

上海市奶业空间结构的演变及优化

郭柏林

(华东师范大学地理系, 上海 200062)

提 要 圈层分布、奶流系统、收发网络是上海市奶业空间结构的三个层次。它们的演变具有同步性, 圈层外移是关键, 它推动奶流系统的再组和收发网络的重构, 规模扩大和区域容量有限之间的矛盾是奶业空间结构演变的动力。优化上海市奶业空间结构必须因层次而异。

关键词 奶业 空间结构 演变 优化

上海市人口众多, 鲜奶消费量大, 奶业发达, 探讨其空间结构的特点、形成机制及演变规律, 对于丰富空间结构理论, 优化奶业布局, 具有一定的意义。

1 上海市奶业空间结构的特点

1.1 圈层结构

上海市奶业涉及生产、运输、消费诸领域, 它由奶牛场、收奶站、乳品厂、发奶站等部门组成, 尽管这些部门布局的要求各不相同, 但在空间上相互联系、相互制约, 共同构成以市区为中心, 由里至外, 组成和功能截然不同的三个圈层 (表 1)。

表 1 奶业圈层结构
Tab. 1 The circular structure of milk industrial

圈 层	位 置	组 成	功 能
鲜奶消费中心	市区	发奶站	分发鲜奶
乳品加工圈	城乡结合部	乳品厂	加工原奶、生产鲜奶
原奶生产圈	郊区	收奶站、奶牛场	饲养奶牛、收集原奶

上海市奶业圈层结构的有序性, 是各部门区位指向与区域条件之间相互作用的产物。

牛奶是时效性强的食物, 容易发酵变质, 为此, 必须在挤奶后, 迅速把原奶运至乳品厂加工消毒, 然后及时把鲜奶送到发奶站, 供应居民。因此, 牛奶的品质特性在奶业内产生一股引力, 制约各部门的区位选择, 力图使奶牛场、乳品厂、消费地互相接近, 以缩短运距和运时, 保证奶质。然而, 市区人口集中, 土地容量有限, 要求良好的环境, 不允许

来稿日期: 1993 04; 收到修改稿日期: 1994 11。

占地多,污染环境,影响居民生活的奶牛场存在,这也限制了乳品厂布局。这些部门在奶业内形成一股与引力方向相反的斥力,迫使奶牛场、乳品厂离开市区。

城乡结合部是郊区奶牛场通往市区鲜奶消费中心的必经之地。这里土地宽松,环境质量较好,道路平整,水、电、煤气等基础设施较完善,建厂投资省。这些优越条件使城乡结合部成为新、老乳品厂选址的最佳区位。

郊区,尤其近郊农业生产集约,蔬菜种植集中,除田间野草外,还有大量农田副产品,利用这些青绿饲料资源,饲养奶牛,既可向乳品厂提供丰富的原奶,又能增加大量有机肥,促进农业生产,更重要的是这里离市区不远,便利乳品厂下乡收集原奶,因此,郊区,尤其是近郊历来是上海市乳品工业的奶源基地。

1.2 扇形奶流系统

奶流是原奶、鲜奶通过运输工具的输送,从奶牛场,经收奶站、乳品厂、发奶站,到消费者的空间位移。尽管奶流在各圈层中的流向、流量、流速及载体各不相同,但它是奶业各圈层联系的纽带,把奶业各部门联结成一个统一的整体(表2)。

表2 奶流的特征

Tab. 2 The characteristics of milk traffic

组成	起始	终止	载体	流向	流量	流速(km/h)	道路
原奶流	奶牛场	收奶站	手扶拖拉机	向心辐合	由小到大	6—8	机耕路、柏油路
	收奶站	乳品厂	奶槽车	扇形辐合		30—40	柏油路
鲜奶流	乳品厂	发奶站	送奶车	扇形辐散	由大到小	20—30	水泥路
	发奶站	消费者	手推车	离心辐散		3—4	水泥路、弄堂

乳品厂是奶流的集散地,根据其数量,可把上海市奶业划分为几个以乳品厂为核心,相互独立的奶流系统。它们均由奶源区、乳品厂、供奶区三个地域单元组成,奶源区、供奶区分别是乳品厂的原奶生产地、鲜奶消费地。在形态上,每个奶流系统是个复合扇形,乳品厂位于两个扇形的结合部。原奶流在扇形奶源区内,从分散的奶牛场,向收奶站—乳品厂辐合;鲜奶流在扇形供奶区内,从乳品厂向发奶总站—分站—消费者辐散(图3)。在规模上,奶源区内奶牛场的原奶产量基本上与收奶站的收奶量、乳品厂的原奶加工量一致,乳品厂的鲜奶产量等于供奶区的发奶量(即居民的鲜奶消费量)。由于奶源区的奶牛饲养规模受青绿饲料资源的限制,原奶生产密度为 $15-60\text{t}/\text{km}^2$,而供奶区人口密集,鲜奶消费密度高达 $250-1000\text{t}/\text{km}^2$ 。

扇形奶流系统是奶业空间结构的第二层次,其特征受圈层结构的制约。乳品厂的数量及在加工圈的位置决定了奶流系统的数量、空间配置及奶流流向;奶流系统的扇形空间特征及奶流地域单元空间排列的有序性是奶业圈层结构的局部反映;反过来,这些相互独立的奶流地域单元彼此相邻,共同连接成奶业的圈层结构。

1.3 收发网络

收发网络是奶业空间结构的第三层次,收、发奶站是奶业收发网络的结节点,其布设不仅便利原奶、鲜奶的集散和运送;而且把每个奶流系统的奶源区(供奶区)划分为一系列彼此相邻的收奶区(发奶区)。收、发奶区是奶业空间结构中功能截然相反的两种地域细

胞，它们是收、发奶站的服务区。在收奶区内，向心辐合的原奶流把奶牛场和收奶站联结在一起；在发奶区内，离心辐散的鲜奶流是发奶站与分布在四周的消费者的联系纽带。由于收、发奶站的非均匀分布，奶牛场送奶、消费者取奶都以最短距离为依据，确定送（取）奶的地点，上海市收、发奶区的空间形态均为异多边形；其次，各收奶区的原奶生产密度低于发奶区的鲜奶消费密度，收奶站门槛大于发奶站，上海市各收奶站的规模都比发奶站大，收奶站、发奶总站、分站的数量依次递增，服务半径依次递减。

2 上海市奶业空间结构的演变及分化

2.1 圈层外移

2.1.1 原奶生产圈的扩大与内部分异

建国后，上海市奶牛布局从近郊向远郊延伸，原奶生产圈不断扩大，奶牛分布重心在 50 年代末、80 年代初二次跳跃式外移，原奶平均运距增加 2 倍。

根据奶牛场离市中心的远近、发展历史、青饲料来源、原奶流向，大致可把原奶生产圈划分为三个亚层（表 3）。

表 3 原奶生产圈分异

Tab. 3 The disintegration of the production circle for raw milk

层次	位置	离市中心距离 (km)	农业类型	饲养历史 (年)	奶牛分布密度 (头/km ²)	原奶流向
里层	近郊	<20	菜区、粮棉区	>40	8—12	城乡结合部
中层	中郊	20—50	粮区、粮棉区	20—40	2—8	城乡结合部
外层	远郊	50—70	滩涂	<30	6—8	当地加工

2.1.2 乳品加工圈外移与内部分异

为增加乳品加工能力，从 70 年代起，上海市在新城乡结合部兴建了乳品三厂、五厂、八厂，使乳品加工圈向外扩展，并分化为内、外两层。其次，由于崇明岛为长江所隔，南奉沿海滩涂离市区较远，所产原奶无法运至城乡结合部加工，为此，70 年代、80 年代先后在当地建立了乳品四厂、六厂、九厂，就地生产奶粉、炼乳及少量鲜奶，从而在原奶生产圈外缘出现一个产品结构与城乡结合部乳品加工圈有明显不同的另一个新的乳品加工圈（表 4）。

表 4 乳品加工圈分异

Tab. 4 The disintegration of the processing circle for dairy products

圈	层	位置	建厂时间	厂名	离市中心距离 (km)	区位特点	产品结构
里圈	内层	老城乡结合部	50 年代	一厂、二厂	2.5—3.5	邻近消费地	以鲜奶为主
	外层	新城乡结合部	70 年代	三厂、五厂、八厂	3.5—8		
外圈		远郊	70、80 年代	四厂、六厂、九厂	>45	位于原奶产区	以奶粉为主

2.1.3 鲜奶消费中心的扩展与内部分异

建国前，上海市鲜奶消费仅局限在租界。建国后，随着人民生活水平的提高，鲜奶成为普通市民的营养品，消费量与日俱增，其空间分布也发生很大变化。一方面从原租界扩

散到整个市区,进而随着建成区的扩大,居民向外疏散,扩展到新市区;另一方面,日平均鲜奶消费密度也从 119 瓶/ km^2 ,提高到 8 429 瓶/ km^2 ,在地区分布上,各街道鲜奶消费密度 (y) 依距离市中心的远近,呈负指数函数

$$Y = 3.12e^{-0.3662x}$$

向外递减,大致从市中心 1.5—2.5 万瓶/ km^2 ,降至市区边缘的 0.25 万瓶/ km^2 ,这一分布特征与人口密度空间变化趋势相一致 (图 1)。

2.2 奶流系统多样化

随着乳品三厂、五厂、八厂的投产,城乡结合部乳品加工圈扩大,为避免各厂争奶源、抢市场,上海市曾多次重新划分各厂的奶源区和供奶区,使扇形奶流系统数量增加,空间形态拉长、缩狭,牛奶运距延长。至于以远郊乳品四厂、六厂、九厂为中心,组建的奶流系统,因地理位置的特殊性,其奶流流向、空间形态与扇形奶流系统截然不同,它大致呈同心圆状,原奶流从分散的奶牛场向位于奶源区中心的乳品厂辐合,而鲜奶流则呈离心辐射状流向供奶区内分散的各乡镇。由于远郊鲜奶消费仅局限在点状的乡镇和工业区,分布密度低,因此,同心圆奶流系统的供奶区范围要比奶源区大,与扇形奶流系统有明显的不同 (图 2)。

2.3 收发网络的延伸与地区分异

随着圈层结构的外移,上海市奶业收发网络也不断向外延伸。圈层向外扩展的方向,不仅制约收发网络的布设方向,而且规定其配置时序。由于原奶生产圈内奶牛—原奶生产密度、鲜奶消费中心内人口—鲜奶消费密度的地区差异,上海市收(发)奶站的分布也不平衡,呈收奶站从近郊向远郊递减,发奶站从市中心向外递减的变化趋势。与此相应,收奶区面积从近郊向远郊逐渐扩大,发奶站服务半径从市中心向外不断增加,分别与前二者成反相关 (图 3)。

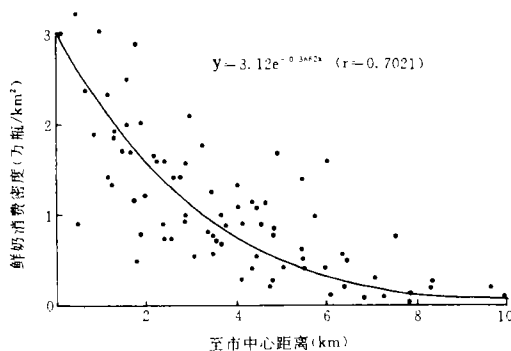


图 1 鲜奶消费密度区位变化

Fig. 1 The location variation of consumptive density of fresh milk

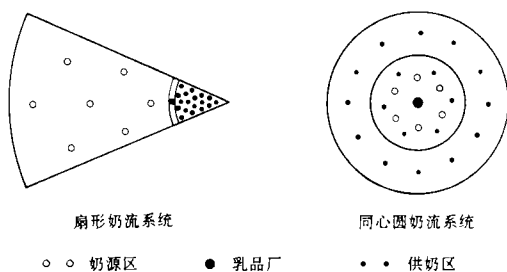


图 2 奶流系统模式

Fig. 2 The model of system for milk traffic

3 影响上海市奶业空间结构演变的因素

3.1 奶业规模扩大

建国初,上海市只有奶牛 0.49×10^4 头,产奶 $0.61 \times 10^4 \text{t}$,上市鲜奶 $0.61 \times 10^4 \text{t}$ 。之后,随着人口增长,生活水平提高,鲜奶需要量增加,奶业的规模不断扩大,到 1992 年奶

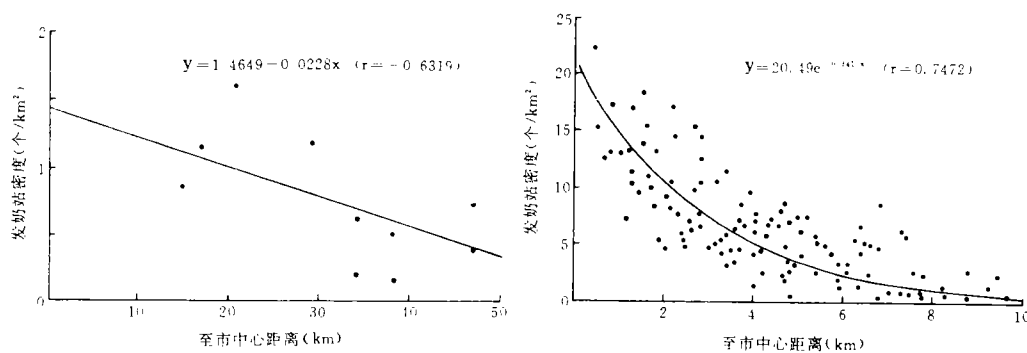


图3 奶业收发网点的区位变化

Fig. 3 The location variation of the density of collective-distributive network of milk industrial

牛已达 6.96×10^4 头, 产奶 17.8×10^4 t。奶业规模的扩大是其空间结构演变的动力。

3.2 中心城扩展

由于经济建设的发展,上海市中心城从建国初的 42.4 km^2 扩大到目前的 280.45 km^2 ,这不仅增加市区鲜奶消费空间,导致发奶网络向外延伸;而且改变了奶业布局的区位条件。其一,老乳品厂被住宅、商店、学校包围,无法在原址扩大生产规模,为解决老厂空间容量不足与乳品工业迅速发展的矛盾,不得不在土地宽松的新城乡结合部建新厂,以增加加工能力,这是乳品加工圈扩展和分异、奶流系统再组的重要原因。其二,一部分奶牛场与新市区良好的环境要求产生尖锐矛盾,无法再继续饲养奶牛,而被迫外迁,以致原奶生产圈内界外移。

3.3 近郊青绿饲料资源有限

一头成年乳牛每年需 2t 精料、20t 青绿饲料,在以(精)料换奶、青绿饲料自筹政策的制约下,郊区青绿饲料资源数量及分布明显影响奶牛业发展规模和布局。由于近郊要向市区提供大量的蔬菜等副食品,农民口粮要自给(纯菜区除外),不可能安排大量耕地种植青绿饲料,有限的“四旁”野草、农田副产品等青绿饲料限制了近郊奶牛规模的无限扩大。

3.4 远郊滩涂的围垦

奶牛业投资大、收益慢、占地多。70年代建一个百头奶牛场需资金 60 万元(固定资产 40 万元,流动资金 20 万元),回收期十几年,占地 20 多公顷(以一头奶牛 0.2ha 饲料地计),这远非一般乡、村力所能及。而在崇明岛北沿和南奉贤海滩涂围垦基础上建立的国营农场,经济实力比较雄厚。除滩面秧草外,还可利用滩地,种植青饲料,这是远郊奶牛业发展的重要原因。

3.5 中、远郊农民饲养奶牛积极性较高

较高的比较经济效益是产业布局变化的推动力。80年代初期饲养一头奶牛可年获利 800 多元,这对农村经济单一,乡镇工业薄弱,收入较少的中、远郊农民具有较大的吸引力。因此,在国家优惠政策扶持下,松金青商品粮产地先后建了一批奶牛场,使原奶生产圈进一步向中、远郊扩展。

3.6 运输条件改善

建国后，郊区大量修建公路，配置有降温冷冻设施的收奶站，使用大容量保温奶槽车，缩短了原奶在途中的时间，保证了奶质，为奶源基地向远郊伸展，创造了条件（表 5）。

表 5 原奶运输条件的变化

Tab. 5 The improvement in transportation condition for raw milk

时 期	道 路	运输工具	装奶容器	配套设施	运输方式	最远收奶里程（km）
50 年代	乡村土路	自行车	小奶桶		农民送奶到厂	10
60—70 年代	等外公路	3t 卡车	铁皮镀锌桶	收奶站	乳品厂到场收奶	35
80 年代	等级公路	6—9t 奶槽车		收奶站	奶牛场送奶到站， 乳品厂到站收奶	70

4 上海市奶业空间结构的优化

4.1 调整圈层结构，发挥区位优势

4.1.1 原奶生产圈——外迁市区、稳定近郊、发展中郊、控制远郊

建立合理的圈层结构关键在于奶牛布局，它不仅制约收奶站配置，而且影响乳品厂布局。郊区奶牛布局，要在原奶适宜运输里程内，根据各农业类型的奶牛容量（青绿饲料资源可供量）：菜区 14—18 头/km²，粮棉区 8—10 头/km²、粮区 6 头/km²，以料定畜，由近及远，形成一个完整的环绕市区的奶牛饲养圈，最大限度缩短原奶运输里程。具体地说，应外迁新市区奶牛，优化城市环境，巩固近郊奶牛场，发挥其邻近市区的区位优势；重点发展尚有潜力的中郊西部奶牛业，充分利用当地青绿饲料资源；控制远郊奶牛规模，合理利用从外地调入的精饲料资源。

4.1.2 乳品加工圈——疏解内层、发展外层、控制外圈

位于乳品加工里圈内层的乳品一厂、二厂设备陈旧，工艺落后，能耗高，效率低，用地紧张，限制了生产的进一步发展，且每天半夜频繁进出的送奶车与锅炉噪音严重影响附近居民休息，厂群矛盾突出。70 年代建造的乳品三厂现位于浦东陆家咀金融开发区。为发挥城市黄金地段土地的级差效益，有利老厂技术改造和扩建，改善市区环境，上述三厂外迁势在必行，其区位指向应以乳品加工里圈外层为宜，以利鲜奶就近供应。其次，位于远郊乳品加工外圈的乳品六厂、九厂的产品结构以奶粉、炼乳为主，不符合上海市乳品工业的发展方向。乳品四厂虽以鲜奶生产为主，但当地消费量有限。随着远郊原奶生产规模的控制，今后不宜再扩大乳品加工外圈的规模。

4.2 建立动态奶业产销区划数学模式，经常调整奶流系统，提高整体经济效益

最大限度缩短牛奶运输里程是奶流优化的目标。由于地区间奶牛发展的不平衡，原奶产量的季节性，乳品厂布局、规模和产品结构的调整，鲜奶消费分布的变化，使各奶流系统的奶源区的原奶产量与加工能力，鲜奶生产能力与供奶区的鲜奶消费量经常处于不平衡状态。其次，过江隧道与大桥的修建，使奶业部门之间的相关位置发生相应变化。因此，上海市奶业要根据各部门规模、分布及运输条件的变化，经常调整奶流系统，合理划分各乳品厂的奶源区、供奶区，搞好产销区划，使各奶流系统的奶源区、乳品厂、供奶区在地域

上更紧密地结合起来,以适应变化的奶业生产、流通和消费,最大限度提高奶业整体经济效益。根据上述原则,上海市奶业产销区划数学模式可设计为在约束条件之下,求使目标函数(总运力)

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m X_{ij} &= A_i \quad (i = 1, 2, 3, \dots, m) & X_{ij} &\geq 0 \\ \sum_{j=1}^n X_{ij} &= B_j \quad (j = 1, 2, 3, \dots, n) & X_{ij} &\geq 0 \\ \sum_{j=1}^n Y_{jk} &= C_j \quad (j = 1, 2, 3, \dots, n) & Y_{jk} &\geq 0 \\ \sum_{k=1}^p Y_{jk} &= D_k \quad (k = 1, 2, 3, \dots, p) & Y_{jk} &\geq 0 \\ Z_1 &= \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n E_{ij} X_{ij} \\ Z_2 &= \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^p F_{jk} Y_{jk} \end{aligned}$$

达到最小的解 $\{X_{ij}\}$ 、 $\{Y_{jk}\}$

式中: A_i —第 i 个收奶站的收奶量 (t/d), B_j —第 j 个乳品厂的原奶加工量 (t/d), C_j —第 j 个乳品厂的消毒鲜奶产量 (t/d), D_k —第 k 个发奶站的消毒鲜奶分发量 (万瓶/d), E_{ij} —第 i 个收奶站到第 j 个乳品厂的距离 (km), F_{jk} —第 j 个乳品厂到第 k 个发奶站的距离 (km), X_{ij} —第 i 个收奶站运到第 j 个乳品厂的原奶量 (t), Y_{jk} —第 j 个乳品厂运到第 k 个发奶站的消费鲜奶量 (万瓶), Z_1 —原奶总运力 (t · km), Z_2 —消毒鲜奶总运力 (万瓶 · km)。

4.3 确定合理的收发网点分布密度

收发网络优化要根据收、发奶站的适宜规模和服务半径、各地原奶生产密度和鲜奶消费密度,确定收发网点的合理分布密度,以便利送奶、取奶,保证奶质。

4.3.1 收发站 近郊扩大规模,远郊增添网点

郊区奶牛场经济实力较弱,缺乏冷贮设备,送奶工具简陋,进出道路多为机耕路。为保证奶质,收发站服务半径以 $< 6\text{km}$ 为宜,若送奶里程 $> 6\text{km}$,高温季节原奶容易变质。收奶站规模应与奶槽车二次运量相适应,以配备 3—4 个贮奶缸,总容量 12—16t 为宜,规模过大,会增加奶牛场送奶里程;规模过小,则要增加网点投资和管理人员。目前,近郊原奶生产密度高,交售里程 $< 6\text{km}$,收奶站规模多为 14t,今后还可适当增加收奶量,提高其利用率;远郊集中奶区部分奶牛场至收奶站距离超过 6km,应增添收奶网点,以便利原奶交售;远郊分散奶区,单独配置收奶站不够经济,可利用流动奶槽车上门收购。

4.3.2 发奶站 市中心扩大规模,市区边缘增添网点

上海市发奶总站规模取决于送奶车的装载能力,以一车运量 14 000—16 000 瓶为宜,分站规模与发奶员收入、居民取奶行为有关,一般以 1 000—1 600 瓶为宜,其服务半径以 $< 200\text{m}$ 较为适宜。由于市中心鲜奶消费密度高,分站服务半径 $< 200\text{m}$,居民取奶便利,今后随着鲜奶消费量的增加,可逐渐扩大分站规模;市区边缘鲜奶消费密度较低,现有分站服务半径过大,约 200—500m,居民取奶不便,应适当增添网点,便利居民取奶。

5 结论

上海奶业空间结构具有层次性，不同层次空间结构的形态、部门构成各有特点，但彼此间有着内在联系，高层次空间结构型式控制了低层次空间结构的格局，各层次空间结构演变具有同步性。圈层外移是奶业空间结构演变的关键，它推动奶流系统的再组、收发网络的重构。奶业规模的扩大与区域容量有限之间的矛盾，是奶业空间结构演变的基本动力，矛盾斗争的结果，使奶业布局冲破原有空间结构的束缚，演变成新的分布格局。区位优势的差异和形成先后的不一，是造成奶业各层次内部空间分异的重要原因。上海市奶业空间结构的优化，要根据现有布局条件，遵循其演变规律，因势利导，进行调整，以求合理。然而，由于今后奶业生产、流通、消费条件的变化，奶牛场规模扩大，加工设备配套，自有运奶能力增强；奶牛场冷贮缸—乳品厂冷库—冷藏运输—超市冷藏箱—居民家庭冰箱的冷藏链健全；鲜奶包装形式和销售方式改进。届时，奶业各部门的功能、数量、规模、区位指向、服务半径都会发生变化，以致奶业空间结构将会出现新的模式。

参 考 文 献

- 1 李为. 我国乳品工业区位分析 地理学报, 1986. 41(3): 224—232.
- 2 郭柏林. 上海市发奶网络空间结构模式的探讨. 地理科学, 1993. 13(2): 113—120.

作 者 简 介

郭柏林，男，1942年生，1964年华南师范大学地理系毕业，1981年获华东师范大学地理系理学硕士。主要从事经济地理学研究，已发表论文30多篇，主编《上海市乡镇企业区划》、《上海市农业区划图集》等著作。

THE EVOLUTION AND OPTIMIZATION OF THE SPATIAL STRUCTURE OF MILK PRODUCTION IN SHANGHAI

Guo Balin

(*Department of Geography, East China Normal University, Shanghai 200062*)

Key words milk production, spatial structure, evolution, optimization

Abstract

The spatial structure of milk production in Shanghai has three hierarchies: the circular distribution, the system for milk traffic and the collective-distributive network. The circular structure, centering round urban districts, divides milk production into three different circles based on structures and functions: the consumption center of fresh milk in the urban districts, the processing circle for dairy products in the rural-urban fringe area, the production circle of fresh milk in the suburb. The circular structure is the result of mutual effects of milk production and regional condition. The milk productions are connected to a whole by a milk traffic. The system for milk traffic is constituted by the original region of raw milk and dairy factory and the supply region of fresh milk. Its sector spatial character and spatial arrangement of formation in regular sequence reflect the circular structure of milk production. The original region of raw milk (supply region of fresh milk) is constituted by a series of collective regions of raw milk (distributive region of fresh milk). They are the two entirely different areal cells functionally between the collective-distributive networks of milk production. They are service regions of collective-distributive stations of milk.

The spatial structures of all hierarchies are connected and limited each other and their evolution has a synchronism. The evolution of spatial structure of milk production is circle to move out. It propels the recomposition of the system for milk traffic and the restructure of collective-distributive network. The contradiction between the expansion of the scale and the limited capacity of the region is the impetus of evolution of the spatial structure of milk production. The difference in locational superiority causes the internal disintegration of spatial structure of every hierarchies of milk production.

There are three points for optimization of spatial structure of milk production in Shanghai:

1. The aim of adjustment of circular structure should be to fully play the locational superiority in all the places.
2. Adjustment of the system of milk traffic should be practiced together with production-sale regionalization, so as to improve transportation efficiency.
3. The optimization of collective-distributive network should be distributed reasonably on the base of the suitability and service radius of the collective-distributive stations of milk, the production density of raw milk and the consumptive density of fresh milk in all the places.