

生产自动化、人力资本错配与企业绩效*

陈 瑛 蔡华龙 吴 臣

(云南大学经济学院, 云南 昆明 650504)



内容提要:基于云南大学海外中国企业与员工调查(OCEES)数据,本文实证检验了南亚东南亚地区的中资企业生产自动化与企业绩效的关系。研究发现:首先,企业生产自动化使得企业绩效不增反降,一系列检验表明该结论仍然稳健。产生该结果的原因之一在于生产自动化会引致企业的人力资本错配,而企业受到来自东道国的政府管制和市场规制等约束会加剧生产自动化带来的错配现象。另外,生产自动化对企业绩效的影响在东道国不同的经济发展阶段、制度质量与来源国劣势程度之间,以及企业不同的所属行业、母公司情况以及所在城市规模之间存在异质性。以上负面效应可以通过员工培训、企业社会责任履行以及其他福利的改善等措施予以减缓。本文有助于中国企业对“一带一路”沿线国家投资进行事前风险预警,并有效避免企业绩效遭受技术冲击的负面影响。

关键词:生产自动化 企业绩效 人力资本错配 规制约束 一带一路

中图分类号:F273.1;F276.7 **文献标志码:**A **文章编号:**1002—5766(2024)07—0109—20

一、引言

“一带一路”倡议提出以来,中国对外直接投资带动了投资目的国的就业和经济增长(Dreher等, 2021)^[1],体现了互惠共生发展的理念(申远, 2019)^[2]。同时,该倡议也创造了新的投资空间(杨飞虎和晏朝飞, 2015)^[3],使中国由被投资国逐渐发展为对外投资的国家。但质疑“一带一路”倡议的声音从未消失,一方面,美国将“一带一路”倡议下中国在共建国家的5G应用等技术经济活动纳入地缘政治范畴(杨丹辉等, 2024)^[4];另一方面,部分研究认为中国企业在追逐企业利润的过程中会引致东道国劳动力标准的逐底竞争(Isaksson和Kotsadam, 2018)^[5]。加之政治、经济及文化等方面存在较大差异以及作为“外来者”面临系列规制约束,中国企业与东道国劳工的矛盾和冲突频发,劳工问题凸显(石美遐等, 2020)^[6],直接影响着企业绩效和中国企业的国际形象。囿于数据限制,现有关于中国企业在投资国发展的研究,多为理论探讨和定性分析,本文认为有必要从企业微观层面探讨作为“外来者”的中国企业在投资国的企业绩效问题,为实现中国与“一带一路”沿线国家互惠共生提供经验证据与政策参考。

中国企业尝试多种方式以提高企业绩效。首先,部分企业会选择雇佣更有效率的当地员工,但投资目的国的人力资本现状使得这一方式效率较低。具体地,世界银行公布的2019年人力资本指数显示,本文涉及的12个“一带一路”沿线国家中,除了新加坡高于中国,越南与中国持平,其他国家的人力资本水平均低于中国。其次,企业还会选择雇佣更有效率的外籍员工或中国员工,但

收稿日期:2023-10-24

* **基金项目:**国家自然科学基金地区科学基金项目“东道国就业保护、工会力量与海外中国企业雇佣效率提升:基于20国调查数据研究”(71963035);云南省哲学社会科学基金项目“数字经济赋能云南经济发展及产业结构转型的机制与路径优化研究”(QN202208)。

作者简介:陈瑛,女,研究员,博士生导师,经济学博士,研究领域是劳动力市场问题、对外直接投资,电子邮箱:chen_ying@ynu.edu.cn;蔡华龙,女,博士研究生,研究领域是对外直接投资、劳动力市场一体化,电子邮箱:2641702934@qq.com;吴臣,男,讲师,研究领域是经济增长理论,电子邮箱:wuchen@ynu.edu.cn。通讯作者:吴臣。

这种做法会加深东道国公民对中国对外直接投资的负面看法(Fei, 2021)^[7]。因此,早年出海企业通过应用数字化技术与传统产业进行融合,以期提升企业效率(詹晓宁和欧阳永福, 2018)^[8]。

FDI带来的先进技术转移能否对企业绩效带来提升作用,一定程度上取决于当地的技术吸收能力(姜雨和沈志渔, 2012)^[9]。早些年的研究表明,发达国家同样的技术不一定适用于发展中国家的原因之一便是国家间的要素禀赋差异(Acemoglu和Zilibotti, 2001)^[10]。人力资本水平作为决定技术吸收能力的重要因素之一,也是不同国家要素禀赋差异的主要体现(Basu和Weil, 1998)^[11]。也就是说,一国引入了先进技术但未达到预期绩效,不一定是技术本身的问题,而是因为自身较低的人力资本水平无法实现与技术的适配。同时,技术升级对劳动力技能提出新需求,现存人力资本相对而言遭到贬值(Galor和Moav, 2002)^[12],可能会加大人力资本与技术的适配难度。不同于国内企业,投资于“一带一路”沿线国家的中国企业面临差异化的政府管制和劳动力市场规制,由此产生的信息不对称可能会有损企业绩效。尤其规制约束使企业无法在短期内实现劳动力的快速迭代以应对企业对高技能劳动力的需求时,企业内人力资本与技术的错配程度将会加大,这将无助于发挥先进技术对企业绩效的提升作用。

在企业转型升级逐渐成为发展趋势的背景下,探讨投资于“一带一路”沿线国家的企业生产自动化对企业绩效的影响及其作用机制,有助于中国与“一带一路”沿线国家实现互惠共生。本文的边际贡献有如下几方面:第一,丰富了“走出去”的中国企业生产自动化与东道国人力资本水平的匹配效应及其对企业绩效影响的相关研究。将人力资本错配纳入分析框架,从理论与实证两方面揭示了超越投资目的国发展阶段的生产自动化对企业绩效的负向影响。第二,新增不同情境下生产自动化与企业绩效关系的经验证据。从企业在“一带一路”沿线国家面临的规制约束入手,提供了不同投资环境下企业生产自动化降低企业绩效的可能性解释。第三,综合考量利益相关者需求,多角度寻找企业绩效的提升策略。从内部员工能力提升、外部社会责任履行及企业品牌建设角度,探讨缓解企业生产自动化对企业绩效负向影响的可行方案。本文着眼于中国企业在南亚东南亚地区遇到的难题,基于独特的一手调查数据,分析企业生产自动化对企业绩效的影响及其作用机制,针对性寻找改进策略,对推动“走出去”的中国企业高质量发展具有重要现实意义。

二、文献综述与理论分析

1. 文献综述

(1)企业生产自动化与企业绩效。现有研究较少直接聚焦企业生产自动化对企业绩效的影响。企业生产自动化是技术升级的直接表现形式之一。与本文联系最密切的一支文献是技术升级与企业绩效的相关研究,但尚缺乏统一的结论,经验研究不足是重要原因之一(Zouari等, 2021)^[13]。定性研究倾向于技术升级能够实现生产标准化与个性化之间的转化(吴义爽等, 2016)^[14],有助于企业绩效的提升(李海舰等, 2014)^[15]。由于研究对象和样本区间等因素的差异,定量研究尚无统一的结论。先进的技术会给企业经营的生产方式、供应链结构等方面带来颠覆式变化(张吉昌和龙静, 2022)^[16],甚至有学者认为跟不上技术发展趋势的企业将会被淘汰(Garay-Rondero等, 2020)^[17]。Kromann等(2020)^[18]利用九个国家的行业面板数据展开实证分析,发现自动化会显著提升企业产出。还有学者分别从采购阶段(Kosmol等, 2019)^[19]、生产阶段(Tziantopoulos等, 2019)^[20]以及销售阶段(Li, 2020)^[21]验证了先进技术对企业生产的赋能效应。管理赋能和创新赋能是先进技术影响企业绩效的重要途径(刘海建等, 2023)^[22]。除此之外,技术升级还可能通过提高信息传递质量(祁怀锦等, 2020)^[23]和促进要素流动(沈国兵和袁征宇, 2020)^[24]等途径提升企业绩效。但也有学者持不同观点(吴溪等, 2017)^[25],具体地,主要从成本角度(余江等, 2017)^[26]; Dolgui和Ivanov, 2022^[27]、竞争优势角度(Bhattacharya和Chatterjee, 2022)^[28]以及风险角度(Wu等, 2016)^[29]证明了技术升级很难对企业绩效产生促进作用。针对这类研究,杨德明和刘泳文

(2018)^[30]认为,成本领先并不是技术影响企业绩效的主要途径;而何帆和刘红霞(2019)^[31]认为,样本考察期较短且没有很好地区分互联网与数字化变革的含义是现有研究得出技术升级无助于企业绩效提升的重要原因。由此可见,现有研究关于企业技术升级与企业绩效之间的关系还存在较大争议。企业生产自动化具备技术升级的属性,增加企业生产自动化与企业绩效关系的经验研究可以更加明晰技术升级与企业绩效之间的关系及作用机制。

(2)企业生产自动化、人力资本错配与企业绩效。以上研究表明,企业生产自动化可以通过多种渠道影响企业绩效,对此Li和Jia(2018)^[32]认为,新兴技术需要借助资源编排才能发挥其对企业绩效的提升作用。新兴技术对企业生产的影响效应存在人力资本门槛(孙忠娟等,2023)^[33]。也就是说,人力资本水平需要能够满足技术需求,生产自动化才能对生产要素进行有效编排,从而发挥对企业绩效的促进作用。由于错配状态下企业的实际产出与最优配置水平时的产出存在偏差(马颖等,2018)^[34],人力资本错配会对企业绩效产生负面影响(Ghaly等,2020)^[35]。有研究表明,工资过高或者过度雇佣都会带来企业劳动力成本的增加(曾庆生和陈信元,2006)^[36]。企业生产自动化会加大对高学历劳动力或者高技能劳动力的需求(邵文波等,2018^[37];孙早和侯玉琳,2019^[38]),同时,人力资本水平对可以选择的技术存在限制作用(姜雨和沈志渔,2012)^[9]。高技能劳动力与技术之间的高适配性使其能够更快适应生产自动化带来的生产方式与流程的变革(何小钢等,2019)^[39]。而企业在人力资本水平有限的条件下,现存劳动力无法满足生产自动化产生的高技能劳动力需求,使得企业陷入人力资本错配的状态。因此,本文认为,人力资本错配是企业生产自动化对企业绩效的影响渠道。

(3)企业生产自动化、规制约束与人力资本错配。由于人力资本与技术之间的互补性,企业需要在生产自动化过程中加大人力资本的投入以提升劳动力与技术的适配性(汪森军等,2007)^[40]。这一过程中,劳动力成本黏性的存在使得企业面临人力资本水平调整成本的增加(杨德明和赵璨,2016)^[41]。对投资于“一带一路”沿线国家的中国企业而言,东道国的经济发达程度有所差异,且法律体系多元,中国企业若按照在国内的惯常方式处理劳工问题,可能会遭到东道国法律制裁。因此,本文认为,企业面临的来自东道国政府或市场的规制约束可能会延长企业生产自动化过程中的人力资本迭代周期,从而加剧企业生产自动化引起的人力资本错配程度。

2. 理论分析

作为生产函数的一项重要属性,要素替代弹性反映了,当生产要素之间的相对价格发生变动时,生产要素投入量是如何随之变化的。恒定替代弹性(constant elasticity of substitution,简称CES)假设进一步对生产可能性形式施加限制,为生产者提供了如何在不同生产模式之间转换的思路。CES生产函数基本形式如下^①:

$$Y = [\alpha AK^\rho + (1 - \alpha)L^\rho]^{\frac{1}{\rho}} \quad (1)$$

其中, Y 为总产出; A 为全要素生产力,或技术进步率^②; K 、 L 为资本和劳动的要素投入; α 为要素份额; $\sigma = 1/(1 - \rho)$ 。根据 σ 的取值范围,可以得到CES生产函数的三种经常被使用的特殊形式,即柯布-道格拉斯、线性和里昂惕夫生产函数。如果 $\sigma = 1$,为柯布-道格拉斯生产函数, $Y = AK^\alpha L^{1-\alpha}$;如果 σ 趋近于正无穷,为线性生产函数, $Y = \alpha AK + (1 - \alpha)L$;如果 σ 趋近于0,为里昂惕夫生产函数, $Y = \min[(\alpha AK, (1 - \alpha)L)]$ 。

以上三种生产函数具有各自的适用情境。线性生产函数通常用于描述较为简单、直接的投

① 其更一般的公式为 $Y = [\alpha AK^\rho + (1 - \alpha)L^\rho]^{\frac{v}{\rho}}$ 。其中, v 反映了生产函数的同次性程度。当 $v = 1$ 时,生产函数规模报酬不变;当 $v < 1$ 时,规模报酬递减;当 $v > 1$ 时,规模报酬递增。本文仅考察 $v = 1$,即规模报酬不变的情况。

② 为体现生产自动化对资本边际生产力的提高,本文使用资本偏向型技术进步。

入—产出关系,但可能不适用描述复杂或非线性的经济现象与经济关系。柯布—道格拉斯生产函数应用较为广泛,较多应用于比较成熟的产业。里昂惕夫生产函数较多适用新兴的前沿产业,这类产业生产过程往往受到特定技术条件的限制,这些技术条件决定了投入要素之间必须按照固定的比例进行组合,才能实现有效生产。里昂惕夫生产函数能够描述此类生产关系,有助于企业制订资源配置方案、实现资源的最优利用。

当前中国对外直接投资背景下,投资于“一带一路”沿线国家的中国企业生产自动化更符合里昂惕夫生产函数的设定。其一,技术先进性。生产自动化是前沿产业的重要特征,代表了“一带一路”沿线国家投资市场的未来发展方向。其二,市场需求与趋势。“走出去”的中国企业选择在“一带一路”沿线国家进行自动化投资符合市场增长的趋势和需求。其三,经济效益与社会效益。从长期效益来看,生产自动化可能会为企业带来更多利润和更强竞争力,是前沿产业的重要特征。其四,生产要素组合。“一带一路”沿线国家虽然劳动力成本相对较低,但技术人才相对稀缺且技能水平参差不齐,意味着当地员工的技能可能无法满足企业生产自动化对高技能劳动力的需求。这种情况下,企业生产由自动化设备和劳动力两者中的“短板”决定。基于理论和现实分析,投资于“一带一路”沿线国家的中国企业生产自动化具有里昂惕夫生产函数的特征,因此,本文将在该生产函数的基础上分析生产自动化背景下企业绩效的变化。假设企业生产遵循里昂惕夫生产函数的形式,在这一函数下,每一个产量水平上任何一对要素投入量之间的比例都是固定的,该生产函数隐含的含义是产量由劳动和资本中相对投入较小的一项决定。

首先,考虑在生产自动化前,企业的生产函数为:

$$Y_1 = \min[\alpha K, (1 - \alpha)L], 0 < \alpha < 1 \quad (2)$$

其中, Y_1 表示企业生产自动化前的产量; K 和 L 分别表示企业引入自动化之前资本和劳动的投入量; α 与 $1 - \alpha$ 为生产要素的投入份额参数,表示生产一单位产品所需要的固定的资本和劳动要素份额。

此时,企业的利润函数为:

$$\pi_1 = PY_1 - R_1K - W_1L \quad (3)$$

其中, π_1 为企业利润; P 为最终产品价格,标准化为1单位; R_1 及 W_1 为资本租金率及劳动报酬率。考虑完全竞争的市场环境,在一般均衡状态下,根据完全耗尽定理,企业利润为0。此时, $R_1 = \alpha \frac{Y_1}{K}$, $W_1 = (1 - \alpha) \frac{Y_1}{L}$ 。根据 $Y_1 = \alpha K^* = (1 - \alpha)L^*$,企业的最优化资源配置条件满足:

$$L^* = \frac{\alpha}{1 - \alpha} K^* \quad (4)$$

然后,考虑企业生产自动化后,生产函数变为:

$$Y_2 = \min[\beta AE, (1 - \beta)H], 0 < \beta < 1, A > 1 \quad (5)$$

企业生产自动化体现在资本(如生产设备的更新等)的变化。其中, H 代表企业生产自动化后的劳动力投入,本文以人力资本水平表示; E 表示企业生产自动化对应的资本水平; $A > 1$ 表示生产自动化后资本边际生产力的增加; β 与 $1 - \beta$ 表示引入生产自动化后,生产一单位产品所需要的固定的资本和劳动要素份额。由于引入生产自动化后,资本与劳动力投入份额比例通常会提高,即 $\beta > \alpha$ 。

此时,企业的利润函数为:

$$\pi_2 = Y_2 - R_2E - W_2H \quad (6)$$

其中, R_2 及 W_2 为资本租金率及劳动报酬率。同理,在一般均衡状态下, $R_2 = \beta \frac{Y_2}{E}$, $W_2 = (1 - \beta) \frac{Y_2}{H}$ 。根据 $Y_2 = \beta AE^* = (1 - \beta)H^*$,企业的最优资源配置条件满足:

$$H^* = \frac{\beta}{1-\beta} AE^* \quad (7)$$

情境 1:生产自动化初期,对员工进行相关培训需要花费大量时间,企业无法实现人力资本的快速迭代。生产自动化之后的总有效劳动将小于生产自动化之前,企业受到人力资本水平限制,技术进步带来的产量增加无法得到体现。接下来的命题总结了生产自动化前后企业产量的变化。

命题 1:当 $H^* < L^*$ 时, $Y_2^* < Y_1^*$ 。

证明: $H^* < L^*$, 即 $\frac{\beta}{1-\beta} AE^* < \frac{\alpha}{1-\alpha} K^*$ 。

$Y_2^* = \beta AE^* = \beta \frac{1-\beta}{1-\beta} AE^* < \beta \frac{1-\alpha}{1-\beta} AE^* = (1-\alpha) \frac{\beta}{1-\beta} AE^* < (1-\alpha) \frac{\alpha}{1-\alpha} K^* = \alpha K^* = Y_1^*$, 即

$Y_2^* < Y_1^*$ 。命题得证。

人力资本水平无法匹配资本对人力资本的需求,会导致企业生产自动化之后的产出有所下降。即便如此,出于对长期效益、市场竞争力以及技术趋势的考虑,企业仍可能选择生产自动化。这将会为企业带来一系列挑战:第一,生产效率下降。当人力资本水平低于生产自动化的要求时,员工可能无法熟练操作自动化设备,直接导致生产效率低下,从而影响产出。第二,技术利用不充分。企业的人力资本水平不足,缺乏高技能的操作人员和维修团队,设备将无法充分发挥技术优势,从而影响产出(Song 等, 2023)^[42]。第三,成本增加。为弥补人力资本不足的问题,企业可能需要投入更多的培训资源来提升员工技能。以上挑战均可能会对企业的绩效产生负面影响。

基于情境 1 分析,提出假设:

H₁:企业生产自动化会导致企业的人力资本错配,从而降低企业绩效。

情境 2:外部约束的存在会显著提高投资于“一带一路”沿线国家的中国企业的工资成本,导致总有效劳动的进一步降低,进而影响企业产量。接下来的命题总结了存在外部约束的情况下企业产量的变化。

命题 2:在约束条件 $\bar{w} > w_2$ 下, $Y_2^{**} < Y_2^*$ 。

证明: $w_2 = (1-\beta) \frac{Y_2}{H}$, $\bar{w} > w_2^*$, 在 Y_2 保持不变的情况下, $H^{**} < H^*$ 。而由于 Y_2^* 随着 H^* 的降低而降低,因此 $Y_2^{**} < Y_2^*$ 。命题得证。

外部约束对工资成本的影响如下:第一,政策法规限制。许多国家和地区对外资企业的用工政策有严格的限制,例如最低工资标准。这类政策会直接导致企业的工资成本上升。第二,劳动力市场供需关系。例如,部分国家通过限制外国劳动力的流入来保护本国劳动力市场,导致劳动力供给减少,工资水平上升。以上外部约束导致的工资成本上升会直接提高企业的总成本。而成本增加可能会产生资金压力或促使企业调整生产计划,这类调整通常会直接导致绩效的下降。

基于情境 2 分析,提出假设:

H₂:企业受到的规制约束会加剧企业生产自动化对企业内人力资本错配的影响效应。

以上分析一方面表明,企业生产自动化有可能导致人力资本错配的问题。企业生产自动化的引入往往要求员工具备新的技能和知识,以适应新的生产环境。如果企业未能及时对现有员工进行必要的培训和技能升级,或者新招聘的员工技能与生产自动化系统不匹配,就会出现人力资本错配的情况,进而对企业绩效产生负面影响。另一方面表明,规制约束可能加剧生产自动化对人力资本错配的影响。例如,劳动保护政策要求企业在生产过程中必须遵守一定的规范和标准,不利于企业根据自动化生产需求对人员进行动态调整。

基于以上分析,提出假设:

H₃:企业生产自动化将会降低企业绩效。

本文的研究框架如图 1 所示。

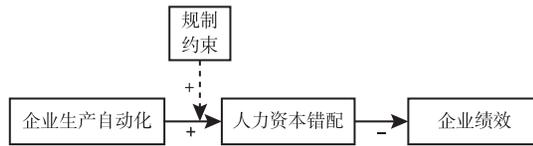


图1 研究框架

资料来源:作者整理

三、研究设计

1. 海外中国企业与员工调查数据

本文基础数据为云南大学海外中国企业与员工调查(Overseas Chinese Enterprises and Employees Survey, OCEES)数据(2018–2019),该数据以2018年7月4日商务部公布的境外中国企业投资备案数为样本框,以10%的精度采取多阶段抽样^①的方式进行调查抽样,共访问18个国家的861家企业,剔除无效样本得到839个企业样本。考虑到东盟是中国第三大外资来源地,也是中国对外投资增长最快的地区之一。本文选取南亚东南亚两个地区共12个国家^②的456家企业作为研究对象,探讨投资于“一带一路”沿线国家的中国企业生产自动化与企业绩效之间的关系,其中,本文重点使用的企业调查内容包括企业技术应用情况、生产经营状态、企业招聘情况等方面。

2. 变量说明

(1)核心解释变量:企业生产自动化。本文根据企业是否引入自动化或智能化机器设备衡量企业生产自动化,将引入的企业赋值为1,未引入的企业赋值为0。同时,为明晰企业不同阶段生产自动化的影响效应差异,还将区分“仅引入自动化机器设备”和“是否引入智能化机器设备”。另外,计算调研时点与最近一次生产自动化引入时点之间的时间差作为企业最近一次生产自动化的时长,用于分析企业生产自动化的动态效应,将未引入的企业赋值为0。

(2)被解释变量:企业绩效。由于财务数据较难获得,而且在跨行业的研究中并不具备可比性,本文结合企业利润和劳动力成本变化综合评估企业绩效。具体地,将企业利润变化(减少、不变和增加)与企业劳动力成本变化(增加、不变和减少)进行交互,得到六分类变量作为企业绩效的代理变量,数值越大表明企业绩效越高。

(3)其他控制变量:参考现有相关研究,本文控制变量包括企业规模、企业所有制、是否有中国母公司、企业的雇佣本地化水平及东道国员工技能结构,其中企业规模用企业总人数取对数来表示,企业所有制和母公司情况均为虚拟变量。雇佣本地化水平通过东道国员工占企业总人数的比例来表示,东道国员工技能结构通过计算东道国员工内大学及以上学历人数与东道国员工总人数的比值得到。另外,本文还将控制行业固定效应和国家固定效应。

(4)机制变量:包括人力资本错配和规制约束两类变量。由研究假设可知投资于“一带一路”沿线国家的中国企业生产自动化会导致人力资本错配进而影响企业绩效,其中企业受到各种规制的影响强度起到重要调节作用。本文采用企业招聘面临的“求职者是否缺乏技能”和“求职者期望薪酬是否超出企业能力”两种情况^③作为企业招聘过程中人力资本错配的代理变量,二者均为0–1变量。采用“是否存在员工因缺乏技能而被迫离职”和“是否存在员工因绩效太差而被迫离职”两种情况作为企业现有员工人力资本错配的代理变量,均为0–1变量。采用“政府管制对企业生产经营的妨碍程度”“市场规制对企业生产经营的妨碍程度”“企业在劳动雇佣方面的自主决策程度”以

^① 第一阶段采取分层抽样,第二阶段采取配额抽样。

^② 12个国家为泰国、老挝、柬埔寨、越南、缅甸、菲律宾、新加坡、马来西亚、印度尼西亚、孟加拉国、尼泊尔、斯里兰卡。

^③ 分别表示“企业雇佣到的劳动力缺乏工作所需技能”和“企业支付薪酬能力难以雇佣到企业需要的劳动力”两种错配现象。

及“企业在新增投资方面的自主决策程度”反映企业受到的规制约束,其中妨碍程度越低或企业具有完全自主决策权表明企业受到外界的规制约束更少。

本文主要变量的定义及具体测量如表1所示。

表1 主要变量的定义及测量

变量符号	变量名称	变量说明
<i>LP</i>	企业绩效	六分类变量 ^① 。综合企业利润和企业劳动成本变化情况确定,1—6,值越大表明企业绩效越高
<i>Auto</i>	企业生产自动化	引入过自动化或智能化机器赋值为1,反之为0
<i>Auto_year</i>	最近一次生产自动化时长	计算调研时点与最近一次生产自动化引入时点之间的时间差作为企业最近一次生产自动化时长,为连续变量
<i>Inxo</i>	企业总人数的对数	通过对企业总人数取对数获得
<i>Ind</i>	行业	工业企业赋值为1,服务业企业赋值为0
<i>State-Owned</i>	企业所有制	国有控股企业赋值为1,反之为0
<i>Parent-C</i>	中国母公司	有中国母公司赋值为1,反之为0
<i>Localization</i>	雇佣本地化	东道国员工人数占企业总人数的比例
<i>High_educ</i>	东道国员工技能结构	东道国员工内大学及以上学历人数占东道国员工总人数的比例
<i>Match</i>	人力资本错配	包括企业招聘过程中的人力资本错配和企业现有员工的人力资本错配
<i>Regulation</i>	规制约束	采用“政府管制和市场规制对企业生产经营的妨碍程度”和“企业在劳动雇佣和新增投资方面的自主决策程度”代理
<i>Train</i>	职业技能培训	近一年是否对员工进行职业道德培训,培训过赋值为1,反之为0
<i>Csr</i>	企业社会责任履行	近一年是否履行企业社会责任,履行赋值为1,反之为0
<i>Salary</i>	工资按时发放	近期是否按时发放工资,按时发放赋值为1,反之为0
<i>Train_fre</i>	培训频率	企业近一年培训次数,为连续变量
<i>Product</i>	产品认可度	产品在东道国的认可度,1—10,值越大表明认可度越高

3. 模型设定

首先,分析企业生产自动化对企业绩效的影响效应,模型设定为:

$$LP_{e\varphi c} = \alpha_0 + \alpha_1 auto_{e\varphi c} + \alpha_2 V_e + \gamma_\varphi + c_c + \varepsilon_{e\varphi c} \quad (8)$$

然后,分析人力资本错配的机制作用,模型设定为:

$$Match_{e\varphi c} = \beta_0 + \beta_1 auto_{e\varphi c} + \beta_2 V_e + \gamma_\varphi + c_c + \vartheta_{e\varphi c} \quad (9)$$

其中, $LP_{e\varphi c}$ 表示c国家中行业 φ 的e企业的企业绩效; $auto_{e\varphi c}$ 表示企业是否选择生产自动化, V_e 为企业层面控制变量; γ_φ 代表行业固定效应, c_c 代表国家固定效应, $\varepsilon_{e\varphi c}$ 和 $\vartheta_{e\varphi c}$ 表示随机扰动项。 $Match_{e\varphi c}$ 表示企业的人力资本错配,采用企业招聘过程中存在的技能短缺和期望薪酬过高情况来表示,具体对应的问题分别为“招聘中是否面临求职者缺乏工作所需技能情况”和“招聘中是否面临求职者期望薪酬高出企业支付能力的情况”。

最后,采用交互项模型探讨规制限制对于企业生产自动化影响企业绩效的调节效应。

在式(9)的基础上,加入企业生产自动化与规制约束的交互项,考察规制约束在企业生产自动化与人力资本错配之间的作用机制,得到式(10):

$$Match_{e\varphi c} = \delta_0 + \delta_1 auto_{e\varphi c} + \delta_2 regulation_{e\varphi c} + \delta_3 auto_{e\varphi c} \times regulation_{e\varphi c} + \delta_4 V_e + \gamma_\varphi + c_c + \varepsilon_{e\varphi c} \quad (10)$$

式(10)中的下角标和其他变量的含义均与式(9)一致,本部分重点关注交互项系数 δ_3 的符号、大小和显著性,其中 $regulation_{e\varphi c}$ 表示企业受到的规制约束,包括政府管制、市场规制以及企业的自主决策程度。

4. 描述性统计

本文主要变量的描述性统计结果如表2所示。研究样本中有34.9%的企业选择了自动化生

① 六分类变量对应的取值分别为:1=企业利润减少,劳动力成本增加。2=企业利润减少,劳动力成本不变;企业利润不变,劳动力成本增加。3=企业利润减少,劳动力成本减少;企业利润增加,劳动力成本增加。4=企业利润不变,劳动力成本不变。5=企业利润不变,劳动力成本减少;企业利润增加,劳动力成本不变。6=企业利润增加,劳动力成本减少。

产。企业平均人数有 390 余人,其中人数最多的企业有 27000 名员工,最少的仅有 5 名员工。有 30% 的企业属于国有控股企业,60.5% 的企业有中国母公司。企业雇佣本地化水平平均达到 73.1%,即企业多半的员工为东道国劳动力。招聘过程存在技能短缺和期望薪资过高问题的企业分别占比 72.1% 和 45.2%。由此可见,人力资本错配现象在投资于“一带一路”沿线国家的中国企业内较为普遍。另外,政府管制和市场规制对企业的生产经营存在不同程度的妨碍,对比而言,政府管制为企业生产经营产生的妨碍程度更高。最后,有 64.7% 的企业在雇佣员工方面具有绝对自主决策权,而新增投资方面只有 41.7% 的企业具有绝对自主决策权。

表 2 描述性统计

变量	均值	标准差	最小值	最大值
<i>LP</i>	2.518	1.023	1	6
<i>Auto</i>	0.349	0.477	0	1
<i>Auto_xg5a</i>	0.333	0.472	0	1
<i>Auto_xg5c</i>	0.083	0.277	0	1
<i>xo</i>	392.114	1726.865	5	27000
<i>State-Owned</i>	0.300	0.459	0	1
<i>Parent-C</i>	0.605	0.489	0	1
<i>Localization</i>	0.731	0.228	0.033	1
<i>High_educ</i>	0.316	0.379	0	1
<i>Ind</i>	0.432	0.496	0	1
<i>Skill-lack</i>	0.721	0.449	0	1
<i>Wage-high</i>	0.452	0.498	0	1
<i>GC_11</i>	0.292	0.455	0	1
<i>GC_12</i>	0.307	0.462	0	1
<i>GC_13</i>	0.173	0.379	0	1
<i>GC_14</i>	0.145	0.352	0	1
<i>GC_15</i>	0.083	0.277	0	1
<i>LMR_11</i>	0.336	0.473	0	1
<i>LMR_12</i>	0.303	0.460	0	1
<i>LMR_13</i>	0.154	0.361	0	1
<i>LMR_14</i>	0.169	0.375	0	1
<i>LMR_15</i>	0.039	0.195	0	1
<i>Labor-d</i>	0.647	0.478	0	1
<i>Invest-d</i>	0.417	0.494	0	1

四、实证分析

1. 基准回归结果分析

表 3 列示了基准回归结果。如表 3 列(1)和列(2)所示,企业生产自动化会显著降低企业绩效,本文猜想可能是因为生产自动化增加了企业对高技能人才的需求,但“一带一路”沿线国家本身劳动力人力资本水平有限,导致技术吸收面临困境。加之东道国劳工法规管制,双重限制下企业无法在短期内快速实现内部员工的迭代以适应自动化机器的需求,陷入“人机错配”困境。

表 3 生产自动化对企业绩效影响的基准回归

变量	企业绩效				
	生产自动化	生产自动化	生产自动化 (不包括智能化)	生产智能化	动态效应
<i>Auto</i>	-0.561*** (0.187)	-0.421** (0.198)	-0.359* (0.199)	-0.454 (0.415)	
<i>Auto_year2</i>					0.068*** (0.019)

续表 3

变量	企业绩效				
	生产自动化	生产自动化	生产自动化 (不包括智能化)	生产智能化	动态效应
<i>Auto_year</i>					-0.195*** (0.065)
<i>lnxo</i>		-0.094 (0.072)	-0.099 (0.072)	-0.111 (0.071)	-0.086 (0.073)
<i>State-Owned</i>		-0.223 (0.249)	-0.216 (0.249)	-0.262 (0.253)	-0.168 (0.250)
<i>Parent-C</i>		0.180 (0.232)	0.183 (0.232)	0.214 (0.238)	0.159 (0.233)
<i>Localization</i>		0.318 (0.422)	0.319 (0.424)	0.332 (0.428)	0.410 (0.433)
<i>High_educ</i>		0.590** (0.295)	0.575* (0.295)	0.585** (0.297)	0.560* (0.293)
行业/国家 固定效应	否	是	是	是	是
伪 R ²	0.0079	0.0372	0.0362	0.0350	0.0492
样本量	456	456	456	456	456

注:括号内为标准误;*、**和***分别表示估计数值在10%、5%和1%的水平上显著,下同

有序 Logit 模型得到的结果只能从显著性和参数符号方面给出有限的信息,参数含义不够直观,因此,本文进一步计算企业生产自动化的边际效应,得到结果如表 4 所示。具体地,保持其他控制变量处于均值水平,计算 $Auto=1$ 和 $Auto=0$ 时企业绩效在各类取值上的概率,其中概率之差为 $Auto$ 的边际效应。该边际效应包含的经济学含义是:其他条件位于均值水平,仅企业生产自动化状态产生变化时,企业绩效取值的概率变化。

表 4 企业生产自动化的边际效应

企业绩效	$Auto=0$	$Auto=1$	Δ
1	0.1825	0.2503	0.0678
2	0.1864	0.2144	0.0280
3	0.5384	0.4719	-0.0665
4	0.0561	0.0390	-0.0171
5	0.0219	0.0147	-0.0072
6	0.0146	0.0096	-0.0050

表 4 中的数值表示在不同的企业生产自动化状态下,企业绩效各个取值的概率。“ Δ ”一列的值由对应不同取值的概率减去 $Auto=0$ 的概率。相对而言,企业选择生产自动化时绩效取值为 1 和 2 的概率较高,取值 3~6 的概率比较低,进一步说明了企业生产自动化会降低企业绩效。至此,假设 H₃ 得到验证。

本文猜测,随着自动化应用的愈加成熟,企业生产自动化带来的非效率问题可能会有所减弱。为初步验证这一猜想,首先,对比不同阶段的生产自动化对企业绩效带来的影响差异,并分析企业生产自动化对企业绩效的动态影响效应。具体地,首先分析不同阶段的生产自动化所带来的企业绩效变化,得到表 3 列(3)和列(4)结果。结果表明,对于仅引入自动化机器而非智能化机器的企业,生产自动化会显著降低企业绩效,这一效应并不存在于引入智能制造机器的企业。也就是说,随着机器设备的智能化程度提高,企业生产自动化对企业绩效的负面影响会有所减弱。另外,分析企业生产自动化的动态影响效应。考虑到最近一次生产自动化更能反映企业当前生产自动化的最新状态,且与当前绩效之间的关联更为直接,本文根据访问时点和最近一次生产自动化的时间计算出最近一次生产自动化的时长,通过控制最近一次生产自动化时长及其平方项得到表 3 列(5)结果。结果显示,最近一次生产自动化时长的系数显著为负,平方项的系数显著为正,存在拐点。判定企业生产自动化与企业绩效

是否呈现U型或倒U型的关系,需要进一步确保本文研究对象的生产自动化时长分布在拐点两侧。本文根据回归结果计算得到拐点位置在1.434处,验证了列(5)结果可以用来解释企业生产自动化的动态效应,一定程度上说明了企业生产自动化对企业绩效的影响效应可能是动态变化的。由于现有数据尚不能支撑动态效应的进一步研究,本文不再对企业生产自动化的动态效应展开分析。

2. 内生性处理和稳健性检验

(1)倾向得分匹配法。考虑到企业是否生产自动化可能并不是完全随机的,而是企业有选择性的行为,会由此产生估计偏差,本文采用倾向得分匹配法展开稳健性检验。首先,以基准回归中所有控制变量为条件将生产自动化的企业样本和未生产自动化的企业样本进行匹配,得到平衡性检验结果如表5所示。结果表明,匹配后两组样本间基本无显著差异。

表5 PSM平衡性检验结果

变量	处理组	控制组	%偏差	T统计量	P值
<i>Inxo</i>	4.8844	4.9326	-2.9	-0.24	0.814
<i>State-Owned</i>	0.3208	0.2390	17.7	1.63	0.105
<i>Parent-C</i>	0.6730	0.6730	0.0	-0.00	1.000
<i>Localization</i>	0.7481	0.7647	-7.2	-0.65	0.519
<i>High_educ</i>	0.2474	0.2654	-4.9	-0.45	0.654
<i>Ind</i>	0.6667	0.6541	-2.7	0.24	0.814
<i>Country</i>	10.019	10.642	-11.2	-0.94	0.347

其次,采用近邻匹配、半径匹配以及核匹配方法,将与生产自动化的企业具有相同特征的企业作为反事实对照组,检验企业生产自动化对企业绩效的影响效应,得到结果如表6列(1)~列(3)所示。由表6可知,不同匹配方法下,企业生产自动化均会在不同显著水平下降低企业绩效,前述结论依然成立。

(2)其他遗漏变量影响。针对可能存在的遗漏变量问题,本文通过增加控制变量和Oster检验两种方式。

1)新增控制变量。基准回归部分可能存在未控制的变量,一方面企业是否出口对产品质量的要求可能存在差异,会影响到企业是否选择生产自动化,而企业的收入可能决定了企业是否有能力选择生产自动化,而且两者也可能会影响企业绩效。在式(8)的基础上控制企业出口情况与企业销售收入变化情况,得到结果如表6列(4)所示,结果表明,企业生产自动化依然会显著降低企业绩效,结论依然稳健。

表6 稳健性检验1:PSM平衡性检验

检验方法	倾向得分匹配			新增控制变量
	(1)近邻匹配1:3	(2)半径匹配	(3)核匹配	(4)新增控制变量
企业生产自动化	-0.329** (0.149)	-0.273*** (0.090)	-0.216* (0.128)	-0.469** (0.199)
样本量	456	456	456	443

2)Oster检验。借鉴Oster(2019)^[43]的做法,采用“将遗漏变量影响考虑进来”的思路检验结论的稳健性。该方法主要包括两种思路,即给定 $\beta(\delta)$ 和考虑遗漏变量加入后 R^2 的变化,将得到的 $\delta(\beta)$ 值与判断标准进行比较,属于标准范围则认为结论稳健,否则认为不稳健。将新的 R^2 一般设置为基准回归 R^2 的1.3倍或1.6倍。检验结果如表7所示,四种检验方案都表明基准回归结论是稳健的。

表7 稳健性检验2:Oster检验

检验方法	具体操作	判断标准	实际计算结果	是否稳健
给定 β 和 R_{\max} , 检验 δ 的取值范围	$\beta = 0, R_{\max} = 1.3R^2$	$\delta > 1$	$\delta = 2.77116$	是
	$\beta = 0, R_{\max} = 1.6R^2$		$\delta = 1.51991$	是
给定 δ 和 R_{\max} , 检验 β 的取值范围	$\delta = -1, R_{\max} = 1.3R^2$	$\beta^*(R_{\max}, \delta)$ $\in [-0.3826, -0.0296]$	$\beta^*(R_{\max}, \delta) = -0.2177$	是
	$\delta = -1, R_{\max} = 1.6R^2$		$\beta^*(R_{\max}, \delta) = -0.2544$	是

(3)工具变量法。企业绩效的高低可能会对企业是否生产自动化的决策产生影响,也就是基准回归存在反向因果问题。另外,虽然本文尽可能地控制了可能会影响企业生产自动化决策和企

业绩效的变量,但难免会存在遗漏变量。为确保研究结论具有稳健性,本文将进一步寻找合适的工具变量以检验模型的内生性问题。

李琦等(2021)^[44]在研究数字化转型与企业绩效之间关系时,选用地方一般公共财政科学技术支出作为工具变量。囿于海外数据多停留在国家整体层面,相关数据无法聚焦到城市层面,本文将“企业负责人在国内的户籍所在地的地方一般公共财政科学技术支出”作为工具变量的组成部分。除此之外,与上一年的研发支出、企业中间产品是否进口共同构成企业生产自动化的工具变量。首先,中间产品是否进口决定企业的生产线工作内容,可能会影响到企业是否生产自动化,具有相关性,同时不会直接影响企业绩效。其次,“企业负责人在国内的户籍所在地的地方一般公共财政科学技术支出”可能会影响企业负责人的技术导向和决策偏好,但并不直接作用于企业绩效,因此“企业负责人在国内的户籍所在地的地方一般公共财政科学技术支出”与投资于“一带一路”沿线国家的中国企业生产自动化具有相关性,同时满足外生性的要求。此外,“上一年的研发支出”可以反映企业对技术研发的投入和重视程度,影响企业绩效需要进一步转化为自动化等技术的应用,满足工具变量对相关性和外生性的要求。因此,选用“中间产品是否进口”“企业负责人在国内的户籍所在地的地方一般公共财政科学技术支出”和“上一年的研发支出”作为投资于“一带一路”沿线国家的中国企业生产自动化的工具变量,并采用两阶段最小二乘法(2SLS)对企业生产自动化对企业绩效的影响效应进行重新估计与检验,得到结果如表 8 列(1)和列(2)所示。

结果表明,企业生产自动化的系数依然显著为负。第一阶段 F 值为 12.80(大于 10),表明以上工具变量与企业生产自动化之间具有较强的相关性。不可识别检验显示统计量值为 6.282(p 值为 0.099),能够拒绝不可识别的原假设。过度识别检验统计量 Hansen J 为 0.181(p 值为 0.914),不能拒绝不存在过度识别的原假设。弱工具变量检验统计量为 12.801,接近 15% 水平的临界值。考虑到其中一个工具变量“上一年的研发支出”缺失值较多,可能会使估计结果出现偏误,本文将“上一年的研发支出”的缺失值插补为同类型企业(同行业同地区、同行业同类型城市)上一年研发支出的均值,得到结果如表 8 列(3)和列(4)所示,各统计量均通过检验,由此可以说明企业生产自动化会降低企业绩效的结论依然成立。

表 8 工具变量法分析结果

变量	IV 结果			
	IV-第一阶段 (生产自动化)	IV-第二阶段 (企业绩效)	第二阶段 (企业绩效)	第二阶段 (企业绩效)
企业生产自动化		-2.290*** (0.888)	-1.181* (0.714)	-1.200* (0.710)
企业负责人在国内的户籍所在地的地方一般公共财政科学技术支出	-0.025 (0.019)			
企业上一年的研发支出	-0.002*** (0.001)			
中间产品是否进口	0.128* (0.075)			
第一阶段 F 统计量		12.80	14.80	13.40
Kleibergen-PaaP rk LM		6.282 (0.099)	8.427 (0.038)	8.442 (0.038)
Kleibergen-PaaP rk Wald F <15% maximal IV size>		12.801 <12.83>	14.796 <12.83>	13.396 <12.83>
Hansen J statistic		0.181 (0.914)	2.996 (0.224)	3.041 (0.219)
样本量	198	198	408	408

注:列(1)和列(2)列为工具变量的第一、二阶段结果,列(3)和列(4)列为填补“企业上一年的研发支出”的缺失值后工具变量法得到的第二阶段回归结果

五、机制分析与异质性研究

1. 机制分析

(1)企业自动化、人力资本错配与企业绩效。技术的“本地化”特征使其被引入到“一带一路”沿线国家后会面临与当地人力资本适宜与否的问题。理论上,人力资本与先进技术之间能够实现有效的匹配,其“有效性”表现为适配时技术与人力资本组合的边际生产率最大(Acemoglu, 1996)^[45]。相对应地,如果人力资本与技术之间存在错配,则会引发不良后果。如果技术水平过低,会使得技术无法达到预期产生的收益;如果人力资本水平过高,会带来人力资本的浪费甚至贬值(姜雨和沈志渔,2012)^[9],无论哪种错配形式,均无助于企业绩效的提升。

本文通过用企业生产自动化对人力资本错配进行回归的方式对以上路径机制进行检验,具体采用企业招聘过程中面临的问题和企业经营过程中面临的员工离职情况来反映企业的人力资本错配。其中企业招聘过程中面临的问题包括“是否存在求职者缺乏岗位所需技能”和“是否存在求职者期望薪酬无法被满足”两类情况,企业经营过程中面临的员工离职情况包括“是否存在员工因缺乏技能而被迫离职”和“是否存在员工因绩效太差而被迫离职”。回归结果如表9所示,Panel A 讨论招聘过程中的人力资本错配现象,Panel B 讨论企业现有员工的人力资本错配。控制一系列变量和固定效应的结果表明,企业生产自动化分别在5%和10%显著水平上增加企业面临求职者缺乏技能和期望薪酬过高的现象,也就是企业生产自动化,市场可供的劳动力满足不了企业的技能需求,同时,企业面对所需人才缺乏支付能力,这两种现象共同决定了企业面临劳动力与自动化机器在技能方面的不匹配。另外,企业生产自动化对“因缺乏技能或绩效太差而被迫离职”的现象没有显著影响,可能的原因在于中国企业投资于“一带一路”沿线国家,面临更加严苛的规制约束,一系列规制约束的存在使得企业不能及时根据生产自动化生产需求对现有员工的去留进行调整。因此,本文认为,人力资本错配是企业生产自动化影响企业绩效的一个重要机制,且主要影响的是招聘过程中的人力资本错配。假设H₁得到验证。

表9 人力资本错配的机制分析

Panel A	招聘过程中的人力资本错配			
	求职者 缺乏技能	求职者 缺乏技能	求职者 期望薪酬过高	求职者 期望薪酬过高
企业生产自动化	0.679*** (0.236)	0.554** (0.263)	0.435** (0.198)	0.436* (0.231)
控制变量	不控制	控制	不控制	控制
行业/国家固定效应	否	是	否	是
伪R ²	0.0163	0.0867	0.0077	0.0861
样本量	456	456	456	456
Panel B	企业现有员工的人力资本错配			
	因缺乏技能而 被迫离职	因缺乏技能 而被迫离职	因绩效太差 而被迫离职	因绩效太差 而被迫离职
企业生产自动化	-0.046 (0.209)	-0.093 (0.239)	0.165 (0.198)	-0.010 (0.230)
控制变量	不控制	控制	不控制	控制
行业/国家固定效应	否	是	否	是
伪R ²	0.0001	0.0224	0.0011	0.0588
样本量	456	456	456	456

(2)规制约束的调节效应。企业生产自动化并不是一个孤立的过程,会受到外部因素的影响。企业生产自动化之后的劳动力迭代问题同样会受到外部环境和制度的影响。面临的约束越多,企业越不容易实现员工迭代以适应生产自动化需求,由此,可能会加剧企业的人力资本错配现象发生。为验证规制约束的影响,本文进一步通过式(10)分析规制约束的调节效应。具体地,采用政府管制对企业生产经营的妨碍程度、市场规制对企业生产经营的妨碍程度以及企业在劳动雇佣和新增投资方面是否具有绝对自主决策权来反映企业受到的规制约束。其中,自主决策与规制约束是相对的概念,具有绝对自主决策权表明企业受到的约束力更弱。如表10所示,一方面,企业自主决策权主要影响的是企业生产自动化对人力资本错配中“缺乏技能”这一现象。企业生产自动化对人力资本错配的影响因企业具有绝对自主决策权而减弱;另一方面,政府管制和市场规制主要影响的是企业生产自动化对人力资本错配中“期望薪酬过高”这一现象。政府管制和市场规制对企业的妨碍程度会加剧企业生产自动化对人力资本错配的影响。以上分析结果意味着企业受到的规制约束是企业生产自动化影响人力资本错配的重要调节因素。假设H₂得到验证。

表 10 规制约束的调节效应

变量	缺乏技能		期望薪酬过高	
	劳动雇佣的绝对自主决策权	新增投资的绝对自主决策权	政府管制的妨碍程度	市场规制的妨碍程度
<i>Auto</i>	1.200*** (0.454)	1.111*** (0.375)	-0.590 (0.457)	-0.431 (0.478)
<i>Labor-d</i>	1.036*** (0.291)			
<i>Auto×Invest-d</i>	-1.089** (0.540)			
<i>Invest-d</i>		0.304 (0.287)		
<i>Auto×Invest-d</i>		-1.265** (0.511)		
<i>GC</i>			0.058 (0.103)	
<i>Auto×GC</i>			0.417** (0.170)	
<i>LMR</i>				0.044 (0.107)
<i>Auto×LMR</i>				0.391** (0.199)
控制变量	控制	控制	控制	控制
行业/国家固定效应	是	是	是	是
伪 R ²	0.1106	0.0983	0.1056	0.0986
样本量	456	456	456	456

2. 异质性研究

(1)国家层面。根据投资目的国的经济发展阶段、制度质量以及企业在投资国是否面临来源国劣势对样本进行划分,并进行分组回归。

1)经济发展阶段异质性。企业在非要素驱动的国家进行生产经营,选择进行生产自动化的可能性更高。本文基于全球竞争力报告中关于139个经济体发展阶段的划分,进一步将本文样本涉及

的12个国家划分为要素驱动阶段和非要素驱动阶段(效率驱动或创新驱动),并进行分组回归。如表11列(1)和列(2)所示,企业生产自动化对企业绩效的显著负向影响仅发生在非要素驱动的国家。

2)制度质量异质性。企业在制度质量越高的国家受到的规制约束更强,会增加企业调整人力资本的难度。为验证这一猜测,本文将样本划分为制度质量低于中国和高于中国两类,并进行分组回归。如表11列(3)和列(4)所示,在制度质量比中国高的国家,企业生产自动化对企业绩效的负向影响更加显著,这一结论进一步佐证了规制约束在企业生产自动化影响企业绩效的过程中具有一定的调节作用。

3)来源国劣势异质性。企业在东道国存在来源国或外来者劣势时,将会受到更多的不平等待遇。本文假设投资于“一带一路”沿线国家的中国企业在东道国受到同等的外来者劣势,对比OCEES数据库与世界银行调查数据里东道国当地企业、中国企业以及其他外资企业关于多种因素对企业生产经营的妨碍程度,由此初步计算出中国企业在东道国面临的来源国劣势。具体地,中国企业在孟加拉、尼泊尔和柬埔寨没有显著的来源国劣势,在其他九个国家均存在来源国劣势。根据是否面临来源国劣势将企业样本划分为两类进行分组回归。如表11列(5)和列(6)所示,来源国劣势的存在将会加剧企业生产自动化对企业绩效的负向影响。

表 11 异质性分析结果——国家层面

变量	经济发展阶段		制度质量		来源国劣势	
	非要素驱动	要素驱动	制度质量 低于中国	制度质量 高于中国	不存在劣势	存在劣势
企业生产自动化	-0.632** (0.299)	-0.322 (0.267)	-0.292 (0.248)	-0.707** (0.335)	-0.077 (0.441)	-0.477** (0.221)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
行业/国家固定效应	是	是	是	是	是	是
伪R ²	0.0388	0.0346	0.0328	0.0459	0.0316	0.0398
样本量	221	235	262	194	96	360

(2)企业层面。根据企业所属行业、企业有无中国母公司以及企业所在城市的城市规模对样本进行划分,并进行分组回归。

1)企业所属行业异质性。生产自动化的可能性、应用环节以及覆盖面在不同行业间均存在差异。本文按照企业所属行业进行分组回归,如表12列(1)和列(2)所示,企业生产自动化对企业绩效的显著负向影响仅发生在工业企业,对服务业企业并无显著影响。

2)企业有无中国母公司异质性。母公司与海外子公司之间的关系决定了海外子公司对企业经营过程中诸多事宜的决策受限,类似于一种规制约束。本文按照企业是否存在中国母公司对样本进行分组回归,如表12列(3)和列(4)所示,企业生产自动化对企业绩效的显著负向影响仅存在于有中国母公司的企业,再次证明了规制约束的存在是企业生产自动化降低企业绩效的催化剂。

3)企业所在城市规模。大型城市可能会有更加严格的劳动力市场法规且竞争更加激烈,企业通过裁员等方式进行人力资本调整会面临更高的调整成本。本文根据企业所在城市规模将样本划分为大型城市和非大型城市两类并进行分组回归,如表12列(5)和列(6)所示,企业生产自动化对企业绩效的显著负向影响主要发生在大型城市。

表 12 异质性分析结果——企业层面

变量	行业		母公司情况		所在城市规模	
	服务业	工业	无母公司	有母公司	非大型城市	大型城市
企业生产自动化	-0.161 (0.295)	-0.638** (0.300)	0.018 (0.358)	-0.557** (0.250)	-0.498 (0.380)	-0.450* (0.230)

续表 12

变量	行业		母公司情况		所在城市规模	
	服务业	工业	无母公司	有母公司	非大型城市	大型城市
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
行业/国家固定效应	是	是	是	是	是	是
伪 R ²	0.0509	0.0460	0.1014	0.0377	0.0819	0.0568
样本量	259	197	180	276	132	324

六、拓展分析：如何减缓生产自动化对企业绩效的抑制作用

前文结论表明,投资于“一带一路”沿线国家的中国企业生产自动化会降低企业绩效。进而,一个自然的问题在于,如何缓解企业生产自动化产生的负向影响?尤其近年来新冠肺炎疫情的爆发使得“走出去”的中国企业面临更大的风险,产品生产和供给不确定性增加,特殊时期更需要最大化降低企业生产自动化的负面效应。本文从内部员工能力提升、外部社会责任履行及企业品牌建设三个方面探讨改善措施。

针对企业生产自动化降低企业绩效的问题,在式(8)基础上,分别加入职业道德培训情况、企业社会责任履行情况、工资按时发放情况及其与企业生产自动化的交互项。回归结果如表 13 列(1)~列(3)所示,企业对员工进行职业道德培训、积极履行企业社会责任以及按时发放工资均可显著弱化企业生产自动化对企业绩效的负向影响。

针对企业生产自动化会带来技能短缺导致的人力资本错配问题,在式(9)的基础上,加入技能培训频率及其与生产自动化的交互项。回归结果如表 13 列(4)所示,随着技能培训频率的增加,企业生产自动化对技能短缺导致的人力资本错配有显著的缓解作用,表明了定期培训的必要性。

针对企业生产自动化会带来薪酬问题导致的人力资本错配问题,在式(9)的基础上,加入企业产品认可度及其与企业生产自动化的交互项。回归结果如表 13 列(5)所示,随着企业产品认可度的增加,企业生产自动化带来的薪酬方面导致的人力资本错配问题有所减弱,意味着企业可以通过企业品牌建设以吸引高技能人才,从而缓解人力资本错配的局面。

表 13 进一步讨论——改进措施分析

变量	企业绩效			缺乏技能	期望薪酬过高
	职业 道德培训	企业社会 责任履行	工资 按时发放	培训 频率	产品 认可度
<i>Auto</i>	-0.837*** (0.259)	-1.627*** (0.444)	-3.112** (1.304)	0.835*** (0.281)	2.234** (1.039)
<i>Train</i>	-0.518* (0.287)				
<i>Auto×Train</i>	0.932* (0.495)				
<i>Csr</i>		-0.855*** (0.287)			
<i>Auto×Csr</i>		1.763*** (0.481)			
<i>Salary</i>			-0.581 (0.957)		

续表 13

变量	企业绩效			缺乏技能	期望薪酬过高
	职业道德培训	企业社会责任履行	工资按时发放	培训频率	产品认可度
<i>Auto×Salary</i>			2.972** (1.194)		
<i>Train_fre</i>				0.024* (0.013)	
<i>Auto×Train_fre</i>				-0.024* (0.013)	
<i>Product</i>					-0.079 (0.075)
<i>Auto×Product</i>					-0.225* (0.133)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制
行业/国家固定效应	是	是	是	是	是
伪 R ²	0.0461	0.0508	0.0466	0.1049	0.1028
样本量	381	452	456	443	437

七、结论与政策启示

1. 研究结论

本文采用云南大学海外中国企业与员工调查(OCEES)数据,选取南亚东南亚地区的调查样本,从人力资本错配的视角出发探讨了投资于“一带一路”沿线国家的中国企业生产自动化对企业绩效的影响及其作用机制。研究表明,投资于“一带一路”沿线国家的中国企业生产自动化不利于企业绩效的提升,这是因为受制于当地人力资本水平有限的现实问题,企业在生产自动化时无法快速实现技能人才的迭代升级,导致企业面临人力资本错配的矛盾,从而降低企业绩效。而当地政府、市场对企业生产的规制约束会加剧企业生产自动化带来的人力资本错配问题。此外,企业生产自动化对企业绩效的影响存在多方面的异质性,在要素驱动经济发展阶段的国家、制度质量比中国高的国家、中国企业面临劣势的国家、工业企业、有中国母公司的企业以及坐落在大型城市的企业中,企业绩效受到企业生产自动化的负向影响更显著。

尽管本文结论与现有研究关于中国企业在国内的生产自动化对企业绩效存在正向影响的结论有所不同,但这些差异具有代表性和合理性,同时反映了不同投资环境下的实际情况。第一,在中国和在“一带一路”沿线国家进行投资,企业作为投资主体具有不同的身份、获取不同程度的资源与支持、面临不同程度的约束。在中国,本土企业通常可以获得来自政府的政策支持、财政补贴和市场资源,而中国企业投资于“一带一路”沿线国家,被天然地贴上“外来者”的标签,面临着资源获取的不确定性。出于保护本国产业和本国劳动力的考虑,投资目的国会对作为“外来者”的中国企业施加额外的规制约束,例如劳工法规以及市场准入要求,这些额外规制都将降低企业根据实际情况进行动态调整的灵敏度。第二,国内现有关于企业生产自动化、数字化转型对企业绩效的影响研究为本文提供了丰富的研究基础和视角参考,但对比后发现部分分析条件放置在“一带一路”沿线国家的环境下可能不再成立。刘海建等(2023)^[22]研究发现,供应链数字化能够显著提升企业绩效,但同时也提到了外部的政府支持是数字技术赋能的支撑条件之一。对于投资于“一带

一路”沿线国家的中国企业,“外来者”身份使其很难获得东道国政府支持,反而会承受更大的外界约束,这将使得中国企业在这些国家选择生产自动化之后的发展充满不确定性。《中国企业数字化转型指数报告(2020)》也表明,仅有11%的企业在数字化转型中具有优秀表现,因此,探究不同投资情境下的中国企业转型过程中绩效表现不乐观的本质原因是当下亟需解决的问题。第三,本文以南亚东南亚地区的中资企业作为研究对象。南亚和东南亚地区因其在“一带一路”倡议中的地理、经济等方面的多样性以及独特的战略属性,成为代表“一带一路”沿线国家的重要区域,通过对该地区中资企业的研究有助于理解在“一带一路”倡议背景下,中国企业在不同投资环境下生产自动化对企业绩效的影响及其内在机制。

2. 启示与建议

中国企业全球化已经是一个必答题,不出海就可能要出局。在中美竞争加剧、全球经济复苏乏力和贸易保护主义抬头的背景下,“一带一路”倡议不仅是中国经济发展的必然选择,也是应对复杂国际环境的重要方式。南亚和东南亚地区由于其地理位置、劳动力成本、市场潜力等优势,成为国际竞争中的重要产业阵地,吸引了大量跨国企业投资。为提高生产效率和竞争力,出海企业逐步实现生产自动化。基于前述研究结论和分析,本文针对投资于“一带一路”沿线国家的中国企业,尤其投资于人力资本水平偏低或规制约束较强地区的企业,提出如下建议:

(1)政府层面。首先,合理安排产业布局。采用雁行新梯队模式协调对外投资产业链中不同环节的生产活动,形成符合各国要素禀赋的中国对外直接投资组合。考虑符合Leontief生产函数的企业特征,在以南亚东南亚地区为代表的“一带一路”沿线国家,政府可以根据投资目的国的资源禀赋、劳动力成本和市场潜力等将不同的生产环节和技术水平的企业合理分布,根据不同国家自身生产要素情况选择适合的产业环节,最终形成互补的产业链条,最大化发挥各国比较优势,有效避免人力资本错配现象发生。其次,深耕技术国际合作。近年来出海企业内高技术企业的占比越来越高,亟需将技术进步与当地劳动力资源有效结合,最大化发挥技术效率。政府可以针对不同地区的实际情况进行技术适应性研究,为企业引进技术能够适应当地的市场需求和生产条件提供参考。推动建立与当地政府、企业和科研机构长期的合作机制,推动技术创新和应用。最后,优化投资风险管理。在目前各国投资手册的基础上提供更详细的操作指南和实用工具,特别是在不稳定的投资环境中,提供最新的法律合规建议和风险防范措施;定期发布投资风险报告,分析当前的风险趋势和潜在问题,为企业提供及时的风险预警;收录投资风险管理方面的最佳实践案例,为企业提供借鉴和参考。

(2)企业层面。首先,科学化尽职调查以降低投资风险。建立标准化的市场考察流程,确保每项考察活动有章可循;采用系统化的工具和方法实现深度考察,例如关注当地人力资本水平与企业自动化的适配情况,确保技术应用与当地劳动力资源的有效结合,从而优化投资决策,降低因人力资本错配导致的绩效负面影响;建立反馈和调整机制,定期评估考察过程的有效性,根据实际情况和评估结果,及时调整考察方法和策略,确保考察体系的持续优化。其次,采取自适应的企业策略以减缓人力资本错配。优化招聘流程,提高求职者与企业空缺岗位的匹配率,精准定位并实现高效招聘;前置技能培训,以缩短员工对企业生产自动化的适应期,以便员工在实际操作前获得必要的知识和技能,有助于减少适应期的不确定性;为员工提供职业发展和晋升机会,鼓励员工参与企业决策过程或创造良好的工作氛围,了解员工需求并制定相应策略,以弥补薪酬方面的不足。最后,建立相机型组织授权机制以提升管理效率。设立定期审查机制,定期检查授权机制的有效性和适应性;确保授权机制的动态调整与公司的战略目标保持一致,并符合所在国家和地区的法律法规;根据外部环境变化、市场需求和公司战略及时调整授权范围和决策权限,在新市场进入初期可以给予子公司更多的决策权限,而在稳定运营期则可能缩减决策权限,集中控制。

3. 不足与研究展望

本文也存在一些不足。首先,在数据来源方面,本文采用的云南大学海外中国企业与员工调查(OCEES)数据为该领域研究提供了现实证据,但由于是截面数据,在内生性处理方面和研究结论普适性方面可能存在部分限制。其次,在动态效应分析方面,数据未涉及企业第一次引进自动化设备的时间点,导致动态效应分析结果缺乏有力补充。另外,部分企业“走出去”较晚,引入自动化时间较短,使得生产自动化的动态效应估计可能有所偏差,因此后文对长期影响效应的论述稍显不足。最后,在国家层面异质性变量的考量方面,国家经济发展水平是动态变化的,尤其从长期来看可能存在国家间特征差异,因此后续研究可以关注东道国经济发展水平的动态变化如何影响中国企业生产自动化对企业绩效的影响效应。针对以上不足,课题组计划未来三年内对OCEES数据库的企业样本展开追踪调查或新增其他国家的中国企业调查,届时采用两期面板或混合截面数据进行补充验证,一方面进一步纠正内生性引起的估计偏差;另一方面可深入分析投资于“一带一路”沿线国家的中国企业生产自动化对企业绩效的长期影响效应,增强该主题研究的完备性。

参考文献

- [1] Dreher, A., A. Fuchs, and B. Parks, et al. Aid, China, and Growth: Evidence From a New Global Development Finance Dataset[J]. *American Economic Journal: Economic Policy*, 2021, 13, (2): 135-174.
- [2] 申远. 新全球化视角下我国企业产业共生模式与绩效研究——基于“一带一路”江苏企业资源整合模式[J]. *南京: 学海*, 2019, (6): 100-105.
- [3] 杨飞虎, 晏朝飞. “一带一路”战略下我国对外直接投资实施机制研究[J]. *哈尔滨: 理论探讨*, 2015, (5): 80-83.
- [4] 杨丹辉, 高风平, 刘思艺, 弓宇峰. 地缘政治与战略资源产业链重构——以关键稀土矿产和材料为例[J]. *济南: 中国人口·资源与环境*, 2024, (5): 19-33.
- [5] Isaksson, A. S., and A. Kotsadam. Racing to the Bottom? Chinese Development Projects and Trade Union Involvement in Africa[J]. *World Development*, 2018, 106: 284-298.
- [6] 石美遐, 张祖杰, 朱往立. “一带一路”视角下的工会问题研究[J]. *北京: 中国劳动关系学院学报*, 2020, (1): 12-19.
- [7] Fei, D. Chinese Telecommunications Companies in Ethiopia: The Influences of Host Government Intervention and Inter-Firm Competition[J]. *The China Quarterly*, 2021, 245: 186-207.
- [8] 詹晓宁, 欧阳永福. 数字经济下全球投资的新趋势与中国利用外资的新战略[J]. *北京: 管理世界*, 2018, (3): 78-86.
- [9] 姜雨, 沈志渔. 技术选择与人力资本的动态适配及其政策含义[J]. *北京: 经济管理*, 2012, (7): 1-11.
- [10] Acemoglu D., and F. Zilibotti. Productivity Differences[J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 2001, 116, (2): 563-606.
- [11] Basu, S., and D. N. Weil. Appropriate Technology and Growth[J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 1998, 113, (4): 1025-1054.
- [12] Galor, O., and O. Moav. Natural Selection and the Origin of Economic Growth[J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 2002, 117, (4): 1133-1191.
- [13] Zouari, D., S. Ruel, and L. Viale. Does Digitalising the Supply Chain Contribute to Its Resilience?[J]. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2021, 51, (2): 149-180.
- [14] 吴义爽, 盛亚, 蔡宁. 基于互联网+的大规模智能定制研究——青岛红领服饰与佛山维尚家具案例[J]. *北京: 中国工业经济*, 2016, (4): 127-143.
- [15] 李海舰, 田跃新, 李文杰. 互联网思维与传统企业再造[J]. *北京: 中国工业经济*, 2014, (10): 135-146.
- [16] 张吉昌, 龙静. 数字化转型、动态能力与企业创新绩效——来自高新技术上市企业的经验证据[J]. *石家庄: 经济与管理*, 2022, (3): 74-83.
- [17] Garay-Rondero, C. L., J. L. Martinez-Flores, and N. R. Smith, et al. Digital Supply Chain Model in Industry 4.0[J]. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 2020, 31, (5): 887-933.
- [18] Kromann, L., N. Malchow-Møller, and J. R. Skaksen, et al. Automation and Productivity-A Cross-Country, Cross-Industry Comparison[J]. *Industrial and Corporate Change*, 2020, 29, (2): 265-287.
- [19] Kosmol, T., F. Reimann, and L. Kaufmann. You'll Never Walk Alone: Why We Need a Supply Chain Practice View on Digital

- Procurement[J].Journal of Purchasing and Supply Management,2019,25,(4),100553.
- [20] Tziantopoulos, K., N. Tsolakis, and D. Vlachos, et al. Supply Chain Reconfiguration Opportunities Arising From Additive Manufacturing Technologies in the Digital Era[J].Production Planning & Control,2019,30,(7):510-521.
- [21] Li, X.Reducing Channel Costs by Investing in Smart Supply Chain Technologies[J].Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review,2020,137,101927.
- [22] 刘海建,胡化广,张树山,孙磊.供应链数字化与企业绩效——机制与经验证据[J].北京:经济管理,2023,(5):78-98.
- [23] 祁怀锦,曹修琴,刘艳霞.数字经济对公司治理的影响——基于信息不对称和管理者非理性行为视角[J].重庆:改革,2020,(4):50-64.
- [24] 沈国兵,袁征宇.企业互联网化对中国企业创新及出口的影响[J].北京:经济研究,2020,(1):33-48.
- [25] 吴溪,朱梅,陈斌开.“互联网+”的企业战略选择与转型业绩——基于交易成本的视角[J].北京:中国会计评论,2017,(2):133-154.
- [26] 余江,孟庆时,张越,张兮,陈凤.数字创新:创新研究新视角的探索及启示[J].北京:科学学研究,2017,(7):1103-1111.
- [27] Dolgui, A., and D. Ivanov. 5G in Digital Supply Chain and Operations Management: Fostering Flexibility, End-To-End Connectivity and Real-Time Visibility Through Internet-of-Everything[J].International Journal of Production Research,2022,60,(2):442-451.
- [28] Bhattacharya, S., and A. Chatterjee. Digital Project Driven Supply Chains: A New Paradigm[J].Supply Chain Management: An International Journal,2022,27,(2):283-294.
- [29] Wu, L., X. Yue, and A. Jin, et al. Smart Supply Chain Management: A Review and Implications for Future Research[J].The International Journal of Logistics Management,2016,27,(2):395-417.
- [30] 杨德明,刘泳文.“互联网+”为什么加出了业绩[J].北京:中国工业经济,2018,(5):80-98.
- [31] 何帆,刘红霞.数字经济视角下实体企业数字化变革的业绩提升效应评估[J].重庆:改革,2019,(4):137-148.
- [32] Li, M., and S. Jia. Resource Orchestration for Innovation: The Dual Role of Information Technology[J].Technology Analysis & Strategic Management,2018,30,(10):1136-1147.
- [33] 孙忠娟,冯佳林,王赐之.智能化转型影响企业全要素生产率的门槛效应研究[J].长春:工业技术经济,2023,(9):86-91.
- [34] 马颖,何清,李静.行业间人力资本错配及其对产出的影响[J].北京:中国工业经济,2018,(11):5-23.
- [35] Ghaly, M., V. A. Dang, and K. Stathopoulos. Institutional Investors' Horizons and Corporate Employment Decisions[J].Journal of Corporate Finance,2020,64,101634.
- [36] 曾庆生,陈信元.国家控股、超额雇员与劳动力成本[J].北京:经济研究,2006,(5):74-86.
- [37] 邵文波,匡霞,林文轩.信息化与高技能劳动力相对需求——基于中国微观企业层面的经验研究[J].武汉:经济评论,2018,(2):15-29.
- [38] 孙早,侯玉琳.工业智能化如何重塑劳动力就业结构[J].北京:中国工业经济,2019,(5):61-79.
- [39] 何小钢,梁权熙,王善骢.信息技术、劳动力结构与企业生产率——破解“信息技术生产率悖论”之谜[J].北京:管理世界,2019,(9):65-80.
- [40] 汪淼军,张维迎,周黎安.企业信息化投资的绩效及其影响因素:基于浙江企业的经验证据[J].北京:中国社会科学,2007,(6):81-93,206.
- [41] 杨德明,赵璨.超额雇员、媒体曝光率与公司价值:基于《劳动合同法》视角的研究[J].北京:会计研究,2016,(4):49-54,96.
- [42] Song, W., L. Meng, and D. Zang. Exploring The Impact of Human Capital Development and Environmental Regulations on Green Innovation Efficiency[J].Environmental Science and Pollution Research,2023,30,(25):67525-67538.
- [43] Oster, E. Unobservable Selection and Coefficient Stability: Theory and Evidence[J]. Journal of Business & Economic Statistics,2019,37,(2):187-204.
- [44] 李琦,刘力钢,邵剑兵.数字化转型、供应链集成与企业绩效——企业家精神的调节效应[J].北京:经济管理,2021,(10):5-23.
- [45] Acemoglu, D. A Microfoundation for Social Increasing Returns in Human Capital Accumulation[J].The Quarterly Journal of Economics,1996,111,(3):779-804.

Production Automation, Human Capital Mismatch, and Firm Performance

CHEN Ying, CAI Hua-long, WU Chen

(School of Economics, Yunnan University, Kunming, Yunnan, 650504, China)

Abstract: Since the “Belt and Road” Initiative (BRI) was proposed, the scale of Chinese overseas investment has significantly increased. Simultaneously, the doubts about the BRI have never disappeared, which seriously affect the firm performance and international image of foreign investment enterprises of China. Since local human capital levels are limited and large-scale hiring of foreign employees is ineffective, these enterprises investing in BRI countries choose more advanced technologies, such as automation and digitalization. However, restricted by the level of human capital in the host country and the “foreigners” role of Chinese enterprises, the impact of production automation on the performance of Chinese enterprises investment remains uncertain in BRI countries. Consequently, it is theoretically and practically important to analyze the relationship between production automation and firm performance of these enterprises.

This study uses Chinese enterprises in South Asia and Southeast Asia as samples to explore the impact and mechanism of production automation on their performance. The study shows that, production automation significantly reduces firm performance. Human capital mismatch is an important factor to explain why enterprise production automation reduces firm performance, because the local human capital level cannot match the demand for high-skilled labors caused by automation. Additionally, government and market regulations in host countries aggravate the mismatch caused by automation. In order to discover more details of the effect, this study conducts heterogeneity tests, including economic development stage, institutional quality, source country disadvantage, industry type, overseas subsidiary with parent companies, and city size of host country, at country and firm levels respectively. The results are as follows. First, the negative impact of production automation on enterprise performance mainly exists in countries with higher institutional completeness, or in factor-driven countries. Second, the negative impact is also significant in enterprises with disadvantages of origin country, manufacturing industry, overseas subsidiary with parent companies, or located in large cities of host country.

Furthermore, this study explores how to alleviate the negative impact of production automation on firm performance. The findings reveal that employee training, fulfillment of corporate social responsibilities and improvement of welfare benefits could be useful for these enterprises investing in BRI countries. The conclusions of this study could be helpful for Chinese enterprises which invest in BRI countries and effectively avoid the performance impact caused by technological progress.

Based on the above conclusions, this paper proposes the following recommendations at both the government and enterprise levels. At the government level, it is more reasonably to arrange industrial layouts, deepen international cooperation in technology, and optimize investment risk management. At the enterprise level, it is important to conduct due diligence scientifically to reduce investment risks, adopt self-adaptive enterprise strategies to diminish human capital mismatch, and establish contingency-based organizational authorization mechanisms to enhance management efficiency.

Therefore, this study focuses on the challenges faced by Chinese enterprises investing in BRI countries, which is practically significant for promoting the high-quality development of these enterprises. The contributions include: First, by incorporating the mismatch effect between production automation and human capital into the analytical framework, this study enriches the research on the relationship between production automation and firm performance. Second, by taking the regulatory constraints faced by Chinese enterprises investing in BRI countries into consideration, this study provides plausible explanations for how production automation may reduce firm performance under different investment environments. Third, based on the comprehensive interests of all stakeholders, this study explores feasible solutions to mitigate the negative impact of production automation on firm performance.

Key Words: production automation; firm performance; human capital mismatch; regulatory constraints; the belt and road

JEL Classification: D81, L10, F23

DOI: 10.19616/j.cnki.bmj.2024.07.007

(责任编辑:舟 山)