

Excel 规划求解：企业全球运营管理工作具

耿海利

(江西财经大学会计学院 南昌 330013)

【摘要】随着全球经济一体化的深入,企业运营管理方式发生了很大变化。本文通过一个实例,来探讨企业集团拥有多个生产子公司、多个产品市场并且各个产品市场价格不同的情况下,企业如何使用Excel规划求解工具进行产品生产、运输和分配决策,以实现集团利润最大化。

【关键词】规划求解 企业集团 全球运营决策 敏感性分析

在传统财务运营管理中,营运决策包括确定最佳现金持有量、最优订货批量,或者只是考虑单个市场的生产与销售决策。企业集团全球运营管理涉及生产、运输、销售等环节,需要在实现集团利润最大化的同时,解决生产什么产品、在哪里生产、生产多少、运到哪个市场等诸多问题。显然,采用传统的运营管理方法会比较棘手。而Excel提供的规划求解工具,不但能非常迅速地求出多种营运决策模型的最优解,还可以给出敏感性分析报告,满足财务全球化运营管理的需求,有效提高公司决策效率,同时也能促进财务人员更多地参与到公司管理决策中。

一、问题描述

某跨国集团在中国和其他地区设立了四个工厂,分别为A、B、C、D厂,产品主要面向国际市场销售,分别销往北京、香港、纽约、东京四个城市。各个工厂的单位产品成本、固定成本、产能,各个市场的销售价格和需求量,以及各个工厂到每个市场的运输成本见图1。

各个工厂的成本和产能 单位(元)				
分工厂	单位变动成本	固定成本	产能	
A	34900	1800	101	
B	32200	2750	201	
C	38350	2100	121	
D	23400	1950	250	
各个市场的销售价格和需求量				
	北京	香港	纽约	东京
市场价格	55500	61100	57800	62650
需求量	150	75	200	100
工厂到市场的运输成本(运费和税金)				
	北京	香港	纽约	东京
A	500	12225	9075	21450
B	4500	16500	13350	17850
C	9150	12600	550	12525
D	21450	18450	15150	5925

图1 集团基本运营决策数据

在每个工厂产能允许同时最大限度满足市场需求的情况下,集团管理层希望财务部给出能够实现集团利润

最大化目标的年生产和运输预算的决策方案。

二、建立线性数学模型

1. 定义决策变量。下文中, $i(i=1,2,3,4)$ 表示工厂, j 表示市场($j=1,2,3,4$);决策问题可以用图2表示。所以定义决策变量为 X_{ij} :即在 i 工厂生产的产品投放到 j 市场。

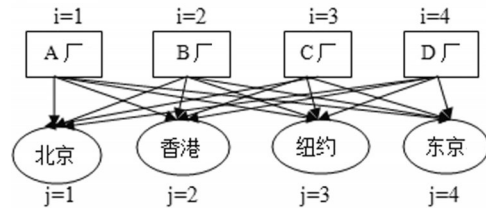


图2 决策问题

2. 确定目标函数。最大利润=收入-产品变动成本-其他成本
 最大利润=55 500($X_{11}+X_{21}+X_{31}+X_{41}$)+61 100($X_{12}+X_{22}+X_{32}+X_{42}$)+57 800($X_{13}+X_{23}+X_{33}+X_{43}$)+62 650($X_{14}+X_{24}+X_{34}+X_{44}$)-34 900($X_{11}+X_{12}+X_{13}+X_{14}$)-32 200($X_{21}+X_{22}+X_{23}+X_{24}$)-38 350($X_{31}+X_{32}+X_{33}+X_{34}$)-23 400($X_{41}+X_{42}+X_{43}+X_{44}$)-(500 $X_{11}+12 225X_{12}+9 075X_{13}+21 450X_{14}+4 500X_{21}+\dots+15 150X_{43}+5 925X_{44}$)。

3. 列出约束条件。

(1)产能约束: $X_{11}+X_{12}+X_{13}+X_{14}\leq 101$; $X_{21}+X_{22}+X_{23}+X_{24}\leq 201$; $X_{31}+X_{32}+X_{33}+X_{34}\leq 121$; $X_{41}+X_{42}+X_{43}+X_{44}\leq 250$ 。

(2)需求约束: $X_{11}+X_{21}+X_{31}+X_{41}\leq 150$; $X_{12}+X_{22}+X_{32}+X_{42}\leq 75$; $X_{13}+X_{23}+X_{33}+X_{43}\leq 200$; $X_{14}+X_{24}+X_{34}+X_{44}\leq 100$ 。

(3)非负约束: $X_{ij}\geq 0$ 。

4. 最优解:最大利润时的 X_{ij} 。

三、数据及公式准备

1. 数据输入:把图1集团公司的决策数据输入新建的Excel表中,如图3所示。

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	单位元	北京	香港	纽约	东京			
2	销售价格	55500	61100	57800	62650			
3		工厂到市场运输成本 个/元				变动成本	固定成本	
4	A工厂	500	12225	9075	21450	34900	1800	
5	B工厂	4500	16500	13350	17850	32200	2750	
6	C工厂	9150	12600	550	12525	38350	2100	
7	D工厂	21450	18450	15150	5925	23400	1950	
8	决策变量	北京	香港	纽约	东京	生产量	约束产能	
9	A工厂	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	=SUM(B9:E9)	<=	101
10	B工厂	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃	X ₂₄	=SUM(B10:E10)	<=	201
11	C工厂	X ₃₁	X ₃₂	X ₃₃	X ₃₄	=SUM(B11:E11)	<=	121
12	D工厂	X ₄₁	X ₄₂	X ₄₃	X ₄₄	=SUM(B12:E12)	<=	250
13	总计	=SUM(B9:B12)	=SUM(C9:C12)	=SUM(D9:D12)	=SUM(E9:E12)	=SUM(F9:F12)		673
14		<=	<=	<=	<=			
15	最大需求量	150	75	200	100	总计525		
16	总收入	=SUMPRODUCT(B2:E2, B13:E13)						
17	变动成本	=SUMPRODUCT(F4:F7, F9:F12)						
18	运输成本	=SUMPRODUCT(B4:E7, B9:E12)						
19	总利润	=B16-B17-B18						
20	固定成本	=SUM(G4:G7)						
21	净利润	=B19-B20						

图3 数据准备相关公式



图4 规划求解参数设置



图5 添加约束条件设置

2. 选择区域 B9: E12 为决策变量的决策结果区,用“X₁₁, X₁₂, …, X₄₃, X₄₄”表示。

3. 约束条件的公式准备:生产量要小于产能,选择 F9 单元格,输入公式“=SUM(B9:E9)”,由于公式单元格是相对引用,将该公式复制到 F10、F11、F12 单元格即可;同理市场销售量要小于市场总的需求量,在 B13 单元格输入求和公式“=SUM(B9:B12)”,然后把该公式复制到 C13、D13、E13 单元格中。

4. 使用 Excel 中 SUMPRODUCT 函数计算收入、成本。计算总收入,选择 B16 单元格,输入公式“=SUM-

PRODUCT (B2: E2, B13: E13)”;计算变动成本,选择 B17 单元格,输入公式“=SUMPRODUCT (F4:F7, F9: F12)”;计算运输成本,在 B18 单元格输入公式“=SUMPRODUCT (B4: E7, B9: E12)”。

SUMPRODUCT(数组 1,数组 2)函数,可以用来计算长度相等的行、列或者区域对应元素乘积的和,是模型中重要的函数,在计算多个数据乘法时会非常简便。

5. 计算总利润。选择 B19 单元格,输入公式“=B16-B17-B8”;在固定成本所在单元格输入公式“=SUM(G4:G7)”;计算净利润,选中 B21 单元格,输入公式“=B19-B20”。

四、规划求解

使用 Excel 规划求解工具,要求安装 Excel 时选择“完全安装”,“工具”菜单下才有“规划求解”子菜单。如果安装 Excel 时没有安装规划求解功能,需要加载“规划求解”功能,点击 Excel 左上方图标,选择“Excel 选项”,出现 Excel 选项对话框,选择左侧“加载项”→“规划求解加载项”→“确定”,然后默认安装即可使用规划求解功能。

1. 选中目标函数所在单元格 B19,然后选择“工具”菜单栏下的“规划求解”,会出现规划求解参数对话框,如图 4 所示,默认即为求目标函数最大值。

2. 设置可变单元格:可变单元格一般是决策变量所在区域,在求解时会不断调整,直到满足目标函数最大化。把光标移动到可变单元格下的选择框内,然后选中“B9: E12”区域,松开鼠标即可完成设置。

3. 添加约束条件:选择“添加”按钮,出现添加约束条件对话框,见图 5,选中“B9: B12”区域,下拉框选择“>=”,约束值填“0”,即完成决策变量非负性的添加。同理可以添加另外两个约束条件,最后点击“确定”。

4. 选择规划求解参数对话框内的“求解”按钮,会出现“规划求解结果”对话框,选择保存“保持规划求解结果”,单击“确定”,会出现如图 6 所示的最优结果。最优运营决策为:A 工厂为北京、香港市场生产 97 单位和 4 单位产品;B 工厂仅为北京市场生产 53 单位产品;C 工厂仅为纽约市场生产 121 单位产品;D 工厂分别为香港、纽约和东京市场生产 71 单位、79 单位和 100 单位产品。集团可实现最大利润为 11 508 900,最大净利润为 11 500 300。

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	单位元	北京	香港	纽约	东京			
2	销售价格	55500	61100	57800	62650			
3		工厂到市场运输成本 个/元				变动成本	固定成本	
4	A工厂	500	12225	9075	21450	34900	1800	
5	B工厂	4500	16500	13350	17850	32200	2750	
6	C工厂	9150	12600	550	12525	38350	2100	
7	D工厂	21450	18450	15150	5925	23400	1950	
8	决策变量	北京	香港	纽约	东京	生产量		约束产能
9	A工厂	97	4	0	0	101	<=	101
10	B工厂	53	0	0	0	53	<=	201
11	C工厂	0	0	121	0	121	<=	121
12	D工厂	0	71	79	100	250	<=	250
13	总计	150	75	200	100	525		673
14		<=	<=	<=	<=			
15	最大需求量	150	75	200	100	总计525		
16	总收入	30732500						
17	变动成本	15721850						
18	运输成本	3501750						
19	总利润	11508900						
20	固定成本	8600						
21	净利润	11500300						
22								

图 6 规划求解最优结果

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	可变单元格							
2				终值	递减成本	目标式系数	允许的增量	允许的减量
3	单元格	名字						
4	\$B\$9	A工厂 北京	97	0	20100	275	1300	
5	\$C\$9	A工厂 香港	4	0	13975	6225	150	
6	\$D\$9	A工厂 纽约	0	-150	13825	150	1E+30	
7	\$E\$9	A工厂 东京	0	-21750	6300	21750	1E+30	
8	\$B\$10	B工厂 北京	53	0	18800	1300	275	
9	\$C\$10	B工厂 香港	0	-275	12400	275	1E+30	
10	\$D\$10	B工厂 纽约	0	-425	12250	425	1E+30	
11	\$E\$10	B工厂 东京	0	-14150	12600	14150	1E+30	
12	\$B\$11	C工厂 北京	0	-17025	8000	17025	1E+30	
13	\$C\$11	C工厂 香港	0	-8750	10150	8750	1E+30	
14	\$D\$11	C工厂 纽约	121	0	18900	1E+30	6225	
15	\$E\$11	C工厂 东京	0	-21200	11775	21200	1E+30	
16	\$B\$12	D工厂 北京	0	-14725	10650	14725	1E+30	
17	\$C\$12	D工厂 香港	71	0	19250	150	6225	
18	\$D\$12	D工厂 纽约	79	0	19250	6225	150	
19	\$E\$12	D工厂 东京	100	0	33325	1E+30	14150	
20	约束							
21			终值	阴影价格	约束限制值	允许的增量	允许的减量	
22	单元格	名字						
23	\$F\$9	A工厂 生产量	101	1300	101	53	97	
24	\$F\$10	B工厂 生产量	53	0	201	1E+30	148	
25	\$F\$11	C工厂 生产量	121	6225	121	4	71	
26	\$F\$12	D工厂 生产量	250	6575	250	4	71	
27	\$B\$13	总计 北京	150	18800	150	148	53	
28	\$C\$13	总计 香港	75	12675	75	97	4	
29	\$D\$13	总计 纽约	200	12675	200	71	4	
30	\$E\$13	总计 东京	100	26750	100	71	4	
31								

图 7 敏感性分析报告

该运营决策模型建立后,如果国外产品市场价格、需求,以及各个分厂成本、产能数据发生变化,公司只需把变化部分从模型中替换下来,重新求解,即可更新为最新条件下的最优解,这大大提高了集团运营决策的效率。

五、规划求解敏感性报告分析

使用Excel规划求解工具,不仅可以高效快捷地求出方案最优解,而且还提供了运营结果报告、敏感性报告、极限值报告用于运营决策,这里仅对最重要的敏感性报告进行分析。在“规划求解结果”对话框内,选择保存“保持规划求解结果”的同时,选择报告下的“敏感性报告”,单击“确定”,会出现图7所示的运营决策敏感性分析报告。这个报告有两种版本,本例选用“规划求解参数设置”对话框中,“采用线性模型”得出的敏感性报告进行分析。

1. 对可变单元格(决策变量)的敏感性分析,以A工厂向北京市场供货(单元格B9)为例:“终值”是该决策变量的最优解;“递减成本”为该决策变量再增加一单位时,目标函数(总利润)的增加量;“目标式系数”为该决策变量和目标函数的相对关系;“允许的增量”和“允许的减量”构成该决策变量的最优域,即当变量系数(20 100)增加275和减少1 300的范围内变化,最优解(97)保持不变。

2. 通过对约束条件的分析可以回答下列问题。哪个工厂增加一个单位的产能将会带来最大的回报,哪个市场增加一个单位的需求可以带来最大的收益。

以A工厂的产能约束为例:“终值”是A厂最优的生产量;“阴影价格”表示当约束限制值增加一个单位时总利润的变化量;“约束限制值”即为指定的条件约束值;允许的增量、允许的减量表示当A工厂的产能约束在增加53个单位和减少97个单位的范围内变化,阴影价格保持不变。

主要参考文献

1. 顾维筠.Excel规划求解的两类应用.计算机应用与软件,2005;1
2. 张君.中国企业需要在全球化战略和运营两个层面痛下功夫.中国经贸,2010;12
3. 李文锋.全球供应链运营模式对提升我国外贸核心竞争力的启示及思考.国际贸易,2011;11