

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?

数据链路和链路是网络通信中常见的概念，它们的区别如下：

1. 链路（物理链路）：指的是从发送设备到接收设备之间的物理路径，也就是传输介质的物理连接。链路是一种底层的通信协议，它仅仅关注如何从发送端将信号传递到接收端，而不关心传输的数据的内容。例如，一条光纤、一条无线通信信道或者一条 USB 连接都可以被看作是链路。
2. 数据链路（逻辑链路）：在 OSI 模型中，数据链路层是在物理层之上，它负责处理数据的传输。数据链路层关注的是如何在物理链路上传输数据，它定义了一些机制来处理数据的封装、解封装、错误检测和修复等。数据链路层协议可以确保数据的可靠传输，例如以太网协议就是一种常见的数据链路层协议。

“电路接通了”与“数据链路接通了”的区别如下：

1. “电路接通了”通常指的是物理层面的连接已经建立，比如电话线路、电力线路等。这是一种底层、直接的连接，没有数据的封装、解封装等过程。
2. “数据链路接通了”则是指在物理连接的基础上，数据链路层的协议已经配置正确并且可以正常工作。数据链路层的协议可以确保数据的封装、解封装、错误检测和修复等过程都能够正确进行。因此，“数据链路接通了”不仅意味着物理连接已经建立，而且意味着数据可以在这个连接上正确无误地传输。

3-03 网络适配器的作用是什么？网络适配器工作在哪一层？

网络适配器的主要作用是实现数据的串行和并行传输转换，处理缓存数据，并实现以太网协议。此外，它也负责帧的发送和接收，进行帧的封闭等。

网络适配器工作在 TCP/IP 协议中的网络接口层，或者在 OSI 模型中的数据链路层和物理层。

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

1. 封装成帧：在一段数据前后分别添加首部和尾部，使得接收端能够从收到的比特流中识别帧的开始与结束。这是分组交换的必然要求，可以确保数据的完整性和正确性。
2. 透明传输：通过一些技术手段，避免消息符号与帧定界符号相混淆。这样可以保证数据传输的清晰性和准确性，避免数据在传输过程中出现混乱或丢失。
3. 差错检测：通过一些算法，检测并纠正传输过程中出现的错误。这可以确保数据的可靠性和完整性，防止有差错的无效数据帧浪费后续路由上的传输和处理资源。如果不解决差错检测问题，那么错误的数据帧可能会被错误地传输和处理，导致数据的不准确性和资源的浪费。

解决这三个问题可以保证数据链路层数据的传输可靠、准确、完整，提高数据传输效率，节约网络资源。

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?

PPP 协议的主要特点如下:

1. 简单:数据链路层的 PPP 协议非常简单,具有封装成帧、透明传输和差错检测功能,但向上不提供可靠传输服务。
2. 支持多种网络层协议:PPP 协议能够在同一条物理链路上同时支持多种网络层协议,如 IP 和 IPX 等。
3. 检测连接状态:PPP 协议具有一种机制能够及时(不超过几分钟)自动检测出链路是否处于正常工作状态。
4. 网络层地址协商:PPP 协议提供了一种机制使通信的两个网络层(例如,两个 IP 层)的实体能够通过协商知道或能够配置彼此的网络层地址。

为什么 PPP 不使用帧的编号?

因为帧的编号是为了出错时可以有效地重传,而 PPP 并不需要实现可靠传输。由于 PPP 没有编号和确认机制,因此不能实现可靠数据传输,适用于线路质量较好的情况。

PPP 协议不能使数据链路层实现可靠传输的原因是其没有编号和确认机制。因此,在数据传输过程中,如果帧出现错误或丢失,无法进行有效重传,从而导致数据传输的不可靠。因此,PPP 协议通常适用于线路质量较好,对数据传输可靠性要求不高的场景。为了实现可靠传输,需要使用具有编号和确认机制的协议,例如 TCP。

3-07 要发送的数据为 1101011011。采用 CRC 的生成多项式是 $P(X)=x^2+x+1$ 。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?

首先我们来计算原始数据"1101011011"的 CRC 校验码。

根据题目,生成多项式 $P(X)=X^2+X+1$ 。将此生成多项式转换为二进制形式,我们得到"11001"。

然后,我们从数据的末尾开始,对每一个位进行异或运算。数据的第一位与生成多项式的第一位进行异或运算,然后是数据的第二位与生成多项式的第二位进行异或运算,依此类推。

在异或运算过程中,如果某一位的结果为 1,我们就需要在结果中添加一个额外的 1。

因此,对"1101011011"进行 CRC 校验得到的余数应该是"10000"。

第二个问题。如果在传输过程中最后一个 1 变成了 0,那么接收到的数据应该是"1101011001"。

使用同样的生成多项式对这个新的数据进行 CRC 校验,得到的结果应该是"10000"。这个结果和原始数据的 CRC 校验码是一样的,所以接收端不能发现数据出现了错误。

第三个问题。如果在传输过程中最后两个 1 都变成了 0,那么接收到的数据应该是"1101010001"。

使用同样的生成多项式对这个新的数据进行CRC校验,得到的结果应该是"0000",这个结果和原始数据的CRC校验码不一样,所以接收端可以发现数据出现了错误。

最后,CRC校验是一种错误检测机制,它可以提高数据传输的可靠性,但并不能保证数据链路层的传输就变成了可靠的传输。这是因为CRC校验只能检测到一些特定的错误,例如比特位的错误,但对于其他类型的错误,例如数据包的丢失或重复等情况,CRC校验就无法提供保障了。因此,虽然CRC校验可以提高数据的可靠性,但它并不是万能的。

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?

局域网的主要特点可以归纳为以下几点:

1. 局域网为一个单位所拥有,具有明确的地理范围和站点数目限制。一般来说,局域网主要服务于一个特定的单位或组织,其覆盖范围相对较小,站点数目也有限。
2. 局域网在传输速率上具有较高的性能。在局域网刚刚出现的时候,其传输速率远高于广域网。
3. 局域网在通信延迟和误码率方面也具有较低的性能。
4. 局域网采用广播通信方式,使得所有站点都能够接收到信息。这种通信方式简单方便,易于实现,并且能够有效地节约网络资源。

对于局域网采用广播通信方式的原因,主要是因为局域网的地理范围相对较小,采用广播通信方式能够使所有站点都能够快速接收到信息,从而实现高效的数据传输。此外,由于局域网为一个单位所拥有,其拥有的网络资源比较有限,因此采用广播通信方式也能够有效地节约网络资源。

然而,对于广域网来说,由于其地理范围较大,如果采用广播通信方式,将会导致大量的网络资源被浪费。因此,广域网不采用广播通信方式,而是采用更为高效的路由选择和数据传输方式,如分组交换等。此外,随着光纤技术的不断发展,广域网的传输速率也得到了极大的提升,使得广域网能够高效地处理大量的数据传输需求。

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使用星形拓扑结构,但现在却改为使用星形拓扑结构?

局域网的网络拓扑主要有以下几种类型:

1. 总线型拓扑:早期以太网主要使用总线型拓扑结构。在这种结构中,所有计算机连接到一个共享的传输介质(例如同轴电缆或光纤)上进行通信。
2. 星型拓扑:星型拓扑结构中,每个计算机都直接连接到中心节点(例如集线器或交换机)。如果中心节点出现故障,整个网络将无法工作。
3. 环型拓扑:在环型拓扑结构中,每个计算机都连接到一个环形网络上。数据在这个环形网络上按一个方向传输。
4. 树型拓扑:树型拓扑结构是总线型和星型拓扑结构的组合。在树型结构中,多个星型网络连接到一个总线上。

目前,最流行的局域网网络拓扑是星型拓扑和树型拓扑。这是因为这些结构能够提供更好的可靠性和扩展性,而且更容易进行故障排除和维护。

早期以太网选择总线拓扑结构而不是星形拓扑结构的原因主要是成本和可靠性。当时，人们认为无源的总线结构比星形结构更加可靠。然而，实际上，连接有大量站点的总线式以太网很容易出现故障，例如电缆断裂或网络终端故障等。随着技术的进步，特别是专用集成电路（ASIC）芯片的出现，使得星形结构的集线器可以做得非常可靠。与总线型结构相比，星形结构有更高的可靠性、更易于维护和扩展、更低的成本等优势。因此，现在的以太网通常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？

传统以太网指的是使用以太网协议进行通信的网络，以太网是一种基带局域网标准，允许不同类型和速度的设备在同一网络上进行通信。它使用曼彻斯特编码方式进行数据传输，数据传输速率可以达到 10MB/s。

以太网有两个主要标准，分别是 DIX Ethernet V2 标准和 IEEE 802.3 标准。DIX Ethernet V2 标准由数字系统接口委员会（DIX）制定，用于描述局域网的物理和数据链路层协议。而 IEEE 802.3 标准是由电气电子工程师协会（IEEE）制定的，主要描述了局域网的物理层和数据链路层协议。其中，10BASE-T 是 IEEE 802.3 标准的一种，表示每秒传输 10MB 数据的以太网，其中“10”代表数据速率，“BASE”代表基带传输，“T”代表双绞线传输。

3-16 数据率为 10 Mbit/s 的以太网在物理媒体上的码元传输速率是多少码元/秒？

在以太网中，每个字节有 8 位，所以 10 Mbit/s 的传输速率等于 $10 * 8 = 80$ Mbps。因此，数据率为 10 Mbit/s 的以太网在物理媒体上的码元传输速率是 80 Mbps。

3-18 试说明 10BASE-T 中的“10”、“BASE”和“T”所代表的意义。

1. "10": 这个数字表示数据传输速率。在这里，它表示的是每秒传输 10 兆比特（Megabits）的数据。在以太网的标准中，这个数字通常表示数据链路层的传输速率。
2. "BASE": 这个词汇表示以太网中的基本（Base）集线器。在早期的以太网中，有两种类型的集线器，即基集线器和可变长度集线器（Variable-Length Bus）。"BASE"表示的是基集线器，它支持在总线上的所有站点都能同时接收和发送数据。
3. "T": 这个字母在 10BASE-T 中表示双绞线（Twisted Pair）作为传输媒体。在以太网的标准中，10 表示传输速率为 10Mbps，而 T 表示使用的是双绞线作为传输介质。这种双绞线通常由四对线组成，用于同时发送和接收数据。

因此，10BASE-T 整体上表示的是一种使用双绞线作为传输介质，传输速率为 10Mbps 的以太网标准。

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的。这与传统的时分复用 TDM 相比优缺点如何？

以太网使用的 CSMA/CD 协议和传统的时分复用（TDM）相比，具有一些明显的优缺点。

首先，我们来看看 CSMA/CD 的优点：

1. 灵活性：CSMA/CD 网络不需要预先分配固定的带宽，每个节点可以根据需要动态地发送数据。这意味着网络可以更好地利用其带宽，并在高负载和低负载时提供相似的性能。
2. 简单性：CSMA/CD 网络的操作相对简单和直观。当一个节点想要发送数据时，它首先检查网络是否空闲。如果网络空闲，节点就可以发送数据。如果网络忙，节点会等待一段时间后再次检查。
3. 成本效益：CSMA/CD 网络硬件和软件实现相对较为简单，因此成本相对较低。

然而，CSMA/CD 也有一些缺点：

1. 冲突：虽然 CSMA/CD 可以减少冲突，但它并不能完全消除冲突。当多个节点同时尝试发送数据时，可能会发生冲突，这可能导致数据损坏或丢失。
2. 公平性：CSMA/CD 网络可能无法为所有用户提供公平的访问。一些节点可能因为地理位置、传输功率或其他因素而具有更好的网络性能，这可能导致其他节点的不公平访问。

相比之下，时分复用（TDM）在某些方面与 CSMA/CD 有所不同。TDM 为每个连接分配一个特定的时间片，用于发送和接收数据。以下是 TDM 的一些优点和缺点：

TDM 的优点：

1. 公平性：TDM 为每个连接分配固定的带宽，这确保了每个用户都有平等的访问机会。
2. 预测性：由于 TDM 为每个连接分配了固定的带宽，所以可以预测每个连接的吞吐量。这对于需要稳定和可预测性能的应用程序非常有用。

TDM 的缺点：

1. 资源浪费：如果某些连接没有数据要发送，那么分配给这些连接的时间片就会浪费。
2. 复杂性：TDM 网络的实现通常比 CSMA/CD 网络更复杂，需要更多的控制和同步。
3. 灵活性不足：由于 TDM 的固定分配模式，它不能很好地适应网络负载的变化。例如，当连接的带宽需求突然增加时，TDM 网络可能需要额外的配置工作才能满足需求。

总的来说，CSMA/CD 和 TDM 都有各自的优缺点。选择哪种方法主要取决于应用程序的具体需求和网络环境的特性。例如，对于需要高度灵活性和简单性的网络，CSMA/CD 可能是一个更好的选择。而对于需要公平访问和稳定性高的网络，TDM 可能更适合。

3-20 假定 1km 长的 CSMA/CD 网络的数据率为 1 Gbit/s。设信号在网络上的传播速率为 200 000 km/s。求能够使用此协议的最短帧长。

在 CSMA/CD 协议中，最短帧长是考虑到信号在传输过程中可能出现的冲突和传播延迟。帧长越短，冲突的可能性就越小，但同时也限制了可以传输的数据量。

首先，我们需要知道数据率（R）和传播速率（V）之间的关系。在数字通信中，这两个参数通常用以下公式来描述：

$$R = B * \log_2(1 + S/N)$$

其中，B 是带宽，S/N 是信噪比。这个公式告诉我们，在给定的带宽和信噪

比下，我们可以达到的最大数据率。

在题目中，数据率为 1 Gbit/s，传播速率为 200,000 km/s。CSMA/CD 网络使用的是以太网标准，其中带宽 B 是 100 MHz（对应于 10^8 Hz）。将这些值代入上述公式：

$$R = 10^8 \text{ Hz} * \log_2(1 + S/N) = 1 \text{ Gbit/s}$$

我们可以假设信噪比 S/N 非常高（例如 10^{10} ），这样我们可以得到：

$$R \approx 10^8 \text{ Hz} * \log_2(10^{10}) = 1 \text{ Gbit/s}$$

接下来，我们需要知道帧长（L）和传播延迟（T）之间的关系。在数字通信中，帧长越短，传播延迟就越小，但同时也限制了可以传输的数据量。CSMA/CD 协议的最短帧长是 64 字节，这对应于最小的传播延迟。

传播延迟（T）可以通过以下公式计算：

$$T = L * d / V$$

其中，L 是帧长，d 是距离（在这个问题中是 1 km），V 是传播速率。

将题目中的值代入这个公式：

$$T = 64 \text{ 字节} * 1 \text{ km} / 200,000 \text{ km/s} = 3.2 \text{ ms}$$

这个值应该小于网络上任何两个站点之间的最大允许延迟的一半。如果超过这个值，可能会导致数据传输的错误。因此，根据这个计算，假定 1 km 长的 CSMA/CD 网络的数据率为 1 Gbit/s，能够使用此协议的最短帧长为 64 字节。

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？

比特时间，又称为位时间，是通讯和数据传输领域中的一个基本单位。它表示在单位时间内发送或传输的比特数。比特时间是数据传输速率的倒数，即每秒传输的位数。使用比特时间可以帮助我们更好地理解 and 规划数据传输。

使用比特时间的好处有以下几点：

1. 直观：比特时间直接反映了数据传输的速度，使得通信系统的性能更加直观。
2. 方便比较：比特时间不受数据单位的影响，可以方便地对不同大小的数据进行比较。
3. 有利于频谱优化：比特时间可以更好地反映通信信道的带宽，帮助优化频谱资源。
4. 简化计算：在计算数据传输速度、错误率等参数时，比特时间可以简化计算过程。

要计算 100 比特时间，需要先知道比特时间是多少。如果一个比特时间为 1 微秒（这是非常常见的表示方法），那么 100 比特时间可以通过以下方式计算：

$$100 \text{ 比特时间} = 100 \text{ 比特} * \text{比特时间}$$

将比特时间和比特数代入计算，得到：

$$100 \text{ 比特时间} = 100 \text{ 比特} * 1 \text{ 微秒} = 100 \text{ 微秒}$$

因此，如果一个比特时间为 1 微秒，那么 100 比特时间就是 100 微秒。

3-22 假定在使用 CSMA/CD 协议的 10 Mbit/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 100 Mbit/s 的以太网呢？

在 CSMA/CD 协议中，当检测到碰撞时，各个站点会进行退避操作。具体来说，每个站点会随机选择一个退避时间，这个时间是从一个特定的范围内选择的，

通常是 $2^k - 1$ ，其中 k 是一个从 0 开始的整数。当碰撞次数增加， k 的值也会增加，这意味着退避时间会更长。

在 10 Mbit/s 的以太网中，如果一个站点检测到碰撞，并选择了随机数 $r=100$ ，那么它的退避时间为 $2^{100} - 1$ 微秒。这个时间可以通过计算得到：

$$2^{100} - 1 =$$

1,267,650,619,266,424,193,312,636,474,765,458,368,985,350,953,365,225,968,780,088,365,775,297,365,743,797,300,309,485,469,731,817,285,252,449,954,542,973,629,974,788,978,639,847,102,283,842,048,510,696,203,063,123,168,196,547,940,236,693,645,386,875,686,455,799,731,844,312

所以，这个站点需要等待约 1.2×10^{14} 微秒后才能再次发送数据。

在 100 Mbit/s 的以太网中，如果一个站点检测到碰撞，并选择了随机数 $r=100$ ，那么它的退避时间为 $2^{100} - 1$ 纳秒。这个时间可以通过计算得到：

$$2^{100} - 1 = 1.26765 \times 10^{30} \text{ 纳秒}$$

所以，这个站点需要等待约 1.2×10^{30} 纳秒后才能再次发送数据。

3-27 有 10 个站连接到以太网上。试计算以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 10 Mbit/s 以太网集线器；
- (2) 10 个站都连接到一个 100 Mbit/s 以太网集线器；
- (3) 10 个站都连接到一个 10 Mbit/s 以太网交换机。

在计算每个站所能得到的带宽时，我们需要了解集线器和交换机的工作原理。集线器将所有连接的设备作为一个整体来处理，所以所有的站共享集线器的总带宽。而交换机则为每一个连接的设备提供独立的带宽。

1. 10 个站都连接到一个 10 Mbit/s 以太网集线器：

在这种情况下，每个站能得到的带宽是 10 Mbit/s 集线器的总带宽除以站的数量。所以，每个站能得到的带宽为：

$$10 \text{ Mbit/s} / 10 = 1 \text{ Mbit/s}$$

2. 10 个站都连接到一个 100 Mbit/s 以太网集线器：

同样，每个站能得到的带宽是 100 Mbit/s 集线器的总带宽除以站的数量。每个站能得到的带宽为：

$$100 \text{ Mbit/s} / 10 = 10 \text{ Mbit/s}$$

3. 10 个站都连接到一个 10 Mbit/s 以太网交换机：

在这种情况下，每个站都有自己的 10 Mbit/s 带宽，因为交换机为每一个连接的设备提供独立的带宽。所以每个站能得到的带宽是 10 Mbit/s。

在所有情况下，每个站都能得到至少 10% 的原始带宽（即 10 Mbit/s 或 100 Mbit/s 的 10%）。然而，如果考虑到实际中的网络效率、数据包开销和其他因素，实际的可用带宽可能会稍低。

3-30 在图 3-30 中，某学院的以太网交换机有三个接口分别和学院三个系的以太网相连，另外三个接口分别和电子邮件服务器、万维网服务器以及一个连接互联网的路由器相连。图中的 A、B 和 C 都是 100 Mbit/s 以太网交换机。假定所有的链路的速率都是 100 Mbit/s，并且图中的 9 台主机中的任何一个都可以和任何一个服务器或主机通信。试计算这 9 台主机和两个服务器产生的总的吞吐量的最大值。为什么？

在这个网络中，我们有两个服务器（邮件服务器和万维网服务器）和九台主机。所有设备都通过以太网连接，链路的速率为 100 Mbit/s。我们的目标是计算这 9 台主机和两个服务器产生的总的吞吐量的最大值。

首先，我们需要了解以太网的最大吞吐量。在以太网中，一个 100 Mbit/s 的链路每秒可以传输 100,000,000 比特（ 10^8 比特）的数据。这是我们的网络中每个接口的最大吞吐量。

接下来，让我们看看这个网络的结构。网络中有三个以太网交换机 A, B, C，每个交换机都有三个接口连到三个系的以太网，另外三个接口分别连到邮件服务器、万维网服务器和一个连接互联网的路由器。

现在我们可以计算总的吞吐量。对于邮件服务器和万维网服务器，每个服务器的吞吐量是 100 Mbit/s。对于每个系的主机，假设每台主机都在使用全部的 100 Mbit/s 的链路带宽，那么每个系的吞吐量就是 $3 * 100 \text{ Mbit/s} = 300 \text{ Mbit/s}$ 。

连接互联网的路由器并没有直接连接到我们的网络中，但它可以处理任何从我们的网络发往互联网的数据。因此，我们不需要考虑这个路由器的吞吐量。

那么，总的吞吐量就是邮件服务器、万维网服务器和三个系的吞吐量的总和： $100 \text{ Mbit/s} + 100 \text{ Mbit/s} + 300 \text{ Mbit/s} = 500 \text{ Mbit/s}$ 。

这是在所有设备都以最大吞吐量传输的情况下得到的。因此，这 9 台主机和两个服务器产生的总的吞吐量的最大值是 500 Mbit/s。

3-33 在图 3-31 中，以太网交换机有 6 个接口，分别接到 5 台主机和一个路由器。在下面表中的“动作”一栏中，表示先后发送了 4 个帧。假定在开始时，以太网交换机的交换表是空的。试把该表中其他的栏目都填写完。

在开始时，交换表是空的，因此没有任何转发规则。接下来，我们将根据每一个动作来更新交换表的状态、向哪些接口转发帧以及进行说明。

1. 动作：A 发送帧给 D

源接口	目标接口	转发接口	说明
A	D	N/A	从A发送到D，不需要交换

这个动作中，A 发送帧给 D，因此不需要进行交换，交换表不发生变化。

2. 动作：D 发送帧给 A

源接口	目标接口	转发接口	说明
D	A	N/A	从D发送到A，不需要交换

这个动作中，D 发送帧给 A，因此不需要进行交换，交换表不发生变化。

3. 动作：E 发送帧给 A

源接口	目标接口	转发接口	说明
E	A	C	从E发送到A，通过C接口转发

在这个动作中，E 发送帧给 A，但是 A 和 E 不直接相连。由于交换表是空

的，所以交换机会在所有接口上广播这个帧，以寻找目标接口。由于 C 接口上连接的路由器可以连接到 A，所以这个帧将被转发到 C 接口。因此，交换表更新为 E->A 通过 C 转发。

4. 动作：A 发送帧给 E

源接口	目标接口	转发接口	说明
A	E	D	从A发送到E，通过D接口转发

在这个动作中，A 发送帧给 E，但是 A 和 E 不直接相连。由于 D 接口连接的是 E 所在的以太网，所以这个帧将被转发到 D 接口。因此，交换表更新为 A->E 通过 D 转发。