

# 机器人应用对中老年劳动者 延迟退休意愿的影响\*

——来自 CHARLS 数据的证据

汪 伟 吴梦萱 王建楠 余玲铮

**【摘 要】**随着新一轮科技革命在全球范围内兴起,机器人应用引发的就业结构与劳动技能需求变化如何影响中老年劳动者的退休决策,已成为人口老龄化背景下亟待深入探讨的重要议题。文章采用 2011、2013、2015 和 2018 年 4 轮中国健康与养老追踪调查数据及国际机器人联合会的机器人安装数据,考察了机器人应用对中老年劳动者延迟退休意愿的影响。研究发现,机器人应用显著降低了中老年劳动者的延迟退休意愿与意愿延迟退休时长。机器人应用导致低技能中老年劳动者更可能因技能培训机会或意愿下降而陷入“技能折旧”困境,其就业质量和延迟退休意愿因此而降低。此外,年龄较低、女性及健康状况较差的中老年劳动者更容易因机器人应用冲击而不愿意延迟退休。文章的研究结论为应对机器人应用给劳动力市场带来的冲击、推进延迟退休改革提供了有益的政策启示。

**【关键词】**机器人应用 中老年劳动者 延迟退休 退休意愿

**【作 者】**汪 伟 上海财经大学公共经济与管理学院、滴水湖高级金融学院,教授;吴梦萱(通讯作者) 上海财经大学公共经济与管理学院,博士研究生;王建楠 上海财经大学公共经济与管理学院,博士研究生;余玲铮 华侨大学经济与金融学院,教授。

## 一、引 言

当前,中国的人口老龄化已进入快速发展阶段。截至 2024 年底,全国 60 岁及以上老年人口已达 3.10 亿人,占全国人口的 22.0%。随着老年人口规模日益庞大,劳动力供给规模逐渐减少,给经济增长和养老保险的可持续性带来严峻挑战。作为积极应对人口

\* 本文为国家社会科学基金重大项目“全面实施供给侧结构性改革研究”(编号:22ZDA049)的阶段性成果。

老龄化的一项关键举措,《全国人民代表大会常务委员会关于实施渐进式延迟法定退休年龄的决定》于2024年9月颁布,随后国务院出台了具体的实施办法。与此同时,新一轮科技革命在全球范围内兴起,机器人正在广泛融入生产的各个环节。据国际机器人联合会(International Federation of Robotics,后文简称IFR)的数据显示,中国已连续多年成为全球工业机器人安装数量最多的市场。2023年中国工业机器人安装量达27.6万台,占全球安装量的51%。机器人的广泛应用在推动生产力发展的同时,也正在通过改变工作任务、就业结构与劳动技能需求,重塑劳动力市场格局。面对人口老龄化和机器人应用给中国劳动力市场带来的深刻影响,劳动者的延迟退休意愿究竟如何变化?回答这一问题对于有效应对新技术冲击和稳妥推进延迟退休改革具有重要意义。

现有不少研究探讨了机器人应用对劳动力需求的影响,认为机器人应用的核心在于重新定义人类劳动的可替代性边界,对劳动力需求具有“创造性破坏”效应(Acemoglu等,2019)。一方面,技术迭代不断将人类劳动挤出任务空间,机器人应用取代了标准化、重复性任务的人力劳动,以“机器换人”的形式对劳动力形成替代(Acemoglu等,2020);另一方面,机器人的广泛应用提高了生产效率、扩大了生产规模,还引致产业链延伸与新产业孵化,进而催生出新的就业岗位与职业需求(王林辉等,2023)。有学者探讨了机器人应用带来的就业分化,认为机器技术发展改变了工作任务构成与劳动技能需求。高技能劳动者因能承担非常规性复杂劳动,更能适应技术变革带来的岗位调整;低技能劳动者则多承担常规性简单劳动,因而更容易被机器人替代(王永钦、董雯,2023)。还有学者关注了机器人对就业质量的影响,发现机器人应用带来的技术进步偏向性替代在提高高技能劳动者就业稳定性与工资水平的同时,对低技能劳动者产生了相反的影响(王林辉等,2022)。

上述研究主要关注机器人应用对就业岗位和技能需求的影响,但对个体劳动供给意愿的研究相对不足。值得一提的是,汪伟等(2024)尝试从就业、收入、技能与工作状况等方面探讨机器人应用对个体劳动参与意愿的影响,但该文对中老年劳动者的劳动供给意愿与退休决策关注较少。此外,也有一些文献从个人家庭特征、就业质量与退休激励等视角研究了劳动者退休决策的影响因素,认为年龄(Jiang等,2022)、受教育水平(汪伟、王文鹏,2021)、健康状况(李琴等,2014)、性别和子女数量(廖少宏,2012)、工资(French,2005)、工作稳定性(封进、胡岩,2008)、工作环境(Jiang等,2022)及养老金水平(Engels等,2017)等因素均会影响劳动者的退休意愿。然而,鲜有文献探讨机器人应用对中老年劳动者延迟退休意愿的影响及作用机制。

基于此,本文主要开展了以下3个方面的工作。第一,本文从岗位替代效应与创造效应出发,结合技能偏向型技术进步理论,系统分析机器人应用通过改变技能需求与就业质量影响中老年劳动者延迟退休意愿的理论机制。第二,基于中国健康与养老追踪调

查(China Health and Retirement Longitudinal Study, 后文简称 CHARLS)数据与 IFR 工业机器人安装量数据,运用 Bartik 工具变量法构建城市层面的机器人安装密度,实证考察机器人应用对中老年劳动者延迟退休意愿的影响。第三,本文从技能、年龄、性别与健康状况等方面出发,考察机器人应用对不同中老年劳动群体延迟退休意愿的差异化影响。

本文的边际贡献主要体现在以下 3 个方面。第一,本文以劳动者退休决策为研究内容,从劳动力技能需求和就业质量两个角度探讨了机器人应用对不同技能中老年劳动者延迟退休意愿的影响机制,丰富了已有关于机器人应用影响劳动力市场的研究发现,并提供了基于中国样本的经验证据。第二,本文全面揭示机器人应用背景下不同中老年群体延迟退休意愿的差异,有助于精准识别技术变革对弱势劳动者带来的职业冲击。第三,本文论证了以机器人应用为代表的技术进步与中老年群体退休意愿之间的因果关联,为政府进一步优化延迟退休政策、促进数智化与劳动力市场高质量协同发展、构建更加积极和包容的老龄化应对政策体系提供了参考。

## 二、理论分析与研究假设

理论上,延迟退休意愿作为劳动者劳动供给意愿的表现之一,机器人应用可能会通过岗位替代效应与创造效应对其产生影响。从岗位替代效应来看,机器人应用会替代工作任务与就业岗位,导致劳动者的失业风险上升(Acemoglu 等,2022)、就业质量下降(Acemoglu 等,2020),从而降低延迟退休意愿。中老年劳动者由于“技能折旧”成为劳动力市场中的弱势群体,其就业机会被机器替代的风险更大,因而延迟退休意愿可能更弱。从岗位创造效应来看,尽管机器人应用会创造出新的就业岗位(Dauth 等,2021),但这些岗位对劳动者的技能动态更新能力与前沿技术适应性要求较高(王林辉等,2023),而中老年劳动者普遍面临知识结构固化、在职培训机会匮乏等约束,难以适应新岗位对技能的要求(李磊、何艳辉,2024)。因此,机器人应用更可能对中老年劳动者的延迟退休意愿产生负向影响。据此,本文提出研究假设 1:机器人应用会降低中老年劳动者的延迟退休意愿。

技能偏向型技术进步理论表明,机器人应用对掌握不同技能的中老年劳动者存在异质性影响,高技能劳动者比低技能劳动者更有可能从技术进步中获益(王永钦、董雯,2023)。在此过程中,高技能中老年劳动者凭借技术适配性占据新兴岗位的竞争优势。同时,其技能储备可以与机器人技术有效协同,在维持就业稳定性的同时,通过薪酬溢价与职业发展空间扩大增强职业成就感,从而有利于产生更强的劳动参与意愿(汪伟等,2024)。低技能中老年劳动者则因技能结构与技术需求脱节,被挤压至劳动力市场的边缘。机器人替代了大量以程式化操作为特征的低技能岗位,使劳动者面临就业环境变差、再就业难度加大等压力,进而削弱其延迟退休的意愿。基于此,本文提出研究假设 2:相较于高技能中老年劳动者,机器人应用对低技能中老年劳动者延迟退休意愿的负向影响更为明显。

就影响机制而言,机器人应用可能通过改变技能需求与就业质量对不同技能中老年劳动者的延迟退休意愿产生影响。

从技能需求来看,机器人应用要求劳动者通过技能培训实现人机协作,而高技能与低技能劳动者在培训资源获取、技能适应性等方面存在差异。高技能劳动者较强的学习能力和技能更新能力,使其能够快速适应机器人技术驱动的岗位升级对新技能的需求(姚加权等,2024)。企业为实现技术应用的收益最大化,也倾向于向高技能劳动者提供培训资源(Graetz等,2018)。在技能匹配度提升后,该群体更可能主动延长工作年限(李琴、彭浩然,2015)。同时,培训带来的技能提升可能会进一步转化为薪酬增长和岗位晋升机会(王永钦、董雯,2023),从而增强该群体的延迟退休意愿。与之相比,低技能劳动者因培训资源匮乏难以更新技能,其延迟退休意愿可能会降低。首先,技术迭代速度远超过低技能劳动者的技能更新能力,导致其难以适应岗位技能要求的变化(Autor,2015),进一步引发焦虑情绪与自我效能感下降(Liu等,2024),从而降低其参与培训的意愿。其次,低技能中老年劳动者剩余法定工作年限短、投资回报率低(Graetz等,2018),导致企业培训投入不足,加剧了该群体的“技能折旧”困境(Frey等,2017)。最后,中老年劳动者接受新技术的意愿和能力下降(靳永爱等,2024),技能鸿沟扩大可能会使其退出技术驱动型的劳动力市场,降低延迟退休意愿。由此,本文提出研究假设3:相较于高技能中老年劳动者,低技能中老年劳动者更可能因技能培训减少而陷入“技能折旧”困境,从而降低其延迟退休意愿。

从就业质量来看,机器人应用在替代劳动力的同时,也能够通过扩大生产规模增加劳动需求(Berg等,2018),催生出一批新的就业岗位。高技能劳动者更可能进入机器人应用创造的新岗位,这些岗位通常在薪酬水平、就业形式、福利待遇及职业发展空间等方面具有优势(Acemoglu等,2019)。就业质量的提升将增强高技能群体的延迟退休意愿,原因在于:其一,稳定的雇佣关系和福利保障将降低失业风险与收入不确定性,正是劳动者退休决策的核心考量(封进、胡岩,2008);其二,高技能劳动者在技术密集型岗位积累的专用型人力资本使其延迟退休的边际收益更高(李琴、彭浩然,2015);其三,职业发展空间的拓展与职业成就感的积累有助于增强工作黏性,形成“职业认同—延迟退休”的正向反馈。因此,机器人应用带来的就业质量提升可能使高技能劳动者更愿意延迟退休。相反,低技能劳动者由于机器人应用而面临就业质量下降风险,延迟退休意愿因此受到负面影响。一方面,机器人应用可能会弱化低技能劳动者的市场议价能力,加剧就业不稳定性并降低就业质量(王林辉等,2023),进而降低其延迟退休意愿。在机器人可替代人力劳动的情形下,雇主更愿意采取弹性的雇佣关系(朱斌,2022)。长期固定的雇佣模式逐渐被各种灵活的用工形式所取代,稳定的就业保障与福利待遇相应减少,致使低技能劳动者的延迟退休意愿减弱。另一方面,机器人应用对低技能岗位的替代效

应可能会导致其工资下降(Acemoglu 等,2022),降低其工作满意度,从而抑制延迟退休意愿。此外,低技能劳动者在机器人主导的工作环境中极易成为技术系统的辅助角色,其工作内容高度程式化、自主性极低(Goos 等,2014),职业成就感与自我效能感将显著下降。因此,本文提出研究假设 4:相较于高技能中老年劳动者,机器人应用更可能通过降低低技能中老年劳动者的就业质量,导致其延迟退休意愿下降。

### 三、数据与方法

#### (一) 数据来源

本文使用的数据包括微观个体和宏观城市两个层面。其中,微观层面的数据主要来自 2011、2013、2015 和 2018 年的 CHARLS 调查。选择 CHARLS 数据主要有如下原因:第一,CHARLS 数据以中老年人为调查对象,比面向全年龄段劳动力的调查能够更准确地刻画中老年劳动者的退休意愿;第二,CHARLS 为长期追踪调查,能够捕捉到劳动者在不同阶段退休意愿的变化,且该调查收集了丰富的个体和家庭层面的信息,为本文的研究提供翔实的数据支撑;第三,CHARLS 数据库采用多阶段抽样设计,在县(区)和村居抽样阶段均采取与规模成比例的抽样方法,覆盖了中国大多数省级行政单位,样本具有较高的代表性。尽管该调查也公布了 2020 年的调查结果,考虑到 2020 年重大突发公共卫生事件可能影响当年调查结果的可比性,本文重点使用前 4 期的调查数据。

城市层面的机器人数据主要来自国际机器人联盟(IFR)。IFR 数据包含了 50 个国家或地区的工业机器人安装量信息,涉及农林牧渔业,采矿业,制造业,电力、热力、燃气及水生产和供应业,建筑业,以及教育业等行业。本文参考现有文献(Acemoglu 等,2020)计算机器人安装密度,根据第二次全国经济普查数据获取各地级市(地区、自治州、盟)不同行业的就业人数,并将 IFR 数据与之相除得到各地市的机器人安装密度。本文地区层面的控制变量主要来源于各城市在相应年份的统计年鉴。

此外,考虑到本文的研究主题为劳动者的延迟退休意愿,本文基于 CHARLS 劳动者工作状态进行识别,将回答“已经办理了退休手续,包括提前退休或内退”的受访者予以剔除,并删除了年龄大于 60 岁或已退出劳动力市场的样本,核心变量信息缺失的样本也予以剔除。本文最终构建了一个包含 9 969 个观测值的非平衡面板数据。其中,2011 年样本量为 3 014 人,2013 年为 2 654 人,2015 年为 1 665 人,2018 年为 2 607 人。按受访次数划分,受访 1 次、2 次、3 次和 4 次的劳动者占比分别为 51.67%、35.99%、10.53% 和 1.81%。失访样本与成功追访样本的主要变量分布特征相似,表明本文的分析样本具有较好的代表性与可靠性。

#### (二) 变量介绍

##### 1. 被解释变量

本文的被解释变量为劳动者延迟退休意愿和意愿延迟退休时长。根据 CHARLS 问

卷中“您计划在多大年龄时停止工作,即停止从事一切以挣钱为目的的活动,也不再为家庭经营活动帮工,将来也不打算从事比消遣性工作更劳累的工作”的回答,对劳动者的延迟退休意愿进行赋值,若期望退休年龄大于法定退休年龄则赋值为 1,否则赋值为 0<sup>①</sup>。具体而言,如果男性的期望退休年龄大于 60 岁,女性工人的期望退休年龄大于 50 岁,女性干部的期望退休年龄大于 55 岁,则延迟退休意愿赋值为 1。此外,本文以受访者期望退休年龄与法定退休年龄之差测算了其意愿延迟退休时长。

2. 核心解释变量

本文的核心解释变量为机器人应用,以城市层面的机器人安装密度来衡量。借鉴既有文献的通行做法,本文通过 Bartik 工具变量法计算机器人安装密度,以代表机器人的技术冲击强度(魏下海等,2020)。本文首先将 IFR 与 2008 年中国第二次经济普查数据中的行业进行匹配,从而得到可供分析的中国分行业工业机器人安装量数据;然后,选定第二次经济普查年份(2008 年)计算中国每个城市各行业机器人安装密度的权重,并据此计算出城市层面的工业机器人安装密度。具体计算方式如下:

$$Robot_{jt} = \sum_{s=1}^S \frac{employ_{sjt=2008}}{employ_{jt=2008}} \times \frac{Robot_{st}}{employ_{st=2008}} \tag{1}$$

其中, $S$  为各行业的合集, $j$  为城市, $t$  为年份。 $Robot_{jt}$  表示城市  $j$  在年份  $t$  的机器人安装密度, $Robot_{st}$  表示行业  $s$  在年份  $t$  的机器人安装数量, $employ_{st=2008}$  表示行业  $s$  在 2008 年的就业人数, $employ_{jt=2008}$  表示城市  $j$  在 2008 年的就业人数, $employ_{sjt=2008}$  表示 2008 年城市  $j$  行业  $s$  的就业人数。

3. 控制变量

考虑到延迟退休意愿会受到个体、家庭等层面因素的影响(廖少宏,2012),本文考虑了相应层面的控制变量,并纳入城市层面的变量以降低机器人安装密度可能面临的遗漏变量偏误(王林辉等,2022)。具体而言,个体层面主要选取年龄及其平方、性别、受教育年限、是否有配偶、健康状况、居住地类型作为控制变量。家庭层面选取家庭规模、子女数量及家庭金融资产等变量,城市层面选取人均地区生产总值(GDP)、产业结构和城镇化率。其中,人均 GDP 以家庭所在城市的实际人均 GDP 来衡量,回归分析时取自然对数。为消除通货膨胀的影响,本文以 2010 年为基期,使用家庭所在地的省级消费者价格指数(CPI)对人均 GDP 进行平减,并在模型中控制通货膨胀率,以确保估计结果的稳健性。产业结构以第三产业的 GDP 占当地 GDP 之比来衡量,城镇化率以家庭所在城市的城镇人口与总常住人口之比来衡量。

① 该问题同时注明“如果您计划只要健康允许,就一直工作,请标明 0”,因此本文将回答 0 的样本也视为有意愿延迟退休的个体,取值为 1。

4. 描述性统计结果

表 1 展示了首次调查时样本的主要特征。从个体特征来看,首次调查有 87.1%的劳动者愿意延迟退休,平均意愿延迟退休时长约 17.1 年。为了更清晰地展示期望退休年龄的分布情况,图 1 进一步给出了个体期望退休年龄概率密度分布图。可以发现,尽管男性的期望退休年龄多集中于 60 岁左右,但也有不少人的期望退休年龄大于 60 岁。对于女性而言,计划在 50 或 55 岁以后退休的受访者占较大比例,显示出女性具有更强的延迟退休意愿。样本中,劳动者的年龄均值约 52 岁,受教育年限均值约 5.4 年。从家庭特征来看,受访劳动者家庭规模均值接近 4 人,子女数量均值约 2 个。

表 1 首次调查时样本构成的描述性统计结果

变 量	均值(标准差)	最小值	最大值
个体层面变量(N=3014)			
是否愿意延迟退休(是=1)	0.871	0	1
意愿延迟退休时长(年)	17.083(10.722)	-14	30
年龄(岁)	52.144(4.915)	40	60
性别(男性=1)	0.495	0	1
受教育年限(年)	5.448(4.711)	0	16
是否有配偶(是=1)	0.951	0	1
健康状况(健康=1)	0.769	0	1
居住地是否为农村(是=1)	0.651	0	1
家庭规模(人)	3.829(1.716)	1	16
子女数量(个)	2.217(1.039)	0	9
家庭金融资产(元,取对数)	6.738(3.625)	0	15.224
地区层面变量(N=111)			
机器人应用	1.697(1.339)	0.085	7.303
实际人均 GDP(元)	48095.541(25846.958)	9340	135585
产业结构(第三产业占比)	0.429(0.105)	0.207	0.765
城镇化率(%)	48.765(16.606)	22.590	100

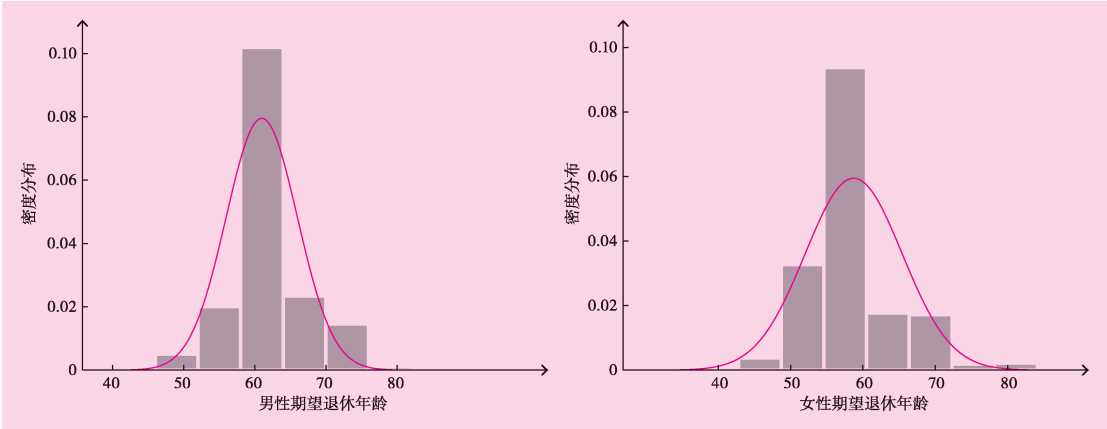


图 1 分析样本中受访者期望退休年龄概率密度

(三) 模型设定

考虑到是否愿意延迟退休为虚拟变量,本文采用 Probit 模型进行估计;而对于意愿延迟退休时长这一连续变量,采用双向固定效应模型进行估计。具体模型设定如下:

$$Probit(ifexret_{ijt}=1)=\alpha_0+\alpha_1Robot_{jt}+\alpha_2X_{ijt}+\mu_j+\delta_t$$
 (2)

$$exretire_{ijt}=\beta_0+\beta_1Robot_{jt}+\beta_2X_{ijt}+\mu_j+\delta_t+\varepsilon_{ijt}$$
 (3)

其中,  $j$  为城市,  $i$  为受访劳动者,  $t$  为时间。  $Robot_{jt}$  表示城市  $j$  在  $t$  年的机器人安装密度。式(2)中  $ifexret_{ijt}$  为城市  $j$  的劳动者  $i$  在  $t$  年是否愿意延迟退休。式(3)中  $exretire_{ijt}$  为城市  $j$  的劳动者  $i$  在  $t$  年的意愿延迟退休时长。  $X_{ijt}$  表示一系列控制变量, 包括个体、家庭和城市层面的变量。  $\mu_j$  和  $\delta_t$  分别为城市和年份虚拟变量, 用以控制城市固定效应和年份固定效应。  $\varepsilon_{ijt}$  为随机扰动项。

四、实证结果分析

(一) 基准回归结果

为明确机器人应用对劳动者延迟退休意愿的影响, 本文基于式(2)与式(3)分别进行回归分析, 对应结果如表 2 所示。模型 1 的结果显示, 机器人应用会降低劳动者的延迟退休意愿, 其边际效应为 -0.0034。这意味着城市机器人安装密度每增加 1 个单位, 当地劳动者愿意延迟退休的概率平均降低 0.34 个百分点。模型 2 的结果显示, 随着城市机器人应用水平的提高, 当地劳动者的意愿延迟退休时长显著减少。每万人机器人安装密度增加 1 个单位, 劳动者意愿延迟退休时长平均降低约 0.11 年。由此, 本文验证了研究假设 1。

表 2 机器人应用对劳动者延迟退休意愿的基准回归结果(N=9969)

变 量	是否愿意延迟退休	意愿延迟退休时长
	模型 1	模型 2
机器人应用	-0.0034*(0.0020)	-0.1142**(0.0501)
年龄	-0.0413**(0.0191)	0.3703(0.4121)
年龄的平方项	0.0005*** (0.0002)	-0.0012(0.0039)
性别(男性)	-0.3331*** (0.0074)	-12.7177*** (0.2104)
受教育年限	-0.0054*** (0.0011)	-0.1765*** (0.0231)
是否有配偶	-0.0102(0.0186)	0.2734(0.3801)
健康状况	-0.0050(0.0106)	-0.2244(0.2154)
居住地是否为农村	0.0694*** (0.0107)	1.9716*** (0.2750)
家庭规模	0.0044(0.0028)	0.1567*** (0.0515)
子女数量	0.0228*** (0.0052)	0.3243*** (0.1100)
家庭金融资产	-0.0014(0.0009)	-0.0612*** (0.0201)
实际人均 GDP	-0.0412(0.0266)	-1.0048(0.6661)
产业结构	-0.1361(0.1151)	-7.5673*** (2.3905)
城镇化率	-0.2480*** (0.0762)	-3.1747(1.9772)
R <sup>2</sup>	0.3449	0.5939

注: 模型均控制了年份固定效应和城市固定效应。\*、\*\* 和 \*\*\* 分别表示在 10%、5% 和 1% 水平上显著。括号内数值为聚类在城市层面的标准误差。表中模型 1 报告的是平均边际效应。如无其他说明, 下表同。

本文控制变量的拟合结果均符合理论预期。概括而言, 男性、受教育程度较高的劳动者更不愿意延迟退休。居住地为农村、家庭子女数量较多的劳动者倾向于延迟退休, 家庭金融资产较多和第三产业较发达的城市均对劳动者延迟退休意愿时长有显著的抑制效应。地区城镇化率对延迟退休意愿存在负向影响, 但未显著影响意愿时长。其他变量如健康状况、配偶状况等均不显著。控制变量的结

果与以往的研究发现基本吻合(廖少宏,2012;李琴、彭浩然,2015)。

(二) 内生性控制

鉴于单个劳动者延迟退休意愿的变化并不含影响城市层面的机器人应用,本文的计量模型不受反向因果关系的影响。不过,本文的基准模型结果可能因遗漏变量或测量误差而存在内生性问题。因此,本文借鉴 Acemoglu 等(2020)的做法,利用 Bartik 工具变量法,基于中国从美国、日本、德国、瑞典和韩国这 5 个来源国进口的机器人数量构造各个城市的机器人渗透度,并以此作为工具变量。中国目前使用的机器人仍有较高的比例依赖进口,主要以美国、日本、德国、瑞典和韩国为进口来源国,因而这 5 个国家对中国机器人的出口会直接影响中国机器人安装密度,工具变量满足相关性要求。同时,Borusyak 等(2022)的研究表明,Bartik 工具变量的外生性条件中,地区层面的工具变量与误差项的不相关性等价于行业层面的工具变量与误差项的不相关性,因而地区层面的工具变量可以满足外生性要求。对于本文而言,进口来源国的机器人密度不会直接影响劳动者的延迟退休意愿,而是通过影响中国城市层面的机器人密度间接影响延迟退休意愿,能够满足外生性要求。

表 3 展示了工具变量的回归结果。第一阶段的估计结果显示,工具变量与机器人应用水平正向相关,且在 1% 的水平上显著,与预期相一致。弱工具变量检

表 3 工具变量回归结果(N=9969)

变 量	第一阶段	第二阶段	
	机器人应用	是否愿意延迟退休	意愿延迟退休时长
机器人应用		-0.0232*(0.0122)	-0.1771*** (0.0632)
工具变量	0.8674*** (0.0657)		
K-P F stat	174.44	-	-

验的 F 值明显大于 10,说明不存在弱工具变量问题。第二阶段的估计结果显示,机器人应用系数均为负,分别在 10%和 1%的水平上显著。这些结果表明,处理内生性后机器人应用仍对劳动者延迟退休意愿和意愿延迟退休时长具有显著的负向影响,这与前文基准回归结果基本一致。

(三) 稳健性检验

为准确识别机器人应用对劳动者延迟退休意愿的影响,本文采用了 6 种方法进行稳健性检验,具体如下。

一是更换被解释变量的测量方式。本文以劳动者实际退休年龄与法定退休年龄之差来识别劳动者实际延迟退休的情况,并作为被解释变量重新进行回归分析。表 4 模型 3 显示,机器人应用显著降低了劳动者的延迟退休意愿,这与基准回归基本一致。此外,为避免利用平均预期寿命替代回答“只要健康允许就一直工作”者的意愿退休年龄造成偏误,本文剔除了这部分样本进行检验,模型 6 的结果表明结论依然成立。

二是更换解释变量的测量方式。本文采用机器人库存量替换新安装量重新测度机器人应用水平。模型 4 和模型 7 表明,机器人应用显著降低了劳动者的延迟退休意愿与意愿延迟退休时长,结果仍然稳健。

三是增加控制变量。除机器人应用外,其他数字化的发展也催生了新的就业形态,可能会对劳动者的延迟退休意愿产生影响。鉴于此,本文参考赵涛等(2020)的方法构建数字经济指标,并在回归中加以控制,模型 5 和模型 8 的结果与基准回归一致。

表 4 稳健性检验(一)

变 量	实际延迟退休	是否愿意延迟退休		意愿延迟退休时长		
	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6	模型 7	模型 8
	替换被解释变量	替换解释变量	增加控制变量	调整被解释变量	替换解释变量	增加控制变量
机器人应用	-0.0047** (0.0022)		-0.0042* (0.0024)	-0.0719* (0.0410)		-0.1288** (0.0501)
机器人存量		-0.0008* (0.0004)			-0.0192** (0.0095)	
样本量	6123	9969	9915	5093	9969	9915
R <sup>2</sup>	0.2913	0.3127	0.3124	0.4594	0.5938	0.5934

四是删除退休时点数据。由于调查收集的是访问时间前一年的各类信息,接受访问时年龄恰好为 50、55 和 60 岁的个体回答的内容可能同时混杂了退休前后两个时期的信息,因此本文剔除 50、55 和 60 岁的个体后重新进行回归。表 5 模型 9 和模型 12 所得到的结果与前文基本一致。

五是考虑提前退休样本。前文仅考虑了年龄处于 60 岁以下且尚未退休的样本<sup>①</sup>,但 60 岁以下的个体有可能已提前办理退休手续但同时退而不休。因此,本文在样本中加入 60 岁以下提前退休者进行稳健性检验。模型 10 和模型 13 的结果表明,在考虑提前退休的情况下,结论依然成立。

表 5 稳健性检验(二)

变 量	是否愿意延迟退休			意愿延迟退休时长		
	模型 9	模型 10	模型 11	模型 12	模型 13	模型 14
	删除退休时点	考虑提前退休	扩大样本范围	删除退休时点	考虑提前退休	扩大样本范围
机器人应用	-0.0035* (0.0020)	-0.0045* (0.0025)	-0.0065*** (0.0022)	-0.1095** (0.0497)	-0.1362** (0.0552)	-0.1732*** (0.0567)
样本量	9062	10319	10174	9062	10319	10174
R <sup>2</sup>	0.3377	0.3050	0.2953	0.5955	0.5935	0.5839

① CHARLS 中关于“计划退休年龄”这一问题的访问对象仅排除了目前失业且过去一个月不曾找工作的个体,而提前退休但目前在工作的个体仍要回答该问题。

六是扩大样本范围。本文进一步纳入 60~65 岁且尚未退休的中老年劳动者重新回归,以检验结果的稳健性。模型 11 和模型 14 的回归结果显示,在纳入 60~65 岁未退休个体后,机器人应用对劳动者延迟退休意愿及意愿延迟退休时长的影响仍显著为负,再次验证了本文结果的稳健性。

### 五、进一步分析

#### (一) 机器人应用对不同技能水平中老年劳动者延迟退休意愿的影响

在机器人应用的冲击下,不同技能水平的中老年劳动者延迟退休的意愿可能存在差异。本文参考已有研究的做法,使用受教育程度来刻画劳动者的技能水平(Lordan 等, 2018),对上述问题展开实证分析。具体而言,本文将大专及以上学历人群定义为高技能劳动者,高中和中专学历人群定义为中技能劳动者,初中及以下的群体定义为低技能劳动者。回归结果如图 2 所示,机器人应用显著降低了低技能劳动者的延迟退休意愿和意愿延迟退休时长,但对中、高技能群体的影响并不明显。

此外,本文还根据 CHARLS 问卷中“你目前的专业 / 技术职称是什么”这一问题,将有技术职称的赋值为 1,无技术职称的个体赋值为 0,重新进行分组回归。图 2 显示,机器人应用对无技术职称群体的延迟退休意愿及意愿延迟退休时长均有显著的负向影响,而对有技术职称群体的影响不显著。这一结果说明,对于中老年群体而言,机器人应用对延迟退休意愿的影响呈单向极化特征,即相较于中、高技能劳动者,低技能劳动者更容易被机器人替代。由此,研究假设 2 得以验证。

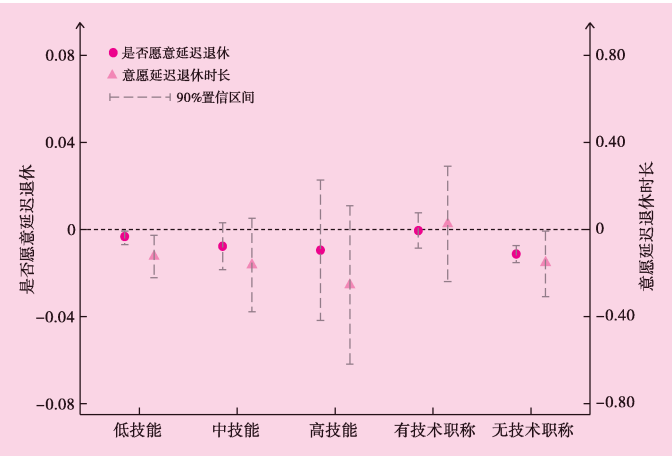


图 2 机器人应用对不同技能劳动者延迟退休意愿的影响

用对延迟退休意愿的影响呈单向极化特征,即相较于中、高技能劳动者,低技能劳动者更容易被机器人替代。由此,研究假设 2 得以验证。

#### (二) 机器人应用影响不同技能中老年劳动者延迟退休意愿的机制

##### 1. 机制一:对技能培训的影响

为检验机器人应用如何影响中老年劳动者的技能培训情况,本文选取技能培训参与和培训投入意愿两个变量进行分析。其中,培训参与根据 CHARLS 问卷中“您参加过职业技术培训吗”来衡量,回答“是”则赋值为 1,“否”为 0;培训投入意愿使用教育培训支出来衡量,教育培训支出越多,则培训投入意愿越强。图 3 呈现了相应回归结果的主要差异。对于低技能劳动者而言,机器人应用显著减少了低技能劳动者的培训参与,并降

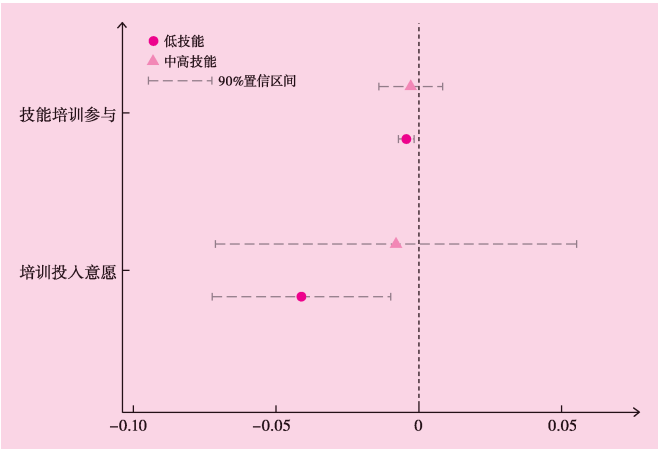


图3 机器人应用对不同技能劳动者技能培训的影响

低了其培训投入意愿;而对于中高技能劳动者而言,机器人应用的影响并不显著。这一结果表明,机器人应用会导致低技能劳动者在技能获取方面的劣势加剧,使其无法适应新的技术变革。职业技能培训能够增强劳动者的就业安全感、提升工作稳定性并拓宽职业发展空间,培训机会的缺失削弱了低技能劳动者的就业竞争力,致使其更倾向于提前退出劳动力市场。

由此可见,机器人应用通过减少低技能劳动者的技能培训,削弱其应对技术变革的能力,从而降低了该群体的延迟退休意愿。研究假设3得以验证。

2. 机制二:对就业质量的影响

结合前文的理论分析,机器人应用可能会通过影响就业质量对劳动者的延迟退休意愿产生影响。本文选取了工作时间、工作时薪、工作稳定性、工作满意度、养老保障以及医疗保障等变量衡量就业质量。其中,工作时间以劳动者主要工作的时长来衡量;工作时薪以劳动者薪资补贴总和与其工作总时长之比来衡量;工作稳定性以劳动者是否与就业单位签订劳动合同来衡量,是为1,否则为0;工作满意度以劳动者对主要工作的满意度来衡量,若回答为“极其满意”“非常满意”或“比较满意”则为1,否则为0;医疗(养老)保障以劳动者是否参加至少一种医疗(养老)保险进行衡量,是为1,否则为0。

主要回归系数如图4所示。在工作时间方面,机器人应用对工作任务的替代效应使得低技能中老年劳动者的工作时间缩短,对其延迟退休意愿产生负向影响。在工作时薪方面,机器人应用对低技能劳动者小时工资的影响不显著,但显著提升了中高技能劳动者的工资水平。

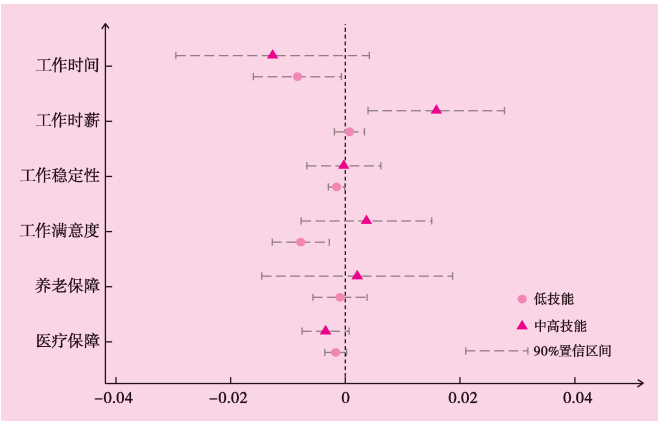


图4 机器人应用对不同技能劳动者就业质量的影响

原因在于,随着机器人技术的发展,企业对能够与机器人协同工作或进行高级任务管理的中高技能劳动者的需求增加,因而这些群体可能出现“技能溢价”现象。在工作稳定性方面,机器人应用显著降低了低技能劳动者的工作稳定

性。这一结果与前文理论分析相符,即机器人应用使劳动者的市场地位弱化,雇主倾向于选择更有弹性的雇佣制度,由此增加了劳动者工作的不稳定性,导致低技能劳动者更不愿意选择延迟退休。在工作满意度方面,机器人应用显著降低了低技能劳动者的工作满意度,但对中高技能劳动者影响不显著,说明机器人应用可能通过降低低技能劳动者的工作满意度削弱其延迟退休意愿。在社会保障方面,机器人应用对劳动者获得养老保障与医疗保障的影响均不显著,由此排除了该渠道的影响。总体上,机器人应用通过影响低技能劳动者在工作时间、工作稳定性及工作满意度等方面的就业质量,进而降低其延迟退休意愿,研究假设 3 得以验证。

(三) 机器人应用影响中老年劳动者延迟退休意愿的组间异质性

1. 区分年龄

在机器人应用的冲击下,考虑到中老年劳动者的延迟退休意愿可能因年龄而有所不同,本文将样本划分为 40~50 岁、51~60 岁两组进行分组回归。从图 5 可以看出,机器人应用对 40~50 岁群体的延迟退休意愿具有显著的负向影响,而对 51~60 岁群体的影响不显著。由此可见,低龄中老年劳动者更可能因机器人应用冲击而选择提前退休。与之相比,相对年长的中老年劳动者更为临近退休年龄,其延迟退休意愿较少受到机器人应用的影响。

2. 区分性别

机器人应用可能会改变劳动者的工作任务和工作内容。在机器人应用的冲击下,不同性别中老年劳动者的延迟退休意愿也会有所差异。因此,本文根据受访者的性别进行分组,探究机器人应用对不同性别中老年劳动者延迟退休意愿的影响。图 5 的结果表明,机器人应用对女性延迟退休意愿与意愿延迟退休时长的影响更为明显,而对男性的影响不显著。原因在于,女性相对集中在财务、客服等具有高度重复性和程序化特征的岗位,更容易被数字技术和自动化工具所替代(王林辉等,2023)。同时,受传统文化的影响,女性通常承担更多家务,一旦被新兴技术挤出原岗位,其寻找新工作的难度相对更大,因而中老年女性劳动者的退休意愿更易受到机器人应用的影响。

3. 区分健康状况

健康状况是影响退休意愿的重要因素之一,在机器人应用的冲击下,不同健康状况的中老年劳动者的延迟退休意愿也可能不同。本

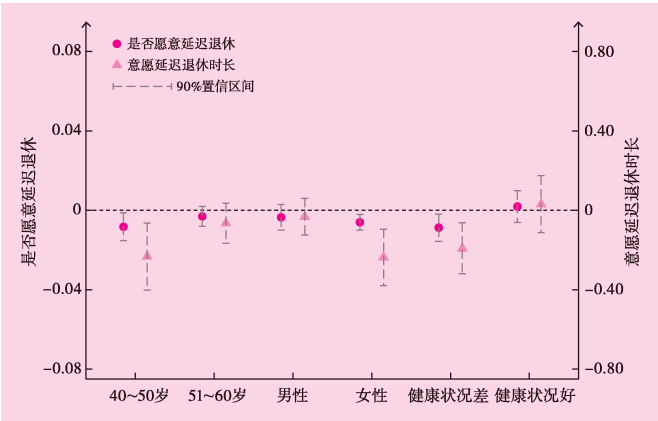


图 5 异质性检验结果

文根据个体是否有慢性病将样本划分为健康状况好与健康状况差两类。图 5 的结果表明,机器人应用降低了健康状况差的中老年劳动者的延迟退休意愿和意愿延迟退休时长,而对健康状况好的中老年劳动者影响不显著。这表明健康状况较差的劳动者更为容易受到机器人应用的影响,更不愿延迟退休。

## 六、结论与政策启示

本文运用 CHARLS 微观调查数据与 IFR 机器人安装数据,深入考察了机器人应用对中老年劳动者延迟退休意愿的影响。研究发现,机器人应用会显著降低中老年劳动者的延迟退休意愿、缩短意愿延迟退休时长,在经过一系列稳健性检验后,该结论仍然成立。机制分析表明,机器人应用主要通过减少技能培训参与、降低技能培训投入意愿、缩短工作时长、降低工作稳定性与工作满意度降低了低技能中老年劳动者的延迟退休意愿。在机器人应用的冲击下,不同中老年劳动者群体的延迟退休意愿存在显著差异,年龄较低、女性、健康状况差的中老年劳动者更不愿意延迟退休。

基于上述研究结论,本文提出如下政策建议。

第一,构建更具包容性和前瞻性的社会保护机制,缓解机器人应用给中老年劳动者带来的职业替代风险。一方面,应针对人机协作情境加快建立就业动态监测体系,及时掌握机器人应用带来的岗位结构变化和对中老年劳动者就业的影响。同时,健全与之相适应的法律制度,明确企业在智能化转型过程中的用工责任,防止新技术应用集中冲击中老年劳动者。另一方面,强化对中老年弱势群体职业转换的制度性保障,通过优化岗位转换路径与提升岗位匹配效率,消除职业转换障碍。此外,政府可增设面向中老年群体的公共就业岗位,缓解这一群体对技术替代的职业焦虑,有效提升延迟退休意愿。

第二,构建与老龄化、智能化发展相适应的职业能力提升机制,避免中老年劳动者陷入技能快速折旧的困境。政府应加快推进职业培训改革,建立全生命周期技能培训体系。紧扣劳动技能需求的新变化优化职业培训内容,提升中老年劳动者的数字技术素养与人机协同能力。同时,进一步完善职业技能更新的激励机制,运用财税政策工具引导企业和社会组织向中老年低技能劳动者倾斜培训资源。加快建设终身学习型社会,建立适应技术变革与老龄化社会的可持续学习体系,引导中老年劳动者主动更新技能。

第三,构建与智能化变革相适应的高质量就业促进机制,增强中老年劳动者的职业获得感,提升其延迟退休意愿。政府可以通过数字金融工具和产业扶持政策,引导企业发展普惠性机器技术、提供人机协同型岗位,鼓励企业在岗位设计中融入非程式化、灵活性强的工作内容,将机器人应用与中老年劳动者的经验优势相结合,降低技术适应门槛,增强工作岗位对中老年劳动者技能的包容性。另外,围绕就业稳定性、薪资水平和社

会保障等方面发力,有针对性地提升中老年低技能劳动者的就业质量,缓解机器人应用等智能化变革带来的就业极化效应,帮助劳动者在延迟退休过程中实现高质量就业。

#### 参考文献:

1. 封进、胡岩(2008):《中国城镇劳动力提前退休行为的研究》,《中国人口科学》,第4期。
2. 靳永爱等(2024):《数字时代的互联网使用与中老年人生活——中国老年群体数字鸿沟与数字融入调查主要数据结果分析》,《人口研究》,第1期。
3. 李磊、何艳辉(2024):《机器人应用与个体就业——基于人口普查数据的研究》,《财贸研究》,第11期。
4. 李琴等(2014):《健康对中国中老年人劳动供给的影响》,《经济学(季刊)》,第3期。
5. 李琴、彭浩然(2015):《谁更愿意延迟退休?——中国城镇中老年人延迟退休意愿的影响因素分析》,《公共管理学报》,第2期。
6. 廖少宏(2012):《提前退休模式与行为及其影响因素——基于中国综合社会调查数据的分析》,《中国人口科学》,第3期。
7. 汪伟等(2024):《机器人应用对劳动参与的影响:机制与经验证据》,《经济学报》,2024年11月网络首发。
8. 汪伟、王文鹏(2021):《预期寿命、人力资本与提前退休行为》,《经济研究》,第9期。
9. 王林辉等(2022):《人工智能应用对劳动工资的影响及偏向性研究》,《中国人口科学》,第4期。
10. 王林辉等(2023):《机器人应用的岗位转换效应及就业敏感性群体特征——来自微观个体层面的经验证据》,《经济研究》,第7期。
11. 王永钦、董雯(2023):《中国劳动力市场结构变迁——基于任务偏向型技术进步的视角》,《中国社会科学》,第11期。
12. 魏下海等(2020):《机器人如何重塑城市劳动力市场:移民工作任务的视角》,《经济学动态》,第10期。
13. 姚加权等(2024):《人工智能如何提升企业生产效率?——基于劳动力技能结构调整的视角》,《管理世界》,第2期。
14. 赵涛等(2020):《数字经济、创业活跃度与高质量发展——来自中国城市的经验证据》,《管理世界》,第10期。
15. 朱斌(2022):《稳定化与结构化——新制度主义视角下的中国劳动力市场变化(2006~2017)》,《社会学研究》,第2期。
16. Acemoglu D., Restrepo P.(2019), Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor. *Journal of Economic Perspectives*. 33(2): 3-30.
17. Acemoglu D., Restrepo P.(2020), Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets. *Journal of Political Economy*. 128(6): 2188-2244.
18. Acemoglu D., Restrepo P.(2022), Tasks, Automation, and the Rise in U.S. Wage Inequality. *Econometrica*. 90(5): 1973-2016.
19. Autor D.H.(2015), Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. *Journal of Economic Perspectives*. 29(3): 3-30.
20. Berg A., Buffie E.F., Zanna L.(2018), Should We Fear the Robot Revolution? (The Correct Answer Is Yes). *Journal of Monetary Economics*. 97: 117-148.

21. Borusyak K.,Hull P.,Jaravel X.(2022),Quasi-Experimental Shift-Share Research Designs. *The Review of Economic Studies*. 89(1):181-213.
22. Dauth W.,Findeisen S.,Suedekum J.,et al.(2021),The Adjustment of Labor Markets to Robots. *Journal of the European Economic Association*. 19(6):3104-3153.
23. Engels B.,Geyer J.,Haan P.(2017),Pension Incentives and Early Retirement. *Labour Economics*. 47:216-231.
24. French E.(2005),The Effects of Health,Wealth,and Wages on Labour Supply and Retirement Behaviour. *The Review of Economic Studies*. 72(2):395-427.
25. Frey C.B.,Osborne M.A.(2017),The Future of Employment:How Susceptible Are Jobs to Computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*. 114:254-280.
26. Goos M.,Manning A.,Salomons A.(2014),Explaining Job Polarization:Routine-Biased Technological Change and Offshoring. *American Economic Review*. 104(8):2509-2526.
27. Graetz G.,Michaels G.(2018),Robots at Work. *Review of Economics and Statistics*. 100(5):753-768.
28. Jiang K.,Zhang Z.,Hu J.,et al.(2022),Retirement Intention of Older Workers:The Influences of High-Involvement Work Practices,Individual Characteristics,and Economic Environment. *Personnel Psychology*. 75(4):929-958.
29. Liu Q.,Luo S.,Seamans R.(2024),Pain or Anxiety? The Health Consequences of Rising Robot Adoption in China. *Economics Letters*. 236,111582.
30. Lordan G.,Neumark D.(2018),People Versus Machines:The Impact of Minimum Wages on Automatable Jobs. *Labour Economics*. 52:40-53.

### The Impact of Robot Application on the Willingness of Middle-Aged and Elderly Workers to Delay Retirement: Empirical Evidence from CHARLS

Wang Wei   Wu Mengxuan   Wang Jiannan   Yu Lingzheng

**Abstract:** With the rise of a new wave of technological revolution, how changes in employment structure and skill demand caused by robot adoption affect retirement decisions of middle-aged and older workers has become a pressing issue under the context of population aging. This paper uses data from the 2011, 2013, 2015, and 2018 waves of the China Health and Retirement Longitudinal Study, combined with robot installation data from the International Federation of Robotics, to examine the impact of robot adoption on delayed retirement intentions among middle-aged and older workers. The results show that robot adoption significantly reduces both the willingness to delay retirement and the intended duration of delayed retirement. Robot adoption makes low-skilled older workers more likely to experience "skill depreciation" due to reduced training opportunities and weaker training motivation. At the same time, robot adoption lowers the employment quality of low-skilled older workers, thereby further weakening their willingness to delay retirement. Moreover, younger cohorts, women, and individuals in poor health are more sensitive to the robot shock. These findings contribute to a better understanding of the labor market consequences of automation and provide policy insights for promoting inclusive technological transitions and advancing retirement policy reform in the context of population aging.

**Keywords:** Robot Application; Middle-Aged and Older Workers; Delayed Retirement; Retirement Intention

(责任编辑:许 多)