

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:** 信噪比(dB) = $10 \log_{10}(S/N) \Rightarrow$

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