

B2C 环境下考虑不确定需求的物流配送中心选址模型

——以冷链物流为例

裴祥静

(广东省对外贸易职业技术学校, 广东 广州 510520)

摘要: 考虑 B2C 环境下终端客户需求的不确定性, 以综合运输成本最小化为目标, 建立基于成本分析的冷链物流配送中心选址优化模型, 并采用蒙特卡洛模拟方法对不确定需求进行处理; 以广州安得冷链物流公司为研究对象, 以运输成本、货损、固定成本最小化为目标进行求解, 得到了合理的选址方案。

关键词: 物流; 配送中心; 冷链物流; 选址模型

中图分类号: U492.1

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2017)03-0051-04

配送中心在整个物流供应链管理中处于核心地位。从产业链的角度来看, 配送中心处于中间环节, 它向上衔接生产者, 向下沟通消费者, 生产信息和市场信息在配送中心汇集, 对有效沟通消费者和生产者起到积极作用。与其他产品相比, 冷冻产品时效性较强, 需求季节性波动较大, 对冷链物流配送中心选址提出了更高要求, 冷链配送中心选址问题是物流系统优化中的一个具有战略意义的问题。

众多学者对配送中心选址问题展开了研究, 并建立了一系列选址优化模型。如蒋忠中等建立了 B2C 电子商务环境下配送中心选址优化模型, 开发了用于求解的嵌入表上作业法的遗传算法; 张培林等在考虑产品运输成本和配送中心运营可变成本的基础上建立了多配送中心选址模型; 蒋美仙等建立了基于层次分析法和目标规划的物流配送中心选址模型。实际运营中物流系统存在诸多不确定性, 如不确定需求和运输时间, 这些不确定性对物流配送的准确性和有效性会造成很大影响。该文针对冷链物流系统中终端客户需求的不确定性, 建立单配送中心选址模型, 运用蒙特卡洛模拟方法进行求解。

1 模型的建立

1.1 问题描述

冷链物流从产品的生产到到达消费者手里都要求有全程的温度监控, 要求运输路线尽可能最短, 运输时间尽可能消耗最少, 以保证食品的卫生和口感。由于易腐品的时效性要求冷链各环节具有更高的组织协调性, 冷链物流的运作始终和能耗成本相关联,

有效控制运作成本与冷链的发展密切相关。同时, 冷链产品需求的波动性比普通产品大, 如农产品、冰淇淋等。该文考虑需求的波动性, 拟从备选的配送中心中选择一个或多个配送中心, 使整个配送系统的综合物流成本最低。综合物流成本包括供应点到配送中心的固定投资和管理成本、商品从配送中心到顾客的运输成本。

为便于建模, 作以下基本假设: 1) 在一定的备选配送中心中选取最优配送中心; 2) 每个顾客有且仅有一个配送中心为其配送; 3) 供应点的供应量和顾客对商品的需求量区间可通过预测或统计得到。

1.2 优化模型建立

以从供应点到配送中心、配送中心到需求点的运输成本及配送中心的固定费用和可变费用之和最小为目标建立模型, 即:

$$\min u = \sum_{p=1}^{m^0} \sum_{i=1}^n x_{pi} c_{pi} + \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{n^0} y_{ik} c_{ik} + \sum_{i=1}^n r_i f_i + \sum_{p=1}^{m^0} \sum_{i=1}^n x_{pi} V_i r_i \quad (1)$$

式中: i 代表备选配送中心, $i \in N = \{1, 2, \dots, n\}$; j 代表属性, $j \in M = \{1, 2, \dots, m\}$; k 代表需求点, $k \in N^0 = \{1, 2, \dots, n^0\}$; p 代表供应点, $p \in M^0 = \{1, 2, \dots, m^0\}$; x_{pi} 为从供应点到配送中心的运输量; c_{pi} 为单位产品从供应点 p 到配送中心的单位运输费用; y_{ik} 为从配送中心到需求点的需求量, 属于随机变量; c_{ik} 为从配送中心到需求点 k 的单位运输费用; r_i 为备选配送中心被选中的决策变量, 为 $0 \sim 1$ 变量; f_i 为第 i 个配送中心的固定费用; V_i 为第 i 个配送

中心的可变费用。

约束条件如下:

$$\sum_{i=1}^m x_{pi} \leq s_p; p=1, 2, \dots, m^0 \quad (2)$$

$$\sum_{p=1}^{m^0} x_{pi} = \sum_{i=1}^n y_{ik}; i=1, 2, \dots, n \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^m y_{ik} \geq d_k; k=1, 2, \dots, n^0 \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^n r_i = 1 \quad (5)$$

$$r_i = \begin{cases} 1, \text{配送中心 } i \text{ 被选中} \\ 0, \text{配送中心 } i \text{ 未被选中} \end{cases} \quad (6)$$

$$x_{pi}, y_{ik} \geq 0, p=1, 2, \dots, m^0; i=1, 2, \dots, n; k=1, 2, \dots, n^0 \quad (7)$$

式中: s_p 为第 p 个供应点的产品供应量; d_k 为第 k 个需求点的需求量。

约束条件中, 式(2)表示从第 p 个供应点到各配送中心的产品总量不超过各供应点的供应能力; 式(3)表示通过配送中心的产品进出总量相等; 式(4)表示从各配送中心到第 k 个需求点的产品总量能满足各需求点的需求量; 式(5)表示单个配送中心选址; 式(6)表示 r_i 为 0~1 变量, 在用模型计算第 i 个配送中心的成本时, 取 $r_i = 1$; 式(7)表示 x_{pi} 、 y_{ik} 为非负约数。

该模型描述的配送系统可看成一类二级运输系统。该文研究的是单配送中心选址问题, 而供应商到每个备选配送中心、备选配送中心到顾客的运价均已知, 故可通过枚举法计算每个配送中心的综合物流成本, 从而得到成本最小的配送中心。但由于终端客户需求的不确定性, 不同需求 y_{ik} 下的综合运输成本不相同, 即目标函数也不确定, 不能直接极小化。鉴于此, 利用蒙特卡洛模拟方法获取目标函数的期望值。

1.3 求解配送中心选址的蒙特卡洛模拟方法

根据假设 3, 顾客对商品的需求量区间可知, 故可在给定的需求空间下寻求目标函数期望值。蒙特卡洛模拟方法的求解步骤如下: 在给定的需求空间 $[y_{ik}^1, y_{ik}^2]$ 内随机生成一定样本量的需求随机值 y_{ik}^s , 取每个需求量相应的目标函数值 $u(y_{ik}^s)$ 的平均值作为不确定客户需求下目标函数的期望值。

$$E(u(y_{ik})) \approx \frac{1}{S} \sum_{s=1}^S u(y_{ik}^s) \quad (8)$$

式中: y_{ik}^s 表示某次随机抽取的需求样本值; S 表示样本量。

假设不确定需求服从均匀分布, 即 $y_{ik} \sim [y_{ik}^1, y_{ik}^2]$ 。

2 算例分析

2.1 配送中心选址分析

以广州安得公司冷链物流配送中心选址为例进行分析。安得物流公司冷链物流部成立于 2003 年, 中心位于广州市白云区新科工业园, 主要负责全国的冷链业务, 主要经营全国的食品冷冻运输和储藏业务。根据公司的战略目标, 计划在广东省建立配送中心, 配送中心的计划辐射范围为整个广东省及其周边地区。

目前安得冷链物流部的食品冷链运输和储藏业务占公司 80% 的业务份额。冷链业务的主要运输产品为玛氏(广州)股份有限公司的德芙巧克力、中粮(深圳)股份有限公司的金帝巧克力、雀巢冰激凌、伊利牛奶。安得冷链运输业务主要分布在广东、四川、湖南、福建及海南(见表 1)。

表 1 安得冷链物流部的核心客户

核心客户	承运产品	承运市场分布
玛氏(广州)分公司	德芙巧克力	广东、四川、重庆
中粮(深圳)分公司	金帝巧克力	广东、四川、重庆
雀巢(广州)分公司	冰激凌	广东
麦当劳(广州)分公司	熟食品	广东
肯德基(广州)分公司	熟食品	广东

安得物流冷链物流部目前在广东省的核心客户有玛氏、中粮集团、雀巢、麦当劳、肯德基等, 其中: 玛氏和雀巢的生产基地位于广州; 金帝巧克力的厂家在深圳; 麦当劳和肯德基分别拥有自己的配送中心且配送中心提供的仓储服务能满足未来业务的发展需要, 目前没有外包仓储业务的计划。因此, 以玛氏、中粮集团、雀巢三家公司的商品作为选址模型分析的目标商品。

为了提高选址结果的精确性和工作效率, 先从以下方面分析, 初步缩小配送中心的选址范围: 1) 贴近市场原则。目前, 玛氏、雀巢和中粮的产品以广东为中心辐射到了西南地区, 在广东的销售市场主要分布在广州、深圳、佛山、东莞等珠三角城市。因此, 选址过程中应尽量选择珠三角地区的城市。2)

城市规划。城市定位规划对物流设施设置有重大影响,反映了政府对于这项事业的关注度和支持度。广州的城市规划已渐渐清晰,以广州为中心,在花都区、增城区和南海区设置大型物流中心和仓储中心,而广州市地处交通要冲位置,未来现代物流发展也是时代需要和大势所趋。深圳市以盐田和蛇口港区为龙头,形成了“区港联动”的经济发展模式,以港口经济为发展目标,定位于南方第一大港,对现代综合物流服务重视程度很高。3) 交通条件。珠三角地区以广州为中心,交通可辐射广东省大部分地区。广州市坐拥南、北、东、西交通要冲,为高速公路和铁路的枢纽地区,交通通达度最高;在陆路交通方面,广州的优势明显且无法复制。佛山市同样处于省域的中心地带,有多条高速公路和国道通过。粤北和粤西地区的交通便利性与珠三角地区相比还有待改善,暂不纳入考虑范围。4) 公共设施。广州、深圳、东莞和佛山作为老工业基地,公共设施完善,硬件设施齐全,能很好地满足配送中心的建设和日常运作需求。5) 公司业务发展。根据公司目前的业务状况和未来发展战略,安得物流冷链发展部目前正在广州、东莞、佛山开展食品零担业务。6) 物流费用。广州经过对周边县区的整体规划,获得了大量经济功能区规划范围,但由于广州的经济总量大、需求大,工业用地价格处于中等靠上的位置。深圳在盐田港和蛇口港区规划了专门的保税物流用地,加上深圳市的经济规模和工业面积供应基本饱和,其工业用地价格也较高。佛山市经济总量较小,工业用地尚未饱和,工业用地价格较之广州、深圳处于中等水平。综上,初步选择广州、佛山、东莞和深圳为配送中心备选地址。

2.2 配送中心费用分析

目前安得物流股份有限公司准备建设物流配送中心,主要服务对象为玛氏食品中国有限公司、中粮金帝食品(深圳)有限公司和雀巢(广州)分公司。其中:玛氏食品中国有限公司的德芙巧克力生产地在北京,目前在广州租用了太古的仓库,作为华南区的配送中心;中粮金帝食品(深圳)有限公司、雀巢(广州)分公司的工厂和仓库分别设在深圳、广州。

(1) 生产基地。德芙巧克力和金帝巧克力在华南区的供应地分别在广州、深圳,用 m 表示($m=2$)。

(2) 配送中心备选地址。4 个备选地分别为广州、佛山、东莞、深圳,用 n 表示($n=4$)。

(3) 产品的需求地。为体现选址的合理性,分别选取客户的核心市场作为需求地,分别为成都、重庆、广州、深圳,用 c 表示($c=4$)。

(4) 数据处理。因为配送的产品皆为食品,且包装皆为纸箱,产品以“件”为单位。运输车辆主要为 13.7 m 的车型,一辆 13.7 m 的集装箱拖车箱内体积为 70 m³,平均每辆车能装载 2 600 件产品,其中每箱货物的体积约为 0.026 9 m³。单位运输费通过用平均每车的总费用除以每车的实际装载件数得出。配送中心的固定费用主要包括人员工资、固定资产、折旧费、土地租赁费用、行政支出等与经营状态无关的费用。数据统计见表 2~6,其中表 5 用区间表示终端客户需求量的不确定性。

为了反映终端客户需求的不确定性,利用数学软件 MATLAB 生成符合表 5 所示给定区间的均匀

表 2 产品从第 p 个供应地到第 i 个备选地的单位运价 元/件

供应地	到备选地的单位运价			
	广州	深圳	东莞	佛山
广州	10.4	11.1	8.7	6.7
深圳	9.4	12.9	10.8	7.1

表 3 产品从第 i 个备选地到第 k 个需求地的单位运费 元/件

备选地	到需求地的单位运费			
	广州	深圳	成都	重庆
广州	15.8	12.7	8.6	6.8
深圳	13.8	12.5	7.8	7.0
东莞	12.9	11.9	9.6	6.5
佛山	14.5	10.8	8.9	7.5

表 4 第 p 个供应点的供应量 万件

供应点	供应量
广州	5.0
深圳	4.9

表 5 第 k 个需求地的产品需求量 万件

需求地	需求量
广州	2.34~2.67
深圳	2.15~2.54
成都	1.58~1.73
重庆	1.44~1.65

表6 第*i*个配送中心的固定费用及单位产品的变动费用

备选地	f_i /万元	V_i /元
广州	49	35
深圳	50	50
东莞	41	45
佛山	40	30

分布随机值,然后通过上述优化模型得到每个随机需求下的物流成本,并将所有随机需求下的物流成本平均值作为期望值,求得广州、深圳、东莞、佛山的物流总成本期望值分别为 $E(u_1) = 2\,449\,940$ 元、 $E(u_2) = 1\,729\,410$ 元、 $E(u_3) = 1\,853\,930$ 元、 $E(u_4) = 1\,439\,800$ 元, $E(u_1) > E(u_3) > E(u_2) > E(u_4)$, 佛山配送中心选址方案的物流总费用最低。

3 结论

B2C 环境下的物流配送中心优化选址是一个复杂的系统工程。该文针对冷链物流中普遍存在的不确定需求,利用成本分析方法,研究了各需求点的需求量为区间随机数的选址问题,并以广州安得物流公司为实例进行研究,为其配送中心选址提供了一种可行的方法。由于公司的预算限制,文中只针对性地研究了单配送中心的选址问题,下一步将研究更为通用的多配送中心选址问题。

参考文献:

- [1] Elliot r, Joseph P B. Physical distribution service quality

(上接第 50 页)

法权益,接受社会监督。

参考文献:

- [1] 交通运输部令 2016 年第 52 号,道路运输从业人员管理规定[S].
[2] 交通运输部令 2016 年第 51 号,机动车驾驶员培训管理规定[S].
[3] 交办运[2017]1 号,关于开展大型客货车驾驶人职业教育的通知[S].
[4] 交办运[2015]63 号,关于开展全国道路运政管理信息系统互联互通工作的通知[S].
[5] 皖公运旅[2009]51 号,安徽省道路旅游客运企业质量信誉考核办法(试行)[S].

in internet retailing; service pricing, transaction attributes, and firm attribute[J]. Journal of Operations Management, 2004, 21(6).

- [2] 皮慧娟,魏庆东.物流配送中心选址问题研究[J].江西师范大学学报:自然科学版,2011,35(5).
[3] 蒋利军,蒋明,赵正佳.配送中心选址问题研究文献综述[J].物流科技,2008(4).
[4] 蒋忠中,汪定伟.B2C 电子商务中配送中心选址优化的模型与算法[J].控制与决策,2005,20(10).
[5] 张培林,魏巧云.物流配送中心选址模型及其启发式算法[J].交通运输工程学报,2003,13(12).
[6] 蒋美仙,徐畅,禹美凤,等.基于 AHP 和目标规划的物流配送中心集成选址模型研究[J].浙江工业大学学报,2012,40(5).
[7] 幸晓辉.基于灰色决策的物流中心选址研究[J].公路与汽运,2011(5).
[8] 蒋忠中,汪定伟.B2C 电子商务中多商品配送中心优化设计的模糊规划模型[J].系统仿真学报,2006,18(1).
[9] 李琦峰.上海市冷链物流市场及配送中心选址研究[D].上海:同济大学,2006.
[10] 朱欢萍.基于模糊多属性决策的配送中心选址研究[D].成都:西南交通大学,2007.
[11] 王阳军.冷链物流配送中心选址模型研究[D].长沙:长沙理工大学,2008.
[12] 胡鲜.供应链环境下的食品冷链配送中心选址研究[D].北京:北京交通大学,2011.
[13] 郑志成,刘心.灰色关联度和 AHP 在冷链物流配送中心选址问题中的应用研究[J].科学技术与工程,2009,9(5).

收稿日期:2016-11-01

- [6] 公安部、交通运输部联合解读客货运驾驶人安全管理新措施[J].道路交通管理,2012(3).
[7] 王珍珍,郑宗杰.构筑道路运输安全第一道防线[N].中国交通报,2012-02-09.
[8] 宋轶群.福建省道路交通安全管理机制研究[D].福州:福州大学,2005.
[9] 石磊磊.广东省营运驾驶员安全管理对策研究[D].西安:长安大学,2013.
[10] 交轩.加强客货运驾驶人管理 防范遏制重特大交通事故[J].道路交通管理,2012(5).
[11] 魏文波.道路危险品运输人员的安全管理[J].中国石油企业,2011(10).

收稿日期:2017-01-16