

# 数字化技术如何赋能传统行业，提升行业现代化水平

## ——基于中国钢铁行业的实证分析

凌先冲<sup>1</sup>, 葛 畅<sup>2</sup>

<sup>1</sup>南京邮电大学经济学院, 江苏 南京

<sup>2</sup>南京邮电大学社会与人口学院, 江苏 南京

收稿日期: 2023年12月8日; 录用日期: 2024年1月2日; 发布日期: 2024年1月10日

### 摘 要

传统行业现代化是当前国家战略的重要内容之一, 数字化技术在此过程中发挥着越来越重要的作用。该文以中国钢铁行业为研究对象, 使用希施玛(CSMAR)数据库中的钢铁企业上市公司数字化调查数据进行实证分析, 从2011年至2021年的数据样本中筛选出共计44家钢铁行业上市公司的328条数据, 基于面板固定效应模型与中介效应模型对数字化技术如何赋能钢铁行业现代化进行研究分析。研究结果表明将数字化技术应用于企业生产过程中, 推动企业生产技术创新与企业生产设备升级, 可以有力提升企业的生产管理水平和促进钢铁行业的现代化。根据分析结果, 文章提出钢铁企业要加强数字化技术的应用, 提高生产技术创新能力以及升级生产设备和工艺。

### 关键词

数字化技术赋能水平, 传统行业现代化, 中国钢铁行业

# How Digital Technology Empowers Traditional Industries and Improves Industry Modernization

## —An Empirical Analysis Based on Chinese Steel Industry

Xianchong Ling<sup>1</sup>, Chang Ge<sup>2</sup>

<sup>1</sup>School of Economics, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing Jiangsu

<sup>2</sup>School of Sociology and Population Studies, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing Jiangsu

## Abstract

The modernization of traditional industries is one of the important contents of the current national strategy, and digital technology is playing an increasingly important role in this process. This paper takes the Chinese steel industry as the research object, and uses the digital survey data of listed steel companies in CSMAR database for empirical analysis. A total of 328 data samples from 44 listed companies in the steel industry were selected from the data samples from 2011 to 2021. Based on the panel fixed effect model and intermediary effect model, the study analyzes how digital technology empowers the modernization of the steel industry. The study results indicate that the application of digital technology in the production process of enterprises can promote the innovation of production technology and the upgrading of production equipment, which can effectively improve the production management level of enterprises, and thus promote the modernization of the steel industry. Based on the analysis results, the article proposes that steel enterprises should strengthen the application of digital technology, improve the innovation ability of production technology and upgrade production equipment and processes.

## Keywords

Empowerment Level of Digital Technology, Modernization of Traditional Industries, Chinese Steel Industry

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

近年来,随着数字化技术不断地发展与应用,在新一轮产业变革的加速发展推动下,越来越多的传统行业迈入数字化转型的道路。而钢铁行业作为传统制造业的代表之一,同时也是我国许多产业链中的重要节点,也正在积极探索数字化技术赋能传统行业、以提升行业现代化水平的路径。2022年2月国家发布《关于促进钢铁工业高质量发展的指导意见》,明确我国钢铁行业发展从高速发展阶段进入高质量发展阶段。钢铁行业生产效率、成本控制、企业管理系统优化的上升空间所剩无几,但市场竞争压力长期存在,原有的生产技术、传统产业结构已逐渐无法满足行业需求。而云计算、大数据、人工智能等新兴技术为钢铁行业带来了全新动力,有利于促进产业结构优化、生产技术自动化、管理成本低廉化等,因此数字化转型成为钢铁等传统行业未来持续发展的必经之路。

## 2. 理论分析与研究假说

### 2.1. 数字化技术赋能与钢铁企业现代化

数字化技术赋能的相关研究起源于20世纪60年代末至70年代初的“自助”和“政治察觉”运动,从管理学角度提出了从数据中获取能力,从而调动创造能力与主观能动性[1]。在数字经济时代,数字化技术赋能已经成为推动产业发展的重要手段。现有的众多研究认为数字化技术能够从降低生产成本、提高生产效率以及促进绿色生产等角度有效赋能钢铁企业现代化,具有正向的推动作用[2][3][4]。本文参

考相关研究,认为数字化技术能赋能钢铁企业现代化,故提出如下假说 H1:数字化技术有效赋能钢铁企业现代化发展。

## 2.2. 数字化技术赋能钢铁企业现代化的中介效应

在数字经济的背景下,钢铁企业运用“互联网+”技术,通过MES系统构建智慧工厂体系;运用“物联网”技术,构建起科学的物联网管理系统;以信息技术为手段,借助CPS系统和RFID技术,实现智慧工厂管控体系[5]。这些技术实现了生产经营全流程的精益化管理和岗位的无人化操作,提高了产业模块化、推动精益生产组织模式,并降低了企业经营管理成本[6]。因此,本文提出如下假说 H2:数字化技术赋能企业生产技术创新,有助于推动钢铁企业的现代化。

《中国制造 2025》的重点是“智能制造”和“互联网+”,注重推动信息化和与工业化深度融合,并把智能制造技术作为主要发展方向[7]。在制造业向智能化、数字化和网络化转变的趋势下,智能化装备的发展对于加快我国钢铁行业转型升级,提高生产效率、提升技术水平和产品质量,降低能源和资源消耗,以及推动制造过程智能化和可持续发展,具有重要的战略意义[8]。因此,本文提出如下假说 H3:数字化技术赋能企业生产设备升级,有助于推动钢铁企业的现代化。

## 3. 研究设计

### 3.1. 数据来源

本文采用希施玛(CSMAR)数据库中国钢铁行业相关上市公司数字化调查数据进行实证研究。从数据质量、数据可用性等角度考虑,剔除了ST类型样本,并筛选出2011~2021这11年间的统计数据,作为实验数据集。最终获得的数据包含44家钢铁行业上市公司样本,共328个有效观测值。调查内容涉及企业数字化成果、数字化应用、数字化转型指数等多方面的内容。

### 3.2. 变量选取

#### 3.2.1. 被解释变量

钢铁企业现代化程度(MD)是研究的被解释变量。不同时代背景下,企业现代化有不同的内涵,在当今数字经济时代,企业的现代化可以概括为企业全方位的数字化转型[9],因此本文所研究的钢铁企业现代化是狭义上的钢铁企业的数字化。数字化转型已经成为企业现代化的重要标志和核心内容,同时数字化技术也成为推动企业生产效率、企业竞争力以及创新能力提高的重要手段。企业数字化转型指数被广泛应用于衡量企业数字化转型的成熟度和水平,也反映了企业在数字化转型方面的投入和效益。选用钢铁企业数字化转型指数作为钢铁企业现代化程度的代表,不仅可以反映钢铁行业在数字化转型方面的实际水平,同时也为探究数字化转型对于重要行业的现代化和持续发展意义提供了具体的实证依据,故钢铁企业现代化程度选用钢铁企业数字化转型指数表示。

数字化转型指数来源于希施玛(CSMAR)数据库,其计算公式为: $0.3472 \times \text{战略驱动评分} + 0.162 \times \text{技术赋能评分} + 0.0969 \times \text{组织赋能评分} + 0.0342 \times \text{环境赋能评分} + 0.2713 \times \text{数字化成果评分} + 0.0884 \times \text{数字化应用评分}$ 。

#### 3.2.2. 核心解释变量

数字化技术赋能水平(DE)是核心解释变量。在数字经济时代,数字化技术已经成为企业提高效率和核心能力的核心要素。数字化技术赋能水平能够反映企业数字化发展的成熟度和水平,其高低不仅影响企业自身的生产效率和商业模式的创新,还对整个产业链的优化和升级具有重要的推动作用。数字化技术赋能涉及众多层面,单一指标难以准确衡量数字化技术赋能水平,因此本文参考何琨琨等[10]的研究,

通过熵值法, 对企业数字化战略引领评分、组织赋能评分、环境支撑评分、数字化成果评分四个指标进行赋权平均, 以此来表示企业数字化技术赋能水平, 具体见表 1。

**Table 1.** Each index weight of enterprise digital technology enabling level

**表 1.** 企业数字化技术赋能水平各指标权重

一级指标	权重 $W_j$	二级指标与权重	属性
数字化战略引领评分	0.12	$0.2382 \times$ 管理层数字职务设立	正
		$0.2788 \times$ 管理层数字创新导向前瞻性	
		$0.1879 \times$ 管理层数字创新导向持续性	
		$0.1283 \times$ 管理层数字创新导向广度	
组织赋能评分	0.70	$0.1668 \times$ 管理层数字创新导向强度	正
		$0.5022 \times$ 数字资本投入计划	
		$0.2553 \times$ 数字人力投入计划	
		$0.1206 \times$ 数字基础设施建设	
环境支撑评分	0.04	$0.1219 \times$ 科技创新基地建设	正
		$0.1157 \times$ 所在证监会行业数字化技术强度	
		$0.114 \times$ 所在证监会行业数字资本投入强度	
		$0.0789 \times$ 所在行业人力资本投入强度	
数字化成果评分	0.14	$0.1923 \times$ 所在国民经济行业发明专利数量	正
		$0.1779 \times$ 所在国民经济行业 R & D 活动情况	
		$0.1498 \times$ 所在国民经济行业新产品开发及销售情况	
		$0.0477 \times$ 所在城市光缆密度	
数字化成果评分	0.14	$0.0403 \times$ 所在城市移动交换机容量	正
		$0.04 \times$ 所在城市互联网宽带接入用户规模	
		$0.0434 \times$ 所在城市移动互联网用户规模	
		$0.3668 \times$ 数字创新标准	
数字化成果评分	0.14	$0.1174 \times$ 数字创新论文	正
		$0.2354 \times$ 数字发明专利	
		$0.1473 \times$ 数字创新资质	
		$0.1331 \times$ 数字国家级奖项	

注: 二级指标与权重来源于希施玛(CSMAR)数据库。

### 3.2.3. 中介变量

生产技术创新水平( $TI$ )与生产设备升级程度( $DU$ )是研究的中介变量。企业技术驱动评分指标和数字化应用评分指标都是已有研究中被广泛应用的衡量指标, 能够客观反映企业在生产技术创新和生产设备升级方面的水平和成效。其中, 企业技术驱动评分指标包括了研发投入、专利申请、研发人员数量等多个方面的信息, 能够全面反映企业在技术驱动力方面的水平和实力; 数字化应用评分指标包括了企业数字化应用的广泛程度、数字化应用在生产中的覆盖率、数字化应用对于生产效率和产品质量的提升等多个方面的信息, 能够全面反映企业在数字化技术的应用和推广方面的水平和实力。因此, 本文选用企业技

术驱动评分指标来衡量生产技术创新水平, 选用数字化应用评分指标来衡量生产设备升级程度, 能够更加准确地评估数字化转型对于生产技术和设备升级的影响, 深入研究数字化转型对于企业现代化程度的影响机制, 为企业数字化转型提供更有针对性、实用性的指导建议。

企业技术驱动评分来源于希施玛(CSMAR)数据库, 其计算公式为:  $0.5504 \times \text{人工智能技术} + 0.1298 \times \text{区块链技术} + 0.1832 \times \text{云计算技术} + 0.1366 \times \text{大数据技术}$ 。企业数字化应用评分也来自希施玛(CSMAR)数据库, 其计算公式为:  $0.6342 \times \text{技术创新} + 0.2378 \times \text{流程创新} + 0.128 \times \text{业务创新}$ 。

### 3.2.4. 控制变量

本文参考张国胜等的研究, 将企业规模(*SI*)、企业年龄(*AG*)、企业出口(*EX*)、企业所有制结构(*OW*)作为研究的控制变量。同时, 为了将控制变量数据纳入回归分析之中、简化模型, 对四个变量作对数处理。企业规模(*SI*)用企业总员工数取对数来表示; 企业年龄(*AG*)用企业成立年限取对数表示; 企业出口(*EX*)采用虚拟变量计量, 企业如果开展产品出口业务, 则该项取值为 1, 反之为 0; 企业所有制结构(*OW*)也采用虚拟变量计量, 企业如果是国有企业则取值为 1, 反之为 0。

## 3.3. 描述性分析

表 2 为变量描述性分析结果。各钢铁企业在企业现代化、数字化技术赋能、生产技术创新、生产设备升级的各方面水平存在差异。钢铁企业现代化程度的标准差为 6.8, 说明被调查企业的现代化程度差异较大。数字化技术赋能水平的均值为 25.9, 而最小值仅为 21.9, 说明被调查企业的数字化技术赋能水平较为集中, 尽管存在最大值 54.9, 但数量较少。生产技术创新水平和生产设备升级程度则具有较大标准差, 说明差异较显著。

Table 2. Descriptive statistical table of variables

表 2. 变量描述性统计表

变量名	变量符号	观测数	均值	最小值	标准差	最大值
钢铁企业现代化程度	<i>MD</i>	328	31.9753	22.0791	6.8063	57.6166
数字化技术赋能水平	<i>DE</i>	328	25.9698	21.9679	3.6140	54.9489
生产技术创新水平	<i>TI</i>	328	30.4559	25.6347	6.4128	68.7471
生产设备升级程度	<i>DU</i>	328	31.2705	24.9097	9.0064	93.9112
企业规模	<i>SI</i>	328	9.4011	5.2618	0.9785	11.3490
企业年龄	<i>AG</i>	328	2.8626	1.7918	0.2317	1.7918
企业出口	<i>EX</i>	328	0.8323	0	--	1
企业所有制结构	<i>OW</i>	328	0.7744	0	--	1

## 3.4. 模型构建与实证

### 3.4.1. 模型构建

本文为研究数字化技术赋能水平对钢铁企业现代化程度的影响, 建立以下研究模型进行检验。

$$MD_{i,t} = \alpha_1 + aDE_{i,t} + \beta_1 X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (3-1)$$

在研究模型中,  $MD_{i,t}$  代表第  $i$  家钢铁企业第  $t$  年的现代化程度,  $DE_{i,t}$  代表第  $i$  家钢铁企业第  $t$  年的数字化技术赋能水平,  $X_{i,t}$  代表控制变量,  $a$  表示数字化技术赋能水平对钢铁企业现代化程度的总效应。

### 3.4.2. 基准回归结果估计

本文基于 2011~2021 年中国钢铁企业调查数据, 以模型(3-1)为基准, 采用面板固定效应模型, 初步检验核心解释变量数字化技术赋能水平对被解释变量钢铁企业现代化程度的影响, 基准回归估计结果如表 3 所示。

**Table 3.** Baseline regression estimate results

**表 3.** 基准模型回归估计结果

变量名	$MD$
$DE$	1.421*** (21.55)
$SI$	0.159 (0.63)
$AG$	4.606*** (4.62)
$EX$	-0.228 (-0.36)
$OW$	-1.046* (-1.86)
-cons	-18.611*** (-5.24)
个体固定	是
时间固定	是
$R^2$	0.644
观测数	328

注: 1) \*、\*\*、\*\*\* 分别表示 10%、5%、1% 的显著性水平; 2) () 内为 t 值。

核心解释变量  $DE$  系数为正, 且具有极高的显著性水平, 说明数字化技术赋能水平对钢铁企业现代化程度具有显著的促进作用。在其他条件不变的情况下, 数字化技术赋能水平每提高一个单位, 钢铁企业现代化程度将提升 1.421 个单位, 初步验证了假说 H1。

本文从微观企业的角度, 发现数字化技术赋能水平的提高能大幅促进钢铁企业现代化程度, 说明钢铁企业要大力发展数字化技术, 抓住数字化机遇, 以提高企业自身的现代化程度。

除了核心解释变量之外, 本文也对控制变量的回归结果进行了分析, 当然这并不是研究的重点内容, 只是对结果的补充说明。在控制变量中, 企业年龄与企业所有制结构都具有较高的显著性水平, 企业年龄的系数为正, 说明企业经营时间越长, 企业现代化程度就越高, 这要求钢铁企业要坚持长期经营。企业所有制结构为负, 说明在其他条件相同的情况下, 国有企业的现代化程度要低于非国有企业, 这可能是由于国有企业的发展战略受到国家政策的影响, 而缺少自主化经营和选择。这要求国有企业深化股权多元化改革。



企业规模和企业出口的显著性水平都比较低, 通过对原始样本数据的分析, 可能是因为所选企业均为具有较大规模的上市公司, 有超过 80% 的企业数据都经营出口业务, 企业规模和企业出口差异性并不显著的影响。

### 3.4.3. 稳健性检验

本文为确保模型估计结果的稳定性, 采用替换核心解释变量指标、选取部分子样本进行回归以及剔除部分控制变量这三种方式进行稳健性检验。稳健性检验的回归结果见表 4。

**Table 4.** Three kinds of robustness test results  
**表 4.** 三种稳健性检验结果

变量	①	②	③
	<i>MD</i>	<i>MD</i>	<i>MD</i>
<i>DE</i>	0.521 <sup>***</sup> (5.10)	1.384 <sup>***</sup> (14.80)	1.429 <sup>***</sup> (22.47)
<i>SI</i>	1.078 <sup>***</sup> (2.87)	1.010 <sup>**</sup> (2.05)	--
<i>AG</i>	8.440 <sup>***</sup> (5.71)	4.567 <sup>***</sup> (2.93)	4.573 <sup>***</sup> (4.61)
<i>EX</i>	0.425 (0.45)	-1.351 (-1.37)	--
<i>OW</i>	-1.400 <sup>*</sup> (-1.66)	-1.114 (-1.49)	-0.956 <sup>*</sup> (-1.76)
-cons	-13.714 <sup>**</sup> (-2.47)	-26.024 <sup>***</sup> (-4.05)	-17.478 <sup>***</sup> (-5.75)
个体固定	是	是	是
时间固定	是	是	是
R <sup>2</sup>	0.195	0.797	0.643
观测数	328	100	328

注: 1) \*、\*\*、\*\*\* 分别表示 10%、5%、1% 的显著性水平; 2) () 内为 t 值。

#### ① 替换解释变量指标

由前部分熵值法可知, 核心解释变量数字化技术赋能水平的计算过程中, 组织赋能评分占据了最大的权重, 因此本文采用“组织赋能评分”作为新的被解释变量的指标。新指标下的稳健性检验结果如表 4 列①所示。回归结果显示, 核心解释变量 *DE* 仍在极高的显著性水平下系数显著为正, 虽然系数大小有所下降, 但结果说明了数字化技术赋能水平对钢铁企业现代化程度有稳健的促进作用。

#### ② 选取部分子样本进行回归

从 328 条数据中, 随机选择了 100 条数据, 进行子样本回归, 结果如表 4 列②所示。子样本回归结果中, 核心解释变量 *DE* 系数仍为正, 且具有极高的显著性水平。这说明选取子样本进行回归, 数字化技术赋能水平对钢铁企业现代化程度也有稳健的促进作用。

#### ③ 剔除部分控制变量

由前部分基准回归结果可知, 控制变量企业规模和企业出口的显著性水平都比较低, 剔除这两个控

制变量, 再进行回归分析, 结果见表 4 列③。剔除部分控制变量后,  $DE$  系数仍为正, 且具有极高的显著性水平。结果说明, 剔除控制变量, 数字化技术赋能水平对钢铁企业现代化程度也有稳健的促进作用。

上述三次稳健性检验中, 核心解释变量数字化技术赋能水平的系数都为正, 且都通过了显著性检验, 可以认为原始模型具有稳健性, 也进一步验证了假说 H1。

#### 4. 中介作用机理

上述研究已经验证了数字化技术赋能水平对钢铁企业现代化程度有稳健的促进作用, 那么数字化技术赋能水平具体是如何影响企业现代化程度的, 本文运用生产技术创新水平( $TI$ )与生产设备升级程度( $DU$ )两个中介变量, 进一步解释数字化技术赋能水平影响钢铁企业现代化的具体路径。本文首先采用逐步检验法进行中介效应检验, 其次采用 Sobel 检验, 多重验证中介效应。

##### 4.1. 数字化技术赋能水平与生产技术创新水平

生产技术创新水平能提升钢铁企业的生产水平和管理效率, 推动钢铁企业高质量发展, 进而助推钢铁企业现代化。鉴于此, 本文将生产技术创新水平确定为中介变量, 用以检验数字化技术赋能水平能否通过影响生产技术创新水平, 进而影响钢铁企业现代化程度。建立如下的中介模型。

$$MD_{i,t} = \alpha_1 + aDE_{i,t} + \beta_1 X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (4-1)$$

$$TI_{i,t} = \alpha_2 + bDE_{i,t} + \beta_2 X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (4-2)$$

$$MD_{i,t} = \alpha_3 + cDE_{i,t} + dTI_{i,t} + \beta_3 X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (4-3)$$

模型(4-1)的检验已经在前部分的原始模型中完成,  $DE$  对  $MD$  的回归系数为正, 且具有极高的显著性水平。中介效应的逐步检验与 Sobel 检验的结果如表 5 所示。

**Table 5.** Test results of mediating effect of production technology innovation level  
**表 5.** 生产技术创新水平的中介效应检验结果

变量	模型(4-1)	模型(4-2)	模型(4-3)
	$MD$	$TI$	$MD$
$DE$	1.421*** (21.55)	0.364*** (3.58)	1.314*** (21.91)
$TI$	—	—	0.295*** (9.15)
$SI$	0.159 (0.63)	-0.039 (-0.10)	0.170 (0.76)
$AG$	4.606*** (4.62)	-1.426 (-0.93)	5.026*** (5.64)
$EX$	-0.228 (-0.36)	-0.686 (-0.71)	-0.255 (-0.05)
$OW$	-1.046* (-1.86)	-1.301 (-1.50)	-0.662 (-1.32)
-cons	18.611*** (-5.24)	27.037*** (4.93)	-26.587*** (-8.09)



续表

个体固定	是	是	是
时间固定	是	是	是
R <sup>2</sup>	0.644	0.047	0.718
观测数	328	328	328
Sobel 检验	—	z = 3.332 (p = 0.000)	
中介效应占比(%)	—	10.733	

注: 1) \*、\*\*、\*\*\*分别表示 10%、5%、1%的显著性水平; 2) ()内为 t 值。

由模型(4-2)的回归结果, 数字化技术赋能水平对生产技术创新水平的回归系数为正, 且在 1%的水平下显著, 说明数字化技术赋能水平能有效促进生产技术创新水平的提高。模型(4-3)的结果显示, 数字化技术赋能水平与生产技术创新水平对被解释变量钢铁企业现代化程度的回归系数都为正, 都在 1%的水平下显著, 且  $1.314 < 1.421$ , 说明中介效应存在。Sobel 检验的结果也验证了中介效应是极为显著的, 数字化技术赋能水平促进生产技术创新水平提高的中介效应占总效应的比例为 10.733%。综合两个检验的结果, 可以验证假说 H2: 数字化技术赋能企业生产技术创新, 有助于推动钢铁企业的现代化。

#### 4.2. 数字化赋能水平与生产设备升级程度

生产设备升级, 智能化装备的发展对于加快我国钢铁行业转型升级, 提高生产效率、提升技术水平和产品质量, 降低能源和资源消耗, 助推钢铁企业的现代化。鉴于此, 本文将生产设备升级程度确定为中介变量, 用以检验数字化技术赋能水平能否通过影响生产设备升级, 进而影响钢铁企业现代化程度。建立如下的中介模型。

$$MD_{i,t} = \alpha_1 + aDE_{i,t} + \beta_1 X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \tag{4-4}$$

$$DU_{i,t} = \alpha_4 + eDE_{i,t} + \beta_4 X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \tag{4-5}$$

$$MD_{i,t} = \alpha_5 + fDE_{i,t} + gDU_{i,t} + \beta_5 X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \tag{4-6}$$

模型(4-4)的检验已经在前部分的原始模型中完成。中介效应的逐步检验与 Sobel 检验的结果如表 6 所示。

**Table 6.** Test results of mediating effect of production equipment upgrading degree  
**表 6.** 生产设备升级程度的中介效应检验结果

变量	模型(4-4)	模型(4-5)	模型(4-6)
	MD	DU	MD
DE	1.421*** (21.55)	1.030*** (7.90)	1.236*** (18.33)
DU	—	—	0.180*** (6.84)
SI	0.159 (0.63)	0.843 (1.69)	0.007 (0.03)
AG	4.606*** (4.62)	-0.073 (-0.04)	4.619*** (4.95)

续表

<i>EX</i>	-0.228 (-0.36)	0.127 (0.10)	-0.251 (-0.43)
<i>OW</i>	-1.046* (-1.86)	-2.709** (-2.44)	-0.557 (-5.53)
-cons	18.611*** (-5.24)	-1.181 (-0.17)	-18.398*** (-5.53)
个体固定	是	是	是
时间固定	是	是	是
R <sup>2</sup>	0.644	0.205	0.689
观测数	328	328	328
Sobel 检验	—	z = 5.169 (p = 0.000)	
中介效应占比(%)	—	18.567	

注: 1) \*、\*\*、\*\*\*分别表示 10%、5%、1%的显著性水平; 2) ()内为 t 值。

由模型(4-5)的回归结果, 数字化技术赋能水平对生产设备升级程度的回归系数为正, 且在 1%的水平下显著, 说明数字化技术赋能水平能有效促进生产设备升级程度的提高。模型(4-6)的结果显示, 数字化技术赋能水平与生产设备升级程度对被解释变量钢铁企业现代化程度的回归系数都为正, 都在 1%的水平下显著, 且  $1.236 < 1.421$ , 说明中介效应存在。Sobel 检验的结果也验证了中介效应是极为显著的, 数字化技术赋能水平促进生产设备升级程度提高的中介效应占总效应的比例为 18.567%。综合两个检验的结果, 可以验证假说 H3: 数字化技术赋能企业生产设备升级, 有助于推动钢铁企业的现代化。

## 5. 总结与建议

本文采用希施玛(CSMAR)数据库 2011~2021 年中国钢铁行业相关上市公司数字化调查数据, 实证检验了数字化技术赋能水平对钢铁企业现代化程度的影响机理。结果表明: 数字化技术有效赋能钢铁企业现代化发展, 在进行稳健性检验后, 本文研究结论依然成立。进一步探讨数字化技术赋能水平推动实现钢铁企业现代化的机制渠道后发现, 数字化技术赋能水平通过两个中介渠道影响钢铁企业现代化程度: 第一, 数字化技术赋能企业生产技术创新, 有助于推动钢铁企业的现代化; 第二, 数字化技术赋能企业生产设备升级, 有助于推动钢铁企业的现代化。

本文基于研究提出如下的对策建议: 第一, 加强数字化技术的应用。通过引进、推广和应用现代化的数字化技术, 如人工智能、大数据、云计算等技术, 以提升钢铁企业的生产效率、提高产品质量、降低生产成本, 从而推动企业的数字化赋能和现代化发展。第二, 提高生产技术创新能力。钢铁企业需要通过加强生产技术创新, 不断推陈出新, 提高产品技术含量和附加值, 从而推动企业的数字化赋能和现代化发展。在这方面, 企业可以加强产学研合作, 引进先进技术和人才, 打造自主知识产权体系, 促进生产技术创新能力的提高。第三, 升级生产设备和工艺。对于钢铁企业而言, 生产设备和工艺的升级也是推动企业数字化赋能和现代化发展的重要因素。企业可以加强设备自动化升级, 降低能耗、提高效率, 从而提高生产效益; 同时也可以加强工艺流程优化, 改进工艺质量管理, 确保产品的合格率和安全性。通过上述措施, 可以有效促进钢铁企业的数字化赋能和现代化发展, 提高企业的核心竞争力和创新能力, 实现可持续发展。

## 参考文献

- [1] Faulkner, J. and Laschinger, H. (2010) The Effects of Structural and Psychological Empowerment on Perceived Respect in Acute Care Nurses. *Journal of Nursing Management*, **16**, 214-221.  
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2834.2007.00781.x>
- [2] 杨秋媛. 钢铁企业人力资源数字化转型探究[J]. 冶金经济与管理, 2021(5): 54-56.
- [3] 孙瑞, 刘洪玉, 邢玉玉. 钢铁企业数字化发展现状及评价研究[J]. 中小企业管理与科技, 2023(1): 124-126.
- [4] 高琪. “双碳”战略下, 钢铁行业数字化发展如何破局[J]. 大数据时代, 2022(1): 36-44.
- [5] 俞懿展. 基于数字经济驱动两化融合创建智慧工厂的探索与研究——以钢铁企业为例[J]. 环渤海经济瞭望, 2019(12): 53-54.
- [6] 潘伟. 基于大数据的智慧工厂制造优化技术研究[J]. 计算机技术与发展, 2019, 29(1): 202-205.
- [7] 李鸿. 智能制造在钢铁领域中的应用与研究[J]. 设备管理与维修, 2022(2): 85-87.
- [8] 王新东, 闫永军. 智能制造助力钢铁行业技术进步[J]. 冶金自动化, 2019, 43(1): 1-5.
- [9] 任保平, 王子月. 数字经济时代中国企业现代化转型的要求与路径[J]. 西北工业大学学报(社会科学版), 2023(3): 78-86.
- [10] 何琨玟, 赵景峰. 供给侧结构性改革背景下数据赋能驱动产业结构升级的机制与效应[J]. 经济体制改革, 2022(4): 95-103.