

计算机网络

第一章 概论

谢瑞桃

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

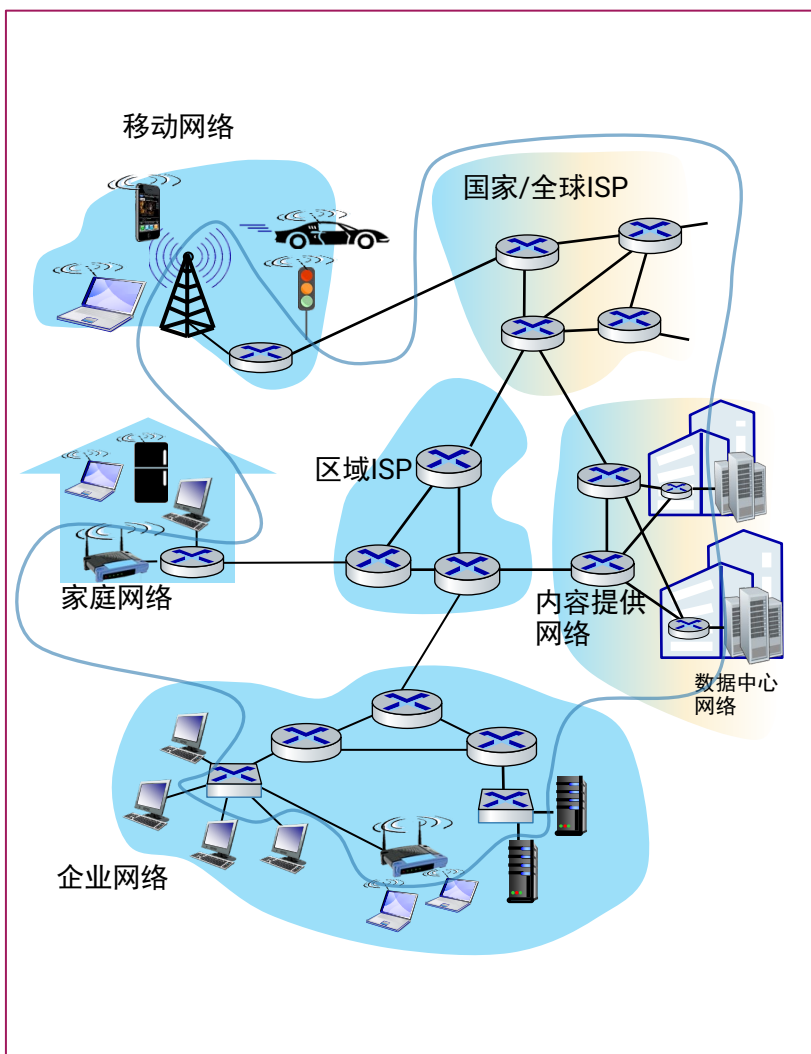
3. 网络核心

- 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
- 网络
 - 设备，路由器，链路的集合：由机构管理



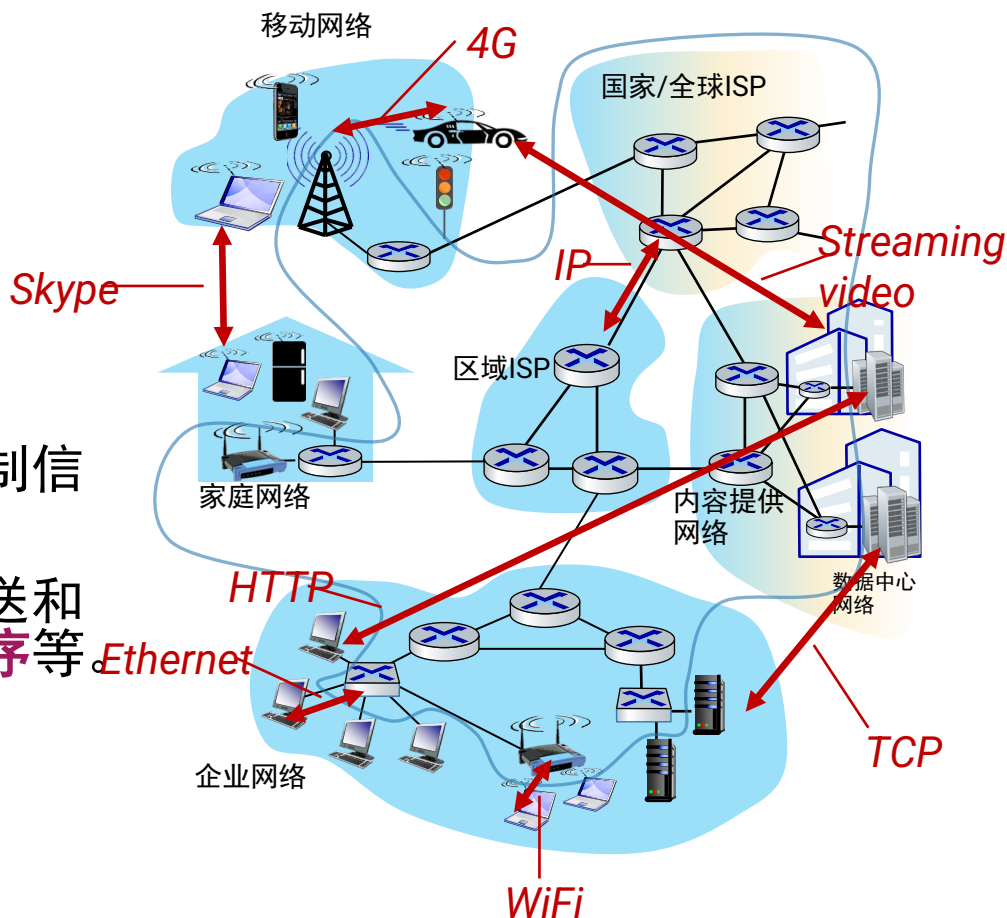
1. 什么是因特网?

- Internet: 网络的网络

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

- 协议

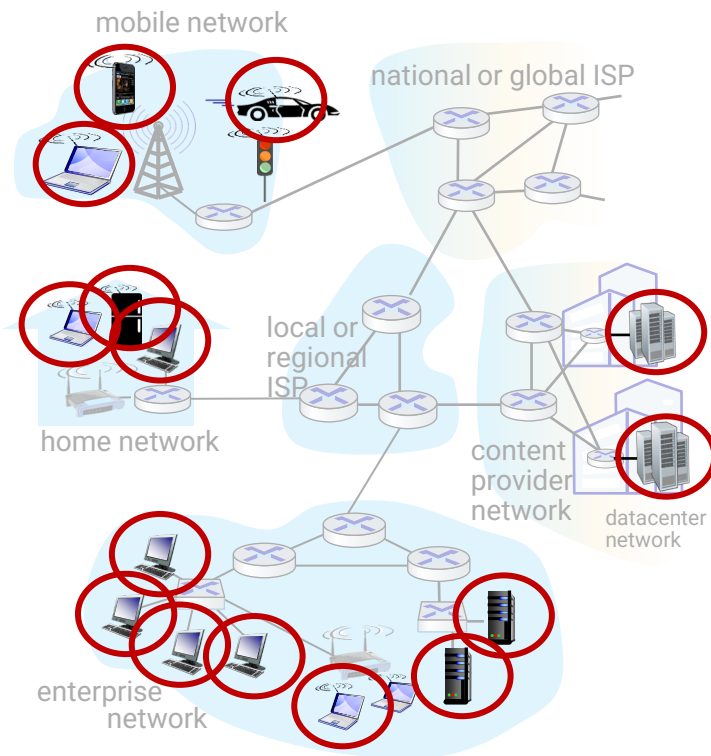
- 网络系统里的软件，控制信息的发送和接收
- 定义网络实体之间所发送和接收的消息的格式和顺序等



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



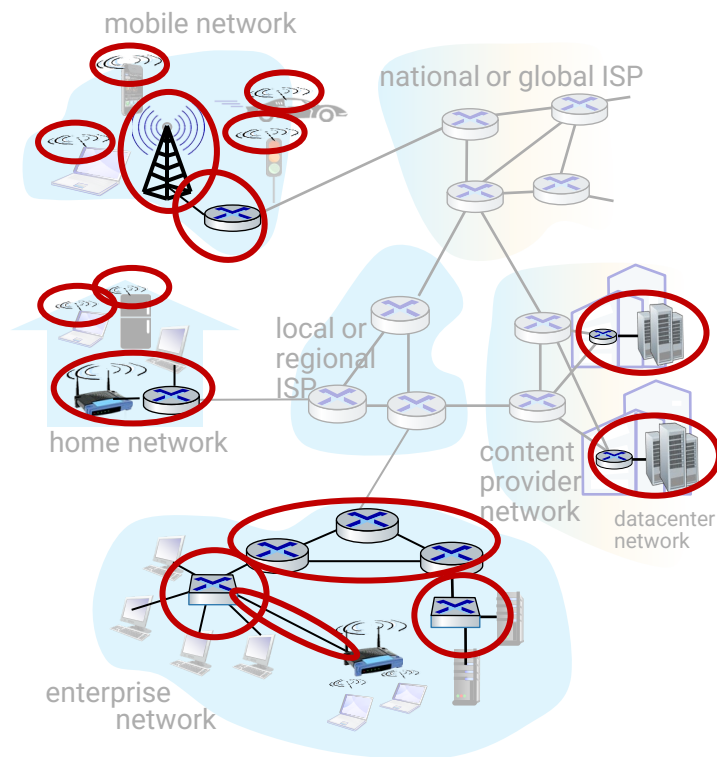
1. 因特网结构

- 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：

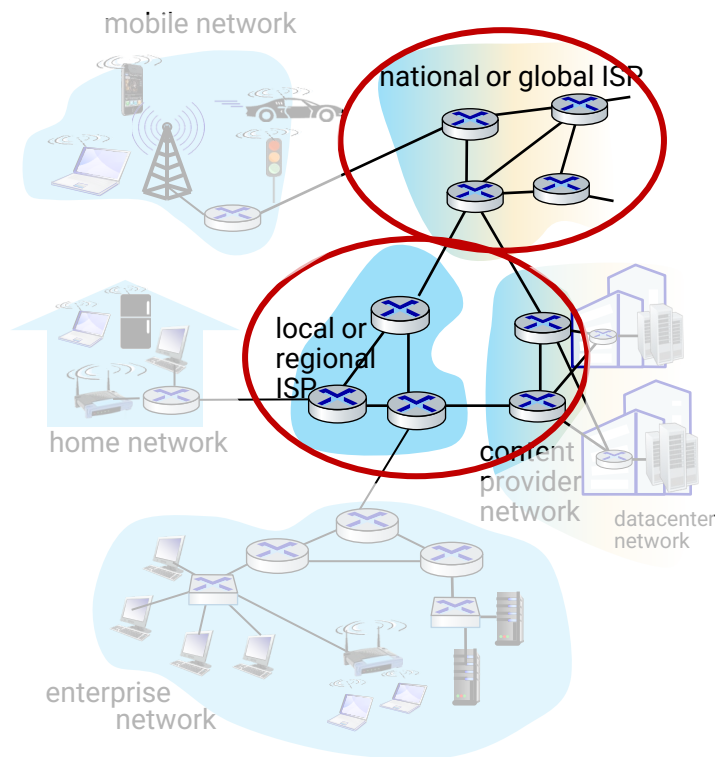
- 主机：客户端，服务器
- 数据中心的服务器

- 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

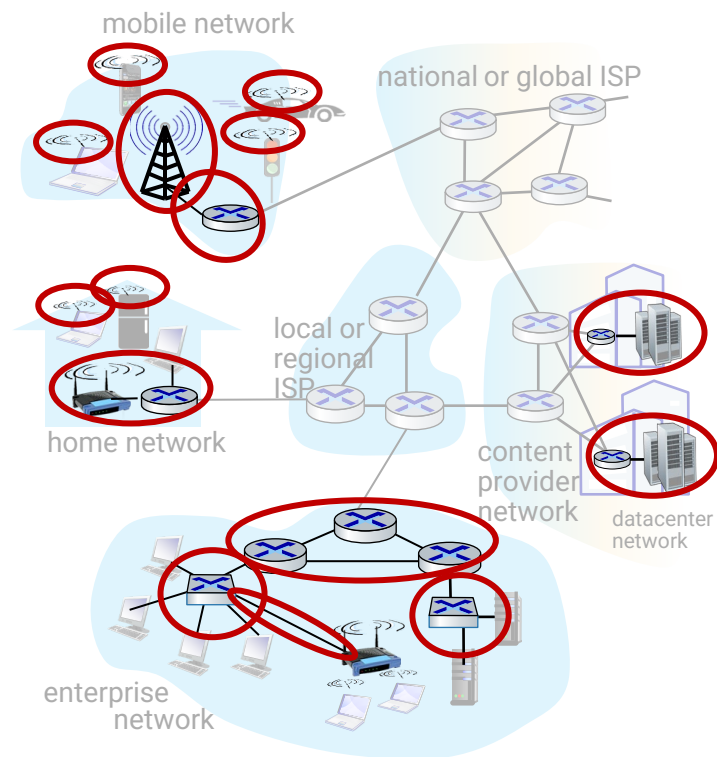
3. 网络核心

- 分组交换，电路交换，网络互联

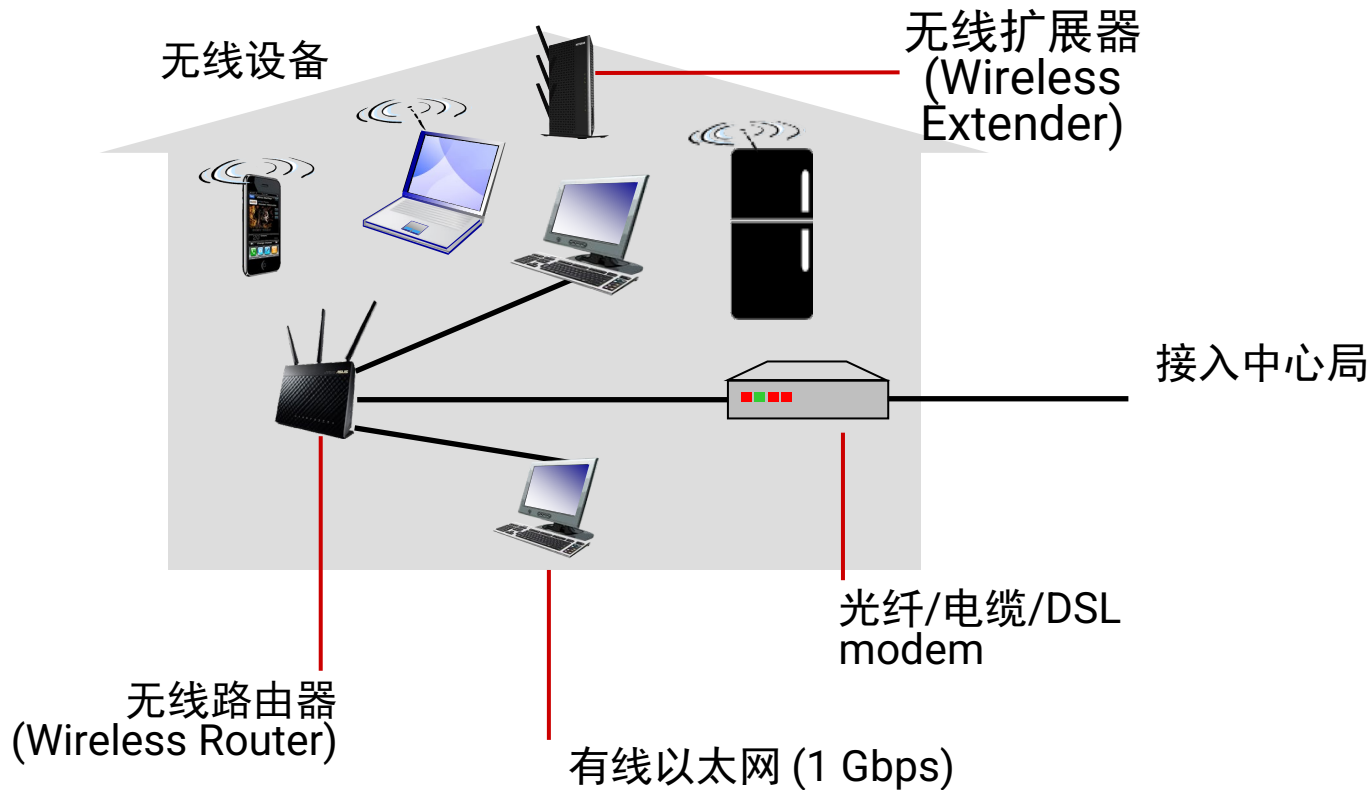
4. 协议分层模型

2. 接入网

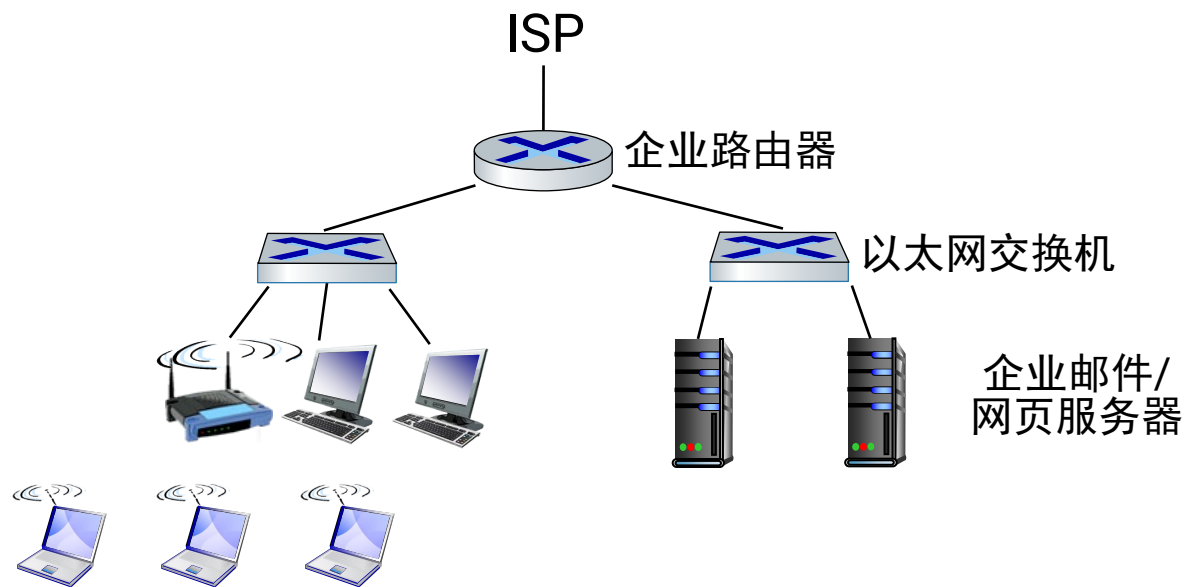
- 问题：端系统如何连接到边缘路由器？
- 家庭接入网
- 企业/校园接入网
- 移动蜂窝网（4G/5G）



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

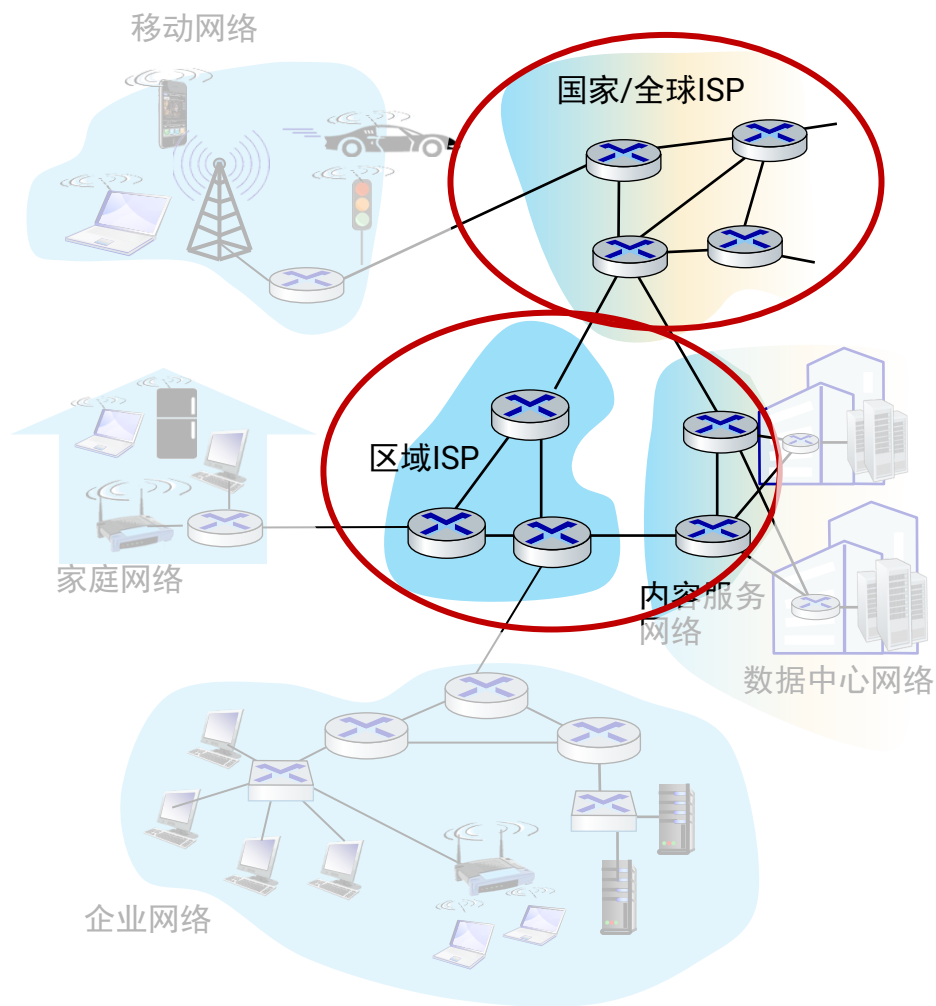
3. 网络核心

- 分组交换，电路交换，网络互联

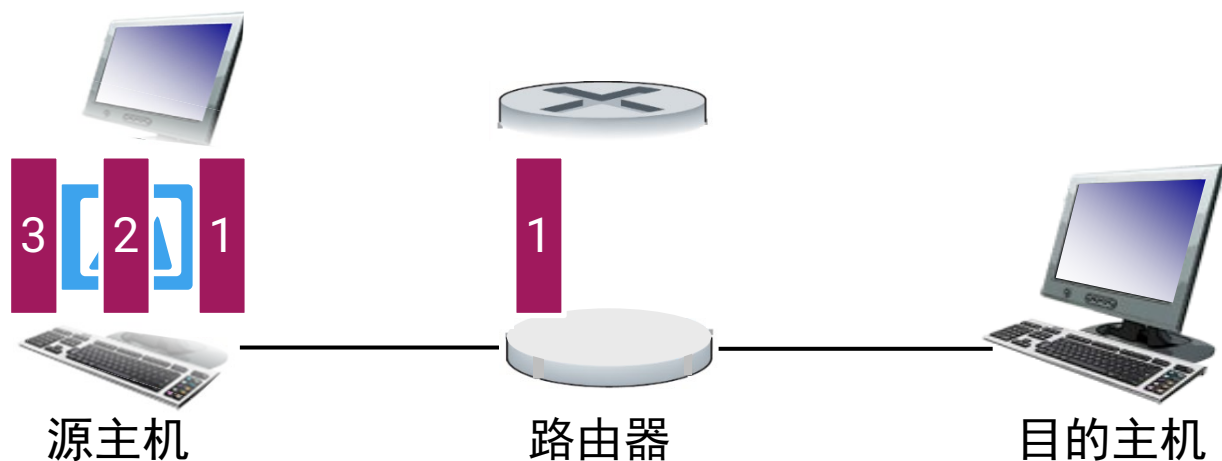
4. 协议分层模型

3.网络核心

- 路由器互联构成的网络
- 分组交换

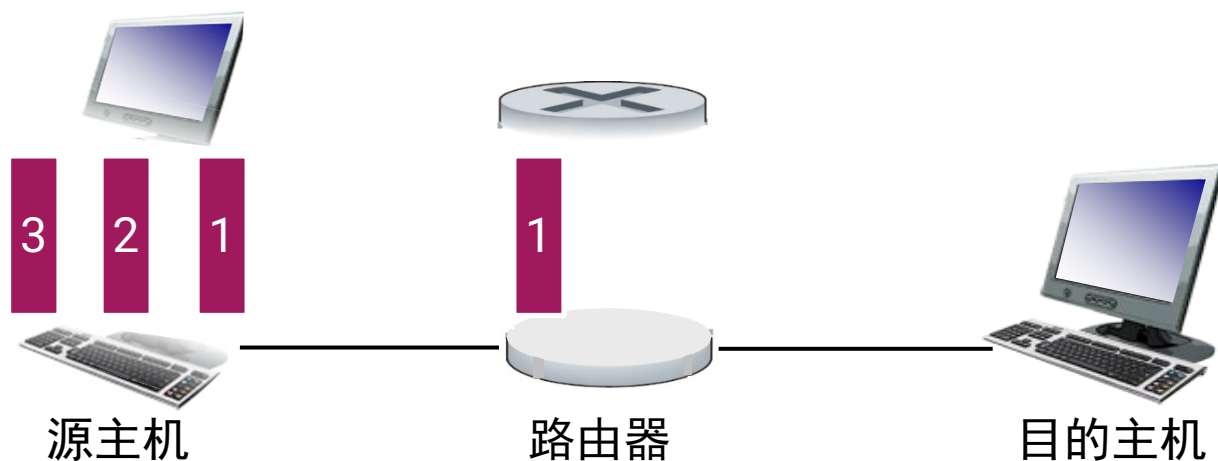


3. 分组交换



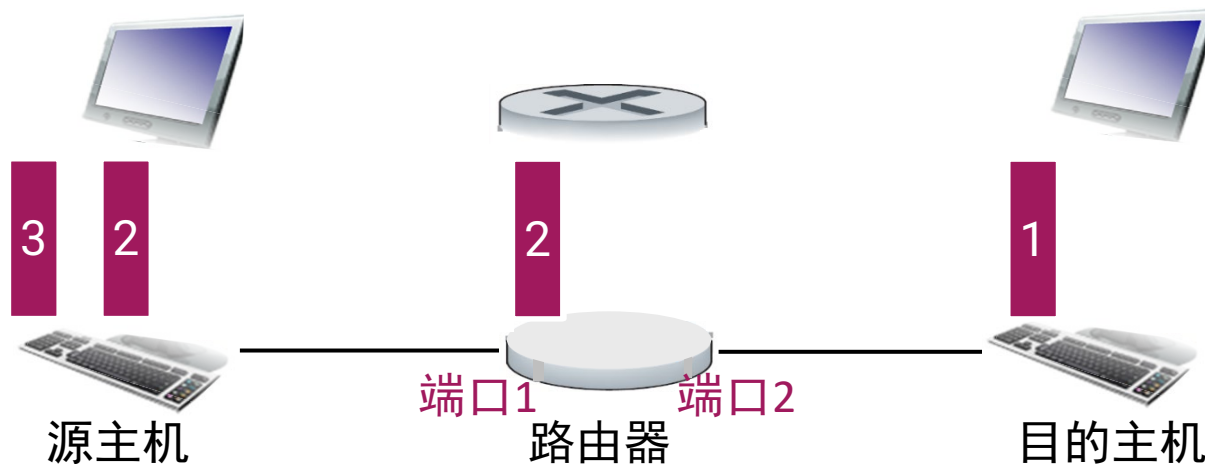
- 主机将应用层报文(message)分割成小块**分组**(packet)来发送
- 每个分组的发送速率为**链路传输速率**，也叫**带宽**(bandwidth)或**容量**(capacity)

3. 分组交换



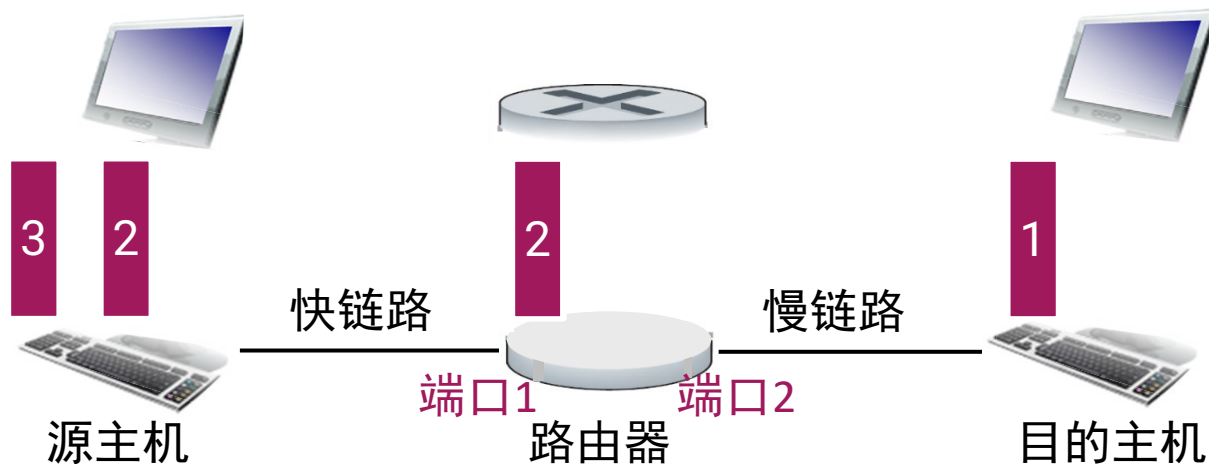
- 假定分组大小为10Kbits，链路带宽是10Mbps。主机需要多长时间将分组全部推到链路上？
- **传输时延=分组大小/链路带宽**
- $10\text{Kb}/10\text{Mbps} = 1\text{ms}$

3. 分组交换



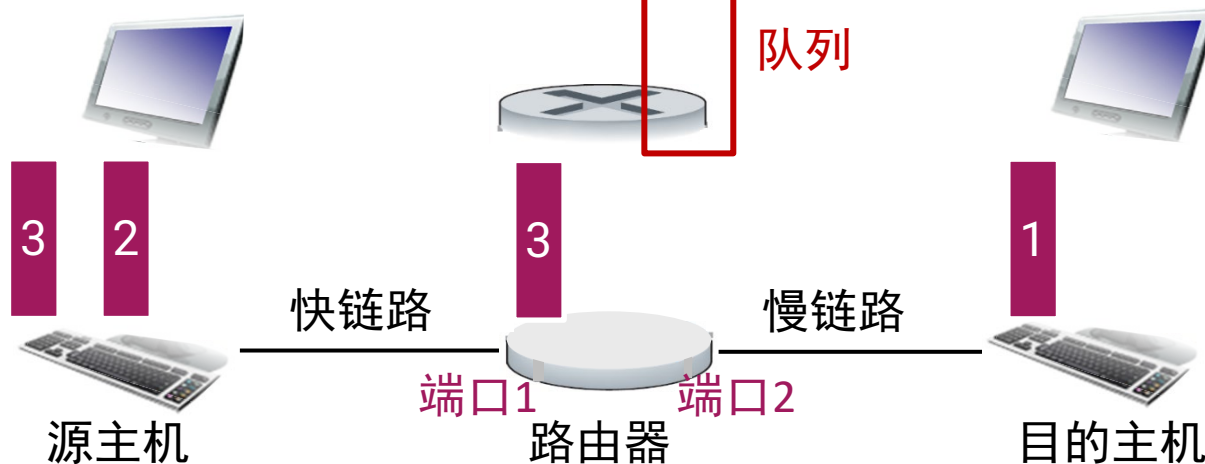
- 路由器从一个端口收到的数据一般会从另外一个端口发出去
- **问题**：怎么决定呢？
- **方法**：网络层技术（第四章）
- **存储转发**(store and forward)：整个分组全部到达路由器以后才能在发送端口传出

3. 分组交换



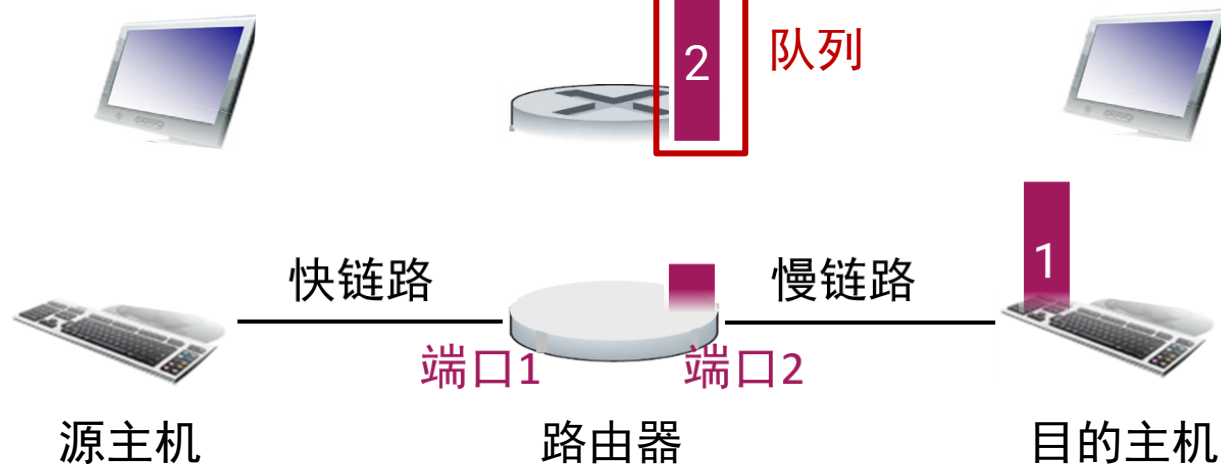
- **问题：** 如果一个端口正在发送分组，新的分组到达了，该怎么办？

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

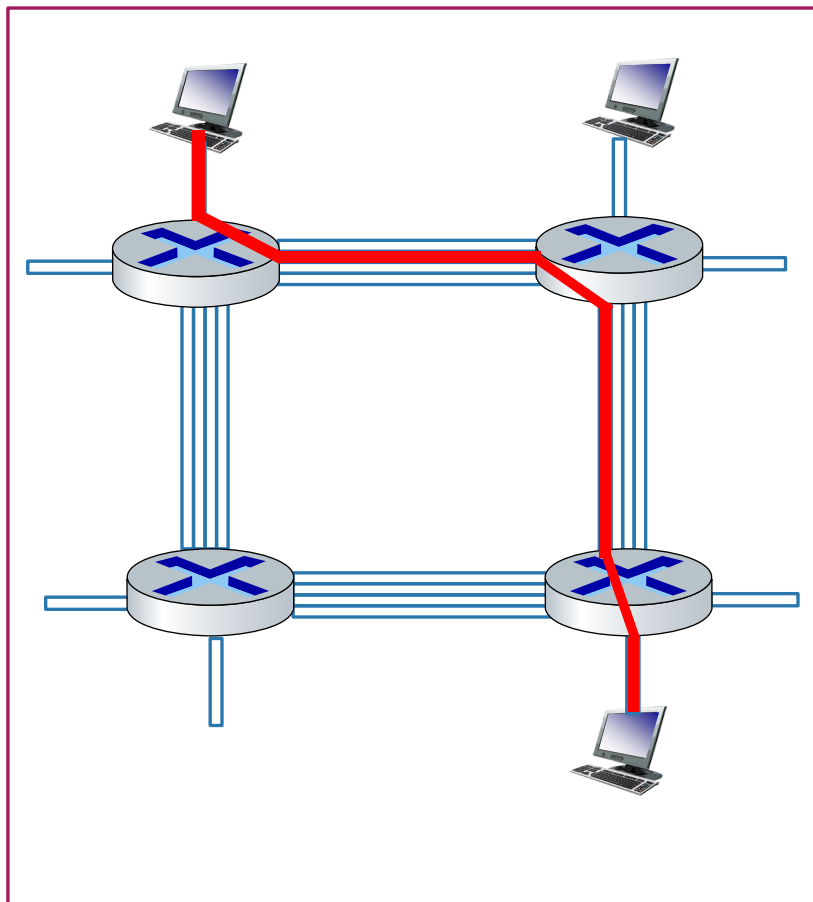


- 队列的使用
- 好处：可以吸收(存储)网络中突发的分组
- 坏处：在队列中等待的分组，因此产生了排队时延，这部分时延对应用的性能影响很大

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

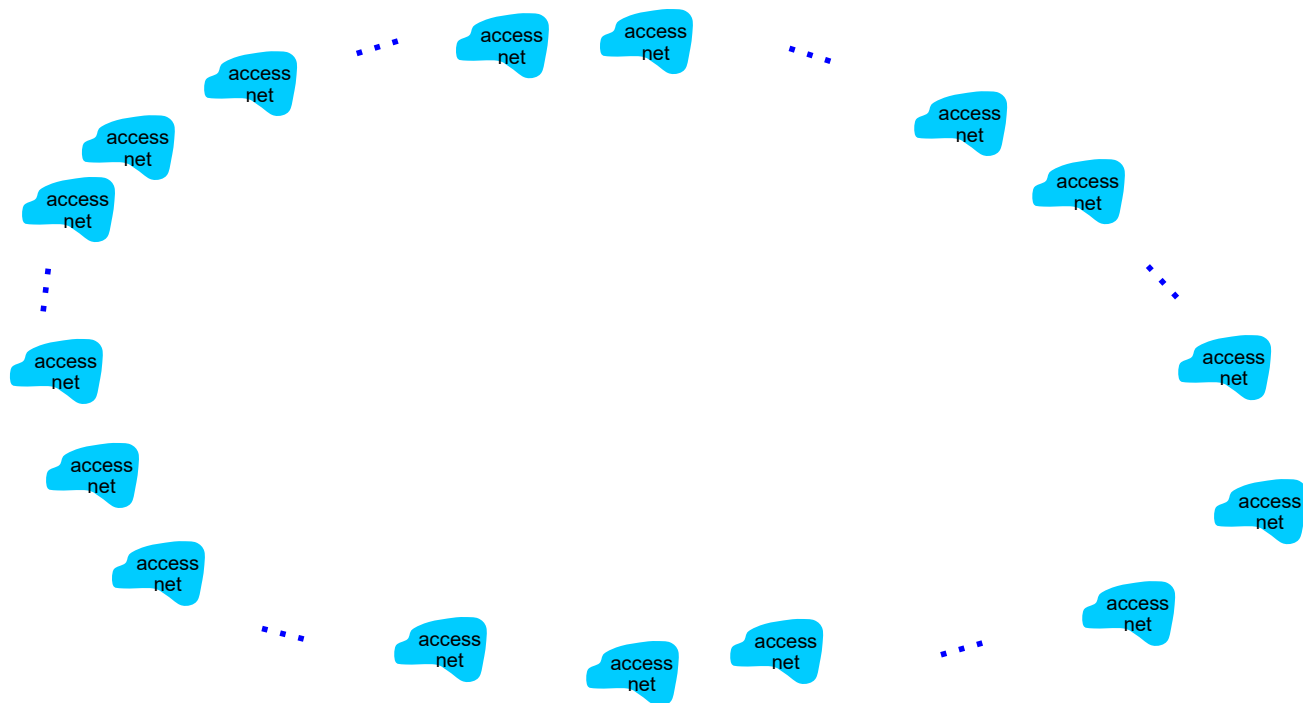
- 在数据传输之前，在源端和目的端之间**预留通信资源**，即建立电路(circuit)
- 所有数据使用**相同的链路**
- 所预留的资源由该数据传输**独享**
- 因为独享，所以能**保障**传输性能
- 资源利用率**低**
- 传统的电话网络使用

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

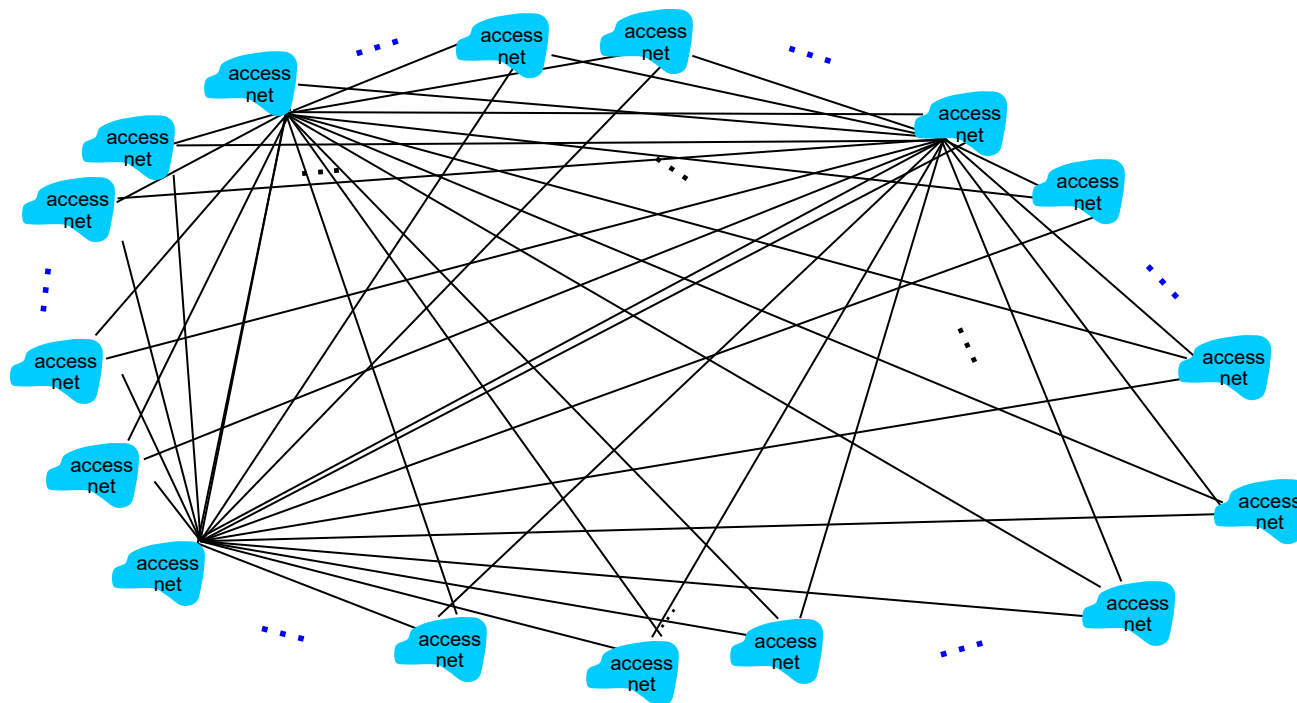
3.网络的网络

- **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？



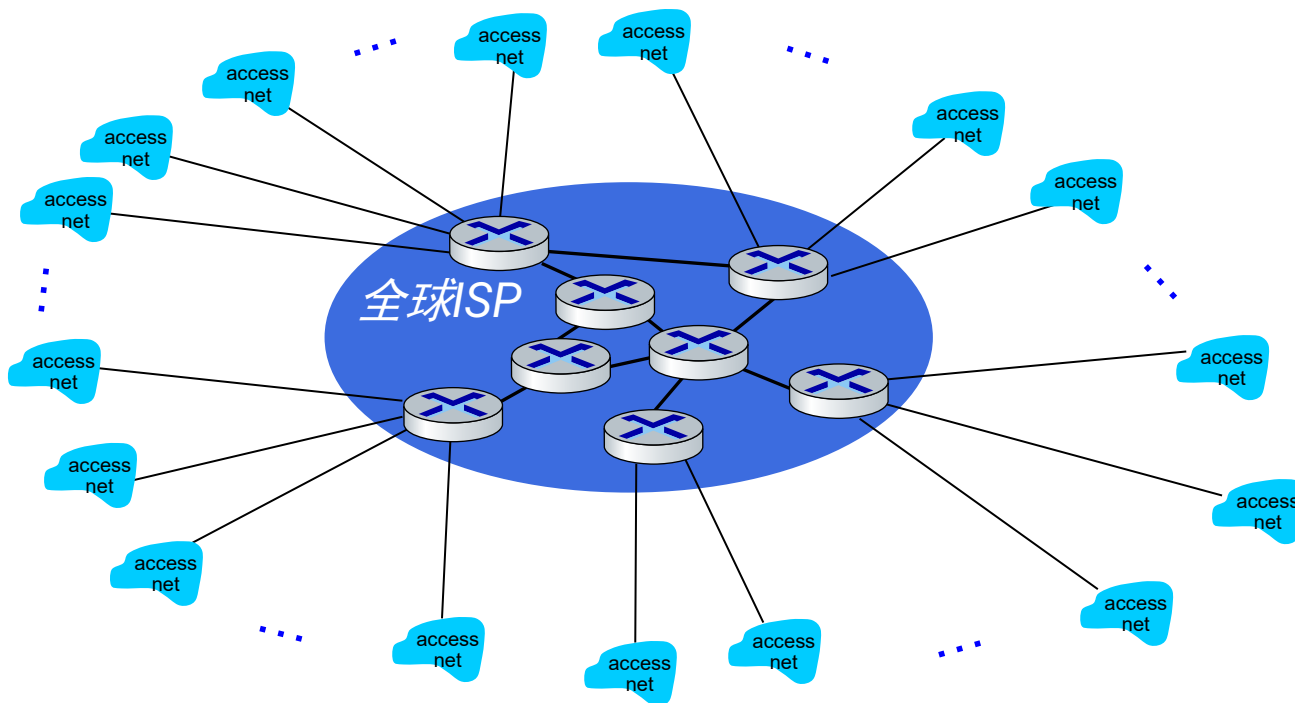
3.网络的网络

- 解决方法：两两相连
- 问题：不具有扩展性： $O(N^2)$ 连接



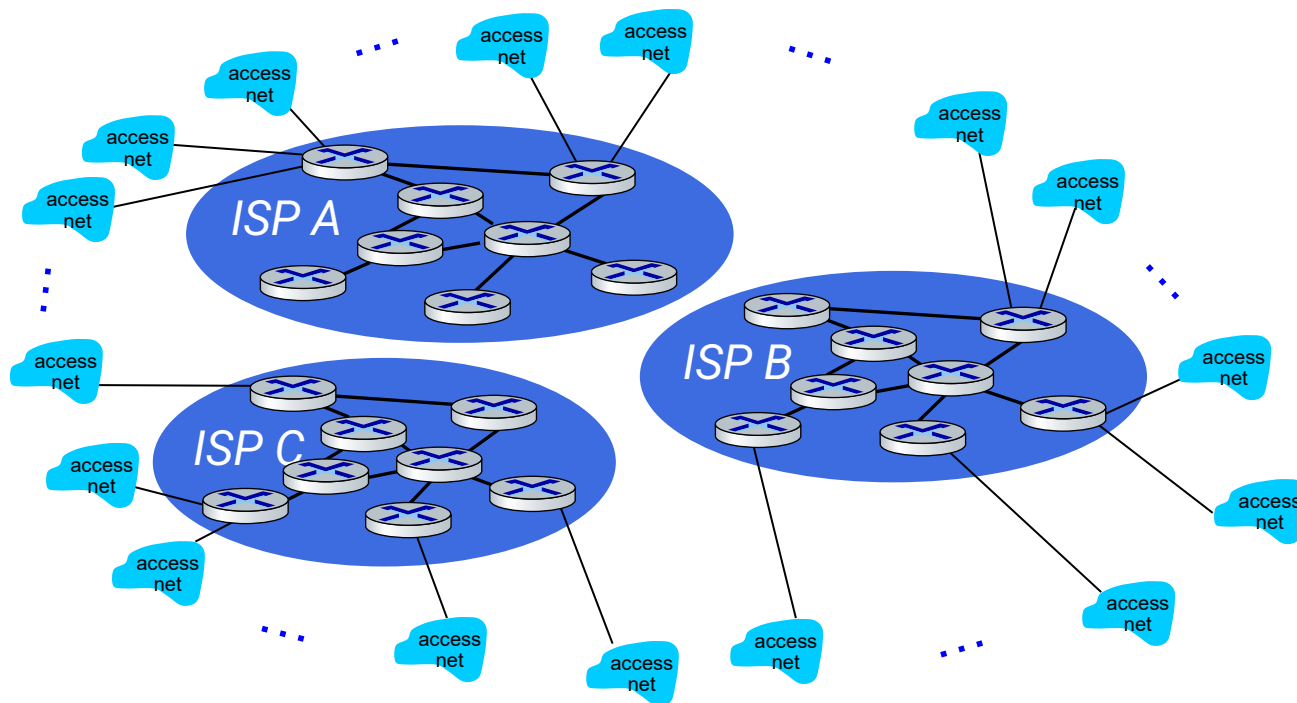
3.网络的网络

- **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



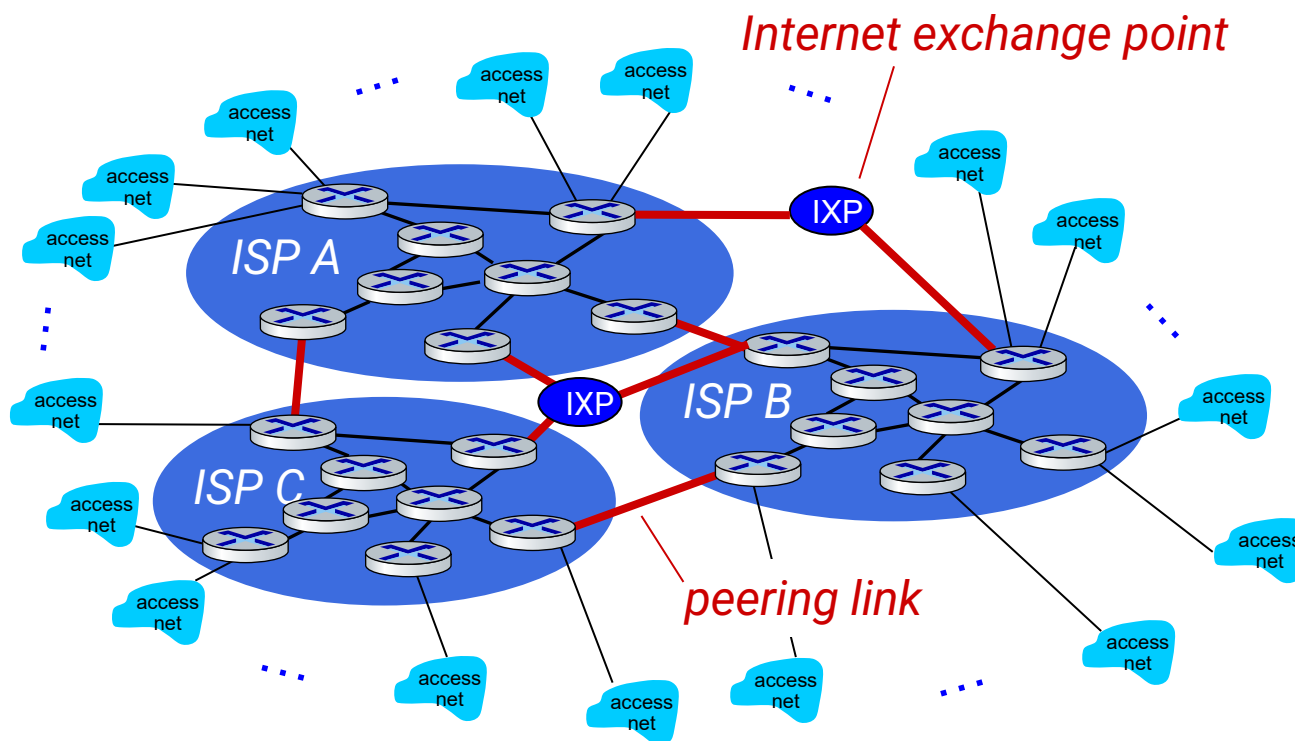
3.网络的网络

- **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



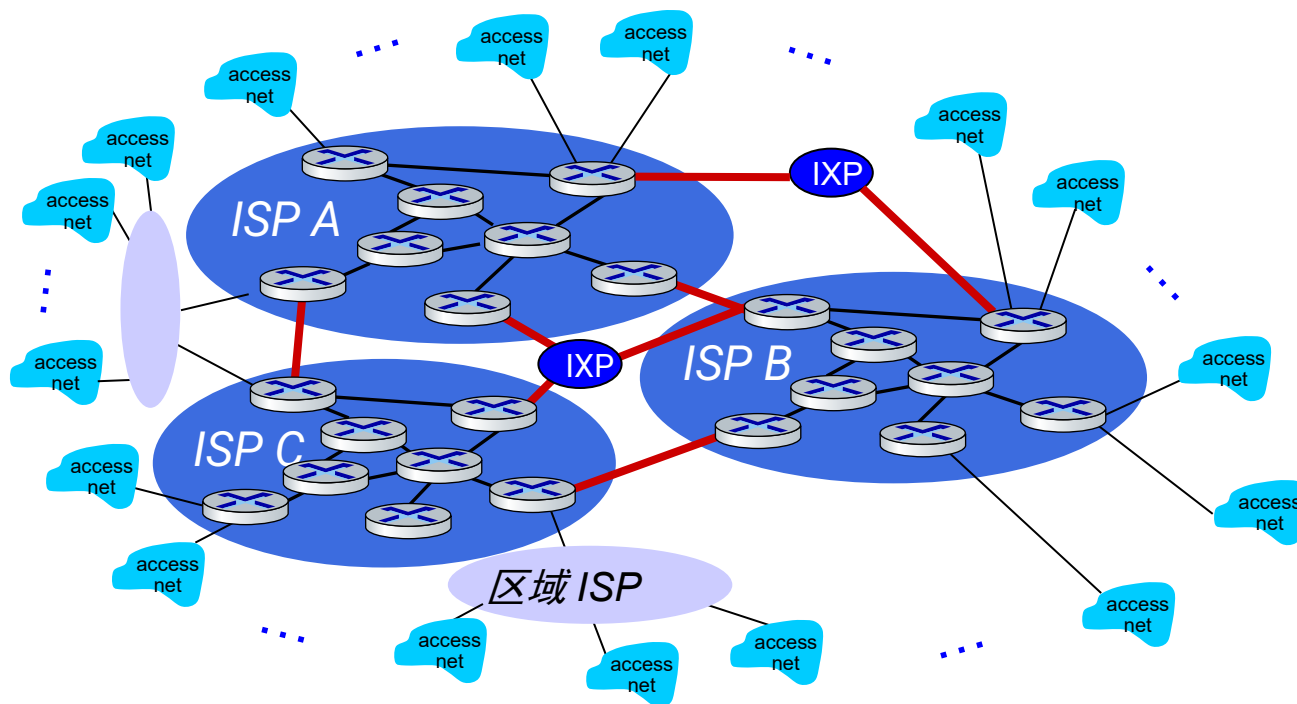
3.网络的网络

- **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



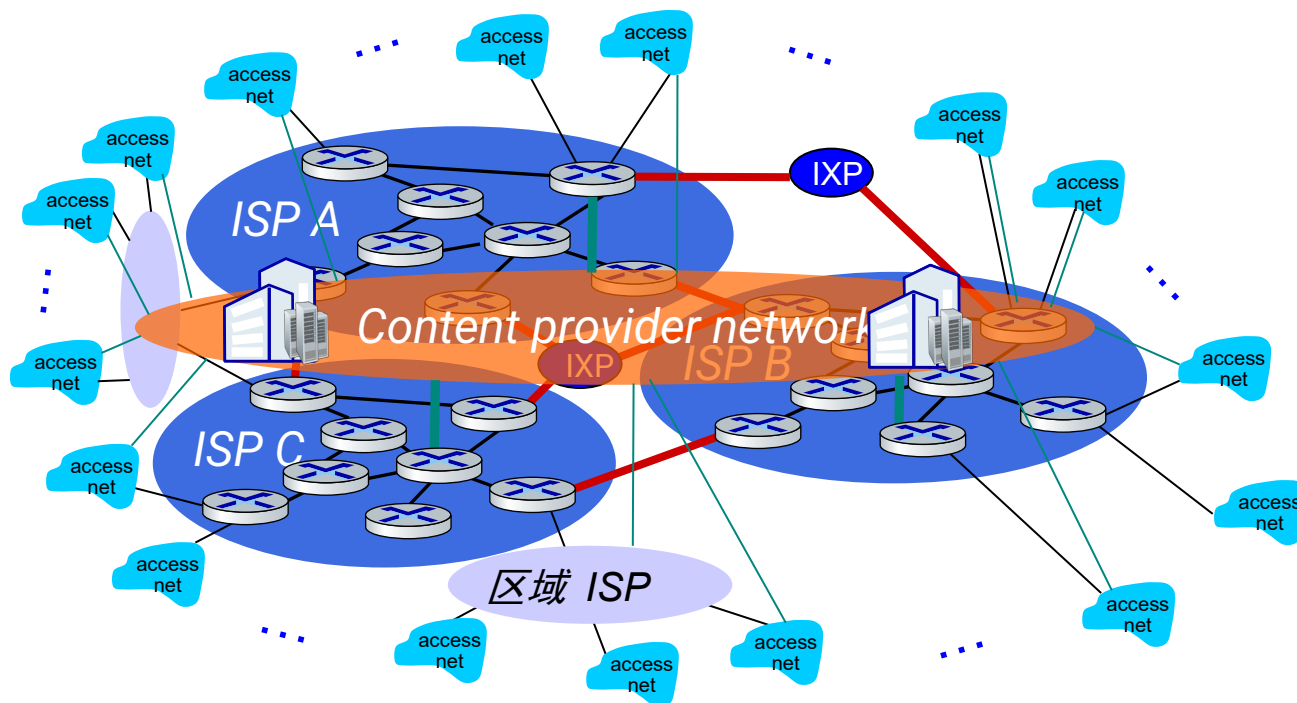
3. 网络的网络

- **进一步**：在靠近用户的地方产生区域ISP用以衔接接入网



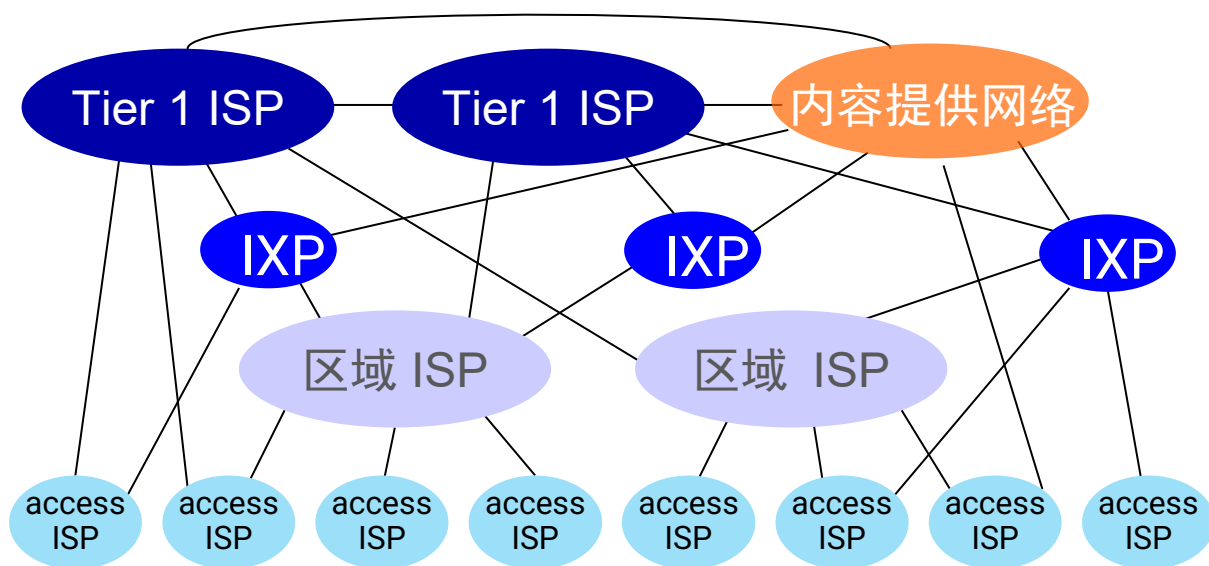
3.网络的网络

- 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

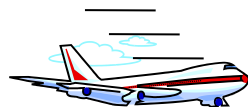
4. 协议分层模型



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



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

商品 (购物)	购物服务	商品 (评价)
包裹 (打包)	打包服务	包裹 (拆包)
收件员	快递服务	送件员
物流	物流服务	物流
运输	运输服务	运输



4.为什么分层?

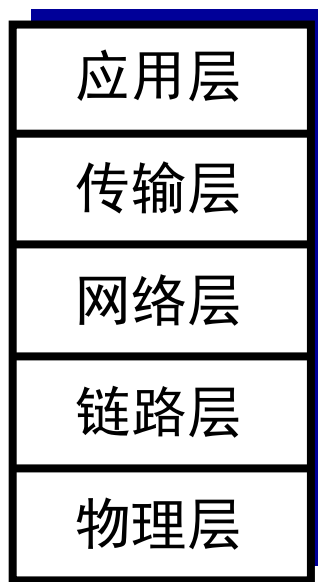
- 处理复杂系统的一般方法：
 - 分层有益于识别复杂系统各部分以及理清之间的关系
 - 模块化易于维护和更新
 - 任何一层实现不影响系统的其他部分，透明



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



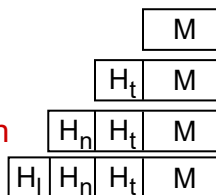
4.封装

报文message

报文段segment

数据报datagram

帧frame



源主机

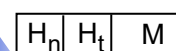
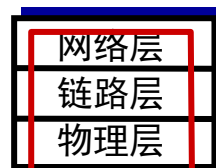
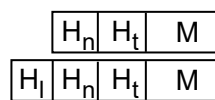
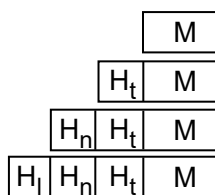


链路层
物理层



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？