

进化博弈论 在企业决策中的运用

○李少斌 高鸿桢

一、进化博弈论在企业研发决策中的作用

(1) 单阶段研发投资决策分析

由于企业是处在一个竞争性市场环境里, 面临的是与其他企业之间的生存竞争博弈, 适者生存是检验其成功与否的自然法则, 因而企业的决策可视为一个不断追逐利润的搜寻过程, 创新是搜寻的集中表现。当企业在竞争中处于有利位置时, 为保持其领先地位, 它有动力进行创新(或者看作是搜寻新的惯例)以追逐超额利润。当企业在竞争中处于不利地位时, 为改变现状, 它将积极求变, 以预期利润为标准去搜寻新的惯例。通过不断的搜寻与选择, 企业随时间而演变。由于不确定因素的影响, 搜寻的结果不是事先完全确定的, 而是具有随机性, 因而创新是多样化的。决策是企业路径依赖下做出的最佳反应动态, 尽管所有竞争者都希望寻找同一种“创新”(指成功地指引未来发展方向的创新), 但由于有限理性和路径依赖, 实际上企业是一种极为盲目地寻找和摸索, 而这种摸索又反映出对问题的理解和知识的缓慢积累过程, 并表现为关于如何利用收益的预期来决定投资到具有竞争性的研究与发展领域的问题。由于路径依赖性, 现行惯例未必是最优的, 由于有限理性, 创新只能是一个渐进的试错过程。当经过生存适应下来的创新成为新的惯例时, 后续创新就是以此为契机。

本文中, 笔者将企业创新狭义地理解为新产品开发, 创新投资理解为研发投资。从某种程度上讲, 研发战略主导着企业的未来前景。然而, 企业作出是否进行新产品开发投资的决策通常是具有较大风险的。当研发投资失败时, 企业会遭受投资损失, 若不进行研发投资, 则有可能错过较好的投资机会, 使企业无形之中受损。由于企业面临的是一个竞争性环境, 其竞争者也遇到同样的两难决策问题。当所有的潜在竞争者都进行研发投资时, 成功时每个企业的超额利润无疑将减少, 但失败的风险也相应地降低(因为该企业面临的是与其他企业的竞争); 当所有的潜在竞争者都不进行研发投资时, 若有某个企业进行新产品开发投资, 成功时的垄断超额收益无疑是一个巨大的诱惑, 但失败的风险也是不可估量的。与此问题相似的一种情形是, 企业限于现有人力财力, 在面临进行科研开发还是对现有产品追加投资不能两全时, 企业将其资金在科研开发和追加投资中如何进行分配?

由于不同企业决策效用函数的差异, 个体企业的决策依赖于某企业特有的条件, 但如果我们将企业个体的决策置身于处于同样境况的企业群体决策中, 则个体企业是进行研发投资还是进行保守经营从企业群体角度来看, 每个

企业对某一策略的选择(决策)可视为一个概率事件(或者说, 企业对其资金在两种投资策略的分配比率)。考虑到同类投资项目具有竞争性以及潜在投资者出于对高收益率的追逐和分散风险的组合投资的权衡, 笔者认为, 从企业群体来看, 即有研发投入需求, 又有追加投资的需求。

由于企业决策面临的是一个竞争性环境, 我们认为, 每个企业对某类投资项目的选择将影响该类投资项目的期望投资收益率, 选择研发投资项目的概率(分配比率)的增加将导致研发投资的企业期望收益率的降低和进行保守投资的企业期望收益率的增加。

在上述框架下, 经过长期调整后, 我们认为, 企业群体对两类项目的投资(或个体企业的资金分配)将达到一种稳定的最优概率(最优分配比率)。若群体中对研发策略的投资概率(企业的资金分配比率)超过最优概率(最优分配比率)时, 将导致进行研发投资的企业实际收益率的降低和保守经营的实际收益率的增加, 这将促使一部份进行研发投资的企业退出研发投资市场(个体企业降低研发投资的分配比率), 从而复归于均衡状态。

让我们来考查一个具体例子。假设 A 和 B 是两家完全一样的竞争性企业, 初始利润均为 150, 科研开发投资(即创新)的成本为 200, 创新能带来的市场利润增加为 200(这里假设创新能够创造需求, 因而能增加利润)。若只有一家企业进行创新, 没有创新的企业其市场将有一部份被蚕食, 其利润将减为 60, 进行创新的企业扣除创新成本后利润将变为 240。若两家企业都进行创新投资, 扣除创新成本后, 每一企业的利润都减为 50。将该博弈的利益矩阵表示如下:

	创新投资	保守经营
创新投资	(50, 50)	(240, 60)
保守经营	(60, 240)	(150, 150)

我们发现, (创新投资, 保守经营)和(保守经营, 创新投资)是两个纯策略纳什均衡。关键的问题是究竟将实现哪一个均衡?在这里, 先到优势是很明显的, 若企业 A 先进行创新投资, 则企业 B 的最优策略是选择保守经营。但企业 B 会坐以待毙吗?由于企业更可能考虑的是生存竞争, 企业 A 的壮大无异于宣布企业 B 的死亡, 企业 B 极有可能也选择创新投资。进化博弈论认为, 虽然每一企业的决策依赖于其自身的特质, 但如果将多个具有相同情境的竞争对手视为一个群体, 则从该群体来看, 每个企业选择某种策略可视为一种概率事件。考虑到对称性, 记每个企业选择创

新投资的概率为 P ，则达到稳定时，不管其竞争对手选择何种投资策略，均衡的 P^* 应使得该企业是进行创新投资还是保守经营这两种投资策略无差异，即有：

$$50P^2 + 240P(1 - P) = 60P(1 - P) + 150(1 - P)^2$$

由此可求得均衡时的 $P^* = 0.41$ 。这就是说，进化稳定均衡策略是每一企业以 0.41 的概率进行创新投资，以 0.59 的概率进行保守经营。

在该例中，若一家企业进行创新开发，另一家企业采用保守经营时双方的利益调整为 (260, 40)，由此博弈就是通常的囚徒困境博弈，(创新投资, 创新投资) 是唯一的纳什均衡，但双方合谋的(保守经营, 保守经营)对双方都有利。此时，进化稳定均衡的 P^* 应使得：

$$50P^2 + 260P(1 - P) = 40P(1 - P) + 150(1 - P)^2$$

由此可求得均衡时的 $P^* = 0.357$ 。这就是说，进化稳定均衡策略是每一企业以 0.357 的概率进行创新投资，以 0.625 的概率进行保守经营。我们发现，企业进行创新投资的均衡概率降低了。

(2) 两阶段决策分析

前面分析的创新投资(开发研究)决策问题只考虑单阶段博弈模型，而实际上企业对创新投资可能都是小心翼翼的，一般是先进行试探性投资，按投资所揭示的信息，再就第二阶段是否投资作出决策。

考查一个两阶段决策问题：企业面临着对一个创新(风险)投资项目是否投资做出决策，该决策分为两个阶段进行。第一阶段企业就是否进行投资(或第一阶段资金的投入比率)作出决策，第一阶段投资完成后，经理将根据第一阶段投资所揭示的信息(或市场信息)进行第二阶段的决策(是否追加投资)。如果考虑到企业相互作用的利润竞争及市场环境的影响，经过长期调整选择后，在第一阶段企业将以均衡的最优概率(最优分配比率)进行创新投资，在第二阶段，则针对第一阶段显示信息的好坏各以一个均衡的概率是否继续追加投资。

假设处于竞争性环境中的某个企业面临着一个创新投资机会，为谨慎起见，投资将分为两个阶段进行。假设企业进行第一阶段投资的概率为 P_1 ，在第一阶段后显示好信息时继续进行第二阶段投资的概率为 P_2 ，显示坏信息时继续进行第二阶段投资的概率为 P_3 。在投资的第一阶段显示好信息的概率为 0.5，在显示好信息后第二阶段继续投资时成功的概率为 0.8，在显示坏信息后第二阶段继续投资时成功的概率为 0.2。企业若不进行创新投资时的无风险收益率为 10%，各种可能情况下的总产出率(包含所有的剩余索取)假设如下：

		企业投资决策					
第一阶段	不投资	投资					
第一阶段结果	-	揭示好信息		揭示坏信息			
第二阶段决策	-	不投资	投资	不投资	投资		
投资结果	-	-	成功	失败	-	成功	失败
投资总产出率	1.1	1.1	$1.2+0.3(1-p_1p_2)$	1.0	1.0	$1.2+0.3(1-p_1p_3)$	0.8

其中，成功时的总产出率取为这种形式是因为考虑到竞争性，随着企业完成创新投资的概率的不断增加，企业成功时的总产出率将不断降低。在这种形式中，若所有的竞争性企业都完成创新投资，那么在创新投资成功时，每个企业都将获得超额收益率。

我们发现在如上的收益假设下，若第一阶段显示坏信息时，第二阶段继续投资的预期产出率 $0.2[1.2 + 0.3(1 - p_1p_3)] + 0.8 \times 0.8 < 1.0$ ，因此在第一阶段后，揭示坏信息时所有的企业都将放弃投资，继续投资的均衡概率为 0。若第一阶段投资显示好信息时，第二阶段继续投资的预期产出率为 $0.8[1.2 + 0.3(1 - p_1p_2)] + 0.2 \times 1.0 = 1.16 + 0.24(1 - p_1p_2) > 1.1$ ，故此时所有企业都将继续进行创新投资。在第一阶段，进行创新投资时的期望产出率为 $0.5[1.16 + 0.24(1 - p_1)] + 0.5 \times 1.0 = 1.2 - 0.12p_1$ ，由于达到进化稳定均衡时企业是否进行创新投资应该是无差异的，故有 $1.2 - 0.12p_1 = 1.1$ ，从而有第一阶段进行创新投资的均衡概率 $p_1^* = 0.825$ 。

在我们这个虚构的例子中，企业在第一阶段进行试探性科研开发投资的均衡概率为 0.825，若第一阶段揭示好信息后第二阶段将继续投资，否则将不进行第二阶段的投资以减少企业的损失。若企业对进行创新投资要求有风险补偿收益时，第一阶段选择创新投资的均衡概率将降低。在该例中，若假设企业要求创新投资的风险补偿收益率为 5%，则由 $1.2 - 0.12p_1 - 0.05 = 1.1$ ，我们可得到第一阶段企业进行创新投资的均衡概率 $p_1^* = 0.413$ 。随着风险补偿收益率的增加，第一阶段企业进行创新投资的均衡概率将进行一步降低。

二、前景展望

进化博弈论由于其对博弈主体理性要求的降低(有限理性)，并且在重复博弈中，引入模仿和学习等动态过程，使得博弈过程更接近现实，因而获得了迅猛的发展。乍看起来，由进化生态学发展起来的进化博弈论似乎不适合分析能动主体——人类的行为，因为基因和其他演化载体常被假定是以一种完全机械的方式运动，但上面我们看到，当用群体来代替博弈中的局中人时，群体中选择不同策略的概率作为博弈论中的混合策略时，两者在形式上统一了。可以断言，引入模仿、学习过程的进化博弈论将在社会、经济等领域内解释博弈主体的行为发挥日益重要的作用。不言而喻，进行博弈论这种新的思维方法在企业决策中将有着广阔的应用前景。事实上，企业的市场开拓、新产品开发研究、管理创新等创新决策等都适合用进化博弈论的模式来研究。

(作者单位：暨南大学金融系 厦门大学经济学院计统系)

(责任编辑 吴赣英)