



31

产业组织评论

Industrial Organization Review

第11卷 第3辑 (总第31辑) 2017年9月

Vol. 11 No. 3 (Gen. 31) Sep. 2017

于 左 主编

-
- ◆ 方 燕
网络型资源、递增阶梯定价与两部制菜单的等价性
 - ◆ 刘凤芹 关璧麟
激励约束机制对公司效率影响的随机前沿分析
 - ◆ 熊 艳
城市公用事业基础设施服务能力指数评价与因素识别
 - ◆ 李美娟 肖倩冰
非对称互联网骨干网网间互联决策分析
 - ◆ 陈永伟
平台经济的竞争与治理问题：挑战与思考

中文社会科学引文索引 (CSSCI) 来源集刊



产业组织与企业组织研究中心
(教育部人文社会科学重点研究基地)
中国工业经济学会

产业组织评论

Industrial Organization Review

第11卷 第3辑 (总第31辑) 2017年9月

Vol. 11 No. 3 (Gen. 31) Sep. 2017

于 左 主 编

中国社会科学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

产业组织评论. 2017 年. 第 3 辑: 总第 31 辑/于左主编. —北京:
中国社会科学出版社, 2017. 9

ISBN 978 - 7 - 5203 - 1670 - 5

I. ①产… II. ①于… III. ①产业组织—研究 IV. ①F062. 9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 299465 号

出 版 人 赵剑英
责任编辑 卢小生
责任校对 周晓东
责任印制 王 超

出 版 中国社会科学出版社
社 址 北京鼓楼西大街甲 158 号
邮 编 100720
网 址 <http://www.csspw.cn>
发 行 部 010 - 84083685
门 市 部 010 - 84029450
经 销 新华书店及其他书店

印 刷 北京明恒达印务有限公司
装 订 廊坊市广阳区广增装订厂
版 次 2017 年 9 月第 1 版
印 次 2017 年 9 月第 1 次印刷

开 本 787 × 1092 1/16
印 张 10
插 页 2
字 数 207 千字
定 价 50.00 元

凡购买中国社会科学出版社图书, 如有质量问题请与本社营销中心联系调换
电话: 010 - 84083683

版权所有 侵权必究

顾问

吕政 中国社会科学院

主编

于左 东北财经大学

副主编

郭晓丹 东北财经大学

姜春海 东北财经大学

编委 (按姓氏笔画排序)

于立	天津财经大学	林平	香港岭南大学
于良春	山东大学	郁义鸿	复旦大学
于春晖	上海海关学院	金碚	中国社会科学院
王俊豪	浙江财经大学	荣朝和	北京交通大学
卢福财	江西财经大学	夏大慰	上海国家会计学院
叶光亮	中国人民大学	夏春玉	东北财经大学
吕炜	东北财经大学	秦承忠	美国加州大学圣芭芭拉分校
曲振涛	哈尔滨商业大学	戚聿东	首都经贸大学
李长英	山东大学	黄群慧	中国社会科学院
汪浩	北京大学	龚强	中南财经政法大学
肖兴志	东北财经大学	蒋传海	上海财经大学
陈勇民	美国科罗拉多大学	谢地	辽宁大学
陈富良	江西财经大学	臧旭恒	山东大学
陈智琦	加拿大卡尔顿大学	谭国富	美国南加州大学

编辑部主任

韩超

CONTENTS

[RESEARCH PAPER]

- Network Resources, Increasing Block Tariff and Menu of
Two - Part Tariffs: Equivalency Yan FANG (1)
- The Frontier Analysis of the Impact of the Management of Incentive and Restriction
on Firm Efficiency: An Empirical Research Based on Household
Appliance Industry data Feng - qin LIU Bi - lin GUAN (24)
- Calculation on Urban Utilities Service Capability Index and
Factor Identification Yan XIONG (38)
- An Analysis on Interconnection Decision of Asymmetric
Internet Backbone Mei - juan LI Qian - bing XIAO (56)
- Capital Embodied Technical Change, Capital Deepening and
Economic Growth Li DU Shuai - xiong GAO (67)
- Can Technology Introduction Improve the Efficiency of Independent Innovation
in Strategic Emerging Industries? ... Xiao - jing JIANG Mei - tong LI (82)
- The Growth of Modular Industry Driven by Technical Innovation
Linking with Derived Demand: An Case of Smart
Phone Industry Yong QIAN Xiao - hua GUO Zhi - lai CAO (102)
- Competition and Governance of Platform Economy: Challenges and
Reflections Yong - wei Chen (137)

目 录

[论 文]

网络型资源、递增阶梯定价与两部制菜单的等价性	方 燕 (1)
激励约束机制对公司效率影响的随机前沿分析	
——以家电行业为例	刘凤芹 关壁麟 (24)
城市公用事业基础设施服务能力指数评价与因素识别	
——以东部 13 个省际为例	熊 艳 (38)
非对称互联网骨干网网间互联决策分析	李美娟 肖倩冰 (56)
资本体现式技术进步、资本深化与经济增长	杜 丽 高帅雄 (67)
技术引进能否提高战略性新兴产业	
自主创新效率?	姜晓婧 李美潼 (82)
以需求引致联动技术创新的模块化产业增长机制	
——基于智能手机产业的分析	钱 勇 郭晓华 曹志来 (102)
平台经济的竞争与治理问题：挑战与思考	陈永伟 (137)

[论 文]

网络型资源、递增阶梯定价与 两部制菜单的等价性

方 燕

(北京交通大学经济管理学院, 北京 100044)

摘 要 本文研究了在消费者收入信息不对称条件下兼顾效率与公平的规制当局的递增阶梯定价设计问题, 证明了在网络型资源领域中递增阶梯定价与两部制定价菜单从修正性福利意义上的等价性。研究发现, 如果不考虑需求随机性, 任一递增阶梯定价机制总存在与之等价的两部制菜单。鉴于两部制菜单在数学处理上的便利性, 最优递增阶梯定价的设计可以过渡为最优两部制定价菜单的设计。这样, 将极大地简化最优递增阶梯定价的设计, 也有利于评估和完善供电、供水、供气等网络型资源领域的阶梯定价改革效果。

关键词 网络型资源; 递增阶梯定价; 两部制菜单; 等价性

一 引言

在经历 30 多年的高速经济增长后, 我国经济的持续发展面临日益严重的资源与环境约束, 同时, 社会上贫富差距不断恶化。为了兼顾经济效率、成本补偿、收入再分配和节能环保等多元化政策目标, 2010 年 4 月, 国务院常务会议决定实施居民用电阶梯定价政策。2012 年 7 月 1 日, 除西藏与新疆外, 大陆所有地区全面实施递增阶梯电价。国家发改委于 2013 年 12 月和 2014 年 3 月相继宣布, 将在 2015 年年底全面实施居民阶梯水价与气价, 并着手探索成品油和煤炭等能源的递增阶梯定价改革方案, 甚至有些大城市还在探索对土地和商场停车位等稀缺资源实施递增定价。不同于统一定价和两部制, 递

〔基金项目〕社会科学横向课题“互联网领域反垄断问题研究”(B17SK00030)、国家社科科学基金青年项目“阶梯定价理论及其应用研究”(13CJL024)、北京交通大学人才基金“医保机制规制与公立医院改革的理论和实证研究”(KBRC15009536)。

〔作者简介〕方燕, 北京交通大学经济管理学院讲师。

增阶梯定价下用户所要支付的单位价格,随着其消费量的增加会阶段性地递增。对于城市居民供电、水、气和暖等网络型资源而言,至少有两个相关的特点:首先,这类资源基本属于生活必需品,对其基本消费需求可视为基本生活权。其次,这些资源的输送一般通过网络管道来实现,且能通过安装仪表测度器(如水表、电表等)来度量用户的实际用量。

几十年以来,两部制和完全非线性定价在实现多元化目标上的非最优性,曾成为学界研究的一个热门议题。20世纪70年代,经济学家就围绕两部制定价能否兼顾经济效率、公平和规制约束展开论战。其结果是,Oi(1971)、Feldstein(1972)、Ng和Weisser(1974)以及Faulhaber和Panzar(1977)等均认为,虽然两部制在现实中很常见,但它会导致很大的福利损失。80年代以后,随着机制设计的兴起,以Mussa和Rosen(1978)、Goldman等(1984)以及Maskin和Riley(1984)为代表,研究了最优非线性定价,甚至拓展至多产品定价、多维甄别和竞争性非线性定价等问题(Wilson,1993)。虽然非线性的凹性定价意味着最优定价,但现实中完全非线性定价却很少见。鉴于此,Stole(1995)、方燕(2017)、方燕与张昕竹(2014)指出,其中的一个重要原因是,最优非线性定价未考虑非线性定价实施过程中计算与信息复杂性带来的巨大的交易成本和福利损失。由此,Armstrong(2006)、Hoppe等(2010)认为,如果考虑信息交流和计算要求所带来的交易成本,完全非线性定价和统一费率定价两种极端情形都不是最优的。因此,在现实中,通常利用基于两部制定价的阶梯定价(或两部制菜单)以实现部分甄别,在每增加一个级数(或选项)所引起的新增交易成本,与由此更好地甄别消费者所增加的效率之间进行权衡。

采用这种实用的定价方式的一个更重要的原因是,最优非线性定价下的绝大部分效率都能通过与两部制菜单等效的多部制定价来实现。Faulhaber和Panzar(1977)发现,多部制下的社会福利及消费者和生产者剩余,均随着定价选择数的增加而递增,且任何最优非线性定价都能由满足自我选择的两部制菜单的下包络线来逼近。进一步地,只要消费者的个人需求是非随机的,任何分段线性的定价总存在某个两部制菜单使两种定价结构下的福利(或利润)近似相等(Clay et al., 1992)。通过新增(不被占优的)定价选项总能实现福利改进,并且社会福利及其构成部分均以递减的速度增加(Wilson, 1993; Brown and Sibley, 1986; Mitchell and Vogelsang, 1991)。更进一步地,Wilson(1993)指出, n 个两部制菜单相对于非线性定价所导致的福利损失是 n 的平方倒数的同阶无穷小;Bergemann等(2011)基于Mussa和Rosen(1978)质量差异化环境和线性设定获得类似的结论。同样,基于这样的设定,Wong(2014)进一步指出,新增两部制个数 n 的边际所得是递减的,且是 n 的三次方的倒数的同阶无穷小。在采购和规制环境下,基于分布均匀与二次效用函数假设,Reichelstein(1992)设计了由 n 个定价构成的一般性 n

部制; Rogerson (2003) 指出, 由固定价格和成本补偿两类定价组成的最优固定价格—成本补偿菜单, 至少能实现完全非线性定价所能实现的最大福利 (或利润) 的 75%。放松分布均匀假定, Chu 和 Sappington (2007) 进一步发现, 由成本补偿与线性成本分享合约组成的定价菜单, 总能保证至少实现最大目标的 73%。Sappington 和 Weisman (1996) 分析了由多个价格上限定价组成的价格上限定价菜单, 优于简单价格上限定价的条件。Laffont 和 Tirole (1986, 1993) 指出, 最优凹性定价机制可以由线性合约组合的无穷的列菜单来逼近。Bower (1993) 和 Gasmi 等 (1999) 证明, 只要有关代理人不对称信息的不确定性因素较小, 在许多环境下, 由纯固定价格组成的固定价格菜单下的福利状况和在完全最优定价下近似。由固定价格规则和成本补偿规则组成的混合定价菜单下的福利接近于最优定价下的福利水平, 即便是在有关代理人类型的不确定性较大和固定价格菜单无效的经济环境下也是如此。

在定价文献中, 追求社会福利 (或利润) 最大化的规制者 (或企业) 所设计的最优定价, 通常是非线性定价, 并且最优非线性定价是凹的 (Maskin and Riley, 1984; Wilson, 1993)。从福利 (或利润) 最大化角度看, 相对简单的定价与复杂的定价机制之间存在一定程度的等价性。比如, 如果消费者需求是非随机的, 任一分段线性的凹性定价总存在与之 (近似) 等价的两部制菜单 (Faulhaber and Panzar, 1977; Clay et al., 1992)。

鉴于两部制和完全非线性定价在实现多元化目标上的不如意, 国内外相关文献开始从理论和实证角度探索多部制递增阶梯定价机制来克服此问题。国外有关递增阶梯定价的文献主要探讨递增阶梯定价的由来, 以及采用带有节点的预算约束下的计量技术分析需求效应。理论方面, Taylor (1975) 和 Nordin (1976) 最早指出, 递减阶梯定价下, 居民用电需求函数不连续的背后原因在于, 递减阶梯定价下消费者预算约束集非凸, 进而使边际内价格对消费只有收入效应。同时, 利用包括边际价格和平均价格两个变量的方程设定, 可以得出平均价格系数和收入系数“等大异号”的结论。Billings 和 Agthe (1980) 将 Taylor—Nordin 的设定推广到递增阶梯定价 (IBP) 的情形。后来, 大量文献均认为, IBP 的出现源于其所提供的激励恰好满足多元化目标诉求。

实证方面, 出现了基于消费者行为优化的结构计量设定, 以解决传统方法不能解决价格和消费同时决策的问题, 这就是修正性结构极大似然估计和双误差离散/连续选择结构模型。结构极大似然估计 (SML) 始于 Moffitt (1986, 1990), 经过 Herriges 和 King (1994) 发展完善。这种设定基于消费者行为最优化, 估计任何级数阶梯定价对需求的影响, 并揭示异质性、测量误差和观念误差等随机误差来源。离散与连续选择模型 (DCC) 始于 Burtless 和 Hausman (1978), 由 Moffitt (1986, 1990)、Hewitt 和 Hanemann (1995) 完善并推广。该法采用了两步最优化原则。由于 IBP 下的消费者预算集为凸,

这保证了内部解的唯一性。DCC 可用于 IBP 下需求函数的估计,成为阶梯定价下需求分析的主流结构计量模型设定。

虽然已有大量文献研究了递增阶梯定价对居民供电、供水和供气等领域消费需求的影响,但是,使用用户层面数据并基于微观结构计量模型的研究还较少。Vaage (2000) 利用分立的离散/连续选择模型,分别计算出挪威居民的能源(以电力为主)需求价格弹性,其中离散时为 -0.4315 ,连续时为 -1.2903 ,而收入弹性则符号不定,不同组合下分别为 0.1977 、 -0.0061 与 -0.0688 等。Seung-Hoon Yoo 等 (2007) 利用双变量样本选择模型估计出首尔地区的电力需求价格与收入弹性为 -0.2463 和 0.0593 。Hewitt 和 Hanemann (1995)、Olmstead 等 (2007) 等利用美国不同州的用户级数据,估计递增阶梯水价下居民用水的短期弹性和长期弹性。Borenstein (2009, 2010) 等研究美国阶梯电价下居民用电的需求弹性,指出如果对边际价格做出反应,短期价格弹性在 -0.12 — -0.17 ;如果对(期望)平均价格做出反应,短期价格弹性为 -0.2825 。尽管这些文献得出的结论不尽相同,但是,都得出非线性定价会增加需求弹性的重要结论。

国内近年开始出现有关(递增)阶梯定价和多部制定价的理论及实证研究。张昕竹 (2011) 结合阶梯定价特点,分析了(递增)阶梯定价研究的技术和经济两层面上的困难及其影响。方燕和张昕竹 (2011) 在国内首次就递增阶梯定价的理论和实证研究给出较为全面的文献综述。田露露和张昕竹 (2015) 对递增阶梯定价的估计方法、价格选择和实施效果等主题进行了综述。Sun 和 Lin (2013) 指出,相对于统一定价,递增阶梯定价更能兼顾交叉补贴、经济效率和节能减排等多重政策目标。Lin 和 Jiang (2012) 进一步提出,实现多重目标,采用四阶递增阶梯定价更适应国内情况。理论研究方面,有几篇文献研究了电信领域中的最优三部制定价问题,比如,在二次效用函数假设下,马源给出了三部制定价机制,张昕竹等 (2007) 探讨了三部制定价与最优非线性定价的实施问题。国内有关递增阶梯定价的理论研究成果主要是方燕 (2017)、方燕和张昕竹 (2011, 2012)。实证研究方面,张昕竹等 (2007) 使用中国移动公司的话单数据,在寡头竞争和用户偏好为非对称信息情况下,对用户需求进行了分析。张昕竹等 (2008) 则使用中国某移动电话公司的话单数据,分析了三部制定价下的用户需求反应。国内有关递增阶梯电价下的电力需求效应分析刚起步。黄海涛 (2010) 考虑了分时与阶梯混合定价,采用线性化方法,估计出各档条件需求价格弹性分别为 -0.1074 、 -0.0879 和 -0.0489 。基于杭州和上海居民用电数据及调查数据,张昕竹和刘自敏 (2015) 利用离散连续选择方法比较研究了分时阶梯定价和分时统一定价的优劣,发现分时阶梯定价在削峰填谷、促进公平和减少补贴方面有优势。刘自敏等进一步比较了递增阶梯定价与纯分时定价所能实现的政策目标的差异性。同样,基于这个数据,刘自敏等 (2015) 分析了分时递增阶梯定

价结构下的再分配效应,发现低、中、高收入家庭户年均再分配额为 9.17 元、14.06 元与 14.08 元,低、中、高收入家庭为实现 1 元再分配额的无谓效率损失为 1.45 元、0.80 元和 0.30 元。显然,国内有关阶梯定价的实证研究发展较迅速,未来几年还将加速,但是,理论研究较为落后。本文的研究正好是对相对匮乏的递增阶梯定价理论文献的进一步丰富。

鉴于网络型资源独特的经济和技术特性、多元化目标诉求,以及统一定价和两部制定价等形式的固有缺陷,在网络型资源领域采用递增阶梯定价逐渐成为主流定价方式(方燕,2017)。虽然递增阶梯电价和水价政策改革陆续实施,但是,有关递增阶梯定价的诸多理论问题尚未完全解决。其中的关键问题便是最优递增阶梯定价机制的设计和执行。在网络型资源领域,直接设计最优递增阶梯定价机制异常复杂。其复杂性主要体现为两个层面:在技术层面,在递增阶梯定价下的边际价格函数不连续,或者说总支付函数并非处处可微,致使优化问题难以用光滑技术来处理。在经济理论层面,递增阶梯定价使消费者预算边界非光滑地外凸,从而使某些消费者的消费决策集中于那些阶梯分割点处。此时,边际价格只有收入效应,而无替代效应(张昕竹,2011;方燕和张昕竹,2011;方燕,2017)。这些特征导致不同结构参数之间存在互动效应:边际价格和阶梯数量显然与阶梯数有关,而阶梯数又受边际价格和阶梯数量的影响(方燕,2017)。

为了规避直接设计最优递增阶梯定价机制的困难,本文通过证明递增阶梯定价与两部制定价菜单从修正性福利意义上的等价性,试图将最优递增阶梯定价设计转化为最优两部制菜单设计问题,从而简化递增阶梯定价的设计。在两部制菜单下,虽然菜单选项的数量的内生性意味着两部制菜单的设计也不是那么直接和简单,但是,两部制的边际价格不存在互动效应,从而更方便处理。故而,本文的核心问题是,在网络型资源(或公共事业)领域,从兼顾效率与公平的修正性福利最大化视角,不考虑需求的随机性因素,递增阶梯定价与两部制菜单的等价性关系是否成立?结果发现,在网络型资源领域,递增阶梯定价在特定情况下同样存在等价的两部制菜单。这个结论不仅有助于说明递增阶梯定价相对于连续递增定价的渐近有效性,还有助于确定递增阶梯定价的最优阶数,因而将促进网络型资源领域最优递增阶梯定价设计的研究。

二 基本模型

考察一个只有两种严格正常品 x 和 c 的小经济,商品 x 是由受规制的经营者独家提供的网络型资源(如居民供水、供电、供气和供暖等)。由于输送这些网络型资源通常需要网络管道,并能通过测度器(如水表、电表等)实时计量每家每户的实际用量。为简化起见,假定所有消费者家庭都安装了

测度器,实现供给网络的接入率为100%。此时,消费者家庭购买和消费网络型资源,难以像购买一般性商品那样,通过策略性地调整购买次数进行套利。这是居民供水、供电、供气和供暖等网络型资源或公共事业与一般性商品的重要区别之一。商品 c 可理解为其他所有商品经加总后的希克斯式商品,且其所在市场完全竞争。假定综合性商品 c 为计价物。作为正常品和必需品,商品 x 的消费额占总消费支出的比重较低,且收入需求缺乏弹性,这里近似地认为不存在收入效应^①(Wilson, 1993; Willig, 1978)。进而可以假定代表性消费者的净效用函数对支出费用是加性可分的:

$$u(t, x, K) = v(t, x) - K(x)$$

其中, t 是消费者家庭的消费支出,可视为消费者的货币收入^②;价格函数 $K(x)$ 可以是包括递增阶梯定价、两部制菜单和完全非线性定价等在内的任何可行价格政策;总效用函数 $v(t, x)$ 关于 t 和 x 至少三阶连续可微,且满足: $\partial v / \partial x > 0$, $\partial v / \partial t \leq 0$, $\partial^2 v / \partial x^2 \leq 0$, $\partial^2 v / \partial x \partial t > 0$, $\forall (c, x) \in R_+ \times R_+ : = R_+^2$ (单交叉性条件)^③。每户家庭的货币收入 t 只有本家庭成员知道,规制者、经营商以及其他家庭都不知道,他们只知道该家庭的收入 t 位于紧闭的单位域 $T = [0, 1]$ 内。有关类型的(先验)概率分布 $F: T \rightarrow [0, 1]$ 和密度 $f(t) = F'(t) > 0$ 是共同知识。如果把所有定义在单位域 T 内的先验分布函数统称为标准化分布函数集,用符号表示 $\Delta: = \Delta[0, 1]$,那么 $F \in \Delta$ 。

给定定价政策 $K(x)$,理性消费者在预算约束下选择最优的消费数量 $x(t): = \arg \max_{x \geq 0} [v(t, x) - K(x)]$,实现间接效用 $u(t): = v[t, x(t)] - K[x(t)]$ 。显然,最优消费和间接效用都是依赖于收入参数,由于收入参数是私有类型,在此这两个函数也可以说是类型依赖的。要使家庭自愿按照给定的价格合约进行消费,必须同时满足个体理性约束(IR)和激励相容约束(IC):用户家庭消费网络型资源的间接效用不低于不消费的保留效用;所有家庭如实选择为其制定的价格合约要优于选择任何其他价格合约。假设消费

① 为了给出消费者净效用对支出可分的理论解释,现在简要分析比偏好对净收入 $(y - K)$ 和数量 (x) 可分的更一般化的偏好设定 $U(y - K) + V(x)$ 。这里函数 $U(\cdot)$ 和 $V(\cdot)$ 满足正则要求。如果商品支出 $K(x)$ 相对于初始收入 (y) 比重很小($y \geq K(x)$),如上述一般化偏好大致表示为 $U(y) - KU'(y) + V(x)$ 。剔除确定的收入因素,偏好改写为 $u = tV(x) - K(x)$,其中, $t = \frac{1}{U'(y)}$ 表示因收入差异所致的消费者类型。偏好 $u = tV(x) - K(x)$ 是偏好 $v(t, x) - K(x)$ 在类型 (t) 和数量 (x) 可分离情况下的特例。对于公共事业和网络型资源或能源,一个家庭的消费支出占其总消费开支的比重很低,满足近似替代的前提。这正是本文类似设定偏好的依据。

② 严格意义上说,一个代表性家庭的(生活)消费支出只占家庭收入的一部分。但是,只要各家庭的消费支出占家庭总货币收入的比例外生给定,分析结果不会变化。这个固定比例与宏观经济学中的恩格尔系数类似。本文假定此比例为1,即家庭消费支出等于家庭收入。

③ 注意,符号“ $=$ ”表示“定义为”,特此说明。 $R_+^3: = R_+ \times R_+ \times R_+$ 是三维非负实数欧氏空间。 $T^2: = T \times T$ 是两维单位域空间。

者退出商品 x 市场时的保留效用被标准化为零。保留效用为零的参与约束对最优定价机制的约束最低。为简化假定不存在提供成本。^① 此时，垄断运营商的收支约束 (BB) 为：

$$PS: = \int_0^1 \{K[x(t)]\} dF(t) \geq H \geq 0$$

其中， $k(t) := K[x(t)]$ ， $\forall t \in T$ 是类型为 t 的家庭在定价政策 $K(x)$ 下做出最优选择时的最优消费量。

最后，假定仁慈无私的价格规制者追求一般化的社会福利最大化。一般化的社会福利是兼顾整体效率和各方公平性下的社会福利衡量。在此称之为修正性社会福利，以区别于通常意义上仅追求效率的社会福利。修正性福利^②由增广的消费者剩余 ACS (Augmented CS) 构成：

$$SW: = ACS = \int_0^1 M[u(t)] f(t) dt$$

其中， $u(t)$ 是类型为 t 的消费者的间接效用。

增广的消费者剩余是规制者主观认为的消费者总剩余，通常不同于经典的消费者剩余 $CS = \int_0^1 u(t) f(t) dt$ 。非负函数 $M(*)$ 体现了规制者的主观福利判断。这个函数在此仅限于常见的高等函数形式。该函数映射试图将特定消费者 t 的实际福利状况映射到规制者的主观福利中，函数特性体现规制者的目标诉求及其倾向程度。如果此函数被设定为严格凹的，即其直接导数随类型 t 而递减，那么规制者希望兼顾效率与公正。此时规制者是半福利主义者，而不是一味地追求效率而忽略社会公正的福利主义者 (Werning, 2007)。主观福利判断函数的凹性程度 (即绝对曲率) 越大，规制者对公正诉求越重视，更加关注低收入消费者的福利状况。极端地，如果函数 $M(*)$ 的 (绝对) 曲率无穷大，福利体现纯罗尔斯主义公正诉求，只关注最低类型消费者的福利；如果 $dM(*)/du$ 与类型 t 无关，如线性的，则福利体现纯功利主义诉求，规制者一视同仁地对待各类型消费者。此时增广消费者剩余与经典消费者剩余相等。

基于模型环境设定，如果规制者通过设计连续递增的直接机制^③ $\{(x(t), k(t)) | t \in T\}$ 实现修正性福利最大化，那么其优化问题 (I) 为：

$$SW_{\infty}: = \text{Max} \int_0^1 M(u(t)) dF(t)$$

① 成本的存在对最终结果不产生实质性影响。如果存在正成本，成本恰好补偿条件下的正成本体现为正参数 H ，显然，无成本假定是合理的。

② 在收入预算约束下的消费者总剩余最大化问题，与在收入预算约束下的社会福利 (由消费者总剩余与生产者剩余的加权和组成) 最大化问题，对定价研究而言基本等价。此特性对公共定价和最优收入税问题均如此。

③ 直接机制是信号空间恰恰是类型空间的机制。根据显示原理，直接机制足以实现一般性机制能实现的目标。

$$\text{s. t. } \begin{cases} (IC) u(t) := \text{Max} v[t, x(t)] - k(t) \geq v[t, x(\tilde{t})] - k(\tilde{t}), \forall (\tilde{t}, t) \in T^2 \\ (IR) u(t) \geq 0, \forall t \in T \\ (BB) \int_0^1 k(t) dF(t) \geq 0 \end{cases}$$

相应地, 如果设计 n 级递增阶梯定价或类型分割—消费—支付组 $\hat{\phi}_n = \{(\hat{T}_i, \hat{x}^i(t), \hat{B}_i(t))\}_{i=1}^n \in (R_+^3)^n$ 实现修正性福利最大化^①, 那么优化问题 (II) 则为:

$$\begin{aligned} SW_n(\phi_n^*, F) &:= \text{Max}_{\{(T, x^i(t), B_i(t))\} \in (R_+^3)^n} \sum_{i=1}^n \int_{t_i}^{t_{i+1}} M\{U[(i, x^i(t))]\} dF(t) \\ \text{s. t. } &\begin{cases} (IC_n^i) U(i, t_{i+1}; t_{i+1}) = U(i+1, t_{i+1}; t_{i+1}), \forall i \in I_n \\ (MON_n) x^i(t) < x^{i+1}(t), \forall i \in I_{n-1}, \forall t \in T_i \\ (BB) PS = \int_0^1 \{K[x(t)]\} dF(t) \geq H > 0 \end{cases} \end{aligned}$$

其中, 最优机制组集 $\phi_n^* = \{[T_i, x^i(t), B_i(t)]\}_{i=1}^n$ 是由激励相容约束、个人理性约束和预算中性约束共同确定的可行机制组集内, 能实现最大修正性福利的机制组的集合。

问题 II 中激励相容约束表征了相应类型的任一消费者在上下两个阶梯消费的无差异性, 共由 n 个等式组成; 由 n 个不等式组成的单调性约束则由第 i 个激励相容约束和个人理性约束共同决定。

三 一些重要概念和结论

为便于表述和分析, 首先用形式化语言描述有关递增阶梯定价和两部制菜单集合的重要概念; 然后基于优化问题, 论证网络型资源领域递增阶梯定价与两部制菜单从修正性福利意义上的等价性。

现在把对主要概念的界定和说明, 给出如下:

定义 I: n 级递增阶梯定价集是阶梯内边际价格满足非负性和严格递增性且阶数 $n \in I_{++}$ 的阶梯定价所组成的集合 Φ_n 。 n 级递增阶梯定价集 $\Phi_n \subset I_{++} \times R_{++}^{n-1} \times R_{++}^n \subset (R_{++}^3)^n$ 表述为:

$$\Phi_n \equiv \{\phi_n := [n, [X_i]_{i=1}^{n-1}, [P_i]_{i=1}^n] \mid n \in I_{++}, 0 < X_1 < X_2 < \cdots < X_{n-1}, 0 < P_1 < P_2 < \cdots < P_n\}$$

其中, 符号 $I_{++} := \{1, 2, 3, \cdots\}$ 是正整数集。后面还将看到, R_{++}^n 是 n 维正实数空间, $I_n := \{1, 2, \cdots, n\}$ 。

对于任意 n 级递增阶梯定价 $\hat{\phi}_n \in \Phi_n$, 每个数量区段内的边际价格固定, 在上下阶梯区段之间的阶梯价格递增。此时, 一个代表性消费者 (家庭) 的

^① 为压缩空间, 这里省略某些技术细节。参照方燕及方燕和张昕竹。

(每月或每季度) 支付额为:

$$B(x) = \begin{cases} B_1(x) = C + xp_1 & 0 < x \leq X_1 \\ B_2(x) = C + xp_2 + (p_1 - p_2)X_1 & X_1 < x \leq X_2 \\ \dots \\ B_n(x) = C + xp_n + \sum_{i=1}^{n-1} (p_i - p_{i+1})X_i & X_{n-1} < x \end{cases}$$

其中, 非负参数 C 是固定 (月/季) 支出, $(X_1, X_2, \dots, X_{n-1})$: $= [X_i]_{i=1}^{n-1}$ 和 $(p_1, p_2, \dots, p_n)$: $= [p_i]_{i=1}^n$ 分别是数量分割点和阶梯边际价格, 分别满足 $0 < X_1 < X_2 < \dots < X_{n-1}$ 和 $0 < p_1 < p_2 < \dots < p_n$ 。 $B_i(x)$ 是代表性消费者的消费量 x 落在阶梯 i 上时被索取的消费额, 其中, $VI_i = C + \sum_{j=1}^{i-1} (p_j - p_{j-1})X_j$ 也被称为虚拟收入。其实, 如果对于所有阶梯 $i \in (2, 3, \dots, n)$, 有 $p_i < p_{i-1}$ 或 $p_i = p_{i-1}$, 分别称之为递减阶梯定价 (即数量折扣) 和 (修正性) 两部制。这两种类型的定价与递增阶梯定价一起, 被统称为广义阶梯定价。修正性两部制作为广义阶梯定价的特例, 常作为 (递增或递减) 阶梯定价研究的对照基础 (方燕, 2017)。

给定任一 n 级递增阶梯定价 ϕ_n , 类型域 T 内的消费者的实际消费量分别落在 n 个阶梯上。在分离均衡下, 类型全域被分割为 T : $= \{T_i = [t_i, t_{i+1}) \mid i=1, \dots, n\} \cup \{1\}$, 其中, $t_1 = 0$, $t_{n+1} = 1$ 。由于消费者的效用函数满足正单交叉性, 类型高的消费者的边际效用也高。由于类型分割归根结底是消费者的消费量实际所落在的阶梯序的差异, 类型分割与消费分割显然相对应, 此时 n 级递增阶梯定价可改写为 ϕ_n : $= \{n, [T_i]_{i=1}^n, [P_i]_{i=1}^n\} \in \phi_n \subset \phi$ 。由于最大类型消费者的最优消费量总有限, 如为 $\bar{x} > 0$, 消费区域能被设定为 X : $= [0, \bar{x}]$, 其中, 最低类型消费者的最适消费量被标准化为零。相应地, 子域 T_i ($\forall i \in I_n$) 内的消费者的消费域为 $X_i = (x_i, x_{i+1}]$, 其中, $x_i \equiv x(t_i)$, $x_1 = 0$, $x_{n+1} = \bar{x}$ 。

由于激励相容约束保证高类型消费者的消费量也大, 数量分割背后隐含着类型分割 T_i : $= \{(t_i, t_{i+1}) \mid x(t_i) = X_i, \forall i \in I_n\}$ 和支付函数形式的不同。消费量位于第 i 阶梯上的消费者的支付——消费曲线 $B_i(x)$ 是斜率和纵截距分别为 $p_i > 0$ 和 VI_i 的直线上的部分线段。若此消费者位于第 $i+1$ 阶梯, 其支付曲线 $B_{i+1}(x)$ 的斜率 $p_{i+1} (> p_i)$ 更大, 截距 $VI_{i+1} (< VI_i)$ 更小, 总支付 $B_{i+1} (> B_i)$ 更大。消费落在第 n 级阶梯上的消费者的总支付由 n 个子项费用加总而成, 且各部分费用的边际价格递增。由于分段线性的 n 部制由固定收费和 $n-1$ 个定价计划加总而成, 递增阶梯定价显然属于递增的多部制。递增阶梯定价机制设计, 就是要确定合理的消费阶数、数量分割点以及各数量档次上的边际价格 (方燕, 2017)。

定义 II: 递增阶梯定价集是由所有阶梯数大于等于 1 的递增阶梯定价集

组成的集合 Φ 。符号表述为 $\Phi := \{\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_j, \dots, \Phi_N\}$ ，其中，元素 Φ_j 是由定义 I 所界定的 j 级递增阶梯定价集。参数 $N \in I_{++}$ 是最大可能的阶梯数。

显然，递增阶梯定价集是集合的集合，总共有 N 个元素。方燕和张昕竹研究发现，如果考虑阶梯定价在实施过程中因计算与信息复杂性而致的高昂交易成本与福利损耗，最大可能的阶梯数 N 是个相对较小的正整数。特别地，当 $N=1$ 时， Φ 内的唯一元素 Φ_1 是一级递增阶梯定价集，也就是修正性两部制集。如无特别说明，参数 N 均指大于等于 2 的正整数，字母 M 亦然。

类似地，对修正性两部制集和两部制菜单的界定如下所示：

定义 III：修正性两部制集是由所有可行的修正性两部制组成的集合 Ω_1 。符号表述为 $\Omega_1 = \{(1, p) \in R \times R_+ \mid 1 + xp = K(x), \exists K(*) \geq 0\}$ ，其中，函数 $K(*)$ 是消费支付函数。

定义 IV： m 列两部制菜单集是所有有 $m \in I_{++}$ 个修正性两部制供选择的定价菜单所组成的集合 Ω_m 。严格地说， m 列两部制定价菜单集 $\Omega_m \subset I_{++} \times (R \times R_{++})^m$ 表述为：

$$\Omega_m = \{\varphi_m = [m, (l_j, p_j)_{j=1}^m] \mid 0 \leq p_j < p_{j+1}, \forall j \in I_m := [1, 2, \dots, m], m \in I_{++}\}$$

定义 V：两部制菜单集是所有由列数为 1, 2, 3, ..., M 的修正性两部制菜单集组成的集合 Ω 。符号表述为 $\Omega = \{\Omega_1, \Omega_2, \dots, \Omega_m, \dots, \Omega_M\}$ ，其中，元素 $\Omega_m (\forall m \in I_M)$ 是由定义 IV 所界定的 m 列两部制菜单集。参数 $M \in I_{++}$ 是最大可能的菜单列数。

需要指出的是，修正性两部制概念沿用“两部制”的说法，主要是想强调这类定价与经典的科斯两部制类似，均由固定收费和变动收费两部分构成。两者的区别也重要：科斯两部制中边际价格等于边际成本。当边际成本固定时，边际价格才固定不变 (Tirole, 1988; Wilson, 1993)。修正性两部制中的边际价格 p 总是固定的，同时即使边际成本固定， p 也不一定等于边际成本。修正性两部制菜单集 Ω 共有 M 个元素，每个元素是一个无穷集合。只有一列的两部制菜单集自动退化为只有一个选项的两部制集 Ω_1 。

界定清楚主要概念的内涵后，现在开始探讨在网络型资源领域 n 级递增阶梯定价与 n 列两部制菜单的等价性关系。这个关系的成立，是基于修正性福利最大化的意义上而言的。这个等价关系使论证递增阶梯定价机制的渐近有效性，确定递增阶梯定价的最优阶数 (方燕和张昕竹, 2014)，乃至设计最优递增阶梯定价机制成为可能 (方燕, 2017)。

基于对如上诸概念的界定和说明，现在给出重要命题：

引理：(递减多部制与两部制菜单的等价性) 在消费者的确定性需求条件下，对于任意一个连续递减定价，总存在一个 $n \geq 2$ 部制递减定价或有 $n-1$ 列两部制菜单 φ_{n-1} 来逼近，使两种机制下的社会福利 (或利润) 近似相等。

证明：参见 Faulhaber 和 Panzar (1977)，或 Wilson (1993)。

这里以一般性商品（包括网络性资源）垄断运营商的最优定价为例，简要地说明引理。在经典定价文献中，在正单交叉性和单调风险率的假定下，激励相容条件和个人理性约束使高类型消费者的最优消费高，使消费量与类型呈现单调性。为此，垄断企业的最优策略是让边际价格 $p(t)$ 随类型 $t \in T$ 连续递减的非线性定价政策，以完全甄别消费者类型，尽量榨取消费者剩余，实现期望利润最大化 (Maskin and Riley, 1984)。如果改用某个更易操作的三部制定价，三个边际价格 $p_1 > p_2 > p_3 > 0$ ，如图 1a 所示。只要所设计的三部制能实现诸如区域 a 与 b、c 与 d 之类的区域对的面积对等，就能使连续递减定价改换为三部制时，向部分消费者少索取的收入能通过向另外部分消费者多索取来抵消，基本不损害预期利润。理论上说，通过调整三个边际价格 p_1 、 p_2 、 p_3 和两个类型分割点 t^1 、 $t^2 \in T$ ，能使这些区域对的面积相等。

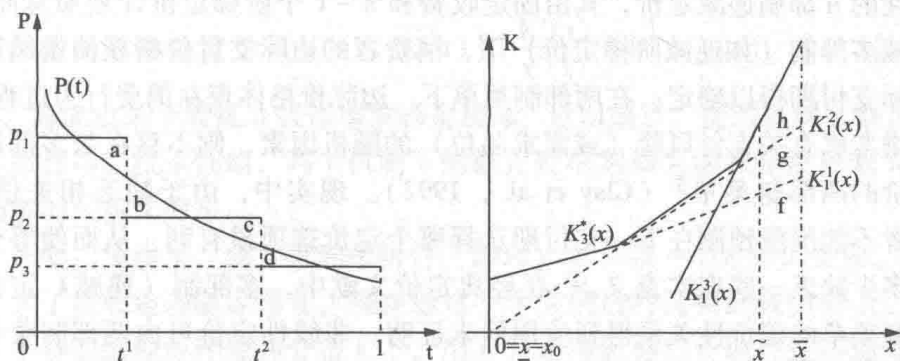


图 1a 连续递减定价与三部制的关系 图 1b 三级递增阶梯定价与三列两部制菜单的等价性

推论 I：逼近同一个连续递减定价的 $n \geq 2$ 部制递减定价和 $n - 1$ 列两部制菜单等价。

证明：由引理直接推得，证明从略。

推论 I 说明，在确定性需求下，任何多部制递减定价（如递减阶梯定价）总存在等价的两部制菜单。^① 本文所指的等价性含义是指最大化福利的规制者（或最大化利润的垄断企业），能用多部制递减定价和两部制菜单实现等量的福利（或利润），这里的福利可以是社会福利或修正性福利。虽然 $n = 2$

^① Clay 等 (1992) 研究了在交易成本下执行非线性定价的两种方式 Optional Calling Plan（如两部制菜单）和 Taper（即递减阶梯定价）之间的关系。当消费者需求确定时，两者等价；当需求随机时（如由支付风险和需求品位变动所致），两者不等价。当需求随机性不够大时，两部制菜单下的企业期望利润高于多部制，但总剩余和消费者剩余则更低。实证分析发现，居民电力用户很少在两部制菜单下包络线上购买 (Train et al., 1987)；在单一费率电话业务上的很多用户并没有选择能使其话费更低的本地业务 (Kridel et al., 1993)。本文不研究需求随机性的影响。