

# 计算机网络

## 第一章 概论

---

谢瑞桃

[xie@szu.edu.cn](mailto:xie@szu.edu.cn)

[rtxie.github.io](https://github.com/rtxie)

计算机与软件学院  
深圳大学





# 第一章讲解内容

---

## 1. 什么是因特网？

## 2. 网络边缘

- 端系统，接入网，链路

## 3. 网络核心

- 分组交换，电路交换，网络互联

## 4. 协议分层模型

# 1. 什么是因特网?

## ➤ 几十亿计算设备

- 终端 (hosts, end systems)
- 运行网络应用程序

## ➤ 分组交换机：存储转发分组

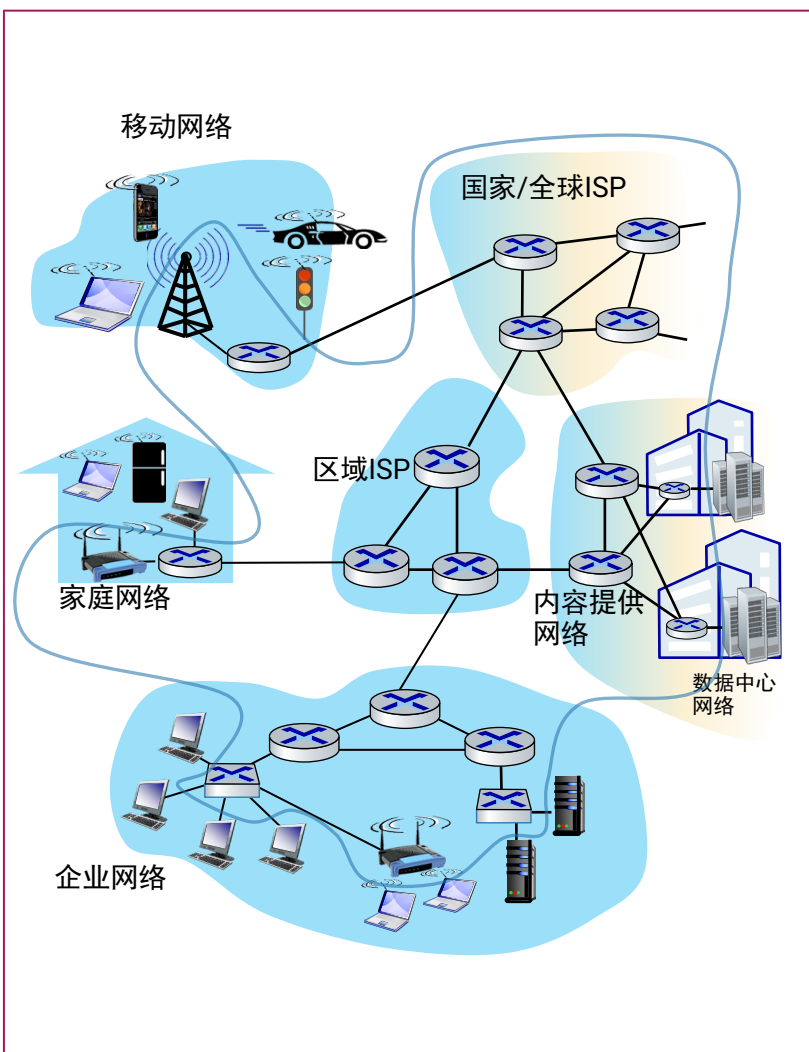
- 路由器(routers)和交换机(switches)

## ➤ 通信链路

- 无线电，双绞线，光纤，同轴电缆
- 传输速率：bit/s, bps

## ➤ 网络

- 设备，路由器，链路的集合：由机构管理



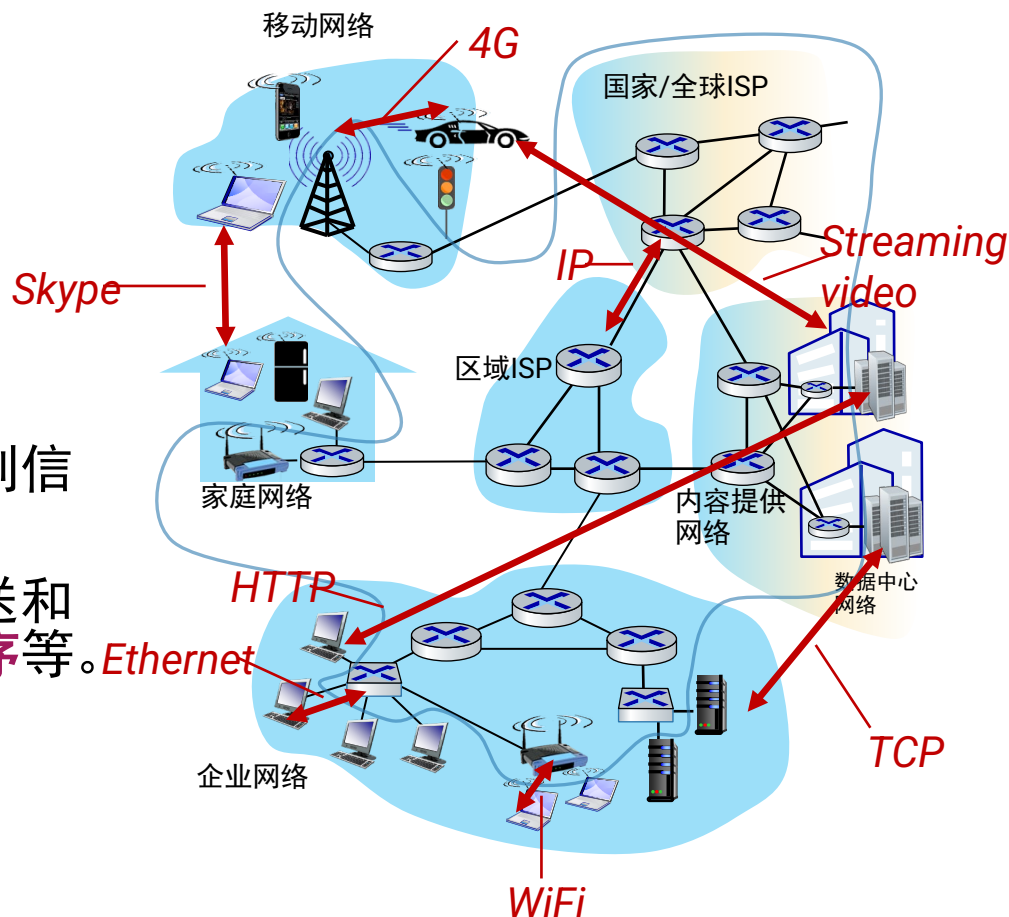
# 1. 什么是因特网?

- Internet: 网络的网络

- Interconnected ISPs  
(Internet Service Providers  
因特网服务提供商)

- 协议

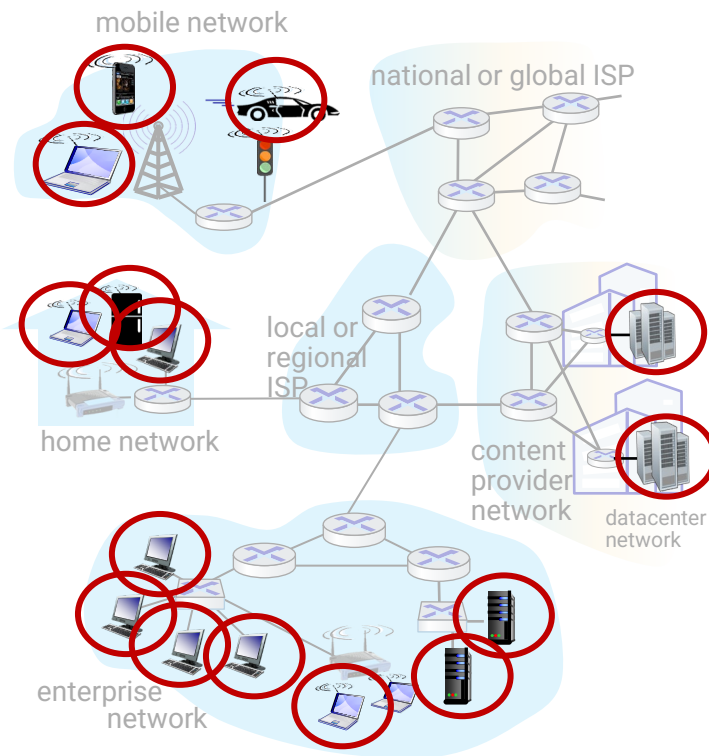
- 网络系统里的软件, 控制信息的发送和接收
- 定义网络实体之间所发送和接收的消息的格式和顺序等。



# 1. 因特网结构

## ■ 网络边缘：

- 主机：客户端，服务器
- 数据中心的服务器



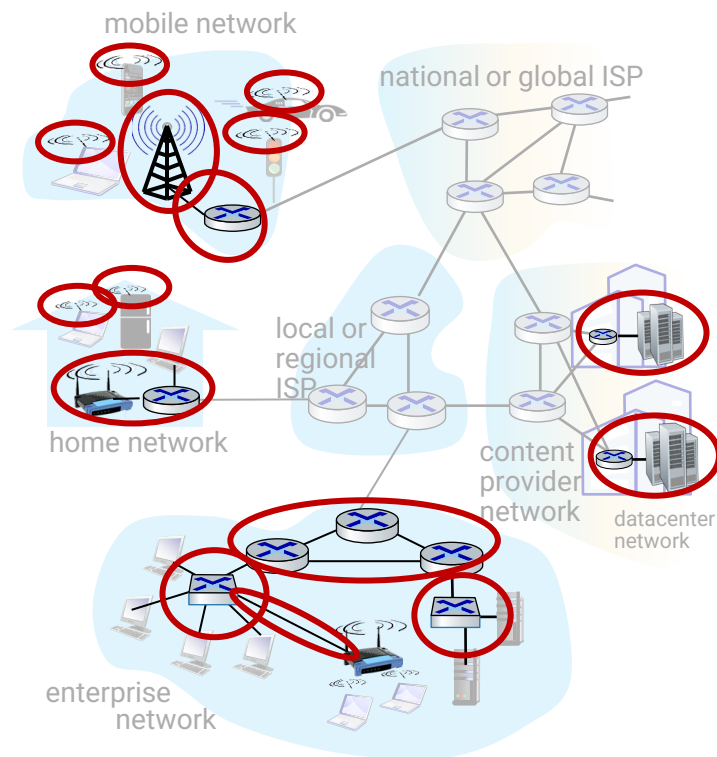
# 1. 因特网结构

- 网络边缘：

- 主机：客户端，服务器
- 数据中心的服务器

- 接入网络：

- 有线，无线通信链路



# 1. 因特网结构

- 网络边缘：

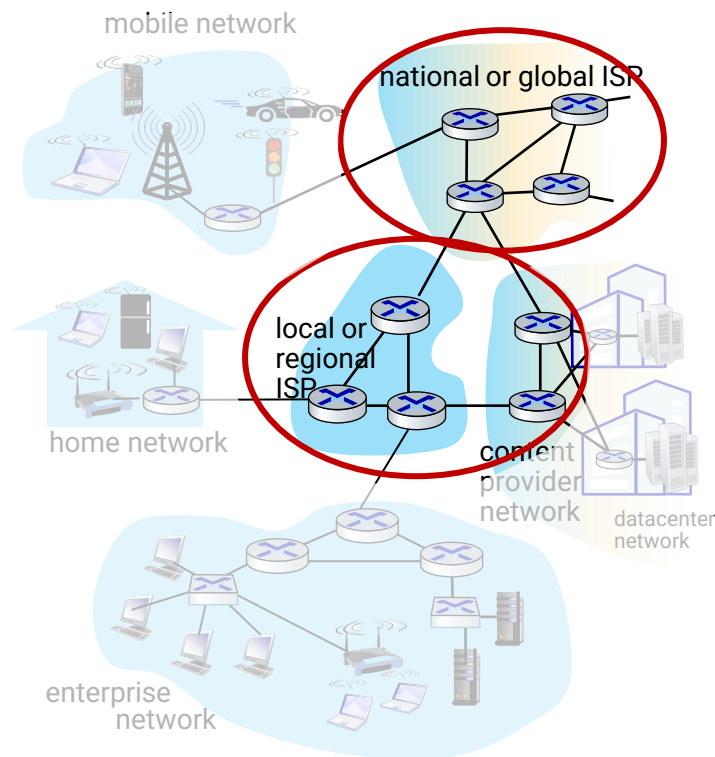
- 主机：客户端，服务器
- 数据中心的服务器

- 接入网络：

- 有线，无线通信链

- 网络核心：

- 互联的路由器
- 网络的网络





# 第一章知识点汇总

---

- 什么是因特网？
  - 理解因特网的基本结构



# 第一章讲解内容

---

1. 什么是因特网？

2. 网络边缘

- 端系统，接入网，链路

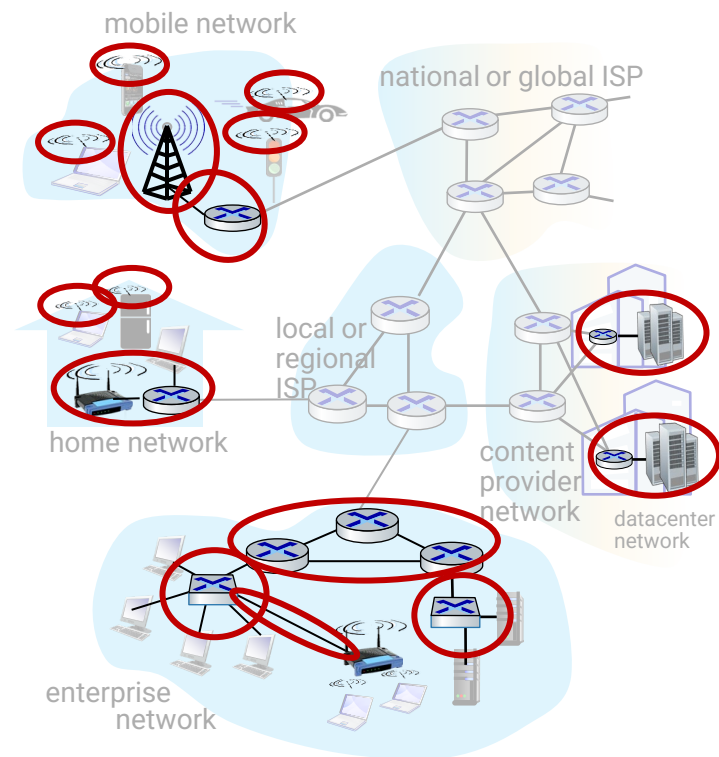
3. 网络核心

- 分组交换，电路交换，网络互联

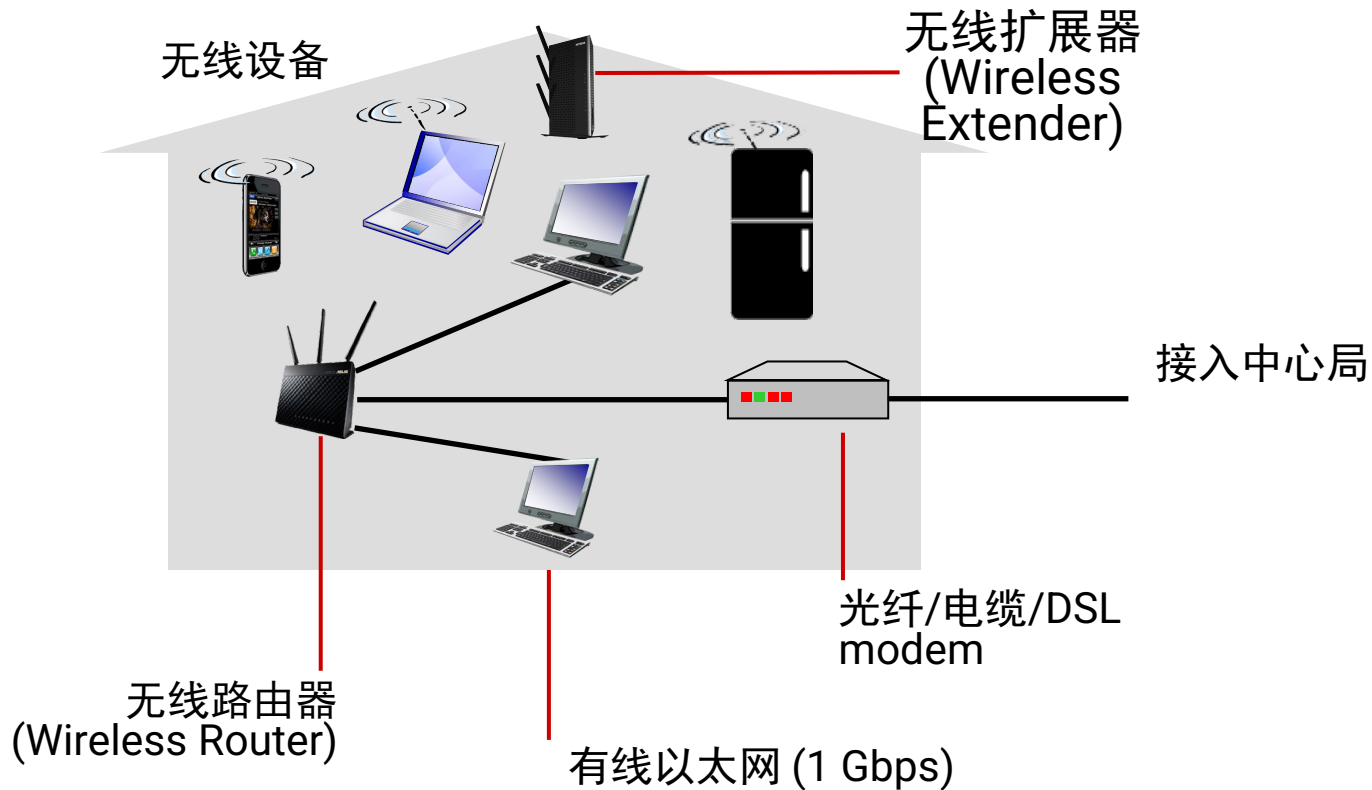
4. 协议分层模型

## 2. 接入网

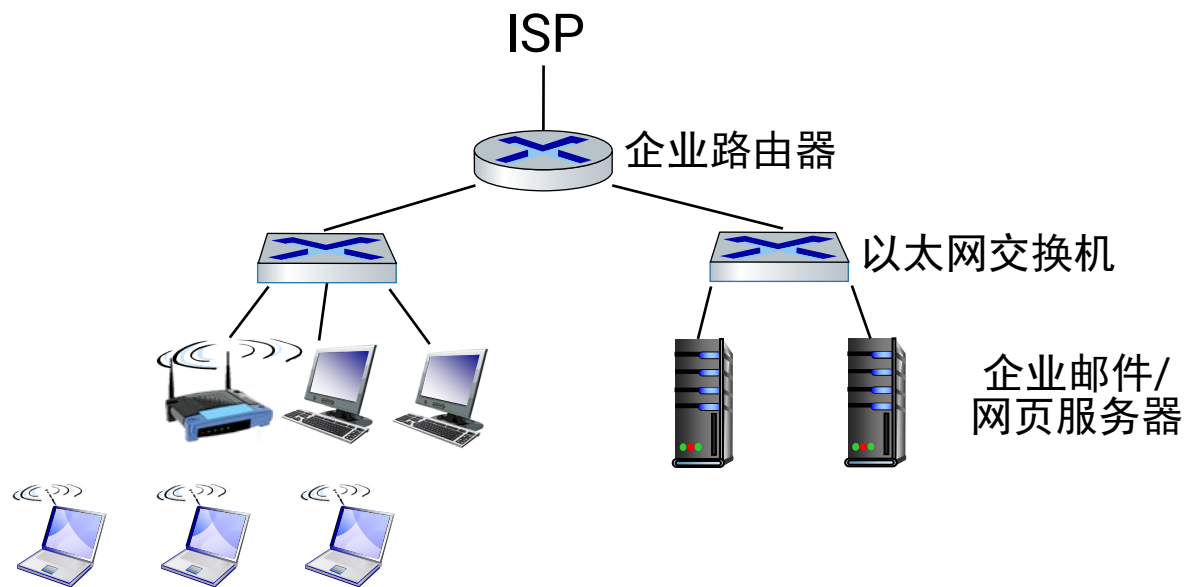
- 问题：端系统如何连接到边缘路由器？
- 家庭接入网
- 企业/校园接入网
- 移动蜂窝网（4G/5G）



## 2.接入网：家庭网络



## 2.接入网：校园/企业网络



- 使用最广泛的有线局域网技术——以太网(Ethernet)
- 传输速率：10Mbps, 100Mbps, 1Gbps, 10Gbps



# 第一章知识点汇总

---

- 网络边缘
  - 了解家庭和企业接入网的基本结构



# 第一章讲解内容

---

1. 什么是因特网？

2. 网络边缘

- 端系统，接入网，链路

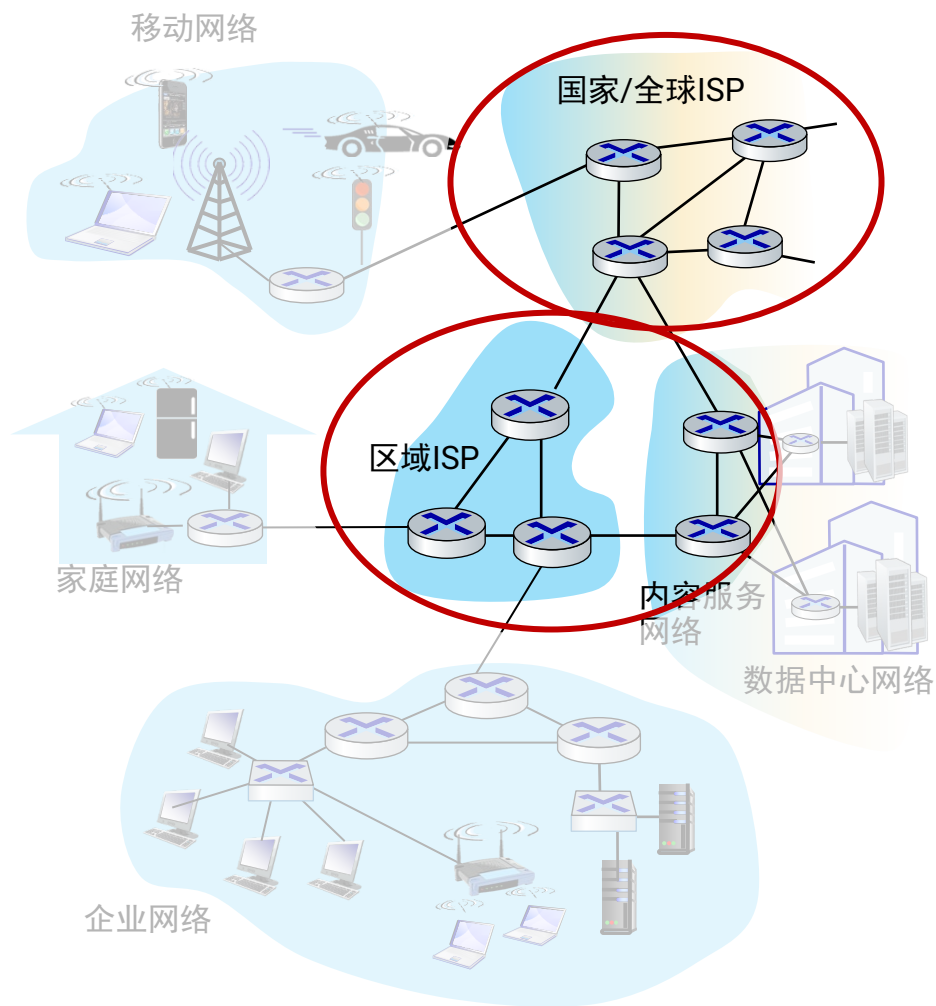
3. 网络核心

- 分组交换，电路交换，网络互联

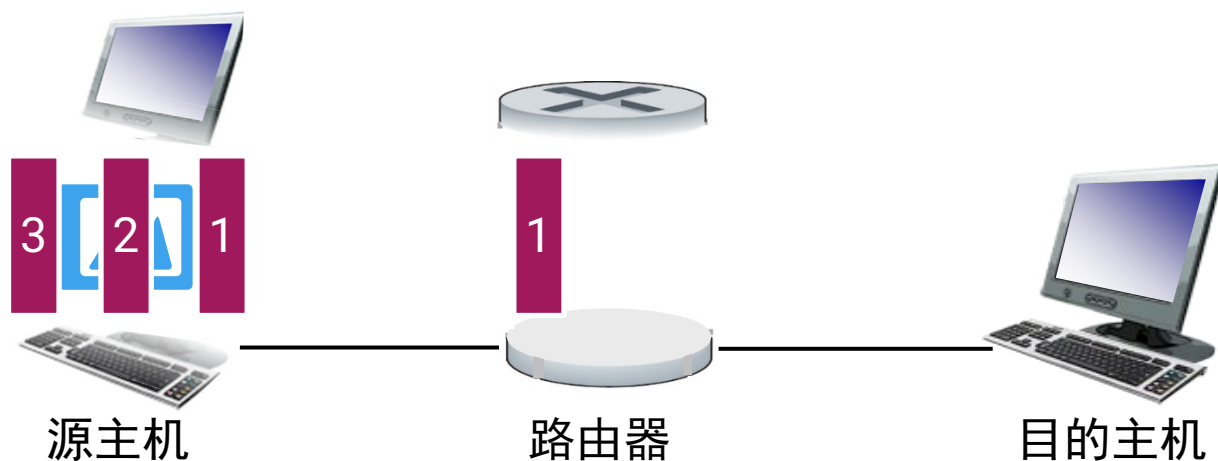
4. 协议分层模型

# 3.网络核心

- 路由器互联构成的网络
- 分组交换

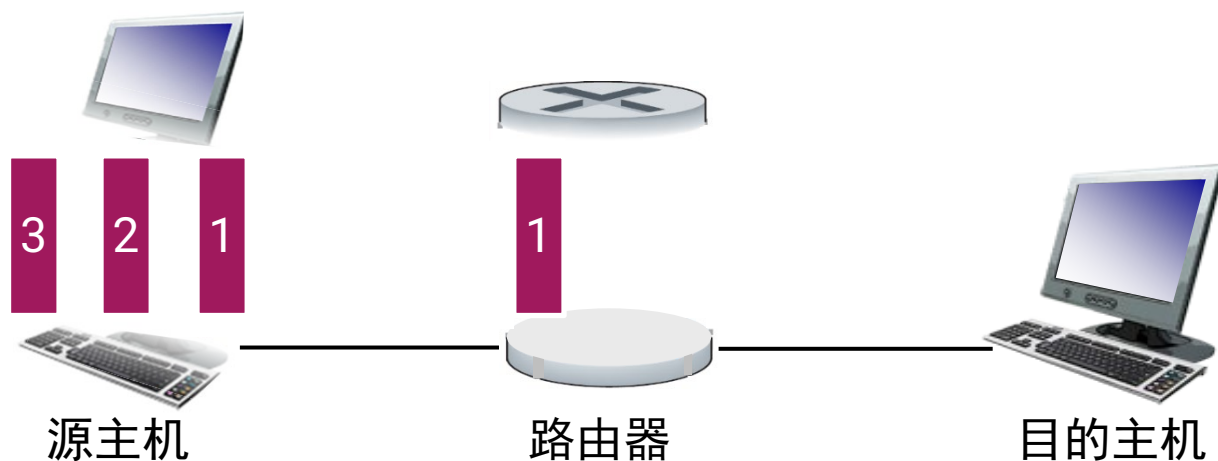


### 3. 分组交换



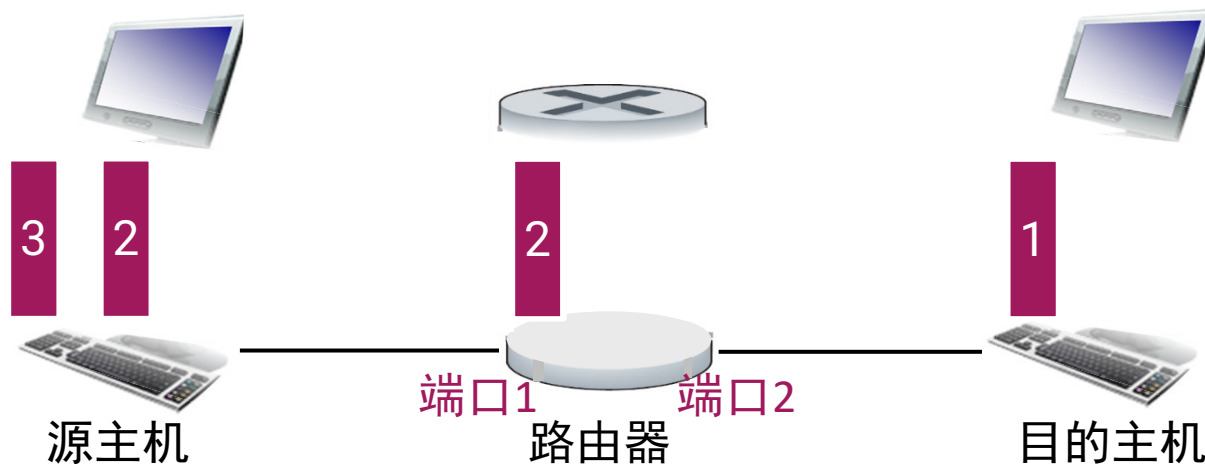
- 主机将应用层报文(message)分割成小块**分组**(packet)来发送
- 每个分组的发送速率为**链路传输速率**，也叫**带宽**(bandwidth)或**容量**(capacity)

### 3. 分组交换



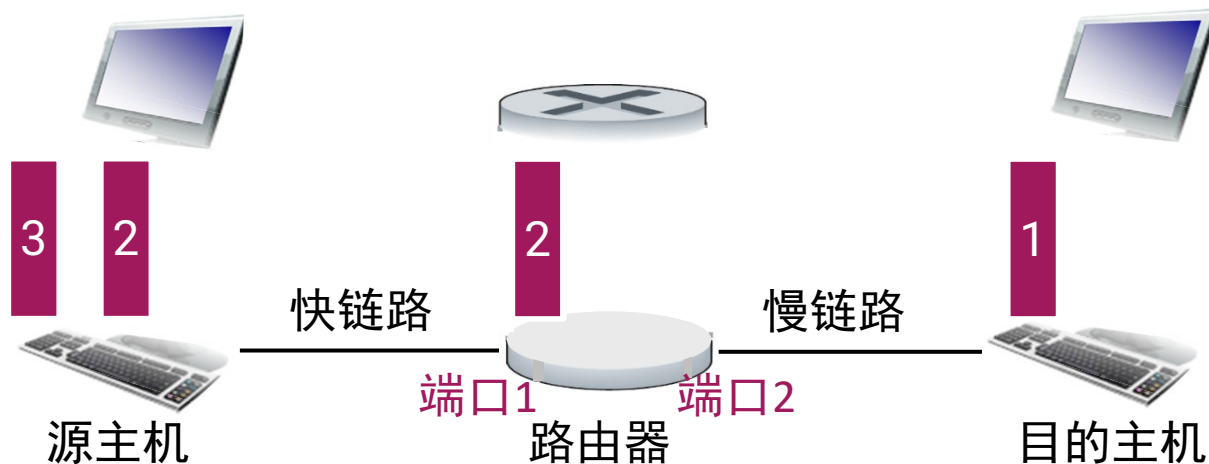
- 假定分组大小为10Kbits，链路带宽是10Mbps。主机需要多长时间将分组全部推到链路上？
- **传输时延=分组大小/链路带宽**
- $10\text{Kb}/10\text{Mbps} = 1\text{ms}$

### 3. 分组交换



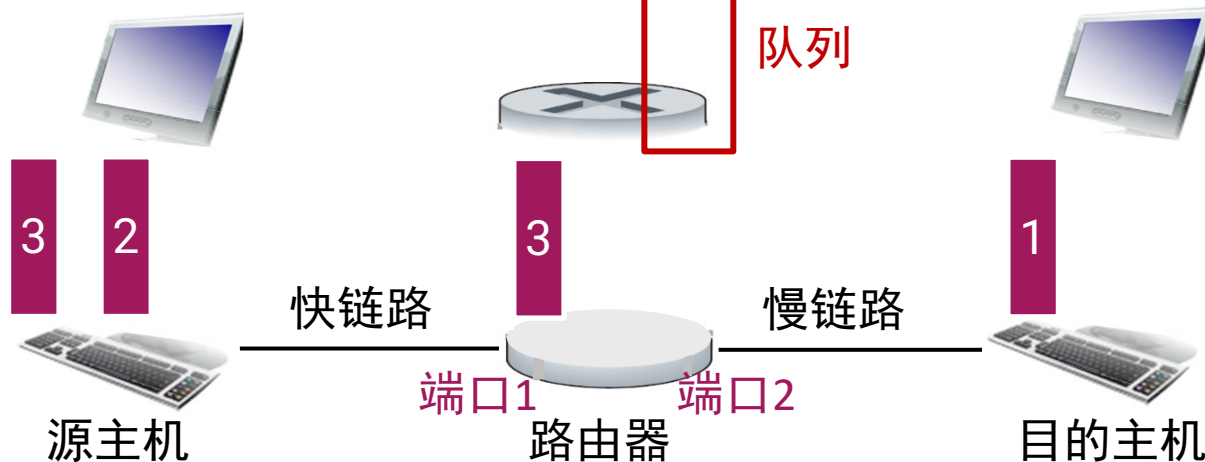
- 路由器从一个端口收到的数据一般会从另外一个端口发出去
- **问题**：怎么决定呢？
- **方法**：网络层技术（第四章）
- **存储转发**(store and forward)：整个分组全部到达路由器以后才能在发送端口传出

# 3. 分组交换



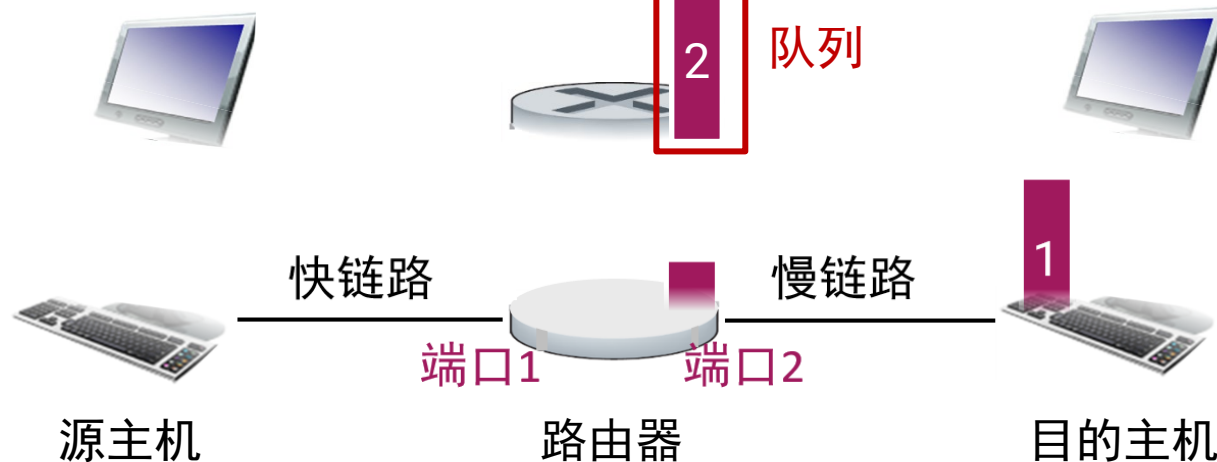
- **问题：** 如果一个端口正在发送分组，新的分组到达了，该怎么办？

# 3. 分组交换



- 问题：如果一个端口正在发送分组，新的分组到达了，该怎么办？
- 解决办法：在发送端口处设置一个队列(queue)，存储新到的分组
- 问题：如果队列满了怎么办？
- 解决办法：最简单就是丢包，还有很多聪明的队列管理办法

# 3. 分组交换

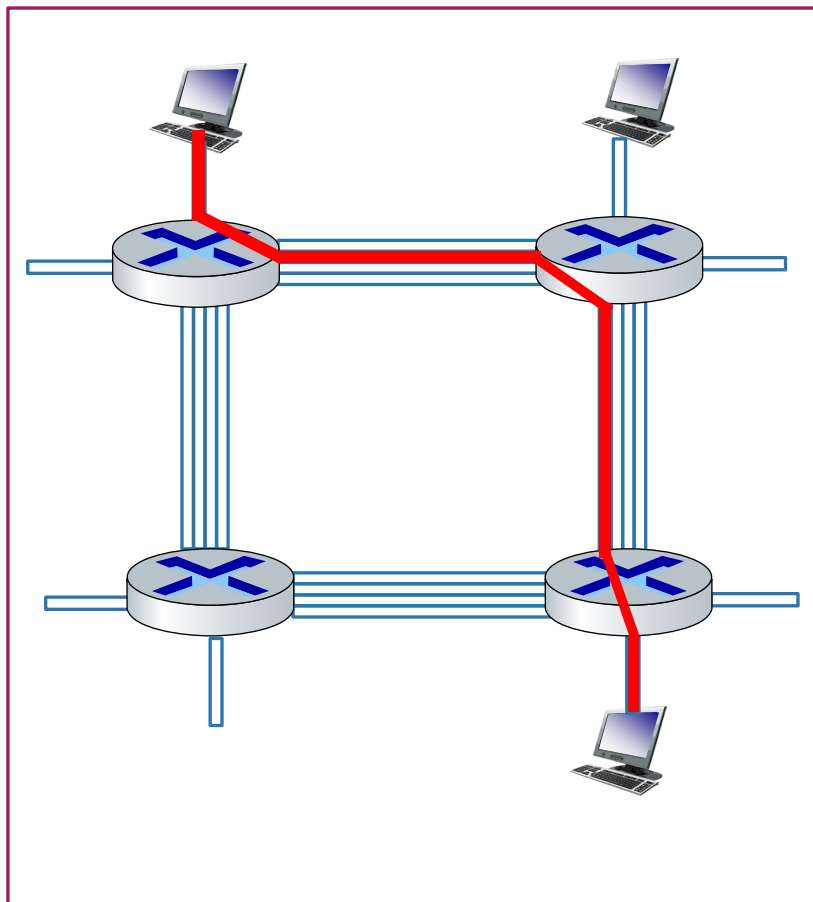


- 队列的使用
- 好处：可以吸收(存储)网络中突发的分组
- 坏处：在队列中等待的分组，因此产生了排队时延，这部分时延对应用的性能影响很大

# 3. 分组交换vs电路交换

## 电路交换

- 在数据传输之前，在源端和目的端之间**预留通信资源**，即建立电路(circuit)
- 所有数据使用**相同的链路**
- 所预留的资源由该数据传输**独享**
- 因为独享，所以能**保障**传输性能
- 资源利用率**低**
- 传统的电话网络使用





# 3. 分组交换vs电路交换

## 电路交换

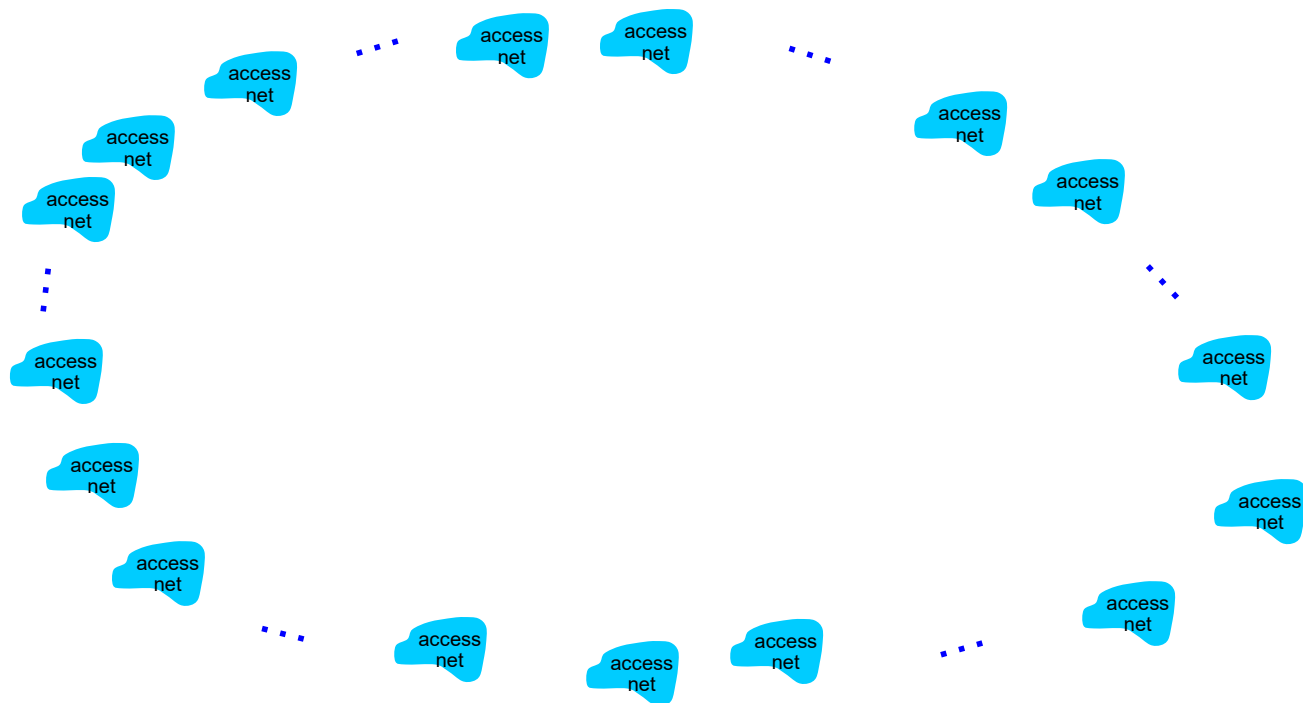
- 在数据传输之前，在源端和目的端之间**预留通信资源**，即建立电路(circuit)
- 所有数据使用**相同的链路**
- 所预留的资源由该数据传输**独享**
- 因为独享，所以能**保障**传输性能
- 资源利用率**低**
- 传统的电话网络使用

## 分组交换

- **不预留**通信资源
- 分组可能会走**不同的链路**
- 资源**共享**
- 传输尽力而为，**不能保障**传输性能
- 资源利用率**高**
- 因特网使用

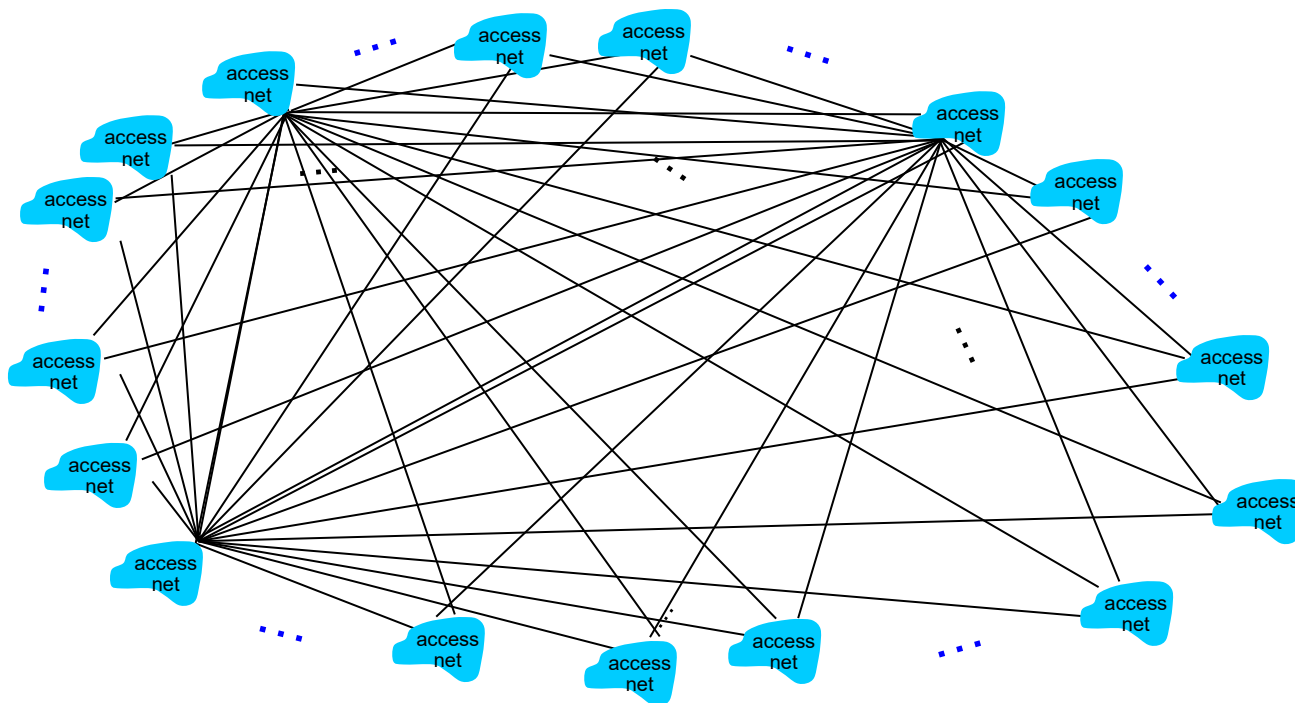
# 3.网络的网络

- **问题：**已经有几百万个接入ISP网络，如何实现它们之间的互连？



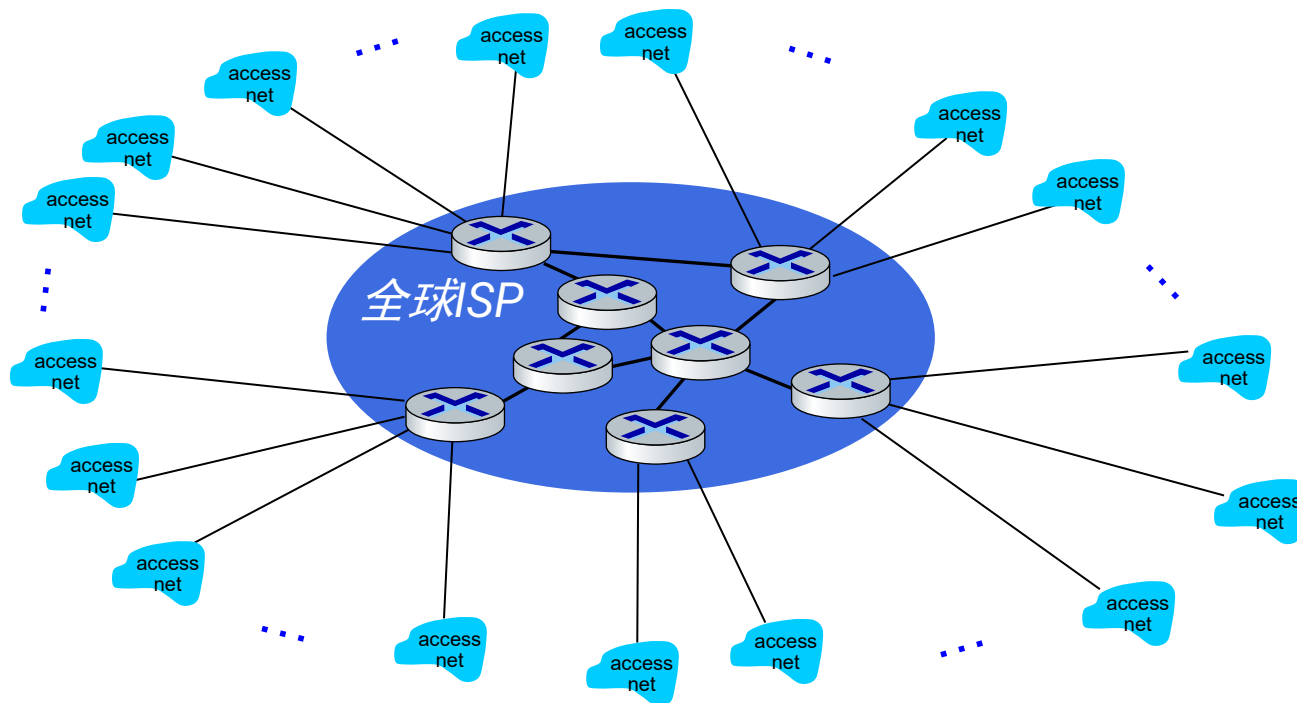
# 3.网络的网络

- 解决方法：两两相连
- 问题：不具有扩展性： $O(N^2)$ 连接



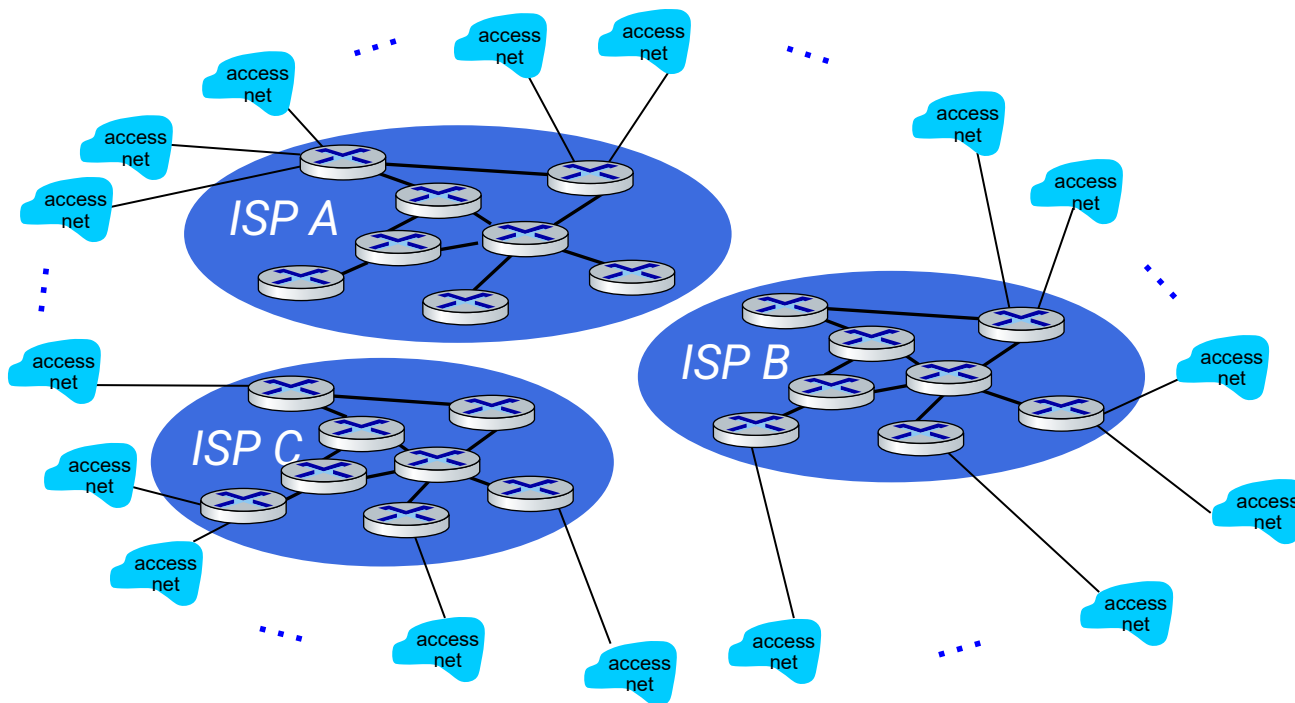
# 3.网络的网络

- **解决方法**：将每一个接入ISP（客户）与一个全球ISP（商家）相连
- **问题**：网络是关系国家安全的重要基础设施



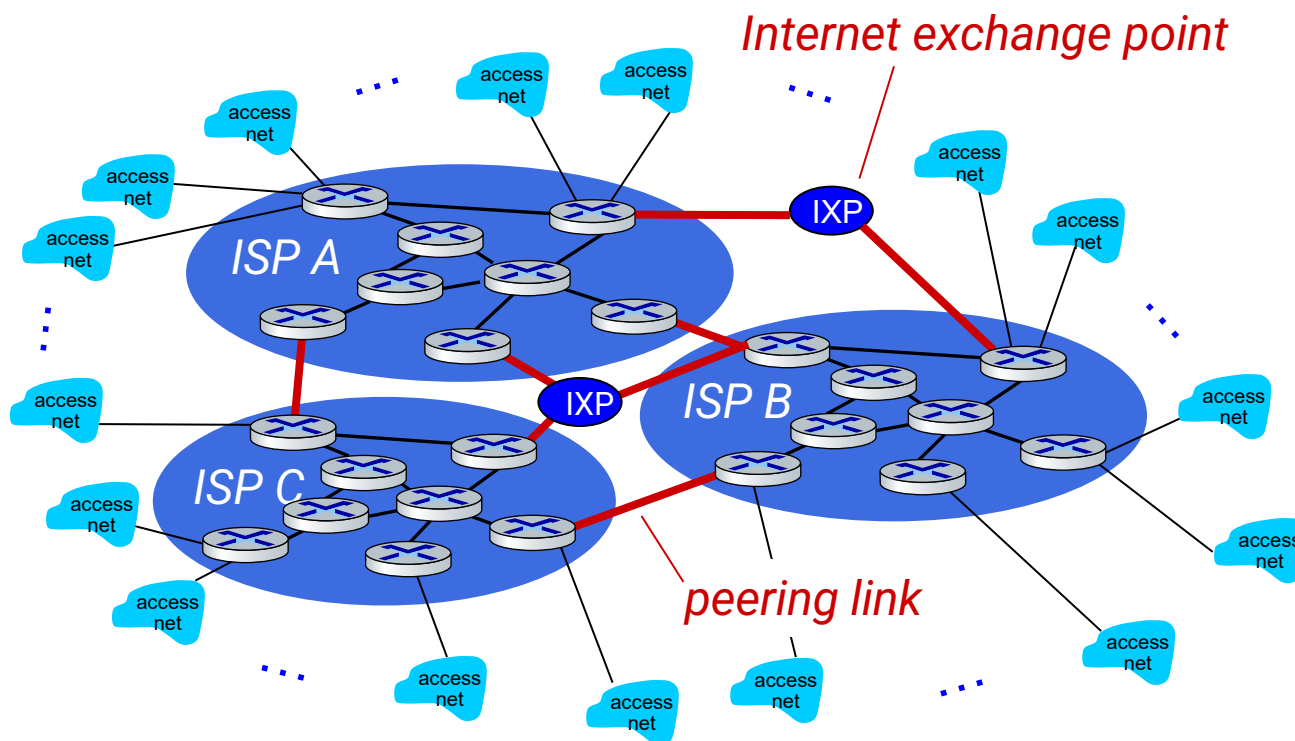
# 3.网络的网络

- **解决方法**：将每一个接入ISP（客户）与一个全球ISP（商家）相连
- **进一步**：各个国家有自己的ISP，一般有多个



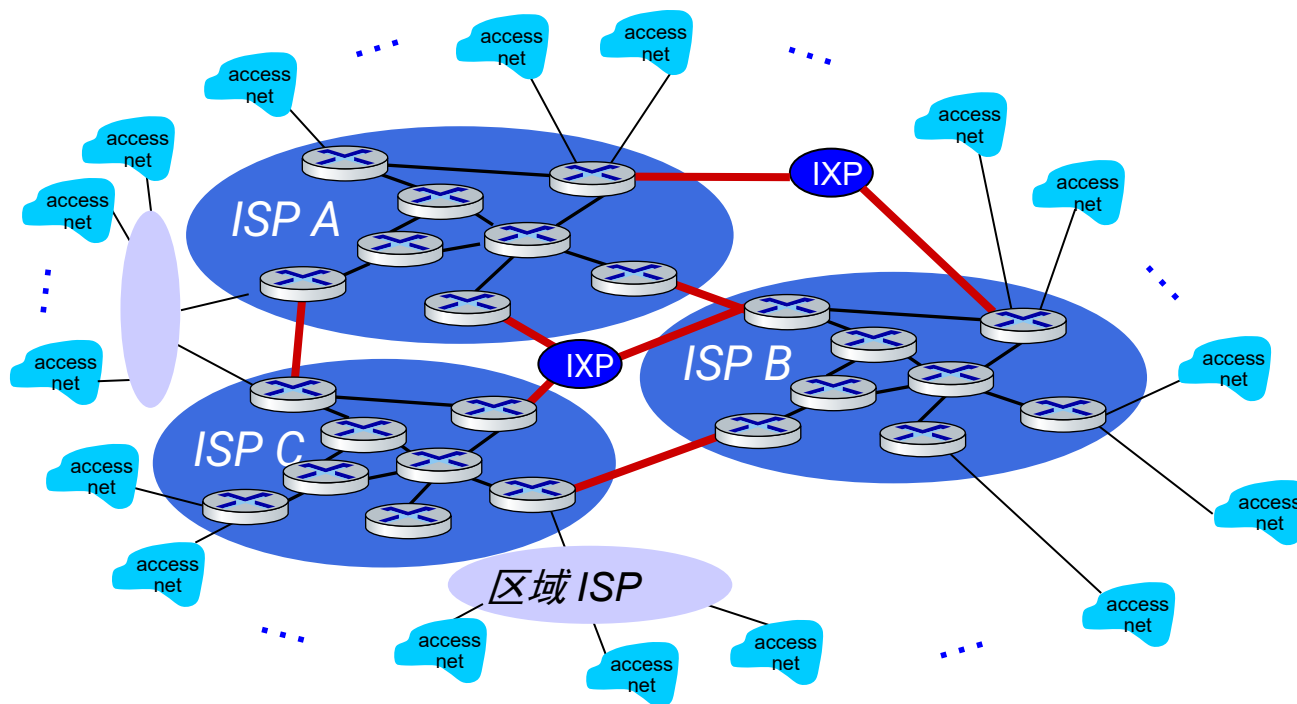
# 3.网络的网络

- **进一步**：各个国家有自己的ISP，一般有多个
- **进一步**：它们之间也需要互连



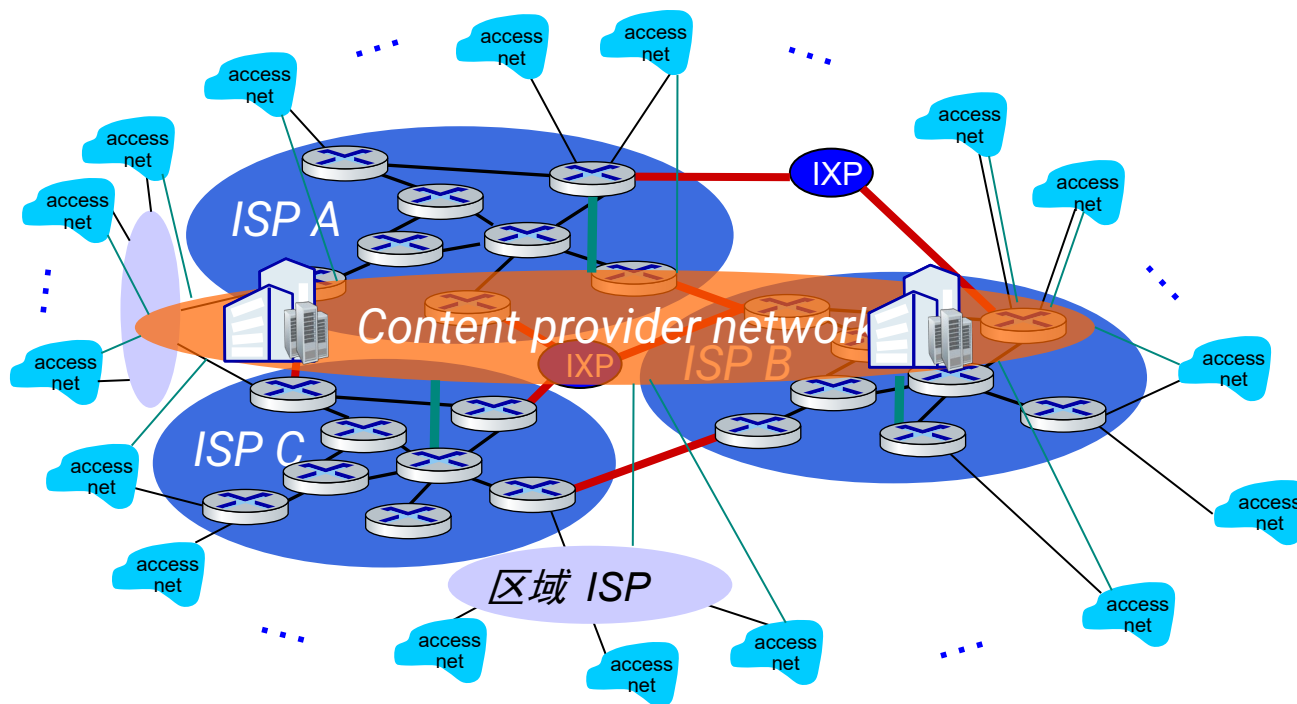
### 3. 网络的网络

- **进一步**：在靠近用户的地方产生区域ISP用以衔接接入网



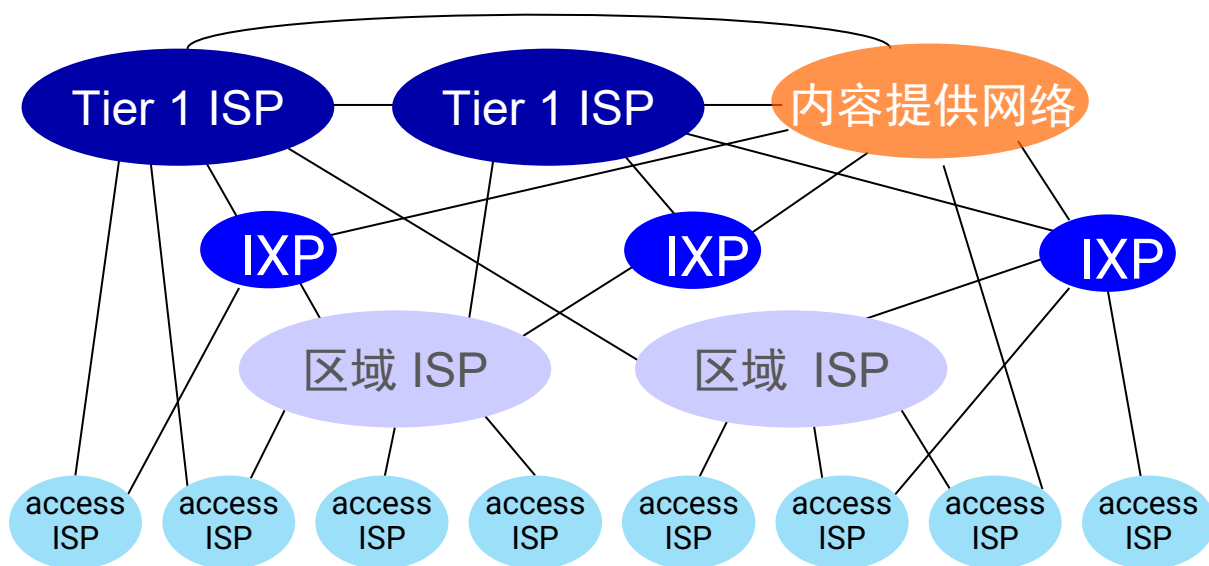
# 3.网络的网络

- 内容提供商（如腾讯，阿里，谷歌，微软）运营自己的网络，连接位于世界各地的数据中心，将服务与内容存储到靠近用户的地方



# 3. 网络的网络

- 互联网的核心是少数庞大的网络
  - Tier-1 商业ISP：提供全国或国际覆盖
  - 内容提供网络：一般会跳过Tier-1和区域ISP，为数据中心提供网络接入





# 第一章知识点汇总

- 网络核心
  - 重点理解分组交换的原理与特点
  - 掌握传输时延的计算方法
  - 理解排队时延的产生原因
  - 了解电路交换
  - 了解网络互联的结构



# 第一章讲解内容

---

1. 什么是因特网？

2. 网络边缘

- 端系统，接入网，链路

3. 网络核心

- 分组交换，电路交换，网络互联

4. 协议分层模型



## 4. 协议分层模型

- 网络很复杂，包含非常多的元件：主机，路由器，各种媒介构成的链路，应用程序，协议。
- **问题：**有没有办法把它们组织起来？

## 4. 举例: 电商



物流和运输：有一系列的转运，包含很多服务

## 4. 举例: 电商

- **分层:** 每层实现一种服务
  - 完全依赖内部实现
  - 使用下层的服务





## 4.为什么分层?

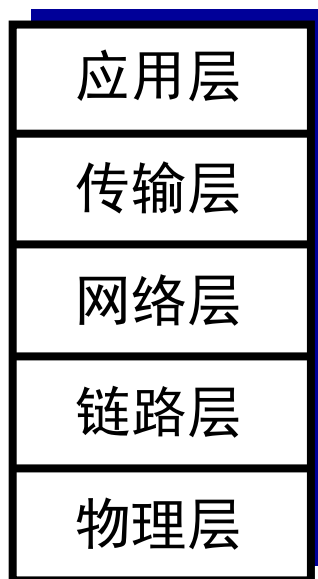
- 处理复杂系统的一般方法：
  - 分层有益于识别复杂系统各部分以及理清之间的关系
  - 模块化易于维护和更新
    - 任何一层实现不影响系统的其他部分，透明



## 4. 因特网协议栈

### TCP/IP模型， TCP/IP协议栈

- **应用层**：支持各种网络应用程序
  - HTTP, SMTP
- **传输层**：进程与进程之间的数据传输
  - TCP, UDP
- **网络层**：将数据报(分组)从源主机路由到目的主机
  - IP, 路由协议
- **链路层**：相邻网络设备之间的数据传输
  - 以太网(Ethernet), WiFi
- **物理层**：利用传导介质传输电磁信号



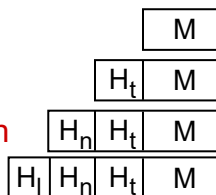
# 4.封装

报文message

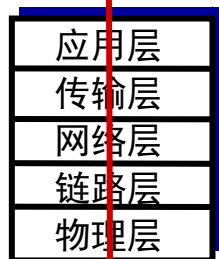
报文段segment

数据报datagram

帧frame



源主机

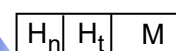
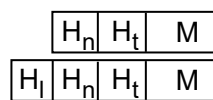


链路层  
物理层



交换机

目的主机



路由器



# 第一章知识点汇总

---

- 协议分层模型
  - 宏观上理解协议分层模型
  - 理解封装和解封装



# 第一章讲解内容

---

1. 什么是因特网？
2. 网络边缘
  - 端系统，接入网，链路
3. 网络核心
  - 分组交换，电路交换，网络互联
4. 协议分层模型



# 习题

- 你的上下行速率是多少？在这个网站上测一下吧。
- <https://www.speedtest.net>
- 与全球平均速率对比一下。
- <https://www.speedtest.net/global-index>
- 你的家庭接入网是什么样的网络拓扑？
- 你家使用的是哪种接入方式？