

# 河南中医药大学课堂教学设计

授课章节	第 4 章：网络层（ICMP、路由选择协议）	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. 掌握 ICMP 报文的种类以及报文格式；</li><li>2. 了解 IPv6；</li><li>3. 了解并掌握常见的路由选择协议；</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. 激发爱国热情，强调学生的“四个自信”：全球 13 台根域名服务器，有 10 台部署在美国，中国通过镜像技术，建立 4 台 IPv6 根服务器，打破了中国过去没有根服务器的困境。</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. 掌握 ICMP 报文的种类以及报文格式；</li><li>2. 了解向 IPv6 过渡的技术。</li></ol> <p><b>教学难点：</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. RIP 路由选择协议；</li><li>2. OSPF 路由选择协议。</li></ol>			

## 课堂教学内容:

### 1、网际控制报文协议 ICMP (Internet Control Message Protocol) (15分钟)

ICMP 是 IPv4 协议簇中的一个子协议,用于在 IP 主机、路由器之间传递控制消息。控制消息是指网络通不通、主机是否可达、路由是否可用等网络本身的消息。控制消息虽然并不传送用户数据,但是对于用户数据的传递起着重要的作用。

ICMP 特点: ICMP 允许主机或路由器报告差错情况和提供有关异常情况的报告; ICMP 不是高层协议,而是 IP 层的协议; ICMP 协议与 ARP 协议不同, ICMP 依靠 IP 协议来完成任务,所以 ICMP 报文中要封装 IP 头部,组成 IP 数据报发送出去; ICMP 一般不用来在端系统之间传送数据,不被用户网络程序直接使用。

ICMP 报文种类: ICMP 差错报告报文和 ICMP 询问报文。ICMP 报文的前 4 个字节是统一的格式,共有三个字段:即类型、代码和检验和。接着的 4 个字节的内容与 ICMP 的类型有关。

ICMP 差错报告报文共有 5 种: 终点不可达、源点抑制 (Source quench)、时间超过、参数问题、改变路由 (重定向) (Redirect)。

ICMP 询问报文有两种: 回送请求和回答,由主机或路由器向一个特定的目的主机发出的询问。收到此报文的主机必须给源主机或路由器发送 ICMP 回送回答报文。这种询问报文用来测试目的站是否可达,以及了解其有关状态。

时间戳请求和回答,请某台主机或路由器回答当前的日期和时间。时间戳回答报文中有一个 32 位的字段,其中写入的整数代表从 1900 年 1 月 1 日起到当前时刻一共有多少秒。时间戳请求与回答可用于时钟同步和时间测量。

PING (Packet InterNet Groper)

用来测试两个主机之间的连通性。使用了 ICMP 回送请求与回送回答报文。是应用层直接使用网络层 ICMP 的例子,没有通过运输层的 TCP 或 UDP。

Traceroute

这是 UNIX 操作系统中名字。在 Windows 操作系统中这个命令是 tracert。用来跟踪一个分组从源点到终点的路径。它利用 IP 数据报中的 TTL 字段、ICMP 时间超过差错报告报文和 ICMP 终点不可达差错报告报文实现对从源点到终点的路径的跟踪。

### 2、IPv6

(1) IPv6 出现的原因 (5 分钟)

(2) IPv6 的主要变化 (5 分钟)

更大的地址空间: IPv6 将地址从 IPv4 的 32 位增大到了 128 位。

扩展的地址层次结构。

灵活的首部格式: IPv6 定义了许多可选的扩展首部。

改进的选项: IPv6 允许数据报包含有选项的控制信息,其选项放在有效载荷中。

允许协议继续扩充。

支持即插即用 (即自动配置): IPv6 不需要使用 DHCP。

支持资源的预分配: IPv6 支持实时视像等要求,保证一定的带宽和时延的应用。

IPv6 首部改为 8 字节对齐: 首部长度必须是 8 字节的整数倍,IPv4 首部是 4 字节对齐。

(3) IPv6 数据报组成 (5 分钟)

基本首部 (base header): IPv6 将首部长度变为固定的 40 字节,称为基本首部。把首部中不必要的功能取消了,使得 IPv6 首部的字段数减少到只有 8 个。

有效载荷 (payload): 有效载荷也称为净负荷。有效载荷允许有零个或多个扩展首部 (extension header),再后面是数据部分。

#### (4) IPv6 的 IP 地址的表示与记法 (10 分钟)

IPv6 使用冒号十六进制记法 (colon hexadecimal notation, 简称为 colon hex)。每个 16 位的值用十六进制值表示, 各值之间用冒号分隔。例如:

68E6:8C64:FFFF:FFFF:0000:1180:960A:FFFF

十六进制记法中, 允许把数字前面的 0 省略。例如把 0000 中的前三个 0 省略, 写成 1 个 0。例如: 68E6:8C64:FFFF:FFFF:0:1180:960A:FFFF

零压缩: 冒号十六进制记法可以允许零压缩 (zero compression), 即一连串连续的零可以为一对冒号所取代。例如: FF05:0:0:0:0:0:0:B3 可压缩为 FF05::B3

点分十进制记法的后缀: 冒号十六进制记法可结合使用点分十进制记法的后缀, 这种结合在 IPv4 向 IPv6 的转换阶段特别有用。例如: 0:0:0:0:0:0:128.10.2.1。使用零压缩即可得出: ::128.10.2.1

CIDR 的斜线表示法仍然可用, 但取消了子网掩码。

例如: 60 位的前缀 12AB00000000CD3

可记为: 12AB:0000:0000:CD30:0000:0000:0000:0000/60

或记为: 12AB::CD30:0:0:0:0/60 (零压缩)。

或记为: 12AB:0:0:CD30::/60 (零压缩)

IPv6 地址分类: 未指明地址、环回地址、多播地址、本地链路单播地址和全球单播地址。

#### (5) IPv6 过渡方法: 使用双协议栈、使用隧道技术 (10 分钟)

双协议栈: 双协议栈 (dual stack) 是指在完全过渡到 IPv6 之前, 使一部分主机 (或路由器) 装有两个协议栈, 一个 IPv4 和一个 IPv6。双协议栈的主机 (或路由器) 记为 IPv6/IPv4, 表明它同时具有两种 IP 地址: 一个 IPv6 地址和一个 IPv4 地址。双协议栈主机在和 IPv6 主机通信时是采用 IPv6 地址, 而和 IPv4 主机通信时就采用 IPv4 地址。根据 DNS 返回的地址类型可以确定使用 IPv4 地址还是 IPv6 地址。

隧道技术: 在 IPv6 数据报要进入 IPv4 网络时, 把 IPv6 数据报封装成为 IPv4 数据报, 整个的 IPv6 数据报变成了 IPv4 数据报的数据部分。当 IPv4 数据报离开 IPv4 网络中的隧道时, 再把数据部分 (即原来的 IPv6 数据报) 交给主机的 IPv6 协议栈。

### 3、路由选择协议 (30 分钟)

静态路由: 静态路由是手动配置的路由, 主要应用在小型局域网中。静态路由的配置和管理都比较简单。

动态路由: 对于较为大型的广域网来说, 由于拓扑结构复杂, 且网络结构可能经常变动, 通常会采用更加灵活、更具自动特性的动态路由。

(1) 内部网关协议 IGP (Interior Gateway Protocol): IRP。在一个自治系统内部使用的路由选择协议。目前这类路由选择协议使用得最多, 如 RIP 和 OSPF 协议。

路由信息协议 (Routing Information Protocol, RIP) 是内部网关协议 IGP 中最先得到广泛使用的协议。RIP 是一种分布式的基于距离向量的路由选择协议, 是因特网的标准协议。RIP 最大优点是: 简单。RIP 要求网络中的每个路由器都要维护从它自己到其他每一个目的网络的距离记录。

开放最短路径优先 (Open Shortest Path First, OSPF) 是为了克服 RIP 的缺点, 在 1989 年开发出来的。开放表明 OSPF 协议不是受某一家厂商控制, 而是公开发表的。最短路径优先, 使用了 Dijkstra 提出的最短路径算法 SPF。采用分布式的链路状态协议 (link state protocol)。现在使用 OSPFv2。

(2) 外部网关协议 EGP (External Gateway Protocol): ERP。若源站和目的站处在不同

**课堂教学内容:**

的自治系统中，当数据报传到一个自治系统的边界时，就需要使用一种协议将路由选择信息传递到另一个自治系统中，这样的协议就是外部网关协议 EGP。在外部网关协议中目前使用最多的是 BGP-4。

边界网关协议 BGP 是不同自治系统的路由器之间交换路由信息的协议。BGP 较新版本是 2006 年 1 月发表的 BGP-4。

BGP 的三个主要特点：用于自治系统 AS 之间的路由选择；只能是力求选择出一条能够到达目的网络且比较好的路由（不能兜圈子），而非非要计算出一条最佳路由；采用了路径向量（path vector）路由选择协议。

**3.思政知识点:**

课程思政案例	思政点映射
<p>在因特网接入模块，介绍根域名服务器的作用。全球 13 台根域名服务器，有 10 台部署在美国，中国通过镜像技术，建立 4 台 IPv6 根服务器，打破了中国过去没有根服务器的困境。</p>	<p>激发爱国热情，强调学生的“四个自信”</p>

#### 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. 通过案例式教学和探究式教学等方法，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去。

##### 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：

网际控制报文协议 ICMP  
IPv6  
路由选择协议  
内部网关协议：RIP/OSPF  
外部网关协议：BGP

##### 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：思考你在邮局邮寄多个包裹，收到包裹顺序和时间可能会发生什么情况？（不同包裹的出发时间可能不同，到达顺序也不同）

## 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：

1. IPv6：[https://baike.baidu.com/item/IPv6/172297?fr=ge\\_ala](https://baike.baidu.com/item/IPv6/172297?fr=ge_ala)
2. IPIP：<https://www.ipip.net>

### 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）