

Research on Sites Locating of Logistics Centers for Company G

Jinke Bi

School of Economics and Management, Beijing Jiaotong University, Beijing
Email: bizimo@126.com

Received: Jun. 1st, 2017; accepted: Jun. 19th, 2017; published: Jun. 22th, 2017

Abstract

In view of the current two key issues of the existing mismatch between supply and demand of the Company G, this paper does some research on the current situation of G and understands the status of domestic and international logistics center location research by consulting correlative literatures. Firstly, the article forecasts the market demand of sugar from every province nationwide. Then, the paper builds 0-1 nonlinear integer programming model based on logistics center location planning and other theories. This model is built to meet the local logistics needs, with LINGO software to solve. It aims to determine the location of the national logistics center of the G and to solve the current "two mismatch" problem. Finally, it provides Company G with a reference of spatial layout optimization.

Keywords

Logistics Center, Location, 0-1 Nonlinear Integer Programming

G公司物流中心选址问题研究

毕金珂

北京交通大学经济管理学院, 北京
Email: bizimo@126.com

收稿日期: 2017年6月1日; 录用日期: 2017年6月19日; 发布日期: 2017年6月22日

摘要

针对G公司目前存在的地域不匹配、供需不匹配两个关键问题, 本文通过调研了解G公司发展现状, 并查阅资料了解国内外物流中心选址研究的现状, 首先对G公司在全国各省市的物流需求进行科学预测分析,

并以物流中心选址规划等理论作为指导,以满足当地的物流需求的前提下,建立0-1非线性整数规划模型,用LINGO软件进行求解,来确定G公司在全国范围物流中心的选址,为G公司解决当下“两个不匹配”问题、空间布局优化提供可参考的决策依据。

关键词

物流中心, 选址, 0-1非线性整数规划

Copyright © 2017 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

食糖电商企业 G 公司是广西一家以食糖现货和物流配送为发展方向的食糖 B2B 电子商务平台,已成为全国最大的食糖产业链垂直电商,主要通过电子商务平台和现代物流建设,升级改造食糖传统贸易方式,为食糖厂商提供信息咨询、购销和物流配送等一站式配套服务。其“电子商务 + 现代物流”的核心运作模式,成功打造了国内完善的食糖购销服务体系,承担起全国食糖产量三分之一的购销和配送重任,在业界有举足轻重的地位。

不过, G 公司目前仍存在许多问题: 1) 供需不匹配, 食糖需求地和产地的不一致, 包括糖源分布、品牌需求的不一致。全国近 80% 产糖来自广西和云南, G 公司物流总部建在广西柳州, 而除了广西、云南, 其他地方都是需求地, 由于糖是主要的生产原料之一, 消费需求主要集中在华东、华南这些食糖加工厂较多的地区。但 G 公司目前只在广西、云南两个产地集中布局仓库, 需求地只有少量仓库, 并没有根据各个地区的需求量合理布局大型物流中心, 导致糖的需求不能得到实时满足; 2) 地域不匹配, 主要是买卖双方交收糖地点上的不匹配。比如, 卖方甲想在柳州交糖, 但是买方乙想在南宁接糖, 造成地域不匹配。把食糖交易市场比作一个大池子, 有不同地点的交货和接货需求, G 公司要做的就是将相同地点需求进行匹配, 让愿意在柳州交糖的卖方丙或卖方丁来跟卖方乙配对。由于供需不匹配、地域不匹配等问题未得到有效解决, 导致 G 公司的发展缺乏竞争力。并在当前国际贸易背景下, 随着有价格优势的进口糖涌入, G 公司的发展受到较大冲击, 影响了产业稳定发展。

基于以上 G 公司目前存在的“两个不匹配”问题, 本文结合调研数据和理论资料, 先对 G 公司在全国各省市的物流需求进行预测分析, 以物流中心选址规划等理论作为指导, 增设若干大型物流中心以满足当地的物流需求, 确定 G 公司物流中心的选址。基于对各个需求地的预测, 提前从总部调拨相应的量到各个需求地(物流中心)而非集中存储在产地, 以及时满足买方的需求, 缩短流通环节, 从而解决 G 公司目前存在的问题, 为 G 公司空间布局优化提供可参考的决策依据。

2. 文献综述

物流中心选址问题是物流系统优化中一个具有重要战略意义的研究问题, 国内外众多学者已在通信电讯、企业、医疗、公共事业等领域有广泛而深入的研究。目前选址模型众多, 在选址过程中有些选址模型应用广泛, 并且为物流中心选址工作做出了巨大贡献, 物流中心选址模型使用频次较高的主要有以下几种:

- 1) 重心法

重心法选址模型是一种用于单目标选址的连续选址模型，它是区域物流中心选址的典型方法之一。重心法选址模型来源于解析几何，基于笛卡尔坐标，其原理是将物流网络中需求点和物流中心都看作某一平面上的点，把需求量或资源量作为重量，求解出这一平面的重心点即是物流中心的最佳位置[1]。重心法选址模型的优点是能够简便快捷地计算出理论上的最优结果，但是在现实的选址过程中最优解的坐标往往没有实际意义。鲁晓春学者就提出选址模型中的重心法并不科学，计算出的最优点可能不符合实际，最优解坐标所在地很可能位于高山或者湖泊或者没有城市存在，于是用流费用偏微分方程进行迭代的计算方法来取代原有的计算公式[2]。虽然重心法所求得的最优解在实际选址过程中不一定能成为最优解，但还是可以作为参考值。

2) Baumol-Wolfe 模型

Baumol-Wolfe 模型在物流中心选址中综合考虑了物流中心的固定费用、可变费用和配送货物过程中的运费。Baumol-Wolfe 模型求解最小运输费用的设计规划方法，需要首先进行物流配送中心位置和客户位置的设定。Baumol-Wolfe 模型中考虑到了配送中心的固定成本与可变成本，发送费用等等。该模型计算方法简单，对于求解多供应地、多物流中心以及多个需求地的物流网络优化问题较为适用，Baumol-Wolfe 模型求解开始时要先给出初始值，这种解法容易导致所求解不是最优解[3]。

3) 0-1 整数规划模型

0-1 混合整数规划模型是目前使用频率最多的多目标配送中心选址方法之一。该模型的特点是考虑了配送中心的固定费用、操作费用、运输费用等多项费用的总和，目标函数即为总费用的最小。高学东等(1994)学者对 Baumol-Wolfe 模型作了一些改进，建立混合 0-1 非线性规划模型，并运用启发式算法进行求解[4]。一般情况下，在物流中心的选址过程中，0-1 变量通常表示该处是否应该建立物流配送中心，也表示该物流配送中心是否为某个客户进行配送。

4) P -中心问题

P -中心问题又称 min-max 问题，是在特定区域内选择 P 个服务站，目标函数是该区域内所有需求点到距离它最近的服务站的距离之和最小。 P -中心问题最早由 Hakimi 提出，Wesolowsky 将 P -中心问题运用在基于直线距离的问题中[5]。

5) 覆盖选址模型

集合覆盖模型是在覆盖所有需求点的前提下，如何使得空间内的服务站数目达到最小或者建设费达到最低。当每个设施的建设费用相同时，问题简化为用最少的设施覆盖所有需求点。该问题最早由 Toregas 等于 1971 年率先提出，建立服务站建站成本在相同和不同情况下关于集覆盖问题的整数规划模型[6]。覆盖选址模型主要用于解决消防中心或救护中心等应急服务设施或者公共服务设施的选址问题。

以上关于选址的各种方法互有优缺点，实际运用中，具体情况会选择不同的模型方法，有时需要结合 2 个或者多个模型综合来求解最优位置。但是，无论应用何种方法，选址前获得准确的数据和熟练掌握应用各种模型的技巧是求解的必要前提。

本案例中 G 公司拟在国内建立多个大型物流中心，重心法只能确定一个最优点，故重心法不合适；Baumol-Wolfe 模型的最优值依赖于初值的给定，增加了计算的复杂程度； P -中心问题需要确定物流中心的数量，但本案例中并不知道要建多少个物流中心，故也不适用；覆盖模型主要用于公共服务设施的选址，故也不适用本案例。综合来看，本文采用 0-1 混合整数规划，以总物流成本最小为目标函数，并用 LINGO 软件对该模型进行快速求解，确定物流中心最优个数以及相应的位置。

3. 物流需求量预测

目前，G 公司全国各省食糖需求量集中在广东省、四川省、山东省、河南省以及浙江省，以华南区，

华东区为主。G 公司 2016 年全国各省食糖需求量如图 1。

根据消费总量预测法来预测各个需求点的食糖需求量。消费总量预测根据总人口数乘以人均消费量，然后乘以 G 公司在食糖行业需求占比系数计算得出，其中，总人口数预测借鉴现有研究者的预测数值，人均消费量根据人均消费量增长率进行预测。根据国家统计局数据，2015 年中国人口达 13.75 亿人[7]，以国内人均食糖消费增长率 1.8% 计算，中国 2020 年到 2025 年食糖消费总量预测见表 1。

对于各省的食糖消费需求量，由各省的人口预测乘以人均食糖消费量计算得出，G 公司在全国各省市需求量预测结果见表 2。

4. 模型建立及求解

4.1. 0-1 混合整数规划模型及 LINGGO 软件介绍

在第 2 张文献综述中已介绍过 0-1 混合整数规划模型，混合整数规划是所求的解中既含有整数解也含有非整数解，而且整数解的值只能是 0 或 1 中的一个，该方法的目标是总运输费用最小，用 0-1 变量做决策，根据目标函数和约束条件来求出 0-1 变量的取值，来确定最佳方案。

此模型可以用 LINGO 软件进行求解，LINGO 软件是美国 LINDO 系统公司开发的专门用于求解最优化问题的软件包，其不但能够求解线性规划、二次规划，还可以求解非线性规划，也可以求解一些线性和非线性方程组等。LINGO 软件的最大特色在于可以允许优化模型中的决策变量是整数(即整数规划)，而且执行速度很快。



Figure 1. Scheme of national sugar consumption of company G in 2016
图 1. 2016 年 G 公司全国食糖消费量图

Table 1. National sugar consumption forecast from 2020 to 2025

表 1. 2020 年~2025 年中国食糖消费预测

年份	人口预测(亿)	人均食糖消费量(kg)	消费总量(万吨)
2020	14.09	12.15	1711.88
2025	14.45	13.30	1921.38

Table 2. National sugar consumption demands forecast of G in 2025
表 2. 2025 年 G 公司全国食糖消费需求预测

代号	省份名称	食糖产量(万吨)	需求量(万吨)
XQ1	广东省	160	382.64
XQ2	广西壮族自治区	1100	54.66
XQ3	云南省	300	47.83
XQ4	海南省		27.33
XQ5	北京市		54.66
XQ6	天津市		47.83
XQ7	河北省		54.66
XQ8	山西省		54.66
XQ9	内蒙古自治区		34.16
XQ10	山东省		109.32
XQ11	江苏省		81.99
XQ12	安徽省		47.83
XQ13	上海市		81.99
XQ14	浙江省		88.83
XQ15	江西省		41.00
XQ16	福建省		68.33
XQ17	河南省		95.66
XQ18	湖北省		81.99
XQ19	湖南省		54.66
XQ20	四川省		122.99
XQ21	贵州省		16.40
XQ22	重庆市		41.00
XQ23	西藏自治区		0.00
XQ24	黑龙江省		47.83
XQ25	吉林省		47.83
XQ26	辽宁省		61.50
XQ27	新疆维吾尔自治区		16.40
XQ28	甘肃省		12.30
XQ29	青海省		6.83
XQ30	陕西省		27.33
XQ31	宁夏回族自治区		10.93
	总计		1921.38

4.2. 基本假设

- 1) 各需求城市和备选物流中心均当作几何上的点看待，各需求点的需求是相互独立的；
- 2) 需求点的需求量和位置、备选物流中心的位置和成本参数为确定的；
- 3) 总部到各物流中心、物流中心到需求点的距离按直线距离计算；

4) 运输费用按距离乘以运输费率得出，并把运输费率看作一个常数。

4.3. 模型建立

目前，G 公司各配送中心都是租赁的，并且租金费用会平摊给每个客户，而配送业务也都是外包给专业的第三方物流公司，故本文对物流中心的选址无需考虑物流中心建设费用等固定成本，只需计算食糖运输费用等可变成本即可。蔗糖产地集中在广西和云南，G 公司物流中心总部在柳州，故 G 公司运输费用主要由两部分构成：从柳州总部到各个物流中心的运输费用，各个物流中心到各个需求点的运输费用。

目标是满足各个需求点的前提下，总物流成本最少，目标函数为：

$$\text{Min}Z = \sum_{i=1}^n Y_i F_i C_k \sum_{j=1}^m P_{ij} Q_j + \sum_{i=1}^n Y_i \sum_{j=1}^m C_{ij} P_{ij} Q_j d_{ij} \quad (1)$$

参数 n 表示待选物流中心的个数， m 表示需求点的个数， Y_i ， P_{ij} 是 0-1 变量， Q_j 表示需求地 j 的食糖需求量； C_{ij} 表示食糖从 G 公司柳州总部向各个物流中心 i 进行运输时的运输费率； C_{ij} 表示从所选物流中心 i 向需求地 j 进行配送的运输费率； d_{ij} 表示物流中心 i 与需求地 j 之间的实际距离； q_0 表示物流中心配送量的上限； f_i 表示柳州总部到物流中心 i 之间的实际距离， Z 表示总物流费用。根据选址目标及要求得到约束条件如下：

$$\sum_{i=1}^n Y_i = n_0 \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n P_{ij} = m \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n P_{ij} = 1 \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^n Y_i \sum_{j=1}^m P_{ij} = m \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^n Y_i \sum_{j=1}^m P_{ij} Q_j = \sum_{j=1}^m Q_j \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^m P_{ij} Q_j \leq q_0 \quad (7)$$

$$Y_i - \sum_{j=1}^m P_{ij} \leq 0 \quad (8)$$

$$Y_i = \begin{cases} 0 & \text{选中物流中心 } i \\ 1 & \text{未选中物流中心 } i \end{cases} \quad (9)$$

$$P_{ij} = \begin{cases} 0 & \text{物流中心 } i \text{ 向需求地 } j \text{ 行配送} \\ 1 & \text{物流中心 } i \text{ 不向需求地 } j \text{ 行配送} \end{cases} \quad (10)$$

$$i = \{1, 2, \dots, n\} \quad (11)$$

$$j = \{1, 2, \dots, n\} \quad (12)$$

目标函数(1) 表示总物流成本,包括从总部运送食糖到各个物流中心的运输费用和从各个物流中心到需求点的运输费用的总和;(2) 表示从 n 个待选物流中心选址 n_0 个物流中心;(3) 表示物流中心和需求地有 m 对供求关系;(4) 表示每个需求地只能由一个物流中心来进行配送;(5) 表示需求地产生供求关系的前提是该候选地已被选中;(6) 表示有公司总部到各个物流中心的配送量总和等于各物流中心到各个需求地的配送量之和;(7) 表示每个物流中心的总配送量有最大的限额;(8) 表示物流中心一定有对应的需求地,不存在物流中心被选中而没有需求地的情况。

4.4. 模型所需数据

G 公司的物流中心可在全国各大仓储、物流公司中选择, 在综合考虑用地情况、交通状况、环境状况和竞争情况等各种因素, 本文确定中国境内的 15 个大型物流中心。在谷歌地图上可查阅各备选物流中心位置信息, 物流中心所在具体经纬度坐标如表 3 所示。

本文目标函数是总物流费用, 包括从 G 公司柳州总部到各物流中心的运输费用及各物流中心到各需求地的运输费用的总和。这就需要知道从柳州总部到各物流中心的距离, 见表 4; 各物流中心到各需求地的部分距离, 见表 5, 总共 31 个需求地, 用代号 XQ1, XQ2, …, XQ31 表示。

Table 3. Alternative logistics center location and latitude and longitude coordinates

表 3. 备选物流配送中心位置及经纬度坐标

物流中心候选点	东经(度)	北纬(度)
北京	116.5962	40.1262
上海	121.6281	31.1293
广州	113.2338	23.344
合肥	117.229	31.8205
杭州	120.3265	30.171
成都	104.187	30.8207
南京	118.8088	31.9254
沈阳	123.4571	41.7123
大连	121.5462	38.9533
天津	117.2004	39.2233
青岛	120.4588	36.1741
西安	108.8764	34.219
郑州	113.6249	34.7472
珠海	113.558	22.2372
深圳	114.1267	22.6809

Table 4. The distance between headquarters and the logistics centers

表 4. 总部到各物流中心的距离

候选物流中心序号	位置	距总部的距离(km)	候选物流中心序号	位置	距总部的距离(km)
1	北京	1858	9	大连	2410
2	广州	421	10	天津	2160
3	上海	1423	11	青岛	856
4	合肥	1128	12	西安	1365
5	杭州	1248	13	郑州	1212
6	成都	883	14	珠海	1409
7	南京	1250	15	深圳	1281
8	沈阳	2336			

Table 5. The distance between the logistics centers and the demands
表 5. 各物流中心到各需求地的距离

代号	北京	广州	上海	.....	珠海	深圳
XQ1	692	688	1599	.....	1638	1765
XQ2	619	652	1645	.....	1769	1896
XQ3	854	616	1462	.....	1722	1849
XQ4	617	740	1733	.....	1785	1912
.....
XQ29	746	684	1863	.....	1913	2040
XQ30	750	684	1866	.....	1917	2044
XQ31	839	502	1582	.....	1791	1919

4.5. 模型求解

LINGO 是一个求解最优化问题的软件。LINGO 不仅可以解决线性规划模型和二次规划模型，还可以求解非线性整数规划模型[8]，也可以用于代数方程求根等[9] [10]，本文用 LINGO 求解 0-1 非线性整数规划模型。

LINGO 运算编程为：

```

Model:
Sets:
seta/:warehouse,labor,store;
setb/1...106/:demand;
links(seta,setb):distance,volume;
setc/1...69/:p,m,n;
setd(seta,setb):original_distanee;
endsets
min=total_cost;
.....
data:
demand= ;
original_distane= ;
enddata
end
    
```

将需求点的需求量数据、总部到备选物流中心的距离、备选物流中心到需求点之间的距离代入求解即可。

经过 LINGO 软件分析，G 公司物流中心选址模型的变量总数为 495 个，利用全局最优求解器 (GlobalSolver) 获得出最优解为： $Y_2 = 1$ ， $Y_3 = 1$ ， $Y_5 = 1$ ， $Y_6 = 1$ ， $Y_7 = 1$ ， $Y_{11} = 1$ ， $Y_{13} = 1$ ， $Y_{14} = 1$ ，即布局 8 个物流中心，分别为广州、成都、青岛、郑州、杭州、南京、上海、珠海时，能在满足需求的前提下，使总物流费用最低。目标函数总成本最小的成本值为： 8.96028×10^4 。

5. 结语

本文明确了 G 公司物流发展所存在的问题：供需不匹配、地域不匹配，根据需求预测，建立 0-1 非线性整数规划模型，并用 LINGO 进行求解，得出满足全国各地物流需求的最终物流中心选址方案，最终得到物流中心的位置、数量。将论文的研究成果应用于实际企业，通过企业调研、文献查询以及计算等方式得出了参数具体数据，代入多模型中，求解得到最终结果，验证了论文研究成果的实用性及可行性。不过，最优方案还是需要 G 公司在实际运营中优化完善。如加强物流中心管理信息化建设，统筹资金使用管理，对物流中心的功能进行升级、加快信息化发展等，促进 G 公司总体物流水平的提高。

当然，由于本人能力以及研究时间的限制，本文对物流中心的选址问题还存在一些尚未考虑到的问题，需要进一步改进和补充，比如未把运输时间加到选址模型中，总部到物流中心的距离为地图直线距离，有失妥当，笔者会将选址问题继续研究下去，而且随着研究的深入，越来越多的因素都会被考虑进来，将会使问题的研究更贴近现实，同时能更好的为企业决策者提供决策依据。

参考文献 (References)

- [1] 王长琼. 物流系统工程[M]. 北京: 中国物资出版社, 2005: 88-119.
- [2] 鲁晓春. 关于配送中心重心法选址的研究[J]. 北方交通大学学报, 2000, 24(6): 108-110.
- [3] Shakya, S. and McCall, J. (2007) Optimization by Estimation of Distribution with DEUM Framework Based on Markov Random Fields. *International Journal of Automation and Computing*, 4, 262-272. <https://doi.org/10.1007/s11633-007-0262-6>
- [4] Weber, A. (1929) *Uber den Standort der Industrien, Theory of the Location of Industries*. University of Chicago, Chicago, 95-178.
- [5] 关菲, 张强. 模糊多目标物流配送中心选址模型及其求解算法[J]. 中国管理科学, 2013(S1): 57-62.
- [6] Toregas, C., Swain, R. and ReVelle, C. (1971) The Location of Emergency of Service Facilities. *Operations Research*, 19, 1363-1373. <https://doi.org/10.1287/opre.19.6.1363>
- [7] 中华人民共和国国家统计局. 中国 2015 年总人口[EB/OL]. <http://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01&zb=A0301&sj=2015>, 2017-3-12.
- [8] 刘帅. 以某糖厂收购站为例的设施选址问题研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 清华大学, 2014.
- [9] 李丹. 钢铁销售物流网络节点选址研究与应用[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆大学, 2014.
- [10] 吴凯. 多产品多来源无容量限制的选址 - 库存问题研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 西南交通大学, 2013.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: mse@hanspub.org