

博學而不自滿

第五章 管理决策模型

管理决策建模与可视化

彭世喆 数字经济系

pengshizhe@csust.edu.cn

第五章 管理决策模型



盈亏平衡模型

盈亏平衡分析、盈亏平衡点的确定、盈亏平衡分析建模方法



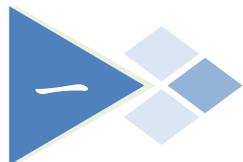
成本决策模型

成本决策建模步骤、优惠条件下的成本决策模型



经济订货量模型

经济订货量决策建模、优惠条件下的最优订货量决策模型、随机需求最优订货量模拟模型



盈亏平衡模型



盈亏平衡分析



求解盈亏平衡点的方法



盈亏平衡分析模型

$p - v$ 为单位边际贡献。 k 为边际贡献率，表示每一元销售收入中提供的边际贡献的比重



盈亏平衡分析（成本-销量-利润）

使销售收入与总成本
达到平衡的临界销量

$$R = pQ$$

$$C = F + vQ$$

$$\pi = R - C$$

使边际贡献与固定成本
达到平衡的销量

$$\pi = (p - v)Q - F$$

$$\pi = \left(1 - \frac{v}{p}\right)R - F = kR - F$$

盈亏平衡分析对于企业决策的作用：

- 在新产品经营决策时，计算达到盈利所需要完成的销量；
- 用于研究在现行经营水平上的扩张效应，扩张会引起固定成本和变动成本的增加，也会带来销售收入的变化；
- 在进行自动化改造时，为降低变动成本而进行大量的固定资产投资，盈亏平衡分析有助于决策层对这种固定资产购置效应进行分析。

求解盈亏平衡点的方法（也可从销售收入出发）

公式计算法

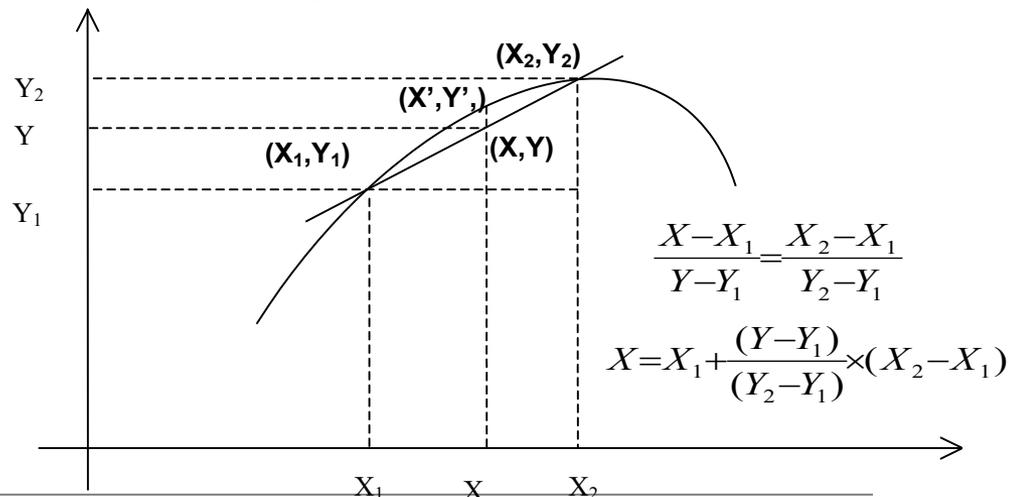
$$Q_0 = \frac{F}{p - v}$$

$$R_0 = \frac{F}{k}$$

查表加内插值法（曲线找未知点周围的已知点）

单变量求解法（不会动态变化）

将求解曲线上 (X', Y') 的问题转化成求解直线上 (X, Y) 的问题，求得的解 (X, Y) 是 (X', Y') 的近似解。若 (X_1, Y_1) 和 (X_2, Y_2) 越接近， (X, Y) 和 (X', Y') 就越接近。在用内插值公式前，用查表法找出最接近于 (X, Y) 的两个点。





盈亏平衡分析模型

建立模型的基本原则：

- **正确性**。模型公式中各种变量的关系必须正确与完备。公式能够计算出正确值，尤其在使用IF函数进行分段计算时，应该能正确计算出各种条件下的结果。
- **可读性**。模型的基本含义与结论应该便于理解，能提供多种分析数据和图表，以便决策者从各个方面深入理解模型的含义与性质。
- **易维护性**。模型应便于修改以适应决策问题的变化。将所有已知参数集中在相邻的单元格区域，并设定决策变量单元格、中间变量单元格和目标变量单元格。在中间变量和目标变量的计算公式中，应通过对参数区域中的单元格引用来使用参数值，不应以数字的形式直接使用参数值。

建立动态管理决策模型的一般步骤：

- 第一步，建立决策模型框架；
- 第二步，模拟运算表（灵敏度分析）；
- 第三步，绘制图表；
- 第四步，获得决策依据点，添加参考线和参考点；
- 第五步，生成动态决策结论文本框；
- 第六步，创建控件；
- 第七步，组合对象。

例5-1



例5-1 盈亏平衡分析模型

【例5-1】富勒公司制造一种高质量运动鞋。公司最大生产能力为1500，固定成本为37800元，每双可变成本为36元，当前的销量为1000，平均销售价格为90元，公司管理层需要建立一个决策模型用于盈亏平衡分析，模型应包含以下功能：

- 1) 计算单位边际贡献及边际贡献率；
- 2) 计算销售收入、总成本及利润；
- 3) 计算盈亏平衡销量及盈亏平衡销售收入；
- 4) 提供反映公司的销售收入、总成本、利润等数据的成本-销量-利润的图形，通过图形动态反映出销量从100按增量10变化到1500时利润的变化情况及“盈利”、“亏损”、“盈亏平衡”的决策信息；
- 5) 考虑到销售价格受市场影响可能有波动，用图形模型反映销售价格从80元按增量0.5变化到100元时，盈亏平衡销量和盈亏平衡销售收入的相应变化；
- 6) 用参考线显示预定目标利润为24000元所对应的目标销量值。



例5-1 盈亏平衡分析模型

单变量求解 ? X

目标单元格 (E): C15

目标值 (V): 0

可变单元格 (C): \$C\$2

确定 取消

一维模拟运算表：用自变量单元格F4和F5的值来替代公式中C2的值

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1									
2	销量(Q)	1000							
3					销量(Q)	销售收入(R)	总成本(C)	利润(π)	
4		单位：元			0	90000.00	73800.00	16200.00	
5	平均每双销售价格(p)	90.00			1500	135000	91800	43200	
6	每双可变成本(v):	36.00							
7	固定成本(F):	37800.00							
8									
9	单位边际贡献	54.00							
10	边际贡献率	60%							
11	销售收入(R)	90000.00							
12	总成本(C)	73800.00							
13	利润(π)	16200.00							
14									
15	盈亏平衡销量(Q ₀)	700							
16									
17	目标利润	24000							
18	目标销量	1144							
19	结论:								
20	销量=1000时,盈利								
21	售价=90元, 盈亏平衡销量=700								
22									
23	(700,63000)								
24									
25									

销量(Q)	销售收入(R)	总成本(C)	利润(π)
0	90000.00	73800.00	16200.00
1500	135000	91800	43200

计算盈亏平衡销量：附表插值法

销量(Q)	销售收入(R)	总成本(C)	利润(π)
700	63000	63000	0

盈亏平衡销量垂直参考线

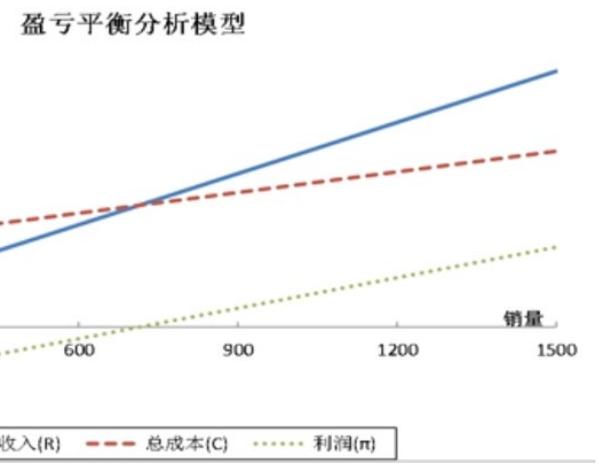
销量(Q)	销售收入(R)	总成本(C)	利润(π)
700	140000	63000	63000
700	63000	0	-40000

当前销量垂直参考线

销量(Q)	销售收入(R)	总成本(C)	利润(π)
1000	140000	90000	73800
1000	90000	16200	-40000

目标利润与目标销量折角参考线

销量(Q)	销售收入(R)	总成本(C)	利润(π)
0	24000	1144	24000
1144	24000	0	1144



点击“数据”菜单下“模拟分析”的“单变量求解”，注意单元格C2不能采用公式。因为纵向放置自变量的各个值，“输入引用列的单元格”中选择“C2”。插入“带直线的散点图”，“选择数据源”下点击“切换行/列”。



例5-1 盈亏平衡分析模型

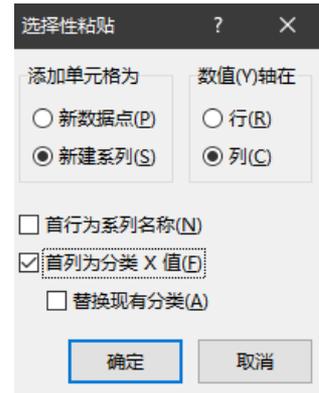
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2		销量(Q)	1000			销量(Q)	销售收入(R)	总成本(C)	利润(π)	
3							90000.00	73800.00	16200.00	
4			单位: 元			0	0	37800	-37800	
5		平均每双销售价格(p)	90.00	#		1500	135000	91800	43200	
6		每双可变成本(v):	36.00							
7		固定成本(F):	37800.00							
8										
9		单位边际贡献	54.00							
10		边际贡献率	60%							
11		销售收入(R)	90000.00							
12		总成本(C)	73800.00							
13		利润(π)	16200.00							
14										
15		盈亏平衡销量(Q ₀)	700							
16										
17		目标利润	24000							
18		目标销量	1144							
19		结论:								
20		销量=1000时,盈利								
21		售价=90元, 盈亏平衡销量=700								
22										
23		(700,63000)								
24										
25										

一维模拟运算表：用自变量单元格F4和F5的值来替代公式中C2的值

$$F8 = F4 + (I8 - I4) / (I5 - I4) * (F5 - F4)$$

$$G8 = G4 + (F8 - F4) / (F5 - F4) * (G5 - G4)$$

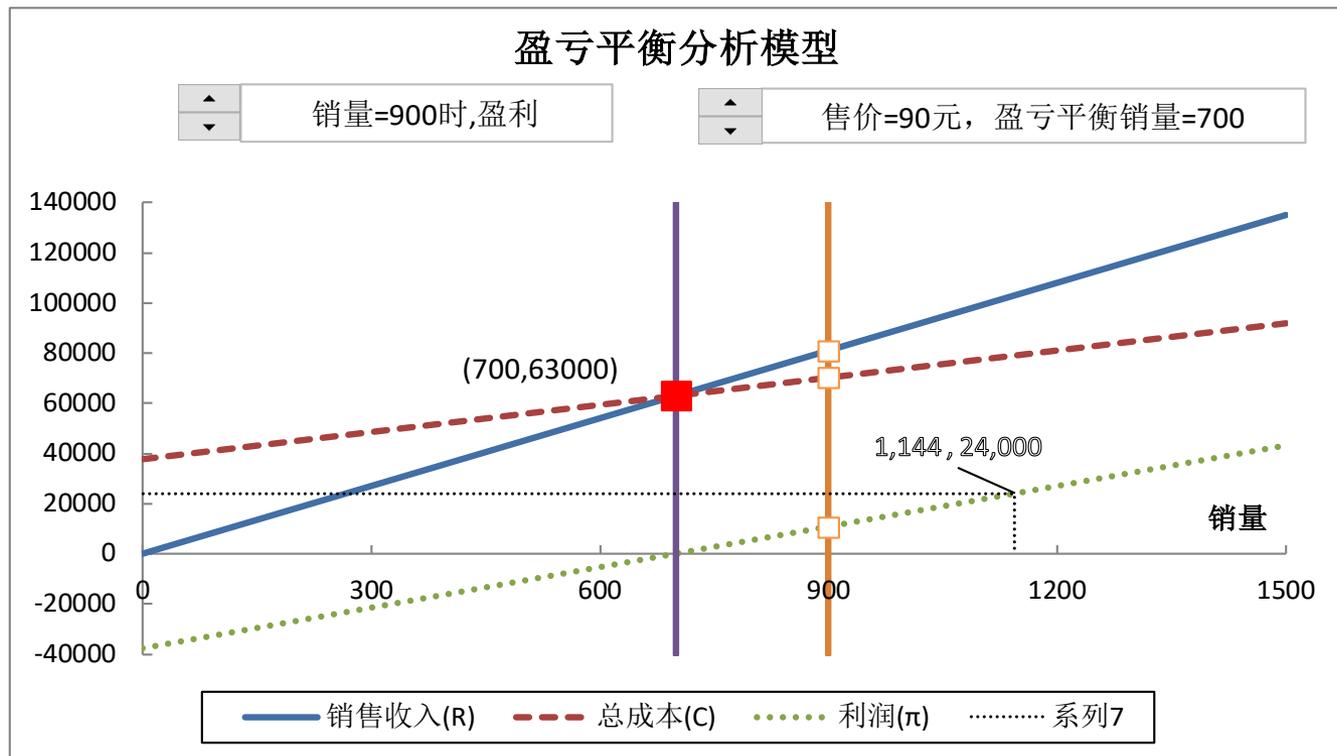
$$H8 = H4 + (F8 - F4) / (F5 - F4) * (H5 - H4)$$



选取“F17:G21”，“复制”，选中图形。选择“开始”菜单的“粘贴”下拉菜单中的“选择性粘贴”。



例5-1 盈亏平衡分析模型



当前销量的数值调节钮绑定“C2”，步长设为“10”。售价的数值调节钮绑定“D5”，步长设为“5”再令“C5=D5/10”。先在单元格中组织好决策结论，再显示在文本框中，在编辑栏（而不是在文本框里）输入“=B20”。



例5-1 盈亏平衡分析模型

方法步骤

- 第一步，建立盈亏平衡分析基本模型，计算目标变量（利润）；
=C5*C2-C6*C2-C7
- 第二步，用模拟运算表计算不同销量的销售收入和总成本，并绘制XY散点图；
- 第三步，计算决策依据（盈亏平衡）点；
 - ✓ 公式法 =C7/(C5-C6)
 - ✓ 内插值法 =ROUND(F4+(I8-I4)/(I5-I4)*(F5-F4),0)
 - ✓ 规划求解法/单变量求解法
- 第四步，添加当前销量和盈亏平衡销量参考线（须与相关变量关联，图形上添加新系列）；
- 第五步，添加当前销量微调钮控件（0-1500，步长50），使当前销量参考线随之而动；
添加单价微调钮控件/10（800-1000，步长5），使盈亏平衡销量参考线随之而动；
- 第六步，用文本框显示动态的决策结论（先在单元格中组织文字结论，再引用）；
=B2&"="&C2&"时，"&IF(C13>=0,"盈利",IF(C13<0,"亏损","盈亏平衡"))
=B5&"="&C5&"时，"&B15&"="&ROUND(C15,0)
- 第七步，将微调钮、文本框和图表组合在一起。

二

管理决策分析

1 成本决策分析

利用盈亏平衡分析模型进行成本决策分析的方法
两种备选决策方案的相对平衡点（成本线交点）的求解方法

$$\begin{aligned}C_1 &= F_1 + v_1 Q \\C_2 &= F_2 + v_2 Q \\C_1 &= C_2 \\Q_0 &= \frac{F_2 - F_1}{v_1 - v_2}\end{aligned}$$

例5-2



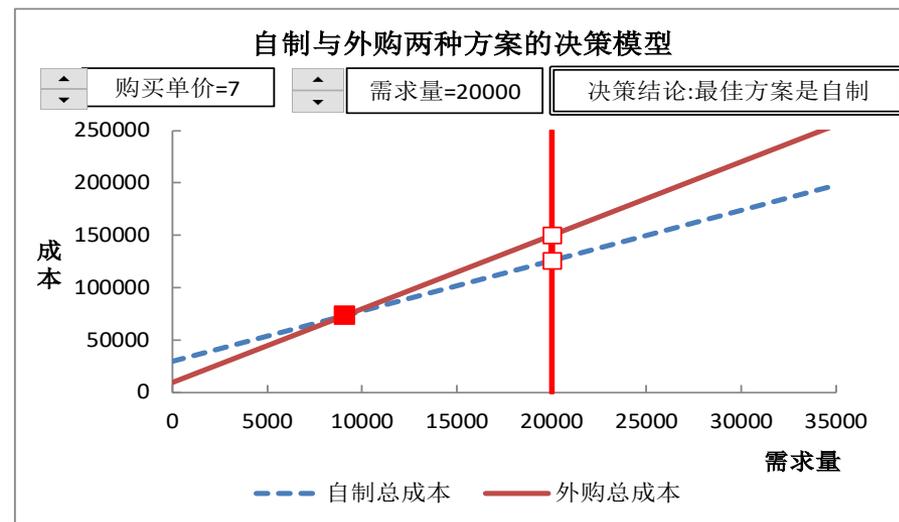
例5-2 自制与购买成本决策模型

【例5-2】富勒公司制造产品时需要某种零件，此零件如果自制，单位变动成本为4.8元/件，固定成本共计30000元。如果向外公司采购，单件买价为7元，但可以减少固定成本20000元。目前公司对此零件的需求量为10000件，公司需要依据决策分析模型来作出“自制”还是“外购”的方案选择。



例5-2 自制与购买成本决策模型

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2	需求量		20000	2000			需求量	自制总成本	外购总成本	
3								126000	150000	差值
4	方案		自制	外购			0	30000	10000	20000
5	固定成本		30000	10000			35000	198000	255000	-57000
6	单位变动成本		4.80							
7	单件买价			7.00	#		附表插值法:			
8	总成本		126000	150000			9091	73636	73636	0
9							当前需求量垂直参考线			
10	相对盈亏平衡点		9091				20000	250000		
11	相对盈亏平衡点处的总成本		73637				20000	126000		
12							20000	150000		
13	需求量=20000						20000	0		
14	决策结论:最佳方案是自制									
15	购买单价=7									



$C10 = (D5 - C5) / (C6 - D7)$ 。数值调节钮的最大值最多能设成“30000”。



例5-2 自制与购买成本决策模型

方法步骤

- 第一步，建立成本决策基本模型，计算目标变量（自制成本和外购成本）；

$$=C2*C6+C5 \quad =D7*C2+D5$$
- 第二步，用模拟运算表计算不同需求量的自制成本和外购成本，并绘制XY散点图；
- 第三步，计算决策依据（成本相对平衡）点；
 - ✓ 公式法 $=\text{ROUND}((D5-C5)/(C6-D7), 0)$
 - ✓ 内插值法 $=\text{ROUND}((G4+(J7-J4)/(J5-J4)*(G5-G4)), 0)$
 - ✓ 规划求解法/单变量求解法
- 第四步，添加当前需求量参考线和相对平衡点参考点；
- 第五步，添加当前需求量微调钮控件（0-35000，步长500），使参考线随之而动；
 添加外购单价微调钮控件（5.5-7.0，步长0.1），使平衡参考点随之而动；
- 第六步，用文本框显示动态的决策结论；

$$="需求量="&C2$$

$$="购买单价="&D7$$

$$="决策结论:最佳方案是"&\text{IF}(C8<D8, "自制", \text{IF}(C8=D8, "皆可", "外购"))$$
- 第七步，将微调钮、文本框和图表组合在一起。

二 管理决策分析

2 优惠条件对成本决策的影响

在其他条件不变的情况下，若采购批量达到采购折扣阈值时，外购单价可以享受优惠折扣，公司应选择什么方案？



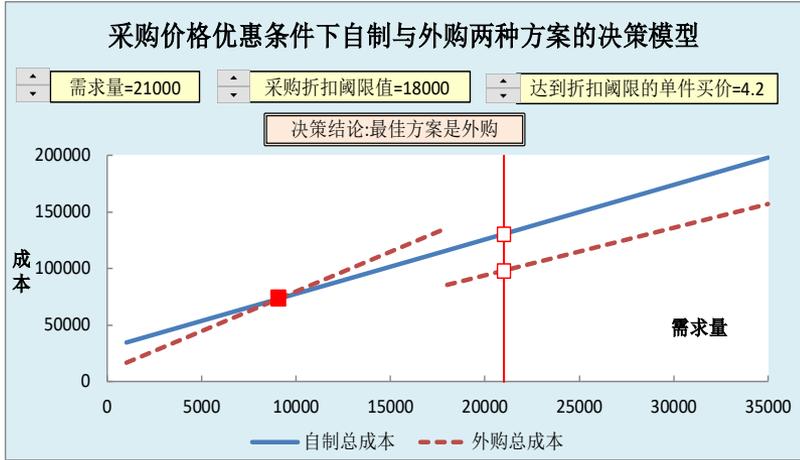
例5-3 带折扣优惠的成本决策模型

【例5-3】在例5-2分析模型中，已经计算出当公司的零件需求量超过9091时，“自制”方案是一个好的选择。富勒公司得知在其他条件不变的情况下，若采购批量达到18000件时，外购单件买价可以降低到4.1元。目前公司的零件需求量为21000，公司应选择什么方案？

例5-3 带折扣优惠的成本决策模型

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2	需求量		21000	2100						
3					需求量	自制总成本	外购总成本	差值		
4	方案		自制	外购						
5	固定成本		30000	10000	1000	34800	17000	17800		
6	单位变动成本		4.80		18000	116400	136000	-19600		
7	实际单件买价			4.10	18000	116400	83800	32600		
8	无采购折扣时单件买价			7.00	35000	198000	153500	44500		
9	采购折扣阈值			18000	9091	73636	73636	0		
10	达到折扣阈限的单件买价			4.10						
11	总成本		130800	96100						
12					交点垂线参考线					
13	相对盈亏平衡点		9091		9091	73636				
14	相对盈亏平衡点处的总成本		73636		当前需求量垂直参考线					
15					21000	200000				
16					21000	130800				
17	需求量=21000				21000	96100				
18	决策结论:最佳方案是外购				21000	0				
19	达到折扣阈限的单件买价=4.1									
20	采购折扣阈限值=18000									

在折扣临界点成本陡降
G5=D9-0.0001
G6=G9



选中第三个点，在“设置数据点格式”的“线条”下选择“无线条”



例5-3 带折扣优惠的成本决策模型

方法步骤

- 第一步，建立优惠条件下成本决策基本模型，计算目标变量（自制成本和外购成本）；
 计算实际外购价 $=IF(C2 \geq D9, D10, D8)$
 $=C2 * C6 + C5 \quad =D7 * C2 + D5$
- 第二步，用模拟运算表计算不同需求量的自制成本和外购成本，并绘制XY散点图；
 （增加折扣阈值点）
- 第三步，计算成本相对平衡点；
 - ✓ 公式法 $=ROUND((D5 - C5) / (C6 - D8), 0)$ ，（外购单价不能用折扣价）
 - ✓ 内插值法 $=ROUND((G4 + (J9 - J4) / (J5 - J4) * (G5 - G4)), 0)$
- 第四步，添加当前需求量参考线和相对平衡点参考点；
- 第五步，添加当前需求量微调钮控件（0-35000，步长500），使参考线随之而动；
 添加折扣阈值（15000-28000，步长200）和折扣价格（4.0-7.0，步长0.1）
 微调钮控件，使成本陡降位置和高低随之而动；
- 第六步，用文本框显示动态的决策结论；
- 第七步，将微调钮、文本框和图表组合在一起。

三 经济订货量分析

固定需求情况下商品的最优订货量确定问题

从多个备选方案（即各种不同的订货量）中选出使总成本达到最小（最优订货量）的决策方法。

假定：

- 一种商品在任何一段固定时间内的需求量已知且固定不变；
- 按照固定周期向批发公司订购商品；
- 缺货情况不允许发生；
- 所订商品立即运到不会发生任何延迟。

三 经济订货量分析

经济订货量模型

年订货成本 $\frac{kD}{Q}$

年储存成本 $\frac{hQ}{2}$

年采购成本 cD

与订货量无关

设一次订货的订货量为 Q ，年需求量为 D ，一次订货的固定成本为 k （单位订货存成本），设一件商品保存一年的储存成本为 h （单位年储存成本），则年总成本 C

$$C = \frac{kD}{Q} + \frac{hQ}{2} + cD$$

目标函数简化为

$$C = \frac{kD}{Q} + \frac{hQ}{2}$$

三 经济订货量分析

经济订货量模型

EOQ Model: Costs per unit time

the total cost for one cycle
 = the ordering cost + inventory holding cost

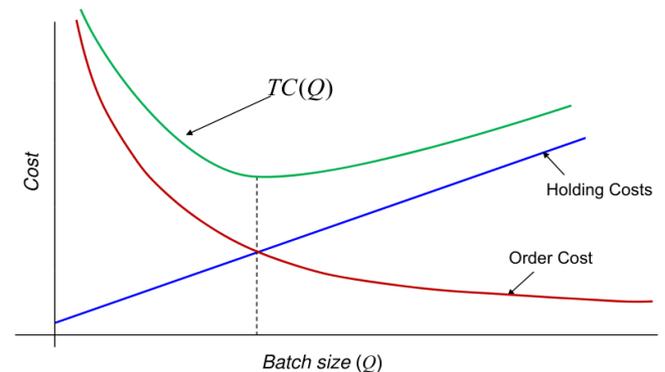
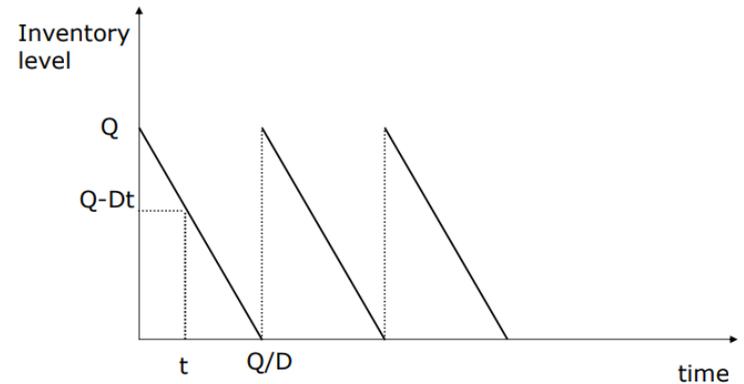
$$= (K + cQ) + h \int_0^{Q/D} I(t) dt$$

$$= (K + cQ) + h \int_0^{Q/D} (Q - Dt) dt$$

$$= (K + cQ) + \frac{hQ^2}{2D}$$

the average cost per unit of time
 = the total cost for one cycle / cycle time

$$= \frac{KD}{Q} + \frac{h}{2}Q + cD$$





经济订货量分析

使年总成本达到极小的最优订货量 (EOQ)

$$\frac{dC}{dQ} = -\frac{kD}{Q^2} + \frac{h}{2} = 0 \quad Q_0 = \sqrt{\frac{2kD}{h}}$$

$$C_{\min} = \sqrt{2khD} \quad \frac{kD}{Q_0} = \frac{hQ_0}{2} = \frac{C_{\min}}{2}$$

$$T_0 = \sqrt{\frac{2k}{hD}}$$



例5-4 经济订货量模型

【例5-4】特福公司需采购某零件，全年需求量为15000件，每次订货成本为500元，单件零件的年储存成本为30元，当订货量为900。要求：

- 1、 计算年订货成本、年储存成本、年总成本；
- 2、 计算经济订货量及经济订货量时的年总成本；
- 3、 绘制反映该零件的年订货成本、年储存成本、年总成本随订货量变化的图形；当该零件年需量从10000按增量1000变化到20000时，经济订货量及经济订货量时的年总成本的值；
- 4、 在图形中反映出当订货量从400按增量50变化到1000时年订货成本、年储存成本、年总成本的值。



例5-4 经济订货量模型

通过令差值为零寻找交点

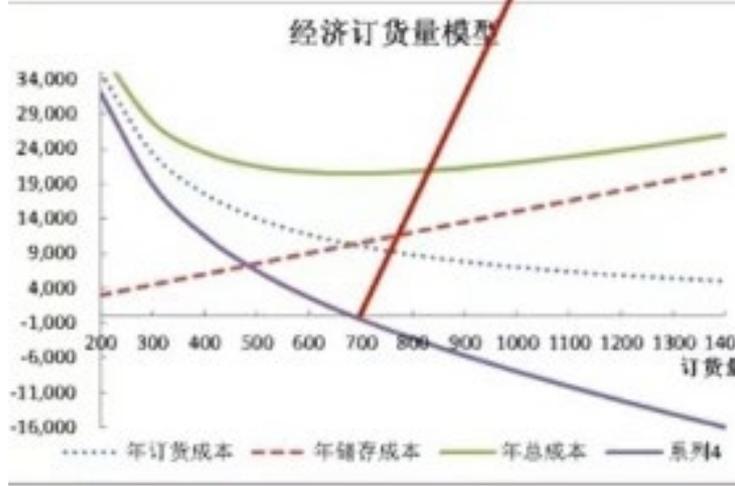
曲线上插值，
线段越短越好

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
					订货量	年订货成本	年储存成本	年总成本	
1						8333.3	13500.0	21833.3	
2	年需求量(D)	15000			200	37500.0	3000.0	40500.0	34500.0
3	一次订货的订货成本(k)	500			300	25000.0	4500.0	29500.0	20500.0
4	单位年储存成本(h)	30			400	18750.0	6000.0	24750.0	12750.0
5					500	15000.0	7500.0	22500.0	7500.0
6	订货量(Q)	900.0			600	12500.0	9000.0	21500.0	3500.0
7	年订货成本	8333.3			700	10714.3	10500.0	21214.3	214.3
8	年储存成本	13500.0			800	9375.0	12000.0	21375.0	-2625.0
9	年总成本	21833.3			900	8333.3	13500.0	21833.3	-5166.7
10					1000	7500.0	15000.0	22500.0	-7500.0
11	经济订货量(EOQ)	707.1			1100	6818.2	16500.0	23318.2	-9681.8
12	EOQ下的年订货成本	10606.6			1200	6250.0	18000.0	24250.0	-11750.0
13	EOQ下的年储存成本	10606.6			1300	5769.2	19500.0	25269.2	-13730.8
14	EOQ下的年总成本	21213.2			1400	5357.1	21000.0	26357.1	-15642.9
15									
16	年需求量=15000				700	10714.3	10500.0	21214.3	214.3
17	订货量=900				707.5	10613.2	10613.2	21226.4	0
18	经济订货量=707,年总成本最小值=21213.2				800	9375.0	12000.0	21375.0	-2625.0
19									
20					经济订货量垂直参考线			当前订货量垂直参考线	
21					707.1	35000.0		900	35000.0
22					707.1	10606.6		900	8333.3
23					707.1	21213.2		900	13500.0
24					707.1	0.0		900	21833.3
25								900	0.0

$$C = \frac{kD}{Q} + \frac{hQ}{2}$$

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2kD}{h}}$$

$$C_{\min} = \sqrt{2khD}$$



查表找到大于零的最小值和小于零的最大值。

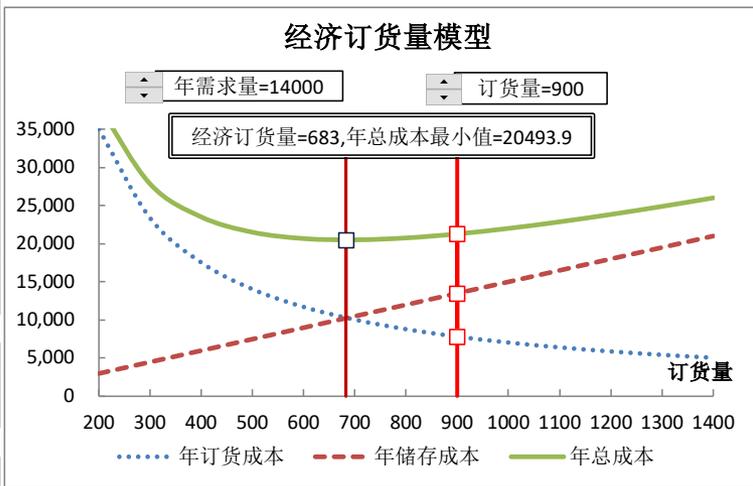
J17=INDEX(J3:J15, MATCH(\$J\$18, \$J\$3:\$J\$15, -1)) 和
 J19=INDEX(J3:J15, MATCH(\$J\$18, \$J\$3:\$J\$15, -1)+1)。当MATCH函数的第三个参数是-1时，查找大于或等于查找对象的最小值，所有值必须按降序排列



例5-4 经济订货量模型

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1					订货量	年订货成本	年储存成本	年总成本		
2	年需求量(D)	15000				8333.3	13500.0	21833.3		
3	一次订货的订货成本(k)	500			200	37500.0	3000.0	40500.0	34500.0	
4	单位年储存成本(h)	30			300	25000.0	4500.0	29500.0	20500.0	
5					400	18750.0	6000.0	24750.0	12750.0	
6	订货量(Q)	900.0			500	15000.0	7500.0	22500.0	7500.0	
7	年订货成本	8333.3			600	12500.0	9000.0	21500.0	3500.0	
8	年储存成本	13500.0			700	10714.3	10500.0	21214.3	214.3	
9	年总成本	21833.3			800	9375.0	12000.0	21375.0	-2625.0	
10					900	8333.3	13500.0	21833.3	-5166.7	
11	经济订货量(EOQ)	707.1			1000	7500.0	15000.0	22500.0	-7500.0	
12	EOQ下的年订货成本	10606.6			1100	6818.2	16500.0	23318.2	-9681.8	
13	EOQ下的年储存成本	10606.6			1200	6250.0	18000.0	24250.0	-11750.0	
14	EOQ下的年总成本	21213.2			1300	5769.2	19500.0	25269.2	-13730.8	
15					1400	5357.1	21000.0	26357.1	-15642.9	
16	年需求量=15000				700	10714.3	10500.0	21214.3	214.3	
17	订货量=900				707.5	10613.2	10613.2	21226.4	0	
18	经济订货量=707,年总成本最小值=21213.2				800	9375.0	12000.0	21375.0	-2625.0	
19					经济订货量垂直参考线				当前订货量垂直参考线	
20					707.1	35000.0			900	35000.0
21					707.1	10606.6			900	8333.3
22					707.1	21213.2			900	13500.0
23					707.1	0.0			900	21833.3
24									900	0.0
25										

通过差值为零寻找交点



$$C = \frac{kD}{Q} + \frac{hQ}{2}$$

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2kD}{h}}$$

$$C_{\min} = \sqrt{2khD}$$



例5-4 经济订货量模型

方法步骤：

- 第一步，建立经济订货量基本模型，计算目标变量（订货成本、储存成本和总成本）；
- 第二步，用模拟运算表计算不同订货量的订货成本、储存成本和总成本，并绘制XY散点图；
（自变量多点）
- 第三步，计算决策依据经济订货量点；
 - ✓ 公式法 $=\text{SQRT}(2 * C2 * C3 / C4)$
 - ✓ 内插值法 $=F17 + (J18 - J17) / (J19 - J17) * (F19 - F17)$ （查表缩短线段）
 - ✓ 规划求解法 MIN(D9)
- 第四步，添加当前订货量参考线和经济订货量参考线；
- 第五步，添加当前订货量微调钮控件(200-1400, 步长50)，使当前订货量参考线随之而动；
添加需求量微调钮控件(10000-20000, 步长1000)，使经济订货量参考线随之而动；
- 第六步，用文本框显示动态的决策结论；
- 第七步，将微调钮、文本框和图表组合在一起。



例5-5 经济订货量与成本极小值模型

【例5-5】采用例5-4数据，绘制一个不同年需求量对应的一簇年总成本随订货量变化的图形。其中的8条灰色背景曲线分别与年需求量11000，12000，13000，14000，15000，16000，17000，18000等数值对应，制作一个受年需求量控件控制的反映年需求量的红色曲线，使得在年需求量控件的操纵下红色曲线会在8条灰色曲线族中由一个位置移动到另一个位置，在这个过程中红色曲线的最低点应会沿绿色轨迹曲线移动，而经过该最低点的折角参考线则应会相应地左右移动。



例5-5 经济订货量与成本极小值模型

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1														16000
2		年需求量(D)	16000		22389	11000	12000	13000	14000	15000	16000	17000	18000	16000
3		一次订货的订货成本(k)	500		200	30500	33000	35500	38000	40500	43000	45500	48000	43000
4		单位年储存成本(h)	30		300	22833	24500	26167	27833	29500	31167	32833	34500	31167
5					400	19750	21000	22250	23500	24750	26000	27250	28500	26000
6		订货量(Q)	900		500	18500	19500	20500	21500	22500	23500	24500	25500	23500
7		年订货成本	8888.9		600	18167	19000	19833	20667	21500	22333	23167	24000	22333
8		年储存成本	13500		700	18357	19071	19786	20500	21214	21929	22643	23357	21929
9		年总成本	22388.9		800	18875	19500	20125	20750	21375	22000	22625	23250	22000
10					900	19611	20167	20722	21278	21833	22389	22944	23500	22389
11		经济订货量(EOQ)	730.3		1000	20500	21000	21500	22000	22500	23000	23500	24000	23000
12		EOQ下的年订货成本	10954.5		1100	21500	21955	22409	22864	23318	23773	24227	24682	23773
13		EOQ下的年储存成本	10954.5		1200	22583	23000	23417	23833	24250	24667	25083	25500	24667
14		EOQ下的年总成本	21908.9		1300	23731	24115	24500	24885	25269	25654	26038	26423	25654
15					1400	24929	25286	25643	26000	26357	26714	27071	27429	26714

当前需求量，避免循环引用将N1当作当前年需求量单元格，C2和N2引用N1

		730.3	21909
18			
19	11000	606	18166
20	12000	632	18974
21	13000	658	19748
22	14000	683	20494
23	15000	707	21213
24	16000	730	21909
25	17000	753	22583
26	18000	775	23238

EOQ与成本最小值折角参考线

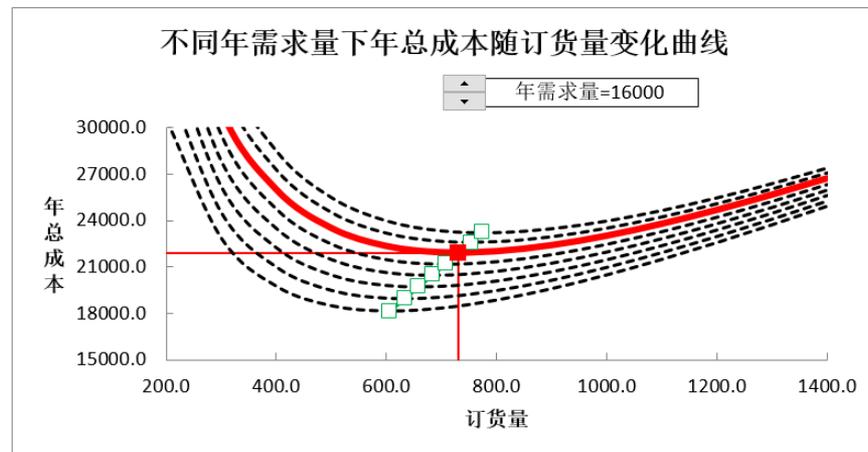
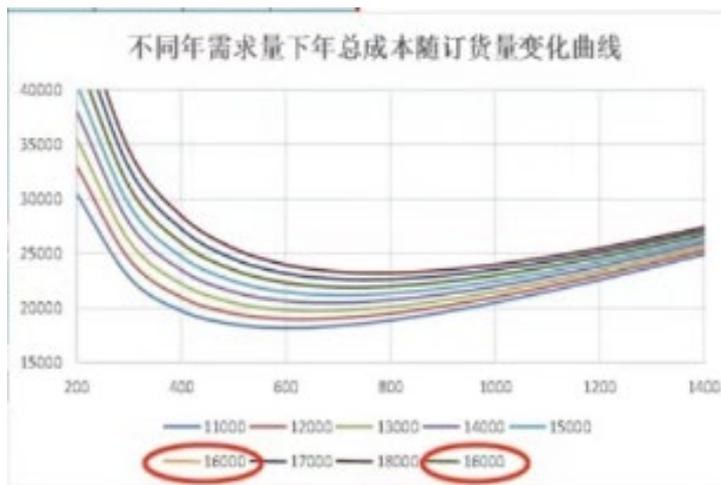
200.0	21908.9
730.3	21908.9
730.3	15000

年需求量=16000

二维模拟运算表 (年需求量、订货量)



例5-5 经济订货量与成本极小值模型



点击“选择数据”，在“图例项”里选择需要置顶的曲线，点击“下移”图标，将曲线移到最后



例5-5 经济订货量与成本极小值模型

方法步骤：

- 第一步，建立经济订货量基本模型，计算目标变量（订货成本、储存成本和总成本）；
- 第二步，用二维模拟运算表计算不同需求量和不同订货量的年总成本，并绘制XY散点图，格式化每一条年总成本线；
- 第三步，计算决策依据（经济订货量）点；
- 第四步，添加经济订货量和年成本极小值折角参考线；
添加年总成本极小值移动轨迹点，不同需求量的经济订货量和成本极小值；
- 第五步，添加需求量微调钮控件(11000-18000, 步长1000)，使当前年总成本线随之而动；
- 第六步，用文本框显示动态的决策结论；
- 第七步，将微调钮、文本框和图表组合在一起。

例5-6 随机需求最优订货量模拟模型

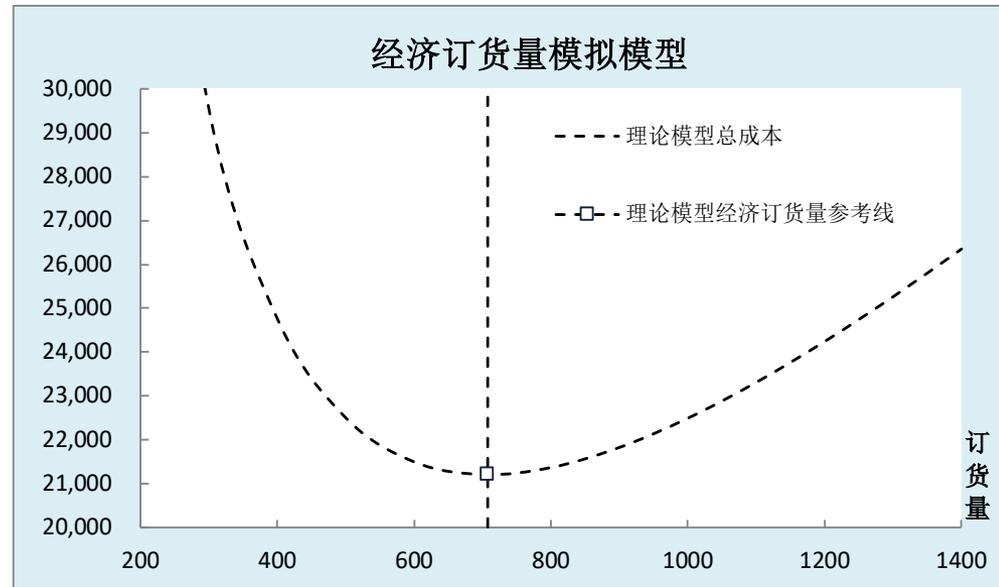
【例5-6】特福公司根据运营的需要，每天对某种零件的需求是不确定的，但根据以往经验了解，每天的需求是服从均值为40、标准差为15的正态分布随机数，每次订货成本为500元，单个零件储存一年的成本为30元。建立随机需求最优订货量模拟模型，并与理论模型进行比较，分析两种模型的区别。

活动扫描模拟法对实际系统进行仿真模拟，逐天扫描库存变化



例5-6 随机需求最优订货量模拟模型

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2		年需求量(D)	15000			订货量	年总成本
3		一次订货的订货成本(k)	500			200	40500.0
4		单位年储存成本(h)	30			300	29500.0
5						400	24750.0
6		订货量(Q)	900			500	22500.0
7		年订货成本	8333.3			600	21500.0
8		年储存成本	13500.0			700	21214.3
9		年总成本	21833.3			800	21375.0
10						900	21833.3
11		经济订货量(EOQ)	707.1			1000	22500.0
12		EOQ下的年订货成本	10606.6			1100	23318.2
13		EOQ下的年储存成本	10606.6			1200	24250.0
14		EOQ下的年总成本	21213.2			1300	25269.2
15						1400	26357.1
16							
17		EOQ垂直参考线					
18		707.1	60000.0				
19		707.1	21213.2				
20		707.1	0.0				





例5-6 随机需求最优订货量模拟模型

F4:F368=ROUND(NORM.INV(RAND(),\$C\$6,\$C\$7),0)生成伪随机数

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
1	随机需求模拟工作区							年汇总:		8500	14913.9
2	年需求量(D)	15000	天	日需求量	起始库存	结束库存	订货标志	订货成本	储存成本		
3	一次订货的订货成本(k)	500	0			0	1	500			
4	单位年储存成本(h)	30	1	52	900	848	0	0	69.70		
5	初始库存量	0	2	42	848	806	0	0	66.25		
6	日需求量均值	40	3	45	806	761	0	0	62.55		
7	日需求量标准差	15	4	35	761	726	0	0	59.67		
8	单位日储存成本	0.082	5	45	726	681	0	0	55.97		
9			6	49	681	632	0	0	51.95		
10	订货量(Q)	900	7	41	632	591	0	0	48.58		
11	年订货成本	8500.0	8	56	591	535	0	0	43.97		
12	年储存成本	14913.9	9	46	535	489	0	0	40.19		
13	年总成本	23413.9	10	44	489	445	0	0	36.58		
14	一次随机模拟		11	50	445	395	0	0	32.47		
15	最低年总成本	22120.1	12	19	395	376	0	0	30.90		
16	最优订货量	600.0	13	49	376	327	0	0	26.88		
17	100次随机模拟		14	27	327	300	0	0	24.66		
18	最低年总成本	22443.4	15	46	300	254	0	0	20.88		
19	最优订货量	700.0	16	37	254	217	0	0	17.84		
20			17	32	217	185	0	0	15.21		
368			365	40	865	825	0	0	67.81		

起始库存G4=H3+I3*\$C\$10, 结束库存H4=G4-F4, 订货标志

I4=IF (H4<(\$C\$6+\$C\$7*2.575), 1, 0), 订货成本J4=I4*\$C\$3, 储存成本K4=H4*\$C\$8



例5-6 随机需求最优订货量模拟模型

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	随机需求模拟工作区							年汇总:	8500	14913.9
2	年需求量(D)	15000	天	日需求量	起始库存	结束库存	订货标志	订货成本	储存成本	
3	一次订货的订货成本(k)	500	0			0	1	500		
4	单位年储存成本(h)	30	1	52	900	848	0	0	69.70	
5	初始库存量	0	2	42	848	806	0	0	66.25	
6	日需求量均值	40	3	45	806	761	0	0	62.55	
7	日需求量标准差	15	4	35	761	726	0	0	59.67	
8	单位日储存成本	0.082	5	45	726	681	0	0	55.97	
9			6	49	681	632	0	0	51.95	
10	订货量(Q)	900	7	41	632	591	0	0	48.58	
11	年订货成本	8500.0	8	56	591	535	0	0	43.97	
12	年储存成本	14913.9	9	46	535	489	0	0	40.19	
13	年总成本	23413.9	10	44	489	445	0	0	36.58	
14	一次随机模拟		11	50	445	395	0	0	32.47	
15	最低年总成本	22120.1	12	19	395	376	0	0	30.90	
16	最优订货量	600.0	13	49	376	327	0	0	26.88	
17	100次随机模拟		14	27	327	300	0	0	24.66	
18	最低年总成本	22443.4	15	46	300	254	0	0	20.88	
19	最优订货量	700.0	16	37	254	217	0	0	17.84	
20			17	32	217	185	0	0	15.21	
368			365	40	865	825	0	0	67.81	

M	N
订货量	年总成本
	23413.9
200	40098.6
300	30703.0
400	25581.0
500	23661.1
600	22120.1
700	22414.5
800	23123.5
900	23884.2
1000	23882.0
1100	24839.5
1200	25269.7
1300	25828.7
1400	28052.3

一次随机模拟参考值

600	60000.0
600	22120.1
600	0.0

起始库存 $G_4 = H_3 + I_3 * \$C\10 ，结束库存 $H_4 = G_4 - F_4$ ，订货标志 $I_4 = IF (H_4 < (\$C\$6 + \$C\$7 * 2.575), 1, 0)$ ，订货成本 $J_4 = I_4 * \$C\3 ，储存成本 $K_4 = H_4 * \$C\8

o1是空白单元格，叫虚变量。需求随机性导致成本增加，库存要有冗余度



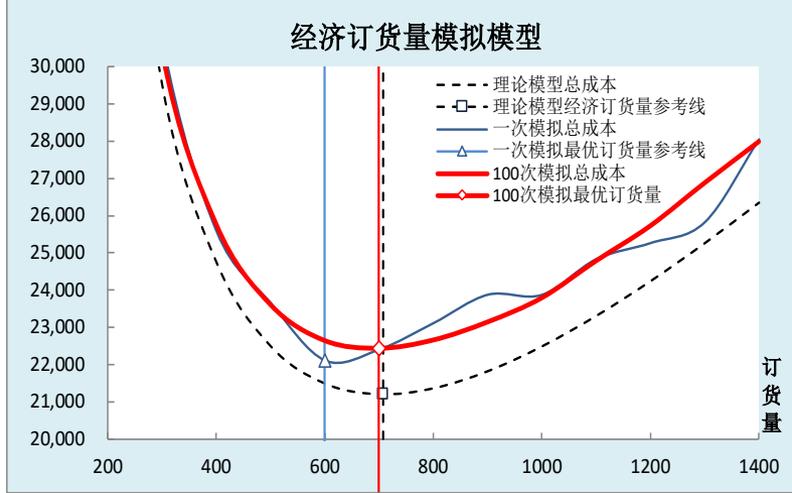
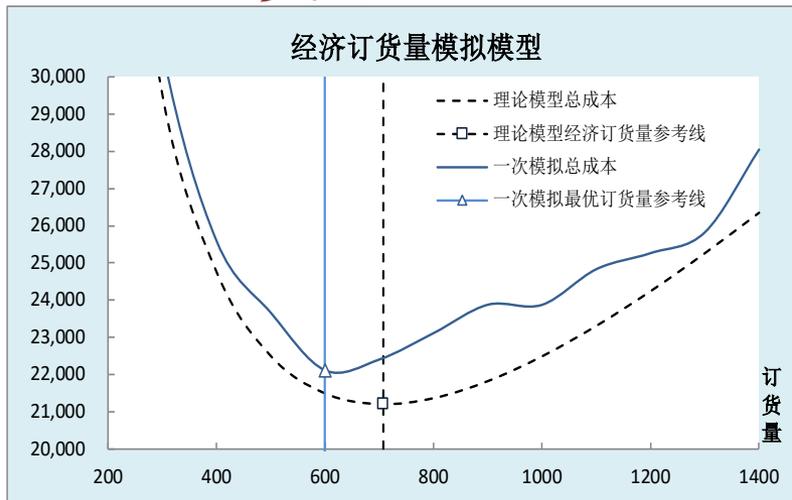
例5-6 随机需求最优订货量模拟模型

P	Q	R	DL	DM
100次随机模拟				
23374.2	1	2	100	平均值
200	40195.4	41093.2	40567.4	41031.0
300	29709.0	30100.1	30681.4	30307.3
400	25563.8	25979.1	25317.3	25768.6
500	23274.2	23733.9	24216.5	23555.9
600	22512.5	22789.6	22498.4	22687.6
700	22794.0	22400.5	22217.3	22463.5
800	22530.6	22685.9	22702.8	22644.5
900	23061.7	22944.5	23601.8	23152.4
1000	23917.8	23738.0	23769.4	23820.8
1100	24808.5	24490.5	25064.6	24753.1
1200	25246.1	25980.4	24789.6	25715.2
1300	26962.4	27169.1	26575.6	26793.2
1400	28313.9	28363.5	27891.1	28019.1

100次随机模拟参考线

700	60000.0
700	22463.5
700	0.0

二维模拟运算表
(次数o1、C10)





例5-6 随机需求最优订货量模拟模型

方法步骤：

- 第一步，建立经济订货量基本模拟模型，计算日单位储存成本；
- 第二步，用随机数（正态分布）发生公式计算每天的随机需求量；
- 第三步，在工作区模拟第一天；
 - 起始库存 =H3+I3*\$C\$10
 - 结束库存 =G4-F4
 - 订货标志 =IF (H4<(\$C\$6+\$C\$7*2.575), 1, 0)
 - 订货成本 =I4*\$C\$3
 - 储存成本 =H4*\$C\$8
- 第四步，模拟第2天至365天；
- 汇总365天的订货成本和储存成本，并计算年总成本；
- 模拟一次不同订货量的年总成本，找出最小值和对应的最优订货量；
- 模拟100次不同订货量的年总成本，求100次模拟的均值，找出最小值和对应的最优订货量。

本章学习的Excel函数有：

MIN ()、MATCH ()、INDEX ()、ROUND ()、
RAND ()、NORM. INV () 等。

本章用到的Excel工具主要有：

“规划求解”工具、“单变量求解”
工具、二维模拟运算表、可调图形
的制作、动态决策结论的生成。

本章用到的技术

- 1 用定量分析公式建立决策数据模型
- 2 绘制目标变量关于决策变量的函数图
- 3 添加参考线、点技术
- 4 控件调整模型参数引起决策点的变化技术
- 5 如果-怎样 (what-if) 决策情景分析的动态可调图形技术
- 6 在折扣优惠条件下曲线陡变效果的XY散点图形技术
- 7 活动扫描系统仿真模拟技术
- 8 模拟运算表中使用虚自变进行重复试验的技术

第五章 总结

	盈亏平衡模型	成本决策模型	经济订货量模型
定量决策模型公式	利润关于销量的函数	成本关于需求量的函数	成本关于订货量的函数
	$\pi = (p - v)Q - F$	$C_1 = F_1 + v_1Q \quad C_2 = F_2 + v_2Q$	$C = \frac{kD}{Q} + \frac{hQ}{2}$
决策点	公式法: $Q_0 = \frac{F}{p-v}$	公式法: $Q_0 = \frac{F_2 - F_1}{v_1 - v_2}$	公式法: $Q_0 = \sqrt{\frac{2kd}{h}}$
	内插值 规划求解/单变量求解	内插值 规划求解/单变量求解	查表+内插值 规划求解
一维模拟运算	销量——利润	需求量——成本1、成本2	订货量——总成本
二维模拟运算			订货量、需求量——总成本
参考线/点	盈亏平衡点、当前销量	成本相对平衡点、当前需求量	经济订货量点、当前订货量
曲线陡降		折扣阈值——外购成本锐减	折扣阈值——总成本锐减
情景分析		不同折扣——外购成本等值线族	不同需求量——总成本等值线族
		外购成本陡降点移动轨迹	成本极小值移动轨迹
动态参数控件	单价微调钮——>盈亏平衡点移动	外购单价微调钮——>成本相对平衡点移动	需求量微调钮——>经济订货量点移动
	目标利润微调钮——>目标销量点移动	折扣阈值或单价微调钮——>外购成本陡降点移动	需求量微调钮——>总成本曲线移动
随机数发生			正态分布函数NORM.INV().....
活动扫描			日订货成本、日储存成本.....
多次试验			模拟运算虚变量

Q&A?



经济与管理学院
SCHOOL OF ECONOMICS & MANAGEMENT

谢 谢

博學而後身正 篤新