

第1章 概述

主要内容:

- 计算机网络的发展
- ☀● 计算机网络的分类
- ☀● 计算机网络拓扑结构
- ☀● 计算机网络的主要性能指标

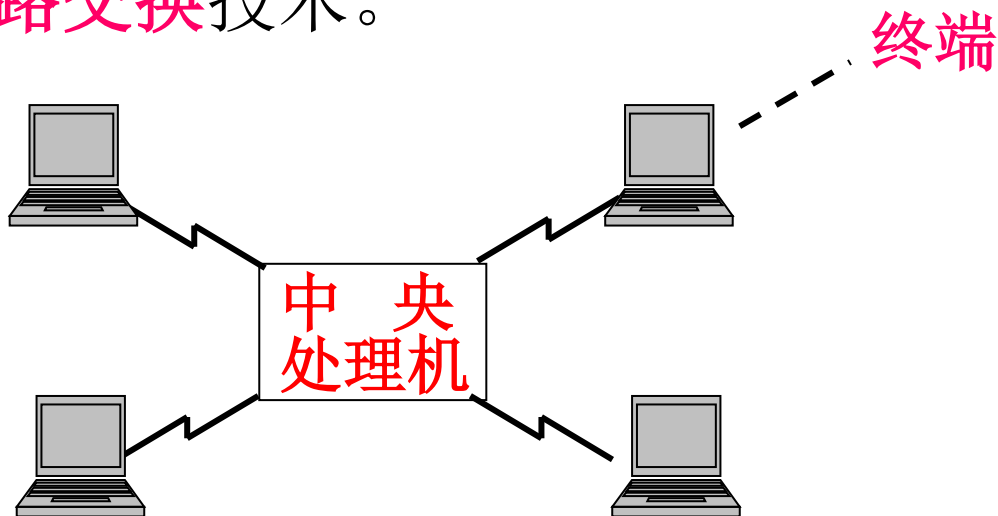
1.1 计算机网络的发展

- 计算机网络的产生
- 因特网

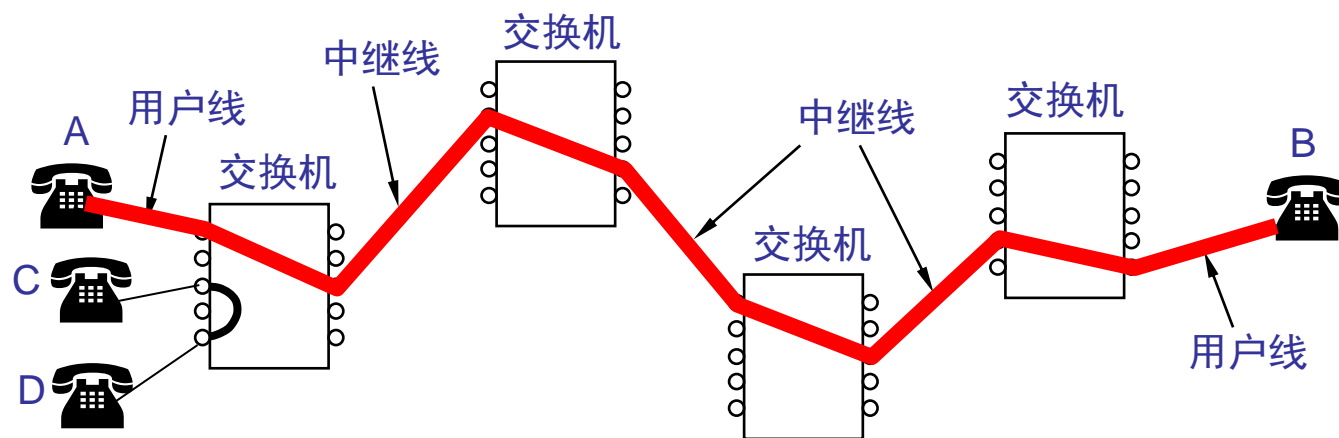
一、计算机网络的产生

第一代计算机网络：

50 年代初，面向终端的计算机通信网，
采用电路交换技术。



电路交换技术示意图：



电路交换技术的的特点：

- 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

电路交换技术的缺点：

- 通信的线路中有一条链路或一个交换机出现了故障，通信就被中断；
- 改用其它线路通信，还需重新建立连接（十几秒），可能会造成重大的损失；
- 通信双方始终占用端到端的固定传输带宽；



适合传输计算机数据吗？

电路交换技术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。

第二代 计算机网络

- 60 年代初，美苏冷战的产物

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很强的新型计算机网络。



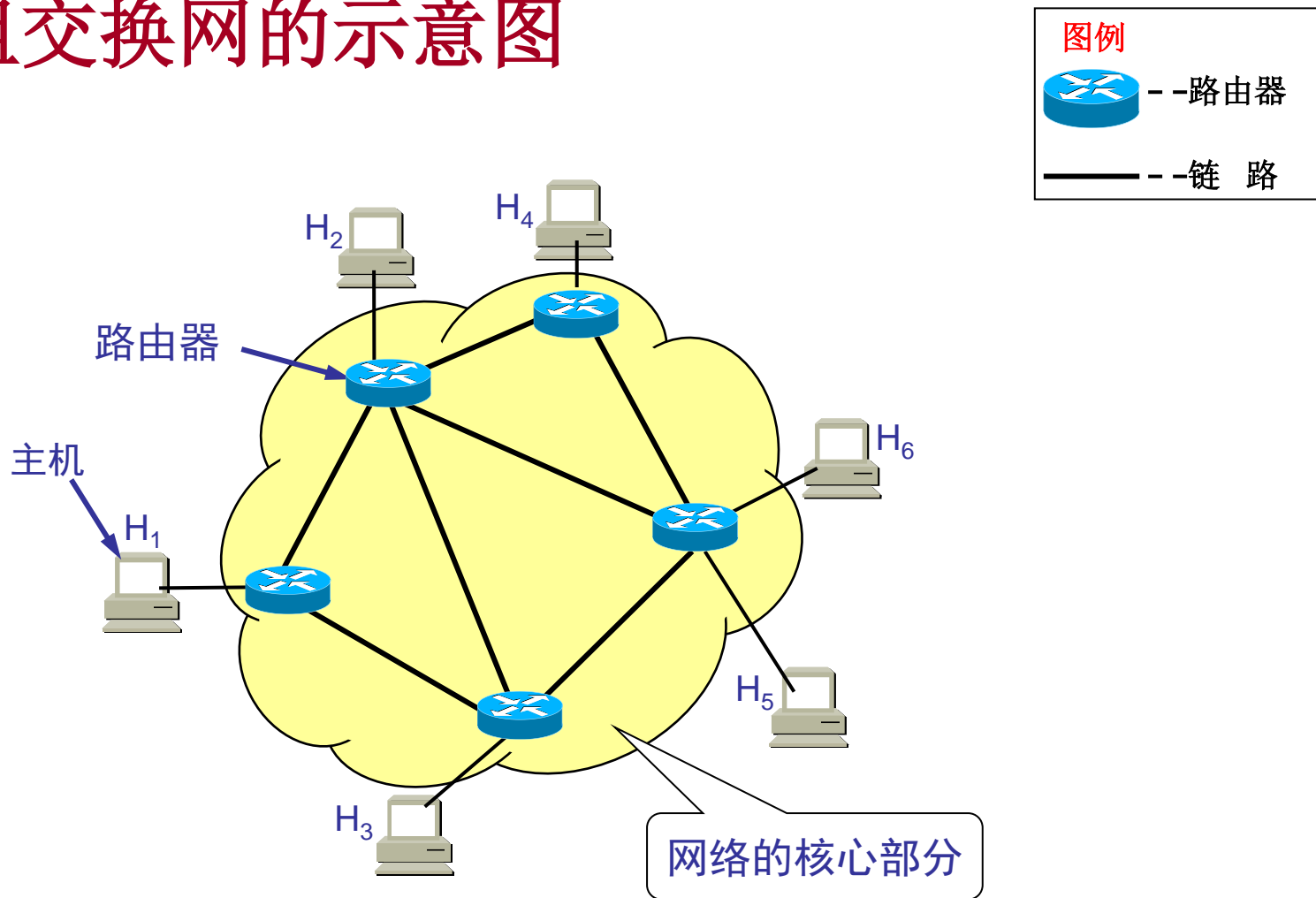
针对采用电路交换
技术的计算机网络

新型计算机网络的特点：

分组交换网

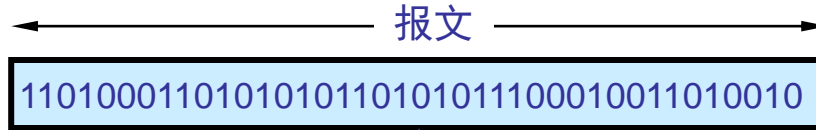
- 网络能够连接不同类型的计算机，不局限于单一类型的计算机；
- 所有的网络结点都同等重要，提高网络的生存性；
- 计算机在进行通信时，必须有冗余的路由；
- 网络的结构应尽可能地简单，并能非常可靠地传送数据。

分组交换网的示意图



分组交换技术的原理

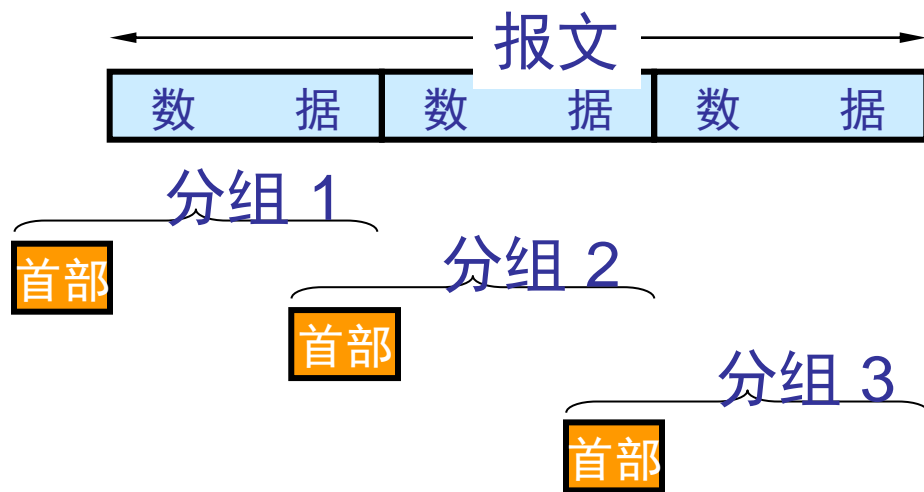
- 在发送端，先把较长的报文划分成较短的、固定长度的数据段。



假定这个报文较长
不便于传输

分组交换的原理

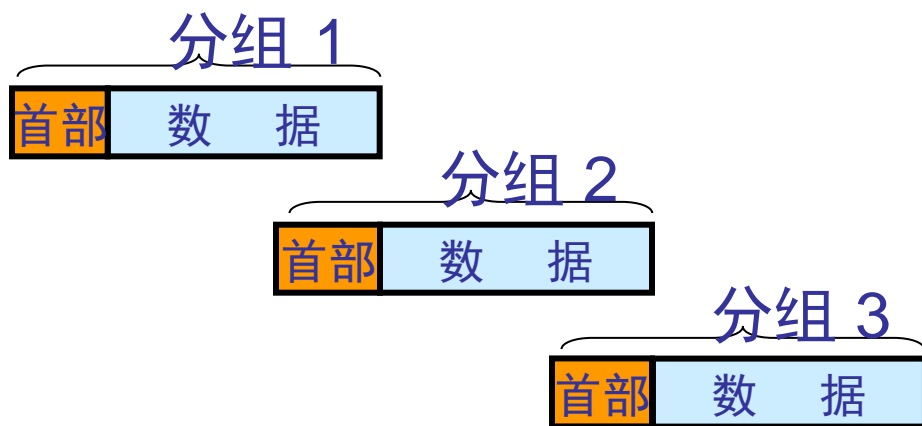
- 每一个数据段前面添加上首部构成分组



请注意：现在左边是“前面”

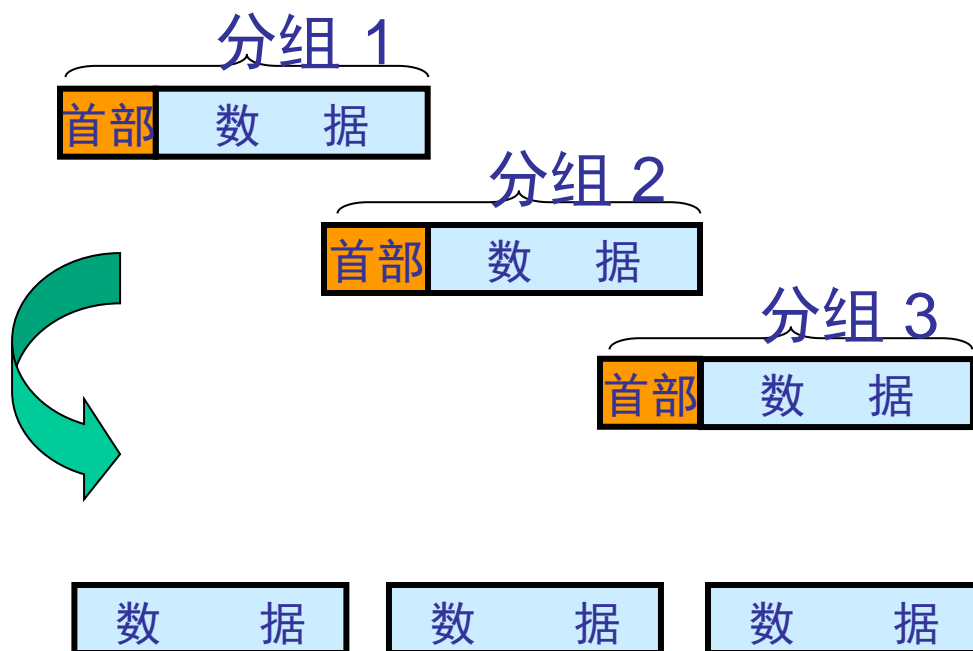
分组交换的原理

- 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）。



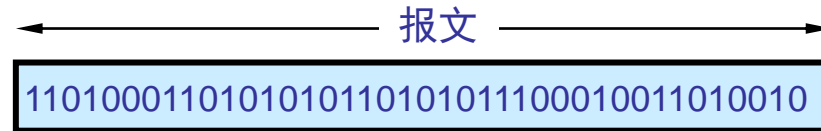
分组交换的原理

接收端收到分组后剥去首部还原出原始数据。

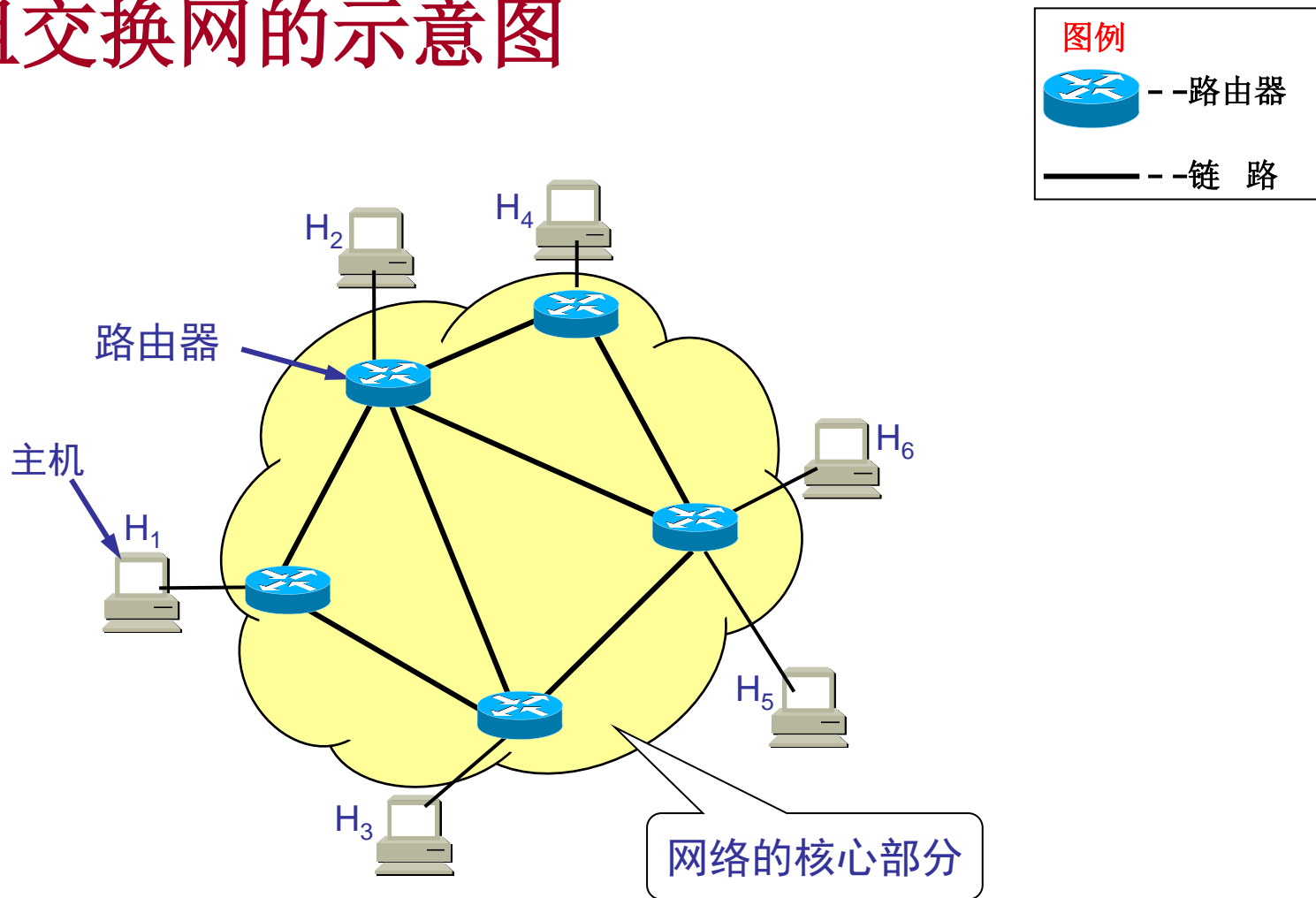


分组交换的原理

- 最后，在接收端把收到的数据组装起来，恢复成原始的报文。



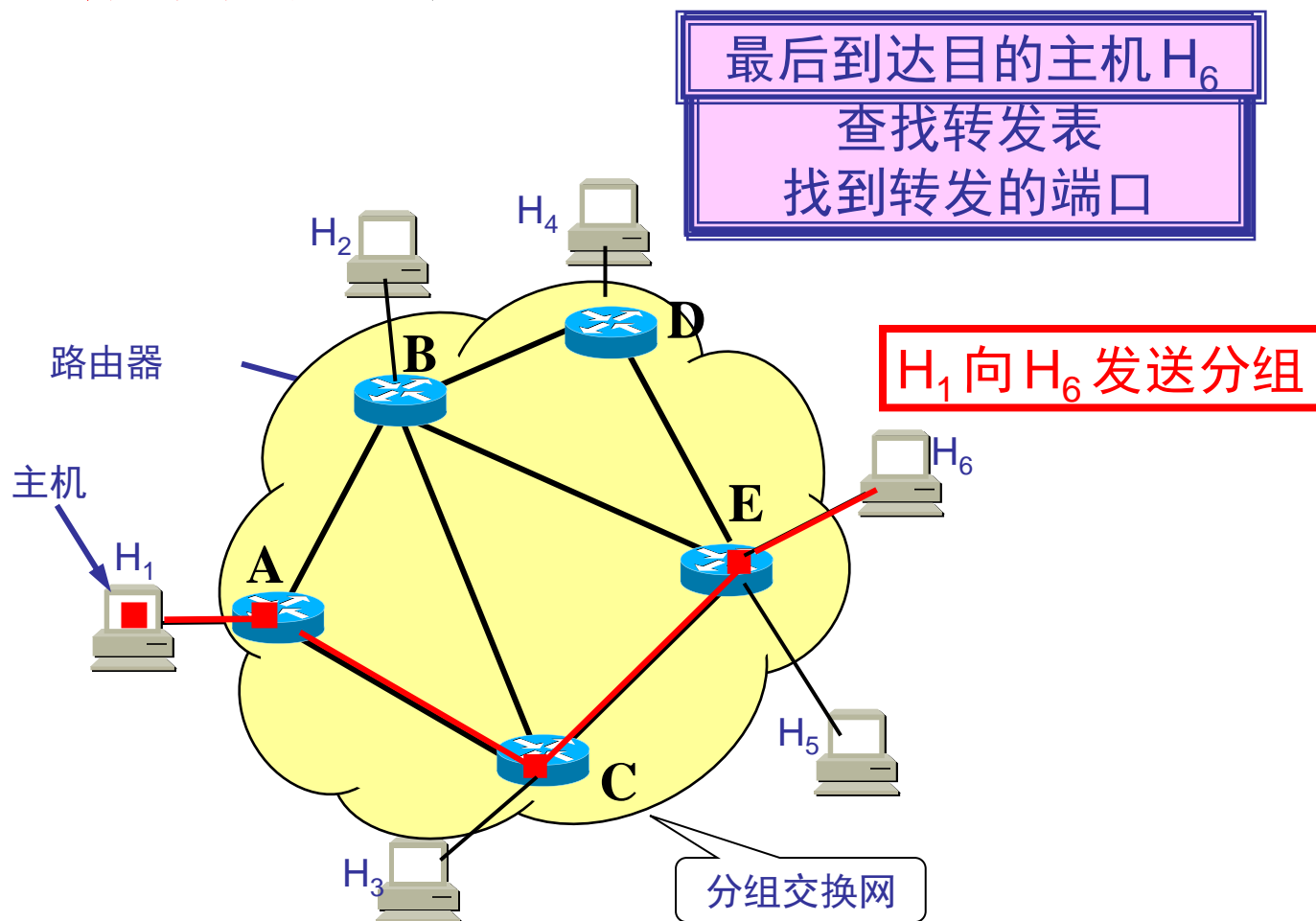
分组交换网的示意图



分组首部的作用？

- 每一个分组的首部都含有目的地址和源地址等控制信息。
- 路由器根据分组首部中的目的地址，把分组转发到下一个路由器。
- 用这样的存储转发方式，分组就能传送到最终目的地。

分组的存储转发过程



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** 以分组为传送单位独立查找路由；
- **迅速** 不必先建立连接就能向其他主机发送分组；
- **可靠** 完善的网络协议；

总结：分组交换技术适合传输计算机数据。

二、因特网

- 因特网的相关概念
- 因特网的发展

（一）因特网的相关概念

- 结点

计算机、集线器（HUB）、交换机、路由器等。

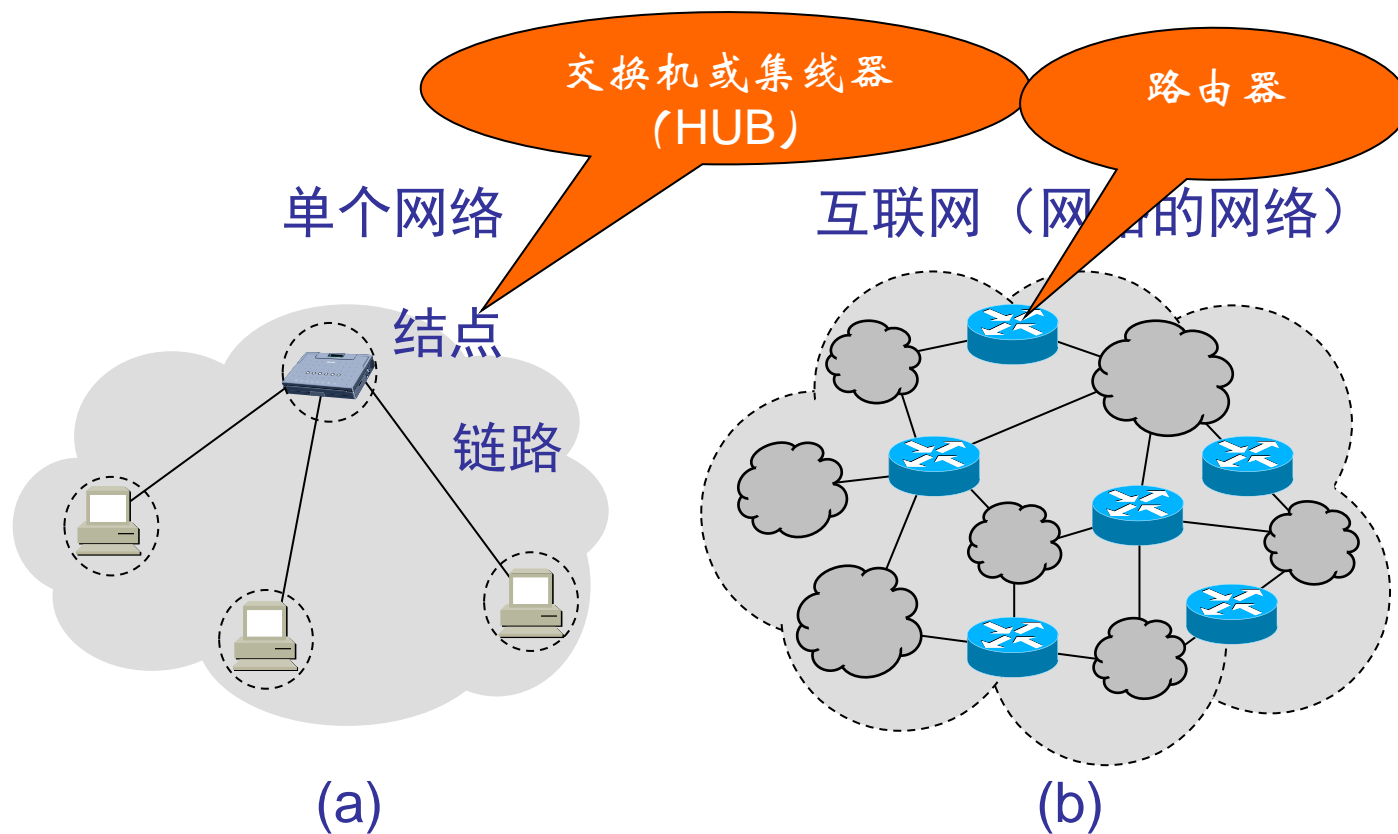
- 网络

由若干结点和连接结点的链路构成。

- 互联网


通过**路由器**将两个以上的网络连接在一起，构成覆盖范围更大的网络。

- 因特网-----全球最大的互联网。



（二）因特网的发展

三
个
阶
段

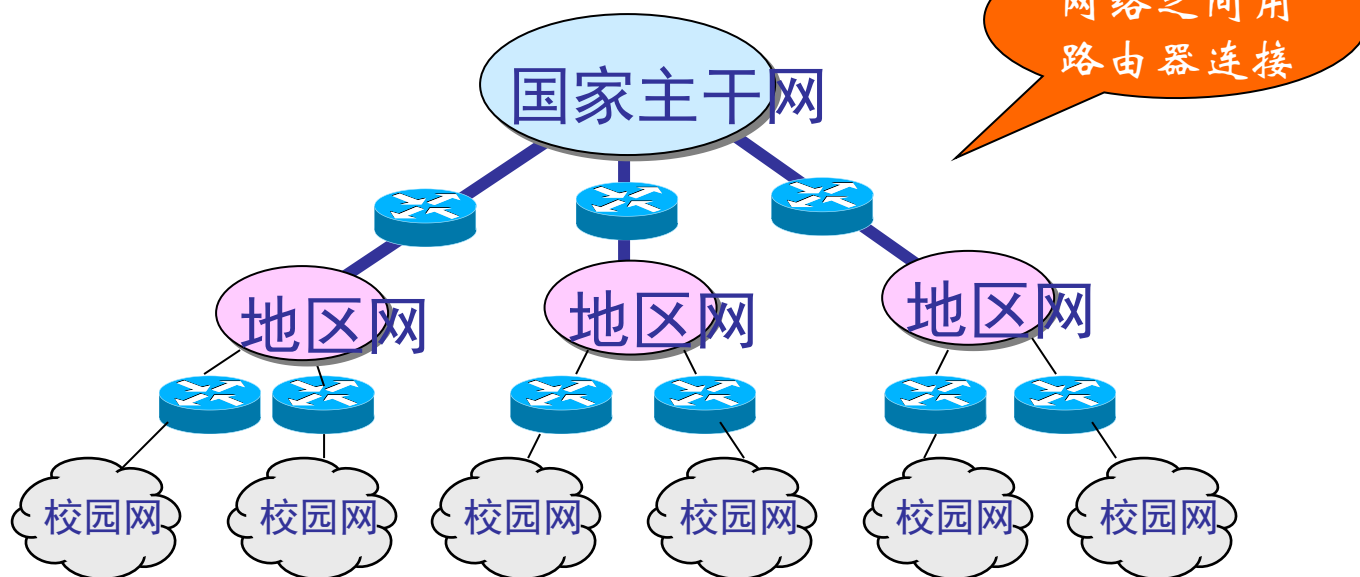
- 
- 1.从单个分组交换网（ARPANET）向互联网发展
 - 2.建立了三级结构的因特网
 - 3.形成多层次ISP结构的因特网

1、从单个分组交换网（ARPANET）向互联网发展

- 1969年，第一个分组交换网 ARPANET 最初只是一个单个的分组交换网。
- 1983 年 TCP/IP 协议成为**标准协议**。
- 1983，诞生了**因特网** Internet。

2、三级结构的因特网（1985年）

•1985年，美国NSF围绕6个大型计算中心建成

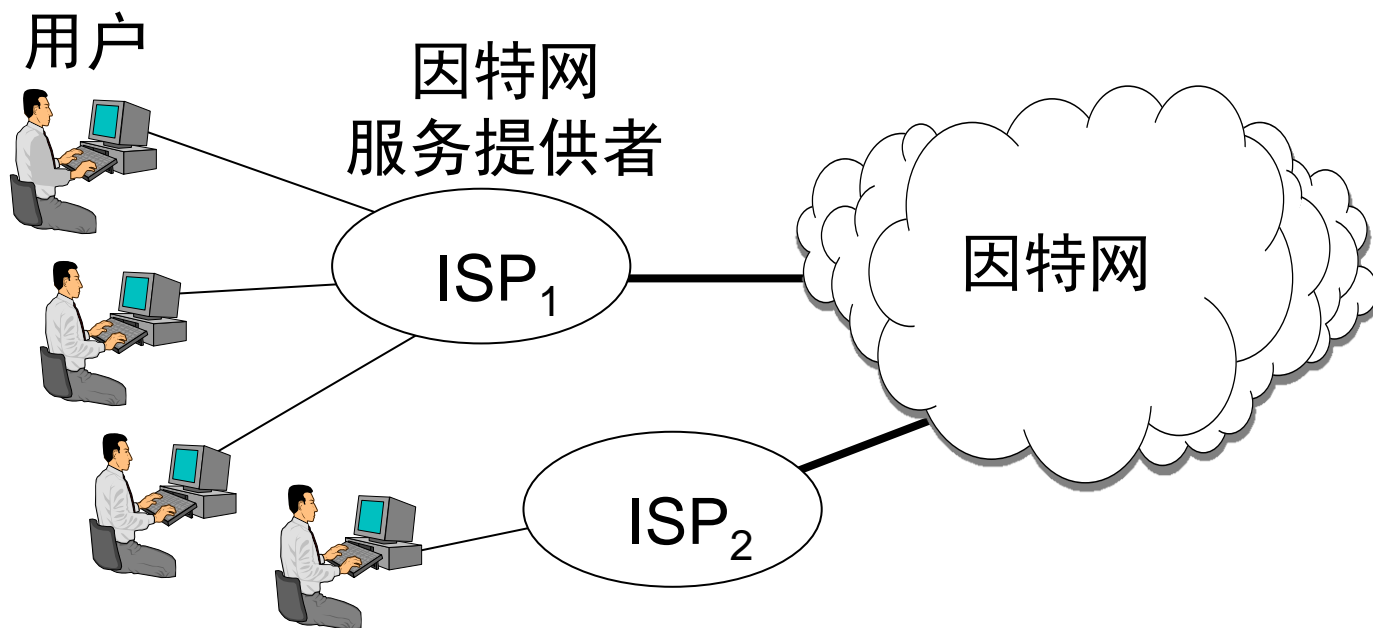


•1991年，因特网对全世界开放

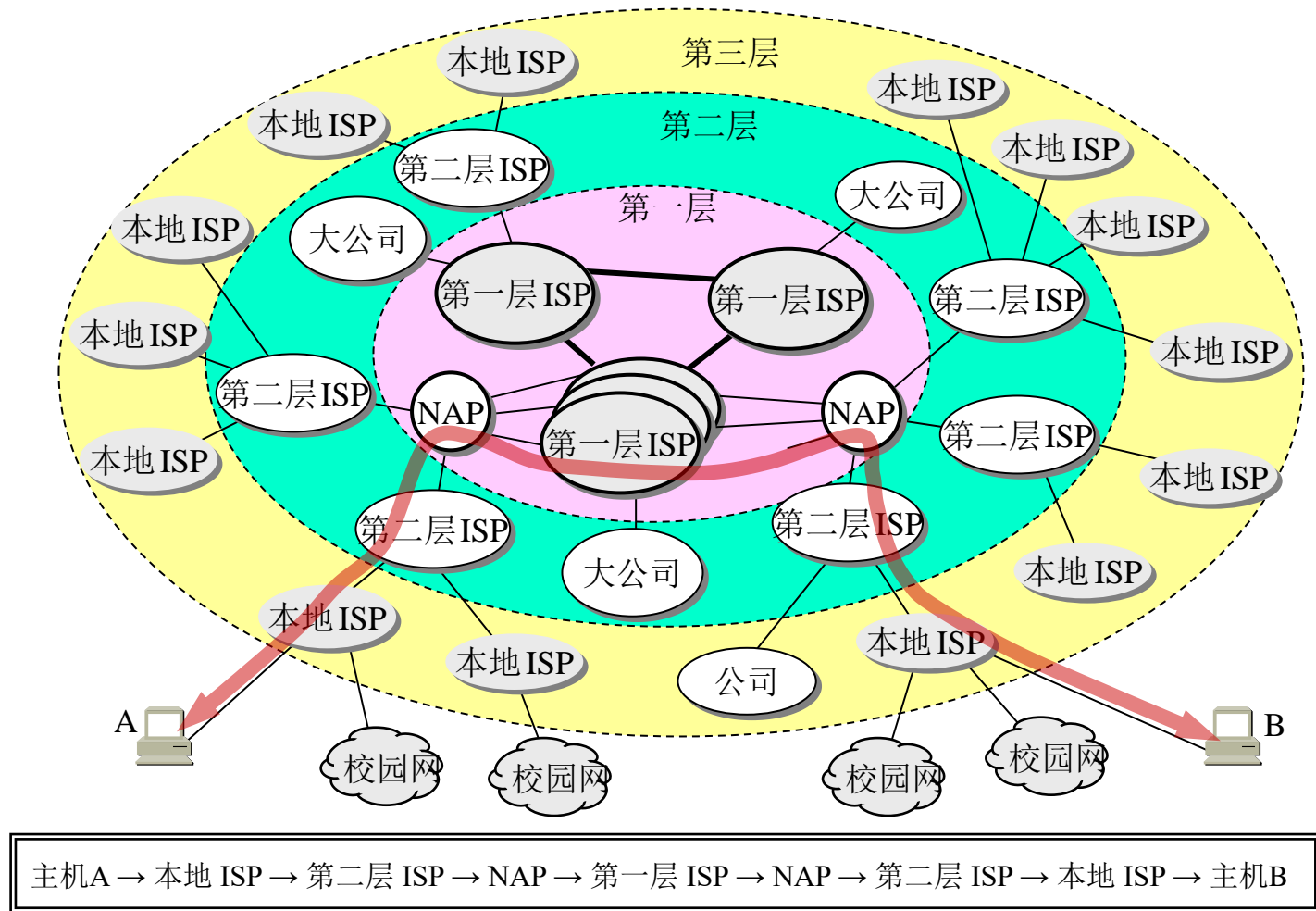
3、多层次 ISP 结构的因特网

- 1993年，美国政府不再负责因特网的运营；
- 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。



多层次ISP结构的因特网概念示意图

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
.....				
2020			40亿	

我国互联网应用的发展



2020年，中国的网民数达到8亿多

主要内容:

- 计算机网络的发展

- ☀️☞ 计算机网络的分类

- ☀️ ● 计算机网络拓扑结构

- ☀️ ● 计算机网络的主要性能指标



1.2 计算机网络的分类

从网络的作用范围来分：

- 局域网 **LAN** (Local Area Network)
- 城域网 **MAN** (Metropolitan Area Network)
- 广域网 **WAN** (Wide Area Network)

(一) 局域网 LAN

- 把公司或企业的办公楼群或校园内的计算机连接起来构成的网络
- 作用范围：几公里~十几公里

局域网 LAN

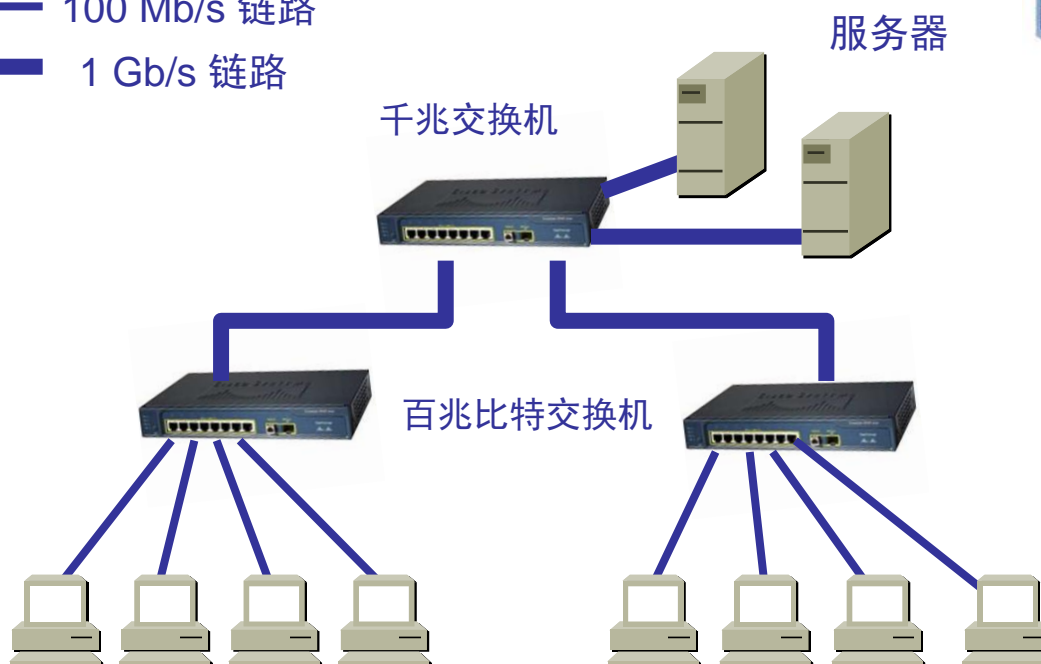
交换机（或集线器）



局域网 LAN

— 100 Mb/s 链路

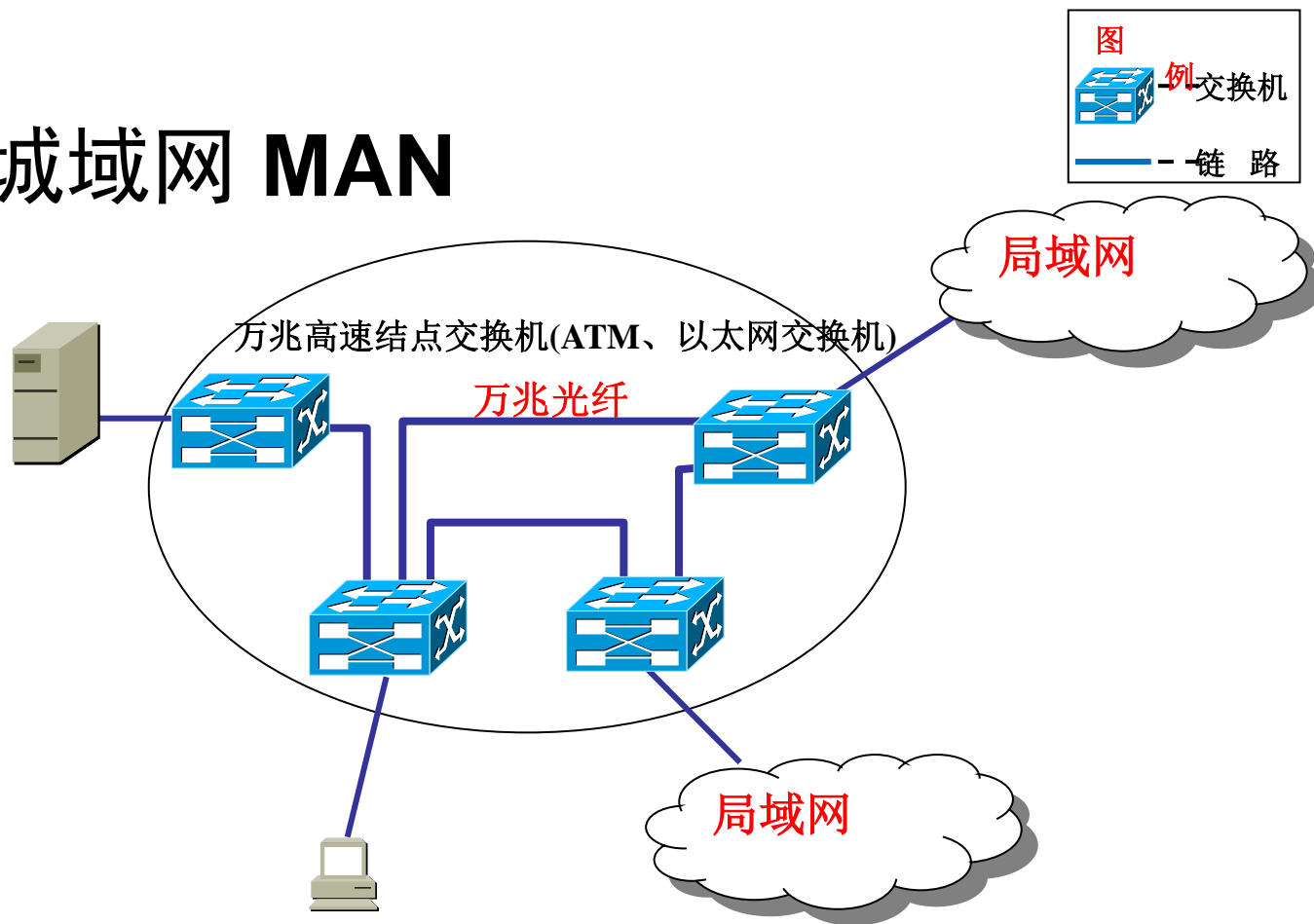
— 1 Gb/s 链路



(二) 城域网 **MAN**

- 覆盖范围介于局域网和广域网之间，十几公里~上百公里；
- 由高速结点交换机和高速链路连接起来构成的城市主干网；
- 把一个城市内不同地点的局域网、各种主机和服务器的连接起来
- 一般是由国内运营商负责组建和维护。

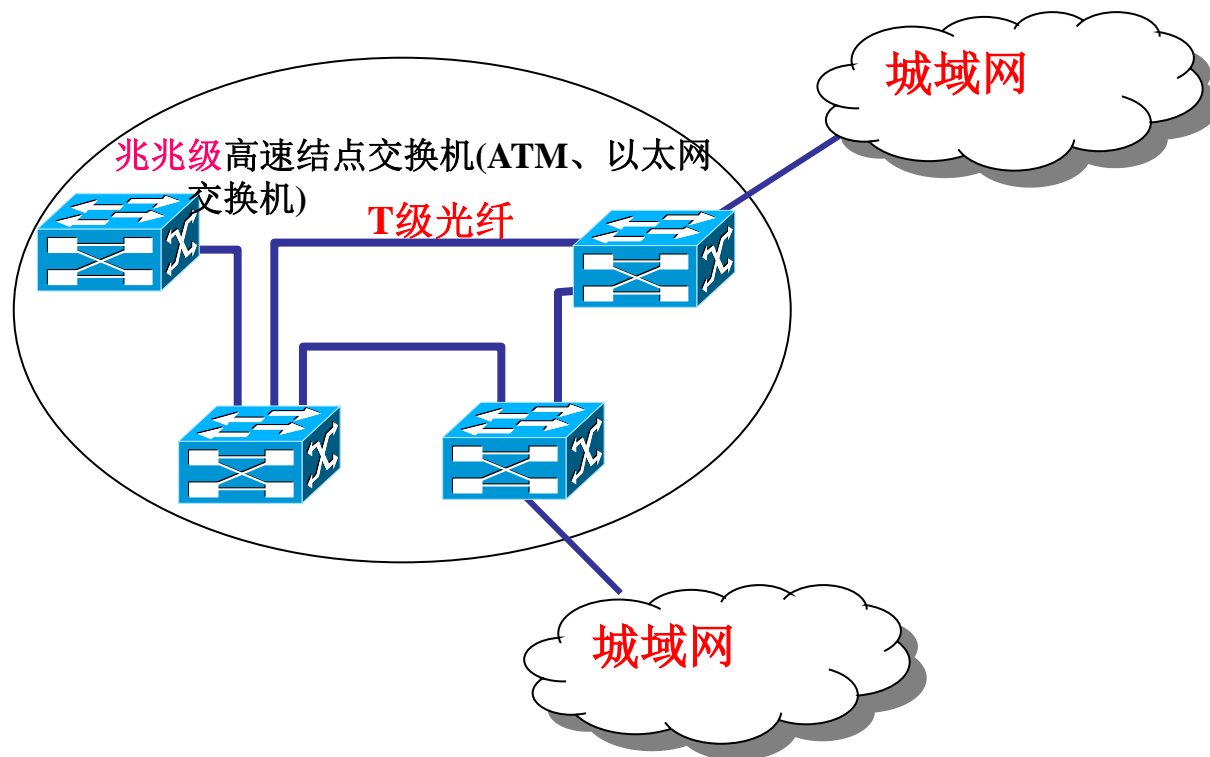
城域网 MAN



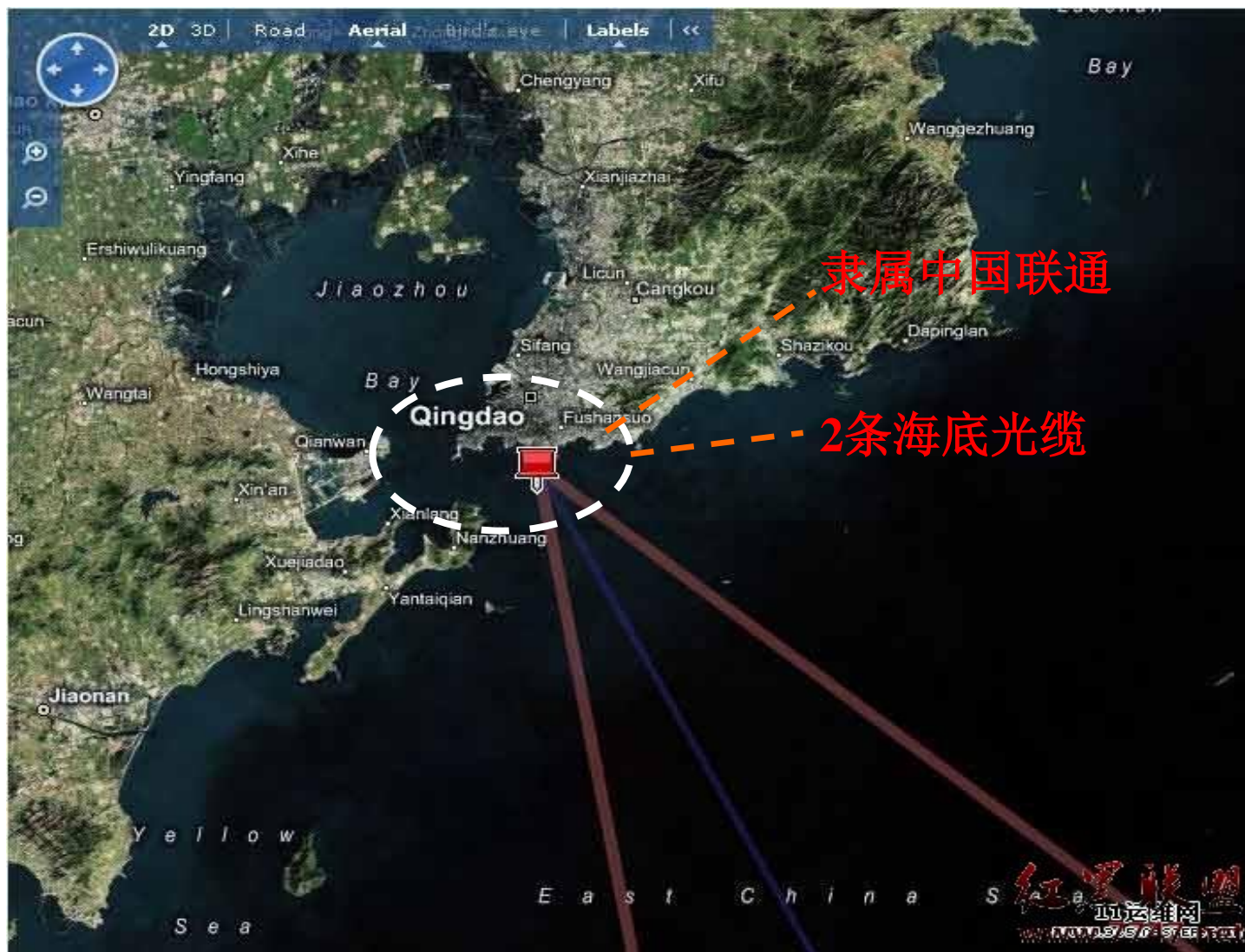
(三) 广域网 **WAN**

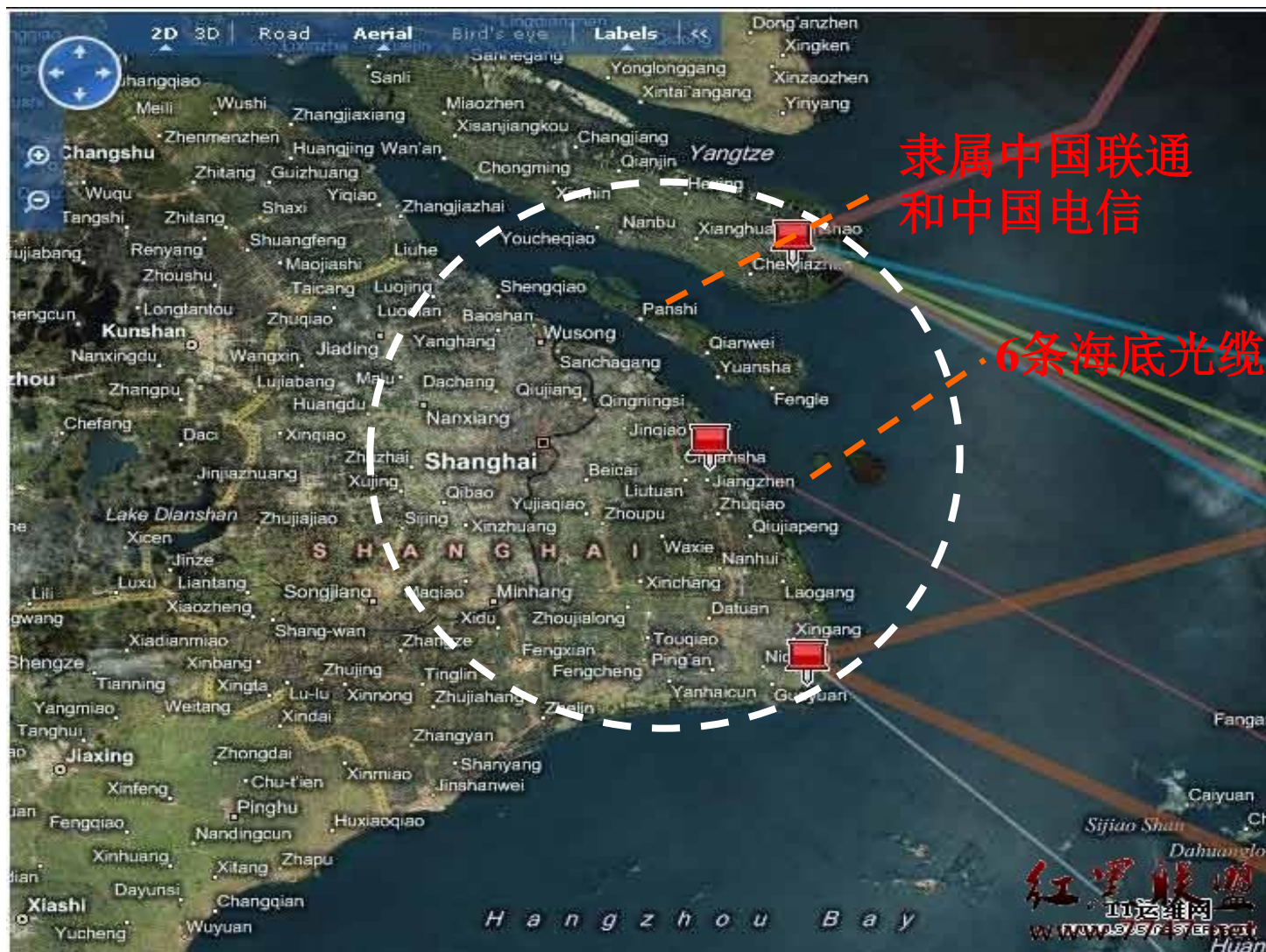
- 连接国家或洲构成的高速主干网；
- 作用范围：几百公里~几千公里；
- 一般由运营商(国内外)联合投资建。

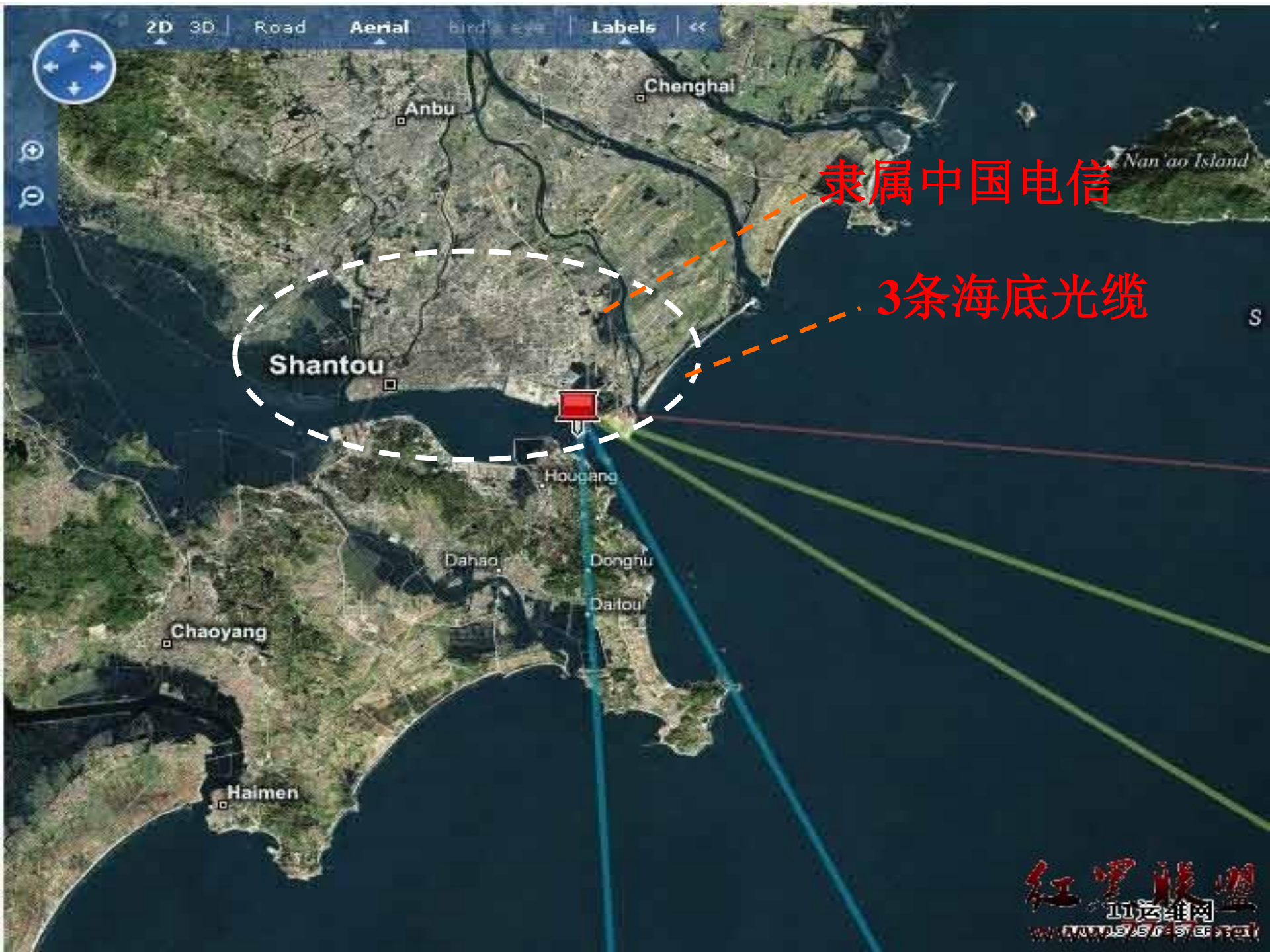
广域网 MAN











隶属中国电信

3条海底光缆

- 中国台湾有9条光缆
- 中国香港和韩国各有11条光缆
- 日本至少有11个入口15条光缆

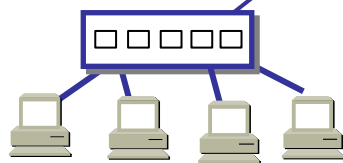
主要内容:

- 计算机网络的发展
- ☀● 计算机网络的分类
- ☀☞ 计算机网络拓扑结构
- ☀● 计算机网络的主要性能指标

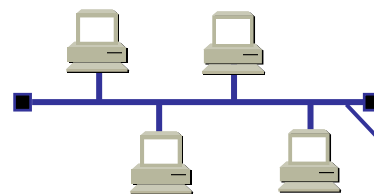
1.3 计算机网络拓扑结构

- 总线型拓扑结构
- 环型拓扑结构
- 网状拓扑结构
- 星型拓扑结构
- 树型拓扑结构

集线器或交换机（可靠性高）

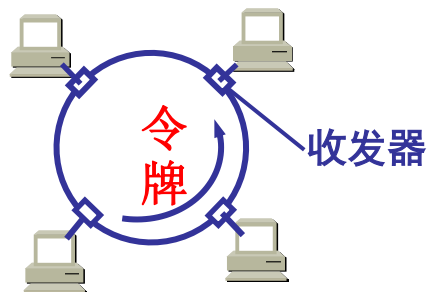


星型拓扑结构



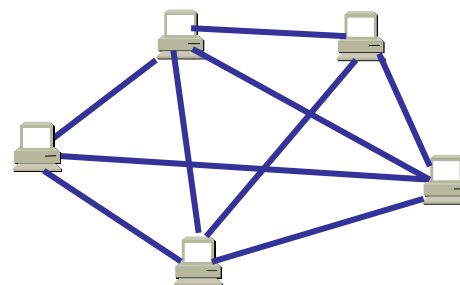
总线

总线型拓扑结构

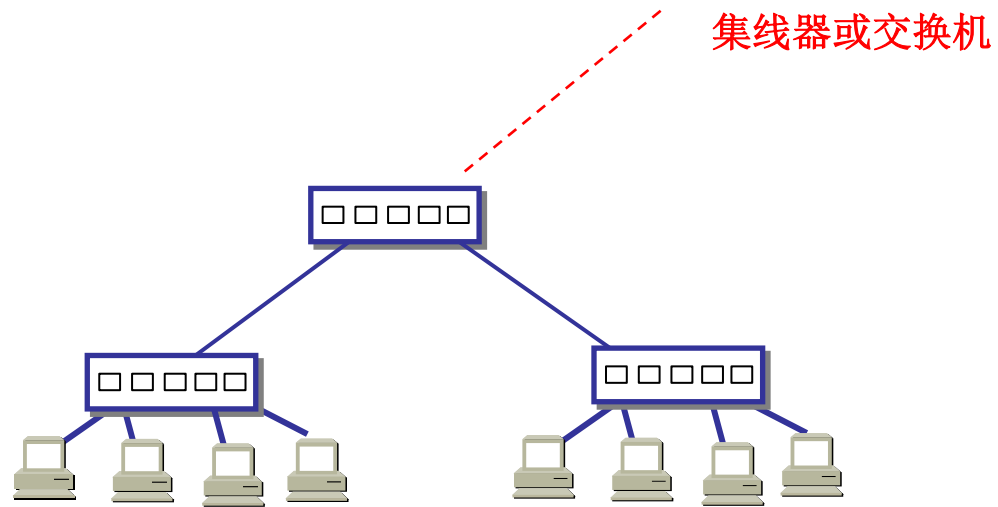


收发器

环型拓扑结构



网状拓扑结构



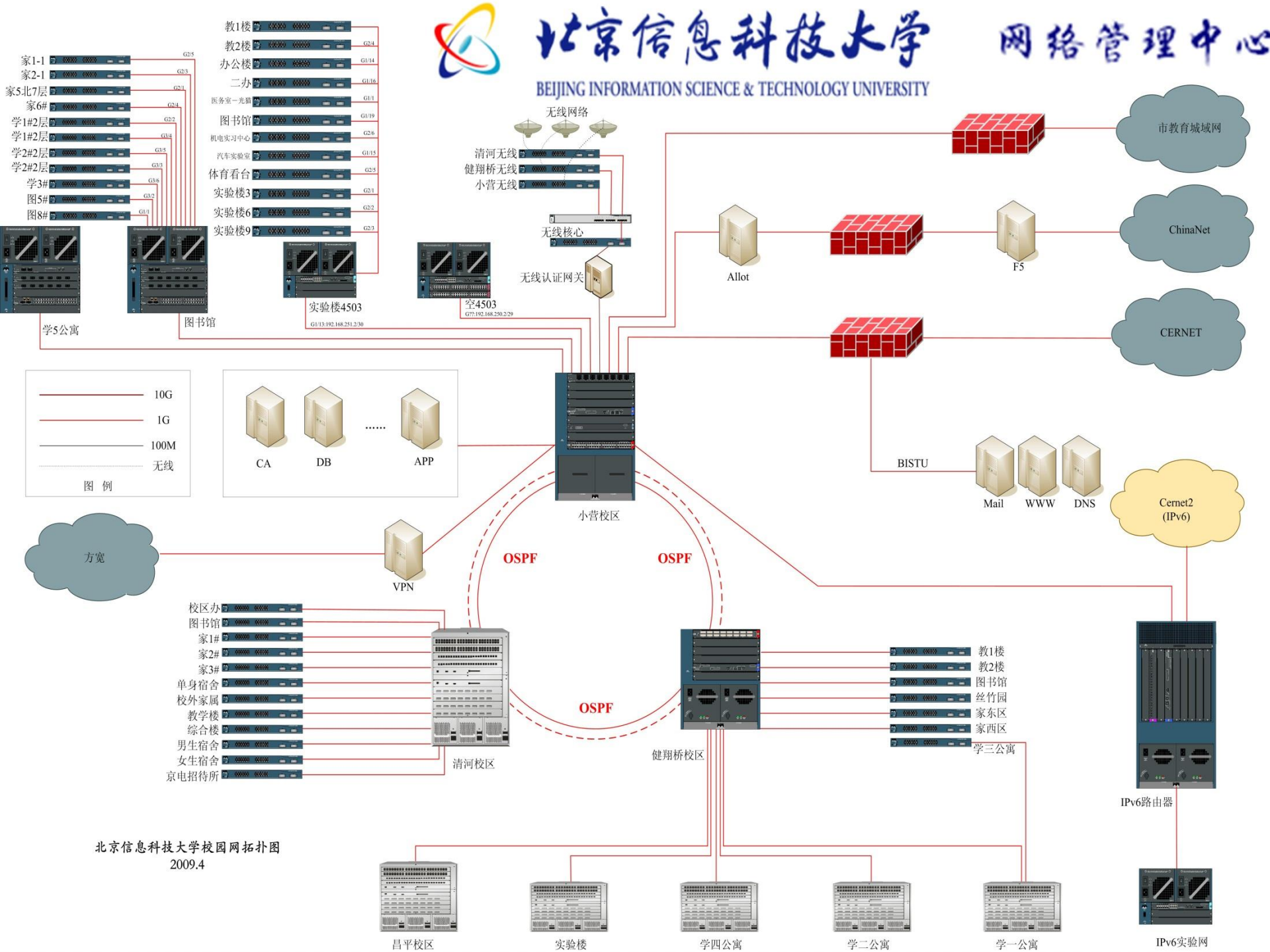
树型拓扑结构



北京信息科技大学

BEIJING INFORMATION SCIENCE & TECHNOLOGY UNIVERSITY

网络管理中心



北京信息科技大学校园网拓扑图
2009.4

主要内容:

- 计算机网络的发展
- ☀● 计算机网络的分类
- ☀● 计算机网络拓扑结构
- ☀☞ 计算机网络的主要性能指标



1.4 计算机网络的主要性能指标

- 速率
- 带宽
- 时延
- 时延带宽积

(一)速率

- 在数字信道上传送数据的速度，也称为数据率或比特率。

常用的速率单位:

- 比特每秒，即 b/s (或bit/s)
- 千比每秒，即 kb/s (10^3 b/s)
- 兆比每秒，即 Mb/s (10^6 b/s)
- 吉比每秒，即 Gb/s (10^9 b/s)
- 太比每秒，即 Tb/s (10^{12} b/s)
- 拍比每秒，即 Pb/s (10^{15} b/s)
- 艾比每秒，即 Eb/s (10^{18} b/s)
- 泽比每秒，即 Zb/s (10^{21} b/s)

.....

注意:

- 表示数据块的长度。

常用的单位:

- bit (比特) 或B (字节)
- kb (2^{10} bit)
- Mb (2^{20} bit)
- Gb (2^{30} bit)
- Tb (2^{40} bit)
- Pb (2^{50} bit)
- Eb (2^{60} bit)
- Zb (2^{70} bit)

.....

(二)带宽

带宽：是指结点向信道上发送数据的速率，又称为**发送速率**。

单位是“比特每秒”，或 b/s (bit/s)。



常用的带宽单位:

- 比特每秒, 即 b/s (或bit/s)
- 千比每秒, 即 kb/s (10^3 b/s)
- 兆比每秒, 即 Mb/s (10^6 b/s)
- 吉比每秒, 即 Gb/s (10^9 b/s)
- 太比每秒, 即 Tb/s (10^{12} b/s)
- 拍比每秒, 即 Pb/s (10^{15} b/s)
- 艾比每秒, 即 Eb/s (10^{18} b/s)
- 泽比每秒, 即 Zb/s (10^{21} b/s)

.....

光纤的带宽 > 同轴电缆的带宽 > 双绞线的带宽

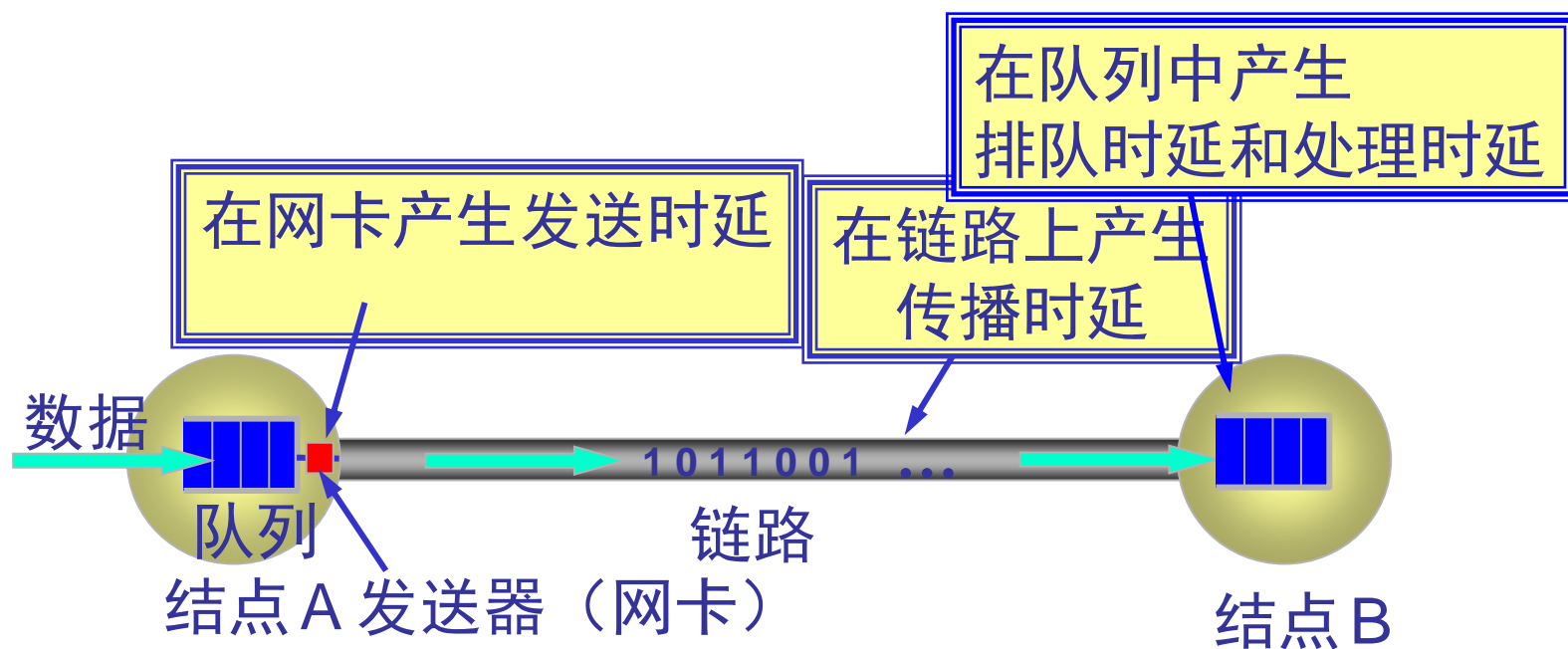
(三)时延

- 是指数据（一个报文或分组）从网络(或一条链路)的一端传送到另一端所需时间。

时延 = 发送时延 + 传播时延 + 排队时延 + 处理时延

四种时延所产生的地方

从结点 A 向结点 B 发送数据



发送时延

- **发送时延**（传输时延） 发送数据时，数据块从结点**进入到传输媒体**所需要的时间。
- **信道带宽** 向信道上发送数据的速率。

$$\text{发送时延} = \frac{\text{数据块长度（比特）}}{\text{信道带宽（比特/秒）}}$$

传播时延

- **传播时延** 电磁波在信道中传播而花费的时间。

$$\text{传播时延} = \frac{\text{信道长度 (米)}}{\text{电磁波在信道上的传播速率 (米/秒)}}$$

电磁波在信道上的传播速率

- 在自由空间中 $3.0 \times 10^5 \text{km/s}$
- 在铜线电缆中 $2.3 \times 10^5 \text{km/s}$
- 在光纤中 $2.0 \times 10^5 \text{km/s}$



双绞线和同轴电缆

排队时延

- 分组进入路由器后，先在缓存队列中**排队**，等待处理，这部分时延称为排队时延。
- 排队时延取决于网络当时的**通信量**。

处理时延

- **处理时延** 主机或路由器收到分组后要进行一些必要的处理所花费的时间。

路由器 R₁ 的路由表

目的主机所在的网络	下一跳路由器的地址
10.0.0.0	R2
128.6.0.0	R3
189.2.0.0	R4
192.8.6.0	R5

[例]

- 假定有一个长度为100MB的数据块，在带宽为1Mb/s的光纤信道上（信道长度为1000km）传输，计算发送时延和传播时延（不考虑排队时延和处理时延）。

$$\text{发送时延} = \frac{100 \times 2^{20} \times 8 \text{bit}}{10^6 \text{ bit/s}} = 838.9 \text{s}$$

$$\text{传播时延} = \frac{1000 \text{km}}{2.0 \times 10^5 \text{ km/s}} = 5 \text{ms}$$

(四) 时延带宽积



时延带宽积	=	传播时延 × 带宽
-------	---	-----------

三种传输媒体链路容量的对比（长度相等）



练习题：

1、常见的计算机网络拓扑结构有：_____、
_____、_____和_____。

练习题：

1、常见的计算机网络拓扑结构有：总线型拓扑结构、环型拓扑结构、网状拓扑结构、星型拓扑结构和树型拓扑结构。

2、按照网络的作用范围，计算机网络可以划分为：
_____、_____、和_____三种类型。

2、按照网络的作用范围，计算机网络可以划分为：
局域网、城域网、和广域网三种类型。

3、Internet 起源于()。

A.美国 B.英国 C.德国 D.澳大利亚

3、Internet 起源于(**A**)。

A.美国

B.英国

C.德国

D.澳大利亚

4、计算机网络通信的一个显著特点是（ ）。

- A、稳定性
- B、间歇性、突发性
- C、安全性
- D、易用性

4、计算机网络通信的一个显著特点是（ **B** ）。

- A、稳定性
- B、间歇性、突发性
- C、安全性
- D、易用性

5、中国教育和科研网(CERNET)是非盈利的管理与服务性机构。其宗旨是为我国教育用户服务，促进我国互联网络健康、有序地发展。承担其运行和管理工作的主要单位是（ ）。

A. 北京大学

B. 清华大学

C. 信息产业部

D. 中国科学院

5、中国教育和科研网(CERNET)是非盈利的管理与服务性机构。其宗旨是为我国教育用户服务，促进我国互联网络健康、有序地发展。承担其运行和管理工作的主要单位是（ **B** ）。

A. 北京大学

B. 清华大学

C. 信息产业部

D. 中国科学院

- 6、随着电信和信息技术的发展，国际上出现了所谓“三网融合”的趋势，下列不属于三网之一的是()。
- A. 传统电信网
 - B. 计算机网(主要指互联网)
 - C. 有线电视网
 - D. 卫星通信网

- 6、随着电信和信息技术的发展，国际上出现了所谓“三网融合”的趋势，下列不属于三网之一的是(**D**)。
- A. 传统电信网
 - B. 计算机网(主要指互联网)
 - C. 有线电视网
 - D. 卫星通信网

7、采用个人拨号上网的方式时，其中的**IP**地址是（ ）。

- A.由个人在**TCP/IP**设置时随意设定的。
- B.由**ISP**给个人入网用户分配的永久地址。
- C.由**Internet**服务商动态分配的临时地址。
- D.个人上网无须**IP**地址。

7、采用个人拨号上网的方式时，其中的IP地址是
(**C**)。

- A.由个人在TCP/IP设置时随意设定的。
- B.由ISP给个人入网用户分配的永久地址。
- C.由Internet服务商动态分配的临时地址。
- D.个人上网无须IP地址。

【 本章小结 】

- ※ 两种交换技术：分组交换技术和电路交换技术
- ※ 计算机网络的分类：局域网、城域网和广域网
- ※ 网络拓扑结构：总线型、环型、网状、星型和树型拓扑结构
- ※ 计算机网络的主要性能指标

作业：

P14 1、5、6