

高技术产业研发能力与出口高质量发展关系研究

蒋一琛¹, 常春梅¹, 胡丽艳²

(1. 浙江省科技信息研究院(智江南智库), 杭州 310006;

2. 上海大学经济学院, 上海 201899)

摘要: 科技创新是引领经济高质量发展的第一动力, 是实现质量、效率和动力三种变革的主要力量。未来的国际贸易竞争将逐渐从劳动密集型的传统行业向技术密集型的高技术产业转移。本文基于 2010—2019 年各省市面板数据, 利用 Super-SBM-O-V 及 Super-BCC-O-V 模型测算研发效率, 之后通过中心化方法进行研发强度及研发效率的无量纲化处理, 取其均值作为研发能力的综合评价值。耦合度和协调度测算结果显示, 30 个省/自治区/直辖市的耦合度及协调度均值均呈稳定的上升态势, 研发能力的提高推动了出口质量的提升。因此, 本文的研究为探讨我国产业迈向全球价值链中高端提供了新的视角。推动高技术产业高质量发展, 既要加大研发投入、提升研发效率和成果转化效率, 还需持续扩大新产品出口比例。

关键词: 高技术产业; 研发能力; 出口高质量; 耦合协调度

中图分类号: F424.7 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2022.03.004

高技术产业作为一国产业结构高端化的重要标志和工业新经济的重要代表, 是未来国际竞争的战略“制高点”, 已成为推动制造业持续快速增长的主导引擎。2019 年我国高技术产业新产品销售率^①为 37.25%, 高技术产业新产品出口销售率^②达 33.91%。然而, 我国高技术产业整体创新效率薄弱, 关键性核心技术对外贸易依存度较高, 高技术产品的总体竞争优势并不明显。依据我国经济发展现状, 如何推进高技术产业迈上全球价值链中高端已成为当前迫切需要解决的问题。十四五规划明确提出, 从“整合优化科技资源配置, 加强原创性引领性科技攻关, 持之以恒加强基础研究, 建设重大科技创新平台”四大方面着手,

强化国家战略科技力量。高技术产品出口是衡量一国科技实力的重要指标之一, 国际竞争日益激烈的形势正倒逼产品出口类型从劳动密集型为主逐步转向高新技术型为主。改革开放 40 多年, 世界留给中国的创新空间日益缩窄, 而我国研发投入能够有效创造和积累知识, 具有促进技术进步的作用, 因此研发及其与出口质量发展的关系受到许多国内外学者的关注。

在研发投入与技术进步之间, Helpman^[1]明确提出, 自主研究、开发和创新是发展中国家促进技术进步的重要手段。高云虹等^[2]使用中国 1993—2005 年制造业部门 13 个行业数据, 通过协整检验和向量误差修正模型, 分析 R&D 投入对技术进

第一作者简介: 蒋一琛 (1988—), 女, 助理研究员, 主要研究方向为科技统计分析、金融工程。

通讯作者简介: 常春梅 (1991—), 女, 中级经济师, 主要研究方向为金融学、技术经济。邮箱: 1039681161@qq.com

项目来源: 浙江省科技计划项目“2021 年浙江省创新决策研究与服务支撑”(X2021D015); 浙江省科技信息研究院科研项目“科技统计分析方法研究——以多维分析工具为例”(2021jbky05)。

收稿日期: 2022-01-27

① 新产品销售率 = 新产品销售收入 / 营业收入 × 100%

② 新产品出口销售率 = 新产品出口销售收入 / 新产品销售收入 × 100%

步的影响。结果表明,R&D投入与技术进步之间存在着长期的均衡关系,R&D投入越多,技术进步越快。徐亚云^[3]基于江苏省工业企业数据,将R&D投入划分为两个方面,即资金投入和人力资本投入,提出R&D投入对推动技术进步具有重要贡献,其中资金投入发挥的作用大于人力资本。从资金来源来看,企业自筹、金融机构资金具有正向影响,上级拨款具有负向影响。仇武超^[4]基于我国1995年到2011年间高技术产业面板数据,建立个体固定效应模型和多元回归模型,分别从行业和地区层面对高技术产业知识资本投入和出口增长之间的关系进行分析。结果表明,大部分知识资本投入和出口增长之间的相关性较为显著,内部经费支出作用程度最大。

对于研发投入和出口之间的具体关系,目前学术界尚未达成一致意见。高新技术产业是科技创新的核心产业。Sandu^[5]以欧盟国家为例,探究创新和高技术产品出口的相关性,他强调科研人员、相关科研机构数量和研发投入(尤其是私人研发投入)可以促进高技术产品的出口。祝树金等^[6]发现加大研发投入可以显著提高出口技术水平。牛华等^[7]通过指数随机图模型,深入地研究R&D投入对高技术产品出口的作用。各经济体研发投入水平越高,高技术产品出口倾向也越高。

上述文献大多采用研发投入强度指标探讨研发投入与技术进步、高技术产业出口的关系,但研发投入增加未必导致研发产出的同比例增加。Jefferson等^[8]研究发现提高自主创新能力不仅需要持续加大研发投入,并且需要不断提高创新资源利用效率。孙道军等^[9]研究发现,研发支出和研发人员在各地方创新产出中发挥积极作用,为了提高效率,有必要增加投入强度。施炳展等^[10]通过分析发现研发效率和企业出口产品质量之间存在正相关关系,但研发投入对企业出口产品质量的影响不明显。颜婧媛^[11]提出不仅要加大研发人员、经费投入,各地区还需深化科技创新,提高研发效率。单纯以资金投入或效益产出衡量研发能力较偏颇,在衡量高技术产业研发能力时应以研发强度和研发效率进行综合评价。研发能力

提高,或许能提高行业先进制造水平和创新成果转化能力,最终促进产品出口质量的提升。除此之外,分析通常采用耦合度得出研发与出口质量之间存在的必然内在联系,但无法度量系统或系统内部要素在发展过程中的和谐一致性程度,无法衡量协调程度,因此本文将从耦合度和协调度两个指标来分析研发强度、研发效率与出口高质量的关系。

1 高技术产业研发能力评价分析

1.1 理论介绍

高技术产业具有高知识密集型、高报酬、高外溢性等特点,具有更强创新能力。本文在衡量高技术产业研发能力时以研发强度^①和研发效率进行综合评价。目前效率测度方法主要有随机前沿生产函数法(SFA)以及数据包络分析方法(DEA)。DEA模型无需设定具体生产函数形式,运用线性规划方法来评价各决策单元(DMU)的相对效率。DEA模型测算结果经常会出现多个DMU效率值为1的情况(即有效状态),尤其在投入产出变量较多时,DMU效率值为1的情况也会较多,此时无法进一步区分有效DMU的效率值高低。因超效率模型可能存在无解的情况,本文在测量我国高技术产业研发效率时,选取产出导向可变规模报酬(VRS)最大距离超效率模型(Super-SBM-O-V)及产出导向VRS径向超效率模型(Super-BCC-O-V)。选取产出导向原因是常规研究中以研发强度作为创新能力评价高低,这主要考虑的资金投入视角,而本研究将测算相对产出能力强弱来评价创新能力高低。两模型如下:

$$\begin{aligned} \min \beta &= \frac{1}{1 - \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s s_r^+ / y_{rk}} \\ s.t. \sum_{j=1, j \neq k}^n x_{ij} \lambda_j &\leq x_{ik} \\ \sum_{j=1, j \neq k}^n y_{rj} \lambda_j + s_r^+ &\geq y_{rk} \\ \lambda_j, s_r^+, s_r^- &\geq 0 \\ i &= 1, 2, \dots, m; r = 1, 2, \dots, q; j = 1, 2, \dots, n (j \neq k) \\ \max \varphi & \end{aligned}$$

① 研发强度 = R&D 经费支出 / 主营业务收入

$$\begin{aligned}
 & s.t. \sum_{j=1, j \neq k}^n \lambda_j x_{ij} \leq x_{ik} \\
 & \sum_{j=1, j \neq k}^n \lambda_j y_{rj} \leq \varphi y_{rk} \\
 & \sum_{j=1, j \neq k}^n \lambda_j = 1 \\
 & \lambda \geq 0 \\
 & i = 1, 2, \dots, m; r = 1, 2, \dots, q; j = 1, 2, \dots, n (j \neq k)
 \end{aligned}$$

1.2 研发效率测算

本文选择的高技术产业研发效率投入指标为 R&D 经费支出、R&D 人员全时当量，产出指标为新产品销售收入（2017 年数据缺失，用 2016 年和 2018 年平均值代替），相关数据来源于《中国科技统计年鉴》。R&D 经费支出用 R&D 经费价格指数进行平减，朱平芳等^[12]设定 R&D 资本存量价格指数为：R&D 价格指数 = 0.55 × 消费价格指数 + 0.45 × 固定资产价格指数，本文也这样处理。新产品销售收入用工业生产者出厂价格指数平减。居民消费价格指数、固定资产投资价格指数、工业生产者出厂价格指数均以 2009 年为基准年，将各年的价格指数累积相乘得到各年的价格水平值，再对变量进行平减。三个价格指数数据取自国家统计局官网。

本文运用 DEA Solver Pro 13 软件测算 2010—2019 年期间 30 省 / 自治区 / 直辖市高技术产业 R&D 效率，表 1 为各省 / 自治区 / 直辖市高技术产业 R&D 强度均值、SBM 效率（研发效率 1）均值、径向效率（研发效率 2）均值，图 1 为高技术产业

R&D 强度、研发效率时间趋势图。R&D 强度方面，陕西、黑龙江、宁夏、浙江、湖北、贵州、北京、广东、新疆、海南、福建、辽宁、山东 13 省 / 自治区 / 直辖市超过全国平均值 0.019，广西、吉林、山西、河南、青海均低于 0.010。两种模型测算出的研发效率值几乎一致（SBM 模型测算出的 2011 年青海效率值无解，BCC 模型测算出的 2010、2011 年效率值无解，在此用其余年份均值分别替代），表示模型选取较好，结果较稳健。江苏、广东高技术产业研发效率值超过 0.800，其次为河南（0.725）、天津（0.637）、北京（0.607）、重庆（0.569），较低的为海南（0.069）、黑龙江（0.089）、陕西（0.111）、贵州（0.133）、云南（0.177）、河北（0.195），均低于 0.2，地区差异较大，东部沿海及中西部强省研发产出效率较高，科技创新能力较强。研发效率与研发强度相关性较弱，线性 R^2 只有 0.083 2，表明研发资金投入多的省 / 自治区 / 直辖市，其相对研发产出未必较高。因此以往研究单纯以资金投入或效益产出衡量研发能力较偏颇。从时间趋势角度看，研发强度整体上呈现波动上升的态势。两种模型效率均值除 2010 年有差异外，其余年份均一致，且从 2012 年开始大幅增长，但增长率逐渐下降，近几年效率值趋于稳定。

1.3 研发能力评价

由于研发强度与研发效率指标具有不同的量纲和数量级，为克服由指标的量纲不同对评价结果

表 1 各省 / 自治区 / 直辖市高新技术产业 R&D 强度、研发效率均值

省 / 自治区 / 直辖市	R&D 强度	研发效率 1	研发效率 2	省 / 自治区 / 直辖市	R&D 强度	研发效率 1	研发效率 2
北京	0.025	0.607	0.607	湖北	0.028	0.242	0.242
天津	0.016	0.637	0.637	湖南	0.017	0.341	0.341
河北	0.019	0.195	0.195	广东	0.023	0.802	0.802
山西	0.008	0.253	0.253	广西	0.006	0.294	0.294
内蒙古	0.011	0.375	0.375	海南	0.022	0.069	0.069
辽宁	0.022	0.263	0.263	重庆	0.009	0.569	0.569
吉林	0.007	0.278	0.278	四川	0.014	0.308	0.308
黑龙江	0.034	0.089	0.089	贵州	0.028	0.133	0.133
上海	0.016	0.334	0.334	云南	0.018	0.177	0.177

续表

省/自治区/ 直辖市	R&D 强度	研发效率 1	研发效率 2	省/自治区/ 直辖市	R&D 强度	研发效率 1	研发效率 2
江苏	0.014	0.808	0.808	陕西	0.037	0.111	0.111
浙江	0.031	0.435	0.435	甘肃	0.027	0.251	0.251
安徽	0.019	0.314	0.314	青海	0.008	0.341	0.414
福建	0.022	0.391	0.391	宁夏	0.033	0.351	0.351
江西	0.011	0.249	0.249	新疆	0.023	0.269	0.269
山东	0.021	0.423	0.423	全国	0.019	0.354	0.357
河南	0.008	0.725	0.725				

注：研发效率 1 和研发效率 2 分别为 Super-SBM-O-V 和 Super-BCC-O-V 的测算结果。另由于西藏部分数据缺失，故省去，下同。

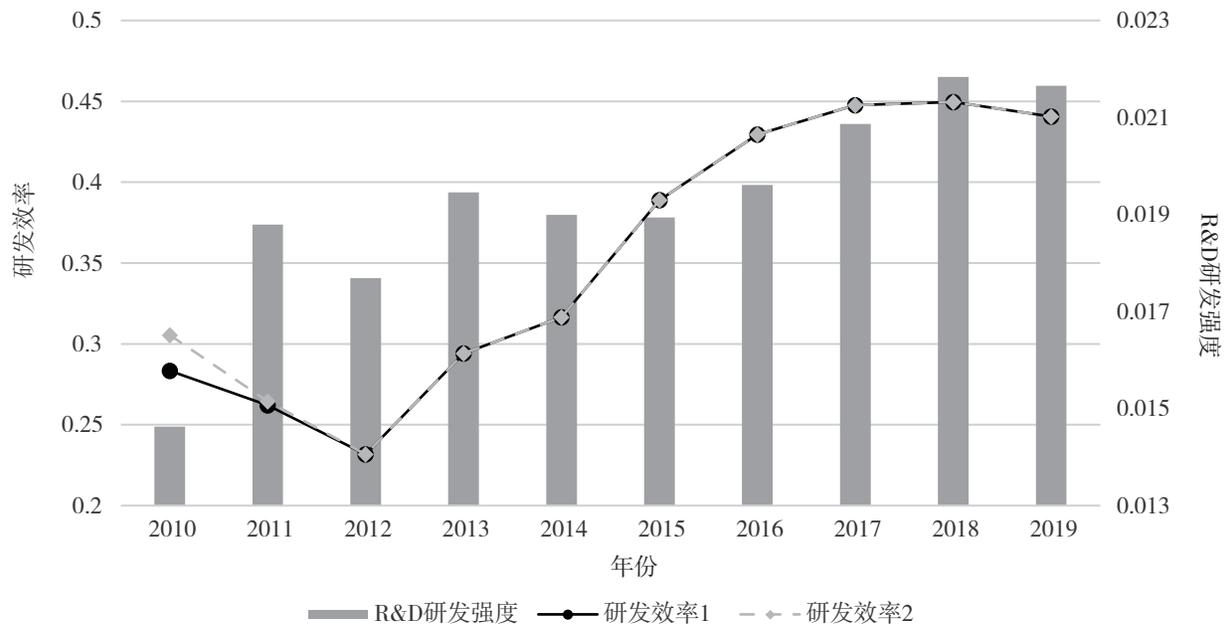


图 1 高技术产业 R&D 强度、研发效率时间趋势图

带来的影响，需对数据进行标准化处理。本文通过中心化方法（以 2010—2019 年 30 个省 / 自治区 / 直辖市共 300 个数据样本均值为标准）进行研发强度及研发效率（两种模型研发效率均值）的无量纲化处理，研发能力综合评价为经过标准化处理后的研发强度与研发效率均值，结果见表 2。广东研发能力最强，达到 1.729。广东作为外向型经济强省，拥有腾讯、华为、大疆、比亚迪等诸多领军高技术企业，其研发投入产出价值较高，引领科技创新发展壮大；其次为北京、江苏、浙江，均

超过 1.400。研发能力评价价值超过 1 的多为东部沿海城市及中西部强省，这些地区具有极其重要的区位优势 and 重要的地缘价值，拥有较为优质的资源禀赋，其高技术产业发展迅速，且不断重视技术研发投入，以此推动产业变革、提升效率，促进出口高质量转变。

2 高技术产业出口现状及质量评价

2.1 主要国家高技术产业出口现状

我国高技术产业出口发展迅速，2010 年出口值

表 2 无量纲化处理后的研发能力综合评价值

省 / 自治区 / 直辖市	研发强度	研发效率	研发能力	省 / 自治区 / 直辖市	研发强度	研发效率	研发能力
北京	1.311	1.706	1.509	河南	0.435	2.040	1.238
天津	0.827	1.791	1.309	湖北	1.455	0.682	1.069
河北	0.984	0.548	0.766	湖南	0.911	0.959	0.935
山西	0.425	0.711	0.568	广东	1.203	2.255	1.729
内蒙古	0.591	1.055	0.823	广西	0.287	0.827	0.557
辽宁	1.142	0.740	0.941	海南	1.130	0.195	0.663
吉林	0.386	0.783	0.585	重庆	0.448	1.600	1.024
黑龙江	1.792	0.250	1.021	四川	0.750	0.867	0.809
上海	0.843	0.940	0.892	贵州	1.434	0.373	0.904
江苏	0.708	2.271	1.490	云南	0.919	0.498	0.709
浙江	1.607	1.223	1.415	陕西	1.935	0.313	1.124
安徽	1.007	0.882	0.945	甘肃	1.425	0.704	1.065
福建	1.167	1.100	1.134	青海	0.441	1.061	0.751
江西	0.560	0.699	0.630	宁夏	1.698	0.986	1.342
山东	1.083	1.188	1.136	新疆	1.172	0.756	0.964

为 4 745.21 亿美元, 2018 年出口值达 7 318.9 亿美元, 增幅达 54.2%, 但高技术产业出口占制造业比重一直稳定在 30.0% 左右。表 3 和图 2 为主要国家高技术产业出口值 (2010—2018 年均值) 及占制造业出口比重 (2010—2018 年均值), 数据来自《中国高技术产业统计年鉴 2020》。中国高技术产业年均出口值最高达 6 168 亿美元; 德国、美国、韩国、新加坡、日本、法国年均出口值在 1 000 亿~2 100 亿美元之间, 不到或刚到中国的 1/3; 同为“金砖”国家的邻国印度年均出口值仅为 155 亿美元, 仅为中国的 2.5%, 与中国差距显著。新加坡高技术产业出口占制造业比重为 51.1%, 其次为韩国 31.0%、中国 30.9%, 土耳其、葡萄牙、西班牙、意大利、印度、波兰高技术产业出口占比均低于 10.0%, 分别为 2.4%、4.9%、7.5%、8.0%、8.1%、9.4%。

2.2 我国高技术产业出口质量评价

中国已不再是过去的全球产业链中以加工贸易为主的低端制造国家, 中国的高技术产业迅猛发展, 其新产品^①更代表着行业先进制造水平和创新成果转化能力, 因此本文用高技术产业新产品中销售收入 / 主营业务收入的比重来评价我国高技术产业出口质量, 结果见表 4。

从 2010—2019 年均值来看, 河南、天津、广东、福建、江苏、重庆、浙江高技术产业出口质量较高, 评价值分别为 0.285、0.188、0.173、0.160、0.127、0.109、0.103, 它们均为东部沿海省市及中西部强省; 青海、海南高技术产业的新产品出口销售收入占比最低, 几乎为 0; 2010—2019 期间, 各省 / 自治区 / 直辖市高技术产业出口质量虽受国际经济环境影响有小幅波动, 但总体呈稳步上升态势。

① 新产品是指采用新技术原理、新设计构思研制生产, 或结构、工艺等某一方面有所突破或较原产品有明显改进, 从而显著提高产品性能或扩展使用功能, 对提高经济效益具有推动作用, 且在一定区域或行业范围内具有先进性、新颖性和适用性的产品。

表 3 主要国家高技术产业出口值及占比

国家	出口值(亿美元)	出口占制造业比重(%)	国家	出口值(亿美元)	出口占制造业比重(%)
中国	6 168	0.309	希腊	13	0.115
美国	1 701	0.211	冰岛	1	0.204
日本	1 142	0.180	爱尔兰	298	0.264
英国	749	0.233	墨西哥	607	0.210
法国	1 135	0.269	荷兰	809	0.247
德国	2 029	0.170	新西兰	7	0.100
澳大利亚	52	0.158	挪威	50	0.218
加拿大	295	0.153	葡萄牙	22	0.049
意大利	318	0.080	西班牙	154	0.075
瑞典	209	0.176	韩国	1 479	0.310
瑞士	475	0.238	新加坡	1 409	0.511
土耳其	27	0.024	匈牙利	177	0.200
奥地利	182	0.141	波兰	152	0.094
比利时	389	0.119	俄罗斯联邦	91	0.118
捷克	266	0.180	巴西	97	0.122
丹麦	99	0.155	印度	155	0.081
芬兰	51	0.103			

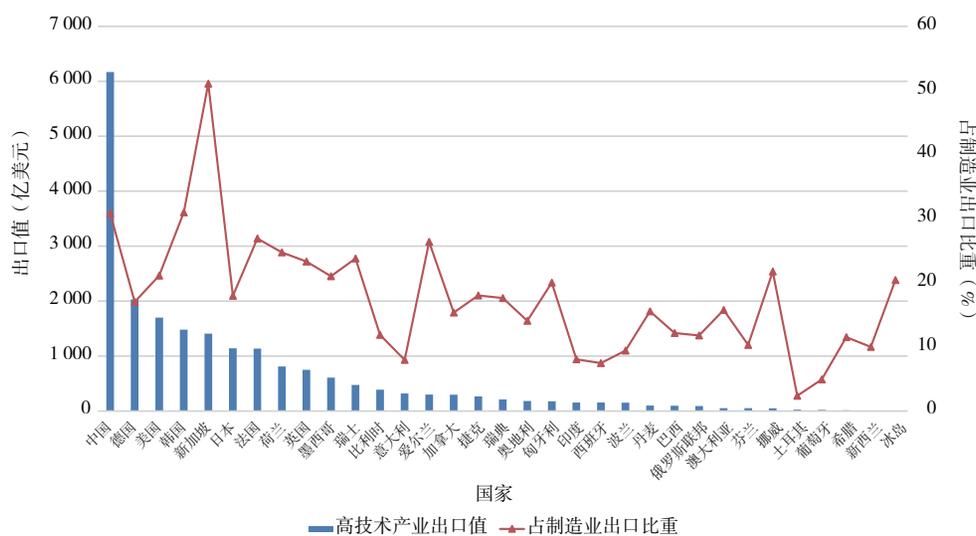


图 2 主要国家高技术产业出口值及占比

表 4 我国高技术产业出口质量评价

省市	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	均值
北京	0.180	0.161	0.123	0.115	0.087	0.035	0.043	0.035	0.080	0.095	0.095
天津	0.235	0.147	0.169	0.202	0.216	0.203	0.182	0.179	0.224	0.126	0.188

续表

省市	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	均值
河北	0.009	0.010	0.019	0.016	0.013	0.025	0.038	0.043	0.071	0.096	0.034
山西	0.003	0.011	0.004	0.001	0.003	0.002	0.007	0.005	0.024	0.091	0.015
内蒙古	0.000	0.005	0.002	0.005	0.007	0.056	0.010	0.028	0.087	0.001	0.020
辽宁	0.005	0.044	0.020	0.015	0.009	0.010	0.024	0.035	0.027	0.022	0.021
吉林	0.000	0.002	0.001	0.001	0.005	0.004	0.007	0.007	0.026	0.028	0.008
黑龙江	0.000	0.001	0.002	0.006	0.005	0.005	0.087	0.008	0.001	0.001	0.011
上海	0.053	0.056	0.051	0.038	0.051	0.068	0.075	0.081	0.078	0.077	0.063
江苏	0.067	0.146	0.154	0.108	0.129	0.125	0.131	0.106	0.127	0.181	0.127
浙江	0.074	0.091	0.090	0.100	0.105	0.112	0.118	0.118	0.112	0.115	0.103
安徽	0.014	0.024	0.057	0.027	0.020	0.055	0.054	0.082	0.172	0.090	0.060
福建	0.153	0.153	0.223	0.161	0.123	0.184	0.188	0.145	0.141	0.125	0.160
江西	0.014	0.019	0.011	0.011	0.017	0.019	0.017	0.020	0.036	0.077	0.024
山东	0.057	0.078	0.043	0.039	0.032	0.041	0.049	0.071	0.057	0.038	0.051
河南	0.010	0.006	0.004	0.414	0.401	0.397	0.347	0.439	0.525	0.307	0.285
湖北	0.054	0.019	0.029	0.021	0.011	0.014	0.022	0.029	0.032	0.053	0.028
湖南	0.005	0.011	0.017	0.036	0.080	0.097	0.049	0.052	0.086	0.082	0.052
广东	0.178	0.184	0.189	0.161	0.186	0.165	0.176	0.184	0.142	0.161	0.173
广西	0.004	0.006	0.003	0.004	0.004	0.007	0.015	0.029	0.068	0.054	0.019
海南	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000
重庆	0.011	0.187	0.007	0.002	0.077	0.224	0.114	0.227	0.121	0.125	0.109
四川	0.005	0.007	0.005	0.006	0.010	0.010	0.007	0.010	0.022	0.033	0.012
贵州	0.014	0.014	0.011	0.012	0.001	0.000	0.002	0.004	0.002	0.005	0.006
云南	0.016	0.008	0.014	0.008	0.008	0.006	0.005	0.006	0.008	0.008	0.009
陕西	0.011	0.011	0.008	0.006	0.036	0.040	0.007	0.006	0.009	0.013	0.015
甘肃	0.030	0.035	0.059	0.070	0.061	0.099	0.091	0.173	0.203	0.136	0.096
青海	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000
宁夏	0.282	0.011	0.081	0.076	0.013	0.042	0.074	0.087	0.031	0.039	0.073
新疆	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.094	0.010
均值	0.050	0.048	0.047	0.055	0.057	0.068	0.065	0.074	0.084	0.076	0.062

3 高技术产业研发能力与出口高质量发展关系研究

3.1 理论介绍

耦合是两个（或以上）系统或运动形式通过

各种相互作用而彼此影响的现象。高技术产业研发系统与出口高质量发展之间存在内在联系，图3展示了各省/自治区/直辖市2010—2019年研发能力均值与出口高质量指标均值，散点图的拟合优度达43.7%，效果较好。研发能力高，必然推动出口质

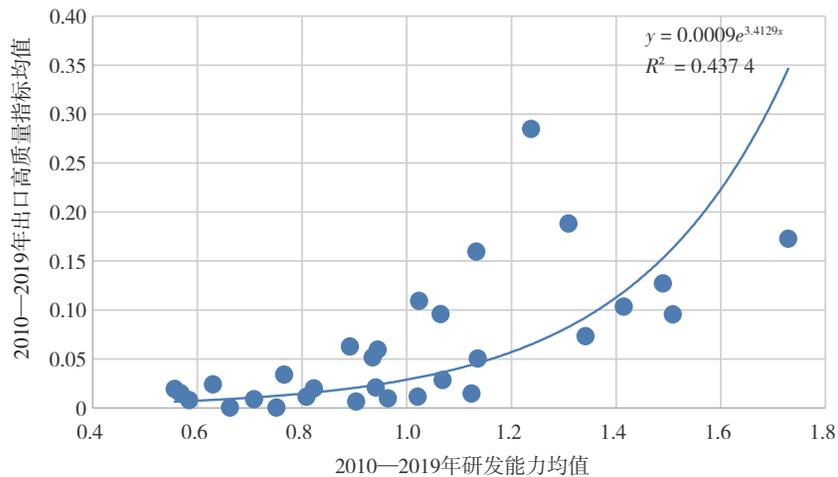


图3 高技术产业研发能力与出口高质量关系散点图

量提升，外贸出口结构优，必然吸引外资进入，通过技术外溢促进高技术产业增强创新动能，进而循环往复，形成协调发展的有机体。

借助物理学中容量耦合概念及其容量耦合系数模型，得到两个系统的相互作用耦合度 $C=[U_1U_2/(U_1+U_2)]^{1/2}$ ， U_1 、 U_2 分别为两个子系统的综合功效， C 为耦合度，介于 0~1 之间。当 $C=0$ 时，耦合度极小，系统内部要素之间处于无关状态；当 $C=1$ 时，耦合度极大。协调是指系统演变过程内部各要素相互和谐一致的属性，其计算公式为 $D=\sqrt{CT}$ ， $T=\sqrt{\alpha U_1\beta U_2}$ ， D 为协调度， C 为耦合度， T 为两个系统的综合协调指数，反映高技术产业研发能力与出口质量整体协同的效应或贡献。由于两者同等重要，故取 $\alpha=\beta=5$ ， U_1 、 U_2 为研发与出口系统的综合功效， D 值也在 0~1 之间。根据中值分段法，可

将耦合度（协调度）分为 4 种类型：0< $C(D)$ ≤0.3 为低度耦合（协调），0.3< $C(D)$ ≤0.5 为中度耦合（协调），0.5< $C(D)$ ≤0.8 为高度耦合（协调），0.8< $C(D)$ ≤1 为极度耦合和协调。

3.2 实证分析结果

首先进行高技术产业研发能力与出口高质量发展两指标的无量纲化处理（中心化法），通过 excel 计算出耦合度和协调度，结果见图 4、图 5、图 6。河南、天津、广东、福建、江苏、浙江、北京、甘肃、重庆耦合度在 0.3~0.5 之间，为中度耦合，其余省份均为低度耦合状态；河南、广东、天津、福建、江苏协调度在 0.3~0.5 之间，为中度协调，其余省份均为低度协调状态；河南、天津、广东、福建、江苏均为中度耦合协调，浙江、北京、甘肃、重庆均为中度耦合低度协调，其余省份为低度耦合

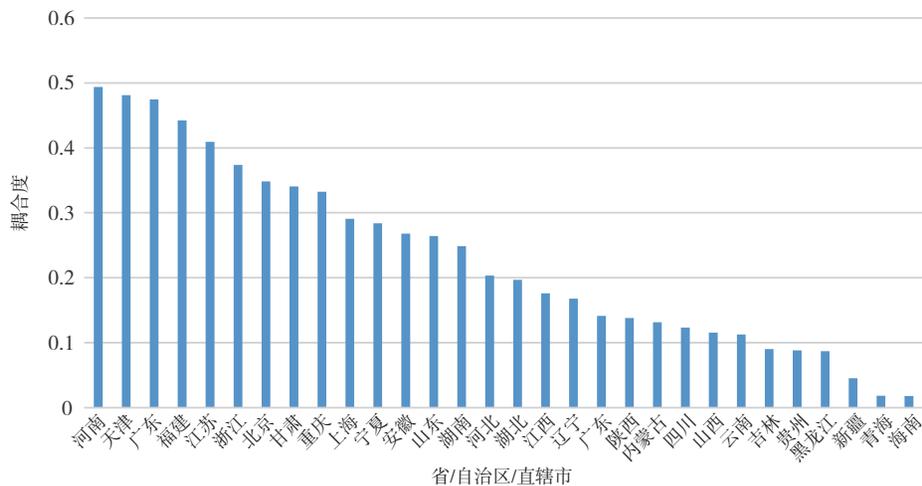


图4 高技术产业研发能力与出口高质量发展耦合度

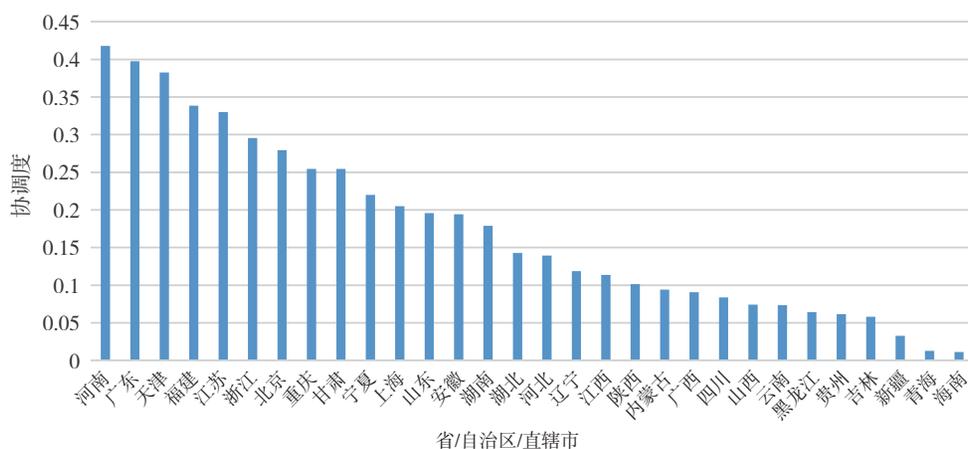


图5 高技术产业研发能力与出口高质量发展协调度

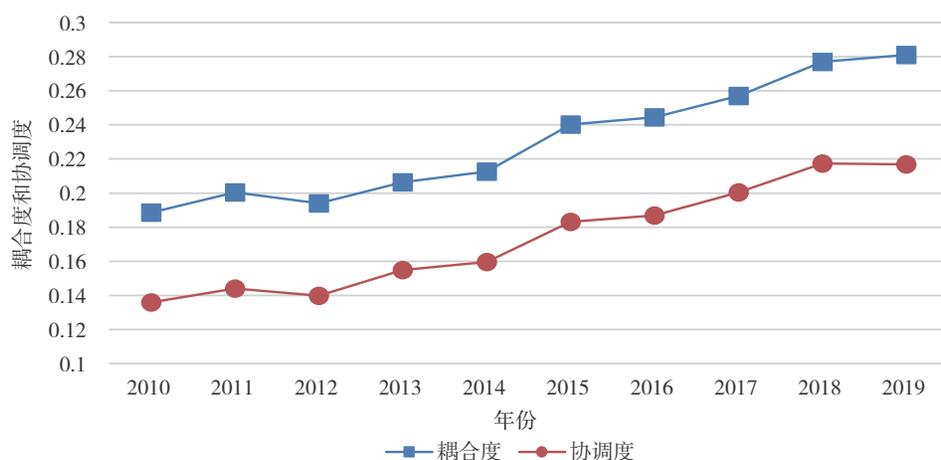


图6 全国平均耦合度和协调度趋势图

协调。总而言之，河南、天津、广东、福建、江苏高技术产业研发能力与出口高质量发展之间已形成中度的系统内生影响与一致发展均衡关系，而其余省份研发创新与出口之间融合度还未深化。2010—2019年期间，30省/自治区/直辖市耦合度及协调度均值均呈稳定的上升态势，但总体上仍处于低度耦合协调状态，我国高技术产业在加大研发投入产出成果转化同时，需积极推动新产品出口，向全球产业链条中高端加工贸易前进。

4 结论与对策建议

本文运用 DEA Solver Pro 13 软件测算 2010—2019 年期间 30 省/自治区/直辖市高技术产业 R&D 效率。陕西、黑龙江 R&D 强度最高，其次为宁夏、浙江、湖北、贵州、北京、广东、新疆、海

南、福建、辽宁、山东，均超过全国平均值 0.019。利用 Super-SBM-O-V 及 Super-BCC-O-V 模型测算研发效率，两种模型测算出的研发效率值几乎一致，表明模型选取较好，结果较稳健。江苏、广东研发效率值最高，超过 0.800，其次为河南、天津、北京、重庆，均超过 0.500。研发能力综合评价值为经过标准化处理后的研发强度与研发效率均值，广东研发能力最强，达到 1.729，其次为北京、江苏、浙江，均超过 1.400。在 2010—2019 年期间，研发强度整体上呈现波动的上升态势；研发效率从 2012 年开始大幅增长，但增长率逐渐下降，近几年效率值趋于稳定。从高技术产业出口质量来看，河南、天津、广东、福建、江苏、重庆、浙江均超过 0.100，它们均为东部沿海省市及中西部强省。在 2010—2019 年期间，各省/自治区/直辖市高技术产业出

口质量虽受国际经济环境影响有小幅波动,但总体呈稳步上升态势。

耦合度和协调度结果显示,河南、天津、广东、福建、江苏均为中度耦合协调,浙江、北京、甘肃、重庆均为中度耦合低度协调,其余省份为低度耦合协调。河南、天津、广东、福建、江苏五省高技术产业研发能力与出口高质量发展之间已形成中度的系统内生影响与一致发展均衡关系,而其余省份研发创新与出口之间融合度还未深化。在2010—2019年期间,30省/自治区/直辖市耦合度及协调度均值均呈稳定的上升态势,但总体上仍处于低度耦合协调状态,我国高技术产业在加大研发投入产出成果转化的同时,需积极推动新产品出口化,向全球产业链条中高端加工贸易前进。

研发投入有效转化为研发产出,才能带来真正意义上的知识价值创造,以此推动产业变革、效率提升,促进出口高质量转变。基于上述研究,本文提出以下对策建议:

(1) 政府加大研发投入力度,继续优化高技术产业政策。增加研发投入能够有效提升我国出口产品质量水平,一个经济体的研发投入越多,其高新技术产品的出口能力越强。政府的研发投入往往会提高企业科研投入边际产出,特别是与高新技术产业相关的基础研发对企业研发的影响更为明显。高新技术产业扶持政策作为中国高新技术产业高质量发展的推动力量,其重要性日益突出。建议实行高新技术产品税收奖励制度,刺激企业努力提高自己的投入产出水平;以新型研发机构为重点,落实创新平台和各类科研机构进口科学研究、科教用品免税等政策;为高新技术产业的资金筹集提供便利,譬如在同等条件下赋予规模以上高新技术企业优先上市权,为其多渠道筹集资金;加快发展自主可控的产业核心技术,制定高技术产业优先支持清单。

(2) 企业加快关键核心技术攻关,提升高技术产品出口竞争力。企业为加快提高研发能力,应创新对技术人才的引进和培养激励机制,引育高端创新型人才和团队。围绕产业链专项攻关核心技术,大力支持龙头企业牵头、协同上下游企业创建技术创新中心,通过加强与高等院校、研发机构之间的交流与合作等手段打造集产、学、研于一体的研发创新联动机制。

(3) 深化国际科技精准合作,提升高技术产业在全球价值链的地位。在新发展格局和后疫情时代下全力打好优化服务组合拳,深化全球科技精准合作,营造有利于创新创业的良好发展环境。建立我国高技术产品重点出口企业清单,梳理国际市场对高技术产品的需求清单,深化全球精准合作。分重点、分领域地在基础研究、前沿技术、竞争前技术和战略性新兴产业等方面布局建设各类国际合作载体。■

参考文献:

- [1] Helpman E. Trade, FDI, and the organization of firms[J]. *Journal of Economic Literature*, 2006, 44(3): 589-630.
- [2] 高云虹, 封福育. 贸易政策、研发投入与技术进步[J]. *财经科学*, 2009(5): 111-116.
- [3] 徐亚云. 研发投入对技术进步影响的研究[D]. 苏州: 苏州大学, 2011.
- [4] 仇武超. 高技术产业知识资本与出口增长的相关性研究[D]. 杭州: 浙江工业大学, 2013.
- [5] Sandu S, Ciocanel B. Impact of R&D and innovation on high-tech export[J]. *Procedia Economics and Finance*, 2014(15): 80-90.
- [6] 祝树金, 戢璇, 傅晓岚. 出口品技术水平的决定性因素: 来自跨国面板数据的证据[J]. *世界经济*, 2010, 33(4): 28-46.
- [7] 牛华, 崔茂生, 曾燕萍. 网络视角下研发投入、贸易自由化与高技术产品出口——兼论高技术产品贸易网络的动态特征[J]. *统计与信息论坛*, 2020, 35(7): 66-76.
- [8] Jefferson G H, Bai H, Guan X, et al. R&D performance in Chinese industry[J]. *Economics of Innovation and New Technology*, 2006, 15(4-5): 345-366.
- [9] 孙道军, 王栋. 高新技术产业集群下区域 R&D 投入与创新产出的实证研究[J]. *现代管理科学*, 2010(6): 69-71.
- [10] 施炳展, 邵文波. 中国企业出口产品质量测算及其决定因素——培育出口竞争新优势的微观视角[J]. *管理世界*, 2014(9): 90-106.
- [11] 颜婧媛. 研发投入、技术进步对产业结构升级的影响研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2017.
- [12] 朱平芳, 徐伟民. 政府的科技激励政策对大中型工业企业 R&D 投入及其专利产出的影响[J]. *经济研究*, 2003(6): 45-53.

Research on the Relationship Between R&D Capability of High Tech Industry and High Quality Export Development

JIANG Yi-chen¹, CHANG Chun-mei¹, HU Li-yan²

(1. Zhejiang Science and Technology Information Research Institute (Zhejiangnan Think Tank), Hangzhou 310006;

2. School of Economics, Shanghai University, Shanghai 201899)

Abstract: Scientific and technological innovation is the first driving force to lead high-quality economic development and the main basis for realizing the changes of quality, efficiency and power. In the future, international trade competition will gradually shift from labor-intensive traditional industries to technology-intensive high-tech industries. Based on the panel data of provinces and cities from 2010 to 2019, this paper uses Super-SBM-O-V and Super-BCC-O-V models to measure R&D efficiency, and then carries out the dimensionless processing of R&D intensity and R&D efficiency through the centralized method, and takes the mean value as the comprehensive evaluation value of R&D capability. The calculation results show that the average coupling degree and coordination degree of 30 provinces and cities are rising steadily, and the improvement of R&D capacity promotes the improvement of export quality. Therefore, the research of this paper provides a new perspective for China's industry to step into the middle and high-end of the global value chain and promote the high-quality development of high-tech industry. China not only needs to increase R&D investment, improve R&D efficiency and achievement transformation efficiency, but also needs to continue to expand the proportion of new product exports.

Keywords: high tech industry; R&D capability; high quality export; coupling co scheduling

(上接第18页)

A Study on the Dynamic Relationship Between Intellectual Property and Green Economic Development: Evidence from Shanghai

ZHU Dong-yun¹, ZHU Hai-lun²

(1. Intellectual Property Research Institute of University of Science and Technology of China, Hefei 230026;

2. Hefei Institute of Public Safety Research, Tsinghua University, Hefei 230601)

Abstract: The extensive economic growth model has brought a series of problems such as environment, resources and ecology problems. The pursuit of green and high-quality development has become a hot topic in the theoretical and practical circles. The traditional research on green economy mainly focuses on the connotation and influencing factors of green economy, but less on the dynamic relationship between intellectual property and green economy. Therefore, based on the econometric model, this paper collects the data of Shanghai from 2008 to 2020, analyzes the relationship between intellectual property and green economy in Shanghai, and finds that the development level of intellectual property plays a significant role in promoting the level of economic development, but has a certain hindrance to the development of green economy. The contribution rate of intellectual property to green economic growth is on the rise in the first two years, and remains at 55%-60% and fluctuates constantly. The impact of intellectual property on education level is at a low level, while the impact of green economy development on education level is at a rising high level.

Keywords: Shanghai; intellectual property; green economy; dynamic relationship