

普通高等教育“十三五”规划教材



服务外包产教融合系列教材

主编 迟云平 副主编 宁佳英

# 路由交换技术 服务实训

LUYOU JIAOHUAN JISHU FUWU SHIXUN

主编 周伟 苏进胜

服务外包



华南理工大学出版社  
SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

普通高等教育“十三五”规划教材



服务外包产教融合系列教材

主编 迟云平 副主编 宁佳英

# 路由交换技术 服务实训

● 主编 周伟 苏进胜



华南理工大学出版社  
SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

· 广州 ·

## 图书在版编目(CIP)数据

路由交换技术服务实训/周伟, 苏进胜主编. —广州: 华南理工大学出版社, 2017. 12

(服务外包产教融合系列教材/迟云平主编)

ISBN 978 - 7 - 5623 - 5476 - 5

I. ①路… II. ①周… ②苏… III. ①计算机网络 - 路由选择 - 教材  
IV. ①TN915. 05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 291250 号

## 路由交换技术服务实训

周伟 苏进胜 主编

---

出版人: 卢家明

出版发行: 华南理工大学出版社

(广州五山华南理工大学 17 号楼, 邮编 510640)

<http://www.scutpress.com.cn> E-mail:scutel3@scut.edu.cn

营销部电话: 020 - 87113487 87111048 (传真)

总策划: 卢家明 潘宜玲

执行策划: 詹志青

责任编辑: 欧建岸

印刷者: 佛山市浩文彩色印刷有限公司

开本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 12.5 字数: 281 千

版次: 2017 年 12 月第 1 版 2017 年 12 月第 1 次印刷

印数: 1 ~ 1000 册

定价: 30.00 元

---

版权所有 盗版必究 印装差错 负责调换

# “服务外包产教融合系列教材”

## 编审委员会

顾问：曹文炼(国家发展和改革委员会国际合作中心主任，研究员、教授、博士生导师)

主任：何大进

副主任：徐元平 迟云平 徐 祥 孙维平 张高峰 康忠理

主编：迟云平

副主编：宁佳英

编委(按姓氏拼音排序)：

蔡木生	曹陆军	陈翔磊	迟云平	杜 剑	高云雁	何大进
胡伟挺	胡治芳	黄小平	焦幸安	金 晖	康忠理	李俊琴
李舟明	廖唐勇	林若钦	刘洪舟	刘志伟	罗 林	马彩祝
聂 锋	宁佳英	孙维平	谭瑞枝	谭 湘	田晓燕	王传霞
王丽娜	王佩锋	吴伟生	吴宇驹	肖 雷	徐 祥	徐元平
杨清廷	叶小艳	袁 志	曾思师	查俊峰	张高峰	张 芒
张文莉	张香玉	张 屹	周 化	周 伟	周 璇	宗建华

评审专家：

周树伟(广东省产业发展研究院)

孟 霖(广东省服务外包产业促进会)

黄燕玲(广东省服务外包产业促进会)

欧健维(广东省服务外包产业促进会)

梁 茹(广州服务外包行业协会)

刘劲松(广东新华南方软件外包有限公司)

王庆元(西艾软件开发有限公司)

迟洪涛(国家发展和改革委员会国际合作中心)

李 澍(国家发展和改革委员会国际合作中心)

总策划：卢家明 潘宜玲

执行策划：詹志青

# 总 序

发展服务外包，有利于提升我国服务业的技术水平、服务水平，推动出口贸易和服务业的国际化，促进国内现代服务业的发展。在国家和各地方政府的大力支持下，我国服务外包产业经过10年快速发展，规模日益扩大，领域逐步拓宽，已经成为中国经济新增长的新引擎、开放型经济的新亮点、结构优化的新标志、绿色共享发展的新动能、信息技术与制造业深度整合的新平台、高学历人才集聚的新产业，基于互联网、物联网、云计算、大数据等一系列新技术的新型商业模式应运而生，服务外包企业的国际竞争力不断提升，逐步进入国际产业链和价值链的高端。服务外包产业以极高的孵化、融合功能，助力我国航天服务、轨道交通、航运、医药、医疗、金融、智慧健康、云生态、智能制造、电商等众多领域的不断创新，通过重组价值链、优化资源配置降低了成本并增强了企业核心竞争力，更好地满足了国家“保增长、扩内需、调结构、促就业”的战略需要。

创新是服务外包发展的核心动力。我国传统产业转型升级，一定要通过新技术、新商业模式和新组织架构来实现，这为服务外包产业释放出更为广阔的发展空间。目前，“众包”方式已被普遍运用，以重塑传统的发包/接包关系，战略合作与协作网络平台作用凸显，从而促使服务外包行业人员的从业方式发生了显著变化，特别是中高端人才和专业人士更需要在人才共享平台上根据项目进行有效整合。从发展趋势看，服务外包企业未来的竞争将是资源整合能力的竞争，谁能最大限度地整合各类资源，谁就能在未来的竞争中脱颖而出。

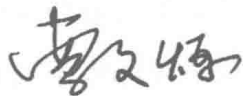
广州大学华软软件学院是我国华南地区最早介入服务外包人才培养的高等院校，也是广东省和广州市首批认证的服务外包人才培养基地，还是我国

服务外包人才培养示范机构。该院历年毕业生进入服务外包企业从业平均比例高达66.3%以上，并且获得业界高度认同。常务副院长迟云平获评2015年度服务外包杰出贡献人物。该院组织了近百名具有丰富教学实践经验的一线教师，历时一年多，认真负责地编写了软件、网络、游戏、数码、管理、财务等专业的服务外包系列教材30余种，将对各行业发展具有引领作用的服务外包相关知识引入大学学历教育，着力培养学生对产业发展、技术创新、模式创新和产业融合发展的立体视角，同时具有一定的国际视野。

当前，我国正在大力推动“一带一路”建设和创新创业教育。广州大学华软软件学院抓住这一历史性机遇，与国家发展和改革委员会国际合作中心合作成立创新创业学院和服务外包研究院，共建国际合作示范院校。这充分反映了华软软件学院领导层对教育与产业结合的深刻把握，对人才培养与产业促进的高度理解，并愿意不遗余力地付出。我相信这样一套探讨服务外包产教融合的系列教材，一定会受到相关政策制定者和学术研究者的欢迎与重视。

借此，谨祝愿广州大学华软软件学院在国际化服务外包人才培养的路上越走越好！

国家发展和改革委员会国际合作中心主任



2017年1月25日于北京

# 前 言

在信息技术中，ITO (information technology outsourcing) 意思为信息技术外包，是指服务外包发包商委托服务外包提供商向企业提供部分或全部信息技术服务。ITO 主要包括信息技术系统、应用管理及技术支持服务。

据中国服务外包研究中心统计，目前全国已有 130 多个地级以上城市发展服务外包产业。2016 年，我国企业签订服务外包合同金额为 1472.3 亿美元，执行金额为 1064.6 亿美元，分别比 2015 年增长 12.45% 和 10.11%。2016 年信息技术外包 (ITO)、业务流程外包 (BPO) 和知识流程外包 (KPO) 合同执行金额分别为 563.5 亿美元、173 亿美元和 335.6 亿美元，执行金额比例由 2015 年的 49 : 14.2 : 36.8 调整为 53 : 16 : 31。基于企业信息化需求的提升与云计算业务的快速发展，ITO 比重大幅增加。《2016 年中国服务外包企业调查景气指数报告》中指出，2016 年下半年，在细分市场中 IT 解决方案/IT 咨询、集成电路、信息系统运维外包、人力资源管理、财务管理、供应链管理、其他管理外包都较为乐观。

本书主要涉及信息系统运维外包的网络外包路由交换技术服务，旨在通过一个完整的项目案例向读者展示局域网的路由交换技术原理与配置、项目需求分析及解决方案、运维过程中的故障排查与注意事项等。本书把各个知识点的实践融合到一个项目案例中，打破了原来很多教材各章实践部分各自独立的状况。读者可通过边读本书边实践，从网络基本概念、交换机的各种配置到路由器的各种配置，掌握完成一个完整项目的技能。

本书由周伟组织编写及统稿，其中第 1 章、第 7~12 章由周伟编写，第 2~6 章由苏进胜编写。在本书的编写过程中，得到了我的家人和广州大学华软软件学院国际服务外包人才培养基地的大力支持，在此表示衷心的感谢。

感谢。

由于编者水平有限，书中难免有不妥和错误之处，恳请广大读者批评指正。E-mail: zwei@sise.com.cn。

周 伟

广州大学华软软件学院

2017年3月



# 目 录

1 计算机网络概述 .....	1
1.1 计算机网络的定义 .....	1
1.2 计算机网络的物理组成 .....	1
1.3 计算机网络的分类 .....	2
1.4 网络设备 .....	5
1.5 层次化网络模型 .....	6
1.6 项目拓扑 .....	7
2 交换机基本配置 .....	10
2.1 IOS 概述 .....	10
2.2 交换机的基本配置 .....	10
2.3 交换机基础知识 .....	11
2.4 项目实施：Telnet 方式访问交换机 .....	18
3 虚拟局域网 .....	20
3.1 VLAN 基础知识 .....	20
3.2 TRUNK 链路 .....	24
3.3 VTP .....	26
3.4 VLAN 间路由 .....	31
3.5 项目实施：三层交换机实现 VLAN 之间的路由 .....	36
4 链路聚合 .....	39
4.1 EtherChannel 基本原理 .....	39
4.2 EtherChannel 的模式 .....	41
4.3 EtherChannel 实现负载均衡 .....	42
4.4 项目实施：EtherChannel 的配置 .....	43
5 生成树 .....	45
5.1 生成树协议概述 .....	45
5.2 STP 中的基本术语 .....	45

5.3	STP 算法	47
5.4	STP 的端口状态	48
5.5	快速生成树协议	49
5.6	PVST	50
5.7	生成树的基本配置	53
5.8	MSTP 概述	54
5.9	项目实施：MSTP 的配置	55
6	路由器基础	60
6.1	路由器概述	60
6.2	路由器的基本配置	62
6.3	数据链路层协议	67
7	路由基础	70
7.1	路由技术	70
7.2	路由表	70
7.3	管理距离	71
7.4	度量值	72
7.5	收敛与收敛时间	72
7.6	路由更新	72
7.7	路由查找	73
7.8	直连路由	73
7.9	静态路由和动态路由	75
7.10	路由汇总	77
7.11	项目实施：默认路由的配置	82
8	距离矢量路由协议	88
8.1	路由信息协议	88
8.2	项目实施：RIP 的配置	90
8.3	EIGRP 概述	95
8.4	项目实施：EIGRP 的配置	100
9	OSPF	107
9.1	OSPF 概述	107
9.2	OSPF 常用术语	107

9.3 邻居关系、邻接关系的形成 .....	110
9.4 OSPF 的运行过程 .....	113
9.5 单区域 OSPF 的基本配置 .....	114
9.6 多区域 OSPF .....	117
9.7 项目实施：OSPF 的配置 .....	124
10 访问控制列表 .....	132
10.1 访问控制列表概述 .....	132
10.2 标准访问控制列表的配置 .....	135
10.3 扩展访问控制列表的配置 .....	139
10.4 命名访问控制列表的配置 .....	142
10.5 基于时间的 ACL 的配置 .....	144
10.6 反向 ACL 的配置 .....	146
10.7 项目实施：ACL 在网络中的应用 .....	147
11 网络地址转换 .....	151
11.1 NAT 概述 .....	151
11.2 NAT 的分类 .....	152
11.3 NAT 的配置 .....	155
11.4 项目实施：NAPT 的应用 .....	164
12 网关冗余备份 .....	170
12.1 HSRP .....	170
12.2 VRRP .....	174
12.3 HSRP 的配置 .....	177
12.4 VRRP 的配置 .....	185
12.5 项目实施：网关冗余备份的应用 .....	185
参考文献 .....	188

# 1 计算机网络概述

计算机网络是计算机技术与通信技术相结合的产物。计算机网络是信息收集、分配、存储、处理、消费的重要载体，是网络经济的核心，深刻地影响着经济、社会、文化、科技，是工作和生活的重要工具之一。

## 1.1 计算机网络的定义

通常来说，计算机网络就是利用通信线路和通信设备把计算机连接起来的计算机的集合，其目的是实现资源共享、实时通信等。

对计算机网络的定义主要有三种观点：

(1) 广义观点。持此观点的人认为，只要能实现远程信息处理的系统或能进一步达到资源共享的系统都可以成为计算机网络。

(2) 资源共享观点。持此观点的人认为：计算机网络必须是由具有独立功能的计算机组成的、能够实现资源共享的系统。

(3) 用户透明观点。持此观点的人认为，计算机网络就是一台超级计算机，资源丰富、功能强大，其使用方式对用户透明；用户使用网络就像使用单一计算机一样，无须了解网络的存在、资源的位置等信息。这是最高标准，目前还未实现，是计算机网络未来发展追求的目标。

## 1.2 计算机网络的物理组成

从物理构成来看，计算机网络包括硬件、软件、协议三大部分。

### 1. 硬件

(1) 主机。两台以上的计算机及终端设备。

(2) 前端处理机或通信控制处理机。负责发送、接收数据。如网卡就是最简单的通信控制处理机。

(3) 路由器、交换机等网络互联设备。交换机将计算机联接成网络，路由器将网络

互联组成更大的网络。

(4)通信线路。将信号从一个地方传送到另一个地方，包括有线线路和无线线路。

### 2. 软件

主要有操作系统、实现资源共享的软件、方便用户使用的各种工具软件。

### 3. 协议

协议由语法、语义和时序三部分构成。其中语法部分规定传输数据的格式，语义部分规定所要完成的功能，时序部分规定执行各种操作的条件和顺序关系等。协议是计算机网络的核心。

## 1.3 计算机网络的分类

计算机网络的分类方法有很多，可以按照网络覆盖范围划分，也可以按网络功能划分，还可以按网络的拓扑结构划分。

### 1. 按网络覆盖范围分类

按照网络所覆盖的范围划分，通常分为个域网、局域网、城域网和广域网。

(1)个域网。一般指家庭内甚至是个人随身携带的网络，一般分布在几米范围内，用于将家用电器、消费电子设备、少量计算机设备联接成的一个小型网络。个域网以无线通信方式为主。

(2)局域网。通常指在一个较小的地理范围内存在的网络，一般分布在几十米到几千米范围。

(3)城域网。一般分布在一个城区，一般使用广域网技术，可以看成是一个较小的广域网。

(4)广域网。一般分布在数十公里以上区域。通常指分布在不同城市、国家的网络。由于范围大，广域网的构建通常不是由公司或个人独立完成的。

### 2. 按网络功能分类

从功能上，计算机网络由资源子网和通信子网两部分组成，如图 1-1 所示。资源子网主要是各种计算机，完成数据的处理、存储等功能；通信子网包含各种通信设备和通信线路，完成数据的传输功能。

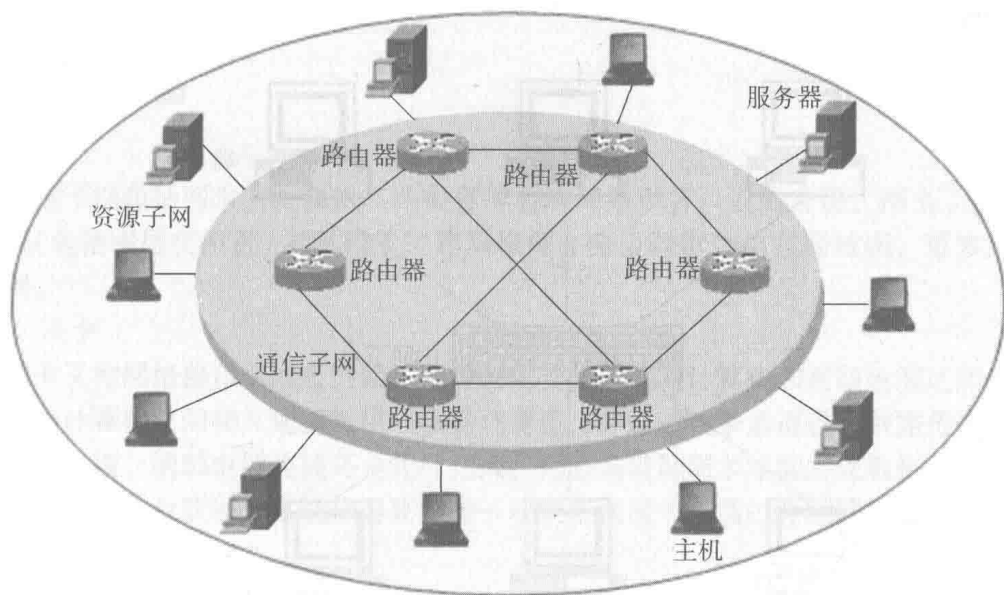


图 1-1 资源子网与通信子网

### 3. 按网络的拓扑结构分类

按拓扑结构可将计算机网络划分为总线型网络、星形网络、环形网络、网状网络等基本形式。

(1) 总线型网络。总线型网络就是用单总线把各计算机连接起来的网络，如图 1-2 所示。总线型网络的优点是建网容易，增减节点方便，节省线路；缺点是重负载时通信效率不高。

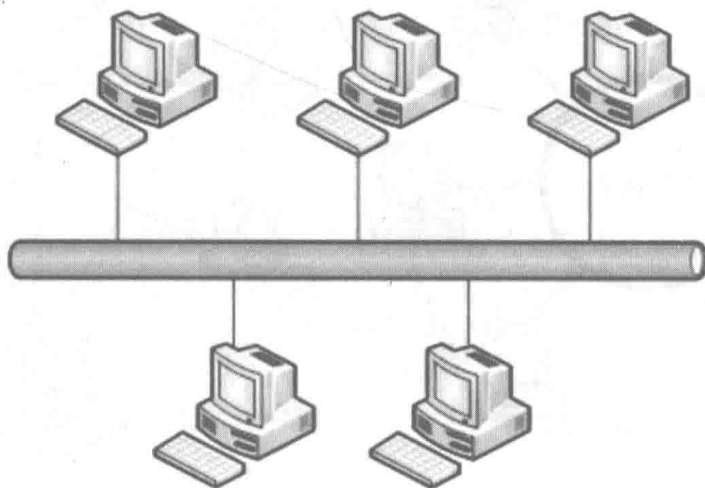


图 1-2 总线型拓扑

(2) 星形网络。每个终端或计算机都以单独(专用)的线路与一中央设备相连的网络，如图 1-3 所示。中央设备早期是计算机，现在一般是交换机或路由器。星形网络的优点是结构简单，建网容易，延迟小，便于管理；缺点是成本高，中心节点容易形成

单点故障。

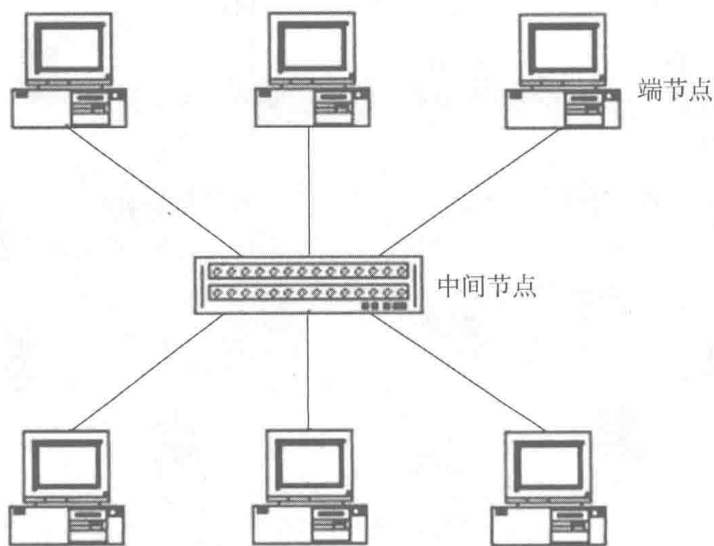


图 1-3 星形拓扑

(3) 环形网络。所有计算机连接成一个环，可以是单环，也可以是双环，这样的网络就是环形网络。环中信号是单向传输的。双环网络两个环上的信号传输方向相反，具备自愈功能。环形网络如图 1-4 所示。

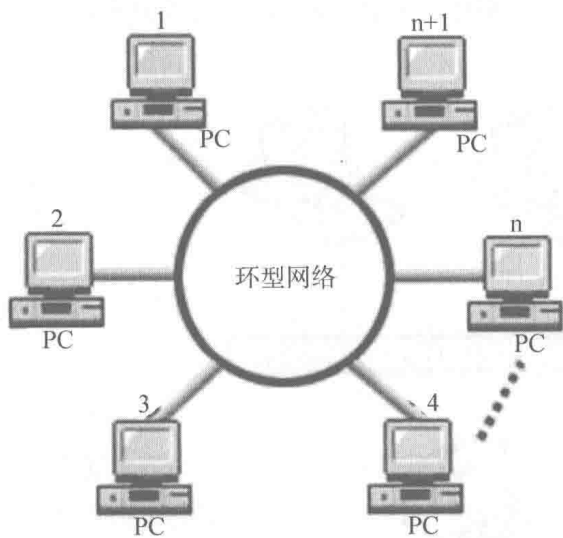


图 1-4 环形拓扑

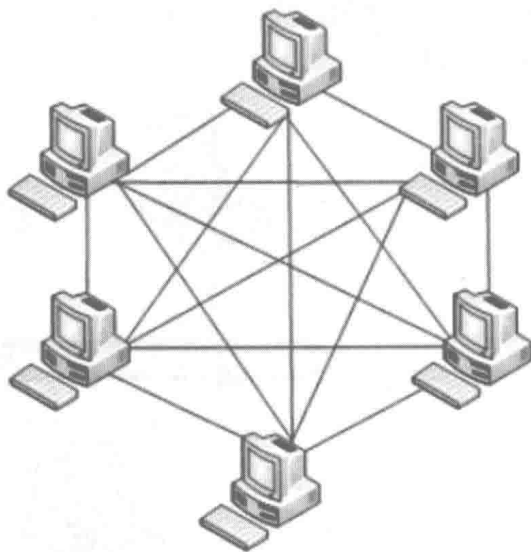


图 1-5 网状拓扑

(4) 网状网络。一般情况下，网状网络每个节点至少要有两条路径与其他节点相联。网状网络的优点是可靠性高；其缺点是控制复杂，线路成本高。网状网络如图 1-5 所示。

## 1.4 网络设备

通信子网包括网卡、交换机、路由器等各种网络设备。通常来说,网卡、集线器、交换机(包括多层交换机)主要用于构建局域网;路由器可以用在局域网,更多的用在广域网。

### 1. 网卡

网卡又称网络接口卡或者网络适配器,用于实现联网计算机和网络电缆之间的物理连接,为计算机之间相互通信提供一条物理通道,并通过这条通道进行数据传输。无论是双绞线连接、同轴电缆连接还是光纤连接,都必须借助网卡才能实现数据的通信。在局域网中,每一台联网计算机都需要安装一块或多块网卡,通过介质连接器将计算机接入网络系统。

网卡完成物理层和数据链路层的大部分功能,包括网卡与电缆的物理连接、介质访问控制、数据帧的拆装、帧的发送与接收、错误校验、数据信号的编/解码、数据的串/并行转换等功能。

所有的网卡都有一个称为 MAC 地址的物理地址。MAC 地址共 48 位二进制位。MAC 地址是网卡用来判断数据是否发送给自己的重要依据,网卡只会接受目的 MAC 地址为自己 MAC 地址的数据帧,或广播帧,或组播帧,并将接受下来的数据帧中数据链路层以上的部分交由网络层处理。

### 2. 集线器

集线器也称 HUB,是物理层设备。集线器只是简单地从某个端口接收信号然后复制到其他所有端口并发送出去。使用集线器构成的拓扑物理上是星形拓扑,任何时候只能有一台计算机发送数据。

### 3. 交换机

交换机工作在数据链路层,它能够识别帧的内容。交换机依赖于一张 MAC 地址与端口的映射表来进行工作,是一种基于 MAC 地址识别,能完成封装转发数据帧功能的网络设备。交换机可以“学习”MAC 地址,并把它存放在内部地址表中,通过在数据帧的始发者和目标接收者之间建立临时的交换路径,使数据帧直接由源地址到达目的地址。交换机的工作原理为:交换机根据收到的数据帧中的源 MAC 地址建立该地址同交换机端口的映射关系,并将其写入 MAC 地址表中。当一台计算机发送一次数据帧后,就被交换机记录下来。如果有其他的计算机向这台计算机发送数据,数据只会从特定端口转发出去,而不会从其他端口转发。如果交换机收到的数据帧中的目的 MAC 地址不在 MAC 地址表中,则向所有端口转发。另外,广播帧和组播帧也向所有的端口转发。

### 4. 路由器

路由器是属于网络层的互联设备,根据网络地址来工作,用于连接多个逻辑上分开的网络。所谓逻辑网络,就是拥有独立网络地址的网络。路由器可以隔离广播域,使网络中的广播限制在本地,不会扩散到另一个网络中。



## 1.5 层次化网络模型

规模较大的局域网常采用典型的三层架构：核心层、汇聚层、接入层。其层次模型如图 1-6 所示，所对应的拓扑结构如图 1-7 所示。

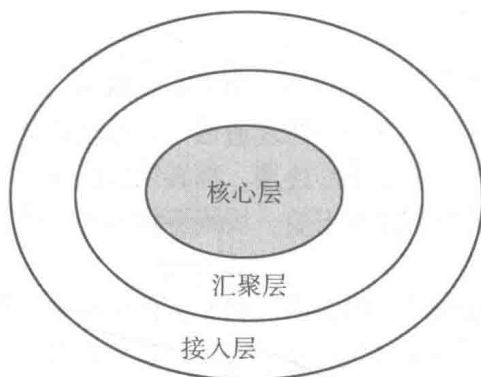


图 1-6 层次模型

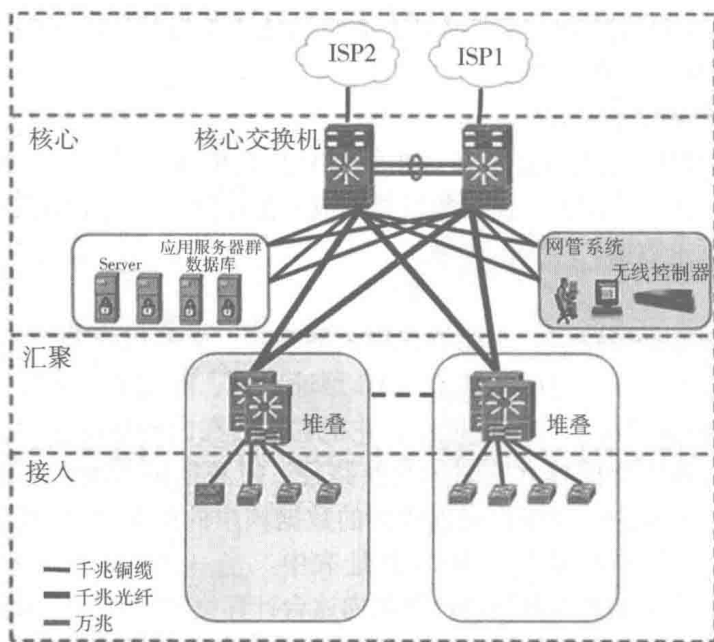


图 1-7 层次化拓扑结构

### 1. 核心层

核心层的主要功能是实现骨干网络之间的优化传输。设计核心层的重点通常是冗余能力、可靠性和高速的传输。网络的控制功能最好尽量少在核心层上实施。核心层一直