

doi:10.11835/j.issn.1674-4764.2015.S0.024

物流中心选址的决策分析研究

王雅梦¹, 张 臣²

(1. 重庆西南大学 外语学院 重庆 400000; 2. 西南政法大学 应用法学院, 重庆 400000)

摘 要:目前,物流作为“第三利润源”已经成为一个新的经济热点,受到国民越来越多的重视,然而在大力发展物流行业的同时,人们面临着一个共同的问题:如何合理地对物流中心进行选址。物流中心在物流系统运作中具有很重要的地位,是连接物流上游供应地和下游需求方的桥梁。在对物流中心的重要性有所了解后,本文从销售方、物流中心、需求方这三个层面出发,针对成本最小化这一目标,运用混合整数规划方法对多物流中心的选址建立模型并运用 Lingo 软件对模型进行求解并得出结果。

关键词:物流;物流中心;选址

中图分类号:F50 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-4764(2015)S0-0124-05

Logistics center location decision analysis research

Wang Yameng¹, Zhang Chen²

(1. College of International Language Study Southwest University, Chongqing 400000;

2. Application of the Law School, Southwest University, Chongqing 400000)

Abstract: At present, the logistics has become a new economic hot spot as “the third profit source”, which is paid more and more attention by people. With the rapid development of logistics industry, however, there is a common problem to be considered: How to choose logistics center location reasonably. Logistics center plays a very important role in the logistics system operation, it is a bridge connects logistics upstream supplier and downstream demand. After having a know of the importance of logistics center, from the vendors, logistics center and the demand side three aspects, aiming at the minimize of the cost, using the mixed integer programming method and the Lingo software for building the logistics center location model and get the results in this article.

Key words: logistics; logistics centers; location

1 物流中心选址的方法和原则

国内外对物流中心选址问题的研究已经有 60 多年的历史,对各类型物流中心的选址问题在理论和实践上都取得了令人瞩目的成就,形成了多种可行的模型和方法。第一类是应用连续型模型选址^[1]这种选址方法以重心法为代表,认为物流中心的

点可以在平面内任意取点,物流中心设置在重心时,货物运送到某个需求点的距离将最短,只考虑运输成本对物流中心选址的影响。这种方法不限定对特定备选点的选择,灵活性较强,已得到多数人的接受和认同,但由于这个地址可能位于河流或是建筑物等其它无法实现的地点,所以有可能实际上找到的最优地点无法实现。第二类是应用离散型模型选择

地点。这类方法以整数或混合整数规划问题的分支定界法、鲍姆尔-沃尔夫法等为代表,认为物流中心的各个选址地点是有限的几个场所,最适合的地址只能按照预定的目标从有限个可行点中选取。但是用这类方法建立的模型多数已被证明是 NP(非确定型多项式算法)问题,不能用线性模型的方法来处理,故算法较繁杂、计算量也比较大。第三类是应用德尔菲(Delphi)专家咨询法选址。这类方法的中心思想是用数值的形式将专家凭经验、专业知识做出的判断表示出来,经过分析后对选址进行决策。由于前两类方法的选址研究很难将所有影响选址的因素都考虑周全(如交通、地理、环境、城市用地、经济等等)因此,建立一套健全的物流中心的选址评价指标体系,运用科学合理的数学方法进行综合评估,最终确定物流中心的最佳位置就显得非常有效。但是因为这种方法以专家的主观判断为主导,所以决策的结果常常受到专家的知识构成、经验及他们所处的地位等因素影响。因此,对于有限的备选地点,这种方法比较有效,但是若以某个大区域为研究对象来选择物流中心的地址,则必须具备足够的基础资料,再以定量分析为辅助,否则选出来的地址会缺乏足够的说服力。经过前人的研究,现已形成多种物流中心的选址方法,大体上可以分为定量和定性2种方法。定性的方法主要是结合层次分析法和模糊综合评价对各方案进行指标评价,找出最优选址。定量的方法主要分为连续模型与离散模型两类,连续模型认为物流中心的地点可在平面上取任意点,代表性的方法是重心法,该方法是一种模拟方法,将物流系统中的需求点和资源点看成是分布在某一平面范围内的物流系统,各点的需求量和资源量分别看成是物体的重量,物体系统的重心作为物流网点的最佳设置点,利用求物体系统重心的方法来确定物流网点的位置;离散模型认为物流中心的地点是有限的几个可行点中的最优点,代表性模型主要有:Kuehn-Hamburger(库恩-汉伯格)模型,是一种逐次逼近最优解的方法,不是精确式算法,虽然计算相对简单,但不能保证最优解,Baumol-Wolfe(鲍姆尔-沃尔夫)模型,是一种启发式方法,这种方法在求解过程中只需要运用一般运输规划的计算方法即可,大大降低了计算成本。各模型的共同点是以各费用之和为目标函数,求使费用达到最小的解。选择的是定量的方法、用混合整数线性规划方法对多物流配

送中心选址模型进行研究^[1-3]。

物流中心的选址过程应同时遵守适应性、协调性、经济性和战略性四大原则。适应性原则:物流中心的选址必须与国家、以及省市的经济发展方针、政策相适应,与中国物流与国民经济和社会发展相兼容的资源和需求的分布相适应。协调性原则:将物流中心的选址作为一个大型的物流网络系统来考虑,使物流中心设备,地理分布、物流作业生产力、技术和其他方面互相协调。经济性原则:物流中心在发展过程中,选址的成本(主要包括建设费用及物流费用)、物流中心地点的选择、其未来物流活动配套设施的建设规模及建设成本,以及运费等其他物流费用是各不相同的,物流中心选址的经济性原则指的是选址时应以总费用最小为原则^[2]。战略性原则:物流中心的选址,应该有战略眼光,指的是选址时不仅要考虑全局,还要考虑长远。局部要服从全局,着眼于长远利益,既要考虑目前的实际需要,又要考虑未来发展的可能性。

2 物流中心选址所需数据和影响因素

一般来说,物流中心选址所需的数据比如:把物流中心建在哪里,选用什么设施,成本怎样等都是通过计算得到的,但是,计算公式中的作业量和费用这2个数据必须是经过准确预测和分析而得到的。

1) 作业量,物流中心主要有以下几项作业:

- a. 上游(供货点)到物流中心的运输量;
- b. 物流中心配送给下游(用户)的配送量;
- c. 物流中心的建设容量;

但是这些数据会根据不同的季节、不同的时间等波动,必须研究讨论选址的时候要采用什么样水平的数量,另外,除现状的数据以外,还必须设定物流中心运营后的预测值。

2) 费用,以下是跟物流中心选址相关的费用有关的项目:

- a. 供货点到物流中心的运输费用;
- b. 把货物由物流中心运送到用户的运输费用;
- c. 物流中心自身的建设费用及与其相关的人事费、业务费等。

物流中心的功能和服务特性决定了物流中心大多布局在城市边缘、交通条件较好、用地充足的地方。为吸引配送转运中心等物流企业在此集聚,物流中心在空间布局时要考虑物流市场需求、地价、交

通设施、劳动力成本、环境等经济、社会、自然条件因素。在城市现代物流体系规划过程中,物流中心的选址主要应考虑以下因素:经济因素、自然环境因素、经营环境因素、基础设施状况、其他因素如土地资源利用、环境保护、周边状况等^[4]。

3 模型假设

多物流中心,即指在一个区域内建立2个或几个物流中心,由前面的分析我们知道,物流中心的上游是供应地(工厂、码头等),下游是需求方(零售商、用户等),采用智能优化算法建立的模型是在给定某一区域所有备选地址集合中选出一定数目的地址作为物流中心,使选出的地点在满足城市需求的前提下,在考虑工厂和城市同等重要的情况下使得总费用最小。为了便于模型求解,同时使得模型更具有使用价值,在仅考虑单源供应的条件下,现对模型进行简化,作如下假设:

- 1) 仅在一定的备选范围内考虑设置新的物流中心;
- 2) 模型包括从工厂到仓库之间及仓库到城市之间的运输;
- 3) 一个仓库可由多个工厂供货,一个城市的需求量也可由多个仓库提供;
- 4) 中心仓库的容量能够满足城市的需求;
- 5) 各城市的需求量一定且为已知,为了便于模型求解,减少模型中城市的数量,需求量往往被聚集在一定数量的点上,每个点代表分散在一定区域的众多城市的需求量的总和;
- 6) 工厂与中心仓库、中心仓库与城市之间的运输距离均为已知;
- 7) 运输费率呈线性假设;
- 8) 各中心仓库的单位管理费用为常量且已知,不计劳动成本和库存成本的差异;
- 9) 仓库中心的建设费用已知;
- 10) 假设物流中心的长期库存为零;
- 11) 运营费用与运输量成正比。

4 模型建立和实例分析

物流中心的选址模型,包括工厂、中心仓库和城市这三个层次,模型的最终目的是使费用最小而不是利润最大。建立的物流中心的选址模型为

$$\min Q = \sum_{k=1}^p \sum_{i=1}^q c_{ki} e X_{ki} + \sum_{i=1}^q \sum_{j=1}^n d_{ij} e Y_{ij} +$$

$$\sum_{k=1}^p \sum_{i=1}^q m_i X_{ki} + \sum_{i=1}^q F_i Z_i, \quad (1)$$

约束条件:

$$\sum_{i=1}^q X_{ki} \leq A_k \quad (k = 1, 2, \dots), \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^q Y_{ki} \geq D_j \quad (j = 1, 2, \dots, n), \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^n Y_{ij} \leq Z_i M_i \quad (i = 1, 2, \dots, q), \quad (4)$$

$$\sum_{k=1}^p X_{ki} \leq Z_i M_i \quad (i = 1, 2, \dots, q), \quad (5)$$

$$\sum_{k=1}^p X_{ki} = \sum_{i=1}^n Y_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, q), \quad (6)$$

$$Z_i = 0 \& 1 \quad (i = 1, 2, \dots) \quad (7)$$

$$X_{ki} \geq 0, Y_{ij} \geq 0,$$

$$(k = 1, 2, \dots, q; j = 1, 2, \dots, n), \quad (8)$$

式中:Q为总费用;p为工厂个数;q为物流中心备选地点个数;n为城市个数;e为单位运费; X_{ki} 为货物从工厂k到仓库i的运输量; Y_{ij} 为货物从仓库i到城市j的运输量; F_i 为仓库i的建设费用; M_i 为仓库i的建设容量; m_i 为仓库i对货物的单位管理费用; c_{ki} 为货物从工厂k到仓库i的运输距离; d_{ij} 为货物从仓库i到城市j的运输距离; Z_i 为整数变量,当 $Z_i=1$ 时表示仓库i被选中;当 $Z_i=0$ 时表示仓库i未被选中; A_k 为工厂k对货物的供应能力; D_j 为城市j对货物的需求量;

$\sum_{k=1}^p \sum_{i=1}^q c_{ki} e X_{ki}$ 为工厂到中心

仓库的运营费用; $\sum_{i=1}^q \sum_{j=1}^n d_{ij} e Y_{ij}$ 为中心仓库到城市

的运营费用; $\sum_{k=1}^p \sum_{i=1}^q m_i X_{ki}$ 为仓库的管理费用;

$\sum_{i=1}^q Z_i F_i$ 为中心仓库的建设费用。

其中,式(2)表示工厂k到各个中心仓库的货物总量在它的供货能力之内;

式(3)表示各个中心仓库对城市j的供货量可以满足该城市的需求;

式(4)表示各个中心仓库向城市的运输量大于它自身的建设容量;

式(5)表示各个工厂向中心仓库的运输量小于它的建设容量;

式(6)表示各个中心仓库的供货量与需求量相等;

式(8)表示所有变量大于或等于0。

通常,采用分支定界法来求解这类混合整数规划模型,但当涉及的变量较多时,因为分支太多,使得该方法收敛性较慢,模型的求解也较繁琐,为了便于模型的求解,应用求解规划语言 Lingo 来求解上述规划问题最优解^[5]。

假设某个地区有工厂 3 个($p=3$),中心仓库 5 个($q=5$),城市 7 个($n=7$),各个工厂对货物的供应能力见表 1;各城市对货物的需求量见表 2;各中心仓库自身的建设容量及建设费用见表 3;从各工厂到中心仓库的距离见表 4;从各中心仓库到各城市的距离见表 5;各中心仓库对各货物类别的单位产品管理费用见表 6。假设货物的运费跟运输距离及重量呈线性关系,每公里万吨的运营费用为 1×10^4 元。现需要根据所给的条件从 5 个备选中心中选择最佳的地点作为物流中心,使得在考虑工厂跟城市同等重要的条件下,使从工厂到物流中心的运营费用、从物流中心到城市的运营费用、经过物流中心货物管理费用及物流中心自身的建设费用之和最小。

表 1 各工厂对各种货物的供应能力

| 工厂 | 1 | 2 | 3 |
|------|-----|-----|-----|
| 供应能力 | 500 | 300 | 400 |

表 2 各城市对货物的需求量 ($\times 10^4$ t)

| 城市 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-----|----|----|----|----|----|-----|----|
| 需求量 | 90 | 80 | 60 | 70 | 80 | 100 | 70 |

表 3 中心仓库的建设容量及建设费用

| 中心仓库 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 建设容量(万吨) | 500 | 400 | 600 | 700 | 800 |
| 建设费用(万元) | 2 500 | 2 000 | 3 000 | 3 500 | 4 000 |

表 4 各工厂到中心仓库的距离

| 工厂 | 中心仓库 | | | | |
|----|------|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 40 | 30 | 50 | 60 | 50 |
| 2 | 50 | 40 | 60 | 60 | 70 |
| 3 | 60 | 30 | 50 | 70 | 60 |

表 5 中心仓库到各城市 (单位:km)

| 工厂 | 中心仓库 | | | | |
|----|------|----|----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 50 | 60 | 40 | 70 | 100 |
| 2 | 60 | 70 | 50 | 60 | 90 |
| 3 | 50 | 30 | 60 | 90 | 70 |
| 4 | 50 | 80 | 40 | 100 | 90 |
| 5 | 90 | 60 | 80 | 70 | 40 |
| 6 | 30 | 40 | 60 | 90 | 80 |
| 7 | 80 | 60 | 70 | 80 | 70 |

表 6 产品管理费用

| 中心仓库 | 费用 | | | | |
|------|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 费用 | 20 | 30 | 20 | 40 | 30 |

根据前面模型的建立有

目标函数:

$$\min Q = \sum_{k=1}^3 \sum_{i=1}^5 c_{ki} e X_{ki} + \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^7 d_{ij} e Y_{ij} + \sum_{k=1}^3 \sum_{i=1}^5 m_i X_{ki} + \sum_{i=1}^5 F_i Z_i, \quad (9)$$

约束条件

$$\sum_{i=1}^5 X_{ki} \leq A_k \quad (k = 1, 2, \dots), \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^5 Y_{ki} \geq D_j \quad (j = 1, 2, \dots, 7), \quad (11)$$

$$\sum_{j=1}^7 Y_{ij} \leq Z_i M_i \quad (i = 1, 2, \dots, 5), \quad (12)$$

$$\sum_{k=1}^3 X_{kj} \leq Z_i M_i \quad (i = 1, 2, \dots, 5), \quad (13)$$

$$\sum_{k=1}^3 X_{ki} = \sum_{i=1}^7 Y_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, 5), \quad (14)$$

$$Z_i = 0 \& 1 \quad (i = 1, 2, \dots), \quad (15)$$

$$X_{ki} \geq 0, Y_{ij} \geq 0,$$

$$(k = 1, 2, \dots, 5; j = 1, 2, \dots, 7), \quad (16)$$

式(9)对应式(1)是求费用最小的目标函数,

$$c_{ki} = \begin{bmatrix} 40 & 30 & 50 & 60 & 50 \\ 50 & 40 & 60 & 60 & 70 \\ 60 & 30 & 50 & 70 & 60 \end{bmatrix},$$

$$d_{ij} = \begin{bmatrix} 50 & 60 & 50 & 50 & 90 & 30 & 80 \\ 60 & 70 & 30 & 80 & 60 & 40 & 60 \\ 40 & 50 & 60 & 40 & 80 & 60 & 70 \\ 70 & 60 & 90 & 100 & 70 & 90 & 80 \\ 100 & 90 & 70 & 90 & 40 & 80 & 70 \end{bmatrix},$$

$m_i = [20 \ 30 \ 20 \ 40 \ 30]$,
 $F_i = [2 \ 500 \ 2 \ 000 \ 3 \ 000 \ 3 \ 500 \ 4 \ 000]$,
 式(11)对应式(2)为货物满足需求约束,其中
 $D_j = [90 \ 80 \ 60 \ 70 \ 80 \ 100 \ 70]$.
 式(12)对应式(4)为容量满足需求约束,其中
 $M_i = [500 \ 400 \ 600 \ 700 \ 800]$,
 式(13)对应式(5)为容量满足供应约束;
 式(14)对应式(6)为中心仓库的平衡约束;
 式(15)对应式(7)为 Z_i 变量的整数约束;
 式(16)对应式(8)为货物运输量的非负约束。

5 模型求解及结果分析

利用 Lingo 软件求解上述问题。
 软件运行部分结果如图 1、图 2 所示：

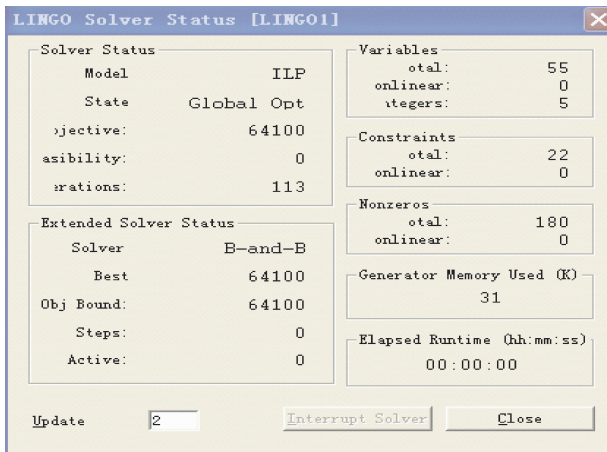


图 1 软件运行结果 1

从图 1 中可以看到 objective 的值为 64 100,即该模型的最优解为 64 100,再看图 2,从该表中也可以看到 objective value 的值为 64 100,由模型前面的叙述我们可以知道,对物流中心的备选地的选择由 $z(i)$ 来控制,即当 $z(i)$ 的值为 1 时表示该备选地被选

中,当 $z(i)$ 的值为 0 时,则表示该备选地未被选中,从图 2 中可以看到 $z(tr1)$ 、 $z(tr2)$ 的值均为 1, $z(tr3)$ 、 $z(tr4)$ 、 $z(tr5)$ 的值均为 0,这表示中心仓库 1 和中心仓库 2 被选为物流中心,综上所述可知,选中备选地 1 和备选地 2 时可使得费用最小,最小费用为 $64 \ 100 \times 10^4$ 元。

```
Global optimal solution found.
Objective value:                64100.00
Extended solver steps:          0
Total solver iterations:        113
```

| Variable | Value | Reduced Cost |
|------------|----------|--------------|
| W(W1) | 30.00000 | 0.000000 |
| D(C1) | 90.00000 | 0.000000 |
| D(C2) | 80.00000 | 0.000000 |
| D(C3) | 60.00000 | 0.000000 |
| D(C4) | 70.00000 | 0.000000 |
| D(C5) | 80.00000 | 0.000000 |
| D(C6) | 100.0000 | 0.000000 |
| D(C7) | 70.00000 | 0.000000 |
| Z(TR1) | 1.000000 | 2500.000 |
| Z(TR2) | 1.000000 | 2000.000 |
| Z(TR3) | 0.000000 | 3000.000 |
| Z(TR4) | 0.000000 | 3500.000 |
| Z(TR5) | 0.000000 | 4000.000 |
| C(P1, W1) | 40.00000 | 0.000000 |
| C(P1, W2) | 30.00000 | 0.000000 |
| C(P1, W3) | 50.00000 | 0.000000 |
| C(P1, W4) | 60.00000 | 0.000000 |
| C(P1, W5) | 50.00000 | 0.000000 |
| C(P2, W1) | 50.00000 | 0.000000 |
| C(P2, W2) | 40.00000 | 0.000000 |
| C(P2, W3) | 60.00000 | 0.000000 |
| C(P2, W4) | 60.00000 | 0.000000 |
| C(P2, W5) | 70.00000 | 0.000000 |
| C(P3, W1) | 60.00000 | 0.000000 |

图 2 软件运行结果 2

参考文献:

[1] 王宙,魏娜,吴耀华. 一种新的连续型多配送中心选址算法[J]. 物流科技,2011(34):71-73.
 [2] 张艳霞,马丽娟,物流中心选址问题研究现状[J]. 商业研究,2005(10):157-159.
 [3] 程继红,马颖亮,李高鹏. 基于混合整数规划模型的物流中心选址方法[J]. 海军航空工程学院学报,2007,9202:292-294.
 [4] 徐杰,田源,汝宜红. 物流中心选址的影响因素分析及案例[J]. 物流技术,2002,(02):28-31.
 [5] 吕良军,郝振莉,用 Lingo 处理规划问题的探讨[J]. 中国科技信息,2006,(06).

(编辑 侯 湘)