

# 存货成本管理的蒙特卡洛模拟

冯文滔 陈良华(博士生导师)

(东南大学经济管理学院 南京 211189)

**【摘要】** 本文不再严格考虑传统存储模型下的三个基本假设条件,建立随机存货模型,并且利用最新的Crystal Ball软件进行蒙特卡洛仿真模拟。结果表明由此做出的存货投资决策更加接近现实,也有助于企业完善存货成本管理。

**【关键词】** 不确定性 存货成本管理 蒙特卡洛模拟

## 一、传统存储模型存在的问题

存货需要占用大量的流动资金。从价值链的角度分析,存货成本降低的可能性较大,流通企业以及存货较多的企业完全可能将降低存货成本作为自己的又一利润来源。传统存货管理的重点就是降低厂商自身的库存费用,实现存储费用最小化,即: $Q^* = \sqrt{2KD/K_c}$  和  $T^* = \sqrt{2KDK_c}$ 。其中, $Q^*$ 表示最佳订货量, $T^*$ 表示最低总成本, $K$ 表示单位订货成本, $K_c$ 表示持有总成本, $D$ 表示一段时间内市场总需求量。传统存储模型存在三个基本假设:①需求量稳定,为已知常量;②无缺货成本;③集中到货,而非陆续入库。

当今的经济环境已经发生变化,市场需求呈现随机的特征,传统假设指导下的存货决策模型已不能发挥应有的效果。本文介绍一种基于现代随机模拟技术“蒙特卡洛模拟”的最优存储模型,不再严格考虑传统存储模型的三大基本假设条件,使存货投资决策更加接近现实。

## 二、蒙特卡洛模拟法简介

蒙特卡洛模拟法又称随机模拟法,它是计算机模拟的基础。蒙特卡洛模拟建立在中心极限定理的基础上,假设某个随机变量 $Y$ 的期望值为 $\theta$ ,且 $\theta = E(Y)$ ,那么我们假设可以产生与 $Y$ 独立同分布的随机变量的值,每产生一次完成一次模拟。假设进行了 $k$ 次模拟,产生了 $k$ 个值: $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_k$ ,令 $\bar{Y}$ 是它们的代数平均值,那么 $\bar{Y}$ 就可以看作 $\theta$ 的一个估计值。并且我们可以证明在中心极限定理的假设下, $k$ 越大, $\bar{Y}$ 越接近正态分布,那么 $\bar{Y}$ 也就是 $\theta$ 的一个较好的估计值。

在一个市场导向的供求系统中,市场需求的不确定性是存货管理的一个至关重要的问题。一般而言,对市场需求的预测可以采用平均值的方法,但是其忽视了预计因素变动的不确定性。现实的情况是不确定因素大多服从不同的概率分布,所以,把这种变化明确地表现到预测和模拟当中是一种可以考虑的选择。基于Excel加载宏的Crystal Ball软件是由美国Decisioneering公司最新开发的模拟软件,具有计算机仿真模拟功能,可以在运行结果中自动搜索仿真模型的最优解。本文建立了一个基于52周的随机存货模型(见图1,金额单位为元),模型说明:预测变量不同水平的变化能够影响存货决策

的结果。

## 三、随机存货模型的蒙特卡洛模拟

**1. 基本设置。**首先,对表格中1到7行的A至K列的基本决策数据进行设置。根据传统存储模型 $Q^* = \sqrt{2 \times 50 \times 5200 \div (52 \times 0.2)} = 224$ ,因此在E3到E5中输入:=250,并且在Crystal Ball软件的决策变量设置中确定E3和E4为决策变量,选为离散型,存在一个可以变化的范围为200~400,步长为5,其中E4的存在说明模型考虑了保险库存的问题。然后,设置到货所需的前置时间E6:=2,说明不可能是一步到货。对于订货成本、持有成本和缺货成本分别假设为50.00、0.20和100.00,这样模型就具有模拟缺货成本的功能。

**2. 随机存货模型设置。**本模型模拟52周的时间长度,从8到62行的A至O列均属于仿真模型的主要设置区域。本文以第3周的行数据对电子表格的各个设置公式进行说明:①期初存货总量(BegInvPos),表示上一周的期末存货总量:=J12。②期初存货实际量(BegInv),表示上一周的期末存货实际量:=G12。③本期是否有到期的订单(OrderRec'd),用于判断本期是否有订单到货,有取“TRUE”,没有取“FALSE”。④本期到期订单入库数(UnitsRec'd):=IF(D13,\$E\$3,0)。⑤本期的市场需求量(Dmd),作为随机变量假设其服从泊松分布,特征值取为100,进行仿真模拟,从F11到F62都采用泊松分布的形式。⑥期末存货实际量(EndInv):表示本期实际库存减去市场需求量的实际库存余量。由于可能出现负值,因此采用MAX函数与0进行比较后取值,在G13中输入:=MAX(0,C13-F13+E13)。⑦缺货数量(LostSales),求本期缺货的数量:=IF(F13>C13+E13,IF(C13+E13>=0,F13-C13-E13,F13),0)。⑧是否下新订单(OrderPlaced?),根据BegInvPos和Dmd的比较结果判断是否达到再订货点,达到时取“TRUE”,没有达到时取“FALSE”。⑨期末存货总量(EndInvPos),这一数据表示存货的最终数量并不是各期实际的存货余额,设置J13为:=B13-F13+H13+IF(I13,\$E\$3,0)。⑩订单到期时间(WeekDue)表示订单的到期时间:=IF(I11,A11+\$E\$6+1)。⑪本期持有成本(HoldCost)即期末实际库存的持有成本:=MAX(0,G13\*\$J\$4)。⑫本期订货成本(OrderCost)即订货

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
1	<b>随机存货模型仿真运算电子表格</b>															
2																
3		订货数量: 250 单位				订货成本: 50.00										
4		再订货点: 250 单位				持有成本: 0.20										
5		初始存货: 250 单位				缺货成本: 100.00				<b>总 成 本</b>						
6		前置时间: 2 周								1 040.00	1 050.00	5 000.00	7 090.00			
7																
8		Beg								End						
9		Inv	Beg	Order	Units		End	Lost	Order	Inv	Week	Hold	Order	Short	Total	
10	Week	Pos	Inv	Rec'd	Rec'd	Dmd	Inv	Sales	Placed?	Pos	Due	Cost	Cost	Cost	Cost	
11	1	250	250		0	100	150	0	TRUE	400	4	30.00	50.00	0.00	80.00	
12	2	400	150		0	100	50	0	FALSE	300		10.00	0.00	0.00	10.00	
13	3	300	50	FALSE	0	100	0	50	TRUE	500	6	0.00	50.00	5 000.00	5 050.00	
14	4	500	0	TRUE	250	100	150	0	FALSE	400		30.00	0.00	0.00	30.00	
15	5	400	150	FALSE	0	100	50	0	FALSE	300		10.00	0.00	0.00	10.00	
16	6	300	50	TRUE	250	100	200	0	TRUE	450	9	40.00	50.00	0.00	90.00	
17	7	450	200	FALSE	0	100	100	0	FALSE	350		20.00	0.00	0.00	20.00	
18	8	350	100	FALSE	0	100	0	0	TRUE	500	11	0.00	50.00	0.00	50.00	
19	9	500	0	TRUE	250	100	150	0	FALSE	400		30.00	0.00	0.00	30.00	
20	10	400	150	FALSE	0	100	50	0	FALSE	300		10.00	0.00	0.00	10.00	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
59	49	500	0	TRUE	250	100	150	0	FALSE	400		30.00	0.00	0.00	30.00	
60	50	400	150	FALSE	0	100	50	0	FALSE	300		10.00	0.00	0.00	10.00	
61	51	300	50	TRUE	250	100	200	0	TRUE	450	54	40.00	50.00	0.00	90.00	
62	52	450	200	FALSE	0	100	100	0	FALSE	300		20.00	0.00	0.00	20.00	

图 1 随机存货模型的 Excel 电子表格

所花的费用: =IF(I13, \$J\$3, 0)。⑬本期短缺成本(ShortCost)即存货短缺导致的成本: =H13 \* \$J\$5。⑭本期总成本(TotalCost)即前述三种成本费用的总和: =SUM(L13:N13)。

3. 预测变量设置。以存货总成本最小作为目标,在第6行的L到O列中设置52周的全部加总成本,其中设置O6为预测变量,表示所有成本的总和: =SUM(O11:O62)。

4. 仿真运行结果分析。利用Crystal Ball软件的OptQuest程序,可以运算出最优结果。经过设置1000次运行后,结果收敛于2835.43元,这说明达到此最小成本时的最佳订货量和再订货点分别是330和320,这与传统存储模型所计算的结果有一定差异。从预测变量的分布图中我们可以获得很多有用信息(见图2),决策者可以在图中移动图形中的小三角形到任意位置,从而估算出相应区间内存货成本的获得概率(Certainty),图中使决策者的存货成本在2659.81元到3012.63元之间的可能性概率是67.82%。本模型中设置的是95%的置信区间并且可以知道95%的特有倍数是1.965,利用统计表均值标准差提供的数据可知置信范围从2863.73(2839.54+1.965\*12.31)到2815.35(2839.54-1.965\*12.31),那么真实值应该落在此区间。

本文为了简化模型,只是对市场需求的因素进行了讨论,若加入一些系统参数包括影响库存决策的环境静态参数和变

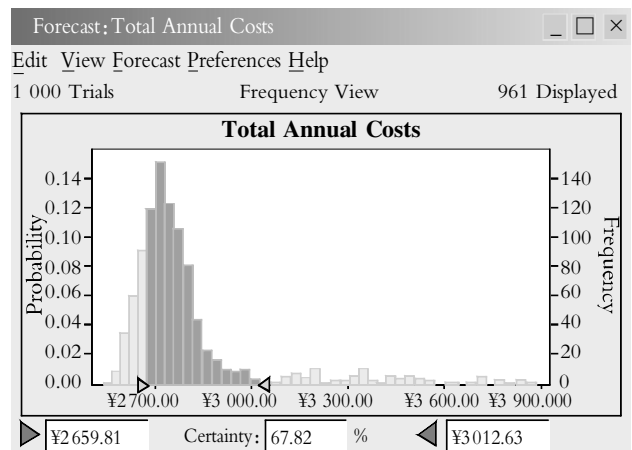


图 2 仿真模拟结果的分布图

化趋势,将会使模型的精确度进一步提高。

【注】本文为江苏省教育厅高校哲学科学研究项目“跨财务与管理会计领域的成本计量研究”(项目编号:05SJD790013)的阶段性成果之一。

#### 主要参考文献

弗雷德里克·S·希利尔,杰拉尔德·J·利伯曼著.任建标译.数据、模型与决策.北京:中国财政经济出版社,2004