

烟草物流配送中心选址优化问题研究

杜秀亭, 董晓民

(北京科技大学 经济管理学院, 中国 北京 100083)

[摘要] 物流配送是烟草销售业务的重要环节,也是业务成本的主要组成部分。烟草物流大系统中存在很多复杂的优化问题,本文研究了其中的配送中心的数量、配送中心的选址的优化问题的求解方法。对这些问题的深入研究将有利于提高烟草配送业务的效益和服务水平,向精益物流逐步迈进。

doi: 10.3969/j.issn.1673-0194.2009.21.018

[中图分类号] TP393 C931.6 [文献标识码] A [文章编号] 1673-0194(2009)21-0059-03

目前烟草行业的核心竞争力主要由两个方面构成:其一是产品技术,也就是生产各式卷烟所需的各项技术;其二就是物流技术。在生产设备、原辅材料趋于同质的今天,如何做到比竞争对手更及时、更有效地满足市场需要已成为企业竞争的重要内容。二者相比,物流技术更具战略价值。

配送是烟草物流一个重要环节,从烟草企业的层面上看,烟草配送是关系到企业经济效益实现,关系到卷烟零售户的满意度提高,进而关系到企业核心竞争能力提升以及企业和生存、发展的大问题。所以,研究配送中心优化问题具有相当的现实意义。配送中心的优化可以分解为两个问题:一是配送中心的数量,二是配送中心的位置。

1 配送中心数量

1.1 问题描述

烟草物流配送中心数量的优化问题可以描述为:对于每一个确定的烟草配送区域,确定在该区域内应该设置多少个物流配送中心,在满足该区域总物流需求的条件下,使总成本最少。

在实际规划中,确定物流配送中心的数量需综合考虑各种因素,本文只在理论上给出一个最佳的配送中心数目计算方法。为研究问题方便起见,做如下假设:首先,设区域内的物流需求量是平均分布的,各物流配送中心的规模相同而且位于其服务区域的中心;其次,设相同规模的物流配送中心在区域内各处的建设费用相等,即物流配送中心的建设费与位置无关。

烟草物流配送中心数量可用覆盖模型来确定。

1.2 覆盖模型

所谓覆盖模型,就是对于需求已知的一些需求,如何确定一组服务设施来满足这些需求点的需求。在这个

模型中,需要确定服务设施的最小数量和合适的位置。根据解决问题的方法不同,可以分为两种不同的主要模型:集合覆盖模型与最大覆盖模型。本文主要介绍最大覆盖模型的建立及对模型求解。

(1) 最大覆盖模型

最大覆盖模型的目标是对有限的服务网点进行选址,为尽可能多的对象提供服务(参见图1)。

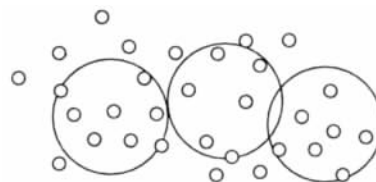


图1 最大覆盖模型

(2) 建立模型

目标函数:

$$\max \sum_{j \in N} \sum_{i \in A(j)} d_i y_{ij} \quad (1)$$

约束条件:

$$\sum_{i \in B(i)} y_{ij} \leq 1, i \in N \quad (2)$$

$$\sum_{i \in A(j)} d_i y_{ij} \leq C_j x_j, j \in N \quad (3)$$

$$\sum_{j \in N} x_j = p \quad (4)$$

$$x_j \in \{0, 1\}, j \in N \quad (5)$$

$$y_{ij} \geq 0, j \in N \quad (6)$$

式中, $N = \{1, 2, \dots, n\}$, 在研究对象中有 n 个需求点; d_i 为第 i 个节点需求量; C_j 为假如设施位于节点 j 时相应的容量; $A(j)$ 为可以被位于节点 j 的设施覆盖所有节点的集合; $B(i) = \{j | i \in A(j)\}$, 其相应的设施可以覆盖节点 i 的节点集合; p 为允许投建的设施数目; y_{ij} 为节点

[收稿日期] 2008-09-22

i 需求中被分配给节点 j 的部分;

$$x_j = \begin{cases} 1, & \text{假如该设施位于节点 } j; \\ 0, & \text{假如该设施不位于节点 } j. \end{cases}$$

式(1)是满足最大可能的对需求提供服务,也是目标;式(2)是需求的限制,服务不可能大于当前需求的总和;式(3)是设施的服务能力的限制;式(4)则是问题本身的限制,也就是说最多可能投资建设的设施数目。其他两式同集合覆盖模型。

(3) 模型的求解

最大覆盖模型是 NP-困难问题,虽然当规模较小时,可设计枚举法(如分支定界法等)求模型的最优解,但实际问题中往往需求点数 n 和可供选择的候选点数 m 较大(也可能 $m=n$),一般仍需要设计近似算法来对模型进行求解。最常用的算法是 Richard Church 和 Charles Re Velle 设计的贪婪算法,该算法是以一个空集合作为原始的解结合,然后在剩下所有的其他候选点中选中一个具有满足能力的候选点加入到原来的候选集合中。如此往复,直至到了设施数目的限制或者全部的需求都满足为止。

2 配送中心选址

2.1 问题描述

在确定配送中心数目后,更重要的问题是配送中心选址问题。问题可描述为:在配送对象位置和需求量的前提下,在固定区域内选定确定 k 个配送中心的位置,使得总体配送成本最低。

这个问题可归结为一个有距离约束的 P -median 问题^[2]。 P -median 问题最先由 Hakimi 于 1965 年提出,并随后被证明是一个 NP 难题^[3]。因此对于大规模问题,最优解很难得到。这里用 P -中值模型来寻找最优解(或近似最优解)。

2.2 P -中值模型

P -中值模型是指在确定区域内应建的物流设施数 p 之后,需进一步从若干个候选点中选取 p 个位置作为设施的地址,并确定各设施的服务对象(客户),使运输成本最少。图 2 说明了当 $p=3$ 时的 P -中值模型的一个可行解。设施数 P 可能是由物流设施规模定位模型所确定。 P -中值的图形表达式如图 2 所示。

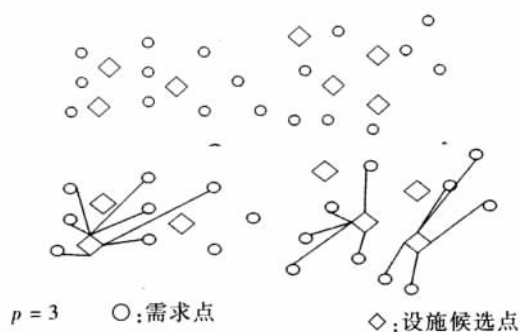


图 2 P -中值模型图形

(1) 建立模型

它的相应目标函数是:

$$\max \sum_{i \in N} \sum_{j \in M} d_{ij} y_{ij} \quad (7)$$

约束条件为:

$$\sum_{i \in M} y_{ij} = 1, i \in N \quad (8)$$

$$\sum_{i \in M} x_j = p \quad (9)$$

$$y_{ij} \leq x_j \quad (i \in N, j \in M) \quad (10)$$

$$x_j \in \{0, 1\}, j \in M; y_{ij} \in \{0, 1\}, i \in N, j \in M$$

式中, N 为系统中的需求点(客户), $N = \{1, 2, \dots, n\}$; M 为可建设设施的候选地点, $M = \{1, 2, \dots, m\}$; d_{ij} 为第 i 个需求点的需求量; C_{ij} 为从点 i 到点 j 的单位运输费用; p 为将建设的设施总数($p < m$);

$$x_j = \begin{cases} 1, & \text{在 } j \text{ 点建设;} \\ 0, & \text{否则。} \end{cases} \quad (j \in M)$$

$$y_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{客户 } i \text{ 由设施 } j \text{ 来提供;} \\ 0, & \text{否则。} \end{cases} \quad (i \in N, j \in M)$$

模型中,式(7)是 P -中值模型的目标函数,约束条件式(8)保证每个客户(需求点)只有一个设施来提供相应的服务,约束条件式(9)限制了总的设施数目为 p 个,约束条件式(10)有效地保证没有设施的地点不会有客户对应。

(2) 模型求解

求解一个 P -中值模型需要解决两个方面的问题:第一,选择合适的设施位置(数学表达式中的 x 变量);第二,指派客户到相应的设施中去(表达式中的 y 变量)。

目前主要有两大类方法,即精确计算法和启发式算法。下面介绍一种求解 P -中值模型的启发式算法——贪婪取走启发式算法 (Greedy Dropping Heuristic Algorithm)。这种算法的基本步骤如下。

步骤 1 令当前选中设施点数 $k = m$, 即将所有 m 个候选位置都选中。

步骤 2 将每个客户指派给 k 个设施点中距离其最近的一个设施点。求出总运费 Z 。

步骤 3 若 $k = p$, 输出 k 个设施点及客户的指派结果, 停止; 否则, 转步骤 4。

步骤 4 从 k 个设施点中确定一个取走点, 满足: 假如将它取走并将它的客户指派给其他的最近设施点后, 总费用增加量最小。

步骤 5 从候选点集合中删去取走点, 令 $k = k - 1$, 转步骤 2。

3 选址应用研究

内蒙古烟草公司目前有 14 个配送中心为所属 101 个县市配送卷烟, 由于配送中心建设时只按照自然行政

区划来设置,没有考虑优化的问题。为降低成本,该烟草公司决定重新考虑配送中心的设置。此时,管理者要考虑以下问题:

- 1) 需要建设多少个配送中心。
- 2) 这些配送中心应该布置在哪里。

通过分析了解到,目前内蒙古烟草行业实行的是“一库制、大配送”的配送模式。“一库制、大配送”是指在一定区域内如一个地市,只保留一个仓库,建设一个规模较大、功能齐全的配送中心,包括信息管理、分销、仓储、分拣、喷码,运输等功能,称为区域性配送中心 RDC,其他县市作为分发站,称为 HRS,只保留运输功能,即

HRS 只负责暂存,并向终端卷烟零售客户运送卷烟(如图 3 所示)。

因此,在考虑物流配送中心选址问题时,首先使用最大覆盖模型。最大覆盖模型的目标函数是在服务网点给定覆盖范围内使其覆盖到的需求点数目最大。可以将内蒙古自治区划内的 101 个县市公司作为配送客户,以 200 千米为配送半径(以 200 千米为配送半径的主要依据是因为配送车辆以 70~80 千米/小时的速度行驶,当天可以往返),以每个县市的客户需求量总和为配送量,建立最大覆盖模型,求解模型,得到最多可能投资建设的配送中心数目 p 。

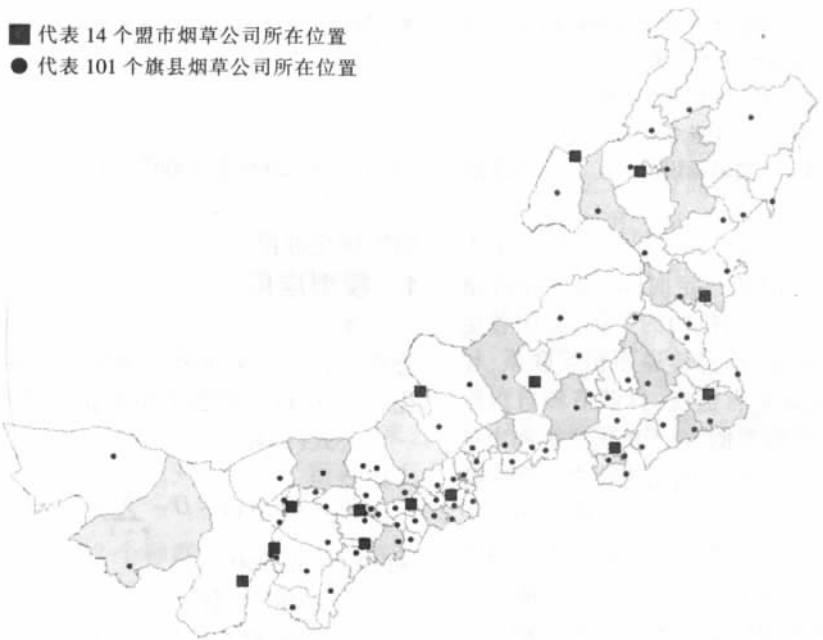


图3 配送中心及县市需求点分布图

运用 P -中值模型来确定配送中心的最佳位置。目标是选择 p 个配送中心,使配送中心与需求点的配送距离总和最小。

为了使用 P -中值模型,需要以下 4 部分数据:

- 1) 需求点位置。
- 2) 每个需求点的需求量。
- 3) 候选的配送中心位置。
- 4) 需求点和候选位置点之间的距离。

需求点的位置是 101 个县市公司的位置,需求点的需求量是每个县市公司服务范围内的零售客户的需求量的总和,候选配送中心的位置由以上最大覆盖模型求出,需求点和候选位置点之间的距离也容易求出。所以运用 P -中值模型可求出内蒙古烟草行业设置配送中心的最佳位置。

4 结 语

烟草物流是一个复杂的系统,本文对其中的两个

优化问题进行了研究。总体来说,研究都不够深入,表现在:① 相关算法都没有在真实数据环境中得到完全的验证;② 一些求解模型的假设损害了算法的实际可操作性或效果;③ 虽然大多数的启发式算法都可对同一个优化问题进行求解,但其适应性和效果也存在差别,本文未对此进行讨论。

主要参考文献

[1] 蔡临宁. 物流系统规划——建模及实例分析[M]. 北京:机械工业出版社,2007.
[2] 左元斌. 物流配送中心选址问题的理论、方法与实践[M]. 北京:中国铁道出版社,经济科学出版社,2007.
[3] 郑畅. 物流中心选址方法研究[D]. 武汉:武汉理工大学,2004.