

中国农产品出口技术复杂度的 区域比较与发展策略

郭天宝 吴晓琳 王云凤¹

【摘要】本文基于改进的度量方法定量测算中国农产品出口技术复杂度，并通过探索空间数据分析方法对中国农产品出口技术复杂度的区域关联性和发展策略进行研究。研究结果表明：第一，中国农产品出口技术复杂度呈现明显阶段性上升趋势，东部沿海地区农产品出口竞争优势高于其他地区。第二，中国农产品出口存在明显区域非均衡和集聚现象，且呈现“东强西弱、北高南低、中部突出”的空间格局，近年来各地区间农产品出口技术复杂度增速差距不断缩小。第三，中国农产品出口技术复杂度基本形成四种级别地区为主的区域发展态势，各地区间相互影响，协同促进农产品出口竞争力提升。应该通过发挥东部地区的带动作用、提高中部地区的支撑能力、改善西部地区的农产品贸易结构，并加强各地区的贸易联系等方式提升中国农产品的出口技术复杂度，进而提高中国农产品的出口竞争力。

【关键词】农产品 出口技术复杂度 区域关联 非均衡性 发展策略

【中图分类号】F323.3 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1003-7470(2022)-01-0010(10)

一、引言与文献综述

农业发展对于一国的经济发展水平、社会稳定乃至国家安全具有重要战略作用，作为农业的主要组成要素，农产品贸易及竞争力一直是理论界、学术界和决策层的关注重点和研究热点。加入 WTO 二十年以来，中国的农产品贸易不断发展，农产品贸易地位显著提升。然而，不可否认的是，近年来中国农产品贸易呈现贸易逆差急剧扩大、优势产品出口增长乏力等问题，2019 年中国农产品出口额占货物总出口额 3.17%，农产品结构、供需失衡问题愈加明显。为了扭转中国农产品出口结构与竞争力下降等突出问题，2019 年全国两会提出要“加快农业科技改革创新，加强先进实用技术推广”，2020 年中央农村会议中进一步提出：“鼓励农业科技自立自强，推进关键技术攻关，实现农业供给的质量和效率的提升，进而增强我国农产品的综合竞争力出口技术复杂度反应出口产品技术含量和国际分工技术层级，是出口产品质量和出口竞争力的重要体现，一直以来是各界探索产品出口竞争力的重要方式。^[1]由于存在经济发展水平、产业结构、要素禀赋等差异，中国各省份农产品出口情况存在较大差异。^[2]本文拟通过定量测算中国省级农产品出口复杂度，比较不同省份之间的农产品出口复杂度及出口竞争力，进而探寻国家如何在特定约束条件下实现中国农产品最优出口方案与省级配额，为国家农产品战略出口提供一定理论参考与政策依据。进一步看，农产品出口贸易还会受到周边地区的影响，不同区域之间农产品出口技术复杂度关联分析、探索农产品出口技术复杂度区域发展策略、认识国内不同省份之间的农产品出口竞争力差异，对于提升国家农产品出口竞争力具有重大启示价值。

国内外大量学者在农产品出口情况及其竞争力方面开展了大量研究，并已经取得了丰硕成果。近年来，技术复杂度逐渐被学术界应用于商品出口竞争力的相关研究，诸多学者对此做了大量有益的探索。根据研究地域范围的不同，本文将现有相关研究归

¹作者简介：郭天宝 教授 吉林财经大学国际经济贸易学院 吉林长春 130117

吴晓琳 硕士研究生 吉林财经大学国际经济贸易学院 吉林长春 130117

王云凤 教授 吉林财经大学国际经济贸易学院 吉林长春 130117

基金项目：本文系国家社会科学基金项目“多边贸易规则下我国农业两区绿色补偿机制设计及优化研究”（编号：20BJY124）的阶段性研究成果。

纳为以下两个方面：一是国家层面的研究。刘汉成等认为我国农产品贸易呈现逆差态势，主要源于农产品出口受国外技术性贸易壁垒限制严重所致。^[3]韩冬等通过对我国在“一带一路”粮食贸易网络的影响力进行分析，认为中国在粮食贸易网络中的重要性有所提升，但并不处于贸易网络的核心，贸易量与影响力并不匹配。^[4]Gaulier 等、Schott 认为中国出口商品技术复杂度提升显著，甚至已经达到发达国家水平。^[5-6]而 Lal1 等认为中国出口商品的技术复杂度并没有显著的提升。^[7]杨艳红等通过对中国五大类农产品贸易发展及其在全球贸易中的变化的研究发现，中国农产品贸易额占世界农产品贸易总额的比重有所上升。^[8]檀艺佳等认为作为市场参与主体的龙头企业，其经营规模越大，收入越高，对规模效益的期望越高，更倾向于引入和增加更好的农业技术，更有利于采用新品种，从而提高农产品竞争力。^[9]尹宗成等通过对国际竞争力的比较分析，认为中国农产品的出口技术复杂度指数较低，不具备竞争优势。^[10]陶艳红等通过对中国与世界柑橘出口大国竞争力水平的比较分析，发现虽然中国柑橘产品的出口竞争力水平有所增强，但整体水平相对较低。^[11]刘春鹏等基于竞争和互补指标对比讨论了中国与北欧国家农产品出口竞争力及可能存在的互补路径。^[12]孙东升等重点论证中美贸易摩擦对中国双边贸易出口的影响及相对竞争力。^[13]二是省域层面的研究。罗峦、曾海燕等认为湖南省农产品的国际竞争力较弱、在国际上处于劣势。^[14-15]刘少华、王伶通过实证分析得出，湖北省农产品的国际竞争力较强，具有比较优势且高于全国的平均水平，但其出口潜力还有待挖掘。^[16-17]徐淑云等通过实证分析认为入世后福建省农产品出口竞争力一般，存在提升空间。^[18]许治等测度了中国 31 个省份出口商品的技术复杂度，探讨了各省份出口商品技术复杂度的演进规律与稳态分布。^[19]赵红等基于出口技术复杂度度量方法，从区域层面对出口技术复杂度进行了测算，结果显示各省级单位的出口技术复杂度区域“异质性”和“Rodrik 悖论”越来越明显。^[20]刘妍等从省域视角论证了农产品出口质量影响产业省级路径，研究发现：中国农产品质量产业效应和传导效率具备区域异质性特征。^[21]

总结来看，各界关于农产品出口技术复杂度及竞争力问题的研究成果较为丰富，但同样存在一些不足之处：一是关于出口技术复杂度测算，已有研究大多采用人均 GDP 替代加权计算方法进行农产品出口复杂度及竞争力分析，然而，不同国家或地区之间的人均 GDP 存在较大差异，人均 GDP 并不是反映一个国家（地区）技术水平及竞争力的最直接指标，直接利用人均 GDP 进行出口技术复杂度的测算难免会造成统计偏差，容易形成“统计假象”。二是对于农产品出口技术复杂度的测算，现有研究大多是基于国家层面的分析，少数关于省域层面农产品出口技术复杂度问题的研究主要关注不同省份之间技术复杂度的增长或区域间的静态差距，缺少不同省份之间的动态横向比较，不同区域之间技术复杂度分布规律及特征的相关研究尚未开展。鉴于此，本文将采用能准确反映农产品出口技术复杂度的指标，基于省域层面分析农产品出口技术复杂度的非均衡性、分布规律及演化特征，探析中国农产品出口技术复杂度的区域关联演进过程，深入挖掘中国农产品出口技术复杂度的区域发展策略。

二、中国农产品出口技术复杂度定量测度与省域比较

1. 农产品出口技术复杂度测度方法

Hausmann 等较早地开展了关于出口技术复杂度的测算和相关研究，^[22]在对出口产品技术复杂度进行定量测算时，是以出口国产品出口额占其出口总额的比重为权重，求得其出口产品技术水平的加权平均值，并以此指标来反映其出口产品的竞争力。此后，一些学者通过计量分析与检验人均 GDP 与技术复杂度之间的关联关系，尝试将人均 GDP 作为技术含量的替代指标进行技术复杂度相关分析，如戴翔、洪世勤等。^[23-24]然而，采用人均 GDP 作为出口产品技术含量的替代指标并将其纳入到技术复杂度的测算中，容易造成“统计假象”。^[25]劳动生产率是反映一个国家或地区技术水平的最直接指标，同时考虑到中国不同省份的农产品劳动生产率数据是可以获取的，因此，本文参考李谷成、姚战琪等人的做法，采用劳动生产率指标替代人均 GDP 加权平均的方法，进行农产品出口技术复杂度测算及后续实证分析。^[26]

农产品劳动生产率的计算公式定义如下：

$$LP_i = \frac{OUP_i}{EMP_i} \quad (1)$$

其中， LR_i 表示的是省份 i 的农产品劳动生产率， OUR_i 为省份 i 的农业总产值， EMP_i 为省份 i 的农业从业人数。

进一步，将农产品出口技术复杂度的计算公式定义为如下形式：

$$ETS = \sum [(x_i / X_i) \times LP_i] \quad (2)$$

其中， ETS 为出口技术复杂度指数， x_i 为省份 i 的出口额， X_i 为省份 i 的出口总额， LP_i 为省份 i 的农产品劳动生产率， $(x_i / X_i) \times LP_i$ 为省份 i 的农产品出口技术复杂度指数。

2. 数据来源与预处理

由于短期内农产品的出口技术复杂度并不能准确地反映出其总体的变化情况，结合本文的研究目的，同时考虑到数据的可获取性，本文选取 2005~2019 年作为样本考察周期，考察的对象为中国 31 个省份(香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾地区不在本文的考察范围内)。在对统计数据进行收集时，农产品劳动生产率相关数据、农产品出口额、出口总额等数据均来自 2005~2019 年各年度的中国统计年鉴、各省份历年的统计年鉴、统计公报、海关统计数据等。需要说明的是，由于统计数据存在较大时间跨度，部分省份存在地域范围变动，部分省份个别年份的统计数据无法获取，为了不影响实证分析结果的完整性和客观真实性，本文对上述省份的原始数据进行了近似、拟合处理。此外，为了减少通货膨胀对研究结果的影响，同时增加数据的可比性，本文以 1978 年不变价格对相关经济数据做了折算处理。

3. 中国农产品出口技术复杂度测度

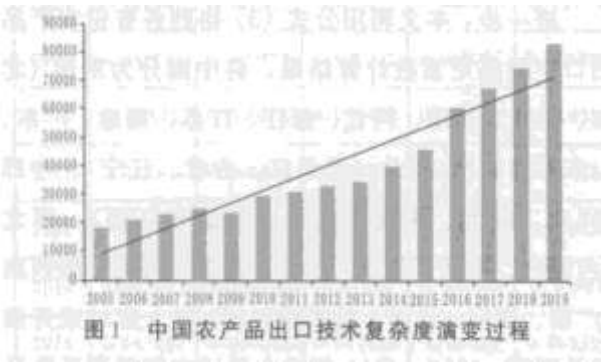
利用公式(1)计算得到农产品劳动生产率数据,如表 1 所示。

表 1 中国农产品劳动生产率指数单位：元/人

年份	农产品劳动生产率	年份	农产品劳动生产率
2005	6441.28	2013	18920.03
2006	7198.70	2014	20279.22
2007	8422.75	2015	21904.11
2008	9655.19	2016	27976.93
2009	10644.26	2017	29650.26
2010	13045.37	2018	31960.31
2011	14959.73	2019	36242.50
2012	17005.67		

由表 1 可知，2005-2019 年中国农产品的劳动生产率稳步增长，2019 年较 2005 年增加了 4.62 倍，说明中国农产品的劳动生产能力有了明显提升。原因可能在于：一方面，由于中国农业总产值有了较大幅度提高，2019 年中国农业总产值为 7.05 万亿，比 2005 年的 1.96 万亿有大幅提高；另一方面，中国农业从业人数有所减少，2005 年中国农业从业人数约为 3 亿，2019 年农业从业人数下降为 1.94 亿，在经济发展水平不断提升的情况下，从事农业劳动的人员数有所降低，同时，随着科学技术

水平的不断发展, 农业产业所需的劳动力数量也有所下降, 在二者共同作用下, 使得农业从业人员人数逐年减少。利用农产品出口技术复杂度的计算公式 (2) 得到 2005~2019 年中国农产品出口技术复杂度, 如图 1 所示。



由图 1 可知, 一是从整体上来看, 考察期内中国农产品的出口技术复杂度呈现出阶段性增长态势, 且上升趋势明显。与 2005 年的 17370.06 元/人相比, 2019 年中国农产品的出口技术复杂度上升至 82492.40 元/人, 增幅高达 374.91%, 说明随着农业产业的发展, 中国农产品的出口规模正在不断扩大, 在产业结构升级和出口结构优化等推动力的共同作用下, 中国农产品的出口技术复杂度有了较大增长, 出口竞争力正在逐步提升。二是从发展过程来看, 除 2009 年中国农产品的出口技术复杂度较 2008 年有了小幅下降外, 其余年份均保持良好的增长态势。其中, 2009 年中国农产品出口技术复杂度为 23216.65 元/人, 较 2008 年的 24678.39 元/人有 6.3% 的小幅下降。进一步分析发现, 2008 年爆发的金融危机致使全球的农产品贸易受到冲击, 中国的农产品出口也受到了一定程度的影响, 进而导致 2009 年中国农产品出口技术复杂度有所下降, 这与当时的国际发展背景是相符的, 同时与尹宗成等的观点相吻合。^[27]2010 年中国农产品出口技术复杂度再回增长态势, 较 2009 年有了大幅提升, 增幅高达 25.39%, 均高于其他年份的增长速度, 说明中国农产品出口贸易受到金融危机的影响有所下降。2011 年开始, 中国农产品出口技术复杂度稳步提升, 2016 年增幅达到 32.80%, 说明“十二五”规划期间中国农产品出口技术复杂度发展水平较高, 取得的相关技术突破和成绩明显, 截止 2019 年中国农产品出口的技术复杂度均保持着较高的增长趋势。上述研究结果表明, 在近年来中国农产品出口规模不断扩大的同时, 中国的出口结构也在不断地调整和优化, 随着农产品出口技术复杂度的提升, 中国农产品的国际竞争力也在不断增强。

4. 中国省域农产品出口技术复杂度测度

为了进一步对比中国各省份农产品的出口技术复杂度, 本文通过定量手段计算 2005~2019 年各省份的农产品出口技术复杂度, 进一步选取 2005、2010、2015 和 2019 年作为特征年份, 考察不同时间段内各个省份农产品的出口技术复杂度的动态演变情况, 如图 2 所示。

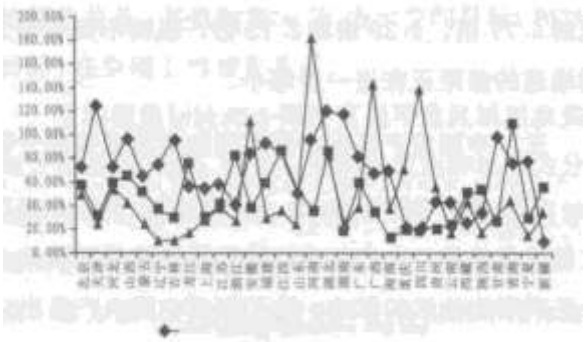


图 2 特征年份中国各省份农产品出口技术复杂度增幅情况

由图 2 可知，2005 年中国农产品出口技术复杂度指数较高的省份主要是上海、山东、新疆、江苏、天津、浙江、北京等，2010 年包括上海、天津、山东、江苏、北京，2015 年是上海、山东、天津、浙江、江苏、北京、广东，2019 年是山东、天津、上海、河南、江苏、浙江，表明上述省份的农产品出口竞争力位于全国前列，与其他省份相比具有明显的比较优势。一是从空间分布上看，中国农产品出口技术复杂度指数较高的省份主要分布在东部沿海等发达地区，在地区经济快速发展的带动下，上述省份与其他地区的省份相比有着更大的农产品出口竞争优势。与上述情况不同的是，2005 年和 2010 年中国农产品出口技术复杂度指数分值最低的省份均为青海省，2015 年为四川的 429.42 元/人，2019 年为西藏的 706.11 元/人，上海在 4 个特征年份的农产品出口技术复杂度分别是同年份分值最低省份技术复杂度数值的 11.34 倍、9.12 倍、7.49 倍和 5.86 倍，说明不同省份之间农产品出口竞争优势相对差距正在缩小。二是从增速来看，各省份农产品出口技术复杂度均有不同程度增长，2005—2010 年增幅较大的有天津、北京、上海、吉林、广东、山东，天津的增速高达 124.45%，明显高于其他省份；2010~2015 年增幅较大的有浙江、山东、北京、广东、江苏等省份，其中浙江的增速达到了 83.26%，位列全国首位；2015—2019 年增幅较大的有河南、安徽、广西和四川等省份，其中河南增速达到 1.84 倍。此外，三个时间段内增幅最大省份分别是增幅最小省份增速的 6.77 倍、4.28 倍和 2.73 倍，说明不同省份之间增速的差距正在进一步缩小。

三、中国农产品出口技术复杂度区域关联分析

不同省份在资源禀赋、经济发展水平等方面存在着明显差异，农产品出口结构及经济发展政策上会受到周边地区的影响。为了探索中国农产品出口技术复杂度的区域发展策略，需对不同省份农产品出口的区域非均衡性、相互关联关系以及分布特征加以考察。

1. 中国农产品出口区域非均衡性发展态势分析

为了考察不同省份之间农产品出口的差异程度，以及不同省份农产品出口的集聚发展水平，本文将引入克鲁格曼空间基尼系数作为统计指标进行测度。农产品出口空间基尼系数的计算公式如下：

$$G_i = \sum \left(\frac{AP_i}{AP} - \frac{X_i}{X} \right)^2 \quad (3)$$

其中， G_i 指地区 i 农产品出口空间基尼系数， AR 、 AP 、 X_i 和 X 为地区 i 农产品出口额、全国农产品出口总额、地区 i 出口额和全国出口总额。空间基尼系数指标值介于 0 和 1 之间。系数值越接近 1，则表明该地区农产品出口在地里空间上越趋于集中，而相应的集聚水平也就越高；系数值越接近 0，则表明该地区农产品出口在地理空间上越趋于分散，相应的集聚水平也就越低；若系数为 0，则表示该地区农产品出口在地理空间上趋于均匀分布。

进一步，本文利用公式（3）得到各省份农产品出口空间基尼系数计算结果，将中国分为东部（北京、天津、上海、河北、浙江、江苏、福建、广东、山东和海南）、东北（黑龙江、吉林、辽宁）、中部（河南、湖北、湖南、山西、安徽和江西）、西北（内蒙古、陕西、甘肃、宁夏、新疆和青海）和西南（广西、贵州、云南、重庆和四川）五大区域来开展相关研究。2005~2019 年五大区域空间基尼系数计算结果如表 2 和图 3 所示。

由表 2 和图 3 可知，2005~2019 年中国大多数地区的农产品出口空间基尼系数是大于 0。且存在空间集聚现象的。考察期内东部地区的空间基尼系数要明显大于其他地区，中部地区和西南地区的空间基尼系数大于东北地区 and 西北地区，农产品出口发展水平呈现出明显的“东部居首、中西南部领先和东北西北偏弱”的空间格局与集聚发展态势，说明中国农产品的出口贸易存在着明显的地区差异性和区域发展非均衡性等特点。究其原因，东部沿海发达地区在其区位优势和较高经济发展水平的带动下，

其出口结构调整要优于其他地区，农业产业化水平和农产品贸易发展水平较高，这与东部地区有着更大的农产品出口竞争优势这一情况相吻合。中部地区和西南地区受到国家发展战略和东部地区的辐射作用，其空间基尼系数虽然比东部地区小，但变分析与东北地区和西北地区相比仍然有着明显的比较优势。考察期内东北地区和西北地区的空间基尼系数明显小于其他地区，说明这类地区的农产品出口贸易呈现出较为分散的发展态势，农产品出口结构有待优化和调整，农产品出口竞争力有待进一步增强。

表 2 中国五大区域农产品出口空间基尼系数

地区/ 年份	东部地区	东北地区	中部地区	西北地区	西南地区
2005	0.024269	0.001756	0.00862	0.000015	0.011821
2006	0.026978	0.001541	0.008919	0	0.011956
2007	0.028619	0.001196	0.009942	0.000008	0.010261
2008	0.029942	0.001017	0.009571	0.000013	0.01071
2009	0.031121	0.000753	0.009002	0.000031	0.010687
2010	0.03505	0.000506	0.009692	0.000087	0.010394
2011	0.037901	0.000332	0.009692	0.00016	0.010367
2012	0.038505	0.000223	0.009868	0.000223	0.009388
2013	0.045531	0.000064	0.01104	0.000335	0.00961
2014	0.047797	0.000025	0.011509	0.00034	0.009597
2015	0.045896	0	0.009108	0.000445	0.009578
2016	0.046432	0.000013	0.011022	0.000472	0.009964
2017	0.047041	0.000025	0.011325	0.000494	0.010031
2018	0.047624	0.000152	0.012562	0.000522	0.010443
2019	0.048021	0.000201	0.012783	0.000561	0.010532

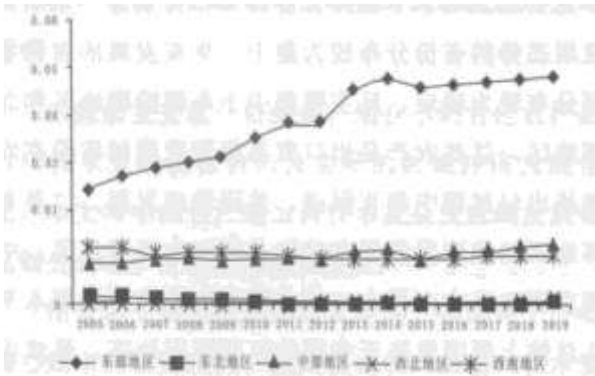


图 3 中国五大区域农产品出口空间基尼系数演变趋势

2. 中国农产品出口技术复杂度区域关联性演变分析

本文将进一步考察不同省份农产品出口技术复杂度在空间上的关联性。由于传统的区域研究方法并未考虑区域间的空间效应,因此无法动态地分析区域对象的空间格局及关联程度,在其忽略空间相互作用的情况下,导致无法准确地表示区域对象的连续变化特征和空间集聚特征。因此,本文将引入探索性空间数据分析(ESDA)的相关研究方法。在以下研究的过程中,各省份的空间数据来源于国家测绘局基础地理信息系统 1:400 万空间数据库,采用 GCS_WGS_1984 坐标系和横轴墨卡托等面积投影对空间数据进行处理,在软件中提取出各个省份的面状空间数据,为下一步的 ESDA 空间权重矩阵计算和自相关分析提供数据支持。

ESDA 的分析结果与空间权重矩阵的选择有关,在空间自相关分析中,大多数的指标数据是通过一个二元权重矩阵 $W_{11 \times n}$ 来表示空间对象之间的关系,其具体表现形式为:

$$\begin{bmatrix} W_{11} & W_{12} & \dots & W_{1n} \\ W_{21} & W_{22} & \dots & W_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ W_{n1} & W_{n2} & \dots & W_{nn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

其中, $W_{n \times n}$ 对角线上的元素表示空间对象自身的相关关系,其值均为 0; W_{ij} 表示空间目标 i 和空间目标 j 在空间上的相关关系。

空间权重矩阵的不同将直接导致区域对象类型划分结果的不同,因此,空间权重矩阵也成为分析过程中较为困难和具有争议的问题,而构建科学合理的空间权重矩阵就成为开展后续研究的基础。目前,最为常用的空间权重矩阵主要包括邻接标准和邻近标准两种。邻接标准的空间权重矩阵考虑的是空间对象之间的邻接状态,而邻近标准的空间权重矩阵主要考虑空间目标之间的距离因素。其中,基于邻接标准的空间权重矩阵定义形式为:

$$W_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{目标 } i \text{ 与目标 } j \text{ 相邻} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad (5)$$

当目标 i 和目标 j 邻接时,空间权重矩阵中元素 W_{ij} 的值为 1,否则为 0;另一种情况是,当目标 i 和目标 j 不相邻时,但存在另外一个目标 k 与 i 邻接且与 j 邻接,可定义 i 和 j 是二阶邻接的。基于邻近标准的空间权重矩阵定义形式为:

$$W_{ij}(d) = \begin{cases} 1 & \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} < d \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad (6)$$

其中, (x_i, y_i) 、 (x_j, y_j) 表示目标 i 和 j 的空间位置, d 表示距离的阈值。当选择邻近标准来构建空间权重矩阵时,距离阈值 d 满足不小于空间对象之间距离最小值的条件。当目标 i 和目标 j 的距离在给定的阈值范围内时,空间权重矩阵中元素 W_{ij} 的值为 1,否则是 0。

根据空间权重定义,矩阵中所有对角线元素的值均为 0。考虑到空间对象可能是点、线、面状或其他类型的目标,当采用邻接标准来构建空间权重矩阵时,如果空间对象是线、面等类型,就需要选取其地理质心或者行政区划中心等方式来进行空间权重

矩阵的计算。结合本文中各省份的空间对象都是面状要素的既有事实，本文将采用邻接标准来构建空间权重矩阵。本文采用局部自相关分析方法对相邻空间对象之间的相似程度进行考量，挖掘区域内存在的局部显著性关联关系以及区域对象的空间依赖性随位置变化的程度。为了能考察局部地区之间农产品出口技术复杂度的潜在关系，本文通过局部统计进行深入分析，对于某个局部空间目标 i ，局部统计量的定义公式为：

$$LS_i = Z_i \sum_{j=1}^n W_{ij} Z_j \quad (7)$$

其中， $Z_i = (X_i - \bar{X})$ ， $Z_j = (X_j - \bar{X})$ 分别为地区 i 和 j 农产品出口技术复杂度与其均值的偏差， W_{ij} 为两地区基于邻接标准的空间权重矩阵，因此，局部统计量 LS_i 表示的是 z_j 与观测目标 i 周围观测目标观测值加权平均的乘积。

在随机假设条件下， LS_i 的期望值和方差可以定义为：

$$\begin{aligned} E(LS_i) &= -\frac{w_i}{(n-1)} \quad (8) \\ Var(LS_i) &= \frac{w_{i(2)}(n-b_2)}{(n-1)} + \frac{2w_{i(kh)}(2b_2-n)}{(n-1)(n-2)} \\ E(LS_i)^2 & \quad (9) \\ \text{其中 } b_2 &= m_i/m_i^2, \quad m_i = \sum_{j=1}^n Z_j^2/n, \quad w_i = \sum_{j=1}^n w_{ij}, \\ w_{i(2)} &= \sum_{j=1}^n w_{ij}^2, \quad 2w_{i(kh)} = \sum_{k,h=1}^n \sum_{h,k \neq j} w_{ik} w_{ih} \end{aligned}$$

对于二元空间权重矩阵而言， $w_{i(2)}$ 表示与之相邻的空间对象数量， $2w_{i(kh)}$ 表示与之相邻空间对象数量的平方；对于行标准化的空间权重矩阵 W_{ij} ， $w_{i(2)} = 1$ 表示相邻的空间对象数， $2w_{i(kh)} = 1$ 。通过上述分析，如果无法准确获取到局部 Moran 统计值的分布，但至少可以通过上述矩阵对局部的空间相关性进行显著性检验与分析。

在随机分布的假设条件下，根据公式 (6) 和 (7)，可以对 LS_i 统计量进行合理检验：

$$Z(LS_i) = \frac{[LS_i - E(LS_i)]}{\sqrt{Var(LS_i)}} \quad (10)$$

利用以上公式得到 2005~2019 年中国农产品出口技术复杂度的局部统计分析结果，本文对 2005 年、2010 年和 2015 年三个特征年份进行分析，考察期内各省份农产品出口技术复杂度在空间布局上存在以下特点：一是发展水平高、呈集聚发展态势的省份在空间分布上较为稳定。考察期内，农产品出口技术复杂度高、呈集聚发展态势的省份在空间分布上的变动不大，说明考察期内中国农产品出口技术复杂度发展水平较高省份的分布特点是：呈集聚发展态势的省份分布较为集中，集聚发展的省份空间分布较为稳定，且主要集中于东部沿海地区和北部地区，这些农产品出口贸易集聚发展的省份在农产品出口过程中相互促进，共同发展。二是东部地区的集聚发展程度整体上高于中西部地区。中国东部地区农产品出口技术复杂度的集聚发展水平从总体上要明显高于中部地区和西部地区。虽然中部地区和西部地区部分省份的农产品出口技术复杂度集聚发展程度也较高，但受到周边地区较低集聚发展程度的影响，致使中部地区和西部地区整体上的集聚发展水平要低于东部地区。三是发展水平次之的省份主要集聚在中西部地区。中西部地区分布着主要的农产品出口技术复杂度较高的省份，其中中部地区的河南、湖北、湖南、江西等省份，西部的新疆，北部的黑龙江等省份均呈现出稳定的集聚发展态势。由于这些省份大多是与发展水平较高的东部地区相

邻接，在东部发达地区的影响下，使得其农产品出口技术复杂度的发展较多地依赖于周边发达地区，进而抑制了其农产品出口贸易的自身发展。四是西部地区和西南地区集聚分布发展水平较低的省市。农产品技术复杂度水平较低的省市主要分布在西部地区和西南地区，其中，四川、重庆、甘肃、广西、云南等省份的集聚发展状况长期处于较低水平。其中，2015 年四川省的农产品出口技术复杂度为 429.23 元/人，处在全国最低水平。五是较低发展水平集聚地区有呈现交替减少趋势。2005 年较低发展水平集聚省份有 8 个，2010 年递增至 10 个，至 2015 年又迅速减少为 7 个，通过对考察期内各个年份计算结果的对比分析，不难发现中国农产品技术复杂度较低水平的省份呈现出交替减少的趋势。说明随着出口结构的优化调整，中国农产品的出口贸易得到了较大发展，越来越多的省份的农产品出口竞争力整体上不断提升，较弱农产品出口技术复杂度的省份区域范围正在不断缩小。

四、中国农产品出口技术复杂度区域发展策略探析

根据前文关联分析结果，结合不同省份农产品出口技术复杂度指数以及实际的区域经济发展情况，本文将中国农产品出口技术复杂度区域发展情况划分为 4 个级别，如表 3 所示。

表 3 中国农产品出口技术复杂度区域发展分类表

级别	省份 个数	省份
1	11	上海、北京、江苏、浙江、山东、天津、内蒙古、河北、 山西、辽宁、吉林
2	6	湖北、安徽、河南、江西、新疆、黑龙江
3	6	广东、福建、海南、湖南、陕西、宁夏
4	8	云南、重庆、贵州、四川、广西、西藏、青海、甘肃

结合各个省会之间的欧式距离，得到各个分类轴心城市的辐射范围，进而提出农产品出口技术复杂度的发展策略。一级分类省市为一级轴心，二类分类省市为次级轴心，三级分类省市为辐射轴心，四级分类省市为节点。一是中国农产品出口技术复杂度发展水平整体呈现“东强西弱、北高南低和中部突出”的空间格局。上海、江苏和浙江形成农产品出口技术复杂度局部高值集聚区，北京、天津、河北、山东、山西和内蒙古形成一个高值集聚区，吉林和辽宁形成了东北地区的高值集聚区，这些省份是中国农产品出口技术复杂度快速发展的核心，也是中国农产品出口贸易发展的重心。虽然，河南、安徽、湖北、江西、黑龙江、新疆与上述地区存在一定的差距，但其在空间上呈辐射状分布在一级轴心省份周边，在高水平地区的影响下，这些地区与其共同构成了中国农产品出口技术复杂度发展水平的空间格局，其他区域的农产品出口技术复杂度偏弱。二是级轴心省份的辐射范围主要为东部、中部以及东北地区。以上海为首的 11 个轴心省份是构建中国农产品出口技术复杂度发展的重心，这些省份之间形成 18 条重要的农产品出口技术复杂度发展链路，共同支撑起中国农产品出口贸易发展的体系结构。作为中国经济发展水平最高的地区，在经济快速发展的同时，需要积极促进这类地区的发展农业，实现经济与农产品出口贸易的共同发展，只有这样，才能更好的发挥其对周边地区农产品出口贸易发展的带动作用。三是次级轴心省份较为分散的分布在一级轴心的周围，且以中部地区为主。次级轴心省份的农产品出口技术复杂度既受到一级轴心省份带动作用的影响，同时又会对发展水平较弱的省份发挥其带动作用，进而促进这些地区的发展。黑龙江与内蒙古、辽宁形成次级链路，同时受到两个省份的辐射作用，其农产品出口竞争力才得以快速发展；河南与山西、河北、山东等省份形成次级链路，安徽与山东、江苏和浙江形成次级链路，江西与江苏、浙江、上海等省份形成次级链路，湖北又分别和河南、安徽和江西之间形成次级链路，说明这些省份在受到更高水平地区的带动作用的同时，其内部之间也会相互带动。四是三四级轴心省份的辐射范围主要包括三级轴心和四级轴心所在的区域，主要分布在中国的西

部地区和西南部地区。三四级轴心省份作为一二级轴心省份的腹地，其辐射范围主要受一二级轴心省份的影响，由于其自身发展水平相对较弱，所以在其自身发展的同时，主要受到周边地区的带动影响。对于这类地区，在其发展农产品贸易时，一方面需要政府从政策上有所倾斜，另一方面就需要加强其同周边地区的经济联系，积极改善农产品贸易结构，突破发展瓶颈，才能从根本上实现其农产品贸易的跨越式发展。

五、研究结论与政策启示

本文首先对中国农产品的出口技术复杂度进行定量测度，并对中国农产品出口技术复杂度的空间关联性、农产品出口技术复杂度的区域发展策略进行探讨，研究结论具有重要政策启示意义，主要结论如下：第一，考察期内中国农产品出口技术复杂度呈阶段性增长趋势，农产品出口竞争优势较大的省份主要分布在东部沿海地区，考察期各省农产品出口技术复杂度均有所提升，且不同省份之间农产品出口技术复杂度增速差距逐步缩小。第二，中国农产品的出口贸易存在明显空间集聚现象，呈现出明显的“东部居首、中西南部领先、东北西北偏弱”空间格局与集聚发展态势。第三，不同省份农产品出口技术复杂度呈现一定区域非均衡性，呈现出“先增长、后小幅震荡而后又趋于平稳”的发展态势。第四，中国农产品出口技术复杂度在空间关联上呈“高水平集聚发展的地区较为稳定”、“东部地区集聚程度高于中西部地区”等特点，整体呈现出“东强西弱、北高南低、中部突出”的空间分布格局。

本文的研究结论具有重要政策启示：第一，充分发挥东部沿海地区的带动作用，同时考虑到沿海地区与其他地区之间在资源条件、人口素质及农产品贸易政策方面的显著差异，充分利用其资源优势和贸易条件，制定适合本区域发展的农产品出口贸易政策。第二，提高中部地区农产品出口支撑能力，积极改善西部地区农产品出口贸易结构，各个省份应不断提升其农业产业的劳动力生产率水平，有效降低并克服农产品贸易国之间在关税上对农产品出口的不利影响，制定更加合理的、多元化的农产品出口战略。第三，加强东、中、西部各地区之间的农产品贸易联系，在充分考虑适用于自身农产品贸易措施的情况下，积极推动区域农产品贸易合作，促使农产品出口的集聚发展，同时出台针对于农产品贸易水平较低省份的农业补贴政策，在对这些区域进行农业补贴的同时需要防止抑制农业生产率提高的现象发生。

参考文献：

- [1][22]Hausmann R,Rodrik D.Economic Development as Self Discovery[J].Journal of Development Economics,2003,(02).
- [2]李谷成,魏诗洁,范丽霞.贸易便利化对农产品出口技术复杂度的影响研究——来自中国和“一带一路”沿线国家(或地区)的经验证[J].农业经济与管理,2020,(06).
- [3]刘汉成,夏亚华.我国农产品出口遭遇技术性贸易壁垒的实证分析[J].农业经济,2010,(07).
- [4]韩冬,李光泗,钟钮.“一带一路”沿线国家粮食贸易网络核心结构演变及中国的粮食政策响应[J],农村经济,2021,(05).
- [5]Gaulier G, Lemoine F.China’ s Emergence and the Reorganization of Trade Flows in Asia[J].China Economic Review,2007,(03).
- [6]Schott P K.The Relative Sophistication of Chinese Exports[J].Economic Policy,2008,(53).
- [7]Lall S,Weiss J A,Zhang J.The Sophistication of Exports:A New Trade Measure [J].World Development,2005,(02).

-
- [8]杨艳红,熊旭东.加入 WTO 十年我国农产品进出口贸易的国际比较分析[J].世界经济研究,2011,(12).
- [9]檀艺佳,张晖.订单农业促进了新型农业经营主体对农业技术的需求吗?[J].农村经济,2021,(07).
- [10][27]尹宗成,田甜.中国农产品出口竞争力变迁及国际比较——基于出口技术复杂度的分析[J].农业技术经济,2013,(01).
- [11]陶艳红,熊巍.我国柑橘产品国际竞争力分析[J].农业技术经济,2016,(03).
- [12]刘春鹏,肖海峰.“一带一路”背景下中国与北欧国家农产品贸易——互补性、竞争性与发展潜力[J].大连理工大学学报(社会科学版),2019,(04).
- [13]孙东升,苏静萱等.中美贸易摩擦对中美农产品贸易结构的影响研究[J].农业经济问题,2021,(01).
- [14]罗峦,曹炜.湖南农产品国际竞争力实证分析与对策思考[J].湖南农业大学学报(社会科学版),2007,(01).
- [15]曾海燕.湖南省农产品出口竞争力的实证分析[J].广东农业科学,2010,(06).
- [16]刘少华.湖北省农产品国际竞争力实证分析[J].北方经济,2009,(19).
- [17]王伶.基于因子分析的湖北省农产品国际竞争力评价——省际比较的视角[J].中国农业资源与区划,2015,(04).
- [18]徐淑云,陈玉.福建省农产品出口竞争力实证分析[J].台湾农业探索,2010,(02).
- [19]许治,王思卉.中国各省份出口商品技术复杂度的动态演进[J].中国工业经济,2013,(08).
- [20]赵红,彭馨.中国出口技术复杂度测算及影响因素研究[J].中国软科学,2014,(11).
- [21]刘妍,赵帮宏.农产品出口质量对农业产业升级的影响[J].农业技术经济,2019,(08).
- [23]戴翔.服务贸易出口技术复杂度与经济增长——基于跨国面板数据的实证分析[J].财经研究,2011,(10).
- [24]洪世勤,刘厚俊.中国服务业分行业出口技术复杂度问题研究[J].江淮论坛,2014,(06).
- [25]赵富森.劳动力成本上升是否影响了制造业的出口技术复杂度[J].国际经贸探索,2020,(08).
- [26]姚战琪.数字贸易、产业结构升级与出口技术复杂度基于结构方程模型的多重中介效应[J].改革,2021,(01).