

# 第6章

# 应用层

6.1

动态主机配置协议

6.2

域名系统

6.3

文件传输协议

6.4

电子邮件

6.5

文件传输协议

6.6

万维网

## 01 应用层概述



解决通过应用进程的交互来实现特定网络应用的问题

解决进程之间基于网络通信的问题

解决分组在多个网络上传输（路由）的问题

解决分组在一个网络（或一段链路）上传输的问题

解决使用何种信号来传输比特的问题

## 01

## 应用层概述

■ 应用层是计算机网络体系结构的**最顶层**，是**设计和建立计算机网络的最终目的**，也是计算机网络中发展**最快的部分**。

- 早期基于文本的应用（电子邮件、远程登录、文件传输、新闻组）
- 20世纪90年代将因特网带入千家万户的万维网WWW
- 当今流行的即时通信、P2P文件共享及各种音视频应用
- 计算设备的小型化和“无处不在”，宽带住宅接入和无线接入的日益普及和迅速发展，为未来更多的新型应用提供了广阔的舞台

■ 在本章中，我们以一些经典的网络应用为例来学习有关网络应用的原理、协议和实现方面的知识。

## 01 应用层概述



## 01

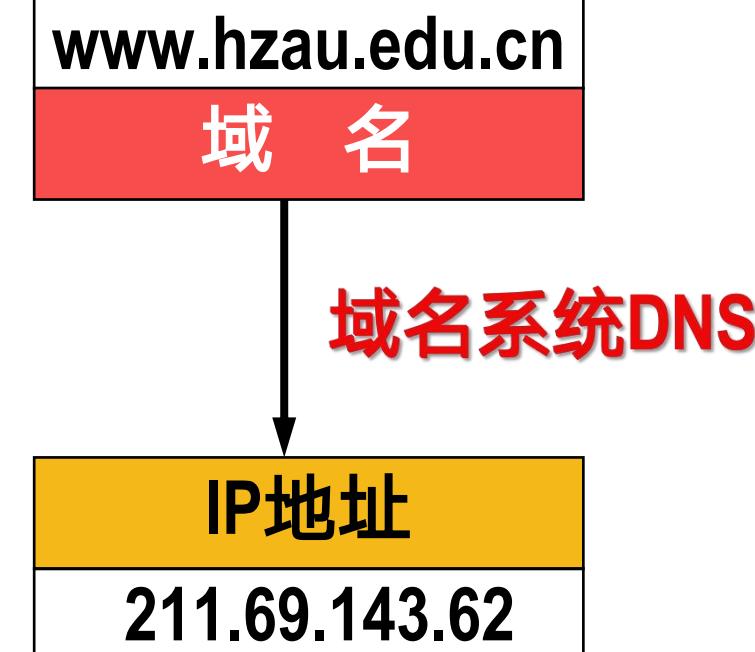
## 应用层概述

# 万维网WWW应用



## 超文本传送协议HTTP

## 01 应用层概述



## 01 应用层概述

多媒体网络应用

文件传送FTP和  
P2P文件共享

万维网WWW



电子邮件

域名系统DNS

动态主机配置DHCP

## 6.1 动态主机配置协议

01

动态主机配置协议DHCP的作用

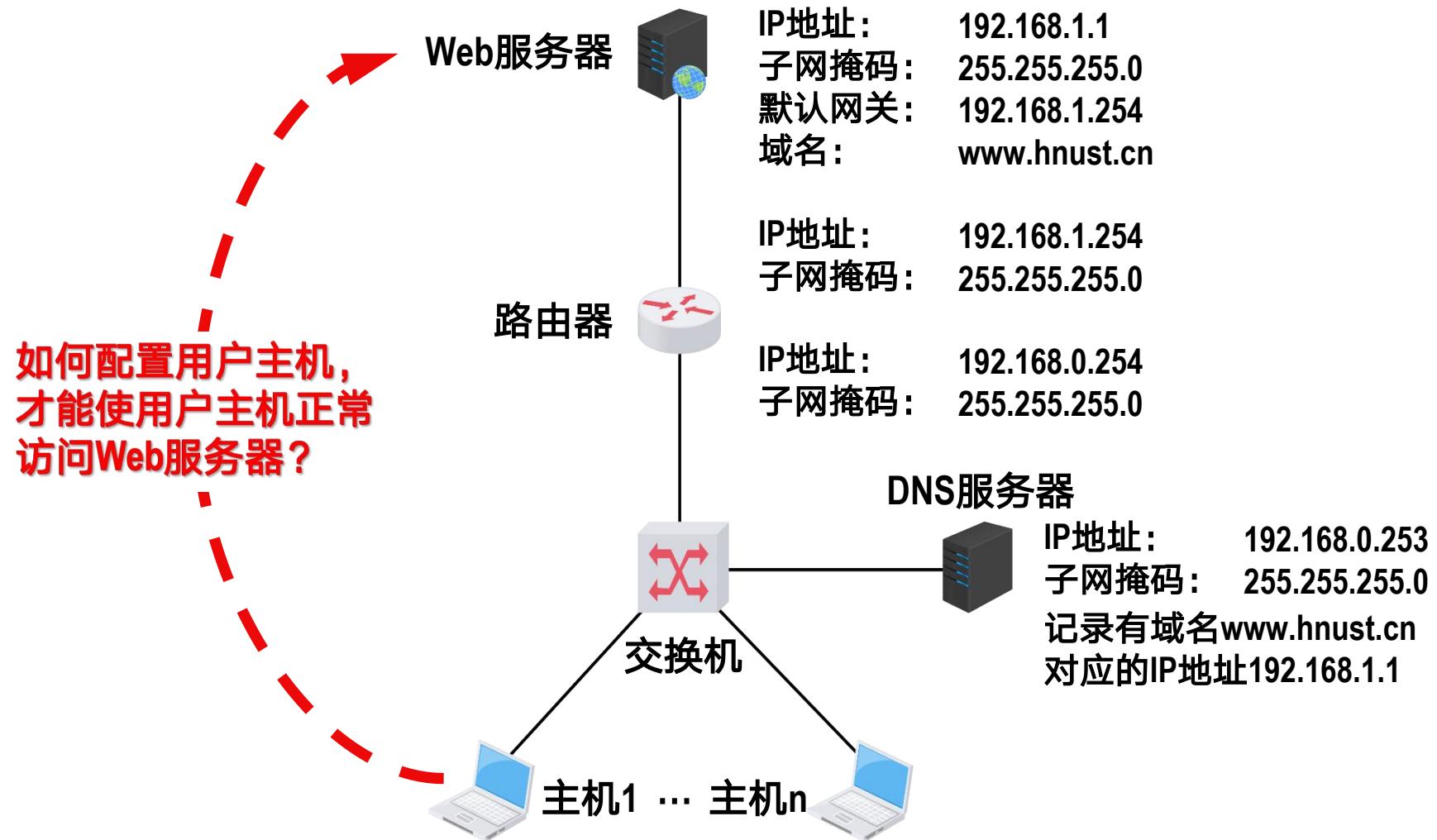
02

动态主机配置协议DHCP的基本工作过程

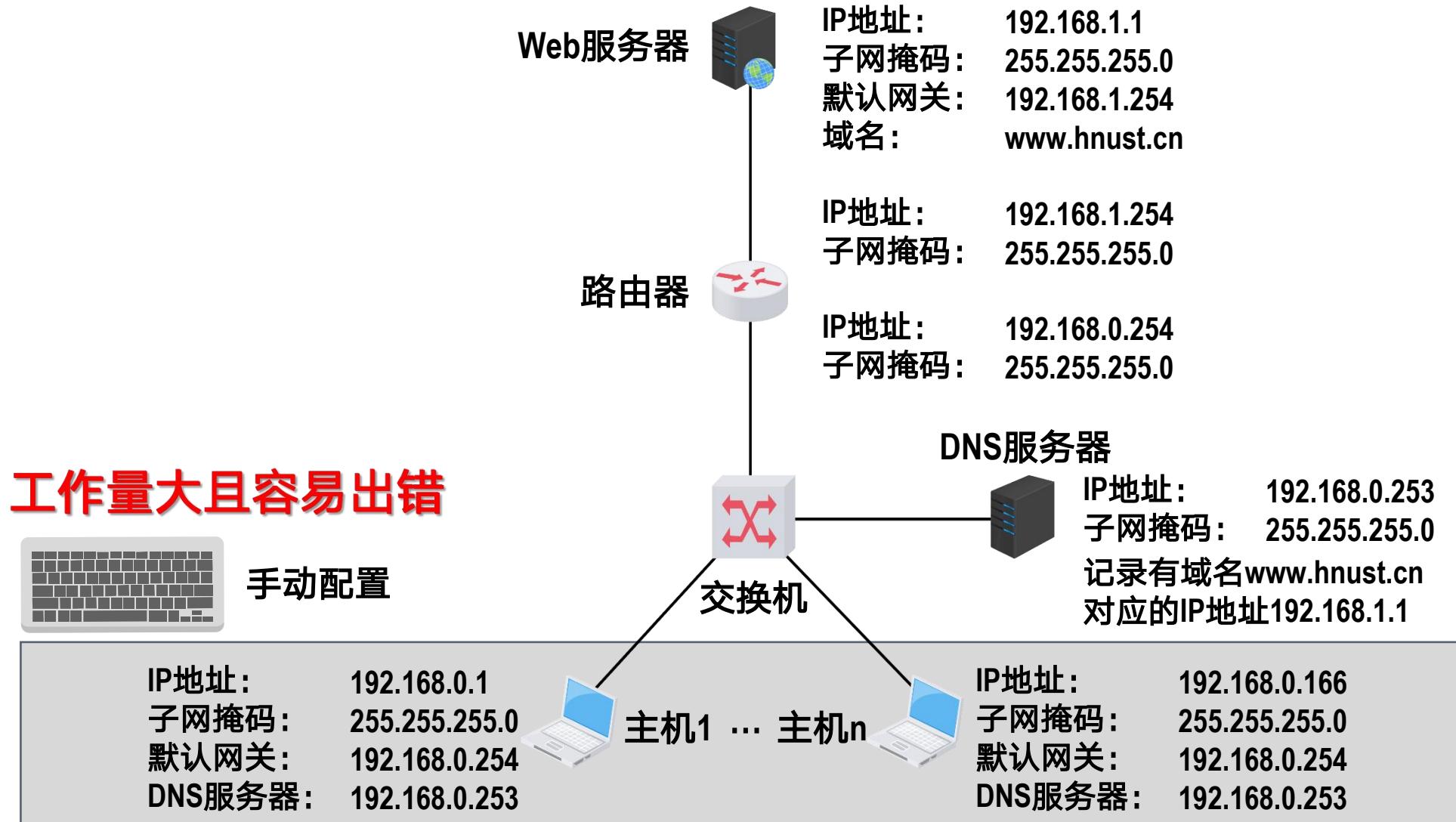
03

DHCP中继代理

## 01 动态主机配置协议DHCP的作用



## 01 动态主机配置协议DHCP的作用



## 01 动态主机配置协议DHCP的作用

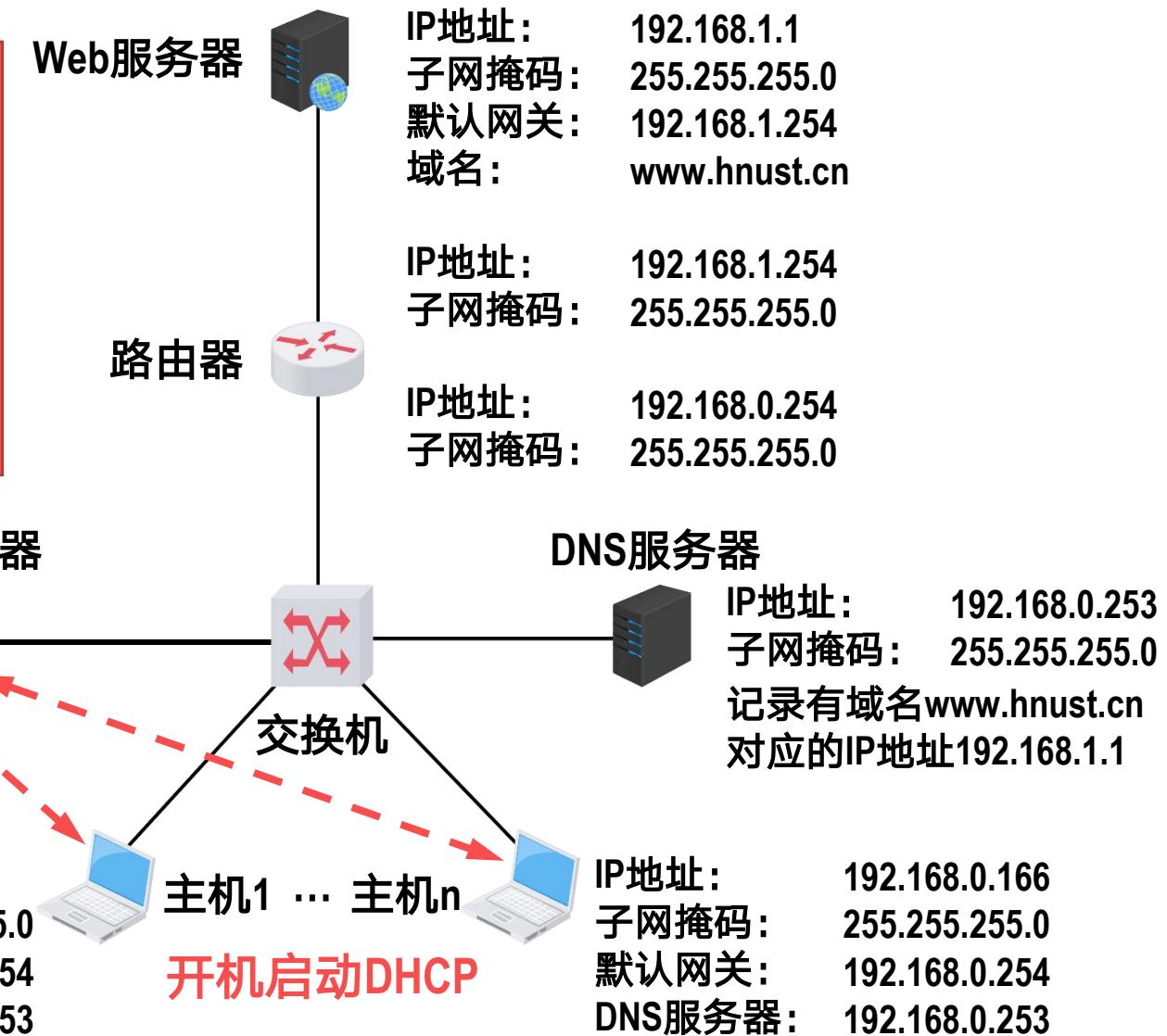
可为局域网中各主机配置以下参数：

IP地址：192.168.0.1~192.168.0.251

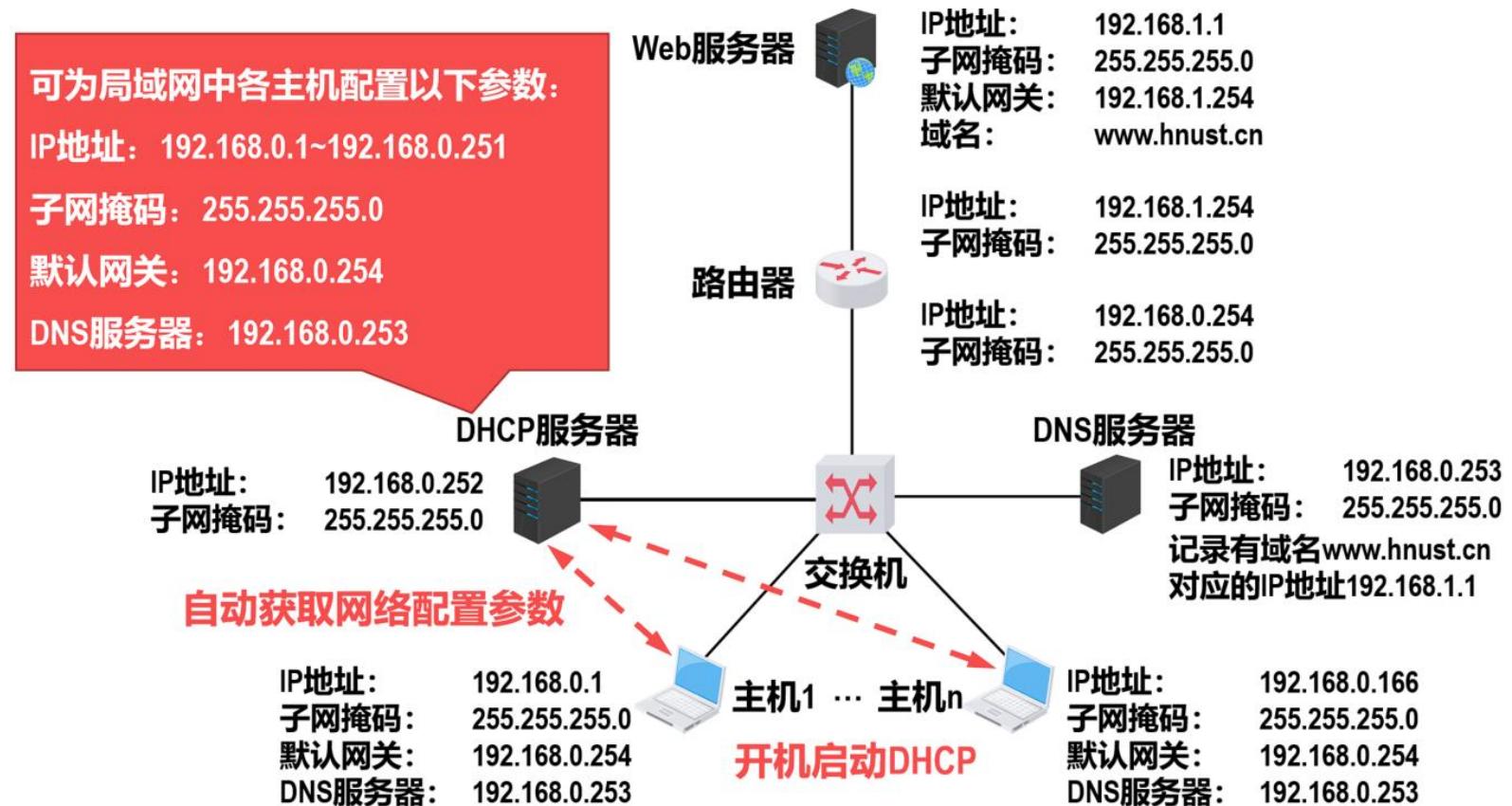
子网掩码：255.255.255.0

默认网关：192.168.0.254

DNS服务器：192.168.0.253

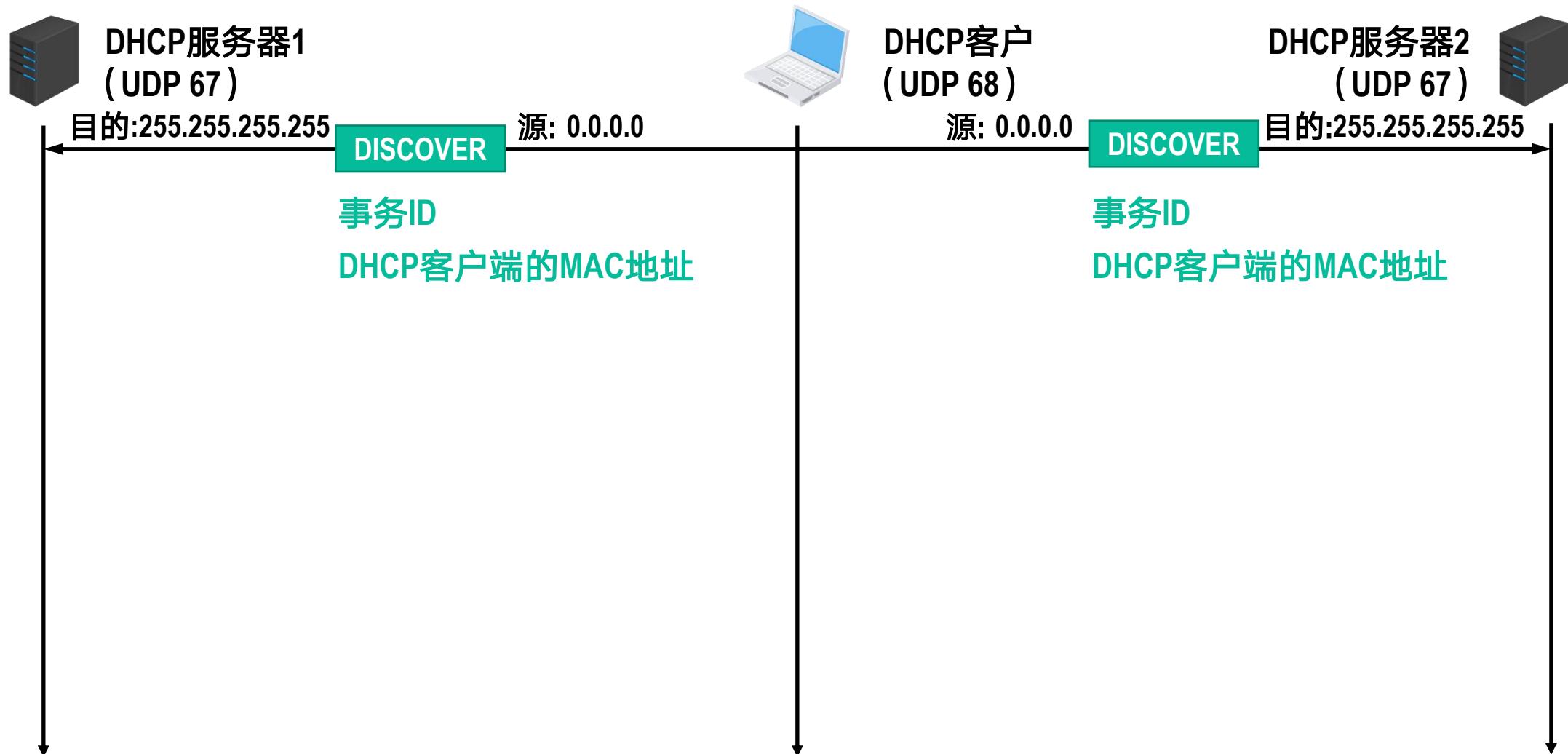


## 01 动态主机配置协议DHCP的作用



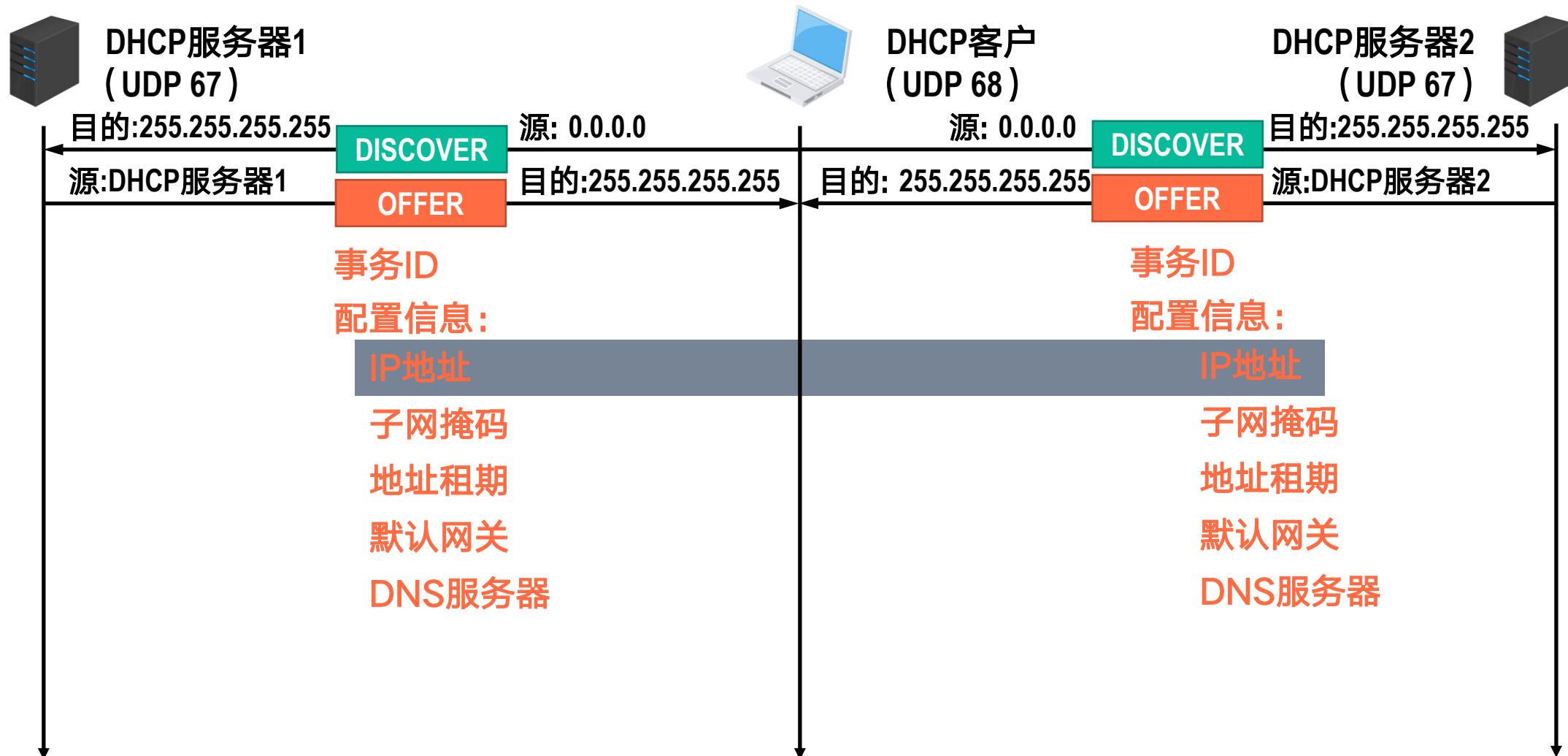
动态主机配置协议DHCP可为计算机自动配置网络参数，使得计算机“即插即联网”  
 (Plug-and-Play Networking)。DHCP目前是因特网草案标准[RFC 2131, RFC 2132]。

## 02 动态主机配置协议DHCP的基本工作过程

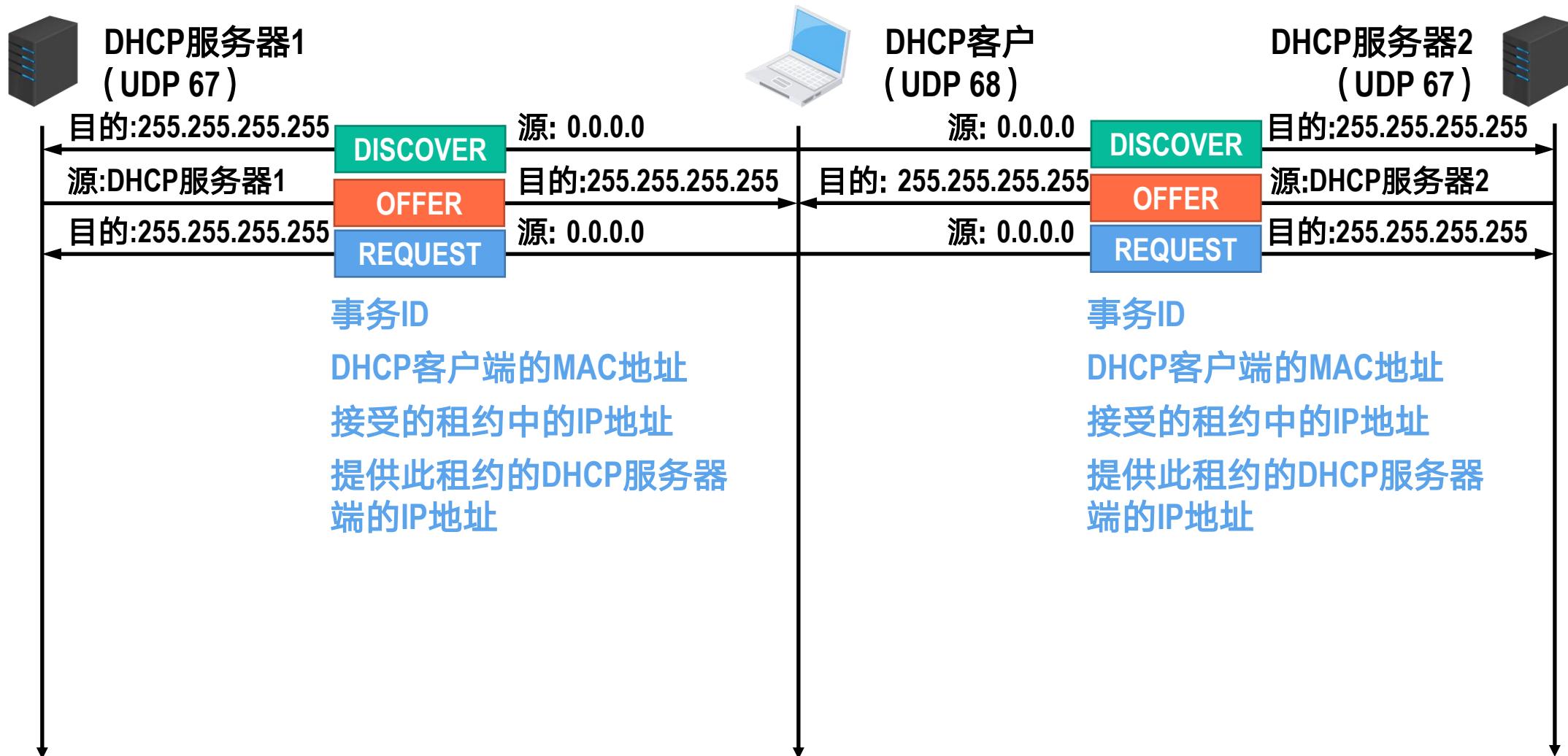


## 02

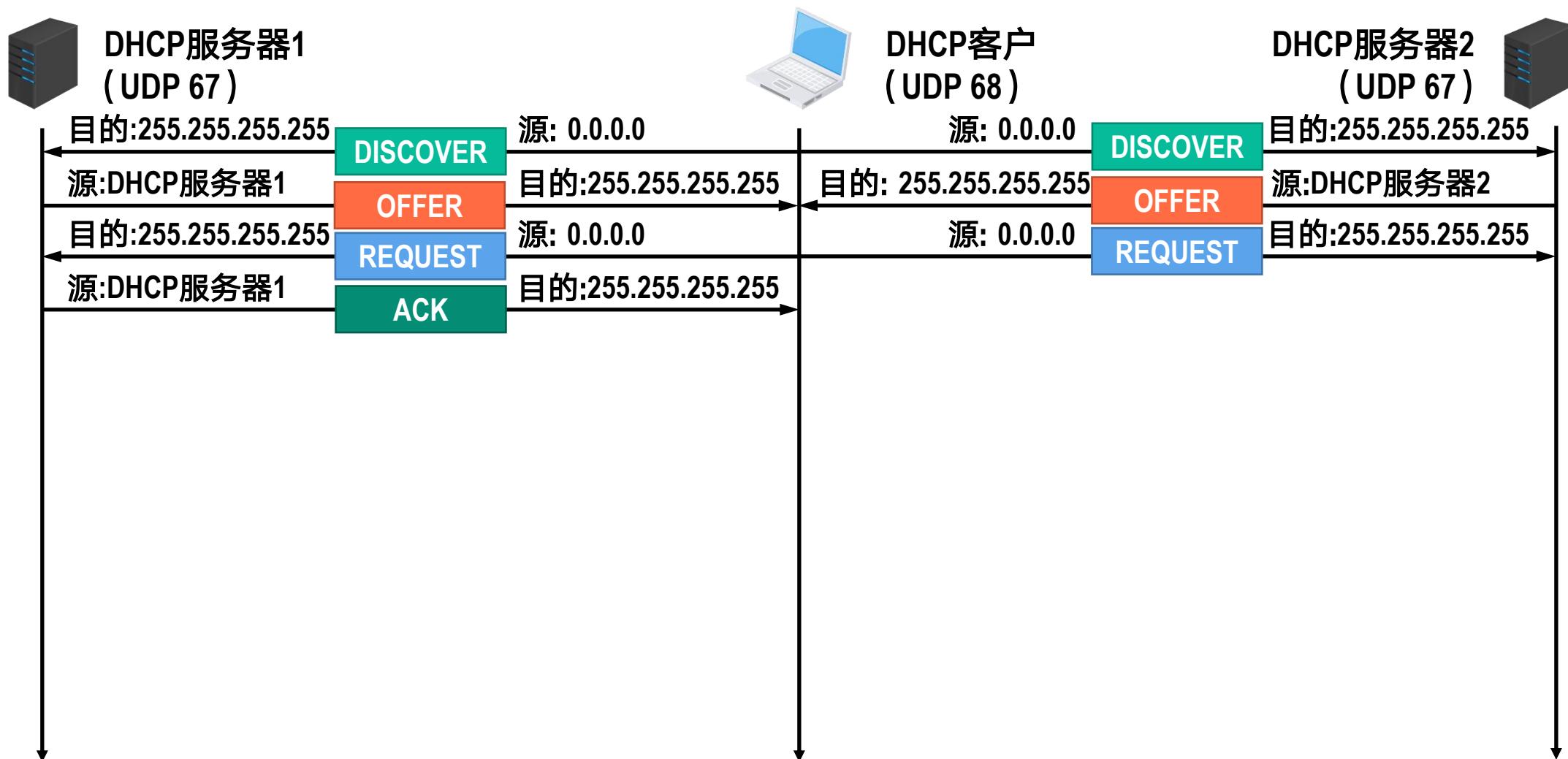
## 动态主机配置协议DHCP的基本工作过程



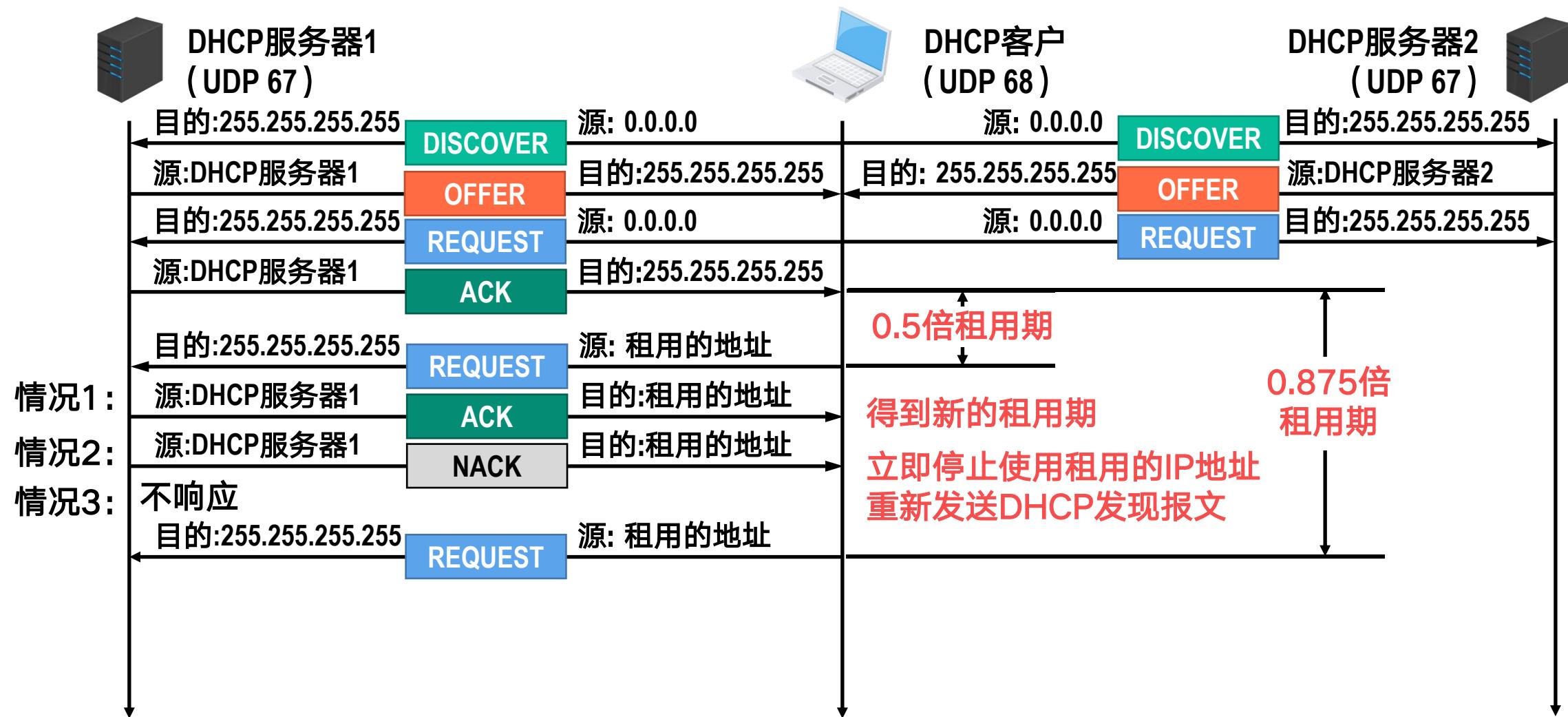
## 02 动态主机配置协议DHCP的基本工作过程



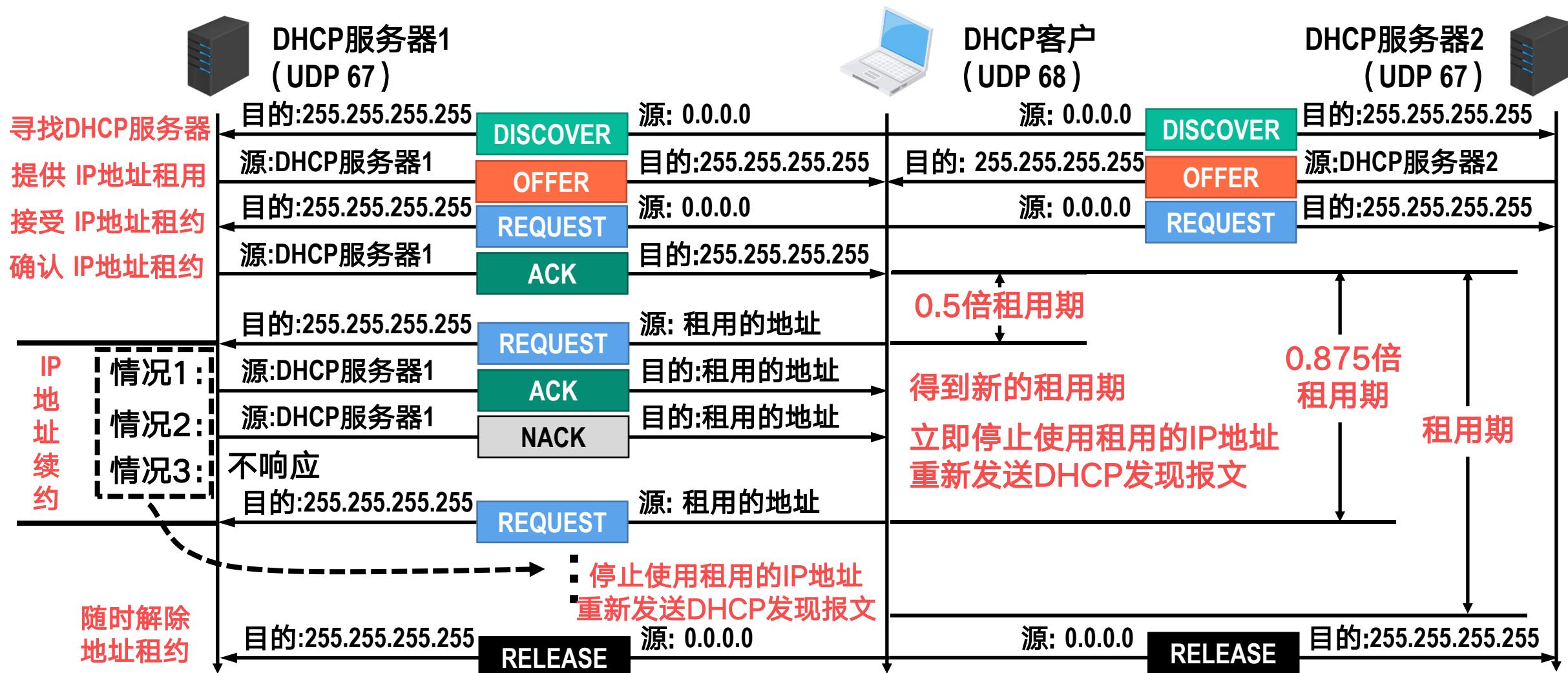
## 02 动态主机配置协议DHCP的基本工作过程



## 02 动态主机配置协议DHCP的基本工作过程



## 02 动态主机配置协议DHCP的基本工作过程



## 6.2 域名系统

01

域名系统的作用

02

因特网的域名结构

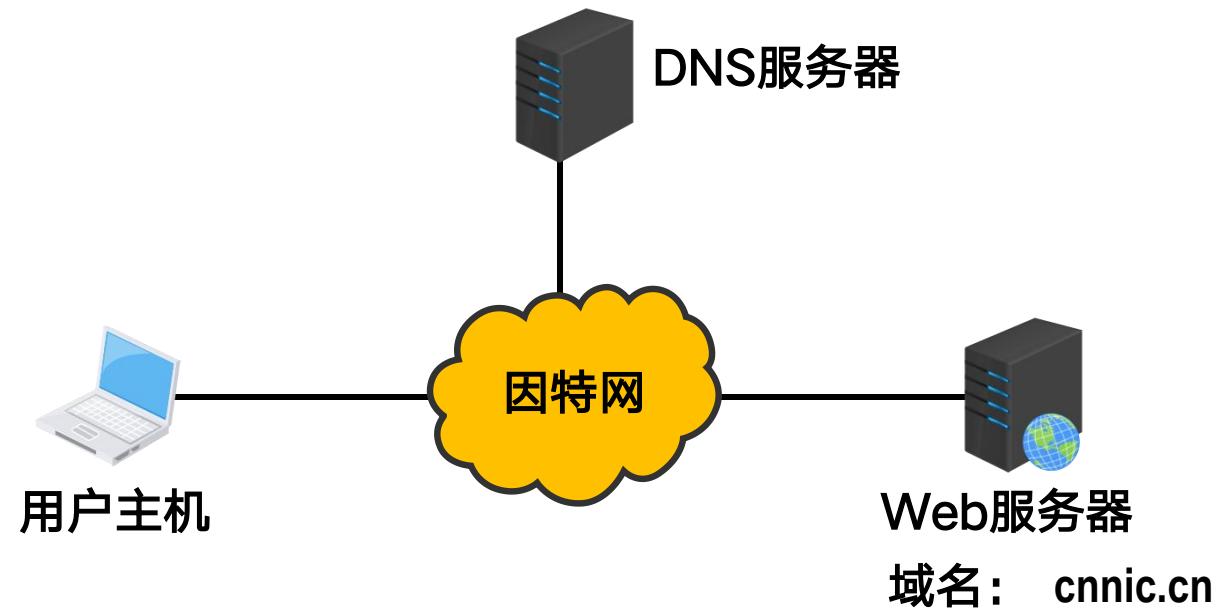
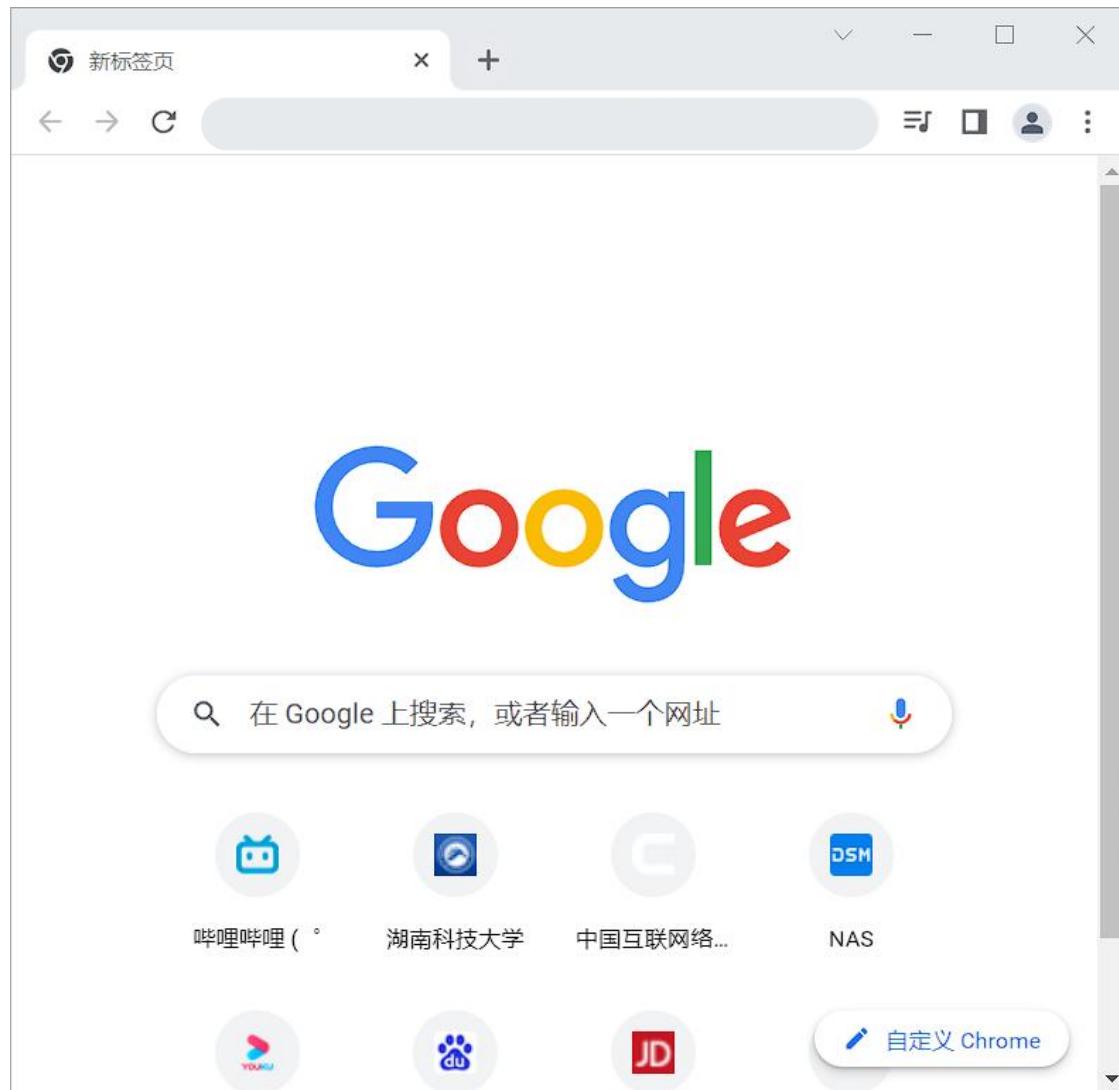
03

因特网上的域名服务器

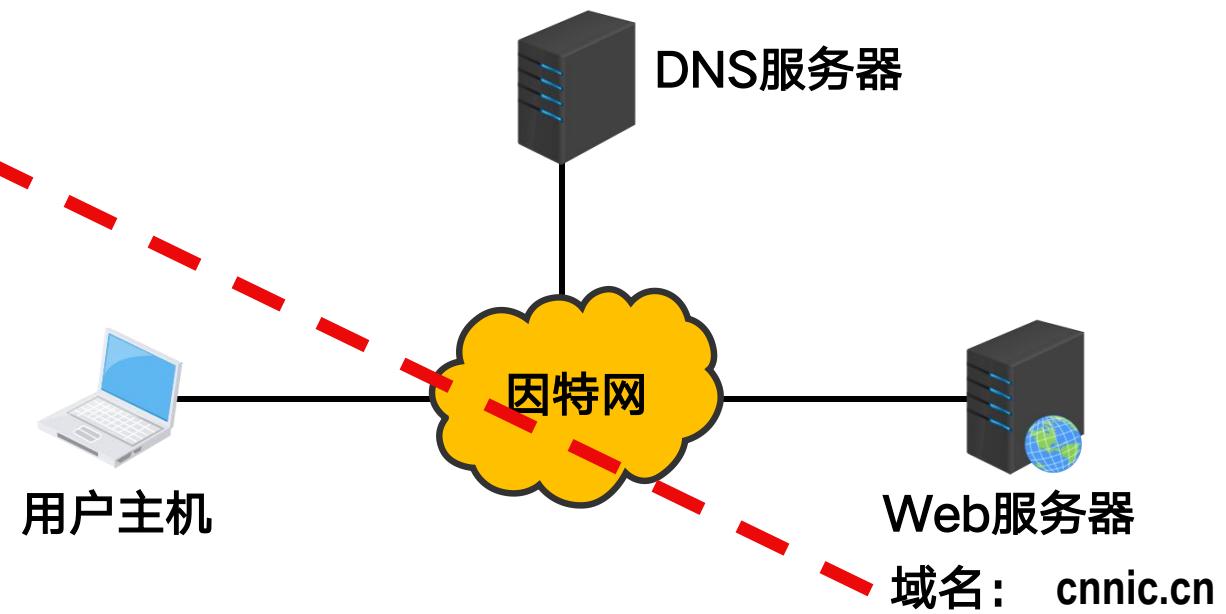
04

因特网的域名解析过程

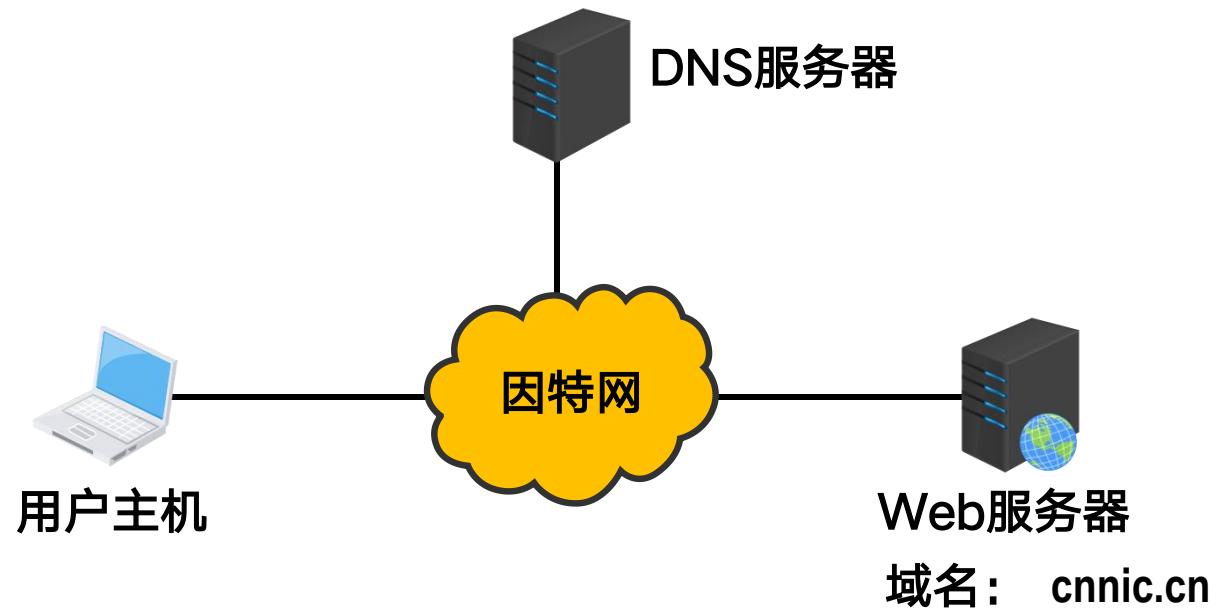
## 01 域名系统的作用



## 01 域名系统的作用



## 01 域名系统的作用



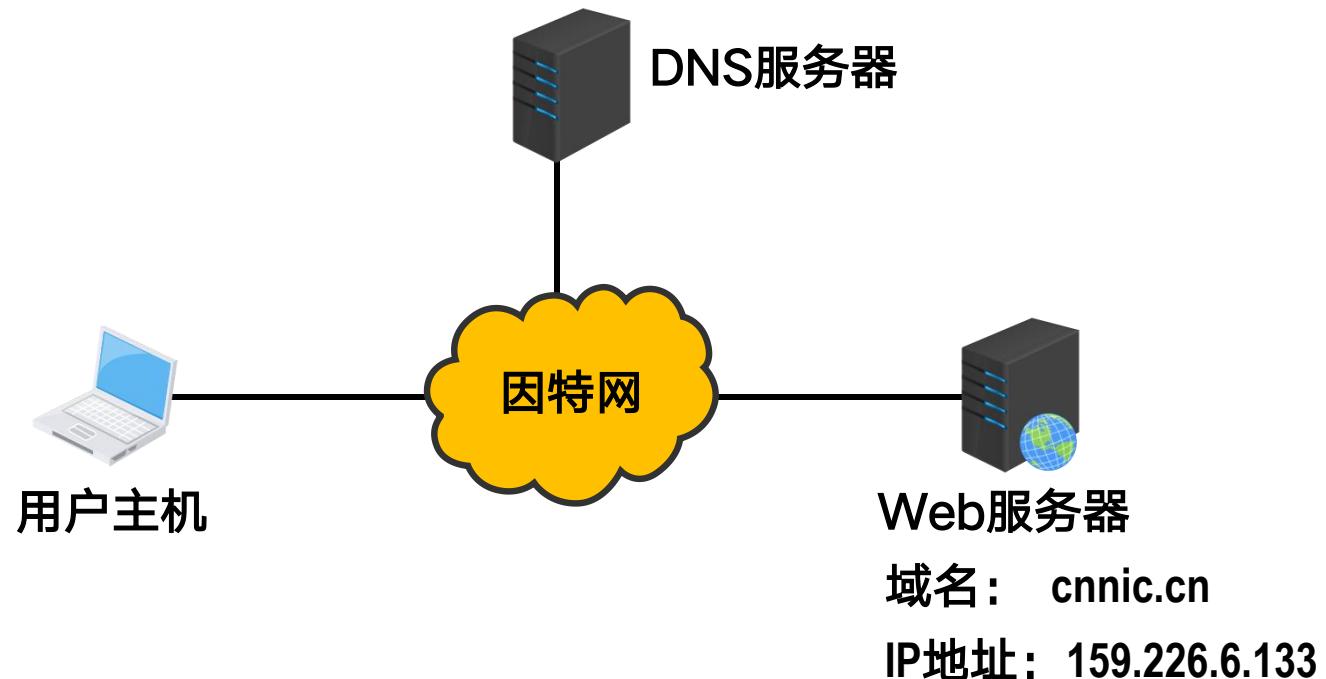
## 01 域名系统的作用

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [版本 10.0.17763.3287]
(c) 2018 Microsoft Corporation。保留所有权利。
C:\Users\湖科大教书匠>ping cnnic.cn

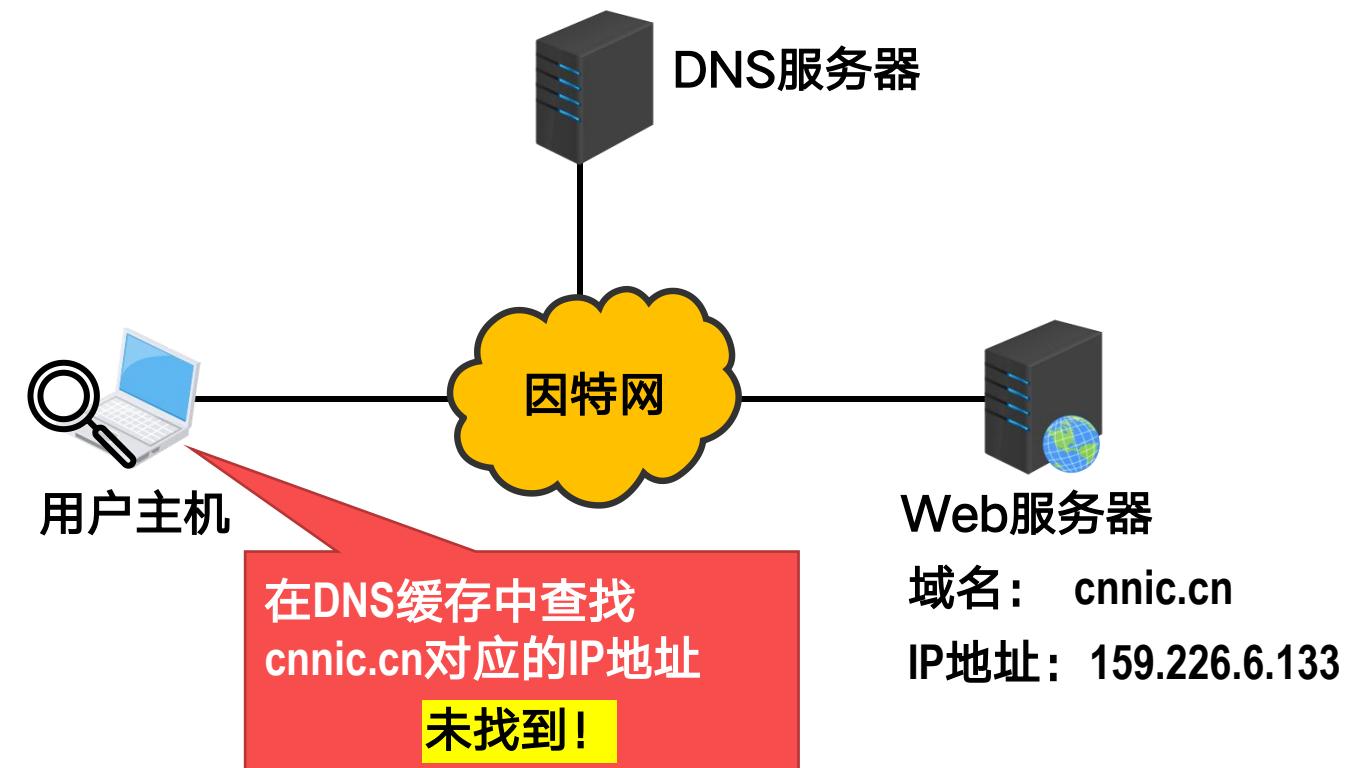
正在 Ping cnnic.cn [159.226.6.133] 具有 32 字节的数据:
来自 159.226.6.133 的回复: 字节=32 时间=45ms TTL=245

159.226.6.133 的 Ping 统计信息:
数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),
往返行程的估计时间(以毫秒为单位):
最短 = 45ms, 最长 = 45ms, 平均 = 45ms

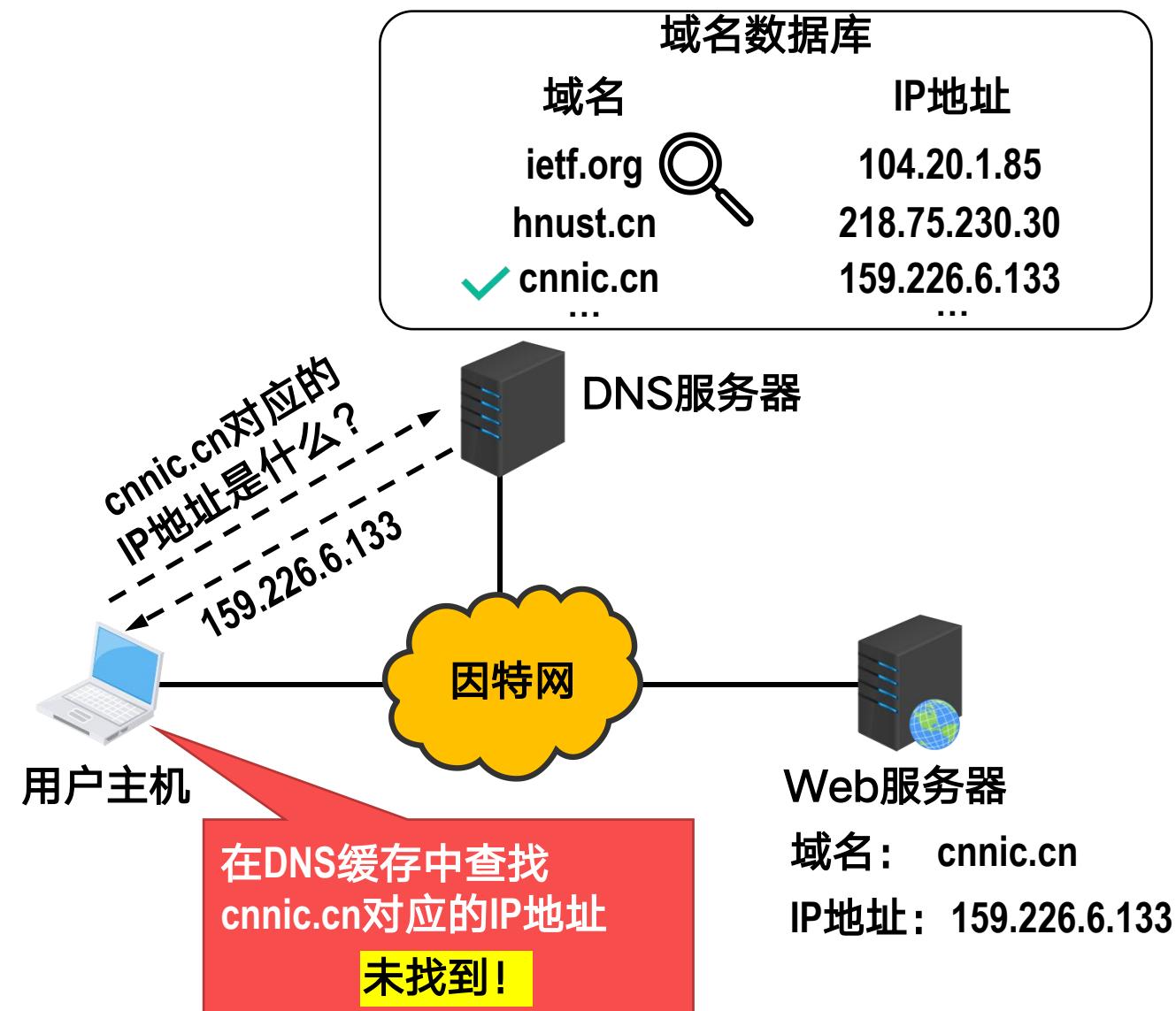
C:\Users\湖科大教书匠>
```



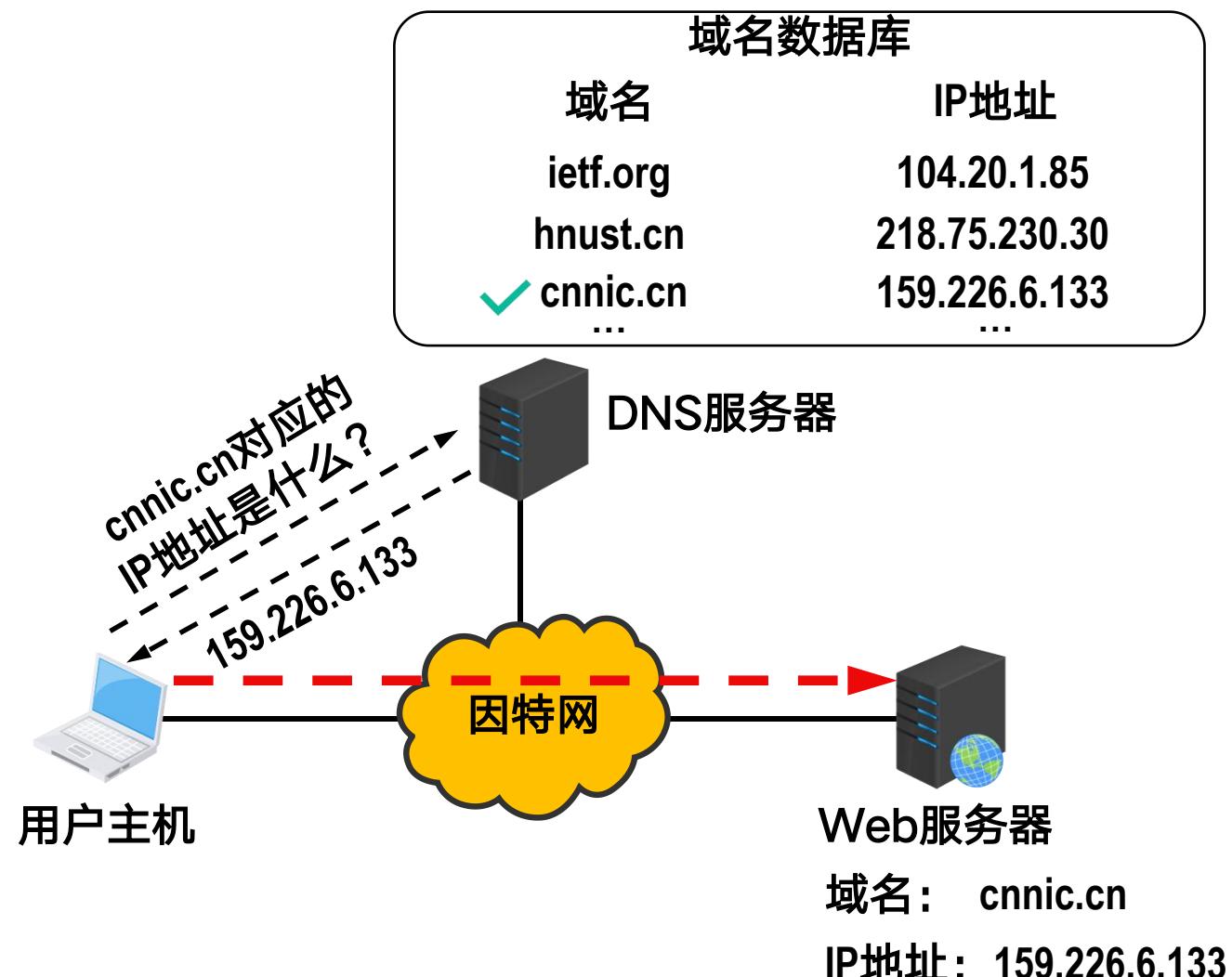
## 01 域名系统的作用



## 01 域名系统的作用

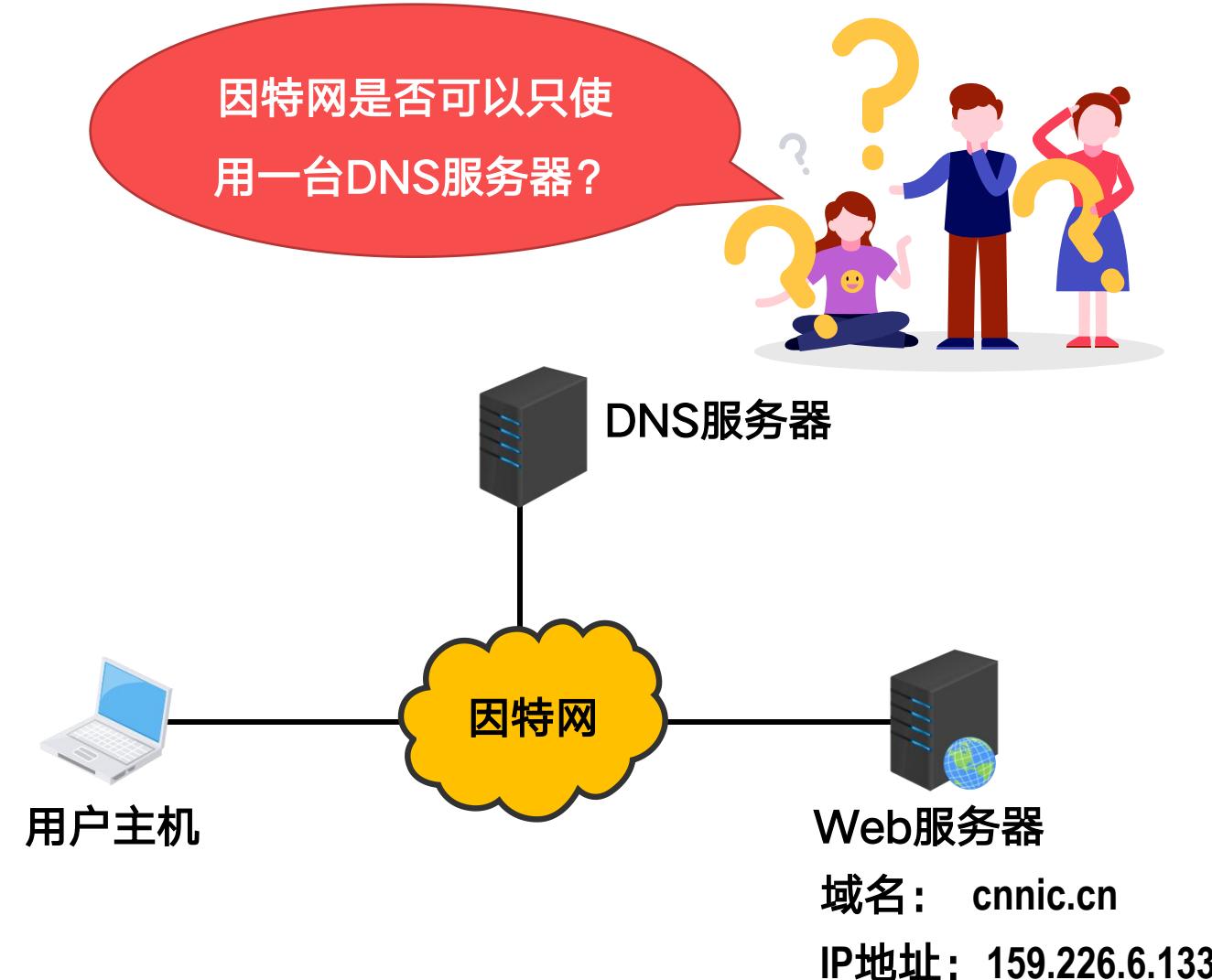


## 01 域名系统的作用



## 01 域名系统的作用

- 这种做法并不可取。因为因特网的规模很大，这样的域名服务器肯定会因为超负荷而无法正常工作，而且一旦域名服务器出现故障，整个因特网就会瘫痪。
- 早在1983年，因特网就开始采用**层次结构的命名树**作为主机的名字（即域名），并使用**分布式的域名系统DNS**。
- DNS使**大多数域名都在本地解析**，仅少量解析需要在因特网上通信，因此系统效率很高。
- 由于DNS是分布式系统，即使单个计算机出了故障，也不会妨碍整个系统的正常运行。



## 02 因特网的域名结构

- 因特网采用**层次树状结构的域名结构**。
- 域名的结构由若干个分量组成，各分量之间用“点”隔开，分别代表不同级别的域名。

… .**三级域名.二级域名.顶级域名**

- 每一级的域名都由英文字母和数字组成，不超过63个字符，不区分大小写字母。
- 级别最低的域名写在最左边，而级别最高的顶级域名写在最右边。
- 完整的域名不超过255个字符。
- 域名系统既不规定一个域名需要包含多少个下级域名，也不规定每一级的域名代表什么意思。
- 各级域名由其上一级的域名管理机构管理，而最高的顶级域名则由因特网名称与数字地址分配机构ICANN进行管理。

**【举例】华中农业大学信息学院的域名**

**c o i . h z a u .**

四级域名

**e d u . c n**

三级域名

**e d u . c n**

二级域名

**e d u . c n**

顶级域名

## 02 因特网的域名结构

### ■ 顶级域名 (Top Level Domain, TLD) 分为以下三类:

- 国家顶级域名nTLD 采用ISO 3166的规定。如cn表示中国，us表示美国，uk表示英国、等等。
- 通用顶级域名gTLD 最常见的通用顶级域名有七个，即：com（公司企业）、net（网络服务机构）、org（非营利性组织）、int（国际组织）、edu（美国教育机构）、gov（美国政府部门）、mil（美国军事部门）。
- 反向域arpa 用于反向域名解析，即IP地址反向解析为域名。

注意区分

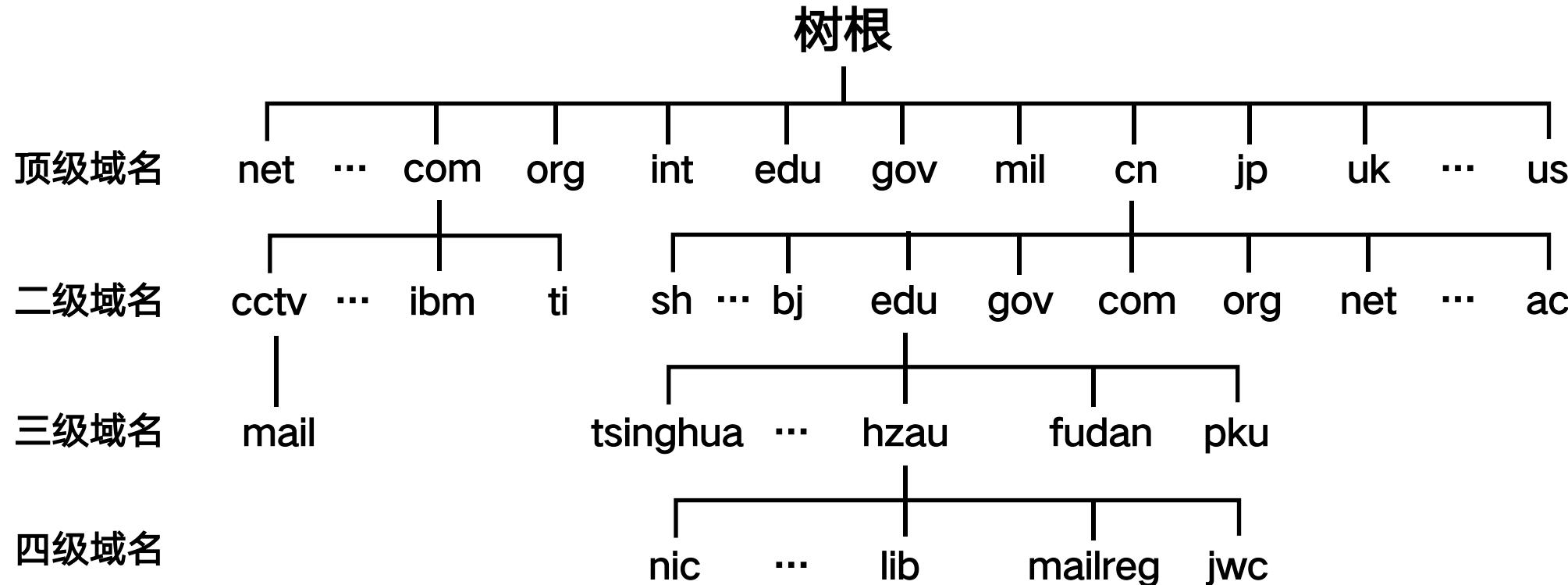
■ 在国家顶级域名下注册的二级域名均由该国家自行确定。例如，顶级域名为jp的日本，将其教育和企业机构的二级域名定为ac和co，而不用edu和com。

### ■ 我国则将二级域名划分为以下两类:

- 类别域名 共七个：ac（科研机构）、com（工、商、金融等企业）、edu（教育机构）、gov（政府部门）、net（提供网络服务的机构）、mil（军事机构）和org（非营利性组织）。
- 行政区域名 共34个，适用于我国的各省、自治区、直辖市。例如：bj为北京市、sh为上海市、js为江苏省，等等。

## 02 因特网的域名结构

### 【举例】因特网的域名空间



这种按等级管理的命名方法便于维护名字的唯一性，并且也容易设计出一种高效的域名查询机制。需要注意的是，域名只是个逻辑概念，并不代表计算机所在的物理地点。

### 03 因特网上的域名服务器

■ 域名和IP地址的映射关系必须保存在域名服务器中，供所有其他应用查询。显然不能将所有信息都储存  
在一台域名服务器中。DNS使用**分布在各地的域名服务器**来实现域名到IP地址的转换。

根域名服务器

顶级域名服务器

权限域名服务器

本地域名服务器

### 03 因特网上的域名服务器

■ 域名和IP地址的映射关系必须保存在域名服务器中，供所有其他应用查询。显然不能将所有信息都储存  
在一台域名服务器中。DNS使用**分布在各地的域名服务器**来实现域名到IP地址的转换。

根域名服务器

顶级域名服务器

权限域名服务器

本地域名服务器

- 根域名服务器是最高层次的域名服务器。
- 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。
- 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。
- 这就加快了DNS的查询过程，同时也更合理地利用了因特网的资源。**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。**

### 03 因特网上的域名服务器

■ 域名和IP地址的映射关系必须保存在域名服务器中，供所有其他应用查询。显然不能将所有信息都储存  
在一台域名服务器中。DNS使用**分布在各地的域名服务器**来实现域名到IP地址的转换。

根域名服务器

顶级域名服务器

权限域名服务器

本地域名服务器

- 顶级域名服务器负责**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，也可能是下一级权限域名服务器的IP地址。

### 03 因特网上的域名服务器

■ 域名和IP地址的映射关系必须保存在域名服务器中，供所有其他应用查询。显然不能将所有信息都储存  
在一台域名服务器中。DNS使用**分布在各地的域名服务器**来实现域名到IP地址的转换。

根域名服务器

顶级域名服务器

权限域名服务器

本地域名服务器

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

### 03 因特网上的域名服务器

■ 域名和IP地址的映射关系必须保存在域名服务器中，供所有其他应用查询。显然不能将所有信息都储存  
在一台域名服务器中。DNS使用**分布在各地的域名服务器**来实现域名到IP地址的转换。

根域名服务器

顶级域名服务器

权限域名服务器

本地域名服务器

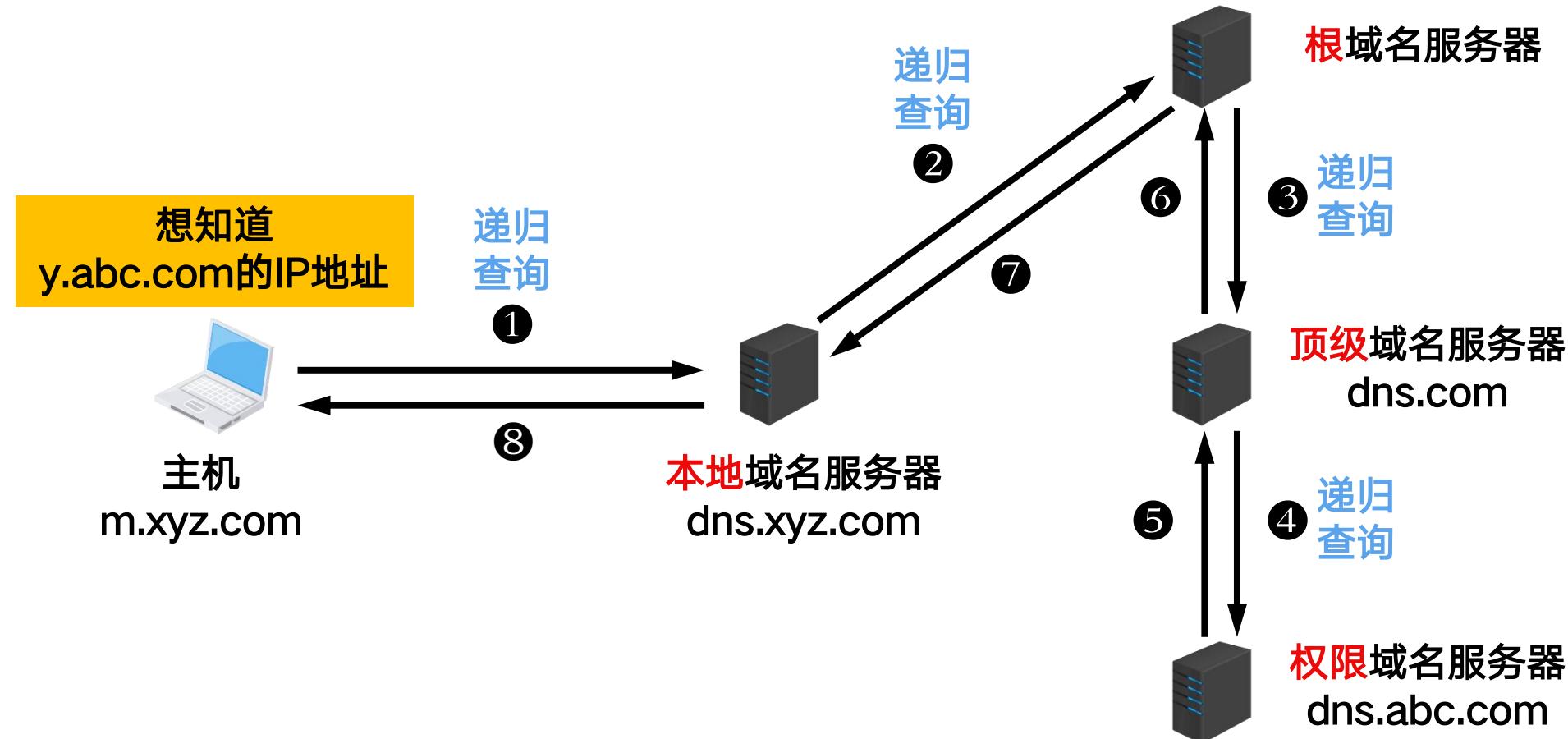
- 本地域名服务器不属于上述的域名服务器的等级结构。
- 当一个主机发出DNS请求报文时，这个报文就首先被送往该主机的本地域名服务器。
- 本地域名服务器起着代理的作用，会将该报文转发到上述的域名服务器的等级结构中。**
- 每一个因特网服务提供者ISP，一个大学，甚至一个大学里的学院，都可以拥有一个本地域名服务器，  
它有时也称为**默认域名服务器**。
- 本地域名服务器离用户较近，一般不超过几个路由器的距离，也有可能就在同一个局域网中。本地  
域名服务器的IP地址需要直接配置在需要域名解析的主机中。

## 04 因特网的域名解析过程

递归查询

迭代查询

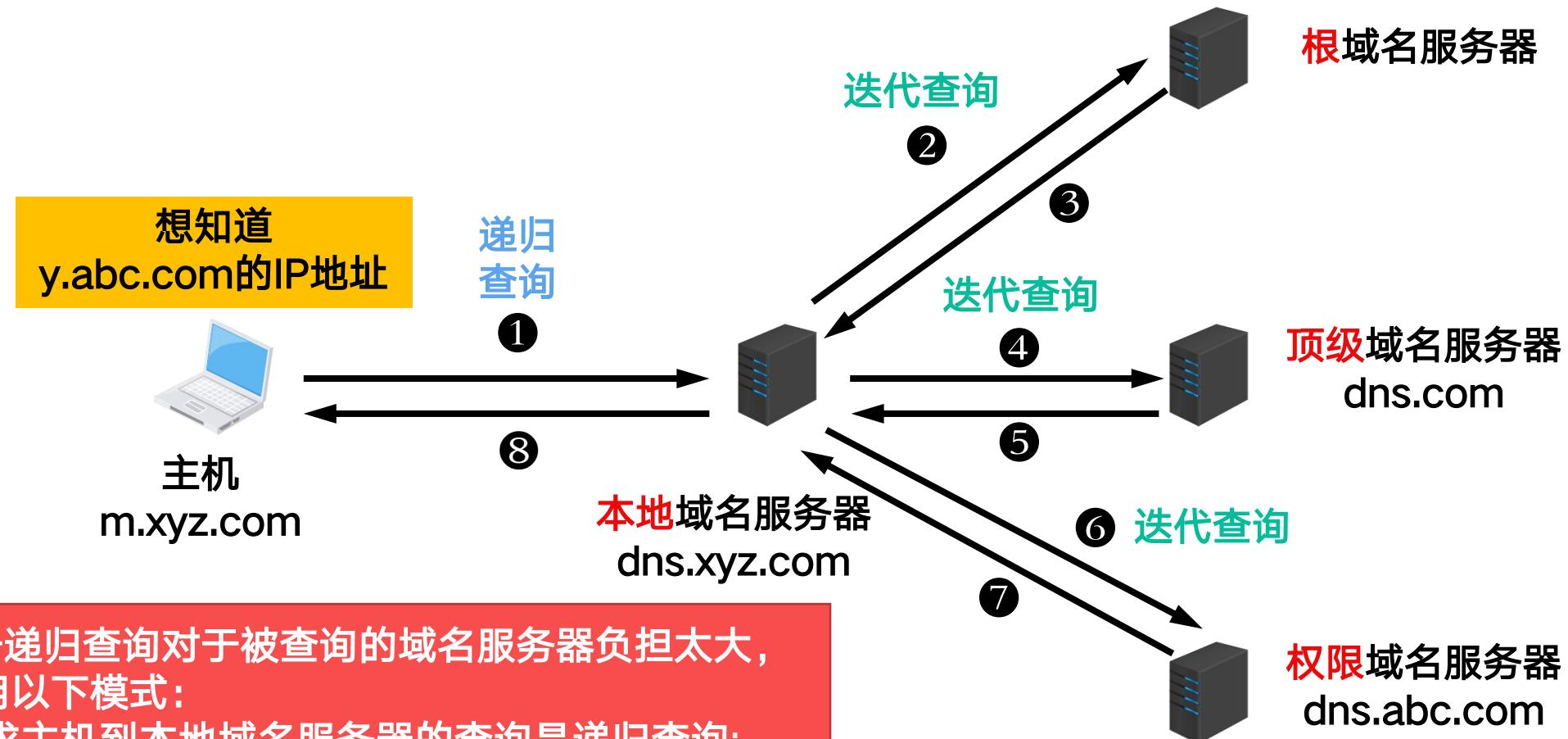
## 04 因特网的域名解析过程



## 04 因特网的域名解析过程

递归查询

迭代查询

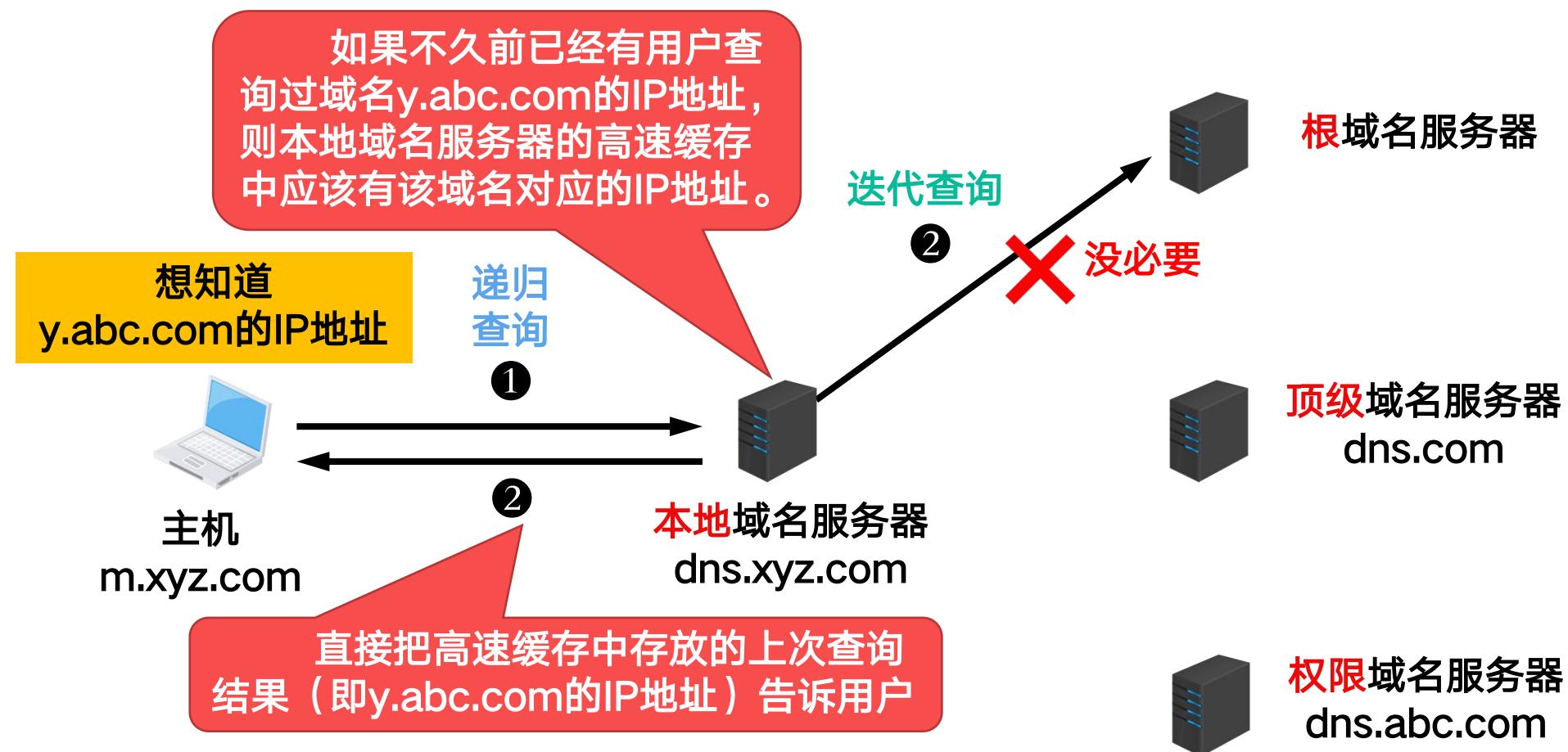


由于递归查询对于被查询的域名服务器负担太大，通常采用以下模式：

- 从请求主机到本地域名服务器的查询是递归查询；
- 而其余的查询是迭代查询。

## 04 因特网的域名解析过程

为了提高DNS的查询效率，并减轻根域名服务器的负荷和减少因特网上的DNS查询报文数量，在域名服务器中广泛地使用了**高速缓存**。高速缓存用来存放最近查询过的域名以及从何处获得域名映射信息的记录。



## 04 因特网的域名解析过程

- 为了提高DNS的查询效率，并减轻根域名服务器的负荷和减少因特网上的DNS查询报文数量，在域名服务器中广泛地使用了**高速缓存**。高速缓存用来存放最近查询过的域名以及从何处获得域名映射信息的记录。
  - 由于域名到IP地址的映射关系并不是永久不变，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删除超过合理时间的项**（例如，每个项目只存放两天）。
- 不但在本地域名服务器中需要高速缓存，在用户**主机**中也很需要。许多用户主机在启动时从本地域名服务器下载域名和IP地址的全部数据库，维护存放自己最近使用的域名的高速缓存，并且只在从缓存中找不到域名时才向域名服务器查询。同理，主机也需要保持**高速缓存**中内容的正确性。

【2010年 题40】如果本地域名服务器无缓存，当采用递归方法解析另一网络某主机域名时，用户主机、本地域名服务器发送的域名请求消息数分别为（ ）。

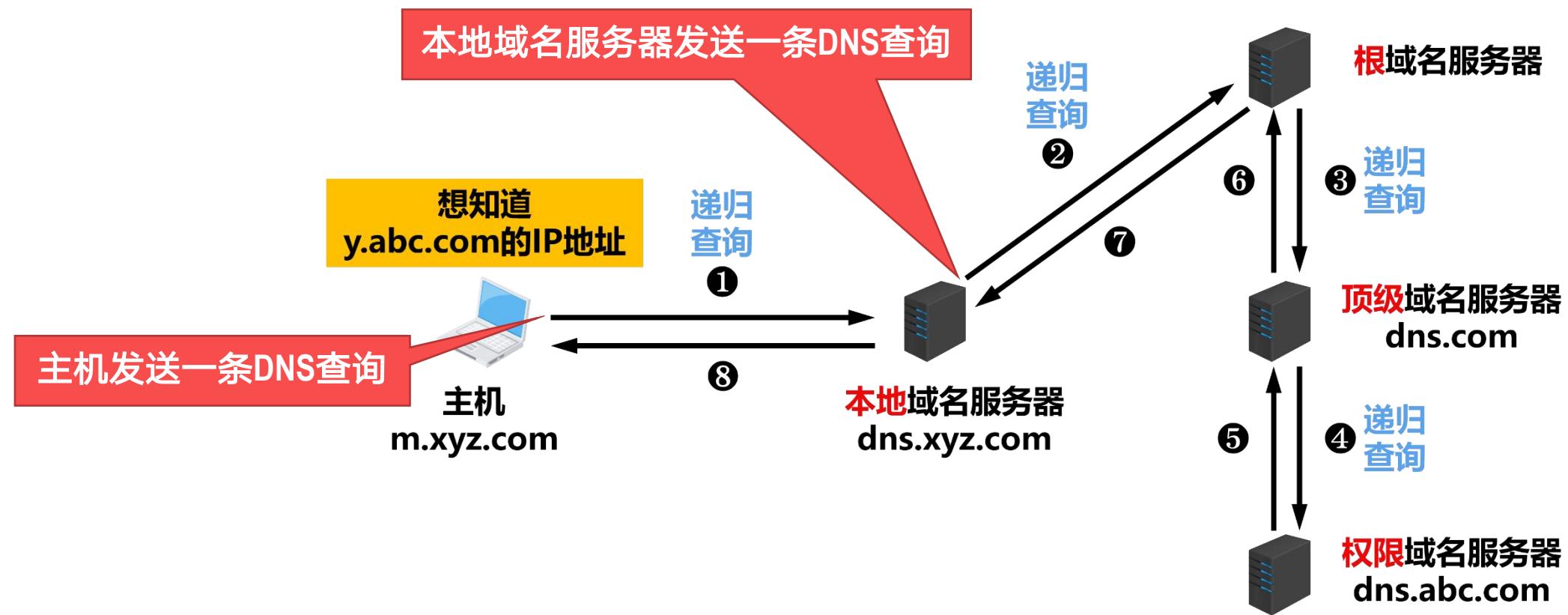
- A 一条、一条
- B 一条、多条
- C 多条、一条
- D 多条、多条

## 04 因特网的域名解析过程

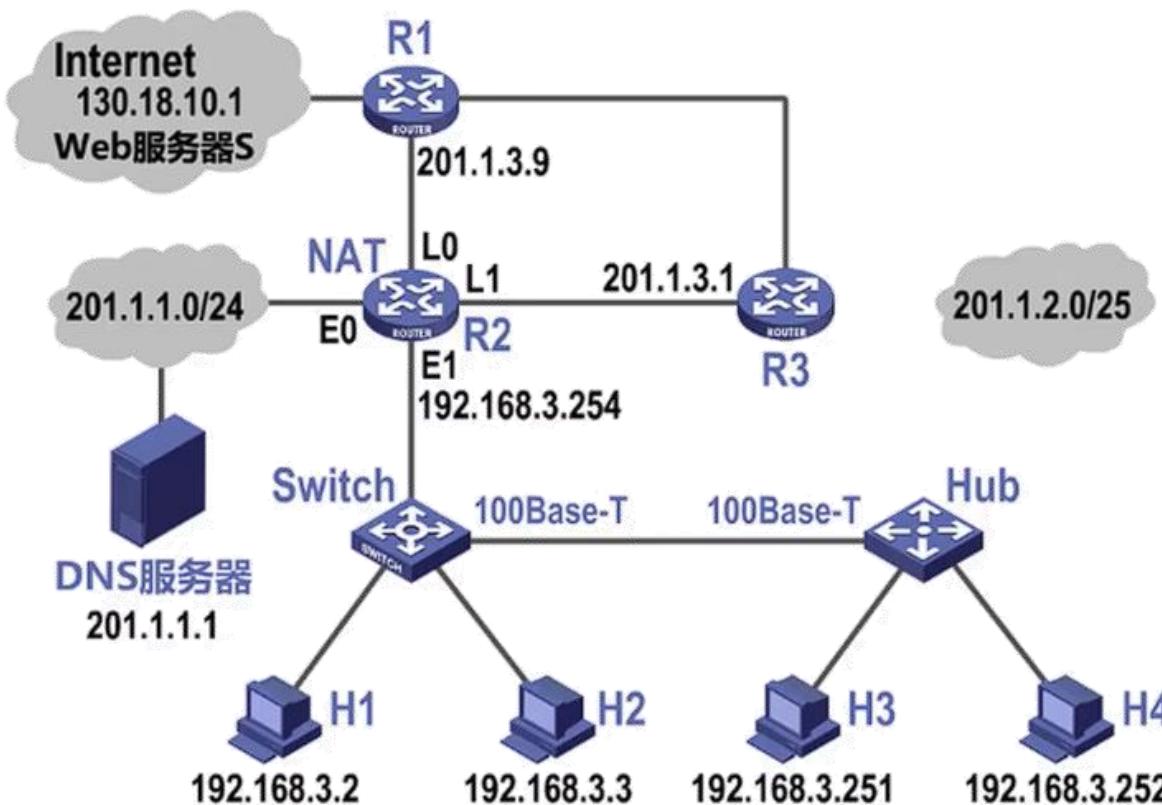
【2010年 题40】如果本地域名服务器无缓存，当采用递归方法解析另一网络某主机域名时，用户主机、本地域名服务器发送的域名请求消息数分别为（A）。

- A. 一条、一条
- B. 一条、多条
- C. 多条、一条
- D. 多条、多条

解析



【2016年 题40】假设所有域名服务器均采用**迭代查询**方式进行域名解析，当H4访问规范域名为**www.abc.xyz.com**的网站时，域名服务器201.1.1.1在完成该域名解析过程中，可能发出DNS查询的最少和最多次数分别是（ ）。

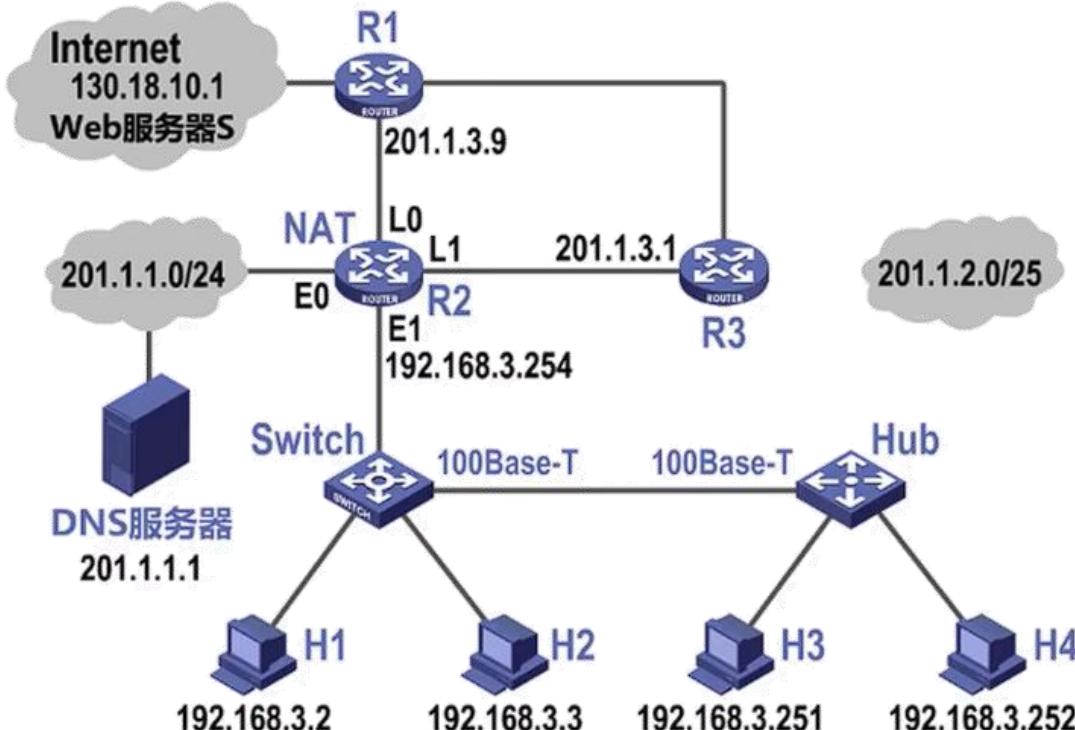


- A 0、3
- B 1、3
- C 0、4
- D 1、4

提交

## 04 因特网的域名解析过程

【2016年 题40】假设所有域名服务器均采用迭代查询方式进行域名解析，当H4访问规范命名为www.abc.xyz.com的网站时，域名服务器201.1.1.1在完成该域名解析过程中，可能发出DNS查询的最少和最多次数分别是（C）。



A. 0、3

B. 1、3

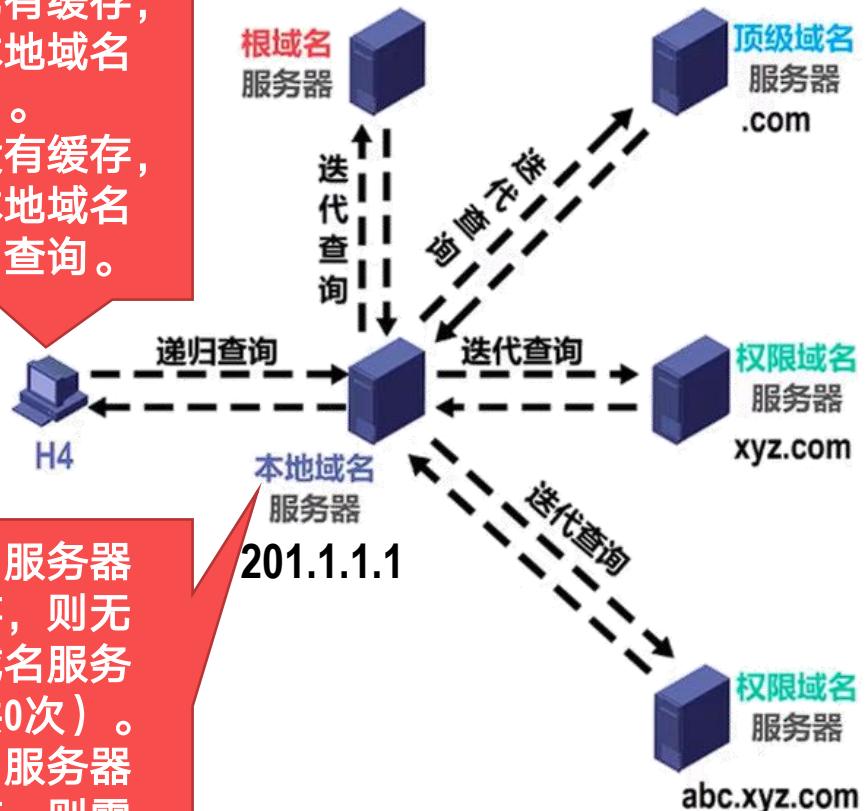
C. 0、4

D. 1、4

### 解析

- 若主机中已有缓存，则无需向本地域名服务器查询。
- 若主机中没有缓存，则需要向本地域名服务器递归查询。

- 若本地域名服务器中已有缓存，则无需向其他域名服务器查询（共0次）。
- 若本地域名服务器中没有缓存，则需要进行一系列迭代查询（共4次）。



## 6.3 文件传送协议

01

文件传送协议FTP的作用

02

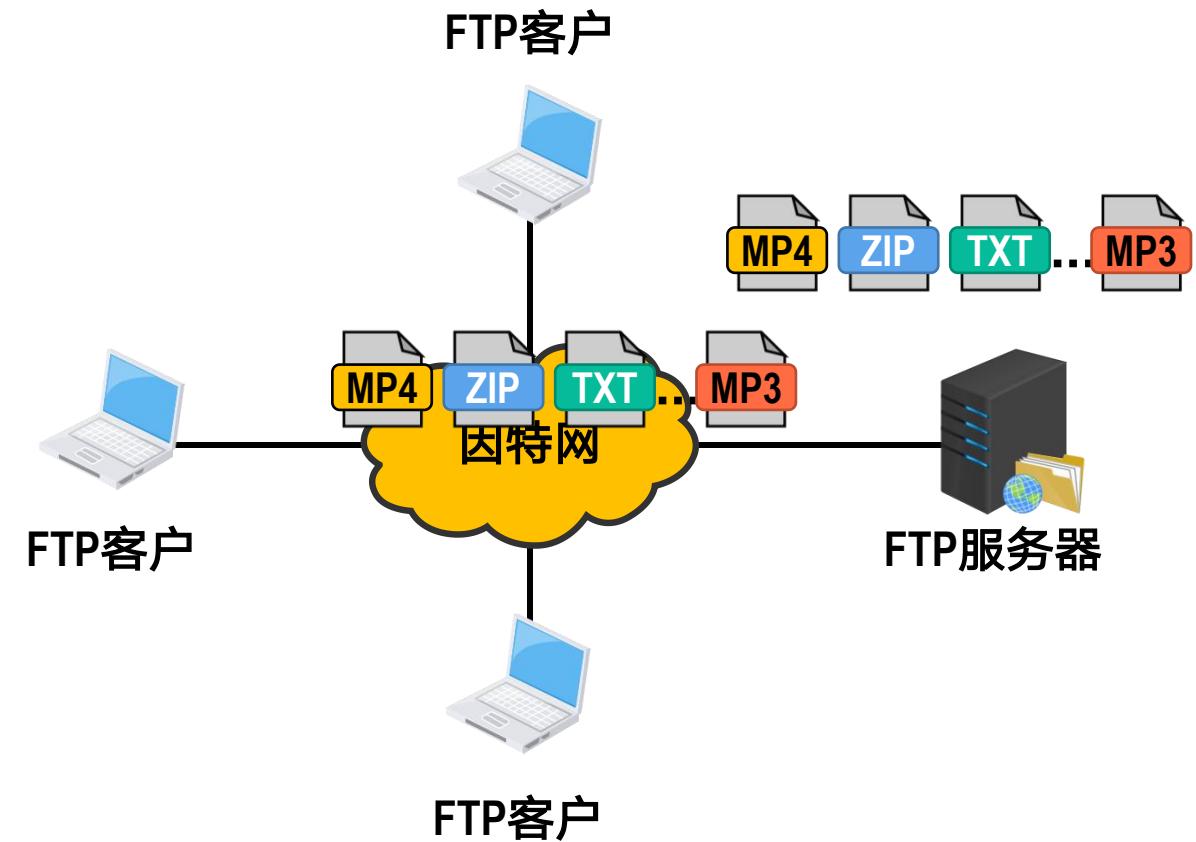
文件传送协议FTP的基本工作原理

## 01 文件传送协议FTP的作用

- 将某台计算机中的文件通过网络传送到可能相距很远的另一台计算机中，是一项基本的网络应用，即文件传送。
- **文件传送协议（File Transfer Protocol, FTP）是因特网上使用得最广泛的文件传送协议。**
  - FTP提供交互式的访问，允许客户指明文件的类型与格式（如指明是否使用ASCII码），并允许文件具有存取权限（如访问文件的用户必须经过授权，并输入有效的口令）。**
  - FTP屏蔽了各计算机系统的细节，因而适合于在异构网络中任意计算机之间传送文件。**
- 在因特网发展的早期阶段，用FTP传送文件约占整个因特网的通信量的三分之一，而由电子邮件和域名系统所产生的通信量还要小于FTP所产生的通信量。只是到了1995年，万维网WWW的通信量才首次超过了FTP。

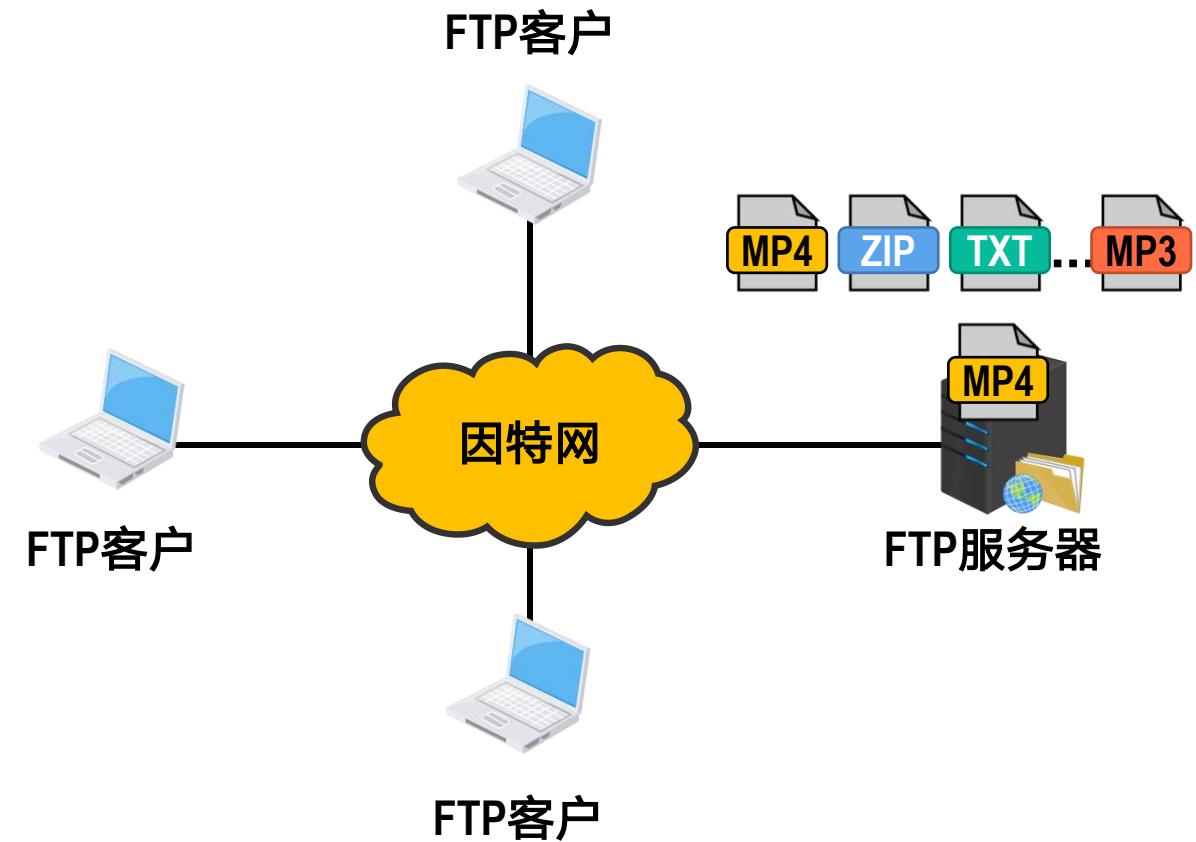
## 01 文件传送协议FTP的作用

【举例】文件传送协议FTP的应用



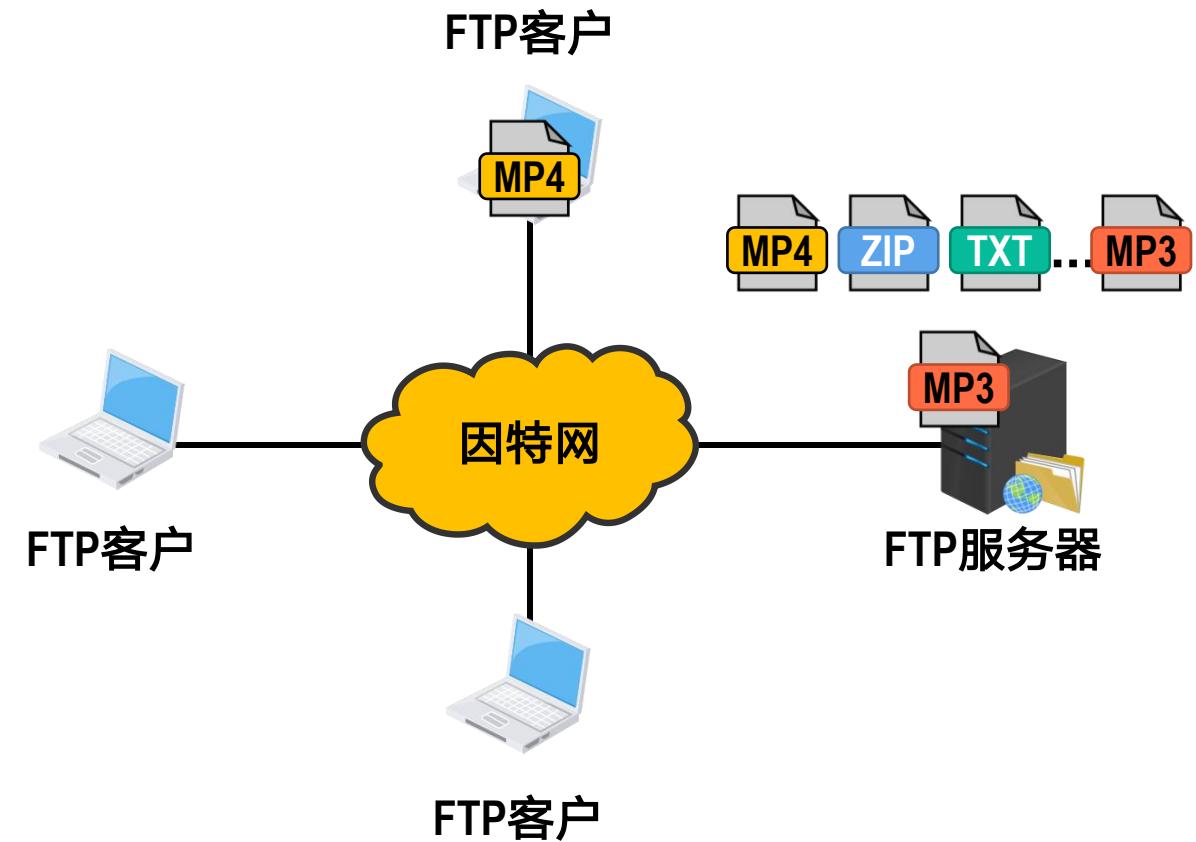
## 01 文件传送协议FTP的作用

【举例】文件传送协议FTP的应用



## 01 文件传送协议FTP的作用

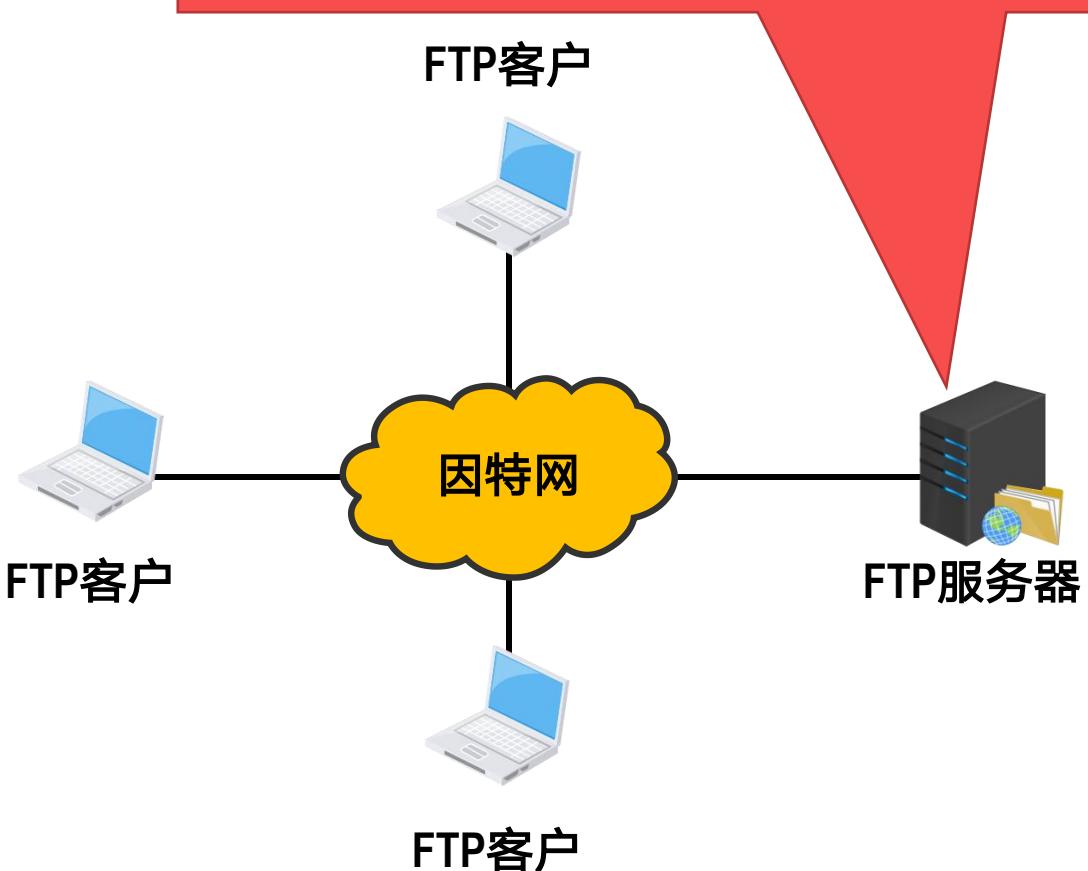
【举例】文件传送协议FTP的应用



## 01 文件传送协议FTP的作用

### 【举例】文件传送协议FTP的应用

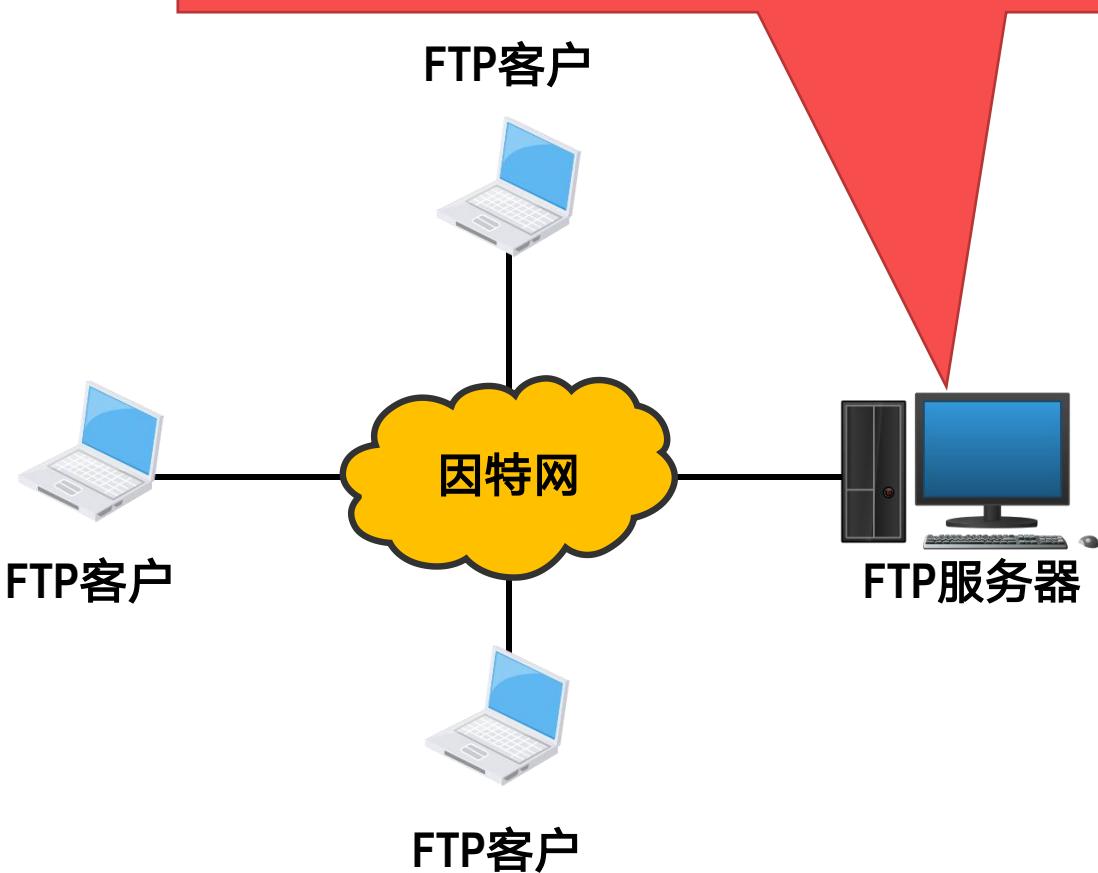
根据应用需求的不同，FTP服务器可能需要一台高性能和高可靠的服务器计算机，也可能只需要一台普通的个人计算机即可。



## 01 文件传送协议FTP的作用

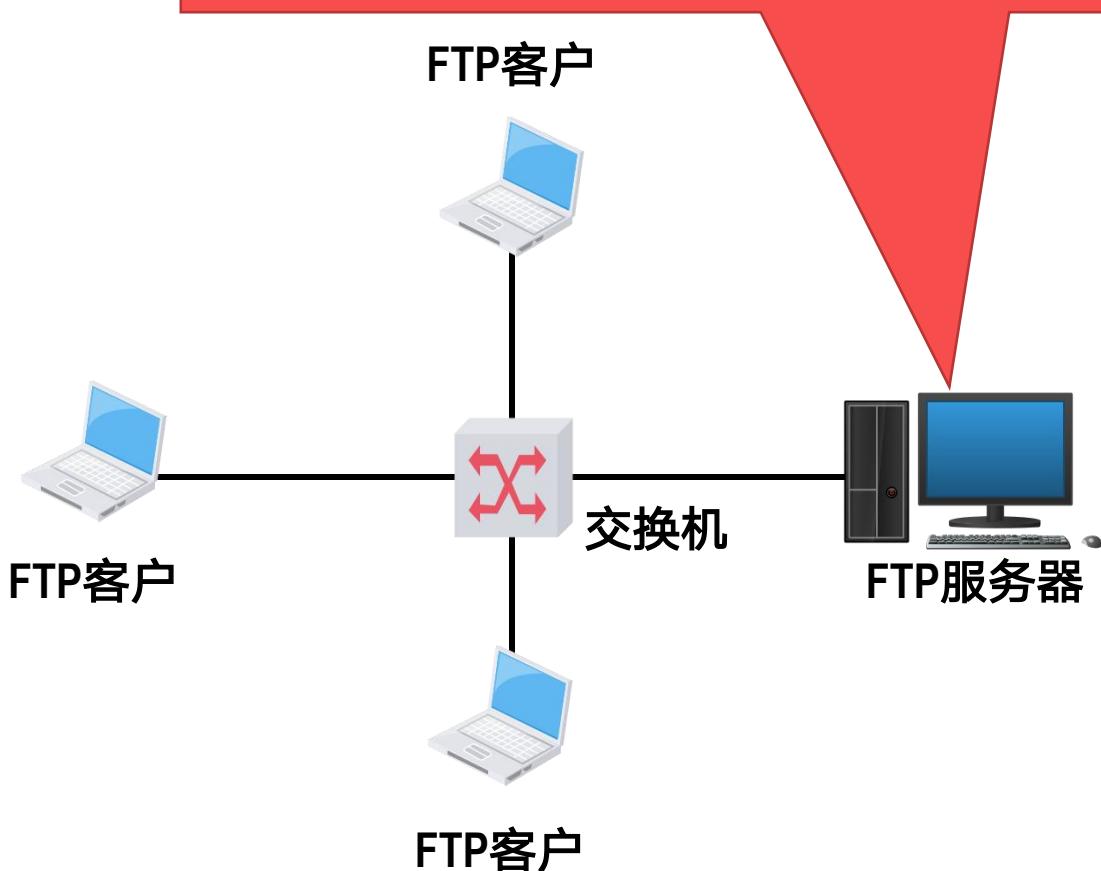
### 【举例】文件传送协议FTP的应用

根据应用需求的不同，FTP服务器可能需要一台高性能和高可靠的服务器计算机，也可能只需要一台普通的个人计算机即可。



## 01 文件传送协议FTP的作用 【举例】文件传送协议FTP的应用

根据应用需求的不同，FTP服务器可能需要一台高性能和高可靠的服务器计算机，也可能只需要一台普通的个人计算机即可。

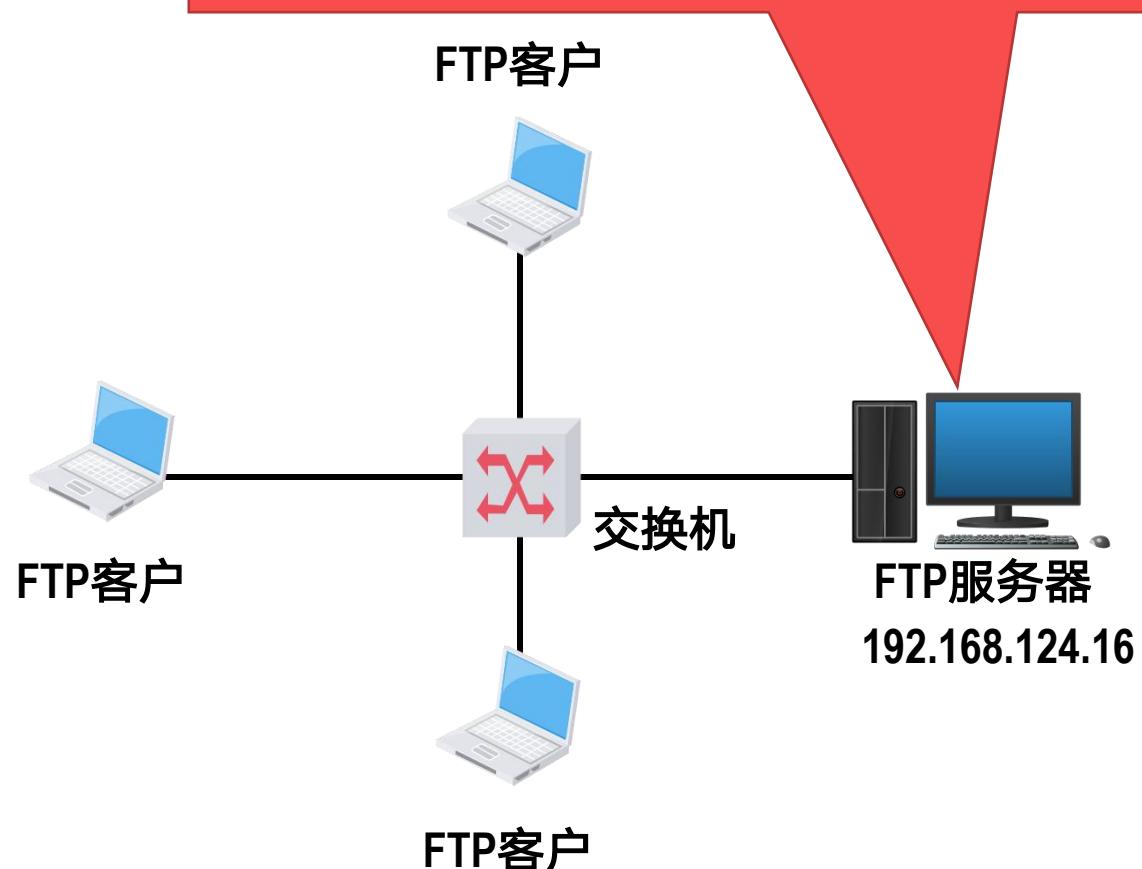


## 01 文件传送协议FTP的作用

### 【举例】文件传送协议FTP的应用



在windows系统中添加了一个FTP站点（FTP服务器），具体方法比较简单，请同学们在网上自行查阅。

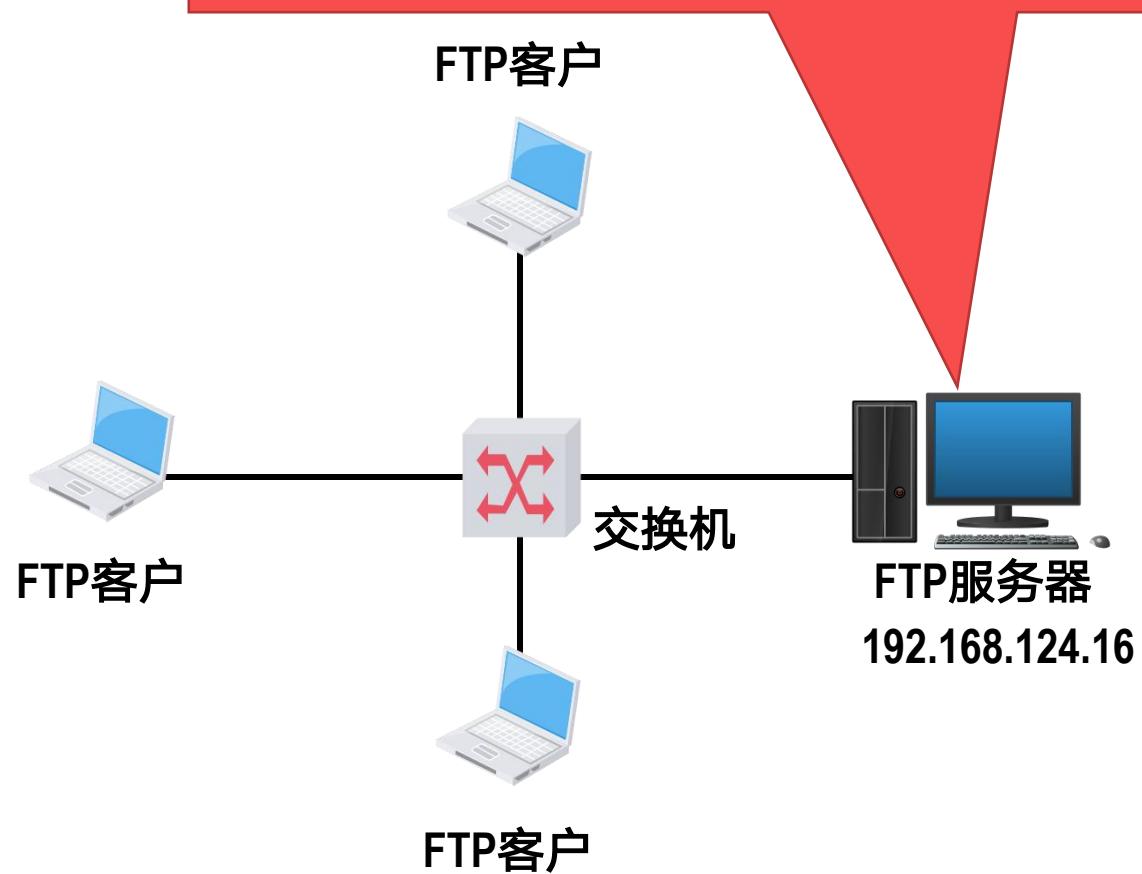


## 01 文件传送协议FTP的作用

### 【举例】文件传送协议FTP的应用

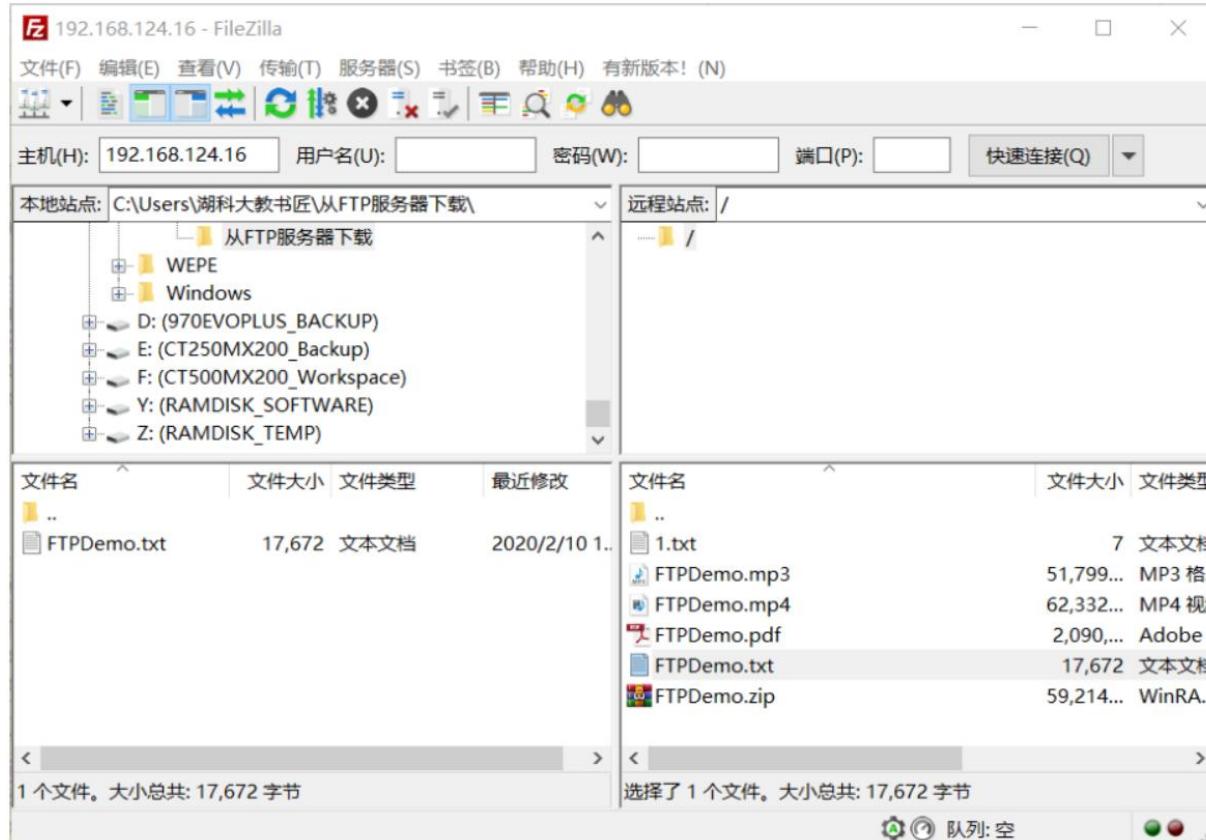
```
C:\Windows\system32\cmd.exe - ftp 192.168.124.16      连接FTP服务器
连接到 192.168.124.16。
220 Microsoft FTP Service
200 OPTS UTF8 command successful - UTF8 encoding now ON.
用户(192.168.124.16:(none)): anonymous 匿名登录
331 Anonymous access allowed, send identity (e-mail name) as p
assword.
密码: 匿名登录, 无需密码
230 User logged in.
ftp> dir 列出FTP服务器当前目录下的所有文件和文件夹
200 PORT command successful.
125 Data connection already open; Transfer starting.
02-03-20 12:38PM      51799419 FTPDemo.mp3
02-07-20 06:17PM      62332687 FTPDemo.mp4
02-02-20 09:12AM      2090625 FTPDemo.pdf
02-03-20 12:28PM      17672 FTPDemo.txt
02-10-20 12:33PM      59214760 FTPDemo.zip
226 Transfer complete.
ftp: 收到 263 字节, 用时 0.00秒 65.75千字节/秒。
ftp> get FTPDemo.txt 从FTP服务器下载FTPDemo.txt文件
200 PORT command successful.
125 Data connection already open; Transfer starting.
226 Transfer complete.
ftp: 收到 17672 字节, 用时 0.00秒 17672000.00千字节/秒。
ftp> put 1.txt 向FTP服务器上传1.txt文件
200 PORT command successful.
125 Data connection already open; Transfer starting.
226 Transfer complete.
ftp: 发送 7 字节, 用时 0.00秒 7000.00千字节/秒。
ftp>
```

在windows系统中添加了一个FTP站点  
(FTP服务器)，具体方法比较简单，请同学们在网上自行查阅。

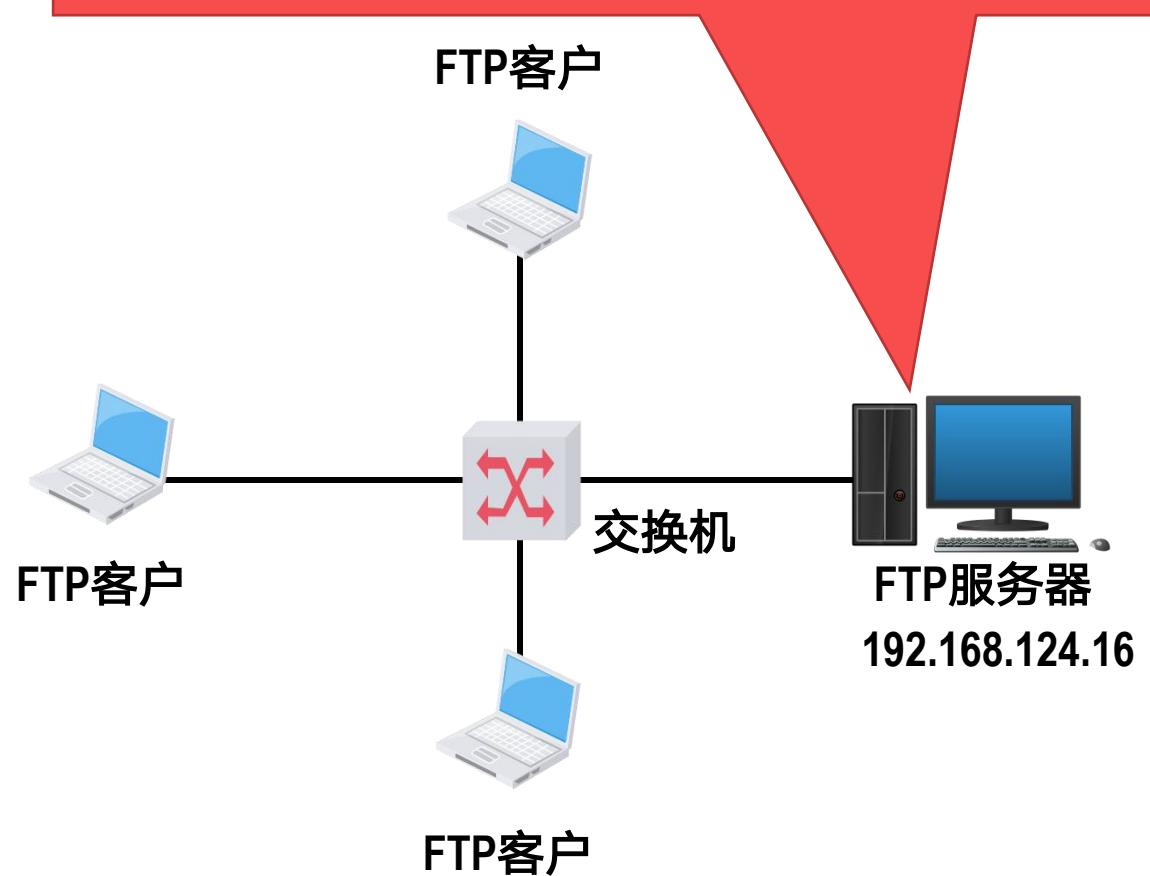


# 01 文件传送协议FTP的作用

## 【举例】文件传送协议FTP的应用



在windows系统中添加了一个FTP站点（FTP服务器），具体方法比较简单，请同学们在网上自行查阅。

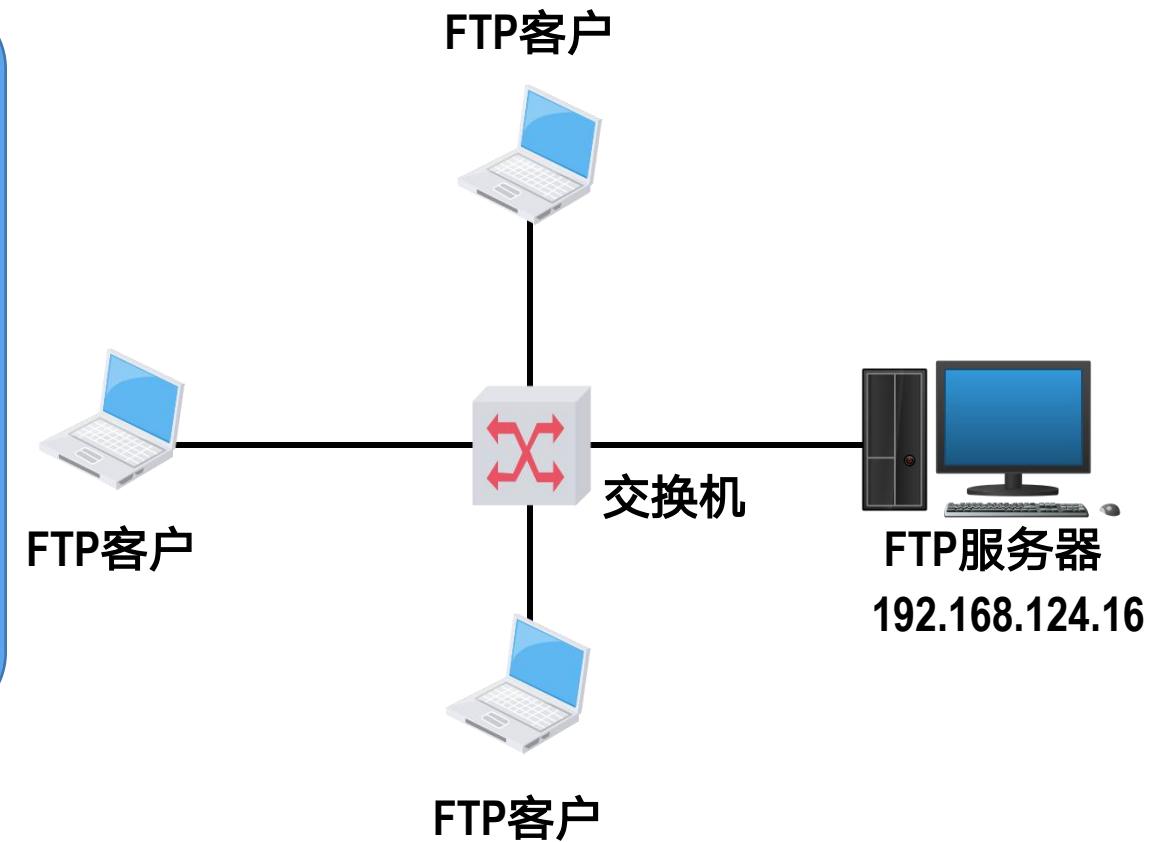


无需用户记住FTP客户端工具命令，操作简便！

## 01 文件传送协议FTP的作用

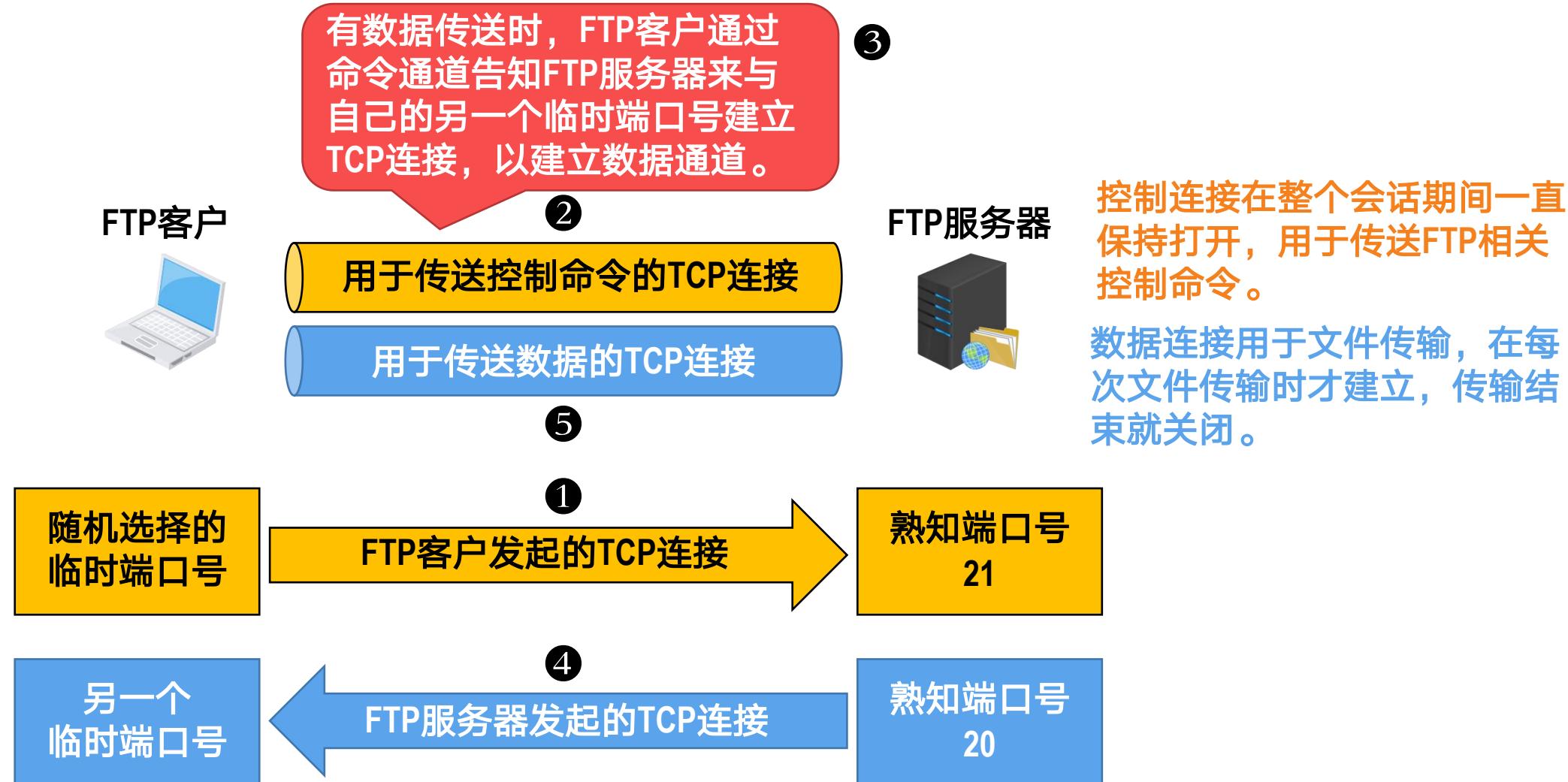
### 【举例】文件传送协议FTP的应用

- FTP的常见用途是在计算机之间传输文件，尤其是用于批量传输文件。
- FTP的另一个常见用途是让网站设计者将构成网站内容的大量文件批量上传到他们的Web服务器。



## 02

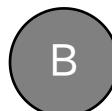
## 文件传送协议FTP的基本工作原理 — 主动模式（建立数据通道时，FTP服务器主动连接FTP客户）



【2017年 题40】下列关于FTP协议的叙述中，**错误**的是（   ）。



A 数据连接在每次数据传输完毕后就关闭



B 控制连接在整个会话期间保持打开状态



C 服务器与客户端的TCP 20端口建立数据连接



D 客户端与服务器的TCP 21端口建立控制连接

提交

## 02

## 文件传送协议FTP的基本工作原理

【2017年 题40】下列关于FTP协议的叙述中，错误的是（C）。

- A. 数据连接在每次数据传输完毕后就关闭
- B. 控制连接在整个会话期间保持打开状态
- C. 服务器与客户端的TCP 20端口建立数据连接
- D. 客户端与服务器的TCP 21端口建立控制连接

### 解析

FTP客户和服务器之间要建立“控制连接”和“数据连接”这两个并行的TCP连接。控制连接在整个会话期间都保持打开状态，而数据连接在每次文件传输时才建立，传输结束就关闭。

默认情况下，FTP使用TCP 21端口进行控制连接，TCP 20端口进行数据连接。

但是，是否使用TCP 20端口建立数据连接与传输模式有关，主动方式使用TCP 20端口，被动方式由服务器和客户端自行协商决定。

【2009年 题40】FTP客户和服务器间传递FTP命令时，使用的连接是（ ）。

- A 建立在UDP之上的控制连接
- B 建立在UDP之上的数据连接
- C 建立在TCP之上的控制连接
- D 建立在TCP之上的数据连接

 提交

## 02

## 文件传送协议FTP的基本工作原理

【2009年 题40】FTP客户和服务器间传递FTP命令时，使用的连接是（A）。

- A. 建立在TCP之上的控制连接
- B. 建立在TCP之上的数据连接
- C. 建立在UDP之上的控制连接
- D. 建立在UDP之上的数据连接

### 解析

FTP客户和服务器之间要建立以下两个并行的TCP连接：

一个是控制连接，在整个会话期间一直保持打开，用于传送FTP相关控制命令。

另一个是数据连接，用于文件传输，在每次文件传输时才建立，传输结束就关闭。