

科技人才政策系统的效能提升路径研究 ——基于“个体—组织”互动视角

李胜会,程思佳

(华南理工大学公共管理学院,广东广州 510641)

摘要:科技人才政策系统的有序运行是高水平人才高地建设和治理的重要保障,然而科技人才政策系统中各要素的内在互动机制尚有待揭示。本研究采用2007-2021年粤港澳大湾区内地城市群面板数据,运用动态模糊集定性比较分析和BERTopic机器学习相结合的方法,基于“个体—组织”互动视角,从时间和空间的双重维度探究创新动机、创新能力、创新情感和制度环境等要素,在提升科技人才系统运行有序度水平中的联动效应。研究发现:(1)科技人才政策系统有序运行存在多元路径和复杂机制,包括“动机”主导的协同驱动型、“情感”主导的规制驱动型、“动机—情感”主导的协同驱动型、“动机—能力”主导的协同规制驱动型和多元协同的规制驱动型五类;(2)创新动机弱和规制力度低是影响科技人才政策系统运行有序度的主要制约;(3)粤港澳大湾区内地城市群科技人才政策系统发展以2013年和2017年为时间节点,存在明显的时间效应;(4)不同区域在各自情境下呈现出系统有序运行的差异化实现路径。研究结论为提升科技人才政策系统运行效能提供了理论支持和政策建议。

关键词:科技人才政策;政策系统;动态QCA;BERTopic;政策注意力

中图分类号:G301

文献标识码:A

在全球科技竞争加剧的背景下,人才效能和创新活力已成为大国动态博弈的制胜高点。党的二十大报告明确指出“必须坚持科技是第一生产力、人才是第一资源、创新是第一动力”。科技人才政策作为激发创新活力的重要驱动力,其运行与多主体协同互动、资源动态配置与复杂环境变化密切相关^[1]。当前,我国科技人才政策系统仍面临信息不对称严重、资源配置失衡、主体协同不足等突出问题,在根本上制约科技创新潜力释放,严重影响我国在全球科技创新竞争中的地位与话语权。因此,提升科技人才政策系统运行效能,已迫切成为重构科技创新竞争力、推动创新驱动发展战略的关键。

目前,科技人才政策系统研究多集中于科技人才政策属性与变迁^[1,2]:一是从政策工具、政策目标、发文数量和政策文种等维度展开属性分析^[3];二是横向比较不同领域、地区与阶段的政策变迁^[4],或纵向提炼各阶段政策特征并展望未来发展趋势^[5]。这些研究揭示了政策系统的外在结构演进与功能定位,为研究政策系统的整体效能提升提

供了宏观层面的借鉴。尽管当前研究有助于把握科技人才政策系统的外在结构与功能演进,但对其运行机制和关键要素互动过程的探讨略显不足。目前研究尚存以下局限^[3,4]:一是现有研究多采用宏观视角,缺乏对个体微观要素深入分析;二是鲜有文献揭示政策在激发科技人才创新活力中作用机制;三是忽视了个体与组织环境间动态互动对系统运行效能的影响。

鉴于此,本文从“个体—组织”互动视角出发,探讨科技人才政策系统中各类创新活力要素的联动关系,揭示其对系统有序运行的影响机制。为突破静态定性比较分析(QCA)方法在时间维度缺失的局限^[6],本文引入动态QCA,以科研集聚程度高、创新能力突出、开放性强,并肩负着建成全球科技创新高地和新兴产业重要策源地使命的粤港澳大湾区内地城市群为研究对象^[1],识别科技人才政策系统内外部要素的互动机制,探究提升系统运行有序度的多元路径。本文的边际贡献主要包括:(1)结合机器学习和动态QCA,利用BERTopic主题建模,从政

策注意力角度切入,深入揭示不同要素组合对政策系统运行有序度的影响机制。(2)将动态 QCA 方法引入科技人才政策体系研究,为组态理论的纵向研究提供实证支持。(3)基于组态分析结果归纳提升科技人才政策系统效能的对策建议,向多情境下的科技人才政策系统优化提供理论支持,并为推进国家创新驱动发展战略提供实践参考。

1 理论述评与模型构建

1.1 科技人才政策系统运行有序度

“序”是事物间的组织性联系,系统有序度源于对事物内部结构关系和演化趋势的抽象刻画,表征系统内部要素与外部环境交互的秩序性,及面对冲击时维持高效、稳健运行的能力^[7]。根据耗散结构理论,系统在远离平衡态、具备开放性和非线性互动的条件下,可以通过能量或信息的输入,生成新的有序结构,实现从无序到有序的“负熵流”过程^[7,8]。在此基础上,熵理论成为衡量系统有序性的重要工具,即系统熵值越低,耦合程度越高,结构越稳定,功能越协调;反之则系统趋于无序和解构^[7-9]。基于系统论展开的系统运行有序度研究多依赖于耗散结构理论和熵理论,对政府创新系统^[9]和区域创新生态系统^[7]等多种复杂系统进行评价,为衡量系统运行有序度奠定了理论基础。

科技人才政策系统作为融合政策设计、资源分配与行为激励等多元机制的复合型治理系统,其运行熵能反映各要素在整体目标引导下的有序状态,是评价该系统效能的重要指标。科技人才政策系统的有序性不仅依赖于内部机制的协调与资源整合能力,也受到外部环境的显著影响^[1];前者主要关注与行为个体相关的资源输入的充足性、政策工具的灵活性与输出的有效性^[7,9];后者则强调组织与外部环境的稳定互动和社会文化的包容性^[9]。因此,“个体—组织”双维度互动将直接影响系统对内外挑战的适应与持续发展能力。

1.2 科技人才政策注意力配置

政府因注意力资源有限,需在众多议题中进行选择性关注,进而导致政策行为与输出的差异化^[10]。因此,组织注意力分配理论为理解区域政策系统中的政府行为逻辑提供了有力视角。各区域政府基于自身发展需求,对科技人才政策系统中各关键要素的注意力资源进行差异化分配,影响区域内

系统运行有序度^[10]。

从个体视角出发,在微观层面根源性探讨影响行为主体的要素。AMO 理论(Ability - Motivation - Opportunity)指出,当能力、动机与机会三者同时具备时,个体行为意图更易转化为实际行动^[11]。结合科技人才在创新活动中的情绪体验特征,借助已有研究,本文引入“情感”变量作为对“机会”维度的理论拓展与补充^[12]。具体而言,创新动机指科技人才从事科研活动的内在驱动力,涵盖对学术探索的兴趣、对科学发现的渴望以及职业发展的追求,是驱动创新行为启动的前提条件^[12,13];创新能力则体现科技人才在科研过程中运用专业知识、技术技能及解决复杂问题的综合素质,是实现创新目标的核心支撑^[11,14];创新情感则强调科研主体在创新过程中的情绪状态,如工作热忱、职业满足感与归属感等,是影响其持续投入与心理韧性的关键因素^[12]。

从组织视角出发,制度环境作为一系列正式与非正式规则,能够影响科技人才政策系统中政府的注意力配置,它既包括强制性约束,也涵盖非正式规则,可以帮助政府在面对注意力资源有限的情况下,分配行政资源并调节政策执行行为。因此,在构建科技人才政策体系时,必须兼顾制度环境中横向与纵向两类要素的合理设计与联动:横向强调同层级或相近职能部门的跨组织合作,旨在破除行政壁垒与资源限制;纵向则关注不同层级间的管理与监督机制,实现政策目标与执行行为的有效衔接。本文将横向维度定义为“部门协同”,即不同职能部门在资源配置、信息共享和政策执行中的合作机制^[15];纵向维度则表现为“政策规制”,指政府通过立法、监管与执法等手段对政策行为施加的刚性约束与规范^[16]。

1.3 基于组态视角的模型构建

有别于传统线性分析,组态视角强调多要素之间的交互组合关系,认为多个异质路径可通达相同结果,呈现“等效多元”或“殊途同归”特征^[6,17]。在科技人才政策系统中,政策注意力配置与系统有序性之间并非线性关系,而是复杂的条件耦合与互补机制。不同维度的政策要素可能在特定情境下产生互为支撑或相互替代的效应,形成多种实现高有序系统状态的路径。因此,本文引入组态视角,围绕与科技人才智力资本生成相关的人力、关系和结构三方面分析政策注意力配置对系统运行的影响^[18];首先,组态视角下的科技人才主体。在人力维度,科技

人才承担着更高水平的知识创造与技术突破任务,其创新需多要素协同投入。传统线性视角往往强调某一核心要素的显著作用,而组态理论则指出^[17],即便某些激励因素在特定情境下缺失,其他支持性条件亦可能通过“功能等效”发挥补偿作用。其次,组态视角下的系统关系。关系资本关注科研人员、组织与社会主体间的多重互动,其对系统有序度的影响并非线性,而取决于多要素组合的互补或替代效应,体现出关系维度对系统协调性与稳定性的组态支撑。最后,组态视角下的系统结构。结构维度指影响人才创新活动的规范体系、资源分配以及程

序规则等结构性要素,组态视角能通过识别条件组合,揭示制度结构在特定时空下维持稳定或发生演化的多元路径^[6]。

综上,组态理论为基于“个体—组织”互动视角,探讨科技人才政策系统效能提升提供了有效工具。本文采用动态 QCA 方法,采用面板数据构建“时间—空间”二维分析框架,从个体层面的科技人才创新动机、创新能力和创新情感,及组织层面的跨部门协同和政策规制 5 个维度归纳前因条件,探究前因条件联动匹配下提升科技人才政策系统运行有序度的多元路径。本文理论模型如图 1。

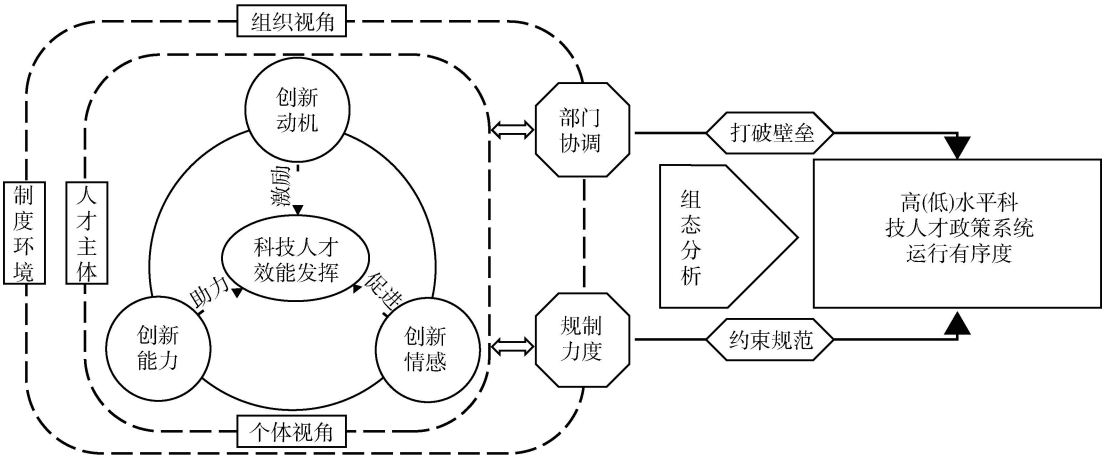


图 1 理论模型

Figure 1 Theoretical framework

2 研究设计

2.1 研究方法

(1) 动态 QCA

科技人才政策系统具有动态性,囿于静态 QCA 方法在时间截面上的结果是“暂时”的,本文引入动态 QCA 方法对面板数据进行比较,更有效地捕捉政策注意力影响系统运行有序度的演化轨迹,识别不同类型组态的阶段变化^[6,17]。由于变量多为连续类型,采用模糊集定性比较分析(fsQCA)以识别不同条件的程度性差异。本文借助 R 语言软件采用动态 QCA 方法对面板数据进行分析。

(2) BERTopic 方法

BERTopic 在文本语义表示、主题聚类与动态演化分析等方面具备技术优势,能够追踪主题词项及其权重的时间演变,揭示政策侧重点的演进规律。BERTopic 的核心思想是利用 BERT (Bidirectional

Encoder Representations from Transformers) 词向量对各主题中的高频词进行加权建模,输出解释力较强的主题结果^[19]。相较于 LDA 主题模型,BERTopic 更擅长捕捉相似文本体例中的语义差异,适用于深层语义分析^[19]。本研究在 Python 环境下采用基于深度学习模型的 BERTopic 技术进行主题建模,过程如图 2:

首先,采用 jieba 分词工具对政策文本进行清洗与分词,结合停用词表过滤无效词项,构建词项列表。采用 Sentence - Transformers 方法将其输入基于 BERT 的嵌入模型,获得高维度的向量表示。其次,通过 UMAP 降维处理后,再由 HDBSCAN 算法将相似文本数据聚合起来,识别数据的高密度区域,筛选稳定主题簇,提取主题数量并完成聚类分析。再次,采用 CountVectorizer 特征数值化方法统计词项,并结合 c - TF - IDF 原理度量主题簇内部各词项的重要性并赋权。最后,根据词项权值高低命名主题,生成可读性强的主题标签,研判科技人才政策系统注

意力分配和演化情况。

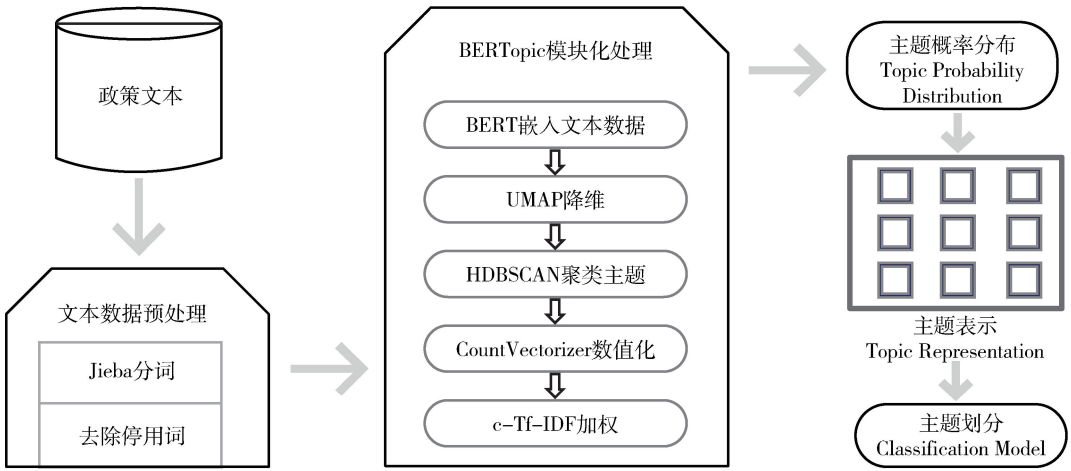


图 2 深度学习模型 BERTopic 主题建模过程

Figure 2 Deep learning model BERTopic topic modelling process

2.2 样本选择

本文研究样本选择理由如下：(1) 样本典型性。在相同省域的统计口径下，粤港澳大湾区内地城市群作为完整复杂系统，具有较高的网络密度，城市间协同度更高，兼具独特区位优势^[20]。(2) 样本代表性。大湾区内地城市群可在同一法域内包含不同城市层级、产业范式与要素禀赋，构成类型和情境的充分覆盖，对于优化珠三角地区人才政策系统有重要意义，有利于实现对其他城市群的应用转化。同时，该区域的开放性、非线性与远离平衡等特征为观察政策系统“有序度”提供了理想观察窗口^[1]。(3) 样本分析可行性。香港与澳门特别行政区的法律文本体例和术语体系与内地存在系统性差异，导致 BERTopic 主题建模过程中语义空间的结构性偏移，削弱结果的语义一致性与解释效度^[19]。因此，出于以上考量，本文选取粤港澳大湾区内地城市群为研究对象。

本文分别检索 2007 - 2021 年大湾区内地城市群的科技人才政策文本和相应数据作为研究样本。具体而言，我国“人才强国战略”于 2007 年启动，中央和地方有关部门也陆续出台科技人才评价相关政策，深化人才发展体制机制改革。在“粤港澳大湾区”概念提出之前，珠三角地区一直作为中国经济与科技创新战略高地存在，内地核心城市群之间已形成紧密的产业协作与科技创新互动网络，大湾区战略的正式提出进一步强化了这一地区的政策导向与发展定位，而非区域经济与科技创新协作模式的

起始点。

2.3 测量与校准

(1) 结果变量

本文引入熵值法 (entropy method) 测度各指标，构建系统的运行熵度量模型。为确保模型科学性，本研究通过专家咨询 (其中包括 3 名教授、6 名博士研究生) 修订指标体系，并结合相关分析与主成分分析评估指标独立性与解释力，最终保留 22 个关键因子作为序参量。本文参照已有研究^[21]，构建涵盖资源输入、资源转换、效果输出和外部环境的四维指标体系，所有指标均为正向。随后，从《广东统计年鉴》《广东科技年鉴》和 EPS 数据库中搜集 2007 - 2021 年各指标数据。具体如表 1 所示。

(2) 条件变量

为全面检索相关政策文本，本文使用“科技人才/科研人员/专家/博士后/研究员”等关键词，分别在北大法宝网、中国政府网、中央政府相关部委网站、科学技术部等网站中检索 2007 - 2021 年粤港澳大湾区内地城市群科技人才政策。剔除与研究目标无关的回执、解读及实施方案后，最终整理出 1539 份政策文本。借助 BERTopic 模型进行聚类与主题识别 (见图 3、4)，基于语义一致性与分析适配性，将识别出的核心主题归纳为 7 项条件变量 (见表 2)。

经由采用理论归纳和 BERTopic 方法后，提炼前因条件如下：①科技人才评价。通过识别政策文本中对人才评价标准、评价主体及评价流程的描述归纳所得。②知识产权保护。通过分析政策文本中对

知识产权申请、法律规范及侵权惩罚机制等内容的描述而获得。③科技成果转化。通过识别政策文本中对成果转化机制、技术交易平台及转化激励措施的描述而测度。④创新能力培育。通过分析政策文本中对科研培训项目科研团队建设措施的描述而衡量。⑤人才育化环境。通过政策文本中对科研人员

工作生活条件、学术文化氛围及成长支持举措的描述识别。⑥部门协同。通过分析政策文本中对多部门联合实施、信息共享以及协调机制的描述而测量。⑦规制力度。通过识别政策文本中对监督管理措施、惩戒机制及行政审批等内容的描述取得。

表 1 粤港澳大湾区内地城市群科技人才政策系统运行有序性水平评价指标体系

Table 1 Evaluation index system for operational orderliness of the S&T talent policy ecosystem in the mainland Chinese cities in the Guangdong – Hong Kong – Macao Greater Bay Area

维度	一级指标	二级指标	单位
资源输入	经费投入	R&D 经费投入	亿元
	人员投入	R&D 人员全时当量	人年
	财政投入	地方财政教育支出	万元
		科学技术支出	万元
资源转换	政策工具	供给型政策工具	种
		需求型政策工具	种
		环境型政策工具	种
		技术市场成交额	万元
效果输出	政策效果输出	发明专利授权量	件
		高技术产品产值占工业总产值比重	
	经济效果输出	工业企业新产品销售收入	亿元
		全社会固定资产投资额	亿元
		全员劳动生产率	
		工业增加值	亿元
外部环境	经济发展环境	(城镇居民)人均可支配收入	元
		城镇单位就业人员平均工资	元
		人均地区生产总值	元
		每百人公共图书馆藏书	册
	文化教育环境	普通高校在校学生数占比	
		卫生工作人员	人
	社会服务环境	城镇化水平	
		城镇职工基本养老保险参保人数	万人

(3) 校准

本文参照已有研究^[22]采用直接校准法,将变量的 90%、50% 和 5% 分位数分别作为完全隶属、交叉点和完全不隶属的锚点。将 0.5 隶属度调整为 0.501^[22],以避免计算过程中的边界模糊性。由于系统有序度为负向指标,故本文采用反向校准方法,将高数值映射为“低隶属度”,将低数值映射为“高隶属度”,使校准后得到的集合隶属度能够反映本

文预设的理论含义。结果见表 3。

3 结果与分析

3.1 必要性分析

在开展组态分析前,需检验各前因条件是否为结果的必要条件。参照已有研究^[23],若某一前因条件对结果的汇总一致性超过0.90,可初步视为该条

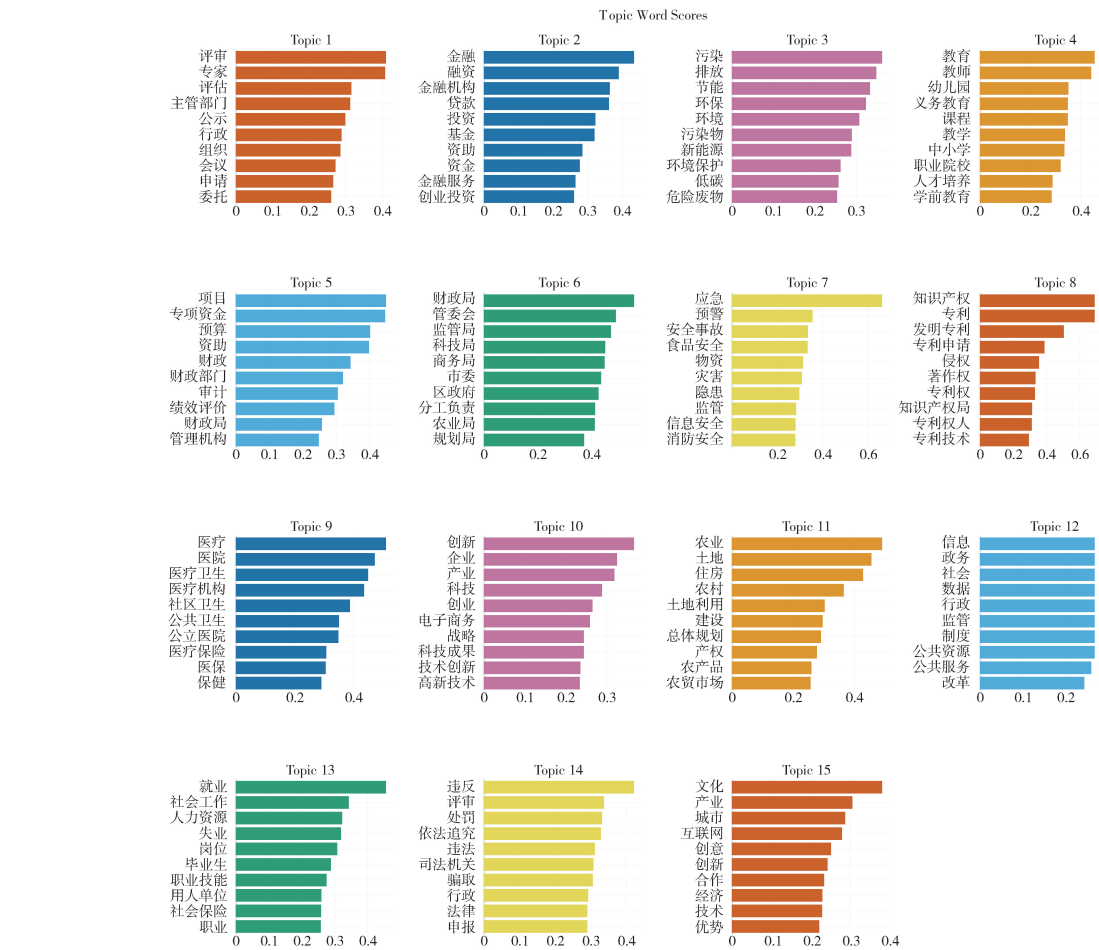


图 3 政策文本主题聚类识别结果展示

Figure 3 Display of policy text topic clustering recognition results

表 2 归纳后具体指标

Table 2 Specific indicators after generalisation

维度	条件变量	主题分布
“动机”维度	科技人才评价	Topic1
	知识产权保护	Topic8
	科技成果转化	Topic2、Topic10、Topic15
“能力”维度	创新能力培育	Topic4、Topic5
“情感”维度	人才育化环境	Topic3、Topic7、Topic9、Topic11、Topic13
协同	部门协同	Topic6
规制	规制力度	Topic14

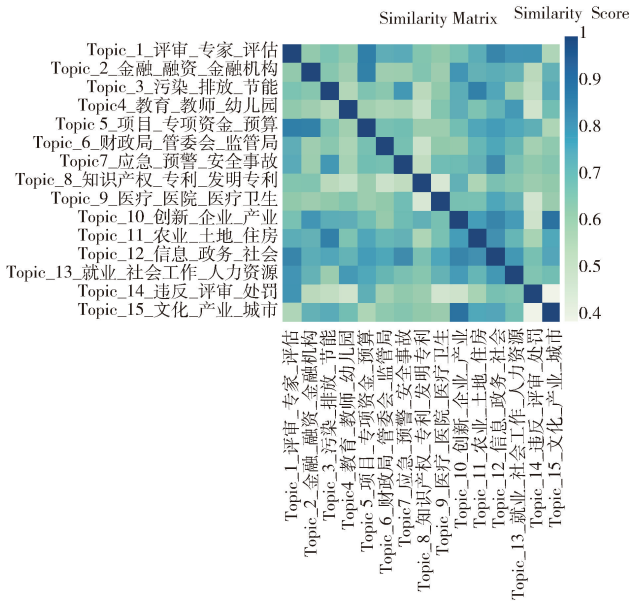


图 4 各主题热度数值演化热力图

Figure 4 Temporal heatmap of topic heat dynamics

件为结果发生的必要条件,同时引入“调整距离”提升判断精度,调整距离越接近 0,一致性评估越可靠。

表 4 显示,所有前因条件在汇总一致性方面均未达到 0.9 的临界值^[23],调整距离亦普遍较低,表明无单一因素构成必要条件。这表明,科技人才政

策系统的运行状态难以由某条件单独决定,需多个因素组合协同作用方能显著影响结果。

表 3 校准锚点与描述性统计
Table 3 Calibration anchors and descriptive statistics

集合	校准			描述性统计			
	完全隶属	交叉点	完全不隶属	均值	标准差	最大值	最小值
科技人才政策系统运行有序性	0.974	0.884	0.534	0.468	0.312	0.997	0.028
科技人才评价	0.301	0.092	0.019	0.389	0.309	0.999	0.021
知识产权保护	0.097	0.013	0.003	0.485	0.293	0.997	0.039
科技成果转化	0.172	0.084	0.011	0.459	0.281	0.988	0.030
创新能力培育	0.125	0.053	0.011	0.441	0.278	0.983	0.024
人才育人环境	0.147	0.051	0.012	0.433	0.308	0.987	0.031
部门协同	0.133	0.037	0.005	0.435	0.309	0.999	0.038
规制力度	0.176	0.044	0.005	0.456	0.285	0.996	0.035

表 4 必要性分析结果
Table 4 Results of the necessity analysis

前因条件	高系统有序性				低系统有序性			
	汇总一致性	汇总覆盖度	组间一致性 调整距离	组内一致性 调整距离	汇总一致性	汇总覆盖度	组间一致性 调整距离	组内一致性 调整距离
强科技人才评价	0.664	0.647	0.221	0.220	0.601	0.698	0.281	0.379
弱科技人才评价	0.69	0.592	0.247	0.231	0.696	0.712	0.234	0.336
强知识产权保护	0.587	0.687	0.336	0.238	0.485	0.678	0.264	0.566
弱知识产权保护	0.725	0.541	0.281	0.206	0.776	0.692	0.187	0.175
强科技成果转化	0.69	0.648	0.260	0.143	0.621	0.696	0.200	0.375
弱科技成果转化	0.677	0.6	0.243	0.259	0.686	0.725	0.209	0.179
强创新能力培育	0.684	0.679	0.298	0.150	0.595	0.704	0.209	0.460
弱创新能力培育	0.702	0.592	0.277	0.259	0.729	0.733	0.213	0.158
强人才育人环境	0.627	0.649	0.281	0.241	0.604	0.746	0.345	0.349
弱人才育人环境	0.755	0.615	0.141	0.161	0.716	0.696	0.213	0.290
强部门协同	0.605	0.637	0.230	0.357	0.579	0.727	0.294	0.370
弱部门协同	0.741	0.596	0.183	0.182	0.711	0.682	0.179	0.336
强规制力度	0.675	0.708	0.234	0.175	0.523	0.655	0.409	0.392
弱规制力度	0.671	0.541	0.251	0.227	0.767	0.738	0.217	0.221

3.2 组态分析

组态分析需设定案例频数、原始一致性阈值以及不一致性比例(Proportional Reduction in Inconsistency, PRI)等关键参数,以确保结果稳健性。基于已有研究,设定案例频数阈值设定为 2^[24],原始一致性阈值为 0.70^[25],PRI 为 0.60^[25],以在剔除噪声与保留充足案例数量之间取得平衡。由于现有文献尚未就各前因条件的影响方向形成统一共识,且各

区域存在显著差异,为保持反事实分析的谨慎性,本文不预设前因条件的作用方向。组态分析结果见表 5。

(1) 汇总结果分析

表 5 显示,总体一致性为 0.868,超过 0.8 的阈值,表明识别的条件组态可视为高有序度的充分条件^[23]。总体覆盖度为 0.563,说明 6 个条件组态对高有序度的解释度较高,符合动态 QCA 的分析标

准。6 组组态可进一步归为 5 个类型：M1、M2 为“动机”主导的协同驱动型；E1 为“情感”主导的规制驱动型；ME1 为“动机—情感”主导的协同驱动型；MA1 为“动机—能力”主导的协同规制驱动型；R1 为多元协同的规制驱动型。以下将具体分析各类型条件的互补关系及其对系统有序度的作用机制。

表 5 实现高一低科技人才政策系统运行有序度的组态结果

Table 5 Configurational results of operational orderliness in "high – low tech" talent policy systems

条件变量	组态分析—高					组态分析—低		
	“动机”主导的协同驱动型	“情感”主导的规制驱动型	“动机—情感”主导的协同驱动型	“动机—能力”主导的协同规制共同驱动型	多元协同的规制驱动型	“低动机—弱规制”抑制型		
	M1	M2	E1	ME1	MA1	R1	LMR1	LMR2
科技人才评价	⊗	⊗	⊗	●	●	●	⊗	⊗
知识产权保护	●	●		●		●	⊗	⊗
科技成果转化	●	●	⊗	⊗	●	⊗	⊗	⊗
人才创新培养	●	●	⊗	⊗	●	●	⊗	⊗
人才育化环境	⊗		●	●	⊗	●	●	
部门协同	●	●	⊗		●	⊗		●
规制力度		●	●	●	●	●	⊗	⊗
一致性	0.91	0.956	0.908	0.911	0.926	0.93	0.867	0.893
PRI	0.64	0.79	0.66	0.634	0.711	0.721	0.67	0.703
覆盖度	0.317	0.262	0.301	0.265	0.341	0.277	0.348	0.304
唯一覆盖度	0.059	0.003	0.048	0.024	0.06	0.026	0.083	0.039
组间一致性调整距离	0.106	0.055	0.183	0.170	0.106	0.128	0.187	0.141
组内一致性调整距离	0.143	0.084	0.192	0.140	0.112	0.133	0.255	0.217
总体一致性				0.868				0.868
总体 PRI				0.634				0.697
总体覆盖度				0.563				0.387

注：●表示核心条件存在；⊗表示核心条件缺失；●表示边缘条件存在；⊗表示边缘条件缺失。

“动机”主导的协同驱动型。M1 以围绕知识产权保护和多部门协同配置高水平政策注意力为核心条件,科技成果转化与人才培养为边缘条件,覆盖结果案例占比 31.7%,排除与其他组态的共同部分,单个组态覆盖系统高运行有序度的案例占比 5.9%。与 M1 相似,M2 仅在边缘条件中新增规制力度,覆盖结果案例占比 26.2%,唯一覆盖度为 0.3%。M1 与 M2 共同体现了动机驱动与协同机制在政策系统中的关键作用,即知识产权保护激励人才投入创新活动,多部门协同通过整合资源,避免政策实施中的冲突与重复。同时,强化规制力度可补偿其他条件注意力配置削减带来的弱化,提升政策响应力与适应性。例如,《深圳经济特区国家自主创新示范区条例》强调^[26]:“实施自主品牌、知识产

权和标准化战略……,构建产业创新体系。”“将实施创新驱动发展战略……,纳入区人民政府以及市、区各部门和相关机构绩效考核范围。”

“情感”主导的规制驱动型。E1 以围绕人才育化环境和规制力度配置高水平政策注意力为核心条件,覆盖结果案例占比 30.1%,唯一覆盖度为 4.8%。该组态凸显情感与规制的共同作用关系,说明提升人才政策体系的吸引力与可接受度,有助于避免政策体系过度僵化,而规制力度则能够防止政策执行中的不确定性。例如,《东莞市特色人才特殊政策实施办法》规定要进行柔性引才^[27],详细规定了包括住房保障、生活保障、贡献奖励和子女入学等优化育才环境的相关措施,并同时指出,“在申报财政扶持资金、各类人才计划或科技项目,或在从事

学术、科技等研究方面存在弄虚作假行为”,则会受到相应规制。

“动机—情感”主导的协同驱动型。ME1 以围绕科技人才评价与育化环境配置高水平政策注意力为核心条件,知识产权保护与规制力度为边缘条件,覆盖结果案例占比 26.5%,唯一覆盖度为 2.4%。ME1 表明,动机维度中的科技人才评价与情感维度中人才育化环境之间存在关联,科学的评价机制能激发人才的创新动机与目标意识,而良好的育化环境则能够提升人才对创新过程的黏性,在功能上形成“激励—保障”闭环,不仅在功能上平衡目标与情感,还在结构上保障政策系统稳定运行。例如,《广州市科技创新条例》中提出^[28]:“市人民政府应当建立多元化科技人才评价机制,坚持分类评价、同行评审……,市、区人民政府及其相关行政管理部门应当创新体制机制,营造有利于科技创新的政策环境。”

“动机—能力”主导的协同规制驱动型。MA1 以围绕科技成果转化、人才创新培养、多部门协同与规制力度配置高水平政策注意力为核心条件,科技人才评价为边缘条件,覆盖结果案例占比 34.1%,唯一覆盖度 6.0%。MA1 表明,动机激励与能力培养在政策系统中协同发挥作用,提升科技人才的专业能力与实践产出。多部门协同优化了政策资源的跨部门整合,规制力度则为政策提供制度保障,确保执行可控、目标清晰。例如,《佛山市扶持新型研发机构发展试行办法》指出^[29]:“加大财政资金扶持力度……,增强研发和成果转化能力,促进人才团队的集聚、培养和提高研发水平。”

R1 以围绕规制力度配置高水平政策注意力为核心条件,科技人才评价、知识产权保护、人才培养与育化环境为边缘条件,覆盖结果案例占比 27.7%,唯一覆盖度为 2.6%。R1 表明,在政策规制提供执行规范和制度稳定的基础上,引入多元辅助条件,弥补规制“刚性”中灵活性不足的弱点。科技人才的评价、保护与培养机制等多元化边缘条件能够与规制形成互补,促进系统有序运作。例如,《珠海经济特区科技创新促进条例》对“技术创新”“科技成果转化”“知识产权保护”“科技人才评价”和“创新环境”均设立相应标准^[30],以推动全面创新。

横向对比显示,组态 MA1 覆盖度最高,说明“动机—能力”主导的协同规制路径适用性最强。所有

组态的唯一覆盖度均较低,表明粤港澳大湾区内地城市群科技人才政策系统实现高有序度的路径依赖性不高,所有组态均具有可替代性。

(2)组间分析

组间一致性用于评估各组态特定条件组合在不同时间节点上对结果的解释力。本文通过探究 2007 至 2021 年 6 组组态一致性变化趋势,分析其不同时间节点上对科技人才政策系统高有序度运行的影响。图 5 显示,各组态一致性均呈上升趋势,并在特定时间节点趋稳,展现出明显的时间效应。ME1、MA1、R1 于 2013 年前后趋近 1.0 的水平;M1、M2、E1 则在 2017 年前后稳定在 1.0 的水平并逐渐重叠。在相应的时间节点之前,各组态一致性水平虽呈现增长趋势,但并不能充分实现系统高有序度运行,这表明政策系统的高有序度不仅依赖初始条件配置,还受时间进程和政策过程的动态影响。

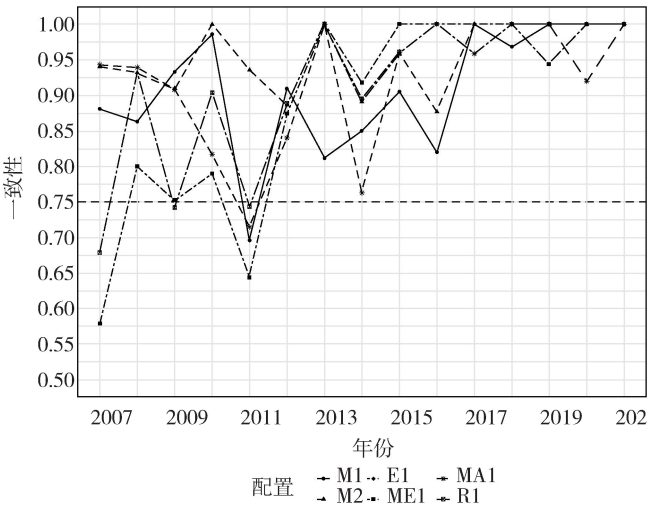


图 5 各条件组态 2007 - 2021 年组间一致性水平变化趋势
Figure 5 Trends in inter - group consistency levels of conditional configurations

(3)组内分析

时间序列的引入使 QCA 能够识别不同区域和不同时期的适配组态。粤港澳大湾区内地城市群作为开放性、发展多样的区域,内部的产业结构、经济发展阶段和政策实施效果等方面均存在差异,可将其划分为深莞惠、珠中江和广佛肇三大都市圈。组内一致性的分析基于各都市圈的覆盖度均值,评估各组态在都市圈内是否构成政策系统运行高有序度的充分条件。

表 6 区域覆盖度均值
Table 6 Mean regional coverage

区域	“动机”主导的协同驱动型		“情感”主导的 规制驱动型	“动机—情感” 主导的协同驱动型	“动机—情感” 主导的协同规制 共同驱动型	多元协同的 规制驱动型
	M1	M2	E1	ME1	MA1	R1
深莞惠都市圈	0.308	0.252	0.256	0.232	0.345	0.280
珠中江都市圈	0.346	0.329	0.426	0.418	0.495	0.342
广佛肇都市圈	0.430	0.327	0.353	0.284	0.360	0.305

表 6 显示,深莞惠都市圈在 M1、MA1 与 R1 组态下的覆盖度均值分别为 0.307、0.345 和 0.280,均处于较高水平。这表明该区域更适配动机驱动、能力提升与规制导向的协同路径。作为经济核心区,深莞惠市场化程度高、创新能力强,动机与能力配置效果显著。同时,较高的 R1 覆盖度也反映出制度规范在科技人才政策执行中的重要支撑作用。

珠中江都市圈在 E1、ME1 和 MA1 组态下的覆盖度均值分别为 0.426、0.418 和 0.495。这表明该都市圈更适配动机驱动与能力提升、情感导向相结合的路径配置。该区域在公共服务与生活环境方面的持续投入提升了人才满意度,强化了政策系统的内在稳定性。同时,“动机—能力”和“动机—情感”的结合能有效激发人才创新潜力,体现出能力驱动与情感导向在多元协同机制中的互补效应。

广佛肇都市圈在 M1、E1 与 MA1 组态下的覆盖度均值分别为 0.430、0.353 和 0.360,这表明该都市圈更适配动机与情感驱动的路径配置。作为制造业与服务业集聚区,广佛肇都市圈既重视激发科技人才创新动机,又关注人才育化环境建设,形成动机与情感的互补机制。同时,较高的 MA1 覆盖度反映出该区域在政策执行中注重能力提升与资源优化配置。

(4)低系统有序性分析

基于组态分析的因果关系的“非对称性”,本文进一步识别导致政策系统低有序度的条件组合,旨在为政策系统优化提供针对性的改进方向。表 5 显示,组态 LMR1 与 LMR2 两条抑制型路径的覆盖度分别为 34.8% 和 30.4%,唯一覆盖度分别为 8.3% 和 3.9%,均呈现“低动机—弱规制”特征。这表明,动机驱动在科技人才系统中的作用不仅是激发个体创新动力,还能通过明确目标与价值导向,提升各方参与者之间的协同程度,增强政策的实施效果。横

向比较两组态可见,若政策注意力没有集中在科技人才评价、科技成果转化和规制力度上,即便注意力在其他条件中有所配置,也依旧无法弥补动机驱动缺位和规制力度薄弱的不足。

低动机驱动削弱了政策的方向性与激励机制,弱规制则导致执行环节缺乏规范与稳定性。尽管 LMR1 中的育化环境和 LMR2 中的部门协同提供了一定支持,但在缺失核心条件的情况下,这些边缘配置依旧难以弥补系统运行中的短板。

3.3 进一步讨论

科技人才系统有序运行高度依赖动机驱动。在 6 条实现系统高有序度运行的路径中,M1、M2、ME1 和 MA1 均将动机驱动设为核心条件,而在系统低有序度运行的 LMR1 和 LMR2 中,动机驱动均缺失。这表明,动机驱动不仅能够激发个体创新动力,还能通过明确目标与价值导向,增强政策实施效果。在组态 LMR1 和 LMR2 中,两者均为缺失状态,而在所有高有序度组态中则从未出现两者同时缺失的情形,进一步验证了二者在保障政策系统高效运行中的基础性作用。

系统中各要素之间存在等效替代关系。组态 E1 和 ME1、M1M2 与 ME1、E1 与 MA1 的对比显示,“动机驱动”与“规制力度”、“情感驱动”与“部门协同”以及“能力培养+部门协同+规制力度”与“情感驱动”之间存在替代关系。规制力度通过约束主体行为,有效降低资源浪费、提高技术应用效率,与“动机驱动”的功能发生部分重叠;情感驱动往往依赖个体感知和价值认同,而部门协同能够在不同组织和行为主体之间建立有效沟通与合作,减少系统低效问题,与“情感驱动”形成互补;能力培养和部门协同能够为个体提供创新支持,规制力度则确保了科技行为的规范性,与“情感驱动”的内部性互为替代。

科技人才创新能力培养应因情施策。在所有实现高有序度的组态中,仅 MA1 将“能力培养”设为核心条件,其他路径中该因素多为边缘或无关条件。结合组间分析结果表明,能力培养虽然在部分情境中发挥关键作用,但并非普遍适用的决定性机制,其效果具有高度的情境依赖性,需结合各区域的发展阶段、现实需求与组织结构等多维因素统筹考量。

政策注意力配置需统筹个体与组织视角。所有实现系统高有序度的路径均涵盖个体与组织层面的要素作为核心条件,而在系统低有序度运行的路径中,个体视角条件明显缺失,进一步印证双重视角在提升系统运行效果中的关键作用。

4 研究结论与政策启示

4.1 研究结论

本研究基于 2007 - 2021 年粤港澳大湾区内地城市群面板数据,采用 BERTopic 和动态 QCA 方法对提升科技人才政策系统运行有序度的多元路径进行分析。结论如下:(1)在五类科技人才政策系统有序运行路径中,个体与组织视角中的各因素均不构成实现科技人才政策系统运行高有序度的必要条件,且“动机驱动”与“规制力度”、“情感驱动”与“部门协同”以及“能力培养 + 部门协同 + 规制力度”与“情感驱动”之间存在等效替代关系。其中,动机驱动在多条路径中为核心条件,具有关键作用。(2)“低动机—弱规制”是两条导致系统运行低有序度的主要特征,即弱动机驱动和低规制力度是抑制科技人才政策系统效能发挥的关键制约。(3)研究发现了明显的时间效应。以 2013 年和 2017 年为关键节点,异质路径在相应时间节点后均趋于高一致性和稳定状态。(4)粤港澳大湾区内地城市群在提升科技人才政策系统运行有序度方面展现出路径多元化特征,且不同区域之间的路径适配存在一定差异。

4.2 理论贡献

本研究的理论贡献主要体现在:第一,现有文献侧重于科技人才政策的宏观属性特征和整体变迁趋势,缺乏对政策实施中个体微观要素的深入考察。本研究从“个体—组织”互动视角切入,聚焦科技人才个体创新动机、能力和情感等微观要素,揭示个体与组织层面条件的协同机制,为科技人才政策系统效能研究提供了新的分析视角。第二,将动态 QCA

与机器学习相结合的方法引入科技人才政策研究,在“时间—空间”二维框架下识别政策系统运行的动态路径,分析系统中各条件要素之间的复杂互动机制。第三,基于政策注意力分配理论,廓清各要素之间的等效替代关系,厘清实现科技人才政策系统有序运行的核心条件和替代路径,拓展了政策注意力与系统有序性理论的研究边界。

4.3 政策启示

本文可能为提升各区域科技人才系统运行有序度带来如下政策启示:

第一,决策者应在关注“动机驱动”的同时,灵活利用等效替代关系优化政策注意力配置。“动机驱动”是发挥系统效能的关键,且“动机驱动”与“规制力度”、“情感驱动”与“部门协同”、“能力培养 + 部门协同 + 规制力度”与“情感驱动”之间存在替代性。具体而言,动机驱动不足可以通过强化规制力度来补偿;情感导向缺失可通过加强部门间协同,或全面提升人才的创新能力、强化跨部门合作及完善规制措施予以弥补。在注意力资源有限的条件下,政策制定者应灵活运用替代关系,避免“低动机—弱规制”组合,实现效能最大化。

第二,科技人才创新能力培养需因地制宜。研究发现,创新能力培养并非普遍适用的关键机制,其作用取决于地区经济、社会、文化环境等因素。各地政府应结合具体区域特征和实际需求,灵活定位不同要素在政策中的核心或边缘地位。此外,不同组态在发挥效能时具有时间效应,其重要性可能随政策阶段和区域发展进程而变化。

第三,政策注意力配置应兼顾个体与组织视角。研究表明,政策的实施效果受到个体与组织双重因素的显著影响。在政策设计与实施过程中,决策者应同步兼顾个体需求与组织协同机制,避免单一视角带来的系统失衡风险,确保政策体系能够持续高效运作。

参考文献:

- [1] 汤超颖,高晋宇.科技人才政策复合系统协同度分析:以粤港澳大湾区为例[J].科技管理研究,2022,42(13):115-122. Tang C Y, Gao J Y. Analysis on the synergy of the science and technology talent policy composite system: Taking the Guangdong - Hong Kong - Macao greater bay area as an example [J]. Science and Technology Management Research, 2022, 42(13): 115 - 122.

- [2] 李欣,马文雅,林芬芬. 基于政策多维度分析的中国科技人才政策量化研究[J]. 中国科技论坛, 2023, (10): 105 - 118. Li X, Ma W Y, Lin F F. Quantitative research of China's science and technology talent policy based on policy multidimensional analysis [J]. Forum on Science and Technology in China, 2023, (10): 105 - 118.
- [3] 程聪慧,钟燕. 科技人才政策影响城市创新的路径研究[J]. 科研管理, 2023, 44(3): 95 - 101. Gheng C H, Zhong Y. A study of the influence paths of science and technology talent policies on urban innovation [J]. Science Research Management, 2023, 44(3): 95 - 101.
- [4] 朱婧,王璐嘉,胡品平. 珠三角国家自主创新示范区科技人才政策的文本研究[J]. 科技管理研究, 2019, 39(15): 37 - 42. Zhu J, Wang L J, Hu P P. A Text study on the policy of scientific and technological talents in the pearl river delta (PRD) national innovation demonstration zone [J]. Science and Technology Management Research, 2019, 39(15): 37 - 42.
- [5] 刘忠艳,赵永乐,王斌. 1978—2017 年中国科技人才政策变迁研究[J]. 中国科技论坛, 2018(2): 136 - 144. Liu Z Y, Zhao Y L, Wang B. Change of Chinese scientific and technological talents policies in 1978—2017 [J]. Forum on Science and Technology in China, 2018(2): 136 - 144.
- [6] 杜运周,李佳馨,刘秋辰,等. 复杂动态视角下的组态理论与 QCA 方法; 研究进展与未来方向[J]. 管理世界, 2021, 37(3): 180 - 197, 12 - 13. Du Y Z, Li J X, Liu Q C, et al. Configurational theory and QCA method from a complex dynamic perspective: Research progress and future directions [J]. Journal of Management World, 2021, 37(3): 180 - 197, 12 - 13.
- [7] 王展昭,唐朝阳. 区域创新生态系统耗散结构研究[J]. 科学学研究, 2021, 39(1): 170 - 179. Wang Z Z, Tang C Y. Study on dissipative structure of regional innovation ecosystem [J]. Studies in Science of Science, 2021, 39(1): 170 - 179.
- [8] 陈晓东,杨晓霞. 数字经济发展对产业结构升级的影响——基于灰关联熵与耗散结构理论的研究[J]. 改革, 2021(3): 26 - 39. Chen X D, Yang X X. The impact of digital economic development on the upgrading of industrial structure: Based on the research of grey relational entropy and dissipative structure theory [J]. Reform, 2021 (3): 26 - 39.
- [9] 董健,李兆友. 耗散结构论阈下的政府创新系统及其优化策略[J]. 中国科技论坛, 2020(5): 51 - 60. Dong J, Li Z Y. Government innovation system and its optimal strategy from the theory of dissipative structures [J]. Forum on Science and Technology in China, 2020 (5): 51 - 60.
- [10] Zhu X F, Zhang Y L. Diffusion of marketization innovation with administrative centralization in a multilevel system: Evidence from China [J]. Journal of Public Administration Research and Theory, 2019, 29(1): 133 - 150.
- [11] Appelbaum E, Bailey T, Berg P, et al. Manufacturing Advantage: Why High Performance Work Systems Pay off [M]. Cornell University Press, 2000: 35.
- [12] 汤超颖,李作林,张剑. 动机、能力与情感: 科技人才创新活力的要素及其赋能[J]. 中国行政管理, 2022(12): 147 - 149. Tang C Y, Li Z L, Zhang J. Motivation, competence, and emotion: Key elements of innovation vitality in S&T talents and their enabling mechanisms [J]. Chinese Public Administration, 2022(12): 147 - 149.
- [13] 周国君,方阳春,江佳妮,等. 激发科技人才创新行为的岗位管理模式研究[J]. 科学学研究, 2025, 43(11): 2379 - 2388. Zhou G J, Fang Y C, Jiang J N, et al. A study on the post management mode to stimulate innovative behavior of scientific and technological talents [J]. Studies in Science of Science, 2025, 43(11): 2379 - 2388.
- [14] 李树文,罗瑾琰,郭利敏,等. 科创企业能力型、动机型与机会型战略人力资源管理对产品创新影响的周期演进[J]. 南开管理评论, 2022, 25(2): 90 - 102. Li S W, Luo J L, Guo L M, et al. Cycle evolution of the impact of ability - enhancing, motivation - enhancing and opportunity - enhancing strategic human resource management on product innovation in S&T enterprises [J]. Nankai Business Review, 2022, 25(2): 90 - 102.
- [15] Bryson J M, Crosby B C, et al. Designing and implementing cross - sector collaborations: Needed and challenging [J]. Public Administration Review, 2015, 75(5): 647 - 663.
- [16] 雷浩伟,廖秀健. 省级政府大数据发展应用政策的规制导向与执行优化研究——基于政策文本的分析[J]. 公共管理与政策评论, 2022, 11(2): 114 - 134. Lei H W, Liao X J. Research on the regulatory guidance and implementation optimization of big data development and application policies of provincial governments: Based on the analysis of policy texts [J]. Public Administration and Policy Review, 2022, 11(2): 114 - 134.

- [17] 杜运周,贾良定. 组态视角与定性比较分析(QCA): 管理学研究的一条新道路[J]. 管理世界, 2017(6): 155-167. Du Y Z, Jia L D. Configurational perspective and qualitative comparative analysis(QCA): An emerging pathway for management research[J]. Journal of Management World, 2017(6): 155-167.
- [18] Stewart T A. Intellectual Capital: The New Wealth of Organizations[M]. Doubleday Dell Publishing Group: New York, 1997:75.
- [19] 杨思洛,于永浩. 基于 BERTopic 模型的国内信息资源管理研究主题挖掘与演化分析[J]. 情报科学, 2024,42(8):12-21. Yang S L, Yu Y H. Topic mining and evolution analysis of information resource management research based on BERTopic model[J]. Information Science, 2024, 42(8): 12-21.
- [20] 冯桢,韩霞,史冬梅,等. 多维邻近性视角下城市群协同创新网络及影响因素分析[J]. 中国科技论坛, 2023(10):50-61. Feng C, Han X, Shi D M, et al. Analysis of collaborative innovation network of urban agglomeration and its influencing factors from the perspective of multidimension proximity[J]. Forum on Science and Technology in China, 2023(10): 50-61.
- [21] 王成,周明茗,李颖颖,等. 基于耗散结构系统熵模型的乡村生产空间系统有序性研究[J]. 地理研究, 2019,38(3):619-631. Wang C, Zhou M M, Li H Y, et al. Research on the order of rural production space system based on a system entropy model in the dissipative structure[J]. Geographical Research, 2019, 38(3): 619-631.
- [22] 张明,杜运周. 组织与管理研究中 QCA 方法的应用: 定位、策略和方向[J]. 管理学报, 2019,16(9):1312-1323. Zhang M, Du Y Z. Qualitative comparative analysis(QCA) in management and organization research: Position, tactics, and directions[J]. Chinese Journal of Management, 2019, 16(9): 1312-1323.
- [23] 方芳,张立杰,赵军. 制度组态视角下提升农业绿色全要素生产率的多元路径探析——基于动态 QCA 的面板数据分析[J]. 中国农村经济, 2024(2):44-66. Fang F, Zhang L J, Zhao J. Multiple paths of agricultural green total factor productivity improvement from the perspective of institutional grouping: A panel data analysis based on dynamic QCA[J]. Chinese Rural Economy, 2024(2): 44-66.
- [24] 张玉磊,张光宇,马文聪,等. 什么样的新型研发机构更具有高创新绩效? ——基于 TOE 框架的组态分析[J]. 科学学研究, 2022,40(4):758-768. Zhang Y L, Zhang G Y, Ma W C. et al. What kind of new R&D institutions have higher innovation performance? —— Configuration analysis based on TOE framework[J]. Studies in Science of Science, 2022, 40(4): 758-768.
- [25] Ragin C C. Fuzzy-Set Social Science[M]. Chicago, IL: University of Chicago Press, 2000:212.
- [26] 深圳市人民代表大会常务委员会. 深圳经济特区国家自主创新示范区条例[EB/OL]. https://www.sz.gov.cn/szsrnzfxgk/zc/gz/content/post_9452835.html. 2019-11-13. The Standing Committee of the Shenzhen Municipal People's Congress. Regulations of Shenzhen special economic zone on national independent innovation demonstration zone[EB/OL]. https://www.sz.gov.cn/szsrnzfxgk/zc/gz/content/post_9452835.html. 2019-11-13.
- [27] 东莞市人民政府办公室. 东莞市特色人才特殊政策实施办法[EB/OL]. <https://www.dg.gov.cn/attachment/0/79/79177/3698784.pdf>. 2021-12-01. Office of Dongguan Municipal People's Government. Implementation measures for specialized talents policy of Dongguan municipality[EB/OL]. <https://www.dg.gov.cn/attachment/0/79/79177/3698784.pdf>. 2021-12-01.
- [28] 广州市人民代表大会常务委员会. 广州市科技创新条例[EB/OL]. https://kjj.gz.gov.cn/xxgk/zcfg/zcf-gwj/content/post_7333148.html. 2021-04-07. The Standing Committee of the Guangzhou Municipal People's Congress. Regulations of Guangzhou on scientific and technological innovation[EB/OL]. https://kjj.gz.gov.cn/xxgk/zcfg/zcf-gwj/content/post_7333148.html. 2021-04-07.
- [29] 佛山市人民政府办公室. 佛山市扶持新型研发机构发展试行办法[EB/OL]. https://www.foshan.gov.cn/gkmlpt/content/2/2002/post_2002817.html. 2016-04-22. Office of Foshan Municipal People's Government. Interim measures of Foshan on fostering the development of new research and development institutions[EB/OL]. https://www.foshan.gov.cn/gkmlpt/content/2/2002/post_2002817.html. 2016-04-22.
- [30] 珠海市人民政府人民代表大会常务委员会. 珠海经济特区科技创新促进条例[EB/OL]. https://www.zhrd.gov.cn/zhfg/202106/t20210602_58857779.html. 2021-06-02. The Standing Committee of the Zhuhai Municipal People's Congress. Regulations of Zhuhai special economic zone on promoting scientific and technological innovation.[EB/OL]. https://www.zhrd.gov.cn/zhfg/202106/t20210602_58857779.html. 2021-06-02.

Research on pathways for enhancing the effectiveness of the science and technology talent policy system: From the perspective of "individual – organization" interaction

LI Sheng – hui, CHENG Si – jia

(School of Public Administration, South China University of Technology, Guangzhou 510641, China)

Abstract: The orderly operation of the science and technology (S&T) talent policy system constitutes a fundamental guarantee for the construction and governance of high – level talent hubs. However, the intrinsic interaction mechanisms among the constituent elements within this system remain inadequately explored and require further revelation. To address this gap, this study leverages panel data from the Mainland Chinese city cluster within the Guangdong – Hong Kong – Macao Greater Bay Area (GBA) spanning the period 2007 – 2021. Employing an integrated methodological approach that combines dynamic fuzzy – set Qualitative Comparative Analysis (fsQCA) and BERTopic machine learning, the research investigates the synergistic effects of key factors—namely innovation motivation, innovation capability, innovation emotion, and institutional environment—on enhancing the level of orderly operation within the S&T talent system. This investigation is grounded in an "individual – organizational" interaction perspective and systematically explores these dynamics across both temporal and spatial dimensions.

The analysis yields several significant findings. Firstly, the orderly operation of the S&T talent policy system manifests through multiple pathways underpinned by complex mechanisms. Five distinct configurations were identified: a "motivation" – dominated synergy – driven type; an "emotion" – dominated regulation – driven type; a "motivation – emotion" – dominated synergy – driven type; a "motivation – capability" – dominated synergy – regulation – driven type; and a multi – factor synergy regulation – driven type. Crucially, within these five pathways, none of the individual or organizational factors alone constitutes a necessary condition for achieving a high degree of system orderliness. Instead, the research reveals the existence of equifinality—equivalent substitutability—between specific condition combinations. Notably, substitutable relationships exist between "motivation – driven" mechanisms and "regulatory intensity," between "emotion – driven" mechanisms and "interdepartmental coordination," and between the combination of "capability cultivation + interdepartmental coordination + regulatory intensity" and "emotion – driven" mechanisms. Among these, motivation – driven mechanisms consistently emerge as a core condition across multiple pathways, playing a pivotal role in achieving high system orderliness. Secondly, weak innovation motivation coupled with low regulatory intensity is identified as a primary constraint negatively impacting the orderly operation of the S&T talent policy system. Thirdly, the development trajectory of this system within the GBA's Mainland city cluster exhibits significant time effects, with 2013 and 2017 serving as critical inflection points. Heterogeneous pathways observed prior to these nodes consistently converged towards states characterized by high consistency and stability thereafter. Fourthly, distinct regions demonstrate differentiated realization pathways for achieving system orderliness, highlighting the significant influence of specific contextual conditions on the effective configuration of factors.

From a theoretical perspective, this research offers novel contributions. By adopting the "individual – organizational" interaction lens, it focuses on micro – level elements influencing S&T talents—specifically individual innovation motivation, capability, and emotion—thereby revealing the synergistic mechanisms operating between conditions at the individual and organizational levels. Furthermore, grounded in the theory of policy attention allocation, the study clarifies the equifinal relationships among key elements, systematically delineating both the core conditions and the substitutable pathways essential for realizing the orderly operation of the S&T talent policy system. From a practical perspective, the findings provide actionable insights for policymakers. Decision – makers should prioritize "motivation – driven" mechanisms while also flexibly utilizing the identified equivalent substitutability relationships to optimize the allocation of policy attention. Crucially, capability cultivation is not a universally applicable key mechanism, its effectiveness is contingent upon regional economic, social, and cultural environmental factors. During policy design and implementation, policymakers must simultaneously address individual talent needs and organizational synergy mechanisms to ensure the policy system operates sustainably and efficiently. Consequently, the conclusions provide robust theoretical support and concrete policy recommendations aimed at enhancing the operational effectiveness and governance of S&T talent policy systems.

Key words: science and technology talent policy; policy system; dynamic QCA; BERTopic; policy attention