

Black-Scholes 期权模型在新药研发项目价值评估中的应用

赵瑞¹, 柴倩雯¹, 李云飞², 杨悦^{1*} (1.沈阳药科大学工商管理学院, 沈阳药科大学国际食品药品政策与法律研究中心, 沈阳 110016; 2.士力控股集团, 创新中药关键技术国家重点实验室, 天津 300402)

摘要: 目的 研究实物期权下的 Black-Scholes 期权定价模型(简称 B-S 模型)在新药研发项目价值评估中的应用。方法 采用比较法分析传统评价方法中的成本分析法、市场比较法、折现现金流法及实物期权法的优缺点, 分别运用 DCF 法和 B-S 模型计算新药研发项目价值, 并将其结果进行比较。结果 B-S 模型计算得到的项目价值比传统 DCF 法的计算值更大。结论 实物期权中的 B-S 模型方法在评价项目价值时更能体现项目潜在的管理灵活性价值, 其中参数的选取对结果影响较大。

关键词: 新药研发; 实物期权; 项目估值; Black-Scholes 模型

中图分类号: R965.1 文献标志码: B 文章编号: 1007-7693(2017)05-0759-07

DOI: 10.13748/j.cnki.issn1007-7693.2017.05.031

引用本文: 赵瑞, 柴倩雯, 李云飞, 等. Black-Scholes 期权模型在新药研发项目价值评估中的应用[J]. 中国现代应用药学, 2017, 34(5): 759-765.

Application of Black-Scholes Option Pricing Model to Valuation of New Drug R&D Projects

ZHAO Rui¹, CHAI Qianwen¹, LI Yunfei², YANG Yue^{1*} (1.School of Business Administration, International Food and Drug Policy and Law Research Center, Shenyang Pharmaceutical University, Shenyang 110016, China; 2.Tasly Holding Group, National Main Laboratory of Innovative Chinese Medicine Key Technology, Tianjin 300402, China)

ABSTRACT: OBJECTIVE To research the application of Black-Scholes pricing model (B-S model) of real options in the evaluation of new drug R&D projects. **METHODS** The comparison method was applied to analyze advantages and disadvantages between real options and traditional methods, such as cost-based method, market comparable method and DCF. The DCF method and B-S model were used to calculate the value of new drug R&D projects respectively, and the results were compared. **RESULTS** The value of new drug R&D project calculated by B-S model was larger than that of DCF. **CONCLUSION** B-S model can reflect the underlying flexibility value of projects effectively, and the choice of parameters will have a great impact on the results.

KEY WORDS: new drug R&D; real option; projects valuation; Black-Scholes model

新药研发是一项高投入、高风险、周期长, 而收益不确定性大的投资活动。制药企业或药物研发机构决定开始一个新药研发项目时, 在对未来的某些影响因素做出初步预测的条件下, 需要对项目未来的价值做出整体评估, 来判断该项目是否值得进行。项目价值评估对制药企业和药物研发机构有着重要的战略决策意义。随着科学技术的不断发展和进步, 制药企业对项目价值评估方法的精确性要求更加细致和严格, 因此评估方法的研究具有实际应用意义和价值。本研究根据制药企业的特点, 有针对性地选取折现现金流法(DCF)和 Black-Scholes(B-S)估值模型中的参数值, 使计算结果更贴近实际。

1 新药研发项目价值评估方法的比较

目前用于研发投资项目价值评估的方法主要

有成本分析法、市场比较法、DCF 和实物期权法(RO)等, 具体比较见表 1。

1.1 成本分析法

成本分析法是通过计算对新药研发项目的资金投入来确定项目价值。该方法可操作性较强, 可用于确定项目交易中项目价值下限; 但成本分析法忽略了新药上市后市场获利能力, 同时也没有考虑到国家政策、市场变化等风险因素对项目价值的影响^[1]。

1.2 市场比较法

市场比较法通常是参考市场上已经发生的新药研发项目交易案例, 以类似新药研发项目的投资或交易情况作为待评估项目的参考值。该方法可对研发项目的价值进行大致评估, 在新药研发项目价值评估中有比较广泛的应用, 对于处于早

作者简介: 赵瑞, 女, 硕士生 Tel: 15122746727 E-mail: 1538063212@qq.com *通信作者: 杨悦, 女, 博士, 教授 Tel: (024)23986372 E-mail: yyue315@vip.126.com

表 1 常用评估方法的比较

Tab. 1 Comparison of common evaluation methods

方法	成本分析法	市场比较法	DCF	实物期权法			
				二叉树模型	闭合式模型	蒙特卡洛模拟	随机微分方程
优点	操作性好、应用简单	操作性好、应用方便	计算量小、应用广泛	易理解、过程可视	计算简化、直接清晰	适应性强、应用广泛	适应性较好、精确
不足	未考虑项目获利能力、风险因素	未考虑研发项目独特性、不可复制性	缺乏灵活性、忽略期权价值	计算规模大、僵化	假设限制、计算过程不可见	不易理解、过程复杂	不易理解、求解复杂
应用现状	较多	较多	较多	较多	较多	较少	/

期研发阶段的新药项目，其商业化之后的市场前景难以预测，市场比较法的评估值比较容易得到公认。

1.3 DCF

DCF 是对研发项目成功后形成的产品在未来有效年限内的现金流进行预测并折现，得到研发项目的价值^[2]。DCF 在实践中应用较普遍，在此基础上，又发展了风险修正的净现值法、决策树法、情景分析法等方法。

1.4 实物期权法

实物期权的概念由金融期权延伸而来，描述期权持有者在不确定条件下对实物资产投资的选择权^[3]，实物期权估值模型也由金融期权定价模型引申得到，通过对期权估值模型假设条件和参数值的改变，或者将实物期权中的某些变化趋势更加理想化，逐渐衍生出适用于实物期权特征的估值模型。实物期权估值模型弥补了 NPV 法的部分缺陷，更能体现出评估对象未来不确定性和灵活性价值^[4]。

目前应用较多的实物期权估值模型主要有二叉树期权定价模型和闭合式方程法，其中二叉树模型属于离散时间型方法，闭合式方程法则属于连续时间型方法，闭合式方程法主要有 Black-Scholes 期权定价模型(B-S 模型)和 Geske 复合期权定价模型。

新药研发是一个长周期的动态过程，其进一步的投资取决于前一个研发阶段的成功与否，这个过程是实物期权应用的一个理想领域。本研究将所分析的 A 新药研发项目未进行的研发过程分成 2 个主要的阶段，即研究开发阶段和商业化阶段来分析，因此，商业化阶段的进行与否，取决于研究开发阶段是否成功，即商业化阶段之前只有 1 个期权，期权结构较为简单，因此，本研究选择采用 B-S 模型来计算项目价值^[5]。

2 B-S 模型及推导过程介绍

1973 年, Fischer Black 和 Myron Scholes 推导出 B-S 模型^[6]。在推导 B-S 模型公式时, Black 和 Scholes 给出了一些假设条件,即①短期利率已知,且是一个常数;②股票价格在连续时间内随机游走,其变化率与股票价格成正比,股票价格呈对数正态分布,股票收益率的变化率是恒定的;③股票无红利或其他分红;④期权为欧式期权,即只有在到期日才能执行;⑤在买入或卖出股票或期权时,无交易成本;⑥在短期利率条件下,可以借用证券价格的任何部分来购买或持有它;⑦没有卖空处罚。在这些假设前提下,期权价值取决于股票价格和时间,及已知为常数的变量。通过微分方程求解得到欧式看涨期权的价格,即 B-S 模型公式:

$$C = SN(d_1) - Xe^{-r(T-t)}N(d_2)$$

其中,

$$d_1 = \frac{\ln(S/X) + (r + \sigma^2/2)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}$$

$$d_2 = \frac{\ln(S/X) + (r - \sigma^2/2)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}} = d_1 - \sigma\sqrt{(T-t)}$$

其中, C 为期权价值, S 为标的资产价格, X 为执行价格, t 为期权开始时间, T 为期权到期时间, r 为无风险利率, σ 为标的资产价格的波动率, N(d)是均值为 0, 标准差为 1 的标准正态分布变量的累计概率分布函数(即这个变量 < d 的概率)。B-S 期权定价公式中, 不存在易受投资者风险偏好影响的变量, 即可以看成投资者是风险中性的^[7]。

3 新药研发项目价值评估案例分析

3.1 案例背景

心力衰竭(简称心衰)是一种复杂的临床症状群, 是各种心脏病的严重阶段, 发病率较高, 成为日益严峻的公共卫生问题, 据统计, 目前我国

约有心衰患者 450 万人，且每年约新增 30 万例。《慢性心力衰竭诊断治疗指南》指出心衰 5 年生存率与恶性肿瘤相仿，死亡率高，50% 被诊断为心衰的患者 5 年内死亡，随着年龄的增长，心衰发病率也呈明显上升趋势。随着我国进入老龄化社会，心衰已成为严重影响我国人民身体健康的疾病。尽管现在治疗心衰的方法较多，但西药治疗存在一定的不良反应，而干细胞治疗、起搏治疗、心脏移植和心室辅助装置等新型治疗方法在临床应用较少、价格贵，很难被老百姓接受。近年来研究显示，中医药防治心衰，对于改善患者长期的生活质量、降低住院率及心血管病死率，具有一定的临床作用。

Y 制药企业现有一项治疗心衰的中药新药在研项目(称为 A 新药)，该新药由丹参、炙黄芪和三七等 8 味中药制成，主治功能为益气活血、温阳利水，用于冠心病、肺心病等所致的轻、中度慢性充血性心力衰竭。规格为每片 0.68 g，使用剂量为每日 3 次，每次 2~3 片。

A 新药研发项目自处方引进之后，从 2008 年开始正式启动，并于 2016 年初获得临床试验批件，具体研发进程见表 2。

3.2 传统评价方法下项目估值分析

3.2.1 成本分析法下的 A 新药项目价值 成本分析法就是通过计算对新药研发项目的资金投入来确定项目价值。根据公司提供的 A 新药研发项目的资金投入计划，并对研发费用进行折现，由表 3 可知，A 新药研发项目的研发成本，即 A 新药项目的价值为 1 909.42 万元。由于成本分析法只考虑了研发的成本，并没有考虑新药上市后的收益，对新药研发项目估值有较大的局限性。

表 2 A 新药研发项目研发进程及成功率

Tab. 2 The process and success rate of new drug A R&D project

阶段		阶段总投资/万元	开始年份	结束年份	持续时长/年	成功率%	阶段成功率/%
初始研究阶段	临床前研究	251.72	2008	2011	4	100	100
	申报临床	314.75	2012	2015	4	100	
研究开发阶段	临床 I 期	520	2016	2017	2	60.6	7.1
	临床 II 期	1 080	2018	2020	2	26.3	
	临床 III 期	1 080	2021	2023	3	52.8	
	申报上市	150	2024	2025	2	84.5	
商业化阶段		280	2026	-			

注：成功率来自 Nat Biotech《2003-2011 年新药临床研究成功率分析报告》，研发成本来自企业项目计划书。

Note: The success rate comes from Nat Biotech "Analysis of success rate of new drugs in clinical studies, 2003-2011", R&D costs come from the enterprise project proposal.

3.2.2 市场比较法下的 A 新药项目价值 市场分析法就是根据 A 新药所处的研发时间、研发阶段及治疗领域，找出近期治疗领域相同、在相同研发阶段进行中药技术转让交易的案例，将其交易价格作为参考。A 新药目前所处的阶段为临床试验开始阶段，治疗领域为心脑血管疾病用药，主要治疗慢性心力衰竭，笔者通过对国家 CFDA 数据查询网站、米内网药品审评数据库、药智数据库及网站新闻等渠道的查询，发现 2010—2015 年心脑血管疾病领域通过批准生产的中药新药并不多，约有 7 个新药获批，而其中在获得临床批件后发生技术转让的案例并没有，一般是在获得生产批件之后发生技术转让的相对较多。继续查询 2010—2015 年获得临床批件的治疗心脑血管疾病的中药新药，发现有一例是在获得临床批件后发生了技术转让(蛭龙通络片)，转让价款为 100 万元。由于交易案例较少，且每个新药研发项目所面临的技术和市场不确定性均不相同，可比性较差。因此，市场比较法在 A 新药项目的估值中并不适用。

3.2.3 DCF 下的 A 新药项目价值 首先，根据传统的 DCF 计算该项目的价值，考虑到 B-S 期权估值模型对研发阶段的简要划分，在此将 A 新药研发项目的整个过程划分为 3 大阶段进行统计，已完成的部分为初始研究阶段，未进行的研发过程分别为研究开发阶段和商业化阶段，如表 2 所示。项目各阶段的投资及各年的现金流量简表见表 3。

通过净现值(net present value, NPV)法对 A 研发项目进行投资分析，计算得出在投资决策点时项目价值为 181.39 万元，由于净现值>0，单独评估该项目则认为可以进行投资。

表3 A 新药研发项目研发各阶段现金流量情况

Tab. 3 The cash flow of new drug A R&D project at all stages of research and development

初始研究阶段							
年份	资本投资/ 万元	净现金流/ 万元	成功率/ %	折现 因子	折现到 2016 年/万元		
2008	2.98	-2.98	100	1.17	3.49		
2009	203.15	-203.15	100	1.15	233.36		
2010	3.01	-3.01	100	1.13	3.39		
2011	42.58	-42.58	100	1.10	47.01		
2012	0.35	-0.35	100	1.08	0.38		
2013	7.81	-7.81	100	1.06	8.29		
2014	194.04	-194.04	100	1.04	201.88		
2015	112.55	-112.55	100	1.02	114.80		
研究开发阶段							
年份	资本投资/ 万元	净现金流/ 万元	成功率/ %	累积概率 /%	折现 因子	折现到 2016 年/万元	
2016	339.08	-339.08	100	100	1.00	339.08	
2017	180.92	-180.92	60.6	100	0.98	177.37	
2018	270	-270	100	60.60	0.58	209.69	
2019	270	-270	100	60.60	0.57	205.58	
...	
2023	360	-360	52.8	15.94	0.07	49.96	
2024	75	-75	100	8.42	0.07	5.39	
2025	75	-75	84.5	8.42	0.07	5.28	
研究阶段总投资现值/万元					1 909.42		
商业化阶段							
年份	销售收入 /万元	利润 率/%	净现金流/ 万元	成功 率/%	累积概 率/%	折现 因子	折现到 2016 年/万元
2026	568.78	11.24	63.93	100	7.11	0.06	3.44
2027	958.71	11.24	107.76	100	7.11	0.06	5.69
2028	1 612.57	11.24	181.25	100	7.11	0.06	9.39
...
2043	22 939.53	11.24	2 578.40	100	7.11	0.04	99.22
2044	23 659.82	11.24	2 659.36	100	7.11	0.04	100.33
2045	24 343.15	11.24	2 736.17	100	7.11	0.04	101.21
终值			22 801.41	100	7.11	0.04	826.85
商业化初始时间点投资现值/万元						212.21	
项目净现值/万元						181.39	

表5 国内治慢性充血性心衰的主要中药

Tab. 5 The main traditional Chinese medicines to treat chronic congestive heart failure

药名	主要适应证	企业
芪苈强心胶囊	心力衰竭、高血压、充血性心力衰竭、冠心病、大血管错	石家庄以岭药业
补益强心片	心力衰竭、高血压、充血性心力衰竭、冠心病、大血管错	苏州滋露药业
心脉隆注射液	通阳利水，为慢性肺原性心脏病引起的慢性充血性心力衰竭的辅助用药	云南腾药制药
福寿草片	强心、利尿、镇静、减慢心率。用于室性早搏，慢性心力衰竭等	上海雷允上药业
参附强心丸	强心利水。用于慢性心力衰竭而引起的心悸、气短、胸闷喘促、面肢浮肿等症	天津中新药业集团股份有限公司达仁堂制药厂

3.3 B-S 模型评估项目价值及参数取值

在利用 B-S 模型计算金融期权和实物期权的价值时，模型中参数的含义和取值有相似之处，也会存在一些差异。在金融领域中，股票期权的股票价格、执行价格、红利、无风险利率、波动率和到期时间等 6 个因素的影响，也是期权定价模型中主要考虑的变量^[8]。而利用实物期权方法来评价项目的关键就是找出项目中与金融期权的 6 个影响因素相对应的参数取值，见表 4。由于 B-S 模型适用于无红利的期权估值，且本研究待评估的 A 新药项目由 Y 制药企业自主研发，所以对红利这一因素不予考虑。

表4 实物期权与股票期权影响因素比较

Tab. 4 Influencing factors comparison of real option and financial option

股票期权	变量	实物期权
股票现时价格	S	项目预期现金流收益现值
执行价格	X	项目的商业化投资成本现值
期权的有效期限	T	项目投资机会的持续时间
股票价格的不确定性 即波动率	σ	项目价值的不确定性即波动率
无风险利率	r	无风险利率

3.3.1 标的资产(基础资产)价值 S 实物期权中标的资产的价值一般为项目未来收益的现值之和，通常运用贴现现金流计算。在新药研发项目中标的资产为商业化投资后预期的现金流，即为 S 。本案例所选取的 A 新药研发项目为慢性充血性心力衰竭中药，目前我国市场上治疗心衰的中药数量非常少，见表 5，在这些药品中，芪苈强心胶囊与 A 新药的预期治疗效果和销售收入较为符合，且销售数据相对较易获得，因此本研究以该药上市后的销售额来预测 A 项目新药的销售情况。

从网上搜集到芪苈强心胶囊自上市后各年的销售收入, 见图 1^[9], 从销售额增长趋势来看, 2010 年之前芪苈强心胶囊的销售收入增长较缓慢, 之后增长较快, 根据该趋势在 Excel 中分别以指数函数和对数函数分段模拟出芪苈强心胶囊的销售收入曲线图, 结果见图 2~3。

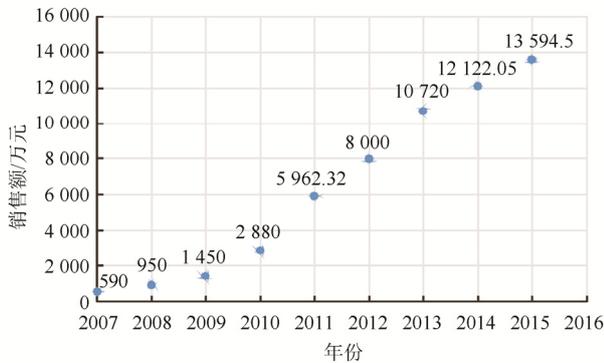


图 1 芪苈强心胶囊销售额

Fig. 1 Sales of Qiliqiangxin capsule

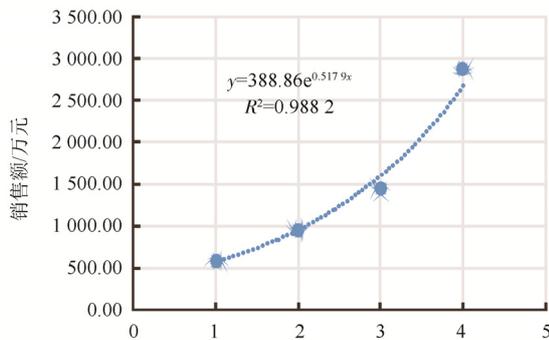


图 2 芪苈强心胶囊 2010 年之前销售额曲线

Fig. 2 Sales curve of Qiliqiangxin capsule before 2010

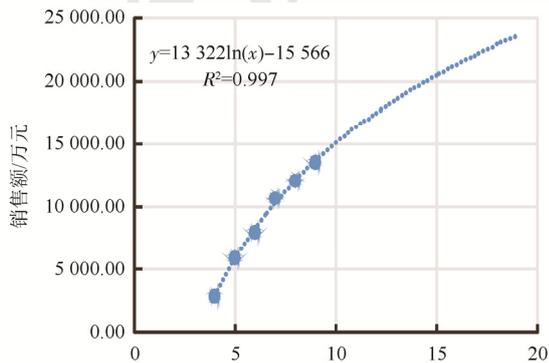


图 3 芪苈强心胶囊 2010 年之后销售额曲线

Fig. 3 Sales curve of Qiliqiangxin capsule after 2010

预计 A 新药项目在 2026 年上市, 根据模拟曲线预测出 A 新药上市后 20 年的销售额, 2045 年之后的项目现金流根据永续年金法计算得到, 具体见表 6, 通过计算得出 A 新药研发项目标的资产价值 S 为 6 876.59 万元。

表 6 标的资产价值的计算

Tab. 6 Calculation of the underlying asset value

年份	销售收入/ 万元	利润 率/%	净现金流/ 万元	成功 率/%	折现 因子	折现到 2026 年/万元
2026	568.78	11.24	63.93	100	0.87	55.59
2027	958.71	11.24	107.76	100	0.76	81.48
2028	1 612.57	11.24	181.25	100	0.66	119.18
2029	2 902.21	11.24	326.21	100	0.57	186.51
2030	5 874.93	11.24	660.34	100	0.5	328.31
2031	8 303.82	11.24	933.35	100	0.43	403.51
2032	10 357.42	11.24	1 164.17	100	0.38	437.66
2033	12 136.32	11.24	1 364.12	100	0.33	445.93
2034	13 705.43	11.24	1 540.49	100	0.28	437.9
2035	15 109.04	11.24	1 698.26	100	0.25	419.78
2036	16 378.76	11.24	1 840.97	100	0.21	395.7
2037	17 537.93	11.24	1 971.26	100	0.19	368.44
2038	18 604.26	11.24	2 091.12	100	0.16	339.87
2039	19 591.52	11.24	2 202.09	100	0.14	311.22
2040	20 510.64	11.24	2 305.40	100	0.12	283.32
2041	21 370.43	11.24	2 402.04	100	0.11	256.69
2042	22 178.07	11.24	2 492.81	100	0.09	231.65
2043	22 939.53	11.24	2 578.40	100	0.08	208.35
2044	23 659.82	11.24	2 659.36	100	0.07	186.86
2045	24 343.15	11.24	2 736.17	100	0.06	167.18
终值			22 801.41	100	0.05	1 211.45

注: Y 制药企业平均利润率来自该企业 2005—2014 年年报。

Note: Y pharmaceutical company's average profit margin comes from its annual report of 2005–2014.

3.3.2 期权执行价格 K(行权价格) 实物期权的执行价格具有不可预测性, 一般采用随机交割价格。对于新药研发项目而言, 各期期权的执行价格为项目各阶段的投资成本折现到阶段起始时间的现值。在 A 研发项目中, 执行价格为新产品商业化阶段起始时间所需要的推广基建筹备等费用。根据企业经验预测商业化起始阶段的投资为 280 万元, 并且在 2026 年初一次性投入, 因此, 不需要贴现。

3.3.3 无风险利率 r 无风险利率即不存在违约风险的收益率, 可以参照剩余期限与实物期权行权期限相同或者相近的国债到期收益率, 也可选用当年居民 3 个月整存整取的存款利率作为无风险利率。本研究选用中国人民银行网站发布的 2012—2015 年居民 3 个月整存整取的银行存款利率, 期间共调整 8 次, 取平均值为 2.0%。

3.3.4 期权持有时间 T(行权期限) 期权持有期限即期权有效期, 为开始进行项目投资决策时点到

执行期权之间的时间长度。本研究案例中，期权持有时间是从项目决策点开始，到商业化阶段的起始点为止，即从2016—2025年， T 取10年。

3.3.5 标的资产价值的波动率 σ 标的资产价值的波动率是其相对变动的标准差，用来衡量资产价值的不确定性程度。波动率的准确性直接影响着期权价值能否反映项目的潜在真实价值。波动率的数值不能直接从市场上取得。从统计学的角度来看，波动率可以看作是资产价值变动的标准差。由于标的资产的价格缺乏历史交易记录，因此很难对波动率 σ 进行准确地估算^[10]。

根据文献的介绍，一般选用企业平均年化波动率，通过计算得出值为0.44。计算过程如下：

从市场上获得2013—2015年Y制药企业每月的股票价格。求出每月末的股价与该月初的股价之比的自然对数：

$$X_i = \ln \frac{P_{t+1}}{P_t}$$

X_i 为资产的对数收益， P_t 为基期资产价格， P_{t+1} 为报告期资产价格。求出所有 X_i 的标准差，再乘以一年中包含的时段数量的平方根，即得历史波动率。计算公式^[11]：

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N-1}}$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$$

N 是观察值的数量。

3.4 B-S 期权估值模型计算结果

由以上具体计算过程得出 B-S 期权估值模型的参数取值分别如下： S 为6 876.59万元， X 为280万元， T 为10年， r 为2.0%， σ 为0.44， d_1 为3.140 066 83， d_2 为1.748 666 83。

将各参数值代入 B-S 模型公式中，可得新产品上市时间点的项目价值为 $C = SN(d_1) - Xe^{-r(T-t)}N(d_2) = 6 650.75$ 万元。

在2016年开始之后的研究开发阶段中，Y制药企业每年对A新药研发项目资金投入，折现到2016年年初构成购买期权的成本1 726.95万元(表3)。再考虑到A新药项目在初始研发阶段即2016年之前的投入折现到2016年的费用，由企业的项目财务报表可知为612.60万元。因此A新药研发项目预期研发总投资为2 339.54万元，预期新产品上市后的项目价值折现到2016年的现值为

5 455.93万元。可以看出项目未来的价值远大于研发投入的费用，因此判断项目可行。

4 讨论

4.1 实物期权法和 NPV 法计算结果比较

通过计算可以发现，运用实物期权法计算出的项目期权价值要远大于 NPV 法下的项目净现值。新药研发项目周期较长，不确定因素多，NPV 法计算过程中用风险因素修正折现率，本研究主要以研发各阶段的成功率作为主要风险因素，调整之后折现率变大，从而净现值减小，而较长的研发周期又进一步扩大了这种影响。但是在实际投资中，随着研发的不断推进和深入，不确定性因素逐渐减少，决策者可以在前期研发的基础上，根据新的信息作出新的投资决策。实物期权法的特点就是考虑到这种灵活性的潜在价值，因此实物期权法增大了项目价值。此外，在 B-S 模型计算过程中，参数的取值也会影响研发项目的价值。对于单个新药研发项目而言，参数选取时所需要的相关历史数据越丰富全面，则参数越容易确定，对项目价值的评估也更有利。本研究的 A 新药属于中药，企业内部和市场上均缺乏类似中药研发过程的相关历史数据，因此本研究在选择参数基础数据时，难免会有偏差。

4.2 敏感因素分析

实物期权法计算 A 新药项目的期权价值，会受到新产品未来销售额、执行价格 X 、期权持有时间 T 、无风险利率 r 及波动率 σ 等参数的影响。本研究以 A 新药未来销售额(E)的变化为敏感因素，来分析其对 A 项目期权价值变化的影响大小，见图 4。

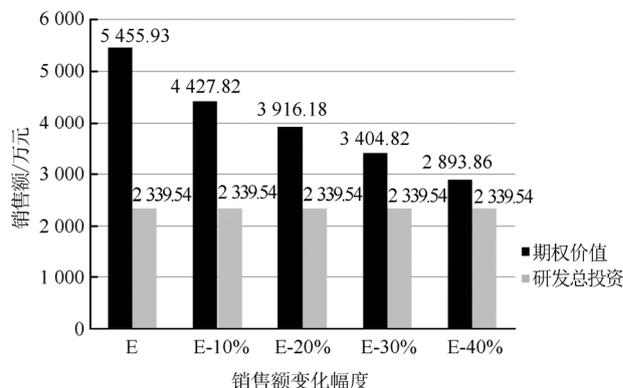


图 4 A 新药的销售额变化对项目期权价值的影响

Fig. 4 Effect of changes in sales of new drug A on project's option value

从图 4 中可以直观看出,随着 A 新药销售收入逐渐减少,项目期权价值也迅速减少。当预期 A 新药销售收入减少 10%时,项目期权价值下降 18%;当 A 新药销售收入减少 40%时,项目期权价值减少到 2 893.86 万元,略高于项目研发的总投资额 2 339.54 万元。因此,新产品预期收入对项目期权的价值有较大影响,决策者在做决策时,需要充分考虑新产品预期销售收入的各种情况,并需要评估企业对此因素波动的承受能力,以选择是继续、推迟还是放弃研发项目。

对于其他影响因素,可以参考类似的方法进行敏感分析。

5 总结

通过以上对 B-S 期权估值模型的应用和分析,可以得出该模型在新药研发项目价值评估中具有一定的适用性。首先,B-S 模型计算公式适用于看涨期权,在新药研发项目中表示新药的研发会在前一研发阶段完成后进入下一研发阶段;且 B-S 模型适用于剩余较少研发阶段的新药研发项目,如研发已进行到 III 期临床实验阶段或申报生产阶段,此时研发中的不确定性较为明确,而本研究对所剩余研发阶段进行了合并。其次,在使用该模型计算项目价值时,参数的取值需要大量的基础数据支持,因此需要根据待评估项目的新药种类、治疗领域及相应的研发成功率等因素收集大量的已上市品种的历史数据,如在预测 A 新药上市后的销售额时,则需要收集具有相同适应证且已上市的中药销售数据作为参考,同时还需要关注新药治疗领域的流行病学数据,为新药上市后的销售额增长率及市场需求的预测提供依据。最后,本研究运用了不同的估值方法对 A 新药研发项目进行了价值评估,实物期权法得到的项目价值更大,验证了实物期权法更能体现项目不确定性和灵活性价值,实物期权法认为不确定性能增加项目价值,而这种不确定性在 DCF 法中会减少

项目价值。实物期权法评估新药研发项目价值时能够更大程度地挖掘项目不确定性带来的潜在项目价值,对制药企业的研发项目价值评估有着重要意义。制药企业在评估其研发项目时,可以考虑采用多种评价方法来评估项目价值,从而得到更全面的结果。由于研发项目未来收益的预测中存在多种不确定性因素,因此不论采用何种估值方法,得到的结果均作为决策者参考依据的一方面,决策者还要结合政策、市场、企业战略和投资者的风险偏好等因素综合考虑研发项目的投资决策。

REFERENCES

- [1] 李中华, 芮国忠. 新药研发项目价值评估的财务分析方法 [J]. 中国医药技术经济与管理, 2007, 1(2): 79-86.
- [2] LI R S. The research of valuation of new drug project and license contract with binomial tree method [D]. Tianjin, Tianjin University, 2012.
- [3] MYERS S C. Determinants of corporate borrowing [J]. J Financial Economics, 1977, 5(2): 147-175.
- [4] 刘玉平, 王奇超. 资产评估中的实物期权方法研究[J]. 行政事业资产与财务, 2012(52): 63-66.
- [5] NIGRO G L, MORREALE A, ENEA G. Open innovation: A real option to restore value to the biopharmaceutical R&D[J]. Int Product Economics, 2014, 149(149): 183-193.
- [6] BLACK F, SCHOLES M. The pricing of options and corporate liabilities [J]. J Political Economy, 1973, 81(3): 637-654.
- [7] GUO J. A research on capital investment decision based on fuzzy real options approach [D]. Nanjing: Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, 2008.
- [8] DAI H Z. Real options valuation in R&D project evaluation [J]. Sci Res Management(科研管理), 2000, 21(2): 108-112.
- [9] 李珊珊, 徐列海, 廖星昊. 以岭药业 IPO 投资价值分析报告 [EB/OL]. (2011-07-18). <http://www.cnstock.com/08gorgsi/gsyj/201107/1421447.htm>.
- [10] LU Y. The evaluation of new drug investment based on fuzzy real options approach [D]. Hangzhou: Zhejiang University of Finance and Economics, 2013.
- [11] CHAI Q W, ZHAO R, LI Y F, et al. Parameter analysis and application of Binomial Tree Model in the value evaluation of new drug projects [J]. Chin J New Drugs(中国新药杂志), 2016, 25(16): 1820-1825.

收稿日期: 2016-09-12

(本文责编: 蔡珊珊)