

高等教育发展与中国制造业结构升级

唐国华,王梦茹

(南京审计大学 经济学院,江苏 南京 211815)

[摘要]探究高等教育发展对制造业结构升级的影响和作用机制,有助于推进中国制造业结构升级的进程。基于2008—2017年中国27个省(市、自治区)的省际面板数据,借助中介效应模型,探究了高等教育发展对制造业结构升级的影响及作用机制。研究表明,高等教育可以通过提高人力资本积累、促进技术创新这两条路径推动中国制造业结构升级。行业异质性检验表明,高等教育发展对劳动密集型制造业影响显著为负,对技术密集型制造业影响显著为正;区域异质性分析表明,中部地区高等教育发展对制造业结构升级有显著正向影响。完善高等教育投资体系,并在区域间合理配置高等教育资源以及优化人才培养的学科专业设置,对中国制造业转型升级至关重要。

[关键词]高等教育;制造业升级;中介效应;要素密集度;技术创新

[中图分类号]F810 **[文献标志码]**A **[文章编号]**1004-4833(2022)02-0107-09

一、引言

改革开放四十年来,依托国内巨大的人口红利和制度红利,中国制造业发展突飞猛进,屡攀高峰,成为了“世界工厂”。值得注意的是,中国的竞争优势很大程度上依赖于廉价的劳动力,但这一优势随着刘易斯拐点的到来逐渐消退,而中国制造业总体位于全球价值链中低端的局面,尚未有明显改观,为了顺应新时代经济高质量发展的要求和加快构建“双循环”的新发展格局,制造业必须摆脱大而不一的粗放式发展,寻求转型升级的新突破。制造业转型升级的核心动力是科技创新,科技创新能力的提升离不开高等教育的发展,高等教育是实现经济高质量发展的重要一环,中国始终坚持优先发展教育事业的战略方针,突出强调新时代背景下高等教育发展的战略地位。21世纪以来,中国的高等教育发展已实现跨越式进步,2019年教育部实施的“六卓越一拔尖”计划则开启了高等教育发展的新篇章,全面推进以新工科为引领的高校“四新”建设,旨在发挥高等教育对经济高质量发展的支撑作用,加速新发展格局的形成。

当前我国经济发展进入了新阶段,充分发挥高等教育所具备的人才优势和创新优势,以进一步推动产业结构升级和经济高质量发展已成为广泛共识。关于高等教育如何影响制造业升级这一话题,目前国内外研究还相对较少,鲜有关于两者影响机制的实证分析。为了丰富该方面的研究,本文从理论上系统分析高等教育影响制造业结构升级的作用机制,并借助固定效应模型和中介效应模型,探讨了高等教育发展影响制造业结构升级的具体路径。相对于过往研究,本文着重从以下两个角度做出创新:第一,不同于以往文献着重关注高等教育对三次产业升级的影响,本文聚焦于高等教育发展对制造业内部的升级机制,是对已有文献的深化和补充;第二,本文结合中介效应模型探究了高等教育发展对制造业结构升级的影响路径,为进一步发挥高等教育的人才优势和创新效应,并由此推动制造业结构升级提供了理论依据和政策启示。

二、文献综述

有关高等教育问题的研究,很多学者关注其与经济发展的关系,并指出高等教育对经济增长存在整体促进作用,具体表现为人力资本积累和技术创新能力提升的效应^[1]。从人力资本的视角来看,Nelson指出高等教育能够提高受教育者的思维能力和创造能力,形成人力资本积累,而人力资本积累及其溢出效应则会对经济增长

[收稿日期]2021-05-21

[基金项目]江苏省高校哲学社会科学基金项目(2019SJB096);江苏省教育科学“十四五”规划项目(D/2021/01/65);江苏省研究生科研与实践创新计划项目(KYCX20_1652)

[作者简介]唐国华(1978—),男,江苏常州人,南京审计大学经济学院副教授,硕士生导师,从事国家审计与经济高质量发展研究,E-mail:tanguohua@nau.edu.cn;王梦茹(1995—),女,安徽合肥人,南京审计大学经济学院硕士研究生,从事国民经济研究。

产生正向作用^[2-3]。从技术创新能力的角度考虑,学者普遍认为接受教育年限的长短与创新能力的正相关^[4],在此基础上,刘灿雷等^[5]从企业层面研究了高等教育的影响,发现高等教育有助于提高企业的科技创新能力,具体表现为企业专利数量和专利质量的双重提升。为了具体刻画出高等教育发展的经济效应,周茂等^[6]用高校扩张这一政策指代高等教育发展状况,并证实高校扩招所引发的人力资本扩张和技术水平升级能够通过劳动力的“要素集聚”和“技术载体”效应对经济增长产生积极影响。然而,也有学者对于高等教育的经济增长效应提出了质疑。钱晓焯等^[7]并未否认高等教育发展对于技术创新的贡献,但研究发现技术创新效应对经济增长的促进作用并不显著。孔宪丽等^[8]也指出,特定条件下适当程度的技术创新才能对产业结构升级发挥正向效应。

经济发展不可避免地会带来经济结构的变化,近年来也有更多的文献关注了高等教育发展对产业结构的升级效应。国内外多数学者都认为高等教育能够促进产业结构升级,何菊莲等^[9]指出高等教育所引发的人力资本效应推动了产业结构升级。何宜庆等^[10]实证发现高等教育的正向推动作用具有空间溢出效应。陈晋玲^[11]和 Ning 等^[12]在此基础上通过进一步研究发现,该效应往往呈现出东中西部地域间的空间相关性和地域异质性。也有学者认为高等教育和产业结构升级之间存在相互促进作用,王桂月等^[13]指出两者虽相互促进但影响程度并不一致,产业结构升级对高等教育的贡献率往往更高。此外,考虑到高等教育供给结构对产业结构升级的可能影响,部分学者研究了高等教育的学科专业设置与产业结构的匹配度和协调度问题。杨林等^[14]认为高等院校专业设置与产业结构升级尚未形成良性互动。徐秋艳等^[15]指出两者之间的协调度虽低但呈现出缓慢上升的态势。在此基础上,季忆等^[16]提出高等教育学科设置与产业结构应在动态中实现互动升级以及顺应供给侧结构性改革优化高等教育学科供给的政策建议。

综上,国内外学者围绕高等教育的经济效益、高等教育与产业结构升级等问题展开了深入细致的探究,并取得了较为丰富的理论成果。但是,鲜有文献深入探讨高等教育与中国制造业转型升级的关系,以制造业为主体的工业是中国国民经济的“钢筋铁骨”,是激发经济活力、提高国际竞争力的新动能,因此,在双循环的新发展格局下,加速制造业向中高端推进,对于技术创新、生产率提升和长期经济增长至关重要。本文试图在大力推进以新工科为引领的高校“四新”建设的背景下,探讨高等教育发展与中国制造业转型升级的关系,揭示高等教育对中国制造业转型升级的理论机制,并尝试运用中介效应模型检验实际效果,进而提出相应的政策建议,以期对现有文献做出有益补充。

三、高等教育促进制造业结构升级的理论假说

在我国经济发展进入新常态的背景下,为加速实现制造业中高端化,必须尽快调整产业结构并转变经济增长方式。通过上文中对已有文献的梳理,可以得知高等教育能显著促进产业结构升级并推动经济增长方式发生转变,且这一正向效应往往体现在人力资本和技术创新两个维度上。具体来说,产业结构的转型升级需要人力资本的智力支撑以及科技创新的技术支持,而高等教育恰恰具备了人才培养、研发创新以及社会价值等多种要素和功能,能起到推动产业结构转型升级的作用,此外,高等教育的发展状况在某种程度上也决定了产业结构升级的速度和效率,进而对整体经济发展水平产生影响。考虑到制造业升级是产业结构升级和经济高质量发展的核心环节,高等教育发展对产业结构升级产生正向效应的同时,不可避免会对制造业结构产生一定影响,结合前文的分析基础,本文假设高等教育发展对制造业结构升级存在正向促进作用,这是本文的第一个研究假设。以第一个研究假设为前提,本文将结合经济学理论从人力资本和技术创新这两条路径探讨高等教育对制造业结构升级的影响,分别构成本文的第二个和第三个研究假设。

假设 1: 给定其他条件不变,高等教育能够促进制造业结构升级。

教育是形成人力资本的重要途径,而人力资本积累则是促进经济增长的主要动力。教育投入对经济发展有推动作用,不同程度的教育水平会有不同的发展收益率。高等教育的发展,能够提高受教育者的知识能力和劳动技能,形成人力资本并优化劳动力配置,进而促进制造业升级。从劳动力供给层面考虑,一方面,人力资本积累会引发劳动成本的上升和资本成本的下降,这会压缩劳动密集型制造业的利润空间,为了维持原有市场占有率,劳动密集型制造业不得不通过要素优化重组等方式转变为资本或技术密集型制造业,否则将会受到挤压甚至退出市场;另一方面,人力资本积累会引起择业观念的去低端化,根据需求偏好相似理论,接受过高等教育的高素质劳动力,对其工作环境、发展前景和劳动报酬往往具有更高的要求,且受教育程度与工作预期值呈正相关

关系,因此愿意从事低端劳动密集型制造业的劳动力数量会不断减少,从而形成求大于供的供给短缺现象,这加速了资本密集型和技术密集型制造业的快速发展;从消费者需求层面考虑,人力资本积累引发的劳动成本增加,预示着居民可支配收入水平的上升,根据需求法则和消费的棘轮效应,随着收入水平的提高,消费者会增加对高端商品的购买,以替代对低端商品的需求,即居民的消费需求结构会逐渐向中高端制造业倾斜,此时劳动密集型制造业失去市场竞争优势,便不得不向资本或技术密集型制造业转变。

假设 2:给定其他条件不变,高等教育可以通过人力资本积累促进制造业升级。

经济发展的核心动力在于创新,而创新的发挥离不开高技能高素质人才的支撑,因此必须高度重视、充分发挥人才在创新活动中的引领作用,而这一作用的实现源于人才认知水平和实践能力的提高。认知水平和实践能力的提高离不开高等教育的发展,高等教育所引发的创新效应主要表现为两个方面:一是技术创新本身,包括新技术创新和旧技术新突破两个角度,新技术创新带来的新产品,更为符合消费者不断升级的有效需求,消费者需求结构的转型升级会推动产业间制造业结构的转型升级,而旧技术新突破能够实现原有生产流程的高效化和精准化,使企业能以更低成本进行高效生产,企业利润空间的扩大能为高技术部门的扩张提供更多资金支持,最终实现产业内制造业结构的优化升级;二是技术创新的“引致”效应,即技术创新效应所具备的技术外溢性和技术扩散性,技术外溢性可解释为技术创新所发挥的预期以外的经济效益,而技术扩散性可理解为技术创新的传播与推广。高等教育的发展培育了大批高技术人才,高技术人才的涌现有助于创新能量的集聚和技术创新的突破,进而带来更多满足人们升级需求的新产品和新工艺。此外,各行各业的高技术人员在知识技术的交流过程中,实现了技术创新的外溢效应和扩散效应,从而加速了传统型劳动密集型制造业向创新型资本技术密集型制造业转型升级。

假设 3:给定其他条件不变,高等教育可以通过技术创新推动制造业升级。

上述理论分析表明,高等教育会通过人力资本积累、技术创新这两个路径对制造业转型升级产生影响,但这两个路径在具体实践中是否发挥了作用以及作用程度的大小尚不明确,需要通过进一步的实证检验得出结论。

四、模型构建、变量选取和数据来源

(一)模型构建

为了检验高等教育发展的制造业结构升级效应,本文设定基准回归模型如下:

$$Manuup_{it} = \beta_0 + cHighedu_{it} + \gamma X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中, i 和 t 分别表示省份与时间, $Manuup$ 表示制造业升级指标, $Highedu$ 表示高等教育发展程度, X 代表控制变量, ε_{it} 是省份 i 在年份 t 受到的随机性因素,即随机扰动项。根据上文的理论机制分析,高等教育可能会通过人力资本积累和技术创新间接发挥对制造业结构升级的作用,为了检验上文理论假说是否成立,本文构建如下模型:

$$Manuup_{it} = \beta_0 + cHighedu_{it} + \gamma X_{it} + e_1 \quad (2)$$

$$M_{it} = \beta_1 + aHighedu_{it} + \gamma X_{it} + e_2 \quad (3)$$

$$Manuup_{it} = \beta_2 + c'Highedu_{it} + bM_{it} + \gamma X_{it} + e_3 \quad (4)$$

其中,系数 c 是高等教育 $Highedu$ 对制造业结构升级 $Manuup$ 的总效应,系数 a 是高等教育 $Highedu$ 对中介变量 M 的效应,而系数 c' 则是控制了中介变量 M 后高等教育 $Highedu$ 对制造业结构升级 $Manuup$ 的直接效应, $e_1 \sim e_3$ 是随机扰动项。根据上式可知,中介效应可以用乘积 ab 表示,并与直接效应 c' 加总构成总效应 c 。

下文将利用 Bootstrap 法来检验中介效应是否显著,温忠麟和叶宝娟^[17]在最新的研究中提出了这一方法,该方法相对于其之前所提出的 Sobel 检验法,并未要求系数乘积 ab 满足正态分布的假定,且具有更高的检验效力。对于系数乘积的检验,如果检验结果都显著,则依次检验的效力最优,因此本文采用结合依次检验法和 Bootstrap 法的方式,先依次检验 a 和 b ,若结果显著停止检验,若不显著则使用 Bootstrap 法进行进一步的检验。Bootstrap 检验法的判断原则是,若 ab 的 95% 置信区间不包含 0,则中介效应显著,若 ab 的置信区间包含 0,则中介效应不显著。

(二)变量选取

1. 被解释变量

本文研究高等教育发展对于制造业结构升级的影响和作用,借鉴阳立高^[18]关于制造业结构的分类,根据制造业细分行业要素密集度的差异,将其划分为劳动密集型、资本密集型与技术密集型。由于制造业结构升级表

现为资本技术密集型制造业占比的增加,因此采用结构层次系数法对劳动密集型 *lab*、资本密集型 *cap* 和技术密集型 *tech* 制造业赋予不同的权重,并借鉴徐德云^[19]和徐敏等^[20]对产业结构升级指标的构建方法,形成被解释变量制造业升级指标 *manuup*,用公式表示为:

$$Manuup_{it} = lab_{it} + cap_{it} \times 3 + tech_{it} \times 6 \quad (5)$$

其中,*i*和*t*分别表示省份与时间,*lab*为劳动密集型制造业工业总产值占制造业工业总产值的比重,相应的*cap*和*tech*为资本密集型和技术密集型制造业的占比,*manuup*为制造业结构升级指标,该指标取值范围为1到6之间。需要注意的是,本文根据数据的可得性和关联性,在31个细分行业制造业类型中共选择包括28个制造业细分行业的数据,鉴于部分省份的统计局网站只公布2008年以来的统计年鉴,且2017年以后国家及各省统计局统计方式发生改变,统计年鉴不再展示制造业各细分行业的工业总产值,因此本文所选取的数据为2007—2016年间各制造业细分行业的工业总产值,并利用这一数据进行指标构建。虽然在此期间经历了2011年的《国民经济分类》标准的改革,但该标准变化对本文要素密集度的分类以及数值和比例并未产生影响。

2. 核心解释变量

由于高等教育发展水平 *Highedu* 是不同层次高等教育综合作用的结果,仅用单一指标无法反映这一综合作用的结果。考虑到数据的可得性与一致性,本文借鉴王珍珍等^[21]的做法,用专科、本科、研究生3个层级进行区分,分别代表初、中、高三种不同层次的高等教育水平,并使用每年各省或地区普通高等院校的专科毕业生人数、本科毕业生人数以及研究生毕业生人数进行指标构建。考虑到近些年研究生教育规模不断扩张,且强有力地助推了高等教育的发展,因此,为了凸显高层次教育对高等教育发展的重要影响,本文对不同层次的高等教育水平赋予不同的权重,具体的计算公式如下:

$$Highedu_{it} = junedu_{it} + interedu_{it} \times 3 + senedu_{it} \times 6 \quad (6)$$

其中,*i*表示省份,*t*表示年份,*junedu_{it}*代表省份*i*在*t*年份的专科毕业生人数占当年全国总专科毕业生人数的比例,*interedu_{it}*和*senedu_{it}*则分别代表本科毕业生和研究生毕业生所占比例,*Highedu_{it}*是一个综合性指标,能有效指代某省份的高等教育发展情况。

3. 其他变量

关于中介变量,人力资本水平(*pcap*)指标的选取,借鉴汪伟^[22]用人均受教育年限^①指代人力资本水平的做法,用各省份当年人均受教育年限与全国平均水平的相对值来指代人力资本积累。技术创新水平(*patent*)用专利申请受理数占当年全国专利受理总数的比例表示。关于控制变量,引入控制变量是为了尽量缓解回归系数的有偏程度。现有研究成果表明,制造业升级的重要影响因素还包括经济发展水平、劳动力供给、进出口贸易规模、地方基建水平等,因此,综合考虑现有研究成果以及数据的可获得性后,加入以下4个控制变量到计量方程中:经济发展水平(*pgdpdex*),用人均地区生产总值指数来表示,经济发展水平较高的地区资本与技术的价格相对较低,这会对劳动密集型制造业形成挤出效应并促进资本技术密集型制造业的集聚。少儿抚养比(*youngdep*),即为少年儿童人口数与劳动力数量之比,少儿抚养比数值会影响当期及未来的劳动力供给,从而对制造业产生影响。国有化程度(*nati*),用各省份国有单位就业人员年末数占当地总人口的比例来衡量,地区的国有化程度与市场化程度往往负相关,大型国有企业所具备的垄断能力往往会对地区产业升级产生阻碍影响。对外贸易规模(*fdi*),选用外商直接投资金额来衡量,外商投资有利于引进国外先进技术水平,提升本土创新从而促进国内制造业升级,但也可能对本土企业的创新活动形成打压和挤出效应,从而阻碍国内制造业结构升级。

(三) 数据来源

考虑到制造业细分数据统计方式的变化以及部分省份统计数据发布情况,本文选取2007—2016年间的的面板数据用做分析。由于西藏、新疆、辽宁、河南的制造业数据无法获取,故保留27个省份的面板数据,并通过插值法处理部分缺失数据。*manuup*数据取自2008—2017年《中国统计年鉴》《各省统计年鉴》以及《国家统计局云南调查总队》,*national*数据取自《中国劳动统计年鉴》和国研网,其他数据取自EPS统计数据库,表1报告了各变量的统计特性。

^①将居民受教育程度分为小学、初中、高中、大专及以上(按教育年限分别赋值为6,9,12,16),用各省不同受教育程度的人数占6岁以上人口的比值并乘以不同受教育程度年限,累计相加所得即为各省人均受教育年限。

五、实证结果及分析

(一) 基准回归及中介效应模型回归分析

本文通过 Hausman 检验确定合适的计量模型,基准模型的检验结果表明个体效应显著,因此选择固定效应模型 FE 作为基准模型,表 2 显示了 FE 模型和中介效应的回归结果。第(1)列为基准回归结果,该模型用于检验高等教育是否会影响制造业升级,这也是探究是否存在中介效应的前提,第(2)列和第(3)列用来检验人力资本水平这一路径是否存在,第(4)列和第(5)列用来检验技术创新这一路径是否存在。第(1)列的结果表明高等教育发展能显著促进制造业结构升级,因此可以进行中介效应分析。第(2)列表明高等教育发展会显著提高人力资本水平,第(3)列表明人力资本水平对制造业结构升级虽有正面影响,但是结果并不显著,因此需要通过 Bootstrap 法进行检验,检验结果显示 *ab* 的置信区间不包含 0,故间接效应即中介效应显著,又因为第(3)列中 *highedu* 与 *manuup* 显著正相关,所以直接效应显著,系数 *ab* 与 *c'* 同号说明此处的中介效应是部分中介效应,且大小为 6.90%,这一结果表明,高等教育能够通过提高人力资本促进制造业结构的优化升级。

从中国的现实情况来看,20 世纪末实施的高校扩招政策培养了大量高素质劳动力,而近几年以新工科为引领的高校“四新”建设又培养了大批专业技能人才,高等教育发展水平实现了稳步提升,并助力了人力资本水平的积累,较高的人力资本水平造成了劳动成本增加、劳动力收入水平提高以及低端劳动力供给缩减等局面。一方面,劳动成本的增加会造成资本要素和技术要素对劳动要素的替代,从而压缩劳动密集型制造业的市场空间,空余的市场空间将会逐渐被资本和技术密集型制造业填补,最终表现为整个制造业行业的转型升级;另一方面,劳动力收入水平的提高导致居民消费结构日趋高端化,劳动密集型制造业所产的低端产品与当前人民日益增长的美好生活需要不匹配,低端制造业为了维持原有生存空间不得不向以资本和技术为代表的高端制造业转变。同时,高校毕业生择业观念的去低端化致使劳动密集型制造业的劳动力储备大幅缩减,并引导高端人才向资本和技术密集型制造业聚集,人才的向上流动最终会引发制造业向上游攀升。然而,回归结果表明中介效应仅占总效应的 6.90%,这说明人力资本水平促进制造业结构升级的效果并不显著,这可能是由于人力资本结构与制造业结构不完全匹配。近些年来,尽管高等教育发展培养了一批高素质人才,但这并未转化成制造业升级所需的各类技能人才,统计数据表明,我国现阶段对技能型人才的超额需求高达 2000 万人,因此,高校在人才培养方面需进一步推动产教融合,促进技能人才培养与制造业升级协同发展,以匹配并加快制造业结构升级的速度。

第(4)列表明高等教育发展会显著提高技术创新能力,第(5)列表明技术创新会促进制造业结构升级,但是结果并不显著,因此同样需要通过 Bootstrap 法进行检验,检验结果显示 *ab* 的置信区间不包含 0,故间接效应即

表 1 指标的统计性描述

变量	经济含义	观测值	均值	标准差	中位数	最小值	最大值
<i>manuup</i>	制造业结构升级	270	3.2623	0.5219	3.1349	2.2003	4.8661
<i>highedu</i>	高等教育发展指标	270	0.3345	0.2371	0.2943	0.0143	1.1881
<i>pgdpdex</i>	人均 <i>gdp</i> 指数	270	1.1008	0.0300	1.0995	1.0260	1.1880
<i>youngdep</i>	少儿抚养比	270	0.2256	0.0634	0.2254	0.0964	0.4222
<i>national</i>	国有化程度	270	0.0492	0.0139	0.0436	0.0282	0.1031
<i>fdi</i>	对外直接投资	270	11.1083	16.453	4.0417	0.2183	87.9868
<i>pcap</i>	人力资本水平	270	0.9977	0.1032	0.9893	0.8128	1.3359
<i>patent</i>	技术创新指标	270	0.0370	0.0510	0.0187	0.0005	0.2635

表 2 基准回归结果与中介效应检验结果

变量	第(1)列 <i>manuup</i>	第(2)列 <i>pcap</i>	第(3)列 <i>manuup</i>	第(4)列 <i>patent</i>	第(5)列 <i>manuup</i>
<i>pcap</i>	—	—	0.548 (0.416)	—	—
<i>patent</i>	—	—	—	—	0.576 (0.734)
<i>highedu</i>	0.986 *** (0.335)	0.124 ** (0.0522)	0.918 *** (0.339)	0.0845 *** (0.0296)	0.937 *** (0.341)
<i>pgdpdex</i>	1.464 *** (0.310)	0.0300 (0.0483)	1.448 *** (0.310)	-0.0322 (0.0274)	1.483 *** (0.311)
<i>youngrate</i>	1.533 *** (0.414)	-0.444 *** (0.0644)	1.777 *** (0.452)	-0.0406 (0.0366)	1.556 *** (0.415)
<i>nati</i>	-0.431 (1.933)	0.641 ** (0.301)	-0.782 (1.949)	-0.0488 (0.171)	-0.403 (1.935)
<i>fdi</i>	0.0047 *** (0.0012)	0.0001 (0.0002)	0.0047 *** (0.0012)	-0.0004 *** (0.0001)	0.0050 *** (0.0013)
<i>cons</i>	0.944 *** (0.339)	0.991 *** (0.0527)	0.400 (0.533)	0.0604 ** (0.0300)	0.909 *** (0.342)
Bootstrap 检验区间	—	[0.2156, 0.5066]	—	[-0.3199, -0.1041]	—
是否存在中介效应	—	是	—	是	—
中介效应大小	—	0.068	—	0.049	—
中介效应/总效应	—	6.90%	—	4.97%	—
中介效应类型	—	部分中介效应	—	部分中介效应	—
观测值	270	270	270	270	270
R ²	0.204	0.235	0.210	0.115	0.206

注:①()为稳健标准误;②*、**、*** 分别表示实证结果在 10%、5% 和 1% 的水平下显著,下表同。

中介效应显著,又因为第(5)列中 *highedu* 与 *manuup* 显著正相关,直接效应显著,系数 *ab* 与 *c'* 同号说明此处的中介效应是部分中介效应,且大小为 4.97%,这一结果表明,高等教育能够通过提高技术创新,间接发挥对制造业结构升级的推动作用。随着国内高等教育的普及和大规模高校扩招政策的实施,各行各业涌现出大批高技术人才,高技术人才有助于创新因素的形成和科技新突破的产生,衍生出众多新兴产业和高技术企业,积极推进了新业态新模式的产生,并逐步形成完善的产业链和现代化产业体系,与此同时,技术创新所具有的技术外溢性和技术扩散性,会形成对其他行业的外部技术冲击,这一冲击助推了其他行业的技术升级和技术新突破,当技术创新的外溢性扩散到多个行业后,便能逐渐实现全产业链的转型升级。例如,作为中国高等教育现代化发展的产物,5G 新技术最初是属于移动通信行业的科技新突破,但该项技术一经出现便被广泛运用到医疗、汽车、航天等制造业行业和其他行业,这一技术在推动制造业转型升级的同时,也在整个产业内引发了重大变革。然而,回归结果表明中介效应仅占总效应的 4.97%,这说明技术创新促进制造业结构升级的效果并不显著,可能是因为尽管我国在某些领域不断实现了科技创新,但综合来看我国的技术创新更多体现为模仿式创新,突破性或颠覆性的自主创新能力依然比较欠缺,关键核心技术的攻坚仍然困难重重,所以高等教育发展所形成的科技创新能力难以对制造业结构升级产生明显的助推作用。

根据表 2 中的基准回归结果,我们分析各种控制变量对于制造业升级所起作用是否与预期相符。人均 *gdp* 指数(*pgdpdex*)所指代的地区经济发展水平指标与制造业结构升级显著正相关,较高的人均 *gdp* 指数指代更高的经济水平,经济发达的地区更加容易吸引资本和技术的集聚,从而促成资本密集型和技术密集型制造业产业的集聚,加速制造业向中高端化转型升级;少儿抚养比(*youngrate*)对制造业结构升级有显著正向影响,少儿抚养比与未来劳动力供给存在同向变化,充足的受过高等教育的未来劳动力能够给制造业注入新的活力和创造力,对制造业中高端化的趋势形成了重要助推;国有化程度(*nati*)的影响并不明显,系数为负可能是因为国有企业垄断所造成的低效率,会降低市场竞争的效率从而在一定程度上阻碍了制造业结构升级;外商直接投资(*fdi*)对制造业结构升级有正向推动作用,这是因为外商投资能够将国外新兴技术引入国内,能够使本国的创新水平得到提升,从而促成国内制造业的转型升级。

(二) 稳健性检验

(1) 双边缩尾和双边截尾。考虑到基准回归中的样本可能存在一些极端值,从而导致回归结果的不稳健性。为了解决这一问题,本文对被解释变量 *manuup* 和解释变量 *highedu* 分别进行 1% 水平的双边缩尾和双边截尾处理,将处理后的数据带入模型中,结果分别如表 3 中的第(1)列和第(2)列所示,回归结果与基准回归结果虽有系数上的差异,但是总体上保持一致,说明本文的基础结论是稳健的。(2) 变量替换法。制造业转型升级的过程,既表现为生产过程中要素投入向资本要素和技术要素的倾斜,也等同于制造业从低端走向中高端的高级化过程,因此,制造业结构升级与制造业结构高级化的本质是一致的。为了验证上文实证结果的可靠性,此处借鉴傅元海^[23]的研究方法,将技术密集型制造业工业总产值所占比重 *tech* 作为制造业结构高级化指标,并代替原被解释变量制造业结构升级指标 *manuup* 进行回归,结果如第(3)列所示,高等教育发展指标 *highedu* 的估计系数显著,这表明高等教育能够促进制造业结构高级化,另外,控制变量的回归结果与基准回归中总体上也保持一致,说明本文的基本结论依旧成立。(3) 内生性检验。考虑到影响制造业升级的因素是多重的,本文所选取变量可能会有部分遗漏从而造成遗漏变量偏误,为了

表 3 稳健性检验结果

变量	第(1)列 双边缩尾处理 <i>manuup</i>	第(2)列 双边截尾处理 <i>manuup</i>	第(3)列 制造业结构 高级化 <i>tech</i>	第(4)列 2SLS 第一 阶段 <i>highedu</i>	第(5)列 2SLS 第二阶段 <i>manuup</i>
<i>highedu</i>	1.255 *** (0.348)	1.378 *** (0.357)	0.175 ** (0.0786)	—	1.2923 *** (0.1506)
<i>highscore(IV1)</i>	—	—	—	6.5175 *** (0.1767)	—
<i>pfix(IV2)</i>	—	—	—	-0.018 *** (0.0040)	—
<i>pgdpdex</i>	1.396 *** (0.299)	1.303 *** (0.299)	0.0415 (0.0728)	-0.0410 (.15517)	1.1862 (0.8816)
<i>youngrate</i>	1.525 *** (0.399)	1.480 *** (0.402)	0.0087 (0.0970)	-0.5184 *** (0.0705)	0.1212 (0.5601)
<i>nati</i>	-0.567 (1.846)	-0.266 (1.888)	-1.272 *** (0.453)	-3.7645 *** (0.3822)	4.5077 ** (2.2124)
<i>fdi</i>	0.0039 *** (0.0012)	0.0034 *** (0.0013)	0.0011 *** (0.0003)	-0.0014 *** (0.0004)	0.0065 *** (0.0021)
<i>cons</i>	0.946 *** (0.332)	1.009 *** (0.340)	0.223 *** (0.0795)	0.5551 *** (0.1813)	1.1993 (1.0256)
观测值	270	261	270	270	270
R ²	0.204	0.185	0.132	0.9279	0.4093
第一阶段 F 统计量	—	—	—	564.12	—
Sargan 检验 p 值	—	—	—	—	0.3215

解决这一偏误所引发的内生性问题,使用两阶段最小二乘法 2SLS 进行回归。关于工具变量的选取,本文参考了阳立高^[24]处理数据的方法,采用 2008—2017 年中国校友会网大学排行榜,将处在排名榜前 200 名的高校由高到低赋值,从 200 分依次递减到 1 分,并将同一省份的高校分值进行加总再除以各省人口总数,最终得到第一个工具变量高校分值排行 *highscore*,第二个工具变量选用固定资产投资额除以各省人口总数所得到的人均固定资产投资 *pfix*。

有效的工具变量须同时满足相关性和外生性。高校分值排行 *highscore* 能大致反映出各省份高等教育的发展状况,而固定资产投资与教育投资存在一定程度上的竞争关系,从而会影响高等教育的发展,因此这两个工具变量满足相关性要求。同时,无论是高校分值排行 *highscore* 还是人均固定资产投资 *pfix*,都难以对制造业结构升级产生直接影响,因此满足外生性要求,但工具变量是否有效需通过回归进一步验证。表 3 的第(4)列和第(5)列报告了 2SLS 的两阶段回归结果,第一阶段 *F* 统计量为 564.12,且 *highscore* 和 *pfix* 的回归结果表明两个工具变量与内生解释变量 *highedu* 存在显著相关性,因此不存在弱工具变量。同时,Sargan 检验所对应的 *p* 值为 0.3215,不拒绝原假设,因此工具变量是有效的。此外,第二阶段的回归结果仍然显示高等教育发展对制造业升级存在显著正向影响,再次证实了本文基础结论的稳健性。

(三) 行业异质性检验与分析

考虑到被解释变量制造业结构升级是一个综合性指标,而高等教育发展对不同行业制造业的影响是不一样的,为了进一步深入研究,本文沿用上文中基于要素密集度对制造业细分行业的划分,回归结果如下:

由表 4 可以看出,高等教育对三类制造业的影响存在明显的差异,第(1)列中 *highedu* 的估计系数为 -0.230,表明高等教育发展对劳动密集型制造业具有负向影响;第(2)列 *highedu* 的估计系数 0.0547 并不显著,但正系数表明了高等教育发展与资本密集型制造业间存在一定的正相关关系;第(3)列表明高等教育发展能显著推动技术密集型制造业的发展。就劳动密集型制造业而言,高等教育的发展从整体上提高了劳动供给质量和劳动力素质,劳动力成本由此提升并引发劳动密集型制造业行业利润水平的下降,同时劳动力收入水平的提升会促进消费结构的高端化,这两方面因素都会导致对劳动密集型制造业需求的降低,并倒逼劳动密集型制造业向中高端制造业过渡,因此,第(1)列表现为高等教育发展对劳动密集型制造业的显著负向影响。

表 4 行业异质性检验结果

分行业	第(1)列	第(2)列	第(3)列
	劳动密集型制造业 <i>lab</i>	资本密集型制造业 <i>cap</i>	技术密集型制造业 <i>tech</i>
<i>highedu</i>	-0.230** (0.0907)	0.0547 (0.102)	0.175** (0.0786)
<i>pgdpdex</i>	-0.670*** (0.0840)	0.628*** (0.0946)	0.0415 (0.0728)
<i>youngrate</i>	-0.753*** (0.112)	0.745*** (0.126)	0.0087 (0.0970)
<i>nati</i>	-1.692*** (0.523)	2.964*** (0.590)	-1.272*** (0.453)
<i>fdi</i>	-0.0007** (0.0003)	-0.0004 (0.0004)	0.0011*** (0.0003)
<i>cons</i>	1.363*** (0.0917)	-0.586*** (0.103)	0.223*** (0.0795)
观测值	270	270	270
R ²	0.476	0.489	0.132

就资本密集型制造业而言,高等教育发展引发了人力资本积累,并为技术密集型制造业提供了大量技能型人才,这会吸引更多新技术和资金进入技术密集型制造业,从而推动技术密集型制造业的进一步转型升级。第(2)列仅表明了高等教育发展与资本密集型制造业间的正相关关系但并不显著,这可能是由于人力资本优势对我国制造业升级方面的作用还并未得到充分发挥。就技术密集型制造业而言,高等教育发展是推进“四新”人才建设和推动科技创新的基础,人才基础和科技成果会引发创新因素的累积和新一轮科技突破,从而对技术密集型制造业产生正向推动作用。综上所述,现阶段我国高等教育发展会对劳动密集型制造业产生负向作用,对资本密集型制造业的影响并不明显,而对技术密集型制造业具有明显的正向推动作用,因此行业异质性检验证实了高等教育发展对制造业结构升级的促进作用,进一步验证了上文中回归分析的稳健性。

(四) 区域异质性检验与分析

由于我国各地区高等教育发展不平衡,为进一步分析不同地区高等教育水平对制造业结构升级的影响情况,本文对东、中、西部地区分别再次进行回归估计,结果如下:

如表 5 所示,东部地区高等教育发展与制造业结构升级呈显著负相关,中部地区两者的关系显著为正,而西部地区高等教育发展对制造业结构升级的影响并不明显。高等教育与制造业之所以表现出东中西部间的地域

异质性,这可能与中国的产业升级和区域间产业转移有关。目前,服务业已经成为了中国经济增长的核心推动力,东部地区表现尤为突出。同时由于东部地区的高地价、高房价、高工资对制造业升级造成了一定的挤压效应,促使以半导体、通信设备、电子元件为代表的制造业,加速从东部向中西部地区的核心城市转移,导致了制造业的中部崛起,而且中部地区的高等教育能够对制造业升级形成有效支撑。随着近些年西部大开发、西部高等教育振兴等政策,西部地区对制造业转移的吸引力已逐步显现,西部地区的高等教育发展对制造业升级已经形成了互助互促、相辅相成的良好态势,高等教育对西部地区制造业结构升级存在巨大的发展空间。

五、结论与政策建议

本文基于2008—2017年中国省际面板数据,分析了高等教育发展对制造业结构升级的影响。结果表明,高等教育可以通过提高人力资本、促进技术创新间接发挥对制造业结构升级的推动作用。行业

异质性检验表明,高等教育发展对劳动密集型制造业呈现出明显的消极影响,但对技术密集型制造业的发展却表现出正向促进作用;区域异质性分析表明,中部地区高等教育发展有利于制造业结构升级的实现。同时,人力资本结构和制造业发展的匹配度不高,原创性技术进步稍显薄弱,高等教育对制造业升级的效应仍有待进一步加强。为促使高等教育更好地服务于制造业升级,下文将以结论为基础提出三个方面的调整建议。

第一,对于人力资本结构与制造业发展匹配度不高的问题,需明确高等教育的学科结构和学科专业发展,必须符合制造业结构转型升级的现实需求。首先,应调整并优化高等教育的学科结构,制造业升级往往需要大批理工类的高技能人才支撑,应尽量加大理工科招生比例,以适应新发展格局下新兴产业的人才需求;其次,应优化高等教育学科专业发展,在保留传统优势专业的基础上建设顺应时代发展的新兴技术专业,为制造业升级提供紧缺型和实用型的高质量人才;最后,应加强高等教育基础研究和产教学研深度融合,不断提高人才培养对制造业升级的适应性,以加速科研成果转化并支撑制造业转型升级。

第二,对于突破型自主创新能力较弱并难以促进制造业升级这一问题,应从深化高等教育体制机制改革并强化“四新”人才培养的角度考虑。首先,应加大对高校尤其是研究型大学的科研经费投入,并调动企业和社会对高等教育投资的积极性,形成多元化多方位的高等教育投资体系,从而为高校开展高水平教学和科研创新活动提供稳定的资金支持;其次,在新一轮科技革命的背景下,应加强高校对高质量创新人才的培养,推动高校人才培养方案和人才创新体系的优化升级,从而为制造业升级注入源动力并提供智力支撑;最后,应积极引导产教共融与校企合作,推进产学研用协同创新体系的形成,在提高自主创新能力的同时加速科技成果转化,助力制造业实现转型升级。

第三,对于区域间高等教育发展不均衡进而导致制造业发展不协调的问题,需从全国层面和区域层面两个角度考虑。从全国层面来看,应继续加大对高等教育的经费投入,稳定持久的教育投资保障了科技研究的顺利推进,为突破性技术创新创造条件,并通过技术创新引领制造业结构转型升级,加速促成双循环新发展格局的形成;从区域层面来看,应在东中西三大地区合理配置高等教育资源,对于自身财力水平较为薄弱的中西部省份,中央政府要有所倾斜,持续改善高等教育资源分布不均衡的状况,并积极鼓励跨区域人才流动及交流合作,以扩大高等教育溢出效应对制造业结构升级的促进作用。

参考文献:

- [1] 王少国,潘恩阳. 人力资本积累、企业创新与中等收入陷阱[J]. 中国人口·资源与环境,2017(5):153-160.
- [2] Nelson R R, Phelps E S. Investment in human, technological diffusion, and economic growth[J]. American Economic Association, 1966, 56(1/2): 69-75.
- [3] 姚先国,张海峰. 教育、人力资本与地区经济差异[J]. 经济研究,2008(5):47-57.
- [4] 邵宜航,徐菁. 高等教育扩张的增长效应:人力资本提升还是信号干扰[J]. 财贸经济,2017(11):5-22.

表5 区域异质性检验结果

分地区	第(1)列 东部地区 <i>manuup</i>	第(2)列 中部地区 <i>manuup</i>	第(3)列 西部地区 <i>manuup</i>
<i>highedu</i>	-0.826 ** (0.394)	3.412 *** (0.648)	1.243 (1.000)
<i>pgdpdex</i>	1.404 ** (0.546)	1.737 ** (0.780)	1.156 ** (0.510)
<i>youngrate</i>	0.0271 (0.718)	2.395 ** (1.132)	2.479 *** (0.547)
<i>nati</i>	2.608 (2.274)	-4.654 (5.158)	1.602 (3.713)
<i>fdi</i>	0.0048 *** (0.0011)	0.0046 (0.0130)	0.0243 ** (0.0112)
<i>cons</i>	2.076 *** (0.638)	-0.237 (0.852)	0.781 (0.660)
观测值	100	70	100
R ²	0.254	0.442	0.263

- [5]刘灿雷,高超.教育、人力资本与创新——基于“量”与“质”的双重考察[J].财贸经济,2021(5):110-126.
- [6]周茂,李雨浓,姚星,陆毅.人力资本扩张与中国城市制造业出口升级:来自高校扩招的证据[J].管理世界,2019(5):64-77+198-199.
- [7]钱晓焯,迟巍,黎波.人力资本对我国区域创新及经济增长的影响——基于空间计量的实证研究[J].数量经济技术经济研究,2010(4):107-121.
- [8]孔宪丽,米美玲,高铁梅.技术进步适宜性与创新驱动工业结构调整——基于技术进步偏向性视角的实证研究[J].中国工业经济,2015(11):62-77.
- [9]何菊莲,李军,赵丹.高等教育人力资本促进产业结构优化升级的实证研究[J].教育与经济,2013(2):48-55.
- [10]何宜庆,吴铮波.高等教育发展、技术创新水平与产业结构升级——基于长江经济带的空间效应研究[J].高校教育管理,2019(3):79-88+96.
- [11]陈晋玲,张靖.教育层次结构与产业结构效应的统计测度[J].科学学研究,2019(11):1990-1998.
- [12]Ning Wu,ZuanKuo Liu.Higher education development, technological innovation and industrial structure upgrade[J]. Technological Forecasting and Social Change,2021,5(2),16.
- [13]王桂月,孙志静,李新运,徐瑶玉.我国高等教育对产业升级的贡献率测算研究[J].现代教育管理,2017(9):35-40.
- [14]杨林,陈书全,韩科技.新常态下高等教育学科专业结构与产业结构的协调性分析[J].教育发展研究,2015(21):45-51.
- [15]徐秋艳,房胜飞.高等教育供给结构与产业结构升级的耦合协调性分析[J].统计与决策,2019(8):56-59.
- [16]季忆,密心源,吴云青.高等教育学科结构与产业结构的互动机制[J].东南大学学报(哲学社会科学版),2020(S1):111-113.
- [17]温忠麟,叶宝娟.中介效应分析:方法和模型发展[J].心理科学进展,2014(5):731-745.
- [18]阳立高,龚世豪,王铂,晁自胜.人力资本、技术进步与制造业升级[J].中国软科学,2018(1):138-148.
- [19]徐德云.产业结构升级形态决定、测度的一个理论解释及验证[J].财政研究,2008(1):46-49.
- [20]徐敏,姜勇.中国产业结构升级能缩小城乡消费差距吗?[J].数量经济技术经济研究,2015(3):3-21.
- [21]王珍珍,穆怀申.高等教育人力资本与城镇化发展[J].华中科技大学学报(社会科学版),2018(1):76-85.
- [22]汪伟,刘玉飞,彭冬冬.人口老龄化的产业结构升级效应研究[J].中国工业经济,2015(11):47-61.
- [23]傅元海,叶祥松,王展祥.制造业结构变迁与经济增长效率提高[J].经济研究,2016(8):86-100.
- [24]阳立高,李璐璐,李玉双,韩峰.高等教育质量对制造业升级的影响研究[J].科学决策,2019(12):1-19.

[责任编辑:杨志辉]

Education of Higher Learning Development and Upgrading of China Manufacturing Industrial Structure

TANG Guohua, WANG Mengru

(School of Economics, Nanjing Audit University, Nanjing 211815, China)

Abstract: Exploring the influence and mechanism of the development of higher education on the upgrading of manufacturing structure is helpful to promote the process of the upgrading of manufacturing structure in China. Based on the inter-provincial panel data of 27 provinces (cities and autonomous regions) in China from 2008 to 2017, this paper explores the impact and mechanism of education of higher learning development on the upgrading of manufacturing structure by constructing fixed effect model and intermediary effect model. The research shows that education of higher learning can promote the optimization and upgrading of China's manufacturing industry structure through two ways: improving the accumulation of human capital and promoting technological innovation. The industrial heterogeneity test shows that the development of education of higher learning has a significant positive correlation with labor-intensive manufacturing industry and a significant negative correlation with technology intensive manufacturing industry. The regional heterogeneity analysis shows that the development of education of higher learning in central China has a significant positive impact on the structural optimization and upgrading of manufacturing industry. Based on the empirical results, it can be seen that increasing the investment in higher education, rationally allocating education of higher learning resources among regions and optimizing the discipline and specialty setting of talent cultivation are crucial to the upgrading of China's manufacturing structure.

Key Words: education of higher learning; manufacturing industry upgrading; mediating effect; factor density; technological innovation