

# 国内重点区域石墨烯专利发展态势分析

谢一麟, 王勤生, 杨永强\*, 刘 峥, 区炳显, 王 群

江苏省特种设备安全监督检验研究院, 国家石墨烯产品质量检验检测中心(江苏), 江苏 无锡

收稿日期: 2022年9月25日; 录用日期: 2022年10月15日; 发布日期: 2022年10月27日

## 摘 要

石墨烯材料及其相关产业正处于从实验室走向产业化的关键时期, 其以专利为代表的知识产权体系格局经过近十余年的高速发展整体格局基本形成。中国石墨烯产业作为全球石墨烯产业发展的最主要代表和推动者, 经过近年的自主发展, 在国内主要区域也形成了各具特色的产业发展格局。本文主要通过相关专利数据的检索, 进一步分析国内重点区域在石墨烯领域的专利申请态势、专利布局及其产业特色。

## 关键词

石墨烯, 专利分析

# Analysis of the Development Trend of Graphene Patents in Key Regions in China

Yilin Xie, Qinsheng Wang, Yongqiang Yang\*, Zheng Liu, Bingxian Ou, Qun Wang

National Graphene Products Quality Inspection and Testing Center (Jiangsu), Special Equipment Safety Supervision Inspection Institute of Jiangsu Province, Wuxi Jiangsu

Received: Sep. 25<sup>th</sup>, 2022; accepted: Oct. 15<sup>th</sup>, 2022; published: Oct. 27<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

Graphene materials and related industries are in a critical period from laboratory to industrialization, and the overall pattern of its intellectual property system represented by patents has been basically formed after nearly ten years of rapid development. As the most important representative and promoter of the global graphene industry, China's graphene industry has formed a unique industrial development pattern in major domestic regions after independent development in recent years. This article mainly through the retrieval of relevant patent data, further analyze the

\*通讯作者。

## patent application situation, patent layout and industrial characteristics of graphene in different regions in China.

### Keywords

#### Graphene, Patents Analysis

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

石墨烯自 2004 年首次在实验室成功制备, 2010 年获得诺贝尔物理学奖后, 因其优异的物理化学性能, 迅速引发全球关注, 无论是科学研究还是产业化应用探索, 自此开始了全方位的高速发展[1]-[6]。目前开展的相关研究和应用实践均基本表明, 在各个领域中, 石墨烯材料的使用往往会对相关产品性能带来正面作用, 但大多数情况下还没有达到人们对石墨烯预想的高度。因此, 许多工作仍然需要进一步开展。

截至当前, 中国石墨烯应用研究领域, 不论是科技论文发表数量、专利申请数量, 还是涉足该领域的企业数量, 均远超其他国家。经过十余年发展, 出现了和诸多产业类似的情况, 基于较强的经济支撑和教育资源集中, 石墨烯领域在国内也基本形成了各具特色的以京津冀、长三角、珠三角为代表的三大产业集聚区, 并在全国多点开花的局面。

随着国内相关研究机构和企业对知识产权的重视, 通过分析国内重点区域在石墨烯专利领域的布局, 也能在一定程度上反应各区域的石墨烯产业发展状况, 比对其发展趋势进行导航。因此, 以 2022 年 4 月 1 日为截至时间点进行相关检索, 以专利权人所在地为区域划分依据, 采用智慧芽专利检索与服务系统, 对于全球专利数据的检索, 主要在智慧芽数据库中进行, 检索文献公开号数据从智慧芽数据库中进行输出; 对中文专利数据的检索, 主要采用智慧芽中的中文专利摘要数据库以及同时结合中文专利全文数据库两个文献库进行检索, 检索文献公开号数据在智慧芽数据库汇总后输出。依靠检索获得的文献公开号数据获取其他相关信息: 专利著录、法律等相关信息自智慧芽专利数据库获取。检索中为保证结果查全性, 在检索式构建前, 通过建立重点申请人清单, 作为检索式查全样本, 在检索式构建中通过与样本相与处理确定检索式查全率情况, 并通过遗漏文献分析需要补充的检索表达。为保证结果查准性, 在检索式构建中采用抽样方式查看相关文献出现频次并计算查准率, 同时分析噪音来源并制定检索式调整策略。在检索式构建中, 主要依靠分类号(包括 IPC、CPC)划定专利最大范围, 结合关键词以及各关键词位置关系限定, 实现目标文献的获取和噪音的排除。

## 2. 石墨烯领域专利态势分析

### 2.1. 国内外石墨烯领域整体专利态势

通过检索分析, 截至 2022 年 4 月 1 日, 在智慧芽全球专利数据库中能够检索到的公开石墨烯专利总数有 183366 件, 其中已授权的 85067 件; 这其中在国内申请的石墨烯专利总数有 123063 件, 其中已授权的 59128 件。国内石墨烯专利在全球石墨烯专利的 67.11%。图 1(a)和图 1(b)分别是 2003 年之后全球和中国石墨烯相关的专利申请授权趋势图。从中可以看出国内外石墨烯相关专利申请具有相同的申请授权

趋势；2003 年至 2008 年间，每年相关专利申请量都非常少，申请人数量和专利申请量的增长速度都较为缓慢，授权占比大多超过 50%，这一时期可以称之为石墨烯技术缓慢发展期。从 2010 年开始，石墨烯相关专利申请量和申请人数量都呈快速增长的趋势，石墨烯相关技术进入快速发展期，并在 2018 年达到专利申请量历年峰值，由于专利申请数量的快速增长，授权占比总体呈现下降趋势；可以将 2010 年至 2018 年作为石墨烯技术高速增长期。2019 年开始，石墨烯专利申请量开始减少，但整体数量仍维持在高位；受前期专利布局和创新性减少等原因，授权占比进一步下降；可以将 2019 年至今作为石墨烯技术的高速发展期。此外，国内外相似的专利申请授权趋势也可能受到国内专利申请数量占大多数的原因所产生的联带影响。

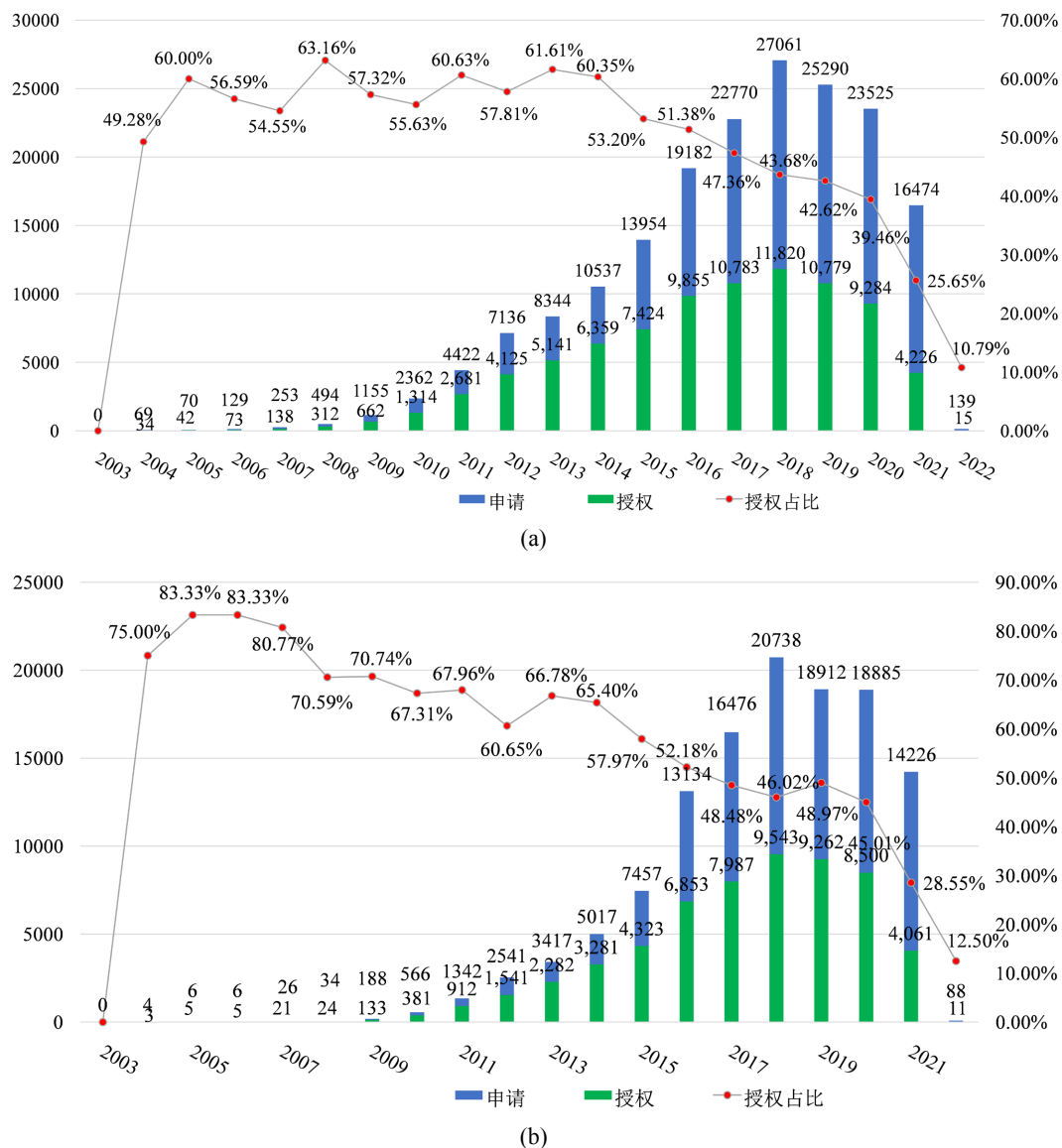


Figure 1. Diagram of the practical teaching system of automation major graphene patent application trend at home and abroad. (a) Trend chart of global graphene patent application authorization; (b) Trend chart of domestic graphene patent application authorization

图 1. 国内外石墨烯专利申请授权趋势图；(a) 全球石墨烯专利申请授权趋势图；(b) 国内石墨烯专利申请授权趋势图

## 2.2. 国内石墨烯领域重点区域专利分布分析

图 2 为长三角地区石墨烯相关专利申请授权趋势图。从图中可以看出,长三角地区从 2006 年开始有石墨烯相关专利申请,申请量为 1 件,且获得授权。从 2008 年开始专利申请量呈递增趋势,且在 2018 年达到峰值,申请量达到 7169 件,授权占比 40.05%。

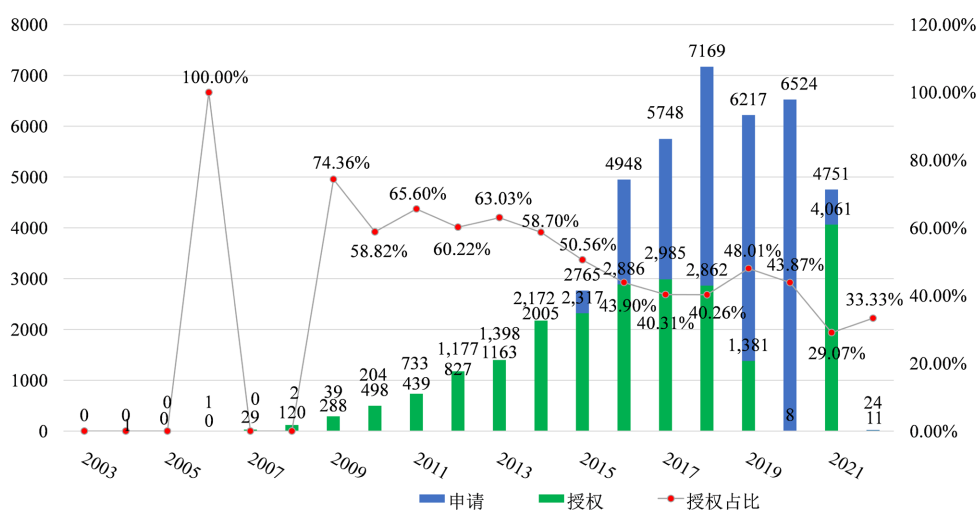


Figure 2. Trend chart of Yangtze River Delta region graphene patent application authorization  
图 2. 长三角石墨烯专利申请授权趋势图

从长三角地区主要专利申请人排名图图 3 可以看出,长三角地区排名前十名的申请人均为科研院所,没有企业,可见长三角地区石墨烯技术领域的创新主题主要为高校或科研院所;但这并不能说明该地区企业的参与度和活跃度不高,因为石墨烯领域知名的应用企业如常州第六元素材料科技股份有限公司等也均在该地区。这充分说明长三角地区高校或科研院所拥有雄厚的人才储备和技术储备,应用潜力巨大。

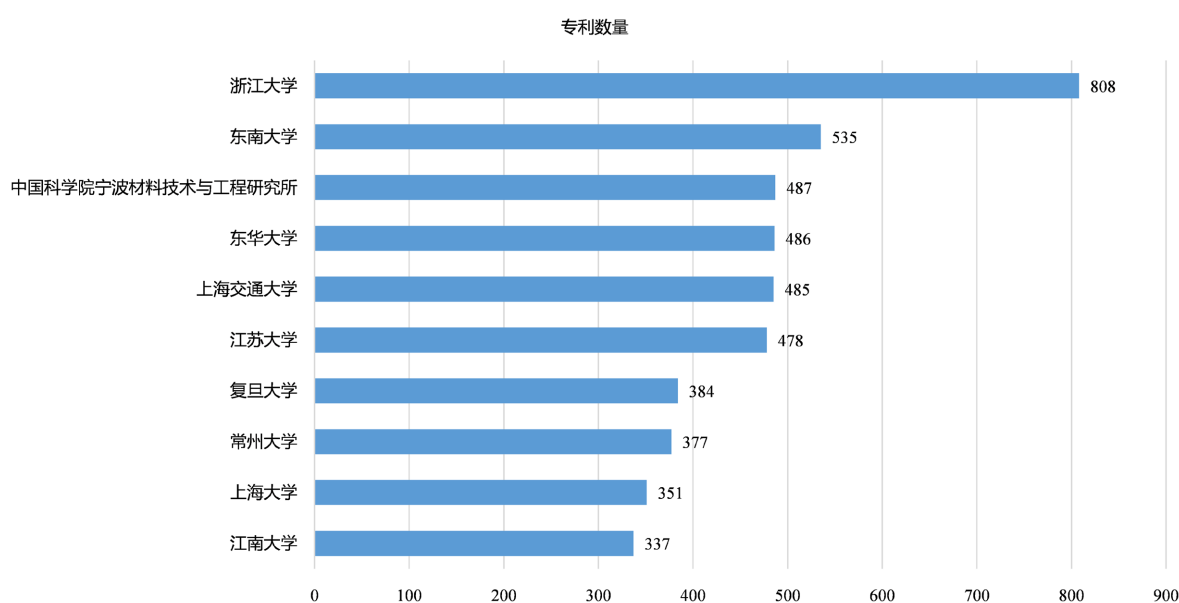


Figure 3. Ranking map of major patent applications for graphene in Yangtze River Delta region  
图 3. 长三角石墨烯主要专利申请人排名图

从珠三角地区石墨烯专利申请授权趋势图图4可以看出,珠三角地区从2007年开始有石墨烯相关专利申请,申请量为1件且获得授权。2008年有一年间断,2009年至2018年,专利申请量增长速率较快,并在2018年达到峰值,2009年至2016年专利授权占比波动较大,2016年之后授权占比稳定在40%~50%。2019年后专利申请量有所波动,2020年申请量超过2018年,成为历年最高,达到3219件。

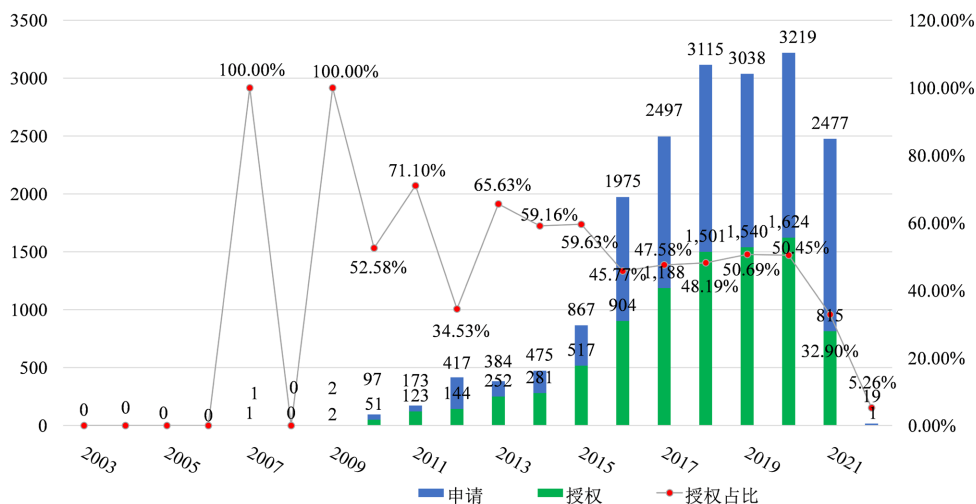


Figure 4. Trend chart of Pearl River Delta region graphene patent application authorization  
图4. 珠三角石墨烯专利申请授权趋势图

图5为珠三角地区石墨烯主要申请人排名图。从图中可以看出,前十名申请人中有4家企业,分别为海洋王照明科技股份、深圳市海洋王照明、TCL华星光电技术和华为技术有限公司,排名分别为第二、第三、第六和第八位。总体而言,珠三角地区石墨烯领域的技术创新主体主要为高校或科研院所,但本地区企业尤其是华为技术有限公司等的技术研发实力不容小觑。

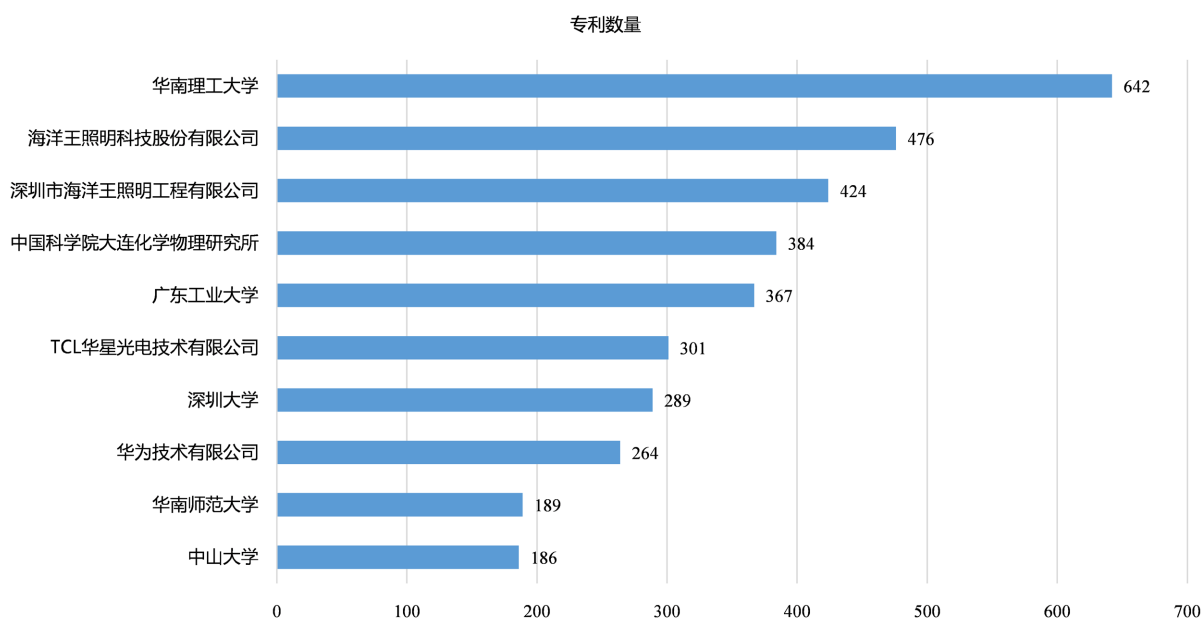


Figure 5. Ranking map of major patent applications for graphene in Pearl River Delta region  
图5. 珠三角石墨烯主要专利申请人排名图

从京津冀地区石墨烯专利申请授权趋势图图 6 中可以看出,京津冀地区 2007 年开始有首件石墨烯相关专利申请,授权占比 50%;之后申请量每年缓慢递增,授权占比呈增长趋势;2010 年后专利申请量增长速率较快,并在 2018 年达到历年峰值,2010 年至 2014 年授权占比比较高,稳定在 60%以上,2015 年开始,授权占比有所下降。

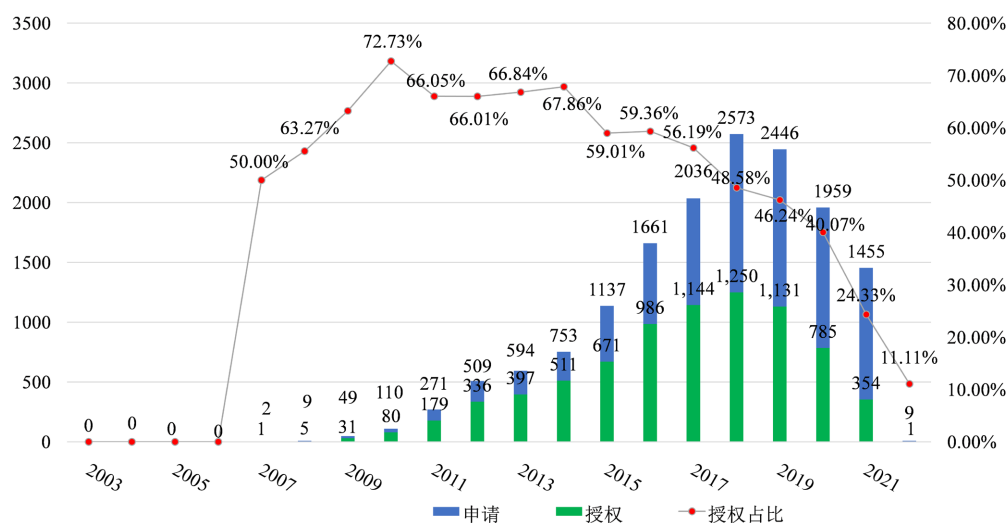


Figure 6. Trend chart of Beijing-Tianjin-Hebei region graphene patent application authorization  
图 6. 京津冀石墨烯专利申请授权趋势图

图 7 为京津冀地区主要专利申请人排名图。从图中可以看出,排名前十名的申请人中有 2 家企业,分别为京东方科技集团股份有限公司和中国石化,排名分别为第二和第六位。总体而言,珠三角地区石墨烯领域的技术创新主体主要为高校或科研院所,但本地区排名前十的企业虽然仅有两家,但企业技术研发实力也是不容小觑。

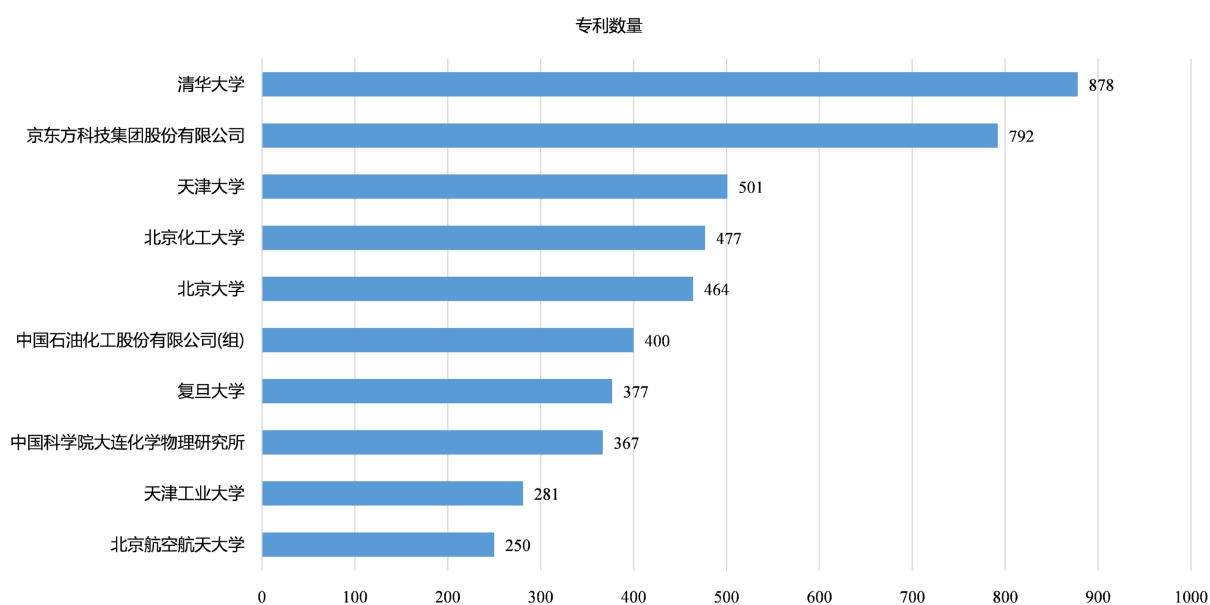


Figure 7. Ranking map of major patent applications for graphene in Beijing-Tianjin-Hebei region  
图 7. 京津冀石墨烯主要专利申请人排名图

图 8 为国内重要区域在石墨烯领域各技术分支的专利申请情况。从图中可以看出，石墨烯应用领域长三角地区申请数量最多，其次为珠三角，京津冀地区专利申请总量最低。石墨烯检测、改性和制备领域均为长三角地区申请数量最多，其次为京津冀，珠三角地区专利申请总量最低。整体而言，长三角地区在各技术分支均有较强的创新实力。

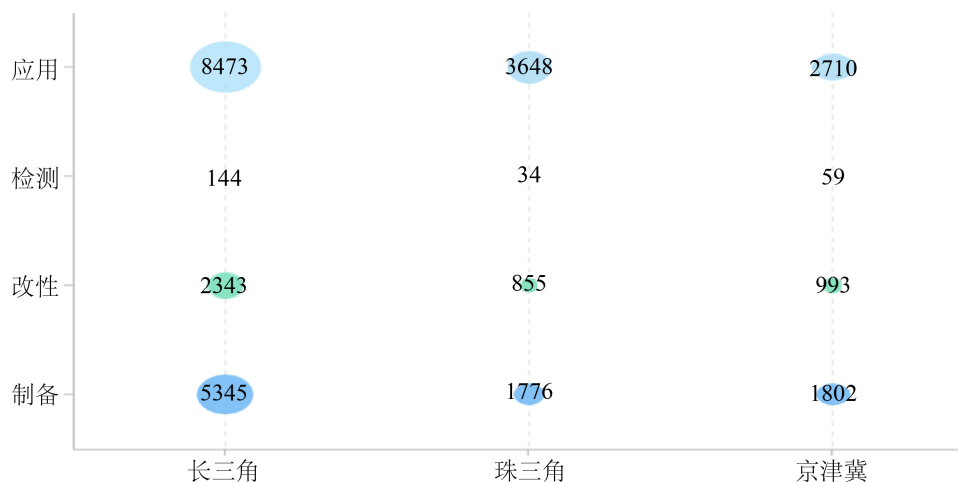


Figure 8. Patent distribution of technical branches in graphene field in important regions in China  
图 8. 国内重要区域石墨烯领域各技术分支专利分布情况

### 2.3. 长三角石墨烯专利申请态势

在检索到的 123063 件石墨烯中国专利中，来自长三角的石墨烯专利申请有 42826 件，占据了全国超三分之一的申请量。考虑到 2020 年末以及 2021 年的部分专利申请尚未公开，预期长三角地区无石墨烯相关专利申请仍处于平稳增长的趋势。

如图 9 所示，长三角石墨烯专利企业申请人主要分在常州、合肥、杭州、无锡、上海、南通、南京和宁波等，其中杭州高烯科技有限公司申请相关数量专利最多，共计 262 件。

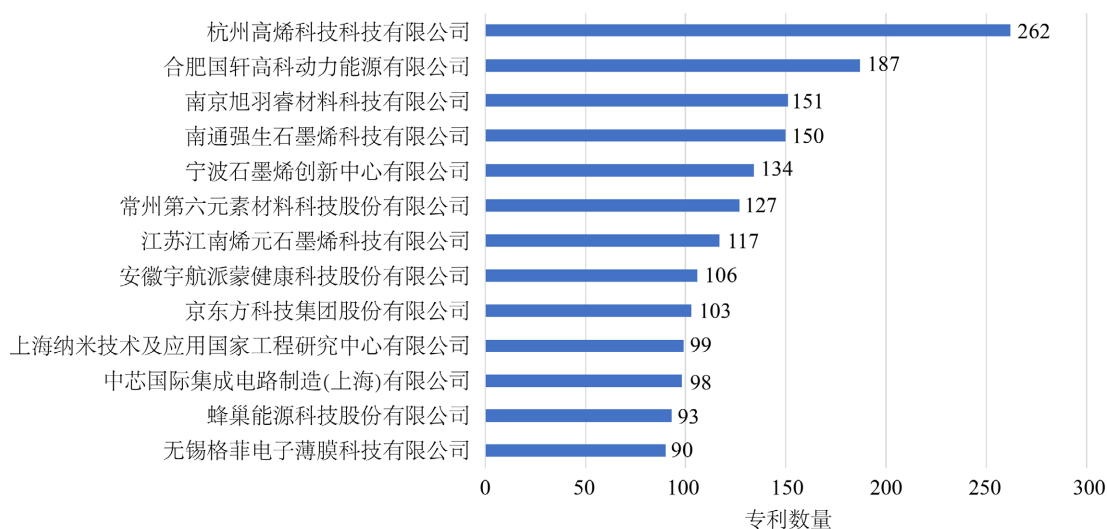


Figure 9. Ranking map of applicants for graphene patent enterprises in Yangtze River Delta region  
图 9. 长三角石墨烯主要专利申请人排名图

如图 10 所示, 长三角石墨烯相关专利申请数量前五的院校分别是浙江大学、东南大学、东华大学、上海交通大学与江苏大学。申请数量分别是 808 件、535 件、486 件、485 件、478 件。

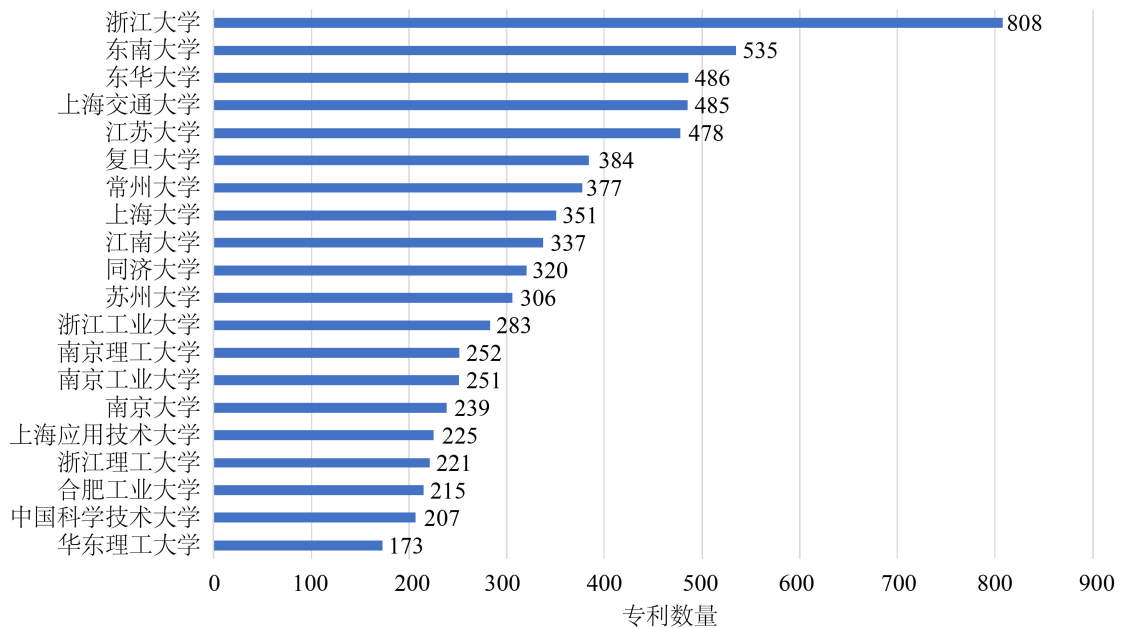


Figure 10. Ranking map of applicants for graphene patent colleges and universities in Yangtze River Delta region  
图 10. 长三角石墨烯专利大专院校申请人排名图

如图 11 所示, 长三角石墨烯专利科研单位主要是中国科学院宁波材料技术与工程研究所、中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所、中国科学院上海微系统与信息技术研究所、中国科学院上海硅酸盐研究所、中国科学院合肥物质科学研究所、中国科学院上海技术物理研究所、江南石墨烯研究院、中国科学院上海高等研究院、中国科学院上海高等研究院、江苏省特种设备安全监督检验研究院。其中中国科学院宁波材料技术与工程研究所申请相关专利数量最多, 达到 487 件。

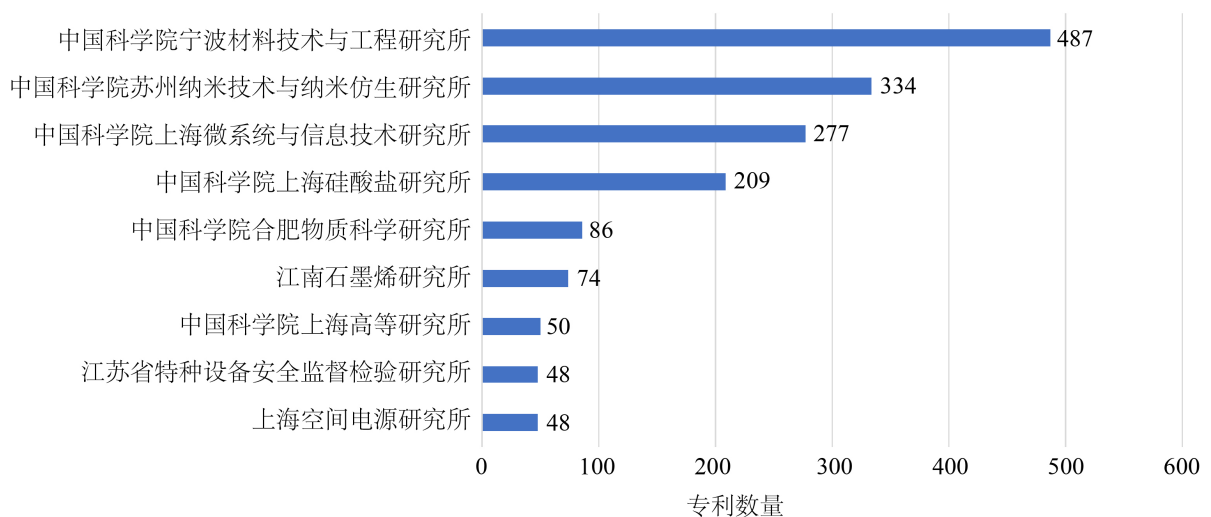


Figure 11. Ranking map of applicants for graphene patent scientific research institute in Yangtze River Delta region  
图 11. 长三角石墨烯专利科研院所申请人排名



### 3. 结论

通过检索分析,截至2022年4月1日,在智慧芽全球专利数据库中能够检索到的公开石墨烯专利总数有183366件,其中已授权的85067件;这其中在国内申请的石墨烯专利总数有123063件,其中已授权的59128件。国内石墨烯专利在全球石墨烯专利的67.11%。从整体趋势上来看,可以分为三个阶段,分别为2003年至2010年的石墨烯技术缓慢发展期;从2011至2018年的石墨烯技术高速增长期;2019年至今的回落但仍维持高位的高速平稳发展期。作为技术密集型产业,国内的长三角地区、珠三角地区和京津冀地区积聚了国内绝大多数石墨烯研究与应用产业,并初步形成各具特色的产业分工。在石墨烯应用领域长三角地区申请数量最多,其次为珠三角,京津冀地区专利申请总量最低;在石墨烯检测、改性和制备领域均为长三角地区申请数量最多,其次为京津冀,珠三角地区专利申请总量最低。整体而言,长三角地区在各技术分支均有较强的创新实力,在国内具有较高的影响力。

### 基金项目

本工作得到了江苏省市场监督管理局科技项目(KJ207505),江苏省特种设备安全监督检验研究院科技项目(KJ(Y)2020037)的支持!

### 参考文献

- [1] Novoselov, K.S., Geim, A.K., Morozov, S.V., Jiang, D., Zhang, Y., Dubonos, S.V., Grigorieva, I.V. and Firsov, A.A. (2004) Electric Field Effect in Atomically Thin Carbon Films. *Science*, **306**, 666-669. <https://doi.org/10.1126/science.1102896>
- [2] Carvalho, A.F., Kulyk, B., Fernandes, A.J.S., Fortunato, E. and Costa, F.M. (2022) A Review on the Applications of Graphene in Mechanical Transduction. *Advanced Materials*, **34**, Article ID: 2101326. <https://doi.org/10.1002/adma.202101326>
- [3] Chen, X.Y., Fan, K., Liu, Y., Li, Y., Liu, X.Y., Feng, W. and Wang, X. (2022) Recent Advances in Fluorinated Graphene from Synthesis to Applications: Critical Review on Functional Chemistry and Structure Engineering. *Advanced Materials*, **34**, Article ID: 2101665. <https://doi.org/10.1002/adma.202101665>
- [4] Park, J.M., Cao, Y., Xia, L.-Q., Sun, S.W., Watanabe, K.J., Taniguchi, T. and Jarillo-Herrero, P. (2022) Robust Superconductivity in Magic-Angle Multilayer Graphene Family. *Nature Materials*, **21**, 877-883. <https://doi.org/10.1038/s41563-022-01287-1>
- [5] Zhou, H., Holleis, L., Saito, Y., Cohen, L., Huynh, W., Patterson, C.L., Yang, F., Taniguchi, T., Watanabe, K. and Young, A.F. (2022) Isospin Magnetism and Spin-Polarized Superconductivity in Bernal Bilayer Graphene. *Science*, **375**, 774-778. <https://doi.org/10.1126/science.abm8386>
- [6] Park, S., Lee, W., Jang, S., Choi, Y.-B., Park, J., Jung, W., Watanabe, K., Taniguchi, T., Cho, G.Y. and Lee, G.-H. (2022) Steady Floquet-Andreev States in Graphene Josephson Junctions. *Nature*, **603**, 421-426. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-04364-8>