

# 煤炭企业新质生产力发展： 数字化转型与内部控制的双重驱动

王向前, 王明亮, 郭玉

(安徽理工大学 经济与管理学院, 安徽 淮南 232000)

**摘要:** 随着全球经济快速发展和数字科技的不断进步, 数字化转型已成为煤炭企业提升新质生产力的关键途径。基于2009—2022年中国A股煤炭上市企业数据, 对数字化转型、内部控制与煤炭企业新质生产力之间的关系进行实证检验。研究发现: 数字化转型与煤炭企业新质生产力之间存在先减后增的正U型关系, 阈值为0.901; 内部控制与煤炭企业新质生产力之间存在先增后减的倒U型关系, 阈值为3.418; 数字化转型较内部控制对煤炭企业新质生产力作用更加明显。进一步分析发现, 数字化转型对煤炭企业新质生产力的影响效果因企业规模而异, 且存在门槛效应。研究结果为煤炭企业实施数字化转型与优化内部控制来促进新质生产力发展提供了有益的建议。

**关键词:** 数字化转型; 新质生产力; 内部控制; 煤炭企业

**中图分类号:** F49; C93 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-055X(2026)03-0047-18

2023年9月, 习近平总书记在黑龙江考察调研时首次提出“新质生产力”概念<sup>[1]</sup>。新质生产力强调创新占据主导地位, 具备高科技、高效能、高质量的特征, 能与现代经济发展的新需求相契合<sup>[2]</sup>。煤炭企业在全球能源结构低碳化转型与“双碳”目标的约束下必须主动求变, 新质生产力的提升更多意味着要向煤炭开采的“智能化”“绿色化”发展, 通过技术范式跃迁、组织结构重构等实现从传统粗放式煤炭生产向清洁、高效、数字化的转变, 助力煤炭企业高质量发展<sup>[3]</sup>。这一转变需要以数字化转型为技术赋能支撑, 通过数字化转型帮助企业在业务流程及设计研发等方面进行转型升级实现智能化, 进而提高效率、降低能耗, 减少生产成本<sup>[4]</sup>。在转型期间, 技术的复杂性、业务操作的安全性等风险就要求企业必须具备有效的内部控制体系, 确保企业生产运营的合规性、稳定性。优化数字化转型与内部控制的阶段性实施策略, 避免出现“不敢转”及“过度控制”的问题则成为企业发展的难关。因此, 从煤炭企业自身的实际着手, 研究数字化转型与内部控制的影响作用, 为煤炭企业新质生产力发展构筑双重驱动机制, 助力其实现高质量发展。

收稿日期: 2025-02-26

基金项目: 安徽省高校优秀科研创新团队项目“安徽省大气污染治理与经济转型发展”(2023AH010026)。

作者简介: 王向前, 男, 安徽阜阳人, 工学博士, 教授, 主要从事矿业管理工程研究; 王明亮, 男, 安徽六安人, 硕士研究生, 主要从事企业数字化转型与管理研究; 郭玉, 女, 山东日照人, 博士研究生, 主要从事创新管理研究。

## 1 研究现状

### 1.1 新质生产力的内涵与测度研究

诸多学者围绕科技创新发展、生产要素变革、新兴产业集群等方面展开探讨。周文等<sup>[5]</sup>从“新”和“质”两方面认为新质生产力是不同于传统生产力,而是以新技术、新经济、新业态为主要内涵的生产力,以科技创新为主导来实现关键性技术突破的生产力;刘洋<sup>[6]</sup>认为新质生产力是在科技革命的重大突破、生产要素的创新整合及产业结构的深度调整升级带动下出现的现代化生产形式;胡莹等<sup>[7]</sup>将其界定为科技创新所驱动的更高层级生产力形态,强调新质生产力以颠覆性创新为核心驱动力,呈现出多要素深度协同的融合特征,实现数智化转型与绿色低碳发展并行的新型产业范式;梁孝成等<sup>[8]</sup>认为企业新质生产力是以提升全要素生产率为目标,在数字技术与要素的驱动下,通过培育新型劳动者、劳动资料和劳动对象,实现质量、效率和动力的全面变革的一种先进生产力;张林等<sup>[9]</sup>提出的新质生产力是以新质态为基础的,并在科技创新资源的转化与整合过程中所展现出高效能与高质量利用与改造自然资源的生产能力;晏志伟<sup>[10]</sup>则指出新质生产力是基于生产要素深刻变革,依托科学技术持续创新形成的以战略性新兴产业和未来产业为引领的创新型生产能力;张军等<sup>[11]</sup>认为新质农业生产力是以科技创新为核心驱动力,通过整合科技化、数字化等现代手段优化农业生产要素配置的先进生产力质态;刘海霞等<sup>[12]</sup>从“新”“质”与“先进”方面阐述新质生产力构成要素、新本质与高质量的优势以及结构优化与内容的先进性;赵峰等<sup>[13]</sup>从历史唯物主义视角,通过分析新型生产要素认为新质生产力是伴随新一轮科技革命和战略性新兴产业集群的形成来满足新时代高质量发展要求的高级生产力范式。

关于新质生产力测度研究,严芝清等<sup>[14]</sup>与王慧玲等<sup>[15]</sup>从新质劳动者、劳动对象及劳动资料维度构建综合评价体系;宋佳等<sup>[16]</sup>基于生产力二要素理论,通过深入挖掘企业新质生产力的内涵特性将其分解为活劳动、物化劳动、硬科技、软科技四个维度并进行水平测度,为企业在评估自身新质生产力水平方面提供一种较为系统的方法;武丹丹等<sup>[17]</sup>采用熵值法基于劳动三要素并引入熵值法对河南省新质生产力发展水平进行测算并对其区域差异展开探讨;李松霞等<sup>[18]</sup>构建创新平台、创新成果及人力资源等五个维度对新质生产力水平进行测度;施雄天等<sup>[19]</sup>从新制造、新服务、新业态等方面建立指标体系进行衡量;姜长云<sup>[20]</sup>强调创新驱动是发展新质生产力的核心动力源泉,注重人在发展过程中的主体地位,明确加强产业链与网络协同发展与促进产业和要素融合是发展新质生产力的基本要求;米国芳等<sup>[21]</sup>从新质生产力实体构成与实质表现来构建体系,并在实质表现中引入技术创新与数据要素指标进行测度。

### 1.2 数字化转型、内部控制对新质生产力影响研究

针对数字化转型对新质生产力的影响研究,王稳华等<sup>[22]</sup>认为数字化转型可以帮助企业培育创新能力,加快企业新技术的形成,推动企业数据化改革;韩奇等<sup>[23]</sup>认为数字化转型能够促进企业完善数据要素,释放数据挖掘与分析的潜能,实现数据在企业间的共享,为新质生产力发展注入数据要素驱动力;焦勇等<sup>[24]</sup>通过提升数据驱动的技术创新能力,推动现代产业体系

的构建,为新质生产力的提升提供重要支撑;罗爽等<sup>[25]</sup>从数字经济核心产业集聚的角度出发,探讨生产要素配置与产业结构升级对新质生产力发展的影响中呈现的作用;周鹏飞等<sup>[26]</sup>通过对劳动力结构组态分析,认为在数字经济发展下要加快数字化转型优化劳动力结构,扩大市场需求;余东华等<sup>[27]</sup>基于新型工业化角度,强调数字化转型具有重构生产要素结构的作用;谭洪波等<sup>[28]</sup>指出数字化转型赋予企业运用数字技术重塑社会再生产环节中的劳动者特性,推动新型劳动资料的创新与发展,拓展新质劳动对象,从而实现生产要素的深度整合与优化;刘海楠等<sup>[29]</sup>认为较高的资本配置效率能带动其他生产要素的优化配置,而企业在数字化转型中通过优化资本配置效率来显著增强企业的全要素生产率,促进新质生产力的持续发展。

有关内部控制对新质生产力影响方面,郑莉莉等<sup>[30]</sup>认为高质量的内部控制体系能够为企业提供稳定的运营环境,促进企业的数字技术创新,尤其在资产安全、经营和战略方面对创新具有明显的正向作用;俞校明<sup>[31]</sup>认为通过促进内部控制的边界拓展和要义优化来助力新质生产力的发展;赵莉等<sup>[32]</sup>探讨内部控制与数字化的共同驱动作用,帮助企业迅速识别和利用关键资源,优化企业资源配置和提升管理效率;顾巍等<sup>[33]</sup>通过建立支持企业绿色技术创新的流程、识别创新过程中的风险等内容,促进企业优化创新策略,推动新质生产力发展;张莹娟<sup>[34]</sup>从企业财务风险防控入手强调新质生产力对企业动态风险评估的赋能及对完善企业风险体系,健全内部控制的重要作用;刘辰飞等<sup>[35]</sup>基于内部控制的中介效应研究认为高质量的内控对促进企业技术升级,提升新质生产力水平的作用。

综上所述,学者们对数字化影响企业新质生产力主要从技术应用、要素重构、产业协同及资本效率等方面展开,针对内部控制的风险防控、资源优化、创新激励等方式赋能新质生产力发展,突出内部控制在稳定创新环境、拓展创新边界、促进技术升级等方面的研究需加强。

## 2 理论分析及研究假设

### 2.1 数字化转型与煤炭企业新质生产力

煤炭企业数字化转型是指利用数字技术对煤炭企业的战略、运营、管理、生产等各个方面进行全方位、系统性的重塑和变革,以提升企业在煤炭行业竞争力的过程<sup>[36]</sup>。当企业面临复杂多变的环境时,会在数字化转型战略中通过数字技术来改进其业务流程、产品和服务的质量,也会通过优化资源配置来加强对内外部资源的精准分析与合理调配,及时制定应对策略,更好地促进企业新质生产力水平的提升<sup>[37]</sup>。同时,由于创新在企业新质生产力发展中所具有的主导作用,数字化转型所蕴含的技术与管理创新,也正成为催生企业发展新质生产力的关键条件,创新能力的有效提升为企业管理、生产和业务模式的全面优化奠定基础<sup>[38]</sup>。对煤炭企业而言,数字化转型不仅是一种技术升级,更是促进其绿色转型<sup>[39]</sup>、实现新质生产力的重要途径<sup>[40]</sup>。在数字化转型初期,企业需引入新技术、调整资源配置并推动组织变革以适应创新节奏。然而,新技术的应用伴随学习与适应成本的增加,其效益也会存在滞后性可能暂时干扰原有生产流程,导致生产效率下降。同时,组织变革会面临内部阻力,员工抵触与组织架构调整困难等因素也会制约新质生产力的发展。但随着技术的逐步适应和熟练度的提高,新技术开始发挥优势,推动生产流程优化、管理效率提升和创新能力增强<sup>[41]</sup>,从而带来

生产力的显著提升<sup>[42]</sup>。随着变革推进,企业通过组织学习适应数字化运营模式,提升员工技能,深化组织优化结构流程来促进数字化转型对新质生产力的提升作用<sup>[43]</sup>。基于此,提出假设H1。

H1:数字化转型与煤炭企业新质生产力之间存在先减后增的正U型关系。

## 2.2 内部控制与煤炭企业新质生产力

内部控制体系作为重要的内部治理机制,越完善的企业往往能够更精准地识别和评估市场风险<sup>[44]</sup>,使其在面对复杂多变的市场环境能够及时察觉潜在风险,有效地管理和利用企业资源,促进技术创新和生产力的提升。而企业创新作为新质生产力发展的重要驱动力,内部控制质量提升能够促进创新绩效提升<sup>[45]</sup>,并提供更加稳定的环境<sup>[46]</sup>,让创新更加具有持久性和有效性<sup>[47]</sup>,促使企业从创新转向全面创新<sup>[48]</sup>。针对煤炭企业这种处于市场竞争激烈行业的企业,内部控制所具有的意义同样显得格外突出,能确保企业各项活动有序、合规的框架内进行。初期阶段,有效的内部控制能够帮助企业将资源向有利于新质生产力发展的方向流动,提升企业的绿色技术创新能力<sup>[49]</sup>,帮助煤炭企业投入煤炭清洁生产技术研发、智能化采煤设备的引进等方面,促进企业全要素生产率的提升,助力新质生产力的发展。随着内部控制程度的进一步深化,管理流程和制度得到优化,促进新质生产力的提升作用会更强。然而当内部控制程度过于复杂和僵化时,会导致资源的浪费和管理成本的上升,组织灵活性下降,创新受阻,导致新质生产力的增长放缓甚至下降<sup>[50]</sup>。此外煤炭企业适当增强内部控制能够激励员工积极工作、提高效率及创新能力<sup>[51]</sup>,但过度控制会使员工受压抑、缺乏自主性,抑制创新思维和探索精神,组织整体的决策过程缓慢,创新能力下降,进而对新质生产力发展起反作用。基于此,提出假设H2。

H2:内部控制与煤炭企业新质生产力之间存在先增后减的倒U型关系。

## 3 研究设计

### 3.1 样本选择与数据来源

研究选取2009—2022年中国A股煤炭上市公司作为样本,所需数据来源于CAMAR数据库、上市公司年报以及迪博数据库,并对数据进行如下处理:剔除带有ST和\*ST标志及删除财务数据年份严重缺失的企业,对全部连续变量采取1%的Winsorize缩尾处理,避免极端值对结果造成影响,对少数缺失值采用线性插值法进行计算。由于煤炭企业2023年相关数据缺失严重,若使用线性插值进行补充,会对实际结果造成偏误,故考虑到数据整体的平稳性,没有将2023年相关数据纳入样本中。

### 3.2 变量选取

#### 3.2.1 被解释变量

新质生产力(Npro):根据杨芳等<sup>[52]</sup>研究,基于生产力三要素理论,选取了A股煤炭上市公司作为研究样本,从劳动者、劳动资料以及劳动工具三维度构建新质生产力指标体系,评价指标如表1所示。

表1 新质生产力评价指标

因素	指标	指标说明
劳动者	研发人员占比	研发人员数 / 员工总人数
	高学历人才占比	本科以上学历人数 / 员工总人数
劳动资料	无形资产占比	无形资产 / 总资产
	所有者权益占比	所有者权益 / 总资产
劳动工具	总资产周转率	营业收入 / 平均总资产
	总资产报酬率	(利润总额 + 利息支出) / 平均资产总额
	固定资产占比	固定资产 / 资产总额
	研发投入占比	研发投入 / 营业收入

### 3.2.2 解释变量

数字化转型(Dig):根据吴非等<sup>[53]</sup>使用Python工具爬取公司年报,对年报中披露的与数字化相关的词频加总,采用年报中数字化转型相关词条出现频数加一的自然对数作为企业数字化转型的衡量指标。

内部控制(Ic):采用迪博内部控制信息披露指数来测度企业的内部控制质量,借鉴曹越等<sup>[54]</sup>对原始内部控制指数进行处理以消除回归系数量纲的影响,即内部控制信息披露指数。

### 3.2.3 控制变量

为了确保研究的科学性与合理性,选取企业规模、资产负债率、产权比率、营业收入增长率、董事会规模、企业年龄、第一大股东持股比例以及独立董事比例作为控制变量。具体变量定义与测度如表2所示。

表2 变量定义

变量类型	变量名称	变量符号	测度方法
被解释变量	新质生产力	Npro	熵值法确定
解释变量	数字化转型	Dig	数字化转型关键词条频数加1的自然对数
	内部控制	Ic	迪博内部控制信息披露指数/100
控制变量	资产负债率	Lev	负债总额 / 资产总额
	企业规模	Size	企业总资产取自然对数
	董事会规模	Board	董事会总人数的自然对数
	独立董事比例	Indep	独立董事人数除以董事会总人数
	企业年龄	FirmAge	截至当年年末企业成立年限的自然对数
	第一大股东持股比例	Top1	第一大股东持股数量/总股数
	产权比率	Der	年末总负债/年末所有者权益
营业收入增长率	Growth	本年营业收入/上年营业收入-1	

### 3.3 模型构建

为验证假设1和假设2,借鉴乔翠霞等<sup>[55]</sup>以煤炭企业新质生产力水平(Npro)作为被解释变量,分别以数字化转型(Dig)、内部控制(Ic)作为解释变量确立基准回归方程,详见式(1)和式(2):

$$Npro_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 Dig_{i,t} + \alpha_2 Dig_{i,t}^2 + \sum Q_{Control, it} + ui + \eta t + \epsilon it \quad (1)$$

$$Npro_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 Ic_{i,t} + \alpha_2 Ic_{i,t}^2 + \sum Q_{Control, it} + ui + \eta t + \epsilon it \quad (2)$$

借鉴任广乾<sup>[56]</sup>的研究,利用模型(3)对数字化转型、内部控制与煤炭企业新质生产力之间的关系进行进一步的深入分析和比较。

$$Npro_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 Digi_{i,t} + \alpha_2 Dig^2_{i,t} + \alpha_3 Ici_{i,t} + \alpha_4 Ic^2_{i,t} + \sum Q_{Control, it} + ui + \eta t + \epsilon it \quad (3)$$

式中: $i$ 和 $t$ 分别表示个体与时间, $Control_{it}$ 为控制变量, $\epsilon it$ 为随机误差项。

### 3.4 描述性统计

对各变量的描述统计结果如下表3所示。

表3 变量描述性统计

变量	样本量	平均值	中位数	标准差	最小值	最大值
Npro	345	6.138	6.016	1.379	2.957	10.90
Dig	345	0.247	0.034	0.448	0.000	2.167
Ic	345	6.189	6.786	2.014	0.000	9.406
Size	345	23.78	23.80	1.483	19.70	26.45
Lev	345	0.522	0.545	0.168	0.078	1.253
Der	345	1.402	1.194	1.176	0.080	9.171
Board	345	2.309	2.197	0.247	1.609	3.708
Indep	345	0.364	0.357	0.044	0.286	0.571
Growth	345	0.148	0.086	0.422	-0.884	3.705
FirmAge	345	2.833	2.890	0.333	1.386	3.526
Top1	345	0.528	0.550	0.116	0.181	0.750

从表3可以发现,数字化转型(Dig)的最小值为0,最大值为2.167,标准差为0.448,表明在数字经济发展背景下自身诸多因素的不同导致煤炭企业之间的数字化转型水平仍然存在一定差异。新质生产力(Npro)的最小值为2.957,最大值为10.90,标准差为1.379,说明目前中国煤炭上市公司的新质生产力之间呈现出较大的差距,而内部控制质量(Ic)的结果也表明不同企业在内部管理、风险控制等与内部控制相关方面存在着参差不齐的情况。

方差膨胀因子(VIF)检验结果如下表4所示。

表4 VIF检验结果

变量	Dig	Ic	Size	Lev	Der	Board	Indep	Growth	FirmAge	Top1
VIF	1.32	1.22	1.64	3.88	3.69	1.24	1.17	1.04	1.36	1.44

从表4可知,各变量VIF值均低于5,表明各变量之间不存在严重的多重共线性问题。

## 4 实证分析

### 4.1 基准回归分析

#### 4.1.1 数字化转型与煤炭企业新质生产力回归结果

为了考察数字化转型与煤炭企业新质生产力之间的关系,利用Stata1 8对模型(1)进行回归分析,结果如表5所示。

表5 模型1回归分析结果

变量	列(1)	列(2)	列(3)
	Npro	Npro	Npro
Dig	-1.913*** (0.472)	-2.007*** (0.474)	-1.886*** (0.509)
Dig2	1.029*** (0.305)	1.067*** (0.308)	1.047*** (0.310)
Size	0.248*** (0.054)	0.292*** (0.067)	0.281** (0.124)
Lev	3.046*** (0.772)	2.776*** (0.836)	4.050*** (0.752)
Der	-0.308** (0.127)	-0.275** (0.130)	-0.325*** (0.114)
Board	-0.682** (0.301)	-0.788** (0.304)	0.363 (0.463)
Indep	-0.388 (1.647)	-0.729 (1.663)	0.232 (1.478)
Growth	0.303* (0.161)	0.189 (0.178)	0.025 (0.141)
FirmAge	0.413* (0.232)	0.735* (0.405)	-2.036*** (0.699)
Top1	0.165 (0.718)	0.380 (0.743)	2.475** (1.000)
_cons	-0.313 (1.727)	-1.358 (2.340)	7.209*** (2.150)
N	345	345	345
R <sup>2</sup>	0.211	0.244	0.245
时间固定	NO	YES	YES
个体固定	NO	NO	YES

注:\*\*\*、\*\*、\* 分别表示在 1%、5%、10%的水平上显著;括号内为标准误差。

从表5可知,列(1)与列(2)中数字化转型一次项与二次项系数均在1%水平上显著。列(3)进行双向固定效应回归结果表明:数字化转型一次项(Dig)与数字化转型平方项(Dig2)的系数分别为-1.886、1.047,均在1%水平上显著,验证了数字化转型与煤炭企业新质生产力之间存在正U型关系,假设H1得到了初步验证。

为进一步确定其存在的U型关系,对表5中列(3)进行了Utest检验,检验结果如表6所示。

表6 模型1 Utest 检验结果

变量	下限	上限
Interval	0.000	2.167
Slope	-2.136	2.821
t值	-4.161	3.196
P值	0.000	0.000

由表6可以看出,Utest检验的P值为0.000,在1%的水平上能够拒绝原假设,数字化转型与煤炭企业新质生产力关系的斜率表现出先负后正的特征,且极值点为0.934,位于数字化转型(Dig)的取值范围之内,这进一步说明数字化转型(Dig)与新质生产力(Npro)之间先减后增的正U型关系是存在的,由此假设1得到了验证。

根据U型关系的函数表达式可得出数字化转型的阈值为0.901,在达到阈值之前,数字化转型对煤炭企业新质生产力的提升具有负面作用。在转型初期,企业因技术升级、设备更换和员工培训等大量投入,以及数字化系统的技术整合和员工的适应过程而导致生产力下降。在数字化转型进入成熟阶段后,企业能够通过物联网、大数据分析等技术实现资源的优化配置,显著提升采矿与运输环节的效率,减少资源浪费与时间损耗,从而对整体生产力产生积极的促进作用。

#### 4.1.2 内部控制与煤炭企业新质生产力回归结果

为考察内部控制与煤炭企业新质生产力之间的关系,对模型2进行回归分析,结果如表7所示。

表7 模型2、3回归分析及稳健性检验结果

变量	列(1)	列(2)	列(3)
	Npro	Npro	Npro
Ic	0.376*** (0.114)		0.282** (0.113)
Ic2	-0.055*** (0.015)		-0.048*** (0.014)
L.Ic		0.344*** (0.113)	
L.Ic2		-0.048*** (0.014)	
Dig			-2.019*** (0.512)
Dig2			1.117*** (0.306)
Size	0.317** (0.125)	0.221 (0.136)	0.452*** (0.125)
Lev	3.754*** (0.869)	4.067*** (0.911)	3.907*** (0.877)
Der	-0.342*** (0.114)	-0.400*** (0.116)	-0.391*** (0.129)

续表 7

变量	列(1)	列(2)	列(3)
	Npro	Npro	Npro
Board	0.975* (0.499)	0.627 (0.503)	0.801 (0.490)
Indep	1.102 (1.497)	1.230 (1.516)	0.410 (1.470)
Growth	0.284 (0.293)	0.243 (0.294)	0.291 (0.291)
FirmAge	2.215** (1.058)	2.637** (1.177)	2.166** (1.028)
Top1	0.402 (0.992)	0.543 (1.079)	1.073 (1.062)
_cons	-10.557** (4.233)	-9.423** (4.705)	-12.799*** (4.180)
N	345	318	345
R <sup>2</sup>	0.273	0.271	0.322
时间固定	YES	YES	YES
个体固定	YES	YES	YES

注:\*\*\*、\*\*、\* 分别表示在 1%、5%、10%的水平上显著;括号内为标准误差。

由表 7 回归结果表明,内部控制一次项(Ic)与新质生产力呈正相关关系,系数为 0.376,内部控制的平方项(Ic<sup>2</sup>)表现出呈负相关,系数为-0.055,两者均在 1%的水平上显著,说明内部控制与煤炭企业新质生产力发展之间存在倒 U 型关系。假设 2 得到初步验证。

与上文类似使用 Utest 进一步检验,检验结果如表 8 所示。

表 8 模型 2 Utest 检验结果

变量	下限	上限
Interval	0.000	8.893
Slope	0.376	-0.611
t 值	3.289	-3.919
P 值	0.000	0.000

由表 8 表明,Utest 检验的 P 值为 0.000,在 1%的水平上能够拒绝原假设,内部控制与煤炭企业新质生产力关系的斜率表现出先正后负的特征,且极值点为 3.385,位于内部控制(Ic)的取值范围之内,这进一步说明内部控制(Ic)与新质生产力(Npro)之间先增后减的倒 U 型关系是存在的,由此假设 2 得到验证。

根据模型 2 的回归系数可得内部控制对煤炭企业新质生产力影响的阈值为 3.418,说明当内部控制指数为 3.418 时,对新质生产力的提升程度最大。因此,适度提高企业内部控制有利于煤炭企业新质生产力的改善。但当超过阈值时,由于内部控制措施变得过于繁琐和

严格,管理和运营成本过大,过度内部控制会限制企业的灵活性和创新能力,从而对生产力提升产生负面影响。

#### 4.1.3 数字化转型与内部控制作用差异

利用模型3比较分析数字化转型与内部控制的作用差异。从回归结果可以看出,数字化转型的系数为-2.019,内部控制的系数为0.282,二者均在1%的水平上显著。数字化转型与内部控制的一次项系数与平方项系数符号均与基准回归相符。因此,假设1和假设2得到再次验证。深入分析回归结果还可以发现,数字化转型系数的绝对值为2.019,内部控制系数的绝对值为0.282,由此可知,数字化转型对煤炭企业新质生产力的影响作用大于内部控制产生的影响作用。

#### 4.2 内生性检验

针对数字化转型与企业新质生产力发展之间存在的反向因果关系,借鉴潘艺等<sup>[57]</sup>利用数字化转型滞后一期作为工具变量为Iv,平方项为Iv2,其滞后项与自身相关满足工具变量条件,通过两阶段最小二乘法进行内生性检验,结果如表9所示。

表9 内生性检验结果

变量	工具变量法		
	第1阶段		第2阶段
	Dig	Dig2	Npro
Iv	1.013*** (0.102)		
Iv2		0.328*** (0.123)	
Dig			-2.922*** (0.718)
Dig2			1.871*** (0.574)
控制变量	YES	YES	YES
_cons			-2.333 (1.944)
N	318	318	318
个体固定	YES	YES	YES
时间固定	YES	YES	YES
F值	165.19***	104.44***	
Anderson canon corr LM statistic	71.464 [0.000]		
Cragg-Donald Wald F statistic	44.496 {7.03}		

注:0.000为p值,7.03为Stock-Yogo弱工具变量识别检验10%水平上的临界值;\*\*\*、\*\*、\*分别表示在1%、5%、10%的水平上显著;括号内为标准误差。

由表9可知,第一阶段F值均大于10,识别弱工具变量的 Cragg-Donald Wald F 统计量为44.496,大于10%水平的临界值,LM 统计量在1%的水平下显著,验证了工具变量的有效性;第二阶段回归结果中数字化转型一次项与平方项均在1%的水平下显著,符号与基准回归相符,表明考虑内生性后研究结论仍具有稳健性。

### 4.3 稳健性检验

#### 4.3.1 解释变量滞后与加入三次项

为了检验模型和结果的可靠性和稳健性,考虑到解释变量企业数字化转型具有一定的时滞性,使用数字化转型(Dig)与其平方项(Dig2)分别滞后一期、二期及三期进行双向固定效应回归,结果如表10列(1)~列(3)所示。另外,分别加入数字化转型与内部控制的三次项进行回归,如表10列(4)与列(5)所示。

表10 解释变量滞后及加入三次项检验结果

变量	滞后一期	滞后二期	滞后三期	加入三次项	加入三次项
	列(1)	列(2)	列(3)	列(4)	列(5)
	Npro	Npro	Npro	Npro	Npro
Dig				-2.228** (0.919)	
Dig2				1.306* (1.382)	
Dig3				-0.062 (1.519)	
Ic					0.496** (0.232)
Ic2					-0.086*** (0.018)
Ic3					0.002 (0.007)
LDig	-1.931*** (0.497)				
LDig2	1.196*** (0.302)				
L2.Dig		-2.031*** (0.511)			
L2.Dig2		1.262*** (0.303)			
L3.Dig			-1.496*** (0.573)		
L3.Dig2			0.951*** (0.334)		
控制变量	YES	YES	YES	YES	YES
_cons	-6.888 (4.296)	-7.974** (3.717)	-8.195* (4.592)	-0.904 (4.798)	-1.784 (3.779)
N	318	293	268	345	345
R <sup>2</sup>	0.326	0.360	0.337	0.227	0.214
时间固定	YES	YES	YES	YES	YES
个体固定	YES	YES	YES	YES	YES

注:\*\*\*、\*\*、\* 分别表示在1%、5%、10%的水平上显著;括号内为标准误差。

由表10表明,数字化转型(Dig)与其平方项(Dig2)系数均在1%水平上呈现显著,与基准回归结果相符,假设H1的稳健性得到进一步验证。内部控制一次项与平方项均滞后一期作为解释变量进行回归,结果显示其系数均在1%水平上呈现显著,进一步表明模型2基准回归的稳健性。另外加入3次项后,数字化转型与内部控制的3次项均不显著,一次项与平方项显著且与基准回归相符,进一步验证其稳健性。

#### 4.3.2 替换解释变量

借鉴张永坤等<sup>[58]</sup>的研究方法,采用公司年报附注中与数字化技术相关部分占比年末无形资产总额作为衡量方法替换解释变量进行稳健性检验,检验结果显示数字化转型(Dig)与其平方项(Dig2)系数均在1%水平上显著,与基准分析结果相符,进一步验证其稳健性。

#### 4.3.3 剔除特殊年与更换估计方法

借鉴部保萍<sup>[44]</sup>剔除2020年受疫情影响的样本数据,进一步检验数字化转型、内部控制对煤炭企业新质生产力的影响,回归结果如表11列(1)~列(2)所示。另外,使用混合OLS模型来检验数字化转型、内部控制对煤炭企业新质生产力的影响,回归结果如表11列(3)~列(4)。

表11 剔除特殊年份及更换估计方法检验结果

变量	列(1)	列(2)	列(3)	列(4)	列(5)
	Npro	Npro	Npro	Npro	Npro
Dig	-2.187*** (0.565)		-2.049*** (0.384)		-2.136*** (0.513)
Dig2	1.173*** (0.340)		1.113*** (0.214)		1.144*** (0.309)
Ic		0.409*** (0.120)		0.376** (0.157)	
Ic2		-0.061*** (0.015)		-0.055** (0.021)	
控制变量	YES	YES	YES	YES	YES
_cons	-8.903** (4.335)	-10.689** (4.382)	-9.254* (4.567)	-11.484** (5.022)	-0.055 (3.537)
N	320	320	345	345	345
R <sup>2</sup>	0.276	0.270	0.602	0.595	0.262
时间固定	YES	YES	YES	YES	YES
个体固定	YES	YES	YES	YES	YES

注:\*\*\*、\*\*、\*分别表示在1%、5%、10%的水平上显著;括号内为标准误差。

从表11可以看出,数字化转型(Dig)与内部控制(Ic)的一次项及二次项回归系数均在1%的水平下显著,且系数符号与基准回归相符,而在混合OLS模型下数字化转型(Dig)与内部控制(Ic)的一次项及二次项回归系数至少在5%及1%的水平下显著,且系数符号也与基准回归相符。

#### 4.4 异质性分析

按照企业规模的样本中位数进行分组,分别对小于中位数以及大于等于中位数的样本分为规模较小组和规模较大组,回归结果如表12所示。

表12 企业规模异质性检验结果

变量	企业规模	
	规模较大	规模较小
	列(1) Npro	列(2) Npro
Dig	-0.441 (0.664)	-2.044** (0.842)
Dig2	0.416 (0.377)	1.156** (0.554)
控制变量	YES	YES
_cons	36.565*** (11.620)	13.330** (5.990)
N	173	172
R <sup>2</sup>	0.355	0.301
时间固定	YES	YES
个体固定	YES	YES

注:\*\*\*、\*\*、\*分别表示在1%、5%、10%的水平上显著;括号内为标准误差。

由表12表明,数字化转型对煤炭企业新质生产力的影响出现极化现象,即企业规模较小的企业数字化转型对煤炭企业新质生产力的正U型关系显著。主要原因是规模较小企业因组织结构灵活、适应性强,在数字化转型中能更快调整业务与流程,进而可以及时响应技术与市场变化。同时,更注重资源高效配置与精准调度,有助于提升运营效率、降低成本,从而促进新质生产力的发展。

为了深入讨论企业规模的变化导致数字化转型对煤炭企业新质生产力的影响关系发生的结构性突变的情况,以企业规模为门槛变量,参考Hansen<sup>[59]</sup>的研究,借助Bootstrap自抽样的方法判断数字化转型对煤炭企业新质生产力的影响是否存在面板门槛效应,结果如表13所示。

表13 企业规模的门槛效应

变量	模型	F值	临界值			BS次数
			10%	5%	1%	
Size	Single	36.65***	10.406	13.588	19.269	300
	Double	14.58**	8.302	10.471	15.717	300
	Triple	3.31	12.236	14.951	19.836	300

注:\*\*\*、\*\*、\*分别表示在1%、5%、10%的水平上显著。

由表13可知,在以企业规模为门槛变量的门槛效应检验中,单一和双重门槛的显著性通过,三重门槛的显著性未通过,可以得出企业规模存在双重门槛效应。

根据双重门槛检验结果设定不同的企业规模区间,并进行企业规模的门槛效应回归分析,结果如表14所示。

表14 数字化转型与煤炭企业新质生产力:企业规模的门槛效应回归结果

变量	(1)	(2)	(3)
	Npro	Npro	Npro
门槛值 $q_1$	22.9191	22.9191	22.9191
门槛值 $q_2$	23.8260	23.8260	23.8260
Dig(Size < $q_1$ )	-2.144 (2.035)		
Dig2(Size < $q_1$ )	2.339 (-1.528)		
Dig( $q_1 \leq$ Size < $q_2$ )		-2.027*** (-3.843)	
Dig2( $q_1 \leq$ Size < $q_2$ )		1.098*** (3.486)	
Dig( $q_2 \leq$ Size)			-0.436 (-0.648)
Dig2( $q_2 \leq$ Size)			0.379 (0.990)
控制变量	YES	YES	YES
_cons	27.595* (1.882)	-2.123 (-0.609)	33.979*** (2.799)
N	58	122	165
R <sup>2</sup>	0.698	0.264	0.335
调整后的R <sup>2</sup>	0.246	0.142	0.118
F	2.214**	4.424***	2.689***

注:\*\*\*、\*\*、\*分别表示在1%、5%、10%的水平上显著;括号内为t值。

由表14可知,企业规模的两个门槛值分别为22.9191、23.8206,当企业规模处于 $Size < 22.9191$ 与 $23.8206 \leq Size$ ,数字化转型的一次项系数与二次项系数均不显著,当企业规模处于 $22.9191 \leq Size < 23.8206$ 时,数字化转型一次项系数为-2.027,在1%水平下显著为负,二次项系数为1.098,在1%水平下显著为正,表明数字化转型对煤炭企业新质生产力具有先减后增的正U型作用。

## 5 结论与建议

以2009—2022年煤炭上市企业为研究样本,聚焦煤炭企业的数字化转型、内部控制与煤炭企业新质生产力之间的关系进行实证研究,主要结论如下。

数字化转型与煤炭企业新质生产力之间存在先减后增的正U型关系,当数字化转型逐渐增加并达到0.901时,新质生产力逐渐降低,当数字化转型高于0.901时,企业新质生产力则随数字化转型程度的增加而提升;内部控制与煤炭企业新质生产力之间存在先增后减的倒U型关系,当内部控制逐渐增加并达到3.418时,企业新质生产力提高,当内部控制高于3.418时,企业新质生产力则逐渐降低;数字化转型与内部控制对煤炭企业新质生产力作用具有差异性,前者的作用更加明显;异质性分析发现数字化转型对煤炭企业新质生产力的影响因企业规模而异且呈现出明显的极化现象。具体来说,规模较小企业数字化转型对新质生产力的正U型关系影响显著,规模较大企业数字化转型对新质生产力的影响不显著。通过门槛效应分析得出企业规模在22.919 1与23.826 0之间的煤炭企业进行数字化转型最有利于新质生产力的提升。

根据以上研究结论,结合煤炭企业的发展实际,提出如下建议:

第一,煤炭企业应灵活制定数字化转型各阶段的实施策略。在数字化转型初期,企业要谨慎权衡投入与产出,针对供应链可优先关键环节而非全线改造,适当对终端运输节点实施数字化,对精加工技术进行适配性改造,分阶段渐进式实施。当数字化转型程度接近或超过阈值时应加快数字化转型的全面推进,通过构建一体化的数字矿山系统,将各个环节的数据进行整合实现智能化决策,对精加工环节进行突破性提升,实现从煤层到商品的全程质量关联,积极推进供应链协同优化,从数字仓库到智能配煤决策实现弹性供应链,助力新质生产力发展。

第二,煤炭企业要适度把控内部控制水平,避免过度控制。通过建立精准的风险评估机制来定期对内部控制强度进行审查和调整,建立动态的内部控制评估机制,根据组织层级设计分层内控体系,并针对生产、销售、环境治理等业务设置相应控制模块,以增强体系灵活性与资源调配能力,优化生产布局,从而有效提升新质生产力水平。

第三,煤炭企业要协调好内部控制与数字化转型实施之间的动态协作关系。在制定数字化转型战略时,煤炭企业要全面评估现有的内部控制体系。若内部控制体系较严格,推进数字化转型需注重与现有流程的深度融合。通过建立跨部门协调机制,促进数字化转型与内控工作的协同,共同制定和优化策略,实现二者良性互动,从而提升新质生产力,推动企业高质量发展。

第四,不同规模的煤炭企业应制定差异化的数字化转型策略。规模较小企业要发挥灵活性优势且要积极探索适合自身的数字化转型路径,规模较大企业要注重组织变革和资源整合。对于大型煤炭企业集团可以将其下属的中小型规模的煤矿作为数字化转型的重点对象,在安全管理和环境治理领域加大数字化投入,利用人工智能技术对煤矿安全隐患进行预测,优化煤炭开采过程中的环境监测和治理。通过制定专门的数字化转型战略规划,在煤矿进行局部的数字化升级后逐步向其他部门或子公司推广,以提升整个煤炭企业新质生产力水平。

## 6 参考文献

- [1] 习近平在黑龙江考察时强调:牢牢把握在国家发展大局中的战略定位 奋力开创黑龙江高质量发展新局面[J]. 党的生活(黑龙江),2023(9):6-9.
- [2] 姚树洁,张小倩. 新质生产力的时代内涵、战略价值与实现路径[J]. 重庆大学学报(社会科学版),2024,30(1):112-128.
- [3] 刘勇. 蓄能增势 向“新”而行 以新质生产力赋能煤炭产业高质量发展[J]. 中国煤炭工业,2024(7):11-13.
- [4] 宋海霞. 煤炭企业数字化转型探究[J]. 合作经济与科技,2024(18):125-127.
- [5] 周文,许凌云. 论新质生产力:内涵特征与重要着力点[J]. 改革,2023(10):1-13.
- [6] 刘洋. 深刻理解和把握发展新质生产力的内涵要义[J]. 红旗文稿,2023,504(24):20-22.
- [7] 胡莹,方太坤. 再论新质生产力的内涵特征与形成路径:以马克思生产力理论为视角[J]. 浙江工商大学学报,2024(2):39-51.
- [8] 梁孝成,吕康银,唐志东. 共同富裕目标下企业新质生产力的收入分配效应[J]. 山西财经大学学报,2024,46(8):32-45.
- [9] 张林,蒲清平. 新质生产力的内涵特征、理论创新与价值意蕴[J]. 重庆大学学报(社会科学版),2023(6):137-148.
- [10] 晏志伟. 新质生产力:出场语境、理论内涵和发展路径[J]. 湖南社会科学,2024(5):83-90.
- [11] 张军,李艳. 农业新质生产力的内涵界说、价值指引与实践框架[J]. 农业经济,2025(6):24-26.
- [12] 刘海霞,杨子宵. 是何·因何·如何:深刻把握新质生产力的三个维度[J]. 江苏海洋大学学报(人文社会科学版),2025,23(3):11-21.
- [13] 赵峰,季雷. 新质生产力的科学内涵、构成要素和制度保障机制[J]. 学习与探索,2024(1):92-101.
- [14] 严芝清,钟文,严杉. 新质生产力水平测度及其数字经济的驱动机制研究[J]. 当代经济,2025,42(5):13-26.
- [15] 王慧玲,李霞,侯亮亮. 中国新质生产力发展水平测度和区域差异分析[J]. 科技管理研究,2025,45(8):1-10.
- [16] 宋佳,张金昌,潘艺. ESG发展对企业新质生产力影响的研究:来自中国A股上市企业的经验证据[J]. 当代经济管理,2024,46(6):1-11.
- [17] 武丹丹,潘杰. 河南省新质生产力发展水平测度[J]. 合作经济与科技,2025(11):42-44.
- [18] 李松霞,吴福象. 我国新质生产力发展潜力及驱动因素[J]. 技术经济与管理研究,2024,3(3):7-12.
- [19] 施雄天,余正勇. 我国区域新质生产力水平测度、结构分解及空间收敛性分析[J]. 工业技术经济,2024,43(5):90-99.
- [20] 姜长云. 新质生产力的内涵要义、发展要求和发展重点[J]. 西部论坛,2024,34(2):9-21.
- [21] 米国芳,戴沛娟,张梦瑶,等. 中国省域新质生产力:水平测度、关联网络及演进趋势[J]. 统计学报,2025,6(2):33-49.
- [22] 王稳华,陆岷峰,朱震. 企业数字化转型的外部驱动机制研究:基于战略联盟视角[J]. 现代财经(天津财经大学学报),2024,44(3):69-88.
- [23] 韩奇,杨秀云. 公共数据开放能否促进企业数字化转型?[J]. 现代经济探讨,2024(4):44-59.
- [24] 焦勇,齐梅霞. 数字经济赋能新质生产力发展[J]. 经济与管理评论,2024,40(3):17-30.

- [25] 罗爽,肖韵. 数字经济核心产业集聚赋能新质生产力发展:理论机制与实证检验[J]. 新疆社会科学,2024(2):29-40.
- [26] 周鹏飞,李贤凤,沈洋. 数字经济发展下就业极化的驱动因素、组态路径与效应[J]. 六盘水师范学院学报,2025,37(1):53-67.
- [27] 余东华,马路萌. 新质生产力与新型工业化:理论阐释和互动路径[J]. 天津社会科学,2023(6):90-102.
- [28] 谭洪波,耿志超. 数据要素驱动新质生产力:理论逻辑、现实挑战和推进路径[J]. 价格理论与实践,2024(5):39-44.
- [29] 刘海楠,汪雨晴,郭佳琪. 企业数字化转型赋能新质生产力研究:基于资本配置效率视角[J]. 生产力研究,2025(5):141-145.
- [30] 郑莉莉,吴越,侯文华. 内部控制对企业数字技术创新的影响研究[J]. 审计研究,2024(4):150-160.
- [31] 俞校明. 助力新质生产力形成:内部控制的调适与创新研究[J]. 商业会计,2025(2):50-53.
- [32] 赵莉,王慧娟. 内部控制视角下政府环境监管与企业绿色技术创新:市场化水平的调节作用[J]. 科技进步与对策,2024,41(19):100-108.
- [33] 顾巍,孙晴晴,张和平,等. 绿色技术创新对新质生产力的影响:基于内部控制的调节效应[J]. 天津商业大学学报,2024,44(5):54-64.
- [34] 张莹娟. 新质生产力背景下企业财务风险防控研究[J]. 老字号品牌营销,2025(6):145-147.
- [35] 刘辰飞,屈耀辉. 传统产业绿色化改造对新质生产力的影响:基于内部控制与环境报告披露的中介效应[J]. 科技创业月刊,2025,38(1):1-11.
- [36] 刘具,秦坤,王海燕,等. 煤炭企业数字化转型建设路径研究[J]. 煤炭工程,2024,56(6):203-210.
- [37] 黄静,张金昌,潘艺. 数字化转型对企业新质生产力的影响研究:基于生产力要素视角和A股上市公司数据[J]. 技术经济与管理研究,2024(8):8-14.
- [38] 张慧智,李犀尧. 数字化转型对企业新质生产力的影响[J]. 工业技术经济,2024,43(6):12-19.
- [39] 赵春艳,吕星. 安徽省数字经济与工业绿色转型高质量融合发展研究[J]. 六盘水师范学院学报,2023,35(6):1-12.
- [40] 恽学麟. 数字化转型对企业新质生产力发展的影响研究[J]. 中外企业文化,2024(6):86-88.
- [41] 张瑞琛,杨景涵,温磊. 数字化转型能促进企业的高质量发展吗:基于内部控制和社会责任的双视角[J]. 会计研究,2023(10):129-142.
- [42] 郭晓蓉,申丹虹. 企业数字化转型与劳动生产率的U型关系:基于市场竞争力的调节作用[J]. 河南科学,2024,42(8):1230-1239.
- [43] 孙献贞,李言. 政府补助、数字化转型与企业新质生产力[J]. 税收经济研究,2024,29(4):86-95.
- [44] 郜保萍. 企业数字化转型与内部控制有效性[J]. 会计之友,2023(4):127-133.
- [45] 李瑛玫,史琦. 内部控制能够促进企业创新绩效的提高吗?[J]. 科研管理,2019,40(6):86-99.
- [46] Zhou Yang, Xu Jingjun, Liu Zhiying. The impact of digital transformation on corporate innovation: Roles of analyst coverage and internal control[J]. Managerial and Decision Economics, 2023, 45(1): 373-393.
- [47] Li Ping, Shu Wei, Tang Qingquan, et al. Internal control and corporate innovation: evidence from China[J]. Asia-Pacific Journal of Accounting & Economics, 2019, 26(5): 622-642.
- [48] 程莉雅,胡秀群. 企业数字化发展驱动下的内部控制质量提升效应研究[J]. 现代管理科学,2022(6):111-119.

- [49] 吴传荣,夏冰,尹华意. 内部控制、成本粘性与企业全要素生产率[J]. 长沙理工大学学报(社会科学版),2023,38(6):56-65.
- [50] 姚立杰,朱孟杰,邹婧鑫. 内部控制总能促进企业创新吗?来自高新技术企业的证据[J]. 审计研究,2023(5):147-160.
- [51] 唐华,王龙梅,程慧玲. 内部控制有效性、研发支出与企业创新绩效:基于高新技术企业的经验数据[J]. 会计之友,2021(8):136-141.
- [52] 杨芳,张和平,孙晴晴,等. 内部控制对企业新质生产力的影响[J]. 重庆理工大学学报(社会科学),2024,38(7):57-73.
- [53] 吴非,胡慧芷,林慧妍,等. 企业数字化转型与资本市场表现:来自股票流动性的经验证据[J]. 管理世界,2021,37(7):130-144.
- [54] 曹越,孙丽,郭天泉,等. “国企混改”与内部控制质量:来自上市国企的经验证据[J]. 会计研究,2020(8):144-158.
- [55] 乔翠霞,马一森,刘韵致. 非国有股东治理与国有企业创新:倒U型关系及其形成机理检验[J]. 改革,2023(2):118-138.
- [56] 任广乾,刘莉,毕钰,等. 政府控制程度、混合所有制结构与企业绩效[J]. 预测,2019,38(6):45-51.
- [57] 潘艺,张金昌. 数字化转型与企业竞争力:契机还是危机?来自中国A股上市企业的经验证据[J]. 产业经济研究,2023(3):87-99.
- [58] 张永坤,李小波,邢铭强. 企业数字化转型与审计定价[J]. 审计研究,2021(3):62-71.
- [59] Hansen E B. Sample Splitting and Threshold Estimation[J]. Econometrica,2000,68(3):575-603.

## Development of New Quality Productivity in Coal Enterprises: Dual Drive of Digital Transformation and Internal Control

Wang Xiangqian, Wang Mingliang, Guo Yu

(School of Economics and Management, Anhui University of Science and Technology, Huainan 232000, China)

**Abstract:** With the rapid development of the global economy and the continuous progress of digital technology, digital transformation has become a key way for coal enterprises to improve new quality productivity. Based on the data of China's A-share listed coal enterprises from 2009 to 2022, this study empirically examines the relationships among digital transformation, internal control, and new quality productivity in coal enterprises. The findings reveal a U-shaped relationship between digital transformation and new quality productivity, which first decreases and then increases, with a threshold of 0.901; there is an inverted U-shaped relationship, first increasing and then decreasing, between internal control and new quality productivity of coal enterprises, with a threshold of 3.418; digital transformation is more pronounced than the role of internal control on the new quality productivity of coal companies. Further analysis shows that the effect of digital transformation on the new quality productivity of coal enterprises varies depending on enterprise size and exhibits a threshold effect. These results provide valuable suggestions for coal enterprises on how to implement digital transformation and optimize internal control to promote the development of new quality productivity.

**Keywords:** Digital transformation; New quality productivity; Internal control; Coal enterprise

[责任编辑:杨 洪 江 伟]