

我国教育人力资本结构对产业结构优化升级的研究

张旭路 金英君 王义源

摘要: 本文利用面板门槛模型对 2005-2018 年省际年度数据,就我国教育人力资本结构与产业结构关系问题进行了研究。将教育人力资本层次结构和高层次人力资本占比分别作为门槛变量对产业结构高级化与合理化指标进行了结构性分析指出,当前我国既有由人力资本存量低引发的产业结构优化升级动力不足的问题,又有因为教育人力资本层次结构异质性较强导致产业结构高级化难度加大的问题,同时还有高层次人力资本受限于产业结构发育水平而无法发挥应有作用的问题。最后文章针对上述问题提出了基于教育人力资本视角的产业结构优化升级解决方案。

关键词: 教育人力资本; 产业结构优化升级; 面板门槛模型

DOI: 10.3773/j.issn.1006-4885.2020.02.024

中图分类号: G40.054 文献标识码: A 文章编号: 1002-9753 (2020) 02-0024-18

1 引言

改革开放 40 余年,我国经济发展取得令人瞩目的成绩,但是在经历了前期粗放式发展后,我国经济逐步暴露出重数量轻质量的问题,区域间经济发展不均衡、产业结构不合理的现象也日渐凸显,固定资产形成 GDP 占比依然在 40% 左右徘徊,知识与技术密集型服务业占 GDP 比重仍处于低位,新兴产业未得到充足发育等问题未得到有效改观,长此以往必将无法保证经济长期平稳持续增长。为此在党的

作者简介: 张旭路 (1978-), 辽宁阜新人, 对外经济贸易大学信息学院副教授, 研究方向: 教育经济学。

金英君 (1982-), 辽宁开原人, 中国社会科学院当代中国研究所助理研究员, 研究方向: 当代中国政治。

王义源 (1987-), 山东烟台人, 中国人寿资产管理有限公司高级经理, 研究方向: 开放宏观经济政策。

十六大报告中就已经将产业结构调整作为今后的主要工作方向，至党的十九大报告则明确指出我国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段，目前正处在转变发展方式、优化经济结构、转换增长动力的攻关期，应通过支持传统产业优化升级，加快发展现代服务业，显著增强我国经济质量优势。可见党中央对于通过产业结构优化升级提升我国经济发展质量的重视程度。

学术界关于产业结构理论的研究最早可以追溯到 17 世纪，但是直到工业革命后，克拉克、库兹涅茨、罗斯托等经济学家才开始逐步关注产业结构优化升级与经济增长之间的关系，这些研究更加注重从产业部门角度，而不是从要素投入量和比率角度对经济增长进行分析，他们认为现代经济增长本质上是个产业部门更迭的过程，即随着经济发展国民人均产出和收入在产业间出现差异，造成劳动力向高收益率产业流入，使得经济中主导产业部门依次更迭，最终形成了产业结构由劳动密集型，到资本密集型，再到技术知识密集型的转变，从而推动经济增长。新经济增长理论尽管未就产业结构与经济增长的关系进行详尽论述，但却将人力资本的概念引入经济增长的分析框架内，指出技术进步是经济增长的核心，而人力资本则是促进技术进步的重要源泉。但是根据交易成本经济学的理论可知，人力资本是具有专用性的，这意味着一般的人力资本能够发挥其促进技术进步作用的领域，仅能限于其所处的行业或者产业，不同产业拥有的人力资本存量多寡，将直接影响本产业的发育水平高低，而教育则是提高人力资本存量的主要渠道，因此本文拟重点研究教育对产业结构优化升级的作用机理和影响程度。

受经济发展不均衡影响，我国区域间教育与产业结构存在较强的异质性，就教育资源而言，2016 年北京市的人均教师数量和一本录取率分别是四川省的 4.3 倍和 4.5 倍；就产业结构而言，仅以第三产业占比来看，2016 年除北京上海达到 70% 以上外，其他省份多数在 40% 以下。这使得我国通过发展教育提升人力资本存量和质量，从而推动技术进步，进行产业结构优化升级的工作面对了诸多的困难和挑战。国内学者亦对此问题进行了较为深入的研究，就实证研究而言，多采用面板模型，从教育人力资本（教育人力资本的提法在国内权威文献中首见于杜育红和赵冉（2018）^[1]，其意是将教育形成的人力资本与物质资本并列，来研究教育对经济发展的影响，文中用劳动力受教育年限表征教育人力资本）的总量、某一层次或者不同层次结构等视角，研究教育人力资本对我国产业结构优化升级的作用，这些研究为本文打下了坚实的研究基础。但是在研究方法的选择上却忽视了教育人力资本是通过集聚效应，推动技术进步，从而对产业结构优化升级产生影响，即教育人力资本对产业结构优化升级的作用机制是非线性的，作为技术进步主要推动力的高层次人力资本更是如

此。因此本文拟使用面板门槛模型，研究在我国教育资源和产业结构均存在区域异质性的情况下，教育人力资本对产业结构优化升级的非线性作用机制。

2 文献综述

关于教育通过提升人力资本总量和结构，以此促进技术进步，实现产业结构优化升级，最终形成经济高质量发展的课题，国内外均有研究。但是相比较而言，国外学者的研究对象多以产业结构发育成熟，经济水平较高的发达国家为主，所以其研究视角多为历史维度或者国别比较维度，尽管研究成果具有一定的借鉴意义，但却对我国的现实情况缺乏指导意义。

国内学者对教育与产业结构优化升级关系的研究始于上世纪末，在研究视角的选择上，也充分考虑到我国区域经济发展不平衡性所带来的影响，逐步由总量性研究过渡到结构性研究，分析不同区域的教育人力资本对本地区产业结构优化升级的影响，尽管所得结论会因采用的数据样本和研究方法不同略有差异，但是整体而言是支持教育能够通过提升人力资本，推动技术进步，进而对产业结构优化升级产生正面影响。

例如杨晓妹和刘文龙（2019）^[2]利用2000—2015年省际面板数据，使用教育年限法表征教育人力资本积累，以此研究公共教育支出、人力资本积累与制造业结构升级的关系，结果表明人力资本积累能够促进制造业结构升级，且对高端制造业的正效应最强。这种根据教育年限法计算我国教育人力资本存量，来分析教育对产业结构优化升级影响的研究，其实默认了教育人力资本存量是可以完全替代，但是Romer（1990）^[3]则指出不同层次人力资本的知识外溢性不同，导致其对经济增长发挥的作用也不尽相同，因此单纯的以教育年限法计算人力资本存量，分析其对产业结构优化升级的影响，是难以体现教育人力资本层次结构对产业结构优化升级的影响差异；也有学者注意到这一问题，针对产业结构优化升级中技术进步的重要性，仅研究高等教育人力资本存量对产业结构优化升级的影响，例如何菊莲等（2013）^[4]利用2000-2009年间的构建高等教育人力资本指数和产业结构指数，通过计量分析指出高等教育人力资本能够加快产业结构优化升级；杨胜利等（2019）^[5]通过构建评价指标，利用灰色关联分析法研究了以各类一级学科毕业生数量为代表的高等教育学科结构与产业转型升级拟合的情况，结果表明高等教育学科结构调整，能够对产业转型升级发挥了较大的作用。但是这种研究方法其实忽视了初级教育人力资本的作用，尽管高层次人力资本可以形成生产可能性边界外移，而高级和初级教育人力资本的相互配合才能决定产出能否达到生产可能性边界；因此有学者开始全方位研究不同层次教育人力资本对产业结构优化升级的影响，例如张国强等（2011）^[6]

利用面板数据模型分析了我国 1978-2008 年间的的数据,指出人力资本存量对我国及东部地区的产业结构升级有显著促进作用,而人力资本基尼系数不利于产业结构升级且效应显著;甘劲燕(2019)^[7]利用面板数据模型,针对我国教育人力资本层次结构对产业结构升级的问题进行研究,结果表明人力资本存量对产业结构升级具有显著的促进作用,高等教育人力资本能够对产业升级产生正向影响,而初等教育人力资本则会对产业升级产生负面影响。这种研究手段能够较为充分反映不同层次教育人力资本对产业结构优化升级的影响,但是却忽视了高层次人力资本,只能在人才的集聚效应达到一定水平后,即由量变产生质变后,才能充分发挥其促进技术进步的作用,进而对产业结构优化升级产生影响,而单纯的线性模型是无法反映高层次人力资本的集聚效应。因此本文拟分别构建能够反映产业结构优化和产业结构升级的指标,从教育人力资本结构视角出发,利用面板门槛模型研究我国教育人力资本对于产业结构优化升级的影响,这对于我国如何在产业转移已经逐步进入全面优化产业链布局的新阶段,提升我国经济增长质量极具现实意义。

3 教育人力资本对产业结构优化升级的影响机理分析

产业结构优化升级并不是指第一产业或者劳动密集型行业被无限制削弱,而是指产业间产值协调和关联度增强,技术知识密集型产业占比不断提高,带动经济高质量发展。那么能够形成这个局面的只有依靠技术进步,只有技术进步才能保证产业间技术进步水平呈同向变化,从而使得中间要素结构、技术结构、资产结构、规模结构协调,生产力水平提高,形成产业结构不断优化升级的局面,而能够持续促进技术进步的只有因教育而生成的人力资本。

教育对人力资本的载体劳动者具有迁徙效应和增收效应,对人力资本具有质量提升效应,正是这三个效应的存在,使得教育既可以为产业结构优化升级提供充沛的人力资本储备,也可以通过促进消费结构升级,引发主导产业部门逐步由第一产业向第三产业过渡,形成产业结构优化升级,促进经济高质量发展。

教育对人力资本的迁徙效应有助于产业结构优化升级。就产业结构优化而言,根据配第一克拉克定理,教育可以赋予普通劳动力以知识和技能,使其得以进入更高人均产出水平的产业,这将导致接受过教育的劳动者开始逐步由第一产业向第二三产业涌入,或者是在产业内部进入更高人均产出水平的细分行业,造成低人均产出的产业或者行业劳动力出现短缺,迫使这些产业或者行业对高技术水平装备和生产型服务业需求不断旺盛,从而提升自身劳动生产率,促使产业结构优化;就产业结构升级而言,教育对人力资本的迁徙效应将会在高人均产出行业或者部门形成人力资本的集聚效应,而集聚效应会形成竞争加剧,知识外溢速度加快局面,从而

为我国产业优化升级提供更加良好的技术进步环境和充沛的人力资本，促进产业结构升级。

教育对人力资本的质量提升效应有助于产业结构优化升级。就产业结构优化而言，教育可以提高人的专业技能和综合能力，有助于劳动者更加充分利用现有物质资本提升劳动生产率，从而促进产业中技术结构和中间要素结构更加合理化，提升产业结构优化程度；就产业结构升级而言，教育对人力资本的质量提升效应还体现在，教育既可以为经济发展提供具有一定技能的劳动者，又可以为人力资本知识存量递增打下坚实基础，具体而言受过越高层次教育的劳动者，越具备较强的对新知识和技能主动获取、应用和创新的能力，也就更加适应创造性工作的领域，可以通过“干中学”途径形成大量创新型人才，尤其是以技术进步为主要特征的产业结构高级化过程中，人力资本质量的提高将会促进新技术、新观念的产生，为产业结构升级带来帮助。

教育对人力资本的增收效应有助于产业结构优化升级。就产业结构优化而言，教育通过提升劳动者素质能够给劳动者带来普遍性收入提高，有助于劳动者对于社会消费品和服务的需求档次整体提升，促进产业中技术结构、资产结构、规模结构更加协调，从而对产业结构优化产生影响；就产业结构升级而言，教育通过提升劳动者素质，使其能够有机会获得更高的收入水平，随着劳动者收入的提高，其消费结构将出现升级（Foellmi 和 Zweimuller, 2006^[8]；张颖熙和夏杰长, 2017^[9]），会更加注重高质量的消费品和服务，以及人文环境和健康医疗保障，这就需要第二三产业提供高质量产品和服务，从而引发相对应的产业内部结构升级。同时通过教育而获得更高收入的劳动者，将更愿意且更有能力为下一代接受良好教育付出更多的资源，如此反复实现“螺旋式”上升，将为我国产业结构优化升级提供更加充沛的人力资本增量。

4 数据处理与模型构建

4.1 数据处理

一、产业结构优化升级的测度指标

通过前面教育人力资本对产业结构优化升级的影响机理分析表明，教育通过对人力资本的三种效应，将对产业结构的合理化和与高级化均会产生影响，尽管产业结构合理化和高级化的定义不同，但是两者却是一个互为基础，融合发展的过程，那么采用何种指标能分别清晰反映产业结构合理化和高级化的程度，将对下面的研究工作非常重要。

就产业结构合理化指标（RIS）而言，本文拟采用干春晖等（2011）^[10]使用泰

尔指数表征要素投入结构和产出结构耦合程度，作为反映产业结构合理化程度指标的方法。这一方法既能反映各个产业在经济中的地位，又能反映各产业的劳动生产率，其经济学含义在于当经济处于均衡状态时，要素投入与产出结构应该是完全耦合的，经济体中的产业结构是合理的，否则意味着经济体中的产业结构具有优化空间。具体而言

$$TL = \sum_{i=1}^n \left[\frac{Y_i}{Y} \right] \ln \left[\frac{\frac{Y_i}{L_i}}{\frac{Y}{L}} \right] = \sum_{i=1}^n \left[\frac{Y_i}{Y} \right] \ln \left[\frac{\frac{Y_i}{Y}}{\frac{L_i}{L}} \right] \quad (1)$$

其中 Y 表示产值， L 表示就业， i 表示产业， n 表示产业部门数， Y/L 即表示生产率， Y_i/Y 表示产出结构， L_i/L 表示就业结构， TL 值越趋向于 0，表明产业结构合理程度越高。

就产业结构高级化指标 (AIS) 而言，根据配第一克拉克理论可知，产业结构的高级化表现为第二三产业增加值占 GDP 的比重不断扩大，为此本文采用付凌晖 (2010) [11] 计算产业结构高级化的办法，具体而言采用三个产业的增加值占当年 GDP 的比重，构建向量 $X_0 = (x_{1,0}, x_{2,0}, x_{3,0})$ ，然后分别计算 X_0 与第一到三产业 $X_1 = (1, 0, 0)$ ， $X_2 = (0, 1, 0)$ ， $X_3 = (0, 0, 1)$ 向量的夹角 θ_1 ， θ_2 ， θ_3 ，夹角计算公式如公式 (2) 所示

$$\theta_j = \arccos \left(\frac{\sum_{i=1}^3 (x_{i,y} \cdot x_{i,0})}{\sum_{i=1}^3 (x_{i,j}^2)^{0.5} \cdot \sum_{i=1}^3 (x_{i,0}^2)^{0.5}} \right), \quad j = 1, 2, 3 \quad (2)$$

产业结构高级化值计算公式如公式 (3) 所示

$$W = \sum_{k=1}^3 \sum_{j=1}^k \theta_j \quad (3)$$

W 的数值越大，则表明产业结构高级化程度越好。

二、解释变量

为了更好的研究教育人力资本结构对我国产业结构优化升级的影响，本文除了采用教育基尼系数和劳均高级人力资本存量作为衡量教育人力资本结构的核心解释变量外，还引入了几个能对被解释变量产生影响的变量作为控制变量，以保证研究结果的科学性。

教育基尼系数 (GCE)，如前所述我国经济发展不均衡导致教育发展的不均衡，也就相应的导致不同区域内教育人力资本层次结构出现差异，为了更好的刻画教育

人力资本层次结构对产业结构优化升级的影响，拟选取教育基尼系数作为反映教育人力资本层次结构的指标。为了避免样本误差对计算结果的影响，本文选择 Castelló 和 Doménech (2008) [12] 的研究成果，作为计算教育基尼系数的方法，具体如公式 (4) 所示。

$$Ch = \frac{1}{2H} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p_i |Tx_i - Tx_j| P_j \quad (4)$$

p_i 和 p_j 表示在样本中各省份对应受教育层次中的人口占本省总人口的占比， n 代表受教育层次； H 代表人均受教育年限； Tx_i 和 Tx_j 分别代表教育层次为 i 和 j 的累计受教育年限的平均值。对于受教育层次的选择，本文采用孙海波等 (2018) [13] 对教育层次的划分方法，将教育层次分为：文盲、初等教育、中等教育和高等教育四个层次， $n = 4$ ， $m = 4$ 。

$$Tx_i = \sum_{x=1}^n x_i \quad x_1=0, x_2=6, x_3=6, x_4=4 \quad (n=1,2,3,4)$$

但是教育基尼系数仅能反映出教育人力资本分布的差异，却无法测度出教育使得高层次人力资本存量增加，带动技术进步，最终促进产业结构优化升级的影响。为此本文拟引入第二个核心解释变量，劳均高级人力资本存量 (SHCAL) 以反映高层次人力资本对于产业结构优化升级的作用，具体而言本文采用黄燕萍等 (2013) [14] 的计算方式，劳均高级人力资本存量等于所有受高级教育的劳动者的受教育年限之和除以劳动人口数。

三、控制变量

本文拟采用工业行业每单位 GDP 能耗变化率 (RUEC) 作为控制变量。产业结构优化升级将带来经济增长，但是 Grossman 和 Krueger (1991) [15] 认为产业结构的差异性，使得经济发展所需能源消耗是不同的，即当某一区域以第二产业增长为主时，产业结构优化升级将对能源的需求量增速加大，每单位 GDP 能耗将增加；当某一区域以第三产业增长为主时，产业结构优化升级则对能源的需求量增速变缓甚至下降，每单位 GDP 能耗将下降。受经济发展不均衡影响，我国各省产业发展阶段不尽相同，这也造成了不同区域内产业结构优化升级的进度不尽相同，相应的其对能源的消耗也不相同，考虑到工业行业能源消费占我国能源消费的 50% 以上，本文拟采用工业能源消费变化率反映产业结构优化升级的程度，具体而言本文参照黄蕊等 (2016) [16] 的研究方法，将工业行业所使用的焦炭等主要 9 种能源的终端消费量加总，再除以各省 GDP 得出单位 GDP 能耗记为 UEC，再计算变化率记为 RUEC。

本文选择城镇化指标 (URBAN) 作为控制变量。诸多学者如葛金田和张小涵

(2018)^[17]; 尚娟等(2017)^[18]对于城镇化与产业结构优化升级的关系进行了较为充分的论证,认为我国城镇化进程将通过劳动者供给增加,消费习惯改变等渠道对我国产业结构优化升级起得推动作用,本文根据上述学者的研究成果,同时考虑到我国城镇化建设更加强调是人的城镇化,即劳动者就业形式由第一产业转向第二三产业,而不是单纯的户口转变,所以选择各省份第二三产业劳动者占本省全体劳动者比重作为表征我国城镇化建设水平的变量。

本文选择人口年龄结构(AOP)作为控制变量。老龄化是我国人口年龄结构的最主要特征,何凌霄等(2015)^[19]利用我国省级面板数据分析指出,老龄化趋势使得我国居民消费结构出现改变,从而对我国产业结构优化升级产生正面影响。本文认为除此之外,老龄化趋势意味着,在我国这种以家庭养老为主要模式的国家,年轻人的经济负担加大,这将促使其进入人均收入水平更高的第二三产业就业,从而为第二三产业提供足够的劳动力,同时鉴于我国社会保障体系尚不健全,居民部门面对人口老龄化的趋势其预防性储蓄意愿会更加强烈,这将为我国发展资本密集型行业提供足够的资金支持,从而对我国产业结构优化升级产生影响。因此本文根据相关法律规定,将劳动人口确定为各省份16-60周岁间人群,将老年人口确定为各省份60周岁以上人群,并用两者的比值作为衡量我国各省份人口年龄特征的指标。

本文选择各省份高技术产品出口额占本省当年总出口额的比率(EXP)作为控制变量。出口是拉动经济增长的主要驱动力之一,出口品的技术含量亦会因其产地产业结构不同而有较大差异,一般来说出口品技术含量越高,其所获利润越大,使得本地区进行研发的动力和资金更加充沛,技术进步会越快,产业结构优化升级的速度也就越快,反之则会出现产业结构优化升级速度降低甚至退化的问题。通过成艳萍和陈海英(2018)^[20]的实证分析可知,高附加值产品出口能够加快我国产业结构优化。为此本文拟采用一省高技术产品出口额占本省当年总出口额的比率,来描述某一省份的出口贸易结构对产业结构优化升级的影响。

本文选择各省份人均资本量(CPC)作为控制变量。Griliches(1969)^[21]率先提出资本-技能互补假设,他认为物质资本与技能型劳动的互补性强于物质资本与非技能性劳动,即物质资本能否充分发挥作用,取决于劳动者技能多寡;杜育红和赵冉(2018)^[1]则利用我国数据对该假设进行了检验,指出物质资本作用的发挥需要依托人口红利和人力资本;上述学者的研究成果表明越是技术进步水平高的区域,越有利于投资的发生,相应的该地区人均资本也会越高,产业结构优化升级速度也会越快。因此本文采用张军等(2004)^[22]的方法对各省份第一二三产业物质资本量进行计算,再除以相应产业劳动者数得出该数据。

上述数据均来自 2005-2018 年《中国能源统计年鉴》、《中国统计年鉴》、《中国工业统计年鉴》、《中国人口统计年鉴》、《中国高技术产业统计年鉴》、《中国劳动统计年鉴》以及各省统计年鉴，考虑到数据的可得性和完整性本文将 2005 年作为样本数据的起始点，中间个别省份数据缺失的采用插值法予以补齐，并仅对我国大陆地区 29 个省份数据进行分析，同时为了消除异方差对上述数据均取对数。

4.2 模型

本文选择门槛模型的原因在于教育人力资本对产业结构优化升级作用是非线性的，教育尽管能够提高人力资本存量和增量，但是只有当人力资本达到一定程度，出现了集聚效应时，才能推动技术进步，而技术进步又是产业结构优化升级的主要动力源泉，因此教育人力资本与产业结构优化升级之间很有可能存在非线性关系，同时考虑到由我国区域经济不均衡所形成的各省产业结构优化升级处于不同阶段的实际情况，本文选择多门槛面板回归方程以便较为清晰的呈现出教育人力资本与产业结构优化升级间的非线性关系。

首先根据本文的研究主旨，构建回归方程如公式 (5) - (8) 所示。

$$\ln RIS_{it} = \alpha_i + \beta_1 \ln GCE_{it} + \beta_2 \ln RUEC_{it} + \beta_3 nURBAN_{it} + \beta_4 \ln AOP_{it} + \beta_5 \ln EXP_{it} + \beta_6 \ln CPC_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

$$\ln AIS_{it} = \alpha_i + \beta_1 \ln SHCAL_{it} + \beta_2 \ln RUEC_{it} + \beta_3 nURBAN_{it} + \beta_4 \ln AOP_{it} + \beta_5 \ln EXP_{it} + \beta_6 \ln CPC_{it} + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

$$\ln RIS_{it} = \alpha_i + \beta_1 \ln SHCAL_{it} + \beta_2 \ln RUEC_{it} + \beta_3 nURBAN_{it} + \beta_4 \ln AOP_{it} + \beta_5 \ln EXP_{it} + \beta_6 \ln CPC_{it} + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

$$\ln AIS_{it} = \alpha_i + \beta_1 \ln GCE_{it} + \beta_2 \ln RUEC_{it} + \beta_3 nURBAN_{it} + \beta_4 \ln AOP_{it} + \beta_5 \ln EXP_{it} + \beta_6 \ln CPC_{it} + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

方程 (5) - (8) 分别为教育基尼系数和劳均高级人力资本存量对产业结构合理化指标与高级化指标的影响分析， $i=1,2,\dots,29$ ， $t=2005,2006,\dots,2018$ 。同时考虑在使用计量模型时，重点研究教育人力资本与产业结构优化升级间的非线性关系，故本文拟根据 Bruce 和 Hansen (1999)^[23] 的研究成果构建单门槛回归方程，如方程 (9) - (12) 所示。

$$\ln RIS_{it} = \alpha_i + \beta_1 \ln GCE_{it} I(GCE_{it} \leq \gamma) + \beta_2 \ln GCE_{it} I(GCE_{it} > \gamma) + \beta_3 \ln RUEC_{it} + \beta_4 \ln URBAN_{it} + \beta_5 \ln AOP_{it} + \beta_6 \ln EXP_{it} + \beta_7 \ln CPC_{it} + \varepsilon_{it} \quad (9)$$

$$\ln AIS_{it} = \alpha_i + \beta_1 \ln SHCAL_{it} I(SHCAL_{it} \leq \gamma) + \beta_2 \ln SHCAL_{it} I(SHCAL_{it} > \gamma) + \beta_3 \ln RUEC_{it} + \beta_4 \ln URBAN_{it} + \beta_5 \ln AOP_{it} + \beta_6 \ln EXP_{it} + \beta_7 \ln CPC_{it} + \varepsilon_{it} \quad (10)$$

$$\ln RIS_{it} = \alpha_i + \beta_1 \ln SHCAL_{it} I(SHCAL_{it} \leq \gamma) + \beta_2 \ln SHCAL_{it} I(SHCAL_{it} > \gamma) + \beta_3 \ln RUEC_{it} + \beta_4 \ln URBAN_{it} + \beta_5 \ln AOP_{it} + \beta_6 \ln EXP_{it} + \beta_7 \ln CPC_{it} + \varepsilon_{it} \quad (11)$$

$$\ln AIS_{it} = \alpha_i + \beta_1 \ln GCE_{it} I(GCE_{it} \leq \gamma) + \beta_2 \ln GCE_{it} I(GCE_{it} > \gamma) + \beta_3 \ln RUEC_{it} + \beta_4 \ln URBAN_{it} + \beta_5 \ln AOP_{it} + \beta_6 \ln EXP_{it} + \beta_7 \ln CPC_{it} + \varepsilon_{it} \quad (12)$$

其中 GCE_{it} 和 $SHCAL_{it}$ 分别代表教育基尼系数和劳均高级人力资本存量均设为

门槛变量，方程（9）-（12）中的 γ 和 $I(\cdot)$ 分别为对应方程的待估门槛值和指示函数， α_i 为不随时间变化的个体差异， ε_{it} 为独立同分布的随机扰动项。方程（9）-（12）中的 β_1, β_2 分别表示在不同的门槛区间内门槛变量对于被解释变量的影响。若出现多个门槛的情况，只需在方程（9）-（12）中加入新发现的门槛值区间，进行相应扩展即可。

在进行面板门槛回归分析时，首先对每组数据求组内算术平均值，再与组内各个数据相减，以去除个体效应影响；然后，随机挑选样本区间内的门槛变量数据，代入对应的方程（9）-（12）中，将回归方程最小二乘法残差平方和最小的那个数据确定为真实门槛值，记为 $\hat{\gamma}$ ，并根据真实门槛值确定回归方程的系数；最后，对门槛值显著性和真实性进行检验，显著性检验：将原假设设定为 $H_0: \beta_1 = \beta_2$ ，即不存在门槛值；备择假设则为 $H_1: \beta_1 \neq \beta_2$ ，即存在门槛值，在原假设条件下，构造 LM 统计量。

$$LM = \frac{(S_0 - S_1)}{\hat{\sigma}^2} \quad (13)$$

其中 S_0 为原假设成立条件下的残差平方和， S_1 为备择假设成立条件下的残差平方和， $\hat{\sigma}^2$ 为备择假设成立条件下的参数估计残差平方和。考虑到在原假设条件下，门槛值可能出现无法识别的问题，造成 LM 统计量不服从标准 χ^2 分布，所以本文根据 Bruce 和 Hansen (1999) [23] 的研究成果，采用自抽样进行模拟，构造一组因变量序列以获得渐进分布，从而计算出概率值 P；真实性检验：将原假设设定为 $H_0: \gamma = \gamma^*$ ，即门槛估计值与真实值相等，备择假设则为 $H_1: \gamma \neq \gamma^*$ ，即门槛估计值与真实值不相等；在原假设条件下，构造 LR 统计量

$$LR = \frac{(S_0 - S_1)}{\hat{\sigma}^2} \quad (14)$$

S_0 为原假设成立条件下的残差平方和， S_1 为备择假设成立条件下的残差平方和， $\hat{\sigma}^2$ 为备择假设成立条件下的参数估计残差平方和。考虑到统计量 LR 是非标准的，根据 Bruce 和 Hansen (1991) [24] 的研究成果设立计算拒绝域的公式，当 $LR(\gamma) \leq -2 \log(1 - (1 - \alpha)^{0.5})$ 时， α 为显著性水平，则接受原假设。

5 计量结果分析

首先对所有变量进行单位根检验，发现全部变量均拒绝存在单位根的原假设，然后使用 Stata15.0 对方程（9）-（12）进行多门槛面板回归分析，具体结果如下所示：

表1 方程(9)-(12)门槛效应自抽样检验

方程 指标	方程(9)		方程(10)		方程(11)		方程(12)	
	F值	BS次数	F值	BS次数	F值	BS次数	F值	BS次数
单门槛	30.52***	600	26.31***	600	44.38**	600	22.76**	600
双门槛	20.78***	600	12.96	600	22.52***	600	18.82**	600

注:***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 的水平上显著。

通过对方程(9)-(12)门槛效应的检验可知,方程(9)-(12)均在5%或1%的显著性水平通过存在单门槛或者双门槛,这表明我国教育人力资本结构与产业结构优化升级存在显著非线性关系,本文将根据表1的检验结果,对方程(9)-(12)进行对应门槛数的扩展,从而估计门槛值,并对其进行真实性检验。具体结果见表2。

表2 方程(9)-(12)门槛值的估计与真实性检验

	方程(9)	方程(10)	方程(11)	方程(12)
门槛值1	0.196	2.708	1.979	0.184
门槛值2	0.236	不存在	2.638	0.221

注:表2中的门槛值均处于95%或以上置信区间

通过表2可知,我国教育人力资本对于产业结构优化升级的影响均存在一重或者二重门槛值,故本文根据对应的结果对扩展后的方程(9)-(12)参数进行估计,同时考虑到教育人力资本和产业结构优化升级间可能存在互为因果的关系,即教育人力资本会通过各种途径促进产业结构优化升级,同时产业结构优化升级会反作用于教育人力资本增量和结构,为了解决这一内生性问题,本文拟采用系统GMM方法进行估计。

表3 方程(9)-(12)多重门槛模型回归结果

模型		方程(9)							
变量	GCEit	0.196 < GCEit < 0.236	GCEit > 0.236	RUECit	URBANit	AOPit	EXPit	CPCit	AR(2)
估计值	-0.185*	-0.342***	0.267**	0.251*	-0.153*	-0.271**	-0.04	-0.309*	0.234
模型		方程(10)							
变量	SHCALit < 2.708	SHCALit > 2.708		RUECit	URBANit	AOPit	EXPit	CPCit	AR(2)
估计值	-0.571	0.662**		-0.428	0.368**	0.417*	0.185*	0.481**	0.481
模型		方程(11)							
变量	SHCALit < 1.979	1.979 < SHCALit < 2.638	SHCALit > 2.638	RUECit	URBANit	AOPit	EXPit	CPCit	AR(2)
估计值	-0.064***	-0.224**	-0.276***	-0.307**	-0.274***	-0.532	-0.201*	-0.271*	0.225
模型		方程(12)							
变量	GCEit < 0.184	0.184 < GCEit < 0.221	GCEit > 0.221	RUECit	URBANit	AOPit	EXPit	CPCit	AR(2)
估计值	0.124***	0.324**	0.281**	-0.106	0.557*	0.112*	0.117**	0.375**	0.394

注:***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 的水平上显著。

就教育基尼系数对产业结构合理化的影响而言,当 $GCE_{it} < 0.196$ 时,其与产业结构合理化指标呈负相关关系,但是系数不大且在10%的水平下达到显著,出现这个

现象的原因在于,基尼系数只能表达公平性,而不能直接表达教育存量的高低水平,在我国教育人力资本平均存量仍有待提高的条件下,基尼系数较小反倒是证明人力资本存量更为匮乏,教育人力资本结构与产业结构合理化水平匹配度不高,所以出现了教育基尼系数与产业结构合理化指标负相关的情况,样本数据中共 9 个省份处于这一区域,通过原始数据可知,这些省份多为经济发展水平相对较低,第一产业占比较高且教育投入增速较低的省份;当 $0.196 < GCE_{it} < 0.236$ 时,其与产业结构合理化指标呈负相关关系且系数较大,出现这个现象的原因在于,经济体中有一部分劳动者通过教育提升了自身素质,使得人力资本存量增加,能够为第二三产业提供更多的合格劳动者,有利于产业间和产业内人才和技术的协调,结果使得人力资本结构与产业结构合理化水平匹配度提高,促进了产业结构的合理化,但是受教育资源所限,依然有相当一部分劳动者无法通过教育提升自身的人力资本水平,结果出现了教育基尼系数加大反倒可以促进产业结构优化的现象,样本数据中共 15 个省份处于这一区域,通过原始数据可知,这些省份多为经济发展速度较快,制造业在第二产业占比不断提高,教育基础较为薄弱但是教育投入不断增加的省份;当 $GCE_{it} > 0.236$ 时,其与产业结构合理化指标呈正相关关系且系数最大,出现这一现象的原因在于,劳动者教育层次差距过大,造成因为高级层次人力资本而形成的物质资本,无法被初级层次人力资本所充分利用,结果导致人力资本结构与产业结构合理化水平匹配度下降的问题,不利于产业结构优化,样本数据中共 5 个省份处于这一区域,通过原始数据可知,这些省份多为经济发展水平高,外来人口多,以技术资本密集型行业为主的省份。

就劳均高级人力资本存量对产业结构高级化的影响而言,当 $SHCAL_{it} < 2.708$ 时,其与产业结构高级化指标呈负相关关系,且不显著;当 $SHCAL_{it} > 2.708$ 时,其与产业结构高级化指标呈正相关关系,这表明高层次人力资本逐步形成集聚效应,推动技术进步,以及高层次人力资本对于消费需求的上升,使得第二三产业产出增加值变大,产业结构高级化态势逐步显现,样本数据中共有 26 个省份处于这种状态,可见我国教育通过提升高层次人力资本存量对产业结构高级化的影响之大。

就劳均高级人力资本存量对产业结构合理化的影响而言,当 $SHCAL_{it} < 1.979$ 时,其与产业结构合理化指标呈负相关关系且显著,但是系数非常小,这表明尽管高级人力资本能够推动技术进步,促进各个产业之间生产规模、技术水平、产业关联度的提高,使得人力资本结构与产业合理化结构匹配度提高,但是由于高层次人才数量较少,集聚效应难以形成,导致其对产业结构合理化发挥的作用不大,通过原始数据可知,样本数据中共 13 个省份处于这一区域,多为经济发展水平偏低,第二三

产业占比较低, 高等教育投入力度不足的省份; 当 $1.979 < SHCAL_{it} < 2.638$ 时, 其与产业结构合理化指标呈负相关关系, 且系数明显变高, 表明高层次人力资本增加, 有利于技术创新的形成和协调, 能够促进产业结构进一步合理化, 通过原始数据可知, 样本数据中共 12 个省份处于这一区域, 多为经济发展水平较高、第二三产业占比较高、高等教育投入较多的省份; 当 $SHCAL_{it} > 2.638$ 时, 其与产业结构合理化指标呈负相关关系, 高素质劳动人口增加, 形成的集聚效应更为明显, 在产业间和产业内形成技术进步的棘轮效应, 从而使得产业间关联更加紧密, 中间要素结构的协调更强, 最终对产业结构合理化的推动作用更大, 通过原始数据可知, 样本数据中共 4 个省份处于这一区域, 多为经济发展水平较高、技术密集型行业占比较高、高等教育投入较多的省份。

就教育基尼系数对产业结构高级化的影响而言, 当 $GCE_{it} < 0.184$ 时, 其与产业结构高级化指标呈正相关关系且系数不大, 但是在 1% 的水平下达到显著, 出现这个现象的原因在于, 在我国人力资本平均存量仍有待提高的条件下, 教育基尼系数较小则意味着人力资本中存在高素质劳动者较少, 无法通过集聚效应形成技术创新, 也就无法将高素质劳动者对于产业结构高级化的作用发挥出来; 样本数据中共 16 个省份处于这一区域, 通过原始数据可知, 多为教育投入增加较少且劳动密集型行业占比较高的省份; 当 $0.184 < GCE_{it} < 0.221$ 时, 其与产业结构高级化指标呈正相关关系, 出现这一项现象的原因于, 教育的发展不断为产业发展提供更多的高素质人才, 有助于产业结构高级化, 但是受限于教育资源仅能使部分人口接受更高层次的教育, 所以出现了教育基尼系数与产业结构高级化同向变化的状态, 通过原始数据可知, 样本数据中共 9 个省份处于这一区域, 这些省份多为近些年来师生比不断上升份, 对高等教育公共支出较高, 第二三产业占比较高的省份; 当 $GCE_{it} > 0.221$ 时, 其对于产业结构高级化指标呈正相关关系, 但是系数偏小, 出现这一项现象的原因于, 教育基尼系数加大, 可能会促进第二三产业中技术密集型和资本密集型行业的发展, 但是由教育基尼系数引起的收入基尼系数增高反倒妨碍了消费结构的升级, 结果造成产业结构升级速度放缓, 通过原始数据可知, 样本数据中共 4 个省份处于这一区域, 多为经济发展水平较高, 高等教育投入较多且技术密集型行业占比较高的省份。

6 结论与政策建议

通过前面的分析, 我们发现我国教育人力资本与产业结构优化升级的关系中, 既有由高级人力资本存量低引发的产业结构优化升级动力不足的问题, 如我国劳均高级人力资本存量小于 1.979 或者教育基尼系数小于 0.184 的省份, 均属于因为高等教育投入偏低或者增速较慢造成高级人力资本存量不足, 导致高层次人才无法形成

有效集聚，从而带动技术进步，提升区域产业结构优化升级的区域；又有因为教育基尼系数较大造成产业结构高级化难度加大的问题，如教育基尼系数大于 0.221 的省份，由于这些省份资本技术密集型行业占比较大，使得接受过高层次教育的人力资本能够得以进入这些行业，有机会获得较高收入，而未受过高层次教育的人力资本则无法进入这些行业，结果在这些省份逐步形成了由教育基尼系数差异过大造成收入基尼系数差异加大的情况，导致消费结构升级出现问题，最终对产业升级形成了阻碍；同时还有高层次人力资本受限于产业结构发育水平而无法发挥应有作用的问题，如教育基尼系数大于 0.236 的省份，均属于教育人力资本异质性较强，使得人力资本水平无法与物质资本水平相匹配，而阻碍产业结构合理化。针对上述三个问题，本文提出如下政策建议。

针对因为教育人力资本存量不足而导致产业结构优化升级动力不足的省份，应该大力发展中高等教育，改善人口教育结构，为产业间和产业内结构优化升级提供高素质人力资本支持。尤其是应该根据我国产业转移的步伐，加大那些能够在承接产业转移中发挥较大作用的中高等教育招生门类和人数。在注重学历教育的同时，还应该高度重视职业教育发展，提前布局各行各业技术技能人才培养，从而保证教育人力资本结构与产业结构优化升级相匹配。同时还应该加强这些省份对于高层次人才吸纳能力，尽可能为其发挥作用提供更大的平台，保证高层次人才能够留得住。

2、针对教育基尼系数过高导致产业结构高级化难度加大的省份，应该着手利用成人教育或者网络教育等手段为低收入群体，提供具有普及性的初等职业教育，鼓励企业参与职业教育办学，逐步形成本地区社会多元办学的格局和专业特色鲜明的类型教育，这对于增强低收入群体的人力资本存量，降低收入基尼系数是有较大作用的。同时还应该利用这些省份技术储备充足的特点，不断为劳动密集型行业提供高科技设备，以增强劳动密集型行业产品附加值，从而保证这一区域的低收入群体在接受教育后有足够的就业岗位，最终缩小由教育基尼系数过大带来的收入基尼系数过大的问题，促进产业结构高级化。

3、针对如何充分发挥高层次人力资本对产业结构优化升级作用的问题，应该从转变政府经济发展思路入手，改变以往那种依靠投入，发展劳动密集型行业，带动地方经济快速发展的理念，注重从科技创新视角进行经济规划和产业布局，为高层次人才人力资本提供足够的平台。同时还应该高度重视对区域内高等教育的投入，充分挖掘本地人力资本存量对于技术进步的潜力，为本省产业结构优化升级带来动力；还应该注重适应本地区产业结构特征的职业教育体系建设，完善有利于技术技能人

才成长的配套政策,为本地区发展现代制造业、现代服务业、现代农业提供人才支持,以期能够将高层次人才的作用发挥到最大化。

参考文献

- [1] 杜育红,赵冉.教育在经济增长中的作用:要素积累、效率提升抑或资本互补?[J].教育研究,2018,5:27-35.
Du Y H, Zhao R. The Role of Education in Economic Growth: Factor Accumulation, Efficiency Promotion or Capital Complementarity? [J]. Educational Research, 2018, 5:27-35.
- [2] 杨晓妹,刘文龙.公共教育支出、人力资本积累与制造业结构升级——基于总量与结构效应双重视角的实证分析[J].贵州大学学报(社会科学版),2019,3:20-29.
Yang X M, Liu W L. Public Education Expenditure, Human Capital Accumulation and Upgrading of Manufacturing Structure: Based on the Empirical Analysis of the Gross and Structure Effect [J]. Journal of Guizhou University(Social Sciences), 2019, 3:20-29.
- [3] Romer, P. M. Endogenous Technological Change [J]. Journal of Political Economy, 1990,98(5):S71-S102.
- [4] 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.
He J L, Li J, Zhao D. The Empirical Research on Human Capital of Higher Education to Promote Industrial Structure Optimization and Upgrading [J]. Education & Economy, 2013,2:48-55.
- [5] 杨胜利,柴芳园,王艺霖.我国产业转型升级与高等教育协调发展测度研究[J].经济论坛,2019,5:69-78.
Yang S L, Cai F Y, Wang Y L. Research on the Measurement of Relationship between Industrial Structure and Higher Education Structure [J]. Economic Forum, 2019, 5:69-78.
- [6] 张国强,温军,汤向俊.中国人力资本、人力资本结构与产业结构升级[J].中国人口·资源与环境,2011,10:138-146.
Zhao G Q, Wen J, Tang X J. Human Capital and Its Structure and Industry Structure Upgrading [J]. China Population, Resources and Environment, 2011, 10:138-146.
- [7] 甘劲燕.人力资本对产业结构升级的影响——基于省际面板数据的研究[J].价值工程,2019,20:59-61.
Gan J Y. The Impact of Human Capital on the Upgrading of Industrial Structure: Research Based on Provincial Panel Data [J]. Value Engineering, 2019, 20:59-61.
- [8] Foellmi R., Zweimuller, J. Income Distribution and Demand-Induced Innovations [J].

Review of Economics Studies,2006,73(4):941-960.

- [9] 张颖熙,夏杰长.以服务消费引领消费结构升级:国际经验与中国选择 [J].北京工商大学学报(社会科学版),2017,6:104-112.

Zhang Y X, Xia J C. Service Consumption Leading the Upgrading of Consumption Structure: International Experience and China' s Choice [J].Journal of Beijing Technology and Business University (Social Sciences) ,2017,6 :104-112.

- [10] 干春晖,郑若谷,余典范.中国产业结构变迁对经济增长和波动的影响 [J].经济研究,2011,5:4-16+31.

Gan C H, Zheng R G, Y u D F. An Empirical Study on the Effects of Industrial Structure on Economic Growth and Fluctuations in China [J].Economic Research Journal,2011,5:4-16+31.

- [11] 付凌晖.我国产业结构高级化与经济增长关系的实证研究 [J].统计研究,2010,8:79-81.

Fu L H. An Empirical Research on Industry Structure and Economic Growth [J]. Statistical Research,2010,8:79-81.

- [12] Castelló-Climent, A., Doménech, R. Human Capital Inequality, Life Expectancy and Economic Growth [J].Economic Journal,2008,118(528):653-677.

- [13] 孙海波,刘忠璐,林秀梅.人力资本空间分布差异与产业结构升级——兼论对山东省新旧动能转换的启示 [J].山东工商学院学报,2018,3:21-33.

Sun H B, Liu Z L, Lin X M. Spatial Distribution Discrepancy of Human Capital and Industrial Structure Upgrading: Enlightenment on the Transformation of Old and New Power in Shandong Province [J].Journal of Shandong Technology and Business University,2018,3:21-33.

- [14] 黄燕萍,刘榆,吴一群,李文溥.中国地区经济增长差异:基于分级教育的效应 [J].经济研究,2013,4:94-105.

Huang Y P, Liu Y, Wu Y Q, Li W F. Economic Growth and Regional Inequality in China: Effects of Different Levels of Education [J].Economic Research Journal,2013,4:94-105.

- [15] Grossman, G. M., Kruger, A. B. Environmental Impact of North American Free Trade Agreement [J].NBER Working Paper No.3914,1991.

- [16] 黄蕊,王铮,丁冠群,龚洋冉,刘昌新.基于 STIRPAT 模型的江苏省能源消费碳排放影响因素分析及趋势预测 [J].地理研究,2016,4:781-789.

Huang R, Wang Z, Ding G Q, Gong Y R, Liu C X. Trend Prediction and Analysis of Influencing Factors of Carbon Emissions from Energy Consumption in Jiangsu Province Based on STIRPAT Model [J].Geographical Research,2016,4:781-789.

- [17] 葛金田,张小涵.新型城镇化对我国产业结构升级的影响 [J].济南大学学报(社会科学版),2018,2:32-38+157-158.

- Ge J T, Zhang X H. The Impact of New-Type Urbanization on China's Industrial Structure Upgrading [J] .Journal of University of Jinan(Social Science Edition),2018, 2:32-38+157-158.
- [18] 尚娟,董李媛,刘丽丽.新型城镇化对产业升级的影响效应分析 [J] .工业技术经济,2017, 12:122-129.
- Shang J, Dong L Y, Liu L L. Analysis of Influential Effect towards Upgrading of Industrial Structure from New-type Urbanization [J] .Journal of Industrial Technological Economics,2017,12:122-129.
- [19] 何凌霄,南永清,张忠根.老龄化、健康支出与经济增长——基于中国省级面板数据的证据 [J] .人口研究,2015,4:87-101.
- He L X, Nan Y Q, Zhang Z G. Ageing,Health Expenditure and Economic Growth: Evidence Based on the Chinese Provincial Panel Data [J] .Population Research,2015, 4:87-101.
- [20] 成艳萍,陈海英.中国产业结构与外贸结构的关系研究——基于出口国内附加值视角的实证检验 [J] .山东财经大学学报,2018, 5:17-26.
- Cheng Y P, Chen H Y. Relationship between China Industrial Structure and Foreign Trade Structure: An Empirical Study Based on Perspective of Export Domestic Added Value[J]. Journal of Shandong University of Finance and Economics,2018, 5:17-26.
- [21] Griliches Z. Capital-Skill Complementarity [J] .Review of Economics & Statistics, 1969,51(4): 465-468.
- [22] 张军,吴桂英,张吉鹏.中国省际物质资本存量估算:1952-2000 [J] .经济研究,2004,10:35-44.
- Zhang J, Wu G Y, Zhang J P. The Estimation of China's Provincial Capital Stock: 1952-2000 [J] . Economic Research Journal,2004,10:35-44.
- [23] Bruce E. Hansen. Threshold Effects in Non-Dynamic Panels: Estimation, Testing, and Inference [J] .Journal of Economics,1999,93 (2) :345-368.
- [24] Bruce E. Hansen. Inference When a Nuisance Parameter Is not Identified under the Null Hypothesis [J] .Econometrica,1991,64, (2) :413-430.

(本文责编:宁远)

Study on the Effect of Discrepancy of Human Capital on Industrial Structure Optimization and Upgrading

ZHANG Xu-lu JIN Ying-jun WANG Yi-yuan

Abstract: The paper analysis the relationship between province-level Indicators of hierarchy of educational human capital and proportion of high-level human capital and Indicators of industrial structure optimization and upgrading by panel threshold model from 2005 to 2018. We found that three facts: (1) industrial structure optimization and upgrading lack insufficient power caused by the low stock of human capital. (2) the difficulty of industrial structure upgrading caused by high Gini coefficient of education. (3) high-level human capital is limited by the level of industrial structure development and can not play its due role. Finally, the article puts forward a solution of industrial structure optimization and upgrading based on the perspective of educational human capital

Keywords: discrepancy of human capital; industrial structure optimization and upgrading; Panel Threshold Model