



计算机网络基础

第二章 应用层及 应用层协议

任课教师：马婷婷



01 应用层概述

02 域名系统DNS

03 万维网WWW

04 电子邮件

05 文件传送协议FTP

06 远程终端协议TELNET

07 动态主机配置协议DHCP

08 P2P文件共享

09 网络应用编程接口

第一部分 ▶

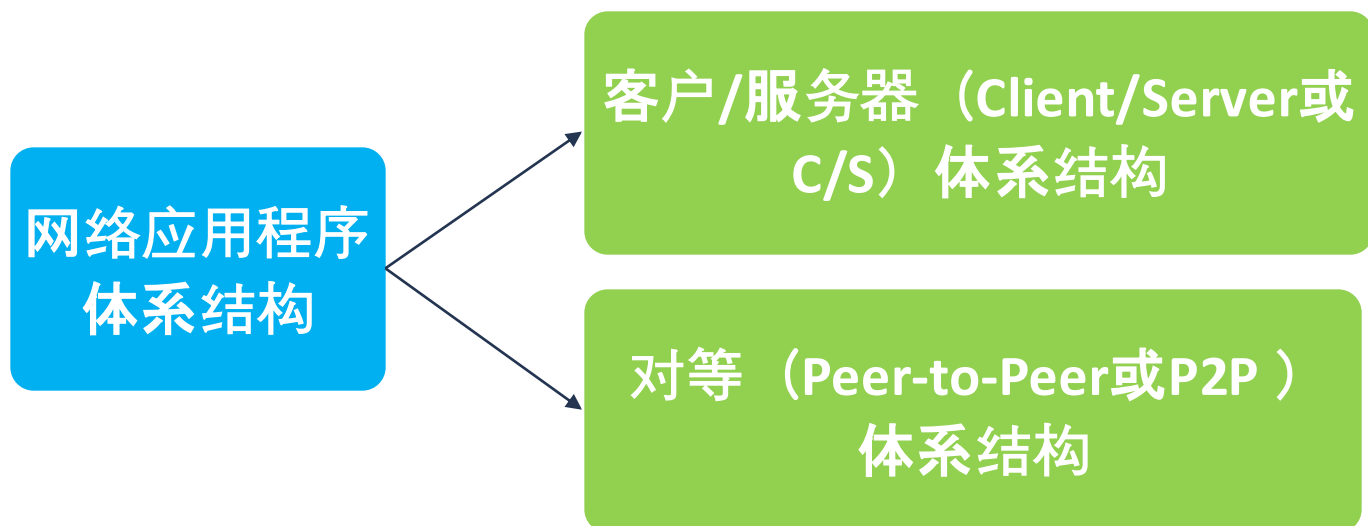
应用层概述



2.1.1 网络应用程序体系结构

网络应用程序运行在网络边缘的端系统上，通过彼此间的通信来共同完成某项任务。

网络应用程序在各种端系统上的组织方式和它们之间的关系，即网络应用程序体系结构：



2.1.2 C/S模式

C/S模式

应用程序分为客户端程序和服务器程序。

采用C/S模式的原因：

网络资源分布的不均匀性。

- 1) 网络中计算机系统的类型、硬件结构、功能都存在很大的差异。
- 2) 从软件的角度，大型应用软件一般安装在一台专用的服务器中。
- 3) 从信息资源的角度，资源存放在一台或多台大型服务器中。

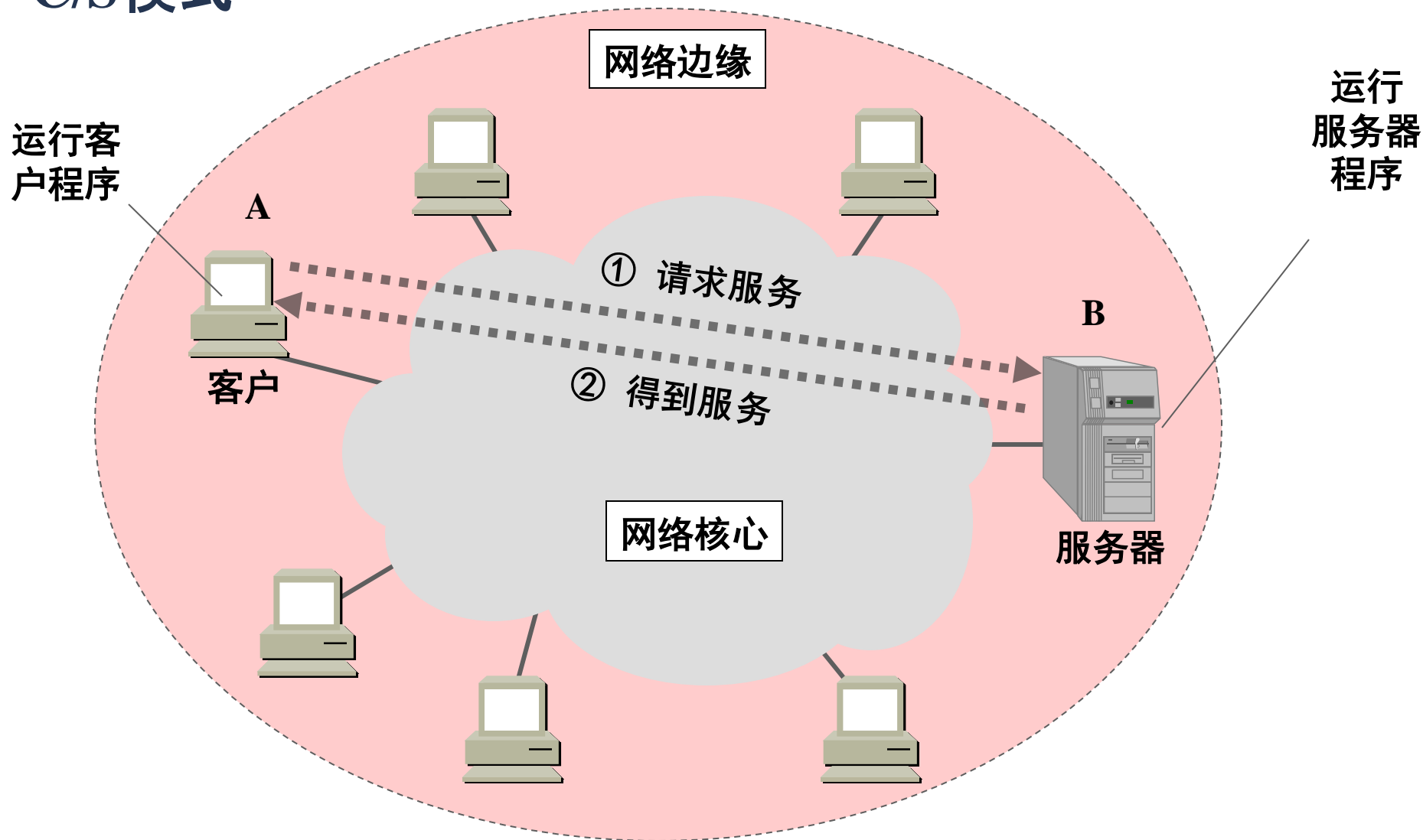
客户使用服务器的服务，服务器向客户提供网络服务。

客户(client)和服务器(server)都是指通信中所涉及的两个应用进程。

客户服务器方式所描述的是进程之间服务和被服务的关系。

客户是服务的请求方，服务器是服务的提供方。

2.1.2 C/S模式



客户 A 向服务器 B 发出请求服务，
而服务器 B 向客户 A 提供服务。

2.1.2 C/S模式

客户软件的特点

- 被用户调用后运行，在通信时主动向远地服务器发起通信（请求服务）。因此，客户程序必须知道服务器程序的地址。
- 可与多个服务器进行通信。
- 不需要特殊的硬件和很复杂的操作系统。

2.1.2 C/S模式

服务器软件的特点

一种专门用来提供某种服务的程序，可同时处理多个远地或本地客户的请求。

系统启动后即自动调用并**一直不断地运行着**，**被动地等待**并接受来自各地的客户的通信请求。因此，服务器程序不需要知道客户程序的地址。

一般需要强大的硬件和高级的操作系统支持。

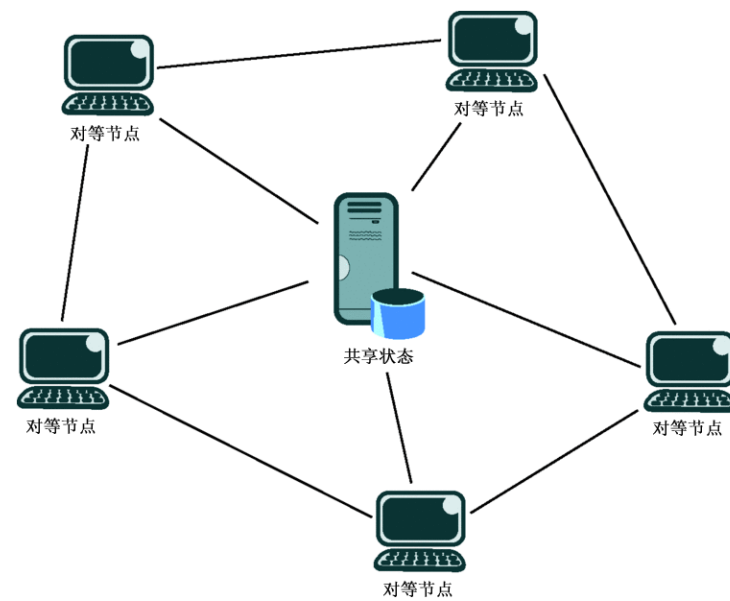
2.1.3 P2P模式

是指网络节点之间采取**对等**的方式，通过**直接交换信息**达到共享计算机资源和服务的工作模式。

在对等连接(peer-to-peer，简写为P2P)方式的网络应用中，通常没有固定的服务请求者和服务提供者，分布在网络中的应用进程是对等的，被称为**对等方**。

对等连接方式从本质上看仍然是使用客户服务器方式，只是对等连接中的每一个主机**既是客户又同时是服务器**。

2.1.3 P2P模式



C/S与P2P工作模式

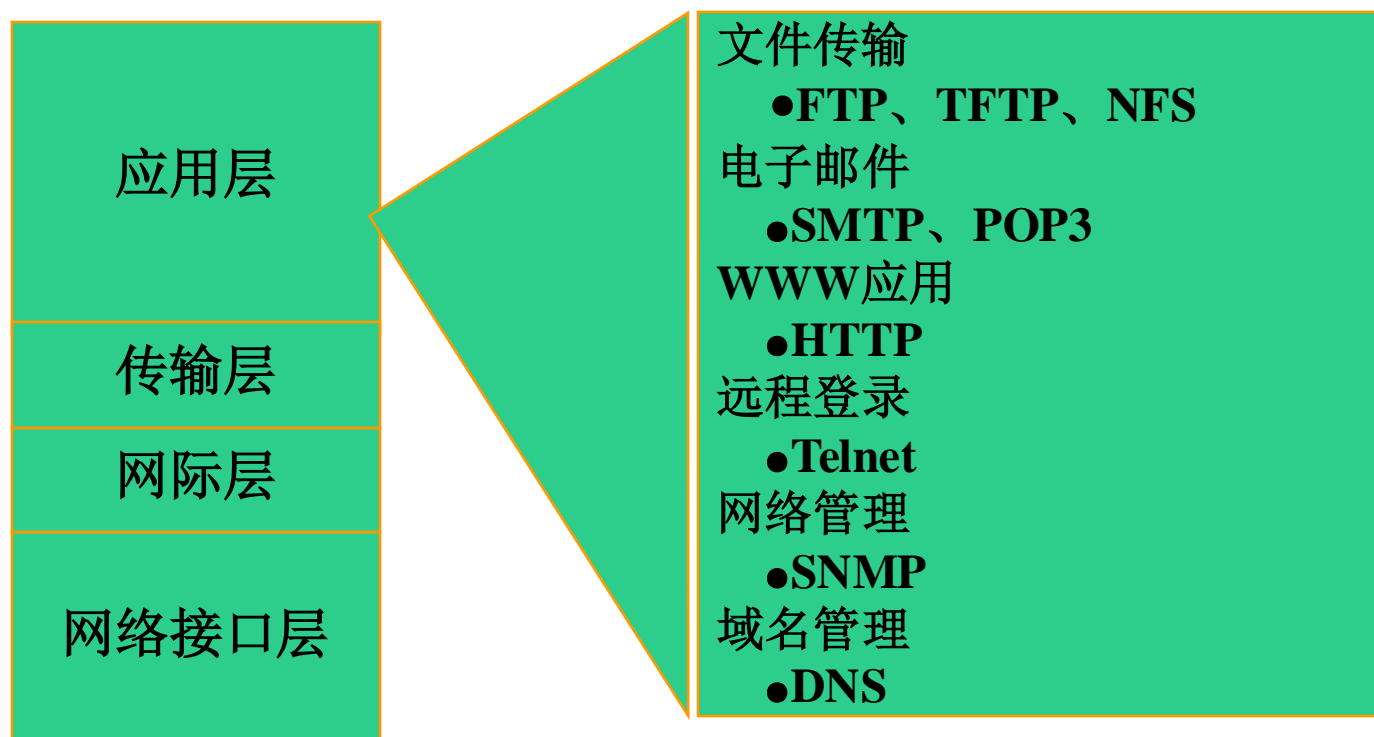
2.1.4 C/S模式与P2P模式的比较

✓区别

- C/S工作模式中信息资源的共享式以服务器为中心。
- P2P工作模式淡化服务提供者与服务提供者的界限。
- C/S与P2P模式的区别主要在应用层。采用C/S模式的应用协议有：DNS、SMTP、FTP、WEB等；采用P2P模式的应用协议有：支持BitTorrent服务的协议、支持多媒体传输类Skype服务的协议。
- P2P网络是在IP网络上构建的一种逻辑的覆盖网。

2.1.5 应用层协议的分类

应用层协议为文件传输、电子邮件、远程登录、网络管理、Web浏览等应用提供了支持。



2.1.5 应用层协议的分类

根据应用层协议在Internet中的作用和提供的服务，分为：

✓基础设施类

- 全局性：DNS协议
- 局部性：DHCP协议

✓网络应用类

- 基于C/S：TELNET, SMTP, FTP, HTTP。
- 基于P2P：文件共享P2P, 即时通信P2P, 流媒体P2P, 共享存储P2P, 协调工作P2P等。

✓网络管理类

- SNMP

第二部分 ▶

域名系统DNS



2.2 域名系统DNS

问题的提出

IP地址的优点和缺点

- TCP/IP互联网中，可以使用IP地址标识主机
- IP地址更适合计算机处理，IP地址包含足够的路由信息。
- IP地址不适合人们记忆。对一般用户而言，IP地址非常抽象，不是十分直观
- 用户希望利用好读、易记的字符串来标识主机。
- 无法通过IP地址猜测主机的用途
 - ✓ 比如一个主机到底是www服务器还是FTP服务器？

2.2.1 互联网的命名机制

应解决的3个问题

- 全局惟一性

- 一个特定的主机名在整个互联网上是惟一的

- 名字便于管理

- 分配名字、确认名字、回收名字

- 高效地进行映射

- 高效地将主机名映射为IP地址（或将IP地址映射为主机名）

2.2.1 互联网的命名机制

层次型命名机制

✓ 层次型命名机制的概念

- 在名字中加入结构, 而这种结构是层次型的

✓ 层次型名字的树状结构

- 树中的每一节点都有一个相应的标识符
- 主机名就是从树叶到树根 (或从树根到树叶) 路径上各节点标识符的有序序列

2.2.1 互联网的命名机制

层次型命名机制特点

✓ 全局惟一性

- 只要同一子树下每层节点的标识符不冲突，完整的主机名绝对不会冲突。

✓ 易于管理

- 层次型命名机制

✓ 名字-地址的映射

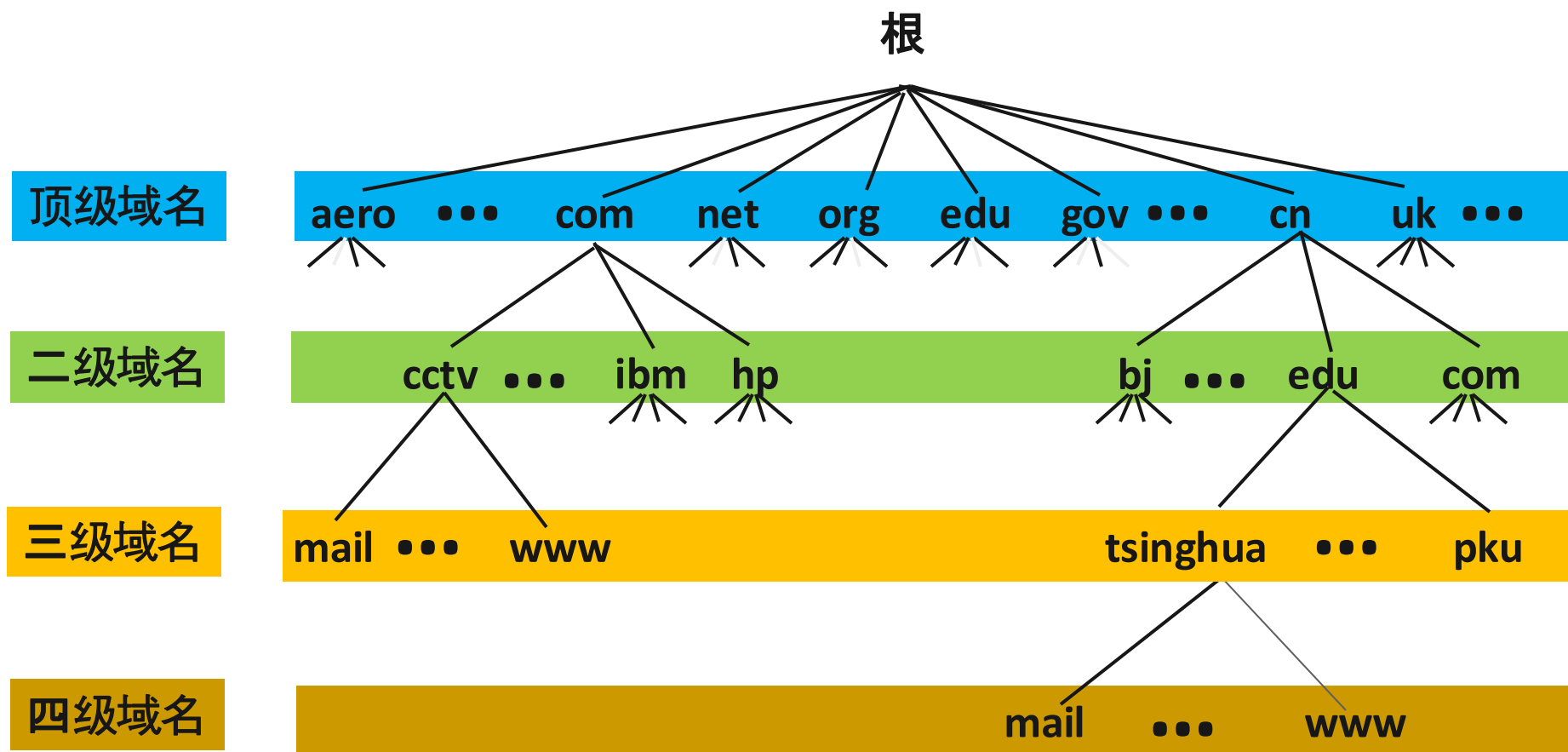
- 层次型命名机制有利于高效地进行映射（详见域名解析部分）

2.2.2 域名系统 (DNS, Domain Name System)

- ✓ **域名**：层次化的主机名。解决了主机名的管理问题。
- ✓ **域名系统**：层次型名字管理机制
 - 任务是将域名解析为对应的IP地址。解决了主机名—IP地址映射问题。
- ✓ **优点**：
 - 使用方便，易于记忆。
 - 一致性好，不会随IP地址的改变而改变。

2.2.2 域名系统 (DNS, Domain Name System)

- 层次结构的域名构成域名空间
- 域名空间分为若干层次：根域（顶级域）和次级域



2.2.2 域名系统 (DNS, Domain Name System)

顶级域名 TLD (Top Level Domain)

(1) 国家顶级域名 nTLD : 如: .cn 表示中国, .us 表示美国, .uk 表示英国, 等等。

(2) 通用顶级域名 gTLD : 最早的顶级域名是 :

.com	(公司和企业)
.net	(网络服务机构)
.org	(非赢利性组织)
.edu	(美国专用的教育机构)
.gov	(美国专用的政府部门)
.mil	(美国专用的军事部门)
.int	(国际组织)

(3) 基础结构域名(infrastructure domain) : 这种顶级域名只有一个, 即 arpa, 用于反向域名解析, 因此又称为反向域名。



2.2.2 域名系统 (DNS, Domain Name System)

主机域名的构成

✓ 主机名是由一系列由“.”分开的标签组成：

- 每个标签不能超过63个字符；
- 全部的标签不能超过255个字符；
- 书写顺序是从**主机开始直到域名树的根域**为止。

例如：

- www.hfuu.edu.cn
- netcourse.xjtu.edu.cn

✓ 域名是一个组织在域名空间中的名字：

- 例如，合肥学院的域名为hfuu.edu.cn。
- 该组织中已注册的主机都以组织的域名为后缀。

2.2.2 域名系统 (DNS, Domain Name System)

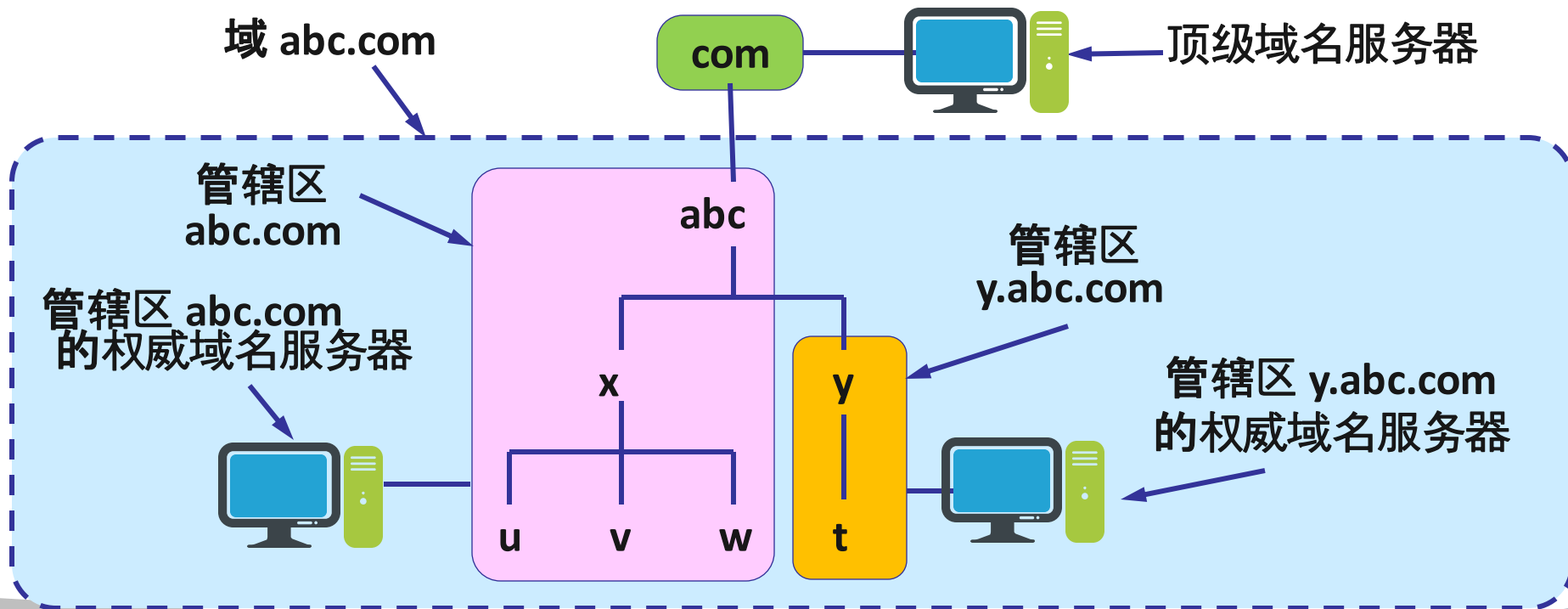
<http://mail.163.com/index.html>

- 1) http://: 这个是协议，也就是HTTP超文本传输协议，也就是网页在网上传输的协议。
- 2) mail : 这个是服务器名，代表着是一个邮箱服务器，所以是mail.
- 3) 163.com: 这个是域名，是用来定位网站的独一无二的名字。
- 4) mail.163.com : 这个是主机名（网站名），由服务器名+域名组成。
- 5) / : 这个是根目录，也就是说，通过网站名找到服务器，然后在服务器存放网页的根目录
- 6:) index.html : 这个是根目录下的默认网页（当然，163的默认网页是不是这个我不知道，只是大部分的默认网页，都是index.html）
- 7) <http://mail.163.com/index.html>: 这个叫做URL，统一资源定位符，全球性地址，用于定位网上的资源。

2.2.3 域名服务器

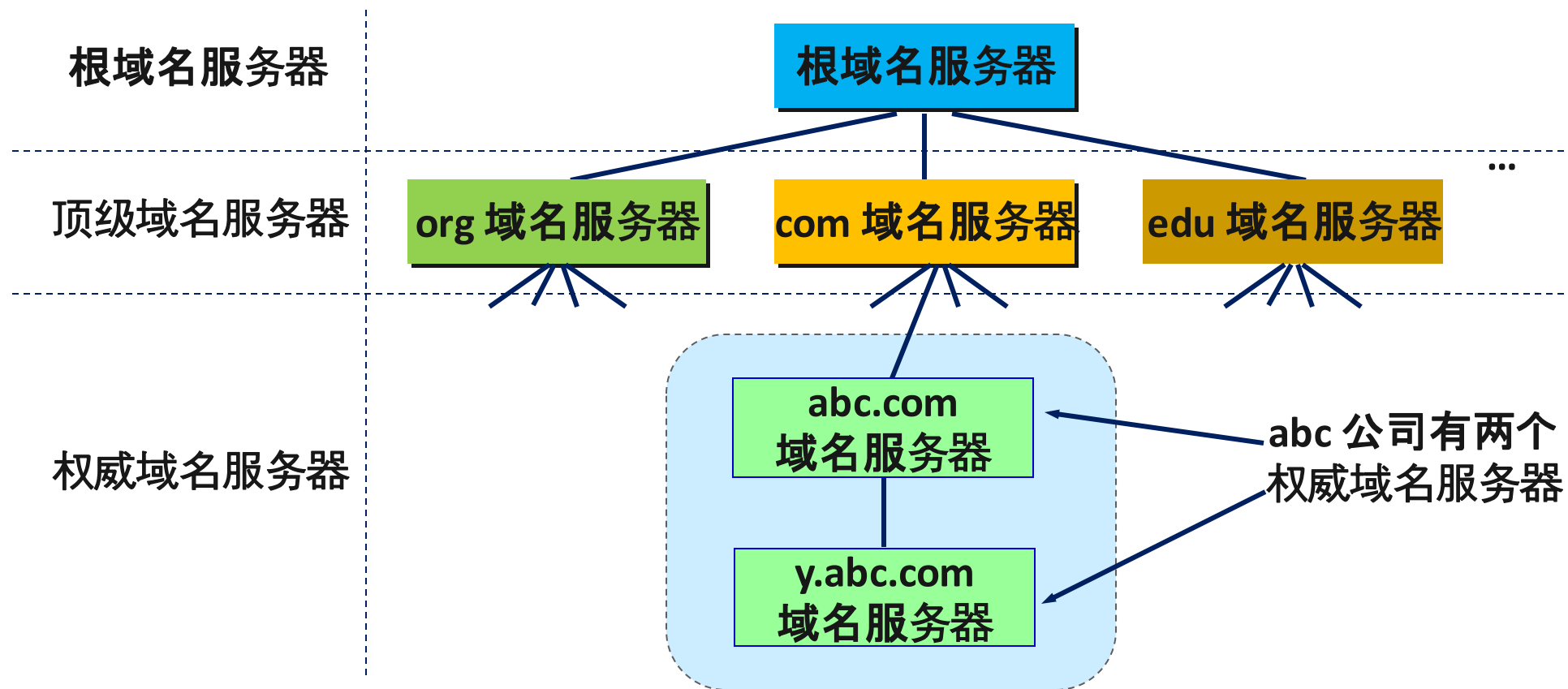
- 域名服务器实现域名和IP地址之间映射
- 一个服务器所负责管辖的（或有权限的）范围叫做区(zone)。
- 每一个区设置相应的权威域名服务器，用来保存该区中的所有主机的域名到IP地址的映射。
- DNS 服务器的管辖范围不是以“域”为单位，而是以“区”为单位。

权威域名服务器和管辖区



2.2.3 域名服务器

DNS域名服务器的等级结构



2.2.3 域名服务器

域名服务器的四种类型

1、根域名服务器

3、权威域名服务器

2、顶级域名服务器

4、本地域名服务器



2.2.3 域名服务器

1) 根域名服务器

——最高层次的域名服务器

- 这是最高层次的域名服务器。
- 根域名服务器并不直接管辖某个区的域名信息，但每个根域名服务器都知道所有的顶级域名服务器的域名及其IP地址。
- 在因特网上共有13个不同IP地址的根域名服务器。尽管我们将这13个根域名服务器中的每一个都视为单个的服务器，但每台“服务器”实际上是由许多分布在世界各地的计算机构成的服务器群集。
- 当本地域名服务器向根域名服务器发出查询请求时，路由器就把查询请求报文转发到离这个DNS客户最近的一个根域名服务器。
- 根域名服务器通常并不直接对域名进行解析，而是返回该域名所属顶级域名的顶级域名服务器的IP地址。

2.2.3 域名服务器

2) 顶级域名服务器 (即TLD服务器)

- 这些域名服务器负责管理在该顶级域名服务器注册的所有二级域名。
- 当收到 DNS 查询请求时, 就给出相应的回答 (可能是最后的结果, 也可能是下一步应当找的域名服务器的 IP 地址) 。

2.2.3 域名服务器

3) 权威域名服务器

- 负责管理某个区的域名服务器。
- 每一个主机的域名都必须在某个权威域名服务器处注册登记。
- 因此权威域名服务器知道其管辖的域名与IP地址的映射关系。
- 另外，权威域名服务器还知道其下级域名服务器的地址。

2.2.3 域名服务器

4) 本地域名服务器

- 当一个主机发出DNS查询报文时，这个查询报文就首先被送往该主机的本地域名服务器。本地域名服务器起着DNS代理的作用。
- 每一个因特网服务提供者 ISP，或一个大学，甚至一个大学里的系，都可以拥有一个本地域名服务器
- 这种域名服务器有时也称为默认域名服务器。

2.2.3 域名服务器

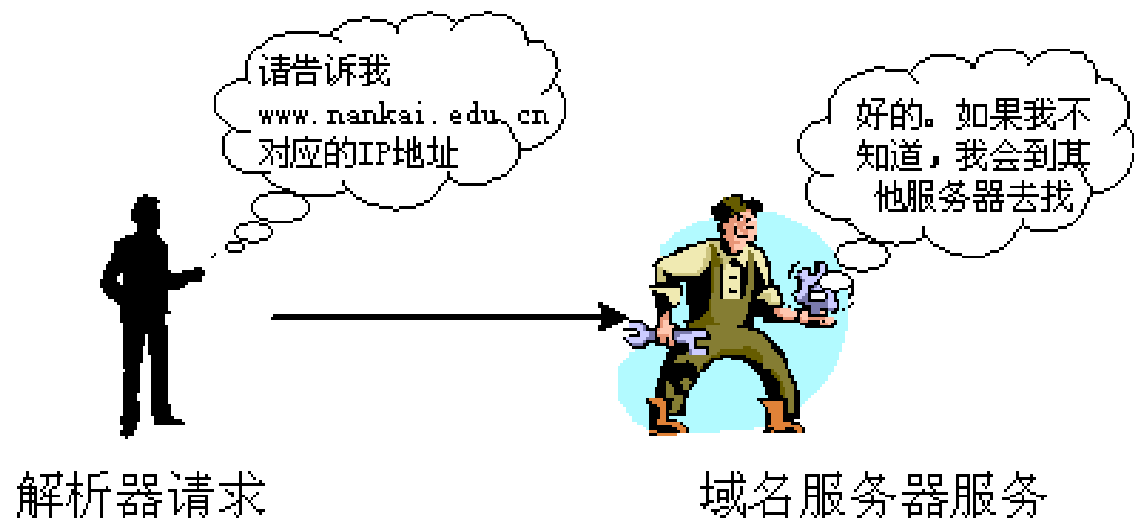
提高域名服务器的**可靠性**

- DNS 域名服务器都把数据复制到几个域名服务器来保存，其中的一个是**主域名服务器**，其他的是**辅助域名服务器**。
- 当主域名服务器出故障时，辅助域名服务器可以保证 DNS 的查询工作不会中断。
- 主域名服务器定期把数据复制到辅助域名服务器中，而更改数据只能在主域名服务器中进行。这样就保证了数据的一致性。

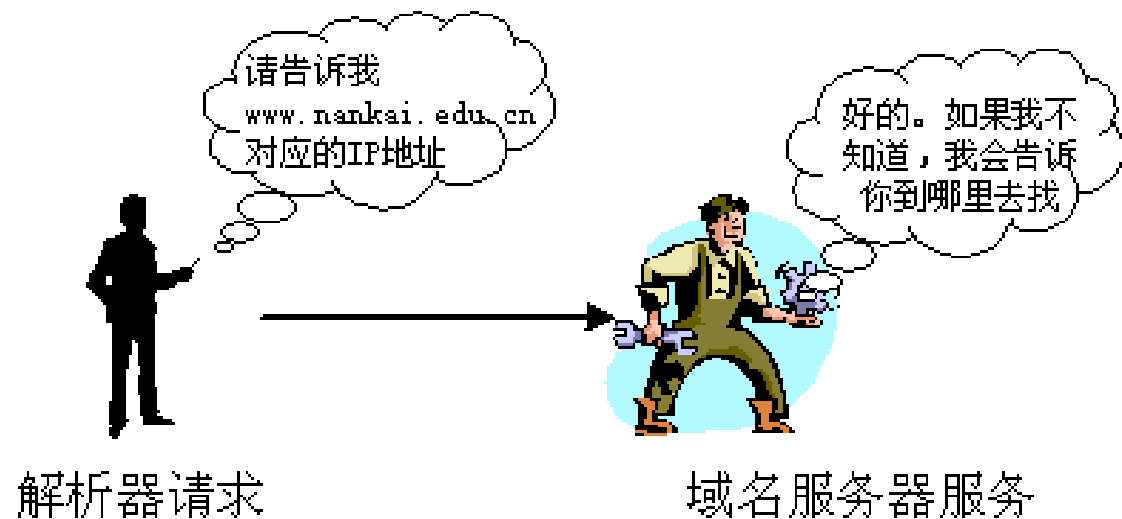
2.2.4 域名解析过程

- 主机向本地域名服务器的查询一般都是采用**递归查询**。如果主机所询问的本地域名服务器不知道被查询域名的 IP 地址，那么本地域名服务器就以 DNS 客户的身份，向其他根域名服务器继续发出查询请求报文。
- 本地域名服务器向根域名服务器的查询通常是采用**迭代查询**。当根域名服务器收到本地域名服务器的迭代查询请求报文时，要么给出所要查询的 IP 地址，要么告诉本地域名服务器：“你下一步应当向哪一个域名服务器进行查询”。然后让本地域名服务器进行后续的查询。

2.2.4 域名解析过程



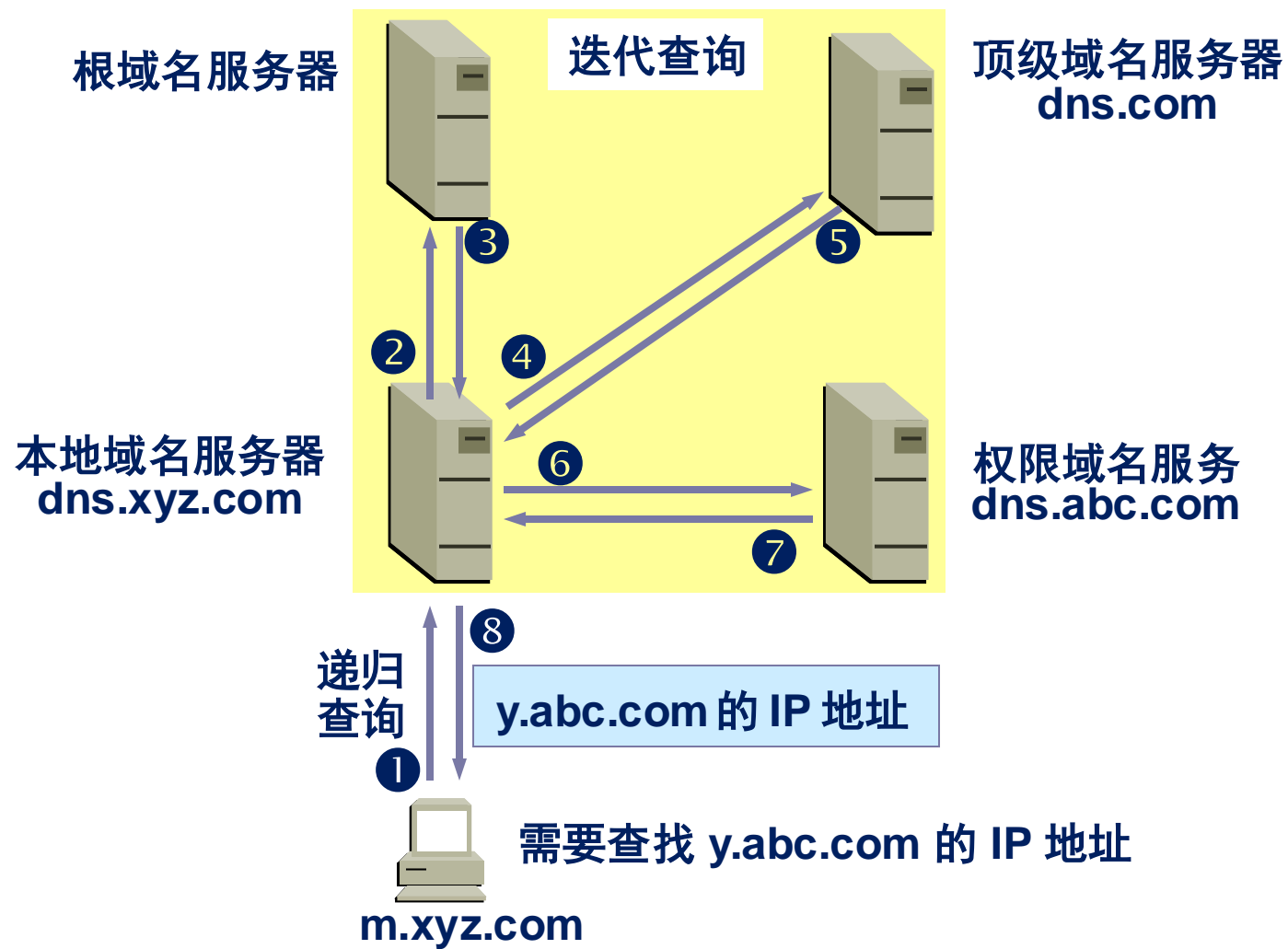
递归解析



迭代解析

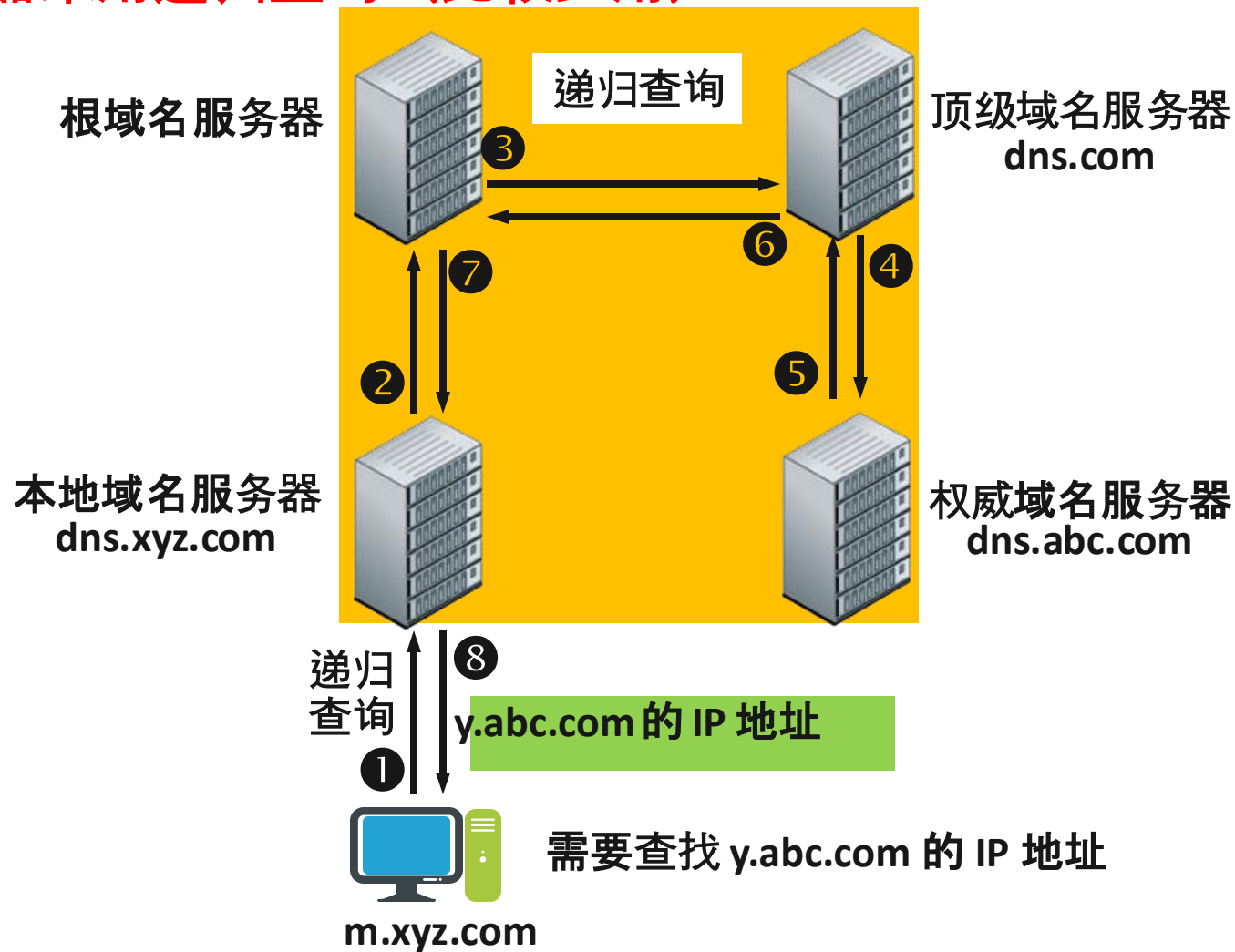
2.2.4 域名解析过程

本地域名服务器采用迭代查询



2.2.4 域名解析过程

本地域名服务器采用递归查询（比较少用）



2.2.4 域名解析过程

名字的高速缓存

- 每个域名服务器都维护一个高速缓存，存放最近用过的名字以及从何处获得名字映射信息的记录。
- 可大大减轻根域名服务器的负荷，使因特网上的 DNS 查询请求和回答报文的数量大为减少。
- 为保持高速缓存中的内容正确，域名服务器应为每项内容设置计时器，并处理超过合理时间的项（例如，每个项目只存放两天）。
- 当权威域名服务器回答一个查询请求时，在响应中都指明绑定有效存在的时间值。增加此时间值可减少网络开销，而减少此时间值可提高域名转换的准确性。

第三部分 ▶

万维网WWW

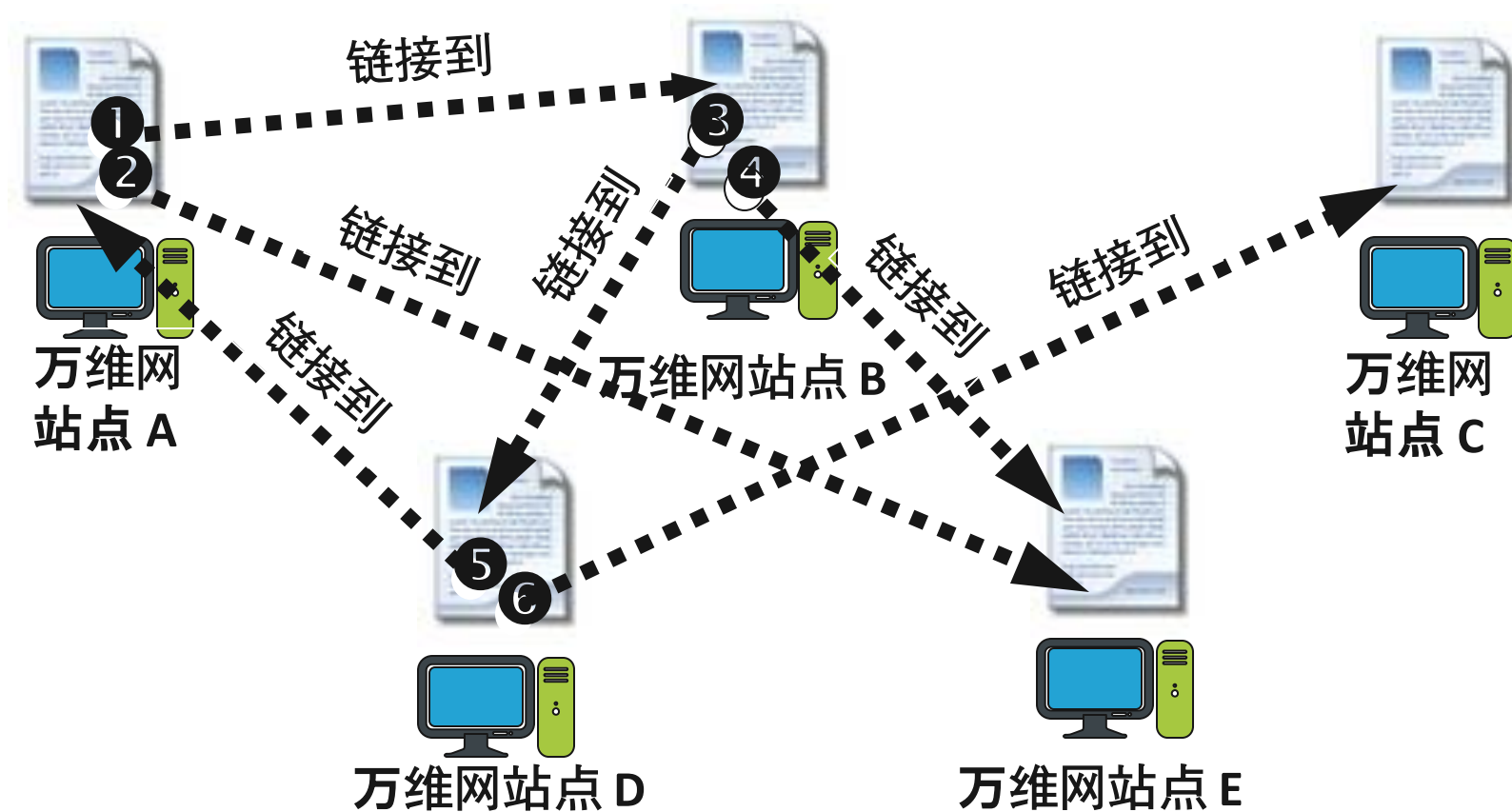


2.3.1 万维网概述

- 万维网 WWW (World Wide Web)并非某种特殊的计算机网络。
- 万维网是一个大规模的、联机式的信息储藏所。
- 万维网用链接的方法能非常方便地从因特网上的一个站点访问另一个站点，从而主动地按需获取丰富的信息。
- 这种访问方式称为“**链接**”。

2.3.1 万维网概述

万维网提供分布式服务



2.3.1 万维网概述

超媒体与超文本

- 万维网是**分布式超媒体**(hypermedia)系统, 它是**超文本**(hypertext)系统的扩充。
- 一个超文本由多个信息源链接成。利用一个链接可使用户找到另一个文档。这些文档可以位于世界上任何一个接在因特网上的超文本系统中。超文本是万维网的基础。
- 超媒体与超文本的区别是文档内容不同。超文本文档仅包含文本信息, 而超媒体文档还包含其他表示方式的信息, 如图形、图像、声音、动画, 甚至活动视频图像。

2.3.1 万维网概述

万维网的工作方式

- 万维网以**客户服务器(C/S)**方式工作。
- **浏览器**就是在用户计算机上的万维网**客户程序**。万维网文档所驻留的计算机则运行**服务器程序**，因此这个计算机也称为**万维网服务器**。
- 客户程序向服务器程序发出请求，服务器程序向客户程序送回客户所要的万维网文档。
- 在一个客户程序主窗口上显示出的万维网文档称为**页面**(page)。

2.3.1 万维网概述

万维网必须解决的问题

(1) 怎样标志分布在整个因特网上的万维网文档？

- 使用统一资源定位符 URL (Uniform Resource Locator) 来标志万维网上的各种文档。
- 使每一个文档在整个因特网的范围内具有唯一的标识符 URL。

(2) 用何协议实现Web页面的传输？

- 在万维网客户程序与万维网服务器程序之间进行交互所使用的协议，是超文本传送协议 HTTP (HyperText Transfer Protocol)。
- HTTP 是一个应用层协议，它使用 TCP 连接进行可靠的传送。

(3) 如何编写万维网文档使它们能在因特网上的各种计算机上显示出来，如何在文档中嵌入超链？

- 超文本标记语言 HTML (HyperText Markup Language) 使得万维网页面的设计者可以很方便地用一个超链从本页面的某处链接到因特网上的任何一个万维网页面，并且能够在自己的计算机屏幕上将这些页面显示出来。

(4) 怎样使用户能够很方便地找到所需的信息？

- 为了在万维网上方便地查找信息，用户可使用各种的搜索工具（即搜索引擎）。

2.3.2 统一资源定位符 URL

URL的格式

- 统一资源定位符 URL 是对可以从因特网上得到的资源的位置和访问方法的一种简洁的表示。
- URL 给资源的位置提供一种抽象的识别方法, 并用这种方法给资源定位。只要能够对资源定位, 系统就可以对资源进行各种操作, 如存取、更新、替换和查找其属性。
- URL 相当于一个文件名在网络范围的扩展。因此 URL 是与因特网相连的机器上的任何可访问对象的一个指针。

2.3.2 统一资源定位符 URL

URL的一般格式

<协议>://<主机>:<端口>/<路径>

ftp —— 文件传送协议 FTP

http —— 超文本传送协议 HTTP

News —— USENET 新闻

2.3.2 统一资源定位符 URL

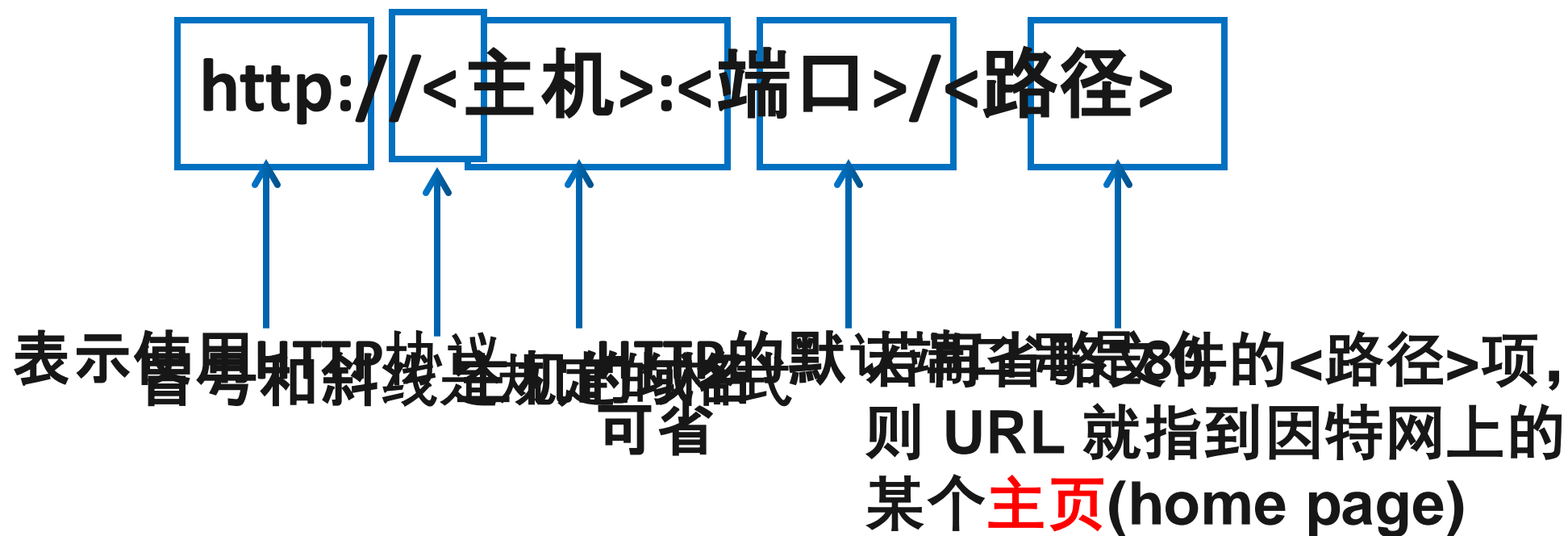
URL的一般格式

<协议>://<主机>:<端口>/<路径>

**<主机> 是存放资源的计算机
在因特网中的域名**

2.3.2 统一资源定位符 URL

使用 HTTP 的 URL 的一般格式

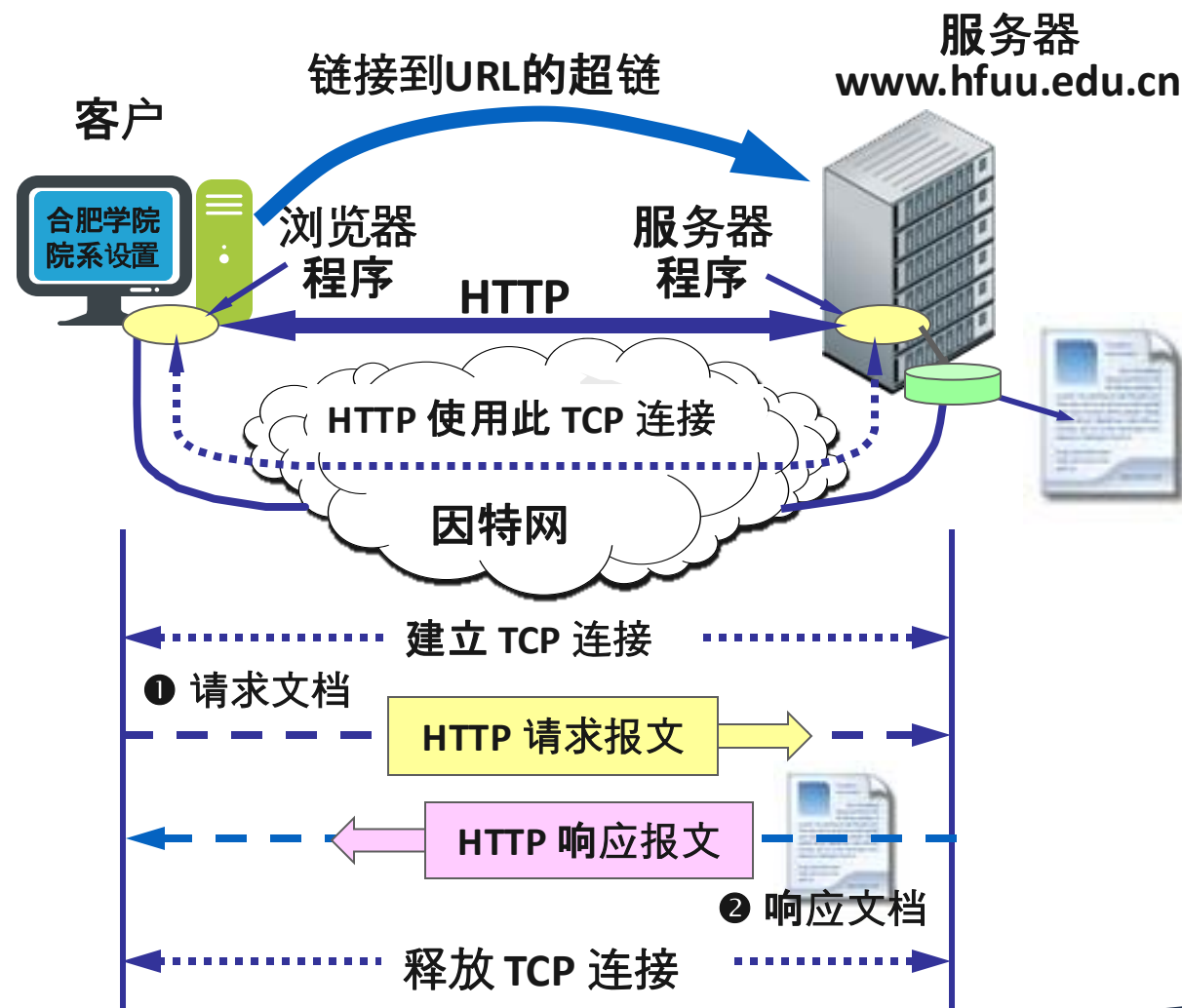


2.3.3 超文本传送协议 HTTP

1) HTTP 的操作过程

- HTTP 协议定义了浏览器（即万维网客户进程）怎样向万维网服务器请求万维网文档，以及万维网服务器怎样把万维网文档传送给浏览器。
- HTTP使用的运输层协议是TCP，默认端口号是80。

万维网的工作过程



2.3.3 超文本传送协议 HTTP

用户鼠标单击屏幕上的超链接。该链接指向“合肥学院学院简介”的页面，其URL是<http://www.hfuu.edu.cn/4145/list.htm>。

用户点击鼠标后所发生的事件

- (1) • 浏览器分析超链指向页面的 URL。
- (2) • 浏览器向 DNS 请求解析 www.hfuu.edu.cn 的 IP 地址。
- (3) • 域名系统 DNS 解析出合肥学院服务器的 IP 地址（IP地址是？）。
- (4) • 浏览器与服务器建立 TCP 连接(在服务器端IP地址是？， 端口是？)
- (5) • 浏览器发出取文件命令：GET /4145/list.htm。
- (6) • 服务器www.hfuu.edu.cn给出响应， 把文件 list.htm 发给浏览器。
- (7) • 释放TCP连接。
- (8) • 浏览器显示“合肥学院学院简介”文件 list.htm 中的所有文本。

2.3.3 超文本传送协议 HTTP

HTTP的主要特点

- HTTP 1.0 协议是无状态的(stateless)。HTTP不要求服务器保留客户的任何状态信息。
- HTTP 协议本身也是无连接的, 虽然它使用了面向连接的 TCP 向上提供的服务。

2.3.3 超文本传送协议 HTTP

2) HTTP 的报文结构

HTTP 有两类报文：

请求报文——从客户向服务器发送请求报文。

响应报文——从服务器到客户的回答。

由于 HTTP 是面向正文的(text-oriented)，因此在报文中的每一个字段都是一些 ASCII 码串，因而每个字段的长度都是不确定的。

2.3.3 超文本传送协议 HTTP

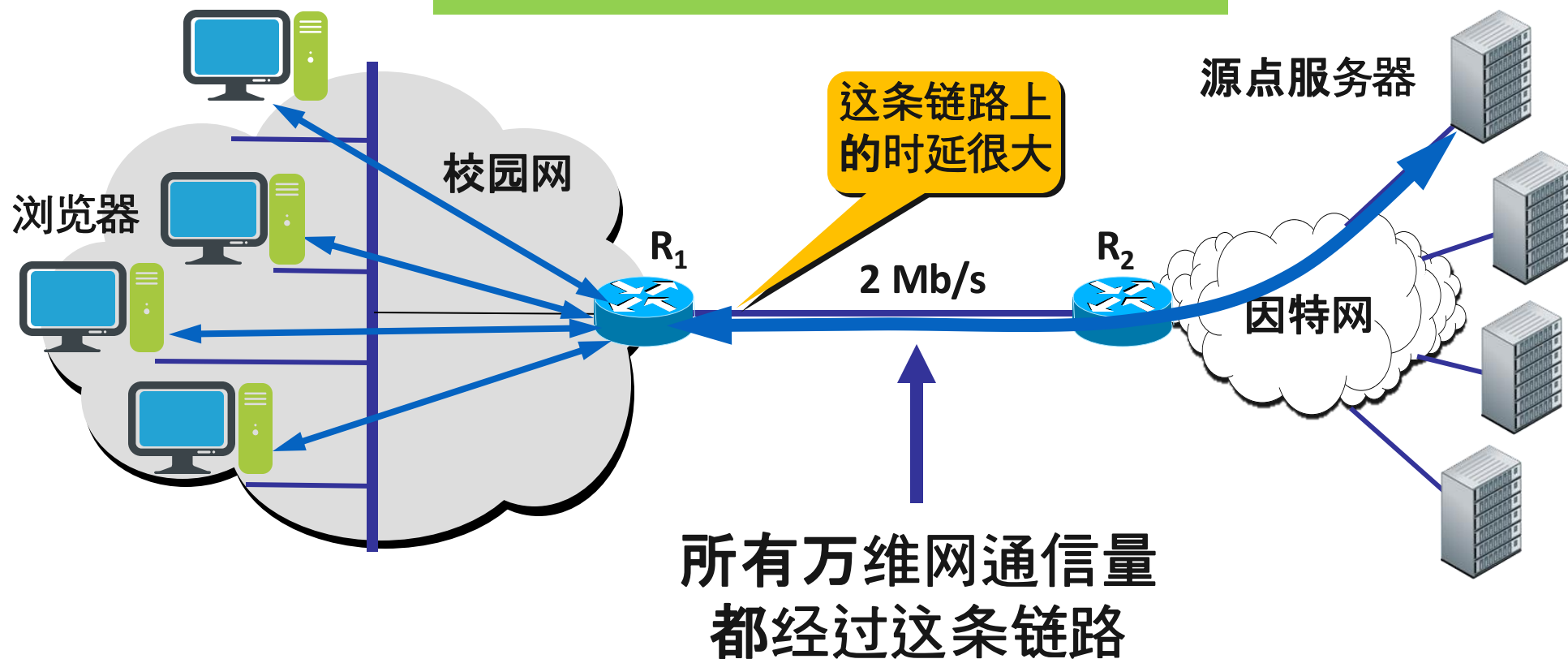
3) 代理服务器(proxy server)

- 代理服务器(proxy server)又称为万维网高速缓存(Web cache), 它代表浏览器发出 HTTP 请求。
- 万维网高速缓存把最近的一些请求和响应暂存在本地磁盘中。
- 当与暂时存放的请求相同的新请求到达时, 万维网高速缓存就把暂存的响应发送出去, 而不需要按 URL 的地址再去因特网访问该资源。

2.3.3 超文本传送协议 HTTP

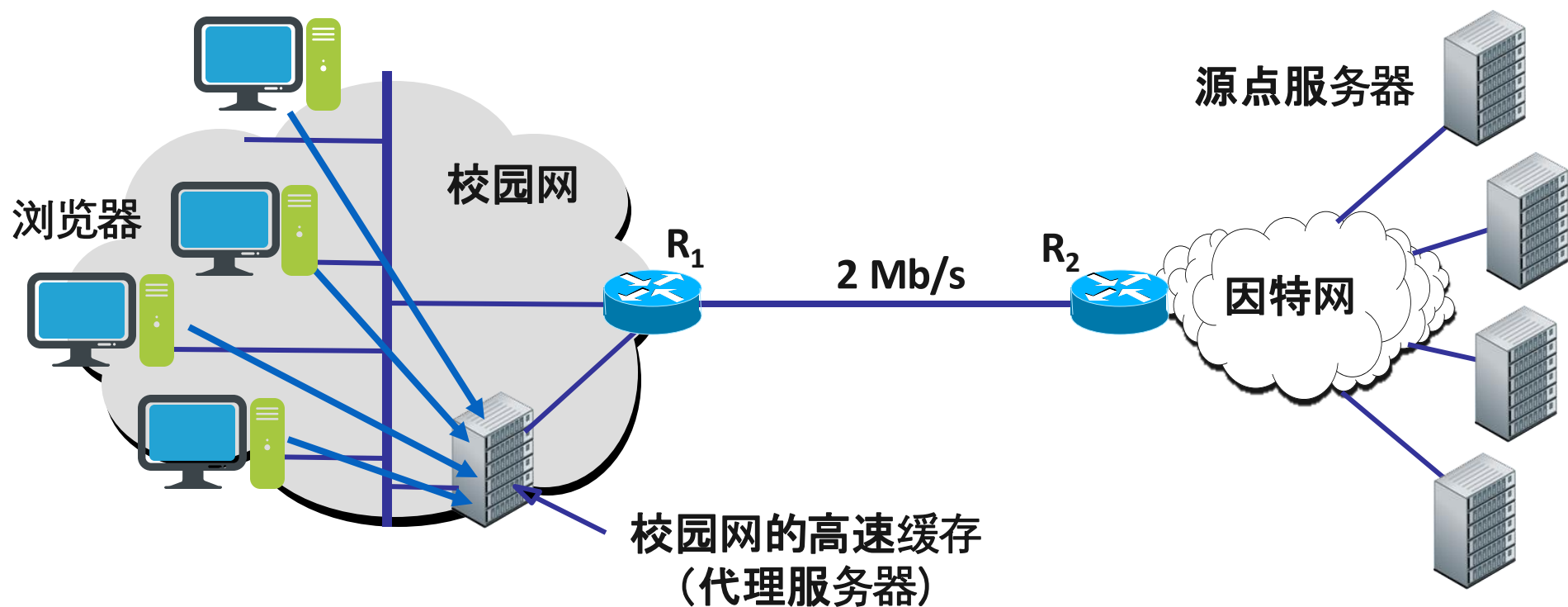
使用高速缓存可减少访问因特网服务器的时延

没有使用高速缓存的情况



2.3.3 超文本传送协议 HTTP

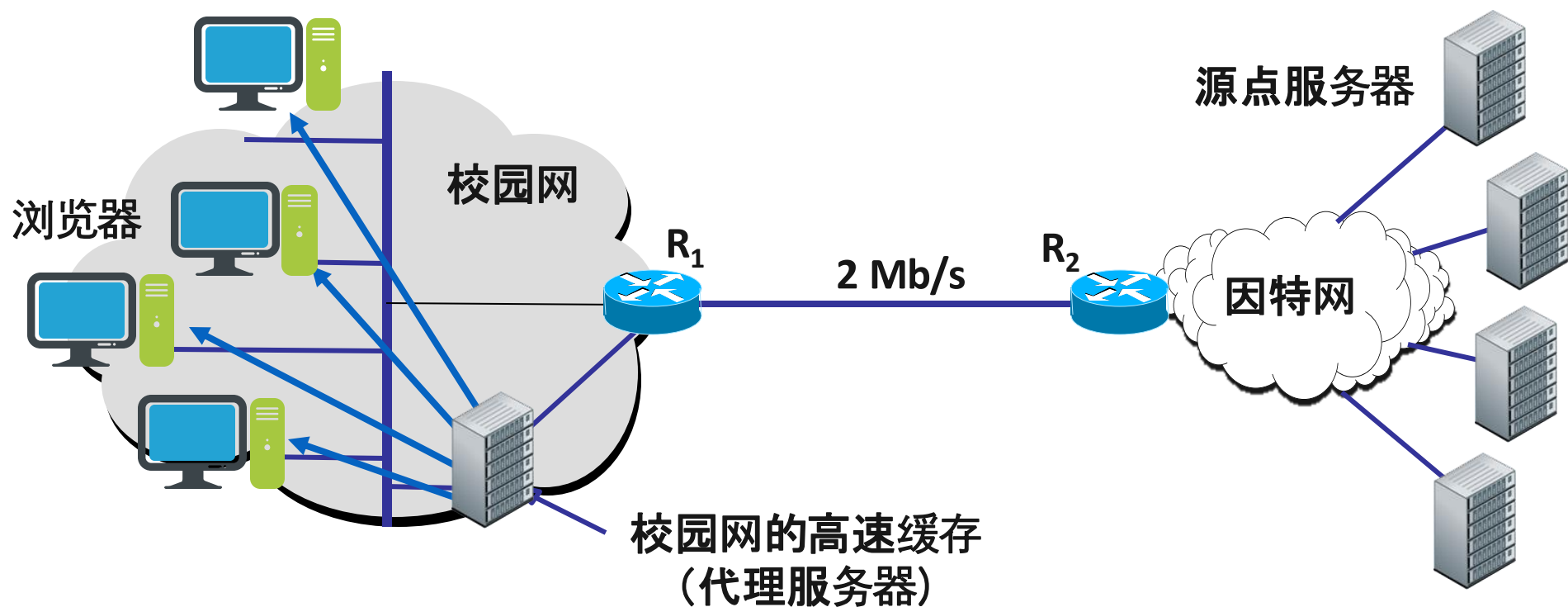
使用高速缓存的情况



2.3.3 超文本传送协议 HTTP

使用高速缓存的情况

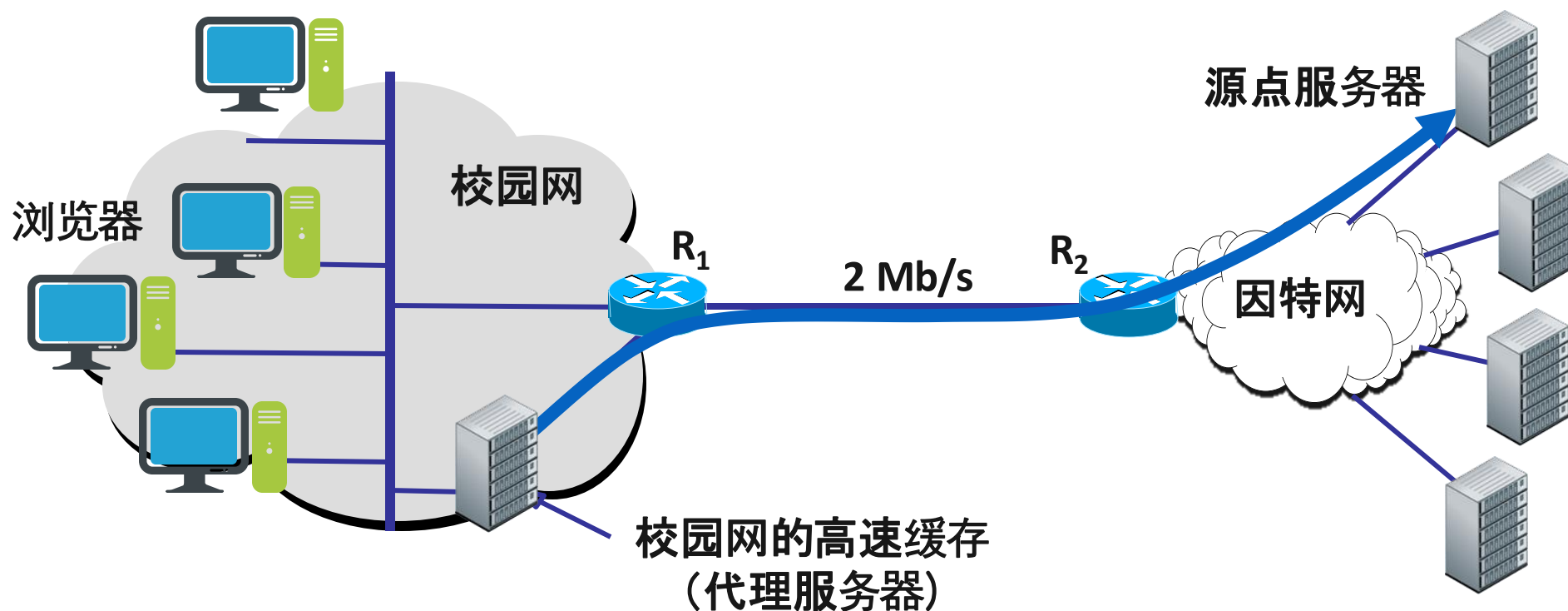
(2) 若高速缓存已经存放了所请求的对象，则将此对象放入 HTTP 响应报文中返回给浏览器。



2.3.3 超文本传送协议 HTTP

使用高速缓存的情况

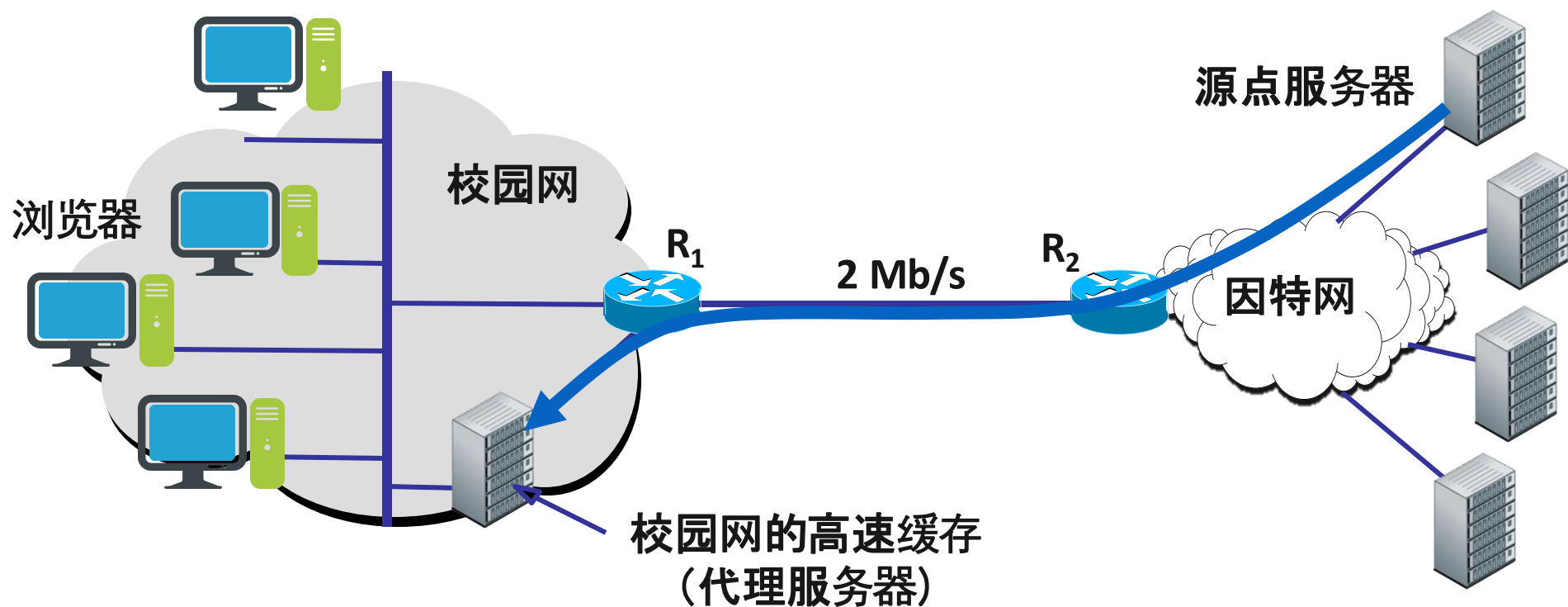
(3) 否则，高速缓存就代表发出请求的用户浏览器，与因特网上的源点服务器建立 TCP 连接，并发送 HTTP 请求报文。



2.3.3 超文本传送协议 HTTP

使用高速缓存的情况

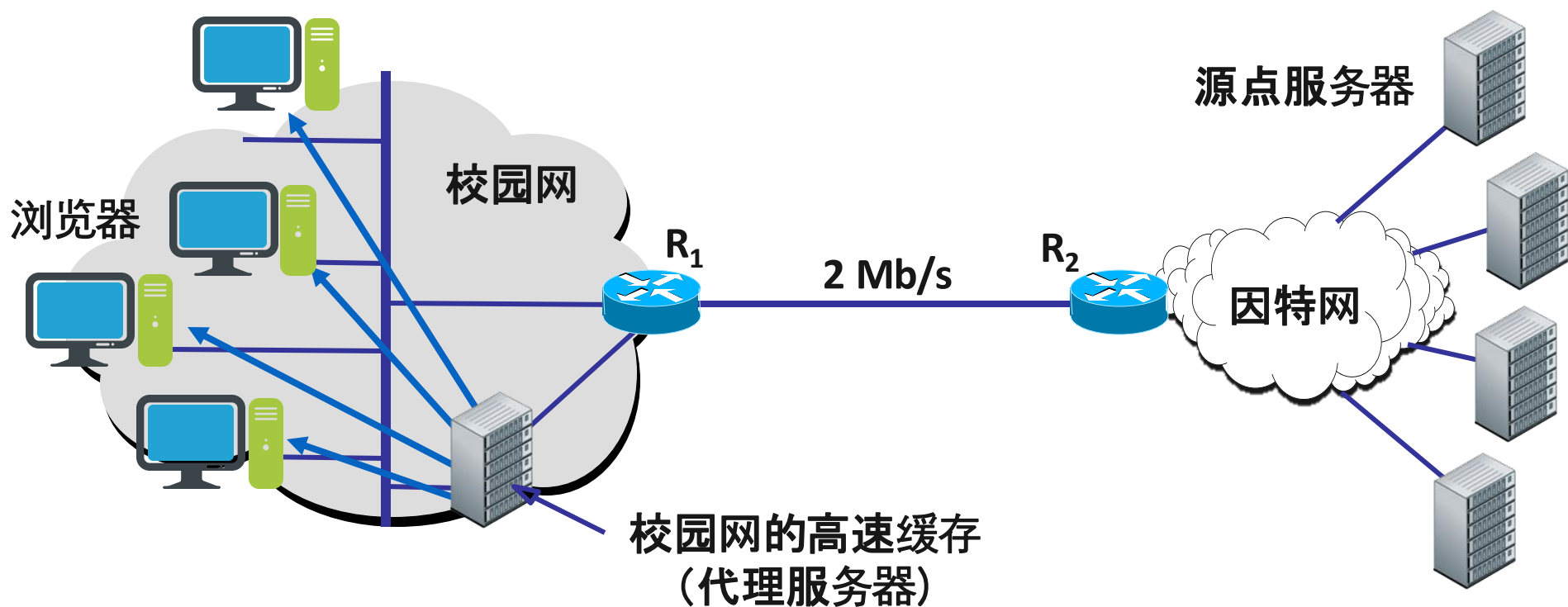
(4) 源点服务器将所请求的对象放在 HTTP 响应报文中返回给校园网的高速缓存。



2.3.3 超文本传送协议 HTTP

使用高速缓存的情况

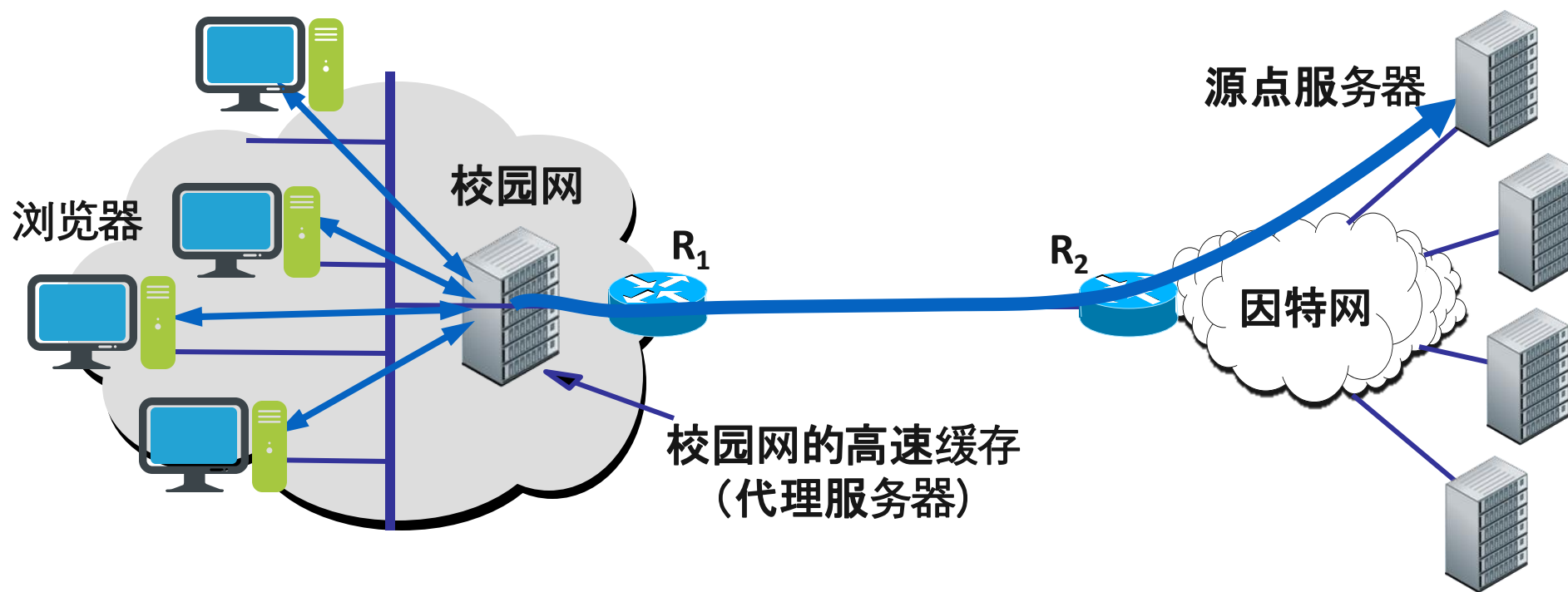
(5) 高速缓存收到此对象后，先复制在其本地存储器中（为今后使用），然后再将该对象放在 HTTP 响应报文中，通过已建立的 TCP 连接，返回给请求该对象的浏览器。



2.3.3 超文本传送协议 HTTP

使用高速缓存的情况

(6) 代理服务器的另一个作用就是可以用来隔离内外网络。



2.3.4 万维网的文档

1) 超文本标记语言 HTML

- 超文本标记语言 HTML 中的 Markup 的意思就是“设置标记”。
- HTML 定义了许多用于排版的命令（即标签）。
- HTML 把各种标签嵌入到万维网的页面中。这样就构成了所谓的 HTML 文档。HTML 文档是一种可以用任何文本编辑器创建的 ASCII 码文件。

2.3.4 万维网的文档

HTML文档

- 仅当HTML文档是以.html或.htm为后缀时，浏览器才对此文档的各种标签进行解释。
- 如HTML文档改换以.txt为其后缀，则 HTML 解释程序就不对标签进行解释，而浏览器只能看见原来的文本文件。
- 当浏览器从服务器读取 HTML 文档后，就按照HTML文档中的各种标签，根据浏览器所使用的显示器的尺寸和分辨率大小，重新进行排版并恢复出所读取的页面。
- HTML允许在万维网页面中插入图像。
- HTML还规定了链接的设置方法。
- 链接的终点可以是其他网站上的页面。这种链接方式叫做远程链接。
- 有时链接可以指向本计算机中的某一个文件或本文件中的某处。这叫做本地链接。

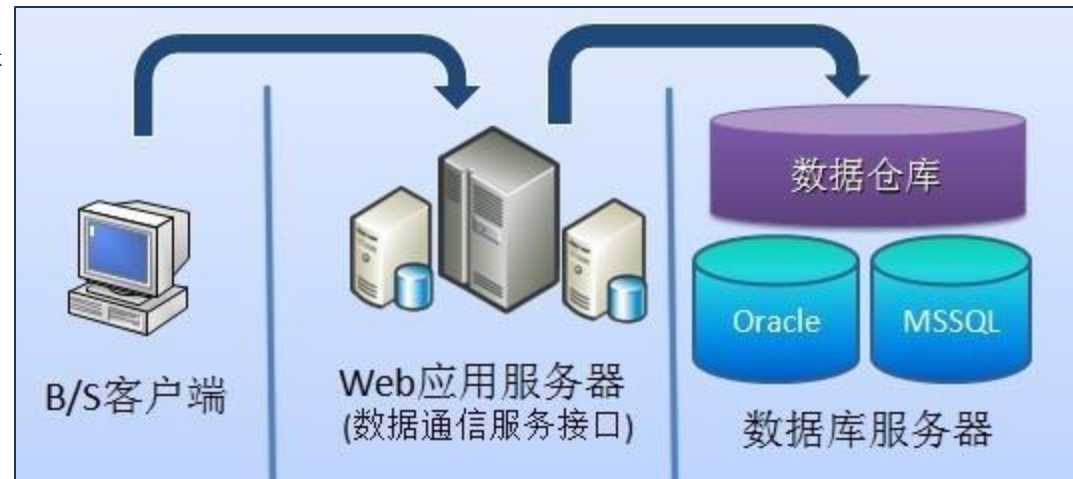
2.3.4 万维网的文档

- 虽然完全可以用任何文本编辑器来编辑HTML文档，但使用“**所见即所得**”的万维网页面开发工具能很方便地制作各种美观的页面。
- 目前较为流行的网页制作工具有FrontPage, DreamWeaver等。

2.3.4 万维网的文档

2) B/S应用程序结构

- 浏览器/服务器 (Browser/Server) 方式，一种特殊的C/S方式
- 利用动态和活动网页，通过通用的浏览器为用户提供人机交互的界面
- 客户机是通用的浏览器软件，服务器是万维网服务器和生成动态网页的Web应用程序
- 优点是用户不需要安装单独的应用程序，简化了应用的开发、维护和使用
- 越来越多的网络应用采用B/S结构，例如购物网站、电子邮件、搜索引擎、博客等等。



第四部分 ▶

电子邮件



■ | 2.4 电子邮件

电子邮件是因特网上最典型的服务之一：

- 因特网中出现最早，应用最普遍、最广泛
- 方便、快捷、廉价
- 可以将文字、图像、语音等多种类型的信息集成在一个邮件中传送

2.4.1 电子邮件系统的组成

电子邮件系统的组成

- 邮件客户端（用户代理, UA）
- 邮件服务器
- 电子邮件协议

■ | 2.4.1 电子邮件系统的组成

邮件客户端：

- 用户与电子邮件系统的接口。
- 功能：编辑、发送、接收、阅读和管理电子邮件。
- 常见的用户代理有：
 - ✓ Outlook、Outlook Express、Foxmail等。

2.4.1 电子邮件系统的组成

邮件服务器：

- 是邮件服务系统的核心
- 功能：类似“邮局”
 - ✓ 接收用户送来的邮件，并根据目的地址将其传送到对方的邮件服务器；
 - ✓ 接收从其他邮件服务器发来的邮件，并根据接收地址将其分发到用户邮箱中，向发信人报告邮件发送状态；
- 按照**客户/服务器方式**工作

2.4.1 电子邮件系统的组成

电子邮件地址

- ✓ 电子邮件用户必须有一个电子邮件地址
 - 许多网站提供免费电子邮件服务，需要的话可到这些网站上申请一个邮箱（电子邮件地址），存储用户邮件。
- ✓ 电子邮件地址由两部分组成：
 - 用户名
 - 邮箱所在的邮件服务器的主机域名
- ✓ 用户名和邮件服务器域名之间用“@”隔开

用户名@邮件服务器域名

 - 例如 `matingting@hfu.edu.cn`

2.4.1 电子邮件系统的组成

电子邮件协议

✓ 发送/转发邮件：

- **SMTP** (Simple Mail Transfer Protocol) [RFC 821、822]简单邮件传送协议
- **MIME** (Multipurpose Internet Mail Extension) [RFC 1521]通用因特网邮件扩展协议

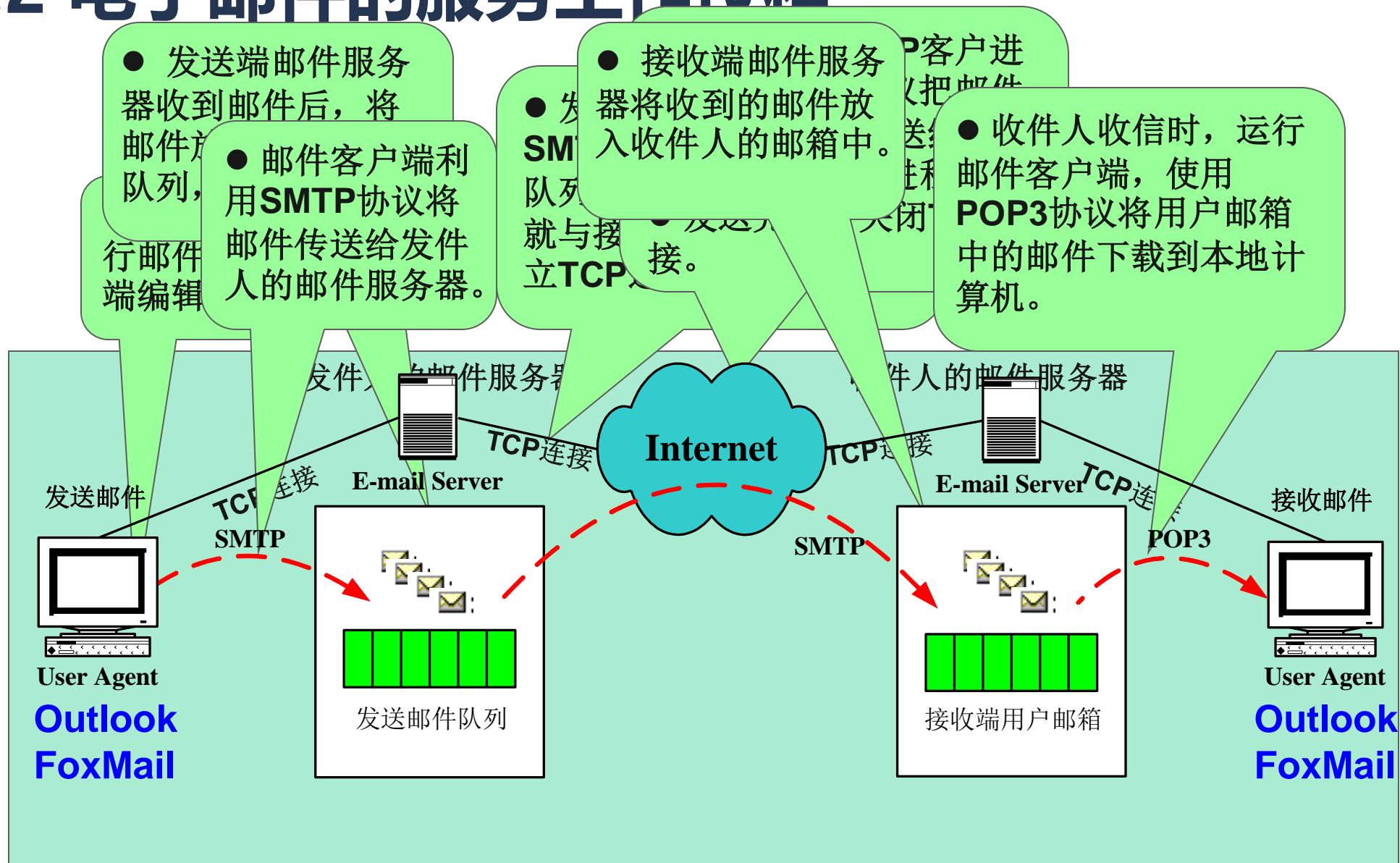
✓ 读取邮件：

- **POP3** (Post Office Protocol) [RFC 1939]邮局协议
- **IMAP4** (Internet Message Access Protocol) [RFC 2060]因特网邮件访问协议

2.4.2 电子邮件的服务工作过程

- ✓ 电子邮件服务基于**客户/服务器**结构
- ✓ 电子邮件应用程序基本服务功能：
 - 创建与发送电子邮件；
 - 接收、阅读与管理电子邮件；
 - 账号、邮箱与通信簿管理。

2.4.2 电子邮件的服务工作过程



2.4.2 电子邮件的服务工作过程

邮件格式[RFC822]

标准的电子邮件信息由两部分组成：

- 邮件头 (header)：相当于“信封”，主要包括
 - ✓ 收件人地址
 - ✓ 投递日期
 - ✓ 邮件主题
 - ✓ 发件人地址
- 邮件体 (body)：邮件正文，相当于装在信封内的信。

2.4.2 电子邮件的服务工作过程

Received: from web10905.mail.yahoo.com (unknown [216.136.131.41])

by 192.168.30.102 (Coremail) with SMTP id XQEAACPEeD3FAIMp.1

for <chenwg@ctec.hfuu.edu.cn>; Fri, 06 Sep 2004 23:05:16 +0800 (CST)

Message-ID: <20020906151104.18590.qmail@web10905.mail.yahoo.com>

Received: from [67.242.159.232] by web10905.mail.yahoo.com via HTTP; Fri, 06 Sep 2004 08:11:04 PDT

Date: Fri, 6 Sep 2004 08:11:04 -0700 (PDT)

From: Joy Li <joyxlli@yahoo.com>

Subject: Thanks

To: *** <123@yeah.net>

Cc: abc@ctec.hfuu.edu.cn

In-Reply-To: <3D3E0442.00000A.11363@smtp>

MIME-Version: 1.0

Content-Type: text/plain; charset=us-ascii

*** :

*****。

**

2.4.2 电子邮件的服务工作过程

■邮件头信息都由一些关键词引导。邮件正文则没有任何关键词引导，正文是用户编辑邮件时输入的。

■邮件头中的一些主要关键词的含义是：

Received：接收邮件的路径、日期、时间以及邮件代理程序的版本号。

From：表示邮件发送者，包括邮件地址和发送方的“真实姓名”。

Date：发信时间。

Message-ID：由传输代理分配给该邮件的唯一标识。

To：收件人的电子邮件地址。

Subject：邮件主题，是发件人写的，告诉收件人该邮件的目的。

Content-type：邮件正文的类型，是文本还是MIME格式。

Cc：表示抄送，它是“Carbon copy”的缩写，意为“复写副本”，它用来指定那些将收到该邮件副本的人的邮件地址。

2.4.3 电子邮件协议

邮件发送协议

- 简单邮件传输协议SMTP——“推”
- 多用途因特网邮件扩展协议MIME

邮件接收协议

- 邮局协议POP3——“拉”
- 因特网报文存取协议IMAP

2.4.3 电子邮件协议

1) 简单邮件传输协议SMTP

- SMTP是因特网上通用的电子邮件传输协议。
- SMTP 所规定的就是在两个相互通信的 SMTP 进程之间应如何交换信息。
- SMTP定义了邮件格式以及如何通过TCP连接传输邮件。
- SMTP使用25号端口在两个邮件服务器之间建立TCP连接。
- SMTP协议由两个文档进行描述：
 - ✓ RFC821：描述了邮件服务器之间如何转发邮件；
 - ✓ RFC822：定义邮件信息的格式。
- SMTP规定邮件的全部内容（包括附件）——无论是什么类型的数据——都必须转换成7位ASCII码进行传输。
- 无法传输图像等多媒体信息——MIME。

2.4.3 电子邮件协议

- ❖ 由于 SMTP 使用客户服务器方式，因此负责发送邮件的 SMTP 进程就是 SMTP 客户，而负责接收邮件的 SMTP 进程就是 SMTP 服务器。
- ❖ SMTP 规定了 14 条命令和 21 种应答信息。每条命令用 4 个字母组成，而每一种应答信息一般只有一行信息，由一个 3 位数字的代码开始，后面附上（也可不附上）很简单的文字说明。

2.4.3 电子邮件协议

常用的SMTP命令

命令	描述
HELO <主机域名>	开始会话
MAIL FROM: <发送者电子邮件地址>	开始一个邮递处理，指出邮件发送者
RCPT TO: <接收者电子邮件地址>	指出邮件接收者
DATA	接收程序将 DATA 命令后面的数据作为邮件内容处理，直到<CR><LF>.<CR><LF>出现
RSET	中止当前的邮件处理
NOOP	无操作
QUIT	结束会话

2.4.3 电子邮件协议

常用的SMTP响应

SMTP响应以3位数字开始，后面跟有该响应的具体描述

命令	描述
220	域服务准备好
221	系统状态或系统帮助应答
250	请求的命令成功完成
354	可以发送邮件内容
500	语法错误，命令不能识别
502	命令未实现
550	邮箱不可用

2.4.3 电子邮件协议

SMTP通信过程举例

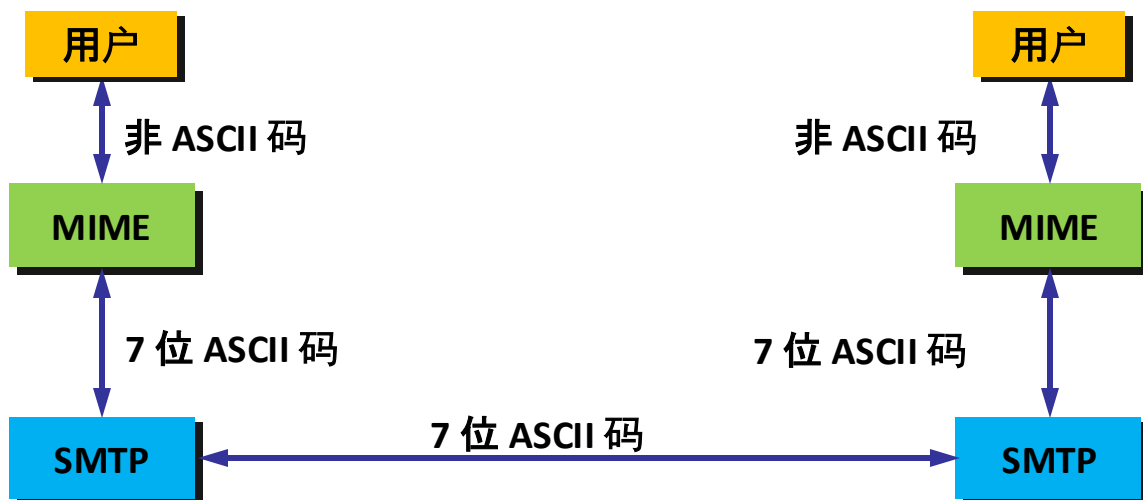
发送方与接收方的交互过程	命令和响应解释	阶段
S: 220 Tsinghua.edu.cn C: HELO nankai.eud.cn S: 250 tsinghua.edu.cn	“我的域名是 tsinghua.edu.cn ” “我的域名是 nankai.edu.cn ” “好的，可以开始邮件传递了”	连接建立
C: MAIL FROM: <alice@nankai.edu.cn> S: 250 OK	“邮件来自 alice@nankai.edu.cn ” “知道了”	
C: RCPT TO: <bob@tsinghua.edu.cn> S: 250 OK	“邮件发往 bob@tsinghua.edu.cn ” “知道了”	
C: DATA S: 354 Go ahead C: 邮件的具体内容..... C: C: <CR><LF>.<CR><LF> S: 250 OK	“准备好接收，要发送邮件具体内容了” “没问题，可以发送” 发送方发送邮件的具体内容..... “发送完毕” “好的，都接收到了”	邮件传送
C: QUIT S: 221	“可以拆除连接了” “好的，马上拆除”	

注：s-服务器，c-客户，<CR>-回车，<LF>-换行

2.4.3 电子邮件协议

2) 多用途因特网邮件扩展协议MIME

MIME解决的主要问题：**多媒体等二进制信息能够利用电子邮件传输。**



MIME在发送方把非ASCII码数据转换为ASCII码数据，交给SMTP传送。
在接收方再把收到的数据转换为原来的非ASCII码数据。

2.4.3 电子邮件协议

MIME的基本思想：扩充RFC822

- MIME继承了RFC822的基本邮件头和邮件体模式
- 增加了一些邮件头字段
- 要求对邮件体进行编码（将8位的二进制信息变换成7位的ASCII文本）

2.4.3 电子邮件协议

MIME主要增加的邮件头字段

- ✓ **MIME-Version**
 - 该邮件遵循MIME标准的版本号。目前的主要标准为1.0。
- ✓ **Content-Type**
 - 邮件体包含的数据类型：text、message、image、audio、video、application和multipart
- ✓ **Content-Transfer-Encoding**内容传送编码
 - 邮件体的数据编码类型：quoted-printable和base64

2.4.3 电子邮件协议

MIME格式的电子邮件举例

```
Received: (qmail 36260 invoked from network); 28 Mar 2002 12:40:41 +0800
Received: from unknown (HELO tsinghua.edu.cn) (202.113..180.83)
    by nankai.edu.cn with SMTP; 28 Mar 2002 12:40:41 +0800
Received: from teacher([202.113.27.53]) by (AIMC 2.9.5.2)
    with SMTP id jm223ca2fdd2; Thr, 28 Mar 2002 12:41:39 +0800
Date: Thu, 28 Mar 2002 12:41:58 +0800
From: alice@nankai.edu.cn
To: bob@tsinghua.edu.cn
Subject: Nice Picture
X-mailer: FoxMail 4.0 beta 2 [cn]
MIME-Version: 1.0
Content-Type: image/bmp
Content-Transfer-Encoding: base64

Qk34BAAAAAAAAHYAAAAoAAAAMAAADAAAAABAAQAAAAAAAAAADDDgAAww4AAAAAAAAAAAAAAAAA
AAAAgAAAgAAAICAATAAAACAATAAgIAAAICAgADAwMAAAD/AAD/AAAA//8A/wAAAP8A/wD//wAA
///AERERExERERExMRERERExMRERERMREERERERzMRERERMREERERExExERERExMRERETMREER
ERMTERERERETExERERERExERERERETETERERERETETERERERERMRExETMzERMxExERERERE
.....
```

2.4.3 电子邮件协议

3) 邮局协议 POP3

POP3 (Post Office Protocol 3)

✓基于TCP协议

✓客户/服务器方式

- 客户端程序 (Outlook express、Foxmail等)
- 服务器程序 (Exchange等)
- 客户与服务器建立TCP连接后才能读取邮件

✓功能：

- 为用户提供邮箱
- 保存收到的邮件
- 把邮件传输给用户 (邮件在客户端脱机处理)
 - 邮件传输给用户后, POP服务器一般不再保留

POP3有两种工作方式：下载并删除方式和下载并保留方式

2.4.3 电子邮件协议

4) 因特网报文存取协议 IMAP

IMAP (Internet Message Access Protocol)

✓ **基于TCP协议** (同POP3)

✓ **客户/服务器方式** (同POP3)

✓ **功能**

- 为用户提供邮箱
- 保存收到的邮件
- 用户可直接操纵IMAP服务器上自己的邮件文件夹
 - 新建分类文件夹, 移动邮件, 删除邮件, 查找邮件等
- 仅需要打开邮件时, 邮件才传输到客户端
 - 邮件将一直保存在IMAP服务器上, 除非用户明确地发出删除命令
 - IMAP还允许收件人只读取电子邮件中的一部分。

✓ **典型例子** : web mail

2.4.3 电子邮件协议

4) 因特网报文存取协议 IMAP

- IMAP最大的好处就是用户可以在不同的地方使用不同的计算机随时上网阅读和处理自己的邮件。
- IMAP 还允许收件人只读取邮件中的某一个部分。例如，收到了一个带有视像附件（此文件可能很大）的邮件。为了节省时间，可以先下载邮件的正文部分，待以后有时间再读取或下载这个很长的附件。
- IMAP 的缺点是如果用户没有将邮件复制到自己的 PC 机上，则邮件一直是存放在 IMAP 服务器上。因此用户需要经常与 IMAP 服务器建立连接。

2.4.3 电子邮件协议

4) 因特网报文存取协议 IMAP

- 不要将邮件读取协议 POP 或 IMAP 与邮件传送协议 SMTP 弄混。
- 发信人的用户代理向源邮件服务器发送邮件，以及源邮件服务器向目的邮件服务器发送邮件，都是使用 SMTP 协议。
- 而 POP 协议或 IMAP 协议则是用户从目的邮件服务器上读取邮件所使用的协议。



2.4.3 电子邮件协议

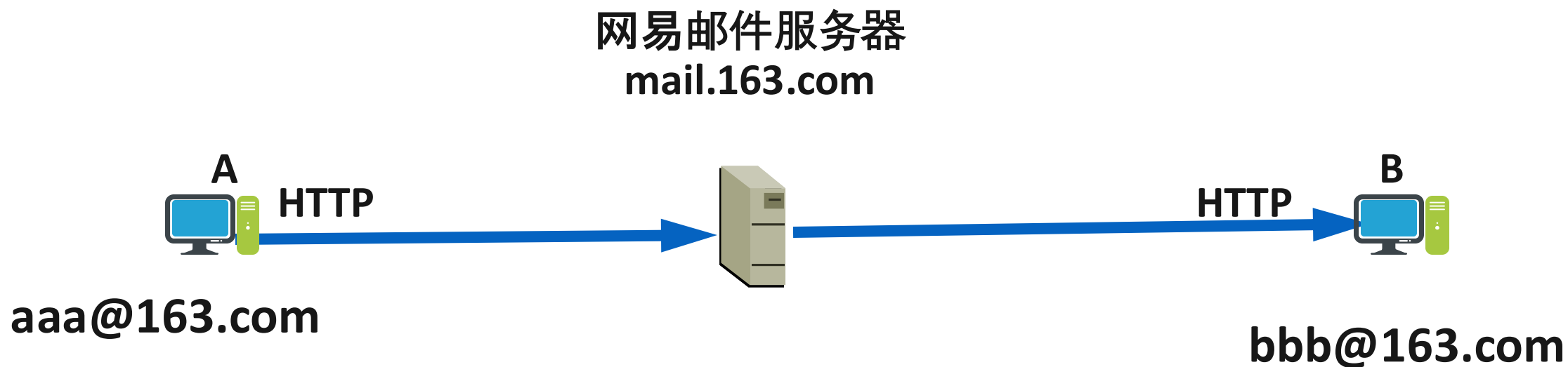
5) 基于万维网的电子邮件

- 随着动态网页技术的发展，越来越多的应用采用基于万维网的方式，即利用浏览器以万维网页面的形式为用户提供人机界面（**B/S结构**，客户机是浏览器软件，服务器是万维网服务器和生成动态网页的各种应用程序）。
- 用户通过浏览器登陆（提供用户名和口令）邮件服务器万维网网页即可撰写、收发、阅读和管理电子邮件。

好处：不用安装专门的用户代理程序。

2.4.3 电子邮件协议

5) 基于万维网的电子邮件

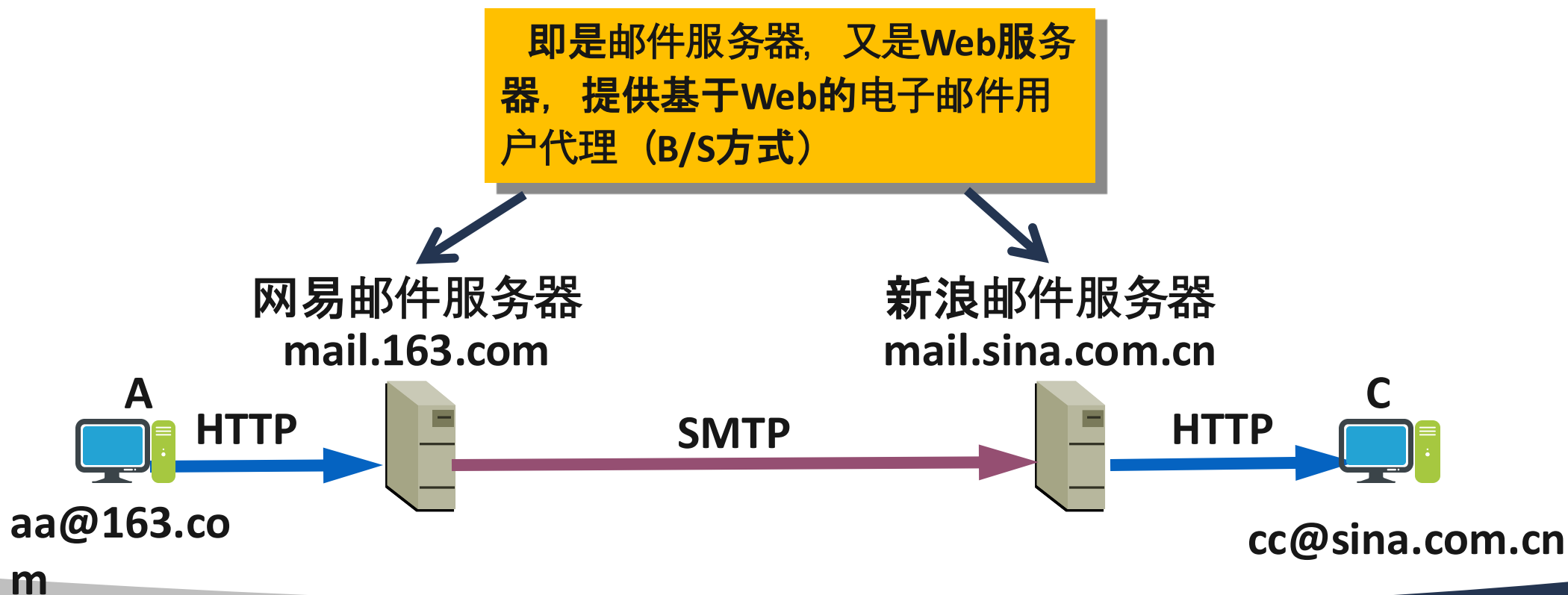


A和B使用各自的浏览器登录到邮件服务器网站发送和接收邮件。

2.4.3 电子邮件协议

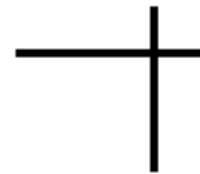
5) 基于万维网的电子邮件

- 电子邮件从 A 发送到网易邮件服务器是使用 HTTP 协议。
- 两个邮件服务器之间的传送使用 SMTP。
- 邮件从新浪邮件服务器传送到 C 是使用 HTTP 协议。



第五部分 ▶

文件传输服务FTP



2.5.1 文件传输服务的概念

FTP是什么？

- 用于在计算机之间传送文件
 - ✓ 把文件从本地主机传送到远程主机称为“**上传**”
 - Upload, Put
 - ✓ 把文件从远程主机传送到本地主机称为“**下载**”
 - Download, Get

FTP可以传输各种类型的文件：

- 文本文件（ASCII）、二进制文件（Binary）；
- 压缩文件、非压缩文件。

登录FTP服务器的用户需要**注册**才能登录，但有的FTP服务器也允许匿名（Anonymous）登录。

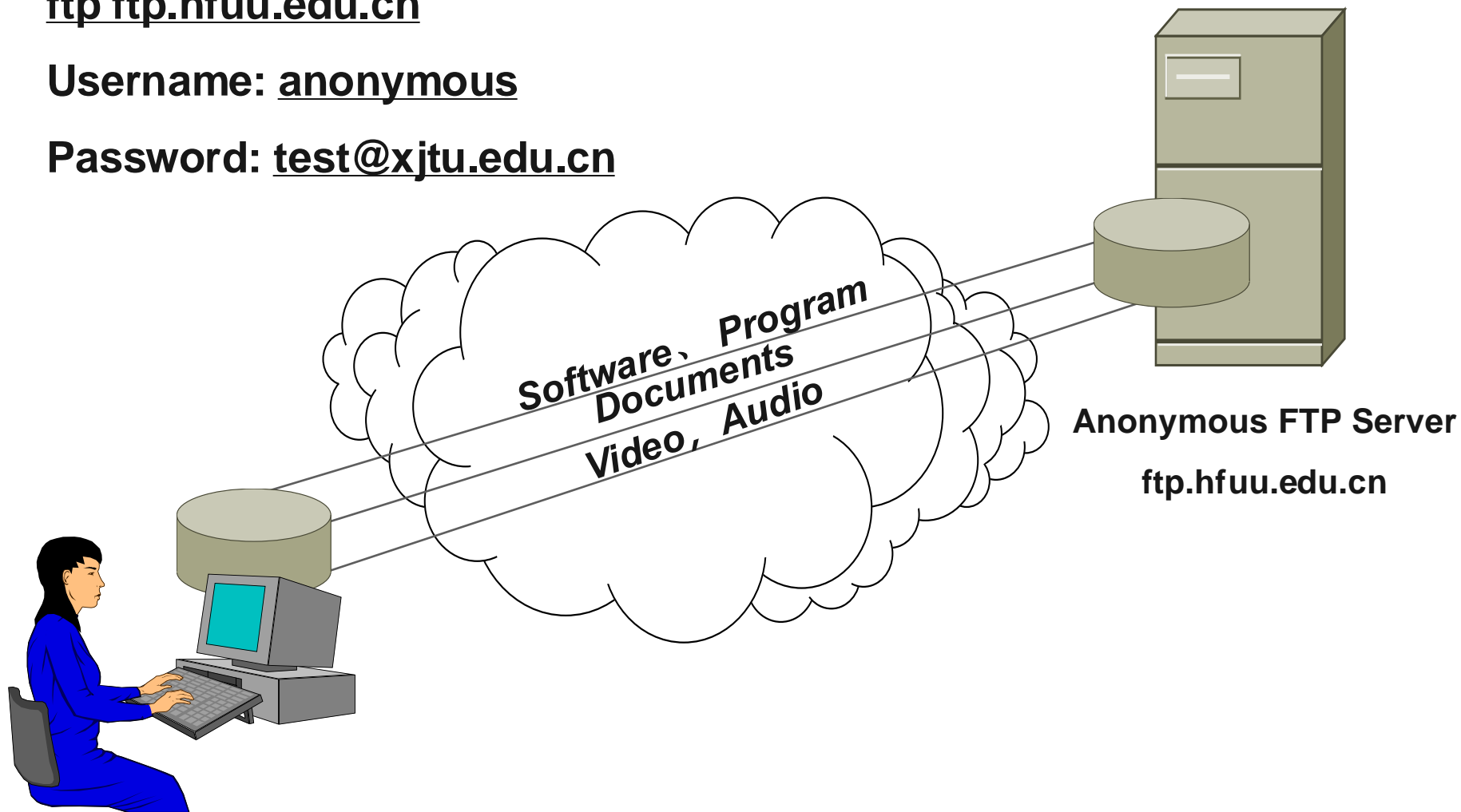
2.5.1 文件传输服务的概念

匿名登录FTP

ftp ftp.hfuu.edu.cn

Username: anonymous

Password: test@xjtu.edu.cn



2.5.2 文件传输服务的工作原理

FTP**基于TCP协议**，使用TCP协议实现文件的传输。

FTP以**客户/服务器方式**工作：

- ✓ FTP客户程序，如Cuteftp，FlsahFXP等，运行在用户计算机上
 - 用户通过它发出传输文件的请求
- ✓ FTP服务程序，如IIS，Serv-U等，运行在服务器上
 - 接收并响应客户程序的请求，把指定的文件发送到客户端

2.5.2 文件传输服务的工作原理

在进行文件传输时，FTP的客户和服务端之间要建立两个TCP连接：

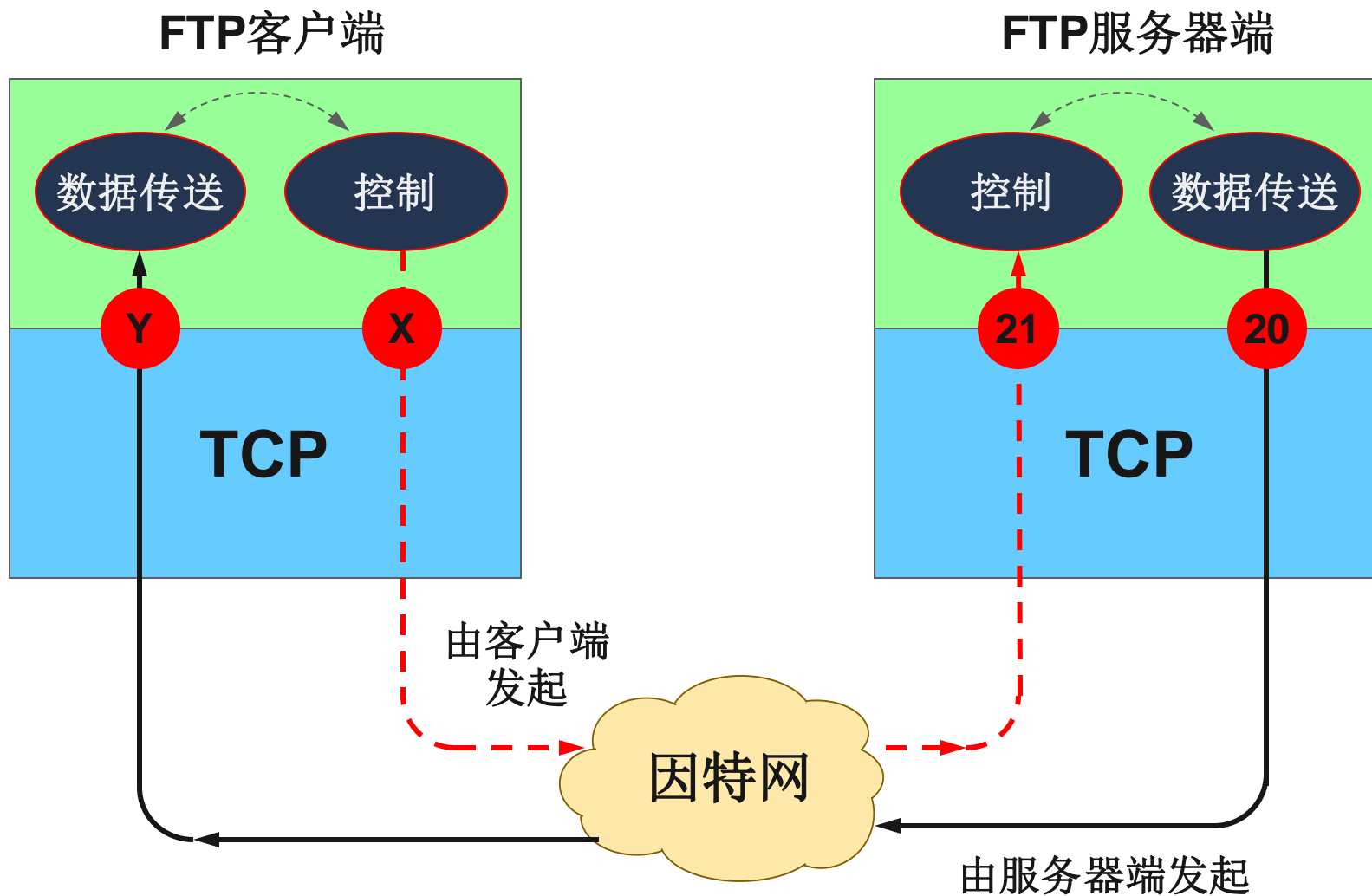
✓控制连接（Control Connection）：

- 控制连接用来在两台主机之间传输控制信息，包括传输请求和应答信息；
- 客户程序与FTP服务器的**端口21**建立控制连接,并在整个FTP会话过程中维持连接；
- **由FTP客户端发起控制连接。**

✓数据连接（Data Connection）：

- 数据连接用于传输文件；
- 每传输一个文件都要建立一个数据连接（在FTP服务器的**端口20**）；
- **由FTP服务器发起数据连接。**

2.5.2 文件传输服务的工作原理



2.5.3 FTP的文件传输过程

1、建立控制连接（客户端发起）

- (1) 客户端发送一个TCP SYN（TCP同步）包给服务器端，目的端口为21，源端口为一个临时端口；
- (2) 服务器端发送SYN ACK（同步确认）包给客户端源端口为21，目的端口为客户端上使用的临时端口；
- (3) 客户端发送一个ACK（确认）包。控制连接建立后，客户端使用这个连接来发送FTP命令，服务器端使用这个连接来发送FTP应答。

2.5.3 FTP的文件传输过程

2、建立数据连接

当用户发出一个文件传输请求时，客户端软件通过控制连接向服务器发出一个PORT命令，在PORT命令中指定一个临时端口，目的是希望服务器在建立数据连接时使用这个临时端口；

- (1) 服务器端发送一个SYN包给客户端，源端口为20，目的端口为客户端在PORT命令中指定的临时端口；
- (2) 客户端发送一个SYNACK包，源端口为临时端口，目的端口为20；
- (3) 服务器端发送一个ACK包。

3、文件传输

数据连接建立后，发送数据的一方使用这个连接把文件传送给对方。

2.5.3 FTP的文件传输过程

4、断开数据连接

当数据传输完成后：

- (1) 发送数据的主机发出一个FIN命令来结束数据连接；
- (2) 接收方以ACK确认；
- (3) 接收方紧接着也发送一个FIN命令；
- (4) 发送数据的主机以ACK确认。

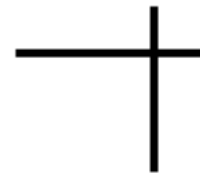
5、断开控制连接

FTP会话结束后：

- (1) 客户端以FIN命令来关闭控制连接
- (2) 服务器端以ACK确认；
- (3) 服务器端发送一个FIN；
- (4) 客户端以ACK确认。

第六部分 ▶

远程终端协议 TELNET



2.6 远程登录Telnet

什么是Telnet？

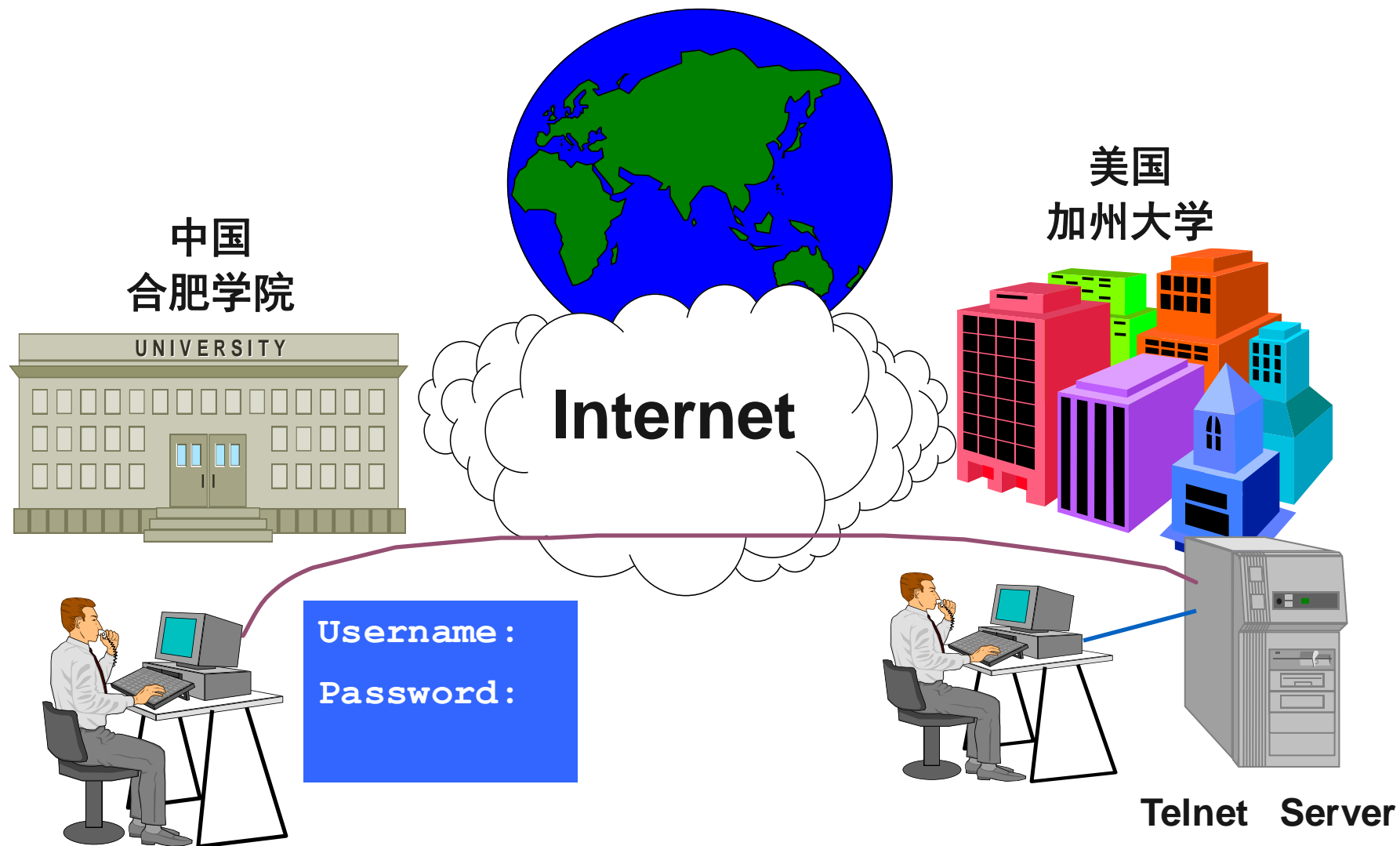
用户在本地发出命令，通过IP网络，进入另一台机器的系统，这个过程即称为远程登录。

用户通过本地计算机登录到其它计算机上，本地计算机就成为了那台计算机的“终端”，与那台机器本身的终端享有同样的待遇，在它的权限范围内操作那台计算机。

大多数提供远程登录的目标系统以UNIX为主。

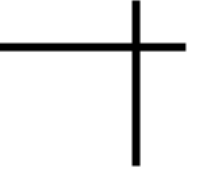
注意：远程登录中的“远”字并非指距离，而是指不是从本地登录到这台计算机。

2.6 远程登录Telnet



2.6 远程登录Telnet

- ✓ Telnet采用了**Client/Server**工作方式，并使用**TCP**传输协议进行通信（有连接过程）。
- ✓ **客户端运行Telnet客户端程序**
 - 建立与服务器端的TCP连接；
 - 接收用户的输入命令及其他信息；
 - 对命令及信息进行预处理；
 - 把信息用TCP协议发送给服务器端；
 - 接收服务器端返回的信息并做相应处理,例如显示在屏幕上。
- ✓ **服务器端运行服务程序Telnetd（常驻进程）**
 - 通知正在准备接受连接的网络软件，Telnet服务已启动；
 - 网络软件建立与客户机的TCP连接；
 - 等候以标准格式出现的服务请求；
 - 对到来的服务请求命令给予执行；
 - 把服务结果按标准格式回送给客户机；
 - 继续等待新到达的服务请求。



第七部分 ▶

动态主机配置协议 DHCP

2.7 动态主机配置协议DHCP

- 一台主机要连接到网上需要配置的项目
 - 01 IP 地址
 - 02 子网掩码
 - 03 默认路由器的 IP 地址
 - 04 域名服务器的 IP 地址
- 这些信息通常存储在一个配置文件中，计算机在引导过程中可以对这个文件进行存取。
- DHCP允许一台计算机加入新的网络和获取IP地址而不用手工参与。

2.7 动态主机配置协议DHCP

- ✓ 动态主机配置协议 DHCP 提供了即插即用连网(plug-and-play networking)的机制。
- ✓ 这种机制允许一台计算机加入新的网络和获取IP地址而不用手工参与。

DHCP 使用客户服务器方式

- 由于不知道 DHCP 服务器的地址，需要 IP 地址的主机在启动时用UDP广播发送一个DHCP发现报文（DHCPDISCOVER），这时该主机就成为 DHCP 客户。
- 本地网络上所有主机都能收到此广播报文，但只有 DHCP 服务器才回答此广播报文。由于此时DHCP客户还没有分配到IP地址，DHCP服务器通过UDP广播向DHCP客户应答一个DHCP提供报文（DHCPOFFER），包含可以“提供”的IP地址等配置信息。
- DHCP 服务器先在其数据库中查找该计算机的配置信息。若找到，则返回找到的信息。若找不到，则从服务器的 IP 地址池(address pool)中取一个地址分配给该计算机。

2.7 动态主机配置协议DHCP

- DHCP客户选择其中一个提供报文，并**广播**一个**DHCP请求报文**，来正式请求该提供报文中提供的配置信息。
- 提供该配置信息的服务器会对该请求报文用**DHCP确认报文**进行确认，而其他DHCP服务器收到该请求报文后释放预分配的资源。

2.7 动态主机配置协议DHCP

DHCP数据发送过程



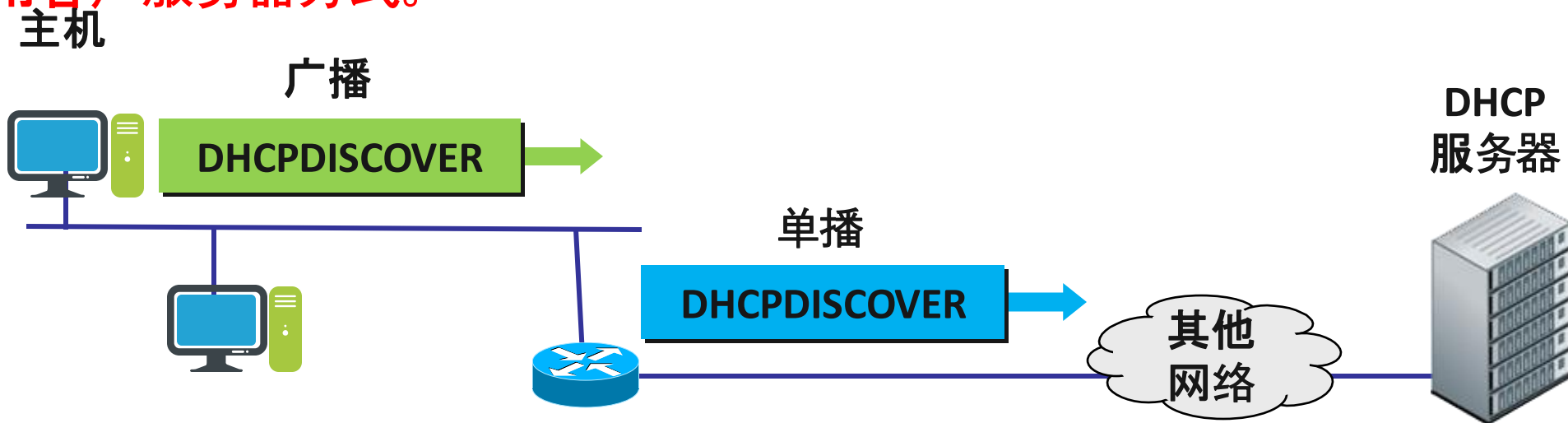
DHCP工作流程

2.7 动态主机配置协议DHCP

DHCP 中继代理(relay agent)

- 并不是每个网络上都有 DHCP 服务器，这样会使 DHCP 服务器的数量太多。现在是每一个网络至少有一个 DHCP 中继代理，它配置了 DHCP 服务器的 IP 地址信息。
- 当 DHCP 中继代理收到主机发送的发现报文后，就以**单播**方式向 DHCP 服务器转发此报文，并等待其回答。收到 DHCP 服务器回答的提供报文后，DHCP 中继代理再将此提供报文发回给主机。

DHCP 使用客户服务器方式。



注意：DHCP 报文只是 UDP 用户数据报中的数据。

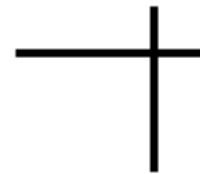
2.7 动态主机配置协议DHCP

租用期(lease period)

- DHCP 服务器分配给 DHCP 客户的 IP 地址的临时的，因此 DHCP 客户只能在一段有限的时间内使用这个分配到的 IP 地址。DHCP 协议称这段时间为**租用期**。
- 租用期的数值应由 DHCP 服务器自己决定。
- DHCP 客户也可在自己发送的报文中（例如，发现报文）提出对租用期的要求。

第八部分 ▶

P2P文件共享



2.8.1 P2P文件共享概述

- 基于客户/服务器体系结构的应用要求有总是在运行着的基础设施服务器，例如：DNS服务器、万维网服务器、邮件服务器等等。
- 与这些应用不同，基于P2P体系结构的应用是对等方之间直接进行通信，而且对等方主要运行于间断连接的主机上，如个人电脑上。
- 目前在因特网上流行的P2P应用主要包括P2P文件共享、即时通信、P2P流媒体、分布式存储等。

2.8.1 P2P文件共享概述

文件共享的两个基本问题

对于文件共享应用实际上有两个基本的问题要解决：



如何查找到你需要的文件。

如何从拥有该文件的主机下载该文件。

2.8.2 P2P文件分发

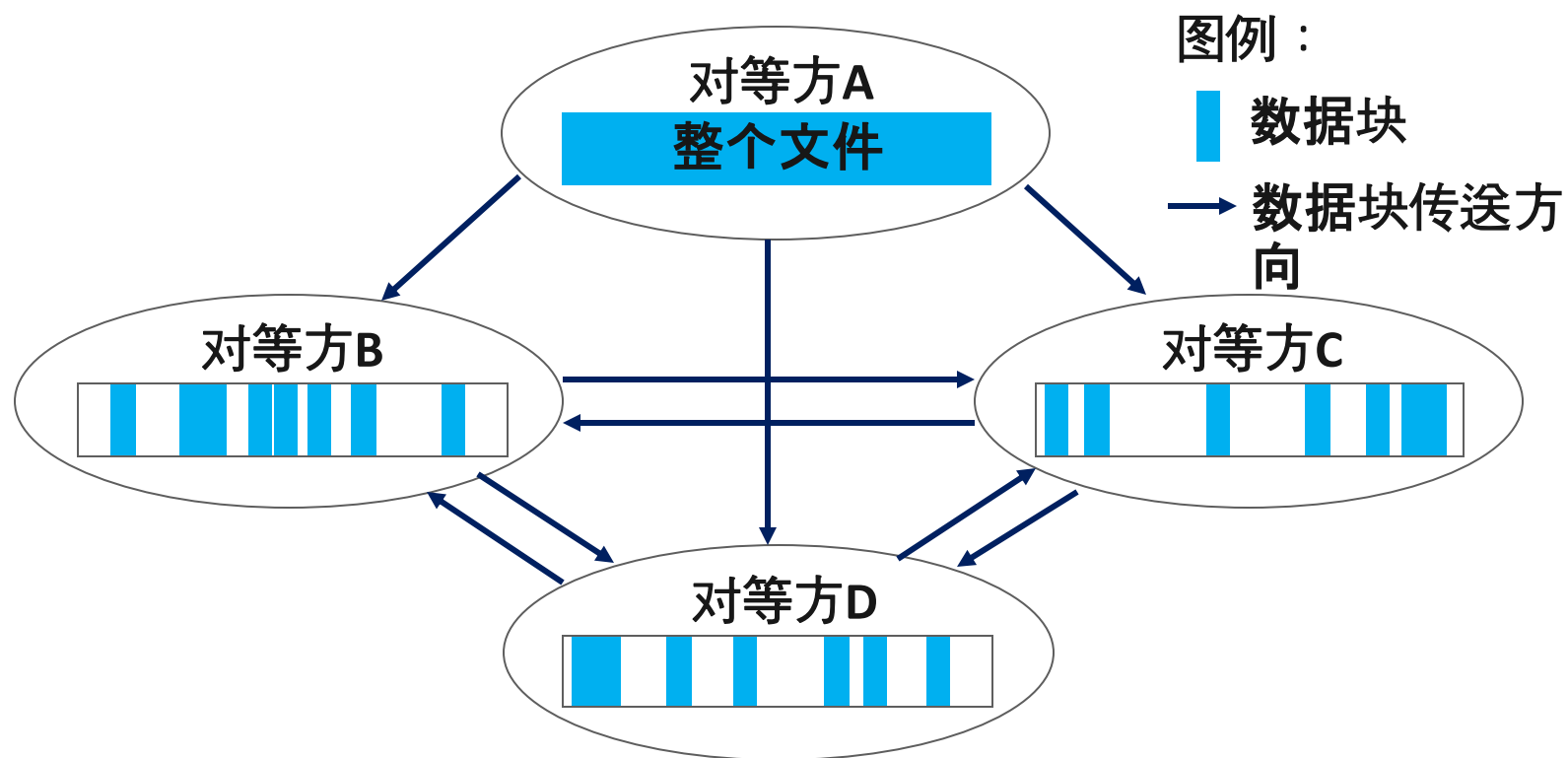
例子：

- 将主机H1中的一个大小为 f 的大文件分发给其余7台主机，假设文件传输的瓶颈是各主机的上行速率 b 。
- 对于客户/服务器方式，主机H1为服务器，而其它主机为客户，显然主机H1要依次将文件发送给所有其它主机，需要 $7f/b$ 时间。可以证明采用客户/服务器方式，文件分发时间随客户数量呈线性增长。
- 采用P2P方式，每个对等方都能在收到文件后再将该文件分发给其余对等方，从而协助主机H1进行分发，这样大大缩短了文件分发的时间。
- 例如可以在 $3f/b$ 时间内将文件分发给所有7台主机：
 - 第1个 f/b 时间，H1发给H2；
 - 第2个 f/b 时间，H1发给H3，H2发给H4；
 - 第3个 f/b 时间，H1发给H5，H2发给H6，H3发给H7，H4发给H8。

2.8.2 P2P文件分发

对等方互相交换文件数据块

通过分片，即将文件划分为很多等长的小数据块进行分发，可以进一步加快文件分发的速度。



2.8.2 P2P文件分发

如何找到你所感兴趣的对象，这里的对象可以是：

1、文件共享系统中的文件或文件的索引



3、或者某个特殊资源



2、即时讯息系统中的某个好友



4、等等...



2.8.2 P2P文件分发

1) 集中式目录

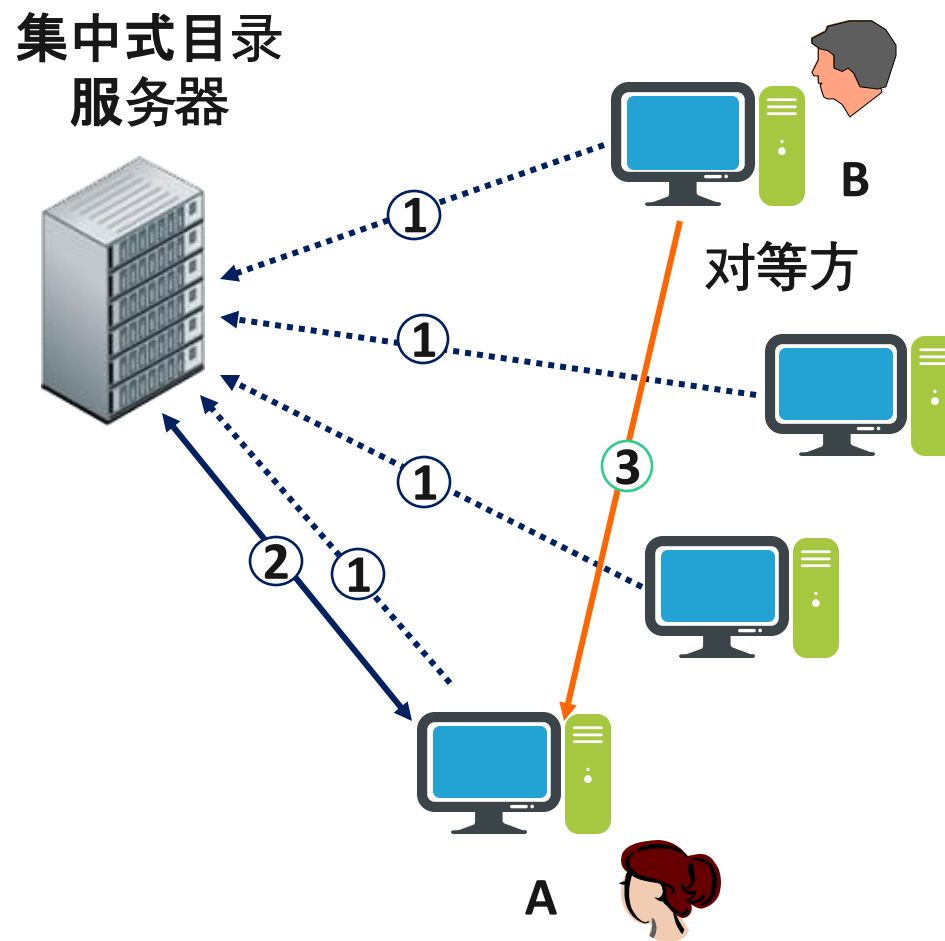
Napster :

1) 当对等方启动时或内容发生更新,
通知中心目录服务器:

- IP地址
- 可共享的对象名称

2) A向中心目录服务器查询歌曲M

3) A向B请求歌曲M

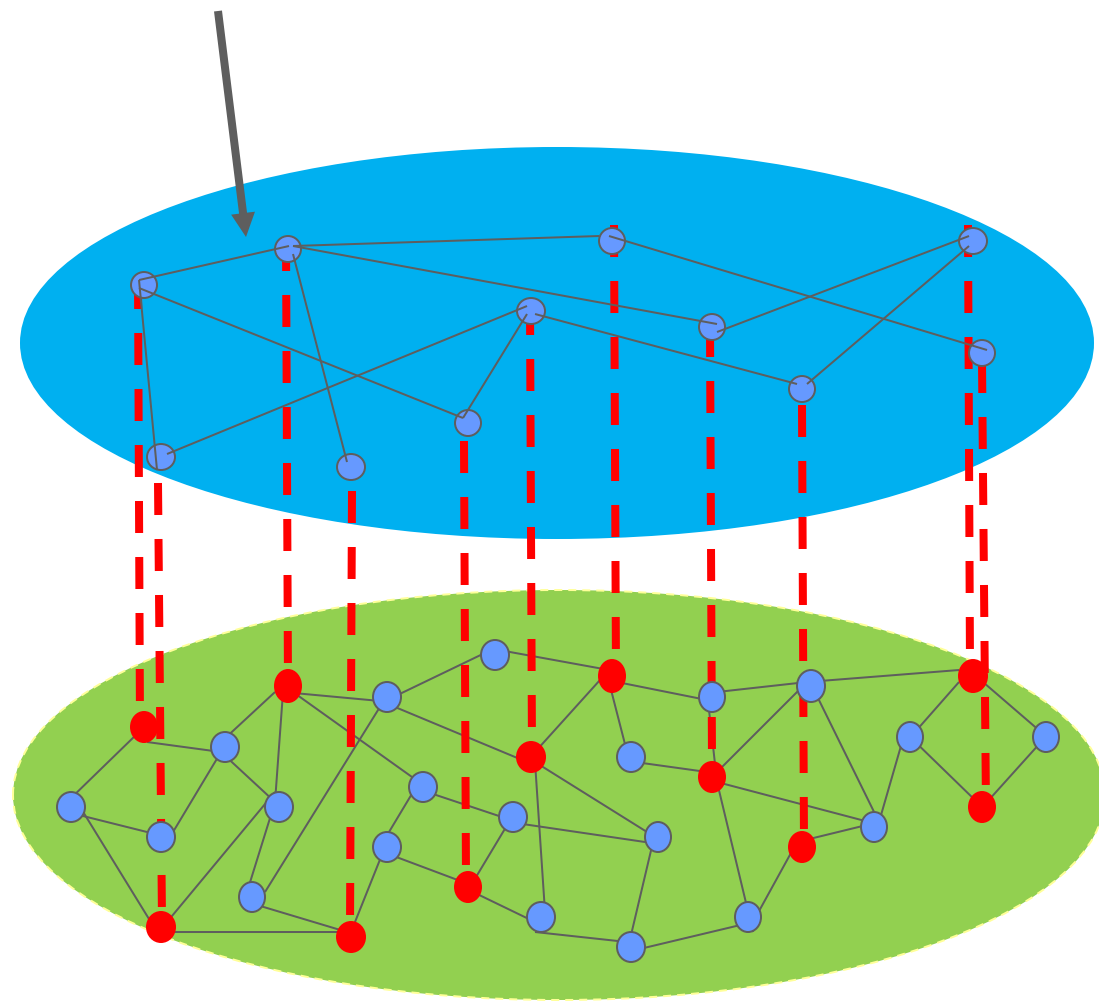


2.8.2 P2P文件分发

2) 查询洪泛

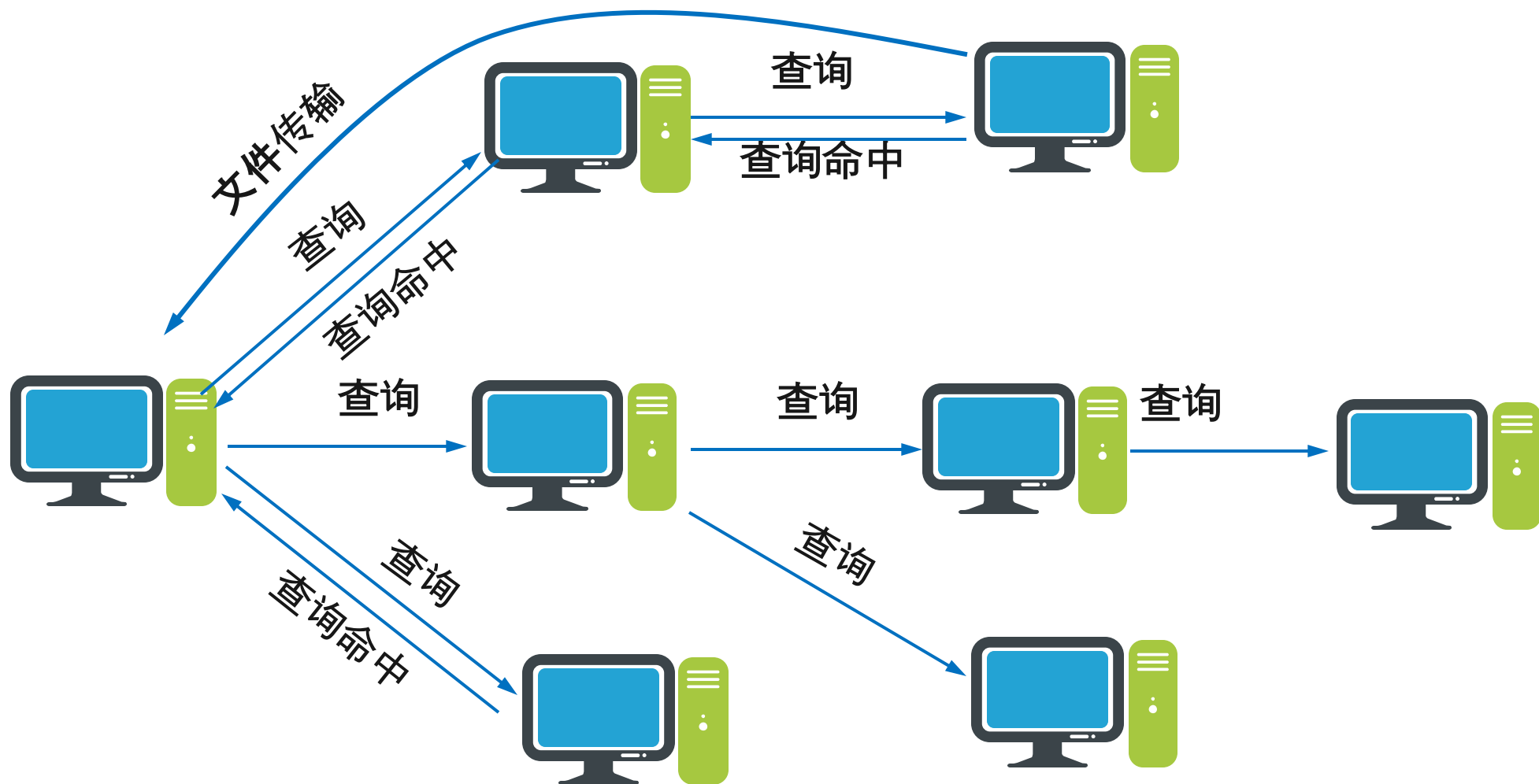
- 使用集中式目录定位内容虽然非常简单，但存在客户/服务器方式所固有的缺点，即服务器成为整个系统的性能瓶颈和故障点。
- 一些 P2P 文件共享软件，例如 Gnutella，没有使用集中式服务器来定位文件，而是在应用层把所有对等方组织的**覆盖网络**(overlay network)上通过**洪泛法**进行查询。

覆盖网络对等方组成的**逻辑网络**



2.8.2 P2P文件分发

查询洪泛过程



2.8.2 P2P文件分发

范围受限的查询洪泛

- 在一个大的覆盖网络上进行查询洪泛，会在网络中产生大量的流量。为解决该问题，可使用范围受限的查询洪泛。
- 当对等方发送初始查询报文时，在报文的对等方计数字段中设置一个特定值（例如7）。每个对等方在转发查询报文时先把该字段减1，当对等方收到对等方计数字段降为0的查询报文时，就停止转发该查询。
- 由于不能搜索所有对等方，可能你所需要的文件存在于覆盖网络中，却不一定能找到它。

2.8.2 P2P文件分发

3) 分布式散列表

- 因为结点之间的边是随机选择的，Gnutella网络是一种**非结构化覆盖网络**，可扩展性差。
- 利用**分布式散列表DHT** (distributed hash table)技术可以把要定位的对象可靠地映射到网络中的特定结点（为该对象提供服务的结点），并且能有效路由到该结点。
- 这种覆盖网络要求相邻结点之间有某种数学关系，因此被称为**结构化覆盖网络**。

2.8.2 P2P文件分发

案例：BitTorrent

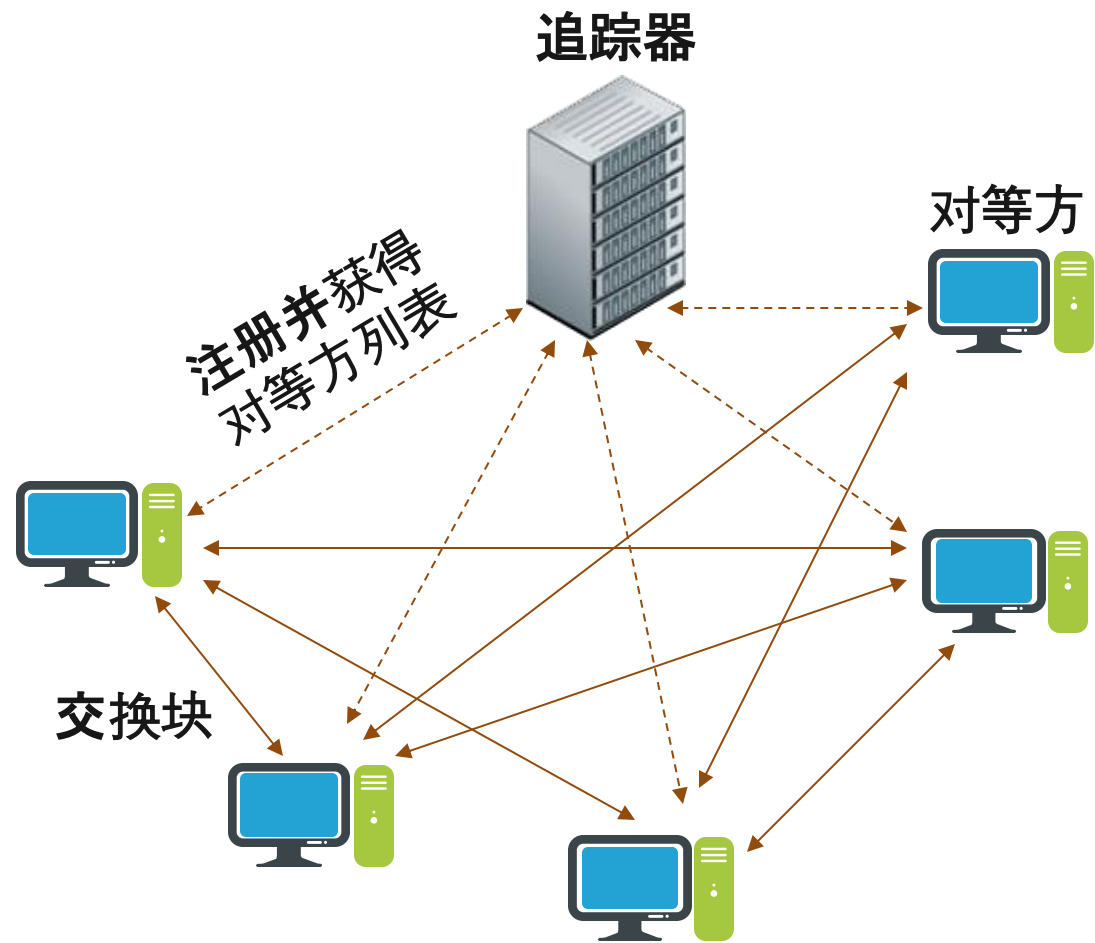
BT只是文件分发协议，不解决如何搜索或定位文件的问题。

具体过程：

- 1) 想利用BT下载文件的用户从网站上下载包含该文件信息的“.torrent”种子文件；
- 2) 参与一个特定文件分发的所有对等方构成BT群；
- 3) 当一个对等方加入BT群时，向追踪器注册，并周期性通知追踪器自己仍在群中；
- 4) 初始时，群中只有拥有该文件完整副本的对等方；
- 5) 当一个对等方加入群成为第二个对等方时，开始从第一个对等方下周该文件的数据块。在下载过程中，该节点成为它已下载块的另一个源；
- 6) 当其他结点加入群时从多个对等方下载块

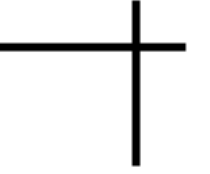
2.8.2 P2P文件分发

- “.torrent”种子文件中包含追踪器(tracker)（因特网上有很多追踪器）的地址
- 追踪器负责维护参与一个特定文件分发的所有对等方的信息。



2.8.2 P2P文件分发

- BT采用P2P与C/S混合系统结构。
- **DHT**支持“无服务器网络”
- 电骡



第九部分 ▶

网络应用编程接口

自学
