

“第3章 数据链路层”习题解答

3.01 数据链路与链路有何区别？“电路接通了”与“数据链路接通了”的区别何在？

答：所谓链路是指连接两个相邻结点的一条物理线路，而数据链路则包括链路和通过链路实现通信的其它软硬件。

“电路接通了”表明两个相邻结点已经通过一条物理线路连接起来，但不能进行正常的数据传输；而“数据链路接通了”表明两个相邻结点已经具备了通信的基础，可以进行正常的数据传输了。

3.02 数据链路层中链路控制包括哪些功能？若将数据链路层做成可靠的链路层有哪些优缺点？

答：数据链路层中链路控制包括的功能主要有：把要传输的数据封装成帧，然后提交给物理层实现“透明”的传输；为了保证数据传输的正确性，还要对接收到的数据进行正确性校验；为了保证收发双方的同步，防止发送数据的速度超过接收的能力，还必须采取一定的方法实施流量控制。

若将数据链路层做成可靠的链路层，其优点是可以保证传输数据的正确性；缺点是链路的可靠性是需要通过相应的软件和硬件来实现的，增加了链路实现的复杂性和难度。

3.03 网络适配器的作用是什么？网络适配器工作哪一层？

答：网络适配器具有物理层和数据链路层的功能，可以实现数据帧的发送和接收。数据发送端的网络适配器接收上层提交来的数据分组，并按协议将数据封装成帧，然后交给物理层进行发送。物理层把数据链路层交下来的数据转变成可以在链路上传输的信号，发送到链路上去。接收端的网络适配器的物理层从连接的物理链路上接收信号，并把它转化为数据比特，然后提交给数据链路层。接收端的网络适配器的数据链路层负责把物理层提交的数据比特流组成不同的数据帧，并按协议规定对帧中的数据进行处理，然后将帧中的数据部分提交给上层协议软硬件。

网络适配器一般工作在物理层和数据链路层。

3.05 如果在链路层不进行帧定界，会发生什么问题？

答：通常数据链路层的任务是接收上层协议软硬件提交下来的数据分组，并把这些分组封装成不同帧，传输给相邻接收结点的数据链路层，然后由接收点的数据链路层再提交给相应的上层协议软硬件。如果在链路层不进行帧定界，则接收端就会把物理层提交来的所有数据比特不加区分的上交给上层协议软硬件，其中包含的数据链路层的控制信息等，是上层软硬件不需要的，且无法处理的。

3.06 PPP 协议的主要特点是什么？为什么 PPP 不使用帧的编号？PPP 适用于什么情况？为什么 PPP 协议不能使数据链路层实现可靠的数据传输？

答：PPP 协议的主要特点是：

- (1) 对数据帧只进行简单的封装，见错处理，不进行流量控制，使其设计和实现都很简单。
- (2) 能够保持帧传输过程中的透明性。
- (3) 可以支持多种网络协议和不多种类型的链路。

PPP 不使用帧的编号的原因是：接收方收到一个数据帧后，只需对其进行差错校验，如果正确就接收，反之就丢弃它。不需要向发送报告是哪一个帧接收或丢弃了。

PPP 适用于物理层传输数据比特的误码率较低，其上层协议软件对数据的正确性要求不是很高的网络环境

PPP 协议不能使数据链路层实现可靠的数据传输的主要原因是：该协议规定接收方收到一个数据帧后，只对其进行差错校验，如果正确就接收，反之就丢弃它。这种做法的问题是：

3.07 要发送的数据为“1101011011”，采用 CRC 的生成多项式是 $P(X)=X^4+X+1$ 。试求应添加在数据后面的余数。数据在传输过程中，最后一个“1”变成了“0”，问接收端能否发现？若数据在传输过程中，最后两个“1”都变成了“0”，问接收端能否发现？采用 CRC 校验后，数据链路层的传输是否变成了可靠的传输？

$$\begin{array}{cccccccccccccccc}
 & & & & & & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\
 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & \boxed{\begin{array}{cccccccc}
 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & \downarrow & & & & & & & \\
 \hline
 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & \downarrow & & & & & & \\
 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & \downarrow & & & & & & \\
 \hline
 & & & & & & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & & & \\
 & & & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & & & \\
 & & & & & & \hline
 & & & & & & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & & & \\
 & & & & & & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & & & \\
 & & & & & & & \hline
 & & & & & & & & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & \\
 & & & & & & & & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & \\
 & & & & & & & & & \hline
 & & & & & & & & & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\
 & & & & & & & & & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 & & & & & & & & & & & & & 1 & 1 & 1 & 0
 \end{array}}
 \end{array}$$

若数据在传输过程中,最后两个“1”都变成了“0”,问则接收端用数据“11010110001110”除以“10011”,获得数据后面的余数为“1011”,其计算的余数不为“0000”,接收端就判定该数据帧有错。

答：根据 PPP 的字节填充规则，则接收真正数据是：7E FE 27 7D 5D 7D 65 7E。

2

加入的零比特后变成怎样的比特串？

答：PPP 协议使用同步传输技术传送比特串“011011111111100”，经过零比特填充后变成比特串“011011111011111000”

若接收端收到的 PPP 帧的数据部分是“0001110111110111110110”，问删除发送端加入的零比特后变成比特串“0001110111111111110”，

3.11 试分别讨论以下各种情况在什么条件下是透明传输，在什么条件下不是透明传输。

(1) 普通的电话通信；

(2) 电信局提供的公用电报通信；

(3) 因特网提供的电子邮件。

答：(1) 对于普通的电话通信，就通信的双方用户来讲，通话的内容是不透明的，而通话内容的传输过程以及通话使用的传输线路与设备则是透明的。

(2) 对于电信局提供的公用电报通信，就收发电报的双方用户来讲，电报的内容是不透明的，而通话内容的传输过程以及通话使用的传输线路与设备则是透明的。而就电信局发电报的人员来讲，电报的内容及译码是不透明的，而电报译码的传输过程则是透明的。

(3) 对于因特网提供的电子邮件，就收发电子邮件的双方用户来讲，电子邮件的内容是不透明的，而电子邮件内容的传输过程以及传输电子邮件使用的传输线路与设备则是透明的。

3.13 局域网的主要特点是什么？为什么局域网采用广播通信方式，而广域网不采用呢？

答：局域网的主要特点是局域网通常为一个单位所拥有，且地理范围和站点数目有限。

局域网通常采用广播通信方式的主要原因是：在较小的地理范围类，通过共享线路连接各通信站点，可以节约通信线路和设备，造价低。

广域网不采用广播通信方式的主要原因是：广域网通信的地理范围大，且站点多而分散，不宜采用共享线路实现各通信站点的连接。广域网的通常采用网状拓扑结构连接各站点，并采用点对点通信方式实现其站点间的通信。

3.14 常用的局域网拓扑结构有哪几种类型？现在流行是哪种结构？为什么早期的以太网采用总线拓扑结构而不能采用星型拓扑结构，但现在却采用星型结构？

答：常用的局域网拓扑结构有：总线型、星型、树型、环形等。现在流行的拓扑结构是：星型和树型。

早期的以太网采用总线拓扑结构而不能采用星型拓扑结构，是因为总线结构可以明显的节约线路的投资。现在采用星型结构的主要原因是：星型结构提高了网络连接的灵活性和可靠性。

3.15 什么是传统的以太网？以太网有哪几个标准？

答：传统的以太网是美国施乐公司 1975 年研制成功的，它采用总线拓扑结构和基带信号传输数据，传输速率为 2.94Mb/s。1980 年 9 月，DEC 公司、Intel 公司和施乐公司联合在施乐公司研制的以太网的基础上，提出了一种传输速率为 10Mb/s 的以太网标准。这个标准被称为 DIX V1。1982 年又修改称为第二个版本，DIX Ethernet V2。

1983 年 IEEE 802 委员会又根据 DIX Ethernet V2 之制定了一个 IEEE 的以太网标准，称为 IEEE 802.3。

IEEE 802.3 只是对 DIX Ethernet V2 中的帧格式做了很小的一点变动。

3.16 数据率为 10Mb/s 的以太网在物理媒体上的码元传输速率是多少码元/秒？

答：数据率为 10Mb/s 的以太网在物理媒体上的码元传输速率是 10MB/s。这是以太网传输的数据的信号采用了曼彻斯特编码的方法。曼彻斯特编码的方法规定：一个码元信号的前半周期为低电平，后半周期为高电平，可代表数据比特“1”；而一个码元信号的前半周期为高电平，后半周期为低电平，可代表数据比特“0”。

而有的人或答案则认为：数据率为 10Mb/s 的以太网在物理媒体上的码元传输速率应是 20MB/s。

上述两种不同答案是由于解答者对码元定义的理解的不同而造成的。前者认为前半周期为低电平，后半周期为高电平或前半周期为高电平，后半周期为低电平的信号是一个码元，而后者则认为是两个码元。后者把信号的一个高低状态作为了一个码元，这实际上是不对的。按照码元的定义，一个码元是可以代表一个或多个数据比特的长度和形状固定的独立的信号。因此，对于数字信号，一个码元就可有多个信号状态，如按曼彻斯特编码方法产生的码元就有两个状态。

3.17 为什么 LLC 子层的标准已经制定出来，但现在却很少使用？

答：20 世纪 90 年代后，以太网在局域网的市场上占据了垄断地位，由于因特网发展很快，而在因特网使用的 TCP/IP 协议体系结构中，普遍采用了 DIX Ethernet V2。因此 IEEE 802 委员会制定的 IEEE 802.3 以太网标准并没有真正的使用，因此 IEEE 802 委员会制定的 LLC 子层的协议作用也就不大了。

3.18 试说明 10BASE-T 中的“10”、“BASE”和“T”所代表的意思？

答：10BASE-T 中的“10”代表的意思是网络的数据传输速率为 10Mb/s。“BASE”代表的意思是在连接线路传输的信号为基带信号。“T”所代表的意思连接的线路为双绞线。

3.19 以太网使用的 CSMA/CD 协议以争用方式接入共享信道。这与传统的时分复用 TDM 相比优缺点如何？

答：以太网使用的 CSMA/CD 协议以争用方式接入共享信道，这与传统的时分复用 TDM 相比，其优点是增加了各站点信息传输的灵活性，也保证了一定的公平性。

缺点是：CSMA/CD 协议并不能完全杜绝各站点数据传输信号的冲突，当由于冲突发生时，需要进行冲突处理，而降低了信道的利用率。另外，由于采用各站点采用争用方式，获得利用线路传输数据的机会，一些站点有可能长时间内不能获得传输数据的机会，这有失公平性。

3.20 假定 1km 长的 CSMA/CD 网络的数据率为 1Gb/s。设信号在网络上的传播速度为 200000Km/s。试求能够使用 CSMA/CD 协议的最短帧长。

答：根据题意，可知能够使用此协议的最短帧长为： $1\text{Gb/s} \times (1\text{km} / 200000\text{Km/s}) = 5 \times 10^5\text{b}$ 。

3.21 什么叫比特时间？使用这种时间单位有什么好处？100 比特时间是多少微秒？

答：比特时间指的是发送方发送一个比特数据所需要的时间。使用比特时间的好处是：这种时间单位与数据的发送速率有关，也即发送速率越高，比特时间就越小。在讨论 CSMA/CD 协议的争用周期等问题时，便于其工作原理的描述。

$100 \text{ 比特时间} = 1 \text{ 比特时间} \times 10^8 \text{ 微秒}$ 。

3.22 假定在使用 CSMA/CD 协议的 10Mb/s 以太网中，某个站点在发送数据时检测到碰撞，执

行退避算法时选择了随机数 $r = 100$ 。试问这个站需要等待多长时间后才能再次发送数据？如果是 100Mb/s 的以太网呢？

答：在使用 CSMA/CD 协议的 10Mb/s 以太网中，某个站点在发送数据时检测到碰撞，执行退避算法时选择了随机数 $r = 100$ 。则这个站再次发送数据需要等待的时间为： $100 \times 51.2 \mu s = 5120 \mu s$ 。

如果是 100Mb/s 的以太网，则这个站再次发送数据需要等待的时间为： $100 \times 5.12 \mu s = 512 \mu s$ 。

3.27 假定一个以太网上的通信量的 80% 是在本局域网上进行的，而其余的 20% 的通信量是在本局域网和因特网之间进行的。另一个以太网的情况则相反。这两个以太网一个使用以太网集线器，而另一个使用以太网交换机，你认为以太网交换机应当在哪一个网络上？

答：由于交换机的通信能力大于集线器，因此以太网交换机应当安装在通信量较大的本局域网上。

3.28 有 10 个站连接到以太网上。是计算以下三种情况下每个站所能达到的带宽。

- (1) 10 个站都连接到一个 10Mb/s 以太网集线器上；
- (2) 10 个站都连接到一个 100Mb/s 以太网集线器上；
- (3) 10 个站都连接到一个 10Mb/s 以太网交换机上。

答：(1) 10 个站都连接到一个 10Mb/s 以太网集线器上，每个站所能达到的带宽为：1Mb/s — 10Mb/s；

(2) 10 个站都连接到一个 100Mb/s 以太网集线器上，每个站所能达到的带宽为：10Mb/s — 100Mb/s；

(3) 10 个站都连接到一个 10Mb/s 以太网交换机上，每个站所能达到的带宽为：10Mb/s。

3.29 将 10Mb/s 以太网升级到 100Mb/s、1Gb/s 和 10Gb/s 时，都需要解决哪些技术问题？为什么以太网你能够在发展的过程中淘汰自己的竞争对手，并使自己的应用范围扩展到城域网和广域网？

答：将 10Mb/s 以太网升级到 100Mb/s、1Gb/s 和 10Gb/s 时，如果在半双工通信方式下采用 CSMA/CD 协议，为了能在发送一帧的过程中检测到可能产生的冲突现象：

对于 100Mb/s 以太网，理论上须设法将其最小帧长增加 10 倍，或将网络的电缆长度减少到 10Mb/s 以太网的 1/10。在实际的 100Mb/s 网中采用的方法是：保持最短帧长不变，但把一个网段的最大长度减少到 100m。

对于 1Gb/s 以太网，理论上须设法将其最小帧长增加 100 倍，或将网络的电缆长度减少到 10Mb/s 以太网的 1/100。在实际的 100Mb/s 网中采用了“载波延伸”的方法，将争用期由原来的 64 字节增大到 512 字节。凡发送的 MAC 帧不足 512 字节时，就用一些特殊的字符填充在帧的后面把一个网段的最大长度减少到 100m。

对于 10Gb/s 以太网，由于速率太高，在实际的 100Mb/s 网中只使用光纤作为传输媒体，并且不在采用 CSMA/CD 通信协议，而只工作在全双工通信方式下。

以太网你能够在发展的过程中淘汰自己的竞争对手，并使自己的应用范围扩展到城域网和广域网，主要的原因如下：

- (1) 它可以从 10Mb/s 以太网升级到 100Mb/s、1Gb/s 和 10Gb/s；
- (2) 它可以灵活的使用双绞线、同轴电缆和光缆多种传输媒体；
- (3) 它可以灵活的使用全双工和半双工以及共享和交换多种通信方式；
- (4) 它很容易安装，且具有很好的稳健性。

3.30 以太网交换机有何特点？如何利用它组成虚拟网？

答：以太网交换机的主要特点是：它有多个接口，每个接口可连接一台计算机或一个共享式一台网。以太网交换机一般以全双工方式工作，当多个主机进行同时通信时，每个主机都可以无碰撞的传输数据。以太网交换机像透明网桥一样，是一种即插即用的网络设备。一般以全双工方式工作，当多个主机进行同时通信时，每个主机都可以无碰撞的传输数据。

可利用以太网交换机组成虚拟网，其具体方法是：将网络中连接的计算机按工作要求划分成多个逻辑组，每个逻辑组赋予一个 VLAN 标记符。虚拟局域网在通信时将 VLAN 标记符插入到以太网的帧格式中，以便交换机进行转发帧。

3.31 网桥的工作原理和特点是什么？网桥与转发器以及以太网交换机有何区别？

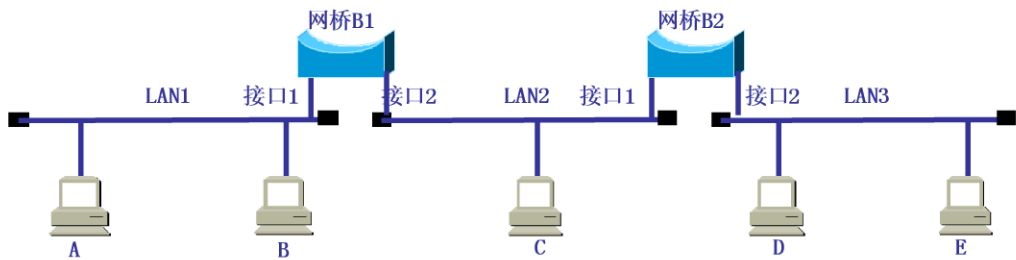
答：网桥的工作原理是：当它收到一个数据帧时，先把存储在自己的缓冲区中，然后取出其中的目的地地址，并根据该地址查找桥中的转发表。如果在转发表中找到相应的接口，就把收到的帧从这个接口发送出去；如果找不到相应的接口，就丢弃这个帧。

网桥的主要特点是：可以过滤通信量，增大网络的吞吐量；扩大网络的覆盖范围；提高网络的可靠性；实现不同网络的互连。

网桥与转发器的主要区别是：网桥根据接收帧中的目的地地址选择接口转发这个帧，而转发器只是简单的将接收到的帧转发到所有的接口上。

网桥与以太网交换机的工作原理基本类似，所不同的是：网桥具有较少的接口（一般只有两个），通常用于连接多个不同类型的局域网；而交换机具有多个接口（一般具有十几个或更多）通常用于连接多个计算机或相同类型的局域网。

3.32 下图中，一开始两个网桥中的转发表都是空的。以后 A 向 E、C 向 B、D 向 C、B 向 A 发送数据帧。试把有关的的数据填写在下表中。



答：

发送的帧	B1 的转发表		B2 的转发表		B1 的处理 (转发/丢弃/登记)	B2 的处理 (转发/丢弃/登记)
	地址	接口	地址	接口		
A-E	A	1	A	1	登记	登记
C-B	C	2	C	1	登记	登记
D-C	D	2	D	2	登记	登记
B-A	B	1	B	1	登记	登记

3.33 网桥中的转发表是用自学习算法建立的。如果有的站点总是不发送数据而仅仅接收数据，那么在转发表中是否就没有这样的站点相对应的转发项目？如果向这个站点发送数据帧，那么网桥能过把数据帧正确的转发到目的地址吗？

答：网桥中的转发表是用自学习算法建立的。如果有的站点总是不发送数据而仅仅接收数据，那么在转发表中就没有这样的站点相对应的转发项目。如果向这个站点发送数据帧，网桥收到这个数据帧后，就把它转发到除到来的接口以外的所有接口上去，最后总能转发到目的地址指定的站点上。