

# 《高级路由与交换 (Advanced Routing and Switching)》

## 教学大纲

制定时间：2022 年 8 月

### 一、课程基本信息

- (一) **适用专业**：计算机科学与技术
- (二) **课程代码**：3DX1242A
- (三) **学分/课内学时**：3 学分/48 学时
- (四) **课程类别**：专业教育
- (五) **课程性质**：选修/理论课
- (六) **先修课程**：《计算机网络》、《云网络系统集成》
- (七) **后续课程**：《网络测试与故障诊断》、《网络安全技术》、毕业设计等

### 二、课程教学目标

《高级路由与交换》是本科计算机科学与技术专业的一门专业教育选修课。

本课程的任务是：通过课程教学，使学生掌握高级路由与交换的基本理论、各种高级路由和交换技术原理和实现方法。使学生具备网络工程设计中高级路由和交换技术设计和配置调试的能力。该课程是在学生学习了《计算机网络》的基础上进行理论检验与应用的一门重要专业课程，为学生学习后续《网络安全技术》、《网络测试与故障诊断》等课程，并为将来学生毕业后从事实际工作打下良好的基础。支撑毕业要求中的相应指标点、课程目标及能力要求具体如下：

#### (一) 具体目标

使学生既能清楚地理解各类高级路由与交换技术的工作原理，又能掌握现代主流的路由交换集成应用技术，构建和培养出学生完整的系统观念和严谨细致的工作作风。具体细化为：

**目标 1**：按高级路由与交换这条主线组织教学，使学生能够全面、系统地掌握网络系统集成及网络工程设计过程中，路由和交换运用的基本知识、方法和技术；

**目标 2**：按循序渐进、由浅入深的原则，系统掌握设计实现小型网络→中型网络→大型网络的路由交换原理和技术；

**目标 3**：能分析和理解现有工程案例的软、硬件设计规划与实现，并能对其进行

变化或改进。

## (二) 课程目标与毕业要求的对应关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标	教学单元	评价方式
		目标 1	大规模网络路由概述、路由基础。	实验
		目标 2	OSPF 协议、IS-IS 协议、BGP 协议、控制 IGP 路由。	实验, 开卷考试
		目标 3	OSPF 协议、IS-IS 协议、BGP 协议、控制 IGP 路由、IP 组播。	开卷考试

### 三、教学内容与方法

#### (一) 教学内容及要求

序号	教学单元	教学内容 (知识点)	学习产出要求	推荐学时	推荐教学方式	支撑教学目标	备注
1	大规模网络路由概述	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.企业网络的发展趋势、SOA 架构、IToIP 面向服务的解决方案理念。</li> <li>2.层级化网络模型、模块化企业网架构,以及路由协议在大规模网络中的应用,</li> <li>3.网络对路由可靠性、可扎假性、可管理性的需求及相应技术。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.了解企业网络的发展趋势、SOA 架构、IToIP 面向服务的解决方案理念。</li> <li>2.理解层级化网络模型、模块化企业网架构,以及路由协议在大规模网络中的应用。</li> </ol>	4	讲授、讨论	目标 1	
2	路由基础	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.路由控制平面和转发平面的概念、相应各表项的关系。</li> <li>2.路由协议的原理、分类、特点,路由选择的原则。</li> <li>3.路由负载分担与备份的原理、配置等。</li> <li>4.路由聚合的概念、优缺点、RIP 协议中路由聚合的配置,CIDR 的优点等。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.了解路由控制平面和转发平面的概念、相应各表项的关系。路由聚合的概念、优缺点、CIDR 的优点等。</li> <li>2.理解路由协议的原理、分类、特点,路由选择的原则。掌握路由负载分担与备份的原理、配置及 RIP 协议中路由聚合的配置。</li> </ol>	4	讲授、实验	目标 1	讲授 2+实验 2
3	OSPF 协议	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. OSPF 协议的基本概念、协议原理、分层结构、协议报文,</li> <li>2.OSPF 的基本配置。</li> <li>3.OSPF 的 LSA 类型、特殊区域、聚合以及安全特性</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 了解 OSPF 的基本概念、协议原理、分层结构、协议报文。</li> <li>2. 理解 OSPF 的 LSA 类型、特殊区域、聚合以及安全特性。</li> <li>3.掌握 OSPF 设计、</li> </ol>	6	讲授	目标 1、2、3	讲授 4+实验 2

序号	教学单元	教学内容 (知识点)	学习产出要求	推荐学时	推荐教学方式	支撑教学目标	备注
			配置。				
4	IS-IS 协议	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.IS-IS 协议的发展历史、分层架构、与 OSPF 的异同。</li> <li>2.IS-IS 协议中的 OSI 地址、协议报文、网络类型、路由生成过程。</li> <li>3.掌握对 IS-IS 的相应配置。。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.了解 IS-IS 协议的发展历史、分层架构、与 OSPF 的异同。</li> <li>2.理解 IS-IS 协议中的 OSI 地址、协议报文、网络类型、路由生成过程。掌握 IS-IS 协议的配置方法。</li> </ol>	6	讲授、实验	目标 1、2、3	讲授 4+实验 2
5	控制 IGP 路由	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 路由过滤的概念,过滤工具,如 Filter-policy、Route-policy 的配置,如何在路由引入中使用过滤工具进行路由控制。</li> <li>2. PBR(Policy- Based Routing)的概念、配置和应用。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.了解路由过滤的概念、PBR(Policy- Based Routing)的概念。</li> <li>2.理解过滤工具如 Filter-policy、Route-policy 的配置,掌握如何在路由引入中使用过滤工具进行路由控制。掌握 PBR 的配置和应用。</li> </ol>	8	讲授、实验	目标 2、3	讲授 4+实验 4
6	BGP 协议	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. BGP4(简称 BGP)的起源、定义、特点、原理,BGP 协议的属性应用及 BGP 选路规则。</li> <li>2. 如何对 BGP 协议进行配置, 如何利用 BGP 的属性结合路由策略进行路由过滤与控制,以及如何在多 ISP 情况下部署 BGP。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.了解 BGP4(简称 BGP)的起源、定义、特点、原理。</li> <li>2.理解 BGP 协议的属性应用及 BGP 选路规则。掌握如何对 BGP 协议进行配置, 如何利用 BGP 的属性结合路由策略进行路由过滤与控制,以及如何在多 ISP 情况下部署 BGP 的方法。</li> </ol>	14	讲授、实验	目标 1、2、3	讲授 8+实验 6

序号	教学单元	教学内容 (知识点)	学习产出要求	推荐学时	推荐教学方式	支撑教学目标	备注
7	IP 组播	1. 从 IP 组播地址、组播转发等基础理论入手,重点讲解了组播组管理协议 IGMPv2/IGMPv3,以及 PIM-DM、PIM-SM、PIM-SSM 等常用组播路由协议。 2. 对二层组播协议 IGMP Snooping 和组播 VLAN 进行介绍。	1.了解 IP 组播地址、组播转发等基础理论。 2.理解组播组管理协议 IGMP 以及常用组播路由协议。掌握二层、三层组播的常用配置。	6	讲授、课后实验	目标 1、3	讲授 6+课后实验 2
8	实验一	路由基础实验	静态 ECMP 和浮动静态路由配置。 所需实验仪器: CISCO 或 H3C 系列路由器, PC 机或 HCL、Packet Tracer 等模拟器。	2	讲授示范实操	目标 1	验证性实验
9	实验二	OSPF 协议配置	OSPF 基本配置、路由聚合、虚链接和验证配置。 所需实验仪器: CISCO 或 H3C 系列路由器, PC 机或 HCL、Packet Tracer 等模拟器。	2	讲授示范实操	目标 1、2、3	验证性实验
10	实验三	IS-IS 协议配置	IS-IS 基本配置和多区域配置。 所需实验仪器: CISCO 或 H3C 系列路由器, PC 机或 HCL、Packet Tracer 等模拟器。	2	讲授示范实操	目标 1、2、3	验证性实验
11	实验四	控制 IGP 路由 1	使用 Filter-policy 过滤路由、Route-policy 控制路由。 所需实验仪器: C	2	讲授示范实操	目标 2、3	验证性实验

序号	教学单元	教学内容 (知识点)	学习产出要求	推荐学时	推荐教学方式	支撑教学目标	备注
			ISCO 或 H3C 系列路由器, PC 机或 HCL、Packet Tracer 等模拟器。				
12	实验五	控制 IGP 路由 2	使用 PBR 实现策略路由。 所需实验仪器: C ISCO 或 H3C 系列路由器, PC 机或 HCL、Packet Tracer 等模拟器。	2	讲授示范实操	目标 2、3	验证性实验
13	实验六	BGP 协议配置 1	BGP 基本配置和路由属性配置。 所需实验仪器: C ISCO 或 H3C 系列路由器, PC 机或 HCL、Packet Tracer 等模拟器。	2	讲授示范实操	目标 1、2、3	验证性实验
14	实验七	BGP 协议配置 2	BGP 路由过滤配置。 所需实验仪器: C ISCO 或 H3C 系列路由器, PC 机或 HCL、Packet Tracer 等模拟器。	2	讲授示范实操	目标 1、2、3	验证性实验
15	实验八	BGP 协议配置 3	BGP 路由聚合与反射。 所需实验仪器: C ISCO 或 H3C 系列路由器, PC 机或 HCL、Packet Tracer 等模拟器。	2	讲授示范实操	目标 1、2、3	验证性实验
16	实验九	综合实验	利用 OSPF, BGP 等路由协议组网, 实现路由引入, 路由选路和路由过滤等配置。	2	课后实操	目标 1、3	验证性实验





## **(二) 教学方法**

### **1.课堂讲授**

(1) 采用启发式教学，激发学生主动学习的兴趣，培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力，引导学生主动通过实践和自学获得自己想学到的知识。

(2) 在教学内容上，系统讲授高级路由与交换的基本理论、各种路由交换技术的工作原理和网络工程设计及实现的基本方法。使学生具备运用各种高级路由与交换技术规划设计网络方案和对各种网络设备进行安装配置及调试的能力。

(3) 在教学过程中采用电子教案，CAI 课件，多媒体教学与传统板书、教具教学相结合，提高课堂教学信息量，增强教学的直观性。

(4) 理论教学与工程实践相结合，引导学生应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，采用现代设计方法和手段，进行需求分析、设计与仿真，培养其识别、表达和解决计算机科学与技术专业相关工程问题的思维方法和实践能力。

(5) 课内讨论和课外答疑相结合，每周至少一次进行答疑。

### **2.实验教学**

实验教学是高级路由与交换课程中重要的实践环节，目的是培养学生运用实验方法研究解决计算机科学与技术专业复杂工程问题的能力。课程必做实验 9 个（含课外 1 个），各实验按照实验指导书的要求，学生独立或分组完成，并提交实验报告。

鼓励学生结合自己的兴趣进行自主课后实验。

## 四、考核及成绩评定

### (一) 考核内容及成绩构成

课程考核以考核学生能力培养目标的达成为主要目的,以检查学生对各知识点的掌握程度和应用能力为重要内容,包括平时考核和期末考核两个部分。平时考核采用课内实验、课后实验等方式评定学生成绩;期末考核采用试卷评定学生成绩。各课程目标的考核内容、成绩评定方式、目标分值建议如下:

课程目标	考核内容	成绩 评定 方式	成绩占 总评分 比例	目标成绩 占当次考 核比例	学生当次 考核平均 得分	目标达成情况计算公 式
目标 1: 按高级路由与交换这条主线组织教学, 使学生能够全面、系统地掌握网络系统集成及网络工程设计过程中, 路由和交换运用的基本知识、方法和技术。	高级路由及交换技术的基本知识、原理和实现方法。实验笔记、结论分析、实验总结等。	课内 实验	35%	100%	A	$\frac{A}{100\%} \times 35\%$ 35
目标 2: 按循序渐进、由浅入深的原则, 系统掌握设计实现小型网络→中型网络→大型网络的路由交换原理和技术。	高级路由及交换技术在网络工程设计过程的基本运用。实验笔记、结论分析、实验总结等	课外 实验	5%	100%	B	$\frac{B}{100\%} \times 5\%$ 5
目标 3: 能分析和理解现有工程案例的软、硬件设计规划与实现, 并能对其进行变化或改进。	掌握高级路由及交换技术在网络工程中的高级运用, 各类协议的配置调试相关内容。方案设计、结论分析, 实验总结及大作业报告等。	试卷	60%	100%	C	$\frac{C}{100\%} \times 60\%$ 60
总评成绩 (100%) =课内实验 (35%) +课外实验 (5%) +试卷 (60%)			100%	—	—	$\frac{\text{学生总评平均分}}{100}$

## (二) 平时考核成绩评定

1.实验：必做实验9次（含课后1次），支撑目标1、目标2，共占总评分40%，目标1占35%、目标2占5%。对应目标的评分标准如下：

对应目标		目标1：按高级路由与交换这条主线组织教学，使学生能够全面、系统地掌握网络系统集成及网络工程设计过程中，路由和交换运用的基本知识、方法和技术。		
考查点		实验操作	实验内容	实验报告
成绩比例		25%	25%	50%
评分标准	100%至90%	能够根据网络设备、工具的性能及实验要求制定很好的实验方案，能正确熟练使用仪器设备完成实验。实验态度认真，操作能力强，操作、记录规范，沟通、协作很好。	实验记录全部完成无遗漏，内容丰富、图文并茂，手工绘图数量足够且正确，实验方案有自己独到的思路与见解。	有很强的总结实验和撰写报告的能力，实验报告内容完整、正确，有很好的分析与见解。文本表述清晰，书写工整，格式规范。
	89.9%至80%	能够根据网络设备、工具的性能及实验要求制定良好的实验方案，能正确使用仪器设备完成实验。实验态度认真，操作能力强，操作、记录规范，沟通、协作良好。	实验记录比较完整，内容比较丰富、图文并茂，手工绘图数量足够且基本正确，实验方案有自己的思路与见解。	有较强的总结实验和撰写报告的能力，实验报告内容完整、正确，有较好的分析与见解。文本表述较为清晰，书写比较工整，格式规范。
	79.9至70%	能够根据网络设备、工具的性能及实验要求制定实验方案，能正确使用仪器设备完成实验。实验态度比较认真，操作能力较强，操作、记录规范，沟通、协作正常。	实验记录比较完整，内容比较丰富，手工绘图数量足够且基本正确。	有良好的总结实验和撰写报告的能力，实验报告内容较完整、正确，有自己的分析与见解。文本表述较为清晰，书写较为工整，格式较为规范。
	69.9%至60%	能够根据网络设备、工具的性能及实验要求制定实验方案，能使用仪器设备完成实验。实验态度不太认真，操作能力一般，操作、记录基本规范，有沟通、协作。	实验记录基本完整，内容基本够，手工绘图数量基本够但有少量错误。	有一定的总结实验和撰写报告的能力，实验报告内容基本完整、正确，没有分析或见解。文本表述基本清晰，书写基本工整，格式基本规范。
	59.9%至0	动手操作能力差；操作、记录不规范，实验中不能与合作者进行沟通、协作，不能正确使用仪器设备。	实验记录未完成，内容不够，手工绘图数量不够、错误多。	总结实验和撰写报告的能力差，实验报告内容不完整、错误多。文本表述不清晰，书写潦草、格式不规范。

<b>对应目标</b>	<b>目标 2: 按循序渐进、由浅入深的原则, 系统掌握设计实现小型网络→中型网络→大型网络的路由交换原理和技术。</b>			
<b>考查点</b>	实验操作	实验内容	实验报告	
<b>成绩比例</b>	25%	25%	50%	
<b>评分标准</b>	<b>100% 至 90%</b>	能够根据网络设备、工具的性能及实验要求制定很好的实验方案, 能正确熟练使用仪器设备完成实验。实验态度认真, 操作能力强, 操作、记录规范, 沟通、协作很好。	实验记录全部完成无遗漏, 内容丰富、图文并茂, 手工绘图数量足够且正确, 实验方案有自己独到的思路与见解。	有很强的总结实验和撰写报告的能力, 实验报告内容完整、正确, 有很好的分析与见解。文本表述清晰, 书写工整, 格式规范。
	<b>89.9% 至 80%</b>	能够根据网络设备、工具的性能及实验要求制定良好的实验方案, 能正确使用仪器设备完成实验。实验态度认真, 操作能力强, 操作、记录规范, 沟通、协作良好。	实验记录比较完整, 内容比较丰富、图文并茂, 手工绘图数量足够且基本正确, 实验方案有自己的思路与见解。	有较强的总结实验和撰写报告的能力, 实验报告内容完整、正确, 有较好的分析与见解。文本表述较为清晰, 书写比较工整, 格式规范。
	<b>79.9 至 70%</b>	能够根据网络设备、工具的性能及实验要求制定实验方案, 能正确使用仪器设备完成实验。实验态度比较认真, 操作能力较强, 操作、记录规范, 沟通、协作正常。	实验记录比较完整, 内容比较丰富, 手工绘图数量足够且基本正确。	有良好的总结实验和撰写报告的能力, 实验报告内容较完整、正确, 有自己的分析与见解。文本表述较为清晰, 书写较为工整, 格式较为规范。
	<b>69.9% 至 60%</b>	能够根据网络设备、工具的性能及实验要求制定实验方案, 能使用仪器设备完成实验。实验态度不太认真, 操作能力一般, 操作、记录基本规范, 有沟通、协作。	实验记录基本完整, 内容基本够, 手工绘图数量基本够但有少量错误。	有一定的总结实验和撰写报告的能力, 实验报告内容基本完整、正确, 没有分析或见解。文本表述基本清晰, 书写基本工整, 格式基本规范。
	<b>59.9% 至 0</b>	动手操作能力差; 操作、记录不规范, 实验中不能与合作者进行沟通、协作, 不能正确使用仪器设备。	实验记录未完成, 内容不够, 手工绘图数量不够、错误多。	总结实验和撰写报告的能力差, 实验报告内容不完整、错误多。文本表述不清晰, 书写潦草、格式不规范。

## 五、参考学习资料

**(一) 推荐教材：**新华三大学. 路由交换技术详解与实践（第三卷），ISBN: 978 7302505167. 北京：清华大学出版社，2018.

**(二) 实验指导书：**新华三大学. 路由交换技术详解与实践（第三卷）实践部分内容. 2018.

**(三) 课程资源中心：**<https://mooc1.chaoxing.com/course/200923880.html>

制订人：韩琦

审核人：葛计科，陈承元