第 25 卷第 2 期　　纺 织 学 报　　Vol.25, No.2
2004 年 4 月　　Journal of Textile Research　　Apr., 2004

# 服装加工选址决策模型

胡觉亮　季晓芬　韩曙光
(浙江工程学院,杭州,310012)

摘　要:针对我国经济发达地区的服装贸易企业面临的发单决策实际问题,综合归纳各种成本要素为 4 种类型,运用整数线性规划,建立以成本最小化为目标的服装加工选址决策模型。并以实际案例,说明此模型对服装贸易公司提高加工选址决策的效率和效果颇具价值。

关键词:服装贸易　服装加工　选址决策　成本最小化　整数线性规划
中图分类号:TS 941.19　　文献标识码:A　　文章编号:0253-9721(2004)02-0062-02

我国纺织服装业在国际贸易中的比较优势是劳动力成本低。近几年来,劳动力成本更低的发展中国家在纺织服装市场上迅速崛起,使我国纺织服装业的比较优势不断下降。1996 年,我国纺织品出口显示优势指数为 17.51,到 1998 年下降为 6.97,而印度呈增长趋势,分别为 11.76 和 15.31。

目前,我国纺织服装国际贸易大部分集中在沿海开放城市和地区,劳动力价值的上升也主要来自于这些国内经济发达地区。经济学家的研究表明,要增强在经济全球化中的竞争力,最佳选择就是加强区域联盟。由于我国地区发展不平衡,沿海开放城市的纺织服装贸易企业如何选择最佳的生产加工点?该项决策既重要又复杂,本文借助数学工具,建立选址的决策模型,以有利于企业正确、高效地做出决策。

## 1　服装加工厂的选址决策模型

设服装定单总量为 $M$,待选的服装加工厂为 $A_j$ $(j=1,\cdots,n)$,服装厂 $A_j$ 的生产能力为 $p_j(j=1,\cdots,n)$,不妨假定 $\sum_{j=1}^{n} p_j \geqslant M$。

在已知服装贸易企业服装定单总量 $M$ 和各待选服装加工厂的生产能力及各成本要素的基础上,分析了成本构成的形式,对每一服装厂其生产总量成本 $C$ 可分为四类:即

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 \qquad (1)$$

①固定成本,如厂房租金和社保基金等,则不论定单量多少,有一固定成本 $C_1$。

②线性成本,如面料成本等,显然成本为定单量的线性函数,$C_2 = kx$($k$ 为常数,$x$ 为定单量)。

③分段线性成本,如管理成本和劳动力成本等,成本需分段计算,且每段为线性函数。如服装厂 $A_j$ 的分段线性成本将 $A_j$ 的生产能力分为 $s_j$ 段,分点为 $0$、$t_{j1}$、$t_{j2}$、…、$t_{j(s_j-1)}$、$p_j$,则

$$C_3 = \begin{cases} k_{j1}x & 0 \leqslant x \leqslant t_{j1} \\ k_{j1}t_{j1} + k_{j2}(x - t_{j1}) & t_{j1} < x \leqslant t_{j2} \\ \cdots & \\ k_{j1}t_{j1} + k_{j2}(t_{j2} - t_{j1}) + \cdots + k_{js}(x - t_{j(s-1)}) & \\ \qquad t_{j(s_j-1)} < x \leqslant p_j & \end{cases} \qquad (2)$$

④阶梯型成本,如运输成本和能源成本等,成本也分段计算,且每段为一常数。如:若服装厂 $A_j$ 的阶梯型成本按定单量分为 $d_j$ 段,分点为 $0$、$a_{j1}$、$a_{j2}$、…、$a_{j(d_j-1)}$、$p_j$,则

$$C_4 = \begin{cases} b_{j1} & 0 \leqslant x \leqslant a_{j1} \\ b_{j1} + b_{j2} & a_{j1} < x \leqslant a_{j2} \\ \cdots & \\ b_{j1} + b_{j2} + \cdots + b_{jd_j} & a_{j(d_j-1)}, x \leqslant p_j \end{cases} \qquad (3)$$

设 $x_j$ 为服装厂 $A_j$ 的定单量,$0 \leqslant x_j \leqslant p_j$ $(j=1,\cdots,n)$,则 $\sum_{j=1}^{n} x_j = M$。对服装厂 $A_j$ 的第①类成本 $c_j$,目标函数中可表示为 $c_j y_j$,其中,$y_j = \begin{cases} 1 & \text{表示 } A_j \text{ 参与加工} \\ 0 & \text{否则} \end{cases}$ $(j=1,\cdots,n)$。对服装厂 $A_j$ 的第②类成本,目标函数中可表示为 $k_j x_j$。对服装厂 $A_j$ 的第③类成本,如(2)式给出,令 $x_j = x_{j1} + x_{j2} + \cdots + x_{js_j}$,其中,$x_{j1}, x_{j2}, \cdots, x_{js_j}$ 满足下列约束条件:当 $0 \leqslant x_j \leqslant t_{j1}$ 时,有 $0 \leqslant x_{j1} \leqslant t_{j1}$,$x_{j2} = x_{j3} = \cdots = x_{js_j} = 0$;当 $t_{j1} \leqslant x_j \leqslant t_{j2}$ 时,有 $x_{j1} = t_{j1}$,$0 \leqslant x_{j2} \leqslant t_{j2} - t_{j1}$,$x_{j3} = \cdots = x_{js_j} = 0$;当 $t_{j(s_j-1)} \leqslant x_j \leqslant p_j$ 时,有 $x_{j1} = t_{j1}$,$x_{j2} = t_{j2} - t_{j1}$,$x_{j3} = t_{j3} - t_{j2}$;当 $0 \leqslant x_{js} \leqslant p_j - t_{j(s_j-1)}$,$A_j$ 的第③类

浙江哲学社会科学规划项目,项目编号:NX03YJ38

成本在目标函数可表示为：$k_{j1}x_{j1}+k_{j2}x_{j2}+\cdots+k_{js_j}x_{js_j}$。

引入 0/1 变量 $y_{j1},y_{j2},\cdots,y_{j(s_j-1)}$ 则约束条件为：

$$\left.\begin{aligned} t_{j1}y_{j1} &\leqslant x_{j1} \leqslant t_{j1} \\ (t_{j2}-t_{j1})y_{j2} &\leqslant x_{j2} \leqslant (t_{j2}-t_{j1})y_{j1} \\ 0 &\leqslant x_{js_j} \leqslant (p_j-t_{j(s_j-1)})y_{j(s_j-1)} \end{aligned}\right| \quad (4)$$

显然，对任意的 $y_{ji}$ 与 $y_{jl}$，$i<l$，则有 $y_{ji}\geqslant y_{jl}$，而 $y_{ji}<y_{jl}$ 是不可行的。考虑到 $A_j$ 的固定成本决定于是否参与加工，所以，增加约束 $0\leqslant x_{j1}\leqslant t_{j1}y_j$。若 $y_j=0$，则 $x_{j1}=0$；如果 $y_j=1$，仍有 $x_{j1}=0$ 的可能，但由于目标是极小化的，所以，在最优解中不会出现。

服装厂 $A_j$ 的第④类成本，可参照第③类的设计与分析。引入变量 $y_{j1},y_{j2},\cdots,y_{j(d_j-1)}$，则 $A_j$ 的第④类成本在目标函数中可表示为：$b_{j1}y_j+b_{j2}y_{j1}+\cdots+b_{jd_j}y_{j(d_j-1)}$。结合第③、④类成本，可将 $A_j$ 的生产能力用 $t_{j1},t_{j2},\cdots,t_{j(s_j-1)}$ 和 $a_{j1},a_{j2},\cdots,a_{j(d_j-1)}$ 中所有不同的点分段。这时可能会出现：1) 相邻的线性函数相同，即 $k_{ji}=k_{j(i+1)}$；2) 某个 $b_{ji}=0$。所以，与第③、④类单独考虑方法相同，不妨将 $A_j$ 的生产能力分为 $s_j$ 段，分点为 $0,t_{j1},t_{j2},\cdots,t_{j(s_j-1)},p_j$。综上所述，成本极小化的服装加工选址决策模型为：

$$\min Z=\sum_{j=1}^{n}c_jy_j+\sum_{j=1}^{n}k_j\sum_{i=1}^{s_j}x_{ji}+\sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{s_j}k_{ji}x_{ji}+\sum_{j=1}^{n}b_{j1}y_j+\sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{s_j-1}b_{j(i+1)}y_{ji}$$

并满足上述所涉的约束条件。

## 2　案例运行

若一服装贸易公司平均每月接女衬衫订单为 15 万件，每个制单平均货期为 1 个月，可选择加工厂有 A、B、C、D、E。贸易公司与各服装厂合作的运营成本见表 1。其中生产能力为正常工作时间的产量，通过加班可以扩大 30%生产能力，管理成本、劳动力成本为线性分段成本，管理成本随同一制单的生产件数增加而减少，一个制单超过 3000 件时管理成本会下降 10%，而制单超过正常生产能力的 50%，则管理成本能减少 20%。劳动力成本分为 4 段，适应期、熟练期、加班 1、加班 2。运输成本指服装加工厂到服装贸易公司的运输费用。运输成本和能源成本都是每 8000 件为单位，是阶梯型成本，面料成本是线性可变成本，表 1 中件用料指平均每件衬衫所用面料数。厂房租金、社保基金为不变成本。用 Matlab 编程计算得结果：该服装贸易公司服装加工选择厂家 A、C、E，成本最低。与经验相比，该模型提高了服装贸易公司选址决策的效率。

表 1　各服装加工厂成本一览表

| 厂家 | 生产能力（万件/月） | 厂房租金（万元/月） | 劳动力成本（元/件） | 工人数（人） | 社保基金（元/人月） | 管理成本（万元/月） | 面料成本（元/米） | 件用料（米/件） | 运输成本（元/8000 件） | 能源成本（万元/8000 件） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 2 | 3.5 | 4 | 150 | 250 | 2.16 | 46 | 2.2 | 100 | 0.6 |
| B | 4 | 6 | 3.80 | 360 | 200 | 7.38 | 45 | 2.2 | 1500 | 0.5 |
| C | 4 | 4 | 2.96 | 375 | 150 | 9.9 | 44 | 2.2 | 2500 | 0.4 |
| D | 6 | 4 | 2.06 | 585 | 100 | 23.94 | 43 | 2.2 | 3200 | 0.3 |
| E | 6 | 3.5 | 1.84 | 600 | 50 | 21.88 | 43 | 2.2 | 4000 | 0.3 |

参　考　文　献


1　胡觉亮等. 服装生产流水线优化运行模型. 纺织学报，2001(3)：59～60.

2　季晓芬等. 服装生产流水线工作站优化设置模型. 纺织学报，2001(4)：65～66.

3　斯帝芬 P. 罗宾斯. 管理学. 北京：中国人民大学出版社，1997：527～539.

4　邓成梁. 运筹学的原理和方法. 武汉：华中科技大学出版社，2001：7～31，247～275.