

DOI:10.19322/j.cnki.issn.1006-4710.2025.04.010

<https://xuebao.xaut.edu.cn>

引文格式: 郭垂江, 王静. 区域农产品物流网络构建方法研究——以四川省为例[J]. 西安理工大学学报, 2025, 41(4):550-559.

GUO Chuijiang, WANG Jing. Construction method for regional agricultural products logistics network: taking Sichuan Province as an example[J]. Journal of Xi'an University of Technology, 2025, 41(4):550-559.

# 区域农产品物流网络构建方法研究 ——以四川省为例

郭垂江, 王 静

(成都信息工程大学 物流学院, 四川 成都 610103)

**摘要:** 为合理规划区域农产品物流网络节点和通道, 促进农产品的快速流动, 基于轴辐理论, 首先运用因子-聚类分析法确定各物流节点的综合得分以及城市层级, 从而为轴心城市和辐点城市的确定提供依据。其次引入引力模型和隶属度计算轴心城市的辐射范围, 划分农产品物流圈与确定干线、支线物流通道。最后对四川省轴辐式农产品物流网络的构建问题进行实证分析。结果表明: ①本研究所提出的区域农产品物流网络构建方法是有效的; ②四川省整体农产品物流水平较好, 但是各市州间仍存在一定差距; ③四川省可构建以成都、南充和宜宾 3 大农产品物流圈为核心的农产品物流网络。

**关键词:** 农产品物流; 区域物流网络; 因子分析法; 引力模型; 四川省

**中图分类号:** U115      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1006-4710(2025)04-0550-10

## Construction method for regional agricultural products logistics network: taking Sichuan Province as an example

GUO Chuijiang, WANG Jing

(School of Logistics, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610103, China)

**Abstract:** To reasonably arrange nodes and channels of agricultural products logistics network, and accelerate the rapid flow of agricultural products, the axis-spoke theory is regarded as our research foundation. Firstly, the factor-cluster analysis method is used to determine the comprehensive scores of each logistics node and its rank, so as to provide a basis for determining the axis cities and the spoke cities. Secondly, gravitational model and affiliation degree are introduced to calculate the radial range of the axis cities, divide the logistics circle of agricultural products and determine the main and branch logistics corridors. Finally, an empirical analysis is carried out on the construction problem from the axis-spoke logistics network of agricultural product in Sichuan Province. The conclusions include: ①The construction method for the logistics network of regional agricultural products provided in this paper is effective. ②It can be seen that the overall level of agricultural products logistics in Sichuan Province is relatively good, but there are still some gaps among the cities. ③The logistics network for agricultural product of Sichuan Province with Chengdu, Nanchong and Yibin, which are regarded as the three core agricultural product logistics circles, could be constructed.

**Key words:** logistics of agricultural product; regional logistics network; factor analysis method; gravity model; Sichuan Province

收稿日期: 2024-06-15; 网络首发日期: 2024-12-23

网络首发地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1294.N.20241221.1025.002.html>

基金项目: 绵阳市社会科学重点研究基地——西南财经大学天府学院四川现代流通经济研究中心 2024 年度资助项目 (XDLTJJ2024ZD01)

第一作者: 郭垂江, 男, 博士, 副教授, 研究方向为物流枢纽规划。E-mail: gcj@cuit.edu.cn

通信作者: 王静, 女, 硕士, 研究方向为物流枢纽规划。E-mail: 1005146490@qq.com

农产品物流是以农业产出物为对象,通过农产品产后加工、包装、储存、运输和配送等物流环节,做到农产品保值增值,最终送到消费者手中。由于农产品自身具有易腐易烂的特性,要求物流时间尽可能地短,以降低农产品在物流过程中的损失。因此,科学合理地构建农产品物流网络,实现农产品的快速流动和高效配置,最大限度地提高农产品物流的服务质量,已成为农产品物流领域需重点关注和解决的问题。

国内外学者对区域物流网络的研究主要集中在综合评价、物流网络的构建及优化等方面,且取得了较为丰富的研究结果。综合评价方面,大多数学者运用因子分析法<sup>[1-2]</sup>、熵权法<sup>[3-5]</sup>、模糊评价法<sup>[6-7]</sup>等方法,根据计算结果分析目前区域物流网络存在的不足,并提出针对性的建议。物流网络构建与优化方面,轴辐式网络被普遍认为是较为有效的物流网络结构<sup>[8-9]</sup>。相对而言,国外学者主要侧重于对物流网络中枢位置选址和运输线路规划等方面的研究<sup>[10-12]</sup>,合理确定物流设备设施条件,尽可能地降低整个网络的运营成本。国内相关学者主要侧重于枢纽节点选址<sup>[13-15]</sup>、物流配送线路优化<sup>[16-17]</sup>、物流网络体系空间布局<sup>[18-19]</sup>等方面的研究。但目前对区域农产品物流网络构建方面的研究成果相对较少,且研究区域主要集中在一些农业大省以及经济发展水平较高的省份<sup>[20-22]</sup>,所应用的区域农产品物流网络构建方法的系统性和科学性不足,有待进行进一步梳理和完善。因此,本文将基于轴辐理论,构建因子分析-引力模型,确定轴心城市和轴点城市,划分区域农产品物流城市圈,并对物流城市圈和干支线通道进行深入分析,可进一步丰富和完善物流网络规划理论,推动区域农产品物流网络的合理布局和健康有序发展。

## 1 研究方法

### 1.1 轴心和辐点城市确定方法

首先建立区域农产品物流发展的两层评价指标体系,然后运用因子分析法计算各市州的物流综合得分,再利用 SPSS 软件中的聚类分析法对节点城市进行聚类分析,为确定区域轴心和辐点城市提供主要依据。

因子分析法是通过对原始变量的提取,将联系比较密切的变量归类为一类,用较少的公因子来解释原始变量的主要信息。由于因子分析法不对原始变量进行取舍,而是进行重新组合找到共同因子,实现降维的同时可通过旋转技术使得因子更具有可靠

性,因此可运用因子分析法对区域农产品物流节点进行综合评价。因子分析法的一般模型为:

$$\begin{cases} X_1 = \alpha_{11} F_1 + \alpha_{12} F_2 + \cdots + \alpha_{1k} F_k + \varepsilon_1 \\ X_2 = \alpha_{21} F_1 + \alpha_{22} F_2 + \cdots + \alpha_{2k} F_k + \varepsilon_2 \\ \vdots \\ X_p = \alpha_{p1} F_1 + \alpha_{p2} F_2 + \cdots + \alpha_{pk} F_k + \varepsilon_p \end{cases} \quad (1)$$

式中: $X_1$ 、 $X_2$ 、 $\cdots$ 、 $X_p$  为原始变量,  $p$  为原始变量的数量;  $F_1$ 、 $F_2$ 、 $\cdots$ 、 $F_k$  为因子变量,  $k$  为因子变量的数量, ( $k < p$ );  $\varepsilon_1$ 、 $\varepsilon_2$ 、 $\cdots$ 、 $\varepsilon_p$  为特殊因子。式(1)的矩阵形式为:

$$\mathbf{X} = \mathbf{AF} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2)$$

式中:  $\mathbf{A}$  为因子载荷矩阵。

### 1.2 轴心节点城市辐射范围的确定方法

运用引力模型和隶属度函数测算轴心节点城市的辐射范围。以物流综合得分作为两地的“质量”构建引力模型,并引入隶属度,确定轴心城市的辐射范围,从而将各辐点城市划归到相应的区域农产品物流城市圈<sup>[23]</sup>。

引力模型的一般形式为:

$$G_{ij} = \frac{K_{ij} M_i M_j}{D_{ij}^2} \quad (3)$$

式中:  $G_{ij}$  为城市  $i$  与城市  $j$  之间的引力强度;  $M_i$  和  $M_j$  分别为两地的“质量”;  $D_{ij}$  为两地之间的“距离”;  $K_{ij}$  为引力系数,通常取 1。

隶属度函数的基本形式为:

$$P_{ij} = \frac{G_{ij}}{\sum_{k=1}^n G_{ik}} \quad (4)$$

式中:  $P_{ij}$  为城市  $j$  对城市  $i$  的物流隶属度;  $n$  为区域内物流节点的数量。

## 2 实证分析

### 2.1 节点城市综合评价及层级划分

#### 2.1.1 指标选取与数据来源

参考国内外文献<sup>[24-25]</sup>的基础上,根据科学性、层次性、全面性和易获得性原则,确定以经济发展水平、农产品需求水平、农产品供给水平和基础设施水平 4 个指标为一级指标、人均 GDP 等 13 个指标为二级指标的区域农产品物流发展评价指标体系,见表 1。以四川省 21 个市州为研究对象,以四川省农产品物流发展评价指标 2022 年数据为原始数据展开研究。原始数据主要来源于《2023 年四川省统计年鉴》、四川省各市州《2023 年统计年鉴》、《2023 年四川省国民经济与社会发展统计公报》、《四川交通年鉴 2023》等。

表 1 区域农产品物流发展评价指标体系

Tab. 1 Evaluation indicator system for the development of regional agricultural products logistics

一级指标	二级指标	单位	标记
经济发展水平	人均 GDP	10 <sup>8</sup> 元	X <sub>1</sub>
	地区生产总值	10 <sup>8</sup> 元	X <sub>2</sub>
	居民人均可支配收入	元	X <sub>3</sub>
农产品需求水平	社会消费品零售总额	10 <sup>8</sup> 元	X <sub>4</sub>
	进出口金额	10 <sup>8</sup> 元	X <sub>5</sub>
	人均居民食品消费支出	元	X <sub>6</sub>
农产品供给水平	农林牧渔业总产值	10 <sup>8</sup> 元	X <sub>7</sub>
	农作物播种面积	10 <sup>3</sup> ha	X <sub>8</sub>
	农产品总产量	t	X <sub>9</sub>
基础设施水平	公路总里程数	km	X <sub>10</sub>
	冷库容量	10 <sup>4</sup> t	X <sub>11</sub>
	载货车辆数	辆	X <sub>12</sub>
	互联网宽带接入用户	10 <sup>4</sup> 户	X <sub>13</sub>

### 2.1.2 因子分析法结果分析

1) KMO 和 Bartlett 检验。运用 SPSS 软件对 2022 年四川省农产品物流指标相关数据进行计算, 得到 KMO 和 Bartlett 球形度检验值(见表 2)。KMO 值为 0.693, 介于 0.6~0.7 之间, 说明可以进行因子分析。 $p$  值为 0, 小于 0.05, 进一步证明适合进行因子分析。

2) 确定公因子个数。计算各因子之间矩阵的特征值和累积贡献率, 见表 3, 第 2 个因子的初始特征值是 2.533, 大于 1, 且前 2 个因子的累积方差贡献率达 82.660%, 大于 80%, 因此前 2 个因子能充分反映四川省各市州的农产品物流发展等级。

表 2 Bartlett 检验

Tab. 2 Test results by Bartlett

近似卡方	504.139
df	91
p 值	0.000

3) 构建旋转后成分载荷矩阵。为简化结构, 并使各因子变量在某一个因子上有较高的载荷, 而在其余因子上有较小的载荷, 本文采用方差最大正交旋转法得到旋转后成分矩阵, 见表 4。

表 3 因子提取总方差

Tab. 3 Total variance of factor extraction

成分	初始特征值			提取平方和载入		
	数值	方差解释率%	累积%	数值	方差解释率%	累积%
1	9.039	64.566	64.566	7.697	54.977	54.977
2	2.533	18.094	82.660	3.876	27.683	82.660
3	0.816	5.827	88.487	—	—	—
4	0.646	4.617	93.103	—	—	—
5	0.388	2.773	95.877	—	—	—
6	0.289	2.065	97.941	—	—	—
7	0.118	0.844	98.785	—	—	—
8	0.081	0.581	99.366	—	—	—
9	0.043	0.309	99.675	—	—	—
10	0.021	0.148	99.823	—	—	—
11	0.016	0.114	99.937	—	—	—
12	0.006	0.042	99.979	—	—	—
13	0.003	0.019	99.998	—	—	—
14	0	0.002	100			

表 4 旋转后成分矩阵

Tab. 4 Rotated component matrix

变量	因子 1	因子 2	共同度
人均 GDP	0.784	-0.353	0.718
地区生产总值	0.911	0.373	0.983
居民人均可支配收入	0.930	-0.117	0.865
社会消费品零售总额	0.880	0.426	0.971
进出口金额	0.902	0.295	0.931
人均居民食品消费支出	0.657	0.082	0.925
农林牧渔业总产值	0.843	0.452	0.843
农作物播种面积	0.396	0.834	0.826
农产品总产量	0.083	0.903	0.837
公路总里程数	0.493	0.773	0.694
冷库容量	-0.033	0.828	0.943
载货车辆数	0.804	0.229	0.947
互联网宽带接入用户	0.896	0.373	0.983

在因子 1 上有着较大载荷的变量有:人均 GDP、地区生产总值、居民人均可支配收入、社会消费品零售总额、进出口金额、人均居民食品消费支出、农林牧渔业总产值、载货车辆数、互联网宽带接入用户,因子 1 可主要解释以上变量。在因子 2 上有着较大的载荷的变量有:农作物播种面积、农产品总产量、公路总里程数、冷库容量,因子 2 可主要解释以上变量。因子共同度可说明 2 个公因子对原始变量的解释程度,因此可提取这 2 个公因子以代表区域农产品物流发展水平。

4) 计算成分得分系数矩阵及成分得分。运用 SPSS 软件,根据旋转后的成分矩阵计算出各变量的载荷系数,见表 5。

5) 计算综合得分。根据表 5 得到系数矩阵,按式(5)和式(6)计算各因子的得分  $F_1$ 、 $F_2$ 。

$$\begin{aligned} F_1 = & 0.173 X_1 + 0.111 X_2 + 0.171 X_3 + 0.1 X_4 + \\ & 0.119 X_5 + 0.102 X_6 + 0.091 X_7 - 0.029 X_8 - \\ & 0.09 X_9 - 0.005 X_{10} - 0.101 X_{11} + 0.11 X_{12} + \\ & 0.109 X_{13} \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} F_2 = & -0.209 X_1 + 0.021 X_2 - 0.146 X_3 + 0.042 X_4 - \\ & 0.005 X_5 - 0.048 X_6 + 0.055 X_7 + 0.235 X_8 + \\ & 0.294 X_9 + 0.203 X_{10} + 0.282 X_{11} - 0.016 X_{12} + \\ & 0.022 X_{13} \end{aligned} \quad (6)$$

根据式(7)计算各市州调整后的农产品物流综合得分  $M$ ,以确定各市州的物流发展水平,结果见表 6。

$$M = F + 1 = \frac{54.977}{82.66} F_1 + \frac{27.683}{82.66} F_2 + 1 \quad (7)$$

式中:  $M$  为各市州农产品物流的调整综合得分,是在原始综合得分的基础上加 1 得到,以确保其为正值;  $F$  为各市州农产品物流的原始综合得分。

表 5 载荷系数

Tab. 5 Loading factors

变量	因子 1	因子 2
人均 GDP	0.173	-0.209
地区生产总值	0.111	0.021
居民人均可支配收入	0.171	-0.146
社会消费品零售总额	0.100	0.042
进出口金额	0.119	-0.005
人均居民食品消费支出	0.102	-0.048
农林牧渔业总产值	0.091	0.055
农作物播种面积	-0.029	0.235
农产品总产量	-0.090	0.294
公路总里程数	-0.005	0.203
冷库容量	-0.101	0.282
载货车辆数	0.110	-0.016
互联网宽带接入用户	0.109	0.022

表 6 四川省各市州农产品物流调整综合得分及排名

Tab. 6 Comprehensive scores and ranks of agricultural product logistics in the cities of Sichuan Province

城市	$F_1$	$F_2$	$F$	$M$	排名
成都市	3.882	1.277	3.010	4.010	1
自贡市	-0.021	-0.604	-0.216	0.784	13
攀枝花市	0.783	-2.234	-0.227	0.773	14
泸州市	0.281	0.048	0.203	1.203	4
德阳市	0.381	-0.638	0.040	1.040	7
绵阳市	0.386	0.295	0.355	1.355	2
广元市	-0.501	0.364	-0.212	0.788	12
遂宁市	-0.217	-0.565	-0.334	0.666	16
内江市	-0.135	-0.029	-0.100	0.900	10
乐山市	0.214	-0.552	-0.043	0.957	9
南充市	-0.641	1.889	0.206	1.206	3
眉山市	0.113	-0.613	-0.130	0.870	11
宜宾市	0.051	0.494	0.200	1.200	5
广安市	-0.382	-0.051	-0.272	0.728	15
达州市	-0.535	1.353	0.097	1.097	6
雅安市	-0.035	-1.191	-0.422	0.578	18
巴中市	-0.781	0.432	-0.375	0.625	17
资阳市	-0.614	-0.109	-0.445	0.555	19
阿坝藏族羌族自治州	-0.518	-0.989	-0.676	0.324	21
甘孜藏族自治州	-0.836	-0.320	-0.664	0.336	20
凉山彝族自治州	-0.080	1.744	0.003	1.003	8

由表 6 各市州调整综合得分可以看出,成都市农产品物流综合得分最高,为 4.010。这是由于成都市作为省会城市,地理位置优越,经济发展水平较高,农产品物流基础设施和发展条件较好。其次是绵阳市、南充市、泸州市、宜宾市、达州市、德阳市、凉山彝族自治州、乐山市、内江市、眉山市、广元市、自贡市、攀枝花市、广安市、遂宁市、巴中市、雅安市、资阳市、甘孜藏族自治州、阿坝藏族羌族自治州。其中,阿坝藏族羌族自治州综合得分最低,得分为 0.324,与排名首位的成都有很大的差距,主要是由

于地形地势较为特殊、交通设施不完善和经济发展水平比较落后等原因。

### 2.1.3 聚类分层结果分析

区域物流网络规划过程中,确定轴心城市以及辐点城市是非常重要的环节。轴心城市通常是经济比较发达、基础设施比较齐全、物流需求较大的城市,即物流综合得分比较高的城市,而辐点城市通常是指影响力较小的城市。利用 SPSS 软件中的聚类分析方法对各市州农产品物流综合得分进行聚类分析,计算结果见图 1。

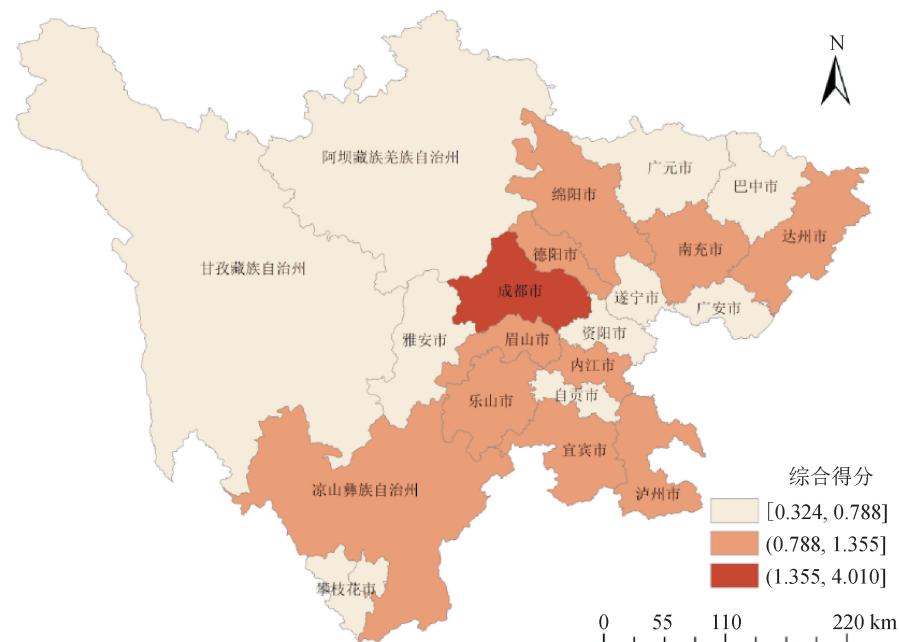


图 1 四川省各市州农产品物流综合得分的层级分布

Fig. 1 Tier distribution of comprehensive scores of agricultural product logistics in the cities of Sichuan Province

注:此图根据国家测绘地理信息局标准地图(审图号:GS(2019)3333)绘制,底图无修改。

根据聚类分析结果及得分排名情况,可将四川省各市州分为 3 个层次。

第一层次:成都市。成都市的综合得分最高,处于绝对的领先地位。

第二层次:南充市、宜宾市、内江市、眉山市、绵阳市、达州市、泸州市、凉山彝族自治州、德阳市、乐山市。

第三层次:自贡市、广安市、广元市、遂宁市、资阳市、巴中市、攀枝花市、雅安市、阿坝藏族羌族自治州、甘孜藏族自治州。这些城市的农产品物流发展水平相对较低,在轴辐式网络中主要发挥辐点城市功能。

## 2.2 轴点城市辐射范围的确定

### 2.2.1 引力计算

城市的物流质量是一个城市物流竞争力的综合体现。采用表 6 中的各市州农产品物流调整综合得

分  $M$  作为城市“物流质量”。使用百度地图作为路线规划工具,以各市州人民政府所在地作为起点和终点,采集城市间实际最短运输距离,计算四川省各城市之间的引力强度。采用 ArcGis 对引力强度结果进行可视化分析,见图 2。

可将四川省各城市间引力程度划分为 4 个层次。位于第一层次的有成都-德阳、成都-眉山,其中成都和眉山之间吸引力最大,主要是由于两城市经济水平都比较高,并且两城市距离较近,经济往来较为密切。第二层次包括成都-资阳、成都-绵阳、德阳-绵阳、内江-自贡。第三层次主要有成都-自贡、成都-泸州、成都-遂宁、成都-乐山、成都-南充、成都-宜宾、成都-雅安、自贡-泸州、自贡-宜宾、泸州-内江、泸州-宜宾、绵阳-德阳、南充-遂宁、宜宾-内江、广安-南充等城市间。余下城市间的引力为第四层次,城市间的吸引力相对比较低。总的来说,攀枝花市、阿坝藏族羌族自治州、甘

孜藏族自治州以及凉山彝族自治州对其他地区的吸引力都相对较低,主要原因是阿坝藏族羌族自治州、甘孜藏族自治州和凉山彝族自治州当地经济发展水平较

低、物流综合能力也较差,地理位置也相对较偏僻。虽然攀枝花市的经济水平较好,但其物流综合水平比较低,因而攀枝花市对其他地区的吸引力也较弱。

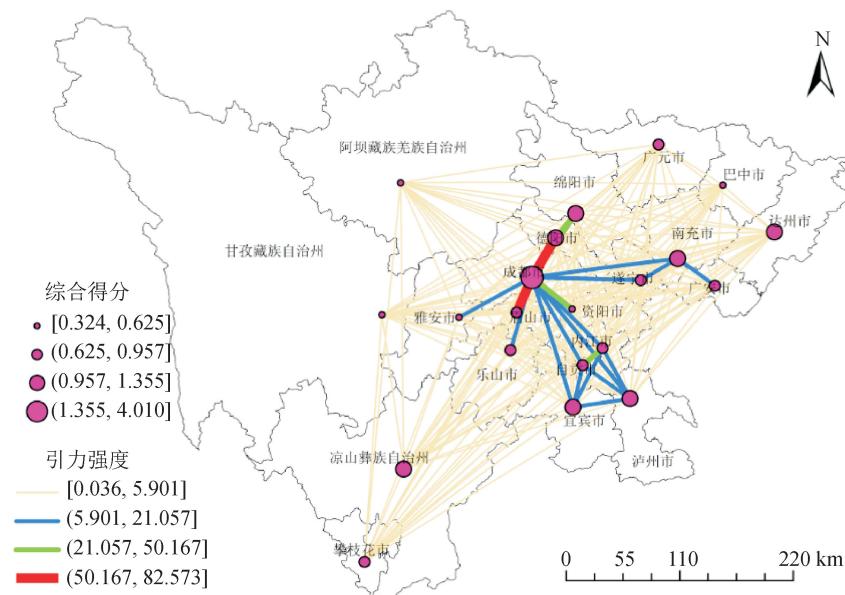


图 2 四川省各市州间物流综合得分及引力强度层级分布

Fig. 2 Comprehensive logistics scores and tier distribution of gravitational intensity among the cities in Sichuan Province  
注:此图根据国家测绘地理信息局标准地图(审图号:GS(2019)3333)绘制,底图无修改。

### 2.2.2 城市辐射范围的确定

由表 6 和图 2 可知,成都市、南充市、宜宾市在农产品物流综合得分排名中居前 5 位,与其引力强度大的其他城市多居于第二层次,与其他城市比较,具有较好的农产品物流发展基础,在整个四川省的区位分布也比较均衡,因此选取成都市、南充市和宜宾市作为四川省农产品物流网络的轴心城市<sup>[26]</sup>,余下的 18 个城市作为辐点城市。根据式(4),分别计算辐点城市对轴心城市的隶属度,见表 7。

由表 7 可知,攀枝花市、德阳市、绵阳市、广元市、内江市、乐山市、眉山市、雅安市、资阳市、阿坝藏族羌族自治州、甘孜藏族自治州、凉山彝族自治州等 12 个城市的隶属最大的城市为成都,遂宁、广安、达州、巴中等 4 个城市的隶属度最大的城市为南充,泸州和自贡隶属度最大的城市为宜宾。由此可见,四川省农产品物流网络中成都市的辐射范围最大,它的次级物流节点城市包括攀枝花、德阳、绵阳、广元、内江、乐山、眉山、雅安、资阳、阿坝州、甘孜州、凉山州等辐点城市;其次是南充,次级节点城市包括遂宁、广安、达州、巴中;宜宾的辐射范围最小,次级节点包括泸州和自贡,见表 8。

表 7 轴心城市对应物流隶属度

Tab. 7 Logistics affiliation corresponding to axis cities

城市	成都市	南充市	宜宾市	隶属城市
自贡市	0.347	0.053	0.558	宜宾市
攀枝花市	0.579	0.093	0.191	成都市
泸州市	0.265	0.074	0.614	宜宾市
德阳市	0.583	0.022	0.011	成都市
绵阳市	0.837	0.131	0.032	成都市
广元市	0.376	0.224	0.040	成都市
遂宁市	0.332	0.488	0.049	南充市
内江市	0.492	0.103	0.332	成都市
乐山市	0.717	0.039	0.176	成都市
眉山市	0.920	0.015	0.028	成都市
广安市	0.191	0.685	0.042	南充市
达州市	0.303	0.489	0.064	南充市
雅安市	0.824	0.033	0.068	成都市
巴中市	0.332	0.428	0.056	南充市
资阳市	0.837	0.047	0.048	成都市
阿坝藏族羌族自治州	0.663	0.075	0.066	成都市
甘孜藏族自治州	0.720	0.062	0.105	成都市
凉山彝族自治州	0.588	0.076	0.215	成都市

表 8 四川省各轴心城市的辐射范围

Tab. 8 Radiation range of the axis cities in Sichuan Province

轴心城市	辐点城市
成都市	攀枝花市、德阳市、绵阳市、广元市、内江市、乐山市、眉山市、雅安市、资阳市、阿坝藏族羌族自治州、甘孜藏族自治州、凉山彝族自治州
南充市	遂宁市、广安市、达州市、巴中市
宜宾市	泸州市、自贡市

### 2.3 区域农产品物流网络分析

根据计算结果及具体实际,确定了四川省农产品物流网络的具体结构,见图 3。可以看出,3 个轴

心城市的区位布局是合理的,它们的辐射范围相互补充和交织,共同构成了一个能覆盖四川省全境的农产品物流网络布局模式。

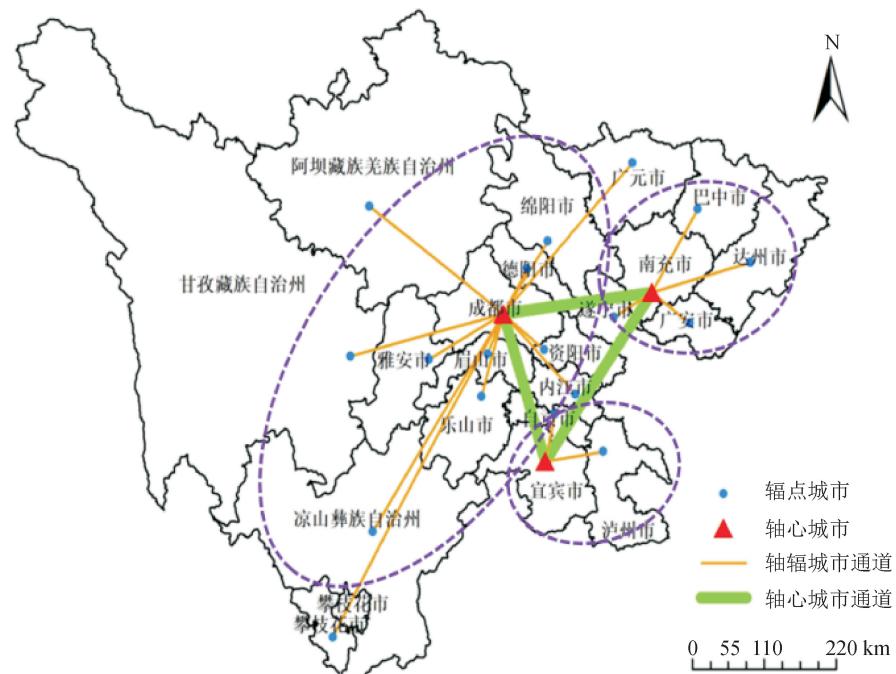


图 3 四川省轴辐式农产品物流网络

Fig. 3 Axis and spoke agricultural product logistics network of Sichuan Province

注:此图根据国家测绘地理信息局标准地图(审图号:GS(2019)3333)绘制,底图无修改。

#### 2.3.1 农产品物流城市圈分析

1) 成都农产品物流圈。成都市物流圈以农产品物流发展水平综合得分最高的成都市为核心,通过加强干线通道和支线通道,依托现有的集散和转运能力,实现对周边城市甚至全省的物流辐射。近年来,“一带一路”倡议、西部陆海新通道、成渝地区双城经济圈等国家重大战略部署的实施,使得成都市的现代物流业迅速发展,产业规模不断扩大,空间布局得到进一步优化,功能结构也得到升级。此外成都市生鲜农产品及冷链产品需求巨大,目前已形成以大型农产品批发市场和大型冷链物流仓储企业为骨干枢纽、区域性物流中心为重要支点、产地仓储保鲜冷链设施广泛分布的农产品仓储保鲜冷链设施体系,初步建立起立足西部、辐射全国的冷链物流集

散中心,在提升成都市农产品商品化率、持续保障成都及周边城市的农产品供给品质上发挥着积极作用。作为综合交通枢纽的成都市具有较强的物流发展能力和辐射能力,能进一步提升攀枝花市、德阳市、绵阳市、广元市、内江市、乐山市、眉山市等其周边城市的农产品物流发展水平。

2) 南充农产品物流圈。南充市作为一级物流节点城市,辐射范围有遂宁市、广安市、达州市、巴中市。南充市最具特色的优势产业就是农业,是“天府粮仓”建设的主战场。粮食播种面积、生猪出栏量、禽蛋产量、桑茶面积、省星级园区数量均居全省第一。遂宁市拥有粮油、畜禽、柑橘、菌菜、药材等特色产业带,集中了当地的农业优势资源,特别是生猪、

柑橘等产业已经成为特色农产品优势区。广安市形成了以粮油、生猪、晚熟柑橘等产业的农业布局,占据了农业主导地位,并针对各地区实际情况,实施“一县一特色”战略,发展特色产业。此外交通建设方面,南充市交通运输与物流业也具有独特的优势,陆运交通持续完善,加快建设成达万高铁、汉巴南铁路,建成成南、南渝、营达、巴南广、绵西等高速公路。并依托嘉陵江“黄金水道”重振水运业,持续带动物流等相关行业发展,促进产业集聚,有效保障了特色农产品的运输时效和运输能力。作为四川省农业大市,南充市与遂宁市、广安市、达州市、巴中市形成农产品物流圈,农产品种类丰富,特色产业突出,可充分利用圈内各城市的农业优势和交通优势,加强大宗农产品的输入输出。

3) 宜宾农产品物流圈。宜宾市作为一级物流节点城市,辐射范围有泸州市和自贡市。宜宾市的茶叶、林竹、酿酒专用粮、蚕桑等产业为农业特色优势产业,被誉为“世界著名茶乡”的称号。在交通设施方面,该物流圈拥有较为完善的交通运输网络,宜宾市积极推进交通强市的策略,已经基本建成了“铁公水空”的立体交通网络,并已被列为全国80个主要交通枢纽城市和50个铁路交通枢纽之一。依托西部陆海新通道、长江黄金水道和港口等优势,泸州不断完善“水公铁空邮”立体综合交通运输体系。自贡致力于将其打造成渝地区的综合交通中心,并加快了自宜高铁和自贡至永川高速等关键项目的建设进度。这些交通设施不仅将宜宾市物流圈与四川省其他城市联系起来,还将其与周边省区相连,便于开展跨区域物流业务,为该物流圈的农产品物流运输提供了保障。

### 2.3.2 农产品物流通道分析

#### 1) 轴与轴干线通道分析

轴-轴干线物流通道是轴心城市之间的物流通道。即成都市、南充市和宜宾市3个轴心城市之间的物流通道,它们构成了四川省轴辐式农产品物流网络中的干线通道网络,聚集了全省大部分的物流资源,是四川省轴辐式农产品物流网络的核心部分。目前四川省物流通道体系日趋健全,依托现有的西部陆海新通道、中老铁路等重大通道优势,并通过省内四通八达的交通运输线路,使得各物流节点之间的联系更加密切。干线通道城市间公路主要有G108京昆高速、G42沪蓉高速、S2成巴高速、S4成宜高速等;铁路有成达万高铁、成宜高铁、成昆铁路等;机场主要有双流机场、天府机场、青山机场、高坪机场、莱坝机场和五粮液机场等;港口有宜宾港、南

充港、成都港等。四川省轴心城市间的干线通道沿线经济发展实力较好,且城市之间物流联系都较为密切,具有完善的交通运输体系,不仅可以实现轴心城市之间的物流互联互通,还能连接周边区域形成更加完整的农产品物流网络。

#### 2) 轴与辐支线通道分析

支线通道是指轴心城市与辐点城市之间的物流通道。与干线通道相比,支线通道的通行能力和物流量要小的多,但是比干线通道的数量更多和更密集<sup>[27]</sup>。四川省的轴-辐支线通道以3个轴心城市为核心,与它们辐射区域内各城市形成了支线物流通道网络布局。成都市作为四川省的轴心城市,拥有多条铁路和公路支线连接着攀枝花市、德阳市、绵阳市、广元市、内江市等辐点城市。其中,公路支线通道主要包括G5京昆高速、G42沪蓉高速、G76厦蓉高速、G93成渝环线高速、G0512成乐高速、216蓉丽高速、G4217蓉昌高速等,铁路支线通道主要包括成渝铁路、宝成铁路、成昆铁路、达成铁路等。这些支线通道可以满足各个辐点城市的农产品物流需求,同时也便于辐点城市与成都市之间的物流联系,促进整个农产品物流网络的发展。南充市也是四川省重要轴心城市之一,南充市与辐点城市之间的公路支线有G5515南大梁高速公路、S2成德南高速、G85巴南广高速等,铁路支线有南广铁路、兰渝铁路、成南达万铁路、汉巴南铁路等。轴心城市宜宾市和辐点城市之间的公路支线有G85银昆高速、G93成渝环线高速、G353国道等,铁路支线有宜泸铁路、绵泸铁路、叙毕铁路、内自宜城际铁路等。由此可见,四川省轴-辐支线物流通道不断完善,可以推动实现区域间经济往来以及资源交换,有利于缓解轴心和辐点城市之间发展不均衡的问题,推动轴心和辐点城市的协同发展。

## 3 结 论

本文通过构建区域农产品物流发展评价指标体系,运用因子分析法得到区域农产品物流水平得分及排名,通过聚类分析对节点城市进行层次划分,为轴心城市与辐点城市的确定提供主要依据;建立引力模型结合物流隶属度计算,进一步划分农产品物流圈,并以四川省为例进行了实证分析。

1) 通过对四川省农产品物流网络构建问题进行实证分析,表明本文所提出的区域农产品物流网络构建的思路和方法是有效的。

2) 运用因子分析法计算四川省各市州物流综合得分,可知四川省各市州间的农产品物流水平仍

有较大的差距。在此基础上进行聚类分析,并结合四川省实际,可确定四川省农产品物流网络的轴心城市为成都市、南充市和宜宾市。

3) 采用引力模型和隶属度计算确定轴心城市的辐射范围,可将四川省划分为以成都市、南充市和宜宾市为核心的三大农产品物流圈。

本文研究可进一步丰富和完善区域农产品物流网络规划理论,推动地区农产品物流网络合理布局和健康有序发展。

#### 参考文献:

- [1] 王秀梅,齐力. 广东省农产品物流发展水平综合评价与政策促进研究[J]. 中国农业资源与区划,2017,38(6):230-236.
- WANG Xiumei, QI Li. Research on the comprehensive evaluation and optimization path of the development level of agricultural products logistics in Guangdong province[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning,2017,38(6):230-236.
- [2] 方艳. 基于因子聚类分析的广东省区域农产品物流能力评价[J]. 内蒙古农业大学学报(社会科学版),2017,19(3):15-22.
- [3] 刘战豫,任佳佳. 国家中心城市农产品物流韧性评价及提升策略研究[J]. 四川轻化工大学学报(社会科学版),2024,39(1):58-70.
- LIU Zhanyu, REN Jiajia. The evaluation of agricultural products logistics resilience and promoting strategies in national central cities[J]. Journal of Sichuan University of Science & Engineering: Social Sciences Edition,2024,39(1):58-70.
- [4] 王姗姗,魏遥. 中国农产品物流发展水平评价研究——基于因子分析法和熵值法的分析[J]. 信阳师范学院学报(哲学社会科学版),2020,40(4):40-45.
- WANG Shanshan, WEI Yao. Research on evaluation of China's agricultural product logistics development level—based on factor analysis and analysis of entropy method[J]. Journal of Xinyang Normal University (Philosophy and Social Sciences Edition), 2020, 40 (4):40-45.
- [5] 张建军,赵启兰. 区域农产品电子商务物流能力综合评价与实证研究[J]. 技术经济与管理研究,2019(2):3-8.
- ZHANG Jianjun, ZHAO Qilan. Comprehensive evaluation and empirical study on the capability of E-commerce logistics for regional agricultural products[J]. Journal of Technical Economics & Management, 2019 (2):3-8.
- [6] 王晓平,闫飞. 北京市生鲜农产品物流影响因素模糊综合评价[J]. 江苏农业科学,2018,46(15):318-324.
- WANG Xiaoping, YAN Fei. Fuzzy comprehensive evaluation of factors influencing fresh agricultural products logistics in Beijing City[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2018,46(15):318-324.
- [7] 王忠伟,赵芳妮. 基于模糊综合评价法的农产品冷链绿色物流综合评价研究[J]. 华中师范大学学报(自然科学版),2015,49(4):546-550.
- WANG Zhongwei, ZHAO Fangni. Study on the comprehensive evaluation of green cold chain logistics for agricultural products based on the fuzzy comprehensive evaluation method[J]. Journal of Central China Normal University: Natural Sciences ), 2015, 49 ( 4 ): 546-550
- [8] O'KELLY M E. A quadratic integer program for the location of interacting hub facilities [J]. European Journal of Operational Research,1987(32):393-404.
- [9] JR BOWEN J T. A spatial analysis of FedEx and UPS: hubs, spokes, and network structure[J]. Journal of Transport Geography, 2012(24): 419-431.
- [10] ZANONI S, MAZZOLDI L, FERRETTI I. Eco-efficient cold chain networks design [J]. International Journal of Sustainable Engineering, 2019, 12 ( 5 ): 349-364.
- [11] FANG Yan, JIANG Yiping, SUN Lijun, et al. Design of green cold chain networks for imported fresh agri-products in Belt and Road development[J]. Sustainability,2018,10(5):1572.
- [12] PARK N K, CHOI W Y. The network design of China's Northeast cold chain[J]. Journal of Fisheries and Marine Sciences Education, 2014, 26(4): 760-768.
- [13] 官宇航,葛炬. 新疆商贸物流网络结构研究[J]. 甘肃科学学报,2024,36(2):138-146.
- GUAN Yuhang, GE Ju. Study on the structure of Xinjiang trade logistics network[J]. Journal of Gansu Sciences,2024,36(2):138-146.
- [14] 赵方. 都市圈物流节点布局规划研究——以成都都市圈为例[D]. 北京:北京交通大学,2023.
- ZHAO Fang. Research on the layout planning of logistics nodes in metropolitanarea:taking Chengdu metropolitan area as an example[D]. Beijing: Beijing Jiaotong University,2023.
- [15] 方龙祥,于雪雨. 基于 0-1 整数规划算法的城市地下物流系统网络节点选址[J]. 安徽工程大学学报,2019,34(5):53-58.
- FANG Longxiang, YU Xueyu. The choice of network nodes of urban underground logistics system based on 0-1 integer programming algorithm[J]. Journal of Anhui Polytechnic University,2019,34(5):53-58.
- [16] 陈志豪,贺勇,廖诺. 不同碳政策下考虑道路拥堵的区

- 域物流网络优化[J].统计与决策,2024,40(6):183-188.
- [17]何珊珊,郭彦,朱文海,等.疫情下考虑均衡松弛库存的双目标应急物流网络优化研究[J].铁道运输与经济,2023,45(1):16-22,29.  
HE Shanshan, GUO Yan, ZHU Wenhai, et al. Study on the Bi-objective optimization of emergency logistics network with balanced slack inventory during pandemic period [J]. Railway Transportation and Economy, 2023,45(1):16-22,29.
- [18]王言,周凌云,丁小东.基于轴辐理论的铁路冷链物流网络布局方法研究[J].铁道货运,2023,41(9):55-63.  
WANG Yan, ZHOU Lingyun, DING Xiaodong. Layout methods of railway cold chain logistics network based on Hub-and-spoke theory[J]. Railway Freight Transport, 2023, 41(9): 55-63.
- [19]张诚,刘守臣.多枢纽混合轴辐式铁路冷链物流网络布局优化研究[J].铁道学报,2021,43(7):1-9.  
ZHANG Cheng, LIU Shouchen. Research on layout optimization of multi-hub hybrid hub and spoke railway cold chain logistics network[J]. Journal of the China Railway Society,2021,43(7): 1-9.
- [20]姜金德,蒋淑华,王小波,等.基于改进引力模型的江苏省农产品物流网络构建[J].江苏农业科学,2022,50(21):240-248.  
JIANG Jinde, JIANG Shuhua, WANG Xiaobo, et al. Construction of agricultural products logistics network in Jiangsu Province based on improved gravity model [J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2022, 50 (21): 240-248.
- [21]刘明玉,张立中.京津冀农产品物流网络构建——基于引力模型和轴-辐网络分析[J].中南林业科技大学学报(社会科学版),2020,14(5):100-107.  
LIU Mingyu, ZHANG Lizhong. The construction of Beijing-Tianjin-Hebei agricultural products logistics network: based on gravitational model and hub and spoke network analysis[J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology ( Social Sciences),2020,14(5): 100-107.
- [22]王星紫,丁明智.基于引力模型的轴辐式冷链物流网络构建研究——以山东省冷链物流为例[J].浙江交通职业技术学院学报,2022,23(2):18-24.  
WANG Xingzi, DING Mingzhi. Research on construction of Hub-and-spoke cold chain logistics network based on gravity model—a case study of Shandong Province[J]. Journal of Zhejiang Institute of Communications,2022,23(2):18-24.
- [23]王蕾,王赛,祝林.基于引力模型的“一带一路”沿线省区物流空间差异及演化分析[J].石河子大学学报(哲学社会科学版),2021,35(3):72-80.  
WANG Lei, WANG Sai, ZHU Lin. Analysis on the spatial difference and evolution of regional logistics in the line provinces and regions along the "the Belt and Road" initiative in China based on gravity model [J]. Journal of Shihezi University (Philosophy and Social Sciences), 2021,35(3):72-80.
- [24]章海潮.江苏省区域农产品物流能力评价研究[D].长春:吉林大学,2018.  
ZHANG Haichao. Study on evaluation of regional agricultural product logistics capacity in Jiangsu Province [D]. Changchun: Jilin University, 2018.
- [25]刘广东,张雪梅,魏遥.基于因子分析法的城市物流能力研究——以安徽省为例[J].信阳师范学院学报(哲学社会科学版),2014,34(6):44-48.
- [26]MATSUBAYASHI N, UMEZAWA M, MASUDA Y, et al. A cost allocation problem arising in hub-spoke network systems[J]. European Journal of Operational Research,2005,160(3):821-838.
- [27]谢守红,蔡海亚,朱迎莹.长三角城市群物流联系与物流网络优化研究[J].地理与地理信息科学,2015,31(4):76-82.  
XIE Shouhong, CAI Haiya, ZHU Yingying. Research on logistics link and logistics network optimization among cities of Yangtze River Delta[J]. Geography and Geo-Information Science, 2015,31(4):76-82.

(责任编辑 王绪迪)