

中国林产工业绿色全要素生产率测算

——基于制造业 31 个分行业的面板数据

沈伟航,武婧妤,宁攸凉*,王登举

(中国林业科学研究院 林业科技信息研究所,北京 100091)

摘要:基于 2012—2019 年中国制造业行业数据,在投入产出指标体系中,以能源消耗作为生产要素投入、以 CO₂ 排放量作为非期望产出,采用 ML 生产率指数法测算林产工业及制造业分行业 GTFP 指数。结果表明,中国林产工业 GTFP 增速处于制造业中等水平,且增速逐渐减缓;纯技术进步是 GTFP 指数增长的主要动力,纯效率下降是 GTFP 指数增长减缓的主要原因;传统 TFP 指数过高地估算了行业经营效益,GTFP 指数能更真实地反映行业发展状况。因此,促进林产工业 GTFP 增长和实现高质量发展,既要重视内部自主创新,也要重视内部技术推广与制度建设。

关键词:林产工业;绿色全要素生产率;ML 生产率指数;制造业;高质量发展

中图分类号:F426 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2021)04-0282-07

Green Total Factor Productivity of Forest Products Industry in China ——Panel Data Based on 31 Sectors of Manufacturing Industry

SHEN Wei-hang, WU Jing-yu, NING You-liang*, WANG Deng-ju

(Research Institute of Forestry Policy and Information, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: Based on the data of China manufacturing industry from 2012 to 2019, taking the energy consumptions as the productive input and CO₂ emission as undesirable output in the input-output index system, the green total factor productivity (GTFP) of forest product industry and other industries within the manufacturing industry were calculated through Malmquist-Luenberger (ML) productivity index. The results showed that the growth rate of GTFP in China forestry product industry was at a low level in manufacturing industry, and the growth rate was gradually slowing down; pure technical change was the main driving force of GTFP growth, and the decline of pure efficiency was the main reason for the slowdown of GTFP growth rate. The traditional total factor productivity index overestimated the operating efficiency of the industries, and GTFP index could more truly reflect the development of the industries. Therefore, promoting GTFP and achieve high-quality development of forestry product industry should not only pay attention to internal independent innovation and external technology introduction, but also to internal technology innovation promotion and system construction, as well as the optimization and innovation of production scale.

Key words: forestry product industry; green total factor productivity; ML productivity index; manufacturing industry; high quality development

改革开放 40 a 来,中国制造业发展取得举世瞩目的成就,林产工业也实现了快速发展。我国已经成为名副其实的林产工业大国,然而,我国林产工业发展长期依赖高投入、高产出和高污染为特征的粗

收稿日期:2020-11-10 修回日期:2021-04-25
基金项目:中国林科院中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金资助项目(CAFYBB2019MB001)。
作者简介:沈伟航。研究方向:林业经济理论与政策。E-mail:948776043@qq.com
* 通信作者:宁攸凉,博士,副研究员。研究方向:林业经济理论与政策。E-mail:ningyouliang1982@163.com

放型生产方式,不可避免地加剧了自然资源浪费和环境污染问题,不利于美丽中国的建设。要扭转这一态势,关键在于转变经济增长方式,推动全要素生产率(total factor productivity,简称 TFP)持续增长,加快实现林产工业高质量发展。

近年来,在大力倡导绿色经济的发展背景下,越来越多的学者在全要素生产率(TFP)分析框架中纳入了环境因素,从而将传统 TFP 拓展到绿色全要素生产率(green total factor productivity,简称 GTFP),以更合理地反映经济增长的质量和发展潜力。目前对制造业 GTFP 的研究较丰富,在投入产出指标选择上,GTFP 将污染排放等环境产出也纳入考核体系,通过研究生产过程中劳动力、资本和能源投入与工业产值、“三废”污染和 CO₂ 排放等产出的关系,分析行业 GTFP 增长的趋势变化^[1-3]。在 GTFP 测算方法上,考虑到生产过程的复杂性和投入产出的多样性,学者们主要选择数据包络分析(data envelopment analysis,简称 DEA)法研究 GTFP 增长的情况,并结合 ML 指数(malmquist-luenberger,简称 ML 指数)对 GTFP 的增长动力进行分析,也有学者通过设立超越对数生产函数分析行业 GTFP 增长的变化^[1-4]。

从林产工业而言,以往研究主要集中在对传统 TFP 指数测算及其分解上。在 TFP 指数测算方面。有研究者对林产工业传统 TFP 增长的时空演变进行分析,发现我国林产工业 TFP 指数普遍偏低^[5],也有研究者测算了木材加工业、家具制造业和造纸业等林产工业分行业 TFP 指数,结果显示 2001—2009 年家具制造业和造纸业 TFP 指数有所提高,木材加工业 TFP 指数变化较平稳,但均具有较大的波动性^[6]。在 TFP 指数分解方面,有研究者将传统 TFP 指数分解为技术变化指数和效率变化指数,发现技术进步是林产工业传统 TFP 增长的主要动力,各地区林产工业技术变化指数的差距,造成了传统 TFP 指数存在明显的区域性差异。由于林产工业经营模式与管理水平还在融合升级,效率变化未增反减,对林产工业传统 TFP 指数增长的推动作用微弱,甚至有所阻碍^[7-8]。

综上所述,对于制造业而言,关注其 GTFP 测算的研究逐步增多;但对林产工业而言,关于 GTFP 测算的研究极为匮乏。因此,本研究以制造业 31 个分行业为生产决策单元,测算林产工业 GTFP,考察林产工业 GTFP 在制造业分行业中处于什么水平。该研究将既有利于丰富林产工业 GTFP 研究成果,也有利于为其他行业 GTFP 测算提供文献基础和方法学参考。

1 材料与方法

1.1 生产决策单元

测算 GTFP 指数首先要确定生产决策单元。由于林产工业是制造业的基本部门,基于行业比较分析视角,研究选择制造业 31 个分行业为生产决策单元,其中,林产工业包括木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业,家具制造业和造纸及纸制品业 3 个分行业。本研究时间为 2012—2019 年。

一般学者将 31 个制造业分行业划分为劳动力密集型、资本密集型和技术密集型 3 类行业^[9-10]。林产工业 3 个分行业均属于劳动力密集型行业。鉴于研究以林产工业为重点,因此,将林产工业 3 个分行业又单列成一类。

1.2 测算方法

采用基于数据包络分析(data envelopment analysis,简称 DEA)法的 ML 生产率指数法测算林产工业和制造业分行业的 GTFP。之所以选择该方法,是因为相较于生产函数法、随机前沿分析法等参数法,DEA 法可以处理多投入多产出,且无须建立生产函数;另外,相较于 Malmquist 指数,ML 生产率指数法能有效处理非期望产出或坏产出的问题。

借鉴 Chung 等^[11]的思路,基于产出角度,t 期到 t+1 期 ML 生产率指数表达式为:

$$GTFP_t^{t+1} = ML_t^{t+1} = \left[\frac{\vec{D}_0^t(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})}{\vec{D}_0^t(x^t, y^t, b^t)} \times \frac{\vec{D}_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})}{\vec{D}_0^{t+1}(x^t, y^t, b^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

式中, x 表示要素投入, y 、 b 分别表示期望产出和非期望产出, D_0 表示距离函数。ML>1 表示该行业 GTFP 指数增长;ML<1 表示该行业 GTFP 指数下降。

ML 指数可进一步分解为纯效率变化(pure efficiency change,简称 PEC)和规模效率变化(scale on efficiency change,简称 SEC)、纯技术变化(pure technical change,简称 PTC)和规模技术变化(scale on technical change,简称 STC)4 部分^[12-13]。

$$ML_t^{t+1} = EC_t^{t+1} \times TC_t^{t+1} = PEC_t^{t+1} \times SEC_t^{t+1} \times PTC_t^{t+1} \times STC_t^{t+1} \quad (2)$$

式中,纯效率变化(PEC)通过比较相邻 2 期生产决策单元相对于前沿的距离反映效率改善对投入产出的影响;规模效率变化(SEC)通过比较相邻 2 期投入在同一生产前沿上的距离,反映规模报酬对投入产出的影响;纯技术变化(PTC)通过比较相邻 2 期生产前沿的移动反映技术进步对投入产出的影响;

规模技术变化(STC)通过比较某期投入在 2 期生产前沿上的距离,反映规模报酬对投入产出的影响。

1.3 指标选取和数据来源

1.3.1 投入指标选取 1)固定资产投资额(亿元)。为消除价格变化的影响,对固定资产投资额价值变量做了相应的处理。具体过程:首先确定以 2012 年为基期,计算固定资产投资定期价格指数;然后用前者除固定资产投资额。所涉及指标数据来自《中国统计年鉴》。2)从业人员(万人)。采用年平均人数的时期统计方法表示,相比较年末人数的时点统计方法,时期数更符合生产投入的实际情况,该指标数据来自《中国统计年鉴》。3)能源消费总量(万 t)。将能源消费折算为标准煤计算,该指标数据来自《中国能源统计年鉴》。

1.3.2 产出指标选取 1)行业增加值(亿元),表示期望产出指标。相较于包含中间投入成本的行业产值更适合测算行业生产率。李媛恒等^[14]用历年行业增加值增速计算各行业年增加值,并用“工业行业分工业生产者出厂价格指数”对增加值按 2012 年不变价格折算。该指标数据来自国家数据库。2)CO₂ 排放量(万 t),表示非期望产出指标。CO₂ 是能源投入过程中产生的主要物质,是全球温室效应的主要诱因,在生产过程中具有非期望产出的代表性。通过行业消耗的煤炭、原油和天然气总量估算 CO₂ 排放量^[4],如式(3),其中 i 代表能源种类, E 为能源消耗量,NCV 为一次能源平均低位发热量,CEF 为碳排放系数,COF 为碳氧化因子(表 1)。行业能源消费总量数据来源于《中国能源统计年鉴》。

$$C_i = \sum_{i=1}^3 E_i \times NCV_i \times CEF_i \times COF_i \times \frac{44}{12} \quad (3)$$

表 1 能源碳排放估算参数

Table 1 The estimation parameters of energy carbon emission			
能源种类	NCV /(kJ·kg ⁻¹ ,kJ·m ⁻³)	CEF /(kg·10 ⁶ kJ ⁻¹)	COF
煤炭	20 908	25.8	0.99
原油	41 816	20.0	1.00
天然气	38 931	15.3	1.00

资料来源:《综合能耗计算通则》、《省级温室气体清单编制指南》。

1.4 指标变量描述性统计

如表 2 所示,2012—2019 年制造业 31 个行业固定资产投资额、全部从业人员与能源消费总量均值分别为 5 575.14 亿元、272.90 万人与 8 001.85 万 t 煤;行业增加值与 CO₂ 排放量分别为 7 815.2 亿元与 1.68 亿 t。各行业投入产出差异明显,金属制品、机械和设备修理业投入少产出小,计算机、通信和其他电子设备制造业劳动力投入最多,实现了

最高的经济产出;化学原料和化学制品制造业资本投入仅次于非金属矿物制品业、能源消费仅次于黑色金属冶炼和压延加工业,行业增加值紧靠计算机、通信和其他电子设备制造业,但同时也是 CO₂ 排放量次高的行业。

表 2 指标变量描述性统计

Table 2 Descriptive statistics of index variables				
指标类别	指标变量	样本量	均值	最大值
要素投入	固定资产投资额/亿元	248	5 575.14	19 255.41
	行业全部从业人员/万人	248	272.90	935.35
	能源消费总量/万 t 煤	248	8 001.85	69 342.0
期望产出	行业增加值/亿元	248	7 815.2	33 562.2
非期望产出	CO ₂ 排放量/亿 t	248	1.68	30.55

2 结果与分析

2.1 林产工业 GTFP 增长总体水平分析

由表 3 可知,中国林产工业 2012—2019 年 GT-FP 指数均值为 1.016,其中纯效率变化(PEC)、规模效率(SEC)、纯技术变化(PTC)、规模技术变化(STC)指数均值分别为 1.000、1.000、1.022、0.994。表明中国林产工业 GTFP 总体呈增长趋势,转型升级速度在加快。这主要得益于纯技术变化的改善,而规模效率停滞和规模技术退化反而成为阻碍其增长的主要因素。

在制造业分行业中,中国林产工业 GTFP 处于中等水平。2012—2019 年,中国林产工业 GTFP 指数均值低于制造业其他两大类别行业均值(劳动力密集型、资本密集型行业 GTFP 指数均值分别为 1.018、1.024),也低于制造业(1.020)的平均水平,在制造业中处于不利位置,其发展模式可能不符合高质量发展要求。从林产工业 GTFP 指数分解项来看,纯技术效率水平偏低和规模技术退化是林产工业 GTFP 指数增速低于劳动力密集型行业、资本密集型行业和技术密集型行业的主要原因。林产工业相对于劳动力密集型行业技术创新能力不足、生产效率不高,2019 年林产工业全员劳动、资本、能源经济产出率和能源污染产出率比 2012 年分别增加了 99.04%、-20.46%、-61.97%、-16.38%,而劳动力密集型行业该类指标分别增加了 126.22%、-7.83%、-47.23%、-41.39%,即劳动力密集型行业相对于林产工业实现了更高的劳动和资本经济产出率,以及更低的能源污染产出率。但纯技术进步对林产工业 GTFP 增长的促进作用明显,一个可能的重要原因是,近年来环保督察倒逼企业淘汰落

后产能,加快转型升级,整合有竞争优势的企业,实现林产工业高质量发展。2019 年林产工业规模以上企业 22 063 家,较 2012 年增加了 1 878 家,一方面林产工业行业升级有利于新技术转化为生产力,

另一方面资源流向高效益企业推动 GTFP 的提高。更深层次,林产工业有效发明专利数占制造业的比重由 2012 年的 1.13%提高到 2019 年的 1.44%,新产品新技术的研发是林产工业纯技术进步的内在因素。

表 3 2012—2019 年林产工业及制造业分行业的 GTFP 指数及其分解项均值

Table 3 The mean value of GTFP and decomposition terms in forest products industry and manufacturing industry from 2012 to 2019

	行业	GTFP	PEC	SEC	PTC	STC	行业	GTFP	PEC	SEC	PTC	STC
林产工业	C20	1.016	1.006	0.998	1.010	1.001	C22	1.000	0.999	1.000	1.005	0.996
	C21	1.031	0.994	1.002	1.051	0.985	均值	1.016	1.000	1.000	1.022	0.994
劳动力密集型行业	C13	0.998	1.007	0.991	1.070	0.934	C19	1.037	1.008	0.999	1.029	1.000
	C14	1.001	0.998	1.000	1.013	0.990	C23	1.000	0.976	1.006	1.020	0.997
	C15	1.002	1.014	0.985	1.033	0.972	C24	1.001	0.988	1.004	1.018	0.998
	C16	1.090	1.000	1.000	1.024	1.065	C29	1.004	0.999	0.998	1.049	0.959
	C17	1.004	0.996	1.005	1.043	0.961	C43	1.009	1.000	0.997	1.035	0.978
	C18	1.023	1.006	0.994	1.022	1.001	均值	1.018	0.999	0.999	1.028	0.993
							C34	1.018	0.989	0.999	1.092	0.943
资本密集型行业	C25	0.997	1.005	0.995	1.056	0.943	C35	1.023	0.997	1.000	1.064	0.964
	C30	0.998	1.000	0.999	1.043	0.958	C40	1.132	1.008	1.011	1.204	0.922
	C31	0.993	1.000	1.000	1.084	0.916	C41	1.072	1.069	0.997	1.008	0.999
	C32	0.993	1.008	0.991	1.083	0.918	C42	0.999	0.985	1.008	1.061	0.948
	C33	1.002	0.986	1.006	1.050	0.963	均值	1.024	1.005	1.001	1.075	0.947
技术密集型行业	C26	0.993	1.014	0.986	1.084	0.917	C37	1.002	0.991	1.000	1.010	1.000
	C27	1.001	1.012	0.986	1.048	0.957	C38	1.059	1.003	1.013	1.109	0.940
	C28	1.001	0.999	1.000	1.002	1.000	C39	1.029	1.000	0.954	1.066	1.011
	C36	1.016	1.000	0.993	1.097	0.933	均值	1.016	1.003	0.990	1.059	0.965
制造业		1.020	1.002	0.998	1.052	0.971						

注:行业代码为国家标准行业代码。

从林产工业 3 个分行业看,2012—2019 年木材加工业、家具制造业与造纸业 GTFP 指数均值分别为 1.016、1.031 与 1.000,在制造业分行业分别位居第 12、第 6 与第 23 位,其中造纸业偏离了产业高质量发展的要求。相对于木材加工业和家具制造业,造纸业 GTFP 指数偏低在于较高的 CO₂ 排放量,2019 年 3 个行业 CO₂ 排放量比 2012 年分别下降 87.17%、74.72%、18.44%,可见造纸业污染排放管控力度不足是制约行业发展的重要因素。而新技术的出现促进了纯技术进步,2012—2019 年家具制造业(PTC 为 1.051)年均有效发明专利数为 3 422 件,而木材加工业(PTC 为 1.010)只有 2 269 件,劳动力密集型行业中 GTFP 指数较高的食品制造业、饮料制造业和文教用品制造业同样得益于较高的纯技术进步,其年均有效发明专利数分别为 7 092、2 902 件和 6 177 件。与资本密集型行业和技术密集型行业中纯技术进步较高的行业相比,林产工业 3 个行业该差距较明显,技术研发投入对纯技术进步有一定的影响,2012—2019 年金属加工业、化学制品制造业和汽车制造业年均 R&D 经费投入分别为 58.77、46.39、43.8 万元/人,而木材加工业、家具制造业和造纸业为 36.29、26.1、48.15 万元/人。

2.2 林产工业 GTFP 增长趋势分析

由表 4 可知,中国林产工业 GTFP 增长变化和制造业总体保持一致,呈现明显阶段性特点。2012—2015 年 GTFP 指数保持小幅增长,但 2016 年起 GTFP 增幅明显提高。从林产工业 GTFP 指数分解项看,纯技术变化与 GTFP 指数变化趋势较为一致,这表明在多数年份,纯技术变化影响着林产工业 GTFP 增长趋势,而规模效应对林产工业效率变化和技术变化的作用间接影响林产工业 GTFP 指数的波动趋势。一方面,林产工业企业转型升级有效地规避了限伐政策带来的不利影响,实现了企业技术创新,资源合理配置,促进了纯技术进步;另一方面,林业企业内部经营理念较为传统,行业发展步伐缓慢,大部分企业经营规模较小,生产效益差,纯效率改善不佳。

从制造业 3 类行业看,2012—2019 年劳动力密集型行业 and 资本密集型行业 GTFP 增长均处于上升趋势,而技术密集型行业 GTFP 指数呈波动下降趋势。从行业 GTFP 指数分解项看,纯技术变化率减缓和规模效应作用下降是行业 GTFP 指数增速减缓,甚至出现负增长的主要原因,但纯技术进步仍是行业发展的不竭动力。经济新常态下,各企业技

术创新遭遇瓶颈,技术进步缓慢甚至出现技术退步现象,同时管理体制面临挑战,经营效率低下,是当前国内制造业普遍需要解决的问题。

从林产工业 3 个分行业看,家具制造业 GTFP 指数波动幅度较大,整体呈波动上升趋势,纯技术进步是影响家具制造业 GTFP 指数波动的主要原因,同时对 GTFP 增长贡献率相对较高。木材加工业

GTFP 指数逐年增长,纯效率改善和纯技术进步促进了 GTFP 增长,而作为林产工业改革的主要阵营,整合后产生的规模效应在技术进步和技术效率的成效暂未显现,难以为木材加工业 GTFP 增长提供新的动力。造纸业 GTFP 指数及其分解项变化趋于稳定,GTFP 增长无明显变化,但是纯技术进步是其 GTFP 增长主要动力。

表 4 2012—2019 年林产工业及制造业分类别的 GTFP 指数和传统 TFP 指数

Table 4 The value of GTFP and TFP in forest products industry and manufacturing industry from 2012 to 2019

行业时期	林产工业		劳动密集型行业		资本密集型行业		技术密集型行业		制造业	
	传统 TFP	GTFP	传统 TFP	GTFP	传统 TFP	GTFP	传统 TFP	GTFP	传统 TFP	GTFP
2013	1.160	1.008	1.060	1.003	1.190	1.007	1.120	1.027	1.120	1.011
2014	1.150	1.006	1.080	1.017	1.180	1.013	1.150	1.016	1.130	1.016
2015	1.080	1.005	1.020	1.011	1.190	1.016	1.110	1.011	1.090	1.014
2016	1.080	1.018	1.060	1.012	1.110	1.006	1.100	1.009	1.090	1.009
2017	1.080	1.029	1.140	1.026	1.010	1.018	1.100	1.037	1.090	1.026
2018	1.016	1.022	1.180	1.029	1.180	1.028	1.190	0.998	1.180	1.022
2019	1.030	1.021	0.980	1.028	1.030	1.071	1.080	1.008	1.020	1.038
均值	1.131	1.016	1.080	1.016	1.244	1.024	1.157	1.016	1.196	1.020

注:2013 年度 GTFP 指数和传统 TFP 指数以 2012—2013 年为区间,其他依次类推。

2.3 林产工业 GTFP 和传统 TFP 增长比较

由表 4 可知,中国林产工业 GTFP 增速低于传统 TFP,在不考虑能源消费和 CO₂ 排放等条件下,林产工业及制造业分行业传统 TFP 指数相对于 GTFP 指数普遍较高,其中 2012—2019 年资本密集型行业和技术密集型行业年均传统 TFP 指数分别为 1.244、1.157,增长趋势明显,但增速逐渐减缓。传统 TFP 指数测算忽视了经济生产活动对环境的影响,可解释为生产过程中未考虑环境治理投入费用,高估了行业发展的经济效益。

从林产工业传统 TFP 指数分解项看,技术进步仍是传统 TFP 指数增长的主要动力,而纯技术退步和规模效率下降减缓了传统 TFP 指数的增长。

中国制造业 GTFP 指数的行业间差距相对传统 TFP 指数较低。为考察分行业传统 TFP 指数和 GTFP 指数变化趋势,引入变异系数变量。从林产工业和制造业看,2012—2019 年林产工业传统 TFP 指数和 GTFP 指数变异系数均值分别为 0.11、0.007,均高于制造业变异系数均值(分别为 0.077、0.003)。一方面,林产工业相对制造业 TFP 指数变动幅度更大,投入产出不稳定;另一方面,GTFP 指数相对传统 TFP 波动幅度较平滑,能更真实地反映生产过程中行业发展的整体趋势。

从林产工业 3 个分行业看,2012—2019 年木材加工业、家具制造业和造纸业年均传统 TFP 指数分别为 1.182、1.097、1.114,家具制造业由于消费市场低迷,企业生产规模收缩,经济效益相对较差。

2012—2019 年除木材加工业 GTFP 指数呈下降趋势外,家具制造业和造纸业均呈上升趋势,从传统 TFP 指数分解项看,木材加工业、家具制造业和造纸业技术效率年均值分别为 1.064、0.994、1.004,技术进步年均值分别为 1.11、1.104、1.11,效率水平偏低削弱了技术进步的促进作用,不利于林产工业持续稳定发展,其中效率变化下降是造成木材加工业传统 TFP 指数下降的主要原因。

3 结论与讨论

研究基于行业视角,选择制造业 31 个行业作为生产决策单元,将能源消耗和 CO₂ 排放纳入投入产出体系,采用 ML 生产率指数对中国林产工业 GTFP 增长进行测算,得出以下结论。

中国林产工业 GTFP 指数在制造业分行业处于中等水平,与陈诗一^[15],李玲等^[16]测算结果一致,但造纸业作为重污染行业,GTFP 指数处制造业末尾,不符合绿色经济发展要求,节能减排和推动绿色转型任务十分艰巨,而木材加工业和家具制造业作为林产工业传统行业,竞争优势和经济效益较差,行业发展节奏缓慢,但在禁伐减伐政策下,产能落后企业被淘汰,产业加速转型升级,所以近几年木材加工业和家具制造业 GTFP 指数在劳动力密集型行业中处于较高水平。

中国林产工业 GTFP 指数呈先下降后增长的趋势。在环境规制下,企业经营活动逐渐趋于绿色生产,GTFP 指数整体上呈先下降后上升趋势,与李

媛恒等^[14]结果一致,但与王文等^[17]发现有偏差,主要原因在于其研究的对象是中国工业 A 股上市公司,该类企业生产效益较好,不能体现行业发展的整体趋势。其中林产工业发展模式总体上可能逐渐偏离高质量发展目标,规模效应无法发挥作用,产业结构和经营方式亟待改进。

中国林产工业 GTFP 增长的主要动力仍是纯技术进步,而纯效率下降减缓了 GTFP 增长。林产工业近年来实施的整合转型促进了规模效应推动技术进步,实现资源合理配置,提高了企业生产效率,同时 R&D 经费等持续投入提高了纯技术进步的贡献程度,但与制造业其他行业不同,林产工业纯效率改善明显过低,原因可能是林业企业经营管理模式与要素生产方式不对称。

传统 TFP 指数相对 GTFP 指数过高的估算了制造业的经营发展现状,与王留鑫等^[18]、宁攸凉等^[19]结论一致,而且 GTFP 指数波动幅度相对更小,稳定性更好。同时,在推进经济绿色发展和生态文明建设上,GTFP 指数更能真实地反映造纸业等重污染行业的发展状况^[20-21]。

通过分析,针对林产工业高质量发展提出以下建议:1)促进技术进步,积极推动林产工业技术创新及科技成果转化应用,在继续整合产业资源、优化现有经营模式的基础上,加大基础技术创新与核心产品能力升级的研发投入,突破关键领域技术开发应用,增强企业创新竞争力,同时政府应完善支持企业技术创新的金融政策,鼓励构建产业创新平台,扩大产学研合作深度,推进科技成果转化为实际生产力。2)提高技术效率,鼓励林业企业整合提升优化重组,推动建立健全现代化企业体系,完善符合市场需求的用工制度,促进固定资产投资实现合理配置。3)加强节能减排,促进林产工业绿色发展,一方面政府应积极推动林产工业供给侧改革,严格管控高排放、高耗能的企业,加大资金支持企业节能改造的力度,重点培养绿色高效建设项目;另一方面,企业应加大节能技术的研发,调整能源结构、降低能源消耗、提高能源利用效率,实现企业绿色发展,并积极做好末端回收治理工作,强化节能减排管理。

参考文献:

[1] 李斌,彭星,欧阳铭珂. 环境规制、绿色全要素生产率与中国工业发展方式转变——基于 36 个工业行业数据的实证研究[J]. 中国工业经济,2013(4):56-68.

LI B, PENG X, OUYANG M K. Environmental regulation, green total factor productivity and the transformation of China's industrial development mode——analysis based on data of China's 36 industries[J]. China Industrial Economics, 2013

(4):56-68. (in Chinese)

[2] 原毅军,谢荣辉. FDI、环境规制与中国工业绿色全要素生产率增长——基于 Luenberger 指数的实证研究[J]. 国际贸易问题,2015(8):86-93.

YUAN Y J, XIE R H. FDI, environmental regulation and green total factor productivity growth of China's industry: an empirical study based on Luenberger index[J]. Journal of International Trade, 2015(8):86-93. (in Chinese)

[3] 范金,张润磊,陈敏,等. 新旧常态下中国全要素生产率演化趋势的比较研究[J]. 工业技术经济,2019(9):149-160.

FAN J, ZHANG R L, CHEN M, *et al.* A comparative study on the evolution trend of China's total factor productivity under the new and old normal condition[J]. Journal of Industrial Technological Economics, 2019(9):149-160. (in Chinese)

[4] 陈诗一. 能源消耗、二氧化碳排放与中国工业的可持续发展[J]. 经济研究,2009(4):41-55.

CHEN S Y. Energy consumption, CO₂ emission and sustainable development in Chinese industry[J]. Economic Research Journal, 2009(4):41-55. (in Chinese)

[5] 姜钰,管时一. 中国林业全要素生产率的时空演变及聚集特征分析[J]. 华东经济管理,2018,32(2):117-121.

JIANG Y, GUAN S Y. An analysis on the spatial-temporal evolution and agglomeration characteristics of forestry total factor productivity in China[J]. East China Economic Management, 2018, 32(2):117-121. (in Chinese)

[6] 黄登良,时小琳,戴永务. 低碳约束下木材加工业全要素生产率影响因素分析[J]. 中国林业经济,2015(3):1-5.

HUANG D L, SHI X L, DAI Y W. Analysis of influencing factors of the wood processing industry total factor productivity under the low carbon constraints[J]. China Forestry Economics, 2015(3):1-5. (in Chinese)

[7] 李秋娟,陈绍志,赵荣. 中国锯材进口变化及影响因素的实证分析[J]. 西北林学院学报,2018,33(4):282-288.

LI Q J, CHEN S Z, ZHAO R. An empirical analysis on China's sawn timber import and its influencing factors[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2018, 33(4):282-288. (in Chinese)

[8] 辛相宇,郭建兵,刘静. 中国家具企业出口与企业全要素生产率关系研究[J]. 林产工业,2019(56):61-64.

XIN X Y, GUO J B, LIU J. A study on the interaction between exports and the TFP of Chinese furniture enterprise[J]. China Forest Products Industry, 2019(56):61-64. (in Chinese)

[9] 戴翔,金碚. 服务贸易进口技术含量与中国工业经济发展方式转变[J]. 管理世界,2013(9):31-31,54.

[10] 王林辉,胡晟明,董直庆. 人工智能技术会诱致劳动收入不平等吗——模型推演与分类评估[J]. 中国工业经济,2020(4):97-115.

[11] CHUNG Y H, FARE R, GROSSKOPF S. Productivity and undesirable outputs: a directional distance function approach[J]. Journal of Environmental Management, 1997(51):229-240.

[12] FARE R, GROSSKOPF S, NORRIS M, *et al.* Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries[J]. American Economic Review, 1994b, 84(1):66-83.

[13] ZOFIO,JOSE L. Malmquist productivity index decompositions; a unifying framework [J]. Applied Economics, 2007 (39):2371-2387.

[14] 李媛恒,石凌雁,李钰. 中国制造业全要素生产率增长的测度与比较[J]. 经济研究,2020(3):83-91.

[15] 陈诗一. 中国的绿色工业革命:基于环境全要素生产率视角的解释(1980—2008)[J]. 经济研究,2010(11):21-34.

[16] 李玲,陶锋. 中国制造业最优环境规制强度的选择——基于绿色全要素生产率的视角[J]. 中国工业经济,2012(5):70-82.

[17] 王文,牛泽东. 资源错配与中国工业全要素生产率的多维影响研究[J]. 数量经济技术经济研究,2019(3):20-37.

WANG W, NIU Z D. Resources misallocation and multi-dimensional industrial TFP in China [J]. The Journal of Quantitative& Technical Economics,2019(3):20-37. (in Chinese)

[18] 王留鑫,姚慧琴,韩先锋. 碳排放、绿色全要素生产率与农业经济增长[J]. 经济问题探索,2019(2):142-149.

[19] 宁攸凉,宁泽逢. 重点国有林区森工企业技术效率影响因素研究——基于面板数据模型的分析[J]. 西北林学院学报,2016,31(6):308-312.

NING Y L, NING Z K. Analysis on state-owned forest enterprise TFP impacting factors in key state—owned forest district[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2016, 31 (6):308-312. (in Chinese)

[20] 吴军. 环境约束下中国地区工业全要素生产率增长及收敛分析[J]. 数量经济技术经济研究,2009(11):17-27.

WU J. TFP Growth and convergence across China’s industrial economy considering environmental protection [J]. The Journal of Quantitative& Technical Economics,2009(11):17-27. (in Chinese)

[21] 涂正革,陈立. 技术进步的方向与经济高质量发展——基于全要素生产率和产业结构升级的视角[J]. 中国地质大学学报:社会科学版,2019,19(3):119-135.

TU Z G, CHEN L. The direction of technological progress and high-quality economic development; based on the perspective of TFP and industrial structure upgrading[J]. Journal of China University of Geosciences: Social Sciences Edition, 2019, 19(3):119-135. (in Chinese)

(上接第 213 页)

[9] 刘国清. 基于小波变换的岩体声发射源定位研究[J]. 矿业研究与开发,2011(4):75-77.

LIU G Q. Research on location of acoustic emission source in rock-mass based on wavelet transform[J]. Journal of MINING R&D,2011(4):75-77. (in Chinese)

[10] 金中薇,姜明顺,隋青美,等. 基于广义互相关时延估计算法的声发射定位技术[J]. 传感技术学报,2013,26(11):1513-1518.

JIN Z W, JIANG M S, SUI Q M, *et al.* Acoustic emission localization technique based on generalized cross-correlation time difference estimation algorithm [J]. Chinese Journal of Sensors and Actuators, 2013, 26 (11): 1513-1518. (in Chinese)

[11] PEARSON M R, EATON M, FEATHERSTON C, *et al.* Improved acoustic emission source location during fatigue and impact events in metallic and composite structures[J]. Structural Health Monitoring,2017,16(4):382-399.

[12] 申珂楠,赵海龙,丁馨增,等. 基于 LabVIEW 的木材声发射信号采集与小波析取[J]. 中南林业科技大学学报,2015,35(4):125-129.

SHEN K N, ZHAO H L, DING X Z, *et al.* Wood acoustic emission signal acquisition and wavelet extraction based on LabVIEW [J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology, 2015, 35(4):125-129. (in Chinese)

[13] 鞠双,李明,罗廷芳,等. 依据瞬时频率的木材损伤过程声发射信号辨识[J]. 东北林业大学学报,2020,48(2):87-92.

JU S, LI M, LUO T F, *et al.* Acoustic emission signal identification of wood damage process with instantaneous frequency [J]. Journal of Northeast Forestry University, 2020, 48(2): 87-92. (in Chinese)

[14] 董红平,李明. 基于瞬时频率的木材声发射事件辨识与损伤监测[J]. 西北林学院学报,2020,35(2):229-234.

DONG H P, LI M. Wood acoustic emission event identification based on instantaneous frequency and damage monitor [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2020, 35(2): 229-234. (in Chinese)

[15] 张新,郑燕萍, Antoine AUGEIX,等. 基于小波包分解与机器学习的汽车调光电机异音识别[J]. 森林工程,2019,35(1):59-63.

[16] 申珂楠,赵海龙,丁馨曾,等. 木材损伤断裂过程声发射信号小波析取[J]. 河南科技大学学报:自然科学版,2015,36(3):33-37,6.

SHEN K N, ZHAO H L, DING X Z, *et al.* Wavelet extraction of acoustic emission signals during wood damage and fracture process[J]. Journal of Henan University of Science and Technology: Natural Science, 2015, 36(3):33-37, 6. (in Chinese)

(上接第 240 页)

[27] 柯惠新,沈浩. 调查研究中的统计分析法[M]. 2 版. 北京:中国传媒大学出版社,2005.

[28] O’LEARY KELLY S W, VOKURKA R J. The empirical assessment of construct validity [J]. Journal of Operations Management,1998,16(4):387-405.

[29] CHEN Y S. Structural equation-based latent growth curve modeling of watershed attribute-regulated stream sensitivity to reduced acidic deposition[J]. Ecological Modelling, 2010, 221 (17): 2086-2094.

[30] KUPPAM A R, PENDEALA R M. A structural equations analysis of commuters, activity and travel patterns[J]. Transportation, 2001, 28(1):33-54.