是一个翻译器。与网桥只是简单地传达信息不同，网关对收到的信息要重新打包，以适应目的系统的需求。

### 8.调制解调器

调制解调器 (Modem) 是一种计算机硬件，它能把计算机的数字信号翻译成可沿普通电话线传送的模拟信号，而这些模拟信号又可被线路另一端的另一个调制解调器接收，并译成计算机懂的语言。这一简单过程完成了两台计算机间的通信。

调制是把数字信号转换成电话线上传输的模拟信号；解调把模拟信号转换成数字信号。

## 【经典习题】

下列网络设备中，能够抑制网络风暴的是（ ）。

I 中继器； II 集线器； III 网桥； IV 路由器

A. 仅 I 和 II

B. 仅 III

C.仅Ⅲ和Ⅳ

D.仅Ⅳ

### 【试题分析】

【参考答案】D。

【试题难度】☆☆☆☆

【题目解析】中继器和集线器工作在物理层，不能抑制网络风暴。网桥只适用于用户不太多、通信量不太大的网络，否则有可能会因为传播过多的信息而产生广播风暴。能够隔离广播域的设备才可以抑制广播风暴，只有路由器可以隔离广播域，选D。

### 【考点3】信息计算

#### 1.奈奎斯特

奈奎斯特证明，对于一个带宽为W 赫兹的理想信道，其最大码元（信号）速率为2W 波特。这一限制是由于存在码间干扰。如果被传输的信号包含了M 个状态值（信号的状态数是M），那么W 赫兹信道所能承载的最大数据传输速率（信道容量）是：

$$\text{最大数据传输速率} = 2 \text{ 根 } W \text{ 根 } \log_2 M (\text{bps})$$

#### 2.信噪比

信号的平均功率和噪声的平均功率的比，常用S/N，分贝（dB）是度量单位。计算公式如下：

$$\text{信噪比 (dB)} = 10 \lg \frac{S}{N}$$

#### 3.香农定理

信道的极限信息传输速率C 可表达为： $C = W \log_2 (1 + \frac{S}{N}) (b/s)$

W 为信道的带宽（以Hz为单位）；

S 为信道内所传信号的平均功率；

N 为信道内部的高斯噪声功率。

### 【经典习题】

在带宽8KHz 的信道上，如果8 中不同的物理状态来表示数据，若信噪比S/N 为30db，按香农定理，最大限制的数据速率是（ ）。

A.24Kbps

B.48Kbps

C.40Kbps

D.80Kbps

## 【试题分析】

【参考答案】D。

【试题难度】☆☆☆☆

【题目解析】根据公式信噪比 =  $10 \lg(S/N)$ ，噪音是30分贝，所以30分贝 =  $10 \lg(S/N)$ ；计算得到： $S/N=1000$ 。根据香农定理： $C = W \times \log_2(1+S/N)$ ；其中W为带宽，所以值W=8KHz；带入后计算的： $C = 8KHz \times \log_2(1+1000)$ ；

## 【考点 4】检错编码

检错编码的作用是检查当前数据中出现的错误，对错误不进行处理，数据链路层就采用检错码，当检查出现错误后，数据链路层会丢弃当前的错误，不对当前的数据错误处理，并发出一个反回的控制信息，告知发送方，当前发送的数据出现错误。

### 1.水平/垂直奇偶校验码

奇偶校验是最常用的检错方法。在要传输数据的后面增加一位，使得传输数据中“1”的个数成奇数（奇校验）或偶数（偶校验）。

接收方接收后，如果接收的数据中“1”的个数成奇数个（奇校验）或偶数个（偶校验），说明传输数据中没有出现错误。如果接收的数据中“1”的个数成偶数个（奇校验）或奇数个（偶校验），说明传输数据出现错误。

当传输数据中出现奇数个错误的时候，奇偶校验码能检测出错误。

奇偶校验码可以分为：垂直奇偶校验，水平奇偶校验。

### 2.循环冗余校验

循环冗余检查（CRC）是一种数据传输检错功能，对数据进行求余计算，并将得到的余数附在帧的后面，接收设备也执行类似的算法，如果进行求余的结果是0，说明传输的数据是正确的，如果求余的结果不是0，则说明传输数据有问题。

校验机制是保证数据传输的正确性和完整性。

FCS（Frame Check Sequence）帧检查序列位，数比规定的除数少1位，是放在传输数据的后面。

例如：

$$\begin{array}{r}
 1100001010 \\
 10011 \overline{) 11010110110000} \\
 \underline{10011} \phantom{0000} \\
 10011 \phantom{0000} \\
 \underline{10011} \phantom{0000} \\
 10110 \phantom{0000} \\
 \underline{10011} \phantom{0000} \\
 10100 \phantom{0000} \\
 \underline{10011} \phantom{0000} \\
 1110
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 110000101 \\
 10011 \overline{) 11010110111110} \\
 \underline{10011} \phantom{0000} \\
 10011 \phantom{0000} \\
 \underline{10011} \phantom{0000} \\
 10111 \phantom{0000} \\
 \underline{10011} \phantom{0000} \\
 10011 \phantom{0000} \\
 \underline{10011} \phantom{0000} \\
 00000
 \end{array}$$

循环冗余校验CRC 是一种检错方法。帧检验序列FCS 是添加在数据后面的冗余码。

### 【经典习题】

CRC 码中，生成多项式的位数越多，校验能力（ ）。

- A. 越强
- B. 越弱
- C. 与位数无关
- D. 以上都不正确

### 【试题分析】

【参考答案】D。

【试题难度】☆☆☆

【题目解析】CRC 码中，生成多项式的位数越多则校验能力越强。

## 【考点 5】网络层 IP 技术

### 1. IP 协议

IP 数据报选项：用于网络测试或调试，包括记录路由选项、路由表、时间戳选项等。

### 2. IPv4 地址特点

在互联网上用 32 位二进制表示网络中唯一的一台主机，在计算机中用点分十进制表示，完整的 IP 地址由网络位和主机位组成。

### 3. IP 地址分类

A 类：第一位是 0	1.0.0.0 到 126.0.0.0
B 类：前二位是 10	128.1.0.0 到 191.254.0.0
C 类：前三位是 110	192.0.1.0 到 223.255.254.0
D 类：前四位是 1110	224.0.0.0 到 239.255.255.255 用于多点广播（组播）
E 类：前五位是 11110	240.0.0.0 到 255.255.255.254 保留
255.255.255.255 是受限广播地址。	

#### 4.子网掩码

它是一种用来指明一个IP地址的哪些位标识的是主机所在的子网，以及哪些位标识的是主机的位掩码。子网掩码中1的数目等于网络位的长度；0的数目等于主机位的长度。

#### 5.IP子网划分

对一个网络进行子网划分时，基本上就是将它分成小的网络。通过划分子网，可以按照需要将网络分割成小网络。这样也有助于降低流量和隐藏网络的复杂性。

#### 6.子网划分示例

把192.168.12.126划分成3个子网，写出每个网段范围。

①划分子网，根据借位的公式是 $2^n$ 个子网。 $2^n > 4$ ，所以 $n=2$ 。所以借位为2个。得到子网掩码是11111111 11111111 11111111 11000000，转化为十进制得到255.255.255.192。

②主机位一共还有6位，每个网络中可以有IP地址数量是 $2^6 = 64$ 。

③子网划分的结果是

网段号	地址范围	广播地址	子网掩码
1	192.168.12.0	192.168.12.1: 192.168.12.62	192.168.12.63
3	192.168.12.64	192.168.12.65: 192.168.12.126	192.168.12.127
5	192.168.12.128	192.168.12.129: 192.168.12.190	192.168.12.191
7	192.168.12.192	192.168.12.193: 192.168.12.254	192.168.12.255

### 【经典习题】

某主机的IP地址为180.80.77.55，子网掩码为255.255.252.0。若该主机向其所在子网发送广播分组，则目的地址可以是（ ）。

- A.180.80.76.0
- B.180.80.76.255
- C.180.80.77.255
- D.180.80.79.255

### 【试题分析】

【参考答案】D。

【试题难度】☆☆☆☆☆

【题目解析】IP地址180.80.77(01001101).55与子网掩码255.255.252(11111100).0逐比特相与，得这个IP地址所处的网络地址为：180.80.76.0。主机号(后10位)全1时为广播地址，即180.80.79.255。

### 【考点6】IPv6

#### 1.IPv6特点

更大的地址空间。IPv6将地址从IPv4的32位增大到了128位。

支持即插即用（即自动配置）

IPV6 中选项部分的出现方式也有所变化，使路由器可以简单路过选项而不做任何处理，加快了报文处理速度；

IPV6 简化了报文头部格式，字段只有 8 个，加快报文转发，提高了吞吐量；

提高安全性。身份认证和隐私权是 IPV6 的关键特性；

支持更多的服务类型；

允许协议继续演变，增加新的功能，使之适应未来技术的发展；

只交付其中的一个，通常是距离最近的一个。

## 2.IPv6 的表示

①每个 16 位的值用十六进制值表示，各值之间用冒号分隔。

例如：68E6:8C64:FFFF:FFFF:0:1180:960A:FFFF

②零压缩（zero compression），即一连串连续的零可以为一对冒号所取代。

例如 FF05:0:0:0:0:0:0:B3 可以写成：FF05::B3

③点分十进制表示

0:0:0:0:0:0:128.10.2.1 再使用零压缩即可得出：::128.10.2.1

## 3.IPv6 的数据传输方式

单播（unicast）：是指封包在计算机网络的传输中，目的地址为单一目标的一种传输方式。它是现今网络应用最为广泛，通常所使用的网络协议或服务大多采用单播传输。

广播（broadcast）：是指封包在计算机网络中传输时，目的地址为网络中所有设备的一种传输方式。实际上，这里所说的“所有设备”也是限定在一个范围之内，称为“广播域”。

任播（anycast）：是一种网络寻址和路由的策略，使得资料可以根据路由拓扑来决定送到“最近”或“最好”的目的地。

## 【经典习题】

IPv6 地址占（ ）个字节。

A.4

B.6

C.8

D.16

## 【试题分析】

【参考答案】D。

【试题难度】☆☆☆

【题目解析】IPv6 用 128 位二进制表示， $128\text{b}=128/8=16\text{B}$ 。

## 【考点 7】网络层路由协议

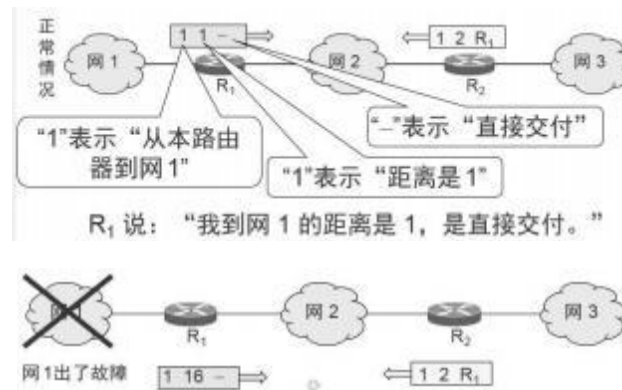
### 1.RIP 协议的优缺点

RIP 存在的一个问题是当网络出现故障时，要经过比较长的时间才能将此信息传送到所有的路由器。

RIP 协议最大的优点就是实现简单，开销较小。

RIP 限制了网络的规模，它能使用的最大距离为 15（16 表示不可达）。

路由器之间交换的路由信息是路由器中的完整路由表，因而随着网络规模的扩大，开销也就增加。



R1 说：“我到网 1 的距离是 16（表示无法到达），是直接交付。”

### 2.OSPF 协议

OSPF(Open Shortest Path First 开放式最短路径优先) 是一个内部网关协议(Interior Gateway Protocol, 简称 IGP)，用于在单一自治系统 (autonomous system,AS) 内决策路由。是对链路状态路由协议的一种实现，隶属内部网关协议 (IGP)，故运作于自治系统内部。著名的迪克斯加算法(Dijkstra)被用来计算最短路径树。与 RIP 相比，OSPF 是链路状态协议，而 RIP 是距离矢量协议。

### 3.RIP 和 OSPF 对比

主要特点	RIP	OSPF
网关协议	内部	内部
路由表内容	目的网，下一站，距离	目的网，下一站，距离
最佳通路	跳数	费用
算法	距离矢量	链路状态
传送方式	运输层 UDP	IP 数据报
其他	简单，效率低，跳数为 16 不可达，对消息传的快，坏消息传的慢	效率高，路由频繁交换信息，需保持一致性

### 4.BGP 协议

边界网关协议 (BGP) 是运行于 TCP 上的一种自治系统的路由协议。BGP 是唯一一个用来处理像因特网大小的网络的协议，也是唯一能够妥善处理好不相关路由域间的多路连接的协议。BGP 构建在 EGP 的经验之上。BGP 系统的主要功能是和其他的 BGP 系统交换网络可达信息。网络可达



信息包括列出的自治系统（AS）的信息。这些信息有效地构造了 AS 互联的拓扑图并由此清除了路由环路，同时在 AS 级别上可实施策略决策。

BGP 属于外部网关路由协议，可以实现自治系统间无环路的域间路由。

### 【经典习题】

RIP 协议是基于（ ）。

- A.UDP
- B.TCP
- C.ICMP
- D.RawIP

### 【试题分析】

【参考答案】A。

【试题难度】☆☆☆☆

【题目解析】RIP 协议是基于距离矢量算法，RIP 协议是工作在网络层的协议，而网络层采取的传输方式是不可靠的传输。

### 【考点 8】传输层端口

熟知端口：数值一般为 0~1023。

登记端口号：数值为 1024~49151，为没有熟知端口号的应用程序使用的。使用这个范围的端口号必须在 IANA 登记，以防止重复。

客户端口号或短暂端口号：数值为 49152~65535，留给客户进程选择暂时使用。当服务器进程收到客户进程的报文时，就知道了客户进程所使用的动态端口号。通信结束后，这个端口号可供其他客户进程以后使用。

		端口号	关键字	应用协议
IP	UDP		DHCP	IP 地址配置
			IGMP	多播
		53	DNS	域名服务
		69	TFTP	简单文件传输协议
		161	SNMP	简单网络管理协议
		520	RIP	RIP 路由选择协议
	TCP	20/21	FTP	文件传输协议
		23	TELNET	虚拟终端协议
		25	SMTP	简单邮件传输协议



## 5.令牌环网

拥有令牌的站点才能发送数据，一次发送一帧。优点：解决以太网可能出现的冲突重试造成的无法预测的延迟。访问模式是令牌传递。环形拓扑，单向通信。

## 6.令牌总线

将以太网的总线拓扑和令牌环的可预测的延迟特性相结合，物理上是一条总线，逻辑上使用令牌环。将各站点构成一个逻辑环，令牌在逻辑环上传递。

## 7.光纤分布式数据接口 FDDI

提供的高速数据通信能力要高于当时的以太网（10Mbps）和令牌网（4 或 16Mbps）的能力。主要在于FDDI 使用定时的令牌访问方法。FDDI 可以发送两种类型的包：同步的和异步的。同步通信用于要求连续进行且对时间敏感的传输（如音频、视频和多媒体通信）；异步通信用于不要求连续脉冲串的普通的数据传输。

### 【经典习题】

关于网络拓扑结构设计的说法正确的是（ ）。

- A.局域网拓扑结构没有统一的模式      B.局域网应使用三层交换  
C.局域网只能用双绞线连接      D.局域网应使用星型结构

### 【试题分析】

【参考答案】A。

【试题难度】☆☆☆☆

【题目解析】局域网包括物理层和数据链路层，应使用两层交换；局域网可以使用同轴电缆、双绞线以及光纤连接；局域网可使用星型、环型、总线型和树型结构。

### 【考点 10】加密技术

加密技术包括两个元素：算法和密钥。算法是将普通的文本（或者可以理解的信息）与一串数字（密钥）的结合，产生不可理解的密文的步骤，密钥是用来对数据进行编码和解码的一种算法。

#### 1.对称加密算法

对称加密采用了对称密码编码技术，它的特点是文件加密和解密使用相同的密钥，即加密密钥也可以用作解密密钥，这种方法在密码学中叫做对称加密算法，对称加密算法使用起来简单快捷，密钥较短，且破译困难，除了数据加密标准（DES），另一个对称密钥加密系统是国际数据加密算法（IDEA），它比DES 的加密性好，而且对计算机功能要求也没有那么高。

## 2.非对称加密算法

加密和解密使用的是两个不同的密钥，所以这种算法叫作非对称加密算法。

非对称加密算法需要两个密钥：公开密钥（publickey）和私有密钥（privatekey）。公开密钥与私有密钥是一对，如果用公开密钥对数据进行加密，只有用对应的私有密钥才能解密；如果用私有密钥对数据进行加密，那么只有用对应的公开密钥才能解密。

公钥是公开的，公开的是公钥和公钥的加密算法。



当传输数据的时候用公钥加密，私钥解密；当身份验证的时候，私钥加密，公钥解密。

## 3.总结

单钥或对称密码体制。最有影响的是DES 算法，另有国际数据加密算法IDEA。单钥密码算法的优点主要体现在其加密、解密处理速度快、保密度高等。

双钥或非对称密码体制。最有名的是RSA 密码体制，另有ElGamal 算法。双钥密码的优点是可以公开加密密钥，适应网络的开放性要求，且仅需保密解密密钥，所以密钥管理问题比较简单。缺点是双钥密码算法一般比较复杂，加解密速度慢。

双钥密码体制的产生主要基于两个原因：一是为了解决常规密钥密码体制的密钥管理与分配的问题；二是为了满足对数字签名的需求。在双钥密码体制中，公开密钥是可以公开的信息，而私有密钥是需要保密的。

### 【经典习题】

以下关于对称与非对称加密算法叙述中正确的是（ ）。

- A.对称加密比非对称加密的安全性好
- B.对称加密比非对称加密的解密速度慢
- C.非对称加密算法中公钥是公开的，算法是保密的
- D.非对称加密与对称加密相比，用户需要保管的密钥数量少

### 【试题分析】

【参考答案】D。

【试题难度】☆☆☆☆

【题目解析】非对称加密使用了一对密钥，即公钥与私钥，公钥是公开的，私钥个人持有，不公开；对称加密算法，每一对用户就要有一个密钥，而非对称加密算法只需自己保管自己的私钥即可，故D 选择正确。

## 【考点 11】网络安全协议

网络安全协议是营造网络安全环境的基础，是构建安全网络的关键技术。设计并保证网络安全协议的安全性和正确性能够从基础上保证网络安全，避免因网络安全等级不够而导致网络数据信息丢失或文件损坏等信息泄露问题。在计算机网络应用中，人们对计算机通信的安全协议进行了大量的研究，以提高网络信息传输的安全性。

主要的协议标准有：

安全超文本传输协议（S-HTTP）：依靠密钥对的加密，保障Web 站点间的交易信息传输的安全性。

安全套接层协议（SSL）：由Netscape 公司提出的安全交易协议，提供加密、认证服务和报文的完整性。SSL 被用于Netscape Communicator 和Microsoft IE 浏览器，以完成需要的安全交易操作。

安全交易技术协议（STT）：由Microsoft 公司提出，STT 将认证和解密在浏览器中分离开，用以提高安全控制能力。Microsoft 在Internet Explorer 中采用这一技术。

安全电子交易协议（SET）

## 【经典习题】

主要用于加密机制的协议是（ ）。

- |          |       |
|----------|-------|
| A.HTTP   | B.FTP |
| C.TELNET | D.SSL |

## 【试题分析】

【参考答案】D。

【试题难度】☆☆☆☆

【题目解析】SSL 及 TLS 协议，是为网络通信提供安全及数据完整性的一种安全协议。TLS 与 SSL 在传输层对网络连接进行加密，用于保障网络数据传输安全，利用数据加密技术，确保数据在网络传输过程中不会被截取及窃听。SSL 协议已成为全球化标准，所有主要的浏览器和WEB 服务器程序都支持 SSL 协议，可通过安装 SSL 证书激活 SSL 协议。

## 【考点 12】防火墙技术

### 1. 防火墙概念

防火墙是位于被保护网络和外部网络之间执行访问控制策略的一个或一组系统，包括硬件和软件，它构成一道屏障，以防止发生对被保护网络的不可预测的、潜在破坏性的侵扰。

## 2. 防火墙功能

过滤进、出网络的数据；管理进、出网络的访问行为；封堵某些禁止的业务；记录通过防火墙的信息内容和活动；对网络攻击检测和告警。

## 3. 局限性

- ①在保护内部网络的同时使它与外部网络的信息交流受到阻碍。
- ②增大了网络管理开销，减慢了信息传输速率。
- ③只能防范经过其本身的非法访问和攻击，不能阻止不经过防火墙的攻击；
- ④不能解决来自内部网络的攻击和安全问题；
- ⑤不能防止受病毒感染的文件的传输；
- ⑥不能防止策略配置不当或错误配置引起的安全威胁；
- ⑦不能防止自然或人为的故意破坏；
- ⑧不能防止本身安全漏洞的威胁。

## 4. 代理服务器 (Proxy)

突破中国电信的IP 封锁。

提高访问速度：通常代理服务器都设置一个较大的硬盘缓冲区，当有外界的信息通过时，同时也将其保存到缓冲区中，当其他用户再访问相同的信息时，则直接由缓冲区中取出信息，传给用户，以提高访问速度。

隐藏真实IP：上网者也可以通过这种方法隐藏自己的IP，免受攻击。

## 5. NAT 技术

网络地址转换 (NAT) ，允许一个整体机构以一个公用IP 地址出现在互联网上，这是一种把内部私有IP 地址翻译成合法网络IP 地址的技术。

## 【经典习题】

下列关于防火墙功能的描述，错误的是（ ）。

- A. 防火墙可以阻止来自内部的威胁和攻击
- B. 防火墙可以检查进入内部网的通信量
- C. 防火墙可以使用过滤技术在网络层对数据包进行选择
- D. 防火墙可以使用应用网关技术在应用层上建立协议过滤和转发功能

## 【试题分析】

【参考答案】 A。

【试题难度】 ☆☆☆☆

【题目解析】 防火墙防外不防内，不能阻止来自内部的威胁和攻击。

# 现代交换部分

## 【考点 1】交换技术的基本概念

### 1.点对点通信

只有两个终端和连接两个终端的传输线路的通信方式。

### 2.多点通信

多个终端全互连方式连接。

交换互连需  $n(n-1)$  条线对且线对成平方增加。

终端相距较远时，线路代价将很高。

再增加一个终端时须增加  $N$  对线路。

每个用户终端出线过多、选线复杂、较难维护。

每个终端需要  $N-1$  个线路接口。

### 3.交换机互联

每个通信终端通过一对专门的用户环线连到交换机的线路接口，交换机负责监测各个用户状态，需要在两用户之间建立和释放通信连路。

优点：

$N$  个终端一共需要  $N$  条线路。

增加新终端时只需增加一条线路。

当用户终端数量很多并且分布的区域很大，可以设置多个交换节点，交换节点之间通过中继线连接，网络范围再次扩大，交换机之间不能通过网状连接，需要通过汇接交换节点进行连接。

### 4.多交换节点网络

#### (1) 交换机类型

端局交换机（本地交换机）：直接连接用户终端，即负责与交换机连接也负责与用户端的连接。

汇接交换机：与各交换机连接的交换机。

用户交换机：完成企业内部之间以及与公用电信网络的电话交换。

中继线：交换机之间的线路。

#### (2) 接线类型

本局接续：完成同一个交换机上连接的用户之间的连接。

出局接续：完成连接在交换机节点上的用户线与出中继线之间的连接。

入局接续：完成连接在交换机节点上的入中继线与用户线之间的连接。

转接接续：完成连接在交换机节点上的入中继线与出中继线之间的连接。

#### (3) 交换节点的功能

能正确接收和分析从用户线和中继线发来的呼叫控制信号、地址信号。

能按目的地址正确的进行地址选路及在中继线上转发信号。

能控制连接线的建立和拆除。

#### (4) 交换方式的选择

电话交换由恒定的比特流传输，对时延要求较为严格，因此采用电路交换。

数据通信具有突发性，对可靠性要求高，对时间要求特性较低，采用存储转发的分组交换模式。

图像信息要求较高的频带占用，并且对实时性和可靠性较高，所以需要结合电话交换和分组交换的传输特性的ATM网络。

### 【经典习题】

在星型网的拓扑结构中，N个节点完全互连需要（ ）条传输线路。

A.N-1

B.N

C.N (N-1)

D.N<sup>2</sup>

### 【试题分析】

【参考答案】A。

【试题难度】☆☆☆

【题目解析】星型网的拓扑结构中，N个节点完全互连需要N-1条传输线。

## 【考点2】电路交换

### 1. 电路交换机使用了如下控制技术

利用呼叫处理完成交换网络入端口到出端口之间内部通道的预占；

使用局间信令完成中继线上带宽资源的预占。

由于呼叫建立阶段已获得了全部的通信资源，通信阶段无需缓存和差错控制机制，因此采用同步时分交换就可以满足要求。

### 2. 电路交换特点

面向连接的工作方式：逻辑连接和物理连接

同步时分复用：基于传统的PCM技术，划分为帧，帧里在划分成时隙，每个时隙一个话路惊醒传输传输。保证数据快速传输，但线路利用率低。

固定分配带宽：电路交换基于PCM 30/32路同步时分复用系统，每秒传送8000帧，每帧32个时隙，每个时隙为8bit，每路通信子信道的速率为64kbit/s。时隙是电路交换传输、复用和交换的最小单位，且长度固定，为恒定速率。电路交换是固定带宽分配，在通信的全部时间内，通信的双方始终占用端到端的固定传输带宽。电路交换适合于实时且带宽固定的通信。



信息具有透明性：为满足语音业务的实时性要求，快速传送语音信息，电路交换对所传送的语音信息不做任何处理（信令除外），而是原封不动地传送，即透明传输。当用于低速数据传送时也不进行速率、码型的变换。

适合传输语音数据，基于呼叫损失的流量控制，信息传送无差错控制

电路交换的特点决定了电路交换技术不适合差错敏感的数据业务和突发性业务，它适合实时性、恒定速率的语音业务。电话通信网采用的就是电路交换技术，用于完成对实时语音业务交换，它也是最早出现并应用最管饭的技术。

### 【经典习题】

电路交换的概念始于（ ）。

- A. 报文交换
- B. 电话交换
- C. 数据交换
- D. 广播电视

### 【试题分析】

【参考答案】 B。

【试题难度】 ☆☆☆

【题目解析】 电路交换是通信网中最早的交换技术，它是基于语音业务而产生的，始于电话交换。

### 【考点 3】 话路子系统

话路子系统包括模拟用户接口、用户级、远端模块、数字用户接口、数字中继接口、模拟中继接口、信令设备、交换网络等部件。

#### 1. 模拟用户接口

每一个模拟用户均要经模拟用户接口电路连接交换网络，因此这种接口电路占的比例最大，对它的组成和功能有一个基本要求，归纳起来为 BORSCHT。BORSCHT 的含义如下：

**B (Battery feed)：** 馈电。所有连接在交换机上的终端，均由交换机馈电。程控交换机的馈电电压一般为 -48 V。通话时馈电电流在 20 ~ 100 mA 之间。馈电方式有恒压馈电和恒流馈电两种。

**O (Over-voltage)：** 过压保护。程控交换机内有大量的集成电路，为保护这些元器件免受从用户线进来的高电压、过电流的袭击，一般采用二级保护措施。

第一级保护是在用户线入局的配线架上安装保安器，主要用来防止雷电。

**R (Ring)：** 振铃。振铃信号送向被叫用户，用于通知被叫有呼叫进入。向用户振铃的铃流电压一般较高。我国规定的标准是用  $75 \pm 15$  V、25 Hz 交流电压作为铃流电压，向用户提供的振铃节奏规定为 1 s 通，4 s 断。

S (Supervision) : 监视。用户话机的摘/挂机状态和拨号脉冲数字的检测, 是通过微处理机监视用户线上直流环路电流的有、无状态来实现的。

用户挂机空闲时, 直流环路断开, 馈电电流为零; 反之, 用户摘机后, 直流环路接通, 馈电电流在20 mA 以上。

C (Codec) : 编译码。数字交换机只能对数字信号进行交换处理, 而话音信号是模拟信号, 因此, 在模拟用户电路中需要用编码器把模拟话音信号转换成数字话音信号, 然后送到交换网络进行交换。

反之, 通过解码器把从交换网络输出的数字话音转换成模拟话音送给用户。

H (Hybrid) : 混合电路。数字交换网络完成4 线交换 (接收和发送各1 对线), 而用户传输线路上用2 线双向传送信号。

因此, 在用户话机和编/解码器之间应进行2/4 线转换, 以把2 线双向信号转换成收、发分开的4 线单向信号, 而相反方向需进行4/2 线转换;

同时可根据每一用户线路阻抗的大小调节平衡网络, 达到最佳平衡效果。这就是混合电路的功能。

T (Test) : 测试。测试工作可由外接的测试设备来完成, 也可利用交换机的软件测试程序进行自动测试。测试是通过测试继电器或电子开关为用户接口电路或外部用户线提供的测试接入口而实现的。

## 2.用户级

用户级是用户集线器LC (line Concentration) 的简称, 它完成话务集中的功能。一群用户经用户级集中后以较少的链路接至交换网络, 以提高交换网络的利用率。集中比一般为2 : 1~8 : 1。

用户级和用户接口电路还可以设置在远端, 常称为远端模块。

## 3.数字用户接口

连接用户终端且环线采用数字传输的交换机接口称为数字用户接口。已标准化的数字用户接口有基本速率接口BRI (Basic Rate Interface) 和基群速率接口PRI (Primary Rate Interface) 。

这两个接口的传输帧结构分别为2B + D 和30B + D, 线路速率分别为192kb/s 和2.048 Mb/s。

其中, “B” 是64 kb/s 的业务信道, “D” 是信令信道, 在BRI 中D 是16 kb/s, 在PRI 中D 是64 kb/s。

## 4.模拟中继接口

模拟中继AT (Analog Trunk) 接口是数字交换机为适应局间模拟环境而设置的接口电路, 用来连接模拟中继线。模拟中继接口具有测试、过压保护、线路信令监视和配合、编/译码等功能。

## 【经典习题】

用户接中电路物七项功能用英文缩写字母可表示为( )

A.BORSCHT

B.BOXSCT

C.BURSCT

D.BORSKHT

## 【试题分析】

【参考答案】 A。

【试题难度】 ☆☆☆☆☆

【题目解析】 B 是Battery feeding 馈电， O 是Overvoltage protection 过压保护， R 是 ringing control 振铃控制， S 是Supervision 监视， C 是 CODEC &filter 编译码和滤波， H 是Hybird Circuit 混合回路， T 是Test 测试。

## 【考点 4】 时分交换单元（时分接线器）

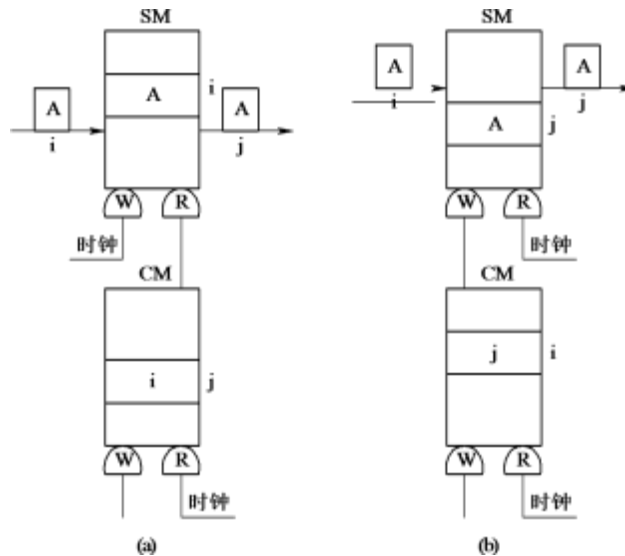
时分接线器属于共享存储器型交换单元。

时分接线器简称T 接线器，用来完成时隙交换功能。

时分接线器采用缓冲存储、控制读出或写入的方式来进行时隙交换，主要由话音存储器SM 和控制存储器CM 组成。SM 用来暂存编码的话音信息。每个时隙有8 位编码，考虑到要进行奇偶校验等，所以SM 的每个单元（即每个字）应具有8 位以上字长。SM 的容量，即所包含的字数应等于输入复用线（母线）上的复用度。例如，有512 个时隙，SM 就要有512 个单元。

时分接线器的工作方式有两种。

第一种是顺序写入，控制读出，简称输出控制，如图（a）所示。



(a) 中表示了话音A 按顺序存入SM 的第i 单元，当第j 时隙到来时，以CM 第j 单元的内容i 为地址，读出SM 第i 单元的内容A。这样，第i 时隙输入的话音编码信息A 就在第j 时隙送出去，实现了时隙交换的功能。

第二种是控制写入，顺序读出，简称输入控制，如图（b）所示。用这两种方式进行时隙交换的原理是相同的。

控制写入、顺序读出的原理是相似的，不同的是：控制存储器内写入的是话音存储器的写入地址，以此来控制话音存储器的写入，即话音存储器第j单元写入的是第i输入时隙的话音信息，如图（b）所示。由于是顺序读出，故在第j时隙读出话音存储器第j单元的内容，同样完成了第i个输入时隙与第j个输出时隙的交换。

顺序写入或读出是由时钟控制的，控制读出或写入则由CM完成。

CM的作用是控制同步交换，其容量一般等于话音存储器的容量，它的每个单元所存的内容是由处理机控制写入的，用来控制SM读出或写入的地址。

因此，CM中每个字的位数决定于SM的地址码的位数。如果SM有512个单元，需要用9位地址码选择，则CM的每个单元应有9位。

### 【经典习题】

T接线器采用输入控制方式时，如果要将T接线器的输入复用线时隙125的内容A交换到输出复用线的时隙28，则A应写入话音存储器的（ ）号单元。

- A.123
- B.28
- C.21
- D.22

### 【试题分析】

【参考答案】B。

【试题难度】☆☆☆

【题目解析】输入控制，是把数据控制写入到输出线的28号时隙，顺序读出的时候到28号时隙就可以把A读出了。

### 【考点5】空分交换单元（空分接线器）

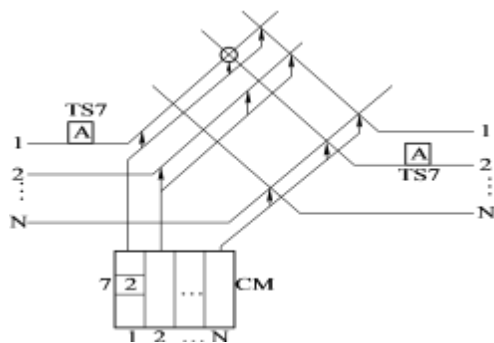
空分接线器用来完成对传送同步时分复用信号的不同复用线之间的交换功能，而不能改变其时隙位置，可简称为S接线器。而对同步时分复用信号来说，用户信息固定在某个时隙里传送，一个时隙就对应一条话路。

CM的个数对应输出（入）母线的线数；

CM的单元数对应输出（入）母线上的时隙数；

CM单元内的内容填写要交换的输入（出）母线的线号。

如下为入线控制示意图。



### 【经典习题】

设S接线器在输出控制方式下工作，如果要将S接线器的输入复用线HW3的时隙23的内容A交换到输出复用线HW5的同一时隙，则计算机应将控制存储器组CM5的23号单元的内容置为（ ）。

- A. 1
- B. 3
- C. 5
- D. A

### 【试题分析】

【参考答案】 B。

【试题难度】 ☆☆☆☆

【题目解析】 CM5的23号单元是滴23号时隙，所以要转换到HW3上去，就需要在存储单元上存储线路号时3。

## 【考点 6】 信令的控制方式

### 1. 非互控方式

非互控方式是指在信令发送过程中，信令发送端发送信令不受接收端的控制，不管接收端是否收到，发端可不断地发送信令。非互控方式的特点是信令控制简单，信令速度快，但信令传送的可靠性差，适用于误码率很低的数字信道，No.7信令采用非互控方式来传送信令，以求信令快速的传送，并采取有效的可靠性保证机制，以克服可靠性不高的缺点。

### 2. 半互控方式

半互控方式是指在信令发送过程中，信令发送端每发一个信令，都必须等到接收端返回的证实信令或响应信令后，才能接着发下一个信令，也就是前向信令受控于后向信令。半互控方式的特点是其信令发送的控制设备相对简单，信令传送速度较快，信令传送的可靠性有保证。

### 3.全互控方式

全互控方式是指信令在发送过程中，发送端发送信令受到接收端的控制，接收端发送信令也要受到发送端的控制。显然，全互控方式的特点是抗干扰能力强，信令传送可靠性高，但信令收发设备复杂，信令传送速度慢。

#### 【经典习题】

中国7号记发器信令使用（ ）方式

- A.非互控
- B.半互控
- C.全互控
- D.以上都可以

#### 【试题分析】

【参考答案】C。

【试题难度】☆☆☆

【题目解析】中国7号信令使用的是全互控方式。

### 【考点7】7号信令功能级

#### 1.No.7 信令系统的基本结构

七号信令系统的基本功能结构由两部分组成：

公共的消息传递部分MTP；

提供一个可靠的消息传递系统；

适合不同用户的独立用户部分UP；

负责信令消息的生成、语法检查和信令过程控制。

#### 2.No.7 信令系统的分层结构

##### (1) 七号信令系统与 OSI 七层的对应关系



图中：

INAP: 智能网应用部分。

OMAP: 操作维护应用部分。

CAP: CAMEL 应用部分。

MAP: 移动应用部分。

TCAP: 事务处理能力应用部分。

BSSAP: 基站子系统应用部分。

ISUP: ISDN 用户部分。

TUP: 电话用户部分。

SCCP: 信令连接控制部分。

MTP1 (信令数据链路层) 是用于信令传输的通路, 由传输速率相同的双向信令数据通路组成。功能等同于 OSI 的物理层, 在这里定义了信令数据链路的物理、电气和功能特性, 确定与数据链路的连接方法。

MTP2 (信令链路功能层) 相当于 OSI 的数据链路层, 用于把消息信令传送到数据链路, 与 MTP1 共同保证在两个信令点之间提供一条可靠传送信令的链路。它包括信令单元的分界、定位、差错检测、差错校验、初始定位和处理机故障等, 还包括流量控制和信令链路差错监视等功能。

MTP3 (信令网功能层) 相当于 OSI 的网络层。MTP3 规定了在信令点之间传送消息的功能和程序。该功能用于在信令网中当信令链路和信令转接点发生故障时, 为保证可靠地传送各种信令消息, 在信令点之间传送管理消息。MTP3 信令网功能划分为信令消息处理和信令网管理两部分。

**(2) 信令消息处理功能是在分析消息信令标记的基础上, 将信令消息送往相应的信令链路或高层的用户部分**

①消息路由部分完成消息路由的选择, 也就是利用路由标记中的信息, 为信令消息选择一条信令链路, 以使信令消息能传送到目的信令点。

②消息鉴别部分的功能是接收来自第二级的消息, 以确定消息的目的地是否是本信令点。如果目的地是本信令点, 消息鉴别部分将消息传送给消息分配部分; 如果目的地不是本信令点, 消息鉴别部分将消息发送给消息路由部分。

③消息分配部分的功能是将消息鉴别部分发来的消息, 分配给相应的用户部分以及信令网管和测试维护部分。

**(3) 信令网管理功能在信令网故障时重组信令网结构、维持和恢复消息信令单元的正常传送通信网管理**

①信令业务管理的目的是在信令网发生故障时将信令数据从一条链路或路由转移到另一条或多条可用的链路或路由, 或在信令点发生拥塞的情况下临时减少信令业务。

②信令链路管理的目的是在信令网中恢复、启用和退出信令链路, 并保证能够提供一定的预先确定的链路群的能力, 一般由人机命令创建信令数据链路和信令终端的连接关系。

③信令路由管理的目的是保证可靠地在信令点间交换有关信令路由可用性的信息，以便对信令路由进行闭塞或解除闭塞，主要由禁止传送、允许传送、受控传送、受限传送、信令路由组测试、信令路由组拥塞测试等程序组成，这些程序仅用于发端信令业务通过信令转接点到目的地的情况。

#### (4) 七号信令系统的功能级结构-MTP

信令数据链路级：这是No.7 信令传送的物理层，它定义了No.7 信令的电气和功能特征等，要求一条独立的数据传输通道，是No.7 消息的传载体。在目前交换机上，一般由PCM 系统的某一时隙提供，如实际常采用PCM 的 TS16 时隙。

信令链路级：定义信令消息在数据链路上传送方式和过程，如帧格式、差错检测、纠错重发、链路定位过程等，提供信令两端的信令可靠传送。

信令网功能级：完成No.7 信令的网络层功能，如目的地寻址，同时保证信令能正确传送到目的点，当信令网中某些点或传输链路发生故障时它能保证信令消息在信令网中仍能可靠地传递。

#### (5) 七号信令系统的功能级结构-TUP、ISUP

##### ①电话用户部分TUP。

支持电话业务，控制电话网的接续和运行，如呼叫的建立、监视、释放等。

TUP 在移动网中使用时有一些特别的要求。故称MTUP。

##### ②ISDN 用户部分ISUP。

在ISDN 环境中提供话音和非话业务所需的功能，以支持ISDN 基本业务及补充业务。

ISUP 具有TUP 的所有功能，因此可以代替TUP。

##### ③信令连接控制部分SCCP。

SCCP 的设计宗旨是和MTP-3 结合，提供增加的网络功能，主要是提供增强的寻址功能，如增加了按GT 方式寻址功能。

扩充了MTP 的用户部分，SCCP 内部支持不同的子业务系统。

SCCP 也为MTP 提供了附加功能，提供数据的无连接和面向连接业务。

无连接业务是指不需预先建立连接就可传递消息。如智能网中帐号查询、移动网中用户鉴权等许多适时性很强的消息就是利用无连接业务传送的。

面向连接业务是指预先建立连接，再大量传送消息。如移动网的A 接口消息主要采用面向连接来传送。

##### ④事务处理应用部分TCAP。

TCAP 是No.7 信令系统为各种通信网络业务提供的接口，如移动业务、智能业务等。TCAP 为这些网络业务的应用提供信息请求、响应等对话能力。

目前TCAP 协议只建立在无连接业务上。

TCAP 是一种公共的规范，与具体应用无关。具体应用部分通过TCAP 提供的接口实现消息传递。如移动通信应用部分MAP 通过TCAP 完成漫游用户的定位等业务。



TCAP 在于提供了一个标准的消息封装机制。MAP、CAP 等不同的应用对应于 TCAP 消息中不同的成份。

⑤移动应用部分 MAP。

MAP 是公用陆地移动网 (PLMN) 在网内以及与其他网间进行互连而设计的移动网特有的信令协议规范。

MAP 使 GSM 网络实体可以实现移动用户的位置更新、鉴权、加密、切换等功能, 使移动用户可以正确地接入网络、发起和接收呼叫。

⑥智能网应用部分 INAP。

INAP 智能网应用部分, 应用于有线智能网;

INAP 规定了有线智能网 SCF 与 SSF 互连的接口规程。

⑦CAMEL 应用部分 CAP。

CAP 是 CAMEL 的应用部分, 它基于智能网的 INAP 协议, 应用于移动智能网;

CAP 规定了 gsmSSF、gsmSRF 与 gsmSCF 互连的接口规程。

### 【经典习题】

7 号信令系统从功能上可分为 ( )。【多选】

- A.消息传递部分
- B.用户部分
- C.控制部分
- D.数据链路部分

### 【试题分析】

【参考答案】 AB。

【试题难度】 ☆☆☆☆☆

【题目解析】 7 号信令系统功能上可分消息传递部分 MTP 和用户部分。

## 无线通信部分

### 【考点 1】电波的传播方式

#### 1.地波传播

无线电波沿着地球表面的传播就称为地波传播。主要用于低频及甚低频远距离传输。

传播特点是：传输损耗小，作用距离远；受电离层扰动影响小，传播情况稳定；有较强的穿透海水及土壤的能力；但大气噪声电平高，工作频带窄。

#### 2.对流层电波传播

无线电波在低空大气层—对流层中的传播就称为对流层电波传播。按传播机制可分为：

##### (1) 视距传播

当收发天线架设高度较高（远大于波长），电波直接从发射天线传播至接收点（有时有反射波到达），亦称直射波传播。

其主要传播特点是：传播距离限于视线距离以内；频率愈高受地形影响愈大；微波衰落现象严重；10 GHz 以上电波、大气吸收及雨衰减严重。

##### (2) 散射传播

利用对流层中介质的不均匀性对电波的散射作用，实现超视距传播。

其主要传播特点是：单跳跨距可达300~800 km，特别适用于无法建立微波中继站的地区，例如海岛之间或需跨越湖泊、沙漠、雪山等的地区。

#### 3.电离层反射传播

通常称为天波传播。主要用于中、短波远距离广播、通信、船岸间航海移动通信，飞机地面间航空移动通信等业务。

主要特点是：传播损耗小，可以较小功率进行远距离传播；衰落现象严重；短波传播受电离层扰动影响大。

### 【经典习题】

( ) 为直达波，沿视距传播。

- A.地波
- B.天波
- C.微波
- D.大气层波

### 【试题分析】

【参考答案】 C。

【试题难度】 ☆☆☆

【题目解析】微波也叫直达波，也叫空间波。是通过微波中继站沿视距传播。

## 【考点 2】衰落和抗衰落技术

### 1.慢衰落

在传播路径上遇到山丘、建筑、树林等形成电波阴影区，发生阴影效应引起的衰落。吸收型衰落也是慢衰落。

### 2.快衰落

移动台附近的散射体引起的多径传播信号在接收点叠加，造成接收信号快速起伏。干涉型衰落也是快衰落。

分类：

- ①时间选择性衰落；
- ②空间选择性衰落；
- ③频率选择性衰落；
- ④多普勒效应。

### 3.抗衰落技术

#### (1) 空间分集

在接收点放置不同高度的接收天线，根据到达各接收天线的不同行程减少衰落。

#### (2) 频率分集

用两个以上频率发送同一信号，在接收端对不同频率信号进行合成。

#### (3) 自适应均衡技术

通过接收端的均衡器消除时间和信道特性。

### 4.衰落现象规律

- ①波长短，距离长，衰落严重；
- ②跨水面，平原，衰落严重；
- ③夏秋季衰落频繁；
- ④昼夜交替时，午夜容易出现深衰落；
- ⑤雨过天晴及雾散容易出现快衰落。

## 【经典习题】

( ) 用两个以上天线接受同一信号。

- A.空间分集技术
- B.频率分集技术
- C.时分集技术
- D.极化分集技术

## 【试题分析】

【参考答案】 A。

【试题难度】 ☆☆

【题目解析】 在接收点放置不同高度的接收天线，根据到达各接收天线的不同行程减少衰落。所以就是用两个以上天线接收同一信号。极化分集是根据天线不同极化方向接收多次信号。

## 【考点 3】 自由空间传输损耗

### 1.概念

自由空间是一种理想情况，通常指充满均匀、无耗媒质的无限大空间，并具有各向同性、电导率 $\sigma=0$ 、相对介电常数 $\epsilon_r=1$ 及相对磁导率 $\mu_r=1$ 。

### 2.传输损耗公式

$$[L_p] = 10 \lg \frac{P_T}{P_R} = 10 \lg \left( \frac{4\pi df}{c} \right)^2 \frac{1}{G_T G_R} = 32.45 + 20 \lg d + 20 \lg f - G_T - G_R$$

注：距离增加一倍，损耗增加6dB。

## 【考点 4】 分集

分散发送信号，集中处理接收信号，应对衰落影响的一种解决方案。

### 1.宏观分集

使用多个基站同时发送信号，避开障碍物，接收端选择信号最强的基站进行通信，基站数目视情况而定。

### 2.微观分集

针对多径效应的解决方案，利用不同信道所引起的不同衰落特性对信号进行选择或者调整。

### 3.合并技术有三类

无论是哪种合并方法都可以归结为下面的公式，

即：合并技术的关键就是确定加权值。

$$f(t) = \alpha_1(t)f_1(t) + \alpha_2(t)f_2(t) + \dots + \alpha_M(t)f_M(t) = \sum_{k=1}^M \alpha_k(t)f_k(t)$$

选择合并原理：选择出来一个信噪比最好的信号，即：只有一个加权值为1，其余均为零。

最大比值合并原理：各条支路加权系数与该支路信噪比成正比。信噪比越大则加权系数越大，对合并后信号贡献也越大。

等增益合并：原理类似最大比值合并，只不过将加权值全都置为1，牺牲部分性能来换取系统实现的简易性。

### 【经典习题】

将接收到的各支路信号进行相同的加权后，再进行合并的分集合并技术是（ ）。

- A.等增益合并
- B.开关式合并
- C.最大比合并
- D.选择式合并

### 【试题分析】

【参考答案】A。

【试题难度】☆☆

【题目解析】等增益合并的原理类似最大比值合并，只不过将加权值全都置为1，牺牲部分性能来换取系统实现的简易性。

## 【考点 5】微波

### 1.概念

微波是一种电磁波，微波射频为300MHz~300GHz，是全部电磁波频谱的一个有限频段。

即波长在1毫米~1米之间的电磁波，是分米波、厘米波、毫米波的统称。

根据微波传播的特点，可视其为平面波。

### 2.微波通信

通常把频率300MHz~300GHz的射频无线信号称为微波信号。利用微波作为载体的通信称为微波通信。

微波通信的理论基础是电磁场理论。

## 【考点 6】微波通信特点

### 1.微波中继转发方式

将前一站的信号解调后再调制进行放大后转发。

将前一站信号不经过解调调制，直接进行变频再放大后发射。

## 2.余隙

由于环境影响，在空间不同高度的波束传播速度不同，一部分波投射到地面引起反射波，致使在接收端会受到直射波和反射波的合成波，其从地面最高点（反射点）至收、发天线间的距离为余隙。

## 3.微波传输特点

- ①类似光波特性；
- ②频带宽、通信容量大；
- ③适于传输宽频带信号；
- ④采用中继传输方式；
- ⑤抗干扰能力强。

## 【经典习题】

数字微波接力系统当中，为满足高质量的要求，及大容量多进制正交调制技术的低干扰容限，需采用（ ）。

- A.同步技术
- B.有效利用频谱技术
- C.均衡与干扰抵消技术
- D.前向纠错技术

## 【试题分析】

【参考答案】D。

【试题难度】☆☆☆☆☆☆

【题目解析】前向纠错技术就是通过增加一些冗余码，实现一定的纠错和改错能力。

## 【考点 7】卫星通信基础知识

### 1.卫星通信三种方式

宇宙站与地球站之间的通信；宇宙站之间的通信；通过宇宙站转发或反射而进行的地球站间的通信。

### 2.分类

#### (1) 按结构分

无源卫星和有源卫星两类。

#### (2) 按通信卫星的运行轨道分

赤道轨道卫星（指轨道平面与赤道平面夹角 $\phi=0^\circ$ ）；

极轨道卫星( $\phi=90^\circ$ )；

倾斜轨道卫星 ( $0^\circ < \phi < 90^\circ$ )。

### (3) 按卫星离地面最大高度 $h$ 的不同分

低高度卫星  $h < 5000\text{km}$ ;

中高度卫星  $5000\text{km} < h < 20000\text{km}$ ;

高高度卫星  $h > 20000\text{km}$ 。

### (4) 按卫星与地球上任一点的相对位置的不同分

同步卫星

非同步卫星

## 【考点 8】同步通信卫星特点及缺点

### 1. 特点

- ①卫星的运行轨道在赤道平面内;
- ②卫星运行的轨道形状为圆形轨道;
- ③卫星距地面的高度约为  $35786.6\text{km}$ ;
- ④卫星运行的方向与地球自转的方向相同, 即自西向东;
- ⑤卫星绕地球运行一周的时间恰好是  $24\text{h}$ , 和地球的自转周期相等。

### 2. 缺点

两极地区为通信盲区; 卫星离地球较远, 故传输损耗和传输时延都较大; 同步轨道只有一条, 能容纳卫星的数量有限; 同步卫星的发射、在轨测控技术比较复杂。此外, 在春分和秋分前后, 还存在着星蚀和日凌中断现象。

## 【考点 9】卫星通信系统组成

### 1. 系统组成

一个完整的卫星通信系统, 通常是由通信卫星、跟踪遥测指令站、卫星通信地球站及地面传输线路组成, 还应该包括监控管理系统。

### 2. 系统的工作过程

在一个卫星通信系统中, 各地球站经过卫星的转发可以组成多条卫星通信线路。一条卫星通信线路要由发端地面站、上行线路、卫星转发器、下行线路和收端地面站组成。

上行线路: 从发信地球站到卫星。

下行线路: 从卫星到收信地球站。

两者合起来就构成一条最简单的单工线路。

### 3.卫星通信传输线路有

#### (1) 单跳工作的线路

发送的信号只经过一次卫星转发后就被对方站接收。

#### (2) 双跳工作的线路

发送的信号要经过两次卫星转发后才被对方站接收。

### 【考点 10】卫星通信常用微波频段

频段	范围 (GHz)	频段	范围 (GHz)
UHF	0.3~1.12	Ku	12.4~18
L	1.12~2.6	K	18~26.5
S	2.6~3.95	Ka	26.5~40
C	3.95~8.2	毫米波	40~300
X	8.2~12.4		

### 【经典习题】

卫星通信的多址连接方式包括 ( ) (多选)。

- A.频分多址
- B.时分多址
- C.空分多址
- D.码分多址

### 【试题分析】

【参考答案】 ABCD。

【试题难度】 ☆☆☆☆☆

【题目解析】 卫星通信方式用到的多址连接方式包括时分多址，频分多址，空分多址，码分多址技术。而移动通信未用到四种多址方式中的空分多址技术。

### 【考点 11】移动通信系统组成

以 GSM 为例，主要由移动台 (MS)、基站子系统 (BSS) 和网络子系统 (NSS) 三部分组成。



基站子系统（BSS）由基站控制器（BSC）和基站收发信机（BTS）两部分组成，是GSM系统的基本组成部分。

网络子系统由移动交换中心（MSC）、来访用户位置寄存器（VLR）、归属用户位置寄存器（HLR）、鉴权中心（AUC）和移动设备识别寄存器（EIR）、短消息业物中心（SMC）等单元组成。

## 【考点 12】移动通信

### 1.特点

无线电波传播环境复杂

噪声和干扰严重

用户的移动性

频率资源有限

### 2.分类

按服务对象分类

按组网方式分类

按工作方式分类

按采用的技术分类

## 【考点 13】无线局域网特点

### 1.无线局域网的优点

①可移动性；

②灵活性；

③可扩展性；

④经济性。

### 2.无线局域网的局限性

①可靠性与服务质量；

②带宽与容量；

③覆盖范围；

④安全性；

⑤节能性。

### 3.无线局域网的物理组成

无线局域网由站STA、无线介质WM、无线接入点AP（基站）、分布式系统DS组成。

#### 4.无线局域网标准

IEEE 802 又称为LMSC (LAN /MAN Standards Committee, 局域网/城域网标准委员会), 致力于研究局域网和城域网的物理层和MAC 层中定义的服务和协议, 对应OSI 网络参考模型的最低两层(即物理层和数据链路层)。

IEEE 802.3 : 以太网介质访问控制协议 (CSMA/CD) 及物理层技术规范。

IEEE 802.4 : 令牌总线网 (Token-Bus) 的介质访问控制协议及物理层技术规范。

IEEE 802.5 : 令牌环网 (Token-Ring)的介质访问控制协议及物理层技术规范。

IEEE 802.11: 无线局域网 (WLAN) 的介质访问控制协议及物理层技术规范。

#### 【经典习题】

在实际接入无线局域网的过程中, 如果无线网卡与无线AP 之间距离超过 ( ) 米, 就很有可能出现无法连接的情况。

A.50

B.100

C.200

D.1000

#### 【试题分析】

【参考答案】 B。

【试题难度】 ☆☆☆

【题目解析】 无线接入点和无线AP 之间距离不超过 100 米。避免距离过远, 造成连接不上的现象。是一个重要参数

## 光纤传输技术部分

### 【考点 1】光纤的结构以及分类

#### 1. 光纤的结构

①纤芯：直径约为 $4\mu\text{m}$ - $50\mu\text{m}$ 之间，材料为二氧化硅，纤芯中掺入杂质，目的为了提高纤芯的折射率。

②包层：直径约为 $125\mu\text{m}$ ，材料也为掺杂的二氧化硅，包层中掺入杂质，目的是为了降低包层的折射率。

③涂覆层：主要是用来保护纤芯以及包层。

#### 2. 光纤的分类

根据光纤横截面的折射率不同，可以划分为阶跃型光纤以及渐变型光纤。

根据光纤中传输光模式的不同进行划分，可以分为单模光纤以及多模光纤。

### 【经典习题】

光纤的结构由内向外依次是（ ）。

- A. 纤芯、涂覆层、保护层                      B. 涂覆层、保护层、包层  
C. 纤芯、包层、涂覆层                      D. 包层、涂覆层、保护层

### 【试题分析】

【参考答案】C。

【试题难度】☆

【题目解析】光纤的结构为非常简单的三层结构，由内向外依次是纤芯、包层以及涂覆层，且纤芯的折射率高于包层的折射率，目的是为了保证光的全反射。

### 【考点 2】光纤的传输特性

#### 1. 光纤的损耗特性

①吸收损耗：吸收作用是光波通过光纤材料时，有一部分光能变成热能，从而造成光功率的损失。主要分为本征吸收以及杂质吸收。

②散射损耗：由于光纤的材料、形状及折射指数分布等的缺陷或不均匀，光纤中传导的光散射而产生的损耗称为散射损耗。

## 2. 光纤的色散特性

光纤的色散会使输入脉冲在传输过程中展宽，产生码间干扰，增加误码率，这样就限制了通信容量。因此，制造优质的、色散小的光纤，对增加通信系统的通信容量和加大传输距离是非常重要的。

### 【经典习题】

光纤色散会使输入脉冲在传输过程中（ ），这样就（ ）了通信容量。

- A. 幅度降低、限制
- B. 失真、提高
- C. 展宽、限制
- D. 幅度降低、提高

### 【试题分析】

【参考答案】 C。

【试题难度】 ☆☆

【题目解析】 光纤的色散会使输入脉冲在传输过程中展宽，产生码间干扰，增加误码率，这样就限制了通信容量。

## 【考点 3】 半导体激光器

### 1. 半导体激光器的组成

- ①工作物质：工作物质吸收泵浦光源的能量，由基态变为激发态，产生受激辐射放大光信号。
- ②泵浦源：产生光能使得工作物质处于粒子数反转分布状态，为受激辐射提供条件。
- ③光学谐振腔：主要是用来对光波进行频率、方向以及相位的筛选。

### 2. 半导体激光器的原理

受激辐射。

### 【经典习题】

只有当激光器的注入电流大于阈值后，谐振腔里的增益才大于损耗，此时产生（ ）。

- A. 自发辐射
- B. 瑞利散射
- C. 受激吸收
- D. 受激辐射

### 【试题分析】

【参考答案】 D。

【试题难度】 ☆☆☆

【题目解析】在光学谐振腔中，一方面工作物质产生光放大，一方面谐振腔中存在着光子的损失，只有当光子的增益大于光子的损耗，才会发生受激辐射。

## 【考点 4】半导体光电检测器

### 1. 半导体光电检测器的原理

光电效应。

在P-N 结中，负偏压是指P 接负极，N 接正极。

### 2. 半导体光电检测器的特性参数

- ①响应度 $R_0$ 和量子效率 $\eta$ ：响应度和量子效率都是描述这种器件光电转换能力的一种物理量。
- ②响应时间：响应时间是指半导体光电二极管产生的光电流随入射光信号变化快慢的状态。
- ③暗电流：由于热激励、宇宙射线或放射性物质的激励，在无光情况下，光电检测器仍有电流输出，这种电流称为暗电流。
- ④雪崩倍增因子G：有雪崩倍增效应时的电流值与没有雪崩倍增效应时电流值的比值。

## 【经典习题】

下列不属于光电检测器的噪声的是（ ）。

- A.量子噪声
- B.暗电压噪声
- C.热噪声
- D.放大器噪声

## 【试题分析】

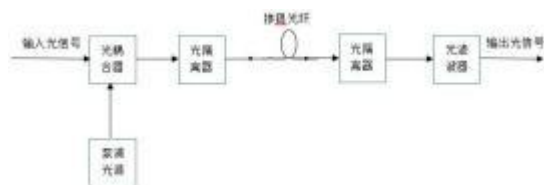
【参考答案】B。

【试题难度】☆☆☆☆

【题目解析】光电检测器的噪声主要包括量子噪声、暗电流噪声、热噪声、放大器噪声。量子噪声主要指的是光子的随机涨落现象，热噪声是任何器件都具有的噪声。

## 【考点 5】掺铒光纤放大器

### 1. 掺铒光纤放大器的组成



## 2.掺铒光纤放大器的原理

在泵浦源的作用下，在掺铒光纤中出现了粒子数反转分布，产生了受激辐射，从而使光信号产生放大。由于EDFA具有细长的纤形结构，使得有源区的能量密度很高，光与物质的作用区很长，这样可以降低对泵浦源功率的要求。

## 3.掺铒光纤放大器的优点

①工作波长正好落在光纤通信最佳波段（1500~1600nm），其主体是一段光纤（EDF），与传输光纤的耦合损耗很小，可达0.1dB。

②增益高，约为30~40dB；饱和输出光功率大，约为10~15dBm，增益特性与光偏振状态无关。

③噪声指数小，一般为4~7dB；同向泵浦形式输出的ASE功率最小，因而噪声系数最低；双向泵浦形式的噪声系数居中；反向泵浦形式的噪声系数最高。980nm泵浦达3.2~3.4dB，1480nm泵浦达4dB，用于多信道传输时，隔离度大，无串扰，适用于波分复用。

## 【经典习题】

EDFA工作的窗口是（ ）。

A. 1310nm

B. 1550nm

C. 980nm

D. 1480nm

## 【试题分析】

【参考答案】B。

【试题难度】☆☆

【题目解析】掺铒光纤的工作波长正好落在光纤通信最佳波段（1500~1600nm），符合光纤通信系统的低损耗窗口，因此掺铒光纤被广泛应用于现代通信系统中。

## 【考点 6】PDH

### 1.PDH 的速率等级以及接口码型

PCM零次群：PCM通信最基本的传送单位是64 kbit/s，即一路语音编码，称为PCM零次群。

PCM一次群：30个话路，速率为2.048Mbit/s。

PCM高次群：

PCM二次群：120个话路，速率为8.448Mbit/s；

PCM三次群：480个话路，速率为34.368Mbit/s；

PCM四次群：1920个话路，速率为139.264Mbit/s。

PCM一、二、三次群：HDB3码

PCM 四次群: CMI 码

## 2.PDH 的主要缺点

- ①只有地区性的电接口规范, 而不存在世界性标准。
- ②没有世界性的标准光接口规范。同一速率等级的光接口码型和速率不一样, 不利于横向兼容。
- ③采用异步复用, 复用结构缺乏灵活性。
- ④网络管理能力不强。用于网络运行、管理和维护 (OAM) 的开销比特很少。
- ⑤数字通道设备利用率低。

## 【经典习题】

二次群PCM 端机输出出口的接口码速率和码型分别为 ( )。

- A.2.048Mbit/s, HDB3
- B.8.448Mbit/s, HDB3
- C.2.048Mbit/s, CMI
- D.8.448Mbit/s, CMI

## 【试题分析】

【参考答案】 B。

【试题难度】 ☆ ☆

【题目解析】 二次群PCM 端机输出出口的接口码速率和码型分别为8.448Mbit/s, HDB3。

## 【考点 7】 SDH

### 1.SDH 的特点

- ①SDH网络是由一系列SDH网元 (NE) 组成的, 它是一个可在光纤或微波、卫星上进行同步信息传输、复用和交叉连接的网络。
- ②它有全世界统一的网络节点接口 (NNI) 。
- ③它有一套标准化的信息结构等级, 被称为同步传输模块STM-N。
- ④它具有一种块状帧结构, 在帧结构中安排了丰富的管理比特, 大大增加了网络的维护管理能力。
- ⑤它有一套特殊的复用结构, 可以兼容PDH的不同传输速率, 而且还可以容纳B-ISDN信号, 因而具有广泛的适应性。PCM 一、二、三次群: HDB3 码。

### 2.SDH 的速率等级

SDH所使用的信息结构等级为STM-N同步传输模块。其中最基础的模块信息是STM-1, 其速率是155.520Mbit/s, 更高等级的STM-N信号是将N个STM-1按字节插同步复用后所获得的。其中, N是正整数, 目前国家标准化N的取值为: N=1、4、16、64、256。相应各STM-N等级的速率如下:

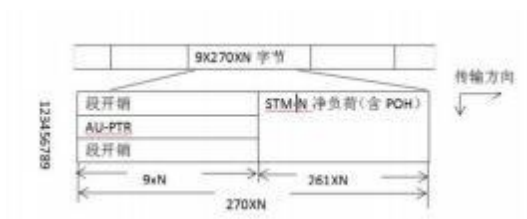
STM-1 155.520Mbit/s

STM-4 622.080Mbit/s  
 STM-16 2488.320Mbit/s  
 STM-64 9953.280Mbit/s  
 STM-256 39813.12Mbit/s

### 3.SDH 的帧结构

STM-N 帧结构中，共有9行， $270 \times N$ 列，每字节为8bit，帧周期为 $125 \mu s$ 。字节的传输顺序是：从第一行开始由左向右，由上至下传输，在 $125 \mu s$ 时间内传完一帧的全部字节数为 $9 \times 270 \times N$ 。

例如，STM-1 的帧结构：



整个帧结构分为3个区域——段开销（SOH）区、信息净负荷区和管理单元指针。段开销（SOH）是指SDH帧结构中，为了保证信息正常传送而供网络运行、管理和维护所使用的附加字节。信息净负荷区域内存放的是有效传输信息。管理单元指针实际上是一组数码，用来指示净负荷中信息起始字节的位置。

### 4.SDH 的映射、定位、复用

映射是指在SDH网络边界处使各种支路信号适配进虚容器的过程。定位将帧偏移信息收进支路单元或管理单元的过程。复用将多个低阶通道层信号适配进高阶通道层。

#### 【经典习题】

通道开销位于SDH帧结构的（ ）区域。

- A.再生段开销
- B.复用段开销
- C.净负荷
- D.指针

#### 【试题分析】

【参考答案】C。

【试题难度】☆☆

【题目解析】通道开销位于SDH帧结构的净负荷区域。主要对于信息净负荷进行管理和相应的维护功能。



## 宽带接入技术部分

### 【考点 1】接入网的定义

所谓接入网是指核心网络到用户终端之间的所有链路和设备。其长度一般为几百米到几公里，因而被形象地称为“最后一公里”。它负责将终端用户接入到核心网中，并将各种电信业务透明的传送给用户。

### 【经典习题】

“最后一公里”可理解为( )

- A.局端到用户端之间的接入部分      B.局端到用户端之间的距离为 1 公里  
C.数字用户线为 1 公里      D.数字用户环路为 1 公里

### 【试题分析】

【参考答案】A。

【试题难度】☆☆

【题目解析】接入网指的是用户端到核心段的距离（局端），因为这一段距离往往较近，所以形象的称为“最后一公里”。

### 【考点 2】接入网的定界

1. 电信网按照不同的角度可以分为 4 类：

- ①按区域或者运营方式分为公用通信网和专用通信网；
- ②按信息类型分为电话通信网和数据通信网；
- ③按技术层次分为业务网、传送网、和支撑网；
- ④按所处位置可以分为核心网（CN）、接入网（AN）和用户驻地网（CPN）。

2.G.902 定义的接入网

- ①接入网是由线缆装置、传输设备等实体构成的一个实施系统；
- ②接入网为电信业务提供所需的传送承载能力；
- ③电信业务是在SNI和每一与之关联的UNI之间提供的；
- ④接入网可以经由Q3（电信管理网TMN的接口）进行配置和管理；
- ⑤接入网不解释用户信令。

### 3.接入网的定界

接入网的范围可由3个接口来定界，即UNI、SNI和Q3。

#### 【经典习题】

电信接入网位于本地程控交换机（LE）和用户驻地网之间，它由（ ）来定界的。

- A.RP  
B.Q3、UNI、SNI  
C.UNI、SNI  
D.SNI、RP、UNI、Q3

#### 【试题分析】

【参考答案】C。

【试题难度】☆☆☆☆

【题目解析】电信接入网有三大接口定界，分别是Q3、UNI、SNI，但位于本地程控交换机（LE）和用户驻地网之间的只有UNI和SNI。

### 【考点 3】接入网的功能结构

接入网有5个基本功能，包括用户接口功能（UPF）、业务接口功能（SPF）、核心功能（CF）、传送功能（TF）和系统管理功能。

#### 【经典习题】

电信接入网具有用户接口功能（UPF）、业务接口功能（SPF）、（ ）、传送功能（TF）和接入网系统管理5项功能。

- A.MAC 功能  
B.分组交换功能  
C.CSMA/CD 功能  
D.核心功能（CF）

#### 【试题分析】

【参考答案】D。

【试题难度】☆☆

【题目解析】电信接入网具有五大功能，分别是用户接口功能（UPF）、业务接口功能（SPF）、核心功能（CF）、传送功能（TF）和接入网系统管理5项功能。

### 【考点 4】 xDSL 技术分类

xDSL 技术根据上、下行速率的对称性，可分为HDSL、SDSL、ADSL、RADSL、VDSL等。其中HDSL、SDSL属于对称DSL技术，ADSL、RADSL属于非对称DSL技术。

### 【经典习题】

在下列xDSL技术中，哪种技术上、下行速率不相同。（ ）

- A.HDSL
- B.SDSL
- C.RADSL
- D.IDSL

### 【试题分析】

【参考答案】 C。

【试题难度】 ☆☆☆

【题目解析】 xDSL技术中，根据上下行速率，可以分为相同速率的对称线路（SDSL）和不同速率的非对称线路（ASDL）。其中HDSL和IDSL都是对称的数字线路。

### 【考点 5】 ADSL 的关键技术

ADSL主要采用复用技术和调制技术，下面就对复用技术和调制技术进行介绍。

#### 1. 复用技术

ADSL使用的复用技术主要有FDM（频分复用）和EC（Echo Cancellation，回波抵消）两种技术。

#### 2. 调制技术

目前被广泛采用的ADSL调制技术有3种：QAM、CAP、DMT。

### 【经典习题】

关于ADSL接入技术，下面的论述中不正确的是（ ）。

- A.ADSL采用不对称的传输技术
- B.ADSL采用了时分复用技术
- C.ADSL的下行速率可达8Mb/s
- D.ADSL采用了频分复用技术

### 【试题分析】

【参考答案】 B。

【试题难度】 ☆☆☆

【题目解析】ADSL 采用的是频分复用，通过划分不同的频段来实现多路信号复用。

## 【考点 6】接入网的参考模型

接入网的协议参考模型是用来定义接入网中各实体间的互联关系的，它将接入网的传送网分为三层：电路层（CL）、传输通道层（TP）和传输介质层（TM）。

### 【经典习题】

接入网按垂直方向分解为三个独立的层次，以下不包括（ ）。

- A. 电路层
- B. 传输通道层
- C. 链路层
- D. 传输媒质层

### 【试题分析】

【参考答案】C。

【试题难度】☆☆☆

【题目解析】三个独立的层次主要有电路层、传输通道层、传输媒质层，链路层是OSI七层网络模型中的层次。

## 【考点 7】光接入网的应用类型

FTTx 通常是根据光纤到达用户侧的位置不同来进行划分的，常见的FTTx模式如下：

- ①FTTN: Fiber To The Node，光纤到节点。
- ②FTTCab: Fiber To The Cabinet，光纤到交接箱。
- ③FTTC: Fiber To The Curb，光纤到路边。
- ④FTTB: Fiber To The Building，光纤到楼。
- ⑤FTTP: Fiber To The Premise，光纤到用户驻地。
- ⑥FTTH: Fiber To The Home，光纤到户。
- ⑦FTTO: Fiber To The office，光纤到办公室。

目前，应用较多的类型是FTTH、FTTB/C、FTTN等，实际上是根据末端光节点的位置不同来划分的。

### 【经典习题】

在光接入网（OAN）中，根据（ ）放置的具体位置的不同，光接入网可以分为FTTC、FTTB、FTTH和FTTO四种基本类型。

- A.OLT
- B.ODN
- C.ONU
- D.AON

### 【试题分析】

【参考答案】C。

【试题难度】☆☆☆

【题目解析】根据ONU放置的具体位置的不同，光接入网分为四种基本类型。

### 【考点 8】无源光网络（PON）技术

PON系统是指OLT和ONU之间的ODN（光配线网络）全部采用无源设备构成的光接入网，PON是一种点对多点（P2MP）的光接入系统，它能够节省光纤资源，ODN无需供电，用户接入方便和支持多业务接入，是电信业界目前大力推行的宽带光纤接入技术，目前应用的主要有EPON和GPON技术两种。

### 【经典习题】

ODN网络是指（ ）。

- A.光线路终端
- B.光分配网
- C.光网络单元
- D.光纤分配架

### 【试题分析】

【参考答案】B。

【试题难度】☆☆

【题目解析】ODN网络指的是光分配网。

### 【考点 9】EPON 技术

EPON技术作为以太网技术与PON技术的结合，采用光纤作为传输介质，其主要技术指标有：

- ①OLT 与ONU 之间信号传输基于IEEE 802.3 的以太网帧;
- ②采用 8B/10B 线路编码(8 个数据比特编成 10 个线路比特), 数据速率为上下行对称 1Gbit/s, 线路比特率为上下行对称 1.25Gbit/s;
- ③支持 1: 64 的分光比和 10 或 20km 的传输距离;
- ④采用 WDM 方式实现单纤双向传输, 上、下行分别使用 1310nm 波长和 1490nm 波长进行传输;

### 【经典习题】

以下哪项不是 EPON 技术得到广泛使用的原因。( )

- A. 速率最高
- B. 技术成熟
- C. 成本低
- D. 兼容性好

### 【试题分析】

【参考答案】 A。

【试题难度】 ☆☆

【题目解析】 GPON 技术的速率要高于 EPON。