

教学课题：OSI 网络体系结构之物理层和数据链路层

教学目的要求：1、掌握 OSI 物理层的功能。

2、掌握 OSI 数据链路层的功能。

3、掌握 OSI 数据链路层差错控制的实现方法。

4、掌握 OSI 数据链路层流量控制的实现方法

教学重点：1、OSI 物理层的四个特性。

2、自动重发请求的具体实现方法。

3、滑动窗口的工作过程。

教学难点：HDLC 数据帧的格式及分类。

课时：2 课时

教学过程：

OSI 网络体系结构功能详述（物理层和数据链路层）

一、物理层：

（一）功能：利用传输介质实现点到点的传输比特流。

（二）特点：不可靠，因为传输线路有好有坏，传输质量有高有低。

（三）传输的数据单元：比特流

（四）标准：

由于物理层处于最低层，其主要功能由数据终端设备 DTE 和数据通信设备 DCE 及与其连接的通信介质实现，所以需要规范 DTE、DCE 及通信介质之间物理接口的一些特性，以便不同厂家的产品相互兼容，而实现正确的连接。

物理层的标准主要有四个特性，机械特性、电气特性、功能特性和规程特性。

1、机械特性：如连接器的尺寸、形状，插头的针和孔的数量，属于机械特性。

2、电气特性：规定了在物理连接上，导线的电气连接及有关电路的特性，一般包括：接收器和发送器电路特性的说明、信号的识别、最大传输速率的说明、与互连电缆相关的规则、发送器的输出阻抗、接收器的输入阻抗等电气参数等。（如前面有一道题 1 表示-12V，0 表示+12V）

3、功能特性：如每个插头有很多针脚，每个针脚的功能分配，哪根线发送数据，哪根线接收数据，哪个是信号地线，哪个是时钟线等。

4、规程特性：指明利用接口传输比特流的全过程及各项用于传输的事件发生的合法顺序，包括事件的执行顺序和数据传输方式，即在物理连接建立、维持和交换信息时，DTE/DCE 双方在各自电路上的动作序列。

（五）物理层最重要的接口： RS-232D，主要用于短距离。

二、数据链路层：

（一）功能：利用不太可靠的物理层来实现可靠的点到点之间的数据传输。

（二）特点：面向连接，点到点的传输是可靠的。

（三）传输的数据单元：帧

（四）具体过程：

1、封装成帧：帧的组成，除了上层交给数据链路层的数据外，自己加再上一个帧头，帧头包含发送方的物理地址、接收方（点）的物理地址、校验码及其它的控制信息。

帧的结构必须使接收方能将从物理层收到的比特流准确的区分出帧的起始与终止，以便去掉起始与终止部分，得到一下完整的帧。

成帧的方法有多种，其中最常用的就是“带位填充的首尾标志法”即“0

比特插入法”（采用面向比特的同步传输技术），还有“带字符填充的首尾标志法”（采用面向字符的同步传输技术）等。

2、差错控制：错了重新发送，保证可靠性。

自动重发请求（ARQ）：对于传输有误的数据，发送端要重新传送，直至正确为止。对于数据链路层而言，接收方收到帧后，通过校验，如果确认正确，则发一个确认消息（确认帧），发送方收到确认消息，由再发下一帧，如果接收方根本没收到帧，或通过校验认为收到的是错误的帧，则不发送确认消息，发送方等一段时间（这段时间长度是有规定的）没收到确认消息，则认为传输过程中出错了，则重发刚才那一帧。

ARQ 方法的实现有多种方案，在数据链路层最基本的方法有两种，即“空闲重发请求”和“连续重发请求”。

（1）空闲重发请求：只发一帧，然后就等，收到确认帧，再发下一帧，收不到确认帧，到了一定时间，就重发刚才那一帧。又叫“停等法”即只发一帧，就停下来等着。（详见课本 65 页）

（2）连续重发请求：可以一次连续发多帧，接收方收到哪一帧，给发送方发哪一帧的确认消息（确认帧），发送方收不到确认消息的帧，再重发。优点是大大提高了传输效率，缺点是双方都需要有较大的缓冲存储空间，并且实现起来也很复杂。（详见课本 65 页）

“连续重发请求”又有两种方法：

A、回退 N（Go-Back-n）：发送方连续发个多个帧，只要有一帧出错了，则重发出错帧及以后的 N 个帧。特点是浪费。（接收方把连续正确的前几帧交给上层，把出错帧及后面的所有帧都丢弃，所以必须出错帧及以后各帧都重传）

B、选择重发：只重发出错的帧。（接收方发现某帧出错后，其后继送来的正确帧先放在接收方的缓冲区中，等到前面缺的帧补上了，才按顺序交给上层，不随便丢弃正确接收到的任何帧，所以发送方只重传出错的帧）

3、流量控制：

（1）概念：保证发送方和接收方的速度相匹配，避免因双方的速率不匹配而造成的数据丢失。

当发送方发送数据的速率高于接收方处理数据的速率时，某些数据虽然可以到达接收方，但却因为接收缓冲区溢出而丢失，流量控制可以防止这种情况的发生。

（2）功能：保证传输畅通，防拥挤。因为如果不进行流量控制，发送方发出的数据帧，到了接收方因缓冲区溢出而不能正确接收，发送方会源源不断的一遍以一遍的发送，必然会导致道路拥挤。

（3）实现方法：数据链路层的流量控制一般通过“滑动窗口协议”来实现。

滑动窗口协议详解：实质上就是发送方有一个计数器，计数器的最大值 W ，表示发送方没收到确认消息之前最多能够连续发送 W 帧，这个值正好等于接收方缓冲区的大小。刚开始发送时，计数器的值为最大值 W ，发送方每发送一帧，计数器的值减 1，当计数器的值为 0 时，则不能再发送。当然如果发送方收到接收方的确认消息，并且这个确认帧以前的帧也都收到了确认消息，则计数器加 1。（如果收到了第 3 帧的确认消息，但前面的两帧，还没收到确认消息，则计数器不能加 1，因为第 3 帧还需要在接收方的缓冲区中暂存，又收到了第 2 帧的确认消息，计数器还是不能加 1，再收到第 1 帧的确认消息，这时计数器可以直接加 3，因为此时接收方可以按顺序将 1、2、3

帧交给上层，同时将该 3 帧从接收方缓冲区中清除)。

可以把计数器形象的看成一个窗口，值大时窗口大，值小时窗口就小，窗口可以滑动，时而变大，时而变小。

4、链路管理：数据链路层是面向连接的，所以点到点之间要先建立连接、维持连接、最后还要释放连接。

(五) 协议：

数据链路层使用最多的协议是 HDLC，即“高级数据链路控制规程”协议。

1、特点：可以实现透明传输；使用全双工通信；采用面向比特的同步传输技术；采用 0 比特插入法；所有帧均采用 CRC 循环冗余校验；传输控制功能与数据处理功能分离。

2、HDLC 协议的帧格式：

一个完整的 HDLC 帧由标志字段 (F) (01111110 作为起始和终止标志，前后各 1 个字节)、地址字段 (A) (占一个字节)、控制字段 (C) (占一个字节)、信息字段 (I) (可任意多个字节)、帧校验序列字段 (FCS) (2 个字节) 等组成。

3、HDLC 帧分类：

HDLC 共有三种帧：信息帧 (I 帧)、监控帧 (S 帧)、无编号帧 (U 帧)

(1) 信息帧用于传送有效信息或数据，通常简称 I 帧。信息帧以控制字段第一位为“0”来标志，也就是说 HDLC 帧的控制字段第一位为“0”，则说明该帧为信息帧。

每一个 HDLC 帧的控制字段都占一个字节 (8 个二进制位)，第一位为 0 表示信息帧，第 234 (即 N (S)) 位为存放发送帧序号，678 (即 N (R)) 位为下个预期要接收的帧的序号。

(2) 监控帧用于差错控制和流量控制，通常简称 S 帧。S 帧以控制字段第一、二位为“10”来标志。S 帧不带信息字段，只有 6 个字节即 48 个比特。S 帧的控制字段的第三、四位为 S 帧类型编码，共有四种不同编码，分别表示已正确接收或未正确接收等。

(3) 无编号帧因其控制字段中不包含编号 N(S) 和 N(R) 而得名，简称 U 帧。控制字段中第 1、2 位“11”表示无编号帧。

U 帧用于提供对链路的建立、拆除以及多种控制功能，有时也可以承载数据。

(六) 子层 (简单介绍)

对于局域网而言，将数据链路层分为两个子层，即逻辑链路控制层 (LLC) 和介质访问控制层 (MAC)。

三、例题分析：

1. 在 OSI 参考模型的物理层、数据链路层、网络层传送的数据单位分别为 ()。

- A). 比特、分组、帧 B). 分组、比特、帧
C). 帧、分组、比特 D). 比特、帧、分组

物理层的数据传输单位 (即协议数据单元) 为：比特流

数据链路层的数据传输单位 (即协议数据单元) 为：帧

网络层的数据传输单位 (即协议数据单元) 为：分组 (或叫包)

传输层的数据传输单位 (即协议数据单元) 为：报文

2. 以下哪个不是数据链路层的功能 ()

- A). 路由选择 B). 差错控制 C). 链路管理 D). 流量控制

3. 下列功能中，哪一个最好地描述了 OSI 模型的数据链路层 ()

- A). 提供用户与网络的接口 B). 保证数据正确的顺序、无差错和完整

C). 处理信号通过介质的传输 D). 控制报文通过网络的路由选择

4. 物理层的四个特性是 ()

A). 电气、性能、机械、规程 B). 电气、功能、机械、规程

C). 电气、功能、机械、网络 D). 电子、功能、机械、规程

5. 在 OSI 中, 物理层存在四个特性。其中, 通信媒体的参数和特性方面的内容属于 ()

A). 机械特性 B). 规程特性 C). 电气特性 D). 功能特性

也叫物理特性, 指明通信实体间硬件连接接口的机械特点, 如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。这很像平时常见的各种规格电源插头, 其尺寸都有严格的规定。

6. 在 OSI 参考模型中, 物理层存在四个特性。其中描述线路上数据的传输速率的内容属于 ()。

A). 电气特性 B). 规程特性 C). 机械特性 D). 功能特性

电气特性, 规定了在物理连接上, 导线的电气连接及有关电路的特性, 一般包括: 接收器和发送器电路特性的说明、信号的识别、最大传输速率的说明、与互连电缆相关的规则、发送器的输出阻抗、接收器的输入阻抗等电气参数等。(如前面有一道题 1 表示 -12V, 0 表示 +12V)

7. 任何一层的报文由 () 组成。

A). 上一个相邻高层的实体的数据 B). 协议和数据报

C). 数据报和引导符 D). 报头和上一个相邻高层的实体的数据

解析: 任何一层的报文由“报头”和“上一个相邻高层的实体的数据”组成。

8. 在下列协议中, 哪一种使用带位填充的首尾标志法组帧 ()。

A). BSC B). HDLC C). SLIP D). DDCMP

9. 帧是指在数据传输中, 包括开始和结束标志的一个连续的()。

- A). 字符序列 B). 二进制序列 C). 比特序列 D). 十进制序列

解析:典型的 HDLC 帧, 使用 HDLC 协议, (High-Level Data Link Control) 是一个面向比特的同步传输协议, 它是由国际标准化组织 (ISO) 根据 IBM 公司的 SDLC 协议扩展开发而成的。其每个帧前、后均有一标志码 01111110, 用作帧的起始、终止标志, 来完成帧的同步。

10. 在 HDLC 的中, 帧有三种类型, 其中()不属于 HDLC。

- A). 无编号帧 B). 监控帧 C). MAC 帧 D). 信息帧

11. HDLC 的帧格式中, 帧校验序列字段占()。

- A). 8 个比特 B). 1 个比特 C). 16 个比特 D). 24 个比特

12. 局域网中的 MAC 层与 OSI 参考模型()相对应。

- A). 传输层 B). 数据链路层 C). 物理层 D). 网络层

解析:局域网将数据链路层又分为两个层即: LLC 和 MAC, 所以 MAC 属于数据链路层。

13. 数据链路层用()来进行流量控制。

- A). 确认号 B). 校验和 C). 序列号 D). 滑动窗口(或窗口大小)

14. 滑动窗口协议主要用于进行()。

- A). 差错控制 B). 拥塞控制 C). 安全控制 D). 流量控制

解析:滑动窗口协议主要是用于进行流量控制的, 数据链路层和传输层都能进行流量控制。

15 数据链路层流量控制的实质就是调节、控制网络()数据链路路上的流量。

- A). 信源节点与信宿节点之间 B). 信源主机与信宿主机之间
C). 内部相邻节点之间 D). 相邻层次

16. 在 OSI 网络参考模型中，能够确定网络接头及其电器性能标准的是()
- A). 网络层协议 B). 物理层协议 C). 数据链路层协议 D). 传输层协议
17. 下列()功能不是数据链路层的主要功能。
- A). 流量控制 B). 提供端到端的可靠的连接
- C). 差错控制 D). 组帧
18. 计算机网络中，我们进行流量控制的策略一般为()
- A). 以上答案都不对 B). 接收端控制发送端
- C). 发送端控制接收端 D). 接收端和发送端交替控制
19. 以下哪个不是数据链路层的功能 ()
- A). 路由选择 B). 差错控制 C). 链路管理 D). 流量控制
20. 流量控制实际上是对()的控制。
- A). 接收方数据流量 B). 接收、发送两方数据流量
- C). 发送方数据流量 D). 链路上任意两点间数据流量

解析:流量控制实际上是对发送方数据流量的控制，是用接收方控制发送方。