[第2章 物理层](#3428-1578316796387)

[2.1 物理层的基本概念](#5674-1578316796387)

[2.2 数据通信的基础知识](#6345-1578316796387)

[2.2.1 数据通信系统的模型](#2820-1578316796387)

[2.2.2 有关信道的几个基本概念](#2319-1578316796387)

[2.2.3 信道的极限容量](#9061-1585373752843)

[2.3 物理层下面的传输媒体](#5036-1578316796387)

[2.3.1 导引型传输媒体](#2173-1578316796387)

[2.3.2 非导引型传输媒体](#4350-1578316796387)

[2.4 信道复用技术](#9040-1578316796387)

[2.4.1 频分复用、时分复用和统计时分复用](#4352-1578316796387)

[2.4.2 波分复用](#4730-1578316796387)

[2.4.3 码分复用](#5090-1578316796387)

[2.5 数字传输系统](#3057-1578316796387)

[2.6 宽带接入技术](#5427-1578316796387)

[2.6.1 ADSL技术](#9978-1578316796387)

[2.6.2 光纤同轴混合网(HFC网)](#2739-1578316796387)

[2.6.3 FTTx技术](#3987-1585560442112)

**问题**

1. 物理层的任务是什么？
2. 五种信道复用方式?
3. 三种宽带接入方式？

**回答**

1. 屏蔽掉不同传输媒体和通信手段间的差异，使链路层感受不到这种差异。
2. 时分复用、频分复用、统计时分复用、码分复用、波分复用
3. 非对称数字用户线（ADSL技术，基于电话用户线改造）、光纤同轴混合网（HFC网）、FTTx 技术（光纤到 x 技术）

**第2章 物理层**

本章最重要的内容：

1. 物理层的任务
2. 几种常用的信道复用技术
3. 几种常用的宽带接入技术，主要是 ADSL 和 FTTx

**2.1 物理层的基本概念**

物理层关注的是如何在连接各种计算机的传输媒体上传输数据流。**物理层的任务**是尽可能屏蔽掉不同传输媒体和通信手段间的差异，使链路层感受不到这种差异。

**物理层的主要任务**：确定与传输媒体的接口有关的一些特性：

1. **机械特性：**指明接口所用接线器的形状、尺寸等机械特性。
2. **电气特性：**指明接口电缆的各条线上的电压的范围。
3. **功能特性：**指明电线上某一电平的电压的意义。
4. **过程特性：**指明不同功能的各种可能事件的出现顺序。

数据在计算机内部一般是并行传输，但在通信线路上是串行传输，所以物理层还要完成传输方式的转换。

物理层协议很多，因为物理连接的方式很多，传输媒体的种类也很多。

**2.2 数据通信的基础知识**

**2.2.1 数据通信系统的模型**

一个**数据通信系统**可划分为源系统、传输系统、目的系统，或称为发送端、传输网络、接收端。

源系统包括源点和发送器。典型的发送器是**调制器**。

目的系统包括接收器和终点。典型的接收器是**解调器**。

通信的目的是传送**消息**，**数据**是运送消息的实体，**信号**是数据的电气或电磁的表现。

信号可分为**模拟信号**和**数字信号**。

**2.2.2 有关信道的几个基本概念**

信道不等于电路，信道表示向某一方向传送信息的媒体，一条通信电路通常包含一条发送信道和一条接受信道。

**通信方式**

信息交互有以下三种基本方式：

1. 单向通信，又称单工通信。如有线电广播等。需要一条信道。
2. 双向交替通信，又称半双工通信。需要两条信道。
3. 双向同时通信，又称全双工通信。需要两条信道。

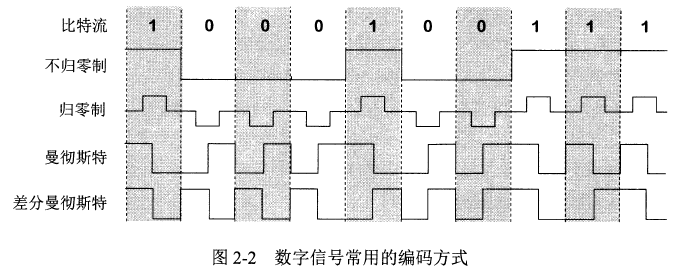
**调制**

来自信源的信号成为**基带信号**，因为基带信号中包含较多低频成分，而许多信道不能传输低频分量和直流分量，所以需要对基带信号调制。

调制可分为两大类：

1. **基带调制**：将数字信号转换为另一种数字信号。又称编码。
2. **带通调制：**将基带信号的频率范围转换为另一频段，并化为模拟信号。

**常用编码方式**



**不归零制**：正电平代表1，负电平代表0。

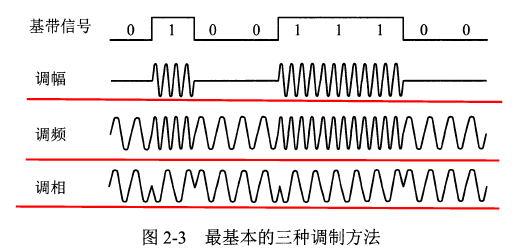
**归零制**：正脉冲代表1，负脉冲代表0。

**曼彻斯特编码：**位周期中心的向上跳变代表0，向下跳变代表1。

**差分曼彻斯特编码：**每一位的中心都有跳变。位开始的边界有跳变代表0，没有代表1。

曼彻斯特码的频率比不归零制高，但有自同步能力，即可以从信号波形自身中提取信号时钟频率。

**基本带通调制方法**



**2.2.3 信道的极限容量**

数字通信的优点：信号在信道上传输时必然会失真，但只要能识别出原有信号，就没有影响。

传输速率越高，或距离越远，或噪声越大，失真就越严重。

**信道能通过的频率范围**

信道中码元传输的速率有上限，超过上限会出现严重的码间串扰问题，接收端无法识别编码。

信道的频带越宽，能通过的高频分量越多，最大速率越高。

**信噪比**

信号的平均功率与噪声的平均功率之比，写作 S/N，单位是分贝（dB）

信噪比 = 10 log10(S/N)。

**香农公式**

信道的极限传输速率 C = W log(2+S/N)。

香农公式表明带宽越大，信噪比越大，极限传输速率越高。还表明只要信息传输速率低于信道的极限速率，就一定可以实现无差错传输，但方法未知。

另一种提高传输速率的方法：通过编码让每个码元携带更多比特的信息。

**2.3 物理层下面的传输媒体**

传输媒体分为**导引型**和**非导引型**两大类。

导引型中电磁波沿着固体媒体传播，非导引型中传输媒体就是自由空间，又称无线传输。

**2.3.1 导引型传输媒体**

导引型传输媒体有架空明线，双绞线，同轴电缆，光纤等。

光纤的传输带宽远大于其他传输媒体的带宽。

**2.3.2 非导引型传输媒体**

利用无线信道进行传输是**运动中通信**的唯一手段。

短波通信质量较差，速率较低。无限电微波通信可传输电话、图像、数据等信息。紫外线及更高波段目前还不能用于通信。

卫星通信的优点是通信距离远，缺点是传播时延高，保密性差。

**2.4 信道复用技术**

**信道复用**：多个发送端使用同一条信道来传输信息。

发送端使用复用器将不同的信息合起来传输，接收端使用分用器将信息分开。

**2.4.1 频分复用、时分复用和统计时分复用**

三种复用：

1. **频分复用FDM**：每个用户分配一个频带，通信中始终占用该频带。用户在同样时间占用不同的频带。
2. **时分复用TDM：**将时间划分为等长的帧，每个用户在每个帧中占用其中一个固定序号的间隙。用户在不同时间占用同样的频带。
   1. 因为计算机数据的突发性，时分复用的信道利用率比较低。
3. **统计时分复用STDM：**一种改进的时分复用，又称异步时分复用。STDM不是固定分配时隙，而是按需动态地分配时隙。

**2.4.2 波分复用**

**波分复用WDM**就是光的频分复用。

一根光纤上可以复用几十路甚至更多的光载波信号。光信号传输一定距离后会衰减，因此需要使用**光纤放大器**放大后继续传输。

**2.4.3 码分复用**

**码分复用CDM：**不同用户使用不同码型，在同样时间使用同样的频带通信。

如对某一个用户，序列00011011表示比特1,11100100表示比特0。其他用户的码片序列必须与此用户的序列相互正交。

码分复用实际上是一种**扩频通信**。无线局域网中常用CDM。

**2.5 数字传输系统**

数字通信相比模拟通信，在传输质量和经济上都更好。

光纤是长途干线最主要的传输媒体。

**同步数字序列 SDH** 和**同步光纤网 SONET** 是当前最主要的**数字传输国际标准**。简称 **SONET/SDH 标准**

**2.6 宽带接入技术**

用户连接到互联网，要先连接到某个 ISP，以便获得上网所需的 IP 地址。

**宽带接入网**是接入网的一种，即一种用来把用户接入到互联网的网络。

宽带接入可分为**有线宽带接入**和**无线宽带接入**。

**2.6.1 ADSL技术**

**非对称数字用户线 ADSL 技术**是用数字技术对现有的模拟电话用户线进行改造，使其能够承载宽带数字业务。

标准模拟电话信号的频带在 300~3400Hz 范围，ADSL技术将 4000Hz 以下的频带留给传统电话，4000Hz 以上用于上网。

因为用户一般都是下载，ADSL 的下行带宽（从 ISP 到用户）远大于上行带宽，所以叫做非对称。

ADSL 的好处是可以利用现有的电话线，缺点是传输距离有限，并且不能保证固定的数据率。ADSL 的速率依赖于用户线的质量、长度、线径等。

ADSL在用户线（铜线）的两端各安装一个ADSL解调器。采用**基于频分复用的 DMT 调制技术**，将 4kHz 以上的频带划分为许多子信道，其中 25 个子信道用于上行，249 个子信道用于下行。

类似 ADSL 还有许多其他 xDSL 技术，速度更快，但在国内应用较少。

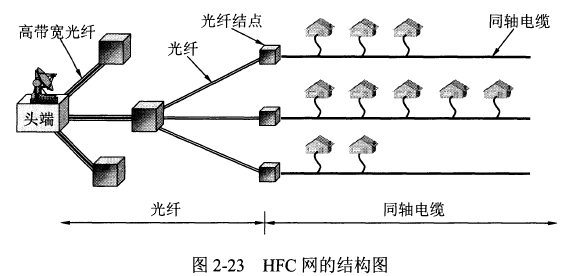
**2.6.2 光纤同轴混合网(HFC网)**

**光纤同轴混合网（HFC网）**是基于有线电视网开发的一种宽带接入网。

为提高传输的可靠性和质量，HFC网将原有线电视网的同轴电缆主干部分改换为了光纤。

光纤从头端连接到光纤结点，在**光纤结点**处光信号转换为电信号，连接到一个光纤结点的典型用户数为500。

光纤节点与头端的典型距离为 25km，到用户的距离不超过 3km。



用户通过**电缆调制解调器**来使用 HFC 网，它比 ADSL 中的解调器复杂很多，因为要解决共享信道中的冲突问题。

使用 HFC 网的数据率大小不确定，它取决于这段电缆上有多少个用户正在传送数据，如果有很多人在用，每个人的速率会很慢。

**2.6.3 FTTx技术**

**光纤到户 FTTH(Fiber To The Home)** 是把光纤一直铺设到用户家庭，在光纤进入用户家中后才把光信号转换为电信号，这样的上网速率最快。

现在信号在陆地上的长距离传输基本都是使用的光缆，在 ADSL 和 HFC 中长距离传输也是用的光缆。

多个用户通过**光配线网**共享一根光纤干线，光配线网使用波分复用，上行和下行使用不同的波长。

出光纤到户 FTTH 外，还有光纤到大楼 FTTB，光纤到楼层 FTTF 等，一般运行商所说的光纤到户并非真正的 FTTH。