

● 计算机网络的发展历程

- 面向终端的第一代计算机网络：由“**主机-通信线路-终端**”组成
- 多台计算机互连的第二代计算机网络：典型代表 **ARPANET**
- 以OSI为核心的国际标准的第三代计算机网络
- 高速、综合化的第四代计算机网络：典型代表 **Internet**

● 互联网（Internet）与互连网（internet）

● 互联网基础结构的发展

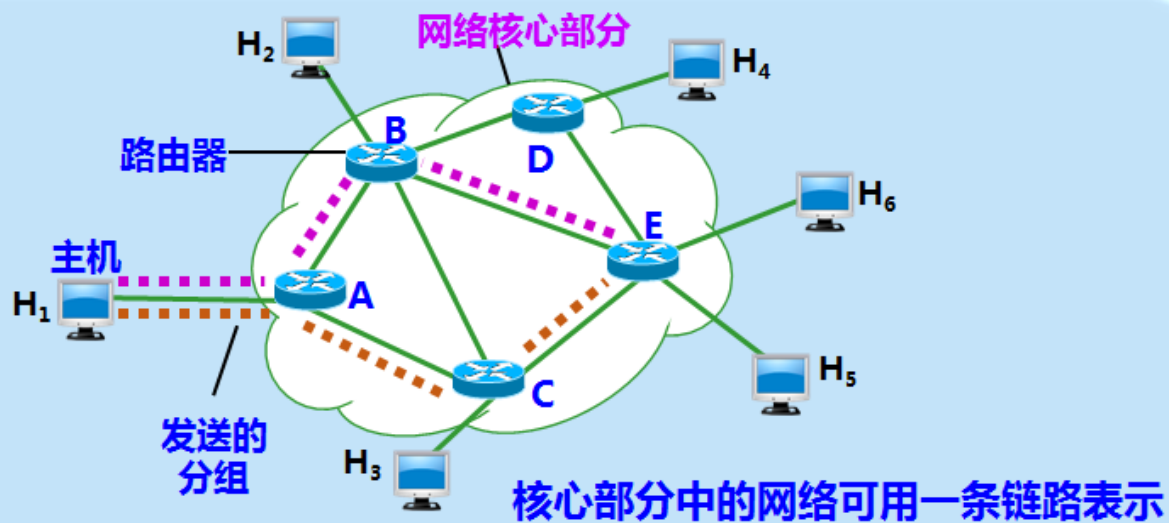
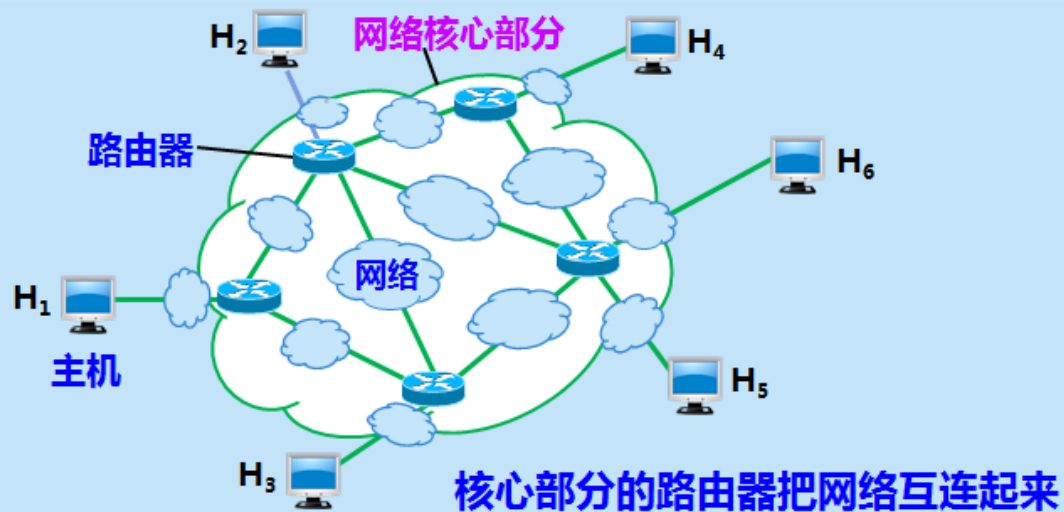
- 从单个网络ARPANET向互联网发展的过程
- 建成了三级结构的互联网：主干网、地区网和校园网（或企业网）
- 逐渐形成了多层次ISP结构的互联网：主干ISP、地区ISP和本地ISP

● 互联网的组成

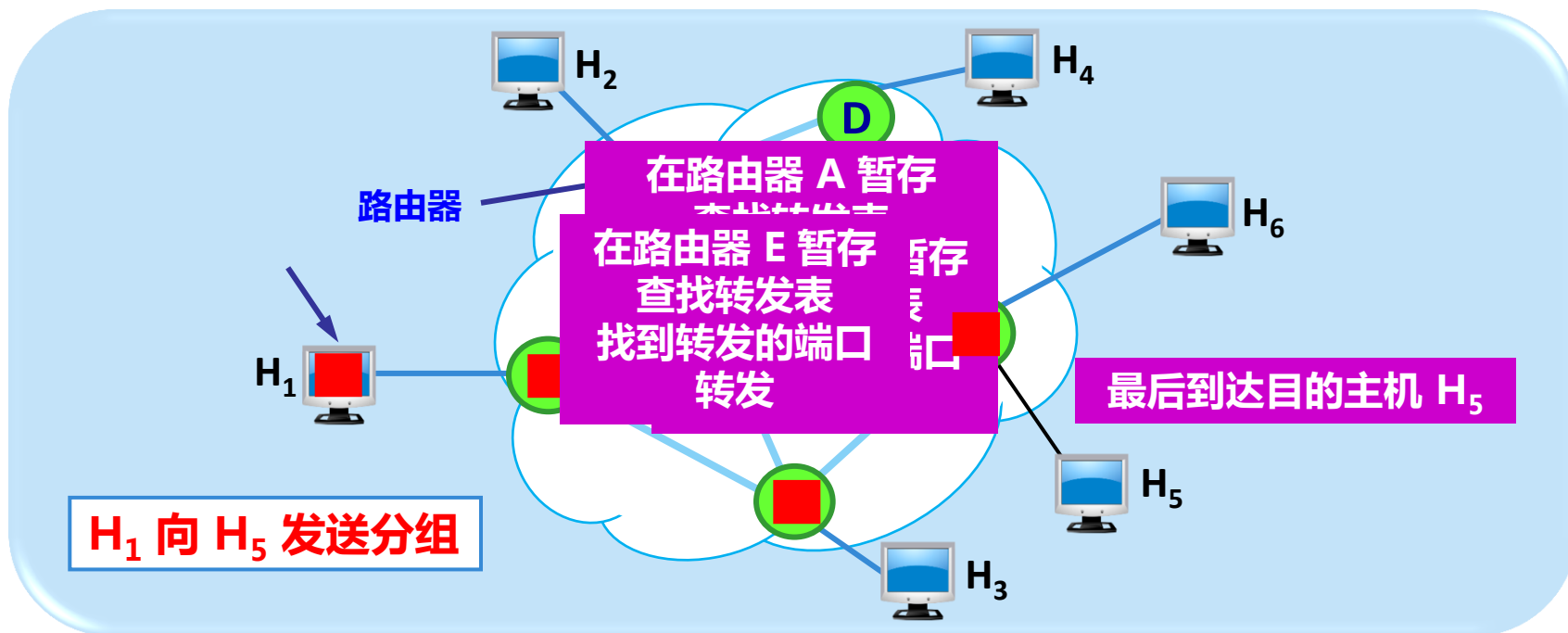
- **边缘部分**：由所有连接在互联网上的主机组成。这部分是用户直接使用的，用来进行通信（传送数据、音频或视频）和资源共享。
- **核心部分**：由大量网络和连接这些网络的路由器组成。这部分是为边缘部分提供服务的（提供连通性和交换）。

典型交换技术：
电路交换，分组交换

分组交换网示意图



分组交换网示意图



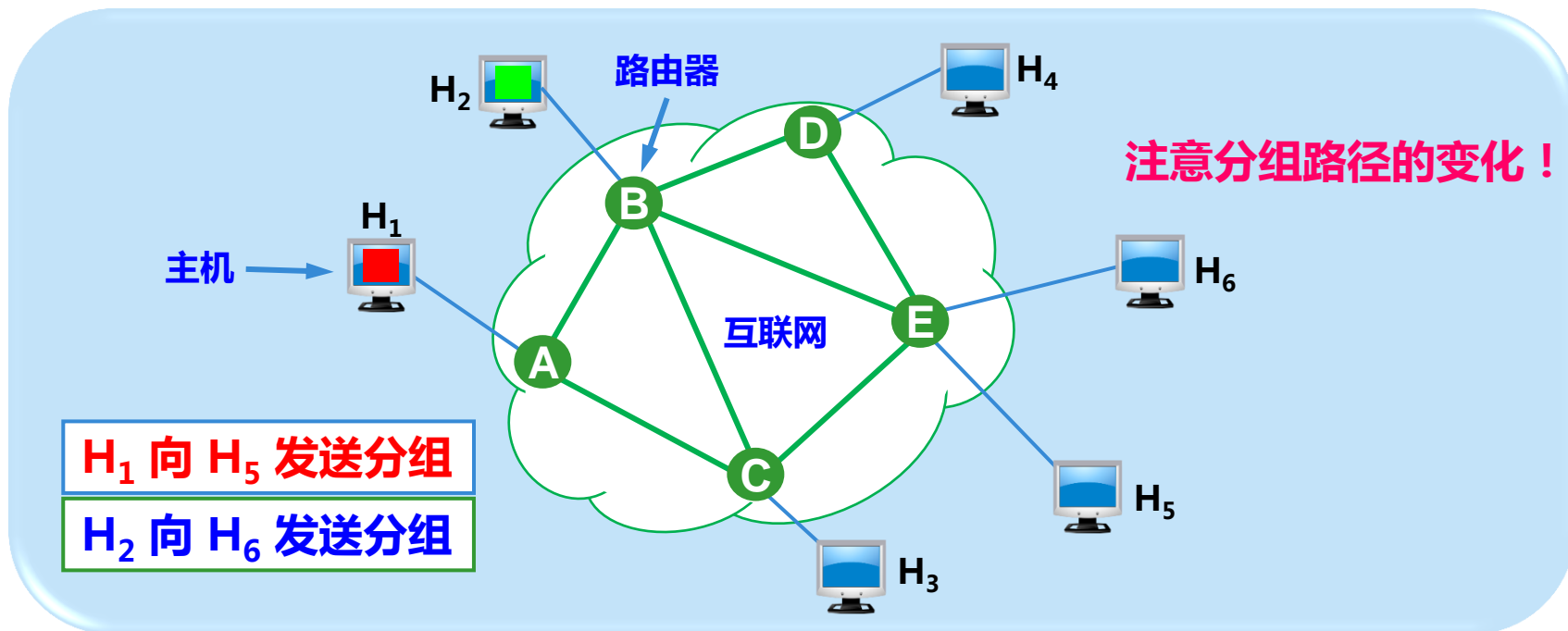
路由器处理分组的过程:

- 把收到的分组先放入缓存（暂时存储）
- 查找转发表，找出到某个目的地址应从哪个端口转发；
- 把分组送到适当的端口转发出去。

主机和路由器的作用不同：

- 主机是为用户进行信息处理的，并向网络发送分组，从网络接收分组。
- 路由器对分组进行存储转发，最后把分组交付目的主机。

分组交换网示意图



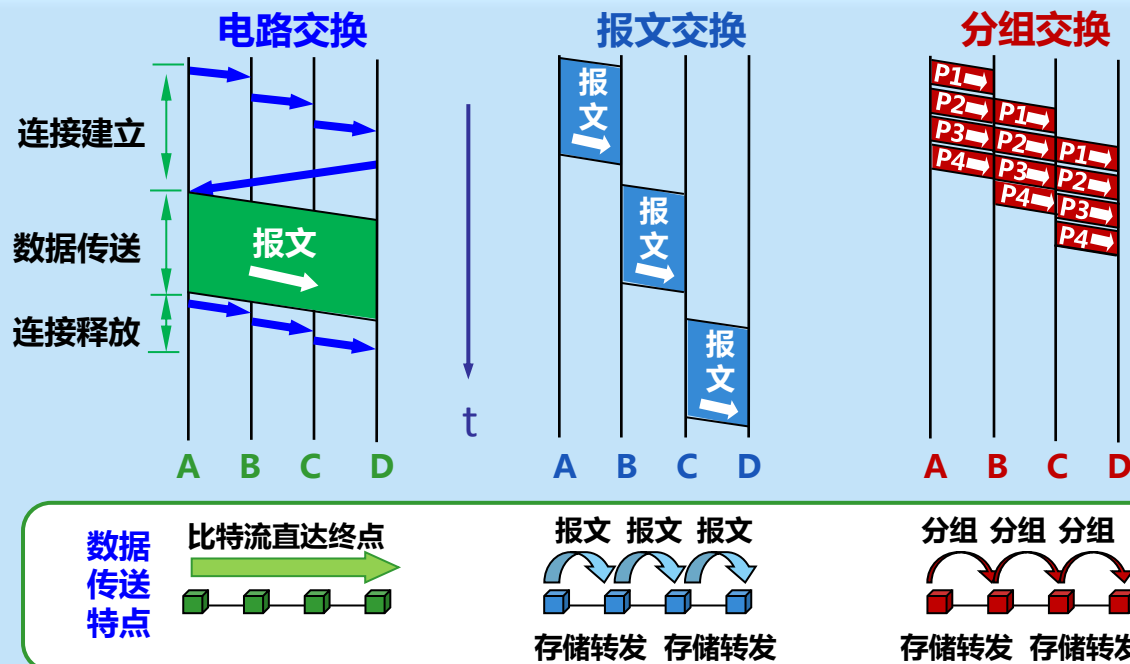
分组交换的优点和带来的问题

分组交换优点	所采用的手段
高效	在分组传输的过程中 动态分配 传输带宽，对通信链路是逐段占用。
灵活	为每一个分组 独立 地选择最合适的转发路由。
迅速	以分组作为传送单位，可以 不先建立连接 就能向其他主机发送分组。
可靠	保证可靠性的网络协议；分布式多路由的分组交换网，使网络有很好的生存性。

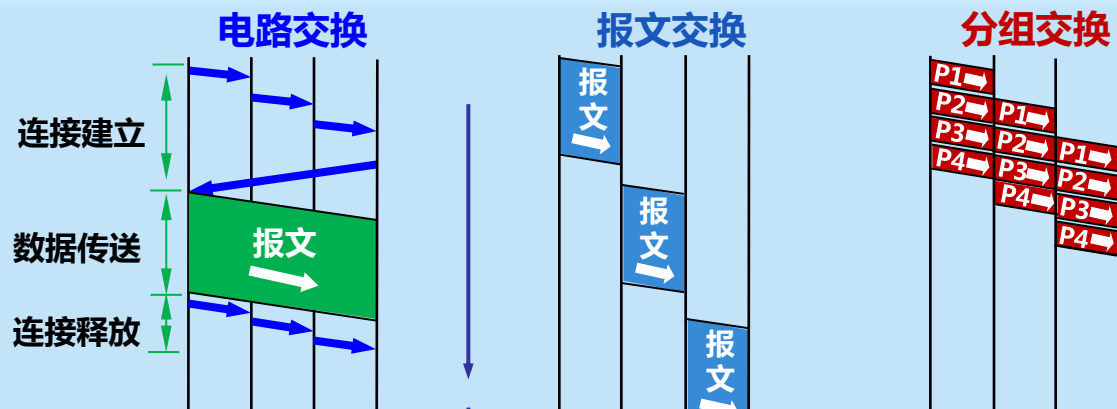
分组交换带来的问题：

- 分组在各节点存储转发时需要**排队**，这就会造成一定的**时延**。
- 分组必须携带的首部（里面有必不可少的控制信息）也造成了一定的**开销**。
- 整个分组交换网需要**专门的管理和控制机制**等。

路由器



路由器

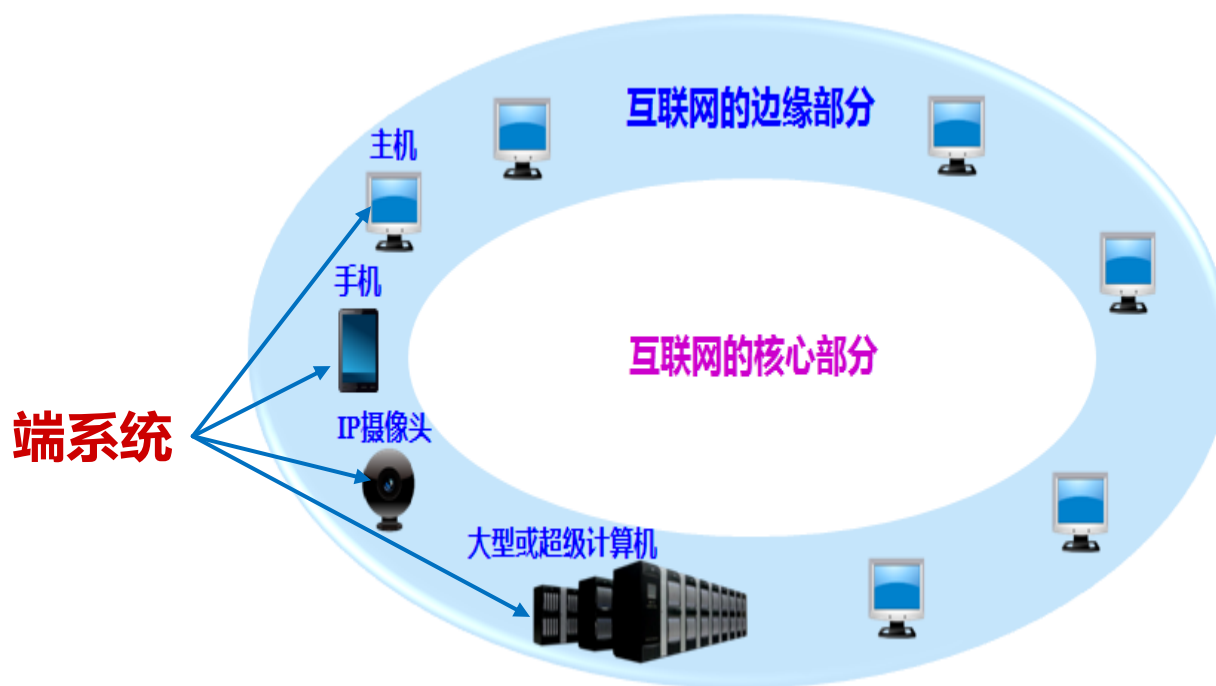


三种交换的比较：

- 若要连续传送大量的数据，且其传送时间远大于连接建立时间，则电路交换的传输速率较快。
- 报文交换和分组交换不需要预先分配传输带宽，在传送突发数据时可提高整个网络的信道利用率。
- 由于一个分组的长度往往远小于整个报文的长度，因此分组交换比报文交换的时延小，同时也具有更好的灵活性。

互联网的组成——边缘部分

- 处在互联网边缘的部分就是连接在互联网上的所有的主机。这些主机又称为端系统 (end system)。



边缘系统利用核心部分所提供的服务，使众多主机或端系统之间能够相互通信并交换或共享信息。

端系统之间通信的含义

端系统之间通信
含义是什么？

主机 A 和主机 B 进行通信实际上是指：“运行在主机 A 上的某个**程序**和运行在主机 B 上的另一个**程序**进行通信”，简称为“**计算机之间通信**”。

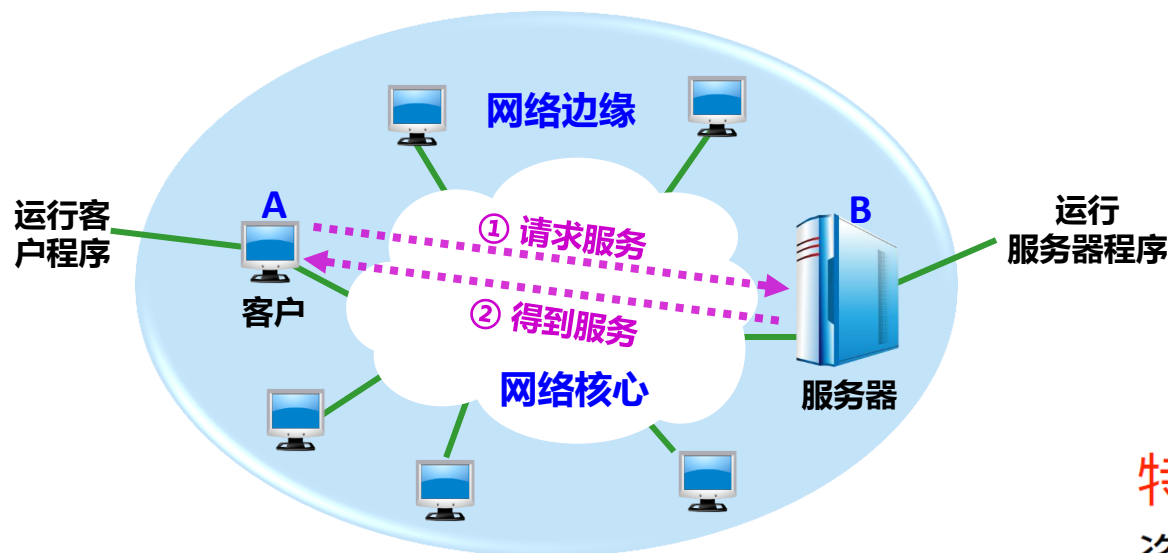
- 端系统之间的通信方式通常可划分为**两大类**：

客户-服务器方式（C/S方式）
即 Client/Server 方式，简称为 C/S 方式。

对等连接方式（P2P方式）
即 Peer-to-Peer 方式，简称为 P2P 方式。

客户-服务器方式

- 客户 (client) 和服务器 (server) 都是指通信中所涉及的两个**应用进程**。
- 客户-服务器方式所描述的是进程之间**服务**和**被服务**的关系。
- 客户是服务的**请求方**，服务器是服务的**提供方**。
- **服务请求方和服务提供方都要使用网络核心部分所提供的服务。**



客户与服务器的通信关系建立后，通信可以是双向的，客户和服务器都可发送和接收数据。

客户-服务器工作方式

特点：

资源集中在服务器中。

客户 A 向服务器 B 发出请求服务，服务器 B 向客户 A 提供服务

客户-服务器方式

- 客户 (client) 和服务器 (server) 都是指通信中所涉及的两个**应用进程**。
- 客户-服务器方式所描述的是进程之间**服务**和**被服务**的关系。
- 客户是服务的**请求方**，服务器是服务的**提供方**。
- **服务请求方和服务提供方都要使用网络核心部分所提供的服务。**

客户程序的特点：

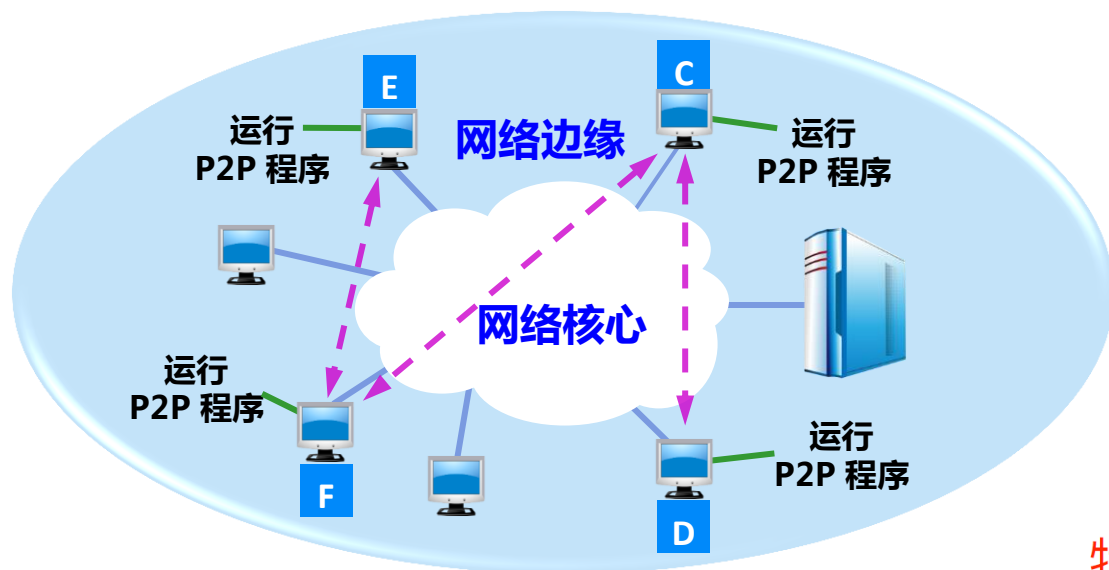
- **被用户调用后运行**，在通信时主动向远地服务器发起通信（请求服务）。因此，**客户程序必须知道服务器程序的地址**。
- 不需要特殊的硬件和很复杂的操作系统。

服务器程序的特点：

- 一种专门用来**提供某种服务的程序**，可同时处理多个远地或本地客户的请求。
- 系统启动后即自动调用并**一直不断地运行着**，**被动地等待并接受**来自各客户的**通信请求**。因此，**服务器程序不需要知道客户程序的地址**。
- 一般需要**强大的硬件和高级的操作系统支持**。

对等连接方式

- **对等连接** (peer-to-peer, 简称为 **P2P**) 是指两个主机在通信时**并不区分**哪一个是服务请求方还是服务提供方。
- 只要两个主机都运行了对等连接软件 (P2P 软件), 它们就可以进行**平等的、对等连接通信**。
- 双方都可以下载对方已经存储在硬盘中的共享文档。
- 对等连接方式从**本质上看仍然是使用客户-服务器方式**, 只是对等连接中的**每一个主机既是客户又是服务器**。



对等连接工作方式 (P2P 方式)

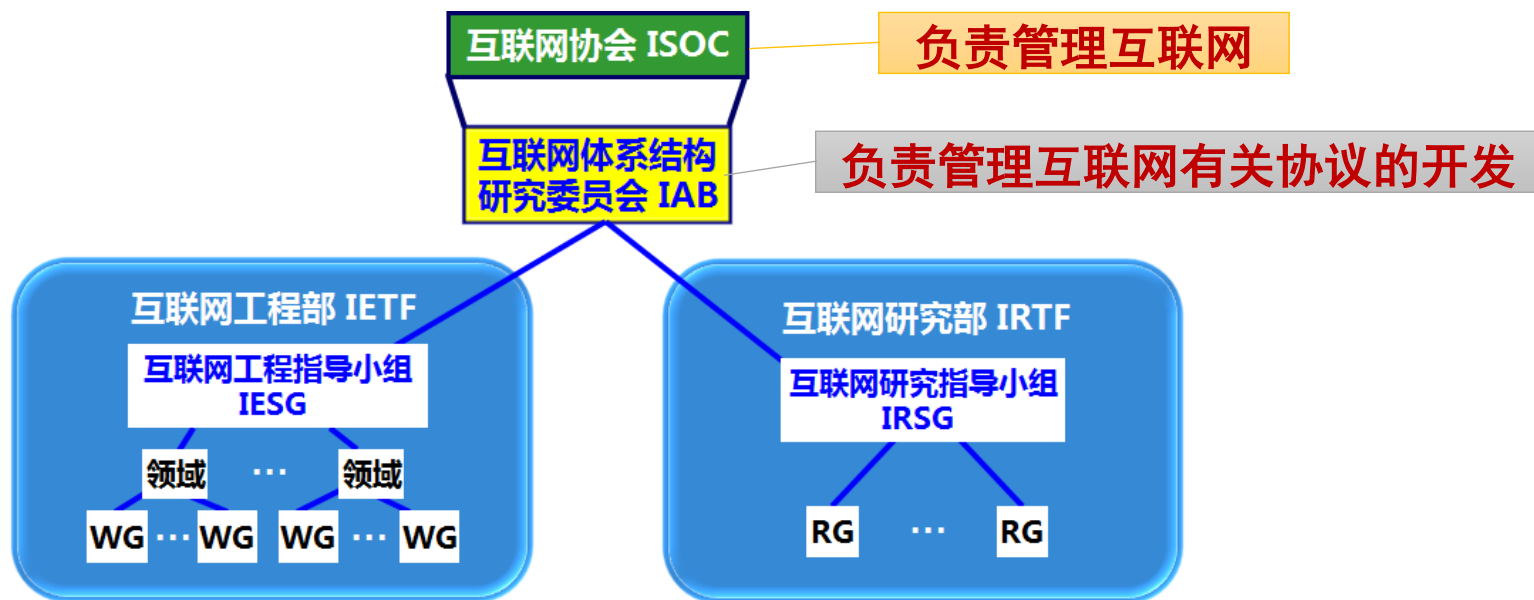
对等连接工作方式
可支持大量对等用户
(如上百万个)
同时工作。

特点: 资源分散在端系统中。

互联网的标准化工作

互联网成功的因素是**开放性**和**标准化**。

- 开放性：任何人都可以参与标准的制定、下载标准，符合标准的任何设备都可以接入；
- 标准化：对互联网的发展起到了非常重要作用。



研究某一特定的短期和中期的工程问题，主要针对协议开发和标准化

研究一些需要长期考虑的问题，包括互联网的一些协议、应用、体系结构等

成为互联网正式标准要经过的阶段

- 所有互联网标准都以 RFC 的形式在互联网上发表，之前要经过三个阶段。
- 现在简化为二个阶段：**建议标准**、**互联网标准**。

成为互联网正式标准之前的三个阶段：

1. 互联网草案 (Internet Draft)--有效期只有六个月。在这个阶段还**不是** RFC 文档。
2. 建议标准 (Proposed Standard)--从这个阶段开始就**成为** RFC 文档。
3. 互联网标准 (Internet Standard)--达到正式标准后，每个标准就分配到一个编号 STD xxxx。

RFC(Request For Comments)

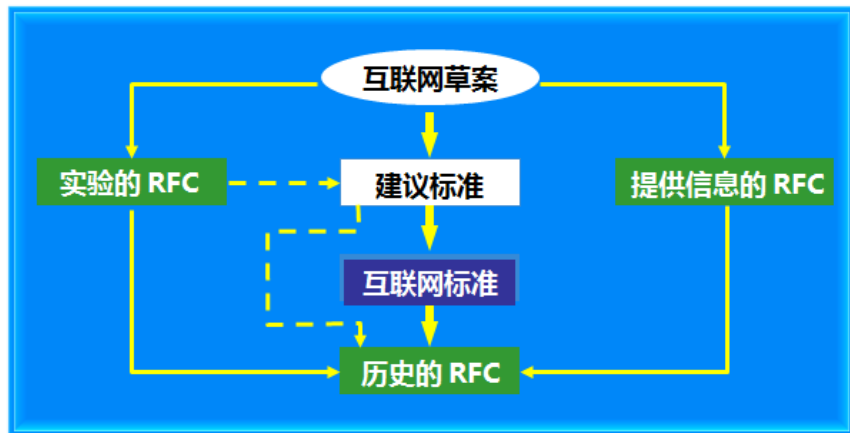
<https://www.ietf.org/rfc/>

<https://www.ietf.org/rfc/rfc-index>



成为互联网正式标准要经过的阶段

- 所有互联网标准都以RFC的形式在互联网上发表，之前要经过三个阶段。
- 现在简化为二个阶段：**建议标准**、**互联网标准**。
- 除了建议标准和互联网标准这两种 RFC 文档外，还有三种 RFC 文档：**历史的**、**实验的**和**提供信息的** RFC 文档。



- **历史的RFC**：被后来的规约所取代的，或者是从未达到必要的成熟等级因而未变成为互联网标准。
- **实验的RFC**：表示其工作属于正在实验的情况，而不能在任何实用的互联网服务中进行实现。
- **提供信息的RFC**：包括与互联网有关的一般的、历史的或指导的信息。



常用的分类方法

- 按覆盖范围分类
- 按网络所有权分类

按覆盖范围分类

类别	覆盖范围
局域网 LAN (Local Area Network)	局限在较小的范围（如 1 公里左右），通常采用高速通信线路。
城域网 MAN (Metropolitan Area Network)	作用范围一般是一个城市，作用距离约为 5~50 公里。
广域网 WAN (Wide Area Network)	通常为几十到几千公里，有时也称为 远程网 (long haul network)，是互联网的核心部分。
个域网 PAN (Personal Area Network)	范围很小，大约在 10 米左右，有时也称为 无线个人区域网 WPAN (Wireless PAN)。

若中央处理机之间的距离非常近（如仅 1 米的数量级甚至更小些），则一般就称之为**多处理机系统**，而不称它为计算机网络。



按网络所有权分类

类别	作用范围或距离
公用网 (public network)	按规定交纳费用的人都可以使用的网络，也可称为 公众网 。
专用网 (private network)	为特殊业务工作的需要而建造的网络。

公用网和专用网都可以提供多种服务。如传送的是计算机数据，则分别是**公用计算机网络**和**专用计算机网络**。

性能指标

从不同的方面来度量计算机网络的性能。





性能指标——速率

- 速率是计算机网络中最重要的一个性能指标，指的是**数据的传送速率**，它也称为**数据率** (data rate) 或**比特率** (bit rate)，是单位时间内在通道中传输的数据量。
- 速率的单位是 bit/s，或 kbit/s、Mbit/s、Gbit/s等。
例如： 5×10^{10} bit/s 的数据率，记为 50 Gbit/s。
- **速率往往是指额定速率或标称速率，非实际运行速率。**

注意与存储容量的区别：

- 千 = **K** = 2^{10} = 1024，兆 = **M** = 2^{20} = 1024 K，吉 = **G** = 2^{30} = 1024 M
- Byte(字节，基本单位)、KByte(KB)、MByte(MB)、GByte(GB)，
1 字节 (Byte) = 8 比特 (bit)

性能指标——带宽

频域

- 某个信号具有的**频带宽度**。
- 单位是**赫兹**（或千赫兹、兆赫兹、吉赫兹等）。
- 某信道允许通过的信号频带范围称为该**信道的带宽**（或通频带）。

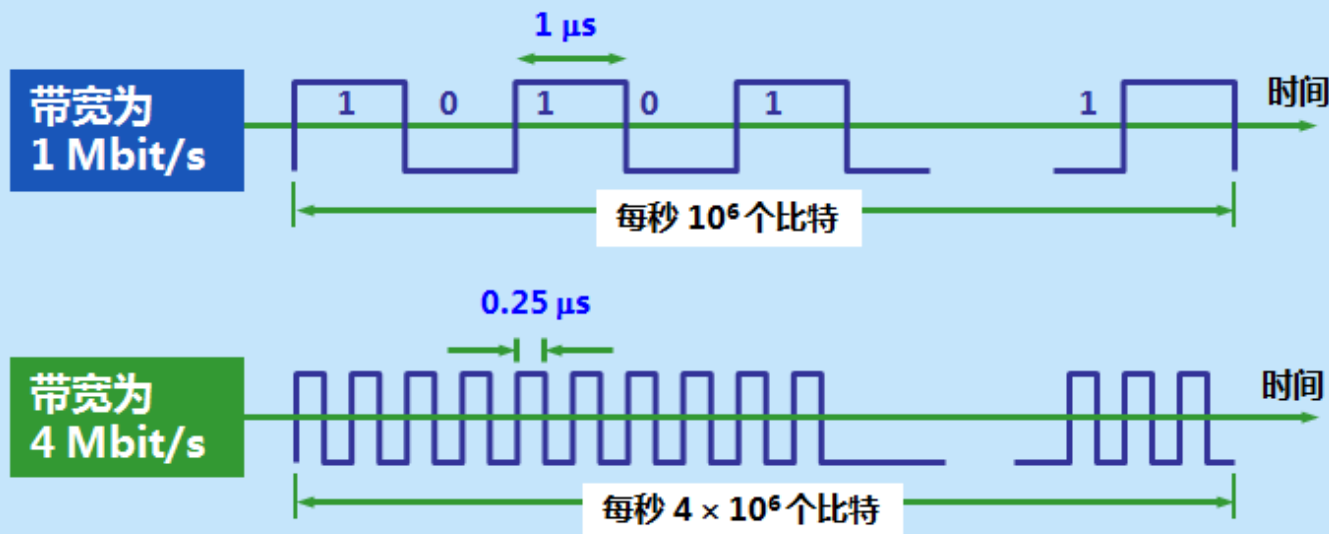
时域

- 网络中某通道传送数据的能力，表示在单位时间内网络中的某信道所能通过的“**最高数据率**”。
- 单位是数据率的单位 bit/s。

二者本质相同

一条通信链路的“带宽”越宽，其所能传输的“最高数据率”也越高。

性能指标——带宽



在时间轴上信号的宽度随带宽的增大而变窄

一条通信链路的“带宽”越宽，其所能传输的“最高数据率”也越高。

性能指标——吞吐量

- 吞吐量 (throughput) 表示在单位时间内通过某个网络 (或信道、接口) 的数据量。
- 用来测量**实际上到底有多少数据量能够通过网络**。
- **吞吐量受网络的带宽或网络的额定速率的限制**。
 - 额定速率是绝对上限值。
 - 可能会远小于额定速率，甚至下降到零。
- 有时可用**每秒传送的字节数或帧数**来表示。