

基于 DEA-Malmquist 方法的装备制造业 自主创新能力评价

赵 丹^{1,2} 孙 冰¹ 易英欣¹

(1. 哈尔滨工程大学经济管理学院,黑龙江哈尔滨 150001;
2. 哈尔滨医科大学人文社会科学学院,黑龙江哈尔滨 150086)

摘 要:装备制造业是国民经济的重要支柱产业,影响和决定一国制造业的基础和核心竞争力。十九大以来,我国制造业的重要发展方向就是不断创新、加强与国际接轨力度。基于 2006—2015 年我国装备制造业的面板数据,构建 DEA-Malmquist 模型测度各类装备制造业在各年份的自主创新能力,以为装备制造业自主创新能力的综合评价提供一条新途径。研究表明:我国装备制造业技术创新整体呈上升趋势,每年以 8% 的比率增长;从 *TFP* 指数分解来看,2012—2013 年、2013—2014 年这两个时间段的 *TFP* 指数呈不稳定增长态势,先快速增长之后快速下降;对 7 类装备制造业子产业的创新能力测度发现,除交通运输设备制造业的创新效率指数 *M* 小于 1 外,其余产业均保持良好的发展态势,大多数子产业的 *PTEC* 与 *SEC* 值都等于 1 或趋向于 1,纯技术效率变化以及规模效率的变化对装备制造业子产业创新能力的促进作用并不明显。

关键词:装备制造业;自主创新能力;DEA-Malmquist

中图分类号:F273;F426.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-4970(2018)02-0077-06

一、引 言

装备制造业是国民经济的重要支柱产业,影响和决定着—国制造业的基础和核心竞争力,同时可为产业结构优化和升级提供重要保障^[1]。当前,我国经济增长的速度和质量受先进装备制造业的直接影响较大,特别是高端装备制造业在加快传统工业转型升级、提升产业链核心竞争力的发展过程中,先导性和战略性的作用明显^[2]。《中国制造 2025》和“十三五”规划明确提出,要推进先进装备制造业基地和重大技术转变战略基地的建设;2017 年,党的十九大对制造业的发展指明了方向,中国制造业唯有不断创新才能改变大而不强的现状,才能扭转一直以来世界对中国制造低端廉价的印象。近年来,我国又不断加强装备制造业与国际接轨力度,提出“一带一路”倡议,这既有利于我国装备制造业产品“走出去”,又可以提高我国的国际地位。但是,相

较于发达国家的技术装备,我国制造业面临着核心竞争力不强、中低端产能过剩、关键技术难以全面突破、自主创新能力低等问题,同时在很多高端产业上对国外技术的依存度较高。虽然相关部门出台了一系列的行业政策,但是在各个地区落实、部署、推进的过程中,我国的装备制造业仍然暴露出重复投资、恶性竞争、资源分散等问题^[3]。根据《2016 年全球环境绩效指数(EPI)评估报告》显示,现阶段,由于实施粗放型的发展模式、资源要素投入过高,我国装备制造业带来的环境污染问题较为严峻,全球 178 个国家中,我国排名第 118 位^[4]。与此同时,面对全球装备制造业产业格局的加速调整以及发达经济体高端制造业回流与新兴经济体争夺中低端制造业转移的趋势加剧,为了适应经济新常态和深化供给侧结构性改革,我国装备制造业需要应对“稳增长和调结构”的巨大挑战^[5]。因此,要实现工业强国的目标,我国的装备制造业必须从产业升级中寻求新的

收稿日期:2018-02-15
基金项目:国家自然科学基金项目(71173059,71372020);教育部新世纪优秀人才支持计划(NCET-10-0051);黑龙江省教育厅人文社会科学基金项目(12542148)
作者简介:赵丹(1978—),女,黑龙江大庆人,博士研究生,从事科技管理与创新管理研究。

发展理念,提高装备制造业的自主创新能力,打破来自国外跨国公司或者发达国家持续加大的对我国技术封闭和控制的被动局面,获取对未来发展趋势和前景起决定性作用的战略性主导权,自主决定如何更好地发展装备制造业并尽快缩小与领先者之间的差距,以加快我国传统制造业的改造与全面振兴,实现新常态下我国经济平稳、健康、可持续发展。

由于装备制造业在国民经济中的重要地位,国内外学者十分关注该产业的创新问题,基于多种理论、从多种视角对装备制造业的创新因素、创新路径、创新模式等进行了探讨。Nieto 从协同创新系统的角度分析装备制造业可知,装备制造业在协同创新过程中,最重要的就是要解决好装备制造企业间,装备制造企业与科研机构、与政府、与社会服务体系之间的关系^[6]。Ernst 等提出,装备制造业需要在组织模式上进行创新,将集体模式(如全球旗舰模式)取代传统的单体转向,实现创新“网络范式”的发展,这样才能促进装备制造业与外部环境的联系与互动^[7]。Johnson 等以演化经济学为基础,分别探讨装备制造业的两种创新模式演化路径,分析阻碍模仿创新过程向自主创新过程转变的内外因素^[8]。Xu 等阐述了现代信息技术环境下装备制造业协同创新系统的主要影响因素,分析了系统与网络环境的互动关系,进一步研究如何通过信息网络技术实现主体间系统资源的主流并提出了实现路径^[9]。国内学者,如冯梅从创新集群的理论演变和系统研究中进行思考,提出我国装备制造业创新能力提升的有效路径就是整合创新集群网络功能并建立跨区域的创新网络^[10]。陈伟等以东北三省装备制造业产学研创新网络为主体,基于网络结构和网络聚类的分析可知,该区域的装备制造业产学研创新网络中介结点并没有有效利用中间中心地位的信息有适合控制优势,并没有与合作伙伴建立起一种双向互动的合作创新机制^[11]。基于区域间分工与产业链分工、价值链分工之间互动发展所形成的二元分工网络,陈爱贞等的研究表明,体制和政策造成了市场和资源分割,并割裂了区域间分工与产业链分工、价值链分工之间的互动发展,从根源上造成了我国装备制造业创新机制缺损^[12]。

当前,关于装备制造业创新能力方面的研究成果十分丰富,在创新能力评价指标体系构建、创新能力评价方法等方面有诸多有益的探讨,成为了继高技术产业创新能力评价之后又一个产业创新实证的热点研究领域。如王章豹等认为,技术创新能力的评价指标体系包括投入部分和产出部分^[13]。基于协同理论,徐丰伟提出装备制造业技术创新能力的

评价指标体系应该包括技术创新能力自身因素和技术创新能力协同因素两大维度,前者涵盖投入能力、支撑能力和转化产出能力;后者包括内部协同能力和外部协同能力^[14]。基于低碳经济理论,吴红霞等构建了装备制造业自主创新能力的综合评价指标体系,采用改进的区间层次分析法和模糊综合评价法实现了对装备制造业自主创新能力的综合评价^[15]。赵丹等构建了一套基于知识流动的黑龙江装备制造业自主创新能力评价指标体系,实现了对黑龙江装备制造业 2008—2012 年自主创新能力的综合评价^[16]。

分析装备制造业创新及其能力方面的相关研究可知,由于研究视角和关注重点的差异,装备制造业技术创新能力的评价指标呈现出综合化和系统化、评价方法呈现出多样化的特征,能准确、客观评价装备制造业的技术创新能力,以有效促进对其的把握。但是,运用 DEA 方法分析装备制造业自主创新能力的研究相对较少,虽然其他方法能从宏观上分析装备制造业创新能力的整体情况,然而 DEA 方法的运用不仅能从宏观上审视我国装备制造业自主创新能力的整体发展趋势,亦能立足不同时间段、不同子产业分析该行业自主创新能力的具体情况,从而保证评价结果更为客观、更为全面,为装备制造业自主创新能力的综合评价提供一条新途径。由此,基于现有研究成果,笔者构建装备制造业自主创新能力评价的指标体系,根据 2006—2015 年我国装备制造业的面板数据,测度装备制造业的自主创新能力,分析影响和制约装备制造业自主创新能力的关键因素,从而提出增强我国装备制造业自主创新能力的相关对策。

二、装备制造业自主创新能力评价模型的构建

1. 评价指标体系的形成

装备制造业是一个多投入多产出的复杂动态系统,分析现有研究成果可知,不同学者基于不同视角提出了多样化的装备制造业自主创新能力的评价指标体系:基于知识管理理论,赵丹等的指标体系主要包括创新投入能力、知识流动能力、创新营销能力、创新管理能力 4 个维度^[16];基于低碳经济视角,吴红霞等提出的装备制造业自主创新能力评价指标体系涵盖创新资源投入、创新具体活动、创新产出能力 3 个方面^[15];王青等结合辽宁省转变制造业发展的实际,提出评价指标体系应包括投入和产出两个方面^[17]。分析现有的评价指标体系可知,立足于不同的研究视角和研究目标,学者们构建的指标体系都

有侧重,但是资源投入能力、研究开发能力、产出能力这3个部分是评价装备制造业自主创新能力的关键^[18]。其中,资源投入能力和研究开发能力显示的是装备制造业自主创新能力中的潜在能力部门和运用能力部门,而产出能力则凸显了自主创新能力中的效果能力部分,是装备制造业自主创新的目标和动力。此外,DEA模型对指标体系的要求如下:综合性、可比性、简洁性、可操作性等,为此,根据装备制造业自主创新能力的特征及现有的研究成果^[19],确定我国装备制造业自主创新能力的评价指标体系(表1)。

表1 我国装备制造业自主创新能力的评价指标体系

自主创新能力评价指标	具体测度指标	单位
投入指标	R & D 经费	万元
	R & D 人员全时当量	人年
	新产品开发费经费支出	万元
	技术引进费用	万元
产出指标	新产品销售收入	万元
	专利申请数量	件
	拥有注册商标数量	件
	有效发明专利数	件

2. 评价模型的构建

由于DEA在做评价过程不必确定输入和输出之间可能存在的某种显式关系,排除了许多主观因素,具有较强的客观性,因此运用DEA方法可以更好地区别各DMU在自主创新能力要素上的相对效率值,以及综合自主创新能力状况,使评价结果具有较强的现实意义^[20]。

Malmquist指数由Caves等学者建立,经过Fare加入距离函数模型构建Malmquist指数。依据定向输出变量分析装备制造业的自主创新能力,其输出的距离函数为:

$$D_0(x,y)=\inf\{\delta:(x,y/\delta)\in p(x)\} \tag{1}$$

式中:矩阵 $\mathbf{X}、\mathbf{Y}$ 分别为装备制造业自主创新能力的输入与输出矩阵; $p(x)$ 代表的是装备制造业自主创新能力的生产效率的可能性集合; δ 是定向输出效率指标的代表变量。

通过非线性运算可知,若 y 不属于集合 $p(x)$,则函数值 $D_0(x,y)>1$;反之,若 y 包含与集合 $p(x)$ 则函数值 <1 ,当且仅当 y 位于集合 $p(x)$ 边界处时,函数值为1。从到 t 到 $t+1$ 时期,Malmquist指数的函数表达式为:

$$MI_0(x_{t+1},y_{t+1},x_t,y_t)=\left[\frac{D_0^t(x_{t+1},y_{t+1})}{D_0^t(x_t,y_t)}\times\frac{D_0^{t+1}(x_{t+1},y_{t+1})}{D_0^{t+1}(x_t,y_t)}\right]^{1/2} \tag{2}$$

式中: (x_{t+1},y_{t+1}) 和 (x_t,y_t) 分别表示装备制造业在 $t+1$ 时期和 t 时期自主创新能力的投入和产出向量;

D_0^t 和 D_0^{t+1} 分别表示装备制造业在 $t+1$ 时期和 t 时期自主创新能力投入和产出的距离函数。

以 t 时期技术 T^t 为基准,从产出导向Malmquist指数表示为:

$$M_0^t(X_{t+1},Y_{t+1},X_t,Y_t)=\frac{D_0^t(X_{t+1},Y_{t+1})}{D_0^t(X_t,Y_t)} \tag{3}$$

以 $t+1$ 时期技术 T^{t+1} 为基准,从产出导向Malmquist指数表示为:

$$M_0^{t+1}(X_{t+1},Y_{t+1},X_t,Y_t)=\frac{D_0^{t+1}(X_{t+1},Y_{t+1})}{D_0^{t+1}(X_t,Y_t)} \tag{4}$$

Malmquist指数是由技术效率变化指数(EC)和技术水平指数(TC)的乘积组成:

$$MI_0(x_{t+1},y_{t+1},x_t,y_t)=EC_0(x_{t+1},y_{t+1},x_t,y_t)\times TC_0(x_{t+1},y_{t+1},x_t,y_t) \tag{5}$$

$$EC_0(x_{t+1},y_{t+1},x_t,y_t)=\frac{D_0^{t+1}(x_{t+1},y_{t+1})}{D_0^t(x_t,y_t)} \tag{6}$$

$$TC_0(x_{t+1},y_{t+1},x_t,y_t)=\left[\frac{D_0^t(x_{t+1},y_{t+1})}{D_0^t(x_t,y_t)}\times\frac{D_0^t(x_t,y_t)}{D_0^{t+1}(x_t,y_t)}\right]^{1/2} \tag{7}$$

当 $EC>1$ 时效率上升, $EC<1$ 时效率下降, $EC=1$ 时效率不变;当 $TC>1$ 时,生产可能性边界外移,效率上升, $TC<1$ 时生产可能性边界向内移动,效率下降。技术效率变化指数(EC)可被分解为纯技术效率变化指数(PEC)和规模效率变化指数(SEC)的乘积。

对于 t 时期发展到 $t+1$ 时期,分析第 i 种装备制造业自主创新能力效率值可知,4种距离函数分别为:

$$\begin{cases} [D_0^t(X_t,Y_t)]^{-1}=\max_{\theta\lambda}\theta \\ st-\theta y_{i,t}+Y_t\lambda\geq 0 \\ x_{i,t}-X_t\lambda\geq 0 \\ \lambda\geq 0 \end{cases} \tag{8}$$

$$\begin{cases} [D_0^{t+1}(X_{t+1},Y_{t+1})]^{-1}=\max_{\theta\lambda}\theta \\ st-\theta y_{i,t+1}+Y_{t+1}\lambda\geq 0 \\ x_{i,t+1}-X_{t+1}\lambda\geq 0 \\ \lambda\geq 0 \end{cases} \tag{9}$$

$$\begin{cases} [D_0^t(x_{t+1},y_{t+1})]^{-1}=\max_{\theta\lambda}\theta \\ st-\theta y_{i,t+1}+Y_t\lambda\geq 0 \\ x_{i,t+1}-X_t\lambda\geq 0 \\ \lambda\geq 0 \end{cases} \tag{10}$$

$$\begin{cases} [D_0^{t+1}(X_t,Y_t)]^{-1}=\max_{\theta\lambda}\theta \\ st-\theta y_{i,t}+Y_{t+1}\lambda\geq 0 \\ x_{i,t}-X_{t+1}\lambda\geq 0 \\ \lambda\geq 0 \end{cases} \tag{11}$$

三、装备制造业自主创新能力
评价的实证分析

1. 数据来源

装备制造业是投资类资本形态的制造业,是为满足国民经济各部门发展和国家安全需要而制造各种技术装备的产业总称^[21]。根据国民经济行业分类标准,其包括了金属制品业、通用设备制造业、专用设备制造业、交通运输设备制造业、电子机械及器材制造业、电子通信设备制造业、仪器仪表制造业共7类子行业。

为了避免偶然因素引起的指标值变动、体现自主创新能力的持续性及考虑数据的可获得性及有效性之后,此次研究选择2006—2015年我国装备制造业面板数据。具体数据均来源于《中国统计年鉴》《工业企业科技活动统计年鉴》及其他官方发布的调查数据。

2. 结果分析

基于DEA中的CCR模型,选用DEA-Malmquist指数对我进国2006—2015年装备制造业的创新投入以及产出绩效进行测算,运行DEAP软件得到2006—2015年装备制造业自主创新能力DEA评价结果(表2)。

表2 2006—2015年装备制造业自主创新能力
评价结果(按时间划分)

时间段	综合技术效率 (EFFCH)	技术进步 (TECHCH)	纯技术效率 (PECH)	规模效率 (SECH)	全要素生产率 (TFPCH)
2006—2007年	0.991	1.039	0.991	1.000	1.030
2007—2008年	1.004	1.082	1.004	1.000	1.087
2008—2009年	1.002	1.103	1.005	0.997	1.105
2009—2010年	1.032	1.056	1.028	1.004	1.089
2010—2011年	0.971	1.130	0.978	0.993	1.097
2011—2012年	1.008	1.236	1.009	0.999	1.246
2012—2013年	1.009	4.667	1.004	1.005	4.708
2013—2014年	0.992	0.225	0.993	0.999	0.223
2014—2015年	1.013	1.023	1.009	1.004	1.036
平均值	1.002	1.078	1.002	1.000	1.080

从表2可知,我国装备制造业在2006—2015年,TFP(M指数)均值为1.080,大于1,说明装备制造业自主创新能力的总体水平保持稳定,且每年以0.080的比率增长。但在2012—2013年、2013—2014年这两个年度,TFP指数呈不稳定增长,分别为4.708和0.223。将TFP指数分解来看,2012—2013年EFFCH指数为1.009、TECHCH(技术水平增长指数)为4.667,由此可明显看出,装备制造业在2012—2013年间的技术效率增长幅度不大,甚至可以说保持基本稳定,但TECHCH(技术水平指数)的大幅度增长使得TFP指数大幅增长;2013—2014

年度,装备制造业的纯技术变化指数(PECH)与规模效率变化指数(SECH)均略有下降,由此,EFF指数受前两者的影响也略有下降,但与前年相比下降程度不大。但是,TFP指数却由于TECHCH指数的大幅度下降,从而由4.708下降至0.223。初步推断,这主要是由于2012—2013年技术引进程度过大由此导致技术水平增长的幅度过大,但后一年的技术水平保持以往年度的增长水平,呈现急剧的缩小的趋势。

为进一步分析M值及其分项的变化情况,绘制了2006—2015年我国装备制造业技术创新效率变化情况(图1)。

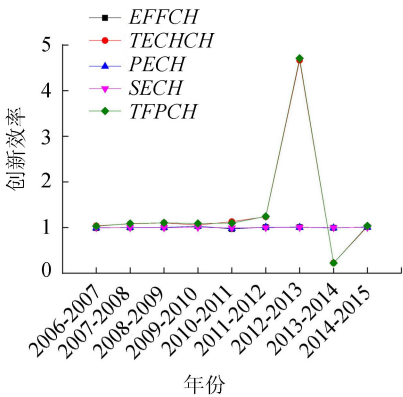


图1 2006—2015年装备制造业自主创新能力变化趋势

从图1可明显看出,我国装备制造业的纯技术效率变化与规模效率变化指数总体呈稳定态势,而M指数(TFP)随着TECHCH的波动而变化。因此可将变化趋势大体上分为4个阶段:第一阶段为2006—2011年,为稳定阶段,这5年间,装备制造业创新效率整体呈稳定趋势,保持在1.000上下波动;第二阶段为2011—2013年,是技术水平快速增长阶段;第三阶段为2013—2014年,技术水平快速的回归之前水平并伴有大幅下降;第四阶段为2014—2015年,这一阶段的技术水平逐渐回归正常水平,并伴有小幅度的上涨。

在从时间序列的角度分析我国装备制造业自主创新能力之后,进一步分析各产业的创新能力变化情况(表3)。

分析表3可知,在选取的7个装备制造业行业中,除交通运输设备制造业的创新效率指数M小于1外,其余所有行业的M指数均>1,这表明我国七类装备制造业的创新效率呈上升趋势。其中专用设备制造业的创新指数达到了1.157,为全行业最高。分解来看,EFF水平整体保持平稳,这说明装备制造业接近最佳生产状态,相对技术效率保持平稳,但也说明了技术效率的变化幅度不大,即装备制造业

表 3 2006—2015 年装备制造业自主创新 能力评价结果(按行业划分)					
行业	综合技术效率 (<i>EFFCH</i>)	技术进步 (<i>TECHCH</i>)	纯技术效率 (<i>PECH</i>)	规模效率 (<i>SECH</i>)	全要素生产率 (<i>TFPCH</i>)
金属制品业	1.000	1.125	1.000	1.000	1.125
通用设备制造业	1.015	1.030	1.015	1.001	1.046
专用设备制造业	1.000	1.157	1.000	1.000	1.157
交通运输设备制造业	1.000	0.990	1.000	1.000	0.990
电子机械及器材制造业	1.000	1.077	1.000	1.000	1.077
电子通信设备制造业	1.000	1.111	1.000	1.000	1.111
仪器仪表制造业	1.000	1.065	1.000	1.000	1.065
平均值	1.002	1.078	1.002	1.000	1.080

的技术效率变化对技术创新的促进作用不显著。分解 *EFF* 指数可发现,规模效率变化指数以及纯技术变化指数对装备制造业技术创新效率的影响微乎其微,应加强对装备制造业的技术及规模效率的建设投入。除交通运输设备制造业外的六个行业的 *TEC* 指数均大于 1,这说明装备制造业整体技术水平有所增长,装备制造业整体技术水平以每年 7.8% 的速度稳步增长。

四、研究结论及对策建议

1. 研究结论

基于 2006—2015 年我国装备制造业面板数据,利用 *DEA-Malmquist* 指数方法对我国装备制造业自主创新能力进行综合评价与分析,得到以下结论。

第一,我国装备制造业技术创新效率平整体呈上升趋势,每年以 8% 的比率增长。通过对 *M* 指数的深度分解分析,可以发现专用设备制造业的创新指数达到了 1.157,为全行业最高。分解来看,*EFF* 水平整体保持平稳,这说明装备制造业接近最佳生产状态,相对技术效率保持平稳,这也说明了技术效率的变化幅度不大,即装备制造业的技术效率变化对技术创新效率的促进作用不明显。

第二,将 *TFP* 指数分解来看,2012—2013 年、2013—2014 年这两个年度的 *TFP* 指数呈不稳定增长,先快速增长,之后快速下降。主要原因是由于 2012—2013 年度,国际交流日益广泛,转型升级过程中,装备制造业的 7 类子产业在积极引进先进技术的同时加强自主创新,使技术水平增长的幅度较大,但其后的技术水平保持以往年度的增长水平,呈现急剧缩小。

第三,对 7 大装备制造业产业技术创新效率测度可以发现,除交通运输设备制造业的创新效率指数 *M* 小于 1 外,其余所有行业的 *M* 指数均大于 1,

均值也大于 1,这说明我国 7 类装备制造业技术创新效率处于良好的态势,进一步增强了自主创新能力,促进产业转型升级,在实施“走出去”战略中具有比较优势,为国民经济增长做出贡献。

第四,大多数产业的 *PTEC*(纯技术效率变化)与 *SEC*(规模效率变化)值都等于 1 或趋向于 1,这表明纯技术效率变化以及规模效率的变化对单个装备制造业产业技术创新效率的进步作用不明显。

2. 对策建议

第一,增加装备制造业 R & D 经费投入强度。

R & D 经费是自主创新的源动力,虽然近几年装备制造业 R & D 经费投入增长速度很快,但投入强度与经济发展水平所处的阶段是不相适应的,从总体上看我国正处于工业化中期阶段,此阶段强度一般为 1.5% ~ 2.5%,但我国现阶段仅达到最低点 1.5%,因此当前的任务是加大 R & D 经费的投入强度。首先,政府必须增加财政支出中科技经费支出的比重,严格贯彻落实科技投入的法定增长要求;其次,要加强产业创新意识培养,制定相应的政策引导产业将更多的资金投入新技术、新产品的研发过程中,加大对装备制造业的扶持与奖励力度,树立装备制造业创新典型,调动装备制造业技术创新和加大研发经费投入力度的积极性。政府的支持和引导、装备制造业积极加大 R & D 经费的投入强度,是提升我国装备制造业自主创新能力的的重要手段之一。

第二,加强装备制造业创新人才队伍建设。

产业的技术研发、技术转化、产品开发都需要创新型人才的保障,因此,加强创新人才队伍建设对提升我国装备制造业自主创新能力具有重要意义。加强人才队伍建设方面的工作可以从以下几个方面展开:首先,提高对高等教育的投入强度,改变传统人才培养理念;其次,加强装备制造企业员工的创新能力与创新意识的培养,将创新成果与员工绩效直接挂钩;再次,加强对装备制造业高层次创新人才的引进力度,如重视引进海外高层次创新人才、重点培养技术领军人才与优秀创新团队、培养一批顶尖的技术创新攻关人才。

第三,加大装备制造业产学研合作创新力度。

我国装备制造业自主创新能力整体水平偏低的重要原因之一就是产学研合作程度不够,创新资源并没有得到合理的配置和充分的利用。加强产学研合作,能在一定程度上很好地解决这一问题,推进高校、科研院所与企业的资源整合、合作创新,能迅速实现科技创新成果市场化,能够确保装备制造业创新资源的优化配置与合理利用,从而提升其自主

创新能力。具体的合作措施如下:企业与科研院校合作科技攻关,共同培养科技创新人才;高校与企业合作建立实验室、研究所、技术中心等;共同建立科技园区,实施基础研究与成果孵化一体化,加快创新成果市场化;鼓励企业与科研院校共同简历研发机构,共同设立学科专利,加强创新项目合作等。加强产学研创新合作,优化配置并充分利用装备制造业的创新资源,是提高我国装备制造业自主创新能力的关键一步。

第四,完善装备制造业自主创新服务平台建设。技术创新活动需要良好的外部环境,其中,最为重要的就是完善创新服务平台。根据装备制造业的技术创新需求,建设一批系统的专业领域创新服务平台,促进装备制造业之间的创新资源整合,从而保障产业人、财、物、信息等创新资源畅通流动,实现资源共享、优势互补。以国家财政资金为引导,结合社会投入与地方财政资金,围绕装备制造业的创新发展建设区域创新服务平台,这些平台将面向装备制造业提供技术研发、技术转移、知识产权、技术人才培养以及市场推广等方面的专业化服务,为装备制造业的创新活动营造良好的外界创新氛围,促进装备制造业创新资源的流动与共享,实现创新资源的有效配置,进一步增强从而提升我国装备制造业自主创新能力。

参考文献:

[1] 王卫,綦良群. 中国装备制造业全要素生产率增长的波动与异质性[J]. 数量经济技术经济研究,2017(10): 111-127.

[2] 范德成,杜明月. 高端装备制造业技术创新资源配置效率及影响因素研究——基于两阶段 StONED 和 Tobit [J]. 中国管理科学,2018,1(26):13-24.

[3] 吕岩威,孙慧. 中国战略性新兴产业技术效率及其影响因素研究——基于 18 个大类行业面板数据的分析 [J]. 科学学与科学技术管理,2013(11):137-146.

[4] 孟祥宁,张林. 中国装备制造业绿色全要素生产率增长的演化轨迹及动力[J]. 经济与管理研究,2018(1): 105-115.

[5] 冀刚,黄继忠. 外部性、产业结构与产业增长——来自中国装备制造业升级面板数据的门槛效应分析[J]. 上海经济研究,2018(2):37-52.

[6] NIETO M J, SANTAMARIA L. The importance of diverse collaborative networks for the novelty of product innovation [J]. Technovation,2007,27(6):367-377.

[7] ERNST D, KIM L. Introduction: global production networks, information technology and knowledge diffusion [J]. Industry&Innovation,2002,9(3):147-153.

[8] JOHNSON W H A, LV C, YUAN Y. A study of the

evolutionary path of technological innovation modes in the equipment manufacturing industry of China[J]. Journal of Technology Management in China,2011, 6(3):257-266.

[9] XU J Z,ZHAO W,WANG L. Construction and realization path of collaborative innovation system of the equipment manufacturing industry under the network environment [J]. Science & Technology Management Research,2015 (24):35-42.

[10] 冯梅. 中国装备制造业竞争力提升:基于创新集群网络视角[J]. 社会科学,2009(12):45-51.

[11] 陈伟,张永超,马一博,等. 区域装备制造业产学研合作创新网络的实证研究——基于网络结构和网络聚类的视角[J]. 科学学研究,2012,30(4):600-607.

[12] 陈爱贞,刘志彪,张少军. 中国装备制造业创新的二元分工网络制约[J]. 厦门大学学报(哲学社会科学版), 2016(3):10-20.

[13] 王章豹,孙陈. 我国装备制造业行业技术创新效率测度研究[J]. 中国科技论坛,2007(8):28-33.

[14] 徐丰伟. 基于协同的装备制造业技术创新能力评价指标体系研究[J]. 科学管理研究,2011,29(5):26-30.

[15] 吴红霞,刘遵峰,张春玲,等. 基于低碳经济视角的装备制造业自主创新能力评价[J]. 生态经济,2013(4): 111-114.

[16] 赵丹,孙冰,易英欣. 基于知识流动的黑龙江省装备制造业自主创新能力评价研究 [J]. 科技进步与对策, 2015,32(22):115-119.

[17] 王青,安亚革. 装备制造业技术创新效率评估——以辽宁为例[J]. 科技与经济,2016,3(29):29-33.

[18] 王凯,马庆国. 基于因子分析定权法的中国制造业技术创新能力研究[J]. 中国地质大学学报(社会科学版), 2007,7(2):90-95.

[19] 冯志军,陈伟. 中国高技术产业研发创新效率研究——基于资源约束型两阶段 DEA 模型的新视角 [J]. 系统工程理论与实践,2014,34(5):1202-1212.

[20] 徐建中,赵伟峰,王莉静. 基于博弈论的装备制造业协同创新系统主体间协同关系分析[J]. 中国软科学, 2014(7):161-171.

[21] 张青山,刘明. 我国装备制造业实现跨越式发展的战略思考[J]. 中国软科学,2001(10):120-121.

(责任编辑:高虹)

