



# DHCP原理与配置



# 前言

- 随着网络规模的不断扩大，网络复杂度不断提升，网络中的终端设备例如主机、手机、平板等，位置经常变化。终端设备访问网络时需要配置IP地址、网关地址、DNS服务器地址等。采用手工方式为终端配置这些参数非常低效且不够灵活。
- IETF于1993年发布了DHCP（Dynamic Host Configuration Protocol，动态主机配置协议）。DHCP实现了网络参数配置的自动化，降低客户端的配置和维护成本。
- 本课程介绍DHCP工作原理、应用场景和简单配置。



# 目标

- 学完本课程后，您将能够：
  - 描述DHCP工作原理
  - 描述DHCP地址分配规则
  - 区分DHCP与DHCP Relay的应用场景
  - 实现DHCP的基本配置



# 目录

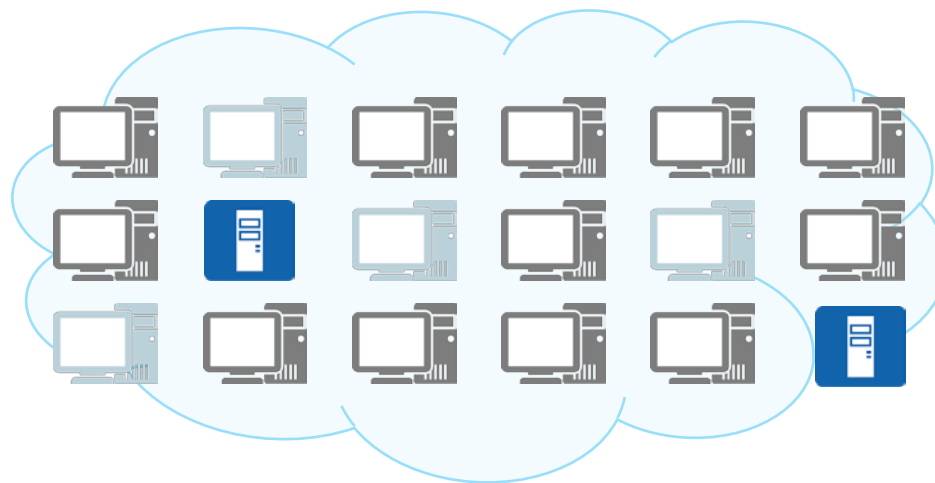
1. DHCP产生背景
2. DHCP工作原理与配置
3. DHCP Relay工作原理与配置



# 手工配置网络参数存在的问题

手工配置网络参数存在以下问题：

- 灵活性差
- 容易出错
- IP地址资源利用率低
- 工作量大
- 人员素质要求高



IP 地址  
网络掩码  
网关地址  
DNS服务器地址

- ☐ 地址规划
- ☐ 地址分配
- ☐ 地址配置
- ☐ 地址维护

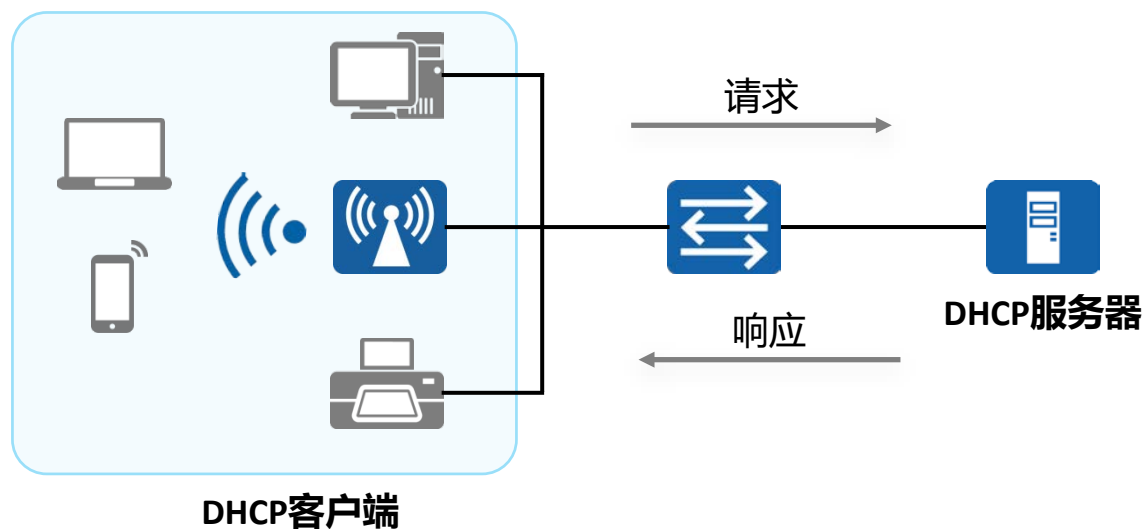


手工配置网络参数



# DHCP的基本概念

- DHCP是一种用于集中对用户IP地址进行动态管理和配置的协议。
- DHCP采用C/S(Client/Server, 客户端/服务器)通信模式, 协议报文基于UDP的方式进行交互, 采用67 (DHCP服务器) 和68 (DHCP客户端) 两个端口号:
  - 正常工作时由客户端向服务器提出配置申请。
  - 服务器返回为客户端分配的IP地址等相应的配置信息。
- DHCP相对于手工配置有如下优点:
  - 效率高
  - 灵活性强
  - 易于管理



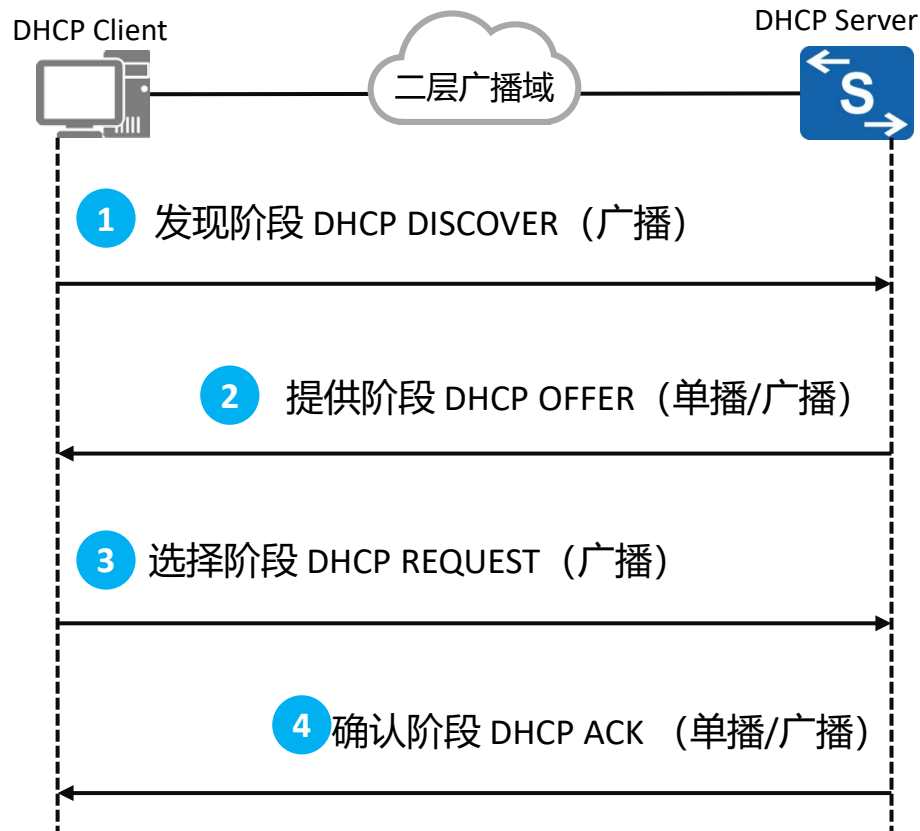


# 目录

1. DHCP产生背景
- 2. DHCP工作原理与配置**
3. DHCP Relay工作原理与配置



# DHCP客户端首次接入网络的工作原理



1. 发现阶段，即DHCP客户端发现DHCP服务器的阶段。

- DHCP客户端发送DHCP DISCOVER报文来发现DHCP服务器。DHCP DISCOVER报文中携带了客户端的MAC地址、需要请求的参数列表选项、广播标志位等信息。

2. 提供阶段，即DHCP服务器提供网络配置信息的阶段。

- 服务器接收到DHCP DISCOVER报文后，选择跟接收DHCP DISCOVER报文接口的IP地址处于同一网段的地址池，并且从中选择一个可用的IP地址，然后通过DHCP OFFER报文发送给DHCP客户端。

3. 选择阶段，即DHCP客户端选择IP地址的阶段。

- 如果有多个DHCP服务器向DHCP客户端回应DHCP OFFER报文，则DHCP客户端一般只接收第一个收到的DHCP OFFER报文，然后以广播方式发送DHCP REQUEST报文，该报文中包含客户端想选择的DHCP服务器标识符和客户端IP地址。

4. 确认阶段，即DHCP服务器确认所分配IP地址的阶段。

- DHCP客户端收到DHCP ACK报文，会广播发送免费ARP报文，探测本网段是否有其他终端使用服务器分配的IP地址。





# DHCP报文格式

0	7	15	23	31
Op	Htype	Hlen	Hops	
Xid				
Secs		Flags		
Ciaddr				
Yiaddr				
Siaddr				
Giaddr				
Chaddr				
Sname				
File				
Options(variable)				

DHCP报文结构

## 重要字段说明：

- Op (op code): 表示报文的类型，取值为1或2，含义如下：
  - 1: 客户端请求报。
  - 2: 服务器响应报文。
- Secs (seconds) : 由客户端填充，表示从客户端开始获得IP地址或IP地址续借后所使用的秒数，缺省值为3600s。
- Flags: 客户端请求服务器发送响应报文的形式，只有最高位有意义，其余15位置0。最高位为0时请求发送单播响应，最高位为1时请求发送广播响应。
- Yiaddr (your client ip address) : 表示服务器分配给客户端的IP地址。当服务器进行DHCP响应时，将分配给客户端的IP地址填入此字段。
- Siaddr (server ip address) : DHCP服务器的IP地址。
- Chaddr (client hardware address) : 客户端的MAC地址。
- Options: DHCP通过此字段包含了服务器分配给终端的配置信息。



# Options预定义选项字段介绍

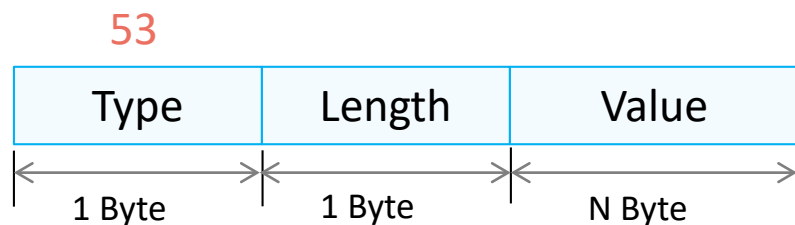
- DHCP报文中Options字段为可变长度字段，最多为312Byte，此字段包含了DHCP报文类型，服务器分配给终端的配置信息，如网关IP地址，DNS服务器的IP地址，客户端可以使用IP地址的有效租期等信息。
- Options字段由Type、Length和Value三部分组成。其中Type字段取值范围1~255。常见的Options如下表所示：

Type	Length (Byte)	Value	作用
1	4	Subnet Mask	设置子网掩码选项。
3	4	Router(网关)	设置网关地址选项。
50	4	Requested IP Address	设置请求IP地址选项。
51	4	IP Address Lease Time	设置IP地址租约时间选项。
53	1	Message Type	设置DHCP消息类型。
54	4	DHCP Server Identifier	设置服务器标识。
55	9	Parameter Request List	设置请求选项列表。客户端利用该选项指明需要从服务器获取哪些网络配置参数。
58	4	Rebinding Time Value	设置续约T1时间，一般是租期时间的50%。
59	4	Renewal Time Value	设置续约T2时间。一般是租期时间的87.5%。



# DHCP的消息类型

DHCP报文通过Options选项中的Type=53来表示DHCP的报文类型。如下图所示，当Type=53，Length=1，Value取值从01到08分别表示不同的DHCP报文类型。



- 1-DHCP DISCOVER
- 2-DHCP OFFER
- 3-DHCP REQUEST
- 4-DHCP DECLINE
- 5-DHCP ACK
- 6-DHCP NAK
- 7-DHCP RELEASE
- 8-DHCP INFORM



# Options自定义选项字段介绍

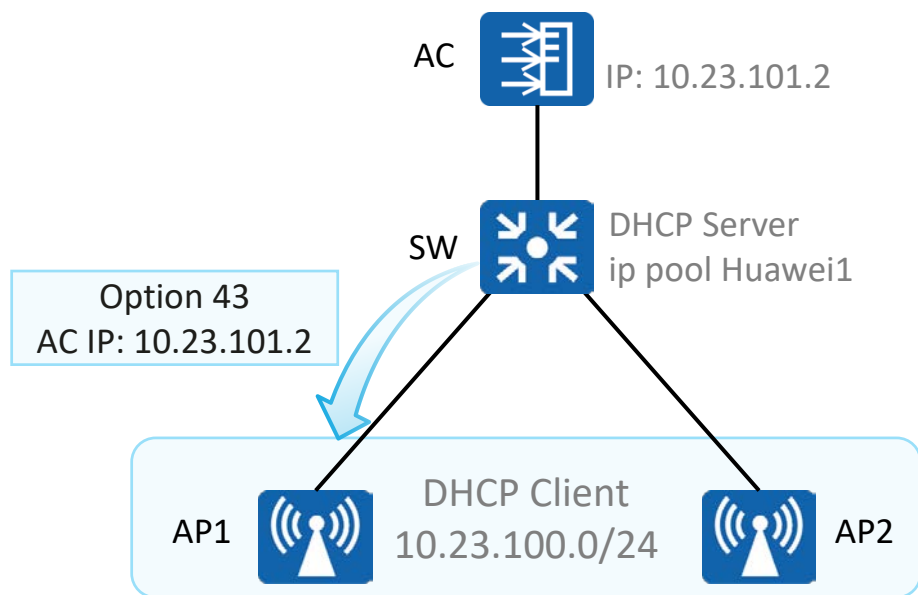
除了标准协议中规定的字段选项外，还有部分选项内容没有统一规定，统称为用户自定义选项，例如Option 82和Option 43。

- Option 82称为中继代理信息选项。
  - Option 82中可以包含最多255个Sub-Option，若定义了Option 82，至少要定义一个Sub-Option。
  - DHCP中继或DHCP Snooping设备接收到DHCP客户端发送给DHCP服务器的请求报文后，在该报文中添加Option 82，并转发给DHCP服务器。管理员可以从Option 82中获得DHCP客户端的信息，例如DHCP客户端所连接交换机端口的VLAN ID、二层端口号、中继设备的MAC地址等。
- Option 43称为厂商特定信息选项。
  - DHCP服务器和DHCP客户端通过Option 43交换厂商特定的信息。当DHCP服务器接收到请求Option 43信息的DHCP请求报文（Option 55中带有Option 43参数）后，将在回复报文中携带Option 43，为DHCP客户端分配厂商指定的信息。
  - 在WLAN组网中，AP作为DHCP客户端，DHCP服务器可以为AP指定AC的IP地址，以方便AP与AC建立连接。



# Option 43应用举例

- 在WLAN三层组网中，当AP上线时，需要获取AC的IP地址，并与AC之间建立CAPWAP隧道。
- AP的IP地址通过DHCP服务器分配，当AC的IP地址与AP不在同一个广播域，AP无法通过广播的方式获取AC的IP地址，则CAPWAP隧道无法建立成功。
- AP通过DHCP报文中的Option 43选项字段获取AC的IP地址，当AP获取AC的IP地址后，可以进一步完成CAPWAP隧道的建立，从而实现AP上线。

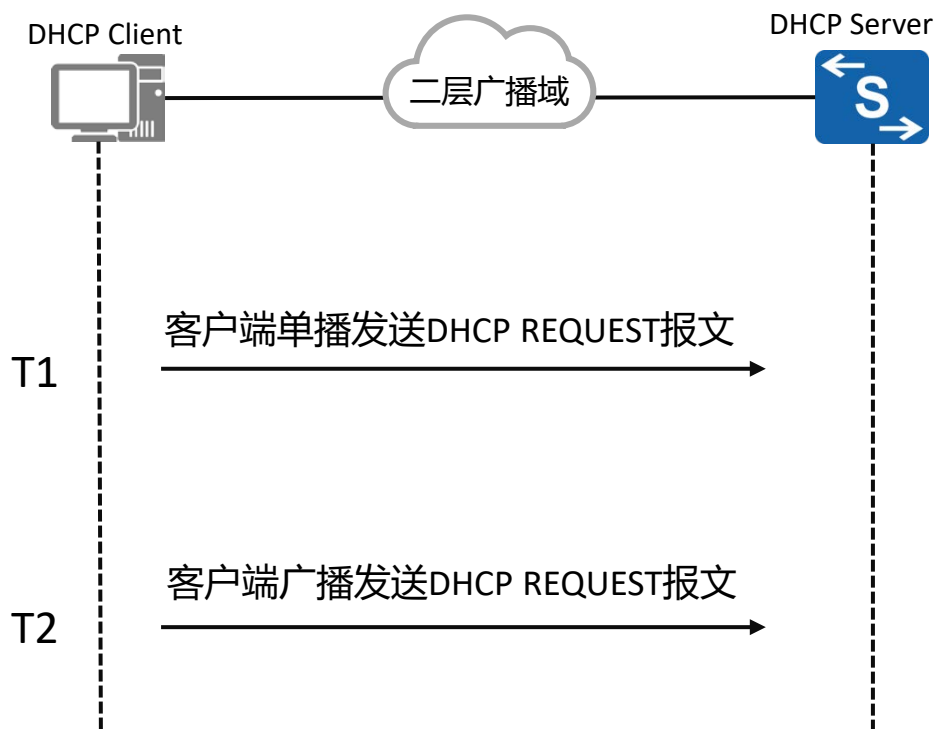


AC的IP地址是10.23.101.2，AP所在网络的网关地址为10.23.100.1，AP通过DHCP的方式从IP地址池Huawei1中获取IP地址，DHCP服务器通过option 43选项字段向AP通告AC的IP地址。



# DHCP地址续租

DHCP客户端根据IP地址的剩余租期的不同而产生不同形式的续租请求。



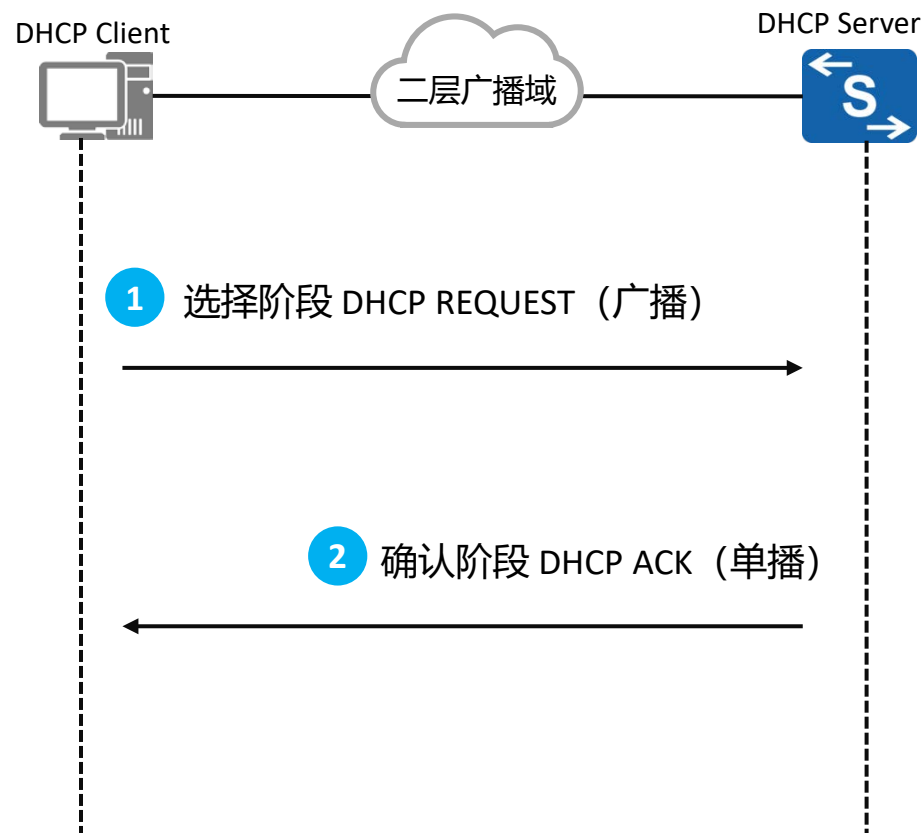
- 当租期达到50% (T1) 时, DHCP客户端会自动以单播的方式向DHCP服务器发送DHCP REQUEST报文, 请求更新IP地址租期。如果收到DHCP服务器回应的DHCP ACK报文, 则租期更新成功。
- 当租期达到87.5% (T2) 时, 如果仍未收到DHCP服务器的应答, DHCP客户端会自动以广播的方式向DHCP服务器发送DHCP REQUEST报文, 请求更新IP地址租期。如果收到DHCP服务器回应的DHCP ACK报文, 则租期更新成功。
- 如果租期时间到时都没有收到服务器的回应, 客户端停止使用此IP地址, 重新发送DHCP DISCOVER报文请求新的IP地址。

思考: 为什么每次电脑被分配的IP地址都是同一个呢?



# DHCP客户端重用曾经使用过的地址

DHCP客户端非首次接入网络时，可以重用曾经使用过的地址。例如，网络中的主机作为DHCP客户端，在关机再开机的过程中，需要重新获取相关网络参数，则可以请求分配曾经使用过的IP地址。



## 1. 选择阶段

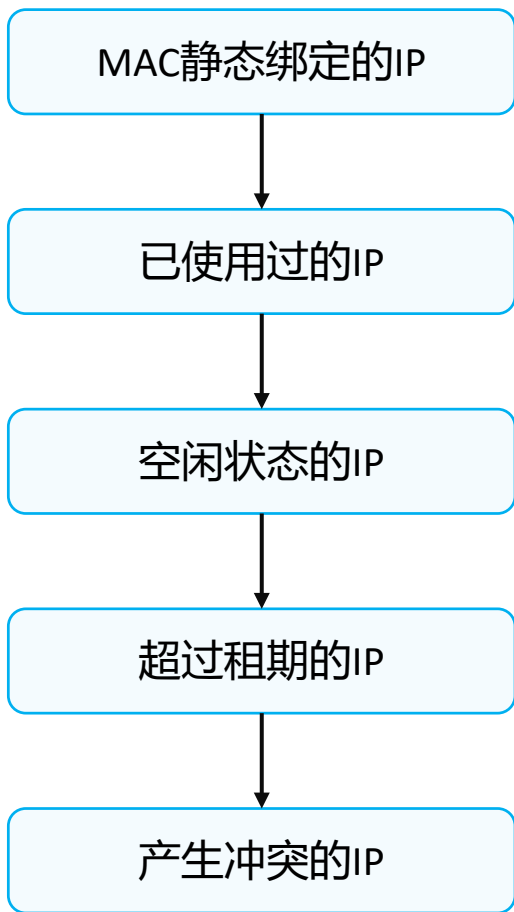
- 客户端广播发送包含前一次分配的IP地址的DHCP REQUEST报文，报文中的Option 50（请求的IP地址选项）字段填入曾经使用过的IP地址。

## 2. 确认阶段

- DHCP服务器收到DHCP REQUEST报文后，根据DHCP REQUEST报文中携带的MAC地址来查找有没有相应的租约记录。如果有则返回DHCP ACK报文，通知DHCP客户端可以继续使用这个IP地址，如果没有租约记录，则不响应。



# DHCP分配IP地址顺序



DHCP服务器按照如下次序为客户端选择IP地址：

- DHCP服务器的数据库中与客户端MAC地址静态绑定的IP地址。
- 客户端以前曾经使用过的IP地址，即客户端发送的请求报文中请求IP地址选项的地址。
- 在DHCP地址池中，顺序查找可供分配的空闲IP地址，最先找到的IP地址。
- 如果在DHCP地址池中未找到可供分配的空闲IP地址，则依次查询超过租期、发生冲突的IP地址，如果找到可用的IP地址，则进行分配，否则报告错误。





# DHCP配置命令介绍 (1)

## 1. 创建全局地址池

```
[Huawei]ip pool ip-pool-name
```

## 2. 配置DHCP客户端的网关地址

```
[Huawei-ip-pool-HW]gateway-list ip-address
```

## 3. 配置全局地址池可动态分配的IP地址范围

```
[Huawei-ip-pool-HW]network ip-address [ mask { mask | mask-length } ]
```

## 4. 配置地址池中不参与自动分配的IP地址

```
[Huawei-ip-pool-HW]excluded-ip-address start-ip-address [ end-ip-address ]
```

## 5. 配置地址池的地址租期

```
[Huawei-ip-pool-HW] lease { day day [ hour hour [ minute minute ] ] | unlimited }
```

## 6. 配置为指定DHCP Client分配固定IP地址

```
[Huawei-ip-pool-HW] static-bind ip-address ip-address mac-address mac-address [ option-template template-name |  
description description ]
```



## DHCP配置命令介绍 (2)

### 1. 配置基于接口方式的地址池

```
[Huawei]interface interface-type interface-number [subinterface-number]
```

```
[Huawei-GigabitEthernet0/0/1]ip address ip-address { mask | mask-length }
```

接口地址所属的IP地址网段即为接口地址池。并且接口地址的掩码不能配置为31，否则会导致接口地址池配置失败。

### 2. 配置接口地址池的网关IP地址

```
[Huawei-GigabitEthernet0/0/1]DHCP server gateway-list ip-address
```

### 3. 配置为指定DHCP Client分配固定IP地址

```
[Huawei-GigabitEthernet0/0/1]DHCP server static-bind ip-address ip-address mac-address mac-address [ description description ]
```

### 4. 配置地址池中不参与自动分配的IP地址

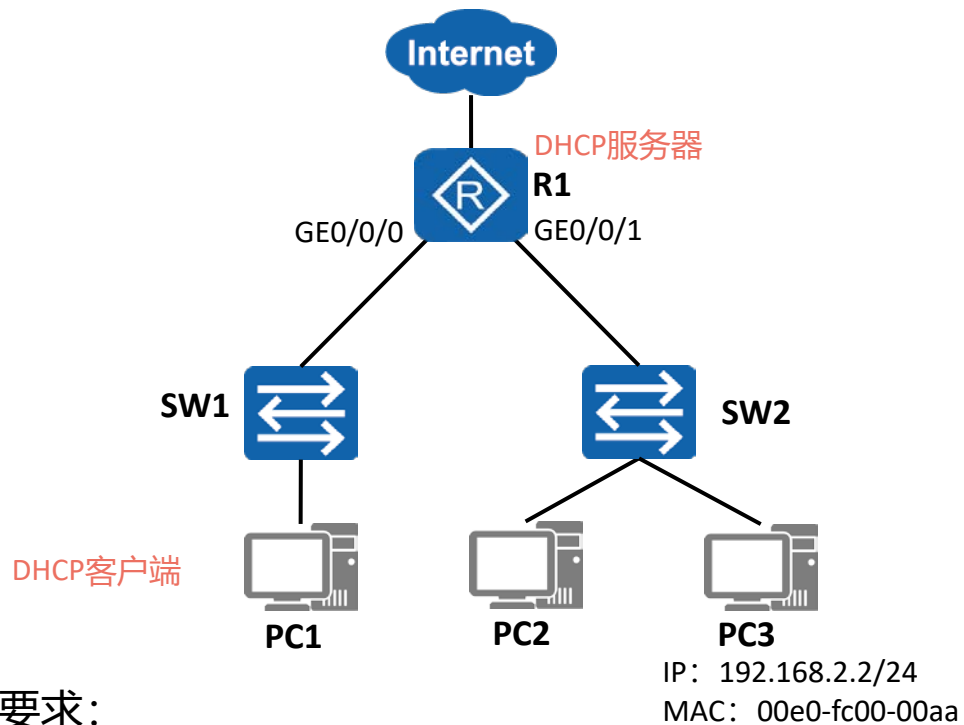
```
[Huawei-GigabitEthernet0/0/1]DHCP server excluded-ip-address start-ip-address [ end-ip-address ]
```

### 5. 配置地址池的地址租期

```
[Huawei-GigabitEthernet0/0/1]DHCP server lease { day day [ hour hour [ minute minute ] ] | unlimited }
```



# DHCP配置举例



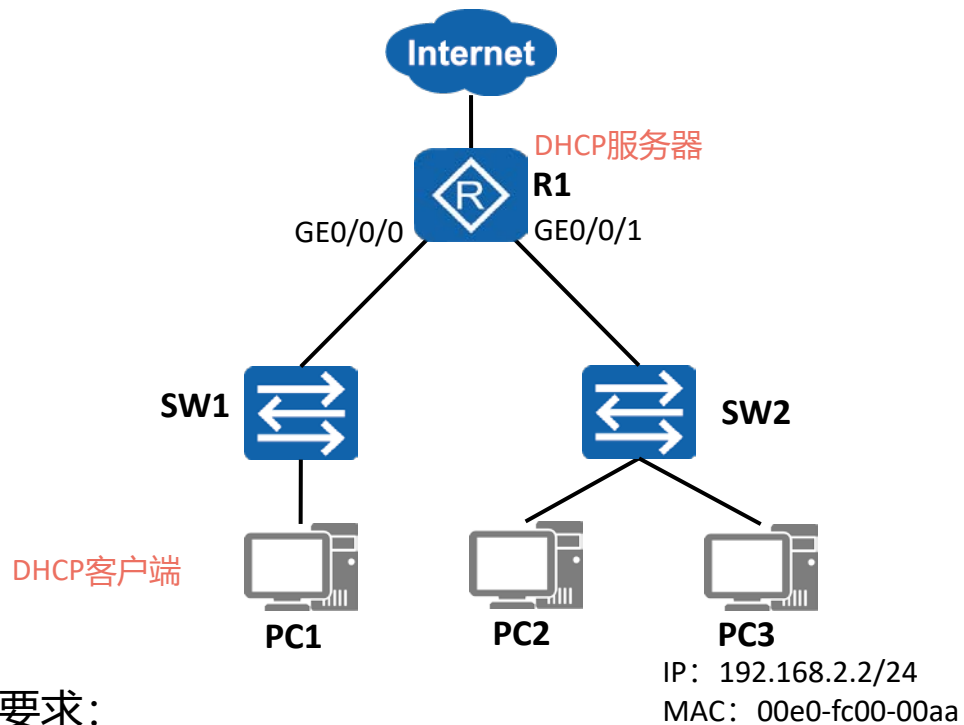
## 实验要求:

- 采用基于全局地址池的方式为PC1分配IP地址。
- 采用基于接口地址池的方式为PC2和PC3分配IP地址，且PC3获取固定的IP地址。

```
[R1]DHCP enable
[R1]ip pool HW
[R1-ip-pool-HW]gateway-list 192.168.1.1
[R1-ip-pool-HW]network 192.168.1.0 mask 24
[R1-ip-pool-HW]excluded-ip-address 192.168.1.200 192.168.1.254
[R1]interface GigabitEthernet 0/0/0
[R1-GigabitEthernet0/0/0]DHCP select global #选择全局地址池
```



# DHCP配置举例



```
[R1]interface GigabitEthernet 0/0/1
```

```
[R1-GigabitEthernet0/0/1]ip address 192.168.2.1 24
```

```
[R1-GigabitEthernet0/0/1]DHCP select interface
```

#选择接口地址池

```
[R1-GigabitEthernet0/0/1]DHCP server excluded-ip-address 192.168.2.254
```

```
[R1-GigabitEthernet0/0/1]DHCP server static-bind ip-address 192.168.2.2 mac-address  
00e0-fc00-00aa
```

#为PC3分配固定的IP地址

## 实验要求:

- 采用基于全局地址池的方式为PC1分配IP地址。
- 采用基于接口地址池的方式为PC2和PC3分配IP地址，且PC3获取固定的IP地址。



# DHCP配置结果

```
[R1]display ip pool
```

```
Pool-name      :      HW
```

```
Gateway-0     :      192.168.1.1
```

```
Mask          : 255.255.255.0
```

```
IP address Statistic
```

```
Total:        253
```

```
Used:          2   Idle:   198
```

```
Expired:       0   Conflict: 0   Disable: 55
```

```
PC3>ipconfig
```

```
IPv4 address.....: 192.168.2.2
```

```
Subnet mask.....: 255.255.255.0
```

```
Gateway.....: 192.168.2.1
```

```
Physical address.....: 54-89-98-86-2B-F4
```

PC3获取到了静态绑定的IP地址

根据IP地址的使用情况，地址池中的IP地址可以分为多种状态：

- Used：表示此IP地址已使用。
- Idle：表示此IP地址处于空闲状态。
- Expired：表示此IP地址租期已过，处于空闲状态。
- Conflict：表示此IP地址与网络上其他地址冲突。
- Disable：表示此IP地址无法使用。



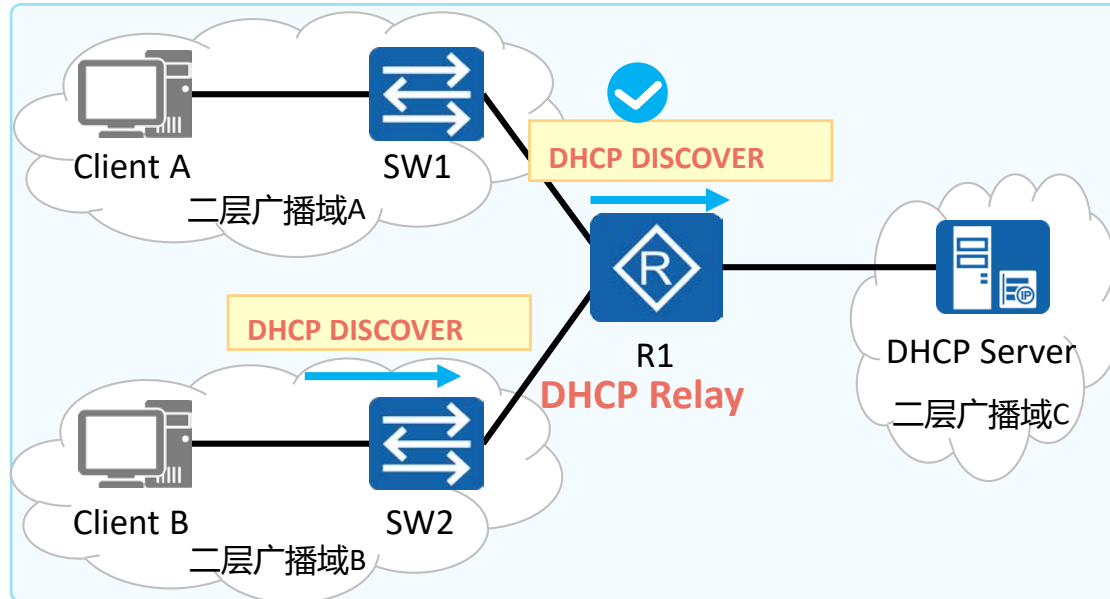
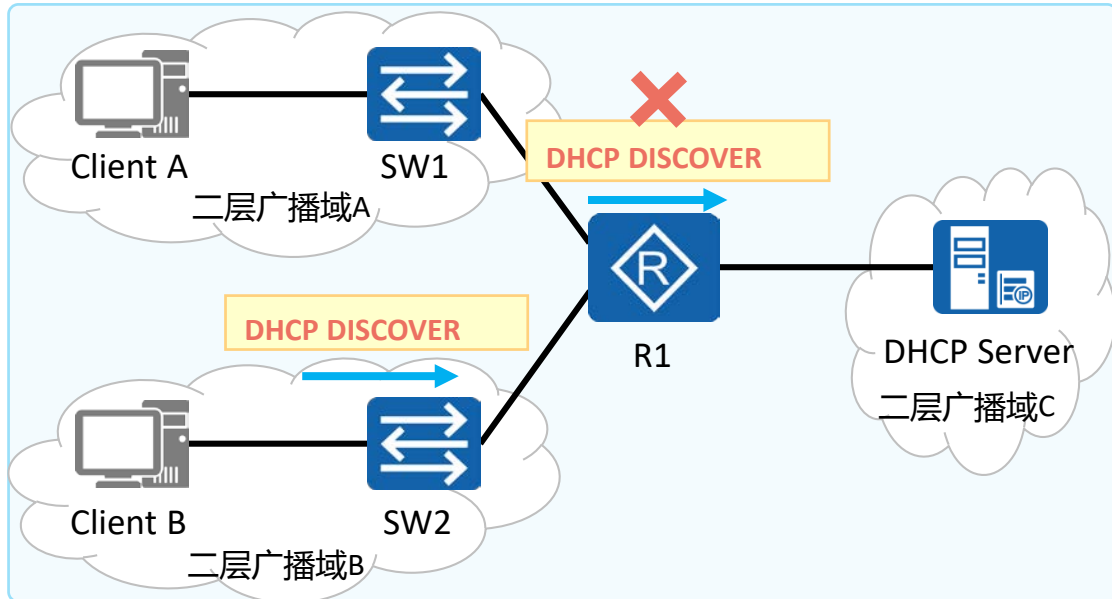
# 目录

1. DHCP产生背景
2. DHCP工作原理与配置
- 3. DHCP Relay工作原理与配置**



# 什么是DHCP Relay

- 随着网络规模的不断扩大，网络设备不断增多，企业内不同的用户可能分布在不同的网段，一台DHCP服务器在正常情况下无法满足多个网段的地址分配需求。如果还需要通过DHCP服务器分配IP地址，则需要跨网段发送DHCP报文。
- DHCP Relay即DHCP中继，它是为解决DHCP服务器和DHCP客户端不在同一个广播域而提出的，提供了对DHCP广播报文的中继转发功能，能够把DHCP客户端的广播报文“透明地”传送到其它广播域的DHCP服务器上，同样也能够把DHCP服务器端的应答报文“透明地”传送到其它广播域的DHCP客户端。





# DHCP Relay报文格式

DHCP Relay主要负责转发DHCP客户端与DHCP服务器之间的DHCP报文，所以DHCP Relay的报文格式只是把DHCP的报文部分字段做了相应的修改，报文格式没有发生变化，如下图所示：

Op	Htype	Hlen	Hops
Xid			
Secs		Flags	
Ciaddr			
Yiaddr			
Siaddr			
Giaddr			
Chaddr			
Sname			
File			
Options(variable)			

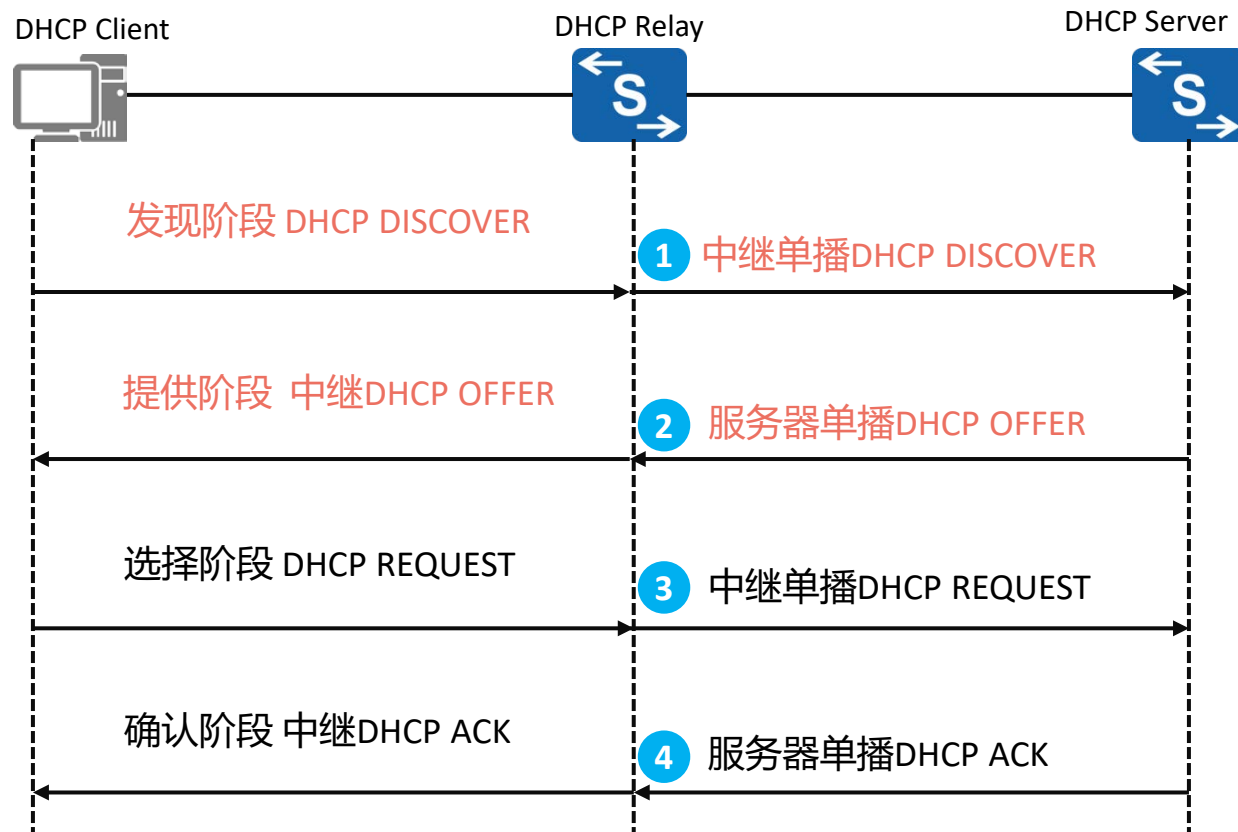
Hops：表示当前的DHCP报文经过的DHCP中继的数目。该字段由客户端或服务器设置为0，每经过一个DHCP中继时，该字段加1。

Giaddr(gateway ip address)：表示第一个DHCP中继的IP地址。当客户端发出DHCP请求时，第一个DHCP中继在将DHCP请求报文转发给DHCP服务器时，会把自己的IP地址填入此字段。





# DHCP Relay工作原理



有中继场景时DHCP客户端首次接入网络的工作原理：

1. 发现阶段：DHCP中继接收到DHCP客户端广播发送的DHCP DISCOVER报文后，通过路由转发将DHCP报文单播发送到DHCP服务器或下一跳中继。
2. 提供阶段：DHCP服务器根据DHCP DISCOVER报文中的Giaddr字段选择地址池为客户端分配相关网络参数，DHCP中继收到DHCP OFFER报文后，以单播或广播方式发送给DHCP Client。
3. 选择阶段：中继接收到来自客户端的DHCP REQUEST报文的处理过程同“发现阶段”。
4. 确认阶段：中继接收到来自服务器的DHCP ACK报文的处理过程同“提供阶段”。



# DHCP Relay配置命令介绍

1. 使能接口的DHCP中继功能

```
[Huawei-GigabitEthernet0/0/0]DHCP select relay
```

2. 在接口视图下配置DHCP服务器的IP地址

```
[Huawei-GigabitEthernet0/0/0]DHCP relay server-ip ip-address
```

3. 创建DHCP服务器组

```
[Huawei]DHCP server group group-name
```

4. 在DHCP服务器组中配置DHCP服务器成员

```
[Huawei-DHCP-server-group-HW]DHCP-server ip-address [ ip-address-index ]
```

5. 配置接口应用的DHCP服务器组

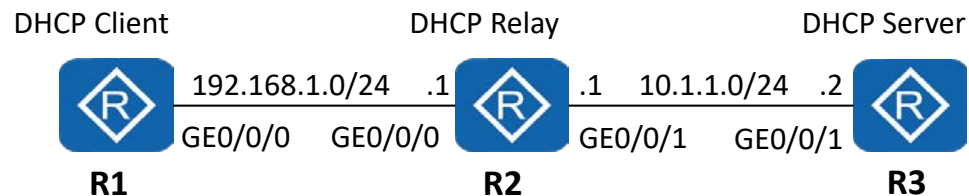
```
[Huawei-GigabitEthernet0/0/0]DHCP relay server-select group-name
```

6. 开启接口下的DHCP Client功能

```
[Huawei-GigabitEthernet0/0/0]ip address DHCP-alloc
```



# DHCP Relay配置举例 (1)



## 配置要求:

- R1通过DHCP获取IP地址。
- R2的GE0/0/0接口开启DHCP Relay功能，并且指定DHCP Server的IP地址为10.1.1.2。
- R3创建地址池名字为“HW-1”，地址范围为192.168.10/24，网关为192.168.1.1。

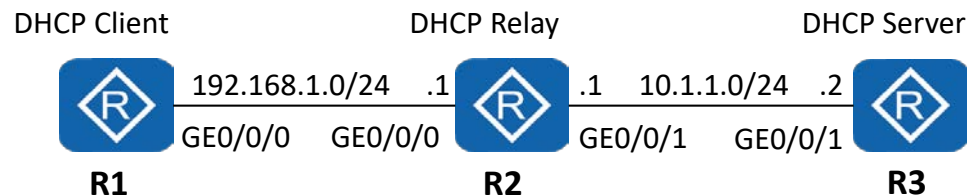
## R1、R2配置如下:

```
[R1]interface GigabitEthernet0/0/0
[R1-GigabitEthernet0/0/0]ip address DHCP-alloc
[R1-GigabitEthernet0/0/0]quit
```

```
[R2]DHCP server group HW
[R2-DHCP-server-group-HW]DHCP-server 10.1.1.2
[R2-DHCP-server-group-HW]quit
[R2]interface GigabitEthernet 0/0/1
[R2-GigabitEthernet0/0/1]ip address 10.1.1.1 24
[R2-GigabitEthernet0/0/1]quit
[R2]interface GigabitEthernet 0/0/0
[R2-GigabitEthernet0/0/0]ip address 192.168.1.1 24
[R2-GigabitEthernet0/0/0]DHCP select relay
[R2-GigabitEthernet0/0/0]DHCP relay server-select HW
[R2-GigabitEthernet0/0/0]quit
```



## DHCP Relay配置举例 (2)



### 配置要求:

- R1的GE0/0/0接口通过DHCP获取IP地址。
- R2的GE0/0/0接口开启DHCP Relay功能，并且指定DHCP Server的IP地址为10.1.1.2。
- R3创建名字为“HW-1”的地址池，地址范围为192.168.1.0/24，网关为192.168.1.1。

### R3配置如下:

```
[R3]ip pool HW-1
[R3-ip-pool-HW-1]network 192.168.1.0 mask 24
[R3-ip-pool-HW-1]gateway-list 192.168.1.1
[R3-ip-pool-HW-1]quit
[R3]interface GigabitEthernet 0/0/1
[R3-GigabitEthernet0/0/1]ip address 10.1.1.2 24
[R3-GigabitEthernet0/0/1]DHCP select global
[R3-GigabitEthernet0/0/1]quit
[R3]ip route-static 192.168.1.0 255.255.255.0 10.1.1.1
```



# DHCP Relay配置验证

## 查看R1的GE0/0/0接口获取到的IP地址信息：

```
<R1>display DHCP client
DHCP client lease information on interface GigabitEthernet0/0/0 :
Current machine state      : Bound
Internet address assigned via : DHCP
Physical address          : 00e0-fce6-4691
IP address                 : 192.168.1.254
Subnet mask                : 255.255.255.0
Gateway ip address        : 192.168.1.1
DHCP server                : 10.1.1.2
.....
```

从上图中可以看到R1的GE0/0/0接口已获取到IP地址和网关地址。

## 查看R2 DHCP Relay信息：

```
<R2>display DHCP relay all
DHCP relay agent running information of interfaceGigabitEthernet0/0/0 :
Server group name          : HW
Gateway address in use     : 192.168.1.1
<R2>display DHCP relay statistics
The statistics of DHCP RELAY:
DHCP packets received from clients : 2
DHCP packets sent to clients       : 2
DHCP packets received from servers : 2
DHCP packets sent to servers      : 2
.....
```

从上图中可以看到R2的GE0/0/0接口开启了DHCP Relay功能，且R2作为DHCP Relay分别和DHCP Client、DHCP Server交互4次报文。



## 思考题

1. (单选题) DHCP客户端向DHCP Server进行续租时会发送哪种报文?
  - A. DHCP DISCOVER
  - B. DHCP OFFER
  - C. DHCP REQUEST
  - D. DHCP ACK
  
2. (单选题) 以下哪条命令可以开启路由器接口的DHCP中继功能?
  - A. DHCP select server
  - B. DHCP select global
  - C. DHCP select interface
  - D. DHCP select relay



## 本章总结

- 本章节主要讲解了DHCP报文的格式及关键字段的作用。通过报文交互介绍了DHCP服务器如何给DHCP客户端分配IP地址等网络参数的过程，同时阐述了地址续租与DHCP客户端重启之后如何获取IP地址的原理。
- 当DHCP客户端与DHCP服务器不在一个广播域的时候，通过DHCP Relay的中继功能，实现DHCP报文的跨网段传输，从而完成DHCP客户端与服务器之间的报文协商。



The background of the slide features a blue-tinted image of several business professionals in a modern office environment. They are standing on a highly reflective floor, and their silhouettes are clearly visible. The overall aesthetic is professional and corporate.

# 谢谢

[www.huawei.com](http://www.huawei.com)