

# “质量追赶”之匙：数字技术创新的出口产品质量跃迁效应与关键路径探析

宋 建<sup>1</sup>, 胡学萌<sup>2</sup>

(1. 南京审计大学 联合研究院, 江苏 南京 211815; 2. 南京审计大学 经济学院, 江苏 南京 211815)

**摘 要:** 在高水平对外开放, 立足国内大循环、国内国际双循环的背景下, 如何利用数字技术提高我国出口企业出口产品质量这一议题, 对我国的高质量发展以及竞争新优势的构建尤为重要。文章基于中国工业企业和海关数据库, 创新性地测算了 2004—2014 年五个高度细分维度的企业出口产品质量, 以此为基础测度了出口产品质量追赶, 同时通过筛选数字专利以识别企业数字技术, 并基于产品质量追赶的理论模型分析了数字技术创新对企业出口产品质量追赶的微观效应。研究发现, 企业数字技术创新能够显著缩短同类出口产品的质量距离, 实现出口产品质量跃迁。经过替换指标、排除策略性行为、剔除异常状态以及内生性讨论后结果依旧稳健。同时文章还发现, 企业数字技术创新能通过前沿技术追赶、技术溢出效应、自主创新突破和产品类别跨越四个渠道实现出口产品质量跃迁。在知识产权保护程度较高、出口目的地较发达的地区, 以及资本和技术密集型、混合贸易、民营企业的出口产品质量追赶效应更明显。文章的研究为实现更高水平的对外开放和促进数字经济与实体经济深度融合发展战略提供了理论支撑和有益启示。

**关键词:** 数字技术创新; 出口产品质量; 质量距离; 跃迁效应

中图分类号: F276; F714 文献标识码: A 文章编号: 1001-9952(2024)08-0064-15

DOI: 10.16538/j.cnki.jfe.20240614.303

## 一、引 言

全球产业竞争格局加速演变, 数字经济正在全面影响全球分工格局, 中国作为全球制造业和出口的重要基地, 正积极借助数字技术提高出口产品质量水平, 以更好地满足国内和国际市场需求。2023 年上半年工业和信息化发展情况发布会数据显示, 我国已建成 209 个具有国际先进水平的智能制造示范工厂, 生产效率大幅提升, 产品研发周期平均缩短 20.7%, 产品不良品率平均下降 27.4%, 数字技术的转型示范效应十分显著。数字技术的快速发展和广泛应用对企业的创新升级和高质量发展产生了深远的影响。那么, 数字技术创新是否有助于提升企业出口产品的质量水平, 实现同类产品内由低质量向高质量的追赶, 从而使中国企业更好地融入国际高端生产网络、提升国际分工地位并培育出口竞争新优势呢? 这是本文关注的核心问题。

收稿日期: 2023-12-27

基金项目: 国家社会科学基金一般项目(23BJL079); 全国统计科学研究重点项目(2023LZ027); 江苏省社会科学基金一般项目(23EYB007); 江苏高校“青蓝工程”优秀青年骨干教师项目(苏教师函〔2023〕37号)

作者简介: 宋 建(1987—), 男, 山东淄博人, 南京审计大学联合研究院副教授, 硕士生导师;

胡学萌(2000—), 女, 河北石家庄人, 南京审计大学经济学院硕士研究生。

企业数字技术的研究是当前学术热点。宏观层面，现有文献探究了数字技术创新对宏观经济运行及整体经济效率的影响，包括数字经济与技术进步和技术效率的关系(郭家堂和骆品亮, 2016)，以及数字经济与经济高质量发展的关系(赵涛等, 2020)等。在企业微观层面，一部分学者探讨了数字技术对企业生产经营结构的影响，如对企业劳动结构和就业人员工资(Acemoglu 和 Restrepo, 2018)及专业化分工(袁淳等, 2021)等方面的影响；另一部分学者主要关注数字技术创新对于企业绩效方面的影响，发现数字技术能改善企业经营流程(Ciarli 等, 2021)、提高企业生产率(Brynjolfsson 和 Collis, 2019; 黄勃等, 2023)和营运效率(Liu 等, 2023)，并提升市场价值(张叶青等, 2021)。

也有不少研究关注了数字经济对出口的影响，主要聚焦于数字技术能否提升出口产品质量。与本文直接相关的文献是基于数字经济发展的视角对出口产品质量提升进行解读的文献，Liu 等(2023)和吕小明等(2023)等对数字经济、数字产品进口与出口产品质量进行了分析，但主要基于企业—产品层面及省级层面的出口产品质量数据，忽略了不同出口目的地、贸易方式等层面的异质性，导致无法体现结构性问题；同时，以数字经济总体视角作为切入点，无法更为细致地表征数字经济细分视角与企业出口产品质量的深层次关系，忽略了出口产品内的质量追赶效果，也未能关注出口产品质量的提升程度和提升路径。而本文着眼于数字技术创新如何促进低质量产品生产企业追赶前沿企业，从数字技术创新的视角分析数字技术与出口产品质量追赶的关系，既丰富了出口产品质量方面的研究，对与数字技术研究有关的文献也是一种有益补充。

本文的边际贡献主要有四个方面：①在所聚焦的问题方面，区别于现有文献对于单一出口产品质量的研究，本文探究了企业数字技术对多产品出口质量的跃迁效应。②在理论机制方面，将产品质量引入消费者效用函数，并基于单一产品模型以及拓展后的多产品模型推导出数字技术创新对产品质量影响的传导机制。③在测度方面，本文从年份—企业—出口国—产品—贸易方式五个细分维度来识别同类产品的质量差异，以捕捉更为细微的微观效应，拓展了对出口产品质量动态结构的探究。④在机制分析方面，验证了企业产品质量跃迁的四个渠道，厘清了数字技术创新作为企业“质量追赶”之匙的关键环节。

## 二、理论模型与机理分析

本文借鉴 Antoniadis(2015)的理论框架，将数字技术引入产品质量提升模型，从单一产品模型拓展为多产品模型来分析其对出口产品质量追赶效应的影响。

### (一)单一产品数字技术创新效应分析

1. 消费者行为。将产品质量引入消费者函数，代表性消费者效用函数为：

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

其中， $q_0^c$  为非差异化产品的消费量， $i$  为差异化产品，其消费量为  $q_i^c$ ，产品质量为  $\lambda_i$ 。参数  $\alpha$  衡量了消费者从差异化产品中获得的效用。 $\beta$  代表了消费者对产品质量的偏好， $\beta$  越大，消费者越倾向于购买高质量产品。 $\gamma$  为非标准化产品的差异程度， $\gamma=0$  时，表示完全替代。 $\eta$  为产品间替代弹性， $\eta$  越小，消费者对差异化产品的需求量越大。产品价格  $p_i^c$  和产品  $i$  的总需求函数为：

$$p_i^c = \alpha + \beta \lambda_i - \gamma q_i^c - \eta \left( \int_{i \in \Omega} q_i^c di \right)^2 \quad (2)$$

$$q_i^c = \frac{E}{\gamma} (\alpha + \beta \lambda_i - \eta Q_i^c - p_i^c) \quad (3)$$

其中， $E$  为市场规模， $Q_i^c = \left( \int_{i \in \Omega} q_i^c di \right)^2$  为市场总需求。可见，产品质量  $\lambda_i$  越大，则产品需求量越大。

2. 生产者行为。设定非差异化产品市场为完全竞争市场,  $q_0^c$  为计价商品; 差异化产品市场为不完全竞争市场。借鉴 Melitz (2003) 的设定, 企业进入市场要付出沉没成本, 生产率  $\varphi \in [0, \varphi_M]$  服从帕累托分布。企业数字技术创新与产品质量距离和生产率距离的关系如下:

$$\Delta\lambda_i = (1 - \delta_\lambda)\theta_i^\rho I_i^{-\frac{1}{2}} \quad (4)$$

$$\Delta\varphi_i = (1 - \delta_\varphi)\theta_i^\rho I_i^{-\frac{1}{2}} \quad (5)$$

其中,  $I_i$  为企业数字技术创新投入, 由于随着创新程度提高, 数字技术创新呈现边际效应递减, 所以对  $I_i$  进行开方处理。  $\Delta\lambda_i$  和  $\Delta\varphi_i$  分别为产品质量和生产率与前沿企业的距离, 其值越小, 表明该企业与前沿企业的产品质量和生产率差距越小, 即实现产品质量追赶。  $\theta$  为企业自主创新能力,  $\rho$  为企业的技术溢出水平,  $\theta_i^\rho$  刻画了企业的创新绩效对产品质量距离和生产率距离的作用, 企业技术溢出水平越高、自主创新能力越强, 企业的创新绩效则越大, 产品质量距离和生产率距离也越小。  $\delta$  表示数字技术创新、企业自主创新能力和技术溢出水平对产品质量及生产率距离的影响系数。在纳入数字技术创新后, 企业的生产总成本为:

$$TC_i = q_i^c(\varphi_i + \mu\lambda_i) + \left[ \left( \frac{1}{\theta_i^\rho} \right) \frac{\Delta\lambda_i}{\delta_\lambda} \right]^2 \quad (6)$$

其中,  $q_i^c(\varphi_i + \mu\lambda_i)$  为生产  $q_i^c$  单位产品所需的可变成本,  $\varphi_i + \mu\lambda_i$  用以衡量边际成本,  $\left[ \left( \frac{1}{\theta_i^\rho} \right) \frac{\Delta\lambda_i}{\delta_\lambda} \right]^2$  为产品质量创新提升所需要的成本。企业自主创新能力越强、技术溢出效应越大, 需要投入的数字技术创新成本则越少。因此, 企业的利润函数为:

$$\pi(\varphi, \lambda) = \frac{E}{4\gamma} [\alpha - \eta Q_i^c - \varphi_i + (\beta - \mu)\lambda_i]^2 - \left( \frac{\Delta\lambda_i}{\delta_\lambda} \theta_i^\rho \right)^2 \quad (7)$$

其中,  $\varphi_i$  和  $\lambda_i$  为追赶型企业数字技术创新后的生产率 and 产品质量。假定前沿企业的产品质量为  $\lambda_F$ , 只有追赶型企业进行数字技术创新, 其产品质量  $\lambda_i = \lambda_F - \Delta\lambda_i$ ; 前沿企业的生产率为  $\varphi_F$ , 追赶型企业生产率  $\varphi_i = \varphi_F - \Delta\varphi_i$ , 将两式代入式 (7) 可得:

$$\pi(\varphi, \lambda) = \frac{E}{4\gamma} [\alpha - \eta Q_i^c - \varphi_i + (\beta - \mu)\lambda_F + (\beta - \mu)\Delta\lambda_i]^2 - \left( \frac{\Delta\lambda_i}{\delta_\lambda} \theta_i^\rho \right)^2 \quad (8)$$

利润最大化下企业产品质量距离可以表示为:

$$\Delta\lambda_i = \phi [\alpha - \eta Q_i^c + (\beta - \mu)\lambda_F] \quad (9)$$

其中,  $\phi = E(\mu - \beta) / E(\mu - \beta)^2 - 4\gamma\theta^{-2\rho}\delta_\lambda^{-2}$ , 代表融入了数字技术创新、自主创新突破和技术溢出效应后, 企业的产品质量距离系数。令  $\varphi_D \equiv \alpha - \eta Q_i^c + (\beta - \mu)\lambda_F$  为产品  $i$  所在行业的进入门槛, 产品  $i$  的最优产品质量距离表示为  $\Delta\lambda_i = \phi(\varphi_D - \varphi_i)$ 。

3. 市场均衡。当企业进入市场后期望利润等于进入成本  $f_E$  时, 市场达到均衡:

$$f_E = \int_0^{\varphi_D} \pi(\varphi, \lambda) dG(\varphi) = \frac{E}{4\gamma} \left[ \int_0^{\varphi_D} \varphi_D^2 dG(\varphi) + (\mu - \beta)\phi \int_0^{\varphi_D} (\varphi_D - \varphi_i)(3\varphi_D - \varphi_i) dG(\varphi) \right] \quad (10)$$

$\varphi$  服从帕累托分布, 即  $G(\varphi) = \left( \frac{\varphi}{\varphi_M} \right)^k$ , 企业的市场进入门槛为:

$$\varphi_D = \left\{ \frac{4\gamma\varphi_M^k f_E (k+1)(k+2)}{E[(k+1)(k+2) + (\mu - \beta)\phi(6 - 2k^2)]} \right\}^{\frac{1}{k+2}} \quad (11)$$

由式 (11) 可以得出, 影响市场进入门槛  $\varphi_D$  的主要因素有: 企业进入成本  $f_E$ , 其值越高, 企业能够在市场中生存的生产率门槛越高; 产品质量升级系数  $\phi$ , 其值越大, 生产率门槛越低, 市场竞争越激烈。综合式 (9) 式 (11) 来看, 企业产品质量距离与系数  $\phi$  有关, 在其他条件不变时, 企

业产品质量距离系数越小，质量距离越小，越能实现产品质量追赶。由此，提出命题一：数字技术创新能够缩短企业与前沿企业产品质量距离，实现企业出口产品质量追赶。

$$\frac{\partial \Delta \lambda_i}{\partial \Delta \varphi_i} = \phi = \frac{E(\mu - \beta)}{E(\mu - \beta)^2 - 4\gamma\theta^{-2\rho}\delta_i^{-2}} > 0 \quad (12)$$

可见，数字技术创新通过前沿技术追赶缩短质量距离。故提出命题二：企业数字技术创新促进企业转向以前沿技术突破为目标的技术追赶，大幅提升内含技术的产品质量，实现出口产品质量追赶。

通过企业产品质量追赶系数  $\phi = E(\mu - \beta) / [E(\mu - \beta)^2 - 4\gamma\theta^{-2\rho}\delta_i^{-2}]$  可得，产品质量追赶系数与企业技术溢出水平  $\rho$  有关。技术溢出渠道的作用如下所示：

$$\frac{\partial \Delta \lambda_i}{\partial \rho} = \frac{8E\log\theta\delta_i^{-2}(\beta - \mu)}{[E(\beta - \mu)^2 - 4\gamma\theta^{-2\rho}\delta_i^{-2}]^2}(\varphi_D - \varphi_i) < 0 \quad (13)$$

在激烈的市场竞争下，生产低质量出口产品的企业在初期缺少资源和技术优势，通过数字技术创新能够持续积累生产高质量产品所需的设备、工艺等资源，并通过对前沿企业数字技术的快速模仿和学习，持续积累技术优势，进一步提升企业生产率和产品质量，从而实现出口产品质量追赶。于是提出命题三：企业数字技术创新能够通过技术溢出效应，使低质量产品生产企业缩小与前沿企业出口产品的质量差距并实现质量追赶。

此外，通过企业产品质量追赶系数也能看出，产品质量追赶与企业自主创新能力  $\theta$  有关。自主创新突破渠道的作用如式(14)所示：

$$\frac{\partial \Delta \lambda_i}{\partial \theta} = \frac{8E\gamma\theta^{-2\rho-1}\delta_i^{-2}(\beta - \mu)}{[E(\beta - \mu)^2 - 4\gamma\theta^{-2\rho}\delta_i^{-2}]^2}(\varphi_D - \varphi_i) < 0 \quad (14)$$

随着数字技术创新水平的提升，低质量产品生产企业与前沿企业的差距不断缩小，仅通过模仿创新已不足以实现技术的根本突破，甚至可能会陷入“引进—落后—再引进—再落后”的低端锁定局面。于是提出命题四：企业数字技术创新能够通过自主创新突破实现产品质量追赶。

(二)多产品数字技术创新效应分析。生产多种产品的企业相较于生产单一产品的企业存在一定程度的效率损失。本文假设企业在原生产基础上增加的产品为非核心产品，企业生产第  $n$  种非核心产品的生产率为  $\varphi_i(n) = \sigma^{n-1}\varphi_i$ 。其中， $\sigma < 1$  为产品种类数增加导致的生产率损失，则企业的总成本函数为：

$$TC_i = q_i^c \sigma^{n-1} (\varphi_i + \mu \lambda_i) + \left[ \left( \frac{1}{\theta_i^c} \right) \frac{\Delta \lambda_i}{\delta_i} \right]^2 \quad (15)$$

结合单一产品数字技术创新效应分析的模型推导，可以得到，在多产品生产下，企业生产第  $n$  种产品的最优产品质量距离为  $\Delta \lambda_i = \phi(\varphi_D - \sigma^{n-1}\varphi_i)$ 。且  $\Delta \lambda_i$  与产品种类数  $n$  直接相关， $n$  越大，产品质量距离越小。于是，提出命题五：企业数字技术创新有助于企业产品种类数增加，从而缩小与前沿产品的质量距离。

### 三、研究设计

(一)模型构建。本文设定如下双向固定效应模型：

$$Distance_{ijmt} = \beta_0 + \beta_1 \times Eco_{it} + \beta \times \sum Z_{it} + \alpha_i + \varphi_t + \eta_i + \mu_i + \varepsilon_{ijmt} \quad (16)$$

其中，下标  $i, j, m, t$  分别表示企业、产品、目的国和年份。 $Distance_{ijmt}$  为第  $t$  年  $i$  企业  $j$  产品与同年行业最高出口产品的质量距离，即质量追赶； $Eco_{it}$  为取对数后的数字专利数量； $\sum Z_{it}$  为一列控制变量。 $\alpha_i, \varphi_t, \eta_i, \mu_i$  分别表示个体、年份、行业、城市固定效应， $\varepsilon_{it}$  为标准残差项。

(二)核心变量测算

1. 出口产品质量追赶。本文借鉴 Khandelwal 等(2013)、施炳展(2014)和 Fan 等(2018)的理论模型,假设消费者效用与产品的质量 and 数量有关,因此消费者效用函数为:

$$U = [\sum_j (\varphi_j q_j)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad (17)$$

上式的效用函数中,设定产品  $j$  的质量和数量分别为  $\varphi_j$  和  $q_j$ ,  $\sigma$  为替代弹性,且  $\sigma > 1$ 。由此,可以得到产品  $j$  的价格指数  $P$ :

$$P = \sum_j p_j^{1-\sigma} \varphi_j^{\sigma-1} \quad (18)$$

通过(17)式和(18)式可以得出,消费者效用与产品质量和产品价格有关,据此可以求得企业出口产品的数量  $q$ , 并对其取对数可表示为:

$$q_{ijmt} = p_{ijmt}^{-\sigma} \varphi_{ijmt}^{\sigma-1} \frac{E_{ijmt}}{P_{ijmt}} \quad (19)$$

$$\ln q_{ijmt} = \chi_{ijmt} - \sigma \ln p_{ijmt} + \varepsilon_{ijmt} \quad (20)$$

其中,  $\chi_{ijmt} = \ln E_{ijmt} - \ln P_{ijmt}$ , 以控制年份和进口国层面汇率、进口国国内生产总值等变量;  $\ln p_{ijmt}$  为取对数后的产品价格;  $\varepsilon_{ijmt}$  为残差项,其中包含了本文测算的产品质量信息。因此产品层面的出口产品质量可以定义为:

$$quality_{ijmt} = \ln \hat{\varphi}_{ijmt} = \frac{\hat{\varepsilon}_{ijmt}}{(\sigma-1)} = \frac{\ln q_{ijmt} - \ln \hat{q}_{ijmt}}{(\sigma-1)} \quad (21)$$

本文采用企业出口产品质量与当前年份企业所在行业最高质量的差值来表示产品的“质量距离”,用以衡量企业的质量追赶程度。具体如下:

$$distance_{ijmt} = \widehat{quality}_{imt} - quality_{ijmt} \quad (22)$$

其中,  $\widehat{quality}_{imt}$  为  $t$  年企业  $j$  所在行业  $i$  中的最高产品质量,代表行业的质量前沿。

2. 企业数字技术创新。本文根据《数字经济核心产业分类与国际专利分类参照关系表(2023)》(以下简称“分类”)界定数字经济核心产业及数字专利,“分类”在基于《数字经济及其核心产业统计分类(2021)》和《国际专利分类表(IPC)》的基础上,将数字经济核心产业与国际专利分类相匹配,最大程度涵盖了数字经济核心产业领域的专利,为数字经济核心产业的识别及各企业的数字专利筛选提供了有效支持。

3. 控制变量。参考相关文献,本文加入了一系列控制变量。①企业规模(*Size*),采用企业每年从业人员人数的对数值表示;②企业利润率(*Profit\_rate*),本文将其表示为利润总额与总资产比值的对数;③企业融资约束(*Finance*),以(流动资产-流动负债)/总资产计算;④企业年龄(*Age*),采用(当年年份-成立年份+1)的对数值计算;⑤企业固定资产比率(*Tangible*),表示为固定资产与总资产比值的对数;⑥企业杠杆率(*Leverage*),表示为负债与总资产比值的对数。<sup>①</sup>

(三)数据说明。本文数据主要来自中国工业企业数据库和海关数据库,样本期为2004-2014年。本文使用年份和企业名称、企业匹配唯一标识码等将工业企业数据库和海关数据库合并,得到出口企业的生产经营信息和财务数据等相关数据。将其与专利数据库合并,用于计算本文的核心解释变量和控制变量;此外,本文也用该数据计算出口产品质量。剔除中间贸易代理商样本

<sup>①</sup> 限于篇幅,主要变量的描述性统计结果并未展示,感兴趣的读者可向作者索要。

以及缺失值、出口总额小于 50 美元和总数量小于 1 的企业样本。最终得到年份、企业、目的国、产品和贸易方式五个层面的 9621862 个观测值。

#### 四、实证结果与稳健性检验

(一)基准回归。基准回归结果如表 1 所示。列(1)和列(2)显示,在单变量检验及逐步加入固定效应后,数字技术(*Eco*)对出口产品质量距离(*Distance*)的回归系数均显著为负,表明引入数字技术的企业在平均意义上显著缩短了产品质量距离,实现了质量追赶。列(3)和列(4)加入了一系列控制变量,根据列(4)的结果,在加入控制变量及个体、年份、城市及产业固定效应后,变量 *Eco* 的回归系数为-0.0020,经过企业层面聚类处理后在 1% 水平上显著。上述结果表明,数字技术对企业出口产品质量追赶具有显著积极作用,该结果与理论分析较为符合。

表 1 基准回归

	(1) <i>Distance</i>	(2) <i>Distance</i>	(3) <i>Distance</i>	(4) <i>Distance</i>
<i>Eco</i>	-0.0023*** (0.0004)	-0.0023*** (0.0004)	-0.0020*** (0.0004)	-0.0020*** (0.0004)
控制变量	不控制	不控制	控制	控制
观测值	9621862	9621862	9621862	9621862
<i>Adj. R</i> <sup>2</sup>	0.5682	0.5683	0.5689	0.5691

注:括号内为标准误; \*、\*\*和\*\*\*分别表示在10%、5%和1%的水平上显著。均采用控制固定企业个体和固定时间的双向固定效应模型,稳健标准误经过企业层面聚类处理,下表统同。列(2)和列(4)增加了城市和行业固定效应。

#### (二)稳健性检验

1. 替换出口产品质量追赶指标。为了验证结果稳健性,本文更换了质量追赶指标的测算方式。首先,参考 Bourlès 等(2013)的研究,采用前沿企业出口产品质量( $\widehat{quality}_{imt}$ )与企业出口产品质量的比值来表示产品的“质量距离”,用以衡量企业质量追赶程度。计算公式为:  $Distance\_1_{imt} = \widehat{quality}_{imt} / quality_{imt}$ 。其中,  $\widehat{quality}_{imt}$  为 *t* 年企业 *j* 所在行业 *i* 的最高出口产品质量,代表行业质量前沿。其次,参考 Aghion 等(2005)的研究将出口产品质量追赶更换为企业质量差距与前沿企业出口产品质量的比值,公式为:  $Distance\_2_{imt} = (\widehat{quality}_{imt} - quality_{imt}) / \widehat{quality}_{imt}$ 。其值越低,表明该企业的出口产品质量越接近前沿水平。另外,本文将标准化后的出口产品质量进行处理并计算到企业层面,得到年份—企业层面的质量追赶,以从更高层次的视角更全面地评估数字技术对不同企业出口产品质量提升的幅度,并以此作为替换后的被解释变量进行回归。表 2 列(1)—列(4)为以不同方式测度的出口产品质量,并先后加入城市及产业固定效应的结果,可以看出 *Eco* 的回归系数均在 1% 水平上负显著;列(5)和列(6)为年份—企业层面质量追赶的结果,结果显示,无论是否加入城市及产业固定效应, *Eco* 的回归系数均在 1% 水平上负显著。由此可见,在更换了企业出口产品质量追赶测度方式,并更换出口产品质量的计算维度后,结果依然稳健。

表 2 替换出口产品质量指标

	(1) <i>Distance_1</i>	(2) <i>Distance_1</i>	(3) <i>Distance_2</i>	(4) <i>Distance_2</i>	(5) <i>Distance_q</i>	(6) <i>Distance_q</i>
<i>Eco</i>	-0.0088*** (0.0024)	-0.0088*** (0.0024)	-0.0023*** (0.0004)	-0.0023*** (0.0004)	-0.0046*** (0.0004)	-0.0046*** (0.0004)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
观测值	9621862	9621862	9621862	9621862	502577	502577
<i>Adj. R</i> <sup>2</sup>	0.5856	0.5857	0.5693	0.5695	0.5576	0.5586

注:列(2)、列(4)和列(6)增加了城市和行业固定效应。

2. 拓宽样本期。基于数据可获得性,本文基准回归选择的样本期为 2004–2014 年,但同时考虑到数字化转型在近年来节奏加快,所以本文试图拓宽样本期进行进一步分析。由于本文所使用的海关数据在 2016 年后不再公布企业名称和企业编码等信息,因此本文将该出口产品质量重新测算到年份–目的国–产品–贸易方式层面,并计算该维度的出口产品质量距离。通过借鉴毛日昇和陈瑶雯(2021)的研究,本文选取了行业层面的控制变量:各行业固定资产投资(*Fixasset*)、工业品出厂价格指数(*PPI*)、规模以上工业企业单位数(*Firm*)和规模以上工业销售产值(*Sales*),以及目的国层面的控制变量:目的国市场规模(*Country\_market*),用各国 GDP 的对数表示;目的国经济发展水平(*Country\_economic*),用各国人均 GDP 增长率的对数表示。此外,本文基于“分类”,从行业层面识别数字专利,作为此检验的解释变量并进行回归。表 3 列(1)和列(2)为只加入行业层面控制变量,依次加入个体、年份和行业固定效应的结果;列(3)和列(4)为加入目的国层面控制变量的结果,回归系数仍显著为负。由此可见,在拓宽了样本期后,数字技术创新仍能显著降低出口产品质量差距,结果稳健。

表 3 替换出口产品质量指标

	(1) <i>Distance</i>	(2) <i>Distance</i>	(3) <i>Distance</i>	(4) <i>Distance</i>
<i>Eco</i>	-0.0138*** (0.0003)	-0.0023* (0.0013)	-0.0129*** (0.0013)	-0.0023* (0.0013)
<i>Fixasset</i>	-0.0172*** (0.0003)	-0.0035*** (0.0006)	-0.0152*** (0.0004)	-0.0035*** (0.0006)
<i>PPI</i>	-0.4198*** (0.0081)	-0.0767*** (0.0094)	-0.4140*** (0.0082)	-0.0766*** (0.0094)
<i>Firm</i>	-0.0061*** (0.0003)	-0.0006 (0.0004)	-0.0057*** (0.0003)	-0.0006 (0.0004)
<i>Sales</i>	0.0061*** (0.0002)	-0.0003 (0.0005)	0.0056*** (0.0002)	-0.0003 (0.0005)
<i>Country_market</i>			-0.1453*** (0.0120)	-0.0292** (0.0136)
<i>Country_economic</i>			0.0027*** (0.0006)	0.0000 (0.0007)
控制变量	控制	控制	控制	控制
<i>N</i>	516 840	516 840	516 840	516 840
<i>Adj. R</i> <sup>2</sup>	0.4018	0.4201	0.4021	0.4201

注:列(1)–列(4)为企业个体固定效应模型,列(2)和列(4)增加了年份和行业固定效应。

3. 排除企业策略性行为。为了排除企业为迎合国家政策或政府监管等应用数字技术的策略性行为,本文将数字技术指标替换为以发明专利计算的实质性创新专利和以外观设计专利、实用新型专利计算的策略性创新专利。由表 4 可见,实质性数字技术(*Eco\_invent*)和策略性数字技术(*Eco\_str*)均能显著缩短质量距离,实现出口产品质量追赶,且实质性数字技术的作用更强。此结果证明了策略性数字技术也能够一定程度上缩小产品质量差距,但相较于为了提升企业全要素生产率、生产能力和竞争优势的实质性数字技术,策略性数字技术引进的作用更弱。同时,此结果也证明了数字技术能够实现出口产品质量追赶这一结论的稳健性。

表 4 排除出口产品质量追赶的企业策略性行为

	实质性数字技术			策略性数字技术		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>Eco_invent</i>	-0.0030*** (0.0006)	-0.0028*** (0.0006)	-0.0027*** (0.0006)			
<i>Eco_str</i>				-0.0021*** (0.0004)	-0.0018*** (0.0004)	-0.0017*** (0.0004)
控制变量	不控制	控制	控制	不控制	控制	控制
观测值	9 621 862	9 621 862	9 621 862	9 621 862	9 621 862	9 621 862
<i>Adj. R</i> <sup>2</sup>	0.5682	0.5689	0.5691	0.5682	0.5689	0.5691

注:列(2)、列(4)和列(6)增加了城市和行业固定效应。

4. 剔除状态异常的企业。为了避免样本中营业状态异常的企业对结果产生影响，本文剔除了营业状态为停业、撤销、筹建等异常企业再次进行回归，回归结果见表 5。列(4)为加入一系列控制变量和固定效应的结果，可以看出，在剔除营业状态异常的企业后，回归系数仍在 1% 的显著性水平上显著为负，本文的结果稳健。

5. 数字技术细分类别。数字技术对不同数字技术行业的作用可能存在差异。因此，本文按照《数字经济及其核心产业统计分类(2021)》对数字经济核心产业按产业大类进行分组回归，得到数字产品制造业、数字技术应用业和数字要素驱动业三组回归。由表 6 列(3)–列(5)可见，数字产品制造业和数字要素驱动业的 *Eco* 回归系数在 1% 水平上负显著，数字技术应用业的 *Eco* 回归系数在 5% 水平上负显著，即各个数字行业的数字技术发展均能有效实现产品质量追赶。

表 5 剔除营业状态异常的企业

	(1) <i>Distance</i>	(2) <i>Distance</i>	(3) <i>Distance</i>	(4) <i>Distance</i>
<i>Eco</i>	-0.0023*** (0.0004)	-0.0023*** (0.0023)	-0.0020*** (0.0004)	-0.0020*** (0.0004)
控制变量	不控制	不控制	控制	控制
观测值	9579211	9579211	9579211	9579211
<i>Adj. R</i> <sup>2</sup>	0.5686	0.5687	0.5693	0.5694

注：列(2)和列(4)增加了城市和行业固定效应。

表 6 企业数字技术细分类别

	数字产品制造业		数字技术应用业		数字要素驱动业	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>Eco_manu</i>	-0.0019*** (0.0002)	-0.0019*** (0.0004)				
<i>Eco_apply</i>			-0.0021*** (0.0004)	-0.0022** (0.0009)		
<i>Eco_factor</i>					-0.0028*** (0.0003)	-0.0029*** (0.0007)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
观测值	9621862	9621862	9621862	9621862	9621862	9621862
<i>Adj. R</i> <sup>2</sup>	0.0055	0.5691	0.0055	0.5690	0.0056	0.5691

注：列(2)、列(4)和列(6)增加了城市和行业固定效应。

(三)内生性讨论。考虑可能存在反向因果导致的内生性问题。首先，本文参考黄群慧等(2019)和肖土盛等(2022)的思路，利用邮电数据构建工具变量。一方面，在互联网技术出现之前，用邮电业务和电话进行通讯和信息传输，因此改革开放初期邮电业务和电话普及率较高的地区可能也具有较高的数字技术创新和发展水平(赵涛等, 2020; 黄勃等, 2023)。考虑到当前我国最早统计邮电业务量和电话机数的年鉴为 1985 年，因此本文将年鉴中统计的 1984 年的邮电和电话数据作为工具变量，满足工具变量的相关性要求。另一方面，邮电作为社会基础设施，并不直接作用于企业的生产决策和出口决策，满足外生性条件。同时，考虑到邮电数据为截面数据，本文引入企业所在省份的互联网接入端口数，将其与邮电数据交乘构建交互项作为本文的工具变量。其次，为了保证内生性讨论的严谨性和准确性，本文增加外国在华专利数作为数字技术创新的第二个工具变量。原因在于：一方面，外国在华专利对东道国存在显著的技术外溢效应(宋建和郑江淮, 2022)，有助于东道国企业通过跨行业产业关联效应吸收国外先进专利技术，从而提升数字技术创新能力和创新质量(刘霞等, 2023)，满足工具变量的相关性；另一方面，外国在华专利反映国外申请人、申请机构的创新活动，与我国出口产品的生产和质量提升无关，满足工具变量的外生性。因此，本文借助世界知识产权统计数据中心(WIPO)数据库，筛

选主管局为中国, 来源地为除中国外其他国家和地区的数据, 得到各国在华申请专利的数据作为工具变量。

表 7 的列(1)和列(2)为互联网接入端口数与固定电话数作为工具变量( $IV\_phone$ )的结果。其中, 第一阶段回归中  $IV\_phone$  的系数在 1% 水平上显著为正, 表明本文选取的工具变量满足相关性条件。第二阶段回归中  $Eco$  的估计系数显著为负, 表明本文的结果较为稳健。此外, 列(3)和列(4)为互联网接入端口数与邮局数作为工具变量( $IV\_post$ )的结果,  $Eco$  的回归系数仍显著为负。列(5)和列(6)为外国在华专利作为工具变量进行检验的结果, 第二阶段回归中  $Eco$  的估计系数在 1% 水平上显著为负, 表明在采用工具变量后本文的结论依然稳健。

表 7 工具变量检验

	(1) $Eco$	(2) $Distance$	(3) $Eco$	(4) $Distance$	(5) $Eco$	(6) $Distance$
$Eco$		-0.1013*** (0.0147)		-0.2088** (0.1033)		-1.0031*** (0.3421)
$IV\_phone$	0.0012*** (0.0000)					
$IV\_Post$			0.0082*** (0.0025)			
$IV\_patent$					0.0005*** (0.0002)	
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
观测值	9621862	9621862	9621862	9621862	9621862	9621862
$K-P\ LM$		365.527		10.431		1365.177
$K-P\ WF$		365.569		10.431		1365.934

## 五、影响机制验证

(一) 前沿技术追赶。根据 Johnson(2012) 以及苏丹妮等(2018) 的研究, 企业生产率能够正向提升出口产品质量, 同时全要素生产率是企业技术水平的一个较为合适的代理变量, 用其测算整个经济体或行业的技术进步前沿, 能够较好地反映整体的技术水平。本文以  $LP$  法计算的全要素生产率作为基础指标进行测算, 探究数字技术创新对企业技术水平提升的作用。为了增加结果的稳健性, 我们采用三种方法测算技术前沿。首先, 参考 Bourlès 等(2013) 的研究, 采用行业技术前沿生产率与企业全要素生产率的比值, 即  $Dist_{TFP_{it}}^{CIC\_CN} = TFP_{jt}^{CIC\_Front} / TFP_{ijt}$  构建技术前沿追赶。其中,  $TFP_{jt}^{CIC\_Front}$  表示  $t$  年中国行业  $j$  中的企业最高全要素生产率,  $Dist_{TFP_{it}}^{CIC\_CN}$  表示以中国行业企业最高生产率测算的技术前沿追赶指数。

其次, 由于采用企业全要素生产率可能无法反映企业自身与世界前沿企业的技术距离, 因此本文借鉴孙浦阳和刘伊黎(2020) 的方法, 以美国制造业技术为世界前沿水平, 构建中国企业与美国制造业的前沿技术追赶指标, 即  $Dist_{TFP_{it}}^{US\_CN} = TFP_{jt}^{US\_Front} / TFP_{ijt}$ , 以此衡量企业能否缩小与世界前沿企业的技术距离。其中,  $TFP_{jt}^{US\_Front}$  表示  $t$  年美国行业  $j$  的全要素生产率,  $Dist_{TFP_{it}}^{US\_CH}$  表示美国行业技术前沿与中国企业的技术距离。

最后, 美国与中国全要素生产率的度量在方法上可能存在一定差异, 因此本文测算第三种技术前沿追赶。通过名义增加值进行价格平减计算实际工业增加值, 将企业实际工业增加值与员工总数的比值, 即  $Dist_{LP_{it}}^{US\_CN} = LP_{USA,jt} / LP_{China,ijt}$  作为企业劳动生产率的度量。其中,  $LP_{USA,jt}$  为汇率折算后美国  $j$  行业实际劳动生产率,  $LP_{China,ijt}$  为中国  $j$  行业  $i$  企业实际劳动生产率。 $Dist_{LP_{it}}^{US\_CH}$  表示

① 美国 NBER-CES 数据库: <https://www.nber.org/research/data/nber-ces-manufacturing-industry-database>。

以美国与中国的实际劳动生产率比值测算的前沿技术追赶，该值越小，说明中国与世界前沿技术距离越小，即实现前沿技术追赶。

表 8 列(1)和列(2)为 LP 法计算的全要素生产率衡量前沿技术追赶效应的结果，由列(1)可以看出，变量 *Eco* 的回归系数显著为正，即数字技术创新能够显著提高企业的生产效率，实现技术水平提升。列(2)为中国企业相对行业最高企业生产率测算前沿的技术追赶，列(3)为以全要素生产率测算的中国企业相对美国技术前沿的技术追赶，列(4)汇报的是以劳动生产率测算的中国企业相对美国技术前沿的技术追赶，估计结果均至少在 5% 的统计水平上显著为负，即数字技术创新在促进了企业技术水平提升的基础上，实现了企业前沿技术差距的缩小，从而实现低质量出口产品向高质量产品的追赶。

表 8 前沿技术追赶与数字技术溢出机制分析

	(1) <i>TFP</i>	(2) <i>Dist<sub>TFP</sub><sup>CIC-CN</sup></i>	(3) <i>Dist<sub>TFP</sub><sup>US-CN</sup></i>	(4) <i>Dist<sub>LP</sub><sup>US-CN</sup></i>	(5) <i>Patent<sub>site</sub></i>	(6) <i>Dist<sub>site</sub></i>
<i>Eco</i>	0.0210 <sup>**</sup> (0.0097)	-0.0078 <sup>***</sup> (0.0026)	-0.0024 <sup>**</sup> (0.0010)	-0.0431 <sup>***</sup> (0.0142)	0.6756 <sup>***</sup> (0.0253)	-0.9806 <sup>***</sup> (0.3077)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
观测值	8093261	8093261	7154981	7082822	10035672	10035672
<i>Adj. R</i> <sup>2</sup>	0.6994	0.5814	0.6381	0.5447	0.1001	0.9509

注：本表增加了城市和行业固定效应，下表统同。

(二)技术溢出效应。为了衡量企业的技术溢出水平，本文采用了专利引用量(*Patent<sub>site</sub>*)作为衡量指标。进一步地，本文以同年同行业最高水平的企业为参照，构建了技术溢出追赶指标(*Dist<sub>site</sub>*)。该指标旨在衡量后发企业通过数字技术创新所获得的技术溢出水平，并以此实现技术提升超越前沿企业，从而实现其出口产品质量的追赶。表 8 列(5)和列(6)为技术溢出效应的作用结果。由列(5)可以看出，变量 *Eco* 的系数显著为正，即数字技术创新能够产生显著的技术溢出效应；列(6)中变量 *Eco* 的系数显著为负，即数字技术创新在促进了企业技术溢出的基础上，实现了企业技术水平超越前沿企业，进而实现了低质量出口产品向高质量产品的追赶。

(三)自主创新突破。在上述机制分析的基础上，本文进一步探究企业在数字技术创新的作用下是否实现了自主创新的突破。借鉴 Akcigit 等(2016)和 Aghion 等(2019)的研究，采用专利知识宽度(*Knowledge*)与前沿企业知识宽度的距离(*Dist<sub>knowledge</sub>*)衡量企业自主创新突破。本文在大组层面定义企业专利知识宽度，即  $P\_knowledge_i = 1 - \sum Z_{im} / Z_i$ 。其中， $Z_{im}$  为企业 *i* 截至 *t* 年在 *m* 大组下发明专利和实用新型专利的累计申请数， $Z_i$  为企业 *i* 截至 *t* 年在全部大组下专利的累计申请数。 $P\_knowledge_i$  为专利宽度，其值越大，专利知识宽度越大，专利质量越高，企业自主创新突破程度越高。表 9 的前两列即为企业自主创新突破机制的回归结果。列(1)中变量 *Eco* 的回归系数显著为正，即企业在进行数字技术创新后能够实现专利知识宽度的提升；列(2)中变量 *Eco* 的回归系数显著为负，即数字技术创新能够促进企业专利知识宽度超越前沿企业，实现企业自主创新突破，并在此过程中实现低质量产品向高质量产品的追赶。

表 9 自主创新突破与产品类别跨越机制分析

	(1) <i>Knowledge</i>	(2) <i>Dist<sub>knowledge</sub></i>	(3) <i>Variety</i>	(4) <i>Dist<sub>variety</sub></i>
<i>Eco</i>	0.2856 <sup>***</sup> (0.0049)	-0.2854 <sup>***</sup> (0.0049)	0.7358 <sup>***</sup> (0.1647)	-0.0804 <sup>**</sup> (0.0393)
控制变量	控制	控制	控制	控制
观测值	445087	445087	9621760	9621760
<i>Adj. R</i> <sup>2</sup>	0.7960	0.7915	0.9721	0.7089

(四)产品类别跨越。本文通过统计每年各个企业的产品种类数(*Variety*),与当年各企业出口的最多产品种类数进行比较,得到产品类别跨越的衡量指标(*Dist\_variety*)。表 9 列(3)和列(4)为产品种类数及产品类别跨越机制的回归结果。由列(3)可见,*Eco*的回归系数显著为正,即企业在进行数字技术创新后,能通过新技术以及工艺的革新和改进生产出更多种类的产品进行出口;列(4)中*Eco*的回归系数显著为负,即数字技术创新不仅增加了本企业的出口产品种类,还能在原有产品基础上研制出新产品进行出口,实现企业产品类别跨越和产品质量的提升与追赶。

## 六、异质性分析

(一)数字技术外部环境异质性。高水平的知识产权保护既能保障企业数字技术权益的独占性(黄勃等,2023),也能在一定程度上激励企业进行研发,提升企业的创新效率,从而提升出口产品质量。因此,本文推测高水平的知识产权保护能够增强企业数字技术对出口产品质量的提升作用。本文根据国家知识产权局发布的《中国知识产权发展状况评价报告》,按城市知识产权保护指数的中位数对企业所在地进行划分,得到知识产权保护程度较高和较低的两组进行分组回归分析。由表 10 的列(1)和列(2)可知,相比于知识产权保护较低的城市,变量*Eco*的回归系数在知识产权保护较高组中更显著,且在 1% 的显著性水平上显著缩短了企业出口产品质量距离,即促进了企业的出口产品质量追赶。

表 10 数字技术外部环境与企业内部环境异质性

	(1)高产权保护	(2)低产权保护	(3)国有企业	(4)民营企业	(5)劳动密集型	(6)资本、技术密集型
<i>Eco</i>	-0.0019*** (0.0004)	-0.0029(0.0026)	0.0005(0.0031)	-0.0017*** (0.0005)	-0.0010(0.0006)	-0.0023*** (0.0006)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
观测值	9 293 369	292 807	58 328	5 552 263	4 952 413	4 669 449
<i>Adj. R</i> <sup>2</sup>	0.5689	0.5790	0.6078	0.5696	0.5872	0.5657

### (二)企业内部环境异质性

1. 企业所有制类型。对于不同的所有制类型,国有企业与民营企业在生产模式和融资能力等方面均存在差异。因此,本文将样本划分为国有企业和民营企业进行分组回归,由表 10 列(3)和列(4)可见,民营企业*Eco*的回归系数在 1% 水平上负显著,即相较于国有企业,民营企业数字技术的促进作用更强。其原因可能是:民营企业具有更大的灵活性和创新性,更容易适应和采纳新兴的数字技术;同时,民营企业通常对市场变化有更快的反应力和更强的适应能力,为了在市场上保持竞争力,其往往更注重创新和技术投入,这使他们能更好地利用数字技术的创新价值,加快出口产品质量的改善和提升。

2. 要素密集度。劳动密集型企业设备水平低,高技术人员比例较低,劳动集约度高,而资本和技术密集型企业大多为高技术人员,劳动集约度低。数字技术的发展能够提升企业高技能人员占比,淘汰低技能劳动力,大规模提升企业生产率。根据这一差异,本文参考韩国高等(2022)的方法,使用企业员工人数与总资产的比值对劳动密集度进行测算,并根据其行业年度中位数将样本分为劳动密集型和资本、技术密集型两组进行分组回归。由表 10 列(5)和列(6)可见,资本和技术密集型企业数字技术的提升作用更明显,即数字技术更显著地促进了资本和技术密集型企业的出口产品质量追赶。

3. 企业贸易方式。从不同的贸易模式来看,进行加工贸易的企业主要承担的是加工或组装过程,在达到完成外包工序的标准后不需要过多的技术创新行为,因而对数字技术创新的敏感度较低(余骁等,2023),其数字技术创新对企业内部产品质量提升的范围和幅度均较小。而混

合贸易企业具备较高的生产能力和技术水平，因而具备完成混合贸易的能力，数字技术创新能够有效提升技术溢出，企业也更容易实现自主创新突破并研发出新产品，从而赶超前沿企业的出口产品质量。为了验证这一观点，本文参考余骁等(2023)的研究，将样本划分为纯一般贸易、纯加工贸易和混合贸易企业，由表 11 列(1)—列(3)可见，在三种贸易方式中，数字技术创新对纯加工贸易和纯一般贸易企业的影响均不显著，只有混合贸易企业的数字技术创新能够发挥对出口产品质量追赶的作用。

表 11 企业贸易方式与出口竞争异质性

	(1)纯一般贸易	(2)纯加工贸易	(3)混合贸易	(4)发达国家	(5)发展中国家	(6)最不发达国家
<i>Eco</i>	0.0024(0.0026)	0.0078(0.0060)	-0.0020*** (0.0002)	-0.0022*** (0.0002)	-0.0016*** (0.0002)	-0.0006(0.0010)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
观测值	635845	70570	8915447	5317119	4136252	168491
<i>Adj. R</i> <sup>2</sup>	0.0114	0.0242	0.0061	0.0065	0.0071	0.0096

(三)出口竞争异质性。企业在进行出口决策时，不仅要考虑出口产品的种类和水平，也要考虑出口目的地的选择和范围。一方面，要出口到较发达目的地，企业生产产品要有较高的质量门槛，企业须不断升级生产技术，提高产品质量，从而得以出口到发达目的地并获得更高的收益(Verhoogen, 2008)；另一方面，企业在出口到发达地区过程中可以接触到先进的技术和高端用户的反馈(陈爱贞和赵冬颜, 2022)，从而促使企业不断完善自身产品，提高出口产品质量。为了验证这一结论，本文基于联合国对于国家发达程度的分类，根据企业出口目的地的发达程度分为发达国家、发展中国家和最不发达国家<sup>①</sup>三组进行分组回归。由表 11 的列(4)—列(6)可见，出口目的地为最不发达的国家难以实现出口产品质量的追赶效应，而出口目的地为较发达国家的企业数字技术创新的作用更为显著。

## 七、结论与政策建议

在当前我国高水平对外开放，立足国内大循环、国内国际双循环的时代背景下，如何利用数字技术提高我国出口企业出口产品质量，对我国的高质量发展以及竞争新优势的构建尤为重要。文章以 2004—2014 年工业企业为研究样本，通过对数字专利和数字经济核心产业的识别，探究数字技术对企业出口产品质量追赶的影响，以及其中的影响路径和内在机理。研究表明：首先，数字技术创新对企业产品质量存在“跃迁效应”，促进企业实现“质量追赶”。在作用机制上，数字技术创新通过前沿技术追赶、技术溢出、自主创新突破和产品类别跨越，实现企业出口产品质量追赶。这一发现揭示了出口企业数字技术创新对于企业出口产品质量提升的效用。其次，研发层面的知识产权保护和数字化效率提升均有助于提升数字技术的效用；生产层面的资本和技术密集型特征及混合贸易等对数字技术的作用效果具有正向影响；竞争层面上发达目的地数字技术对于出口产品质量的提升和追赶作用更明显。本研究基于工业企业数据和海关数据测算了企业—产品—目的国—贸易方式层面的出口产品质量，为探究数字技术的应用及效益提供了理论层面的支持，数字技术创新能够促进我国出口产品质量追赶这一研究结论也为我国企业提升出口产品质量并进行价值链升级提供了借鉴。

针对上述研究结论，本文提出以下政策建议：第一，通过上文结论得出，数字技术能够通过提升企业研发创新水平提高企业的出口产品质量，并缩小质量差距实现质量追赶。因此，要有

<sup>①</sup> 联合国最不发达国家名单：<https://unctad.org/topic/least-developed-countries/list>。

效推行创新驱动发展战略及“技能中国”战略进而推动数字经济的发展,以发挥数字技术对企业研发水平的提升作用,激发企业的创新活力,促进企业转型升级。第二,本文研究发现,数字技术创新能够通过对于前沿技术的追赶实现出口产品质量追赶,因此,企业应着重关注本行业前沿领域的技术发展,聚焦前沿技术,加大研发投入,缩小与国际先进水平的差距。第三,本文验证了数字创新的技术溢出效应,因此企业应加强与高校、科研院所的产学研合作,搭建开放创新平台,积极吸收外部知识溢出,促进前沿技术在企业内部的快速扩散和应用。第四,出口产品质量追赶离不开自主创新突破和产品类别跨越,因此企业需构建完备的自主创新体系,引入数字化研发工具,打造仿真模拟环境,鼓励原始创新和集成创新并重,以突破关键核心技术,实现技术自主可控。第五,本文发现较发达的目的地及企业所在地市场竞争程度更大,在一定程度上有助于激励企业应用数字技术并提升出口产品质量及实现质量追赶。因此,政府部门应充分利用其在信息掌握和信息传播等方面的优势,为企业合理安排差异化战略,促进企业最大程度地发展数字技术并提升出口产品质量;企业也应不断提高全要素生产率和出口产品质量,争取能进入发达地区和较高层次的供应链,从而获得更高收益和核心竞争力。

#### 参考文献:

- [1]陈爱贞,赵冬颜.出口目的地、市场竞争与资本品质量[J].中国工业经济,2022,(9):140-158.
- [2]郭家堂,骆品亮.互联网对中国全要素生产率有促进作用吗?[J].管理世界,2016,(10):34-49.
- [3]芮小明,郑锲,黄森.数字经济影响出口质量的机制检验[J].统计与决策,2023,(9):17-22.
- [4]韩国高,陈庭富,刘田广.数字化转型与企业产能利用率——来自中国制造企业的经验发现[J].财经研究,2022,(9):154-168.
- [5]黄勃,李海彤,刘俊岐,等.数字技术创新与中国企业高质量发展——来自企业数字专利的证据[J].经济研究,2023,(3):97-115.
- [6]黄群慧,余泳泽,张松林.互联网发展与制造业生产率提升:内在机制与中国经验[J].中国工业经济,2019,(8):5-23.
- [7]刘霞,曲如晓,张天硕.外国专利的产业关联效应:技术扩散还是竞争封锁[J].经济管理,2023,(11):89-111.
- [8]毛日昇,陈瑶雯.汇率变动、产品再配置与行业出口质量[J].经济研究,2021,(2):123-140.
- [9]施炳展.中国企业出口产品质量异质性:测度与事实[J].经济学(季刊),2014,(1):263-284.
- [10]宋建,郑江淮.中国企业创新与劳动技能升级:基于生产率频谱效应视角[J].世界经济,2022,(10):28-57.
- [11]苏丹妮,盛斌,邵朝对.产业集聚与企业出口产品质量升级[J].中国工业经济,2018,(11):117-135.
- [12]孙浦阳,刘伊黎.企业客户贸易网络、议价能力与技术追赶——基于贸易网络视角的理论与实证检验[J].经济研究,2020,(7):106-122.
- [13]肖土盛,孙瑞琦,袁淳,等.企业数字化转型、人力资本结构调整与劳动收入份额[J].管理世界,2022,(12):220-235.
- [14]余骁,黄先海,陈航宇.知识产权保护、技术距离与出口国内增加值率[J].中国工业经济,2023,(6):99-117.
- [15]袁淳,肖土盛,耿春晓,等.数字化转型与企业分工:专业化还是纵向一体化[J].中国工业经济,2021,(9):137-155.
- [16]张叶青,陆瑶,李乐芸.大数据应用对中国企业市场价值的影响——来自中国上市公司年报文本分析的证据[J].经济研究,2021,(12):42-59.
- [17]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):65-75.

- [18]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.
- [19]Aghion P, Bloom N, Blundell R, et al. Competition and innovation: An inverted-U relationship[J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 2005, 120(2): 701–728.
- [20]Aghion P, Akcigit U, Bergeaud A, et al. Innovation and top income inequality[J]. *The Review of Economic Studies*, 2019, 86(1): 1–45.
- [21]Akcigit U, Baslandze S, Stantcheva S. Taxation and the international mobility of inventors[J]. *American Economic Review*, 2016, 106(10): 2930–2981.
- [22]Antoniades A. Heterogeneous firms, quality, and trade[J]. *Journal of International Economics*, 2015, 95(2): 263–273.
- [23]Bourlès R, Cetté G, Lopez J, et al. Do product market regulations in upstream sectors curb productivity growth? Panel data evidence for OECD countries[J]. *The Review of Economics and Statistics*, 2013, 95(5): 1750–1768.
- [24]Brynjolfsson E, Collis A. How should we measure the digital economy?[J]. *Harvard Business Review*, 2019, 97(6): 140–148.
- [25]Ciarli T, Kenney M, Massini S, et al. Digital technologies, innovation, and skills: Emerging trajectories and challenges[J]. *Research Policy*, 2021, 50(7): 104289.
- [26]Fan H C, Li Y A, Yeaple S R. On the relationship between quality and productivity: Evidence from China’s accession to the WTO[J]. *Journal of International Economics*, 2018, 110: 28–49.
- [27]Johnson R C. Trade and prices with heterogeneous firms[J]. *Journal of International Economics*, 2012, 86(1): 43–56.
- [28]Khandelwal A K, Schott P K, Wei S J. Trade liberalization and embedded institutional reform: Evidence from Chinese exporters[J]. *American Economic Review*, 2013, 103(6): 2169–2195.
- [29]Liu Y, Dong J Y, Mei L, et al. Digital innovation and performance of manufacturing firms: An affordance perspective[J]. *Technovation*, 2023, 119: 102458.
- [30]Melitz M J. The impact of trade on intra-industry reallocations and aggregate industry productivity[J]. *Econometrica*, 2003, 71(6): 1695–1725.
- [31]Verhoogen E A. Trade, quality upgrading, and wage inequality in the Mexican manufacturing sector[J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 2008, 123(2): 489–530.

## The Key to Quality Catch-up: The Leapfrogging Effect and Key Pathways of Export Product Quality through Digital Technology Innovation

Song Jian<sup>1</sup>, Hu Xuemeng<sup>2</sup>

(1. *Joint Research Institute, Nanjing Audit University, Nanjing 211815, China;*

2. *School of Economics, Nanjing Audit University, Nanjing 211815, China)*

**Summary:** Digital technology, as a crucial driver for building a modernized economic system in China, not only fosters innovation-driven and high-quality development for enterprises, but also enhances the core competitiveness of China’s digital economy. In the current era of high-level opening up, domestic circulation, and dual circulation of domestic and international markets, leveraging digital technology to improve the export product quality of Chinese enterprises is critical for high-quality development and new competitive advantage construction. The study innovatively measures the export product quality of enterprises across five

highly segmented dimensions from 2004 to 2014 using data from Chinese industrial enterprises and customs databases. Based on these measurements, it assesses the quality catch-up of export products. By identifying digital technology through digital patents, it analyzes the micro-effect of digital technology innovation on the quality catch-up of export products using a theoretical model. The findings indicate that digital technology innovation significantly shortens the quality gap between similar export products, leading to a leap in export product quality. Mechanism testing shows that digital technology innovation facilitates the quality catch-up of export products through frontier technology catch-up, technology spillovers, independent innovation breakthroughs, and product category leaps. This discovery highlights the utility of digital technology innovation in enhancing the export product quality of enterprises. Knowledge protection in R&D and improvements in digital efficiency contribute to the effectiveness of digital technology, while capital- and technology-intensive characteristics in production and general trade positively affect the role of digital technology. Additionally, developed destination markets show a more pronounced effect of digital technology on the quality improvement and catch-up of export products. This paper provides theoretical support for exploring the application and benefits of digital technology, demonstrating that digital technology innovation can promote the quality catch-up of Chinese export products. It also offers strategic insights for Chinese enterprises to enhance export product quality and upgrade their value chains. Furthermore, this paper provides theoretical support and valuable implications for achieving higher-level opening up and promoting the deep integration of the digital economy and the real economy.

**Key words:** digital technology innovation; export product quality; quality gap; leapfrogging effect

(责任编辑 石 慧)

(上接第 18 页)

This paper incorporates the green attributes of products into the framework of technological complexity, measures the level of China's green development from a micro perspective, and then reveals the underlying logic of green development from the perspectives of product penetration and path dependence. The study finds that: China's green development shows a stable upward trend; the dual penetration of green products in the dimensions of continuous products and new products constitutes the basic path of China's green development; for green penetration in China, its main form is continuous products, its main body is low-tech products, its main destination is economically developed areas, and its main industry is mechanical and electronic manufacturing. Further research finds that the green development path of China exhibits a significant characteristic of path dependence, and its main influencing factors are green technology and environmental regulations.

The marginal contributions of this paper are as follows: First, on the basis of the list of green products, it positions green development at the product level, and based on the perspective of export, it constructs the green development index, providing a basic case for examining the level of China's green development at the micro level and carrying out empirical analysis. Second, it reveals the green penetration phenomenon and green path dependence characteristic behind China's green development, opens the black box of green development products, and describes the main driving forces of green development, providing experience reference and path inspiration for further planning the green development path.

**Key words:** green development; product penetration; path dependence; RD innovation

(责任编辑 石 慧)