

·京津冀医药科技创新格局与发展趋势专题·

中图分类号: R95; G306.0 文献标志码: A 文章编号: 1006-4931(2026)04-0017-09  
doi:10.3969/j.issn.1006-4931.2026.04.003



## 京津冀生物医药技术开发热点与趋势分析\*

王建波<sup>1</sup>, 张婷<sup>1</sup>, 杨楠<sup>2</sup>, 田倩男<sup>2</sup>, 陈芮<sup>2</sup>, 欧阳昭连<sup>1△</sup>

(1. 北京协和医学院·中国医学科学院医学信息研究所·图书馆, 北京 100020; 2. 广东省深圳市卫生健康发展研究和数据管理中心, 广东 深圳 518028)

**个人简介:** 王建波, 男, 在读硕士研究生, 本科毕业于东北大学, 获软件工程专业学士学位。2024年至今就读于中国医学科学院医学信息研究所情报学专业, 研究方向为医疗器械与药物战略情报分析, 参与发表3篇论文, 参与编多份与脑机接口、组织工程与再生医学、关键技术识别、科技成果转化等国家重点关注领域有关的研究报告。



**摘要:** **目的** 探讨京津冀生物医药技术的研究热点与发展趋势。**方法** 检索 IncoPat 专利数据库 2015 年 1 月至 2024 年 12 月公开发布的京津冀生物医药技术相关的发明专利数据, 采用 BERTopic 模型进行聚类分析, 并通过其分层聚类函数对相似主题进行整合和归纳, 结合动态趋势变化识别研究热点。**结果** 共获得京津冀生物医药领域相关发明专利数据 30 109 条, 其中北京 22 454 条, 天津 4 699 条, 河北 2 956 条。2015 年至 2024 年, 京津冀生物医药技术授权发明专利数量总体呈先增长后降低的趋势, 2022 年达到峰值(5 005 件)。北京专利数量始终处于核心引领地位, 天津与河北的专利数量较少但呈稳步增长趋势, 显示出区域创新的辐射效应。共提取 25 个研究主题, 可归纳为 4 个研究方向, 其中, 前沿生物制药与细胞治疗以微生物发酵(1 732 项)、病毒疫苗(1 345 项)、干细胞治疗(1 330 项)等为核心主题, 分子诊断与检测技术以肿瘤基因检测(2 776 项)、生物芯片(1 517 项)、高效液相色谱检测(1 430 项)等为核心主题, 化学药物与新型制剂以小分子化合物与衍生物(2 048 项)、口服与注射制剂(1 412 项)、纳米药物制剂(1 245 项)等为核心主题, 传统中医药与疾病防治以中药成分提取(1 257 项)、中药外用制剂(738 项)等为核心主题。不同研究主题在时间维度上呈现出差异化的变化特征, 其中, 微生物发酵、病毒疫苗、干细胞治疗、肿瘤基因检测、生物芯片、纳米药物制剂等主题在近年来呈快速增长趋势, 成为当前研究热点。**结论** 京津冀生物医药技术发展迅速, 研究热点集中在前沿生物制药、分子诊断与新型制剂等方向, 具有较高发展潜力, 趋势变化的原因可能与关键技术突破、政策支持、临床需求增加及产业化进程加快密切相关。需进一步加强区域协同和资源整合, 以提升京津冀整体创新能力与产业竞争力。

**关键词:** 京津冀; 生物医药; BERTopic; 发明专利; 研究热点; 趋势分析

### Analysis of Hotspots and Trends in Biomedical Technology Development in the Beijing - Tianjin - Hebei Region

WANG Jianbo<sup>1</sup>, ZHANG Ting<sup>1</sup>, YANG Nan<sup>2</sup>, TIAN Qiannan<sup>2</sup>, CHEN Rui<sup>2</sup>, OUYANG Zhaolian<sup>1△</sup>

(1. Institute of Medical Information·Medical Library, Peking Union Medical College·Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100020, China;  
2. Shenzhen Health Development Research and Data Management Center, Shenzhen, Guangdong 518028, China)

**Abstract: Objective** To investigate the research hotspots and development trends in biomedical technology in the Beijing - Tianjin - Hebei region. **Methods** Publicly available invention patent data related to biomedical technology in the Beijing - Tianjin - Hebei region from January 2015 to December 2024 were retrieved from the IncoPat patent database. The BERTopic model was used for clustering analysis, and its hierarchical clustering function was applied to integrate and summarize similar topics. Research hotspots were identified by combining dynamic trend changes. **Results** A total of 30 109 invention patent records in the field of biomedicine in the Beijing - Tianjin - Hebei region were obtained, including 22 454 from Beijing, 4 699 from Tianjin, and 2 956 from Hebei. From 2015 to 2024, the number of authorized invention patents in biomedical technology in the region showed an overall trend of increasing first and then decreasing, peaking in 2022 (5 005 patents). Beijing has always maintained a core leading position in terms of patent quantity, while Tianjin and Hebei, though with relatively fewer patents, have shown a steady growth trend, indicating the radiation effect of regional innovation. A total of 25 research topics were extracted and summarized into four research directions. Specifically, the research direction of frontier biopharmaceuticals and cell therapy focused on core themes such as microbial fermentation

\*基金项目: 北京市社会科学基金项目(重点项目)[24JCB024]。

第一作者: 王建波, 男, 在读硕士研究生, 研究方向为医疗器械与药物战略情报, (电子信箱) wangjianbo@student.pumc.edu.cn。

△通信作者: 欧阳昭连, 女, 博士, 研究员, 研究方向为医疗器械与药物战略情报, (电子信箱) zoeouyang@163.com。

(1 732 patents), viral vaccines (1 345 patents), and stem cell therapy (1 330 patents); the research direction of molecular diagnostics and detection technologies focused on core themes such as tumor gene detection (2 776 patents), biochips (1 517 patents), and high-performance liquid chromatography detection (1 430 patents); the research direction of chemical drugs and novel formulations focused on core themes such as small-molecule compounds and derivatives (2 048 patents), oral and injection preparations (1 412 patents), and nano-drug formulations (1 245 patents); and the research direction of traditional Chinese medicine (TCM) and disease prevention and treatment focused on core themes such as extraction of TCM components (1 257 patents) and external TCM preparations (738 patents). Different research topics exhibited varying temporal trends. Topics such as microbial fermentation, viral vaccines, stem cell therapy, tumor gene detection, biochips, and nano-drug formulations showed rapid growth in recent years, becoming current research hotspots. **Conclusion** Biomedical technology in the Beijing-Tianjin-Hebei region are developing rapidly, with research hotspots concentrated in areas such as frontier biopharmaceuticals, molecular diagnostics, and novel formulations, demonstrating high development potential. The observed trend changes may be closely related to key technological breakthroughs, policy support, increased clinical demand, and accelerated industrialization. Further strengthening regional coordination and resource integration is necessary to enhance the overall innovation capability and industrial competitiveness of the Beijing-Tianjin-Hebei region.

**Key words:** Beijing-Tianjin-Hebei region; biomedicine; BERTopic; invention patent; research hotspot; trend analysis

近年来,生物医药产业在全球快速发展,成为推动生命健康科技进步的重要力量。京津冀三地依托科研资源、产业基础与政策支持,已逐渐形成具有竞争力的生物医药产业集群。《北京市加快医药健康协同创新行动计划(2024—2026年)》<sup>[1]</sup>指出,要深化京津冀医药产业协同发展,建设生命健康产业集团。专利分析作为揭示技术热点与创新趋势的重要工具,对剖析该区域生物医药技术发展具有重要意义。生物医药专利分析主要集中于专利计量分析、引文分析与文本挖掘这3类方法<sup>[2-4]</sup>。其中,专利计量分析通过统计专利数量与地域分布揭示技术趋势与创新能力,如王冉等<sup>[5]</sup>对新型冠状病毒感染(以下简称新冠)疫苗专利研究发现热点集中在抗原与基因工程技术;张程等<sup>[6]</sup>指出广东省生物医药发展存在区域不均衡现象。但该方法多停留在宏观层面,难以揭示专利语义与技术关联。引文分析可揭示技术传承路径和影响。张婷等<sup>[7]</sup>研究合成生物学专利发现,创新性主要集中于脂质体与水凝胶领域;MHAMDI<sup>[8]</sup>揭示了壳聚糖在多领域的广泛应用。然而,该分析依赖引文关系,对新兴技术识别存在滞后性。随着自然语言处理的发展,文本挖掘在专利分析中得到广泛应用。杨枫等<sup>[9]</sup>采用LDA模型识别了非小细胞肺癌专利的5个核心主题,但该模型难捕捉复杂语义。基于BERT(Bidirectional Encoder Representations from Transformers)的BERTopic方法克服了这一不足,是一种基于预训练语言模型的主题建模方法,能有效捕捉文本的深层语义特征,并通过降维与聚类手段提取具有较高解释性的研究主题,且能自动提取深层语义主题。奉国和等<sup>[10]</sup>运用该方法分析纳米药物专利,周隽如等<sup>[11]</sup>则揭示医学人工智能专利的技术演化趋势。BERTopic作为一种先进的主题建模技术,凭借其在深度语义分析和主题生

成方面的显著能力,为专利文本分析提供了全新的视角和工具。其在识别研究热点、技术演变路径及潜在创新方向方面的优势,使其成为生物医药领域专利分析中的重要方法之一<sup>[12-14]</sup>。为此,本研究中采用BERTopic模型分析京津冀生物医药领域的技术开发热点与趋势。现报道如下。

## 1 数据与方法

### 1.1 数据来源

鉴于发明专利在创新性方面较实用新型专利和外观设计专利更具优势,本研究中仅分析京津冀生物医药技术相关的发明专利数据,并采用BERTopic模型进行实证分析。在IncoPat专利数据库中基于生物医药领域的技术特点及研究范围,设计了以下IPC检索式:IPC = (A61P OR A61K OR C07D OR C07J OR C07K OR C12M OR C12N OR C12P OR C12Q OR G01N33 OR G01N30) AND AP-PROVINCE = (北京 OR 天津 OR 河北) AND (AD = [20150101 TO 20241231])。检索时限为2015年1月至2024年12月。按专利申请号合并处理,共获得京津冀生物医药领域授权的发明专利数据41 667条,其中北京31 323条,天津6 094条,河北4 250条。对初步收集的专利数据进行人工检查及筛选,最终得到京津冀生物医药领域相关的发明专利数据30 109条,其中北京22 454条,天津4 699条,河北2 956条。为提高主题的准确性和可解释性、减少数据噪声,本研究中对原始文本数据进行了系统的预处理:1)利用正则表达式去除特殊字符、标点符号和数字,并将文本统一转换为小写,以减少噪声干扰;2)采用NLTK库对文本进行分词,并去除英文停用词,以保留对主题有意义的核心词汇;3)通过词形还原对单词进行归一化处理,以减少词汇维度,提高模型的泛化能力;4)清洗后的文

本数据被存储为数据文件,为后续的主题建模提供高质量的数据输入。

## 1.2 方法

采用BERTopic模型进行主题聚类与趋势分析。其建模流程主要包括以下几个步骤:1)文本嵌入表示,利用Sentence-BERT对专利文本进行向量化,将原始文本转化为高维稠密语义向量,从而在主题建模过程中保留词汇间的语义关联性。与传统的词袋模型相比,该方法能更好地捕捉上下文信息,提升主题质量。2)降维处理,采用UMAP(Uniform Manifold Approximation and Projection)方法对高维向量进行降维处理,在保留文本语义结构的同时降低计算复杂度。该步骤有助于在后续聚类过程中形成更清晰的主题边界。3)密度聚类,基于HDBSCAN(Hierarchical Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise)算法对降维后的文本向量进行聚类,其能根据数据的密度结构自动确定聚类数量,并有效识别噪声点,从而提升主题划分的准确性与稳定性。4)主题表示与提取,利用基于词频-逆文档频率(TF-IDF)加权的关键词提取方法,对每个主题簇生成具有代表性的核心词汇,并结合专利文本内容进行人工解读和命名。并通过BERTopic分层聚类函数对相似主题内容进行整合和归纳。

对检索到的专利进行如下分析:1)分析京津冀生物医药领域专利授权情况;2)利用BERTopic模型对专利数据进行主题聚类;3)结合分层聚类方法对主题进行层次结构划分,进一步分析技术热点的层次关系;4)采用动态主题模型(DTM)探索专利技术主题的时间演变趋势,识别近几年的研究方向与研究热点。

## 2 结果

### 2.1 京津冀生物医药技术发明专利授权情况

2015年至2024年,京津冀生物医药技术授权发明专利数总体呈先增长后降低的趋势,2022年达峰值(5 005件),北京授权发明专利数明显高于天津和河北。详见图1。

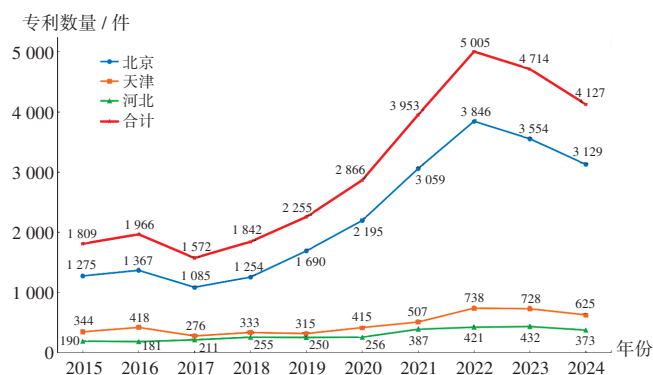


图1 2015年至2024年京津冀生物医药技术发明专利授权情况

Fig.1 Authorization status of invention patents for biomedical technology in the Beijing-Tianjin-Hebei region from 2015 to 2024

### 2.2 研究主题分析

利用BERTopic模型对京津冀生物医药技术发明专利文本进行非层次聚类,共识别出25个研究主题,包括肿瘤基因检测(主题0,2 776项)、小分子化合物与衍生物(主题1,2 048项)、微生物发酵(主题2,1 732项)、生物芯片(主题3,1 517项)、高效液相色谱检测(主题4,1 430项)、口服与注射制剂(主题5,1 412项)、病毒疫苗(主题6,1 345项)、干细胞治疗(主题7,1 330项)、中药成分提取(主题8,1 257项)、纳米药物制剂(主题9,1 245项)、中药外用制剂(主题10,738项)、基因编辑(主题11,632项)、单克隆抗体(主题12,625项)、引物(主题13,507项)、嵌合抗原受体T细胞(CAR-T)与免疫细胞治疗(主题14,460项)、中药复方制剂工艺(主题15,351项)、抗病毒化合物(主题16,347项)、肝病治疗中药制剂(主题17,307项)、糖尿病治疗中药复方(主题18,307项)、水凝胶微球(主题19,276项)、多肽药物(主题20,265项)、放射性药物(主题21,239项)、抗体药物偶联物(主题22,224项)、中药复方制剂治疗(主题23,204项)及抗血栓药物(主题24,201项)。专利数量排名前12的研究主题及其对应的特征词非层次聚类。结果见图2。由于非层次聚类得到的25个主题数量较多,进一步通过层次聚类,将25个主题归纳为前沿生物制药与细胞治疗、分子诊断与检测技术、化学药物与新型制剂、传统中医药与疾病防治4个主要研究方向(见图3)。各研究方向下的研究主题、特征词及专利数量见表1(8 334件专利为离群专利,无法被归类为任何一个研究主题,未在表格中展示)。

前沿生物制药与细胞治疗方向以主题2、主题6及主题7为核心主题(专利数>1 300项)。主题2聚集于菌株改良、代谢过程调控及发酵工艺参数优化等环节,相关技术围绕生物制造流程与产物制备过程展开;主题6涵盖疫苗构建与制备方法、免疫相关分子设计及其检测与评价方法等内容,涉及疫苗研发流程中的关键技术环节;主题7主要涉及细胞培养与扩增条件、分化调控方法,以及细胞治疗在不同疾病场景中的应用方式等内容,技术重点集中在细胞制备与应用流程。分子诊断与检测技术方向以主题0、主题3及主题4为核心主题(专利数>1 400项)。主题0侧重于肿瘤相关基因信息的检测方法、分析流程及其在疾病诊断中的应用,涉及多种分子检测与数据分析技术;主题3围绕多指标检测平台的构建、样本处理方式及检测流程设计等内容展开,相关技术涉及集成化检测装置与分析方法;主题4主要涉及样品分离与分析方法、检测条件设置及相关分析流程,主要应用于药物成分或生物样本的检测与测定。

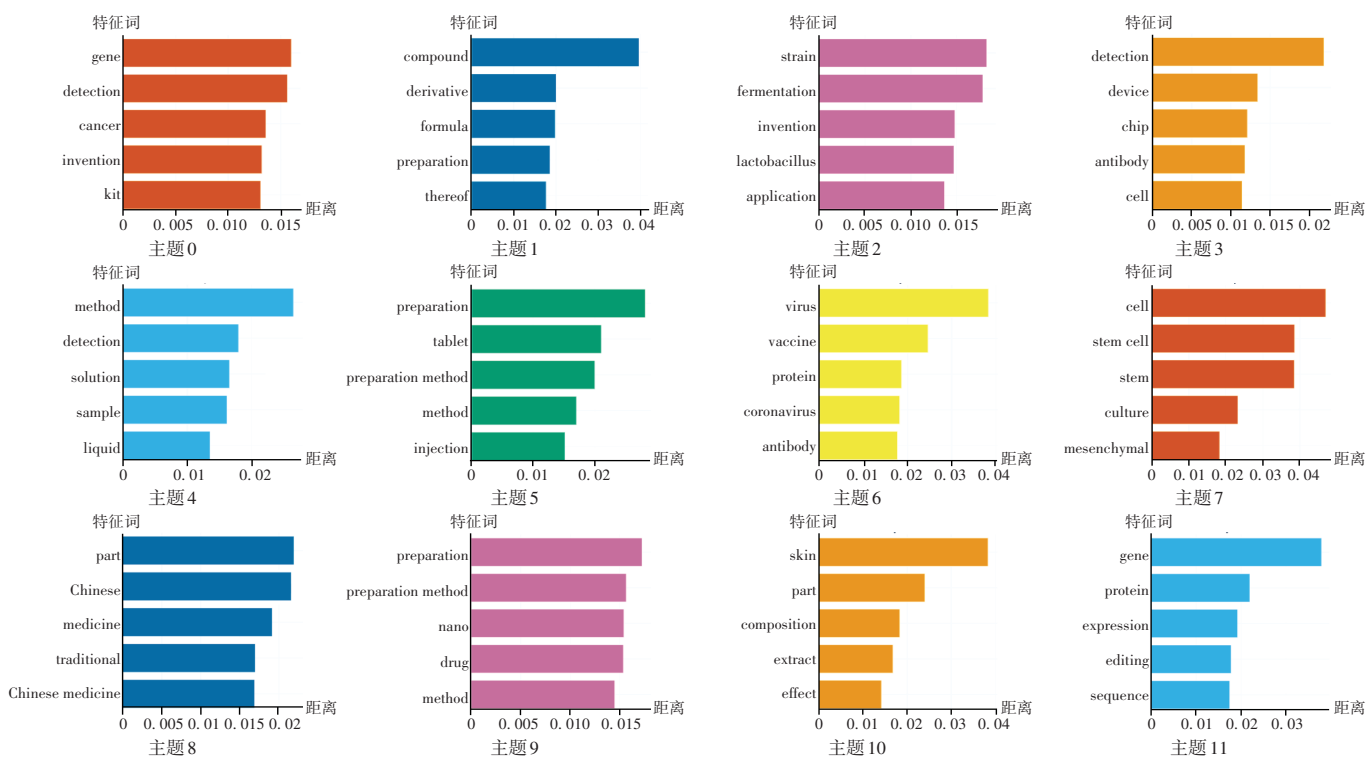


图2 研究主题非层次聚类结果

Fig. 2 Non - hierarchical clustering results of research topics

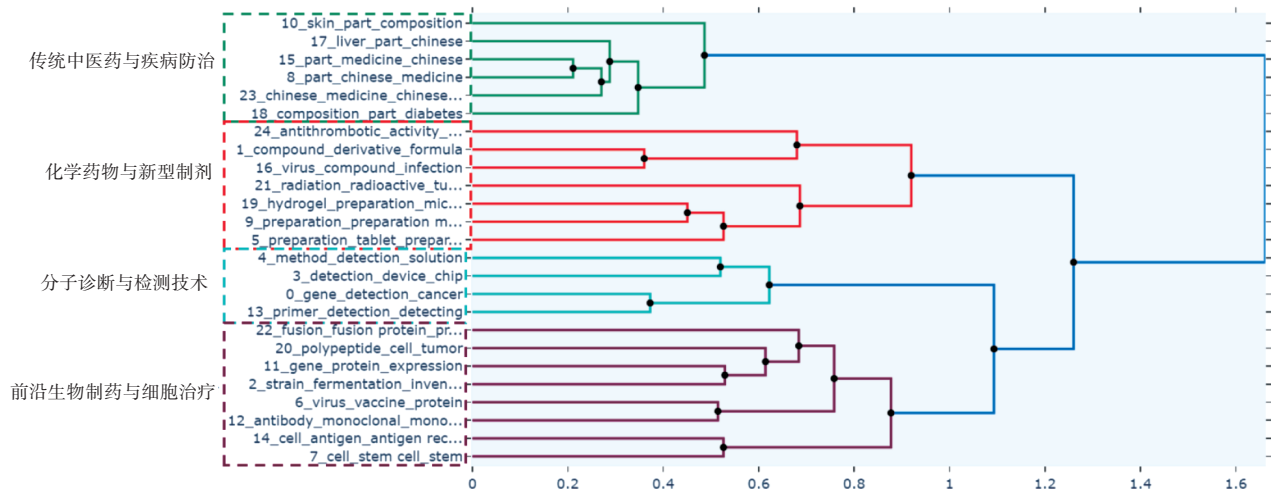


图3 研究主题层次聚类结果

Fig. 3 Hierarchical clustering results of research topics

化学药物与新型制剂方向以主题1、主题5及主题9为核心主题(专利数 > 1 200项)。主题1集中在药物分子结构设计、化合物制备方法及其在疾病治疗中的应用,涉及新药分子研发相关的基础技术;主题5围绕不同给药形式的制剂设计、制备工艺及相关工艺条件展开,研究内容涉及制剂稳定性和给药方式相关技术;主题9涉及纳米载体的构建方法、药物包载与释放方式,以及相关制备工艺,应用于药物递送和制剂开发等方面。

传统中医药与疾病防治方向以主题8和主题10为核心主题(专利数 > 700项)。主题8集中于中药原料中

活性成分的提取方法、分离工艺及其制备过程,涉及中药成分利用与制备相关技术;主题10围绕外用剂型的制备工艺、组成形式及其在疾病防治中的应用方式展开,涉及不同外用制剂的制备与应用。

### 2.3 主题动态变化趋势

基于动态主题模型分析结果,2015年至2024年,京津冀生物医药技术发明专利不同研究主题在时间维度上呈差异化变化特征,各技术方向的专利活跃程度和变化节奏存在一定差异。

在前沿生物制药与细胞治疗方向中,主题2、主题6

表1 各研究方向下的研究主题、特征词及专利数量

Tab.1 Research topics, feature words and patent quantities under different research directions

研究方向	研究主题	特征词	专利数量
前沿生物制药与 细胞治疗	主题2:微生物发酵	strain, fermentation, invention, lactobacillus, application, gene, method, acid, bacteria, production	1 732
	主题6:病毒疫苗	virus, vaccine, protein, coronavirus, antibody, invention, sequence, influenza, detection, novel coronavirus	1 345
	主题7:干细胞治疗	cell, stem cell, stem, culture, mesenchymal, mesenchymal stem, mesenchymal stem cell, method, medium, invention	1 330
	主题11:基因编辑	gene, protein, expression, editing, sequence, vector, recombinant, method, invention, animal	632
	主题12:单克隆抗体	antibody, monoclonal, monoclonal antibody, region, chain, hybridoma, cell, variable region, variable, CDR	625
	主题14: CAR-T与免疫细胞治疗	cell, antigen, antigen receptor, chimeric antigen, chimeric antigen receptor, chimeric, CD, NK, receptor, NK cell	460
	主题20:多肽药物	polypeptide, cell, tumor, cancer, protein, application, glioma, sirna, expression, peptide	265
分子诊断与 检测技术	主题22:抗体药物偶联物	fusion, fusion protein, protein, invention, conjugate, peptide, application, cell, thereof, antibody	224
	主题0:肿瘤基因检测	gene, detection, cancer, invention, Kit, marker, DNA, primer, method, detecting	2 776
	主题3:生物芯片	detection, device, chip, antibody, cell, sample, method, invention, culture, Kit	1 517
	主题4:高效液相色谱检测	method, detection, solution, sample, liquid, chromatography, content, phase, standard, invention	1 430
化学药物与 新型制剂	主题13:引物	primer, detection, detecting, kit, method, gene, invention, probe, bacteria, PCR	507
	主题1:小分子化合物与衍生物	compound, derivative, formula, preparation, thereof, application, invention, composition, preparation method, activity	2 048
	主题5:口服与注射制剂	preparation, tablet, preparation method, method, injection, invention, crystal, composition, sodium, hydrochloride	1 412
	主题9:纳米药物制剂	preparation, preparation method, nano, drug, method, nanoparticles, invention, tumor, application, preparation method application	1 245
	主题16:抗病毒化合物	virus, compound, infection, coronavirus, application, antiviral, invention, HIV, formula, inhibitor	347
	主题19:水凝胶微球	hydrogel, preparation, microsphere, preparation method, method, hyaluronic, microspheres, hyaluronic acid, acid, gel	276
	主题21:放射性药物	radiation, radioactive, tumor, application, preparation, invention, complex, preparation method, radiotherapy, method	239
传统中医药与 疾病防治	主题24:抗血栓药物	antithrombotic, activity, discloses, application, thrombosis, preparation, invention discloses, residue, thrombolytic, invention	201
	主题8:中药成分提取	part, Chinese, medicine, traditional, Chinese medicine, traditional Chinese, traditional Chinese medicine, composition, method, extract	1 257
	主题10:中药外用制剂	skin, part, composition, extract, effect, oil, preparation, Chinese, medicine, invention	738
	主题15:中药复方制剂工艺	part, medicine, Chinese, Chinese medicine, traditional Chinese, traditional, traditional Chinese medicine, composition, treating, preparation	351
	主题17:肝病治疗中药制剂	liver, part, Chinese, medicine, traditional, traditional Chinese, Chinese medicine, composition, traditional Chinese medicine, treating	307
	主题18:糖尿病治疗中药复方	composition, part, diabetes, medicine, Chinese, blood, Chinese medicine, traditional, traditional Chinese, preparation	307
主题23:中药复方制剂治疗	Chinese, medicine, Chinese medicine, traditional Chinese, traditional, traditional Chinese medicine, part, composition, treating, medicine composition	204	

和主题7在10年间均呈较明显的时间演化特征,3类主题的专利数在2018年后逐步增加,并于2022年前后达到阶段性峰值。主题11、主题12和主题14在2018年前后专利数逐渐增多,其变化趋势整体呈现上升态势,但总体规模较小。主题20和主题22在10年间专利数始终保持在较低水平。在分子诊断与检测技术方向中,主题0在10年间始终保持较高的专利数,是该方向中持续活跃的研究主题之一。主题3和主题4在2019年后呈明显增长,并在2022年后达到较高水平。主题13整体专利规模较小,历年专利数量变化幅度较小。在化学药物与新型制剂方向中,主题1和主题9呈相似的时间演化特征,2类主题的专利数量自2018年起均出现明显的上升趋势,并在随后几年持续保持增长态势。相比之下,主题5的专利数量在2015年至2017年间处于相对较高水平,随后逐年降低,并于2020年达到最低值,此后专利数再次回升,在后续年份中呈增长趋势。主题16、主题19、主题21及主题24在10年间整体专利数较少,变化幅度较小。在传统中医药与疾病防治方向中,主题8和主题10

在2019年以前专利数存在一定年度波动;自2019年起,2类主题的专利数开始逐年递增,并在2022年前后达到较高水平。主题15、主题17、主题18及主题23在10年间整体专利数较少,变化幅度较小。详见图4。

### 3 讨论

本研究中基于BERTopic建模方法,对京津冀2015年至2024年公开的30 109项生物医药技术相关专利文本进行了挖掘与分析。2015年至2022年授权发明专利数的快速增长,受益于国家创新驱动发展战略及京津冀协同发展战略的实施;区域政策环境和市场条件的改善,进一步促进了创新资源的集聚和成果转化效率的提升<sup>[15]</sup>。其中,北京依托中关村国家自主创新示范区及建设国际科技创新中心政策支持<sup>[16]</sup>,在区域创新体系中处于核心地位,授权专利数从1 275件增至3 846件。天津和河北的专利数相对较低,但总体呈稳定增长趋势(天津从344件增至738件,河北从190件增至421件),显示出区域内创新辐射效应。自2022年起,京津冀整体专利授权数有所回落,这可能与专利审查周期滞后及

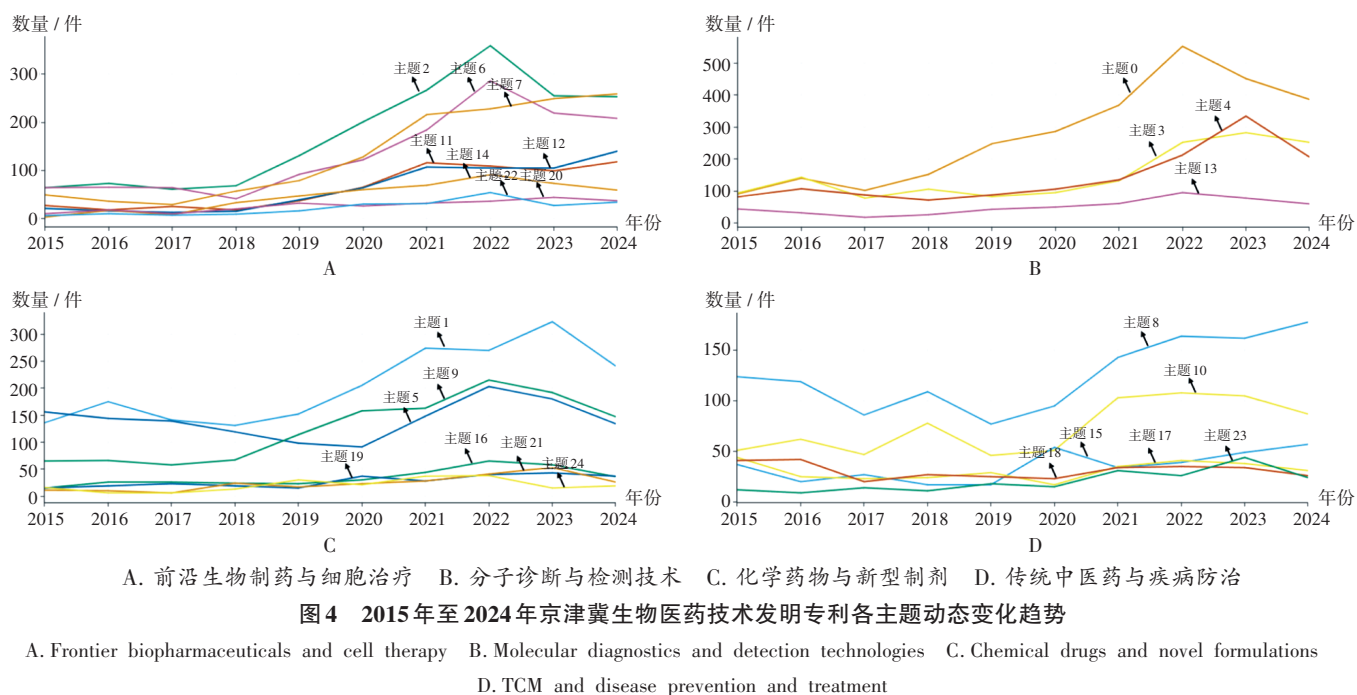


Fig. 4 Dynamic variation trends of invention patents in various topics of biomedical technology in the Beijing - Tianjin - Hebei region from 2015 to 2024

数据完整性因素相关。

在此基础上共识别出25个研究主题,单独分析每个主题难以揭示技术之间的内在关联和整体结构<sup>[17]</sup>,通过聚类整合将这些主题归纳为4个主要研究方向。其中,前沿生物制药与细胞治疗方向,中国科学院天津工业生物技术研究所<sup>[18]</sup>、天津科技大学<sup>[19]</sup>等单位通过调控发酵条件和应用代谢工程改造,在药物中间体及功能性产物的生产工艺上形成了专利布局;中国人民解放军军事科学院军事医学研究院<sup>[20]</sup>、中国科学院微生物研究所<sup>[21]</sup>等单位在重组技术和快速检测方法方面开展了研究;北京大学口腔医学院<sup>[22]</sup>、中国人民解放军军事科学院军事医学研究院<sup>[23]</sup>等单位在干细胞制备、移植策略及组织工程构建方面取得了一定技术积累。分子诊断与检测技术方向,中国医学科学院肿瘤医院<sup>[24]</sup>、北京大学<sup>[25]</sup>等单位通过高通量测序、定量PCR及伴随诊断试剂盒研发,提升了检测精度并为临床应用提供技术支撑。清华大学<sup>[26]</sup>、中国农业大学<sup>[27]</sup>等单位在微阵列设计、标记检测方法及芯片自动化分析方面开展了技术探索。北京康仁堂药业<sup>[28]</sup>、中国中医科学院中药研究所<sup>[29]</sup>等单位在样品前处理、色谱分离工艺及检测灵敏度提升方面进行了研究。化学药物与新型制剂方向,中国医学科学院药物研究所<sup>[30]</sup>、首都医科大学<sup>[31]</sup>、北京大学<sup>[32]</sup>等单位在化学合成路线优化、结构-活性关系分析及药物化学筛选方法方面形成了专利布局。石药集团中奇制药技术(石家庄)有限公司<sup>[33]</sup>、石家庄四药有限公司<sup>[34]</sup>等单位通过剂型工艺改良开展了研

究。国家纳米科学中心<sup>[35]</sup>、南开大学<sup>[36]</sup>等单位在材料设计、粒径控制及靶向修饰方面形成了专利布局。传统中医药与疾病防治方向,北京中医药大学<sup>[37]</sup>、天津中医药大学<sup>[38]</sup>等单位通过溶剂体系调控、萃取效率优化及成分定量分析开展研究,实现了传统方剂的现代化标准化处理。北京工商大学<sup>[39]</sup>、太和康美中医研究院<sup>[40]</sup>等单位在复方配伍设计及制剂稳定性优化方面进行了探索。

同一研究方向不同主题,其发展表现出差异化趋势。其中,前沿生物制药与细胞治疗方向中,微生物发酵、病毒疫苗和干细胞治疗呈现显著增长趋势,这可能得益于基因编辑、重组疫苗平台及再生医学等关键技术的快速突破,使菌株改良和发酵工艺优化效率显著提升,从而推动相关专利的申请增加。例如,专利CN110218744B公开了一种通过微生物发酵制备曲地酸的方法<sup>[41]</sup>,利用菌株实现高效发酵,操作简单且具有工业化生产潜力。病毒疫苗的热度提升可能与新型冠状病毒感染引发的紧迫公共卫生需求密切相关,同时疫苗快速研发平台和重组技术的成熟,也可能促进专利申请数量增加。例如,专利CN116327910B涉及一种新型冠状病毒、流感病毒和RSV的联合疫苗<sup>[42]</sup>,通过融合蛋白优化增强免疫原性。干细胞治疗的发展可能是因为国家在再生医学和细胞治疗方面的政策支持逐步强化,及体外培养、分化调控和组织工程构建技术的不断积累。例如,专利CN117159588B公开了脐带间充质干细胞治疗骨关节炎的方法<sup>[43]</sup>,通过干细胞与化合物联合应用实现软骨修复和抗炎作用。分子诊断与检测

技术方向中,肿瘤基因检测、生物芯片和高效液相色谱检测近年来专利数量快速增长,其中,肿瘤基因检测专利自2019年起快速增加,这可能与国家推动癌症早筛和精准医疗政策密切相关。专利CN110016497B提出了一种检测肿瘤单细胞基因组拷贝数变异的方法<sup>[44]</sup>,提高了检测精确度。生物芯片的增长趋势可能是因为微流控芯片设计、多指标并行检测及自动化分析技术的逐步成熟,使研发机构具备更高效的检测平台,从而推动专利数量上升。专利CN105420105B公开了一种包含细胞培养微结构层和密封微孔膜的生物芯片<sup>[45]</sup>,实现神经干细胞的高通量培养。高效液相色谱检测相关专利的增加可能与分析方法优化、分离效率提升及检测灵敏度技术突破相关,例如,专利CN104165937B提出高效液相色谱-高分辨飞行时间串联质谱法检测血液中药物的方法<sup>[46]</sup>,检测准确率95%以上。化学药物与新型制剂方向中,小分子化合物、口服与注射制剂以及纳米药物制剂保持稳步上升,其中,小分子化合物与衍生物的增长可能是因为结构-活性关系分析、计算机辅助药物设计及新型靶点应用等关键技术突破,加速了新药分子设计和筛选。例如,专利CN115215851B公开了一种新型小分子化合物及其在靶向药物中的应用<sup>[47]</sup>,显示出良好活性和潜在药物开发价值。口服与注射制剂的热度上升,可能与剂型优化、晶型和盐型设计以及缓控释系统技术突破相关,使制剂工艺更适合产业化和临床应用。例如,专利CN115414347B公开达格列净二甲双胍缓释片的制备方法<sup>[48]</sup>,通过原料粒径和制备工艺优化获得高质量产品。纳米药物制剂的发展趋势可能是由于纳米载体制备、肿瘤靶向递送及药物增溶等技术取得突破,例如,专利CN104940949B公开一种抗肿瘤多肽纳米药物的制备方法和应用<sup>[49]</sup>,具有高生物安全性。传统中医药与疾病防治方向中,中药成分提取和中药外用制剂也表现出温和增长趋势,其中中药成分提取的增长可能是因为溶剂体系调控、萃取效率优化及标准化制备技术逐步完善,同时人工智能、多组学技术及中医药数据库的应用,为中药成分筛选和提取提供了新的方法论。例如,专利CN107056869B公开睡茄交酯类化合物的提取方法及应用<sup>[50]</sup>。中药外用制剂的热度提升,可能与复方配伍优化和剂型工艺改良相关,例如专利CN112336667B提出布渣叶提取物及其制备方法及应用<sup>[51]</sup>,采用微压提取工艺,使产物具抗氧化、抗炎等功效。由此可见,这些快速增长的主题已经成为当前的研究热点,并将在未来一段时期内继续保持较高的发展潜力。

京津冀作为国家区域协同发展战略的重要核心区,三地在科研资源、产业基础和政策环境各具优势。

为充分发挥区域协同效应,推动生物医药技术的创新与应用,仍需在政策引导、技术研发、产业布局和成果转化等方面持续发力。基于本研究的专利主题分析结果,提出以下针对京津冀生物医药技术发展的建议:1)强化区域协同创新与资源整合。京津冀三地应发挥各自优势,北京在创新研发和高端人才聚集方面具有优势,天津在产业化和制药工艺方面具备条件,河北则在中药资源与临床转化方面基础良好。建议建立跨区域共享平台,推动科研机构、高校、企业和医疗机构的协同创新,打破专利与成果的壁垒,提升整体技术转化效率。2)加大对关键技术的持续支持。本研究结果显示,基因编辑、代谢工程、干细胞培养、微流控芯片设计、计算机辅助药物设计、纳米药物递送等技术突破与专利数量的快速增长高度相关。建议政策层面设立专项资金和重点实验室,持续支持上述关键技术研发,形成若干关键技术的自主可控优势。3)引导产业布局契合临床需求。新冠推动了病毒疫苗、分子诊断等技术迅速发展,说明公共卫生事件与临床刚性需求是驱动创新的重要因素。京津冀应紧密结合癌症早筛、慢性病管理、再生医学等临床前沿需求,引导企业研发方向,推动形成若干具有国际竞争力的产业集群。4)重视传统中医药现代化与国际化。中药成分提取和中药外用制剂在专利趋势中呈现稳步增长,显示出传统中医药在疾病防治和健康护理中的持续价值。建议政策层面鼓励现代分析技术、人工智能和多组学方法在中医药研发中的应用,推动中药制剂标准化和国际注册认证,扩大中医药的国际影响力。5)完善知识产权保护与成果转化机制。尽管京津冀生物医药技术发明专利数量增长显著,但成果转化率仍需提升。建议进一步完善知识产权保护体系,优化高校和科研机构的成果转化激励机制,同时通过设立区域性成果转化基金,促进专利由“纸面创新”向“产品落地”转化。

综上所述,京津冀生物医药技术的发展趋势受多重因素的综合作用。一方面,政策引导、关键技术突破、临床需求增长及产业发展的驱动共同塑造了三地的研发格局;另一方面,热点主题的发展表明,合理配置科研资源、强化成果转化路径并结合区域产业优势,将有助于推动京津冀生物医药产业的持续创新与高质量发展。京津冀生物医药技术发展已呈多方向、多主题的协同演进态势。未来,若能在区域协同、关键技术突破、临床需求对接、中医药现代化及成果转化等方面持续发力,有望将京津冀打造成为具有国际影响力的生物医药创新高地。

#### 参考文献

[1] 北京市人民政府办公厅. 关于印发北京市加快医药健康协

- 同创新行动计划(2024-2026年)的通知:京政办发[2024]14号[A/OL]. (2024-05-23) [2025-03-28]. [https://www.beijing.gov.cn/zhengce/zhengcefagui/202405/t20240523\\_3692425.html](https://www.beijing.gov.cn/zhengce/zhengcefagui/202405/t20240523_3692425.html).
- [2] 沙思羽,董丽,黄哲. 基于专利视角的人乳头瘤病毒疫苗发展态势研究[J]. 中国新药杂志,2024,33(21):2202-2208.
- [3] 张敏,吴桐,魏东林,等. 基于专利的信使核糖核酸递送系统领域主题挖掘及技术演进分析[J]. 中国新药杂志,2024,33(23):2426-2432.
- [4] 陈昊,周晶. 抗肿瘤药物紫杉醇的药物制剂专利技术分析[J]. 中国新药杂志,2024,33(21):2214-2219.
- [5] 王冉,董丽. 新型冠状病毒肺炎疫苗专利分析及研发策略研究[J]. 中国新药杂志,2023,32(9):872-877.
- [6] 张程,李雨晴,李沿峰,等. 基于专利文献分析广东省生物医药发展态势[J]. 中国药业,2024,33(21):1-6.
- [7] 张婷,徐东紫,陈娟,等. 基于专利引文网络的合成生物学领域主路径分析[J]. 中国药业,2023,32(22):17-24.
- [8] MHAMDI R. Mapping the technological impact of chitosan research through patent citations [J]. Materials Today Communications,2024,41:110334.
- [9] 杨枫,袁红梅. 非小细胞肺癌核心技术主题识别及技术演化态势分析[J]. 中国新药杂志,2025,34(3):236-243.
- [10] 奉国和,刘任铎,邓伟伟. 高价值专利影响因素分析及主题挖掘——以纳米药物领域为例[J]. 图书馆论坛,2024,44(7):48-60.
- [11] 周隽如,刘智勇. 医学人工智能领域专利技术主题发展态势研究[J]. 世界科技研究与发展,2024,46(4):497-510.
- [12] 冯君,顾雅,郝玉婷. 基于BERTopic模型的车联网领域创新现状与热点分析[J]. 中国发明与专利,2025,22(7):15-23.
- [13] HOU K, WU MY, WU WJ, et al. Topic mining and forecasting on patent map for GPU technology [J]. J Supercomput, 2025, 81(5):710.
- [14] 袁永旭,王连,殷彩明,等. 基于BERTopic模型的我国医学人工智能领域的主题识别与内容分析[J]. 中国数字医学,2025,20(4):89-96.
- [15] 魏巍,张慧颖. 政策工具视角下的京津冀健康产业政策文本量化比较研究[J]. 中国卫生政策研究,2018,11(7):54-60.
- [16] 杜壮,付朝欢,张洽棠,等. 新质生产力的北京探索:科技创新与产业升级的融合之路[J]. 中国战略新兴产业,2025(22):49-53.
- [17] 王蓝蓝,刘艳丽. 基于BERTopic的计算机视觉领域热点技术主题及演化分析[J]. 科学观察,2024,19(2):46-60.
- [18] 中国科学院天津工业生物技术研究所. 黄酮-O-甲基转移酶及其在异汉黄芩素和苏芥学黄酮合成中的应用:202211276015. 1[P]. 2023-07-14.
- [19] 天津科技大学. 一种具有降血糖功能的枸杞发酵液及制备方法:202111620407. 0[P]. 2022-05-27.
- [20] 军事科学院军事医学研究院微生物流行病学研究所,中国人民解放军军事科学院军事医学研究院,北京昭衍生物技术有限公司. 新型冠状病毒 COVID-19 疫苗、制备方法及其应用:202010112679. 9[P]. 2020-06-26.
- [21] 中国科学院微生物研究所,浙江普康生物技术股份有限公司. 一种流感病毒四价亚单位疫苗及其应用:201710061575. 8[P]. 2017-06-13.
- [22] 北京大学口腔医院. 一种促进间充质干细胞成骨分化的材料及其制备方法和应用:201610423493. 9[P]. 2016-10-26.
- [23] 中国人民解放军军事科学院军事医学研究院. 间充质干细胞在制备预防1型糖尿病的产品中的应用:202010101679. 9[P]. 2020-05-15.
- [24] 中国医学科学院肿瘤医院. 可用于肺癌诊断的标志物联合检测模型:201910602578. 7[P]. 2019-10-25.
- [25] 北京大学. 癌症中的T细胞亚群及其特征基因:201710443584. 3[P]. 2021-07-16.
- [26] 清华大学. 一种用于细胞共培养的微流控芯片装置及一种细胞共培养方法:202111150248. 2[P]. 2021-12-31.
- [27] 中国农业大学. 微流控芯片及微生物检测方法:202111450397. 0[P]. 2023-01-13.
- [28] 北京康仁堂药业有限公司. 一种薄层色谱的构建方法和同时鉴定金银花和甘草成分的方法及其应用:202110210023. 5[P]. 2023-09-29.
- [29] 中国中医科学院中药研究所. 川芎茶调散指纹图谱及化学成分含量测定方法的建立:202310766835. 7[P]. 2023-11-17.
- [30] 中国医学科学院药物研究所. 一种化合物在制备预防或治疗缺血性脑卒中药物中的应用:202110838869. 3[P]. 2023-02-03.
- [31] 首都医科大学. 具有抗肿瘤转移和抗炎活性的新型咪唑类化合物,其合成和应用:201510409682. 6[P]. 2017-01-25.
- [32] 北京大学. 一种抗肿瘤化合物及其合成方法与应用:201911060964. 4[P]. 2020-04-10.
- [33] 石药集团中奇制药技术(石家庄)有限公司. 一种注射用酒石酸长春瑞滨粉针剂及其制备方法:201110120426. 7[P]. 2015-09-02.
- [34] 石家庄四药有限公司. 一种注射用氯诺昔康的冻干工艺:202310894092. 1[P]. 2024-03-08.
- [35] 国家纳米科学中心. 一种多功能抗肿瘤纳米药物递送系统及其制备方法和应用:202310109455. 6[P]. 2024-03-01.
- [36] 南开大学. 一种中心可降解的mRNA脂质体纳米粒子及其制备方法和应用:202211577222. 0[P]. 2024-09-10.
- [37] 北京中医药大学. 夏枯草提取物及其制备方法和用途:201610884504. 3[P]. 2020-03-31.
- [38] 天津中医药大学. 补肾脂种皮提取物及其提取方法:201611203476. 0[P]. 2021-05-25.
- [39] 北京工商大学. 具有舒敏止痒抗炎功效的外用中药组合物、制剂及其制备方法:201510086641. 8[P]. 2015-06-03.
- [40] 太和康美(北京)中医研究院有限公司. 一种一点红提取物及其制备方法和护肤应用:202110623253. 4[P]. 2022-07-29.
- [41] 北京师范大学. 一种通过微生物发酵制备曲地酸的方法:201910387737. 6[P]. 2019-09-10.
- [42] 北京吉诺卫生物科技有限公司,吉诺卫(廊坊临空自贸区)生物制品有限公司. 一种新冠病毒、流感病毒和/或RSV的联合疫苗、其制备方法和应用:202310342028. 2[P]. 2024-05-03.
- [43] 北京国卫生物科技有限公司. 脐带间充质干细胞治疗骨关