

农业产业集群优化升级的空间配置模型:供应链管理视角

赵霞,吴方卫,张锦华

(上海财经大学 财经研究所,上海 200433)

摘要:文章从供应链管理视角,建立了同时考虑生产和运输成本的农业产业集群优化升级空间配置问题的混合整数规划数学模型。该模型通过对农业产业集群供应链网络的各个生产节点的区位、生产规模进行选择,以最小化农产品的初级生产、初级加工、完成品加工和配送的总成本。文章并以陕西渭北平原苹果产业集群为例,得出了集群的最优空间配置方案,验证了模型的有效性,也表明该模型对农业产业集群空间配置的优化和升级能提供有益参考。

关键词:农业产业集群;空间配置;混合整数规划;苹果产业集群

中图分类号:F207;F325 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-9952(2010)08-0015-12

一、引言

20世纪70年代以来,全球范围内产业集群的快速发展,已经引起了众多国际经济组织、政府部门和学术界的浓厚兴趣。在农业经济研究领域,学者们普遍认同建立和完善农业产业集群,是加速我国农业产业化进程,提高农业产业竞争力的有效途径(王碧峰,2008)。目前国内外对农业产业集群的研究主要是从宏观视角来展开分析,缺乏从微观视角对产业集群内部结构和竞争力关系的研究,集群内部结构优化研究尤其缺乏,之所以缺乏这方面的研究部分原因在于难以找到合适的切入点。近年来国内外一些学者开始从供应链管理的视角来分析产业集群问题,主要侧重分析产业集群内的供应链结构、供应链管理和产业集群结合的可行性等(易正兰,2008; van der Vorst 等,2007; Albino 等,2007; DeWitt 等,2006)。农产品消费市场以及农产品生产流通的独特特点决定了农业产业集群的供应链网络系统是跨区域的,而供应链管理与

收稿日期:2010-05-22

基金项目:上海财经大学研究生创新基金(CXJJ-2008-301);上海市重点学科项目(B802);上海财经大学“211”工程三期重点学科建设项目(2010330038)

作者简介:赵霞(1980—),女,江苏泰州人,上海财经大学财经研究所博士生;
吴方卫(1957—),男,浙江杭州人,上海财经大学教授,博士生导师;
张锦华(1977—),男,江苏扬州人,上海财经大学助理研究员。

产业集群相结合,则为提高产业集群竞争力提供了新的途径。

目前,国内外在集群空间配置优化方面的研究报道还不多见。国内研究主要着重定性分析影响集群企业区位选择的因素,以及集群的空间结构的演变与发展机制和动力。尽管国外开展了一些集群结构优化方面的研究,但侧重分析工业尤其是中小工业企业(SME)的集群升级问题(Capo-Vicedo,2008;Folta,2006)。国外在供应链网络空间配置方面的研究多是对某个具体企业的供应链网络进行优化(Apaiah和Hendrix,2005;Ahumada和Villalobos,2009)。国内在供应链网络空间配置方面的研究集中在物流设施规划方面,多是从单个企业的角度进行单个配送中心的选址、多个配送中心的选择和配送量的分配(刘敬青,2007;郑连弟、马毅,2009)。对产业集群,同时考虑生产环节和配送环节的成本来优化其供应链网络的研究尚较缺乏。本文则针对农产品集群的供应链网络结构,综合考虑集群的供应链网络中农产品的初级生产、初级加工、完成品加工、配送环节,以最小化运输成本和生产成本为目标,建立了集群供应链网络空间配置优化的混合整数规划模型,并以陕西渭北苹果产业集群为例,验证模型的有效性。

二、农业产业集群的空间配置问题

所谓农业产业集群的空间配置问题就是在满足市场需求前提下,如何合理选择原料生产基地、半成品和成品生产地和相应的生产规模以最小化集群生产和运输的总成本。在从田头到餐桌的生产过程中,各生产环节所产生的成本主要包括如下部分:

(1)初级生产环节的成本:初级生产中所发生的成本,包括生资、租金、工资、能源、仓储等。

(2)初级产品的运输成本:将初级产品运送至初级加工厂发生的成本。

(3)生产成本:初级产品被加工成初级加工产品、产成品过程中发生的成本。

(4)初级加工品、产成品的运输成本:将初级产品运送至深加工工厂所发生的成本,以及产成品运送至销售地的运输成本。

以上成本均会影响农业产业集群供应链网络系统中各供应链节点工厂的区位、规模以及所生产产品的种类。其中工厂规模受生产成本影响,若存在规模经济,会导致企业总量降低;合作伙伴区位决策则受运输成本影响;最后各工厂所生产的产品组合的分配则受生产成本和运输成本的综合影响。

为了使空间配置问题具有一般性,假设所研究的农业产业集群供应链网络包括如下几个阶段节点:初级生产、初级加工、完成品加工和配送/销售。同时假设集群的运作基于两个前提条件:一是农业产业集群供应链网络生产系统是后向驱动的,即是从消费者需求追溯到农产品初级生产环节;二是农业产业集群供应链网络生产系统的系统输出具有相同特性。因此,空间配置问题

就是：给定农业产业集群主要市场区域对农产品的需求量，以最小化农业产业集群供应链网络系统的生产加工和运输成本为目标，解决如何选择初级原料采购地、初级加工企业(工厂)和完成品加工企业(工厂)的区位，以及各节点产品生产数量的问题。由于本文是考察供应链各节点在集群内主要区域间的配置，而不是某一个核心企业有关供应环节的最优配置，为了解决这一问题，本文以选址一分配模型为基础，构建了同时考虑集群供应链网络中各企业(工厂)生产加工成本和运输成本的空间配置优化的混合整数规划数学模型。

三、空间配置问题的混合整数规划模型

(一) 模型假设和变量说明

1. 模型假设。(1)农业产业集群供应链网络，可以看做是一个涉农综合体(agribusiness)，能够从全局的角度优化供应链网络各个节点的区位和产品生产数量。(2)整个供应链网络是需求拉动的(需求量确定)，加工区域所生产的产成品总量与总需求相等。(3)不考虑农产品在仓库储存中的损失和仓储费用。(4)区域集合 $I=J=K=S=A$ ，即农业产业集群供应链网络的各节点区位处于一个可以动态变化选择的状态。(5)有关成本采用特定区域内的平均成本。

2. 变量和相关符号说明。为能将农业产业集群供应链系统运行成本准确表示，需要以下变量、系数和符号：

(1) 相关变量。 a ：区位($a=1, 2, \dots, A$)； i ：初级生产地区($i=1, 2, \dots, I$)，其中 $I=A$ ； j ：初级加工所在地($j=1, 2, \dots, J$)，其中 $J=A$ ； k ：产成品加工所在地($k=1, 2, \dots, K$)，其中 $K=A$ ； s ：销售市场所在地($s=1, 2, \dots, S$)，其中 $S=A$ ； n ：产品运输方式($n=1, 2, \dots, N$)； r ：初级加工品种类($r=1, 2, \dots, R$)； g ：产成品种类($g=1, 2, \dots, G$)。

(2) 连续决策变量。 PP_i ：初级生产地区 i 所生产的产品数量； TPI_{ijn} ：通过运输方式 n 从初级生产地区 i 运输到初级加工所在地 j 的农产品的数量； HP_j ：初级加工所在地 j 生产的初级加工品 r 的数量； THP_{rjkn} ：通过运输方式 n 从初级加工地区 j 运输到产成品加工所在地 k 的初级加工品 r 的数量； FP_{gk} ：产成品加工所在地 k 生产的产成品 g 的数量； TFP_{gkn} ：通过运输方式 n 从产成品加工所在地 k 运输到销售市场所在地配送中心 s 的产成品 g 的数量； BP_j ：区域 j 所产生的副产品的数量。

(3) 二元决策变量。 $YPP_j=0$ 或 1 ，取值为 1 ，表示在初级加工所在地 j 处设立初级农产品仓储设施； $YFP_{gk}=0$ 或 1 ，取值为 1 ，表示在产成品加工所在地 k 处设立产成品 g 的加工厂。

(4) 成本。 ppc_i ：地区 i 初级农产品生产、收集所需要的平均总成本； tcp_{pin} ：通过运输方式 n 从初级生产地区 i 运输到初级加工所在地 j 的单位运输成本； bpp_j ：初级加工所在地 j 的副产品 bp 的价格； prc ：初级产品接受单位原

料的建设和运行成本; hpc_r : 生产初级加工品 r 的单位生产成本; fpc_g : 生产产成品 g 的单位生产成本; $tchp_{rjkn}$: 通过运输方式 n 从初级加工所在地 j 运输到产成品加工所在地 k 的初级加工品 r 的单位运输成本; $tcfp_{gksn}$: 通过运输方式 n 从产成品加工所在地 k 运输到销售市场所在地配送中心 s 的产成品 g 的单位运输成本; $Demand_{gs}$: 销售地区 s 对产成品 g 的需求量, 各个销售地区产成品 g 的需求量之和为 $Demand_g$ 。

(5) 技术系数。 θ_{pp} : 初级产品运输腐败率; θ_r, θ_g : 半成品以及产成品运输腐败率; λ_n : 运输方式 n 的运费率; v_n : 运输方式 n 的运输速度; $dis_{ijn}, dis_{jkn}, dis_{ksn}$: 第 n 种运输方式下各区域之间的运输距离; t_{pp}, t_{hp}, t_{fp} : 各类产品运输到下一环节所允许的最大天数; $hfpt_{rg}$: 单位产成品 g 的生产需要的初级加工品 r 的数量; $hppt_r$: 单位半成品 r 的生产需要初级产品的数量; ppt : 好果率; bpt : 单位初级加工品生产所获得的副产品数量; ppm_i : 初级生产区域 i 受种植面积等条件限制所能生产的最大数量; $bigpos$: 一个非常大的正数; $m-scale$: 设立工厂所允许的最小生产规模。

(二) 目标函数与约束条件

1. 目标函数。 根据问题描述, 目标函数可表示为: 总成本 = 初级生产总成本 + 初级产品的运输成本 + 初级产品仓储建设和运行成本 + 初级加工品的生产成本 + 初级加工品的运输成本 + 产成品的生产成本 + 产成品的运输成本。 图 1 抽象描述了某一产业集群的供应链网络以及每个环节的变量。

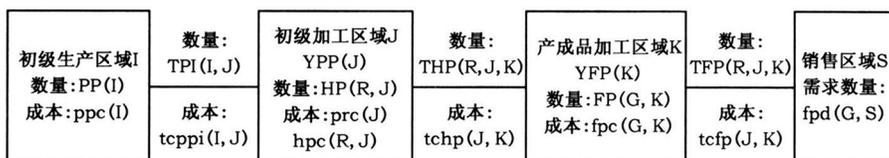


图 1 农业产业集群供应链网络与相关变量、成本系数变量

空间配置问题(目标函数)的数学表达式为:

$$\text{MIN} \left\{ \begin{aligned} & \sum_i ppc_i \times PP_i + \sum_i \sum_j \sum_n (prc \times \theta_{pp} + tcppi_{ijn}) TPI_{ijn} \\ & + \sum_r \sum_j HP_{rj} \times hpc_r + \sum_r \sum_j \sum_k \sum_n tchp_{rjkn} \times THP_{rjkn} \\ & + \sum_g \sum_k fpc_g \times FP_{gk} + \sum_g \sum_k \sum_s \sum_n tcfp_{gksn} \times TFP_{gksn} \\ & - \sum_j bpp_j \times BP_j \end{aligned} \right. \quad (1)$$

2. 约束条件。 约束条件为 4 类: (1) 各环节产品的供需均衡约束和逻辑关系约束; (2) 潜在可供选择的合作伙伴区位约束和逻辑关系约束; (3) 产品生产的技术约束; (4) 农产品自然特性的约束。

(1) 整个链条的物流由需求驱动, 最终产品的供给量与总需求相等:

$$\sum_k FP_{gk} = Demand_g; Demand_g = \sum_s Demand_{gs}, \forall g \in G \quad (2)$$

(2) 产品 g 的运输约束,并且对于每个销售区域而言,存在:

$$\theta_g \sum_k \sum_n \text{TFP}_{gksn} = \text{Demand}_{gs}, \forall g \in G, s \in S \quad (3)$$

同时,从区域 k 运输到所有销售区域 s 的最终产品 g 的数量之和与区域 k 生产的产品 g 的产量 FP_{gk} 相等:

$$\sum_s \sum_n \text{TFP}_{gksn} = \text{FP}_{gk}, \forall g \in G, k \in K \quad (4)$$

(3) 产成品 g 的生产约束:

$$\theta_r \sum_j \sum_n \text{THP}_{rjkn} = \sum_g \text{hfpt}_{rg} \times \text{FP}_{gk}, \forall r \in R, k \in K \quad (5)$$

必须在区域 k 有产成品 g 的加工厂,才能有产成品 g 的产出:

$$\text{FP}_{gk} \leq \text{bigpos} \times \text{YFP}_{gk}, \forall k \in K, g \in G \quad (6)$$

同时若某地 k 设立了加工产品 g 的加工厂,则必须有一定生产规模:

$$\text{FP}_{gk} \geq \text{YFP}_{gk} \times \text{mscale}, \forall k \in K, g \in G \quad (7)$$

(4) 半成品 r 的运输约束。从区域 j 运输到区域 k 的半成品 r 的数量不能超过区域 j 生产的半成品 r 的产量:

$$\sum_k \sum_n \text{THP}_{rjkn} \leq \text{HP}_{rj}, \forall r \in R, j \in J \quad (8)$$

(5) 半成品的生产约束。从所有初级生产区域 i 运输到初级加工区域 j 的初级产品中 r 的含量必须大于区域 j 半成品 r 的产量:

$$\theta_p \sum_i \sum_n \text{TPI}_{ijn} \geq \text{HP}_{rj} \times \text{hppt}_r, \forall j \in J, r \in R \quad (9)$$

必须在区域 j 存在初级加工厂,才能有半成品 r 的产出:

$$\text{HP}_{rj} \leq \text{bigpos} \times \text{YPP}_j, \forall j \in J, \forall r \in R \quad (10)$$

同时,若某地设立了初级加工厂,则生产的初级产品应有一定规模:

$$\sum_r \text{HP}_{rj} \geq \text{YPP}_j \times \text{mscale}, \forall j \in J \quad (11)$$

(6) 初级产品的运输约束。从初级生产区域 i 运输到所有区域 j 的初级产品的总量不能超过初级生产区域 i 收获并挑选过的初级产品的产量:

$$\sum_j \sum_n \text{TPI}_{ijn} \leq \text{ppt} \times \text{ppi}, \forall i \in I \quad (12)$$

从初级生产区域 i 将初级产品向区域 j 进行运输,首先必须保证区域 j 存在初级产品仓储设施:

$$\sum_i \sum_n \text{TPI}_{ijn} \leq \text{bigpos} \times \text{YPP}_j, \forall j \in J \quad (13)$$

(7) 区域 j 所产生副产品 BP_j 的产量等于从所有初级生产区域 i 运输到区域 j 的初级产品中的副产品含量:

$$\text{BP}_j = \text{bpt} \times \theta_p \sum_i \sum_n \text{TPI}_{ijn}, \forall j \in J \quad (14)$$

(8) 各个环节农产品的运输必须在规定的时间到达:

$$dis/v \leq t, \text{其中: } dis \text{ 取 } dis_{jin}, dis_{jkn}, dis_{ksn}; v \text{ 取 } v_n; t \text{ 取 } t_{pp}, t_{hp}, t_{fp}。 \quad (15)$$

(9) 各个初级生产区域 i 受种植土地面积和自然条件的制约, 所能生产的初级产品的最大数量有限:

$$pp_i \leq ppm_i, \forall i \in I \quad (16)$$

四、空间配置模型的求解和应用

农业产业集群是一个复杂的系统, 所生产农产品的不同, 会导致整个生产环节和生产方式产生很大的变化。我们以陕西渭北平原苹果产业集群为例, 对模型的求解和应用进行演示与分析。

(一) 应用案例情况介绍

1. 渭北苹果产业集群基本情况。陕西是苹果生产大省, 2008年陕西省果园面积达到1426万亩, 其中苹果园面积796.3万亩, 产量达745.5万吨, 占全国苹果总产量的1/3。渭北苹果产业集群位于陕西渭北黄土高原地区, 集群所在市县包括延安、铜川、宝鸡、咸阳、渭南5个市的洛川、宜川、黄陵、旬邑、凤翔、礼泉等30个苹果基地, 县区地理位置见图2。该集群的初级品(原料苹果)生产地包括: 延安、铜川、宝鸡、咸阳、渭南和陕西其他地区以及宁夏; 初级品(半成品)加工地和成品生产地均为延安、铜川、宝鸡、咸阳、渭南五个市。国内主要销售地包括北京、上海、深圳、湖北、湖南、河南、四川、重庆、内蒙古、陕西10个主要城市和省区(用省会城市表示)。国外主要销售区域包括欧洲和美国等7个地区(毛凤霞, 2009)。

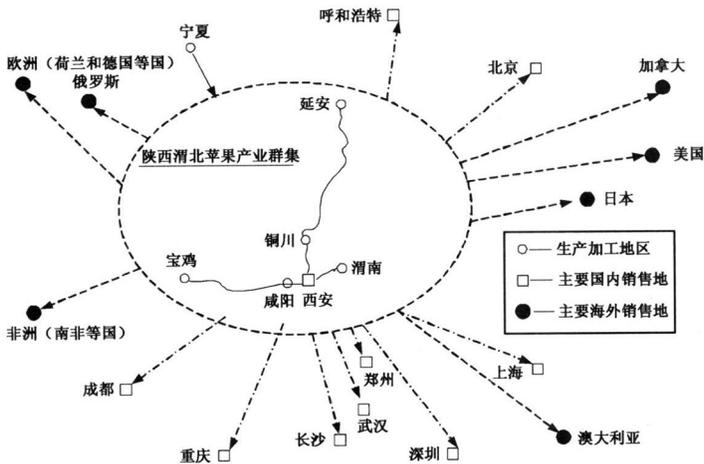


图2 陕西渭北苹果产业集群地理分布

渭北苹果产业集群以鲜果和浓缩果汁为主, 初级加工品可以分为高档果、优质果、中档果和残次果, 产成品主要有鲜食苹果和浓缩苹果汁。由于原料果供应量的不足, 有部分原料果从宁夏运输过来。表1描述了5个市2008年的苹果生产情况以及苹果汁加工企业的生产规模情况。这五个地区2008年苹

果总产量为 692.25 万吨,约占陕西苹果总产量的 93%。

表 1 集群各区域苹果生产情况和果汁加工企业的生产规模情况(2008 年)

	延安	铜川	宝鸡	咸阳	渭南
苹果产量(万吨)	164.28	35.57	39.16	318.4	134.84
果汁加工企业数	2	2	2	10	6
果汁加工工厂数	2	2	2	13	6
果汁加工能力(万吨)	6.5	不详	6	29	19

资料来源:相关地区 2008 年国民经济发展公报和中国农产品加工网:“陕西苹果加工业现状及预警体系构想”。

在本案例中根据 2007 年和 2008 年各主要市场区域需求的情况,结合《陕西果业发展规划》(陕西省人民政府,2009)的相关预测,假定集群在 2010 年需要满足如表 2 所示的市场需求。为满足以上各个销售地区的需求量,通过对比目前集群的空间配置情况下集群总成本和求解空间配置模型,得到最优配置方案的成本。在当前集群中,原料苹果来源地可以是集群内各个区域,包括延安、铜川、宝鸡、咸阳、渭南 5 个区域以及陕西省其他地区和宁夏。初级加工地散布在延安、铜川、宝鸡、咸阳、渭南 5 个区域中,即 $YPP_i (i=1,2,\dots,5) = 1$;成品(苹果汁和鲜果)加工地也散布在延安、铜川、宝鸡、咸阳、渭南 5 个区域中,决策变量 $YFP_i (i=1,2,\dots,5) = 1$ 。

表 2 案例中各主要市场区域对鲜果和果汁的需求情况

销售地区	北京	上海	深圳	湖北	湖南	河南	四川	重庆	内蒙古	陕西
销售量 果汁 (万吨)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.3
销售量 鲜果 (万吨)	29.75	37.35	19.55	57.45	60.05	2.45	60.3	31.55	26.5	125
销售地区	欧洲	俄罗斯	美国	加拿大	澳大利亚	日本	非洲			
销售量 果汁 (万吨)	5.52	2.51	19.2	1.71	1.76	4.15	0.87			
销售量 鲜果 (万吨)	20	70	0	10	0	0	0			

数据来源:根据 2007 年、2008 年各主要市场需求情况并结合《陕西果业发展规划》相关数据推算。

2.模型所用数据说明。基于长期战略的考虑,相关产量的数量单位以每年产出计。根据表 1 中 2008 年各地区的生产规模进行推算,设延安、铜川、宝鸡、咸阳、渭南的原料苹果在 2010 年的最大生产能力分别为 180 万吨、40 万吨、50 万吨、340 万吨、150 万吨,陕西其他地区为 60 万吨和 50 万吨。将集群所生产的产成品分为:鲜食果和浓缩果汁两种。图 3 显示了苹果产业集群产品的生产加工流程。

(1)技术系数。假设各地区

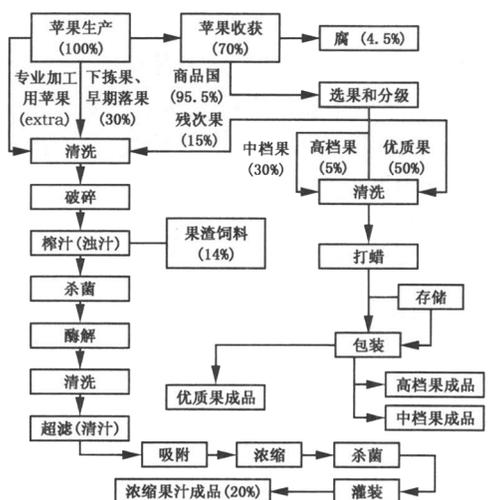


图 3 渭北苹果产业集群产品加工流程图

的技术系数相同。令好果率 ppt 均为 0.7,初级品运输腐败率 $\theta_{pp}=4.5\%$,苹果生产的半成品和成品运输采用冷藏储运方式,腐败率为 0。单位苹果中的鲜果比例为 85%,剩余 15%为残次果(用来榨汁)。故单位半成品(非残次果)需要 $1/0.85=1.17647$ 单位原料果。考虑到技术的进步,假设各地将榨汁苹果转化为苹果汁的比例均为 20%,从而可得出单位果汁生产需要的该成品的数量为 5 个单位,每单位鲜食果(成品)需要的半成品(分拣后的非残次果)为 1 个单位。由于副产品——苹果榨汁产生的果渣饲料,有关技术系数和单位副产品售价等资料难以获取,因此本案例暂不考虑,即令 $b_{pp_j}=0$,这并不影响模型的正确性。将半成品分为:1—榨汁果(包括残次果、下落果和专用果)、2—合格果(非残次果)。根据图 3,半成品的生产约束条件可具体写作:

$$\theta_p \sum_i \sum_n TPI_{ijn} \geq HP_{2j} \times hppt_2, \forall j \in J \quad (17)$$

该条件为生产合格果对原料果数量的约束,其中 $hppt_2=1.17647$ 。

$$HP_{2j} \times 0.15/0.85 \leq HP_{1j} \leq [(0.3/ppt) + \theta_p \times 0.15] \sum_i \sum_n TPI_{ijn}, \forall j \in J \quad (18)$$

该条件为对区域 j 的榨汁果生产数量的约束,由图 3 可知单位原料果生产的残次果和合格果比例为 0.15:0.85,生产合格果时所产生的残次果是榨汁果一个重要来源;另外原料果种植地相应的下落果(图 3 中下落果和原料果满足 0.3:0.7 的比例关系)也可作为榨汁果,故式(18)最右边的式子是某区域榨汁果生产数量的上限。这里隐含了原料果种植地的下落果可全部运至初级生产区域 j。

(2)运输距离和运输成本。在计算各地区间的距离时,均以该地区的中心(省会、中心城市)作为距离估算地。对国内销售市场,以各省会作为配送中心计算产地和销售地的距离和相应成本。计算五个成品加工地和海外销售地距离时,本案例中航运里程是从上海港到相应销售国港口(鹿特丹、圣彼得堡、洛杉矶、多伦多、悉尼、横滨、开普敦)的距离,并以这些海外港口为配送中心。

文中考虑了铁路、公路和航运 3 种运输方式,三者速度分别设为 60 km/h,70km/h 和 20 海里/小时。铁路货运价格以铁道部颁发的《铁路货物运价规则》为依据,参照冷藏车运价进行计算;公路则设冷藏车运输成本为 0.6 元/(吨·公里)。航运用以易仓网查询的 20' 标准冷藏集装箱运价结果为准。鉴于采用冷藏方式运输半成品和成品,故不考虑运输的时间限制,在本案例中设 t_{pp} 、 t_{hp} 、 t_{fp} 为一个大数。

(3)生产成本的确定。本文取陕西省各地区原料果成本为 0.64 元/公斤,宁夏为 0.47 元/公斤。初级产品接受的仓库建设成本和仓储保管费用 prc 统一设为 1100 元/吨(由有关资料测算,仓储保管成本 0.4 元/公斤,仓库建设费用 0.7 元/公斤)。初级品加工(半成品生产)的成本(清洗和分拣)hpc 为 220

元/吨。在成品加工地生产果汁和鲜果成本分别设 $f_{pc1} = 11\ 000$ 元/吨(其中可变成成本5 000元/吨,固定成本6 000元/吨), $f_{pc2} = 110$ 元/吨。

(二)模型求解和结果分析

运行模型分别获取下列几种情形下集群的最优空间配置方案:

(1)未作任何限制,由模型获取最优配置方案。

(2) $YPP_i = 1$,即初级品加工分布在集群内,产成品加工地不限制。

(3) $YPP_i = 1$ 和 $YFP_i = 1$,即初级加工和产成品加工均分布在集群内,是当前集群内生产分布现状。

(4)在(3)的基础上,进一步要求苹果汁的主产区,咸阳的苹果汁的产量大于渭南的产量(见表1),这更接近2008年集群的生产状况。

(5)指定空间配置情况,基于延安、咸阳和渭南苹果产量的现状(集群内苹果主产区),在这3个地区设立初级品加工厂,而宝鸡和铜川不设初级品加工厂,但成品加工地不做限制。

上述五种情况下通过模型算得的满足表2中给定需求的集群总的生产和运输成本见表3。由表3可见,完全由模型优化得到的最优配置方案,即情形(1)具有最低的成本,随着越接近现在(2008年)集群的空间配置,成本逐步增大,即就成本而言,(2) < (3) < (4)。从这个意义上讲,2008年集群的空间配置方案就成本而言不是最佳的。我们还可以看出,各种情形下总生产成本相等,但运输成本不同;总生产成本相同的原因在于本案例中假设各地的生产成本相同,且各情形下半成品和成品的产出恰好满足相同的市场需求。情形(5)的结果与直观经验相反,依据直觉,越靠近农产品原料地设立初级加工厂越有成本优势,但计算结果表明就总成本而言,这不是最佳方案,反而比前面四种情况更差,主要是运输成本显著增加。

表3 五种情况下集群最优空间配置方案的总成本(万元)

情景	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
总成本	2 093 401	2 093 420	2 093 517	2 093 533	2 094 882
生产成本	2 008 899	2 008 899	2 008 899	2 008 899	2 008 899
运输成本	84 502.47	84 521.87	84 618.81	84 634.88	85 983.42
与(1)总成本差	0	19	116	132	1 481

为便于分析,表4详细给出了五种情况下模型算得的主要变量的取值情况。模型中初级加工产品为两种,1—榨汁果、2—合格果;产成品也为两种,I—果汁、II—鲜食果。表中产量为零的表示不生产该产品。

表4 五种情况下集群最优空间配置方案的产量变量取值(万吨)

情景		延安	铜川	宝鸡	咸阳	渭南
(1)	1	0.00	5.73	10.64	80.80	112.93
	2	0.00	32.47	60.30	296.87	160.31
	I	0.00	1.15	2.13	16.16	22.59
	II	0.00	0.00	60.30	296.87	192.78

续表4 五种情况下集群最优空间配置方案的产量变量取值(万吨)

情景		延安	铜川	宝鸡	咸阳	渭南
(2)	1	<u>0.18</u>	5.73	10.64	<u>81.33</u>	112.22
	2	<u>1.00</u>	32.47	60.30	296.87	<u>159.31</u>
	I	0.00	1.15	2.13	<u>16.30</u>	<u>22.44</u>
	II	<u>1.00</u>	0.00	60.30	296.87	<u>191.78</u>
(3)	1	<u>5.00</u>	5.73	10.64	80.80	<u>107.93</u>
	2	<u>7.10</u>	32.47	60.30	296.87	<u>153.21</u>
	I	<u>1.00</u>	1.15	2.13	16.16	<u>21.59</u>
	II	<u>7.10</u>	<u>1.00</u>	60.30	296.87	<u>184.68</u>
(4)	1	<u>5.00</u>	5.73	10.64	<u>94.36</u>	<u>94.36</u>
	2	<u>7.10</u>	32.47	60.30	296.87	<u>153.21</u>
	I	<u>1.00</u>	1.15	2.13	<u>18.87</u>	<u>18.87</u>
	II	<u>7.10</u>	<u>1.00</u>	60.30	296.87	<u>184.68</u>
(5)	1	<u>5.37</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>61.77</u>	<u>142.96</u>
	2	<u>30.43</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>316.58</u>	<u>202.94</u>
	I	<u>1.07</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>12.35</u>	<u>28.59</u>
	II	<u>30.43</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>316.58</u>	<u>202.94</u>

对比情形(1)和其他情形。情形(2)由于要求在延安设立初级品加工厂,故设立了一个最小规模的选果生产厂(1万吨/年),同时也设立了鲜食果生产厂,除增加在延安的初级品和成品加工以及减少渭南有关产量外(表中用下划线表示与情形(1)不同之处),其他和情形(1)基本相同。由于在延安设初级加工厂不经济(运输成本增加),故成本相对情形(1)增加19万元。情形(3)进一步加大了在延安的鲜果生产量,且在铜川设立了最小规模的鲜食果生产厂(1万吨/年),减小了渭南的产量,因而对情形(1)中最优配置方案的改变比情形(2)增大,总成本相对情形(1)增加了116万元。情形(4)最接近集群在2008年的空间配置,但成本进一步增加,比情形(1)增加了132万元,原因在于在情形(3)基础上,情形(4)又对渭南和咸阳的果汁产量进行了平均,削弱了渭南果汁生产的低运输成本优势,大大增加了总的成本。情形(5)完全忽视了延安设厂的运输成本高的缺点,严重偏离最优配置方案,成本大大增加。以上情形对比还表明,在集群满足给定市场需求时,即便集群的各区域的生产成本相同,空间配置方案对集群总成本影响也很大。这也说明,优化集群的空间配置对降低集群总成本(尤其是运输成本)具有重要的意义。

五、结论与展望

从数学上来说,空间配置问题是设施选址—分配问题和运输问题的组合。本文建立了集群空间配置优化升级的混合整数规划模型,并在陕西渭北苹果产业集群中进行试算,得出以下结论:

(1)通过对供应链网络节点区位以及生产规模的选择,优化农业产业集群的供应链网络,可以显著降低集群供应链网络的运行成本。

(2) 由于农业产业集群农产品生产的特殊性, 集群内部农产品运输成本起着重要的作用, 对集群供应链网络各个节点最优区位的配置影响显著。

(3) 在集群农产品以最低成本满足消费市场需求的前提下, 农业产业集群供应链网络的各个节点的区位并不是越集中越能降低成本。

(4) 对陕西渭北苹果产业集群这一案例的模型应用和计算结果表明, 求解模型得到的最优空间配置方案优于集群现有的空间配置方案。

由于现实世界的复杂性和数据获取的困难, 文中模型建立在诸多假设基础上, 其中一些假设颇为严格。此外, 本文的空间配置模型解决的是在消费市场需求量确定前提下的空间配置问题, 产品需求的变化对集群供应链网络各节点区位以及生产规模的选择具有重要的影响, 因而能否准确预测市场需求便成为模型能否成功应用的一个关键。基于这一点, 要求集群所在地方政府和有关机构高度重视集群面对的市场需求的预测, 积极协同支持集群的市场开拓与需求预测。尽管本文给出的模型主要适用于消费市场区位以及需求量变化不大情况下的集群空间优化配置问题, 但若能有效预测市场需求, 该模型也可为集群内生产区域与生产规模选择提供有益参考。

参考文献:

- [1] 王碧峰. 我国发展现代农业问题讨论综述[J]. 经济理论与经济管理, 2008, (1): 75—79.
- [2] 龚学琴, 张洪吉. 农业产业集群最新理论研究综述[J]. 经济论坛, 2008, 18: 124—126.
- [3] 武云亮, 秦 董. 中外农业产业集群研究评述[J]. 安徽农学通报, 2007, 13(19): 1—2.
- [4] 易正兰. 农业产业集群与农产品供应链管理结合探讨[J]. 农村经济, 2008, (8): 25—27.
- [5] 刘敬青. 物流设施选址研究的评述及展望[J]. 中国储运, 2007, (3): 58—60.
- [6] 郑连弟, 马毅. 基于模糊多目标下配送中心选址及配送量分配的模型研究[J]. 辽宁师专学报(自然科学版), 2009, (2): 4—5, 21.
- [7] 毛凤霞. 陕西果业产品出口的现状、问题及策略[J]. 西安邮电学院学报, 2009, (4): 37—39, 55.
- [8] 杨文杰. 陕西渭北苹果基地县农业产业结构优化对策研究[J]. 商业研究, 2008, (5): 173—176.
- [9] 曹咏. 对陕西苹果产业化发展的思考[J]. 新西部(下半月), 2009, (1): 40—41.
- [10] 陕西省人民政府. 陕西确定 2008—2012 年果业发展目标[J]. 中国果业信息, 2009, (3): 41.
- [11] Albino V, Carbonara N, Giannoccaro I. Supply chain cooperation in industrial districts: A simulation analysis[J]. European Journal of Operational Research, 2007, 177 (1): 261—280.
- [12] DeWitt T, Giunipero L C, Melton H L. Clusters and supply chain management: The Amish experience[J]. International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, 2006, 36 (4): 289—308.
- [13] Capovicedo J, Expoto-Langa M, Molina-Morales F X. Improving SME competitiveness reinforcing interorganisational networks in industrial clusters[J]. International Entrepreneurship and Management Journal, 2008, 4(2): 147—169.
- [14] Folta T B, Cooper A C, Baik Y S. Geographic cluster size and firm performance[J]. Journal of Business Venturing, 2006, 21(2): 217—242.
- [15] Ahumada O, Villalobos J R. Application of planning models in the agri-food supply chain: A review[J]. European Journal of Operational Research, 2009, 196 (1): 1—20.

(下转第 121 页)

explores an overlapping generations model to examine the returns from this transition by taking the implicit pension debt caused by such a transition into consideration. If redistribution over generations is not allowed, it shows that after repaying implicit pension debt these two systems are equivalent. There are no gains from this transition. However, if redistribution over generations is allowed, it shows that only first generation endures a lower consumption and the future generations are all better off. Adding the present value of losses and gains together, the returns exceed the loss. Therefore, the returns of the whole society increase through the transition under intergenerational redistribution.

Key words: implicit pension debt; overlapping generations model; PAYGO system; fund accumulation system; intergenerational redistribution (责任编辑 许 柏)

(上接第 25 页)

Spatial Arrangement Model for Optimization of Agricultural Cluster: From the Angle of Supply Chain Management

ZHAO Xia, WU Fang-wei, ZHANG Jin-hua

(Research Institute of Finance and Economics, Shanghai University of Finance and Economics, Shanghai 200433, China)

Abstract: From the angle of supply chain management, the paper establishes a mixed-integer linear programming model on spatial arrangement issue of optimization for configuration of agricultural cluster with the consideration of production cost and transport cost. The model minimizes the total costs of supply chain, namely primary production, production of half-finished products, and production of finished products as well as distribution, by selecting the location and capacity allocation for every node of the supply chain network. The case study shows the effectiveness and correctness of the proposed model, and also provides a significance for optimizing and updating the spatial arrangement of agricultural cluster.

Key words: agricultural cluster; spatial arrangement; mixed-integer linear programming; apple industrial cluster

(责任编辑 许 柏)