

通信基础知识



固网产品课程开发室





引入

- | 您知道通信系统的组成吗？
- | 您知道两个用户如何通信吗？
- | 您知道通信的未来发展吗？



学习目标

学习完本课程，您应该能够：

- 丨 熟悉通信系统的组成
- 丨 掌握通信相关的基本概念
- 丨 了解通信技术的发展方向



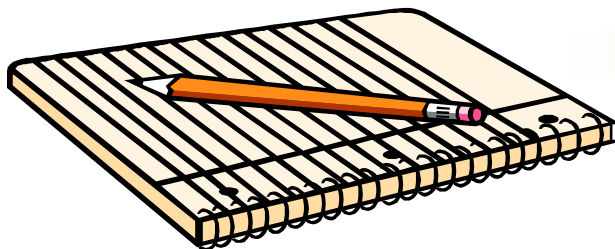


课程内容

● 第一章 通信系统模型

● 第二章 通信相关基本概念

● 第三章 常用通信技术介绍



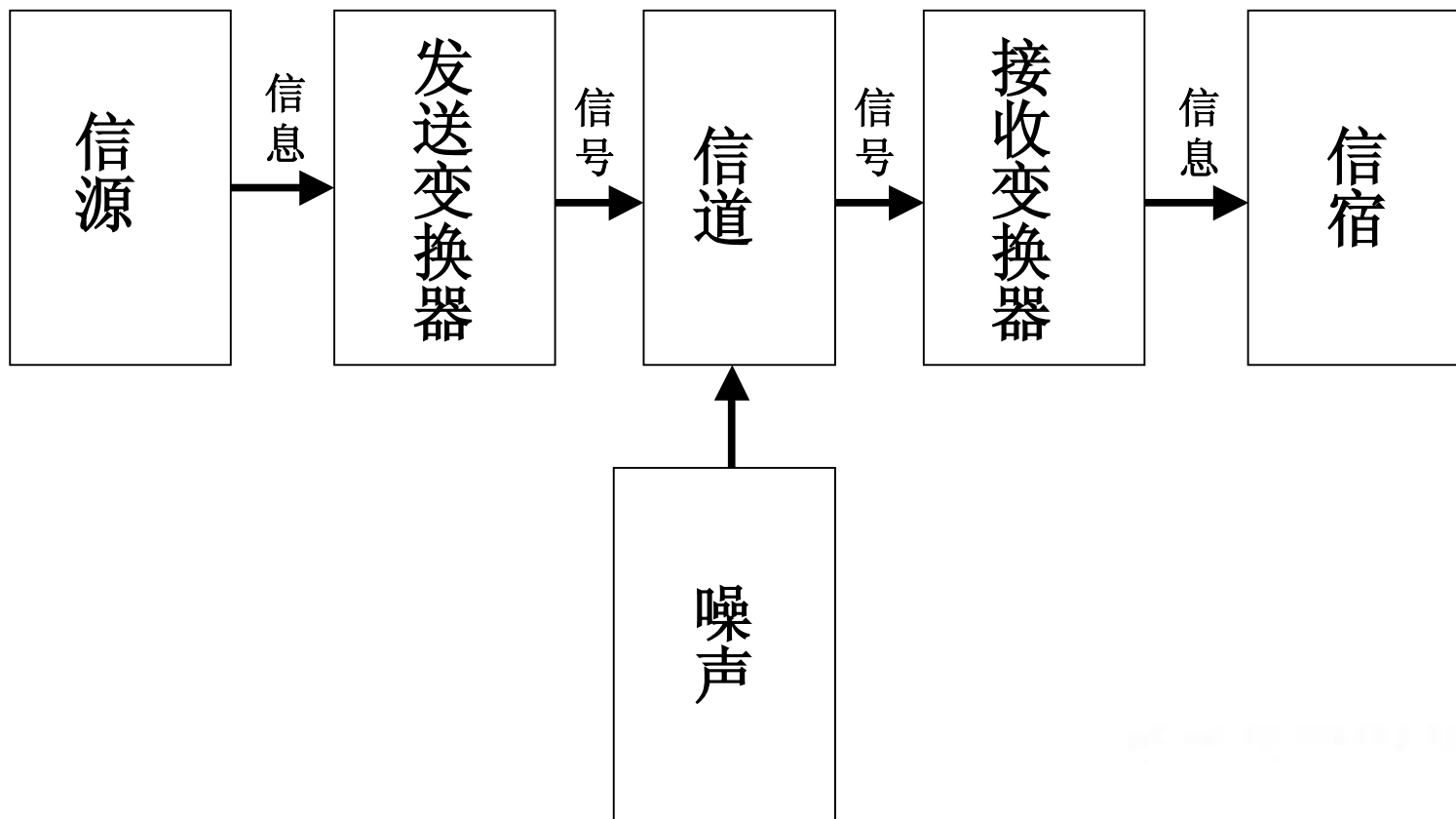


通信系统模型

- 通信系统基本模型图
- 模拟通信系统基本组成图
- 数字通信系统基本组成图



通信系统基本模型图

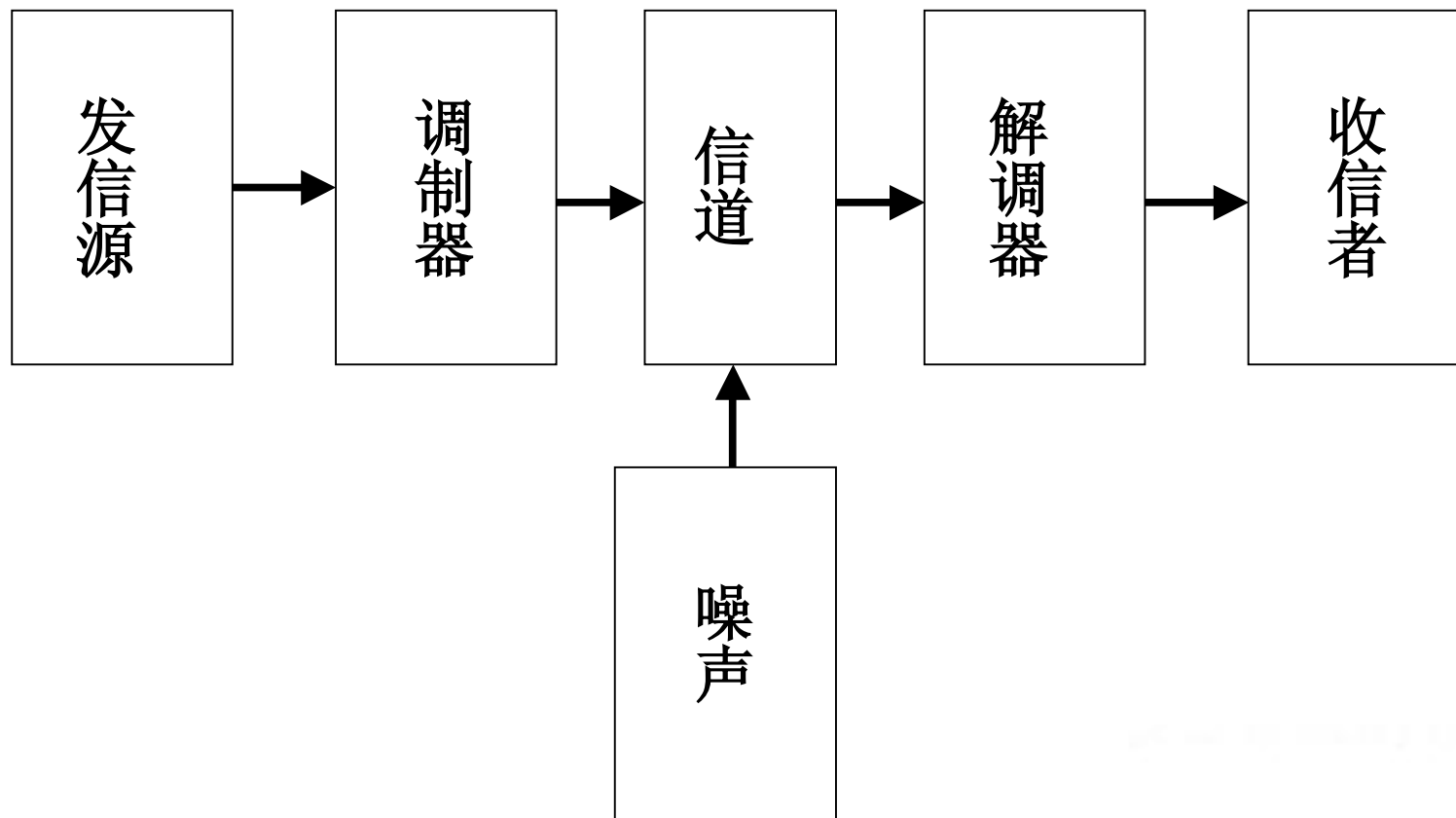


信息：声音，图形，图像，文字等

信号：随信息做相应变化的电压或电流（也可以是光）



模拟通信系统基本组成图

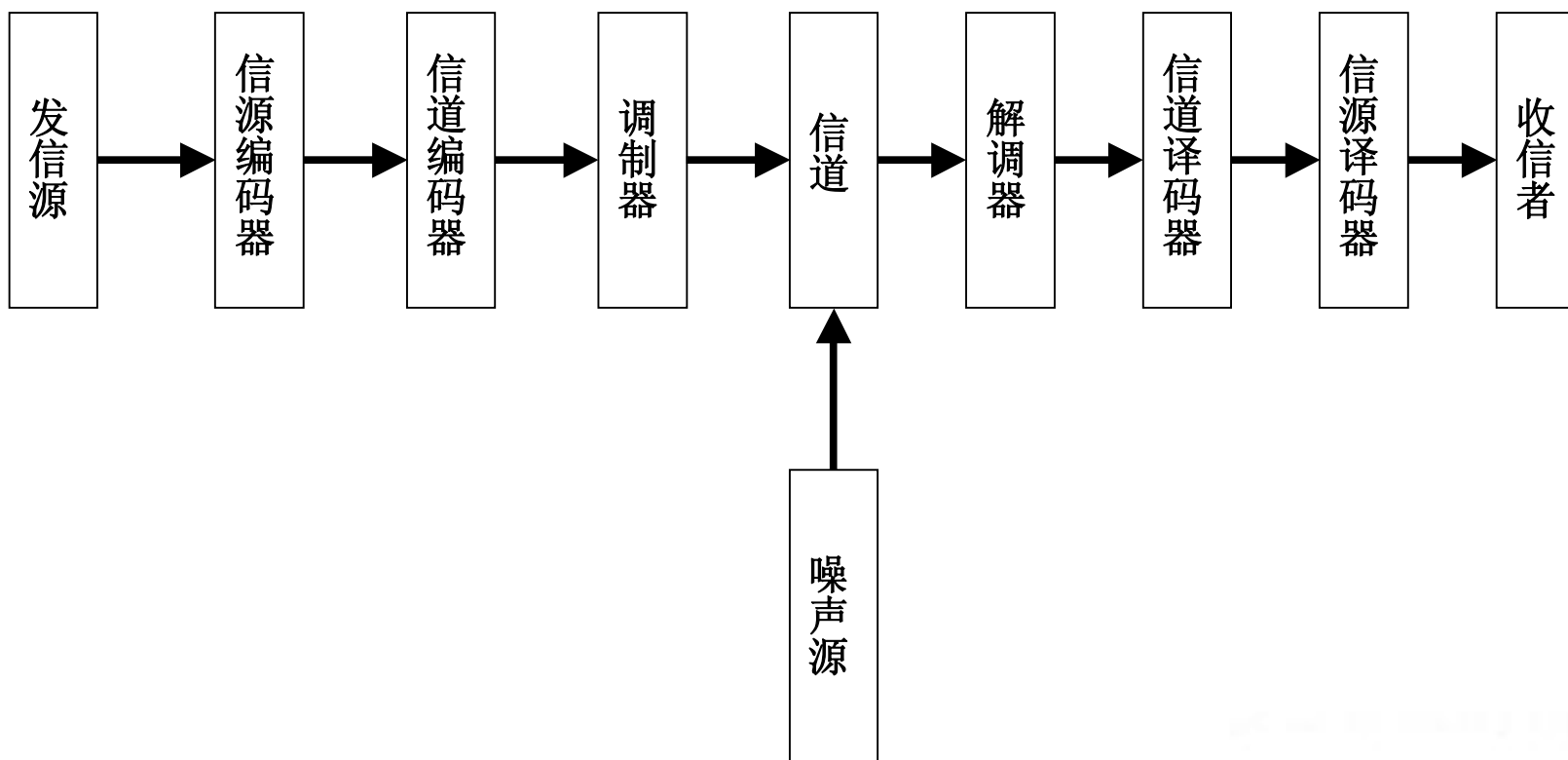


调制：按被传输的基带信号的变化规律去改变被调载波的某一参数，如幅度，频率，相位等

解调：调制的逆过程



数字通信系统基本组成图



编码：将量化后的信号用二进制代码表示的过程

解（译）码：编码的逆过程

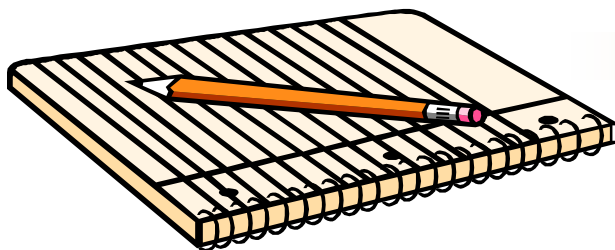


课程内容

● 第一章 通信系统模型

● 第二章 通信相关基本概念

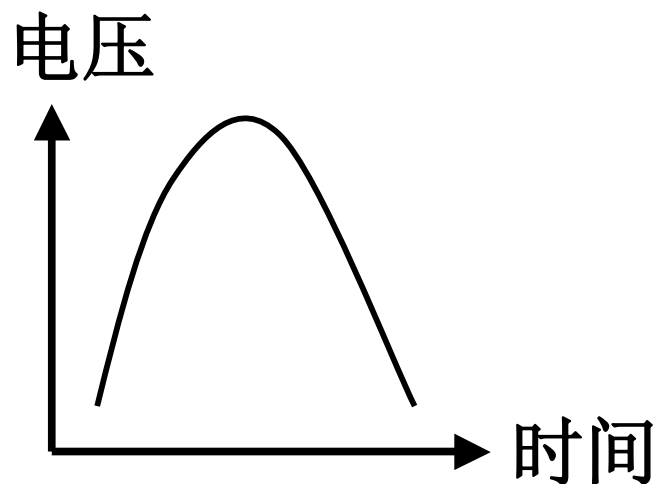
● 第三章 常用通信技术介绍



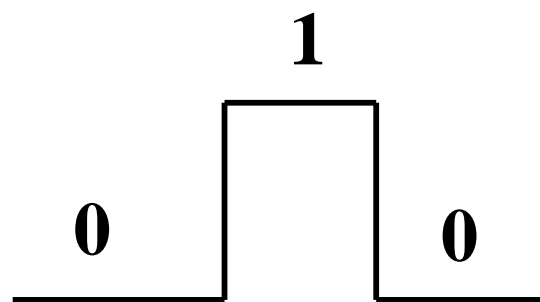


通信相关基本概念

- 信号
- 模拟信号的数字化
- 数字信号的码型
- PCM编码原理
- 同步
- PCM基群帧结构
- 复用技术
- TDM基本原理



(1) 模拟信号



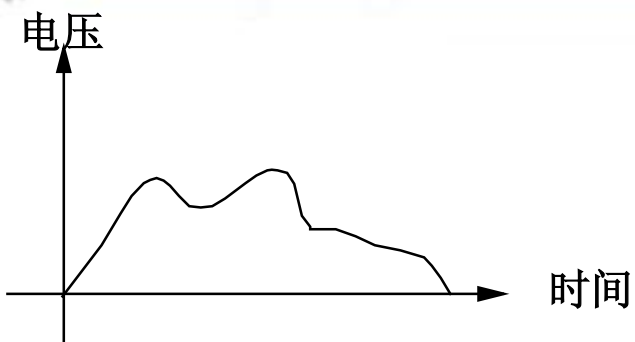
(2) 数字信号

模拟信号：连续变化的信号

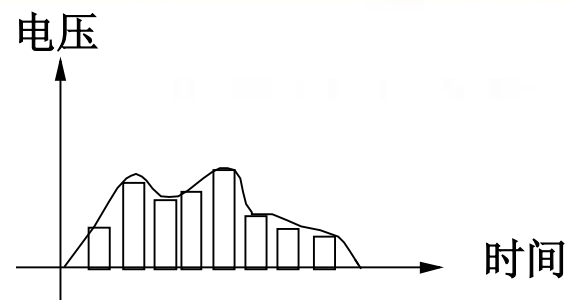
数字信号：离散的信号



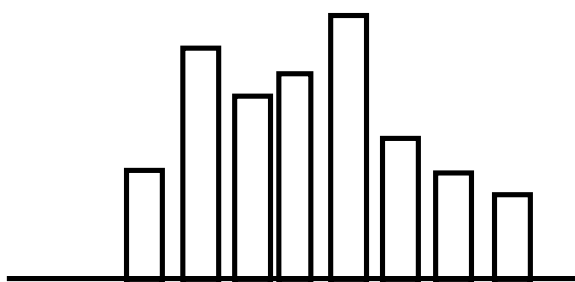
模拟信号的数字化 (1)



(1) 模拟信号



(2) 信号采样



(3) 信号量化

0 0 0 0 0 0 0 1
0 0 0 0 0 0 1 0
0 0 0 0 0 0 1 1

1 1 1 0 1 0 1 0

(4) 信号编码



模拟信号的数字化（2）

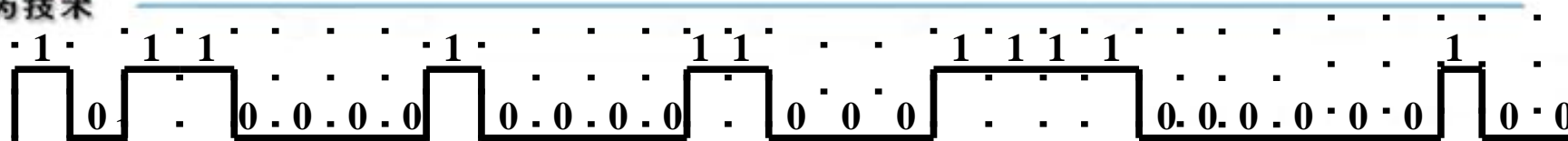
- | **抽样：**将连续变化的信号变成离散的信号
奈奎斯特准则抽样频率**8KHz**，每秒样值为：**8000个**

- | **量化：**使抽样出来的样值归为某一临近的“整数”采用“四舍五入”的办法

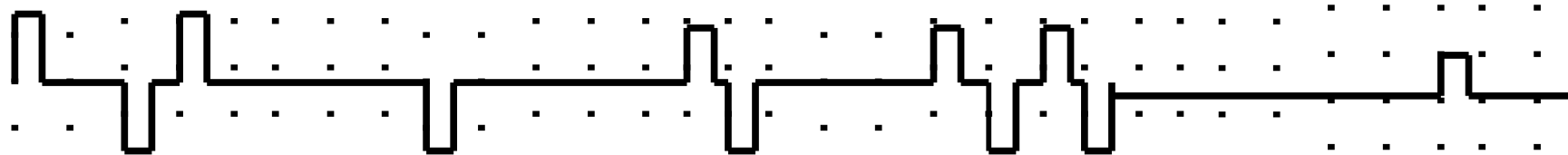
- | **编码：** $8000 \times 8 = 64\text{Kbit/s}$



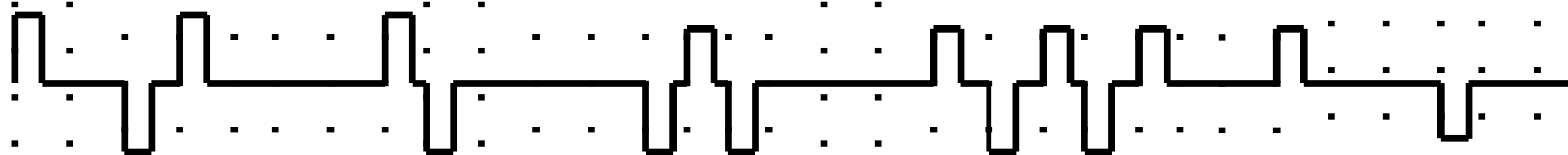
数字信号的码型 (1)



(a) NRZ



(b) AMI



(c) HDB3



数字信号的码型 (2)

| NRZ: 单极性不归零码

NRZ是简单的二进制数字信号，其频谱包含有直流分量与较多的低频分量，只能用于设备内部传输及交换，不能作为在电缆信道上进行基带传输的码型

| AMI: 极性交替反转码

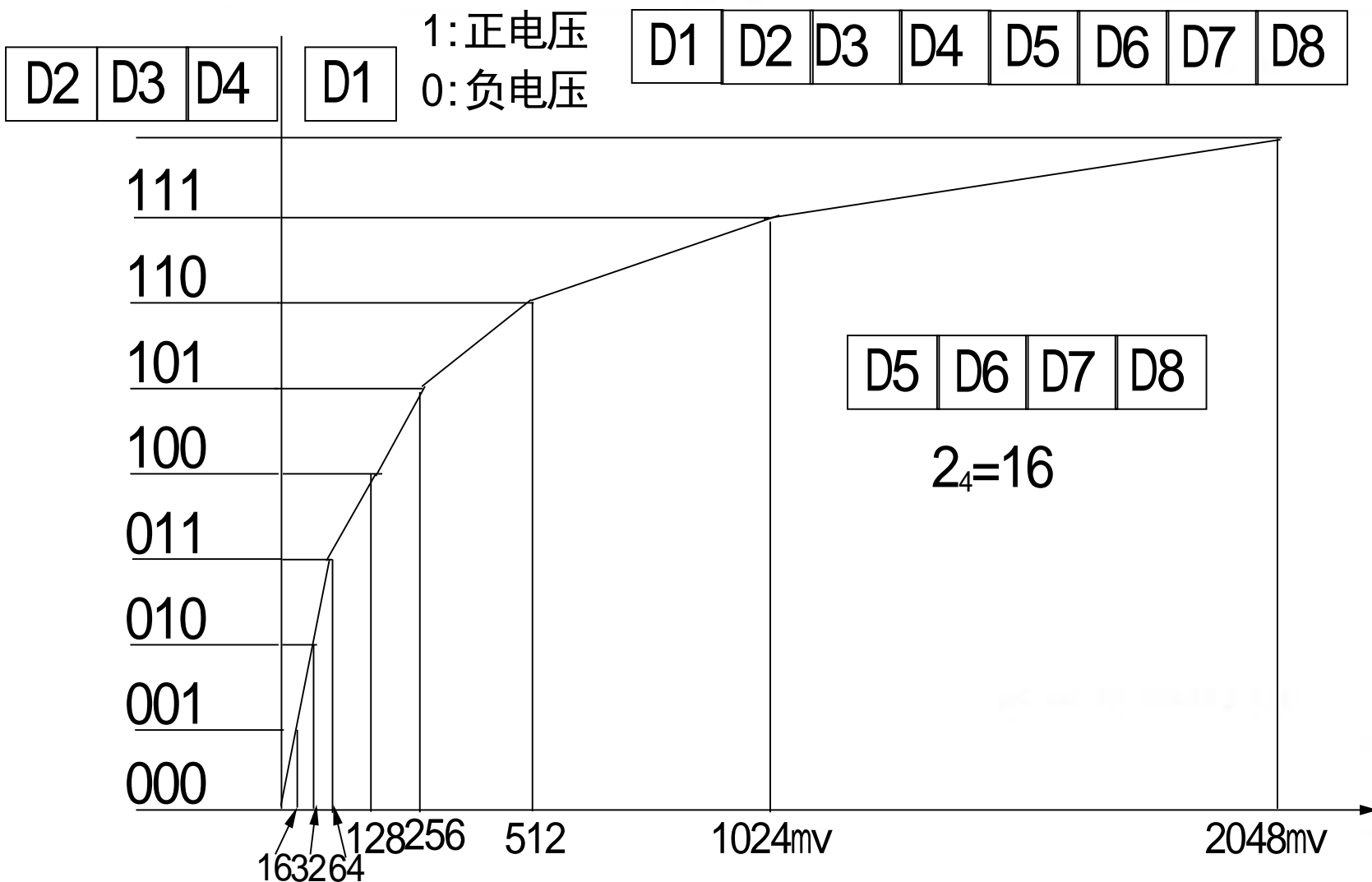
AMI码又称伪三元码，有“0”码，“+1”码和“-1”码（三元）。二进制码中的“0”码对应AMI中的“0”码，而二进制码中的“1”码则对应AMI中交替变化的“+1”和“-1”，解决了多个连“1”的直流分量问题

| HDB3: 三阶高密度双极性码

将连“0”码给予限制，使之不超过3个，它既保持了AMI码的优点（无直流分量，低频分量少），又克服了AMI码的连“0”码所引起的缺点，因此，在PCM中它被广泛采用，在AMI基础上，又解决了多个连“0”的直流分量问题



30/32 PCM A律13折线非线性编码原理 (1)





30/32 PCM A律13折线非线性编码原理（2）

为什么采用非线性编码？

为什么叫A律13折线？

量化误差：采样值（真实值）与量化结果的差值

误差的后果产生“量化噪声”

信噪比：表示通信质量的一个重要指标

信噪比=10lg信号/噪声=10lg信号/（信号-采样值）

采用均匀（线性）量化法：由于量化误差对大小信号一样，使小信号信噪比较大，通信质量较差

A率13折线：中国与欧洲采用的一种非线性量化编码法，保证大小信号通信质量不变



同步

数字通信的同步：是指收、发两端的数码率及各种定时标志都步调一致，不仅要求**频率相同**，而且要求**相位一致**。接收端和发送端在时间上的同步是正确接收、识别信息和分出每一路的信息码和信令码的保证

同步包括：比特同步、帧同步、复帧同步和网同步

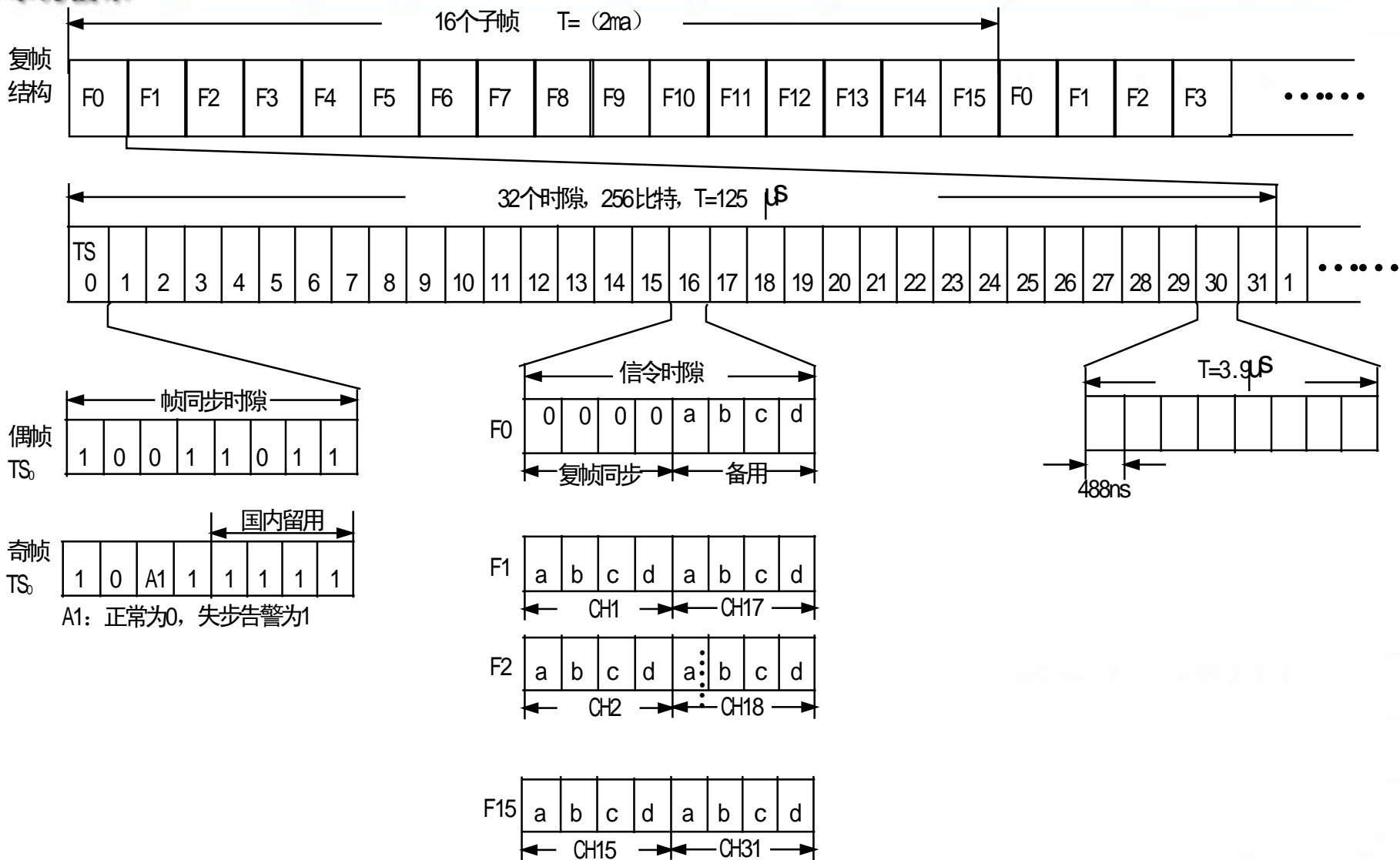
比特同步：比特同步也称位同步，又称码元同步

帧同步：接收端每帧的起止时间与发送端一致

复帧同步：接收端每复帧的起止时间和发送端一致



PCM基群帧结构 (30/32)





PCM 基本原理

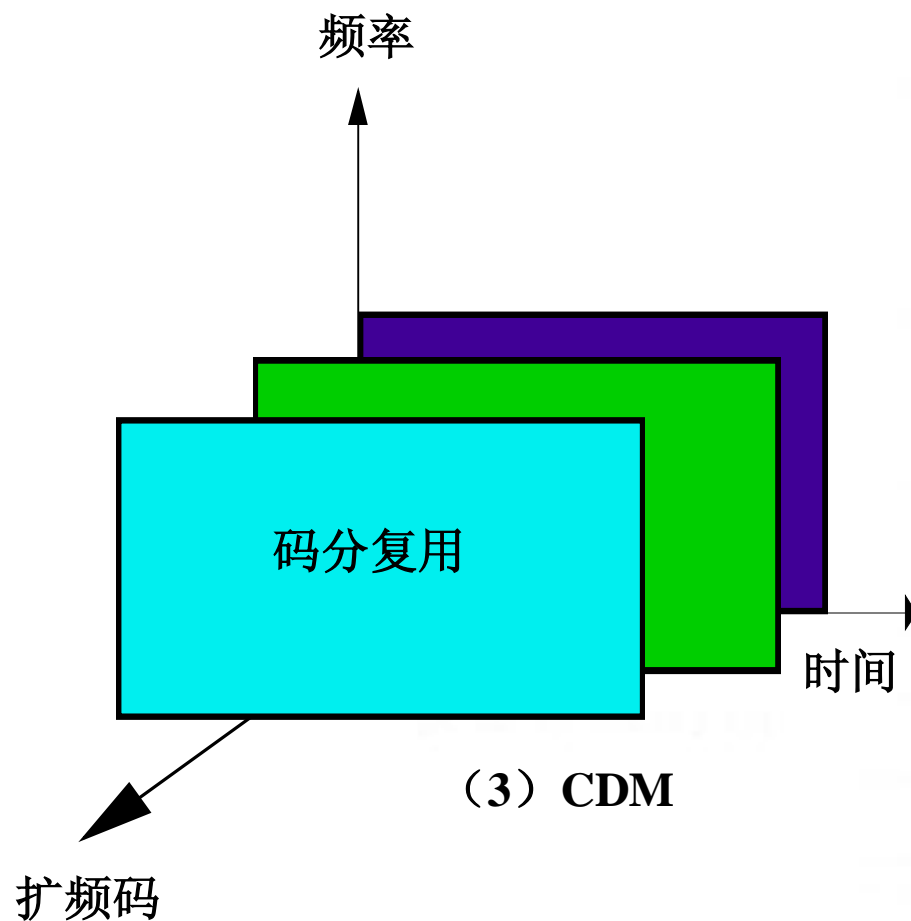
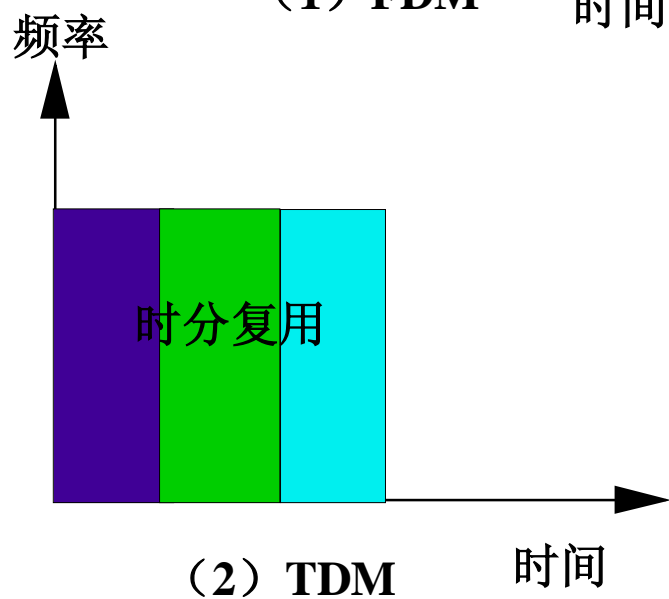
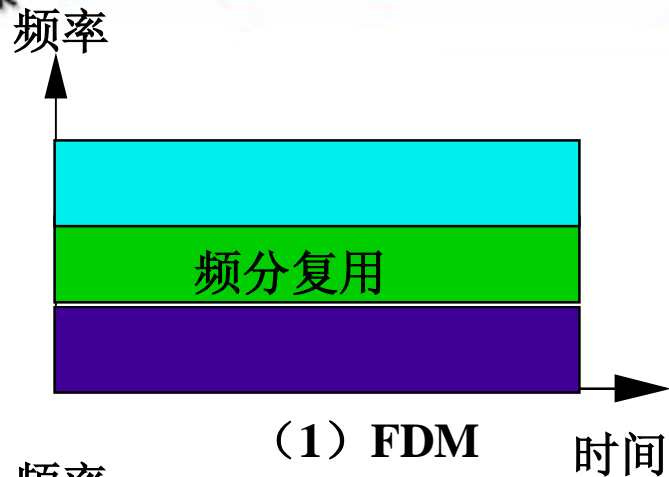
- | 抽样频率为**8000Hz**（周期为**125us**），对每一话路每抽样一次经过量化可以编成**8位**码组，占用一个时隙。**30/32路PCM**系统中，**32路复用125us**。这**32路**时隙构成一个“帧”。而**16帧**又合成一个复帧。

计算几个数据:

- | 1帧时长为**125 μ S**，1时隙的时长为**125/32=3.9 μ S**，一个复帧占用**2ms**。
- | 1帧的位长：**8 × 32=256位**。
- | 信道的速率：**256位/帧 × 8000帧/秒 =2048KBPS**
- | 话路的速率：**8位/路 × 8000 路/秒=64KBPS**
- | 一个模拟信号的带宽最大为**4K(300~3000HZ)**.数字信号的优点靠牺牲带宽获得的。

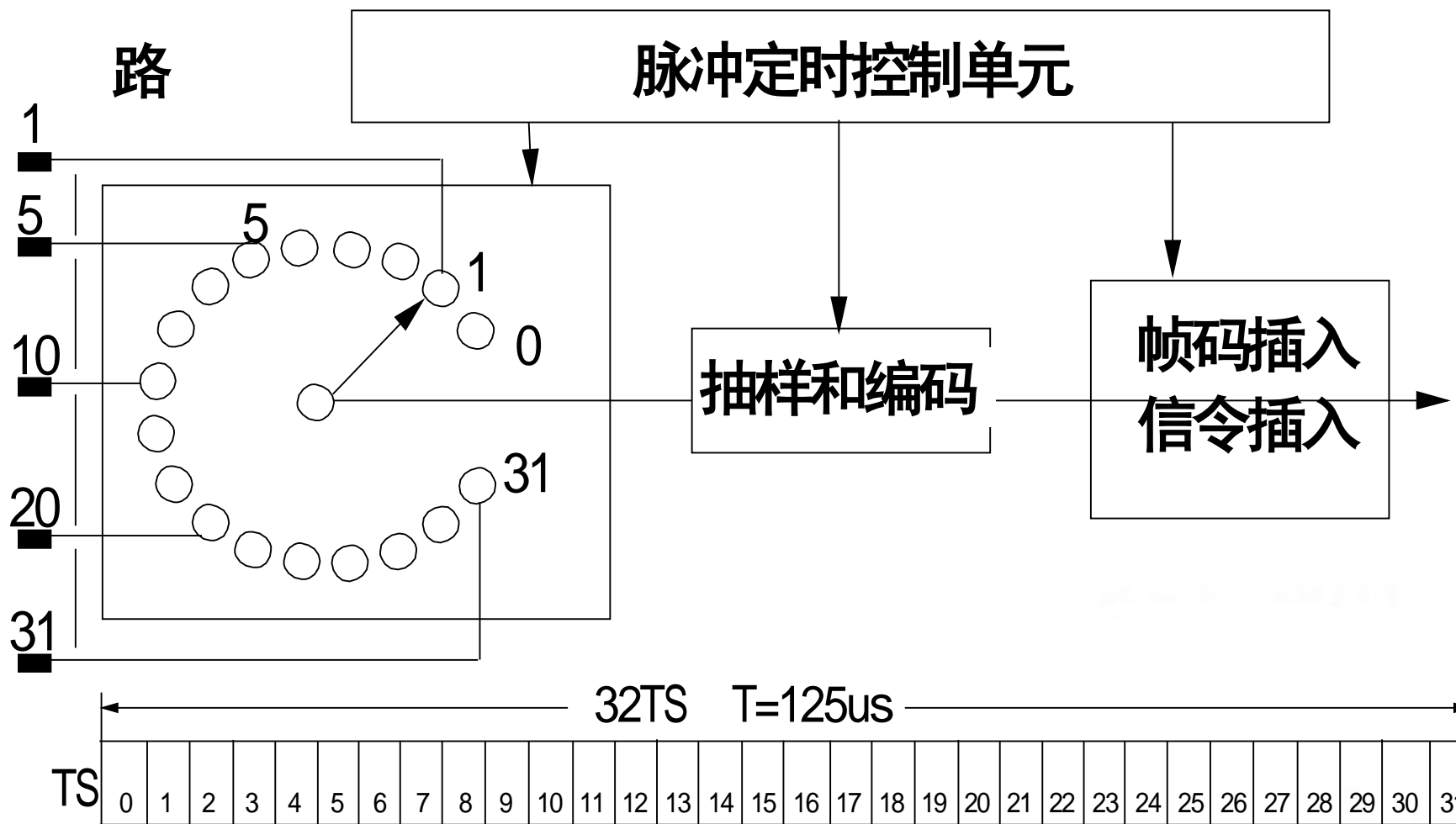


复用技术





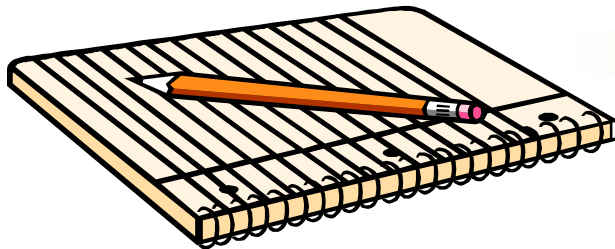
TDM基本原理





课程内容

- 第一章 通信系统模型
- 第二章 通信相关基本概念
- 第三章 常用通信技术介绍





常用通信技术介绍

•SDH

•单模光纤与多模光纤

•TCP/IP

•ATM

•HDLC



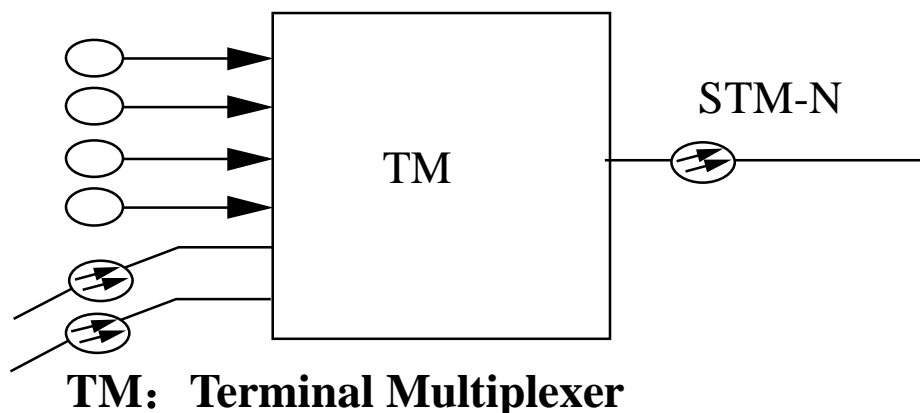
SDH传输基本概念

SDH: Synchronous Digital Hierarchy

- | 同步数字体系（**SDH**）传输网由**SDH**网络单元组成。在光纤线路或其它传输媒体上，**SDH**传输网可以完成同步信息的传输，复用和交叉连接。
- | **SDH**的基础模块被称为**STM-1**叫同步传输模块（**Synchronous Transport Module**）。更高等级的模块有**STM-4**、**STM-16**、**STM-64**。
- | **SDH**网络单元主要有同步光缆线路系统，终端复用器（**TM**）分/插复用器（**ADM**）和同步数字交叉连接设备（**SDXC**）。
- | **STM-1: 155520kbit/s** **STM-4: 622080kbit/s**
STM-16: 2488320kbit/s **STM-64: 995328kbit/s**



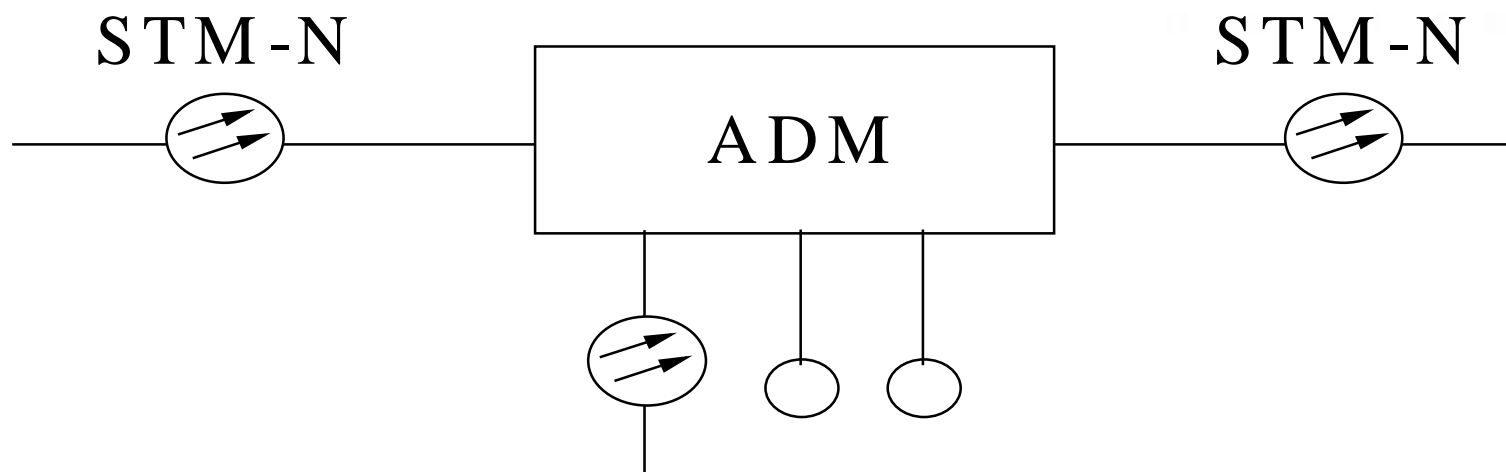
终端复用器TM



TM用作线路终端设备，主要功能是将准同步信号（1.5、2、6、34、或140Mbit/s）复接成STM-N信号，并完成电-光转换及其逆过程，也可以将准同步支路，同步支路（电的或光的）或将若干个同步支路（电的或光的），复接成STM-N信号，并完成电光转换及其逆过程。



分/插复用器ADM

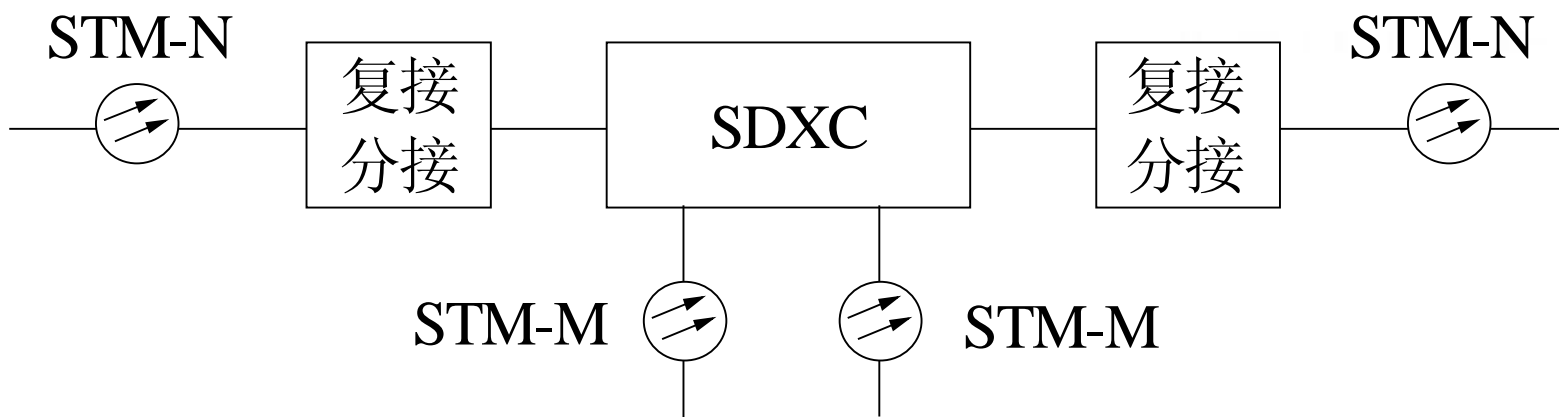


ADM: Add Drop Multiplexer是一个三端口设备，它的输入和输出均为**STM-N**光信号，支路信号可以是准同步的，也可以是同步的。

ADM的特点是可以从主流信号中分出一些信号并接入另外一些信号。如，可从**STM-4**中分出一个**2Mbit/s**和接入另一个**2Mbit/s**的信号



同步数字交叉连接设备 (SDXC)



SDXC: Synchronous Digital Cross Connect的功能是在监控单元控制下完成接入端信号间的交换。一般，参与交叉连接的信号速率等于或低于接入信号的速率，需要复接和分接来完成交叉连接信号速率和接入信号速率之间的转换，既每个输入信号被分接成若干个交叉连接信号，交叉连接网络按照预先存放的交叉连接图对这些交叉连接信号进行重新安排，最后将这些重新安排后的信号复接成高速率信号输出。



单模光纤与多模光纤

单模光纤: SINGLE MODE FIBRE/monomode fiber

单模光纤是在指定波长下只可能传播一种模式的光纤

多模光纤: MULTIMODE FIBRE

在特定的波长上能传播两个以上束缚模式的光纤

- 多模传输距离近, 一般在**200M-2KM**
- 单模的传输距离比较远, 范围可以在**10KM-70KM**

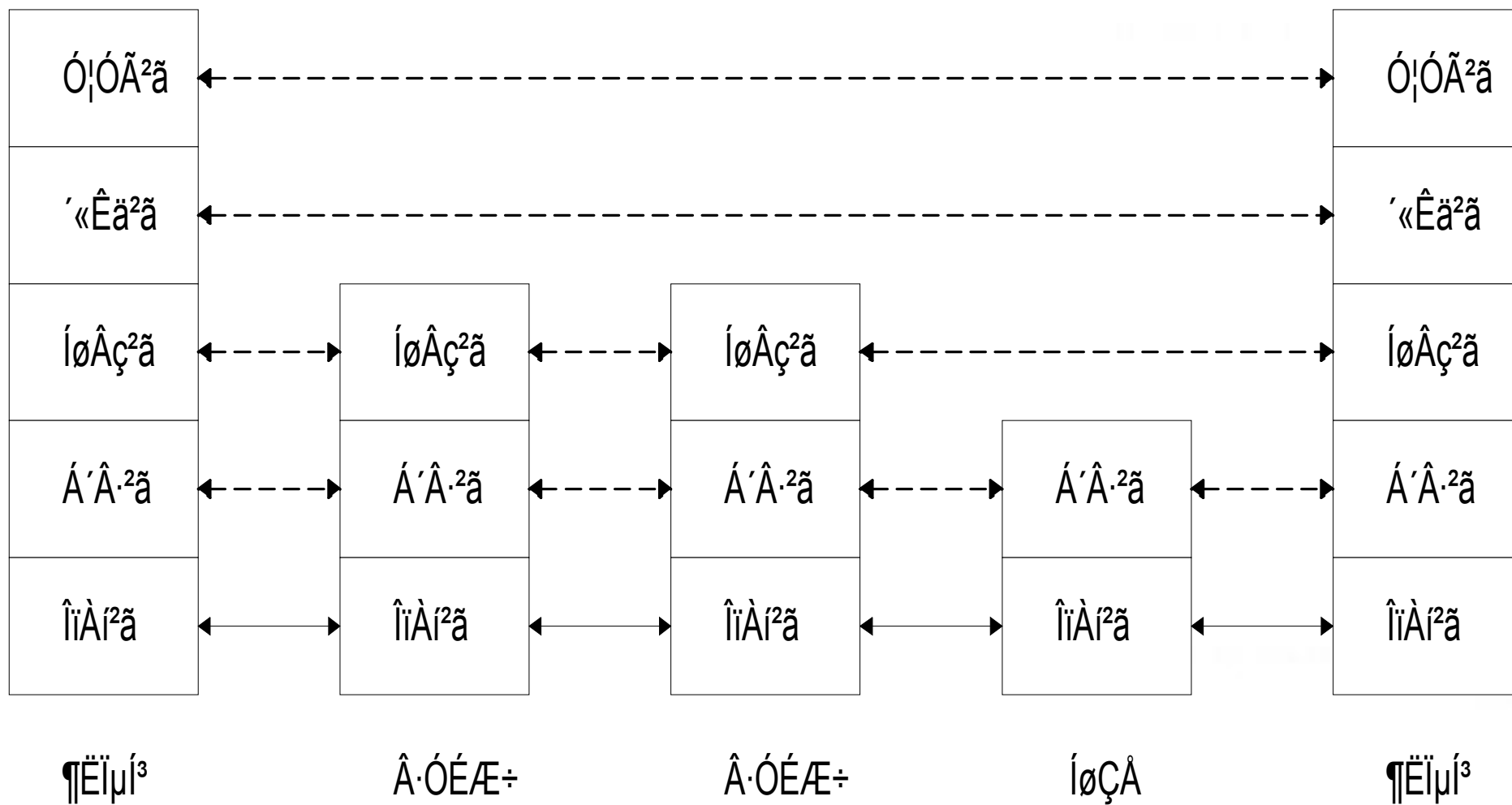
- 多模光纤纤芯要比单模光纤纤芯粗
- 单模光纤可以传输的数据量比较大

- 多模光纤的光波长为**850NM**
- 单模的有 **1310NM 1550NM** 两种: 其中**1310NM**更适于远距离传输

- 多模光纤是可见光, 光源为红外发光二极管
- 单模是激光



TCP/IP — TCP/IP分层模型





TCP/IP — TCP/IP的体系结构（1）

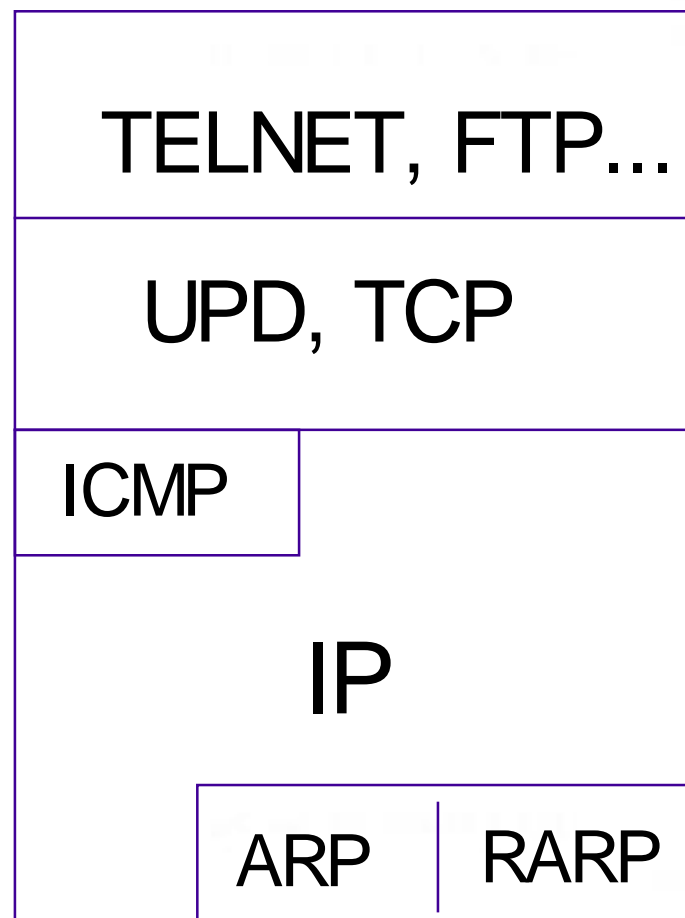
**IP是TCP/IP体系中最重要
的协议之一**

与IP协议配套的三个协议：

地址转换协议ARP

反向地址转换协议RARP

Internet控制报文协议ICMP

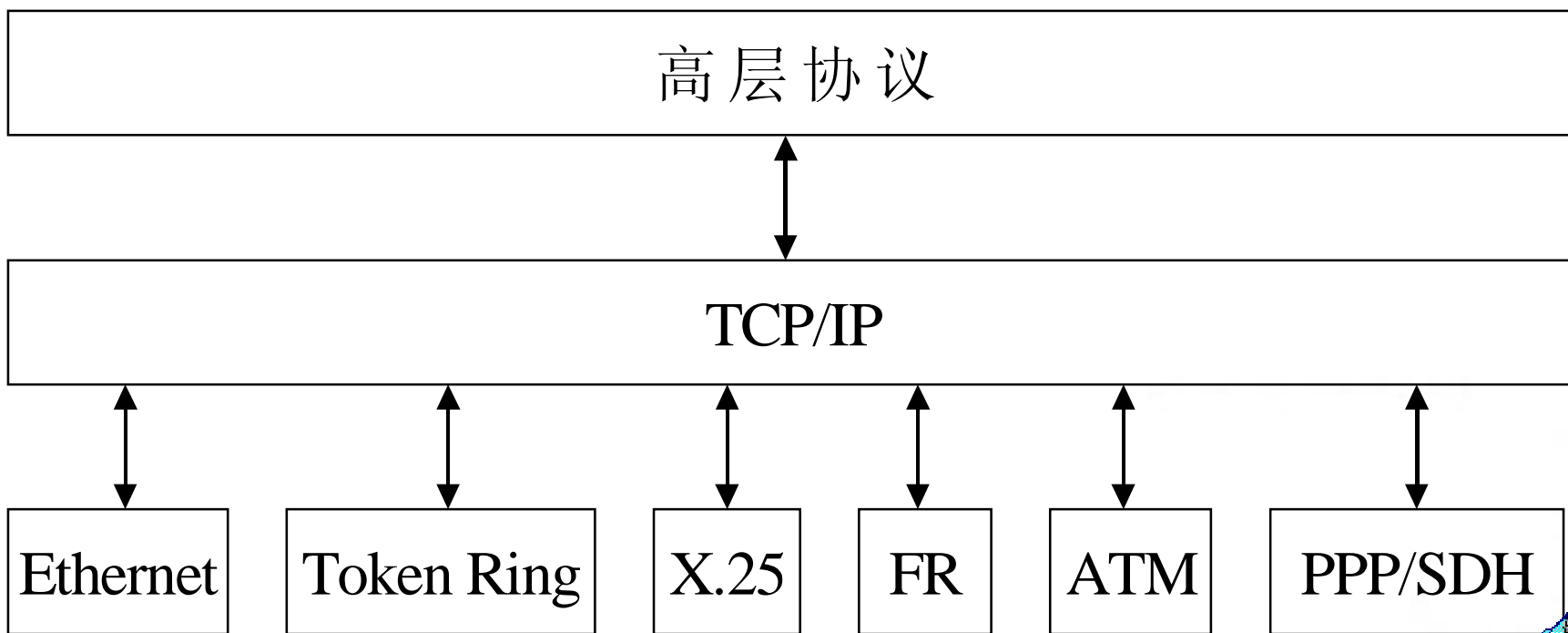




TCP/IP — TCP/IP的体系结构（2）

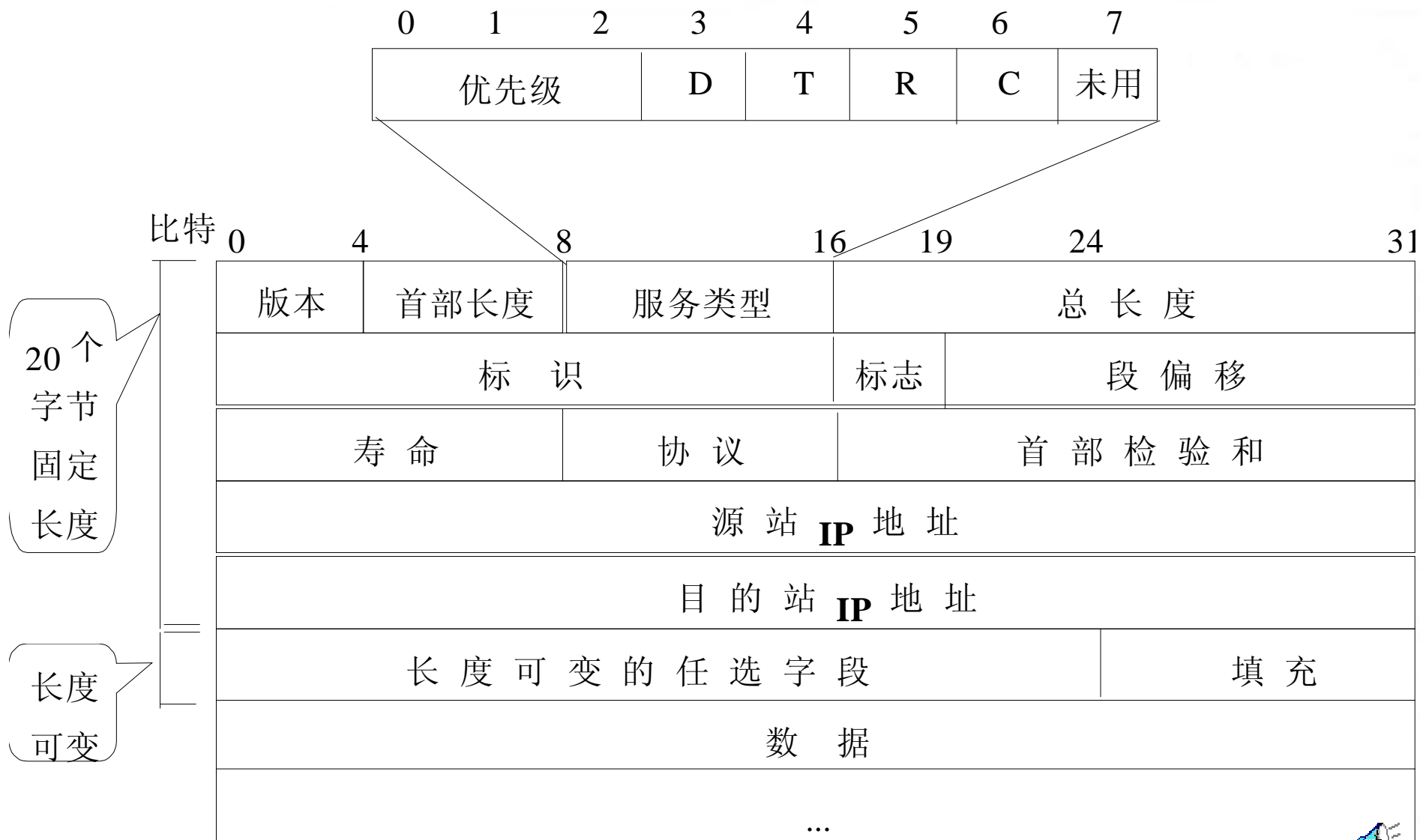
IP协议提供了一种全球统一的编址方式，屏蔽了物理网络地址的差异，使路由查找成为可能

IP协议提供了一种全球统一的报文格式，屏蔽了网络链路层差异，使网络互联成为可能



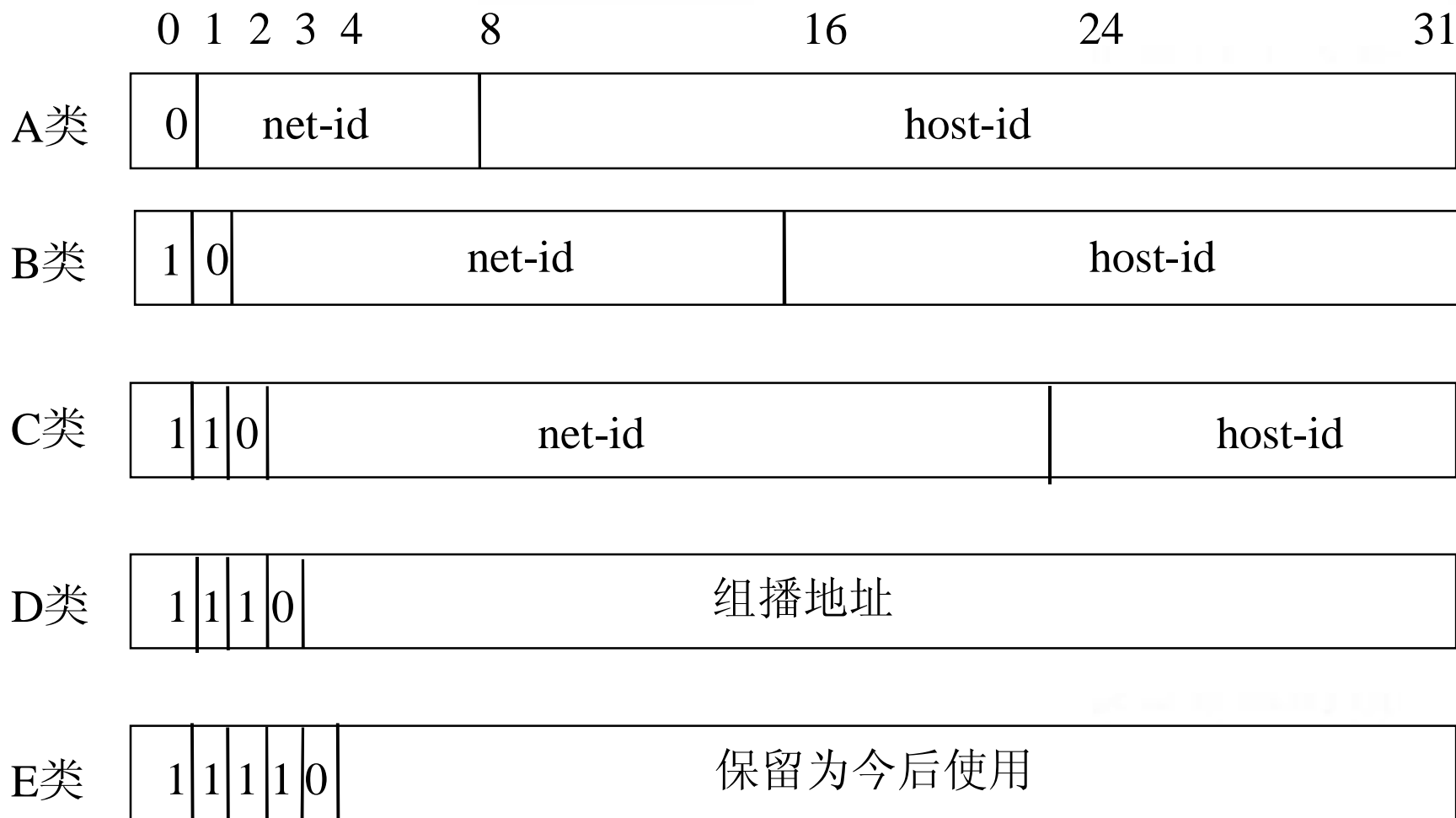


TCP/IP — IP数据包的格式





TCP/IP — IP地址的格式和类型





TCP/IP —保留的IP地址

全0的网络号码：表示“本网络”或“我不知道号码的这个网络”

全1的网络号码

全0的主机号码：表示该IP地址就是网络的地址

全1的主机号码：表示广播地址，即对该网络上所有的主机进行广播

全0的IP地址：即0.0.0.0

网络号码为127.X.X.X：用于本地软件回送测试（loopback test）

全1地址255.255.255.255：表示“向我的网络上的所有主机广播”，原先是使用0.0.0.0



TCP/IP — 私网IP地址

私网IP地址不能够出现在internet上

10.0.0.0 — 10.255.255.255

172.16.0.0 — 172.31.255.255

192.168.0.0 — 192.168.255.255



TCP/IP —子网掩码

TCP/IP体系规定用一个**32bit**的子网掩码来表示子网号字段的长度

子网掩码由一连串的“1”和一连串的“0”组成

“1”对应于网络号码和子网号码字段

“0”对应于主机号码字段

“1”和“0”不能交叉出现



ATM介绍

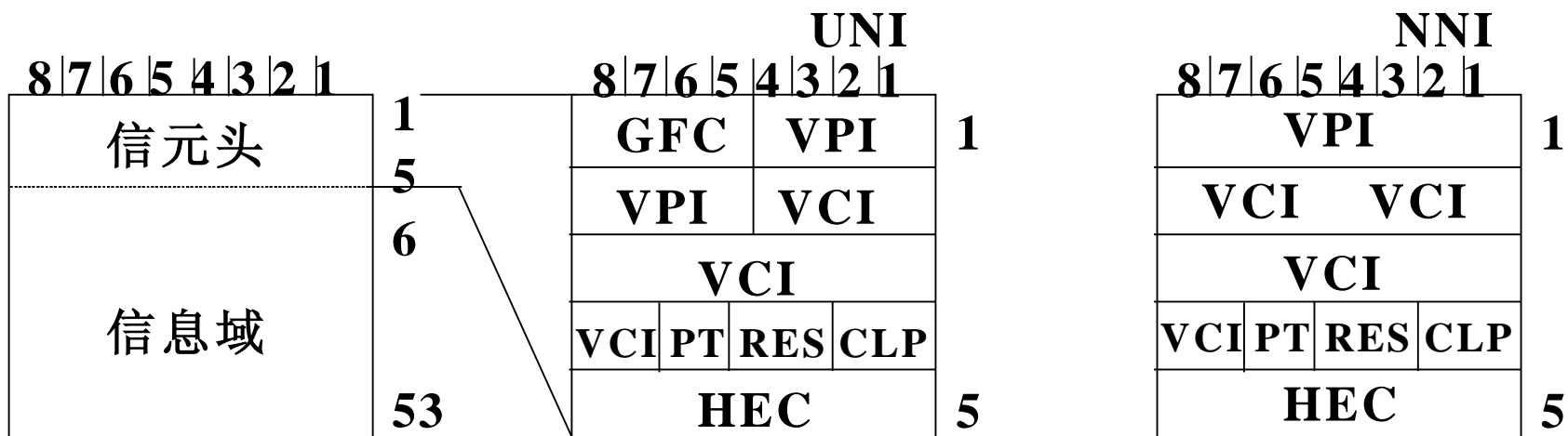
ATM信元:

在ATM中，数字化的语音、数据图像都被分割成固定长度的数字块，每小块数据附加一些与用户有关的数据，再加上一个识别路由的信头，就构成信息的转送单元，简称信元。把信头叫信元头，其它部分叫信息域。

信元: 424 bit

元头: 40bit

信息: 48*8=384bit



GFC Generic Flow Control

VPI Virtual Path Identifier

VCI Virtual Channel Identifier

PT Payload Type

RES Reserved

CLP Cell Loss Priority

HEC HeaderError Control



ATM的特点

- | 统计复用
- | 信元长度固定
- | **ATM**可以作为广域网（**WAN**）或局域网（**LAN**）的无缝网络
- | **ATM**能综合多种业务，可以在一个光纤以不同的速率传播语音、数据、图像等不同类型的信号
- | **ATM**的带宽可以动态分配，**ATM**的速率范围可以从**2Mbit/s**到**5Gbit/s**



ATM的发展前景

- | **ATM**交换机可把多媒体工作站、服务器、高档微机等连接起来，形成一个资源共享，并能提供多种功能的综合系统
- | 可利用**ATM**交换机作为骨干网，通过网桥、路由器、服务器等设备高速互连，可以覆盖较大本本地网范围
- | **ATM**可用于**LAN-LAN**，**LAN-WAN**互连，提供宽带多媒体业务，如高分辨医疗图像传送，远端教学，视频点播等
- | **LAN** Local Area Network
- | **WAN** Wide Area Network
- | **VOD** Video On Demands



HDLC介绍

HDLC (High_level Data Link Control) : 高级数据链路规程

面向比特的同步数据控制协议的典型

特点:

- | 协议不依赖于任何一种字符编码集
- | 数据报文可透明传输，用于透明传输的“0比特插入法”易于硬件实现
- | **全双工通讯**，不必等待确认可连续发送数据，有较高的数据链路传输效率
- | 所有帧均采用**CRC校验**，对**信息帧进行顺序编号**，可防止漏收或重收，传输可靠性高
- | 传输控制功能与处理功能分离，具有较大的灵活性和较完善的控制功能

由于以上特点，目前网络设计及整机内部通讯设计普遍使用**HDLC**数据链路控制协议



HDLC的帧格式

标志F	地址字段A	控制字段C	信息字段I	帧校验字段FCS	标志F
01111110	8bit	8bit	N bit	16 bit	01111110

- 标志字段 (F)：标志字段为01111110的比特模式，用以标志帧的开始与结束，也可以作为帧与帧之间的填充字符
- 地址字段 (A)：地址字段的内容取决于所采用的操作方式，有主节点、从节点、组合节点之分。每个从节点与组合节点都被分配一个唯一的地址，命令帧中的地址字段携带的是对方节点的地址，而响应帧中的地址字段所携带的地址是本节点的地址
- 控制字段 (C)：控制字段用于构成各种命令及响应，以便对链路进行监视与控制
- 信息字段：信息字段可以是任意的二进制比特串，长度未作限定
- 帧校验序列字段 (FCS)：帧检验序列字段可以使用16位CRC，对两个标志字段之间的整个帧的内容进行校验



HDLC的应用特点 (1)

I 应用场合:

就系统结构而言，**HDLC**适用于点到点或点到多点式的结构

就工作方式而言，**HDLC**适用于半双工或全双工

就传输方式而言，**HDLC**只用于同步传输

在传输速率方面考虑，**HDLC**常用于中高速传输

- ### I 传输效率:
- HDLC**开始发送一帧后，就要连续不断地发完该帧；**HDLC**可以同时确认几个帧；**HDLC**中的每个帧含有地址字段**A**，在多点结构中，每个从节点只接收含有本节点地址的帧，因此主节点在选中一个从节点并与之通讯的同时，不用拆链，便可以选择其他的节点通讯，即可以同时与多个节点建立链路



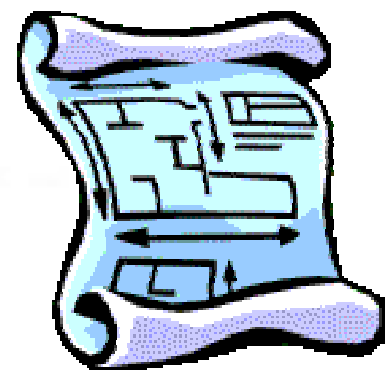
HDLC的应用特点（2）

- 1 **传输可靠性：**HDLC中所有的帧（包括响应帧）都有**FCS**，I帧按窗口序号顺序编号，传输可靠性比异步通讯高
- 1 **数据透明性：**HDLC采用“**0比特插入法**”对数据进行透明传输，传输信息的比特组合模式无任何限制，处理简单
- 1 **信息传输格式：**HDLC采用统一的帧格式来实现数据、命令、响应的传输，实现起来方便
- 1 **链路控制：**HDLC利用改变一帧中的控制字段的编码格式来完成各种规定的链路操作功能，提供的是面向比特的传输功能



总结

- | 数字通信系统的组成
- | 多路信号的复用技术
- | PCM基群帧结构
- | SDH, ATM, IP及HDLC



www.huawei.com 



谢谢!