

我国装备制造业技术水平测算 及其影响因素研究

——基于省际面板数据的比较分析

冯正强 白利利

(中南大学商学院,湖南长沙 410083)

[摘要] 基于 DEA 的非参数方法,利用 2004-2014 年装备制造业省际面板数据,测算出我国装备制造业的 Malmquist 指数并分解,得到东、中、西三大地区的技术效率以及技术进步指数,发现自 2004 年以来,东部地区的各项指数都明显低于全国平均水平;中部和西部地区的全要素生产率和技术效率均高于全国平均水平,但技术进步指数均低于全国平均水平和东部地区。然后实证分析包括国际贸易、国际直接投资、研发投入、企业规模、人力资本、产业结构及地区经济发展水平等在内的一系列因素对地区装备制造业技术水平的影响后,提出了相应的政策建议,以期为提高我国地区装备制造业技术水平提供思路借鉴。

[关键词] 装备制造业,技术水平,Malmquist 指数,全要素生产率

[DOI 编码] 10.13962/j.cnki.37-1486/f.2018.02.007

[中图分类号]F40 **[文献标识码]**A **[文章编号]**2095-3410(2018)02-0069-13

2015 年 5 月,国务院印发《关于推进国际产能和装备制造合作的指导意见》,鼓励高铁、电力装备、工程机械、电子信息制造业等具有传统优势的装备制造业借助“一带一路”建设率先“走出去”。据中国装备制造行业协会统计,2013 到 2016 年间,中国企业对“一带一路”沿线国家的直接投资超过 600 亿美元。至 2016 年年末,中国企业向东道国缴纳的税费已经超过 11 亿美元^①。据长沙海关数据显示,2017 年 3-6 月份湖南省装备制造业对外贸易同比增长分别为 66.3%、69.5%、80.5%、94.2%。虽然中国装备制造业“走出去”成效显著,但是,出口商品以传统劳动密集型产品以及机电产品为主^②。2012-2015 年我国挖掘机销售量同比增长率分别为 -32.6%、-3.3%、-18.2%、-41.3%;2016 年上半年中联重科 6 个月以来亏损介于 8 亿至 8.7 亿元人民币。可见,我国装备制造业发展让人喜忧参半,究其原因主要是,技术效率不高、大量

[基金项目] 国家社会科学基金项目“‘一带一路’战略中我国机械制造业过剩产能需求侧与供给侧化解机制研究”(16BJY079)

[作者简介] 冯正强(1964-),男,湖南湘潭人,中南大学商学院教授、博士生导师,博士。主要研究方向:产业经济、国际贸易。

^①中国一带一路网:<https://www.yidaiyilu.gov.cn>。

^②长沙海关官网 <http://changsha.customs.gov.cn/publish/portal108>。

加工贸易、政策落实困难以及企业生产效率等问题制约着装备制造业的转型升级^[1]。加之我国东、中和西三大区域装备制造业的发展极不平衡^[2],呈东中西梯度分布,阻碍了产业集群的形成,若要摆脱此种状况必须注重技术水平的提升,从而增强产业竞争力^[3]。因此,我国装备制造业当前技术水平发展状况、区域间技术水平差距以及影响技术水平发展的各项因素等问题有待进一步深入探讨。

关于我国装备制造业技术水平测算的研究成果较为丰富。如贾润崧和胡秋阳等(2016)^[4]利用DEA方法测算了我国制造业企业的产能利用率,结果显示其平均值不足70%,且呈现逐年下降的态势。綦良群和王成东等(2014)^[5]结合SFA方法以及Cobb-Douglas生产函数构建了装备制造业R&D效率评价模型,对我国装备制造业的7大子行业进行了评价。但是,以上研究均基于行业层面的分析,并未考虑行业的空间布局,对地区差异的考虑也不够充分。王惠等(2016)^[6]使用DEA-Malmquist指数法测算了江苏省28个行业的全要素生产率,认为行业间的技术效率差距较大。张玉行等(2016)^[7]推算出灰色动态DEA模型后度量了我国各区域及各类型的装备制造业,结果表明,我国装备制造业的效率与预期相差较多^[8],且东部与中部地区效率较低。但是,上述学者的研究集中在行业或者地区层面的分析,注重现有生产效率的测度与比较,针对造成装备制造业生产效率地区差异的原因涉及甚少。余红伟等(2015)^[9]利用三阶段DEA模型评测了我国各省市装备制造业的质量竞争力,并分析了各类影响因素,包括环境因素、交通便利因素以及金融支持等因素,认为扩大生产规模以及提高技术管理水平是增强其竞争力的关键。为区分我国区域全要素生产率差异及影响因素,梁龙武等(2016)^[10]运用Malmquist-Tobit法研究后发现政府科研投入力度、地区产业结构优化程度、经济发展水平以及素质教育水平对创新驱动效率呈现明显的促进作用。此外,产权结构、市场竞争、企业规模、政府政策、研发活动以及外资引进等^{[11]-[13]}都对装备制造业生产效率的提高有一定的推动作用,而行业技术壁垒等^[14]不利于技术水平的提高。

综上所述,对于装备制造业技术效率的测算和影响因素的分析已较为详尽,但是大多偏重技术效率的研究,综合研究我国装备制造业地区技术水平差异及其影响因素的成果却并不多见。考虑我国装备制造行业东部、中部、西部地区地域差异较大的实际情况,而且影响我国装备制造业技术发展水平的因素不尽相同,研究这些对于提升我国装备制造业可持续发展及缩小地区发展差异将提供指引和借鉴。本文利用我国装备制造业省际面板数据结合DEA-Malmquist指数法测度装备制造业技术进步水平,并用同样方法对各地区技术效率和技术进步指数进行测算,在此基础上对影响各区域装备制造业技术水平的各个因素进行分析。

一、全要素生产率测算及其分解

全要素生产率的分解能够实现对技术进步和技术效率的分析,而全要素生产率主要应用参数法和非参数法来测算^[15]。参数法主要有隐性变量法和索罗残差法,二者都源自柯布-道格拉斯生产函数,必须具备完全竞争市场、希克斯技术进步中性以及规模报酬不变等假设,目前我国无法满足这些假设,所以参数法暂时无法应用^[16]。而非参数的数据包络分析法(DEA)无须严格的假设约束,不需要具体的生产函数,只涉及线性规划,便可测算出相对的效率。本文沿用Fare等(2001)^[17]构建的DEA-Malmquist指数法,将各省市自治区装备制造业的全要

素生产率分解为技术效率(effch) 和技术进步(techch) ,用以衡量其技术进步水平。

(一) 全要素生产率测算方法

将全国各个省份看作不同的决策单元,基于投入的 DEA 方法构造出每一时期各个省份最佳生产的前沿面。对比各省份最佳生产前沿面与实际生产间的差异,进而得出技术进步与技术效率的变化。根据 Fare(1994a) 的观点,可以用 Farrel 技术效率的倒数来表示距离函数,因此,距离函数可用式(1)表示:

$$d_i^T(y^T, x^T) = 1/f_i^T(y^T, x^T | c, s) \quad (1)$$

可得到现有技术条件下,技术效率由 T 到 T+1 时期的 Malmquist 生产率为:

$$M_i^T = d_i^T(y^T, x^T) / d_i^T(y^{T+1}, x^{T+1}) \quad (2)$$

$$M_i^{T+1} = d_i^{T+1}(y^T, x^T) / d_i^{T+1}(y^{T+1}, x^{T+1}) \quad (3)$$

利用式(2)和式(3)的几何平均值可得到 DEA-Malmquist 指数的全要素生产率为:

$$M_i = (x^T, y^T, x^{T+1}, y^{T+1}) = \sqrt{\frac{d_i^T(y^T, x^T)}{d_i^T(y^{T+1}, x^{T+1})}} * \sqrt{\frac{d_i^T(y^T, x^T)}{d_i^T(y^{T+1}, x^{T+1})}} = \frac{d_i^T(y^T, x^T)}{d_i^T(y^{T+1}, x^{T+1})} * \sqrt{\frac{d_i^{T+1}(y^{T+1}, x^{T+1})}{d_i^T(y^{T+1}, x^{T+1})}} * \frac{d_i^{T+1}(y^T, x^T)}{d_i^T(y^T, x^T)} = \text{effch}(x^T, y^T, x^{T+1}, y^{T+1}) * \text{techch}(x^T, y^T, x^{T+1}, y^{T+1}) \quad (4)$$

式(4)中,effch 代表技术效率指数,techch 代表技术进步指数。将全国各个省份看作不同的决策单元,基于投入的 DEA 方法构造出每一时期各个省份最佳生产的前沿面。对比各省份最佳生产前沿面与实际生产间的差异,进而得出技术进步与技术效率的变化。

(二) 测算结果

本文利用 2004-2014 年各省(市、自治区)装备制造行业的总产值、固定资产净值、从业人数,并通过各省(市、自治区)工业生产者出厂价格指数、固定资产投资价格指数将其调整为 2004 年的基期可比价格。以上数据均来自《中国工业统计年鉴》、《中国机械工业年鉴》以及国家统计局,考虑到数据的连贯性以及可得性,本文剔出了海南、西藏、青海、宁夏四个省份,分别测算了 2004-2014 年中国 27 个省市自治区机械制造业技术效率指数(effch)、技术进步指数(techch)、纯技术效率指数(pech)及规模效率指数(sech),如表 1 所示。

表 1 2004-2014 年中国装备制造业 Malmquist 指数及其分解

年度	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 tfp
2004-2005	1.06	1.028	1.062	0.998	1.09
2005-2006	1.019	1.171	0.981	1.039	1.193
2006-2007	1.054	1.112	0.989	1.066	1.173
2007-2008	1.033	1.01	1.018	1.015	1.043
2008-2009	0.955	1.063	0.965	0.989	1.015
2009-2010	0.936	1.11	0.986	0.949	1.039
2010-2011	0.995	1.077	1.018	0.978	1.071
2011-2012	0.959	0.957	1	0.959	0.918
2012-2013	1.036	0.953	1.044	0.993	0.988
2013-2014	1.012	1.105	0.983	1.029	1.118
均值	1.005	1.056	1.004	1.001	1.062

从表 1 的全国平均值可以看出,我国机械制造业技术效率年均增长率为 0.5%,纯技术效率年均增长率为 0.4%,规模效率年均增长率为 0.1%,技术效率的增长主要源自于纯技术效率

的贡献;表中技术进步的年均增长率为5.6%,全要素生产率的年均增长率为6.2%,说明我国机械制造业发展主要依靠技术进步,而技术效率贡献(0.5%)相对较小,但是技术效率提升能够引导机械制造业向资源集约和科技向进步方发展。具体来说,全国机械制造业五类Malmquist指数均值都呈现波动式发展,以2008年为分界点,2004-2008年以及2008-2012年间五类指数先后呈现先升后降的趋势,2012年以后各类指数虽有所上升,但是均属低位徘徊,未达到历史峰值。这些数据仍然表明我国装备制造业的发展需要技术进步和技术效率共同发挥作用,所以,一方面要鼓励产业自主创新和技术引进提升技术效率水平,另一方面还要注重市场创新效率、管理创新以及制度创新的协同发展,实现产业由大变强^[18]。

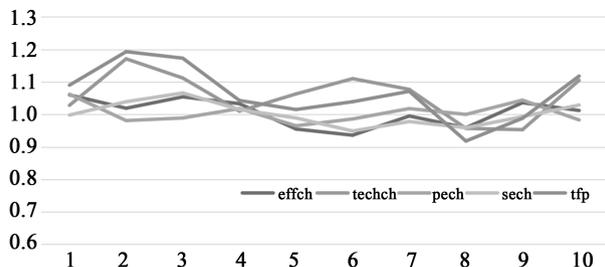


图1 2004-2014年中国装备制造业 Malmquist 指数及其分解趋势图

从表2可知,我国装备制造业全要素生产率和技术进步普遍态势良好,所有27个省市的全要素生产率和技术进步指数都大于1,说明全要素生产率保持着良好的态势,但是超过平均全要素生产率和平均技术进步指数的分别只有11和14个省市,其余省份均在全国平均水平之下,说明全国平均水平主要靠个别省份较高的全要素生产率和技术进步指数来拉动。从纯技术效率来看,中国各省市的总体纯技术效率呈现良好态势,但是27个省市中有7个省市小于1,超过平均水平1.004的只有12个省市。从地区分布来看,在小于1的7个城市中,东部地区和东北部地区共有3个,中部和西部地区各2个,这说明经济发达地区的纯技术效率并不具优势。规模效率总体有效,平均水平为1.001,但是规模效率小于1的城市有10个,其中东部省市6个,中部省市3个,西部省市有1个,地区差异明显。技术效率可以用纯技术效率与规模效率的乘积来表示,本文不再分析。

为了更详细掌握我国机械制造业技术水平变化动态,对我国东中西三大区域技术水平变动情况进行分析。本文列出了2004-2014年我国三大区域装备制造业 Malmquist 指数均值及分解结果。

表3反映区域层面上技术效率和技术进步指数变化情况,从技术效率角度出发,东部地区技术效率低于中西部地区以及全国平均水平,主要由于中西部地区资源禀赋不足,倒逼中西部地区必须提高技术效率以谋求发展;对于技术进步而言,东西部地区均高于全国均值,但是中部地区表现不佳,并且西部地区技术进步指数略高于东部地区,说明西部地区正在赶超东部地区,但是由于之前对中部地区的重视程度不够,导致中部地区发展动力不足一度形成“东部塌陷”,所以技术进步指数虽有进步但未达到东西部地区的水平。可见,三大区域技术效率水平提升均依靠纯技术效率与规模效率的共同作用,但是装备制造业发展主要依靠技术进步。通过三大区域 Malmquist 分解指标的分析可以发现区域间指数差异的根源,东部地区是我国优

先发展的地区,具备良好的生产基础设施、技术优势、经济与政策的优待,而随着产业集聚、国际贸易自由化、经济发展趋同化、管理同质化等因素^[19],中部和西部地区获得相对多的资源,对资源利用水平提升较快。这种区域间技术效率变化的差异,很好反映了不同地区间发展模式的差异与增长动态。

表 2 2004-2014 年中国各省市 Malmquist 指数及其分解

省份	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 tfp
北京	1.006	1.092	1.004	1.002	1.098
天津	1.012	1.087	1.011	1	1.1
河北	0.979	1.047	0.977	1.001	1.025
山西	0.997	1.045	1.003	0.994	1.042
内蒙古	1.021	1.077	0.978	1.044	1.1
辽宁	1.003	1.061	1.011	0.992	1.064
吉林	1	1.099	1	1	1.099
黑龙江	0.942	1.059	0.965	0.976	1
上海	0.995	1.08	1	0.995	1.075
江苏	0.996	1.054	1	0.996	1.05
浙江	0.977	1.039	0.985	0.991	1.015
安徽	0.991	1.061	0.987	1.003	1.051
福建	1.029	1.046	1.025	1.004	1.076
江西	1.023	1.076	1.006	1.017	1.101
山东	0.977	1.045	1	0.977	1.021
河南	0.987	1.035	0.989	0.998	1.021
湖北	1.005	1.067	1.008	0.997	1.072
湖南	1.028	1.044	1.021	1.007	1.074
广东	1.009	1.042	1	1.009	1.052
广西	0.991	1.05	0.981	1.01	1.041
重庆	1.009	1.048	1.006	1.003	1.058
四川	1.017	1.038	1.009	1.008	1.056
贵州	1.06	1.043	1.056	1.004	1.105
云南	1.025	1.044	1.022	1.003	1.07
陕西	1.006	1.047	1.003	1.003	1.053
甘肃	1.045	1.038	1.069	0.977	1.085
新疆	1.013	1.063	1	1.013	1.076
平均	1.005	1.056	1.004	1.001	1.062

表 3 2004-2014 年中国三大区域 Malmquist 指数及其分解

区域	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 tfp
东部	0.996	1.044	0.999	0.996	1.039
中部	1.024	1.038	1.019	1.006	1.063
西部	1.01	1.045	1	1.01	1.055
均值	1.01	1.042	1.006	1.004	1.052

二、实证分析

综上所述,首先从分析影响装备制造业技术进步水平的因素入手,对各地区技术水平的影响因素进行回归分析,实证检验各个因素的影响程度和作用方向,确定影响技术水平的关键促进或阻碍因素,以便提出合理的对策来提高我国装备制造业技术水平。

(一) 计量模型的设定与数据来源

柯布-道格拉斯生产函数的基本表达形式为:

$$Y_{it} = f(L_{it}, K_{it}) = A_{it} L_{it}^{\alpha} K_{it}^{\beta} \quad (1)$$

式中, Y_{it} 表示产出, A_{it} 代表技术水平, L_{it} 代表劳动力, K_{it} 代表资本; i 代表省市自治区, t 代表年份。 A_{it} 由诸多因素共同决定, 为衡量贸易对产出的影响, Levin and Raut(1997)^[20] 假定:

$$A_{it} = C_{it} (1 + \theta Z_{it}) EX_{it}^{\gamma} IM_{it}^{\delta} \quad (2)$$

式中, Z_{it} 代表贸易额占 GDP 的比重, EX_{it} 代表出口额, IM_{it} 代表进口额, C_{it} 则为影响 A_{it} 的其他因素, 其中, 人力资本是一国资本积累的重要方面, 地区的产业结构、经济发展水平等也会对其技术水平产生一定影响, 国内研发资金投入以及国际技术溢出效应是影响一国行业技术水平的两大重要因素, 其中国际技术溢出主要包括 FDI 和 OFDI, 而通过 OFDI 的方式进入发达国家是我国企业提高全球竞争力的必然要求^[21]。由此假设 C_{it} 包括 FDI、OFDI、研发投入 RD、人力资本 H、企业规模 S、地区第二产业占比 IS 以及地区经济发展水平 SE 则:

$$C_{it} = f(FDI_{it}, OFDI_{it}, RD_{it}, H_{it}, S_{it}, IS_{it}, SE_{it}) = C FDI_{it}^{\lambda} OFDI_{it}^{\eta} RD_{it}^{\omega} H_{it}^{\psi} S_{it}^{\nu} IS_{it}^{\phi} SE_{it}^{\varphi} \quad (3)$$

式中, C 为常数项。所以技术水平可以表示为: $A_{it} = Y_{it} / L_{it}^{\alpha} K_{it}^{\beta}$

也即:

$$A_{it} = C (1 + \theta Z_{it}) EX_{it}^{\gamma} IM_{it}^{\delta} FDI_{it}^{\lambda} OFDI_{it}^{\eta} RD_{it}^{\omega} H_{it}^{\psi} S_{it}^{\nu} IS_{it}^{\phi} SE_{it}^{\varphi} \quad (4)$$

两边分别取对数得到:

$$\ln A_{it} = \ln C + \ln(1 + \theta Z_{it}) + \gamma \ln EX_{it} + \delta \ln IM_{it} + \lambda \ln FDI_{it} + \eta \ln OFDI_{it} + \omega \ln RD_{it} + \psi \ln H_{it} + \nu \ln S_{it} + \phi \ln IS_{it} + \varphi \ln SE_{it} \quad (5)$$

当 θZ_{it} 极小时, $\ln(1 + \theta Z_{it})$ 趋近于 θZ_{it} , 可以得到:

$$\ln A_{it} = \beta_0 + \beta_1 Z_{it} + \beta_2 \ln EX_{it} + \beta_3 \ln IM_{it} + \beta_4 \ln FDI_{it} + \beta_5 \ln OFDI_{it} + \beta_6 \ln RD_{it} + \beta_7 \ln H_{it} + \beta_8 \ln S_{it} + \beta_9 \ln IS_{it} + \beta_{10} \ln SE_{it} + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

技术水平 A_{it} 可以用 $\ln tfp$ 、 $\ln effch$ 以及 $\ln techch$ 表示, 可以得到:

$$\ln tfp_{it} = \beta_0 + \beta_1 Z_{it} + \beta_2 \ln EX_{it} + \beta_3 \ln IM_{it} + \beta_4 \ln FDI_{it} + \beta_5 \ln OFDI_{it} + \beta_6 \ln RD_{it} + \beta_7 \ln H_{it} + \beta_8 \ln S_{it} + \beta_9 \ln IS_{it} + \beta_{10} \ln SE_{it} + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

$$\ln effch_{it} = \beta_{11} + \beta_{12} Z_{it} + \beta_{13} \ln EX_{it} + \beta_{14} \ln IM_{it} + \beta_{15} \ln FDI_{it} + \beta_{16} \ln OFDI_{it} + \beta_{17} \ln RD_{it} + \beta_{18} \ln H_{it} + \beta_{19} \ln S_{it} + \beta_{20} \ln IS_{it} + \beta_{21} \ln SE_{it} + \varepsilon_{2it} \quad (8)$$

$$\ln techch_{it} = \beta_{22} + \beta_{23} Z_{it} + \beta_{24} \ln EX_{it} + \beta_{25} \ln IM_{it} + \beta_{26} \ln FDI_{it} + \beta_{27} \ln OFDI_{it} + \beta_{28} \ln RD_{it} + \beta_{29} \ln H_{it} + \beta_{30} \ln S_{it} + \beta_{31} \ln IS_{it} + \beta_{32} \ln SE_{it} + \varepsilon_{3it} \quad (9)$$

Z_{it} 为贸易额在 GDP 中所占的比重, 用各地区当年装备制造业进出口总额比上地区当年 GDP 表示; EX_{it} 为出口, 用地区装备制造业出口交货值比上行业地区当年销售总值表示, IM_{it} 为进口, 用地区该行业当年进口金额比行业地区总产值来代表, 所涉及的 GDP、贸易额以及地区总产值分别用各地区的 GDP 价格指数、销售价格指数、美元兑人民币汇率和工业出厂价格指数折算为 2004 年不变价来表示; FDI_{it} 可以度量外资企业进入水平, 用地区外资企业和港澳台企业的销售收入比上总销售收入来代表; $OFDI_{it}$ 为对外直接投资, 以各省市非金融类对外直接投资流量在全国非金融类对外直接投资流量中的占比来衡量, 用人民币对美元汇率将其转换为 2004 年可比价格; RD_{it} 为研发投入, 用地区财政工业科技研发支出比地区工业产值表示; S_{it} 表示企业规模, 用各地区装备制造业总产值比行业企业总数表示; H_{it} 为人力资本, 以地区装备

制造业从业人数比地区工业就业人数代表; IS_{it} 表示三产结构,以第二产业产值占地区工业总产值的比例表示; SE_{it} 表示地区经济发展水平,以地区人均国内生产总值比上人均国民生产总值表示; ε_{it} 为随机扰动项;

装备制造贸易数据来自《中国机械工业年鉴》,并用年均人民币对美元汇率换算成人民币计价,用消费者价格指数折算为2004年不变价。R&D经费支出、行业从业人数来自《中国科技统计年鉴》。R&D价格指数按照李小平(2007)^[22]的做法计算,即以消费者价格指数和固定资产投资指数的加权平均值表示,权重分别为0.55和0.45,然后将各行业R&D经费支出平减为可比值。其他数据来自《中国统计年鉴》、《中国金融统计年鉴》、《中国工业统计年鉴》、《中国劳动统计年鉴》以及《中国人口与就业统计年鉴》等。

(二) 面板数据的单位根检验

面板数据包括了时间序列数据和截面数据,在进行回归分析时必须进行数据的平稳性检验,以防止出现伪回归问题。常见的面板数据平稳性检验方法有4种,不同方法的原理有一定差异,结果也不尽相同,本文以4种方法检验结果一致为准。检验结果为,经过一阶差分,所有数据均为平稳时间序列,如表4所示。

表4 面板数据单位根检验结果

变量	LLC 检验	IPS 检验	ADF - Fisher	PP - Fisher
Z	-91.6727***	-16.3322***	85.0632***	86.1272***
lnEX	-8.01239***	-1.65163**	71.5145*	107.270***
lnIM	-40.6192***	-17.1676***	260.869***	62.7689
lnFDI	-5.54318***	-0.88302	71.2107*	101.461***
lnOFDI	-5.27155***	-0.74861	65.1739	66.9112
lnRD	0.67758	4.32888	19.3264	17.6444
lnS	1.40153	5.47183	8.49305	7.24493
lnH	-12.8127***	-6.30016***	141.024***	147.369***
lnIS	-0.33862	1.31782	57.1974	78.8154**
lnSE	-3.00774	1.54023	39.0778	32.9892
lneffch	-12.3023***	-6.63086***	151.612***	206.876***
lntechch	-9.98281***	-6.33691***	146.426***	178.628***
lntfp	-11.9309***	-5.88990***	140.595***	161.972***
D(Z)	-31.4554***	-14.1541***	247.888***	217.958***
D(lnEX)	-15.8687***	-7.79970***	174.804***	291.733***
D(lnIM)	-18.6826***	-10.1733***	211.592***	180.226***
D(lnFDI)	-11.1831***	-5.60583***	135.775***	160.010***
D(lnOFDI)	-40.2492***	-12.8976***	195.064***	243.484***
D(lnRD)	-13.4930***	-7.52092***	169.029***	222.058***
D(lnS)	-14.9427***	-7.44538***	165.159***	199.622***
D(lnH)	-20.1834***	-11.2781***	230.273***	316.722***
D(lnIS)	-8.93534***	-3.03930***	106.805***	139.554***
D(lnSE)	-13.0798***	-5.06145***	124.554***	113.771***
D(lneffch)	-21.3764***	-11.7837***	238.702***	358.003***
D(lntechch)	-18.3870***	-9.80734***	207.518***	310.799***
D(lntfp)	-24.7934***	-12.7827***	251.984***	338.944***

注:D表示一阶差分,*、**、***分别表示在10%、5%和1%的显著性水平上拒绝原假设。

(三) 回归结果分析

对公式(7)、(8)和(9)进行回归,所得结果分别见表5和表6。由于所有回归结果D.W检验都在2.0附近,表明不存在自相关。所有回归结果Hausman值都在10%水平上显著,所有的

模型都选择固定效应。表5和表6回归结果表明,各个影响因素对三大区域的影响程度以及显著性存在明显差异。

出口贸易对三大区域装备制造业全要素生产率呈显著的负相关;对中西部地区技术效率呈现显著负相关,对东部地区技术效率呈正相关,但是并不显著;对于技术进步而言,出口贸易显著抑制了东部地区和西部地区的技术进步,虽促进中部地区技术进步但并不显著。众所周知,东部地区的出口产品中,加工贸易所占比例较高,这些产品出口的利润效应使东部地区获得了低生产率水平的规模扩张,掉入“扩张陷阱”^[23],以至于出口贸易不但无法显著提高东部地区技术效率,反而抑制了该地区的全要素生产率以及技术进步水平;中部地区装备制造业出口以中低端设备为主,且目标市场在向发展中国家扩张,无法完全获得出口贸易的规模经济效应,并且中部地区缺乏高端人才支撑,出口的学习效应会持续下降,企业的创新激励机制将缺乏活力^[14],无法有效提高技术效率,导致出口贸易抑制了中部地区的全要素生产率以及技术效率,未能对其技术进步产生显著性影响;西部地区产业基础较为薄弱,虽然近年来有大量国家优惠政策,但是资源禀赋不足,加上我国存在严重的市场割据,西部地区的出口贸易难以形成较大规模,大多靠低价取胜,导致出口贸易无益于该地区的技术水平发展。

进口贸易与东部地区的技术水平呈显著负相关;与中部地区的技术水平呈显著正相关;与西部地区的全要素生产率和技术效率呈显著正相关,但与其技术进步指数呈现显著负相关。可见,由于我国的区域差别,装备制造业的进口贸易显现出截然不同的效果。由于进口贸易技术溢出具有“双门槛效应”^[24]即进口贸易存在技术溢出效应的前提是知识的外部性,但是地区间的技术势差是实现技术溢出效应的重要“第一道门槛”,进口地区技术吸收能力的差异便是“第二道门槛”。东部地区由于技术水平较高而具有较小的技术势差所以并未能跨过“第一道门槛”,对技术转移的空间不足,进而进口贸易对技术进步的影响效果不够明显,但是使用进口的先进机器设备能够快速提升技术效率。中部地区技术水平一般,所以具有较强的技术势差,并且处于模仿向创新转变的重要时期,既具有足够的学习动力,又有能力消化吸收进口产品所蕴含的先进技术,所以中部地区进口贸易的技术溢出效应十分明显。而西部地区虽然与中部地区一样具有较大的技术势差,但是西部地区技术水平过低,虽然具有很多机会学习、模仿进口产品的先进技术,但是人力资本的匮乏缺乏对技术的吸收能力,导致进口贸易抑制了西部地区技术进步,但是所进口的先进设备能够直接提升地区的技术效率。

企业规模和人力资本也对三大区域技术水平的影响同步,即对东部地区技术效率呈正向影响,但是对其全要素生产率和技术进步呈负相关;促进中部地区技术水平的同时抑制西部地区的技术发展。随着企业规模的不断扩大,对人力资本的需求也会随之扩大。主要原因是我国装备制造业主要集中在东部地区,在地区激烈的竞争下,各个企业都必须在各类人才的协助下提高技术效率,但是该地区企业规模与人力资本存量已经达到较高水平,并且人员与企业流动性极强,无法持续留住人才和企业,行业创新的积极性受阻,经济发达所带来的地区优势与人力资本流失所带来的负面影响互相抵消,造成技术进步与全要素生产率并未提高的局面;相较于东部地区,中部地区受到国家“中部崛起”战略的影响,出台了一系列对于人才和企业的优惠措施,加上本身靠近东部地区,能够很好地承接东部地区流动的人才和转移的企业,所以

企业规模的扩大与人力资本的累积能够很好地促进中部地区的技术水平;同时西部地区的区位优势绝对劣势造成人才流失现象较为严重,导致人才引进和扩大企业规模的成本极高,反而抑制了行业技术水平的发展。

表 5 回归结果 1

变量	被解释变量:lnfp		
	东部	中部	西部
C	0.1905 *** (4.6695)	0.1497 * (1.6826)	0.2515 *** (8.2035)
E	0.0157 (0.4879)	-0.7986 ** (-2.3818)	-0.9198 *** (-5.2590)
lnEX	-0.0177 * (-1.7339)	-0.0839 *** (-10.4877)	-0.0154 *** (-3.2388)
lnIM	-0.0652 *** (-8.7057)	0.1094 *** (16.4101)	0.0227 *** (15.6058)
lnS	-0.0342 *** (-3.3087)	0.0645 *** (4.2100)	-0.0664 *** (-38.0672)
lnH	-0.0050 * (-1.9317)	0.0633 *** (22.5480)	-0.0186 *** (-16.0884)
lnFDI	-0.0062 (0.7589)	-0.0642 *** (-3.8613)	0.1001 *** (13.4123)
lnRE	-0.0575 *** (4.8168)	-0.0901 (-1.1752)	0.1381 *** (6.0740)
lnRD	0.0376 *** (5.6036)	0.0371 *** (4.1497)	0.0218 *** (8.3446)
lnIS	-0.0386 *** (-2.6276)	-0.1482 *** (-2.7695)	-0.3649 *** (-17.5725)
lnOFDI	0.0166 *** (4.8928)	0.0125 *** (4.5156)	0.0024 ** (2.0581)
R ²	0.7912	0.8759	0.9332
F	19.9440 ***	34.5999 ***	55.0855 ***
D.W 检验	1.9491	2.1914	2.1373
样本数	120	60	90

注:***、**、*分别表示在1%、5%、10%的水平上显著,表格中数据按四舍五入法保留小数点后四位小数。

FDI 和地区经济发展对三大区域技术水平的影响也是同步的,即对东部地区和中部地区的全要素生产率以及技术进步指数呈负相关,但是对其技术效率有正向影响;对西部地区的技术水平呈正相关。FDI 和地区经济发展水平促进三大区域的技术效率的同时抑制了东部、中部地区的技术进步,促进了西部地区的技术进步,但显著性略有差异:FDI 对东部地区的全要素生产率、中部地区的技术效率以及西部地区的技术进步的影响并不显著,地区经济发展并不显著影响中部地区的全要素生产率及其技术进步,另外地区经济发展对三大区域的技术效率并不显著。由此表明 FDI 和地区经济发展水平对我国装备制造业技术溢出效应不足,对行业发展及技术进步的作用极为有限,但是在一定程度上,FDI 通过竞争机制提升了我国机械制造业的技术效率。首先,外商直接投资大多投入在沿海经济发达地区的加工贸易等低附加价值链条,吸引了中西部地区的大量廉价劳动力,将我国装备制造业“锁定”在全球价值链的底端,并未带来技术创新动力,所以无法促进东部地区和中部地区的技术进步^[25],伴随地区经济水平的提高西部地区所吸收的 FDI 能够立即提高本地技术进步累积,所以 FDI 与地区经济发展水

平正向影响西部地区技术进步;但是,其所带来的竞争效应促使我国出口企业必须提高技术使用效率,进而提高生产效率。其次,外商直接投资企业抢占了大量的国内资源,政府的优惠政策以及外企的高收入吸引了国内优质资源的涌入,但是,外资企业的先进技术、管理体制以及创新机制对于东部和中部地区而言技术势差不大并未得到很好的学习和利用,但是西部地区处于技术引进吸收阶段地区经济的发展吸引外商涌入建厂,所带来的先进技术能够直接提高西部地区的技术水平。所以,我国政府在招商引资过程中要注重外资质量,不要盲目引资。

表6 回归结果2

变量	被解释变量:lneffch			被解释变量:lnitechch		
	东部	中部	西部	东部	中部	西部
C	-0.1638*** (-3.0692)	-0.0689 (-0.5260)	0.1572** (2.3763)	0.1968*** (224.0550)	-0.0248 (-0.4829)	0.1622*** (5.5719)
E	0.0143 (0.3992)	-0.6292 (-0.7664)	-0.7608*** (-8.7341)	0.0001 (0.3085)	-0.2548 (-1.1124)	-0.3054*** (-5.4976)
lnEX	0.0084 (0.5585)	-0.1122*** (-6.2648)	-0.0054*** (-2.8461)	-0.0123*** (-54.5093)	0.0004 (0.0618)	-0.0044*** (-21.3875)
lnIM	-0.0424*** (-3.3244)	0.0990*** (5.4288)	0.0193*** (25.4112)	-0.0159*** (-205.8468)	0.0047 (0.5968)	-0.0013* (-1.8188)
lnS	0.0154 (0.8176)	0.0384 (1.1069)	-0.0697*** (-26.7721)	-0.0364*** (-157.7930)	0.0218* (1.8404)	-0.0097*** (-9.4385)
lnH	0.0108** (2.5106)	0.0683*** (10.7507)	-0.0094*** (-11.7246)	-0.0123*** (-675.2198)	0.0082*** (8.9400)	-0.0091*** (-18.3621)
lnFDI	0.0011 (0.1282)	0.0887*** (8.2773)	0.0927*** (8.0144)	-0.0006*** (-2.9421)	-0.0450*** (-3.1342)	0.0024 (0.2472)
lnRE	0.0132 (0.6335)	0.0140 (0.1443)	0.0037 (0.2158)	-0.0024*** (-5.7762)	-0.0692 (-1.3415)	0.1646*** (17.3840)
lnRD	0.0078 (0.7431)	0.0355*** (3.4649)	0.0177*** (11.0642)	0.0052*** (24.4940)	0.0141*** (2.9564)	0.0073*** (9.5536)
lnIS	-0.0689** (-2.4418)	-0.2087** (-2.9173)	-0.3162*** (-9.7202)	0.0530*** (367.8609)	0.1495*** (4.8804)	0.0294*** (3.2629)
lnOFDI	-0.0071** (-2.4539)	0.0155*** (3.5660)	-0.0003 (-0.5800)	0.0145*** (327.8344)	-0.0093*** (-4.8185)	0.0020*** (3.9220)
R ²	0.4431	0.7270	0.9780	0.9997	0.6430	0.9974
F	4.1869***	13.0487***	175.4563***	20772.83***	5.2843***	1486.031***
D.W 检验	1.9966	2.1720	2.0763	2.0790	2.3841	2.2579
样本数	120	60	90	120	60	90

注:***、**、*分别表示在1%、5%、10%的水平上显著,表格中数据按四舍五入法保留小数点后四位。

研发投入强度对三大区域装备制造业技术水平存在显著正影响,但是对东部地区技术效率的作用并不显著,而且对三大区域技术进步指数的影响系数较小。研发投入每增加1%,三大区域的全要素生产率增加幅度在3%左右,技术效率分别增加0.78%、3.55%以及1.77%,技术进步分别增加0.52%、1.41%、0.73%。这说明我国研发投入对与装备制造业技术水平的提升具有重要作用,但是研发投入结构却并未达到最优,各地区对研发投入的使用效率未达到最佳状态,高校和科研院所是我国研发投入的主体^[26],虽然中东部地区科研院所集中,但是科研成果转化机制不够完善,并不能充分发挥作用。对西部地区而言,高校和科研机构较少,研发投入相对投入到企业比重较高,因此获得较为明显的影响作用。所以我国机械制造业在加大研发投入强度的同时,要注重企业的创新作用,逐渐向企业为创新主体的方向转变。

产业结构抑制三大区域的全要素生产率级技术效率的同时促进三大区域的技术进步。第二产业每增加1%,三大区域的全要素生产率分别减少3.86%、14.82%、36.49%;技术效率分别减少6.89%、20.87%、31.62%;但是技术进步分别增加5.3%、14.95%、2.94%。说明随着第二产业的比重增加,装备制造业的技术进步会不断增加,主要是因为第二产业比重的增加可以加强产业集聚效应,降低产业间要素流动的成本,对于优化资源配置、提升管理效率有明显作用。但是同时,我国多年来持续面对第二产业一枝独秀的尴尬局面,环境与资源早已不堪重负,若再盲目提高第二产业比重,显然不利于我国经济持续稳定发展,并且造成二产比例增加并不能提高国内技术效率的局面,所以“转变增长方式,调整经济结构”是我国工业化进程的必由之路。

OFDI促进了三大区域的全要素生产率、东西部地区的技术进步以及中部地区的技术效率,但是抑制了中部地区的技术进步以及东部地区和西部地区的技术效率。OFDI每增长1%,东部地区全要素生产率增加1.66%,技术效率下降0.71%,技术进步上升1.45%;中部地区全要素生产率上升1.25%,技术效率上升1.55%,技术进不下降0.93%;西部地区全要素生产率上升0.24%,技术效率下降0.03%,技术进步上升0.2%。可以见得,OFDI对三大区域的全要素生产率均有促进作用,未能促进东部地区技术效率以及中部地区技术进步的原因在于OFDI的回流机制不够完善,且OFDI的逆向溢出效应主要通过发达国家企业的管理模式、学习模式、培训等的引进来促进母国技术水平提高^{[27][28]},但是东部地区已具备较高的技术水平,逆向技术溢出效应不够明显,而中部地区处于产业转型升级的关键点,学习模仿能力较强,所以直接提升了技术效率,但是技术进步指数的提升需要一定的时间来积累,所以并未立刻表现出显著促进效应。而对于西部地区来说,地区经济实力较弱,对外投资能力有限,OFDI为技术水平所带来的促进作用涨幅未超过0.3%,甚至抑制了地区的技术效率,所以该地区应首先集中精力发展自身经济。

综上所述,我国装备制造业的发展存在明显的地区差异,东部地区整体发展速度较快,对技术的吸收和改进能力较强,中西部地区整体实力不高,但是赶超势头明显,我国应针对不同地区实行不同的产业政策,针对地区特性给予不同程度的支持力度,才能够达到产业转型升级,提高行业技术效率和技术进步的目的。

三、政策建议

据上述论证以及实证结果,提出以下几点建议:第一,三大地区应该通过调整装备制造业产品贸易结构和FDI来提高市场竞争机制,激励企业提高技术使用效率,优化政府和企业的研发投入,使国际贸易能够提升产业技术效率和技术进步,使东部地区逐渐摆脱加工贸易的低端定位,使中西部地区尽快走出低技术含量的资源密集型生产“泥潭”。第二,东部地区和中部地区要持续进口发达国家的生产前沿性高端产品,不断强化进口对技术效率和技术进步推动作用的,但要注重这些产品与人力资本的匹配程度。同时要提高外资的利用质量,推动外资向高附加值以及资本技术密集型企业流动,调整研发投入结构,加强科技成果转化。第三,西部地区除了以上对策外,要继续扩大招商引资规模以及质量,政府政策要有针对性,如提升当地企业员工的工资水平和福利待遇,改善工作环境、挽留人才并吸引人才回流,从而使西部地区

可以越过技术溢出的“门槛效应”,并进行技术创新,促进技术水平提升。

参考文献:

- [1]戴觅,余森杰, Maitra Madhura. 中国出口企业生产率之谜:加工贸易的作用[J]. 经济学(季刊), 2014,(01):675-698.
- [2]孙伟. 我国29个省区市装备制造业聚类分析[J]. 中国科技论坛, 2003,(06):19-21.
- [3]崔万田. 中国装备制造业三大基地的比较分析[J]. 经济理论与经济管理, 2005,(11):5-11.
- [4]贾润崧,胡秋阳. 市场集中、空间集聚与中国制造业产能利用率——基于微观企业数据的实证研究[J]. 管理世界, 2016,(12):25-35.
- [5]蒯良群,王成东,蔡渊渊. 中国装备制造业 R&D 效率评价及其影响因素研究[J]. 研究与发展管理, 2014,(01):111-118.
- [6]王惠,王树乔. FDI、技术效率与全要素生产率增长——基于江苏省制造业面板数据经验研究[J]. 华东经济管理, 2016,(01):19-25.
- [7]张玉行,王英. 中国装备制造业竞争力评价——基于动态 DEA 与灰关联度方法[J]. 科技管理研究, 2016,(24):35-41.
- [8]欧阳艳艳,张光南. 基础设施供给与效率对“中国制造”的影响研究[J]. 管理世界, 2016,(08):97-109.
- [9]余红伟,胡德状. 中国区域制造业质量竞争力测评及影响因素分析[J]. 管理学报, 2015,12(11):1703-1709.
- [10]梁龙武,袁宇翔,付智,等. 区域创新驱动全要素生产率测度及其影响因素研究——基于 Malmquist-Tobit 方法的实证分析[J]. 科技管理研究, 2016,(10):197-202.
- [11]Bai, Lu. Effects of global financial crisis on Chinese export: a gravity model study[J]. 2012.
- [12]Brandt L, Biesebroeck J V, Zhang Y. Creative accounting or creative destruction? Firm-level productivity growth in Chinese manufacturing ☆[J]. Journal of Development Economics, 2012,97(2):339-351.
- [13]Mei G X. Research of China manufacture industry development's influence on environment pollution[J]. Special Zone Economy, 2011.
- [14]杨丹萍,杨丽华. 对外贸易、技术进步与产业结构升级:经验、机理与实证[J]. 管理世界, 2016,(11).
- [15]逢红梅. 我国装备制造业技术效率测算与空间分布研究[J]. 财经问题研究, 2014,(01):34-41.
- [16]陈爱贞,钟国强. 中国装备制造业国际贸易是否促进了其技术发展——基于 DEA 的面板数据分析[J]. 经济学家, 2014,(05):43-53.
- [17]Fare R, Grosskopf S, Kirkley J L, et al. Data Envelopment Analysis (DEA): A Framework for Assessing Capacity in Fisheries When Data are Limited[J]. National Identities, 2001,12(2):133-145.
- [18]任耀,牛冲槐,张彤进,等. 专用设备制造业创新驱动系统的协同度研究[J]. 中国科技论坛, 2015,(08):65-70.
- [19]晏蒙,孟令杰. 基于 DEA 方法的中国工业科技创新效率分析[J]. 中国管理科学, 2015,(01):77-82.
- [20]Levin A, Raut L K. Complementarities between Exports and Human Capital in Economic Growth: Evidence from the Semi - industrialized Countries[J]. Economic Development & Cultural Change, 1997,46(1):155-174.

- [21]薛安伟. 国际直接投资与进出口对技术效率的影响——基于中国省际面板数据的实证分析[J]. 世界经济研究, 2017, (02):78-87.
- [22]李小平. 自主 R & D、技术引进和生产率增长——对中国分行业大中型工业企业的实证研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2007, (07):15-24.
- [23]范剑勇, 冯猛. 中国制造业出口企业生产率悖论之谜:基于出口密度差别上的检验[J]. 管理世界, 2013, (08):16-29.
- [24]沈能, 李富有. 技术势差、进口贸易溢出与生产率空间差异——基于双门槛效应的检验[J]. 国际贸易问题, 2012, (09):108-117.
- [25]Yang Z L. On China manufacture industry's advantage and development strategy[J]. Special Zone Economy, 2009.
- [26]王红领, 李稻葵, 冯俊新. FDI 与自主研发:基于行业数据的经验研究[J]. 经济研究, 2006, (02):44-56.
- [27]吴光明, 黄春桃. 中国企业对外直接投资的动因:逆向投资与顺向投资的比较研究[J]. 中国工业经济, 2016, (01):99-113.
- [28]柴庆春, 张楠楠. 中国对外直接投资逆向技术溢出效应——基于行业差异的检验分析[J]. 中央财经大学学报, 2016, (08):113-120.

(责任编辑:刘 军)

Research on the Measurement of Technical Level of Equipment Manufacturing Industry in China and Its Influencing Factors

——A Comparative Analysis Based on the Provincial Panel Data

FENG Zhengqiang, BAI Lili

(School of Business, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: Based on the provincial panel data of equipment manufacturing industry in 2004-2014, the Malmquist productivity index of China's equipment manufacturing industry is measured by DEA non-parametric method. The index of technical efficiency and technological progress in the eastern, central and western regions is obtained after decomposition. It is found that since 2004, all indices in the eastern region are significantly lower than the national average. The total factor productivity and technical efficiency in the central and western regions are higher than the national average, while the technological progress index is lower than the national average and the eastern region. Then, through the analysis of the influence of a series of factors including international trade, international direct investment, R & D investment, enterprise scale, human capital, industrial structure and regional economic development level, the paper puts forward policy recommendations to improve the level of China's regional equipment manufacturing technology.

Key Words: Equipment manufacturing; Technical level; Malmquist index; Total factor productivity