

网络工程

本科实验报告

实验名称：DHCP 与 DNS 配置

学员姓名	王李烜	学号	202202001046
培养类型	无军籍	年 级	2022
专 业	网络工程	所 属 学 院	计算机学院
指 导 教 员	张军	职 称	工程师
实 验 室	306-707	实 验 时 间	2024.11.28

国防科技大学教育训练部制

《本科实验报告》填写说明

实验报告内容编排应符合以下要求：

(1) 采用 A4 (21cm×29.7cm) 白色复印纸，单面黑字。上下左右各侧的页边距均为 3cm；缺省文档网格：字号为小 4 号，中文为宋体，英文和阿拉伯数字为 Times New Roman，每页 30 行，每行 36 字；页脚距边界为 2.5cm，页码置于页脚、居中，采用小 5 号阿拉伯数字从 1 开始连续编排，封面不编页码。

(2) 报告正文最多可设四级标题，字体均为黑体，第一级标题字号为 4 号，其余各级标题为小 4 号；标题序号第一级用“一、”、“二、”……，第二级用“(一)”、“(二)”……，第三级用“1.”、“2.”……，第四级用“(1)”、“(2)”……，分别按序连续编排。

(3) 正文插图、表格中的文字字号均为 5 号。

目录

1 实验目的	5
2 实验原理	5
2.1 DHCP	5
2.1.1 DHCP 工作原理	5
2.1.2 DHCP 续约	6
2.1.3 DHCP 中继代理	6
2.2 DNS	7
2.2.1 域名的层级关系	7
2.2.2 域名解析的工作流程	8
3 实验环境	9
3.1 实验背景	9
3.2 实验设备	9
4 实验步骤及结果	9
4.1 实验拓扑	9
4.2 按照拓扑图接线	10
4.3 配置基本网络	10
4.3.1 配置 PC	10
4.3.2 配置路由器 IP 地址	10
4.3.3 配置 RIP 协议使互通	11
4.4 配置 DHCP 服务器	11
4.5 配置 DHCP 中继	12
4.6 验证 DHCP 服务器配置	12
5 实验总结	16
参考文献	17

图目录

Figure 1: DHCP 工作原理	5
Figure 2: DHCP 中继代理工作原理	6
Figure 3: 域名的层级关系	7
Figure 4: 域名解析的工作流程	8
Figure 5: 实验拓扑图	9
Figure 6: 机柜接线图	10
Figure 7: 配置 AR2 的 IP 地址	10
Figure 8: 配置 AR3 的 IP 地址	11
Figure 12: 在 AR2 上配置 RIP 协议	11
Figure 13: 在 AR3 上配置 RIP 协议	11
Figure 14: 使能 DHCP 服务并创建地址池	12
Figure 15: 配置 DHCP 服务器的参数	12
Figure 16: 配置另一个网段的参数	12
Figure 17: 配置 DHCP 中继代理	12
Figure 18: 在另一个接口配置 DHCP 中继代理	12
Figure 19: PC1 的 IP 地址信息	13
Figure 20: PC2 的 IP 地址信息	13
Figure 21: PC1 的 DNS 服务器地址	13
Figure 22: 查看 DHCP 地址分配情况 (3.0 网段)	14
Figure 23: 查看 DHCP 地址分配情况 (2.0 网段)	15

1 实验目的

本实验旨在配置 DHCP 服务器，以确保客户端能够自动获取合法的 IP 地址、网关和 DNS 服务器信息，避免受到非法 DHCP 服务器的干扰。同时，通过配置 DNS 服务器，实现 IP 地址与主机名称的有效映射，从而提升网络管理的便捷性和安全性。

2 实验原理

2.1 DHCP

DHCP，即动态主机配置协议（Dynamic Host Configuration Protocol），是一种网络管理协议，它允许主机从 DHCP 服务器动态获取 IP 地址，实现“即插即用”的网络连接方式。这一特性使得网络管理更加便捷，用户无需手动配置 IP 地址，即可快速接入网络，享受无缝的网络体验。

2.1.1 DHCP 工作原理

假定 DHCP 客户端进程监听的是 68 端口号，DHCP 服务端进程监听的是 67 端口号，主机通过下面介绍的 4 个步骤来获取到 IP。



Figure 1: DHCP 工作原理

1. **DHCP 发现：**客户端首先发起 DHCP 发现报文（DHCP DISCOVER）的 IP 数据报，由于客户端没有 IP 地址，也不知道 DHCP 服务器的地址，所以使用的是 UDP 广播通信，其使用的广播目的地址是 255.255.255.255（端口 67）并且使用 0.0.0.0（端口 68）作为源 IP 地址。DHCP 客户端将该 IP 数据报传递给链路层，链路层然后将帧广播到所有的网络中设备。
2. **DHCP 提供：**DHCP 服务器收到 DHCP 发现报文时，用 DHCP 提供报文（DHCP OFFER）向客户端做出响应。该报文仍然使用 IP 广播地址 255.255.255.255，该报文信息携带服务器提供可租约的 IP 地址、子网掩码、默认网关、DNS 服务器以及 IP 地址租用期。
3. **DHCP 请求：**客户端收到一个或多个服务器的 DHCP 提供报文后，从中选择一个服务器，并向选中的服务器发送 DHCP 请求报文（DHCP REQUEST 进行响应，回显配置的参数。
4. **DHCP 确认：**最后，服务端用 DHCP ACK 报文对 DHCP 请求报文进行响应，应答所要求的参数。一旦客户端收到 DHCP ACK 后，交互便完成了，并且客户端能够在租用期内使用 DHCP 服务器分配的 IP 地址。

2.1.2 DHCP 续约

在租用期内，客户端可以选择续约，即向 DHCP 服务器发送 DHCP REQUEST 报文，以延长租用期：

- 服务器如果同意继续租用，则用 DHCP ACK 报文进行应答，客户端就会延长租期。
- 服务器如果不同意继续租用，则用 DHCP NACK 报文，客户端就要停止使用租约的 IP 地址。

2.1.3 DHCP 中继代理

DHCP 交互中，全程都是使用 UDP 广播通信。如果 DHCP 服务器和客户端不在同一个局域网内，加之路由器不会转发广播包，那么每个网络都需要配置一个 DHCP 服务器。为了解决这一问题，引入了 DHCP 中继代理。有了 DHCP 中继代理以后，对不同网段的 IP 地址分配也可以由一个 DHCP 服务器统一进行管理。如 Figure 2 所示：

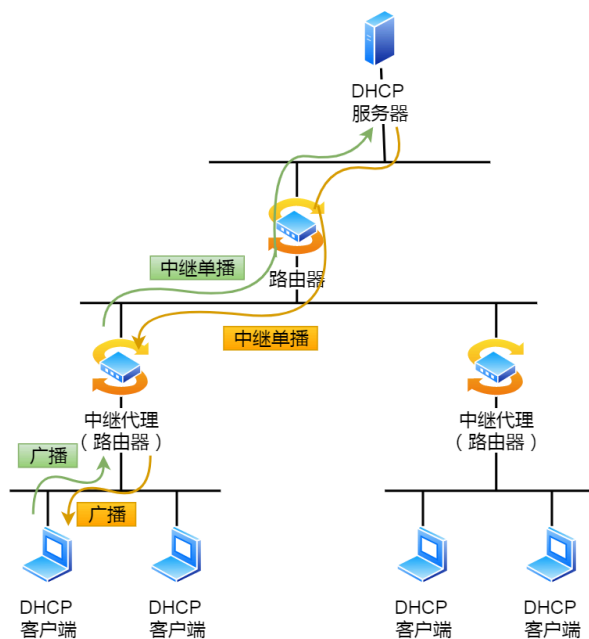


Figure 2: DHCP 中继代理工作原理

- DHCP 客户端会向 DHCP 中继代理发送 DHCP 请求包，而 DHCP 中继代理在收到这个广播包以后，再以单播的形式发给 DHCP 服务器。
- 服务器端收到该包以后再向 DHCP 中继代理返回应答，并由 DHCP 中继代理将此包广播给 DHCP 客户端。

因此，DHCP 服务器即使不在同一个链路上也可以实现统一分配和管理 IP 地址。

2.2 DNS

DNS，即域名系统（Domain Name System），是互联网中的一种命名系统，用于将域名与 IP 地址相互映射。在互联网中，每个主机都有一个唯一的 IP 地址，但是 IP 地址不便于人们记忆，因此需要一个更易记的域名来代替。DNS 系统通过将域名映射到 IP 地址，实现了域名与 IP 地址之间的转换，使得用户可以通过域名访问互联网上的各种服务。

2.2.1 域名的层级关系

在 DNS 系统中，域名采用句点（.）进行分隔，例如 `www.server.com`，句点用于标识不同层级之间的界限。域名的层级结构从右至左依次递增，右侧的层级高于左侧。这种命名方式源于域名的发明者为外国人，其思维方式与中国人有所不同。在描述地理位置时，外国人习惯从小范围到大范围依次描述（如 XX 街道 XX 区 XX 市 XX 省），而中国人则倾向于从大范围到小范围（如 XX 省 XX 市 XX 区 XX 街道）。

在域名体系中，根域位于最顶层，其下为顶级域（如 `com`），再往下为二级域（如 `server.com`）。这种层级关系类似于树状结构，具体表现为：

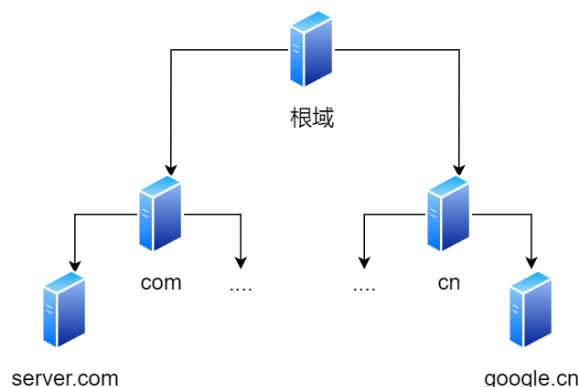


Figure 3: 域名的层级关系

- 根 DNS 服务器
- 顶级域 DNS 服务器（如 `com`）
- 权威 DNS 服务器（如 `server.com`）

根域的 DNS 服务器信息被存储在互联网中的所有 DNS 服务器中。这一机制确保了任何 DNS 服务器都能够定位并访问根域 DNS 服务器。因此，客户端只需能够连接到任意一台 DNS 服务器，即可通过该服务器找到根域 DNS 服务器，并沿着层级结构逐步查询，最终定位到目标 DNS 服务器。

2.2.2 域名解析的工作流程

浏览器在进行域名解析时，首先会检查自身的缓存，若未找到对应的 IP 地址，则会查询操作系统的缓存。如果仍未找到，浏览器会进一步检查本机的 hosts 文件。若在这些地方均未找到目标域名的 IP 地址，浏览器将向本地 DNS 服务器发起查询请求。查询过程如下：

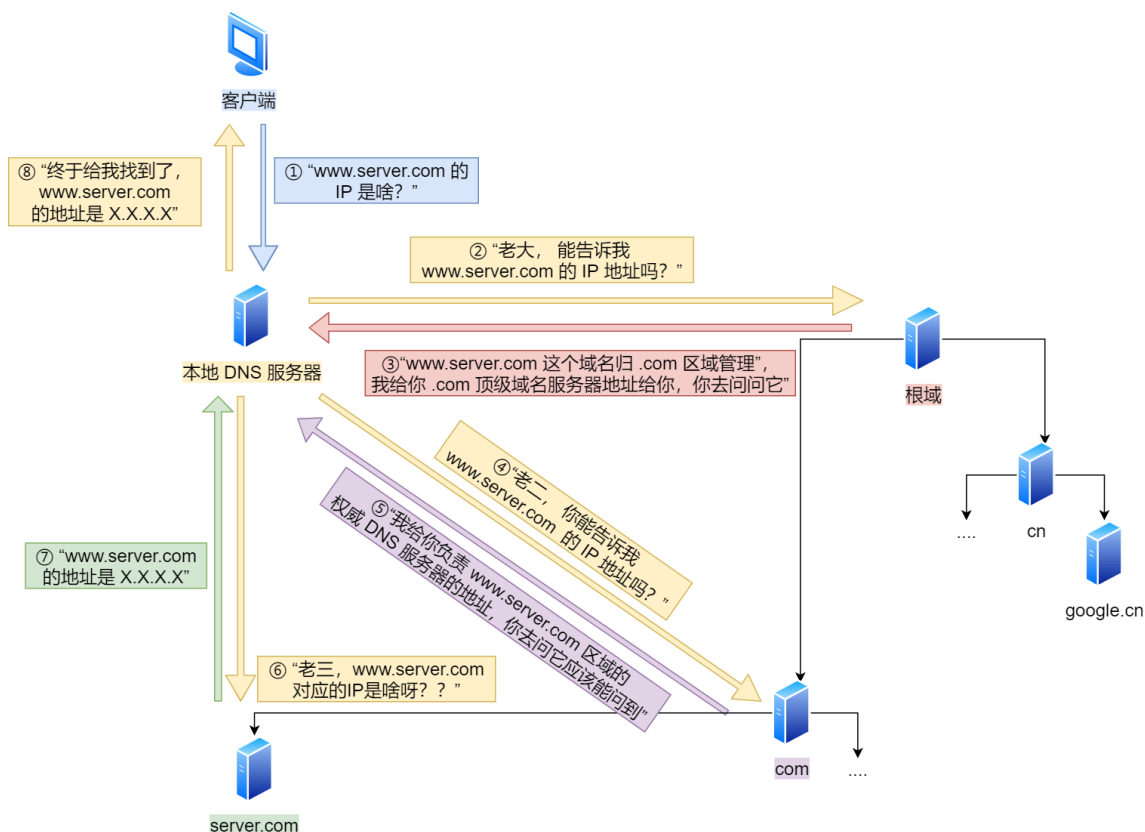


Figure 4: 域名解析的工作流程

1. 客户端首先发送一个 DNS 请求，询问 `www.server.com` 的 IP 地址，并将请求发送至本地 DNS 服务器（即客户端 TCP/IP 设置中指定的 DNS 服务器地址）。本地 DNS 服务器接收到请求后，会先在其缓存中查找是否存在 `www.server.com` 的记录。若缓存中存在该记录，则直接返回对应的 IP 地址；若不存在，本地 DNS 服务器将向根域名服务器发起查询。
2. 根域名服务器是 DNS 层次结构中的最高层级，虽然它不直接解析域名，但能够指示查询方向。根域名服务器接收到本地 DNS 的请求后，发现域名后缀为 `.com`，因此回应：“`www.server.com` 的域名由 `.com` 区域管理，你可以向 `.com` 顶级域名服务器查询。”随后，根域名服务器提供 `.com` 顶级域名服务器的地址。
3. 本地 DNS 服务器根据根域名服务器提供的地址，向 `.com` 顶级域名服务器发起请求，询问 `www.server.com` 的 IP 地址。顶级域名服务器接收到请求后，回应：“`www.server.com` 的域名由 `server.com` 区域的权威 DNS 服务器管理，你可以向该服务器查询。”同时，顶级域名服务器提供 `server.com` 权威 DNS 服务器的地址。
4. 本地 DNS 服务器根据顶级域名服务器提供的地址，向 `server.com` 的权威 DNS 服务器发起请求，询问 `www.server.com` 的 IP 地址。权威 DNS 服务器是域名解析结果的最终来源，负

责管理该域名的解析。权威 DNS 服务器查询后，将对应的 IP 地址（如 X.X.X.X）返回给本地 DNS 服务器。

- 最后，本地 DNS 服务器将查询到的 IP 地址返回给客户端，客户端据此与目标服务器建立连接。

整个 DNS 域名解析过程类似于日常生活中向他人问路的过程，通过层层指引最终找到目标地址。

3 实验环境

3.1 实验背景

网工系的学生正在学习 DHCP 与 DNS 技术，需要通过实验验证 DHCP 服务器的配置和工作原理，以及 DNS 服务器的配置和域名解析过程。为此，需要搭建一个简单的网络拓扑，包括两台路由器和两台 PC，通过配置 DHCP 服务器和 DNS 服务器，实现客户端自动获取 IP 地址和域名解析的功能。

3.2 实验设备

设备名称	设备型号	设备数量
路由器	华为 AR6120-S	2
PC	联想启天 M410 Windows 10	2

4 实验步骤及结果

4.1 实验拓扑

按实验背景，绘制拓扑图如下：

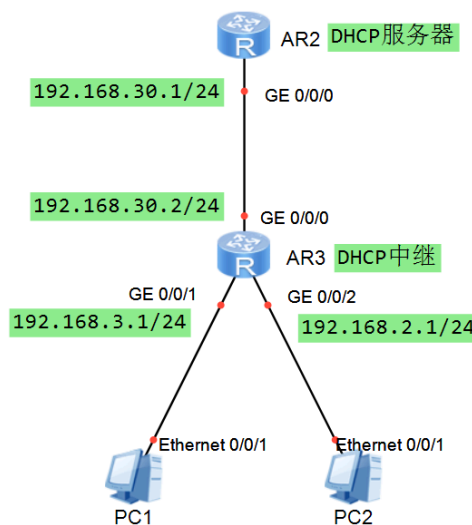


Figure 5: 实验拓扑图

4.2 按照拓扑图接线

按照拓扑图接线。



Figure 6: 机柜接线图

4.3 配置基本网络

4.3.1 配置 PC

配置 PC1、PC2 为“自动获得 IP 地址”、“自动获得 DNS 服务器地址”。

4.3.2 配置路由器 IP 地址

按照拓扑图配置路由器的 IP 地址。

1. 配置 AR2 路由器：

- 接口 GE 0/0/0 连接到 AR3，IP 地址为 192.168.60.2。
- 接口 GE 0/0/1 连接到 PC3，IP 地址为 192.168.30.2。

```
[Huawei]int g0/0/0
[Huawei-GigabitEthernet0/0/0]ip addre
[Huawei-GigabitEthernet0/0/0]undo port
[Huawei-GigabitEthernet0/0/0]undo ports
[Huawei-GigabitEthernet0/0/0]undo portswitch
[Huawei-GigabitEthernet0/0/0]ip address
[Huawei-GigabitEthernet0/0/0]ip address 192.168.30.1 24
[Huawei-GigabitEthernet0/0/0]q
```

Figure 7: 配置 AR2 的 IP 地址

2. 配置 AR3 路由器：

- 接口 GE 0/0/0 连接到 AR2，IP 地址为 192.168.30.2/24。
- 接口 GE 0/0/1 连接到 PC1，IP 地址为 192.168.3.1/24。

- 接口 GE 0/0/2 连接到 PC2，IP 地址为 192.168.2.1/24。

```
[AR3]int g0/0/0
[AR3-GigabitEthernet0/0/0]undo portswitch
[AR3-GigabitEthernet0/0/0]ip add 192.168.30.2
^
Error:Incomplete command found at '^' position.
[AR3-GigabitEthernet0/0/0]ip add 192.168.30.2 24
[AR3-GigabitEthernet0/0/0]q

[AR3]int g0/0/1
[AR3-GigabitEthernet0/0/1]undo ports
[AR3-GigabitEthernet0/0/1]undo portswitch
[AR3-GigabitEthernet0/0/1]ip add 192.168.1.1 255.255.255.0
Error: The specified address conflicts with another address.
[AR3-GigabitEthernet0/0/1]ip add 192.168.3.1 255.255.255.0

[AR3-GigabitEthernet0/0/1]int g0/0/2
[AR3-GigabitEthernet0/0/2]undo p
[AR3-GigabitEthernet0/0/2]undo ports
[AR3-GigabitEthernet0/0/2]undo portswitch
[AR3-GigabitEthernet0/0/2]ip add 192.168.2.1 255.255.255.0
```

Figure 8: 配置 AR3 的 IP 地址

4.3.3 配置 RIP 协议使互通

本次实验使用 RIP 协议，配置路由器使得各个网络互通：

```
[Huawei]rip 2
[Huawei-rip-2]network 192.168.1.0
[Huawei-rip-2]network 192.168.2.0
[Huawei-rip-2]q
[Huawei]rip 2
[Huawei-rip-2]version 2
[Huawei-rip-2]q
```

Figure 12: 在 AR2 上配置 RIP 协议

```
[AR3]rip 2
[AR3-rip-2]ver 2
[AR3-rip-2]network 192.168.3.0
[AR3-rip-2]network 192.168.2.0
[AR3-rip-2]network 192.168.30.0
[AR3-rip-2]q
```

Figure 13: 在 AR3 上配置 RIP 协议

4.4 配置 DHCP 服务器

配置 AR2 为 DHCP 服务器。首先使能 DHCP 服务并创建地址池：

```
[Huawei]dhcp enab
[Huawei]dhcp enable
[Huawei]ip pool huawei
Info: It is successful to create an IP address pool.
```

Figure 14: 使能 DHCP 服务并创建地址池

然后配置 DHCP 服务器的参数：网关、DNS 服务器等。

```
[Huawei-ip-pool-huawei]gate
[Huawei-ip-pool-huawei]gateway-list 192.168.3.1
[Huawei-ip-pool-huawei]net
[Huawei-ip-pool-huawei]netw
[Huawei-ip-pool-huawei]network 192.168.3.0 mask 255.255.255.0
[Huawei-ip-pool-huawei]dns-list 8.8.8.8
[Huawei-ip-pool-huawei]q
```

Figure 15: 配置 DHCP 服务器的参数

给第二个网段创建地址池，并配置参数：

```
[Huawei]ip pool huawei2
Info: It is successful to create an IP address pool.
[Huawei-ip-pool-huawei2]gateway-list 192.168.2.1
[Huawei-ip-pool-huawei2]networ
[Huawei-ip-pool-huawei2]network 192.168.2.0 mask 255.255.255.0
[Huawei-ip-pool-huawei2]dns-
[Huawei-ip-pool-huawei2]dns-list 8.8.8.8
[Huawei-ip-pool-huawei2]q
```

Figure 16: 配置另一个网段的参数

4.5 配置 DHCP 中继

配置 AR3 为 DHCP 中继代理，将 DHCP 请求转发到 DHCP 服务器。为此，进入两个与 PC 相连的接口，配置中继模式和 DHCP 服务器地址：

```
[AR3-GigabitEthernet0/0/1]dhcp r
[AR3-GigabitEthernet0/0/1]dhcp relay s
[AR3-GigabitEthernet0/0/1]dhcp relay server-ip 192.168.30.1
```

Figure 17: 配置 DHCP 中继代理

```
[AR3-GigabitEthernet0/0/2]dhcp relay server-ip 192.168.30.1
```

Figure 18: 在另一个接口配置 DHCP 中继代理

4.6 验证 DHCP 服务器配置

在 PC1、PC2 上查看 IP 地址、网关、DNS 服务器等信息，验证 DHCP 服务器配置是否生效。

```
(base) PS C:\Users\63579> ipconfig /renew

Windows IP 配置

不能在 本地连接* 9 上执行任何操作，它已断开媒体连接。
不能在 本地连接* 10 上执行任何操作，它已断开媒体连接。
不能在 蓝牙网络连接 上执行任何操作，它已断开媒体连接。

以太网适配器 以太网:

    连接特定的 DNS 后缀 . . . . . : 
    本地链接 IPv6 地址. . . . . : fe80::acd3:ad5a:ef5e:6e57%17
    IPv4 地址 . . . . . : 192.168.2.231
    子网掩码 . . . . . : 255.255.255.0
    默认网关 . . . . . : 192.168.2.1
```

Figure 19: PC1 的 IP 地址信息

```
选择管理员: C:\Windows\system32\cmd.exe

以太网适配器 以太网:

    连接特定的 DNS 后缀 . . . . . : 
    本地链接 IPv6 地址. . . . . : fe80::6d1:c10:9445:ee8b%10
    IPv4 地址 . . . . . : 192.168.2.124
    子网掩码 . . . . . : 255.255.255.0
    默认网关 . . . . . : 192.168.2.1
```

Figure 20: PC2 的 IP 地址信息

```
(base) PS C:\Users\63579> ipconfig /all

Windows IP 配置

    主机名 . . . . . : Thomas987
    主 DNS 后缀 . . . . . : 
    节点类型 . . . . . : 混合
    IP 路由已启用 . . . . . : 否
    WINS 代理已启用 . . . . . : 否

以太网适配器 以太网:

    连接特定的 DNS 后缀 . . . . . : 
    描述 . . . . . : Realtek PCIe GbE Family Controller
    物理地址 . . . . . : 6C-24-08-CA-2D-8A
    DHCP 已启用 . . . . . : 是
    自动配置已启用 . . . . . : 是
    本地链接 IPv6 地址 . . . . . : fe80::acd3:ad5a:ef5e:6e57%17(首选)
    IPv4 地址 . . . . . : 192.168.2.231(首选)
    子网掩码 . . . . . : 255.255.255.0
    获得租约的时间 . . . . . : 2024年12月15日 18:53:19
    租约过期的时间 . . . . . : 2024年12月16日 18:53:18
    默认网关 . . . . . : 192.168.2.1
    DHCP 服务器 . . . . . : 192.168.30.1
    DHCPv6 IAID . . . . . : 107750408
    DHCPv6 客户端 DUID . . . . . : 00-01-00-01-2D-5D-86-3E-6C-24-08-CA-2D-8A
    DNS 服务器 . . . . . : 8.8.8.8
    TCP/IP 上的 NetBIOS . . . . . : 已启用
```

Figure 21: PC1 的 DNS 服务器地址

其中，PC1 的两张截图中先后 IP 地址不一致，这是因为后来为验证 DNS 服务器是否分配，补做了实验。图中显示，PC1、PC2 分别获取到了合法的 IP 地址、网关和 DNS 服务器地址。

在 AR2 上查看 DHCP 地址分配情况：

```
[Huawei]dis ip pool name huawei used
Pool-name       : huawei
Pool-No         : 1
Lease           : 1 Days 0 Hours 0 Minutes
Domain-name     : -
DNS-server0     : 8.8.8.8
NBNS-server0    : -
Netbios-type    : -
```

```
Position       : Local
Status         : Unlocked
Gateway-0      : 192.168.3.1
Network        : 192.168.3.0
Mask           : 255.255.255.0
VPN instance   : --
Logging        : Disable
Conflicted address recycle interval: -
Address Statistic: Total      :253      Used      :2
                  Idle       :251      Expired   :0
                  Conflict   :0        Disabled  :0
```

Network	section	Start	End	Total	Used	Idle(Expired)	Conflict	Disabled
192.168.3.1	192.168.3.254	253	2	251(0)	0	0		

Client-ID format as follows:

```
DHCP   : mac-address          PPPoE   : mac-address
IPSec  : user-id/portnumber/vrf PPP    : interface index
L2TP   : cpu-slot/session-id  SSL-VPN : user-id/session-id
```

Index	IP	Client-ID	Type	Left	Status
84	192.168.3.85	1c69-7a2f-8e43	DHCP	86151	Used
189	192.168.3.190	6c24-08ca-2d8a	DHCP	86352	Used

Figure 22: 查看 DHCP 地址分配情况（3.0 网段）

图中显示的已分配的 IP 地址 192.168.3.190 即是 Figure 19 中显示的 PC1 被分配到的 IP 地址。

另一个网段的也是如此：

```
[Huawei]dis ip pool name huawei2 used
Pool-name       : huawei2
Pool-No        : 2
Lease           : 1 Days 0 Hours 0 Minutes
Domain-name     : -
DNS-server0    : 8.8.8.8
NBNS-server0   : -
Netbios-type    : -
Position       : Local
Status          : Unlocked
Gateway-0      : 192.168.2.1
Network        : 192.168.2.0
Mask           : 255.255.255.0
VPN instance   : --
Logging        : Disable
Conflicted address recycle interval: -
Address Statistic: Total      :253    Used      :1
                  Idle       :252    Expired   :0
                  Conflict   :0      Disabled  :0
```

```
-----
Network section
Start      End      Total   Used Idle(Expired) Conflict Disabled
-----
192.168.2.1 192.168.2.254 253     1     252(0)     0      0
-----
```

Client-ID format as follows:

DHCP	: mac-address	PPPoE	: mac-address
IPSec	: user-id/portnumber/vrf	PPP	: interface index
L2TP	: cpu-slot/session-id	SSL-VPN	: user-id/session-id

```
-----
Index      IP      Client-ID  Type    Left  Status
-----
123  192.168.2.124  1c69-7a2f-8e46  DHCP    86138  Used
-----
-----
```

Figure 23: 查看 DHCP 地址分配情况（2.0 网段）

图中显示的已分配的 IP 地址 192.168.2.124 即是 Figure 20 中显示的 PC2 被分配到的 IP 地址。以上结果表明，DHCP 服务器配置成功，PC1、PC2 能够自动获取合法的 IP 地址、网关和 DNS 服务器地址。

5 实验总结

本次实验通过配置 DHCP 服务器和 DNS 服务器,实现了客户端自动获取 IP 地址和域名解析的功能。在实验过程中,我们了解了 DHCP 和 DNS 的工作原理,掌握了 DHCP 服务器和 DNS 服务器的配置方法,提升了网络管理的便捷性和安全性。

参考文献

- [1] 华为. 举例：配置 DNS 中继 - NetEngine AR6700V-L V600R024C00 配置指南-IP 地址与服务配置[EB/OL](2023-12-08). <https://support.huawei.com/enterprise/zh/doc/EDOC1100412517/deb5da6>
- [2] DUNCELHY. DHCP 的三种配置方式总结_dhcp select global-CSDN 博客[EB/OL](2020-08-04). <https://blog.csdn.net/Duncelhy/article/details/107794965>
- [3] 义一. 华为---DHCP 中继代理简介及示例配置_华为 dhcp 中继-CSDN 博客[EB/OL](2023-10-26). <https://blog.csdn.net/lehe99/article/details/134012429>