

# 信息网络与协议

## 实验指导书

(2023 秋季学期)

课程教师

卢汉成 [hclu@ustc.edu.cn](mailto:hclu@ustc.edu.cn)

助教

李伦升 [lunsheng23@mail.ustc.edu.cn](mailto:lunsheng23@mail.ustc.edu.cn)

龙万青 [madoren@mail.ustc.edu.cn](mailto:madoren@mail.ustc.edu.cn)

孟琪 [mengqi7788@mail.ustc.edu.cn](mailto:mengqi7788@mail.ustc.edu.cn)

陈雨昂 [yuangchen21@mail.ustc.edu.cn](mailto:yuangchen21@mail.ustc.edu.cn)

## 注意事项

- 1) 本课程一共包含 4 个实验，分五周完成。
- 2) 实验报告通过邮箱进行提交，具体提交方式见[实验准备（4）](#)。报告提交截止时间为每周三，迟交会有记录。
- 3) 第四次实验时间为两周，可以提前完成并提交实验报告。
- 4) 四次实验内容是彼此独立的，单次实验完成之后请务必点击结束实验按钮释放资源。每次实验直接启动建立好的实验，不需要重复创建。
- 5) 本课程实验基于未来网实验设施平台进行，如实验过程中遇到问题，请及时通过课程群与助教联系。

# 实验准备

本次实验基于未来网络实验设施平台 <http://ceni.ustc.edu.cn> 进行，请通过校园网登录该网站进行实验。关闭网页不会影响实验数据。

## 一、 登录



在浏览器输入地址 <http://ceni.ustc.edu.cn> 登录实验平台。

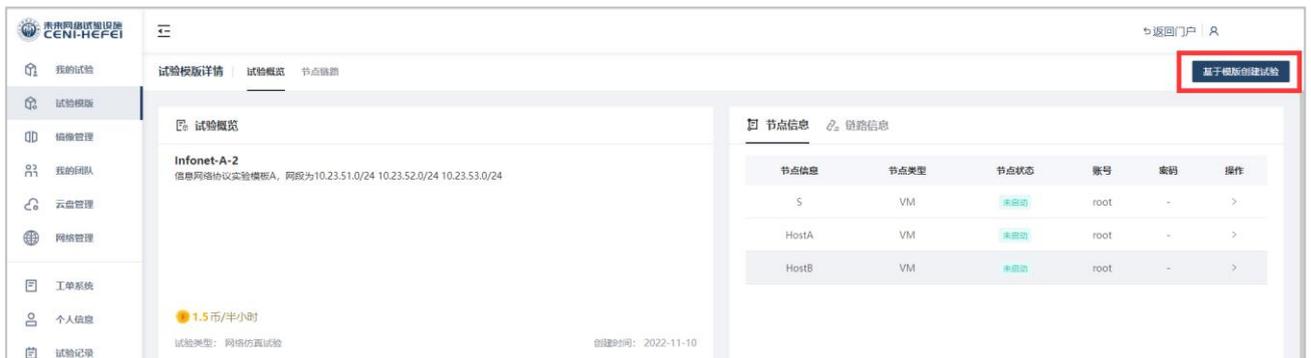
## 二、 实验创建

由于 ipv4 地址同一网段地址不足够支持所有同学进行实验，现在提供了两套网段，其对应关系如下

主机名	HostA/B	S	S HostA/B
网段 1	10.23.51.0/24	10.23.52.0/24	10.23.53.0/24
网段 2	10.23.54.0/24	10.23.55.0/24	10.23.56.0/24

请学号最后一位数字为**奇数**的同学选择第一个网段，**偶数**的同学选择第二个网段进行实验。

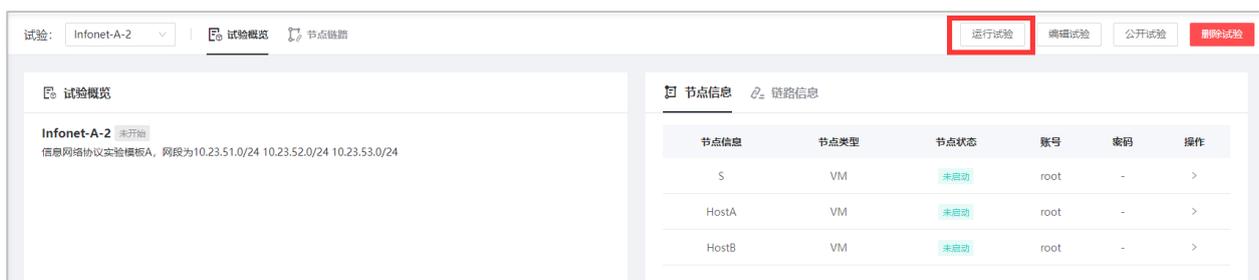
直接使用**实验模板创建实验**，网段1实验模板为Infonet-A-2，网段2模板为InfonetB-2。





### 三、 实验运行

点击刚刚新创建的实验，点击运行（此过程可能需要等待一段时间），创建完成之后打开控制台，即可开始实验。请选择以ustc账号进行登录，其登录密码为ustc1958



**注意：**四次实验内容是彼此独立的，单次实验完成之后请务必点击**结束实验**按钮释放资源。下次实验直接启动就好，不需要重复创建实验



### 四、 结果提交

实验报告统一提交至邮箱: [ustc\\_infonet@163.com](mailto:ustc_infonet@163.com)，标题和文件命名规则为：**姓名-学号-信网第x次实验**。前三次实验请提交PDF文件，第四次将报告和代码打包为一个压缩包。

# 实验一：Linux 的网络操作与配置

## 一、实验目标

1. 了解 ARP 协议的原理。
2. 了解 IP 协议并学习基础的 IP 协议配置。
3. 了解 TCP/IP 连接过程。

## 二、实验原理

### 1. ARP 协议

ARP 协议是地址解析的通用协议（Address Resolution Protocol），其提供了网络层地址（IP 地址）到物理地址（mac 地址）之间的动态映射，在实际通信中，物理网络使用硬件地址进行报文传输。IP 报文在封装为数据链路层帧进行传送时，就有必要把 IP 地址转换为对应的硬件地址，ARP 正是动态地完成这一功能的。通过 `arp -n` 或者 `ip neigh show` 可以查看 ARP 缓存表的内容。

### 2. IP 协议

IP 协议（Internet Protocol，互联网协议）中的 IP 地址，保证了联网设备的唯一性，实现了网络通信的面向无连接和不可靠的传输功能。IP 版本有 IPv4 和 IPv6，通过 `route -n` 和 `route --inet6` 命令可查看相应的 IP 路由配置。IPv4 中规定 IP 地址长度为 32，最大地址个数为  $2^{32}$ ；而 IPv6 中 IP 地址的长度为 128，即最大地址个数为  $2^{128}$ ，与 IPv4 相比，IPv6 有以下优势：

- IPv6 具有更大的地址空间
- IPv6 使用更小的路由表
- IPv6 增加了增强的组播支持以及对流的控制
- IPv6 加入了对自动配置的支持
- 更好的头部格式

### 3. TCP/IP

TCP/IP 指传输控制协议/网际协议 (Transmission Control Protocol / Internet Protocol), 其提供面向连接的可靠传输服务, 工作在 OSI 的传输层, TCP 工作过程主要是建立连接, 然后从应用层程序接收数据并进行传输, 采用虚电路的方式进行工作, 发送数据前需要在发送接收端建立连接, 数据发送后发送方等待接收方做出确认接收的应答, 否则发送方任务数据丢失并重新发送该数据。

### 三、 实验内容

#### 4. 理解 ARP 协议

- 1) 在 HostA 和 HostB 中分别打开一个终端用于本实验。
- 2) 在 HostA 和 HostB 中分别执行命令 `ifconfig ens5`, 查看并记录它们各自的 IPv4 地址。执行命令 `ifconfig ens6` 查看 IPv6 地址 (global 和 link 两种) 以及以太网接口的物理地址。
- 3) 在 HostA 中执行命令 `arp -n` 或 `ip neigh show` 查看并记录本机 ARP 缓存表的内容。
- 4) 在 HostA 中执行命令 `ping -c 1 HostB 的 IPv4 地址` 向 HostB 发送 ICMP 请求报文。收到 ICMP 响应后再次执行命令 `arp -n` 或 `ip neigh show` 查看 HostA 的 ARP 缓存表的内容。
- 5) 在 HostA 的 ARP 缓存表里面可获得 HostB 的 MAC 地址, 记录下来, 检查与 HostB 上 `ifconfig ens5` 命令的执行结果是否一致。
- 6) 在 HostA 中执行命令 `ping -c 1 202.38.64.246`, 收到 ICMP 响应后继续执行命令 `ip neigh show` 查看 HostA 的 ARP 缓存表, 记录结果。简要解释为何无法看到对应于地址 202.38.64.246 的 ARP 表项而只能得到网关的某网卡的 MAC 地址。提示: 思考网段(链路)、广播域的概念。

#### 5. 学习 IP 协议基本配置

(此步骤仅使用虚拟机 HostA)

- 1) 分别用命令 `route -n` 和命令 `route --inet6` 查看本机的 IPv4 和 IPv6 路由配置, 记录所在子网的子网掩码/前缀长度, 并于前面 `ifconfig` 的结果作比较。

2) 执行以下两个命令分别查看系统内核的 IPv4 和 IPv6 的 FORWARD 值，记录下来。简单解释这个值的含义以及为何这个值是这样设定的。提示：思考主机与路由器的区别。

命令 1: `cat /proc/sys/net/ipv4/ip_forward`

命令 2: `cat /proc/sys/net/ipv6/conf/all/forwarding`

## 6. TCP 端口探测

(此步骤使用虚拟机 HostA 和服务 S)

1) 在 S 的终端 1 中执行 `nc -l 1958` 侦听 1958 端口。。

2) 在 HostA 的终端 1 执行 `nc S 的 IPv4 地址 1958`

3) 在 HostA 终端 2 中执行命令 `netstat -aunt` 来观察自己主机上的所有 TCP 与 UDP 连接状况，将输出的信息记录下来。请在上述记录的结果中找到对应于上述连接的那条记录并解释这条记录的含义。

4) 执行命令 `nc S 的 IPv4 地址 100`，记录命令执行结果。同样使用 `netstat -aunt` 来查看本机的连接状况，请判断这次 telnet 连接是否成功建立并简单说明原因。

## 四、思考题

7. 现在有一个网段的 IP 地址和子网掩码分别为 202.38.75.0/255.255.255.192，请计算该网段中一共有多少个全局 IPv4 地址可供主机使用，或者说这个网络中有多少真正可分配的 IP 地址？
8. 实验中执行 `ifconfig ens3` 查看接口的配置信息时可以观察到一个重要的参数 MTU，请问这个值是多少？查询资料说明 MTU 参数的用途。
9. IPv6 地址长度是 IPv4 地址长度的 4 倍，不过在今后的纯 IPv6 网络环境中路由器的路由表的规模反而有望减小，请简单解释这是为什么？
10. 一条 TCP 连接需要哪几个参数标识？

## 五、 实验报告

报告要求：PDF 报告，内容包括实验题目、实验原理（对实验中所用到的所有命令加以解释）、实验结果（实验中所有需要记录的结果，截图中需要包含以学号命名的用户名，命令及结果）、思考题、实验收获。

**注意** 实验报告及时提交到系统中，晚交会记录并扣分。