不同竞合模式下生物制药企业创新投资决策

王玉冬(教授)　张　婷

(哈尔滨理工大学经济学院　哈尔滨　150040)

【摘要】本文基于生物制药企业创新投资决策活动中的不确定性及竞争性等因素,分析了市场需求对生物制药企业创新投资的影响。接着利用两阶段离散期权博弈模型,对寡头市场上两个生物制药企业在不联盟合作、半联盟合作、全联盟合作三种不同竞合模式下的创新投资决策进行了研究。

【关键词】竞合模式　生物制药企业　创新投资决策　离散期权博弈模型

一、引言

生物制药产业作为一种战略新兴产业,其本身具有高技术、高投入、长周期、高风险、高收益等显著特征。由此造成生物制药企业融资较为困难,以及用于创新投资的资金投资回收期较长,因此生物制药企业在进行创新投资必须谨慎。在进行创新投资的过程中,生物制药企业之间既存在竞争又存在合作,基于自身创新资源和创新能力的不足,生物制药企业之间可以通过合作形成联盟,结合各自资源共同分担成本和风险,以降低生产成本或研发新产品,确保生物制药企业在市场上的竞争优势。

生物制药企业创新投资的不可逆性、不确定性和决策灵活性等特点,又使得传统的现金流量折现法和实物期权法不适用于生物制药企业的创新投资决策。而期权博弈作为一种新兴的投资决策方法,捕捉了管理过程中的柔性价值和决策灵活性价值的机会,使得管理者在进行决策的过程中处于主动地位,做出正确的投资决策。

(4)成长能力分析。从表9中可以看出,主营业务收入增长率呈下降趋势,说明主营业务收入增长变缓,发展速度减慢。但净利润增长率却经历了V字形回升,说明SN超市相比收入的成长更注重利润的增长。净资产增长速度小于总资产增长速度,负债增长速度快于自有资产增长速度。

综合以上财务指标分析,可以看出SN超市因为应付账款过大而导致其短期偿债能力偏弱,但是其资产负债率并不大,长期偿债能力充足。虽然近几年收入增长有放缓趋势,但是其盈利增长基本没有变化,营运资本效率也保持着较高水平。

表9　2010~2013年SN超市企业成长能力的主要指标

主要指标	2011年	2012年	2013年
主营业务收入增长率(%)	43.97	39.21	23.73
净利润增长率(%)	53.26	7.59	43.46
净资产增长率(%)	6.69	8.58	33.76
总资产增长率(%)	43.2	15.21	18.94

三、结论与建议

SN超市通过采取类金融模式,实现了自身的发展壮大,但是在发展中也遇到了一系列问题。针对这些问题,笔者提出以下建议:

1. 增强自身商业信用,提高企业的供应链管理能力,增强自身商业信用,与供应商实现共赢。供应链管理是类金融模式运用和发展的基础,管理能力的高低直接影响类金融模式的应用效果及企业竞争力的高低,因此SN超市应该注意保持资金链稳定,提高供应链管理能力。

2. 完善流动资产和流动负债的政策,合理调整负债结构,降低风险。

3. 建立科学的扩张模式。应在开店前进行缜密的考察,确认达到开店标准后再开设。这样不仅理性地扩大了市场占有率,也保证了企业的质量。

主要参考文献

1. 谭伟强.商业信用:基于企业融资动机的实证研究.南方经济,2006;12

2. 张铁铸,周红.上市公司商业信用的实证研究.中南财经政法大学学报,2009;3

3. 张良.商业信用与企业业务增长之间关系的实证研究.云南财贸学院学报(社会科学版),2007;6

4. 吴小丁.大型零售店“进场费”与“优势地位滥用”规制.吉林大学社会科学学报,2004;5

5. 赵亚平,庄尚文.跨国零售买方势力阻碍中国产业升级的机制及对策研究.宏观经济研究,2008;10

目前,国内外学者从不同角度利用连续型期权博弈模型对企业的投资决策进行了研究,但是利用离散型期权博弈模型对不同竞合模式下的创新投资决策进行研究的文献并不充分。本文基于已有的研究成果,利用离散型期权博弈模型对不联盟合作、半联盟合作及全联盟合作三种竞合模式下寡头市场中的两个生物制药企业创新投资决策进行实证研究,将博弈论和实物期权法结合求得生物制药企业创新投资的期权博弈价值,以确定在创新的各阶段选择竞争还是合作,为生物制药企业进行创新投资决策提供理论依据。

二、生物制药企业创新投资决策期权博弈树

由于生物制药企业创新产品的市场需求具有不确定性,而且同行业其他竞争对手的进入会影响生物制药企业自身的创新投资决策,进而影响其现金流量,则其创新投资**NPV**不再仅仅是直接投资产生的**NPV**,还包括创新投资的不确定性带来的柔性期权价值和竞争带来的博弈价值。在此背景下,生物制药企业创新投资的直接**NPV**演变为一个扩展的**NPV**:

扩展的**NPV**=直接**NPV**+柔性期权价值+博弈价值 (**1**)

对生物制药企业创新投资决策的期权博弈分析的过程,主要是寻求创新投资过程中的不确定性及策略互动性之间的博弈均衡,从而使扩展的**NPV**最大。

由于创新不止存在于研发或生产化阶段,所以生物制药创新投资不再是单阶段投资,而是多阶段的投资。本文仅对生物制药企业的研发、生产两阶段创新投资决策进行研究。

为了方便研究,现假设寡头市场上的两个理性的生物制药企业**A**和**B**,双方都拥有对某一生物制药项目进行创新投资的机会,且技术创新成功率为**100%**。由于创新项目价值受到市场需求不确定性的影响,每个企业都拥有延迟期权,即通过选择最合适的投资时机以获得最大的投资收益。其创新投资决策的期权博弈树见图**1**。

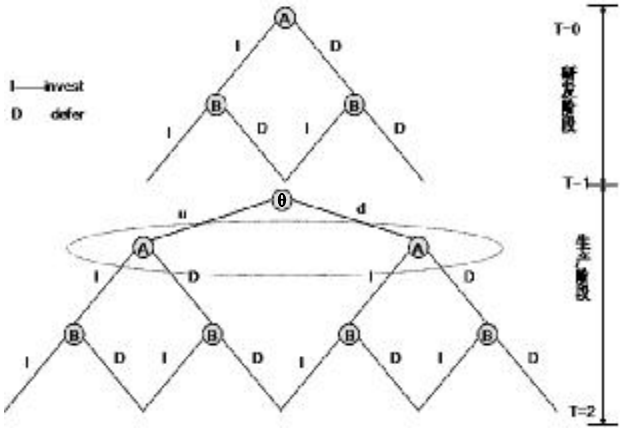

图 1 生物制药企业创新投资决策期权博弈树

图**1**显示两个生物制药企业首先在研发阶段进行博弈,然后再根据市场需求状况不同在生产阶段进行博弈。本文以**W**和**ALK**两家生物制药企业为例,利用离散型期权博弈对不同情形下的创新投资进行分析,其中数据来源于**W**公司的**2013**年的相关财务报表。

W公司是浙江一家集研发、生产和销售生物医药类产品于一体的生物制药企业,目前该企业正在进行变应原制品(主要用于诊断和治疗过敏性疾病)的研发。假设不存在竞争的情况下,**W**公司独占变应原制品创新投资的机会,其研发阶段的投资额为**1 400.16**万元,即I_0为**1 400.16**万元,然后根据市场需求状况进行后续投资。

由于市场需求具有不确定性(图中用θ来表示),假设市场需求服从二项分布,即在每个阶段市场需求高和市场需求低的概率均为**0.5**(即:**p=1-p=0.5**),无风险利率**r**为**8%**,资金的投资报酬率**k**为**20%**,而且进行下一阶段投资时可以上升到前一阶段的**u**倍(**u=1.8**),也可以下降到上一阶段的**d**倍(**d=0.6**),市场需求高时的收益V^+为**10 678.98**万元,市场需求低时的收益V^-为**3 559.66**万元,则无竞争条件下**W**公司两阶段变应原制品创新投资决策博弈树如下图**2**。

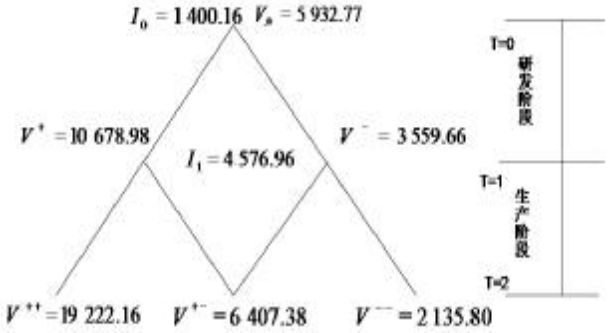

图 2 无竞争条件下W公司两阶段创新投资决策博弈树

其中:$V_0 = \frac{p \times V^+ + (1-p) \times V^-}{1+k} =$

$$\frac{0.5 \times 10\,678.98 + (1-0.5) \times 3\,559.66}{1+20\%} = 5\,932.77 \quad (2)$$

$$V^{++} = u \times V^+ = 1.8 \times 10\,678.98 = 19\,222.16 \quad (3)$$

$$V^{+-} = V^{-+} = d \times V^+ = u \times V^- = 6\,407.38 \quad (4)$$

$$V^{--} = d \times V^- = 0.6 \times 3\,559.66 = 2\,135.80 \quad (5)$$

如果不考虑管理的柔性期权价值,**W**公司立即进行创新投资,则获得的投资收益为:

$$NPV = -I_0 + V_0 - I_1/(1+r) = -1\,400.16 + 5\,932.77 - 4\,576.96/(1+8\%) \approx 294.68 \quad (6)$$

但是现实中市场需求具有不确定性,**W**公司可以在投资过程中进行潜在的学习和调整。一旦做出立即投资的决策后遇到较低的市场需求,**W**公司将会出现亏损。如果考虑研发投资可以带来商业化生产阶段的机会价值,

根据风险中性原理可得到市场高需求时概率：

$$q=\frac{1+r-d}{u-d}=0.4 \qquad (7)$$

未来市场走向低需求的概率：$1-q=0.6$，则未来投资机会的期权价值为：OPTION=

$$\frac{q\times\max\left(V^{+}-I_1,0\right)+\left(1-q\right)\times\max\left(V^{-}-I_1,0\right)}{1+r}\approx 2\,260 \qquad (8)$$

综合考虑创新投资的价值为：$-I_0+OPTION=859.85>294.68$。可见，研发阶段的投资创造了商业化生产阶段投资的成长期权，使得研发投资是值得进行的。

目前在变应原制品市场上占据较大市场份额的主要是W公司和ALK公司，则W公司最主要的竞争对手是ALK公司。ALK公司的加入将对W公司的市场地位产生影响，使得W公司在做创新投资决策时不得不考虑ALK公司的行为，即考虑竞争带来的博弈价值。

由于生物制药企业间在研发阶段和生产阶段都有可能进行竞争或合作，下面将对不同竞合模式下W公司和ALK公司进行创新投资的期权博弈行为展开分析，采用逆推归纳法来求解其子博弈的完美均衡解，先求解生产阶段的投资决策，再求解研发阶段的投资决策。

三、不联盟合作创新投资决策

不联盟合作是指两个生物制药企业在研发阶段和生产阶段都不合作而是采取竞争的情况。现实中参与研发的企业可能不止一个，而且由于研发投资的时机不同，可将研发分为抢先研发、同时研发以及滞后研发。由于滞后研发与抢先研发情况相反，而且抢先研发中追随者的投资决策就是滞后研发的投资决策，文中将不再对此情况进行研究（下文半联盟合作创新投资决策与此相同）。两生物制药企业在生产阶段都可以进行投资，即I_1为4 576.96万元，但是两生物制药企业同时投资，每个生物制药企业分担一半的投资额。

1. 抢先研发不联盟合作下创新投资决策。当两个生物制药企业中任何一个企业都能够独立进行研发投资，同时在商业化生产阶段竞争，此时会陷入创新研发竞赛。

在研发阶段，W公司和ALK公司均投资，但是W公司抢先于ALK公司进行研发，成为生产阶段的领导者，而占据较大的市场份额（假设S=2/3），但是不足以阻止ALK公司进入市场，则ALK公司只能在生产阶段占据1/3的市场份额。而商业化生产阶段ALK公司的激烈对抗使得整个市场的价值下降（假设下降为3/4）。

在市场需求高时两生物制药企业的创新投资表现为动态竞争，如果W公司和ALK公司均在生产阶段投资，则领先者的投资价值为：$NPV_w^+=2/3\times3/4\times10\ 678.98-1/2\times4\ 576.96=3\ 051$（万元）。此时的等待期权价值由于抢先而被丧失，追随者的投资价值为：$NPV_A^+=1/3\times3/4\times10\ 678.98-1/2\times4\ 576.96=381$（万元）。

如果W公司完全抢先在ALK公司之前进行投资，则W公司将占有全部市场价值，其投资价值为：$NPV_w^+=10\ 678.98-4\ 576.96=6\ 102$（万元），$NPV_A^+=0$；

如果ALK公司完全抢先在W公司之前进行投资，则$NPV_w^+=0$，$NPV_A^+=10\ 678.98-4\ 576.96=6\ 102$（万元）；

如果两个生物制药企业都延迟投资，W公司在高需求时将抢占大部分市场份额，但是在中等需求时ALK公司占据1/4的市场份额不足以弥补$I_2/2$的成本支出，会选择退出市场，则全部市场份额将被W公司占据，两企业的期权博弈价值分别为：

$$OPTION_w^+=[q\times\max(2/3\times3/4\times V^{++}-1/2\times I_1,0)+(1-q)\times\max(V^{+-}-I_1,0)]\div(1+r)\approx3\ 730 \qquad (9)$$

$$OPTION_A^+=[q\times\max(1/3\times3/4\times V^{++}-1/2\times I_1,0)+(1-q)\times\max(1/3\times3/4\times V^{+-}-1/2I_1,0)]\div(1+r)\approx932 \qquad (10)$$

在市场需求低时，同市场需求高时计算方法类似。两种情况下博弈得益矩阵见图3（下图中*表示纳什均衡，下同）。

高需求时投资收益

W公司 \ ALK公司	等待	投资
等待	(3 730, 932)	(0, 6 102)
投资	(6 102, 0)	(3 051,381)*

低需求时投资收益

W公司 \ ALK公司	等待	投资
等待	(678,0)*	(0, -1 017)
投资	(-1 017,0)	(-509, -1 399)

图3 抢先研发不联盟合作下创新投资生产阶段投资收益

当市场需求高时，假定W公司选择等待，ALK公司最好选择投资，因为ALK公司投资可获得6 102万元的投资收益而选择等待却只得到932万元的收益；假定W公司选择投资，ALK公司最好还是选择投资，因为ALK公司投资可获得381万元的收益而选择等待则没有收益。同样地，无论ALK公司是选择投资还是选择等待，W公司的最优策略为投资。结果两个生物制药企业都选择投资，各自的收益为3 051和381，而它小于（等待，等待）组合的收益值，只能实现“囚徒困境”的纳什均衡。

在低需求条件下，双方都选择等待是均衡结果，此时等待所蕴含的期权价值大于现在立即投资的价值。将期权价值考虑进创新投资决策的价值中，则两生物制药企业两阶段的投资收益为：

$$NPV_w=-I_0+[0.4\times3\ 051+(1-0.4)\times678]\div(1+8\%)\approx107 \qquad (11)$$

$$NPV_A=-I_0+[0.4\times381+(1-0.4)\times0]\div(1+8\%)\approx-1\ 259 \qquad (12)$$

在无竞争的条件下，W公司考虑期权后的投资收益为859.85万元；而在抢先研发生产竞争条件，W公司的投

资收益107万元远小于859.85万元，这是由于竞争对手ALK公司的激烈反抗，使得研发阶段投资并没有为其商业化生产阶段带来更高的市场收益。由于在这种情况下W公司的投资收益虽小于859.95万元，但是仍为正值，则W公司会进行变应原制品的创新投资，而ALK公司不会进行变应原制品的创新投资。

2. 同时研发不联盟合作下创新投资决策。如果两个生物制药企业以相同的势力同时进行研发投资，则将平分市场份额，即各占1/2，但是由于生产阶段的激烈竞争仍会使得变应原制品的整个市场价值下降为3/4。

市场高需求时，两生物制药企业同时投资，则两个企业的价值均为1 716万元（1/2×3/4×10 678.98-1/2×4 576.96）。

如果W公司单独投资将获取全部的市场价值，则NPV_w^+=10 678.98-4 576.96=6 102（万元），ALK公司的价值为0；如果ALK公司单独投资将获取全部的市场价值，则W公司的价值为0，ALK公司的价值为6 102万元。两个生物制药企业在生产阶段同时选择延迟投资，则两个企业的期权价值均为：

$$OPTION_w^+ = OPTION_A^+ = [0.4\times(1/2\times3/4\times19\ 222.16-4\ 576.96\div2)+0.6\times\max(1/2\times3/4\times6\ 407.38-4\ 576.96\div2,0]\div(1+8\%)\approx1\ 886 \quad (13)$$

市场需求低时，情况同市场需求高时类似。两种情况下的投资收益见图4。

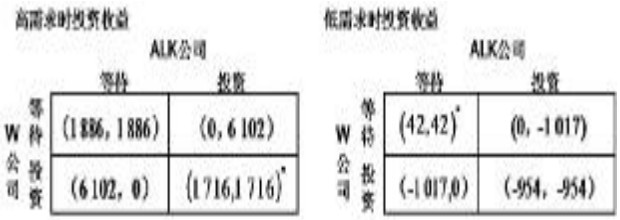

图4 同时研发不联盟合作下创新投资生产阶段投资收益

由图4可知，高需求时两生物制药企业的博弈均衡结果是在生产阶段都选择投资，低需求时两生物制药企业的博弈均衡结果是在生产阶段都选择延迟。将期权价值考虑进创新投资决策的价值中，则两生物制药企业两阶段的投资收益为：

$$NPV_A = -1\ 400.16+(0.4\times1\ 716+0.6\times42)\div(1+8\%)\approx-742 \quad (14)$$

由公式（14）可知，同时研发且生产阶段投资的情况下，两生物制药企业考虑期权后的创新投资收益为-742万元，小于0。W公司和ALK公司同时进行研发，两企业在生产阶段的竞争使得整个市场的价值下降，两阶段竞争使得两企业创新投资的期权价值被严重破坏，因此在这种情况下两个生物制药企业都不会进行变应原制品的创新投资。

四、半联盟合作创新投资决策

半联盟合作是指两个生物制药企业在研发阶段和商业化生产阶段的某一阶段合作，而在另一阶段竞争。

1. 研发竞争半联盟合作下创新投资决策。

（1）抢先研发生产半联盟模式下创新投资决策分析。在抢先研发不联盟合作下，由于ALK公司的激烈对抗，W公司获得收益为负值，则W公司没有占先投资的研发激励。如果双方生产阶段都采取合作的态度，会增加整个市场的价值（增加了1/4），同时由于W公司抢先研发将占据较大的市场份额（假设为2/3）。

当市场需求高时，如果两生物制药企业同时投资，则W公司的投资收益为：NPV_w^+=2/3×5/4×10 678.98-1/2×4 576.96=6 611（万元），ALK公司的投资收益为：NPV_A^+=1/3×5/4×10 678.98-1/2×45 76.96=2 161（万元）；如果W公司投资，ALK公司选择延迟，则W公司将占有全部市场份额，NPV_w^+=5/4×10 678.98-4 576.96≈8 772（万元），NPV_A^+=0；如果W公司选择延迟，ALK公司选择投资，则ALK公司将占有全部市场份额，NPV_w^+=0，NPV_A^+=8 772（万元）；如果两生物制药企业均选择延迟，则两生物制药企业的期权价值分别为：

$$OPTION_w^+ = [q\times(2/3\times5/4\times V^{++}-1/2\times I_1)+(1-q)\times\max(2/3\times5/4\times V^{+-}-I_1,0)]\div(1+r)\approx6\ 780 \quad (15)$$

$$OPTION_A^+ = [q\times(1/3\times5/4\times V^{++}-1/2\times I_1)+(1-q)\times\max(1/3\times5/4\times V^{+-}-I_1,0)]\div(1+r)\approx2\ 331 \quad (16)$$

当市场需求低时，其计算方法与市场需求高时类似。两种情况下博弈得益矩阵见图5。

图5 抢先研发半联盟模式下创新投资生产阶段投资收益

由图5可知，高需求时博弈的均衡结果是在生产阶段都选择投资，低需求时的博弈均衡结果是在生产阶段都选择等待。将期权价值考虑进创新投资决策的价值中，则两生物制药企业两阶段的投资收益为：

$$NPV_w = -I_0+[0.4\times6\ 611+(1-0.4)\times1\ 130]\div(1+8\%)\approx1\ 872 \quad (17)$$

$$NPV_A = -I_0+[0.4\times2\ 161+(1-0.4)\times141]\div(1+8\%)\approx521 \quad (18)$$

与不联盟合作模式下的抢先研发相比，对于W公司而言，它的投资收益1 872万元远高于ALK公司不合作情况下的结果，显然研发投资是值得。半联盟合作模式下抢先研发投资使得W公司占据2/3的市场份额，而且ALK

公司合作又增加了整个市场价值，则W公司会进行创新投资的研发；对于ALK公司而言，它的战略收益虽高于不合作时的收益，但是仍为负值，则ALK公司会选择等待。

（2）同时研发生产半联盟模式下创新投资决策分析。如果两生物制药企业以相同的势力同时进行变应原制品的研发投资，则将平分市场份额，即各占1/2，但是生产阶段的合作使得整个市场的价值增加（假设增加为1/4）。

市场需求高时，两生物制药企业同时投资，则二者投资收益均为4 386万元（$NPV_w^+ = 1/2 \times 5/4 \times 10\ 678.98 - 1/2 \times 4\ 576.96$）；如果一个生物制药企业完全抢先在另一个生物制药企业之前进行研发，假设W公司投资研发，ALK公司延迟研发，则W公司的价值为：$NPV_w^+ = 5/4 \times 10\ 678.98 - 4\ 576.96 = 8\ 772$（万元），ALK公司的价值为0；两生物制药企业同时延迟，则二者的期权价值为：

$$OPTION_w^+ = OPTION_A^+ = [0.4 \times (1/2 \times 5/4 \times 19\ 222.16 - 4\ 576.96 \div 2) + 0.6 \times \max(1/2 \times 5/4 \times 6\ 407.38 - 4\ 576.96 \div 2, 0)] \div (1+r) \approx 4\ 555 \quad (19)$$

市场需求低时，情况与市场需求高时类似。两种情况下的投资收益见图6。

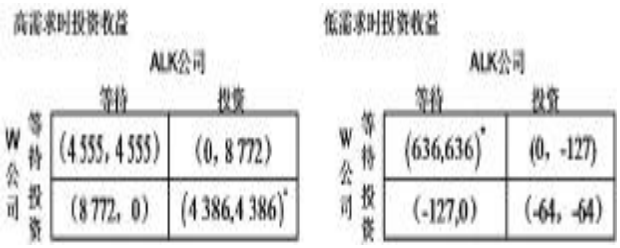

图6　同时研发半联盟模式下创新投资生产阶段投资收益

由图6可知，高需求时两生物制药企业在生产阶段都选择投资，低需求时两生物制药企业在生产阶段都选择延迟。将期权价值考虑进创新投资决策的价值中，则两生物制药企业两阶段的投资收益为：

$$NPV_w = NPV_A = -1\ 400.61 + (0.4 \times 4\ 386 + 0.6 \times 636) \div (1+8\%) \approx 578 \quad (20)$$

由公式（20）可知，两生物制药企业同时研发投资将获得相同的收益。与抢先研发相比，对于W公司而言，同时研发的收益578万元远低于抢先研发的收益1 872万元。由此可知，当先动优势较大时，领先者的创新投资收益大于同时研发的创新投资收益。

2. 研发合作不联盟合作下创新投资决策。两生物制药企业在研发阶段进行合作，形成研发联合体（即研发RJV），假设每家企业各自支付一半的成本，研发成功后，两生物制药企业以相同的条件拥有新技术的使用权，但是在商业化生产阶段采取竞争的行为。由于在生产阶段有激烈的价格对抗，则生产阶段的市场价值降低了1/4，且每个企业各占一半的市场份额。

其在生产阶段的投资收益与不联盟合作情况下的同时研发的投资收益相同。将期权价值考虑进创新投资决策的价值中，则两高新技术企业两阶段的投资收益为：

$$NPV_w = NPV_A = -742 + 1/2 \times 1\ 400.16 \approx -42 \quad (21)$$

由公式（21）可知，两生物制药企业在研发阶段合作而在生产阶段竞争情况下进行创新投资的投资收益-42万元，小于0，则研发阶段的合作带来的收益并没有弥补生产阶段竞争所引发的损失，两个生物制药企业没有进行变应原制品创新投资的动力。

五、全联盟合作创新投资决策

全联盟合作是指两个生物制药企业在创新投资的研发阶段和生产阶段都组建联盟合作的情形。研发阶段合作，可以共享收益，各担研发成本的一半投资额；生产阶段合作，可以增加整个市场的投资价值（比如增加了1/4），同时各担生产阶段的一半投资额。

其在生产阶段的投资收益与半联盟合作下同时投资的投资收益相同。则考虑期权价值后两高新技术企业两阶段创新投资的投资收益为1 278.08。同研发合作不联盟合作模式相比，W公司避免了生产阶段ALK公司的竞争带来的损失。由此可知在市场需求不确定条件下，两生物制药企业的合作可以带来更大的期权价值，同时也能增加整个市场的价值。

六、结论

本文针对研发阶段和生产阶段均可以合作或竞争，利用两阶段离散型期权博弈模型，基于不联盟合作、半联盟合作、全联盟合作三种竞合模式对寡头市场上两个生物制药企业创新投资决策进行研究。结果表明：在同时研发的不联盟合作模式以及研发阶段合作而生产阶段竞争的半联盟合作模式下，生产阶段的激烈竞争使得整个市场的战略价值下降，生物制药企业将会失去创新投资的动力而不选择研发；如果选择抢先研发，可能会使双方的价值增加，但抢先研发的收益远高于同时研发的收益；如果双方采用同时研发的半联盟合作或全联盟合作，就可以避免竞争对手在生产阶段的激烈反抗所引发的损失，充分利用由于需求的不确定性所带来的期权价值，使双方均获得较多投资收益。

【注】本文系国家自然基金（编号：71173063）的研究成果。

主要参考文献

1. 黄学军.基于不确定性和竞争性二维环境下的投资决策研究方法比较.软科学，2007；1

2. 黄学军，吴冲锋.不确定环境下研发投资决策的期权博弈模型.中国管理科学，2006；5

3. 郭焱，郭郴.不同竞合模式的战略联盟形式选择.管理科学学报，2007；1