



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
普通高等教育精品教材

配套用书



21世纪大学本科
计算机专业系列教材

吴英 编著

计算机网络软件编程指导书(第2版)

<http://www.tup.com.cn>

- 根据教育部“高等学校计算机科学与技术专业规范”组织编写
- 与美国 ACM 和 IEEE CS *Computing Curricula* 最新进展同步
- 国家级精品教材配套用书



清华大学出版社



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材 配套用书
普通高等教育精品教材

21世纪大学本科计算机专业系列教材

计算机网络软件编程指导书 (第2版)

吴英 编著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书根据计算机网络与 Internet 基本概念、工作原理与实现技术的学习需要,参考国内外知名大学网络课程编程训练以及著名 IT 企业在员工网络软件编程训练中的相关资料与文献,总结提炼出 14 个网络软件编程题目,分为 3 个不同的难度级,力求做到“结合网络课程的教学过程,通过完成实际网络编程课题训练,加深对网络基本原理与实现方法的理解,掌握网络环境中软件编程的基本方法,逐步提高网络软件编程能力”。

本书是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材《计算机网络(第 4 版)》(主教材)的配套教材,书中第 3~16 章每章对应一个编程题目。每章包括编程题目的设计目的、相关知识、例题分析和练习题。作者针对不同程度与不同要求的读者,对练习题的选择与进度安排提出了建议。本书可以与主教材配套使用,也可以独立使用。读者可以根据自身的基础与学习要求选择编程题目。完成本书编程题目不需要专门的网络环境与特殊的编程条件。

本书可以作为高等学校计算机专业、软件工程专业、电子信息类专业以及其他相关专业的计算机网络、网络软件编程技术等课程的教材或参考书,也可以作为从事计算机网络应用与信息技术的工程技术人员继续学习和研发工作的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络软件编程指导书/吴英编著. —2 版. —北京:清华大学出版社,2017

(21 世纪大学本科计算机专业系列教材)

ISBN 978-7-302-48131-7

I. ①计… II. ①吴… III. ①计算机网络—程序设计—高等学校—教材 IV. ①TP393.09

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 208436 号

责任编辑:张瑞庆

封面设计:常雪影

责任校对:李建庄

责任印制:刘海龙

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>, 010-62795954

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:13.75

字 数:333 千字

版 次:2008 年 1 月第 1 版 2017 年 11 月第 2 版

印 次:2017 年 11 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:29.00 元

产品编号:076522-01

21 世纪大学本科计算机专业系列教材编委会

主 任：李晓明

副 主 任：蒋宗礼 卢先和

委 员：(按姓氏笔画为序)

马 华 东	马 殿 富	王 志 英	王 晓 东	宁 洪
刘 辰	孙 茂 松	李 仁 发	李 文 新	杨 波
吴 朝 晖	何 炎 祥	宋 方 敏	张 莉	金 海
周 兴 社	孟 祥 旭	袁 晓 洁	钱 乐 秋	黄 国 兴
曾 明	廖 明 宏			

秘 书：张瑞庆

前言

FOREWORD

Internet 应用技术、无线网络技术和网络安全技术的研究与发展,使得计算机网络技术进入了一个更高的阶段,正在对社会产生着前所未有的影响。计算机网络已经和电力、电话一样,成为支持现代社会整体运行的基础设施。目前,网络技术发展迅速,应用广泛,知识更新快,产业发展势头强劲,是一个充满活力与机遇的领域。

社会对网络人才的需求十分强烈,但是真正懂得网络技术、具备深入网络协议内部的高层次网络应用系统设计和网络软件编程的软件人才非常缺乏,他们也是社会急需的高级专业人才。作者作为一名青年教师,从个人发展经历中深深地体会到,仅通过课堂听课与课后复习的方法来学习网络技术是不可能达到真正“掌握”网络技术的目的的。本人对网络理论知识的理解与实际动手能力的提高是在网络课程学习的基础上,通过参加科研工作和完成开发任务的过程中“悟”出来的。

作者在带本科生毕业设计的过程中,发现很多计算机专业的本科学生编程能力不是很强,对网络编程也没有入门。本科毕业生在求职过程中反映出的实际动手能力弱的缺陷,与课程教学过程中的硬件实验与软件编程训练严重不足直接相关。为了提高教学质量,提高学生就业的竞争力,必须加强实践环节的训练。目前,网络课程教学急需解决理论与实际的结合,加强学生实际能力的培养。现代的软件都是运行在网络环境中,如果能将两者有机、紧密地结合起来,让学生通过网络软件编程的训练过程来加深对网络理论的理解,同时又能提高学生网络软件编程的能力,作者认为这种训练是十分必要的。

基于这样的认识,作者听取了南开大学网络实验室教师和学生的意见,在总结网络实验室多年的科研工作经验与本科、研究生教学工作实践经验的基础上,根据计算机网络与 Internet 基本概念、基本工作原理与实现技术学习的需要,参考国内外知名大学网络课程编程训练以及著名 IT 企业在员工网络软件编程训练中的相关资料与文献,总结提炼出 14 个网络软件编程题目。软件编程题目的选择考虑不同协议层次的覆盖问题,同时将软件编程题目分为三个难度级,读者可以参考选题指导,根据不同的要求和不同的基础,有选择、循序渐进地完成网络软件编程训练,实现“通过实际编程课题的训练,达到深入理解网络基本工作原理,掌握网络环境中软件编程的基本方法,提高网络软件编程能力”。

本书是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材《计算机网络(第 4 版)》(主教材)的配套教材。第 1 章是网络软件编程练习要求与教学指导。第 2 章是书中编程题目需要用到的 Socket 编程基础知识。第 3~16 章每章对应一个编程题目,包括编程训练的设计目的、相关知识、例题分析(含设计要求、关键问题和程序源代码)和练习题。作者针对不同程度与

不同要求的读者,对训练课题的选择与进度安排提出了建议。本书可以与主教材配套使用,也可以独立使用。由读者根据自身的基础与学习要求选择编程题目,循序渐进地学习和独立完成网络软件编程训练。完成本书编程题目不需要专门的网络环境与特殊的编程条件。

本书可以作为高等学校计算机专业、软件工程专业、电子信息类专业以及其他相关专业的学生学习计算机网络、网络软件编程技术等课程的教材或参考书,也可作为从事计算机网络应用与信息技术的工程技术人员继续学习和研发工作的参考书。

作者在本书的编写过程中,得到南开大学计算机与控制工程学院网络与信息安全研究室的教师们的很多支持和指导,特别感谢吴功宜教授、徐敬东教授、张建忠教授的指导和帮助。

限于作者学术水平与经验的不足,错误与不妥之处在所难免,诚恳地希望读者批评指正。

作者

于南开大学计算机与控制工程学院

2017年9月

目 录

CONTENTS

第 1 章 网络软件编程练习要求与教学指导	1
1.1 网络软件编程能力培养	1
1.2 网络软件编程理论基础	2
1.2.1 网络知识结构	2
1.2.2 编程需掌握的知识	3
1.2.3 教材章节与知识点结构	8
1.3 编程题目的基本内容	9
第 2 章 Socket 编程基础知识	13
2.1 Socket 编程的基本概念	13
2.1.1 套接字的概念	13
2.1.2 套接字的分类	14
2.2 Winsock 网络编程接口	15
2.2.1 Winsock 的基本概念	16
2.2.2 初始化与卸载 Winsock	17
2.2.3 基本 Socket 函数	18
2.2.4 套接字地址结构	23
第 3 章 Ethernet 帧的封装与解析	25
3.1 设计目的	25
3.2 相关知识	25
3.2.1 数据链路层的概念	25
3.2.2 Ethernet 帧的结构	26
3.3 例题分析	27
3.3.1 设计要求	27
3.3.2 关键问题	28
3.3.3 程序源代码	31
3.4 练习题	34

第4章 Ethernet 帧的 CRC 校验	35
4.1 设计目的	35
4.2 相关知识	35
4.2.1 CRC 校验的概念	35
4.2.2 CRC 校验的例子	36
4.2.3 CRC 校验的硬件实现	37
4.2.4 CRC 校验的主要特点	38
4.3 例题分析	38
4.3.1 设计要求	38
4.3.2 关键问题	39
4.3.3 程序源代码	41
4.4 练习题	44
第5章 IP 地址的合法性判断	46
5.1 设计目的	46
5.2 相关知识	46
5.2.1 IP 地址的基本概念	46
5.2.2 IP 地址的分类方法	47
5.2.3 其他 IP 地址类型	48
5.2.4 IP 地址技术发展	49
5.3 例题分析	51
5.3.1 设计要求	51
5.3.2 关键问题	52
5.3.3 程序源代码	54
5.4 练习题	58
第6章 IP 数据包的捕获与解析	60
6.1 设计目的	60
6.2 相关知识	60
6.2.1 网络层的基本概念	60
6.2.2 IP 数据包的结构	61
6.3 例题分析	64
6.3.1 设计要求	64
6.3.2 关键问题	65
6.3.3 程序源代码	68
6.4 练习题	72

第7章 IP 数据包的分片与重组	74
7.1 设计目的	74
7.2 相关知识	74
7.2.1 IP 包分片的概念	74
7.2.2 IP 包分片的相关字段	75
7.3 例题分析	76
7.3.1 设计要求	76
7.3.2 关键问题	77
7.3.3 程序源代码	78
7.4 练习题	83
第8章 IPv6 数据包的封装与解析	84
8.1 设计目的	84
8.2 相关知识	84
8.2.1 IPv4 协议的主要缺点	84
8.2.2 IPv6 协议的基本概念	85
8.2.3 IPv6 数据包的结构	86
8.2.4 IPv6 地址结构	88
8.2.5 IPv6 安全功能	90
8.3 例题分析	90
8.3.1 设计要求	90
8.3.2 关键问题	91
8.3.3 程序源代码	93
8.4 练习题	98
第9章 发现网络中的活动主机	100
9.1 设计目的	100
9.2 相关知识	100
9.2.1 ICMP 协议的基本概念	100
9.2.2 ICMP 数据包的类型	101
9.2.3 ICMP 数据包的结构	102
9.2.4 ICMP 回送请求与应答	103
9.3 例题分析	104
9.3.1 设计要求	104
9.3.2 关键问题	104
9.3.3 程序源代码	107
9.4 练习题	112

第 10 章	发现服务器开启的 TCP 端口	113
10.1	设计目的	113
10.2	相关知识	113
10.2.1	传输层的基本概念	113
10.2.2	端口号的分配	114
10.3	例题分析	116
10.3.1	设计要求	116
10.3.2	关键问题	116
10.3.3	程序源代码	118
10.4	练习题	120
第 11 章	TCP 数据包的封装与发送	121
11.1	设计目的	121
11.2	相关知识	121
11.2.1	TCP 协议的基本概念	121
11.2.2	TCP 数据包的结构	122
11.3	例题分析	124
11.3.1	设计要求	124
11.3.2	关键问题	125
11.3.3	程序源代码	126
11.4	练习题	131
第 12 章	基于 TCP 的客户机/服务器程序	132
12.1	设计目的	132
12.2	相关知识	132
12.2.1	TCP 协议的主要特点	132
12.2.2	客户机/服务器编程	134
12.3	例题分析	135
12.3.1	设计要求	135
12.3.2	关键问题	136
12.3.3	程序源代码	139
12.4	练习题	143
第 13 章	基于 UDP 的客户机/服务器程序	144
13.1	设计目的	144
13.2	相关知识	144
13.2.1	UDP 协议的基本概念	144
13.2.2	UDP 数据包的结构	145

13.2.3	基于 UDP 的客户机/服务器编程	146
13.3	例题分析	147
13.3.1	设计要求	147
13.3.2	关键问题	148
13.3.3	程序源代码	150
13.4	练习题	154
第 14 章	FTP 客户机程序设计	155
14.1	设计目的	155
14.2	相关知识	155
14.2.1	应用层的基本概念	155
14.2.2	FTP 服务的基本概念	156
14.2.3	FTP 服务的工作原理	157
14.2.4	FTP 命令与应答	158
14.3	例题分析	160
14.3.1	设计要求	160
14.3.2	关键问题	161
14.3.3	程序源代码	163
14.4	练习题	172
第 15 章	POP 客户机程序设计	174
15.1	设计目的	174
15.2	相关知识	174
15.2.1	电子邮件的基本概念	174
15.2.2	邮件服务的工作原理	175
15.2.3	邮件地址与邮件格式	176
15.2.4	POP 命令与应答	178
15.3	例题分析	179
15.3.1	设计要求	179
15.3.2	关键问题	180
15.3.3	程序源代码	182
15.4	练习题	189
第 16 章	包过滤防火墙程序设计	191
16.1	设计目的	191
16.2	相关知识	191
16.2.1	网络安全的重要性	191
16.2.2	防火墙的基本概念	192
16.2.3	防火墙的分类方法	193

16.2.4	防火墙系统结构	194
16.3	例题分析	196
16.3.1	设计要求	196
16.3.2	关键问题	196
16.3.3	程序源代码	198
16.4	练习题	204

附录	RFC 文档	205
----	--------	-----

参考文献		207
------	--	-----

第 1 章

网络软件编程练习要求与教学指导

1.1 网络软件编程能力培养

1. 社会对网络软件编程人才的需求

计算机网络是计算机技术与通信技术相互渗透、密切结合而形成的一门交叉科学,同时也正在与其他的专业相结合,促进了相关交叉学科的发展。计算机网络教育正在由开始的普及阶段,进一步地向“扁平化”和“深层次”方向发展。“扁平化”表现在网络课程的教学正在从计算机专业向相关专业发展;“深层次”表现在社会急需大量网络软件高级专门人才。计算机网络是当今计算机科学与技术学科中发展最快的技术之一,也是计算机应用中一个空前活跃的领域。无论是工科、理科,甚至是文科(包括财经、政法、艺术类),例如计算机、软件工程、网络工程、信息安全、大众传媒、电子商务、物流、平面设计等专业,很多课程的学习都是建立在学生掌握计算机网络知识的基础上。

计算机网络又是一个技术性很强的课程,完整的网络技术训练主要包括基本组网技术的训练和网络环境软件编程技术的训练。计算机网络已经成为软件编程的基本环境。计算机、网络工程与信息安全专业的学生,都需要具备在网络环境中完成软件编程的能力。社会对网络软件编程人才的需求日趋旺盛。

从 20 世纪 90 年代开始,我国也和一些发达国家一样,迅速地向信息化社会迈进。社会信息化初期的主要任务是建设覆盖全社会的网络基础设施。我国信息技术与产业的发展,需要大量从事网络应用系统设计、系统集成、软件工程、电信技术、信息服务与各类信息系统管理的专业技术人员,以及网络与信息系统的使用和维护人员。但是,投入大量资金、铺设大批光纤、建设网络系统与构建信息高速公路不是目的,这只是信息化社会发展过程中必须经过的第一个阶段,它只能解决信息化社会的“路”的问题。社会信息化的最终目的是通过社会的信息化去推动经济发展,协调解决好“路”“车”和“货”的关系。这些都离不开网络软件编程技术、人才与产业的支持。

随着我国信息化进程的发展,社会对人才的需求从信息高速公路设计和建设人才的初级阶段,逐步向信息系统、信息资源与服务系统建设,以及信息系统安全、高效运行管理的网络软件人才的高级阶段发展。

2. 网络软件编程对网络理论课程学习的促进

21 世纪的一个重要特征是数字化、网络化与信息化,它的基础是支持全社会强大的计

算机网络。随着计算机网络技术的广泛应用,计算机网络知识的学习变得非常重要,各种类型的学校以及各个层次和各个专业的学生都需要学习计算机网络课程。但是,仅通过书本和课堂学习的网络知识是初步的,根本谈不上“掌握”。

通过对已经毕业的学生进行追踪调查发现:学生对计算机网络理论的真正理解与实际工作能力的培养,是在参加科研工作和完成开发任务的过程中“悟”出来和“干”出来的。他们在学习计算机网络课程时,通常只是开始了解计算机网络的一般性知识,以及对网络实现方法有一个比较模糊的了解。

如果只是在课堂上讲授网络协议与实现方法,学生会感到很陌生和枯燥,经常提不起兴趣,觉得不好理解,无法掌握。教师在计算机网络课程的考试命题时,只能采取问答题与选择题等几种简单形式。如果将网络协议实现中的重要问题与普遍使用的方法变成软件编程习题,让学生在进网络理论课程学习的同时,循序渐进地通过完成编程练习来将理论与实际相结合。这样,一方面有助于消除学生对网络协议的神秘感,激发学生对学习的兴趣与热情,调动学生的主动性和积极性;另一方面能帮助学生在完成练习的过程中,逐步理解网络理论知识的精髓,提高知识深度与学习质量。同时,学生能逐步掌握网络软件编程的基本方法与技巧,提高学生就业的竞争力。

尽管计算机网络与软件编程课程同属于计算机专业的必修课程,网络课程的教学内容中也不可能离开软件实现技术,并且现代的软件多数是运行在网络环境中,但是在实际教学过程中还没有很好地将二者有机、紧密地结合起来。通过网络软件编程的练习过程,学生可以加深对网络理论的理解,同时又能提高网络软件编程能力。目前,计算机网络教学急需解决好理论与实际的结合,加强学生实际工作能力的培养。网络软件编程练习对于深入理解网络工作原理与实现技术是至关重要的手段之一。

为了适应学生对计算机网络技术学习的需要,本书结合作者多年科研与教学工作的实践经验,参考国内外知名大学的网络课程编程练习以及著名IT企业在员工网络软件编程练习中的相关资料与文献,配合《计算机网络(第4版)》教材的教学过程,总结提炼出14个网络软件编程题目,按照数据链路层、网络层、传输层、应用层与网络安全的结构,将这14个题目划分为5个部分、3个不同的难度级,由教师根据教学的需要和进度,或读者根据自身的基础与学习要求来选择编程题目,循序渐进地学习和独立完成网络软件编程练习。

本书安排的编程练习不需要任何特殊的硬件环境和编程语言的支持,学习过“高级语言程序设计”的学生都可以按照教学指导,根据网络课程学习的要求或教师的安排,循序渐进地完成编程练习。本书中的各个题目之间没有前后顺序的约束关系,读者可以根据自己的基础与兴趣独立地选择练习内容。

本书按照《计算机网络(第4版)》的配套教材的思路编写,但是也可以独立于该教材单独使用。

1.2 网络软件编程理论基础

1.2.1 网络知识结构

按照《计算机网络(第4版)》教材的组织思路,将计算机网络技术所涉及的问题分为计

计算机网络概论、物理层、数据链路层、介质访问控制子层、网络层、传输层、应用层、网络安全与网络技术发展,对广域网、局域网与城域网、网络互联、分布式进程通信、Internet 应用、网络安全等技术进行系统的介绍。这种结构的特点是:采用层次结构的设计思想,但是并不拘泥于传统 OSI 参考模型的结构,实际的层次结构采用 TCP/IP 参考模型与协议集。

图 1-1 给出了网络教材的知识点结构。

作为网络软件编程学习的基础,希望读者具备解答以下问题的基础知识。

- 什么是计算机网络?
- 什么是处理计算机网络问题的基本方法?
- 如何实现广域网中计算机之间的通信?
- 如何保证广域网中计算机通信的可靠性?
- 如何实现局域网与城域网中计算机之间的通信?
- 如何实现网络互联?
- 如何实现网络中计算机之间的分布式进程通信?
- 如何设计和实现 Internet 服务功能?
- 如何保证网络安全?



图 1-1 网络教材的知识点结构

1.2.2 编程需掌握的知识

以上讨论了计算机网络的知识点结构,这些知识点在不同的教材中都会涉及。对于完成网络软件编程需要掌握的网络知识,我们按以上划分的层次进行简单的回顾,帮助读者顺利进入网络软件编程的学习。

1. 计算机网络概论

读者需要掌握计算机网络形成与发展、计算机网络技术发展主线、计算机网络定义与分类、计算机网络组成与结构、计算机网络拓扑结构、分组交换技术,以及网络体系结构与网络协议等基本问题。下面以典型的计算机网络与数据通信服务为例,对网络在政府部门、企业信息管理与个人信息服务中的各种应用,以及网络应用带来的社会问题进行系统的介绍。

图 1-2 给出了计算机网络概论的知识点结构。

本章的学习要求如下。

- 了解:计算机网络的形成与发展过程。
- 了解:计算机网络技术发展的三条主线。
- 掌握:计算机网络的定义与主要类型。
- 掌握:计算机网络的组成与结构。
- 掌握:计算机网络的拓扑结构与分类。
- 了解:分组交换技术的概念。
- 掌握:网络体系结构与网络协议的概念。

2. 物理层

数据通信技术是计算机网络技术发展的基础。读者需要掌握物理层与物理层协议的概念、数据通信的基本概念、频带传输技术、基带传输技术、多路复用技术、SONET 标准与 SDH 体系,以及接入网技术等几个基本问题。针对计算机网络底层的数据通信问题,对物理层的传输介质、编码方式与多路复用技术,以及利用上述技术的接入网进行系统的介绍。图 1-3 给出了物理层的知识点结构。

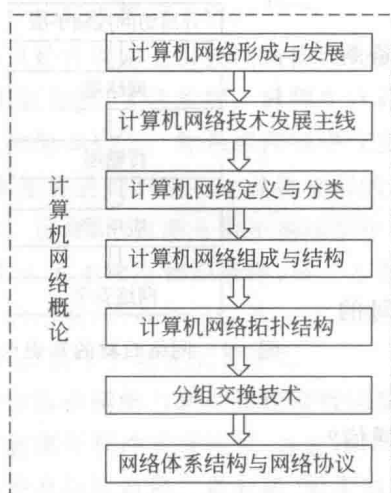


图 1-2 计算机网络概论的知识点结构

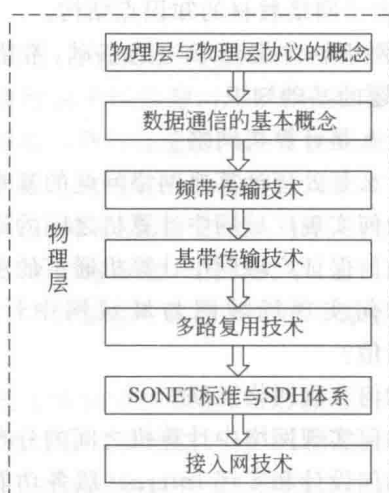


图 1-3 物理层的知识点结构

本章的学习要求如下。

- 掌握：物理层与物理层协议的概念。
- 掌握：数据通信的基本概念。
- 了解：频带传输技术的概念。
- 掌握：基带传输技术的概念。
- 了解：多路复用技术的概念。
- 了解：SONET 标准与 SDH 体系。
- 掌握：接入网技术的主要类型。

3. 数据链路层

在掌握基于点-点通信线路的物理层协议与标准的基础上,进一步掌握差错产生的原因与差错控制方法、基于点-点通信线路的数据链路层的基本概念、服务功能与标准,以及典型的数据链路层协议。图 1-4 给出了数据链路层的知识点结构。

本章的学习要求如下。

- 了解：数据传输过程中差错产生的原因与性质。
- 掌握：误码率的定义与差错控制方法。
- 掌握：数据链路层的基本概念。
- 了解：面向字符型数据链路层协议实例(BSC)。
- 掌握：面向比特型数据链路层协议实例(HDLC)。
- 掌握：Internet 中的数据链路层协议(PPP)。

4. 介质访问控制子层

要求读者在介质访问控制子层关键技术与标准的基础上,掌握共享介质局域网、交换局域网与高速局域网的工作原理与组网方法,掌握 Ethernet、高速局域网、交换局域网、无线局域网与虚拟局域网的工作原理,掌握局域网互联的基本概念和网桥的工作原理,初步具备局域网组网的基础知识与能力。图 1-5 给出了介质访问控制子层的知识点结构。

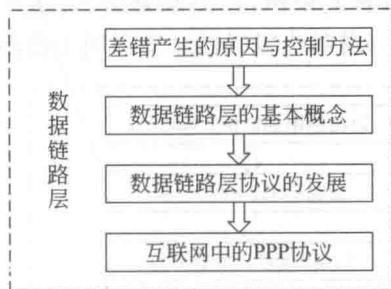


图 1-4 数据链路层的知识点结构

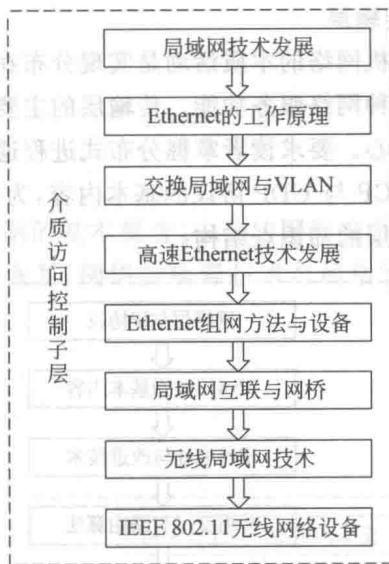


图 1-5 介质访问控制子层的知识点结构

本章的学习要求如下。

- 了解：局域网与城域网的主要技术特点。
- 了解：局域网拓扑结构的类型与特点。
- 了解：IEEE 802 参考模型与介质访问控制子层协议的基本概念。
- 掌握：Ethernet 的工作原理。
- 掌握：高速局域网、交换局域网与虚拟局域网的工作原理与技术发展。
- 了解：无线局域网的工作原理与技术发展。
- 掌握：网桥的基本工作原理。

5. 网络层

要求读者掌握网络层的基本概念、网络层服务功能、IP 地址、路由选择算法与协议、流量控制算法、IP 协议,以及网络互联的概念与方法、路由器工作原理与设计方法,为进一步研究 Internet 实现技术打下坚实的基础。图 1-6 给出了网络层的知识点结构。

本章的学习要求如下。

- 了解：网络层与网络互联的基本概念。
- 掌握：IP 协议的特点与基本内容。
- 了解：IPv4 协议的基本内容。
- 掌握：IP 地址及地址处理方法。
- 了解：IPv4 地址与改进技术。
- 掌握：地址解析协议(ARP)的基本概念与实现方法。