

蒙特卡罗模型在投资项目决策中的开发应用

王 庆

(西安长庆科技工程有限责任公司, 西安 710021)

摘要:随着社会主义市场经济体制的逐步完善、经济水平的逐步提高,我国社会经济活动日趋复杂,越来越多变,其影响越来越广泛,越来越深远,不确定性逐渐成为企业决策时所面临的主要难题。因此本文提出了蒙特卡罗模型在不确定性项目中的应用,介绍了蒙特卡罗模型的理论和方法,在 EXCEL 表中如何进行不确定性项目分析的应用。本文采用定量分析和定性分析相结合的方法对其进行阐述。

关键词:蒙特卡罗模型; 投资项目决策; 不确定性

中图分类号: F270.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2009)11-0119-05

1 问题的提出

随着社会主义市场经济体制的逐步完善、经济水平的逐步提高,我国社会经济活动日趋复杂,越来越多变,其影响越来越广泛,越来越深远,不确定性逐渐成为企业决策时所面临的主要难题。因此,如何在不确定条件下做出投资决策,就成为目前理论和实践工作者们广泛关注的一个核心课题。

传统的投资评价理论——以净现值法(NPV)为代表的投资决策分析方法,其根本缺陷在于它们是事先对未来的现金流量做出估计,并假设其为不变或静态的状况,无法衡量不确定因素的影响,不能体现递延决策以应对所带来的管理弹性。所以,在不确定环境下的投资,用净现值法评估项目不能体现柔性投资安排决策所体现的价值,无助于项目在决策中回避风险。在多变的市场环境中,不确定性与竞争者的反应使实际收入与预期收入有所出入,所以净现值法(NPV)适用于常规项目,未来不确定性比较小的项目。

为此理论界对未来投资环境不确定性大的项目提出了实物期权法,但在实践中应用的还是比较少。实物期权法的应用对企业决策者的综合素质要求比较高,对企业资源能力要求也比较高。但是实物期权法改变了我国管理者对战略投资的思维方式。

基于以上的分析,我们得出这样的结论:传统的投资决策方法对风险项目和不确定性项目的评价有较多不完善之处,有必要对其改进;实物期权法理论上解决了传统决策方法对不确定性项目评价的不足,

但其应用尚处于体系不成熟阶段,在实践中应用并不广泛。至此,本文引入蒙特卡罗模型的理论和其分析方法,此方法特别适用于参数波动性大,且服从某一概率分布的项目,例如地质勘察、气田开发等项目。

蒙特卡罗模型是利用计算机进行数值计算的一类特殊风格的方法,它是把某一现实或抽象系统的某种特征或部分状态,用模拟模型的系统来代替或模仿,使所求问题的解正好是模拟模型的参数或特征量,再通过统计实验,求出模型参数或特征量的估计值,得出所求问题的近似解。目前评价不确定和风险项目多用敏感性分析和概率分析,但计算上较为复杂,尤其各因素变化可能出现概率的确定比较困难。蒙特卡罗模型解决了这方面的问题,各种因素出现的概率全部由软件自动给出,通过多次模拟,得出项目是否应该投资。该方法应用面广,适应性强。惠斯通(Weston)对美国1000家大公司所作的统计表明:在公司管理决策中,采用随机模拟方法的频率占29%以上,远大于其他数学方法的使用频率^[1]。特别,该方法算法简单,但计算量大,在模拟实际问题时,要求所建模型必须反复验证,这就离不开计算机技术的帮助,自然可利用任何一门高级语言来实现这种方法。本文通过一案例具体实现了基于Excel的Monte Carlo模拟系统,由于Microsoft Excel电子表格软件强大的数据分析功能和友好的界面设计能力,使系统实现起来颇感轻松自如,本文的努力或许对管理决策自动化有所启示。

2 理论和方法

收稿日期:2009-09-18

作者简介:王庆(1982—),女,甘肃环县人,西安长庆科技工程有限责任公司,助理工程师,技术经济及管理硕士,研究方向为技术经济。

蒙特卡洛模拟早在四十年前就用于求解核物理方面的问题。当管理问题更为复杂时,传统的数学方法就难以进行了。模拟是将一个真实事物模型化,然后对该模型做各种实验,模拟也是一个通过实验和纠正误差来寻求最佳选择的数值性求解的过程^[2]。模拟作为一种有效的数值处理方法,计算量大。以前只是停留在理论探讨上,手工是无法完成的。在管理领域由于规律复杂随机因素多,很多问题难以用线性数学公式分析和解决,用模拟则有效得多。在新式的计算机普及后,用模拟技术来求解管理问题已成为可能。

计算机模拟技术和其它方法相比有以下优点:

- 1) 成本低、风险小,在产品未投产,实际生产未形成就可以对市场进行分析模拟,极大地减少费用和风险。
- 2) 环境条件要求低,工作人员不需要高深的数学能力,完全依靠计算机进行,在硬件和软件日益降价的情况下,可以成为现实。
- 3) 可信度高,常用的统计推理方法需要大量历史数据(如平均数法、最小二乘法),对无历史资料的场合就无能为力(如新产品),而且精度低。

模拟的最大特点是借助一个随机数来模仿真实的现实,随机数的产生则由计算机来产生。称为伪随机数。即:

$$R_n = F(r - 1, r - 2, \dots, r - k)$$

在以对象为中心的软件中, EXCEL 有一个 RAN E () 函数实现伪随机数功能。RAN E () 实际上是一个会自动产生伪随机数的子程序。用产生的伪随机数模拟市场购买行为,得出产品销售量,在生产成本相对固定时进而推测出产品的利润。此方法不用编制复杂的程序,思路假设为,作为系统内部是可以控制的,即企业内部生产成本可以人为控制,但系统外部因素是不可控制的(消费心理导致的消费行为),则生产与销售就会产生矛盾。生产量小于销售量,造成开工不足资源浪费;生产量大于销售量,造成产品积压,资金占用,同样形成资源的浪费。最好生产量等于销售量,则资源浪费最小,自然经济效益就最高,实际就是利润最大化。如果能科学地测算出在什么情况下利润最大,则这时的产量就是最佳产量,成本也就最低。这就是市场作为导向,以销定产的公认市场经济的准则。实际工作中,很多产品的消费是具有随机性的,主要是一些需求弹性大、价格弹性大、价格低、与日常生活有关的中、小商品,如副食品、日用消费品、玩具、轻工业产

品。对企业而言利润较高的产品。
从以上分析可以看出,蒙特卡洛模拟可以动态实现对产品利润的预测,从而对产品产量科学控制,实现资源优化,是一种较好的决策支持方法。
3 蒙特卡罗模型在 Excel 表中的应用
某气田投资项目期投资、寿命期、残值以及各年的收入、支出,以及应付税金的税率、项目的资本成本等都是独立的随机变量,他们的概率密度函数如表 1 所示。

表 1 各变量对应概率密度函数表

	A	B	C	D
2		概率	对应的随机数	可能值
3	投资 Y ₀	0 2	0	450
4		0 5	20	500
5		0 3	70	550
6	寿命 N	0 5	0	6
7		0 3	50	7
8		0 2	80	8
9	残值 F	0 25	0	40
10		0 5	25	50
11		0 25	75	60
12	税率 T _e	0 2	0	45
13		0 5	20	48
14		0 3	70	51
15	年收入 R	0 15	0	700
16		0 3	15	750
17		0 4	45	800
18		0 15	85	850
19	年支出 C	0 2	0	100
20		0 4	20	150
21		0 3	60	200
22		0 1	90	250
23	资本成本 i	0 1	0	10
24		0 2	10	12
25		0 4	30	14
26		0 2	70	16
27		0 1	90	18

每年的折旧 D_t 使用直线法,因此: D_t= (投资-残值) / 寿命期(t= 1, 2, ..., n) 各年的现金流量 Y_t 的计算公式为 Y₀= 投资(负值),即:

$$Y_t = (R - C - Dt)(1 - T_e) + Dt \quad (t = 1, 2, \dots, n)$$

试模拟 5 000 次计算:

NPV 期 望 值 _____, NPV 标 准 差 _____,
NPV 最 大 值 _____, NPV 最 小 值 _____,

变异系数 _____, NPV 为负的概率 _____。

本案例用 windowsXP 中的 Excel2003 对该项目进行模拟如下:

1) 在 A32 单元格(投资 Y₀ 模拟: 随机数) 输入: = RANDBETWEEN(0, 99); 在 B32 单元格(投资 Y₀ 模拟: 投资) 输入: = VLOOKUP(A32, \$ C\$ 3: \$ D\$ 5, 2);

2) 在 C32 单元格(寿命 N 模拟: 随机数) 输入: = RANDBETWEEN(0, 99); 在 D32 单元格(寿命 N 模拟: 寿命) 输入: = VLOOKUP(C32, \$ C\$ 6: \$ D\$ 8, 2);

3) E32, G32, I32, K32, M32 单元格分别输入: = RANDBETWEEN(0, 99); F32= VLOOPUP(E32, \$ C\$ 9: \$ D\$ 11, 2), H32= VLOOPUP(G32, \$ C\$ 12: \$ D\$ 14, 2), J32= VLOOKUP(I32, \$ C\$ 15: \$ D\$ 18, 2), L32= VLOOKUP(K32, \$ C\$ 19: \$ D\$ 22, 2), N32= VLOOKUP(M32, \$ C\$ 23: \$ D\$ 27, 2)

4) O32= (B32- F32)/D32, P32= (J32- L32- O32)* (1- H32/100) + O32, Q32= PV(N32/100, D32, - P32)- B32;

5) H3 = AVERAGE (Q32, Q5031), H4 = STDEV(Q32, Q5031), H5= MAX (Q32, Q5031), H6= MIN (Q32, Q5031), H7= H4/H3, H8= COUNTIF(Q32: Q5031, “ < 0”)/COUNT (Q32, Q5031) 。

在 Excel 工具表中模拟 5 000 次, 结果输出见表 2:

表 2 结果输出表(1)

	A	B	C	D	E	F	G	H
	投资 Y ₀ 模拟		寿命 N 模拟		残值 F 模拟		税率 T _e 模拟	
	随机数	投资	随机数	寿命	随机数	残值	随机数	税率
32	17	450	78	7	51	50	2	45
33	31	500	84	8	87	60	67	48
34	22	500	63	7	97	60	88	51
35	95	550	70	7	40	50	81	51
36	31	500	96	8	20	40	12	45
37	16	450	1	6	41	50	66	48
38	79	550	33	6	87	60	51	48
39	0	450	97	8	78	60	17	45
40	35	500	43	6	22	40	5	45
41	3	450	70	7	52	50	87	51
42	78	550	39	6	69	50	30	48
43	20	500	36	6	90	60	2	45
44	96	550	5	6	92	60	40	48
45	51	500	36	6	90	60	20	48
46	58	500	39	6	1	40	11	45
47	4	450	79	7	22	40	29	48
48	83	550	36	6	40	50	62	48
...

表 3 结果输出表(2)

	I	J	K	L	M	N
	年收入 R 模拟		年支出 C 模拟		资本成本 i 模拟	
	随机数	年收入	随机数	年支出	随机数	资本成本
32	12	700	88	200	4	10
33	11	700	88	200	59	14
34	3	700	79	200	7	10
35	68	800	20	150	77	16
36	23	750	21	150	53	14

	I	J	K	L	M	N
37	98	850	73	200	40	14
38	37	750	23	150	99	18
39	72	800	92	250	16	12
40	81	800	96	250	46	14
41	32	750	17	100	74	16
42	70	800	73	200	17	12
43	39	750	78	200	68	14
44	12	700	46	150	92	18
45	79	800	75	200	15	12
46	10	700	52	150	54	14
47	45	800	1	100	87	16
48	75	800	47	150	4	10
...

表 4 结果输出表(3)

	O	P	Q
	折旧 Dt	各年现金流量 Yt	NPV
32	75	307 75	840. 331 480 3
33	76. 666 67	348 8	856. 367 229 8
34	64. 285 71	342 857 1	1 064 716 528
35	75	374	878. 091 229 7
36	55. 714 29	364 742 9	1114. 128 559
37	62. 857 14	368 171 4	986. 884 406 8
38	73. 333 33	355 9	883. 976 769 1
39	58. 571 43	299 371 4	1 007 465 496
40	83. 333 33	336 5	689. 913 633 2
41	83. 333 33	326	717. 705 610 4
42	66. 666 67	344	964. 324 119 3
43	85	352 8	749. 974 828 5
44	57. 142 86	347. 642 9	1 040 798 547
45	64. 285 71	276 428 6	761. 552 700 4
46	76. 666 67	348 8	785. 235 884 8
47	48 75	335 4	1 105 874 95
48	57. 5	391 6	1 200 950 194
...

表 6 净现值概率分布统计表

净现值概率分布统计			
系统分组	分布区间	概率	累计概率
300	3 以下	0	0
400	3~ 4	0	0
500	4~ 5	0. 003 6	0. 003 6
600	5~ 6	0. 024 4	0. 028
700	6~ 7	0. 062	0. 09
800	7~ 8	0. 132 2	0. 222 2
900	8~ 9	0. 189 8	0. 412
1000	9~ 10	0. 199 2	0. 611 2
1100	10~ 11	0. 162 8	0. 774
1200	11~ 12	0. 116 2	0. 890 2
1300	12~ 13	0. 054 8	0. 945
1400	13~ 14	0. 033 8	0. 978 8
1500	14~ 15	0. 013 2	0. 992
1600	15~ 16	0. 005	0. 997
1700	16~ 17	0. 001 8	0. 998 8
1800	17 以上	0. 001 2	1

注:具体数据在 EXCEL 数据表中,这里不再详细列出。

所得结果如下:

表 5 净现值模拟计算结果表

	F	G	H
2	净现值模拟计算结果		
3	净现值期望值	952 130 17	
4	净现值标准差	198 905 01	
5	净现值最大值	1 726 983 3	
6	净现值最小值	405 545 02	
7	变异系数	0. 208 905 3	
8	净现值为负的概率	0	

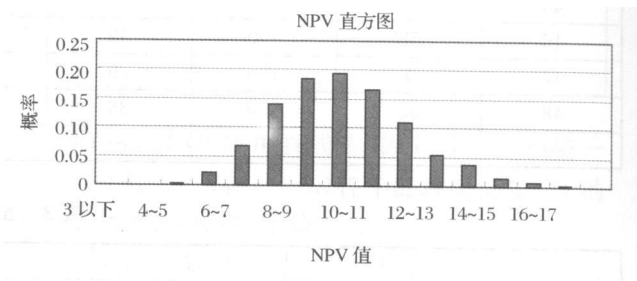


图 1 净现值(NPV)直方图

从分析结果得出,虽然此项目未来的不确定性很大,但由图可知,此气田开发项目服从正态分布,模拟 5 000次的结果是净现值为负的概率为零,并且项目的期望净现值为 952 13 万元,说明项目值得开发。

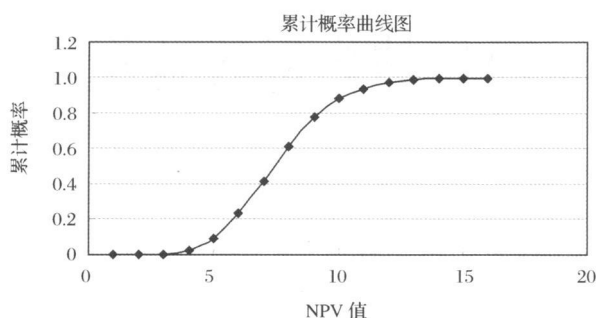


图 2 累计概率曲线图

4 结论

由以上的案例分析可知, 基于蒙特卡罗模拟的风险分析, 对于工程实际应用具有较强的参考价值。随机模拟 5 000 次, 如果仅靠人的大脑进行计算, 这在现实世界中是不可能的, 但考虑到系统决策支持功

能, 算法设计为由使用者自己设计方案, 采用人机交互, 这样可以发挥使用者的经验判断; 系统实现模拟运算——系统对每一个设定的投资项目期投资、寿命期、残值以及各年的收入、支出, 以及应付税金的税率、项目的资本成本等随机变量及他们的概率密度函数, 通过蒙特卡罗模拟方法, 得出了项目在不同概率发生的情况下净现值模拟计算结果。为人们解决不确定性项目的决策提供了简单的方法, 节约了人们的工作量和时间。但是利用蒙特卡罗模型分析问题时, 收集数据是非常关键的。

参考文献

- [1] 姜庆华, 李国锋. 基于 Excel 的蒙特卡罗模拟方法的实现[J]. 聊城师范学报: 自然科学版, 2006(6): 26-29.
- [2] 毛禹忠, 张迪. 蒙特卡罗法与计算机模拟不编程决策支持系统[J]. 技术经济与管理研究, 2000(2): 61-63.

Development and Application of Monte Carlo Mode in Investment Project Decision

WANG Qing

(Xián Changqing Technology & Engineering Co., Ltd, Xián 710021, China)

Abstract: With the development of socialist market economic system gradually improved, the economic level gradually increase, the growing complexity of China's social and economic activities, more varied, its influence more widely, more far reaching implications, the uncertainty have gradually become enterprises the main problem that they make decisions. Therefore this paper, Monte Carlo model in the uncertainty in the application of the project, introduced the Monte Carlo model of the theory and method, in the EXCEL table uncertainty how to proceed with the application of project analysis. In this paper, I use a combination of the quantitative and qualitative analyses.

Key words: monte carlo model; investment project decision; uncertainty

(上接第 46 页)

Cultivate the Industry Cluster of Yingkou Port by Game Analysis

SHI Haoran, SHEN Yuzhi

(Liaoning Technology University, Huludao Liaoning 125105, China)

Abstract: For Yingkou Port, in order to develop persistently, we must promote the cooperation work continuously. If we cultivate the industry cluster of Yingkou Port, and utilize the geographical position and industrial relations, through the ways such as resource sharing, complementary advantages, combine the fund, shared risks to cooperate and innovate. We can not only overcome the difficulties from lacking of innovation resources, but also can distribute the risks, and improve the innovation ability and efficiency. As a result, both of the competitive sides can realize win-win situation. Through designing the cooperative and competitive game model to analyze how to cultivate the Industry cluster of Yingkou Port, so that we can improve the competitive strength of Yingkou Port.

Key words: game; industry cluster; cooperative and competition.