



“十一五”国家重点图书出版规划项目

信息经济与规制文丛

通信网络定价

—— 经济、技术与模型

〔希〕科斯塔斯·库康贝茨 (Costas Courcoubetis)

〔英〕理查德·韦伯 (Richard Weber)

张静 等译

梁雄健 审

**Pricing Communication Networks:
Economics, Technology and Modelling**



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

“十一五”国家重点图书出版规划项目·信息经济与规制文丛

通信网络定价

——经济、技术与模型

Pricing Communication Networks:
Economics, Technology and Modelling

〔希〕 科斯塔斯·库康贝茨(Costas Courcoubetis)

〔英〕 理查德·韦伯(Richard Weber)

张 静 等译

梁雄健 审

北京邮电大学出版社

定价:48.00元

·北京·

Pricing Communication Networks: Economics, Technology and Modelling

Costas Courcoubetis, Richard Weber.

Copyright © 2003 John Wiley & Sons Ltd, All rights Reserved. Authorised translation from the English language edition published by John Wiley & Sons, Ltd. This translation published under license.

通信网络定价——经济、技术与模型

Costas Courcoubetis, Richard Weber.

Copyright © 2003 John Wiley & Sons Ltd, 版权所有。经授权由 John Wiley & Sons, Ltd 出版的英文版翻译。

著作权合同登记号 图字:01-2005-6142

图书在版编目(CIP)数据

通信网络定价:经济、技术与模型/(希)库康贝茨(Courcoubetis, C.), (英)韦伯(Weber, R.) 著;张静等译. —北京:北京邮电大学出版社, 2007

ISBN 978-7-5635-1352-9

I. 通… II. ①库…②韦…③张… III. 通信网—价格—研究

IV. F626.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 016551 号

书 名: 通信网络定价——经济、技术与模型

作 者: [希]科斯塔斯·库康贝茨(Costas Courcoubetis)

[英]理查德·韦伯(Richard Weber)

译 者: 张静 等

责任编辑: 陈岚岚

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(100876)

北方营销中心: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

南方营销中心: 电话: 010-62282902 传真: 010-62282735

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京源海印刷有限责任公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 26

字 数: 462 千字

印 数: 1—3 000 册

版 次: 2007 年 7 月第 1 版 2007 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-1352-9/TN·479

定价: 48.00 元

· 如有印装质量问题, 请与北京邮电大学出版社营销中心联系 ·

信息经济与规制文丛

编委会

主 任：梁雄健

委 员(按姓氏笔画排序)：

王占甫	吕廷杰	衣雪青	匡 斌
吴安迪	佟吉禄	苏金生	吴 洪
忻展红	张晓铁	张 彬	闻 库
唐守廉	鲁向东	舒华英	曾剑秋

总 序

改革开放以来,中国的信息通信业实现了跨越式发展,信息化建设取得了长足进展,信息通信业已成为国民经济的支柱产业和富国强民的重要推动力量。

截至2006年1月,中国的电话用户总数已达到7.52亿户,居世界各国之首。固定电话普及率达27.0部/百人,移动电话普及率达30.3部/百人。互联网宽带用户达3862.1万户,全社会互联网使用人数达1.11亿户,居世界第二。在网络和用户规模上,中国已成为全球信息通信大国。

“村村通电话工程”实施两年多来,截至2005年11月,全国已有5万多个行政村新开通了电话,通电话行政村比重已经达到97%以上,提前实现了邮电“十五”规划中“95%以上行政村通电话”的目标。

经历一系列的改革和重组,中国信息通信业已初步形成有效竞争的市场格局,信息通信管理体制和运营机制发生了引人注目的变化。目前,中国正处于WTO的过渡期,《电信法》已被全国人大常委会列入2006年的立法计划并有望在近期进入审议程序,信息通信管理部门依法行政、依法管理的意识初步形成,各级信息通信管理人员的业务素质和监管水平显著提高,互联互通、网间结算等监管难题得到一定程度的解决,3G的技术条件已经成熟,战略转型成为运营商的共识。

毋庸置疑的是,中国信息通信业面临着前所未有的机遇和挑战,一系列新的课题摆在理论工作者和政府管理部门的面前:数字鸿沟仍不容忽视,普遍服务依旧任重道远,从建设社会主义新农村的高度,促进城乡之间通信的协调发展,使全体人民共享改革开放和电信技术进步的成果,需要付出长期的努力;电信法的出台将引发监管方式的重大转变,未雨绸缪、普及电信法的知识、分析国外电信法的实施效果并研究中国电信法可能带来的深刻变革,是下一时期的重要工作;竞争的深入和市场化的发育,要求在电信成本与定价方面实现理论突破和政策创新,从而为价格管制、业务定价和网间结算提供理论依据;互联网的发展引来泥沙俱下,网络世界中的“黄毒”与欺诈

日益猖獗,垃圾信息泛滥成灾,互联网的规制成为全球各国政府面临的重大难题,要从根本上保证互联网的健康发展,就必须根据 WTO 规定的时间表,进一步完善互联网法律法规体系,在鼓励竞争的前提下对互联网进行适度规制;技术的飞速发展对监管水平提出了更高要求,如何使监管适应并鼓励新技术新业务的发展,而不是让技术业务的发展来适应监管,成为当前信息通信规制的重要内容;不断变化的现实环境要求规制理论研究上的不断创新与发展……

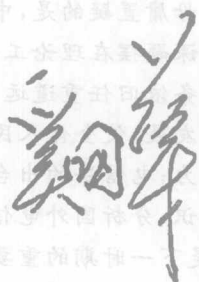
所有这一切,为学术界和产业界提出了许多有价值的新命题,理论研究人员和实际工作者必须与时俱进。借鉴国外的信息经济与规制理论及其改革经验,结合中国的特定实际,建立有中国特色的信息经济与规制理论,设计适应中国信息通信发展实际的监管政策,将有助于推动中国信息通信业的法制化进程,促进信息通信规制的逐步完善,并最终推动中国信息通信业的可持续发展。

因应现实需要,着眼未来发展,北京邮电大学出版社及时推出了《信息经济与规制文丛》。文丛译、著兼备,既介绍了国外先进的信息经济与规制理论,反映了国外最新的研究成果,又对国内信息通信业的重大现实问题进行了深入研究,是业内知名专家通力合作的成果,具有较高的理论水平,并具有新颖性、权威性的特色。

北京邮电大学出版社长期致力于信息通信类精品图书的开发。在“十一五”规划的开局之年,该社推出《信息经济与规制文丛》,无疑具有重要的现实意义和理论价值。

我非常高兴向广大读者推荐这套丛书,相信丛书会得到关心中国信息经济与规制理论、关心中国信息通信业实践的同志们的认可。

最后,向为本文丛的出版付出辛勤劳动的策划者、组织者、著译者和编辑们,向为本文丛的出版提供多方支持的朋友们表示衷心的感谢。



译者序

在过去的二十多年中,世界通信业经历了从垄断走向竞争的重大变革。然而不论在垄断还是竞争的环境下,对通信业务定价都是一个重要而且复杂的问题。

从整个社会的角度而言,资费定价是很复杂的问题,要综合平衡国家、企业、用户等的利益,牵涉到通信的发展和社会福利等。因此,通信资费管制一向是通信业管制的重要内容之一。资费管制要达到财务、效率和公平三方面的目标,既要防止企业因其垄断或市场主导地位而获取超额利润,确保企业获得足够的收入来维持运营和发展,又要使资费反映供求关系和资源稀缺性,实现用户与企业之间合理的利益分配。从企业的角度而言,定价是企业激发用户需求、吸引用户、调节网络资源耗费方式、获取收入和利润的重要因素。特别是在竞争性的市场环境下,定价更是企业对抗竞争对手、扩大市场份额、提高运营效率的主要手段。因此不论是管制者还是通信企业都必须认真对通信定价进行研究。

然而定价问题涉及到技术和经济两个方面,我们必须从技术的角度分析通信业务耗用网络资源的成本,还必须依据经济学原理令定价符合经济目标要求。电信技术的多样化、复杂化,特别是互联网技术令通信网络和业务的定价更加困难,为此,国际上对通信定价问题进行了深入的研究,提出了许多定价方法和模型,并力求在实践中加以应用。

我们很高兴将本书翻译成中文,介绍给中国的读者。本书的最大特点是综合全面,深入浅出,一方面对通信技术、网络资源分配方式等进行简要的介绍,另一方面介绍定价相关的经济学原理与模型,并将两方面有机地结合在一起。因此通信运营企业的工程技术人员和市场人员,通信监管机构的政策制订者都能够通过阅读本书而获益,更深刻地理解通信业务定价的本质和原理。此外,本书对通信定价的相关理论介绍全面,提供了许多具体模型,并提供了大量文献来源,对于致力于通信业经济问题研究的研究人员

和这方面的教学人员而言,本书将是非常好的参考书。

本书的整体统稿和审校由北京邮电大学梁雄健教授负责,北京邮电大学张静副教授完成了全书的翻译工作,北京邮电大学研究生谢晓霞、马慧同学参与了第2章和第7章的翻译。为避免翻译不当给读者带来困扰,书中一些关键词给出了原文表达方式,在翻译中仍可能出现错误或不当之处,恳切希望广大读者给予批评指正。

前言

本书致力于探讨现代通信网络的定价问题。近年来,技术进步、通信市场放松管制和互联网的快速发展,为通信业务提供商创造了一个全新的、高度竞争的经营环境,在这一新环境中,技术与经济都扮演着重要的角色。通信市场中近几年发生的一些事件更清楚地表明,通信业务经营要取得成功不能仅仅依靠新技术,定价和竞争问题是任何一个销售通信业务的商业计划中非常重要的组成部分,从一开始就要列入考虑范围之内。传统上,工程师设计通信业务时并不涉及如何对业务进行定价,这是因为通信业务由大型的垄断运营商提供,能够保证获得收益,而单项业务的组合和定价是次要的问题。然而,现在要在竞争性的市场中销售业务,应该如何定价就成为业务定义中的重要一环,技术会对此产生严格的限制。以下是目前通信业务定价问题成为研究热点的一些原因:

- ① 定价影响业务使用和资源耗费的方式,用户从使用业务中获得的价值取决于业务的阻塞程度和定价方式。
- ② 通信业务合同应提供高度的灵活性,定价作为一项激励机制在控制性能、增强可靠性方面发挥重要作用。
- ③ 现代网络技术为生产者和消费者提供了新的可能,可以更快地交换经济信号。这有助于创造用户可控制的、高度灵活的新业务,通过这些业务,用户可以更好地表达他们对质量的要求,这在几年前还是不可能实现的,因为以前的通信业务都是被静态地定义,由网络运营商全面控制的。
- ④ 唯一的定价方式是不存在的。采用“定额(flat)”还是“基于使用量(usage-based)”收费对短期和长期的网络运行及其竞争地位都有重要影响,设计定价策略的人们对此必须有清楚的认识。
- ⑤ 网络结构和少数企业掌握网络中瓶颈资源(如接入线路)的能力可以极大地影响竞争状况,因此应该设计新的网络,在业务供应链上各个环节都能提供开放竞争的环境。竞争与管制问题在今天的通信市场中非常重要。

⑥ 通信业务是经济产品,必须相应地进行定价。一般性的业务模型包含了质量、性能等方面,可用来推导一个业务市场的最优价格。通过对适当的业务合同参数定价,这些模型可用来设计资费方案,并使其具备所要求的激励属性。

我们对种类繁多的 ATM 业务与新兴的互联网业务的定价问题进行了 5 年的研究,在此基础上开始了本书的写作。我们相信人们需要一本书,能够清楚地解释新业务提供、定价与网络资源分配的关系、互联网的扩展以及如何对其定价的争论。我们认为电子工程、计算机科学、经济学与运营研究领域的研究生与教师、电信工程师、在研究室与工业实验室中工作的研究者和工程师,以及电信公司中需要更好地理解技术问题及其与定价的关系的市场营销人员等,将会是我们的主要读者。我们的经验是,大多数人只具备一部分研究这些重要问题所需的背景知识,具备工程和运营研究背景的读者通常缺少经济学知识,而经济学家对于通信技术通常了解很少,因而常常低估技术的重要性。我们力图以能够激发读者兴趣的方式写作,那些具备一些技术与数学背景,并希望理解通信网络与经济学之间的密切关系的人们,应该会对本书产生兴趣。当然,经济学家可以跳过关于基本经济学原理的章节。

当我们开始编写本书的时候,ATM 技术作为互联网的另一个选择,其重要性已经逐渐下降,但是,对于 ATM 和帧中继等业务的实际需求仍然继续存在,它们可以用与广域网连接业务相同的一般模型进行研究,类似的概念可用于将来能够提供质量保证的互联网扩展业务,如差异化业务和综合业务。因此,我们研究的不仅是互联网,还包括有效带宽和统计复用。

本书涉及的范围很广,包括了大多数在理解经济与通信的关系时所需要的概念。我们并没有提供一个完整统一的框架,但解释了定价问题普遍涉及的一些概念。本书并不是一本“如何定价”的指导手册,而是对相关的问题进行了探索。书中为非专业的读者提供了基础模型和术语,以帮助他们理解技术、信息和经济相结合时所产生的微妙问题。书中还解释了通信市场的结构,简单直观地介绍了从基础设施到传送层各个层次的网络业务。我们力图使本书不依赖于技术知识,着重阐述一般性的业务特点和概念。

要理解这些基本概念,读者不必是通信领域的专家,也不必阅读厚达几百页的网络技术方面的书籍,这对于拥有经济学或者运营研究背景的读者将是非常有利的,对于没有经济学背景的读者同样如此。我们会详细地解释相关的微观经济学概念,读者不必学习高级经济学课本就可以理解网络经济学中的许多问题。但我们不是经济学家,因而并没有探讨网络经济学

的所有问题。我们希望为读者提供一个确实有用的概要,涵盖基础经济学中的许多关键问题和定义,希望进一步深入研究这些理论的人们可以阅读专门的经济学著作。例如,本书中博弈论这一部分将会使以前研究过这一理论的读者回想起相关的概念,我们在书中的其他部分也应用了这些概念。没有研究过博弈论的读者将会发现这一部分对关键概念的概述简明易读,但要想获得更多的细节、证明和更深入的例子,就需要阅读更多的相关论著。

对于网络业务而言并没有一个统一的模型,本书为几种业务提供了模型,而省略了其他业务,这些模型使得网络业务可以采用与传统经济产品类似的方式进行定价。网络工程师可以采用这些模型作为一个框架来为 ATM、帧中继和 IP VPN(虚拟专用网)等复杂的传送业务确定价格。我们把互联网及其传送业务模型化,以对网络阻塞定价为基础,讨论关于公平和资源分配的特定问题。这可以帮助读者更深入地理解互联网技术的反馈特点,以及最近提出的制订更丰富的带宽共享机制的建议。我们还提供了一个理论框架,用于对用户与网络可以动态协商参数的业务合同进行定价。最后,我们简单但全面地介绍了一些目前非常活跃的研究课题,如对多播业务的定价,提供商网间互联协议中的激励问题,以及价格管制理论。为保证全书的完整性,我们也对拍卖机制进行了简单介绍,这种方式目前常被用于分配频率等稀缺资源。

我们希望向非专业人士介绍只有专业人士理解的概念和问题,这既可以为通信业务定价提供实践指导,也可以激励理论研究的发展。我们没有对现有的文献作非常详细的回顾和评论,仅提供基本的指示,在每章最后都列出了参考文献。我们通过专注于基本概念,力求统一和简化现有的最先进的理论。我们使用数学模型使概念和观点严密精确,同时舍弃不必要的细节。本书中 80% 的结论已经以其他方式公开出版,20% 是新的内容。阅读本书时,在数学水平方面要求具备大学一年级学生所学习的微积分与概率知识,这些应是通信领域的学生和工程师能够掌握的。附录 A 介绍了使用拉格朗日乘数来解决约束优化问题的一些重要思想,本书有些部分偏重于技术,而有些部分则偏重于理论,读者可根据自己的需要选择阅读。

我们认为全书分为 4 个部分比较恰当,各部分的主要内容在第 1 章结尾列出,可以使用本书讲授的课程包括:

① 关于定价的介绍性课程:1.4 节,2.1 节,3.2~3.3 节,4.1~4.5 节,5.2 节~5.4.3 小节,5.4.7 小节,6.1~6.3 节,7.3 节,7.5 节,8.1~8.4 节,9.1~9.4 节和第 10 章。

② 关于数学建模与定价的高级课程:1.4节,第2章,3.1~3.3节,3.5节,第4章,5.1~5.4节,5.6节,6.1~6.3节,以及第8、9、10章。

③ 关于电信政策问题与管制的课程:第1章,2.1节,3.2~3.6节,第5、6章,7.1.1~7.1.2小节,7.3~7.5节,第12、13章,14.1.1~14.1.3小节,14.2节和14.3节。

④ 关于博弈论内容中定价方面的课程:5.1~5.4节,6.1节,6.4节,7.1~7.2节,第9、10、11章,12.4~12.5节,13.1节和第14章。

⑤ 关于网络业务与技术的介绍性课程:1.1~1.2节,2.1节和第3章。

Costas Courcoubetis

Richard Weber

致 谢

在编写本书的过程中,我们与许多专家进行了热烈的讨论,特别是 Frank Kelly 和 Pravin Varaiya,他们在促进通信业务定价研究工作方面作出了很大贡献。还要感谢我们在 Ca\$hman 项目和 M3i 项目中的合作伙伴,以及 Panos Antoniadis, Gareth Birdsall, Bob Briscoe, John Crowcroft, Manos Dramitinos, Ioanna Constantiou, Richard Gibbens, Sandra Koen, Robin Mason, Georges Polyzos, Stelios Sartzetakis, Vassilis Siris, Georges Stamoulis 和 Jean Walrand。

Costas Courcoubetis

Richard Weber

内 容 简 介

本书致力于探讨现代通信网络的定价问题。本书涉及的范围很广,包括在理解经济与通信的关系时所需要的大多数概念。本书的最大特点是综合全面,深入浅出,一方面对通信技术、网络资源分配方式等进行简要的介绍,另一方面介绍定价相关的经济学原理与模型,并将两方面有机地结合在一起。因此通信运营企业的工程技术人员和市场人员,通信监管机构的政策制定者都能够通过阅读本书而获益,更深刻地理解通信业务定价的本质和原理。此外,本书对通信定价的相关理论介绍全面,提供了许多具体模型,并提供了大量文献来源,对于致力于通信业经济问题研究的研究人员和这方面的教学人员而言,将是非常好的参考书。

目 录

第 1 部分 网络

1 定价与通信网	3
1.1 通信业务市场	3
1.1.1 通信革命	3
1.1.2 通信业务	4
1.1.3 信息产品	5
1.1.4 通信市场的特点	6
1.2 通信市场的发展	7
1.3 经济学的作用	10
1.3.1 超量供应还是控制	11
1.3.2 使用定价进行控制并作为指示信号	13
1.3.3 谁应该付费	15
1.3.4 互联互通与管制	16
1.4 初始模型	18
1.4.1 费用、价格和资费的定义	18
1.4.2 定额费用与基于使用量收费	19
1.4.3 网吧的动态定价	20
1.4.4 单一链路定价模型	21
1.5 各章导读	24
1.6 深入阅读资料	25
2 网络业务与合同	27
2.1 网络业务分类	27

2.1.1	分层	27
2.1.2	简单技术入门	28
2.1.3	增值业务与捆绑销售	32
2.1.4	定向连接与无连接的业务	34
2.1.5	保证业务与尽力而为业务	36
2.2	传送业务的业务合同	38
2.2.1	业务合同的结构	38
2.2.2	管理业务合同	42
2.2.3	静态与动态的合同参数	42
2.3	深入阅读资料	45

3 网络技术

3.1	网络控制	46
3.1.1	网络控制的对象	47
3.1.2	时间尺度	48
3.1.3	处理分组和信元	49
3.1.4	虚电路与标记交换	49
3.1.5	呼叫准入控制	51
3.1.6	选路	52
3.1.7	流量控制	54
3.1.8	网络管理	56
3.2	资费、动态价格与收费机制	56
3.3	业务技术	58
3.3.1	技术概述	58
3.3.2	光网络	60
3.3.3	以太网	61
3.3.4	同步业务	63
3.3.5	ATM 业务	65
3.3.6	帧中继	67
3.3.7	互联网业务	68
3.4	其他业务类型	80
3.4.1	专用网与虚拟网	80
3.4.2	接入业务	83
3.5	计费要求	87

3.6	互联网的商业关系模型	88
3.7	深入阅读资料	94

4 网络限制与有效带宽

4.1	技术集	97
4.2	统计复用	98
4.3	接受呼叫	100
4.4	电梯问题的类比	101
4.5	有效带宽	104
4.6	业务流量的有效带宽	106
4.7	几个例子	111
4.8	多个 QoS 约束	114
4.9	流量整形	115
4.10	流量合同的有效带宽	117
4.11	有效带宽的界限	119
4.12	确定性复用	121
4.13	扩展到网络的情况	123
4.14	呼叫拒绝	124
4.15	深入阅读资料	126

第 2 部分 经济学

5 基本概念

5.1	业务收费	132
5.1.1	需求、供给与市场结构	132
5.1.2	定价的背景知识	132
5.2	消费者的问题	134
5.2.1	消费者剩余最大化	134
5.2.2	弹性	137
5.2.3	交叉弹性、替代产品与补充产品	137
5.3	供应商的问题	138
5.4	社会福利最大化	139
5.4.1	生产者与消费者的情形	140