

# 河南中医药大学课堂教学设计

授课章节	第 4 章：网络层（IP 多播、VPN、NAT）	授课学时	2 学时
所属课程	计算机网络原理	授课年级	2023 级
设计者	计算机网络原理教学团队	授课专业	计算机大类、信管、智医
1.教学目标：含知识、技能（能力）、学习态度与价值观（情感）目标			
<p><b>知识目标：</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 了解 IP 多播以及 IGMP 的含义和用法；</li><li>2. 掌握 VPN 和含义及用法；</li><li>3. 掌握 NAT 的含义及用法。</li></ol> <p><b>能力目标：</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 语言表达能力；</li><li>2. 模型理解能力；</li><li>3. 知识综合运用能力；</li><li>4. 灵活思考的能力。</li></ol> <p><b>素质目标：</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 激发学生对计算机网络学习的兴趣；</li><li>2. 提升学生对计算机网络专业课的重视程度。</li></ol> <p><b>思政目标：</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 解决学习畏难情绪，提升创新意识：面对一个貌似神秘的未知领域，不要畏难，踏实做事，庖丁解牛，最终可以将其掌握。学习设计思路比学习协议本身更重要，提升创新意识，不要满足于现有事物的重复。</li></ol>			
2.教学内容：依据教学大纲；含教学重点难点			
<p><b>教学重点：</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 对 IGMP 含义及用法的理解；</li><li>2. 对 VPN 和 NAT 工作原理的掌握。</li></ol> <p><b>教学难点：</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. IGMP 协议的报文结构和作用原理；</li><li>2. 对 VPN 和 NAT 工作原理的掌握和在现实中的应用。</li></ol>			

## 课堂教学内容:

### 1、IP 多播

在互联网上进行多播就叫做 IP 多播。互联网范围的多播要靠路由器来实现。能够运行多播协议的路由器称为多播路由器 (multicast router)。多播路由器也可以转发普通的单播 IP 数据报。

多播使用的 IP 地址: 多播组的标识符就是 IP 地址中的 D 类地址 (多播地址), 多播地址只能用于目的地址, 不能用于源地址。IANA 只拿出 01-00-5E-00-00-00 到 01-00-5E-7F-FF-FF (223 个地址) 作为以太网多播地址。或者说, 在 48 位的多播地址中, 前 25 位都固定不变, 只有后 23 位可用作多播。

#### (1) IP 多播需要两种协议 (10 分钟)

网际组管理协议 IGMP (Internet Group Management Protocol), IGMP 使多播路由器知道多播组成员信息 (有无成员)。IGMP 不知道 IP 多播组包含的成员数, 也不知道这些成员都分布在哪些网络上。IGMP 协议是让连接在本地局域网上的多播路由器知道本局域网是否有主机参加或退出了某个多播组。

IGMP 使用 IP 数据报传递其报文。在 IGMP 报文加上 IP 首部构成 IP 数据报。但 IGMP 也向 IP 提供服务。不把 IGMP 看成是一个单独的协议, 而是整个网际协议 IP 的一个组成部分。

#### (2) IGMP 工作可分为两个阶段: 加入多播组、探询组成员变化情况 (10 分钟)

加入多播组: 当某个主机加入多播组时, 该主机向多播组的多播地址发送 IGMP 报文, 声明自己要成为该组的成员。本地的多播路由器收到 IGMP 报文后, 将组成员关系转发给互联网上的其他多播路由器。

探询组成员变化情况: 本地多播路由器周期性地探询本地局域网上的主机, 以便知道这些主机是否还继续是组的成员。只要对某个组有一个主机响应, 那么多播路由器就认为这个组是活跃的。

但一个组在经过几次的探询后仍然没有一个主机响应, 则不再将该组的成员关系转发给其他的多播路由器。

#### (3) 多播路由选择 (20 分钟)

IP 多播协议已成为建议标准, 但多播路由选择协议尚未标准化。在多播过程中, 一个多播组中的成员是动态变化的。多播路由选择实际上就是要找出以源主机为根节点的多播转发树。不同的多播组对应于不同的多播转发树。同一个多播组, 对不同的源点也会有不同的多播转发树。

多播路由选择协议, 使多播路由器协同工作, 把多播数据报用最小代价传送给多播组的所有成员。

多播路由选择在转发多播数据报时使用三种方法: 洪泛与剪除、隧道技术、基于核心的发现技术。

### 2、VPN 和 NAT

由于 IP 地址的紧缺, 一个机构能够申请到的 IP 地址数往往远小于本机构所拥有的主机数。考虑到互联网并不很安全, 一个机构内也并不需要把所有的主机接入到外部的互联网。假定在一个机构内部的计算机通信也是采用 TCP/IP 协议, 那么从原则上讲, 对于这些仅在机构内部使用的计算机就可以由本机构自行分配其 IP 地址。

#### (1) 本地地址与全球地址 (10 分钟)

## 课堂教学内容:

本地地址：仅在机构内部使用的 IP 地址，可以由本机构自行分配，而不需要向互联网的管理机构申请。全球地址：全球唯一的 IP 地址，必须向互联网的管理机构申请。

在内部使用的本地地址就有可能和互联网中某个 IP 地址重合，这样就会出现地址的二义性问题。

RFC 1918 指明了一些专用地址 (private address)。专用地址只能用作本地地址而不能用作全球地址。在互联网中的所有路由器，对目的地址是专用地址的数据报一律不进行转发。

## (2) 专用网 (30 分钟)

采用专用 IP 地址的互连网络称为专用互联网或本地互联网，或更简单些，就叫做专用网。因为这些专用地址仅在本机构内部使用，专用 IP 地址也叫做可重用地址 (reusable address)。

虚拟专用网 VPN：利用公用的互联网作为本机构各专用网之间的通信载体，这样的专用网又称为虚拟专用网 VPN (Virtual Private Network)。“专用网”是因为这种网络是为本机构的主机用于机构内部的通信，而不是用于和网络外非本机构的主机通信。“虚拟”表示“好像是”，但实际上并不是，因为现在并没有真正使用通信专线，而 VPN 只是在效果上和真正的专用网一样。

### 虚拟专用网 VPN 的构建方法

如果专用网不同网点之间的通信必须经过公用的互联网，但又有保密的要求，那么所有通过互联网传送的数据都必须加密。一个机构要构建自己的 VPN 就必须为它的每一个场所购买专门的硬件和软件，并进行配置，使每一个场所的 VPN 系统都知道其他场所的地址。

### 虚拟专用网 VPN 的实现：基于隧道技术

内联网 intranet 和外联网 extranet：由部门 A 和 B 的内部网络所构成的虚拟专用网 VPN 又称为内联网 (intranet)，表示部门 A 和 B 都是在同一个机构的内部。某机构和其他的外部机构共同建立的虚拟专用网 VPN 又称为外联网 (extranet)。

远程接入 VPN：远程接入 VPN (remote access VPN) 可以满足外部流动员工访问公司网络的需求。在外地工作的员工拨号接入互联网，而驻留在员工 PC 机中的 VPN 软件可在员工的 PC 机和公司的主机之间建立 VPN 隧道。外地员工与公司通信的内容是保密的，员工们感到好像就是使用公司内部本地网络。

### 网络地址转换 NAT (Network Address Translation)

需要在专用网连接到互联网的路由器上安装 NAT 软件。装有 NAT 软件的路由器叫做 NAT 路由器，它至少有一个有效的外部全球 IP 地址。所有使用本地地址的主机在和外界通信时，都要在 NAT 路由器上将其本地地址转换成全球 IP 地址，才能和互联网连接。

### 网络地址转换：

当 NAT 路由器具有 n 个全球 IP 地址时，专用网内最多可以同时有 n 台主机接入到互联网。这样就可以使专用网内较多数量的主机，轮流使用 NAT 路由器有限数量的全球 IP 地址。通过 NAT 路由器的通信必须由专用网内的主机发起。专用网内部的主机不能充当服务器用，因为互联网上的客户无法请求专用网内的服务器提供服务。

**课堂教学内容:**

网络地址与端口号转换 NAT:

使用端口号的 NAT 叫做网络地址与端口号转换 NAT (Network Address and Port Translation)。NAPT 可以使多台拥有本地地址的主机, 共用一个 全球 IP 地址, 同时和互联网上的不同主机进行通信。不使用端口号的 NAT 就叫做传统的 NAT (traditional NAT)。NAPT 把专用网内不同的源 IP 地址, 都转换为同样的全球 IP 地址。但对源主机所采用的 TCP 端口号 (不管相同或不同), 则转换为不同的新的端口号。当 NAPT 路由器收到从互联网发来的应答时, 就可以从 IP 数据报的数据部分找出运输层的端口号, 然后根据不同的目的端口号, 从 NAPT 转换表中找到正确的目的主机。

**3.思政知识点:**

课程思政案例	思政点映射

#### 4.学情分析及教学预测：

##### 学生的知识基础：

1. 计算机文化基础；
2. 基本的网络知识。

##### 学生的认知特点：

1. 数据链路层主要涉及局域网部分，已经形成一个比较完备的体系。网络层实现网络之间的互联，既依赖局域网，又超越了局域网，学生有些困惑；
2. 计算机网络教学进入了理论知识最多的章节，相关知识比较难懂，学生会有听不懂的感觉。

##### 学生的学习风格：

1. 学习的热情和积极性较高，期盼掌握更多的网络知识；
2. 此部分有大量的理论知识讲解，对学生来说较为枯燥，学生的学习积极性会有所下降。

##### 教学预测：

1. 通过情景教学和发现式教学等方法，培养学生的创新意识和思维能力；
2. 学生的学习兴趣 and 动机提升，通过引导学生进行实际的操作和互动交流。

#### 5.教学策略与方法：

##### 教学策略：

1. 情景教学：情景教学法通过创设具体、生动、形象的学习情景，引导学生在情境中自主学习，提高学习兴趣和效果。
2. 发现法：通过引导学生积极思考、独立探究，自行发现并掌握相应的原理和结论。这种策略可以激发学生的学习兴趣 and 自主性，使他们更加主动地参与到学习中。

##### 教学方法：

1. 讲授法：这是教师通过口头语言向学生传授知识的方法，包括叙述、描绘、解释、推论等，旨在引导学生分析和认识问题。

#### 6.板书设计：

##### ① 黑板（白板）设计：

IP 多播  
VPN  
NAT

##### ② 现代信息媒体设计：

使用多媒体教学课件开展。  
课件版本：《计算机网络-讲稿课件-2024 版-第 4 章：网络层》

#### 7.教学互动环节设计：

##### 课堂上的提问和互动交流：

1. 问题一：查看自己的手机 IP 地址，思考手机访问 [www.hactcm.edu.cn](http://www.hactcm.edu.cn)，采用的是 VPN 还是 NAT？（说明，本题需要通过分析回答，不同的情况答案不一样。例如，如果使用手机网络，就会用到了 NAT 和 VPN。如果使用的是学校的 WIFI，那就使用了 NAT，没有使用 VPN。

## 8.学习资源，课外自主学习设计：

### 自建学习资源：

1. 课程学习平台：<https://internet.hactcm.edu.cn/linux>
2. 课堂派：<https://www.ketangpai.com>

### 网络学习资源：

### 官方文档：

## 9.教学测量与评价：

### 课堂教学测量评价：

1. 课堂测试：使用课堂派开展阶段性测试；
2. 课堂提问：通过提问及利用课堂派与学生互动，及时了解学生知识点掌握情况。

### 课外学习测量评价：

1. 课前预习：通过课程学习平台开展预习；
2. 课后作业：通过课堂派布置作业，每个章节1个作业，内容见课堂派。

## 10.教学反思与改进：（授课后教师总结）

## 11.授课教师认为尚未包含在内的设计内容：（授课后教师总结）