网络外部性、 竞争和产品差异化

汪淼军 励斌*

摘 要 本文在 Hotelling 模型的基础上发展了一个简单模型来分析网络外部性与竞争、产品差异化的关系。本文基本结论是：在局部均衡中,网络外部性会加剧厂商之间的竞争, 但在一般均衡模型中,网络外部性则可能削弱竞争；在局部均衡中, 网络外部性一般不会影响产品横向差异化, 但在一般均衡模型中, 产品横向差异化是网络外部性的递增函数 ;网络外部性对产品纵向差异化及社会福利的影响依赖厂商的生产成本。

关键词 网络外部性, 横向差异化, 纵向差异化

自从 Sharpiro、Katz、Farrell 和 Snlone 等人在网络外部性方面的开拓性工作后, 网络外部性已成为产业组织理论一个重要的研究课题。当一产品对一用户的价值随着采用相同产品或可兼容性产品的用户增加而增加时, 就出现消费的规模经济, 即网络外部性。这种网络外部性可能是直接的, 效用因用户数目增加而增加；也可能是间接的, 效用因用户数目增加而导致更多的互补产品供给而增加。在网络外部性研究方面, 目前的文献主要是从需求和供给角度探讨网络外部性对兼容性、标准化以及社会福利的影响。Katz 和 Sharpiro(1985)在一个静态模型中考察了消费者预期、兼容性和网络外部性的关系。他们发现在理性预期的条件下, 均衡结果依赖于消费者对厂商产量的预期。如果消费者预期所有厂商都生产正的产量并且固定成本较小时, 则均衡时所有厂商都能在市场存活, 而在某些预期时则市场只能存在一家企业。在兼容性方面, 他们发现, 大企业即具有较大市场份额的企业倾向于阻止产品兼容, 即选择过低兼容性；而小企业则倾向于与大企业产品兼容, 即有选择过高兼容性倾向。而从社会角度而言, 如果均衡结果是所有厂商都选择同一标准, 此时兼容性是社会最优的, 而在其他条件下, 市场均衡结果与社会最优可能并不一致。Katz 和 Sharpiro(1986)在两期模型中分析行业标准和技术产权的关系, 其基本结论是市场均衡结果依赖技术的产权保护, 相对于社会最优而言, 过多兼容性和过少兼容性都可能出现。在产权和标准化关系上, 他们证明, 如果技术缺乏专有权保护, 本期具有成本优势的技术更可能成为行业标准；如果只有一种技术享有专有权保护, 则该技术更可能成为行业标准, 即使它在两期中成本都较高；如果两种技术都享有专有权保护, 则未来具有成本优势的更可能行业标准。在网络外部性和标准化方面, Farrell 和 Snlone 在一个一般的框架中, 从厂

* 北京大学光华管理学院。通信作者及地址：汪淼军, 北京大学 33 楼 522 室, 100871 ；电话：(010)6276 5201 ；Email：mervinj@sina.com。感谢张维迎老师对本文初稿仔细的评阅和对本文模型的一些建设性的建议, 朱善利和马捷老师建议采用圆形模型进行一般均衡分析, 感谢汪天喜, 周季东和冯弘等同学在光华产业组织专题讨论会上的批评和建议, 同时也感谢匿名评审人的建议和指正。

商角度分析了网络外部性对技术采用的影响。他们证明, 如果厂商的信息是完全的, 则网络外部性不会影响技术进步, 市场均衡结果与社会最优一致；如果信息是非对称的, 则可能出现过大惯性, 即均衡时厂商都采用旧的低劣技术, 而过强冲击也可能出现, 即均衡时厂商采用新的但非社会最优的技术。进一步, 如果允许厂商事前进行交流, 并且厂商偏好是一致性的, 则交流可以消除过大惯性；而在偏好非一致的条件下, 则事前交流则会使过大惯性问题变得更加严重。Farrell 和 Snlone(1986)从消费者偏好的角度考察了最优兼容性问题。他们的基本结论是, 如果消费者偏好并非一致, 则市场均衡结果有可能是过分标准化, 也有可能是过分的差异化；如果社会最优是差异化, 则均衡结果必然是差异化；如果标准化是唯一的纳什均衡, 则其必然是社会最优的。

在事后兼容性决策方面, Farrell 和 Snlone(1992)在外生横向差异化的框架里讨论了兼容性决策、效率和接合器的关系。他们证明, 当缺乏接合器的均衡结果是无效率时, 如果采用接合器达到兼容则会使效率更低。而 Baake 和 Boom (2001)在内生纵向差异化的四阶段模型中发现, 尽管在非兼容时高质量厂商的利润高于兼容时, 但是均衡结果是双方同意采用接合器达到兼容, 此时社会福利高于非兼容时的社会福利。在标准化演进方面, Emmanuelle 和 Benaim (2000)用演进博弈的方法, 从动态角度考察行业标准的出现以及最优兼容性等问题。他们的基本结论是, 行业标准化出现依赖于消费者对标准化的偏好。如果消费者是标准化偏好者, 即消费者关于标准化的效用函数是凸的, 则标准化肯定会出现, 但可能不是社会最优的。在这种情况下, 政府干预以加速最优标准出现以及防止陷入较劣的行业标准。如果消费者是标准化中性者或者消费者能接受非标准化, 即关于标准化的效用函数是线性或者是凹的, 则市场均衡结果可能是标准化也可能是多样化。但是, 行业标准演变的路径依赖或者锁定现象不会出现, 因此政府干预是没有必要的。

以上文献集中于探讨网络外部性、标准化和兼容性的关系, 但是在现实中我们观察到, 一方面是技术和行业标准化, 同时另一方面又是产品差异化。在本文我们试图发展一个简单模型来考察网络外部性和产品差异化的关系。本文结构如下：第一节, 我们给出本文的基本模型；第二节探讨网络外部性和产品横向差异化关系；第三节探讨网络外部性与纵向差异化(质量)的关系；第四部分总结全文, 并提出一些值是进一步思考的问题。

一、模 型

在这一部分我们将在 Hotelling 线性城市模型的基础上考虑网络外部性对产品横向差异化的影响。模型的基本假设如下：(1) 线性城市长度和消费者总数标准化为 1, 并且消费者均匀分布在线性城市上。(2) 存在两家厂商：厂商 1 和厂商 2, 其位置如下图, 并且满足 $a+b\le 1$。(3) 消费者的消费为 0—1 消费, 要么购买 1 单位商品, 要么不购买, 并且所有消费者保留价格为 r, 运输成本为二次成本函数,

外生偏好参数为 t[1]。

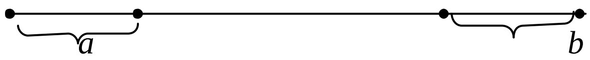

图 1

为了简化分析, 进一步假设厂商的生产边际成本和固定成本为 0, 并且两家厂商生产产品不兼容, 即厂商之间的产品不存在网络外部性。因此, 位于 X 点的消费者剩余替代如下：

$$u(x)=\begin{cases} r+uQ_1^e-t(x-a)^2-P_1, & \text{向厂商1购买} \\ r+uQ_2^e-t(1-x-b)^2-P_2, & \text{向厂商2购买} \\ 0, & \text{不购买} \end{cases} \tag{1}$$

其中 Q_1^e 和 Q_2^e 分别表示消费者预期的厂商 1 和厂商 2 的销售量, u 表示网络外部性, 满足 $u>0$, [2] u 越大则表示网络外部性越强。在此我们假定两家厂商产品的网络外部性相同。在本文, 我们不考察消费者的动态调整过程, 假定消费者都具有理性预期, 即：

$$Q_1^e=D_1(P_1,P_2) \qquad Q_2^e=D_2(P_1,P_2) \tag{2}$$

本模型是一个动态二阶段完全信息博弈。在第一阶段, 两家厂商同时选择厂址 a 和 b；在第二阶段, 两家在各自厂址给定条件下选择最优价格。因此, 本模型中基本思想可以由以下数学形式表征：

$$\begin{aligned} a^* &\in \arg\max P_1^*(a,b)\cdot D_1(P_1^*(a,b),P_2^*(a,b)) \\ b^* &\in \arg\max P_2^*(a,b)\cdot D_2(P_1^*(a,b),P_2^*(a,b)) \end{aligned} \tag{3}$$

满足约束条件：

$$P_i^*(a,b)\in \arg\max P_i(a,b)\cdot D_i(P_i(a,b),P_j^*(a,b)) \qquad P_i^*\geq 0 \qquad i,j=1,2 \tag{4}$$

式(3)和式(4)代表一个动态博弈逆向归纳法解法, 式(4)代表在给定厂址条件下厂商选择最优价格。厂址的最优价格反应函数满足价格非负约束。式(3)代表在给定最优价格反应函数时, 厂商如何选择厂址最大化其利润。[3]

在本模型中, 消费者行为是通过厂商最优化的行为得以体现, 因为我们假定消费者具有理性预期, 而且不存在消费者的协调性问题。

---

[1] 二次成本函数保证了利润函数是价格的连续可微的凹函数, 因此一阶条件就是充要条件。

[2] $u=0$ 则得到 Bonanno(1987)结论, 即均衡时 a=b=0, $P_1=P_2=t$。

[3] 本文的讨论仅限于纯战略纳什均衡。下面如果没有特别说明则表示所有分析都是从纯战略角度加以考虑的。

二、网络外部性与产品横向差异化

一般而言，厂商可以选择低价格覆盖全部市场，即厂商选择较低价格使得所有消费者都购买，也可以选择较高价格覆盖部分市场。我们首先探讨在覆盖全部市场条件下，网络外部性和产品横向差异化的关系。[4]

引理 1 如果均衡时两家厂商的价格 $P_i \le r - \frac{1}{4}t$，则整个市场都会被覆盖，即所有消费者都会购买产品。[5]

证明 如果均衡价格 P_1 和 P_2 满足以下条件，则所有消费者会都购买：

$$\begin{cases} P_1 + a^2 t \le r + ux \\ P_1 + (x-a)^2 t = r + ux \\ x \ge \frac{1}{2} \end{cases} \tag{5}$$

$$\begin{cases} P_2 + b^2 \le r + uy \\ P_2 + (b-y)^2 t = r + uy \\ y \ge \frac{1}{2} \end{cases} \tag{6}$$

其中 x 表示在厂商 1 右端购买和不购买无差异的消费者与城市左端的距离，y 表示厂商 2 的左边购买和不购买无差异的消费者与城市右端的距离(下文中我们以消费者的位置代表消费者)。式(5)表示购买厂商 1 的产品的消费者大于 $\frac{1}{2}$，式(6)表示购买厂商 2 的产品的消费者大于 $\frac{1}{2}$。

$$P_1 + (x-a)^2 t = r + ux$$

解得

$$x = \frac{2at + u + \sqrt{(2at+u)^2 + 4t(r-p_1)}}{2t}$$

$$\ge \frac{\sqrt{4t(r-p_1)}}{2t} \ge \frac{1}{2}.$$

均衡时，a 和 b 小于 $\frac{1}{2}$，由此证明了式(5)，同理可得 $y \ge \frac{1}{2}$，由此即可证明引理

---

[4] 我们首先假定在均衡时所有消费者都购买的条件下求出均衡价格和厂址，然后验证是否满足覆盖全部市场的条件。

[5] 引理 1 仅仅给出市场全部被覆盖的充分条件而非充要条件，而且引理 1 隐含条件为 $r - \frac{1}{4}t \ge 0$。

1。

引理 1 仅仅是市场全部被覆盖的充分条件，而不是充要条件，在以下分析中我们将给出市场全部被覆盖的充要条件。引理 1 的基本含义是，如果均衡时价格不是很高，或者说消费者消费该产品带来效用 r 足够大时，则均衡时所有消费者都会购买产品。在以下分析中，如没有特殊说明，我们都是在假设市场全部被覆盖的条件下进行讨论的。

引理 2　在给定厂商的厂址时，厂商的均衡价格和利润满足以下条件：

$$\begin{aligned} P_1 &= Max\left\{\frac{t(1-a-b)(3+a-b)-3u}{3},0\right\} \\ P_2 &= Max\left\{\frac{t(1-a-b)(3+b-a)-3u}{3},0\right\} \end{aligned} \tag{7}$$

$$\begin{aligned} p_1 &= Max\left\{\frac{[t(1-a-b)(3+a-b)-3u]^2}{3[2t(1-a-b)-2u]},0\right\} \\ p_2 &= Max\left\{\frac{[t(1-a-b)(3+b-a)-3u]^2}{3[2t(1-a-b)-2u]},0\right\} \end{aligned} \tag{8}$$

证明　假设 x 为临界消费者，即购买产品 1 和产品 2 无差异的消费者，则 x 满足条件：

$$P_1+t(x-a)^2-ux=P_2+t(1-x-b)^2-u(1-x).$$

解得，

$$x=\frac{P_2-P_1-u}{2t(1-a-b)-2u}+\frac{t(1-a-b)(1+a-b)}{2t(1-a-b)-2u}.$$

由 $P_1\in\arg\max P_1x$，可得：

$$P_1=\frac{P_2+t(1-a-b)(1+a-b)-u}{2}.$$

同理可得 P_2 的反应函数

$$P_2=\frac{P_1+t(1-a-b)(1+b-a)-u}{2}.$$

联立以上两式再结合均衡价格非负约束则可证明引理 2。

引理 2 表明，存在网络外部性时，市场价格低于没有网络外部性时的价格，即网络外部性加剧了市场竞争，其原因在于网络外部性增加了价格的需求弹性。因为价格的下降不仅直接导致了需求的增加，而且需求的增加又通过网络的外部性间接导致了需求的进一步增加，从而厂商有更大积极性进一步降低价格。引理 2 另外一个隐含的意义是，当网络外部性足够大时，或者说网络外部性相对于偏好参数充分大时，即使存在产品的横向差异化，均衡价格为零。这就是说，网络外部性有可能使竞争变得如此激烈，以至在两寡头差异化市场结构中均衡结果与完全

竞争市场相同。

引理 3　如果均衡时厂商利润为正, 则$a=b$。

证明　由包络引理得：

$$\frac{dp_1}{da}=P_1\left[\frac{\partial D_1(P_1,P_2)}{\partial a}+\frac{\partial D_1(P_1,P_2)}{\partial P_2}\cdot\frac{\partial P_2}{\partial a}\right]$$

$$\frac{\partial D_1(P_1,P_2)}{\partial P_2}=\frac{2t\{t(1-a-b)[2b-2a+3(1-a-b)]-3a+6au\}}{3[2t(1-a-b)-2u]}$$

$$\frac{\partial D_1(P_1,P_2)}{\partial P_2}\cdot\frac{\partial P_2}{\partial a}=\frac{2t(-2+a)}{3[2t(1-a-b)-2u]}$$

$$\frac{dp_1}{da}=P_1\cdot\frac{2t[t(1-a-b)(-1-3a-b)+4(1+4a)]}{3[2t(1-a-b)-2u]^2}$$

同理可得：

$$\frac{dp_2}{db}=P_2\cdot\frac{2t[t(1-a-b)(-1-3b-a)+u(1+4b)]}{3[2t(1-a-b)-2u]^2}$$

如果存在纳什均衡, 则其必要条件为：

$$\frac{dp_1}{da}\le 0 \qquad \frac{dp_2}{db}\le 0$$

现在分别讨论两者之间的三种情形：

情形 I

$$\frac{dp_1}{da}=0 \qquad \frac{dp_2}{db}=0$$

则得

$$t(1-a-b)(1+3a+b)-u(1+4a)=0$$

$$t(1-a-b)(1+3b+a)-u(1+4b)=0$$

$u>0$, **则得**$1-a-b\neq 0$, **两者相除即可得**$a=b$。

情形II

$$\frac{dp_1}{da}<0 \qquad \frac{dp_2}{db}<0$$

则直接可得$a=b=0$。

情形III

$$\frac{dp_1}{da}=0 \qquad \frac{dp_2}{db}<0$$

由此可得$b=0$并且：

$$t(1-a)(1+3a)-u(1+4a)=0$$

$$t(1-a)(1+a)-u<0$$

两者相除可得,

$$\frac{1+3a}{1+a}>1+4a\,.$$

由此即可得矛盾。

综合以上三种情形则可证明引理 3。

引理 3 表明均衡的必要条件, 它保证均衡的对称性。直观上讲, 如果均衡时利润为正, 则厂商厂址对称分布, 即距端点的距离相同；这也表明两者获得的利润也相同, 厂商对选址的先后次序无任何偏好。但是, 对称选址的另一个隐含条件为市场全部被覆盖。在下文中, 我们将发现在市场部分被覆盖条件下, 对称性并不是均衡的必要条件。

现在, 在以上三个引理的基础上, 我们给出市场全部被覆盖条件下, 网络外部性和产品横向差异化的关系, 在此, 我们定义横向差异化为厂商之间的距离, 即为$1-a-b$。

定理 1 如果$u\geq t$时, 均衡时$P_1=P_2=0$, 厂商随机选择厂址；如果$u<t\leq\frac{6}{5}u+\frac{4}{5}r$时, 均衡时$P_1=P_2=t-u, a=b=0$。

证明 由引理 2 可得

$$P_i\leq Max\{t-u,0\}.$$

如果$u\geq t$, 则$p_i=0$, 所以$p_i=0$, 因此厂商自由选择厂址, 定理 1 第一部分得以证明。

当$u<t$, 假设厂商获得正利润, 由引理 3 及引理 3 的证明, 均衡必要条件为

$$\frac{dp_1}{da}=p_1\cdot\frac{2t[t(1-a-b)(-1-3a-b)+u(1+4a)]}{3[2t(1-a-b)-2u]^2}\leq 0$$

$$\frac{dp_2}{db}=P_2\cdot\frac{2t[t(1-a-b)(-1-3b-a)+u(1+4b)]}{3[2t(1-a-b)-2u]^2}\leq 0\,.$$

假设均衡点在内点取得, 则

$$\frac{dp_1}{da}=0 \qquad \frac{dp_2}{db}=0\,.$$

根据引理 3, 均衡时 a=b 则得,

$$a=b=\frac{1-u/t}{2}.$$

将 a **和** b **代入最优价格反应函数则得** $p_1=p_2=0$**。这与利润为正假设矛盾。因此均衡点只可能取边界值,即**$a=b=0$,**此时** $p_1=p_2=t-u$ **。由于**p_1**和**p_2**是关于** a,b **在闭区间的连续函数,必然存在最大值,因此**$a=b=0$**也是利润最大化的充分条件。**

由于证明过程假设市场全部被覆盖,因此均衡时必须满足条件 $r+\frac{u}{2}\geq t-u+\frac{1}{4}t$ **即**$t\leq\frac{4}{5}r+\frac{6}{5}u$ **。由此则证明了定理** 1**。**

从定理 1**,我们发现一个有趣的结论:当**$u\geq t$,**市场均衡价格为零,即在产品差异化时也出现伯川德悖论。此时,厂商并不在意厂址的选择,这时产品横向差异化则表现出多样化。另外,当**$u<t$**时,厂商会尽可能扩大产品差异化,以便获得更高利润,该观点与** Bonanno(1987)**的结论基本一致 。定理** 1 **的隐含意义是,网络外部性会加剧竞争而产品横向差异化会降低竞争,如果网络外部性占主导地位,则均衡结果是厂商获得零利润;如果产品横向差异化占主导地位,则厂商会尽可能扩大差异化,并且获得正利润。**

定理 2　市场部分被覆盖,当且仅当

$$8u+\sqrt{64u^2+48rt}\leq 3t.$$

并且此时均衡价格和厂址满足

$$p=r+u\cdot 2x-x^2t$$

$$x=\frac{8u+\sqrt{64u^2+48rt}}{12t}$$

$$a,b\in\left[\frac{8u+\sqrt{64u^2+48rt}}{12t},1-3\cdot\frac{8u+\sqrt{64u^2+48rt}}{12t}\right]. \qquad (9)$$

证明　首先证明市场局部被覆盖的必要条件。

由于厂商 1 **和厂商** 2 **处于垄断地位,则均衡时厂商的厂址必须为城市的内部,考虑临界情形,城市左端的消费者为临界消费者,即购买厂商**1**产品时获得效用为** 0,**则此时厂商** 1 **的需求量和价格分别是** $D_1(P_1,P_2)=2a$, $P=r+2au-a^2t$ **。由此得**

$$\frac{dp_1}{da}=2r+8au-6a^2t$$

$$\frac{d^2p_1}{da}=8u-12at\ .$$

由 $\frac{dp_1}{da}=0$, 则得 $a=\frac{8u+\sqrt{64u^2+48rt}}{12t}$ 或 $a=\frac{8u-\sqrt{64u^2+48rt}}{12t}<0$ (舍去)。将 a 的值代入二阶条件得到利润关系 a 的二阶导数小于零。因此 $a=\frac{8u+\sqrt{64u^2+48rt}}{12t}$ 为利润极大值点。

同理, 当右端消费者刚好是临界消费者, 则得到 $b=\frac{8u+\sqrt{64u^2+48rt}}{12t}$。

由于市场部分被覆盖, 则得 $2a+2b\le 1$, 从而证明 $8u+\sqrt{64u^2+48rt}\le 3t$ 为局部覆盖必要条件。

如果满足条件, 则由定理 1 证明可得均衡时市场只能局部被覆盖, 由此证明定理 2 的第一部分。

当市场部分被覆盖时, 如果厂商移动位置保持各自市场不重叠, 则厂商价格不会发生变化, 利润也不会发生变化, 由此则可证明定理 2 的第二部分。(插入图形 3)

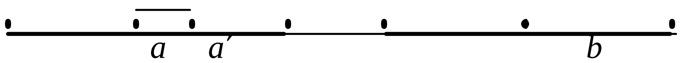

图 3

如上图所示, 当厂商 2 保持位置不变, 即始终位于 b 点, 则厂商 1 可在 a 与 a' 自由移动, 并且可保持垄断价格和垄断利润。

定理 2 表明网络外部性及消费保留价格 r 相对于偏好参数, 或者说运输成本 t 比较小时,

$$u<\frac{3}{16}t\,,\quad r<\frac{9}{48}t\ .\ ^{6} \tag{10}$$

此时, 厂商会选择部分覆盖市场, 并且选择厂址最大化其垄断利润。从定理 2 可以发现, 如果消费者偏好的差异或者运输成本是如此之大, 则厂商最佳选择是只供应部分消费者, 避免与其他厂商发生价格战。此时均衡价格与厂商的位置无关, 其直观含义是, 消费者的偏好巨大差异或者运输成本非常大则会导致市场垄断, 从而使厂商能自由制定价格, 与其位置无关。定理 2 的另一含义是如果存在局部覆盖均衡, 则厂商的均衡必位于城市内部, 即均衡解为内点解。直观上讲, 在市场部分被覆盖时, 厂商总是尽可能增加市场的范围。

[6] 式(10)仅仅给出市场部分被覆盖的必要条件, 即厂商最优选择仅仅只是供应部分消费者时, 保留价格和偏好参数必须满足的条件。

推论 1 在市场部分被覆盖时, 产品的横向差异化与网络外部性的关系难以确定, 有可能递增, 也有可能递减；均衡价格随着网络外部性增加而上升。

证明 我们可以分析两种极端的情况, 如下图所示(粗线表示企业的市场范围)：

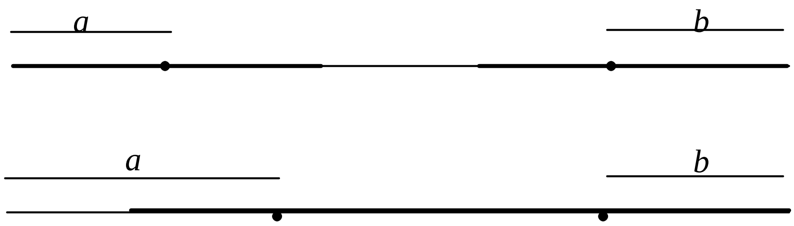

图 2

产品横向差异化被定义为 1-a-b, 也就是厂商之间的距离, 图中各厂商的市场范围不重叠。如果是第一种情况, 产品横向差异化随着网络外部性增加而减少；但是如果是第二种情况, 则产品的差异化就会随着网络外部性的增加而增加。

对于第一种情况：

$$\frac{d(1-a-b)}{du}=\frac{d}{du}\left[1-2\cdot\frac{8u+\sqrt{64u^2+48ut}}{12t}\right]<0\,.$$

对于第二种情况：

$$\frac{d(1-a-b)}{du}=\frac{d}{du}\left[1-1+3\cdot\frac{8u+\sqrt{64u^2+48ut}}{12t}-\frac{8u+\sqrt{64u^2+48ut}}{12t}\right]$$

$$=\frac{d}{du}\left[2\cdot\frac{8u+\sqrt{64u^2+48ut}}{12t}\right]>0.$$

所以在局部覆盖的情况下, 网络外部性对产品差异化的影响也是不确定的, 由此即可证明推论 1 的第一部分。均衡价格关于 u 求导即可得到第二部分的证明。

推论 1 的基本含义是, 当网络外部性较小时, 随着网络外部性增加则使得厂商自由选择厂址的范围减少, 此时厂商更有积极性向中间移动以便扩大市场。而关于网络外部性与价格的单调关系是因为, 此时厂商处于垄断地位, 网络外部性增加不能加剧厂商的竞争而增加消费者消费产品的效用, 因此厂商最优策略是提高价格。

现在, 我们将小结上文, 给出局部均衡时产品横向差异化竞争和网络外部性的关系。

命题 1 在纯战略纳什均衡条件下, 网络外部性和产品横向差异化价格的关系如下：

(1)当 $u \ge t$ 时，均衡时 $P_1 = P_2 = 0$，厂商随机选择厂址；

(2)当 $u < t \le \frac{6}{5}u + \frac{4}{5}r$ 时，均衡时市场全部被覆盖，$a = b = 0, P_1 = P_2 = t - u$，网络外部性不影响产品横向差异化而只降低均衡价格；

(3) $8u + \sqrt{64u^2 + 48rt} \le 3t$ 时，均衡时市场局部被覆盖，产品横向差异化是网络外部性的递减函数，均衡价格是网络外部性递增函数；

(4)当 $\frac{6}{5}u + \frac{4}{5}r < t < \frac{(8u + \sqrt{64u^2 + 48rt})}{3}$ 时，只可能存在混合战略均衡。

综合定理 1 和定理 2 即可证明命题 1。此命题表明，网络外部性对产品横向差异化的影响关键取决于 u 和 t 的关系，尤其当 $u \ge t$ 时，一方面市场竞争非常激烈，另一方面产品横向差异化表现出多样性。其中隐含的经济意义是，u 和 t 对厂商的竞争有两种相反作用，一者加剧竞争，一者削弱竞争。

现在我们从一般均衡的角度，讨论网络外部性、产品横向差异化和竞争的关系。在一般均衡框架中，我们将会得到与局部均衡完全相反的结论。我们以 Salop(1979)的圆形城市为基本模型来考察三者的关系，[7] 模型的基本假设是允许厂商自由进入和退出，进入成本为 F，运输成本为线性函数，其他假设与第一节中的假设相同。[8]

引理 4 如果 $t \le 2u$，则只可能存在一家企业，并且选择价格

$$P = u + r - \frac{t}{2} \tag{11}$$

整个市场都会被覆盖。

证明 我们采用反证法来证明引理 4。假设均衡时市场存在两家企业。

第一步，证明此时市场必然是全部被覆盖。如果市场局部被覆盖，则企业 1 的利润为 $p_1 = (2ux + r - tx) \cdot 2x - F$。其中 x 表示临界消费者离企业 1 的距离，将 p_1 关于 x 示求导得：$\frac{dp_1}{dx} = 2[2ux + r - tx + 2ux - tx] > 0$。因此，$x = 1/2$ 时企业 1 利润最大与部分覆盖假设矛盾。

第二步，$t \le 2u$ 时，两家企业竞争结果是价格为零。假设 x_1 为企业 1 左端临界消费者，则可得 $p_1 + x_1 t - xu = p_2 + (a - x_1) \cdot t - (1 - x) \cdot u$，其中 a 表示两企业之间距离。同理企业 1 右端临界消费者 x_2 满足：

$$p_1 + x_2 t - xu = p_2 + (1 - a - x_2) \cdot t - (1 - x) \cdot u .$$

---

[7] 本文在此采用 Salop 模型进行一般均衡分析的原因在于采用萨洛普模型计算简单并且可与 Salop (1979)的结论进行比较，更重要的是线性城市模型定义的 SPZE 肯定是不和理的均衡，而其他结论与圆形城市基本一致，详见附录。

[8] 在模型中，我们假定固定成本 F 不是很大，小于厂商垄断利润，并且本文中 r 与 Salop 模型 v(消费最偏好产品与行业外产品的效用之差)相同。

两式相加可得：$x=\dfrac{2p_2-2p_1+t-2u}{2t-4u}$。由 $p_1\in\arg\max\, p_1x$ 可得

$$p_1=\frac{p_2+\frac{t}{2}-u}{2}.$$

同理可得 $p_2=\dfrac{p_1+\frac{t}{2}-u}{2}$。

由此得 $p_1=p_2=\dfrac{t}{2}-u<0$。所以均衡时不可能存在两家企业, 只可能存在一家企业。

在一般均衡模型中, 我们看到一个迥然不同于局部均衡模型的结论。如果网络外部性占主导地位, $u\ge t$, 市场竞争反而削弱。其关键因素在于固定成本, 因为过强的网络外部性导致过于激烈的竞争——均衡价格为零, 因此, 过强的网络外部性则会有遏制进入的作用。

命题 2　当 $t>2u$ 时, 如果满足以下条件：

$$2n\cdot\frac{r}{2t-4u}\le 1 \qquad 2(n+1)\frac{r}{2t-4u}>1 \tag{12}$$

$$\left[r+\frac{u}{n+1}-\frac{t}{2(n+1)}\right]\cdot\frac{1}{n+1}<F \tag{13}$$

则存在垄断均衡, 并且如果式(12)不等式严格成立时, 市场局部被覆盖；如果满足以下条件：

$$4\cdot\frac{r}{2t-4u}>1 \qquad \frac{1}{4}(t-2u)\ge F \tag{14}$$

则只能存在竞争均衡并且均衡时市场全部被覆盖；如果存在竞争的 SPZE, 则市场均衡时厂商数目和价格满足：[9]

$$n^c=\sqrt{\frac{t-2u}{F}} \qquad P=\sqrt{F(t-2u)}\,. \tag{15}$$

证明　　假设市场均衡结果为垄断均衡, 则任何厂商最优化问题为 $x\in\arg\max\left[2ux-tx+r\right]\cdot 2x-F$, 其中 x 为临界消费者, 由此可得 $x=\dfrac{r}{2t-4u}$。由于 $t>2u$ 则二阶条件成立, 可知式(12)表示市场中能够并存在 n 个垄断者而不能并存

[9] SPZE 是指对称的零利润纳什均衡, 其中对称性是指均衡时所有厂商之间距离相同；零利润是指自由进入导致利润为零；纳什均衡是指给定位置所有厂商都选择最优价格战略。

$n+1$个, 而式(13)表示不再有企业进入或者说市场只允许存活企业为 n 家。假设另外者一家企业再进入市场则达到均衡时至少有一家企业市场份额小于等于 $1/_{n+1}$, 而其能够索取最高价格 P 为 $p=\left[r+\frac{u}{n+1}-\frac{t}{2(n+1)}\right]$。因此, 满足式(13), 则进入无利可图或者有一家厂商要退出。

解式(13)不等式并且联立式(12)可得 $\frac{t-2u}{r-\sqrt{\Delta}}<n+1\le\frac{t-2u}{r}+1$, 其中 $\Delta=r^2-(2t-4u)F$。上式表示如果存在 n+1 满足上式, 则垄断均衡存在。由此即可证明命题 2 第一部分。

由第一部分证明再加引理 4 证明自然可得第二部分结论。

假设均衡结果为竞争的 SPZE, 则根据 SPZE 的特征可得邻近两家企业临界消费者满足条件：

$$p_1+xt-2xu=p_2+\left(\frac{1}{n}-x\right)t-2\left(\frac{1}{n}-x\right)u\,.$$

由此得

$$x=\frac{p_2-p_1+\frac{t}{n}-\frac{2}{n}u}{2t-4u}\,.$$

由最优化一阶条件和 $p_1=p_2$ 可得

$$p_1=p_2=\frac{1}{n}(t-2u)$$

$$x=1/_{2n}\,.$$

再根据零利润条件可解得 n^c 以及均衡价格。 证毕。

与 Salop (1979)的结论相比, 我们发现如存在网络外部性, 市场均衡时价格更低, 厂商数目也会更少。其原因是网络外部性增强价格弹性, 加剧竞争。与 Salop 不同的是, 本文给出的垄断均衡存在必要条件, 更为重要的是, 本文采用的均衡概念是 SPE, 而 Salop 的 SPZE 不一定是纳什均衡, 尤其是 Salop 假设垄断均衡时厂商市场份额恰好为 $1/_n$, 并且利润为零是一个太强的假定。[10] 而本文给出垄断均衡的条件是满足纳什均衡要求的, 式(12)表示市场允许存在 n 个垄断者而不能存在 $n+1$ 个, 式(13)表示如果再有一家进入市场, 则至少有一家企业要亏损。

推论 2 在一般均衡模型中, 横向差异化是网络外部性的递增函数；如果均衡为竞争的 SPZE, 则产品横向差异化小于社会最优, 即厂商数目过多；如果为垄断

[10] 在萨洛普(1979)的模型中竞争的 SPZE 是一个纳什均衡, 而在本文中, 如果存在网络外部性, 则竞争的 SPZE 可能不是纳什均衡。

均衡，则其产品横向差异化可能小于，等于或大于社会最优。

证明　社会福利最大化时，市场一定是全部被覆盖，厂商等距离分布，由此可得社会福利为 $W=\int_0^{\frac{1}{2n}}(r+\frac{u}{n}-tx)dx-nF=r+\frac{u}{n}-\frac{t}{4n}-nF$ **。**

如果 $u\ge\frac{t}{4}$**，则社会最优厂商数目为** 1**，如果** $u\le\frac{t}{4}$ **时，则社会最优厂商数目为**

$$n^*=\sqrt{\frac{|(t-4u)|}{F}}\cdot\frac{1}{2}<n^c\ .$$

由此即可证明推论 2 **的第一部分。假设均衡结果为垄断均衡，并且式**(12)**等式成立，则此时不同** r **值可能等到垄断厂商数目等于、小于或大于社会最优。证毕。**

该结论与 Salop(1979)**的结论基本一致，政府限制进入或者允许自由进入都有可能无效率，即过多或过少产品横向差异化，因此，政府干预是没有必要的。但是对存在网络外部性行业的垄断的管制，本文提供一种比较有意思的见解。在一个网络外部性的行业中，垄断也许是最优的，能够实现社会最优产品差异化，尤其是当** $u>t/2$ **时，社会最优是整个行业只存在一家企业，即独家垄断是社会最优的。**[11] **因此，在网络处部性较强的行业，尤其是软件行业和网络服务业，政府应该放松对垄断的限制。**

三、网络外部性与纵向差异化

在该部分，我们将讨论网络外部性对产品纵向差异化的影响，即网络外部性对厂商质量水平的影响。我们定义纵向差异化为 $|S_1\ \ -S_2|$**。为了分析网络外部性对产品纵向差异化影响，我们在第一节基本模型基础上做如下假设：厂商** 1 **和** 2 **在第一阶段同时选择质量水平** S**，然后选择厂址和价格，即模型变为三阶完全信息博弈。在此基础上进一步假设消费者保留价格由该厂商质量水平决定，即**

$$r=qS_i \qquad (i=1,2) \tag{16}$$

厂商生产成本函数分别为

$$C(S_i)=C_iS_i^2 \ ^{12} \qquad (i=1,2) \tag{17}$$

并且假定厂商选择质量空间存在上限，即 $S_i\in[0,\overline{S}]$**。为了集中讨论网络外部性对产品纵向差异化的影响，假定消费者纵向偏好不存在差异，即所有消费者** q **都相同，并且标准化为** 1**，此时，** $r=s$ **。**

---

[11] **独家垄断为最优的前提条件是垄断时整个市场能够被覆盖。**

[12] **本文采用此成本函数的原因在于本模型隐含假设质量水平选择是可置信的和简化计算。如果采用** $C(s,q)$ **，如果不存在** s **与** q **的交叉项，我们认为结论与本文差异不大；如果存在交叉项，质量水平的选择则具有一定的不可置信。**Baake **和** Boom(2001)**研究了生产成本只有** s **与** q **条件下的纵向差异化与网络外部性的关系。.**

定理 3　如果满足条件(18)则均衡时市场局部被覆盖, 即厂商处于垄断地位, 并且 $S_1 = S_1^*$, $S_2 = S_2^*$。

$$16u + \sqrt{64u^2 + 48S_1^* t} + \sqrt{64u^2 + 48S_2^* t} \le 6t \qquad (18)$$

$$S_1^* = Min[\overline{S}, \quad \frac{4uC_1 + 1}{3C_1^2 t}]$$

$$S_2^* = Min[\overline{S}, \quad \frac{4uC_2 + 1}{3C_2^2 t}]$$

证明　与定理 2 基本类似, 在此不再重复。

定理 3 与定理 2 的不同含义是, 如果厂商生产成本较高时, 市场竞争就会较弱, 或者说当厂商生产技术都比较落后即 C_i **较大时, 厂商会选择在较小范围销售产品, 获得垄断利润。另外, 当整个社会技术水平落后时, 厂商均衡的质量水平等于质量上限, 即** ${S^*}_1 = {S_2}^* = \bar{S}$ **, 质量空间限制了厂商的市场扩张能力, 则此时市场竞争也会比较弱。定理 3 的结论与现实生活中市场扩张过程基本吻合。定理 3 的一个基本政策含义是, 发展市场经济一个有效的手段是提高整个社会技术水平, 即提高** $\overline{S}$ **, 从而形成统一的大市场和有效的竞争。**

推论 3　在市场被局部覆盖时, 如果 $C_1 \neq C_2$ **, 则产品纵向差异化是网络外部性的递增函数；** $C_1 = C_2$ **时, 网络外部性不会影响产品的纵向差异化, 但是厂商质量水平都是网络外部性递增函数；如果市场局部被覆盖, 社会福利是网络外部性递增函数。**

S_1^* **和** S_2^* **分别关于** u **求导即可得推论 3 的第一部分的证明。由定理 3 可知, 质量水平和市场范围都是网络外部性的递增函数, 所以社会福利必然是网络外部性的递增函数。**

下面我们开始讨论市场全部被覆盖时, 即式(18)不满足时产品纵向差异化和网络外部性关系。为了集中分析两者关系, 我们假定,

$$\frac{4uC_1 + 1}{3C_1^2} < \overline{S} \qquad \frac{4uC_2 + 1}{3C_2^2 t} < \overline{S} \qquad (19)$$

式(19)保证厂商可选择质量足够大, 厂商质量选择不受技术水平限制。

引理 5　在厂商位置和质量水平给定的条件下, 厂商的最优价格和收益满足

$$P_1 = Max\left\{\frac{t(1-a-b)(3+a-b) - 3u + S_1 - S_2}{3}, 0\right\}$$
$$P_2 = Max\left\{\frac{t(1-a-b)(3+b-a) - 3u + S_2 - S_1}{3}, 0\right\} \qquad (20)$$

$$
\begin{aligned}
R_1 &= Max\left\{\frac{[t(1-a-b)(3+a-b)-3u+S_1-S_2]^2}{9[2t(1-a-b)-2u]},0\right\} \\
R_2 &= Max\left\{\frac{[t(1-a-b)(3+b-a)-3u+S_2-S_1]^2}{9[2t(1-a-b)-2u]},0\right\}
\end{aligned}
\tag{21}
$$

并且$u \geq t$, 则市场只可能存在唯一厂商。

证明　引理第一部分的证明与引理 2 类似, 在此不再重复。根据引理 5 的第一部分, $u \geq t$时, 假设均衡时存在两家企业, 则至少一家企业价格为零, 收益为零, 利润为负。因此, 该厂商最优选择质量水平必然为零, 退出市场, 由此则证明了引理 5 第二部分。

引理 5 的基本含义是, 如果网络外部性过强, 均衡结果为厂商独家垄断, 这与一般均衡模型的结论基本一致。其原因在于网络外部性过强导致激烈的竞争, 价格等于边际成本, 从而厂商无法弥补固定成本。至于最终那一家会存活, 很可能与厂商进入市场先后顺序有关, 一个可能结果是生产成本较高的厂商先进入市场并且垄断市场。此时, 由于网络外部性而导致了无效率, 即市场竞争导致成本较高的企业存活, 该结果基本与 Sharpiro(1986)两期模型中先动优势结论类似。[13]

引理 6　均衡时市场存在两家企业, 如果$\left|S_i - S_j\right| \leq t-u$, 则$a=b=0$。如果$t-u<\left|S_i - S_j\right|<3t-3u$, 则均衡时必有一家企业位于端点, 而有一家企业位于城市内部。

证明　如果存在纯战略纳什均衡, 则均衡位置必然满足：$\frac{dp_1}{da} \leq 0$，$\frac{dp_2}{db} \leq 0$ 即

$$
\begin{aligned}
&t(1-a-b)(-1-3a-b)+u(1+4a)+s_1-s_2 \leq 0 \\
&t(1-a-b)(-1-3b-a)+u(1+4b)+s_2-s_1 \leq 0.
\end{aligned}
$$

分别考虑上述两式的三种情形。

情形 I

$$
\begin{aligned}
&t(1-a-b)(-1-3a-b)+u(1+4a)+s_1-s_2 = 0 \\
&t(1-a-b)(-1-3b-a)+u(1+4b)+s_2-s_1 = 0
\end{aligned}
$$

两式相加即可得, $t(1-a-b)=u$, 代入原等式即得$u(a-b)=s_2-s_1$。代入质量和厂址给定条件件最优价格反应函数可得$p_1=p_2=0$, 这与均衡时两家都存在假设矛盾。

[13] **以下讨论都在$u<t$和市场全部覆盖条件下进行, 均衡概念如没有特别说明都是指纯战略纳什均衡。**

情形II

$$t(1-a-b)(-1-3a-b)+u(1+4a)+s_1-s_2<0$$
$$t(1-a-b)(-1-3b-a)+u(1+4b)+s_2-s_1=0.$$

由第一个不等式直接可得$a=0$**,代入第二等式求解得：**$b_1=\dfrac{-(4u-2t)+\sqrt{\Delta}}{6t}$

或$b_2=\dfrac{-(4u-2t)-\sqrt{\Delta}}{6t}$, $\Delta=(4u-2t)^2-12t(u-t+s_2-s_1)$**。**

由于等式是关于 b **的凸函数, 则必然要求**$\Delta\geq 0$**, 否则对于任何** b **值有**${dp_2}/{db}>0$**,不存在纯战略纳什均衡。**

当p_2**关于** b **在**$b=b_1$**求二阶可得：**

$$\frac{d^2p_2}{db^2}\Big|_{b=b_1}=\frac{2t\cdot[t(1-b)(3+b)-3u+s_2-s_1]}{9[2t(1-b_1)-2u]^2}\cdot\sqrt{\Delta}\geq 0.$$

所以$b=b_1$**时厂商在给定质量水平条件下利润极小。**

如果$(s_2-s_1)\leq t-u$, **则** $b_2\leq 0$ **,因此厂商** 2 **最优选择**$b=0$**。如果**$t-u<s_2-s_1<3t-3u$,**则**$b_2>0$**, 将利润**p_2**关于** b **在**$b=b_2$**处求导得：**

$$\frac{d^2p_2}{db^2}\Big|_{b=b_2}=\frac{2t\cdot[t(1-b_2)(3+b_2)-3u+s_2-s_1]}{9[2t(1-b_2)-2u]^2}\cdot(-\sqrt{\Delta})\leq 0.$$

所以$b=b_2$**时厂商利润最大化。同理如果**$b=0$**时, 厂商** 1 **的最优位置的证明与此类似。**

情形III

$$t(1-a-b)(-1-3a-b)+u(1+4a)+s_1-s_2<0$$
$$t(1-a-b)(-1-3b-a)+u(1+4b)+s_2-s_1<0.$$

则即可得$a=b=0$**。如果**$|s_2-s_1|<t-u$**, 由上述不等式成立, 如果**$|s_2-s_1|>t-u$**, 则必然有一个不等式成立, 即有一家厂商位于城市内部, 由此即可证明引理** 6**。证毕。**

其基本含义是市场均衡时, 至少必有一家企业尽可能扩大产品横向差异化, 以避免价格竞争 ;如果两个企业技术水平相差比较大时, 则有质量优势的企业(Ci **较低的企业)会适当减少横向差异化, 以扩大市场份额。**

引理 7 **如果**$\dfrac{1}{18(t-u)}-C_1>0$**或者**$\dfrac{1}{18(t-u)}-C_2>0$**, 则均衡时市场只存在一家企业或者一家企业选择的质量为**$\overline{S}$ **。**

证明 假设均衡时存在两家企业, 则将利润关于 Si **求导, 并根据引理** 6 **可得至少有一家企业**

$$\frac{d^2 p_2}{dS_i^2} > \frac{2}{18(t-u)} - 2C_i > 0. \tag{22}$$

则该企业必将选择角点解$Si = \overline{S}$**或者**$S = 0$, **如果**$r_j(\overline{S})$**小于或者等于** 0, **则均衡时只存在一家企业, 否则企业选择**$\overline{S}$, **其中**$r_j(\cdot)$**表示**j**最优质量反应函数。证毕。**

引理 7 **表明即使**$t > u$**时, 如果网络外部比较强, 接近于**t**时, 或者说厂商生产成成本较低时, 则市场均衡时有可能存在一家企业。其基本含义与引理** 5 **第二部分的含义基本相同, 此时市场也可能出现无效率, 即生产成本较高的企业存活下来。**

命题 3　当 $1/18(t-u) < Ci$ **时, 如果满足以下条件, 则** $S_1 = S_1^*, S_2 = S_2^*$, $a = b = 0$ **构成一个纯战略纳什均衡:**

$$C_1 S_1^* + C_2 S_2^* = 1/3 \tag{23}$$

$$S_1^* = \frac{C_2 - 1/9(t-u)}{C_1 - \dfrac{C_1 + C_2}{18(t-u)C_2}} \cdot \frac{1}{6C_2} > 0 \tag{24}$$

$$S_2^* = \frac{C_2 - 1/9(t-u)}{C_2 - \dfrac{C_1 + C_2}{18(t-u)C_1}} \cdot \frac{1}{6C_1} > 0$$

$$R(S_i^*) - C_i S_i^{*2} \geq 0 \tag{25}$$

$$\left| S_i^* - S_j^* \right| \leq t - u \tag{26}$$

$$\frac{2u + \sqrt{\Delta_1} + \sqrt{\Delta_2}}{2t} \geq 1 \tag{27}$$

$$\Delta_1 = u^2 + 4tS_1^* - 4t \cdot \frac{3t - 3u + S_1^* - S_2^*}{3}$$

$$\Delta_2 = u^2 + 4tS_2^* - 4t \cdot \frac{3t - 3u + S_2^* - S_1^*}{3}.$$

证明　假设均衡时两家企业都存在, 并且$a = b = 0$, **则可得**

$$\frac{dp_1}{ds_1} = 2 \cdot \frac{3t - 3u + s_1 + s_2}{18(t-u)} - 2c_1 s_1 = 0$$

$$\frac{dp_2}{ds_2} = 2 \cdot \frac{3t - 3u + s_2 - s_1}{18(t-u)} - 2c_2 s_2 = 0.$$

解得:

$$s_1^* = \frac{c_2 - \frac{1}{9(t-u)}}{c_1 - \frac{(c_1+c_2)}{18(t-u)c_2}} \cdot \frac{1}{6c_2}$$

$$s_2^* = \frac{c_1 - \frac{1}{9(t-u)}}{c_2 - \frac{(c_1+c_2)}{18(t-u)c_1}} \cdot \frac{1}{6c_1}$$

由于 $\frac{1}{18(t-u)} - c_2 < 0$**，所以二阶条件自动成立。如果满足条件**(26)，**根据引理** 6 **则可得** $a=b=0$ **是一个均衡，而条件**(25)**保证了企业必然能够在市场存活，一阶条件相加可得条件**(23)**。现在可只需证明** $s_1 = s_1^*$，$s_2 = s_2^*$，$a=b=0$ **时，市场能够全部覆盖。**

假设 x **为购买企业** 1 **的产品和不购买无差异的消费者，即** $s_1^* + ux - p_1 - x^2 t = 0$，**解得：**

$$x = \frac{u+\sqrt{\Delta_1}}{2t}$$

$$\Delta_1 = u^2 - 4t \cdot \frac{3t-3u+s_1^*-s_2^*}{3} + 4ts_1^*.$$

同理可得购买企业 2 **产品和不购买无差异消费者** y**：**

$$y = \frac{u+\sqrt{\Delta_2}}{2t}$$

$$\Delta_2 = u^2 - 4t \cdot \frac{3t-3u+s_2^*-s_2^*}{3} - 4ts_2^*.$$

由此条件(27)**满足时，市场全部被覆盖。所以满足条件**(23)、(24)、(25)、(26) **和**(27)**时，**S_1^* **和** S_2^* **为纳什均衡。证毕。**

式(23)**表示均衡时厂商的质量选择是战略替代的，其原因在于一家厂商选择质量水平较高时则另一家厂商市场需求会较小，因而收益也会较小，因此他就倾向于选择较低质量水平。式**(24)，(25)，(26)**表示两家厂商生产技术相差不是很大，或者说** C_1 **和** C_2 **相差不大。式**(27)**表示均衡时市场全部被覆盖。**

推论 4　**如果条件**(24)**和**(25)**有一个不被满足，则均衡时只有一家企业存活；**

推论 4 **可由命题** 3 **证明和引理** 6 **直接证明，因为** $a=b=0$ **时，弱企业达到质量水平和利润是最大的。**

推论 5　**产品纵向差异化是网络外部性的递增函数，并且大企业的质量水平随着网络外部性增加而增加，小企业的质量水平随着网络外部性增加而降低。**[14]

[14] **均衡时** C_i **较小的企业的质量水平较大，从而市场份额较大，我们援用** Katz(1986)**的定义，称该企业为大企**

证明　首先证明满足命题 3 的条件的推论 5 成立, 将 S_1^* 和 S_2^* 分别 u 求导得

$$\frac{\partial S_1^*}{\partial u}=-\frac{(c_1-c_2)/18}{[18(t-u)-(c_1+c_2)/18c_2]^2}$$

$$\frac{\partial S_2^*}{\partial u}=-\frac{(c_2-c_1)/18}{[18(t-u)-(c_1+c_2)/18c_1]^2}.$$

由此即可证明推论 5 在命题 3 的条件下成立。如果在其他条均衡时, 则根据引理 6 可知, 大企业(成本较低)的均衡位置位于城市内部, 并且是均衡质量水平差的递增函数。因此, 网络外部性增强时, 大企业更有积极提高质量水平, 加剧竞争, 而小企业则刚好相反。证毕。

推论 4 和推论 5 表明在技术不兼容的条件下, 网络外部性的存在不利于小企业。其根本原因是网络外部性加剧了市场竞争, 同时又会使大企业市场份额增大并提高其竞争能力。推论 4 和推论 5 的一个自然推演是在网络外部性较强的行业里, 其 R&D 的投入会较多, 即企业有更高积极性降低 C_i。

定理 4　当 $C_1=C_2=C$ 时, 则

(1)如果 $\frac{t-u}{2}-1/36C\geq 0$, 社会福利随着网络外部性增加而增加；

(2)如果 $\frac{t-u}{2}-1/36C<0$, 网络外部性对社会福利的影响难以确定；

证明　假设为对称均衡, 则由命题 3 可知均衡时

$$S_1=S_2=1/6C\,. \tag{28}$$

所以, 社会福利为[15] $W=\frac{4}{36C}+\frac{u}{2}-\frac{t}{4}$, 它是 u 递增函数。

如果为非对称均衡, 则大企业提供的市场的社会福利提高了而小企业提供的则降低了。由推论 5 可知, 大企业的质量提高大于小企业的降低, 并且大企业的市场份额大于小企业, 所以总的社会福利提高。

如果 $\frac{t-u}{2}-1/36c<0$, 则由引理 7 可知均衡时只存在一家企业或者 $S_i=\bar{S}$。如果均衡时只允许一家企业存活, 则由定理 3 可知社会福利是网络外部性的递增函数。如果存在两家企业, 并且 $\bar{S}=\sqrt{\frac{t-u}{2c}}$, 则为对均衡, 厂商的均衡位置于 $a=b=0$。社会平均质量满足

业。

[15] 此时假定均衡时市场全部被覆盖。如果均衡时市场没有全部被覆盖, 则只可能存在混合战纳什均衡, 结合定理 3 仍然容易证明定理 4 的第一部分。

$$\frac{t-u}{2}=CS^{2}. \tag{29}$$

此时社会福利 $W=\sqrt{\frac{t-u}{2c}}+\frac{3u}{2}-\frac{5t}{4}$ 是 u 的递减函数。

定理 4 的基本含义是在对称条件下，如果成本不是过低，或者网络外部性不是很强，则社会福利是网络外部性的递增函数。此时网络外部性的作用纯粹是降低价格，扩大市场份额并提高消费者剩余。而成本非常低时，网络外部性的存在则使得厂商选择较低质量水平，从而降低社会福利，即生产成本过低或者技术水平过高则会降低社会福利。

四、结 论

与传统网络外部性研究不同的是，我们关注在技术非兼容条件下，网络外部性与竞争、产品差异化和社会福利的关系。我们的基本结论是：(1)在局部二阶段均衡模型中，网络外部性会加剧竞争，尤其当 $u \geq t$ 时，寡头竞争的结果与完全竞争的结果相同；而在一般均衡模型或者三阶段动态模型中，网络外部性对竞争的影响是不确定的。(2)在二阶段局部均衡模型中，网络外部性对产品横向差异化的影响都是难以确定的；在一般均衡模型中，产品横向差异化是网络外部性的递增函数。(3)在三阶段动态模型中，如果生产成本是对称的，则网络外部性不会影响产品纵向差异化；如果成本是非对称的，则产品纵向差异化是网络外部性的递增函数。(4)无论局部均衡模型还是一般均衡模型，网络外部性对社会福利的影响都是难以确定的，它依赖于生产技术、偏好参数和网络外部性的相对关系。值得注意是，在一般均衡模型中，当 $t \leq \frac{u}{2}$ 时，独家垄断是社会最优，并且市场均衡结果也是独家垄断。从另外角度看，我们的研究与 Sharpiro、Katz 和 Farrell 等人的工作又是相通的，即将产品横向差异化理解为偏好差异，而将纵向差异化理解为技术水平。我们的研究则是在厂商的技术相互不兼容以及偏好和技术连续的条件下，网络外部性对社会福利和标准化的影响。同样，与 Farrell 和 Snloner (1992)以及 Baake 和 Boom(2001)等人的工作相比，在我们的模型中引入了接合器的决策。我们的模型同样可以研究接合器的采用对兼容性和社会福利的影响。关于本模型中的结论，我们发现比较符合软件行业的特征。软件行业，作为网络外部性较强的行业，其市场集度中比较高，价格竞争也相当激烈，尤其是价格随着时间推移和市场成熟而迅速下降。最值得注意的是，软件行业的 R&D 比例是很高的，虽然这与软件产品本身特点有关，但我们认为与网络外部性较强有更大关系。

我们在此还要提出一些值得进一步思考的问题。本文一个有意义的扩展是考虑在网络外部性条件下，厂商通过产品横向差异化来遏制进入问题，即 Bonanno(1987)的问题。另外一个有意义扩展是，如果厂商能够影响偏好参数 t 时，网络外部性对产品差异化有影响，也许此时结论更为符合现实。也许最有意义的

扩展是在本文基本模型的基础上，考虑网络外部性对兼容性和技术进步的影响。假设第一阶段厂商同时选择 R&D 投入水平决定边际成本；第二阶段厂商选择兼容性战略：与对方产品兼容、不兼容或者部分兼容；然后是最优质量、厂址和价格的选择，此时或许能够得出一些更加有意义的结论。本文在此较粗糙框架中探讨了网络外部性和竞争及产品差异化的关系，但是我们认为有些结论还是富有启发意义的。

附　录：线性城市的一般均衡分析。

引理 4*　如果 $t \le u$ 时，均衡时只有一家企业存在，位于城市中心，并且均衡价格为

$$P = r + u - \frac{t}{4} \quad (11^*)$$

则整个市场全部被覆盖。

由定理 1 和定理 2 即可证明引理 4*。

命题 2*　当 $t > u$ 时，如果满足条件：

$$x = \frac{8u + \sqrt{64u^2 + 48rt}}{12t}$$

$$2nx \le 1 \qquad 2(n+1)x > 1 \qquad (12^*)$$

$$\left[r + \frac{u}{n+1} - \frac{t}{4(n+1)^2} \right] \times \frac{1}{n+1} < F \qquad (13^*)$$

则只存在垄断均衡，并且式(12*)不等式严格成立时，市场局部被覆盖；如果满足以下条件：

$$4x > 1$$

$$\frac{t-u}{2} - F \ge 0$$

$$t \le \frac{6}{5}u + \frac{4}{5}r \qquad (14^*)$$

则只存在竞争均衡，并且市场全部被覆盖；如果存在竞争的 SPZE，则厂商数目和价格满足：

$$p = \frac{t}{n^2} - \frac{2}{n}u$$

$$\frac{1}{\mathrm{n}} \times \left(\frac{t}{n^2} - \frac{2}{n}u\right) = F \qquad (15^*)$$

证明　由命题 2 的证明可知，只要存在 n 满足(12*)和(13*)即可。当 $u \longrightarrow t$ 时，由定理 1 可知市场均衡时只有一家企业，即满足式(13*)，而调整 r 的值则可满足式(12*)，由此即可证明命题 2*的第一部分。

假设 SPZE 存在，则由定义两家相邻企业之间的临界消费者满足：

$$p_1 + x^2 t - 2xu = p_2 + (\frac{1}{n} - x)^2 t - 2(\frac{1}{n} - x)u .$$

由此得：

$$x = \frac{p_2 - p_1 + \frac{1}{n}(\frac{t}{n} - 2u)}{\frac{2t}{n} - 4u} .$$

由最优化一阶条件和 $p_1 = p_2$ **得：**

$$p_1 = p_2 = \frac{t}{n^2} - \frac{2u}{n} \qquad\qquad \mathrm{x} = \frac{1}{2\mathrm{n}}$$

由此证明了命题 2* **的第三部分，由正文的命题** 1 **即可证明命题** 2* **的第二部分。**

推论 2*　　在一般均衡模型中，如果 $u \ge t/6$ **时，产品的横向差异化是网络外部性的递增函数；如果** $u < t/6$ **时，则社会最优的厂商数目** $n^* \le \max\left\{\frac{t}{4u}, (\frac{\mathrm{t}}{6\mathrm{F}})^{\frac{1}{3}}\right\}$ **；如果市场均衡为垄断均衡，则产品横向差异化可能小于或等于社会最优；如果市场均衡为** SPZE, **则产品横向差异化小于社会最优。**

证明　　社会福利最大化时，市场一定全部被覆盖，厂商等距离分布，由此可得社会福利为：

$$W = 2n \times \int_0^{\frac{1}{2n}} (r + \frac{u}{n} - tx^2) dx - nF$$

$$= r + \frac{u}{n} - \frac{t}{3} \times \frac{1}{4n^2} - nF$$

$$\frac{dw}{dn} = -\frac{1}{n^2}(u - \frac{t}{6n}) - F$$

$$\frac{d^2 w}{dn^2} = \frac{1}{n^3}(2u - \frac{t}{2n}) .$$

由一阶条件和二阶条件直接可证明推论 2* **的第一部分。当** $u \ge t$ **时，由引理** 4* **可得市场均衡为垄断均衡，产品横向差异化等于社会最优。当** $u = t/6$ **时，取** $x = 1/4$, **解得** $r = t/48$, **满足式**(13*)**和利润非负约束，即：**

$$(\frac{t}{48} + \frac{t}{18} - \frac{t}{36}) \times \frac{1}{3} < F$$

$$(\frac{\mathrm{t}}{48} + \frac{t}{12} - \frac{t}{16}) \times \frac{1}{2} > F$$

由命题 2* **可知市场均衡为两家企业并存的垄断均衡，由此证明推论** 2* **的第二部分。**

如果均衡为 SPZE **，则满足** $\frac{1}{n^2}(\frac{t}{n} - 2u) = F$ **，而社会最优满足** $\frac{1}{n^2}(\frac{t}{6n} - u) = F$ **。以**

上两式相减再利用$n^* \le t/4u$即可证明推论 2*的第三部分。

线性城市的 SPZE 不合理的解释。分别取$n=2$, $n=3$，所对应的 SPZE 的厂商位置如下图：

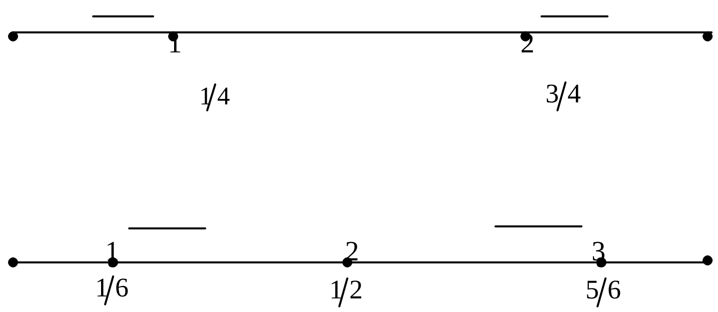

图 4

在$n=2$时，厂商 1 或厂商 2 略微向城市两端移动并略微提高价格，则既可获得正利润，又可阻碍其他厂商进入。在$n=3$时，厂商 1 或 3 略微向中间移动并保持价格不变，厂商 1 或 3 可获得正利润，而厂商 2 会退出。$n \ge 3$时也有类似情况。其原因在于位于两端的厂商只面临单边竞争，具有一定优势，所以在线性模型中的进入次序与均衡结果有关。

参考文献

Baake,P. and A. Boom, “Vertical Product Differentiation, Network Externalities, and Compatibility Decision.” *International Journal of Organization,* 2001,19,267-284.

Besen, M.and J. Farell, “Choosing How to Compete :Strategies and Tactics in Standardization.” *Journal of Economic Perspectives,* 1994, 8,117-131.

Bonnanno, G.,“Location Choice, Product Proliferation and Entry Deterrence. ”*Review of Economic Studies*, 1987,54, 37-45.

Bryiofsson, E.and C. Kemerer, “Network Externalities in the Microcomputer Software: Analysis of the Spreadsheet Market”, *Management Science,* 1996,42, 1627-1647.

D’Aspremont, J., J. Gabszewicz, and J. Thisse, “On Hotelling’s Stability in Competition.” *Econometrica*, 1979,47,1145-1151.

Emmanuelle Auriol and Michel Benaim, “Standardization in Decentralized Economies.” *The American Economic Review*, 2000,90,550-570.

Farrell, J. and G. Snloner, “Installed Base and Compatibility: Innovation, Product Preannouncements, and Predation.” *American Economic Review,* 1986, 76, 940-965.

Farrell, J. and G. Snloner, “Standardization, and Variety.” Economics Letters, 1986, 20,71~74.

Farrell, J. and G. Snloner, “Standardization, Compatibility, and Innovation.” *Rand Journal of Economics,* 1985, 16,70~83.

Farrell, J. and G. Snloner, “ Converters, Compatibility and the Control Interfaces. ”*The Journal Industrial Economics,* 1992, 40,340-359.

Katz, M. And C. Sharpiro, “Network Externalities, Competition, and Compatibility.” *American Economic Review,* 1985,75,424-440.

Katz, M. And C. Sharpiro, “Technology Adoption in the Presence of Network Externalities,” *Journal of Political Economy,* 1986, 94, 822-841.

Katz, M. And C. Sharpiro, “System Competition and Network Effects.” *Journal of Economic Perspectives,* 1994, 8 , 93-115.

Laffont,J., P. Rey, and J. Tirole, “ Network Competition:Ⅱ Discriminatory Pricing ” *Rand Journal of Economics,*1998, 29,38--56.
Laffont,J., P. Rey, and J. Tirole, “ Network Competition: Ⅰ Overview and Nondiscriminatory Pricing. ” *Rand Journal of Economics,* 1998,29,1-37.
Liebowitz, J. and E. Margolis, “ Network Externality: An Uncommon Tragedy. ” *Journal of Economic Perspectives,* 1994, 8,133-150.
Salop S., “Monopolistic Competition with Outside Goods. ” *Bell Journal Economics,* 1979, 10, 141—156.
史晋川, 汪淼军, “ 关于计算机软件侵权最优赔偿原则研究 ”, 《经济研究》2000 年第 8 期, 第 56－64 页。
Shy O., “ A Strategic Approach to Software Protection.” *Journal of Economics and Managenent Secience Strategy,* 1999, 8, 163-190.
Shy O., *The Economics of Network Industry*, Cambridge: Cambridge University Press, 2001.
张维迎, 《博弈论和信息经济学》, 上海人民出版社和上海三联出版社, 1996 年。

Network Externalities, Competition, and Product’s Differentiation

MIAOJUN WANG BING LI

(Peking University)

Abstract In this paper, we analyze product’s differentiation between firms when it exists network externalities. Our key findings are the following: the product’s horizontal and vertical differentiation as well as competition between firms is influenced by network externalities; however, the influence mainly depends on the relation between network externalities and transportation cost.

JEL Classification D40, D62, L10