



开放科学
(资源服务)
标识码
(OSID)

国内卡脖子技术内涵特征和识别方法研究进展

刘盼盼^{1,2,3} 钟永恒^{1,2,3} 刘佳^{1,2,3} 宋姗姗^{1,2,3} 张萌萌^{1,2,3}

- 中国科学院武汉文献情报中心 武汉 430071;
- 中国科学院大学经济与管理学院信息资源管理系 北京 100190;
- 科技大数据湖北省重点实验室 武汉 430071

摘要: [目的/意义] 在全球科技竞争日益加剧的背景下,卡脖子技术是我国科技发展面临的重要问题。梳理国内卡脖子技术识别研究现状,以期为我国未来的卡脖子技术研究提供参考。[方法/过程] 首先对卡脖子技术及其相关概念进行辨析;其次从卡脖子技术识别方法和测度指标方面进行梳理;最后,总结现有研究不足,为未来卡脖子技术研究提出建议。[结果/结论] 当前卡脖子技术研究尚处于起步阶段,对卡脖子技术的概念内涵缺乏系统性研究;重点关注关键核心、技术差距等特征,对国家战略、国际关系特征的研究不足;通过文本挖掘、社会网络分析等技术手段识别卡脖子技术的研究方法体系仍不成熟;数据源较为单一;识别粒度较粗。未来,学者需加强对卡脖子技术的技术属性、内涵特征、关键主体、形成原因、内在作用机制等问题的研究,丰富卡脖子技术识别数据源,构建全方位多层次的卡脖子技术评价指标体系,积极探索采用机器学习、文本挖掘方法识别卡脖子技术,动态监测并预测卡脖子技术,更加科学有效地指导我国突破卡脖子技术问题。

关键词: 卡脖子技术;卡脖子技术概念;卡脖子技术识别;卡脖子技术测度指标

中图分类号: G35; G250.2

Research Progress on Connotation Characteristics and Identification Methods of Strangle Technology in China

LIU Panpan^{1,2,3} ZHONG Yongheng^{1,2,3} LIU Jia^{1,2,3} SONG Shanshan^{1,2,3} ZHANG Mengmeng^{1,2,3}

- National Science Library(Wuhan), Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430071, China;
- Department of Information Resources Management, School of Economics and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;
- Hubei Key Laboratory of Big Data in Science and Technology, Wuhan 430071, China

基金项目 湖北省技术创新专项软科学研究类重点项目“湖北省重大科技创新平台建设若干重点问题研究”(2022EDA010);湖北省软科学研究类项目“湖北省根技术识别及其培育发展研究”(2022EDA043)。

作者简介 刘盼盼(1998-),博士研究生,主要研究方向为产业大数据情报研究;钟永恒(1965-),博士,研究员,主要研究方向为产业大数据情报研究, E-mail: zyh@mail.whlib.ac.cn;刘佳(1986-),博士,副研究馆员,主要研究方向为产业大数据情报研究、科技评价;宋姗姗(1996-),博士,主要研究方向为产业智库研究;张萌萌(1997-),博士研究生,主要研究方向为产业情报研究。

引用格式 刘盼盼,钟永恒,刘佳,等.国内卡脖子技术内涵特征和识别方法研究进展[J].情报工程,2024,10(5):3-17.

Abstract: [Objective/Significance] Against the backdrop of increasing global technological competition, strangle technology pose significant challenges to China's scientific and technological development. This paper reviews of the current research on strangle technology in China, aiming to provide references for future research in this field. [Methods/Processes] Firstly, this study distinguishes and analyzes the concept of strangle technology and its related concepts. Secondly, it clarifies the measurement indicators and identification methods for strangle technology. Finally, this study summarizes the shortcomings of existing research and proposes recommendations for future studies on strangle technology. [Results/Conclusions] The research finds that the current study on strangle technology is still in its early stage, with a lack of systematic research on the concept and characteristics of strangle technology. The current research focuses on key core and technological gaps, with insufficient research on national strategy and international relations characteristics. The research methods for identifying bottlenecks through text mining, social network analysis, and other methods are still immature. The data source is relatively single, and the recognition granularity is relatively coarse. In the future, scholars need to strengthen research on the technical attributes, characteristics, key actors, formation reasons, and intrinsic mechanisms of strangle technology, enrich the data sources for identifying strangle technology, construct a comprehensive and multi-level evaluation index system for strangle technology, explore the use of machine learning and text mining methods to identify strangle technology, dynamically monitor and predict strangle technology, and provide more scientific and effective guidance for China to overcome strangle technology issues.

Keywords: Strangle Technology; Concept of Strangle Technology; Identification of Strangle Technology; Measurement Indicators of Strangle Technology

引言

中美经贸摩擦爆发以来,我国面临更加复杂严峻的政治经济环境,卡脖子技术成为影响我国经济高质量发展和国家安全的重大隐患。因此,习近平总书记高度关注卡脖子问题,并作出一系列重要论述;2020年9月在科学家座谈会上的讲话指出,“工业方面,一些关键核心技术受制于人,部分关键元器件、零部件、原材料依赖进口”^[1];2021年5月28日在两院院士大会上再次强调“弄通卡脖子技术的基础理论和技术原理”^[2]。习近平总书记在近年考察调研企业时多次强调自主创新,勉励企业掌握更多关键核心技术,只争朝夕突破卡脖子问题。解决国家关键核心技术卡脖子问题,是我国建设世界科技强国的必由之路,也是在国际产业竞争中实现弯道超越的必然选择。

鉴于卡脖子技术的现实意义,卡脖子技术

已成为近年来国内的研究热点,国内学者从不同角度出发对卡脖子技术识别展开研究。曹宇轩等^[3]从卡脖子技术研究的提出背景、科学内涵、现实挑战和战略路径进行阐述。然而,现有研究仍缺乏对卡脖子技术研究现状的深入剖析,尤其是对卡脖子技术的概念内涵、测度指标和具体识别方法的梳理总结还不够全面。因此,本文首先梳理卡脖子技术的概念、特征和分类,并对相关概念进行辨析;其次从专家智慧、文献计量、指标评价、文本分析和多方法综合角度归纳卡脖子技术识别方法,对比不同方法间的优劣,并从技术差距、关键核心、国家战略和国际关系角度归纳卡脖子技术识别指标;最后,总结卡脖子技术识别领域的现有研究的不足,并指出未来研究的方向,以期为后续研究提供参考。

本文的数据来源于CNKI数据库的北大核

心和 CSSCI 的期刊，检索式为 (SU=卡脖子) OR (SU=(‘技术制裁’+‘技术管制’+‘技术限制’+‘技术遏制’+‘技术垄断’+‘技术封锁’+‘技术锁定’+‘技术脱钩’+‘技术孤立’+‘技术打压’)), 检索时间为 2024 年 1 月 1 日，获取 210 篇文献。经阅读剔除不相关的文献，并检索关键文献的前后向引文，补充遗漏的相关文献，最终筛选获得 50 篇文献。

1 卡脖子技术概念研究

1.1 卡脖子技术的概念

《汉语大词典》中卡脖子有两种解释，分别是关键时刻发生致命性的事情、因某一部位受限制或出问题而影响整体工作^[4]。在技术创新领域，2009 年 4 月 20 日李克强同志视察柳

工时指出，技术创新要抓被“卡脖子”的工序，实现关键部位的创新突破，从而提高效益、利润和质量^[5]。2018 年，科技日报梳理列举我国亟待攻克的 35 项“卡脖子”技术。2020 年，时任中国科学院院长白春礼提出要把美国卡脖子清单变成科研清单。

在学术界，国内学者从不同角度对卡脖子技术进行概念界定，如表 1 所示。由于卡脖子问题受政治、经济、技术等多因素耦合影响^[6]，卡脖子技术的概念内涵涉及技术本身、产业发展、国家战略、国际关系等多重维度。综合上述维度，认为卡脖子技术是具有重要战略地位、处于产业链关键核心位置，但与他国存在技术差距的技术，因技术来源较少且缺少替代，技术供给方的垄断使得技术需求方的产业链安全性和稳定性乃至国家安全存在风险。

表 1 卡脖子技术概念

维度	内涵	学者
技术本身	与其他国家存在技术差距，且短期内难以缩小；因我国自主创新能力薄弱导致某些科技领域内的核心技术主要依赖技术引进，从而引发外部技术封锁风险。	陈劲等 ^[7] ，任文华 ^[8] ，邵颖红 ^[9]
产业发展	具有产业支撑带动作用，推动技术和产业发展；处于产业链、供应链等的关键瓶颈位置；核心环节受制于人影响产业链安全。	赵君彦等 ^[10] ，赵雪峰等 ^[11]
国家战略	满足国家（地区）战略目标；具有高技术价值，关键核心技术或高技术产品。	赵君彦等 ^[10] ，李昱璇等 ^[12]
国际关系	因来源较少且缺少替代而形成技术垄断的技术；技术供给方的垄断导致跨国、跨链、跨企业合作受限，难以实现技术转移；通过专利壁垒、技术封锁、投资限制、产品进出口限制和市场准入限制等手段引发卡脖子风险。	张婷等 ^[13] ，何婉等 ^[14] ，王敏等 ^[15] ，宋立丰等 ^[16] ，韩震等 ^[17]

1.2 卡脖子技术的特征分析

表 2 梳理了不同研究中卡脖子技术的特征。从表格中可以清晰地看到卡脖子技术的内涵特征丰富，多个学者强调卡脖子技术的技术差距、关键核心、国家战略、技术垄断

等特征。

关于技术差距特征，国内与国外存在技术差距是学者们的共识，但对技术差距的程度意见不一。陈劲等^[7]认为长期与其他国家存在较大技术差距，且短期内难以缩小是卡脖子技术的特征之一，杨玉良^[18]认为卡脖子技术是尚未

完全掌握的技术。关键核心特征是指卡脖子技术处于产业链、创新链的关键核心位置，技术垄断导致一国在全球开放式创新环境下的产业链与创新链遭受断链，对产业链的安全稳定发展造成威胁。基于国家战略视角，多个学者认为卡脖子技术是满足国家或地区战略目标、国

家竞合博弈的重点领域，对国家经济发展和科技安全具有关键核心作用。基于国际关系视角，由于技术来源较少且缺少替代，国际关系恶化导致技术贸易受阻，打乱正常的国际分工体系，形成技术垄断的局面，对外依存度较高的技术便很有可能形成卡脖子技术。

表 2 脖子技术特征

	国家 战略	关键 核心	技术 差距	技术 突破	技术 垄断	技术 依赖	产业 需求	技术 安全	产业 安全	国家 安全	技术 对接	技术 威胁	商品 性
张婷等 ^[13]	✓	✓	✓						✓				
赵君彦等 ^[10]	✓		✓				✓	✓			✓		
周海球等 ^[19]		✓		✓	✓		✓						
赵雪峰等 ^[11]		✓								✓			
汤志伟等 ^[20]	✓	✓		✓	✓	✓				✓		✓	
陈劲等 ^[7]		✓	✓		✓			✓	✓			✓	
江瑶等 ^[21]		✓	✓	✓									
俞荣建等 ^[22]	✓	✓	✓		✓					✓			
江瑶等 ^[23]		✓		✓	✓	✓							
陈旭等 ^[24]		✓	✓	✓									
李昱璇等 ^[25]	✓	✓	✓	✓	✓					✓			
徐霞等 ^[26]		✓	✓		✓				✓				
杨斌 ^[27]	✓				✓							✓	✓
董坤等 ^[28]			✓										

1.3 相关概念辨析

卡脖子技术与关键核心技术、杀手锏技术、前沿技术、新兴技术以及颠覆性技术等不同类型的技术具有不同的产生背景和内涵特征。

卡脖子技术的形成涉及技术先发者和技术后发者两个参与主体。从技术先发者来说，技术先发者常常具有技术优势，随着关键核心技术竞争日益激烈，技术先发者试图通过专利壁垒、出口贸易限制等手段保持或进一步扩大技术差距，维护其技术垄断地位。从

技术后发者来说，后发者在某些技术领域不能完全实现自给自足，对先发者产生技术依赖，在技术追赶的过程中先发者的技术锁定也会影响技术扩散和模仿，阻碍后发者实现技术创新。基础原材料、核心零部件、生产装备、核心工艺、技术路线、设计工具、系统软件等环节都有可能出现卡脖子问题^[7]，同时卡脖子技术也并非单纯的技术领域问题，而是涉及基础科学、技术科学和工程科学等多方面问题^[29]，如图 1 所示。

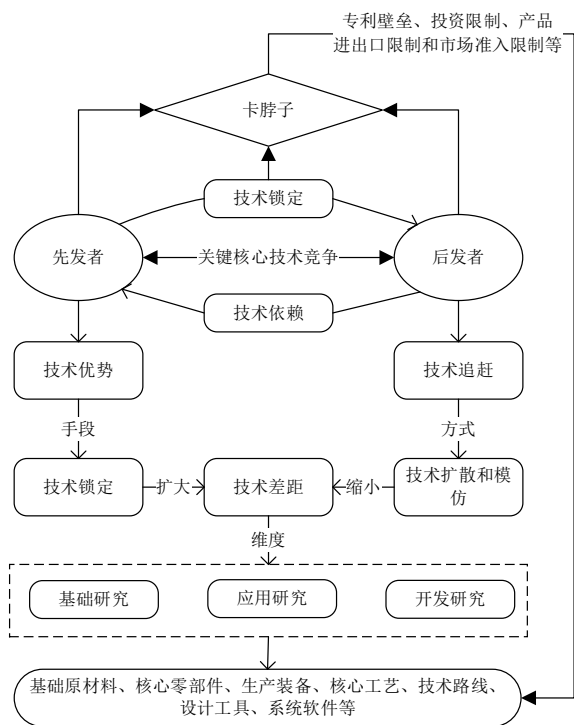


图1 卡脖子技术形成

前沿技术是一定时间内技术关注度快速提升，处于技术发展的尖端，符合产业发展需求的技术^[30]。新兴技术是开始引起关注并具有潜力创造一个新行业或改变某个老行业，但仍处于早期阶段的技术，其发展可能需要进一步的研究和验证^[31]。颠覆性技术是对已有的技术进行革命性变革，能够改变市场规则而引起竞争范式转变^[32]。以上三种技术侧重于当下和未来，抢占科技制高点，从而实现先发优势，引领未来发展。卡脖子技术往往是前沿技术发展的关键瓶颈，没有突破这些卡脖子技术，前沿技术可能难以实现质的飞跃；前沿技术的发展又可能带动卡脖子技术的突破，为解决这些瓶颈问题提供新思路和新方法。新兴技术的出现可能会对现有的卡脖子技术构成挑战，推动原有技术体系的更新换代；卡脖子技术的突破往往能够为新兴技术提供更加坚实的基础和发展

平台。颠覆性技术具有改变游戏规则潜力，它们可能会绕过现有的卡脖子技术，通过全新的技术路径实现目标；卡脖子技术的存在也可能激发对颠覆性技术的追求，以摆脱对现有技术路径的依赖。卡脖子技术与前沿技术、新兴技术、颠覆性技术之间的关系是动态的、互相影响的，需要综合考量评估，灵活调整战略规划，以实现科技和产业的持续健康发展。

现有研究大多认同卡脖子技术本身是关键核心技术，符合关键核心技术的一般性特征^[9, 20]。卡脖子技术和关键核心技术的区别有以下两方面：从技术角度来看，较关键技术而言，卡脖子技术缺少替代方案，研发与应用周期更长，并且短期内难以突破；从产业角度来看，卡脖子技术更加关注产业链、供应链的瓶颈环节，体现产业安全性特征^[7]。因此，卡脖子技术较容易被技术供给方压制，更具技术威胁性、紧迫性和垄断性。

卡脖子技术与杀手铜技术两者之间既存在关联也有区别，如图2所示。二者都具有战略性、全局性和基础性^[34]，核心区别在于我国是否具有技术优势。卡脖子技术是我国的技术短板，杀手铜技术则侧重拉长长板，巩固提升优势产业的国际领先地位，持续增强我国全产业链优势，提升产业质量，拉紧国际产业链对我国的依存关系，形成对国外技术垄断的强有力反制和威慑^[35]。

外文文献中的“Bottleneck Technology”与卡脖子技术的概念也不同。从工程角度，“Bottleneck Technology”是指为限制一个技术系统的至少一项功能的技术；从市场术语则是指使系统过于昂贵而无法在特定细分市场销售

的技术^[36]。“Bottleneck Technology”关注某一工程或市场中的技术瓶颈，而卡脖子技术则涵盖国家之间的科技竞争。

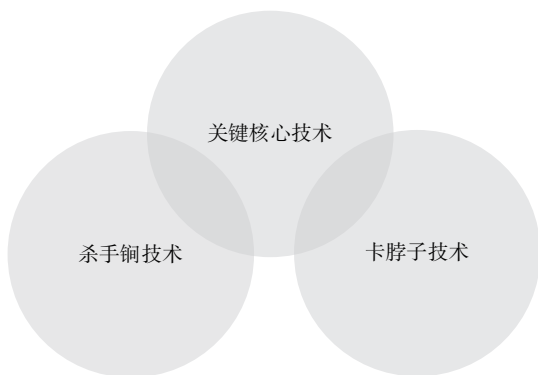


图2 卡脖子技术与关键核心技术、杀手锏技术之间的关系

1.4 卡脖子技术分类

关于卡脖子技术分类，学者们主要从紧迫程度、依赖程度和产业类型等方面进行讨论，如图3所示。从紧迫程度角度，中国科学院原院长白春礼院士根据技术封锁的实际情况，将卡脖子技术划分为当前已受限亟待短期内攻克以及关系未来长远布局的两类技术。因此，解决卡脖子技术问题不仅要补短板，优先解决最紧急、最紧迫的问题，同时也要筑长板，瞄准未来科技和产业发展的制高点，甚至在“无人区”领域开展前瞻性的规划和布局，为未来中国的持续发展提供可靠的科技支撑^[37]。

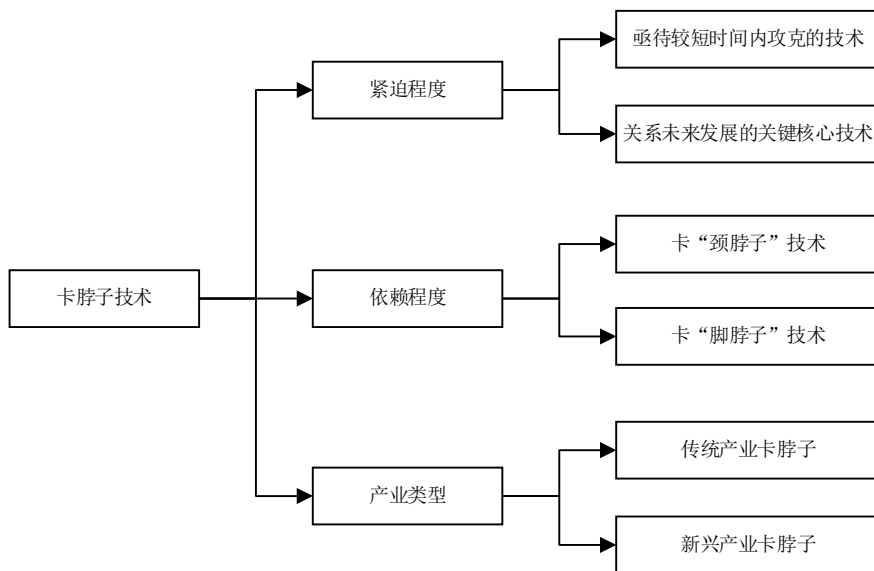


图3 卡脖子技术分类

从依赖程度角度，卡脖子技术大致可分为卡“颈脖子”和“脚脖子”两类^[38]。卡“颈脖子”技术是指必须使用国外技术，没有替代，且短时间内难以研发攻克，技术断供会导致依赖这类技术的产业链上下游企业停产。卡“脚脖子”技术是指国外技术可以提升产品性能，没有国外技术也能找到性能较差的技术替代，此类技

术相比卡“颈脖子”技术来说，技术断供带来的损失和影响相对较小。因此，亟需动态跟踪和梳理当前对我国产业发展具有较大影响的卡脖子技术，科学界定攻克卡脖子技术的优先级，从而合理配置科技资源，分类探索和支持卡脖子技术攻关。

从产业类型角度，卡脖子技术分为传统产

业卡脖子和新兴产业卡脖子。在制造业等传统领域，全球技术链和产业链的分工基本稳定，发达国家与后发国家在知识积累基础、专业人才和产业转化等创新体系存在巨大差距。而在信息技术、生物医药、新能源等新兴产业领域，全球技术链和产业链仍在形成过程中，中国在部分技术领域取得了重大进展，但基础研究与领先国家仍有一定的差距。由于各产业领域的产业技术链发展程度不同，其技术创新突破的“机会窗口”和“产业化瓶颈”也存在显著差异^[15]。此外，美国2018年由特朗普签署的《出口管制改革法》^[39]新增14项“新兴和基础技术”，进一步扩大技术出口管制范围。因此，需抓住新一轮科技革命和产业变革的机遇，加速推进我国基础技术和新兴技术发展，并根据不同产业领域的创新体系，选择合适的突破窗口，从而带动战略性新兴产业的发展。

2 卡脖子技术识别方法研究

在理解卡脖子技术的概念内涵之后，如何识别卡脖子技术成为近年的研究热点。通过梳理相关文献发现，现有研究主要从技术差距、关键核心、国家战略、国际关系等方面构建卡脖子技术识别指标体系，采用基于专家智慧、文献计量、指标评价、文本分析以及多种方法相结合的方法识别卡脖子技术。

2.1 基于专家智慧的识别方法

基于专家智慧的方法主要依赖专家的知识、经验和观点进行卡脖子技术识别，主要包括问卷调查、案例调研、德尔菲法、层次分析法等。

汤志伟等^[20]采用问卷调查方式收集电子信息产业的关键核心技术，并通过垄断程度、攻克难度、技术价值筛选卡脖子技术。在此基础上，李昱璇等^[25]采用“垄断—难度—价值—相对优势”四步走的筛选方式对某省电子信息产业卡脖子技术问题展开具体分析。杨斌等^[27]从国家战略、产业安全、关键核心技术和技术差距角度归纳卡脖子技术的评估指标体系，并采用案例调研方法分析先进电子材料领域的卡脖子技术典型案例。郑国雄等^[40]构建技术重要性、先进性、垄断性、可获得性和社会经济价值5个评价指标，结合德尔菲法和层次分析法筛选生物医药领域的卡脖子技术。

基于专家智慧的卡脖子技术识别方法，通过问卷调查、德尔菲法、层次分析法等将专家意见融入卡脖子技术识别过程中，能够充分利用和融合专家知识，结果较为可靠，但存在专家判断主观性较强的局限性，且耗费大量人力，难以实现大规模自动化识别卡脖子技术。

2.2 基于文献计量的识别方法

论文和专利文献是科学技术成果的重要载体，一定程度上反映技术创新活动的发展动向。因此，部分学者基于专利或论文数据，采用文献计量方法，通过统计专利数量或论文数量测度技术差距或技术优势，从而识别卡脖子技术。

唐恒等^[41]通过对比分析中国和其他技术垄断国家在IPC小类集聚程度上的差异，挖掘我国卡脖子技术领域的短板，再聚焦这些技术短板领域中的国内外“领军机构”，构建技术—功效—机构三维分析模型，分析识别卡脖子技术卡点。董坤等^[28]结合专利数量和专利质量计

算技术优势指数,识别省域视角下的产业潜在卡脖子技术,并解析潜在卡脖子的技术分支与关键技术点,明确其核心竞争主体与潜在竞争主体,预判其技术开发难度与可行性。程郁等^[42]通过统计对比中国和其他国家的论文发表数量、专利申请数量,高被引论文数量、高价值核心专利数量、有效专利数量,发现在生物育种、实用功能基因、智慧育种等方面仍存在技术差距。

基于文献计量的卡脖子技术识别方法,常通过统计专利或论文的数量等外部特征测度技术差距或技术优势。该方法抓住卡脖子技术的关键特征,计算相对简单,具有较强的可操作性,弥补专家判断主观性较强的缺陷,但仅从专利数量信息难以衡量卡脖子技术,对卡脖子技术的关键核心、战略性、产业安全性等特征考虑不足。

2.3 基于指标评价的识别方法

部分研究采用多指标评价方法,构建多阶段甄选模型,在识别关键核心技术的基础上,进一步延伸识别卡脖子技术。目前卡脖子技术的定义尚未统一,学者们从不同定义下构建的指标也各不相同。本文根据卡脖子技术的概念内涵,从技术差距、产业发展、国家战略、国际关系等重要特征入手,归纳总结卡脖子技术测度相关指标。

2.3.1 技术差距维度

技术差距特征是卡脖子技术的重要特征之一。现有研究主要利用专利数据,通过计算专利数量或质量测度技术差距。唐恒等^[41]通过对比分析中国和其他技术垄断国家在IPC小类上的专利数量差异,挖掘我国卡脖子技术领域的短板,但该研究仅从专利总量方面对比分析计

算差距。除数量之外,董坤等^[28]提出结合专利数量和专利质量构建技术优势指数,进而计算省域之间在特定技术领域的技术差距。后来,陈旭等^[24,43]、江瑶等^[21]借鉴董坤的做法构建技术差距指数模型。徐霞等^[26]也摒弃简单直接计算专利总量的方式,从市场占有率角度测度专利数量的国际水平,采用IncoPat专利分析模块中的合享价值度作为专利质量指标。范书琴等^[44]利用关键核心特征指标计算结果,构建关键核心专利技术标准化质量指数作为技术差距特征指标。

除专利数据之外,虽然有学者还考虑了利用论文、实验室、商业等数据,但指标统计难度较大,停留在指标设计或定性评价阶段。例如,杨斌等^[27]从基础研究差距、应用研究差距、实验开发差距、商业化差距设计4个一级指标。赵君彦等^[10]从技术研究、技术转化、技术应用三方面衡量奶业卡脖子技术差距,邀请专家对各项指标进行评价。

总体来说,技术差距特征的指标体系围绕专利数量和质量展开,通过专利总量、计算均值等不同的计算方式构建不同的技术差距指数模型。但也存在一些不足之处:专利并不是唯一的评估技术差距的标准,技术差距还涉及研发投入、市场占有率、人才储备等其他因素的影响;有些公司或组织可能会通过大量申请专利来掩盖实际的技术差距,因此仅仅依靠专利数量和质量作为评估标准可能会产生误导;专利评估通常需要考虑多个因素,如技术领域、专利类型、法律和政策环境等,这些因素对专利评估结果的影响难以完全量化;专利申请和授权往往需要较长的时间,因此专利数量和质量评估的结果可能无法反映当前的技术差距。

2.3.2 关键核心维度

围绕产业发展特征，部分研究从理论层面构建卡脖子技术识别指标体系，为后续的卡脖子技术识别研究提供了研究基础，但未对指标进行量化。例如，杨斌等^[27]从专利覆盖程度、技术可突破性、核心专利保护范围、生产装备的自主率、技术复杂度设计5个一级指标。

部分学者基于专利数据对卡脖子技术的关键核心特征进行量化测度，如表3所示。江瑶等^[21, 23]从前沿影响、复杂创新、市场应用和战略辐射等维度设计关键核心特征指标。类似地，陈旭等^[24, 43]从前沿技术、经济价值、战略安全构建衡量关键核心特征的指标体系。范书琴等^[44]认为关键核心专利具有显著的技术价值、法律价值和商业价值，因此从技术属性、法律属性和商业属性构建关键核心特征识别指标体系。

表3 卡脖子技术的关键核心特征指标

维度	指标	学者
专利技术属性	专利影响力、先验知识量、科学关联度、技术宽度	范书琴等 ^[44] ，江瑶等 ^[21, 23] ，陈旭等 ^[24, 43]
专利法律属性	保护范围、核心保护范围、保护力度、技术信息披露度、权利稳定性	范书琴等 ^[44] ，江瑶等 ^[21, 23] ，陈旭等 ^[24, 43]
专利商业属性	剩余有效期、收益潜力、商业范围	范书琴等 ^[44]

虽然卡脖子技术的关键核心特征指标体系愈加丰富，但其本质还是主要从专利的外部特征测度关键核心特征。但卡脖子技术不同于关键核心技术，卡脖子技术注重在产业发展中的作用和安全，其关键核心特征更加强调在产业链的重要地位，目前少有学者从产业链的角度衡量卡脖子技术的关键核心特征。

2.3.3 国家战略维度

关于国家战略维度，杨斌等^[27]试图通过技术嵌入价值链的程度衡量其在全球价值链地位。张婷等^[13]结合生物医药领域的特点，从是否满足人群健康需求的技术、是否为国家社会经济发展的关键技术两个维度设置国家战略性指标，并细分为技术主要适应证的患病率、诊疗指南中的推荐程度、技术在国家级规划中被提及次数、是否符合国家政策演变趋势、国家科研项目资助数量或金额5个二级指标。赵君彦等^[10]通过关键领域战略目标要求、国家技术发展战略、社会经济需求三个方面设置战略布局指标，邀请专家对各项指标进行评价。

目前从国家战略角度对卡脖子技术进行量化测度的研究较少，原因可能是国家战略通常涉及复杂的政治、经济、军事、社会等多个领域，而这些领域的指标往往难以直接量化和比较。此外，国家战略往往具有长远的目标和战略性的考量，对其影响的评估和量化更加困难。此外，部分学者在关键核心特征指标体系中也体现出国家战略特征，导致两者之间的边界不够清晰，这也反映了卡脖子技术的复杂性和多维度性。

2.3.4 国际关系维度

关于国际关系维度，杨斌等^[27]设计核心零部件、基础材料和网络技术的对外依赖程度，以及技术标准参与水平和跨国技术转移难度5个指标测度技术自主可控程度，从而衡量产业安全性。周海球等^[19]、汤志伟等^[20]、郑国雄等^[40]、通过问卷调查法或德尔菲法测度技术垄断性。范书琴等^[44]采用国别集中度计算在特定技术领域某一国家的技术垄断程度，国别集中度采用赫芬达尔指数HHI表示。江瑶等^[23]以竞争

主体之间的专利数量差距来反映垄断依赖性。

目前从国际关系维度构建卡脖子技术识别指标体系的研究也较少，主要通过专家咨询或采用专利数量、质量差距来代替技术垄断性。此外，少有研究在国家关系指标方面区分国家之间的对抗竞争关系，对技术是否受国际环境影响显著的考虑不足，例如贸易政策、经济制裁、政治风险、知识产权保护、技术转移等方面。

综上，基于指标评价的卡脖子技术识别方法是目前常见的方法，根据卡脖子技术的概念内涵设计多维指标，设计指标判断标准，逐步收缩甄选卡脖子技术，最终将技术领域划分为非卡脖子技术、轻微卡脖子技术、一般卡脖子技术、严重卡脖子技术。该方法综合关键核心、战略性、垄断性、价值等特征识别卡脖子技术，但不同视角和定义下构建的指标各不相同，尚未形成通用的卡脖子技术识别指标体系。现有卡脖子技术识别指标重点关注关键核心和技术差距等方面，对国家战略、国际关系特征的研究不足。未来有待进一步从技术创新水平、产业竞争力的角度丰富卡脖子技术的技术差距特征，深入理解技术创新、市场需求等因素对技术差距的影响。同时，需要从产业链角度探索卡脖子技术的关键核心特征，了解在整个产业链中哪些环节具有关键性，从而更好地把握技术发展趋势和瓶颈。此外，将国家战略、国际关系等因素纳入评估指标体系是非常有必要的。卡脖子技术往往与国家战略、国际关系等紧密相关，这些因素对卡脖子技术的发展和应产生重要影响。因此，未来需要综合考虑各种因素，建立全面的量化评估体系，以更好地评估卡脖子技术。

2.4 基于文本分析的识别方法

部分学者基于美国出口管制文本和专利数据，采用自然语言处理、机器学习、共词分析等方法发现卡脖子技术。

周磊等^[45]首先计算实体清单企业的美国专利族与商品管制清单的文本相似性筛选卡脖子技术专利，再利用机器学习算法挖掘卡脖子技术属性，最后采用 LDA 建模提炼卡脖子技术主题及其演化规律。吕璐成等^[46]提出基于 TF-IDF 和 Word2Vec 的商品管制清单数据与专利数据自动映射方法和效果评价指标，并进一步分析中美技术差距。陆天驰等^[47]通过共词分析等方法对美国商品管制清单进行分析，探索人工智能领域中美国的管制重点。赵雪峰等^[11]构建多分类轮询的高质量卡脖子专利识别模型 LSTM-Seq-BERT，首先以 LSTM 为基础识别核心技术专利，其后组合 Word2Vec、BERT 及全连接神经网络提取申请文件的技术特征，最后利用 Softmax 函数激活技术特征，识别出高质量卡脖子技术专利。

基于文本分析的卡脖子技术识别方法，通过分析美国政府文件例如实体清单、商品管制清单或与专利结合发现卡脖子技术。该方法深入政策文本和专利数据，有利于把握美国政府对华管制重点和倾向，但除了技术因素，出口管制清单还受政治、经济等其他因素影响。

2.5 多方法综合的识别方法

除了上述四种方法之外，学者们进一步拓展研究思路，采用机器学习、社会网络分析、指标评价、专家评价等多种方法结合的方式识别卡脖子技术，如表 4 所示。

表 4 基于多种方法综合的卡脖子技术识别方法

作者	研究视角	数据	方法	指标体系	领域
陈旭 ^[24]	技术本身、国家战略	专利	指标评价、专家研讨	关键核心技术、潜在卡脖子问题、突破机会	AI 芯片
周海球等 ^[19]	技术本身、国家战略、产业发展	技术方向	专家评价、聚类分析、层次分析法	技术战略价值高、对方垄断性强、攻克难度大、产业需求旺盛	不限
徐霞等 ^[26]	技术本身	专利	社会网络分析、指标分析	关键核心技术（共现网络 K-核与中心性分析）、专利数量（市场占有率）、专利质量（合享价值度）	信息技术
范书琴等 ^[44]	技术本身、国际关系	专利	模糊层次分析法、熵权法、AHPSortII 分类方法、机器学习	关键核心专利（专利技术属性、法律属性、商业属性）、国别集中度（赫芬达尔指数 HHI）、差距程度（关键核心专利技术标准化质量指数）	锂电池隔膜技术
张治河等 ^[48]	技术本身、国家战略、国际关系	/	以德尔菲调查法为基础、融合多种定量与定性方法	技术重要性、国际竞争态势、发展基础、制约因素、预期时间、政策手段等	/

周海球等^[19]在采用专家评价法对卡脖子技术进行评分的基础上，结合马氏距离聚类分析、层次分析法对备选技术进行分类判别。徐霞等^[26]基于专利数据，综合采用社会网络分析方法和指标评价方法筛选卡脖子技术和杀手铜技术。范书琴等^[44]首先结合模糊层次分析法和熵权法确定专利评价指标权重，然后采用 AHPSortII 和机器学习方法识别关键核心专利，最后通过国别集中度和差距程度分别确定国外技术的垄断程度和锁定风险等级。张治河等^[48]设计定量与定性相结合的卡脖子技术方法，融合德尔菲法、文献计量分析、自然语言处理、层次分析等多种方法，甄选政府层面和企业层面的卡脖子技术。

近年来，越来越多的学者采用综合方法识别卡脖子技术，不断改进卡脖子技术识别效果，呈现出从以专家为主的定性研究方法转向数据驱动的定量研究方法和定性定量方法相结合的研究趋势。但同时计算方法复杂，且缺乏统一的理论根基支撑。

2.6 卡脖子技术识别方法述评

近年来，国内关于卡脖子技术的研究热度不断上升，涌现一批学术成果。通过表 5 对上文介绍的卡脖子技术识别方法进行汇总展示，以综合分析其研究思路、具体方法、研究视角和数据等。

上述每种卡脖子技术识别方法都有其独特的优势和局限性，并适用于不同的研究范畴，如表 6 所示。研究者需要根据具体的研究目标和技术领域的特点，选择最合适的识别方法或综合使用多种方法，以获得更全面和准确的识别结果。

通过对卡脖子技术的概念、特征以及主要识别方法进行归纳总结，现有研究仍存在不足之处，具体如下：

(1) 在概念内涵方面，现有研究主要从技术本身、产业安全、战略地位、国际关系等角度定义卡脖子技术，尚未形成统一的概念。同时，对卡脖子技术的技术属性、内涵特征、关键主体、形成原因、内在作用机制等缺乏系统性研究，

表5 不同卡脖子技术识别方法对比

识别方法	研究思路	具体方法	研究视角	数据
专家智慧	依赖专家的知识、经验和观点进行卡脖子技术识别	问卷调查、案例调研、德尔菲法、层次分析	技术本身、产业发展、国家战略	专家意见
文献计量	通过统计专利或论文数量测度技术差距或技术优势，从而识别卡脖子技术	文献计量、对比分析	技术本身	专利或论文
指标评价	构建多阶段甄选模型，在识别关键核心技术的基础上，进一步延伸识别卡脖子技术	指标评价	技术本身、国家战略	专利
文本分析	通过美国政府发布的实体清单、商品管制清单等文件发现卡脖子技术	自然语言处理、机器学习、共词分析	技术本身、国际关系	美国出口管制文本、专利
综合	采用多种方法结合的方式识别卡脖子技术	机器学习、社会网络分析、指标评价、专家评价	以技术本身、国家战略为主	专利

表6 卡脖子技术识别方法优劣势

识别方法	优势	劣势	适用范畴
专家智慧	能够利用专家丰富的经验和深入的理解，对技术的重要性和潜在的瓶颈进行评估	依赖于专家的主观判断，可能受到个人经验和偏见的影响	适用于技术前景不明确，需要专业判断的领域
文献计量	计算相对简单，具有较强的可操作性，弥补专家判断主观性较强的缺陷	文献计量指标可能受到多种因素影响	适用于已有大量研究基础，且研究活动较为活跃的技术领域
指标评价	通过设定一系列评价指标，可以系统地评估技术的成熟度、影响力和潜在风险	指标的选取可能存在主观性，且不同技术领域适用的指标可能不同	适用于需要综合多方面因素进行评价的领域
文本分析	深入政策文本和专利数据，利用自然语言处理技术可以分析大量文本数据	出口管制清单受政治、经济等其他因素影响；文本分析的准确性受到算法和数据质量的限制	适用于文本数据丰富，需要快速筛选和识别信息的场景

理论基础薄弱。由于卡脖子技术尚未形成统一的定义，缺乏理论根基支撑，学者对卡脖子技术的内涵和特征的理解也各有不同，因此卡脖子技术识别的方法流程、指标设计、验证标准均存在差异。

(2) 在识别指标方面，随着卡脖子技术研究的不断深入，指标体系也更加丰富。但存在以下问题：一是重点关注关键核心、技术差距等特征，对国家战略、国际关系特征的研究不足；二是卡脖子特征与测量指标之间缺乏联系，指标选取的科学性和合理性存在质疑，例如现有研究多选取专利数量和质量指标测度技术差距或垄断，但单一的专利外部特征指标具有片面性，仅仅依据该指标不足以衡量判断某项技

术是否是真正的卡脖子技术；三是指标权重确定与阈值选取等没有统一的标准；四是部分指标难以量化等。

(3) 在识别方法方面，现有研究常采用专家智慧、文献计量、指标评价、文本分析、社会网络分析等其中一种或综合多种方法识别卡脖子技术。卡脖子技术识别方法从基于专家智慧的定性研究方法，到基于数据驱动的定量研究方法以及两者相结合的方法。但仍存在以下问题：一是多从技术视角识别卡脖子技术，缺乏从产业发展、国家战略以及国际关系视角进行研究，无法全面评估卡脖子技术；二是通过自然语言处理、机器学习、文本挖掘、社会网络分析等新技术手段识别卡脖子技术的研究方

法体系仍不成熟；三是卡脖子技术识别研究所采用的数据源较为单一，仍以专家意见和专利数据为主；四是部分研究停留在得到卡脖子技术清单阶段，存在识别粒度较粗的问题，仍然需要进一步细化卡脖子技术的具体卡点、技术差距、技术分类等细节问题。

3 总结与展望

卡脖子技术作为推动国家科技进步、保障国家安全、促进产业升级的关键因素，其准确而有效的识别对于中国政府、管理机构以及研发人员而言，具有至关重要的意义。本文首先对卡脖子技术的概念、特征进行归纳辨析；其次系统梳理现有的卡脖子技术识别方法，将其总结为五类：基于专家智慧的方法、基于文献计量的方法、基于指标评价的方法、基于文本分析的方法以及多种方法结合的方法；最后对比各种方法的研究思路、优劣势、适用范畴等，提出现有研究存在的主要问题。

针对目前卡脖子技术研究领域的不足，未来可以在以下方面加强研究：

(1) 加强卡脖子技术的概念和理论研究。目前学术界对卡脖子技术的概念、特征以及破解路径等理论问题进行了积极探索，但还未达成共识。未来应继续加强对卡脖子技术的技术属性、内涵特征、关键主体、形成原因、内在作用机制等问题的研究，为卡脖子技术识别和突破研究打下坚实的理论基础。

(2) 构建全方位多层次的卡脖子技术评价指标体系。未来有待进一步从技术创新水平、产业链角度探索卡脖子技术的技术差距特征和

关键核心特征的测度，深入理解技术创新、市场需求等因素对卡脖子技术的影响。此外，将国家战略、国际关系等因素纳入评估指标体系，进一步完善卡脖子技术的评估指标体系。

(3) 构建动态精准的卡脖子技术识别方法。从技术本身、产业发展、国家战略以及国际关系多个视角全面评估卡脖子技术；积极探索机器学习、文本挖掘、社会网络分析等方法在卡脖子技术识别研究中的应用；拓展卡脖子技术识别的数据源；细粒度识别卡脖子技术，并分析技术卡点、技术差距和技术风险等方面；从紧迫程度、产业类型等角度设计更为精细的卡脖子技术识别方法；持续监测卡脖子技术领域相关动态，不仅识别当前的卡脖子技术，更要预测未来可能的卡脖子技术。

参考文献

- [1] 人民网. 习近平主持召开科学家座谈会并发表重要讲话 [EB/OL]. (2020-09-11)[2022-12-28]. <http://politics.people.com.cn/n1/2020/0911/c1024-31858723.html>.
- [2] 中国政府网. 习近平：在中国科学院第二十次院士大会、中国工程院第十五次院士大会、中国科协第十次全国代表大会上的讲话 [EB/OL]. (2021-05-28)[2022-12-28]. http://www.gov.cn/xinwen/2021-05/28/content_5613746.htm.
- [3] 曹宇轩, 栗锋. 中国“卡脖子”技术研究述评 [J]. 科技和产业, 2022, 22(11): 38-44.
- [4] 汉语大词典 & 康熙字典. “卡脖子”词条 [EB/OL]. [2023-01-04]. <https://hd.cnki.net/kxhd/Search/Result>.
- [5] 张治河, 高中一, 檀润华, 等. 突破“卡脖子”技术的思维模式——基于 TRIZ 的设计 [J]. 科研管理, 2022, 43(12): 54-68.
- [6] 曹琨, 吴新年, 白光祖, 等. 基于专利文献的“卡脖子”技术识别研究——以数控机床领域为例 [J]. 图书情报工作, 2023, 67(19): 80-91.

- [7] 陈劲, 阳镇, 朱子钦. “十四五”时期“卡脖子”技术的破解: 识别框架、战略转向与突破路径[J]. 改革, 2020(12): 5-15.
- [8] 任文华. 钱学森技术科学观视域下关键核心技术“卡脖子”问题研究[J]. 科学管理研究, 2021, 39(3): 33-38.
- [9] 邵颖红, 周恺伦, 程与豪. 政府补助激励“卡脖子”技术企业创新中内循环能否提供助力——以半导体及芯片行业为例[J/OL]. 科技进步与对策: 1-9[2024-01-16].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/42.1224.G3.20230117.1553.003.html>.
- [10] 赵君彦, 赵婧姝. 奶业“卡脖子”关键技术甄选机制及培育路径——基于产业链与创新链协同视角[J]. 中国畜牧杂志, 2023, 59(4): 323-328.
- [11] 赵雪峰, 吴德林, 吴伟伟, 等. 基于深度学习与多分类轮询机制的高质量“卡脖子”技术专利识别模型——以专利申请文件为研究主体[J]. 数据分析与知识发现, 2023, 7(8): 30-45.
- [12] 李昱璇, 方卫华. “卡脖子”技术概念辨析——内生性矛盾、国家主体与外部限制的共同建构[J]. 科学学研究, 2024, 42(1): 31-37, 135.
- [13] 张婷, 陈娟, 徐东紫, 等. 生物医药领域“卡脖子”技术的概念内涵辨析及评判原则思考[J]. 中国新药杂志, 2023, 32(16): 1615-1621.
- [14] 何婉, 樊斌. 中国奶牛养殖业种源“卡脖子”问题识别、成因与破解路径[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2023(12): 7-13.
- [15] 王敏, 银路. 突破关键核心技术“卡脖子”困境的路径研究[J]. 清华管理评论, 2022(5): 45-50.
- [16] 宋立丰, 区钰贤, 王静, 等. 基于重大科技工程的“卡脖子”技术突破机制研究[J]. 科学学研究, 2022, 40(11): 1991-2000.
- [17] 韩震, 赵宇恒, 赵莉, 等. “卡脖子”技术形成路径与破解策略选择——基于芯片产业的案例研究[J]. 科技进步与对策, 2023, 40(24): 82-91.
- [18] 杨玉良. “卡脖子”问题刍议[J]. 科学与社会, 2020, 10(4): 1-4.
- [19] 周海球, 黄晓林, 李维思, 等. 基于MD-AHP的关键核心技术攻关任务甄选方法研究[J]. 情报杂志, 2023, 42(9): 149-154.
- [20] 汤志伟, 李昱璇, 张龙鹏. 中美贸易摩擦背景下“卡脖子”技术识别方法与突破路径——以电子信息产业为例[J]. 科技进步与对策, 2021, 38(1): 1-9.
- [21] 江瑶, 陈旭, 张凌恺. 专利视域下“卡脖子”技术三阶段识别研究——以芯片材料为例[J]. 情报杂志, 2023, 42(10): 132-139, 55.
- [22] 俞荣建, 王雅萍, 赵一智, 等. 破解“卡脖子”技术难题: “情境——策略”非对称匹配视角[J]. 中国科学院院刊, 2023, 38(4): 580-592.
- [23] 江瑶, 陈旭, 胡斌. “卡脖子”关键核心技术两阶段漏斗式甄选模型构建及应用研究[J]. 情报杂志, 2023, 42(3): 94-101.
- [24] 陈旭, 江瑶, 熊焰, 等. 关键核心技术“卡脖子”问题的识别及应用: 以AI芯片为例[J]. 中国科技论坛, 2023(9): 17-27.
- [25] 李昱璇, 汤志伟. “卡脖子”技术问题的综合解决方案——以S省为例[J]. 中国科技论坛, 2022(1): 7-13, 21.
- [26] 徐霞, 吴福象, 王兵. 基于国际专利分类的关键核心技术识别研究[J]. 情报杂志, 2022, 41(10): 74-81.
- [27] 杨斌. 先进电子材料领域“卡脖子”技术的研判与对策分析[J]. 科技管理研究, 2021, 41(23): 115-123.
- [28] 董坤, 白如江, 许海云. 省域视角下产业潜在“卡脖子”技术识别与分析研究——以山东省区块链产业为例[J]. 情报理论与实践, 2021, 44(11): 197-203.
- [29] 夏清华, 乐毅. “卡脖子”技术究竟属于基础研究还是应用研究?[J]. 科技中国, 2020(10): 15-19.
- [30] 武川, 王宏起, 王珊珊. 前沿技术识别与预测方法研究——基于专利主题相似网络与技术进化法则[J]. 中国科技论坛, 2023(4): 34-42.
- [31] 高楠, 周庆山. 新兴技术概念辨析与识别方法研究进展[J]. 现代情报, 2023, 43(4): 150-164.
- [32] 周波, 冷伏海. 演绎逻辑与归纳逻辑视角下的颠覆性技术识别方法研究述评[J]. 情报学报, 2022, 41(9): 980-990.
- [33] 王康, 陈悦, 宋超, 等. 颠覆性技术: 概念辨析与特征分析[J]. 科学学研究, 2022, 40(11): 1937-1946.
- [34] 陈光. 从P-TMO模型看我国重大创新突破的关键因素[J]. 国家治理, 2020(45): 15-20.
- [35] 中国政府网. 习近平: 国家中长期经济社会发展

- 战略若干重大问题 [EB/OL]. (2020-10-31)[2023-07-16]. https://www.gov.cn/xinwen/2020-10/31/content_5556349.htm.
- [36] BOUTELLIER R, LOFFLER K. Bottleneck Technologies: Applying the Constraints Approach to Technology Management Evidence from Case Studies[C]//2006 Technology Management for the Global Future - PICMET 2006 Conference, 2006(1): 38-45.
- [37] 中国政府网. 如何加快解决“卡脖子”难题 [EB/OL]. (2021-08-12)[2023-02-10]. http://www.gov.cn/xinwen/2021-08/12/content_5630865.htm.
- [38] 任继球. 澄清认识 加快构建“卡脖子”技术攻关长效机制 [J]. 宏观经济管理, 2021(4): 19-25, 33.
- [39] INDUSTRY AND SECURITY BUREAU. Federal Register: Review of Controls for Certain Emerging Technologies[EB/OL]. (2018-11-19) [2022-12-28]. <https://www.federalregister.gov/documents/2018/11/19/2018-25221/review-of-controls-for-certain-emerging-technologies>.
- [40] 郑国雄, 李伟, 刘溉, 等. 基于德尔菲法和层次分析法的“卡脖子”关键技术甄选研究——以生物医药领域为例 [J]. 世界科技研究与发展, 2021, 43(3): 331-343.
- [41] 唐恒, 邵泽宇, 蔡兴兵, 等. 专利视角下“卡脖子”技术短板甄选研究 [J]. 中国发明与专利, 2021, 18(1): 54-59.
- [42] 程郁, 叶兴庆, 宁夏, 等. 中国实现种业科技自立自强面临的主要“卡点”与政策思路 [J]. 中国农村经济, 2022(8): 35-51.
- [43] 陈旭, 江瑶, 熊焰, 等. 基于专利维度的关键核心技术“卡脖子”问题识别与分析——以集成电路产业为例 [J]. 情报杂志, 2023, 42(8): 83-89, 19.
- [44] 范书琴, 刘国新. 专利质量视角下国外技术锁定的模糊识别研究——以锂电池隔膜技术为例 [J]. 科学学与科学技术管理, 2022, 43(12): 132-152.
- [45] 周磊, 吕璐成, 穆克亮. 中美科技博弈背景下的卡脖子技术识别方法研究 [J]. 情报杂志, 2023, 42(8): 69-76.
- [46] 吕璐成, 韩涛, 陈芳, 等. 美国商业管制清单与专利自动映射方法及实证研究 [J]. 情报学报, 2022, 41(1): 50-61.
- [47] 陆天驰, 闵超, 高伊林, 等. 竞争情报视角下的中美人工智能技术领域差距分析——以美国商品管制清单为例 [J]. 情报杂志, 2019, 38(11): 25-33.
- [48] 张治河, 苗欣苑. “卡脖子”关键核心技术的甄选机制研究 [J]. 陕西师范大学学报(哲学社会科学版), 2020, 49(6): 5-15.