

江苏省内区域间石墨烯专利数据分析概述

王勤生, 谢一麟, 杨永强*, 刘 峥, 区炳显, 王 群

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

收稿日期: 2022年9月22日; 录用日期: 2022年10月18日; 发布日期: 2022年10月25日

摘 要

专利信息利用贯穿创新链条全过程, 对提升创新效能和产业竞争力具有不可或缺的作用。江苏省作为国内具有代表性的石墨烯产业发展大省, 从知识产权利用和发展的角度, 分析江苏省内石墨烯产业发展现状以及趋势, 对导航江苏省乃至全国石墨烯产业发展具有一定的借鉴意义, 也可为相关职能部门制定和布局石墨烯等前沿战略新材料产业提供一定思路。

关键词

江苏省, 石墨烯, 专利数据分析

An Overview of Interregional Graphene Patent Data Analysis in Jiangsu Province

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

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

Received: Sep. 22nd, 2022; accepted: Oct. 18th, 2022; published: Oct. 25th, 2022

Abstract

The utilization of patent information runs through the whole process of the innovation chain and plays an indispensable role in improving innovation efficiency and industrial competitiveness. As a representative province of graphene industry development in China, Jiangsu Province, from the perspective of intellectual property utilization and development, analyzes the development status

*通讯作者。

and trends of graphene industry in Jiangsu Province, which has certain reference for navigating the development of graphene industry in Jiangsu Province and even the whole country. It can also provide certain ideas for relevant functional departments to formulate and deploy cutting-edge strategic new materials industries such as graphene.

Keywords

Jiangsu Province, Graphene, Patent Data 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

自 2004 年石墨烯首次被成功制备以来,由于其优越的物理化学性能受到了学术界和工业界的广泛关注,尤其在 2010 年获得诺贝尔物理学奖之后,科研工作者们对它的研究热潮进入一个新的阶段[1]-[7]。2019 年的世界移动通信大会上石墨烯的专门展厅,石墨烯被用于数据通信、传感器、物联网、可穿戴设备、新能源等领域。比如用石墨烯做的超灵敏电子传感器可检测有害气体,用石墨烯做的宽带图像传感器能同时探测可见光和红外光[8]。

经过十余年高速发展,如今,石墨烯产业已经到了从实验室走向产业化的关键时期,石墨烯行业已经成为我国新材料产业乃至制造业实现弯道超车的突破口。目前中国石墨烯行业正处于市场导入期,产品尚未成熟,行业利润率较低,但市场增长率较高。未来,石墨烯作为国际高科技产业竞争的热点,其发展将主要从制备技术和产业化应用层面进行全面提升。制备技术上将进一步发展高质量石墨烯粉体和石墨烯薄膜的可控、绿色、低成本和大规模工业化制备技术;产业化应用上将探索广泛应用领域的发展潜力,努力发展石墨烯“杀手锏”和高性价比应用。此外,国际上石墨烯标准化推进工作也在稳步进行中。

尽管我国这几年已经加大对其的研究,并在其申请量上得到了巨大的优势,但是没有绝对的技术优势,而这些专利大多都在本土申请,在国外布局的少之又少,这也侧面反映出我国的创新主体对知识产权没有足够的保护意识,而且真正值得向国外申请知识产权保护的有效技术不多,这也说明我国所掌握的核心技术并不多。所以,本土企业在追求创新的同时也要理智对待创新。

本文主要从知识产权利用和发展的角度,通过分析江苏省内区域之间的石墨烯专利申请情况,了解江苏省石墨烯产业发展现状以及趋势,希望对全国石墨烯产业发展产生一定的借鉴意义。本文涉及的专利检索采用智慧芽专利检索与服务系统,检索时间以 2022 年 4 月 1 日为截至时间。

2. 石墨烯专利数据分析

2.1. 全球石墨烯专利申请授权趋势

图 1 为 2003 年~2022 年全球石墨烯相关的专利申请与授权趋势图。从图中可以看出,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,授权占比在 49.28%~63.16%之间,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,当年专利申请量达到 2.71 万件,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, 2018 年授权占比仅为 43.68%。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。可以将 2019 年至今作为石墨烯技术的高速发展期。

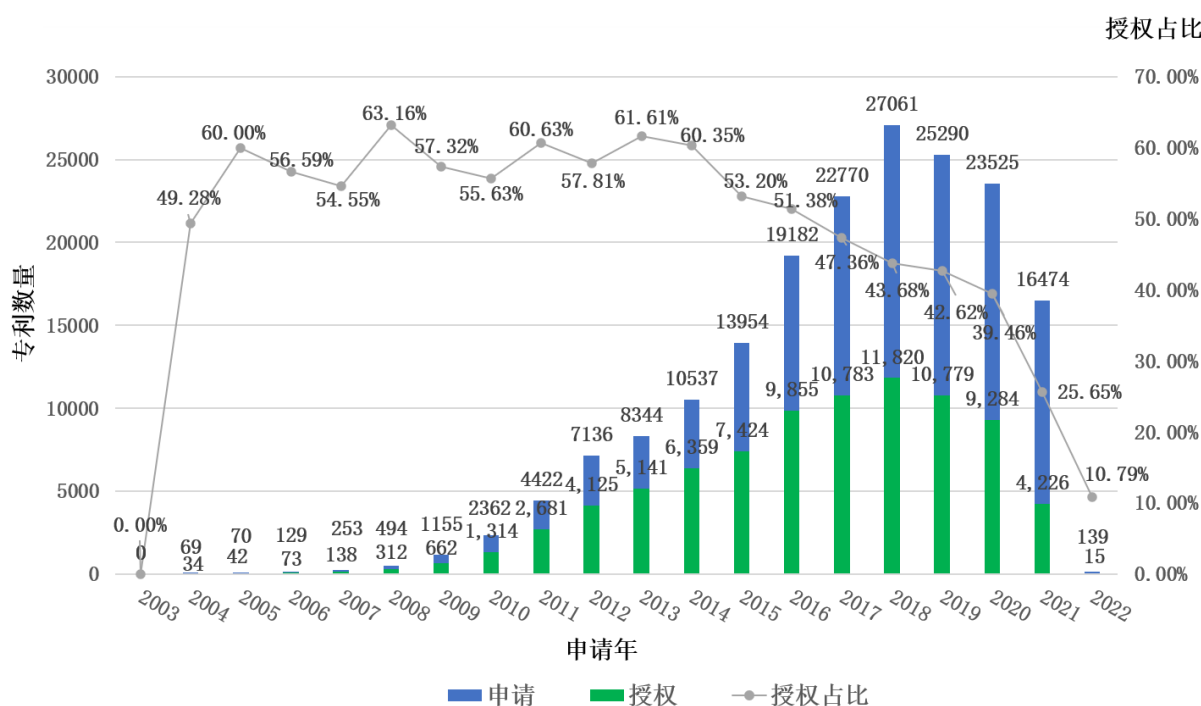


Figure 1. Trend chart of global graphene patent application authorization

图 1. 全球石墨烯专利申请授权趋势图

由于发明专利自申请日(有优先权日的自优先权日)起 18 个月(主动要求提前公开的除外)才能被公布, 实用新型专利申请在授权后才能获得公告, 而 PCT 专利申请可能自申请日起 30 个月甚至更长时间之后才能进入国家阶段, 因此在图中显示的数据中会出现近 2 年的专利申请量比实际申请量少, 这反映到本报告中的专利申请量年度变化趋势图中, 表现为近两年的数据出现较为明显的下降, 但这并不能说明近两年的专利申请的真正趋势(本文中其他图表中的数据显示情况同上, 不再赘述)。

2.2. 国内石墨烯专利申请授权趋势

图 2 为同时期的国内石墨烯专利申请授权趋势图。从图 2 可以看出, 石墨烯专利技术申请具有相同的趋势, 2011 年开始高速增长, 2018 年达到顶峰。国内 2003 年至 2008 年间授权占比均在 80% 以上, 最高在 2015 年达到 90%, 申请人数量和专利申请量的增长速度非常缓慢。从 2009 年开始, 相关专利申请量和申请人数量呈快速增长的趋势, 并在 2018 年专利申请量达到历年峰值, 共申请 2.6 万余件专利, 授权占比下降到 57.4%, 可见随着申请量的增加, 授权专利的占比呈逐渐降低趋势, 可能是由于相关技术的发展与成熟, 专利申请人更为广泛, 技术水平参差不齐, 还可能跟专利及其他政策有关。

图 3 为国内石墨烯相关专利省市分布排名图。从图 3 可以看出, 排名前五的省市分别是江苏省、广东省、浙江省、北京市和山东省; 专利申请量均在 100,000 件以上, 其中位居第一的江苏省的申请量达到 244,000 件, 占比 21.75%。安徽、上海、四川、福建的申请量均在 5000 件以上。可见, 较为发达的地区在石墨烯领域有较高的研发实力和市场热度, 这其中江苏一省占了全国 1/5 的申请量。因此, 分析江苏省石墨烯专利数据及其产业发展对了解国内石墨烯产业发展具有一定的借鉴意义。

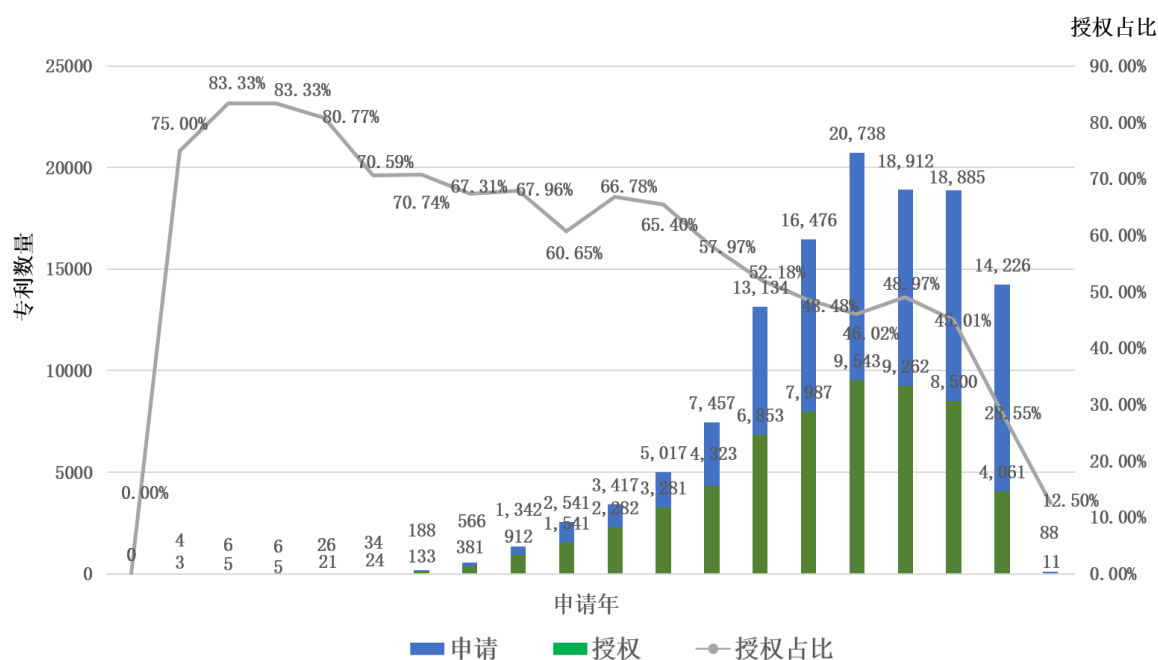


Figure 2. Trend chart of domestic graphene patent application authorization
图 2. 国内石墨烯专利申请授权趋势图

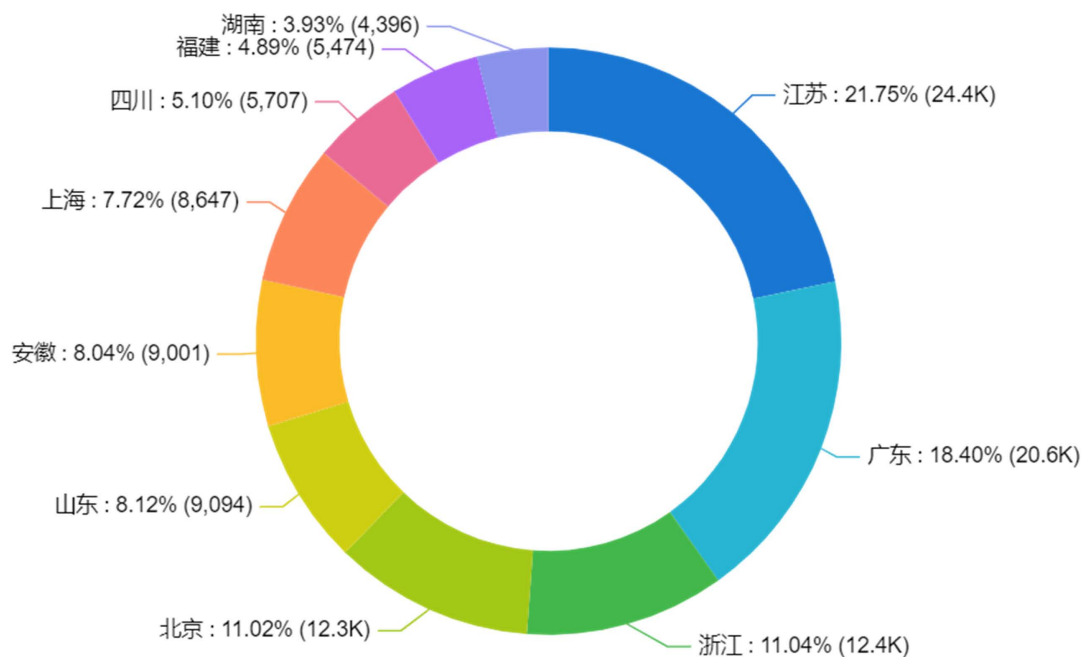


Figure 3. Domestic graphene patent application provinces distribution ranking map
图 3. 国内石墨烯专利申请省份排名图

2.3. 江苏省石墨烯专利数据分析

图 4 为 2004 年之后江苏省石墨烯相关的专利申请与公开趋势图。从图中可以看出，2008 年之前，无相关专利申请；2009 年至 2010 年之间石墨烯领域专利申请量也非常少，授权占比为 60%~70%；受 2010

年石墨烯研究工作获得当年诺贝尔奖影响，2011 年开始，相关专利申请量呈快速增长的趋势，并在 2018 年专利申请量达到历年峰值，当年共申请 3343 件专利，授权占比由 60% 左右逐渐下降至 40% 左右。

图 5 为江苏省 13 地市石墨烯相关专利申请数量情况。从图中可以看出，经过近十余年的发展，江苏省苏州市申请的专利数量最多，达 4479 件；其次为南京市，共申请 3464 件专利，常州以 2663 件专利数量位列第三。由图 6 江苏省石墨烯专利申请各地级市申请趋势可见 2009 年至 2020 年专利申请数量呈攀升趋势，苏州、南京、常州全省专利数量位列前三，其中苏州、南京分别于 2020 年达到专利申请数量顶峰 800 和 600 余件，常州 2018 年达到专利数量顶峰 500 余件。

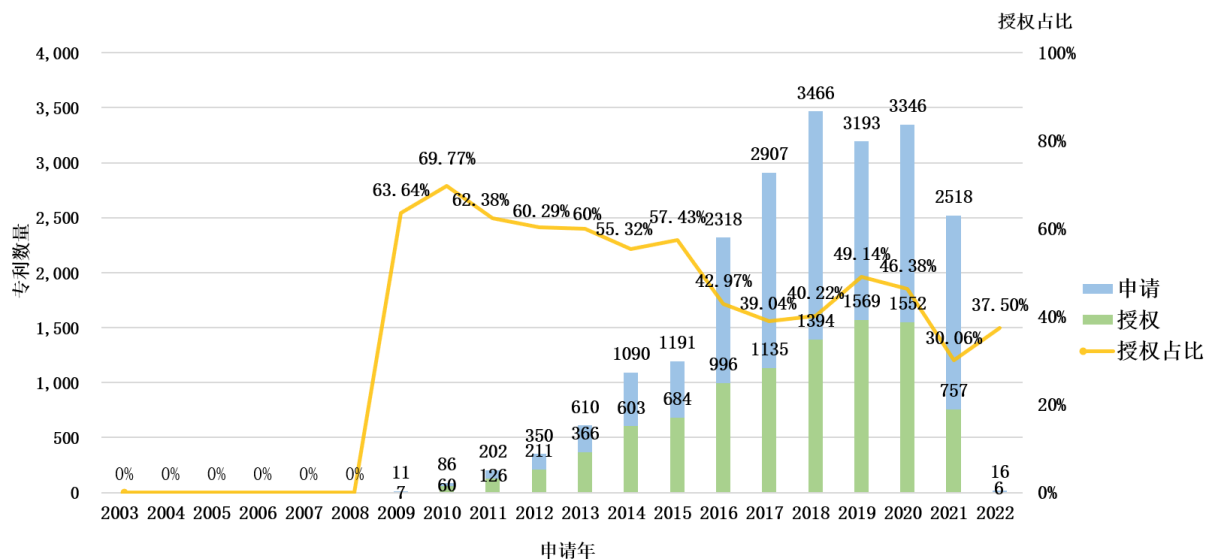


Figure 4. Trend chart of graphene patent application authorization in Jiangsu province

图 4. 江苏省石墨烯相关的专利申请与公开趋势图

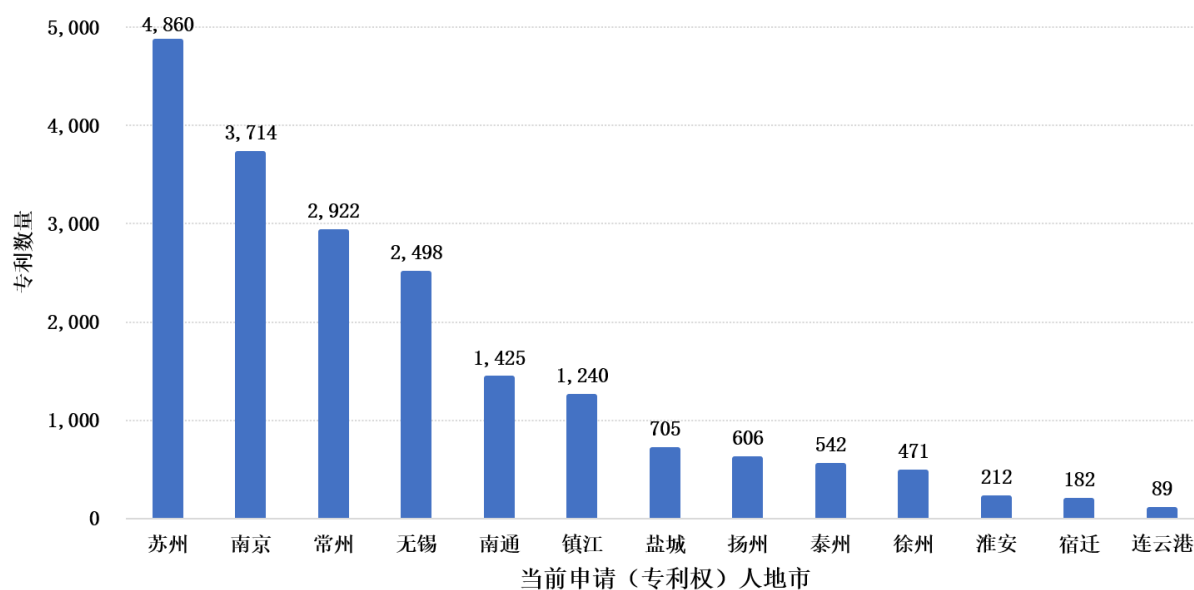


Figure 5. Regional distribution of graphene patent application in Jiangsu province

图 5. 江苏省石墨烯专利申请地域分布

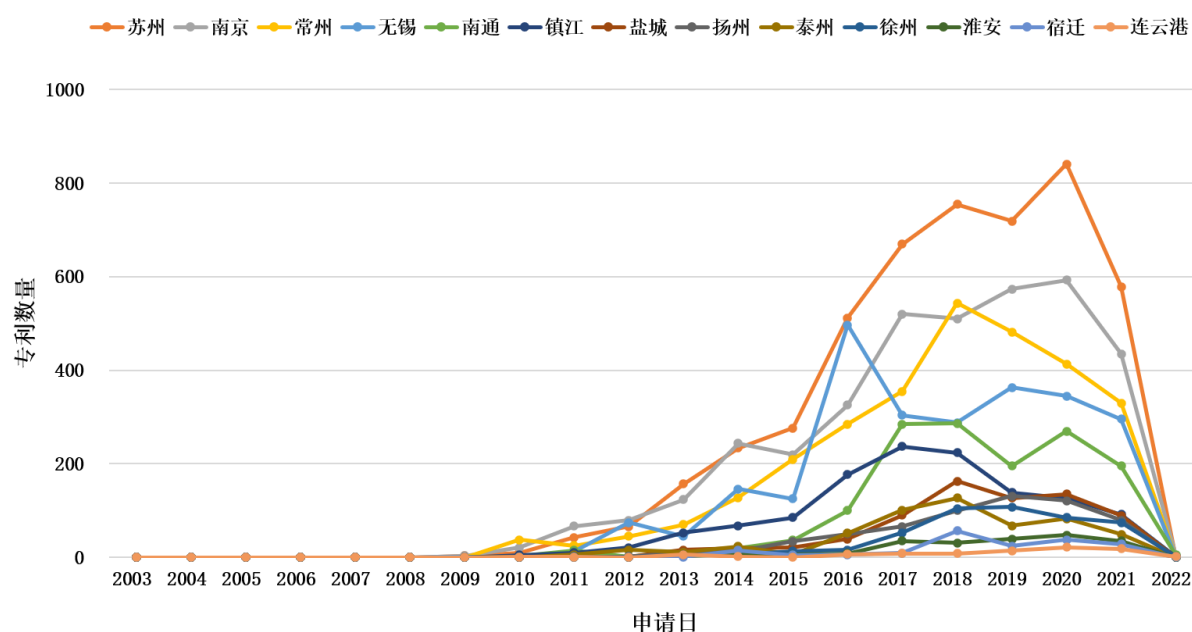


Figure 6. Graphene patent application in Jiangsu province, the application trend map of prefecture-level cities
图 6. 江苏省石墨烯专利申请各地级市申请趋势图

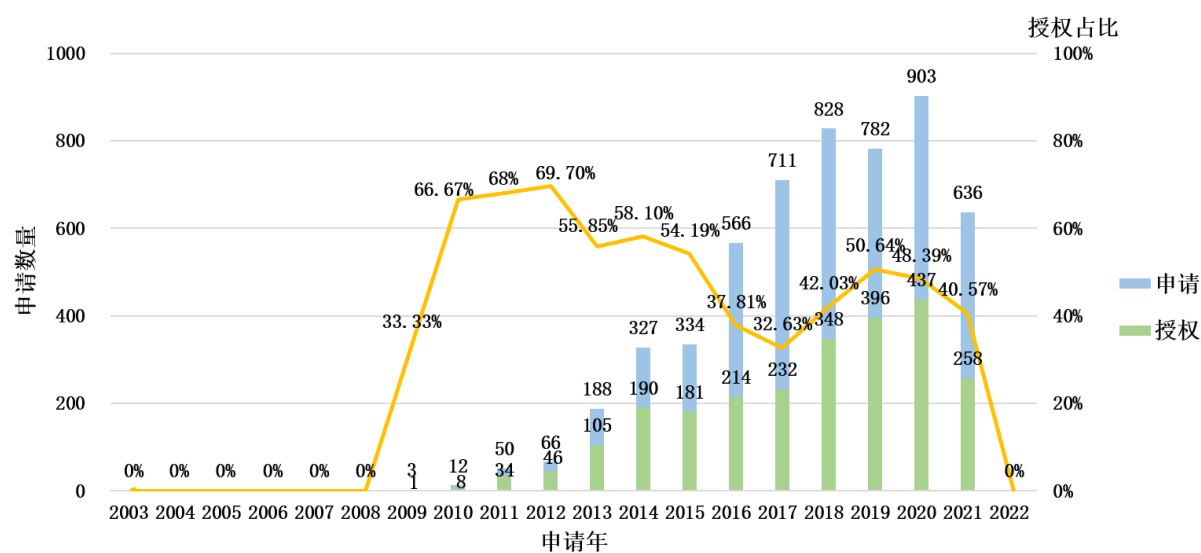


Figure 7. Trend chart of Suzhou region graphene patent application authorization
图 7. 苏州石墨烯专利申请授权趋势图

进一步分析 13 个地市的情况，由苏州相关专利申请数量情况图 7 可见，2008 年之前苏州市在数据库未检索到相关专利；2009 年至 2012 年专利申请数量也不多，但授权占比表现良好，超 50%；2013 年至 2020 年专利申请数量增速提升，2020 年申请量达 903 件。随着技术的成熟，总体授权占比呈逐年下降的趋势，但近年来仍维持在 5 成左右的授权率。从图 8 苏州石墨烯相关专利申请人排名来看，排名前十的有四家高校和研究机构，其他 6 家为企业。这也侧面反应了苏州市相关企业均对以石墨烯为代表的新材料相关领域的高度重视与敏感度，也可能与苏州活跃的经济活动以及当地发展多年的纳米材料产业相关。

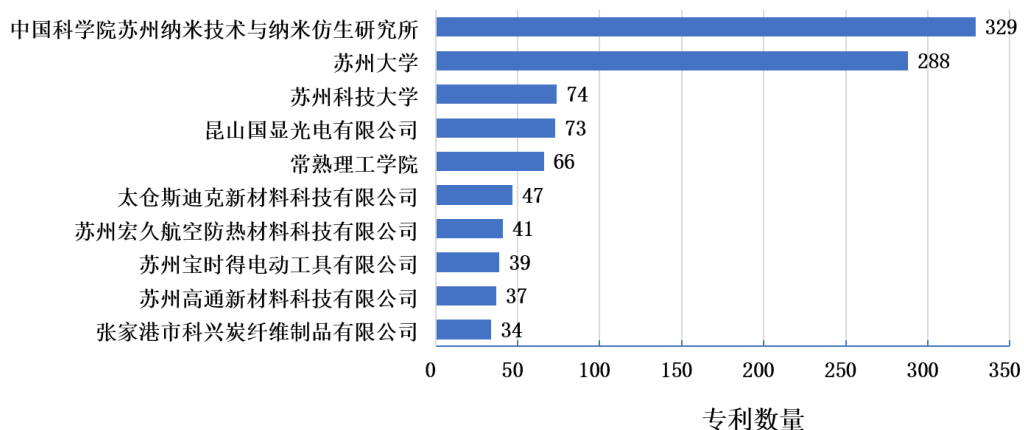


Figure 8. Ranking map of major patent applications for graphene in Suzhou region
图 8. 苏州石墨烯主要专利申请人排名图

就南京而言，如图 9 南京各年度相关专利申请数量情况所示，2009 年之前在数据库未检索到相关专利申请；2009~2020 年相关专利申请数量逐年递增共申请 3000 件左右，授权占比集中在 50%~60%之间，其中 2017~2020 年每年申请量在 500~600 件。而从图 10 展示的南京地区的相关专利申请人排名情况来看，前十申请人中仅南京旭羽睿材料科技有限公司一家企业，其余均为高校。这主要是由于南京汇聚了江苏省大部分高校，也充分显示了江苏省在石墨烯领域的科研投入和产出。

图 11 为常州石墨烯专利申请趋势图。如图所示，常州地区 2010 年之前在数据库未检索到相关专利申请。2010 年之后可分为 2 个阶段，2010~2018 年专利申请呈现逐年递增的趋势，总共申请 1798 件，其中于 2018 年达到申请峰值 575 件，专利授权占比整体在 40%~60%；2018~2022 年专利申请呈现逐年递减趋势，总共申请 1290 件，专利授权占比整体在 30%~40%。图 12 展示了常州地区的相关专利申请人排名情况，从中可以看出，常州石墨烯产业以企业为主，产学研开展的较好，且企业均较为重视知识产权相关工作。

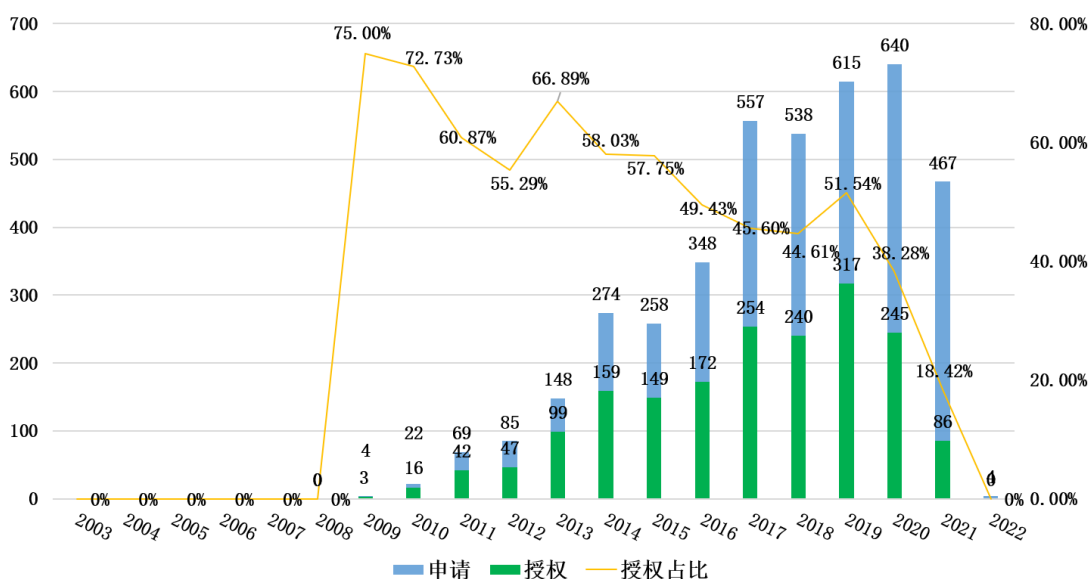


Figure 9. Trend chart of Nanjing region graphene patent application authorization
图 9. 南京石墨烯专利申请授权趋势图

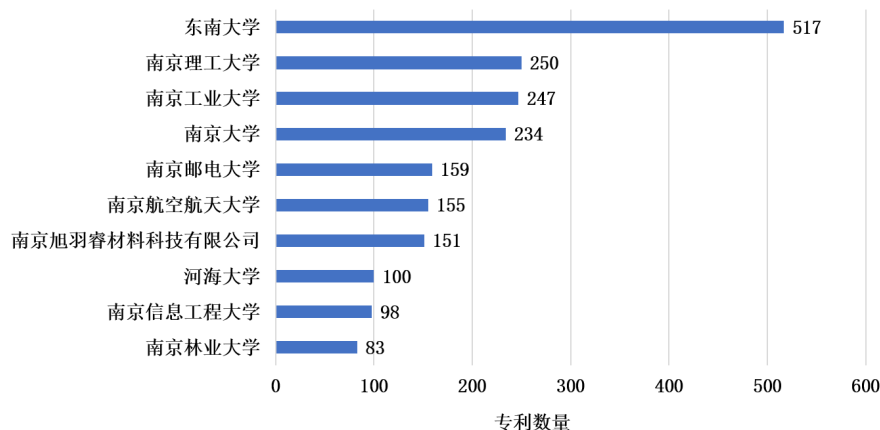


Figure 10. Ranking map of major patent applications for graphene in Nanjing region
图 10. 南京石墨烯主要专利申请人排名图

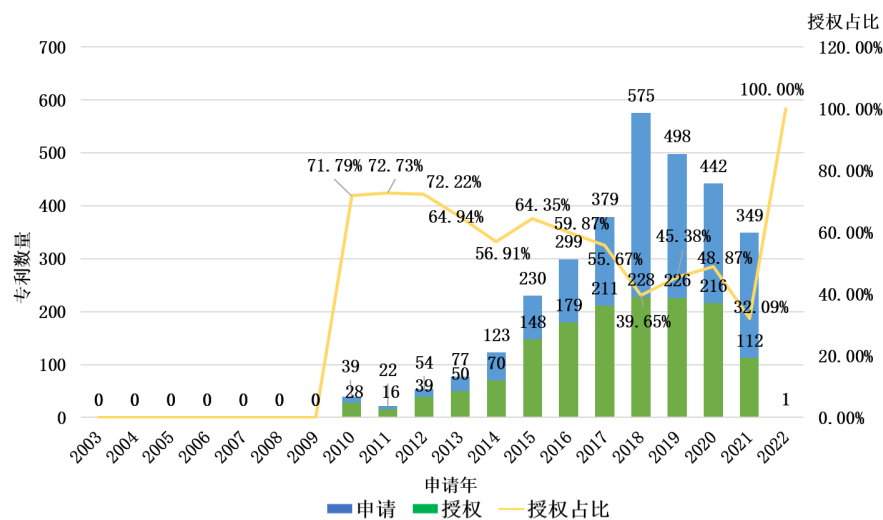


Figure 11. Trend chart of Changzhou region graphene patent application authorization
图 11. 常州石墨烯专利申请授权趋势图

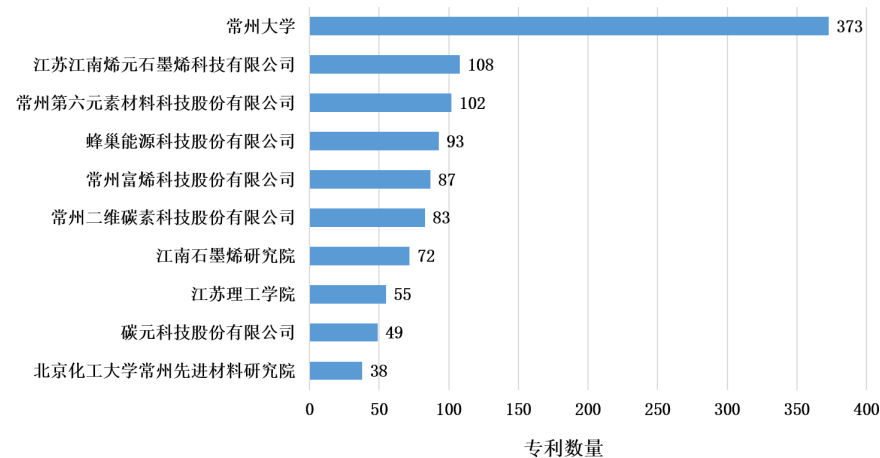


Figure 12. Ranking map of major patent applications for graphene in Changzhou region
图 12. 常州石墨烯主要专利申请人排名图

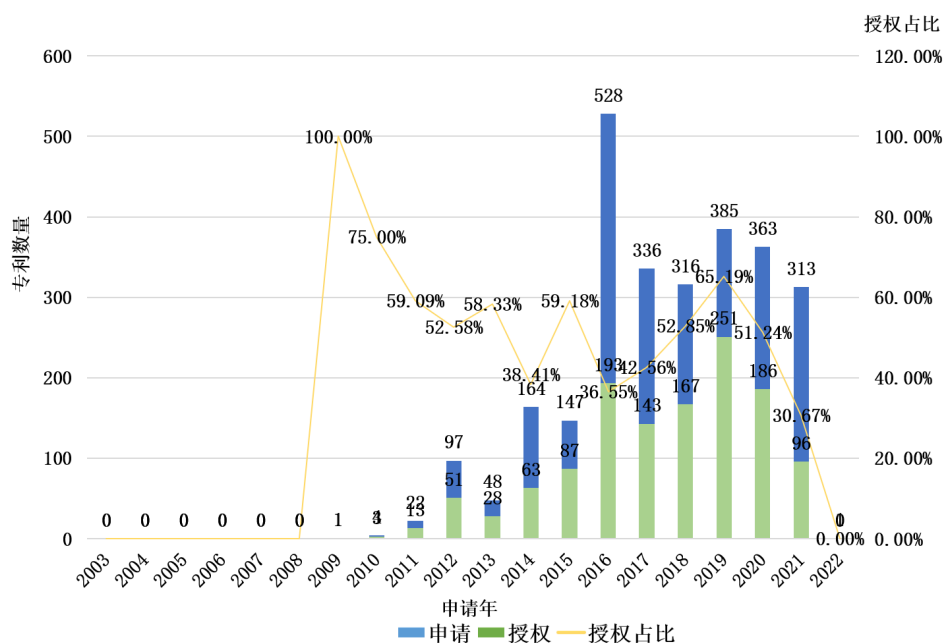


Figure 13. Trend chart of Wuxi region graphene patent application authorization
图 13. 无锡石墨烯专利申请授权趋势图

图 13 为无锡市专利申请数量申请趋势图，如图所示，2009 年之前在数据库未检索到相关专利申请。2009~2016 年相关专利申请数量逐年递增，并于 2016 年达到专利数量峰值 528 件，整体专利授权占比集中在 50%~60%。2016~2021 年专利整体申请数量较为平稳，每年申请数量在 300~400 件。

图 14 展示了无锡地区的相关专利申请人排名情况，从中可以看出，无锡石墨烯产业以企业为主，产学研开展的较好。这可能与无锡产业基础发展好，但本地高校少有关。相关产业发展与常州相似。

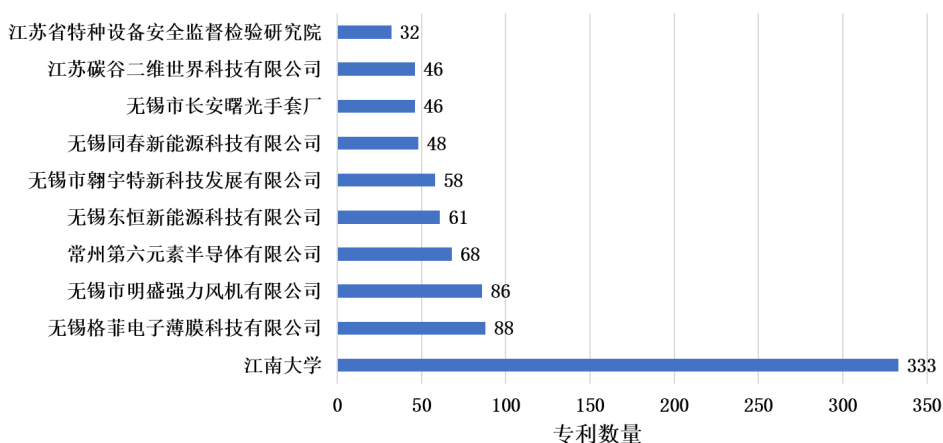


Figure 14. Ranking map of major patent applications for graphene in Wuxi region
图 14. 无锡石墨烯主要专利申请人排名图

图 15 为南通市石墨烯专利申请态势图，如图所示，2010 年之前在数据库未检索到相关专利申请。2010~2018 年呈现逐年递增趋势，并于 2017、2018 年达到专利申请峰 285、286 件，但专利授权占比相对较低。2019~2021 年的申请量相比峰值有所降低但每年仍然维持在 200~300 件左右，且专利授权率有

所提升。从图 16 南通石墨烯相关专利申请人排名看，前五位的三家是企业，两家是高校研究机构。整体上是以企业为主。

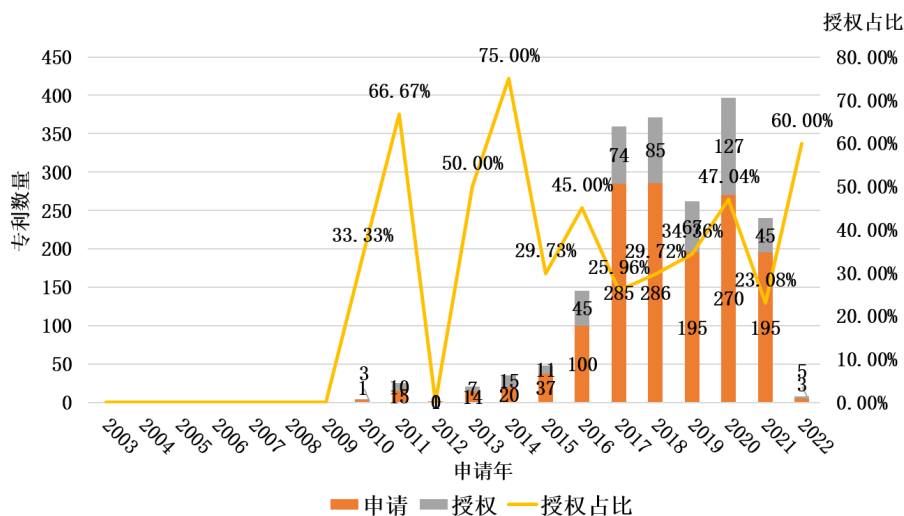


Figure 15. Trend chart of Nantong region graphene patent application authorization

图 15. 南通石墨烯专利申请授权趋势图

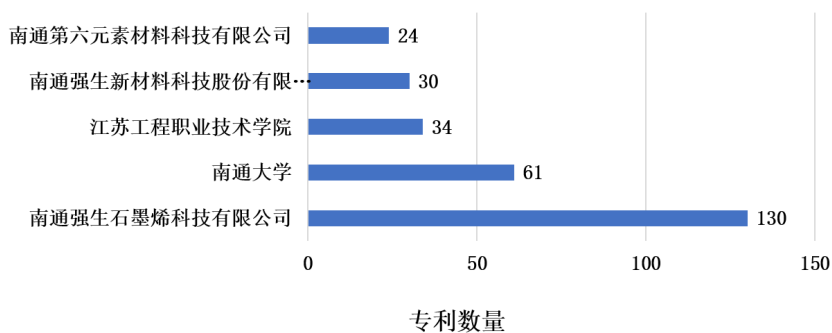


Figure 16. Ranking map of major patent applications for graphene in Nantong region

图 16. 南通石墨烯主要专利申请人排名图

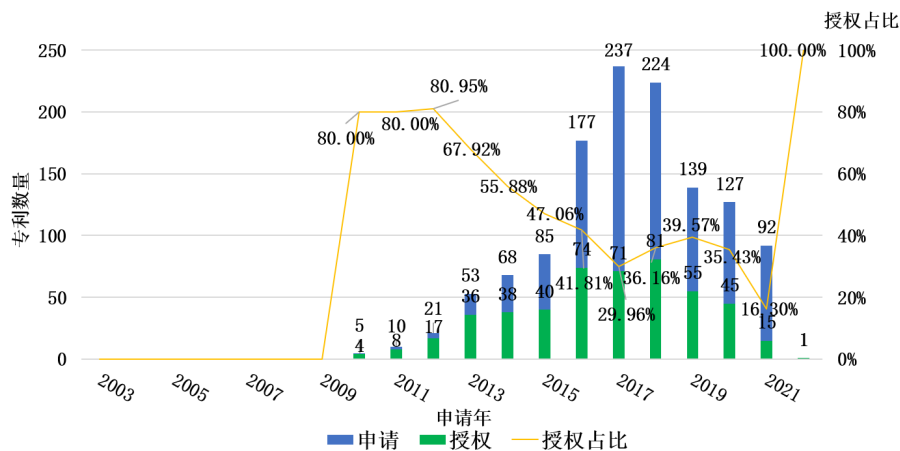


Figure 17. Trend chart of Zhenjiang region graphene patent application authorization

图 17. 镇江石墨烯专利申请授权趋势图

图 17 为镇江市专利申请情况, 如图所示, 2010 年之前在数据库未检索到相关专利申请。2010~2017 年专利申请数量逐年递增, 于 2017 年达到相关专利申请峰值 237 件, 专利授权占比由 80% 递减至 30% 左右; 2017 年之后专利申请数量逐年递减, 但专利授权占比有提升迹象。从图 18 镇江石墨烯相关专利申请人排名看, 前五位的三家是企业, 两家是高校研究机构。整体上是企业为主。

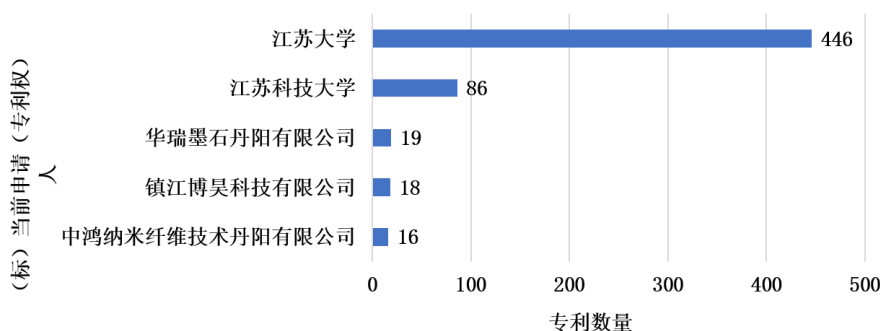


Figure 18. Ranking map of major patent applications for graphene in Zhenjiang region
图 18. 镇江石墨烯主要专利申请人排名图

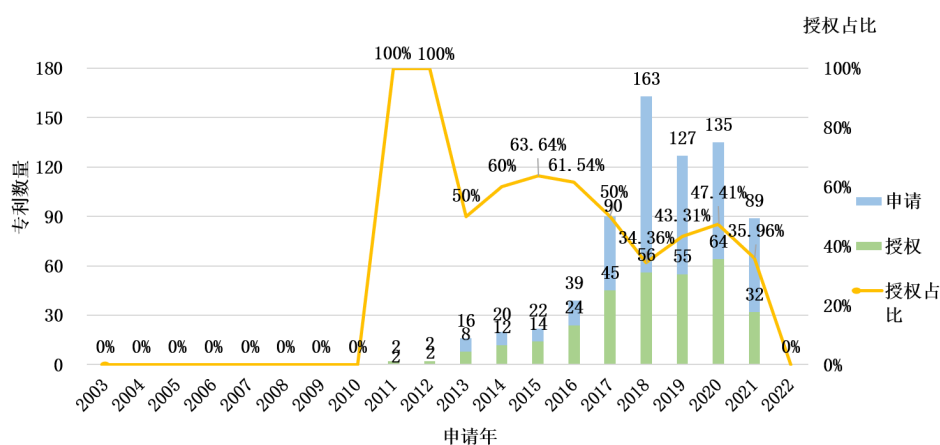


Figure 19. Trend chart of Yancheng region graphene patent application authorization
图 19. 盐城石墨烯专利申请授权趋势图

图 19 为盐城相关专利申请情况, 如图所示, 2011 年之前在数据库未检索到相关专利申请。2011~2018 年相关专利申请逐年递增, 并于 2018 年达到申请峰值 163 件; 2018 年之后相关专利申请在每年 100~150 件之间。专利授权占比整体呈现良好。从图 20 盐城石墨烯相关专利申请人排名看, 前五位的两家是企业, 三家是高校研究机构。

图 21 为扬州市相关专利申请趋势情况, 如图所示, 2012 年之前在数据库未检索到相关专利申请。2012 年至今相关专利申请总体呈逐年增长趋势, 其中 2019 年申请数量达到 131 件, 2021 年已有 121 件专利公开(该年度可能仍有部分专利尚未公开), 期间专利授权占比集中在 35%~68% 左右。从图 22 扬州石墨烯相关专利申请人排名看, 前五位的三家是企业或个人, 两家是高校研究机构。整体上是企业为主。

图 23 为泰州市专利申请情况, 如图所示, 2011 年之前在数据库未检索到相关专利申请。2011~2018 年专利申请数量整体呈增长趋势, 2018 年专利申请数量达到峰值 127 件, 但该年度的授权表现一般。2019 年后专利申请每年 100 件以内, 但授权率提升明显。从图 24 泰州石墨烯相关专利申请人排名看, 前五位均为企业。

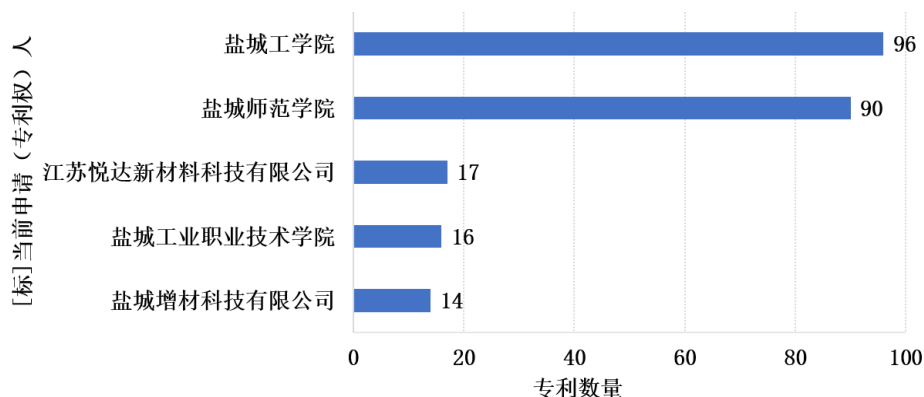


Figure 20. Ranking map of major patent applications for graphene in Yancheng region
图 20. 盐城石墨烯主要专利申请人排名图

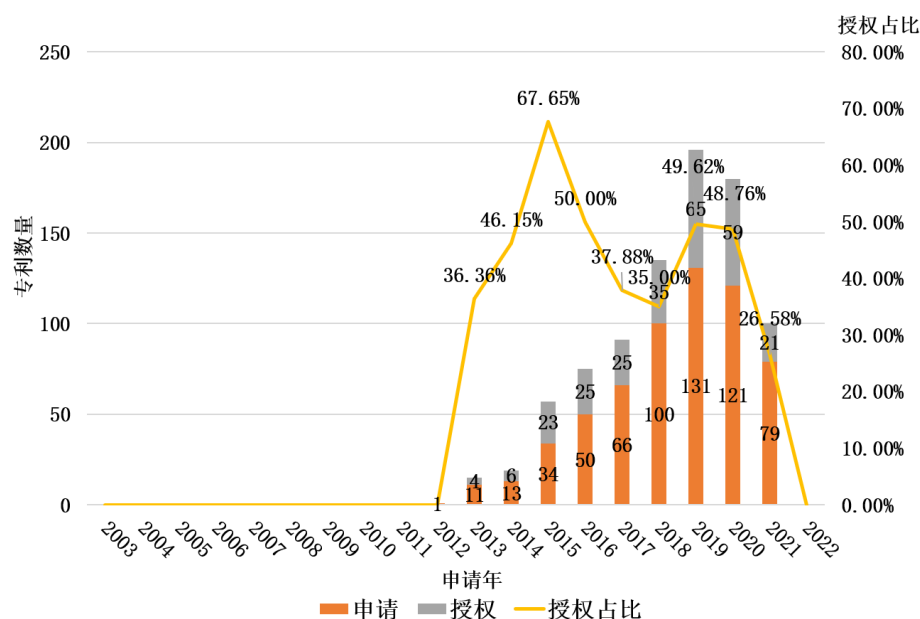


Figure 21. Trend chart of Yangzhou region graphene patent application authorization
图 21. 扬州石墨烯专利申请授权趋势图

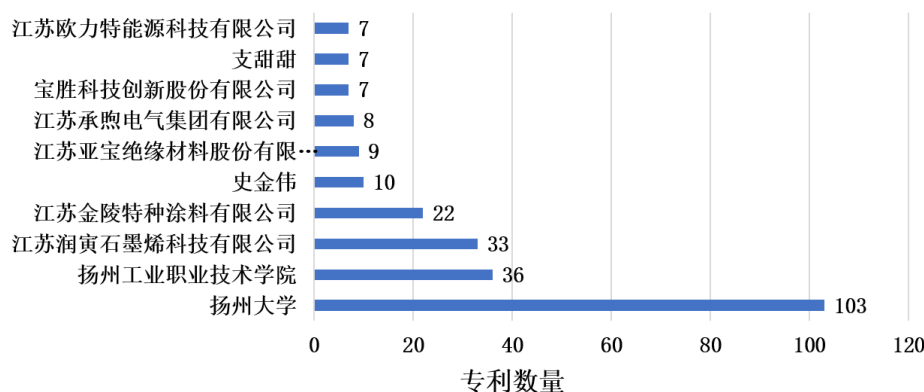


Figure 22. Ranking map of major patent applications for graphene in Yangzhou region
图 22. 扬州石墨烯主要专利申请人排名图

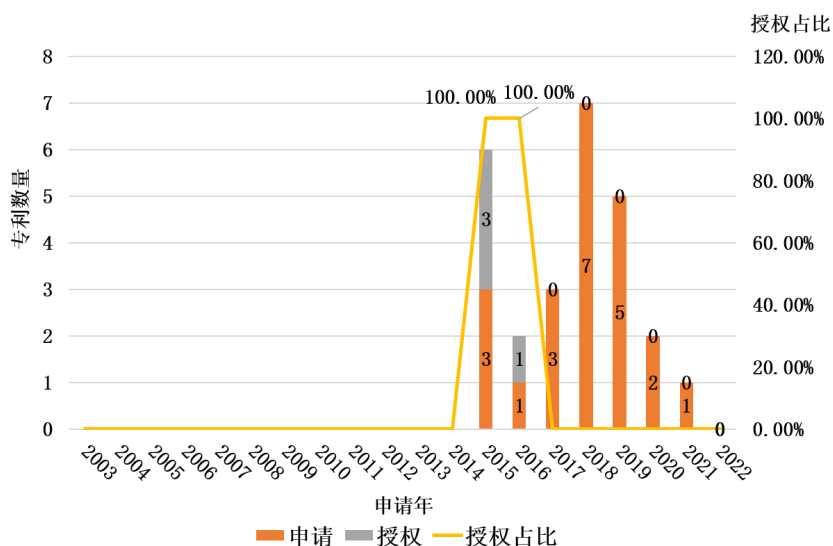


Figure 23. Trend chart of Taizhou region graphene patent application authorization
图 23. 泰州石墨烯专利申请授权趋势图

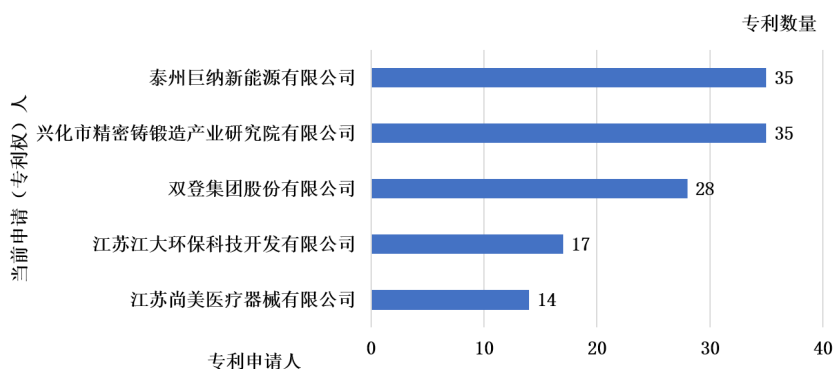


Figure 24. Ranking map of major patent applications for graphene in Taizhou region
图 24. 泰州石墨烯主要专利申请人排名图

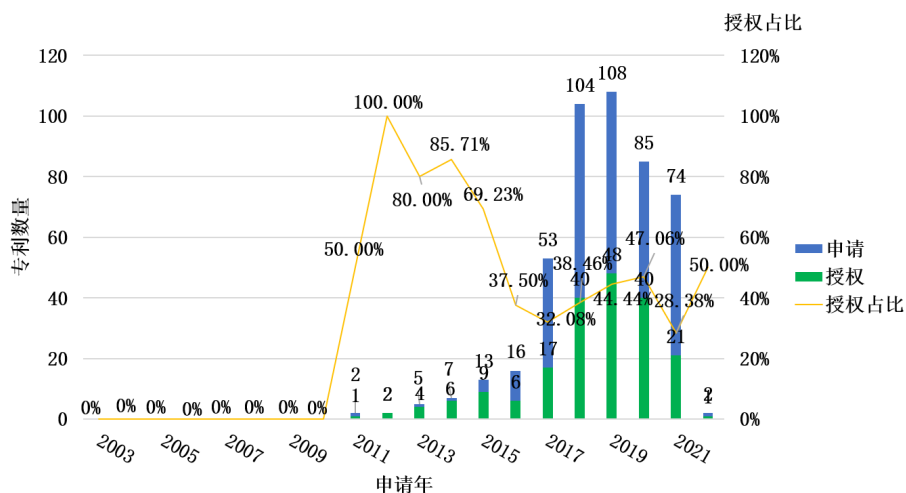


Figure 25. Trend chart of Xuzhou region graphene patent application authorization
图 25. 徐州石墨烯专利申请授权趋势图

图 25 为徐州市专利申请情况, 如图所示, 2011 年前在数据库未检索到相关专利申请。2011~2019 年专利申请数量逐年递增, 2019 年达到申请数量峰值 108 件, 2019~2021 年专利申请数量呈现递减趋势。从图 26 徐州石墨烯相关专利申请人排名看, 前五位的三家是高校, 两家企业。

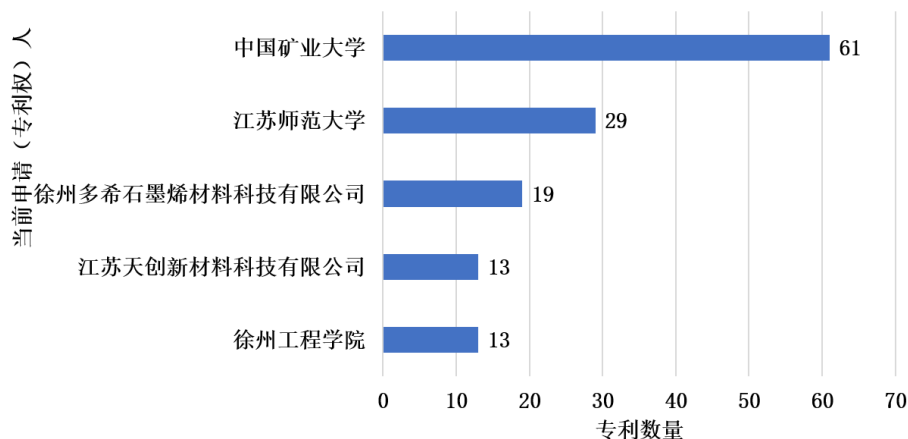


Figure 26. Ranking map of major patent applications for graphene in Xuzhou region

图 26. 徐州石墨烯主要专利申请人排名图

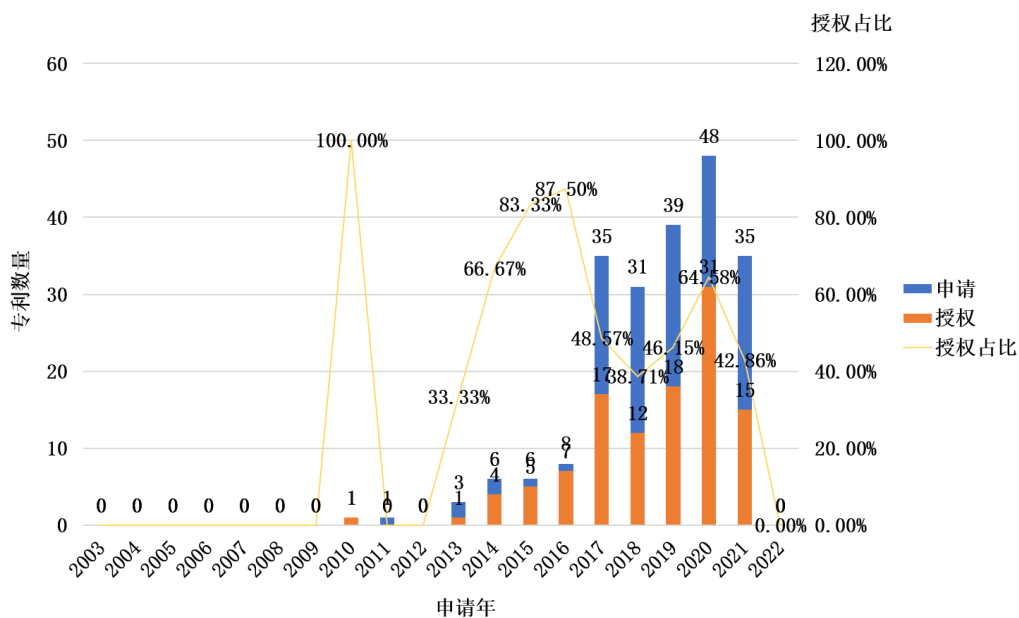


Figure 27. Trend chart of Huaian region graphene patent application authorization

图 27. 淮安石墨烯专利申请授权趋势图

图 27 为淮安相关专利申请数量情况, 如图所示, 2010 年前在数据库未检索到相关专利申请。2010 年至今专利申请数量总体呈现递增趋势, 2020 年申请数量达到 48 件。专利授权表现良好。从图 28 淮安石墨烯相关专利申请人排名看, 前五位的三家是企业, 两家是高校。

图 29 为宿迁市专利申请情况, 如图所示, 2013 年前在数据库未检索到相关专利申请。2013~2018 年申请数量逐年递增, 2018 年达到数量峰值 57 件。2019~2021 年专利申请数量减少。从图 30 宿迁石墨烯相关专利申请人排名看, 前五位均为企业。

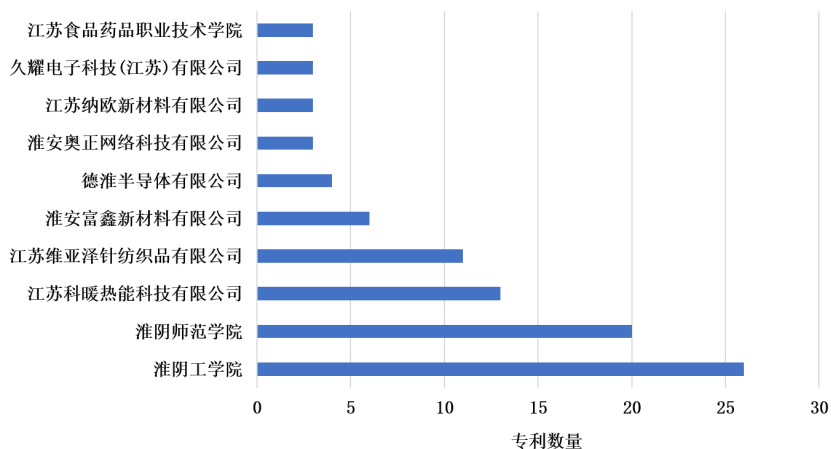


Figure 28. Ranking map of major patent applications for graphene in Huaian region
图 28. 淮安石墨烯主要专利申请人排名图

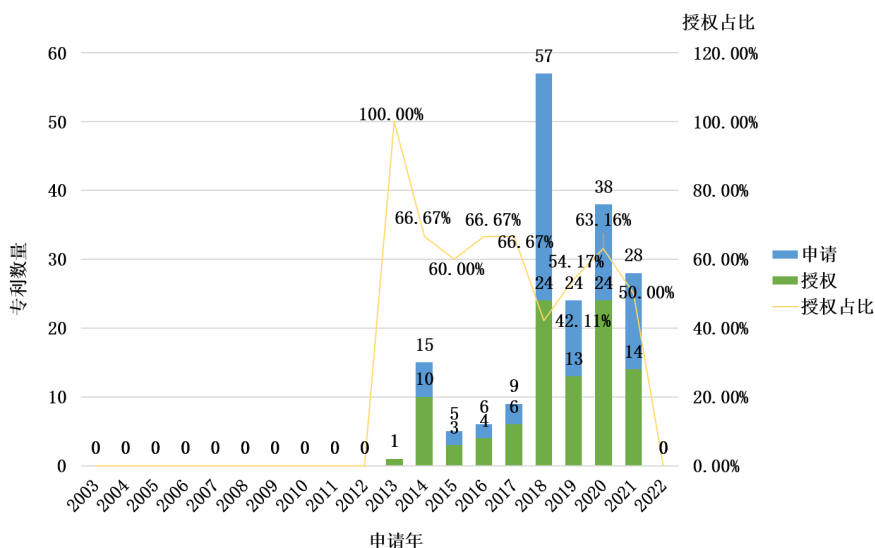


Figure 29. Trend chart of Suqian region graphene patent application authorization
图 29. 宿迁石墨烯专利申请授权趋势图

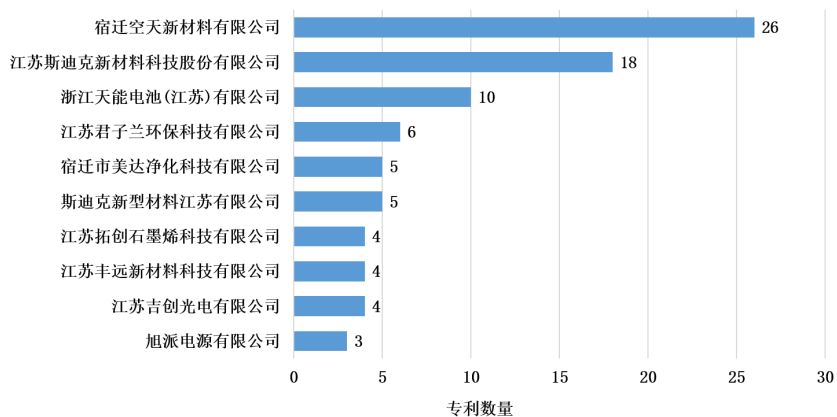


Figure 30. Ranking map of major patent applications for graphene in Suqian region
图 30. 宿迁石墨烯主要专利申请人排名图

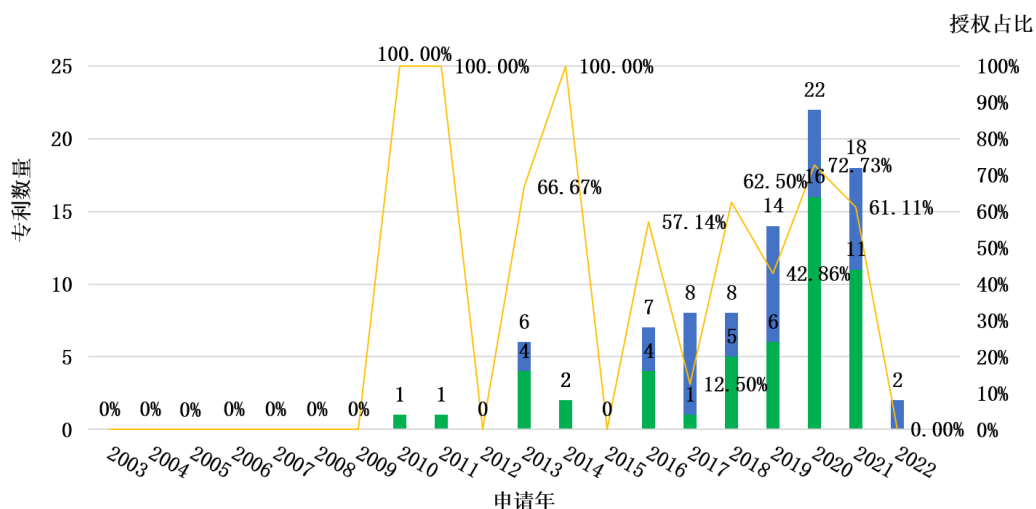


Figure 31. Trend chart of Lianyungang region graphene patent application authorization

图 31. 连云港石墨烯专利申请授权趋势图

图 31 为连云港市相关专利申请数量情况。如图，2009 年之前在数据库未检索到相关专利申请。2010 年至今的专利申请数量整体呈现逐年递增趋势，其中 2020 年申请数量达到 22 件。连云港市涉及石墨烯相关专利申请总量较小，但授权占比尚可。从图 32 连云港石墨烯相关专利申请人排名看，前五位的四家是企业，一家是高校。

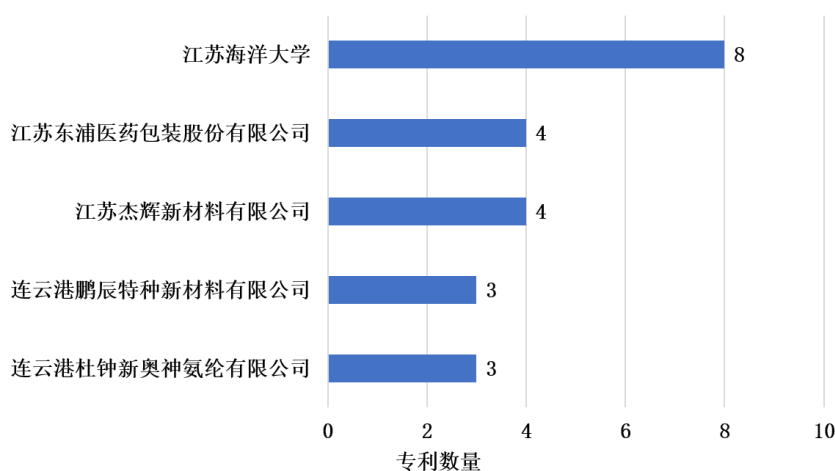


Figure 32. Ranking map of major patent applications for graphene in Lianyungang region

图 32. 连云港石墨烯主要专利申请人排名图

3. 结论

经过十余年的高速发展，国内外石墨烯专利申请趋势在 2018 年达到年度申请量的顶峰。近几年中该技术领域的专利申请热情有缓和趋势，但依然维持在约 2.5 万件/年的申请体量水平。对于江苏省石墨烯专利申请，苏州市申请的专利数量最多，达 4479 件；其次为南京市，共申请 3464 件专利，常州以 2663 件专利数量位列第三。从专利申请总量上看，江苏省内高校和科研机构申请的专利绝对数量远超企业；江苏南部申请量远大于北部；江苏省石墨烯企业绝大部分是中小民营企业，且较为集中在江苏南部地区。

这也反映出石墨烯产业作为技术密集型产业，与区域内的经济活动，以及周边的人才储备与产业链配套密切相关。

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] Yang, Y.Q., Pang, R.Q., Zhou, X.J., Zhang, Y., Wu, H.X. and Guo, S.W. (2012) Composites of Chemically-Reduced Graphene Oxide Sheets and Carbon Nanospheres with Three-Dimensional Network Structure as Anode Materials for Lithium Ion Batteries. *Journal of Materials Chemistry*, **22**, 23194-23200. <https://doi.org/10.1039/c2jm34843h>
- [3] 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>
- [4] Park, J.M., Cao, Y., Xia, L.Q., Sun, S.W., Watanabe, K., 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. <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>
- [7] Zhang, Y., Zhang, L., Li, C.X., Han, J.X., Huang, W.W., Zhou, J.Y. and Yang, Y.Q. (2022) Hydrophilic Antifouling 3D Porous MXene/Holey Graphene Nanocomposites for Electrochemical Determination of Dopamine. *Microchemical Journal*, **181**, Article ID: 107713. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2022.107713>
- [8] 余惠敏. 石墨烯: 神奇材料看这里! [N]. 经济日报, 2020-11-01(009).