

第一章 计算机网络概述

南京信息工程大学 黄群 副教授



课程介绍

- 本课程是计算机类专业高年级学生开设的一门专业主干课程。
- 通过本课程的学习使学生了解和掌握计算机网络的基本概念、原理、组成、协议和设计方法，重点掌握计算机网络通信协议以及层次设计原则的基本思想和方法。
- 目的是使学生具有较强的计算机网络系统的设计、开发、应用和维护的能力。

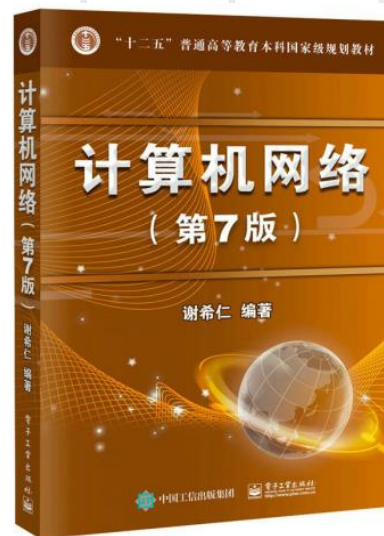
课时安排

- 总课时： 48 学时
- 讲课： 36学时
- 实习： 12学时



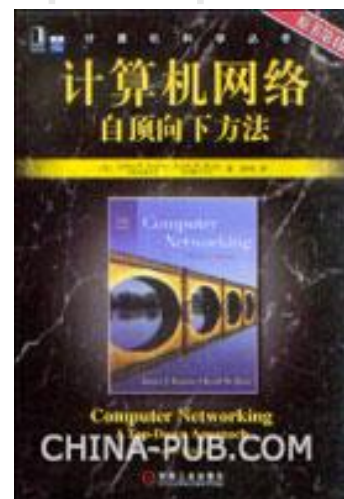
教材

- 谢希仁.《计算机网络》（第7版）. 北京：电子工业出版社，2017年；



参考教材

- 1、吴功宜. 计算机网络 (第3版). 北京: 清华大学出版社;
- 2、James F.Kurose Keith W.Ross (美)库罗斯著,陈鸣 等译. 《计算机网络:自顶向下方法》. 北京:机械工业出版社;



课程特点



- 理论性强;
- 理论和实践相结合;
- 概念多, 易混淆
- 内容抽象
- 知识点多



学习方法



- 理解知识点;
- 学会用类比的方法来理解知识点;
- 多思考
- 多练（实验+习题）
- 多看参考书



课程考核方式及成绩计算

- 课程考核方式

考试：笔试（闭卷）

考试成绩：

期末考试（**70%**）+平时成绩（**30%**）

平时成绩包含（期中考试+上课点名+
作业+实习报告）

考试题型



- 选择题
- 填空题
- 综合应用题（分析题，设计题，计算题）



网络认证考试



- 思科认证
- 思科认证网络工程师（**CCNA**）
- 思科认证资深网络工程师(**CCNP**)
- 思科认证网络专家(**CCIE**)



社会认证



- 华为认证
 - 华为认证网络工程师(HCNA)
 - 华为认证资深网络工程师(HCNP)
 - 华为认证互联网专家(HCIE)



第1章 计算机网络概述

1.1 计算机网络在信息时代中的作用

1.2 互联网概述

1.3 互联网的组成

1.4 计算机网络的类别

1.5 计算机网络的性能指标

1.6 计算机网络的体系结构

第1章 计算机网络概述



本章重点:

1. 计算机网络的概念和分类
2. 互联网的组成
3. 计算机网络的主要性能指标
4. 计算机网络的体系结构

1.1 计算机网络在信息时代中的作用

- 21 世纪的一些重要特征是数字化、网络化和信息化，它是一个以网络为核心的信息时代。
- 网络现在已经成为信息社会的命脉和发展知识经济的重要基础。
- 大众熟悉的三大类网络有：
 - 电信网络：提供电话、电报及传真等服务；
 - 有线电视网络：向用户传送各种电视节目；
 - 计算机网络：使用户能在计算机之间传送数据文件；
- 随着技术的发展，网络技术相互融合，“三网融合”。

Internet 发展

- 自从 20 世纪 90 年代以后，以 Internet 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（免费）逐步发展成为商业网络（有偿使用）。
- 已成为全球最大的和最重要的计算机网络。
- 是人类自印刷术发明以来人类在存储和交换信息领域中的最大变革。

Internet 中文译名

- **Internet** 的中文译名并不统一。现有的 **Internet** 译名有两种：
 - **因特网**，这个译名是全国科学技术名词审定委员会推荐的，但却长期未得到推广；
 - **互联网**，这是目前流行最广的、事实上的标准译名。现在我国的各种报刊杂志、政府文件以及电视节目中都毫无例外地使用这个译名。

该译名能够体现出 **Internet** 最主要的特征：由数量极大的各种计算机网络互连起来的。

什么是互联网？



- 互联网是由数量极大的各种计算机网络互连起来而形成的网络。
- 可以从两种不同的方面来认识互联网：
 - 互联网应用
 - 互联网工作原理与特点



互联网应用

绝大多数人通过使用互联网而认识了互联网。

- 上网玩游戏
- 看网上视频
- 和朋友在微信上聊天
- 在互联网上搜索和查阅各种信息
- 利用互联网的电子邮件相互通信（包括传送各种照片和视频文件）
- 互联网上购买各种物品
- 在互联网上购买机票或火车票
- 在互联网上预订酒店
- 利用互联网进行转账或买卖股票等交易
-

互联网的两个重要特点

互联网之所以能够向用户提供许多服务，是因为互联网具有**两个重要基本特点**：

■ 连通性 (connectivity)

- 使上网用户之间都可以交换信息（数据，以及各种音频视频），好像这些用户的计算机都可以彼此直接连通一样。
- **注意**，互联网具有虚拟的特点，无法准确知道对方是谁，也无法知道对方的位置。

■ 共享 (Sharing)

- 指资源共享。
- 资源共享的含义是多方面的。可以是信息共享、软件共享，也可以是硬件共享。
- 由于网络的存在，这些资源好像就在用户身边一样，方便使用。

互联网+

- 指“互联网 + 各个传统行业”。
- 利用信息通信技术以及互联网平台，让互联网与传统行业进行深度融合，创造新的发展生态。
- **特点：**把互联网的创新成果**深度融合**于经济社会各领域之中，从而大大地提升了实体经济的创新力和生产力。



1.2 互联网概述



- 1.2.1 网络的网络
- 1.2.2 互联网基础结构发展的三个阶段
- 1.2.3 互联网的标准化工作



1.2.1 网络的网络

■ 互联网 (Internet)

- 特指**Internet**，起源于美国，现已发展成为世界上最大的、覆盖全球的计算机网络。

■ 计算机网络 (简称为网络)

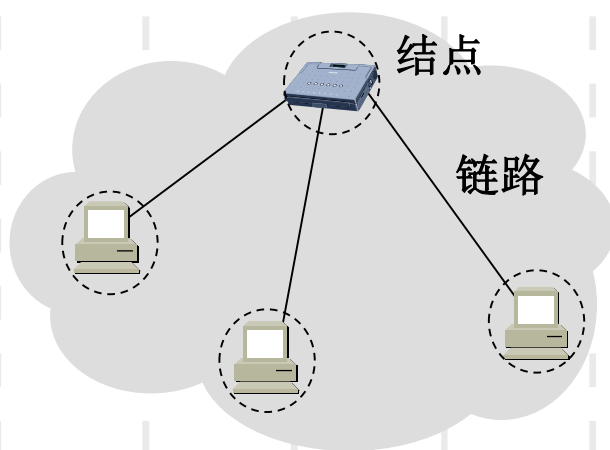
- 由若干结点(**node**)和连接这些结点的链路(**link**)组成。

■ 互连网 (internetwork 或 internet)

- 可以通过路由器把网络互连起来，这就构成了一个覆盖范围更大的计算机网络，称之为互连网。
- “网络的网络” (**network of networks**)。

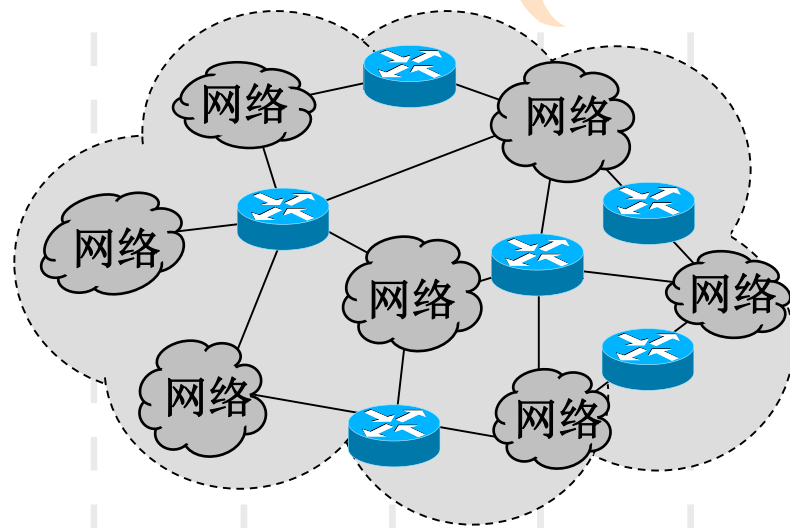
1.2.1 网络的网络

计算机网络（网络）



(a)

互连网（网络的网络）



(b)

简单的网络 (a) 和 由网络构成的互连网 (b)



1.2.2 互联网基础结构发展的三个阶段

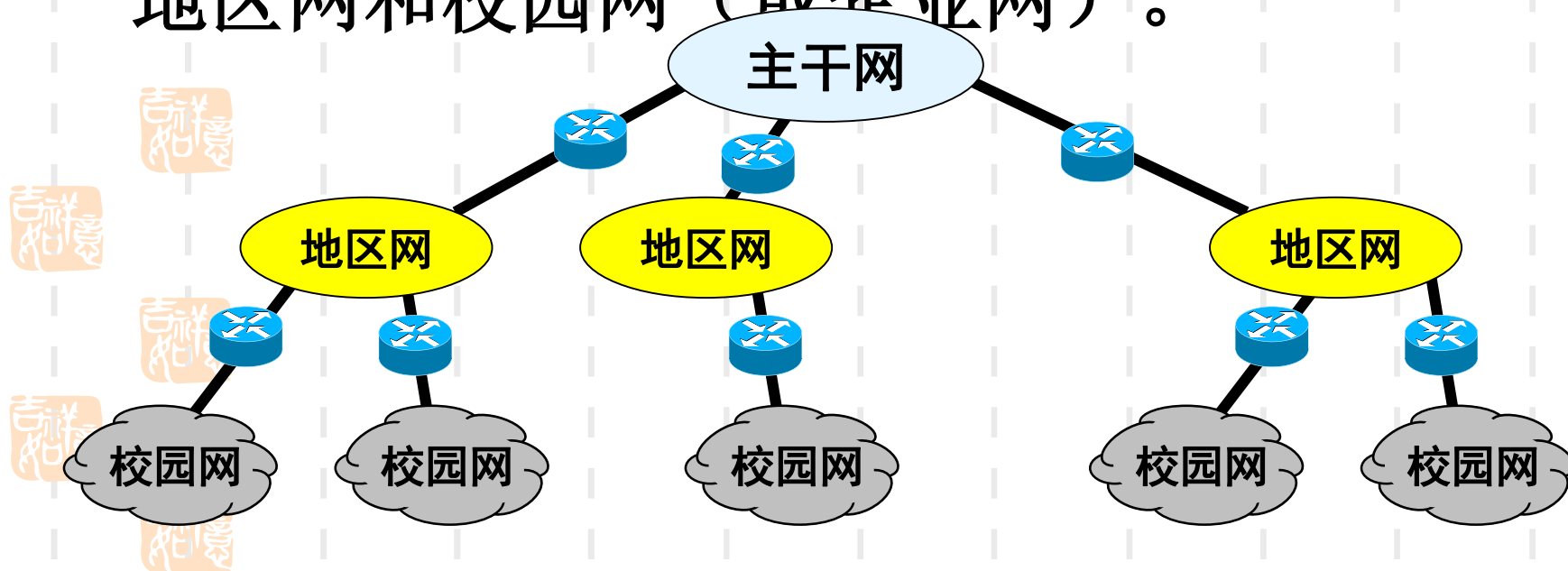
- **第一阶段：**从单个网络 **ARPANET** 向互联网发展的过程。
- **1983 年，TCP/IP 协议成为 ARPANET 上的标准协议，使得所有使用 TCP/IP 协议的计算机都能利用互连网相互通信。**
- **人们把 1983 年作为互联网的诞生时间。**
- **1990年，ARPANET 正式宣布关闭。**

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**（互联网或因特网）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**。

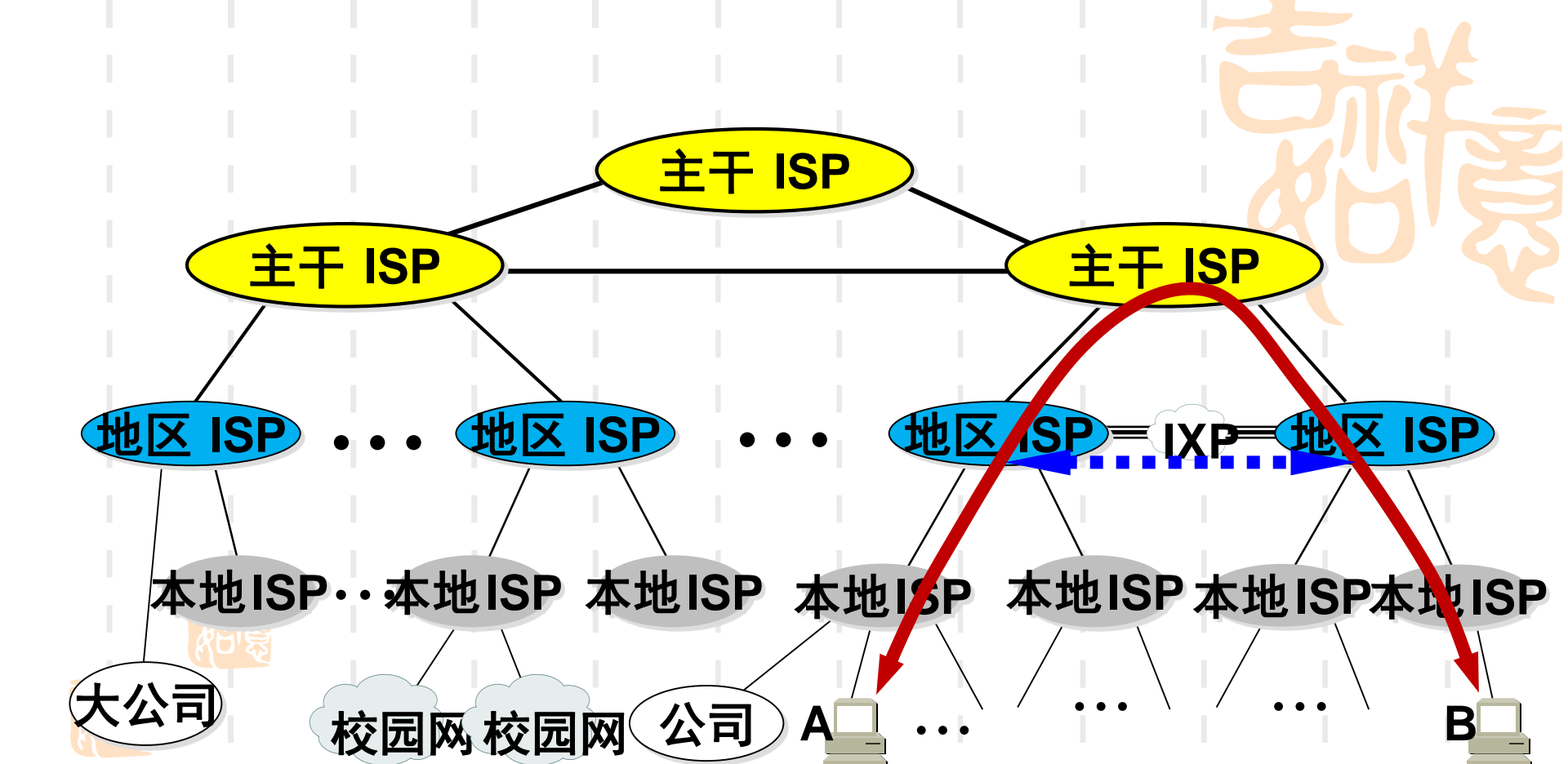
1.2.2 互联网基础结构发展的三个阶段

- **第二阶段：**建成了三级结构的互联网。
- 它是一个三级计算机网络，分为主干网、地区网和校园网（或企业网）。



1.2.2 互联网基础结构发展的三个阶段

- **第三阶段：**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)。
- 任何机构和个人只要向某个 **ISP** 交纳规定的费用，就可从该 **ISP** 获取所需 **IP** 地址的使用权，并可通过该 **ISP** 接入到互联网。
- 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**不同层次的ISP**：**主干 ISP**、**地区 ISP** 和 **本地 ISP**。

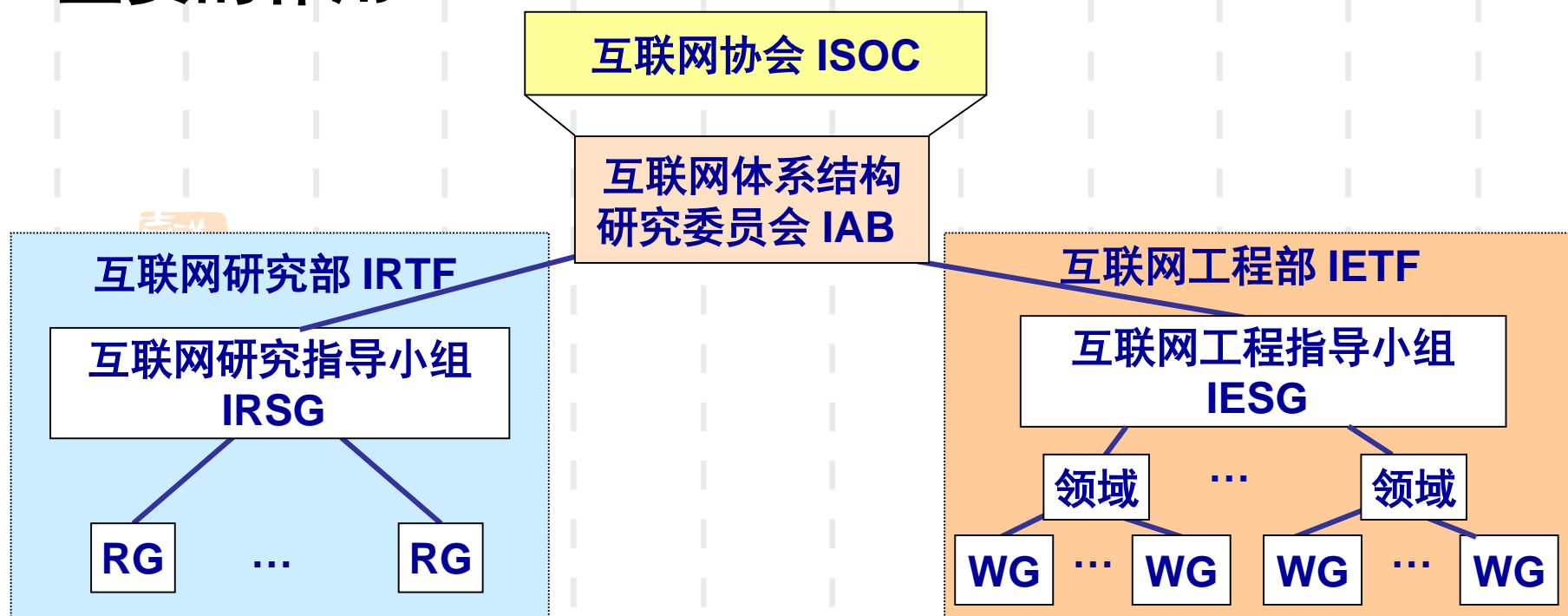


主机A → 本地 ISP → 地区 ISP → 主干 ISP → 地区 ISP → 本地 ISP → 主机B

基于 ISP 的多层结构的互联网的概念示意图

1.2.3 互联网的标准化工作

互联网的标准化工作对互联网的发展起到了非常重要的作用。



成为互联网正式标准要经过三个阶段

所有互联网标准都以 RFC 的形式在互联网上发表。

- **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。
- **建议标准 (Proposed Standard)** ——从这个阶段开始就成为 RFC 文档。
- **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**。一个标准可以和多个 RFC 文档关联。

1.3 互联网的组成



- 1.3.1 互联网的边缘部分
- 1.3.2 互联网的核心部分

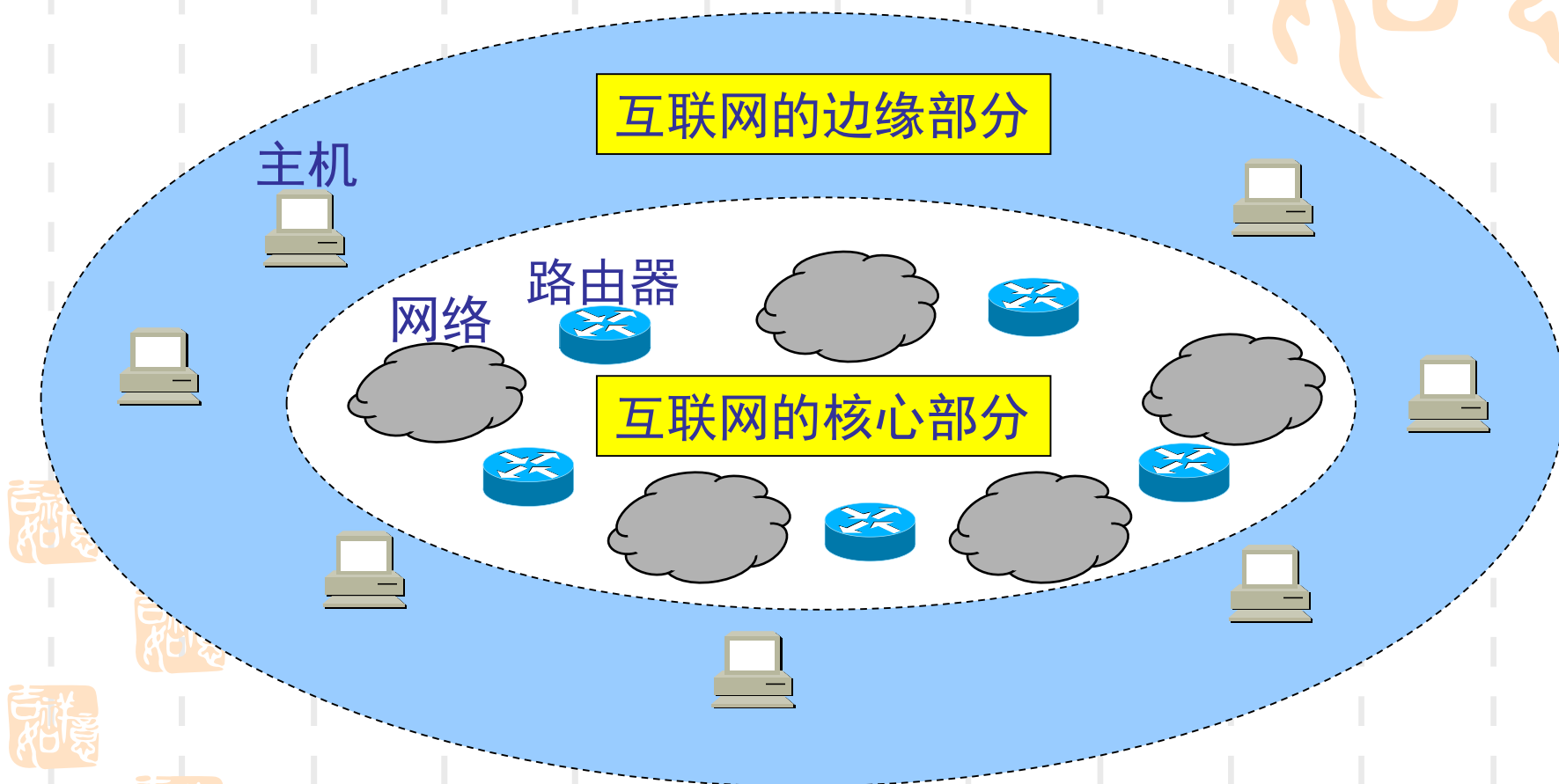


1.3 互联网的组成

从互联网的工作方式上看，可以划分为两大块：

- (1) **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。
- (2) **核心部分**：由大量网络 and 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



互联网的边缘部分与核心部分

1.3.1 互联网的边缘部分

- 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)**。
- **端系统在功能上可能有很大的差别**
 - 小的端系统可以是一台普通个人电脑，具有上网功能的智能手机，甚至是一个很小的网络摄像头。
 - 大的端系统则可以是一台非常昂贵的大型计算机。
 - 端系统的拥有者可以是个人，也可以是单位（如学校、企业、政府机关等），当然也可以是某个 **ISP**。

端系统之间通信的含义

- “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”。

简称为“计算机之间通信”。

端系统之间的两种通信方式

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。

- **对等方式（P2P 方式）**

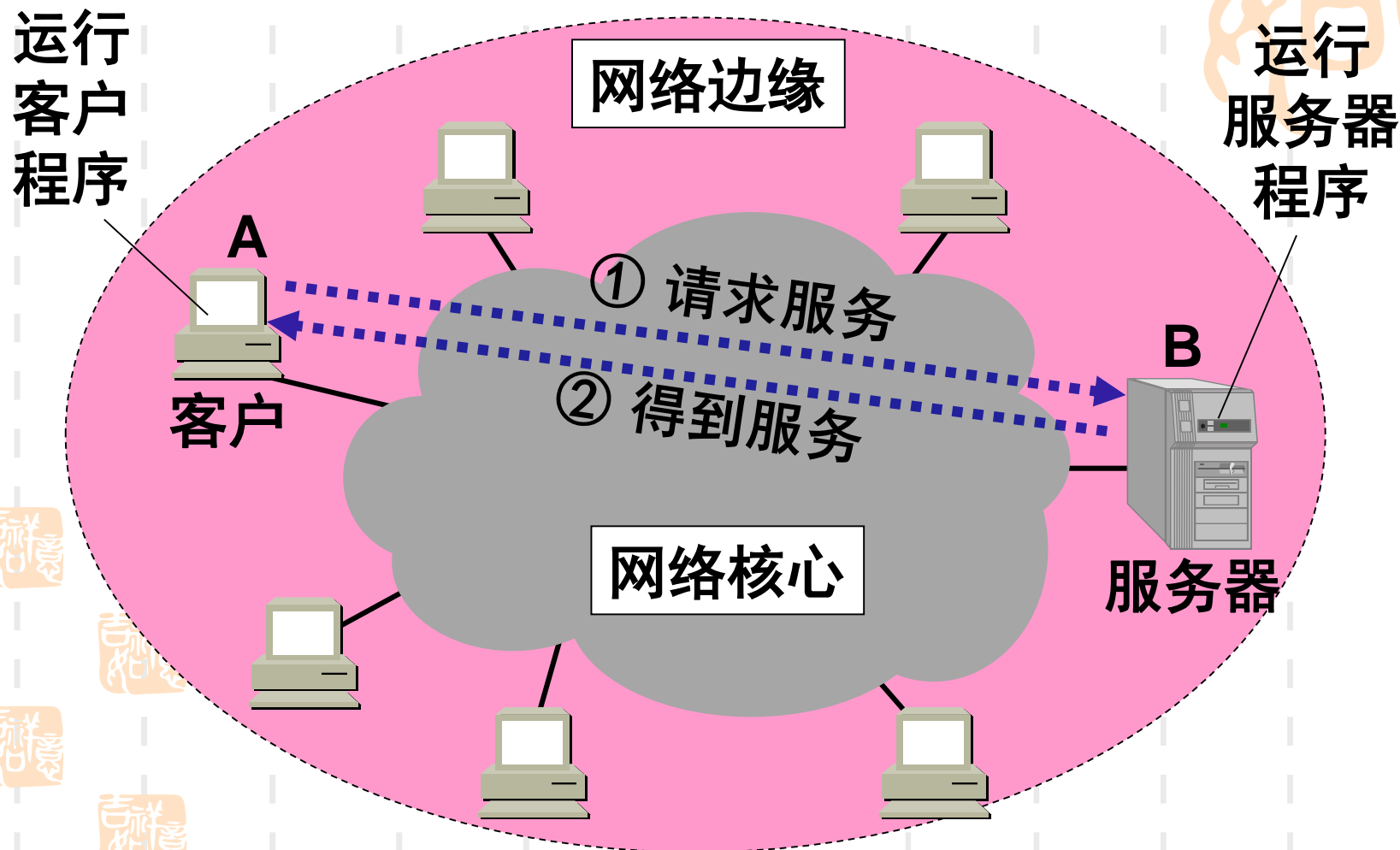
即 **Peer-to-Peer** 方式，简称为 **P2P** 方式。

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**。

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-服务器工作方式



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。

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。

2. 对等连接方式

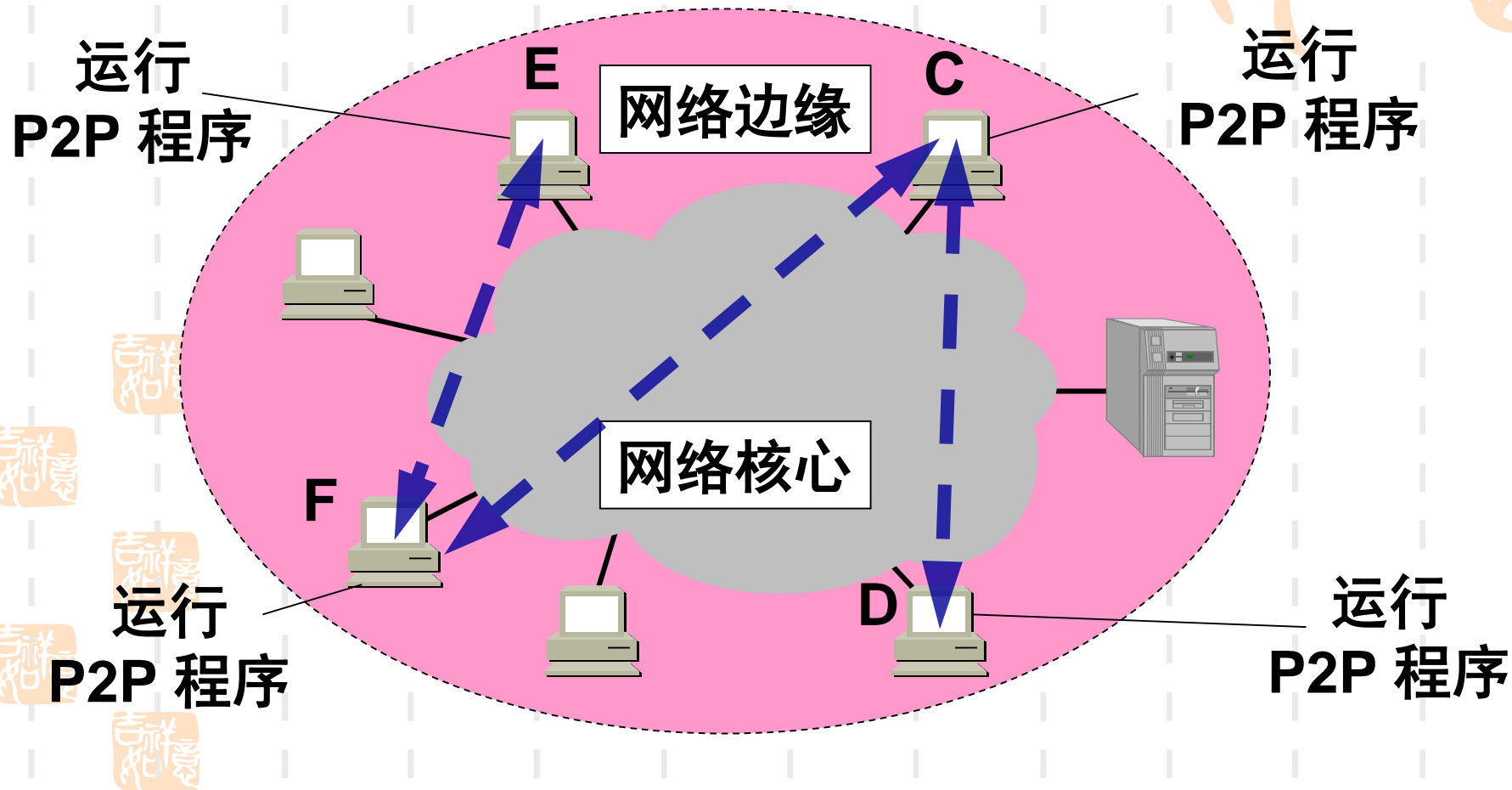
- **对等连接 (peer-to-peer, 简称为 P2P)** 是指两个主机在通信时并不区分哪一个是服务请求方还是服务提供方。
- 只要两个主机都运行了对等连接软件 (P2P 软件), 它们就可以进行**平等的、对等连接通信**。
- 双方都可以下载对方已经存储在硬盘中的共享文档。

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。

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。

对等连接工作方式（P2P 方式）



1.3.2 互联网的核心部分

- 网络核心部分是互联网中最复杂的部分。
- 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)。

1.3.2 互联网的核心部分

- 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。
- 为了理解分组交换，首先了解**电路交换**的基本概念。

电路交换特点



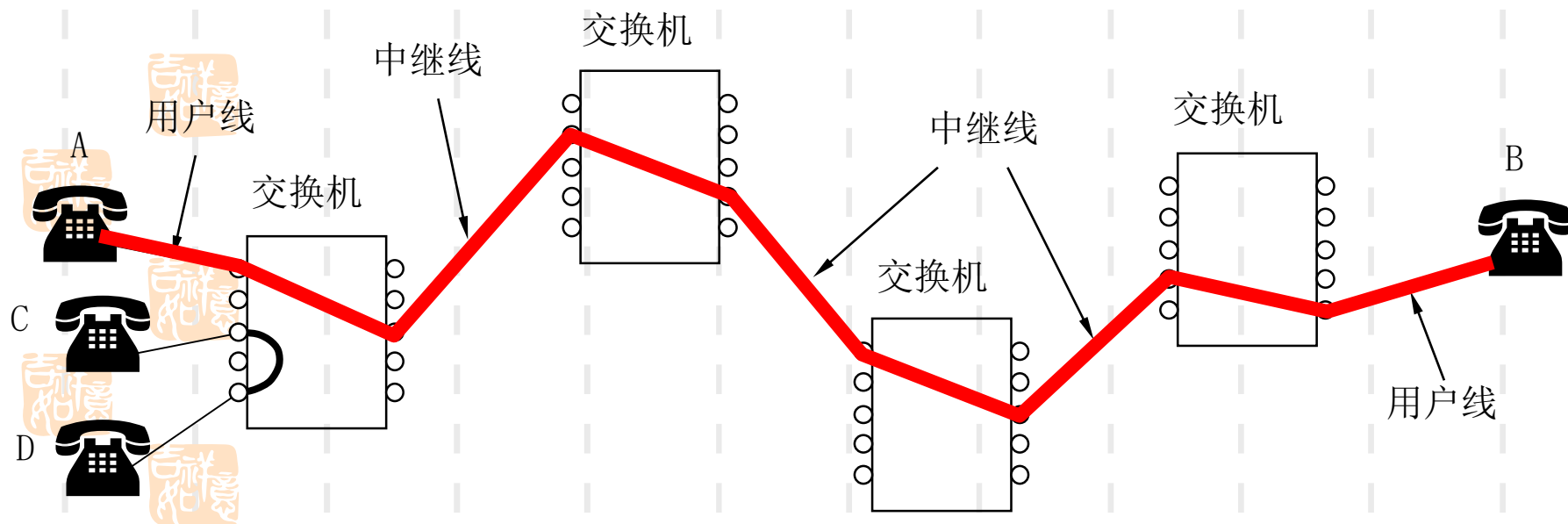
- 电路交换必定是**面向连接**的。
- 电路交换分为三个阶段：
 - **建立连接**：建立一条专用的物理通路，以保证双方通话时所需的通信资源在通信时不会被其他用户占用；
 - **通信**：主叫和被叫双方就能互相通电话；
 - **释放连接**：释放刚才使用的这条专用的物理通路（释放刚才占用的所有通信资源）。



电路交换举例



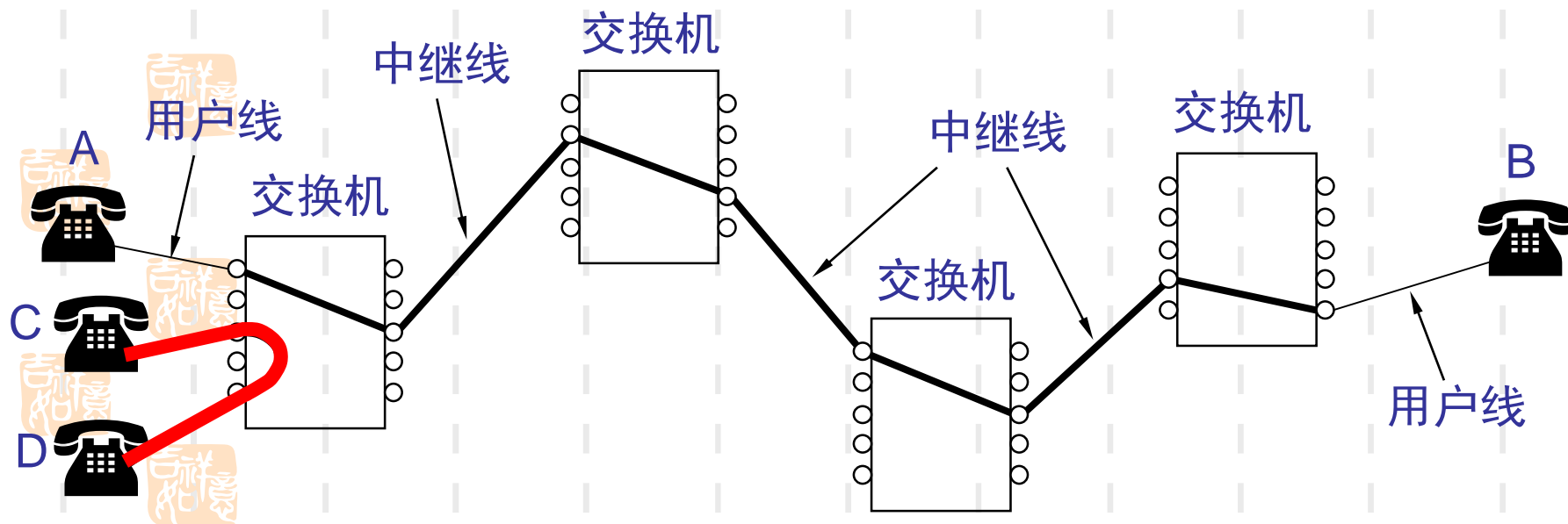
- **A 和 B** 通话经过四个交换机
- 通话在 **A 到 B** 的连接上进行



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



电路交换优缺点

- 优点:

- 1.通信时延小;
- 2. 实时性强
- 3. 有序传输;

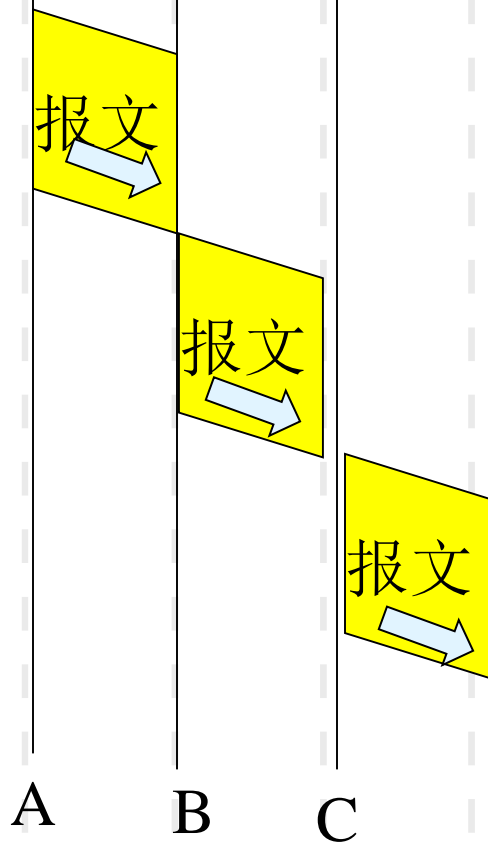
- 缺点:

- 1.计算机数据具有突发性。
- 2. 通信线路的利用率很低。

2. 报文交换 (message switching)

报文交换基于**存储转发**原理

在报文交换中心，以每份报文为单位，根据报文的目的地地址，在进行相应的转发。



3. 分组交换

分组交换采用存储转发技术。

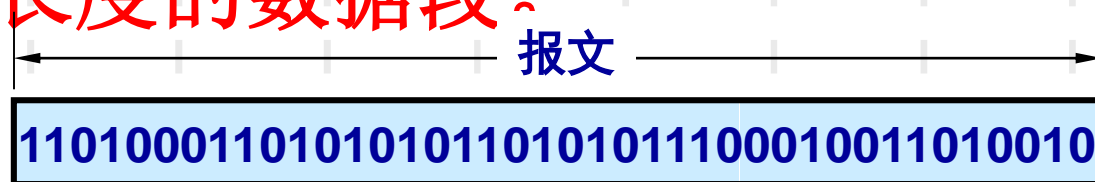
报文（**message**）：要发送的整块数据

分组或包（**package**）：将报文划分成的等长的数据段，每个数据段前加上必要的控制信息组成的首部（**header**）。

分组的首部也称为包头。

2. 分组交换的主要特点

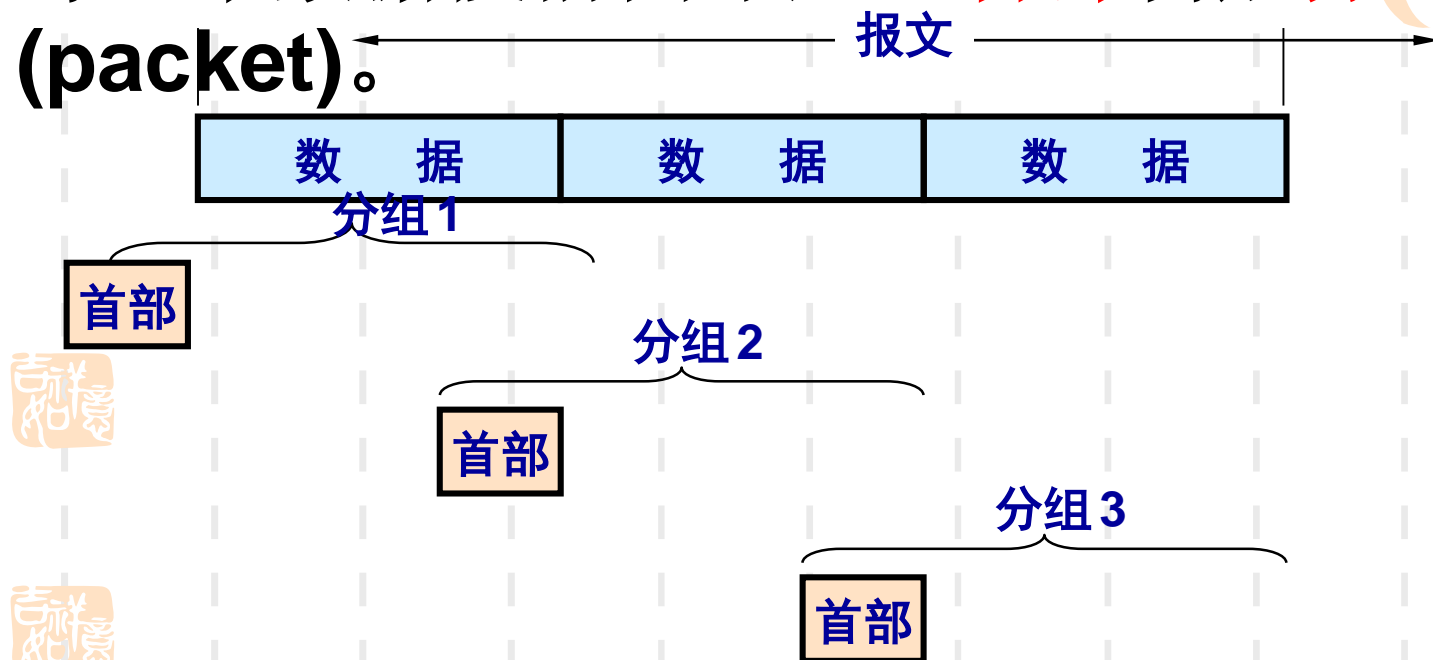
- 分组交换则采用**存储转发**技术。
- 在发送端，先把较长的报文**划分成较短的、固定长度的数据段**。



假定这个报文较长
不便于传输

添加首部构成分组

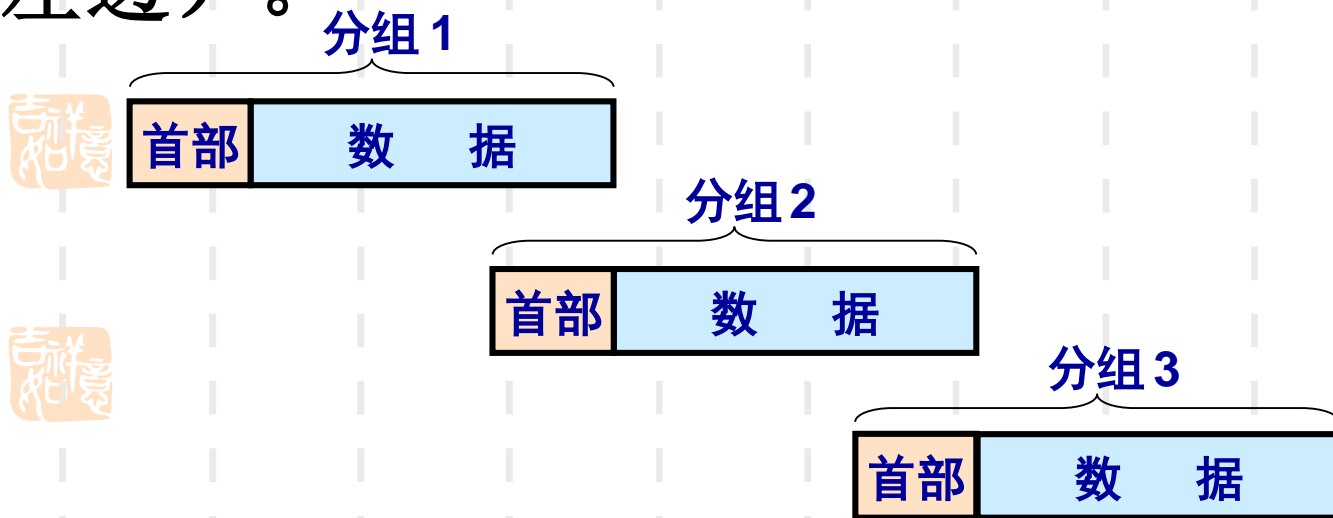
- 每一个数据段前面添加上首部构成分组 (packet)。



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）。



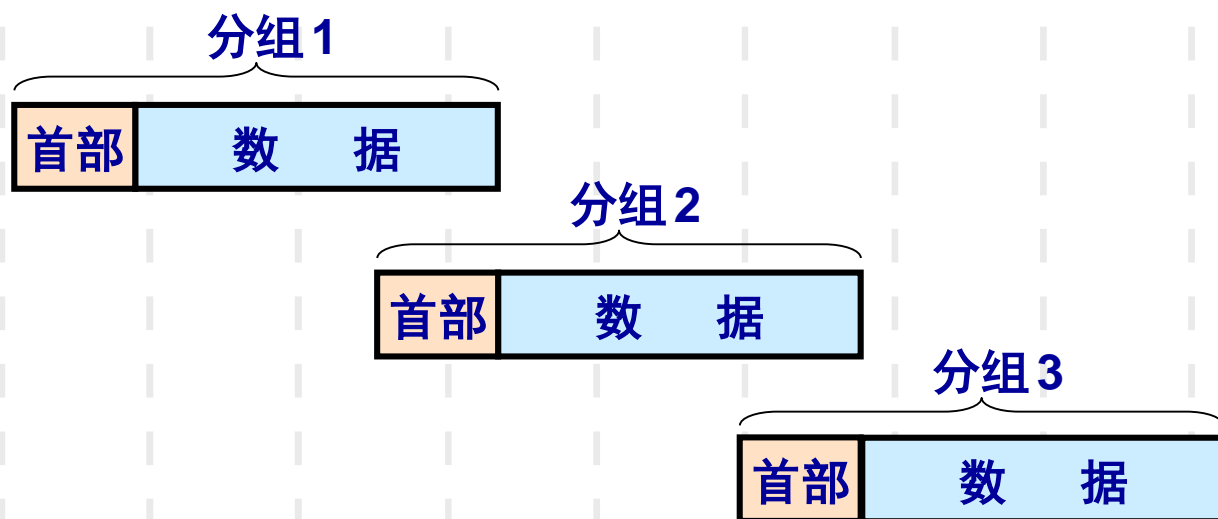
以分组为基本单位在网络中传送

分组首部的重要性

- 每一个分组的首部都含有地址（诸如目的地址和源地址）等控制信息。
- 分组交换网中的结点交换机根据收到的分组首部中的地址信息，把分组转发到下一个结点交换机。
- 每个分组在互联网中独立地选择传输路径。
- 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

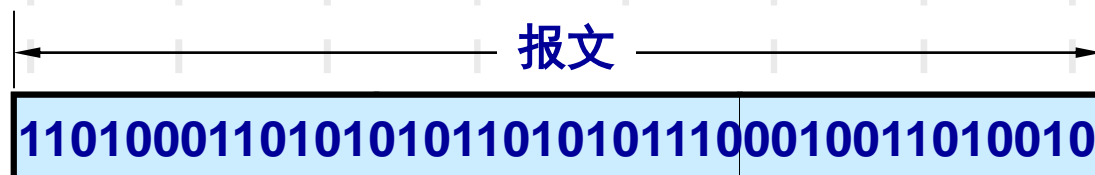
- 接收端收到分组后剥去首部还原成报文。



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。

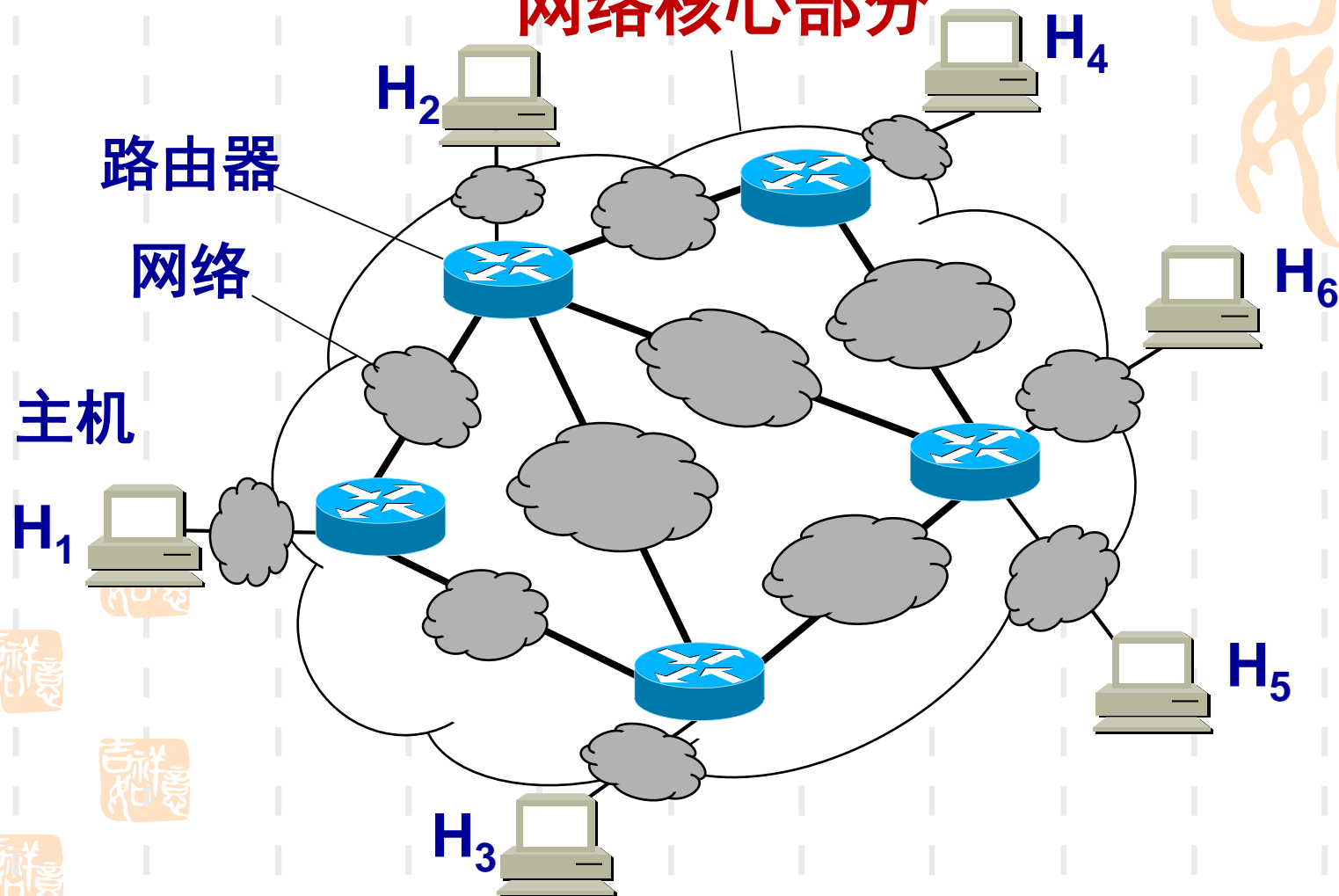


- 这里我们假定分组在传输过程中没有出现差错，在转发时也没有被丢弃。

1.3.2 互联网的核心部分

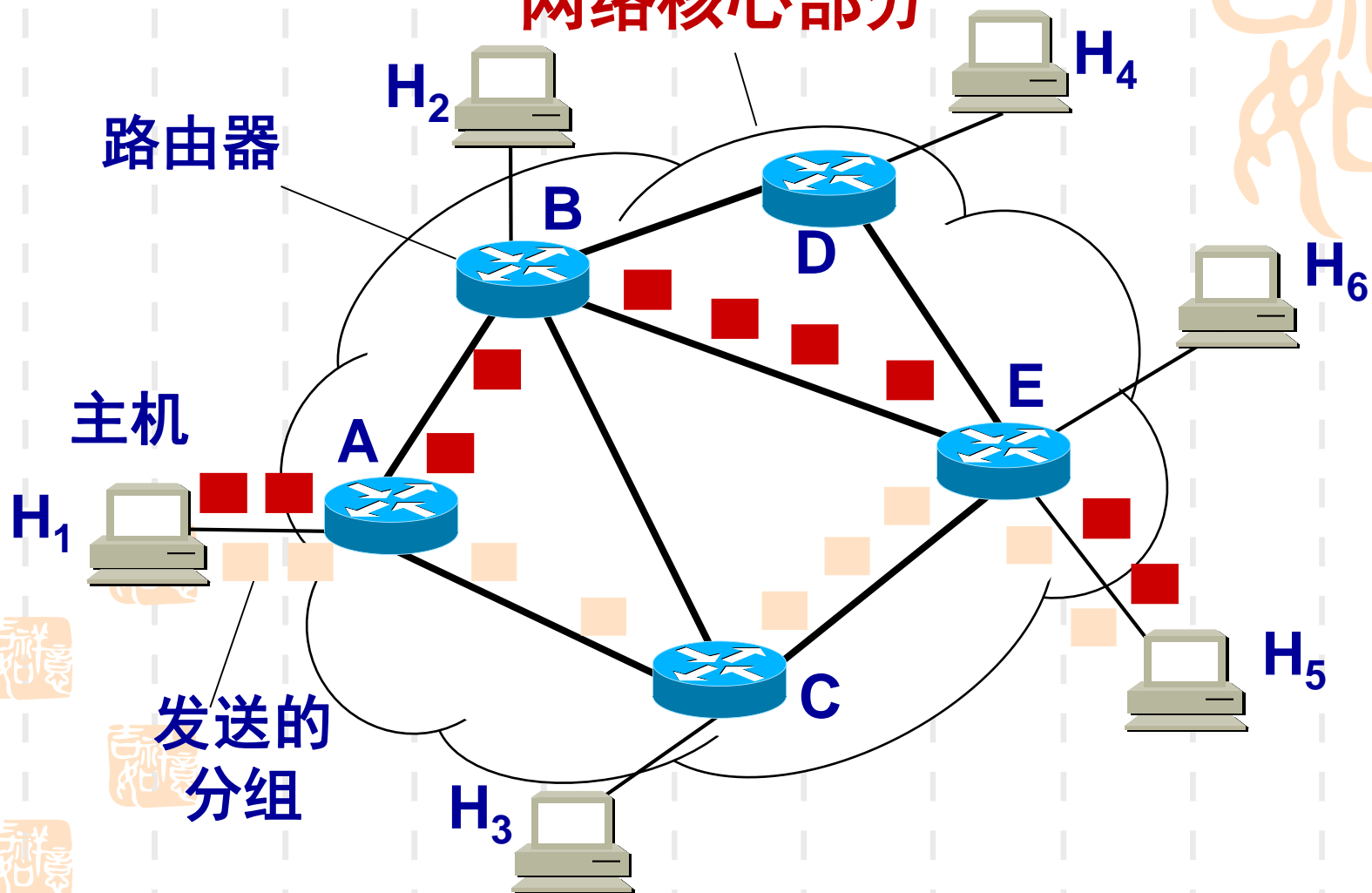
- 互联网的核心部分是由许多网络 and 把它们互连起来的**路由器**组成，而**主机**处在**互联网的边缘部分**。
- 互联网核心部分中的路由器之间一般都用**高速链路**相连接，而在网络边缘的主机接入到核心部分则通常以相对**较低速率**的链路相连接。
- **主机**的用途是为用户进行信息处理的，并且可以和其他主机通过网络交换信息。**路由器**的用途则是用来转发分组的，即进行分组交换的。

网络核心部分



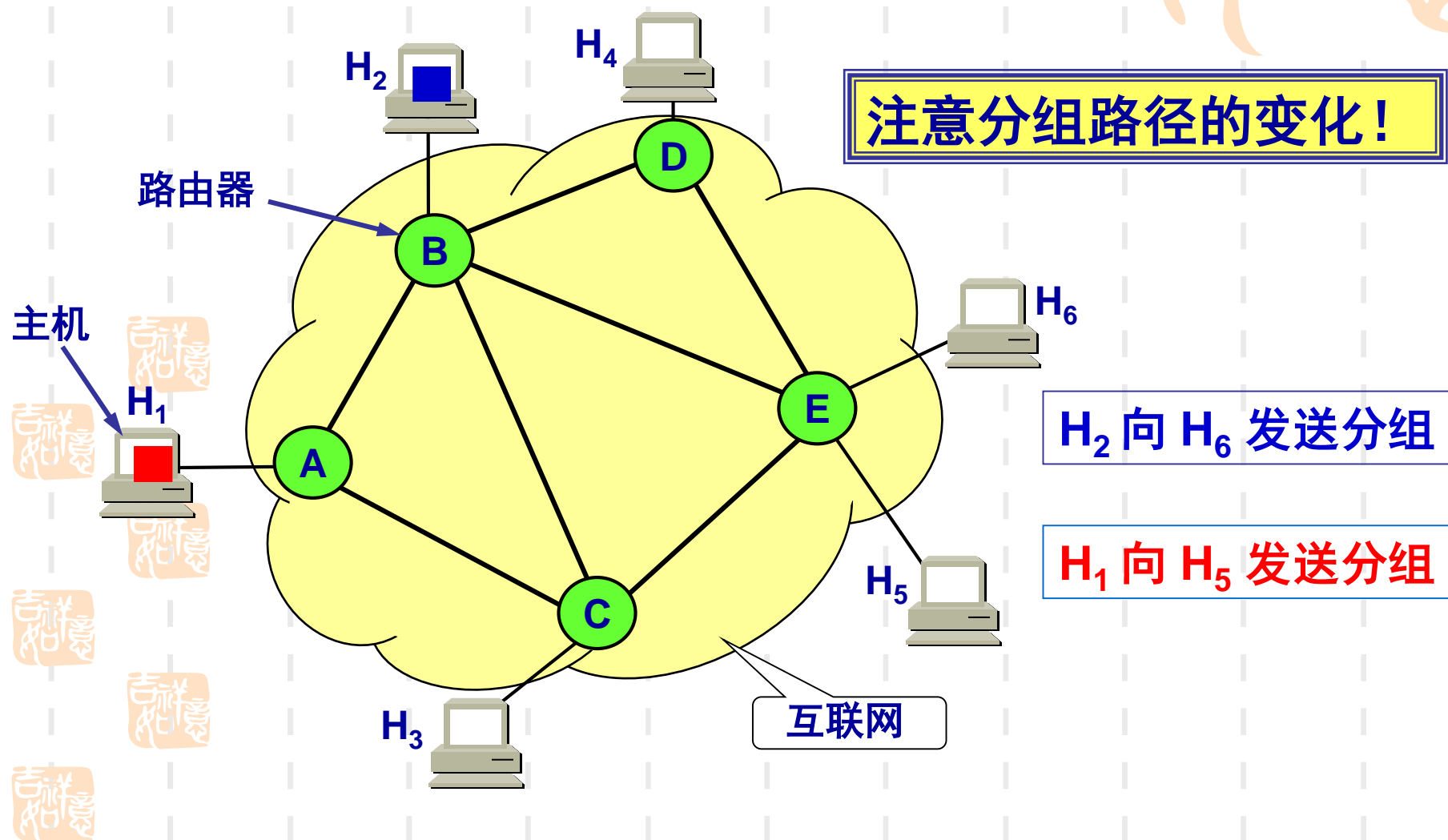
(a) 核心部分的路由器把网络互连起来
分组交换的示意图

网络核心部分

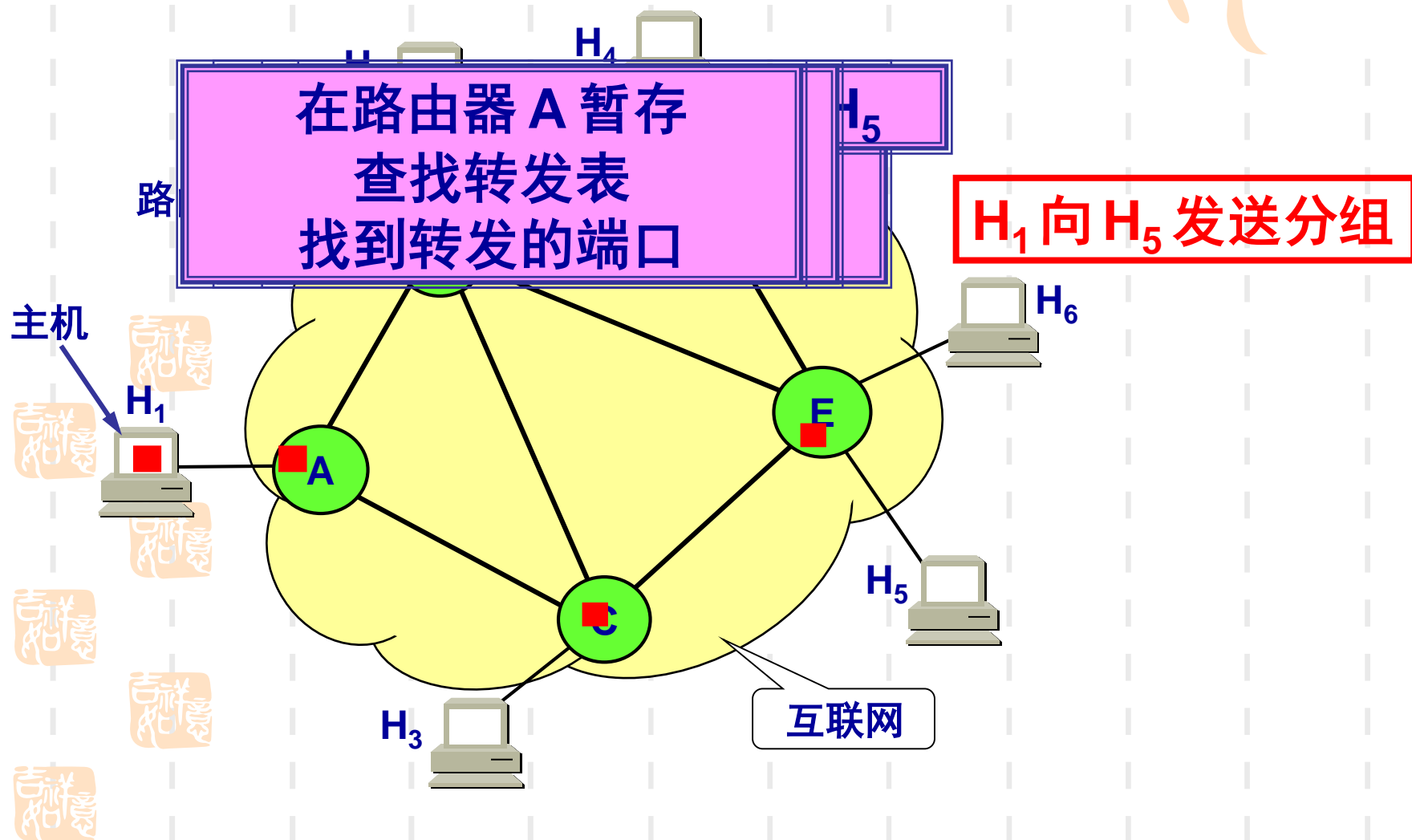


(b) 核心部分中的网络可用一条链路表示
分组交换的示意图

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

| 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。 |

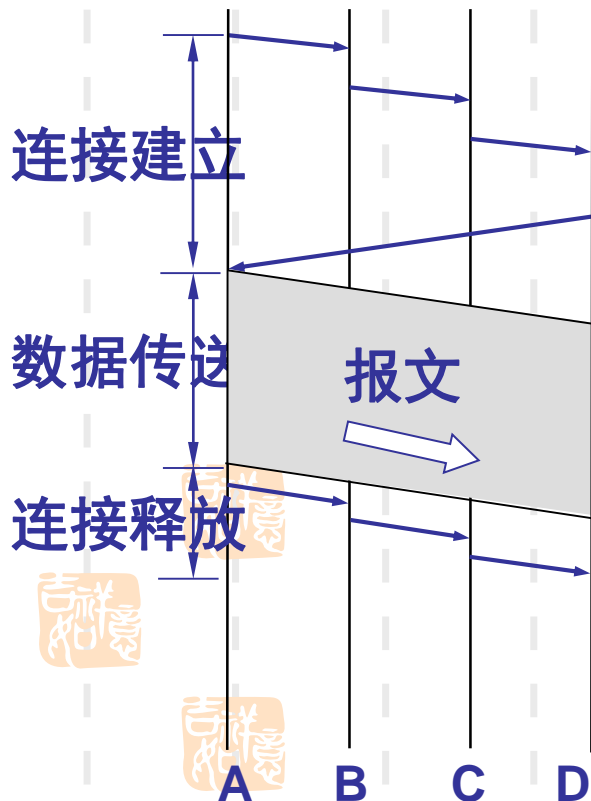
分组交换带来的问题

- 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**。

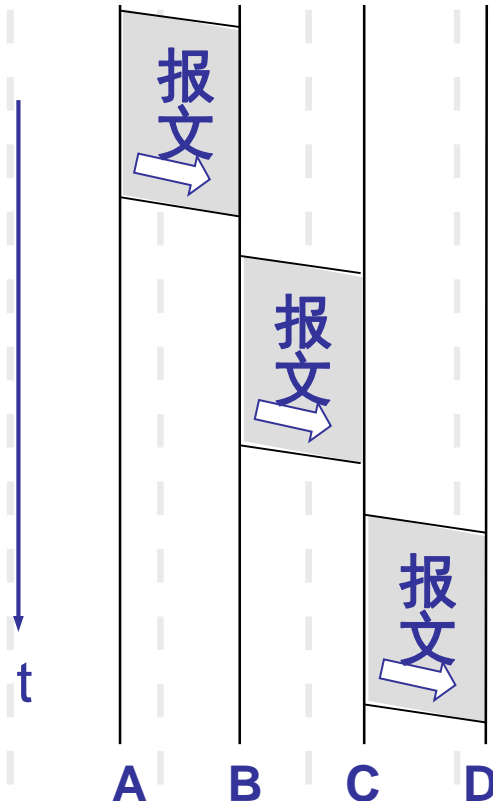


三种交换的比较

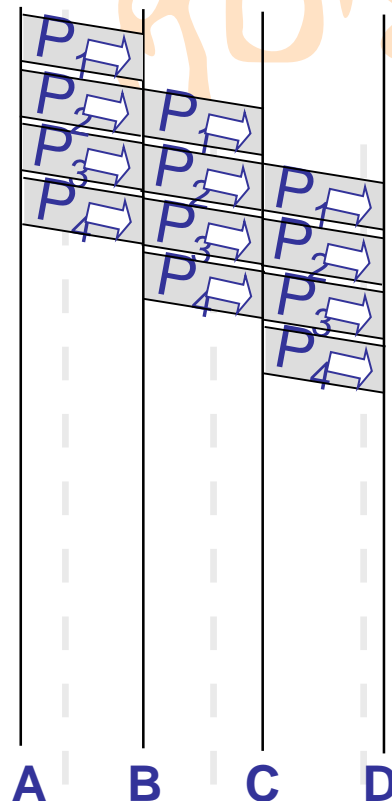
电路交换



报文交换



分组交换



数据传送特点

比特流直达终点

The diagram shows a direct path for a bit stream from source to destination, represented by a large grey arrow pointing right over a series of four nodes.

报文 报文 报文

The diagram shows three messages being stored and forwarded from one node to the next. Each message is represented by a grey block with a curved arrow indicating the path from one node to the next. Below the nodes, the text **存储转发** (Store and Forward) is repeated twice.

分组 分组 分组

The diagram shows three packets being stored and forwarded from one node to the next. Each packet is represented by a grey block with a curved arrow indicating the path from one node to the next. Below the nodes, the text **存储转发** (Store and Forward) is repeated twice.

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。



1.4 计算机网络的类别

- 1.4.1 计算机网络的定义
- 1.4.2 几种不同类别的网络



1.4.1 计算机网络的定义

- 关于计算机网络最简单的定义是指一些相互连接的、以共享资源为目的的、自治的计算机集合。
- 从目前计算机网络的发展与现状特征来看：计算机网络是指将**不同地理位置**的具有独立功能的多台计算机及相关设备，**通过通信线路连接起来**，在网络操作系统、应用软件和网络协议的支持下，**实现资源共享和数据通信**的计算机系统。

对计算机网络的理解：

- (1) 不同地理位置，范围：几十米，几百米，几千米，几百千米，...。
- (2) 具有独立功能的计算机系统（硬件、软件、应用程序）。
- (3) 通信线路连接：有线方式、无线方式。
- (4) 协议的控制。

协议：通信双方所必须遵守的规则和约定。

- (5) 以实现资源共享和数据通信为目的。

1.4.1 计算机网络的定义

注意：

- (1) 计算机网络所连接的硬件，并不限于一般的计算机，而是包括了智能手机。
- (2) 计算机网络并非专门用来传送数据，而是能够支持很多种的应用（包括今后可能出现的各种应用）。

1.4.2 几种不同类别的网络

- 计算机网络有多种类别。典型包括：
 - 1. 按照网络的作用范围进行分类
 - 2. 按照网络的使用者进行分类



1. 按照网络的作用范围进行分类

- 广域网 **WAN** (Wide Area Network): 作用范围通常为几十到几千公里。
- 城域网 **MAN** (Metropolitan Area Network): 作用距离约为 5 ~ 50 公里。
- 局域网 **LAN** (Local Area Network): 局限在较小的范围（如 1 公里左右）。



2. 按照网络的使用者进行分类

- **公用网 (public network)**

- 按规定交纳费用的人都可以使用的网络。因此也可称为公众网。

- **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。

3.按拓扑结构进行分类

- 总线型
- 星型
- 环型
- 网状型



习题

- 下列说法正确的是（ ）
- A. 在较小范围内布置的一定是局域网，在较大范围布置的一定是广域网。
- B. 城域网是连接广域网的网络；
- C. 城域网是为淘汰局域网和广域网而提出的新技术。
- D. 局域网是基于广播技术发展起来的网络，广域网是基于交换技术发展起来的技术。



■ 下列()是分组交换技术的缺点。

■ **A.** 信道利用率低

■ **B.** 附加信息开销大

■ **C.** 传播时延大

■ **D.** 不同规格的终端很难相互通信。



吉祥如意

■ *The end*

