

# 网络竞争中的切换成本与锁定效应的分析和模拟

易 英, 刘震宇

(厦门大学管理学院, 福建 厦门 361005)

**摘要:** 研究网络外部性条件下切换成本对网络的成长和竞争所造成的影响. 通过对 Fischer&Pry 模型进行扩展, 建立了存在切换成本和正的网络效应时网络成长的竞争模型, 并对其进行了不同数据的模拟. 结果表明: 由于存在网络外部性, 当竞争的网络间切换成本相差不大时, 早期的采用非常关键, 早期用户数的微弱优势可能使占优的网络在竞争中完全获胜, 并最终独占市场; 而当一个网络已经出现明显的规模优势时, 尽管其切换成本很高, 用户也会趋向于切换到该网络中.

**关键词:** 切换成本; 锁定; 网络效应; 竞争; Logistic 曲线

**中图分类号:** N 945. 12

**文献标识码:** A

## 1 问题提出及有关研究

切换成本为用户从一个系统(供应商)切换到另一系统(供应商)时所必须付出的代价. 切换成本的存在可能使用户被锁定在原有品牌或系统中, 它反映了顾客被供应商锁定的程度. 切换成本也给市场新入者设置了障碍, 可能使其难以获得能够维持其生存或发展的用户基础. 特别是在网络经济环境下, 普遍存在网络外部性和正反馈, 切换成本的存在改变了竞争的轨迹, 也改变了用户和供应商的行为. 切换成本对竞争的影响是复杂的, 有必要建立模型研究其对竞争造成的影响, 特别是对网络的成长和竞争造成的影响. 虽有一些学者对此进行了研究, 但有些方面尚无一致的结论, 还需更深入的研究.

对带有切换成本的竞争问题进行的研究包括 Von Weizsacker<sup>[1]</sup>建立的连续时间的切换成本模型, Farrell 和 Shapiro<sup>[2]</sup>的无限多阶段带有切换成本的竞争模型, 以及 Alan Beggs 和 Paul Klemperer<sup>[3]</sup>给出的带有切换成本的多阶段竞争模型. Joseph Farrell 和

Paul Klemperer<sup>[4]</sup>研究了具有网络效应和切换成本的竞争问题. 他们认为切换成本使公司会采取渗透式定价. 如果存在规模经济, 大公司可能设定一个低于与其竞争的小公司定价的价格, 把小公司彻底赶出市场. 所以, 存在切换成本的市场会造成竞争结果“一边倒”.

Liu<sup>[5]</sup>研究了 IOS(Interorganizational System) 的竞争, 给出了动态的竞争模型. 他认为如果切换成本对 IOS 市场有影响, 则它将改变系统的竞争能力. 市场均衡条件与收益和相互竞争的 IOS 的切换成本有关. 本文在 Liu<sup>[5]</sup>研究的基础上, 试图进一步研究带有切换成本的网络成长的竞争. 我们建立了具有切换成本和正的网络效应时网络成长的竞争模型, 对不同切换成本的情形进行了模拟和分析, 以研究切换成本对网络竞争造成的影响.

## 2 建模与分析

### 2.1 切换成本和锁定效应

切换成本通常来源于耐用的互补资产、毁约损失、培训费用及软件和数据等, 当存在巨大切换成本时, 用户被锁定, 因而很难从一个系统(供应商)转移到另一个系统(供应商). 锁定是一个动态的过程, 切换成本一般会随时间而变化. 消费者最容易进入锁定的时机是其在决定选择一个品牌(供应商)的时候. 对消费者来说, 在第一次选择时就应该着眼于未

收稿日期: 2003-04-16

基金项目: 国家社会科学基金(02BJY110)资助

作者简介: 易英(1969-), 女, 讲师.

来,充分预见切换成本而尽量避免锁定.而供应商通过计算顾客在未来所带来的价值决定现在应该对顾客投入多少.

切换成本和锁定对竞争的影响较为复杂.一般认为,由于切换成本的存在,早期的采用决策是非常关键的,是竞争的焦点.用户可能由于现在的选择而在日后陷入对特定供应商的锁定.而由于网络外部性,用户趋向于选择较大规模的成功网络.因此,供应商会将更多精力集中于竞争的早期,建立自己的安装基础,将来从被锁定的用户身上赚取更多的利润.其次,从社会的角度来看,锁定带来许多负面的影响.供应商为了建立自己的安装基础,可能采取一些有损于顾客的策略.比如在开始设定较低价格以吸引顾客,甚至补贴顾客,而当顾客被锁定后,则采用较高的定价,这损害了顾客的利益.切换成本和锁定通常妨碍了新入者进入市场,也可能带来垄断.供应商为了赚取高额的利润,可能浪费资源以建立和保护其系统的不兼容性,人为设置切换成本.另外,由于网络外部性和正反馈,竞争集中在早期采用阶段. Joseph Farrell 和 Paul Klemperer<sup>[4]</sup>认为竞争在初始阶段更加不稳定和容易受各种因素的影响,难以预测;而在后期则陷入锁定,即不容易因随机的力量而改变,也不容易由竞争而改变.竞争可能是非各态经历的,而是敏感地依赖于早期的偶然事件.

## 2.2 模型

实证研究已经表明网络的成长呈 S 形曲线,如图 1 所示:

在网络初建阶段用户较少,经营者必须极力推广其网络.按照 Metcalfe 法则(网络外部性),如果一个网络中有  $n$  个人,那么网络对每个人的价值与网络中其他人的数量成正比,网络的总价值与  $n(n-1)$  成正比.随着网络的推广,网络中用户人数逐渐增加,在初期这种增加是缓慢的. S 形曲线存在一个拐点(临界值),一旦冲过这个临界值,正反馈开始起作用,即网络中用户越多,选择使用该网络的新用户也越多.网络用户将急剧增加,使网络价值进一步扩大,网络经营者将从中获得巨大收益.当存在多个同类型的网络竞争时,每个网络经营者都希望自己的网络用户数可以最早达到临界值,引发正反馈,占领该类网络市场,从而在竞争中获胜. Michael E Porter<sup>[6]</sup>认为 S 形曲线的发生,反映了切换成本和消费者随时间变化的转换欲望.

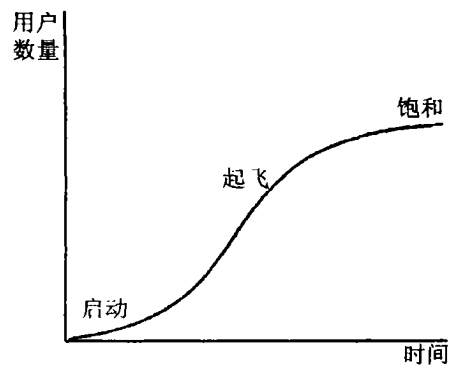


图 1 网络成长的进程

Fig. 1 The course of network growth

既然网络的成长呈 S 形曲线,网络的成长模型可以采用扩散模型,如 Bass 模型、Fischer&Pry 模型、Floyd 模型等<sup>[7]</sup>.出于简化目的,假定网络的成长主要取决于网络的内部驱动力,故采用 Fischer&Pry 模型进行分析,并对该模型进行扩展.

我们限定分析于一个网络市场,在该市场中有两个网络,每个网络有其初始的使用者集合,有新的使用者进入市场.假设这两个网络的成长只受内部因素(内部驱动力)影响,该网络市场的总规模为  $M$ ,两个网络能达到的最大用户数量分别为  $m_1$  和  $m_2$ .那么,如果设网络 1 的使用者数为  $N_1$ ,网络 2 的使用者数为  $N_2$ ,潜在的使用者数为  $N_p$ ,则  $N_1 + N_2 + N_p = M$ .

因两个网络的成长都遵循 S 形曲线,并且由于这两个网络在同一市场上对潜在使用者相互竞争,使得两个网络的成长减缓.而且由于存在网络外部性,如果竞争对手的用户安装基础越大,竞争能力越强,则网络因竞争对手而被减少的生长率越大.故我们扩展 Fischer&Pry 模型得到竞争模型为:

$$\frac{dN_1}{dt} = r_1 N_1 \left(1 - \frac{N_1}{m_1} - \sigma_2 \frac{N_2}{m_2}\right) \quad (1)$$

$$\frac{dN_2}{dt} = r_2 N_2 \left(1 - \frac{N_2}{m_2} - \sigma_1 \frac{N_1}{m_1}\right) \quad (2)$$

其中,  $r_1, r_2$  为大于 0 的常量,分别为两个网络生长的内部动力,  $\sigma_1, \sigma_2 > 0$  分别为网络 1 和网络 2 的竞争能力,  $\sigma_i$  越大,网络的竞争能力越强.

## 2.3 分析

令式(1)、(2)所表示的两个网络的生长率为 0,得到 4 个奇点

$$Q = (0, 0)$$

$$P = (0, m_2),$$

$$R = (m_1, 0),$$

$$Q = (m_1(1 - \sigma_2)/(1 - \sigma_1\sigma_2), m_2(1 - \sigma_1)/(1 - \sigma_1\sigma_2)),$$

其中, 奇点  $P$  和  $R$  表示竞争性独占的情形, 最后只有一个网络取得胜利. 而奇点  $Q$  可能是一个稳定的均衡点, 网络 1 和网络 2 的竞争达到一种均衡状态, 二者分别获得一定市场份额; 奇点  $Q$  也可能是一个鞍点, 在经过一个长期的竞争后, 最后可能一方独占整个市场, 而令一方被排挤出该网络市场, 这取决于两个网络的用户安装基础<sup>[5]</sup>. 从后面的模拟分析我们可以看到稳定的  $Q$  点很难出现, 这是因为现实中  $\sigma_1$  和  $\sigma_2$  是随时间动态变化的, 它们的变化会打破均衡状态.

显然, 如果使用者决定在这两个网络间进行切换, 肯定是因为他们想加入的网络给他们带来的收益更大. 所以, 考虑切换成本对市场的影响, 把切换至竞争对手的网络时所需的切换成本看作本网络的收益, 定义网络的竞争能力为该网络收益与其竞争对手网络收益的比, 即:

$$\sigma_1 = \frac{B_1 + SC_2}{B_2} \quad (3)$$

$$\sigma_2 = \frac{B_2 + SC_1}{B_1} \quad (4)$$

其中,  $B_1, B_2$  为网络 1 和网络 2 中使用者的收益平均值,  $SC_1$  是使用者切换至网络 1 的切换成本,  $SC_2$  是使用者切换至网络 2 的切换成本.

假设存在正的网络外部性, 由 Metcalfe 法则可假设网络使用者的平均收益为<sup>[5]</sup>:

$$B_1 = a_1 + b_1N_1 + c_1N_1^2 \quad (5)$$

$$B_2 = a_2 + b_2N_2 + c_2N_2^2 \quad (6)$$

这里  $a_1, a_2, b_1, b_2, c_1, c_2$  均为正实数, 并且

$$b_1 > c_1, b_2 > c_2.$$

将式(5)、(6)代入式(3)、(4)得到

$$\sigma_1 = \frac{(a_1 + b_1N_1 + c_1N_1^2) + SC_2}{a_2 + b_2N_2 + c_2N_2^2} \quad (7)$$

$$\sigma_2 = \frac{(a_2 + b_2N_2 + c_2N_2^2) + SC_1}{a_1 + b_1N_1 + c_1N_1^2} \quad (8)$$

由以上可知  $\sigma_1, \sigma_2$  之间的关系取决于两个网络的用户数量和切换成本, 意味着网络经营者如果采取某些竞争策略人为地改变切换成本, 争取更多的用户, 那么会改变与竞争对手的竞争能力的对比, 从而使得竞争朝着有利于自己的方向发展. 比如, 网络

经营者采取补贴用户、优惠等等手段, 将客观存在的切换成本降低, 以吸引更多的使用者加入其网络. 因此我们给出采取不同切换成本的竞争策略的模拟.

### 3 数字模拟结果及分析

(1) 这里给出一组竞争的模拟数据<sup>[5]</sup>进行分析. 给定模型的参数

$$r_1 = 0.12, r_2 = 0.1, M = 150, m_1 = 100, m_2 = 125,$$

$$a_1 = 50, b_1 = 1, c_1 = 0.0001, a_2 = 60, b_2 = 1.2,$$

$$c_2 = 0.000144.$$

则有:

$$B_1 = 50 + N_1 + 0.0001N_1^2,$$

$$B_2 = 60 + 1.2N_2 + 0.000144N_2^2$$

$$\sigma_1 = (B_1 + SC_2)/B_2,$$

$$\sigma_2 = (B_2 + SC_1)/B_1,$$

$$\frac{dN_1}{dt} = n_1(t) =$$

$$0.12N_1(1 - 0.01N_1 - 0.008\sigma_2N_2),$$

$$\frac{dN_2}{dt} = n_2(t) =$$

$$0.1N_2(1 - 0.008N_2 - 0.01\sigma_1N_1),$$

$$N_1(t+1) = N_1(t) + n_1(t),$$

$$N_2(t+1) = N_2(t) + n_2(t).$$

( ) 假设两个网络在竞争中切换成本不变, 令  $SC_1 = 40, SC_2 = 50$ .

取  $N_1(0) = 5, N_2(0) = 8$ , 竞争的模拟结果为网络 2 取胜, 达到其最大容量, 而网络 1 被挤出市场. 取  $N_1(0) = 10, N_2(0) = 7$ , 竞争模拟结果为网络 1 取胜, 达到其最大容量, 而网络 2 被挤出市场. 这说明在网络的成长竞争中, 当相互竞争的网络间切换成本相差不大时, 由于存在网络外部性, 早期的采用非常关键, 早期用户数的微弱优势可能使网络在竞争中获胜.

取  $N_1(0) = 50, N_2(0) = 50$ , 竞争的模拟结果为网络 2 达到其最大容量, 而网络 1 被排挤出市场. 这说明当竞争网络的切换成本相差不大时, 如果两个网络开始竞争时都已拥有较大规模的用户且用户数差不多, 容量比较大的网络会获胜. 这可以解释为当存在正的网络效应时, 网络使用者希望加入可以容纳更多用户、发展潜力更大的网络, 以便在将来获得更大的价值. Carl Shapiro 和 Hal Varian<sup>[8]</sup>认为, 今天的选择决定未来的采用. 既然用户在将来会陷入锁

定,那么在早期作选择时应加入未来价值更大的网络.

另外一组模拟后果表明,当切换到网络 1 和切换到网络 2 的切换成本发生变化但变化一致时,竞争的结果与切换成本不变的情形相同.

( ) 假设两个网络在竞争中切换成本不变,令  $SC_1 = 10, SC_2 = 70$ .

取  $N_1(0) = 5, N_2(0) = 8$  和  $N_1(0) = 50, N_2(0) = 50$  时,竞争的模拟结果均为网络 1 取胜,达到其最大容量,而网络 2 被挤出市场.这可能是因为网络 2 的切换成本相对太高.网络 2 早期只存在一些微弱的优势,但因切换到网络 2 的切换成本相对较高,用户怕将来被锁定在网络 2 中而偏向于选择网络 1,网络 2 最终失去其优势而在竞争中失败.这告诉我们在网络成长竞争中应该根据情况适当控制切换成本以便用户加入网络,才能维持优势.

取  $N_1(0) = 5, N_2(0) = 15$ ,竞争的模拟结果为网络 2 最终取胜,网络 1 被挤出市场.这是因为虽然切换到网络 2 的切换成本较高,但网络 2 在竞争开始时用户安装基础已经有明显的优势,考虑到网络外部性,用户趋向于选择网络 2,而网络 2 本身容量也较大,有发展潜力,所以能够赢得竞争.

(2) 我们再给出另外一组竞争模拟数据进行分析.给定模型的参数

$$r_1 = r_2 = 0.12, M = m_1 = m_2 = 125,$$

$$a_1 = a_2 = 50, b_1 = b_2 = 1, c_1 = c_2 = 0.0001,$$

即令两个网络的内部增长率、网络容量和网络效应对其收益的影响都完全相同.则有:

$$B_1 = 50 + N_1 + 0.0001N_1^2,$$

$$B_2 = 50 + N_2 + 0.0001N_2^2,$$

$$\sigma_1 = (B_1 + SC_2) / B_2,$$

$$\sigma_2 = (B_2 + SC_1) / B_1,$$

$$\frac{dN_1}{dt} = n_1(t) =$$

$$0.12N_1(1 - 0.008N_1 - 0.008\sigma_2N_2),$$

$$\frac{dN_2}{dt} = n_2(t) =$$

$$0.12N_2(1 - 0.008N_2 - 0.008\sigma_1N_1),$$

$$N_1(t+1) = N_1(t) + n_1(t),$$

$$N_2(t+1) = N_2(t) + n_2(t).$$

假设两个网络的经营者在竞争中根据其网络占领市场份额的情况不断人为地调整切换至本网络的

切换成本,即切换至该网络的切换成本与该网络所占的市场份额成正比,网络 1 和网络 2 的切换成本最大值分别为  $S_1, S_2$ , 则取:

$$SC_1(t) = S_1N_1(t) / M,$$

$$SC_2(t) = S_2N_2(t) / M.$$

( ) 取  $S_1 = S_2 = 40$ , 模拟结果如表 1 示.这说明当网络的内部竞争因素完全相同时,由于网络外部性影响,网络竞争的结果完全由竞争初始时刻的用户数目决定.

( ) 取  $S_1 = 40, S_2 = 50$ , 模拟结果如表 2 示.说明当网络内部竞争元素相同,仅有切换成本最大值不同时:当初始用户基础相同时,切换至该网络的切换成本最大值较小者获胜;而如果初始用户基础都很小,即使切换至网络 2 的切换成本取值较大,初始的微小优势仍会使其最后获胜;如果初始用户基础都具有一定规模,则因切换至网络 2 的切换成本取值较大,网络 2 初始的微小优势无法使其最后获胜,需要有一定程度的初始优势才能获胜.

表 1 最大切换成本相同时的竞争结果

Tab. 1 Results of competition with equal maximal switching costs

$N_1(0)$	$N_2(0)$	结果
相同	相同	平分市场
5	6	网络 2 赢
20	21	网络 2 赢
50	51	网络 2 赢

表 2 最大切换成本不同时的竞争结果

Tab. 2 Results of competition with different maximal switching costs

$N_1(0)$	$N_2(0)$	结果
相同	相同	网络 1 赢
5	6	网络 2 赢
28	29	网络 1 赢
28	30	网络 2 赢

## 4 结 论

模拟结果表明在网络的成长竞争中,当竞争的网络间切换成本相差不大时,由于存在网络外部性,早期的采用非常关键,早期用户数的微弱优势可能使网络在竞争中完全获胜独占市场,而且竞争的最

后结果一般为一方独占整个市场. 这与 Joseph Farrell 和 Paul Klemperer<sup>[4]</sup>的研究结果是一致的, 他们认为当存在切换成本和规模经济时, 一个公司获得的小优势会被放大, 正反馈会导致市场被这家公司完全主宰. 模拟结果也说明当存在网络外部性时, 如果另一个网络已经出现明显的规模优势, 尽管切换成本很高, 用户也会趋向于切换到该网络中.

我们所获得的结果也说明在内部因素对竞争的影响都相同时: 如果加入两个网络的切换成本一样, 由于网络外部性, 竞争结果完全由竞争初始时刻的网络规模决定; 如果加入两个网络的切换成本有所不同, 那么竞争初始时刻两个网络的规模如果都较小, 那么微弱的优势对竞争最后结果会起决定作用, 但是竞争初始时刻两个网络的规模如果都已经较大, 那么微弱的优势不能起决定性作用.

虽然我们所建立的模型能较好地模拟存在网络效应和切换成本时网络的成长, 但仍然存在一些局限性. 一是模型采用的 Logistic 函数本身所带有的局限性, 包括 Logistic 曲线假设内部的动力是稳定的(即  $r_1, r_2$  是常量)和网络容量上限是不变的(即  $m_1, m_2$  为常量). 而在现实的竞争中这些量都可能发生变化, 所以实际的竞争可能更为复杂. 二是在我们的模型模拟中确定收益时假设存在正的网络外部性, 而没有涉及出现负的网络外部性时的情形. 虽然对网络的成长来说一般总是呈现正的网络外部性, 但如果出现网络灾难时会出现负的网络外部性. 所以为了研究更为完整, 以后还需对此进行进一步

研究. 三是我们的研究局限于在市场中只存在两个相互竞争的网络的情形, 而实际中往往是多个网络之间相互竞争, 但将本文的模型进行相应扩展应该是可以的. 虽然有以上几方面的局限性, 但本文的研究和模拟结果仍可为网络经营者确定竞争策略时提供一些参考.

### 参考文献:

- [1] Von Weizsacker C C. The cost of substitution [J]. *Econometrica*, 1984, 52: 1 085- 1 116.
- [2] Farrell J, Shapiro C. Dynamic competition with switching costs [J]. *Rand Journal of Economics*, 1988, 19: 123- 137.
- [3] Alan Beggs, Paul Llemperer. Multi-eriod competition with switching costs[J]. *Econometrica*, 1992, 60: 651- 666.
- [4] Joseph Farrell, Paul Klemperer. Coordination and lock-in: competition with switching costs and network effects. <http://emlab.berkeley.edu/users/farrell>, 2001.
- [5] LIU Zhenyu. The Economic Analysis of the Growth of Network Products [M]. Germany: Peter Lang Publishing, Inc., 1998.
- [6] Michael E Porter. 竞争优势[M]. 北京: 华夏出版社, 1997.
- [7] Uma Kumar, Vinod Kumar. Technological innovation diffusion: the proliferation of substitution models and easing the user's dilemma[J]. *IEEE Transaction on Engineering Management*, 1992, 39: 158- 168.
- [8] Carl Shapiro, Hal Varian. 信息规则[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2000.

## Analysis and Simulation of Networks' Competition with Switching Costs and Lock in

YI Ying, LIU Zhen-yu

( School of Management, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

**Abstract:** In this paper, we study the effects of switching costs on networks' growth and competition when network externalities exist. By extending Fischer&Pry model, we develop a dynamic model of two competing networks when switching costs and network externalities exist, and simulate the competition between two networks using different data. The results indicate slender advantage of the number of customers who adopt some network early can make this network win completely and monopolize market, when switching costs between competing networks are almost same. We also find that customers tend to switch to the network which appears evident size advantage, even if it's switching costs is large.

**Key words:** switching costs; lock-in; network effects; competition; logistic curve