



西北師範大學
NORTHWEST NORMAL UNIVERSITY

計算機網絡

緒論 (1)

陳旺虎

chenwh@nwnu.edu.cn



关于本课程

学习目标

- 理解计算机网络的核心概念
- 掌握计算机网络的体系结构及其工作原理
- 了解计算机网络的一些新型技术

内容安排

- 以计算机网络的分层体系结构为主线
- 结合计算机网络技术的新发展

推荐教材

- 《计算机网络》（第六版），谢希仁

考核方法

- 平时成绩（实验）*40%+考试成绩*60%

第 1 章 概述

1.1 计算机网络在信息时代中的作用

1.2 因特网概述

1.3 因特网的组成

1.4 计算机网络在我国的发展

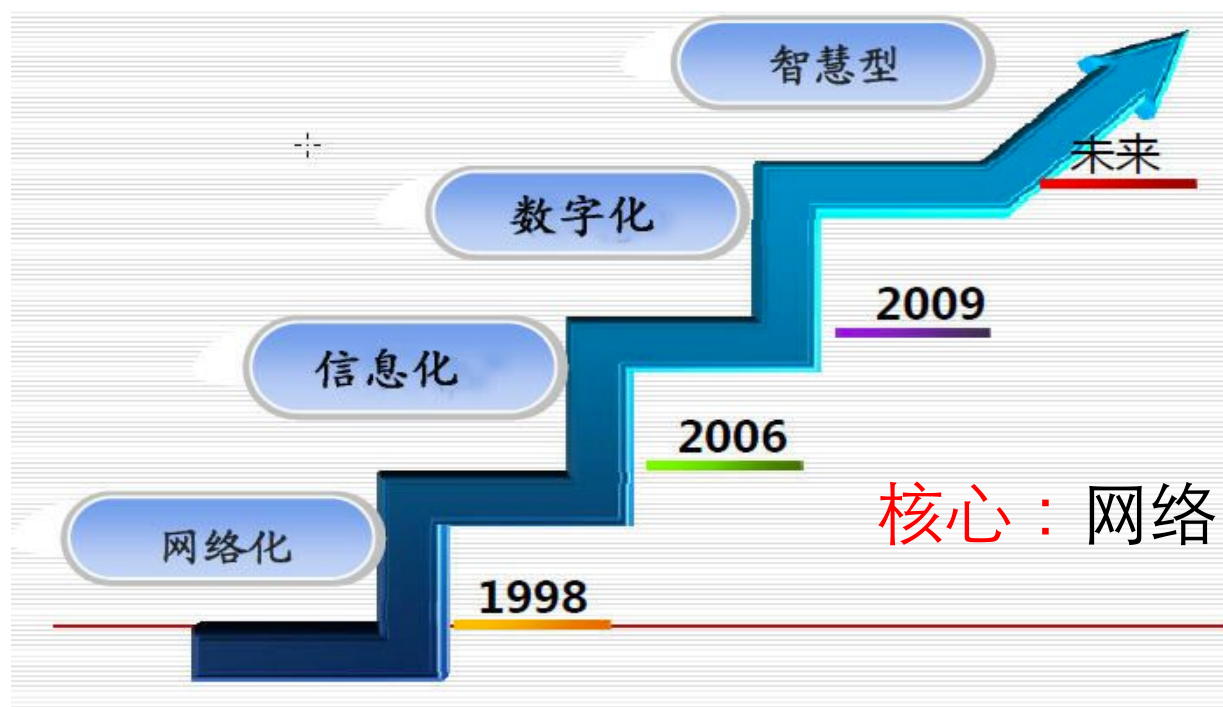
1.5 计算机网络的类别

1.6 计算机网络的性能

1.7 计算机网络的体系结构

1.1 计算机网络在信息时代的作用

□ 21 世纪的一些重要特征



□ 网络是指“三网”

- 电信网络；有线电视网络；计算机网络
- 发展最快并起到核心作用的是计算机网络

计算机网络的功能——用户角度

□ 连通性

- ▣ 支持用户之间信息交换，用户的计算机似乎彼此直接连通

□ 共享

- ▣ 即资源共享，资源包括信息、软件、硬件



计算机网络的概念

□ 计算机网络

- 通过数据通信系统把地理上分散的计算机有机地连起来，以达到**数据通信**和**资源共享**目的的系统
- 简单定义：一些互相连接的、自治的计算机的集合。



□ 具体定义

- 把分布在不同地理位置上的具有独立功能的多台计算机、终端及其附属设备在物理上**互连**，按照网络协议相互**通信**，以共享硬件、软件和数据资源为**目标**的系统称作计算机网络。



计算机网络的产生和发展过程

第一代

- 以单计算机为中心的联机系统

第二代

- 计算机——计算机的网络

第三代

- 遵循网络体系结构标准建成的网络

第四代

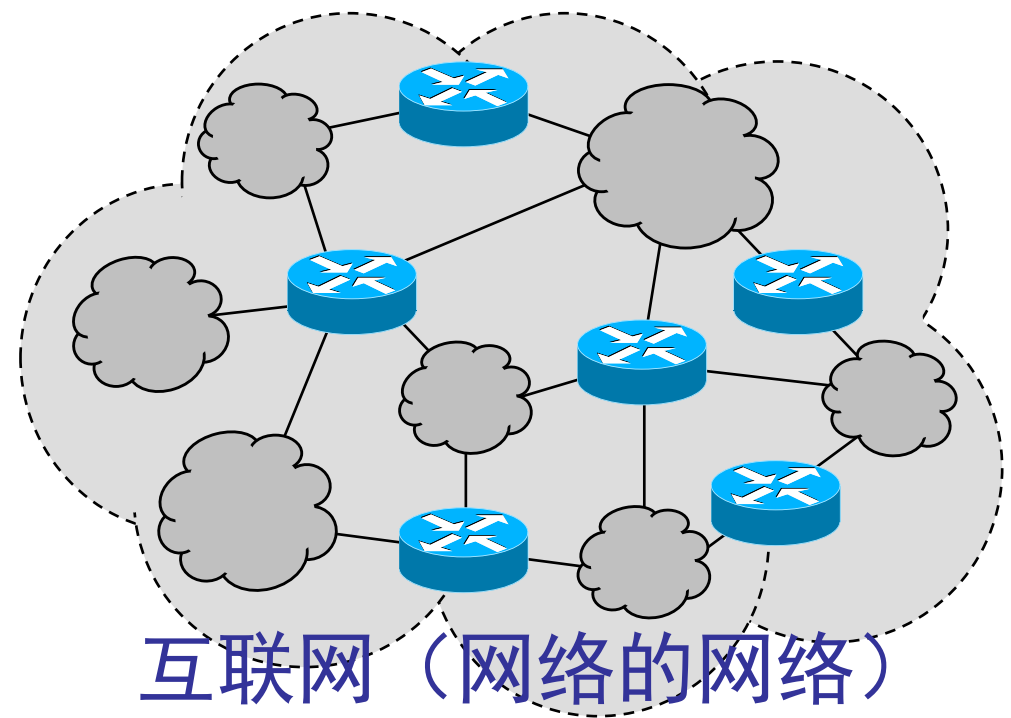
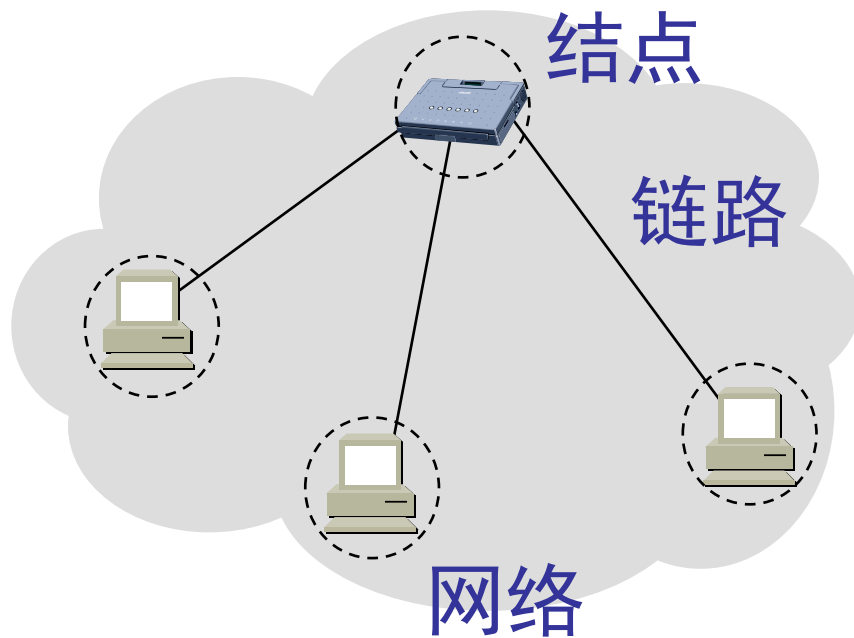
- 以因特网为中心的网络

1.2 因特网概述

- 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 (internet)
 - ▣ “网络的网络” (network of networks)。
- 因特网 (Internet)
 - ▣ 起源于美国，世界上最大的互联网络
 - ▣ 连接在因特网上的计算机都称为主机(host)。

1.2.1 网络的网络

- 网络把许多计算机连接在一起。
- 因特网则把许多网络连接在一起。



主机与因特网



1.2.2 因特网(Internet)的发展

- 因特网是自印刷术以来人类通信方面最大的变革。
- 20 世纪 90 年代以后，以因特网为代表的计算机网络得到了飞速的发展，已从最初的教育科研网络逐步发展成为商业网络。
- 仅次于全球电话网的世界第二大网络。

因特网发展的三个阶段

□ 第一阶段

- ▣ 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** 年作为因特网的诞生时间。

ARPANET的问世

- 1969年11月，美国国防部高级研究计划管理局（**A**dvanced **R**esearch **P**rojects **A**gency）
 - ▣ 最初只是一个单一分组交换网，包含4个结点：UCLA、UCSB、斯坦福研究院和犹他州大学的4台不同类型的大型计算机；
 - ▣ 70年代中期，研究多种网络互联（因特网的雏形）
- 1983年ARPANET已连300多台计算机，供美国各研究机构 and 政府部门使用。TCP/IP成为标准。
- 1984年ARPANET分解成两个网络
 - ▣ ARPANET：民用科研网； MILNET：军用网络

ARPANET的技术贡献



- TCP/IP协议簇的开发和利用；
- Internet的早期骨干网，试验并奠定了Internet存在和发展的基础
- 较好地解决了异构网络互联的一系列理论和技术问题

因特网发展的三个阶段

□ 第二阶段

- ▣ NSFNET建成（1986年）：1985年起，NSF围绕其六个大型计算机中心开始建设
- ▣ NSFNET是一个三级计算机网络（主干网、地区网、校园/企业网），主干网速率1.544Mb/s
- ▣ 后来，NSFNET接管ARPANET，改名为Internet。93年主干网45Mb/s

因特网发展的三个阶段

□ 第三阶段

- 从93年开始，**NSFNET**由若干个商用因特网主干网替代，政府不再负责因特网的运营。
- 出现了因特网服务提供者 **ISP** (Internet Service Provider)
 - 商业运营公司；从英特网的管理机构获取一定的IP，拥有通信线路和交换设备
- 多层次 **ISP** 结构的因特网

用户通过 ISP 上网

用户



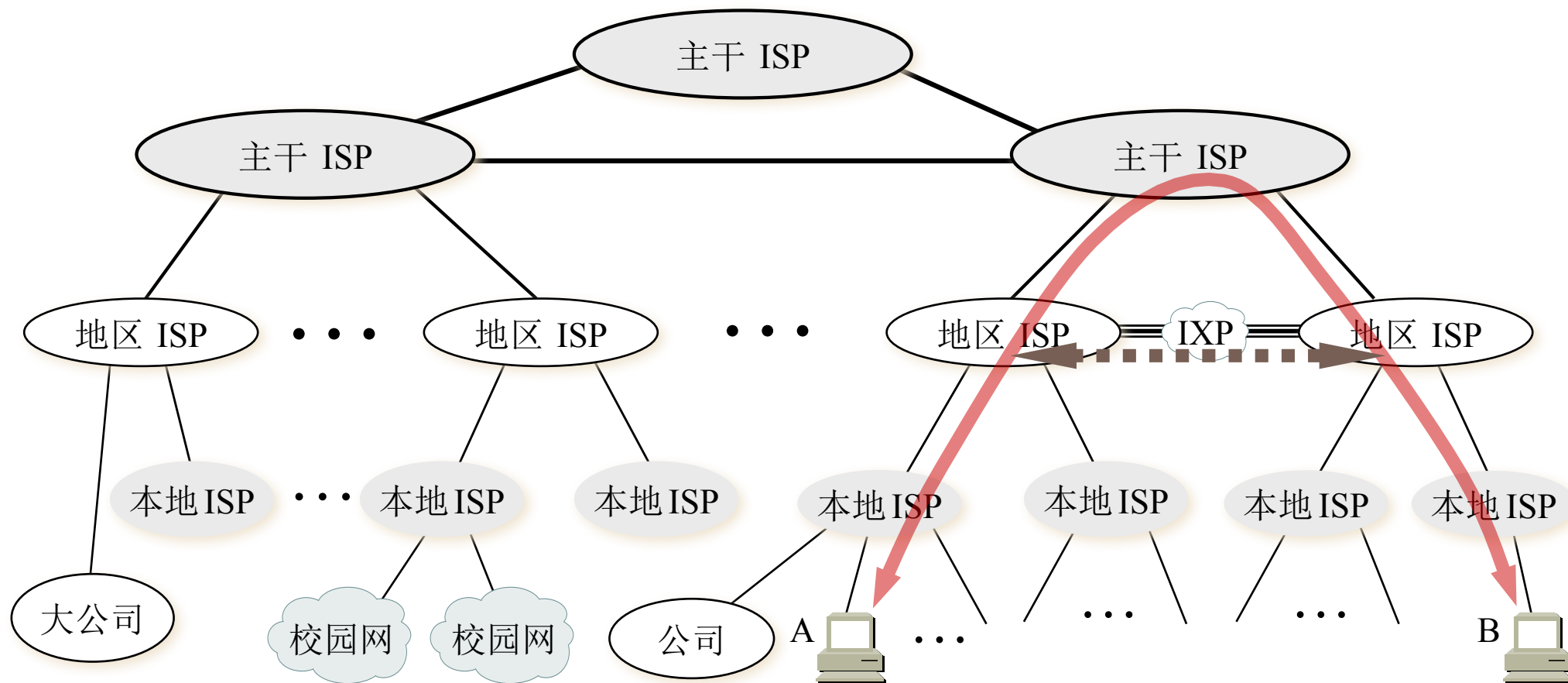
ISP分为不同的层次

划分依据

1. 所提供服务的覆盖面积大小
2. 所拥有的IP地址的数目不同



多层次 ISP 结构的因特网



主机A → 本地 ISP → 地区 ISP → 主干 ISP → 地区 ISP → 本地 ISP → 主机B

ISP三层结构及IXP

- 第一层**ISP**拥有高速主干网，一般可覆盖国家范围；
- 第二层**ISP**是第一层的用户；
- 校园/企业网是第三层**ISP**的用户；
- **IXP**
 - ▣ 允许连个网络直接互联并交换分组；
 - ▣ 通达因特网主干线的点； 各层**ISP**互相连接的点
 - ▣ 可作**ISP**的数据互换点（交换网络流量）

IXP

- 到 2012 年 3 月，全球已经有 91 个国家拥有 IXP。



国家	IXP 数
美国	85
巴西	19
日本	16
法国	15
德国	14
中国大陆	3

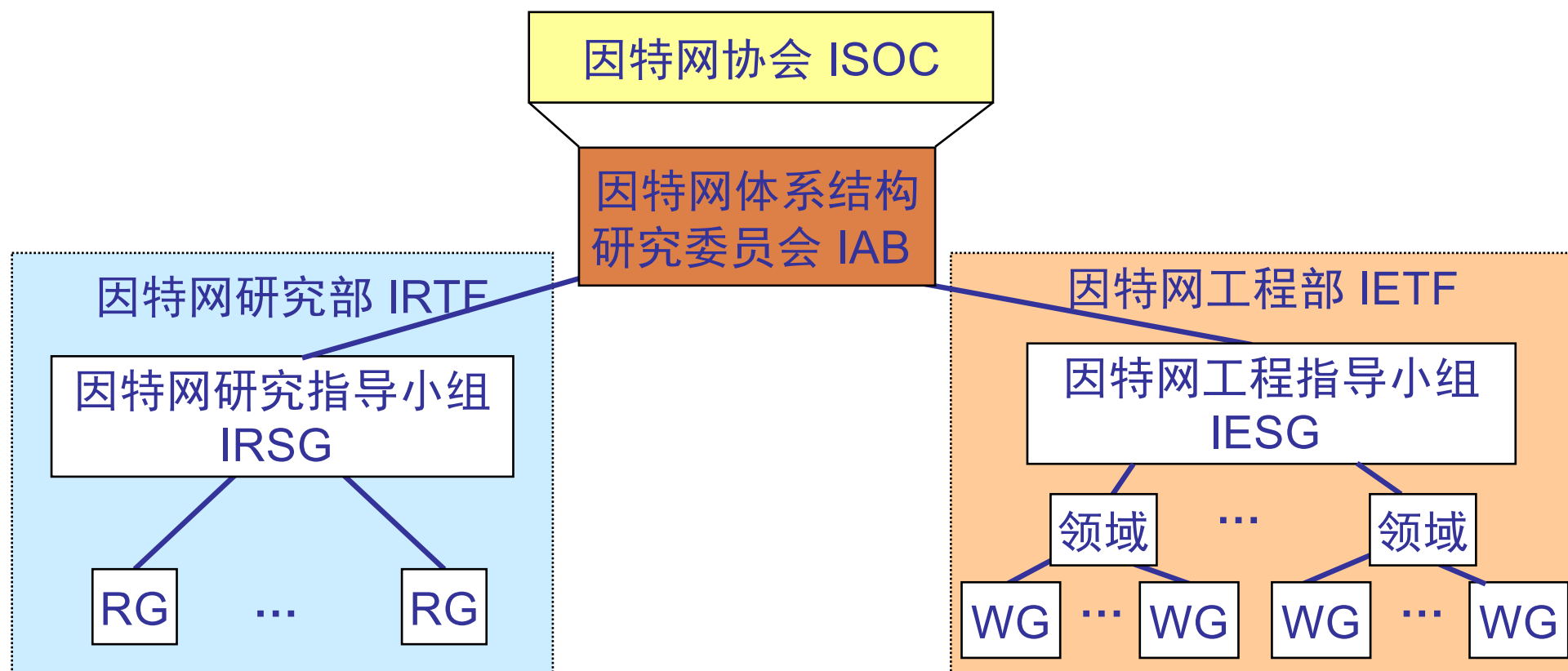
因特网的迅猛发展

- 因特网的迅猛发展始于 20 世纪 90 年代

	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

- WWW 是因特网指数级增长的主要驱动力。
- 世界上最大、增长速度最快的网络

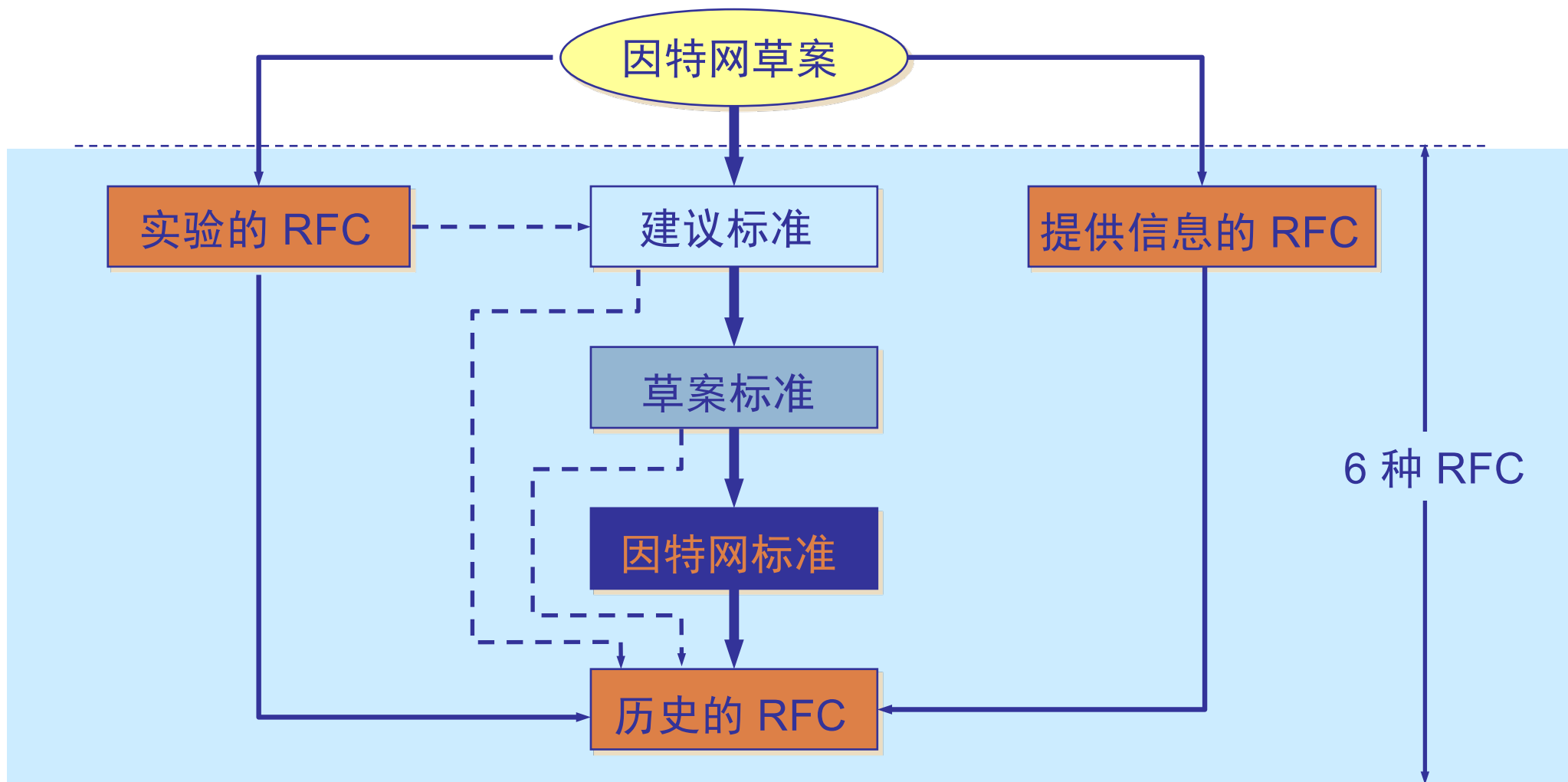
1.2.3 关于因特网的标准化工作



因特网正式标准经历的四个阶段

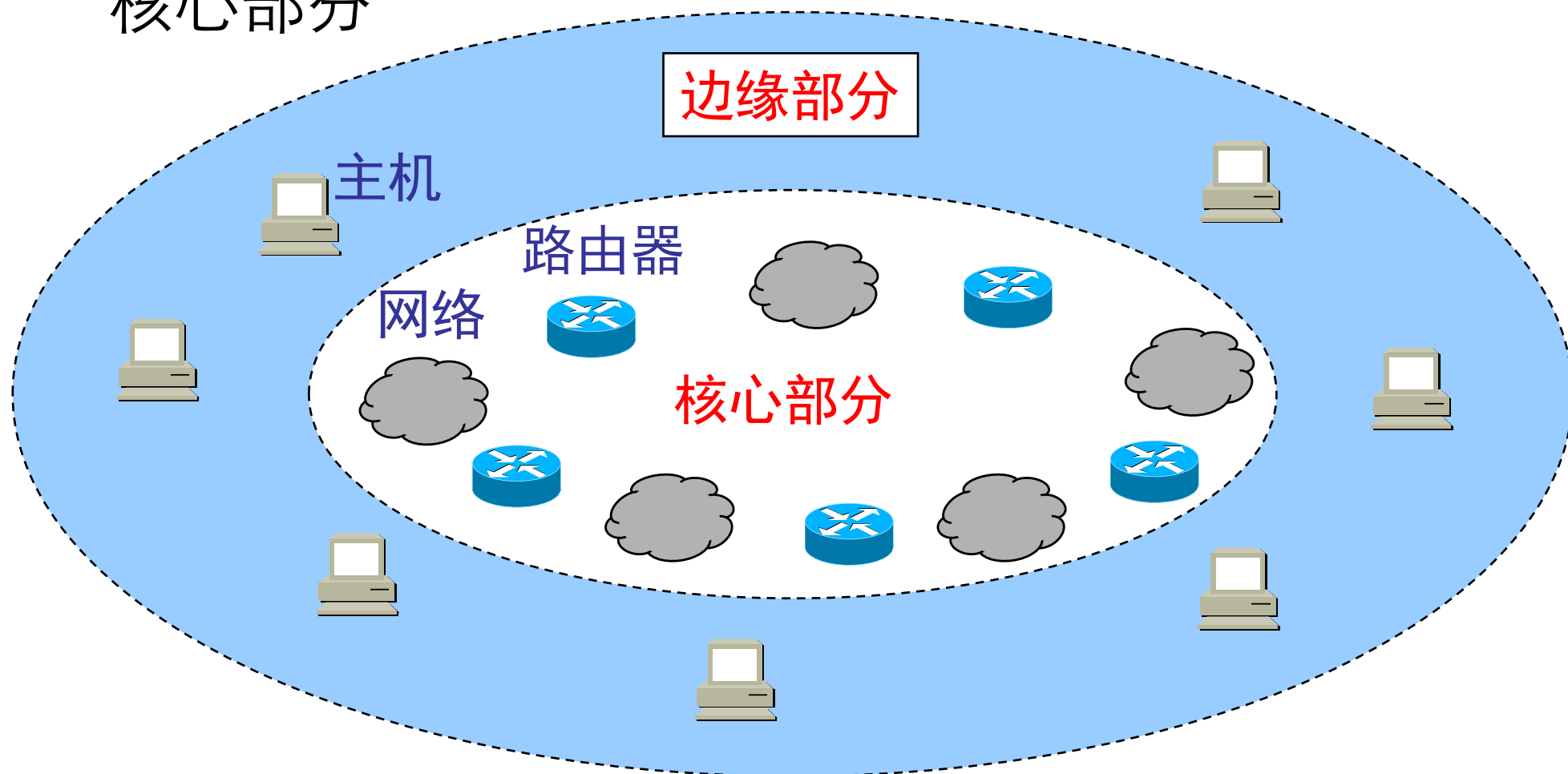
- 因特网草案(Internet Draft) ——在这个阶段还不是 RFC (Request for Comments) 文档。
- 建议标准(Proposed Standard) ——从这个阶段开始就成为 RFC 文档。
- 草案标准(Draft Standard)
- 因特网标准(Internet Standard)

各种RFC之间的关系



1.3 因特网的组成

- 因特网从**工作方式**的角度，可划分为边缘部分和核心部分



边缘部分和核心部分

□ 边缘部分

- 由所有连接在因特网上的主机组成；
- 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。

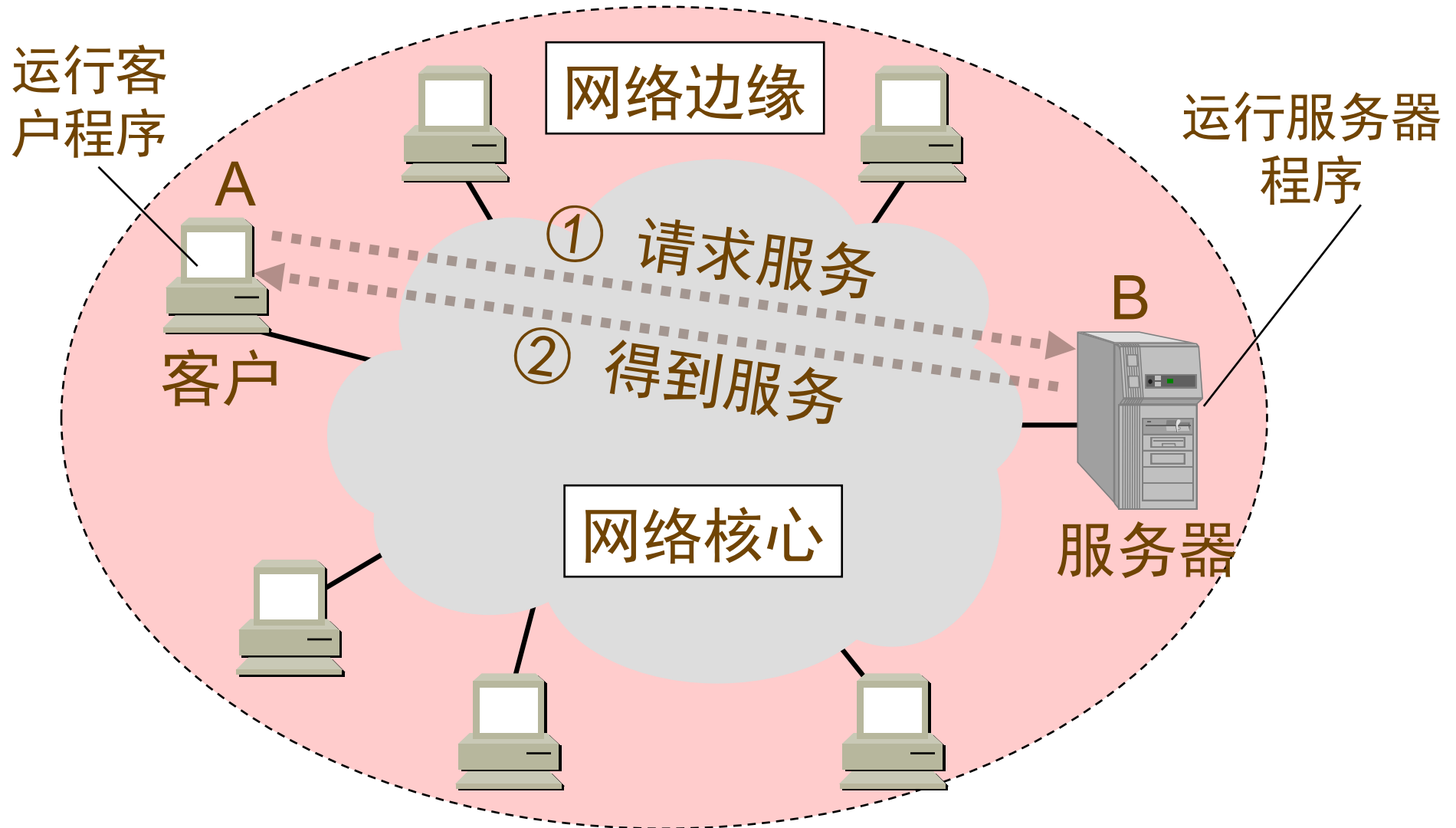
□ 核心部分

- 由大量网络和连接这些网络的路由器组成；
- 为边缘部分提供服务（提供连通性和交换）。

1.3.1 因特网的边缘部分

- 连接在因特网上的所有的主机。这些主机又称为端系统(end system)。
- 主机之间的通信？
 - ▣ 本质：进程之间的通信
- 进程之间的通信方式：
 - 客户服务器（C/S）方式，即Client/Server方式
 - 对等（P2P）方式，即Peer-to-Peer方式

(1) 客户服务器方式



- ▣ 客户是服务的请求方，服务器是服务的提供方
- ▣ 最主要的特征：客户端是主叫方，服务器是被叫方。

客户/服务器软件的特点

□ 客户软件

- ▣ 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，必须知道服务器软件的地址。
- ▣ 不需要特殊的硬件和很复杂的操作系统。

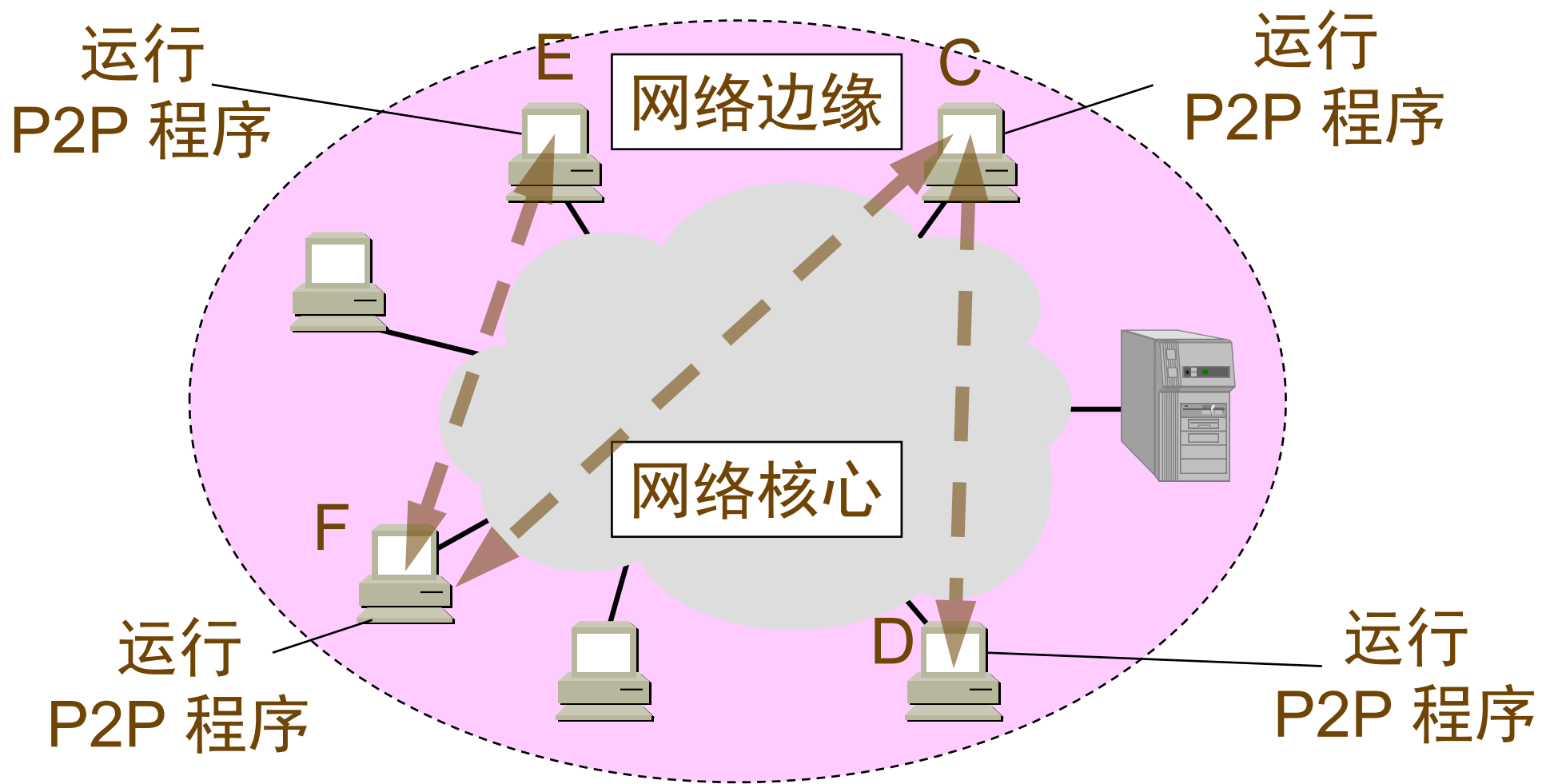
□ 服务器软件

- ▣ 专门用来提供某种服务，可同时处理多个远地或本地客户的请求。
- ▣ 一直不断地连续运行，**被动**等待并接受所有客户的通信请求。因此，不需要知道客户的地址。
- ▣ 一般需要强大的硬件和高级的操作系统支持。

(2) 对等连接方式

□ 对等连接(peer-to-peer, P2P)

- ▣ 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
- ▣ 从本质上看仍然是使用客户服务器方式，但对等连接中的每一个主机既是客户又同时是服务器。



1.3.2 因特网的核心部分

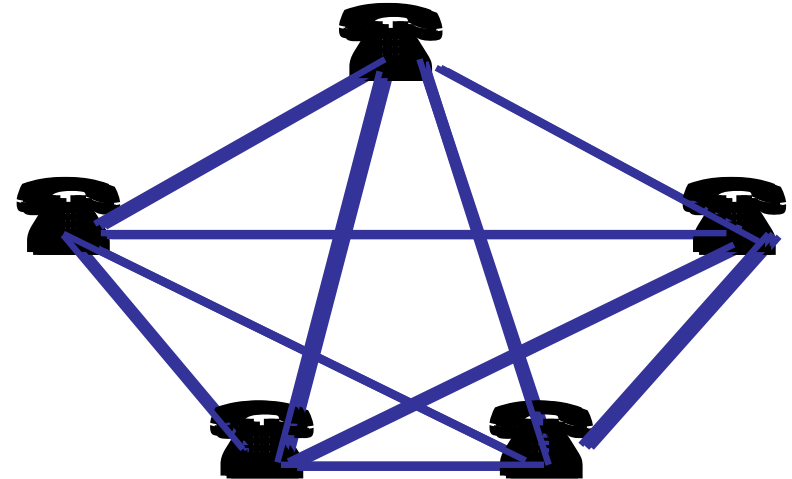
- 核心部分是因特网中最复杂的部分
- 功能：
 - ▣ 向网络边缘中的大量主机提供连通性，使边缘部分中的任何一个主机都能够和其他主机通信
 - ▣ 传送或接收各种形式的数据

**数据是如何在网络中传输的？两台主机间传输数据
选择什么路径？**

一个重要概念：交换
网络通信资源的分配

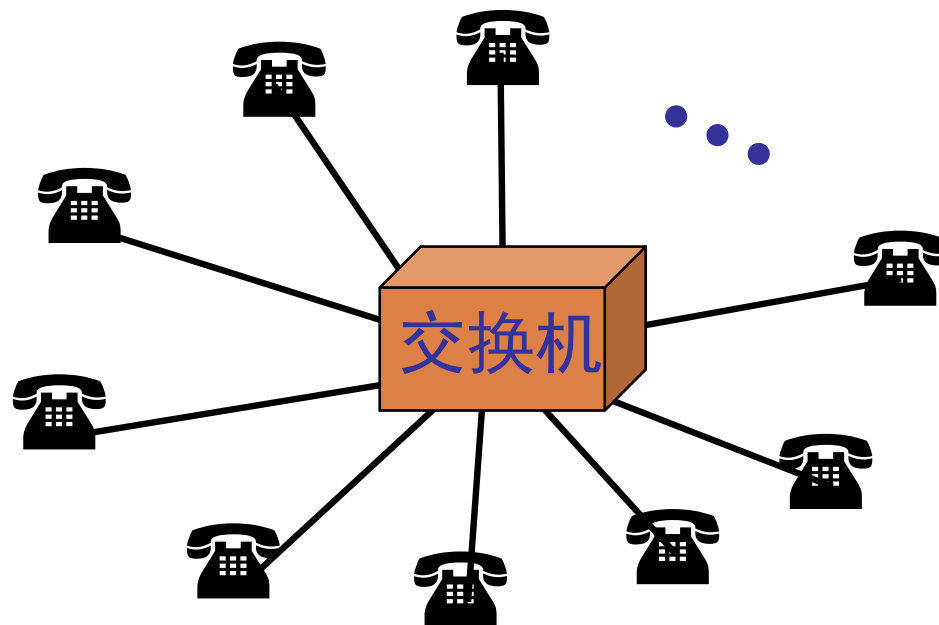
通信实例：电话

- N 部电话机两两相连
 - ▣ $N(N-1)/2$ 对电线。
- 当电话机的数量很大时？
 - ▣ 如何有效实现电话间的两两通话？



(1) 电路交换

- 引入“交换机”
- 完成全网的交换任务

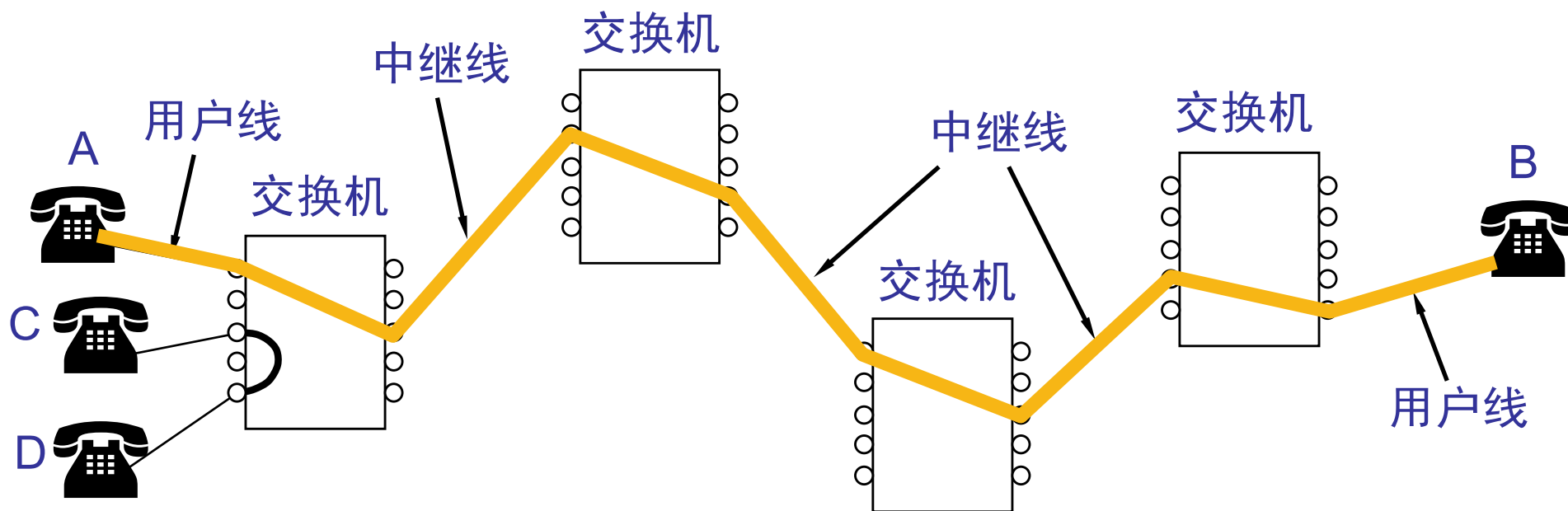


“交换”的含义

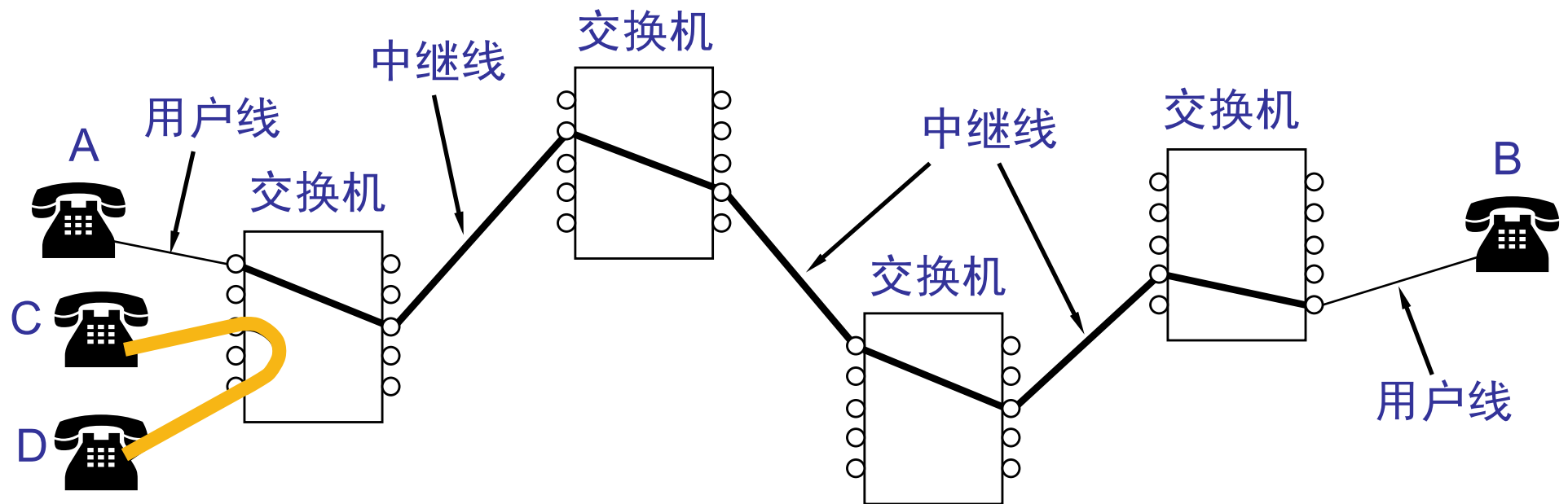
- 在电路交换中，“交换”(switching)的含义就是**转接**
 - ▣ **即：**把一条电话线转接到另一条电话线，使它们连通起来
- 从通信资源的分配角度来看，“交换”就是按照某种方式**动态地分配**传输线路的资源。

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



- 注意：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

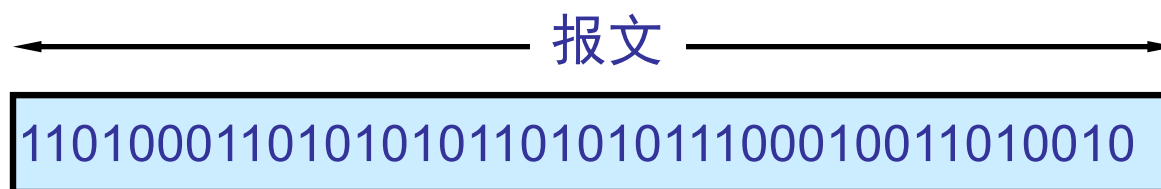


电路交换的缺点

- 通话的全部时间内，两个用户始终占用端到端的通信资源。
- 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
- 因此，出现了新的交换方式

(2) 分组交换

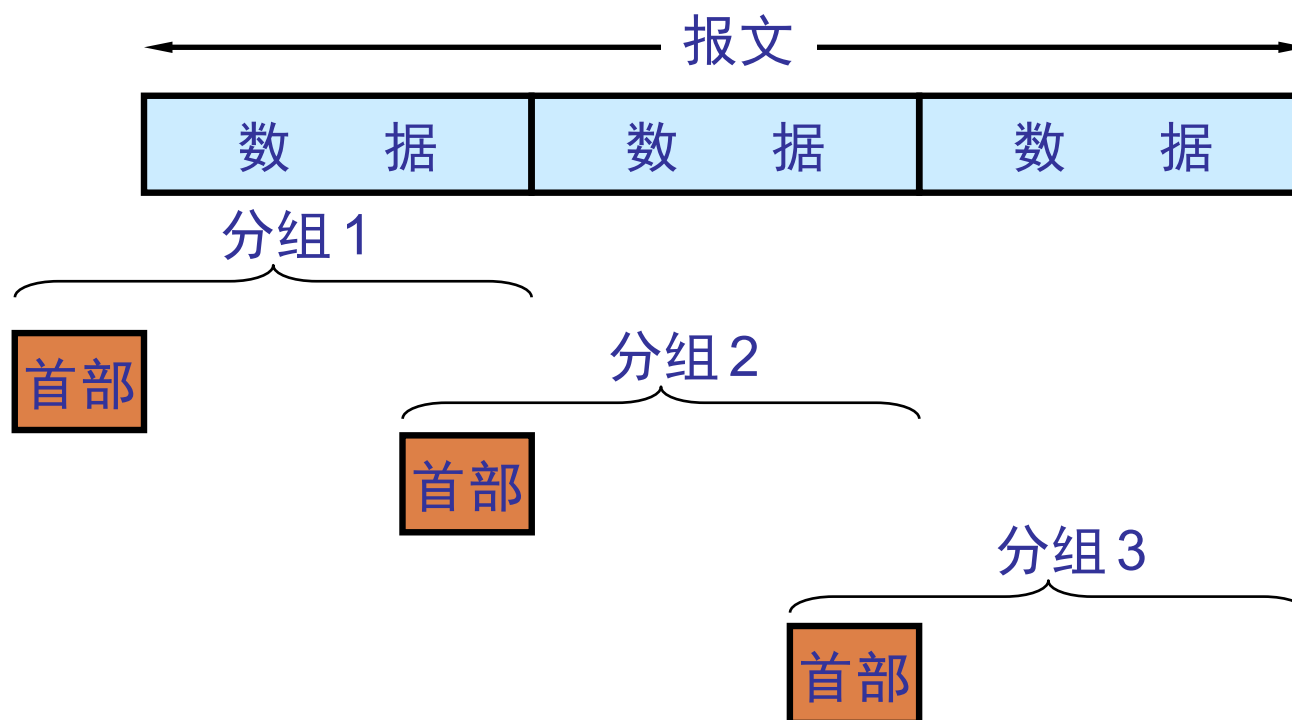
- 在发送端，先把较长的报文划分成较短的、固定长度的数据段。



假定这个报文较长
不便于传输

添加首部构成分组

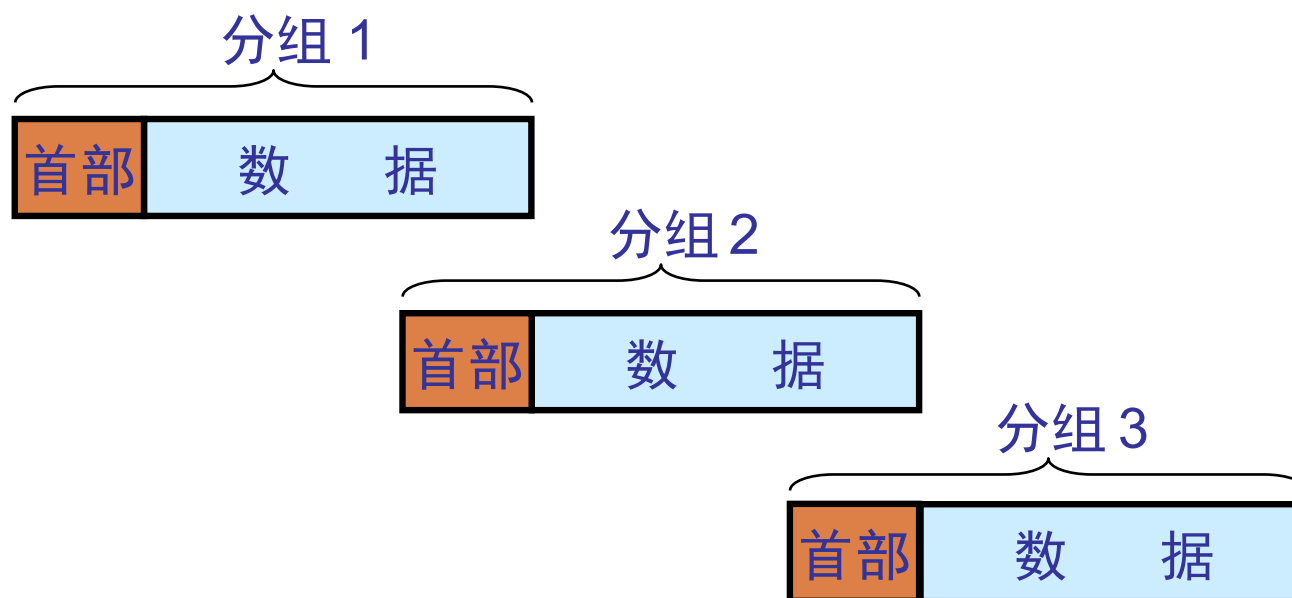
- 每一个数据段前面添加上首部构成分组。



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）。

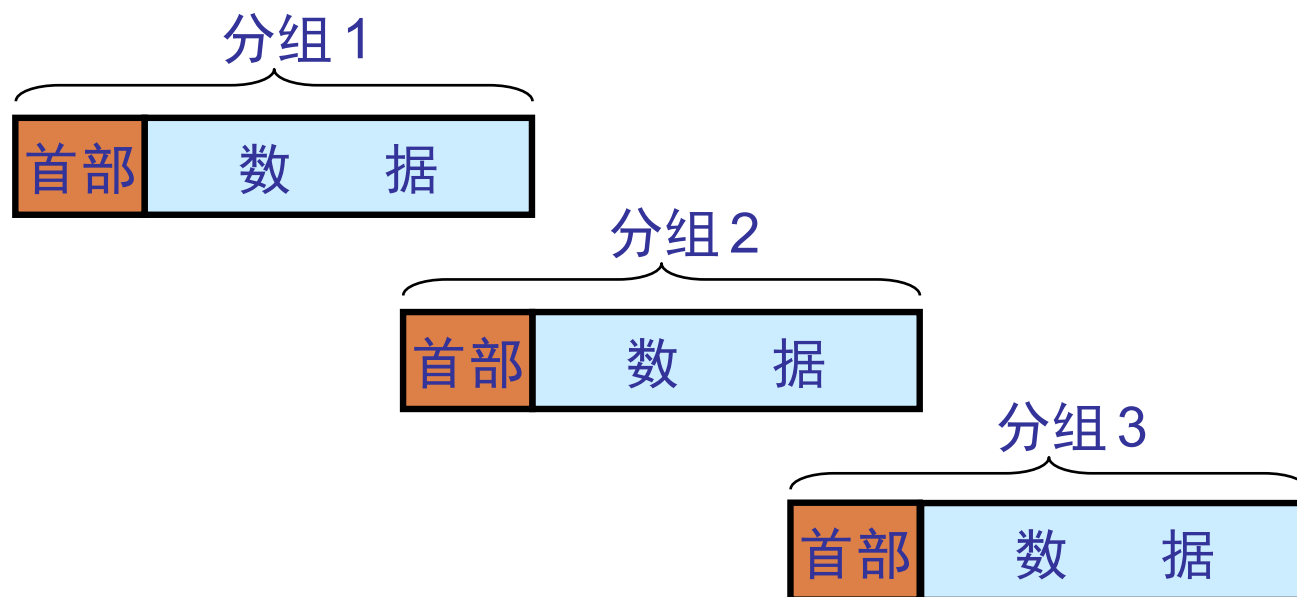


分组首部的重要性

- 每一个分组的首部都含有地址等控制信息。
- 路由器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。
- 用这样的存储转发方式，最后分组就能到达最终目的地。

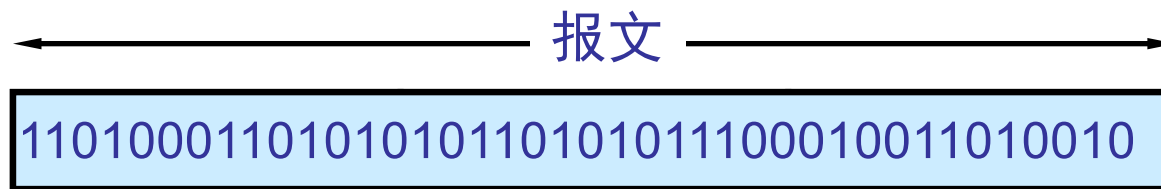
收到分组后剥去首部

- 接收端收到分组后剥去首部还原成报文。



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。



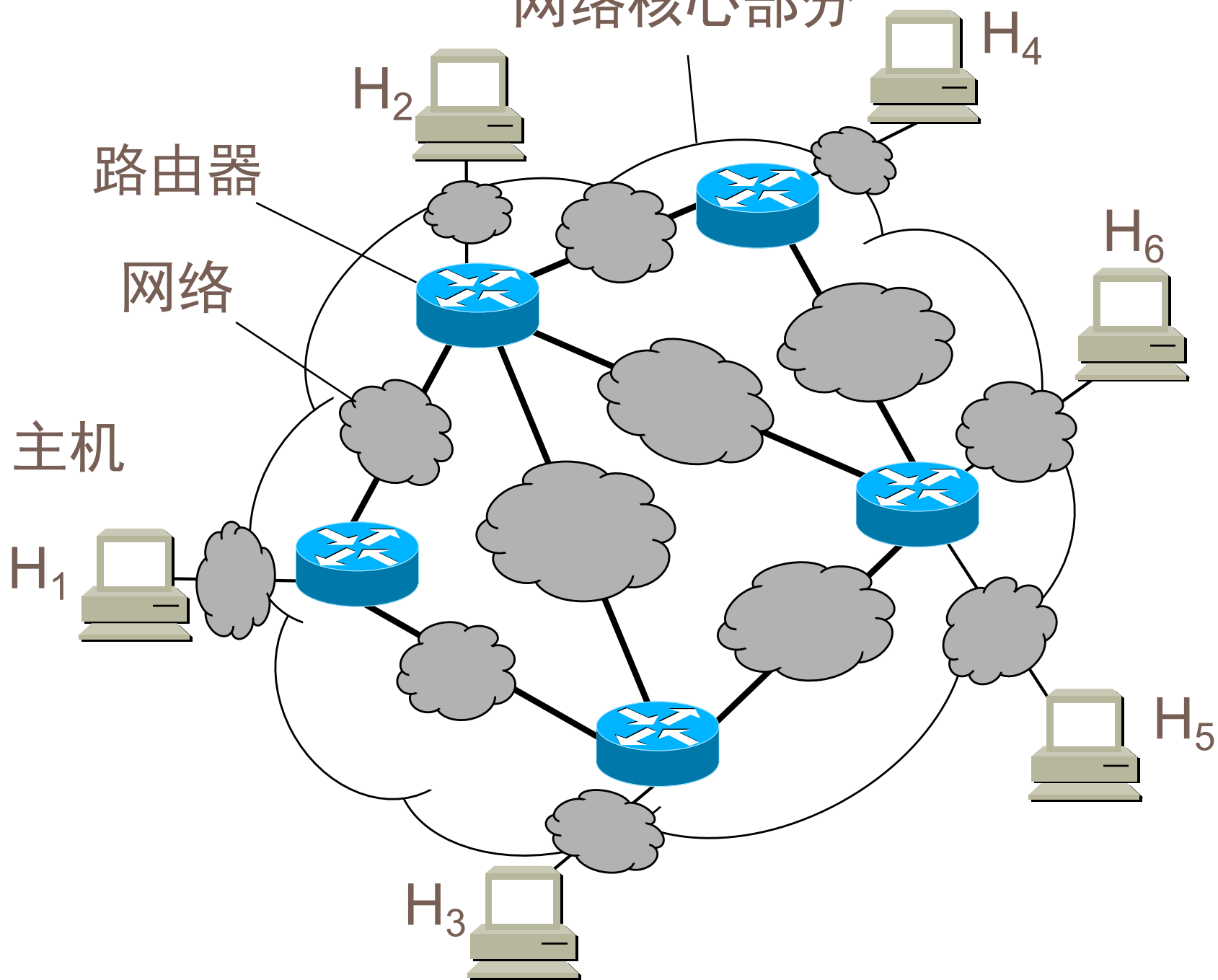
- 这里我们假定分组在传输过程中没有出现差错，在转发时也没有被丢弃。

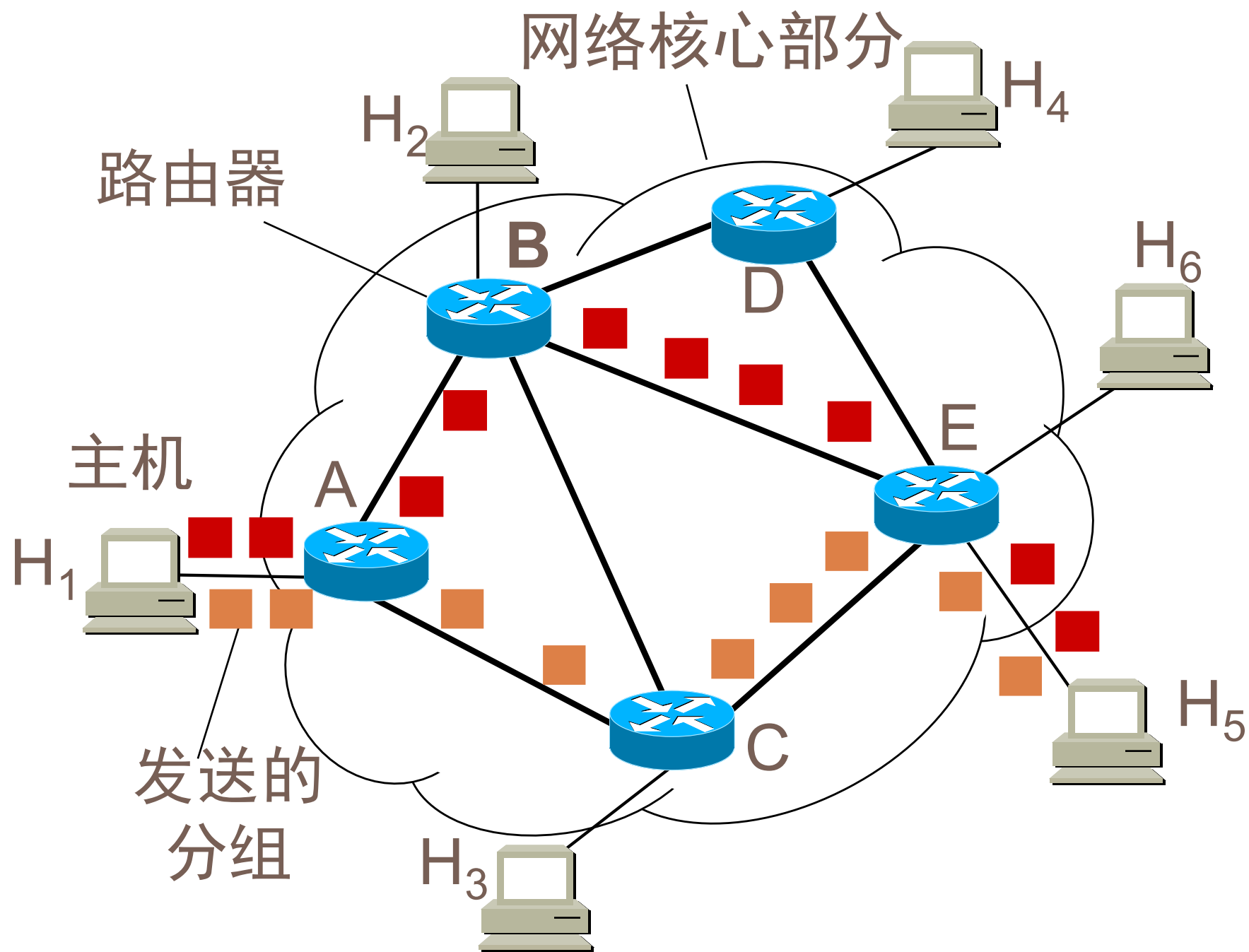
网络核心部分中的核心构件

- 在网络核心部分起特殊作用的是路由器(**router**)。
- 路由器
 - ▣ 是实现分组交换(**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

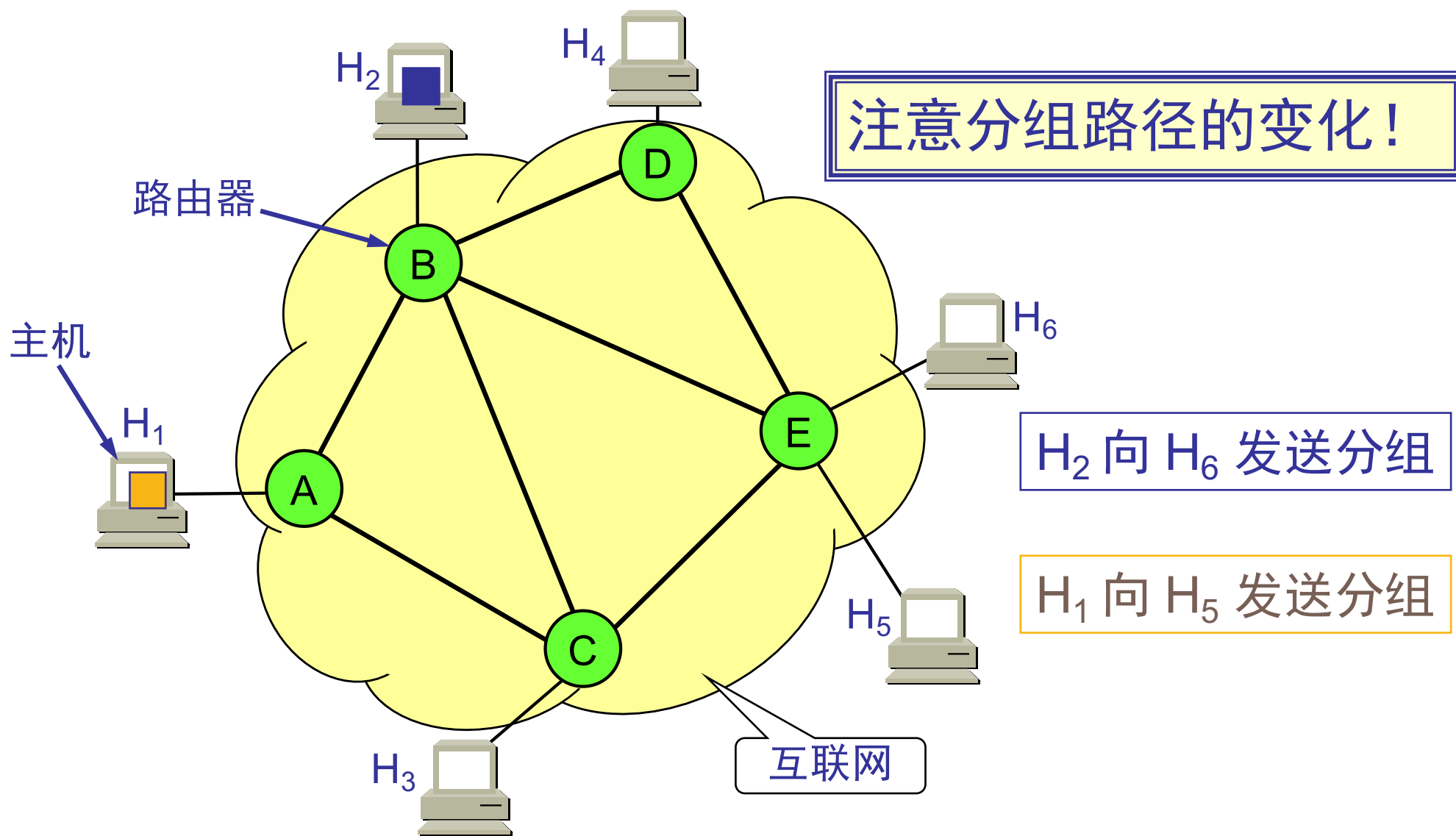
- 
- 因特网的核心部分是由许多网络和把它们互连起来的路由器组成，而主机处在因特网的边缘部分。
 - 在因特网核心部分的路由器之间一般都用高速链路相连接，而在网络边缘的主机接入到核心部分则通常以相对较低速率的链路相连接。

网络核心部分

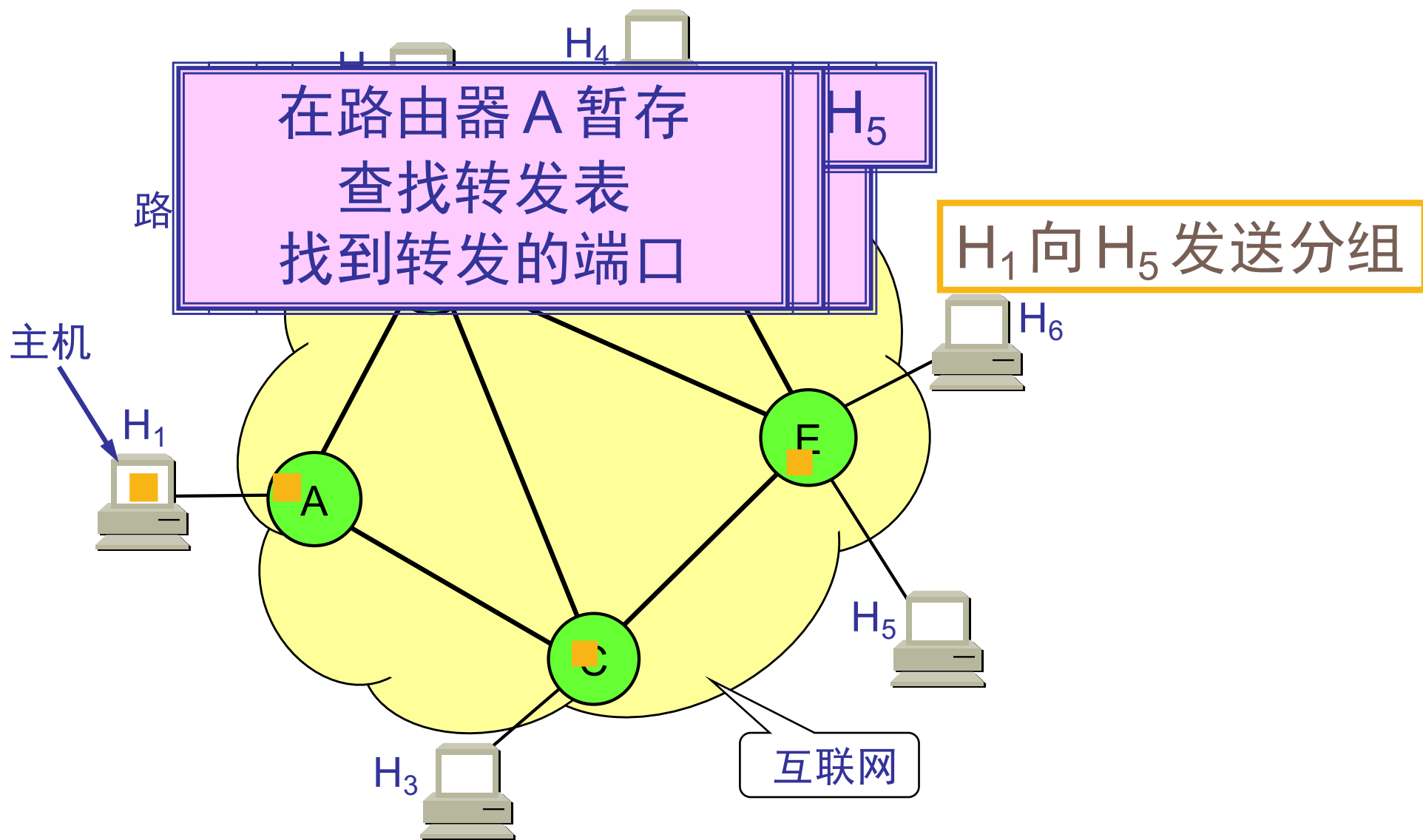




分组交换网的示意图



注意分组的存储转发过程



路由器的基本原理

- 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。

主机&路由器

□ 主机

- ▣ 为用户进行信息处理;
- ▣ 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

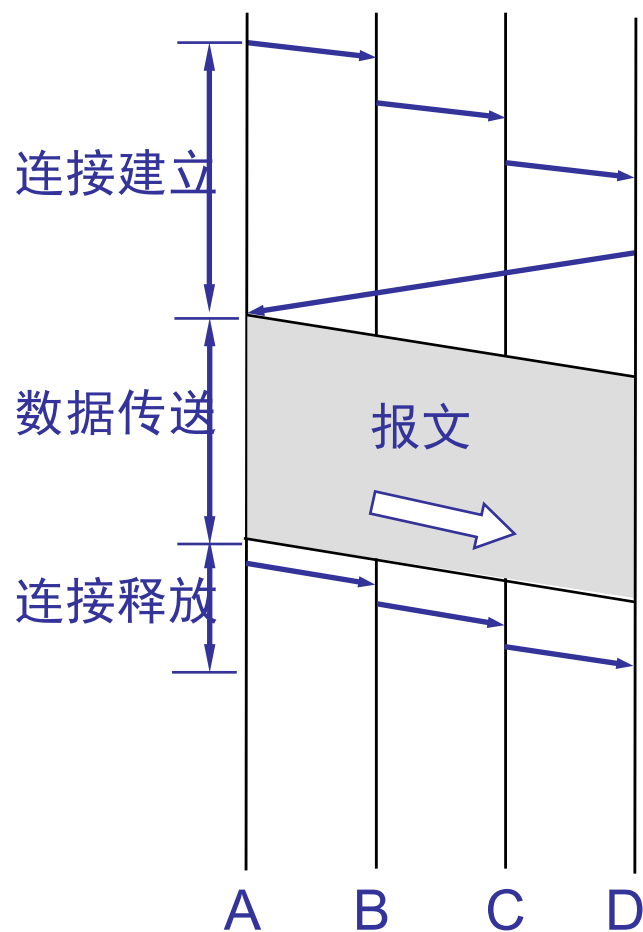
- 分组在各结点存储转发时需要排队，这就会造成一定的时延。
- 分组必须携带的首部（里面有必不可少的控制信息）也造成了一定的开销。

(3)报文交换

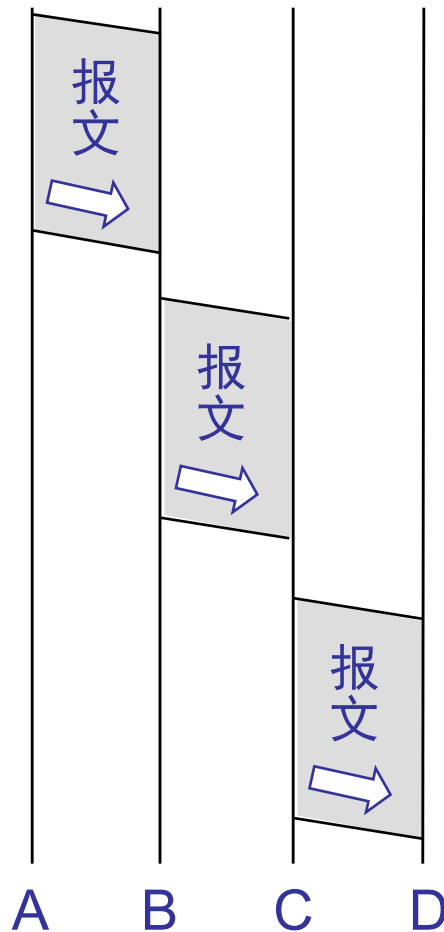
- 存储转发原理并非在分组交换中才提出
- 20 世纪 40 年代，电报通信也采用了基于存储转发原理的交换方式——报文交换(message switching)。
- 报文交换的时延较长，从几分钟到几小时不等。现在报文交换已经很少有人使用了。

三种交换的比较

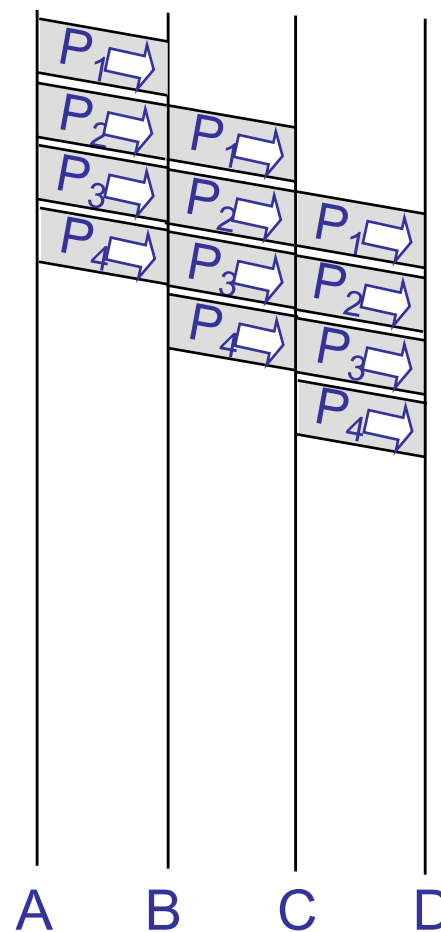
电路交换



报文交换

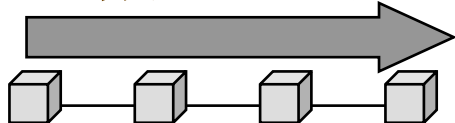


分组交换

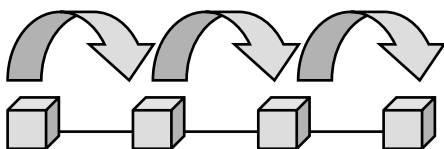


数据传送
的特点

比特流直达终点

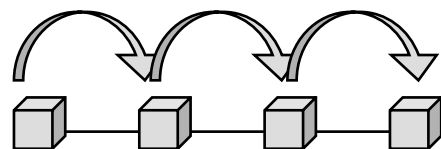


报文 报文 报文



存储
转发 存储
转发

分组 分组 分组



存储
转发 存储
转发

1.4 计算机网络在我国的发展

- 1994年4月20日接入英特网，64kb/s
- 5月，中科院高能物理所设立了我国第一个Web服务器
- 9月，中国公用计算机互联网CHINANET正式启动
 - ▣ 中国电信经营管理的中国公用Internet 骨干网
- 目前，建成了9个全国范围的公用计算机网络

9个全国范围的公用计算机网络

- 中国公用计算机互联网 **CHINANET**
- 中国教育和科研计算机网 **CERNET**
- 中国科学技术网 **CSTNET**
- 中国联通互联网 **UNINET**
- 中国网通公用互联网 **CNCNET**
- 中国国际经济贸易互联网 **CIETNET**
- 中国移动互联网 **CMNET**
- 中国长城互联网 **CGWNET**
- 中国卫星集团互联网 **CSNET**

1.5 计算机网络的分类

□ 1.5.1 分类方式

- 不同作用范围的网络
- 从网络的使用者进行分类
- 接入网络
- 从拓扑结构分类

1.5.2 网络的分类

1. 不同作用范围的网络

- ▣ 广域网 **WAN** (Wide Area Network)
- ▣ 局域网 **LAN** (Local Area Network)
- ▣ 城域网 **MAN** (Metropolitan Area Network)
- ▣ 个人区域网 **PAN** (Personal Area Network) , 也称无线个人区域网

广域网

- 是连接地理范围较大的计算机网络，地理范围通常是一个国家或一个洲。(约100~1 000千米)
- 特点
 - ▣ 覆盖大片的地理区域，一次传输要经由网络中一系列内部互联的交换节点，在通过选择好的路由后到达信宿设备。
 - ▣ 广域网用来连接多个局域网，这样只要是局域网内的计算机就都可以互享资源。
- 大型的广域网可以由各大洲的许多局域网组成，最广为人知的广域网就是Internet。

局域网

- 是局部区域的计算机网络，通常只用来连接一座或几座楼中的计算机。(约1千米)
- 因为局域网覆盖了较短的距离，所以局域网的特点是：
 - ▣ 数据速率高
 - ▣ 距离短
 - ▣ 延迟小
 - ▣ 传输可靠。

城域网

- 作用范围介于局域网和广域网之间。（约**5-50**千米）
- 可能覆盖一组邻近的公司、办公室和一个城市，既可能是私有的也可能是公用的。
- 由于种种原因，城域网的技术没有在世界范围内广泛推广使用，而是在实践中使用广域网的技术来构建与城域网的目标范围、大小相当的网络。

校园网 (Campus Network)

□ 校园网：

- ▣ 局域网和广域网两种网络类型之间的变种之一
- ▣ 象广域网一样跨越多个建筑物，但它又不必依赖外部传输线路（和邮电线路无关）
- ▣ 一般用在学校或大的企事业单位中
 - 把地理上分散的建筑物连为一体
 - 使用的传输媒体一般是高速骨干线，如光纤、干线电缆等。
- ▣ 在所连接的建筑物的里面，可能有很多局域网。

个人区域网 PAN

- 个人私有网络，连接个人电子设备
- 通常采用无线通信

2. 不同使用者的网络



- 从网络的使用者进行分类
 - ▣ 公用网 (public network)
 - ▣ 专用网 (private network)

3. 用来把用户接入到因特网的网络

- **接入网 AN (Access Network)**，又称为本地接入网或居民接入网。
- 由 **ISP** 提供，只是起到让用户能够与因特网连接的“桥梁”作用。
- 接入网不属于因特网的核心部分，也不属于其边缘部分

作业

- P36: 2, 3
- 查资料，提交报告（PPT），阐述计算机网络的发展过程，以及分类；汇报（随机抽时间）。