

第三节 基于物流的运输规划模型

一、运输规划基本模型

研究从 m 个资源点（简称源）向 n 个需求点（简称汇）运送某种物资，考虑各点资源量或需求量的限制，确定一组运输方案使运输总费用最省，这是运筹学中讨论的所谓“**运输问题**”。该问题中，如果总资源量等于总需求量，称为平衡运输问题，否则为不平衡运输问题。对不平衡运输问题，可以通过设置虚源或虚汇的办法将其变成平衡问题，然后求解获得费用最省的运输方案。对不平衡运输问题中设置的**虚源**，它表示由于供不应求而造成的缺货，**虚汇**表示供过于求而形成的库存。

已知某类物资有 m 个资源点，其资源量分别为 $a_i (i=1,2,\dots,m)$ ；有 n 个需求点，需求量分别为 $b_j (j=1,2,\dots,n)$ ；从第 i 个资源点向第 j 个需求点运送单位货物的运费为 C_{ij} （或用运输距离或时间表示）。设 x_{ij} 为从资源点 i 向需求点 j 运输物资的数量， F 为系统总运输费用，则可写出数学模型。

$$\min F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} x_{ij} \quad (5-1)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i \quad (i=1,2,\dots,m)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j \quad (j=1,2,\dots,n)$$

$$x_{ij} \geq 0$$

其中，

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$$

表5-1 供需平衡表

运价系数 源	汇	B ₁	B ₂	...	B _n	资源量
A ₁		C ₁₁	C ₁₂	...	C _{1n}	a ₁
A ₂		C ₂₁	C ₂₂	...	C _{2n}	a ₂
...	
A _m		C _{m1}	C _{m2}	...	C _{mn}	a _m
需求量		b ₁	b ₂	...	b _n	$\sum_{j=1}^n b_j = \sum_{i=1}^m a_i$

二、运输问题中的约束

1. 指令性调度约束

指令性调度约束是指有关部门的行政干预，以及某些特殊的供需关系所形成的，它一般表现为供需双方固定，无需进行优化选配。

为了满足上述这些行政指令和特殊供需关系的要求，唯一的办法是采取预处理的方式，用数学表达式描述如下：

$$x_{ij} = b_j \quad i = L_i \quad j \in V$$

式中， V 为需要进行特殊处理的用戶集合， L_i 是向用戶供货的资源点集合。这一表达式称之为指令性调度约束。

2. 产品质量约束

同一类型的物资产品，虽然其规格型号完全相同，但它们在使用性能上可能存在某些差异，或者由于生产厂家不同而在质量品级上有高有低。对于某些用户来说，这些有性能、质量差异的物资产品之间互换性很弱，甚至根本不能相互代换。这时，在组织运输时必须考虑用户对产品质量上的要求，我们可直接在运输模型中增加相应的约束条件，使用户的要求得到满足。

我们设 S 为具有上述要求的用户集合， R_i 为能够满足用户 j ($j \in S$) 要求的资源点集合，并假定用户 j 有特殊要求的需求量不少于 b'_j (当然不会超过本身的全部需求量 b_j)。在该类物资资源总量能够满足需求的情况下，可写出如下的不等式：

$$\sum_{i \in R_i} x_{ij} \geq b'_j \quad j \in S$$

此式称为产品质量约束。

3 . 订发货起点约束

订货起点是供货企业接受订货的最低数量。一般说来，大型企业供货的订货起点高，小型企业的订货起点低。

发货起点是发货单位对一个用户一次发货的最低数量，它是根据运输方式和发运方式制定的。例如，以火车整车发货时，发货起点以一个车皮的装载量为标准；采用集装箱运输时，则以一个集装箱的装载量为标准。

设 E_i 为第 i 个资源点的订发货起点限值，由于运输模型中的决策变量取值不能小于订发货起点的限值，则有数学表达式：

$$x_{ij} \geq E_i W_{ij} \quad i=1,2,\dots,m; \quad j=1,2,\dots,n$$

$$W_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{资源点 } i \text{ 与用户 } j \text{ 有供需关系} \\ 0 & \text{资源点 } i \text{ 与用户 } j \text{ 无供需关系} \end{cases}$$

上式称为订发货起点约束。
