

互联网接入价格机制研究

千春晖,周 习

(上海财经大学,上海 200433)

摘要:互联网“俱乐部”产品、外部性的两面性等特征导致了网络拥塞出现的可能性。在互联网基础设施巨额固定投资的压力下,利用价格手段来实现有限网络资源的有效配置,成为目前比较可行的方法。文章通过提出基于差别的产品的两部定价机制为解决网络拥塞问题构建一种简单和有效的价格体系。在垄断竞争市场下,这种定价体系不但可以实现网络外部效用的内部化,同时也能够增进社会福利。

关键词:互联网接入;差别化产品;两部定价法;网络拥塞

中图分类号:F714 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-9952(2006)02-0054-13

互联网用户数量的攀升、应用范围的扩展以及网络信息产品质量的提升,使得对互联网基础设施的要求也在不断提高。Gupta, Stahl 和 Whinston 曾经在 1995 年做过一个模拟模型检验,他们的研究表明,如果不对因特网进行有效的管理,网络拥塞和资源的低效率配置会导致每年数百亿美元利润的流失^①。而美国就曾经在 1986、1987 和 1992 年发生过严重的网络拥塞事故,一些音频和视频数据包的传送占据了大量的带宽资源,导致了严重的传送延迟,特别是在 NSFNET(National Science Foundation NET) 网络以及一些中级网络上。

虽然目前我国还没有出现过大规模的网络拥塞,但是根据中国互联网络信息中心(CNNIC)发布的统计报告显示,截至 2005 年 6 月 30 日,我国上网用户总数为 1.03 亿人,与上年同期相比增长 18.4%,且目前我国网民数和宽带上网人数均仅次于美国,位居世界第二。同时,该报告还显示,在线音乐与在线影视等对带宽要求比较高的服务项目已经进入互联网的八大热门服务中。上网人数的激增以及上网习惯的变化都将导致对带宽需求的大幅度增加。但是高额的固定成本投入又使得网络基础设施的建设远远落后于对其需求的增长。同时,目前我国互联网的价格机制主要以接入定价为主,用户支付

收稿日期:2005-10-31

作者简介:千春晖(1968—),男,江苏常熟人,上海财经大学教授,博士生导师;
周 习(1978—),女,安徽宿州人,上海财经大学博士生。

一定的月费或者年费就可以无限制上网，过低的边际成本会在一定程度上刺激网民无限制增加在线时间，造成网络资源的浪费。这些因素使得我们不得不对将来中国互联网发展可能遇到的网络拥塞问题进行事先研究和防范，力图寻找一种有效的价格机制来避免网络拥塞问题的出现，并且实现资源的有效配置。

一、互联网的技术经济特性和网络拥塞的原因

(一) 互联网的技术经济特征

需求的两部性。首先，从经济学的角度来看，互联网继承了传统电信产业最主要的一个特点，即需求的两部性：接入需求与用量需求。二者相互影响，存在着交叉价格效应： $D_A = f[P_A, P_U, N(P_A, P_U)]$, $D_U = g[P_U, N(P_A, P_U)]$ 。式中 D_A, D_U 分别表示接入需求量和使用需求量， P_A, P_U 分别表示接入价格和用量价格， $N(P_A, P_U)$ 为已有用户数量，它是接入价格和用量价格的函数，用户数量的增加能够提高每个已有用户的效用，即其具有消费的外部性。

网络外部性的两面性。在互联网供给和需求中，存在着两个对互联网的使用量至关重要

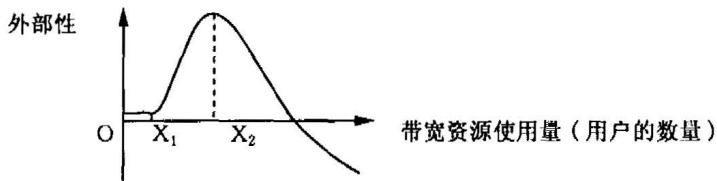


图 1 互联网外部性面临的两个“临界点”

的临界点：一是能够使互联网发挥其正的外部性的临界点(X_1)，该临界点体现了互联网“关键多数”的特性。只有在上网的用户数量达到一个临界点之后，才会有更多的用户加入进来。在达到这一临界点之前，网络供应商只能收取一个较低的价格以吸引更多的用户；一旦超越这一临界点，互联网就开始显示出规模经济效益，平均成本下降，但这时，供应商可能反而会提高网络的接入价格和用量价格，需求量与价格开始显示出正相关关系。第二个临界点(X_2)是受技术等客观条件的制约，当网络正的外部性发挥到极限时，如果再继续增加使用量，就会出现网络拥塞。这时网络资源的外部性就会发生突变，由正变负(如图 1 所示)。

“俱乐部”产品的特性。互联网有别于传统电信的一个重要特征，就是前者具有一定公共物品的性质。

时间在互联网需求中的作用。消费者对于互联网的需求量不仅像其他商品一样取决于个人收入和产品价格等方面，还取决于时间。特别是在存在网络拥塞的时候，消费者时间的稀缺程度在很大程度上影响着其对互联网的需求量。

无边界市场。互联网不按照数据传输距离的远近收取不同的费用，对数

据跨越国界传送也不征收特殊关税。因此互联网市场可以说是一个无边界的市场。

(二) 网络拥塞产生的原因

导致网络拥挤最直接的原因就是消费者对网络需求量的增加,以及网络的私有化和商业化等等。但在这部分中,我们将试图从经济学的角度以及实际的运用过程中挖掘网络拥挤出现的原因。

公共地悲剧。俱乐部产品的特性决定了在互联网的使用过程中可能会出现公共地悲剧。由于目前对互联网的收费大多停留在与数据流量大小无关的阶段,所以在网络顺畅的情况下,每个用户都会增加自己在网络上的信息传递量,因为增加用量并不会给自己增加任何成本,尽管并不是所有的信息都是必须的。这样发展下去的结果就是网络拥塞的出现。

考虑目前某网络共有 n 个用户,在网络没有出现拥塞的时候,每个用户都可以自由地增加其网络使用量,我们用 $x_i \in [0, \infty)$, $i=1, 2, \dots, n$ 表示第 i 个

用户在某一时段对网络的使用量,若该用户不在线,则 $x_i = 0$ 。 $X = \sum_{i=1}^n x_i$ 代表 n 个用户对网络的总使用量。 $u_i = u_i(X)$ 代表用户从每单位数据包的上传或者下载中获得的效用,在这里,为了便于分析,我们暂且假定每个数据包传递给 n 个用户带来的效用是相同的,用 $u = u(X)$ 来表示, u 是用户总使用量 X 的函数。网络的使用量有一个极限值 X_{\max} :当 $X < X_{\max}$ 时, $u(X) > 0$; 当 $X \geq X_{\max}$ 时, $u(X) = 0$ 。当网络的总使用量很少时,增加使用量也许不会对其他用户的价值有太大的不利影响,甚至还能因为在线人数的增加给用户带来正的外部效应,但随着对网络使用量的不断增加,达到临界点 X_{\max} 后,网络就会出现拥塞的现象,每个用户的效用就会急剧下降。由于在现实生活中,带宽使用总量通常都比较大,因此,我们假定, $\frac{\partial u_i}{\partial X} < 0$, $\frac{\partial^2 u_i}{\partial X^2} < 0$ 。

在这个博弈中,每个用户的问题是选择 x_i 以最大化自己的效用。由于目前我国的互联网收费大部分都未实行从量收费,所以对于用户在线的这段时间来说,他们所付出的成本是完全沉淀的。因此,我们可以对这些沉淀成本忽略不计。另一方面,用户在使用网络的过程中,由于时间的稀缺性,会发生一些等待成本,我们把对于每一单位数据包的平均等待成本记为 c_i ,那么用户的效用最大化问题就成为

$$v_i = \max \left[x_i u_i \left(\sum_{j=1}^n x_j \right) - x_i c_i \right] \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

最优化一阶条件是

$$\frac{\delta v_i}{\delta x_i} = u_i(X) + x_i u'_i(X) - c_i = 0 \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

从该条件中不难看出:用户 i 增加一单位数据包的传送有正、负两方面的

效应，正的效应是该数据包给用户 i 带来的效用 u_i ，负的效应是该数据包的增加使自己其他数据包效用的下降 ($x_i u'_i < 0$)。 n 个一阶条件定义了 n 个反应函数：

$$x_i^* = x_i(x_1, \dots, x_{i-1}, x_{i+1}, \dots, x_n) \quad i=1, 2, \dots, n \quad (3)$$

因为

$$\frac{\partial^2 v_i}{\partial x_i^2} = 2u'_i(X) + g_i u''_i(X) < 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial^2 v_i}{\partial x_j \partial x_i} = u'_{ij}(X) + x_i u''_{ij}(X) < 0$$

所以

$$\frac{\partial x_i}{\partial x_j} = -\frac{\partial^2 v_i}{\partial x_j \partial x_i} / \frac{\partial^2 v_i}{\partial x_i^2} < 0 \quad (5)$$

也就是说，第 i 个用户的网络最优使用量随其他用户的最优使用量的增加而递减。 n 个反应函数的交叉点就是纳什均衡： $x^* = (x_1^*, \dots, x_i^*, \dots, x_n^*)$ ，在纳什均衡下，用户的总使用量为 $X^* = \sum_{i=1}^n x_i^*$ 。

将 n 个一阶条件相加再除以 n ，得到

$$u(X^*) + \frac{X^*}{n} u'(X^*) = c \quad (6)$$

而社会最大化的目标是

$$\max_X [X_u(X) - X_c] \quad (7)$$

社会最优化一阶条件为

$$u(\bar{X}) + \bar{X}'_u(\bar{X}) = c \quad (8)$$

其中， \bar{X} 为社会最优总使用量。比较式(6)和式(8)可以看出， $X^* > \bar{X}$ ，网络确实有可能被过度使用。在前面用户 i 的最优化一阶条件中，他考虑的仅仅是自己的负效应，并未把对其他用户的影响考虑进去。因此，在纳什均衡最优点上，个人的边际成本小于社会的边际成本，纳什均衡的总使用量大于社会最优使用量。

供应商保留经营能力。这也是网络拥挤形成的一个间接因素。如图 2 所示，在大多数情况下，网络供应商面临一个向下倾斜的需求曲线，而其各种硬件设施一旦建成，其供给能力就是不变的，所以供

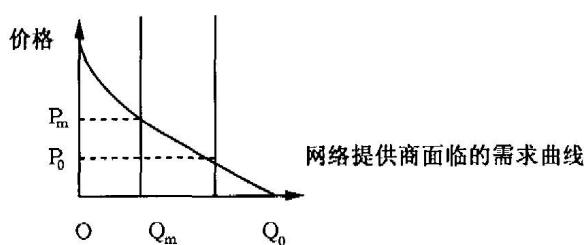


图 2 供应商保留部分生产能力

应商的供给曲线是垂直的。根据供给曲线和需求曲线的交点，网络服务的定

价应该停留在 P_0 , 网络的供给量为 Q_0 。如果网络供应商保留部分供应能力, 将供给曲线左移至较低处, 则价格就会上升。网络供应商通过制造拥挤产生了拥挤效应。只要减少带宽所带来的拥挤收益大于需求减少所带来的净损失, 网络供应商就会继续保留供应能力, 直至拥挤收益等于因需求减少而导致的净损失为止, 即 $MR=0$ 点。此时, 网络价格为 P_m , 网络供给量为 Q_m , 而 $Q_0 < Q_m$ 为网络供应商的最优保留能力。

二、基于差别的产品的两部定价法

(一) 互联网接入定价模式的选择

为了解决现实中定价方式的不足, 从 20 世纪 90 年代起, 借鉴与互联网产业有着众多相似之处而理论体系发展又比较成熟的传统电信业的定价方式研究, 经济学家们纷纷提出了各种互联网的定价方式并进行了深入的探讨。

1. 动态最优定价法^②

其中心思想是在网络拥挤时按照数据包的 IP 优先权区域分配的优先权号码进行。最优价格取决于每个节点的传输流量、数据包的大小、优先权级别以及时间的社会成本。但是在实际实施过程中, 如何分配各个 IP 地址的优先权号码, 如何同时实现分配过程中的效率与公平, 就是一个复杂的问题。其次, 该解决方案要求每隔一段时间就对所有的用户的使用记录进行一次检测, 以保证用户按照规则使用, 这将带来巨大的成本, 无形中又从另一方面降低了原本已经增加的社会福利。

2. 接入定价与定额定价

在实践中占主流地位的还是接入定价与定额定价。接入定价通常都是根据合同期内用户连接的带宽而确定的, 若是签订长期合同则会有一定的折扣 (Srinagesh, 1995)^③。但是, 由于用户并不承担他们的使用所导致的全部社会成本, 而仅仅是承担了私人成本, 所以接入定价并不能实现在阻塞时段社会资源最优的配置。

定额定价就是以用量为基础对固定带宽的使用支付固定的费用, 这种定价既不随实际带宽使用情况而变, 也不随网络当前的阻塞情况而调整。但由于定额定价是以用量为基础的定价方案, 它很可能比其他以非用量为基础的方案更能改善资源配置效率。

3. 用户报价法

Bohn 等人(1993)^④提出了用户报价法: 对服务进行分级, 对不同的级别给予不同的优先权, 并让用户自愿地选择适当的级别。用户的选择将被记录在 IP 地址头部的服务类型一栏中。这一方案有效与否取决于每位用户能否选择正确的类别, 为了解决这一问题, Bohn 等建议进行不定期检查, 并对错误使用等级的行为进行惩罚。但是, 这种监察体系如何实施, 该体系是否有效等

都有待解决。其他一些学者（如 Kelly, 1995^⑤）曾经提出向用户公布最优定价，但并不向用户收取该费用，这种“实际”的价格能够起到引导消费者自觉调整其需求，最终导致网络资源有效配置的作用。

4. 聪明市场模型

聪明市场模型是 Mackie-Mason 和 Varin(1995)提出的，该模型突破了传统定价模型的模式：不是使用计量经济学的方法去估算网络拥挤的社会成本，而是创建一种类似于拍卖的机制，激励用户自己报出为了得到更快的网络服务愿意支付的最高真实价格。^⑥该模型类似于 Vickrey 于 1961 年提出的次优价格拍卖机制，即根据把拍卖品出售给最高投标人的原则招标，但是出售价格则根据次高价格确定。但是，聪明市场模型也只能相对保证优先权。更重要的是，每个通过阻塞节点的数据包都必须承受一定时间的延迟：数据包要排队等候报价的整理以及最后的结果。此外，从技术层面看，聪明市场模型也还不完全具备可行性。

（二）基于差别产品的两部定价法

综合考虑上述几种定价方式的不足之处，可以得出，一个有效的定价机制应该能够准确的实现如下几点目标：（1）以网络资源提供商的成本为基础定价。在互联网产业中网络提供商最大的成本就是巨额的固定成本。为了保证巨额固定成本的回收，可以收取固定费用，并且可以对具有不同价格弹性的接入者收取不同的接入价格。（2）能够反映网络资源的需求和供给状况：当网络不拥挤时，发送一个数据包的价格应该接近或者等于其边际成本——零；当网络拥挤时，应该对发送一个数据包收取正的价格，并且使所有愿意支付等于或者高于此价格的用户都能够顺利得到服务。（3）能够成功地对不同的消费群体进行划分：对需求价格弹性比较低的用户，他们经常在高峰期使用互联网，应该向其收取较高的价格；而对价格需求弹性较高的用户，良好的价格机制应该能够促使他们避开高峰期，而选择在使用量的波底使用。（4）能够调节用户使用量在时间分布上良好的稳定性。带宽使用量在时间分布上大的波动不但不利于价格机制的研究，也会给用户的使用带来不便。（5）考虑到在实际运行过程中受到技术以及成本等方面因素的限制，成功的定价战略也应该是比较简单和易于实施的。

从社会最优角度出发，为了能够实现网络带宽资源的有效配置和对不同用量的消费者公平收费的原则，应该采取从量定价法；而考虑到互联网业巨额的固定成本投入，固定收费应该是一个不错的方案；考虑到不同的消费者对带宽资源的不同需求，互联网的定价应该根据所提供的服务质量而变化。综合以上三个方面以及稳定性、可行性等因素，以差别产品为基础的两部定价法应该是目前比较可行的一个因特网定价方案：不同的网络提供商或者同一个网络提供商可以向不同的用户提供不同质量的网络服务，也就是网络提供商可

以把整个网络资源分成若干个提供不同服务的逻辑子网，并收取不同的接入价格和从量价格。

结合互联网在实际使用中的各个环节，可以将该定价法的收费分为四个环节：接入收费(Access Charge)，它与用户是否在线无关，是互联网基础设施分摊到每个用户身上的成本，以及每个用户都必须安装的一些设施的成本；容量收费(Capacity Charge)，即用户在网上传送数据的最大速度，这一部分就可以体现出不同服务的差别价格，它与用户是否在线以及是否使用这个最大速度传送数据无关，是一种必然价格；优先权收费(Priority Charge)，是在网络出现拥挤时用户为了获得先于他人取得数据传输服务的权力而支付的费用；用量收费(Usage Charge)，根据用户实际传送数据的数量收取的费用。而根据差别产品，对于每个逻辑子网，都可以收取不同的费用。

接入收费和容量收费都是常数，与用户是否使用互联网以及用量多少无关，而仅与用户选择何种质量的网络有关，可以合并为一项，用 $m = m(Y)$ 表示，其中 Y 为衡量该逻辑子网服务质量的一个参数；用量收费与优先权收费取决于用户使用网络的数量(Q)与偏好(Y)，可以合并为一个单一可变变量 $n = n(Y, Q)$ 。 m 和 n 构成了两部收费，则互联网中不同的逻辑子网的收费 F 可以分为两部分

$$F = m(Y) + n(Y, Q) \quad (9)$$

MacKie-Mason 和 H. Varian(1994)曾经对竞争性市场下的网络拥塞定价问题进行过经济学的分析，在他们所假设的竞争性市场中，存在着很多独立的厂商，价格是由竞争性市场确定的，这些厂商都是他们所提供的服务价格的接受者。在这种市场结构下，均衡价格和容量都能够达到社会净收益最大化的要求。同时，MacKie-Mason 和 H. Varian 还证明了如果在完全垄断的市场结构中，只存在着一家网络提供商，那么厂商所追求的利润最大化的价格有可能高于也有可能低于社会最优价格。^⑦这里，我们把 MacKie-Mason 和 H. Varian 的研究拓展到垄断竞争市场中，把提供差别化产品的厂商视作具有一定的市场力量，根据自己所提供的服务质量对消费者进行差别化的收费。

1. 假设

在垄断竞争性的互联网服务提供市场中，存在着很多的用户和若干厂商，以及具有差别的若干产品，也就是互联网服务。为了便于研究，在这里，我们假定市场上共有 m 家厂商，每家厂商提供一种有别于其他厂商的互联网服务，即市场上一共有 m 种不同的互联网服务。

假设用户 i 选择了某一厂商 j 提供的互联网服务，共有 n 个用户选择了该厂商的服务。每个用户都可以选择其带宽的使用量 x_i ($x_i \in (0, \infty)$, $i = 1, 2, \dots, n$)，令 $X = \sum_{i=1}^n x_i$ ，则 X 表示所有 n 个用户的总带宽使用量。网络是否会

出现拥塞主要由两个因素决定：带宽总的使用量 X 以及厂商能够提供的最大带宽容量（记为 K ）。我们用 $Y=X/K$ 来衡量网络的运行状况：若 $Y>1$ ，即 $X>K$ ，也就是用户对带宽总的使用量超过了网络的最大承受量时，就有可能出现网络拥塞；若 $Y<1$ ，即 $X<K$ ，则网络容量还没有达到饱和，网络正常运行。在下文中为了方便起见，我们就用 Y_j 来衡量厂商 j 所提供的服务质量。

用户 i 从互联网的使用中得到的效用用 u_i 来表示， $u_i=u_i(x_i, Y_j)$ ，即用户的效用大小取决于其对网络的使用量以及网络的整体使用情况。并且 u_i 定义良好，在 $x_i \in (0, \infty)$ 和 $Y_j \in (1, \infty)$ 上都是连续、可导的，且

$$\frac{\partial u_i(x_i, Y_j)}{\partial x_i} > 0, \quad \frac{\partial^2 u_i(x_i, Y_j)}{\partial x_i^2} < 0 \quad (10)$$

$$\frac{\partial u_i(x_i, Y_j)}{\partial Y_j} < 0 \quad (11)$$

当 $X \leq K$ ，即 $Y \leq 1$ 时， $u_i(x_i, Y) = u_i(x_i, 0)$ ，即当网络容量还没有达到饱和时，消费者从网络带宽的使用中所得到的效用主要取决于其本身的带宽使用量。

在互联网市场的供给方面，市场上有若干家互相竞争的网络服务提供商，并且每家厂商都具有一定的市场力量，假设每家企业都采取两部定价法： q 为一段时间内的接入费用，这是一种与使用量无关的固定费用。由于每家厂商提供不同的服务，以及提供的服务质量的不同，决定了不同的 q ，则有 $q_j = q(Y_j)$ ，其中 Y_j 代表该厂商所能提供的服务质量； p 表示在出现网络拥塞时，消费者每增加一单位带宽（比如 1M 或者 1K）的使用必须支付的费用，此时，每个数据包应该收取的价格应该由这时的市场状况决定，也就是由当时的网络拥塞程度决定，即有 $p_j = p(Y_j)$ 。为了提供 K 单位的带宽，每家企业必须支付的成本用 $c(K)$ 表示，且假设 $c'(K)$ 为一固定常数。

2. 消费者行为

在这一垄断竞争性的市场下，面对不同的互联网服务和不同的价格，消费者要解决的问题就是要决定选择哪一个厂商所提供的网络接入服务。实际上，消费者在选择厂商的时候也就间接选择了网络运行可能出现的各种情况，比如拥塞、不拥塞，或者何时出现拥塞，即服务质量。消费者对网络状况 Y 的选择并不是直接的，而是间接的、被动的，是通过对服务提供商的选择来实现的。同时，消费者还可以选择自己对网络的使用量。通过这些选择，消费者力求用最小的支出最大化自己的效用。因此，代表性消费者的效用最大化问题就可以表述为：

$$\max_{x_i, Y_j} u_i(x_i, Y_j) - p(Y_j)x_i - q(Y_j) \quad (12)$$

效用最大化的一阶条件

$$\frac{\partial u_i(x_i, Y_j)}{\partial x_i} - p(Y_j) = 0 \quad (13)$$

$$\frac{\partial u_i(x_i, Y_j)}{\partial Y_j} - p'(Y_j)x_i - q'(Y_j) = 0 \quad (14)$$

通过这两个等式我们可以看出：在两部收费下，消费者会一直增大自己对网络的使用量，一直到边际收益等于边际成本，即增加一单位带宽使用量带来的效用增加量等于为这一单位使用量所支付的费用。式(14)也告诉我们，网络拥塞的增加所带来的边际负效用必须等于 $p'(Y_j)x_i + q'(Y_j)$ 的补偿。

对第二个等式进行加总，可以得到

$$\sum_{i=1}^n \frac{\partial u_i(x_i, Y_j)}{\partial Y_j} = p'(Y_j)X + nq'(Y_j) \quad (15)$$

3. 生产者行为

在互联网市场中的厂商，网络提供商能向消费者索取的价格 $p(Y)$ 和 $q(Y)$ ，实际上取决于他们所能提供何种服务，而 Y 又是受 X 和 K 的影响。因此，某一典型厂商首先要选择自己的带宽容量 K 。同时，在前文对互联网出现拥塞的原因进行分析时，我们还提出出现网络拥塞的原因之一就是网络提供商保留部分经营能力，以提高网络接入的价格。那么，网络提供商不仅可以选择带宽的总容量，还可以在一定程度上选择消费者能够获得的总带宽，即 X 的大小。因此，典型的网络提供商利润最大化行为就可以表述为

$$\max_{K, X} \pi^j = p(Y_j)X + nq(Y_j) - c(K) \quad (16)$$

该问题利润最大化的一阶条件为：

$$-\frac{X^2}{K^2}p'(Y_j) - \frac{X}{K^2}nq'(Y_j) - c'(K) = 0 \quad (17)$$

$$p(Y_j) + \frac{X}{K}p'(Y_j) + \frac{1}{K}nq'(Y_j) = 0 \quad (18)$$

把式(13)和式(15)代入式(17)和式(18)，得：

$$-Y_j \sum_{i=1}^n \frac{\partial u_i(x_i, Y_j)}{\partial Y_j} = c'(K)K \quad (19)$$

$$\frac{\partial u_i(x_i, Y_j)}{\partial x_i} = p(Y_j) = -\frac{1}{K} \sum_{i=1}^n \frac{\partial u_i(x_i, Y_j)}{\partial Y_j} \quad (20)$$

4. 含义

从以上的分析中可以看出，在网络拥塞时，消费者增加一单位带宽的使用必须支付的价格等于消费者从该增加的带宽使用中所获得的效用（如式(13)）。同时，从式(20)中也不难看出，它也应该等于用户 i 增加一单位带宽使用量给所有用户（包括用户 i 本人）带来的效用损失之和的一个函数，而与 i 无关。这也应该是该网络中的用户愿意支付给网络提供商的费用，以阻止提供商向其他用户提供更多的网络服务。如果该价格小于消费者愿意为 1 单位额外带宽支付的费用的话，那么根据利润最大化原则，网络提供商就愿意继续出售带宽资源。直到该价格等于或者大于某消费者愿意支付的单价时，提供

商才会停止提供更多的服务。

我们看到，在垄断竞争性的市场中，以差别产品为基础的两部定价法成功的把外部效应内部化，用户完全承担了自己的行为给其他用户所造成的效果损失。而产品差别化的出现，丰富了产品市场，给消费者提供更多的选择，同时也成功地对消费者进行了分类。

在长期，厂商可以自由进出竞争性市场，那么，每个网络提供商的利润必定为零。即

$$\pi^j = p(Y_j)X + nq(Y_j) - c(K) = 0 \quad (21)$$

把式(19)和式(20)联立，可得

$$p(Y_j)X = c'(K)K \quad (22)$$

把式(22)代入式(21)，可得

$$\frac{q(Y_j) - c(K)/n}{c(K)/n} = -dc/dK \cdot K/c = -e \quad (23)$$

其中 e 为成本的规模弹性，如果 e 足够小，也就是相对于每个用户的平均成本来说，边际成本很小的话，那么接入费用 q 就能够涵盖网络提供商的大部分成本。从而进一步证明了只有在出现网络拥塞的情况下，才应该对消费者收取从量费用 p 的可行性。

同时，垄断竞争市场中，网络提供商可以自由进入，这也保证了在每一个子逻辑网络中，最后都能够实现有效的定价。在一些子网中会出现较高的网络阻塞程度，但是这样的网络收取的费用也较低，而在另一些子网络中却有着较高的价格，但是网络顺畅程度较好，很少出现拥塞。

在微观经济学中，衡量一个市场结果是不是有效率很重要的一个标准就是总剩余——消费者剩余加上生产者剩余——是否达到了最大化。当运用差别定价针对不同的支付意愿进行交易时，无疑不管对供应方还是消费方，社会福利都将得到提升。由于在差别定价的安排下，价格从统一定价转向定价组合，某个产品的价格有升有降，这意味着消费者中有人受益，有人受损。从总体来看，消费者一方的部分剩余会转移到生产者一方，但差别定价仍可能带来帕累

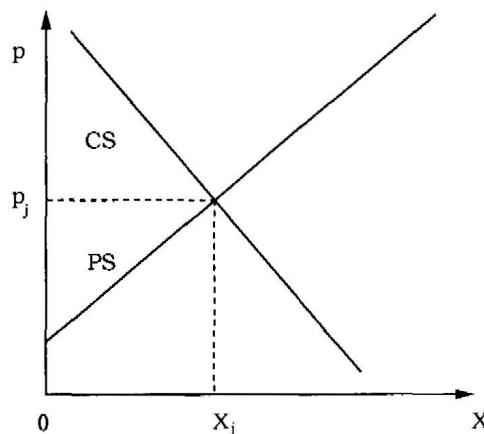


图 3 消费者剩余与生产者剩余

托改进。为了便于讨论,我们暂时忽略两部定价法中的固定成本,而仅仅考虑其可变成本部分。

从图3中可以看出,我们可以把社会总剩余表述为

$$CS + PS = \sum_{j=1}^m \int_{p_j}^{\infty} X(\xi) d\xi + \sum_{j=1}^m p_j X_j(p_j) - \sum_{j=1}^m \int_0^{X_j} p(z) dz \quad (24)$$

其中 $p(X)$ 为厂商 j 所面对的反剩余需求函数。

在模型中引入影子价格 $\mu_j(t)$,该影子价格可以制约用户的行为,它被解释为根据特定的策略来调整其资源要求的反馈信号。如果一个用户选择了厂商 j 所提供的服务,并支付了 p_j 的价格,那么他就会得到该厂商提供的一个正比于 p_j 的一个带宽

$$\frac{p_j}{\sum_{k \in j} A_{kj} \mu_k(t)} \quad (25)$$

其中 A 为参数。该式反映了用户可以根据偏好对基于影子价格的业务流进行选择。

影子价格可以由网络提供商根据供给和需求的变化来进行调整,即

$$\frac{d\mu_j(t)}{dt} = \kappa [A_j K_j - X_j(\mu_j(t))] \quad (26)$$

求式(25)和式(26)的李亚普诺夫函数 $\Psi(\mu)$,可以证明,存在使 $\Psi(\mu)$ 最大化的惟一的 μ 值。由李亚普诺夫稳定性理论^⑤可知,该 μ 就是系统的稳定点,所有的轨线在此处收敛,而且系统将向使目标函数式(24)最大化的方向发展。由于篇幅所限,我们就不对这种方法做深入探讨^⑥。

三、结论、不足及政策含义

本文试图通过基于差别的产品的两部定价机制为解决网络拥塞的问题构建一种简单而又有效的价格体系。分析表明,在提供差别的产品的垄断竞争市场中,消费者从自身效用最大化原则出发,具有一定市场力量的网络提供商从自身利润最大化原则出发,能够最终在整个市场中成功地实现网络外部效用的内部化。

但是用户一旦选定了一种服务之后,其固定价格和从量价格就都是固定的了,并不能够完全随着网络实际的运行状况而改变,也就是说它并不能反应实时的网络拥塞状况,而仅仅是根据需求的价格弹性对消费者进行了划分。此外,本文的模型暗含一个假定:骨干网的容量是足够的。本文研究的仅仅是局域网或者地区网解决网络拥塞的定价问题。而在现实中,骨干网的拥塞问题也是不可回避的,每一次骨干网的扩容都会带来网速的大幅提升。这方面的问题还有待于以后的进一步深入研究。

中国互联网的飞速普及以及人们对信息需求的不断增长,将使互联网的

发展面临着很大的挑战。根据本文的研究成果,各网络运营商和相关的管理部门可以从以下几个方面出发,解决中国互联网目前所面临的各种问题,并预防一些尚未出现的问题:

首先,提供多样化的网络接入服务。多样化的网络接入服务不但可以满足不同消费群体的需求,提高消费者的效用,而且能够实现网络资源的有效利用,避免网络资源的浪费。不同的上网用户,专业的和非专业的,以娱乐为主和以获取信息为主等等,对带宽的要求存在着很大的差别。过于单调的产品和服务,在把一部分消费者拒之门外的同时,还会导致资源的浪费。目前我国的电信、网通、铁通、有线电视等各个部门纷纷推出了各种网络接入服务,丰富了网络市场的产品,并在一定程度上分流了各种消费需求。

其次,从量收费将有助于缓解网络拥塞。从量收费将有助于减少一些不必要的网络资源的利用。如果从量收费中包含了优先权收费,那么还可以在出现网络拥塞的情况下有效的区分消费者对于带宽的需求意愿,把有限的资源分配给最需要的用户,实现资源的有效配置。目前我国也有少部分网络接入提供商推出了变相的从量定价方案,比如每月交纳一定的接入费用后可以享受一定时间的免费服务,超过的部分按照时间数量收取费用。但是,很少有把优先权收费考虑到其中的。这与我国从未出现大规模的网络拥塞不无关系,但这也正是以后要逐步加强的地方。

注释:

- ①Gupta, A. , D. O. Stahl and A. B. Whinston, 1995. "A Stochastic Equilibrium Model of Internet Pricing." Presentation at the Seventh World Congress of the Econometric Society, Tokyo.
- ②Gupta, A. , D. O. Stahl and A. B. Whinston, 1996. "An Economic Approach to Network Computing with Priority Classes." Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce, 6(1):71~95.
- ③Srinagesh, P. , 1995. "Internet Cost Structure and Interconnection Agreements." Journal of Electronic Publishing, <http://www.Unich.edu:80/jep/wroks/SrincostSt.html>.
- ④Bohn, R. , H. Braun, K. Claffy, and S. Wolff, 1994. "Mitigating the Coming Internet Crunch: Multiple Service Levels via Precedence." Technical Report, University of California.
- ⑤Kelly, F. , 1995. "Charging and Accounting for Bursty Connections." Journal of Electronic Publishing, <http://www.Press.umich.edu:80/jep/>.
- ⑥MacKie-Mason, J. , and H. Varian, 1995. "Pricing the Internet." In B. Kahin and J. Keller, eds., Public Access to the Internet, Prentice-Hall.
- ⑦J. K. MacKie-Mason and H. Varian, Pricing Congestible Network Resources, supported by the National Science Foundation grant SES-93-20481, 1994.
- ⑧P. Glendinning, Stability, Instability and Chaos: an Introduction to the Theory of Non-linear Differential Equations. Cambridge University Press, 1994.

⑨详细讨论见刘小飞,《IP 网络端到端 QoS 保证及定价机制研究》,(博士论文),东南大学,2001.9,第 78~83 页。

参考文献:

- [1]丹尼斯·卡尔顿,杰弗里·佩罗夫. 现代产业组织[M]. 上海:上海三联书店,上海人民出版社,1998.
- [2]张维迎. 博弈论与信息经济学[M]. 上海:上海三联书店,上海人民出版社,1996.
- [3]泰勒尔. 产业组织理论[M]. (张维迎等译)北京:中国人民大学出版社,1997.
- [4]干春晖,钮继新. 网络信息产品市场的定价模式[J]. 中国工业经济,2003,(5):30~37.
- [5]Geoffrey A Jehle, Philip J Reny. Advanced microeconomic theory[M]. Second Edition, Shanghai University of Finance and Economics Press, Addison Wesley, 2001.
- [6]G Hardin. The tragedy of the commons[J]. Science, 1968,162:1243~1248.
- [7]J K MacKie-Mason, H R Varian. Pricing the internet[M]. Public Access to the Internet, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey,1994.
- [8]Hal R Varian. Estimating the demand for bandwidth[M]. Internet Services; The Economics of Quality of Service in Networked Markets, MIT Press,2001.
- [9]S Scotchmer. Two-tier pricing of shared facilities in a free-entry equilibrium[J]. Rand Journal of Economics, 1985,16(4): 456~472.
- [10]J K MacKie-Mason, H Varian. Some economics of the internet[R]. Tech. Rep., University of Michigan,1993.
- [11]J K MacKie-Mason, H Varian. Pricing congestible network resources[R]. Supported by the National Science Foundation grant SES-93-20481,1994.

Study on the Pricing of Internet Access

GAN Chun-hui, ZHOU Xi

(Shanghai University of Finance and Economics, Shanghai 200433, China)

Abstract: Internet's characteristics such as club-goods and the two sides of its externality may lead to the tragedy of the commons, which in turn brings congestion. The cost of infrastructure being so huge, efficient allocation of limited resources through pricing seems to be feasible. This paper designs a two-tier pricing system based on differentiated products, which is both simple and effective. In the monopolistic competition market, this system can not only internalize the external effect but also maximize the social benefits.

Key words: internet access; differentiated products; two-tier pricing;
Internet congestion

(责任编辑 周一叶)