

计算机网络-概论

对外经济贸易大学

信息学院 陈东华

dhchen@uibe.edu.cn

2022年2月27日

课程目标

- 通过本课程的学习，掌握计算机网络的结构、协议和基本原理、以及使用网络的基本知识，为开发网络环境的管理系统、网络规划和网络应用打下坚实基础。
- 本课程的重点：
 - 通讯基础知识
 - 网络基本原理和协议
 - 网络结构和组网技术

说明

- 混合式教学（线下教学+线上视频学习）
- 成绩
 - 考勤、课堂互动（15%）+平时作业15%
 - 期中小测10%（若时间允许）
 - 期末闭卷考试 60-70%
- 课件：TAS-计算机网络讲义
- 作业：一般提交TAS，系统有问题也可发邮箱
- 考勤：抽查5次左右

网络？



举例

国际互联网和本地网



课程体系



教材与参考书

□ 计算机网络（7版）

■ 谢希仁 电子工业出版社

□ 参考资料

■ 网络技术论坛，例如：

<http://www.csdn.net/>

<http://www.51cto.com/>

■ 百科类等网站（知乎、果壳）

学什么

- 基本概念
- 基本技术原理
- 基本应用

怎么学

- 利用举例理解概念和原理
- 按实际需求利用技术
- 充分利用自己的互联网使用经验和校园网应用经验，多看多思考
- 理解式记忆

第1章 计算机网络概论

【主要内容】

- 计算机网络作用
- 互联网基础
- 网络的发展
- 互联网组成
- 主要类别
- 计算机网络性能指标
- 网络体系结构和协议

教学总时数：**6**

教材第**1**章

1.1 计算机网络在信息时代的作用

- 1. 以网络为核心的信息时代
- 2. 常说的“三网”：电信网络、有线电视网络、
计算机网络
 - 传统
 - 融合
- 因特网、互联网(**Internet**)
- 本课程主要采用广泛使用的**互联网**作为**Internet**译名

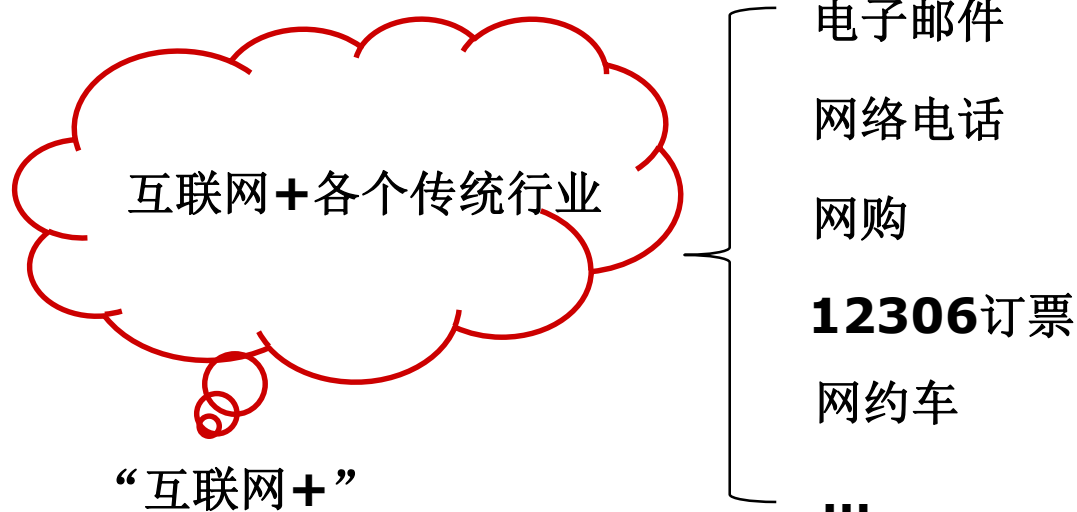
计算机网络的功能

□ 连通性

- 便捷
- 经济
- 虚拟

□ 共享

- 信息
- 软件
- 硬件



负面举例？

关于计算机网络的定义

- 计算机网络是计算机技术和通信技术发展和结合的产物。
- 使用通信线路把分布在不同地点的计算机连接起来，通过通信协议软件，达到相互资源共享的目的系统。

1.2 互联网概述

1. 网络的网络

- 起源于美国的互联网现已发展成为世界上最大的国际性计算机互联网
- **网络(network)**由若干**结点(node)**和连接这些结点的**链路(link)**组成。
- 互联网是“**网络的网络**”(network of networks)。
- 连接在互联网上的计算机都称为**主机(host)**。

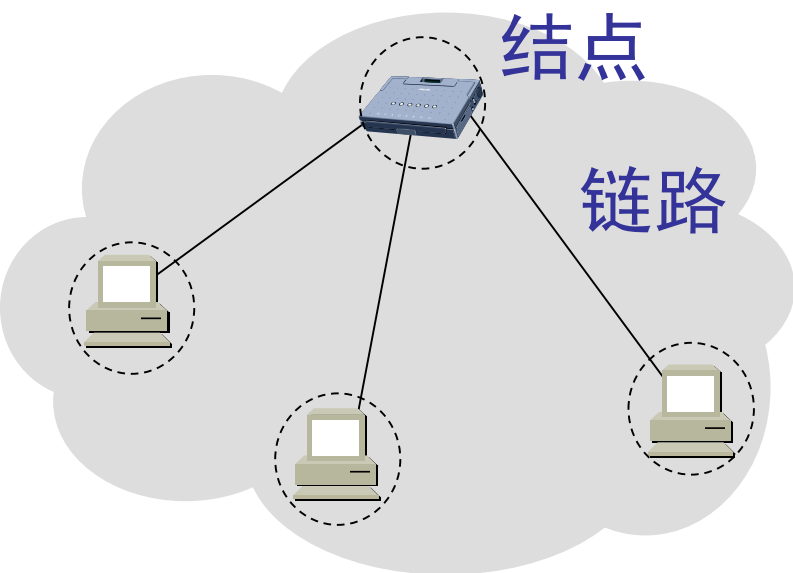
请注意名词“结点”

- “结点”的英文名词是 **node**.
- 网络中的 **node** 的标准译名是“**结点**”而不是“节点”。
- 数据结构的**树(tree)**中的 **node** 应当译为“节点”。
- 术语“**互连**”一定不能用“**互联**”代替。

网络与互联网

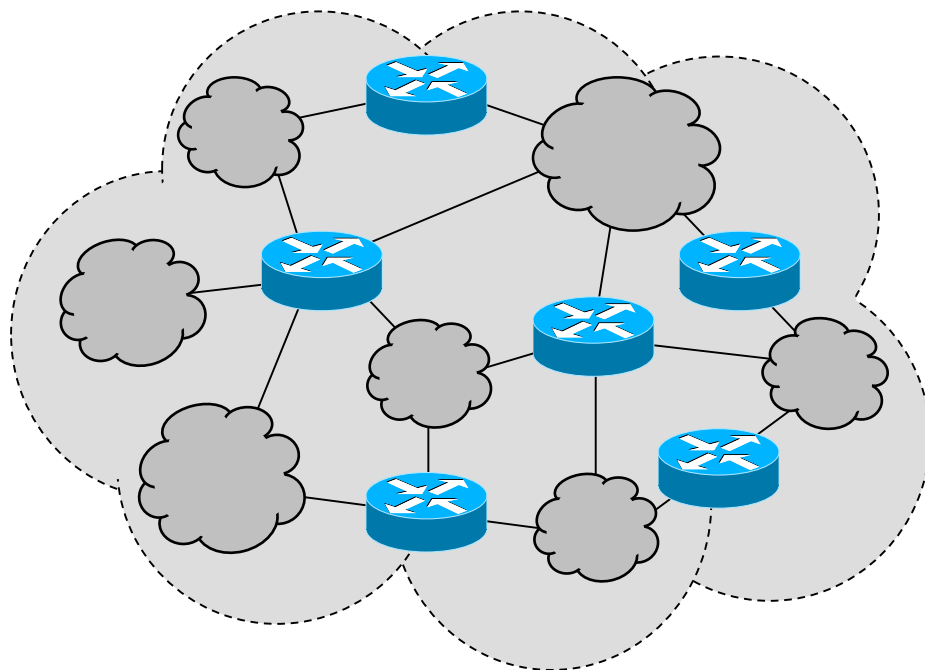
- 网络把许多计算机连接在一起，从最小单元开始，例如实验室、宿舍、办公室的网络。
- 互联网则把许多网络连接在一起，它是大规模网络，不是结点很多就可以叫做互联网。

网络



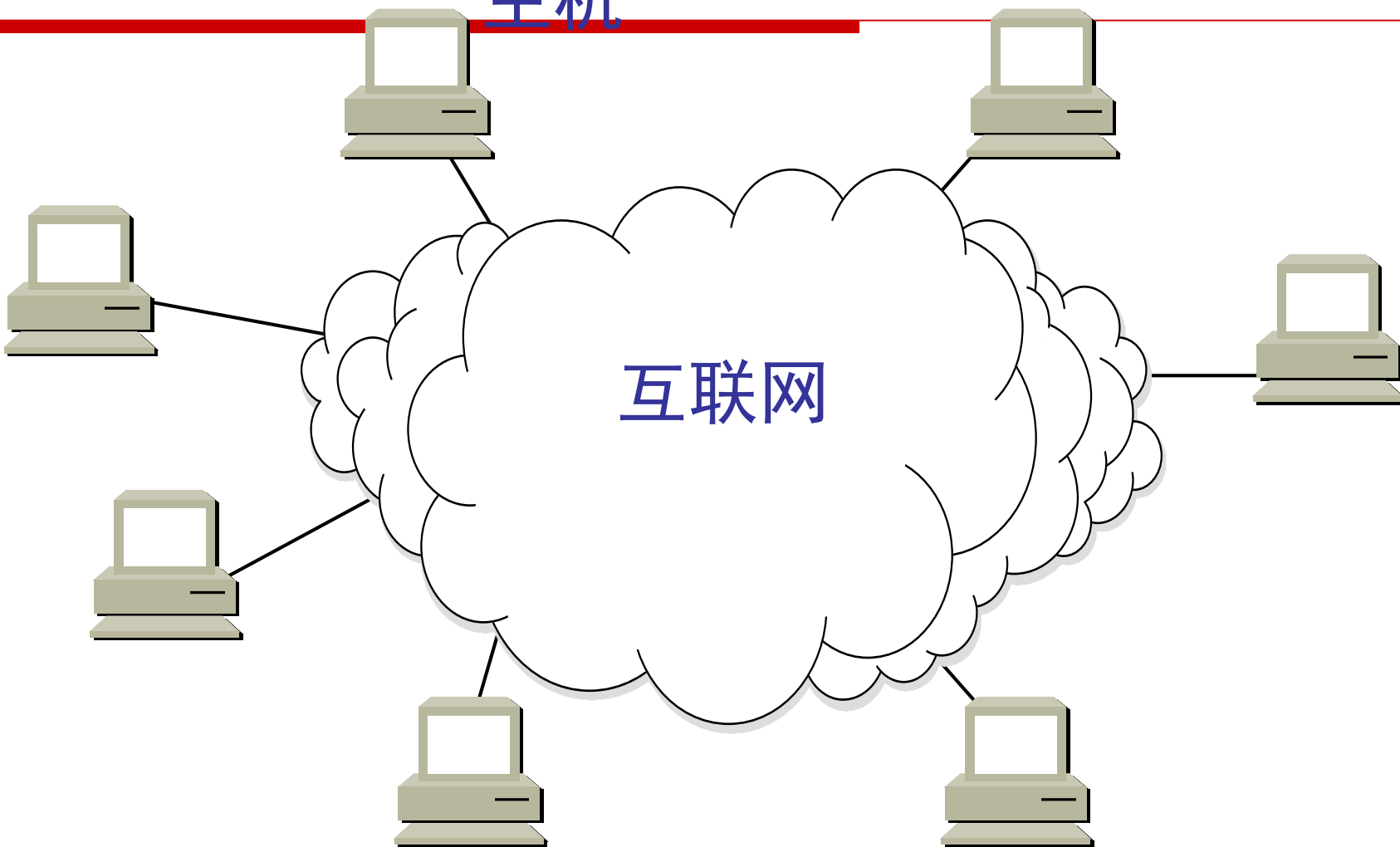
(a)

互联网（网络的网络）



(b)

主机



2. 互联网基础结构发展的三个阶段

- 第一阶段是从单个网络 **ARPANET** 向互联网发展的过程。
- **1983** 年 **TCP/IP** 协议成为 **ARPANET** 上的标准协议。
- 人们把 **1983** 年作为互联网的诞生时间。

internet 和 Internet 的区别

- 以小写字母 **i** 开始的 internet（**互连网**）是一个通用名词，它泛指由多个计算机网络互连而成的网络。
- 以大写字母 **I** 开始的 Internet（**因特网、互联网**）则是一个专用名词，它指当前全球最大的、开放的、由众多网络相互连接而成的特定计算机网络，它采用 **TCP/IP 协议族** 作为通信的规则，且其前身是美国的 ARPANET。

三级结构的互联网

- 第二阶段的特点是建成了三级结构的互联网。

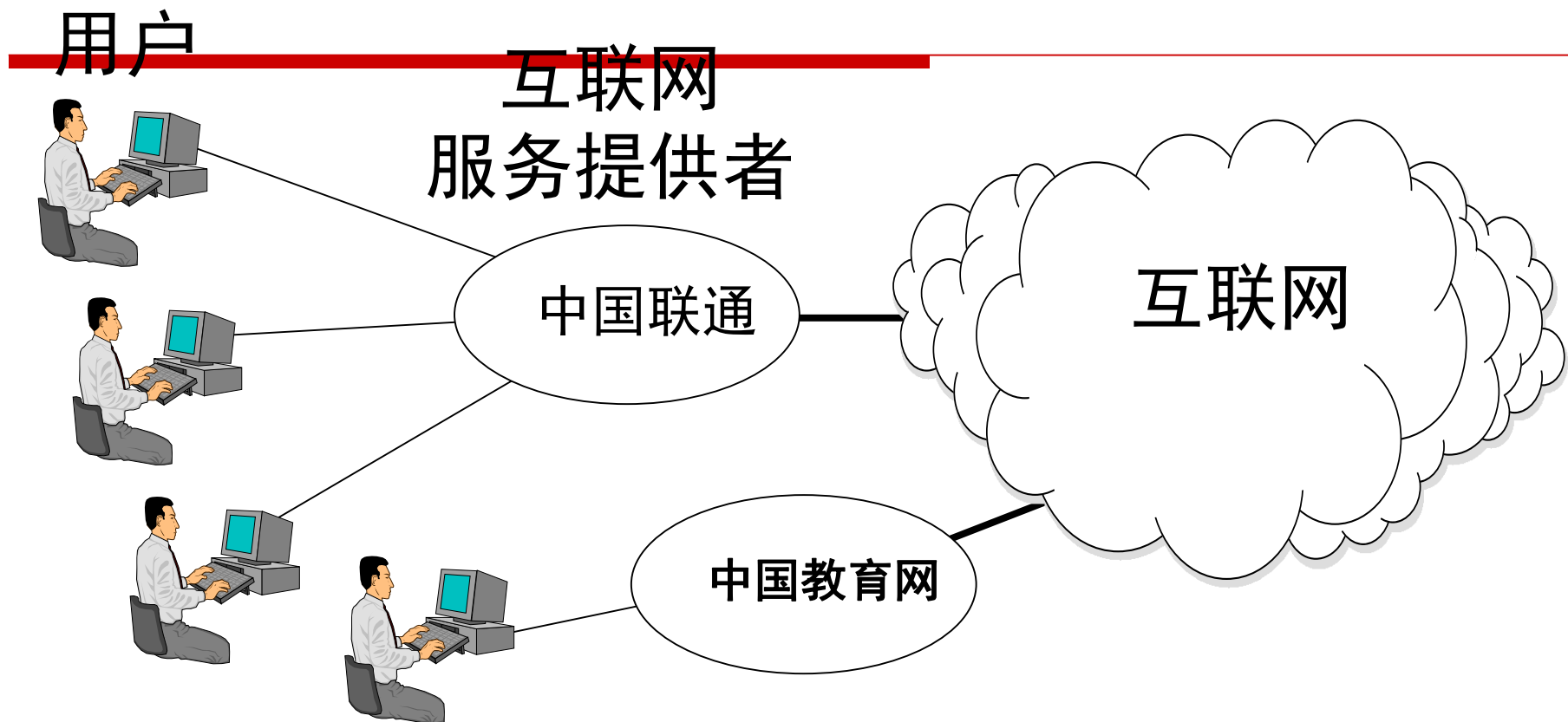
1985年美国国家科学基金会建立的NSFNET

- 三级计算机网络，分为主干网、地区网和校园网（或企业网）。

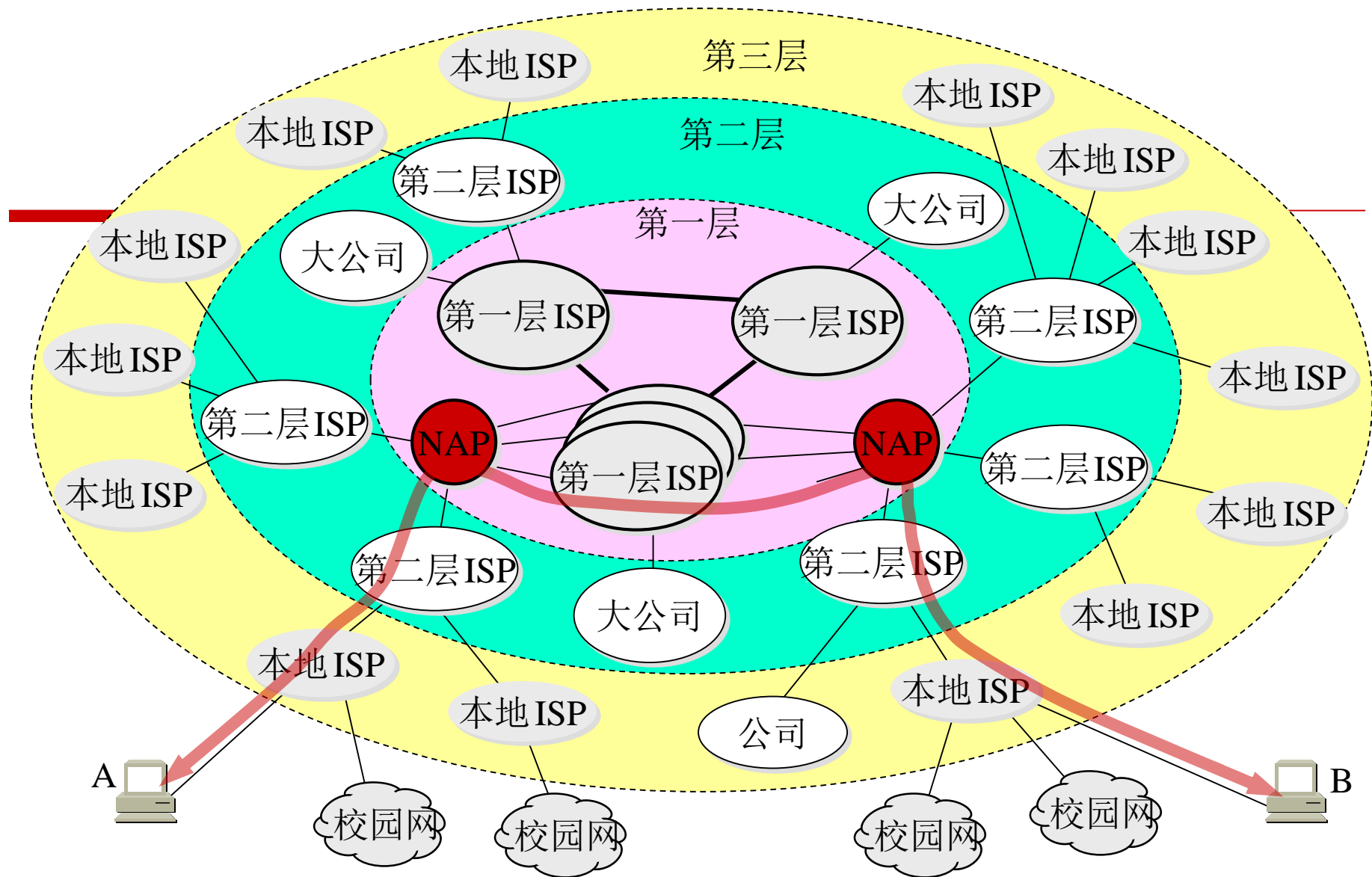
多层次 ISP 结构的互联网

- 第三阶段的特点是逐渐形成了多层次 **ISP** 结构的互联网。
- 出现了互联网服务提供者 **ISP** (Internet Service Provider)。
- 中国移动、中国联通等。

用户通过 ISP 上网



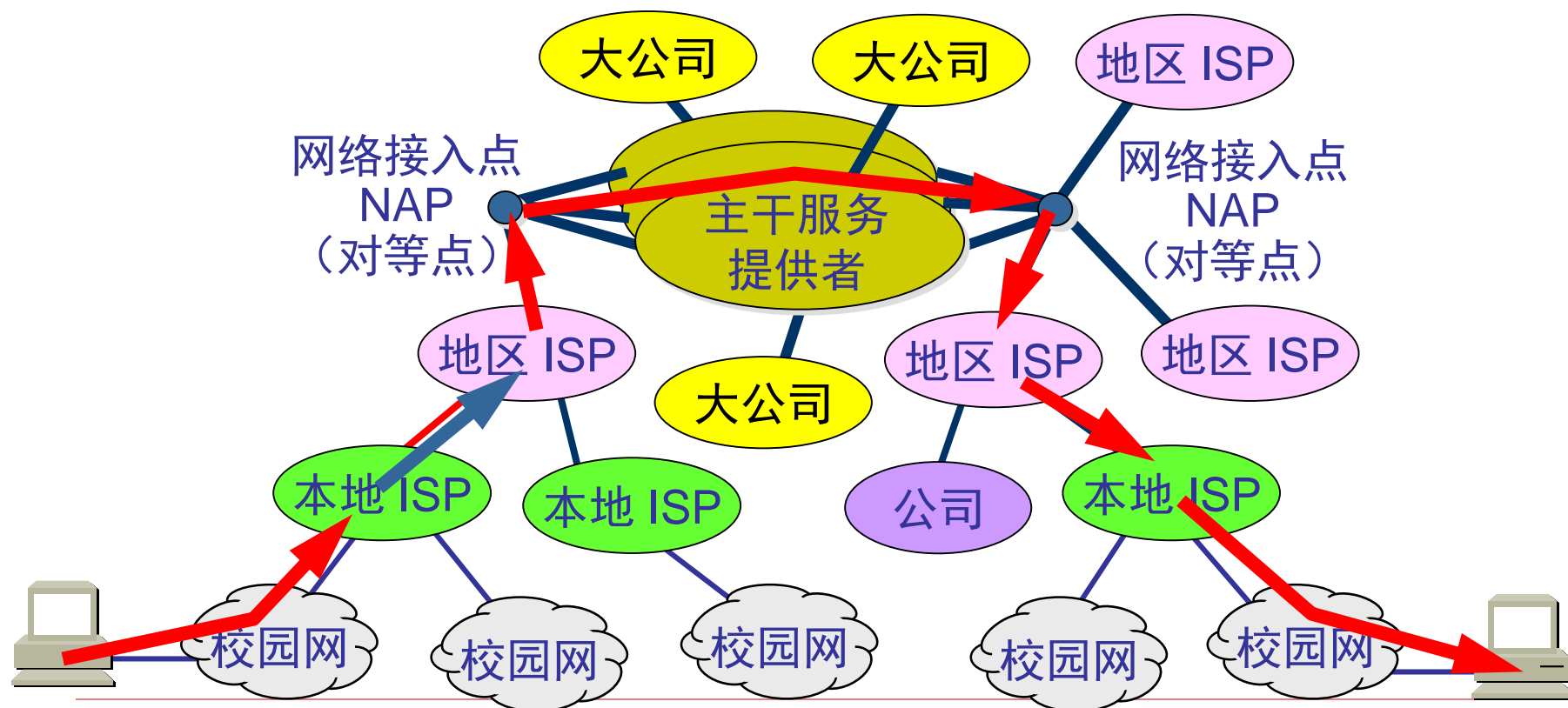
根据提供服务的覆盖面积大小以及所拥有的
IP 地址数目的不同，ISP 也分成为**不同的层次**。



主机A → 本地 ISP → 第二层 ISP → NAP → 第一层 ISP → NAP → 第二层 ISP → 本地 ISP → 主机B

多级结构的因特网

□ 主机到主机的通信可能经过多种 **ISP**。



□ ISP

- **ISP(Internet Service Provider)**, 互联网服务提供商, 即向广大用户综合提供互联网接入业务、信息业务、和增值业务的电信运营商。**ISP**是经国家主管部门批准的正式运营企业, 享受国家法律保护。

□ NAP

- **NAP**是互联网的路由选择层次体系中的通信交换点。每个网络接入点由一个共享交换系统或者局域网组成, 用来交换业务量。
- 通达因特网主干线的点。
- **ISP**互相连接的点。
- **1999**年初**NAP**和城域交换局 (**MAE**) 被统称为公共互联网交换点 (**IXP**) 。

中国主要的ISP

- ❑ 中国电信：拨号上网、**ADSL、4G**
- ❑ 中国移动：**GPRS**及**EDGE**无线上网、**TD-SCDMA、4G-LTE**
- ❑ 中国联通：**GPRS,W-CDMA**无线上网、 拨号上网、**ADSL、4G**
- ❑ 其他

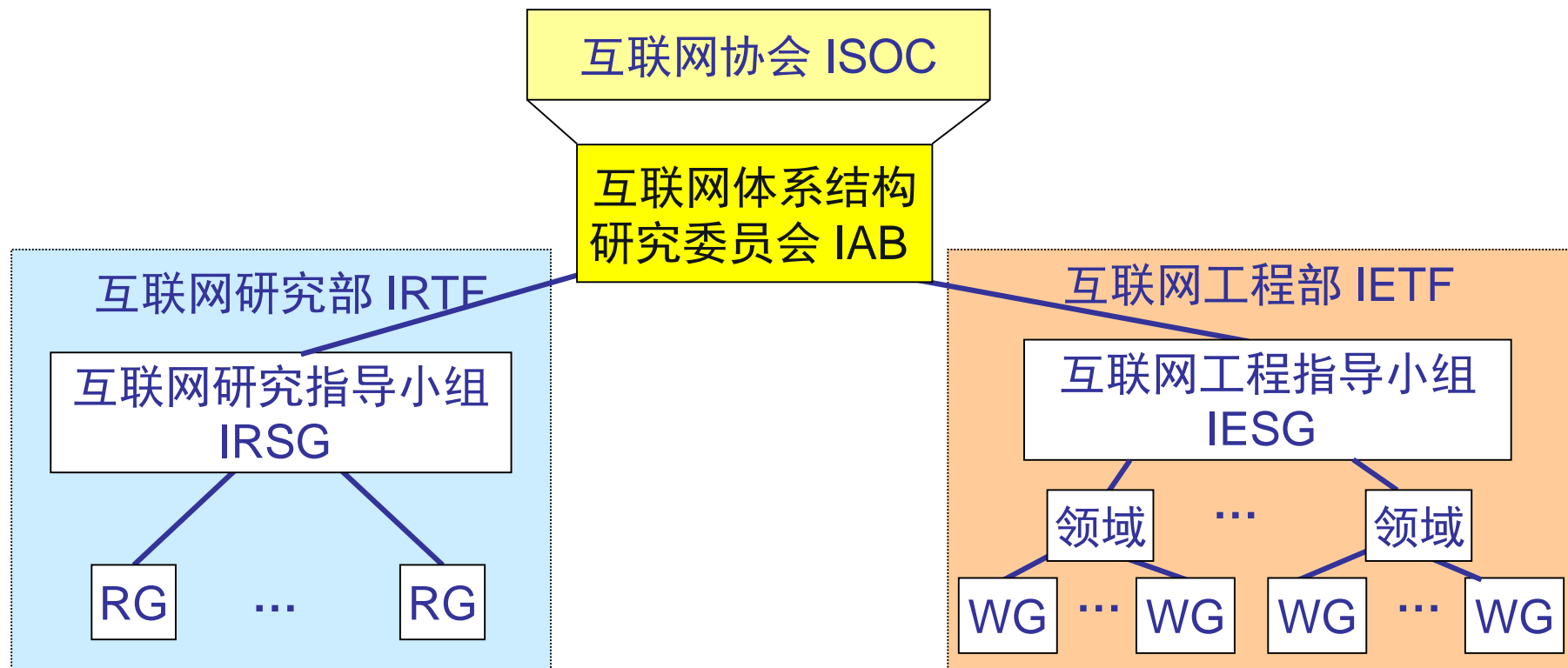
万维网 **WWW** 的问世

- 互联网已经成为世界上规模最大和增长速率最快的计算机网络。
- 互联网的迅猛发展始于 **20 世纪 90 年代**。
 - 由欧洲原子核研究组织 **CERN** 开发的万维网 **WWW (World Wide Web)** 被广泛使用在互联网上
 - 大大方便了广大非网络专业人员对网络的使用，成为互联网的这种指数级增长的主要驱动力。

互联网的发展情况概况

□	网络数	主机数	用户数	管理机构数
1980	10	10^2	10^2	10^0
1990	10^3	10^5	10^6	10^1
2000	10^5	10^7	10^8	10^2
2005	10^6	10^8	10^9	10^3
2006				
2007				
.....				
2020	?	?	?	?

3. 关于互联网的标准化工作

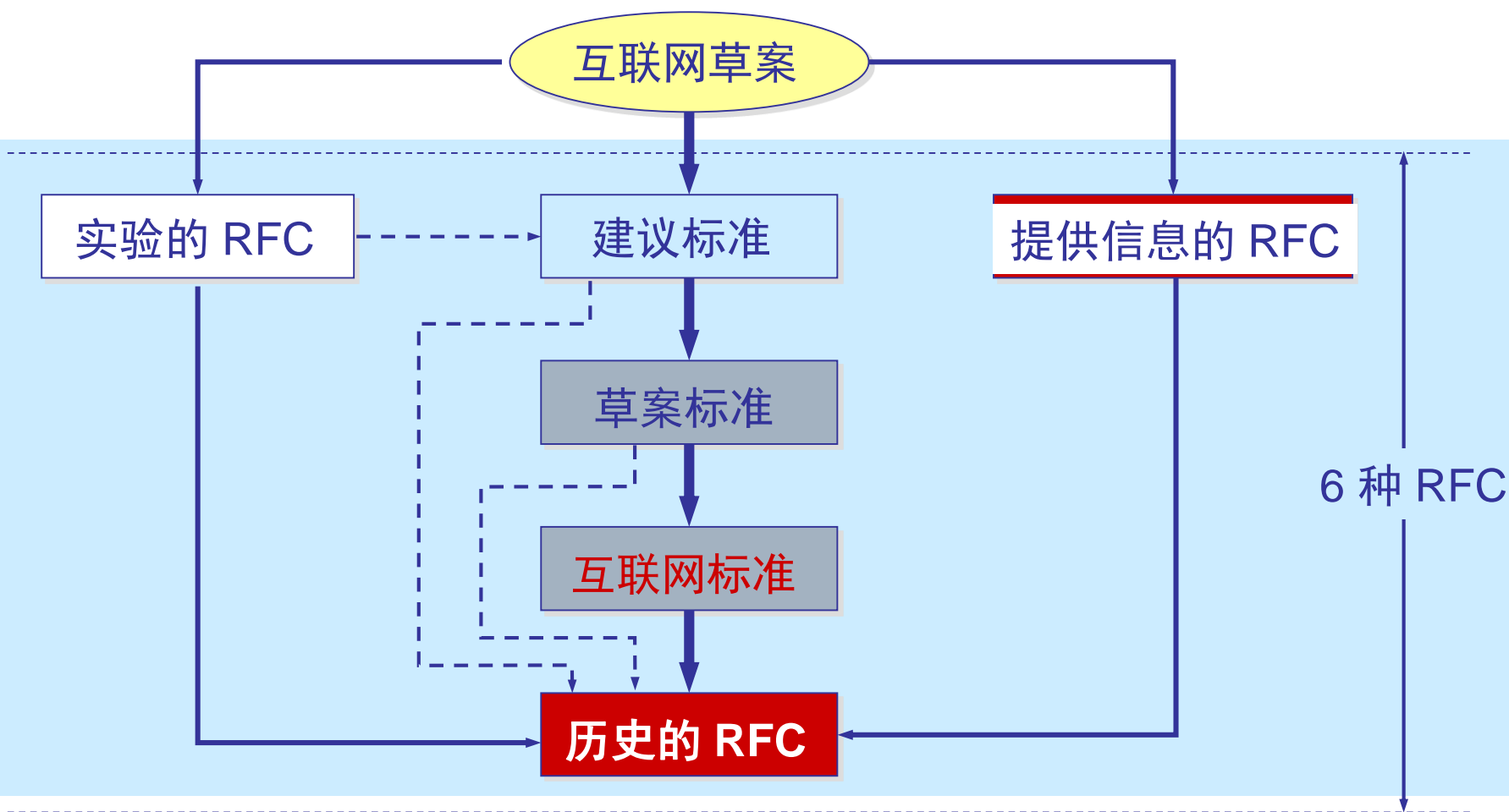


制订互联网的正式标准要经过以下的四个阶段

- ❑ 互联网草案(**Internet Draft**) ——在这个阶段还**不是** **RFC** 文档。
- ❑ 建议标准(**Proposed Standard**) ——从这个阶段开始就成为 **RFC** 文档。
- ❑ 草案标准(**Draft Standard**)。○○○
- ❑ 互联网标准(**Internet Standard**)

2011年10月
取消这一步

各种RFC之间的关系

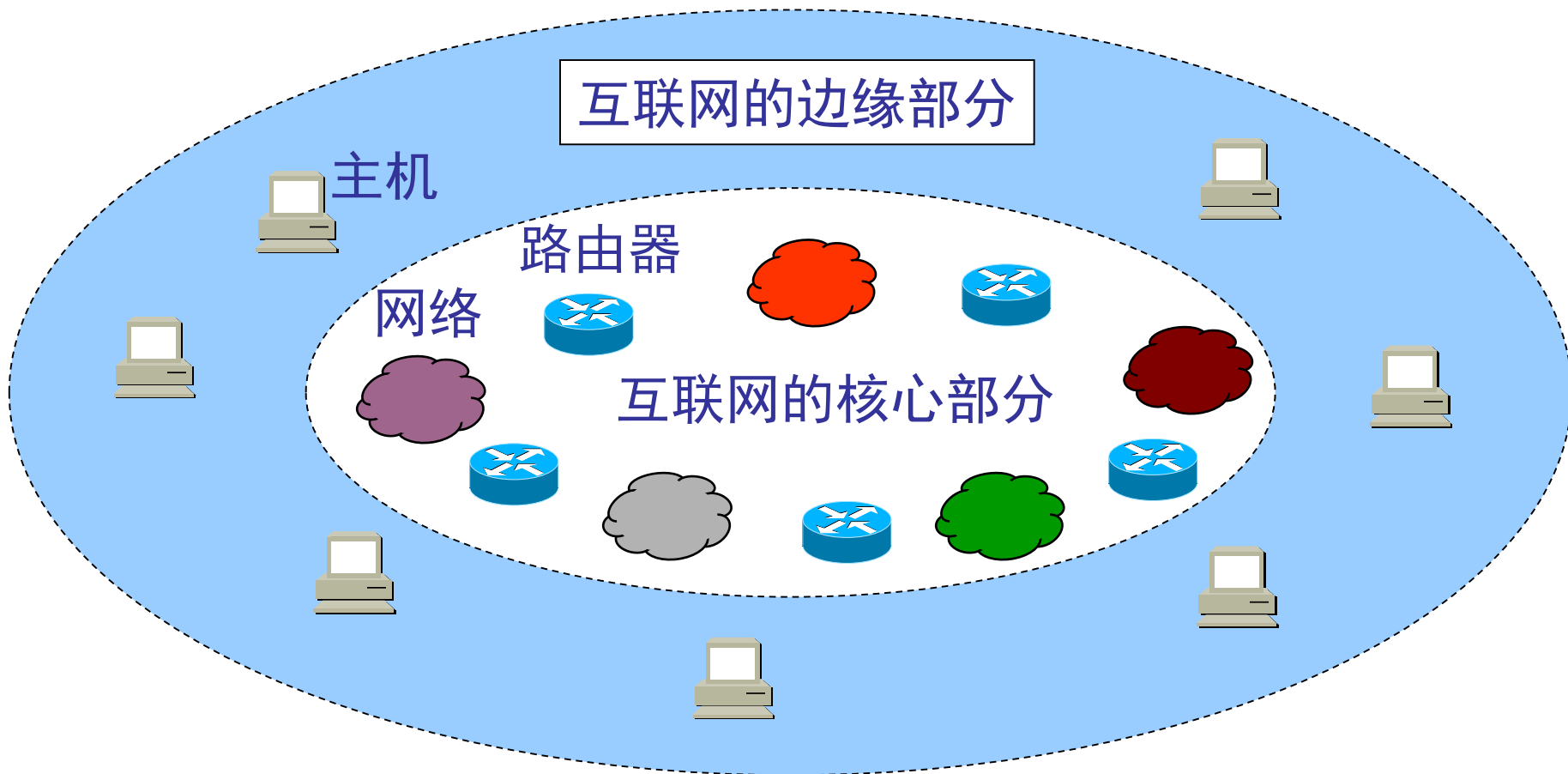


1.3 互联网的组成

根据互联网的工作方式，可以划分为两部分：

- **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）。

互联网的边缘部分与核心部分



1. 互联网的边缘部分

- 互联网边缘的部分是连接在互联网上的所有的主机。主机又称为**端系统(end system)**。
- “主机 **A** 和主机 **B** 进行通信”：“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”。
- “主机 **A** 的某个进程和主机 **B** 上的另一个进程进行通信”。或简称为“计算机之间通信”

两种通信方式

在网络边缘的端系统中运行的程序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

- 对等方式（**P2P** 方式）

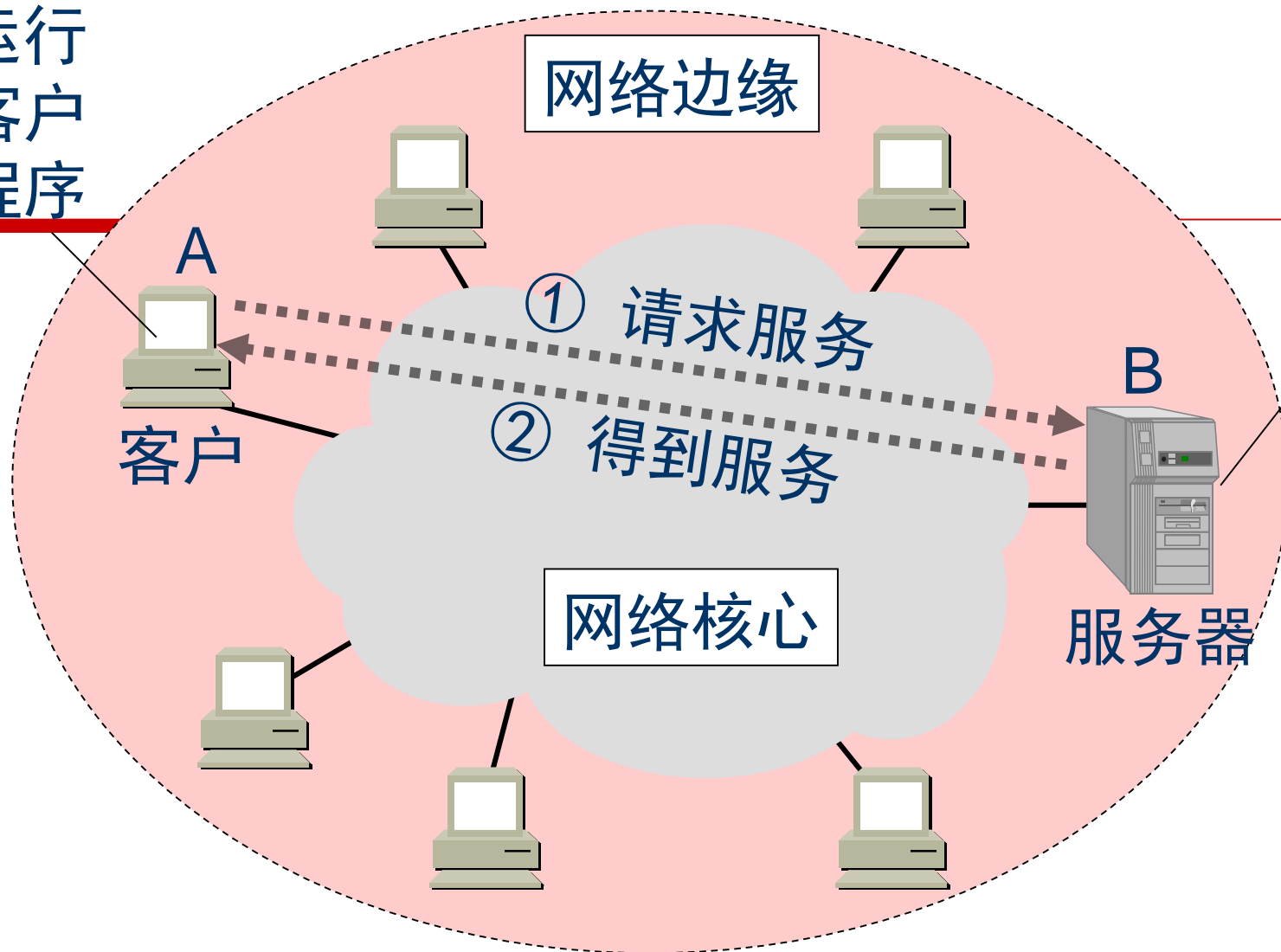
即 **Peer-to-Peer** 方式

1) 客户服务器方式（C/S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**。

运行
客户
程序

运行
服务器
程序



客户 A 向服务器 B 发出请求服务，
而服务器 B 向客户 A 提供服务。

客户软件的特点

- ❑ 被用户调用后运行，在打算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。
- ❑ 浏览器、**FTP**工具、邮件客户端、**APP...**

服务器软件的特点

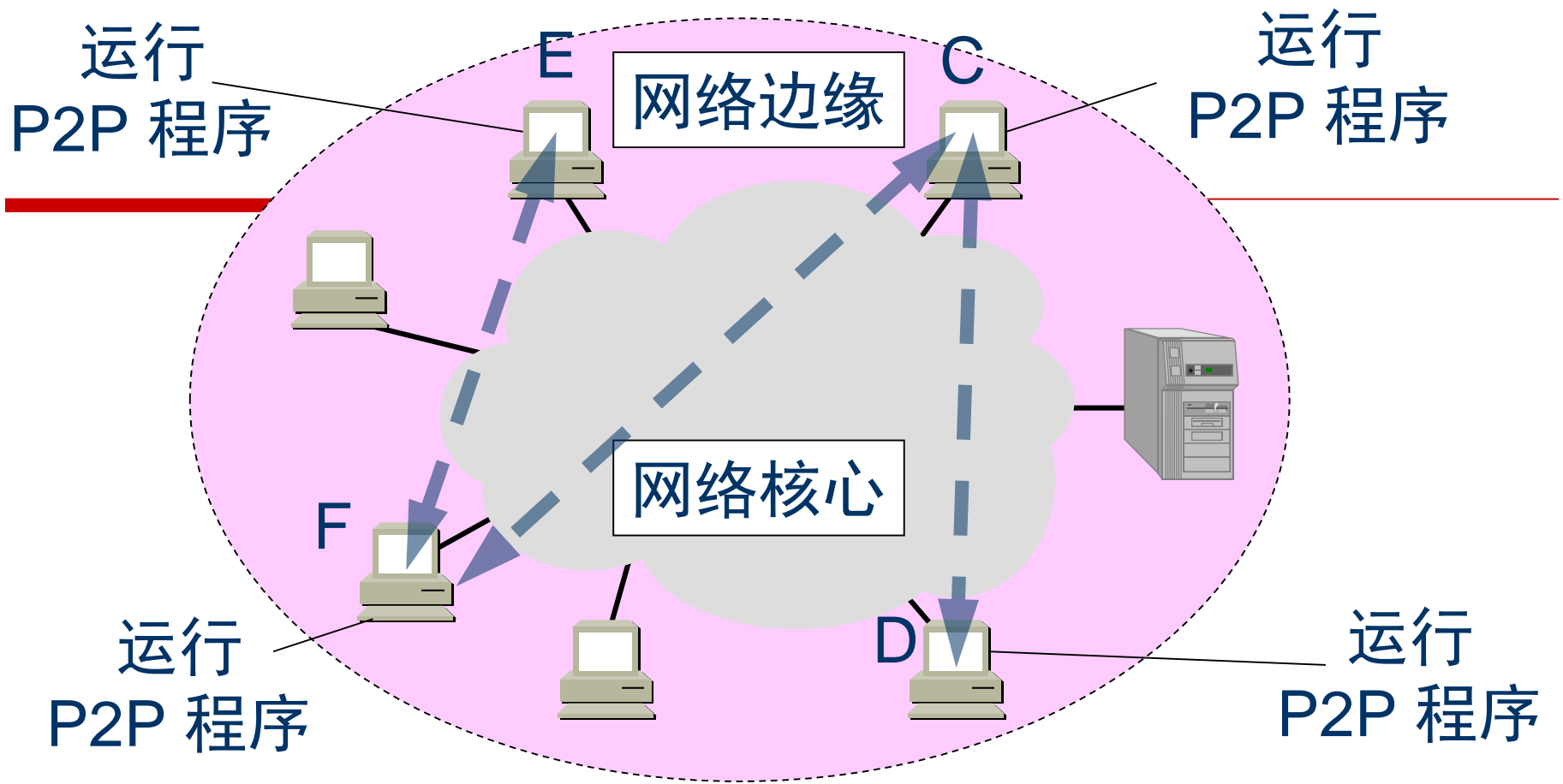
- 一种专门用来提供某种服务的程序，可同时处理多个远地或本地客户的请求。
- 系统启动后即自动调用并一直不断地运行着，被动地等待并接受来自各地的客户的通信请求。因此，服务器程序不需要知道客户程序的地址。
- 一般需要强大的硬件和高级的操作系统支持。
- **Windows Server、Ubuntu...**

2) 对等连接方式

- **对等连接(peer-to-peer, 简写为 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。

对等连接方式的特点

- ❑ 本质：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同时是服务器。
- ❑ 例如主机 **C** 请求 **D** 的服务时，**C** 是客户，**D** 是服务器。但如果 **C** 又同时向 **F** 提供服务，那么 **C** 又同时起着服务器的作用。
- ❑ 举例（同学讨论），请大家思考、讨论**P2P**连接和**C\S**连接各有什么优缺点？



2. 互联网的核心部分

- 作用：要向网络边缘中的大量主机提供连通性，使边缘部分中的任何一个主机都能够向其他主机通信（即传送或接收各种形式的数据）。
- 设备：**路由器(router)**。
- 路由器任务：实现**分组交换(packet switching)**的关键构件，其任务是转发收到的分组，这是网络核心部分最重要的功能。

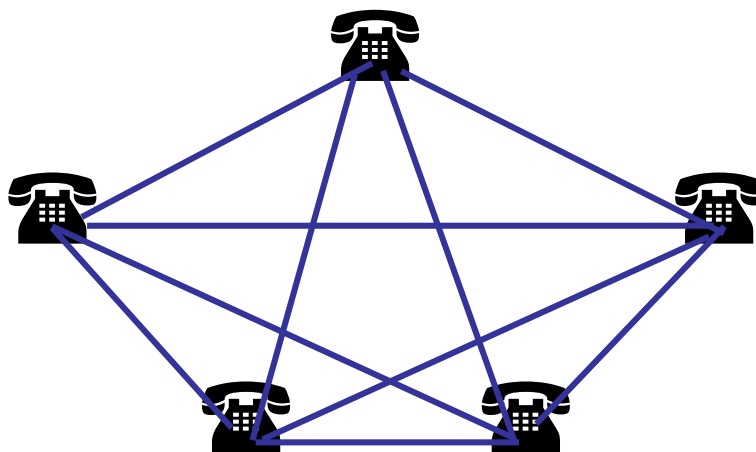
1) 电路交换的主要特点

- 两部电话机只需要用一对电线就能够互相连接起来。



更多的电话机互相连通

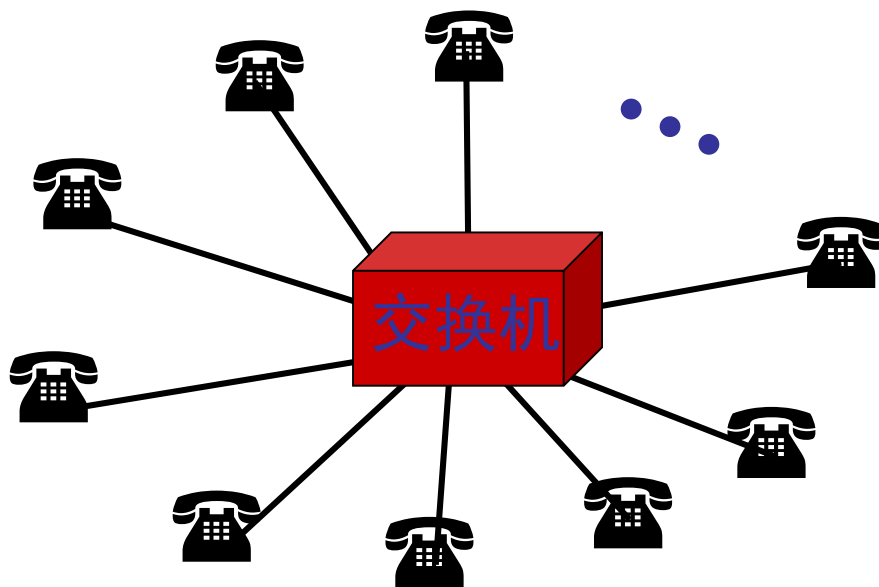
- **5** 部电话机两两相连，需 **10** 对电线。



- **N** 部电话机两两相连，需 **$N(N - 1)/2$** 对电线。
- 当电话机的数量很大时，这种连接方法需要的电线对的数量与电话机数的平方成正比。

使用交换机

- 当电话机的数量增多时，就要使用交换机来完成全网的交换任务。



“交换”的含义

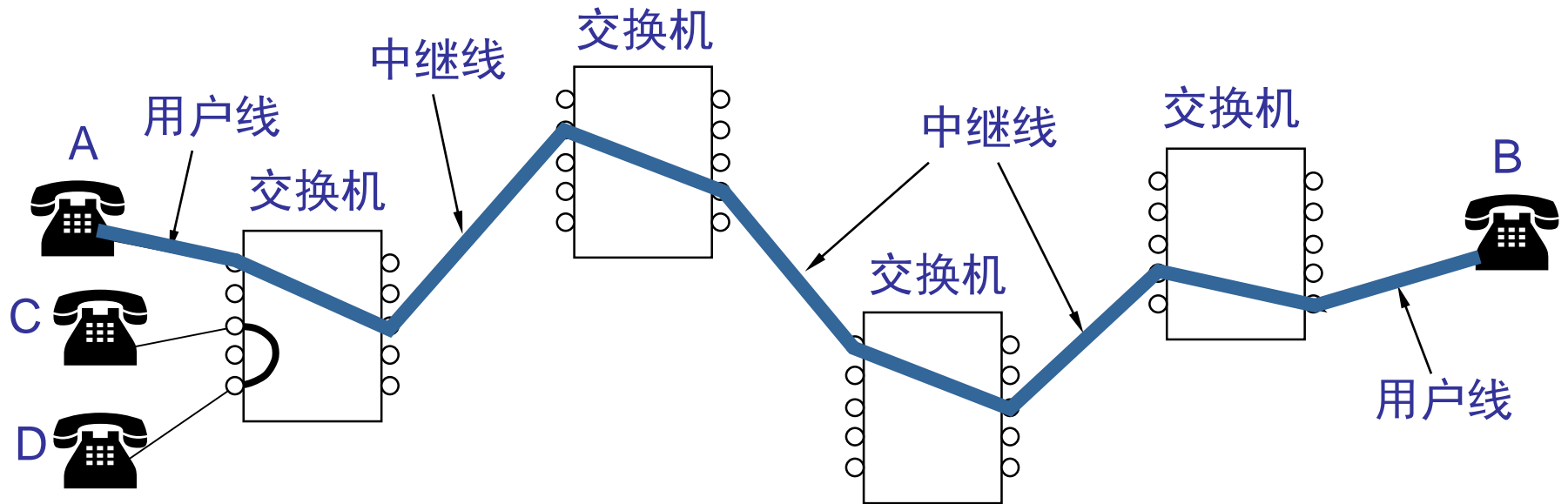
- 在这里，“**交换**” (**switching**) 的含义就是**转接**——把一条电话线转接到另一条电话线，使它们连通起来。
- 从通信资源的分配角度来看，“交换”就是按照某种方式**动态地分配**传输线路的资源。

电路交换的特点

- 电路交换必定是面向连接的。
- 电路交换的三个阶段：
 - 建立连接
 - 通信
 - 释放连接

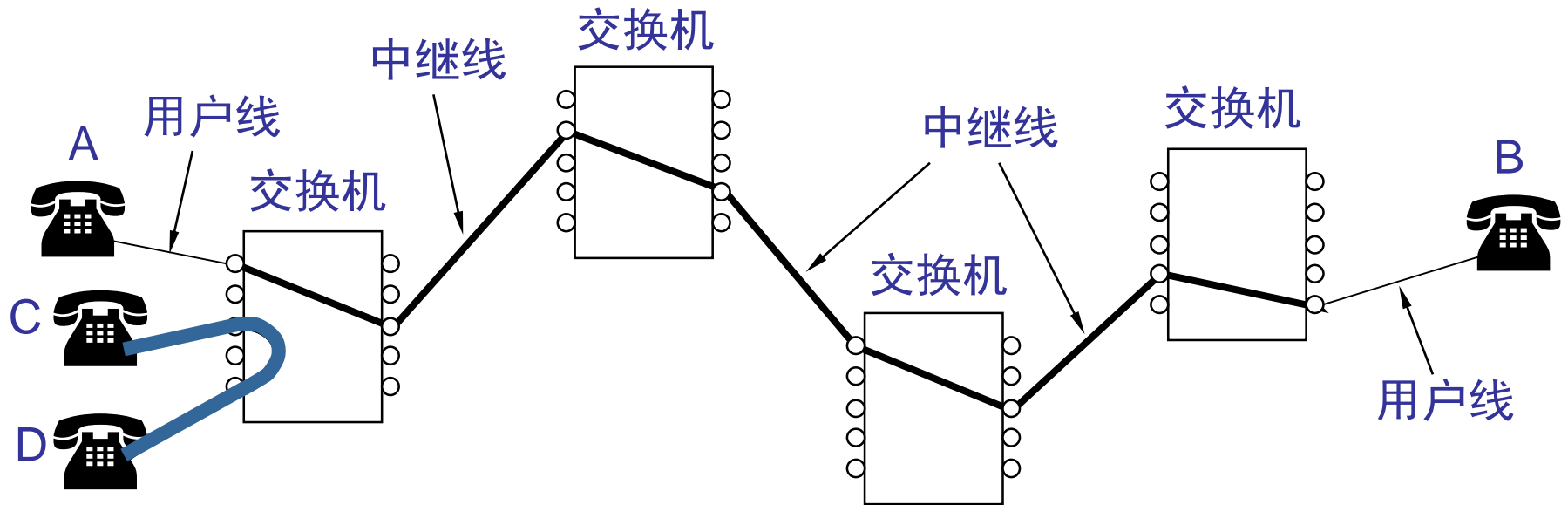
电路交换举例

- **A** 和 **B** 通话经过四个交换机
- 通话在 **A** 到 **B** 的连接上进行



电路交换举例

- ❑ **C** 和 **D** 通话只经过一个本地交换机
- ❑ 通话在 **C** 到 **D** 的连接上进行

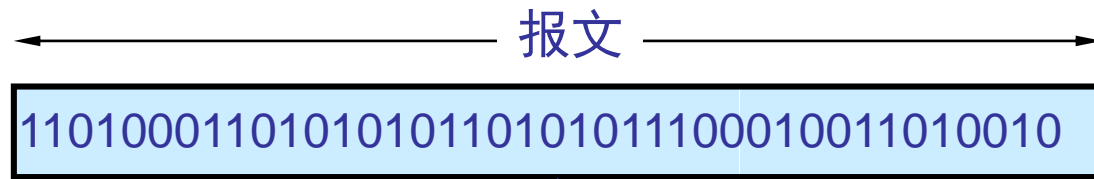


电路交换传送计算机数据效率低

- 计算机数据具有突发性。
- 导致通信线路的利用率很低。

2. 分组交换的主要特点

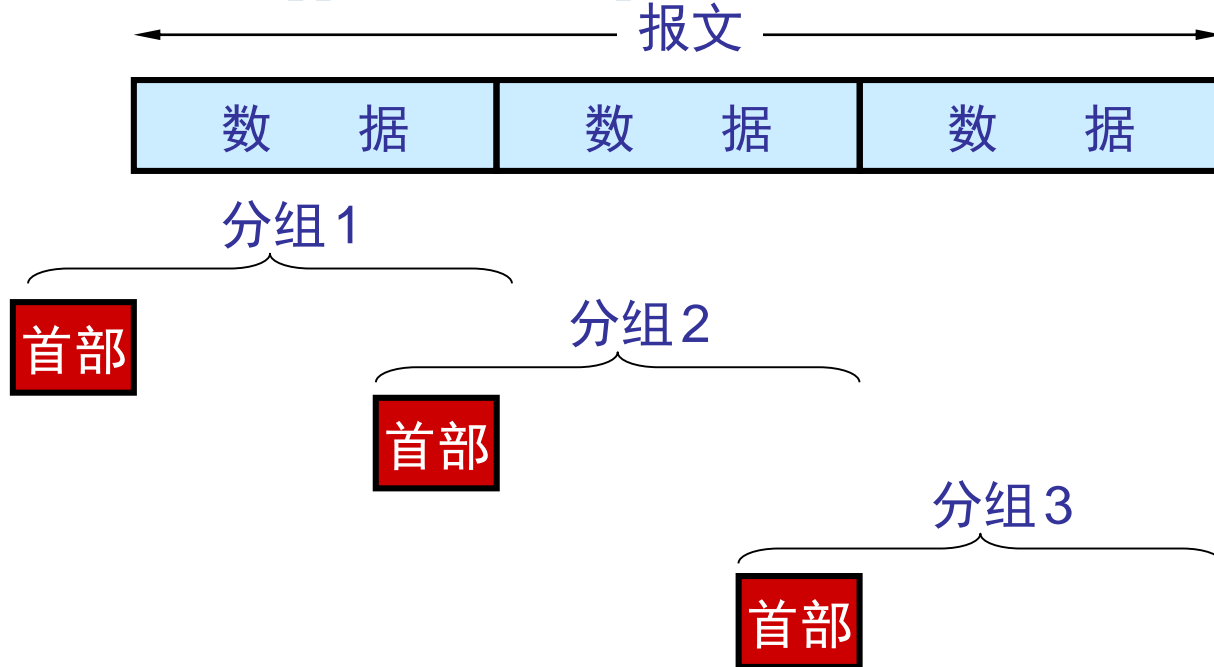
- 在发送端，先把较长的**报文**划分成较短的、固定长度的数据段。



假定这个报文较长
不便于传输

添加首部构成分组

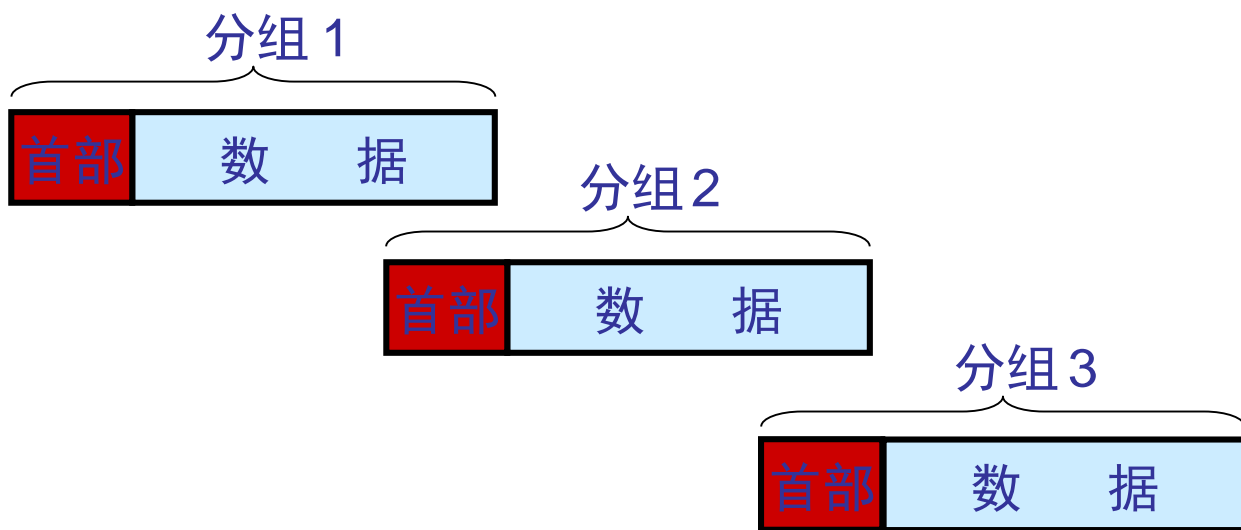
- 每一个数据段前面添加上首部(header)构成分组(packet)。



请注意：现在左边是“前面”

分组交换的传输单元

- 分组交换网以“**分组**”作为数据传输单元。
- **依次**把各分组发送到接收端（假定接收端在左边）。

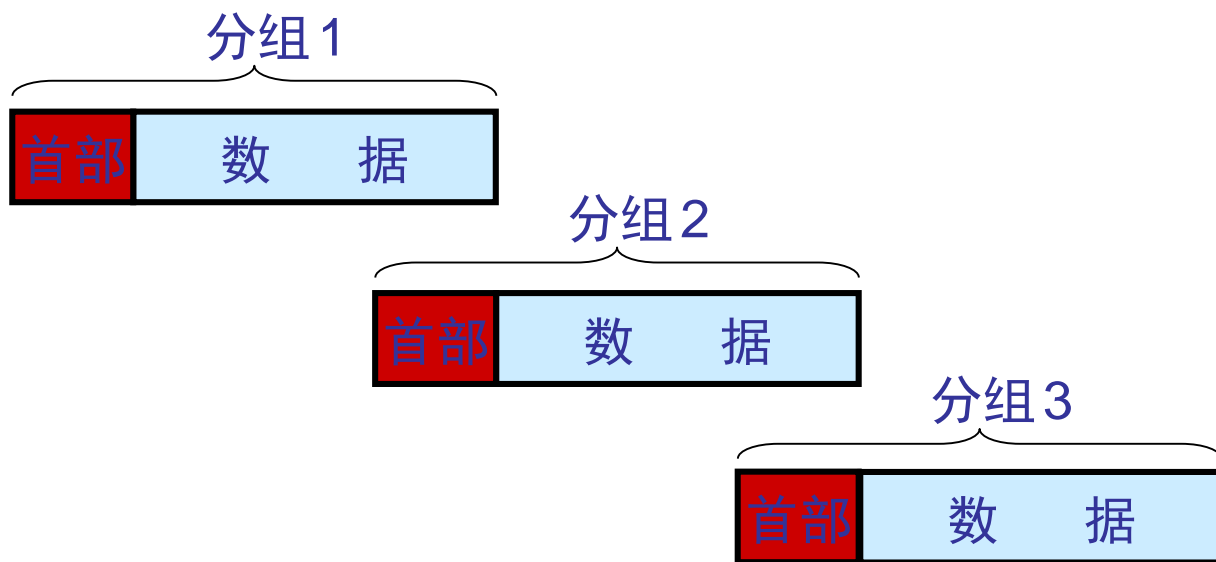


分组首部的重要性

- 每一个分组的首部都含有地址等控制信息。
- 分组交换网中的结点交换机根据收到的分组的首部中的地址信息，把分组转发到下一个结点交换机。
- 用这样的存储转发方式，最后分组就能到达最终目的地。

收到分组后剥去首部

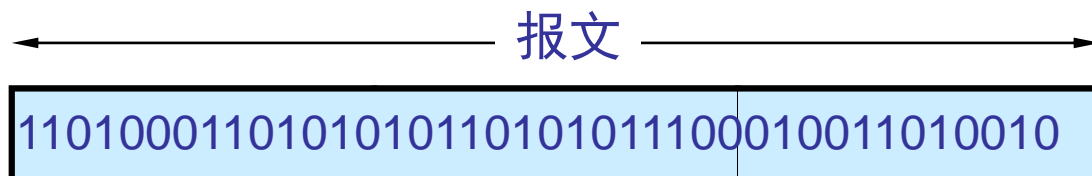
- 接收端收到分组后剥去首部还原成报文。



收到的数据

最后还原成原来的报文

- 最后，在接收端把收到的数据恢复成为原来的报文。

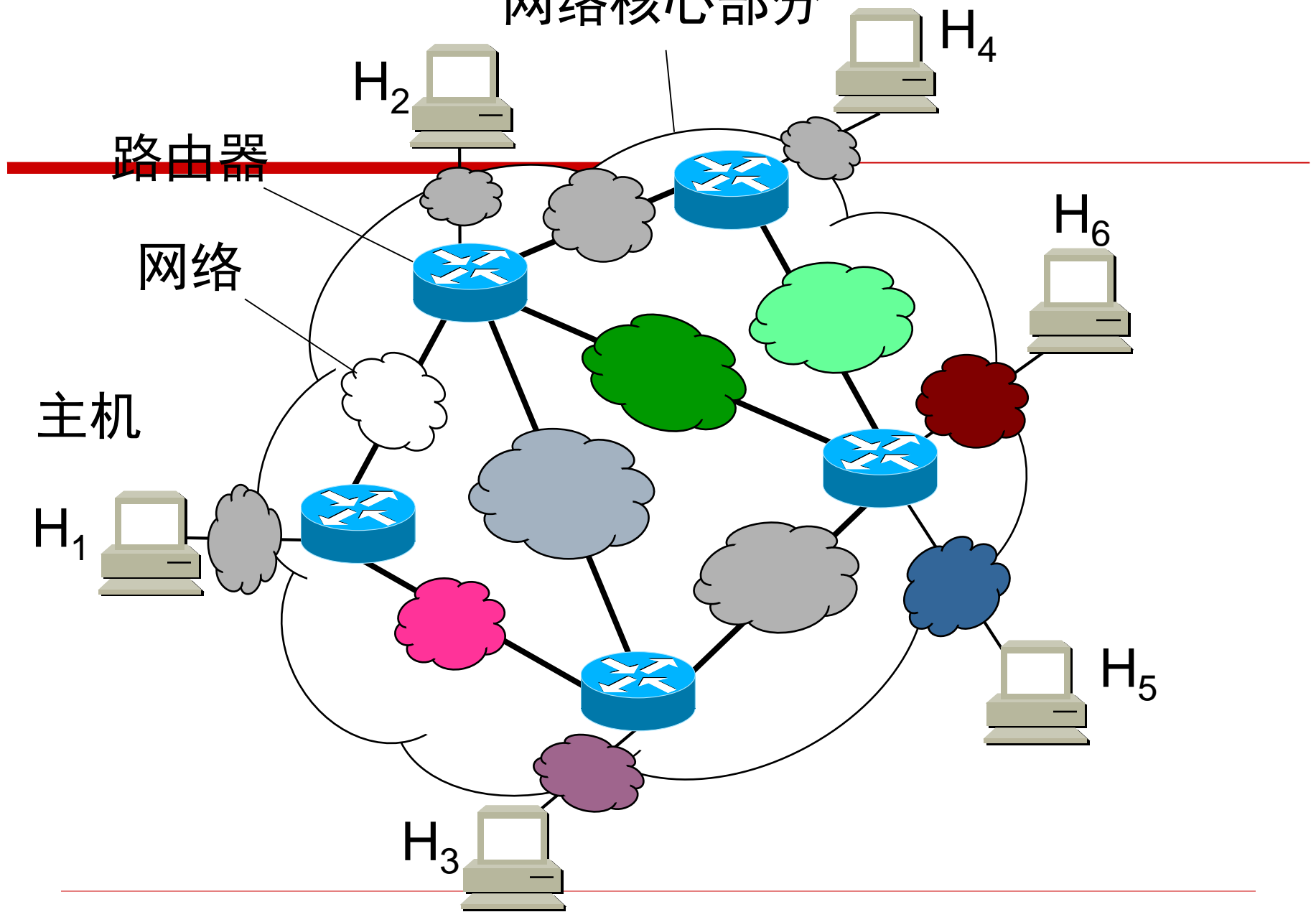


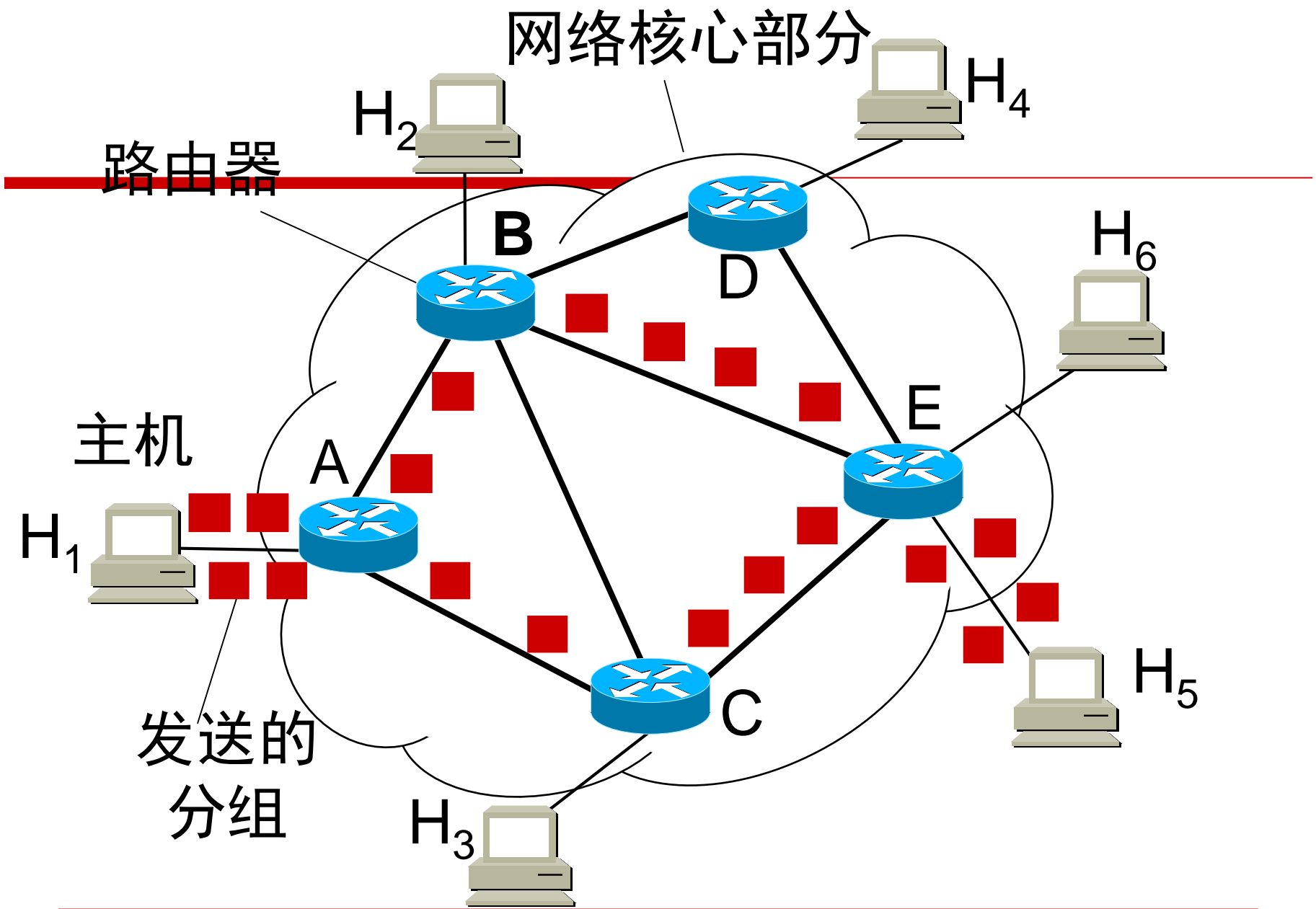
- 这里我们假定分组在传输过程中没有出现差错，在转发时也没有被丢弃。

互联网的核心部分

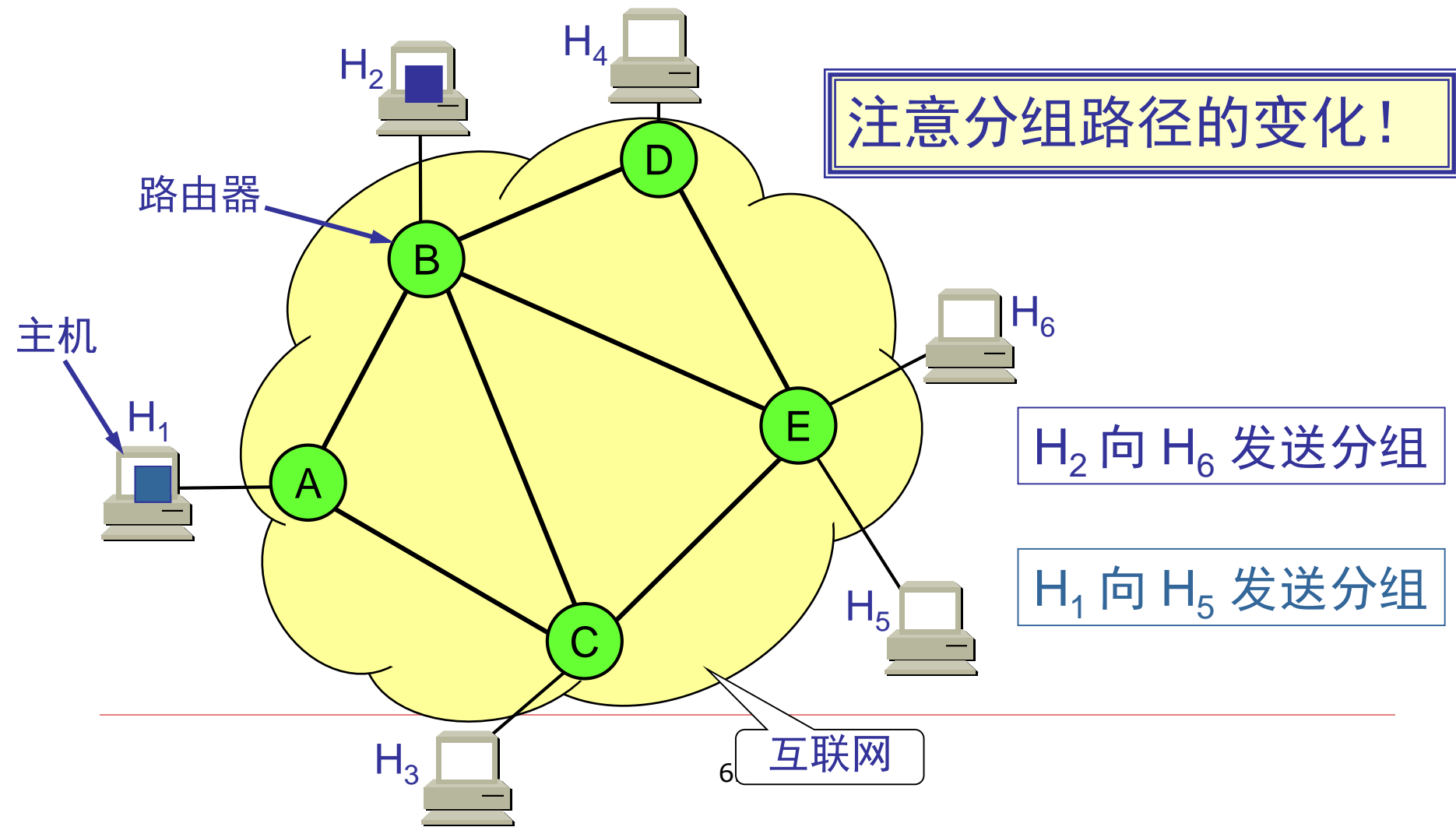
- 互联网的核心部分是由许多**网络**和把它们互连起来的**路由器**组成，而**主机处在互联网的边缘部分**。
- 在互联网核心部分的路由器之间一般都用高速链路相连接，而在网络边缘的主机接入到核心部分则通常以相对较低速率的链路相连接。
- **主机**的用途是为用户进行信息处理的，并且可以和其他主机通过网络交换信息。**路由器**的用途则是用来转发分组的，即进行分组交换的。

网络核心部分

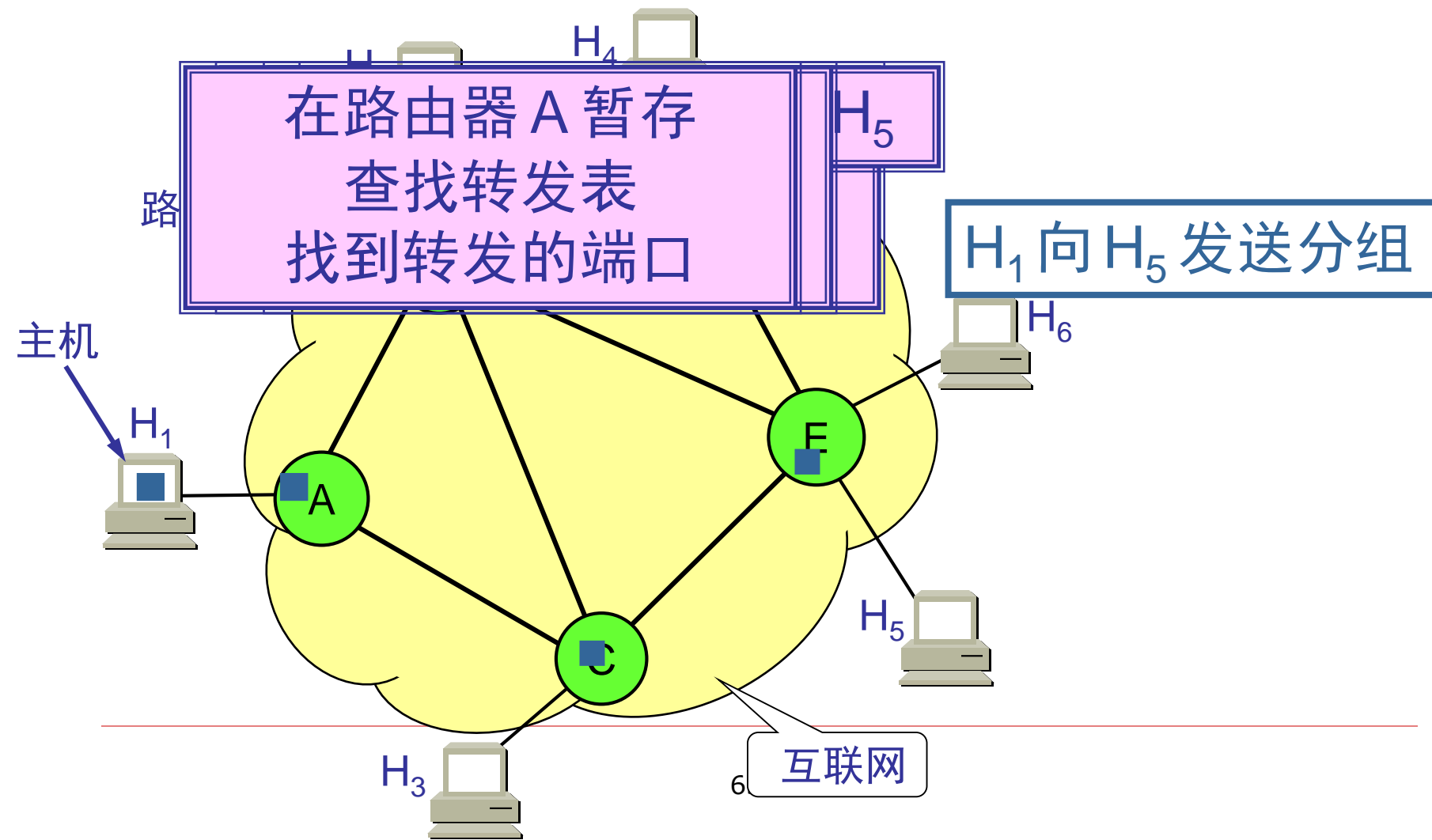




分组交换网的示意图



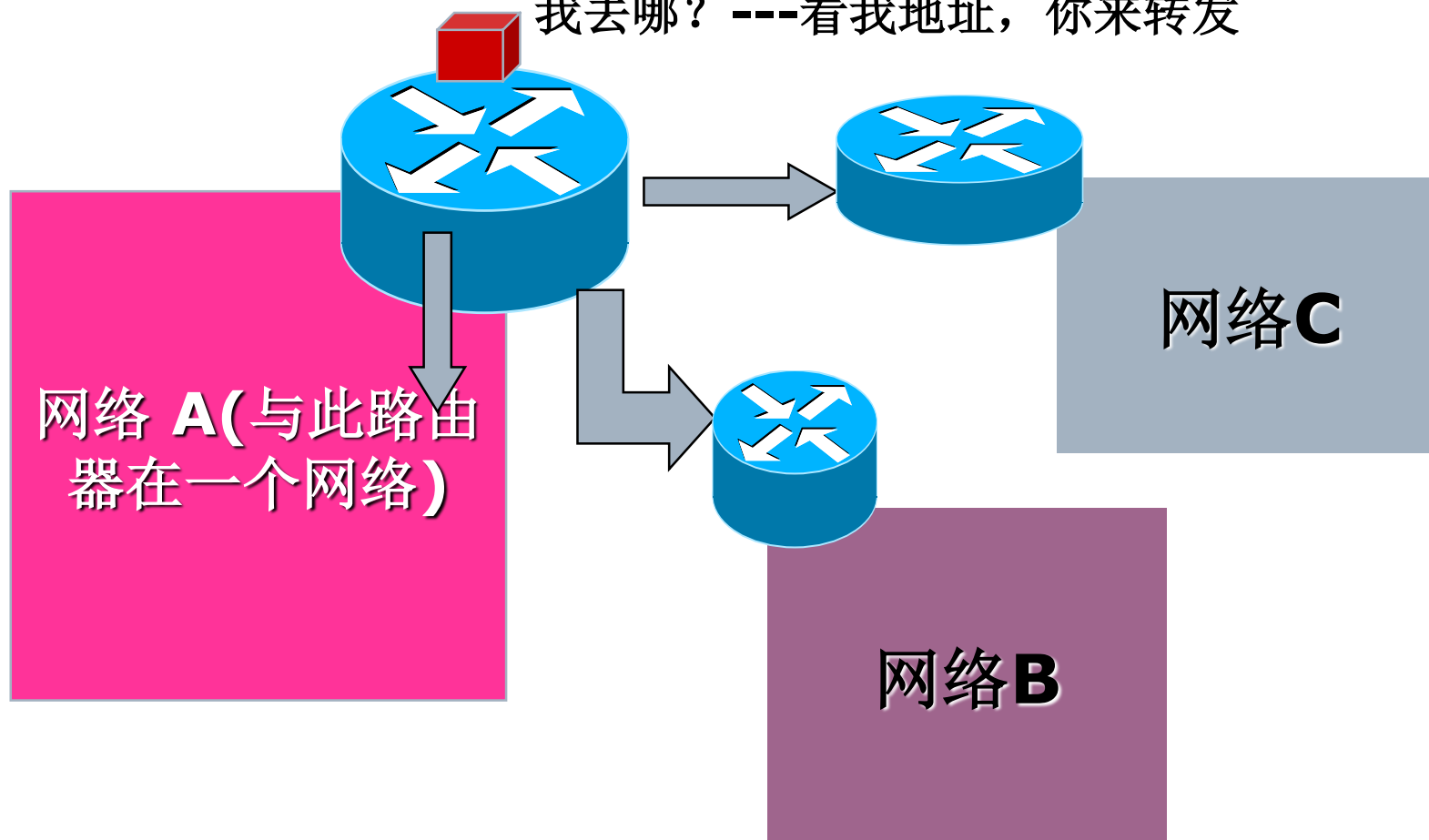
注意分组的存储转发过程



路由器

- 在路由器中的输入和输出端口之间没有直接连线。
- 路由器处理分组的过程是：
 - 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。

我去哪？ ---看我地址，你来转发



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。

分组交换的优点

- **高效** 动态分配传输带宽，对通信链路是逐段占用。
- **灵活** 以分组为传送单位和查找路由。
- **迅速** 不必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；分布式的路由选择协议使网络有很好的生存性。

分组交换带来的问题

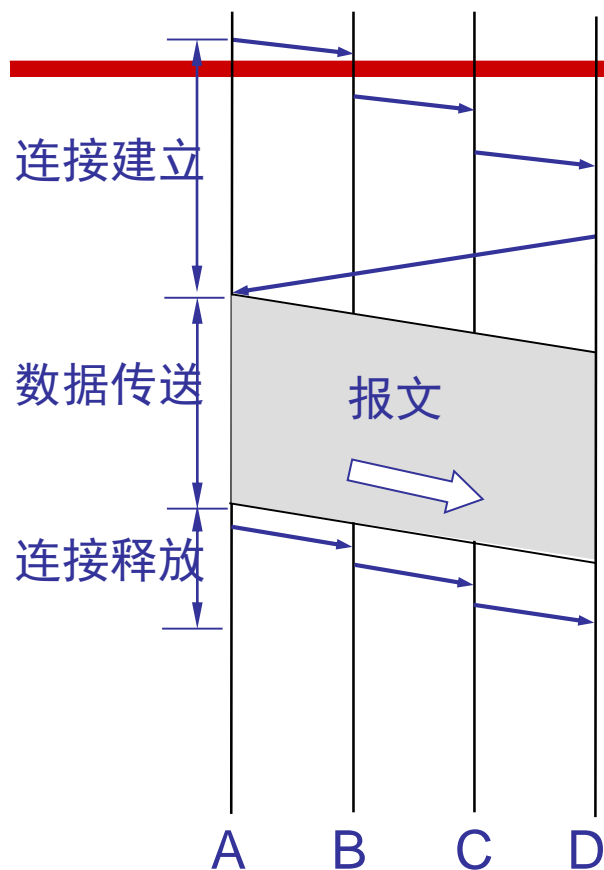
- ❑ 分组在各结点存储转发时需要排队，这就会造成一定的时延。
- ❑ 分组必须携带的首部（里面有必不可少的控制信息）也造成了一定的开销。

存储转发原理 并非完全新的概念

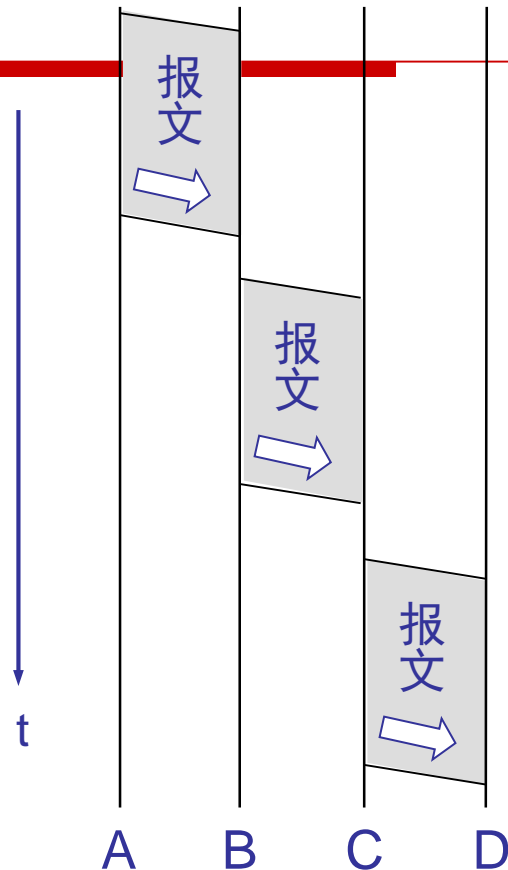
- 在 **20** 世纪 **40** 年代，电报通信也采用了基于存储转发原理的**报文交换(message switching)**。
- 报文交换的时延较长，从几分钟到几小时不等。现在报文交换已经很少有人使用了。

三种交换的比较

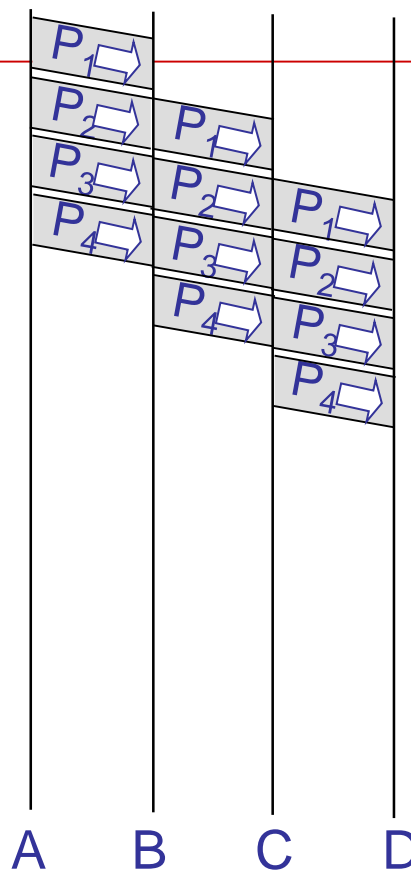
电路交换



报文交换

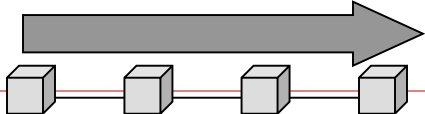


分组交换

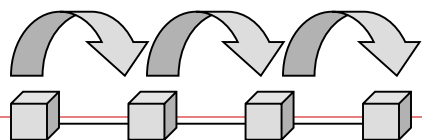


数据传送
的特点

比特流直达终点

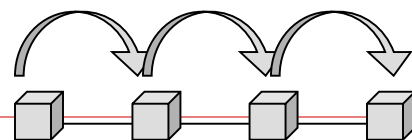


报文 报文 报文



存储
转发

分组 分组 分组



存储
转发

计算机网络的产生背景

- 是 **20 世纪 60 年代**美苏冷战时期的产物。
- **60 年代初**，美国国防部领导的远景研究规划局 **ARPA (Advanced Research Project Agency)** 提出要研制一种生存性(**survivability**)很强的网络。
- 传统的电路交换(**circuit switching**)的电信网有一个缺点：正在通信的电路中有一个交换机或有一条链路被炸毁，则整个通信电路就要中断。
- 如要改用其他迂回电路，必须重新拨号建立连接。这将要延误一些时间。



新型网络的基本特点

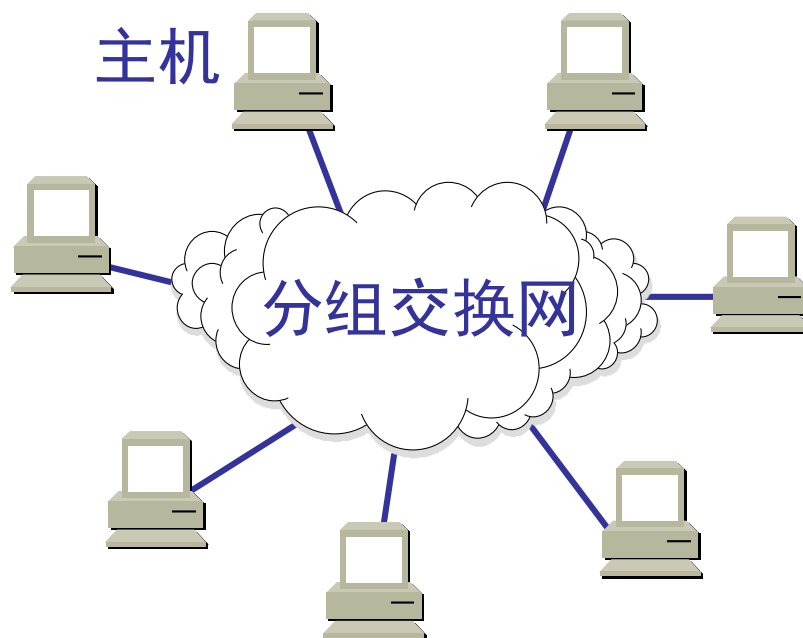
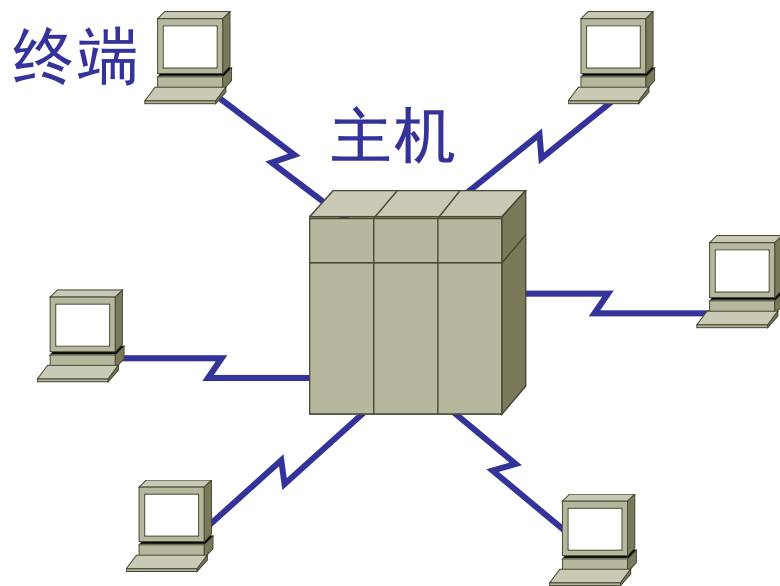
- 网络用于计算机之间的数据传送，而不是为了打电话。
- 网络能够连接不同类型的计算机，不局限于单一类型的计算机。
- 所有的网络结点都同等重要，因而大大提高网络的生存性。
- 计算机在进行通信时，必须有冗余的路由。
- 网络的结构应当尽可能地简单，同时还能够非常可靠地传送数据。

ARPANET的成功使 计算机网络的概念发生根本变化

- 早期的面向终端的计算机网络是以**单个主机为中心的星形网**
 - 各终端通过通信线路共享昂贵的中心主机的硬件和软件资源。
- 分组交换网则是以**网络为中心**，主机都处在网络的外围。
 - 用户通过分组交换网可共享连接在网络上的许多硬件和各种丰富的软件资源。

从主机为中心到以网络为中心

以主机为中心(多终端系统) → 以分组交换网为中心



思考题

- 你在汇X楼、虹远楼宿舍的电脑，和家里父母的手机能够聊QQ，或者微信，你认为至少要有哪些设备、要规定哪些东西？

提示（比如把数据拆分成分组的大小限制、地址的格式，等等，想到什么说什么）

课后要求

- 复习所学内容
- 预习第一章剩余内容
- 下载课件，确认自己是否在TAS的班级里，如不在，发邮件告知我姓名、学号
dhchen@uibe.edu.cn