

服务供应链网络优化模型及解法

□程建刚 李从东 [天津大学 天津 300072]

[摘要] 提出了一种多目标混合整数规划模型来优化服务供应链网络设计。将服务供应链网络设计问题分成服务供应商选择和服务站选址两个子问题,服务供应商选择考虑采购成本,服务站选址考虑设施成本和顾客流量。引入作业成本法计算服务站设立的总成本;引入服务站截流选址法建立服务站顾客流量模型。模型采用化多目标为单目标的思路求解。

[关键词] 服务供应链;网络优化;作业成本法;截流选址

[中图分类号] F273 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1008-8105(2009)01-0061-04

引言

传统的供应链网络设计往往是针对制造供应链展开。建模时,所考虑的因素主要包括采购、生产、分销和物流等环节^[1]。服务供应链是一种以服务为主导的集成供应链,在进行供应链设计时所考虑的因素与制造供应链有很大差别,集中体现在以下方面:

1) 制造供应链层级较多,从原材料供应商开始,到最终客户为止,一般要经过4、5级;服务供应链层级较少,一般包括服务供应商、服务集成商和最终客户3级^[2]。由此,后者的数学模型要舍去不必要环节,做到尽量精简。

2) 制造供应链中的选址问题,往往藉由物流成本引发;而服务供应链中并不涉及到物流成本,或物流成本很小可忽略不计,其选址问题往往会考虑设施成本,以及设施的客流量。

3) 制造供应链的核心企业会将原材料加工制成成品,从而会产生制造费用;由于服务的生产和消费不可分割,所以在服务供应链中,服务集成商可将供应商的服务不经加工而直接销售给顾客而不会产生制造费用。

4) 制造供应链的核心企业一般不直接面向最终客户,而是通过分销商将产品层层传达。市场的波动会引起诸如牛鞭效应等问题,因此,库存管理向来是制造供应链要解决的重要课题;但在服务供应

链中,服务集成商既是生产商又是销售商,其对市场的敏感程度要远远大于制造企业,供应链牛鞭效应并不显著。

目前,对于产品供应链设计的研究较多,技术日趋成熟,而服务供应链的网络设计很少见到。有鉴于此,本文提出了一个服务供应链网络设计的数学模型:将服务供应链网络设计分解为服务供应商选择问题和服务站选址问题,考虑两者之间存在着相互关联、相互影响的关系,建立多目标混合整数规划模型来优化服务供应链网络设计,并给出求解方法。

一、模型描述

为了研究方便又不失一般性,对服务供应链模型描述如下:

1) 服务供应链网络由服务供应商、服务集成商和顾客构成。

2) 服务集成商掌握着市场信息,并主导订单分配。

3) 某时期内,服务集成商需要采购单一服务,数量为 Q ,单位以小时计;备选服务供应商有 I 个。

4) 服务集成商的运作分前后台。前台由若干服务站构成,面向客户,负责将供应商的服务传递给顾客;后台面向供应商,负责供应商选择及任务分配。为简化模型,将后台的运营成本平均分摊于服务站。

[收稿日期] 2008-03-14

[作者简介] 程建刚(1979-)男,天津大学管理学院博士生;李从东(1962-)男,天津大学管理学院、暨南大学管理学院教授,博士生导师。

5) 假设服务集成商的服务能力全部来自于服务采购, 即本身不产生服务能力持有成本。

模型的结构如图1所示。

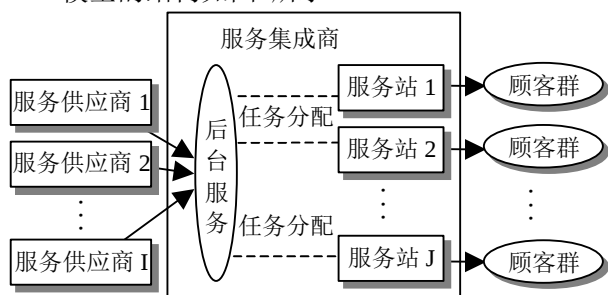


图1 服务供应链结构示意图

二、模型建立

将服务供应链设计归纳为两种基本类型: 服务供应商选择问题和服务设施决策问题。以下建立两部分模型。模型符号说明:

集合:

I 候选供应商集合;

J 候选服务站结点集合;

P 候选服务站网络中客流量非0的所有路线集合;

J_p 路线 p 上所有节点集合;

索引编号:

i 候选供应商编号, $i \in I$;

j 候选服务站结点编号, $j \in J$;

p 路线编号, $p \in P$;

决策变量:

Y_i 0—1变量, 当选择供应商 i 时, $Y_i = 1$, 否则 $Y_i = 0$;

x_j 0—1变量, 当选择 j 节点建立服务站时, $x_j = 1$,

否则 $x_j = 0$;

y_p 0—1变量, 当在第 p 条路线上至少建立一个服务站

则 $y_p = 1$, 否则 $y_p = 0$;

Q_i 从供应商 i 采购服务的数量(小时);

D_{jk} 服务站 j 中作业 k 的成本动因数量(次数);

常数:

cap_i 供应商 i 的服务能力(小时);

v_j 服务站 j 的固定运营成本(元);

p_i 供应商 i 的采购单价(元/小时);

δ_{jk} 服务站 j 中作业 k 的成本动因比率;

f_p 在第 p 条路线上的顾客流量;

n 计划建立服务站数目;

(一) 服务供应商选择模型

服务供应商选择的目标是采购成本最小。模型

表示如下:

$$\min F_1 = \sum_{i=1}^I p_i Q_i Y_i \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{i=1}^I Q_i = Q \quad (2)$$

$$cap_i \leq Q_i \leq 0 \quad (3)$$

$$Y_i \in \{0, 1\} \quad (4)$$

式中, 目标函数为服务采购成本达到最小。约束条件(2)表示服务供应商提供的服务产品总和等于计划采购数量; 约束条件(3)表示分配给供应商的订单应该小于其生产能力而大于零; 约束条件(4)表示当选择供应商 i 时, $Y_i = 1$, 否则 $Y_i = 0$ 。

(二) 服务站规划模型

服务站规划对于集成商至关重要。通常服务站需选址于客流密集、交通便利的区位, 但优越的地理位置往往会伴随着成本的增加。因此, 服务站的选址要综合考虑两个问题: 成本和客流量。

在计算服务站的成本时, 引入作业成本法^[3,4]。

服务站总成本表示为:

$$\min F_2 = \sum_{j=1}^J v_j x_j + \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \delta_{jk} D_{jk} \quad (5)$$

$$\text{s.t.} \quad D_{jk} = f(Q_i) \quad (6)$$

$$x_j \in \{0, 1\} \quad (7)$$

式中, 目标函数表示服务站的成本由两部分构成, 一是固定运营费用, 如租金, 若是自建站则可由折旧费来替代; 二是由供应商绩效引发的作业成本。约束条件(6)表示作业成本动因数量是 Q_i 的函数, 原因在于不同的供应商在提供服务产品时会引起集成商相关作业的变动。约束条件(7)表示当选择 j 节点建立服务站时, $x_j = 1$, 否则 $x_j = 0$ 。

服务站选址引入服务站截流选址模型^[5]。研究顾客流的路线和流量确定, 在给定服务站的数目的条件下, 如何在网络中选址使通过服务站的顾客流量总和达到最大。设 $G(J, A)$ 是候选服务站网络, 其中 J 是候选服务站集合。 P 是指 $G(J, A)$ 中通过的顾客流量非0的所有路线的集合, 其中 $p \in P$ 。 f_p 表示在第 p 条线路上的顾客流量。 J_p 表示在路线 p 上的所有结点的集合。若在第 j 个结点建立服务站则 $x_j = 1$, 否则 $x_j = 0$; 若第 p 条路线上至少建立一个服务站, 则 $y_p = 1$, 否则 $y_p = 0$ 。 n 是计划建站的数目。则

$$\text{Max } F_3 = \sum_{p \in P} f_p y_p \quad (8)$$

$$\text{s.t. } \sum_{j \in J} x_j = n \quad (9)$$

$$\sum_{j \in J_p} x_j \geq y_p \quad (p \in P) \quad (10)$$

$$y_p, x_j \in \{0, 1\} \quad (p \in P, j \in J) \quad (11)$$

其中, F 为服务站所能服务的顾客流量总和。
约束条件(9)表示计划建立的服务站数目为 n 个;
约束条件(10)表示若所有的 x_j 为0, 则 y_p 为0。

由此, 服务供应链网络设计可以表示成包含三个目标的多目标优化模型。目标函数包括:(1), (5), (8)。约束条件包括:(2), (3), (4), (6), (7), (9), (10), (11)。

三、模型的求解方法

由上述模型可以看出, 模型为多目标混合整数规划模型, 并且模型中的各目标的量纲都是不同的。这种问题的求解可按照如下思路进行: 先将目标函数(1)转化成约束条件, 再利用线性加权和法将目标函数(5)和(8)合成为一个单目标, 从而将多目标规划模型转化成单目标规划模型^[6]。具体步骤如下:

步骤1 仅考虑目标函数(1), 将多目标问题转化为单目标问题。求解该模型可获得目标函数(1)的最优值, 记为 F_1^* 。将目标函数(1)转化成如下约束条件:

$$F_1 \leq (1 + \lambda)F_1^* \quad (12)$$

这种处理方法表示在进行服务供应链设计时, 不以追求成本最小化为目标, 而只是要求将成本限制在合理的范围内。其中, λ 是一个较小的正数, 称为“关系成本系数”。

步骤2 对于目标函数(5)和(8), 采用线性加权和法将两个目标函数合成为一个新的max型函数:

$$\max F = \alpha_2 F_2 + \alpha_3 F_3 \quad (13)$$

为了找到合理的权系数, 从而使多个目标用同一尺度统一起来, 故而进行下列步骤:

步骤3 求解仅包括目标函数(5)的单目标规划, 得到目标函数(5)的最优值, 记为 F_2^* 。将这时的最优解代入目标函数(8)中, 得到目标函数(8)的值为 F_3' 。

步骤4 求解仅包括目标函数(8)的单目标规划, 得到目标函数(8)的最优值, 记为 F_3^* , 将这时的最优解代入目标函数(5)中, 得到目标函数(5)的值为 F_2' 。

步骤5 根据下面的公式确定 α_2 和 α_3 的取值, 其中 $\alpha_2 + \alpha_3 = 1$

$$\alpha_2 = \frac{F_3^* - F_3'}{F_2' - F_2^* + F_3^* - F_3'} \quad (14)$$

$$\alpha_3 = \frac{F_2' - F_2^*}{F_2' - F_2^* + F_3^* - F_3'} \quad (15)$$

步骤6将多目标函数转化为单目标混合整数规划模型并求解:

$$\max F = \alpha_2 F_2 + \alpha_3 F_3$$

约束条件: $F_1 \leq (1 + \lambda)F_1^*$, (2), (3), (4), (6), (7), (9), (10), (11)。

四、算例

设某快递公司因业务发展迅速, 需租赁新址作为服务站, 并将部分业务外包。现有5个地址和5个供应商可供选择。地点租金和相应客流量以及供应商的服务价格和服务能力如表1所示。假设外包业务量为1000(小时), 需新建2个服务站。

表1 供应商及新址相关参数

供应商	单价(元)	能力(小时)	地址	租金(百元)	客流量
甲	8	500	A	50	25
乙	11	500	B	40	20
丙	7	400	C	70	40
丁	13	600	D	80	55
戊	10	700	E	120	80

对于不同的供应商, 不同的服务站所产生的作业成本并不一样, 如下所示:

	甲	乙	丙	丁	戊
A	70	45	65	80	90
B	60	50	45	65	70
C	50	65	40	65	50
D	40	45	65	70	55
E	40	60	60	65	60

利用上述求解方法, 解题步骤如下:

1) 快递公司的采购成本最小值为 $F_1^* = 7800$;

2) 允许成本增加20%, 即将: $8Q_1 + 11Q_2 + 7Q_3 + 13Q_4 + 10Q_5 \leq 7800(1 + 20\%)$ 作为约束条件。

3) 在新约束条件下, 计算得出服务站成本最小值为 $F_2^* = 21000$, 此时顾客流量为 $F_3' = 60$;

4) 在新约束条件下, 计算得出顾客流量最大值

为 $F_3^* = 135$, 此时服务站成本为 $F_2' = 30150$;

5) 根据(14), (15)式计算 α_2 , α_3 的值, 可得到 $\alpha_2 = 0.45$, $\alpha_3 = 0.55$, 于是有新的目标函数

$$\max F = 0.45F_2 + 0.55F_3$$

6) 计算新的目标函数得到最优解为: 供应商应选择甲、丙和戊, 总成本为 $F_1 = 7800$; 服务站应选择C和D两个地址, 服务站成本为 $F_2 = 24650$; 此时顾客流量将达到 $F_3 = 95$ 。

五、结束语

本文从服务集成商角度出发, 提出了面向服务供应商和顾客, 考虑顾客流量的服务供应链设计方法。同传统的供应链网络建模相比, 本文提出的建模方法带有鲜明的服务业特性。通过对案例的试算, 结果表明所建模型能够较为精确地模拟现实情景。

参考文献

- [1] 马雪芬, 孙树栋. 多目标的供应链集成优化及数值仿真[J]. 机械工程学报, 2005, (41)6: 174
- [2] 傅烨. 供应链与服务链管理比较研究[J]. 物流技术, 2005, (2): 70-72
- [3] 李从东. 基于过程和成本动因理论的成本控制问题研究[J]. 系统工程理论与实践1999, (3): 88-93
- [4] 鞠颂东, 张秋生. 作业: 服务成本计算新基点[J]. 数量经济技术经济研究, 2000, (3): 37-40
- [5] BERMAN O, FOUSKS N, LARSON R C. Optimal location of discretionary service facilities[J]. Transportation Science, 1992, 26(3): 201-221
- [6] 赵晓煜. 面向重要供应商和客户的供应链设计方法[J]. 系统工程, 2005, 23(6): 34-38

Study on the Network Optimization Model and Its Solution of Service Supply Chain

CHENG Jian-gang LI Cong-dong
(Tianjin University Tianjin 300072 China)

Abstract In order to optimize service supply chain network, this paper presents a multi-objective mixed integer programming model. The problems about service supply chain network design were divided into two kinds: supplier selection and service facilities location-allocation. Purchasing cost will be considered in the first part, and facilities cost and passenger flow will be concerned in the other. We introduce activity-based costing in accounting service stations total cost, and lead flow capturing location-allocation into customer flow model.

Key words service supply chain; network optimization; activity-based costing; flow capturing location-allocation

编辑 范华丽

· 学术广角 ·

广东工业化的中国“特质”

广东商学院杨维研究员等新著的《广东工业化进程研究》, 作为一部学术专著, 该书实现了一系列理论观点的创新, 得出了一些新的结论。首先, 该书扬弃了西方学者判断工业化阶段的标准, 基于中国的“特质”, 提出了“把产业部门的产值结构变动作为主要指标和硬性指标, 把劳动力结构、人均国民收入水平、城市化程度等作为辅助指标和弹性指标”的新标准。其次, 该书还提出了广东工业化进程中政府与市场的关系是主导和基础有机统一关系的新观点。

综观全书的分析, 认识到: 改革开放以来, 一方面, 广东工业化的进程中市场的力量起着决定性的作用; 另一方面, 广东工业化进程中政府的主导性主要表现在市场功能性缺陷和市场不完善导致的市场机制的功能不能发挥的环节与方面。随着市场化程度的提高, 一方面, 政府的功能由于市场的完善在逐渐淡化; 另外, 在弥补市场功能性缺陷方面, 政府功能却在逐渐加强。也就是说, 政府的主导性与市场的基础性作用发挥是并行不悖的。

此外, 书中还提出了一系列有针对性、切实可行的推进广东工业化进程的新的政策建议。如大力培育具有现代意识和岭南特色的工业精神, 弘扬、完善和推广“广东人精神”, 并把它们作为广东新型工业化进程中的主导价值取向; 积极推进市场制度、技术进步制度、区域统筹协调发展的制度、政府管理制度和一系列法律、法规等制度创新。

· 宣 文 ·