

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
5. 发展历史

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

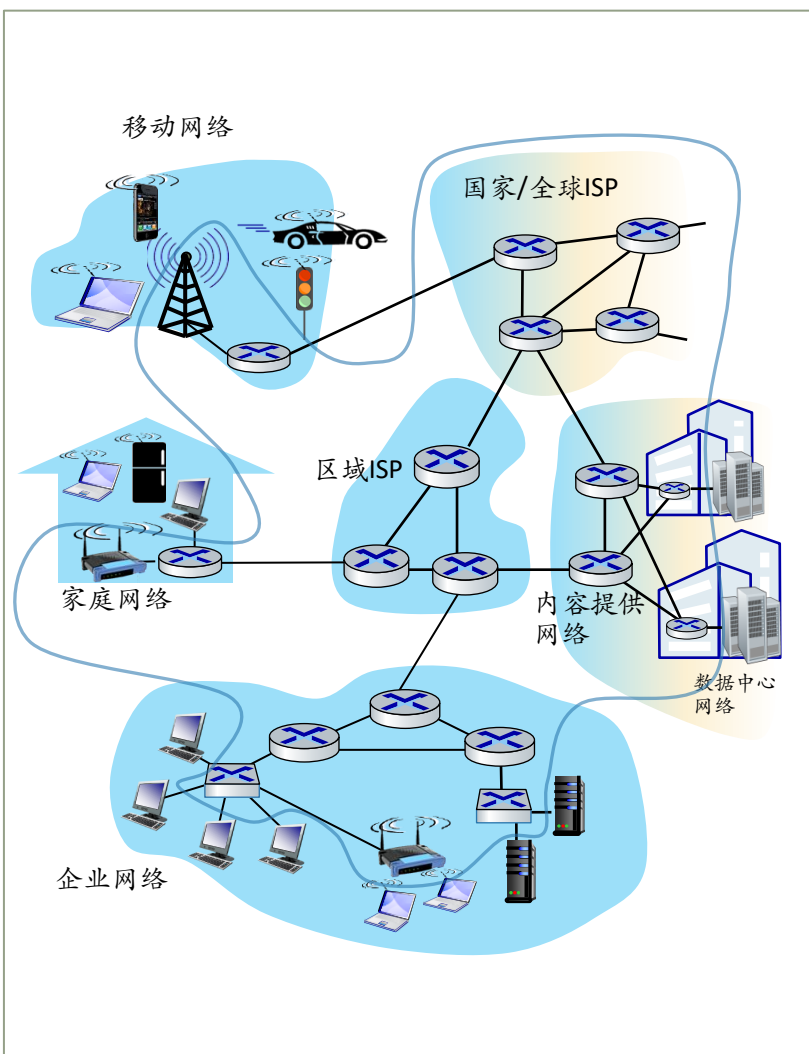
- 路由器(routers)和交换机(switches)

➤ 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?

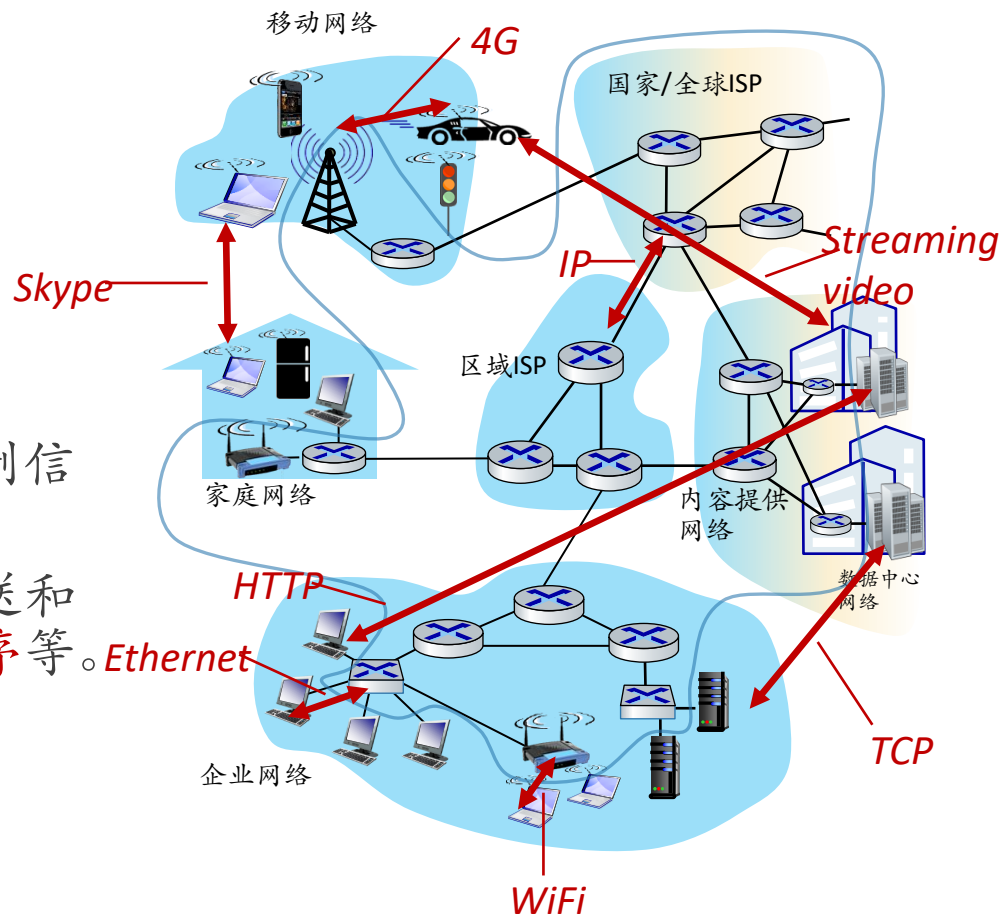
■ Internet: 网络的网络

■ Interconnected ISPs

(Internet Service Providers
因特网服务提供商)

■ 协议

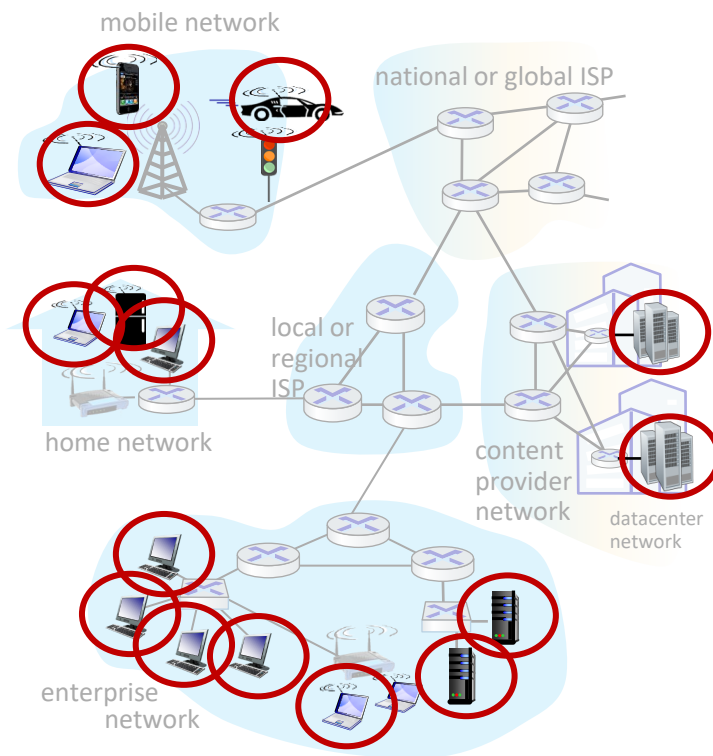
- 网络系统里的软件，控制信息的发送和接收
- 定义网络实体之间所发送和接收的消息的格式和顺序等。



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



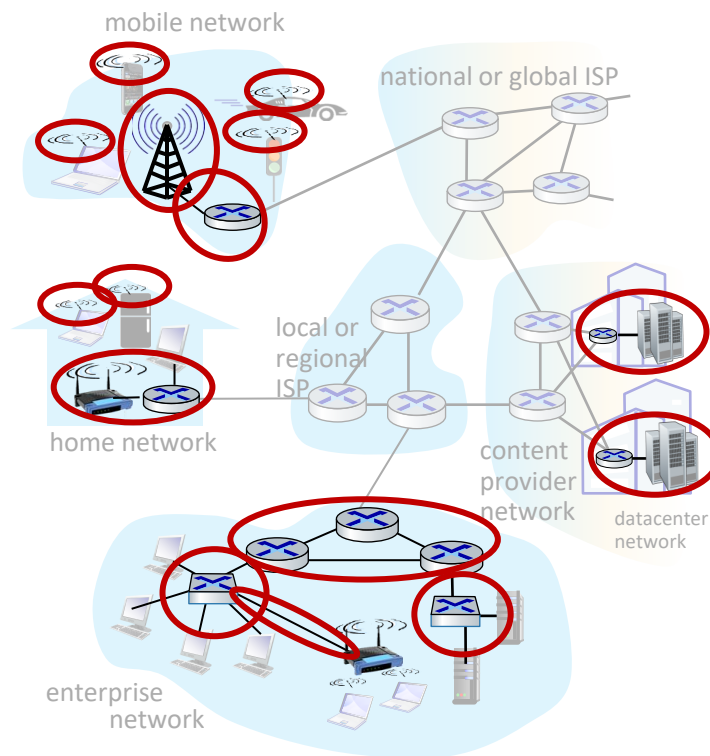
1. 因特网结构

■ 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：

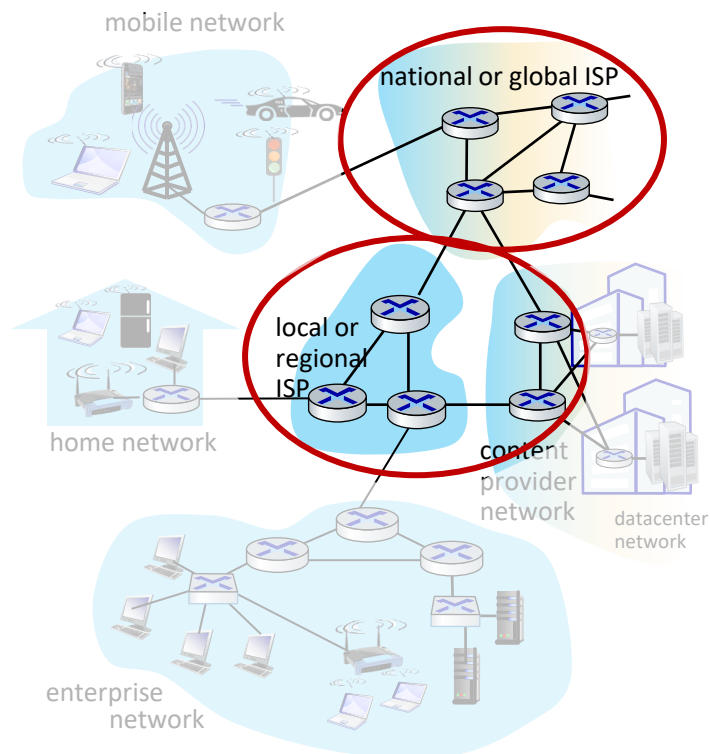
- 主机：客户端，服务器
- 数据中心的服务器

■ 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

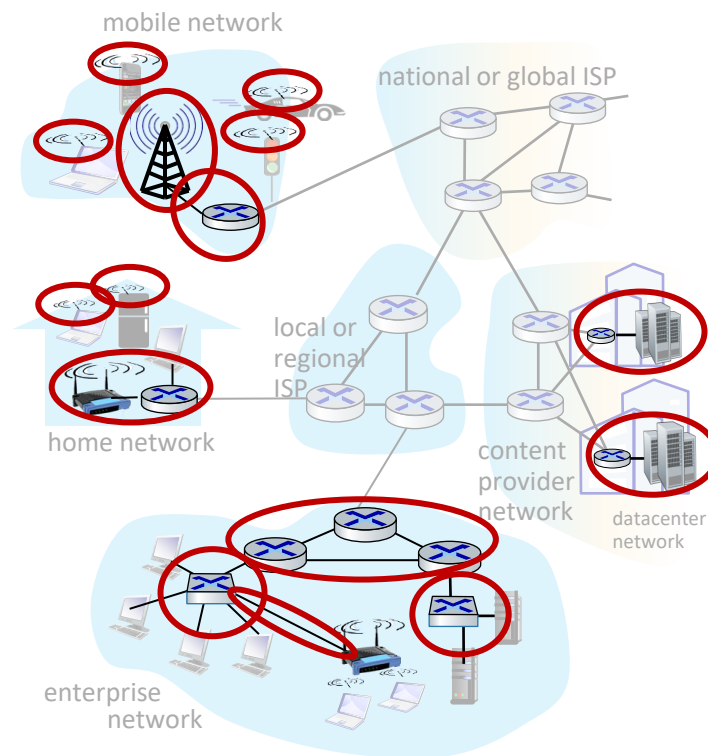


第一章讲解内容

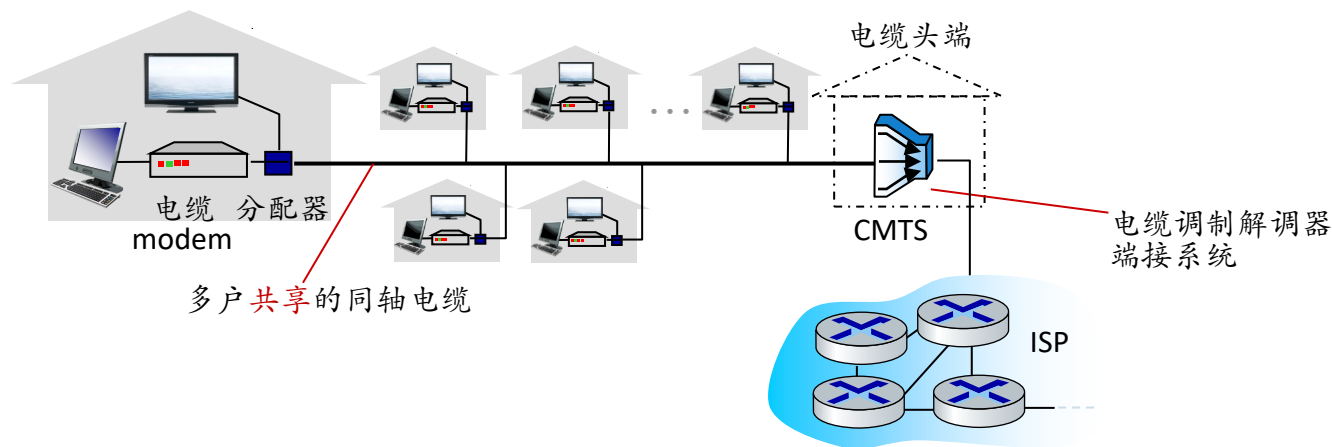
1. 什么是因特网?
2. 网络边缘
 - 端系统，接入网，链路
3. 网络核心
 - 分组交换，电路交换，网络互联
4. 协议分层模型
5. 发展历史

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）

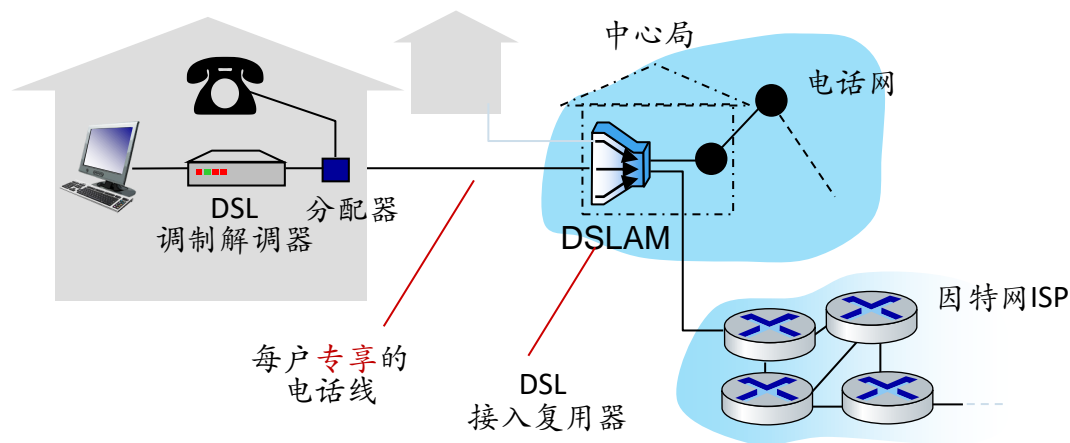


2.接入网： 电缆接入



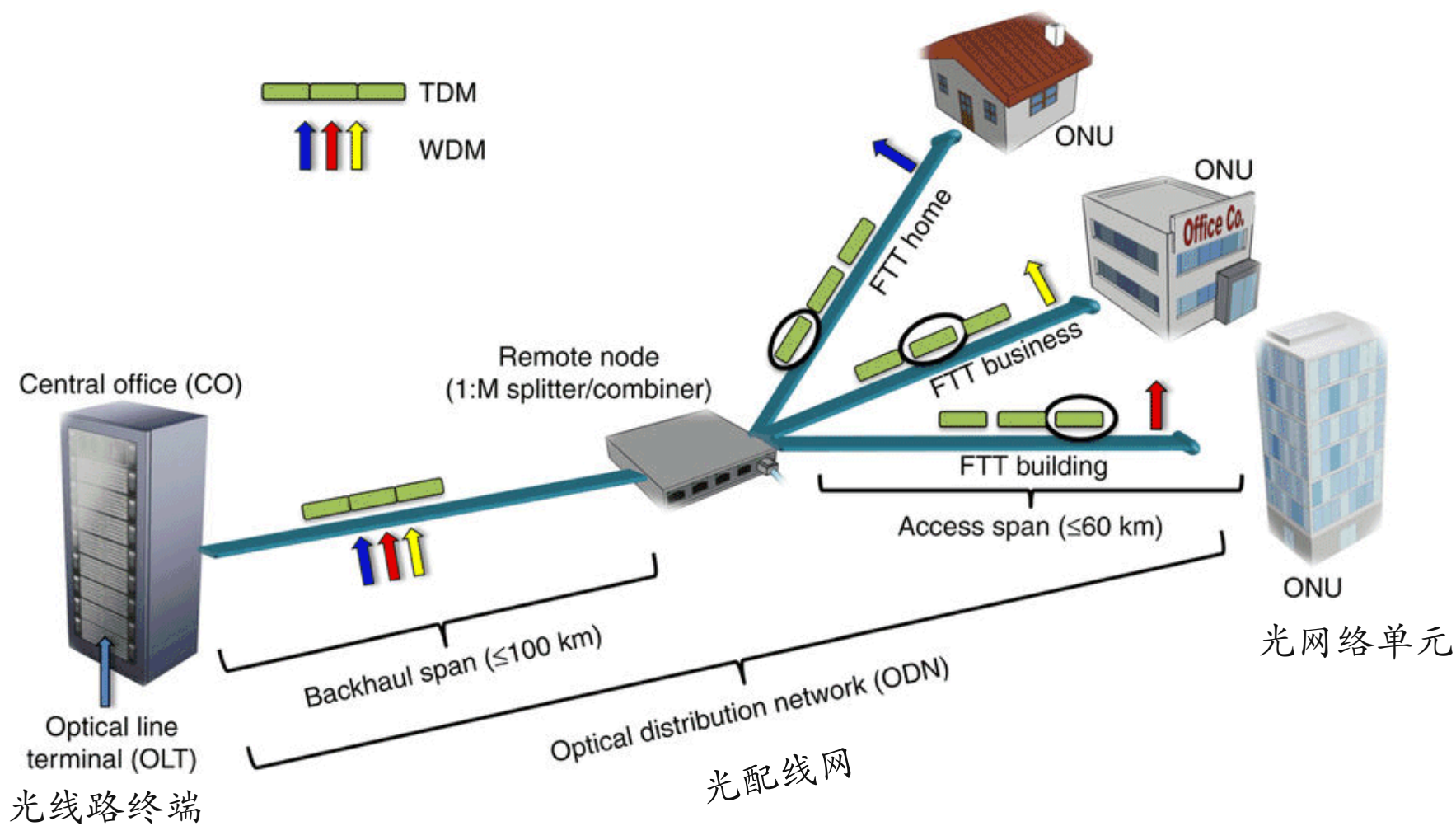
- 利用有线电视公司现有的有线电视基础设施
- 传输速率
 - 上行30-100 Mbps；下行40 Mbps – 1.2 Gbps
- 注意：数以百计的家庭共享电缆

2.接入网：数字用户线 (DSL)

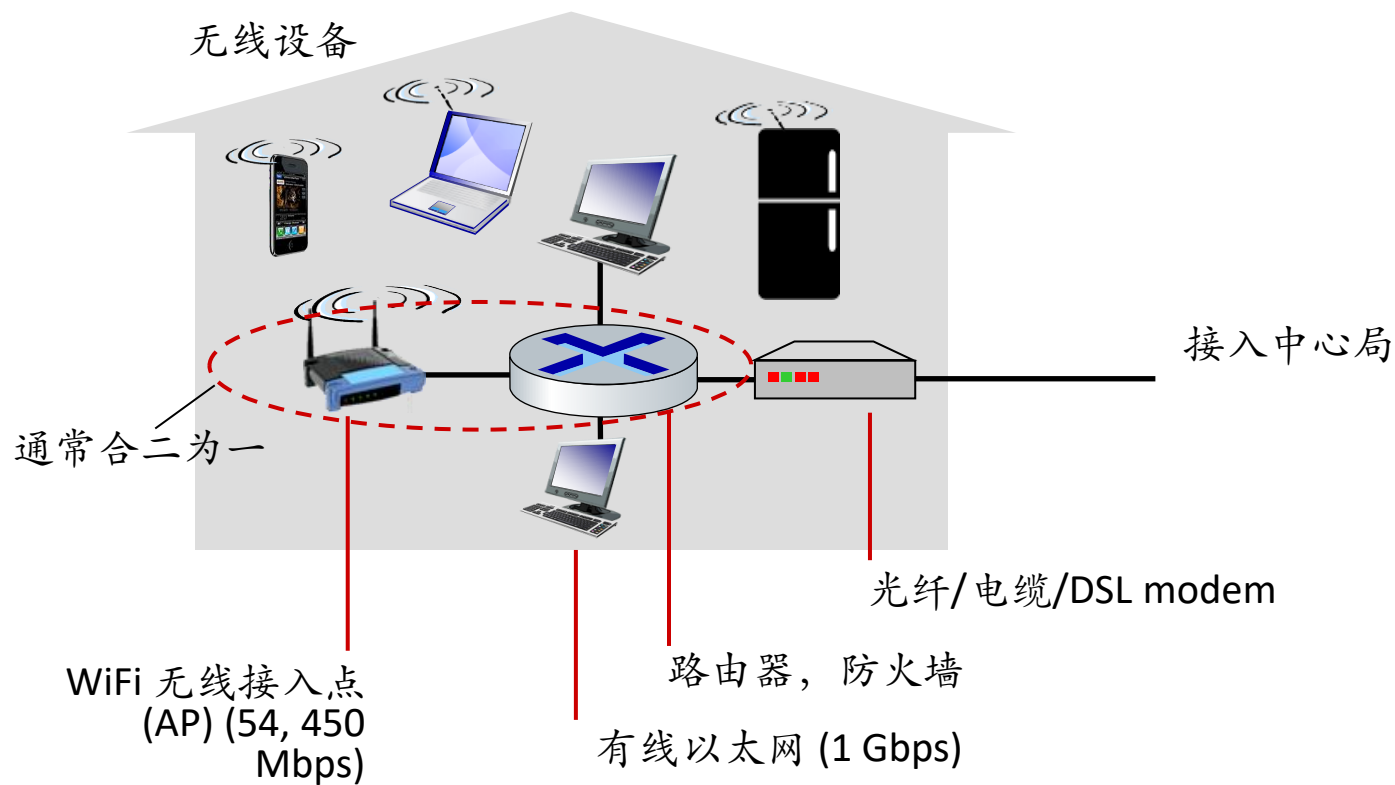


- 利用电话公司现有的本地电话基础设施
- 调制解调器用于数字/模拟转换
- 传输速率：
 - 上行 3.5-16 Mbps；下行 24-52 Mbps

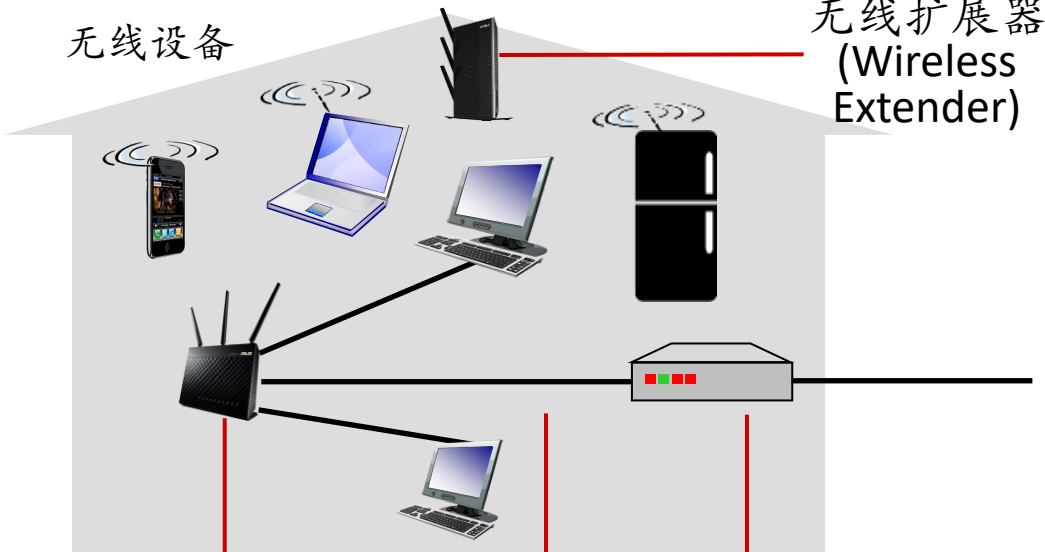
2.接入网： 光纤接入



2.接入网：家庭网络



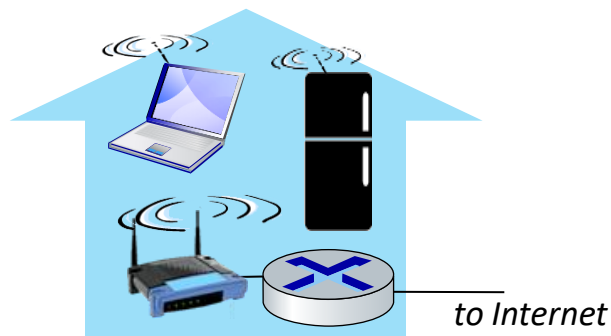
2.接入网：家庭网络



2. 无线接入网

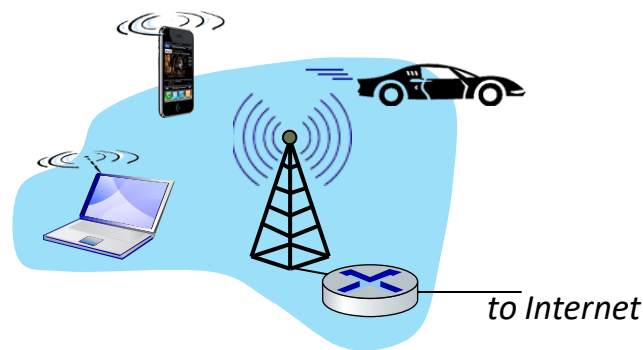
无线局域网

- 通信范围几十米
- 802.11b/g/n (WiFi)
- 传输速率11, 54, 100Mbps

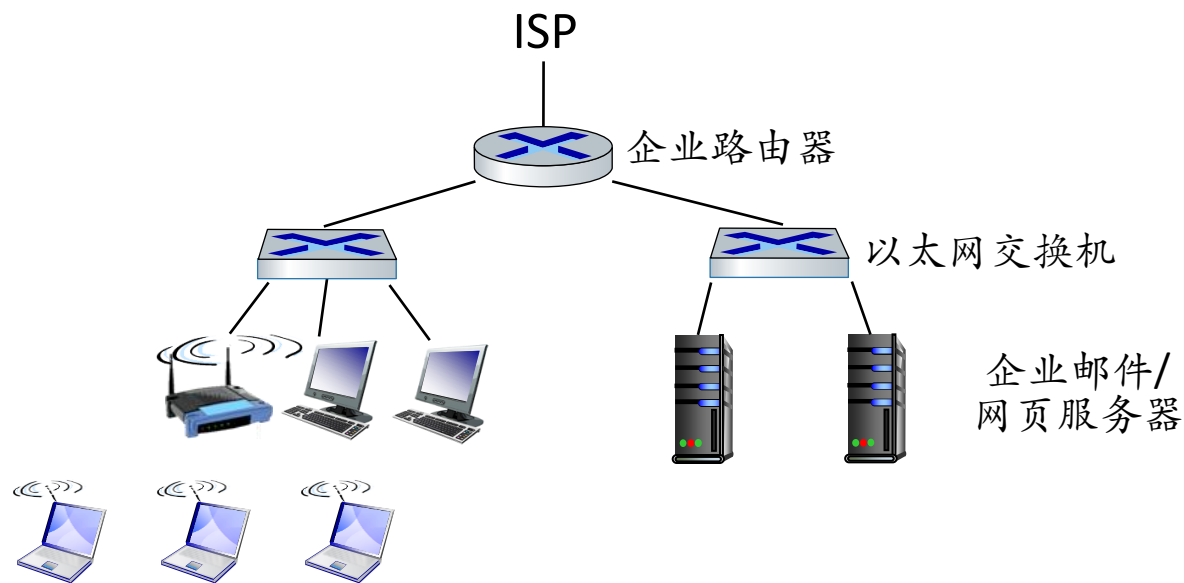


移动蜂窝网络

- 通信范围10 km
- 3G(10Mbps), 4G(几十Mbps), 5G(1Gbps)



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
 - 了解接入方式
 - 了解家庭和企业接入网的基本结构

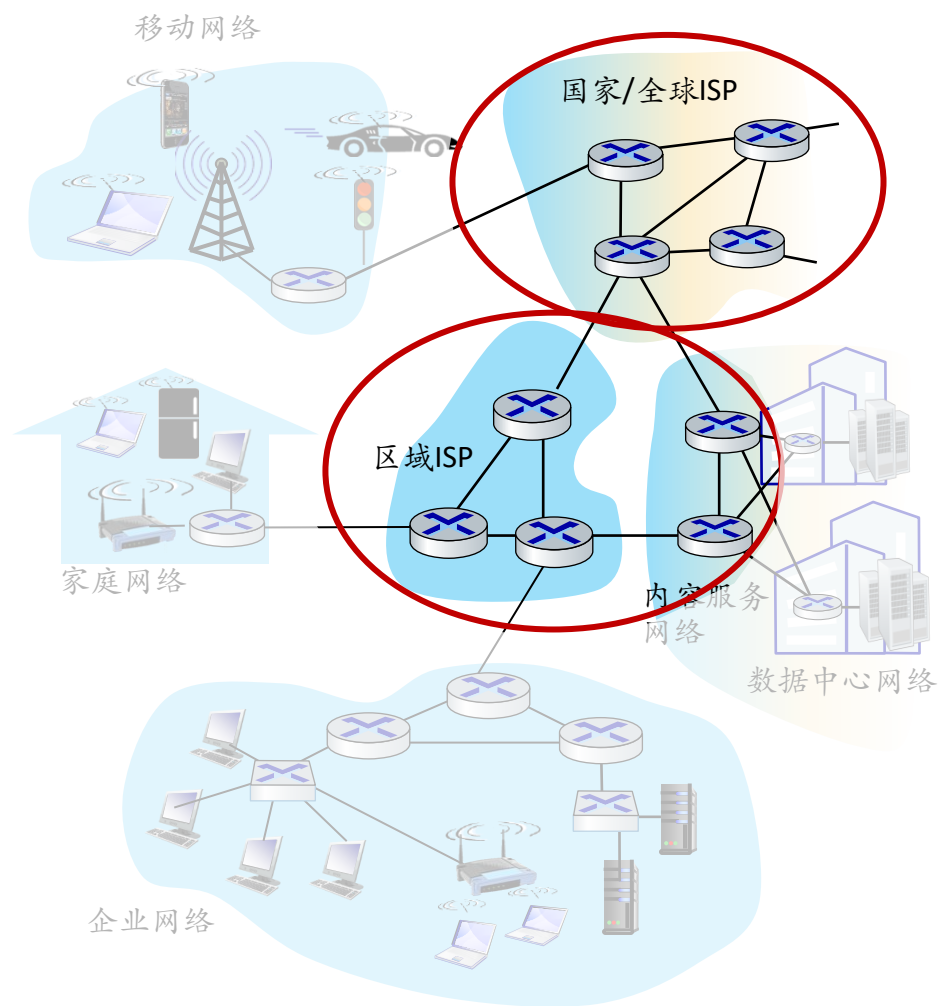


第一章讲解内容

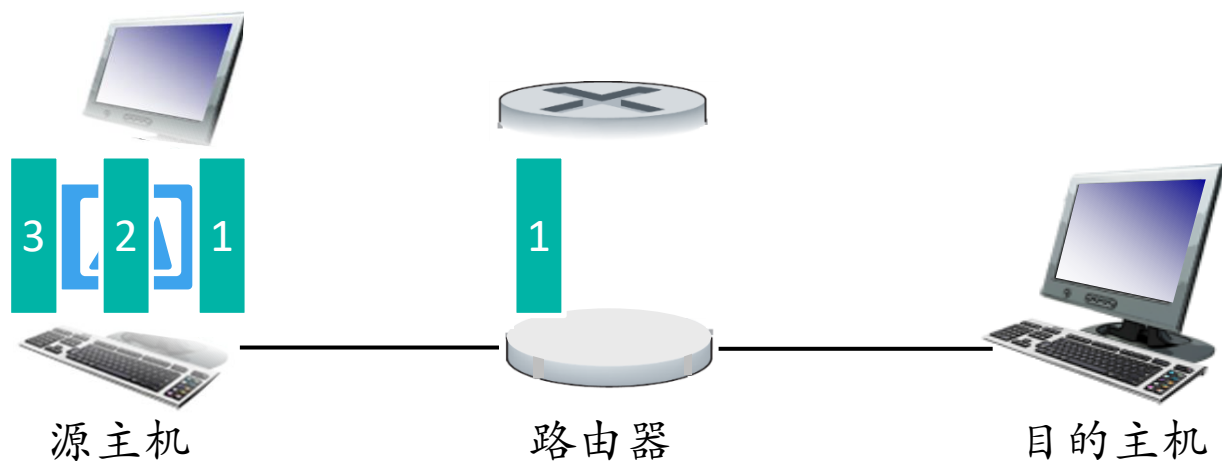
1. 什么是因特网?
2. 网络边缘
 - 端系统，接入网，链路
3. 网络核心
 - 分组交换，电路交换，网络互联
4. 协议分层模型
5. 发展历史

3. 网络核心

- 路由器互联构成的网络
- 分组交换

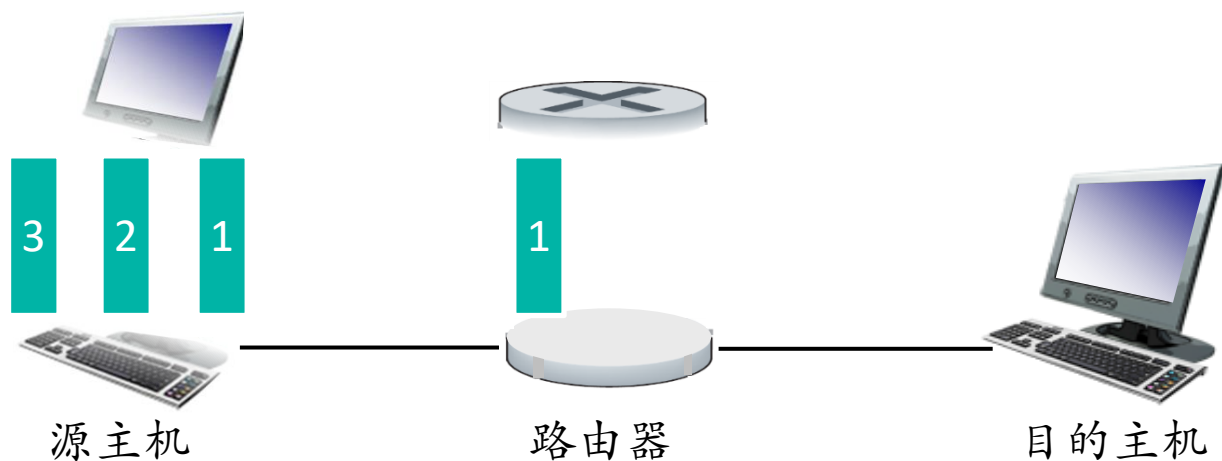


3. 分组交换



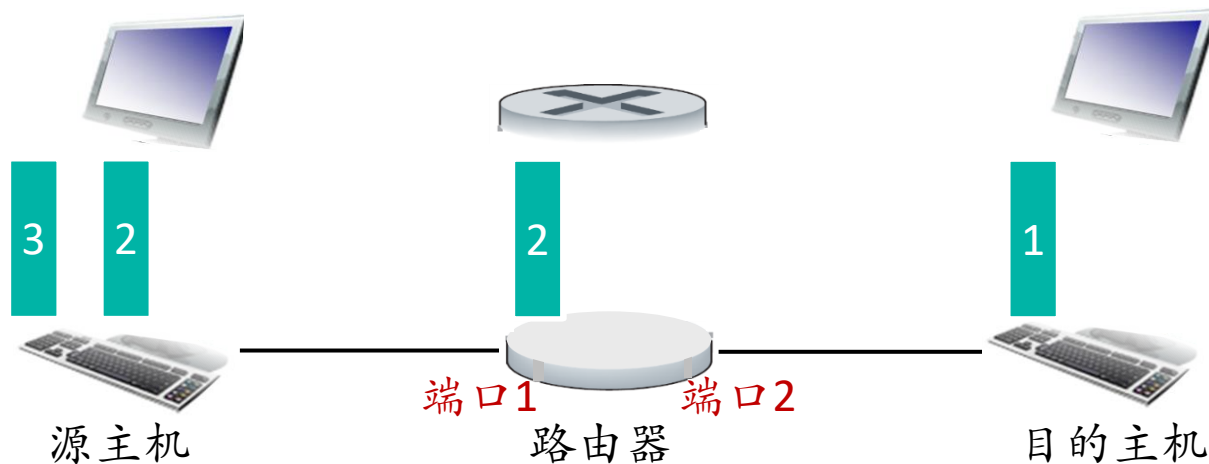
- 主机将应用层报文(message)分割成小块**分组**(packet)来发送
- 每个分组的发送速率为**链路传输速率**，也叫**带宽**(bandwidth)或**容量**(capacity)

3. 分组交换



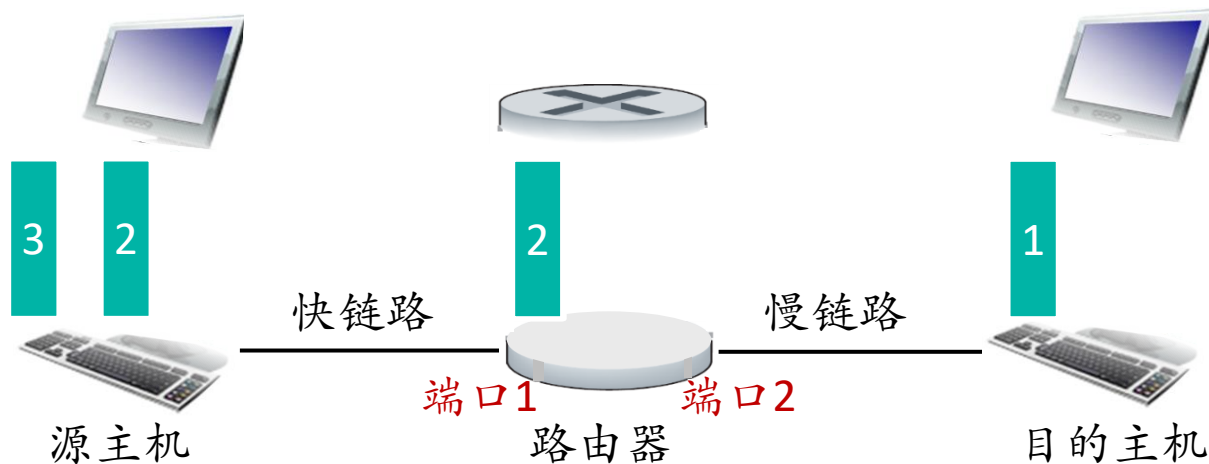
- 假定分组大小为10Kbits，链路带宽是10Mbps。主机需要多长时间将分组全部推到链路上？
- **传输时延=分组大小/链路带宽**
- $10\text{Kb}/10\text{Mbps} = 1\text{ms}$
- 5MB的文件传输时间？
- 如果不考虑为分组添加的额外信息
 $5\text{MB}/10\text{Mbps} = 5 * 8 / 10 = 4\text{s}$

3. 分组交换



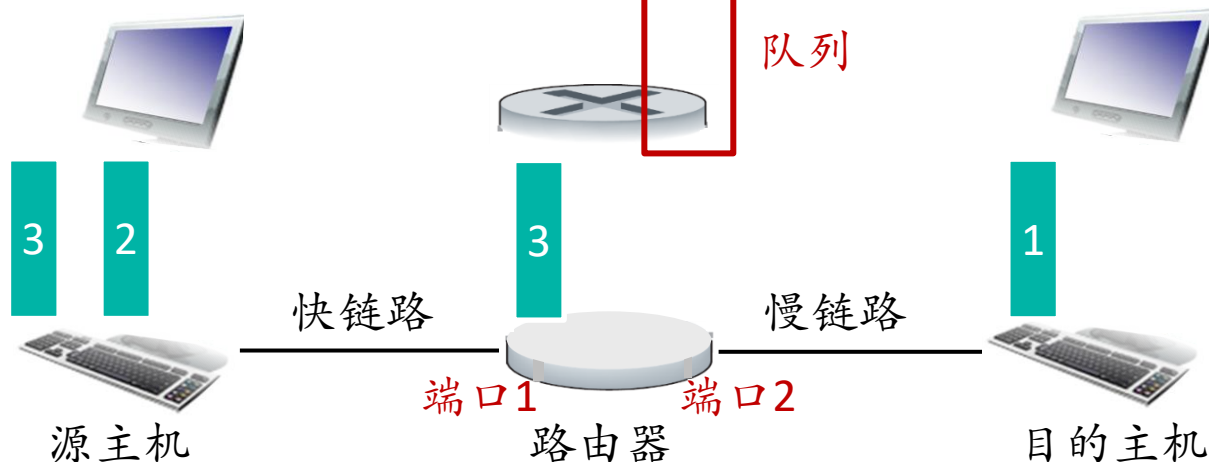
- 路由器从一个端口收到的数据一般会从另外一个端口发出去
- **问题**：怎么决定呢？
- **方法**：网络层技术（第四章）
- **存储转发**(store and forward)：整个分组全部到达路由器以后才能在发送端口传出

3. 分组交换



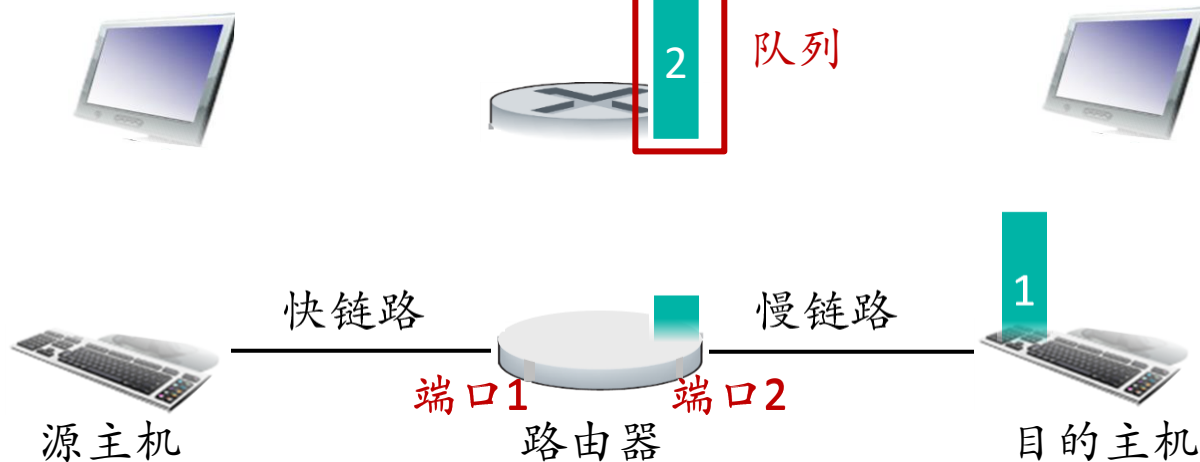
- **问题：** 如果一个端口正在发送分组，新的分组到达了，该怎么办？

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

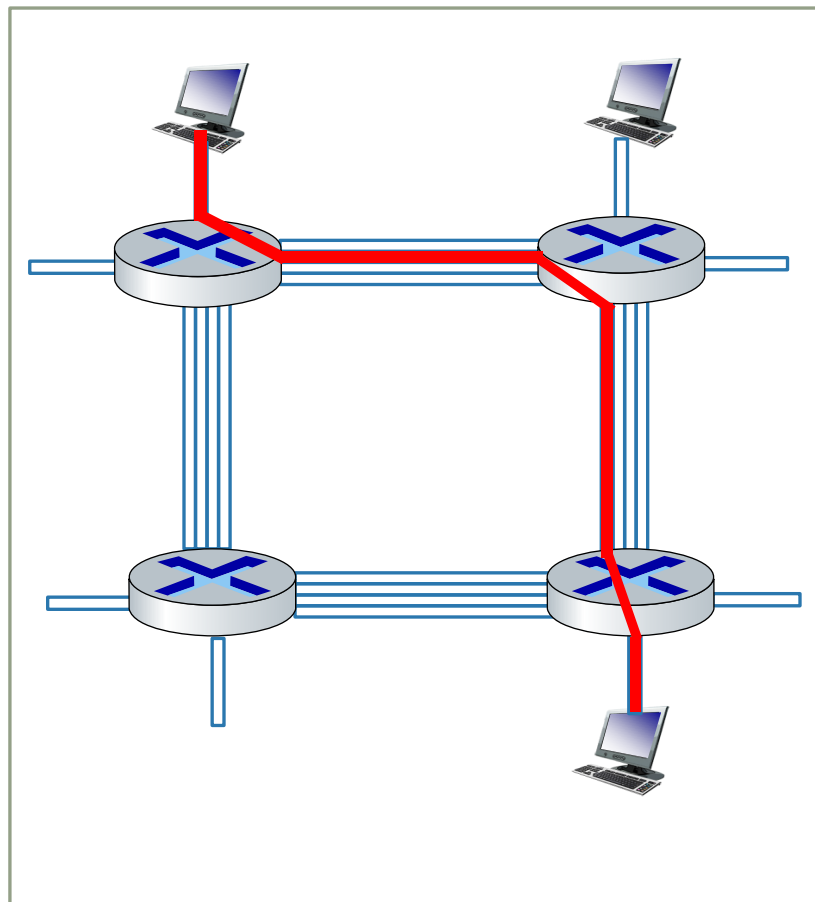


- 队列的使用
- 好处：可以吸收(存储)网络中突发的分组
- 坏处：在队列中等待的分组，因此产生了排队时延，这部分时延对应用的性能影响很大

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

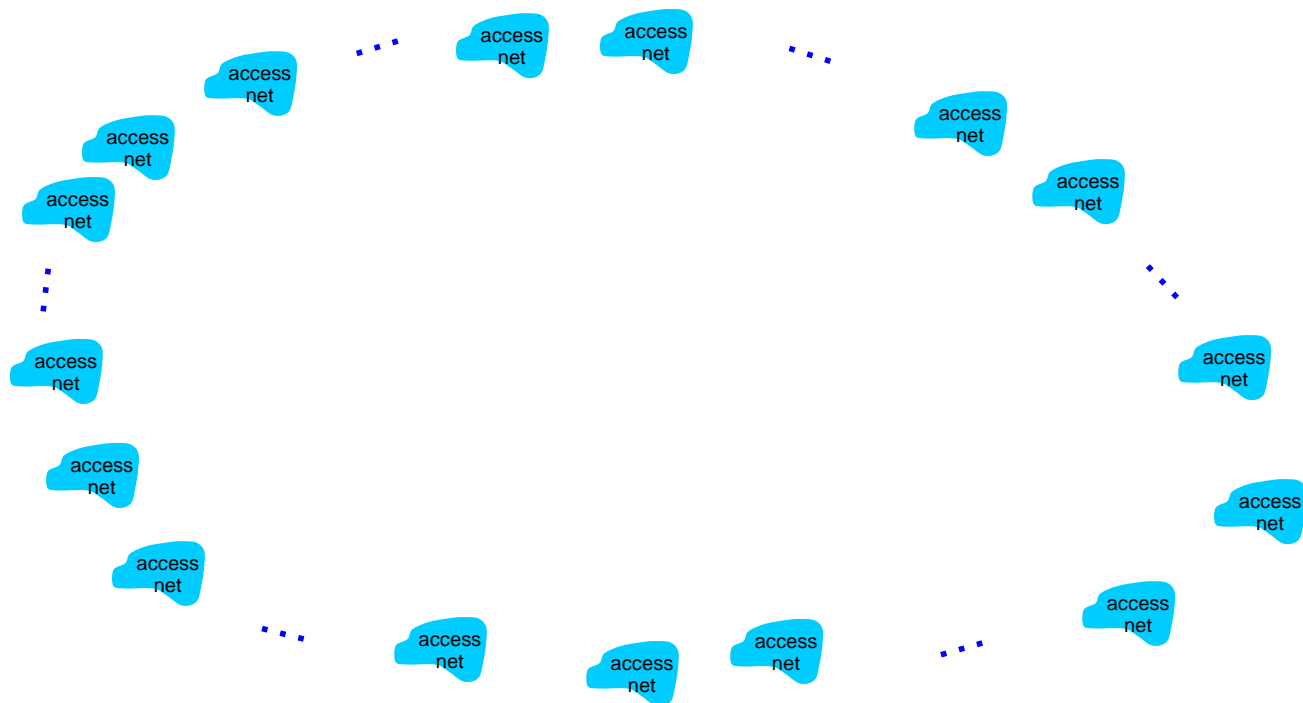
- 在数据传输之前，在源端和目的端之间**预留通信资源**，即建立电路(circuit)
- 所有数据使用**相同的链路**
- 所预留的资源由该数据传输**独享**
- 因为独享，所以能**保障**传输性能
- 资源利用率**低**
- 传统的电话网络使用

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

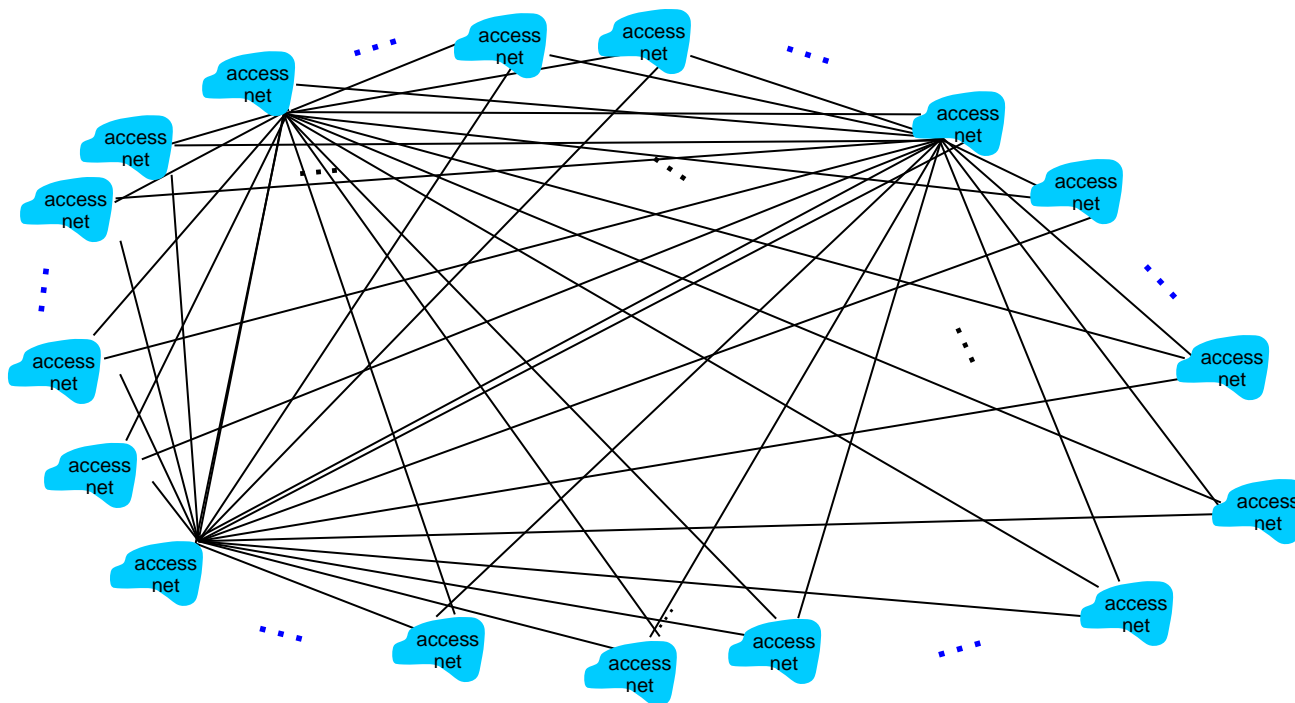
3. 网络的网络

- **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？



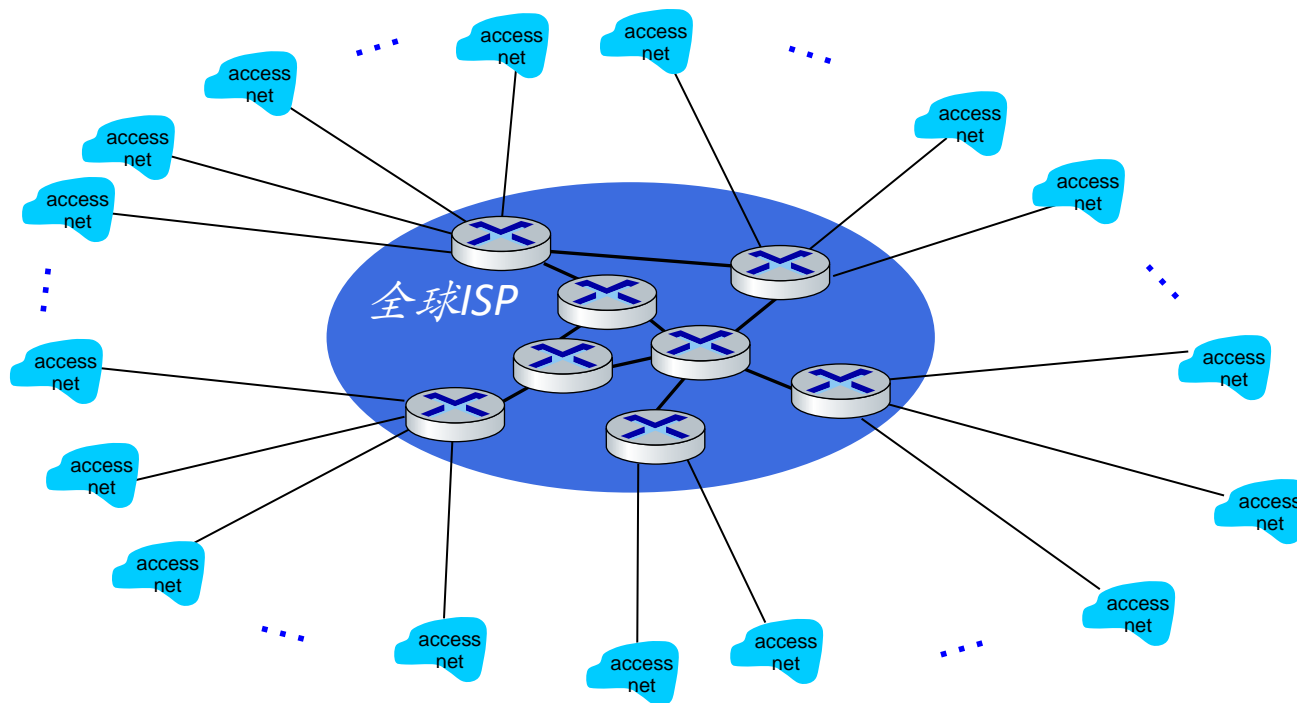
3. 网络的网络

- 解决方法：两两相连
- 问题：不具有扩展性： $O(N^2)$ 连接



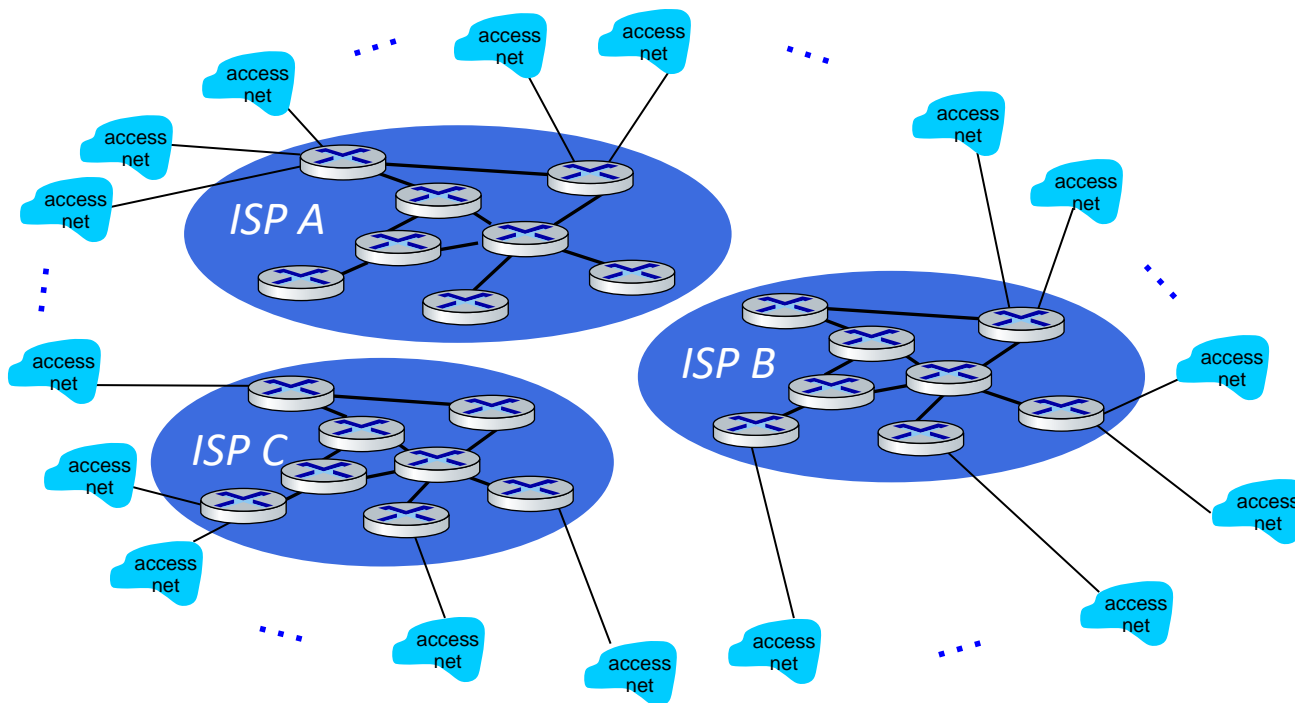
3. 网络的网络

- **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



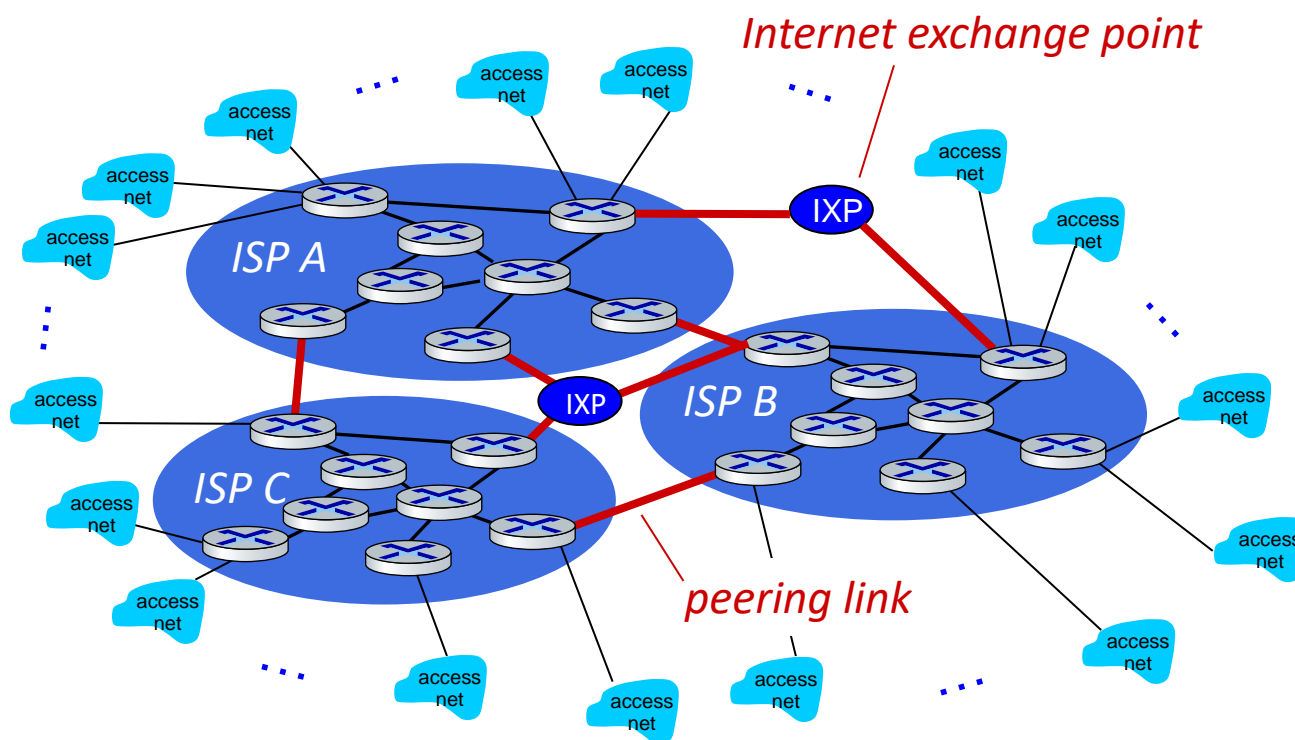
3. 网络的网络

- **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



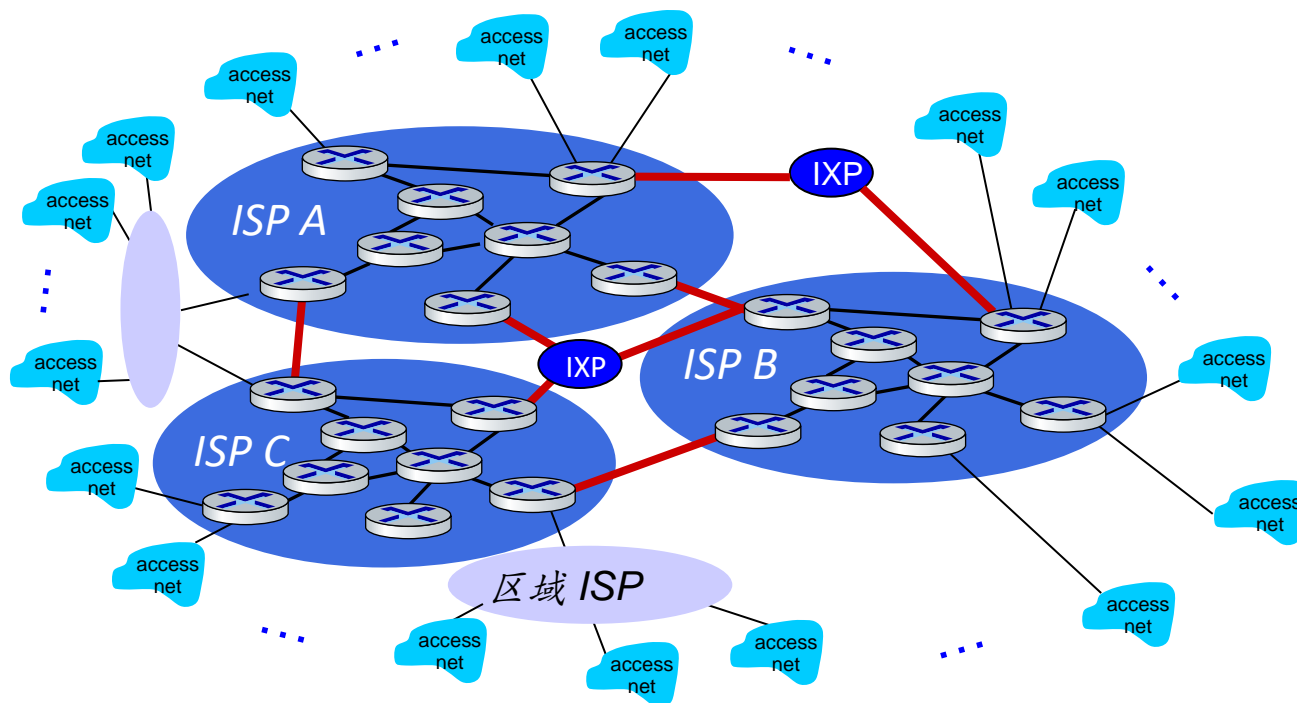
3. 网络的网络

- 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



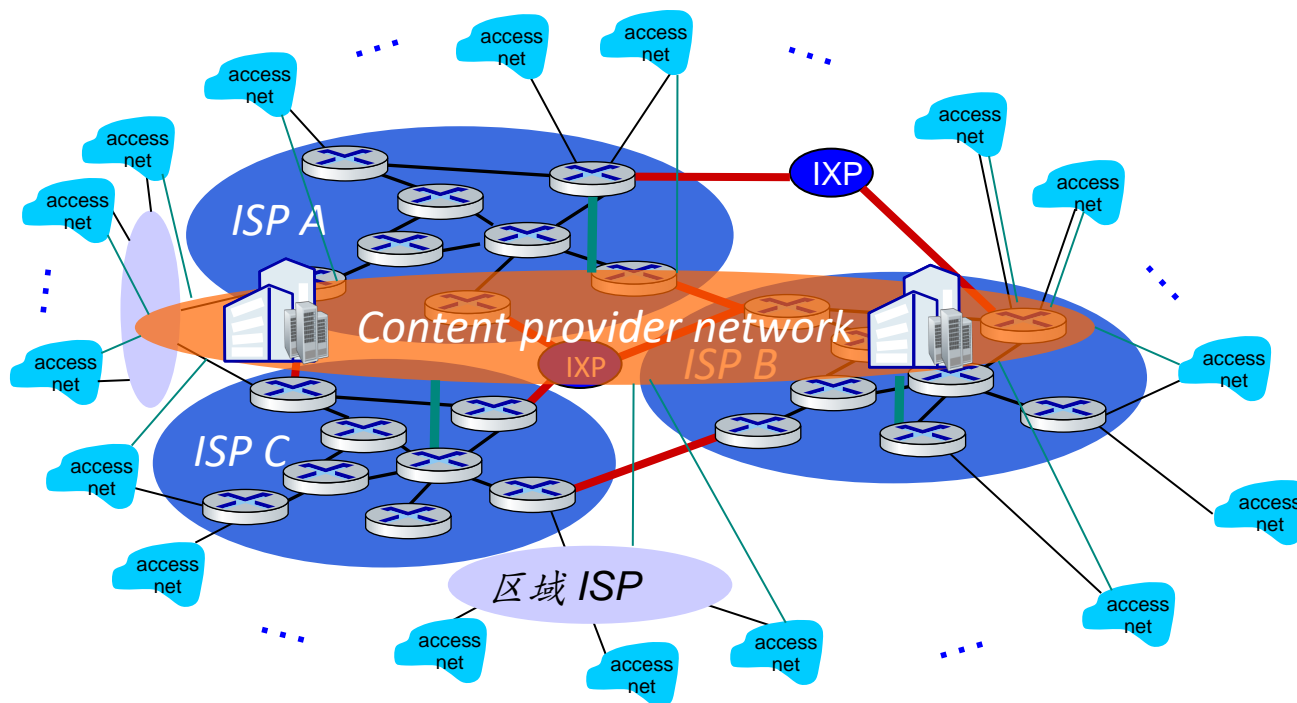
3. 网络的网络

- 进一步：在靠近用户的地方产生区域ISP用以衔接接入网



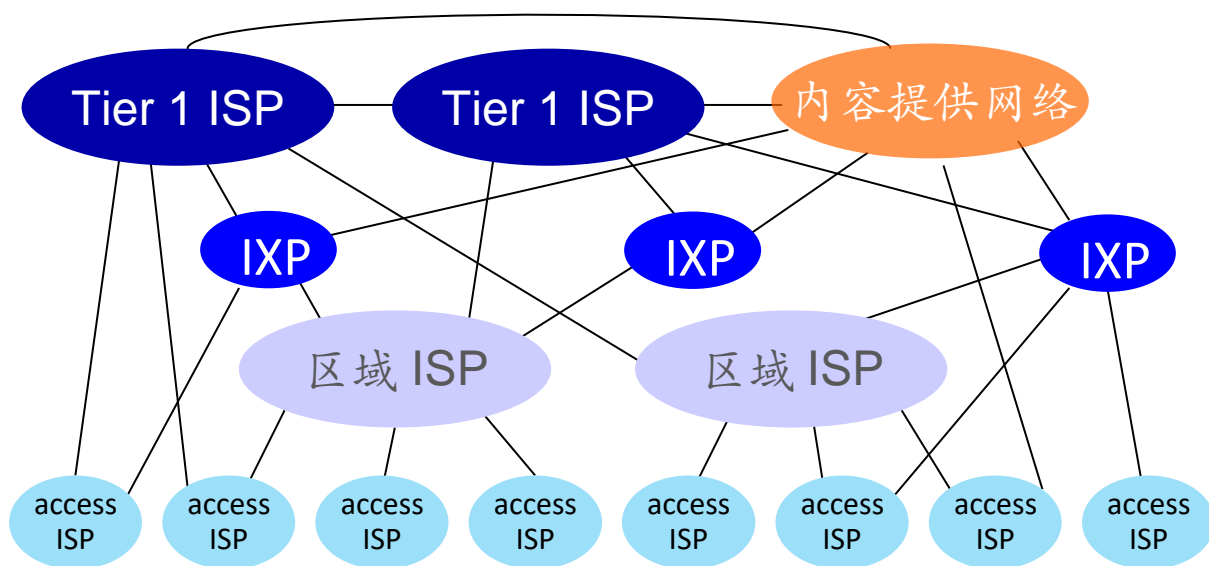
3. 网络的网络

- 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

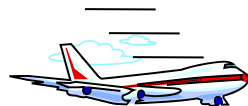
1. 什么是因特网?
2. 网络边缘
 - 端系统，接入网，链路
3. 网络核心
 - 分组交换，电路交换，网络互联
4. 协议分层模型
5. 发展历史



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



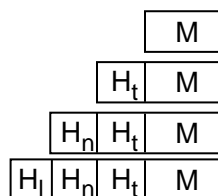
4.封装

报文message

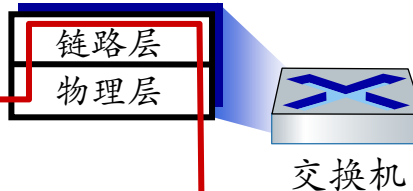
报文段segment

数据报datagram

帧frame

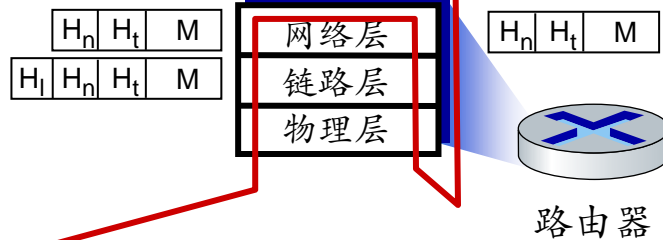
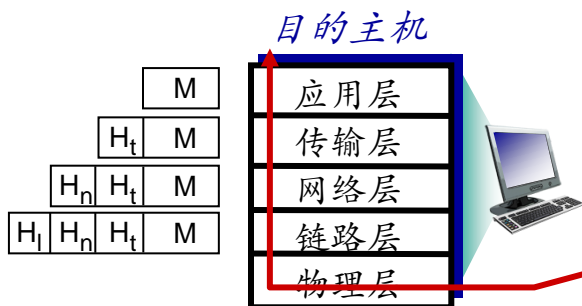


源主机



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
5. 发展历史

5. 发展简史

1961年

麻省理工学院的研究生 Leonard Kleinrock 使用排队论分析论证了分组交换的有效性。



1974年

温顿·瑟夫(Vinton Cerf) 和鲍勃·卡恩(Robert Kahn)于这一年发表了第一份TCP协议详细说明,完成了TCP/IP协议奠基性的工作。他们提出了互联网络的前驱思想,一直沿用至今。例如:网络自治,尽力而为的服务模型,无状态的路由,去中心的控制等。他们于2004年获图灵奖。

1988年

网络拥塞控制算法由范·雅各布森(Van Jacobson)首次提出。他因在网络性能优化领域的开创性成就而闻名。



Google!

1998年

搜索引擎诞生。谷歌于1998年成立,百度于两年后成立。之后的谷歌对分布式计算,大数据计算和人工智能等诸多领域的发展产生了重大影响。

2007年

Steve Jobs创立的苹果公司于2007年发布了第一款iphone。智能手机的发展带动了移动计算领域的研究和应用。Steve是无数人心中创业与创新的楷模。

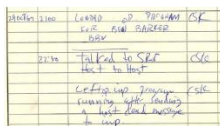


2019年

2019年6月6日,中国工信部正式发布5G商用牌照,电信运营商获得牌照后,标志着5G业务的正式商用和5G元年的到来。

1969年

ARPANET,作为第一个分组交换网络,首次实现了主机与主机之间的信息传输。第一条信息从UCLA发往斯坦福研究中心。信息原本是指令“login”,但由于接收主机系统奔溃,只成功传输了“lo”。



1983年

TCP/IP协议在ARPANET上完成部署,正式成为其标准协议。

1990年

Tim Berners-Lee 发明了万维网(World Wide Web)。与同事研发了第一个Web的原型。于1990年发布了第一个网站(info.cern.ch)和网页(<http://info.cern.ch/hypertext/WWW/TheProject.html>)。Tim于2016年获图灵奖。



2006年

随着亚马逊公司(Amazon.com)于2006年发布弹性计算云(Elastic Compute Cloud),云计算开始了发展历程。



2005年

ITU发布物联网报告,开启了万物互联时代。

2016年

科学家开始尝试把几毫米或几微米大小的传感器压缩到纳米量级,这种尺寸的传感器可以在活体内循环,或直接和建筑材料结合。纳米物联网(IoNT)有望将医药、节能以及其他领域带到一个全新的境界。



Designed by Ruitao Xie



第一章知识点汇总

- 发展历史
 - 不做要求



第一章习题

- 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？