

# 计算机网络

## 第一章 概论

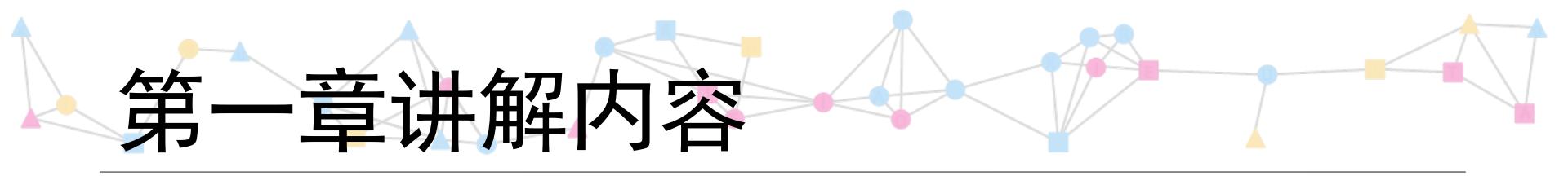
---

谢瑞桃

[xie@szu.edu.cn](mailto:xie@szu.edu.cn)  
[rtxie.github.io](https://rtxie.github.io)

计算机与软件学院  
深圳大学





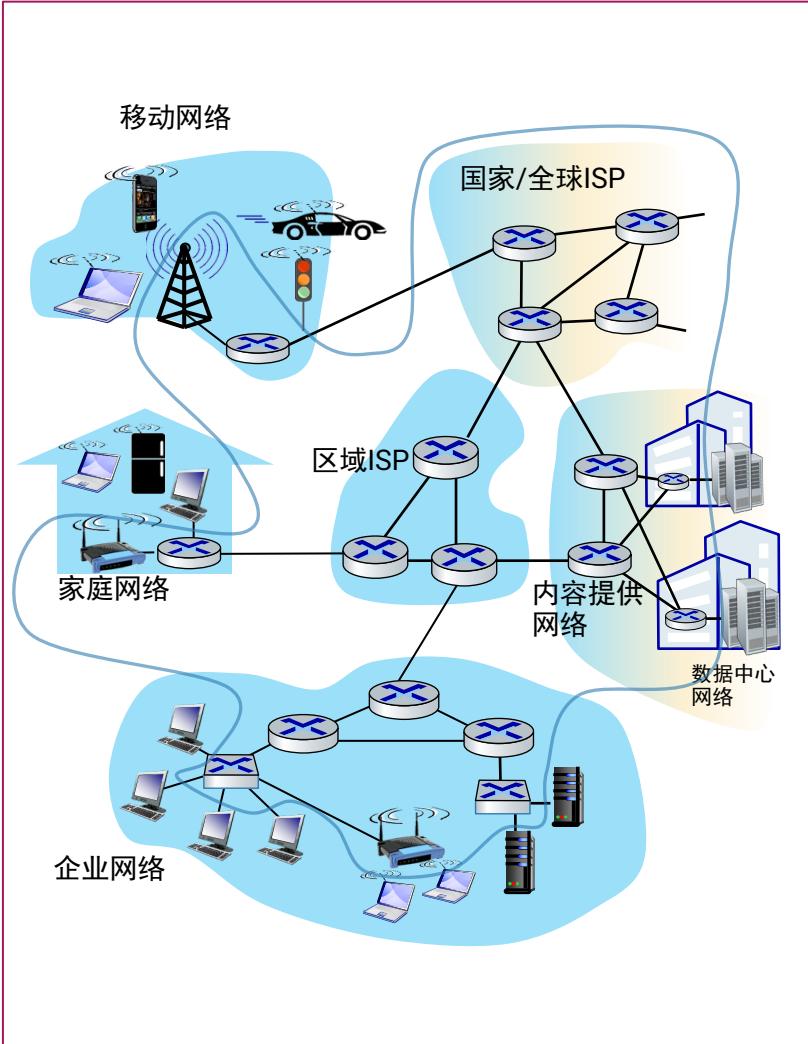
# 第一章讲解内容

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



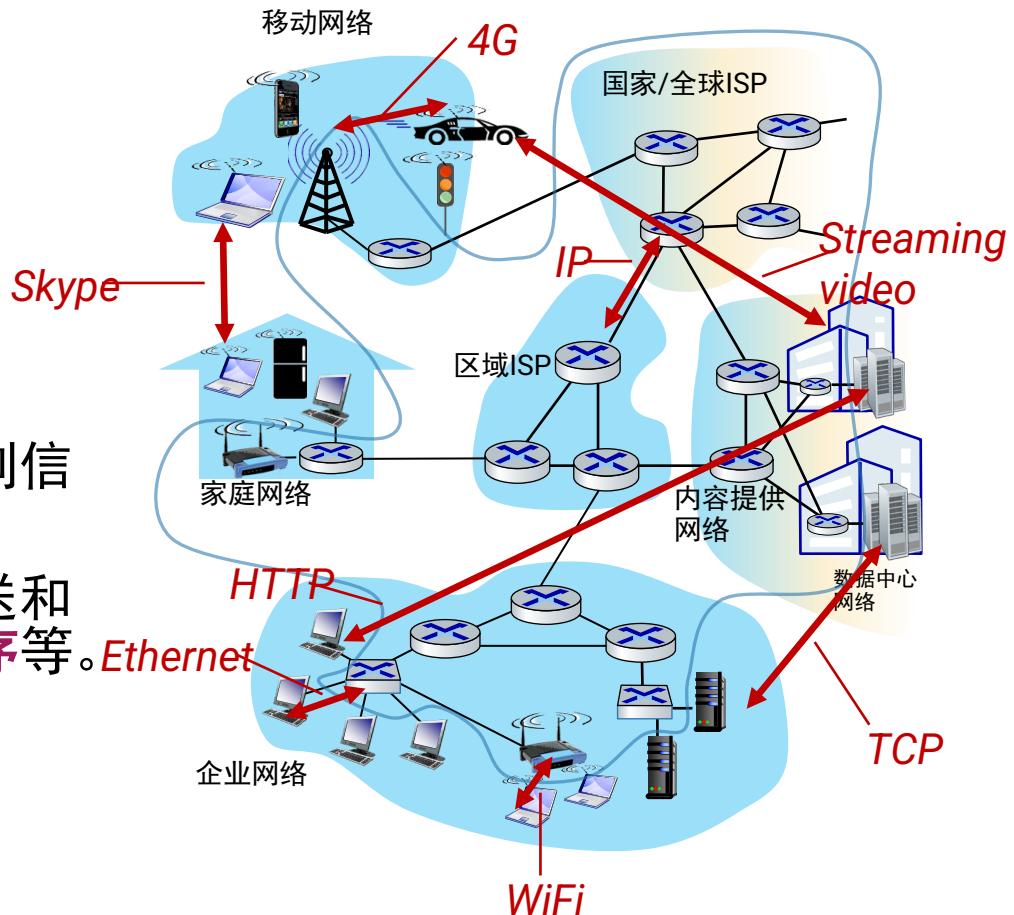
# 1. 什么是因特网?

- Internet: 网络的网络

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

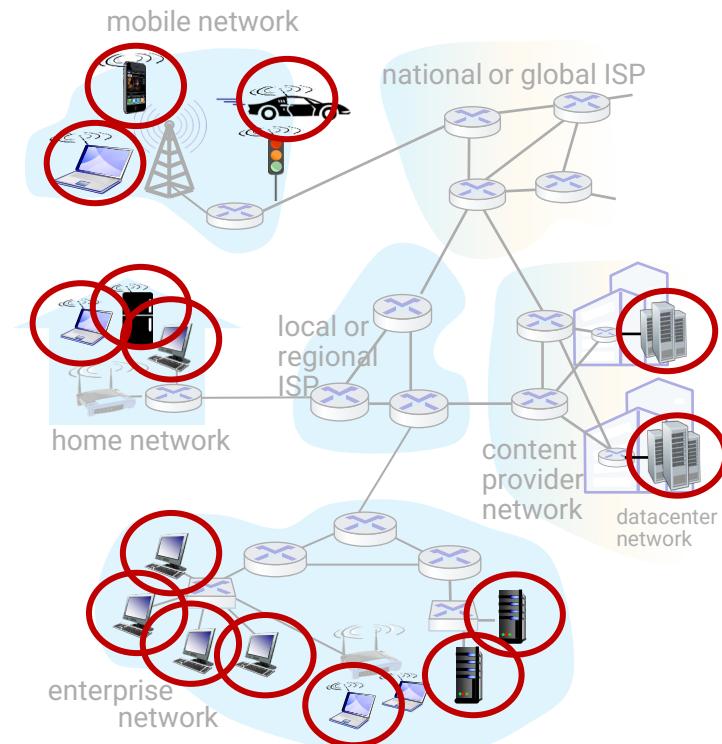
- 协议

- 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。*Ethernet*



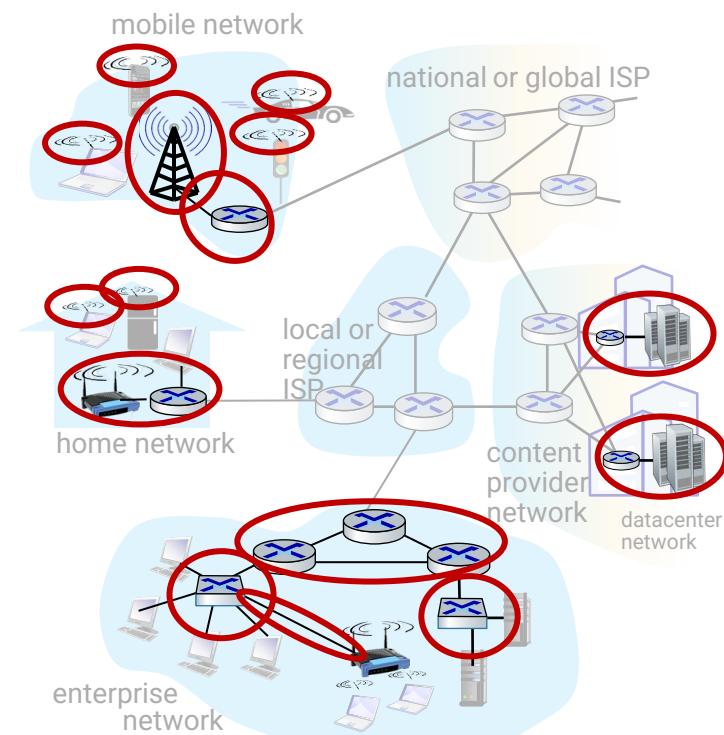
# 1. 因特网结构

- 网络边缘:
  - 主机: 客户端, 服务器
  - 数据中心的服务器



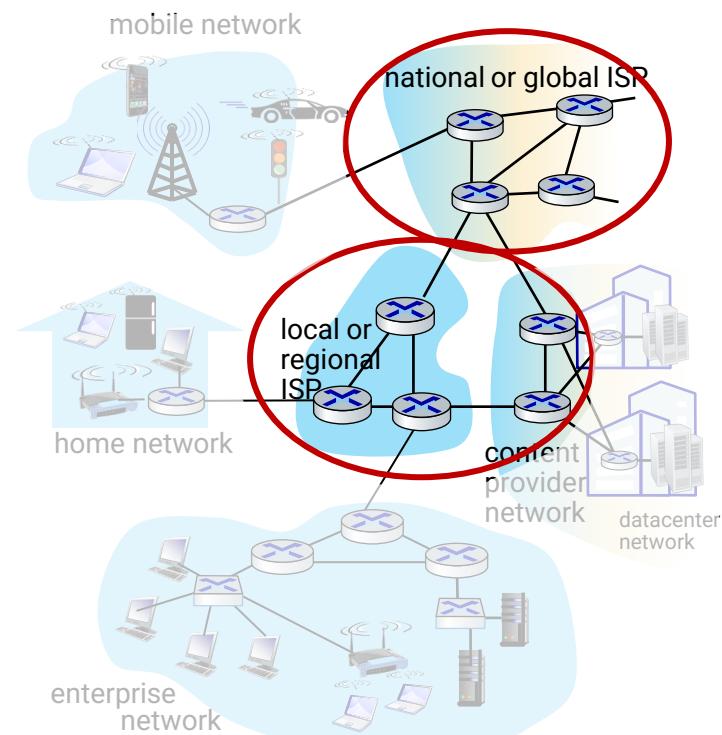
# 1. 因特网结构

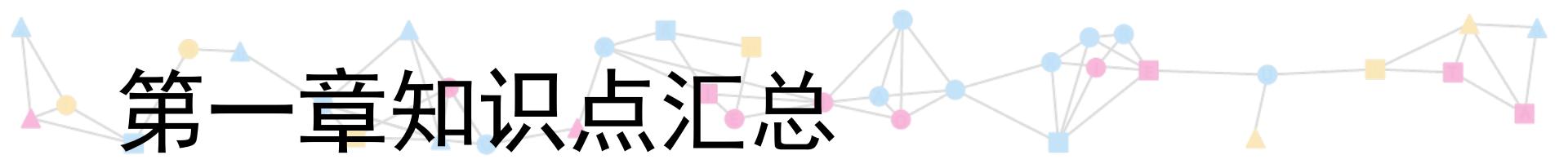
- 网络边缘：
  - 主机：客户端，服务器
  - 数据中心的服务器
- 接入网络：
  - 有线，无线通信链路



# 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

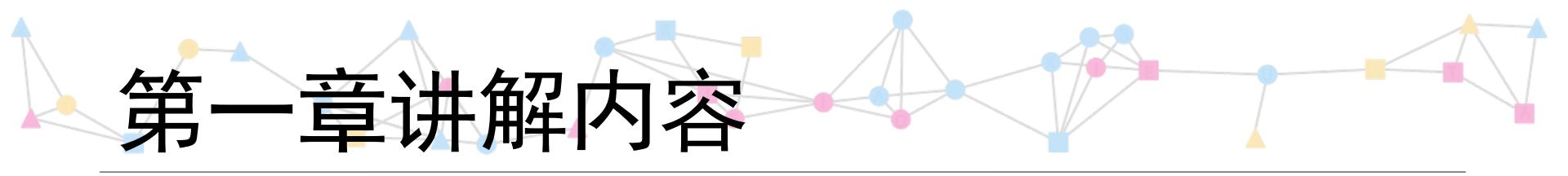




# 第一章知识点汇总

- 什么是因特网？
- 理解因特网的基本结构





# 第一章讲解内容

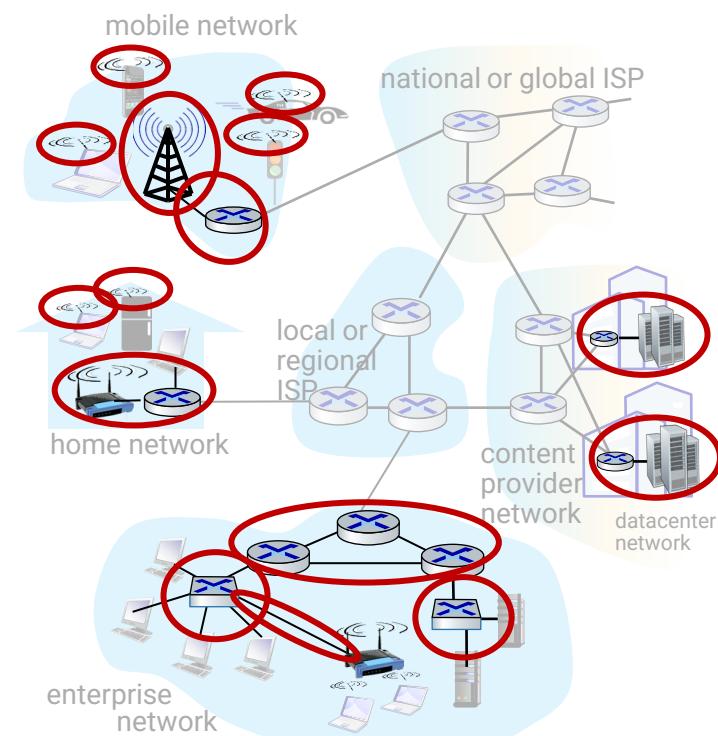
---

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

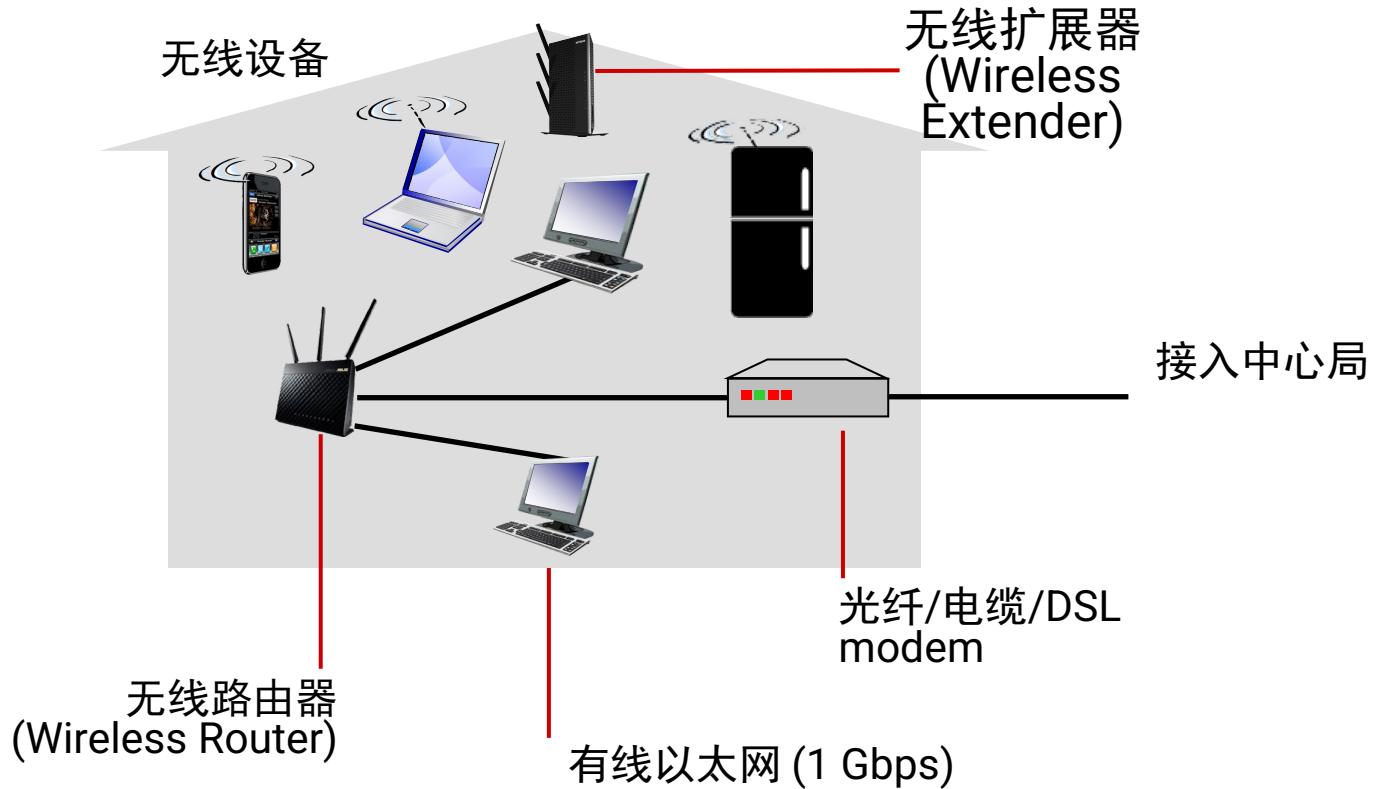


## 2. 接入网

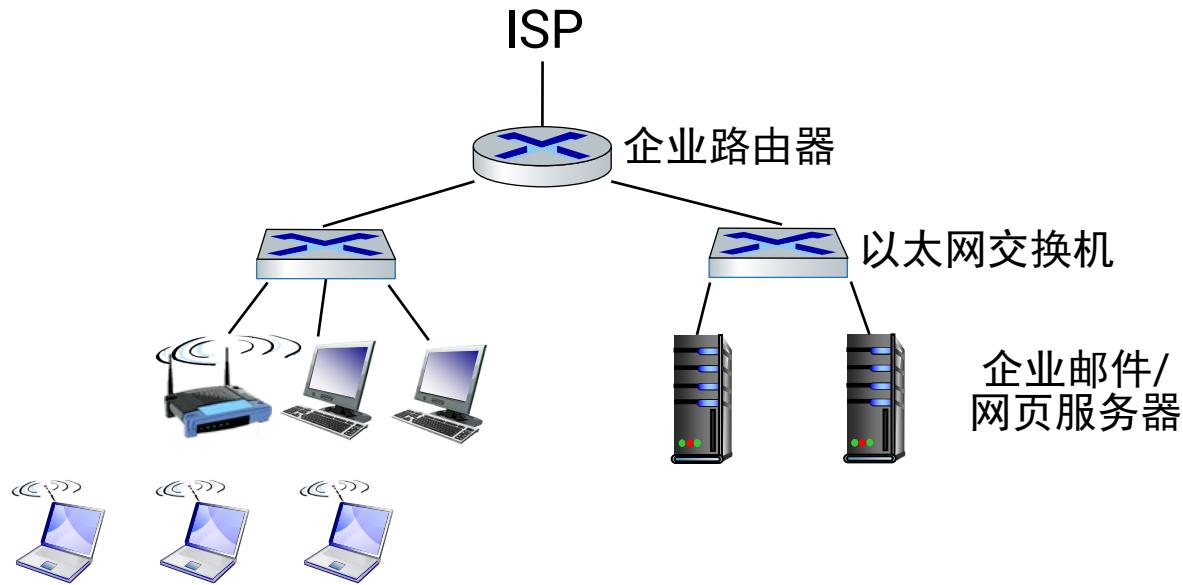
- 问题：端系统如何连接到边缘路由器？
  - 家庭接入网
  - 企业/校园接入网
  - 移动蜂窝网（4G/5G）



## 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



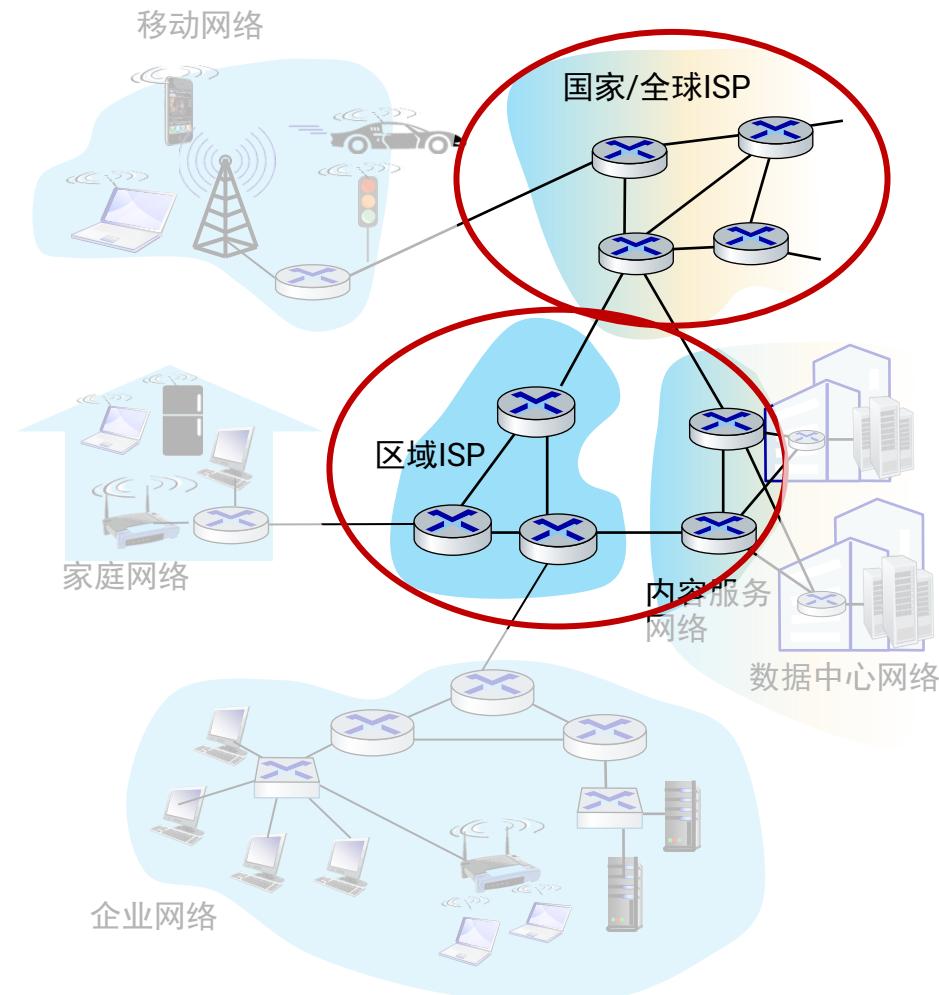
# 第一章讲解内容

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

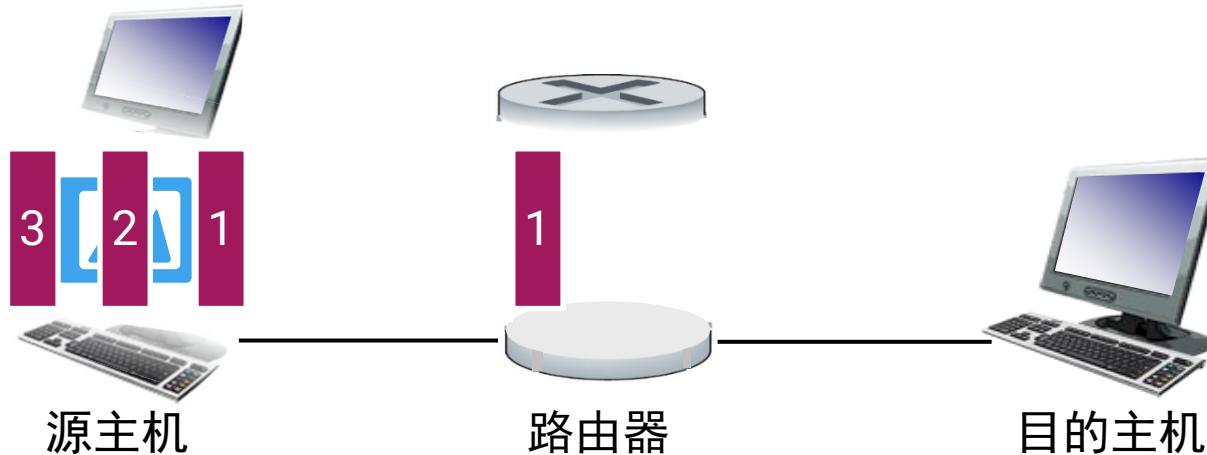


# 3. 网络核心

- 路由器互联构成的网络
- 分组交换



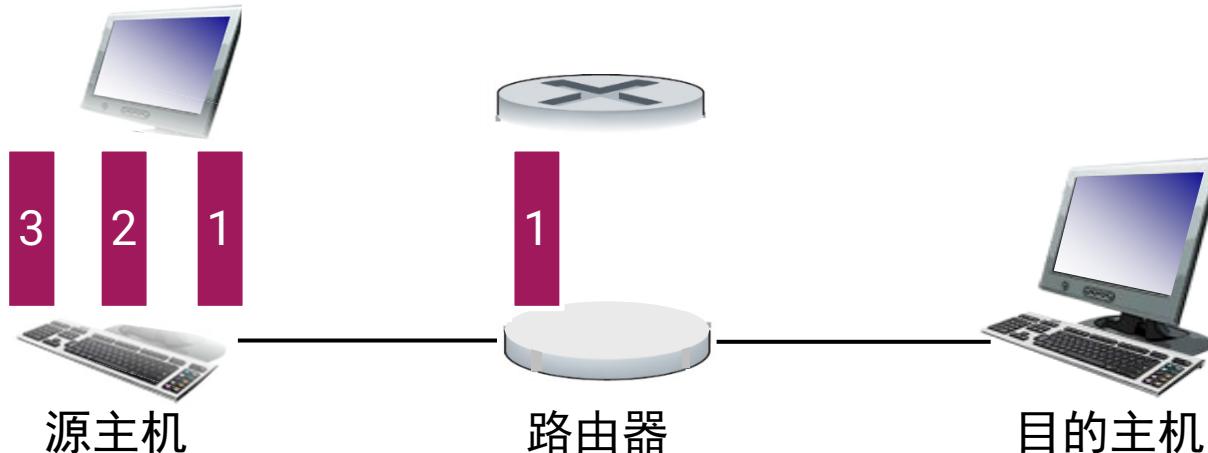
### 3. 分组交换



- 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)



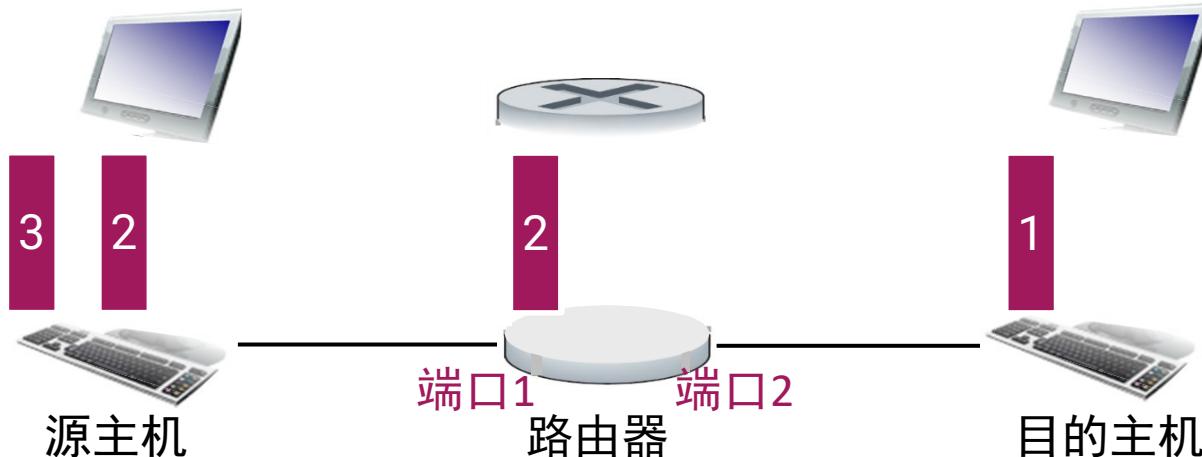
### 3. 分组交换



- 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
- $10\text{Kb}/10\text{Mbps} = 1\text{ms}$



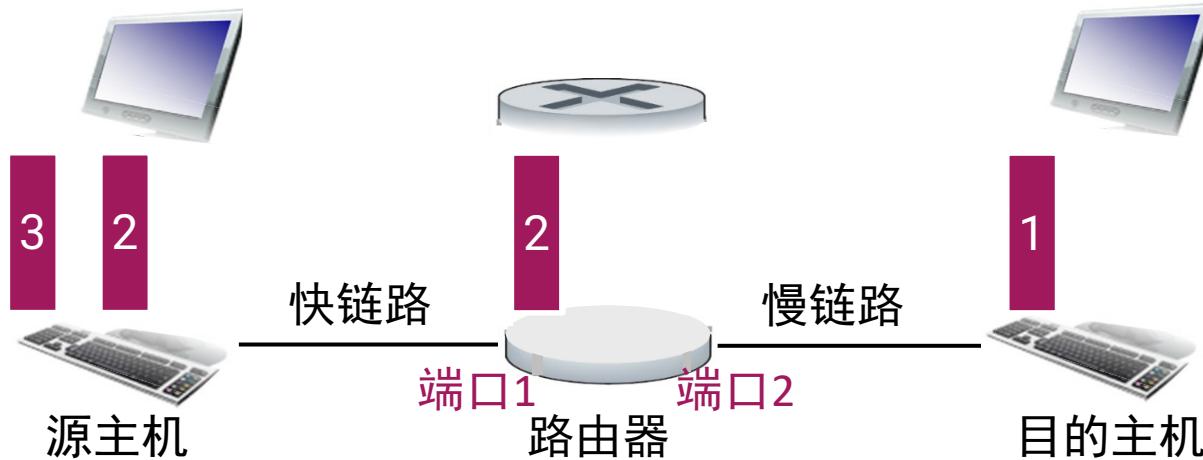
### 3. 分组交换



- 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



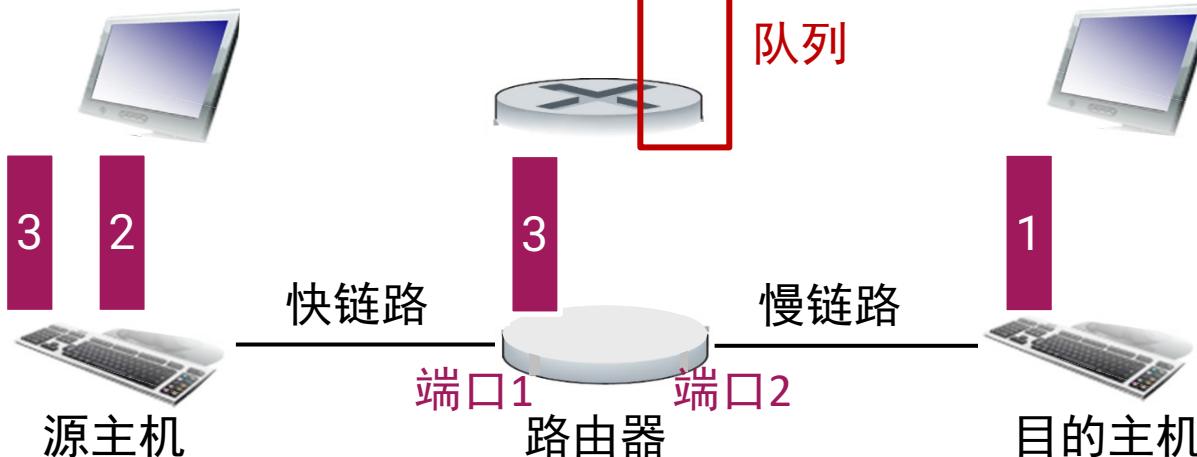
### 3. 分组交换



- **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？



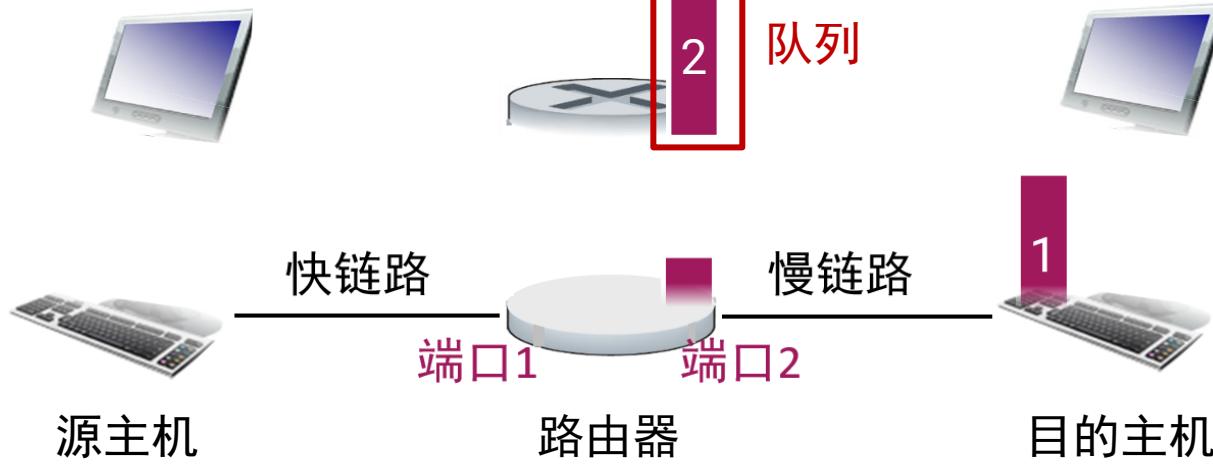
# 3. 分组交换



- 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



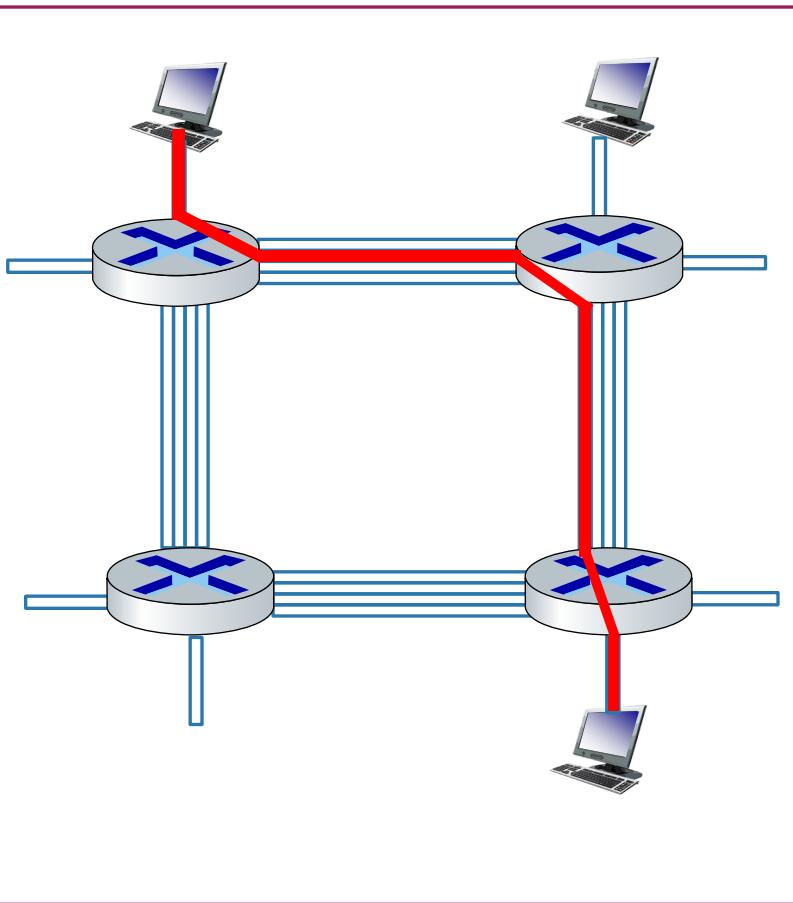
- 队列的使用
- 好处：可以吸收(存储)网络中突发的分组
- 坏处：在队列中等待的分组，因此产生了排队时延，这部分时延对应用的性能影响很大



# 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

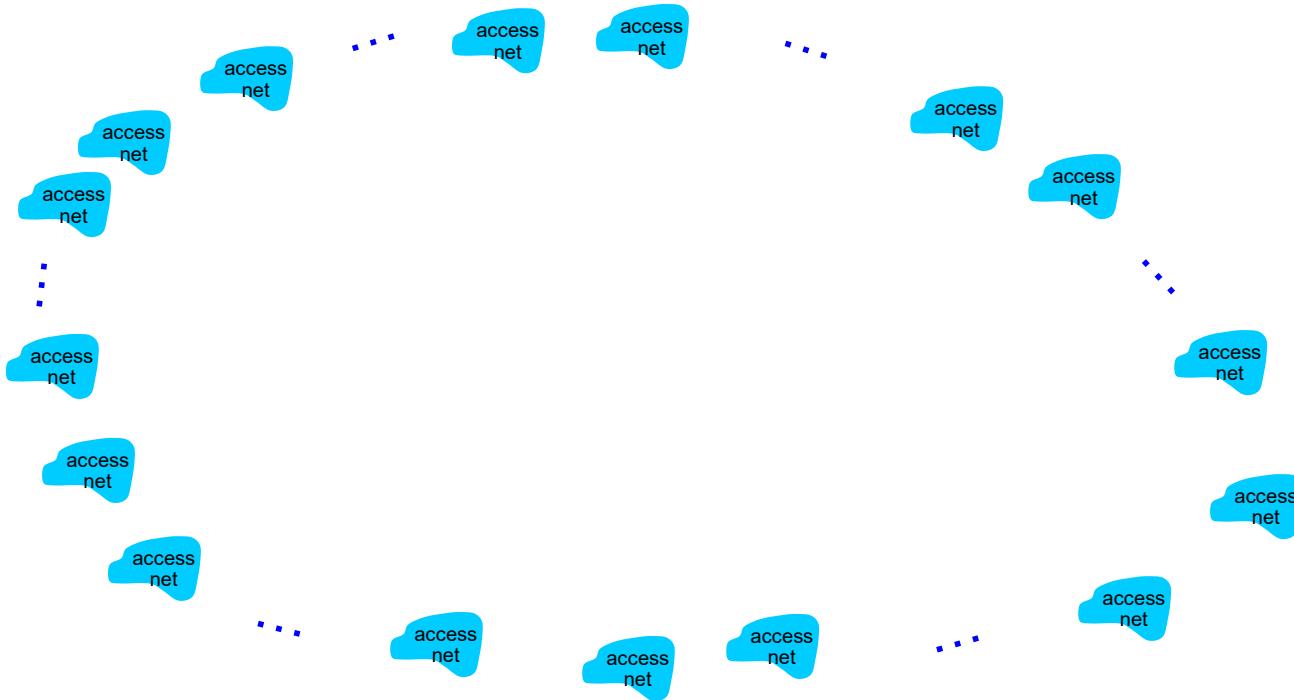
## 分组交换

- **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



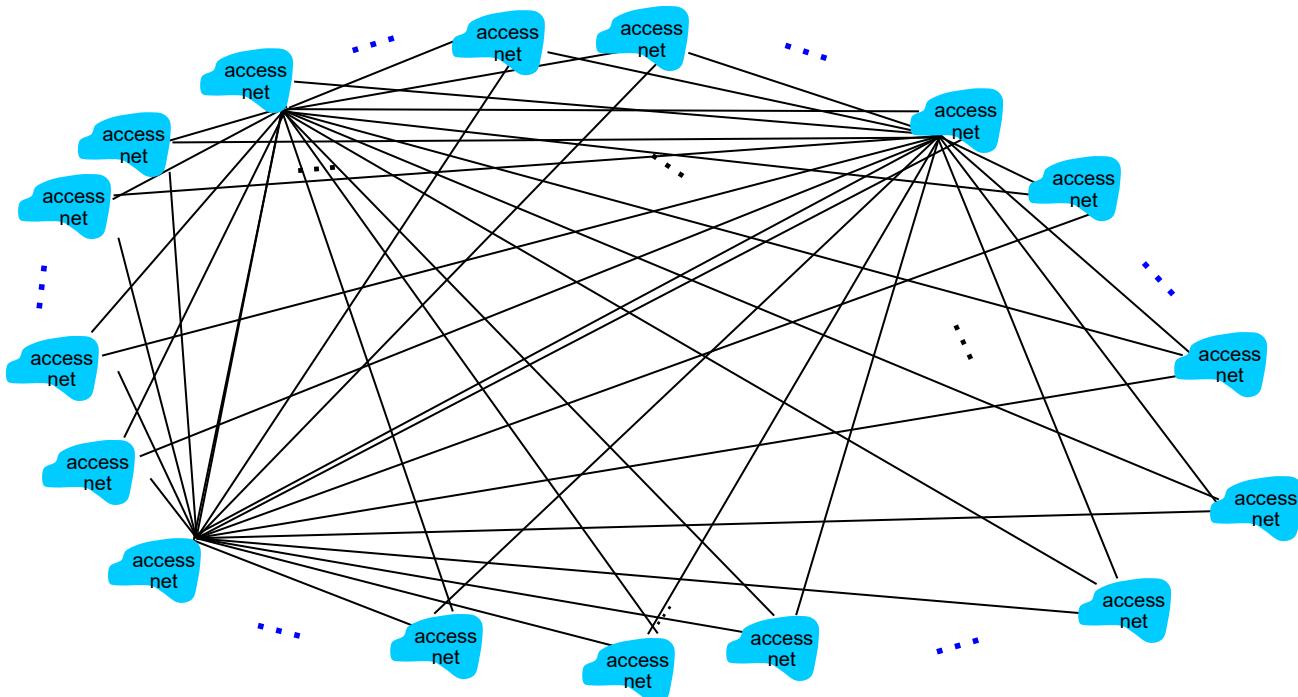
### 3. 网络的网络

- **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？



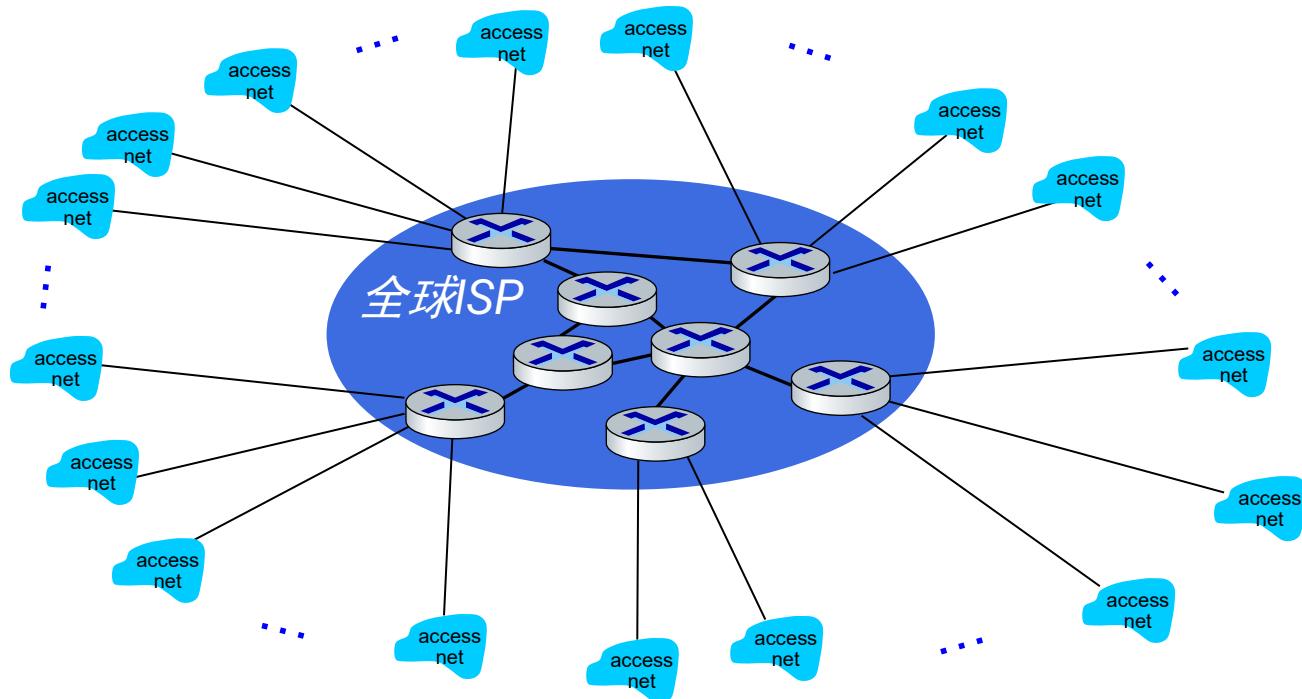
### 3. 网络的网络

- **解决方法：**两两相连
- **问题：**不具有扩展性： $O(N^2)$ 连接



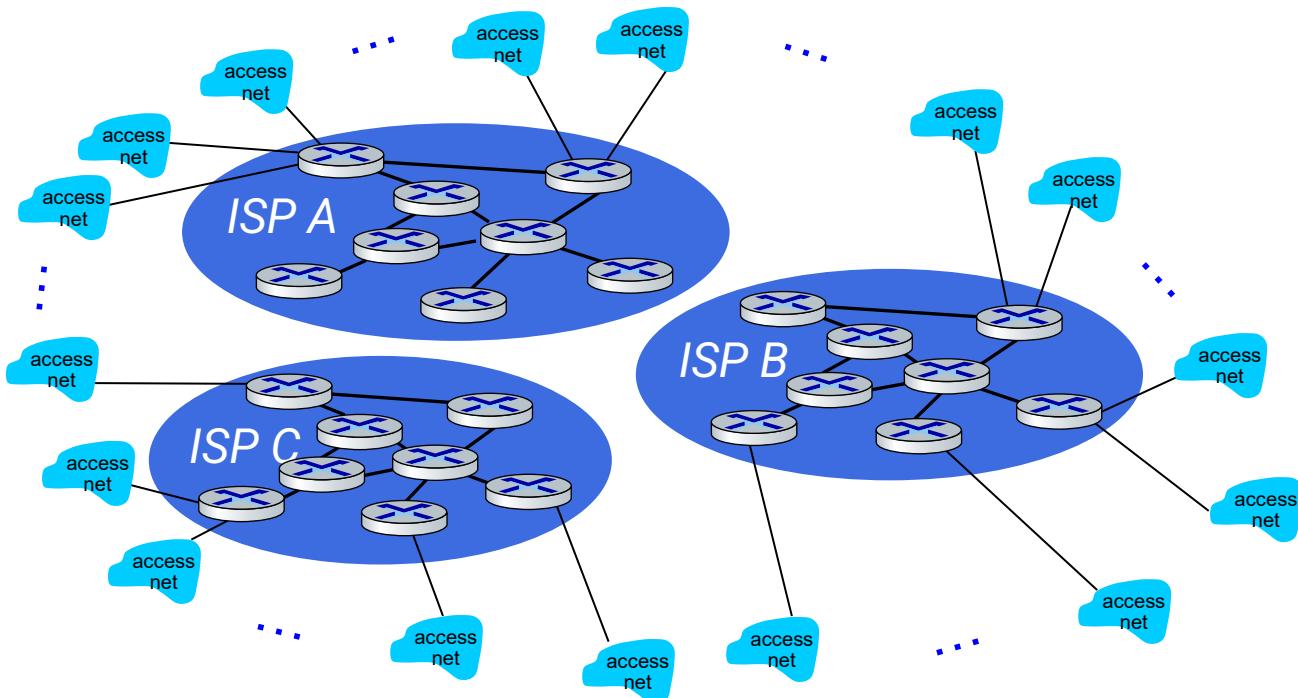
### 3. 网络的网络

- **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



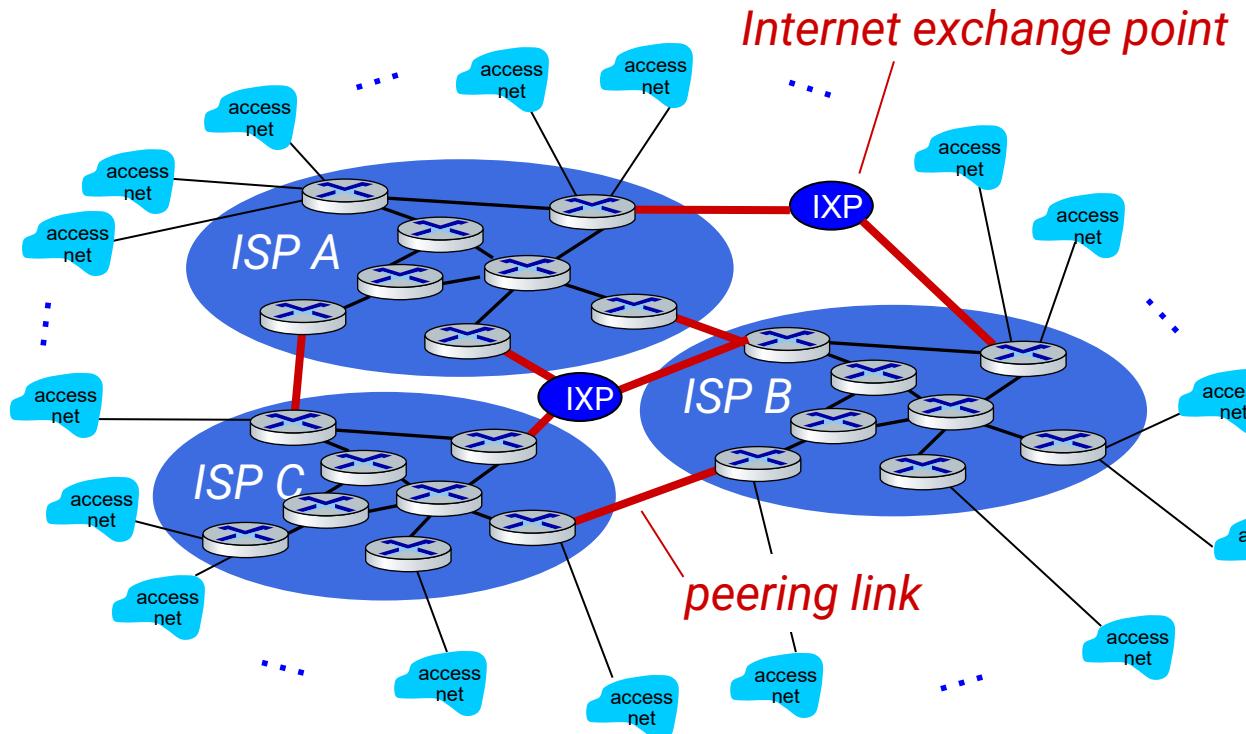
### 3. 网络的网络

- **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



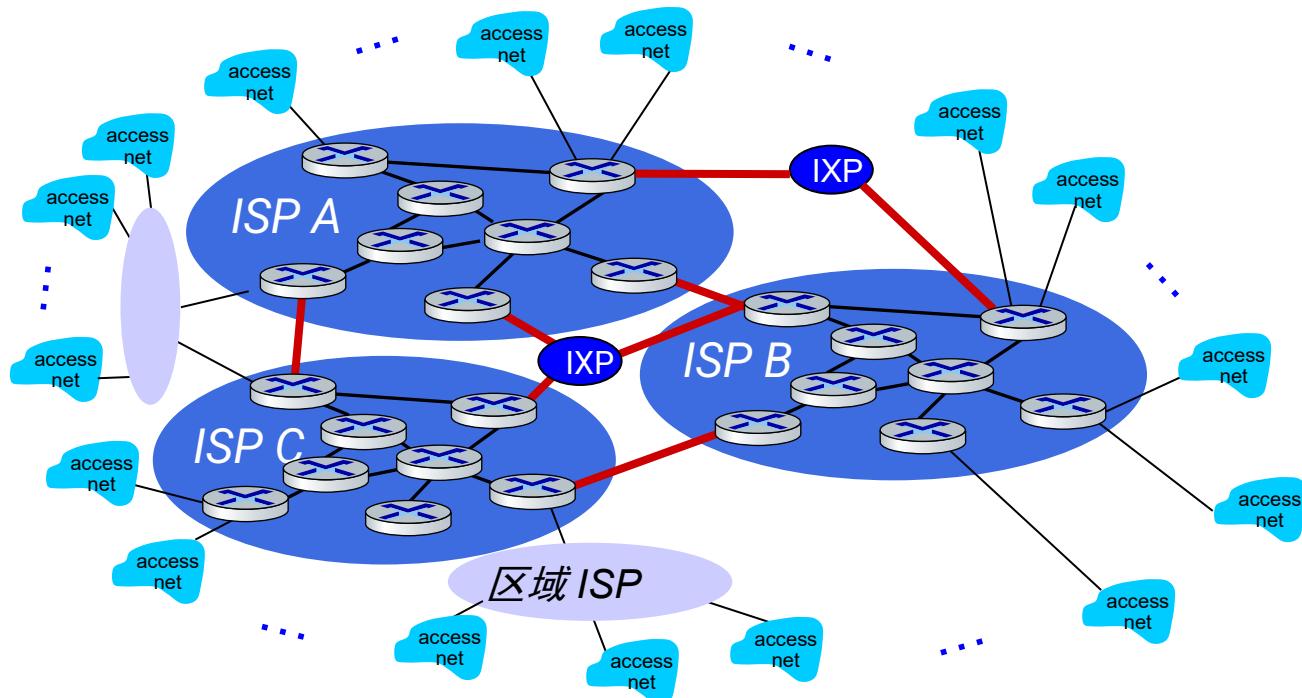
### 3. 网络的网络

- **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



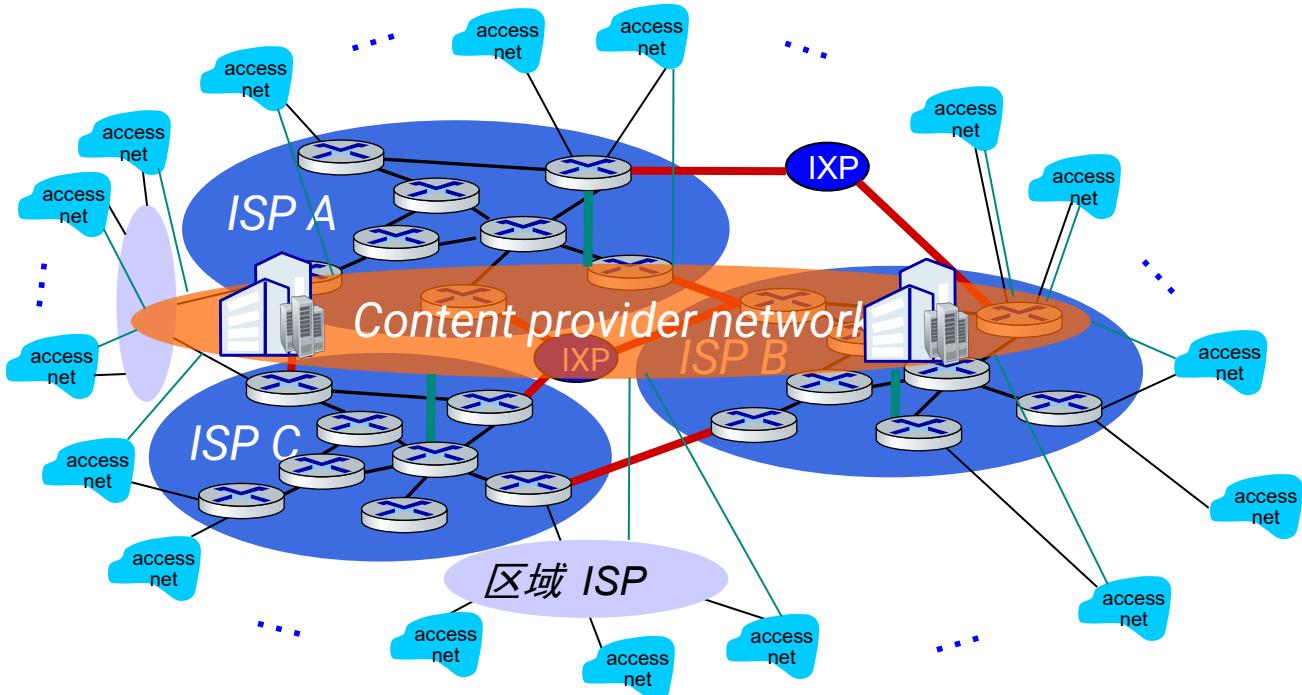
### 3. 网络的网络

- **进一步：**在靠近用户的地方产生区域ISP用以衔接接入网



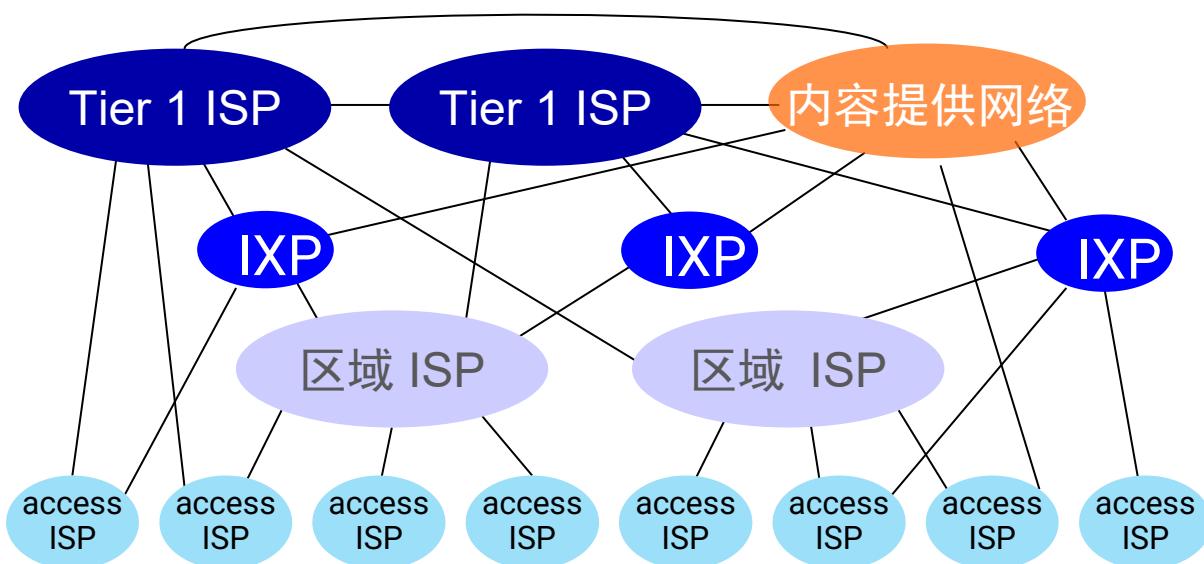
### 3. 网络的网络

- 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

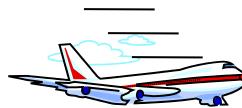


# 4. 协议分层模型

- 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



商品(购物)  
包裹(打包)  
收件员  
物流  
运输

商品 (评价)  
包裹(拆包)  
送件员  
物流  
运输

运输

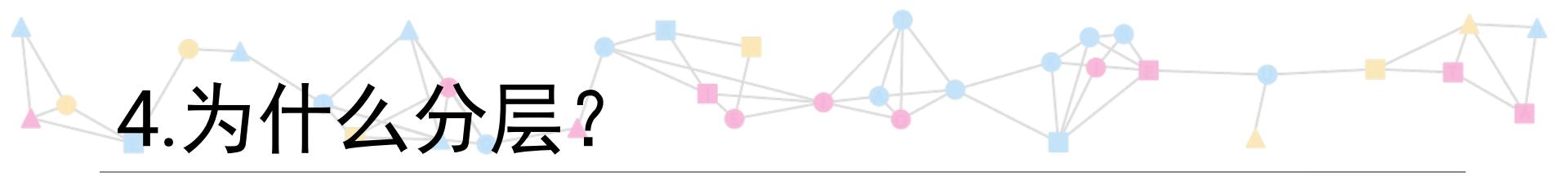
物流和运输: 有一系列的转运, 包含很多服务



## 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

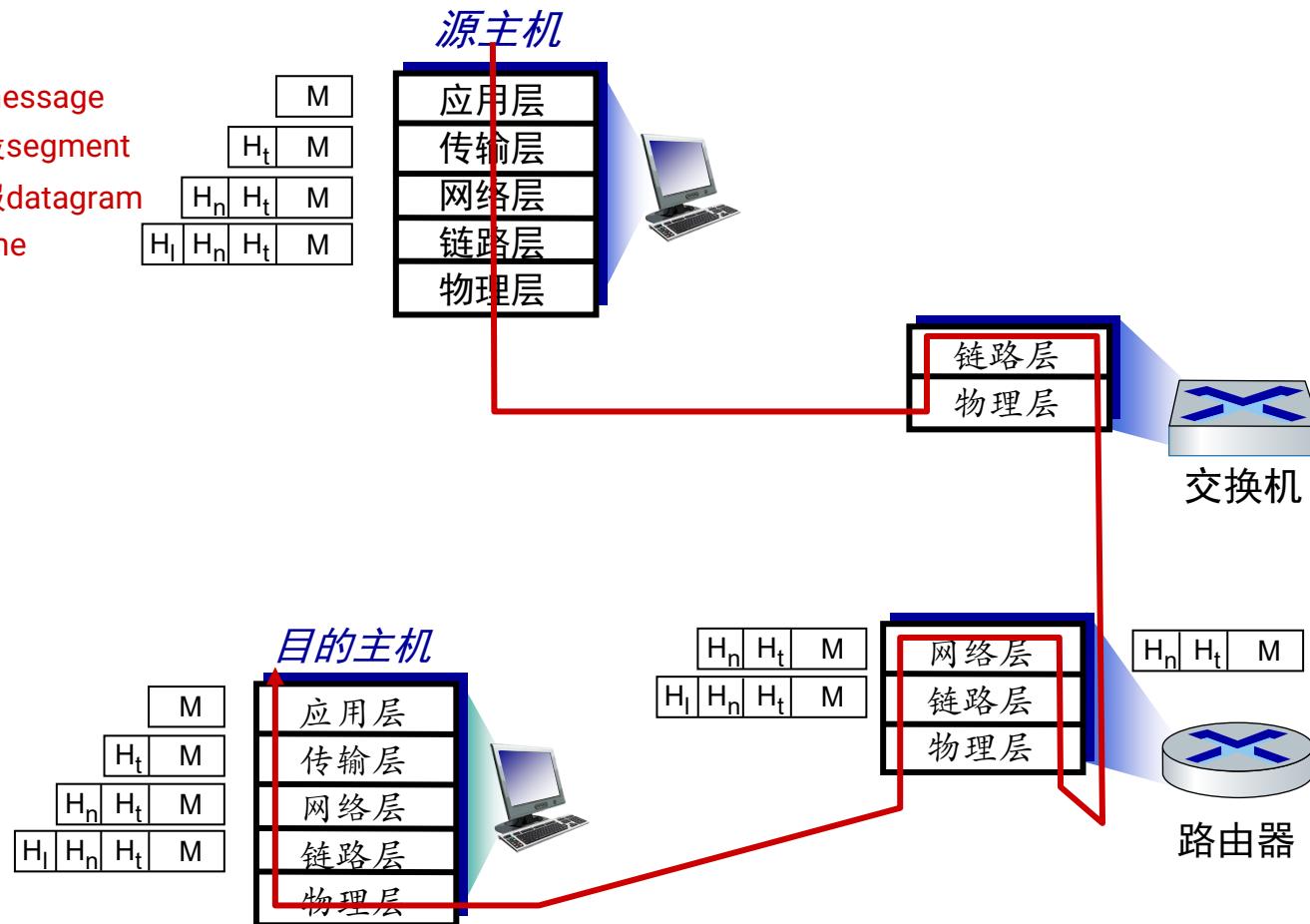
### TCP/IP模型, TCP/IP协议栈

- **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



# 第一章知识点汇总

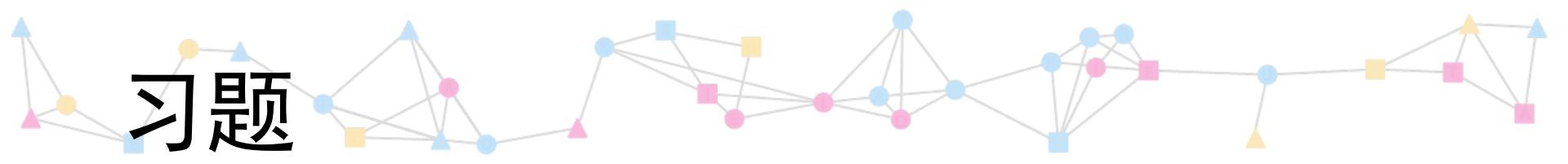
- 协议分层模型
  - 宏观上理解协议分层模型
  - 理解封装和解封装



# 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？

