

中国技术创新与产业结构升级的耦合协调关系研究

——基于1995—2015年时序数据的测度分析

王章豹, 魏多多

(合肥工业大学 管理学院, 合肥 230009)

摘要:技术创新能力是促进产业结构调整升级的强大动力,两者之间存在着相互联系、相互促进的良性互动关系。在精心构建技术创新能力与产业结构优化升级评价指标体系的基础上,综合运用熵值法和耦合协调度模型,基于1995—2015年的时序数据,对两者之间的耦合协调关系进行了较深入的实证分析和讨论。分析结果表明,1995—2015年间,特别是进入新世纪以来,中国技术创新能力与产业结构优化升级的综合评价指数以及两者间的耦合协调度总体上均呈现出稳步上升趋势,其中耦合协调度从1995年的0.323增加到2015年的0.643,从严重失调逐步演进到初级协调状态,但其整体耦合协调水平仍然偏低。为更好地促进两者间的协调发展,提出了若干对策建议。

关键词:技术创新能力;产业结构优化升级;熵值法;耦合协调度;协调发展

中图分类号:F424.6 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2018)06-0001-08

伴随着中国经济发展进入新常态,经济增速随之放缓,我国GDP年均增速从2002—2007年间的11.1%,降低到2009—2014年间的8.5%和2016年的6.7%,经济发展正由高速转向更具可持续性的中高速。与此同时,我国产业结构调整步伐却不断加快。2015年,第三产业在GDP中的比重首次超过50%,高技术产业增加值占GDP比重达到20.3%。这表明我国的产业结构调整和供给侧改革获得了一定成效,初步改善了传统产业布局不合理的现状。

但从整体上看,我国产业结构调整升级仍然存在不少问题,主要体现在:其一,三次产业结构还不够协调,第三产业发展缓慢,高技术产业所占比重太低。例如,2016年第三产业贡献率为51.6%,与发达国家相比还存在较大差距,甚至低于印度和巴西等发展中国家,高技术产业和战略性新兴产业对经济增长的拉动作用也不够大。其二,产业内部结构不够优化。以作为第二产业主体的制造业为例,我国虽然已成为全球制造业第一大国(2013年我国制造业占世界的比重达到20.8%),但却存在“大而不强”和结构不合理问题,具有国际竞争力的高技术企业和自主品牌仍然

偏少。比如,2014年中国大陆地区进入“世界500强”的工业企业仅36家;截至2017年初,世界100个自有品牌当中,我国更是只有华为一个。其三,产业技术创新仍然乏力。企业是组成产业的细胞,目前我国工业企业生产仍以劳动力和资本等传统生产要素的投入为主,对人力资本和技术创新的投入严重不足。例如,2014年,我国大中型工业企业有技术研发活动的比例仅为34.3%,其研发投入占主营业务收入比重不到1%,远低于主要发达国家2.5%以上的水平,导致企业核心技术和关键装备大部分依赖进口。造成我国产业结构升级相对缓慢的一个重要原因,在于经济与科技的发展不协调,技术创新能力不足,产业特别是制造业面临着“路径依赖”和“低端锁定”的风险。

当前,世界范围内新一轮科技革命和产业变革正加速推进,新技术、新产品、新业态、新产业、新模式如雨后春笋般不断涌现。为应对新工业革命的挑战,主要发达国家在新兴技术领域或先进制造技术领域纷纷出台了一系列国家级战略计划,如德国的“工业4.0”计划、美国的“工业互联网”战略和“先进制造业国家战略计划”、日本的“2015年制造业

收稿日期:2018-04-19

基金项目:教育部人文社科研究项目(14JDGC014);合肥工业大学“质量工程”品牌基地建设项目(PTPP1601)。

作者简介:王章豹(1963—),男,安徽桐城人,合肥工业大学高等教育研究所、现代科技发展与马克思主义理论研究中心,研究员,研究方向:教育与科技管理,工业技术经济,工程哲学与工程教育;魏多多(1992—),女,安徽桐城人,合肥工业大学管理学院,工商管理专业硕士研究生,研究方向:研发管理。

白皮书”和“日本再兴战略”、英国的“英国制造 2025”、法国的“新工业法国”等,以抢占未来国际竞争的主动权和技术创新的制高点。相应地,近年来我国也相继出台了“创新驱动”“中国制造 2025”“一带一路”“互联网+”“网络强国”“军民融合发展”等重大发展战略。习近平总书记在党的“十九大”报告中指出:“我国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段,正处在转变发展方式、优化经济结构、转换增长动力的攻关期”,要“着力加快建设实体经济、科技创新、现代金融、人力资源协同发展的产业体系”^[1]。这表明,我国经济发展已经进入新常态,新常态意味着经济的发展不能再单一地强调总量经济的快速增长和沿袭初级要素驱动下的规模扩张发展模式,而是要着眼于经济增长的质量和效率、产业结构的优化升级以及创新驱动下的可持续发展。面对我国技术创新能力较弱、先进制造业和生产性服务业发展严重滞后、环境污染和资源浪费严重等日益突出的现实问题,如何实施创新驱动发展战略,提高技术创新能力,促进技术创新与产业结构调整升级的深度融合和协调发展,实现经济发展和产业结构升级由要素驱动转向创新驱动,成为摆在我们面前的一项重要课题和紧迫任务。

创新驱动发展主要依靠科技进步和劳动者素质的提高,科技创新是建设现代化经济体系和提高综合国力的战略支撑,产业结构优化也是依靠技术创新推动产业结构合理化和高度化的发展过程。依据新经济增长理论,一个区域长期经济增长的最终动力不是来自区域资源禀赋、物质资本,而是来自科技进步和创新能力。技术创新在推动经济持续增长和产业结构转型中的驱动作用已经得到越来越多的重视^[2]。但是,目前从定性、定量结合的角度研究技术创新与产业结构耦合协调关系的成果还相当匮乏,尤其鲜见通过建立多级指标体系和耦合协调模型进行长时段时序分析的研究文献。本文通过构建技术创新与产业结构的三级测评指标体系,采用熵值法和耦合协调度模型,对 1995—2015 年间我国技术创新与产业结构调整升级之间的耦合协调关系及互动机制进行定量测度和理论分析,并据此提出若干对策建议。

1 技术创新能力与产业结构优化升级耦合协调关系的测度及分析

1.1 指标体系设计及数据来源

在梳理现有评价指标,并对本研究原设计的评价指标体系^[3-4]进行修正的基础上,根据指标数据的可

获取性,经反复筛选,最终确定了技术创新能力和产业结构优化升级的评价指标体系,详见表 1。

1) 技术创新评价指标体系由技术创新投入能力、技术创新产出能力、技术创新环境支撑能力、技术转移和吸收能力 4 个一级指标构成,其下又细分出 13 个二级指标。

其中,大中型工业企业开发新产品经费占 R&D 经费支出比重=大中型工业企业新产品开发经费支出(亿元)/大中型工业企业研究与试验发展经费支出(亿元);出口创新产品销售收入占工业总产值的比重=大中型工业企业新产品出口销售收入(亿元)/工业总产值(亿元);技术市场成交额强度=技术市场成交额(亿元)/人口(亿人);大中型工业企业技术引进消化吸收比重=大中型工业企业引进技术消化吸收经费支出(亿元)/大中型工业企业引进国外技术经费支出(亿元)。

2) 产业结构指标体系由产业结构高度化、产业结构合理化、产业结构绿色化和产业结构效益化 4 个一级指标构成,其下又细分出 15 个二级指标。其中,外贸依存度=进出口总额(亿元)/国内生产总值(亿元);R&D 经费投入强度=R&D 经费支出(亿元)/国内生产总值(亿元);第三产业产值增速=(当期第三产业产值-去年同期第三产业产值)/去年同期第三产业产值;全员劳动生产率=国内生产总值(亿元)/就业总人数(万人);城乡收入比=城镇居民家庭人均可支配收入(元)/农村居民家庭人均纯收入(元)。此外,二元对比系数和就业—产值偏离度计算公式分别为:

$$Y_{i6} = \left[\frac{G_1 - G}{L_1 - L} \right] / \left[\frac{(G_2 + G_3) - G}{(L_1 + L_3) - L} \right]$$

$$Y_{i7} = \left| \frac{L_1}{L} - \frac{G_1}{G} \right| + \left| \frac{L_2}{L} - \frac{G_2}{G} \right| + \left| \frac{L_3}{L} - \frac{G_3}{G} \right|$$

式中, Y_{i6} 为二元对比系数, Y_{i7} 为就业—产值偏离度, G 为国内生产总值, G_1 、 G_2 、 G_3 分别为第一、二、三产业的产值; L 为就业总人数, L_1 、 L_2 、 L_3 分别为第一、二、三产业的就业人数。

上述指标的原始统计数据主要来自历年的《中国统计年鉴》《中国科技统计年鉴》《中国工业经济统计年鉴》《中国高技术产业统计年鉴》和《中国环境统计年鉴》以及国家统计局网站和相关统计公报。 X_3 、 X_6 、 X_{12} 、 X_{13} 、 Y_2 、 Y_4 、 Y_6 、 Y_7 、 Y_{14} 、 Y_{15} 等统计指标数据是由上述公式分别计算得出的。由于部分指标统计数据不全,个别缺失年份的指标数据是采用移动平均法推算而出的。限于篇幅,各指标的原始值和计算值

从略。需要指出的是,就业一产值偏离度(Y_7)、万元国内生产总值能耗(Y_8)、废气排放总量(Y_{11})及城乡收入比(Y_{15})均为“越小越优”型逆向指标,在定量分析前对其取倒数进行了同向化处理。

表 1 技术创新能力与产业结构优化升级评价指标体系

评价目标	一级指标	变量(X_j 、 Y_j)	二级指标
技术创新能力	技术创新投入能力	X_1	R&D 人员全时当量(万人年)
		X_2	大中型工业企业有技术研发活动的企业所占比重(%)
		X_3	大中型工业企业开发新产品经费占 R&D 经费支出比重(%)
	技术创新产出能力	X_4	国内专利申请授权量(万项)
		X_5	国外主要检索工具收录我国论文总数(万篇)
		X_6	出口创新产品销售收入占工业总产值的比重(%)
		X_7	大中型工业企业新产品销售收入占主营业务收入的比重(%)
	技术创新环境支撑能力	X_8	国家教育经费支出占财政支出比重(%)
		X_9	国家财政科技拨款占财政总支出的比重(%)
		X_{10}	人均国内生产总值指数(1978 年=100)
		X_{11}	互联网普及率(%)
	技术转移与吸收能力	X_{12}	技术市场成交额强度(元/人)
		X_{13}	大中型工业企业技术引进消化吸收比重(%)
产业结构优化升级	产业结构高度化	Y_1	第三产业产值比重(%)
		Y_2	外贸依存度(%)
		Y_3	高技术产业收入占 GDP 比重(%)
		Y_4	R&D 经费投入强度(%)
	产业结构合理化	Y_5	第三产业就业人数比重(%)
		Y_6	二元对比系数
		Y_7	就业一产值偏离度(%)
	产业结构绿色化	Y_8	万元国内生产总值能耗(吨标准煤/万元)
		Y_9	环境污染治理投资总额占 GDP 比重(%)
		Y_{10}	工业废水排放达标率(%)
		Y_{11}	废气排放总量(亿吨)
		Y_{12}	工业固体废物综合利用率(%)
	产业结构效益化	Y_{13}	第三产业产值增速
		Y_{14}	全员劳动生产率(万元/人)
		Y_{15}	城乡收入比

1.2 模型构建

1.2.1 熵值法

熵权法是一种可以避免主观因素的影响,更好的突出各指标数据差异性的赋权方法,本文选用熵值法来对各指标进行赋权。由于各项指标具有不同的量纲和单位,为了使数据具有可对比性,故在将数据代入熵值法计算公式前,先使用 Min-Max 标准化法^[5]对原指标数据进行标准化处理。熵值法的计算步骤为^[6]:

第一步,计算熵值。

$$e_j = -K \sum_{i=1}^m (X_{ij} \ln X_{ij}) \quad (0 \leq e_j \leq 1) \quad (i = 1, 2, 3 \cdots, m; j = 1, 2, 3, \cdots, n)$$

其中, $K = \frac{1}{\ln m}$, m 为样本数量,本文共有 21 个样本,即 $m = 21$; n 为指标数,在计算技术创新能力指标权重时, $n = 13$ 。

第二步,计算信息效用值。

$$g_j = 1 - e_j$$

当熵值越小,信息量越大,不确定性就越小,指标的可用程度越高;反之,则越低。

第三步,计算指标权重。

$$w_j = \frac{g_j}{\sum_{i=1}^n g_j}$$

按照上述步骤计算出技术创新能力 13 个二级指标的权重值;同理可算出产业结构优化升级 15 个指标的权重值,见表 2。

表 2 技术创新能力和产业结构各项指标权重

评价目标	二级指标	权重
技术创新	R&D 人员全时当量	0.063
	大中型工业有技术研发活动的企业所占比重(%)	0.056
	大中型工业企业开发新产品经费占 R&D 经费支出比重(%)	0.018
	国内专利申请授权量(万项)	0.117
	国外主要检索工具收录我国论文总数(万篇)	0.094
	出口创新产品销售收入占工业总产值的比重	0.055
	大中型工业企业新产品销售收入占主营业务收入的比重(%)	0.022
	国家教育经费支出占财政支出比重(%)	0.122
	国家财政科技拨款占财政总支出的比重(%)	0.095
	人均国内生产总值指数(1978 年=100)	0.172
	互联网普及率(%)	0.068
	技术市场成交额强度(%)	0.069
	大中型工业技术引进消化吸收比重(%)	0.048
产业结构	第三产业产值	0.026
	外贸依存度(%)	0.042
	高技术产业收入占 GDP 比重(%)	0.034
	R&D 经费投入强度(%)	0.040
	第三产业就业人数比重(%)	0.107
	二元对比系数	0.097
	就业—产值偏离度(%)	0.181
	万元地区生产总值能耗(吨标准煤/万元)	0.051
	环境污染治理投资总额占地区生产总值比重(%)	0.033
	工业废水排放达标率(%)	0.025
	废气排放总量(亿吨)	0.035
	工业固体废物综合利用率(%)	0.035
	第三产业产值增速	0.053
	全员劳动生产率(万元/人)	0.084
	城乡收入比	0.071

1.2.2 综合评价指数计算

基于上述熵值法计算出的各级指标权重,通过线性加权,可以得出技术创新能力的综合评价指数,其计算公式为:

$$S_i = \sum_{j=1}^{13} W_j \cdot X_{ij}$$

其中, S_i 为第 i 年的技术创新能力综合评价指数, W_j 表示技术创新能力二级指标权重, X_{ij} 表示第 i 年第 j 个指标的标准化值。同理可计算出产业结构优化升级综合评价指数。

1.2.3 耦合协调度计算模型

耦合的概念起源于物理学,是指两个或两个以上的系统或运动形式通过各种相互作用而彼此影响的现象^[7]。协调度是衡量系统或系统内部要素之间持续发展、和谐一致的程度,反映系统由无序变为有序的发展趋势。为结合两者优势,人们在借鉴容量耦合系数模型的基础上发展出了耦合协调度模型,其计算

步骤和公式为^[8]:

第一步,计算耦合度函数 C_i 。

$$C_i = \left[\frac{S_i \times I_i}{(S_i + I_i)^2} \right]^{\frac{1}{2}}$$

第二步,计算调和指数。

$$T_i = \alpha S_i + \beta I_i$$

式中, T_i 为技术创新能力和产业结构优化升级的调和指数; α 、 β 为待定权数,本文采用熵值法确定,其值分别为 0.534 和 0.466。

第三步,计算耦合协调度。

$$D_i = (C_i T_i)^\theta$$

式中, D_i 为耦合协调度,其值界于 $[0,1]$ 之间, D_i 越接近于 1,耦合协调程度越好;反之耦合协调度越差。 θ 为待定参数,一般取值为 0.5。

为了更好地衡量技术创新能力与产业结构优化升级耦合协调的程度,参照有关资料^[9-10],本文对耦合协调度等级及其划分标准进行了设定,见表 3。

表 3 系统耦合协调度判别标准

耦合协调度 D_i 取值区间	耦合协调发展类型
$0.9 < D_i \leq 1$	优质协调
$0.8 < D_i \leq 0.9$	良好协调
$0.7 < D_i \leq 0.8$	中级协调
$0.6 < D_i \leq 0.7$	初级协调
$0.5 < D_i \leq 0.6$	轻度失调
$0.4 < D_i \leq 0.5$	中度失调
$D_i \leq 0.4$	严重失调

1.3 实证分析结果及讨论

采用上述各数学模型及公式,分别计算出 1995—2015 年中国技术创新能力和产业结构优化升级的综合评价指数(S_i 、 I_i)以及两者之间的耦合函数(C_i)、调和指数(T_i)和耦合协调度(D_i)见表 4。

表 4 各年度综合评价指数、耦合函数、调和指数和耦合协调度计算值

年份	S_i	I_i	C_i	T_i	D_i
1995	0.198	0.222	0.499	0.209	0.323
1996	0.197	0.229	0.499	0.212	0.325
1997	0.184	0.206	0.499	0.194	0.311
1998	0.179	0.217	0.498	0.197	0.313
1999	0.183	0.209	0.499	0.195	0.312
2000	0.115	0.255	0.463	0.180	0.289
2001	0.108	0.261	0.455	0.179	0.286
2002	0.124	0.272	0.464	0.193	0.299
2003	0.139	0.306	0.463	0.217	0.317
2004	0.168	0.393	0.458	0.273	0.354
2005	0.225	0.423	0.476	0.317	0.389
2006	0.271	0.468	0.482	0.363	0.418
2007	0.334	0.543	0.486	0.431	0.458
2008	0.386	0.545	0.493	0.460	0.476
2009	0.468	0.529	0.499	0.496	0.498
2010	0.540	0.626	0.499	0.580	0.538
2011	0.596	0.618	0.500	0.606	0.550
2012	0.688	0.648	0.500	0.669	0.578
2013	0.729	0.725	0.500	0.727	0.603
2014	0.777	0.764	0.500	0.771	0.621
2015	0.833	0.822	0.500	0.828	0.643

测算结果表明,1995—2015 年中国技术创新能力和产业结构优化升级综合评价指数及两者的耦合协调度呈现以下发展规律,现分析和讨论如下:

1)1995—2015 年,技术创新能力的综合评价指数除在前几年有不同程度的下降外,到 2001 年以后则呈现出逐年提高的稳步上升趋势。这归功于新世纪以来党和国家对创新特别是技术创新的高度重视和持续推进。1999 年 8 月,中共中央、国务院召开了

全国技术创新大会,发布了《关于加强技术创新,发展高科技,实现产业化的决定》;2005 年末,党的十六届五中全会提出了自主创新的重大发展战略,指出这是转变经济增长方式、实现产业结构升级的中心环节;2007 年,党的“十七大”报告提出“建设创新型国家,最关键的是要大幅度提高自主创新能力”;2012 年,党的“十八大”报告正式提出“实施创新驱动发展战略”;2017 年,党的“十九大”报告进一步提出“加快建设创新型国家”。

2)1995—2015 年,产业结构优化升级的综合评价指数前几年在波动中有所下降,但自 1999 年以后则呈现出逐年上升的态势。这表明,伴随着技术创新能力的提升,产业结构优化升级的进程也在不断加快。但较之欧美发达国家,中国的经济发展起步相对较晚,产业结构也一直处于不够合理的状态。例如,从 20 世纪 80 年代一直到 2000 年以前,我国重工业和轻工业同步发展,两者的比例一直在 50% 上下徘徊。在此期间,我国劳动密集型产业占比也一直维持在 20% 左右的高水平,而高新技术产业的占比一直停留在 5% 以下的较低水平^[11]。在国民经济三次产业结构中,第三产业产值占比始终在 40% 以下。进入新世纪以来,我国产业结构调整的步伐逐步加快,产业结构渐趋合理。在三大产业结构中,第三产业产值比重从 2000 年的 39.8% 上升到 2013 年的 46.7% 和 2016 年的 51.6%。再从工业内部结构看,随着我国重工业化程度的增加,重工业在工业中的占比迅速攀升至 70% 左右,而轻工业则下滑至 30% 左右^[12],使轻重工业比例渐趋合理。

3)21 年间,中国技术创新能力与产业结构优化升级的耦合协调度除在前 6 年有小幅波动外,总体上呈稳步上升趋势,从 1995 年的 0.323 增加到 2015 年的 0.643,从严重失调逐步演进到初级协调状态。其中,1995—2005 年,两者的耦合协调度处于严重失调阶段,其值始终徘徊在 0.286~0.389 之间;2006—2012 年,两者的耦合协调度从 0.418 逐年上升到 0.578,仍处于轻度失调阶段;从 2013 年起,两者的耦合协调度进入初级协调阶段。这表明,虽然中国技术创新能力与产业结构优化升级水平基本都呈上升趋势,但两者相互耦合、协调共进的良性互动机制尚未完全形成,中国仍然存在技术创新对产业结构优化支撑乏力、产业结构调整对技术创新的带动力不够等问题。这是因为我国经济长期处于传统的不平衡、不协调、不可持续的粗放型发展模式阶段,经济增长和产业升级主要依靠劳动力和资金投入,而不是技术创新

的驱动,使得中国经济在规模快速增长的同时总是伴随着大量的资源消耗和严重的环境污染。实践证明,单单靠人口红利和不可再生的资源已无法满足中国经济可持续发展的需要。要想摆脱低附加值、高能耗、高污染的陈旧经济发展方式,就需要提高技术创新能力,促进产业结构优化升级,从而实现经济效益、社会效益和生态效益的共赢。可喜的是,从本世纪初开始,特别是“十八大”以来,我国转变经济发展方式的进程和产业结构调整的步伐明显加快,创新驱动与经济增长、技术创新与产业升级之间的协调发展与良性互动机制开始显现。一方面,技术创新促进了传统产业的高新技术改造以及集约型生产部门的产生和新兴产业的发展,促进了人力资源和生产要素的优化配置,进而推动了产品的更新换代和产业结构的调整升级;另一方面,产业结构的升级会反哺技术创新,为其提供充足的经费支持、旺盛的技术需求和广阔的商业应用前景。

2 促进我国技术创新与产业升级协调发展的对策建议

“创新是引领发展的第一动力”^[1],技术创新也是推动产业结构优化升级的真正动因。世界各国特别是发达国家经济发展的现代化历程就是产业结构随着技术革命不断优化升级的过程。无论是美日等发达国家还是韩国等新兴工业国,以及一些发展中国家,无不为提高竞争实力而经历了一个不断调整、优化产业结构,转变经济增长方式的过程^[13]。习近平总书记指出:“一个国家长期落后归根到底主要是由于技术落后,而不取决于经济规模大小。中国近代史上落后挨打的根子就是技术落后,这个教训太深刻了,要牢牢记住。”^[14]技术创新是推动产业结构调整升级的不熄引擎。由上述实证分析结果可知,我国技术创新与产业结构的耦合协调情况不容乐观。因此有必要通过以下举措,促进我国技术创新与产业升级从初级协调向更高级协调方向发展。

2.1 发挥政府引领作用,营造良好创新环境

依靠技术创新推动产业结构升级,是我国工业化和现代化发展的必由之路。政府在国家创新体系特别是技术创新体系建设中起着引领作用,政府的政策支持能够有效推动技术创新和产业结构的调整升级。为此,政府部门要牢固树立新的发展理念,进一步转变职能,通过制定和完善以技术创新为中心的产业培育政策和产业发展政策,建立健全有利于技术创新和产业结构调整的财政、税收、金融、外贸、基础平台等配套保障体系以及市场化、社会化的科技投融资制

度、考核评价和成果奖励制度,不断优化创新创业的社会环境。比如,制定合理可行的产业与技术政策,集中优势资源扶植支柱产业、战略性新兴产业及产业集群,并在现代农业、先进制造业、当前服务业的重点领域开展创新示范。还要在全社会形成崇尚创新、鼓励创业、宽容失败的创新创业文化氛围,培育、弘扬企业家精神和工匠精神,激发“大众创业、万众创新”的活力,促进创新创业型中小微企业的快速发展。

2.2 落实企业主体地位,加强产学研协同创新和中介服务体系

习近平总书记在“科技三会”(全国科技创新大会、两院院士大会、中国科协第九次全国代表大会)重要讲话中强调:“企业是科技和经济紧密结合的重要力量,应该成为技术创新决策、研发投入、科研组织、成果转化的主体。”^[15]技术创新和产业结构升级都离不开企业,必须确立企业在创新中的主体地位,逐步完善以企业为主体、以市场为导向、产学研深度融合的技术创新体系及运行机制。要鼓励企业结合科技优势 and 市场需求,加大研发投入,积极开展行业共性技术和关键、核心技术的研究开发,并努力促进科技成果的商品化和产业化。一些资金和技术实力雄厚的企业还可以通过在海外设立研发机构、并购国外技术先导型企业等方式,努力打造一批有国际竞争力的创新型领军企业,培育和形成引领世界的新技术、新产品、新业态和新模式。

所谓产学研协同创新,是指企业、高校、科研院所三个创新主体在政府、科技中介机构、金融机构等相关利益主体的引导和支持下,以优势集成、资源共享和体制机制创新为前提,以深度参与、分工协作、联合攻关、平台共建、利益共享、风险分担为准则,投入各自的优势资源和创新要素,齐心协力进行科研开发、人才培养、生产营销等活动^[16]。一方面,要按照中央确立的“创新、协调、绿色、开放、共享”的发展新理念,推动产学研协同创新,支持产学研联合组建一批重点实验室、产业研究院、工程(技术)研究中心、协同创新中心、产业技术联盟等产学研协同创新平台,提升产学研协同创新能力。另一方面,要充分发挥市场在配置创新资源中的重要作用,按创新链、产业链汇聚、融合高校、科研机构和企业创新资源,突出“关键共性技术、前沿引领技术、现代工程技术、颠覆性技术”^[1]的产学研协同创新,加快我国技术创新从跟跑向并跑、领跑的跨越,进而以技术创新驱动产业结构转型升级。

技术创新过程是一个将新知识和新技术转化为

新产品并投放市场的一体化过程,开展技术创新的最终是为了实现成果的商品化和产业化,科技中介服务组织在促进科技成果转化、密切产学研关系方面起着桥梁和纽带作用。因此,必须大力培育和发展生产力促进中心、创业服务中心、技术市场、人才交流中心、中小企业孵化器、技术服务协会、科技咨询服务中心、技术产权交易中心、科技成果推广中心、科技评估中心、风险投资机构等与国际服务规范接轨的科技中介服务组织及信息化网络,构建由技术孵化与技术导入、科技咨询与评估、信息与设备资源共享、风险投资与融资、成果转让与技术交易5个子系统构成的技术创新中介服务体系^[16]。为企业(特别是中小微企业)技术创新、产学研合作和创新成果的产业化提供专业化、多样化、信息化和网络化服务,促进产学研协同创新和技术市场与资本市场的互动,进而推动技术研发链与产业创新链的有效对接以及技术创新与产业结构升级的耦合协调发展。

2.3 优化产业结构,以技术创新促进产业升级

面对第四次工业革命的挑战以及“中国制造2025”、“供给侧改革”、“互联网+”等战略的加速推进,产业结构调整升级愈加成为适应中国经济新常态的重要举措,而技术创新能力则是决定产业结构高度化和合理化的关键因素。因此,新时期的产业结构调整升级必须协调好整体与局部、技术创新与产业发展的关系,不能只关注单个产业的发展,而要促进国民经济各产业间的协调发展和深度融合,加快构建以战略性新兴产业和高技术产业为先导、先进制造业为支撑、服务业全面发展的现代产业体系,以技术创新带动产业结构的全面升级。

其一,以技术创新促进农业科技进步和结构升级。农业在国民经济中处于基础地位,要结合国家乡村振兴战略的实施,通过加强农业先进技术的推广应用,提高农业生产的科技含量,发展绿色农业、高效农业、规模农业和城市农业等,促进农业结构的优化升级。同时,通过建立特色化农产品生产基地、促进农副产品深加工和财富增值、发展农业生态旅游和农业生产服务体系等方式,促进第一产业与二三产业的融合,最终实现农业产业化和现代化。

其二,充分发挥技术创新在工业结构升级中的引领和支撑作用,推动中国由工业大国、制造大国向工业强国、制造强国转变。工业是国民经济增长的重要支撑,工业结构的不断调整升级是工业化过程的重要特征。一方面,要以实施《中国制造2025》为契机,用高新技术和新一代信息技术对机械、冶金、化工、纺

织、食品等传统产业进行改造和升级,并推动互联网与产业的深度融合,以改变传统的生产经营模式,不断提高传统产业特别是制造业的生产技术水平和自主创新能力,积极发展绿色制造、高端制造、智能制造、虚拟制造和服务型制造,促进制造业向全球产业链、价值链的中高端攀升。另一方面,要抓住第四次工业革命的难得机遇,积极发展新能源、新材料、高端装备、新一代信息技术、人工智能、生物医药、节能环保设备等战略性新兴产业和高技术产业,培育有特色的高新技术产业基地和若干世界级先进制造业集群,推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合,构建低污染、低能耗、高产出、高附加值的现代化工业体系^[17]。

其三,依靠科技进步大力发展第三产业,打造经济发展新引擎。第三产业是促进经济增长和带动就业的重要力量,是产业结构调整升级的重要依托。发展第三产业,必须进一步消除其体制机制的障碍,实现生产性服务业和生活性服务业的专业化、集群化发展,提高第三产业的技术创新水平和综合服务能力。对于金融保险、科技咨询、文化创意、信息技术、“互联网+”、现代供应链、租赁商务、共享经济、医疗保健、人力资本服务、旅游休闲和社会福利等创新型、生态型、高效型、质量型、融合型服务行业,应加大扶持力度,加强生态化、数字化、网络化和智能化建设,以培育新的经济增长点,促进现代服务业的跨越发展。

参考文献

- [1] 习近平. 中共十九大开幕,习近平代表十八届中央委员会作报告(直播全文)[EB/OL]. (2017-10-18)[2017-10-28]. http://www.china.com.cn/cppcc/2017-10/18/content_41752399.htm.
- [2] 姜军, 武兰芬. 江苏省技术创新与经济增长的关系研究——基于面板数据的实证[J]. 科技管理研究, 2014(3): 82-84, 90.
- [3] 俞一珍, 王章豹. 我国区域产业结构优化升级水平评价及聚类分析[J]. 科技和产业, 2016(6): 17-24.
- [4] 王章豹, 李垒. 我国制造业技术创新能力与产业竞争力的灰色关联分析[J]. 科学学与科学技术管理, 2007, 28(7): 38-42.
- [5] 肖光进, 刘建秋. 多因素决策的模糊评价模型[J]. 统计与决策, 2007(9): 12-14.
- [6] 郭显光. 改进的熵值法及其在经济效益评价中的应用[J]. 系统工程理论与实践, 1998, 18(12): 98-102.
- [7] VALERIE ILLINGWORTH. The penguin dictionary of physics[M]. Beijing: foreign language press, 1996: 92-93.
- [8] 曾珍香. 可持续发展协调性分析[J]. 系统工程理论与实践, 2001(3): 18-21.

- [9] 杨亮,丁金宏,郭永昌. 中国社会保障与经济发展耦合协调度的时空特征分析[J]. 人口与经济,2014(4):94-102.
- [10] 郭跃进,朱平利. 我国区域科技人才竞争力评价研究[J]. 科技进步与对策,2014(8):130-134.
- [11] 王蕴,曾铮. 产业结构不断优化升级是新常态的重要特点[EB/OL]. (2016-01-26)[2017-09-19]. http://economy.gmw.cn/2016-01/05/content_18312162.htm.
- [12] 罗丞,杨雪燕. 技术创新与我国产业结构调整[J]. 兰州学刊,2002(3):18-20.
- [13] 习近平. 习近平谈创新驱动发展战略:要抓好顶层设计和任务落实[EB/OL]. (2017-06-22)[2017-10-28]. <http://cpc.people.com.cn/xuexi/GB/n1/2017/0622/c385474-29355210.html>.
- [14] 习近平. 习近平在“科技三会”讲话[EB/OL]. (2016-05-31)[2017-04-22]. http://news.ifeng.com/a/20160531/48886124_0.shtml.
- [15] 王章豹,韩依洲,洪天求. 产学研协同创新组织模式及其优劣势分析[J]. 科技进步与对策,2015,32(2):24-29.
- [16] 吴晓妹,王章豹,黄希婷. 中小企业技术创新中介服务体系的构建与运行[J]. 科技进步与对策,2007,24(1):134-137.
- [17] 王章豹,童月,张辉. 我国高等工程教育层次结构和产业结构的演变及其互动关系研究[J]. 高等工程教育研究,2017(5):53-59.

Study on the China's Coupling Coordination Relationship between Technological Innovation and Industrial Structure

——The measure analysis based on time series data from 1995 to 2015

WANG Zhang-bao, WEI Duo-duo

(School of Management, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract: Technological innovation capacity is a powerful driving force to promote the adjustment and update of industrial structure, there is a healthy interaction relationship of interrelation and mutual promotion between the two. On the basis of carefully constructing the evaluation index system of technological innovation ability and industrial structure optimization and upgrading, this article uses entropy method and coupling coordination degree model to deeply analyze and discuss the coupling coordination degree relationship between the two, based on time series data from 1995 to 2015. Analysis results show that, during the period of 1995-2015, especially in the new century, the comprehensive evaluation index of China's technological innovation capability and the optimization and upgrading of industrial structure, and the coupling coordination degree between them have generally shown a steady upward trend. The coupling coordination degree increased from 0.323 in 1995 to 0.643 in 2015, from a serious disorder to a primary coordination state, but the overall coupling coordination degree is still low. In order to better promote the coordinated development between the two, which puts forward some countermeasures and suggestions.

Key words: technological innovation capacity; industrial structure optimization and upgrading; entropy method; coupling coordination degree; coordinated development