

网络效应

network effect

（对应第17章）

直接受益效应(direct-benefit effects)，也称为网络效应(network effect):
对于某些决定，如果能与他人的决策行为保持一致可以带来直接的利益

网络效应作为外部效应

- 网络效应产生的一个自然环境是采用的技术需要与其他人交互或相容。例如传真机，社交网络以及计算机操作系统
- 我们这里所描述的效应称为积极外部效应(positive externalities)
- 一个外部效应是这样一种情形，任何个人的福利会受到他人行为活动的影响，而没有什么相互补偿的问题。例如从一个社交网站能受益多少与有多少人使用这个网站有直接关系。当有更多的人加入该网站时，便无形中增加了你的福利，尽管没有什么明确的报酬合约
- 第8章讨论的交通堵塞就是一个消极外部效应(negative externalities)的例子，即一个外部效应造成福利减少的情况
- 并非所有的事情都是外部效应；最关键的是要看这种影响有没有报酬或者补偿：比如你喝了一听健怡可乐，世界上就减少一听可供消费的健怡可乐，因此你的行为减少了其他人的福利。但是你付的钱可以再生产出一听可乐，那么你为你的行为就作出了补偿。因此，不存在无偿的效应，也就没有外部效应

没有网络效应的经济

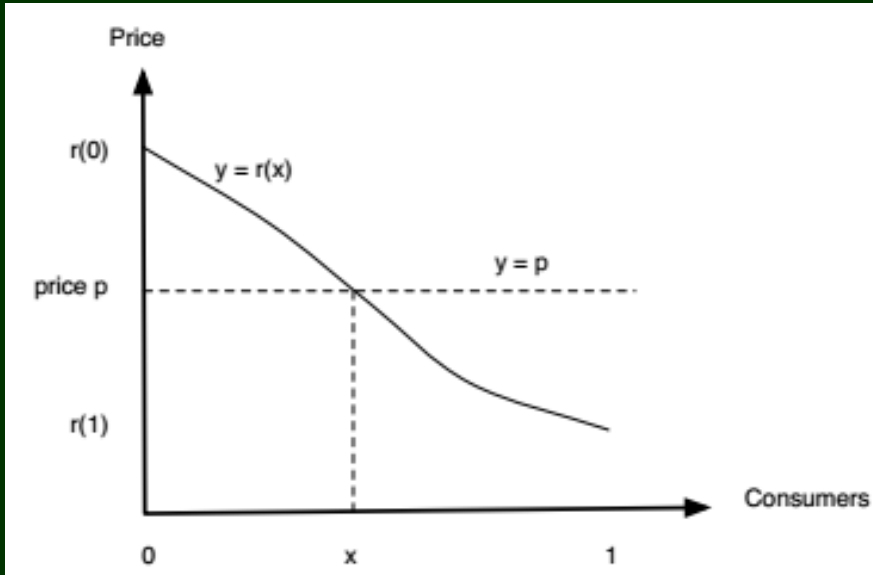
- 首先考虑没有网络效应的市场机制，即消费者不在乎有多少其他用户使用相应的商品，然后再探讨网络效应对商品市场产生的影响
- 一个潜在买家数量庞大的市场，每个人相对于整个市场非常渺小，个体决定不会影响市场的整体行为
- 当然，实际市场中消费者数量是有限的，每个人的决定确实对整体有一个非常小的影响，由于这种影响太微弱，因此在构建市场模型时忽略个人决定的影响
- 以严格限定在0到1之间的实数集表示一个消费群体（每个消费者以一个不同的实数命名，消费群体总量为1）。这种以实数命名消费者的方式对分析很有帮助，例如0到 $x < 1$ 之间的消费群体的人数比例可以用 x 表示
- 假设每个消费者至多想要一个单位量的商品；每个消费者购买商品或获得一定的各自不同的利益。
- 如果没有网络效应的影响，我们认为消费者的购买意愿完全取决于这个固有的利益。

保留价格 (Reservation Prices)

- 当存在网络效应时，消费者的购买意愿取决于两方面的因素：
 - 本身固有的利益
 - 其他购买该商品的人数，购买人数越多，消费者越想买
- 如果没有网络效应，每个消费者从商品中获得的利益取决于一个单一的保留价格，是消费者愿意为相应的商品支付的单位最高价
- 用 $0 \sim 1$ 之间的数以保留价格的降序表示每个消费者，即如果消费者 x 的保留价格比 y 高，那么 $x < y$ ，用 $r(x)$ 表示消费者 x 的保留价格
- 假设 $r(x)$ 是连续函数，任何两个消费者的保留价格是不同的，因此 $r(x)$ 在 $0 \sim 1$ 区间内严格递减
- 假设某个商品的单位市场价格是 p ，不会升高也不会下降。因此保留价格不低于 p 的消费者会购买这个商品，而保留价格低于 p 的人不会购买
- 显然，如果商品的价格是 $r(0)$ 或更高，就没有人购买；如果价格是 $r(1)$ 或更低，所有人都会购买。

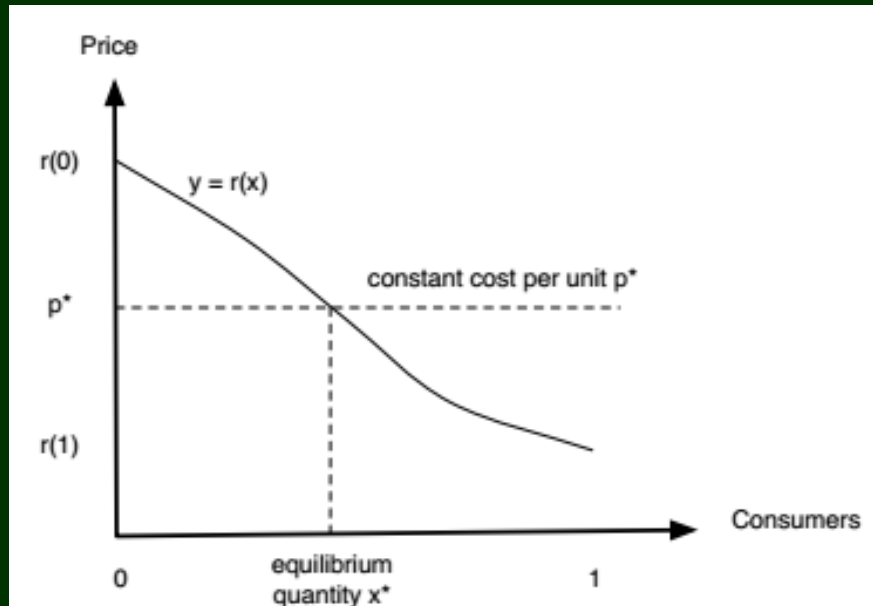
保留价格 (Reservation Prices)

假设 p 被严格限定在 $r(1)$ 和 $r(0)$ 区域内，存在一个特殊的值 x ，使得 $r(x) = p$



- 因为 $r(x)$ 是一个严格递减的连续函数，因此一定与水平线 $y = p$ 在某一点相交
- 所有以0到 x 之间的数命名的消费者购买这个商品，以大于 x 命名的消费者不会购买，因此比例为 x 的消费者购买该商品
- 对于一个价格 p ，存在一个由 p 决定的 x ， x 表示以价格 p 购买商品的人数比例。这种描述价格和数量关系的方式被称为对**某个商品的市场需求**，市场需求可以有效地分析价格和购买数量之间的关系

商品的平衡数量

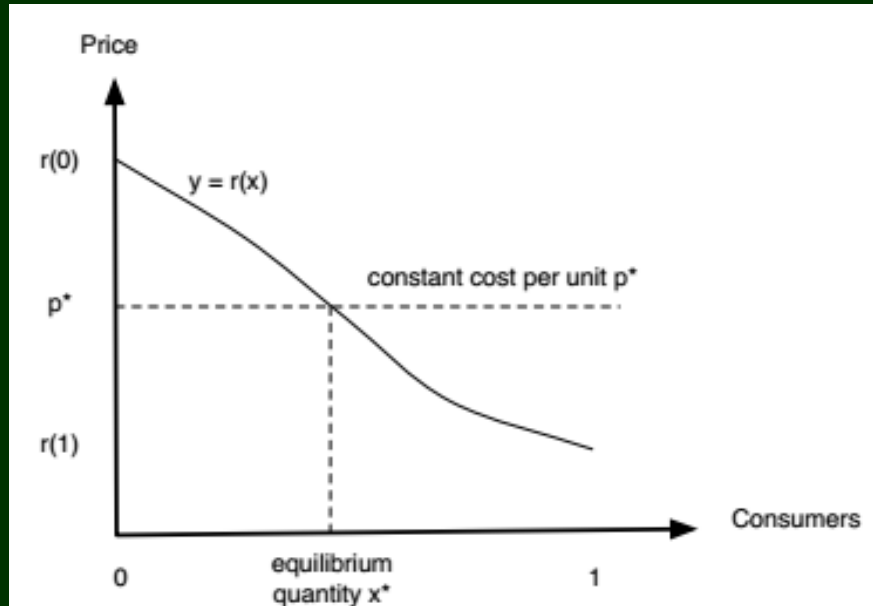


- 假设生产某种商品的单位成本固定为 p^* ，有充足的生产商提供商品，他们都没有足够的能力左右市场价格。生产商会以单位价格 p^* 提供任何数量的商品，不会降价。价格不会高于 p^* ，因为在其他竞争者的压力下得不到任何利润。
- 总之，我们可以设定一个市场价格 p^* ，而不必考虑商品的生产数量
- 假设 $r(0) > p^* > r(1)$ ，高于 $r(0)$ 和低于 $r(1)$ 的情况不考虑

因为 p^* 介于最高和最低保留价格之间，那么在0和1之间就会存在一个 x^* ，使得 $r(x^*) = p^*$ 。

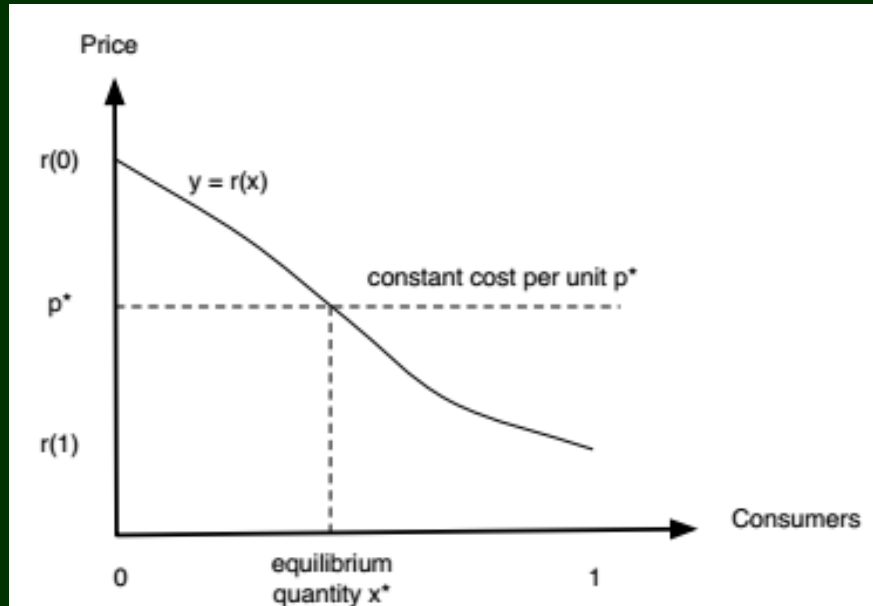
我们称 x^* 是在给定保留价格和成本价 p^* 的前提下，商品的平衡数量

商品的平衡数量



- 从直观上看， x^* 代表了人群对某种商品的消费平衡。
- 如果少于比例 x^* 的人购买了商品，就有一些人尽管没有购买商品，但却有购买的动机，因为他们的保留价格高于 p^* 。换言之，商品的消费存在“上行动力”，因为有一部分人没有购买，但有希望购买
- 如果超过 x^* 比例的人购买了商品，就有些人购买了商品，但又有些后悔，因为他们的保留价格低于 p^* ，存在一个“下行动力”

商品的平衡数量



- 这个平衡符合第6章定义的社会最优。思考分配带来的社会福利，在这里相当于消费者对所购商品的保留价格总和与生产相应数量产品的成本价格总和之间的差额
 - 如果社会能够生产出充足的商品，提供给比例为 x 的消费者，那么产品供给介于0和 x 之间的消费者会使社会福利达到最高，因为这个区间的消费者对商品的估值最高。
-
- 由于消费者 x' 对社会福利的贡献是差额 $r(x') - p^*$ ，那么0到 x 的购买者贡献的社会福利对应于曲线 $y = r(x)$ 和水平线 $y = p^*$ 之间的面积。
 - $y = r(x)$ 在直线 $y = p^*$ 以下的部分提供了负面积，那么应该选择一个 x ，使得 $y = r(x)$ 和 $y = p^*$ 之间的所有面积为正，避免进入负面积区域。
 - 因此，选择 $y = r(x)$ 和 $y = p^*$ 的相交点 x 作为平衡点 x^* ，表明平衡数量 x^* 满足社会最优

具有网络效应的经济

- 在网络效应的作用下，消费者对商品的购买意向不仅取决于他/她自己的保留价格，还与该商品的用户总数有关。
- 假设比例为 z 的人口使用这个商品，那么消费者 x 的保留价格是 $r(x)f(z)$ ，其中 $r(x)$ 的含义与之前一致，是消费者 x 从商品中得到的利益， $f(z)$ 表示每个消费者从比例为 z 的使用该商品的人中获得的利益。函数 $f(z)$ 是一个递增函数，它可以衡量使用商品的人数增加能为商品带来多少价值的提高。以乘积 $r(x)f(z)$ 表示保留价格，意味着要从商品获得更高的利益，更多的是通过使用商品的人数比例增加而得到，而不是通过降低商品的固有价值得到。
- 假设 $f(0) = 0$ ，意味着如果还没有人购买这个商品，也就没有人愿意购买。
- 假设 $f(x)$ 是一个连续函数，为使讨论更简化，假设 $r(1) = 0$ ，即接近于数值1的消费者 x ，愿意支付的价格收敛于0。
- 一个消费者是否愿意购买取决于使用该商品的人口比例，每个消费者需要推测这个比例来决定是否购买。假设商品的价格是 p^* ，消费者 x 认为比例为 z 的人使用这个商品，那么当 $r(x)f(z) \geq p^*$ 时， x 会购买商品。

具有网络效应的经济

- 先考虑所有的消费者对商品的使用人数都有一个准确的预测这种情况

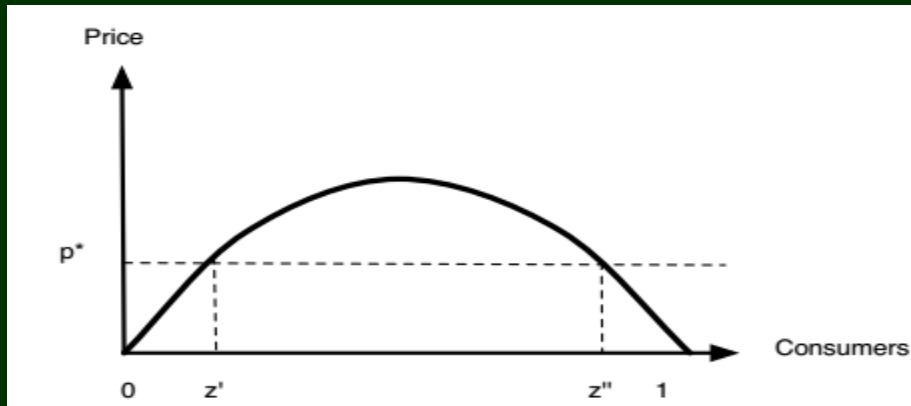
具有网络效应的平衡

- 假设消费者的预测是准确的，这意味着消费者形成一个共同的期望：使用该商品的人数比例为 z ，如果每个消费者因此而决定购买，那么实际上购买商品的人数比例同样为 z 。我们将这个结果成为购买量 z 的自实现平衡(self-fulfilling expectations equilibrium):如果每个人都期望比例为 z 的人会购买该商品，那么这个期望反过来因为人们的行为而实现。
- 如果每个人期望有比例为 $z = 0$ 的人购买商品，那么每个消费者 x 的保留价格 $r(x)f(0) = 0$ ，低于 p^* 。因此没有人会购买，对 z 的共同期望值 $z = 0$ 因此实现。
- 现在考虑一个严格限定在0和1之间的值 z 。如果恰好有比例为 z 的人购买了商品，那么它对应于哪个区间的个体？显然，如果消费者 x' 购买了商品，并且 $x' > x$, 那么消费者 x 也会购买。因此这个购买集合应该正好是介于0和 z 之间的消费群体。
- 那么什么价格 p^* 正好是这个购买群体想要支付的价格？这个集合的最低保留价格应该是消费者 z 的保留价格，因为大家共同期望比例为 z 的人够买商品，因此 z 的保留价格为 $r(z)f(z)$ 。为了保证只有这个集合的人购买商品，而其他的人不会购买，应将价格定为 $p^* = r(z)f(z)$

具有网络效应的经济

- 总结：如果价格 $p^* > 0$ ，同时数值 z （严格限定在0和1之间）形成自实现期望平衡，那么 $p^* = r(z)f(z)$
- 这与没有网络效应的模型形成了鲜明的对比。那里我们看到，为了售出更多的商品，价格要降得比较低，或者说当商品的价格较高时，商品出售的单位数量就比较低。这一结论的基础是，没有网络效应的平衡数量 x^* 由 $p^* = r(x^*)$ 确定，其中 $r(x)$ 是 x 的递减函数。
- 有网络效应的市场比较复杂，因为消费者对商品的需求量取决于它们被期望的需求量有多少，这就形成了更复杂的平衡量方程，对于平衡量 z ，要满足 $p^* = r(z)f(z)$ 。
- 根据假设 $f(0) = 0$ ，因此，一个有网络效应的平衡发生在价格为 p^* ，以及 $z=0$ 时此时生产商愿意提供的商品数量为0，因为没人想购买，商品也就没有需求。

具有网络效应的经济

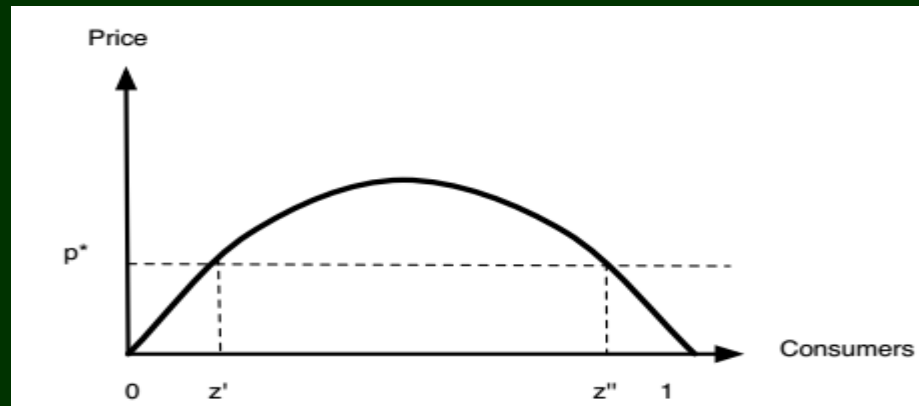


一个实例

设 $r(x)=1-x$, $f(z)=z$ 。因此 $r(z)f(z)=z(1-z)$, 在 $z=0$ 和 $z=1$ 时, 函数值为0; $z=1/2$ 时, 函数值达到最高值 $1/4$ 。

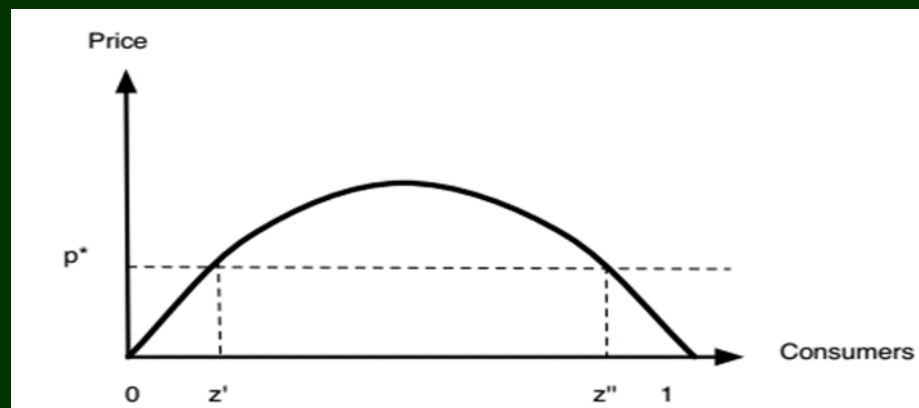
- 当 $p^* > 1/4$ 时, $p^*=z(1-z)$ 无解, 这种情况下, 只有在 $z=0$ 时达到平衡。这相当于商品的价格太高, 仅有的平衡时所有的人都决定不买它
- 当 p^* 在 0 和 $1/4$ 之间时, $p^*=z(1-z)$ 有两个解, 这种情况下, 有 3 个可能的平衡, $z=0$, 以及 z' 和 z'' 。对于每个平衡点 z , 如果人们都期望恰好比例为 z 的人购买商品, 那么就正好有比例为 z , 在区间 0 到 z 的消费者会这样做
- 从这个例子可以观察到两点。第一, 自实现期望平衡的概念一般来说符合“消费信心”的聚合效应。如果人们对一种商品的成功没有信心, 那么因为网络效应, 就没有人想买它, 这种对商品缺乏信任的状态将导致人们购买失败。另一方面, 对于同样价格的同一种商品, 如果人们信任它, 那么就有可能相当比例的人会购买, 因此也就确定了商品的成功。存在这种多重平衡, 也表现了市场中网络效应发挥了作用。

具有网络效应的经济



- 第二个观察涉及消费需求的自然性。相比图17.2的简单递减曲线，图17.3突出了价格和平衡数量之间的复杂关系。特别是当 p^* 逐渐降至低于 $1/4$ 时，“高”平衡点 z'' 向右移动一个小量级，但“低”平衡点 z' 向左移动一个小量级，对应于一个更小的比例数。

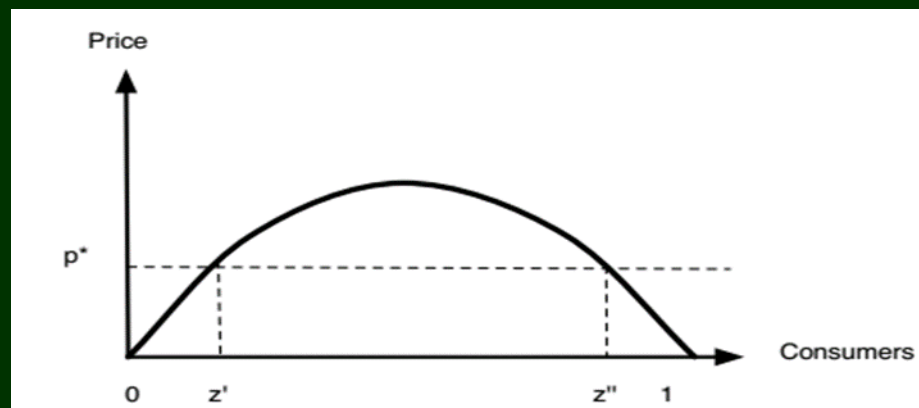
稳定性、不稳定性和转折点



首先讨论为什么当 z 的值不是0、 z' 、 z'' ，就不能构成平衡，假设比例为 z 的人要购买商品，且不是这三个平衡量值

- 如果 z 是0和 z' 之间的数，那么商品消费存在“下行动力”，这是因为 $r(z)f(z) < p^*$ ，以 z 命名的购买者以及其他低于 z 的购买者对商品的估值小于 p^* ，因此他们可能希望自己没有买这个商品，这将迫使需求下降。
- 如果 z 在 z' 和 z'' 之间，商品消费存在“上行动力”，因为 $r(z)f(z) > p^*$ ，以略大于 z 命名的消费者没有购买商品，却希望能够购买，因此推动需求上升。
- 最后，如果 z 高于 z'' ，同样存在下行动力，因为 $r(z)f(z) > p^*$ ，以 z 或者刚刚低于 z 的购买者会希望他们没有购买商品，迫使需求下降。

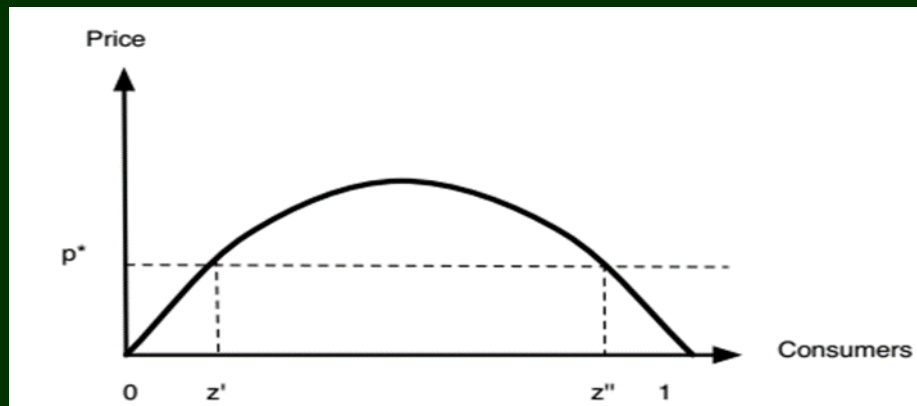
稳定性、不稳定性和转折点



上述三个 z 的非平衡集对研究平衡点 z' 和 z'' 的特性非常有帮助。

- 首先，我们发现 z'' 具有较强的**稳定性**。如果比例稍大于 z'' 的人购买商品，那么需求有被推回到 z'' 的动力；如果比例稍小于 z'' 的人购买，那么相应的需求朝着 z'' 被向上推动。因此，当人们的期望围绕着 z'' 小幅度变化时，最终的结果总会定位在 z'' 。
- 平衡点 z' 附近是极不稳定的。如果比例稍大于 z' 的人购买商品，那么上行动力驱使需求远离 z' ，朝着更高的平衡 z'' 延伸。如果比例稍小于 z' 的人购买商品，下行动力驱使需求朝着另一个方向远离 z' ，向下延伸到平衡点0。因此，如果恰好比例为 z' 的人购买商品，那么就处于平衡状态；但如果比例略微偏离平衡，系统将以很大的程度上升或下降。

稳定性、不稳定性和转折点



所以 z' 不仅是一个非稳定平衡，实际上也是商品成功与否的一个“**临界点**”，或者说是一个**转折点**

- 如果生产商能够期望其商品的购买人数比例高于 z' ，那么就可以利用需求的上行动力达到平衡 z'' ，进而占用一定份额的市场。另一方面，如果预期购买商品的人即使是1略低于 z' ，那么在下行动力的作用下，其市场占有率将趋于零。 z' 的值是生产商成功必须超越的峰值
- 这种分析平衡的方法对价格 p^* 提供了一种思考方式。如果生产商要将商品的价格定得更便宜，也就是降低价格 p^* ，那么会产生两个有利的影响。首先抛物线会被一条较低些的水平线切开，低平衡点 z' 会向左移动，这使得临界点比较容易通过。此外，高平衡点 z'' 会向右移动，也就是说，如果生产商能够越过临界点，它的用户最终量 z'' 会更大。当然，如果 p^* 设置得低于生产成本，厂商就会赔钱。但是作为长期价格策略的一部分，早期的损失可能通过用户群的增长和更高的利润来抵消，这实际上是一个可行的策略。很多生产商都这样做，他们提供商品的免费试用，或设定较低的初始价格。

市场的一种动态观

- 前面讨论的平衡有一个前提，消费者能够正确地预测实际购买的人数。如果我们认为消费者可以预测出一个共同的购买人数，但允许出现偏差，结果会怎样？
- 这意味着，如果每个人都知道比例为 z 的人购买了商品，基于这个信息，对于消费者 x ，如果 $r(x)f(z) \geq p^*$ ， x 会购买这个商品。也就是说，所有想要购买这个商品的人应该在区域 0 到 \hat{z} 之间，其中 \hat{z} 满足 $r(\hat{z})f(z) = p^*$

$$r(\hat{z}) = \frac{p^*}{f(z)},$$

或者以 r 的反函数表示

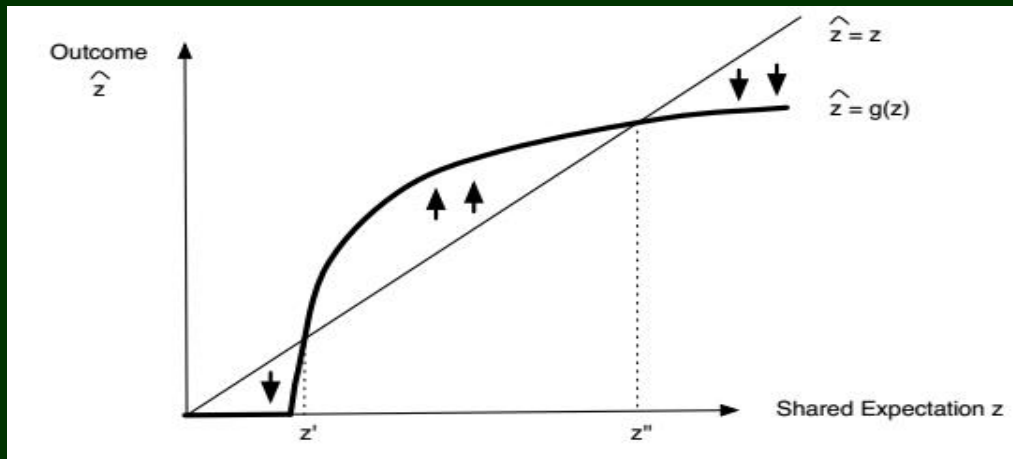
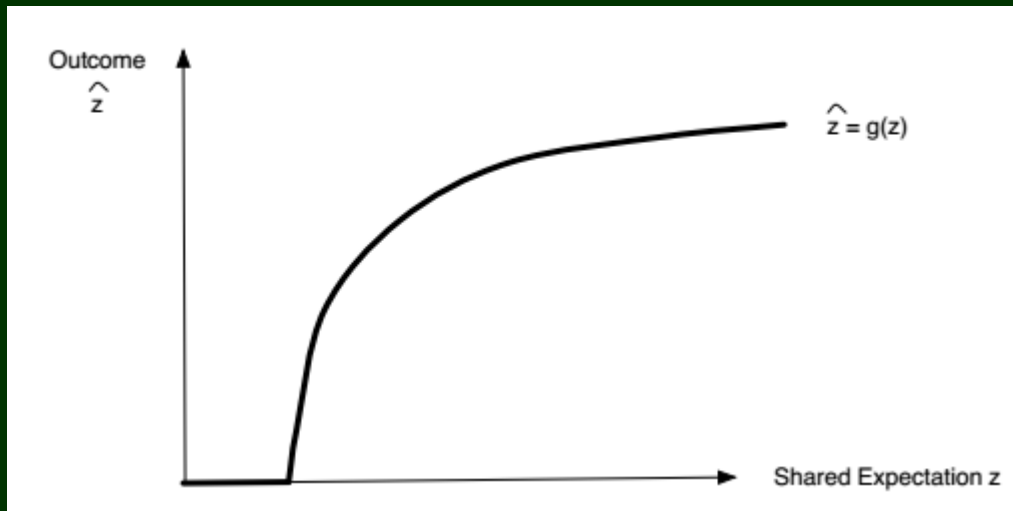
$$\hat{z} = r^{-1} \left(\frac{p^*}{f(z)} \right).$$

- 后者可以通过共同期望值 z 而计算出 \hat{z} ，但只有在左式有解的情况下才可以，否则就是最简单的，没有人购买。
- 因为 $r(\cdot)$ 是一个从 $r(0)$ 到 $r(1)=0$ 的递减函数，那么当 $\frac{p^*}{f(z)} \leq r(0)$ 时，方程有唯一的解。对于共同期望值 z ，用 $g(\cdot)$ 表示 \hat{z} ，当 $z \geq 0$ 时 $\hat{z}=g(z)$ ，因此，当方程有解的条件 $\frac{p^*}{f(z)} \leq r(0)$ 成立时， $g(z) = r^{-1} \left(\frac{p^*}{f(z)} \right)$ 。否则 $g(z)=0$ ，将上

述结果带入图17.3的例子，其中 $r(x)=1-x, f(z)=z$. 因此 $r^{-1}(x)$ 仍然为 $1-x$ ，而 $z(0)=1$ ，变为当 $z \geq p^*$ 时， $g(z)=1-p^*/z$ ；否则 $g(z)=0$

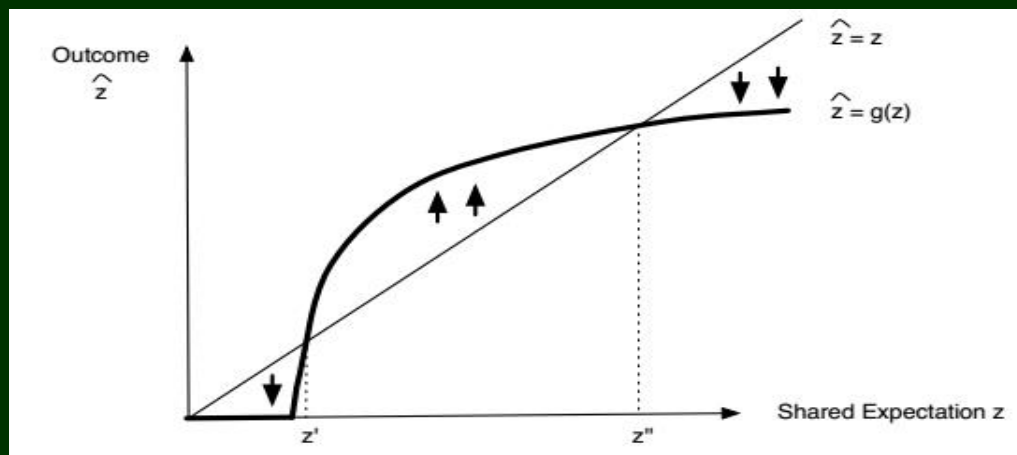
市场的一种动态观

- 图17.4显示了函数 $\hat{z}=g(z)$ 的图形。它与45度角直线 $\hat{z}=z$ 的关系为我们提供了很直观的视图。



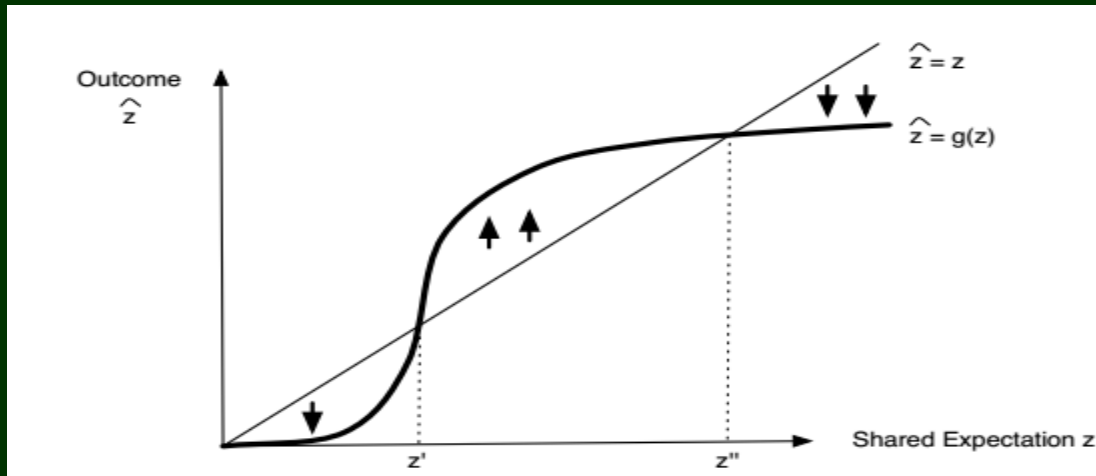
- 图17.5中，两个函数 $\hat{z}=g(z)$ 和 $\hat{z}=z$ 的图形相交于自实现期望平衡点：此时 $g(z)=z$ ，如果每个人都期望比例为 z 的人购买商品，那么实际上此时就有比例为 z 的人这样做。
- 当曲线 $\hat{z}=g(z)$ 位于直线 $\hat{z}=z$ 以下时，商品消费具有下行动力：如果人们期望比例为 z 的人购买商品，此时结果低于这个预期，并且还存在着消费大幅下降的压力。

市场的一种动态观



- 当曲线 $\hat{z}=g(z)$ 位于直线 $\hat{z}=z$ 以下时，商品消费具有上升动力
- 根据函数与平衡点 z'' 相交点附近的情况，可以看出这是一个稳定平衡，而函数与平衡点 z' 的相交处是不稳定的。
- 图中曲线的特定形状与我们选择的函数有关，但表现出的特性却具有一般意义。曲线 $\hat{z}=g(z)$ 定性描述了商品的预期用户数与实际购买人数的关系， $\hat{z}=g(z)$ 与直线 $\hat{z}=z$ 相交，形成的平衡点可能是稳定的，也可能死不稳定的，取决于曲线是从直线的上面还是下面与直线相交

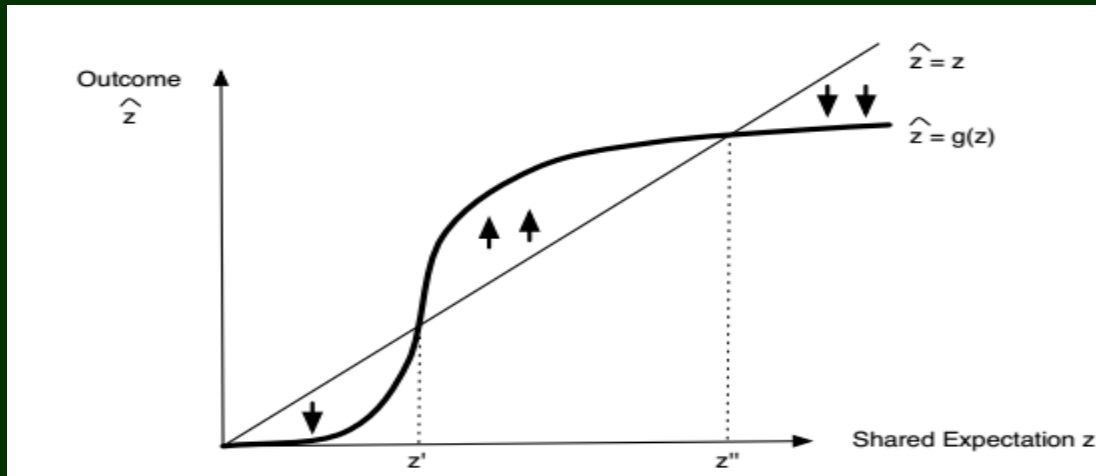
总体人数的动态模型



构建在网络效应作用影响下的总体人数动态变化模型，选择人们参与大型社交媒体的活动作为研究对象，参与比购买更具有动态特性，可以随时退出

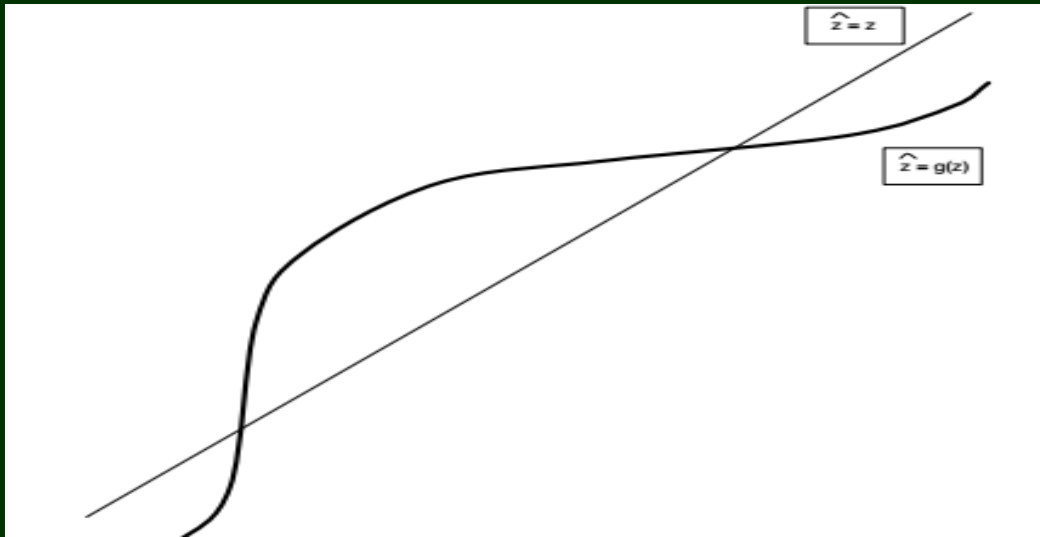
- 每个人 x 使用这个网站会产生一个固有的利益，用函数 $r(x)$ 表示，使用网站的人数越多，网站就越具有吸引力，以函数 $f(z)$ 表示网站对用户的吸引力。假使使用该网站需要付出一定程度的努力，相当于价格 p^* 的角色。因此如果用户 x 认为比例 z 的人参与该网站，那么当 $r(x)f(z) \geq p^*$ 时， x 将参与。

总体人数的动态模型



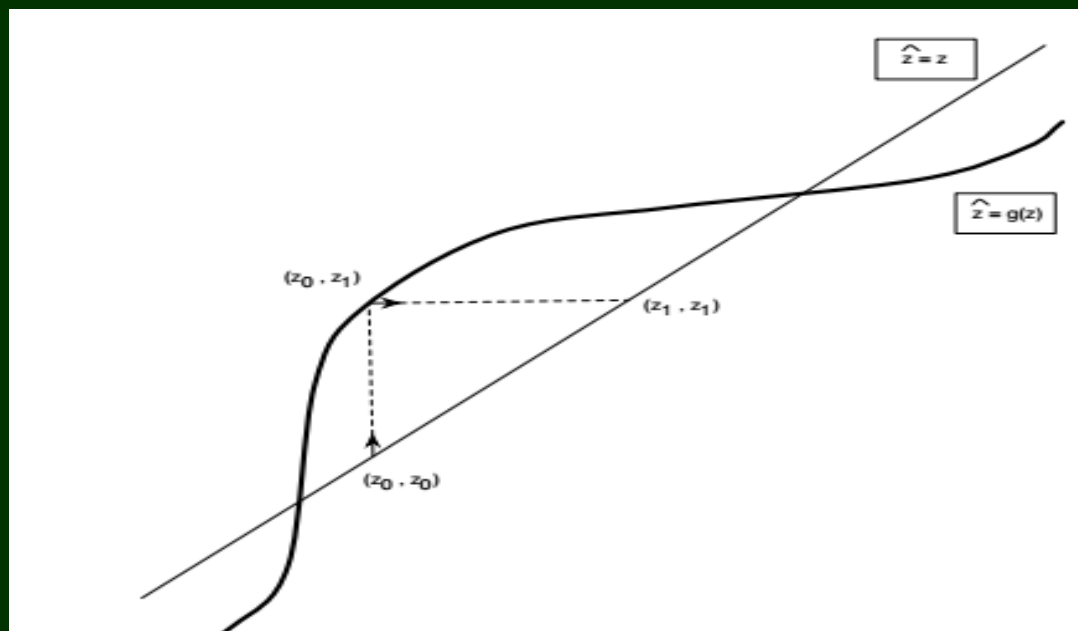
- 以一组固定的时间间隔表示时间的推移， $t=0, 1, 2, \dots$ （时间单位可以是天、周、月等）。在时间 $t=0$ 时，比例为 z_0 的人参与了这个网站，称其为初始用户量。
- 在每个时间间隔 t 中，用户根据一个共同的期望值决定是否参与，这个共同期望值是前一个时间周期的用户量。用 $g(\cdot)$ 描述用户量随共同期望值的变化关系，在周期 $t=1$ 时期望的用户量为 z_0 ，因此 $z_1=g(z_0)$ ；一般地，对于任何 t ，有 $z_t = g(z_{t-1})$
- 这种模型中人们的行为并没有考虑将来可能发生的变化。它可以看成是一种近似模型，针对当人们有相对有限的信息，并且他们的行为遵循一些简单的规则的情况。此外，这种近似模型的价值在于它产生的动态行为与平衡的观念密切相关：如果人口演变遵循这个模式，那么将准确地收敛于稳定的自实现期望平衡。

分析人数的动态性



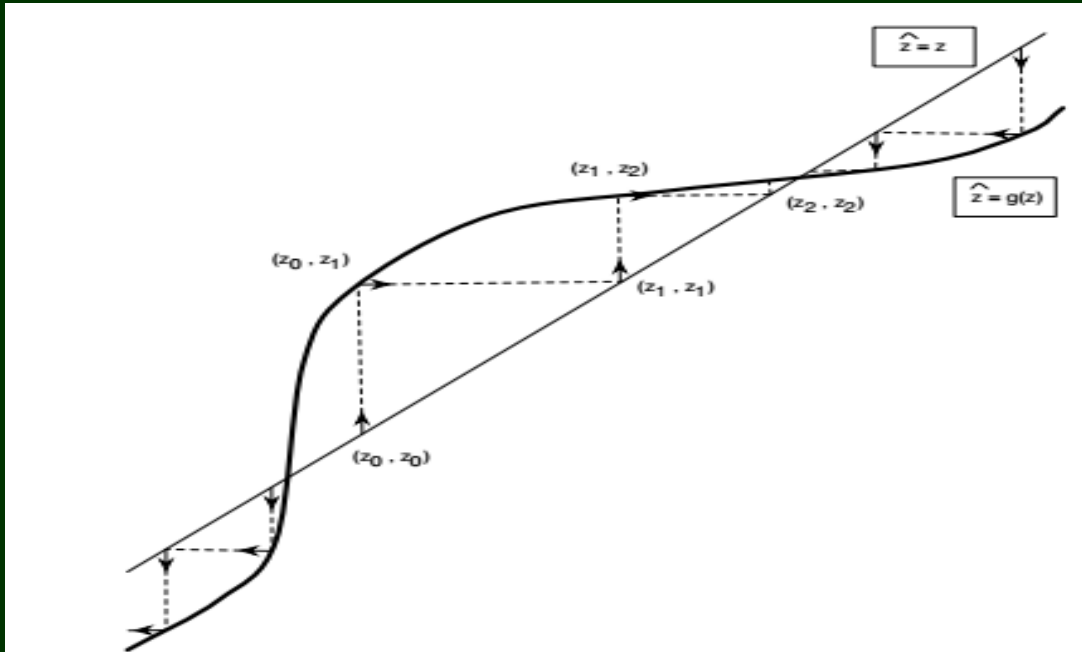
- 人数的动态变化可以通过一种纯“图解”的方式分析。
- 初始用户量为 z_0 ，需要理解一系列的用户量 $z_1 = g(z_0)$, $z_2 = g(z_1)$, \dots , 随时间的变化规律。当 $t = 0, 1, 2, \dots$ 时，跟踪点 (z_t, z_t) 的变化；注意所有的这些点都在对角线 $\hat{z} = z$ 上

分析人数的动态性



- 首先在直线 $\hat{z} = z$ 上定位当前用户量 z_0 ，然后为了确定 z_1 ，因为有 $z_1 = g(z_0)$ ，因此从直线垂直移动直到与曲线 $\hat{z} = g(z)$ 相交而得到 z_1 。再次在直线 $\hat{z} = z$ 上定位 z_1 ；这需从点 $(z_0, z_1 = g(z_0))$ 水平移动到点 (z_1, z_1)
- 概述上述基本操作：对于每个周期 t ，用同样的方式以当前的用户量 z_{t-1} 确定新的用户量 z_t 。首先从点 (z_{t-1}, z_{t-1}) 垂直移动到 (z_{t-1}, z_t) （这个点在曲线 $\hat{z} = g(z)$ 上）；然后从点 (z_{t-1}, z_t) 再水平移动到 (z_t, z_t)

分析人数的动态性



- 图17.9展示了这一系列点随着用户量变化的移动轨迹。曲线 $\hat{z} = g(z)$ 在对角线 $\hat{z} = z$ 以上的部分，移动轨迹不断向上移动，收敛于最近的两个函数的相交点，也就是稳定平衡点。
- 在稳定平衡点右侧，移动轨迹不断向下移动，收敛于所遇到的稳定的稳定平衡点。而在不稳定平衡点附近，点的移动轨迹是离开这个点向不同方向移动，这符合我们前面对不平衡点的观察，除了是从这一点开始，曲线上的点将不会到达这一点。
- 这个简单的用户量动态更新模型虽然是给予“短视”的总体行为，仍然能够说明稳定和不稳定平衡对市场运行轨迹的控制。稳定平衡点从两个方向吸引客户，而不稳定平衡点像一个分叉点，用户量从这一点向两个方向流走。

商品产业的网络效应

- 利用图17.3，我们假设一种新产品上市，并且该产品的初始生产成本较高；具体来说，高度为 p^* 的水平线高于抛物线的顶部。这种情况下，唯一的平衡是在用户量 $z=0$ 。如果随着时间的推移，产品的生产成本下降，最终高度为 p^* 的水平线会与抛物线相交于两点，此时存在三种可能的平衡。然而当 p^* 再高一些，接近曲线的顶点，很可能没有商品被卖出，原因是如果要售出商品，消费者就需要预期一个至少为 z' 的用户量，当 p^* 较高时， z' 的值也比较大（这个人口比例接近于抛物线顶部）。我们前面提到当成本价高于抛物线顶端，商品就没有售出，这似乎是个无法实现的预期。随着生产成本继续下降，临界点也随之降低（当 z' 接近于0时），这时至少比例为 z' 的人口越来越倾向于购买。一旦消费者认为这个商品可以被接受，如果用户量能至少达到 z' ，最终就会达到稳定平衡点 z'' 。因此，我们最初看到没有商品出售，当成本下降时，一旦人们开始购买，就可以预期销售将快速上升到稳定点。

商品产业的网络效应

- 利用网络效应的市场营销
- 一个公司应该如何利用网络效应的作用制定其产品营销策略？假设你运行一家公司，生产出的新产品，其营销将受到网络效应的影响，新产品可能是一个新的软件技术、通讯技术、社交媒体等。产品市场营销的成功只有在你超越转折点(z')时才可能实现，如果开始销量很小，寄希望于慢慢地增长是不太可能成功的，除非你的产品被广泛使用，因为公司能够从每个潜在的购买者身上获取的利润很低。
- 因此，在其他还没有人购买你的产品之前，你应该想办法先说动一大批初始用户接受你的产品。具体该怎么样操作？一种可能的方式是为商品设置较低的初始价格，甚至提供免费使用。这个价格可能因为地域成本价而造成公司早期的亏损，但如果产品能够不断扩大销售量，超过转折点，你再提高价格，用获得的利润来补偿早期的亏损。
- 另一种方式可以利用时尚领衔人物的影响，他/她们购买或使用某种产品，会带动和吸引其他的人。这一策略同样涉及网络效应的影响，但它不是我们基于总体层面研究的问题。因此，当存在受网络效应影响的购买行为时，要区分这两种不同的网络效应。

商品产业的网络效应

- 具有网络效应的社会最优
- 在17.1节讨论到，没有网络效应的市场形成的平衡满足社会最优。就是说对于所有可能的分配方案，平衡状态中消费者保留价和商品成本价差总额总和达到最高值。
- 然而，对于具有网络效应的商品，平衡点通常不能达到最优。从较高的角度谈这个问题，原因是每个消费者的选择会影响到其他消费者的回报。
- 假设在某一个平衡点，用户量为 z^* 。那么以 z^* 命名的消费者从商品中得到的利益最少，设其保留价为 $r(z^*)$ ， $f(z^*) = p^*$ 。现在，考虑以高于 z^* 且低于 $z^* + c$ 命名的消费人群， c 是大于0的常数。这个集合中没有人想要购买商品，因为这个区间的 z ，满足 $r(z)f(z^*) < p^*$ 。但假如他们购买商品，那么所有当前其他的购买者将从中获利：对于消费者 $x < z^*$ ，得到的利益将从 $r(x)f(z^*)$ 增长到 $r(x)f(z^* + c)$ 。而介于 z^* 和 $z^* + c$ 之间的消费者并不能从购买商品中得到这种利益。
- 很容易设置一个环境，说明当前消费者得到的利益总和要高于 z^* 和 $z^* + c$ 之间的消费者因购买商品而造成的总损失。这种情况下，平衡点就不是社会最优，由于这些额外的人购买商品，社会福利将变得更好。这也阐明了一个普遍原则，具有网络效应的商品，市场通常提供的商品量要小于社会最优所需要的量。

商品产业的网络效应

- 网络效应和竞争
- 如果多个厂家都生产某种新入市的竞争产品，并且它们都有各自的网络效应，结果会怎样？例如，考虑两个互为竞争对手的社交网站提供类似的服务，或者说两种技术本质上实现同样的功能，但每种技术的价值体现在有多少人使用它。过去几十年来，科技行业中有很多这种经典的竞争案例。
- 这种具有网络效应的产品竞争，结果很可能是一种产品主宰市场，而不是两种（或更多）竞争产品共同发展。率先超越其临界点的产品将吸引很多消费者，并且使得其他竞争产品对用户的吸引力下降。第一个超越这个临界点非常重要，甚至要比产品“最佳”这个抽象意义更重要。也就是说，假如产品A的用户量为 z ，并且消费者对它的估值为 $r_A(x)f(z)$ ，而产品B的用户量是 z ，并且消费者 x 对其有较高的估价，即 $r_B(x)f(z) > r_A(x)f(z)$ 。但如果产品A先进入市场，并且超过了它的临界点，那么产品B很可能就无法生存下去。

商品产业的网络效应

- 网络效应和竞争
- 以上的讨论引发我们一些思考，市场的发展趋势在较强的网络效应作用下会怎样？1996年，Brian Arthur在哈佛商业评论中总结了这种市场的“标志”特征：“市场的不稳定性（试产倾向于先进入的产品），多种潜在的结局，不可预测性，锁定市场的能力，劣质产品主导市场的可能性优胜者优厚的利润”。并不是说一种市场在网络效应的作用下，会体现出所有上述特征，但它们是这种市场环境中应该注意到的一些现象。
- 当然，在我们的讨论中，产品A战胜B而主导市场，这个假设还有一个条件是并没有其他变化来改变这种平衡。如果生产B的公司充分改进它的产品，并且市场营销也做得很好，而生产A的公司没有做出有效的反应，那么B也会超越A成为主导产品。

个体效应与群体效应的混合作用

- 迄今为止，我们关注的网络效应模型中，如果商品的用户量为0，那么它对于消费者来说是无用的，这是由我们的假设 $f(0)=0$ 得到。
- 更一般的网络效应模型，当购买某个商品时，即便是第一个购买者，商品也具有一定的价值，随着购买商品的人增多，商品的价值也跟着提高。我们可以将这种情况看成是一个模型，混合了个体影响（一个人自己对商品的估值）和群体影响（当商品拥有一个较大的用户量时，个体从商品得到派生出来的价值）。在这种模型中， $f(0)>0$ ，并且当 z 增加时， $f(z)$ 也会增加。
- 本节通过一个例子定性地说明在混合个体效应和群体效应的影响下出现的一些新现象。

个体效应与群体效应的混合作用

1. 一个实例

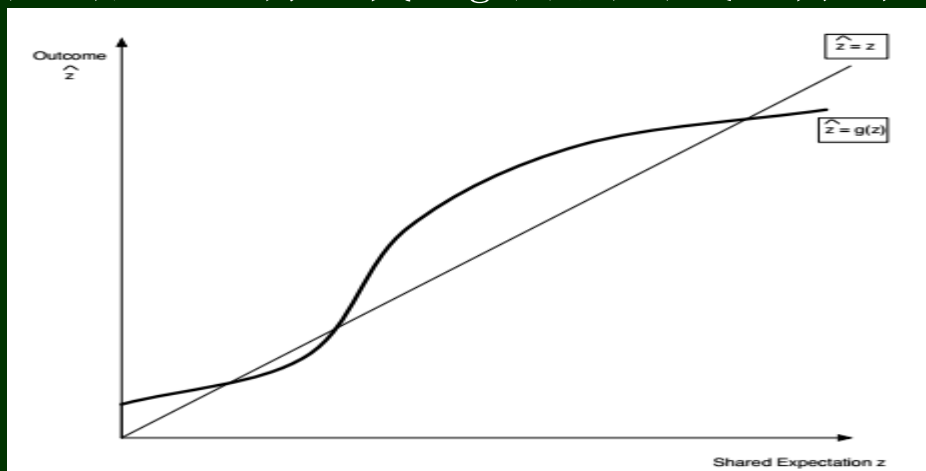
- 作为一个例子，考虑函数 $f(\cdot)$ 的形式为： $f(z)=1+az^2$, a 是一个常数。继续使用 $r(x)=1-x$ ；因此，当用户量为 z 时，产品对于消费者 x 来说价值是：
$$r(x)f(z) = (1-x)(1+az^2)$$
- 假设价格 p^* 严格限定在0到1之间。当每个人期望的用户量为 z 时，实际购买商品的人数比为 $\hat{z}=g(z)$ ，其中 $g(\cdot)$ 按照17.4中的定义：

当条件 $\frac{p^*}{f(z)} \leq r(0)$ 成立时，方程 $g(z) = r^{-1}\left(\frac{p^*}{f(z)}\right)$ 有解；否则， $g(z)=0$ 。

和前面一样， $r^{-1}(x)=1-x$ 。因为 $r(0)=1$, $f(z) \geq 1$ ，并且 $p^* < 1$ ，因此，条件

$\frac{p^*}{f(z)} \leq r(0)$ 永远成立。将它代入 $g(z)$ 的公式，得到：

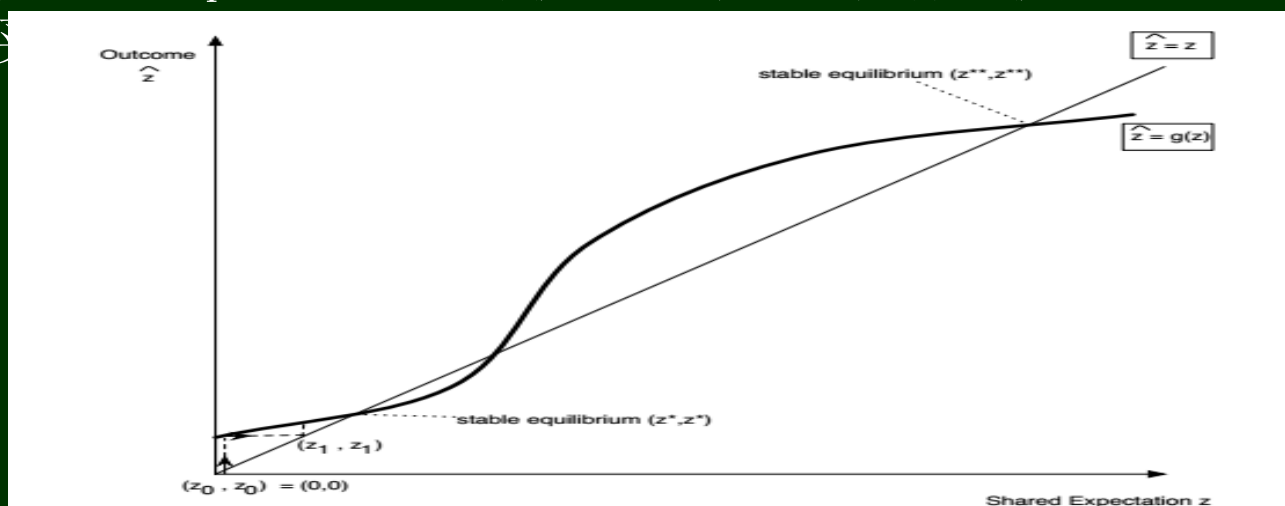
$$g(z) = 1 - \frac{p^*}{1 + az^2}.$$



个体效应与群体效应的混合作用

2. 用户量从0增长

- 我们先前讨论的模型中, $f(0)=0$, 用户量为零时一个稳定平衡: 如果每个人都知道每个人使用这个产品, 那就没人会购买。但是, 当 $f(0)=0$ 时, 即便是唯一的购买者, 这个产品对于该用户也是有价值的, 此时用户量为零不再是一个平衡点 (当 $p^*<1$ 时): 即使人们都知道没有人使用这个产品, 仍会有人购买。



- 如果某个产品的用户量从最初的零开始, 会怎样发展? 用户量从最初的 $z_0=0$, 上升到第一个点 (z^*, z^*) , 是曲线 $\hat{z} = g(z)$ 和直线 $\hat{z} = z$ 的相交点。这是运行市场动态模型, 从用户量为零开始到达的一个稳定平衡点。
- 以前的模型中, 如果用户量为零, 产品就是没有价值的, 为了得到用户, 厂家需要采用各种手段让产品的市场营销超越不稳定的低平衡临界点。如果 $f(0) > 0$, 产品从根本没有用户, 逐渐地有机地上升, 并不需要通过其他方式被推动到一个初始的临界点。

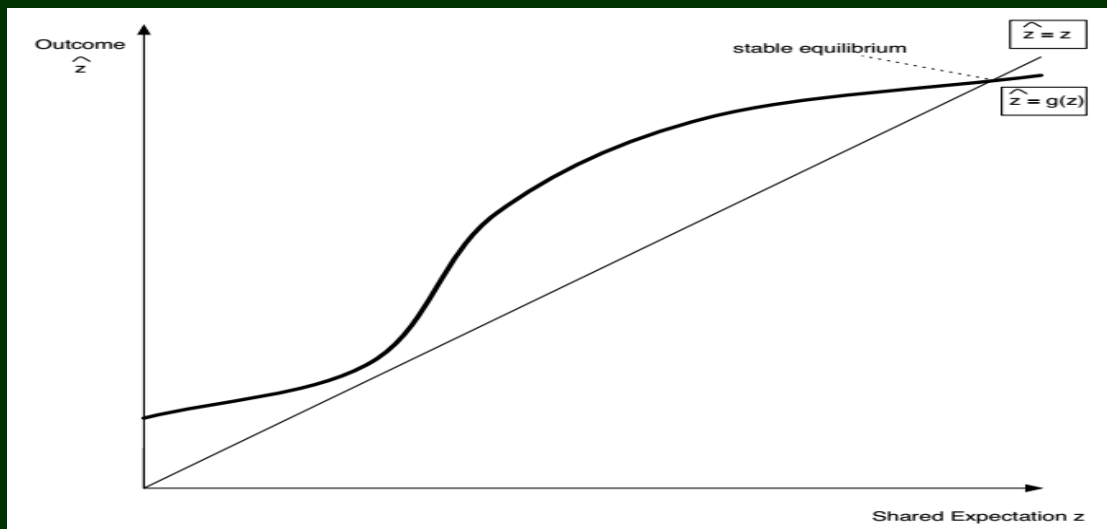
个体效应与群体效应的混合作用

3. 瓶颈和大幅变化

- 尽管用户量能够增长到 z^* ，但还有一个更高的稳定平衡点，图中标识的点 (z^{**}, z^{**}) ，那将是公司更希望能够达到的点。但从零开始，观众不能如愿达到这个高平衡点 z^{**} ，因为它被一个瓶颈阻止在点 z^* 。
- 现在我们给出这个例子中得到的最神奇的现象：市场中一个小的特征变化会引发用户平衡规模从零开始的巨大的变化。假设该企业能够稍微降低价格 p^* ，降到一个新的价格 $q^* < p^*$ 。那么就得到一个新的函数 $h(z)$ ，描述共同期望值与结果的关系：

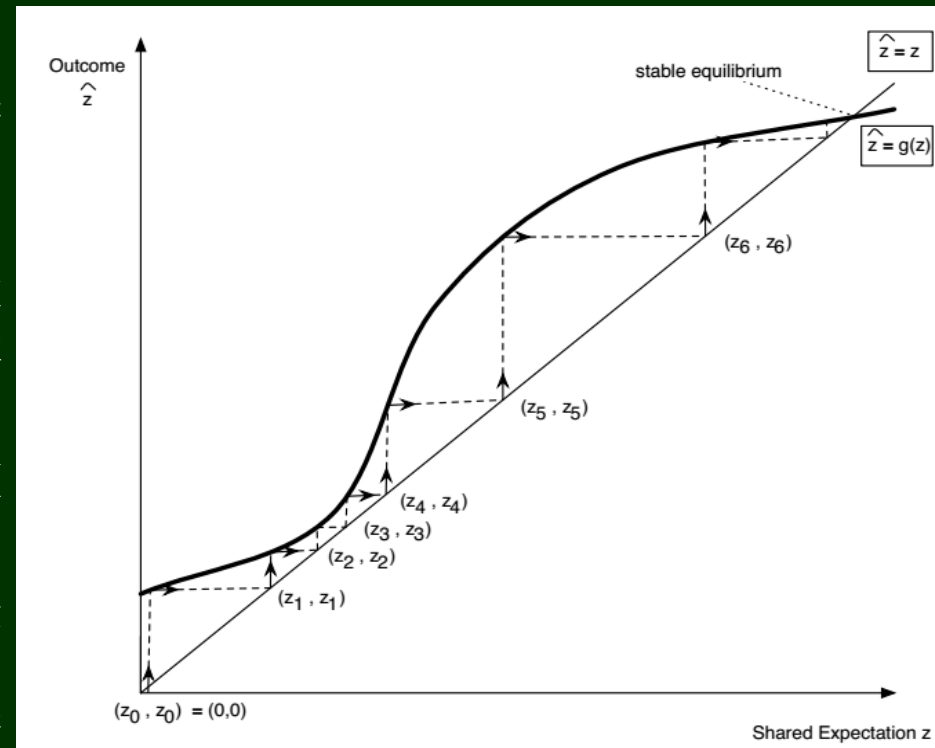
$$h(z) = 1 - \frac{q^*}{1 + az^2},$$

- 它定义了一个新的变化规律。因为 q^* 比 p^* 小，曲线 $\hat{z} = h(z)$ 向上移动不再与直线 $\hat{z} = z$ 在点 (z^*, z^*) 附近相交，然而，在 $h(\cdot)$ 的高平衡点 (z^{**}, z^{**}) 附近仍然有一个高稳定平衡。



个体效应与群体效应的混合作用

- 当函数 $h(\cdot)$ 上升到足够高，不再与直线 $\hat{z}=z$ 在 (z^*, z^*) 附近相交，平衡用户量就会从零急剧改变：从一个接近 z^* 的值突然跳跃至一个更高的接近 z^{**} 的值。原因很简单：点 (z^*, z^*) 处的瓶颈开通了一个狭窄的通道，使得平衡用户量从 $(0, 0)$ 开始，一直动态上升到接近 (z^{**}, z^{**}) 的稳定平衡点。
- 这个现象表明有网络效应的模型中，市场条件细小的改变能够对结果造成强大的不连续的影响。
- 图17.11中，产品有一小群热心支持的消费者（这个消费群体对产品有最高的估值），但是未能使这个小群体飞跃扩展到更大的人群——不那么热衷的主流消费群体，进而将用户量推动到较高的平衡 z^{**} 。然而，如果略微降低价格，使产品能够有稍多一些的吸引力，就有可能使最热衷的消费者发展成更大的主流群体，驱使平衡用户量上升到更高的水平，为产品的成功打开一个通道。



消极外部效应和EI Farol酒吧问题

1. 消极和积极外部效应的简单情形

- 作为消极外部效应的简单设置环境，我们采用由Brian Arthur提出的EI Farol酒吧问题。该问题以Sante Fe的一个酒吧命名，这个酒吧曾经在每周四晚上有现场音乐表演。问题的提出是，酒吧仅有60个人的座位，所以最多只能容纳60个人愉快地欣赏音乐。如果超过60个人，就会造成不愉快的拥挤，这样的话人们情愿待在家里。现在，很不幸，有100个人都有兴趣每周去这个酒吧，并且他们都清楚只有当酒吧少于60人时，才值得去。每个人应该怎样推测这一周是该去酒吧还是应该待在家里？或者说如何知道其他人的决定？
- EI Farol酒吧问题描述了一个非常简单的外部效应状态：参加一种特定活动的回报随着参加人数的增加而减小。
- 想象某大公司的分支机构由100个人组成，管理层鼓励员工使用一个特定的企业社交网站作为工作交流的一种手段。管理层希望每个员工创建一个账号，并保持在线以便加强整个部门的互动。每个员工使用这个社交网络的前提是，至少有60个其他员工使用该网站（与有网络效应的商品市场情况类似，不过每个人并没有一个不同的保留价格，而是当用户量足够大时，每个人会得到共同的利益）。这个例子与酒吧问题的不同之处在于社交网络是积极外部效应，参加人数超过60会更好，而酒吧问题是消极外部效应，参加人数超过60会更糟糕。

消极外部效应和EI Farol酒吧问题

2. 两种情形的基本比较

- 对于社交网络，采用在本章学到的方法进行推理，可以发现这100个人可以很自然地形成两个平衡。如果每个人都参与，那么每个人都从参与中获得利益；类似的，如果没有人参加，那么没有人获得利益。（也有其他更复杂的平衡，正如我们将看到的，但是这两个，全部参加或者全部不参加的平衡是两个最简单的。）
- 另一方面，这两个结果都不是酒吧问题的平衡。如果每个人都参加了，那么每个人都会觉得应该留在家里；如果没有一个人参加，那么每个人都觉得应该参加。相反，这里的平衡表现出更复杂的结构，要求个体能突破这种一致性的行为，以一种方式使得有些人参加，而另一些人留在家里。
- 还可以用一种本质上等价的方法进行这种对比，利用本章前面讨论的共同期望的思想。在社交网络情形中，如果个体有一个共同的预期，每个人都会参加，那么这个预期就可以自我实现：每个人实际上都将参加。另一方面，如果大家有一个共同的预期，没有人会参加，这个期望也会自我实现。可见，理解这种自实现期望是对积极外部效应的状态进行推理的关键。
- 相反，EI Farol酒吧问题中的消极外部效应，共同的期望会引发一些问题。具体地，对于EI Farol的用户量，人们不能自我实现一个固定的共同预期。如果每个人都预测用户量没有达到60，那么大家都会出现在酒吧，从而否定了这种预测。同样，如果每个人都预期用户量超过了60，那么所有人都会待在家里，同样否定了这个预测。

消极外部效应和EI Farol酒吧问题

3. EI Farol酒吧问题的纳什均衡

- 两种效应的基本对比为：对于积极外部效应，存在自实现的预期，以及与之相对应的结果集合；对于消极外部效应，任何一个固定用户量的共同预期将被自我否定，个体必须以更复杂的方式自己解决问题。
- 首先，我们将EI Farol模型设计为一个由100人参与的一次性选择博弈。每个人有两种选择，去（酒吧），或留（在家里），获得的回报如下所示：
 - 如果选择“留”，得到的回报是0。
 - 如果选择“去”，那么当酒吧人数少于60时，得到回报 $x > 0$ ；如果酒吧人数多于60人时，得到回报 $-y < 0$ 。
- 对于这场游戏，有很多不同的纯策略纳什均衡。任何恰好60人选择“去”，40人选择“留”都是纯策略纳什均衡，但没有一种平衡是所有的参与者都使用同一种纯策略而形成的。
- 当所有参与者采取某种一致性的行为时，通过某种混合策略可以形成某种平衡，如，每个参与者以同样的概率 p 选择“去”。这种情况还存在一些微妙之处¹，人们很自然会猜到，这个混合策略平衡的共同概率应该是0.6，但实际上并不一定要这样。相反， p 的值取决于回报 x 和 $-y$ ：需要选择一个 p ，使得每个参与者选择“去”或“留”的回报相当，这将确保每个人都没有动机偏离这种两者之间的随机选择。

消极外部效应和El Farol酒吧问题

- 因为“留”的回报永远是0，我们需要选择一个 p ，使得选择“去”的回报也是0。因此， p 应该使得以下方程成立：

$$x \cdot \Pr [\text{at most 60 go}] - y \cdot \Pr [\text{more than 60 go}] = 0$$

利用以下事实：

$$\Pr [\text{more than 60 go}] = 1 - \Pr [\text{at most 60 go}]$$

得到：

$$\Pr [\text{at most 60 go}] = y / (x + y)$$

- 因此，为了得到一个混合策略均衡，必须选择 p ，使得方程17.4成立。当 $x=y$ 时，选择 $p=0.6$ 将满足等式。假如 x 和 y 不同，例如，尽管酒吧的音乐令人愉快，但是拥挤的场地也让人难以忍受，因此很可能 y 要高于 x 。这种情况下， p 的选择应该使“最多60人去”的概率很高，那么 p 应该选择小于0.6。因为预期的参加人数是 $100p$ ，意味着大家预期的参加人数显然少于60。因此，当 $y > x$ 时，酒吧明显没有达到混合策略均衡，因为大家都担心会过于拥挤。
- 由一个固定量值代表的用户量作为共同预期，将被实际结果否定。但如果允许更复杂的预期，那么实际上会有一个共同预期将会自我实现，这个预期是每个人都随机选择是否去酒吧，具体地，是以满足等式17.4的概率 p 选择“去”。

消极外部效应和El Farol酒吧问题

4. 类比相关博弈的平衡

- 假设前面讨论的企业社交网络模型对应于一个类似的一次性选择策略：两种可能的策略是“加入”或“不加入”；“不加入”的回报永远是0。当多于60人加入时，“加入”的回报是 y ；当少于60人加入时，“加入”的回报是 $-x$ 。这种情况相当于我们在前面讨论中看到的，只存在两个纯策略平衡：一个是所有的人都选择“加入”，另一个是所有的人都选择“不加入”。
- 有趣的是，酒吧问题中的混合策略均衡在这里同样适用。如果每个人以 p 的概率选择“加入”，当
$$-x \cdot \Pr [\text{at most } 60 \text{ join}] + y \cdot \Pr [\text{more than } 60 \text{ join}] = 0$$
- 那么，每个人选择“加入”或“不加入”得到的回报相当，因此形成一种平衡。因为方程17.3和17.5是等价的（都是互相否定）因此得到与酒吧问题相同的概率值 p 。

消极外部效应和El Farol酒吧问题

4. 类比相关博弈的平衡

- 鉴于100个人本身的复杂性了解只有两个人参加的结果也很有意义。
- 具体地，两人参与的酒吧活动中，只要另一个人不参加，每个人都会想要参加；在两人参加的社交网站，只要另一个人使用网站，每个人都会想要使用网站。
- 缩小到这个规模后，每一种情况都相当于一种基本博弈：二人酒吧问题是一个Hawk-Dove博弈，其中两个参与者试图使各自的行为不一致，而二人社交网站的情形是一个协调博弈，其中两个参与者希望他们的行为一致。
- 每一个博弈都有纯策略均衡，正如混合策略平衡中参与者随机选择两种可用的策略。例如，在两人版本的酒吧问题中，回报矩阵如图17.14所示。

消极外部效应和El Farol酒吧问题

4. 类比相关博弈的平衡

		Player 2	
		<i>Stay</i>	<i>Go</i>
Player 1	<i>Stay</i>	0, 0	0, x
	<i>Go</i>	x , 0	$-y$, $-y$

- 纯策略均衡是一个人选择“去”，另一个选择“留”。对于混合策略平衡，每个人以 p 的概率选择“去”，使得因此产生的回报为0，即：

$$x(1 - p) - yp = 0$$

- 则 $p = x / (x + y)$ 。当有多人参加时，只有在 $x = y$ 时， p 才等于 $1/2$ 。并且，正如多人参加的酒吧问题中人员出席情况会在 $100p$ 附近随机波动，二人版的博弈中有多少人选择“去”也会有明显的变化。具体来说，两人都选“去”的概率为 p^2 ，两人都选择“留”的概率为 $(1 - p)^2$ 。

消极外部效应和EI Farol酒吧问题

5. 重复进行的EI Farol博弈

- 在EI Farol酒吧问题中，如果100个人都遵循同样的策略，便存在一个混合策略平衡，然而讨论并没有就此结束。我们还不清楚为什么或者怎样才能使一个群体实际达到这个混合策略平衡，或是达到任何其他可能存在的特定的行为平衡或模式。一旦一个群体正在形成一个平衡，就没有人有偏离的动机，这是平衡中个体行为的表现。但是最初人们应该如何协调他们的行为以达到这种平衡？
- 要解决这些问题，有必要考虑一种设置环境，能够重复运行EI Farol游戏。也就是说，假设每个周四晚上，相同的100人都需要决定是去酒吧还是留在家里，每个人也知道酒吧上个周四的情况，因此他们可以利用这些信息作出决定。
- 很多不同的形式体系可以用来研究EI Farol博弈。一种是基于10.6节学习的方法，将一系列的周四视为一个动态博弈，每个参与者通过一系列对应于不同周四的策略选择，并分别得到相应的回报。我们来思考这个动态博弈的纳什均衡，分析单次EI Farol博弈形成的均衡是否最终也能够发生在重复博弈中。本质上，可能有人会问，如果经验丰富的人参与这个动态博弈，是否会收敛于很简单的平衡结果。尽管个体可以在动态博弈中不断增加经验，但这并不能解答个体在纳什均衡博弈中如何表现这个基本问题，因为这是一个较大的动态博弈中的纳什均衡。

消极外部效应和EI Farol酒吧问题

5. 重复进行的EI Farol博弈

- 另一种方法是观察当参与者比较单纯时会有什么结果。判断参与者老道还是单纯有个有效的方法，老道的玩家在重复游戏中将选择策略分解成一个预测规则(forecasting rule),并根据这个预测规则进行抉择。
- 预测规则是一种函数，它描述过去发生的事情和对将来所有其他参与者行为预测的关系。预测规则的原理非常复杂。个体通过之前发生的所有行为形成其预测，同时还要预测到其当前的行为会对其他人将来的行为产生什么影响。相比之下，单纯的玩家只能预测到对方一直使用一个固定不变的策略。基于预测规则，个体可以对其行为做出推测：我们假设每个人根据其预测规则做出最优选择。也就是说，个体将选择使其期望的回报最高的行为，无论他对别人的行为预测怎样。
- 对于重复EI Farol博弈，很多人都专注于研究对用户规模有效的预测规则：一个给定的预测规则是一个函数，它描述之前一系列的用户量与下周四可能会去酒吧的用户量之间的映射关系。（因此如果给定过去一系列的用户量，预测规则将产生一个介于0和99之间的用户量。）这个预测对于一个个体来说，很难具体预测出他们应该是去酒吧还是留在家里，但它能够捕获整体利益的量值，也就是出现在酒吧的总人数。任何个体使用这样的预测规则，他的选择很容易描述：如果预测规则生成的数字是59或更小，那么他应该去酒吧；否则，他应该待在家里。

消极外部效应和EI Farol酒吧问题

5. 重复进行的EI Farol博弈

- 继续关于自我实现和自我否定一种期望的非正式讨论，我们首先发现如果每个人使用对用户量同样的预测规则，那么每个人都会产生一个很糟糕的预测。任何情况下，这个共同的预测规则要么出现人数为59或更小，要么是60或更大。前一种情况，每个人都会选择去，后一种情况，每个人都会选择留在家里；不管哪一种情况，预测规则都将是错误的。为了改进这种情况，我们需要让参与者采用多种不同的预测规则。
- 有许多关于不同类型的预测规则如何影响群体行为的研究，目的是了解系统是否收敛于一种状态，对于任何一个周四，大约60%的人通过预测规则产生“去”的结果，大约40%的人通过预测规则产生“留”的结果。相关的研究分别通过数学方法以及计算机仿真方法，采用的分析方法相当复杂。总之，平均出现在酒吧的人数大约为60人，换句话说，总体来看，酒吧的使用率接近最佳。

消极外部效应和El Farol酒吧问题

5. 重复进行的El Farol博弈

- 尽管我们没有给出更详细的分析，但不难得得出一些直观的感觉，为什么人们从一个多样性预测规则中进行选择会很自然地得到平均出现人数为60这个结果。要做到这一点，我们来分析可以说是最简单的一个个体预测模型，每个人选择一个固定的预测值 k 预测其他出现的人数，并且每周都使用这个预测。也就是说，忽略过去的历史，总是预测将有 k 个其他人出现在酒吧。现在，如果每个人都随机挑选一个0到99之间的固定值 k ，那么每周酒吧预计用户量是多少？实际出现在酒吧的人数是那些预测规则基于 k 值在0和59之间的人，这样的人预期数目为60. 因此，基于这个非常简单的预测规则，得到每周出现人数的60的预期，正如我们所期望的一样。
- 当然，这种分析是基于人们采用极其单纯的规则，但它也表明尽管预测规则具有多样性，仍然能够导致正确的出席数量。可能人们会问当以一个更复杂的模式随机预测时，若预测是基于过去几次用户的数量，会发生什么情况。基于一个一般的假设，平均出席人数为60仍然成立，然而构建这个模型却非常复杂。