

基于熵权法的河北省制造业先进性 评价及发展策略分析

崔海英, 代冬芳

(唐山学院 电子商务学院, 河北 唐山 063000)

摘要:河北省正处在转型升级的关键时期,制造业作为河北省的支柱性产业,其发展关乎整个河北省经济的发展。文章从经济效益、节能环保、科技创新三个层次构建了河北省制造业先进性的评价体系,运用熵权法对河北省制造业先进性水平进行了综合评价,结果发现,河北省制造业先进性水平综合排名前三位的依次是黑色金属冶炼和压延加工业、汽车制造业、专用设备制造业,其中黑色金属冶炼和压延加工业在经济效益和科技创新方面存在绝对优势,但在节能环保方面还有较大的提升空间。基于评价结果,提出需从提升科技创新能力、延长产业链、探索“互联网+”模式、打造特色产业集群、营造健康发展环境、优化产业布局等方面提高制造业先进性水平,推进河北省制造业发展。

关键词:河北省;制造业;熵权法;发展策略

中图分类号:F427 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-349X(2021)06-0070-07

DOI:10.16160/j.cnki.tsxyxb.2021.06.012

Progressiveness Evaluation and Development Strategy of the Manufacturing Industries in Hebei Province Based on Entropy Weight Method

CUI Hai-ying, DAI Dong-fang

(School of E-Commerce, Tangshan University, Tangshan 063000, China)

Abstract: Hebei Province is in a critical period of industrial transformation and upgrading, where the manufacturing industries concern the economic development of the whole province since it serves as a pillar industry. In this paper, an evaluation system is established for the progressiveness of the manufacturing industries in Hebei Province from three levels of economic efficiency, energy conservation and environmental protection, and technological innovation. In this system, the entropy weight method is applied to comprehensively evaluate the progressiveness level. The results show that the top three ranking of the progressiveness level for manufacturing industries in Hebei Province are ferrous metal smelting and calendaring processing, automobile manufacturing, and special equipment manufacturing, of which the ferrous metal smelting and calendaring processing industry has absolute advantages in economic benefits and scientific and technological innovation, but there is still much room for improvement in energy conservation and environmental protection. Based on the evaluation

基金项目:河北省科技厅指令项目(2019450024);2019年河北省社科联重点课题(2019020202002)

作者简介:崔海英(1970—),女,河南商丘人,副教授,硕士,主要从事区域经济与国际贸易研究。

results, this paper proposes that the manufacturing industry level should be improved from the following aspects: enhancing technological innovation capability, extending the industrial chain, exploring the "Internet plus" mode, creating characteristic industrial clusters, creating healthy development environment and optimizing industrial layout etc., so as to promote the development of the manufacturing industries in Hebei Province.

Key Words: Hebei Province; manufacturing industries; the entropy weight method(EWM); development strategy

河北省作为制造业大省,要摆脱当前面临的转型升级的困境,必然要谋求制造业的突破发展,而河北省的制造业要取得突破发展必然要打造一批先进制造业集群来带动整体制造业水平的提升。先进制造业集群作为制造业的集中代表,其发展水平对区域经济发展和技术创新有着非常重要的影响,因此受到各地政府的重视。2020年新冠肺炎疫情席卷全球,众多行业遭遇了前所未有的危机,也给河北省制造业的发展带来了新的挑战,如何提高制造业的先进性水平,进而提升制造业的核心竞争力是河北省近期面临的重大课题。因此,通过对河北省制造业先进性的科学评价,了解河北省制造业的发展现状和特点,对于更好地推动河北省制造业的发展具有重要的现实意义。

1 河北省制造业的发展特点

1.1 产业规模发展速度迅猛

自2011年以来,河北省规模以上工业企业总产值保持了较快增长,年平均增长7.3%,2020年在疫情影响之下也达到了近5%的增长。其中制造业表现突出,成为第一支柱产业,并逐步形成了明显的产业集群。一是唐山的装备制造制造业基地,主要是利用本地能源产业和传统装备业优势,融入智能机器人等发展产业基地。其中,矿山机器人产业2019年规模已达百亿,在全国处于领先地位。二是保定的新能源汽车产业基地,主要是以长城汽车为核心打造新能源汽车及零部件产业基地。三是沿海港口产业基地,包括秦皇岛港区、唐山港区和黄骅港区,利用港口区位优势,大力发展石油炼化、现代化工制造业。四是廊坊的电子信息制造业,主要是利用邻近京津的区位优势,通过承接京

津产业转移,打造制造业智力基地。而这些大多属于先进制造业,由此可见河北省先进制造业产业规模在过去几年间取得了较快发展。

1.2 产业创新投入不断增长

近年来,河北省先进制造业的技术创新能力不断提升,从科技经费的投入来看,R&D经费投入总量和投入强度都有所提升。《河北省科技经费投入统计公报》显示,2020年河北省制造业R&D经费466.2亿元,R&D经费投入强度1.24,2019年R&D经费426.0亿元,R&D经费投入强度1.19。2020年R&D经费比2019年增长了9.4%,是2012年的133倍。同时,制造业企业中实现创新的企业所占的比重也不断提高,2019年规模以上工业企业中制造业实现产品创新和工艺创新的企业占比达到33.8%。

1.3 产业表现出更高的外向度

一个产业的外向度可以通过利用外资比例、进出口情况、国际交流情况和国际竞争力等几个方面来体现。先进制造业的发展离不开国际市场,只有强化国内国外两个市场的资源配置,才能确保先进制造业持续提升竞争力。河北省先进制造业表现出越来越高的外向度,2019年制造业外商投资同比增长1.31%,外资资源利用的比重大幅提升。而且近几年,以唐山开诚电器为代表的现代矿山设备制造业、以保定英利集团为代表的光伏产业等出口额也都明显增加,表现出很强的竞争力。

2 河北省制造业先进性评价

2.1 国内外研究现状

对于制造业的评价指标体系国外一些学者进行了探索。比如,Buckley等从制造业的产

业绩效、竞争潜力和竞争过程三个方面构建了评价指标体系^[1];Gustavsson 等从资源、技术、规模经济和要素价格四个层面构建了制造业国际竞争力评价指标体系^[2];Hitomi 构建的产业竞争力评价指标体系,包括收益率、效率指数、相对生产率三个方面^[3];Geraci 等提出了科技创新指标评价先进制造业^[4]。

国内对制造业评价体系的研究主要有:胡蝶等从经济创造、科技竞争和环境保护三个方面,对海峡西岸经济区的制造业进行了评价^[5];徐静霞构建的装备制造业核心竞争力评价指标体系包括技术水平、产品质量、产业组织结构、科研产业化水平、服务水平及市场化程度六个方面^[6];龚唯平等构建的制造业评价指标体系,包括先进制造技术、先进制造模式、经济发展创造能力和先进市场网络组织四个方面^[7];郑四华等针对江西省制造业竞争力的评价,包括创新能力、可持续发展能力、市场开拓能力、发展效率以及发展效益五个方面^[8];郭巍等的制造业评价指标则是选择了技术、管理、模式和经济效益和社会效益五个方面^[9];谭蓉娟等通过实证分析发现创新能力和管理水平对先进制造业竞争力影响较显著^[10]。

2.2 河北省制造业先进性评价指标体系构建

从国外国内有关学者关于制造业评价指标体系的研究可以看到,制造业核心竞争力是主要的关注对象,但过于强调产业属性,而忽视了先进特性,评价指标体系对制造业的先进性重视程度不够。先进制造业是相对传统制造业而言的,是指制造业不断吸收信息技术、机械、材料和现代管理等方面的高新技术成果,运用于制造业的研发、生产、营销和管理等全过程,以实现信息化、智能化、自动化、生态化生产,取得更好经济效益和市场效果的制造业总称。

制造业的先进性体现在三个方面,一是产业先进性,其处在全球生产链的高端,是具有较高技术含量和附加值的制造业,通常指新兴产业、高技术产业;二是环保和效率先进性,要求制造业能源消耗低,达到节能环保;三是技术先进性,其运用高新技术或是先进适用技术对制

造企业进行改造,除了新兴产业、高技术产业外,传统产业只要其技术水平、创新水平得到提升,在制造技术和产品研发上保持先进水平,同样也是先进制造业。

因此,综合已有文献,本文拟从经济效益、节能环保、科技创新三个层次对河北省制造业先进性进行评价,所构建的指标体系如表 1 所示。

表 1 河北省制造业先进性评价指标体系

一级指标	二级指标	实测指标
河北省制造业 的先进性水平	经济效益	主营业务收入(亿元)
		利润总额(亿元)
		固定资产(亿元)
		流动资产(亿元)
		资产总计(亿元)
	节能环保	能源消耗(万吨标准煤)
		水消费(万立方米)
	科技创新	R&D 人员全时当量(人年)
		R&D 经费内部支出(万元)
		有效发明专利数 新产品开发项目数

2.3 方法的选取及评测算公式

为了使计算结果更加客观可信,本文的评价方法选取了熵权法,评价的步骤及公式如下。

2.3.1 数据标准化

因为选取指标量纲不同,为了统一量纲,首先进行数据的标准化处理。

正向指标的标准化公式:

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (1)$$

负向指标的标准化公式:

$$x'_{ij} = \frac{x_{\max} - x_{ij}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (2)$$

式中, x_{ij} 为各个指标的观测值, $x_{\min}$ 为指标中的最小值, $x_{\max}$ 为指标中的最大值。

2.3.2 计算信息熵

标准化之后,计算信息熵,第 j 项指标的信息熵为:

$$e_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m r_{ij} \ln r_{ij} \quad (3)$$

式中,第 i 个样本第 j 项指标 x_{ij} 的比重 $r_{ij} = \frac{x'_{ij}}{\sum_{i=1}^m x'_{ij}}$, m 为样本个数。

2.3.3 计算差异系数

第 j 项指标的差异系数为:

$$g_j = 1 - e_j. \quad (4)$$

2.3.4 计算熵权

第 j 项指标的熵权为:

$$W_j = \frac{g_j}{\sum_{j=1}^n g_j}. \quad (5)$$

2.3.5 制造业的评价得分

$$S = \sum_{j=1}^n w_j x'_{ij}, \quad (6)$$

式中, S 为评价分数, x'_{ij} 为无量纲化的指标值, n 为指标个数。

2.4 评价过程及结果

评价数据采用的是 2019 年河北省制造业的数据,因为烟草制造行业的特殊性及其固定资产等数据的缺失,所以对其作相应剔除,选取 31 个制造行业中的 30 个作为行业样本。本文数据均来源于《河北省经济年鉴 2020》和《中国统计年鉴 2020》。

对数据进行整理之后,运用 Matlab 软件进

行编程,完成熵权法的评价过程。进行数据标准化处理时,除了节能环保这一指标的观测指标为负向指标外,其余指标都为正向指标,因此采用的公式不同。经计算得出河北省制造业的信息熵、差异系数以及熵权的结果,如表 2 所示。

表 2 河北省制造业的信息熵、差异系数及熵权

指标	信息熵	差异系数	熵权
主营业务收入	0.742 6	0.257 3	0.123 6
利润总额	0.752 0	0.248 0	0.119 1
固定资产	0.891 5	0.108 5	0.052 1
流动资产	0.773 5	0.226 5	0.108 8
资产总计	0.748 4	0.251 6	0.120 9
能源消耗	0.989 9	0.010 1	0.004 8
水消费	0.989 8	0.010 2	0.004 9
R&D 人员全时当量	0.754 9	0.245 1	0.117 7
R&D 经费内部支出	0.620 7	0.379 3	0.182 2
有效发明专利数	0.825 8	0.174 2	0.083 7
新产品开发项目数	0.829 1	0.170 9	0.082 1

通过计算,得到河北省制造业各行业先进性的综合得分及排名(见表 3)。

表 3 河北省制造业各指标得分情况

行业	经济效益	节能环保	科技创新	综合指数	排序
黑色金属冶炼和压延加工业	0.523 2	0.000 0	0.402 2	0.925 4	1
汽车制造业	0.118 2	0.009 6	0.284 7	0.412 6	2
专用设备制造业	0.106 0	0.009 7	0.201 7	0.317 3	3
化学原料和化学制品制造业	0.109 3	0.008 7	0.196 3	0.314 2	4
金属制品业	0.121 6	0.009 5	0.149 9	0.280 9	5
电气机械和器材制造业	0.088 4	0.009 6	0.159 9	0.257 9	6
非金属矿物制品业	0.127 9	0.009 0	0.081 7	0.218 5	7
通用设备制造业	0.082 8	0.009 7	0.122 3	0.214 8	8
医药制造业	0.064 9	0.009 5	0.126 4	0.200 8	9
橡胶和塑料制品业	0.052 9	0.009 7	0.082 6	0.149 8	10
计算机、通信和其他电子设备制造业	0.035 5	0.009 6	0.104 6	0.145 2	11
农副食品加工业	0.070 1	0.009 5	0.026 5	0.106 1	12
铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业	0.069 6	0.008 6	0.024 6	0.104 1	13
石油加工、炼焦和核燃料加工业	0.030 1	0.009 7	0.064 3	0.102 9	14
食品制造业	0.044 3	0.009 5	0.028 8	0.082 7	15
仪器仪表制造业	0.036 5	0.009 6	0.019 6	0.073 4	16
纺织业	0.032 4	0.009 6	0.015 2	0.065 7	17
酒、饮料和精制茶制造业	0.015 6	0.009 7	0.048 1	0.057 2	18
有色金属冶炼和压延加工业	0.036 9	0.009 6	0.003 4	0.052 4	19
皮革、毛皮、羽毛及其制品和制鞋业	0.018 0	0.009 6	0.024 8	0.050 0	20
文教、工美、体育和娱乐用品制造业	0.013 0	0.009 7	0.017 4	0.040 2	21

续表

行业	经济效益	节能环保	科技创新	综合指数	排序
造纸和纸制品业	0.016 1	0.009 5	0.009 2	0.034 8	22
化学纤维制造业	0.015 8	0.009 7	0.007 3	0.033 5	23
家具制造业	0.013 0	0.009 7	0.007 2	0.032 9	24
木材加工和木、竹、藤、棕、草制品业	0.009 6	0.009 2	0.014 7	0.030 0	25
纺织服装、服饰业	0.014 2	0.009 7	0.003 1	0.028 2	26
印刷和记录媒介复制业	0.010 1	0.009 7	0.007 8	0.027 6	27
废弃资源综合利用业	0.008 8	0.009 7	0.009 6	0.027 0	28
其他制造业	0.009 2	0.009 7	0.000 0	0.019 0	29
金属制品、机械和设备修理业	0.000 9	0.009 7	0.004 3	0.015 0	30

由表 3 可以看出,河北省制造业排在前十位的黑色金属冶炼和压延加工业、汽车制造业、专用设备制造业、化学原料和化学制品制造业、金属制品业、电气机械和器材制造业、非金属矿物制品业、通用设备制造业、医药制造业、橡胶和塑料制品业与先进制造业的发展标准更契合,尤其是黑色金属冶炼和压延加工业、汽车制造业、专用设备制造业,具有了一定的产业基础,有着很强的发展潜力,可以成为河北省先进制造业的重点发展对象。

河北省制造业先进性水平排名前十位各指标雷达图如图 1 所示,排名在第一位的黑色金属冶炼和压延加工业在经济效益和科技创新方面存在绝对优势,但在节能环保方面还有巨大提升空间。排名第二位的汽车制造业、专用设备制造业,与黑色金属冶炼和压延加工业相比,经济效益和科技创新两个指标评价结果较低,节能环保指标相对较好。化学原料和化学制品制造业在经济效益和科技创新方面发展比较均衡,但在节能环保方面还较为落后。

3 河北省制造业的发展策略

3.1 加强与京津地区的研发合作,提升制造业科技创新能力

与京津地区相比,河北省制造业创新能力相对较低,应积极开展京津冀合作,加快补足关键性技术短板。一是引导、鼓励京津制造业在河北省建立创新企业、创新中心,利用京津的创新资源共同研发关键性技术,为河北省的制造业企业创新注入强劲动力。二是建立产业链技术联盟。结合京津的创新资源,组建技术联盟,

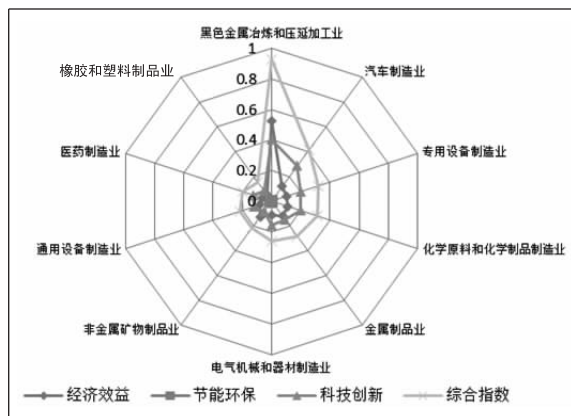


图 1 河北省制造业先进性排名前十位各指标雷达图

并建立相应的技术人才培养体系,加强创新人才储备。三是完善技术保护机制。无论是从京津地区加强技术引进,还是建立技术联盟进行共性技术创新,都需要对共性技术的研发和产业化实行组合保护,既要尊重知识产权,又要让京津地区的科研院所、高校、企业放下顾虑,积极与河北省的制造业企业开展合作。

3.2 发展生产性服务业,延长制造业产业链

河北省应在传统制造业转型升级过程中引入产业融合理念,围绕制造业打造生产性服务业,实现二者相互促进发展。一是需制定完善的生产性服务业扶持发展政策。根据不同区域制造业发展特点,通过制定生产性服务业发展指导意见,推动制造业与服务业融合发展,特别是制造业与现代物流业的融合发展。同时鼓励中小型和微型制造企业将与主业关联性不强的生产环节进行外包,以此进一步促进生产性服务业的发展。二是按照拉长生产链条的要

求,围绕装备制造、电子信息、精细化工等省内优势产业比较成型的制造业集群,向上发展研发设计、定制服务等环节,向下发展供应链管理、产品全生命周期管理以及信息服务等环节,实现有助于制造业发展的生产性服务业的专业化。三是加快产业链的完善及位次的提升。把握当前全球制造业产业链、价值链重构的趋势,通过自主创新,形成自主知识产权,促进制造业竞争力的提高,推动全省先进制造业和整个制造业在全球产业链、价值链中位次的提升。

3.3 探索“互联网+”模式,推动制造业智能化发展

先进制造业的发展,离不开网络化、数字化、智能化。一方面,要运用现代通信技术与制造业融合发展,进一步提升制造业发展的速度和质量;另一方面,要契合制造业智能化发展的需求,加快制定相应的标准系统,实现对不同领域的产品进行标准认证,为制造业产品的智能标准化生产奠定基础。当前发展的重点是要建立符合制造业特点的网络平台,为大数据、物联网、云计算等现代信息技术运用提供可能,在此基础上,以标准化为纽带,实现生产过程的智能化控制,以智能工厂模式从根本上提升河北省制造业的效率和效益。探索“互联网+”模式,一是加大基础信息技术的投入,运用大数据、云计算等现代信息技术,加快建设先进制造业的基础数据库、检验检测数据库,为先进制造业集群的“互联网+”发展奠定基础;二是引导省内先进制造业的龙头企业,立足制造业集群发展的特点,延伸产业链,形成整体产业生态圈,实现“互联网+”在先进制造业的深度植入;三是制定先进制造业集群和互联网融合发展规划,根据不同制造业行业的特点,打造具有特色和示范作用的发展集群,为更多的制造业企业的发展提供榜样经验。

3.4 打造优势品牌,建立具有地方特色的产业集群

尊重制造业企业在创新集群发展中的主体地位和主体作用,推动形成完善的集群创新体系。一是提高制造业领军企业的创新效率,带

动整个制造业集群创新效率提升。相对而言,领军企业创新资源多,产业关联度大,行业带动性强,因此应鼓励其加大创新投入,增强其自主创新能力,树立河北省先进制造集群的创新标杆。二是重视对中小型制造业企业创新集群的培育。中小型高科技企业创新要素更活跃,要引导其“专业化”发展,不贪大求全,努力打造具有专业化竞争优势的科技小巨人^[11]。三是打造重点产业链,具有引领作用的重点企业,要有针对性地开展重点技术研究,努力实现产业化。通过评价结果可以看出,综合排名靠前的有黑色金属冶炼和压延加工业、汽车制造业、化学原料及制品业、专用设备制造业、电气机械和器材制造业、金属制品业、医药制造业,河北省可以针对这些行业打造出优势品牌,在品牌示范的引领下建立先进制造业产业集群。

3.5 营造健康发展环境,培育制造业创新业态

先进制造业集群发展离不开政府营造的良好外部环境,因此需进一步完善河北省先进制造业的生态体系。一是构建良好的制度环境,重点是围绕先进制造业技术研发和企业发展制定财政、税收、金融和知识产权保护等制度,激励本地创新主体积极进行研发活动,并为引进外地科研成果、知识产权奠定基础。二是大力发展服务机构。河北省各地方政府应扶持建设一批检测中心、研发中心、高级创新人才服务中心等,为相关主体提供完善的公共服务,加速创新资源的聚集,形成更加有利于先进制造业集群发展的外部环境。三是完善人才引进服务体系。京津两地拥有着众多的知名高校和科研院所,享有全国最高端、最密集的创新资源,这也是河北省先进制造业创新发展的利好之一,然而面对京津两地的人才高地,河北省关键在于要打造一个有利于高端人才流入的服务体系。可以利用雄安新区建设的契机,从宜居、创业、发展等方面入手,打造先进制造业集群发展所需人才的引进机制,加速智力资源的聚集。

3.6 依托京津冀协同发展战略,优化产业布局

借助京津两地的创新资源,可以加快河北省制造业的创新发展,但是河北省制造业发展

关键是要立足本地制造业优势资源,打造核心竞争力。一方面,需要整合全省制造业的优势资源,改变当前全省各地制造行业各自发展的局面,按照产业链条将上下游企业联系起来,在相互协同配合发展的同时,对产业链条中的薄弱环节进行强化,政府和行业协会要提高对产业链条的引导力,尤其是要根据地方优势资源,明确各地制造业发展重点,形成各具特色、各有侧重、差异化的企业竞争环境。另一方面,加强京津冀协同发展战略实施中的产业承接能力,打造共赢的制造业生态体系。对转自京津两地的制造业,要强化远期规划和政府引导,有计划地引进和承接,利用京津两地的制造业资源,加速全省制造业集群的发展,从而形成小地区有特色、大城市有集群的制造业发展格局。

4 结语

通过实证分析发现,河北省制造业中先进性水平综合排名前三位的黑色金属冶炼和压延加工业、汽车制造业、专用设备制造业在经济效益和科技创新方面存在绝对优势,符合先进制造业的要求,但黑色金属冶炼和压延加工业在节能环保方面还有较大提升空间。基于河北省制造业的现状,可以从提升科技创新能力、延长产业链、打造特色产业集群、探索“互联网+”模式、营造健康发展环境、优化产业布局等方面入手提高制造业先进性水平,推进河北省制造业的发展,助推河北省经济转型。

参考文献:

- [1] BUCKLEY P J, PASS C L, PRESCOTT K. Measures of international competitiveness: a critical survey[J]. *Journal of Marketing Management*, 1988, 4(2): 175 - 200.
- [2] GUSTAVSSON P, HANSSON P, LUNDBERG L. Technology, resource endowments and international competitiveness [J]. *European Economic Review*, 1999, 43(8): 1501 - 1530.
- [3] HITOMI K. Historical trends and the present state of Chinese industry and manufacturing [J]. *Technovation*, 2003, 23(7): 633 - 641.
- [4] GERACI C L, TINKLE S S, BRENNER S A, et al. Launching the dialogue: safety and innovation as partners for success in advanced manufacturing [J]. *Journal of Occupational & Environmental Hygiene*, 2018, 15(6): D45 - D50.
- [5] 胡蝶, 张向前. 海峡西岸经济区先进制造业发展评价分析[J]. *经济地理*, 2011(6): 961 - 967.
- [6] 徐静霞. 我国装备制造业核心竞争力评价 [J]. *商业研究*, 2006(10): 138 - 139.
- [7] 龚唯平, 薛白, 董华. 先进制造业发展的动力模型与评价指标体系 [J]. *产经评论*, 2020(2): 34 - 42.
- [8] 郑四华, 肖远新, 张金阳. 江西省先进制造业竞争力比较研究 [J]. *企业经济*, 2015(2): 125 - 130.
- [9] 郭巍, 林汉川, 付子墨. 我国先进制造业评价指标体系的构建 [J]. *科技进步与对策*, 2011, 28(12): 125 - 129.
- [10] 谭蓉娟, 谭媛元, 陈树杰. 产业位势视角下中国先进制造业竞争力维度结构研究 [J]. *科技进步与对策*, 2015, 32(16): 43 - 49.
- [11] 杨丽花, 张美娟. 美国“再工业化”及其对中国先进制造业发展的启示 [J]. *新视野*, 2013(5): 33 - 36.

(责任编辑:李秀荣)