

引用格式:林常青,洪磊琪. 机器人应用对企业内部薪酬差距的影响——基于多时点 DID 的实证[J]. 技术经济, 2024, 43(3): 94-108.

LIN Changqing, HONG Leiqi. The impact of robot application on pay gap within company: Evidence based on multi-time point DID method [J]. Journal of Technology Economics, 2024, 43(3): 94-108.

机器人应用对企业内部薪酬差距的影响

——基于多时点 DID 的实证

林常青, 洪磊琪

(湖南工业大学经济与贸易学院, 株洲 412007)

摘要: 本文基于中国 A 股制造业上市公司数据, 采用基于倾向得分匹配的多期双重差分法(PSM-DID)考察机器人应用对企业内部薪酬差距的影响及作用机制。结果发现, 机器人应用能够显著缩小企业内部薪酬差距, 在更换解释变量等一系列稳健性检验后结果依然稳健。机器人应用可通过促进企业创新及抑制盈余管理行为缩小企业内部薪酬差距, 异质性检验结果表明机器人应用对企业内部薪酬差距的影响在规模更大、资本密集度更高的企业中更显著。进一步研究发现, 机器人应用对企业内部薪酬差距的缩小显著表现为降低高管超额薪酬进而缩小企业内部超额薪酬差距。本文研究为探索企业内部薪酬差距的治理机制提供了新视角, 为我国在推动制造业转型升级的同时实现收入公平提供了重要参考。

关键词: 多时点 DID; 机器人应用; 企业内部薪酬差距; 高管超额薪酬; 企业创新; 盈余管理

中图分类号: F272.92; F425; TP242 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-980X(2024)03-0094-15

DOI: 10.12404/j.issn.1002-980X.J23111308

一、引言

党的二十大报告提出, 中国式现代化是全体人民共同富裕的现代化, 强调要在实现经济高质量发展的同时, 缩小收入差距, 使全体人民共享发展成果。由此可见, 缩小收入差距是推进共同富裕战略的关键问题, 具体到企业层面表现为缩小企业内部薪酬差距, 在国民收入初次分配阶段兼顾“效率”和“公平”。当前, 以“智能制造”为主导的第四次工业革命正引领着新一轮产业发展浪潮, 带来了全新的机遇和挑战。工业机器人作为“人工智能”的重要载体, 在促进产业升级, 做大“共富”蛋糕的同时也通过要素资源再配置, 重塑了企业内部收入分配格局, 因此, 本文旨在从企业内部收入不平等角度深入分析工业机器人应用对企业内部薪酬差距的影响及其内在机制。

关于机器人与收入不平等研究, 已有学者从不同角度对这一问题展开讨论, 本文关注机器人应用对于企业内部高管-员工薪酬差距的影响, 一是因为如何缩小不同群体间收入差距是推进共同富裕过程中亟待解决的问题, 具体到企业层面, 这一问题表现为如何缩小企业内部薪酬差距。在公司内部, 员工通常与高管或同一等级其他员工进行薪酬比较。在理论方面, 基于公平的行为理论认为较小的薪酬差距能够增加员工的公平感, 有利于团队合作, 提高公司业绩; 而基于效率的锦标赛理论则认为薪酬差距对员工有正向的激励作用, 能激发员工工作积极性, 从而提升企业业绩^[1]。在实践方面, 公司高管大多是薪酬体系的制定者, 倾向于维护自身利益, 而普通员工是被动接受的弱势方, 因此薪酬分配的公平性更集中于高管与员工之

收稿日期: 2023-11-13

基金项目: 2023 年湖南省自然科学基金面上项目“产品空间视角下我国企业出口贸易高质量发展的机制与路径研究”(2023JJ30218); 2022 年湖南省教育厅科学研究重点项目“人工智能驱动湖南省制造业出口贸易高质量发展的机制及对策研究”(22A0407); 2022 年度湖南省社会科学成果评审委员会课题“疫情冲击下基于产品空间理论的湖南制造业转型升级路径与对策研究”(XSP22YBZ099); 湖南省教育厅科学研究重点项目“数字贸易助推湖南省企业自主创新的机制与实践路径研究”(23A0431)

作者简介: 林常青, 博士, 湖南工业大学副教授, 硕士研究生导师, 研究方向: 国际贸易理论与政策; 洪磊琪, 湖南工业大学会计学硕士研究生, 研究方向: 公司治理与公司财务。

间,无论是理论方面,还是实践方面,高管与员工的薪酬差距都是企业内部收入不平等的研究焦点,且受限于数据可获得性,学界常用高管与员工薪酬差距衡量企业内部收入不平等^[2-3]。因此本文聚焦高管与员工的薪酬差距研究公司内部收入不平等。二是因为目前国内学界就微观企业层面工业机器人对于收入分配的影响研究大多基于劳动收入份额、不同技能员工工资差异展开分析,较少涉及公司内部不同层级和职位之间的薪酬差距问题,而公司内部普通员工与高管的薪酬差距恰恰是公司收入分配矛盾最为突出的来源。

二、文献综述

目前,与本文研究主题相关的文献可分为两类,一类文献着重考察工业机器人应用的微观经济效应。基于就业市场的研究主要形成两种观点,分别是“替代效应”和“创造效应”。“替代效应”观点认为自动化技术会代替部分简单重复劳动,降低生产环节的劳动力需求^[4]。一些学者进一步区分岗位性质,认为工业机器人替代了低技能人员和从事程式化劳动的高技能人员从而减少了企业的雇佣规模,呈现出“机器换人”的替代效应^[5-6]。王永钦和董雯^[7]使用行业机器人应用数据实证分析了机器人应用的就业替代效应,发现机器人显著替代了中等技能劳动力,表现为“就业极化”。“创造效应”观点认为机器人应用具有岗位创造效应,Acemoglu 和 Restrepo^[8-9]指出,机器人应用在减少传统就业岗位的同时也创造了新的工作任务,进而衍生出一些更具比较优势的新的就业岗位,例如销售、管理等围绕新技术产生的新岗位。此外,部分文献聚焦于机器人应用的“生产率效应”。一方面,机器人应用提升了企业生产效率,带动企业产出规模扩张形成“规模效应”,扩大市场份额^[4];另一方面,机器人应用引发“岗位更替效应”引致企业内非技能岗位和技能岗位不对称增长^[10-11],优化劳动力结构,提升企业人力资本水平。

可见,一方面,企业在工业机器人“生产率效应”的作用下,扩大生产规模,提高了盈余水平;另一方面,机器人的“就业替代效应”和“就业创造效应”改变了企业内部劳动力结构,从而改变企业内部收入分配格局,影响企业内部收入差距。

与本文相近的另一类文献着重研究工业机器人应用与收入分配的关系。总体来看,主要从两方面考察机器人应用对企业微观层面收入不平等的影响。一是劳动要素和资本要素之间的分配,即机器人应用对资本和劳动收入份额的影响。机器人应用属于资本偏向型技术进步,提高了资本要素的边际产出,企业要素投入重心转向资本要素,进而影响劳动收入份额^[12]。Emin 和 Zoltan^[13]利用美国制造业调查数据研究发现,自动化程度较高的企业劳动收入份额较低,而资本收入份额较高。何小钢等^[14]使用工业企业与海关匹配数据研究发现,机器人应用通过资本-劳动替代效应、工资率效应和生产率效应降低劳动收入份额,即当平均工资的增幅小于劳动生产率的增幅时,机器人应用降低劳动收入份额。二是劳动者技能异质性,机器人同时也是一项“技能偏向型技术进步”,机器人的“岗位更替效应”使得企业内技能岗位和非技能岗位呈现“非对称增长”,进而扩大劳动技能溢价^[10]。魏巍^[15]的研究表明人工智能技术能够通过改变劳动力结构和技能效率结构提高技能溢价水平。也有不少文献从整体工资水平考察机器人应用的影响效应。罗润东和郭怡笛^[16]利用文本挖掘法测度人工智能应用,研究发现人工智能显著提升了员工收入水平,一定程度上促进了员工共同富裕。孙文远和刘于山^[17]的研究也证实人工智能对员工工资水平有显著的正向效应。与本文主题最为相关的文献是陈宗胜和赵源^[18]对企业内部高低人力资本员工薪酬差别的影响研究,其主要从高管、员工“薪酬谈判能力”差异的角度分析工业机器人应用对企业内部薪酬差距的作用机制。

机器人的就业效应改变了企业内部劳动力结构,进而影响企业内部收入分配格局,现有文献多从技能差异角度分析机器人应用对企业内部不同技能员工收入差距的影响,少有研究讨论机器人应用对企业管理层与普通员工薪酬差距的影响。而高管-员工薪酬差距是决定企业经营绩效的关键因素,根据相对剥削理论,较大的薪酬差距会使员工感到不公平,可能挫伤员工工作积极性从而对企业业绩产生负面影响^[19]。基于此,本文使用制造业上市公司面板数据,结合倾向得分匹配和双重差分法(PSM-DID)检验机器人应用对企业内高管-员工薪酬差距的影响效应及其机制。

本文可能的边际贡献如下:在研究视角方面,区别于从资本-劳动要素收入份额、高低技能员工工资差异视角研究机器人应用的收入分配效应,本文基于高管和普通员工薪酬差距的视角分析了机器人应用对企业

内部薪酬差距的影响,拓宽了机器人应用对收入差距影响的研究边界;在研究方法上,本文借助 PSM-DID 进行基准估计,在基本控制自选择偏差问题后,较准确识别了工业机器人应用对企业内部薪酬差距的影响;在理论方面,既有研究大多基于机器人的“替代效应”和“生产率效应”研究机器人应用对企业内部收入差距的影响。本文从机器人的创新效应和抑制盈余管理两个渠道梳理了机器人应用缩小企业内部薪酬差距的影响机制。具体来说,机器人应用通过促进企业创新显著提升员工工资水平,并且,机器人应用这一智能化技术改善了企业内部治理环境,一定程度约束了管理层权力,抑制管理层薪酬自利行为从而缩小企业内部薪酬差距。

三、机理分析与研究假设

通过对相关文献梳理,本文认为工业机器人应用可以缩小高管与员工间的薪酬差距。本文主要从机器人的创新效应和抑制管理层盈余管理行为两个方面分析机器人应用对企业内部薪酬差距的作用机理,具体分析如下。

(一) 机器人应用通过提高企业创新水平缩小高管-员工薪酬差距

工业机器人对企业创新发挥着重要作用。屈小博和吕佳宁^[20]研究表明相比未应用机器人的企业,使用机器人的企业在创新投入、创新产出和创新潜能上更具竞争优势。一方面,工业机器人应用使企业生产方式由劳动密集型向智能化、自动化、柔性化转变^[21],降低了企业生产边际和出错风险,提高生产效率;另一方面,工业机器人在操作精度和稳定性上更具优势,生产人员可以摆脱简单重复的机械操作,更专注于复杂而高级的生产活动^[22],有利于在企业内部形成与机器人之间的“人机协同”效应,提高对技术的学习和应用能力,从而提高企业的创新边际^[23]。

机器人应用可以通过提高企业创新水平缩小高管-员工间的薪酬差距。首先,成功的创新往往给企业带来超额利润,因为创新使企业获得了某些独特的竞争优势,比如先发优势、知识产权保护、品牌声誉、网络外部性等,这些优势将给予企业一段时期内在相关技术领域的垄断地位,使得企业有权制定更高的产品价格,获取超额利润^[24],当创新可以给企业带来较高的超额回报时,企业管理者也会通过内部激励措施提升员工创新积极性,给予创新员工更高的薪酬水平和项目奖励^[25]。其次,由于创新创造了新产品和新技术,增加了对高技能劳动力的需求,减少了对低技能劳动力的需求,高技能劳动力供给的相对增加提高了普通员工中高技能员工占比,而技能水平更高的员工拥有相对更高的薪资水平^[3],再加上企业创新提升了劳动要素的边际回报率,从而使得普通员工的平均薪酬上升^[25],进而缩小了高管与员工之间的薪酬差距。冯乾彬等^[25]与 Cirillo 等^[26]的研究也最终证实了企业创新确实缩小了高管-员工之间的薪酬差距。

基于以上分析,本文提出假设:

机器人应用通过提高企业创新水平从而提升劳动要素的边际产出进而缩小高管-员工间薪酬差距(H1a)。

然而,创新带来的企业技术水平提升也将提高企业的全要素生产率^[3],从而为企业带来较高业绩的同时,由于高管薪酬决策存在正向的业绩参照效应,其高管薪酬也将跟随公司业绩而提升^[27],高管所获得的股权回报也会更高^[28],从而提高高管薪酬进而扩大高管与员工间的薪酬差距。另外,由于高管的资本性收入的增长速度显著快于普通员工的劳动性收入的增长速度,因此有可能扩大高管-员工间的薪酬差距^[25]。

基于以上分析,本文提出假设:

机器人应用通过提高企业创新水平从而提高企业全要素生产率水平进而扩大高管-员工间薪酬差距(H1b)。

(二) 机器人应用通过抑制管理层盈余管理行为缩小高管-员工薪酬差距

本文认为机器人应用可以通过抑制管理层盈余管理行为进而缩小高管-员工薪酬差距。机器人应用等智能化技术通过提高企业内部信息透明度,降低股东对高管的监管成本,从而抑制高管自利行为。其一,工业机器人作为“人工智能员工”能够增强生产端信息收集的精确性和及时性,提升企业整体管理效率和数字管理能力^[29]。其二,工业机器人能够使企业内部组织机构更趋向于网络化和扁平化^[30],缩短信息传递链

条,使管理层的利己行为更容易被察觉。此外,工业机器人应用显著提升了企业对网络链接、大数据以及人工智能等数字技术的运用水平^[29],企业通过这些数字技术运用有效减少了信息不对称问题^[31],增强了信息披露透明度,使管理过程更加透明。机器人应用等智能化技术所引发的企业管理变革对企业内部控制质量有积极地提升效应^[32],一定程度上约束了管理层权力。

管理层权力理论认为拥有管理公司权力的高管往往出于自利,利用手中权力操纵公司盈余、粉饰企业业绩,以制定有利于自身利益的薪酬^[33]。已有学者通过实证检验发现,高管确实会通过盈余管理来操纵薪酬^[34],这种盈余管理行为使高管获得超额薪酬。柳学信和张宇霖^[19]进一步指出,企业内较高的收入分配差距并非完全由不同层级职工要素价格或劳动投入差异造成,相当一部分是由于管理层职工利用管理权力获得超额薪酬等行为所导致的职工投入产出失衡,这类薪酬并非来源于企业真实业绩增长,由于没有足够的资金同步提高普通员工的薪酬,企业内部薪酬差距因此扩大。因此,本文认为机器人应用能够约束管理层权利,抑制其盈余管理行为,限制管理层薪酬不合理增长,从而缩小企业内部薪酬差距。

基于以上分析,本文提出假设:

机器人应用通过抑制管理层盈余管理行为从而缩小高管-员工间薪酬差距(H2)。

四、实证设计

(一) 样本选择和数据处理

本文研究基础数据来源于国泰安(CSMAR)数据库和中国海关数据库,前者涵盖了上市公司详细的公司治理和财务指标数据,后者提供了2000—2016年详细的产品层面企业进出口相关数据,为本文研究提供便利。在样本选取方面,首先,考虑到工业机器人主要应用于制造业^[35],因此将研究对象限定为沪深A股制造业上市公司;其次,考虑到数据可得性,本文选取的样本期间为2005—2016年。在数据处理方面,首先,本文将上市公司与海关数据匹配,得到包含进口产品信息、公司特征及财务指标的面板数据。其次,参考诸竹君等^[36]的做法利用8位数HS编码^①筛选出企业-产品层面进口机器人数据,根据HS(harmonized system)编码,分企业加总每年进口工业机器人金额,以此获取上市公司进口机器人信息。在处理样本时,本文还剔除了内部薪酬差距(FPG)小于或等于零以及关键数据缺失的样本,所有连续变量均进行双边1%的缩尾处理,以排除极端值的影响。

(二) 模型设定

为了考察对我国制造业上市企业内部薪酬差距的影响效应,本文参考Lin等^[37]的做法,设定如下计量模型进行估计。

$$FPG_{it} = \alpha + \beta_1 robot_{it} \times post_{it} + \mu_i X_{it} + v_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中: FPG_{it} 为本文的被解释变量,表示*i*企业在*t*年的内部薪酬差距; $robot_{it}$ 为*i*企业是否进口过机器人的决策变量,如果企业在样本期内进口过机器人,则为处理组,取值为1,否则为对照组,取值为0; $post_{it}$ 为企业在*t*年是否进口过机器人,如果*t*年进口了机器人,那么当年及之后的年份均取值为1,之前的年份取值为0,当企业在样本期之内多次进口机器人时,选择样本期内首次进口机器人的年份作为 $post_{it}$ 虚拟变量取值的依据; α 为常数项,系数 β_1 是进口机器人的政策效应,是本文重点关注的核心系数,若 β_1 大于零,表示机器人应用扩大了企业内部薪酬差距,若小于零则代表机器人应用缩小了企业内部薪酬差距; μ_i 为控制变量的影响系数; X_{it} 为一组可能影响企业内部薪酬差距的企业层面控制变量; v_i 为企业固定效应; v_t 为年份固定效应; ε_{it} 为随机干扰项。此外,为了缓解异方差和自相关对估计结果的影响,本文所有回归分析均在企业层面聚类。

企业进口机器人是一种自发的、有选择性的非随机行为,例如,公司的规模、劳动力人数以及工资水平等因素都可能影响公司进口机器人决策。因此,为了缓解因个体的自选择问题产生的估计偏差,考察机器人

① 84795090(其他工业机器人)、84795010(多功能机器人)、84864031(IC工厂专用的自动搬运机器人)、84248920(喷涂机器人)、84289040(搬运机器人)、85152120(电阻焊接机器人)、85158010(激光焊接机器人)、85153120(电弧焊接机器人)。

应用对于企业内部薪酬差距的净影响,本文进一步采用 Heckman 等^[38]提出的倾向得分匹配法,以某些可观测的公司特征作为匹配条件,为处理组企业寻找那些与进口机器人企业具有相同特征但未发生进口机器人行为的企业作为对照组,在此基础上采用多期双重差分法估计机器人应用对企业内部薪酬差距的影响效应。具体做法如下:首先,根据是否进口过机器人将样本分为进口机器人企业(处理组)和未进口机器人企业(对照组);其次,为了满足条件独立性原则,本文参照王小霞和李磊^[39]的做法,选取如下可能影响进口机器人决策的变量作为匹配协变量,包括:①企业规模(*size*):企业总资产的对数;②资产负债率(*ALR*);③企业年龄(*lnage*):以调查年份减去公司上市年份并加1取对数表示;④就业规模(*lnemp_tot*)^②以员工总数加1取对数表示;⑤工资支付率(*lnpayr*):以支付给职工的工资/营业收入并加1取对数表示;⑥人均固定资产(*lnfixap*):固定资产净额(万元)/员工总数并加1取对数表示;⑦人均创收(*incomper*):以营业收入/员工人数并加1取对数表示。最后,基于选定的协变量,采用 Logit 模型计算倾向得分,进行一对一近邻匹配后再估计模型。

(三) 变量选取与定义

1. 被解释变量

本文参考孔东明等^[40]的做法,将被解释变量——企业内部薪酬差距(FPG_{it})定义为管理层平均薪酬(AMP)与员工平均薪酬(AEP)的比值。其中,管理层包括企业所有高级管理层、除独立董事以外的所有董事、监事,员工指除董、高、监以外的普通员工,具体测算为

$$AMP_{it} = \frac{\text{董事薪酬总额} + \text{监事薪酬总额} + \text{高级管理人员薪酬总额}}{\text{董监高总人数} - \text{独立董事人数} - \text{未领取薪酬董监高人数}} \quad (2)$$

$$AEP_{it} = \frac{\text{应付职工薪酬本期发生数} + \text{支付给职工及为职工支付的现金} - \text{董高监年薪总额}}{\text{员工人数}} \quad (3)$$

2. 核心解释变量

本文的核心解释变量——工业机器人应用($robot \times post$)参考王小霞和李磊^[39]的做法构建,其中 $robot$ (是否进口过机器人)的设置参考李磊等^[41]、Acemoglu 和 Restrepo^[41]已有研究成果,采用中国海关数据库统计的企业层面进口工业机器人的数据衡量,若样本期内进口机器人的金额大于零则赋值为1,否则为0。采用海关统计数据有如下几点考虑:①中国工业机器人应用绝大部分依赖于进口。根据中国机器人产业联盟(CRIA)发布的《中国工业机器人产业报告》数据显示,2013年中国本土机器人市场占有率约为25%,超过70%的工业机器人来源于国外进口,因此海关统计的工业机器人进口数据很大程度上反映了企业的工业机器人应用情况。②中国海关数据库数据理论上每一种产品对应一个海关HS编码,这为工业机器人的识别提供了便利。利用海关与上市公司匹配数据可以得到企业层面更精确的工业机器人应用的信息,而国际机器人联合会(IFR)所提供的数据仅限于国家和行业层面,不能准确测度企业层面的工业机器人应用水平。

3. 控制变量

为了控制可能影响企业内部薪酬差距的其他因素,本文选取了包括公司财务特征和公司治理结构两方面的变量作为控制变量。具体来说,公司财务特征变量包括①总资产收益率(roa):以净利润率与资产总额的比值表征,用以衡量企业的盈利能力,盈利能力越强,分配给员工的收益更多;②企业规模($size$):以企业总资产的对数表示;③资本密集度(KI):以固定资产除以资产总额表征,用以衡量公司的资本性支出;④资产负债率(ALR):以负债总额除以总资产的比值表示;⑤企业年龄(age):以调查年份减去公司上市年份表示;⑥第一大股东持股比例($top1$),用于衡量大股东治理,大股东持股比例越高,对于高管的制约、监督作用越强,可以约束高管薪酬的不合理增长;⑦独董比例(Id):以独立董事人数除以董事会总人数的比值表示,独立董事不受高管制约,只对股东负责,可以监督高管行为,独立董事比例越高,越能限制高管薪酬不合理增长。

4. 描述性统计

主要变量的描述性统计如表1所示,机器人进口虚拟变量($robot$)的均值为0.263,这说明进口机器人样

② 除特别标注外,本文出现的金额变量为人民币(元)。

表 1 描述性统计

变量类型	变量名	变量符号	观测值	均值	标准差	最小值	中位数	最大值
被解释变量	内部薪酬差距	<i>FPG</i>	14768	4.992	3.663	0.165	3.987	26.797
	员工平均薪酬	<i>lnAEP</i>	14768	11.045	0.623	8.333	11.078	13.733
	高管平均薪酬	<i>lnAMP</i>	14768	12.431	0.739	9.704	12.456	14.488
解释变量	是否进口机器人	<i>robot</i>	14768	0.263	0.440	0	0	1
	机器人应用	<i>robot×post</i>	14768	0.232	0.422	0	0	1
控制变量	企业规模	<i>size</i>	14768	21.672	1.157	18.538	21.560	25.600
	总资产收益率	<i>roa</i>	14768	0.031	0.073	-0.647	0.032	0.277
	资本密集度	<i>KI</i>	14768	0.262	0.152	0.008	0.235	0.728
	资产负债率	<i>ALR</i>	14768	0.457	0.254	0.035	0.443	2.627
	企业年龄	<i>age</i>	14768	8.696	5.718	0	8	24
	第一大股东持股比例	<i>top1</i>	14768	35.256	14.766	2.380	33.340	89.990
	独董比例	<i>ld</i>	14768	0.367	0.052	0.200	0.333	0.600
匹配协变量	企业规模	<i>size</i>	14768	21.672	1.157	18.538	21.560	25.600
	资产负债率	<i>ALR</i>	14768	0.457	0.254	0.035	0.443	2.627
	企业年龄	<i>lnage</i>	14768	2.052	0.721	0	2.197	3.219
	就业规模	<i>lnemp_tot</i>	14768	7.658	1.170	3.178	7.627	11.025
	工资支付率	<i>lnpayr</i>	14765	2.337	0.579	0.718	2.370	4.073
	人均固定资产	<i>lnfixap</i>	14768	3.301	0.858	0.925	3.265	6.098
	人均创收	<i>incomper</i>	14767	13.451	0.828	10.496	13.409	16.563

本约占总样本的 26%，表明在样本期内我国制造业上市公司的自动化程度相对较低。企业内部薪酬差距 (*FPG*) 的均值约为 4.992，最大值为 26.797，中位数为 3.987，标准差为 3.663，这表明在平均水平上，制造业上市公司内部薪酬差距较大且分布相对广泛，公司间存在较大的差异性，中位数小于均值体现数据分布的右偏性，说明制造业上市公司内部薪酬差距在整体上呈现一定的不均衡性。为探究机器人应用对于企业内部薪酬差距的影响效应及其路径，下文将采用基于倾向匹配得分的多期 DID 模型进行实证估计。

五、实证检验与结果分析

(一) 匹配的平衡性检验

PSM-DID 方法是一种反事实分析方法，由于现实中无法观测到处理组的企业未进口机器人的情况，因此需通过 PSM 方法从未进口机器人企业中选取最接近已进口机器人企业的样本作为对照组，以对照组为参照，进而得出企业机器人应用对于企业内部薪酬差距的影响。为验证 PSM 匹配的有效性，本文进行了平衡性检验，检验结果见表 2 和图 1。从表中可以看出，匹配后的处理组和对照组的各协变量均值差异明显减小，所有变量的偏差均控制在合理范围内，*t* 检验的 *P* 值均不显著，说明匹配后的处理组和对照组之间没有显著差异。

图 2 和图 3 报告了匹配后共同区间分布和处理组与对照组匹配前后的核密度图，从图 2 和图 3 中可以看到绝大多数样本都在共同取值范围内，只有少量样本被剔除在匹配后样本之外，匹配后处理组和对照组的概率密度分布曲线相较匹配前更为接近，表明倾向得分匹配效果较好。

表 2 匹配的平衡性检验

协变量	匹配前	均值		偏差 (%)	<i>t</i> 检验	
	匹配后	处理组	对照组		<i>t</i>	<i>P</i>
<i>size</i>	<i>U</i>	21.96	21.57	33.80	18.21	0
	<i>M</i>	21.95	21.93	2.3	1.04	0.300
<i>ALR</i>	<i>U</i>	0.46	0.45	3.6	1.86	0.063
	<i>M</i>	0.46	0.46	0.9	0.44	0.661
<i>lnage</i>	<i>U</i>	2.07	2.04	3.9	2.01	0.044
	<i>M</i>	2.07	2.07	0.7	0.31	0.755

续表

协变量	匹配前 匹配后	均值		偏差 (%)	t 检验	
		处理组	对照组		t	P
lnemp_tot	U	7.98	7.54	39.0	20.55	0
	M	7.98	7.98	0	0.02	0.985
lnfixap	U	3.35	3.28	8.2	4.34	0
	M	3.35	3.32	3.2	1.42	0.155
lnpayr	U	2.31	2.35	-6.6	-3.53	0
	M	2.31	2.31	0.8	0.37	0.713
incomper	U	13.51	13.43	10.1	5.37	0
	M	13.51	13.50	0.6	0.29	0.775

注:U 表示倾向得分匹配前,M 表示倾向得分匹配后。

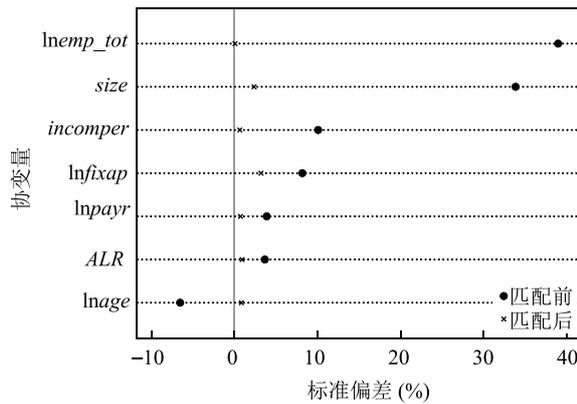


图 1 匹配前后变量偏差

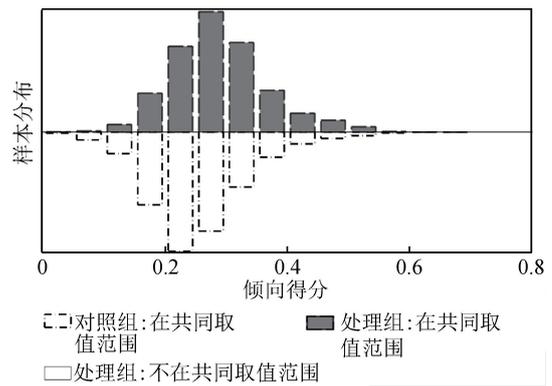


图 2 倾向得分的共同取值范围

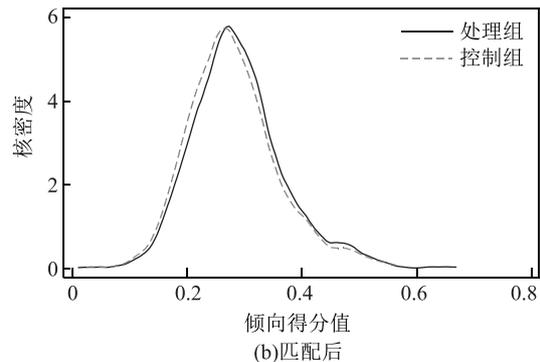
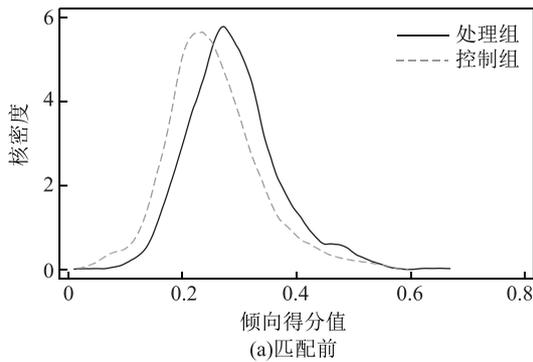


图 3 倾向得分值概率分布密度函数图

(二) 基准回归结果分析

表 3 报告了机器人应用对企业内部薪酬差距影响效应的 PSM-DID 估计结果,列(1)未加入控制变量,列(2)在此基础上加入了控制变量,各列的机器人应用的交乘项($robot \times post$)的估计系数都在 1% 水平上显著为负。回归结果表明,相比未使用机器人的企业,使用了机器人的企业的内部薪酬差距有了明显降低,说明,机器人应用在一定程度上缩小了企业内部高管和员工之间的薪酬差距,有利于改善企业内部收入不平等的问题。

为了探究机器人应用缩小企业内部薪酬差距的直接原因,本文进一步考察机器人应用对于平均工资($slav_ave$)即企业所付工资总额(万元)与员工总数的比值、普通员工平均薪酬($\ln AEP$)以及高管平均薪酬($\ln AMP$)的影响。表 3 列(3)~列(5)回归结果显示,机器人应用对整体平均薪酬和普通员工平均薪酬的影响显著为正,但对高管平均薪酬的影响显著为负。上述结果表明,机器人应用提高了普通员工平均薪酬,降低了高管平均薪酬,从而缩小了企业内部薪酬差距。而普通员工平均薪酬的增长得益于企业总体薪酬水平的提升(平均工资的回归系数显著为正),即机器人应用提高了企业对员工的租金分享。

表3 机器人应用与企业内部薪酬差距 PSM-DID 回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	未控制	控制	平均工资	普通员工薪酬	高管薪酬
$robot \times post$	-0.6388 *** (-2.7966)	-0.6901 *** (-3.0570)	0.8263 *** (2.6450)	0.0581 * (1.8121)	-0.0990 *** (-2.9475)
$size$		0.7077 *** (7.7072)	0.0285 (0.1626)	0.0508 *** (3.3312)	0.1787 *** (13.5481)
roa		2.2066 *** (3.2074)	1.6960 (1.2815)	0.3078 *** (2.8034)	0.7299 *** (7.5297)
KI		-1.1686 *** (-2.8313)	-2.6041 *** (-3.5164)	-0.1910 *** (-2.7584)	-0.2659 *** (-4.1874)
ALR		-0.3369 (-1.2160)	1.8583 * (1.8847)	0.0506 (0.7297)	-0.1400 *** (-3.2899)
Id		1.0702 (1.4252)	-0.5223 (-0.4246)	-0.0099 (-0.0867)	0.0684 (0.5915)
age		-1.4748 (-1.5356)	1.1472 (1.0715)	0.1380 (1.3346)	-0.0339 (-0.5361)
$top1$		-0.0118 ** (-2.0995)	0.0162 * (1.7212)	0.0012 (1.2742)	-0.0010 (-1.0200)
$Constant$	5.0030 *** (40.7942)	-8.2842 *** (-3.7927)	2.7544 (0.7176)	9.1915 *** (26.8565)	8.1926 *** (24.8117)
观测值	14754	14754	14754	14754	14754
R^2	0.0081	0.0333	0.1659	0.4773	0.5233
企业	固定	固定	固定	固定	固定
年份	固定	固定	固定	固定	固定

注：*、**及***分别表示在10%、5%和1%水平下的显著；括号内为基于企业层面聚类稳健标准误差调整得到的t统计值。

(三) 平行趋势检验与动态效应分析

多时点 DID 设计的潜在假设是处理组与对照组在事件发生之前无系统性差异,即在企业引入机器人之前所有样本企业具有类似的时间趋势,如果处理组与对照组不满足共同趋势的要求,那么估计结果很可能不是机器人应用带来的净效应。为了保证回归结果的有效性,本文进一步采用事件研究法检验平行趋势和机器人应用对企业内部薪酬差距影响的动态效应,构建如下回归方程,通过对比在机器人进口行为发生前后处理效应($robot_{it} \times post_{it}$)的系数与0是否存在显著差异,从而考察政策实施前的平行趋势和实施后的动态效应:

$$FPG_{it} = \alpha + \beta_1 robot_{it}^{-4} post_{it}^{-4} + \dots + B_{14} robot_{it}^9 post_{it}^9 + \mu_i X_{it} + v_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

其中: $robot_{it}^n post_{it}^n$ 为系列虚拟变量,企业进口机器人前n年, $robot_{it}^{-n} post_{it}^{-n}$ 取值为1;企业机器人进口后的第n年, $robot_{it}^n post_{it}^n$ 取值为1,未进口过机器人企业 $robot_{it}^n post_{it}^n$ 取值为0;在本文中,研究样本窗口期为2005—2016年,样本期企业进口机器人行为发生年份最早为2005年,最晚为2016年,故n的取值为(-11,11),为避免观察样本数量过少,本文将进口机器人行为发生前4期之前的各期归并至前第4期,进口行为发生后9期之后的各期归并至第9期。 β_i 为处理效应的估计系数。

为了更直观展现回归结果,下文以距离企业进口机器人当期(0期)的时间差为横坐标,以处理效应的估计系数为纵坐标,以进口机器人前一期为基期绘制平行趋势图,如图4所示,进口机器人当期及之前各期的估计系数均在95%置信区间内与0无显著差异,表明引入机器人之前,处理组和对照组的企业内部薪酬差距变化趋势没有明显差异,平行趋势检验通过;进口机器人之后各期估计系数基本

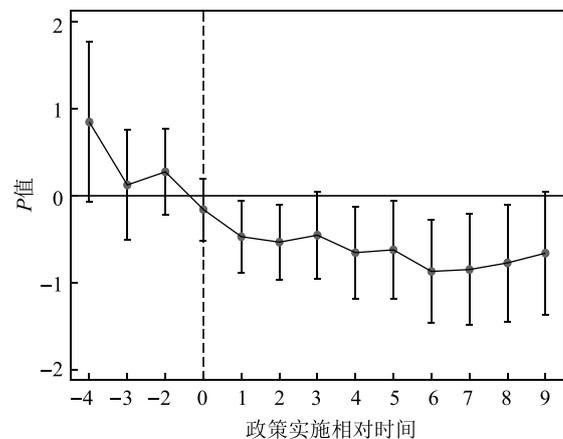


图4 平行趋势检验

上显著为负,一定程度上说明企业使用机器人行为对企业内部薪酬差距的影响具有持续的抑制作用。

(四) 安慰剂检验

平行趋势检验在一定程度上说明本文的基准回归结果并非源于处理组和对照组企业内部薪酬差距在时间趋势上的差异,但是可能存在某些不可观测因素对本文基准回归结果产生一定的影响,为排除本文的实证结果是由偶然事件引起的,本文借鉴白俊红等^[42]的做法同时生成伪处理组虚拟变量和伪政策冲击虚拟变量,构建交乘项,利用模型(1)进行估计,并将上述过程重复 500 次。图 5 绘制了伪机器人应用变量估计系数 β 的核密度图及其 P 值散点图,空圈为估计系数的 P 值,实线为估计系数的核密度分布;左侧垂线为实际政策的估计系数。结果显示,随机处理过程生成的系数 β 主要集中于 0 附近, P 值大多高于 10%,实际政策的估计系数显著差异于安慰剂测试结果,说明本文的估计结果并未受到某些不可观测因素的影响,通过了安慰剂检验。

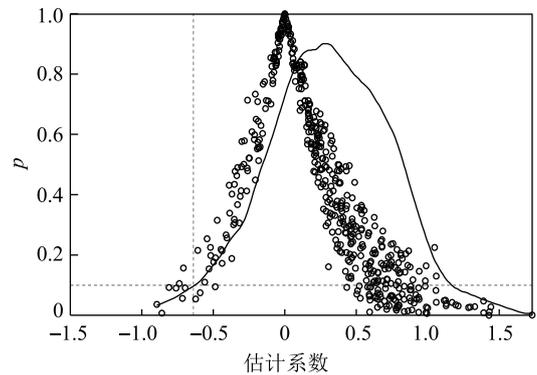


图 5 安慰剂检验

(五) 稳健性检验

为了保证结果的稳健性,本文还通过更换被解释变量测度方法、改变 PSM 的匹配方式、排除可能的政策干扰以及控制其他遗漏变量等方式进行稳健性检验。

1. 替换被解释变量

首先,本文参考徐朝辉和王满四^[43]的做法,对高管-员工平均薪酬的差值取自然对数 ($\ln FPG$) 来衡量企业内部薪酬差距;其次,考虑到不同行业间的薪酬政策存在很大差异,本文参考柳光强和孔高文^[44]的做法,按照行业一年份分别计算企业内部薪酬差距的中位数以及平均值,用经过行业中位数调整后的企业内部薪酬差距 (adj_medfpg) 和经过行业均值调整后的企业内部薪酬差距 (adj_menfpg) 作为被解释变量,排除不同行业薪酬政策的干扰。表 4 列(1)~列(3)为替换被解释变量测度方法的回归结果,可以看到机器人应用 ($robot \times post$) 的系数均在 1% 水平上显著为负,说明基准回归的估计结果不因被解释变量测度方式的不同而改变,结果稳健。

2. 逐年匹配

本文基准回归部分为了控制样本的选择性偏差采用基于截面 PSM 匹配后的 DID 模型估计机器人应用对企业内部薪酬差距的影响效应,但该方法仍存在一定不足。谢申祥等^[45]指出,把面板数据转化为截面数据再匹配,可能会存在“自匹配”问题,因此,本文参考白俊红等^[42]的做法,使用逐期匹配法进行倾向得分匹配。首先,将企业样本进行逐年匹配,然后将各年匹配后数据纵向合并成新的面板数据进行平衡性检验并分析匹配效果,表 4 的列(4)报告了基于逐期匹配的 PSM-DID 回归结果,结果显示,机器人应用的交互项系数仍然显著为负,一定程度上表明基准回归结果是稳健的。

3. 排除“限薪令”的干扰

政府在 2009 年与 2015 年相继出台了针对国有企业的“限薪令”,张楠和卢洪友^[46]研究发现,“限薪令”有效抑制了国有企业高管的货币薪酬增长,但对普通员工的工资没有显著影响。为排除“限薪令”对本文回归结果的干扰,提高结果的稳健性,本文进一步剔除了国有企业样本,回归结果见表 4 的列(5),机器人应用交互项系数在 10% 水平上显著为负,结果稳健。

4. 控制其他遗漏变量

本文基准回归部分已经控制了一系列可能影响企业内部薪酬差距的公司特征和公司内部治理结构方面的有关因素,包括公司规模、企业年龄、资本结构等,但还需要考虑一个重要因素是企业的全要素生产率。企业全要素生产率影响着企业的发展潜力,高全要素生产率的企业盈利能力及其所带来的薪酬效应可能影响本文的估计结果。此外,本文基准回归仅控制了企业层面控制变量,没有考虑宏观层面可能的影响因素。

表 4 稳健性检验

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	替换被解释变量			逐期匹配	排除政策干扰	其他遗漏变量
	lnFPG	adj_medfpg	adj_menfpg	FPG	FPG	FPG
<i>robot</i> × <i>post</i>	-0.1867*** (-3.6302)	-0.6026*** (-2.6628)	-0.6293*** (-2.8185)	-0.6897*** (-3.0446)	-0.4826* (-1.8635)	-0.6599*** (-2.6511)
<i>size</i>	0.2257*** (10.6434)	0.7147*** (7.9085)	0.7374*** (8.2136)	0.7132*** (7.6333)	0.8562*** (6.6386)	0.9495*** (7.5012)
<i>roa</i>	0.9675*** (6.3401)	2.0073*** (2.9788)	2.0235*** (3.0037)	2.4307*** (3.3653)	1.3627 (1.4267)	3.2538*** (3.9870)
<i>KI</i>	-0.2881*** (-3.0109)	-1.1299*** (-2.7428)	-0.9844** (-2.4124)	-1.0268** (-2.5135)	-0.5156 (-1.0258)	-1.8938*** (-4.0815)
<i>ALR</i>	-0.1448** (-2.2228)	-0.2711 (-0.9938)	-0.2597 (-0.9547)	-0.4658* (-1.7428)	-0.6185 (-1.5740)	-0.0541 (-0.1828)
<i>Id</i>	-0.0207 (-0.1167)	0.7792 (1.0478)	0.8715 (1.1704)	1.3944* (1.8514)	0.2872 (0.2647)	0.8847 (1.1346)
<i>age</i>	-0.0610 (-0.7423)	-1.4546 (-1.5387)	-1.4322 (-1.4823)	-1.4784 (-1.5420)	-0.3293 (-0.7236)	-0.0738 (-1.6215)
<i>top1</i>	-0.0025* (-1.7178)	-0.0094* (-1.6469)	-0.0098* (-1.7392)	-0.0098* (-1.7015)	-0.0069 (-0.8055)	-0.0097 (-1.5850)
<i>TFP</i>						-0.5450*** (-4.0257)
<i>lnpgdp</i>						-0.2429 (-0.6890)
_ Constant	6.9898*** (14.3808)	-10.2142*** (-3.6179)	-11.7288*** (-4.1177)	-6.3985** (-2.2415)	-12.0177*** (-4.3888)	-7.6227* (-1.8268)
观测值	14405	14754	14754	14588	8395	12911
<i>R</i> ²	0.3169	0.0274	0.0268	0.0350	0.0341	0.0373
企业	固定	固定	固定	固定	固定	固定
年份	固定	固定	固定	固定	固定	固定

注：*、**及***分别表示在10%、5%和1%水平下的显著；括号内为基于企业层面聚类稳健标准误调整得到的*t*统计值。

为此,进一步在模型(1)中加入采用LP(Levinsohn-Petrin)法计算的企业全要素生产率(*TFP*)和企业所在地区人均GDP(*lnpgdp*)作为控制变量,以解决因遗漏变量而产生的估计偏误问题。回归结果见表4的列(6),机器人应用交互项系数仍在1%水平上显著为负,结果稳健。

(六)工业机器人应用缩小企业内部薪酬差距的作用机制检验

基于前文研究结果,本部分继续考察机器人应用缩小企业内部薪酬差距的作用机制。由机理分析部分可知,机器人应用可能通过提高企业创新水平和抑制管理层盈余管理两条渠道影响企业内部薪酬差距,本部分借鉴江艇^[47]所提出的中介检验方法从创新效应和盈余管理两个视角检验机器人应用影响企业内部薪酬差距的作用机制。计量模型如式(5)所示。

$$M_{it} = \alpha_0 + \beta_1 robot_{it} \times post_{it} + \mu_i X_{it} + v_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

其中： M_{it} 为机制变量。

1. 创新效应机制

前文假设提出,机器人的创新效应一方面可能通过提升劳动要素边际产出缩小企业内部薪酬差距,另一方面,也可能通过提高企业全要素生产率扩大企业内部薪酬差距。为了验证创新效应机制,首先,本部分借鉴赵宸宇和李雪松^[48]的做法,以国家知识产权专利数据库中样本企业的发明专利、实用新型专利及外观设计专利总数取自然对数表征企业创新水平(*lnpatent*),采用模型(5)进行回归估计,回归结果见表5的列(1)。结果显示,机器人应用对企业创新水平的回归系数在1%水平上显著为正,表明机器人应用显著促进了企业创新。然后,参考冯乾彬等^[25]的研究,选取人均固定资产(*lnfixcap*),固定资产与企业员工人数的比

值的对数)表征劳动要素的边际产出,以创新为解释变量,当创新对人均固定资产的回归系数大于零时,说明资本要素增长快于劳动要素增长,当系数小于零时,则说明劳动要素增长快于资本要素增长,也即创新增加劳动要素的边际产出。以企业创新水平为解释变量,人均固定资产为被解释变量,采用模型(5)进行回归估计,回归结果见表5的列(2)。结果显示,企业创新对人均固定资产的回归系数在1%水平上显著为负,说明创新使企业劳动要素增长快于资本要素增长。这表明企业创新显著提高了劳动要素的边际产出。假设H1a成立。再次,为了验证假设H1b,以LP法计算的全要素生产率(TFP)作为被解释变量,创新为解释变量进行回归估计,回归结果见表5的列(3)。从回归结果来看,创新对企业全要素生产率的影响并不显著,假设H1b不成立。综合来看,机器人的创新效应通过增加劳动要素边际产出缩小了企业内部薪酬差距。

2. 盈余管理机制

为了验证盈余管理机制,本部分采用修正的Jones模型计算的可操纵应计利润绝对值(DA)表征盈余管理程度,DA越大表示盈余管理空间越大。表5的列(4)为使用模型(5)回归的估计结果。结果表明,机器人应用在5%水平上抑制了管理层盈余管理。例如机理分析部分所述,机器人应用约束了管理层权力,通过抑制管理层盈余管理缩小了企业内部薪酬差距。假设H2得到验证。

表 5 机器人应用缩小内部薪酬差距的作用机制检验

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	创新效应	创新→ 劳动要素边际产出	创新→生产率	盈余管理
	lnpatent	lnfixap	TFP	DA
robot×post	0.2256*** (3.1057)			-0.0118** (-2.0251)
lnpatent		-0.0162*** (-2.8261)	-0.0075 (-0.7878)	
size	0.1611*** (4.4827)	0.2931*** (33.6711)	0.4834*** (23.7414)	0.0049* (1.7174)
roa	-0.5968*** (-3.6226)	-0.0961 (-1.3494)	1.6528*** (10.7349)	-0.0404** (-2.0144)
KI	0.5084*** (4.0947)	3.3530*** (76.6287)	-0.8979*** (-9.6674)	-0.0520*** (-3.9654)
ALR	0.2612*** (2.8670)	-0.0376 (-1.2463)	0.2632*** (3.5849)	0.0293*** (3.0270)
ld	-0.0349 (-0.1377)	-0.0631 (-0.6670)	0.0976 (0.7745)	0.0106 (0.4488)
age	-0.1233 (-0.8123)	0.0672 (0.7061)	0.0180*** (4.4614)	0.0449 (1.6176)
top1	-0.0052*** (-2.7046)	-0.0009 (-1.5776)	0.0024** (2.0168)	0.0003* (1.7521)
Constant	-1.0939 (-1.3230)	-4.0307*** (-17.7635)	-2.7042*** (-6.3655)	-0.1353 (-1.5425)
观测值	12021	12021	11351	14447
R ²	0.5382	0.4653	0.5579	0.0379
企业	固定	固定	固定	固定
年份	固定	固定	固定	固定

注: *、**及***分别表示在10%、5%和1%水平下的显著;括号内为基于企业层面聚类稳健标准误调整得到的t统计值。

(七) 异质性分析

1. 企业规模异质性

由于不同规模的企业在资源禀赋、经济财力和技术研发实力等方面存在较大差异,大规模企业相比中小规模企业有更强的竞争优势和资金支持,对新技术的吸纳能力更强,机器人在这类企业的应用程度更高。并且,大规模企业往往会设置更多的职位层级,不同层级员工的能力差别更大,晋升更困难,企业内部薪酬

差距也更大。因此,有理由认为,机器人应用对企业内部薪酬差距的影响在不同规模企业中存在异质性。为此,本文根据企业规模均值将样本企业划分为大规模企业和中小规模企业,进行分样本回归。回归结果如表6的列(1)、列(2)所示。可以看到,机器人应用对大规模企业内部薪酬差距有显著的缩小效应,但对中小规模企业内部薪酬差距的影响不显著。这可能是因为,相比于中小规模企业,大规模企业在资金、技术、人才等方面实力更强,机器人应用程度更高;同时,大规模企业对高素质管理和技术人才的需求也更旺盛,企业内部治理机制更加完善,因此机器人应用对企业内部薪酬差距的治理效应在大规模企业中更为显著。

2. 要素密集度异质性

为了进一步检验机器人应用对不同类型企业内部薪酬差距的影响,我们将样本企业按照人均资产规模(总资产与企业人数的比值)中位数将样本企业划分为资本密集型企业 and 劳动密集型企业,进行异质性检验,具体结果如表6所示。列(3)和列(4)汇报的结果显示:机器人应用显著缩小了资本密集型企业内部薪酬差距,但对劳动密集型企业内部薪酬差距的影响并不显著。这可能是因为,相比劳动密集型企业,资本密集型企业拥有更多设备资本品,这是机器人技术落地的必要条件,因此,机器人技术在资本密集型企业中应用更广泛。此外,资本密集型企业往往采用更为先进的生产技术和设备,客观上对人力资本水平要求更高,员工专业能力相对更强,能够更快地适应和掌握新技术;而劳动密集型企业中,员工多从事简单体力劳动,员工整体素质相对较低,多而不精的人员构成特点使这类企业相比资本密集型企业更依赖于高管的管理,管理层员工在这一类企业中权力更大,因此机器人应用对劳动密集型企业内部薪酬差距的治理效应不明显。

表6 机器人应用缩小内部薪酬差距的异质性分析

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	大规模	中小规模	资本密集型	劳动密集型
<i>robot×post</i>	-1.1943 *** (-3.1307)	-0.0220 (-0.0931)	-0.5483 * (-1.9056)	-0.4597 (-1.4178)
<i>size</i>	0.5677 *** (3.3655)	0.7129 *** (5.1611)	0.8544 *** (6.4372)	0.8532 *** (5.5604)
<i>roa</i>	5.4498 *** (3.4488)	1.0253 (1.3603)	2.1665 *** (2.5811)	1.8176 * (1.6917)
<i>KI</i>	-1.3847 * (-1.9448)	-1.3046 ** (-2.5486)	-0.9681 * (-1.7657)	-2.4586 *** (-3.8451)
<i>ALR</i>	-0.5962 (-0.9405)	-0.4086 (-1.2950)	-1.0467 *** (-2.7056)	-0.1420 (-0.3447)
<i>Id</i>	1.4686 (1.2491)	0.5694 (0.5949)	1.2200 (1.2779)	0.8942 (0.9194)
<i>age</i>	-3.8846 *** (-2.6985)	-0.3445 (-0.6523)	-2.2826 (-1.1759)	-1.1088 (-1.2970)
<i>top1</i>	-0.0058 (-0.6554)	-0.0103 (-1.6147)	-0.0073 (-0.9691)	-0.0144 (-1.5959)
<i>Constant</i>	8.2069 (1.2581)	-8.9545 *** (-3.0785)	-8.0153 (-1.5779)	-8.3798 ** (-2.2111)
观测值	6910	7844	7474	7280
<i>R</i> ²	0.0329	0.0317	0.0425	0.0496
企业	固定	固定	固定	固定
年份	固定	固定	固定	固定

注: *、**及***分别表示在10%、5%和1%水平下的显著;括号内为基于企业层面聚类稳健标准误调整得到的*t*统计值。

六、进一步分析

本文基准回归部分发现,机器人应用提升了企业整体薪酬水平,也提升了普通员工薪酬,但降低了高管薪酬。理论上而言,企业引进工业机器人等智能化技术优化了公司内部治理结构,一定程度上提高了普通员工在企业生产经营活动中的自主权,削弱了管理层权力^[30,49]。管理层权力理论认为管理层享有超出合约

赋予其特定控制权范畴的影响力,最直接的表现是,管理层拥有操纵薪酬契约的权利。管理层权力越大越容易按照自身意愿操纵薪酬契约获取超额薪酬,高管的超额薪酬则是管理层权力的体现^[50]。因此,为了考察内部薪酬差距的来源,本文将高管薪酬分为超额薪酬和合理薪酬后进一步进行回归检验。

参考魏志华等^[51]的做法将高管平均薪酬进一步分解成高管超额薪酬和高管合理薪酬,内部薪酬差距相应的细分为超额薪酬差距(高管超额薪酬与普通员工平均薪酬之比)和合理薪酬差距(高管合理薪酬与普通员工平均薪酬之比),采用模型(1)进行回归估计。回归结果见表7。其中,列(1)为机器人应用对超额薪酬差距的回归结果,系数显著为负;列(2)为机器人应用对合理薪酬差距的回归结果,相应系数为负但不显著。列(3)、列(4)为机器人应用对高管超额薪酬、高管合理薪酬的回归结果,结果显示,机器人应用显著降低了高管超额薪酬,而对高管合理薪酬影响不显著。这表明机器人应用通过降低高管超额薪酬缩小超额薪酬差距,进而达到对企业内部薪酬差距的治理作用。使薪酬结构更加公平、合理。

表 7 机器人应用区分超额薪酬和合理薪酬的检验结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	超额薪酬差距	合理薪酬差距	高管超额薪酬	高管合理薪酬
<i>robot×post</i>	-0.5992*** (-2.7216)	-0.0511 (-0.2529)	-0.0919*** (-2.8687)	-0.0035 (-0.5636)
<i>size</i>	0.3609*** (3.3727)	0.3132*** (3.3994)	0.0491*** (4.0454)	0.1264*** (33.0564)
<i>roa</i>	-2.6404*** (-4.5996)	4.3718*** (9.6621)	-0.0771 (-0.9309)	0.7455*** (29.1708)
<i>KI</i>	-2.0261*** (-4.6505)	1.2037*** (3.2869)	-0.3258*** (-5.5396)	0.0725*** (4.7070)
<i>ALR</i>	-0.0274 (-0.0919)	-0.2229 (-0.7478)	0.0088 (0.2187)	-0.1350*** (-9.1254)
<i>Id</i>	0.2043 (0.2618)	0.8176 (1.2582)	0.0739 (0.6936)	-0.0053 (-0.2305)
<i>age</i>	-0.3667 (-0.8009)	-1.0168* (-1.6693)	-0.0441 (-0.7002)	0.0079 (0.9604)
<i>top1</i>	0.0034 (0.4992)	-0.0104* (-1.9065)	-0.0010 (-1.1606)	0.0005*** (2.6292)
<i>Constant</i>	-5.4452** (-2.1409)	-0.2257 (-0.0952)	-0.7912*** (-2.6973)	9.0300*** (112.0783)
观测值	14764	14764	14764	14764
R^2	0.0287	0.0535	0.0147	0.9697
企业	固定	固定	固定	固定
年份	固定	固定	固定	固定

注: *、**及***分别表示在10%、5%和1%水平下的显著;括号内为基于企业层面聚类稳健标准误调整得到的*t*统计值。

七、研究结论与建议

本文运用多时点PSM-DID模型分析了机器人应用对企业内部薪酬差距的影响效应及其机制,利用2005—2016年中国制造业A股上市公司的非平衡面板数据进行了实证检验,从企业创新和盈余管理两个角度探讨了机器人应用影响企业内部薪酬差距的作用机制,并从企业规模和企业要素密集度两个维度进行了分样本异质性检验。之后,在进一步细分高管超额薪酬和合理薪酬的基础上考察了企业内部薪酬差距的来源。研究发现:第一,机器人应用对企业内部高管-员工的薪酬差距产生了显著负向影响,具体来说是通过提高普通员工薪酬,降低高管薪酬水平从而缩小企业内部薪酬差距。这一结论在更换被解释变量、改变PSM匹配方法、剔除国有企业样本等稳健性检验后仍然成立。第二,机制检验表明,机器人应用通过促进企业创新、抑制盈余管理来缩小企业内部薪酬差距。第三,异质性检验表明,机器人应用对企业内部薪酬差距的治理效应在规模更大的企业、资本密集度更高的企业中更为显著。第四,进一步分析表明,机器人应用缩小企

业内部薪酬差距的作用主要表现为缩小超额薪酬差距,对合理薪酬差距无显著影响,从而对企业内部薪酬结构有积极的治理效应。工业机器人应用为优化企业内部收入分配关系、完善公司治理、助力实现共同富裕提供有力支持。

基于上述研究结论,本文提出以下建议:第一,制造业企业应积极提高机器人应用水平。本文研究结果表明工业机器人应用显著缩小了企业内部高管-员工薪酬差距,缓解了企业内部收入分配不平等的矛盾。因此,企业应积极提高机器人应用水平,一方面通过这一技术进步提高企业竞争力做大“共富”蛋糕,另一方面利用机器人应用对企业内部薪酬差距的治理效应分好“共富”蛋糕,实现企业内部收入分配效率与公平的有效统一,助力企业高质量发展。企业在提高机器人应用水平的同时,各级政府部门也应该制定相关政策,如通过财政补贴、税收优惠等激励措施鼓励企业广泛采用工业机器人等智能化技术。第二,企业要紧紧抓住当前以“智能制造”为主导的新一轮产业发展浪潮,积极利用工业机器人等智能化技术促进企业创新。本文机制检验部分验证了企业创新是机器人应用缩小内部薪酬差距的重要渠道,因此企业在采用工业机器人等智能化技术的同时要注重创新,以这些先进技术为支撑提高企业创新水平,缩小内部薪酬差距。第三,企业要提高企业内部治理水平,建立有效的内部控制制度,监督高管的决策和行为,防止高管滥用权力,损害企业和员工利益。抑制高管盈余管理是机器人应用缩小企业内部薪酬差距的重要渠道,企业应更加重视企业内部治理,完善内控制度,约束管理层权力,减少管理者道德风险,保障企业内部收入分配的公平性。

参考文献

- [1] COLES J L, LI Z, WANG A Y. Industry tournament incentives[J]. *The Review of Financial Studies*, 2018, 31(4): 1418-1459.
- [2] 高岚, 张文韬, 李涛. 数字技术使用与公司内部收入差距[J]. *山东社会科学*, 2023(1): 89-99, 109.
- [3] 李彦龙. 创新与收入不平等[J]. *劳动经济研究*, 2020, 8(5): 117-144.
- [4] 李磊, 王小霞, 包群. 机器人的就业效应: 机制与中国经验[J]. *管理世界*, 2021, 37(9): 104-119.
- [5] AUTOR D H, LEVY F, MURNANE R J. The skill content of recent technological change: An empirical exploration[J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 2003, 118(4): 1279-1333.
- [6] BENZELL S G, KOTLIKOFF L J, LAGARDA G, et al. Robots are us: Some economics of human replacement[R]. Boston: Boston University, NBER Working Paper, 2015.
- [7] 王永钦, 董雯. 机器人的兴起如何影响中国劳动力市场? ——来自制造业上市公司的证据[J]. *经济研究*, 2020, 55(10): 159-175.
- [8] ACEMOGLU D, RESTREPO P. The race between man and machine: Implications of technology for growth, factor shares, and employment[J]. *American Economic Review*, 2018, 108(6): 1488-1542.
- [9] ACEMOGLU D, RESTREPO P. Artificial intelligence, automation and work[R]. Boston: Boston University, NBER Working Paper, 2018b.
- [10] 胡晟明, 王林辉, 董直. 工业机器人应用与劳动技能溢价——理论假说与行业证据[J]. *产业经济研究*, 2021(4): 69-84.
- [11] 胡晟明, 王林辉, 朱利莹. 工业机器人应用存在人力资本提升效应吗? [J]. *财经研究*, 2021, 47(6): 61-75, 91.
- [12] BENTOLILA S, SAINT-PAUL G. Explaining movements in the labor share[J]. *Contributions in Macroeconomics*, 2003, 3(1): 1-33.
- [13] EMIN D, ZOLTAN W. Automation, labor share, and productivity: Plant-level evidence from U. S. manufacturing[J]. *Economics of Innovation and New Technology*, 2023, 171: 1-23.
- [14] 何小钢, 朱国悦, 冯大威. 工业机器人应用与劳动收入份额——来自中国工业企业的证据[J]. *中国工业经济*, 2023(4): 98-116.
- [15] 魏巍. 人工智能技术对制造业资本溢价与技能溢价影响的区域异质性研究[J]. *技术经济*, 2020, 41(11): 12-23.
- [16] 罗润东, 郭怡笛. 人工智能技术进步会促进企业员工共同富裕吗? [J]. *广东社会科学*, 2022(1): 54-63.
- [17] 孙文远, 刘于山. 人工智能对劳动力市场的影响机制研究[J]. *华东经济管理*, 2023, 37(3): 1-9.
- [18] 陈宗胜, 赵源. 工业机器人应用与企业内部薪酬差别的机制与效应研究[J]. *当代经济科学*, 2023, 45(5): 61-73.
- [19] 柳学信, 张宇霖. 收入分配不公平与全要素生产率——基于中国上市制造企业数据的经验分析[J]. *技术经济*, 2020, 39(3): 48-57.
- [20] 屈小博, 吕佳宁. 机器人应用对企业生产率和创新的效应[J]. *学术探索*, 2022(8): 90-99.
- [21] 师博. 人工智能助推经济高质量发展的机理诠释[J]. *改革*, 2020(1): 30-38.
- [22] 睢博, 雷宏振. 工业智能化能促进企业技术创新吗? ——基于中国 2010—2019 年上市公司数据的分析[J]. *陕西师范大学学报(哲学社会科学版)*, 2021, 50(3): 130-140.
- [23] 冯玲, 袁帆, 刘小逸. 机器人与企业创新——来自中国制造业企业的证据[J]. *经济学(季刊)*, 2023, 23(4): 1264-1282.
- [24] GUELLEC D, PAUNOV C. Digital innovation and the distribution of income[R]. Boston: Harvard University, NBER Working Paper, 2017.
- [25] 冯乾彬, 赵乐新, 胡晓. 创新与企业内部薪酬差距[J/OL]. *经济学报*, 1-44[2024-04-01]. <https://doi.org/10.16513/j.cnki.cje.20230411.001>.
- [26] CIRILLO V, SOSTERO M, TAMAGNI F. Innovation and within-firm wage inequalities: Empirical evidence from major European countries[J].

- Industry and Innovation, 2017, 24(5): 468-491.
- [28] MUELLER H M, OUMER P P, SIMINTZI E. Within-firm pay inequality[J]. The Review of Financial Studies, 2017, 30(10): 3605-3635.
- [27] 陈诗婷, 洪剑峭. 我国民企高管薪酬存在业绩参照吗——基于经理人市场解释的实证分析[J]. 经济理论与经济管理, 2021, 41(4): 68-82.
- [29] 邓悦, 蒋琬仪. 工业机器人、管理能力与企业技术创新[J]. 中国软科学, 2022(11): 129-141.
- [30] 戚聿东, 肖旭. 数字经济时代的企业管理变革[J]. 管理世界, 2020, 36(6): 135-152, 250.
- [31] 聂兴凯, 王稳华, 裴璇. 企业数字化转型会影响会计信息可比性吗[J]. 会计研究, 2022(5): 17-39.
- [32] 倪静洁, 郭檬楠. 工业机器人应用如何影响企业内部控制质量? [J]. 经济与管理研究, 2023, 44(6): 19-37.
- [33] BEBCHUK L A, FRIED J M, WALKER D I. Managerial power and rent extraction in the design of executive compensation[J]. University of Chicago Law Review, 2002, 69(3): 751-846.
- [34] 罗宏, 曾永良, 宛玲羽. 薪酬攀比、盈余管理与高管薪酬操纵[J]. 南开管理评论, 2016, 19(2): 19-31, 74.
- [35] 邓仲良, 屈小博. 工业机器人发展与制造业转型升级——基于中国工业机器人使用的调查[J]. 改革, 2021(8): 25-37.
- [36] 诸竹君, 袁逸铭, 焦嘉嘉. 工业自动化与制造业创新行为[J]. 中国工业经济, 2022(7): 84-102.
- [37] LIN C, XIAO S, YIN Z. How do industrial robots applications affect the quality upgrade of Chinese export trade? [J]. Telecommunications Policy, 2022, 46(10): 102425.
- [38] HECKMAN J J, HIDEHIKO I, TODD P E. Matching as an econometric evaluation estimator: Evidence from evaluating a job training programme [J]. The Review of Economic Studies, 1997, 64(4): 605-654.
- [39] 王小霞, 李磊. 工业机器人加剧了就业波动吗——基于中国工业机器人进口视角[J]. 国际贸易问题, 2020(12): 1-15.
- [40] 孔东民, 徐茗丽, 孔高文. 企业内部薪酬差距与创新[J]. 经济研究, 2017, 52(10): 144-157.
- [41] ACEMOGLU D, RESTREPO P. Demographics and automation[J]. The Review of Economic Studies, 2022, 89(1): 1-44.
- [42] 白俊红, 张艺璇, 卞元超. 创新驱动政策是否提升城市创业活跃度——来自国家创新型城市试点政策的经验证据[J]. 中国工业经济, 2022(6): 61-78.
- [43] 徐朝辉, 王满四. 数字化转型对企业员工薪酬的影响研究[J]. 中国软科学, 2022(9): 108-119.
- [44] 柳光强, 孔高文. 高管海外经历是否提升了薪酬差距[J]. 管理世界, 2018, 34(8): 130-142.
- [45] 谢申祥, 范鹏飞, 宛圆渊. 传统 PSM-DID 模型的改进与应用[J]. 统计研究, 2021, 38(2): 146-160.
- [46] 张楠, 卢洪友. 薪酬管制会减少国有企业高管收入吗——来自政府“限薪令”的准自然实验[J]. 经济学动态, 2017(3): 24-39.
- [47] 江艇. 因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J]. 中国工业经济, 2022(5): 100-120.
- [48] 赵宸宇, 李雪松. 对外直接投资与企业技术创新——基于中国上市公司微观数据的实证研究[J]. 国际贸易问题, 2017(6): 105-117.
- [49] 倪一宁, 马青野, 王自锋. 企业高管薪酬存在智能化红利吗[J]. 当代财经, 2023(9): 97-110.
- [50] 刘剑民, 张莉莉, 杨晓璇. 政府补助、管理层权力与国有企业高管超额薪酬[J]. 会计研究, 2019(8): 64-70.
- [51] 魏志华, 王孝华, 蔡伟毅. 税收征管数字化与企业内部薪酬差距[J]. 中国工业经济, 2022(3): 152-170.

The Impact of Robot Application on Pay Gap within Company: Evidence Based on Multi-time Point DID Method

Lin Changqing, Hong Leiqi

(School of Economics and Trade, Hunan University of Technology, Zhuzhou 412007, China)

Abstract: Based on the data of listed companies in China's A-share manufacturing industry, multi-time point DID method (PSM-DID) based on propensity score matching was adopted to investigate the impact and mechanism of the robot application on the pay gap within company. The results show that the application of robots can significantly reduce the pay gap within company. The results remain robust after a series of robustness tests such as changing explanatory variables. The robot application can reduce the pay gap within company by promoting innovation and curbing earning management. Heterogeneity test results show that the impact of robot application on the intra-company pay gap is more significant in large and capital-intensive enterprises. Further research finds that the application of robots can significantly reduce the pay gap within company by reducing the excess pay of executives and then narrowing the excess pay gap. It provides a new perspective for exploring the governance mechanism of internal pay gap within company, and provides an important reference for China to realize income equity while promoting the transformation and upgrading of manufacturing industry.

Keywords: multiple-time point DID; robot application; pay gap; overpayment of executives; innovation; earnings management