



石家庄铁道大学
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

计算机网络

网络工程系

赵永斌



课程介绍

一、主讲教师

信息科学与技术学院网络工程系：赵永斌

办公地点：新科技楼214

电子邮箱：zhaoyungbin@126.com

教学反馈邮箱：sist_student@163.com

二、教学目标

总体把握网络的分层体系结构，理解重要概念、术语、性能测度，理解导致因特网成功的关键结构特征，为今后学习奠定基础。



课程简介

●课程地位

- 高校多专业普遍开设，原理知识为必备，实践能力为必须

●课程目标

- 以TCP/IP技术为代表，系统地讲解计算机网络**基本概念、原理和技能**
- 提升分析解决问题能力，培养创新思维能力，提高信息素质

●计划学时

- 56学时理论/8学时实验

●学习方法和要求

- 预习思考、讲授(做笔记)、分组研讨、复习作业、实验验证



网络实验安排

■ 时间

第12周-第16周

周四上午第1-2节

■ 如有变化，以通知为准

(可参见实验中心的上机安排)



课程学习方法

- 三个实践要点“**问题猜想，事实验证和理性思考**”
- 理解基本原理基础上，注重动手能力训练
- 采用“**预习-课堂研讨-实验验证-网上讨论**”训练模式
 - 变被动学习过程为知识发现过程
 - 自己成为学习的主体
 - 强化实践动手能力
 - 强化沟通协作能力
 - 改变考核计分规则



课程简介

- 教材： 计算机网络

作者： 谢希仁

出版社： 电子工业出版社

- 参考书：

计算机网络实验教程

张鸣

TCP/IP PROTOCOL SUITE Forouzan

网络系统集成技术

蔡立军



课程简介

- 网络的概念
- 物理层知识
- 数据链路层
- 网络层
- 运输层
- 应用层
- 网络安全
- 网络应用和网络新技术



石家庄铁道大学
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

计算机网络

第1讲 网络概述 (I)



本讲内容

1.1 计算机网络在信息时代中的作用

1.2 因特网概述

1.2.1 网络的网络

1.2.2 因特网发展的三个阶段

1.2.3 因特网的标准化工作

1.2.4 计算机网络在我国的发展

1.3 因特网的组成

1.3.1 因特网的边缘部分

1.3.2 因特网的核心部分

1.4 计算机网络在我国的发展

1.5 计算机网络的类别

1.5.1 计算机网络的定义

1.5.2 几种不同类别的网络



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就是数字化、网络化和信息化，它是一个以网络为核心的信息时代。
- 网络现已成为信息社会的命脉和发展知识经济的重要基础。
- 网络是指“三网”，即电信网络、有线电视网络和计算机网络。
- 发展最快的并起到核心作用的是计算机网络。



因特网(Internet)的发展

- 进入 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。
- 已成为仅次于全球电话网的世界第二大网络。



因特网的意义

- 因特网是自印刷术以来人类通信方面最大的变革。
- 现在人们的生活、工作、学习和交往都已离不开因特网。



计算机网络向用户提供的最重要的功能

- 连通性——计算机网络使上网用户之间都可以交换信息，好像这些用户的计算机都可以彼此直接连通一样。
- 共享——即资源共享。可以是信息共享、软件共享，也可以是硬件共享。

1.2 因特网概述

1.2.1 网络的网络

- 起源于美国的因特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)。
- 连接在因特网上的计算机都称为**主机**(host)。



请注意名词“结点”

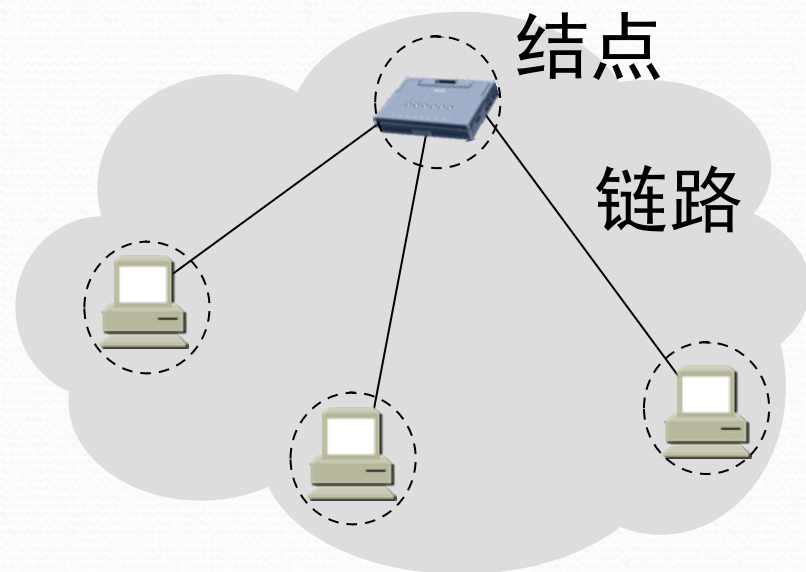
- “结点”的英文名词是 node。
- 虽然 node 有时也可译为“节点”，但这是指像天线上的驻波的节点，这种节点很像竹竿上的“节”。
- 在网络中的 node 的标准译名是“**结点**”而不是“节点”。
- 但数据结构的**树**(tree)中的 node 应当译为“节点”。



网络与因特网

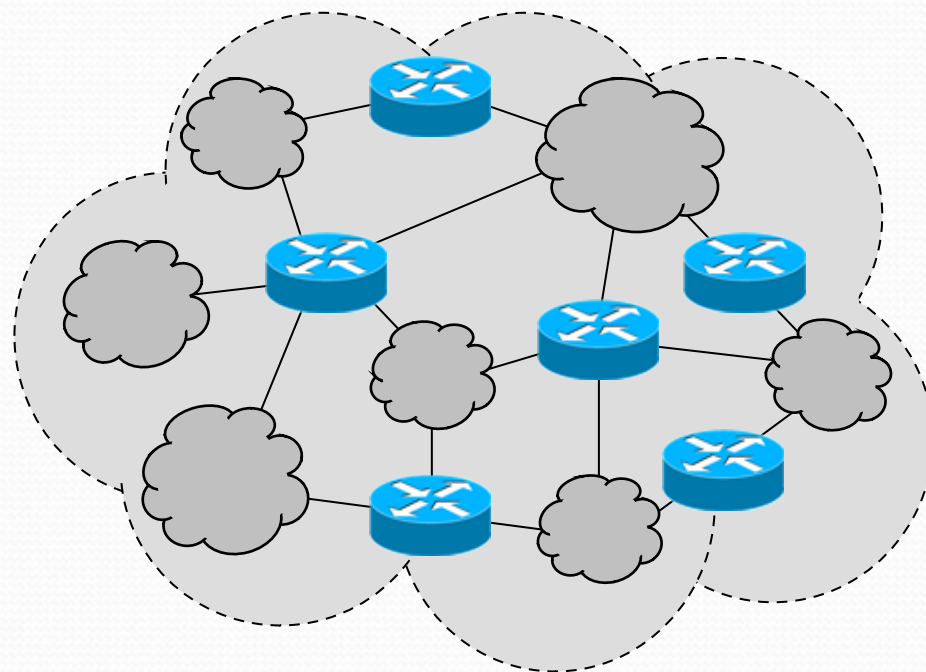
- 网络把许多计算机连接在一起。
- 因特网则把许多网络连接在一起。

网络

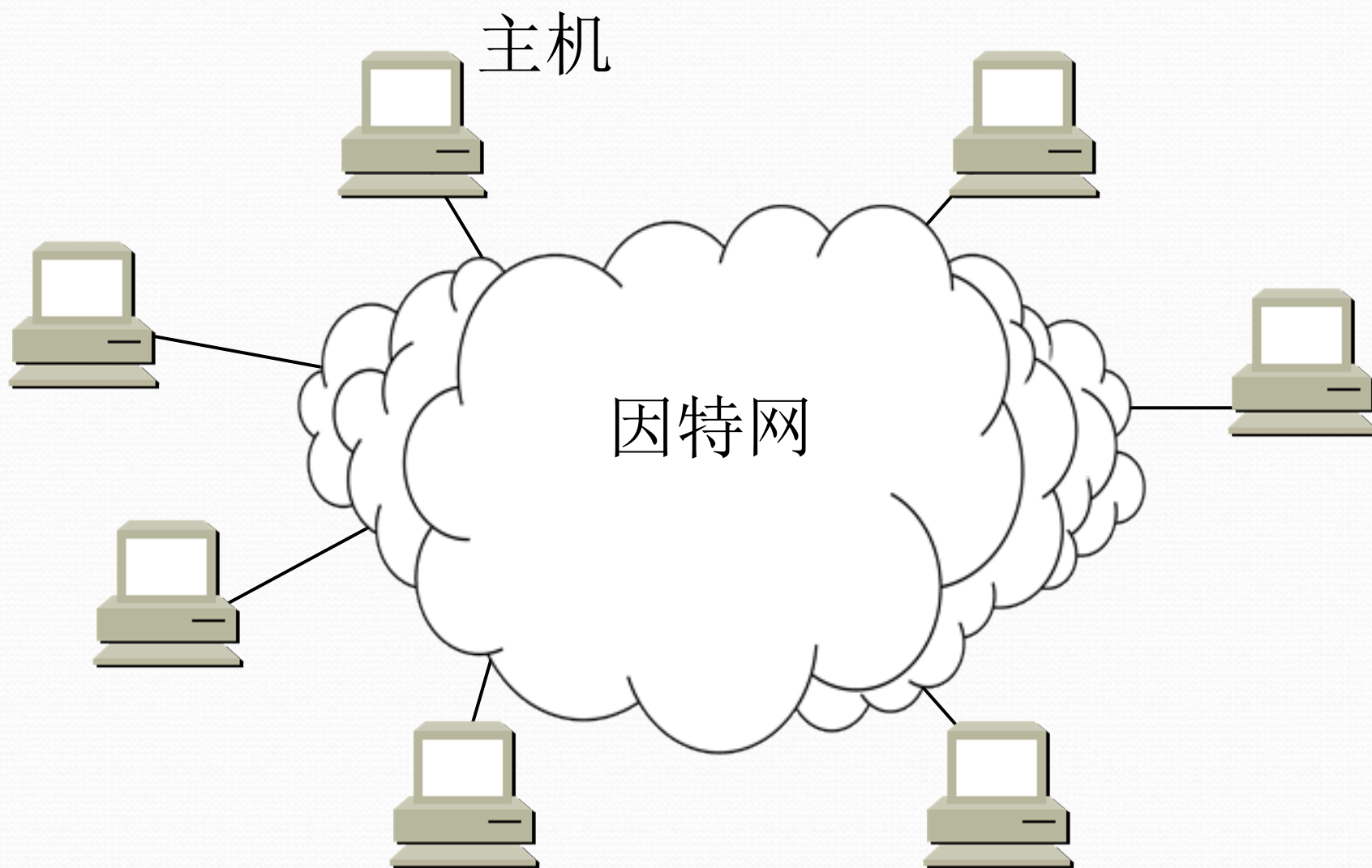


(a)

互联网（网络的网络）



(b)





1.2.2 因特网发展的三个阶段

- 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 年作为因特网的诞生时间。

Internet 和 Internet 的区别

- 以**小写字母 i** 开始的 internet（互联网或互连网）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）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。



三级结构的因特网

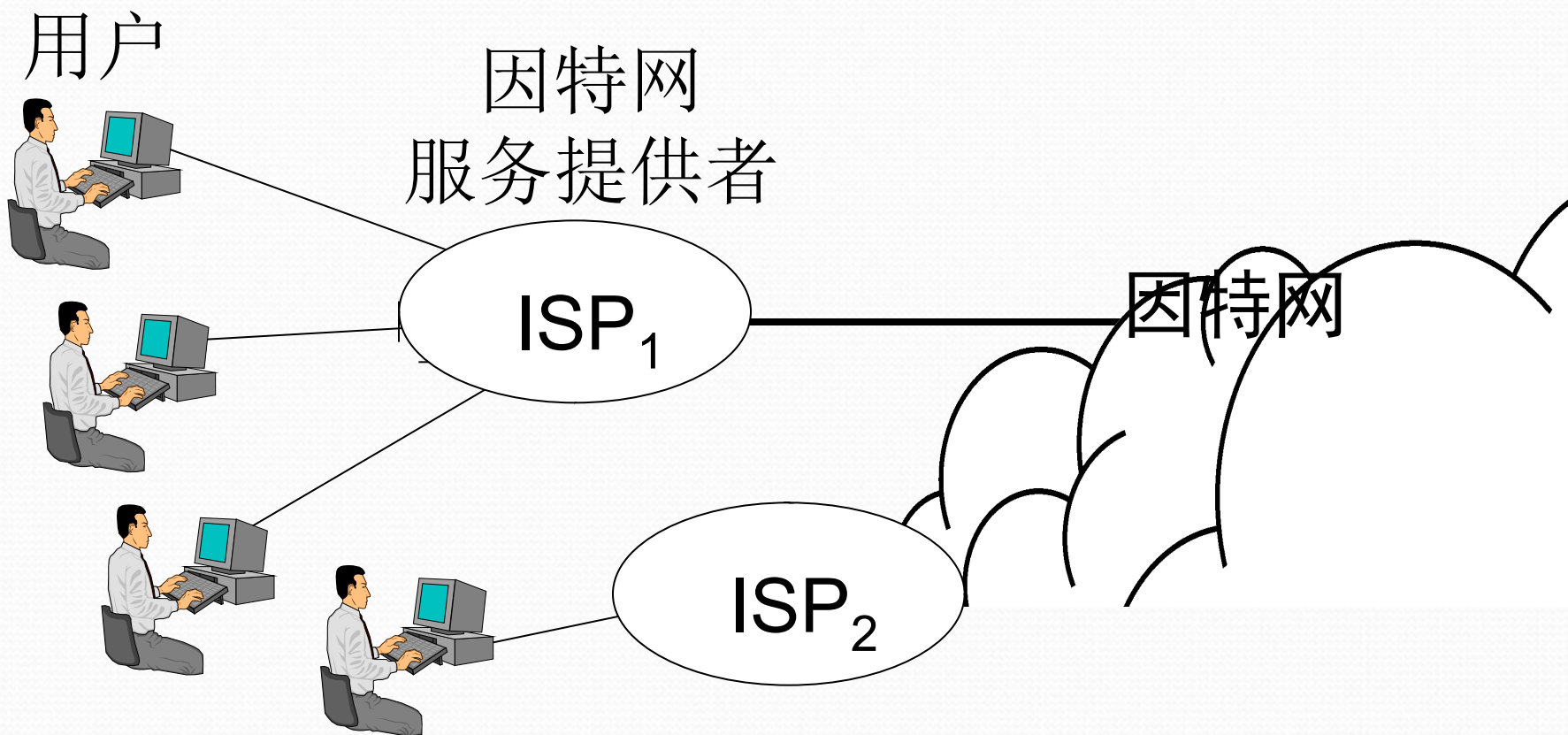
- 第二阶段的特点是建成了三级结构的因特网。
- 三级计算机网络，分为主干网、地区网和校园网（或企业网）。



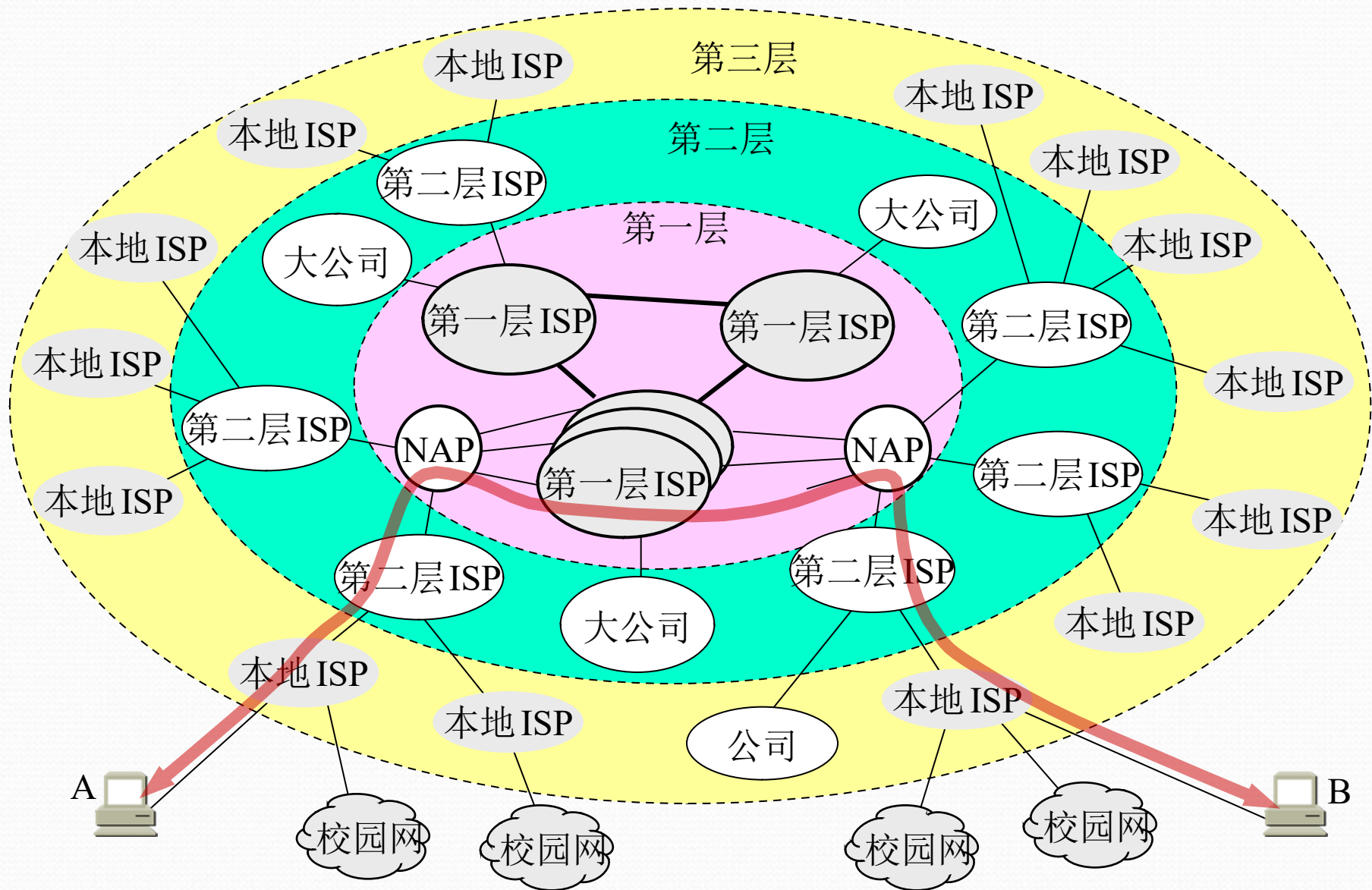
多层次 ISP 结构的因特网

- 第三阶段的特点是逐渐形成了多层次 ISP 结构的因特网。
- 出现了因特网服务提供者 **ISP** (Internet Service Provider)。

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



万维网 WWW 的问世

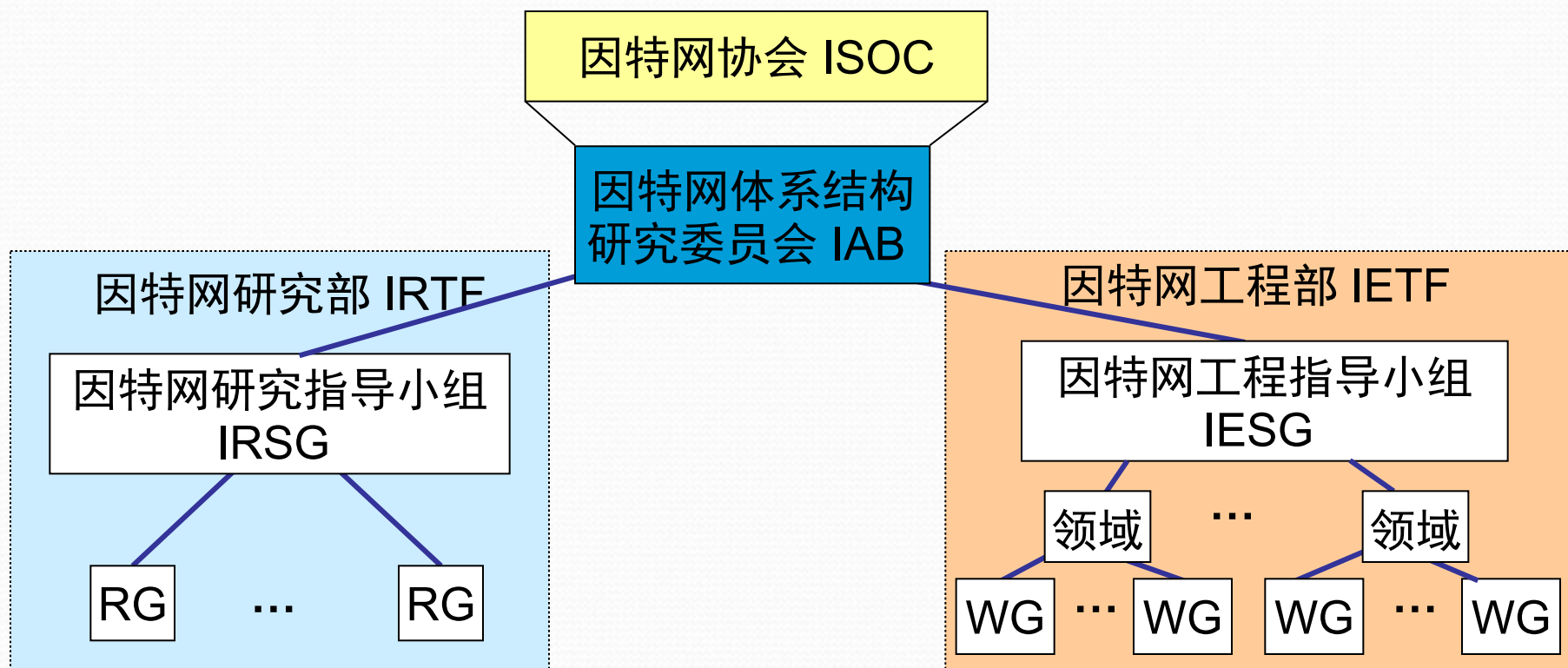
- 因特网已经成为世界上规模最大和增长速率最快的计算机网络，没有人能够准确说出因特网究竟有多大。
- 因特网的迅猛发展始于 20 世纪 90 年代。由欧洲原子核研究组织 CERN 开发的万维网 WWW (World Wide Web) 被广泛使用在因特网上，大大方便了广大非网络专业人员对网络的使用，成为因特网的这种指数级增长的主要驱动力。

因特网的发展情况概况

| | 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 |

2009年1月13日，中国互联网络信息中心（CNNIC）在京发布了《第23次中国互联网络发展状况统计报告》。报告显示，截至2008年底，我国互联网普及率以22.6%的比例首次超过21.9%的全球平均水平。同时，我国网民数达到2.98亿，宽带网民数达到2.7亿，国家CN域名数达1357.2万

1.2.3 关于因特网的标准化工作

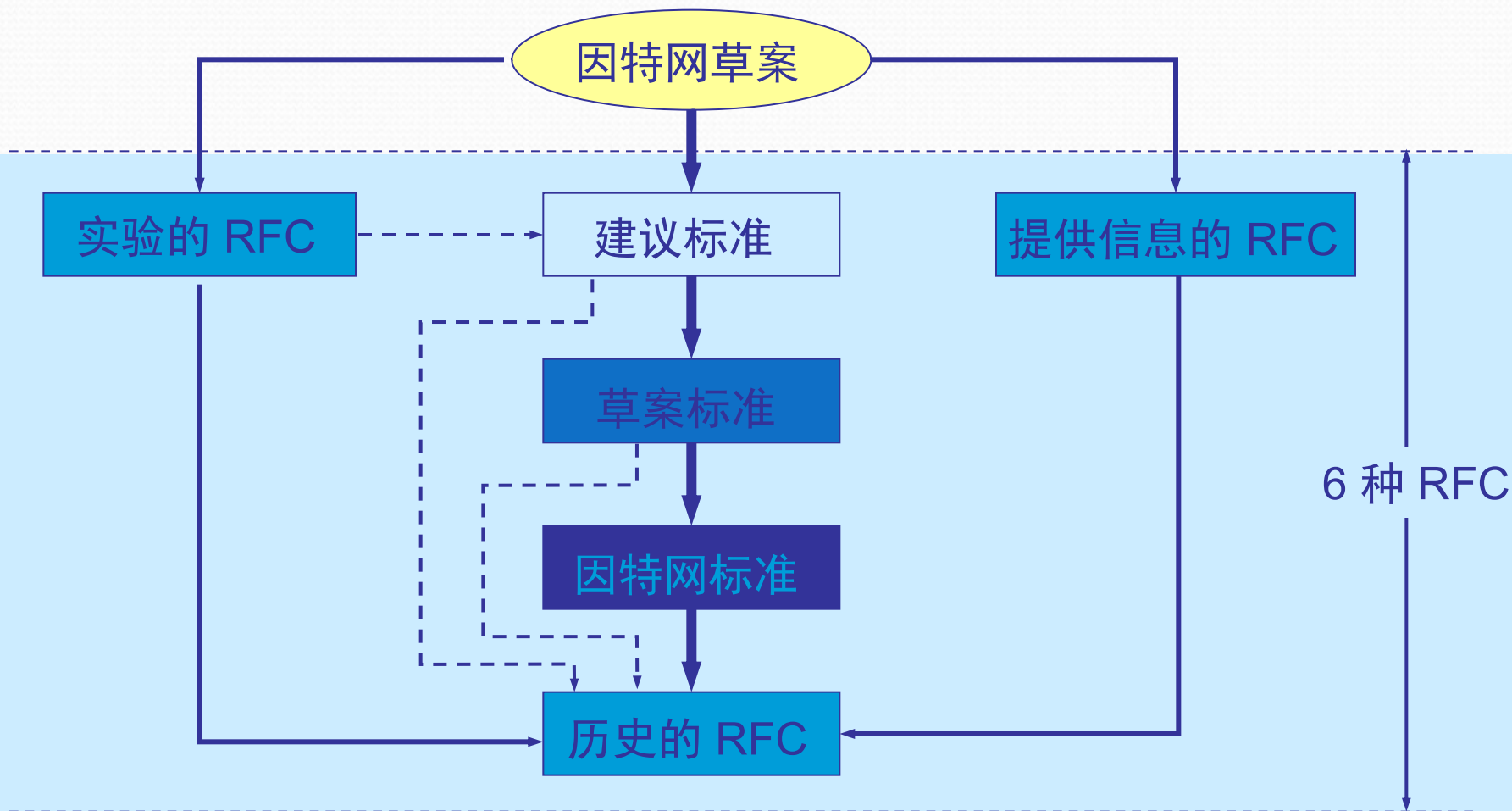




制订因特网的正式标准要经过以下的四个阶段

- 因特网草案(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)
- 因特网标准(Internet Standard)

各种RFC之间的关系

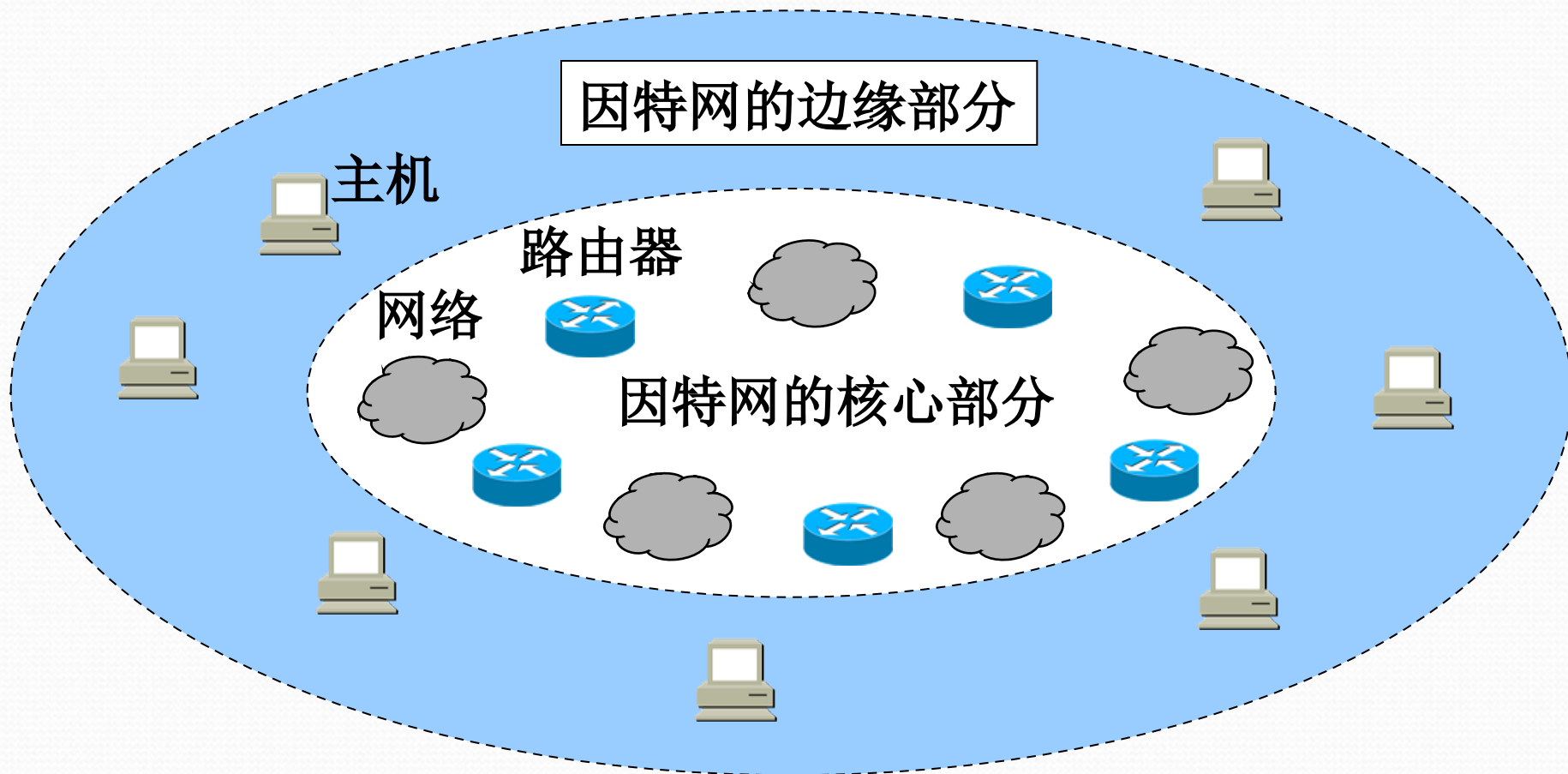


1.3 因特网的组成

从因特网的工作方式上看，可以划分为以下的两大块：

- (1) **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。
- (2) **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）。

因特网的边缘部分与核心部分



1.3.1 因特网的边缘部分

- 处在因特网边缘的部分就是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 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”。
- 即“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）**

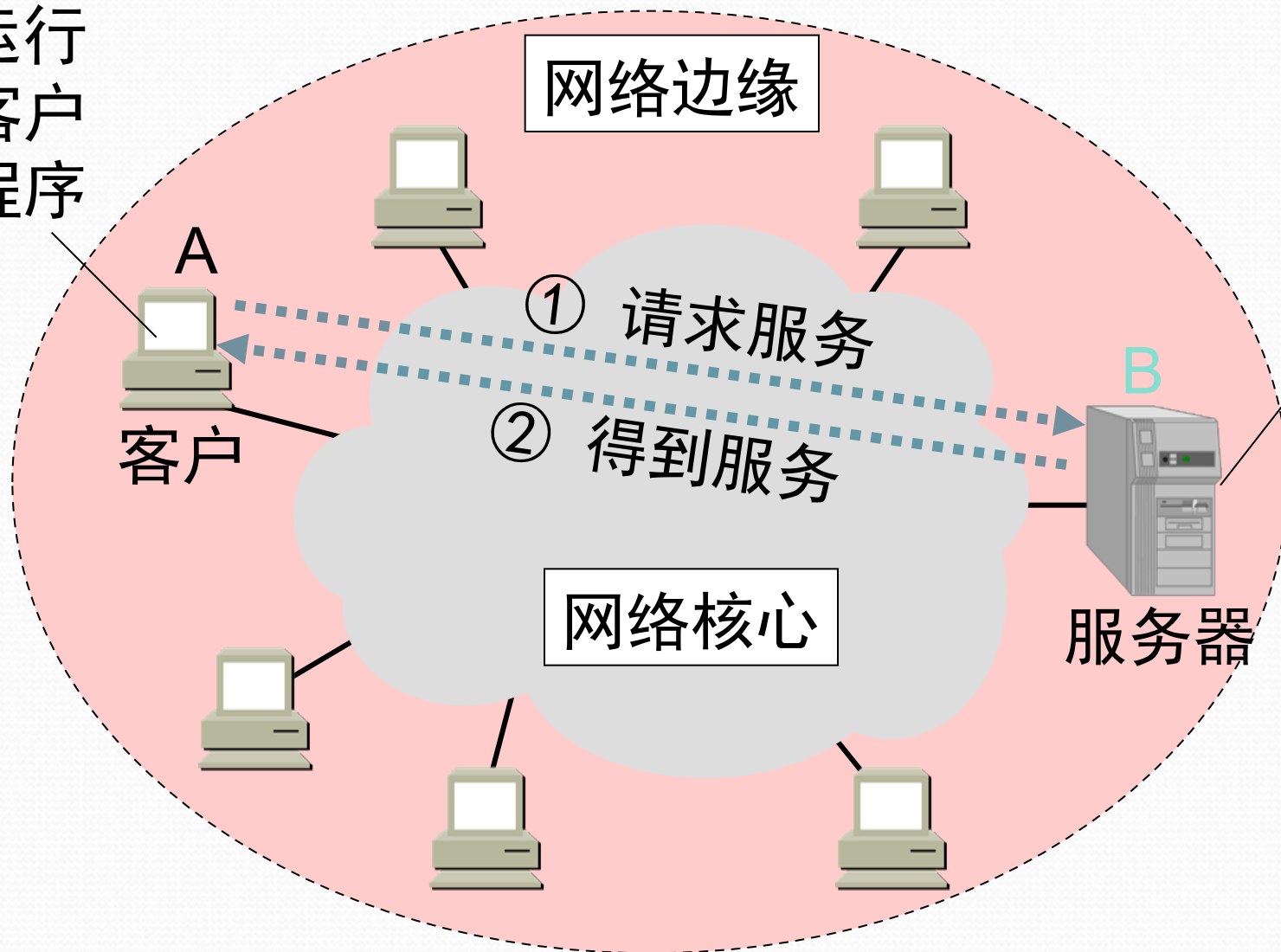
即 Peer-to-Peer 方式

1. 客户服务器方式

- **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。

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。



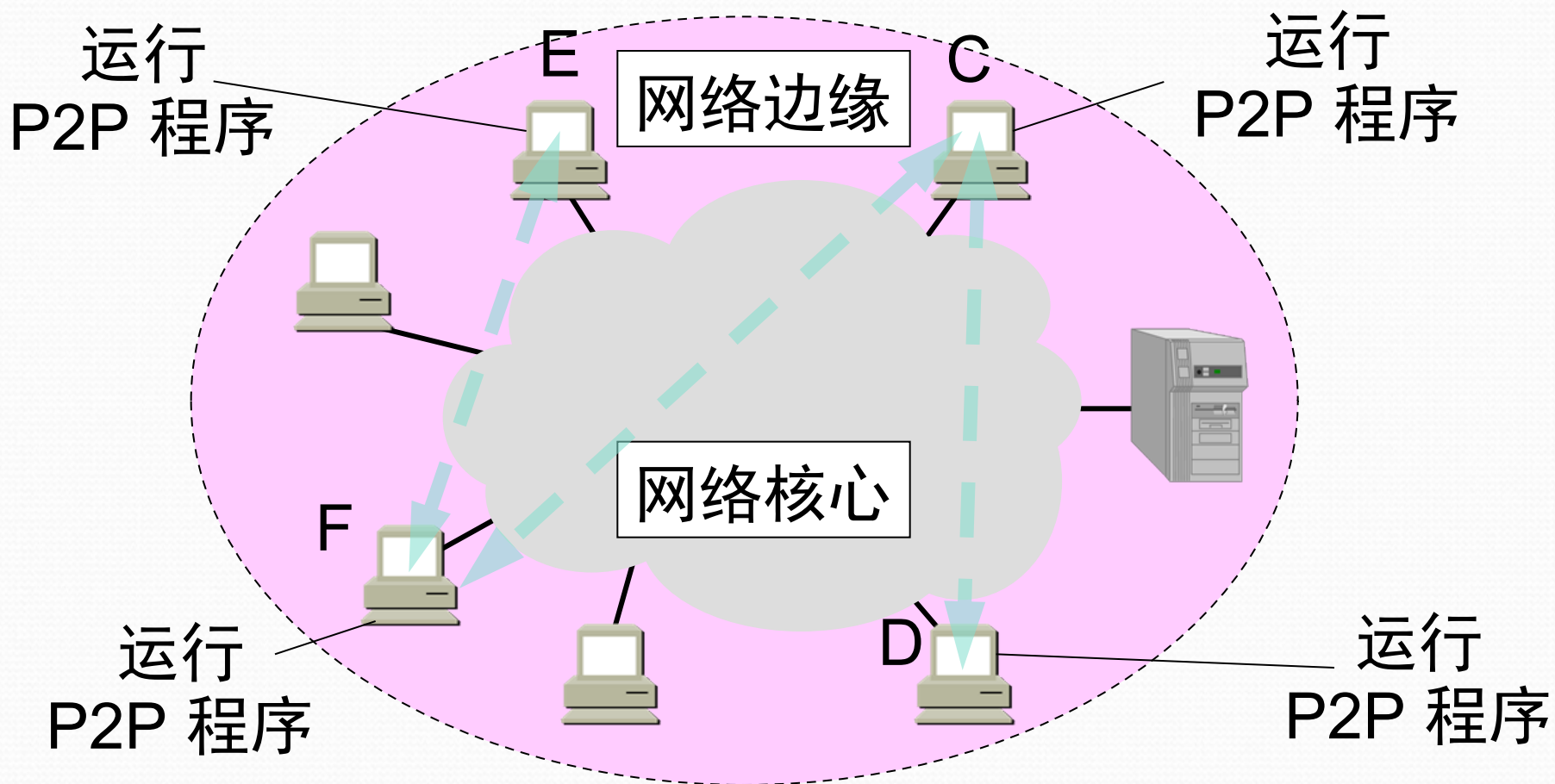
2. 对等连接方式

- **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

- 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。



1.3.2 因特网的核心部分

- 网络核心部分是因特网中最复杂的部分。
- 网络中的核心部分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）。
- 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。
- 在通信技术中，主要有2种交换技术，即电路交换和分组交换

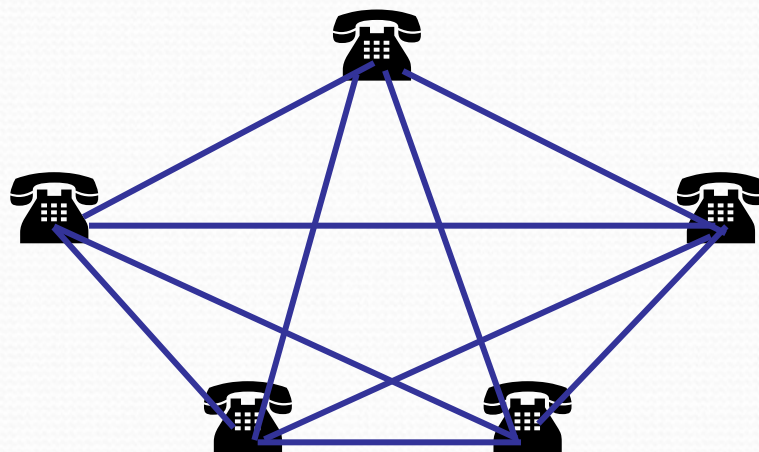
1. 电路交换

- 电路交换是以电话系统为典型代表的通信技术，为什么要使用交换技术？
- 如下图：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

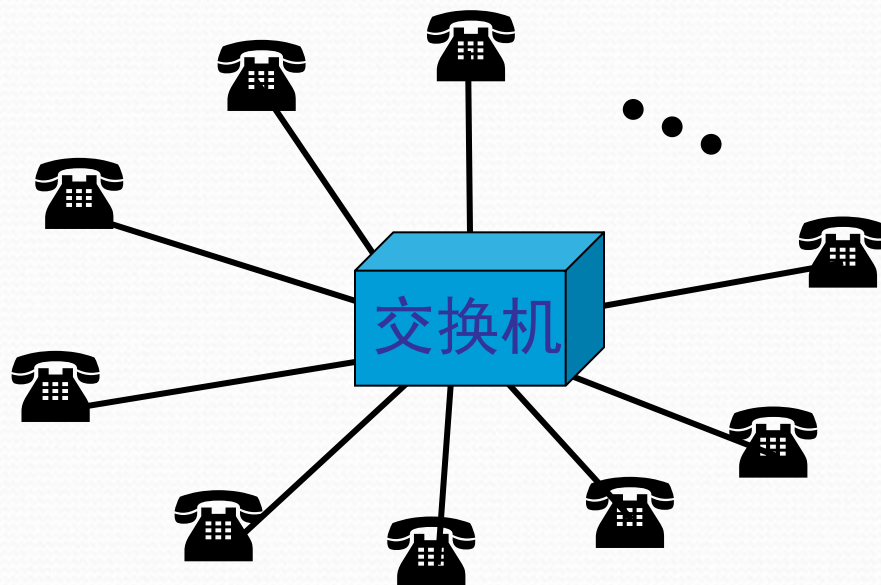
- 5 部电话机两两相连，需 10 对电线。



- 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。

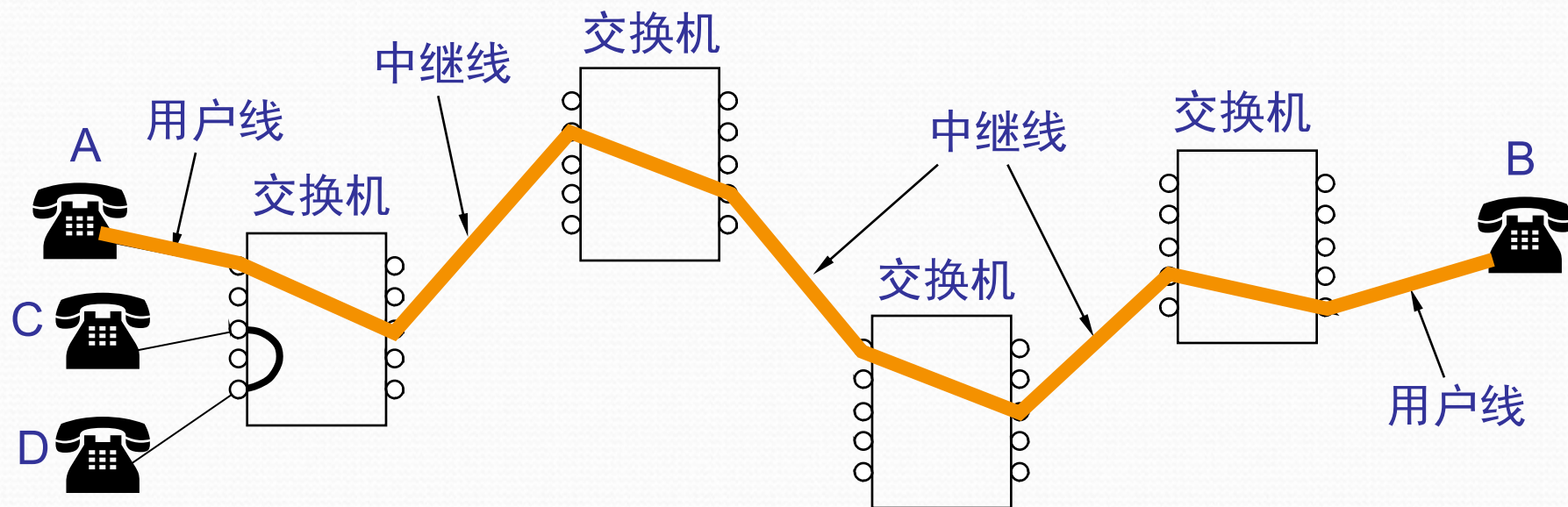


电路交换的特点

- 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

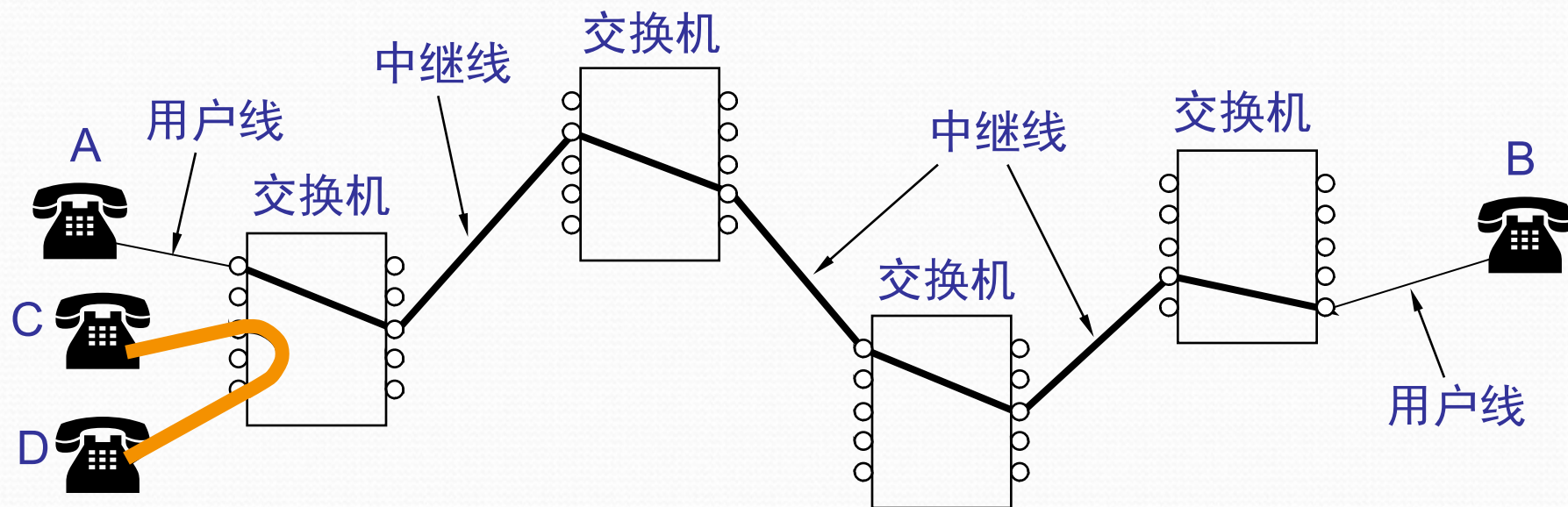
电路交换举例

- 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。

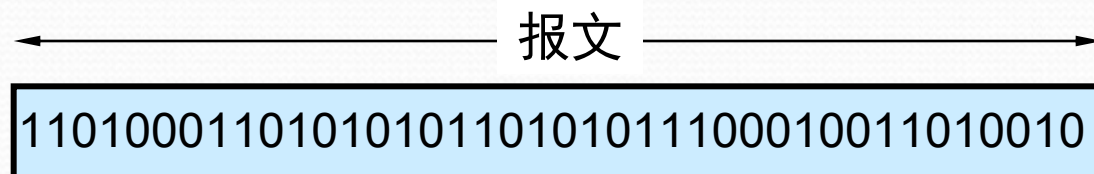
与电话通信不同，计算机通信的数据大多是以文件形式传递，即使数据或指令也不是连续的。

- 这导致通信线路的利用率很低。

由于计算机通信的突发性，使用电路交换，链路被长期占用，造成通信线路的利用率降低（主要是指中继部分）。

2. 分组交换

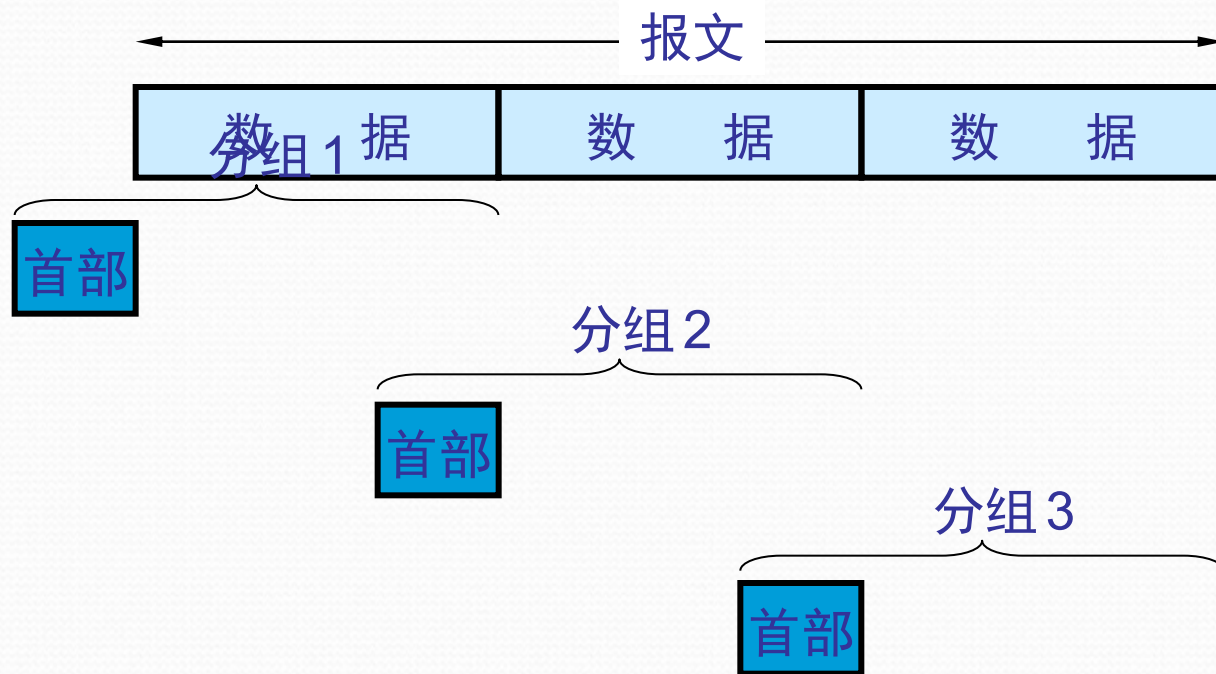
- 在发送端，先把较长的报文划分成较短的、“固定长度”的数据段。



假定这个报文较长
不便于传输

添加首部构成分组

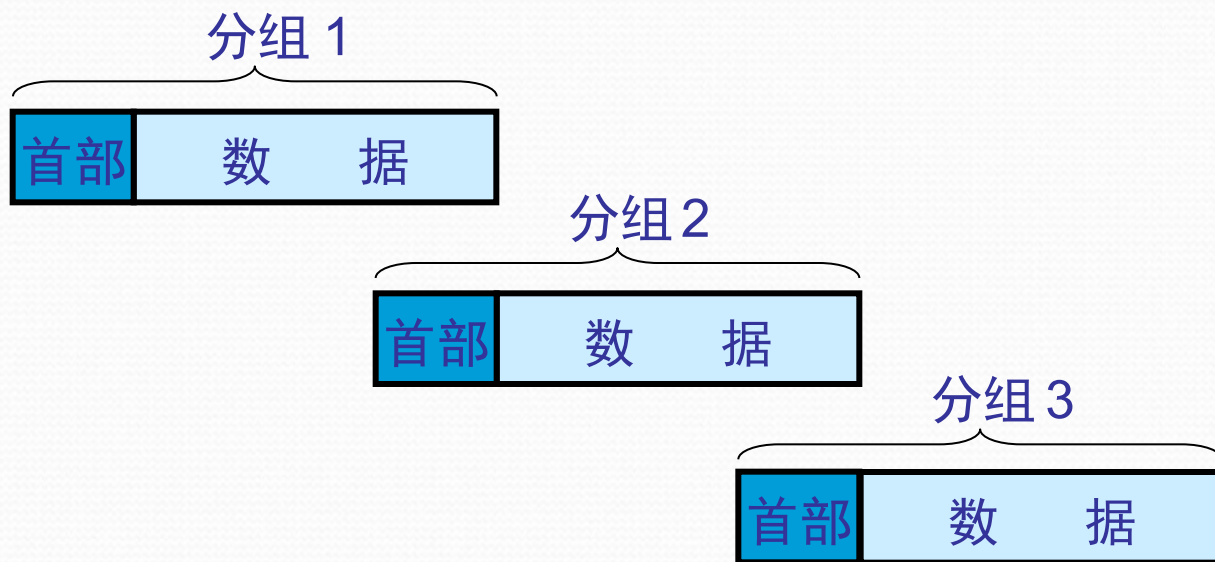
- 每一个数据段前面添加上首部构成分组。



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）。



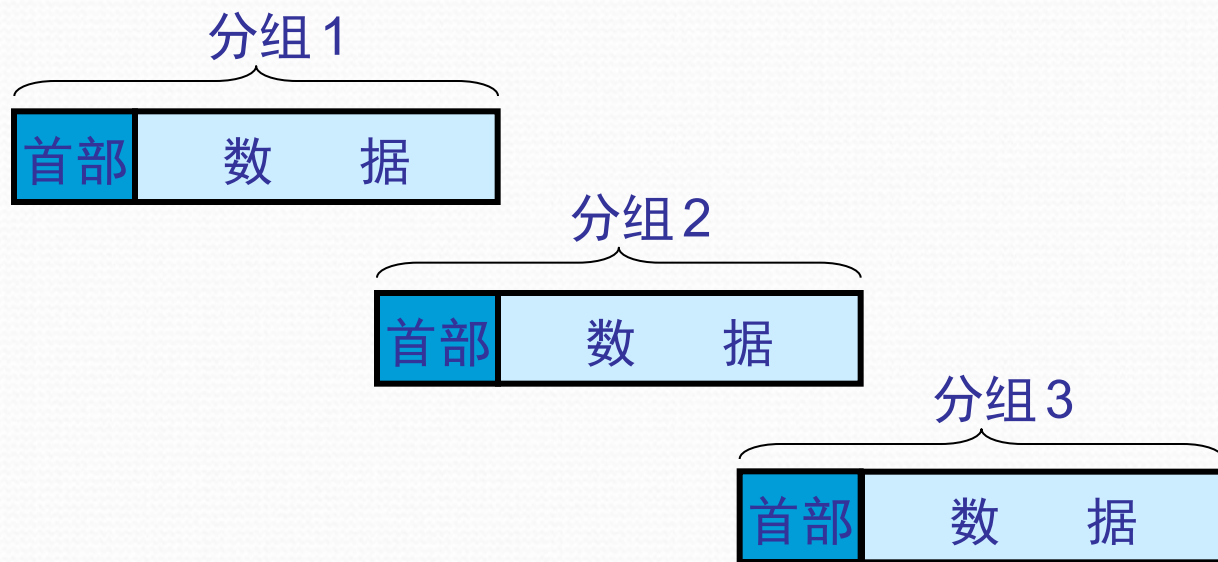


分组首部的重要性

- 每一个分组的首部都含有地址等控制信息。
- 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

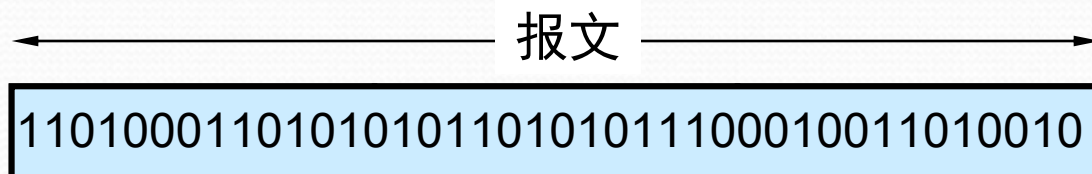
- 接收端收到分组后剥去首部还原成报文。



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。



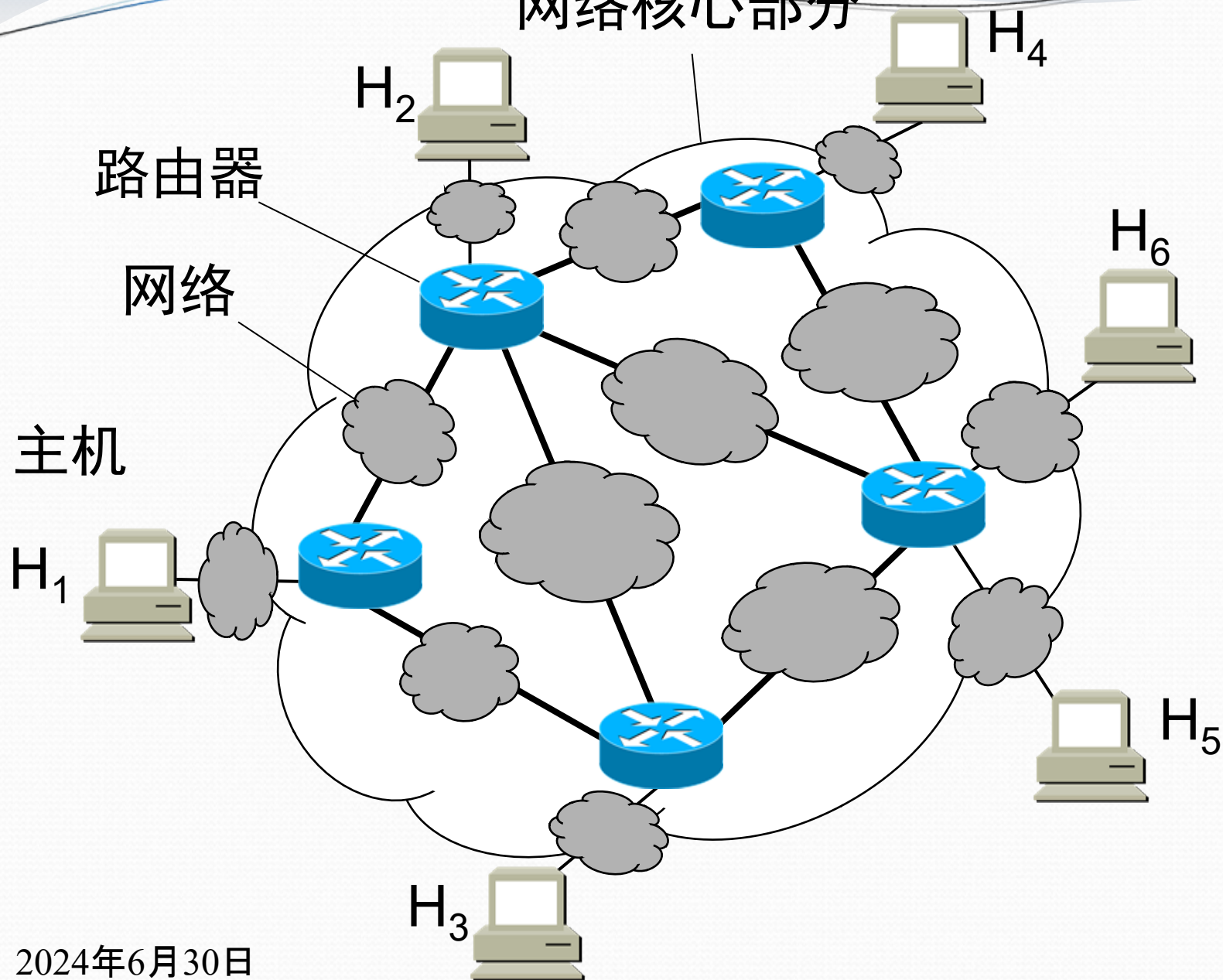
- 这里我们假定分组在传输过程中没有出现差错，在转发时也没有被丢弃。

因特网的核心部分

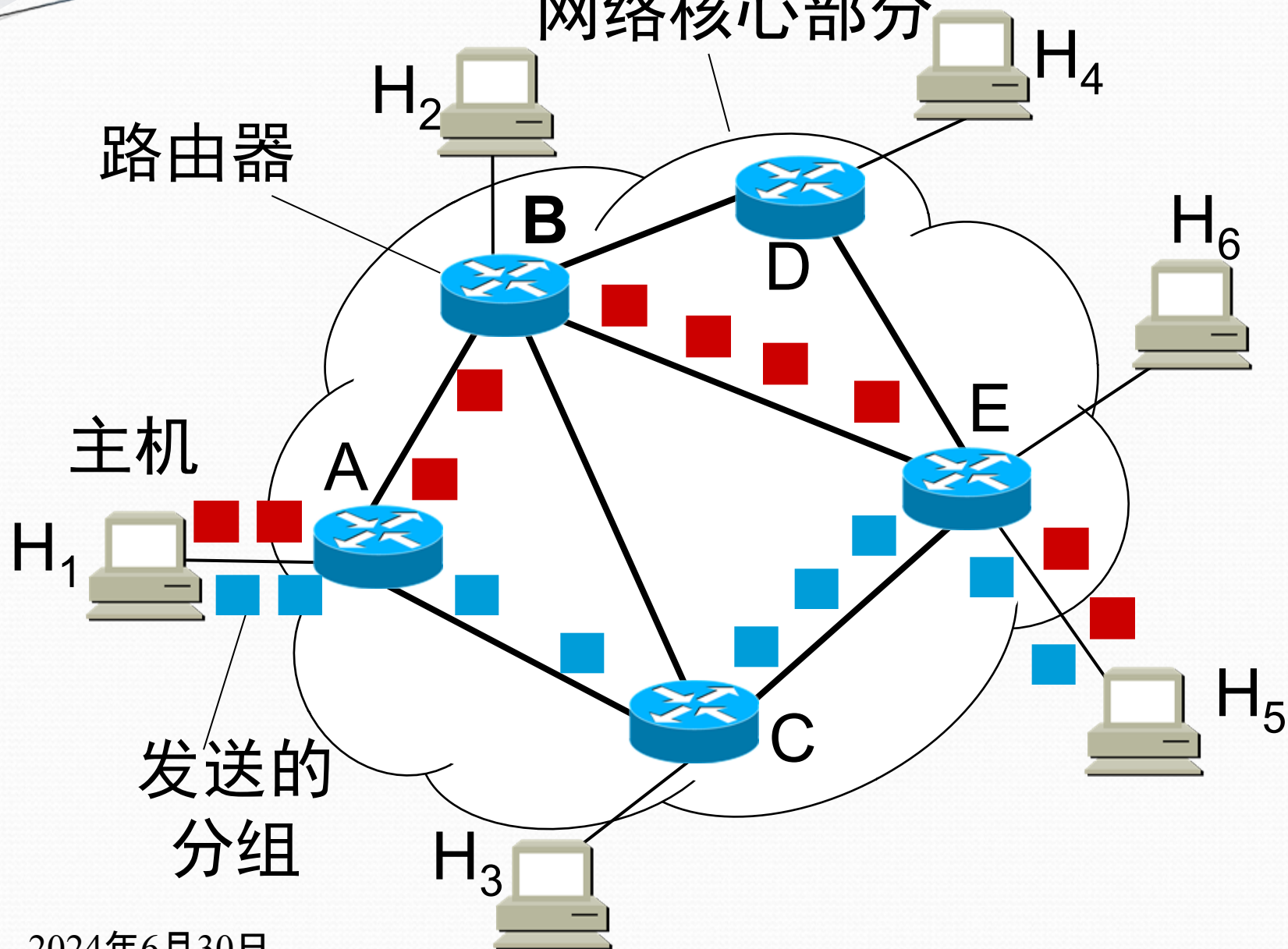
- 因特网的核心部分是由许多**网络**和把它们互连起来的**路由器**组成，而**主机**处在因特网的边缘部分。
- 在因特网核心部分的路由器之间一般都用高速链路相连接，而在网络边缘的主机接入到核心部分则通常以相对较低速率的链路相连接。
- **主机**的用途是为用户进行信息处理的，并且可以和其他主机通过网络交换信息。**路由器**的用途则是用来转发分组的，即进行分组交换的。



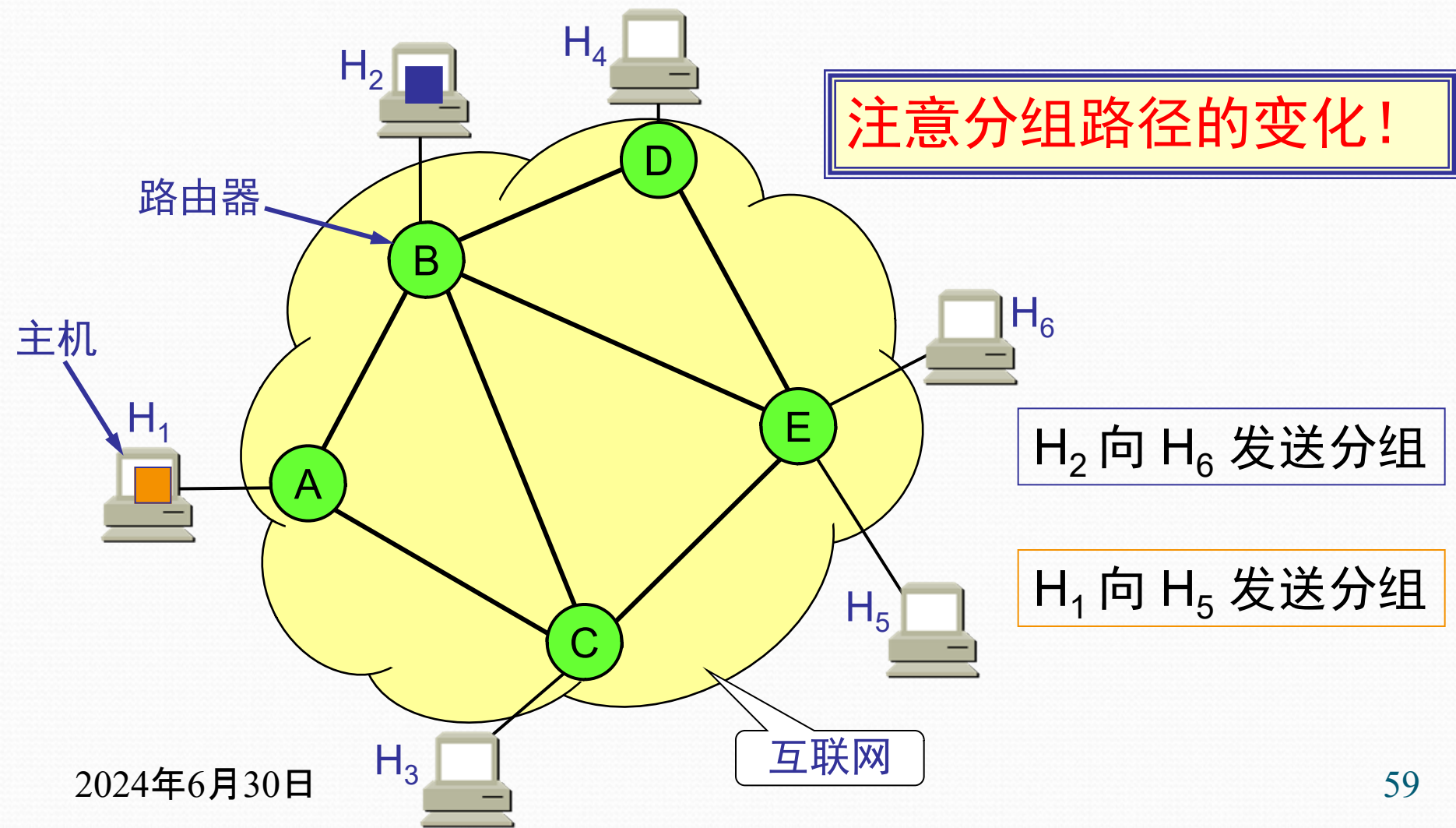
网络核心部分



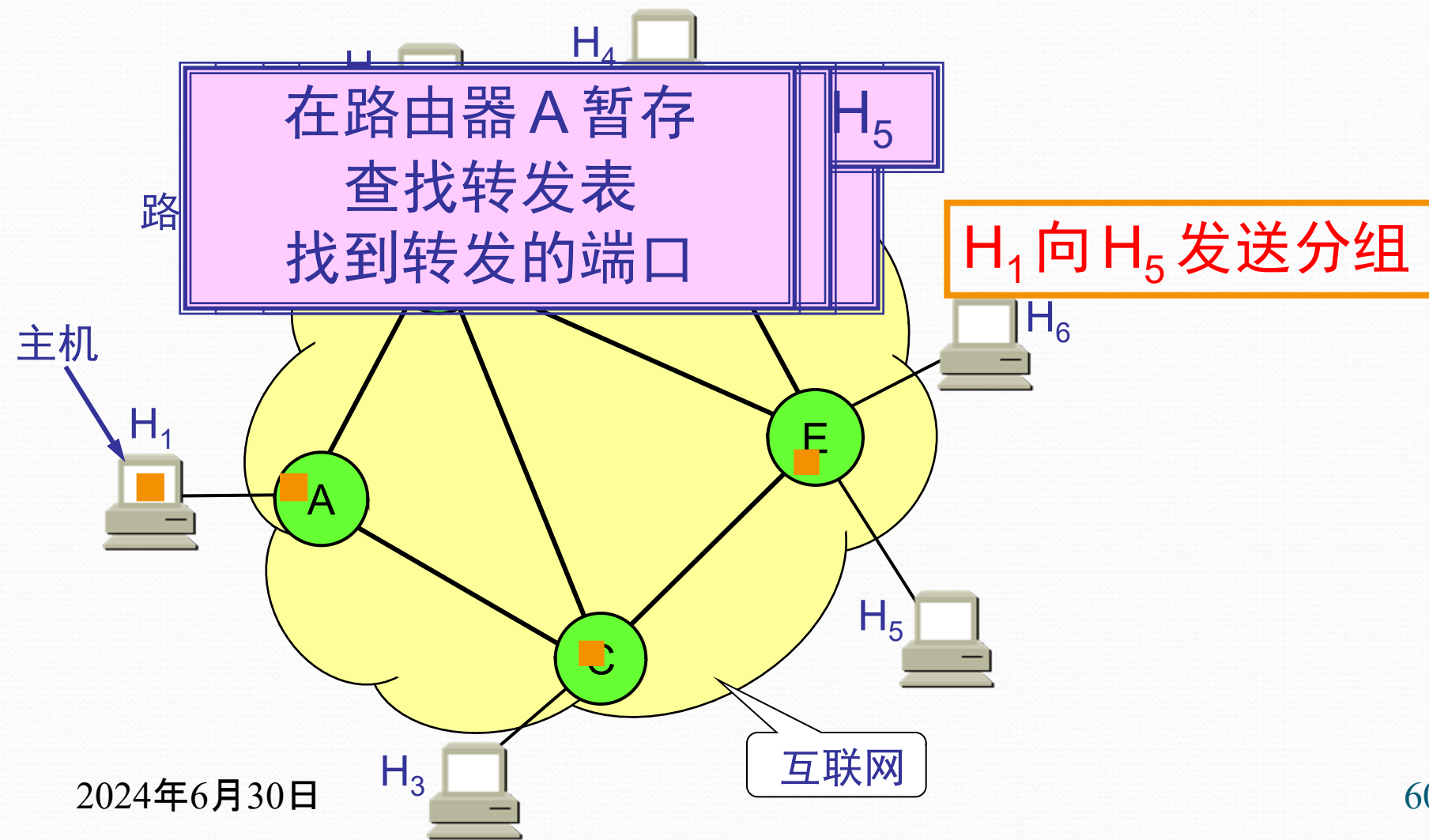
网络核心部分



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。

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**。

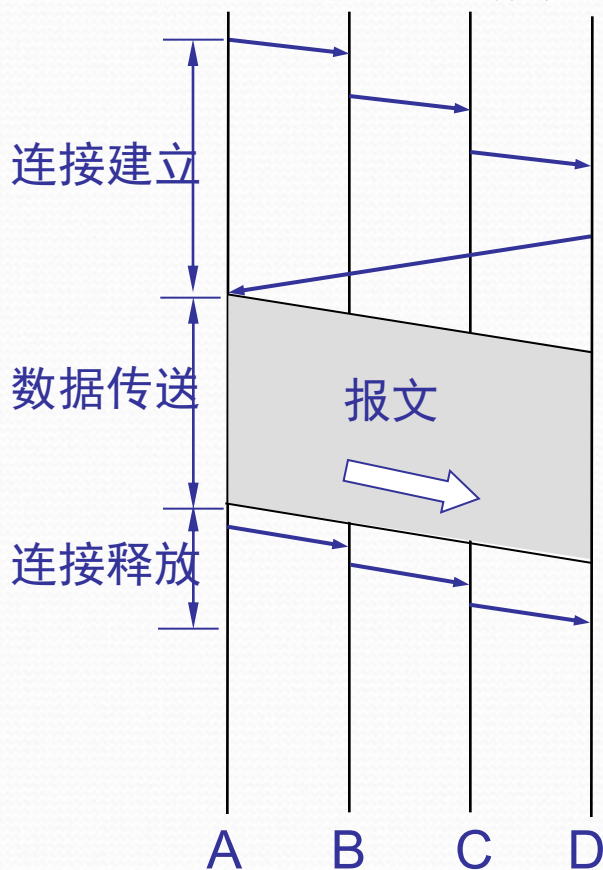


存储转发原理并非完全新的概念

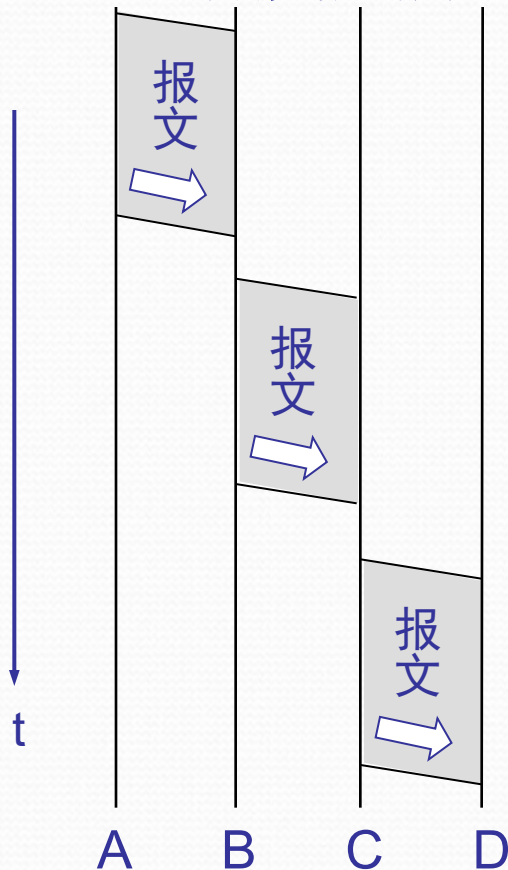
- 在 20 世纪 40 年代，电报通信也采用了基于存储转发原理的**报文交换**(message switching)。
- 报文交换的时延较长，从几分钟到几小时不等。现在报文交换已经很少有人使用了。

三种交换的比较

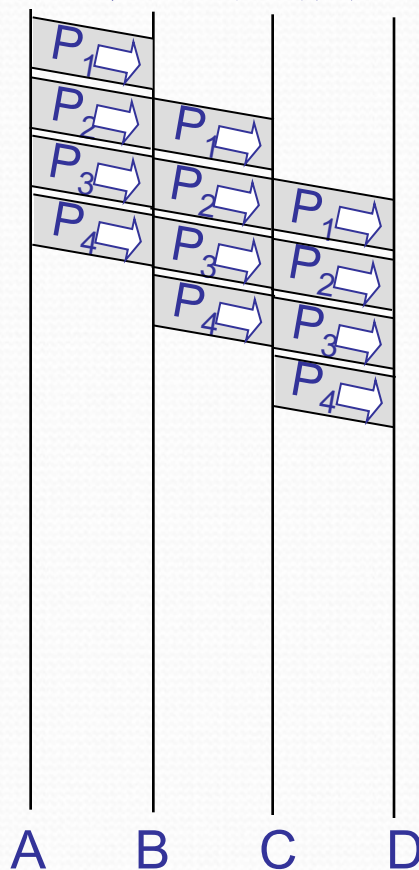
电路交换



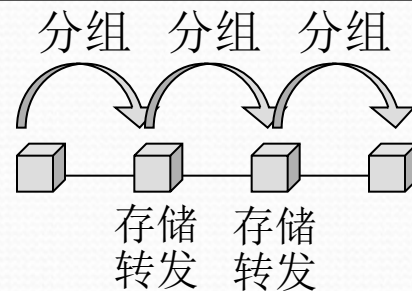
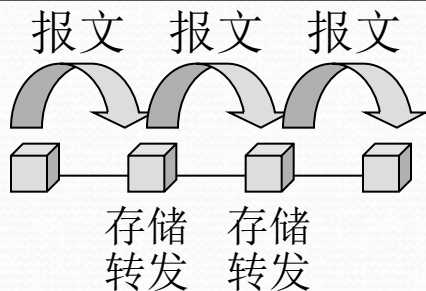
报文交换



分组交换



数据传送
的特点



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。

分组交换对计算机网络非常重要

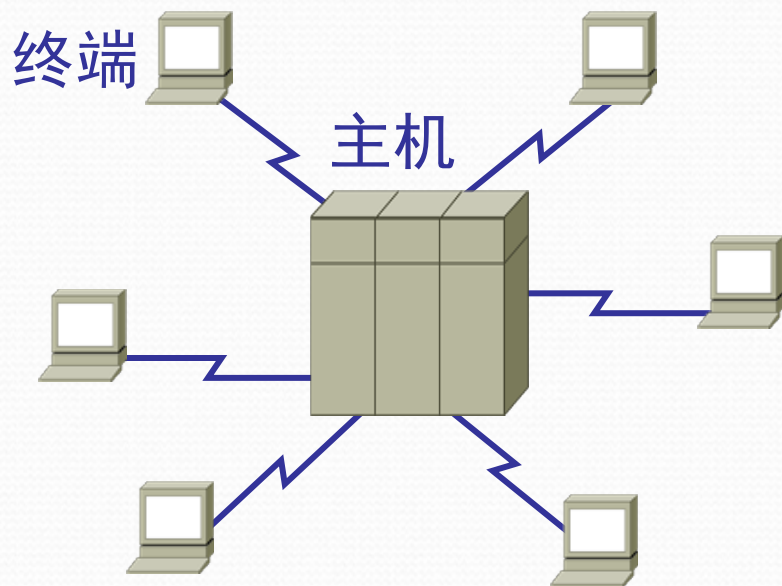
- 早期的面向终端的计算机网络是以**单个主机为中心**的星形网
 - 各终端通过通信线路共享昂贵的中心主机的硬件和软件资源。
- 分组交换网则是以**网络为中心**，主机都处在网络的外围。
 - 用户通过分组交换网可共享连接在网络上的许多硬件和各种丰富的软件资源。

从主机为中心到以网络为中心

以主机为中心



以分组交换网为中心



分组交换网

■ 因特网工作原理





1.4 计算机网络在我国的发展

- 1980年铁道部开始建设计算机网络
- 1989年邮电部完成CNPAC的建设
- 1986年，北京市计算机应用技术研究所实施的国际联网项目--中国学术网(Chinese Academic Network，简称CANET)启动，其合作伙伴是德国卡尔斯鲁厄大学
- 1987年9月，CANET在北京计算机应用技术研究所内正式建成中国第一个国际互联网电子邮件节点，并于9月14日发出了中国第一封电子邮件："Across the Great Wall we can reach every corner in the world.(越过长城，走向世界)"，揭开了中国人使用互联网的序幕。

1.4 计算机网络在我国的发展

- 1990年11月28日，钱天白教授代表中国正式在SRI-NIC(Stanford Research Institute's Network Information Center)注册登记了中国的顶级域名CN
- 1993年~1995年，开始启动建设中国科技网（CSTNET）、中国金桥网、中国教育科研网（CERNET）、电信公众网（ChinaNET）等等。
- 当前的情况请查询2009年CNNIC发布的《第23次中国互联网络发展状况统计报告》

1.4 计算机网络在我国的发展

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

1.5 计算机网络的分类

• 1.5.1 计算机网络的不同定义

- A network is a group of connected, communicating devices such as computers, and printers.
- An internet is two or more networks that can communicate with each other.
- The Internet is the most notable internet, a collaboration of more than hundreds of thousands interconnected networks. Private individuals as well as various organizations such as government agencies, schools, research facilities, corporations, etc in more than 100 countries use the Internet.



1.5.2 网络的分类

- 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)



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), 它又称为本地接入网或居民接入网。根据ITU-T建议G.902的定义: 接入网(AN)是由业务节点接口(SNI)和用户网络接口(UNI)之间的一系列传送实体所组成的为传送电信业务、提供所需传送承载能力的实施系统。
- 由 ISP 提供的接入网只是起到让用户能够与因特网连接的“桥梁”作用。



本讲总结

1. 计算机网络基本概念
2. 在网络边缘的端系统中运行的程序间的两类通信方式：客户服务器方式（C/S 方式）和对等方式（P2P 方式）
3. 电路交换技术和分组交换技术（分组交换技术的特点及优点）
4. 计算机网络的基本分类



作业

- 思考题：

P33: 1-4、1-6、1-7

- 作业题：

P35: 1-3、1-5、1-10