

基于 BERTopic 模型产业链供应链政策文本量化分析

黄圆圆, 范亚萍

青岛城市学院 会计与金融学院, 山东 青岛 266000

DOI: 10.61369/VDE.2026120029

摘 要 : 保障产业链供应链安全稳定, 对构建新发展格局、实现高质量发展至关重要。近年来我国陆续出台多项相关政策, 已形成多层次、多领域的政策体系。基于 BERTopic 主题模型与 PMC 指数模型, 以 59 份产业链供应链政策为样本, 首先提炼政策核心主题, 其次依据主题模型结果构建量化评价指标体系, 对选取的 28 项政策进行量化评价分析。结果表明, 政策主题可分为先进制造技术融合、基础要素保障、产业治理与创新生态、产业链供应链韧性四大类; 政策整体质量较好, 但在时效、效力层级和空间布局上存在明显短板。最后从时效安排、区域协同和激励机制等方面提出优化建议, 为提高政策实施效果提供参考。

关 键 词 : BERTopic 模型; PMC 指数模型; 产业链供应链; 政策文本量化

Quantitative Analysis of Industrial Chain and Supply Chain Policy Texts Based on the BERTopic Model

Huang Yuanyuan, Fan Yaping

School of Accounting and Finance, Qingdao City University, Qingdao, Shandong 266000

Abstract : Ensuring the safety and stability of the industrial and supply chains is crucial for building a new development pattern and achieving high-quality development. In recent years, China has successively introduced a number of related policies, forming a multi-level and multi-field policy system. Based on the BERTopic thematic model and PMC index model, using 59 industrial and supply chain policies as samples, the study first extracts the core themes of the policies, then constructs a quantitative evaluation index system based on the results of the thematic model, and conducts a quantitative evaluation and analysis of 28 selected policies. The results show that the policy themes can be divided into four categories: integration of advanced manufacturing technologies, guarantee of basic elements, industrial governance and innovation ecosystem, and industrial and supply chain resilience; the overall quality of the policies is relatively good, but there are obvious shortcomings in terms of timeliness, effectiveness level, and spatial layout. Finally, optimization suggestions are proposed in terms of time arrangement, regional coordination, and incentive mechanisms to provide reference for improving the effectiveness of policy implementation.

Keywords : BERTopic model; PMC index model; industrial chain and supply chain; quantitative analysis of policy texts

产业链供应链安全稳定是构建新发展格局的基础, 也是推动经济高质量发展、维护国家产业安全的重要保障。近年来, 我国陆续出台一系列产业链供应链优化、升级、扶持政策, 从顶层设计到地方落实, 逐步构建起全方位、多层次的政策体系, 为破解产业链卡点堵点、提升供应链韧性提供了坚实保障。然而, 现有针对产业链供应链政策的研究多集中于定性解读、政策梳理与案例分析, 存在政策力度难以测度、区域差异难以对比等局限, 并且缺乏客观的数据支撑, 难以精准反映政策实施存在的问题。

一、文献综述

关于产业链供应链的研究, 国内外学者从不同视角展开了探讨。国外研究侧重供应链风险管控与全球产业链布局的政策适配性分析, 在风险管控方面, 学者们梳理了供应链风险的多元类型

与管控路径, 构建了基础分析框架^[1], 并证实政策干预是提升全球供应链抗风险能力、适配产业链布局调整的关键抓手^[2]。

国内研究则聚焦于产业链供应链的安全稳定、自主可控与现代化升级。在全球产业链重构与“脱钩断链”风险上升的背景下, 安全稳定已成为国家经济安全的核心议题; 自主可控的关键

项目信息: 2026年度青岛市“双百调研工程”调研课题: 青岛“城投+产投”平台赋能制造业产业链韧性的机制、效应与政策优化研究(2026-B-127)。

作者简介:

黄圆圆(1996—), 女, 山东菏泽人, 助教, 硕士研究生, 研究方向为文本分析、综合评价;

范亚萍(1995—), 女, 山东高密人, 硕士研究生, 研究方向为文本数据统计。

在于破解核心技术不足、关键环节配套不力及能源资源供给不稳定等问题，新兴产业需从“补短板”与“筑长板”双向发力^[3]；现代化升级能够推动经济体系优化，学者们从主体与结构层面提出了适应新发展阶段要求的提升路径^[4]，并从人工智能深度融合角度构建了“技术—制度—生态”三位一体的系统性方案^[5]。

在量化分析方面，既有研究从安全水平、路径分布及韧性等维度进行测度，如李坤望等（2023）运用 CoDEA 方法分析中国产业链供应链安全状况^[6]；在政策量化评价方面，已有学者通过 PMC 指数模型对中美欧供应链政策进行分析，评估政策设计质量^[8]，或借助主题模型构建评价体系进行量化评价^[8]。

综上所述，现有理论研究和量化分析为产业链供应链的发展奠定了重要基础，但政策制定质量直接影响产业链治理效能。相较于理论与定量研究的丰富成果，学术界对政策设计质量的关注仍显不足，尤其缺乏系统的量化分析研究。

二、产业链供应链政策主题分析

BERTopic 是一种基于预训练的无监督深度学习模型，该模型具有强大的语义理解能力，能够精准地捕捉文档中的主题信息，理解多义词在具体语境下的含义。另外该模型无需预先设定主题数量等关键超参数，可在训练过程中依据数据特征动态调整，生成最优主题划分结构，有效避免了传统方法中依赖人工经验设置参数的主观性与不确定性。

（一）数据获取与预处理

本文基于产业链供应链政策文本进行研究，首先以“产业链 供应链”在“北大法宝”数据库中进行全文检索初步获得政策文本，其次，对获得的政策文本进行预处理，对获取的政策文本进行人工筛选和去重，删除重复政策，删除已失效政策，排除通知、答复、申报工作、公布名单、中标公告等文本，获取的“第十四个五年规划”等类似政策，仅保留部分和“产业链供应链”相关的部分文本，最终获得 59 份有效政策构成研究数据集。

（二）政策主题聚类分析

通过 BERTopic 主题模型对产业链供应链政策文本进行主题识别，共识别出 31 个主题，部分主题—词频如图 1 所示。

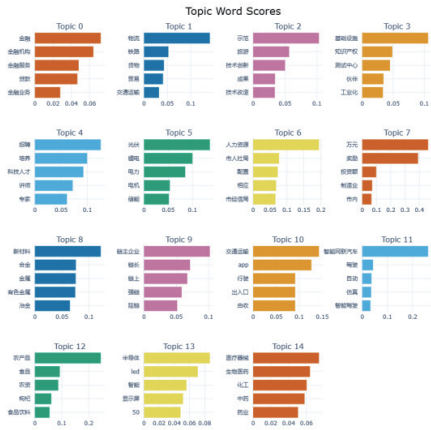


图 1 主题词频图

经过层次聚类法对不同主题进行聚类，如图 2 所示，31 个产业链供应链政策主题可归纳为四大核心主题。其中，先进制造技术融合聚焦半导体、装备、新能源等关键词，强调核心零部件与产业技术交叉融合，推动产业变革 [10]；而基础要素保障则通过增值税缓缴、奖励等税收手段减轻企业负担，并关注断供缺供、交通运输等流通体系建设，以数据要素集聚带动资源优化配置，提升协同效率。在此基础上，产业治理与创新生态培育借助专项资金、服务平台、科技人才等协同发力，重点支撑清洁能源、智能汽车等创新方向，促进产业链长期发展；与此同时，产业链供应链韧性强调供应链金融、专精特新、链主企业等作用，链主企业凭借技术标准与金融主导优势推动产业链创新链融合^[8]，有效防范“卡链”“断链”风险。四大主题从技术融合、基础保障、生态培育到韧性提升，层层递进，共同构成产业链供应链政策的系统框架。

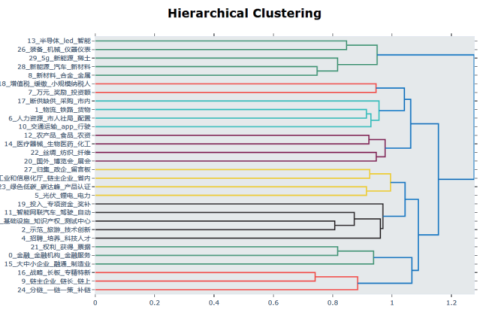


图 2 层次聚类图

三、PMC 量化结果分析

PMC 指数模型用于分析一项政策的内部一致性，其变量设置不受限制，变量权重具有客观性可直观呈现政策优劣势。通过对收集的政策进行筛选，现有地区各选择一个，政策需为现行有效且文本内容较全面，并且政策文本结构相似，最终选取 28 份政策样本。对 28 份产业链供应链政策样本进行量化评价分析。构建 PMC 指数模型包含四个步骤：确定政策评价变量、建立多投入产出表、计算 PMC 指数、绘制 PMC 曲面图。

（一）确定政策评价变量

根据 BERTopic 主题建模结果，结合产业链供应链政策文本及翟伟峰^[7]等学者政策评价研究提炼出产业链供应链政策量化评价的二级变量 41 个，参考 Ruiz Estrada M A 的 PMC 指数模型构建思路和张虎等的变量设置，对二级变量进行归类，最终确定 9 个一级变量，变量来源及设置标准如表 2 所示。

表 1 产业链供应链量化指标体系

一级变量	二级变量	来源或依据
政策性质 (X1)	导向	张虎等 ^[8] 、张永安等
	监管	
	建议	
	描述	

政策时效 (X2)	长期	张虎等 ^[6] 、蔡冬松等
	中期	
	短期	
作用对象(X3)	核心企业	李明阳及文本分析
	服务平台	
	监管机构	
	金融机构	
	政府部门	
	行业协会	
政策领域(X4)	先进制造	翟伟峰等 ^[7] 及文本分析
	关键矿物与材料	
	绿色低碳	
	物流与运输	
	能源	
	农产品 与食品	
	国际贸易	
	公共卫生与生物医 疗	
政策范围(X5)	全国	蔡冬松等 ^[13] 及文本分析
	地区	
	省市	
	跨境	
效力级别(X6)	法律	李明阳
	工作文件	

续表1 产业链供应链量化指标体系

一级变量	二级变量	来源或依据
效力级别(X6)	规章制度	
	规范性文件	
政策内容(X7)	产业链协同与治理	BERTopic 主题模型
	创新驱动与技术升级	
	供应链安全与保通保 畅	
	质量标准与品牌建设	
政策激励(X8)	财政资金	张虎等 ^[6] 及 BERTopic 主题模型
	税收优惠	
	金融支持	
	要素保障	
	试点示范	
政策评价(X9)	依据充分	张虎等 ^[6] 、李敏等
	目标明确	
	方案科学	

（二）建立多投入产出表

PMC 指数模型的多投入产出表是对变量进行多维度测量而形成的一种数据分析框架，如表2所示。在具体设置上，由一级变量和数量不限的二级变量组成，各二级变量统一采用二进制系统（取值为0或1）进行赋值，并赋予相同的权重。

表2 产业链供应链政策多投入产出表

一级 变量	二级变量
X1	X1:1、X1:2、X1:3、X1:4
X2	X2:1、X2:2、X2:3
X3	X3:1、X3:2、X3:3、X3:4、X3:5、X3:6
X4	X4:1、X4:2、X4:3、X4:4、X4:5、X4:6、X4:7、X4:8

X5	X5:1、X5:2、X5:3、X5:4
X6	X6:1、X6:2、X6:3、X6:4
X7	X7:1、X7:2、X7:3、X7:4
X8	X8:1、X8:2、X8:3、X8:4、X8:5
X9	X9:1、X9:2、X9:3

（三）PMC 指数计算公式及评级标准

在计算 PMC 指数时，参照 Ruiz Estrada M A[10] 的计算方法，将计算过程分为四个步骤：（1）将上文形成的9个一级变量和41个二级变量置入构建的多投入产出表；（2）根据式（1）、式（2）对二级变量进行赋值计算；（3）根据式（3）进一步计算出所对应的一级变量的值；（4）将一级变量的值代入式（4），得到每个城市中小企业数字化转型政策的 PMC 指数分值。

$$X \sim N[0,1]$$
（1）

$$X = \{XR:[0 \sim 1]\}$$
（2）

$$X_t = \left(\sum_{j=1}^n \frac{X_{t,j}}{T(X_{t,j})} \right)$$
（3）

其中，t 代表一级变量序号，j 代表二级变量序号，T 代表一级变量所涵盖的二级变量的数量。

$$PMC = \left[X_1 \left(\sum_{j=1}^4 \frac{X_{1j}}{4} \right) + X_2 \left(\sum_{j=1}^3 \frac{X_{2j}}{3} \right) + X_3 \left(\sum_{j=1}^3 \frac{X_{3j}}{3} \right) + X_4 \left(\sum_{j=1}^5 \frac{X_{4j}}{5} \right) + X_5 \left(\sum_{j=1}^3 \frac{X_{5j}}{3} \right) + X_6 \left(\sum_{j=1}^3 \frac{X_{6j}}{3} \right) + X_7 \left(\sum_{j=1}^4 \frac{X_{7j}}{4} \right) + X_8 \left(\sum_{j=1}^8 \frac{X_{8j}}{8} \right) + X_9 \left(\sum_{j=1}^4 \frac{X_{9j}}{4} \right) + X_{10} \right]$$
（4）

根据 PMC 指数公式计算得出的结果对政策进行评级，评级标准见表3所示。

表3 PMC 指数评价标准

项目	PMC 指数				
	[0,3.0)	[3.0,4.0)	[4.0,6.0)	[6.0,7.0)	[7.0,10.0]
评价等级	不良	可接受	良好	优秀	完美

（四）PMC 指数计算

本文依据文本挖掘方法和 PMC 指数模型计算，结合具体政策文本内容，测算出28份政策样本的 PMC 指数水平，如表4所示。

表4 政策样本 PMC 指数计算结果汇总

项目	百色市	苍南县	……	重庆市	均值
政策性质	1.00	0.75	……	1.00	0.90
政策时效	0.33	0.67	……	0.33	0.38
作用对象	0.83	0.83	……	1.00	0.73
政策领域	1.00	0.38	……	0.75	0.62
政策范围	0.50	0.50	……	0.50	0.38
效力级别	0.50	0.50	……	0.25	0.41
政策内容	1.00	1.00	……	1.00	0.82
政策激励	0.80	0.80	……	0.80	0.60
政策评价	1.00	1.00	……	1.00	1.00
PMC 指 数	6.97	6.43	……	6.63	5.84
等级	优秀	优秀	……	优秀	良好

（五）绘制 PMC 曲面图

PMC 曲面图基于9个一级变量构成的3×3矩阵计算生成，本

文采用 Python 绘制。该图为三维曲面，色块区分指标得分高低，凸起表示对应变量得分较高，凹陷则表示得分较低。本文仅以政策 PMC 指数最高和最低两个城市进行展示，如图2所示。

$$\text{PMC 曲面} = \begin{bmatrix} X1 & X2 & X3 \\ X4 & X5 & X6 \\ X7 & X8 & X9 \end{bmatrix} \quad (5)$$

根据 PMC 曲面图，银川市在地区性质与时效性上均获满分，政策贴近地方实际且前瞻性较强。近年来，银川市以先行区示范城市建设为牵引，产业集群初具规模，关键技术攻关取得突破，创新能力大幅提升。激励措施表现突出，政策落地成效显著。合肥市激励措施同样较好，通过专属金融产品有效缓解轻资产科技企业融资难题，重视政策落实。但政策内容与作用对象略有不足，相对偏重基础研究，品牌建设、市场拓展支持有待加强，技术升级及科技成果转化仍有提升空间。

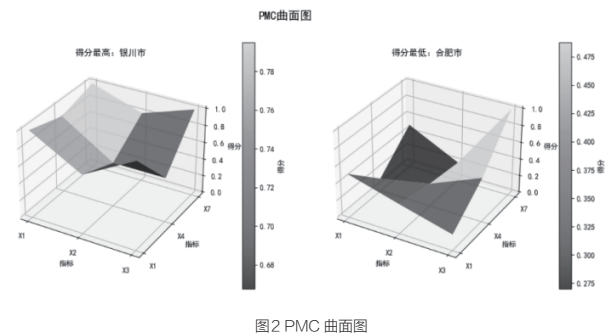


图2 PMC 曲面图

（六）PMC 均值结果分析

从一级变量 PMC 均值（图4）来看，在政策制定中，对政策的不同角度也有侧重点。将9个指标根据最重视层级、次重视层级和弱重视层级进行分析。其中，最重视层级为战略引领与成效闭环，包括政策性质、内容和评价。政策普遍具备导向与监管功能，内容涵盖协同治理、安全韧性及质量建设，并明确目标与方案，形成从顶层设计到成效评估的完整体系。次重视层级体现覆盖面广但协同不足，包括作用对象、政策领域等。政策关注多方主体，但对行业协会等生态节点关注较少；产业方向涵盖先进制造、绿色低碳，但跨领域协同较弱；区域呈“东部创新、中部制造、西部算力、北固根基”格局，跨区域机制不完善；激励工具多样但协同性参差。弱重视层级为时间规划、效力与空间短板。

多数政策未明确阶段性目标，缺乏动态适应性；效力以规范性文件为主，法律支撑薄弱；政策范围得分最低，跨区域协同与国际对接明显不足。

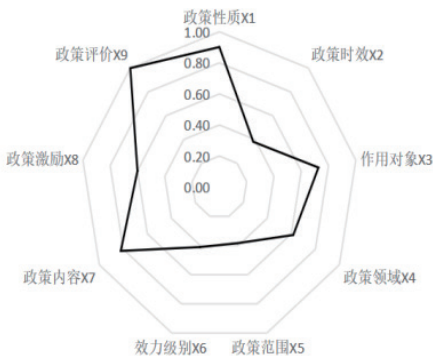


图3 一级变量 PMC 均值雷达图

四、结论与建议

基于59份产业链供应链政策文本，运用 BERTopic 与 PMC 指数模型，识别出四大核心主题：先进制造技术融合、基础要素保障、产业治理与创新生态培育、产业链供应链韧性，并构建量化评价指标体系，对28份代表性政策进行评价。PMC 指数显示，政策整体设计质量良好，均值为5.84，达“良好”等级。政策性、内容与评价维度得分较高，体现战略导向与制度优势；但政策时效、效力级别与范围维度偏低，反映出时间规划、法律约束力与空间协调方面的不足。地区间政策在激励工具、作用对象上存在差异，暴露出“集而不群”、创新转化效率偏低、跨区域协同不足等问题。

针对上述问题，提出三方面优化建议：一是强化政策时间节点管理，结合产业发展节奏制定阶段性目标与周期，提升可操作性与动态调整能力；二是优化政策空间布局，鼓励各地结合产业特色制定差异化政策，避免同质化竞争，同时加强跨区域协同，探索资源共享与联合攻关新机制，形成高效联动格局；三是完善激励工具体系，统筹财政、税收、金融、人才等政策协同发力，并加大对行业协会与监管部门的支持力度，促进创新与产业深度融合。

参考文献

[1]Tang C S. Perspectives in supply chain risk management[J].International Journal of Production Economics,2006,103(2):451-488.
[2]Christopher M, Peck H.Building the resilient supply chain[J].International Journal of Logistics Management,2004,15(2):1-14.
[3] 付保宗. 增强产业链供应链自主可控能力亟待破解的堵点和断点 [J]. 经济纵横, 2022, (03):39-46+137.
[4] 中国社会科学院工业经济研究所课题组, 张其仔. 提升产业链供应链现代化水平路径研究 [J]. 中国工业经济, 2021, (02):80-97.
[5] 陈柳钦. 人工智能驱动产业链现代化研究 [J]. 新疆社会科学, 2025, (06):21-38+172.
[6] 李坤望, 占宽. 中国产业链供应链安全的分析与评估: 基于 CoDEA 方法的测算指标 [J]. 经济学家, 2023, (10):76-87.
[7] 李向阳. 全球供应链重构下主要经济体供应链战略比较研究 [J]. 供应链管理, 2024, 5 (08):17-26.
[8] 张虎, 张毅, 刘嘉颖, 等. 产业链现代化目标下中国产业链政策的量化评价 [J]. 统计与信息论坛, 2023, 38(09):32-46.
[9] 胡俊超, 徐畅, 肖磊. 中国战略性制造业产业链供应链安全风险评估及应对举措——以半导体产业为典型案例 [J]. 社会科学, 2025, (04):10-22.
[10] 吉迎东, 苏书娴, 李星辰. 链主企业影响产业链与创新链融合的双向赋能机制研究 [J]. 科学决策, 2025, (07):192-214.