高职高专计算机教学改革新体系规划教材

企业组网技术

单振芳 张少芳 陈利军 王丽敏 主编

清华大学出版社

高职高专计算机教学改革新体系规划教材

企业组网技术

单振芳 张少芳 陈利军 王丽敏 主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书采用“任务驱动”教学模式设计内容，以校园网的规划和建设过程为主线，按照工程需求设计系统，按照系统需要划分工程任务，按照任务需要介绍必备的知识并完成工程任务。

本书共分为7章，主要内容包括企业网络模拟环境、网络系统总体设计、综合布线、IP地址规划、路由与交换配置、网络安全、网络设备管理与维护。在每章的最后给出了企业中网络组网相关任务的解决方案和在实验室环境下的实训方案，以方便读者进行网络配置和验证。本书力图使学生（或网络从业人员、网络技术爱好者）能够扎实地掌握组网技术的实际操作技能，全书内容丰富，注重应用。另外，本书在内容结构上还采用了“教、学、做一体化”的模式，让学生所见即所得，可较好地改变网络课程空洞乏味的教学状况。

本书可以作为高职高专计算机相关专业的教材，也可以作为网络工程技术人员的参考书，还可作为有兴趣的读者的自学读物。

图书在版编目(CIP)数据

企业组网技术/单振芳等主编. —北京：清华大学出版社，2013.4
（高职高专计算机教学改革新体系规划教材）
ISBN 978-7-302-31007-5

Ⅰ. ①企… Ⅱ. ①单… Ⅲ. ①企业－计算机网络－高等职业教育－教材 Ⅳ. ①TP393.18

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第304173号

责任编辑：张龙卿
封面设计：傅瑞学
责任校对：李　梅
责任印制：宋　林

出版发行：清华大学出版社
网　　址：http://www.tup.com.cn，http://www.wqbook.com
地　　址：北京清华大学学研大厦A座　　邮　　编：100084
社 总 机：010-62770175　　邮　　购：010-62786544
投稿与读者服务：010-62776969，c-service@tup.tsinghua.edu.cn
质 量 反 馈：010-62772015，zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn
课 件 下 载：http://www.tup.com.cn，010-62795764
印 刷 者：北京密云胶印厂
装 订 者：北京市密云县京文制本装订厂
经　　销：全国新华书店
开　　本：185mm×260mm　　**印　张**：14.25　　**字　数**：324千字
版　　次：2013年4月第1版　　**印　次**：2013年4月第1次印刷
印　　数：1～3000
定　　价：28.00元

产品编号：050239-01

前言

FOREWORD

本书是面向高等职业教育计算机网络技术专业的教材。考虑到高等职业教育的特点，本书按照高职高专“面向工作过程，项目引领，任务驱动，案例教学，做中学，学中做”的教学理念设计内容。书中，以一个企业的网络工程为主线，首先对企业组网进行需求分析，然后根据需求分析的结果将网络工程划分为多个具体的工程任务，根据任务的需要介绍必备的知识，并逐项完成工程任务，直至最终完成整个网络的组建。

在内容选取上，本书以局域网的规划、组建和维护为主，涵盖了网络集成、网络安全和网络管理等方面的技术，保证了对实际网络工程中常用知识的全面覆盖。同时，“侧重实际操作，辅以必要的理论知识”的设计理念也确保了书中的内容可做到难易适中，易于读者接受。在网络设备配置操作方面，本书以目前国内网络设备市场占有量最大的 H3C 设备为例进行介绍，从而保证了书中内容与企业一线网络的一致性。

本书共分为 7 章。第 1 章介绍企业网络模拟环境，并对其进行需求分析，明确组建企业网络所需要完成的任务，后续各章按照网络工程的实际施工顺序依次完成各项任务。其中第 2 章介绍网络系统总体设计，第 3 章介绍综合布线，第 4 章介绍 IP 地址规划，第 5 章介绍路由与交换配置，第 6 章介绍网络安全，第 7 章介绍网络设备管理与维护。在每章的最后给出了企业网络组网相关任务的解决方案，在实验室环境下模拟的实训方案，以方便读者进行配置和验证。

本书由单振芳、张少芳、陈利军和王丽敏主编，其中单振芳编写第 1 章、第 3 章和第 6 章，张少芳编写第 4 章、第 5 章、第 7 章和附录，陈利军编写第 2 章。王丽敏参与本书的整理和校对工作。全书由单振芳统誊成稿。

由于计算机网络技术更新较快，加之编者水平有限，书中难免有疏漏之处，恳请广大读者批评指正。联系方式：zhenfangshan@163.com。

编　者

2012 年 10 月

目录

CONTENTS

第 1 章　企业网络模拟环境　/1

1.1　总体需求分析 …… 1
1.2　具体需求分析 …… 2
本章小结 …… 4
习题 …… 4

第 2 章　网络系统总体设计　/5

2.1　企业网络总体设计任务分析 …… 5
2.2　局域网分层网络设计 …… 6
2.2.1　局域网分层网络设计模型 …… 6
2.2.2　局域网分层网络设计的优点 …… 7
2.3　网络的可用性和高性能保证 …… 8
2.3.1　网络直径 …… 8
2.3.2　通信链路带宽设计 …… 9
2.3.3　网络可用性保证 …… 9
2.4　网络设备选型 …… 10
2.4.1　交换机的技术参数和特性 …… 10
2.4.2　分层网络对交换机功能的要求 …… 12
2.4.3　其他因素 …… 14
2.5　企业网络总体设计方案 …… 15
2.5.1　方案一 …… 15
2.5.2　方案二 …… 19
本章小结 …… 20
习题 …… 20
实训 …… 20
实训 2.1　紧缩核心型企业网络的实现 …… 20
实训 2.2　三层交换企业网络的实现 …… 23

第 3 章　综合布线　/27

3.1　企业网络综合布线任务分析 …… 27

3.2 综合布线基础 …… 28
3.2.1 综合布线系统概述 …… 28
3.2.2 网络传输介质 …… 30
3.2.3 网络连接部件 …… 38
3.3 综合布线系统的组成 …… 41
3.3.1 工作区子系统的组成 …… 42
3.3.2 配线子系统的组成 …… 42
3.3.3 干线子系统的组成 …… 43
3.3.4 设备间子系统的组成 …… 44
3.3.5 进线间子系统的组成 …… 44
3.3.6 管理子系统的组成 …… 45
3.3.7 建筑群子系统的组成 …… 45
3.4 综合布线系统的设计 …… 45
3.4.1 工作区子系统的设计 …… 46
3.4.2 配线子系统的设计 …… 47
3.4.3 干线子系统的设计 …… 50
3.4.4 设备间子系统的设计 …… 52
3.4.5 进线间子系统的设计 …… 53
3.4.6 管理子系统的设计 …… 54
3.4.7 建筑群子系统的设计 …… 57
3.5 综合布线施工技术 …… 59
3.5.1 布线工程施工的技术要点 …… 59
3.5.2 布线技术 …… 60
3.5.3 线缆端接技术 …… 64
3.6 企业网络的综合布线实施 …… 67
3.6.1 企业网络布线系统的逻辑拓扑结构 …… 67
3.6.2 企业网络布线系统的物理路由 …… 67
本章小结 …… 68
习题 …… 68
实训 …… 68
实训 3.1 企业网络工作区信息模块端接实训 …… 68
实训 3.2 企业网络设备间管理实训 …… 70
实训 3.3 企业网络楼宇内布线实训 …… 72

第 4 章 IP 地址规划 /77

4.1 企业网络 IP 地址需求任务分析 …… 77
4.2 路由聚合技术 …… 78
4.2.1 IP 地址与路由 …… 78

4.2.2 无类别域间路由与路由聚合 …… 78
4.2.3 超网 …… 80
4.3 IP 地址节约技术 …… 81
4.3.1 可变长子网掩码 …… 81
4.3.2 有类别和无类别路由选择协议 …… 82
4.3.3 使用私有 IP 地址 …… 82
4.4 动态 IP 地址分配技术 …… 84
4.4.1 DHCP 报文的格式 …… 85
4.4.2 DHCP 的运行步骤 …… 86
4.4.3 DHCP 的配置和验证 …… 87
4.4.4 DHCP 的中继 …… 90
4.5 企业网络的 IP 地址规划 …… 93
本章小结 …… 96
习题 …… 96
实训 …… 96
企业网络内部动态 IP 地址分配实训 …… 96

第 5 章 路由与交换配置 /100

5.1 企业网络中路由与交换配置任务分析 …… 100
5.2 GVRP …… 100
5.2.1 GARP 简介 …… 101
5.2.2 GVRP 简介 …… 102
5.2.3 GVRP 和 VTP 的比较 …… 105
5.3 生成树协议 …… 106
5.3.1 冗余带来的问题 …… 106
5.3.2 生成树协议概述 …… 107
5.3.3 RSTP …… 111
5.3.4 MSTP …… 112
5.4 链路带宽聚合 …… 122
5.4.1 E126A 交换机的链路带宽聚合 …… 122
5.4.2 S3610 交换机的链路带宽聚合 …… 125
5.5 RIPv2 …… 127
5.5.1 路由优先级 …… 127
5.5.2 RIPv2 的概念 …… 127
5.5.3 RIPv2 的配置和验证 …… 128
5.5.4 抑制接口 …… 131
5.5.5 RIP 报文定点传送 …… 132
5.5.6 手动路由汇总 …… 133

5.5.7 RIPv2 的认证 …… 135
5.5.8 传播默认路由 …… 137
5.6 企业网络中的路由与交换配置 …… 138
本章小结 …… 141
习题 …… 141
实训 …… 142
实训 5.1 企业网络中消除冗余实训 …… 142
实训 5.2 企业网络中带宽扩展实训 …… 146
实训 5.3 企业网络中动态路由配置实训 …… 149
实训 5.4 企业网络中路由优化实训 …… 152

第 6 章 网络安全 /155

6.1 企业网络安全任务分析 …… 155
6.2 访问控制列表 …… 155
6.2.1 访问控制列表的工作原理 …… 156
6.2.2 通配符掩码 …… 157
6.2.3 ACL 的类型与编号 …… 158
6.2.4 基本访问控制列表 …… 158
6.2.5 高级访问控制列表 …… 161
6.3 网络地址转换 …… 162
6.3.1 网络地址转换的基本概念 …… 163
6.3.2 静态网络地址转换 …… 164
6.3.3 动态网络地址转换 …… 165
6.3.4 网络地址端口转换 …… 167
6.3.5 基于接口的地址转换 …… 168
6.3.6 端口地址重定向 …… 168
6.4 IEEE 802.1X …… 169
6.4.1 IEEE 802.1X 的体系结构 …… 170
6.4.2 可扩展认证协议 …… 171
6.4.3 IEEE 802.1X 本地认证 …… 172
6.5 端口绑定技术 …… 180
6.5.1 H3C S3610 上端口绑定的配置 …… 180
6.5.2 H3C E126A 上端口绑定的配置 …… 182
6.6 企业网络的安全配置实现 …… 183
本章小结 …… 184
习题 …… 184
实训 …… 184
实训 6.1 企业网络访问控制实训 …… 184

实训 6.2 企业网络地址转换实训 …… 187

第 7 章 网络设备管理与维护 /189

7.1 企业网络设备管理任务分析 …… 189
7.2 H3C 设备基础 …… 189
7.2.1 H3C 命令行级别 …… 190
7.2.2 H3C 的文件系统 …… 190
7.3 配置文件管理 …… 191
7.3.1 配置文件管理常用命令 …… 191
7.3.2 配置文件的备份和恢复 …… 195
7.4 Comware 管理 …… 198
7.5 网络设备的远程管理 …… 201
7.5.1 密码验证方式 …… 201
7.5.2 用户名/密码验证方式 …… 203
7.6 企业网络中的设备管理与维护 …… 204
本章小结 …… 204
习题 …… 205
实训 …… 205
实训 7.1 企业网络中设备系统安装实训 …… 205
实训 7.2 企业网络中设备远程管理实训 …… 209

附录 习题参考答案 /211

参考文献 /217

第 1 章

企业网络模拟环境

Chapter 1

本书依照“面向工作过程、项目驱动、任务引领”的指导思想设计内容，达到让学生“做中学、学中做”的目的。本章给出一个模拟的企业网络工程环境，为了全面地介绍计算机网络工程中必备的知识和常用的技术，需要将这个模拟环境设计得较完整和复杂，然后根据模拟环境中的用户需求，分析得出该网络工程项目需要完成的任务。以后的章节则是围绕一个个任务项目介绍必备的知识、技术及完成任务项目的设计方案，直到完成设计任务。

考虑到教学环境和模拟工程环境的差异，在每章的最后，在给出模拟网络工程环境实现任务的同时，还给出一个实验室的模拟实训环境，以便读者能够在实验室环境下验证相应任务的设计和实现。

为使企业网络模拟环境更加接近实际的网络情况，下面以一所学校的网络为例进行需求分析和任务设计实现。

对于网络工程项目而言，首先需要进行任务需求分析，包括对用户的管理目标需求、技术目标需求及应用目标需求等进行调查，并对调查结果进行分析，最终根据需求分析结果确定网络设计方案。

在给出的模拟网络工程环境中，假定该学校并没有任何网络基础，需要进行全新网络的搭建工作。通过与学校相关部门和人员的沟通与交流，可以收集相关需求信息，并对需求信息进行分析。

1.1 总体需求分析

随着学校的不断发展，出于管理和发展的需要，信息化建设成为必须要面对的问题。学校信息化建设的目标是建设校园网络，将校内所有的建筑通过网络进行连接，实现学校内部的信息化管理。

1. 管理目标需求

通过与学校的相关人员进行沟通，得知该学校的组织机构如下：学校由 30 余个部门组成，分别分布在教学楼、图科楼、绿苑大厦、体育馆、鸿雁宾馆等数栋建筑中。楼宇间直线距离不超过 1500 米。

教学楼和图科楼均为6层，每层有信息点15～20个，共有信息点250个左右；绿苑大厦共18层，每层有信息点30～35个，共有信息点630个左右；鸿雁宾馆共6层，每层有信息点30～35个，共有信息点210个左右；体育馆有信息点10～15个。

学校希望能够一次投入，建设起完善的校园内部网络，并且要求网络能够满足学校不断发展和员工不断增多的需要。

在实际工程方案中的管理目标需求，需要详细地描述客户单位的组织机构、业务情况；客户单位的地理位置分布，包括：各栋建筑和各个部门的地理位置和距离、各建筑物内办公区的分布情况、各办公区内的信息点数目和规模、各建筑物内弱电井、配电室的位置等；客户单位的员工情况；客户单位决策者的建设思路及预算等。而本部分出于教学的需要，只给出其中的一部分需求，并非完整的管理目标需求描述，请读者注意。

2. 技术目标需求

在网络的可扩展性方面，考虑到学校以后的发展，在学校的局域网设计中，均做了局域网设备接口、信息接入点和布线的预留，预留比例根据具体情况在10%～20%不等。另外，考虑到技术的兼容性，网络中使用的协议均为开放式协议，以确保对不同厂家生产的网络设备的支持。

在网络的带宽方面，信息点的接入带宽采用主流的100Mb/s，楼宇间采用1000Mb/s的光纤连接。对于对带宽需求较高的部分部门，其汇聚层链路采用链路带宽聚合技术增加可用带宽。学校网络中心的网站服务器、邮件服务器等由于并发连接数较高，采用链路冗余技术和负载均衡技术提高网络的可靠性和访问速度。

在网络设备选择上，所有设备都应具有可管理功能，并为网络设备划分专门的子网，确保网络管理员可以在任一地点通过远程管理软件对所有的网络设备进行管理。

在安全性要求上，一方面要确保网络连接及网络设备的物理安全；另一方面需要通过定义相关策略确保网络应用和信息传输的安全。

在总体需求分析中一般还包括应用需求，来明确客户单位的应用服务类型及其对网络功能指标的要求。由于其涉及的知识不在本书的范围内，在此不进行介绍。

1.2 具体需求分析

在了解了学校的总体需求，包括学校的管理目标需求和技术目标需求后，需要以总体需求为依据，分别对网络工程涉及的各方面技术进行具体的需求分析。

1. 局域网设计需求

学校局域网包含30余个部门、1个网络中心和1200多个信息点，并且跨越5座建筑。作为一个中等偏大的局域网络，在局域网设计上宜采用接入、汇聚、核心3层网络连接，在接入层将信息点连接到网络中，在汇聚层设置安全策略，在核心层实现局域网各子网间数据的高速交换及与Internet的连接。

2. 综合布线需求

本部分只包括数据网络布线部分，不讨论语音及其他弱电系统的布线。布线系统要求在遵循兼容性、开放性、灵活性、可靠性和先进性等原则的基础上采用模块化和分层星状拓扑结构设计，将布线系统分割成工作区子系统(Work Area Subsystem)、配线子系统(Horizontal Subsystem)、干线子系统(Backbone Subsystem)、设备间子系统(Equipment Room Subsystem)、进线间子系统(Lead-in Room Subsystem)、管理子系统(Administration Subsystem)和建筑群子系统(Campus Subsystem)共7部分分别进行设计和实现。为确保各子系统之间的相对独立，相邻子系统之间通过跳线进行交连和互连。要求采用双点管理双交连的方式，以确保网络的易管理性。

3. IP地址规划需求

在IP地址规划上，原则上按照部门进行子网的划分，并且要求为网络设备划分专门的管理子网、为点对点连接划分子网。通过使用可变长子网掩码(Variable-Length Subnet Masks，VLSM)技术确保子网的大小既要符合相应部门或连接对IP地址的数量要求，又要尽量避免IP地址的浪费。同一栋建筑中的多个部门使用的子网IP地址应尽量连续，以确保其可以在汇聚层交换机上进行路由的聚合。

4. 路由需求

对于网络中的不同部分采用不同的路由方式。对于规模较小的局域网采用直连路由、静态路由实现；对于规模相对较大的局域网采用路由选择信息协议(Routing Information Protocol，RIP)实现；在汇聚层交换机上采用无类别域间路由选择(Classless Inter-Domain Routing，CIDR)技术进行路由汇聚，以减少路由条目。

5. 网络安全需求

在网络安全方面，需要使用访问控制列表(Access Control List，ACL)技术在保障学校内部网络可以任意访问Internet的同时，拒绝来自Internet的恶意流量攻击；在学校内部网络中，需要使用IEEE 802.1X技术防止因为非法用户随意接入网络而导致的局域网内部攻击；同时对于计算机机房应采用网络地址转换(Network Address Translation，NAT)技术来减少计算机对合法IP地址的需求。

6. 网络设备管理需求

与网吧或纯粹的计算机机房不同，在学校网络中的所有路由器和交换机均为可管理设备，因此需要对它们进行专门的管理。对网络设备的管理既包括网络设备操作系统和配置文件的安装、备份和恢复，又包括日常的设备远程配置修改及常见故障的排除等内容。

通过对模拟网络工程环境进行简要的具体需求分析，可以了解到，完成该网络工程任

务需要具备的知识主要有网络设计、综合布线、IP 地址规划、路由协议、网络安全和网络设备管理等几个方面，在后续的章节中将分别对其进行介绍。

本章小结

本章给出了已经设定好的模拟网络工程环境，并通过对其进行任务需求分析，包括总体需求分析和具体需求分析，对网络工程中需要完成的各方面的任务及涉及的技术知识进行介绍，为后续各个章节的展开做铺垫。

习　题

1. 任务需求分析主要包含哪两个部分？
2. 总体需求分析一般包括哪 3 个部分？
3. 管理目标需求主要是对网络工程的哪些方面进行需求分析？
4. 技术目标需求主要是对网络工程的哪些方面进行需求分析？

第2章 网络系统总体设计

Chapter 2

对于网络工程而言，在了解了用户的具体需求后，首先就需要设计网络的逻辑结构，只有确定了网络的逻辑结构以后才能进行具体的物理施工及设备的逻辑配置等工作。

2.1 企业网络总体设计任务分析

在我们所接触到的网络中，由于规模不同，其逻辑结构设计也会存在很大的区别。一般像计算机机房、网吧或者宿舍内数台计算机联网等小型的局域网络，直接用一台或若干台扮演相同角色的交换机将计算机连接起来即可，局域网内不需要进行任何的配置和管理就可以使用。但是对于像校园网这样存在数千个节点的中大型网络而言，显然无法采用上面的方法来实现。要设计中大型网络的逻辑结构，需要考虑以下几个问题。

1. 网络的设计方法

在中大型网络中，如果像小型网络一样采用一级连接将所有的节点连接到网络中，由于节点太多、广播域太大，仅仅是正常的广播报文及交换机的泛洪报文就可能拖垮整个网络。而且由于众多的节点分布在不同的楼宇中，因此在物理实现上也无法采用一级连接的方法。

要进行中大型网络的设计，一般考虑采用分层网络设计方法，将网络进行两层或三层的分层设计，层与层之间相互独立、功能分离，从而简化网络的设计，方便网络后续的配置和管理。

2. 网络的可用性和高性能

在网络运行过程中，一旦网络中的某些设备或链路出现故障，将会导致部分甚至全部网络节点无法连接网络。要想确保网络不会因为某些设备或链路的故障而瘫痪，在设计网络结构时就需要对网络的部分或者全部进行冗余设计，以保障网络的可用性。除了要保障网内节点可以上网外，还应该尽量确保网络的高性能传输，避免因为网络中的某些设备的处理瓶颈或链路的传输瓶颈而导致用户上网太慢的情况发生。在确保高性能方面，一般要从网络直径和链路带宽两个角度来设计。

3. 网络设备的选型

在进行分层网络的设计以后，每一层对网络设备的要求都会有所区别，因此对不同的层要选择不同级别和规格的网络设备。另外，网络设备本身的一些物理特性，如尺寸、端口密度等都会影响具体的选型结果。而网络设备的选择是否合适将直接影响网络日后运行的效率、性能及管理的复杂度。

本章后续各节将分别对上述问题所涉及的知识进行介绍和分析，并最终完成校园网络逻辑结构的规划和设计。

2.2 局域网分层网络设计

2.2.1 局域网分层网络设计模型

使用自备通信线路，地理覆盖范围较小的一个单位内部网络一般都使用局域网技术实现。当一个局域网内部信息点较多时(例如，企业网络模拟环境中的信息点达到了上千个)，局域网的设计一般采用分层网络设计方法。同 ISO/OSI 模型的理念类似，分层网络设计模型把网络逻辑结构的设计这一复杂的网络问题分解为多个小的、更容易管理的问题。它将网络分成互相分离的层，每层提供特定的功能，这些功能界定了该层在整个网络中扮演的角色。通过对网络的各种功能进行分离，可以实现模块化的网络设计，从而提高网络的可扩展性和性能。典型的分层网络设计模型可分为 3 层，即接入层、汇聚层和核心层，如图 2-1 所示。

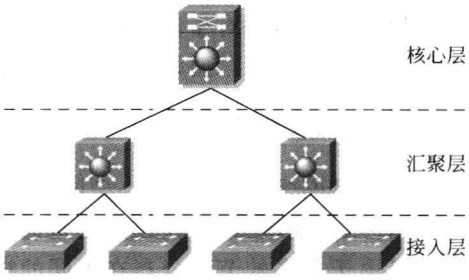

图 2-1 分层网络设计模型

在局域网分层网络设计模型中各层网络设备通常使用包转发速率较高的以太网交换机来实现。

1. 接入层

接入层负责将终端设备，如计算机、服务器、打印机等连接到网络中。接入层的主要目的是提供一种将设备连接到网络并控制允许网络中的哪些设备进行通信的方法。根据网络接入方式的不同，接入层设备一般是较低档次的以太网交换机或无线接入设备。所有的最终用户均由接入层连接到网络中。

2. 汇聚层

汇聚层位于接入层和核心层之间，其先汇聚接入层发送的数据，再将数据传输到核心层，并最终发送到目的地。汇聚层通过定义通信策略控制网络中的通信流，尤其是进入核心层的通信，用以提供边界的定义。汇聚层通过通信策略控制区分核心层和网络的其他

部分，达到禁止不必要的流量进入核心层的目的。汇聚层设备一般使用具有较高包转发速率和路由功能的三层交换机，在汇聚层交换机上除了完成较高速率的数据转发之外，还需要为下层交换机提供 VLAN 之间的路由。

3. 核心层

核心层是局域网分层网络中的高速主干，它是局域网分层网络设计模型中的一个层次定义，而不是指整个网络系统的核心骨干网络。局域网分层网络设计中的核心层主要用于汇聚所有下层设备发送的流量，进行大量数据的快速转发。核心层不承担任何访问控制、数据加密等影响快速交换的任务。核心层设备通常需要具备极高的数据转发速率。

需要注意的是，局域网分层网络设计模型只是一个概念上的框架，实际的网络设计结构会因网络的具体情况而异。这三层可能位于清晰、明确的物理实体中，也可能不是。在很多规模较小的网络中通常采用紧缩核心型的网络设计，即将核心层和汇聚层合二为一，形成一个“接入层＋核心层”的两层结构。

2.2.2 局域网分层网络设计的优点

1. 可扩展性好

分层网络具有很好的可扩展性。由于采用了模块化的设计，并且同一层中实例设计的一致性，当网络需要扩展时，可以很方便地将某一部分的设计直接进行复制。例如，如果网络设计中为每 8 台接入层交换机配备了 2 台汇聚层交换机，则在网络接入点增多时，可以不断地向网络中增加接入层交换机，直到有 8 台接入层交换机交叉连接到 2 台汇聚层交换机上为止。如果网络接入点继续增多，则可以重复上述过程，通过增加汇聚层交换机和接入层交换机来确保网络的可扩展性。

2. 网络通信性能高

改善通信性能的方法是避免数据通过低性能的中间设备传输。在局域网分层网络设计中，一般通过使用转发速率较高的交换机设备将通信数据以接近线速的速度从接入层发送到汇聚层。随后，汇聚层交换机利用其高性能的交换功能将此流量上传到核心层，再由核心层交换机将此流量发送到最终目的地。由于核心层和汇聚层选用高性能的交换机，因此数据报文可以在所有设备之间实现接近线速的数据传递，大大提高网络的通信性能。

3. 安全性高

局域网分层网络设计可以提高网络的安全性。在接入层可以通过端口安全选项的配置来控制允许哪些设备连接到网络。在汇聚层则可以使用更高级的安全策略来定义在网络上部署哪些通信协议及允许这些协议的流量传送到何方。例如，可以在接入层交换机上通过端口绑定技术来限制只允许特定 IP 地址和 MAC 地址的主机接入网络。在汇聚

层交换机上则可以通过定义并应用访问控制列表(Access Control Lists,ACL)来限制允许或禁止特定高层协议(如 IP、ICMP、TCP、HTTP 等)数据流量的通过。

接入层交换机一般只在第 2 层执行安全策略,即使某些接入层交换机支持第 3 层功能。第 3 层的安全策略通常由汇聚层交换机来执行,因为汇聚层交换机处理的效率要比接入层交换机高很多。在核心层不必定义任何安全策略。

4. 易于管理和维护

由于局域网分层网络设计的每一层都执行特定的功能,并且整层执行的功能都相同。因此,分层网络更容易管理。如果需要更改接入层交换机的功能,则可在该网络中的所有接入层交换机上重复此更改,因为所有的接入层交换机在该层上执行的功能都相同。由于接入层交换机的功能几乎无须修改即可在同层不同交换机之间复制配置,因此还可简化新交换机的部署。利用同一层各交换机之间的一致性,可以实现快速恢复并简化故障排除工作的步骤。当然,也可能因为网络的特殊需求造成两台同层交换机之间的配置不一致,此时一定要妥善记录这些配置,以避免出现管理上的混乱。

另外,在局域网分层网络设计中,每层交换机的功能并不相同。因此,可以在接入层上使用较便宜的交换机,而在汇聚层和核心层上使用较昂贵的交换机来实现网络的高性能,从而实现成本上的控制。

2.3 网络的可用性和高性能保证

2.3.1 网络直径

在进行分层网络设计中,网络直径指网络中任意两台终端之间进行通信需要经过的网络设备数目的最大值,而不是指通信的最大距离。如图 2-2 所示,PC1 和 PC2 之间进行通信至多可能经过 5 台交换机,即网络直径为 5。

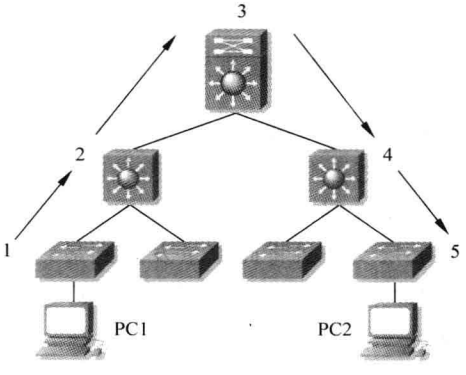

图 2-2 网络直径

在进行分层网络设计时,应该尽可能降低网络直径的值,因为数据在经过网络设备时都会产生延时,网络直径越大,积累的延时越大。例如,数据帧在经过交换机时,交换机需要确定帧的目的 MAC 地址,从"端口-MAC 地址映射表"中查找转发端口,再将数据帧转发到相应的端口上。这个过程虽然只有几分之一秒的延时,但如果数据帧要经过许多交换机,累加后的延时将不容忽视,而数据报文经过路由器的延时将会更长。因此,将网络直径保持在较低的水平是提高网络传输性能的一个重要因素。

在分层网络设计中,网络直径总是源设备和目的设备之间的跳数,而跳数是可预测