

计网理论作业

- 米家龙
- 18342075
- 软工3班

目录

计网理论作业

目录

1

模型

1. 物理层
2. 数据链路层
3. 网络层
4. 传输层
5. 会话层
6. 表示层
7. 应用层

2

电路交换

数据包交换

3

4

3种协议

过程

5

可靠传输

流量控制

拥塞控制

慢开始

拥塞控制

快重传

快恢复

6

慢启动

加法提速和乘法降速

7

停等协议

滑动窗口协议

8

ATM

IP

9

10

11

ATM

TCP

12
13
14
15

集线器
交换机
路由器

1

解释 ISO 的 7 层网络模型和互联网的 5 层网络模型，以及后者把前者的**最顶层三层合为一层**的理由，并以课程所学协议为例，总结五层互联网模型的**数据链路层**、**网络层**和**传输层**的用途。

模型

ISO/OSI	TCP/IP	
应用层	应用层	传递对象： 报文 SMTP FTP TELNET DNS TFTP RPC 其他
表示层		
会话层		
运输层	传输层	传输协议分组 TCP UDP
网络层	网际网层 (IP层)	IP数据报 IP(ICMP等) ARP RARP
数据链路层	网络接口	帧 网络接口协议 (链路控制和媒体访问)
物理层	硬件 (物理网络)	以太网 令牌环 X.25网 FDDI 其他网络

1. 物理层

激活、维持、关闭通信端点之间的机械特性、电气特性、功能特性以及过程特性。**该层为上层协议提供了一个传输数据的可靠的物理媒体。**简单的说，物理层确保原始的数据可在各种物理媒体上传输。

2. 数据链路层

数据链路层在物理层提供的服务的基础上向网络层提供服务，其最基本的服务是**将源自网络层来的数据可靠地传输到相邻节点的目标机网络层。**

为达到这一目的，数据链路必须具备一系列相应的功能，主要有：

- 如何将数据组合成数据块，在数据链路层中称这种数据块为**帧 (frame)**，帧是数据链路层的**传送单位**
- 如何控制帧在物理信道上的传输，包括如何**处理传输差错**，如何**调节发送速率**以使与接收方相匹配
- 以及在两个网络实体之间提供数据链路通路的**建立、维持和释放**的管理

数据链路层在不可靠的物理介质上提供可靠的传输。该层的作用包括：物理地址寻址、数据的成帧、流量控制、数据的检错、重发等。

主要的协议：**以太网协议（Ethernet）**，在无线环境为 WLAN

3. 网络层

网络层的目的是实现两个端系统之间的数据透明传送，具体功能包括**寻址和路由选择、连接的建立、保持和终止**等。它提供的服务使传输层**不需要了解网络中的数据传输和交换技术**。

网络层中最重要的协议，也是TCP/IP的核心协议——IP协议。IP协议非常简单，仅提供**不可靠、无连接**的传送服务。IP协议的主要功能有：

- 无连接数据报传输
- 数据报路由选择
- 差错控制

包含的主要协议：

- IP协议（Internet Protocol，因特网互联协议）
- ICMP协议（Internet Control Message Protocol，因特网控制报文协议）
- ARP协议（Address Resolution Protocol，地址解析协议）
- RARP协议（Reverse Address Resolution Protocol，逆地址解析协议）

4. 传输层

传输层负责将上层数据分段并提供**端到端的、可靠的或不可靠的**传输。此外，传输层还要处理端到端的**差错控制**和**流量控制**问题。

传输层的任务是根据通信子网的特性，最佳的利用网络资源，为两个端系统的会话层之间，提供**建立、维护和取消传输连接**的功能，负责端到端的**可靠数据**传输。在这一层，信息传送的协议数据单元称为**段或报文**。

网络层只是根据网络地址将源结点发出的数据包传送到目的结点，而传输层则负责将数据可靠地传送到相应的端口。

包含协议：

- TCP协议（Transmission Control Protocol，传输控制协议）
- UDP协议（User Datagram Protocol，用户数据报协议）

5. 会话层

会话层管理主机之间的会话进程，即负责**建立、管理、终止**进程之间的会话。会话层还利用在数据中**插入校验点**来实现数据的**同步**。

6. 表示层

表示层对上层数据或信息进行**变换**以保证一个主机应用层信息可以被另一个主机的应用程序理解。表示层的数据转换包括数据的**加密、压缩、格式转换**等。

7. 应用层

为操作系统或网络应用程序提供访问网络服务的接口。

TCP/IP模型并没有会话层和表示层。当时感觉并不需要这两层。相反，应用层简单包含了所需的任何会话和表示功能。来自OSI模型的经验已经证明这种观点是正确的：**对于大多数应用来说这两层并没有多大用处**。

在传输层之上是应用层（application layer），它包含了所有的高层协议。

最早的高层协议包括

- 虚拟终端协议（TELNET）
- 文件传输协议（FTP）
- 电子邮件协议（SMTP）等。

经过了这么多年的发展以后，许多其他协议被加入到了应用层，包括

- 将主机名字映射到它们网络地址的域名系统（DNS，Domain Name System）
- 用于获取WWW页面的HTTP
- 用于传送诸如语音或者电影等实时媒体的RTP等。

2

解释电路交换和数据包交换这两种技术的工作原理，并对其优缺点做对比分析。

电路交换

电路交换是以电路连接为目的的交换方式，通信之前要在通信双方之间建立一条被**双方独占**的物理通道。

三个阶段：

1. 建立连接
2. 通信
3. 释放连接

优点：

1. 通信线路为通信双方用户专用，数据直达，数据传输**时延非常小**
2. 通路一旦建立，双方可以**随时通信**，实时性强
3. 通信时**按发送顺序**传送数据，不存在失序问题
4. 适用于传输**模拟信号**，也适用于传输**数字信号**
5. 交换设备及控制比较**简单**

缺点：

1. 建立时间较长
2. 连接后，物理通路被通信双方**独占**，即使通信线路空闲，也不能供其他用户使用，因而**信道利用率低**
3. 数据直达，因此不同类型、不同规格、不同速率的终端很难相互进行通信，在通信过程中**难以进行差错控制**

数据包交换

数据包交换属于分组交换。分组交换是以分组为单位进行传输和交换的，它是一种**存储——转发**交换方式，即将到达交换机的分组先送到存储器暂时存储和处理，等到相应的输出电路有空闲时再送出。

优点：

1. 数据包交换不需要为通信双方预先建立一条专用的通信线路，**不存在连接建立时延**，用户可**随时发送**分组。
2. 由于采用存储转发方式，加之交换节点具有**路径选择**，当某条传输线路故障时可选择其他传输线路，提高了传输的**可靠性**。
3. 通信双反在**不同的时间一段一段**地部分占有这条物理通路，因而大大**提高了通信线路的利用率**

4. 数据包是逐个传输，可以使后一个分组的存储操作与前一个分组的转发操作**并行**，这种**流水线式传输**方式减少传输时间
5. 长度固定，相应的缓冲区的大小也固定，所以**简化了交换节点中存储器的管理**
6. 分组较短，**出错几率减少**，每次重发的数据量也减少，不仅提高了可靠性，也减少了时延

缺点：

1. 数据进入交换节点后要经历存储转发这一过程，从而引起的**转发时延**，因此网络的通信量越大，造成的时延就越大
2. **只适用于数字信号**
3. 可能出现**失序，丢失或重复分组**，数据包到达目的节点时，需要对包按编号进行**排序**等工作，增加了麻烦

3

中山大学校园网的用户用浏览器访问一个网页：www.sina.com.cn，请详细论述访问过程涉及到的应用层协议操作，包括 DNS、HTTP 和 Proxy 等。

操作：

1. 客户端浏览器通过**DNS解析**到 www.sina.com.cn 的**IP地址**，通过这个IP地址找到客户端到服务器的路径。客户端浏览器发起一个 **HTTP 会话**到对应的IP地址，然后通过 **TCP** 进行封装数据包，输入到网络层。
2. 在客户端的传输层，把 HTTP 会话请求分成报文段，添加源和目的端口，如服务器使用 **80端口** 监听客户端的请求，客户端由系统随机选择一个端口如5000，与服务器进行交换，服务器把相应的请求返回给客户端的5000端口。然后使用 IP 层的 IP 地址查找目的端。
3. 客户端的网络层不用关心应用层或者传输层的东西，主要做的是通过查找路由表确定如何到达服务器，期间可能经过多个路由器，通过查找路由表决定通过那个路径到达服务器。
4. 客户端的链路层，包通过链路层发送到路由器，通过**邻居协议**查找给定 IP 地址的 MAC 地址，然后发送 **ARP** 请求查找目的地址，如果得到回应后就可以使用 ARP 的请求应答交换的 IP 数据包现在就可以传输了，然后发送 IP 数据包到达服务器的地址。

4

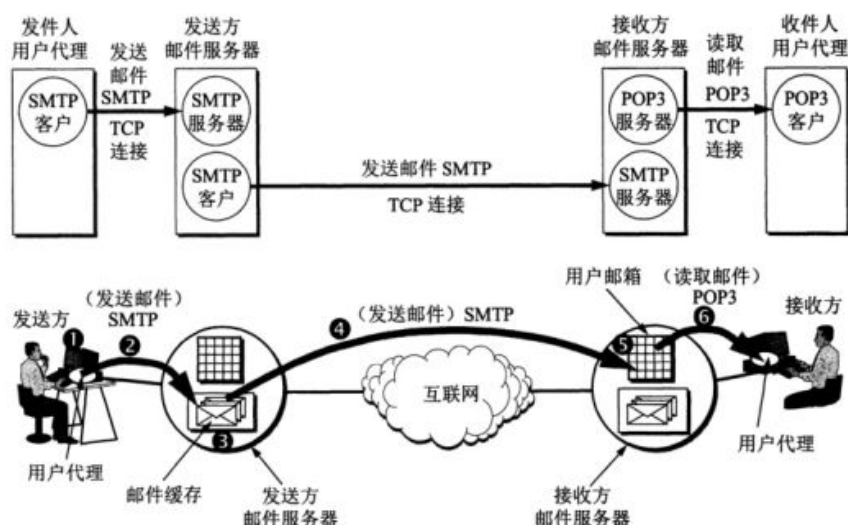
简述电子邮件的三种协议 SMTP、IMAP 和 POP3 的用途，并以使用 Windows 上的 Outlook 软件发送和浏览邮件为例说明所涉及的协议操作。

3种协议

- SMTP，全称“Simple Mail Transfer Protocol”，即简单邮件传输协议。相当于中转站，将邮件发送到客户端。SMTP 协议属于TCP/IP协议簇，它帮助每台计算机在发送或中转信件时找到下一个目的地。
- POP3，全称“Post Office Protocol 3”，POP3允许用户将服务器上的邮件下载到本地计算机上，同时删除邮件服务器上的邮件，po受邮件的协议。POP协议支持多用户互联网邮件扩展，后者允许用户在电子邮件上附带二进制文件，如文字处理文件和电子表格文件等，实际上这样就可以传输任何格式的文件了，包括图片和声音文件等。在用户阅读邮件时，POP命令所有的邮件信息立即下载到用户的计算机上，不在服务器上保留。
- IMAP，全称“Internet Mail Access Protocol”，即交互式邮件存取协议，跟pop协议类似。但IMAP克服了POP的一些缺点。例如，它可以决定客户机请求邮件服务器提交所收到邮件的方式，请求邮件服

务器只下载所选中的邮件而不是全部邮件。客户机可先阅读邮件信息的标题和发送者的名字再决定是否下载这个邮件。通过用户的客户机电子邮件程序，IMAP可让用户在服务器上创建并管理邮件文件夹或邮箱、删除邮件、查询某封信的一部分或全部内容，完成所有这些工作时都不需要把邮件从服务器下载到用户的个人计算机上。

过程



1. 使用计算机撰写/编辑邮件
2. 用户代理充当 SMTP 客户，把邮件用 SMTP 协议发送给发送方 SMTP 邮件服务器
3. SMTP 服务器接收到邮件后，把邮件临时存放在邮件缓存队列中，等待发送到接收方的邮件服务器
4. 发送方邮件服务器的 SMTP 客户与接收方邮件服务器的 SMTP 服务器建立 TCP 连接，然后把有减缓冲队列中的邮件依次发送。
5. 接收方 SMTP 邮件服务器接收到邮件后，把邮件放入对应收件人的邮箱中
6. 收件人收信时，通过用户代理使用 POP3 / IMAP 协议读取邮件。如果是 POP3 协议，那么会在用户读取了邮件之后将邮件删除；如果是 IMAP 协议，那么他需要上网，在本机上操作邮件服务器的邮箱

5

简述 TCP 的流控制、可靠数据传输和拥塞控制的方法原理和用途。

TCP 的可靠传输中使用了流控制和拥塞控制

可靠传输

TCP 的可靠传输：

1. 采用**三次握手**建立 TCP 连接，**四次握手**释放 TCP 连接，保证建立的传输通道可靠
2. 使用**连续 ARQ 协议**（Go-back-N；超时自动重传）来保证数据传输正确性
3. 使用**滑动窗口协议**进行流量控制，保证接收方能够解释处理所接受到的数据
4. 使用**慢开始**、**拥塞避免**、**快重传**和**快恢复**进行拥塞控制，避免网络拥塞

流量控制

点对点（端到端）的控制，让发送方数据不要发送太快以便让接收方来得及接收这些数据。接收方在确认报文的同时告知发送方自己的窗口数量，发送方取 $\min\{\text{拥塞窗口}, \text{接收方窗口}\}$ ，发送下一波的数据。使用滑动窗口（可变窗口）来进行流量控制

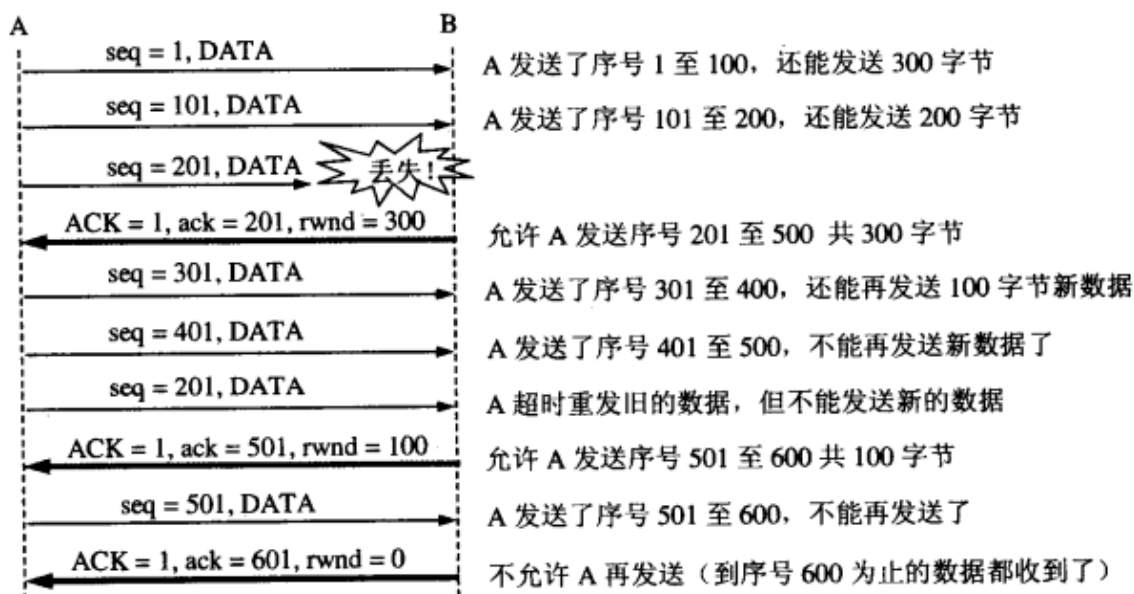


图 5-22 利用可变窗口进行流量控制举例

拥塞控制

在某段时间，对网络中某一资源的需求超过了该资源所能提供的可以部分，从而产生拥塞，导致网络性能下降。通过拥塞控制，可以防止过多的数据注入到网络中，这样可以使得网络中的路由器或者链路过载。一般采用四种算法进行拥塞控制：

- 慢开始
- 拥塞避免
- 快重传
- 快恢复

慢开始

由小到大逐渐增大拥塞窗口数值。在每收到一个对新的报文段的确认后，可以把拥塞窗口增加最多一个 SMSS 的数值。当发送窗口小于门限值时，发送窗口**指数增长**

拥塞控制

让拥塞窗口缓慢的增大，即每经过一个往返时间就把发送方的**拥塞窗口加1**，按线性规律缓慢增长。当发生拥塞时，门限值为当前拥塞窗口的一半，然后执行慢启动算法

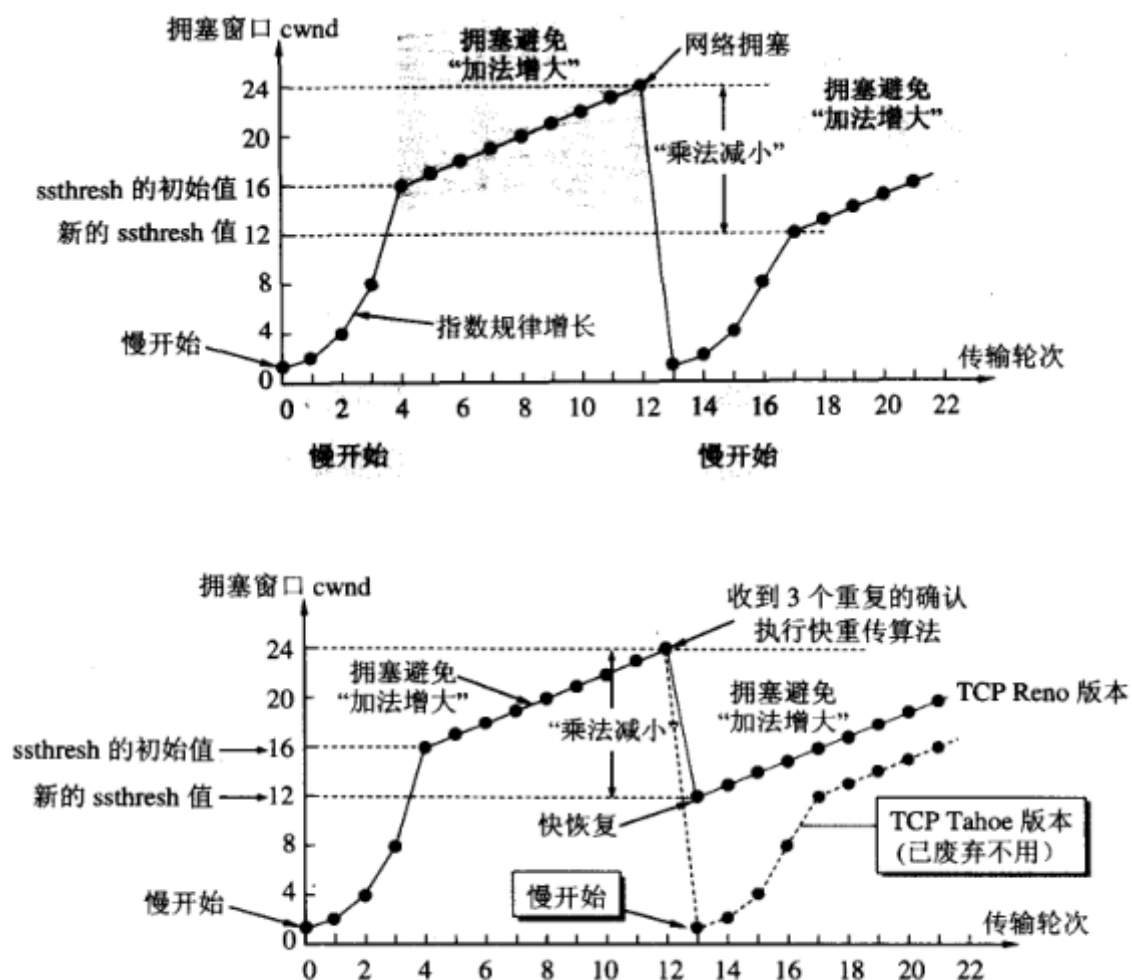
快重传

当连续收到对一个包的**三个重复确认**就立刻重新发送该包，而不必等到超时

快恢复

收到三个重复三确认时将门限值设置为当前窗口一半，同时启动拥塞避免算法而不是慢启动算法

TCP 拥塞控制中调整发送速率的方法有慢启动、加法提速和乘法降速，总结这些方法的设计原理，并举例说明其运作过程。



慢启动

由小到大逐渐增大拥塞窗口数值。在每收到一个对新的报文段的确认后,可以把拥塞窗口增加最多一个SMSS的数值。当发送窗口小于门限值时,发送窗口**指数增长**

加法提速和乘法降速

这两种都集中在拥塞避免算法中

加法提速: 让拥塞窗口缓慢的增大, 即每经过一个往返时间就把发送方的**拥塞窗口加1**, 按线性规律缓慢增长。

乘法降速: 当发生拥塞时, 门限值为当前拥塞窗口的一半, 然后执行慢启动算法

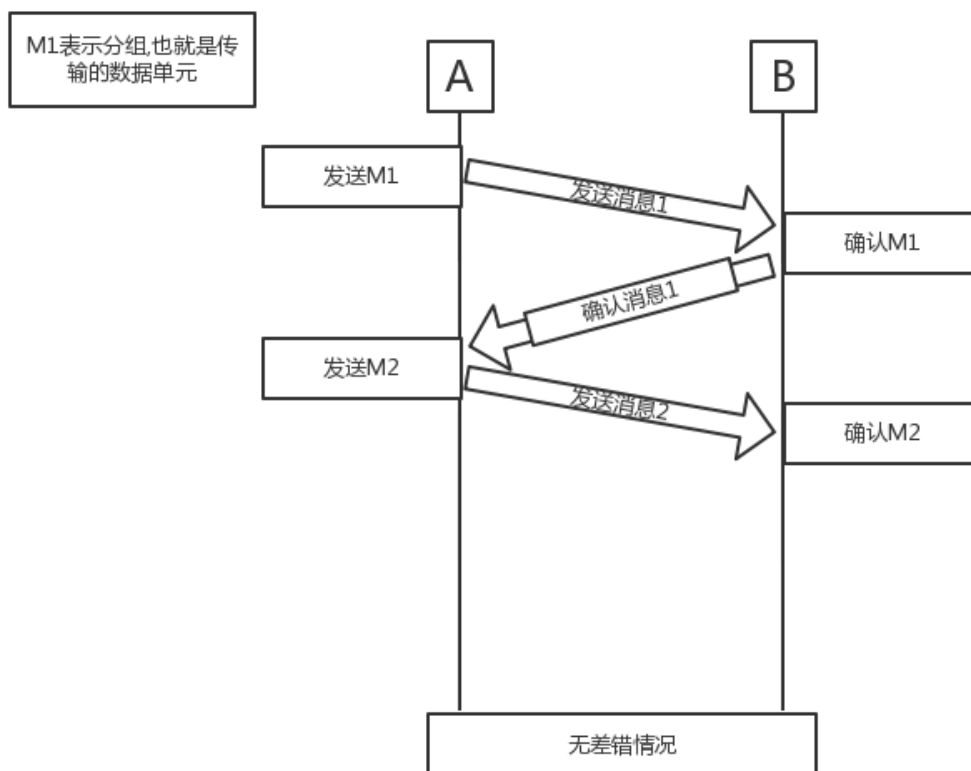
7

对于可靠数据传输, 滑动窗口协议相比停等协议有更好的效率, 从两种协议的传输方法原理来对此进行分析

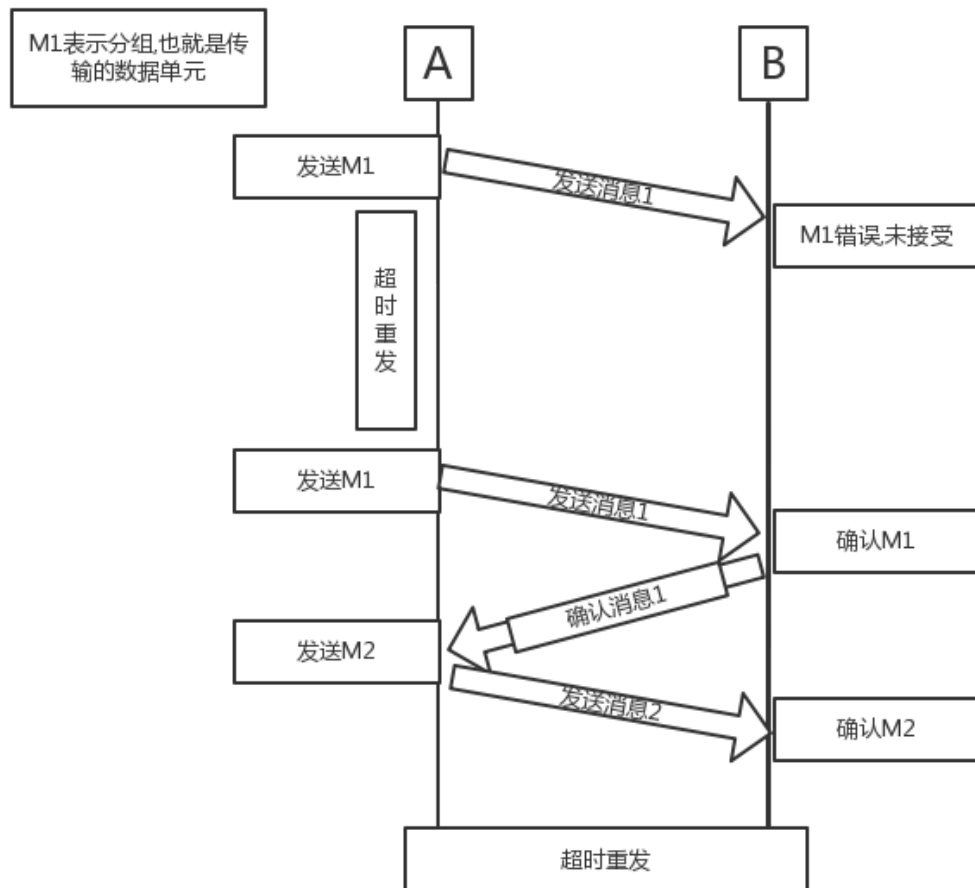
停等协议

停止等待协议是 tcp 保证传输可靠的重要途径，“停止等待”就是指发送完一个分组就停止发送，等待对方的**确认**，只有对方确认过，才发送下一个分组。存在两种情况：

1. 误差差错情况



2. 超时重传



优点：简单

缺点：但是缺点是信道的**利用率太低**,一次发送一条消息,使得信道的大部分时间内都是空闲的

滑动窗口协议

滑动窗口协议：之所以叫滑动窗口协议，是因为窗口是不断向前走的，该协议允许发送方在停止并等待确认前**发送多个数据分组**。由于发送方不必每发一个分组就停下来等待确认，因此该协议可以加速数据的传输，还可以控制流量的问题

优点：采用**流水线传输**，提高了信道效率，增大了吞吐量

8

ATM 和 IP 分属有连接和无连接的网络层协议，从数据包路由和转发的角度，简述两者的区别。

ATM

ATM是面向连接的，融合了电路交换和分组交换的优点，所以通信**两端**都要管理，比较复杂。

ATM采用了虚连接技术，将逻辑子网和物理子网分离。类似于电路交换，ATM首先选择路径，在2个通信实体之间建立**虚通路**，将路由选择与数据转发分开，使传输中间的控制较为简单，解决了路由选择瓶颈问题

路由：ATM 交换机会按照输入的路由标记送到它所要求的输出端口。实际中可能会出现几个输入端口的信元要求同时到一输出端口的情况，这种情况称为输出端口竞争。有时这种情况还会发生在交换结构内部，称为内部阻塞。这种情况可以通过设置缓存来解决。缓存可以设置在输入端口处，也可以设置在输出端口处，还可以放置在交换结构的内部。

转发：根据输入信元的VPI/VCI标识以及它本身在建立连接时产生的路由表，将该信元转发到相应的输出端口，并对该信元的头部进行适当处理，如改变其 VPI/VCI 值，在拥塞时有可能改变 CLP 值，最后还要重新计算 HEC 值，以保护新产生的信元头。

IP

路由：IP协议是用于将多个包交换网络连接起来的，它在源地址和目的地址之前传送一种称之为数据报的东西，它还提供对数据大小的重新组装功能，以适应不同网络对包大小的要求。IP 可以根据数据报报头中包括的目的地址将数据报传送到目的地址，在此过程中IP负责选择传送的道路，这便是 IP 协议的路由功能

转发：IP层接收由更低层（网络接口层例如以太网设备驱动程序）发来的数据包，并把该数据包发送到更高层，如 TCP 或 UDP 层；相反，IP 层也把从 TCP 或 UDP 层接收来的数据包传送到更低层。IP 数据包是**不可靠的**，因为 IP 并没有做任何事情来确认数据包是否按顺序发送的或者有没有被破坏，IP 数据包中含有发送它的主机的地址（源地址）和接收它的主机的地址（目的地址）。

9

NAT 是当前缓解 IPv4 地址不足的主要技术，简述它的技术原理并分析优缺点

网络地址转换（英语：Network Address Translation）在 IP 数据包通过路由器或防火墙时**重写**来源 IP 地址或目的 IP 地址，能够**将私有（保留）地址转化为合法IP地址**。

NAT 要维护一个公网的**地址池**，用于对每个当前连接都能对应到一个公网 IP 地址。由于改变了 IP 源地址，在重新封装数据包时候必须**重新计算校验和**，网络层以上的只要涉及到 IP 地址的头部校验和都要重新计算。

优点：

1. 能够解决 **IP 地址不足**的问题
2. 有效地避免来自网络外部的攻击，隐藏并保护网络内部的计算机

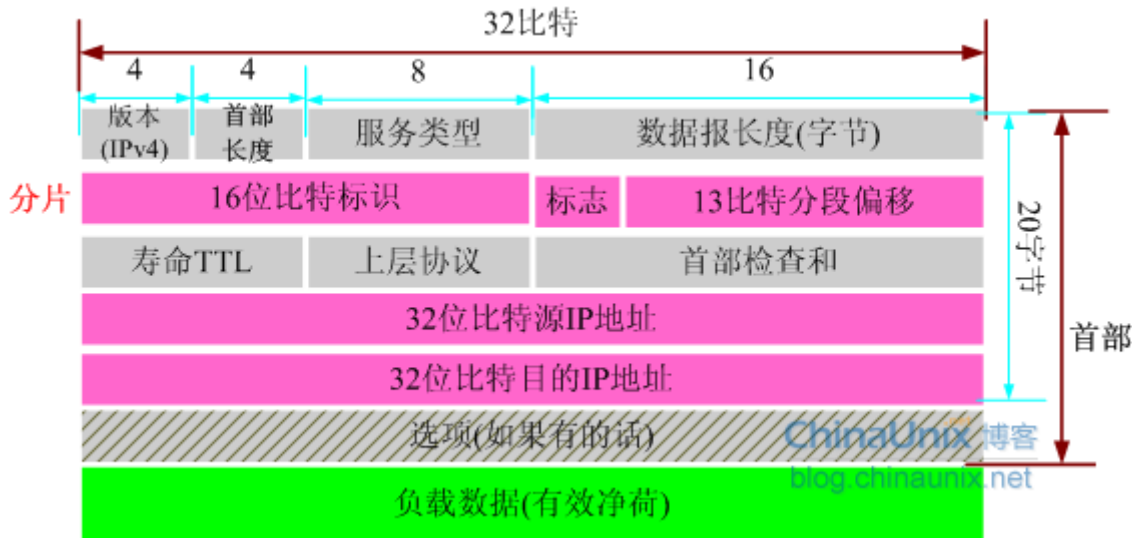
缺点：

1. 没有创建真正的 IP 地址，因此不能参与 IP 协议，导致部分连接无法实现
2. 使安全协议变复杂
3. 让主机之间的通信变得复杂，导致了通信效率的降低

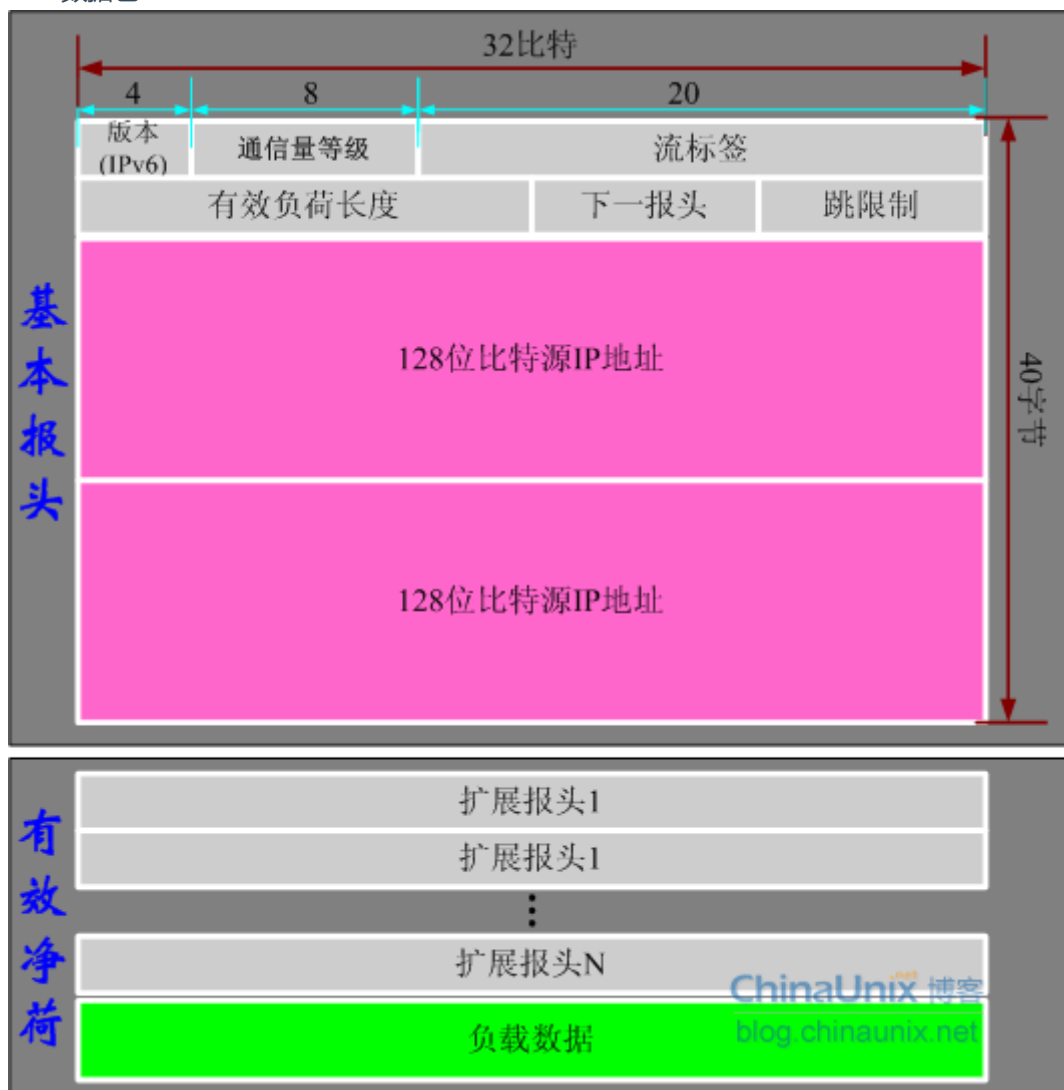
10

对 IPv4 和 IPv6 数据包结构进行对比分析，解释 IPv6 数据包结构简化的原因。

IPv4 数据包



IPv6 数据包



区别:

1. 首部长度

- IPv4 首部的选项字段允许 IP **首部被扩展**，由此导致数据报首部长度可变，故不能预先确定数据字段从何开始，同时也使路由器处理一个IP数据报所需时间差异很大
- IPv6 采用固定40字节长度的报头长度(称基本报头)。IPv6 通过拓展报头实现 IPv4 选项字段类似的功能，并由 IPv6 基本报头的下一个首部指向扩展报头(如果有的话)。路由器 **不处理扩展报头**，提升了路由器处理效率。

2. 分片/重组

- IPv6 分片与重组**只能在源与目的地上执行**，不允许在中间路由器进行。分片与重组是个耗时的操作，将该功能从路由器转移到端系统，大大加快了网络中的 IP 转发速率
- 如果路由器收到 IPv6 数据报太大而不能转发到出链路上时，该路由器**丢弃**该包，并向发送方发回一个"分组太大"的 ICMP 差错报文，于是发送方使用较小长度的 IP 数据报重发数据

3. 首部检查和

- IPv4 首部检查和在**每个路由器**上都需要重新计算，比较耗时；而传输层和连接层协议执行检验操作，提高传输可靠性
- IPv6 **不进行首部检查和**，从而更快速处理 IP 分组

11

在网络层和传输层都存在有连接服务，比如 ATM 和 TCP，从数据传输过程来分析它们的异同

ATM

ATM 采用的 TDM 技术，把数据分成长度较小且固定长（53byte）的信元(cell)，信元包头 5 bytes, 数据 48 bytes, 然后采用**分组交换**技术进行传输

当用户的 ATM 信元需要传送时，就可插入到 SDH 的一个帧中。SDH 传送的同步比特流被划分为一个个固定时间长度的帧（请注意，这是时分复用的时间帧，而不是数据链路层的帧），从而达成了异步效果

所有信息在最低层是以面向连接的方式传送，保持了电路交换在保证实时性和服务质量方面的优点

每个 ATM 交换机建立一张**对照表**。对于每个交换端口的每一个 VPI 和 VCI，都有对应表中的一个入口。当 VPI 和 VCI 分配给某一信道时，对照表将给出该交换机的一个对应输出端口以及用于更新信头的 VPI 和 VCI 值。

当某一信元到达交换机时，交换机将读出该信元信头的 VPI 和 VCI 值，并与路由对照表比较。当找到输出端口时，信头的 VPI 和 VCI 被更新，信元被发往下一段路程。

TCP

TCP 报文格式：

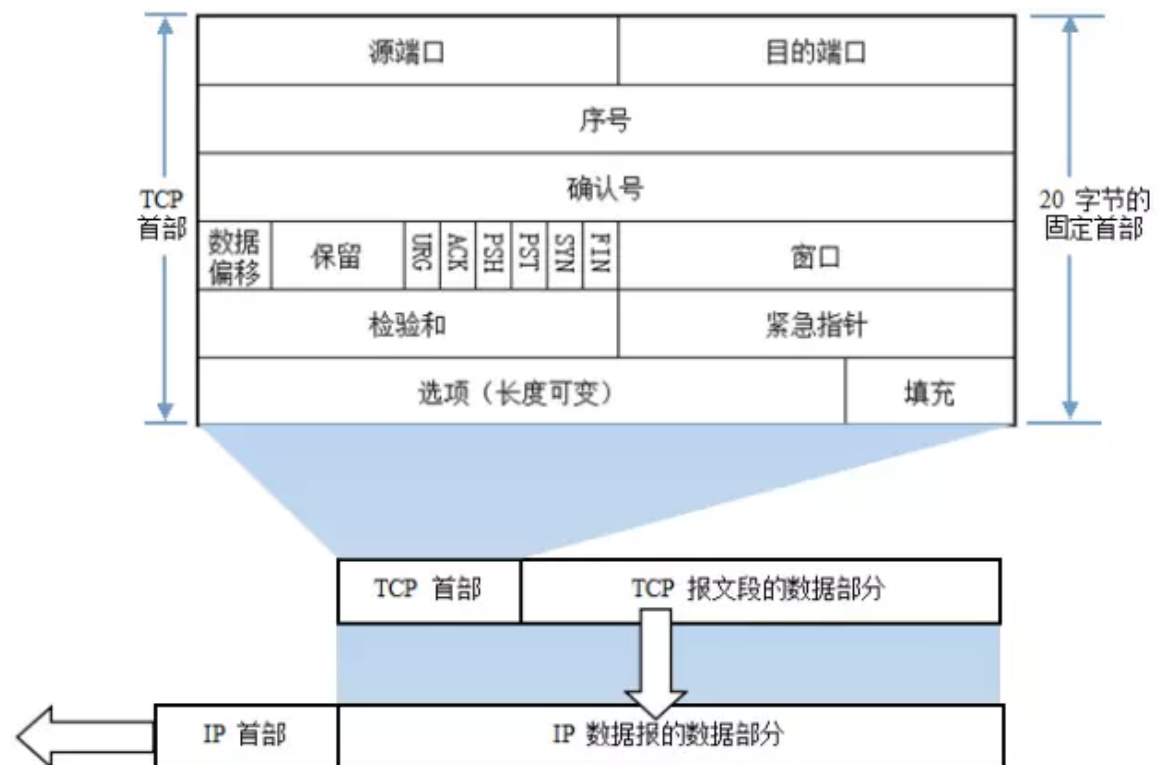
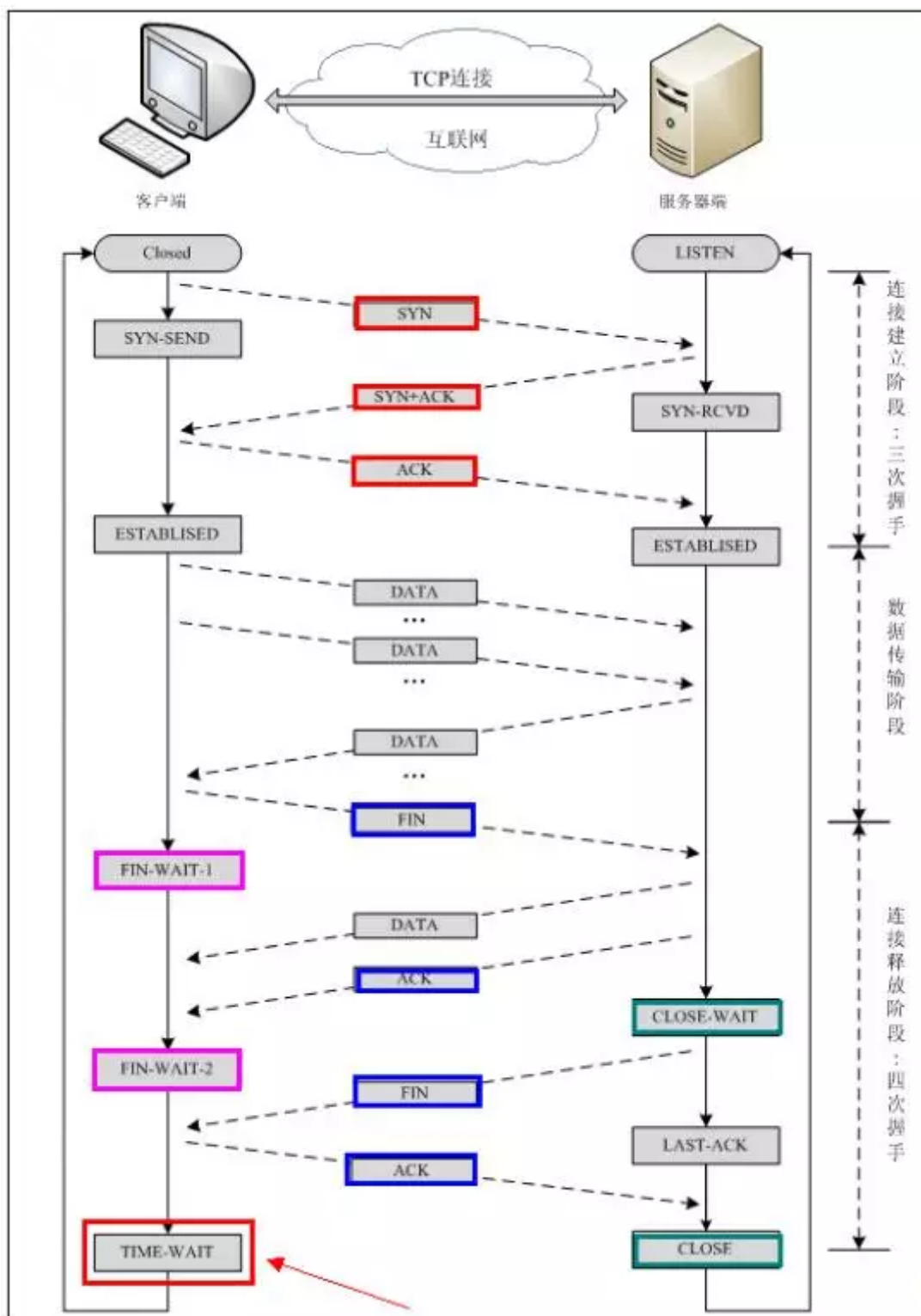


图 TCP 报文段的首部格式

TCP 连接建立需要进行**三次握手**，断开需要**四次握手**，具体传输过程如下：



12

分片 ALOHA 的效率高于纯 ALOHA，解释原因

纯 ALOHA：

- 当传输点有数据需要传送的时候，它会立即向通讯频道传送
- 接收点在收到数据后，会ACK传输点
- 如果接收的数据有错误，接收点会向传输点发送NACK
- 当网络上的两个传输点同时向频道传输数据的时候，会发生冲突，这种情况下，两个点各自等待一段随机长度的时间后，再次尝试传送

分片 ALOHA 把频道在时间上分段，每个传输点只能在一个**分段的开始处**进行传送。每次传送的数据必须**少于或者等于**一个频道的一个时间分段。这样大大的减少了传输频道的冲突。

13

简述 802.3 发生冲突后所用重发算法的工作原理

当一个传输节点识别出一个冲突，它就发送一个拥塞信号，这个信号使得冲突的时间足够长，让其他的节点都能发现。其他节点收到拥塞信号后，都停止传输，等待一个随机产生的时间间隙（回退时间，Backoff Time）后重发。

为了保证这种退避操作维持稳定采用了一种称为“二进制数指数退避”算法。二进制数指数退避算法是按“后进先出”（List In First Out, LIFO）的次序控制的，即未发生冲突或很少发生冲突的数据帧，具有优先发送的概率；而发生过多冲突的数据帧，发送成功的概率就更少。IEEE 802.3就是采用“二进制数指数退避”和“1-坚持”算法的CSMA/CD媒体访问控制方法。这种方法在低负荷时，如媒体空闲时，要发送数据帧的站点能立即发送；在重负荷时，仍能保证系统的稳定性。

14

在 802.3 中，CD（冲突检测）可提高 CSMA 协议的效率，解释在 802.11 中用 CA（冲突避免）而非 CD 的原因

在802.11中：

- CSMA/CD协议的特点是：先听再发，边听边发，冲突停发，随机重发
- CSMA/CA协议的特点是：发送数据时**先广播**告知其他结点，让其他结点在某段时间内不要发送数据，以免发生碰撞

因此，选择CA而非CD的原因：

1. 接受信号的强度往往会小于发送信号的强度，且在无线介质上信号强度**动态变化**范围很广。因此若要实现碰撞检测，在硬件上的花费就会过大
2. 在无线通信中，并非所有的站点都能够听见对方。而“所有站点都能够听见对方”正是实现CSMA/CD 协议必备的基础

15

从协议层的角度，解释以下网络设备的用途：集线器，交换机，路由器

集线器

集线器（HUB）属于数据通信系统中的基础设备，它和双绞线等传输介质一样，是一种不需任何软件支持或只需很少管理软件管理的硬件设备。

它被广泛应用到各种场合。集线器工作在局域网(LAN)环境，像网卡一样，应用于OSI参考模型第一层，因此又被称为**物理层设备**。集线器内部采用了电器互联，当维护LAN的环境是逻辑总线或环型结构时，完全可以用集线器建立一个物理上的**星型或树型网络结构**。它的作用可以简单的理解为将一些机器连接起来组成一个局域网。

交换器

交换机(Switch)是一种基于MAC（网卡的硬件地址）识别，能完成**封装转发数据包**功能的网络设备。

交换机也叫交换式集线器，它通过对信息进行**重新生成**，并经过内部处理后**转发**至指定端口，具备自动寻址能力和交换作用，由于交换机根据所传递信息包的目的地址，将每一信息包独立地从源端口送至目的端口，避免了和其他端口发生碰撞，因此，交换机可以同时互不影响的传送这些信息包，并防止传输碰撞，提高了网络的实际吞吐量。

交换机属于OSI的第二层**数据链路层**设备

路由器

路由器(Router)亦称选径器，是一种连接多个网络或网段的网络设备，它能将不同网络或网段之间的数据进行“**翻译**”，以使它们能够相互“读”懂对方的数据，从而构成一个更大的网络是在网络层实现互连的设备。

路由器依据网络层信息将数据包从一个网络**前向转发**到另一个网络。路由器有两大典型功能，即**数据通道功能**和**控制功能**。数据通道功能包括转发决定、背板转发以及输出链路调度等，一般由特定的硬件来完成；控制功能一般用软件来实现，包括与相邻路由器之间的信息交换、系统配置、系统管理等。因此路由器是工作在第三层，即网络层的设备，可以得到更多的协议信息，可以做出更加智能的转发决策。