

# 基于专利分析的石墨烯领域国际发展趋势

陈晓玲<sup>1</sup>, 杜鹏钊<sup>1</sup>, 刘东亮<sup>2\*</sup>, 全志薇<sup>1</sup>, 毛刚<sup>1</sup>

<sup>1</sup>吉林省科学技术信息研究所, 吉林 长春

<sup>2</sup>吉林大学, 吉林 长春

收稿日期: 2022年2月22日; 录用日期: 2022年3月22日; 发布日期: 2022年3月30日

## 摘要

目的: 为了揭示国际石墨烯领域的专利技术竞争态势。方法: 本文基于incoPat专利数据库, 利用文献计量法和文本挖掘方法, 对国际石墨烯领域专利进行了分析。结论: 石墨烯领域专利在2017年达到峰值, 近2年有相对的下降趋势, 主要侧重石墨烯制备和化学技术, 中国的专利申请数量最多, 集中在北京、江苏和广东, 主要技术研究热点是石墨烯量子点、石墨烯纳米片、多层石墨烯和石墨烯薄膜。

## 关键词

专利分析, 石墨烯, 研究热点

# International Development Trend of Graphene Field Based on Patent Analysis

Xiaoling Chen<sup>1</sup>, Pengzhao Du<sup>1</sup>, Dongliang Liu<sup>2\*</sup>, Zhiwei Quan<sup>1</sup>, Gang Mao<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jilin Provincial Information Institute of Science and Technology, Changchun Jilin

<sup>2</sup>Jilin University, Changchun Jilin

Received: Feb. 22<sup>nd</sup>, 2022; accepted: Mar. 22<sup>nd</sup>, 2022; published: Mar. 30<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

**Objective:** To reveal the competitive situation of patent technology in the field of international graphene. **Methods:** Based on incoPat patent database, this paper analyzes the international patents in the field of graphene by using bibliometric method and text mining method. **Conclusion:** Patents in the field of graphene reached a peak in 2017, with a relative downward trend in recent two years, mainly focusing on graphene preparation and chemical technology. China has the largest

\*通讯作者。

number of patent applications, mainly in Beijing, Jiangsu and Guangdong. The main technical research hotspots are graphene quantum dots, graphene nanosheets, multilayer graphene and graphene films.

## Keywords

Patent Analysis, Graphene, Research Hotspots

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

石墨烯在光学、力学和电学方面比其他材料具有更优异的性能，具有广泛的应用前景，已成为新材料和新能源领域的研究热点[1]。2012年我国《新材料产业“十二五”发展规划》首次提出支持石墨烯新材料发展；2014年将石墨烯列入20种重点新材料实现批量稳定生产和规模应用并培育30家新材料企业；2016年贯彻落实“十三五”规划纲要和《中国制造2025》，聚焦制造业高端化、智能化、绿色化、服务化，组织实施10大重点工程，石墨烯被纳入前沿新材料[2]。我国部分省市更是出台了诸多针对石墨烯的专项政策，如常州市设立25亿元“碳专项资金”；深圳提出将建全国乃至全球石墨烯产业中心；广西发布了全国首个石墨烯系列地方标准，引导当地相关产业快速发展[3] [4] [5]。《2018~2019中国石墨烯发展年度报告》数据显示江苏、西安、深圳、山东、广东等地陆续成立石墨烯创新中心，深化产学研协同创新，推动科技成果转化，着力打通从技术研发到产业化应用的关键环节。在政策引导和产业升级的推动下，地方政府的积极介入，石墨烯产业已经初步形成政府、科研机构、研发和应用企业协同创新的“官产学研”合作对接机制，良性发展态势有助于石墨烯企业充分享受地方政策、税收优惠以及资金支持，未来产业化发展有望加速[6] [7] [8]。根据石墨烯新材料广泛应用前景，笔者从2010~2019年的专利技术布局进行定量统计和文本挖掘，梳理出石墨烯产业的科研投入的核心力量、研究热点以及专利技术布局情况，同时归纳总结出我国石墨烯产业的科研主攻方向和技术布局，为未来石墨烯产业发展和企业科技创新提供理论依据和数据参考[9] [10] [11]。

## 2. 研究设计

从专利分析角度，研究对象：incoPat专利库按检索式：(((TIABC=(GRAPHENE\* OR GRAPHENEA OR GRAFEN OR GRAPHEN OR GRAFENO OR 石墨烯)) AND IPC=(C01B32/00 OR C01B32/15 OR B82Y30/00 OR B82Y40/00 OR C08K3/04 OR B82B3/00 OR H01B1/04 OR C23C16/26 OR B82Y99/00 OR H01L21/02 OR B82B1/00) AND AD=[20100101 TO 20191231]) AND ((STATUS=(“有效”))))，共检索到专利数据7417条(检索日期为2020年9月25日)，进行简单同族合并得到4159个专利族。在本研究中，根据专利数据集进行专利申请与公开趋势分析、技术分析、申请人分析、地域分析、研究热点和技术布局分析，挖掘石墨烯技术领域的发展态势、技术构成、区域颁布和研究点。

## 3. 基于专利分析的石墨烯领域发展趋势

### 3.1. 总体趋势

2010~2019年石墨烯领域的专利申请量为4159件，公开专利数量为4042件(见图1)，2016年申请量

最多 595 件，2017 年公开量最多 744 件，2010~2019 年专利申请量处于波动式增长趋势，2010~2017 年专利公开量处于快速增长，之后快速下降的趋势。

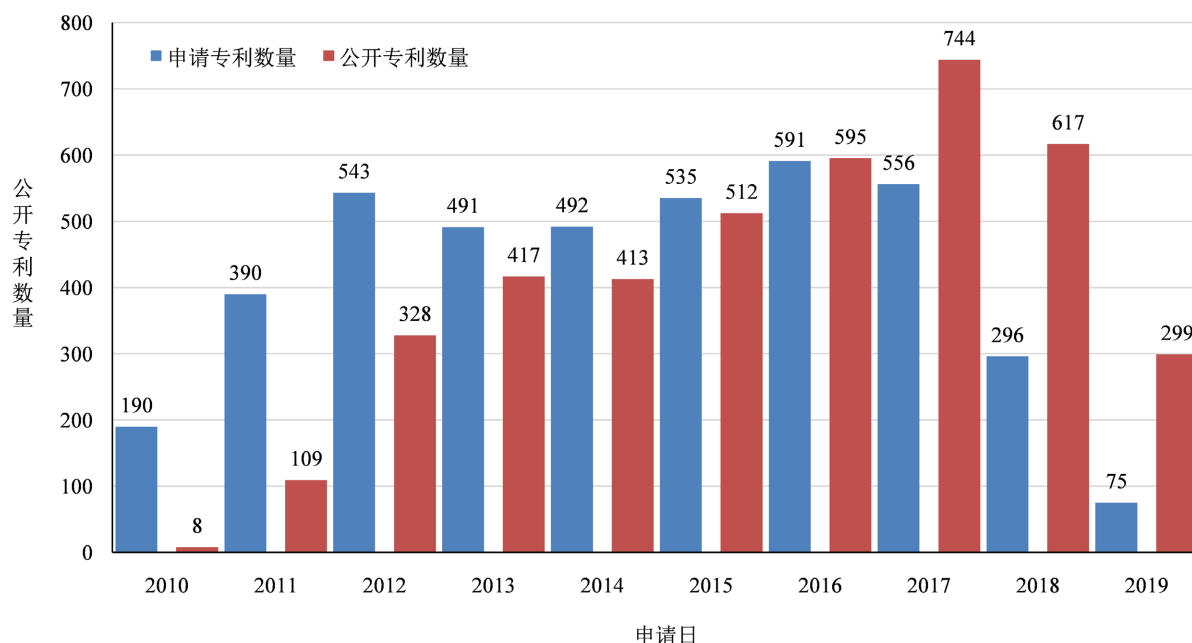


Figure 1. Annual change of patent applications and disclosures in the field of graphene

图 1. 石墨烯领域专利申请与公开量年度变化图

## 3.2. 专利技术分析

### 3.2.1. 技术构成

从专利技术构成分布看(见表 1)，B82Y 纳米结构的特定用途或应用技术方向最突出，占 55.21%，也是创新热度最高。石墨烯相关专利主要集中在石墨烯制备、化学技术领域。

Table 1. Graphene field patent technology composition distribution

表 1. 石墨烯领域专利技术构成分布

序号	IPC 分类号(小类)	专利数量
1	B82Y (纳米结构的特定用途或应用；纳米结构的测量或分析； 纳米结构的制造或处理[2011.01])	2296
2	C01B (非金属元素；其化合物(制备元素或二氧化碳以外无机化合物的发酵或用酶工艺入 C12P3/00；用电解法或电泳法生产非金属元素或无机化合物入 C25B))	1284
3	H01L (半导体器件；其他类目中不包括的电固体器件(使用半导体器件的测量入 G01；一般电阻器 入 H01C；磁体、电感器、变压器入 H01F；一般电容器入 H01G；电解型器件入 H01G9/00；电 池组、蓄电池入 H01M；波导管、谐振器或波导型线路入 H01P；线路连接器、汇流器入 H01R； 受激发射器件入 H01S；机电谐振器入 H03H；扬声器、送话器、留声机拾音器或类似的声机电传 感器入 H04R；一般电光源入 H05B；印刷电路、混合电路、电设备的外壳或结构零部件、电气 元件的组件的制造入 H05K；在具有特殊应用的电路中使用的半导体器件见应用相关的小类) [2])	1030
4	H01M (用于直接转变化学能为电能的方法或装置，例如电池组[2] (一般电化学的方法或装置入 C25；用于转变光或热为电能的半导体或其他固态器件入 H01L，例如 H01L31/00，H01L35/00， H01L37/00) [2])	705

## Continued

5	H01B (电缆; 导体; 绝缘体; 导电、绝缘或介电材料的选择(磁性材料的选择入 H01F1/00; 波导管入 H01P))	673
6	C23C (对金属材料的镀覆; 用金属材料对材料的镀覆; 表面扩散法, 化学转化或置换法的金属材料表面处理; 真空蒸发法、溅射法、离子注入法或化学气相沉积法的一般镀覆(挤压法制造包覆金属的产品入 B21C23/22; 通过将预先存在的薄层连接到制品上的方法用金属进行镀覆处理的见各有关位置, 例如 B21D39/00, B23K; 玻璃的金属化入 C03C; 砂浆、混凝土、人造石、陶瓷或天然石的金属化入 C04B41/00; 金属的搪瓷或向金属上镀覆玻璃体层入 c23D; 用电解法或电泳法处理金属表面或镀覆金属入 C25D; 单晶膜生长入 C30B; 纺织品的金属化入 D06M11/83; 用局部金属化法装饰纺织品入 D06Q1/04) [4])	598
7	B82B (通过操纵单个原子、分子或作为孤立单元的极少量原子或分子的集合而形成的纳米结构; 其制造或处理[7])	328
8	B01J (化学或物理方法, 例如, 催化作用或胶体化学; 其有关设备[2])	249
9	H01G (电容器; 电解型的电容器、整流器、检波器、开关器件、光敏器件或热敏器件(电介质专用材料的选择入 H01B3/00; 电位跃迁或表面阻挡层的电容器入 H01L29/00))	249
10	B32B (层状产品, 即由扁平的或非扁平的薄层, 例如泡沫状的、蜂窝状的薄层构成的产品)	205

从专利申请趋势看, B82Y 纳米结构的特定用途或应用的每年专利数量最多, 说明一直处于技术应用研究热点; H01L 半导体器件、H01M 直接转变化学能为电能的方法或装置、C23C 金属材料的镀覆、H01G 电容器的技术领域一直处于上升趋势, 也说明是近 5 年石墨烯的热门技术和未来的发展方向。

### 3.2.2. 技术全球分布

通过专利的最早优先权国可以了解专利技术的原创来源, 对专利数据的统计分析后发现, 中国的石墨烯专利申请量最多, 位居首位, 其次是美国和韩国(见表 2)。

**Table 2.** Global distribution of graphene patent technologies

**表 2.** 石墨烯领域专利技术全球分布表

IPC 分类号	国家	中国	美国	韩国	日本	欧洲 专利局	西班牙	俄罗斯	澳大利 亚	加拿大	德国
B82Y		2163	1348	111	193	174	40	5	6	8	3
C01B		861	619	366	341	142	26	7	2	4	7
H01L		353	934	315	132	58	0	1	0	2	3
H01M		806	309	77	69	29	0	1	0	0	0
H01B		349	485	256	69	51	2	0	3	0	0
C23C		498	307	188	79	41	2	0	2	0	5
B82B		91	38	428	24	14	0	10	1	3	9
B01J		193	108	104	34	21	0	1	0	1	0
H01G		219	147	28	37	14	6	1	0	0	0
B32B		26	223	40	21	14	4	0	0	0	0

### 3.2.3. 技术中国省市分布

在中国石墨烯领域的技术专利主要分布在北京、江苏、广东、上海、浙江、湖北、湖南、安徽、山

东、四川等省市(见图 2), 其中 B82Y 技术分类主要集中在北京、江苏、广东。

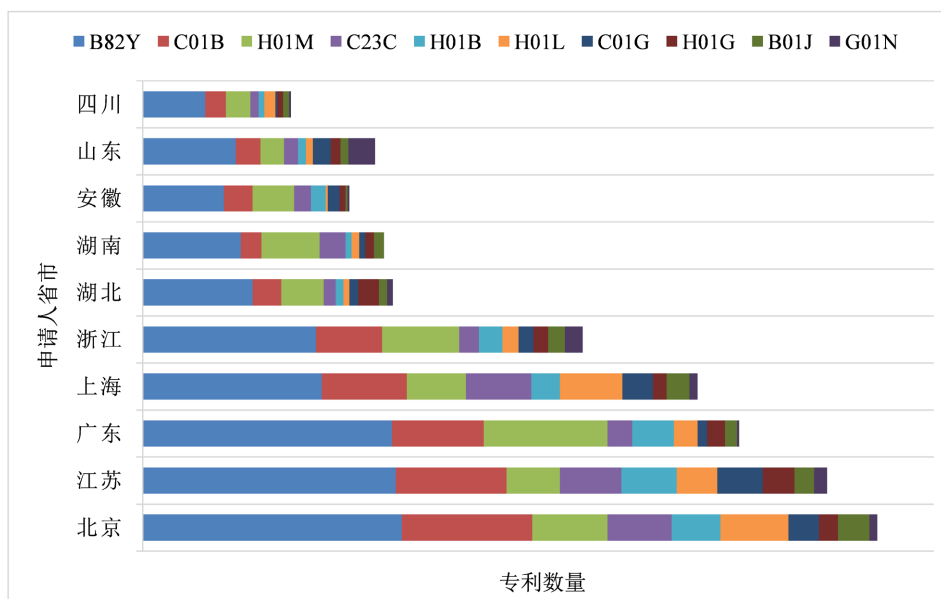


Figure 2. Distribution of graphene patent technology in China by province and city

图 2. 石墨烯领域专利技术中国省市分布图

### 3.3. 专利申请人分析

石墨烯领域专利申请数量排名前 10 的重要专利申请人(见图 3), 其中韩国的三星电子株式会社的专利申请量最多。

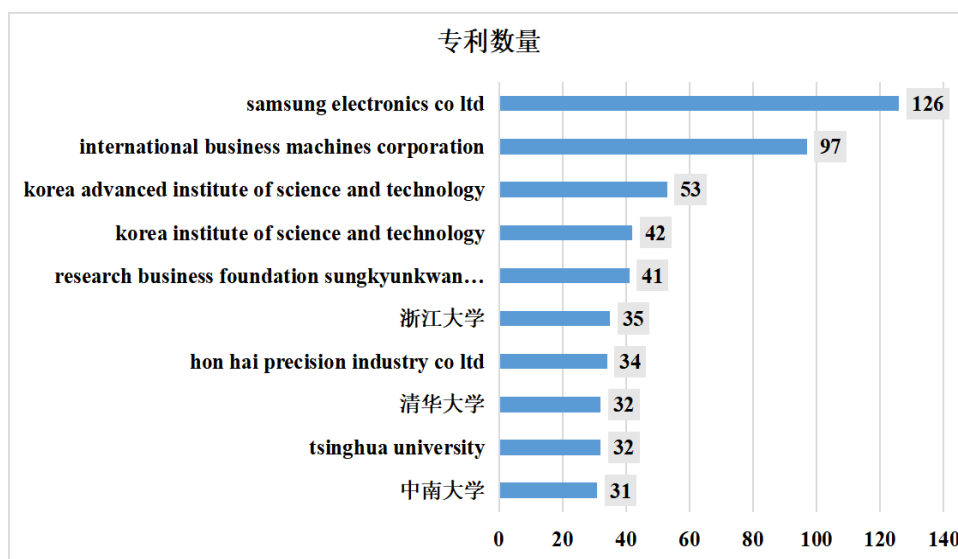


Figure 3. Ranking of patent applicants in the field of graphene

图 3. 石墨烯领域专利申请人排名图

从申请人在技术专利分布情况看(见图 4), B82Y、C01B、H01L、H01B 技术领域最具有竞争力的是

韩国的三星电子株式会社，H01M 技术领域最具有竞争力的是浙江大学。

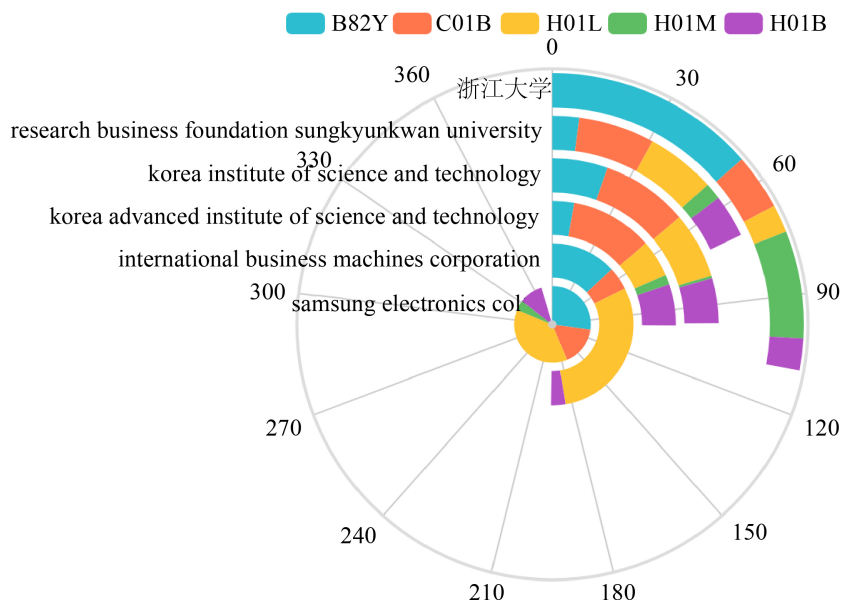


Figure 4. Technical composition of patent applicants in the graphene field  
图 4. 石墨烯领域专利申请人技术构成图

### 3.4. 专利地域分析

石墨烯领域专利主要分布在中国占 39.82%，其次是美国占 37.36%。从技术构成角度，中国在 B82Y 技术分类中专利数量最多，其次是美国(见表 3)；在 C01B、H01M、C23C、B01J、H01G 技术分类的专利数量中国也是处于领先其他国家；在 H01L、B32B、H01B 技术分类的专利数量美国处于领先地位；在 B28B 技术分类的专利数量韩国处于领先地位。

Table 3. Global distribution of patents in the field of graphene  
表 3. 石墨烯领域专利全球分布

序号	国家	专利数量
1	中国	1656
2	美国	1554
3	韩国	592
4	日本	219
5	欧洲专利局	87
6	西班牙	22
7	俄罗斯	11
8	澳大利亚	4
9	加拿大	4
10	德国	4

### 3.5. 研究热点分析

石墨烯领域的专利主题聚类(见表 4), 主要有 5 大类石墨烯量子点(706)、石墨烯纳米片(1105)、多层石墨烯(603)、石墨烯薄膜 1 (774)、石墨烯薄膜 2 (970)。

**Table 4.** Graphene field patent theme clustering table

**表 4.** 石墨烯领域专利主题聚类表

序号	一级主题(频次)	二级主题(频次)	序号	一级主题(频次)	二级主题(频次)
1	石墨烯量子点(706)	复合材料(184)	4	石墨烯薄膜 1(774)	半导体器件(108)
		石墨烯纳米带(170)			石墨烯薄膜(207)
		石墨烯量子点(203)			透明导电膜(199)
		泥浆添加剂(43)			氮化镓(163)
		化学气相沉积(106)			薄膜晶体管(97)
2	石墨烯纳米片(1105)	纳米复合材料(316)	5	石墨烯薄膜 2(970)	锂离子电池(96)
		复合材料(76)			金属氧化物(240)
		石墨烯纳米片(332)			定影器(140)
		锂离子电池(213)			石墨烯薄膜(253)
		碳纳米材料(168)			石墨烯膜(241)
3	多层石墨烯(603)	化学气相反应(82)			
		氧化还原反应(117)			
		纳米孔(111)			
		纳米管(61)			
		多层石墨烯(232)			

石墨烯量子点的技术方向的重点专利申请人是 KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY、KOREA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY、清华大学；石墨烯纳米片的技术方向的重点专利申请人是浙江大学、RESEARCH BUSINESS FOUNDATION SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY、中南大学等；多层石墨烯的技术方向的重点专利申请人是 SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD、INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION、KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY 等；石墨烯薄膜 1 的技术方向的重点专利申请人是 SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD、INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION 等；石墨烯薄膜 2 的技术方向的重点专利申请人是 SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD、HON HAI PRECISION INDUSTRY CO LTD 等，如图 5 所示。

### 3.6. 技术布局分析

分析石墨烯产业的 3D 专利沙盘(见图 6), 发现该产业在“碳纳米管”、“沟道层|半导体器件|场效应晶体管”、“氧化石墨烯|石墨烯”、“二次颗粒|锂硫电池|正极材料”、“石墨烯量子点|氮掺杂|金属氧化物”、“处理室|气态反应产物|深部脑刺激”这些方向的专利申请量较高；其中“碳纳米管”方向占整个产业的 23%。说明碳纳米管在石墨烯的创新中起到了很重要的作用。

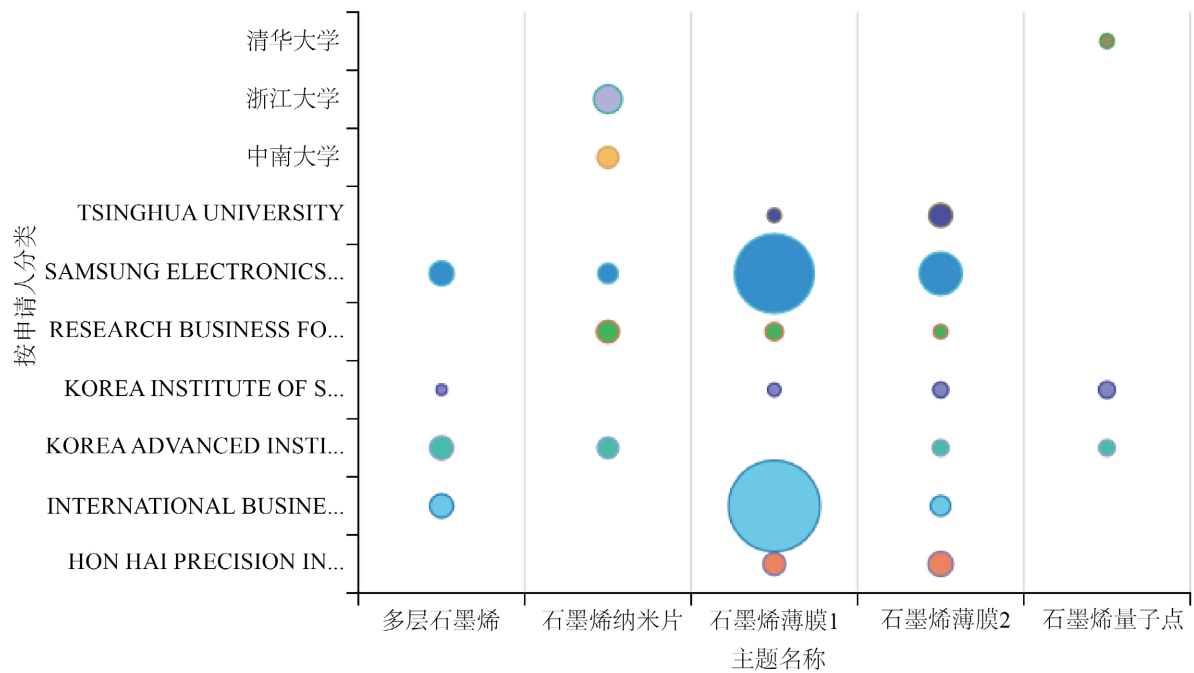


Figure 5. Graphene patent applicant research hotspots clustering chart  
图 5. 石墨烯领域专利申请人研究热点聚类图

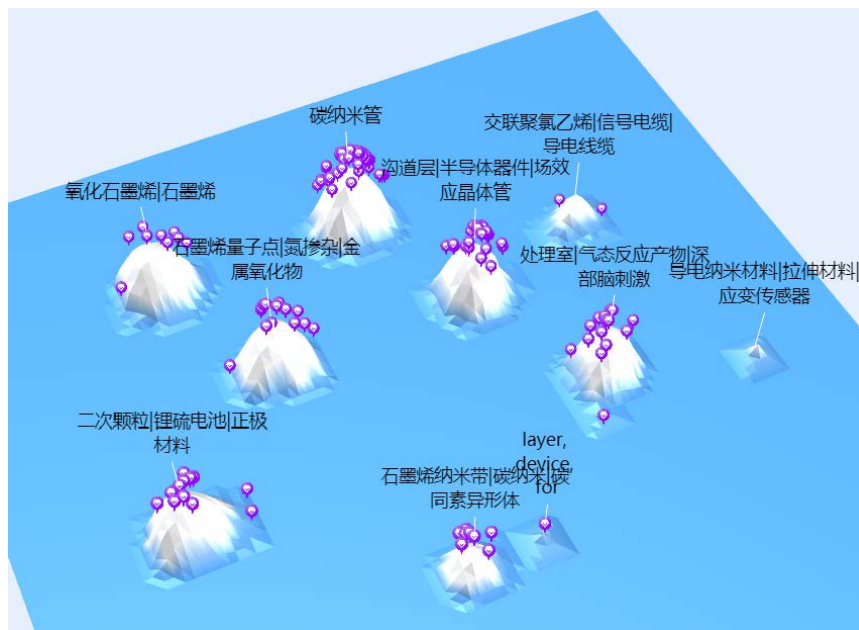


Figure 6. Graphene industry's 3D patent sandbox  
图 6. 石墨烯产业的 3D 专利沙盘

#### 4. 结论

2012 年开始无论国家层面还是地方层面都层出不穷的科技、经济、战略等支撑和扶持政策，同时也在不同程度和多角度的加大投入力度和政策的细化性。笔者通过对石墨烯技术领域专利的数理统计分析，得出以下结论：近 10 年石墨烯领域专利数据在 2017 年达到峰值，近两年有相对的下降趋势，专利技术



构成主要侧重石墨烯制备和化学技术, 中国的专利申请数量最多, 美国和韩国次之, 在我国专利申请数量最多的省市是北京、江苏和广东。石墨烯量子点、石墨烯纳米片、多层石墨烯、石墨烯薄膜等主要技术研究热点。

## 参考文献

- [1] 黄宝中, 高扬, 贺文爱, 黄日昆. 基于全球专利信息的石墨烯技术发展多重维度分析[J]. 科技与创新, 2020(16): 18-20+23.
- [2] 伊惠芳, 吴红. 多级需求分析视域下高校专利转移对象识别研究——以石墨烯为例[J]. 图书情报工作, 2020(12): 118-126.
- [3] 张云, 杨倩鹏, 王国旗. 基于专利地图的石墨烯发展态势分析[J]. 陕西煤炭, 2020(S1): 88-92.
- [4] 李潇, 黄超美, 李绮斌, 唐飞, 丁娜, 张冠南. 基于专利分析的石墨烯技术态势研究[J]. 化工新型材料, 2019(3): 11-14.
- [5] 陈松丛, 陈春, 马建霞, 刘建华, 夏春谷. 氧化石墨烯专利研发态势分析[J]. 化工新型材料, 2018(4): 5-8+15.
- [6] 鲍芳芳, 徐劲松. 基于专利信息的我国石墨烯复合材料态势分析[J]. 中国科技信息, 2018(6): 16-19.
- [7] 王科. 全球主要国家和地区石墨烯材料专利信息分析[J]. 新材料产业, 2017(10): 9-12.
- [8] 赵兵, 祁宁, 祁汝峰, 王飞, 郭才正. 我国石墨烯领域专利分析[J]. 现代化工, 2017(8): 11-14.
- [9] 肖皓月, 何亚萍, 陈雯婕, 闫俊苗. 石墨烯研究现状分析[J]. 西安文理学院学报(自然科学版), 2020(4): 80-83.
- [10] 熊书玲. 基于专利和论文的我国石墨烯技术领域分析[J]. 全球科技经济瞭望, 2020, 35(3): 58-67.
- [11] 崔琰琳, 贾臻臻. 基于 ESI 研究前沿的石墨烯研发态势分析[J]. 图书情报导刊, 2019(9): 45-53+60.