第18卷第4期　　西北农业大学学报　　Vol.18 No.4
1990年12月　　Acta Univ.Agric.Boreali-occidentalis　　Dec.1990

配合饲料加工业多目标分级布局模型

田志宏　张桐华

（农工系）

摘　要　运用系统分析方法对配合饲料加工业的合理布局问题进行了研究。初步提出了分区协调思想，建立了适合于较大区域宏观布局决策的多目标分级优化模型。对宝鸡市实际情况的分析计算表明，该模型是实用的。

关键词　系统分析，配合饲料加工业，布局，分级规划，多目标决策

1　问题的提出

在宏观区域内形成合理的生产结构和布局，是配合饲料加工业获得好的生产效益和社会效益的一个重要前提。随着配合饲料加工业在我国的迅速发展，其合理布局问题越来越引起人们的关注。

配合饲料加工业的合理布局要解决这样一些问题：给定区域内建设多大规模的加工厂、需要多少各种规模加工厂才能充分利用当地资源，给集约化养殖业提供充足的配合饲料；如何才能最合理地利用投资并使投产后企业的社会效益达到最佳。配合饲料加工业的布局从横断面上受到自然因素、技术因素和社会因素的影响，从物流上涉及到原料、加工、产品调运和销售等环节，因而，合理布局是一个比较复杂的系统工程问题。

目前，这方面的研究存在着两个问题：（1）主要是对县级或县级以下小区域的探讨，所讨论的区域有严格的限制，区域内的原料供应和产品需求有严格的均一性假设，而这些限制和假设在地市级等大区域内不成立。（2）所建立的评价指标不完善，与实际情况有较大差异。为此，本文在前人工作的基础上运用系统分析方法，提出分区布局、区与区之间相互协调的思想，讨论了配合饲料加工业布局评价的多目标性，建立了适合于地市级或更大区域配合饲料加工业布局的多目标数学模型，并对宝鸡市具体情况做了计算分析。

2　影响布局的因素分析

决定配合饲料加工业布局的主要因素是：

（1）市场对配合饲料的需求，包括需求种类、密度等，主要影响加工厂加工能力的利用程度（实际年产量／设计生产能力）。已经证明[5]，它是最主要的影响因素。

（2）原料资源条件，包括原料种类、数量和来源。

（3）投资因素。

文稿收到日期：1990-01-04
本文是西北农业大学第八届科学论文报告会论文，有删改。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

（4）运输条件。

（5）整体布局。指配合饲料加工业体系中各单元之间的相互作用和协调。

（6）技术条件。指技术设备和建厂技术条件。

（7）自然地理条件。

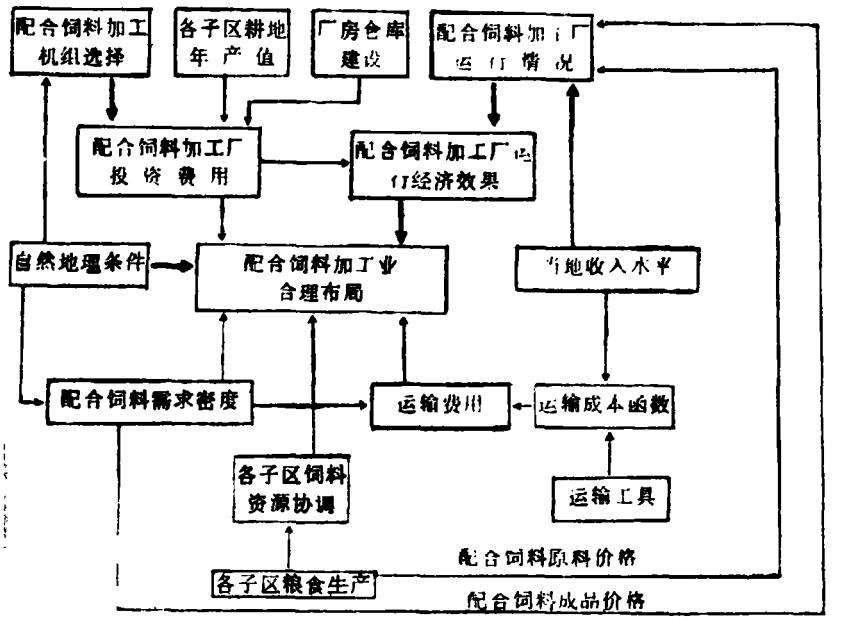

图1 配合饲料加工业布局系统分析结构图

以上各因素与布局关系的系统分析见图1。各布局因素对布局合理性的影响是通过以下3个方面起作用的。

（1）投资费用。投资费用包括流动资金和固定资产两部分，流动资金按固定资产投资的比例估算，陕西省关中、汉中两地207个厂的比例系数在30%～60%之间，平均为52%；固定资产投资主要由设备投资和土建费用构成，设备投资较为固定[6]，土建费用与厂的建筑面积和征地面积有关，表1给出了有关数据。建厂投资用年吨设计生产能力投资量表示，如图2所示，各个规模厂吨投资不相同。

表1 关中、汉中两地配合饲料厂建筑参数统计表

加工能力（t/a）[1]	200	600	1 000	1 200	2 000	3 000	4 000	000	1 0000
车间面积（m^2）	42.6	41.0	111.2	63.4	192.5	289.0	610.2	406.5	376.5
仓库面积（m^2）	43.6	66.5	108.4	57.8	165.9	713.6	397.8	865.0	2 080.4
厂区面积（m^2）	105.3	163.5	248.0	241.2	1 866.1	4 472.7	4 549.8	5 400	21 727.5
建筑系数[2]	0.72	0.66	0.63	0.58	0.34	0.26	0.34	0.38	0.12

1）t／a为吨／年。

2）建筑系数＝建筑物占地面积／厂区总面积。

（2）经营费用。它由配合饲料加工厂运行的多种费用构成，包括人工费、动力耗用费、固定资产折旧、设备维修费、管理费等，与加工厂规模和加工能力利用程度

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

（a）相关(见图 3 、图4)。

（3）运输费用。单纯运费不能客观反映社会劳动的耗费量[2]，本文推导出了 7 种常用运输工具的单位物料单位运距运输成本费用公式，作为运输劳动耗费的评价标准。

$$f(l,s)=A(l)+B(l)/s \quad (1)$$

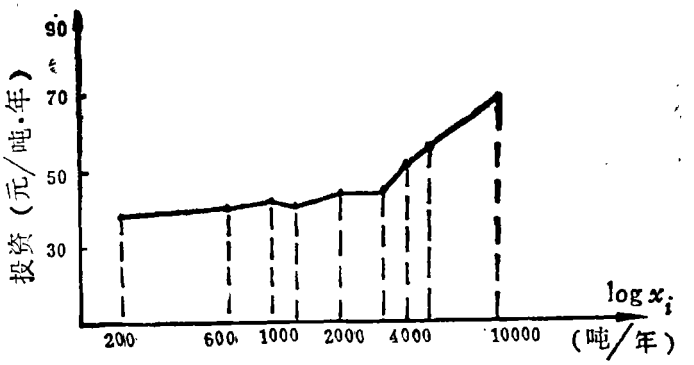

图2　宝鸡市配合饲料加工厂投资与规模的关系

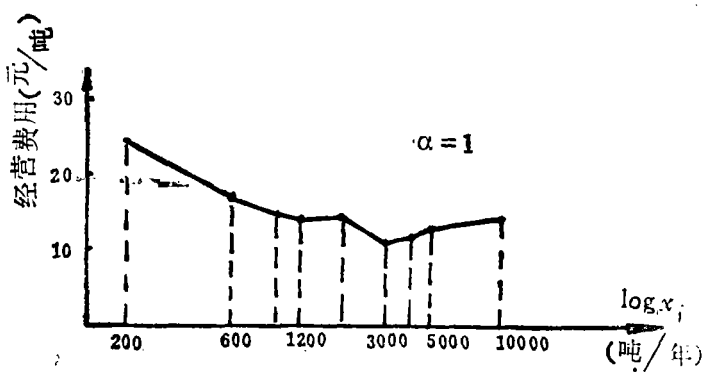

图3　配合饲料加工厂经营费用与规模的关系

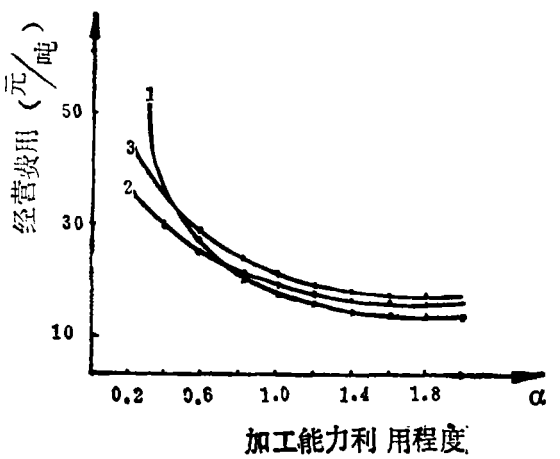

图4　典型加工厂经营费用与加工能力利用程度的关系

1——规模为1 0000t/a；　2——规模为2 000 t/a；
3——规模为600 t/a

式中

l：运输工具类型，$l=1, 2, \cdots, n$；

s：运输距离；

$A(l)$，$B(l)$：与l有关的参量。

如果假设：（1）配合饲料需求是以厂为中心的圆；（2）配合饲料的需求是均匀分布的。则年加工能力为Q吨的加工厂年产品运输成本为：

$$\sum_{l=1}^{n} QK_l \int_0^{2\pi}\int_{R_{l-1}}^{R_l} rf(r,l)\cdot r\,dr\,d\theta \quad (2)$$

式中

R_l，R_{l-1}：第l种运输工具经济运距上、下限，

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

$$R_0 = 0, \quad R_n = \sqrt{\frac{Q}{\pi D_q}}$$

D_q：配合饲料需求密度（t／km²）；

K_w：道路弯曲系数[4]。

3 关于布局的两点分析

对于地市级等较大区域内配合饲料加工业的合理布局，应当考虑以下2点：

（1）由于自然条件的差异，种植业和养殖业的数量结构一般都表现出地域性特点，配合饲料加工业在各个子区内应当有多种发展形式和不同的发展速度。这从表2可以看出。

表2 宝鸡市配合饲料加工业相关指标的地域分布比较（%）

	北山区	川原区	市郊区	南山区
农业人口	19.2	60.54	10.86	9.4
耕地	35.1	46.9	7.0	11.0
奶牛	27.2	43.9	26.2	2.5
猪	17.7	63.7	6.5	12.1
家禽	17.2	58.9	12.8	11.1
现有配合饲料加工能力	14.5	50.7	30.4	4.2
实际加工量	2.8	38.5	52.1	3.7

因此，在较大区域内的配合饲料加工业发展有地域分布不均衡性。本文提出用分级规划模型来解决这一问题，也就是根据大区域内主要饲用配合饲料畜禽的分布特点，将它分为若干个子区，这样，各子区的配合饲料需求种类、密度都不尽相同，适宜的加工厂规模、数量也就不同。在模型技术方面还应满足子区与子区之间原料和产品的流通。

（2）配合饲料加工业可以使养殖业效益提高20%～30%，但企业利润率仅限于9%～12%，它是一种企业利润较低但社会效益较好的行业。目前在布局分析方面所见到的文献中都用运输劳动量、投资费用或综合费用等社会劳动耗费量最少作为评价指标。本文提出用多目标评价布局效果：用W.Christaller的“运输与投资费用极小化”原则[2]评价社会劳动耗费量；又以加工业收益作为第2个评价指标，以兼顾加工业本身的效益，使布局分析更附合实际情况。

4 模型建立

表3 宝鸡市分区

畜牧业区划分区（1～4）	本文分区（A～F）
1. 北部丘陵沟壑区	A(千阳、陇县)，B(麟游)
2. 渭河川原区	C
3. 市郊区	D
4. 秦岭关山区	E，F(凤县)，G(太白)

对于较大区域配合饲料加工业布局模型建立，首先应将它分为p个子区。根据宝鸡市实际情况，利用畜牧业区划成果[7]，将全市分为7个子区（表3）。

4.1 目标函数

4.1.1 投资与运输成本费用极小化

投资本身是社会劳动的占用，原料和产

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

品运输是配合饲料加工业产前产后的相关劳动付出。本目标的建立是为了求得社会劳动的最低消耗。

$$M_{\min} INC = \sum_{k=1}^{p}(E_H \sum_{i=1}^{m} T_{ik}X_{ik}) + \sum_{k=1}^{p}\sum_{i=1}^{m} K_Y Q_i \eta_i X_{ik}(1+k_Y)$$

$$\cdot \sum_{t=1}^{n}\int_{0}^{2\pi}\int_{R_{t-1}}^{R_t} r^2[A(l)+B(l)/r]drd\theta + \sum_{r=1}^{q}\sum_{k=1}^{p}\sum_{j=1}^{p}$$

$$\cdot Y_{kjr}[A(n)D_{kj}+B(n)] + \sum_{k=1}^{p}\sum_{j=1}^{p} Z_{kj}[A(n)D_{kj}+B(n)] \quad (3)$$

式中　INC：运输与投资费用；

E_H：标准投资效果系数；

T_{ik}：k区i规模厂投资数量；

P：分区个数；

m：所选择加工厂类型；

X_{ik}：k区i规模厂数量，$i=1, \cdots, m$，$k=1, \cdots, p$；

Q_i：i规模厂设计年加工能力；

η_i：i规模厂年加工能力利用程度；

Z_{kj}：k区m_1规模以上的厂生产、向j区流动的配合饲料数量；

Y_{kjr}：k区向j区协调的第r种原料量；

q：配合饲料原料种类，一般取能量饲料原料和植物蛋白饲料原料两类，即$q=2$；

K_Y：原料系数，两种主要原料占成品的比例。如按宝鸡市7个典型厂配方计算得$k_Y=0.90$；

D_{kj}：k区与j区城镇中心的距离。

式（3）中第一项是以年为单位的投资数量，第二项表示原料和成品在本子区内的运输费用，第三、四项分别表示原料、成品在子区之间的运输费用。

4.1.2　配合饲料加工业收益极大化

获得好的经济效益是保证配合饲料加工厂投资建设和正常经营的前提。当配合饲料价格一定时，建立这个目标也意味着尽可能地提高产量以开发需求，促进粮食高效转化。

$$M_{\max} SS = \sum_{k=1}^{p}\sum_{i=1}^{m}[X_{ik}Q_i\eta_i(\bar{C}_{ik} - CJ_{ik} - CC_{ik})] \quad (4)$$

式中

SS：配合饲料加工业利润；

CJ_{ik}：k区i规模厂加工成本；

CC_{ik}：k区i规模厂原料成本；

$\bar{C}_{ik}$：k区i规模厂配合饲料混合平均售价。

4.2　约束条件

（1）约束条件1：各区配合饲料量满足基本需求。对于$k=1, \cdots, p$，

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

$$\sum_{i=1}^{m_1-1} X_{ik}\eta_i Q_i + Z_{kk} \geq S_k \tag{5}$$

式中

Z_{kk}：k 区大于、等于m_1规模厂在本区的产品销量；

S_k：k区配合饲料基本需求。

（2）约束条件2：大厂配合饲料生产与流通的平衡。对于 $k=1, \cdots, p$,

$$\sum_{i=m_1}^{m} X_{ik}\eta_i Q_i - \sum_{\substack{j=1 \\ k\geq j}}^{p} Z_{kj} + \sum_{\substack{j=1 \\ k<j}}^{p} Z_{kj} = 0 \tag{6}$$

（3）约束条件3：各区原料数量平衡。对于$k=1, \cdots, p$; $r=1, \cdots, q$,

$$\sum_{\substack{j=1 \\ k\geq j}}^{p} Y_{kjr} - \sum_{\substack{j=1 \\ k<j}}^{p} Y_{kjr} \leqslant Y_{kr} \tag{7}$$

式中

Y_{kr}：k区第r种原料量。

（4）约束条件4：原料供应与配合饲料产量平衡。对于$k=1,\cdots,p$; $r=1, \cdots q$,

$$Y_{kkr} - W_r \sum_{i=1}^{m} X_{ik}\eta_i Q_i = 0 \tag{8}$$

式中

W_r：配合饲料加工中第 r 种原料所占比重。

（5）约束条件5：地理条件约束。

对于 $k=1, \cdots, p$; $m_2=1, \cdots, m$,

$$\sum_{i=m_2}^{m} X_{ik} \leqslant Gm_2k \tag{9}$$

式中

Gm_2k：k 区可建 m_2 以上规模加工厂厂址数量。（9）式比单纯$Xm_2k \leqslant Gm_2k$型类的约束有更大的规模选择余地，并避免了在同一地址上重复建厂的可能性。

（6）约束条件6：现有加工能力约束。对于 $k=1, \cdots, p$; $i=m_3, \cdots, m$,

$$X_{ik} \geq X_{ik_0} \tag{10}$$

式中

X_{ik_0}：k区现有i规模厂数量；

m_3：布局中规模不易变更的最小规模。如对陕西省关中、汉中等地来说，大中型厂（≥2000t/a）不易变更生产规模，即m_3对应2000t/a厂。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

（7）决策变量非负约束。对于 $k=1, \cdots, p$; $i=1, \cdots, m$; $r=1, \cdots, p$,

$$X_{ik} \geq 0,\ Y_{kjr} \geq 0,\ Z_{kj} \geq 0 \tag{11}$$

5 讨 论

（1）约束条件 1～3〔式(5)～(7)〕是协调方程，表示了各区之间产品、原料的相互流通协调关系。它与客观存在的原料与成品流动现象相一致，并有助于判别给定区域内配合饲料加工业发展的不平衡性。

（2）模型共含有 $\frac{1}{2}p[2m+(p+1)(q+1)]$ 个决策变量 X_{ik}、Y_{kjr} 和 Z_{kj}，（$2m+2q+3-m_3$）p 个约束条件，宝鸡市布局模型有 148 个决策变量，112 个约束条件，因此是一个大型混合线性规划问题。

（3）该模型中两个目标虽然具有相同量纲，但其效用值却不尽相同，权因子确定比较困难。本文选用 α—法[9]，由目标函数值协调目标求解。如对宝鸡市布局模型求得权向量为 $\lambda=[\lambda_1, \lambda_2]^T=[0.557, 0.443]^T$。

（4）模型参数 S_k、Y_{kr} 可以通过预测计算得到。

6 应用实例

本文对宝鸡市1995年配合饲料加工业合理布局问题进行了建模计算，下面给出部分结果。

（1）选目标函数为目标 1，宝鸡市配合饲料加工业选择小规模有利，此时各区原料资源影子价格很低，仅为0～14.2元／t；若选为目标 2，则适宜的加工厂规模在1 000～5 000t／a之间，原料资源的影子价格为41.3～43.3元／t，增加配合饲料产量是有利的。

（2）用综合目标求解结果表明，宝鸡市市郊、川原两区是配合饲料加工业的主要发展地，加工能力应达到 5.1 万 t／a，占全市的86.4%，加工厂适宜规模为 2 000～3 000t／a，这与定性分析十分一致；南、北两区宜在县城建 2 000 t／a 厂做为骨干厂，其余选择规模为200～600 t／a 小厂以适应配合饲料需求密度低的实际情况。

（3）按所求得的最优规模结构，运输成本费用只占到产值的 3 %，与目前的断面资料（5%以上）相比经济性较好。

（4）宝鸡市将来的饲料原料的合理流动主要是川原五县向市郊区的流动，占总流动量的65.7%，次之是向 F 区（凤县）的流动，占22.1%；其余所占比例较小。

（5）与原料流动相比，在宝鸡市各区之间调运配合饲料成品具有不经济性，它将使运输成本费用增大。

对所求得的结果分析表明，本文建立的模型能够较好地解决配合饲料加工业的宏观布局问题。限于篇幅，具体模型、计算与数据从略[5]。

本文承蒙本校畜牧系黄启贤副教授、华中农业大学农工系庞声海教授指导，谨表感谢。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

参 考 文 献

1 陈锡康．生产力布局的若干经济数学模型．地理学报，1981，（1）
2 刘再兴等．生产力布局学原理．中国人民大学出版社，1984
3 安居白等．配合饲料厂合理布局的系统分析．农业工程学报，1986，（3）
4 王树进．北京市1990年猪鸡生产和配合饲料加工厂的合理布局．北京农业工程大学硕士学位论文，1984
5 田志宏．配合饲料加工业合理布局的系统分析．西北农业大学硕士学位论文，1988
6 姚德民，李汉铃．系统工程实用教程．哈尔滨工业大学出版社，1984
7 宝鸡市农牧局．宝鸡市畜牧业区划．1986
8 庞声海，方泽生．饲料厂规模结构计算分析．饲料工业，1986，（3）
9 顾基发．多目标决策问题．应用数学与计算学，1980，（1）

The Multi-objective and Multi-level Model of Formula Feed-processing Industry Distributions

Tian Zhihong Zhang Tonghua

(*Agricultural Engineering Department, Northwestern Agricultural University*)

Abstract This paper mainly studies the problem of rational distributions of formula feed-processing industry by means of system analysis. It suggests a regional division and coordination idea on the basis of which a multi-objective and multi-level model suitable to the decision-making of the macro distribution of large areas is formed. From the analysis and calculation of actual situation in Baoji Prefecture, we find that this model is very practicable in use.

Key words the formula feed-processing indutry, distribution, system analysis, multi-level planning, multi-objective decision-making

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net