



■ 第2章 物理层

▼ 通信基础

- **基本概念**(2:data 信号 3:波特率 码元 bit率)
-
-  **信道 '极限容量**(2: $C_{奈}$ $C_{香}$ 1count: V_{MAX})
-  **编码**(4:零 曼 调制(4 1count)

▼ 传输介质(2

- (4 **双绞线、同轴电缆 光纤 无线传输介质**
- **物理层接口特性**(4:机电功过)

▼ 物理层设备 (2

- **中继器 (Repeater)**(整形放大)
- **集线器 (Hub)**(1进n-1出,半双工)

好的，同学们，我们继续来看第二章《物理层》。

首先要明确，这章虽然叫“物理层”，但它不是研究具体网线、光纤怎么造的，而是研究**如何在这些媒介上透明地传输 01 比特流**。这一章概念多、计算多，是选择题和计算大题的必争之地。跟上我的节奏，我们用最简单的方法把它彻底搞定！

第2章 物理层

通信基础

基本概念(2:data 信号 3:波特率 码元 bit率

- **核心考点:**
 - **数据 vs 信号**：一个是内容，一个是形式。
 - **码元、速率(比特率)、波特率** 的辨析与换算。【高频考点】
 - **形象记忆:**
 - **数据 vs 信号**: 你想说的话是**数据**，你说出来的声音就是**信号**。
-

- **码元 (Symbol):** 一次信号**变化**。把它想象成一个“快递包裹”。
- **波特率 (Baud Rate):** 每秒发送多少个“包裹”(码元)。单位是波特 (Baud)。
- **速率 (Bit Rate):** 每秒发送了多少“比特”信息。单位是比特/秒 (b/s)。
- **三者关系:**
 - 一个“包裹”(码元) 里可以装 n 个比特的信息。
 - **公式:** 比特率 = 波特率 $\times n$ (即 $\text{速率} = B \times \log_2 V$, 其中 V 是码元状态数, $n = \log_2 V$)
 - 需要 n 个比特来唯一表示这 V 种状态
 - **例子:** 一个包裹有4种不同颜色 (4种码元状态, $V=4$), 那么每种颜色可以代表2个比特的信息 (如黑=00, 白=01, 红=10, 蓝=11), 所以 $n = 2$ 。如果每秒送1000个包裹 (波特率=1000 Baud), 那么比特率就是 $1000 \times 2 = 2000 \text{ b/s}$ 。

信道 '极限容量(2: $C_{\text{奈}}$ $C_{\text{香}}$ 1count: V_{MAX})

这是 **【绝对重点 & 计算大题高发区】**。两个公式必须烂熟于心。

- **核心考点:**
 - 奈氏准则和香农定理的公式、应用场景和限制因素。
- **形象记忆:**
 - 把信道想象成一条高速公路。
 - **奈氏准则 (理想公路):**
 - **场景:** 理想无噪声环境, 路面绝对平整。
 - **限制因素:** 唯一的限制是“公路的宽度”(带宽 W) 和“有几条车道”(码元的状态数 V)。
 - **结论:** 路越宽、车道越多, 车流量 (极限速率) 越大。
 - **香农定理 (现实公路):**
 - **场景:** 现实中有噪声干扰, 路面有颠簸。
 - **限制因素:** 不仅看“公路宽度”(带宽 W), 还要看“路况好坏”(信噪比 S/N)。

- **结论:** 路越宽、路况越好（噪声越小），车流量（极限速率）才越大。

• 【计算题模板】：极限速率计算

问题: 给定带宽 $W(\text{Hz})$ ，信噪比 (dB) ，码元状态数 V ，求最大数据传输速率。

i. 第一步：分别计算奈氏和香农的极限速率

◦ 奈氏准则: (理想速率)

- **公式:** $C_{\text{奈氏}} = 2W \log_2 V$ (单位: b/s)
- V 是码元状态数，比如 $V=16$ 就表示一个码元有16种状态，能携带 $\log_2 16 = 4$ 比特信息。

◦ 香农定理: (真实速率天花板)

- **公式:** $C_{\text{香农}} = W \log_2 (1 + S/N)$ (单位: b/s)
- **注意:** 题目通常给信噪比是 dB 单位，必须先换算成 S/N !
- **换算公式:** $\text{信噪比}(\text{dB}) = 10 \log_{10}(S/N) \Rightarrow$

$$S/N = 10^{\frac{\text{信噪比}(\text{dB})}{10}}$$
- **快速口算:** $30\text{dB} \rightarrow S/N = 1000$; $20\text{dB} \rightarrow S/N = 100$; $10\text{dB} \rightarrow S/N = 10$ 。

ii. 第二步：取二者中的较小值

◦ 最终结论: 信道的实际最大速率 =

$$\min(C_{\text{奈氏}}, C_{\text{香农}})$$

- **理由:** 奈氏是理想值，香农是理论上限。你既不能超过理论上限，也要满足理想条件下的限制。

编码(4:零 曼 调制(4 1count

这是 【高频考点，特别是波形图选择题】。

• 核心考点:

- 数字数据 \rightarrow 数字信号的编码方式:
 - 不归零(NRZ)、反向不归零(NRZI)、曼彻斯特、差分曼彻斯特。
- .. \rightarrow 模拟信号的调制方式:

- 调幅(ASK)、调频(FSK)、调相(PSK)、正交振幅(QAM)。

- 形象记忆 & 波形图速记:

- 不归零 (NRZ): 最傻瓜的, 高电平=1, 低电平=0。缺点: 连续的1或0无法提取时钟, 会失步。
- 反向不归零 (NRZI):
 - 规则: 遇到 0 就翻转电平, 遇到 1 就保持不变。
 - 记忆口诀: "1 不变, 0 翻转"。

- 曼彻斯特编码:

- 规则: 每个码元中间时刻必须跳变。前高后低是0, 前低后高是1 (或反之, 看题意)。
- 记忆口诀: “下1上0” (中间时刻, 下跳是1, 上跳是0)。
- 特点: 自带时钟, 但效率只有50% (因为一个码元传1比特, 却跳了2次)。

- 差分曼彻斯特编码:

- 规则: 中间跳变只用来同步时钟。数据看码元开始处是否跳变。
- 记忆口诀: “1 无跳, 0 有跳” (码元开始处, 相对于上一个码元结束时)。

- 调制技术: 把数字 0/1 搬到高频的模拟信号上。

- ASK (调幅): 用声音大小表示0/1。(抗干扰差)
- FSK (调频): 用声音高低表示0/1。(抗干扰强)
- PSK (调相): 用波形相位表示0/1。
- QAM (正交振幅): 调幅+调相的结合体, 能力最强。一个码元可以表示很多比特。

- 【计算题模板】: QAM码元承载比特数

问题: 一个QAM系统, 有 m 种相位, n 种振幅, 求每个码元能承载多少比特?

◦ **解题步骤:**

a. **计算总状态数:** $V = m \times n$

b. **计算每码元比特数:** $bits = \log_2 V = \log_2(m \times n)$

◦ **例:** 4个相位, 4种振幅, 则一个码元可以表示 $4 \times 4 = 16$ 种状态, 能携带 $\log_2 16 = 4$ 比特信息。

传输介质(2)

(4 双绞线、同轴电缆 光纤 无线传输介质)

- **核心考点:** 各种介质的特点、优缺点对比。
- **形象记忆:**
 - **双绞线:** 最常见、最便宜的“普通公路”。(如家里接路由器的网线)。
 - **同轴电缆:** 带屏蔽层, 抗干扰比双绞线好, 是“带防护栏的公路”。(如老式电视天线)。
- **光纤:** 用光传输, 速度最快、容量最大、不受电磁干扰, 是“光速磁悬浮列车”。**优点:** 远距离、高速、保密。**缺点:** 贵、易折断。
- **无线介质:** 看不见摸不着, 方便灵活, 是“空中航线”。**缺点:** 易受干扰、安全性差。

物理层接口特性(4:机电功过)

- **核心考点:** 四大特性的名称和含义。
 - **形象记忆 (以USB接口为例):**
 - i. **机械特性:** 插头和插座的形状、尺寸、引脚数量。
 - ii. **电气:** 线上跑的电压是多少伏。(例如+5V代表1)。
-

- iii. **功能..**: 每个引脚**是干嘛的**。(例如1号脚供电, 2号脚传数据)。
 - iv. **过程.. (规程..)**: 通信的**先后顺序**。(例如先发请求信号, 再发数据信号)。
-
-

物理层设备 (2)

中继器 (Repeater)(整形放大)

- **核心考点**: 功能、限制。
 - **形象记忆**: 一个“信号再生器”或“大嗓门”。
 - **功能**: 在物理层上, 把衰减的 01 信号**整形放大**, 重新生成一个满血的信号再发出去, 从而**延长传输距离**。
 - **注意**: 它只是无脑放大, 不管信号内容对错。
-

集线器 (Hub)(1进n-1出,半双工)

- **核心考点**: 本质、工作方式、冲突域。
 - **形象记忆**: 一个“多端口的**中继器**”或一个“**广播喇叭**”。
 - **工作原理**: 从一个端口收到信号, **整形放大**后, 从**所有其他端口**广播出去。
 - **特点**:
 - **共享带宽**: Hub的总带宽被所有连接设备平分。
 - **冲突域**: 所有连接到Hub的设备都在**同一个冲突域**里。就像在一个房间里开会, 一次只能有一个人说话, 两个人同时说就会冲突, 谁也听不清。
 - **工作模式**: 半双工。
-

好了, 第二章的内容就是这些。重点是 **奈氏和香农的计算**, 以及**数字编码的波形图识别**。物理层设备记住核心功能和冲突域的概念即可。大家课后一定要多做题, 把公式和口诀用熟。