Transprot by Use of Computer Models and Simplified Method to Achieve EXCEL

Shicheng Chen, Qiaoxing Li, Lihong He

School of Management, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China E-mail: chensc@lzu.edu.cn, gxqxli@163.com, helh@lzu.edu.cn

Abstract: In this paper, Excel platform produced a template for solving the transport model. The template can solve the transport model as the number of variables and constraints a few more than 200 and calculate the time and are free to set the number of iterations. Solve the transport model, only by "tariff table" format. Data entry template model can be solved.

Keywords: Operations research, Transport model, Excel template

广义运输模型的 EXCEL 求解

陈士成, 李桥兴, 何丽红

兰州大学管理学院, 兰州, 中国, 730000 E-mail: chensc@lzu.edu.cn, gxqxli@163.com, helh@lzu.edu.cn

摘 要:本文采用 Excel 平台制作了运输模型的求解模板。该模板能求解变量数和约束条件数达到 200 个以上的运输模型,并且计算时间和迭代次数可以自由设置。求解运输模型时,只用按"运价表"的格 式将模型数据录入模板就可以求解。

关键词:运筹学;运输模型; Excel 模板

1 引言

运输问题是运筹学的一个重要分支,很多管理问题 都可以通过运输模型解决。传统的运输模型采用手工的 "表上作业法"^[1]求解,效率很低。随着计算机的普及应 用,大多数决策问题可以通过计算软件求解。计算机软 件规模有大有小,各种各样,都具有各自不同的操作界 面和应用平台,并且一般都是由原程序编译并封装后的 应用系统,使用者不能自己制作和修改。本文在 Excel 平台下,介绍了制作运输模型求解模板的方法。由于 Excel 本身具有强大的规划求解功能,且模型的变量数 和约束条件数远远多于其它软件,求解过程也很简单, 因此与一般软件相比,运输模型求解模板的制作与应 用就显示得更灵活、更精确、更便捷、更实用。

2 运输问题的线性规划数学模型

运输问题的线性规划数学模型描述的是: 假定某 种物资有 A₁, A₂, ..., A_m等 *m* 个产地和 B₁, B₂, ..., B_n等 *n* 个销地; *s_i*是产地 A_i的产量; *d_j*是销地 B_j的销 量; *c_{ij}*是把物资从产地 A_i运到销地 B_j的单位运价。若 再假设 x_{ij} 表示从产地 A_i 运到销地 B_j 的运输量,则运输问题的线性规划模型^[2]为:

$$\min f_{1} = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} c_{ij} x_{ij}$$

S. T.
$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = s_{i}, i = 1, 2, \cdots, m,$$
$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = d_{j}, j = 1, 2, \cdots, n$$

*x_{ii}≥*0, 对所有的*i*和*j*。

其中 s_i和 d_j称为资源配置系数, c_{ij}是价值系数。 该模型是产销平衡的运输模型,其特征是模型满

足条件
$$\sum_{i=1}^{m} s_i = \sum_{j=1}^{n} d_j$$
。若生产总量不等于需求总量
($\sum_{i=1}^{m} s_i \neq \sum_{j=1}^{n} d_j$),即产销不平衡时,可增加一个假

想需求地或假想生产地将其转化成产销平衡的问题, 也可以把模型中总"产量"(或总"销量")大的一组约



束条件中的"="关系改成"≤",即建立产销不平衡的运 输模型^[2]。

3 运输问题的 Excel 模板制作基础

线性规划数学模型可以在 Excel 平台下直接求 解,而运输模型是一种特殊的线性规划模型,但是用 Excel 软件直接求解运输模型时只能做到一题一解 ^[4,5]。操作者需将运输模型的参数先录入到 Excel 主工 作表的单元格中,再针对已录入数据的具体单元格编 制控制程序或控制命令,这就要求操作者必须具有专 门的编程知识、熟悉 Excel 的函数公式且清楚各单元 格数据间的对应关系。由于一般使用者很难掌握,所 以这种 Excel 求解方法还是无法普及。

在作者多年的工作实践中发现 Excel 软件具有如 下特点:存在运输模型求解模板制作所用的函数和表 达式;Excel 的空单元格对统计和计算结果没有影响; 可以将绝对单元格与相对单元格灵活组合应用。从而 提出了创建求解模板的方法。

虽然 Excel 求解模板仍然按线性规划模型编写, 但是这个特殊的操作界面类似"运价表"的格式,可以 将运输问题的参数如各产地"产量"、各销地"销量"和 各产地与销地间的"运价"直接输入到模板中,就可以 完成模型的求解(不用另外再建立数学模型),从而 简化了决策过程。

求解模板的制作主要解决四方面的问题:

(1) 创建一个独特的操作界面,使其类似于运 输模型的表格形式;

(2) 明确运输模型参数的输入区域;

(3) 在模板中建立运输模型各参数之间的关系, 使 Excel 能按数学模型的关系进行求解;

(4) 在规定的区域内显示运输问题的决策报告, 便于阅读。

4 运输问题的 Excel 模板制作

现在以 12 个产地、13 个销地为例,创建一个产 销平衡的 Excel 运输问题求解模板。

(1) 划分功能区域

将 Excel 主工作区界面划分为运输问题的价格表 区(完整的运价表,包括产地产量和销地销量)、运 输方案区(包括具体路线的运输安排、各产地实际产 量、各销地的实际销量)和目标函数最优值区,并分 别给各功能区设置不同的背景色、画表格线,如图 1





Figure 1. for solving linear programming Excel worksheet template of the main functional areas of the division and the embedded formula

图 1. 线性规划 Excel 求解模板的主工作表中功能区域 的划分及所嵌公式

(2) 录入计算公式(表达式)

在实际产量的 O21 单元格录入 "=SUMPRODUCT(C21:N21)",再点拉复制(带格式 的复制,根据需要复制后的各表达式都不相同)整列 到 O33 单元格。在实际销量的 N34 单元格录入 "=SUMPRODUCT(N21:N33)",再点拉复制整行到 C34 单元格。在总产量的 Q21 单元格录入"=Q21",再 点拉复制整列到 Q33 单元格。在总销量的 C36 单元格 录入"=C17",再复制整行到 N33 单元格。在最小成本 区的 C19 单元格录入公式: "=SUMPRODUCT(C4: N16, C21: N33)"。

(3) 设置"规划求解参数"对话框

设置"目标单元格"、"可变单元格"及"约束"参数, 如图 2 所示。

規則求解参数	
设置目标单元格 (2): 35513 5. 等于: ○最大值 (2) ○最小值 (2) ○ 值为 (2) 0	<u>求解(S)</u> 关闭
□受単元格(U): \$C\$21:\$R\$33 约束(U):	选项(0)
\$C\$34:\$M\$34 = \$C\$39;\$M\$36 \$0\$21:\$0\$33 = \$Q\$21:\$Q\$33 更改(C) 删除(D)	全部重设 (b) 帮助 (t)



图 2. 产销平衡的运输问题模板的"规划求解参数"对话框

"设置目标单元格"栏中的地址就是主工作表中显



示"最优值"的单元格地址(C19);在"等于"行中选择"最 小值",表示该求解模板默认的是求解最小化的运输问 题;在"可变单元格"栏中输入的是主工作表中"最优 解"的一组单元格地址(\$C\$21:\$N\$33 区域);在"约 束"栏中录入 "\$C34:\$N34=\$C\$36:\$N\$36"和 "\$O21:\$O33=\$Q\$21:\$Q\$33",表述了数学模型中各约 束条件的关系。

在"规划求解参数"对话框中录入公式实际上不用 键盘录入,只用在主工作表中复制相应单元格即可。

(4) 设置"选项"

在"规划求解参数"中的右侧有一列按钮,点击"选项"按钮,进入"规划求解选项"对话框,可以选择"采 用线性模型"、"假定非负"等并设置一系列计算精度的 参数,具体如图3所示。然后点击"确定"按钮,返回"规 划求解参数"对话框。

規划求解选项		
最长运算时间 (T):	100 秒	确定
迭代次数 (I):	100	取消
精度(<u>p</u>):	. 000001	裝入模型(L)
允许误差 (E):	0.005 %	保存模型 (S)
收敛度(V):	. 0001	帮助(H)
✓ 采用线性模型 (M)✓ 假定非负 (G)	□ 自动按比例 □ 显示迭代结	缩放 (U) :果 (B)
估计 ● 正切函数 (A) ● 二次方程 (Q)	导数 ○ 向前差分 (2) ○ 中心差分 (2)	<mark>搜索</mark> ● 牛顿法 @) ● 共轭法 @)

Figure 3. for solving linear programming Excel template "Solver Options" dialog box

图 3. 线性规划 Excel 求解模板的"规划求解选项"对话框

这样就制作好了可以重复使用的运输模型的求 解模板。

(5) 线性规划问题的求解

在运输问题的"运价表"中,把各产地产量、各销 地销量和各产地到各销地的运输单价录入到求解模板 的相应单元格后,点击"规划求解参数"对话框中的"求 解"按钮,即可完成运输问题的求解过程,并在模板的 运输方案区得到本问题的最优方案和最优值。

图 1 表示的是产销平衡运输问题的求解模板。对 于产销不平衡的运输问题,只需在图 2 中将相应"产 量"或"销量"约束的"="改为"≤",就把产销平衡的运输 问题求解模板,改成了产销不平衡运输问题的求解模 板了。

5. Excel 求解模板的应用

现在通过一个模拟案例说明 Excel 模板的应用。 某企业有甲、乙、丙、丁四个分厂生产同一种产 品,其产量分别为:甲 500吨、乙 200吨、丙 400吨 和丁 300吨。产品供应给 A、B、C、D、E、F 六个地 区,其需求量分别为 180吨、220吨、300吨、180吨、 160吨和 360吨。由于工艺、地域的差别,各分厂运 往各销售地区的单位运价(万元/吨)、各厂单位产品 成本(万元/吨)和各销地的销售价格(万元/吨)如表 1,试确定该公司获利最大的产品调运方案。

Table 1. The factory unit costs, prices and tariffs 表 1.各厂单位产品的成本、售价和运价

	(单位:万元)					万元)	
	А	В	С	D	Е	F	各厂 成本
甲	0.08	0.03	0.05	0.06	0.05	0.04	0.18
Z	0.05	0.03	0.02	0.08	0.04	0.03	0.16
丙	0.06	0.09	0.04	0.06	0.07	0.02	0.12
丁	0.09	0.06	0.02	0.07	0.06	0.05	0.15
各地 售价	0.23	0.2	0.25	0.23	0.22	0.28	

该问题是求利润最大化的决策方案。各运输路线 上的利润=各地售价-各厂成本-该运输路线上的运价。 现将各产地生产的产品销售到各销地的利润计算出 来,并将利润作为各路线的"运价"(利润单位:万元), 如表 2。

Table 2. separate ways online profits, "Tariff" 表 2. 各路线上利润的"运价表"

					(单位:万元)			
	А	В	С	D	Е	F	各厂产 量(吨)	
甲	-0.03	-0.01	0.02	-0.01	-0.01	0.06	500	
Z	0.02	0.01	0.07	-0.01	0.02	0.09	200	
丙	0.05	-0.01	0.09	0.05	0.03	0.14	400	
丁	-0.01	-0.01	0.08	0.01	0.01	0.08	300	
各地售 量(吨)	180	220	300	180	160	360		

若用运输模型进行求解,只需将表 2"运价表"所 述的各产地产量、各销地销量和各产地到销地间的"运 价"录入到求解模块的数据区。模型参数输入完后,点 击主菜单栏中的"工具"、"规划求解",弹出"规划求解 参数"对话框后,在"等于"行中选"最大值"再点击"求 解"就可获得该运输模型的最优决策方案,并在运输方 案显示区显示模型的最优决策结果(从各产地到各销地的最优运输方案,见图4)。得到的运输方案如表3。





图 4. 运输模型求解的最优方案

Table 3: separate ways the best online traffic table 表 3: 各路线上的最佳运量表

				单位:吨			
	Α	В	С	D	Е	F	各厂产 量(吨)
甲		220		180	100		500
Z	140				60		200
丙	40					360	400
丁			300				300
各地 售量 (吨)	180	220	300	180	160	360	

其最优值(公司获得的最高利润:75.4万元)。 上述的例子是4个产地和6个销地的运输模型在 13个产地12个销地的模板下求解,若遇到产地数超 过13个或销地数超过12个时,可以用在模板中增加 行或增加列的方法来扩充求解模(因模板制作时用的 都是组合命令和表达式,所以增加行或列时,组合公式会自动更新),因此可以很方便地将模板扩充到200个决策变量或200个约束条件的运输问题。

6. 结束语

用Excel电子表格制作运输问题数学模型的求解 模板,是将Excel的宽平台与一般专业软件友好界面两 方面的优势结合运用,而Excel求解数学模型的变量个 数和约束条件个数也远大于一般专业软件。模板制作 简单且可以随时制作和修改、长期使用,因此这种以 Excel求解模板的制作与应用的方法,可以促使运筹学 在管理决策中的普及应用。

References (参考文献)

- Han BoTang. Management Operations Research(2nd Edition) [M].Beijing: Higher Education Press,2007 韩伯棠主编. 管理运筹学(第 2 版)[M].北京:高等教育出版 社,2007.
- [2] Chen ShiCheng. Operations Research-Decision-making, mathematics and models[M].Lanzhou: Lanzhou University Press,2009 陈士成主编. 运筹学—决策、数学与模型[M]. 兰州: 兰州大 学出版社, 2009.
- [3] Xia ShaoGang. a new algorithm of Solving transportation problems[J]. Operations Research and Management.2007(1): 32-36. 夏少刚.求解运输问题的一种新算法[J].运筹与管理.2007(1): 32-36.
- [4] Frederick S. Hillier, Mark S.Hillier, translation By Ren JianZhu translation. Introduction to Management Science, [M]. Beijing: Politics of China Economic Publishing House
 [美] 弗雷德里克. S.希利尔等著,任建标译.数据、模型与决策(运用电子表建模与案例研究)[M].北京:中国时政经济出版社, 2004.
- [5] Ye Xang. Journal of Operational Research[M]. Beijing: China Renmin University Press, 2007 叶向编著. 实用运筹学[M]. 北京:中国人民大学出版社, 2007
- [6] Zhang meiYu. Problem solving linear transport new evolutionary algorithm[J]. Guangxi Normal University: Natural Science.2006 (4): 74-77.

张美玉.求解线性运输问题的新型进化算法[J].广西师范大学 学报: 自然科学版.2006 (4): 74-77.