

我国人工智能政策文本量化研究

——政策现状与前沿趋势

臧 维,张延法,徐 磊

(北京工业大学 经济与管理学院,北京 100124)

摘 要:以我国公布的30份人工智能政策文本为样本,基于政策工具和PMC政策评价模型,采用文本挖掘及内容分析法,对我国当前人工智能政策文本进行量化分析。结果发现,我国人工智能政策中的需求型政策工具需进一步加强,环境型政策工具结构有待调整;通过对处于不同评价等级、针对不同产业发展政策文本的PMC指数进行比较,识别出影响我国人工智能政策文本评价等级的具体变量。最后,结合我国人工智能研究前沿趋势分析,探寻未来政策制定方向,为后续人工智能政策的制定和修改提供具体、可操作性建议。

关键词:人工智能;文本挖掘;政策工具;政策评价;PMC模型

DOI:10.6049/kjbydc.2020110302

中图分类号:F490.0

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

文章编号:1001-7348(2021)15-0125-10



Quantitative Research on Artificial Intelligence Policy Text in China

——Policy Status Quo and Frontier Trends

Zang Wei, Zhang Yanfa, Xu Lei

(School of Economic and Management, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China)

Abstract: In this paper, 30 artificial intelligence policy texts published in China are taken as samples. Based on policy tools and PMC policy evaluation model, text mining and content analysis are adopted to conduct quantitative analysis on the current artificial intelligence industrial policy texts in China. It is found that demand-type policy tools of artificial intelligence industrial policy in China need to be further strengthened, and the structure of environment-type policy tools needs to be adjusted scientifically. Through comparative analysis of PMC indexes of policy texts at different evaluation levels and aiming at the development of different industries, the specific variables affecting the evaluation level of artificial intelligence policy texts in China were identified. Finally, combining with the cutting-edge trend analysis of artificial intelligence research in China, this paper explores the direction of future policy making, and provides specific and operational suggestions for the subsequent formulation and modification of artificial intelligence policies.

Key Words: Artificial Intelligence; Text Mining; Policy Tools; Policy Evaluation; PMC Model

0 引言

随着人工智能基础理论和核心技术的快速发展,人工智能逐渐成为推动我国新一轮产业变革的关键驱动力,我国政府紧跟变革新趋势,不断出台相关政策,将发展人工智能作为提升我国综合实力的重要战略。自2015年《中国制造2025》发布以来,我国人工智能产业进入快速发展阶段。2016年5月,《“互联网+”人工智能三年行动实施方案》提出我国人工智能产业在2018年要达到千亿元规模。2017年7月,国务院进一步印发《新一代人工智能发展规划》,对我国人工智能

发展作出“三步走”战略部署,让我国人工智能理论、技术和应用在2030年总体达到世界领先水平。2018年1月,《人工智能标准化白皮书(2018版)》正式发布,宣布成立国家人工智能标准化总体组,推行我国人工智能标准化工作。这一系列相关政策的发布与实施不仅将我国人工智能发展上升为国家战略,而且进一步推动了我国人工智能产业健康快速发展。

人工智能政策不仅涉及理论指导,而且还涉及技术应用与产业发展,政策内涵十分丰富。当前,我国关于人工智能政策的研究大多倾向于政策现状分析,而结合未来产业发展趋势,从前沿趋势中发现政策缺口

收稿日期:2020-11-11 **修回日期:**2021-01-14

基金项目:北京市自然科学基金青年项目(9174026)

作者简介:臧维(1986-),女,北京人,北京工业大学经济与管理学院副教授,研究方向为企业战略;张延法(1989-),男,山东枣庄人,北京工业大学经济与管理学院硕士研究生,研究方向为企业战略;徐磊(1981-),女,安徽合肥人,博士,北京工业大学经济与管理学院副教授,研究方向为新产品开发和企业创新。本文通讯作者:徐磊。

的研究较少^[1-2]。在人工智能快速崛起之际,厘清相关政策脉络对于促进人工智能发展具有重要意义。因此,本文围绕我国人工智能相关政策展开分析,重点探讨以下问题:①我国政府部门出台了哪些政策?政策内容侧重于哪些方面?②使用了哪些政策工具?实现了怎样的政策目标?③当前政策评价结果如何?④我国人工智能前沿趋势侧重于什么?今后出台的相关政策建议应注意什么?

1 文献综述

1.1 文本挖掘

文本挖掘主要是从大量无结构的文本信息中发现潜在存在的联系与规律,从中提取有效、可利用的分布在文本信息中有价值的内容,利用这些内容重新组织成更有价值的信息^[3]。近年来,文本挖掘在文本分析中应用比较广泛,其与特定领域的结合逐渐成为当前研究重点^[4]。随着大数据技术的应用,文本挖掘技术不断成熟,文本挖掘在政策文本研究方面的应用越来越多,国内已有大量学者利用文本挖掘对政策类文本进行分析。袁利平等^[5]利用文本挖掘对美国人工智能教育战略进行研究,提炼出智能教育产业发展重点策略,为政府完善智能教育政策提供了现实指导;汤志伟等^[6]基于文本挖掘对中美人工智能产业政策进行对比分析,发现中美两国人工智能政策在政策目标、政策工具和政策执行方面存在差异,有利于政府更好地把握未来人工智能政策制定方向。文本挖掘以自身独特优势成为政策研究的重要分析工具。据此,本文从文本挖掘出发,对我国人工智能政策展开量化研究。由于文本挖掘使用的算法、词库、计算工具不同,所得到的语义分析结果也不同,因此需根据政策文本研究特点选择合适的文本挖掘模型。

1.2 政策工具

政策工具是政策制定者为实现政策目标而采取的政策干预^[7]。在政策研究领域,政策工具是关于政策分析的工具科学,是政策科学的结构理论。张永安等^[8]认为,政策工具共同整合形成政策,政策反映了政府的政策价值和治理理念。

政策工具是政策分析的基础模块,政策工具维度划分直接影响政策目标的实现^[9]。研究角度不同,对政策工具的定义和维度划分也不同,最经典的划分方式由 Rothwell & Zegveld^[10]提出,其将政策工具划分为供给型、环境型和需求型三大维度。另外一些学者从政府对资源的利用角度出发,将政策工具划分为信息型、组织型和财政型三大维度^[11]。Hoppmann 等^[12]根据政策工具作用层面差异,将政策工具划分为战略层、综合层和基层层三大维度;汤志伟等^[13]从政策工具和创新价值链两个维度对我国地方政府出台的人工智能产业政策进行文本分析,揭示两个维度下政策工具的使用效率;毛

子骏等^[14]以政策工具为基础,对 5 个国家的人工智能政策进行系统对比分析,发现不同国家对政策工具的使用存在差异。当前,学者对政策工具的研究较多,但研究内容不够丰富,针对人工智能政策工具的研究仍需补充和完善。由于政策研究角度不同,政策内容研究侧重点和方向也不同,面对错综复杂的维度划分类型,对政策工具的适应性提出了更高要求。Rothwell & Zegveld 的划分方式综合考虑政府干预手段和干预程度,且对二级政策工具的划分比较符合现实情况,可以更好地阐述政策工具与人工智能政策的作用关系,因此本文采用这种政策工具维度划分方法。

1.3 政策评价

政策评价是指使用一系列研究方法系统衡量和判断政策干预、实施的有效性,并确定其在改善不同利益相关者方面的社会价值和经济价值^[15]。政策评价最早在第一次世界大战前的教育和公共卫生计划中提出(杨雅南等,2013)。20 世纪 70 年代以后,政策评价逐渐从社会科学评价中开辟出独立研究领域。Suchman 最初创建了政策评价五类评估法,随后 Poland 创立了“三 E”评估框架,之后 Wollmann 又提出经典政策评价^[16],政策评价以实证方式不断发展演进。这种不断演进的政策评价方法虽然具有一定的科学性、合理性,但同时也展现出某些不足,而评价标准和程序是影响政策评价效果的重要因素,因此只有选择科学合适的政策评价方法才能保证政策评价结果的真实性和准确性^[17]。在已有的政策量化评价模型对比中,PMC 指数模型最突出。PMC 指数模型的各项参数主要由文本挖掘提取,特别是对二级变量的提取能够极大程度上减少人为主观评价的影响,提高量化评价准确度;PMC 指数模型以政策文本自身为研究对象,比以往的事后评价模型更加聚焦于政策内容;PMC 指数模型不仅可以对某一政策进行量化评价,而且能够对多个不同政策进行比较分析。胡峰等^[18]基于 PMC 指数模型,对 8 项机器人产业政策文件进行量化评价,为机器人产业政策制定、调整、完善提供了重要支撑和决策依据。因此,本文利用 PMC 指数模型和文本挖掘对人工智能产业政策进行量化评价,分析各项政策的优势和不足,以丰富现有政策量化评价研究。

1.4 研究前沿

研究前沿最早由 Price^[19]提出,指在某一特定研究领域,作者积极引用近期文献集合所代表的研究领域就是研究前沿。研究前沿的本质是某一特定研究主题或领域能够在短时间内引起学者高度关注,其代表了未来发展热点与趋势^[20]。识别研究前沿的方法主要有两种:基于专家的方法和基于计算机的方法。其中,基于专家的方法就是用专家知识识别研究前沿,由于专家知识主观性太强,无法保证研究前沿的准确性,因而逐渐被淘汰。而基于计算机的方法是利用计算机对文

献进行分析和挖掘快速识别研究前沿。当前,基于计算机的识别方法主要有两种:基于引用关系的方法和基于文本内容的方法^[21]。研究前沿能够在短时间内引起学者共同关注,与之相关的文章也会被其它学者积极引用,进而导致引文网络变化。研究前沿代表新的研究发现和进展,新研究必然引发文本内容的显著变化。在当前研究前沿方法中无论采用哪种方法都无法避免方法自身的局限性。使用基于引用关系的方法时,引文层面聚类分析会出现引用时间与被引时间上的不一致,这种不一致会影响识别的准确性^[22]。使用基于文本内容的方法时,由于单词短语具有多种语境含义,在不同语境中单词短语的语义不同,仅基于文本内容分析并不能完整表达文本中所隐含的所有信息,从而影响研究前沿识别的完整性^[23]。由此可见,单独使用某一方法无法准确识别研究前沿。因此,许多学者将两种方法结合起来综合形成基于复合关系的方法,有效发挥了两者优先,弥补了两者的不足。王云

等^[24]使用复合关系法探究我国城镇化研究进展与趋势,本文也采用这种基于复合关系的探测方法识别我国人工智能研究的前沿趋势。

2 我国人工智能政策文本内容分析

2.1 人工智能政策选取与来源

为保证样本数据的权威性和准确性,本文选取的政策文本来源于国务院、国家部委及各省政府部门官网。在人工智能政策文本检索与选取过程中,本文主要遵循以下原则:①以“人工智能”为关键词进行政策文本检索,要求政策文本标题包含“人工智能”关键词,且是针对人工智能发展而制定的政策内容;②要求政策文本发文机构为中央政府及各省政府,所选取的政策文本类型为法律法规、规划、通知、计划、意见和行动纲要等。根据以上检索过程和原则,本文共收集与人工智能相关的政策文本 30 份,如表 1 所示。

表 1 人工智能政策文本

编号	政策文本
P ₁	关于印发《“互联网+”人工智能三年行动实施方案》的通知(发改高技〔2016〕1078 号)
P ₂	国务院关于《印发新一代人工智能发展规划》的通知(国发〔2017〕35 号)
P ₃	关于印发《中关村国家自主创新示范区人工智能产业培育行动计划(2017—2020 年)》的通知(中科园发〔2017〕43 号)
P ₄	浙江省人民政府关于印发《浙江省新一代人工智能发展规划》的通知(浙政发〔2017〕47 号)
P ₅	辽宁省人民政府关于印发《辽宁省新一代人工智能发展规划》的通知(辽政发〔2017〕57 号)
P ₆	上海市人民政府办公厅印发《关于本市推动新一代人工智能发展的实施意见》的通知(沪府办发〔2017〕66 号)
P ₇	江西省人民政府办公厅印发《关于加快推进人工智能和智能制造发展若干措施》的通知(赣府厅发〔2017〕83 号)
P ₈	工业和信息化部关于印发《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划(2018—2020 年)》的通知(工信部科〔2017〕315 号)
P ₉	《中国(合肥)智能语音及人工智能产业基地(中国声谷)发展规划(2018—2025 年)》(皖政办秘〔2017〕333 号)
P ₁₀	《国家发展改革委办公厅关于组织实施 2018 年“互联网+”、人工智能创新发展和数字经济试点重大工程的通知》(发改办高技〔2017〕1668 号)
P ₁₁	教育部关于印发《高等学校人工智能创新行动计划》的通知(教技〔2018〕3 号)
P ₁₂	福建省人民政府《关于推动新一代人工智能加快发展的实施意见》(闽政〔2018〕5 号)
P ₁₃	关于印发《山东省新一代人工智能产业发展三年行动计划(2018—2020 年)》的通知(鲁工信技〔2018〕9 号)
P ₁₄	《黑龙江省人工智能产业三年专项行动计划(2018—2020 年)》(黑政办规〔2018〕10 号)
P ₁₅	省人民政府《关于促进大数据云计算人工智能创新发展加快建设数字贵州的意见》(黔府发〔2018〕14 号)
P ₁₆	《吉林市人民政府关于促进新一代人工智能产业发展的实施意见》(吉市政发〔2018〕15 号)
P ₁₇	《广西壮族自治区人民政府关于贯彻落实新一代人工智能发展规划的实施意见》(桂政发〔2018〕24 号)
P ₁₈	天津市人民政府办公厅关于印发《天津市新一代人工智能产业发展三年行动计划(2018—2020 年)》的通知(津政办发〔2018〕40 号)
P ₁₉	安徽省人民政府关于印发《安徽省新一代人工智能产业发展规划(2018—2030 年)》的通知(皖政〔2018〕42 号)
P ₂₀	天津市人民政府办公厅关于转发科技局拟定的《天津市人工智能“七链”精准创新行动计划(2018—2020 年)》的通知(津政办发〔2018〕57 号)
P ₂₁	广东省人民政府关于印发《广东省新一代人工智能发展规划》的通知(粤府〔2018〕64 号)
P ₂₂	四川省人民政府关于印发《四川省新一代人工智能发展实施方案》的通知(川府函〔2018〕151 号)
P ₂₃	甘肃省人民政府办公厅关于印发《甘肃省新一代人工智能发展实施方案》的通知(甘政办发〔2018〕151 号)
P ₂₄	北京市教育委员会关于印发《北京促进人工智能与教育融合发展行动计划》的通知(京教研〔2019〕5 号)
P ₂₅	上海市人民政府办公厅关于印发《推进上海马桥人工智能创新试验区建设工作方案》的通知(沪府办发〔2019〕19 号)
P ₂₆	云南省人民政府关于印发《云南省新一代人工智能发展规划》的通知(云政发〔2019〕27 号)
P ₂₇	山东省人民政府《关于大力推进“现代优势产业集群+人工智能”的指导意见》(鲁政字〔2019〕84 号)
P ₂₈	关于印发《安徽省新一代人工智能产业基地建设实施方案》的通知(皖经信科技〔2019〕130 号)
P ₂₉	教育部 国家发展改革委 财政部印发《关于“双一流”建设高校促进学科融合 加快人工智能领域研究生培养的若干意见》的通知(教研〔2020〕4 号)
P ₃₀	《安徽省人民政府关于支持人工智能产业创新发展若干政策的通知》(皖政〔2020〕14 号)

2.2 人工智能政策主题分析

首先,将收集到的 30 份人工智能政策文本导入

文本分析软件 ROSTCM6 进行分词处理,其次,对处理后的政策文本提取高频主题词,得到人工智能政策文

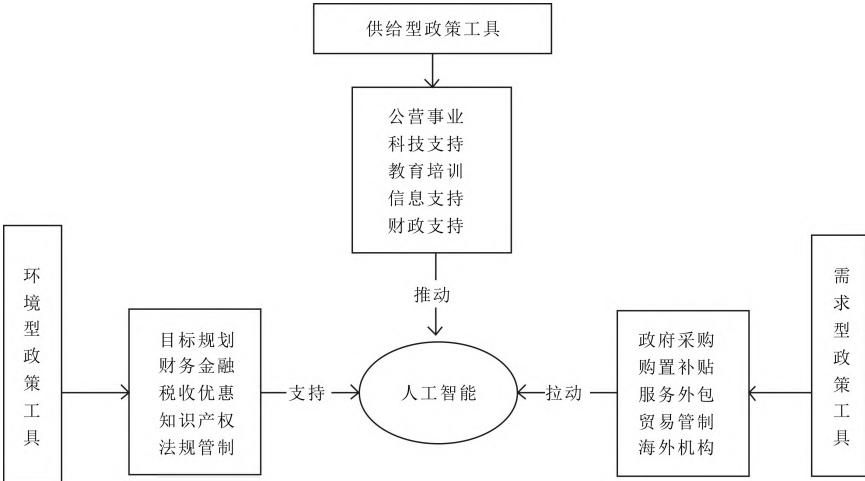


图 2 政策工具维度划分

表 3 人工智能政策工具统计

政策工具	政策形式	条文编号	小计	占比(%)
供给型	公营事业	1-3,1-4,4-2,7-2	4	62.16
	科技支持	1-1,3-5,4-2,6-6,11-5,12-4,13-2,18-3,21-4,22-7,23-5,25-3,27-5,29-3	14	
	教育培训	1-5,3-5,4-2,6-6,9-4,10-3,11-5,13-3,14-5,15-4,16-4,18-4,19-3,20-4,23-6,24-10,26-5,27-7,28-4,30-5	20	
	信息支持	3-2,4-2,6-5,9-4,10-3,11-5,12-4,18-3,21-4,22-8,23-5,24-5,25-3,26-5,27-5,28-5,29-3	17	
	财政支持	4-3,7-3,8-4,11-5,12-5,14-5,15-4,16-4,18-4,19-3,24-8,25-4,27-6,30-6	14	
环境型	目标规划	3-1,5-1,6-1,7-1,8-2,9-2,10-1,11-2,15-1,18-2,27-2	11	27.93
	财务金融	4-3,5-8,22-7,27-6,30-5	5	
	税收优惠	5-11,20-4	2	
	知识产权	3-5,10-5,12-5,15-4,25-4,27-6,29-4	7	
	法规管制	4-3,8-5,17-3,19-3,22-7,27-6	6	
需求型	政府采购	/		9.91
	购置补贴	/		
	服务外包	6-5,12-4,26-5,30-3	4	
	贸易管制	/		
	海外机构	3-5,7-3,20-4,23-6,25-4,28-5,30-5	7	

表 4 政策评价变量设置

一级变量		二级变量	
X ₁ 政策性质	X _{1,1} 预测	X _{1,2} 监督	
		X _{1,3} 提议	
		X _{1,4} 描述	
X ₂ 政策效力	X _{2,1} 短期	X _{2,2} 中期	
		X _{2,3} 长期	
		X _{2,4} 诊断	
X ₃ 政策领域	X _{3,1} 经济	X _{3,2} 社会	
		X _{3,3} 技术	
X ₄ 政策评价	X _{4,1} 依据充分	X _{4,2} 目标明确	
		X _{4,3} 规划详实	
X ₅ 政策级别	X _{5,1} 国家级	X _{5,2} 省级	
		X _{5,3} 市政府采购	
X ₆ 政策功能	X _{6,1} 制度约束	X _{6,2} 规范引导	
		X _{6,3} 技术创新	
X ₇ 作用层面	X _{7,1} 国家创新	X _{7,2} 区域创新	
		X _{7,3} 企业创新	
X ₈ 激励措施	X _{8,1} 投资补贴	X _{8,2} 法律保障	
		X _{8,3} 人才引进	
	X _{8,4} 知识产权	X _{8,5} 税收优惠	

4 基于 PMC 指数模型的人工智能政策评价

4.1 PMC 指数模型

PMC 指数模型以 Mobilis 假说为指导思想,由 Ruiz Estrada 等^[25]提出。该假设指出事物都是运动且相互联系的,在统计变量时要尽可能统计每一个相关变量。PMC 指数模型不仅可以分析政策的内部一致性,而且还可以分析该政策的优势和不足,通过 PMC 指数绘制 PMC 曲面能够对政策内容进行多维度评价和单指标分析。构建 PMC 指数模型主要通过以下几个步骤实现:变量分类及参数识别、建立多投入产出表、PMC 指数计算和 PMC 曲面图绘制。

(1)变量分类与参数识别。本文以我国人工智能政策为研究对象,以 Estrada 的政策评价为基础,参考张永安等^[26]对相关变量的设定,结合我国人工智能政策的具体特点,选取 9 个一级变量和 31 个二级变量,如表 4 所示。

构建 PMC 指数除确立一级变量和二级变量外,还需

要对 PMC 模型进行参数设定。本文中每个二级变量重要程度都相同,且在多投入产出表中所占权重也相同。将所有二级变量的参数值都设定为二进制 0 和 1,当政策内容包含该二级变量时,二级变量参数值为 1;若不含有,则参数值为 0。

(2)构建多投入产出表。本文构建多投入产出表,以使每个变量都能在框架内进行多维度衡量。为计算 9 个一级变量的值,需要在多投入产出表中对 31 个二级变量进行赋值,由于各二级变量权重相同,所以对该变量采取二进制处理。本文结合我国人工智能政策各变量的具体特点建立多投入产出表,如表 5 所示。

(3)PMC 指数计算。首先,对多投入产出表中的二级变量进行赋值,根据公式(1)计算各一级变量;其次,根据计算的一级变量值,利用公式(2)计算 PMC 指数;最后,根据计算的 PMC 指数对相应人工智能政策进行评价。依据 PMC 指数得分可以对各人工智能政策进行等级划分,划分等级如表所 6 示。

$$X_t \left(\sum_{j=1}^n \frac{X_{tj}}{T(X_{tj})} \right) \quad t=1,2,3,4,5\cdots \quad (1)$$

$$PMC = \left[\begin{aligned} &X_1 \left(\sum_{i=1}^5 \frac{X_{1i}}{5} \right) + X_2 \left(\sum_{i=1}^3 \frac{X_{2i}}{3} \right) + X_3 \left(\sum_{i=1}^4 \frac{X_{3i}}{4} \right) + \\ &X_4 \left(\sum_{i=1}^3 \frac{X_{4i}}{3} \right) + X_5 \left(\sum_{i=1}^2 \frac{X_{5i}}{2} \right) + X_6 \left(\sum_{i=1}^4 \frac{X_{6i}}{4} \right) + \\ &X_7 \left(\sum_{i=1}^5 \frac{X_{7i}}{5} \right) + X_8 \left(\sum_{i=1}^5 \frac{X_{8i}}{5} \right) + X_9 \end{aligned} \right] \quad (2)$$

(4)构建 PMC 曲面。PMC 曲面由 PMC 矩阵构成,并以图像形式更加直观地展示政策评价效果。PMC 矩阵是个三阶矩阵,由 PMC 指数组成,依据公式(3)可计算该政策的 PMC 曲面。

$$PMC \text{ 曲面} = \begin{pmatrix} X_1 & X_2 & X_3 \\ X_4 & X_5 & X_6 \\ X_7 & X_8 & X_9 \end{pmatrix} \quad (3)$$

表 5 多投入产出表

X ₁					X ₂				
X _{1,1}	X _{1,2}	X _{1,3}	X _{1,4}	X _{1,5}	X _{2,1}	X _{2,2}	X _{2,3}		
X ₃					X ₄				
X _{3,1}	X _{3,2}	X _{3,3}	X _{3,4}		X _{4,1}	X _{4,2}	X _{4,3}		
X ₅					X ₆				
X _{5,1}	X _{5,2}				X _{6,1}	X _{6,2}	X _{6,3}	X _{6,4}	
X ₇					X ₈				
X _{7,1}	X _{7,2}	X _{7,3}	X _{7,4}	X _{7,5}	X _{8,1}	X _{8,2}	X _{8,3}	X _{8,4}	X _{8,5}
					X ₉				

表 6 政策等级划分

PMC 得分	9~7	6.99~5	4.99~3	2.99~0
评价	优秀	良好	一般	不良

4.2 实证研究

以人工智能政策评价框架为基础,利用文本挖掘和 PMC 指数计算法得出 30 份人工智能政策的 PMC 指数,如表 7 所示。由 PMC 指数得分可以看出,所选取的 30 份人工智能政策文本评价等级均处于一般等级及以上范畴。其中,P₂ 得分最高,与 P₉、P₁₃ 同处优秀等级;P₁₁ 得分最低,处于一般等级;其它政策文本均处于良好等级。本文研究发现,得分最高的 P₂ 为国务院印发的《新一代人工智能发展规划》的通知(国发[2017]35 号),该政策的作用群体广泛涉及整个产业。得分最低的 P₁₁ 为教育部印发的《高等学校人工智能创新行动计划》的通知(教技[2018]3 号),该政策的作用对象为教育产业;针对不同产业发展政策文本评价等级呈显著差异,为进一步探究该评价等级的差异来源,本文选取评价等级为良好的 P₃ 政策文本,P₃ 为中关村科技园区印发的《中关村国家自主创新示范区人工智能产业培育行动计划(2017—2020 年)》的通知(中科技园发[2017]43 号),主要涉及高新技术创新产业。通过对处于不同评价等级、针对不同产业发展的 3 个政策文

本进行比较分析,进一步识别出影响政策文本评价等

4.3 人工智能政策对比分析

使用内容分析法和文本挖掘法对 3 份政策文本构建多投入产出表,如表 8 所示。

依据 3 份政策文本的多投入产出表计算 PMC 指数,再根据 PMC 指数构建 PMC 曲面,如表 9 所示。根据 PMC 曲面计算结果绘制曲面图,结果如图 3~图 5 所示。图 3~图 5 清晰展示了各项政策中每个一级变量的情况。P₂ 政策的 PMC 指数值为 7.38,政策等级优秀,说明在全产业方面,P₂ 政策在制定时较为全面地考察了各维度指标。P₃ 政策的 PMC 指数值为 6.28,指数值低于 P₂ 政策,政策等级为良好,可能是因为 P₃ 政策是针对特定高新技术创新产业的区域性政策,其作用范围有限。由于 P₃ 政策是中关村园区的针对性发展文件,政策功能更偏重于规范引导和技术创新,所以指数值偏低。P₁₁ 政策的 PMC 指数值为 4.95,得分较低,政策等级仅为一般。P₁₁ 政策是由教育部发布的主要针对教育产业的指导性政策,由于教育产业的特殊性,其在 X₁(政策性质)、X₇(作用层面)和 X₈(激励措施)方面的措施具有一定局限性,导致得分较低。尽管如此,政策制定者依然可以通过提高激励措施所占比重发挥政策的激励作用。总体来说,涉及不同产业政策文件的 PMC 指数依然处于可接受范围,政策文件制

定依然比较合理。

表 7 人工智能政策 PMC 指数

政策文本	政策性质	政策效力	政策领域	政策评价	政策级别	政策功能	作用层面	激励措施	文件引用	PMC 指数
P ₁	0.8	0.33	1	0.67	0.5	0.75	0.6	0.6	1	6.25
P ₂	1	0.33	1	1.00	0.5	0.75	0.8	1	1	7.38
P ₃	0.8	0.33	0.75	1.00	0.5	0.5	0.8	0.6	1	6.28
P ₄	0.6	0.33	0.75	1.00	0.5	0.75	0.6	0.4	1	5.93
P ₅	1	0.33	1	1.00	0.5	0.5	0.6	0.6	1	6.53
P ₆	0.6	0.33	0.75	1.00	0.5	0.5	0.8	0.8	1	6.28
P ₇	0.4	0.33	1	1.00	0.5	0.75	0.6	0.6	1	6.18
P ₈	0.8	0.33	1	0.67	0.5	0.75	0.6	0.4	1	6.05
P ₉	0.6	0.33	1	1.00	0.5	1	1	0.6	1	7.03
P ₁₀	0.6	0.33	1	1.00	0.5	0.75	0.6	0.4	1	6.18
P ₁₁	0.4	0.33	0.75	0.67	0.5	0.5	0.4	0.4	1	4.95
P ₁₂	0.4	0.33	1	1.00	0.5	0.75	0.6	0.6	1	6.18
P ₁₃	0.8	0.67	1	1.00	0.5	0.75	0.6	0.8	1	7.12
P ₁₄	0.8	0.67	1	1.00	0.5	0.75	0.6	0.6	1	6.92
P ₁₅	0.6	0.33	0.75	0.67	0.5	0.75	0.8	0.4	1	5.80
P ₁₆	0.8	0.33	1	1.00	0.5	0.75	0.6	0.6	1	6.58
P ₁₇	0.4	0.33	1	1.00	0.5	0.75	0.4	0.6	1	5.98
P ₁₈	0.8	0.67	0.75	1.00	0.5	0.5	0.8	0.4	1	6.42
P ₁₉	0.8	0.67	1	1.00	0.5	0.75	0.6	0.6	1	6.92
P ₂₀	0.8	0.33	0.75	1.00	0.5	0.75	0.8	0.4	1	6.33
P ₂₁	0.6	0.67	1	1.00	0.5	0.75	0.6	0.6	1	6.72
P ₂₂	1	0.33	1	0.67	0.5	0.75	0.6	0.6	1	6.45
P ₂₃	0.4	0.33	1	0.67	0.5	0.75	0.6	0.6	1	5.85
P ₂₄	0.6	0.33	0.75	1.00	0.5	1	0.8	0.8	1	6.78
P ₂₅	1	0.67	1	1.00	0.5	0.75	0.6	0.4	1	6.92
P ₂₆	0.6	0.67	1	1.00	0.5	0.75	0.6	0.6	1	6.72
P ₂₇	0.8	0.33	1	1.00	0.5	0.75	0.8	0.4	1	6.58
P ₂₈	0.6	0.33	1	0.67	0.5	0.75	0.8	0.6	1	6.25
P ₂₉	0.6	0.33	1	1.00	0.5	0.75	0.8	0.6	1	6.58
P ₃₀	0.8	0.33	1	1.00	0.5	0.75	0.6	0.6	1	6.58

表 8 人工智能政策多投入产出表

	X ₁					X ₂				
	X _{1:1}	X _{1:2}	X _{1:3}	X _{1:4}	X _{1:5}	X _{2:1}	X _{2:2}	X _{2:3}		
P ₂	1	1	1	1	1	0	0	1		
P ₃	1	1	0	1	1	0	1	0		
P ₁₁	1	0	0	0	1	0	1	0		
	X ₃					X ₄				
	X _{3:1}	X _{3:2}	X _{3:3}	X _{3:4}		X _{4:1}	X _{4:2}	X _{4:3}		
P ₂	1	1	1	1		1	1	1		
P ₃	0	1	1	1		1	1	1		
P ₁	0	1	1	1		1	0	1		
	X ₅					X ₆				
	X _{5:1}	X _{5:2}				X _{6:1}	X _{6:2}	X _{6:3}	X _{6:4}	
P ₂	1	0				1	1	1	0	
P ₃	1	0				0	1	0	1	
P ₁₁	1	0				0	1	0	1	
	X ₇					X ₈				
	X _{7:1}	X _{7:2}	X _{7:3}	X _{7:4}	X _{7:5}	X _{8:1}	X _{8:2}	X _{8:3}	X _{8:4}	X _{8:5}
P ₂	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
P ₃	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1
P ₁₁	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1
X ₉										
P ₂			1							
P ₃			1							
P ₁₁			1							

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 9 人工智能政策 PMC 指数

变量	P ₂	P ₃	P ₁₁	均值
政策性质	1	0.8	0.4	0.73
政策效力	0.33	0.33	0.33	0.33
政策领域	1	0.75	0.75	0.83
政策评价	1	1	0.67	0.89
政策级别	0.5	0.5	0.5	0.50
政策功能	0.75	0.5	0.5	0.58
作用层面	0.8	0.8	0.4	0.67
激励措施	1	0.6	0.4	0.67
文件引用	1	1	1	1.00
PMC 指数	7.38	6.28	4.95	6.20
编号	指数			级别
P ₂	7.38			优秀
P ₃	6.28			良好
P ₁₁	4.95			一般

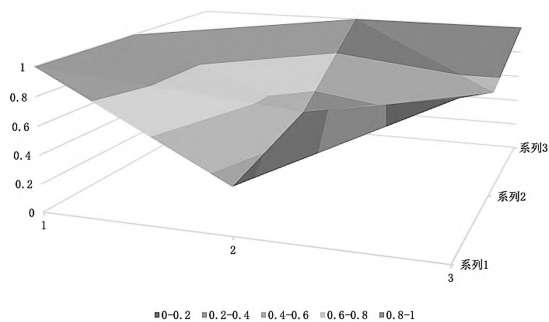


图 3 P₂ 曲面

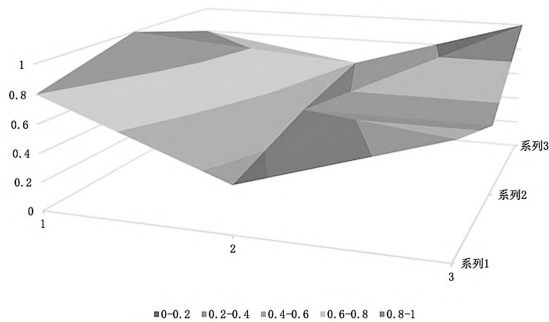


图 4 P₃ 曲面

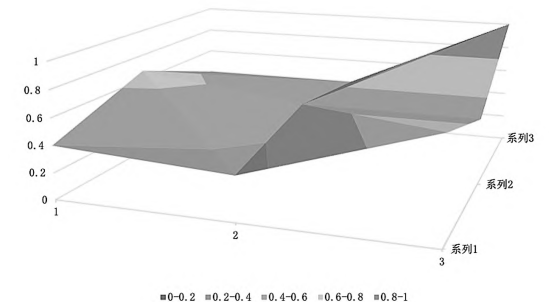


图 5 P₁₁ 曲面

5 我国人工智能研究前沿趋势

政策工具和政策评价都是对政策现状的客观量化分析,缺少结合政策未来发展重点和发展方向的研究,

而前沿趋势研究法则能够弥补政策现状分析的不足,帮助管理者发现未来政策热点和缺口,探寻未来政策制定和修改方向。前沿趋势研究法主要包括引用关系分析法、文本内容分析法及将两种方法结合起来的复合关系分析法^[21]。其中,复合关系分析融合两者优势,目前在学术界得到广泛应用^[27]。同时,突发性探测有助于发现短期内出现频次有较大突变的关键词,常用来探究前沿热点。因此,本文采用复合关系分析与关键词引用突变相结合的方法探究我国人工智能产业前沿趋势。

2015 年 5 月,国务院总理李克强签批《中国制造 2025》,该文件首次以战略文件形式将人工智能制造列入国家重点建设“五大工程”之一。自该文件发布以来,我国人工智能发展在学术界引起广泛讨论。本研究以国务院印发的《中国制造 2025》为时间节点,在中国社会科学引文数据库中以人工智能、机器人为关键词进行检索,共得到 1 358 篇样本文献。利用 CiteSpace 软件构建共被引文献与关键词复合网络并进行文献关键词突变分析,进而得到我国人工智能研究前沿知识图谱。其中,图 6 左侧共被引文献构成相应知识基础,右侧关键词术语聚类标签则表征领域研究前沿;图 7 中关键词出现时间越往右表明出现时间越晚,表征其可能是近年来的研究前沿。

图 6 所示的共被引文献网络涉及被引文献 27 511 篇。从文献引用频次突变看,突变文献作者主要有杜严勇(2016)、曹建峰(2016)、牟智佳(2017)、王晓阳(2015)和钟柏昌(2016),研究内容涉及人工智能安全、人工智能立法、人工智能教育和人工智能伦理等。同时,共被引文献关键词可划分为 16 个聚类,主要包括邻接权、智能教育、新闻生产、人工智能体、法律、劳动生产率、学习分析、图书馆机器人和物质性条件。由图 7 可知,近年来的突变关键词主要有产业发展、工业机器人、情报学、人口老龄化、伦理风险、人类智能、专利地图、中小学机器人教育、机器人、专利技术、学习分析、深度学习、智慧图书馆、个性化学习、智能图书馆、神经网络、信息技术和教育大数据,表明以上关键词均为近年来研究前沿。同时,突变强度最大的突现词包括机器人、智慧图书馆、工业机器人、深度学习、情报学、专利地图、神经网络和教育大数据等,表明这些主题是研究短期内爆发的前沿热点选题。

基于图 6 和图 7 分析,本文将人工智能研究前沿概括为以下几方面:①宏观发展方面,智能机器制造是未来制造业的重点,利用机器人研究推进智能产业发展成为人工智造的重要研究方向;②产业应用方面,智能教育是人工智能领域的研究热点,既体现为人工智能知识教育普及,如大数据、神经网络深度学习;又体现为人工智能在教育上的应用,如智慧图书馆建设、智能课堂教育等;③管理监管方面,法律与伦理问题是人工智能发展衍生出的热点问题。主要涉及责任划分、专利技术保护、伦理道德风险和失业率上升等。

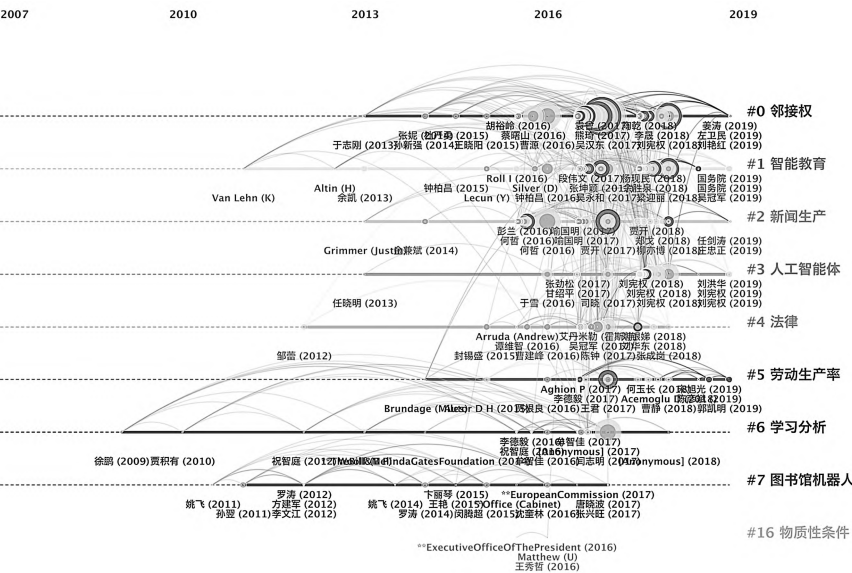


图 6 文献共被引一关键词聚类混合时间线

Keywords	Year	Strength	Begin	End	2015 - 2020
产业发展	2015	1.2283	2015	2016	■■■■■■■■■■
工业机器人	2015	1.8904	2015	2017	■■■■■■■■■■
情报学	2015	1.6254	2015	2017	■■■■■■■■■■
人口老龄化	2015	1.083	2015	2017	■■■■■■■■■■
伦理风险	2015	1.1697	2015	2017	■■■■■■■■■■
人类智能	2015	1.2567	2015	2017	■■■■■■■■■■
专利地图	2015	1.6254	2015	2017	■■■■■■■■■■
中小学机器人教育	2015	1.1109	2016	2017	■■■■■■■■■■
机器人	2015	5.1307	2016	2017	■■■■■■■■■■
专利技术	2015	1.1109	2016	2017	■■■■■■■■■■
学习分析	2015	1.1413	2017	2018	■■■■■■■■■■
深度学习	2015	1.6294	2017	2018	■■■■■■■■■■
智慧图书馆	2015	2.0007	2017	2018	■■■■■■■■■■
个性化学习	2015	1.1413	2017	2018	■■■■■■■■■■
智能图书馆	2015	1.1413	2017	2018	■■■■■■■■■■
神经网络	2015	1.4274	2017	2018	■■■■■■■■■■
信息技术	2015	1.1413	2017	2018	■■■■■■■■■■
教育大数据	2015	1.4274	2017	2018	■■■■■■■■■■

图 7 关键词频次突变分布图谱 (top18)

6 结语

6.1 研究结论

(1)从政策工具维度分析发现,我国人工智能政策涵盖供给型、需求型和环境型 3 类政策工具。其中,供给型作为推动力,促进人工智能相关技术研发和创新;需求型作为拉动力,拉动市场对人工智能相关产品的需求;环境型作为支撑力,通过营造良好的支撑环境,保障人工智能产业健康发展。

(2)在 PMC 指数模型人工智能政策量化评价体系

中,对 3 份不同产业类型的人工智能政策进行量化评价,结果发现 3 份政策文本都在可接受范围内,同时 PMC 曲面图中展示了政策维度的具体量化结果,为后续政策制定、修整提供了决策依据。

(3)通过对我国人工智能文献研究前沿趋势进行分析,探寻我国未来人工智能政策设立和改进的要点。即在宏观发展方面,用政策保障智能制造发展方向;在产业应用方面,用政策促进智能制作学习、应用和推广;在管理监管方面,用政策监督人工智能健康有序发展。

6.2 政策建议

(1)重视需求型政策工具的使用。在我国人工智能政策中,需求型政策工具使用频率较低,政府采购、购置补贴等政策工具的拉动效果并未显现。当前,我国人工智能发展平台搭建仍以政府为主,无法深入到细节工作中。因此,应合理使用政府采购等政策工具,减轻政府工作负担,拉动社会整体对人工智能的需求,吸引更多优质的高新技术企业加入我国人工智能发展平台建设。我国人工智能政策涉及众多企业和消费者,人工智能产业发展成本由企业和消费者承担,高昂的发展成本会阻碍人工智能产业规模的进一步扩大,而购置补贴等政策工具的使用则能够显著减少企业和消费者支出成本,增加市场对人工智能的需求,让人工智能的发展成果惠及每一个参与者。另外,还应调整环境型政策工具结构。与其它两类政策工具不同,环境型政策工具在我国人工智能政策中的作用主要体现在环境支撑上。外部环境不稳定、企业和个人参与度低是人工智能发展初期面临的常见问题,因此政府应侧重于使用目标规划和法规管制等政策工具,保障发展环境稳定和发展方向一致。人工智能发展不仅需要政府金融支持,还需要企业和社会组织投入研发,金融支持工具的使用能够有效提高企业和社会组织发展人

工智能的积极性。所以,政府应提高金融支持工具结构比例,如细化财务金融手段和加强税收优惠等。

(2)注重政策功能的全面应用。针对高新技术创新产业政策文本(P_3),通过 PMC 指数模型可以看出,政策功能的应用仍需全面加强。对于区域性特定发展文件,不能因其作用范围有限而忽略政策功能应用的全面性。从政策功能二级变量分值看,人工智能政策需在政府采购和制度约束等方面加大政策力度,以保障政策功能的全面应用。对于涉及教育产业的政策文本(P_{11}),PMC 曲面图显示激励措施是政策得分较低的主要原因。人工智能在教育产业的激励政策集中在人才引进和知识产权方面,这与教育产业特性有关,但也在某种程度上制约了政策激励功能的发挥。所以,激励政策仍有很大改善空间,政府可通过增加投资补贴和税收优惠等措施促进人工智能教育产业发展。

(3)紧跟产业发展趋势,调整政策方向。人工智能产业日新月异,其技术突破和业态创新时刻影响未来人工智能发展趋势。政策文件作为政府指引和保障我国人工智能产业发展的重要手段,必须紧跟人工智能产业发展趋势,适当调整政策内容重点和方向。①在宏观指导性政策方面,继续出台人工智能支持性引导政策,指导和促进人工智能快速发展;②在产业发展政策方面,需要向智能机器制造方向倾斜,推广扩大工业机器人应用,积极构建智能化基础设施体系;③在管理监管政策方面,建立健全法律保障制度,确保人工智能符合伦理道德,同时完善技术保护政策,保障人工智能技术安全。

参考文献:

- [1] 王兆祥,宋平.我国人工智能产业支持政策体系特征与优化——中央与北上广深的政策文本分析[J].科学管理研究,2020,38(2):64-70.
- [2] 袁野,于敏敏,陶子祥,等.基于文本挖掘的我国人工智能产业政策量化研究[J].中国电子科学研究院学报,2018,13(6):663-668.
- [3] 李尚昊,朝乐门.文本挖掘在中文信息分析中的应用研究述评[J].情报科学,2016,34(8):153-159.
- [4] 谭章禄,彭胜男,王兆刚.基于聚类分析的国内文本挖掘热点与趋势研究[J].情报学报,2019,38(6):578-585.
- [5] 袁利平,陈川南.美国人工智能战略中的教育蓝图——基于三份国家级人工智能战略的文本分析[J].比较教育研究,2020,42(2):9-15.
- [6] 汤志伟,雷鸿竹,周维.中美人工智能产业政策的比较研究——基于目标、工具与执行的内容分析[J].情报杂志,2019,38(10):73-80.
- [7] 周城雄,李美桂,林慧,等.战略性新兴产业:从政策工具、功能到政策评估[J].科学学研究,2017,35(3):346-353.
- [8] 张永安,耿喆,王燕妮.区域科技创新政策分类与政策工具挖掘——基于中关村数据的研究[J].科技进步与对策,2015,32(17):116-122.
- [9] 熊小刚.政策工具视角下中国“双创”政策内容分析及优化建议[J].软科学,2018,32(12):19-23.
- [10] ROTHWELL R,ZEGVELD W.Reindustrialization and technology[M].London:Longman Group Limited,1985:83-104.
- [11] WOOLTHUIS R K,LANKHUIZEN M,GILSING V.A system failure framework for innovation policy design[J].Technovation,2003,25(6).
- [12] HOPPMANN J,PETERS M,SCHNEIDER M,et al.The two faces of market support——how deployment policies affect technological exploration and exploitation in the solar photovoltaic industry[J].Research Policy,2013,42(4).
- [13] 汤志伟,雷鸿竹,郭雨晖.政策工具—创新价值链视角下的我国地方政府人工智能产业政策研究[J].情报杂志,2019,38(5):49-56.
- [14] 毛子骏,梅宏.政策工具视角下的国内外人工智能政策比较分析[J].情报杂志,2020,39(4):74-81,59.
- [15] PATTON M Q.The Evaluator's responsibility for utilization[J].Evaluation Practice,1988,9(2):5-24.
- [16] ALIM P HANNOURA,GIANNA M COTHREN,Wael M KHAIRY.The development of a sustainable development model framework[J].Energy,2006,31(13):2269-2275.
- [17] MICHAEL A SALINGER,LAWRENCE H SUMMERS.Tax reform and corporate investment:a microeconomic simulation study[J].International Immunology,2009,10(5):553-560.
- [18] 胡峰,戚晓妮,汪晓燕.基于 PMC 指数模型的机器人产业政策量化评价——以 8 项机器人产业政策情报为例[J].情报杂志,2020,39(1):121-129,161.
- [19] PRICE D D.Networks of scientific papers[J].Science,1965,149(3683):510-515.
- [20] 陈仕吉.科学研究前沿探测方法综述[J].现代图书情报技术,2009,25(9):28-33.
- [21] 许晓阳,郑彦宁,赵筱媛,等.研究前沿识别方法的研究进展[J].情报理论与实践,2014,37(6):139-144.
- [22] SHIBATA N,KAJIKAWA Y,TAKEDA Y,et al.Comparative study on methods of detecting research fronts using different types of citation[J].Journal of the American Society for Information Science and Technology,2009,60(3):571-580.
- [23] LEYDESDORFF L.Why words and co-words cannot map the development of the sciences[J].Journal of the American Society for Information Science,1997,48(5):418-427.
- [24] 王云,马丽,刘毅.城镇化研究进展与趋势——基于 CiteSpace 和 HistCite 的图谱量化分析[J].地理科学进展,2018,37(2):239-254.
- [25] ESTRADA MAR,YAP SF,NAGARAJ S.Beyond the ceteris paribus assumption:modeling demand and supply assuming Omnia Mobilis[J].International Journal of Economics Research,2008,5(2):185-194.
- [26] 张永安,周怡园.新能源汽车补贴政策工具挖掘及量化评价[J].中国人口·资源与环境,2017,27(10):188-197.
- [27] 关娇,何江,吴忠.中国最低工资研究(1998—2017 年):数量分布、热点前沿与未来趋势[J].西安财经学院学报,2020,33(1):102-112.

(责任编辑:王敬敏)