

## “第2章 物理层”习题解答

### 2.01 物理层要解决哪些问题？物理层的主要特点是什么？

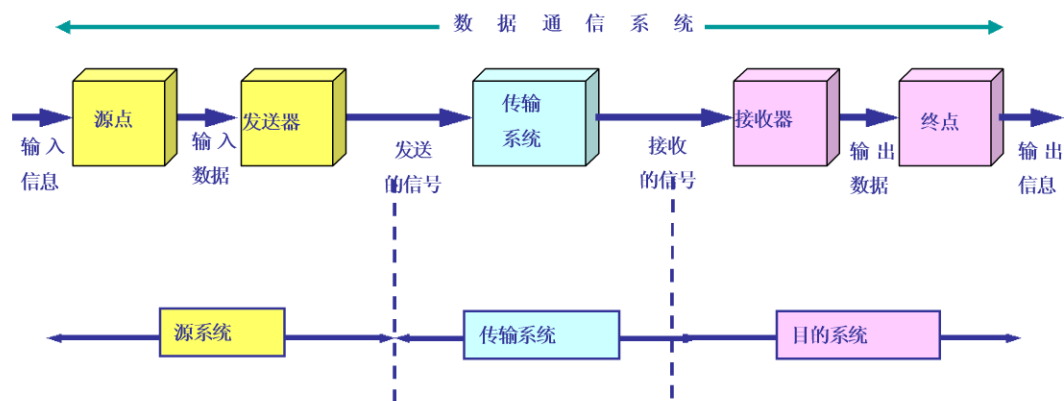
答：物理层的主要任务是：如何在连接计算机的各种媒体上传输数据比特流。为此需要解决连接线路的接口、在连接的线路上用户何种信号表示不同的数据比特以及各种可能事件的活动顺序等。

### 2.02 规程和协议有什么区别？

答：在物理层，规程和协议没有根本区别。因为早期人们把关于物理层的一些实现规则称为“规程”，而如今则把这些规则称为“协议”。

### 2.03 试给出数据通信系统的模型，并说明其主要组成构件的作用。

答：数据通信系统的一般模型如下图所示。



数据通信系统的主要构件有：源点、发送器、传输系统、接收器和终点。其各构件的作用如下：

源点：负责接收用户输入的要传输的数据，并交给发送器发送。

发送器：将源点提交的数据转换化为可以在连接的通道上传输的信号，并发送到连接的信道上。

传输系统：将发送器发送的信号进行传输，信号在信道的传输过程中，可能会经过多个通信节点的交换，才能到达终点的接收器。

接收器：负责从连接的信道上接收的信号，并把接收到的信号转化为相应的数据比特，然后提交给发终点。

终点：负责接收接收器提交的数据比特，并以一定的形式输出给用户。

### 2.04 试解释一下名词：数据、信号、模拟数据、模拟信号、基带信号、带通信号、数字数据、数字信号、码元、单工通信、半双工通信、全双工通信、串行通信、并行通信。

答：数据：信息的具体表示形式。在计算机中，采用“0”和“1”的组合表示各种信息。

信号：数据的电气的或电磁波的表现形式。物理实验表明，最简单的信号是一个单一频率的正弦波。复杂的信号可有多个不同频率不同幅度的正弦波组成。

模拟数据：数据的取值是连续的。

模拟信号：信号的取值是连续的。

基带信号：来自信源的未经任何变化的基本频带信号。计算机和电话直接输出的数据信号均为基带信

号。

带通信号：经过载波调制的信号称为带通信号。

数字数据：数据的取值是连续的。

数字信号：信号的取值是连续的。

码元：是一个波形和长度固定的独立信号，在通信中可用其表示一个或多个比特。

单工通信：只能有一个方向的通信。

半双工通信：通信的双方都可发送信息，但不能同时发送。

全双工通信：通信的双方可以同时发送和接收信息。

串行通信：在一个信道上按位连续的传输数据。

并行通信：在多个信道上同时传输多位数据。

## 2.05 物理层的接口有那几个方面的特性？各包含了什么内容？

答：物理层的接口主要机械、电气、功能和过程 4 个方面的特性。其中：

机械特性：指接口所用接线器的形状和尺寸、引线数目和排列、固定和锁定装置等。

电气特性：指接口电缆的各条线上出现的电压的范围。

功能特性：指线路上的某一电平的电压表示何种意义。

过程特性：指对于不同功能的各种事件的出现顺序。

## 2.06 数据在理想信道中的传输率受那些因素的限制？信噪比能否任意提高？香农公式在数据通信中的意义是什么？“比特/每秒”和“码元/每秒”有何区别？

答：数据在理想的信道中的传输率主要受信道带宽和传输信号可能的状态的限制。

信噪比理论上可以任意提高，但实际上做不到。

香农公式在数据通信中的意义是告诉人们，若想提高一个实际信道的数据传输率，就应当设法提高信道的信噪比。

“比特/每秒”和“码元/每秒”的区别是：“比特/每秒”表示了每秒时间内通过信道传输的数据比特的个数，而“码元/每秒”则表示了每秒时间内通过信道传输的信号码元的个数。

## 2.07 假定某信道的最高码元速率为 20000 码元/秒，如果采用振幅调制，把码元的振幅划分为 16 个不同的等级来传送，可以获得多高的数据率（b/s）？

答：某信道的最高码元速率为 20000 码元/秒，如果采用振幅调制，把码元的振幅划分为 16 个不同的等级来传送，可以获得多高的数据率  $C = 20000 \times \log_2 16 = 80000$  (b/s)。

## 2.08 假定要用 3kHz 带宽的电话信道传送 64kb/s 的数据，试问这个信道应具有多高的信噪比（分贝）？这个结果说明了什么问题？

答：根据题意和香农公式，可有： $64 \times 1024 = 3 \times 1024 \times \log_2 (1+S/N)$  (2.08-1)

由上式，可得出： $S/N = 2^{(64/3)} - 1 = 10 \log_{10} (2^{(64/3)} - 1)$  (dB) = 61 (dB)

这个结果说明了在信噪比为 61 (dB) 的 3kHz 带宽的电话信道上，其数据传输率可以达到 64kb/s。若想进一步提高 3kHz 带宽的电话信道上的数据传输速率，可以设法将信噪比提高到高于 61 (dB)。

**2.09 假定信道的带宽为 3100Hz，最大的信息传输率为 35kb/s，若想使最大信息传输增加 60%，问信噪比应增大到多少倍？**

答：由香农公式可以得出： $S/N=2^{(C/B)}-1$

假定信道的带宽为 3100Hz，最大的信息传输率为 35kb/s 时， $S/N = 2^{(35K/3100)}-1 = 2^{12}-1 = 4095$ 。

假定信道的带宽为 3100Hz，最大的信息传输率为 35 (1+0.6) kb/s=56 kb/s 时， $S/N = 2^{(56K/3100)}-1 = 2^{18}-1 = 262143$ 。

若想使最大信息传输增加 60%，则信噪比应增大到 262143/4095=64 倍。

**2.10 常用的传输媒体有哪几种？各有什么特点？**

答：常用的传输媒体有：双绞线、同轴线和光纤。其各自的特点是：

双绞线特点是：两根线双绞在一起，可以防止线间的信号干扰。一般用于节点相距较近的局域网内。

同轴线特点是：外加金属屏蔽层，具有防止外界干扰的作用，一般用于节点相距较远的广域网。

光纤特点是：在一根光纤上就可传输光信号，而且可以提供比较高的传输速率。由于光信号不受一般电磁波的干扰，因此光纤可用于高速率的节点相距较远的广域网或局域网内。

**2.11 假定有一种双绞线的衰减是 0.7dB/km（在 1kHz 时），若容许有 20 dB 的衰减，试问使用这种双绞线的链路的工作距离有多长？如果要使这种双绞线的工作距离增大到 100 公里，问应当使衰减降低到多少？**

答：假定有一种双绞线的衰减是 0.7dB/km（在 1kHz 时），若容许有 20 dB 的衰减，使用这种双绞线的链路的工作距离  $L = 20 \text{ dB}/0.7\text{dB/km} = 28.57 \text{ km}$ 。

如果要使这种双绞线的工作距离增大到 100 公里，则应当使衰减降低到： $20 \text{ dB}/100 \text{ km} = 0.2 \text{ dB/km}$ 。

**2.12 试计算工作在 1200nm 到 1400nm 之间以及工作在 1400nm 到 1600nm 之间的光波的频带宽度。假定光在光纤中的传播速度为  $2 \times 10^8 \text{ m/s}$ 。**

答：工作在 1200nm 光波的频率  $f = c/\lambda = (2 \times 10^8 \text{ m/s})/1200 \times 10^{-9} \text{ m} = 1.67 \times 10^{14} \text{ Hz/s}$ 。

工作在 1400nm 光波的频率  $f = c/\lambda = (2 \times 10^8 \text{ m/s})/1400 \times 10^{-9} \text{ m} = 1.43 \times 10^{14} \text{ Hz/s}$ 。

工作在 1600nm 光波的频率  $f = c/\lambda = (2 \times 10^8 \text{ m/s})/1600 \times 10^{-9} \text{ m} = 1.25 \times 10^{14} \text{ Hz/s}$ 。

因此，工作在 1200nm 到 1400nm 之间的光波的频带宽度为： $1.67 \times 10^{14} \text{ Hz/s}$  到  $1.43 \times 10^{14} \text{ Hz/s}$ ；

工作在 1400nm 到 1600nm 之间的光波的频带宽度为： $1.43 \times 10^{14} \text{ Hz/s}$  到  $1.25 \times 10^{14} \text{ Hz/s}$ 。

**2.15 码分多址 CDMA 为什么可以使所有的用户在同样的时间使用同样的频带进行通信而不会互相干扰？这种复用技术的有何优缺点？**

答：码分多址 CDMA，首先各通信的站点指定一个唯一的，且相互是正交的  $m$  位的码片序列。一个站点如要发送比特“1”，则就将这个码片序列的二进制变为信号发送出去；如要发送比特“0”，则就将这个码片序列的二进制反码变为信号发送出去。若一个 X 站点要接收 S 站点发送的数据，则就使用 S 站的码片序列与接收到的码片序列进行内积运算。通常 X 站收到的码片序列通常为各站发码片序列的和。如果各站发送的信号混合后是线性叠加的，则可以证明一个站点与另一个站码片序列的内积的结果，与该站点与其它多个站点发送码片序列之和的内积结果是相同的。

当 S 站发送为“1”时，X 站使用 S 站的码片序列与接收到的信号内积的结果是+1；当 S 站发送为“0”时，X 站使用 S 站的码片序列与接收到的信号内积的结果是-1。

在码分多址 CDMA 系统中，虽然允许所有的用户站点在同样的时间使用同样的频带进行通信，但接收站点仍可根据接收到的信号，通过计算而得到发送站发送给自己的数据。

码分多址 CDMA 复用技术的优点是：增大系统的通信容量，减少干扰，提高通信的质量和可靠性，还可大大降低通信设备的发送信号的功率。

码分多址 CDMA 复用技术的缺点是：站点间的通信效率降低，因为，一个站点为了发送一位有用的数据，则必须发送 m 位码片。系统要求所有站点发送的码片序列必须是同步的，这种要求，给实际的建造系统增加了一定的难度和复杂性。

**2.16** 在一个 CDMA 系统中，共有 4 个站进行码分多址通信，四个站的码片序列分别为：

A (-1-1-1+1+1-1+1+1)

B (-1-1+1-1+1+1+1-1)

C (-1+1-1+1+1+1-1-1)

D (-1+1-1-1-1-1+1-1)

现收到这样的码片序列(-1+1-3+1-1-3+1+1)。问是哪个站发送数据了？发送的数据是“0”还是“1”？

答：首先根据 CDMA 的工作原理进行如下计算：

$$A \cdot S = (-1-1-1+1+1-1+1+1)(-1+1-3+1-1-3+1+1)^{-1}/8 = +1$$

$$B \cdot S = (-1-1+1-1+1+1+1-1)(-1+1-3+1-1-3+1+1)^{-1}/8 = -1$$

$$C \cdot S = (-1+1-1+1+1+1-1-1)(-1+1-3+1-1-3+1+1)^{-1}/8 = 0$$

$$D \cdot S = (-1+1-1-1-1-1+1-1)(-1+1-3+1-1-3+1+1)^{-1}/8 = +1$$

根据计算结果可判断出站点 A 发送了数据“1”；站点 B 发送了数据“0”；站点 C 没有发送了数据；站点 D 发送了数据“1”。

**2.17** 试比较 xDSL、HFC 以及 FTTx 接入技术的优缺点？

答：xDSL 技术就是用数字技术对现有的模拟电话用户线进行改造，使它能够承载宽带业务。xDSL 技术把电话线路的 0-4kHz 的低端频谱留给传统电话使用，而把原来没有被利用的电话线路的高端频谱留给用户上网使用。

HFC 网是在目前覆盖面很广的有线电视网 CATV 的基础上开发的一种居民宽带接入网。HFC 网除可传送 CATV 外，还提供电话、数据和其他宽带交互型业务。

FTTx 是一种实现宽带居民接入网的方案，其中 FTTH 将光纤一直铺设到用户家庭；FTTB 将光纤进入大楼后就转换为电信号，然后用电缆或双绞线分配到各用户；FTTC 从路边到各用户可使用星形结构双绞线作为传输媒体。

**2.18** 为什么在 ADSL 技术中，在不到 1MHz 的带宽中却可以传输速率高达每秒几个兆比特？

答：ADSL 将电话线的带宽分为上行和下行，并做成不对称的。上行从用户到 ISP，而下行指从 ISP 到用户。ADSL 在用户线的两端各安装一个 ADSL 调制解调器。ADSL 调制解调器采用频分复用的方法，把 40kHz 以上一直到 1.1MHz 的频谱划分为许多子信道，其中 25 个用于上行信道，而 249 个用于下行信道。每个子信道占据 4kHz 带宽，并使用不同的载波进行数字调制。第二代 ADSL 通过提高调制效率得到了更高的数据率。ADSL2

要求至少应支持下行 8Mb/s、上行 800kb/s 的速率。而 ADSL2+ 则将频谱范围从 1.1MHz 扩展至 2.2MHz，下行速率可达 16Mb/s（最大传输速率可达 25Mb/s），而上行速率可达 800kb/s。