

应用“表上作业法”编制汽车最优运行计划的探讨

李守明 马业松

本文是在传统表上作业法的基础上进一步简化操作步骤,试图用左上角法建立初始方案,用矩形法进行调整优化。改进后的该方法经武汉市装卸公司试用,比传统方法节约了 1/3 的上机时间,取得了较大的经济效益,为该方法的推广应用提供了方便。

当前,在我国交通运输行业运用现代管理方法指挥生产比起发达国家还很落后。从武汉市交通局所属运输企业看,在编制汽车运输计划时,还停留在凭经验订计划指挥生产的水平,很少组织循环运输,车辆空驶里程较大,管理水平落后,生产效益低。据我们调查了解,目前交通运输行业必须克服两大问题:一是要克服因承包带来的分散,要进一步加强协调和集中编制最优运输计划,提高企业综合效益;二是运用科学方法和现代管理技术实现汽车运输管理现代化。本文试图用线性规划原理,进一步改进传统表上作业法的处理过程,用左上角法建立初始方案,用矩形法进行调整优化。经试验获得了满意的结果。

一、表上作业法的数学模型和解法

设某运输企业某天的运输任务有 m 个发点,发量为 $a_1, a_2, a_3, \dots, a_m$; 有 n 个收点,收量为 $b_1, b_2, b_3, \dots, b_n$ 。设平衡条件成立:

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j \quad (1.1)$$

求使空车行驶里程最少的一种汽车运行方案。

设从 A_i 到 B_j 的里程为 D_{ij} , 运量是 X_{ij} , 那么该问题的目标函数是:

$$\min S = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m D_{ij} X_{ij} \quad (1.2)$$

且满足下列约束条件:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n X_{ij} = a_i & (i = 1, 2, \dots, m) \\ \sum_{i=1}^m X_{ij} = b_j & (j = 1, 2, \dots, n) \end{cases} \quad (1.3)$$

$$\text{和 } X_{ij} \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n) \quad (1.4)$$

以上是运输问题的数学描述,表上作业法的实质是在表格上实现单纯形法。初始方案中填有运量的格子($m+n-1$ 个)对应的变量就是基变量,其他空格对应的变量是非基变量,初始方案和调整后的每个方案都是基本可行解。下面以4个发点和4个收点为例具体讨论求解步骤:

1. 建立初始方案

已知上述4个收发点的托运单(见表1)和里程表(见表2)。用左上角法建立初始方案,其步骤是:根据托运单作出平衡表X(见表3),计算各收发点的总量,填到初始方案表Z(见表4)的相应位置上,再根据左上角法依次确定初始方案的各个运量。

表1 托运单

发点	收点	里程 (公里)	运量 (吨)
A ₁	B ₁	3	30
A ₂	B ₂	6.2	20
A ₃	B ₃	10	40
A ₄	B ₄	5.7	50

表2 里程表

收点 发点	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
A ₁	3	5	5	2
A ₂	0	6.2	7.5	3.7
A ₃	7.5	2.5	10	6
A ₄	3	8.3	7.2	5.7

表3 平衡表X

收点 发点	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	发量
A ₁	30				30
A ₂		20			20
A ₃			40		40
A ₄				50	50
收量	30	20	40	50	140

表4 初始方案Z

收点 发点	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	发量
A ₁	30	0			30
A ₂		20	0		20
A ₃			40	0	40
A ₄				50	50
收量	30	20	40	50	140

左上角格子中的运量是根据该格所处的行和列的最小总收发量决定的:

$$Z_{ij} = \min \{Z_{i, j+1}, Z_{i+1, j}\}$$

若 $Z_{i, j+1} > Z_{i+1, j}$, 令 $L = Z_{i+1, j}$, 使 $Z_{i+1, j}$ 为最小运量 L , 填到左上角后, 划去平衡表的 j 列并使 $Z_{i+1, j} = Z_{i+1, j} - L$, $Z_{i, j+1} = Z_{i, j+1} - L$ 。若 $Z_{i, j+1} \leq Z_{i+1, j}$, 令 $L = Z_{i, j+1}$, 使 $Z_{i, j+1}$ 为最小运量 L , 填到左上角后, 划去平衡表的 i 行并使 $Z_{i+1, j} = Z_{i+1, j} - L$; $Z_{i, j+1} = Z_{i, j+1} - L$ 。

再把划去一行或一列的表看成一个完整的表, 对其新的左上角按上述方法重复确定。直到所有的总收发量分配完毕, 得到运行计划的初始方案, 并能保证表中有运量的格子为 $m+n-1$ 个。

2. 方案的调整与优化

用矩形法对初步方案进行调整, 其步骤是: 从第一行第一列的数字开始, 顺序找出符合下列条件的数并进行调整。以任意一对非同列同列的两个数 ($Z_{i, j_1} \neq 0, Z_{i, j_2} \neq 0$) 为顶点作一矩形闭折线, 矩形的另两顶点 ($Z_{i_1, j_1}, Z_{i_2, j_2}$) 任意, 只要满足关系:

$$D_{i, j_1} + D_{i_1, j_2} > D_{i_2, j_1} + D_{i, j_2}$$

就可取调整数 $W = \min \{Z_{i, j_1}, Z_{i, j_2}\}$, 并作如下调整:

$$Z_{i,jh} = Z_{i,jh} - W \quad Z_{i,jl} = Z_{i,jl} + W$$

$$Z_{i,lh} = Z_{i,lh} - W \quad Z_{i,lh} = Z_{i,lh} + W$$

其余数不变,即 $Z_0 = Z_0$,于是得到一个新方案 Z' 。再用同样的方法对 Z' 进行调整优化(见表 5—11)。直到全部非零数对 $Z_{i,jh}, Z_{i,lh}$ 都符合条件, $D_{i,jh} + D_{i,lh} \leq D_{i,jl} + D_{i,lh}$ 。最后这个可行解接近最优解或就是最优解。因为在矩形法调整中存在下列关系:

$$\begin{aligned} & D_{i,jh}(Z_{i,jh} - W) + D_{i,lh}(Z_{i,lh} - W) + D_{i,jl}(Z_{i,jl} + W) + D_{i,lh}(Z_{i,lh} + W) \\ &= D_{i,jh}Z_{i,jh} + D_{i,lh}Z_{i,lh} + D_{i,jl}Z_{i,jl} + D_{i,lh}Z_{i,lh} - W(D_{i,jh} + D_{i,lh} - D_{i,jl} - D_{i,lh}) \\ &< D_{i,jh}Z_{i,jh} + D_{i,lh}Z_{i,lh} + D_{i,jl}Z_{i,jl} + D_{i,lh}Z_{i,lh} \end{aligned}$$

所以,每进行一次调整,目标函数值就靠近目标值一次,直到不能调整为止。

表 5

30	0		
(20)	0		
		40	0
			50

表 6

10	20		
20		0	
		40	0
			50

表 7

	20	(10)	
20			
10		30	0
			50

表 8

		30	
20			
(10)	20	10	0
			50

表 9

		(30)	
20			
	20	10	10
			40

表 10

20			
	20	(10)	10
10		30	10

表 11

			30
20			
	20		20
10		40	

3. 制定汽车运输循环线路

把平衡表(表 3)和最优方案(表 11)合并成一个调运表(表 12)。用 $\nearrow$ 表示平衡表中的重车行驶的运量,用 $\swarrow$ 表示最优方案中空车行驶运量。从重车行驶看,收点发点未变。从空车行驶看,应将收点看成发点,发点看成收点。

这时在调运表上用找闭回路的方法作出各条循环线路。作闭回路时,必须做到重车发点和空车发点相同。在找出第一条循环线路时,该线路货运量就是闭回路各点的最小运量,闭回路上的各点应减去这个最小运量。然后按上述方法找出第二条循环线路,直到所有的重车运量和空车运量分配完毕。表 12 有三条循环线路(见表 13—15)。

表 12

收点 发点	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	发量
A ₁	30 $\nearrow$			30 $\swarrow$	30
A ₂	20 $\swarrow$	20 $\nearrow$			20
A ₃		20 $\swarrow$	40 $\nearrow$	20 $\swarrow$	40
A ₄	10 $\swarrow$		40 $\swarrow$	50 $\nearrow$	50
收量	30	20	40	50	140

表 13

收点 发点	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
A ₁	(20)			20
A ₂	20	(20)		
A ₃		20	(20)	
A ₄			20	(20)

表中()内的数字表示重车发点的发量,其他数字表示空车发点的发量。

表上作业法的 BASIC 程序从略。

表 14

收点 发点	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
A ₁	(10) ————— 10			
A ₂				
A ₃				
A ₄	10 ————— (10)			

表 15

收点 发点	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
A ₁				
A ₂				
A ₃			(20) ————— 20	
A ₄			20 ————— (20)	

二、实践分析

为了检验本方法及程序的正确性和可用性,我们对武汉市装卸公司二站进行了一次随机试验。对该站 1992 年 3 月 29 日的人工安排运输计划用本方法及程序进行了一次处理,产生了一个新的最优调运计划。人工计划的空车行驶累计为 2424.2 公里。计算机产生的调运计划空车行驶比人工计划减少 446.9 公里,比人工调度降低了 18.4%,里程利用率比原来增加了 7.2%。按国家规定的东风汽车每车百公里耗油指标为 28 升计算,可节约汽油 93.8 公斤,可降低油耗成本 140.00 元。按这个水平计算,如果该站每天都按微机编制的计划执行,平均每月可节约油耗 4200.95 元。全年总共可降低油耗 5 万余元。武汉市交通局装卸公司拥有汽车近千台,如果全部实现计算机自动编制调度计划,其成本降低额就十分可观,而且调运计划更加合理,会进一步提高里程利用率,使空驶里程更少,取得更大的经济效益。至于提高管理水平、降低噪音和事故的社会效益也是显而易见的。

(责任编辑 邹惠卿)