

基于复合实物期权的研发投资评价*

——以高科技公司跨国研发销售项目为例

王蔚松

(上海财经大学 会计与财务研究院, 上海 200433)

摘要:研究表明,研发项目中实物期权在识别和计算上的复杂性影响了该方法的理论发展与应用前景。文章以不确定性作为实物期权的一个关键价值驱动,并以此为主线提出了一个更便捷、更有效的分析框架和方法。这不仅涉及实物期权的识别,而且也包括了实物期权的评估等方面。最后,文章以一个医药研发项目中本国与跨国间的销售实例为基础,对这一框架的应用作了讨论,并计算了复合研发实物期权的价值。

关键词:不确定性;复合实物期权;跨国销售

中图分类号:F830.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-9952(2006)09-0113-10

一、引言

实践中识别实物期权非常困难(Amram Kulatilaka, 1999),虽然有些实物期权在投资战略或投资项目描述中得到明确说明,但更多的实物期权却往往是隐含的。由于实物期权分析的主要内容就是对包含实物期权的方案进行评估,因此识别哪些方案包含实物期权,进而包含哪些实物期权,就是一个非常重要的研究课题。

实物期权存在的必要条件通常有四个方面(Dixit 和 Pindyck, 1994): (1) 投资是部分或完全不可逆的; (2) 收益具有非对称性; (3) 收益具有不确定性; (4) 具有管理柔性。所谓投资的不可逆性是指当项目无法按预期实现时,投资成本可能会沉没。而收益非对称则是收益的概率超过损失的概率。然而仅凭投资的不可逆性或收益非对称性这两个条件就识别出战略或项目中所隐含的期权几乎是不可能的,因为这是大多数长期投资都具有的特性。那么,收益不确定性和管理柔性就有可能成为揭示期权存在的较好线索了。不确定性是实物期权存在的客观条件,而管理柔性则是管理者对不确定性状态作出积极反应的主观能力,管理柔性对于实物期权至关重要,如果缺乏管理柔性,即使有不确定性,实物期权的价值也并不高。因此,要寻找投资中所隐含的实物期

收稿日期:2005-12-10

作者简介:王蔚松(1959—),男,江苏无锡人,上海财经大学会计与财务研究院副教授。

权,应从识别不确定性和与此有对应关系的管理柔性着手(Benaroch,2001)。

某些投资项目的实物期权是简单的,因为它们的价值局限在项目本身的价值内。而研发项目投资对企业来讲属于战略性投资,这种类型的投资不能被看作仅是一个简单的经营资本投入,而应被看作是创造复合实物期权的过程。早期的研发投资为进入后续开发阶段创造了机会,开发阶段的成功又为进入商业化阶段创造了机会。这种早期投资是为了利用下一阶段及随后阶段的投资机会,或者说,一个实物期权的价值在于提供了另一个实物期权的话,我们把这种期权的期权称为复合实物期权(王蔚松,2003)。简单实物期权对应于独立的投资项目,其价值构成与其他项目无关,而且具有单阶段性,分析较容易。复合实物期权对应于若干价值相互关联的投资项目,它是若干实物期权的组合,这些实物期权按时间顺序构成了一个单向的因果链,其中后一个实物期权的生效以前一个实物期权的执行为前提。从项目分析的角度看,这意味着如果不采纳前一个项目的话,就谈不上后续项目或投资机会的存在。因此,由于复合实物期权所对应的项目构成了一个价值链,对这类实物期权的评价更多地应侧重于其对未来增长战略的贡献。

有关研发复合期权研究的文献是丰富的,尽管有些在名称上并不都归类于实物期权。Roberts 和 Weitzman(1981)利用几何布朗运动过程为最终的研发效益建立了模型,在有关成本为确定并且研发提供了分阶段了解到信息的假设下,讨论了何时终止的问题。Weitzman 等人(1981)还把假设放松,在成本是随机的、过程波动随时间递减的情况下进行了讨论。在 Margrabe(1978)和 Geske(1979)研究的基础上,Carr(1988)提供了对复合实物期权的评价。Taudes(1997)、Childs(1998)、Bar-Ilan 和 Strange(1998)把这一模型用于研发实物期权。Carr(1988)提出的是随机的行使价格(在 t_1 为 R&D 和在 t_2 为 K)时的欧式复合期权模型。Schwartz 和 Moon(2000)提出了多重复合期权的数值解, Lee 和 Paxson(2000)建议求解美式复合期权近似解的几种方法。然而,这些模型往往是在连续基础上建立的,缺乏直观性和应用性。本文试图以投资的不确定性为主线,对实物期权进行分类,通过识别投资中所隐含的实物期权及其重要性,来达到有效运用实物期权方法的目的。同时,本文还以某高科技公司的跨国研发销售项目为案例,对隐含的实物期权进行了有效识别,并采用简明的二叉树模型对复合实物期权作了必要的评估和分析。

二、一种基于不确定性的实物期权新分类

虽然实物期权理论把不确定性看作是其存在的必要条件,但其研究很少讨论不确定性的特征。经典的文献中(Copeland 和 Antikarov,2001;Dixit 和 Pindyck,1994)只讨论过两种不确定性:一是技术的不确定性;二是市场的不确定性。实际上,前者是内生的,因为它是指公司特定的不确定性,可以在投

资者通过证券组合投资或公司在产品和项目的多样化经营中得到分散。后者是外生的,因为这种不确定性涉及到整个市场,是无法通过多样化加以分散的,在市场上运作的所有项目、产品都将受到不同程度的影响。大多数不确定性并不是完全内生的,也不是完全外生的。还需要指出的是,只有存在着与不确定性相对应的管理柔性时,才真正包含了具有价值的实物期权(谭跃、何佳,2001)。因为管理柔性的存在使实物期权可以有执行的可能,而无法执行的实物期权对项目并没有价值。为此,我们把不确定性大致划分为内生的和外生的两类,并着重讨论有对应管理柔性的不确定性。

(一)内生的不确定性。与内生不确定性最为接近的是项目不确定性。其中可再细分为进度、财务和质量的不确定性。在研发项目中,进度的失控往往上升为主要的确定性。进度还会影响财务和质量的不确定性,对比可采用分阶段、改变投资方向和投资规模或者延迟投资来解决,因为这些措施创造了相对应的收缩与扩张等期权、抛弃期权或等待期权。

财务是一个重要的不确定因素,它实际上影响了项目所包含的全部实物期权。以项目投资为例,投资成本基本上是整个复合实物期权的敲定价格。经营效益和经营成本的不确定性可以通过改变投入要素结构或产出结构来规避,甚至依靠外包项目来解决,即创造转换期权。对于项目残值变现的不确定性,创造、抛弃或推迟期权是较好的解决方法。

质量的不确定性主要为内生的,但也涉及到外生的不确定性。这类不确定性大多是由人力资本管理、知识产权和品牌等无形资产因素所引发的。人力资本方面有工作效率和人才短缺等不确定性,后者甚至会造成项目失败。知识产权的不确定性主要是指得到法律保护的可能性,这在一定程度上是外生的——公司既可能从中获得巨大的专利收益,也可能因得不到保护而招致巨大损失,这只能用推迟或转换期权来探索。

(二)外生的不确定性。市场的不确定性基本上是外生的,但公司仍有机会通过发挥主观能动性来尝试控制这一不确定性。例如,跨国公司可以通过横向扩张把外部不确定性内部化来减少风险;也可以改变项目规模,甚至关闭项目来创造重要的转换期权、抛弃期权和等待期权,从而提高项目价值。

不可预见的不确定性几乎存在于所有投资项目中,若处理不当,就会造成一定损失,甚至可能导致项目失败。但就所适用的实物期权来说,却很少有所作为。阶段化投资所形成的改变规模的实物期权在一定程度上控制了这种不确定性,但由于无特定输入参数,作出评价极其困难。

三、实物期权的识别和评估

为了识别那些最有价值的期权,一般可以按以下步骤进行:

第一步是确定所需考虑的不确定性。如果考虑所有的不确定性,就将导

致非常复杂的计算并把握不住问题的关键。为了简化,将重点关注对公司有重要影响、能作为项目价值主要驱动的不确定性,略去那些价值不高的不确定性。

第二步是评价对所选定的不确定性做出回应的可能性,并辨别期权的可获得性。这一方面是选择合适的期权用于控制特定的不确定性;另一方面,根据企业的资源、能力以及国家产业政策等判断企业成功获得这项期权的可能性。将可获得性低的实物期权予以剔除,不仅可以避免企业价值的高估,同时也简化了实物期权评估的应用程序。

第三步是分析实物期权之间的复合性。由于期权之间存在着非叠加的复合关系,所增加的期权仅仅是边际地提高了项目的价值。譬如,国内的食用植物油经营企业大都采用分阶段投资实现产能扩张。若该企业初期投资购买了一条大豆压榨生产线,在生产初榨豆油后,就获得了进行下一阶段投资精制豆油生产线的权利,即增长期权,而且由于压榨生产线还可以用于压榨油菜籽,这就拥有了转换期权和调整(扩张和收缩)期权。如果企业执行增长期权,则又获得最后一阶段投资建设小包装精制植物油和调和油生产线的增长期权。当市场条件不利时,企业还可以考虑执行等待期权、收缩期权和放弃期权。由此可见,食用植物油投资项目包含多种不同的实物期权,而这些实物期权又是相互影响和作用的。当企业执行了放弃期权,则这项投资中收缩期权的价值就不大,它们的价值将小于各自期权价值的简单相加,非叠加性即来源于此。

实践中一般要求重复以上三个步骤,因为执行期权的同时又可能引发新的不确定性。例如,跨国公司出于成本考虑而在不同国家间调整生产任务,这就可能会因生产任务减少而辞退职工,引发当地的社会不满或政治风险。所以,应把握项目所包含的各种期权,选择影响较大的不确定性。虽然在第一步已经略去了影响较小的不确定性,但是在第二步评价时,仍应消除不具有获得性或操作性的期权,第三步则可以边际地考虑复合期权的价值以避免高估。

四、研发项目跨国销售复合实物期权的案例分析^①

(一)背景分析。药业是按国际标准划分的15类国际化产业之一,也是世界贸易增长最快的朝阳产业之一。我国当前的药业情况是:企业数量多,而大多数企业规模小;产品重复多;大部分生产企业产品技术含量低,新药研究开发能力低,管理能力及经济效益低;市场竞争无序,高定价和高让利的竞争策略成风。我国新药研发投入严重不足,直接导致新药的创新研制能力及制剂水平低下,创新药物很少。目前,我国仍主要以引进仿制为主,这种状况导致了市场竞争的进一步恶化,致使企业无法步入良性发展的轨道,从而限制了我国医药工业的发展。因此,在众多的企业之中,无论是脱颖而出,还是增加战略上的竞争优势,新药的研究开发能力无疑是至关重要的。银杏医药是一

家以研制、生产和销售中药为主营业务的高科技公司。该公司当前的产品组合为斯泰隆、海可素 I 和海可素 II 三种中药,占据了其销售额的 90%左右。随着中国加入 WTO、中国医疗体制改革的持续推进以及竞争的进一步加剧,银杏医药对于研发的战略重要性也愈具清醒的认识。银杏医药从 1994 年开始,研制一种治疗心脑血管病的新药,并在 1996 年提取出有效成分(原料药),即银杏酮酯。于是银杏颗粒的研发过程正式开始,这一研发过程可分为以下四个阶段:

1. 初步研发阶段(1996~1998 年)。以 1996 年银杏酮酯的提取成功为标志,经过两年的时间,银杏科技合成了银杏颗粒,并申请了专利。银杏颗粒是项目的基础,由此可以探讨项目的经济可行性。

2. 试开发阶段(1999~2001 年)。这一阶段必须经过一系列的短期和长期的毒性测试。首先是对实验室老鼠进行毒性测试,以继续改进药物的稳定性和有效成分的含量,实验鼠测试的时间是 1999~2000 年。随后对人体进行临床 III 期测试。而在本阶段仅仅进行临床第 I 期(2000~2001 年),以小剂量(1/100 剂量)对 20 至 30 位健康个人进行测试。

3. 全面开发阶段(2002~2005 年)。全面开发阶段需要做三件事情。其一,继续进行临床第 II 期(2002~2003 年),对 1000 个病人 1%剂量进行吸收测试;临床第 III 期(2004~2005 年),对 2000 个病人正常剂量进行吸收测试。其二,须投资生产设备为将来药品的市场推出做准备。其三,药物的申请注册,需要向药物监管部门提出药物生产的申请。

4. 国内市场/跨国销售扩张阶段(2006~2007 年)。当药物被批准生产后,计划 2006 年药物以口服剂型推出(专利保护期的有限性原因)。口服剂的市场主要定位在国内,而国外市场将要根据国内市场的情况在之后推出,显然国内市场销售的成功会给国外市场一个“搭车”的效果。因此,在国外市场的推出时间定于 2007 年。

现假设当前的时间是 2001 年,即临床第 I 期测试刚刚结束之时对该研发新药的应用可行性如何评价?也就是如何对该项目进行有效的评价?

(二)项目的不确定性分析。就项目的进度而言,由于药品从研制到投入生产,过程较为漫长,中间须经过小试、中试、临床试验和报批等多个环节,政策性强,牵涉面广,容易受一些不可预测因素的影响,存在着许多风险。例如,根据国家药品监督管理的有关规定,医药生产企业必须在限期内分别通过 GMP 认证,到期不能通过的将被取消药品生产许可。在销售方面,由于项目的创新使销售前景非常不确定,同时还存在着银杏颗粒是否能顺利进入“医保目录”的不确定性,这都影响了它与同类普通银杏叶制剂在同一条起跑线上的竞争。

在财务方面,原材料来源及成本风险较小,这是由于公司与目前国内最大的浙江某银杏叶提取厂建立了稳固的协作关系。在筹资方面,公司准备通过

国内或海外资本市场筹集资金以满足新生产线的投资,因此,存在着上市是否成功的风险。但通过上市筹资的不确定性对公司影响并不大,因为公司目前负债率较低,可以利用银行贷款满足本项目的投资。如果进入跨国销售阶段,还会面临包括政治风险和社会风险的地区不确定性。但在跨国销售中,基本不会涉及某些有武装冲突等地区的不确定性,因为本项目的产品主要销往发达国家或地区。

在质量方面,制药行业属于典型高科技行业,其产品的技术水平及持续创新能力是企业发展的根本。公司自身的研究开发实力、引进和消化技术的能力及速度可能跟不上技术发展的需要,在技术上存在着被更先进的技术取代的研发风险。同时,也存在着一定的新药申报风险,即公司在向国内药品监管部门提出药物生产申请的同时,为了打入国际市场,也正在向美国食品药品监督管理局申报三期临床。考虑到我国知识产权政策正在与国际接轨,银杏公司拥有自主知识产权的银杏酮酯被仿制的风险较小。

(三)识别项目中的实物期权。需要确定如何控制不确定性。项目的高度创新产生了新产品市场销售前景不确定的问题,因此,销售预测的准确性对于项目的顺利进行非常重要。然而,整个项目是以一系列连续的和相互交织的阶段为结构的顺序性投资。基本上,项目的大量特征只有定义在前续阶段结果的基础上,管理层才能在机遇或问题出现时重新定义并做出决策。因此,应对这些不确定性可以采用推迟、抛弃、推出和扩张等“实物期权”的集合。推迟期权的意义在于学习,以便对未来收益做出更好的估计,但由于公司无法从目前的经营中了解研发项目的收益,从而也就没有经验可供借鉴;相反,研发速度若跟不上技术发展将导致研发风险,推迟期权对于本案例并不重要。

在本案中,虽然管理项目可分为四个阶段,但是从决策程序上来说却有三次决策:一是推出投资,记为 I_d ,指的是在国内市场推出之前所需要的投资,包括 2004 年的临床第Ⅲ期的投资,分别发生在 2004 年、2005 年和 2006 年的生产线投资;二是扩张投资,记为 I_e ,指的是国内市场推出后,为了配合扩张到跨国销售所需新生产线的投资;三是基本投资,记为 I_b ,指的是为了使项目能够继续所需最基本的投资,如一系列小金额的研发支出,虽没有明显对应的现金流入,但却是项目得以进行的前提条件。

决策意味着选择,选择权即为期权。首先,推出投资对应着两个期权,即抛弃期权和推出期权,也就是在第Ⅲ期临床试验和生产线投资之前是选择退出还是投资。由于这两个期权不仅具有相同的行使价格和标的资产,而且都属欧式期权,因此这两个期权存在着重叠,本案例只考虑推出期权。其次,扩张投资对应的是扩张期权。以下就推出期权和扩张期权进行分析。

推出期权是一个欧式买入期权,记为 $ROV(Launch)$,其执行价格为 I_d ,其标的资产是银杏的国内销售项目,标的资产的当前价格为预期国内销售现金

流入的现值 CF_d 。到期日即为 I_d 的投资日(2004 年),因为如果此时不执行,将失去选择权。于是这一推出期权的执行条件可以被描述为:当预期国内销售现金流入的现值 CF_d 大于 I_d 时,银杏应该投资 I_d ,并获得 CF_d 。

扩张期权也是一个欧式买入期权,记为 $ROV(Expansion)$,其执行价格为 I_e ,标的资产为跨国销售的项目,标的资产的当前价格为在市场扩张下预期跨国销售现金流入的现值 CF_e 。如果假定 $CF_e = e \times CF_d$ (e 是跨国销售相对于国内销售现金流现值的百分比,由市场部门测定),可以认为扩张期权与推出期权标的资产的价格具有相同的标准差 σ 。扩张期权的到期日,就是 I_e 的投资日(2007 年)。于是扩张期权的执行条件可以被描述为:当预期 $e \times CF_d > I_e$ 时,银杏应该投资,至 2007 年起进入扩张阶段,来获得 $e \times CF_d$ 。

推出期权和扩张期权并不是两个独立的单一期权,因为它们之间相互影响,价值存在着负的交叉:扩张期权的价值影响了推出期权的价值,而推出期权的执行,又决定着扩张期权的存在。项目价值将是一个复合期权(call on call),一个买入期权的复合买入期权的价值,记作 $CROV$,因此有: $V = (-I_b) + CROV$ 。而不能简单地将项目看成是有两个具有不同的到期日(2004 年、2007 年)、不同的执行价格(I_d 、 I_e)和同一标的资产(CF_d)的单一期权价值的代数和,也即: $V \neq (-I_b) + ROV(Launch) + ROV(Expansion)$ 。

于是我们应该修改推出期权的执行条件:当预期 $CF_d + ROV(Expansion) > I_d$ 时,银杏应该执行推出期权,获得 $CF_d + ROV(Expansion)$ 。

结论是:项目决策可以理解为一个复合实物期权,项目的价值就是复合实物期权的价值,对项目进行评价就是对复合实物期权进行定价。只不过项目的决策者(复合实物期权的持有人)在获得复合实物期权之前,支付了一个成本 I_b 。对项目是否可行的结论便是,如果决策者实际支付的成本大于复合实物期权的价值,那么该项目应该放弃,否则应该接受。

(四)复合实物期权的定价。在风险中性的评价条件下,假定国内和跨国销售项目的现金流量的现值均服从伯努利过程(分布)。

为了说明两个期权之间的相互交织,首先计算扩张期权的到期日价值。我们将使用回退的方法,并计算 2004 年推出期权到期时标的项目的价值。一旦应用了行使的条件,即可通过计算项目增加的现值来求得复合实物期权的价值($CROV$)。同时,我们也可以计算未来不存在扩张时,推出期权的价值,来确定两种期权交织的程度。

扩张期权的行使条件可以表示为: $\text{Max}(e \times CF_d - I_e, 0)$;对于推出期权,2004 年行使条件为: $\text{Max}(CF_d + C - I_d, 0)$;其中, C 是指扩张期权在推出期权到期时的价值。

假定银杏项目要求的回报率(连续复利)是 12%,假定没有税收(因为是高新技术企业),可以计算出国内销售项目的净现值(NPV),见表 1 所示:

表1 国内销售项目的净现值 NPV 的计算

单位:百万元

年份 指标	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
销售收入						40	60	70	88	110	110	
销售成本						10	15	17.5	22	27.5	27.5	
毛利						30	45	52.5	66	82.5	82.5	
营销成本						6	9	11	13	17	17	
营业利润						24	36	42	53	66	66	
营运资本增加						13	6	3	6	7	0	-35
营运资本						13	19	22	28	35	35	
存货						8	12	14	18	22	22	
应收账款						12	18	21	26	33	33	
应付账款						7	11	13	16	20	20	
经营现金流		0	0	0	0	11	30	39	47	59	66	35
价值	110.5											
研发投资		-3	-1	-4	-1	-1						
生产线投资				-80	-30	-30						
总现金流出		-3	-1	-84	-31	-31						
初始投资	-135											
净现值	-24.5											

由此即得:NPV(国内销售)=-2 450 万元。单从净现值指标看,国内销售的项目不可行。

考虑到该项目的投资成本较为确定,全部投资成本以无风险连续复利 R_f 为 3% 贴现。由此,可以计算出复合实物期权的各个要素,汇总如表 2 所示:

表2 复合实物期权的各个要素汇总

单位:百万元

期权	类型	标的资产	S	X	T	σ	R	R_f
推出期权	买入	国内销售的项目	110.5	139	3	35%	12%	3%
扩张期权	买入	跨国销售的项目	66.3	48.5	6	35%	12%	3%

在二叉树定价过程中,除了以上行使条件中复合实物期权与单一期权有差异外,其他部分与作为单一的期权定价相同。用 Excel 对复合期权的二叉树模型求解,项目评价结果如表 3 所示:

表3 项目评价结果

单位:百万元

指标评价	实物期权价值	净现值
基本投资		-4
推出期权	20.7	16.7
扩张期权	33.2	29.2
复合实物期权	46.3	42.3
期权交叉	-7.6	

其中,基本投资 I_0 为-400 万元,推出期权的价值为2 070万元,扩张期权的价值为3 320万元,复合实物期权的总价值为4 630万元,比推出、扩张两期权的代数和少 760 万元。正如定价前所分析的,复合实物期权价值不是两个期权的代数和,因为扩张期权和推出期权存在负交叉(760 万元)。

由于项目的价值为4 230万元,因此银杏应该继续该项目的投资。如果把

基本投资看成是为获得复合实物期权而支付的费用的话,那么若支付的费用超过了复合实物期权的价值,则该项目应该被终止或抛弃,反之应该继续。

五、应用分析小结

虽然实物期权的思想已被理论界广泛接受,但在实践中却无显著进展(Lander 和 Pinches,1998)。其中,实物期权在识别和计算上的复杂性、高难度和需要投入大量精力都是影响其应用的重要障碍。通过科学地分析不确定性与实物期权之间的关系,提供了一个识别和评价实物期权的方法。这一方法有三个步骤:第一,识别不确定性;第二,消除某些不确定性和相应不重要的期权;第三,对有关的期权在复合期权整体框架下进行评估。这些都将有助于决策者更便捷地识别和准确评估。

本文在对银杏医药的银杏颗粒研发项目进行调研的基础上,通过识别、分析、建模和求解对本案例进行了较为全面系统的探讨。案例以现实情况为背景,对上述方法进行了实证研究,检验了方法的可操作性。同时,发现在计算推出期权价值时必须考虑随后跨国销售的扩张期权;另外,推出期权与扩张期权构成的复合期权相互交叉,改变了评价单一期权的二叉树模型中期权到期时的执行价值,致使期权的价值存在着抵消。因此,在考虑研发投资评价中的复合期权时,应注意复合期权的价值并不是所有期权的简单相加(具有非叠加性),应边际地考虑复合期权的价值以便正确评估。

* 本文获上海财经大学 211 科研项目“跨国公司财务管理理论与实务研究”的资助。

注释:

①本案例取材于银杏医药的真实项目,为使本案例更具代表性,对其中的时间、情景和投资等做了必要的调整。

参考文献:

- [1] Amram M, Kulatilaka N. Disciplined decisions-aligning strategy with the financial markets[J]. Harvard Business Review, 1999, 77(1): 95~104.
- [2] Dixit Anish K, Pindyck Robert S. Investment under uncertainty[M]. Princeton University Press. Princeton, New Jersey, 1994.
- [3] 王蔚松. 竞争环境下公司投资战略的实物期权博弈思考[J]. 外国经济与管理, 2003, (9): 19~23.
- [4] 王蔚松. 不完全信息的项目管理: 一种实物期权方法[J]. 同济大学学报(社会科学版), 2003, (5): 82~90.
- [5] 谭跃, 何佳. 实物期权与高科技战略投资[J]. 经济研究, 2001, (4): 59~66.
- [6] Roberts K, Weitzman M L. Funding criteria for research, development and exploration projects[J]. Econometrica, 1981, 49: 1261~1288.
- [7] Weitzman M L, Newey W, Rabin M. Sequential R&D strategy for synfuels[J]. Bell Journal of Economics, 1981, 12: 574~590.

- [8] Margrabe W. The value of an option to exchange one asset for another[J]. Journal of Finance, 1978, 33: 177~186.
- [9] Geske R. The valuation of compound options[J]. Journal of Financial Economics, 1979, 7: 63~81.
- [10] Carr P. The valuation of sequential exchange opportunities[J]. Journal of Finance, 1988, 43: 1235~1256.
- [11] Schwartz E S, Moon M. Evaluating research and development investments[A]. M J Brennan, L Trigeorgis. Project flexibility, agency and competition[C]. Oxford University Press, 2000: 85~106.
- [12] Lee J, Paxson D A. Analytic approximations for American exchange options[R]. Working Paper, Manchester Business School, 2000.
- [13] Benaroch M. Option-based management of technology investment risk[R]. Working papers, Syracuse University, Syracuse, NY, 2001.
- [14] Copeland Tom, Antikarov Vladimir. Real options: A practitioner's guide[M]. Texere, New York, 2001.
- [15] Lander D M, Pinches G E. Challenges to the practical implementation of modeling and valuing real options[J]. The Quarterly Review of Economics and Finance, 1998, 38: 537~567.

Evaluating R&D Investments with Compound Real Options: The Case of a High Technological Firm's Multinational Trade R&D Project

WANG Wei-song

(Research Institute for Accountancy and Finance,
Shanghai University of Finance and Economics, Shanghai 200433, China)

Abstract: Several recent papers on real options indicate that valuations of R&D projects based upon options approach have been neglected by the finance community. To help correct this deficiency, we propose a framework that is aimed at facilitating the process of real R&D option valuation and makes it more time efficient. In particular we focus on the uncertainties underlying any real R&D options. The framework covers not only the discovery of real R&D options but also the valuation of real R&D options. Finally, we will demonstrate the applicability of the framework by the R&D investment valuation of a pharmaceutical product case and calculate its compound R&D Options Value (ROV).

Key words: uncertainty; compound real options; multinational trade

(责任编辑:喜 雯)