

劳动力成本上涨与制造业企业技术选择方向^{*}

魏下海 万江滔 余玲铮

内容提要:随着人口红利逐渐枯竭和劳动力成本持续上涨,如何积极选择有偏技术并重塑发展新动能,是当今中国制造业需要直面的现实问题。本文以最低工资调整作为劳动力成本上涨的外生冲击,从理论和经验上考察其对制造业企业技术选择方向的影响。研究显示,当企业资本和劳动要素替代弹性大于1时,最低工资上升将驱使企业选择资本偏向型的技术进步,其作用机制在于,最低工资上升将改变要素间相对投入价格,企业理性地采用资本替代劳动。本文利用中国区县最低工资数据和全国工业企业调查数据(2000—2013年)验证了这一点。对不同类型、不同地区的企业,最低工资影响企业技术选择的结果存在异质性差异。此外研究发现,最低工资提高了企业的研发效率,进一步促进了企业的技术创新。本文的研究结论有助于理解当前我国出现的大规模“机器换人”现象,并对如何更好地应对用工成本上涨提供一定的政策参考。

关键词:最低工资 劳动力成本 资本偏向型技术进步 要素替代弹性

作者简介:魏下海,华侨大学经济发展与改革研究院教授,361021;

万江滔(通讯作者),华侨大学经济与金融学院博士研究生,362021;

余玲铮,华侨大学经济与金融学院副教授,362021。

中图分类号:F062.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-8102(2023)01-0154-15

一、引言

随着人口红利的逐渐消融,企业普遍面临用工成本上涨与劳动力短缺压力,中国制造业发展模式亟待转型。在这一过程中,以机器人为载体的人工智能技术扮演重要角色。作为“制造业皇冠顶端的明珠”,机器人嵌入生产环节极大促进了智能制造发展和产业转型升级。一个众所周知的事实是,当前中国东部沿海城市(尤其一些制造业基地)正在经历较大规模的“机器换人”,以“技术红利”代替“人口红利”。值得说明的是,当企业使用先进机器替换劳动力,通过自动化升级以提高资本边际产出从而增加产出,这本身属于资本偏向型技术类型。关于偏向型技术进步的定

^{*} 基金项目:国家社会科学基金一般项目“就业优先导向下数字技术对我国就业的影响机制与政策路径研究”(22BJL075)。作者感谢匿名审稿专家的宝贵意见,文责自负。万江滔电子邮箱:mrcunha@126.com。

义沿用 Hicks(1932) 和 Acemoglu(2002) 的观点,如果技术进步更能提高某一生产要素的边际产出,那么技术进步的方向是偏向该生产要素的。与此对应,另一种技术方向则是偏向劳动,这种技术主要反映的是企业投入更多的劳动要素以及依赖于劳动边际产出来提高产出。劳动力成本和丰裕程度会在很大程度上驱使企业选择不同的偏向型技术进步。

现有文献对偏向型技术进步的研究,主要集中于两个方面:一是测算地区、行业的技术进步偏向方向,具体是资本偏向型还是劳动偏向型的技术进步;二是将偏向型技术进步作为解释经济现象的重要因素。其中,部分学者对发达国家地区、行业的技术进步方向进行了测算,Klump 等(2007)利用标准化供给面系统方法,对美国 1953—1988 年的数据进行测算,发现美国在此期间的技术进步方向偏向于资本。在中国,戴天仕和徐现祥(2010)利用 1978—2005 年的数据,发现样本期内中国的技术进步总体上是偏向资本的。此外,另一部分文献则主要考察偏向型技术进步分别对要素收入份额、技能溢价、全要素生产率等方面的影响,把偏向型技术进步作为重要的原因对此进行解释(Acemoglu,2002;王林辉、袁礼,2018;余东华等,2019)。

关于我国最低工资制度的发展历程,最早于 1993 年开始制定相关制度,直至 2004 年《最低工资规定》正式文件颁布,标志着在全国范围内开始正式推行最低工资制度。《最低工资规定》要求各地方政府结合当地经济发展水平,至少每两年调整一次最低工资标准,用于维持劳动者的最低生活保障。最低工资政策自推行以来,其对劳动力市场的影响受到国内外学者的广泛关注。已有文献证实最低工资的施行会提高企业员工的工资水平(Bauducco 和 Janiak,2018),即会导致企业的劳动力成本上涨。同时,部分学者认为劳动力成本的上涨会改变企业投入要素的相对价格,促使企业进行技术变革,从而提高企业的机器设备水平和技术创新水平(Acemoglu,2010;Fan 等,2021;卿陶、黄先海,2022)。

在此背景下,最低工资提高导致的劳动力成本上涨会促使企业选择何种类型的偏向型技术进步,中间的影响机制是什么?本文针对这一问题进行了系统的回答,利用 2000—2013 年中国工业企业数据中的制造业企业样本和 2600 多个区县最低工资数据实证发现,在资本和劳动要素互替的情况下,最低工资确实会影响企业的技术选择。最低工资导致劳动力成本上涨,会促使企业采用资本替代劳动的方式提高资本劳动比,由此导致企业更倾向于选择资本偏向型的技术进步。这一结论不仅有助于理解中国制造业企业的技术变革趋势,还有助于在当前“机器换人”的浪潮下提出更有针对性的政策建议。

本文的边际贡献在于:一是研究角度新颖,鲜有文献直接考察劳动力成本上涨对企业技术进步方向的影响,本文在这方面做了尝试,从最低工资的外生冲击验证了劳动力成本上涨对企业技术选择的影响作用;二是补充技术进步在微观层面的实证结果,以往关于技术进步的研究多从地区 and 行业等宏观层面展开讨论,缺乏对微观层面的分析,本文提出以企业资本劳动比作为最低工资影响企业技术选择的理论机制,并得到验证。

二、理论分析与研究假设

(一)劳动成本上涨与企业技术选择方向

以 Acemoglu(2002) 的研究为基础,假设在一个经济系统中存在最终产品生产部门、中间产品生产部门、机器设备生产部门和研发创新部门。其中的某个企业 i 在不同时期 t 的最终产品 Y_{it} 由两种中间产品 Y_{it}^K 和 Y_{it}^L 组合生产,这里 Y_{it}^K 表示资本密集型产品, Y_{it}^L 表示劳动密集型产品, Y_{it} 设定为

CES 型生产函数,但这里放松规模报酬不变的假定,用参数 ρ 表示规模报酬,即:

$$Y_{it} = [\alpha(Y_{it}^K)^{(\varepsilon-1)/\varepsilon} + (1-\alpha)(Y_{it}^L)^{(\varepsilon-1)/\varepsilon}]^{\rho\varepsilon/(\varepsilon-1)} \quad (1)$$

其中,这两类中间产品的产出弹性系数 $\alpha \in (0,1)$,替代弹性系数 $\varepsilon \in [0, +\infty)$,当要素替代弹性系数 $\varepsilon \in [0,1]$ 时,要素之间的关系互为补充;当 $\varepsilon \in (1, +\infty)$ 时,要素之间的关系互相替代。根据欧拉定理,可以得到两种产品的价格之比为:

$$p_K/p_L = \alpha(Y_{it}^K/Y_{it}^L)^{-1/\varepsilon}/(1-\alpha) \quad (2)$$

其中,资本密集型产品的价格为 p_K ,劳动密集型产品的价格为 p_L 。其次,假定这两种中间产品的生产函数分别为:

$$Y_{it}^K = [\int_0^{N_{it}^K} k_{it}(j)^{1-\beta} dj] K_{it}^\beta / (1-\beta), Y_{it}^L = [\int_0^{N_{it}^L} l_{it}(j)^{1-\beta} dj] L_{it}^\beta / (1-\beta) \quad (3)$$

其中, K_{it} 和 L_{it} 分别表示资本和劳动两种要素投入, N_{it}^K 和 N_{it}^L 分别表示用于生产资本密集型和劳动密集型中间产品所需要的机器设备种类, $k_{it}(j)$ 和 $l_{it}(j)$ 分别表示生产第 j 类资本密集型和劳动密集型产品所需要的机器设备数量,机器设备与要素投入之间的替代参数 $\beta \in (0,1)$ 。 $k_{it}(j)$ 和 $l_{it}(j)$ 都由对机器设备具有完全永久专利权的垄断企业提供,价格分别为 p_K^k 和 p_L^l 。假定机器设备生产部门的技术进步全部由垄断企业的研发创新部门推动,那么企业进行创新的可能性边界为:

$$\dot{N}_{it}^K = \gamma_K C_{it}^K, \dot{N}_{it}^L = \gamma_L C_{it}^L \quad (4)$$

这里, C_{it}^K 和 C_{it}^L 分别表示用于研发新的资本增强型机器设备和劳动增强型机器设备的研发支出, γ_K 和 γ_L 分别表示研发这两种机器设备的研发效率, $\gamma_K, \gamma_L \in (0,1)$ 。假定资本投入要素的价格为 w_K ,劳动投入要素的价格为 w_L 。这里,将机器设备生产部门的成本标准化,令 $p_K^k = p_L^l = 1$,那么根据资本密集型和劳动密集型产品的生产者利润最大化原则,有:

$$\max_{K_{it}, k_{it}(j)} p_K Y_{it}^K - w_K K_{it} - \int_0^{N_{it}^K} k_{it}(j) dj, \max_{L_{it}, l_{it}(j)} p_L Y_{it}^L - w_L L_{it} - \int_0^{N_{it}^L} l_{it}(j) dj \quad (5)$$

进一步,分别对 $k_{it}(j)$ 和 $l_{it}(j)$ 求偏导,化简得到两种机器设备数量的需求之比:

$$k_{it}(j)/l_{it}(j) = (p_K/p_L)^{1/\beta} (K_{it}/L_{it}) \quad (6)$$

同样,根据其利润最大化原则,相应得到机器设备生产部门的利润之比:

$$\pi_{it}^K/\pi_{it}^L = (p_K/p_L)^{1/\beta} (K_{it}/L_{it}) \quad (7)$$

其中, π_{it}^K 和 π_{it}^L 分别表示生产两种类型机器设备的利润。结合式(3)和式(6),可以得到资本密集型和劳动密集型中间产品的产出分别为:

$$Y_{it}^K = p_K^{(1-\beta)/\beta} N_{it}^K K_{it}/(1-\beta), Y_{it}^L = p_L^{(1-\beta)/\beta} N_{it}^L L_{it}/(1-\beta) \quad (8)$$

进一步,假设 V_{it}^K 和 V_{it}^L 分别代表企业研发资本增强型机器设备和劳动增强型机器设备所获得的利润贴现值, r 表示利率,那么有:

$$rV_{it}^K - \dot{V}_{it}^K = \pi_{it}^K, rV_{it}^L - \dot{V}_{it}^L = \pi_{it}^L \quad (9)$$

当经济达到均衡增长路径时,结合式(7),有:

$$V_u^K/V_u^L = (p_K/p_L)^{1/\beta} (K_u/L_u) \quad (10)$$

同时,在技术市场出清条件下,研发资本增强型机器设备与劳动增强型机器设备的收益是相等的,即 $V_u^K \gamma_K = V_u^L \gamma_L$,因此结合式(2)、式(8)和式(10),化简得到:

$$N_u^K/N_u^L = [\alpha/(1-\alpha)]^\varepsilon (\gamma_K/\gamma_L)^{1+\beta(\varepsilon-1)} (K_u/L_u)^{\beta(\varepsilon-1)} \quad (11)$$

显然,研发创新部门所研发的机器设备种类的变化(N_u^K/N_u^L),取决于产出弹性系数 α 、研发效率 γ_K 和 γ_L 、资本劳动比(K_u/L_u)、替代参数 β 和替代弹性系数 ε 。当 $\varepsilon \in (1, +\infty)$ 时,两种机器设备种类的变化与资本劳动比存在正向关系,反之,当 $\varepsilon \in [0, 1)$ 时,二者存在负向关系。

进一步,根据式(8)资本密集型和劳动密集型中间产品的产出结果,分别令

$$E_u^K = p_K^{(1-\beta)/\beta} N_u^K/(1-\beta), E_u^L = p_L^{(1-\beta)/\beta} N_u^L/(1-\beta) \quad (12)$$

那么,有 $Y_u^K = E_u^K K_u$, $Y_u^L = E_u^L L_u$,其中 E_u^K 表示资本的技术效率, E_u^L 表示劳动的技术效率,企业的技术进步方向可以由资本和劳动的相对技术效率(E_u^K/E_u^L)来反映,当资本的技术效率提高幅度更快时,企业的技术进步方向偏向资本,反之则为劳动偏向型的技术进步(Acemoglu, 2002)。因此,最终产品部门的技术水平取决于资本和劳动的相对技术效率(E_u^K/E_u^L),而资本和劳动的相对技术效率进一步取决于研发创新部门的两种机器设备种类的变化(N_u^K/N_u^L)。

由此,可以得到命题 1:在资本和劳动互相替代的情况下,企业资本劳动比的上升会提高资本和劳动的相对效率水平,促使企业选择资本偏向型的技术进步。

劳动力成本的上涨无疑会加快企业资本深化的进程。部分研究指出企业往往通过调整要素投入结构来缓解劳动力成本上涨的压力,具体而言,会减少劳动力雇佣,增加对物资资本的投资(Bena 等, 2022)。Acemoglu 和 Restrepo (2022) 表明劳动力成本上涨会促使企业提高对自动化机器设备的应用,同时对低技能工人进行替代(Hémous 和 Olsen, 2022),进一步导致企业资本深化。类似地,宁光杰和张雪凯(2021)研究发现频繁的劳动力流转导致的雇佣成本上升,也会促使企业更多地使用机器替代劳动导致资本深化。

由此,可以得到命题 2:最低工资的上涨会促使企业选择资本替代劳动,进而提高企业的资本劳动比。

基于上述分析,最低工资的上涨必然使得劳动要素价格提高,而要素价格的相对变化会促使企业转变要素投入,采用资本替代劳动的方式影响企业的技术选择(Acemoglu, 2010)。因此,结合命题 1 和命题 2,本文提出以下假说:

当资本和劳动互替时,最低工资的提高会增加企业的资本劳动比,促使企业选择资本偏向型的技术进步。

(二)企业技术选择方向测算方式

基于前文理论分析,为了刻画企业资本偏向型的技术进步方向,将生产函数设定如下:

$$Y_u = [(E_u^K K_u)^{(\varepsilon-1)/\varepsilon} + (E_u^L L_u)^{(\varepsilon-1)/\varepsilon}]^{\rho\varepsilon/(\varepsilon-1)} \quad (13)$$

其中,所有变量符号均与前文保持一致。那么根据资本和劳动两种要素的边际产出之比等于其要素价格之比,有:

$$w_K/w_L = (E_{it}^K/E_{it}^L)^{(\varepsilon-1)/\varepsilon} (K_{it}/L_{it})^{-1/\varepsilon} \quad (14)$$

为了计算资本和劳动的相对技术效率(E_{it}^K/E_{it}^L),对式(14)两边同取对数,化简得到:

$$\log[(w_K K_{it})/(w_L L_{it})] = [(\varepsilon - 1)/\varepsilon] \log(E_{it}^K/E_{it}^L) + [(\varepsilon - 1)/\varepsilon] \log(K_{it}/L_{it}) \quad (15)$$

其中,令 $\phi_{it} = \log(E_{it}^K/E_{it}^L)$,根据 Acemoglu(2002)和 Klump 等(2007)定义, ϕ_{it} 表示企业的资本偏向型技术进步指数(以下简称技术指数),用于刻画资本和劳动相对效率水平, ϕ_{it} 值越大表明企业的技术进步方向越偏向于资本,企业会选择资本偏向型技术进步,也称作劳动节约型技术进步;反之则选择劳动偏向型技术进步,也称作资本节约型技术进步。依据郑江淮和荆晶(2021)的做法,本文设定如下计量模型,估计要素的替代弹性 ε 和企业的资本偏向型技术指数 ϕ_{it} :

$$\log[(w_K K_{it})/(w_L L_{it})] = \alpha_0 + \alpha_1 \log(K_{it}/L_{it}) + \lambda X_{it} + \mu_{it} \quad (16)$$

其中, $w_K K_{it}$ 为资本报酬, $w_L L_{it}$ 为劳动报酬, K_{it} 为资本投入, L_{it} 为劳动投入,上述计量模型中,被解释变量为资本劳动报酬比的对数值,核心解释变量为资本劳动比的对数值, X_{it} 为控制变量, μ_{it} 为扰动项。对上述回归方程进行估计,即可得到要素替代弹性 $\varepsilon = 1/(1 - \alpha_1)$,进一步可估算出企业的资本偏向型技术指数 ϕ_{it} 。

三、研究设计

(一)模型构建

基于上述理论分析,为探究劳动力成本上涨对企业技术选择的影响,本文设定如下实证模型:

$$LST_{ict} = \beta_0 + \beta_1 mwD_{ict} + \theta Z_{it} + \rho X_{ct-1} + \gamma_i + \gamma_s + \gamma_c + \gamma_t + \varepsilon_{ict} \quad (17)$$

其中,被解释变量 LST 表示企业的资本偏向型技术指数 ϕ ;核心解释变量 mwD 为最低工资的强度变量,衡量企业受到最低工资的影响程度; Z 为企业特征变量(包括企业的所有制^①); X 为区县层面的特征变量; ε 为随机扰动项。下标 i, s, c, t 分别表示企业、行业、县级市(区)、年份, $\gamma_i, \gamma_s, \gamma_c$ 和 γ_t 分别表示企业、行业、地区和年份的固定效应。

对于被解释变量企业的资本偏向型技术指数 LST ,借鉴罗楚亮和倪青山(2015)的思路,将营业利润和固定资产折旧之和作为资本报酬,应付职工薪酬作为劳动报酬,二者之比即为资本劳动报酬比 $\ln kw$ 。其次,将固定资产净值作为资本投入,雇佣人数作为劳动投入,二者之比即为资本劳动比 $\ln kl$ 。由此,根据式(16)对 LST 进行估算。^② 对于核心解释变量 mwD ,参考 Haep 和 Lin(2017)的做法,用区县层面当年的最低工资(mw)与企业平均工资(aw)的对数差值表示,以此衡量受到劳动力成本上涨的影响强度。具体地,构造方式为:

$$mwD = \begin{cases} \ln mw_{ict} - \ln aw_{it} & \text{if } \ln mw_{ict} > \ln aw_{it} \\ 0 & \text{if } \ln mw_{ict} \leq \ln aw_{it} \end{cases} \quad (18)$$

① 包括国有企业、集体企业、外商投资企业、私营企业、港澳台地区企业和其他类型企业六大类。

② 同时对企业的要素替代弹性也进行了估算,结果表明,平均而言制造业企业资本与劳动投入要素在行业层面的替代弹性均大于1,介于1.52和2.6之间,意味着资本和劳动是相互替代的,支持了前文的理论假设,这也与陈登科和陈诗一(2018)的测算结果基本一致。

企业的特征变量包括商业周期 $lnbc$ 、年龄 $lnage$ 、资产负债率 $lever$ 、出口行为 $exportD$ 和规模 $lnasset$ ，与已有文献一致(万江滔、魏下海,2020)。其次,考虑到地区经济发展水平对企业技术选择的影响,进一步控制了滞后一期的年末总人口数 $lnpop$ 、就业人数 $lnemp$ 以及人均生产总值 $lnpgdp$ 等区县层面的特征变量。

(二)数据来源

本文选取 2000—2013 年中国工业企业数据库与 2600 多个区县最低工资标准数据进行匹配。其中,最低工资标准数据来源于各地方政府人社局等网站以及各区县的政府文件。区县层面的地区特征变量来源于国泰安数据库。借鉴已有研究(Cai 和 Liu,2009),对明显不符合常识的企业样本进行剔除,同时对样本中的所有连续变量进行 1% 缩尾,最终获得包含 30 个行业、35 万多家企业约 140 万个观测值的制造业企业样本。^①

四、最低工资影响企业技术选择的实证结果

(一)基准回归与稳健性估计

表 1 报告了模型(17)最低工资上涨对企业资本偏向型技术指数的影响结果。^② 显然,在采用逐步回归法进一步控制企业特征变量和区县特征变量以后,第(3)列最低工资强度变量 mwD 的估计系数为 0.893,在 1% 的统计水平下显著为正,表明最低工资的提高会促使企业选择资本偏向型的技术进步。这与前文理论分析中提出的假说保持一致,在资本与劳动相互替代的情况下,劳动力成本上涨会导致企业选择资本偏向型的技术进步。第(4)列排除了样本期内新增企业和中途退出企业的影响,最终得到 6000 多家一直存续的企业构成的平衡面板数据。第(5)列把最低工资强度变量替换为虚拟变量 $mw d$,具体构造方式如下:

$$mw d = \begin{cases} 1 & \text{if } \ln mw_{ict} > \ln aw_{it} \\ 0 & \text{if } \ln mw_{ict} \leq \ln aw_{it} \end{cases} \tag{19}$$

估计结果显示,后两列最低工资变量的估计系数均显著为正,与基准回归结果相比,虽然估计系数大小略有不同,但在方向上均保持一致,意味着本文的基准回归结果是稳健的。

表 1 最低工资影响企业技术选择的估计结果

变量	基准回归			稳健性估计	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
mwD	0.8871 *** (0.0133)	0.8937 *** (0.0132)	0.8930 *** (0.0130)	1.8667 *** (0.0501)	
$mw d$					0.5915 *** (0.0076)
企业特征变量	N	Y	Y	Y	Y
地区特征变量	N	N	Y	Y	Y
固定效应	Y	Y	Y	Y	Y

① 受篇幅所限,正文未汇报各变量的描述性统计结果,如有需要,可与作者联系。
② 受篇幅所限,正文表格中省略了企业和地区特征变量的回归系数及显著性,如有需要,可与作者联系。

续表 1

变量	基准回归			稳健性估计	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>N</i>	1404906	1404906	1404906	60129	1404906
Adj. <i>R</i> ²	0. 5912	0. 5988	0. 5992	0. 5736	0. 5987

注:括号内为聚类(区县层面)稳健标准误。表中企业特征变量指包含企业所有制在内的特征变量,固定效应指包括时间、行业、企业和地区在内的四个维度的固定效应,Y 代表控制相应的特征变量和固定效应,N 表示未控制。*、** 和 *** 分别表示在 10%、5% 和 1% 的水平下显著。下同。

(二)内生性问题处理

考虑到可能存在的遗漏变量问题,这里采取工具变量的方法予以缓解。具体地,将同一地级市下其他区县的最低工资的平均值作为工具变量进行 IV 估计。一方面,同一地级市下各个区县之间的经济发展水平较为类似,各区县在制定最低工资标准时可能相互参考,遵循“以邻为镜”的思想(Li 等,2019;张琼等,2022),因而其他区县最低工资标准的均值与该区县的最低工资标准相关性较强。另一方面,其他区县在制定最低工资标准时一般不会考虑该区县的企业的技术选择方向,因而满足工具变量的外生性假定意味着工具变量的选取是合理的,当然本文在表 2 和表 3 中也对工具变量进行了相应的检验。

表 2 报告了使用工具变量进行 IV 估计的结果。其中,第(1)列汇报了 2SLS 第一阶段的结果,工具变量 *mwIV* 与核心解释变量 *mwD* 之间的关系显著为正,满足相关性假设。第(2)列汇报了 2SLS 第二阶段的结果,最低工资强度变量的估计系数为 0. 89,在 1% 的统计水平下显著为正,与基准回归的结果类似,方向保持一致。

表 2 IV 估计结果

变量	<i>mwD</i>	资本偏向型技术指数			
	第一阶段	第二阶段	验证工具变量的外生性		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>mwD</i>		0. 8900 *** (0. 0127)	0. 8930 *** (0. 0130)		1. 1449 *** (0. 1826)
<i>mwIV</i>	1. 0111 *** (0. 0028)			0. 8998 *** (0. 0131)	- 0. 2577 (0. 1838)
特征变量	Y	Y	Y	Y	Y
固定效应	Y	Y	Y	Y	Y
<i>N</i>	1404906	1404906	1404906	1404906	1404906
Adj. <i>R</i> ²	0. 9937	0. 4883	0. 5992	0. 5987	0. 5992

注:表中的特征变量是指包含企业所有制在内的企业特征变量和地区特征变量。下同。

由于工具变量在恰好识别的情况下,难以验证其外生性的假定,这里借鉴已有文献的思路对此进行了验证。首先,把工具变量和最低工资强度变量与企业的资本偏向型技术指数分别进行回归,再把二者与企业的资本偏向型技术指数同时进行回归,表 2 的后三列分别报告了模型(17)、(20)和(21)的结果。具体地,单独回归时,工具变量和最低工资强度变量的估计系数均显著为正,

同时回归时,最低工资强度变量的估计系数依然显著为正,而工具变量的估计系数不显著,这表明工具变量只能通过最低工资来间接影响企业的技术选择,外生性假定基本满足。

$$LST_{isct} = \beta_0 + \delta mwIV_{ict} + \theta Z_{it} + \rho X_{ct-1} + \gamma_i + \gamma_s + \gamma_c + \gamma_t + \varepsilon_{isct} \tag{20}$$

$$LST_{isct} = \beta_0 + \beta_1 mwD_{ict} + \delta mwIV_{ict} + \theta Z_{it} + \rho X_{ct-1} + \gamma_i + \gamma_s + \gamma_c + \gamma_t + \varepsilon_{isct} \tag{21}$$

进一步,本文放松工具变量的外生性假设,假定工具变量是近似外生的,根据 Conley 等(2012)提出的在工具变量是近似外生的条件下,采用置信区间集合(Union of Confidence Interval,UCI)的方法,检验工具变量的稳健性。表3分别汇报了模型(21)中逐步放宽工具变量系数δ的取值范围后,内生变量最低工资强度变量的稳健置信区间结果。可以看出,随着工具变量系数的逐步放松,最低工资强度变量估计系数的置信区间始终为正,与基准回归结果保持一致。这表明在近似外生的条件下,工具变量的选取是稳健可靠的。通过这一系列的结果也再次验证了前文假说,最低工资的上涨会促使企业选择资本偏向型的技术进步。

表 3 工具变量的近似外生检验

δ 取值范围	最低工资强度变量的稳健置信区间 95%
δ ∈ (0, 0. 1)	[0. 8864, 1. 0477]
δ ∈ (0. 1, 0. 2)	[0. 7872, 0. 9455]
δ ∈ (- 0. 2, 0. 2)	[0. 7872, 1. 2430]
δ ∈ (- 0. 3, 0. 3)	[0. 6881, 1. 3421]

(三)其他稳健性检验

不同的估计方法。为了进一步缓解潜在的内生性问题,本文利用 2004 年 3 月 1 日颁布的《最低工资规定》,作为准自然实验,采取双重差分的方法估计最低工资对企业资本偏向型技术指数的影响。具体模型:

$$LST_{isct} = \alpha_0 + \alpha_1 treat_i \times t_t + \alpha_2 treat_i + \alpha_3 t_t + \theta Z_{it} + \rho X_{ct-1} + \gamma_i + \gamma_s + \gamma_c + \gamma_t + \varepsilon_{isct} \tag{22}$$

其中,时间变量*t*的设定方式为,将 2004 年以前的年份赋值为 0,2004 年赋值为 5/6,2004 年以后的年份赋值为 1。企业虚拟变量*treat*的设定方式为,将滞后一期的平均工资小于当期县级市最低工资的企业设为处理组,赋值为 1;否则为对照组,赋值为 0(蒋灵多、陆毅,2017)。其他特征变量和固定效应与基准回归模型保持一致。那么,交互项系数α₁的大小体现了最低工资对企业技术选择的影响。表4中第(1)列报告了采用双重差分法估计的结果。交互项的估计系数为 0.0503,在 1% 的统计水平下显著,意味着最低工资的上涨确实会提高企业的资本偏向型技术指数,与基准回归结果保持一致。

最低工资滞后效应。考虑到最低工资存在的滞后影响,本文用最低工资强度变量的滞后一期进行替换,其他特征变量和固定效应与基准回归保持不变。具体地,在构造滞后一期的最低工资强度变量时,用滞后一期的最低工资与滞后一期的企业平均工资的对数差值表示,表4第(2)列报告了具体结果。显然,滞后一期的最低工资强度变量的估计系数仍然显著为正,表明最低工资上涨确实会促使企业选择资本偏向型的技术进步。

敏感性分析。为了排除平均工资在最低工资附近的样本干扰,分别进行了下列敏感性分析。

具体地,重新构造最低工资的强度变量,分别用县级层面最低工资的 90% 和 110% 与企业平均工资的对数差值表示,对模型(17)进行回归,表 4 第(3)列和第(4)列分别报告了相应的结果。显然,第(3)列和第(4)列最低工资强度变量的估计系数均显著为正,这表明在排除了平均工资在最低工资附近企业的影响以后,最低工资提高依然会促使企业选择资本偏向型的技术进步,与基准回归结果保持一致。

表 4 其他稳健性检验

变量	资本偏向型技术指数					lnva
	双重差分法	考虑最低工资 滞后效应	最低工资 × 90%	最低工资 × 110%	排除其他 外部事件冲击	考虑进口 机器人影响
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>treat</i> × <i>t</i>	0. 0503 *** (0. 0134)					
<i>treat</i>	- 0. 0025 (0. 0117)					
<i>t</i>	0. 5904 *** (0. 0315)					
<i>mwD</i> _{<i>t</i>-1}		0. 0963 *** (0. 0141)				
<i>mwD</i>			0. 9258 *** (0. 0144)	0. 8658 *** (0. 0120)	0. 8933 *** (0. 0130)	0. 0061 ** (0. 0025)
外资企业 产出占比					0. 0495 (0. 0387)	
国有企业 产出占比					- 0. 0565 ** (0. 0233)	
出口企业 产出占比					- 0. 1585 *** (0. 0473)	
特征变量	Y	Y	Y	Y	Y	Y
固定效应	Y	Y	Y	Y	Y	Y
<i>N</i>	999932	999932	1404906	1404906	1404906	1404906
Adj. <i>R</i> ²	0. 5923	0. 5923	0. 5965	0. 6018	0. 5993	0. 2498

外部冲击事件的影响。考虑到样本期内最低工资影响企业技术选择的同时,可能还会受到一些其他外部性冲击事件的影响,例如 2001 年中国加入 WTO、国有企业改革以及世界金融危机等事件的影响,对此,本文进行了稳健性检验。首先,中国加入 WTO,大量外资的涌入加剧了市场的竞争程度,从而影响企业的技术选择。其次,国有企业改革也会对企业的行为产生影响。此外,针对 2008 年的世界金融危机,具有出口行为的企业可能会受到更大的影响(潘红波、陈世来,2017)。因此,在表 4 的第(5)列中进一步控制了区县层面外资企业的产出占比变量、国有企业的产出占比变量和出口企业的产出占比变量(周茂等,2019)。回归结果显示,最低工资强度变量的估计系数依然显著为正,与基准回归结果一致。通过以上稳健性检验的结果,排除了样本期内其他外部事件的影响,充分证明了基准回归结果是一致稳健的。

进口机器人的影响。考虑到机器人等新技术是资本偏向型技术进步的核心载体,本文把海关

产品数据库中企业进口机器人的信息与现有制造业企业数据进行匹配,从而研究最低工资上涨是否会促进企业应用机器人等资本偏向型技术。具体地,参照基建红和付晶晶(2021)等思路,将企业进口机器人金额的对数值 $\ln va$ 作为被解释变量,衡量企业应用机器人的程度,核心解释变量为最低工资强度变量保持不变,表 4 第(6)列报告了相应的结果。显然,最低工资强度变量的系数仍然显著为正,表明最低工资的提高会促使企业更多地应用机器人等资本偏向型技术,这也进一步证实了前文的基准回归结果是可靠的。

(四)异质性分析

考虑到不同要素密集型、不同规模大小、不同类型以及不同地区之间最低工资对于企业技术选择影响的差异变化,本文在表 5 中进行了异质性分析。通过下列交互项模型进行检验:

$$LST_{ict} = \beta_0 + \beta_1 mwD_{ict} + \beta_2 (mwD_{ict} \times factor_{ict}) + \beta_3 factor_{ict} + \theta Z_{it} + \rho X_{ct-1} + \gamma_i + \gamma_s + \gamma_c + \gamma_t + \varepsilon_{ict} \quad (23)$$

其中, $factor$ 分别表示企业是否为劳动密集型企业,是否为大型企业,是否为生产率更高的企业,是否为东南沿海地区的企业,其余变量和固定效应与模型(17)均保持一致。

不同要素密集型企业。相比资本密集型企业,劳动密集型企业更容易受到《最低工资规定》的影响,为了应对劳动力成本的快速上涨,更迫切地需要转变投入要素的分配方式,因而选择资本偏向型技术的愿望更强烈。由此,参考廖冠民和陈燕(2014)的划分标准,用应付职工薪酬与企业销售收入比值作为劳动密集度的度量方式,把劳动密集度中位数以上的行业划分为劳动密集型,反之则为资本密集型,来考察最低工资对不同要素密集型企业技术选择的影响。由表 5 第(1)列的结果显示,交互项的估计系数显著为正,表明相较于资本密集型企业,劳动密集型企业随着最低工资的上涨,更容易选择资本偏向型的技术进步,符合预期。

不同规模大小的企业。根据国家统计局的标准,按雇佣人数与营业收入将企业划分为大型和中小型两类,考察最低工资对不同规模的企业技术选择的影响。由表 5 第(2)列的估计结果显示,交互项的估计系数显著为正,意味着相较于中小型企业,大型企业受到最低工资的影响程度更大,更容易选择资本偏向型的技术进步。原因可能在于规模较大的企业更倾向于采用“地板工资制度”,即企业往往将当地的最低工资标准作为员工工资的基数,因而受最低工资的影响会更大(孙中伟等,2019)。

不同生产率大小的企业。已有文献表明(Fan 等, 2021),全要素生产率(Total Factor Productivity, TFP)更高的企业,在劳动力快速上涨的情形下更容易选择机器人等资本偏向型的技术进步。基于此,本文测算了企业的 TFP,并按照 TFP 的中位数划分为生产率高和生产率低的企业。由表 5 第(3)列的估计结果显示,交互项的估计系数显著为正,表明最低工资对生产率高的企业影响更大,更容易促使其选择资本偏向型的技术进步,这也是符合预期的。

不同地区的企业。考虑到中国区域经济发展的不平衡性,在这里本文将企业划分为东南沿海和内陆两个区域,考察不同区域的企业,最低工资影响其技术选择的差异性。由表 5 第(4)列的估计结果显示,交互项的估计系数显著为正,意味着相比于内陆地区,最低工资对东南沿海地区企业的资本偏向型技术指数的影响更大。这是由于东南沿海地区经济发展更快,最低工资标准更高,对于劳动力成本的反应更加敏感,“机器换人”更为普遍。随着最低工资提高和劳动力成本上涨,这些地区的企业更愿意采用资本替代劳动,选择资本偏向型的技术进步,以“技术红利”替代“人口红利”,从而导致最低工资对企业资本偏向型技术指数的影响更加显著。

表 5 异质性分析

变量	是否为劳动 密集型企业	是否为 大型企业	是否为生产 率高的企业	是否为东南 沿海地区企业
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>mwD</i>	0. 8495 *** (0. 0119)	0. 8899 *** (0. 0129)	1. 1262 *** (0. 1266)	0. 8610 *** (0. 0193)
<i>mwD × factor</i>	0. 1218 *** (0. 0121)	0. 6343 *** (0. 0864)	0. 0955 *** (0. 0204)	0. 0418 * (0. 0235)
<i>factor</i>	- 0. 0017 (0. 0054)	- 0. 0482 ** (0. 0190)	0. 1938 *** (0. 0098)	- 0. 1937 (0. 2353)
特征变量	Y	Y	Y	Y
固定效应	Y	Y	Y	Y
<i>N</i>	1404906	1404906	844274	1404906
Adj. R ²	0. 5984	0. 5992	0. 5892	0. 5992

注:由于计算 TFP 需要使用工业企业中间投入变量,该变量在工业企业数据中只更新到 2007 年,因而表 5 第(3)列的样本有缩减。

五、最低工资影响企业技术选择的机制检验

当资本与劳动的替代弹性大于 1 时,最低工资上涨会加速企业的资本深化过程,导致资本劳动比提高(Bai 等,2021),进而促使企业选择资本偏向型的技术进步。一方面,由于最低工资的提高,企业往往采用资本替代劳动的方式,促使企业转变要素投入。因此,企业主要通过两条渠道提高资本劳动比:一是调整企业投资,二是调整劳动力雇佣(Bena 等,2022)。另一方面,资本劳动比的提高往往会促使企业选择资本偏向型的技术进步(Acemoglu,2010)。为了检验上述机制渠道是否存在,这里分别把企业的资本劳动比 $\ln kl$ 、企业投资 $\ln k$ 以及企业劳动力雇佣 $\ln l$ 作为被解释变量,通过下列模型进行检验:

$$M_{ict} = \beta_0 + \beta_1 mwD_{ict} + \theta Z_{it} + \rho X_{ct-1} + \gamma_i + \gamma_s + \gamma_c + \gamma_t + \varepsilon_{ict}$$

(24)

在模型(24)中,被解释变量 M 分别包括资本劳动比 $\ln kl$ 、企业投资 $\ln k$ 和企业劳动力雇佣 $\ln l$,核心解释变量为最低工资强度变量 mwD ,其他控制变量和固定效应与基准回归模型保持一致。需要说明的是,用固定资产净值对数值表示企业的投资,用员工总数的对数值表示企业的劳动力雇佣,资本劳动比与前文保持一致,表 6 报告了相应的估计结果。

首先,表 6 第(1)列的结果显示,最低工资强度变量的估计系数显著为正,意味着最低工资的上涨确实会提高企业的资本劳动比。其次,表 6 第(2)列和第(3)列的结果显示,最低工资对企业投资的影响显著为正,而对企业劳动力雇佣的影响显著为负,意味着企业往往通过资本替代劳动的方式来应对最低工资提高带来的劳动力成本上涨,进而影响企业的技术选择,这与 Bena 等(2022)的结论保持一致。显然,这一系列估计结果也支持了前文的理论假说。

表 6
 机制检验：资本替代劳动

变量	lnkl	lnk	lnl
	(1)	(2)	(3)
<i>mwD</i>	0.1531 *** (0.0313)	0.0545 ** (0.0233)	-0.0986 *** (0.0242)
特征变量	Y	Y	Y
固定效应	Y	Y	Y
<i>N</i>	1404906	1404906	1404906
Adj. R ²	0.7563	0.8847	0.8301

六、延展性分析：最低工资与企业技术创新

前文已经证实最低工资的上涨会提高企业的资本劳动比,进而促使企业选择资本偏向型的技术进步。与此同时,已有文献研究发现,劳动力成本的上涨会导致企业的创新模式转向有利于生产方式调整的工艺创新(Process Innovation),企业在生产中将更多地采用劳动节约型技术(Bena 等,2022)。因此,本文进一步研究最低工资对企业技术创新的影响,作为对企业技术进步方向的延展性分析。借鉴 Hirshleifer 等(2013)的做法,使用企业的研发效率 *lnrd* 作为企业技术创新的测度指标,具体地,用企业授权的专利数量与上一期研发投入之比的对数值表示,这里的企业授权专利分别指发明专利、实用新型专利和外观设计专利授权以及这三类专利授权的总和。为了探究最低工资对企业技术创新的影响,通过下列模型进行估计:

$$lnrd_{iset} = \beta_0 + \beta_1 mwD_{ict} + \theta Z_{it} + \rho X_{ct-1} + \gamma_i + \gamma_s + \gamma_c + \gamma_t + \varepsilon_{iset} \tag{25}$$

在模型(25)中,被解释变量 *lnrd* 分别包括三类专利授权总和的研发效率 *lnrd_t*、发明专利的研发效率 *lnrd_i*、实用新型专利的研发效率 *lnrd_u* 和外观设计专利的研发效率 *lnrd_a*,核心解释变量为最低工资强度变量 *mwD*,其他控制变量和固定效应与基准回归模型保持一致,表 7 报告了相应的估计结果。由表 7 的估计结果可知,不管是发明专利、实用新型专利、外观设计专利还是三类专利授权的总和,最低工资强度变量的估计系数均显著为正,只是系数大小略有不同,这表明随着最低工资的上涨,确实能够显著提高企业的研发效率,进而促进企业的技术创新,这与李建强等(2020)的结论类似。同时,这也意味着最低工资的提高不仅会促使企业选择资本偏向型的技术进步,还会促进企业进行技术创新,进一步为政府完善最低工资制度,以及实现党的二十大提出的“实施创新驱动发展”的战略目标提供有益参考。

表 7
 延展性分析：研发效率

变量	lnrd_t	lnrd_i	lnrd_u	lnrd_a
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>mwD</i>	0.1066 *** (0.0280)	0.1080 *** (0.0279)	0.1054 *** (0.0280)	0.1090 *** (0.0279)
特征变量	Y	Y	Y	Y
固定效应	Y	Y	Y	Y

续表 7

变量	lnrd_t	lnrd_i	lnrd_u	lnrd_a
	(1)	(2)	(3)	(4)
N	426907	426907	426907	426907
Adj. R ²	0. 6012	0. 6133	0. 6061	0. 6083

注:由于工业企业数据库只在 2005—2007 年统计了企业的研发投入,因而表 7 中样本有缩减。

七、结论与启示

人口老龄化加深和有效劳动力供给开始下降,是当前中国实体经济需要直面的客观现实,以低廉劳动力为支撑的发展方式难以为继。在此背景下,制造业企业亟待技术转型升级,尤其在新一轮科技革命和产业变革蓄势待发的时期,如何借助技术变革的力量,以实现企业高质量发展成为题中之义。本文试图从理论和经验考察劳动力成本上涨如何影响制造业企业技术选择。利用中国区县最低工资数据和全国工业企业调查数据(2000—2013 年),以最低工资规制作为劳动力成本上涨的外生冲击,研究表明,当企业资本和劳动要素替代弹性大于 1 时,最低工资上升将驱使制造业企业选择资本偏向型的技术进步,其作用机制在于,最低工资上升将改变要素间相对投入价格,企业理性地采用资本替代劳动,提高了企业的资本劳动比。对不同类型、不同地区的企业,最低工资影响企业技术选择的结果存在异质性差异。此外研究发现,最低工资的提高有助于提高企业的研发效率,进而促进企业的技术创新。

综上,劳动力成本上涨是影响企业技术进步方向的重要因素,随着《最低工资规定》的施行,还会不断加深对企业技术选择方向的影响。基于此,本文提出如下政策建议。第一,形成与最低工资相配套的措施,加大对劳动者人力资本的投入。企业由于劳动力成本上涨的压力,常常使用资本替代劳动进行自动化技术升级,尤其是低技能的劳动力被大量的替代。因而要鼓励企业对员工开展技能培训,促进劳动力素质的提升,进一步提高企业的研发效率和技术创新水平。第二,要充分发挥企业人力资本优势,全方位地针对不同劳动力制定个性化的职业规划,提升就业数量和质量。加快人力资本积累,持续不断地以高质量的劳动力作为推进企业技术创新的坚实基础,使全体劳动者能够共同分享新一轮技术进步带来的“红利”,实现劳动力和技术进步的和谐发展。

参考文献:

1. 陈登科、陈诗一:《资本劳动相对价格、替代弹性与劳动收入份额》,《世界经济》2018 年第 12 期。
2. 戴天仕、徐现祥:《中国的技术进步方向》,《世界经济》2010 年第 11 期。
3. 蒋灵多、陆毅:《最低工资标准能否抑制新疆尸企业的形成》,《中国工业经济》2017 年第 11 期。
4. 李建强、高翔、赵西亮:《最低工资与企业创新》,《金融研究》2020 年第 12 期。
5. 廖冠民、陈燕:《劳动保护、劳动密集度与经营弹性:基于 2008 年〈劳动合同法〉的实证检验》,《经济科学》2014 年第 2 期。
6. 罗楚亮、倪青山:《资本深化与劳动收入比重——基于工业企业数据的经验研究》,《经济学动态》2015 年第 8 期。
7. 宁光杰、张雪凯:《劳动力流转与资本深化——当前中国企业机器替代劳动的新解释》,《中国工业经济》2021 年第 6 期。
8. 潘红波、陈世来:《〈劳动合同法〉、企业投资与经济增长》,《经济研究》2017 年第 4 期。
9. 綦建红、付晶晶:《最低工资政策与工业机器人应用——来自微观企业层面的证据》,《经济科学》2021 年第 4 期。
10. 卿陶、黄先海:《最低工资与企业技术进步路径——技术引进还是自主创新》,《经济学动态》2022 年第 8 期。
11. 孙中伟、刘一伟、范长煜:《最低工资施行过程中的“地板工资制”及其后果——基于 2017 年广东省企业—员工匹配调查

数据的分析》,《中国人口科学》2019 年第 3 期。

12. 万江滔、魏下海:《最低工资规制对企业劳动收入份额的影响——理论分析与微观证据》,《财经研究》2020 年第 7 期。
13. 王林辉、袁礼:《有偏型技术进步、产业结构变迁和中国要素收入分配格局》,《经济研究》2018 年第 11 期。
14. 余东华、张鑫宇、孙婷:《资本深化、有偏技术进步与全要素生产率增长》,《世界经济》2019 年第 8 期。
15. 张琼、封世蓝、曹晖:《中国最低工资调整与残疾人就业——基于县级邻近配对及个体追踪数据的经验证据与影响机制》,《经济学(季刊)》2022 年第 3 期。
16. 郑江淮、荆晶:《技术差距与中国工业技术进步方向的变迁》,《经济研究》2021 年第 7 期。
17. 周茂、李雨浓、姚星、陆毅:《人力资本扩张与中国城市制造业出口升级:来自高校扩招的证据》,《管理世界》2019 年第 5 期。
18. Acemoglu, D., Directed Technical Change. *The Review of Economic Studies*, Vol. 69, No. 4, 2002, pp. 781 – 809.
19. Acemoglu, D., When Does Labor Scarcity Encourage Innovation? . *Journal of Political Economy*, Vol. 118, No. 6, 2010, pp. 1037 – 1078.
20. Acemoglu, D., & Restrepo, P., Demographics and Automation. *The Review of Economic Studies*, Vol. 89, No. 1, 2022, pp. 1 – 44.
21. Bai, X., Chatterjee, A., Krishna, K., & Ma, H., Trade and Minimum Wages in General Equilibrium: Theory and Evidence. *Journal of International Economics*, Vol. 133, 2021.
22. Bauducco, S., & Janiak, A., The Macroeconomic Consequences of Raising the Minimum Wage: Capital Accumulation, Employment and the Wage Distribution. *European Economic Review*, Vol. 101, 2018, pp. 57 – 76.
23. Bena, J., Ortiz-Molina, H., & Simintzi, E., Shielding Firm Value: Employment Protection and Process Innovation. *Journal of Financial Economics*, Vol. 146, No. 2, 2022, pp. 637 – 664.
24. Cai, H., & Liu, Q., Competition and Corporate Tax Avoidance: Evidence from Chinese Industrial Firms. *The Economic Journal*, Vol. 119, No. 537, 2009, pp. 764 – 795.
25. Conley, T. G., Hansen, C. B., & Rossi, P. E., Plausibly Exogenous. *Review of Economics and Statistics*, Vol. 94, No. 1, 2012, pp. 260 – 272.
26. Fan, H., Hu, Y., & Tang, L., Labor Costs and the Adoption of Robots in China. *Journal of Economic Behavior & Organization*, Vol. 186, 2021, pp. 608 – 631.
27. Haepf, T., & Lin, C., How Does the Minimum Wage Affect Firm Investments in Fixed and Human Capital? Evidence From China. *Review of Development Economics*, Vol. 21, No. 4, 2017, pp. 1057 – 1080.
28. Hémous, D., & Olsen, M., the Rise of The Machines: Automation, Horizontal Innovation, and Income Inequality. *American Economic Journal: Macroeconomics*, Vol. 14, No. 1, 2022, pp. 179 – 223.
29. Hicks, J. R., *The Theory of Wages*. London: MacMillan Press, 1932.
30. Hirshleifer, D., Hsu, P. H., & Li, D., Innovative Efficiency and Stock Returns. *Journal of Financial Economics*, Vol. 107, No. 3, 2013, pp. 632 – 654.
31. Klump, R., McAdam, P., & Willman, A., Factor Substitution and Factor-Augmenting Technical Progress in the United States: A Normalized Supply-Side System Approach. *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 89, No. 1, 2007, pp. 183 – 192.
32. Li, Y., Kanbur, R., & Lin, C., Minimum Wage Competition Between Local Governments in China. *The Journal of Development Studies*, Vol. 55, No. 12, 2019, pp. 2479 – 2494.

Rising Labor Costs and Manufacturing Enterprises' Choice of Technology

WEI Xiahai (Institute of Economic Development and Reform, Hua Qiao University, 361021)

WAN Jiangtao, YU Lingzheng (School of Economics and Finance, Hua Qiao University, 362021)

Abstract: With the gradual melting away of the demographic dividend, enterprises are generally facing the pressure of rising labor costs and labor shortage. It's urgent for the Chinese manufacturing sector to transform its development model. In this process, the artificial intelligence technology with robots as the carrier plays an important role. As “the pearl at the top of the manufacturing crown,” the robot embedded in the production link has greatly promoted the development of intelligent manufacturing and industrial transformation and upgrading. A piece of well-known news is that the eastern coastal cities of China (especially some manufacturing bases) are undergoing a large-scale “machine substitution” to replace “demographic dividend”

with “technological dividend.” It is worth noting that when an enterprise uses advanced machines to replace the labor force, it will increase the marginal output of capital through automation upgrading, which is a type of capital-biased technology. The other direction of technology is labor-biased, in which case enterprises invest more in labor elements and rely on the marginal labor output to increase the output. Labor costs and degree of abundance will greatly shape enterprises’ choice of different biased technologies.

At present, in the latest round of scientific and technological revolution and industrial transformation, China’s manufacturing enterprises are in urgent need of technological transformation and upgrading. How to achieve high-quality development with the help of technological transformation becomes the crux of the problem. In this context, which type of biased technology, will enterprises choose in response to the increase in labor costs and what is the intermediate impact mechanism? We have studied it theoretically and empirically. Based on the minimum wage data of counties in China from 2000 to 2013 and the sample of manufacturing enterprises in the national survey of industrial enterprises, the study finds that the minimum wage does affect enterprises’ choice of technology when capital and labor elements are replaced. The reason is that the increase in labor costs caused by the minimum wage will change the relative factor prices and urge enterprises to adopt capital instead of labor to increase the capital-labor ratio, hence the preference for the capital-biased technology. In addition, it is found that the minimum wage policy can improve the R&D efficiency and promote the technological innovation of enterprises, which will incentivize the government to improve the minimum wage system in order to realize the strategic goal of “accelerating innovation-driven development” proposed in the *Report to the 20th National Congress of the Communist Party of China*.

Marginal contributions of this paper are as follows. First, it provides a new research angle. The existing literature rarely directly examines the impact of rising labor costs on the direction of enterprises’ technological change. We have tried in this respect and verified the impact of rising labor costs on enterprises’ technological change from the perspective of the exogenous impact of minimum wage. Second, it provides micro-level empirical results of technological change. Previous research on technological change mostly started from the macro level such as regions and industries, and lacked analysis at the micro level.

This paper offers the following policy suggestions. First, introduce measures that match the minimum wage and increase investment in human capital. Due to the pressure of rising labor costs, enterprises often use capital instead of labor to upgrade automation technology, and a large quantity of low-skilled labor is replaced. Therefore, enterprises are encouraged to train workers’ skills, and improve the labor quality, R&D efficiency and the technological innovation level. Second, it is necessary to give full play to the advantages of human capital, formulate individualized career plans for employees, and upgrade employees’ skills while expanding the workforce. It’s also important to accelerate the accumulation of human capital, and continuously use high-quality labor as a solid foundation to promote technological innovation in enterprises, so that all workers can share the “dividend” brought by the latest round of technological change, and realize the harmonious development of labor and technological change. In the future, the problems of aging and low birth rate will become increasingly prominent, and the labor costs will continue to rise due to the shortage of labor force. How to actively choose the biased technology and reshape the development momentum will be a long-term concern in China’s manufacturing sector.

Keywords: Minimum Wage, Labor Costs, Capital-Biased Technological Change, Substitution Elasticity

JEL: O14, O33