

# 产业智能化与中国企业出口生存

耿伟, 吴雪洁, 彭青

(天津财经大学 经济学院, 天津 300222)

**摘要:** 本文基于2001—2013年中国出口企业数据, 运用生存分析模型, 探究产业智能化对企业出口生存风险、持续时间的影响。研究发现, 智能化显著降低了企业出口生存风险, 延长了出口持续时间。异质性分析表明, 智能化转型更为显著地降低了非国有企业、使用互联网的企业与非成熟型企业的出口生存风险, 延长了其出口持续期。机制检验表明, 智能化转型通过市场竞争效应和资源配置效应降低了企业出口生存风险, 延长了企业出口持续期。此外, 产业智能化还有利于提高企业出口韧性, 且对企业出口扩展边际有显著的正向影响。

**关键词:** 产业智能化; 企业出口生存; 出口韧性; 二元边际

[中图分类号] F752.62 [文献标识码] A [文章编号] 1002-4034(2022)05-0036-18

## 引言

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》提出要深入实施智能制造工程, 推动制造业高端化智能化转型。近年来, 以人工智能为主流发展方向的信息技术应用越来越广泛(杨飞和范从来, 2020), 渗透到经济社会各个方面。作为智能化转型的伴生现象, 全球产业分工格局开始重构, 而中国不仅是世界第二大经济体, 还是最大的发展中国家, 面临着发达国家“高端压制”与发展中国家“中低端分流”的双重压力, 为了在新一轮工业革命中把握先机, 国务院办公厅印发的《关于加快发展外贸新业态新模式的意见》提出, 要支持传统外贸企业运用人工智能等先进技术, 开展智能化、个性化、定制化生产, 到2025年要形成新业态驱动、大数据支撑、网络化共享、智能化协作的外贸产业链供应链体系。

改革开放以来, 中国制造业出口迅猛增长, 并已构建了门类齐全的制造业体

[收稿日期] 2022-02-16

[基金项目] 国家社会科学基金一般项目“双重贸易网络、市场拥挤与中国企业出口生存研究”(19BJY191)

[作者简介] 耿伟(1967—), 女, 天津人, 天津财经大学经济学院教授、博士生导师, 博士, 研究方向: 中国对外贸易问题; 吴雪洁(1995—), 女, 河北秦皇岛人, 天津财经大学经济学院国际经济贸易系博士研究生, 研究方向: 中国对外贸易问题; 彭青(1996—), 女, 山东聊城人, 天津财经大学经济学院国际经济贸易系硕士研究生, 研究方向: 中国对外贸易问题

系,跃升为世界第一制造业大国。但是中国制造业出口存在“大而不强”的问题。在当前单边主义与贸易保护主义抬头、新冠肺炎疫情暴发等一系列不确定因素增多的情境下,中国的出口贸易受到了实质性的负面冲击,引致企业愈发倾向于推迟投资甚至退出出口市场以降低损失,而企业出口生存能力的强弱及持续生存时间的长短与其国际市场竞争力密切相关,因此稳定的出口贸易关系不仅是企业发展与获利的基础,也是实现出口贸易高质量发展和畅通“双循环”的关键一环(赵瑞丽等,2021)。关于企业出口生存绩效的研究,既有文献主要从政策制度以及企业的行为与特征等视角进行分析(Tong等,2019;陈勇兵等,2012;Segura-Cayuela和Vilarrubia,2008),而从智能化视角研究中国企业出口生存绩效的文献则较为匮乏。进入工业4.0时代,智能化变革已成为制造业未来发展的必然趋势。在此背景下,智能化可否降低企业出口生存风险、延长出口持续期,以达到稳出口、助力畅通国内国际大循环的目的?那内在的影响机制又是如何?鉴于此,本文以智能化可否降低企业出口生存风险、延长出口持续期为关注点,既有迫切的现实基础,亦有重大的研究意义。

基于上述背景,本文利用世界投入产出表(World Input-Output Table, WIOT)、中国海关数据库和中国工业企业数据库构建所需数据,从而实证检验智能化对企业出口生存风险的影响及作用机制,时间跨度为2001—2013年。本文的边际贡献在于:第一,在研究视角上,围绕新一轮工业革命浪潮下人工智能产业快速发展所带来的经济效应,本文首次利用生存分析法从智能化视角量化其对企业出口生存风险的影响,扩展充实了研究视角和经验证据。第二,在渠道挖掘上,本文除探讨智能化对企业出口生存风险的影响外,还进一步深入分析了其内在传导机制,有助于识别智能化转型作用于微观企业出口生存的主要路径,并从多个维度考察智能化对出口生存风险的异质性影响,使论证更加立体。第三,本文还进一步考察了智能化对出口韧性和出口决策的影响,以期为实现“稳出口”提供经验支撑。

## 一、文献综述与理论分析

### (一) 文献综述

与本文密切相关的一支文献研究了智能化的经济效应。进入工业4.0时代,以云计算、大数据、人工智能等为核心的数字技术迅猛发展,不仅可以提升人力资本水平(胡晟明等,2021),还可以提高生产率(Ballestar等,2020),从而扩大企业产出。其中,人工智能作为新一轮产业变革的核心驱动力,将催生新技术、新产业、新业态、新模式,进而对经济增长(杨飞和范从来,2020;Fu等,2021)、劳动者工资和就业(Acemoglu和Restrepo,2016;孙早和侯玉琳,2019)等产生深远影响。与上述文献研究视角所不同的是,吕越等(2020)研究表明人工智能会显著提升中国企业的全球价值链位置。Acemoglu等(2020)将研究细化至企业层面,发现使用人工智能的企业可以获取更多的附加值。

与本文密切相关的另一支文献是企业生存的影响因素。经典贸易理论认为贸易

关系一经建立则会长期保持,如:要素禀赋理论认为要素禀赋的差异是各国参与国际贸易的基础,因此要素禀赋的相对稳定使贸易关系也较为稳定;在新新贸易理论中,出口关系将会保持稳定直至企业遭遇随机冲击,而微观数据的研究结论与理论并不完全对应,学者们发现贸易呈现频繁进入退出、出口持续时间短的特征(陈勇兵等,2012;Pu和Li,2018)。Melitz(2003)强调企业是否出口是内生决定的,但是企业在进入出口市场之后,仍需对是否继续出口、出口量等做出决策。基于此,Besedeš和Prusa(2006)利用生存分析模型探析美国的进口贸易,并首次提出“贸易持续时间”这一概念。Eaton等(2008)研究表明,50%左右的出口企业为新进入者,并且新进入企业中的大部分出口持续时间仅为1年。Ruhl和Willis(2014)在Melitz(2003)的基础上假设国外需求是递增的,并在一定时期达到最大值,使其能更好地反映出口企业动态行为。后续文献以此为基础主要从企业特征(陈勇兵等,2012)、企业行为(Segura-Cayuela和Vilarrubia,2008)等视角研究对企业出口动态的影响,其中,赵瑞丽等(2021)发现互联网深化能提高出口参与度与稳定性。然而,企业的生存除受到内部资源、能力的影响外,外部环境也为企业生存提供了必要条件。就外部因素而言,既有文献主要围绕制度环境、汇率变动、生产性服务业集聚等角度进行考察(Esteve-Perez等,2012;许家云等,2015;张文武等,2020)。

## (二) 理论模型

企业出口持续时间是企业从进入出口市场到退出国际市场的时间,企业在出口市场的持续时间取决于企业加成率(即在边际成本基础上的产品加价),加成率越高,企业越倾向于持续出口,反之,当加成率小于或等于0,则企业退出出口市场。简言之,企业出口的加成率是能够反映企业出口持续时间的重要指标。基于此,本文将智能化引入Melitz和Ottaviano(2008)的异质性企业可变价格加成模型,考察其对企业出口持续时间的影响及其影响渠道。

假设本国为H,出口市场用F表示,假定两个国家的代表性消费者在连续商品集上具有二次项拟线性效用函数,具体表现如下:

$$U = q_0^c + \alpha \int_{i \in \Omega} q_i^c di - \frac{1}{2} \gamma \int_{i \in \Omega} (q_i^c)^2 di - \frac{1}{2} \eta \left( \int_{i \in \Omega} q_i^c di \right)^2 \quad (1)$$

式(1)中, $\Omega$ 代表消费商品集, $q_0^c$ 是消费者对计价商品的消费量, $q_i^c$ 是对第*i*种商品的消费量, $\alpha$ 、 $\gamma$ 和 $\eta$ 均为正数, $\gamma$ 表示商品的差异程度。 $\alpha$ 和 $\eta$ 表示的是计价商品和差异化商品之间的替代弹性。由效用函数推导出某一消费者对商品*i*的需求函数 $p_i$ ,其中 $Q^c$ 表示对所有商品的消费量之和,进一步地,假设本国的消费者总规模为*L*,通过积分可以得到所有消费者对商品*i*的总需求 $\int_{i \in \Omega} q_i^c di$ ,简化得到 $Q^c$ 的表达式,即式(2c), $\bar{p}$ 是*N*种商品的平均价格,将 $Q^c$ 代入式(2a)可得到消费者对商品*i*总需求的另外一种表达式,即式(2d)。

$$p_i = \alpha - \gamma q_i^c - \eta Q^c \quad (2a)$$

$$\int_{i \in \Omega} q_i^c di = \frac{\alpha N}{\gamma} - \frac{1}{\gamma} \int_{i \in \Omega} p_i di - \frac{1}{\gamma} N \eta Q^c \quad (2b)$$

$$Q^c = \frac{N(\alpha - \bar{p})}{\gamma + \eta N} \quad (2c)$$

$$q_i = \frac{\alpha L}{\eta N + \gamma} - \frac{L}{\gamma} p_i + \frac{\eta N}{\eta N + \gamma} \frac{L}{\gamma} p \quad (2d)$$

在垄断竞争市场中，通过零利润条件得到本国价格上限以及企业退出本国市场的生产点  $c_D^H$ ，其他变量和临界值的关系为式 (5a) 至式 (5c)。

$$p_i \leq \frac{1}{\eta N + \gamma} (\alpha \gamma + \eta N \bar{p}) \quad (3)$$

$$c_D^H = \frac{1}{\eta N + \gamma} (\alpha \gamma + \eta N \bar{p}) \quad (4)$$

$$q(c) = \frac{L}{2\gamma} (c_D^H - c) \quad (5a)$$

$$p(c) = \frac{1}{2} (c_D^H + c) \quad (5b)$$

$$\mu(c) = p(c) - c = \frac{1}{2} (c_D^H - c) \quad (5c)$$

以人工智能为代表的新一代数字技术的应用，催生出新产业、新业态和新模式，激发了创业活跃度（赵涛等，2020），显著促进了新企业进入。基于此，本文将企业的成本设定为式 (6)， $AI$  表示智能化， $AI$  越大表明智能化发展程度越高， $AI \geq 0$ ， $N(AI)$  表示智能化对进入企业数量的影响，且  $N'(AI) = \frac{dN(AI)}{d(AI)} > 0$ 。企业基于利润最大化原则选择内销还是出口，如果选择出口，需要支付冰山成本  $\tau$ ， $\tau > 1$ 。结合式 (6)，企业出口的绝对加成率表示为式 (7)， $c^F$  为外国市场的生产临界值，将  $\mu_i^F$  对  $AI$  求偏导， $\frac{\partial \mu_i^F}{\partial AI} > 0$ ，可知随着智能化水平的发展，企业出口的绝对加成率也不断提高，即企业出口持续时间得以延长。

$$c_i^{AI} = \frac{c_i}{N(AI)} \quad (6)$$

$$\mu_i^F = \frac{\tau}{2} \left( c^F - \frac{c_i}{N(AI)} \right) \quad (7)$$

据此，提出如下研究假说：

假说1 产业智能化降低企业出口的生存风险、延长出口持续时间。

假说1 可以通过“促进市场竞争”和“提升资源配置效率”得以解释。将  $AI$  引入 M-O 模型，使初始成本  $c_i$  变成  $c_i^{AI}$ ，同时也促使本国的生产临界值  $c_D^H$  发生改变，详见式 (8)。将式 (6) 对  $AI$  求偏导得到式 (9)： $\frac{\partial c_i^{AI}}{\partial AI} = \frac{\partial c_i}{\partial N} \frac{\partial N}{\partial AI} < 0$ ，将

式(8)对 $AI$ 求偏导得到式(10),因为式(2c)中 $Q^e > 0$ 才有意义,即 $\bar{p} - \alpha < 0$ ,所以 $\frac{\partial c_D^H}{\partial AI} < 0$ 。结合式(9)和式(10),智能化的发展不仅降低了企业生产成本, H国的企业生产临界值也随之降低,反映出市场竞争效应引致企业的成本加成率下降,从而低效率企业退出市场,其出口也随之终止,资源由退出企业流向存活下来的高效率企业,资源配置效率由此提升,进而存活下来的在位企业可以延长其出口持续时间。

$$c_D^H = \frac{1}{\eta N(AI) + \gamma} (\alpha\gamma + \eta N(AI)\bar{p}) \quad (8)$$

$$\frac{\partial c_i^H}{\partial AI} = \frac{\partial c_i^H}{\partial N} \frac{\partial N}{\partial AI} = - \frac{c_i N'(AI)}{[N(AI)]^2} \quad (9)$$

$$\frac{\partial c_D^H}{\partial AI} = \frac{\eta(\bar{p} - \alpha)\gamma N'(AI)}{[\eta N(AI) + \gamma]^2} \quad (10)$$

综合以上分析,可以得到以下待检验的假说:

假说2 产业智能化通过促进市场竞争进而降低企业出口的生存风险、延长出口持续时间。

假说3 产业智能化通过提升资源配置效率机制引致企业退出出口市场的风险下降、延长出口持续时间。

### (三) 异质性

由于企业特征存在差异,因此智能化降低企业出口生存风险的结论在不同企业特征下具有异质性。按照产权性质,企业可以分为国有企业和非国有企业两大类。那么何种类型的企业能最大限度地发挥智能化降低企业出口生存风险的效应?对于国有企业而言,Mayer等(2016)研究发现在出口竞争激烈时,政府给予国有企业的补贴有所增加,由此削弱了竞争效应对国有企业生产率的促进作用。加之国有企业能够凭借其所有制优势在银行信贷、行业准入等方面享受优惠性政策待遇(Faccio, 2006; 包群等, 2021),也因此存在政策性负担(战略性负担和社会性负担),引致智能化可能无法通过竞争效应和资源配置效应有效降低国有企业的出口生存风险。对于非国有企业而言,其经济活动基于利润最大化原则,更可能抓住智能化转型机遇,提高企业生产率,优化资源配置,延长出口生存持续时间,即智能化降低企业出口生存风险,延长出口持续时间的作用可能在非国有企业样本上更显著。

企业是否使用互联网在智能化影响企业出口持续时间中发挥着重要作用。作为信息传递的工具,互联网的发展深刻改变了信息交换和联结的方式。已有文献证明使用互联网可以提高企业绩效(Yadav, 2014; 谢申祥等, 2021)。相较于未使用互联网的企业,使用互联网企业的信息获取渠道更多、创新能力更强,更能抓住产业智能化的契机,从而降低企业出口生存风险、延长出口持续时间。同样地,Agarwal和Audretsch(2001)指出企业成熟度与企业生存风险息息相关。在企业发展的初级阶段,企业可能存在规模小、沉没成本高、管理和技术水平落后等问题

(Brouwer 等, 2004), 与成熟企业相比生存风险更高, 但是当外部环境变化时, 非成熟型企业也因其规模较小且调整成本低而更适合变革, 在智能化转型过程中更易提高资源配置效率, 而成熟型企业则更易受到组织惯性和资源专一性的影响, 存在难以快速重塑自身来面对新的机遇和挑战的弊端, 因此智能化水平的提高对非成熟型企业出口生存风险的降低效应更为明显。综上, 本文提出以下待检验的假说:

假说4 相较于国有企业, 智能化更加显著地降低了非国有企业的出口生存风险、延长了其出口持续期; 相较于未使用互联网的企业, 智能化更加显著地降低了使用互联网企业的出口生存风险、延长了其出口持续期; 相较于成熟型企业, 智能化更为显著地降低了非成熟型企业的出口生存风险、延长了其出口持续期。

## 二、计量模型设定与数据说明

### (一) 计量模型设定

海关数据库和工业企业数据库匹配后, 观察窗口存在左删失和右删失等问题, 固定效应模型对出口关系持续性的识别具有较强限制性。此外, 离散选择模型一般适用于研究出口决策, 但是企业进入出口市场后还需继续做决策, 如继续出口还是退出市场。Besedeš 和 Prusa (2006) 基于生存模型首次提出贸易持续时间, 此后研究贸易持续时间的文献也多使用生存模型。目前应用较为广泛的生存分析模型主要为比例风险回归模型 (Proportional Hazards Regression Model, Cox)、加速失效时间模型 (Accelerated Failure Time Models, AFT) 及离散时间生存分析模型。本文选用同时具有参数模型和非参数模型优点的 Cox 模型, 主要原因如下: 其一, 本文样本截止时间为 2013 年, 无法观测到在 2013 年有出口行为的企业在 2013 年以后是否继续出口, 而 Cox 模型能很好地解决此类问题。其二, 半参数化的 Cox 模型不需要对企业生存风险的分布进行假设, 降低了建模的复杂性, 因此在进行生存分析时拥有较大优势 (杜本峰, 2008)。Cox 模型的基本设定如下:

$$h(t, X) = h_0(t) \exp(\beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_m X_m) \quad (11)$$

式 (11) 中,  $h(t, X)$  是  $t$  时刻风险因素  $X$  的风险函数, 在本文中也表示企业  $i$  在  $t-1$  期存活而在  $t$  期退出出口市场的概率,  $h_0(t)$  表示  $t$  时刻的基准风险,  $X$  为影响企业出口生存的风险因素,  $\beta$  表示风险因素的系数, 表示该风险因素对企业出口生存危险期影响的大小。对式 (11) 进行对数化处理, 得到以下模型:

$$\ln[h(t, X)] = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_m X_m + \ln[h_0(t)] + u \quad (12)$$

在式 (12) 的基础上, 本文还控制了时间和行业固定效应, 估计得到各变量的  $\beta$  值后, 通过计算其指数形式  $e^\beta$  得到风险比率。根据 Cox 模型基本原理, 若风险比率大于 1, 则说明该变量的增加会增加企业出口的风险率; 若小于 1, 则表明该变量的增加可以延长企业出口生存持续时间; 若等于 1, 则表示该变量对企业出口生存并无影响。本文实证中展示的均为  $\beta$  系数, 即  $\beta$  大于 0 说明该变量的增加会增加企业出口的风险; 若  $\beta$  小于 0, 则该变量的增加会降低企业出口面临的风险。

## （二）变量设计与测量

核心指标的测定：本文被解释变量为企业出口市场的风险、出口持续时间，这一指标基于前文构建的生存分析数据，在使用相应生存分析模型时自动生成。本文的核心解释变量为产业智能化。目前已有文献利用信息技术指标、机器人数量或利用主成分分析法构造关于智能化的指标体系来衡量产业智能化（Michaels等，2014；吕越等，2020；孙早和侯玉琳，2019）。结合统计指标的可得性与连续性，筛选提炼产业智能化的基本要素，最终参考杨飞和范从来（2020）的做法，将计算机制造业和信息服务业界定为智能化产业，二者的中间投入品能间接反映信息类资本存量，因而能较好地弥补信息技术指标在可得性方面的不足，反映产业智能化程度。具体做法为：将WIOT中全球计算机制造业和信息服务业投入到中国每个行业的中间品占增加值的比重取对数，作为行业智能化的代理指标。

控制变量：企业年龄，用当年年份与企业开业年份之差加1再取对数表示；企业规模，用企业年末总资产的对数值衡量；资产流动性，用企业流动资产与企业流动负债的比值取对数表示；融资约束，用利息支出与固定资产的比值取对数衡量；是否国有企业虚拟变量与是否外资企业虚拟变量是两个企业所有制指标，如果企业的所有制类型是国有企业（外资企业），则是否国有（是否外资）取值为“1”，否则为“0”；生产率，参照相关文献补充缺失值后用LP（Levinsohn和Petrin，2003）方法计算得出；资本深化，用资本存量与行业增加值的比重取对数度量。

## （三）数据来源

本文主要使用中国工业企业数据库，并进行如下处理：一是剔除关键指标缺失或不符合会计准则的观测值，剔除全部职工人数少于8人的企业样本。二是参照聂辉华等（2012）与余森杰等（2018）的处理方法，补充中间投入与工业增加值缺失的数据。三是将国民经济行业分类（GB/T）对应到国际标准行业分类（ISIC Rev 4.0），统一行业代码。

对中国海关数据库进行如下处理：一是剔除了零贸易、数量和价值为缺失值或小于0的观测值。二是剔除了企业名称、目的国信息缺失或目的国为中华人民共和国的观测值。三是剔除金额（单笔交易规模）小于50美元和数量单位小于1的观测样本。借鉴田巍和余森杰（2013）的方法，采用两种方式匹配工业企业数据库与海关数据库，只要企业可以通过任何一种方法匹配成功，本文就将它纳入合并数据中。

考虑到本文主要使用生存分析模型，本文将企业出口持续时间定义为：企业*i*进行了出口活动并持续至退出所有出口市场所经历的时间。自加入世界贸易组织以来，中国出口贸易呈飞速增长态势，因此本文数据期间为2001—2013年。2001年之前企业的出口生存状况无法得知，数据存在左删失问题，处理的办法是只关注2001年没有出口而在2002—2013年均出口的企业。据此，如果企业在2001年和2013年均没有出口，但是在其他年份持续出口（显然，至少持续出口2年才能视为存在持续出口行为），则可视其出口行为持续了一个相对独立的完整时段，从而

直接计算出口持续年数。进一步统计匹配数据后发现,出口持续时间为1年的观测值个数为94 094,占总观测值比例为38.56%,出口持续时间为2年的观测值个数为52 578,占总观测值比例为21.55%,出口持续时间小于或等于3年的观测值总数为181 092,占比高达74.21%,这一结果与陈勇兵等(2012)等文献具有一致性。

此外,产业智能化与资本深化数据来源于WIOT。其他数据均来自于工业企业数据库或海关数据库。在剔除左删失的数据样本和数据中各变量的缺失值后,仅保留持续出口2年以上的样本,最终得到了244 012条观测值。本文对所有连续变量在1%和99%分位上进行缩尾处理<sup>①</sup>。

#### (四) 智能化对企业出口生存风险的初步估计

风险函数估计法作为生存分析中广泛应用的非参数分析法,能够直观描述在不同时间段企业出口持续时间的变化情况,分析出口企业在不同时间段面临的市场风险。生存函数可以体现企业出口活动持续时间的分布状况,而出口活动面临的风险率和存活率一般通过Kaplan-Meier估计量进行估算。企业的生存函数被定义为企业持续出口时间超过 $t$ 年的概率,表示为:

$$S(t_i) = Pr(T_i > t) = \prod_{k=1}^t (1 - h_k) \quad (13)$$

式(13)中, $T$ 为企业保持存活状态的时间长度, $h_k$ 表示风险函数,即企业在第 $t-1$ 期正常经营条件下第 $t$ 期退出出口市场的概率。生存函数的非参数估计通常由Kaplan-Meier乘积项的方式给出:

$$\hat{S}(t_i) = \prod_{k=1}^t [(N_k - D_k) / N_k] \quad (14)$$

式(14)中, $N_k$ 表示在 $k$ 期处于风险状态中持续时间段的个数, $D_k$ 表示在同一时期观测到的退出出口市场的个数。为了初步体现不同产业智能化程度对企业出口持续时间的作用是否存在差异,将样本根据产业智能化的均值分为智能化程度较高和较低的两组。当样本智能化数值高于均值时,赋值为“1”,否则赋值为“0”,并绘制生存曲线图和风险曲线图<sup>②</sup>。生存曲线图中两组出口贸易生存曲线图均呈现阶梯式下降的趋势。简言之,随着出口持续时间的增加,企业出口活动的存活率在不断下降,其中,对比智能化程度较高组和智能化程度较低组的生存曲线可知,在智能化程度较高的组别中,企业出口活动的存活率更高,初步验证了前文得出的假说。

### 三、计量检验与结果分析

#### (一) 基准回归结果

根据基准计量回归方程的设定,本文将相关数据代入Cox模型中,且模型估计系数的标准误为行业层面聚类稳健标准误,表1所示为全样本基准回归结果。表1第1列仅加入了产业智能化,并同时考虑时间和行业固定效应,其系数显著为负,

<sup>①</sup>限于篇幅,变量的基本统计特征结果留存备索。凡备索资料均可登录对外经济贸易大学学术刊物编辑部网站“刊文补充数据查阅”栏目查询、下载。

<sup>②</sup>限于篇幅,生存曲线图和风险曲线图结果留存备索。



说明在控制了时间和行业固定效应后,产业智能化的提高能够显著降低出口企业退出国际市场的风险、延长企业出口持续时间,初步证明了假说1。第2列在产业智能化的基础上加入了企业层面的控制变量,第3列在第2列的基础上纳入了行业层面的控制变量。总体上产业智能化的估计结果在各列回归中符合预期,且具有稳定性。

表1 基准回归

变量	(1)	(2)	(3)
产业智能化	-0.097 9** (-2.336 4)	-0.145 3*** (-2.746 8)	-0.144 3*** (-2.714 8)
企业年龄	—	-0.073 9*** (-3.593 4)	-0.074 0*** (-3.591 3)
企业规模	—	-0.067 8*** (-4.438 6)	-0.067 8*** (-4.433 4)
资产流动性	—	-0.031 5** (-2.293 0)	-0.031 5** (-2.289 4)
融资约束	—	0.148 8** (2.184 6)	0.148 9** (2.197 3)
是否国有	—	0.305 2*** (4.365 9)	0.305 3*** (4.372 9)
是否外资	—	-0.398 8*** (-18.640 4)	-0.398 8*** (-18.547 8)
生产率	—	0.011 6 (0.686 3)	0.011 6 (0.681 3)
资本深化	—	—	-0.028 9 (-0.130 4)
时间固定效应	是	是	是
行业固定效应	是	是	是
样本量	242 799	197 800	197 800
Log pseudolikelihood	-172 067.7	-105 958.78	-105 958.75

注: Log pseudolikelihood 表示回归结果的对数似然值; \*\*\*、\*\*和\*分别表示估计数值在1%、5%和10%的水平上显著;圆括号内为t值。若无特别说明,下表同。

下面基于表1第3列的最终回归结果进行分析。在控制了其他影响因素及固定效应后,产业智能化的系数仍在1%的水平上显著为负,根据式(12)中对 $\beta$ 系数的解释,当 $\beta$ 小于0时,说明该变量的增加会降低企业出口所面临的风险,即产业智能化降低了企业出口生存风险、延长了其出口持续时间,验证了假说1。此外,控制变量除生产率和资本深化外均呈现出较为显著的结果。其中,企业年龄的系数显著为负,这可能是由于企业年龄越大,市场经验相对越丰富,学习效应凸显,有利于降低企业出口风险,延长出口时间;企业规模系数显著为负,表明随着企业规模扩大,规模经济效应显现,成本随之降低,进而有利于增强企业出口的抗风险能

力；资产流动性的系数也显著为负，说明资产流动性有助于降低企业出口生存风险、延长出口持续时间；融资约束的加剧不利于企业延长出口时间。值得注意的是，生产率的系数不显著，可能是因为本文的被解释变量不仅纳入了企业出口生存风险，还考虑了企业出口持续时间，而中国出口企业中存在大量的加工贸易企业，导致中国出现了“生产率悖论”现象（戴觅等，2014），这可能影响了生产率变量系数的符号及显著度。

## （二）稳健性分析

### 1. 内生性问题讨论

为了处理潜在的内生性问题，参考杨飞和范从来（2020）的做法，选取美国和信息通信技术（Information and Communications Technology, ICT）资本价格指数的倒数与智能化的滞后一期作为工具变量。智能化水平越高，ICT资本价格指数的倒数也越高，ICT资本价格指数来源于EU KLEMS数据库。参考金祥义和张文菲（2021）的方法，选用离散时间生存分析模型中的Probit形式和极大似然估计下的工具变量方法进行回归，如果退出出口市场则赋值为“1”，反之则为“0”。表2第1列为第一阶段回归结果，选取的工具变量均与智能化之间存在显著正相关关系，且Wald-Exogeneity Test的数值为5.00，显著拒绝原假设，说明工具变量的选取是合适的；第2列中智能化的系数显著为负，表明在缓解内生性问题后本文的核心结论依旧稳健。

表2 稳健性检验1

变量	内生性问题		更换实证模型		
	工具变量 第一阶段	工具变量 第二阶段	Cloglog	AFT	Probit
产业智能化	—	-0.142 9** (-2.275 7)	-0.071 4** (-2.118 7)	0.128 5*** (2.750 8)	-0.087 4*** (-3.061 2)
美国资本价格指数倒数	14.510 7** (2.006 7)	—	—	—	—
英国资本价格指数倒数	0.309 3** (2.153 9)	—	—	—	—
产业智能化	0.217 7*** (3.454 1)	—	—	—	—
常数项	-13.690 0** (-2.462 9)	-1.351 6*** (-5.096 1)	-0.008 0 (-0.024 8)	6.629 0*** (18.301 8)	-0.711 8*** (-2.707 9)
控制变量	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是	是
Wald test of exogeneity	5.00	—	—	—	—
样本量	—	86 300	180 636	197 800	146 167
Log pseudolikelihood	—	2 001.385 1	-101 284.95	-27 669.672	-35 681.617

注：限于篇幅，表中没有报告控制变量的估计结果。下表同。

## 2. 更换实证模型

考虑到 Cox 模型需满足风险比例假设,对变量进行舍恩菲尔德残差比例风险检验,其中产业智能化的舍恩菲尔德残差概率值为 0.903,满足比例风险假定,但是部分控制变量的概率值小于 0.1,可能使回归结果产生偏差,因此本文还采用了补对数—对数模型(Complementary log-log Model, Cloglog)检验结论的稳健性。此外,还采用 AFT 模型重新检验,AFT 模型中被解释变量表示出口企业在国际市场上的累计存活时间,因此在 AFT 模型中产业智能化的系数符号应该与基准回归相反。表 2 的第 3 列是 Cloglog 模型的回归结果,智能化系数显著为负,表明结论仍然稳健。第 4 列为 AFT 模型的结果,产业智能化的系数显著为正,与核心结论一致。第 5 列为 Probit 模型,被解释变量的设定与内生性检验部分相同,其系数显著为负,证明了在更换模型的情况下本文核心结论的稳健性。

## 3. 改变样本区间

首先,2008 年金融危机发生后,各国政府为了恢复经济增长,频繁调整宏观经济政策。尤其是 2011 年以后<sup>①</sup>,欧债危机、英国脱欧、美国的“退群行动”以及 2020 年以来的新冠肺炎疫情等事件导致国际社会的不确定性不断增加,这可能会影响本文核心结论的稳健性。另外,工业企业数据库在 2010 年之后统计口径有所改变。为此,本文删除 2011—2013 年样本,结果见表 3 第 1 列,产业智能化系数显著为负。其次,本文主要研究企业出口行为,因此选择工业企业数据库中的企业作为研究对象,以最大程度地避免样本代表性不足的问题。为了再次证明本文结论的稳健性,本文选取 2009—2019 年上市公司的智能化转型数据<sup>②</sup>进行检验,上市公司出口的相关数据来源于 CSMAR 数据库。结果见表 3 第 2 列,智能化转型系数显著为负,即智能化转型降低了上市公司的出口生存风险,延长了其出口持续时间。

## 4. 更换解释变量的度量方法

借鉴王媛媛和张华荣(2020)的做法,重新测算智能化指标。用各分行业对智能化产品的直接消耗系数乘以各分行业的增加值率,回归结果见表 3 的第 3 列,智能化替换指标的系数在 5%的水平上显著为负,说明在替换了核心解释变量的情况下,回归结果依然稳健。

## 5. 其他稳健性检验

为了进一步检验结论的稳健性,本文还增加了地区固定效应以控制区域差异在企业出口生存中的作用。另外,还考虑了标准误双向聚类(Two Way Cluster)的情况,即假设误差项在行业-时间存在相关性,在加入了地区固定效应的基础上将聚类标准误更改为在行业-时间层面聚类,回归结果见表 3 第 4 列和第 5 列,在改变了固定效应和聚类标准误后,本文所得结论依然成立。

<sup>①</sup>Baker 数据库中提供了国家层面不确定性指数,由其发展趋势可知,在 2011 年及之后,世界不确定性事件的发生频率大幅度提升。

<sup>②</sup>做法如下:通过文本挖掘的方法得到上市公司年报中智能化转型关键词出现的频次(如智能、自动、机器人、数字化、数字营销、数字技术、数字经济、数字贸易、数据信息、跨境电商等),用总频次代表上市公司的智能化转型程度。

表3 稳健性检验2

变量	改变区间一	改变区间二	更换解释变量 度量方法	地区固定 效应	双向聚类
产业智能化/智能化转型	-0.128 4* (-1.780 0)	-0.487 1*** (-9.603 8)	-0.177 7** (-2.482 2)	-0.164 0** (-2.310 9)	-0.164 0** (-2.280 8)
控制变量	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是	是
地区固定效应	否	否	否	是	是
样本量	165 554	12 225	197 800	183 308	183 308
Log pseudolikelihood	-92 725.59	-6 183.77	-105 961.14	-73 559.021	-73 559.021

### (三) 异质性分析<sup>①</sup>

本部分将从企业所有制、是否使用互联网和是否为成熟企业三个维度进行企业异质性讨论。

将企业划分为国有企业和非国有企业，若为国有企业则赋值为“1”，反之则为“0”。将“是否国有”变量与产业智能化相乘产生交互项，交互项系数显著为正，说明相较于国有企业，智能化降低生存风险的结论在非国有企业样本上更为显著。这可能是因为国有企业的预算软约束弱化了市场竞争所带来的倒逼效应，证明了假说4。

为了检验互联网的使用是否在智能化降低企业出口生存风险的过程中起到了锦上添花的作用，参考耿伟和杨晓亮（2019）的做法，来识别企业是否使用网站，若使用则赋值为“1”，反之则为“0”。交互项系数显著为负，说明互联网的使用显著强化了智能化降低出口生存风险、延长持续期的作用。因为互联网作为信息搜寻与沟通的重要渠道，有利于稳定企业出口预期并延长其出口时间，证明了假说4。

参考谢申祥等（2021）的做法，当企业年龄大于10时，则为成熟型企业并赋值为“1”，反之则为“0”。交互项的系数显著为正，表明智能化更为显著地降低了非成熟型企业的出口生存风险。因为相对于规模较大的成熟型企业，规模小的企业借助于较强的动态适应能力，可以灵活改变经营策略，以便更好地学习和适应外部环境的变化，促进了其出口生存与发展，证明了假说4。

<sup>①</sup>限于篇幅，未报告异质性回归结果，备索。

#### (四) 机制检验

根据前文的理论分析,本文选择市场竞争效应和资源配置效应作为中介变量,来检验产业智能化影响企业出口生存风险的可能传导机制。采用赫芬达尔指数(HHI)对市场竞争程度进行衡量,公式为  $HHI = \sum_{i \in Ind_j} (sale_{it}/sale_{jt})^2 = \sum_{i \in Ind_j} S_{it}^2$ 。其中,  $sale_{it}$  表示企业  $i$  在  $t$  年的销售额;  $sale_{jt}$  表示行业  $j$  在  $t$  年的总销售额;  $S_{it}$  表示企业  $i$  在  $t$  年的市场占有率,该指数越大,表示此行业的市场竞争程度就越小;使用企业 TFP 分布的离差即企业 TFP 与该行业 TFP 均值的绝对值作为资源配置效率的代理指标,该指标的值越大,资源配置效率就越低。表 4 汇报了相关结果。其中,第 1 列结果显示产业智能化显著促进了市场竞争,第 2 列结果表明产业智能化优化了资源配置效率,假说 2 和假说 3 得到验证。

表 4 机制检验

变量	市场竞争	资源配置效率
产业智能化	-0.635 4 ** (-2.095 9)	-0.034 0 * (-1.714 3)
控制变量	是	是
时间固定效应	是	是
行业固定效应	是	是
样本量	197 798	197 779
R <sup>2</sup>	0.515 3	0.023 1

## 四、拓展研究

### (一) 出口韧性

如果企业在国际环境不确定性不断上升的背景下可以生存,那么在生存过程中遭受到不确定性冲击时,企业是否可以借智能化破解危机,又何时可以恢复到冲击前,这就涉及到了出口韧性问题。“韧性”一词在经济学中可以理解为经济系统在受到外部冲击后恢复到原来的状态并迅速适应的能力(Rose 和 Krausmann, 2013)。由此发现,出口韧性不同于出口稳定,它能充分地体现企业应对外部极端环境,并在危机过后迅速恢复出口的能力。2008 年金融危机,贸易保护主义兴起,全球经济下行,叠加 2020 年新冠肺炎疫情的冲击,考验着中国的出口韧性。与此同时,人工智能等数字技术的应用提高了企业识别风险以及获取、处理信息的能力,有利于企业应对外部冲击。因此,审查在疫情背景下智能化与企业出口韧性的关系具有重要的意义。但囿于数据,目前无法直接检验新冠肺炎疫情对出口韧性的

影响,鉴于此,本文以2008年金融危机为背景,分析产业智能化能否提高企业在冲击下止损、恢复的能力,明晰智能化发展对出口韧性的影响,以期为新冠肺炎疫情下实现稳出口提供经验证据。本文参考刘慧和綦建红(2021)的做法,从风险抵御能力和出口恢复能力两个维度来刻画企业的出口韧性。其中风险抵御能力为危机冲击下企业出口免遭下降的能力,出口恢复能力反映企业受到冲击后出口恢复的速度。

$$\text{风险抵御能力}_{it} = (\text{export}_{it} - \text{export}_{i2008}) / \text{export}_{i2008} \quad (15)$$

鉴于本文采用企业从遭受金融危机的冲击到出口恢复的时间差作为恢复速度的代理变量,故与前文一致,采用生存分析方法实证检验产业智能化与企业出口恢复能力间的关系,模型见式(16)。

$$h(T, X) = h_0(T) \exp(\beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_m X_m) \quad (16)$$

式(16)中,事件的发生为企业出口恢复,因此, $h(T, X)$ 为企业在遭受冲击后 $T-1$ 期未出口恢复而 $T$ 期后出口恢复的概率,若 $\beta$ 系数大于0说明随着该变量的增加,企业 $T$ 期出口恢复的概率越高,企业的出口韧性越强。回归结果见表5第1列至第3列,第1列的被解释变量为企业风险抵御能力,产业智能化的发展显著提高了企业的风险抵御能力。第2列和第3列的被解释变量均为出口恢复能力,无论是在Cox模型还是Cloglog模型中产业智能化的系数均显著为正,说明随着产业智能化的发展,危机后 $T$ 期企业出口恢复的概率越大。前3列的实证结果说明产业智能化有利于提高企业出口韧性。

## (二) 出口二元边际

前文聚焦于企业在出口市场的生存风险及韧性,但并未具体识别出对出口目的国以及目的国-产品的影响,因此研究的是智能化对企业出口生存的总体影响效应。然而多目的国出口企业才是中国出口企业的主体,企业可能会选择退出某一目的国市场,但并不一定会同时退出所有出口市场。另外,对于多产品企业而言,企业行为不再局限于进入、退出以及出口规模的调整,还表现为企业出口产品种类的变动,此时将企业出口生存风险作为因变量,不能很好地反映出企业出口决策调整情况。

机制分析表明,智能化通过促进市场竞争和提高资源配置效率,降低企业的出口生存风险、延长出口持续时间。在此过程中,企业可能会凭借更强的市场竞争力进行多元化布局以分散风险,达到稳定出口的目的。此外,调整出口产品范围是企业出口动态中的重要决策,也是异质性企业贸易理论优化资源配置的核心逻辑,因而智能化引致的资源配置优化,可能对企业出口集约/扩展边际有所影响:首先,智能化对企业生产率具有显著促进作用(Acemoglu等,2020),而生产率与企业出口产品多元化呈正相关(Bernard等,2011);其次,智能化具有人力资本提升效应,而企业产品多样性主要取决于自身的创新能力和人力资本的贡献(Acemoglu等,2007);再次,智能化具有柔性制造的特征,按需生产的先进生产方式不仅增加了产品种类,还增强了产品的不可替代性,对企业能否获得更高的市场竞争优势

产生战略影响。有两点值得说明：第一，部分文献证明目标市场的竞争会导致多产品出口企业缩减出口产品范围（Mayer 等，2014），而本文研究母国市场竞争如何影响企业出口产品范围，可能与目的国市场竞争加剧引致的出口企业缩减产品范围所得结论不同；第二，随着产品种类的增加，企业的边际成本随之上升，当新增产品进入出口市场后，可能会导致原有产品的市场需求下降，产生利润侵蚀效应（Eckel 和 Neary，2010），但是新产品带来的收益也可以降低利润侵蚀效应产生的负面影响（Feenstra 和 Ma，2007），延长出口持续时间。基于此，本文进一步探讨智能化对企业出口决策的影响。以出口目的国市场数量和出口到目的国—产品对（即出口到不同目的地的相同 HS-6 编码产品记为不同的产品种类）表示企业出口扩展边际；出口集约边际以企业每年出口到不同目的国的产品总价值表示，并在折算成人民币后平减，以上指标均来源于中国海关数据库。因目的国市场数量和目的国—产品对为离散变量，应使用面板负二项回归进行处理；被解释变量为企业出口集约边际时，使用面板固定效应。回归结果见表 5 第 4 列至第 6 列，智能化促使企业对出口市场进行多元化布局，还扩大了出口产品种类，但是对企业出口集约边际没有显著影响。究其原因，市场多元化可有效规避因单一市场不确定性上升导致的“硬着陆”风险，从而延长企业出口时间；产品多元化策略可以使出口企业获得竞争优势，因此在出口市场得以生存和发展，这也与钱学锋等（2013）所揭示的出口企业内的扩展边际是中国出口增长主导力量的结论具有一致性，而集约边际扩张极易遭受外部冲击进而导致贸易条件恶化。

表 5 拓展分析

变量	风险抵御能力	出口恢复能力		出口扩展边际		出口集约边际
		Cox	Cloglog	目的国数量	目的国—产品对	
产业智能化	1.385 0*** (2.948 2)	0.486 3*** (4.097 2)	0.714 0*** (5.471 1)	0.121 7*** (19.594 2)	0.087 2*** (13.782 8)	0.040 5 (0.952 0)
常数项	7.421 6*** (4.284 9)	—	4.131 3*** (7.427 6)	3.375 6*** (6.477 6)	2.858 6*** (2.733 3)	7.330 9*** (31.682 3)
控制变量	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	否	否	否	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是	是	是
样本量	25 293	37 633	24 870	168 276	510 377	510 376
Log pseudolikelihood/R <sup>2</sup>	0.026 9	-161 905.24	-15 203.02	-284 955.73	-976 510.43	0.276 8

## 五、结论与启示

本文实证检验了产业智能化对企业出口生存风险的影响及作用机制。研究发现,产业智能化能降低企业出口生存风险、延长出口持续时间。在考虑内生性问题和稳健性检验后,这一结论仍然成立。异质性分析显示,产业智能化更为显著地降低了非国有企业、使用互联网的企业和非成熟型企业的出口生存风险、延长了其出口持续期。机制分析表明,智能化转型能促进市场竞争、提升资源配置效率,进而降低企业出口生存风险。拓展分析表明,产业智能化有利于提高企业出口韧性;细化考察智能化对出口决策的影响发现,智能化对企业出口扩展边际有显著正向影响,但是对企业出口集约边际的影响未得到经验支持。

根据研究结论,可得到如下启示:政府应不断优化智能化应用的制度环境,出台资金支持、技术保障、基础设施建设等方面政策,切实帮助企业进行智能化转型,进一步激发市场主体活力,从而通过智能化转型降低企业出口生存风险。因为智能化对于不同类型企业存在异质性影响,说明并不存在促进智能化应用的普适性政策,政府还应根据具体情况采取有针对性的激励政策。此外,在世界经济不确定性上升的背景下,企业可以利用智能化提高出口韧性,同时实现出口目的国和出口产品的多元化布局,有效规避退出风险,助力形成智能化协作的外贸产业链供应链体系。

### [参考文献]

- [1]包群,梁贺,阳佳余.主动亲近还是避而远之——政企关系视角下的外商合作对象选择[J].经济学(季刊),2021(4):1477-1498.
- [2]陈勇兵,李燕,周世民.中国企业出口持续时间及其决定因素[J].经济研究,2012(7):48-61.
- [3]戴觅,余森杰, Madhura Maitra.中国出口企业生产率之谜:加工贸易的作用[J].经济学(季刊),2014(2):675-698.
- [4]杜本峰.事件史分析及其应用[M].北京:经济科学出版社,2008.
- [5]耿伟,杨晓亮.互联网与企业出口国内增加值率:理论和来自中国的经验证据[J].国际经贸探索,2019(10):16-35.
- [6]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(6):61-75.
- [7]金祥义,张文菲.注意力配置、贸易不确定性与出口持续时间[J].国际贸易问题,2021(7):108-124.
- [8]刘慧,基建红.外需冲击下多元化策略如何影响企业出口韧性[J].国际经贸探索,2021(12):4-19.
- [9]吕越,谷玮,包群.人工智能与中国企业参与全球价值链分工[J].中国工业经济,2020(5):80-98.
- [10]聂辉华,江艇,杨汝岱.中国工业企业数据库的使用现状和潜在问题[J].世界经济,2012(5):142-158.
- [11]钱学锋,王胜,陈勇兵.中国的多产品出口企业及其产品范围:事实与解释[J].管理世界,2013(1):9-27.
- [12]孙早,侯玉琳.工业智能化如何重塑劳动力就业结构[J].中国工业经济,2019(5):61-79.
- [13]田巍,余森杰.企业出口强度与进口中间品贸易自由化:来自中国企业的实证研究[J].管理世界,2013(1):28-44.
- [14]王媛媛,张华荣.G20国家智能制造发展水平比较分析[J].数量经济技术经济研究,2020(9):3-23.



- [15] 谢申祥, 范鹏飞, 郭丽娟. 互联网对企业生存风险的影响与异质性分析[J]. 数量经济技术经济研究, 2021(3): 140-159.
- [16] 许家云, 佟家栋, 毛其淋. 人民币汇率变动、产品排序与多产品企业的出口行为——以中国制造业企业为例[J]. 管理世界, 2015(2): 17-31.
- [17] 杨飞, 范从来. 产业智能化是否有利于中国益贫式发展[J]. 经济研究, 2020(5): 150-165.
- [18] 余森杰, 金洋, 张睿. 工业企业产能利用率衡量与生产率估算[J]. 经济研究, 2018(5): 56-71.
- [19] 张文武, 徐嘉婕, 欧习. 生产性服务业集聚与中国企业出口生存——考虑异质性和传导机制的分析[J]. 统计研究, 2020(6): 55-65.
- [20] 赵瑞丽, 谭用, 崔凯雯. 互联网深化、信息不确定性与企业出口平稳性[J]. 统计研究, 2021(7): 32-46.
- [21] 赵涛, 张智, 梁上坤. 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[J]. 管理世界, 2020(10): 65-76.
- [22] ACEMOGLU D, ANTRAS P, HELPMAN E. Contracts and Technology Adoption[J]. *American Economic Review*, 2007, 97(3): 916-943.
- [23] ACEMOGLU D, RESTREPO P. The Race between Machine and Man: Implications of Technology for Growth, Factor Shares and Employment[R]. NBER Working Papers, 2016.
- [24] ACEMOGLU D, LELARGE C, RESTREPO P. Competing with Robots: Firm-Level Evidence from France[R]. CEPR Discussion Papers, 2020.
- [25] AGARWAL R, AUDRETSCH D B. Does Entry Size Matter? The Impact of the Life Cycle and Technology on Firm Survival[J]. *The Journal of Industrial Economics*, 2001, 49(1): 21-43.
- [26] BALLESTAR M T, DIAZ-CHAO A, SAINZ J, et al. Knowledge, Robots and Productivity in SMEs: Explaining the Second Digital Wave[J]. *Journal of Business Research*, 2020, 108(1): 119-131.
- [27] BERNARDA, REDWING S J, SCHOTT P K. Multiproduct Firms and Trade Liberalization[J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 2011, 126(3): 1271-1318.
- [28] BESEDEŠ T, PRUSA T J. Product Differentiation and Duration of US Import Trade[J]. *Journal of International Economics*, 2006, 70(5): 329-358.
- [29] BROUWER A E, MARIOTTI I, VAN OMMEREN J N. The Firm Relocation Decision: An Empirical Investigation [J]. *The Annals of Regional Science*, 2004, 38(2): 335-347.
- [30] EATON J, ESLAVA M, KUGLER M, et al. The Margins of Entry into Export Markets: Evidence from Colombia [R]. CEPR Discussion Papers, 2008.
- [31] ECKEL C, NEARY P J. Multi-product Firms and Flexible Manufacturing in the Global Economy[J]. *The Review of Economic Studies*, 2010, 77(1): 188-217.
- [32] ESTEVE-PEREZ S, REQUENA-SILVENTE F, PALLARDÓ-LOPEZ V. The Duration of Firm-destination Export Relationships: Evidence from Spain, 1997-2006[J]. *Economic Inquiry*, 2012.
- [33] FACCIO M. Politically Connected Firms[J]. *American Economic Review*, 2006, 96(1): 369-386.
- [34] FEENSTRA R, MA H. Optimal Choice of Product Scope for Multiproduct Firms under Monopolistic Competition [R]. NBER Working Papers, 2007.
- [35] FU X M, BAO Q, XIEH, et al. Diffusion of Industrial Robotics and Inclusive Growth: Labor Market Evidence from Cross Country Data[J]. *Journal of Business Research*, 2021.
- [36] LEVINSOHN J, PETRIN A. Estimating Production Functions Using Inputs to Control for Unobservables[J]. *The Review of Economic Studies*, 2003, 70(2): 317-341.
- [37] MAYER T, MELITZ M J, OTTAVIANO G. Market Size, Competition, and the Product Mix of Exporters[J]. *American Economic Review*, 2014, 104(2): 495-536.
- [38] MAYER T, MELITZ M J, OTTAVIANO G. Product Mix and Firm Productivity Responses to Trade Competition [R]. CEPR Discussion Papers, 2016.

- [39] MELITZ M J. The Impact of Trade on Intra-industry Reallocations and Aggregate Industry Productivity[J]. *Econometrica*, 2003, 71(6): 1695-1725.
- [40] MELITZ M J, OTTAVIANO G. Market Size, Trade and Productivity[J]. *Review of Economic Studies*, 2008, 75(1): 295-316.
- [41] MICHAELS G, NATRAJ A, REENEN J V. Has ICT Polarized Skill Demand? Evidence from Eleven Countries over 25 Years[J]. *Review of Economics and Statistics*, 2014, 96(1): 60-77.
- [42] PU H, LI T. Cross-Countries Research on the Duration of Export Trade Relationships in Manufacturing Industry [J]. *American Journal of Industrial and Business Management*, 2018, 8(4): 850-866.
- [43] ROSE A, KRAUSMANN E. An Economic Framework for the Development of a Resilience Index for Business Recovery[J]. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 2013, 5(1): 73-83.
- [44] RUHL K, WILLIS J. New Exporter Dynamics[R]. The Federal Reserve Bank of Kansas City Research Working Papers, 2014.
- [45] SEGURA-CAYUELA R, VILARRUBIA J M. Uncertainty and Entry into Export Markets[R]. Bank of Spain Working Paper, 2008, NO. 811.
- [46] TONG L A, PHAM C S, ULUBAŞOĞLU M. The Effects of Farm Subsidies on Farm Exports in the United States [J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 2019, 101(4): 1277-1304.
- [47] YADAV, The Role of Internet Use on International Trade: Evidence from Asian and Sub-Saharan African Enterprises[J]. *Global Economy Journal*, 2014, 14(2): 189-214.

## Industrial Intelligence and Export Survival of China's Enterprises

GENG Wei, WU Xuejie, PENG Qing

(School of Economics, Tianjin University of Finance and Economics, Tianjin, 300222)

**Abstract:** Based on the data of Chinese export enterprises from 2001 to 2013, this paper used the Cox model of discrete-time survival analysis to explore the effect of intelligent transformation on enterprises' export survival risk and duration. The research finds that intelligent transformation significantly reduces enterprises' export survival risk and prolongs export duration; heterogeneity analysis shows that intelligent transformation significantly reduces export survival risk and prolongs export duration of private enterprises, internet-using, and immature enterprises. Further mechanism tests show that intelligent transformation reduces export survival risk through market competition and resource allocation efficiency. Furthermore, industrial intelligence improves export resilience and promotes extensive margin.

**Keywords:** Industrial Intelligence; Enterprises' Export Survival; Export Resilience; Dual Margin

(责任编辑 武 齐)