



西北師範大學  
NORTHWEST NORMAL UNIVERSITY

# 计算机网络

应用层 (2)

陈旺虎

[chenwh@nwnu.edu.cn](mailto:chenwh@nwnu.edu.cn)



# 第6章 应用层

6.1 域名系统 DNS

6.2 文件传送协议

6.3 远程终端协议 TELNET

6.4 万维网 WWW

6.5 电子邮件

6.6 动态主机配置协议 DHCP

6.7 简单网络管理协议 SNMP

6.8 应用进程跨越网络的通信

# Review



- ☐ DNS
- ☐ FTP
- ☐ TELNET
- ☐ WWW

## 6.5 电子邮件

### 6.5.1 概述

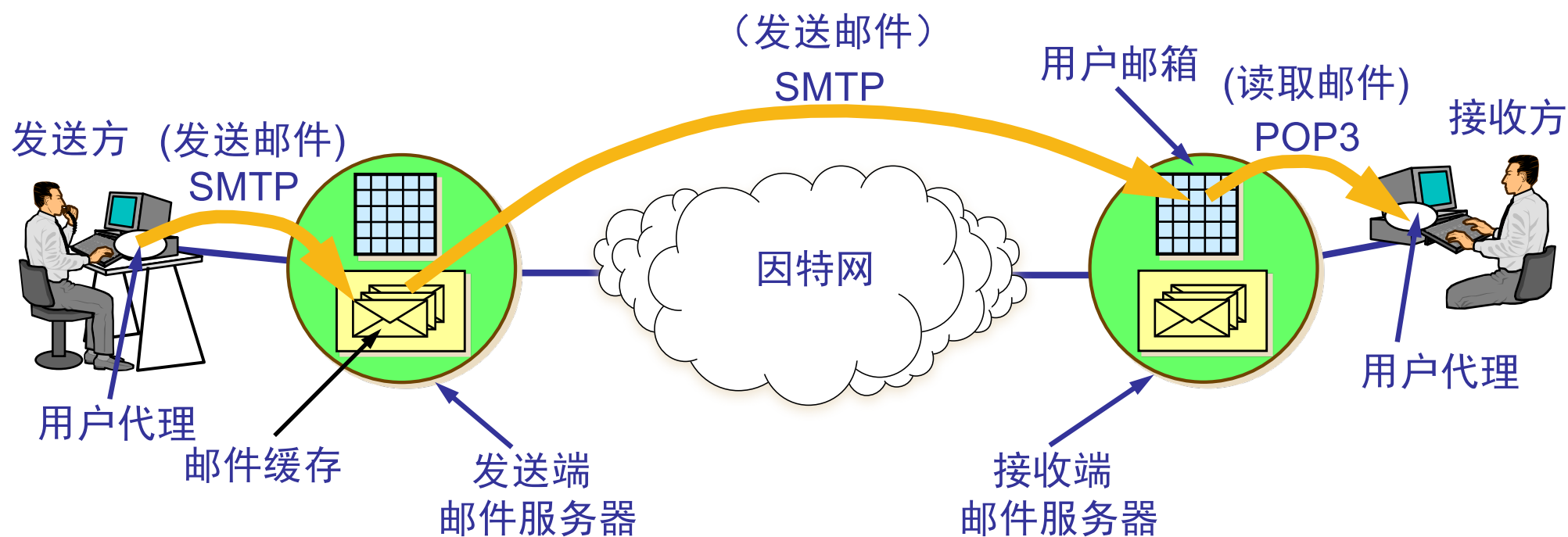
#### □ 电子邮件

- ▣ 把邮件发送到收件人使用的**邮件服务器**，并放在收件人**邮箱**中
- ▣ 收件人可随时上网到自己使用的邮件服务器进行读取。

# 电子邮件相关标准

- 发送邮件的协议：SMTP
- 读取邮件的协议：POP3和IMAP
- 多用途互联网邮件扩展，MIME
  - ▣ 使用MIME可在邮件中同时传送多种类型的数据
  - ▣ MIME在其邮件首部中说明了邮件的数据类型(如文本、声音、图像、视频等)

# 电子邮件的发送



# 主要构件



# 用户代理 UA (User Agent)

## □ 用户代理 UA

- ▣ 电子邮件客户端软件
- ▣ 功能：撰写、显示、处理和通信

## □ 邮件服务器

- ▣ 功能是发送和接收邮件，同时还要向发信人报告邮件传送的情况（已交付、被拒绝、丢失等）
- ▣ 按照C/S方式工作。邮件服务器需要使用发送和读取两种协议

# 电子邮件的组成

- 两大构成部分

- 信封

- 内容

- 作用

- 电子邮件的传输程序根据邮件信封上的信息来传送邮件。在邮件的信封上，最重要的就是收件人的地址。

- 用户在从自己的邮箱中读取邮件时才能见到邮件的内容。

# 电子邮件地址的格式

## □ TCP/IP 体系的电子邮件格式

收件人邮箱名@邮箱所在主机的域名

- 符号“@”读作“at”，表示“在”的意思。
- 例如，电子邮件地址 xiexiren@tsinghua.org.cn

这个用户名在该域名的范围内是唯一的。

邮箱所在的主机的域名在全世界必须是唯一的

## 6.5.2 简单邮件传送协议 SMTP

### □ SMTP

- ▣ 规定在两个相互通信的 SMTP 进程之间应如何交换信息
- ▣ 使用C/S方式，发送邮件的SMTP进程是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
- ▣ 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

# 实例

```
C: telnet smtp.126.com 25 /* 以telnet方式连接126邮件服务器 */
S: 220 126.com Anti-spam GT for Coremail System (126com[071018]) /* 220为响应数字，其后的为欢迎信息，会应服务器不同而不同*/
C: HELO smtp.126.com /* HELO 后用来填写返回域名（具体含义请参阅RFC821），但该命令并不检查后面的参数 */
S: 250 OK
C: MAIL FROM: bripengandre@126.com /* 发送者邮箱 */
S: 250 ... /* "..."代表省略了一些可读信息 */
C: RCPT TO: bripengandre@smail.hust.edu.cn /* 接收者邮箱 */
S: 250 ... /* "..."代表省略了一些可读信息 */
C: DATA /* 请求发送数据 */
S: 354 Enter mail, end with "." on a line by itself
C: Enjoy Protocol Studing
C: .
S: 250 Message sent
C: QUIT /* 退出连接 */
S: 221 Bye
```

# SMTP通信的三个阶段

- 1. 连接建立
  - ▣ 发送主机的 SMTP 客户和接收主机的 SMTP 服务器之间
  - ▣ SMTP不使用中间的邮件服务器
- 2. 邮件传送
  - ▣ MAIL FROM
  - ▣ RCPT TO
  - ▣ DATA
- 3. 连接释放
  - ▣ QUIT
  - ▣ 邮件发送完毕后，SMTP 应释放TCP连接

# 常用命令

- **HELO <domain> <CRLF>**

向服务器标识用户身份

- **MAIL FROM: <reverse-path> <CRLF>**

参数为发送者地址，此命令用来初始化邮件传输（包括所有的状态和缓冲区）

- **RCPT TO: <forward-path> <CRLF>**

参数为邮件接收者的地址，可以有多个RCPT TO

- **DATA <CRLF>**

将之后的数据作为数据发送，以<CRLF>. <CRLF>标志数据的结尾

注意： **SMTP**命令不区分大小写，但参数区分大小写

# 常用命令

- **REST <CRLF>** //重置会话，当前传输被取消
- **NOOP <CRLF>**  
要求服务器返回OK应答，一般用作测试
- **QUIT <CRLF>** //结束会话
- **VRFY <string> <CRLF>**  
验证指定的邮箱是否存在，安全考虑，服务器大多禁止
- **EXPN <string> <CRLF>**  
验证给定的邮箱列表是否存在，安全考虑，服务器大多禁止
- **HELP <CRLF>** //查询服务器支持什么命令

# 常用响应

- 常用的响应：
  - ▣ 501 参数格式错误
  - ▣ 502 命令不可实现
  - ▣ 503 错误的命令序列
  - ▣ 504 命令参数不可实现
  - ▣ 211 系统状态或系统帮助响应
  - ▣ 214 帮助信息
  - ▣ .....

## 6.5.3 电子邮件的信息格式

- 一个电子邮件分为信封和内容两大部分。
- 用户不需要填写电子邮件信封上的信息
  - ▣ 用户写好首部后，邮件系统将自动提取信封所需的信息
- 邮件内容首部：
  - ▣ To:
  - ▣ Subject:
  - ▣ Cc:
  - ▣ From:
  - ▣ Date:
  - ▣ Reply-To:

## 6.5.4 邮件读取协议：POP3 和 IMAP

### □ 邮局协议 POP

- 是一个非常简单、但功能有限的邮件读取协议，现在使用的是它的第三个版本 POP3。
- POP 也使用客户服务器的工作方式。
- 在接收邮件的用户PC机中必须运行POP客户程序，而在用户所连接的ISP的邮件服务器中则运行 POP 服务器程序。

# IMAP 协议

## (Internet Message Access Protocol)

- IMAP 采用C/S方式，较新版本 IMAP4
- 用户在自己的PC机上就可以操纵ISP的邮件服务器的邮箱，就像在本地操纵一样
- 因此，IMAP是一个联机协议。
  - 当用户PC机上的IMAP客户程序打开IMAP服务器的邮箱时，用户就可看到邮件的首部。
  - 若用户需要打开某个邮件，则该邮件才传到用户的计算机上。

# IMAP 的特点

## □ IMAP的好处

- ▣ 支持用户随时随地上网阅读和处理邮件
- ▣ 允许收件人只读取邮件中的某一个部分
  - 例如，收到了一个带有视频附件（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

- ▣ 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。

## 6.5.6 通用因特网邮件扩充 MIME

### 1. MIME 概述

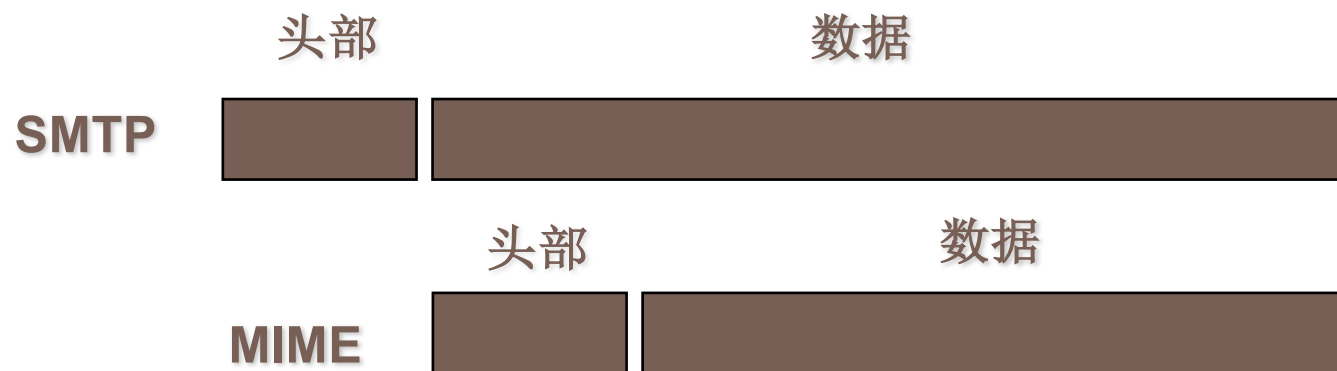
#### □ SMTP的缺点

- ▣ SMTP不能传送可执行文件或其他的二进制对象。
- ▣ SMTP 限于传送 7 位的ASCII码。
  - 无法传送非英语国家的文字（如中文、俄文等）
- ▣ SMTP 服务器会拒绝超过一定长度的邮件

#### □ MIME

# MIME 的特点

- MIME并没有改动SMTP或取代它
- MIME 的定位
  - ▣ 继续使用目前的[RFC 822]格式
  - ▣ 增加了邮件主体的结构，并定义了传送非ASCII码的编码规则



# MIME 和 SMTP 的关系



# MIME的三个组成部分

- 5 个新的邮件首部字段
  - ▣ 可包含在[RFC 822]首部中
  - ▣ 这些字段提供了有关邮件主体的信息
- 定义了许多邮件内容的格式
  - ▣ 对多媒体电子邮件的表示方法进行了标准化
- 定义了传送编码
  - ▣ 可对任何内容格式进行转换，而不会被邮件系统改变

# MIME的5个新的邮件首部

- **MIME-Version**

- ▣ MIME的现版本号是 1.0；若无此行，则为英文文本

- **Content-Description**

- ▣ 是可读字符串，说明此邮件的功能，类似于邮件主题

- **Content-Id**

- ▣ 邮件的唯一标识符

- **Content-Transfer-Encoding**

- ▣ 在传送时邮件的主体是如何编码的

- **Content-Type**

- ▣ 说明邮件的性质

## 2. 内容传送编码 (Content-Transfer-Encoding)

- 7位ASCII码，而每行不能超过1000个字符
  - ▣ MIME对这种由ASCII码构成的邮件主体不进行任何转换
- quoted-printable编码
  - ▣ 适用于所传送的数据中只有少量的非ASCII码
  - ▣ 对=、不可打印/非ASCII码，每字节表示成16进制数，前面加上一个=
- base64 编码
  - ▣ 对于任意的二进制文件采用的编码

### 3. 内容类型



- MIME标准规定Content-Type说明必须含有两个标识符
  - ▣ 内容类型(type)/子类型(subtype)
- MIME标准定义了7个基本内容类型和15种子类型

## 6.6 动态主机配置协议 DHCP

- 软件协议的通用性和可移植性
- 协议软件参数化
- 在软件协议运行之前，必须给每一个参数赋值
- 协议配置

# 协议配置

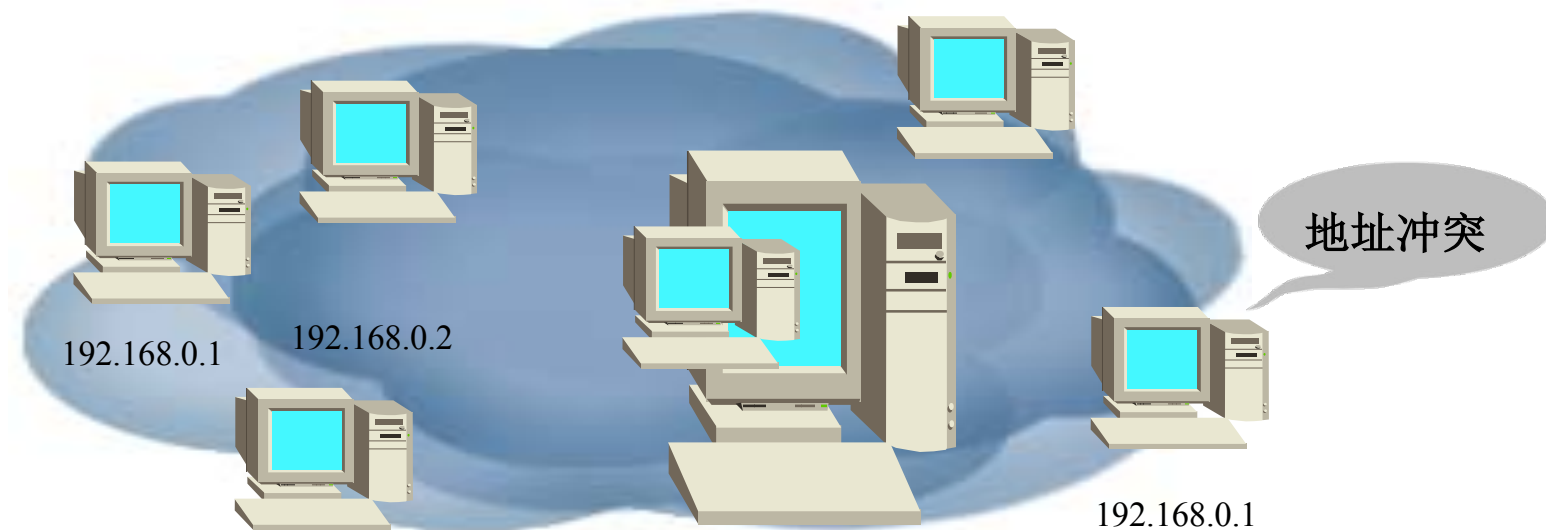
- 需要配置的项目
  - ▣ IP 地址
  - ▣ 子网掩码
  - ▣ 默认路由器的IP地址
  - ▣ 域名服务器的IP地址
- 通常存储在一个配置文件中，计算机在引导过程中进行存取

# 动态主机配置协议 DHCP

## (Dynamic Host Configuration Protocol)

- 如何动态完成协议的配置？
  - ▣ 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的必要性



- 在大型网络中，容易出现地址相同的情况；
- 动态网络：漫游用户和笔记本电脑
- 经常有计算机从一个子网移到另一个子网以及从网络中移出

# 采用DHCP的好处

- 需要有一种机制来简化IP地址的配置，实现IP的集中式管理
- IETF设计了动态主机配置协议（DHCP）
- 好处
  - ▣ 减少错误
  - ▣ 减少网络管理代价

# DHCP在协议栈中的位置

|       |            |
|-------|------------|
| 应用层   | DHCP       |
| 传输层   | UDP        |
| 网络层   | IP         |
| 数据链路层 | No limited |
| 物理层   | No limited |

- DHCP是Bootstrap协议的一种扩展,基于UDP协议,客户端的端口号是68,服务器的端口号是67

# DHCP使用C/S方式

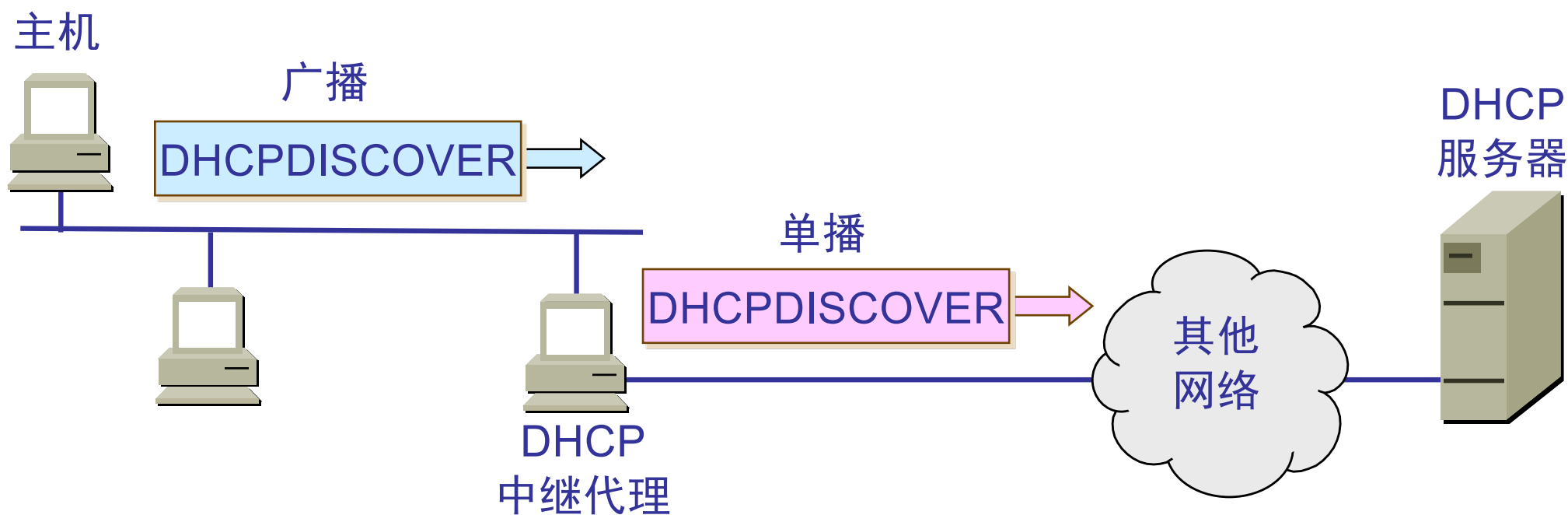
- 向DHCP服务器广播发送发现报文 (DHCPDISCOVER)
  - ▣ 需要IP地址的主机在启动时
- DHCP服务器在其数据库中查找该计算机的配置信息
  - ▣ 若找到，则返回找到的信息
  - ▣ 否则，从服务器的IP地址池(address pool)中取一个地址分配给该计算机
- DHCP服务器的回答报文叫提供报文 (DHCPOFFER)

# DHCP 中继代理(relay agent)

- 如何减小网络上DHCP服务器的数量？
  - ▣ 为每一个网络至少设立一个DHCP中继代理
    - 不需要为其设立DHCP服务器，避免DHCP服务器的急剧增长
    - 配置了DHCP服务器的IP地址信息
  - ▣ DHCP中继代理收到主机发送的发现报文后，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 中继代理

## 以单播方式转发发现报文

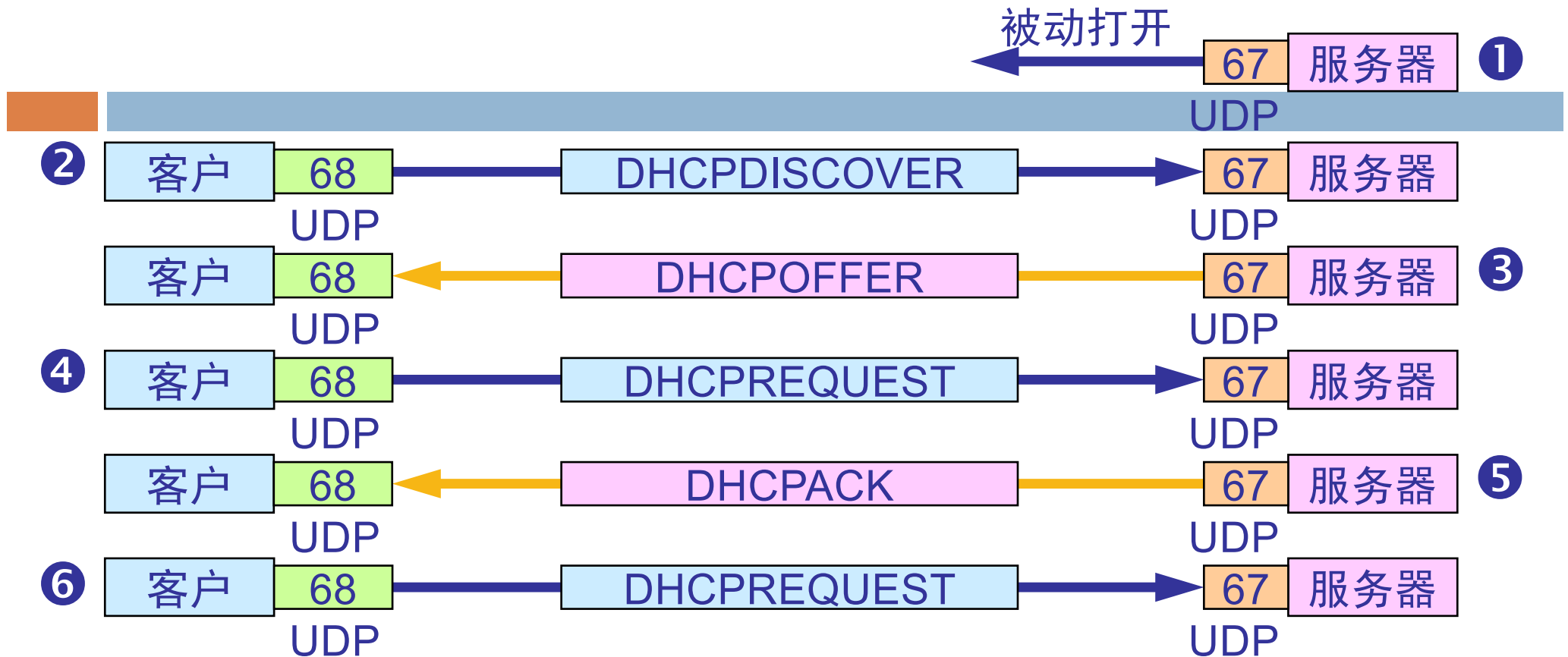


注意：DHCP报文只是UDP用户数据报中的数据。

# 租用期 (lease period)

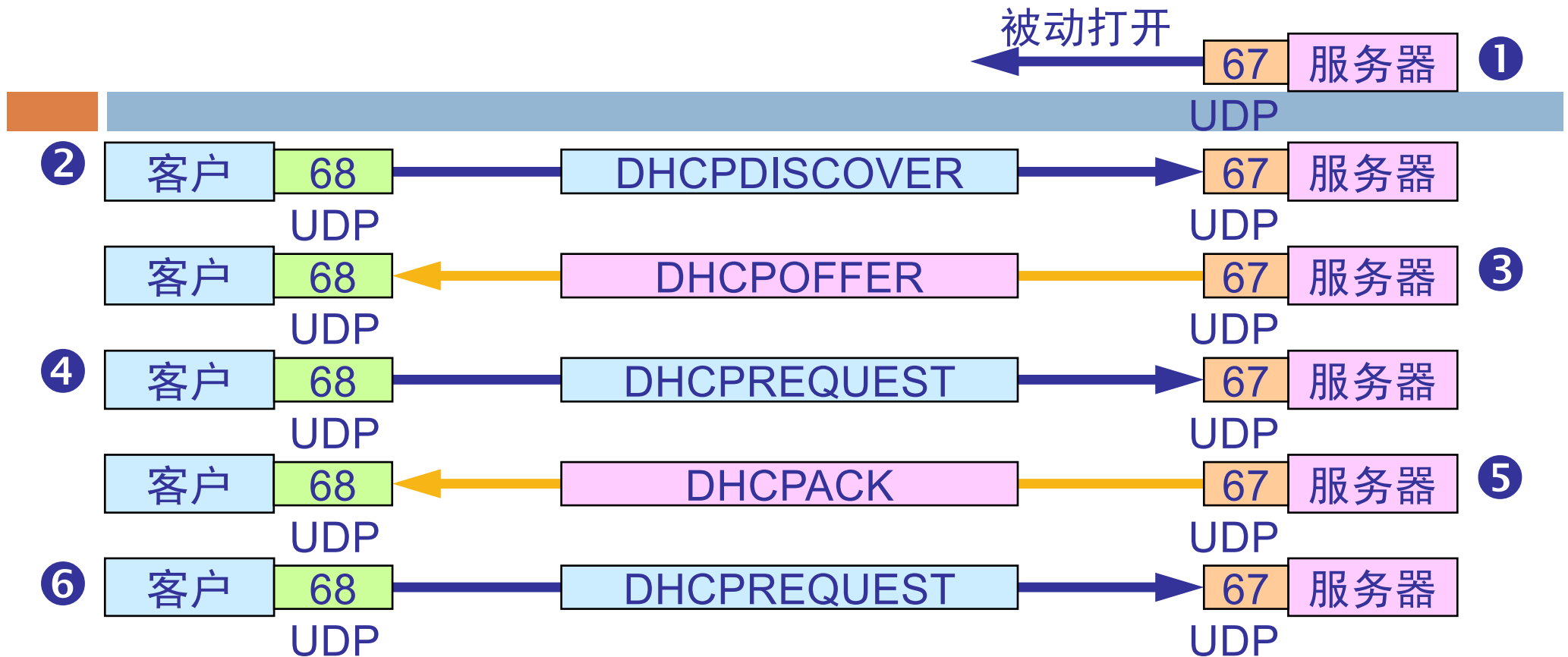
- 动态分配的IP的临时性
  - ▣ DHCP 客户只能在一段有限的时间内使用分配到的IP地址
  - ▣ DHCP 协议称这段时间为**租用期**，由DHCP服务器自己决定
- DHCP客户也可在自己发送的报文中（例如，发现报文）提出对租用期的要求

# DHCP 协议的工作过程



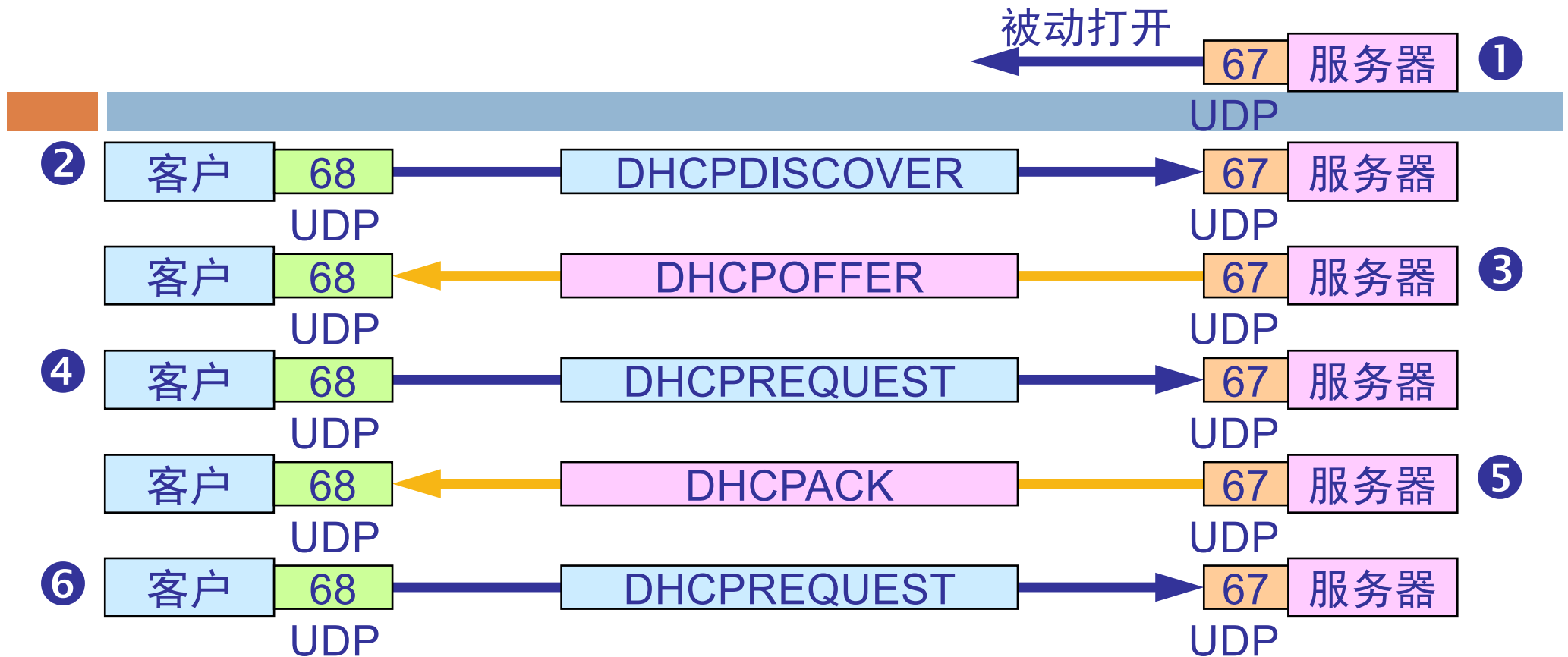
❶: DHCP 服务器被动打开 UDP 端口 67, 等待客户端发来的报文。

# DHCP 协议的工作过程



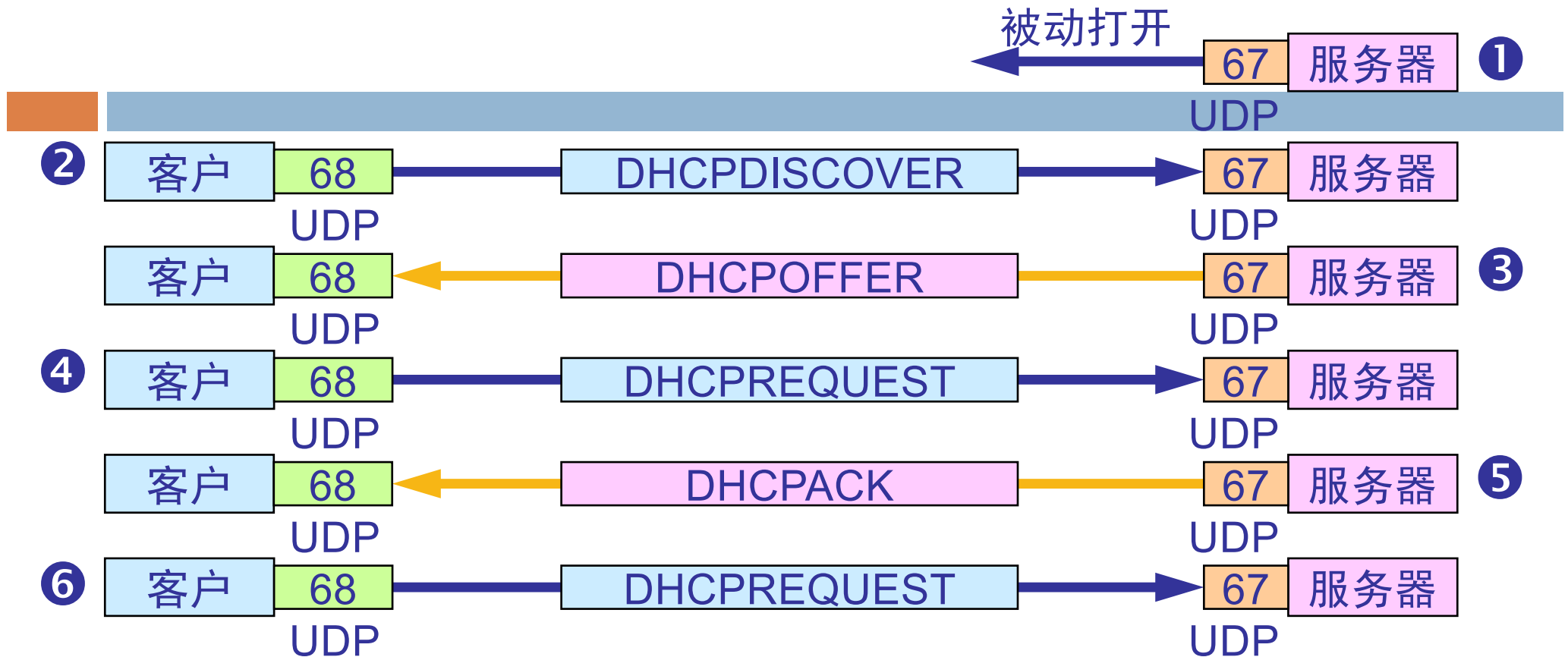
②: DHCP 客户从 UDP 端口 68 发送 DHCP 发现报文。

# DHCP 协议的工作过程



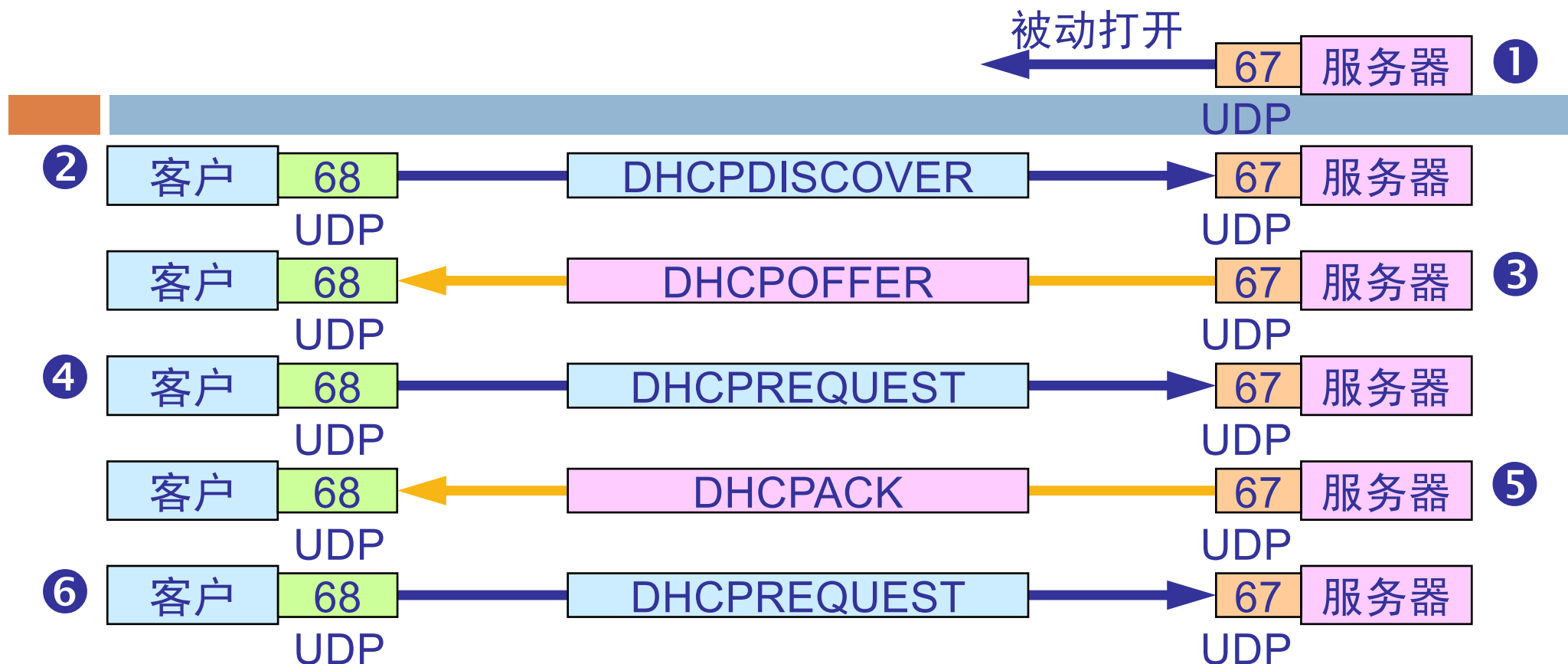
③：凡收到DHCP发现报文的DHCP服务器，都发出DHCP提供报文，因此DHCP客户可能收到多个DHCP 提供报文。

# DHCP 协议的工作过程



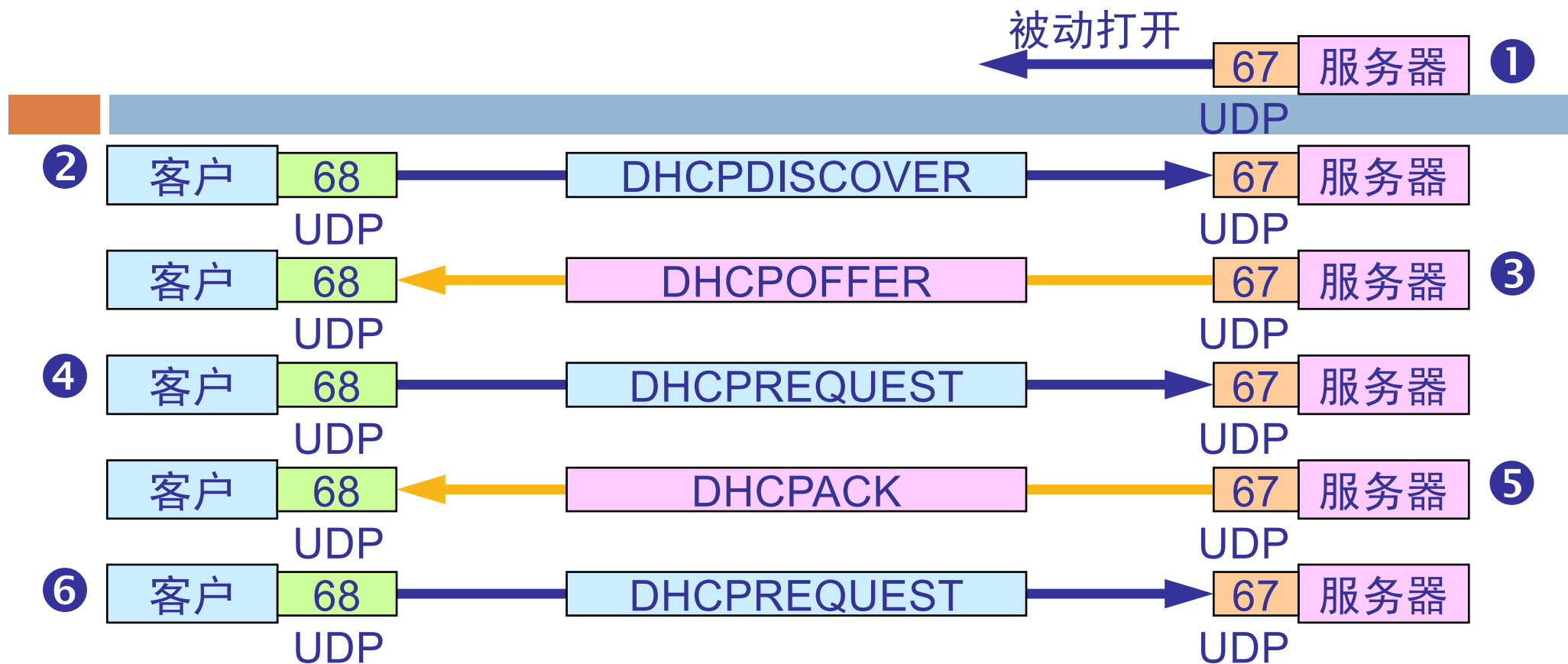
④: DHCP 客户从几个DHCP服务器中选择其中的一个，并向所选择的DHCP服务器发送 DHCP 请求报文。

# DHCP 协议的工作过程



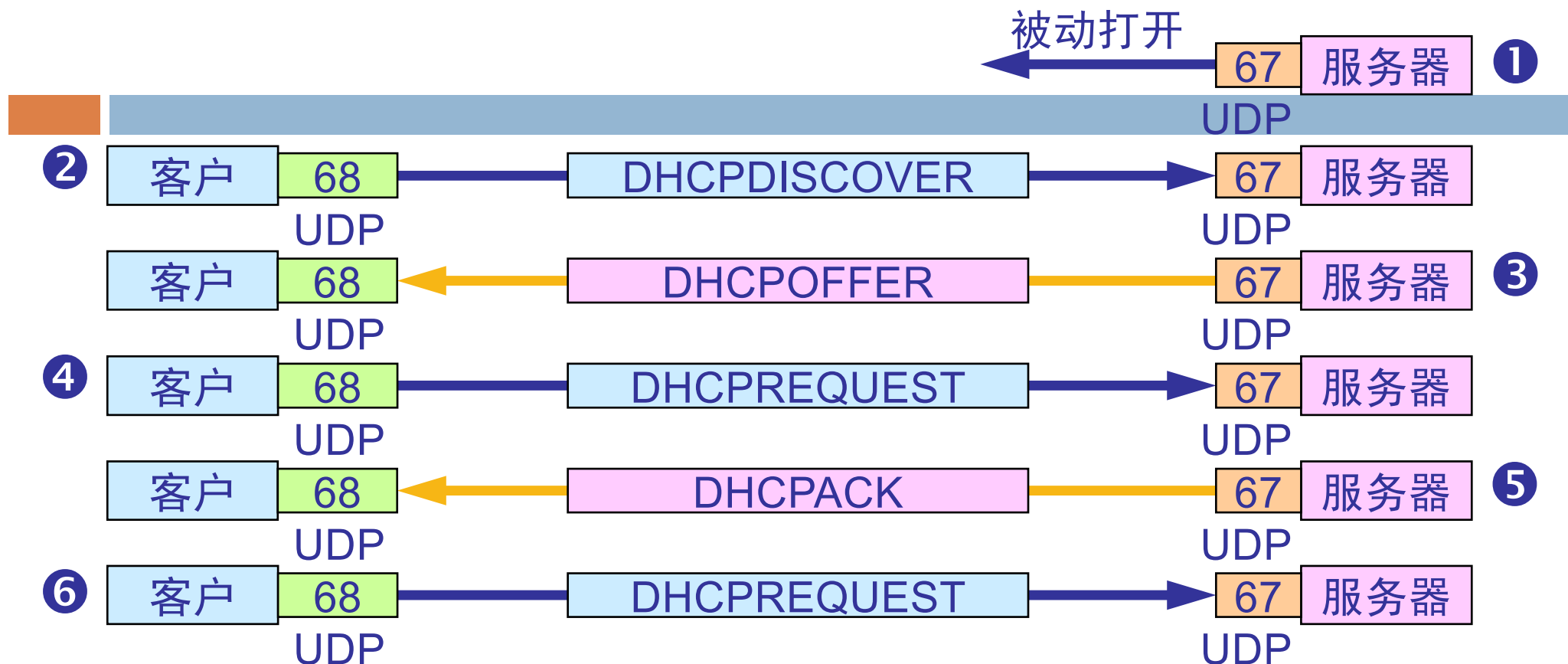
⑤：被选择的 DHCP 服务器发送确认报文 DHCPACK，进入已绑定状态，并可开始使用得到的临时 IP 地址了。

# DHCP 协议的工作过程



DHCP 客户现在要根据服务器提供的租用期  $T$  设置两个计时器  $T_1$  和  $T_2$ ，它们的超时时间分别是  $0.5T$  和  $0.875T$ 。当超时时间到就要请求更新租用期。

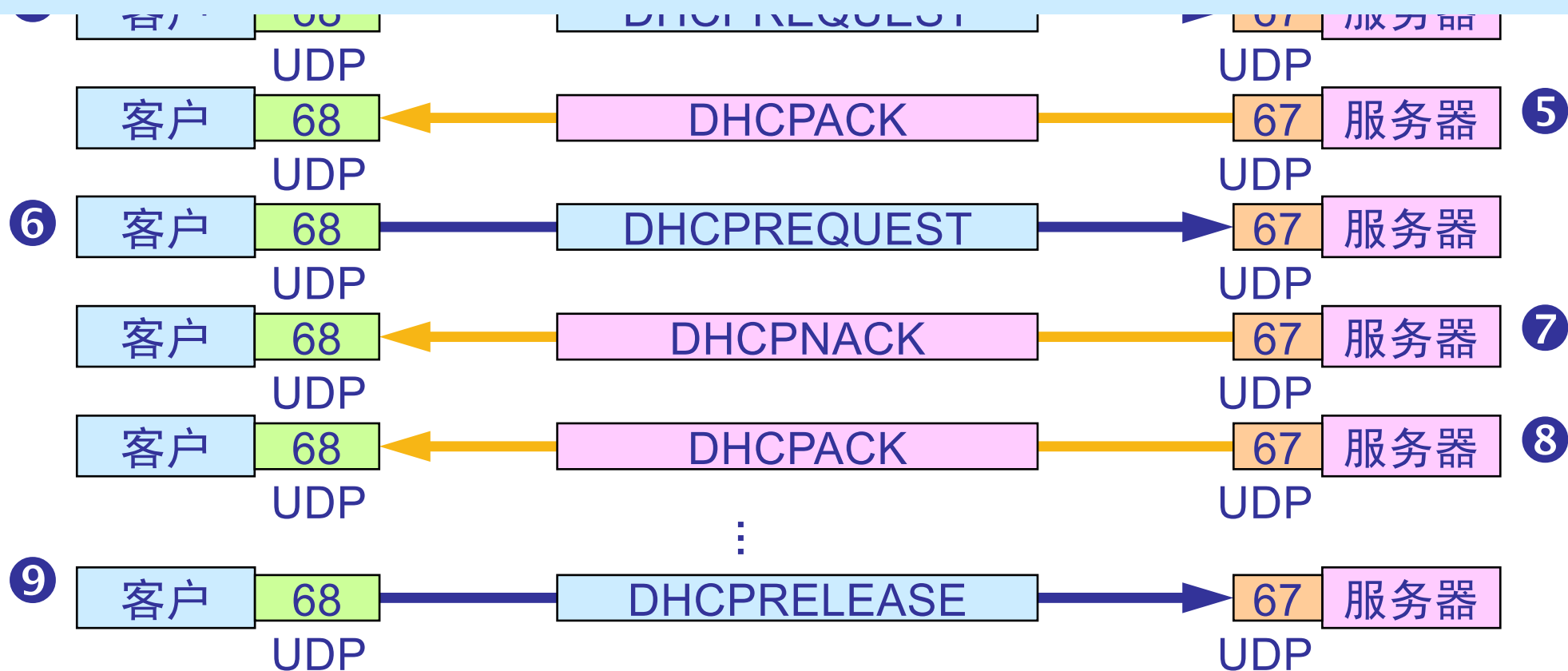
# DHCP 协议的工作过程



⑥：租用期过了一半（T1 时间到），DHCP 发送请求报文 DHCPREQUEST 要求更新租用期。

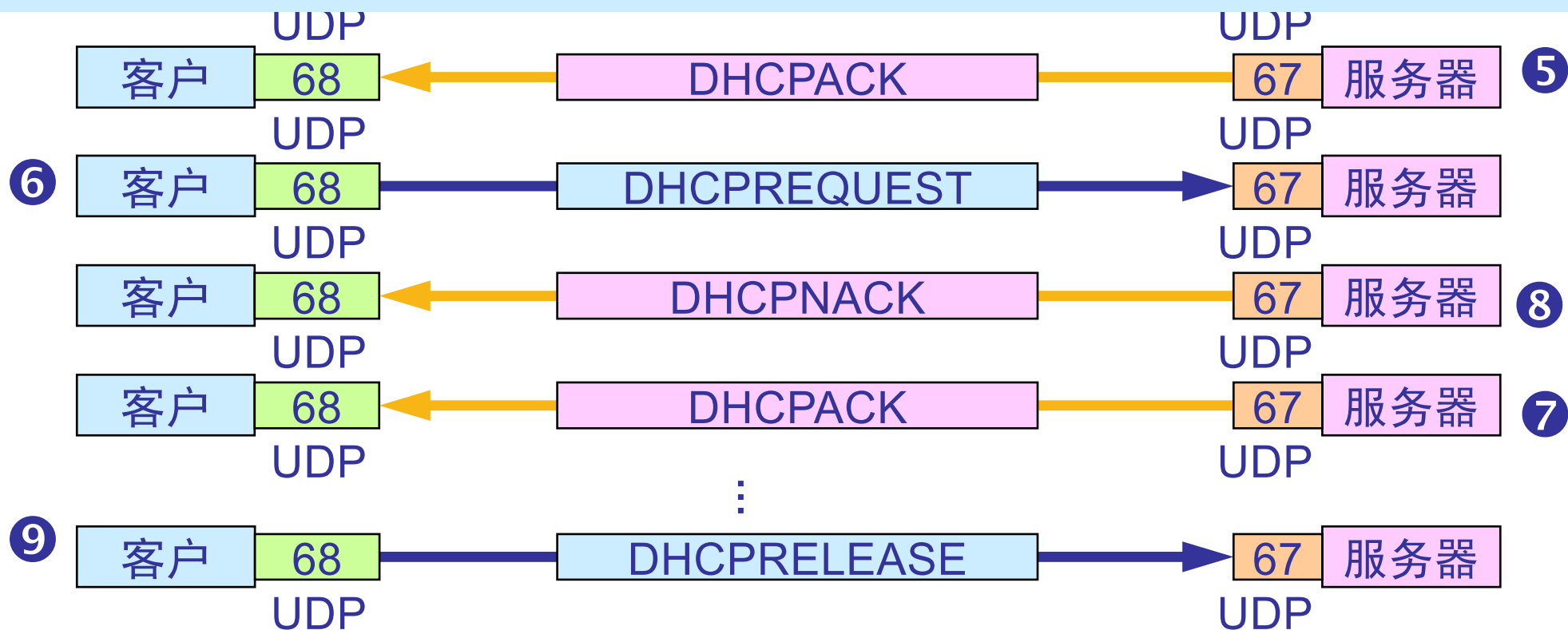
# DHCP 协议的工作过程

⑦：DHCP 服务器若同意，则发回确认报文 DHCPACK。DHCP 客户得到了新的租用期，重新设置计时器。



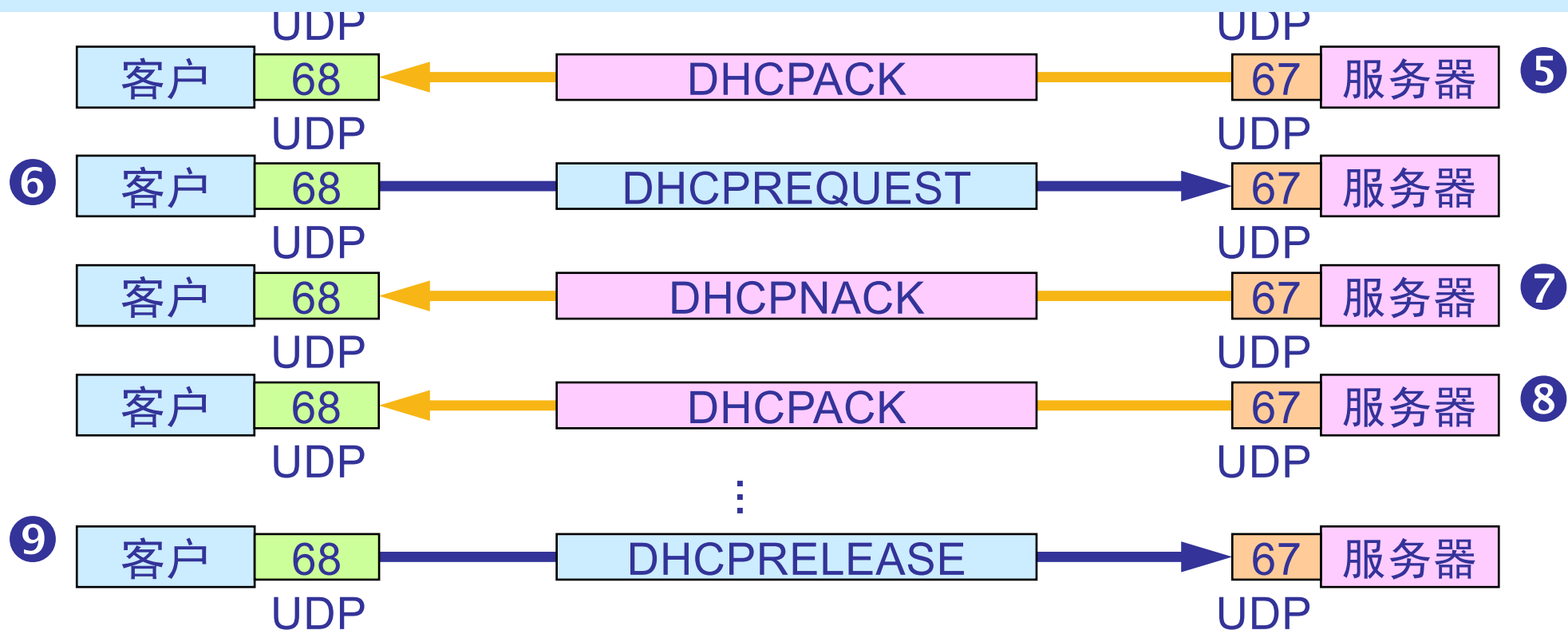
# DHCP 协议的工作过程

⑧：DHCP 服务器若不同意，则发回否认报文 DHCPNACK。这时 DHCP 客户必须立即停止使用原来的IP地址，而必须重新申请IP地址（回到步骤②）。



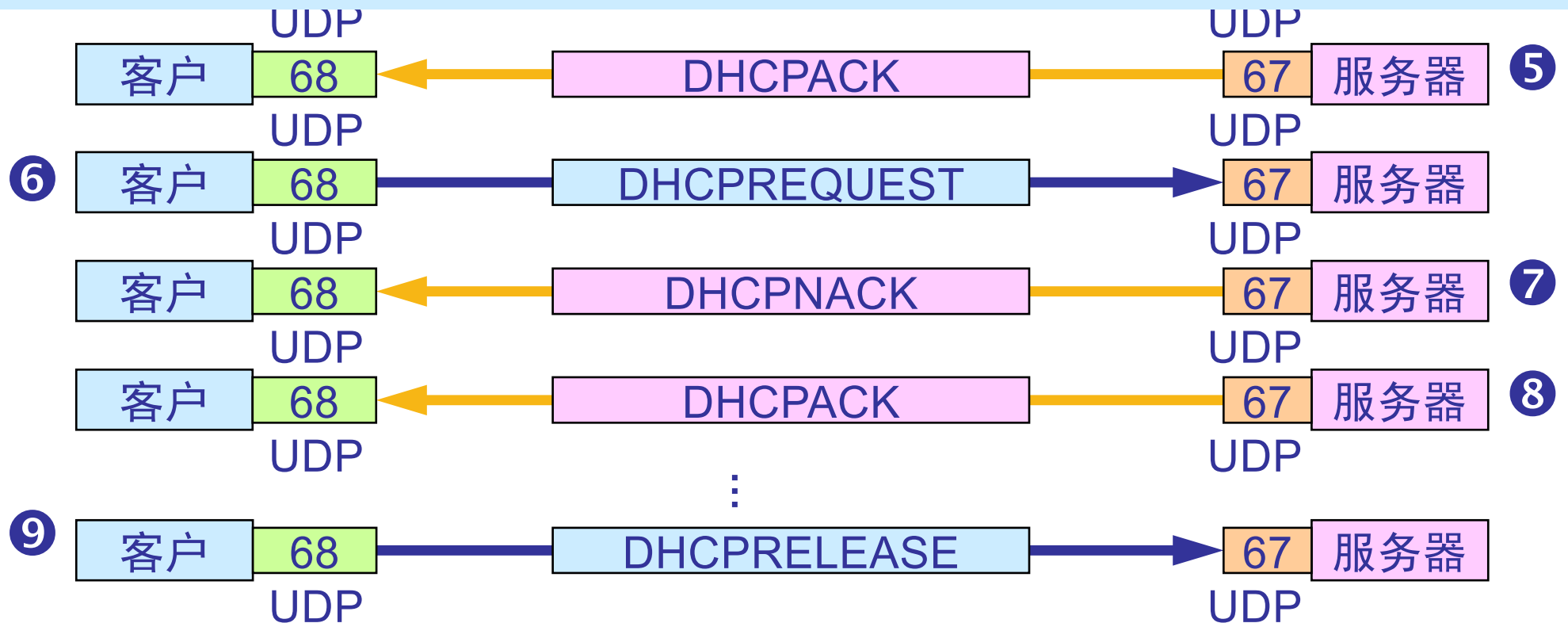
# DHCP 协议的工作过程

若 DHCP 服务器不响应步骤 ⑥ 的请求报文 DHCPREQUEST，则在租用期过了 87.5% 时，DHCP 客户必须重新发送请求报文 DHCPREQUEST（重复步骤 ⑥），然后又继续后面的步骤。



# DHCP 协议的工作过程

⑨：DHCP客户可随时提前终止服务器所提供的租用期，这时只需向DHCP服务器发送释放报文DHCPRELEASE即可。



*Thanks, Any Question?*

*The End.*

**chenwh@nwnu.edu.cn**

