

21世纪高等学校规划教材 | 电子信息



计算机通信网 原理与技术

薛质 袁艺 蒋兴浩 编著



清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 电子信息



计算机通信网 原理与技术

薛质 袁艺 蒋兴浩 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书主要介绍计算机通信网的基本概念和基本原理,以 OSI 参考模型为基础和线索来组织内容,全面而又系统地讲述分层次的网络体系结构。本书内容涵盖了局域网、广域网、互联网(以 Internet 为典型)等,突出通信子网与资源子网的概念,详细讨论了用于计算机通信的各类通信交换技术,并尽可能地反映本领域的新进展,如流量工程、网络安全与管理、网络工程等,同时也重视必要的理论分析。书中各章都附有习题,可作为对课堂教学内容的巩固和延续,其中的某些设计性习题可供学生展开专题讨论。

本书可作为高等学校电子信息类相关专业的计算机网络课程教材,也可供通信领域的科技工作者和对计算机通信感兴趣的读者参考。

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

计算机通信网原理与技术/薛质,袁艺等编著. —北京:清华大学出版社,2012.6

(21 世纪高等学校规划教材·电子信息)

ISBN 978-7-302-27502-2

I. ①计… II. ①薛… ②袁… III. ①计算机通信网 IV. ①TN915

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 260585 号

责任编辑:付弘宇 赵晓宁

封面设计:傅瑞学

责任校对:梁 毅

责任印制:张雪娇

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 刷 者:清华大学印刷厂

装 订 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:30.5 字 数:760 千字

版 次:2012 年 6 月第 1 版 印 次:2012 年 6 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:49.00 元

产品编号:042441-01

编审委员会成员

(按地区排序)

清华大学

周立柱 教授
覃 征 教授
王建民 教授
冯建华 教授
刘 强 副教授

北京大学

杨冬青 教授
陈 钟 教授
陈立军 副教授

北京航空航天大学

马殿富 教授
吴超英 副教授
姚淑珍 教授

中国人民大学

王 珊 教授
孟小峰 教授
陈 红 教授

北京师范大学

周明全 教授

北京交通大学

阮秋琦 教授
赵 宏 副教授

北京信息工程学院

孟庆昌 教授

北京科技大学

杨炳儒 教授

石油大学

陈 明 教授

天津大学

艾德才 教授

复旦大学

吴立德 教授
吴百锋 教授
杨卫东 副教授

同济大学

苗夺谦 教授
徐 安 教授

华东理工大学

邵志清 教授

华东师范大学

杨宗源 教授

东华大学

应吉康 教授
乐嘉锦 教授
孙 莉 副教授

浙江大学	吴朝晖	教授
扬州大学	李善平	教授
南京大学	李 云	教授
	骆 斌	教授
南京航空航天大学	黄 强	副教授
	黄志球	教授
南京理工大学	秦小麟	教授
南京邮电学院	张功萱	教授
苏州大学	朱秀昌	教授
	王宜怀	教授
江苏大学	陈建明	副教授
中国矿业大学	鲍可进	教授
武汉大学	张 艳	教授
华中科技大学	何炎祥	教授
中南财经政法大学	刘乐善	教授
华中师范大学	刘腾红	教授
	叶俊民	教授
	郑世珏	教授
江汉大学	陈 利	教授
国防科技大学	颜 彬	教授
	赵克佳	教授
中南大学	邹北骥	教授
湖南大学	刘卫国	教授
西安交通大学	林亚平	教授
	沈钧毅	教授
长安大学	齐 勇	教授
哈尔滨工业大学	巨永锋	教授
吉林大学	郭茂祖	教授
	徐一平	教授
山东大学	毕 强	教授
	孟祥旭	教授
厦门大学	郝兴伟	教授
厦门大学嘉庚学院	冯少荣	教授
云南大学	张思民	教授
电子科技大学	刘惟一	教授
	刘乃琦	教授
成都理工大学	罗 蕾	教授
	蔡 淮	教授
西南交通大学	于 春	副教授
	曾华燊	教授

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程(简称‘质量工程’)”,通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上;精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合21世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版

社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。推出的特色精品教材包括:

(1) 21 世纪高等学校规划教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 21 世纪高等学校规划教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 21 世纪高等学校规划教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 21 世纪高等学校规划教材·信息管理与信息系统。

(6) 21 世纪高等学校规划教材·财经管理与应用。

(7) 21 世纪高等学校规划教材·电子商务。

(8) 21 世纪高等学校规划教材·物联网。

清华大学出版社经过三十多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

联系人:魏江江

E-mail:weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前言

自从 20 世纪 60 年代末世界上第一个分组交换的计算机通信网——ARPA NET 投入运行以来,计算机通信网及其应用得到了飞速的发展,已经成为现代人在信息社会中参与各项社会活动的有力工具,而且这种发展势头还在进一步延续。作为现代通信技术一个重要组成部分的计算机通信及其网络技术的研究、开发和应用,需要大批掌握其基本原理并具有创新能力的专业人才,而培养人才是高等院校的主要任务之一。自 1984 年起,上海交通大学电子工程系就为研究生及本科高年级学生开设了计算机通信网课程。编者在不断修改补充教学内容的基础上,充分考虑当前的学科发展现状,同时吸纳部分研究结果,逐渐编写了本书。

在长期的教学实践过程中,编者深切地体验到计算机通信及网络技术发展速度之迅猛,以及它所涉及的学科面之广泛,进而也充分地感受到把本课程浩瀚的内容组织到一本课程学时数有限的教科书中是一项十分困难的任务。在编写过程中,编者努力做到理论与实际兼顾,并尽可能地反映较新的进展。

根据编者的体会,本课程的教学重点应放在基本原理和基本概念上。协议对于计算机通信网的运作有决定性的影响,但若要在课堂上大量讲述协议标准是很枯燥的,学生们不易理解,因此本书中只对一些主要协议所涉及的基本理论基础进行了探讨。

计算机通信网的体系结构有多种,但有一个共同点,即都采用了分层的体系结构。其中两大最具代表性的体系结构是国际标准化组织的开放系统互连参考模型(OSI/RM)和 TCP/IP 协议模型。OSI/RM 提供了对网络内部结构及运作原理清晰的描述, TCP/IP 是被广泛接受的一种事实上的工业标准。因此本书在讨论计算机通信网的原理时,兼顾了 OSI 和 TCP/IP 两大体系,力图阐述它们的共性问题。以 OSI/RM 为基础和线索来进行内容的组织,但又不拘泥于它所定义的 7 个层次,目的是希望读者能运用 OSI/RM 的概念去认识和理解其他体系结构的原理。

纵观目前世界上所有的计算机通信网,用于载送计算机数据乃至多媒体信息的通信平台包括了从电路交换的电话网、局域网到 ATM 宽带综合通信网的所有现有的通信网络。在本书中,采用并突出了通信子网与资源子网的概念,把用于计算机通信的各类通信交换技术单独列于一章中进行讨论。目前,Internet 还在以超常的速度发展。事实上,Internet 是由许许多多不同的网络互联而成的,网络互联技术是使 Internet 不断延伸和扩展的重要手段,本书对网络互联及其基本原理给予了充分的重视。随着网络规模的不断扩大,网络拥塞控制和流量控制越来越成为通信网中的核心技术,本书中将分别用两章来阐述这两个问题。网络管理和网络安全问题在本书中单列一章,因为它们直接关系到计算机通信网的高效运行和安全方便的使用,目前日益受到重视。最后,本书将理论与实际相结合,详细介绍了网络工程建设中从用户需求分析、网络综合布线到系统的测试、验收、维护等关键步骤,并以一个校园网的设计为例对以上知识进行了综合运用。

本书可以作为通信与信息系统及相关专业的研究生、本科高年级学生相应课程的教材,也可作为通信及计算机类和其他对计算机通信感兴趣的科技工作者的参考资料。书中各章都附有习题,不仅能便于学生的复习思考,更是对课堂教学的一种延续,同时某些设计性习题还可用来组织学生进行讨论。

在本书的编写过程中,得到了很多人的支持和帮助:中国科学院资深院士、上海交通大学电子工程系名誉主任张煦教授十多年来始终关心本课程的教学工作,热诚地鼓励编者在教学中更新课程内容、改革教学方法,对本书的编写给予了积极的支持和指导;上海交通大学电子工程系前系主任、通信与信息系统首席责任教授、现代通信研究所所长诸鸿文教授也给予了很多的关心、支持和帮助;在本书的出版过程中,得到了清华大学出版社副社长卢先河博士的大力支持。在此致以非常诚挚的感谢。

鉴于计算机通信网技术发展较快,作者的水平和时间有限,书中的不足之处在所难免,殷切希望广大读者批评指正并提出宝贵建议和意见。

本书的电子课件等配套资源可以从清华大学出版社网站 www.tup.tsinghua.edu.cn 下载,关于本书及课件使用中的任何问题,请联系 fuhy@tup.tsinghua.edu.cn。

·
编 者

2011 年 8 月

目 录

第 1 章 计算机通信网概述	1
1.1 计算机通信和计算机通信网的概念	1
1.1.1 计算机通信和通信网	1
1.1.2 计算机网络与分布系统	4
1.1.3 计算机通信网的组成	5
1.1.4 网络结构	6
1.2 网络硬件	8
1.2.1 传输技术	8
1.2.2 网络规模	9
1.2.3 LAN、MAN、WAN 和互联网的基本结构	10
1.3 网络软件及协议体系结构	12
1.3.1 通信协议	13
1.3.2 协议的分类	14
1.3.3 协议的三个要素	15
1.3.4 分层的协议体系结构	15
1.3.5 网络体系结构的标准化	16
1.3.6 协议体系结构实例	17
1.4 主要设计问题	26
1.4.1 解决设备的非兼容性	26
1.4.2 协调发送和接收	27
1.4.3 提高可靠性,减小差错	28
1.4.4 优化性能	28
1.4.5 网络管理	29
1.4.6 各层的设计问题	29
1.5 本书的主要内容	30
复习题	31
思考与讨论	32
第 2 章 协议分层的基本原理	33
2.1 OSI/RM 概述	33
2.1.1 OSI/RM 的目的	33
2.1.2 开放系统的基本概念	33

2.1.3	开放系统互连环境	35
2.2	分层原理	36
2.2.1	层的概念	37
2.2.2	虚拟通信与实信息流	38
2.2.3	服务与服务访问点	39
2.2.4	(N)实体、(N)SAP 与($N+1$)实体传递服务的规则	40
2.2.5	(N)协议	40
2.2.6	标识符	41
2.2.7	地址映射	43
2.3	连接及其操作	45
2.3.1	(N)连接	45
2.3.2	连接的建立与释放	46
2.3.3	连接的复用与分用	47
2.4	数据传送	48
2.4.1	数据单元及其组成	48
2.4.2	正常数据、加速数据和特权数据	50
2.4.3	数据单元的分与合	52
2.5	服务原语	52
2.5.1	原语及其主要类型	53
2.5.2	原语交互时序	54
2.5.3	服务原语与 PDU	56
2.6	ISO 选择 OSI/RM 层次的原则	56
2.7	OSI/RM 与 TCP/IP 模型的比较	56
2.7.1	两者的比较	56
2.7.2	对 OSI 模型和协议的批评	58
2.7.3	对 TCP/IP 模型的批评	60
	复习题	61
	思考与讨论	61

第3章 现代通信网及其交换技术 62

3.1	电话网与电路交换	63
3.1.1	电话网的分级结构	63
3.1.2	电路交换基本原理	63
3.1.3	交换结构	65
3.2	数据网与分组交换	69
3.2.1	电路交换不适合计算机通信	69
3.2.2	存储-转发机制	69
3.2.3	从报文交换到分组交换	70
3.2.4	异步复用、标记交换与虚电路	75



3.2.5	分组最佳长度	78
3.2.6	电路交换与分组交换的比较	80
3.3	综合业务数字网与信元交换	82
3.3.1	ISDN	82
3.3.2	B-ISDN	85
3.3.3	ATM 信元交换	85
3.4	下一代网络与软交换	89
3.4.1	下一代网络概述	89
3.4.2	软交换的体系结构	90
3.4.3	软交换的特点	92
3.4.4	软交换的功能结构	93
3.4.5	软交换支持的主要协议	95
3.5	无线数据通信网	99
3.5.1	无线数据通信的概念	99
3.5.2	无线接入系统	100
3.5.3	无线局域网	104
3.5.4	Ad hoc 网络	105
3.5.5	无线传感器网络	109
	复习题	111
	思考与讨论	112
第 4 章	数据链路层	113
4.1	数据链路层的设计问题	113
4.1.1	向网络层提供的服务	114
4.1.2	帧的构成	115
4.1.3	差错控制	117
4.1.4	流量控制	118
4.2	差错检测和纠正	118
4.2.1	差错检测的基本概念	119
4.2.2	奇偶校验码	120
4.2.3	循环冗余码	122
4.3	反馈重发差错控制的基本原理	124
4.3.1	三种 ARQ 方案	125
4.3.2	通信效率	135
4.3.3	最佳分组长度	138
4.4	滑动窗口式流量控制	139
4.5	协议的描述方法	145
4.5.1	协议开发过程	145
4.5.2	协议的形式描述	146

4.6 数据链路层协议实例——PPP 协议	157
复习题	160
思考与讨论	161
第 5 章 介质接入控制	163
5.1 广播信道的分配问题	163
5.1.1 静态分配法	163
5.1.2 动态信道分配	164
5.2 查询技术	166
5.2.1 两种常用的查询方法	166
5.2.2 查询系统性能分析	167
5.2.3 自适应查询——适应树搜索协议	171
5.3 随机接入：纯 ALOHA 和时隙 ALOHA	173
5.3.1 纯 ALOHA	173
5.3.2 时隙 ALOHA	174
5.4 随机接入：CSMA	176
5.4.1 CSMA 原理和基本方式	176
5.4.2 CSMA/CD 方式	178
5.4.3 不同 CSMA 方式的性能分析	179
5.5 关于 IEEE 802 标准	182
5.5.1 IEEE 802.3 标准及以太网	185
5.5.2 IEEE 802.4 标准：令牌总线	187
5.5.3 IEEE 802.5 标准：令牌环	191
5.5.4 三种局域网标准的比较	196
5.6 无线局域网标准	197
5.6.1 IEEE 802.11 标准概述	197
5.6.2 物理层	199
5.6.3 MAC 层	201
5.6.4 其他的无线局域网标准	206
复习题	207
思考与讨论	208
第 6 章 路由选择与网络拥塞控制	209
6.1 网络层概述	209
6.1.1 网络层的任务	209
6.1.2 向传输层提供的服务	209
6.1.3 网络层的内部结构	213
6.2 路由选择算法	216
6.2.1 关于路由选择	216

6.2.2	简单路由选择算法	220
6.2.3	动态路由选择算法	222
6.2.4	距离矢量路由算法	226
6.2.5	链路状态路由算法	230
6.2.6	Ad hoc 网络中的路由	233
6.2.7	传感器网络中的路由	235
6.3	网络流量控制	237
6.3.1	流量控制的作用及功能	237
6.3.2	流量控制所经历的层次	239
6.3.3	集中式和分布式流量控制技术	240
6.3.4	流量整形技术	241
6.3.5	服务质量	244
6.4	网络拥塞控制	247
6.4.1	拥塞控制概述	247
6.4.2	拥塞控制的源算法	249
6.4.3	拥塞控制的链路算法	251
	复习题	255
	思考与讨论	256
第 7 章	流量工程	257
7.1	流量工程概述	257
7.1.1	流量工程的引入	257
7.1.2	流量工程的功能	259
7.1.3	流量工程的系统组成	259
7.1.4	流量工程的发展阶段	260
7.2	多协议标记交换	261
7.2.1	MPLS 协议核心概念	261
7.2.2	MPLS 基本框架	263
7.2.3	MPLS 工作原理	264
7.3	流量工程中的信息发布	266
7.3.1	发布信息的内容	266
7.3.2	发布信息的时机	268
7.3.3	扩展的 IGP 协议	269
7.4	路径的计算和建立	269
7.4.1	路径计算	270
7.4.2	资源预留协议	271
7.4.3	带约束路由的标签分发协议	273
7.5	流量工程中的数据转发	275
7.5.1	MPLS 转发机制	275

7.5.2	虚电路合并	277
7.5.3	路由环的防止与检测	277
7.6	流量工程中的保护机制	278
7.6.1	路径保护	279
7.6.2	局部保护	279
7.7	流量工程中的服务质量	281
7.7.1	区分服务的体系结构	282
7.7.2	边界路由器	283
7.7.3	逐跳行为	284
7.7.4	区分服务与流量工程相结合	285
	复习题	287
	思考与讨论	288
第 8 章	网络互联	289
8.1	网络互联的概念	289
8.1.1	网络互联的要求	289
8.1.2	互联设备的类型	290
8.1.3	网络互联应考虑的问题	291
8.1.4	网络之间的差别	291
8.2	交换机	293
8.2.1	交换机的工作原理	293
8.2.2	生成树网桥	294
8.2.3	生成树算法	297
8.2.4	源路由网桥	298
8.2.5	交换机的优缺点	300
8.3	路由器	300
8.3.1	路由器的原理	300
8.3.2	路由选择协议	302
8.3.3	路由信息协议	303
8.3.4	开放最短路径优先协议	306
8.3.5	边界网关协议	309
8.4	其他网络互联设备	312
8.4.1	三层交换机	312
8.4.2	隔离交换技术	314
8.4.3	网关	316
8.5	IP 协议	317
8.5.1	IPv4 协议	317
8.5.2	IPv4 协议族	322
8.5.3	IPv6 的诞生	323

8.5.4 IPv6 分组头	324
8.5.5 IPv6 的地址结构	326
8.5.6 从 IPv4 向 IPv6 过渡	327
复习题	328
思考与讨论	330
第 9 章 传输层	331
9.1 传输层的一般概念	331
9.1.1 传输层的功能	332
9.1.2 网络服务类型和传输协议等级	332
9.2 传输层处理的独特问题	334
9.2.1 端到端差错控制	334
9.2.2 端到端传输连接管理	335
9.2.3 传输层超时和拥塞控制	337
9.3 传输服务	338
9.3.1 传输服务的分类与功能	339
9.3.2 传输服务质量	340
9.3.3 传输服务原语	341
9.3.4 状态转移图	348
9.4 传输协议	349
9.4.1 TPDU 的确定	349
9.4.2 传输协议的规程要素	355
9.4.3 寻址	359
9.5 传输协议实例	361
9.5.1 TCP	361
9.5.2 UDP	367
复习题	368
思考与讨论	368
第 10 章 计算机通信网的高层	369
10.1 会话层简介	369
10.1.1 会话层服务的功能单元	370
10.1.2 对话管理与对话同步	371
10.1.3 活动管理	373
10.1.4 会话服务原语	374
10.2 表示层简介	377
10.2.1 表示层的概念与功能	377
10.2.2 语法转换	379
10.2.3 表示上下文	380

10.2.4	表示服务原语	381
10.3	应用层及应用层协议	383
10.3.1	应用实体的模型	383
10.3.2	电子邮件和 SMTP	384
10.3.3	目录服务与域名系统	387
10.3.4	文件传输服务	393
10.3.5	虚拟终端与远程登录	394
10.3.6	万维网和 HTTP	398
	复习题	400
	思考与讨论	401
第 11 章	网络安全与网络管理	402
11.1	网络安全	402
11.1.1	网络安全概述	402
11.1.2	密码技术	403
11.1.3	数字签名与公钥管理	408
11.1.4	访问控制与防火墙技术	411
11.1.5	漏洞扫描与入侵检测系统	416
11.1.6	无线局域网安全	420
11.1.7	常见入侵类型及防范对策	422
11.2	网络管理	424
11.2.1	网络管理概述	424
11.2.2	网络管理基本模型	426
11.2.3	新型网络管理模型	428
11.2.4	网络管理协议	430
11.2.5	网络管理的安全问题	434
	复习题	434
	思考与讨论	435
第 12 章	网络工程	436
12.1	网络工程概述	436
12.1.1	网络建设的一般性原则	436
12.1.2	网络计算模式	437
12.1.3	实施网络工程的主要阶段	439
12.2	网络需求分析	440
12.2.1	用户需求分析	440
12.2.2	需求分析步骤	440
12.2.3	可行性报告的撰写	441
12.3	网络系统方案设计	442