

# 基于Bass模型的新产品潜在收益分布研究

赵 骅, 杨雨雨

(重庆大学 经济与工商管理学院, 重庆 400044)

**摘 要:**通过Bass模型预测的新产品销售量和技术创新预期的新产品销售价格, 获得无重复购买条件下, 新产品潜在收益3种类型分布, 分别代表了3种类型创新产品的收益空间; 再将条件放宽到周期性重复购买, 得到新产品的销售数量将趋近于潜在用户的总数, 潜在收益趋于无限; 根据以上两者推算出新产品在随机重复购买条件下潜在收益分布, 总体呈递减趋势, 最终因替代产品的出现而趋近于零。

**关键词:** Bass模型; 新产品潜在收益; 技术创新; 周期性重复购买

中图分类号: F27

文献标识码: A

文章编号: 1001-7348(2007)02-0168-04

## 0 前 言

在激烈的市场竞争中, 企业要求得生存与发展, 主要取决于它生产产品的获利能力。产品的获利能力越强, 市场空间越广, 市场竞争力越大, 该企业越有优势立于不败之地。精确地了解新产品获利能力的大小, 有利于企业新产品开发的决策, 有利于企业掌握技术扩散的过程, 有利于企业对新产品进入市场后的技术创新战略进行调整。一般地, 产品的获利能力可以通过对过去经营状况的分析, 以及与类似产品比较分析等方法获得。但对于新产品而言, 刚进入市场的新产品的经营数据不够充分, 产品所具有的新功能、新特征又是其它产品无法替代的, 所以预测新产品获利能力必须通过有别于传统的计算方法来获取。

## 1 Bass模型理论

1969年 Bass 利用传染病的传染原理<sup>[1]</sup>, 在无重复购买条件下预测新产品在用户中的扩散模型, 并通过 12 种产品的数据获得相当好的拟合。在此基础上, 一些研究者对 Bass 模型的假设条件进一步放宽, 以获得更接近现实的模型; 一些研究者增加 Bass 模型本身的参数或对某些原始的参数进行了细分, 以期望与具体数据更好地拟合; 随着 Bass 模型的逐渐完善、成熟, Bass 模型日渐成为许多研究者进行实际应用研究的工具<sup>[2]</sup>。

Bass 模型通过简单的模型构建, 较为准确地描述了新产品的初次购买在用户群中的扩散过程, 预测了各个时间新产品的销售量。文章将利用 Bass 模型的销售量预测, 构建模型以表达新产品的潜在收益在时间上的分布, 用新产

品的潜在收益大小评价其获利能力大小, 给致力于开发新产品的企业以基本的决策依据。

## 2 产品的内涵

作为研究对象的产品, 不是市场上生产、销售、购买的具体产品, 而是具有相同或类似功能、基于相似生产工艺、具有特定产品要素和要素组成结构的抽象产品。

因为具体产品的附加功能差异性、品牌丰富性、规格多样性使其表现出独有的个性差异, 给规范研究带来困难, 所以采用具有共性特征的抽象产品。它的功能和结构相对稳定, 无品牌、规格、档次之分, 具有较长的生命周期, 有利于在研究过程中寻找到产品销售变化背后的根本动力和源泉。抽象产品的生命周期过程源于技术创新进一步降低产品成本和增加产品附加价值, 以及技术扩散使产品被更多的用户所使用。所以文章以抽象产品作为产品概念, 以研究技术创新和技术扩散作用下新产品的潜在收益。

## 3 新产品潜在收益时间分布模型

新产品潜在收益是衡量在技术创新和技术扩散作用下新产品的获利能力、市场空间的大小, 是新产品预期收益的总和。在对它构建模型之前, 先对模型成立的条件作出如下假设并明确几个定义。

### 3.1 假设条件

假设 1: 市场上新产品的供给需求始终达到平衡, 即使有不平衡产生, 短期内在价值决定价格的作用下, 将使供需达到平衡。

收稿日期: 2006-03-24

作者简介: 赵骅(1964-), 男, 重庆人, 副教授, 重庆大学经济与工商管理学院副院长, 研究方向为技术创新及技术管理; 杨雨雨(1979-), 男, 重庆人, 重庆大学经济与工商管理学院企业管理专业硕士研究生, 研究方向为技术创新及技术管理。

定义 1: 产品成本定价。在供需平衡下, 不考虑除单位成本以外的其它任何因素对价格产生的影响, 或者认为这些因素在一定的时期内是稳定的, 认为单位成本是产品价格的决定因素。成本看作是由价值, 即社会必要劳动时间决定的。Bass 模型成立的条件也源于这一点, 它预测的新产品销售量是以时间为自变量, 以外部因素 (p)、内部因素 (q,  $q \gg p$ ) 和潜在用户的总体数量 (m) 为参数, 其中价格并没有作为变量出现在模型中。他认为销售量是不受价格所左右的, 即新产品扩散速率不受价格影响。

既然决定价格的是成本, 那么技术创新能力的大小将影响产品价格的高低。降低产品成本、缩短生产时间、提高生产效率的技术创新将缩短社会必要劳动时间, 使价格呈下降趋势; 而提高产品性能、完善产品功能、增加产品价值的技术创新将延长社会必要劳动时间, 使价格上升。例如, 汽车从发明至今 100 多年时间, 尽管在生产成本上有大幅下降, 生产效率大幅提高, 但由于性能完善, 以及附加功能增加, 新型材料的使用等使价格有上升趋势。

假设 2: 在定义 1 的条件下, 假设产品价格的变化随技术创新能力的大小而连续线性变化, 并认为技术创新能力的大小由技术创新能力的积累决定, 用从某个初始时刻到 t 时刻对技术创新能力的积分表示。

定义 2: 如果用  $K_t$  表示在某个时刻技术创新能力对新产品价格的影响因子, 那么  $K_t = \beta \int_0^t K + \alpha$ , 解得,  $K_t = \alpha e^{\beta t}$ 。  $\alpha$  为创新能力积累的初始值,  $\beta$  为技术创新能力积累系数。于是得  $I_t = I_1 \cdot K_t$ ,  $I_1$  为新产品的初始价格,  $I_t$  为 t 时刻新产品的价格。  $K_1$  表示提高产品性能、完善产品功能、增加产品价值的技术创新能力对价格影响因子,  $K_1 = \alpha_1 e^{\beta_1 t}$ ,  $\alpha_1$  表示完善产品功能、增加产品价值的技术创新能力积累的初始值,  $\beta_1$  表示这类技术创新的积累系数;  $K_2$  表示降低产品成本、缩短生产时间、提高生产效率的技术创新能力对价格的影响因子,  $K_2 = (\alpha_2 e^{\beta_2 t})^{-1}$ ,  $\alpha_2$  表示降低生产成本、提高生产效率的技术创新能力积累的初始值,  $\beta_2$  表示这一类技术创新的积累系数。 综上,  $I_t = I_1 \cdot K_1 \cdot K_2$ , 即  $I_t = \frac{\alpha_1 e^{\beta_1 t}}{\alpha_2 e^{\beta_2 t}}$ 。

假设 3: 产品没有重复购买。

定义 3: 沿用了 Bass 模型最初的假设条件。实际上假设没有重复购买, 即只购买产品一次, 是产品购买的一种极端情况。虽然这样的产品现实生活中也存在, 但是不具有普遍意义。这样假设是为了使理解产品购买过程、用户间对于产品信息的传递过程、产品在用户中的扩散过程、产品潜在收益形成过程成为可能。周期性重复购买是用户在产品使用寿命到期, 正常性、补充性、规律性的购买, 可以看作是无重复购买在每个产品使用寿命周期的叠加。随机性重复购买则是介于周期性重复购买与无重复购买二者之间的, 用户无规律性、随意性、个人偏好性的购买。

### 3.2 基于 Bass 模型新产品潜在收益分析思路

如图 1 示, 第二方框内的循环是 Bass 模型所描述的新产品在用户群中的扩散过程。潜在用户到认知用户的转变来自两方面因素: 一是外部因素 (p), 主要取决于新产品本身的性质<sup>[3]</sup>, 因此潜在用户需从循环外部获得新产品的相关信息, 并决定实施购买行为, 于是成为认知用户; 另一方面是内部因素 (q,  $q \gg p$ ), 取决于采用用户对新产品信息的推广、传播, 因此潜在用户在循环内部获得关于新产品信息, 并决定实施购买行为, 于是成为认知用户。Bass 模型通过对这两种因素影响的购买行为预测出了新产品的扩散过程。第一个方框内的循环是企业技术创新过程, 以获得新产品的销售收入为目的, 以新产品的潜在收益为技术创新驱动力。根据假设 2, 技术创新是连续的, 最终将决定产品价格的高低。因此企业在获得新产品的销售收入后, 仍将继续完善新产品的功能、增加其价值, 并不断提高生产效率降低成本。最终产品价格是增是减, 主要来自两种技术创新能力积累的对比。

两个循环不是独立运行的, 而是一个互相促进、相互制约的整体。技术扩散循环决定了销售数量, 技术创新循环决定了销售价格。二者乘积才代表企业获得的销售收入。销售收入反过来又进一步投入到技术创新的研发, 新增的消费者又将产品的信息向更广的潜在用户推广传播。所以通过对销售价格和销售数量的预期使获得新产品潜在收益成为可能。

### 3.3 新产品潜在收益模型

收益是由产品的销售价格和销售数量的乘积构成的。只要获得预测的销售数量和销售价格, 再对二者的乘积从 t 时刻到新产品退出市场时刻积分, 就是新产品的潜在收益。显然 Bass 模型已经对销售数量进行预测, 而根据产品成本定价原则能获得在技术创新作用下的价格预期, 那么就得到了新产品潜在收益的数学表达式。

某时刻的产品预期收益表示为 r,

$$r = \frac{\alpha_1 e^{\beta_1 t}}{\alpha_2 e^{\beta_2 t}} \cdot m \frac{p(p+q)^2 e^{-(p+q)t}}{[p+qe^{-(p+q)t}]^2} \quad (1)$$

$I$  表示新产品的初始价格。  $m$  表示潜在用户的总体数量。  $t_d$  表示最后一个潜在用户完成产品购买的时刻, 在无重复购买的条件下, 此后新产品不再有需求将退出市场。

对 r 从 t 到  $t_d$  积分, 得到在 t 时刻的新产品潜在收益 R,

$$R = \int_0^{t_d} \frac{\alpha_1 e^{\beta_1 t}}{\alpha_2 e^{\beta_2 t}} \cdot m \frac{p(p+q)^2 e^{-(p+q)x}}{[p+qe^{-(p+q)x}]^2} dx \quad (2)$$

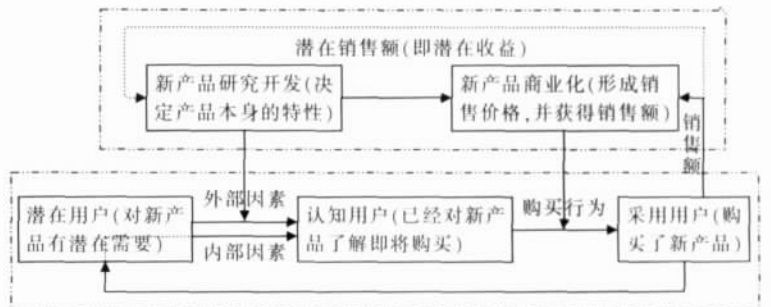


图 1 基于 Bass 模型新产品潜在收益形成过程

$$\lim_{t \rightarrow t_0} R = 0. \text{ 对 } R \text{ 求一阶导数, 得 } R' = -\frac{\alpha_1}{\alpha_2} m (p+q)^2 \frac{e^{[(\beta_1-\beta_2)-(p+q)]t}}{[p+qe^{(p+q)t}]^2},$$

R 是始终小于零的, 再看 R 的二阶导数。

$$R'' = -\frac{\alpha_1}{\alpha_2} m(p+q)^2 \frac{p^2[(\beta_1-\beta_2)-(p+q)]e^{[(\beta_1-\beta_2)-(p+q)]t} + q^2[(\beta_1-\beta_2)-(p+q)]e^{[(\beta_1-\beta_2)-3(p+q)]t} + 2pq(\beta_1-\beta_2)e^{[(\beta_1-\beta_2)-2(p+q)]t}}{[p+qe^{(p+q)t}]^4}$$

整理得:

$$R'' = -\frac{\frac{\alpha_1}{\alpha_2} m(p+q)^2 e^{[(\beta_1-\beta_2)-(p+q)]t} \{q^2[(\beta_1-\beta_2)+(p+q)]e^{-2(p+q)t} + 2pq(\beta_1-\beta_2)e^{-2(p+q)t} + p^2[(\beta_1-\beta_2)-(p+q)]\}}{[p+qe^{(p+q)t}]^4}$$

设  $x = e^{-(p+q)t}$ , 因  $t > 0$ , 所以  $0 < x < 1$ ; 设大括号内的式子 y。

$$\text{得: } y = q^2[(\beta_1-\beta_2)+(p+q)]x^2 + 2pq(\beta_1-\beta_2)x + p^2[(\beta_1-\beta_2)-(p+q)]$$

$$y_{x=0} = p^2[(\beta_1-\beta_2)-(p+q)], y_{x=1} = (p+q)^2[(\beta_1-\beta_2)+(q-p)]$$

讨论:

当  $y_{x=0} = p^2[(\beta_1-\beta_2)-(p+q)] > 0$  时, 由  $(p+q) > 0$ , 可知  $(\beta_1-\beta_2) > 0$ , 对称轴位于 x 的负半轴。y > 0, R < 0, 得到第一类型新产品潜在收益曲线, 如图 2(a) 示。

当  $y_{x=0} = p^2[(\beta_1-\beta_2)-(p+q)] < 0, y_{x=1} = (p+q)^2[(\beta_1-\beta_2)+(q-p)] > 0$  时, 由  $q \gg p$ , 仍然可得  $(\beta_1-\beta_2) > 0$ , 对称轴位于 x 的负半轴。 $t_1 = \frac{1}{-(p+q)} \ln \frac{p[(\beta_1-\beta_2)-(p+q)]}{q[(\beta_1-\beta_2)+(p+q)]}$  使 R = 0。t < t<sub>1</sub> 时, R < 0; t > t<sub>1</sub> 时, R > 0。得第二类型新产品潜在收益分布曲线, 如图 2(b) 示。

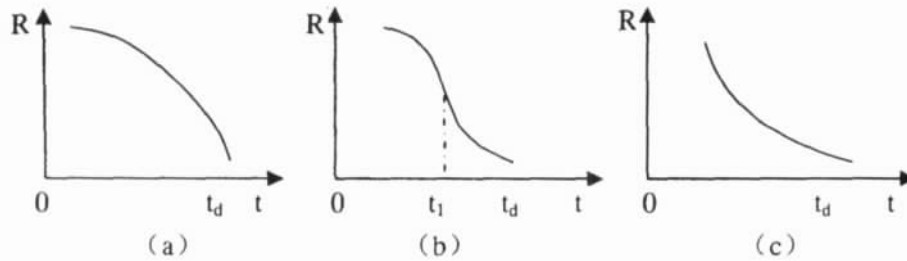


图 2 两种类型的新产品潜在收益分布曲线

当  $y_{x=0} = p^2[(\beta_1-\beta_2)-(p+q)] < 0, y_{x=1} = (p+q)^2[(\beta_1-\beta_2)+(q-p)] > 0$  时, y < 0, R > 0。得第三类新产品潜在收益分布曲线, 如图 2(c) 示。

### 4 模型分析

根据数学模型分析得到 3 种类型的新产品潜在收益分布, 分别代表了技术创新型新产品潜在收益分布和技术扩散型新产品潜在收益分布。

第一类型分布曲线, 新产品潜在收益逐渐减小, 随着时间的推移, 减小的幅度呈增加的趋势。在初始阶段的新产品虽然其潜在收益是逐渐减小的, 但依然是相对较稳定的, 而且这段相对稳定的时间也不短。之后失去稳态, 新产品的潜在收益以较快的速度减小。从模型来看,  $(\beta_1-\beta_2) < (p+q)$ , 技术创新能力对新产品价格的促进作用大于技术扩散表现出来的消费者购买需求作用。这样的新产品在技术创新的作用下, 由于技术创新使产品增加的价值超过了成本

的降低使价格呈增长趋势, 价格的增长趋势大于技术扩散下需求量的增长趋势。因为新产品价格的增长较快, 其潜在收益在初始阶段才以较小的幅度减少, 出现新产品潜在收益的稳态。所以第一类型分布曲线描述的是较强技术创新类型新产品的潜在收益。

第二类型分布曲线, 新产品潜在收益呈减小趋势, 存在一个拐点。拐点区域的潜在收益减小的速度相对较快, 初始阶段和后期减小速度相对较慢。 $(q-p) < (\beta_1-\beta_2) < (p+q)$ , 由于  $q \gg p$ , 则技术创新能力对新产品价格的促进作用基本上等于技术扩散表现出来的消费者购买需求作用。新产品的潜在收益变化与消费者购买量的变化趋势基本相同。所以第二类型分布曲线描述的是技术创新—技术扩散平衡型新产品的潜在收益

第三类型分布曲线, 新产品潜在收益逐渐减小, 随着时间的推移, 减小的幅度呈减少趋势。在初始阶段新产品的潜在收益就以较快速度逐渐减少, 随着减少的幅度变小, 在后期潜在收益进入一个相对稳定状态。 $(\beta_1-\beta_2) < (q-p)$ , 技术创新能力对新产品价格的促进作用小于技术扩散表现出来的消费者购买需求作用, 初始阶段由于增长较弱的产品价格使新产品潜在收益大幅度地下降。这里的  $(\beta_1-\beta_2)$  无论正负, 只要是小于, 都会使初始阶段的新产品潜在收益大幅下降。所以第三类型分布曲线描述的是技术扩散型新产品的潜在收益。

上述 3 种类型新产品潜在收益分布, 主要是由  $(\beta_1-\beta_2)$  与  $(p+q)$  及  $(q-p)$  的大小关系决定, 即技术创新能力和技术扩散, 这两者实际上是企业推出新产品获得收益的关键因素。面临新产品的潜在收益, 企业并不是无所作为的, 它可以通过控制  $\beta_1, \beta_2$  来调整  $(\beta_1-\beta_2)$  与  $(p+q)$  及  $(q-p)$  之间的相对关系, 以获得更大的潜在收益。

### 5 考虑周期性重复购买的新产品潜在收益分布

如果考虑周期性重复购买, 即采用用户会在产品使用寿命(T)到期后, 重复购买该产品, 以补充消费需求。Bass 模型改写为:

Bass 模型描述的 t 时刻销售量为:

$$f(t) = m \frac{p(p+q)^2 e^{-(p+q)t}}{[p+qe^{(p+q)t}]^2}$$

周期性重复条件下, 任意一个产品使用寿命以内,  $nT <$

$t < (n+1)T$ , t 时刻销售量为  $g(t) = \sum_{n=0}^{\infty} f(t-nT) (n=0, 1, 2, \dots)$ 。

若  $t_0 \gg T$ , 即无重复购买条件下的产品生命周期远大于产品的使用寿命期, 则近似地有  $g(t) = \int_0^t f(x) dx$ 。当  $t = t_0, g$

$(t)=m$ , 所以得  $g(t)=m \frac{p-pe^{-(p+q)t}}{p+qe^{-(p+q)t}}$ ,  $t < t_d$ 。如图 3 示。

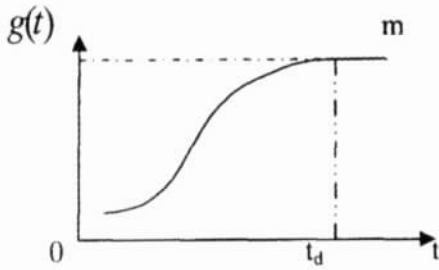


图 3 周期性重复购买 Bass 模型

得到新产品潜在收益分布:

$$R = \int_t^+ \left| \frac{\alpha_1 e^{\beta x}}{\alpha_2 e^{\beta x}} \cdot g(t) dx \right.$$

$$\left. \begin{cases} R = \int_t^{t_d} \left| \frac{\alpha_1 e^{\beta t}}{\alpha_2 e^{\beta t}} \cdot m \frac{p-pe^{-(p+q)x}}{p+qe^{-(p+q)x}} dx \right. \right. \\ \quad \left. \left. + \int_{t_d}^+ \left| \frac{\alpha_1 e^{\beta x}}{\alpha_2 e^{\beta x}} \right| m dx, t < t_d \right. \right. \\ \left. \left. R = \int_t^+ \left| \frac{\alpha_1 e^{\beta x}}{\alpha_2 e^{\beta x}} \right| m dx, t \geq t_d \right. \right.$$

在市场价格不为零的情况下,  $\int_{t_d}^+ \left| \frac{\alpha_1 e^{\beta x}}{\alpha_2 e^{\beta x}} \right| m dx$  趋近于

正无穷大, R 趋近于正无穷大。即, 只要该产品不被取代, 一直在市场上存在下去; 并且技术创新降低产品成本是有极限的, 企业始终要获得利润, 因此产品价格不可能为零; 那么新产品的潜在收益始终为正无穷大, 这时新产品的市场空间也是无穷大的。

实际上, 无重复购买和周期性重复购买都是两种理想状态, 由于产品使用寿命和产品生命周期的存在, 最终新产品的潜在收益会介于二者之间, 如图 4 示。总体上呈递减趋势, 使用寿命与使用寿命之间存在周期性波动。无重复购买新产品潜在收益分布和周期性重复购买新产品潜在收益分布都是非稳定状态, 一旦发生重复购买或产品替代的“扰动”, 潜在收益都会偏离非稳定状态, 向稳定状态(“山谷”)趋近, 图 4 两种箭头的共同方向则反映了稳定状

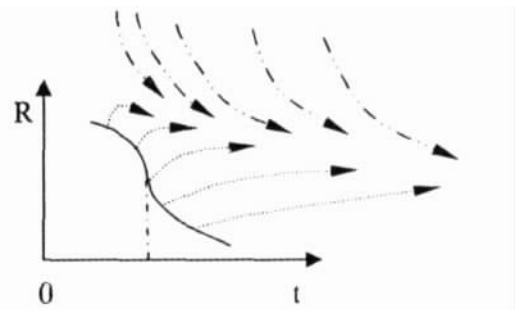


图 4 新产品潜在收益实际分布

态趋势, 递减, 并最终趋近于零。

另外, 技术创新本身也影响着重复购买, 如产品在功能上的不断完善, 既加速重复购买的频率, 缩短重复购买周期; 又会影响到产品使用寿命本身。研究非周期性重复购买将在今后的研究工作中进一步探索。

### 6 结 语

在研究新产品潜在收益的过程中, 获得了 3 种类型无重复购买的分布曲线, 代表了技术创新型、技术创新-技术扩散平衡型、技术扩散型 3 类产品的潜在收益特征。可以根据产品的技术创新和技术扩散状况识别出产品的类型, 以了解产品的潜在收益分布, 为预测新产品未来经营状况提供判断依据。对于周期性重复购买和非周期性重复购买, 文章这里仅仅以无重复购买为基础作出了简单的推论和定性分析, 得到其具体分布趋势。目前尚缺乏严密的逻辑证明, 将在以后的研究工作中完善。

参考文献:

- [1] Frank M. Bass. A New Product Growth for Model Consumer Durables[J]. Management Science, 1969, 15(5): 215- 227.
- [2] 徐玖平, 廖志高. 技术创新扩散速度模型 [J]. 管理学报, 2004, (3): 330- 340 .
- [3] 盛亚, 吴健中. 新产品市场扩散 Bass 模型族的研究[J]. 预测, 1999, (2): 71- 74.

(责任编辑: 汪智勇)

## Distribution of New Product Potential Revenue with Bass Model

Abstract: By forecasting sales and prospective price, without repeating purchase, three types distribution of new product potential revenues are attained. In condition of periodically repeating purchase, the sales of new product are approximating the total number of purchasing, as well as the potential revenues approximating infinity. In condition of random repeating purchase, the potential revenues are decreasing, approximating zero with the substituted product appearing.

Key Words: Bass model; new product potential revenue; technology innovation; periodically repeating purchased