

技术创新与标准化协同对中国制造业竞争优势的驱动路径研究

陶忠元,王艳秀

(江苏大学 财经学院,江苏 镇江 212013)

摘要: 基于投入-产出维度的技术创新与标准化协同耦合协调度模型,计算出2004—2016年中国制造业二者之间的协同程度,依据“钻石模型”分析框架和熵权TOPSIS方法对中国制造业竞争优势指数进行测度。回归结果表明:中国制造业技术创新与标准化协同对要素效率提升、需求扩大、产业关联和市场结构变动都产生了正向驱动效应,对竞争优势成长也产生了推动作用。通过MATLAB模拟未来15年内中国制造业技术创新与标准化协同程度及其竞争优势指数的变动趋势,发现二者之间呈一致上升的趋势。可见,竞争优势的成长将继续受益于技术创新与标准化协同的驱动。因此,完善技术创新与标准化互动协作平台、健全技术创新成果标准化支持系统、强化技术创新与标准化协同的外部助推,能进一步加快“中国制造”竞争优势成长。

关键词: 技术创新; 标准化; 耦合协调度; 竞争优势指数; 驱动效应

中图分类号: F424.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-6049(2019)05-0011-12

一、引言与文献综述

创新引领发展、标准主导竞争已经成为当今全球经济一体化和各国经济贸易运行的主要特征与表现,技术创新和标准化也成为各国经贸发展最为主要的动力来源、效率支撑和质量保障。《“十三五”技术标准科技创新规划》着重提出创新驱动发展战略和技术标准战略,努力增强科技创新与技术标准研制能力,大力健全技术标准创新服务体系。《“十三五”国家科技创新规划》强调要健全技术标准体系,统筹推进科技、标准和产业协同创新,完善科技成果转化和技术标准的机制。可见,提升技术创新与标准化的协同程度已成为“中国制造”高速、高质量发展的迫切需求。

较长时期以来,中国制造业的发展更加注重于产出数量与规模层面上的总体扩张,更多地依赖于资本和劳动力要素的投入驱动以及对国际制造业产业转移的广泛承接,就总体而言,中国制造业当今尚未真正跳出劳动密集型和低端制造为主的困局,我国人均制造业产出规模还远低于发达国家,2017年中国人均制造业产值为2 557.99美元,仅为美国的36.37%;而且产品制造精度与效率仍较低下,内含附加值相对较低,有国际影响力的制造企业及自主品牌数量依然较少,2017年进入财富世界500强排行榜前100位的中国制造企业仅有4家。所以,国内制造业的低成本优势和低

收稿日期: 2019-03-25; **修回日期:** 2019-06-11

基金项目: 国家自然科学基金青年项目“技术融合驱动的新兴产业价值链构型与企业嵌入行为研究”(71704069);教育部人文社会科学研究规划基金项目“基于技术创新与标准化协同的‘中国制造’竞争优势转型研究”(15YJA790055)

作者简介: 陶忠元(1965—),男,江苏常熟人,江苏大学财经学院教授,研究方向为标准化与国际贸易发展、标准化与科技创新、产业发展;王艳秀(1994—),女,安徽淮北人,江苏大学财经学院硕士研究生,研究方向为标准化与国际贸易发展。

价竞争能力正在进一步削弱,国内多数制造业的国际竞争力开始出现下滑,导致中国在全球产业升级以及国际分工与竞争格局的后续演变中面临着产业竞争优势断档的风险,中国制造业竞争优势转型压力日趋紧迫。

国外研究学者对于技术创新和标准化之间的相互作用有着不同的看法,主要探讨技术创新与标准化之间是正向促进作用还是反向抑制作用。Kano^[1]的实证结果显示,工业化高度发达的国家在技术上的优势会对该国国际贸易产生重大的影响;Allen and Sriram^[2]、Aamir and Johannes^[3]、Parameswaran and Sunil^[4]、Choi et al.^[5]、Zoo et al.^[6]认为创新和标准化关系密切、相互促进,产生协同效应。国内学者路源和孙凤春^[7]的研究也表明创新和标准化之间相辅相成、相互促进;杨蕙馨等^[8]、侯俊军和潘惜惜^[9]通过实证分析得出技术创新与技术标准化互为因果;舒辉和王媛^[10]、李后建和王媛^[11]指出技术创新和标准的协同模式具有连续性,且类型多样。

国际贸易的相关理论诞生后,国内外众多学者就技术创新如何影响竞争优势方面进行了深入的探讨。国外学者Grossman and Helpman^[12]、Guan and Ma^[13]均提出创新是影响竞争的关键因素;KAMAYA et al.^[14]将技术创新视为获取竞争优势的无形资源。国内学者关于技术创新对竞争优势的影响研究也已形成了较为丰富的成果,大多数的研究结论表明:技术创新是一个国家参与竞争活动的重要驱动力,可以提升企业的国际竞争力并进一步增强该国的竞争优势,其研究方向主要集中在企业和产业两个层面。其中官建成和马宁^[15]、刘秀玲^[16]、舒燕等^[17]、程仲鸣和陈荣剑^[18]明确指出技术创新是增强企业竞争优势的主要源泉,且市场导向性的技术创新更能提高企业竞争优势;赵玉林^[19]、张倩男^[20]、石俊国等^[21]、刘青会^[22]等通过实证检验得出技术创新对产业竞争优势的提升存在显著的正向作用,且技术创新对不同行业竞争优势提升的贡献度均不相同。

标准化是现代工业社会的产物,同时也是技术进步和社会发展的产物,标准化活动对一国的竞争优势变动和对外贸易发展产生了十分重要的影响。国外学者Swann and Shurmer^[23]、Fischer and Serra^[24]、Stern^[25]、Konno^[26]认为标准的实施会促进该国产业内贸易,进而实现竞争优势的提升。国内学者赵树宽等^[27]、葛京和王益谊^[28]、卜涵^[29]、侯俊军等^[30]、祝合良和袁强^[31]的研究结果表明:标准对不同国家贸易之间的影响存在差异,且标准化水平与竞争优势之间联系密切,二者存在正相关关系。

然而,现有技术创新和标准化视角下的竞争优势研究尚处于分离状态,对于技术创新与标准化之间的协同程度及其对中国制造业竞争优势影响路径与表现的相关研究还鲜有涉及,基于此,对技术创新与标准化进行融合研究,分析二者协同对中国制造业竞争优势的影响,不失为一种有益的创新探索。

二、理论分析

基于波特的“钻石模型”以及技术创新与标准化互动共进的关系,二者之间的协同构成了现代竞争优势成长的重要驱动力量(见图1)。

(一) 高级要素之间的交互支撑效应

传统要素有限性、稀缺性所产生的瓶颈制约日益突出,可替代性逐步增强,在要素配置中作用和地位不断弱化,相比之下,高级要素不仅具有先进性和可开发性,而且决定了竞争优势的质量及其可持续性,作为高级要素的技术创新也成为增强一国竞争优势的主要支撑因素之一。

与此同时,标准竞争也取代了传统的竞争内容与手段,演变成为

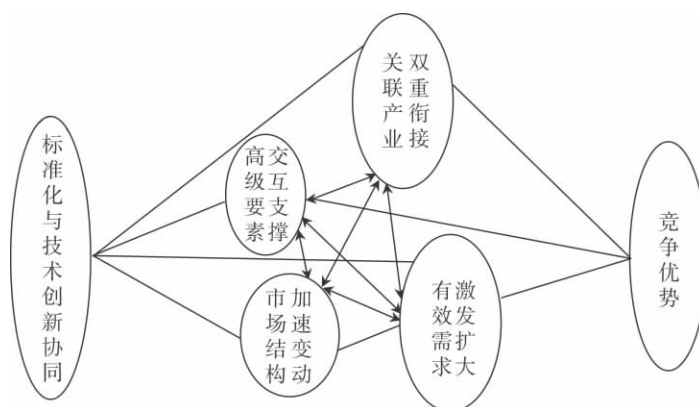


图1 基于“钻石模型”的技术创新与标准化协同驱动竞争优势成长路径

现代国际竞争的新焦点,由此构成了各国参与并争夺当代国际竞争主动权的另一重要载体和关键性支撑要素。再加上技术创新与标准化之间存在着互动循环回路,两种高级要素的交互叠加将对竞争优势的快速增长构成强有力的支撑。

(二) 有效需求激发的扩大效应

技术创新成果的应用不仅加快了制造设备的换代、生产模式的精简,提高了要素运作效率,降低了制造成本,而且还促进了产品设计、功能的改善和品质的全面提升,加速了产品的升级换代。标准内含的通用性术语与规范性指标表述更利于产品信息传递和理解的精确性,增强了供应商、中间商和消费者交易磋商中的信息对称性,同时也提高了消费者的认知程度。可见,技术创新和标准化最终都能强化产品的“价廉物美”,二者的协同更加有效地增强了对“消费创造”“消费转移”“消费升级”的牵引力度,并有助于潜在需求的深度激发。

(三) 关联产业之间的双重衔接效应

从技术与标准内在的特性来看,二者均对产业、企业及其产品构成了市场准入约束,并规范其运营秩序和演进轨迹。无论是相关联产业间还是同一产业内部企业间的供应链关系,技术与标准都在其中扮演着“穿针引线”“承上启下”的角色,起到了维系各环节、各部件“一致口径”的保障作用。当今社会,国际市场的竞争不仅仅在不同国家的同类产品与企业之间进行,也在由不同国家承担的产业链环节之间展开,而技术创新与标准化水平及其协同程度决定了一国产业链环节参与国际化生产的匹配能力、竞争能力以及在全球产业链系统中的地位。

(四) 市场竞争结构的加速变动效应

当今社会创新活动日新月异、标准约束日趋普遍,技术与标准不仅构成了产业及产品的市场准入门槛,而且也成为决定企业市场竞争地位及其成败的关键所在。新的技术成果应用和新的标准引入将会引发所在产业和市场的新一轮洗牌,对于新技术、新标准的快速响应者,将会获得规模扩张和地位提升的良好机遇,实现“弱者趋强”“强者更强”;而慢速适应者或不能适应者就会面临新的市场竞争法则挤压下的市场份额与生产规模缩减,导致“强者变弱”“弱者更弱”,甚至不得不退出原有生产经营领域和丧失已有市场份额,从而引致市场竞争结构的新一轮再造。若从技术创新和标准化二者间的循环互动角度看,这种市场竞争结构变动效应将会呈加速趋势。

三、对中国制造业技术创新与标准化协同和竞争优势的评价

(一) 中国制造业技术创新与标准化协同程度评价

1. 协同评价指标体系

从技术创新、标准化各自的投入和产出两个维度出发,分别选取 R&D 人员全时当量、国家标准数量等指标构建中国制造业技术创新与标准化之间协同程度的评价体系(见表 1)。

2. 协同程度变动

经对 2004—2016 年间中国制造业技术创新系统与标准

表 1 技术创新与标准化协同耦合度评价指标体系

技术创新		标准化	
一级指标	二级指标	一级指标	二级指标
技术创新投入 X_1	研发人员全时当量 X_{11}	标准化投入 Y_1	国内标准化机构数量 Y_{11}
	R&D 经费支出 X_{12}		国内标准化委员数量 Y_{12}
	企业开办研发机构数 X_{13}		国际标准化技术组织秘书处和主席数量 Y_{13}
	其它科研与实验机构数 X_{14}		
技术创新产出 X_2	新产品销售收入 X_{21}	标准化产出 Y_2	国家标准数量 Y_{21}
	有效发明专利数量 X_{22}		标准国际化程度 Y_{22}
	国外专利授权数量 X_{23}		

①耦合协调度^[32] $D = \sqrt{(C+T)}$ 。其中, $T = a \times U_1 + b \times U_2$, $C = \left[\frac{U_1 \times U_2}{(U_1 + U_2)(U_1 + U_2)} \right]^{\frac{1}{2}}$, $U_i = \sum_{j=1}^n w_{ij} u_{ij}$, ($i = 1, 2$), 其中,

$$u_{ij} = \frac{x_{ij} - \beta_{ij}}{\alpha_{ij} - \beta_{ij}}, \sum_{j=1}^n w_{ij} = 1。$$

化系统的耦合度(C)和耦合协调度^①(D)计算,结果显示:我国制造业技术创新与标准化之间的耦合度一直稳定在0.5(见图2),而二者间的协同程度^①则呈逐年攀升状态,从2004年的严重失调状态(约0.10),逐渐改善至2016年的中级协调水平^②(约0.70)^[7],耦合协调度年均上升约为15.71%。

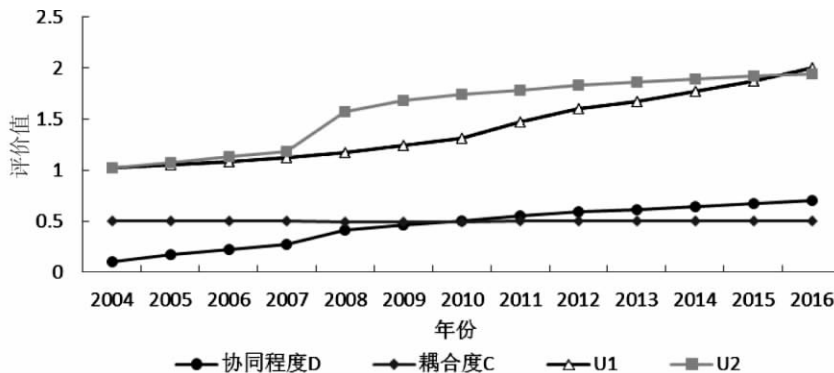


图2 我国制造业技术创新与标准化耦合及协同程度

(二) 中国制造业竞争优势评价

1. 竞争优势评价指标体系

基于波特“钻石模型”分析框架,从生产要素、需求条件、相关产业和支持性产业、企业战略结构或竞争对手这四个基本因素着手,运用熵权 TOPSIS 方法计算出各评价指标与理想解的相对接近度,而后对评价对象进行优劣排序,最后测算出中国制造业的竞争优势指数。竞争优势的评价指标体系围绕技术创新与标准化协同驱动之下的要素效率提升效应、需求扩大效应、产业关联效应、市场结构变动效应展开,选取47项特征性可量化指标,通过熵值法得出各个指标在与之对应的四种效应中的权重(见表2)。

2. 竞争优势评价结果

(1) 基于熵权 TOPSIS 的中国制造业竞争优势指数

熵权 TOPSIS^③的测算结果表明:2004—2016年中国制造业竞争优势指数呈现出“上升—下降—再上升”的螺旋式上升的趋势和特征(见表3),且期间的竞争优势指数年均增长率高达5.65%,增幅达到93.29%。中国制造业竞争优势指数实现了从中级到良好^④的转变。

(2) 中国制造业竞争优势变动中的四种效应贡献度

要素效率提升效应、需求扩大效应、产业关联效应、市场结构变动效应是影响中国制造业竞争优势的直接因素。结果测算表明,产业关联效应在竞争优势指数测算中所占的权重最大,为0.295,可见相关产业和支持性产业对竞争优势指数的贡献最为突出;而市场结构变动效应的权重最小,仅为0.2083;而要素效率提升效应和需求扩大效应的权重几乎相等,均约为0.25(见表4)。

①相对而言,耦合协调度更能全面反映出子系统间的整体协同效应,选用耦合协同这组指标来反映技术创新与标准化之间的协同程度更为恰当。

②协同程度的评价标准^[33]:0~0.09为“极度失调”,0.10~0.19为“严重失调”,0.20~0.29为“中度失调”,0.30~0.39为“轻度失调”,0.40~0.49为“濒临失调”,0.50~0.59为“勉强协调”,0.60~0.69为“初级协调”,0.70~0.79为“中级协调”,0.80~0.89为“良好协调”,0.90~1.00为“优质协调”。

③ $C_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-}$ (其中, $S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (r_{ij} - r_j^+)^2}$, $S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (r_{ij} - r_j^-)^2}$), $R = (r_{ij})_{m \times n}$ 表示各个指标的权重集, $Q_+ = (r_1^+, r_2^+, \dots, r_n^+)$, $Q_- = (r_1^-, r_2^-, \dots, r_n^-)$ 分别是正负理想解, $R = P \times W$, 其中, P 是对判断矩阵的数据进行无量纲化处理后的得到的矩阵, 熵权值 $W = (w_i)_{1 \times n}$, 其中, $w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}$, $d_j = 1 - \frac{1}{\ln m} (\sum_{i=1}^m P_{ij} \ln P_{ij})$, 其中, P_{ij} 是 P 矩阵中的对应元素。

④评价指数 C_i 的绩效评价标准:0~0.30为“较差”,0.30~0.60为“中级”,0.60~0.80为“良好”,0.80~1.00为“优质”。

表2 中国制造业竞争优势评价指标体系

一级指标	二级指标	编号	量化数据	权重
要素效率提升效应	资本要素	C1	总资产利润率	0.425 8
		C2	总资产	0.574 2
		C3	行业从业人数	0.281 4
	劳动要素	C4	劳动生产率	0.234 1
		C5	工资与生产率	0.294 2
		C6	科学家和工程师的可获得性	0.190 3
	基础设施	C7	基础设施的总体质量	0.195 1
		C8	电力供应的质量	0.222 4
		C9	铁路基础设施的发展	0.176 5
		C10	航空运输基础设施的质量	0.210 0
		C11	港口基础设施的质量	0.196 1
	技术创新	C12	R&D 人员全时当量	0.231 5
		C13	R&D 经费内部支出	0.287 8
		C14	专利申请数	0.339 7
		C15	创新能力	0.141 0
需求扩大效应	标准化	C16	国家标准数量	0.413 5
		C17	国内标准化委员数	0.375 5
		C18	标准国际化程度	0.211 0
	国内市场 场需求	C19	国民收入	0.355 6
		C20	销售收入	0.344 6
		C21	GDP 增长率	0.299 7
	国外市 场需求	C22	汇率	0.313 1
		C23	国际市场占有率	0.142 0
		C24	外贸出口额	0.149 3
		C25	RCA	0.098 9
		C26	贸易竞争力指数 TC	0.085 2
	预期性需求	C27	获得贷款的容易性	0.255 5
		C28	风险资本的可获得性	0.157 2
		C29	融资渠道	0.186 6
		C30	利率	0.189 1
产业关联效应	价值链体系	C31	价值链的存在	0.455 4
		C32	价值链地位	0.544 6
	服务业支持	C33	生产性服务业产出规模	0.442 3
		C34	生产性服务企业数量	0.557 7
	产业配套能力	C35	本土供应商的数量	0.299 9
		C36	本土供应商的质量	0.408 9
		C37	本土专业研究和培训服务的可得性	0.291 3
	企业规模	C38	企业数	0.174 7
		C39	规模以上企业平均产出	0.218 5
		C40	规模以上企业数量占比	0.606 8
市场结构变动效应	企业管理效率	C41	制造业管理费用占比	0.276 6
		C42	制造业财务费用占比	0.439 9
		C43	制造业销售费用占比	0.283 6
	市场竞争及市场策略	C44	竞争强度	0.519 9
		C45	竞争优势的性质	0.254 3
		C46	市场营销的广度	0.117 4
		C47	顾客导向的程度	0.108 4

数据来源: 由《全球竞争力报告》《中国统计年鉴》《中国科技统计年鉴》、工标网以及联合国 COMTRADE 中的原始数据整理后计算所得。

表3 2004—2016年中国制造业竞争优势评价结果

年份	S_i^-	S_i^+	C_i
2004	0.070 239	0.133 634	0.344 523
2005	0.059 32	0.139 295	0.298 668
2006	0.062 523	0.130 534	0.323 858
2007	0.070 46	0.117 515	0.374 837
2008	0.075 666	0.110 912	0.405 548
2009	0.062 076	0.114 088	0.352 375
2010	0.069 626	0.111 175	0.385 097
2011	0.075 227	0.111 158	0.403 611
2012	0.086 523	0.103 16	0.456 146
2013	0.095 313	0.093 885	0.503 776
2014	0.101 779	0.093 565	0.521 025
2015	0.112 442	0.090 999	0.552 701
2016	0.133 424	0.066 93	0.665 941

数据来源:运用熵权 TOPSIS 方法计算得到。

表4 四种效应对中国制造业竞争优势指数的贡献度

评价因素	要素效率提升效应	需求扩大效应	产业关联效应	市场结构变动效应
权重	0.245 1	0.251 6	0.295 0	0.208 3

数据来源:通过熵值法计算得到。

四、技术创新与标准化协同对中国制造业竞争优势的影响

(一) 变量选择

上述研究表明,技术创新与标准化协同对竞争优势变动的驱动效应体现在要素效率提升、需求扩大、产业关联性增强、市场与竞争结构优化四个方面。同时,除了技术创新与标准化协同程度(CO)之外,本国政府的作用、内部机遇(下文中合称为“外部助推效应”)以及由国际经贸实践发展组成的外部环境也是影响上述四种效应的重要变量,据此构建技术创新与标准化协同“中国制造”竞争优势的实证研究框架(如图3所示)。

1. 外部助推效应(EB)

对外开放程度和资本开放程度是衡量一个国家或地区开放型经济发展水平的重要指标;税收的范围与效应、国家财政性教育经费占GDP比重能直观地表明政府对该产业的扶持情况;创新基地数量、科学研究机构的质量、R&D机构数量和国内标准化机构数量充分反映了国家政府对技术创新、标准创新及其协同的支持力度,发明专利授权数量和知识产权的保护力度是政府保障技术创新和标准创新的重要途径。根据上述具体评价指标选择,运用熵值法计算出各个指标在外部助推总体效应中的权重值(见表5)。

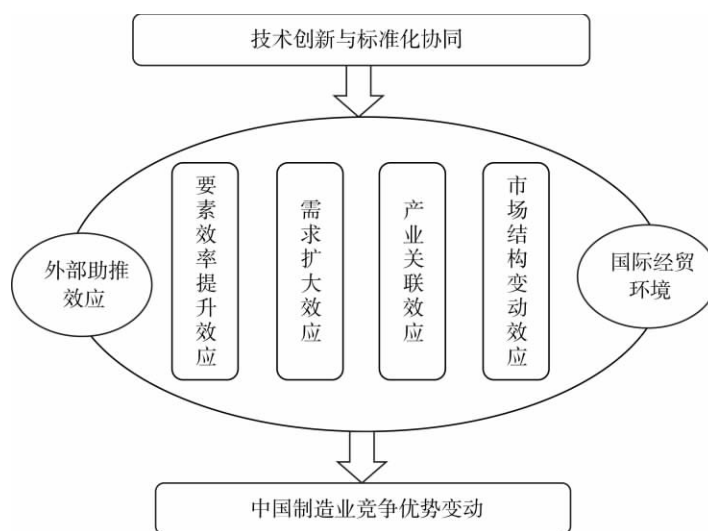


图3 技术创新与标准化协同影响中国制造业竞争优势的实证研究框架

表5 中国制造业外部助推效应评价指标

一级指标	二级指标	编号	量化数据	权重
外部助推效应	开放型经济发展程度	C ₄₈	对外贸易开放程度	0.488 3
		C ₄₉	资本开放程度	0.511 7
	产业扶持政策	C ₅₀	税收的范围与效应	0.465 6
		C ₅₁	国家财政性教育经费占 GDP 比重	0.534 4
		C ₅₂	创新基地数量	0.313 5
	创新投入水平	C ₅₃	科学研究机构的质量	0.108 8
		C ₅₄	研发机构的数量	0.390 4
		C ₅₅	国内标准化机构数	0.187 3
	创新保障	C ₅₆	发明专利授权数量	0.725 4
		C ₅₇	知识产权的保护力度	0.274 6

数据来源:由《全球竞争力报告》《中国统计年鉴》《中国科技统计年鉴》《中国高技术产业统计年鉴》以及联合国 COMTRADE 中的原始数据计算得到。

2. 国际经贸环境(IE)

世界经济、贸易、投资发展的总体情况是国际宏观环境的重要体现,也是中国制造业发展所面临的外部机遇。因此,有必要将其纳入技术创新与标准化协同影响中国制造业竞争优势的实证研究框架内。具体地说,选取世界 GDP、世界贸易额、世界投资额三个重要指标,并利用熵值法测算得出各个指标的权重(见表6)。

表6 中国制造业国际经贸环境评价指标

一级指标	二级指标	编号	量化数据	权重
国际经贸环境	国际经贸发展水平	C ₅₈	世界 GDP	0.391 0
		C ₅₉	世界贸易额	0.365 1
		C ₆₀	世界投资额	0.243 9

数据来源《国际统计年鉴》。

(二) 模型构建及结果分析

1. 技术创新与标准化协同对中国制造业竞争优势的驱动路径

(1) ADF 单位根检验

为了消除数据间的异方差影响,而且取对数后对各时序数据原有的关系并没有产生影响,故而对上述变量进行取对数处理,处理之后的相关变量分别记为: $LNFEF$ 、 $LNDE$ 、 $LNIC$ 、 $LNMSC$ 、 $LNCO$ 、 $LNEB$ 、 $LNIE$ 。ADF 单位根检验结果如下(见表7)。

表7 模型相关变量的单位根检验

变量	检验形式 (C,T,K)	ADF 值	临界值			P 值	结果
			1%	5%	10%		
$LNFEF$	(C,0,2)	-11.540 75	-4.297 073	-3.212 696	-2.747 676	0.000 0***	平稳
$LNDE$	(0,0,1)	-5.638 307	-2.792 154	-1.977 738	-1.602 074	0.000 0***	平稳
$LNIC$	(0,0,0)	-2.089 209	-2.771 926	-1.974 028	-1.602 922	0.039 9*	平稳
$LNMSC$	(C,T,3)	-2.852 647	-2.771 926	-1.974 028	-1.602 922	0.008 5**	平稳
$LNCO$	(0,0,0)	-8.798 217	-2.771 926	-1.974 028	-1.602 922	0.000 0***	平稳
$LNEB$	(C,T,1)	-4.066 196	-5.124 875	-3.933 364	-3.420 030	0.041 8*	平稳
$LNIE$	(C,0,2)	-3.469 808	-4.297 073	-3.212 696	-2.747 676	0.034 0*	平稳

注:数据通过 Eviews 6.0 运行得到;*、**、*** 分别表示统计量在 10%、5%、1% 的水平下显著。

单位根检验结果显示, $LNFEF$ 、 $LNDE$ 、 $LNIC$ 、 $LNMSC$ 、 $LNCO$ 、 $LNEB$ 、 $LNIE$ 的 P 值都是显著的,且 ADF 值都小于 10% 水平下的临界值,说明该序列数据都是非常平稳的。

(2) 实证检验及结果分析

依据前文理论分析,立足于反映“钻石模型”中四个基本构成要素的变动情况,选取技术创新与标准化协同(CO)、外部助推效应(EB)、国际经贸环境(IE)作为解释变量,构建技术创新与标准化协同

驱动中国制造业竞争优势的四个多元线性回归方程。

$$LNFEP_t = \lambda_1 + \alpha_1 LNCO_t + \beta_1 LNEB_t + \theta_1 LNIE_t + \mu_t \quad (1)$$

$$LNDE_t = \lambda_2 + \alpha_2 LNCO_t + \beta_2 LNEB_t + \theta_2 LNIE_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$LNIC_t = \lambda_3 + \alpha_3 LNCO_t + \beta_3 LNEB_t + \theta_3 LNIE_t + \omega_t \quad (3)$$

$$LNMSC_t = \lambda_4 + \alpha_4 LNCO_t + \beta_4 LNEB_t + \theta_4 LNIE_t + \zeta_t \quad (4)$$

其中,被解释变量为 $LNFEP_t$ 、 $LNDE_t$ 、 $LNIC_t$ 、 $LNMSC_t$,分别代表中国制造业在 t 时刻的要素效率提升效应、需求扩大效应、产业关联效应、市场结构变动效应,反映技术创新与标准化协同驱动之下中国制造业的生产要素、需求条件及相关支持产业情况,以及企业战略结构和竞争的变化。

表 8 技术创新与标准化协同对中国制造业竞争优势影响的回归结果

	被解释变量	常数项	$LNCO$	$LNEB$	$LNIE$	R^2	P 值
模型 1	$LNFEP$	0.272 858	1.268 359 ***	0.165 105	0.343 688	0.992 618	0.000 0 ***
模型 2	$LNDE$	0.205 479 **	0.473 544 ***	0.583 147 ***	0.403 890	0.984 916	0.000 0 ***
模型 3	$LNIC$	0.496 383	0.550 279	0.891 928 **	-0.302 107	0.921 420	0.000 0 ***
模型 4	$LNMSC$	-1.415 530	0.947 989	-0.597 844	1.363 624	0.748 917	0.000 0 **

注:数据通过 Eviews6.0 运行得到;*、**、*** 分别表示统计量在 10%、5%、1% 的水平下显著。

实证结果显示(见表 8):模型 1、模型 2、模型 3、模型 4 的检验结果均显著,并且模型 1、2、3 的 R^2 值都在 90% 以上。四个模型中, $LNCO$ 的系数皆为正,即技术创新与标准化协同对中国制造业竞争优势四个基本构成要素的驱动效应都呈正向,表明技术创新与标准化协同的增强会加快中国制造业竞争优势的提升,但二者之间的协同在驱动产业关联效应和市场结构变动效应方面的积极影响不显著。实证结果还表明,中国制造业技术创新与标准化协同对竞争优势四个要素正向驱动力度大小方面存在着一定的差异,其中二者协同对要素效率提升效应的正向作用最显著,其次是对市场结构变动效应,而对需求扩大效应的影响系数最小。

2. 技术创新与标准化协同对中国制造业竞争优势指数的影响

基于上文关于 2004—2016 年中国制造业的竞争优势指数(CI)、技术创新与标准化协同(CO)、外部助推效应(EB)、国际经贸环境(IE) 等数据处理结果,构建多元回归模型:

$$LNCI_t = \beta_0 + \beta_1 LNCO_t + \beta_2 LNEB_t + \beta_3 LNIE_t + \varepsilon \quad (5)$$

其中, t 表示在第 t 年的指标数值($t = 1, 2, 3, \dots, 13$)

基于 Eviews 统计软件的 OLS 回归结果显示(见表 9),该模型 p 值在 1% 的水平下拒绝原假设, R^2 和调整后 R^2 分别为 0.957 305 和 0.943 074,可得上述变量影响中国制造业竞争优势指数的回归方程:

$$LNCI = -0.904 334 + 1.453 782 LNCO - 0.224 591 LNEB + 1.983 736 LNIE \quad (6)$$

实证结果表明:中国制造业技术创新与标准化之间的协同程度对其竞争优势指数变动具有显著的正向作用,在 5% 的显著性水平下,协同程度每上升 1%,竞争优势指数将提升 1.453 782%,这与技术创新水平的提升和标准化效率的改善及其协同程度的上升均有较大关联,所以增强制造产业技术创新与标准化之间的协同程度刻不容缓。

(三) 仿真模拟与趋势预测

1. 技术创新与标准化协同驱动中国制造业竞争优势成长的仿真模拟

以“钻石模型”为理论依托和分析框架,立

表 9 中国制造业竞争优势影响因素分析

变量	回归系数	标准差	T 统计量
$LNCO$	1.453 782 **	0.486 023	2.991 182
$LNEB$	-0.224 951	0.413 758	-0.543 678
$LNIE$	1.983 736	1.214 355	1.633 571
C	-0.904 334	0.932 218	-0.970 088
R^2	0.957 305		
调整后 R^2	0.943 074		
F 值	67.266 13		
P 值(F -检验)	0.000 002		
DW	1.267 939		

注:数据通过 Eviews6.0 运行得到;*、**、*** 分别表示统计量在 10%、5%、1% 的水平下显著。

足于竞争优势系统内外主要子系统之间的作用路径,借助 Vensim 软件绘制出中国制造业竞争优势系统的内部关联关系(见图4)。

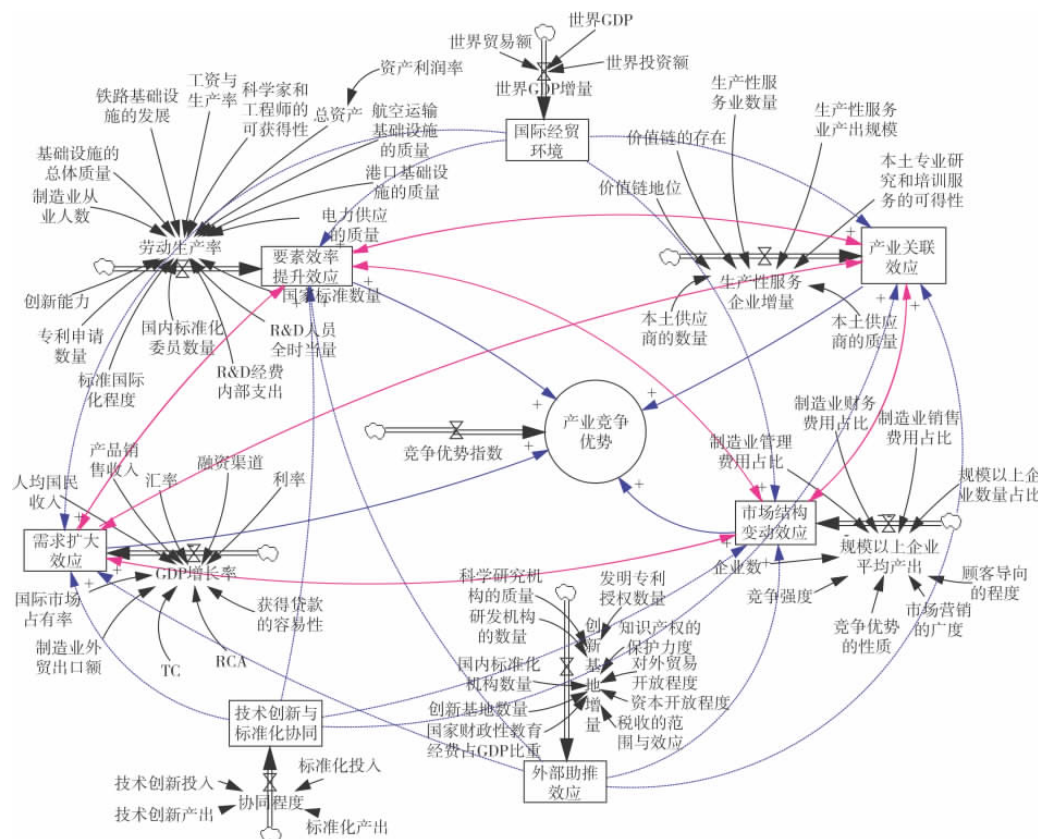


图4 中国制造业竞争优势系统的内部关系

引入中国制造业技术创新与标准化协同程度及其竞争优势指数的测算结果,利用 MATLAB 软件仿真模拟出 2004—2016 年技术创新与标准化协同与竞争优势的变动轨迹及其相互关系(见图5)。

在 2004—2016 年这一时间序列中,中国制造业的技术创新与标准化协同程度及竞争优势均呈显著的上升趋势,从二者的变化轨迹图中可以清晰地看出:一方面,技术创新与标准化协同程度的增长幅度较大,远远超过了竞争优势指数增幅;协同程度的年均增长率为 17.12%,而竞争优势指数的年均增长率仅为 5.65%;另一方面,技术创新与标准化协同程度呈现出先快速上升、后缓慢增长的特征,而竞争优势指数的增长则是先慢后快。

2. 技术创新与标准化协同驱动中国制造业竞争优势成长的趋势预测

(1) 基本模型与假设

假设 1: 以系统边界为界限,中国制造业竞争优势系统只受边界内的因素影响,不考虑系统边界以外的因素对它的作用,假设系统长期稳定。

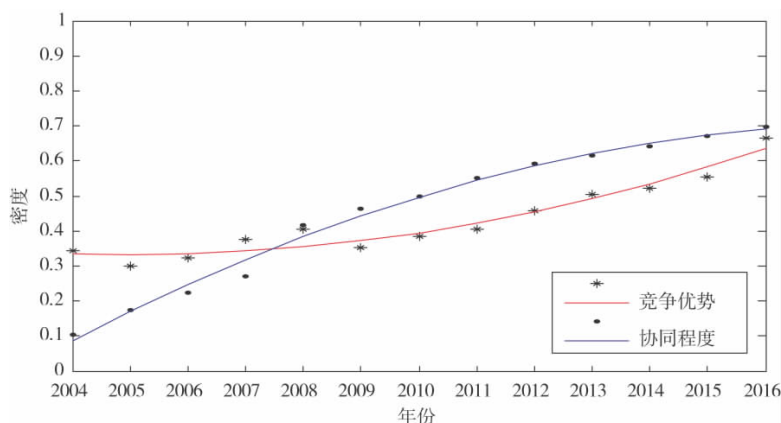


图5 2004—2016 年中国制造业“协同程度”与竞争优势变动轨迹

假设2: 用 $f(t)$ 表示中国制造业竞争优势指数关于时间 t 的函数, 初值为 g_0 , 且 $f(t) \leq 1$ 。此处, 时间 t 不仅表示通常意义上的时间含义, 而且还代表要素、技术、标准、国内外需求、相关产业、市场结构、环境等影响竞争优势变化的含义。所以, 在本研究中统一采用时间 t 表达这种宽泛的含义。

假设3: 用 $r(t)$ 表示中国制造业竞争优势指数的年均增长率。

假设4: 在 Δt 时间内, 中国制造业竞争优势指数上涨 Δf , 则增长率为 $\frac{\Delta f}{\Delta t \cdot f}$, 随着 $f(t)$ 增加, 中国制造业竞争优势指数将趋于“饱和”状态 ($\rightarrow 1$), 则增长率与“剩余值”成正比。

$$\frac{\Delta f}{\Delta t \cdot f} = r \left(1 - \frac{f}{K} \right) \quad (7)$$

其中 $r > 0$, 当 $\Delta t \rightarrow 0$ 时, 可将竞争优势指数表现为下方的 Logistic 方程:

$$\begin{cases} \frac{df(t)}{dt} = r(t) \left(1 - \frac{f(t)}{K} \right) f(t) \\ f(0) = f_0 \end{cases} \quad (8)$$

(2) 竞争优势指数变动趋势预测

基于技术创新与标准化协同对竞争优势影响的路径分析, 结合 Logistic 函数, 代入初始值, 并运用 MATLAB 统计软件仿真模拟出未来 15 年 (即 2017—2031 年) 中国制造业竞争优势指数的变化情况及变动趋势 (见图 6)。

在图 6 中, 横轴表示时间, 起始点“0”代表 2016 年, 时间单位跨度为 1 个年度, 依次类推; 而纵轴表示的是中国制造业技术创新与标准化协同程度与竞争优势指数值。模拟结果显示: 在 2017—2031 年的 15 年间, 中

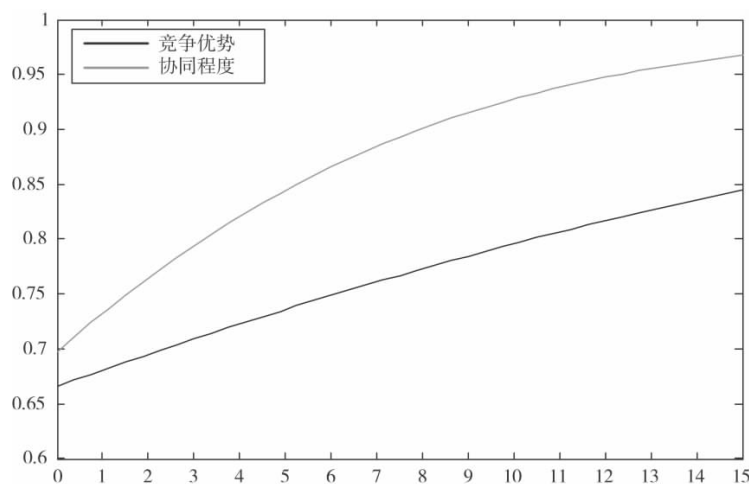


图 6 中国制造业“协同程度”与竞争优势变动预测

国制造业技术创新与标准化协同程度的变化轨迹同其竞争优势指数的变动轨迹表现出较高程度的一致性, 均呈现出显著上升的基本趋势; 2031 年, 中国制造业的竞争优势数值将落在 0.8~0.85 区间内, 而技术创新与标准化之间的协同程度则超过了 0.95。可见, 对中国制造业来说, 竞争优势的成长将继续受益于技术创新与标准化协同的驱动。

六、技术创新与标准化协同驱动中国制造业竞争优势成长的对策

中国制造业领域中的技术创新与标准化协同水平逐渐提升, 对该产业领域的要素效率提升、市场需求扩大、竞争结构变动、产业关联支持构成了正向效应, 从而对产业竞争优势成长也发挥了重要的促进作用。然而, 就中国制造业总体而言, 技术创新与标准化之间的协同目前尚处于从初级步入中级的低水平换档阶段, 因此, 进一步增进技术创新与标准化协同发展, 对于加快“中国制造”竞争优势转型成长甚为迫切。

(一) 完善技术创新与标准化互动协作平台建设

一方面, 继续深化技术创新、标准化的管理体系与运行机制改革, 逐步加强科技部和国家标准化管理委员会对接下属机构的协调机制, 进一步增进各职能部门之间的信息互通、资源协作和服务共享。另一方面, 作为技术创新、标准化的主体, 企业、科研院所等社会团体要紧跟美、日、英等发达国家的步伐, 时刻关注他们在技术创新和标准化领域的实践动态, 加快技术研发与标准制定, 积极完善技术创新与标准化战略合作平台建设, 资源共享, 积极有效地推进技术创

新、标准化协同发展。

(二) 健全技术创新成果标准化的支持系统

加快技术创新成果标准化的专业性服务市场培育,加大转化过程中专业队伍、研制经费等专项投入以及优惠、奖励力度,为技术创新成果标准化提供更为广泛的权益保障,并将技术创新成果标准化进程与成效列入相关主体尤其是高新技术企业绩效考评体系之中。同时,创建技术创新成果标准化的专用转化平台和绿色通道,基于便利化目标进一步完善转化制度的规范建设,简化流程设计,引入自贸区建设中的“单一窗口”运作模式,减少审核环节与周期,促进各类主体在自主创新成果的基础上快速生成自有标准。充分利用国际标准化交流与工作平台,积极参与或主导国际标准的研制,提升我国自主标准的国际竞争地位。

(三) 强化技术创新与标准化协同的外部助推

积极推进开放型经济发展的战略转型,提升开放型经济发展质量,从侧重于追求规模和广度的数量型导向转入以效率和深度为重点的质量型目标定位。在引进科技含量高、标准导向强的外资研发项目时,要严格把关,保证该项目的创新性、可靠性和收益性。国内政府应加大外资引进力度,加强创新型人才培养;国内企业要充分利用对外贸易以及外资利用过程中产生的技术溢出效应,为自己提供方向指引。加快对国外领先技术的模仿创新、延伸创新,强化技术创新进程中标准的导向和助推作用,努力提高我国标准的国际认可度,以促进中国制造业创新效率以及技术标准化效率的不断提升。

参考文献:

- [1] KANO S. Technical innovation, standardization and regional comparison—a case study in mobile communications [J]. Telecommunications policy, 2000, 24(4): 305–321.
- [2] ALLEN R H, SRIRAM R D. The role of standards in innovation [J]. Technological forecasting & social change, 2000, 64(2): 171–181.
- [3] AAMIR R H, JOHANNES V B. Competition and innovation: a dynamic analysis of the US automobile industry. 2006(5): 61–67.
- [4] PARAMESWARAN M, SUNIL M. Localized technological change and evolution of standards as economic institutions [J]. Research policy, 2007: 95–216.
- [5] CHOI D G, LEE H, SUNG T K. Research profiling for ‘standardization and innovation’ [J]. Scientometrics, 2011, 88(1): 259–278.
- [6] ZOO H, VRIES H J D, LEE H. Interplay of innovation and standardization: exploring the relevance in developing countries [J]. Technological forecasting & social change, 2017, 118: 334–348.
- [7] 路源, 孙凤春. 创新与标准化: 相互促进的发展动力 [J]. 中国城市经济, 2011(9): 247–248.
- [8] 杨蕙馨, 王硕, 王军. 技术创新、技术标准化与市场结构——基于 1985—2012 年“中国电子信息企业百强”数据 [J]. 经济管理, 2015(6): 21–31.
- [9] 侯俊军, 潘惜惜. 标准化能否促进企业技术创新——基于中国上市公司数据的实证研究 [J]. 湖南商学院学报, 2016(4): 37–43.
- [10] 舒辉, 王媛. 市场推进技术创新、专利、标准协同转化路径分析 [J]. 科技进步与对策, 2018(12): 57–63.
- [11] 李后建. 国际质量标准认证对制造企业创新的影响研究 [J]. 研究与发展管理, 2018(2): 114–122.
- [12] GROSSMAN G, HELPMAN E. Technology and trade [J]. NBER working paper, 1994, No. 4926.
- [13] GUAN J, MA N. Innovative capability and export performance of Chinese firms [J]. Technovation, 2003, 23(9): 737–747.
- [14] KAMYA M T, NTAYI J M, AHIAUZU. Organisational learning and competitive advantage: testing for the interacting influence of knowledge management and innovation [J]. International journal of innovation and learning, 2011, 10(4): 376–401.
- [15] 官建成, 马宁. 我国工业企业技术创新能力与出口行为研究 [J]. 数量经济技术经济研究, 2002(2): 103–106.
- [16] 刘秀玲. 中国出口企业技术创新异质性研究——来自上市公司的经验证据 [J]. 中国软科学, 2012(5): 103–113.
- [17] 舒燕, 朱海珊, 邱鸿钟. 技术创新对竞争优势的影响轨迹呈倒 U 型曲线吗——基于中药上市公司申请专利数据的

- 经验研究[J]. 贵州财经大学学报, 2014(2): 91-96.
- [18] 程仲鸣, 陈荣剑. 企业技术创新对竞争优势的影响——基于我国制造业上市公司的经验证据[J]. 财会月刊, 2017(29): 11-17.
- [19] 赵玉林. 基于科技创新的产业竞争优势理论与实证[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- [20] 张倩男. 科技创新提高技术产业竞争优势的实证分析——以广东省为例[J]. 武汉理工大学学报, 2013(8): 564-568.
- [21] 石俊国, 吴非, 侯泽敏. 不同类型的技术创新对产业国际竞争优势的影响——基于制造业面板数据的分阶段回归分析[J]. 技术经济, 2014(3): 33-39.
- [22] 刘青会. 技术创新对我国高技术产业竞争优势影响的研究[D]. 浙江: 浙江财经大学, 2016.
- [23] SWANN P, SHURMER T M. Standards and trade performance the UK experience [J]. *Economic journal*, 1996, 106(438): 1297-1313.
- [24] FISCHER R, SERRA P. Standards and protection [J]. *Documentos de trabajo*, 1998, 52(2): 377-400.
- [25] STERN R H. Standardization and competitive advantage [J]. *IEEE micro*, 2002, 22(6): 4-73.
- [26] KONNO T. Realization of the competitive advantage by module standardization (Evolved QFD) [J]. *Journal of the Japanese society for quality control*, 2014, 44(2): 166-171.
- [27] 赵树宽, 鞠晓伟, 陆晓芳. 我国技术标准化对产业竞争优势的影响机理研究[J]. 中国软科学, 2004(1): 13-17.
- [28] 葛京, 王益谊. 标准对国际贸易影响效应的研究及政策借鉴[J]. 国际经贸探索, 2009(2): 8-13.
- [29] 卜涵. 技术标准对中国纺织产业国际竞争力的影响——基于波特钻石模型[J]. 经济研究导刊, 2012(31): 192-194+229.
- [30] 侯俊军, 袁强, 白杨. 技术标准提升产业国际竞争力的实证研究[J]. 财经理论与实践, 2015(1): 117-122.
- [31] 祝合良, 叶萌. 标准化对我国商贸流通业国际竞争力影响实证研究[J]. 中国流通经济, 2017(5): 3-11.
- [32] 翁钢民, 李凌雁. 中国旅游与文化产业融合发展的耦合协调度及空间相关分析[J]. 经济地理, 2016(1): 178-185.
- [33] 张琰飞, 朱海英. 西南地区文化演艺与旅游流耦合协调度实证研究[J]. 经济地理, 2014(7): 182-187.

(责任编辑: 王顺善; 英文校对: 葛秋颖)

A Study on the Driving Path of Synergy between Technological Innovation and Standardization to Competitive Advantage in Manufacturing Industry of China

TAO Zhongyuan, WANG Yanxiu

(School of Finance and Economics, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China)

Abstract: Based on the input-output dimension of China's manufacturing technological innovation and standardization coupled coordination degree model, the degree of synergy between the two aspects is calculated from 2004 to 2016. According to the analysis framework of "diamond model" and the TOPSIS method of entropy weight, China's manufacturing industry competitive advantage index is measured. The analysis show that the synergy between technological innovation and standardization on China's manufacturing has a positive driving effect on factor efficiency improvement, demand expansion, industry linkage, and market structure change, and it has also played a significant role in promoting the growth of the competitive advantage index. Through MATLAB, the trend of synergy between China's manufacturing technological innovation and standardization and its competitive advantage index are simulated in the next 15 years, and there is a consistent upward trend between them. The growth of competitive advantage will continue to benefit from the synergy between technological innovation and standardization. Therefore, improving the interactive platform for technological innovation and standardization, perfecting the standardization support system for technological innovation results, and strengthening the external promotion of technological innovation and standardization synergy can further accelerate the transformation and growth of the "Made in China" competitive advantage.

Key words: technological innovation; standardization; coupling coordination degree; competitive advantage index; driving effect