



Working Paper No. 201910

July 8, 2019

本文已发表于《世界经济》2019年第5期

宋锦 : [songjin@cass.org.cn](mailto:songjin@cass.org.cn)

## 行业投资、劳动力技能偏好与产业转型升级

**内容提要** 本文检验了2002到2013年中国各行业人均固定资产投资变化与劳动力匹配的特征差异,通过考察各行业生产方式的变化推断产业转型升级的趋势和特点。文章发现,中国制造业就业规模不断下降,生产的资本密集度不断提高,但是从劳动力技能结构来看制造业生产没有向技术密集型转变。2002到2007年服务业创造就业主要得益于市场规模扩大,2013年这种情况只存在于批发零售和住宿餐饮业,其他行业不明显。服务业必须进行产业升级才能有效吸纳制造业分流的就业。人均资本投入加深会提高劳动生产率,但是摩擦性失业、劳动力从二产向三产转移、资本对高技能劳动力的替代都是导致平均劳动生产率下降的潜在因素。推动产业升级是提高劳动生产率并且保障就业岗位的唯一途径。

---

\* 宋锦,中国社会科学院世界经济与政治研究所全球治理研究室副主任、副研究员;李曦晨,中国社会科学院大学研究生院研究生



**关键词** 行业投资 固定资产投资 技能偏好 产业结构转型 产业升级

## 一、引言

经济增长的本质是平均劳动生产率不断提高。平均劳动生产率的提高有两种方式。一是现有产业不断创新，单位劳动力生产出附加值更高的产品；二是劳动力从生产较低附加值产品的部门转移到较高的部门。前一种方式属于产业升级，后一种方式则属于产业转型。产业升级的典型途径一是劳动力通过学习和培训提高自身生产率，二是从业人员的结构的主体从低技能劳动力向高技能劳动力调整，三是相同劳动力被赋予更高的人均资本<sup>①</sup>。产业转型则可以通过部门就业人员规模的变化来考察。如果人均资本投入增加时该部门对劳动的需求也有所增加，可以理解为在劳动生产率提高的同时产业就业规模也在扩大，这种产业转型无疑对于经济增长具有积极意义；如果人均资本投入增加时该部门的劳动需求减小，则可以理解为部门的劳动生产率提高但它的就业吸纳能力在下降，它对经济增长的影响具有不确定性。如果该部门释放的劳动力向更高生产率的部门转移，则这种产业转型必然促进经济的增长；而如果这些劳动力转移到了生产率较低的部门，这种产业转型将对经济产生负面影响。从行业层面看，中国各行业生产的资本和劳动力投入差别很大，人均资本投入的规模存在显著差异，对于高技能和低技能工人的投入也各有特点。表 1 反映了 2003 年以来各行业资本和劳动投入的趋势。可以看到，一些行业属于资本密集型，一些则属于劳动密集型；一些行业主要是高技能劳动力投入，且劳均受教育年限不断提高，例如卫生和社会工作，另一些则在不同时点表现出明显变化，例如制造业就业人员平均受教育年限在前一观测期有所下降、后一观测期则不断上升。此外，从就业占比来看，就业规模因行业与时期的不同而存在显著差异。

---

<sup>①</sup> 资本投入具有边际报酬递减的特点，但是考虑到中国行业人均资本配置相较于发达国家仍有很大差距，在考察中国问题时我们假设提高人均资本会稳定地使劳动生产率提高。

表 1 分行业人均固定资产投资和就业变化

行业类别	人均固定		城镇就		就业规模		从业人		
	资产投资	年均增速(%)	业占比	年均增幅(%)	员平均	人均受教育年	受教育	限的年均增速	
	(万元)		(%)		年限	限的年均增速	年限	(%)	
	2014	03-08	08-14	2014	03-08	08-14	2014	03-08	08-14
<b>第一产业</b>									
农、林、牧、渔业	2.4	6.1	50.2	11.5	15.4	-10.5	8.1	0.5	1.1
<b>第二产业</b>									
采矿业	19.5	24.9	7.8	1.4	1.3	3.5	11.3	0.0	1.9
制造业	14.7	16.2	17.5	21.3	9.1	3.7	10.9	-0.3	1.4
电力、燃气及水的生产和供应业	28.6	34.8	5.4	1.5	-11.7	6.3	12.8	0.9	1.0
建筑业	1.1	15.1	9.9	6.7	4.6	9.7	10.2	-0.6	1.2
<b>第三产业</b>									
批发和零售业	1.6	12.4	20.1	17.8	7.8	6.7	11.0	0.6	1.4
交通运输、仓储和邮政业	14.1	26.2	11.3	5.7	-2.2	4.6	11.0	-0.3	1.2
住宿和餐饮业	2.4	42.6	13.3	4.8	2.2	7.4	10.2	0.4	1.0
信息传输、计算机服务和软件业	2.8	16.8	-10.7	2.8	-5.3	22.9	12.8	0.2	-0.5
金融业	1.1	27.3	14.0	2.4	-5.2	14.4	13.9	0.3	0.4
房地产业	145.1	7.5	3.9	1.6	9.9	16.4	11.9	-1.3	0.4
租赁和商务服务业	7.5	70.5	16.7	2.0	-8.1	14.7	12.6	2.8	0.5
科学研究和技术服务业	8.8	21.5	19.9	0.9	-5.7	10.3	14.5	0.6	1.0
水利、环境和公共设施管理业	108.6	33.5	12.8	0.8	-8.1	8.9	11.8	-1.7	1.5
居民服务、修理和其他服务业	1.1	66.2	31.8	4.0	-12.4	4.0	10.2	0.5	1.0
教育	2.9	7.4	10.3	4.4	-2.1	6.3	14.5	0.2	0.3
卫生和社会工作	2.4	33.1	10.2	3.1	-6.8	11.7	14.1	1.0	1.0
文化、体育和娱乐业	8.9	30.6	13.5	1.3	-7.8	10.6	12.9	-0.9	1.3
公共管理、社会保障和社会组织	2.3	10.9	3.7	6.0	-2.1	8.3	14.0	0.2	0.6
<b>合计</b>	<b>9.4</b>	<b>16.9</b>	<b>16.5</b>	<b>100.0</b>	<b>4.1</b>	<b>3.4</b>	<b>11.2</b>	<b>-0.8</b>	<b>2.1</b>

数据来源：国家统计局历年《中国统计年鉴》。其中，人均固定资产投资以 2002 年为价格基期。

通过要素投入的差别考察行业生产方式变化是分析劳动生产率变化从而检验产业转型升级趋势的重要途径。在一个行业的生产过程中，资本和不同技能水平劳动力的投入配置能够反映出劳动生产率的变化。如前所述，可能的形式包括劳动力的技能水平提高、更高技能劳动力占比增加、人均资本增加等。在一个较长的考察期中，生产方式变化可能受到多种因素影响。

一是要素成本变化。2002 至 2006 年，中国贷款利率整体变化不大；2006 到 2008 年，受到紧缩性货币政策的影响，贷款利率显著提高；2008 年金融危机

发生后，资金投放规模增大，贷款利率迅速下降，各行业固定资产投资都有跳跃式增长。这种利率下降带来投资增长的影响持续了约两年时间，2010年之后利率和行业固定资产投资规模逐渐恢复到正常水平。与此相比，中国劳动力价格受供求关系变化和制度环境改善影响也发生了显著变化。从总量上来看，劳动力规模在2012年经历了增长到下降的拐点。从构成上来看，农村劳动力转移使城镇市场上的低技能劳动力在2010年之前连年增加且价格低廉，这种趋势在2010年之后不复存在；受到1998年高等教育扩招的影响，高技能劳动力数量迅速提高。此外，近年来中国劳动力市场的制度环境显著改善，就业正规化程度逐渐提高，客观上增加了低技能劳动力的用工成本，并且溢出效应使不同技能水平的劳动力都受到影响，工资出现不同幅度的上涨（贾朋和张世伟，2013；孙中伟，2017）。图1反映了中国2002到2015年城镇单位就业人员平均工资和贷款利率的变动，排除金融危机的影响，可以看到劳动力成本相较于资本成本迅速升高。

二是生产技术的进步。要素投入的潜在选择可能与所在行业的生产技术有很强的相关性，当一个行业的生产中资本与劳动的替代具有较高的技术可实现性，则该行业能够相对自如地应对要素成本变化；而当一个行业在生产过程中技术的可选择性非常有限，则该行业不同要素之间的替代弹性很低。显然，对于要素替代弹性较低的行业，要素成本上升使其受到的冲击更加明显，面临产业转型升级的压力更大。在一个较长的考察周期里，生产技术的进步不容小觑。

本文希望对中国2002年至2013年不同行业生产方式调整的基本事实和主要特点进行描述和梳理，这对于了解中国产业转型升级的基本情况具有两点重要意义。第一，要素投入的匹配差异是考察行业生产特点的最直接的指标之一，要素投入的匹配变化能够反映行业转型升级的现状及方向，这是讨论产业转型升级演进和存在的问题首先应当清楚的事实。第二，中国的就业状况在经济改革、贸易和对外开放、人口结构变化等因素的影响下表现出鲜明的时期特征，已有研究对于不同时期各行业生产的就业需求特点讨论并不充分；在未来一个时期人工智能等技术革命对就业的影响令人关注，本文的发现可作为行业要素投入的基线事实为下一步考察就业变化提供研究基础。

本文以下内容安排为：第二部分对已有文献进行梳理和总结；第三部分建立理论模型分析影响生产方式调整的主要因素；第四部分介绍经验模型的设定、使用数据的来源和指标定义；第五部分报告微观数据所反映的中国不同时期各行业投资、劳动匹配的基本特点；第六部分检验最低工资变化与投资就业匹配特征的对应关系；第七部分总结文章的主要发现和政策含义。

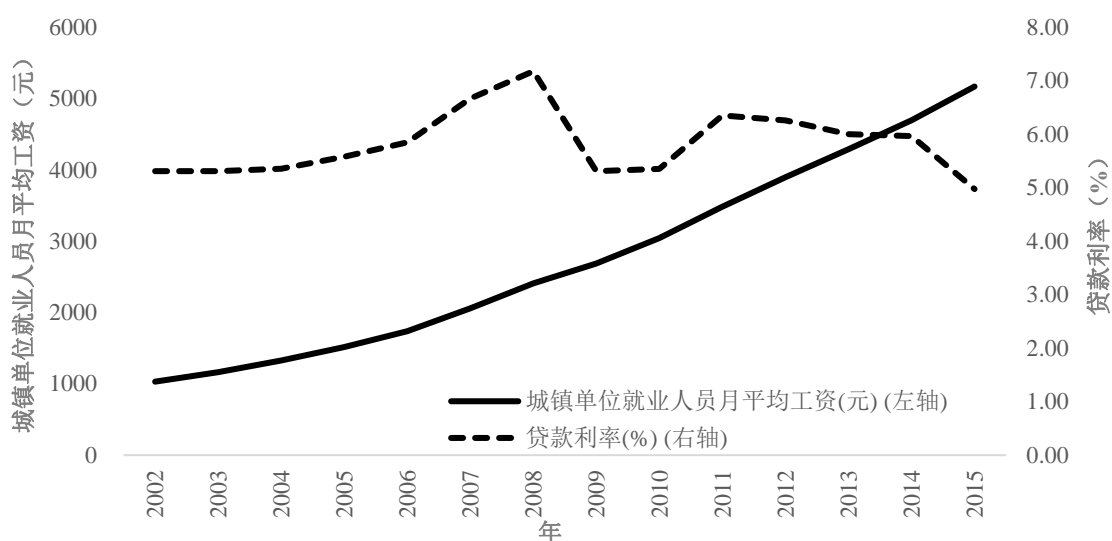


图1 2002到2015年中国城镇单位就业人员月平均工资和贷款利率  
数据来源：历年《中国统计年鉴》。

## 二、已有文献回顾

关于资本与劳动的匹配、特别是与不同技能水平劳动力匹配的分析很多。多数研究结论认为技术进步是技能偏向性型的，技术在生产过程中主要与高技能劳动力结合，提高了高技能劳动力的生产率，并且对高技能劳动力提出了更高的要求。Berman 等（1994）、Johnson（1997）对美国和经济合作组织（OECD）国家的数据进行检验，发现对计算机、信息资本、研发（R&D）的投资带来了高技能劳动力需求的增加，随着技术水平提高，生产对以生产设备操作人员为主的低技能劳动力的需求量显著下降，而对高技能劳动力的需求不变或上升。Pavcnik（2000）检验了智利的企业级数据，发现投资（自行投资和购置国外的

机器设备)、国外技术援助和专利技术开发加快了对技能工人的相对需求,资本深化和技术发展偏好高技能劳动力。Haskel 和 Slaughter (2002) 提出了“部门偏向型技术进步”假说,文章分别考察了上世纪七八十年代 10 个发达国家制造业的部门偏向型技术进步,发现高技能劳动力密集部门中的技术进步会使高技能劳动力的工资上升;部门偏向型技术进步通过改变相对劳动供给提高了不同技能劳动力间的工资差异。Marouani 和 Nilsson (2016) 分析了近 20 年来马来西亚高技能劳动力数量持续提升的现象,发现技能偏向型技术进步显著提高了高技能就业者的工资并且降低了他们的失业率,教育扩张政策会抵消技能偏向型技术进步带来的工资不平等。文章同时指出,这种对高技能就业者的偏好在技能劳动力密集度高的部门更明显,如商业服务业。Afonsoa 等 (2016) 证明企业固定资产投资和研发成本上升等都会促进发展中国家的工资技能溢价。Acemogolu 和 Restrepo (2018) 认为生产过程中资本与劳动的投入主要由成本、自动化技术两方面的因素决定。劳动力对生产中的复杂任务有技术优势,然而随着自动化技术的发展,原有的生产所需的劳动力可能被自动化替代。向自动化的发展和对新的复杂工作的创造在要素价格调整的情况下可以内生,自动化的提高会降低使用劳动生产的成本,这会阻止进一步的自动化,鼓励新的复杂任务被创造出来。技术的内生反应会促使劳动和就业恢复到它们原有的水平。与此相反,另一些研究认为资本的深化可能会提高对低技能劳动力的需求。Duffy 等 (2004) 指出生产线等的使用使生产对劳动力的技术需求降低,低技能劳动力在生产过程中受到偏好,对高技能劳动力的需求则不明显。Borjas 和 Ramey (1994) 提出,低技能劳动力在发展中国家供给充足且成本低廉,他们将逐渐占领发达国家的制造业等行业的低技能劳动就业机会,而发达国家对高技能劳动力的需求会越来越高。Accetturo 等 (2013) 证明,2000 至 2006 年意大利的出口贸易提高使其劳动力的平均受教育年限和白领工人占比都有所提高。Elia 等 (2009) 和 Simpson (2012) 的研究发现,FDI 撤离会显著减少发展中国家低技能劳动力的就业。

已有文献对中国数据进行检验的结论并不统一。多数观点认为,资本深化会对劳动力技能提出更高的要求。都阳 (2013) 发现,中国制造业的资本劳动比每

提高 10%，要求职工受教育年限增加约 3 个月，职工中拥有大专及以上学历者占比提高 3.3 个百分点，以及职工中拥有高中及以上学历者占比提高 3.8 个百分点。周德禄（2012）通过省级面板数据，发现技术进步、资本深化和产业升级都促进了大学生就业。刘宗明（2011）发现 2001 至 2010 年中国投资对就业波动的解释力达到 30%，投资冲击对就业的影响具有显著相关性，持续约十个季度。在全球化背景下，投资明显促进了中国不同技能劳动力需求分化的趋势。臧旭恒和赵明亮（2011）认为参与垂直专业化分工会降低对熟练劳动力的相对需求，增加对非熟练劳动力的相对需求；但导致这种结果的原因是中低技术行业对非熟练劳动力的需求占主导作用，事实上高技术行业对熟练劳动力的相对需求是增加的。吕世斌与张世伟（2015）考察了 1998 到 2009 年的行业和就业数据，发现技术最高和最低的行业就业规模有所扩大，也即就业结构出现“极化”现象；如果考察平均工资的变化，技能水平在“两极”的就业者工资增长更快；外包会阻碍高技术行业的就业增长，促进低技术行业的就业增长；研发会促进高技术行业的就业增长，替代低技术行业的就业增长。

比较已有文献，可以得出一些基本判断。技术进步常通过投资加深反映出来，它使生产过程对劳动力的技能要求降低，这会首先替代低技能劳动力，其次替代高技能劳动力。然而，技术进步同时使劳动力特别是高技能劳动力的生产率得到拓展。在这些因素的影响下，资本与不同技能水平的劳动力之间的匹配变化并不明确，可能由于生产自动化边界、技术进步速度、要素成本等方面的影响存在行业间、部门间差异。本文希望在已有文献的基础上检验跨时期跨行业的投资-就业匹配变动，深入细致地分析行业人均投资水平、用工规模和技能结构所反映出的结构性特征和趋势性特征，为中国产业转型和就业结构调整提供依据。

### 三、理论模型

本文的理论模型沿用了 Acemoglu 和 Restrepo（2018）的分析框架，并根据文章要考察的问题和中国的实际情况对基线模型进行了三点拓展。第一，将劳动力按照技能水平进行区分，并列考察低技能劳动力、高技能劳动力和资本的投入，

检验不同情况下要素投入的变化，同时设定要素价格（利率、工资）都是外生或显著受到外生因素影响，这很大程度上反映了中国的生产现实（如引言中所述）。第二，保留静态均衡的分析框架，但详细考察了利率超低、低技能劳动效率工资超低等情况下的要素投入决定机制，这样的模型设置旨在与文章的经验分析部分进行呼应。第三，在不同的生产区间内，推导高技能和低技能劳动力生产率的决定，并且分析了不同要素变化对劳动力生产率的潜在影响。这为理解不同技能劳动力在行业间流动时的生产率变动提供了理论依据，也为从生产率角度着手应对就业转型所带来的就业吸纳等政策问题提供了解决思路。

### （一）基线模型

假设经济中只有一种最终产品  $Y$ ，其生产活动由连续任务  $y(i)$  组成，替代弹性为  $\sigma \in (0, \infty)$ 。具体的形式为  $Y = \left( \int_{N-1}^N y(i)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} di \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$ 。生产要素包括三种：资本和

高、低技能劳动力。所有的任务都可以通过劳动来完成；资本可以替代劳动力，但是对高技能劳动力的替代存在自动化技术边界  $I$  的约束<sup>①</sup>。在自动化技术尚不能实现的任务中，生产只能由高技能劳动力完成。假设单位任务的生产区间是  $[N-1, N]$ ， $N$  与单位任务的生产复杂程度有关，生产任务越复杂， $N$  的取值越大。技术所允许的自动化生产边界  $I$  取值区间为  $[N-1, N]$ 。生产任务中  $i > I$  的部分只能由劳动通过生产完成； $i \leq I$  的部分可以由资本以机器的形式完成生产，也可以由劳动生产。厂商对资本或劳动的选择由最低生产成本决定，也即：

1. 对于  $i \leq I$  的任务，如果不考虑成本，资本和高、低技能劳动力都可能投入。假设  $\gamma(i)$  表示高技能劳动力的生产率， $\gamma'(i) > 0$ ，表示高技能劳动力在生产复杂任务中的生产优势；低技能劳动力的生产率在单位任务  $[N-1, N]$  中取值为  $\gamma(N-1) \equiv \Phi$ ； $l^h(i)$  表示任务  $i$  中投入的高技能劳动力， $l^l(i)$  表示任务  $i$  中投入的低技能劳动力。

则生产函数可写作： $y(i) = B \left[ \eta q(i)^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}} + (1-\eta)(k(i) + \Phi \cdot l^l(i) + \gamma(i)l^h(i))^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}} \right]^{\frac{\epsilon}{\epsilon-1}}$  其中， $q(i)$

<sup>①</sup> 不同要素投入之间存在互补性。在本模型中，资本和劳动之间的互补关系体现为自动化技术不可实现的任务区间，也即资本无法替代劳动的生产。



是生产任务所需投入的中间产品； $\eta \in (0,1)$ ，是生产函数的分布参数； $\varsigma \in (0,\infty)$ ，是中间产品与高技能劳动力之间的替代弹性； $B \equiv (1-\eta)^{\varsigma/(1-\varsigma)}$ 。

2. 对于  $i > I$  的任务，生产只有高技能劳动力投入，生产函数如下：

$$y(i) = B \left[ \eta q(i)^{\frac{\varsigma-1}{\varsigma}} + (1-\eta)(\gamma(i)l^s(i))^{\frac{\varsigma-1}{\varsigma}} \right]^{\frac{\varsigma}{\varsigma-1}}。$$

3. 静态均衡时单位任务  $i$  的生产成本由工资率  $W^u$ 、 $W^s$  和资本回报率  $R$  决定， $W^u \leq W^s$ 。

$$\text{当 } i \leq I \text{ 时, } c(i) = c \left( \min \left\{ R, \frac{W^u}{\Phi}, \frac{W^s}{\gamma(i)} \right\} \right) \equiv \left[ \left( \frac{\eta}{1-\eta} \right)^{\varsigma} \psi^{1-\varsigma} + \min \left\{ R, \frac{W^u}{\Phi}, \frac{W^s}{\gamma(i)} \right\}^{1-\varsigma} \right]^{\frac{1}{1-\varsigma}} \quad (1)$$

$$\text{当 } i > I \text{ 时, } c(i) = c \left( \frac{W^s}{\gamma(i)} \right) \equiv \left[ \left( \frac{\eta}{1-\eta} \right)^{\varsigma} \psi^{1-\varsigma} + \left( \frac{W^s}{\gamma(i)} \right)^{1-\varsigma} \right]^{\frac{1}{1-\varsigma}} \quad (2)$$

其中， $c(\cdot)$ 是成本函数， $\psi$ 是中间品的价格。

4. 用资本进行生产的任务临界值  $I^0$  由技术可能性边际和成本共同决定，见表 2。

表 2 不同条件下生产要素的投入量和生产成本决定

条件区间		任务 $i$ 所需投入的要素	
$i \leq I$	$R < \frac{W^u}{\Phi}$ 且 $R < \frac{W^s}{\gamma(i)}$	$k(i) = Yc(R)^{\varsigma-\sigma} R^{-\varsigma}$ , $l^u(i) = 0$ , $l^s(i) = 0$	情形 1
	$\frac{W^u}{\Phi} < R$ 且 $\frac{W^u}{\Phi} < \frac{W^s}{\gamma(i)}$	$k(i) = 0$ , $l^u(i) = Y\Phi^{\varsigma-1} c \left( \frac{W^u}{\Phi} \right)^{\varsigma-\sigma} W^{u-\varsigma}$ , $l^s(i) = 0$	情形 2
	$\frac{W^s}{\gamma(i)} < \frac{W^u}{\Phi}$ 且 $\frac{W^s}{\gamma(i)} < R$	$k(i) = 0$ , $l^u(i) = 0$ , $l^s(i) = Y\gamma(i)^{\varsigma-1} c \left( \frac{W^s}{\gamma(i)} \right)^{\varsigma-\sigma} W^{-\varsigma}$	情形 3
	$R = \frac{W^s}{\gamma(i)} < \frac{W^u}{\Phi}$	投入资本或高技能劳动力都可以	情形 4
	$\frac{W^s}{\gamma(i)} = \frac{W^u}{\Phi} < R$	投入高技能或低技能劳动力都可以	情形 5
	$R = \frac{W^u}{\Phi} < \frac{W^s}{\gamma(i)}$	投入资本或低技能劳动力都可以	情形 6
$i > I$		$k(i) = 0$ , $l^u(i) = 0$ , $l^s(i) = Y\gamma(i)^{\varsigma-1} c \left( \frac{W^s}{\gamma(i)} \right)^{\varsigma-\sigma} W^{s-\varsigma}$	情形 7

## (二) 不同条件下生产要素的投入差别

### 1. 假设初始条件满足情形 1——利率超低的情况

此时生产由资本完成；当  $i$  提高时， $W^s/\Phi$  不变，然而由于  $\gamma(i)$  是严格增函数， $\gamma(i)$  逐渐提高， $W^s/\gamma(i)$  减小，厂商在临界值  $I^*$  达到  $R=W^s/\gamma(I^*)$ ，使用资本和高技能劳动力生产不存在成本差异，满足情形 4。此后随着  $i$  进一步提高，如果仍然满足  $i \leq I$ ，则  $R > W^s/\gamma(i)$ ，满足情形 3，虽然技术上允许用资本替代高技能劳动力，但由于劳动生产优势带来有效成本变化，生产由高技能劳动力完成。需要指出，如果  $I^* > I$  则符合情形 7，自动化的技术边界约束决定了厂商不可能用资本生产所有低于  $I^*$  的任务。也即用资本生产的任务边界  $I^0 = \min\{I, I^*\}$ ，低于  $I^0$  的任务由资本进行生产，而高于  $I^0$  的任务由高技能劳动力进行生产。

单位任务所需的各类要素投入量为：

$$K = \int_{N-1}^N k(i) di = \int_{N-1}^{I^0} Yc(R)^{\zeta-\sigma} R^{-\zeta} di = Yc(R)^{\zeta-\sigma} R^{-\zeta} \cdot [\min\left\{I, \gamma^{-1}\left(\frac{W^s}{R}\right)\right\} - N + 1] \quad (3)$$

$$L^u = \int_{N-1}^N L^u(i) di = 0, \quad L^s = \int_{N-1}^N L^s(i) di = \int_{\min\{I, \gamma^{-1}(\frac{W^s}{R})\}}^N Y\gamma(i)^{\zeta-1} c\left(\frac{W^s}{\gamma(i)}\right)^{\zeta-\sigma} W^{-\zeta} di \quad (4)$$

高技能劳动力在单位任务  $[N-1, N]$  区间的生产率  $E^s$  为  $\gamma(i)$  函数在  $[I^0, N]$  之间取值的均值，也即  $E^s = \int_{I^0}^N \gamma(i) di / (N - I^0)$ 。可以推出：

$$\frac{\partial E^s}{\partial I^0} = \frac{\partial \left( \int_{I^0}^N \gamma(i) di / (N - I^0) \right)}{\partial I^0} = \frac{\int_{I^0}^N \gamma(i) di - \gamma(I^0) \cdot (N - I^0)}{(N - I^0)^2} > 0 \quad (5)$$

由于  $I^0 = \min\{I, I^*\}$ ， $I^* = \gamma^{-1}(W^s/R)$ ，可以推断在生产自动化边界内利率  $R$  降低、高技能劳动力工资  $W^s$  提高都会导致高技能劳动力的平均生产率提高；而如果生产自动化边界  $I$  低于临界值  $I^*$ ，则拓展生产自动化边界会使高技能劳动力平均生产率提高。

$$\frac{\partial E^s}{\partial N} = \frac{\partial \left( \int_{I^0}^N \gamma(i) di / (N - I^0) \right)}{\partial N} = \frac{\gamma(N) \cdot (N - I^0) - \int_{I^0}^N \gamma(i) di}{(N - I^0)^2} > 0 \quad (6)$$

生产任务的复杂程度拓展时  $N$  取值提高，其他变量不变的情况下高技能劳

动力的平均生产率提高。

$\gamma'(i)$ 的取值决定高技能劳动力生产率的变化速度，由于篇幅受限这里不做详细讨论。

## 2. 假设初始条件满足情形 2——低技能劳动力效率工资超低的情况

此时生产由低技能劳动力完成；当  $i$  提高时， $W^u/\Phi$  不变， $W^s/\gamma(i)$  减小，厂商在临界值  $I^*$  达到  $W^u/\Phi = W^s/\gamma(I^*)$ ，此时使用高低技能劳动力生产不存在成本差异，符合情形 5。此后随着  $i$  进一步提高， $W^u/\Phi > W^s/\gamma(i)$  符合情形 3，生产任务根据最低成本原则由高技能劳动力完成。

生产  $Y$  所需的各类要素投入量为：

$$K = \int_{N-1}^N k(i) di = 0, L^u = \int_{N-1}^N l^u(i) di = \int_{N-1}^{W^s/\gamma(i)=W^u/\Phi} Y \Phi^{\zeta-1} c \left(\frac{W^u}{\Phi}\right)^{\zeta-\sigma} W^{u-\zeta} di \quad (7)$$

$$L^s = \int_{N-1}^N l^s(i) di = \int_{W^s/\gamma(i)=W^u/\Phi}^N Y \gamma(i)^{\zeta-1} c \left(\frac{W^s}{\gamma(i)}\right)^{\zeta-\sigma} W^{-\zeta} di \quad (8)$$

高技能劳动力的平均生产率  $E^s$  为  $\gamma(i)$  函数在  $[I^*, N]$  之间取值的均值，也即  $E^s = \int_{I^*}^N \gamma(i) di / (N - I^*)$ ，低技能劳动力的平均生产率为  $E^u = \gamma(N-1)$ 。可以推断：

$$\frac{\partial E^s}{\partial I^*} = \frac{\partial \left( \int_{I^*}^N \gamma(i) di / (N - I^*) \right)}{\partial I^*} = \frac{\int_{I^*}^N \gamma(i) di - \gamma(I^*) \cdot (N - I^*)}{(N - I^*)^2} > 0 \quad (9)$$

$$\frac{\partial E^u}{\partial I^*} = \frac{\partial \gamma(N-1)}{\partial I^*} = 0 \quad (10)$$

$$\frac{\partial E^s}{\partial N} = \frac{\partial \left( \int_{I^*}^N \gamma(i) di / (N - I^*) \right)}{\partial N} = \frac{\gamma(N) \cdot (N - I^*) - \int_{I^*}^N \gamma(i) di}{(N - I^*)^2} > 0 \quad (11)$$

$$\frac{\partial E^u}{\partial N} = \frac{\partial \gamma(N-1)}{\partial N} = \gamma'(N-1) > 0 \quad (12)$$

由于  $I^* = \gamma^{-1}(W^s/R)$ ，可以判断  $W^s$  提高、 $R$  降低都可能导致高技能劳动力的平均生产率提高；但是对低技能劳动力的平均生产率没有影响。任务的复杂程度拓展时  $N$  的取值提高，高技能和低技能劳动力的平均生产率都会提高。 $\gamma'(i)$ 的取值决定了高低技能劳动力平均生产率的变化速度。

## 3. 对其他情况的讨论

初始条件满足情形 3（高技能劳动力效率工资超低）时，生产由高技能劳动

力完成；随着  $i$  提高， $W^s/\gamma(i)$  持续减小，生产任务始终由高技能劳动力完成。考虑到这种情况不普遍，本文不做详细讨论。情形 4、5 和 7 的情况在前文中已有分析，不再赘述。初始条件满足情形 6 时，也即  $R=W^u/\Phi < W^s/\gamma(i)$  时，在生产单位任务  $[N-1, N]$  的过程中，资本和低技能劳动力可自由替换。然而如果单位任务的生产区间变动，例如单位任务区间变为  $[N'-1, N']$ ，由于  $\Phi' \equiv \gamma(N') > \gamma(N) \equiv \Phi$ ，此时  $R > W^u/\Phi'$ ，生产任务由低技能劳动力完成。此外，一旦生产进入单位任务  $[N'-1, N]$ ，由于  $\Phi$  变化为  $\Phi'$ ， $R$ 、 $W^u/\Phi$  和  $W^s/\gamma(i)$  之间的均衡转换为  $R$ 、 $W^u/\Phi'$  和  $W^s/\gamma(i)$  间的均衡，此时的要素投入需要重新根据前述六种情形进行讨论。

### （三）理论模型的经济学含义

本文的理论模型分析了在不同临界条件下行业生产要素投入的决定因素，特别讨论了在利率超低、低技能劳动力效率工资超低等情况下，生产产品  $Y$  所需的各类要素投入总量以及劳动力生产率的决定。文章关于低技能劳动力效率工资超低的情形可以与中国 2002 年前后国有企业改革时大批农村劳动力涌入城市的状况相对应，关于利率超低的情况则可以与中国人工成本迅速攀升之后（以 2013 年为例）相对应。两种情形之间的转化反映出资本与低技能劳动力之间的替代，在本文中以 2007 年为观测点进行考察。理论模型对不同情形下的要素投入量和劳动生产率的决定机制进行了推断，并分析了其中的决定因素。假设劳动力市场充分流动，各行业面对的要件成本可比，此时同一时期不同行业要素配置的差异体现出自动化边界、生产任务的复杂程度的变化以及行业劳动生产率的差别，同一行业在不同时期要素配置的差异在自动化边界、生产任务区间拓展等的影响之外，更多受到要素成本相对变化的影响。我们从模型可以看到，生产方程的参数变化会影响劳动生产率，其直接的经济学含义是如何实现行业升级乃至整体经济结构的升级；而劳动生产率变化又可能使要素的投入组合受到影响，其政策价值是如何应对产业升级带来的要素投入调整。本文将在后文的经验分析部分做具体讨论。

## 四、经验模型的设定和数据说明

### (一) 经验模型的设定

#### 1. 基线模型

本文的经验模型通过分析不同技能劳动力进入一个行业就业的概率决定机制以及行业人均投资水平在其中发挥的作用，检验行业生产中资本与劳动的匹配变化，并通过行业人均投资水平与劳动力技能的交叉项，检验行业的资本深度提高对不同技能劳动力就业的影响。具体模型如下<sup>①</sup>：

$$P^t(J_{kj}=1) = \alpha^{kt} + \beta_h^{kt}H + \beta_l^{kt}L + \gamma^{kt}FAI^{kjt} + \delta_h^{kt}(H \cdot FAI^{kjt}) + \delta_l^{kt}(L \cdot FAI^{kjt}) + \lambda^{kt}X \quad (13)$$

其中， $J_{kj}=1$  表示个体劳动力在地区  $j$  的行业  $k$  找到工作； $P^t$  为其概率；

$H$  取值为 1 表示该劳动力是高技能，否则取值为 0； $L$  取值为 1 表示该劳动者是低技能，否则取值为 0；参照组为中等技能劳动力；系数  $\beta_h^{kt}$  和  $\beta_l^{kt}$  表示相对于参照组，高低技能劳动力进入  $k$  行业的概率差别；当  $\beta_h^{kt}$  和  $\beta_l^{kt}$  为正时高或低技能劳动力以更高概率进入  $k$  行业，这种概率差别与该行业的投资水平无关。

$FAI^{kjt}$  表示地区  $j$  的行业  $k$  在第  $t$  年时从业人员人均固定资产投资水平；系数  $\gamma^{kt}$  表示时期为  $t$  时行业  $k$  的人均投资对劳动力进入该行业就业概率的影响。如果  $\gamma^{kt} > 0$  说明行业内劳动力就业概率随资本深化而提高，这可能有两个潜在原因：一是单位劳动需求不变，但人均资本投入较高的地区其行业发展也较快，行业就业规模整体扩大；二是人均资本投入增加时生产过程的复杂程度有所提高，因此对劳动力的需求也同时增加。在这两种情况下，随着行业人均投资的增加行业从业人员的平均生产率都得以提高，且第二种情况下生产率提高得更快，行业实现了产业升级，同时促进了就业。如果  $\gamma^{kt} < 0$  表示人均固定资产投资越高，参照组劳动力进入行业就业的概率越低，此时不排除生产任务拓展和行业规模扩大的可能性，但是资本深化使得单位任务生产对劳动的需求下降，这一影响发挥了主导作用。虽然人均投资增加带来行业劳动生产率提高，但是投资替代就业的特征也

<sup>①</sup> 作者也尝试了加入投资变量的二次项及其与劳动力技能水平的交叉项，检验投资用工需求的变化是否存在规模衰减，得到的结果与预期一致，也即包含二次项的变量的系数与一次项的系数相反，说明投资变化的用工偏好确实存在递减性，但是这种影响的规模非常小。为了模型和报告结果的简洁性，本文在正文中提供的结果是不包括二次项的模型回归结果。

比较明显。如果  $\gamma^{kt}=0$ ，则人均固定资产投资对劳动力进入行业就业的概率无影响。

$H \cdot FAI^{kj}$  或  $L \cdot FAI^{kj}$  表示劳动力技能水平与行业  $k$  人均投资的交叉项；系数  $\delta_h^{kt}$  和  $\delta_l^{kt}$  表示时期为  $t$  时行业  $k$  的投资对高、低技能劳动力进入该行业概率的特定影响。当  $\delta_h^{kt}$  为正或  $\delta_l^{kt}$  为负时，行业人均投资增加会伴随高技能劳动力更多进入该行业或低技能劳动力更少进入该行业，此时行业投资深化是高技能偏向型，人均投资增加同时就业人员技能水平提高，劳动生产率显著上升。当  $\delta_h^{kt}$  为负或  $\delta_l^{kt}$  为正时，行业人均投资增加使高技能劳动力以更低概率进入该行业或者低技能劳动力以更高概率进入该行业，此时行业投资深化属于低技能偏向型，人均投资增加使行业劳动生产率提高，但是投资所需要的就业人员技能结构整体向低技能转移。

$X$  为控制变量，包括劳动力的性别、年龄组、婚姻状况等个人特征以及所在地区的人均 GDP 水平、常住人口规模、劳动年龄人口中高技能人口的占比和低技能人口的占比、所在省份等； $\lambda^{kt}$  为  $X$  的估计系数。其中，所在地区的 GDP 水平和所在省份可能影响行业的劳动力需求，而人口规模、劳动年龄人口中高技能和低技能人口占比反映了该地区的劳动力供给状况，对个体劳动力进入不同行业的概率可能存在影响。

## 2. 时点对比模型

为了对比投资与不同技能水平劳动力的匹配特点在不同考察期之间的变化，我们分别将 2002 和 2007 年以及 2007 和 2013 年样本进行混合，考察了如下模型：

$$P(J_k=1) = \alpha^k + \beta_h^k H + \beta_l^k L + \gamma^k FAI^{kj} + \delta_h^k (H \cdot FAI^{kj}) + \delta_l^k (L \cdot FAI^{kj}) + \beta^k T + \beta_h^k (H \cdot T) + \beta_l^k (L \cdot T) + \gamma^k (FAI^{kj} \cdot T) + \delta_h^k (H \cdot FAI^{kj} \cdot T) + \delta_l^k (L \cdot FAI^{kj} \cdot T) + \lambda^k X \quad (14)$$

其中， $T$  表示是否后一个考察年度的虚拟变量，例如 2002 与 2007 年样本混合时  $T$  表示是否 2007 年样本；当  $T$  的系数显著，说明劳动力进入该行业的概率在前后年度间有差别，这种差别与行业投资、劳动力的受教育水平等无关； $T$  与相关变量交叉项的系数是否显著则反映了相关变量对就业的影响在不同时期之间是否发生了变化，我们将在后面的结果中进行具体讨论。

### 3. 提高最低工资对生产要素投入的影响

我们着重检验理论模型中外生因素导致的低技能劳动力工资提高对生产方式的影响。中国的最低工资由区县一级地方政府制定、并经省政府审批后实施。2010年之后各地方政府在改善民生的大背景下竞相提高最低工资标准，2010到2012年全国最低工资标准平均涨幅为22%，很多研究都指出这一脱离市场需求的外生政策变化给制造业生产带来了巨大的压力。考虑到最低工资的绝对水平一般与地区经济发展水平密切相关，而最低工资标准的提高一般由政府部门决定，具有较强的外生性<sup>①</sup>，我们检验最低工资模型以考察人工成本提高对于行业生产决策的影响。

$$P^t(J_{kj}=1) = \alpha^{kt} + \beta_h^{kt} H + \beta_l^{kt} L + \gamma^{kt} FAI^{kjt} + \delta_h^{kt} (H \cdot FAI^{kjt}) + \delta_l^{kt} (L \cdot FAI^{kjt}) + \eta^{kt} Z^{jt} + \eta_h^{kt} (H \cdot Z^{jt}) + \eta_l^{kt} (L \cdot Z^{jt}) + \varphi^{kt} (FAI^{kjt} \cdot Z^{jt}) + \varphi_h^{kt} (H \cdot FAI^{kjt} \cdot Z^{jt}) + \varphi_l^{kt} (L \cdot FAI^{kjt} \cdot Z^{jt}) + \lambda^{kt} X \quad (15)$$

其中， $Z^{jt}$ 表示劳动力所在的地区 $j$ 在 $t-1$ 年也即观测期的前一年是否提高了最低工资水平，如果所在地区上年提高了最低工资标准则 $Z^{jt}$ 取值为1；反之取值为0。 $Z^{jt}$ 与 $FAI^{kjt}$ 交叉项的系数 $\varphi^{kt}$ 表示在上年提高和未提高最低工资的两类地区之间，投资的就业匹配效应是否存在差别。变量 $H \cdot FAI^{kjt} \cdot Z^{jt}$ 和 $L \cdot FAI^{kjt} \cdot Z^{jt}$ 的系数分别捕捉了两类地区的生产在对不同技能劳动力需求上的异质性。

#### (二) 指标和数据说明

受限于数据的可得性，本文只能够对行业按大类进行考察，检验结果将反映中国制造业整体的平均生产特征变化，其变化原因可能包括细分行业在自身生产方式上的调整，也包括细分行业的结构性变化，例如一些细分行业逐渐衰落而另一些细分行业迅速发展。本文认为从行业大类的平均生产特点进行考察对于我们了解产业结构的整体变迁，具有重要意义。本文采用的投资数据为地级市层面的行业人均固定资产投资数据。其中地区行业固定资产投资总额主要来自中国经济数据库，并根据固定资产投资价格指数以2002年为基期进行调整。地级市分行业的就业人员数统计数据没有公布，我们将各地级市在所在省份的行业GDP占

<sup>①</sup> 参见人力资源与社会保障部“关于印发人力资源和社会保障事业发展‘十二五’规划纲要的通知”，[http://www.mohrss.gov.cn/ghcws/GHCWSzhengcewenjian/201107/t20110721\\_83609.html](http://www.mohrss.gov.cn/ghcws/GHCWSzhengcewenjian/201107/t20110721_83609.html)。

比乘以该省分行业的就业人数进行估算。从计算得出的分行业人均投资的规模来看，整体而言中国固定资产投资在 2002 到 2014 年持续增加，各行业人均固定资产投资年均增幅为 20.9%。

文章使用的城镇就业人员微观数据来自中国住户收入调查数据（China Household Income Project Survey, CHIPS），该数据收集了 2002、2007 和 2013 年 3 个时点上 16 到 59 岁之间城镇地区劳动年龄人口的信息，包括他们是否就业、在哪些行业就业等，也包括劳动力的性别、年龄、民族、受教育水平、职业、工资水平等。由于行业划分标准在 3 个调查年度之间发生了变化，我们将不同年度的行业进行了小范围的合并处理使之在整个考察区间具有可比性。此外，我们将样本按照历年《中国统计年鉴》公布的城镇人口的整体分布进行了权重调整使样本具有全国代表性。本文采用的“低技能劳动力”定义是初中及以下受教育水平的劳动力，认为这些劳动力只获得了通识教育培训，学习和掌握专业技术的基础较差，潜在就业岗位的进入门槛较低；与此对应，“中等技能劳动力”的定义是具有高中及中专教育程度的劳动力、“高技能劳动力”的定义是大专及以上学历教育程度的劳动力。

## 五、投资与就业技能结构调整的微观检验

### （一）投资与就业匹配的基线检验

基线模型（公式 13）的回归结果如表 3 所示，受到篇幅限制及样本代表性等原因，本文中只列示了 7 个行业的关键回归结果<sup>①</sup>。不同受教育水平的劳动力进入不同行业的概率差异非常大，例如高技能劳动力以更高比例进入公共管理、科研技术和信息软件业以及金融业就业，而以较低比例进入批发零售和住宿餐饮业、交通运输业、社会服务业以及制造业。

2002 年，多数行业人均固定资产投资的系数都不显著，说明资本深化没有

<sup>①</sup> 其余 7 个行业并未报告的主要原因包是：采矿业、水利、环境和公共设施的管理业、房地产业以及农林牧渔业的劳动力总量少于 200 个，对于不同时期、地区的代表性不足；建筑业、电力、燃气和水的生产和供应业的结果基本不显著；文化体育娱乐和教育卫生业与公共管理行业的趋势非常类似，我们只报告公共管理行业的结果说明问题。回归结果备索。



影响参照组劳动力进入该行业的就业概率。少数行业的人均投资影响了参照组劳动力进入该行业的概率。例如，公共管理业和制造业的人均投资提高会使劳动力进入行业的概率下降，反映出资本对就业的替代关系。然而社会服务业的人均资本提高，劳动力进入该行业的概率会上升，反映出地区服务业发展伴随的就业创造效应。

一些行业的人均投资规模变化带来了用工需求在技能方面的结构性调整，例如金融业人均固定资产投资增加使其对高技能劳动力的偏好下降<sup>①</sup>。单位任务的资本投入增加替代高技能劳动力，这一结果符合理论预期。科研技术和信息软件业与此类似，但下降速度慢于金融业，可能的原因是其生产任务的复杂程度较高，高技能劳动力的生产优势更加明显。与此相比，交通运输行业的人均固定资产投资增加时低技能劳动力进入该行业的就业概率下降，反映出资本对低技能劳动力的替代作用，就业技能结构向上调整。公共管理、制造业、批发零售和住宿餐饮业以及社会服务业的人均投资增加都没有伴随用工技能结构的变化。

2007年，制造业和交通运输业的资本深化替代了就业，但是没有带来就业技能偏好的变化。金融业人均固定资产投资增加时劳动力进入该行业就业的概率有所提高，反映了金融业在这一时期的扩张。科学技术和信息软件业的人均固定资产投资增加时，低技能劳动力进入该行业就业的概率上升。可能的原因是资本深化能够带来科学技术和信息软件业的生产任务区间拓展，提高了低技能劳动力生产率进而提高生产对其需求。社会服务业人均固定资产投资增加时高技能劳动力进入该行业就业的概率提高，反映出此时该行业生产任务进一步拓展，对高技能劳动力产生偏好。而对于公共管理部门、批发零售业和住宿餐饮业而言，人均固定资产投资增加不影响劳动力的就业概率，且人均固定资产投入没有表现出用工技能偏好的变化。

---

<sup>①</sup> 本文捕捉到的人均固定资产投资加深对高技能劳动力偏好下降，可能反映了中国金融业在上世纪末到本世纪初信息化大发展的结果。从上世纪90年代中期开始，随着计算机应用普及，早期计算机使用替代了大量就业岗位（例如人工记账和复核），且对从业人员的技能要求显著提高。然而从上世纪末到本世纪初，随着电子化信息化程度加深，金融业信息化进入数据集中和应用阶段，这一时期金融业对信息技术的推广和使用使其对高技能劳动力的要求有所降低（梁文玲，2003）。详见“信息产业报道：银行业成长伴随信息化”，<https://tech.sina.com.cn/i/w/2004-08-12/1611403551.shtml>。

2013年，在公共管理部门人均固定资产投资较高的地区，低技能劳动力进入该行业的概率显著下降，行业投资带来了行业就业技能结构向上调整。制造业投资仍然存在替代就业的特点。科学技术和信息软件业与此类似，但是两个行业的就业技能结构在这一过程中都没有发生变化。金融业和交通运输业的人均固定资产投资提高都未影响劳动力的行业就业概率。批发零售和住宿餐饮业以及社会服务业的人均投资提高都带来了对高技能劳动力的替代，就业技能结构向下调整。

表 3 行业投资对就业概率的影响

2002年	公共管理	制造业	金融业	科研技术	批发零售		
				和信息软件	交通运输	和住宿餐饮	社会服务
高技能劳动力 (是=1, 否=0)	0.756*** (0.071)	-0.314*** (0.108)	0.434*** (0.095)	0.553*** (0.115)	-0.354*** (0.117)	-0.385*** (0.090)	-0.351*** (0.095)
低技能劳动力 (是=1, 否=0)	-0.450*** (0.082)	-0.053 (0.096)	-0.234** (0.110)	-0.293* (0.153)	0.166* (0.099)	0.118 (0.075)	0.146* (0.085)
行业人均固定资产投资(千元) (此后简称 FAI)	-0.024** (0.011)	-0.010*** (0.003)	0.017 (0.064)	-0.001 (0.004)	0.002 (0.002)	0.010 (0.008)	0.017** (0.007)
高技能 · FAI	-0.009 (0.007)	-0.001 (0.005)	-0.095** (0.047)	-0.006** (0.003)	0.000 (0.002)	-0.003 (0.007)	0.002 (0.007)
低技能 · FAI	0.006 (0.009)	0.003 (0.004)	-0.074 (0.056)	-0.003 (0.004)	-0.004** (0.002)	-0.005 (0.006)	-0.008 (0.006)
观测样本	14 211	14 211	14 211	13 320	14 211	14 211	14 211
<b>2007年</b>							
高技能劳动力 (是=1, 否=0)	0.684*** (0.066)	-0.391*** (0.065)	0.494*** (0.092)	0.223* (0.125)	-0.447*** (0.111)	-0.437*** (0.062)	-0.291*** (0.061)
低技能劳动力 (是=1, 否=0)	-0.465*** (0.109)	-0.076 (0.071)	-0.077 (0.140)	-0.650*** (0.184)	-0.078 (0.107)	0.157** (0.063)	0.156** (0.065)
行业 FAI(千元)	0.005 (0.005)	-0.002*** (0.001)	0.051* (0.029)	-0.002 (0.003)	-0.002*** (0.001)	0.002 (0.001)	-0.002 (0.002)
高技能 · FAI	-0.003 (0.005)	0.001 (0.001)	-0.033 (0.024)	0.002 (0.003)	0.001 (0.001)	-0.001 (0.001)	0.002* (0.001)
低技能 · FAI	-0.011 (0.008)	0.000 (0.001)	-0.034 (0.037)	0.008** (0.004)	0.001 (0.001)	-0.001 (0.001)	-0.001 (0.001)
观测样本	17 705	17 705	16 449	17 705	17 705	17 705	17 705
<b>2013年</b>							
高技能劳动力 (是=1, 否=0)	0.487*** (0.084)	-0.257*** (0.089)	0.484*** (0.114)	0.466*** (0.141)	-0.348*** (0.133)	-0.392*** (0.080)	-0.213*** (0.078)
低技能劳动力 (是=1, 否=0)	-0.178 (0.115)	0.017 (0.086)	-0.435** (0.180)	-0.535*** (0.182)	0.144 (0.127)	0.094 (0.073)	0.058 (0.073)
行业 FAI(千元)	0.005 (0.004)	-0.001*** (0.000)	0.003 (0.008)	-0.006*** (0.002)	-0.001 (0.000)	-0.000 (0.001)	-0.001 (0.001)

高技能 · FAI	0.001 (0.003)	-0.001 (0.000)	0.003 (0.005)	-0.000 (0.002)	-0.000 (0.000)	-0.001** (0.001)	-0.001* (0.000)
低技能 · FAI	-0.013*** (0.005)	-0.000 (0.000)	0.001 (0.007)	0.002 (0.002)	-0.000 (0.000)	-0.000 (0.001)	0.001 (0.000)
观测样本	12 045	12 045	11 334	12 045	12 045	12 045	12 045

说明：本表的回归参照组为中等技能劳动力；括号内为标准误；\*\*\*表示  $p < 0.01$ ，\*\*表示  $p < 0.05$ ，\*表示  $p < 0.1$ ；模型中同时控制了劳动力的性别、年龄组、婚姻状况以及所在地区的人均 GDP 水平、常住人口规模、劳动年龄人口中高技能人口占比和低技能人口占比和所在省份。下表同。

## （二）投资与就业匹配的时点比较

表 4 梳理了时点对比模型（公式 14）中与年度变化相关的变量的系数情况。整体而言，从 2002 到 2007 年再到 2013 年劳动力进入制造业就业的概率持续下降，表现为年度变量的系数显著为负，但制造业人均投资增加对就业的替代作用持续减弱，且这种趋势在不同技能的劳动力之间没有显著差别。这说明早期投资对劳动的替代是很容易的，而后面替代难度逐渐提高，随着生产逐步趋于自动化技术边界，资本对劳动的替代空间越来越小<sup>①</sup>。据此可以判断，如果人工成本持续上升，行业的总生产成本将不能通过要素替代得以有效控制，这符合我们对制造业的观察。资本替代就业和技能结构不变反映出中国的制造业升级长期以来是通过资本密集度增加实现的，从业人员的技能结构没有得到改善。从最终目标来看，制造业升级意味着中国产品出口竞争力不断提高、产品质量不断改善、产品在全球价值链上不断攀升，其途径应当是生产任务复杂程度提高，单纯通过资本深化不能实现这一目标。资本深化、替代劳动在解决生产成本的变化、提高生产效率方面能够发挥作用，但在促进产业升级方面仍停留在初级阶段。

2002 到 2007 年，随着制造业整体就业规模的下降，服务业成为吸纳就业的主要部门，具体包括科研技术和信息软件业、交通运输业、批发零售和住宿餐饮业以及社会服务业。但是，这些行业人均固定资产投资与 2007 年虚拟变量的交叉项的系数均为负（其中交通运输业的影响为负但不显著），说明这些行业的投

<sup>①</sup> 资本深化可能带来自动化边界的拓展。但是我国的发展阶段和较长时期以来劳动力成本较低的现实使得行业生产特别是制造业部门的生产要素投入距离自动化边界较远。自动化边界的约束在近年来我国劳动成本上升的情况下才逐渐显现出来，本文在行业层面上发现人均资本投入对劳动的替代越来越困难就应当说明了这一点。由于各地区的行业发展水平也存在差异，对于那些行业发展水平较高（趋近自动化边界）同时人工成本也较高的地区，他们可能会通过资本投入扩展自动化生产边界。

资深化对就业的替代效果在加强。整体而言，中国科研技术和信息软件业投资对高技能就业、劳动总量的替代作用逐渐减弱，从趋势来看该行业投资深化会在未来带动行业的升级发展。交通运输业投资则相反，相比 2002 年，2007 年该行业投资深化对低技能劳动力的替代作用显著减弱，2007 到 2013 年替代作用也有所放缓，该行业在这一时期的发展应当是以市场扩张为主而没有发生产业升级。批发零售和住宿餐饮业在考察期提供的就业岗位持续增加，但是投资深化对就业的替代作用逐渐加强，表现为 2007 和 2013 年虚拟变量与行业人均固定资产投资交叉项的系数都为负，这可能反映出电子商务等迅速发展使批发零售和住宿餐饮业市场迅速扩大，同时资本对就业产生了替代作用。该行业没有实现技术密集型发展，但是资本深化带来了劳动生产率的提高，同时市场不断扩大创造了就业岗位，表现出了良好的产业升级势头和吸纳就业潜力。2002 到 2007 年，社会服务业投资的就业创造效果显著减弱，2007 到 2013 年资本深化对高技能劳动力的需求下降，行业经历了从业人员技能结构降级，这可能是由于伴随着中国国民收入提高，市场对于租赁、居民服务、其他服务业等相对低技能服务的需求迅速增加导致的。

表 4 行业投资影响就业概率的时点对比

	公共管理	制造业	金融业	科研技术和 信息软件	交通运输	批发零售和 住宿餐饮	社会服务
<b>2002 年和 2007 年</b>							
2007 年虚拟变量	0.066 (0.080)	-0.294*** (0.088)	0.001 (0.107)	0.366*** (0.137)	0.274** (0.115)	0.146** (0.072)	0.196** (0.077)
2007 年·高技能	-0.111 (0.096)	-0.125 (0.124)	0.042 (0.127)	-0.272 (0.167)	-0.094 (0.163)	-0.037 (0.108)	0.037 (0.115)
2007 年·低技能	-0.039 (0.133)	-0.004 (0.116)	0.135 (0.171)	-0.387 (0.238)	-0.196 (0.146)	0.091 (0.096)	0.083 (0.108)
2007 年虚拟变量·FAI	0.023*** (0.007)	0.005* (0.003)	-0.032 (0.038)	-0.008*** (0.003)	-0.001 (0.002)	-0.009* (0.005)	-0.013*** (0.004)
2007 年·高技能·FAI	0.005 (0.009)	0.002 (0.005)	0.067 (0.052)	0.008** (0.004)	0.001 (0.002)	0.002 (0.008)	-0.001 (0.007)
2007 年·低技能·FAI	-0.018 (0.011)	-0.002 (0.004)	0.037 (0.065)	0.010* (0.005)	0.004** (0.002)	0.002 (0.007)	0.005 (0.006)
观测样本数	31 916	31 916	31 916	31 916	31 916	31 916	31 916
<b>2007 年和 2013 年</b>							
2013 年虚拟变量	-0.081 (0.090)	-0.212** (0.084)	0.055 (0.132)	-0.394** (0.155)	-0.157 (0.129)	0.135* (0.073)	0.006 (0.075)
2013 年·高技能	-0.161 (0.105)	0.166 (0.110)	-0.060 (0.147)	0.241 (0.181)	0.090 (0.168)	0.008 (0.100)	0.045 (0.097)
2013 年·低技能	0.269**	0.023	-0.347	0.105	0.223	-0.018	-0.068

	(0.154)	(0.111)	(0.227)	(0.249)	(0.162)	(0.095)	(0.095)
2013 年虚拟变量·FAI	0.003	0.001**	-0.028	0.005*	0.001*	-0.002**	0.002
	(0.004)	(0.001)	(0.021)	(0.003)	(0.001)	(0.001)	(0.001)
2013 年·高技能·FAI	0.004	-0.001	0.034	-0.003	-0.001	-0.001	-0.003**
	(0.005)	(0.001)	(0.024)	(0.003)	(0.001)	(0.001)	(0.001)
2013 年·低技能·FAI	-0.001	-0.000	0.039	-0.006	-0.001	0.001	0.002
	(0.009)	(0.001)	(0.037)	(0.004)	(0.001)	(0.001)	(0.001)
观测样本数	29 750	29 750	27 783	29 750	29 750	29 750	29 750

## 六、最低工资变化对投资与就业匹配的影响

我们在模型中引入最低工资的变化状况以考察劳动成本变化对投资、劳动匹配的影响，也即检验最低工资模型（公式 15），回归结果见表 5。*FAI*、高技能和低技能虚拟变量及其与 *FAI* 的交叉项的系数与表 3 中的结果非常吻合<sup>①</sup>。几项整体上的特征值得关注。第一，2002 和 2007 年的估计结果中 *Z* 值及其交叉项变量回归系数多不显著，而 2013 年估计系数大多显著，说明最低工资标准的提高在 2013 年有了更实际的影响。第二，提高最低工资与低技能占比较高行业的要素投入的关系非常符合预期，这包括批发零售和住宿餐饮业、社会服务业、制造业等；但是对于公共管理行业、金融业和科研技术和信息软件业而言，它们本身的低技能岗位很少，或者生产决策受到政府政策干预，因此要素投入特征与最优生产决策有出入。第三，在是否提高了最低工资的两类地区之间，生产要素投入差别较大的是交通运输行业、批发零售和住宿餐饮业、公共管理业和制造业，其他几个行业在两类地区间表现差别不大，可能跟它们的生产自动化技术不高、要素替代空间有限有关。其中，金融业和科研技术和信息软件业的就业人员中低技能劳动力较少，提高最低工资对生产总成本的影响较小，但社会服务业不同，最低工资提高将迅速反映到这一行业的生产成本上升方面。由于篇幅受限，本文只保留了就业占比最大的制造业和批发零售和住宿餐饮业两个行业的相关分析。

2001 年提高了最低工资的地区，在 2002 年制造业投资对低技能的需求明显低于前一年未提高的地区，资本对劳动的替代效果显著。这一效果在 2007 和 2013 年仍然为负但是统计上并不显著，说明人均投资加深不再持续替代低技能劳动

<sup>①</sup> 唯一较大的差异是在控制所在地区最低工资标准是否提高之后，批发零售和住宿餐饮业 *FAI* 系数在 2007 和 2013 年为正且统计显著，说明该行业人均固定资产投资较高时就业规模会有所提高。该差异没有影响本文的关键结论和政策建议。

力。2012年提高了最低工资的地区，在2013年制造业生产投入了更多的高技能劳动力，它们对低技能劳动力的吸纳能力也更强。从生产本身来看，*FAI*在未提高最低工资的地区的回归系数显著且取值为-0.002，而在提高了最低工资的地区*FAI*的系数为0（-0.002+0.002），投资加深对于劳动的替代作用不存在，且资本不存在技能偏好。我们从中得出两点推断。第一，在提高了最低工资的地区制造业生产规模较低但是更为高级或者说实现了升级。这些制造业企业没有通过资本替代劳动力特别是低技能劳动力以控制生产成本，这可能受制于自动化技术的限制，也可能是受到了其他发展中国家廉价劳动力竞争从而资本外流的影响。在不能通过调整生产方式控制成本的情况下，制造业只能调整生产任务，其调整方式包括既有企业拓展生产任务的复杂程度、提高产品附加值，也可能包括一些企业在人工成本提高的过程中倒闭或转移，只留下具有一定的技术优势和盈利空间的企业，其综合结果是制造业整体的转型升级。第二，人工成本上升并不意味着制造业必然衰落和低技能劳动力的大量失业，行业本身的升级是一条出路。随着生产区间拓展，制造业投资仍然可能创造出大量的低技能就业岗位，并且此时低技能劳动力的生产率随生产的转型而提高。了解这两个基本事实对于正确判断中国制造业未来的发展前景至关重要。

2002年最低工资没有给批发零售和住宿餐饮业就业带来调整。2007年在未提高最低工资的地区，*FAI*的系数是0.004，在提高了最低工资的地区，系数变为-0.001（0.004-0.005），投资深化会替代就业岗位。2013年在未提高最低工资地区，低技能劳动力进入行业的概率系数是0.346，提高了最低工资的地区该系数为-0.101（0.346-0.447），低技能就业岗位明显萎缩。*FAI*的系数在未提高最低工资的地区是0.002，在提高了最低工资的地区是-0.002（0.002-0.004），投资深化对就业的替代效果明显。投资深化对低技能岗位的替代在提高了最低工资的地区略弱（*FAI*与低技能的交叉项在未提高最低工资的地区是-0.002，在提高了最低工资的地区是0.001（-0.002+0.003）），说明一旦最低工资提高，该行业投资深化对就业的替代是整体性的，在不同技能水平的差异化影响不强。

表 5 控制最低工资的变动后检验行业投资对就业影响的概要

2002 年	公共管理	制造业	金融业	科研技术和 信息软件	交通运输	批发零售和 住宿餐饮	社会服务
Z · 高技能	-0.216 (0.194)	0.440 (0.344)	-0.002 (0.259)	0.791* (0.458)	0.126 (0.334)	0.334 (0.294)	-0.028 (0.216)
Z · 低技能	0.089 (0.231)	0.474 (0.338)	0.097 (0.287)	0.604 (0.408)	-0.486 (0.316)	0.300 (0.217)	-0.056 (0.185)
Z · FAI	-0.018 (0.031)	0.005 (0.011)	0.446*** (0.115)	0.012 (0.009)	-0.002 (0.004)	-0.002 (0.016)	-0.061*** (0.022)
Z · 高技能 · FAI	0.030 (0.027)	-0.018 (0.016)	-0.187 (0.125)	-0.029** (0.013)	0.000 (0.006)	-0.037 (0.024)	0.003 (0.019)
Z · 低技能 · FAI	0.010 (0.033)	-0.026* (0.015)	0.030 (0.132)	-0.010 (0.009)	0.009 (0.005)	-0.020 (0.018)	-0.031* (0.018)
观测样本数	14 211	14 211	14 211	13,320	14 211	14 211	14 211
<b>2007 年</b>							
Z · 高技能	0.327* (0.180)	0.181 (0.172)	-0.179 (0.224)	0.299 (0.349)	0.447* (0.266)	-0.170 (0.176)	-0.101 (0.205)
Z · 低技能	0.231 (0.255)	-0.043 (0.174)	-0.056 (0.302)	-0.621 (0.445)	0.250 (0.246)	-0.256 (0.156)	0.029 (0.186)
Z · FAI	0.048*** (0.015)	0.001 (0.001)	-0.077 (0.069)	-0.006 (0.007)	0.000 (0.002)	-0.005* (0.003)	0.003 (0.004)
Z · 高技能 · FAI	-0.023* (0.013)	-0.001 (0.001)	0.041 (0.063)	-0.006 (0.007)	-0.003* (0.002)	0.003 (0.003)	0.003 (0.004)
Z · 低技能 · FAI	-0.016 (0.020)	-0.000 (0.002)	0.061 (0.082)	0.015* (0.009)	-0.001 (0.002)	0.002 (0.003)	0.004 (0.004)
观测样本数	17 705	17 705	16 449	17 705	17 705	17 705	17 705
<b>2013 年</b>							
Z · 高技能	-0.115 (0.194)	0.395* (0.217)	0.337 (0.258)	-0.137 (0.318)	-0.851*** (0.319)	-0.111 (0.179)	0.069 (0.174)
Z · 低技能	0.718*** (0.253)	0.339* (0.196)	0.622* (0.373)	-0.753** (0.377)	-0.300 (0.254)	-0.447*** (0.159)	-0.283* (0.155)
Z · FAI	0.017** (0.007)	0.002** (0.001)	0.008 (0.013)	-0.003 (0.004)	-0.001* (0.001)	-0.004*** (0.001)	0.001 (0.001)
Z · 高技能 · FAI	0.001 (0.006)	-0.001 (0.001)	-0.016 (0.013)	-0.002 (0.005)	0.002** (0.001)	0.000 (0.001)	-0.000 (0.001)
Z · 低技能 · FAI	-0.015* (0.009)	-0.001 (0.001)	-0.087*** (0.024)	0.006 (0.005)	0.001 (0.001)	0.003** (0.001)	0.001 (0.001)
观测样本数	12 045	12 045	11 334	12 045	12 045	12 045	12 045

## 七、对主要发现的解读和政策启示

随着中国经济发展水平的不断提高，产业结构转型升级一直受到学界和政策制定者关注。本文通过对全国代表性大样本数据的检验分析了 2002 到 2013 年不同行业资本与不同技能劳动力的投入变化，考察了中国各行业生产方式的调整过程，并识别了行业发展引致的就业结构转型特点。这些结果为描述中国产业转型升级的现状提供了大量丰富细致的证据，为应对产业转型和就业结构调整提供了

政策依据。本文的分析得到以下三点推断：

第一，随着经济发展进入新常态，促进经济增长同时保障就业需要依靠产业转型升级。从现实来看，中国各行业资本深化带来了劳动生产率的提高，但不可避免地出现了就业机会萎缩及失业上升问题。应对这一情况，可行的方法是通过改善产品质量、拓展生产任务区间、增加产品附加值等提高劳动生产率，这一过程中资本与就业之间的替代关系显著减弱。制造业是中国最大的工业部门以及就业第一大行业，存在固定资产投资深化替代就业的现象，但在考察期内这种替代效应逐渐减弱，资本对劳动的替代难度逐渐提高。这一方面意味着人工成本上升会迅速地反映到工业制成品的价格上，削弱其在国际市场上的竞争优势；另一方面意味着通过增加人均资本提高劳动生产率的潜力降低。与此同时，制造业投资深化没有伴随着高技能劳动力的更多投入，由此可以推断生产过程中的技术、研发工作并没有显著增加。要想持续提高制造业劳动生产率、减缓制造业向外分流就业的趋势，就必须努力提高制造业产品品质、拓展其任务区间、提高低技能劳动力在制造业的生产率。

第二，制造业部门就业占比的下降客观上要求服务业吸纳制造业部门分流出的劳动力，同时不断提高自身劳动生产率以保障整体劳动生产率从而保障经济增长。从数据来看，中国服务业多个行业在 2002 到 2007 年迅速发展，就业岗位逐年增加；2007 到 2013 年就业规模逐渐趋于稳定，仅批发零售和住宿餐饮业继续扩张。在这一过程中，行业劳动生产率的变化较复杂。一方面，科研技术、信息软件和金融业等相对高端的服务业劳动生产率提高，但是就业规模有限，很难对提高整体劳动生产率发挥积极作用。另一方面，近年来电子商务和数字经济发展为批发零售和住宿餐饮业的扩张带来契机，技术升级使得这一行业的低技能劳动力生产率不断提高。对于整个经济而言，借助数字经济发展的优势，大力发展批发零售和住宿餐饮业，搭建中低技能劳动力再就业的平台，是提高低技能劳动生产率的有效方式。

第三，人工成本上升挤压了制造业就业岗位数量，客观上促进了中国制造业产业结构升级。2013 年，在提高了最低工资的地区，投资对于劳动的替代作用



减弱，且对于高技能劳动的需求提高，对于低技能的需求未受显著影响，反映出这些地区的制造业经过淘汰和重新洗牌后整体上表现出了升级特点。除制造业之外，服务业的就业需求也受到人工成本上升的影响。2013年在提高最低工资的地区，批发零售和住宿餐饮业、社会服务业等传统服务业的就业吸纳能力下降。抑制最低工资标准过快增长、提高劳动力市场流动性、改善公共就业服务都是短时期内控制社会集中转型成本的政策，加强教育与培训、提高在岗工人生产率、改善再就业能力、减小新增低技能劳动力，才是更为根本的推动产业转型升级的就业政策。

## 参考文献

- 包群、叶宁华、王艳灵（2015）：《外资竞争、产业关联与中国本土企业的市场存活》，《经济研究》第7期。
- 都阳（2013）：《制造业企业对劳动力市场变化的反应：基于微观数据的观察》，《经济研究》第1期。
- 都阳（2015）：《低生育率时代的经济发展：结构、效率与人力资本投资》，《国际经济评论》第2期。
- 韩民春、张丽娜（2015）：《中国制造业 FDI 撤离的就业效应和应对政策的效果》，《数量经济技术经济研究》第9期。
- 贾朋、张伟伟（2013）：最低工资标准提升的溢出效应，《统计研究》第4期。
- 江小涓（2002）：《中国的外资经济对增长、结构升级和竞争力的贡献》，《中国社会科学》第6期。
- 李玉梅、刘雪娇、杨立卓（2016）：《外商投资企业撤资动因与影响机理——基于东部沿海10个城市问卷调查的实证分析》，《管理世界》第4期。
- 梁文玲（2003）：《金融信息化趋势对银行业的影响及我国商业银行的应对之策》，《山东大学学报》（哲学社会科学版）第1期。
- 刘宗明（2011）：《投资冲击与劳动就业动态：经验事实与理论解释》，《南开经济研究》第6期。
- 卢荻（2003）：《外商投资与中国经济发展——产业和区域分析证据》，《经济研究》第9

期。

吕世斌、张世伟（2015）：《中国劳动力“极化”现象及原因的经验研究》，《经济学（季刊）》第2期。

毛日昇（2009）：《出口、外商直接投资与中国制造业就业》，《经济研究》第11期。

裴长洪、杨志远（2011）：《实现我国外商直接投资的新跨越》，《国际贸易》第9期。

孙中伟（2017）：《最低工资标准对城镇职工工资的“溢出效应”：基于宏观和微观数据的实证分析》，《公共行政评论》第4期。

田洪川、石美遐（2013）：《制造业产业升级对中国就业数量的影响研究》，《经济评论》第5期。

徐旭川、杨丽琳（2006）：《公共投资就业效应的一个解释——基于CES生产函数的分析及其检验》，《数量经济技术经济研究》第11期。

袁志刚、高虹（2015）：《中国城市制造业就业对服务业就业的乘数效应》，《经济研究》第7期。

臧旭恒、赵明亮（2011）：《垂直专业化分工与劳动力市场就业结构——基于中国工业行业面板数据的分析》，《中国工业经济》第6期。

张川川（2015）：《出口对就业、工资和收入不平等的影响——基于微观数据的证据》，《经济学（季刊）》第4期。

张光南、李小瑛、陈广汉（2010）：《中国基础设施的就业、产出和投资效应——基于1998~2006年省际工业企业面板数据研究》，《管理世界》第4期。

周德禄（2012）：《技术进步、资本深化、产业升级与大学生就业——2001~2010年中国省级面板数据分析》，《中国人口科学》第2期。

周勤、吴利华（2008）：《产业结构、产业竞争力和区域就业差异》，《世界经济》第1期。

朱轶、熊思敏（2009）：《技术进步、产业结构变动对我国就业效应的经验研究》，《数量经济技术经济研究》第5期。

Accetturo, A.; Bugamelli, M. and Lamorgese, A. R. “Skill Upgrading and Exports.” *Economics Letters*, 2013, 121(121), pp. 417-420.

Acemoglu, D. and Restrepo, P. “The Race Between Machine and Man: Implications of Technology for Growth, Factor Shares and Employment.” *The American Economic Review*, 2018, 108(6), pp.1488-1542.

Afonso, O.; Neves, P. C. and Thompson, M. “The Skill Premium and Economic Growth with

Costly Investment, Complementarities and International trade of intermediate goods.” *Japan & the World Economy*, 2016, s 37–38, pp. 73-86.

Berman, E.; Bound, J. and Griliches, Z. “Changes in the Demand for Skilled Labor within U.S. Manufacturing: Evidence from the Annual Survey of Manufactures.” *The Quarterly Journal of Economics*, May 1994, pp.367-397.

Borjas, G. J. and Ramey, V. A. “Time-Series Evidence on the Sources of Trends in Wage Inequality”. *American Economic Review*, 1994, 84(2), pp.10-16.

Dixcarneiro, R. and Kovak, B. K. “Trade Liberalization and the Skill Premium: A Local Labor Markets Approach.” *The American Economic Review*, 105(5), pp.551-557.

Duffy, J.; Papageorgiou, C. and Perez-Sebastian, F. “Capital-Skill Complementarity? Evidence from a Panel of Countries”. *The Review of Economics and Statistics*, 2004, 86(1), pp.327-344.

Elia, S.; Mariotti, I. and Piscitello, L. “The Impact of Outward FDI on the Home Country's Labour Demand and Skill Composition.” *International Business Review*, 2013,18(4), pp.357-372.

Filipe, J. A. “Are American and European Companies Returning Back from China?” *International Journal of Latest Trends in Finance and Economic Sciences*, 2012, 2(2), pp. 148-154.

Haskel, J. E. and Slaughter, M. J. “Does the Sector Bias of Skill-Biased Technical Change Explain Changing Skill Premia?” *European Economic Review*, 2002, 46(10), pp. 1757-1783.

Johnson, G. “Changes in earnings inequality: The role of demand shifts.” *Journal of Economic Perspectives*, 1997, 11, pp. 41–54.

Li, B. “Multinational Production and Choice of Technologies: New Evidence on Skill-Biased Technological Change from China.” *Economics Letters*, 2010, 108(2), pp. 181-183.

Marouani, M. A. and Nilsson, B. “The Labor Market Effects of Skill-Biased Technological Change in Malaysia.” *Economic Modelling*, 2016, 57, pp. 55-75.

Pavcnik, N. “What Explains Skill Upgrading in Less Developed Countries?” *Journal of Development Economics*, 2000, 71(2), pp. 311-328.

Simpson, H. “Investment Abroad and Labor Adjustment at Home: Evidence from UK Multinational Firms.” *Canadian Journal of Economics*, 2012, 45(2), pp.698-731.

Tate, W. L. “Offshoring and Reshoring: U.S. Insights and Research Challenges.” *Journal of Purchasing and Supply Management*, 2014, 20(1), pp.66-68.



### **全球治理研究团队**

任琳 宋锦 鲁桐 吴国鼎 熊爱宗 刘玮 沈陈

### **研究助理团队**

彭博 黄宇韬 兰馨彤 孙振民

责任条款：本报告仅供内部讨论，版权为中国社会科学院世界经济与政治研究所全球治理研究团队所有，未经许可，不得以任何形式翻版、复制、上网和刊登，如有违反，我们保留追责权利。本报告仅代表作者的个人观点，并不代表所在单位的观点。