第三章　数据链路层

3-01　　数据链路(即逻辑链路)与链路(即物理链路)有何区别? “电路接通了”与”数据链路接通了”的区别何在?

答：数据链路与链路的区别在于数据链路出链路外，还必须有一些必要的规程来控制数据的传输，因此，数据链路比链路多了实现通信规程所需要的硬件和软件。

“电路接通了”表示链路两端的结点交换机已经开机，物理连接已经能够传送比特流了，但是，数据传输并不可靠，在物理连接基础上，再建立数据链路连接，才是“数据链路接通了”，此后，由于数据链路连接具有检测、确认和重传功能，才使不太可靠的物理链路变成可靠的数据链路，进行可靠的数据传输当数据链路断开连接时，物理电路连接不一定跟着断开连接。

3-02　　数据链路层中的链路控制包括哪些功能?试讨论数据链路层做成可靠的链路层有哪些优点和缺点.

答：链路管理

帧定界

流量控制

差错控制

将数据和控制信息区分开

透明传输

寻址

可靠的链路层的优点和缺点取决于所应用的环境：对于干扰严重的信道，可靠的链路层可以将重传范围约束在局部链路，防止全网络的传输效率受损；对于优质信道，采用可靠的链路层会增大资源开销，影响传输效率。

3-03　　网络适配器的作用是什么?网络适配器工作在哪一层?

答：适配器（即网卡）来实现数据链路层和物理层这两层的协议的硬件和软件

网络适配器工作在 TCP/IP 协议中的网络接口层（OSI 中的数据链里层和物理层）

3-04　　数据链路层的三个基本问题(帧定界、透明传输和差错检测)为什么都必须加以解决？

答：帧定界是分组交换的必然要求

透明传输避免消息符号与帧定界符号相混淆

差错检测防止合差错的无效数据帧浪费后续路由上的传输和处理资源

3-05　　如果在数据链路层不进行帧定界，会发生什么问题？

答：无法区分分组与分组

无法确定分组的控制域和数据域

无法将差错更正的范围限定在确切的局部

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传输？

答：简单，提供不可靠的数据报服务，检错，无纠错

不使用序号和确认机制

地址字段 A 只置为 0xFF。地址字段实际上并不起作用。

控制字段 C 通常置为 0x03。

PPP 是面向字节的

当 PPP 用在同步传输链路时，协议规定采用硬件来完成比特填充（和 HDLC 的做法一样），

当 PPP 用在异步传输时，就使用一种特殊的字符填充法

PPP 适用于线路质量不太差的情况下、PPP 没有编码和确认机制

3-07 要发送的数据为 1101011011。采用 CRC 的生成多项式是 P（X）=X4+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 检验后，数据链路层的传输是否就变成了可靠的传输？

答：作二进制除法，1101011011 0000 10011 得余数 1110 ，添加的检验序列是 1110.

作二进制除法，两种错误均可发展

仅仅采用了 CRC 检验，缺重传机制，数据链路层的传输还不是可靠的传输。

3-08 要发送的数据为 101110。采用 CRCD 生成多项式是 P（X）=X3+1。试求应添加在数据后面的余数。

答：作二进制除法，101110 000 10011 添加在数据后面的余数是 011

3-09 一个 PPP 帧的数据部分（用十六进制写出）是 7D 5E FE 27 7D 5D 7D 5D 65 7D 5E。试问真正的数据是什么（用十六进制写出）？

答：7D 5E FE 27 7D 5D 7D 5D 65 7D 5E

7E FE 27 7D 7D 65 7D

3-10 PPP 协议使用同步传输技术传送比特串 0110111111111100。试问经过零比特填充后变成怎样的比特串？若接收端收到的 PPP 帧的数据部分是 000111011111010111110110，问删除发送端加入的零比特后变成怎样的比特串？

答：011011111 11111 00

011011111011111000

000111011111010111110110

000111011111 11111 110

3-11 试分别讨论一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。（提示：请弄清什么是“透明传输”，然后考虑能否满足其条件。）

（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服务。

3-12 PPP 协议的工作状态有哪几种？当用户要使用 PPP 协议和 ISP 建立连接进行通信需要建立哪几种连接？每一种连接解决什么问题？

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 LAN 是指在较小的地理范围内，将有限的通信设备互联起来的计算机通信网络

从功能的角度来看，局域网具有以下几个特点：

（1） 共享传输信道，在局域网中，多个系统连接到一个共享的通信媒体上。

（2） 地理范围有限，用户个数有限。通常局域网仅为一个单位服务，只在一个相对独立的局部范围内连网，如一座楼或集中的建筑群内，一般来说，局域网的覆盖范围越位10m~10km 内或更大一些。

从网络的体系结构和传输检测提醒来看，局域网也有自己的特点：

（1） 低层协议简单

（2） 不单独设立网络层，局域网的体系结构仅相当于相当与 OSI/RM 的最低两层

（3） 采用两种媒体访问控制技术，由于采用共享广播信道，而信道又可用不同的传输媒体，所以局域网面对的问题是多源，多目的的连连管理，由此引发出多中媒体访问控制技术

在局域网中各站通常共享通信媒体，采用广播通信方式是天然合适的，广域网通常采站点间直接构成格状网。

3-14 常用的局域网的网络拓扑有哪些种类？现在最流行的是哪种结构？为什么早期的以太网选择总线拓扑结构而不是星形拓扑结构，但现在却改为使用星形拓扑结构？

答：星形网，总线网，环形网，树形网

当时很可靠的星形拓扑结构较贵，人们都认为无源的总线结构更加可靠，但实践证明，连接有大量站点的总线式以太网很容易出现故障，而现在专用的 ASIC 芯片的使用可以讲星形结构的集线器做的非常可靠，因此现在的以太网一般都使用星形结构的拓扑。

3-15 什么叫做传统以太网？以太网有哪两个主要标准？

答：DIX Ethernet V2 标准的局域网

DIX Ethernet V2 标准与 IEEE 的 802.3 标准

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：码元传输速率即为波特率，以太网使用曼彻斯特编码，这就意味着发送的每一位都有两个信号周期。标准以太网的数据速率是 10MB/s，因此波特率是数据率的两倍，即 20M 波特

3-17 为什么 LLC 子层的标准已制定出来了但现在却很少使用？

答：由于 TCP/IP 体系经常使用的局域网是 DIX Ethernet V2 而不是 802.3 标准中的几种局域网，因此现在 802 委员会制定的逻辑链路控制子层 LLC（即 802.2 标准）的作用已经不大了。

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”表示信号在电缆上的传输速率为 10MB/s，“BASE”表示电缆上的信号是基带信号，“T”代表双绞线星形网，但 10BASE-T 的通信距离稍短，每个站到集线器的距离不超过 100m。

3-19 以太网使用的 CSMA/CD 协议是以争用方式接入到共享信道。这与传统的时分复用 TDM 相比优缺点如何？

答：传统的时分复用 TDM 是静态时隙分配，均匀高负荷时信道利用率高，低负荷或符合不均匀时资源浪费较大，CSMA/CD 课动态使用空闲新到资源，低负荷时信道利用率高，但控制复杂，高负荷时信道冲突大。

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率为 200000km/s。求能够使用此协议的最短帧长。

答：对于 1km 电缆，单程传播时间为 1/200000=5 为微秒，来回路程传播时间为 10 微秒，为了能够按照 CSMA/CD 工作，最小帧的发射时间不能小于 10 微秒，以 Gb/s 速率工作，10 微秒可以发送的比特数等于 10*10^-6/1*10^-9=10000,因此，最短帧是 10000 位或 1250 字节长

3-21　　什么叫做比特时间？使用这种时间单位有什么好处？100 比特时间是多少微秒？

答：比特时间是发送一比特多需的时间，它是传信率的倒数，便于建立信息长度与发送延迟的关系

“比特时间”换算成“微秒”必须先知道数据率是多少，如数据率是 10Mb/s，则 100 比特时间等于 10 微秒。

3-22　　假定在使用 CSMA/CD 协议的 10Mb/s 以太网中某个站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：对于 10mb/s 的以太网，以太网把争用期定为 51.2 微秒，要退后 100 个争用期，等待时间是 51.2（微秒）*100=5.12ms

对于 100mb/s 的以太网，以太网把争用期定为 5.12 微秒，要退后 100 个争用期，等待时间是 5.12（微秒）*100=512 微秒

3-23　　公式（3-3）表示，以太网的极限信道利用率与连接在以太网上的站点数无关。能否由此推论出：以太网的利用率也与连接在以太网的站点数无关？请说明你的理由。

答：实际的以太网各给发送数据的时刻是随即的，而以太网的极限信道利用率的得出是假定以太网使用了特殊的调度方法（已经不再是 CSMA/CD 了），使各结点的发送不发生碰撞。

3-24　　假定站点 A 和 B 在同一个 10Mb/s 以太网网段上。这两个站点之间的传播时延为 225 比特时间。现假定 A 开始发送一帧，并且在 A 发送结束之前 B 也发送一帧。如果 A 发送的是以太网所容许的最短的帧，那么 A 在检测到和 B 发生碰撞之前能否把自己的数据发送完毕？换言之，如果 A 在发送完毕之前并没有检测到碰撞，那么能否肯定 A 所发送的帧不会和 B 发送的帧发生碰撞？（提示：在计算时应当考虑到每一个以太网帧在发送到信道上时，在 MAC 帧前面还要增加若干字节的前同步码和帧定界符）

答：设在 t=0 时 A 开始发送，在 t=（64+8）*8=576 比特时间，A 应当发送完毕。t=225 比特时间，B 就检测出 A 的信号。只要 B 在 t=224 比特时间之前发送数据，A 在发送完毕之前就一定检测到碰撞，就能够肯定以后也不会再发送碰撞了

如果 A 在发送完毕之前并没有检测到碰撞，那么就能够肯定 A 所发送的帧不会和 B 发送的帧发生碰撞（当然也不会和其他站点发生碰撞）。

3-25　　在上题中的站点 A 和 B 在 t=0 时同时发送了数据帧。当 t=255 比特时间，A 和 B 同时检测到发生了碰撞，并且在 t=255+48=273 比特时间完成了干扰信号的传输。A 和 B 在 CSMA/CD 算法中选择不同的 r 值退避。假定 A 和 B 选择的随机数分别是 rA=0 和 rB=1。试问 A 和 B 各在什么时间开始重传其数据帧？A 重传的数据帧在什么时间到达 B？A 重传的数据会不会和 B 重传的数据再次发生碰撞？B 会不会在预定的重传时间停止发送数据？

答：t=0 时，A 和 B 开始发送数据
T1=225 比特时间,A 和 B 都检测到碰撞（tau）
T2=273 比特时间,A 和 B 结束干扰信号的传输（T1+48）
T3=594 比特时间,A 开始发送（T2+Tau+rA*Tau+96）
T4=785 比特时间，B 再次检测信道。（T4+T2+Tau+Rb*Tau）如空闲，则 B 在 T5=881 比特时间发送数据、否则再退避。（T5=T4+96）
A 重传的数据在 819 比特时间到达 B，B 先检测到信道忙，因此 B 在预定的 881 比特时间停止发送

3-26 以太网上只有两个站，它们同时发送数据，产生了碰撞。于是按截断二进制指数退避算法进行重传。重传次数记为 i，i=1，2，3,…..。试计算第 1 次重传失败的概率、第 2 次重传的概率、第 3 次重传失败的概率，以及一个站成功发送数据之前的平均重传次数 I。
答：将第 i 次重传成功的概率记为 pi。显然
第一次重传失败的概率为 0.5，第二次重传失败的概率为 0.25，第三次重传失败的概率为 0.125.平均重传次数 I=1.637

3-27 假定一个以太网上的通信量中的 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反过来。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用在哪一个网络？
答：集线器为物理层设备，模拟了总线这一共享媒介共争用，成为局域网通信容量的瓶颈。
交换机则为链路层设备，可实现透明交换
局域网通过路由器与因特网相连
当本局域网和因特网之间的通信量占主要成份时，形成集中面向路由器的数据流，使用集线器冲突较大，采用交换机能得到改善。
当本局域网内通信量占主要成份时，采用交换机改善对外流量不明显

3-28 有 10 个站连接到以太网上。试计算一下三种情况下每一个站所能得到的带宽。
（1）10 个站都连接到一个 10Mb/s 以太网集线器；
（2）10 个站都连接到一个 100Mb/s 以太网集线器；
（3）10 个站都连接到一个 10Mb/s 以太网交换机。
答:（1）10 个站都连接到一个 10Mb/s 以太网集线器：10mbs
（2）10 个站都连接到一个 100mb/s 以太网集线器：100mbs
（3）10 个站都连接到一个 10mb/s 以太网交换机：10mbs

3-29 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？为什么以太网能够在发展的过程中淘汰掉自己的竞争对手，并使自己的应用范围从局域网一直扩展到城域网和广域网？
答：技术问题：使参数 a 保持为较小的数值，可通过减小最大电缆长度或增大帧的最小长度
在 100mb/s 的以太网中采用的方法是保持最短帧长不变，但将一个网段的最大电缆的度减小到 100m，帧间时间间隔从原来 9.6 微秒改为现在的 0.96 微秒
吉比特以太网仍保持一个网段的最大长度为 100m，但采用了“载波延伸”的方法，使最短帧长仍为 64 字节（这样可以保持兼容性）、同时将争用时间增大为 512 字节。并使用“分组突发”减小开销

10 吉比特以太网的帧格式与 10mb/s，100mb/s 和 1Gb/s 以太网的帧格式完全相同
吉比特以太网还保留标准规定的以太网最小和最大帧长，这就使用户在将其已有的以太网进行升级时，仍能和较低速率的以太网很方便地通信。
由于数据率很高，吉比特以太网不再使用铜线而只使用光纤作为传输媒体，它使用长距离（超过 km）的光收发器与单模光纤接口，以便能够工作在广

3-30 以太网交换机有何特点？用它怎样组成虚拟局域网？
答：以太网交换机则为链路层设备，可实现透明交换
虚拟局域网 VLAN 是由一些局域网网段构成的与物理位置无关的逻辑组。
这些网段具有某些共同的需求。
虚拟局域网协议允许在以太网的帧格式中插入一个 4 字节的标识符，称为 VLAN 标记(tag)，用来指明发送该帧的工作站属于哪一个虚拟局域网。

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异同？
答：网桥工作在数据链路层，它根据 MAC 帧的目的地址对收到的帧进行转发。
网桥具有过滤帧的功能。当网桥收到一个帧时，并不是向所有的接口转发此帧，而是先检查此帧的目的 MAC 地址，然后再确定将该帧转发到哪一个接口
转发器工作在物理层，它仅简单地转发信号，没有过滤能力
以太网交换机则为链路层设备，可视为多端口网桥

3-32 图 3-35 表示有五个站点分别连接在三个局域网上，并且用网桥 B1 和 B2 连接起来。每一个网桥都有两个接口（1 和 2）。在一开始，两个网桥中的转发表都是空的。以后有以下各站向其他的站发送了数据帧：A 发送给 E，C 发送给 B，D 发送给 C，B 发送给 A。试把有关数据填写在表 3-2 中。

发送的帧	B1 的转发表		B2 的转发表		B1 的处理	B2 的处理
	地址	接口	地址	接口	（转发？丢弃？登记？）	（转发？丢弃？登记？）
A→E	A	1	A	1	转发，写入转发表	转发，写入转发表
C→B	C	2	C	1	转发，写入转发表	转发，写入转发表
D→C	D	2	D	2	写入转发表，丢弃不转发	转发，写入转发表
B→A	B	1			写入转发表，丢弃不转发	接收不到这个帧

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受数据，那么在转发表中是否就没有与这样的站点相对应的项目？如果要向这个站点发送数据帧，那么网桥能够把数据帧正确转发到目的地址吗？
答：没有与这样的站点相对应的项目;
网桥能够利用广播把数据帧正确转发到目的地址