

doi:10.3969/j.issn.1673-9833.2024.04.009

# 中国制造业升级的区域差异及收敛性分析

## ——基于出口技术复杂度视角

马永军, 谢松洪, 黄睿轩

(湖南工业大学 经济与贸易学院, 湖南 株洲 412007)

**摘要:** 利用14个类别的制造业数据, 测算2002—2021年中国31个省市自治区制造业出口技术复杂度, 考察制造业升级程度, 并运用 $\delta$ 收敛、绝对 $\beta$ 收敛与条件 $\beta$ 收敛探究制造业升级的收敛特征。研究发现: 样本期内各省制造业出口技术复杂度皆有大幅提升; 全国及四大区域存在 $\delta$ 收敛特征; 东部和东北地区不存在绝对 $\beta$ 收敛特征, 全国、中部与西部存在绝对 $\beta$ 收敛特征。分阶段分析结果表明: 2002—2004年, 全国及四大区域仅西部地区存在绝对 $\beta$ 收敛; 2005—2012年, 除东部地区外, 全国及其他区域均存在绝对 $\beta$ 收敛; 2013—2021年, 全国及四大区域皆呈现显著的绝对 $\beta$ 收敛态势, 且存在着显著的条件 $\beta$ 收敛特征。据此, 提出协调制造业区域内均衡发展新方式和实行省域差异化发展新战略等对策建议。

**关键词:** 制造业升级; 出口技术复杂度; 区域差异; 收敛性分析

**中图分类号:** F424.1

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1673-9833(2024)04-0058-09

**引文格式:** 马永军, 谢松洪, 黄睿轩. 中国制造业升级的区域差异及收敛性分析: 基于出口技术复杂度视角[J]. 湖南工业大学学报, 2024, 38(4): 58-66.

## Regional Discrepancy and Convergence Analysis of China's Manufacturing Industry Upgrading: From the Perspective of Export Technical Complexity

MA Yongjun, XIE Songhong, HUANG Ruixuan

(College of Economics and Trade, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China)

**Abstract:** By using 14 categories of manufacturing data, a calculation has been made of the technical complexity of manufacturing export in 31 provinces, municipalities and autonomous regions of China from 2002 to 2021, followed by an investigation of the degree of manufacturing upgrading, as well as an inquiry into the convergence characteristics of manufacturing upgrading by applying  $\delta$  convergence, absolute  $\beta$  convergence and conditional  $\beta$  convergence. It is found that the technical complexity of manufacturing export in each province has experienced a significant increase during the sample period with  $\delta$  convergence characteristics in the whole country and four regions; there is no absolute  $\beta$  convergence in the eastern and northeastern regions but in the central and western regions nationwide. The phased analysis results show that from 2002 to 2004, only the western region of China and the four major regions are characterized with absolute  $\beta$  convergence; from 2005 to 2012, there was absolute  $\beta$  convergence in the whole country and other regions except the eastern region. From 2013 to 2021, the whole country and four major regions showed a significant trend of absolute  $\beta$  convergence with a significant characteristic of conditional  $\beta$  convergence. Based on this, some countermeasures and suggestions have been proposed for a coordination of the balanced development in the

**收稿日期:** 2023-08-04

**基金项目:** 国家社会科学青年基金资助项目(17CGL009); 湖南省自然科学基金资助面上项目(2021JJ30224); 湖南省教育厅科研基金资助项目(21B0541)

**作者简介:** 马永军, 男, 湖南工业大学副教授, 博士, 硕士生导师, 主要研究方向为产业经济学,

E-mail: 158446852@qq.com

manufacturing industry region and implementation of the new strategy for provincial differentiated development.

**Keywords:** manufacturing industry upgrading; export technical complexity; regional discrepancy; convergence analysis

制造业是国民经济的主体,推动制造业产业升级既是引领经济发展的重要力量,也是实现制造强国的必由之路。2022年党的二十大报告指出,我国制造业规模稳居世界第一,应加快建设制造强国。在建设制造强国的过程中,高质量的制造业出口贸易力量不容小觑。在中国海关统计的14个制造品门类中,2021年,中国制造业的出口总额达191 682.58亿元,占全国货物贸易出口总额的88.11%;进口总额为116 410.93亿元,约占全国货物贸易进口总额的67.25%;顺差占制造业出口总额的39.27%、占2021年国内生产总值的6.58%<sup>[1]</sup>。然而,我国中低端制造业出口规模远大于中高端,而中高端制造品进口额较大,大多数制造业出口产品处于全球价值链中低端,可见中国制造业出口技术复杂度有待提升。

目前,越来越多的研究将出口技术复杂度作为衡量制造业升级的重要指标,但是以往研究大多基于国际视角针对中国与其他国家或地区进行比较,而中国疆域辽阔,不同地区的经济基础、人力资本、基础设施水平和地理环境等存在较大差异,这使得制造业出口技术复杂度可能存在一定的空间异质性。因此,基于出口技术复杂度视角深入了解我国制造业升级的区域差异及其收敛特征具有重要的现实意义。本研究拟利用国研网国际贸易研究及决策支持系统数据库,对2002—2021年中国各省市自治区制造业出口技术复杂度进行测算,并且对全国和四大区域制造业出口技术复杂度水平进行收敛性检验,从而为我国制造业出口技术复杂度提升提供更为全面的经验和对策支持。

## 1 文献综述

对于制造业升级的内涵,学术界的认识并不完全一致。大多数学者分别基于产业结构调整或价值链两个视角对制造业升级的内涵进行界定。

基于产业结构调整视角,金碚等<sup>[2]</sup>将制造业升级定义为企业组织的系统性变革,是从低附加值、高能耗污染转向高附加值、低能耗污染的产业结构优化和产业层次提升的过程。段敏芳等<sup>[3]</sup>分别从微观与宏观层面分析,丰富了制造业升级内涵。基于微观角度,制造业升级是企业采取提升生产力水平和强化品

牌塑造等战略措施,打破发达国家的产品垄断与入市壁垒,从而获得更高市场占有率与效益的过程。基于宏观层次,制造业升级是指产业整体凭借比较优势,逐步完成既有产品存量基础上的生产要素聚集和能力转变,从而实现整体效益提升或结构变化的过程。

此外,不乏国内外学者从价值链的视角界定制造业产业升级。如G. Gereffi<sup>[4]</sup>认为,制造业升级是在价值链上或者不同价值链之间的攀升,其主要有产品、经济活动、部门内与部门间等4个层次上的升级。盛丰<sup>[5]</sup>认为,制造业升级是制造业的制造环节不断向价值链的两端扩展,使其获取更高的附加值。由此,本研究融合两种视角,将制造业升级定义为区域内制造业由低附加值向高附加值发展的过程,其具体表现为制造业行业资源配置效率的提高与技术复杂水平的提升。

随着各方对于制造业产业升级的逐步重视,测度制造业升级的方法也层出不穷。梳理相关文献可以发现,大多数学者对于制造业升级的度量是构建相关指标体系或选用单一指标来权衡。李平等<sup>[6]</sup>以总量、结构、技术与能源环境4类指标为中心,构建了制造业可持续发展指标体系。马珩等<sup>[7]</sup>则在经济、科技和资源环境均衡发展的基础上,建立了制造业发展指数综合评价指标体系。潘为华等<sup>[8]</sup>基于创新能力、质量效益、信息技术与绿色发展等方面,构建了制造业转型升级的综合评价指标体系及指数。

同时,不少学者通过单一指标衡量制造业升级。孙巍等<sup>[9]</sup>通过省级层面产出,以DEA-Malmquist指数法计算全要素生产率,并以此衡量制造业升级。杨智峰等<sup>[10]</sup>通过低中端制造业工业销售产值之和与高端制造业工业销售产值之比反映制造业升级水平。王思语等<sup>[11]</sup>以制造业出口技术复杂度指标度量经济体出口技术在全球价值链的地位。卢福财等<sup>[12]</sup>认为,制造业升级可用制造业出口技术复杂度的提升体现。郝凤霞等<sup>[13]</sup>使用出口技术复杂度代替制造业升级指标,以此研究生产性服务业与制造业融合和劳动力流动对于制造业升级的影响。

综上可知制造业升级的内涵非常丰富、衡量方法众多。综合评价法在指标选取上看似面面俱到,实则不管是通过某一指标还是通过构建指标体系衡量制

造业转型升级水平, 每种方法都有其侧重点。对比之下, 综合评价法的指标选取较为随意, 有些指标选取甚至使用相近指标代替, 缺乏一定的科学性, 而出口技术复杂度作为一个经济体出口产品技术水平的重要体现, 其出口技术复杂度越高, 表明该经济体出口产品的技术水平越先进。结合前文对于制造业升级的定义及研究目的的综合考虑与当前制造业升级的国际化要求, 本文拟基于制造业出口技术复杂度视角测度地区制造业产业升级水平, 并以此展开中国制造业产业升级的区域差异及收敛性分析。

## 2 研究设计

### 2.1 研究方法

出口技术复杂度的测量方法主要有两种。第一种是由 R. Hausmann 等<sup>[14]</sup>提出的, 以显性比较优势为权重的两步法, 该方法以某一经济体各产品出口额占其出口总额的比例为权重, 对其人均生产总值进行加权平均。第二种方法是由 P. K. Schott<sup>[15]</sup>提出的采用一国出口商品与发达国家出口商品的相似程度来测度该国的出口技术复杂度。第二种测量方法在计算省级层面出口技术复杂度时, 存在测算过程主观选择偏误的缺点, 且本文研究不涉及国别对比。由此, 本文采用两步法, 再参考戴魁早<sup>[16]</sup>将 Hausmann 两步法中的国家替代为省域, 进而测算样本期内中国各省域制造业出口技术复杂度。

第一步, 采用式(1)测算出  $t$  年第  $k$  类制造业的出口技术复杂度 ( $PRODY_{k,t}$ ):

$$PRODY_{k,t} = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{x_{i,k,t}/X_{i,t}}{\sum_{i=1}^n (x_{i,k,t}/X_{i,t})} \right] Y_{i,t}, \quad (1)$$

式中:  $x_{i,k,t}/X_{i,t}$  为  $i$  省  $t$  年  $k$  类制造业出口份额;  $Y_{i,t}$  为  $i$  省  $t$  年人均生产总值。

第二步, 将  $t$  年  $k$  类出口产品技术复杂度乘以  $i$  省  $t$  年  $k$  类制造业出口份额, 按类别加总即可得到  $i$  省  $t$  年制造业出口技术复杂度, 具体以式(2)测算:

$$ETS_{i,t} = \sum_{k=1}^{14} (x_{i,k,t}/X_{i,t}) PRODY_{k,t}. \quad (2)$$

进一步, 计算全国及四大区域的制造业出口技术复杂度, 公式如下:

$$ETS_{z,t} = \sum_{i=1}^n \left( \frac{ETS_{i,t}}{\sum_{i=1}^n ETS_{i,t}} \right) ETS_{i,t}. \quad (3)$$

式中:  $ETS_{i,t} / \sum_{i=1}^n ETS_{i,t}$  为  $i$  年  $z$  区域  $i$  省制造业出口技术复杂度占该区域各省制造业出口技术复杂度总和权重;  $ETS_{i,t}$  为  $i$  省  $t$  年制造业出口技术复杂度。

### 2.2 数据说明

本文各省市自治区制造业细分类别出口额数据, 来源于国研网国际贸易研究及决策支持系统, 通过海关 8 位 HS 出口产品代码确定其中属于制造业的类别。选取的制造业细分行业包括 14 个大类: 第四类(食品, 饮料、酒及醋, 烟草及制品)、第六类(化学工业及其相关工业的产品)、第七类(塑料及其制品, 橡胶及其制品)、第八类(革、皮草及制品, 箱包, 肠线制品)、第九类(木及制品, 木炭, 软木, 编结品)、第十类(木浆等, 废纸, 纸、纸板及其制品)、第十一类(纺织原料及纺织制品)、第十二类(鞋帽伞等, 羽毛品, 人造花, 人发品)、第十三类(矿物材料制品, 陶瓷品, 玻璃及制品)、第十四类(珠宝、贵金属及制品, 仿首饰, 硬币)、第十五类(贱金属及其制品)、第十六类(机电、音像设备及其零件、附件)、第十七类(车辆、航空器、船舶及运输设备)、第十八类(光学、医疗等仪器, 钟表, 乐器)。由于该系统并未统计 2002 年以前各省市自治区分类别制造业出口额, 因此本文将 2002 年设为研究样本期起始年份。再者, 各省市自治区人均生产总值数据已更新至 2021 年, 所以本文将样本期范围设为 2002—2021 年。2002—2021 年间各省市自治区分类别出口额所有数据仅第四类与第十四类存在个别年份下少数几个省份数据缺失, 而通过对比其他完整数据发现: 个别缺失数据对该省份制造业出口技术复杂度影响甚微, 所以对缺失数据采用 0 值进行代替。

## 3 制造业出口技术复杂度差异分析

### 3.1 各省份制造业出口技术复杂度差异分析

根据国研网国际贸易研究及决策支持系统的数据, 运用 Hausmann 两步法测算出中国 31 个省市自治区(不含港澳台地区)的制造业出口技术复杂度及其年均增长率, 并根据制造业出口技术复杂度年均值对 31 个省市自治区进行排序, 如图 1 所示。由图 1 可知, 样本期内全国各省份制造业出口技术复杂度年均值最高的 3 个地区分别为北京市(42 428.08 元)、上海市(42 245.69 元)和广东省(42 217.04 元), 最低的 3 个地区为宁夏回族自治区(35 972.76 元)、云南省(36 729.08 元)和内蒙古自治区(36 740.74 元)。除北京、上海、广东、天津、江苏、四川和重庆等 7 个省市外, 其他省份均低于全国制造业出口技术复杂度平均水平, 这表明中国制造业出口技术复杂度发展不均衡。从变化趋势来看, 31 个省市自治区制造业出口技术复杂度皆表现为稳步上升, 31 个省市自治区的均值从 2002 年的 10 263.29 元大幅提升至 2021

年的 79 636.21 元, 年均增长率高达 10.03%, 其中, 甘肃 (11.37%)、青海 (11.32%) 和山西 (11.23%) 分别为年均增长率最高的 3 个省份, 而天津 (8.88%)、广东 (8.98%) 和北京 (9.15%) 则为年均增长率最低的 3 个地区。

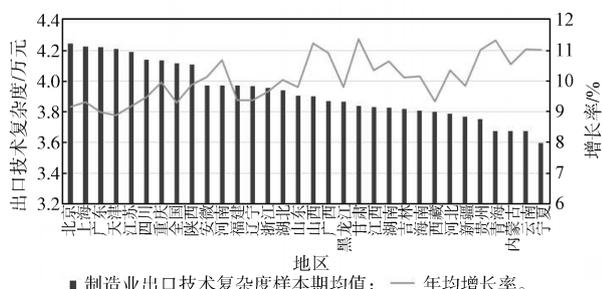


图 1 各省市自治区制造业出口技术复杂度年均值及年均增长率

Fig. 1 Annual average and annual growth rate of technical complexity of manufacturing export in various provinces, cities, and autonomous regions

### 3.2 全国及四大区域制造业出口技术复杂度差异分析

通过对各省市自治区制造业出口技术复杂度加权平均, 可得全国及四大区域制造业出口技术复杂度, 具体见表 1。

表 1 2002—2021 年全国及四大区域制造业出口技术复杂度  
Table 1 Manufacturing export technical complexity in China and the four regions from 2002 to 2021 元

年份	区 域				全国
	东部	中部	西部	东北	
2002	11 758	9 699	10 009	11 212	11 607
2003	13 762	10 949	11 294	12 714	13 553
2004	16 389	12 633	12 818	14 352	16 078
2005	18 501	14 457	14 687	15 880	18 159
2006	21 173	16 755	16 917	18 184	20 777
2007	25 145	20 416	20 539	21 813	24 687
2008	28 541	24 052	24 245	25 146	28 045
2009	29 709	26 195	26 429	27 273	29 383
2010	34 313	30 722	30 872	31 722	33 965
2011	38 912	36 392	36 899	36 792	38 640
2012	42 146	40 477	41 014	39 943	41 926
2013	45 487	44 198	45 154	43 454	45 334
2014	48 624	47 592	48 405	46 546	48 484
2015	50 961	50 170	50 880	49 028	50 851
2016	54 599	54 185	54 766	53 067	54 543
2017	59 716	59 376	59 973	58 356	59 681
2018	65 458	64 965	65 923	64 161	65 429
2019	69 783	69 428	70 475	68 675	69 791
2020	71 450	71 135	72 097	70 375	71 465
2021	80 093	80 100	80 948	79 611	80 170
年均值	41 326	39 195	39 717	39 415	41 128

由表 1 可知, 样本期内, 全国及四大区域的制造业出口技术复杂度均呈稳步上升态势, 东部整体高于西部、东北和中部。2015 年前, 东部地区凭借其经济基础优势稳居制造业出口技术复杂度头部, 其后, 随着中部崛起与西部大开发取得阶段性成果, 中部制造业出口技术复杂度逼近东部、西部甚至反超。

通过表 1, 对比中部、西部与东北地区, 在期初东北地区制造业出口技术复杂度分别高于西部地区 12.02% 和中部地区 15.60%, 但在样本期内, 西部与中部地区凭借更快增速, 分别在 2011 和 2012 年实现了反超东北地区并保持扩大趋势。这表明样本期内东北地区制造业出口技术复杂度的发展步伐相较于中西部地区已落后。进一步发现, 样本期内全国整体制造业出口技术复杂度水平与东部地区相近, 期末甚至反超。这是由于样本初期, 东部地区制造业出口技术复杂度在四大区域中呈绝对优势; 而样本后期, 中部与西部地区存在后发优势, 制造业技术复杂度提升显著, 进而导致起初全国制造业出口技术复杂度接近东部而后期超越东部。

进一步, 由图 2 分析全国及四大区域制造业出口技术复杂度年均值及其年均增长率。从年均增长率来看, 最快的是中部地区, 其次是西部地区, 最后是东北与东部地区。这表明在样本期内, 对比其他地区, 中部地区制造业出口技术复杂度发展得较快, 其制造业发展政策有效性良好, 而东部地区虽然拥有相较于其他地区最好的制造业基础, 却在后续发展中发力不足。从制造业出口技术复杂度样本期均值来看, 东部地区遥遥领先, 随后分别是西部和东北地区, 最后为中部地区。东部地区制造业出口技术复杂度领先的原因可能是东部地区拥有其他地区不可企及的人力资本、地理环境和经济优势等制造业发展基础条件, 即便在增速方面相对其他地区不占优势, 但是凭借其出色的基础条件, 东部地区的制造业出口技术复杂度整体上依然在样本期内稳居首位。

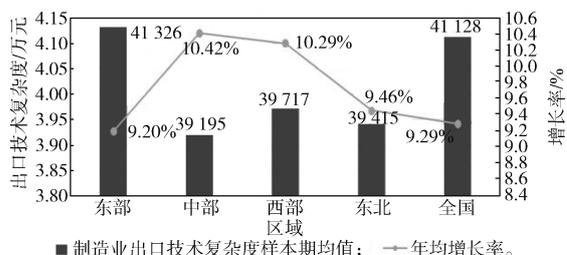


图 2 全国及四大区域制造业出口技术复杂度年均值及年均增长率

Fig. 2 Annual average and annual growth rate of manufacturing export technical complexity in China and the four regions

## 4 制造业出口技术复杂度收敛性检验

前文表明我国制造业出口技术复杂度区域差异显著,但这种地区间的差异是否会随着时间的变化而缩小或扩大尚不明确。因此,为了进一步探讨我国及四大区域制造业出口技术复杂度区域间与区域内的变化特征,从而提出针对性的对策建议,本部分将分区域对制造业出口技术复杂度进行收敛性检验,以明确我国及四大区域制造业出口技术复杂度收敛趋势。收敛理论认为,在边际报酬递减和规模报酬不变等前提下,收敛性检验可以检验不同研究样本间指标的变化态势。R. J. Barro<sup>[17]</sup>认为,收敛性检验包括 $\beta$ 收敛与 $\delta$ 收敛两种类别, $\beta$ 收敛又分为绝对 $\beta$ 收敛及条件 $\beta$ 收敛。绝对 $\beta$ 收敛检验区域之中各省市自治区出口技术复杂度能否实现同样的稳态,条件 $\beta$ 收敛则判断区域之中各省市自治区的出口技术复杂度能否接近于各自不同的稳态。 $\delta$ 收敛检验针对的是各区域之下所包含省份制造业出口技术复杂度的离散水平随着时间的变化趋势,如果减小,则表明所属该区域下的省份出现了 $\delta$ 收敛。

### 4.1 $\delta$ 收敛检验

$\delta$ 收敛检验主要强调各区域内部制造业出口技术复杂度随时间变化的态势,通常采用反映离散程度的指标进行检验。本文采用变异系数进行 $\delta$ 收敛检验。当该区域制造业出口技术复杂度的变异系数随时间不断缩小,则认为该区域的制造业出口技术复杂度存在 $\delta$ 收敛性,即区域内各省份出口技术复杂度差距逐渐缩小。

$\delta$ 收敛检验,是根据各区域制造业出口技术复杂度的变异系数来判别其是否存在 $\delta$ 收敛,而变异系数 $CV$ 常以标准离差率表示,其计算式如下:

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (ETS_{it} - \overline{ETS})^2}, \quad CV = \delta / \overline{ETS}。$$

式中: $\delta$ 为区域之下各省份出口技术复杂度之间的标准差; $\overline{ETS}$ 为区域出口技术复杂度的均值。

图3展示了2002—2021年东部、中部、西部、东北与全国整体的变异系数变化情况。由图3可见,除初期个别年份外,其他年份的变异系数值均基本低于初期值。从区域来看,东部、中部与东北地区的变异系数在样本期内呈现先上升再下降的态势,由初期上升到2003或2004年,达到了样本期内变异系数的峰值(较初期分别上升51.03%,29.83%,28.18%),随后样本期内变异系数均呈现下降趋势,且期末数值相较于期初值分别下降了82.09%,81.93%,85.73%。这表明样本期内东部、中部与东北地区区域内省份制

造业出口技术复杂度差异在2003或2004年达峰值,而在此后区域内制造业出口技术复杂度差距逐年缩小,其原因可能是自2002年中国加入世界贸易组织,东部、中部与东北地区各区域下制造业基础较为雄厚的省份开始发力,而其中相对落后的省份因为制造业基础薄弱,且国家相关战略或政策还处于初级阶段,从而导致中东部和东北地区初期呈发散态势,即初期中东部和东北地区内出口技术复杂度水平较高的省份发展速度快于相对落后省份。随着中部崛起、东北振兴和东部落后省份围绕提高制造业水平等一系列政策的落地实施,使其后期稳定保持收敛态势,区域内制造业出口技术复杂度差距持续缩小。西部地区则是在初期就达到了样本期变异系数峰值,后在2005—2006和2009—2010年间出现了小幅度上升,但都远低于初期值,且西部地区末期值较初期值下降了81.12%。就西部而言,其变异系数从初期就呈现下降趋势,其原因可能是相对于其他地区,国家战略层面实施得较早。2000年提出的西部大开发战略在2002年已初见成效,对于西部落后省份的支持政策纷纷落地,进而加速西部地区落后省份的制造业发展,从而实现西部地区变异系数在样本期稳定下降。

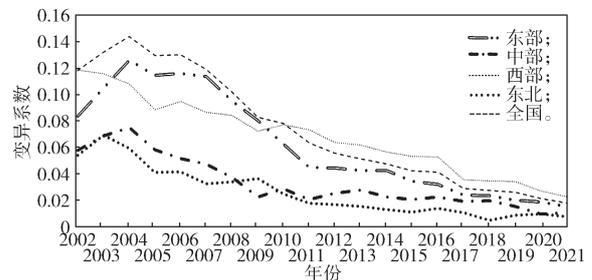


图3 全国分区域变异系数走势图

Fig. 3 Trend chart of regional coefficient of variation in different regions of China

从全国看,以2002年为基期,样本期内我国制造业出口技术复杂度的变异系数年均下降4.48%。这表明制造业出口技术复杂度水平较低区域发展速度要快于较高水平区域,四大区域间制造业出口技术复杂度差异持续缩小。从时间演变状态看,尽管制造业出口技术复杂度的区域差异在样本期内总体呈下降趋势,但仍可发现其在样本期内的变化存在一定的阶段性。第一阶段为2002—2004年,全国变异系数呈上升趋势,年均上升11.01%,区域差异呈扩大态势。其原因可能是随着2001年中国加入世界贸易组织,使得相对出口技术复杂度基础较好的省份搭乘东风迅速发展,而相对落后地区则由于制造业基础薄弱掉队,进而呈现全国范围内的发散态势。第二阶段为2005—2012年,地区差距收缩较快,变异系数年

均下降 9.37%，表明该时期内出口技术复杂度水平较低区域发展速度要高于较高水平地域。其可能的原因有：一是在该阶段，随着西部大开发、中部崛起和东北振兴战略的先后落实与发展，给这些地区带来了更完善的基础设施建设，相应地加速了制造业发展；二是 2004 年提出的“国九条”开始发力，把资本市场带到了前所未有的高度活跃中，大量资本涌入中西部及东北地区，为制造业发展提供了资金支持；三是国家对于出口退税额大幅度提出，激发了地区出口热情，促进了制造业出口。第三阶段为 2013—2021 年，变异系数整体仍呈下降趋势，但收敛速度相较于第二阶段有所缓和，年均下降 3.57%，低于整个样本期内的平均下降水平（4.48%），该阶段我国经济发展进入新常态，制造业产业结构不断优化升级，从制造业劳动要素驱动、制造业投资驱动向制造业产业创新驱动转变，进而出现收敛速度变慢现象。

综上所述，四大区域及全国的出口技术复杂度变异系数总体呈现下降态势，这也意味着四大区域及全国总体出现了  $\delta$  收敛的特征，即区域内制造业出口技术复杂度差距缩小。但是，根据图线做出的判断较为简单，在有些区域内，制造业出口技术复杂度的异质性趋势变化尚不明确，只根据简单图线结合整体趋势就得出结论可能是不可靠的。因此，对于四大区域以及全国出口技术复杂度变化的收敛情况，需要进行量化程度更高的  $\beta$  收敛检验。

#### 4.2 绝对 $\beta$ 收敛检验

绝对  $\beta$  收敛检验是检验区域内制造业出口技术复杂度是否随着时间收敛于同一稳态水平，制造业出口技术复杂度落后区域能否追赶上发达区域，即制造业出口技术复杂度是否与初期水平呈负相关。如果  $\beta < 0$ ，表示区域内制造业出口技术复杂度落后省域比发达省域的增速更快，区域内各省份制造业出口技术复杂度随着时间会趋于同一稳态水平，也就是说该区域存在绝对  $\beta$  收敛。如果  $\beta > 0$ ，则表示区域内制造业出口技术复杂度落后省域增速，慢于发达省域，区域内制造业出口技术复杂度趋于两极化，即该区域内不存在绝对  $\beta$  收敛。本文参考 A. B. Bernard 等<sup>[18]</sup>的检验方法，构建绝对  $\beta$  收敛回归模型，模型表示如下：

$$(\ln ETS_{i,t} - \ln ETS_{i,0})/t = \alpha + \beta \ln ETS_{i,0} + \varepsilon。$$

式中： $(\ln ETS_{i,t} - \ln ETS_{i,0})/t$  为区域下  $i$  省份在  $t$  年制造业出口技术复杂度的自然对数值与期初自然对数差的均值； $\alpha$  为常数项； $\ln ETS_{i,0}$  为  $i$  省份在期初制造业出口技术复杂度的自然对数； $\beta$  为  $\ln ETS_{i,0}$  的估计系数； $\varepsilon$  为残差项。

收敛速度  $\lambda$  和稳态值  $\gamma$  的计算式如下：

$$\gamma = \alpha / (1 - \beta), \lambda = -\ln(1 + \beta) / t。$$

根据上式，对各区域制造业出口技术复杂度的稳态值  $\gamma$  和收敛速度  $\lambda$  进行计算，结果见表 2。从  $\beta$  值看，全国层面下  $\beta$  值在 1% 显著水平下呈负相关，且  $\beta$  值为 -0.126 1，说明全国区域内各省份制造业出口技术复杂度存在绝对  $\beta$  收敛，各省域出口技术复杂度发展的不平衡性能在样本期内逐步消除，制造业出口技术复杂度较低的省域对较高的省域有“追赶效应”。区域层面下，中西部地区  $\beta$  系数分别在 5% 与 1% 显著水平下呈负相关，而东部与东北地区的  $\beta$  系数均不显著，且东部  $\beta$  系数远大于 0。这说明中部和西部地区存在绝对  $\beta$  收敛，而东部与东北地区不存在绝对  $\beta$  收敛，区域间制造业出口技术复杂度存在发散态势，即样本期内中部与西部地区下各省域出口技术复杂度发展的不平衡性在样本期内逐步消除，而东部与东北地区下出口技术复杂度水平较低的省域发展速度要低于较高水平省域，东部与东北地区出口技术复杂度发展不平衡性在样本期内呈现扩大趋势。从稳态值和收敛速度看，全国区域出口技术复杂度水平以 0.19% 的速度收敛于稳态值 0.435 8，表明全国区域出口技术复杂度发展的不平衡性能以 0.19% 的速度缓解，全国区域出口技术复杂度逐步趋于平衡。分区域看，西部地区出口技术复杂度水平以全国水平 1.79 倍（0.34%）的速度收敛于其稳态值 0.642 6，中部地区则以 0.28% 的速度收敛于稳态值 0.576 5。这说明，西部与中部地区出口技术复杂度发展的不平衡性以 0.34% 和 0.28% 的速度向稳态值收敛，西部与中部区域的出口技术复杂度逐步趋于平衡。

表 2 全国及四大区域出口技术复杂度绝对  $\beta$  收敛性检验估计结果

Table 2 Estimation results of absolute  $\beta$  convergence tests of export technical absolute complexity in China and the four regions

地区	$\beta$	Z 检验值	$\gamma$	$\lambda/\%$
东部	0.012 6	0.77	-	-
中部	-0.051 7**	-2.27	0.576 5	0.279 4
西部	-0.062 8***	-5.00	0.642 6	0.341 4
东北	-0.039 4	-1.33	-	-
全国	-0.034 9***	-4.47	0.435 8	0.187 0

注：\*\*\*、\*\*、\* 分别表示  $\beta$  系数在 0.01、0.05、0.10 水平下显著，若  $\beta$  系数不显著或者大于零，则不计算其稳态值与收敛速度，用“-”表示，下同。

#### 4.3 条件 $\beta$ 收敛检验

条件  $\beta$  收敛检验用于判断不同经济体的制造业出口技术复杂度是否随时间收敛于各自稳态水平。该检

验认为由于各经济体的基础条件与组织结构并不相同,制造业出口技术复杂度较低与制造业出口技术复杂度较高的经济体间存在长期且稳定的差距。林毅夫等<sup>[19]</sup>指出,纵使经济体之间不存在绝对 $\beta$ 收敛,但在加入该指标滞后项后, $\beta$ 系数的方向会发生变化且变得显著。每个经济体趋向的稳态水平取决于自身,所以各经济体之间的差异长期存在。本文借鉴 S. M. Miller 等<sup>[20]</sup>的方法,采用时间和截面双向固定效应模型进行条件 $\beta$ 收敛检验,使用该模型观测条件 $\beta$ 收敛效应与各区域内制造业出口技术复杂度间的关系。又因条件 $\beta$ 收敛为各经济体制造业出口技术复杂度收敛于自身的稳态水平,所以在检验模型中不加入控制变量,进而构建如下条件 $\beta$ 收敛检验模型:

$$\ln ETS_{i,t} - \ln ETS_{i,t-1} = \alpha + \beta \ln ETS_{i,t-1} + \varepsilon$$

式中: $\alpha$ 为常数项; $\ln ETS_{i,t} - \ln ETS_{i,t-1}$ 为相近两期内*i*省制造业出口技术复杂度自然对数的差; $\beta$ 为前期制造业出口技术复杂度自然对数的估计系数。

如果 $\beta$ 为负且显著,则表明*i*省制造业出口技术复杂度存在条件 $\beta$ 收敛,即*i*省的制造业出口技术复杂度随时间收敛于其自身的稳态水平;收敛速度 $\lambda$ 和稳态值 $\gamma$ 则通过4.2中给出的相应公式进行计算。

控制截面与时间效应条件 $\beta$ 收敛检验结果见表3。

表3 出口技术复杂度条件 $\beta$ 收敛检验结果  
(双向固定效应模型)

地区	$\beta$	Z 检验值	$\gamma$	$\lambda/\%$
东部	-0.052 6***	-12.32	0.62	0.284 4
中部	-0.046 1***	-8.85	0.56	0.248 4
西部	-0.043 9***	-11.31	0.54	0.236 3
东北	-0.040 1***	-5.19	0.50	0.215 4
全国	-0.046 7***	-19.56	0.56	0.251 7

从 $\beta$ 值看,全国及四大区域参数皆在1%显著水平下呈负相关,即全国与四大区域内制造业出口技术复杂度都存在条件 $\beta$ 收敛,各区域内部收敛于各自的稳态水平。这意味着全国与中西部地区制造业出口技术复杂度既存在绝对 $\beta$ 收敛,也存在条件 $\beta$ 收敛,而东部与东北地区的制造业出口技术复杂度仅存在条件 $\beta$ 收敛。这也说明,全国、西部和中部地区下各省域制造业出口技术复杂度水平在收敛于各自稳态水平的同时收敛于区域稳态水平,而东部与东北地区下的省域制造业出口技术复杂度水平发展仅收敛于各自的稳态水平,并没有向区域稳态水平齐头并进。从收敛速度看,东部地区收敛速度最快,中部地区次之,西部地区、东北地区与全国整体的收敛速度较慢。

东部地区收敛速度最快的原因,可能是东部地区的基础设施、交通建设与经济条件等影响制造业出口技术复杂度水平的常见因素具有较高水平,也由此东部地区表现为稳态均衡收敛的态势。中部地区的条件 $\beta$ 收敛结果也较为突出,其直接原因是中部地区各省份制造业发展水平差距较小,且相对集中在中值区。实现制造业出口技术复杂度的高效收敛是中部地区未来制造业发展的着力点。东北与西部地区虽然通过了1%显著水平下的显著性检验,但是其收敛速度较为落后,这说明西部与东北地区制造业技术水平尚未达到出口的成熟阶段,其收敛路径也未展现出均衡发展的态势。综上可知,东北与西部地区在样本中期收敛效率提升显著,但在后期发力不足。

#### 4.4 分阶段绝对 $\beta$ 收敛检验

在 $\delta$ 收敛检验时,虽然全国及四大区域的变异系数整体呈现下降趋势,但是经过前文分析可以发现,其变化趋势和幅度在样本期内具有一定的阶段性。由此本文将以2004年与2012年为界,对2002—2004年、2005—2012年、2013—2021年3个阶段分别再次进行绝对 $\beta$ 收敛检验,结果见表4。

表4 分阶段时的绝对 $\beta$ 收敛检验结果(固定效应模型)  
Table 4 Test results of absolute  $\beta$  convergence at various stages (fixed effect model)

检验对象	2002—2004		2005—2012		2013—2021	
	$\beta$	$\lambda/\%$	$\beta$	$\lambda/\%$	$\beta$	$\lambda/\%$
全国	0.051 4*	-2.51	-0.045 6***	0.67	-0.056 6***	0.83
东部	0.214 3***	-9.71	-0.003 8	0.05	-0.046 5***	0.68
中部	0.090 3	-4.32	-0.085 9***	1.28	-0.070 8***	1.05
西部	-0.062 9*	3.25	-0.064 7***	0.96	-0.055 0***	0.81
东北	0.078 3	-3.77	-0.067 8***	1.00	-0.055 1**	0.81

如表4所示,在第一阶段,全国、东部、中部与东北地区的 $\beta$ 系数均为正数,只有西部地区的 $\beta$ 系数为负数且在5%的水平下显著。这表明在第一阶段全国及四大区域内只有西部地区之下的各省份呈现收敛于相同的稳态水平的态势,而全国层面和其他地区则表现为发散趋势,即区域下出口技术复杂度水平较高的省份发展快于出口技术复杂度较低的省份。进入第二个阶段,全国及四大区域的 $\beta$ 系数都为负数,且除东部不显著外其他地区皆在1%的置信水平之下显著相关,说明在第二阶段内,全国、东北及中西部地区呈现出显著的绝对 $\beta$ 收敛态势,即在该阶段,上述地区内部各省份的出口技术复杂度发展趋于区域同样的稳态水平。而东部地区虽然 $\beta$ 系数为负,但是未能通过显著性检验,所以认为东部地区在第二阶段存在不显著的绝对收敛,东部地区下的各省份的

出口技术复杂度水平在第二阶段未能实现有效的绝对收敛。在第三个阶段, 全国及四大区域的 $\beta$ 系数皆为负数, 除东北地区在5%的置信水平下显著相关, 全国及其他3个区域都在1%的置信水平下显著。这表明在第三阶段, 全国及四大区域均实现了绝对 $\beta$ 收敛, 各自区域下出口技术复杂度水平较低的省份发展速度快于水平较高的省份, 进一步向均衡水平发展。从收敛速度来看, 中部、西部和东北地区较第二阶段有所下降, 而全国和东部收敛速度较第二阶段则得到了一定的提升。这可能是因为中西部和东北地区在第三阶段政策有所松懈, 缺乏更深一步的引导, 而全国和东部则是在该阶段着重落实了相应政策来引导出口技术复杂度进一步走向区域均衡发展。

## 5 结论与建议

本文基于全国31个省市自治区14个类别制造业出口数据, 得到2002—2021年各省份制造业出口技术复杂度测度值, 然后, 基于全国31个省市自治区和四大区域(东部、中部、西部与东北)框架, 分别采用 $\delta$ 收敛模型、绝对 $\beta$ 收敛模型与条件 $\beta$ 收敛模型分析全国及四大区域制造业出口技术复杂度的区域差异和收敛特征, 得出的主要结论如下:

1) 全国31个省市自治区的制造业出口技术复杂度在样本期内均呈上升趋势, 年均增长率为8.88%~11.37%。复杂度年均值最高的3个省份分别为北京、上海和广东, 最低的为宁夏、云南和内蒙古; 从各区域制造业出口技术复杂度均值来看, 东部地区处于领先地位, 其次是西部、东北与中部地区。而四大区域制造业出口技术复杂度年均增长率则呈现不同态势, 中部地区样本期内制造业出口技术复杂度增长率最高, 随后分别为西部、东北与东部地区。同时, 全国样本期制造业出口技术复杂度及其增长率都接近东部水平。

2) 全国及四大区域省际制造业出口技术复杂度样本期内均呈 $\delta$ 收敛特征; 整个样本期内, 全国、中部及西部地区存在绝对 $\beta$ 收敛, 年均收敛速度由快到慢为西部、中部和全国, 东部与东北地区则不存在绝对 $\beta$ 收敛。分阶段来看, 2002—2004仅西部地区存在绝对 $\beta$ 收敛; 2005—2012年除东部地区外, 全国及其他区域均存在绝对 $\beta$ 收敛; 2013—2021年全国及四大区域皆呈现显著的绝对 $\beta$ 收敛; 全国及四大区域样本期内均存在条件 $\beta$ 收敛, 年均收敛速度按东部、全国、中部、西部与东北依次递减。

基于以上结论, 本文提出如下建议:

1) 协调制造业区域内均衡发展新方式。制造业

出口技术复杂度较高的东部地区可构建“强强集聚”的发展模式, 以推动区域内部制造业协同升级。通过加强区域内高制造业出口技术复杂度省份交流, 形成集聚—积累—发展—溢出的良性反馈机制。对于制造业出口技术复杂度长期落后的中西部地区则应优先支持一个或数个基础较为雄厚、发展潜力较大的制造业部门, 以形成本地区制造业发展的增长极, 从而带动后进地区的发展, 实现由点到面的辐射效应。在推动制造业协同发展的过程中, 需要注意区域间的分工合作, 避免无序开发和低水平的重复建设。

2) 充分考虑自身特点, 实行省域差异化发展新战略。各省份应明确其在区域制造业升级中充当的角色与地位, 尤其是制造业出口技术复杂度发达省份与落后省份的制造业发展基础差异, 进一步形成区域内制造业协同高效发展新格局。发达省份在确保自身优势能持续发挥下, 加强发挥对区域内周边其他省份的辐射功能和示范作用, 推动区域整体制造业升级, 进而减小区域内制造业出口技术复杂度总体差距。与此同时, 发达省份也需适当控制对落后省份的资源虹吸效应, 避免造成区域内部制造业出口技术复杂度进一步极化。落后省份应结合自身经济条件、交通建设与地理区位等认清其现阶段制造业发展状况, 向区域内发达省份靠拢, 主动承揽区域内发达省份的制造业技术资源转移, 学习完善制造业升级机制, 补齐发展短板, 切实推动来自制造业出口技术复杂度发达省份的辐射功能与制造业高新技术的扩散效应, 进一步实现区域内部制造业均衡发展。

## 参考文献:

- [1] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2022: 138-141.  
People's Republic of China (PRC) National Bureau of Statistics. China Statistical Yearbook[M]. Beijing: China Statistics Publishing House, 2022: 138-141.
- [2] 金 磊, 吕 铁, 邓 洲. 中国工业结构转型升级: 进展、问题与趋势[J]. 中国工业经济, 2011(2): 5-15.  
JIN Bei, LÜ Tie, DENG Zhou. Transformation and Upgrading of China's Industrial Structure: Progress, Issues and Trends[J]. China Industrial Economy, 2011(2): 5-15.
- [3] 段敏芳, 田秉鑫. 制造业升级监测指标体系探讨[J]. 中南民族大学学报(人文社会科学版), 2017, 37(3): 135-140.  
DUAN Minfang, TIAN Bingxin. Discussion on Monitoring Index System of Manufacturing Upgrading[J]. Journal of South-Central University for Nationalities

- (Humanities and Social Sciences), 2017, 37(3): 135-140.
- [4] GEREFFI G. International Trade and Industrial Upgrading in the Apparel Commodity Chain[J]. Journal of International Economics, 1999, 48(1): 37-70.
- [5] 盛丰. 生产性服务业集聚与制造业升级: 机制与经验: 来自230个城市数据的空间计量分析[J]. 产业经济研究, 2014(2): 32-39, 110.  
SHENG Feng. The Spatial Agglomeration of Producer Service Industry and the Upgrading of Manufacturing Industry: Mechanism and Experience: A Spatial Econometric Analysis Based on the Data from 230 Cities[J]. Industrial Economics Research, 2014(2): 32-39, 110.
- [6] 李平, 王钦, 贺俊, 等. 中国制造业可持续发展指标体系构建及目标预测[J]. 中国工业经济, 2010(5): 5-15.  
LI Ping, WANG Qin, HE Jun, et al. The Construction of the Index System of Sustainable Development of China's Manufacturing Sector and Forecast[J]. China Industrial Economics, 2010(5): 5-15.
- [7] 马珩, 孙宁. 中国制造业发展指数的构建与应用研究[J]. 华东经济管理, 2011, 25(12): 34-36.  
MA Heng, SUN Ning. Research on Construction and Application of China's Manufacturing Development Index[J]. East China Economic Management, 2011, 25(12): 34-36.
- [8] 潘为华, 潘红玉, 陈亮, 等. 中国制造业转型升级发展的评价指标体系及综合指数[J]. 科学决策, 2019(9): 28-48.  
PAN Weihua, PAN Hongyu, CHEN Liang, et al. Evaluation Index System and Comprehensive Index of China's Manufacturing Industry's Transformation and Upgrading Development[J]. Scientific Decision Making, 2019(9): 28-48.
- [9] 孙巍, 夏海利. 技能溢价、技术扩散与制造业升级[J]. 云南财经大学学报, 2021, 37(12): 83-96.  
SUN Wei, XIA Haili. Skill Premium, Technology Diffusion and Manufacturing Upgrading[J]. Journal of Yunnan University of Finance and Economics, 2021, 37(12): 83-96.
- [10] 杨智峰, 毕玉江. 减税、地区差异与制造业升级[J]. 山西财经大学学报, 2019, 41(6): 41-56.  
YANG Zhifeng, BI Yujiang. Tax Cuts, Regional Differences and Manufacturing Industry Upgrading[J]. Journal of Shanxi University of Finance and Economics, 2019, 41(6): 41-56.
- [11] 王思语, 郑乐凯. 全球价值链嵌入特征对出口技术复杂度差异化的影响[J]. 数量经济技术经济研究, 2019, 36(5): 65-82.  
WANG Siyu, ZHENG Lekai. The Impact of Global Value Chain Embedment Features on Export Technical Sophistication Heterogeneity[J]. The Journal of Quantitative & Technical Economics, 2019, 36(5): 65-82.
- [12] 卢福财, 金环. 互联网是否促进了制造业产品升级: 基于技术复杂度的分析[J]. 财贸经济, 2020, 41(5): 99-115.  
LU Fucui, JIN Huan. Does Internet Promote Product Upgrading of Manufacturing Enterprises? An Analysis Based on Technical Sophistication View[J]. Finance & Trade Economics, 2020, 41(5): 99-115.
- [13] 郝凤霞, 江文瑾, 楼永. 劳动力流动与地区制造业升级: 基于转移升级和转型升级角度[J]. 产经评论, 2021, 12(6): 90-109.  
HAO Fengxia, JIANG Wenjin, LOU Yong. Labor Mobility and Regional Manufacturing Upgrade: Based on the Perspective of Transfer and Transformation[J]. Industrial Economic Review, 2021, 12(6): 90-109.
- [14] HAUSMANN R, HWANG J, RODRIK D. What You Export Matters[J]. Journal of Economic Growth, 2007, 12(1): 1-25.
- [15] SCHOTT P K. The Relative Sophistication of Chinese Exports[J]. Economic Policy, 2008, 23(53): 5-49.
- [16] 戴魁早. 要素市场扭曲如何影响出口技术复杂度? : 中国高技术产业的经验证据[J]. 经济学(季刊), 2019, 18(1): 337-366.  
DAI Kuizao. How Does Factor Market Distortions Affect Export Technical Sophistication?: An Empirical Evidence of China's High-Tech Industry [J]. Economics (Quarterly), 2019, 18(1): 337-366.
- [17] BARRO R J. Reputation in a Model of Monetary Policy with Incomplete Information[J]. Journal of Monetary Economics, 1986, 17(1): 3-20.
- [18] BERNARD A B, JONES C I. Comparing Apples to Oranges: Reply[J]. American Economic Review, 2001, 91(4): 1168-1169.
- [19] 林毅夫, 刘明兴. 中国的经济增长收敛与收入分配[J]. 世界经济, 2003, 26(8): 3-14, 80.  
LIN Yifu, LIU Mingxing. Growth Convergence and Income Distribution in China[J]. World Economy, 2003, 26(8): 3-14, 80.
- [20] MILLER S M, UPADHYAY M P. Total Factor Productivity and the Convergence Hypothesis[J]. Journal of Macroeconomics, 2002, 24(2): 267-286.

(责任编辑: 廖友媛)