



CNITECH



2017石墨烯技术专利分析报告

Report on Patenting Activity of Graphene Technology



中国石墨烯产业技术创新战略联盟
中国科学院宁波材料技术与工程研究所
宁波石墨烯创新中心
浙江省石墨烯制造业创新中心
浙江省石墨烯应用研究重点实验室
宁波市科技信息研究院
二〇一七年五月

2017 石墨烯技术专利分析报告

作者: 王国华 周旭峰 汪伟 刘兆平

Report on Patenting Activity of Graphene Technology

Prepared by WANG Guohua, ZHOU Xufeng, WANG Wei and LIU Zhaoping

特别感谢:

李义春 中国石墨烯产业技术创新战略联盟

陈 浩 中科院科技促进发展局知识产权管理处

王 慧 中科院宁波材料技术与工程研究所技术转移与知识产权部

秦志鸿 中科院宁波材料技术与工程研究所动力锂电池工程实验室

白晓航 中科院宁波材料技术与工程研究所动力锂电池工程实验室

包逸萍 宁波市科技信息研究院

郭 伟 宁波市科技信息研究院

目 录

1、前言	1
1.1 研究内容及思路.....	1
1.2 数据来源及研究方法.....	2
2、石墨烯技术整体专利态势分析	3
2.1 石墨烯技术国际专利申请态势.....	3
2.2 石墨烯专利技术生命周期分析.....	4
2.3 石墨烯技术国际专利申请的技术布局.....	5
2.4 石墨烯专利国家/地区分布分析.....	7
2.4.1 最早优先权专利申请国家/地区分布	7
2.4.2 技术流向分析.....	9
2.4.3 主要国家/地区专利申请活跃度分析	12
2.4.4 主要国家/地区的技术布局	13
2.5 石墨烯专利申请人分析.....	15
2.5.1 重要专利申请人.....	15
2.5.2 重要专利申请人专利申请保护区域分布	17
2.5.3 重要申请人专利申请活跃度及技术影响力分析	19
2.6 小结.....	23
3、石墨烯美国专利重点分析.....	25
3.1 石墨烯美国专利年度申请趋势分析.....	25
3.2 石墨烯美国专利申请来源国家/地区分析.....	25
3.3 石墨烯美国专利重要申请人分析.....	27
3.4 石墨烯美国重要专利申请人分析.....	27
3.4.1 威廉马歇莱思大学.....	27
3.4.2 德克萨斯大学.....	31
3.4.3 IBM 公司	33
3.4.4 JANG B Z&ZHAMU A&美国纳米技术仪器公司	35
3.4.5 美国沃尔贝克莱材料公司	38
3.5 小结.....	40
4、石墨烯韩国专利重点分析.....	42
4.1 石墨烯韩国专利年度申请趋势分析.....	42
4.2 石墨烯韩国专利申请来源国家/地区分析.....	42
4.3 石墨烯韩国专利重要申请人分析.....	43
4.4 石墨烯韩国重要专利申请人分析.....	44

4.4.1 三星集团.....	44
4.4.2 LG 集团.....	51
4.4.3 韩国成均馆大学.....	54
4.5 小结.....	61
5、石墨烯中国专利重点分析.....	62
5.1 石墨烯中国专利数量年度分布分析.....	62
5.2 石墨烯中国专利申请来源地分析.....	62
5.3 石墨烯中国专利申请法律状态分析.....	63
5.4 大学、企业、研究机构等各单元对比分析.....	64
5.4.1 专利申请人类型及申请数量分析.....	64
5.4.2 各单元重要机构分析.....	65
5.4.3 重要申请人及合作关系分析.....	69
5.5 石墨烯中国发明专利深度分析.....	74
5.5.1 Top-Down 制备石墨烯发明专利功效分析.....	75
5.5.1.1 石墨烯原材料、制备技术及生产工艺专利分析.....	75
5.5.1.2 石墨烯应用产品专利分析.....	82
(1) 储能	84
(2) 复合材料.....	93
(3) 电子信息.....	99
(4) 医疗-健康.....	102
(5) 传感器.....	108
(6) 水-气体处理.....	113
5.5.2 Bottom-up 制备石墨烯发明专利功效分析	117
5.5.2.1 石墨烯原材料、制备及检测技术.....	118
5.5.2.2 石墨烯改性产品及技术.....	122
5.5.2.3 石墨烯基应用产品.....	124
5.5.2.4 石墨烯终端应用产品.....	130
5.6 石墨烯技术中国重要专利申请人分析.....	131
5.6.1 重庆墨希科技有限公司	131
5.6.2 宁波墨西科技有限公司	132
5.6.3 浙江碳谷上希材料科技有限公司	133
5.6.4 厦门凯纳石墨烯技术股份有限公司	134
5.6.5 烯旺集团.....	136
5.6.6 江南石墨烯研究院.....	137
5.7 小结.....	139
6、石墨烯产业创新资源分布	141
6.1 全球石墨烯产业的创新资源地图.....	143
6.1.1 美国.....	144
6.1.2 韩国.....	145

6.1.3 日本.....	146
6.1.4 欧盟.....	146
6.2 中国石墨烯产业的创新资源地图.....	151
6.2.1 长三角地区	154
6.2.2 珠三角地区	161
6.2.3 山东地区.....	164
6.2.4 京津冀地区	166
6.2.5 其它地区.....	166
7、结论与建议.....	170
7.1 结论.....	170
7.2 建议.....	172
附录.....	174
附录 1 国家/地区代码说明.....	174
附录 2 重点专利收录表.....	175

摘 要

石墨烯作为一种新型的二维纳米材料,是最早发现的稳定存在的二维自由态原子晶体。自 2004 年发现以来,石墨烯不仅在理论科学上受到了极大关注,并且由于其特殊的纳米结构以及优异的物理化学性能而在电子学、光学、磁学、生物医学、催化、储能和传感器等诸多领域展现出巨大的应用潜能,引起了科学界和产业界的高度关注。世界各国纷纷将石墨烯及其应用技术作为长期战略发展方向,以期在由石墨烯引发的新一轮产业革命中占据主动和先机。

近年来,围绕石墨烯的专利申请在全球范围内呈现出高速增长态势,已成为一个活跃的新兴热点领域。报告从全球石墨烯技术研发背景的调研入手,通过文献资料调研分析,概述了全球石墨烯技术的最新研究进展,从国际专利申请数量年度分布、专利技术生命周期、技术研发布局、主要竞争国家/地区、主要专利申请人等方面,分析了全球石墨烯技术的整体专利态势;在此基础上,对美国、韩国和中国的专利申请数量年度分布、专利类型、法律状态以及申请来源地等进行了重点分析,并对重要申请人的专利布局进行分析,对我国在石墨烯技术领域面临的知识产权风险进行了初步揭示。基于上述分析结果,报告最后就我国未来的石墨烯技术研发和专利申请与保护工作提出了一些建议。

石墨烯材料是开启未来的产业,是我国新材料产业的发展契机,其产业化过程,也是检验和提升我国综合科技实力的过程。本报告通过研究国内外石墨烯材料产业发展情况和国内外专利技术布局和热点,通过对石墨烯领域的国内外产业发展情况、专利技术布局与热点和相关产业政策进行深入分析和研究,梳理出石墨烯材料在产业化过程中的制备技术及特定应用领域的技术发展脉络,为推动该技术领域产业化发展以及构建专利池、制定标准、规避风险和制定相关产业发展政策等,提供科学合理和切实可行的支撑。

关键词: 石墨烯 专利分析 知识产权

1、前言

1.1 研究内容及思路

（1）研究内容

本研究报告以石墨烯及其相关技术为研究对象，在文献资料调研和专家咨询的基础上，利用 DII 等权威专利数据库，采用由浅到深的分析思路对石墨烯技术的整体发展态势、专利布局和重点技术进行了分析，以期客观展现石墨烯及其重点技术的专利保护现状，为我国石墨烯技术领域的科研创新提供支撑。

本报告的主要研究内容包括：

石墨烯领域的国际总体研发态势；

石墨烯领域涉及的技术方向；

石墨烯的关键技术及其知识产权保护情况；

我国在石墨烯研究中的优/劣势分析；

我国发展石墨烯相关技术的潜在风险。

（2）研究思路与报告结构

本研究报告从全球石墨烯技术研发背景的调研入手，分析全球石墨烯技术的整体专利态势，相关技术领域的布局，主要的竞争区域和申请人；在整体态势分析的基础上，对国际上重要公司以及我国的石墨烯相关专利进行重点分析，通过各研究单元的对比分析、石墨烯重要技术领域分析等，对我国在石墨烯技术领域面临的知识产权风险进行揭示。

基于上述研究和分析思路，本报告主要包括以下部分：

1) 石墨烯技术整体专利分析

包括国际专利申请态势分析、专利技术生命周期分析、技术研发布局分析、主要国家/地区对比分析、主要专利申请人对比分析等。

2) 石墨烯美国、韩国专利重点分析

包括年度申请趋势分析、主要申请来源国家/地区分析、重要申请人的专利布局及技术演进分析。

3) 石墨烯中国专利重点分析

包括年度分布分析、类型分布分析、法律状态分析、申请来源地分析和大学、企业、中科院等各单元对比分析等概况分析，以及基于功效分析的我国石墨烯研究的潜在知识产权风险分析。

4) 石墨烯产业创新资源分布

包括美国、韩国、日本、欧盟、中国等国家和地区在石墨烯相关技术领域出台的政策规划、研究计划及产业化进展情况。

1.2 数据来源及研究方法

本研究报告主要分析了全球石墨烯专利技术发展态势，有助于国内了解全球在石墨烯专利技术领域的发展全貌。本研究报告采用汤森路透集团的德温特创新索引（DII）专利数据库作为检索来源。DII 收录来自世界 40 多个专利机构的 1 千多万件基本发明专利，数据可回溯至 1963 年，并且所有的专利文献都以专利家族为单位进行组织，可以对世界主要国家/地区进行比较全面的对比分析。针对中国专利进行深度分析时，则采用了宁波市科技文献检索服务中心的 WIPS Global 专利数据库。整个研究报告完成过程中使用过的分析工具包括：TDA、Aureka、Thomson Innovation 和 Excel 等。

2、石墨烯技术整体专利态势分析

2.1 石墨烯技术国际专利申请态势

通过 DII 专利数据库进行检索，共检索到石墨烯相关专利（族）29279 件¹。

我们知道，石墨烯相关研究已有较长时间，但一直被认为是假设性的结构，无法单独稳定存在。直至 2004 年，英国曼彻斯特大学的科学家安德烈·海姆和康斯坦丁·诺沃肖洛夫成功地在实验中从石墨分离出石墨烯，才证实它可以单独存在。两人也因在二维石墨烯材料研究中的开创性实验，共同获得了 2010 年诺贝尔物理学奖。石墨烯材料是一种集强度高、韧性好、透光率高、导电性好等诸多优点于一身的新材料，它在诸如电子信息、航空航天、国防、节能环保、生物医药等领域都具有巨大的应用潜力和 market 价值，引起各国科学界和产业界的高度关注，世界各国政府也在大力推动石墨烯的研究和产业化。

图 2-1-1 给出了石墨烯相关专利数量的年度（基于专利申请年）变化趋势。从图 2-1-1 可以看出，石墨烯相关专利的申请在上世纪末就已出现，但随后发展较为缓慢。从 2010 年开始，石墨烯这种世界上最薄且最坚硬的材料激起了全世界的研发热潮。专利申请数量开始持续大幅增长²，热度至今不减。

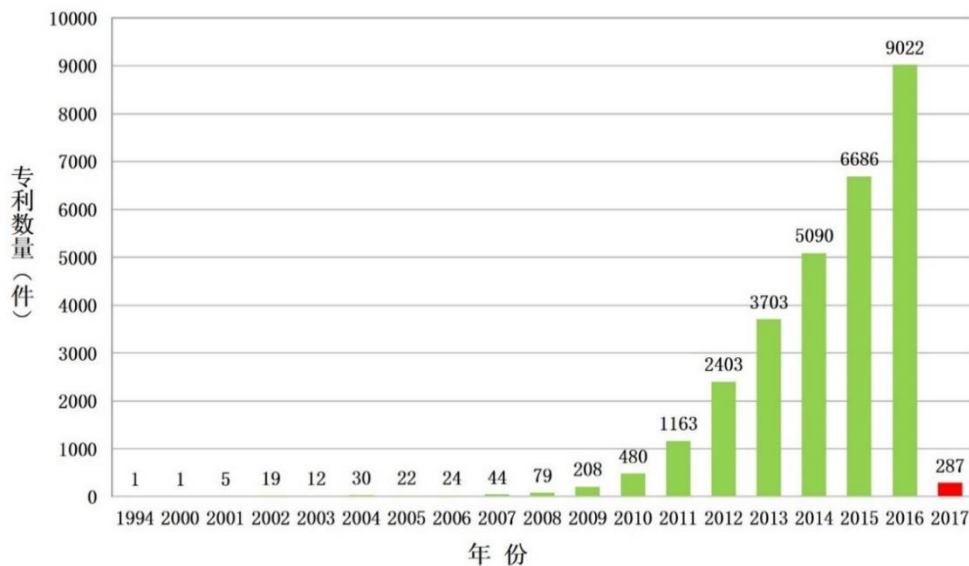


图2-1-1 石墨烯专利申请数量的年度分布

¹ 数据检索日期为 2017 年 3 月 13 日。

² 由于专利从申请到公开到数据库收录，会有一定时间的延迟，图中近两年，特别是 2017 年的数据会大幅小于实际数据，仅供参考。所以，本文后面部分涉及年份的分析，如没有特殊说明，都是截至 2016 年。例如，“近 3 年”一般是选取“2014-2016”。

2.2 石墨烯专利技术生命周期分析

一种技术的生命周期通常由萌芽（产生）、成长（发展）、成熟、瓶颈（衰退）几个阶段构成（参见表 2-2-1）。通过分析一种技术的专利申请数量及专利申请数量的年度变化趋势，可以分析该技术处于生命周期的何种阶段，进而可为研发、生产、投资等提供决策参考。

表2-2-1 技术生命周期主要阶段简介

阶段	阶段名称	代表意义
第一阶段	技术萌芽	社会投入意愿低，专利申请数量与专利权人数量都很少
第二阶段	技术成长	产业技术有了一定突破或厂商对于市场价值有了认知，竞相投入发展，专利申请数量与专利权人数量呈现快速上升
第三阶段	技术成熟	厂商投资于研发的资源不再扩张，且其他厂商进入此市场意愿低，专利申请数量与专利权人数量逐渐减缓或趋于平稳
第四阶段	技术瓶颈	相关产业已过于成熟，或产业技术研发遇到瓶颈难以有新的突破，专利申请数量与专利权人数量呈现负增长

基于石墨烯相关专利的历年申请数量和机构申请人数量，图 2-2-1 绘出了石墨烯相关专利技术的发展进程。结合文献调研和图 2-1-1，我们可以认为：2008 年之前为石墨烯相关专利技术的萌芽阶段；2010 年之后石墨烯相关专利技术开始进入快速成长阶段。目前正处于产业发展的初期阶段，是开展产业布局的战略机遇期。

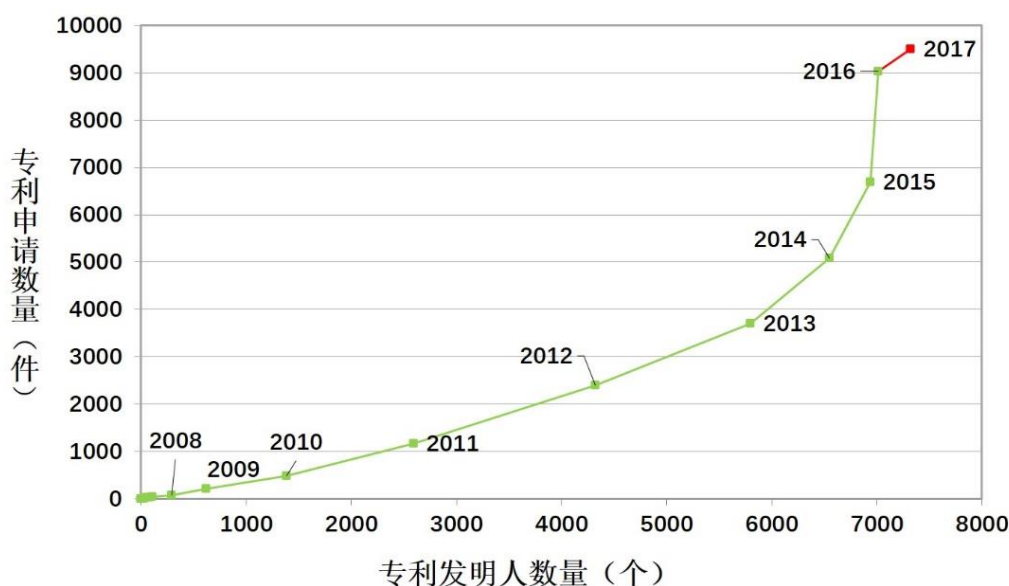


图2-2-1 石墨烯专利技术生命周期图

图 2-2-2 给出了石墨烯专利技术发明人的年度变化情况³。从图 2-2-2 可以看出，从 2009 年开始，每年都有大量的新增发明人进入石墨烯相关技术领域。这说明石墨烯相关技术正在处于技术成长阶段，全球相关技术研发投入在快速增长，推动石墨烯技术应用范围不断扩大。可以预测，在未来几年中，全球石墨烯专利申请数量将会继续稳定增长态势。

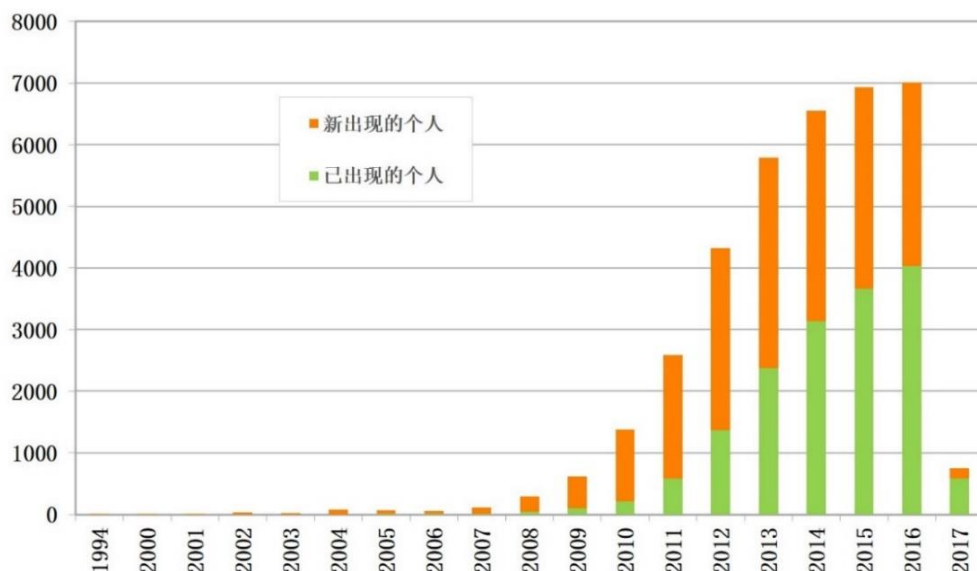


图2-2-2 石墨烯专利新发明人的时序分布

2.3 石墨烯技术国际专利申请的技术布局

国际专利分类号（IPC）包含了专利的技术信息，通过对石墨烯相关专利进行基于 IPC 大组⁴的统计分析，可以了解、分析石墨烯专利主要涉及的技术领域和技术重点等。

表 2-3-1 列出了石墨烯专利申请量前 19 位专利技术领域（基于 IPC 大组）及其申请情况。可以看出，石墨烯专利技术主要集中在晶体管、纳米材料、电容器、三维结构、合金、计算机、医用等领域。

表2-3-1 石墨烯专利申请量居前19位的技术领域及其申请情况

技术主题词	申请量 (件)	核心技术主题词	涉及年份	近 3 ⁵ 年申 请量占总 量百分比
-------	------------	---------	------	-------------------------------------

³ 专利从申请到公开，到数据库收录，会有一定时间延迟，图中近两年数据会小于实际数据，仅供参考。

⁴ 国际专利分类号体系的等级结构为：部（1 位，字母）大类（2 位，数字）小类（1 位，字母）-大组（3 位，数字）/小组（2-3 位，数字），例如 A01B-063/10、A01B-063/111 等。

⁵ “近 3 年”指的是“2014-2016”，后同。

2017 石墨烯技术专利分析报告

纳米管	6862	纳米结构 [1506];晶体管 [634];胶质物 [568]"	2000 - 2017	47%
晶体管	3999	纳米结构 [673];纳米管 [634];三明治结构的 [218]	2002 - 2017	37%
共聚物	3504	大分子 [2494];纳米管 [375];纳米结构 [285]"	2002 - 2017	57%
纳米结构	3363	纳米管 [1506];晶体管 [673];三明治结构的 [344]	2002 - 2017	30%
胶质物	2322	纳米管 [568];纳米结构 [319];脂肪酸 [150]	2002 - 2017	49%
测量	1804	纳米结构 [226];晶体管 [148];纳米管 [131]	2006 - 2017	53%
电容器	1547	纳米管 [277];纳米结构 [220];晶体管 [130]	2002 - 2017	47%
三明治结构的	1310	纳米管 [390];纳米结构 [344];晶体管 [218]	1994 - 2017	34%
染料	1048	共聚物 [260];大分子 [109];纳米管 [100]	2004 - 2017	69%
气体敷镀	758	纳米管 [375];晶体管 [153];纳米结构 [151]	2001 - 2017	37%
干燥器	632	胶质物 [137];纳米管 [96];纳米结构 [55]	2003 - 2017	59%
计算机	584	晶体管 [66];折射光学 [47];三明治结构的 [34]	2007 - 2017	50%
卤化物	493	纳米管 [302];纳米结构 [217];胶质物 [65]	2005 - 2017	46%
以茧状物〔喷层〕包	475	纳米结构 [198];三明治结构的 [159];纳米管 [152]	2004 - 2017	23%
电泳	456	纳米管 [126];纳米结构 [79];胶质物 [49]	2007 - 2017	46%
合金	408	纳米管 [42];氮化物 [38];纳米结构 [28]	2006 - 2017	77%
折射光学	384	光圈 [72];晶体管 [61];计算机 [47]	2008 - 2017	53%
水泥	306	纳米管 [51];粘土熟料 [43];共聚物 [27]	2007 - 2017	61%
医用	304	卫生学 [155];纳米管 [44];纳米结构 [39]	2006 - 2017	50%

利用 Aureka 平台的 Thememap 功能,对石墨烯专利技术的研 究布局进行了分析(图 2-3-1)。可以看出,石墨烯专利的热点技术领域主要包括以下几个方面:

- (1) 以石墨为原料制备石墨烯的技术及工艺;
- (2) 石墨烯在储能、复合材料、热管理、传感器、膜分离等领域的应用;
- (3) CVD 制备石墨烯及其转移技术;
- (4) CVD 的石墨烯在透明导电薄膜、触摸屏、晶体管/集成电路、光纤、通讯、高性能计算机等领域的应用。



图 2-3-1 石墨烯专利技术总研发布局

2.4 石墨烯专利国家/地区分布分析

2.4.1 最早优先权专利申请国家/地区分布

由于专利受理国不一定是专利申请国，为了解石墨烯专利技术的原创来源，需要分析最早优先权国的专利情况。图 2-4-1 和表 2-4-1 对石墨烯技术专利文献的最早优先权国进行统计分析发现，中国处于技术原创国的首位，其专利受理数量大幅领先于随后其他国家/地区，占据了 58% 的份额；韩国、美国、日本紧随其后，也是该项技术的主要技术原创国。但是，韩国、美国和日本等的专利申请数量与中国有较大的差距。

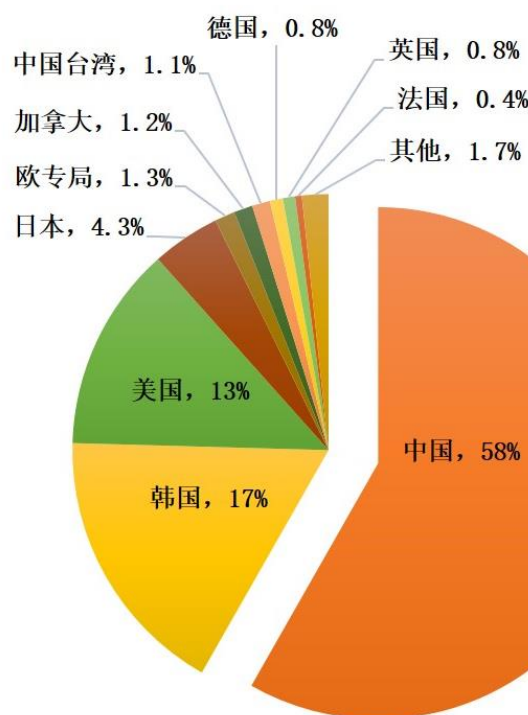


图2-4-1 石墨烯技术专利最早优先国家/地区分布(单位：件)

表2-4-1 石墨烯技术专利最早优先国家/地区分布(单位：件)

国家	专利申请数量（件）	国家	专利申请数量（件）
中国	17603	加拿大	358
韩国	5198	中国台湾	342
美国	3918	德国	248
日本	1304	英国	234
欧专局	388	法国	127

图 2-4-2 对最早优先权国家（排名前 10 名）的专利申请数量随时间的变化趋势进行了分析，藉以掌握石墨烯技术在各国布局的变化趋势。

从图 2-4-2 中可以看出，美国和日本是最早进入该技术领域的国家，其他国家则在 2006 年前后开始相关研究，其中日本、英国、加拿大等国的申请量始终保持稳定，增长缓慢，而中国、美国和韩国在 2010 年后申请数量增长迅速。其中以中国的增长速度最快，受理的石墨烯相关专利基本上集中在近 3 年，在专利申请总量上已经远远超越美国、日本和韩国。

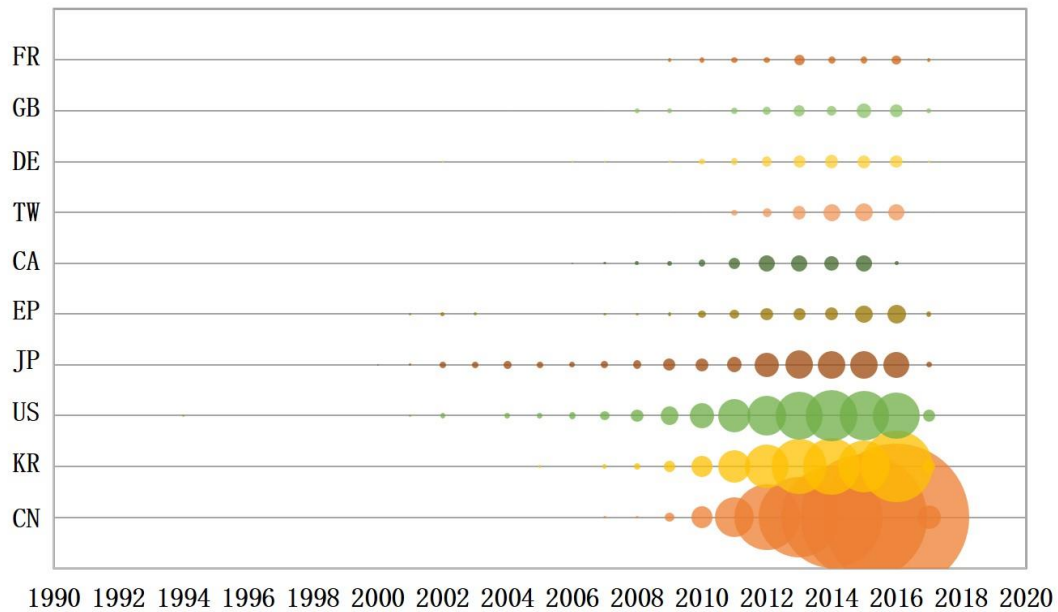


图2-4-2 石墨烯技术主要最早优先权国家时间趋势

2.4.2 技术流向分析

通过对专利家族国家的分析，可以了解石墨烯技术领域专利的战略布局，也可以通过分析了解专利技术的流向性。

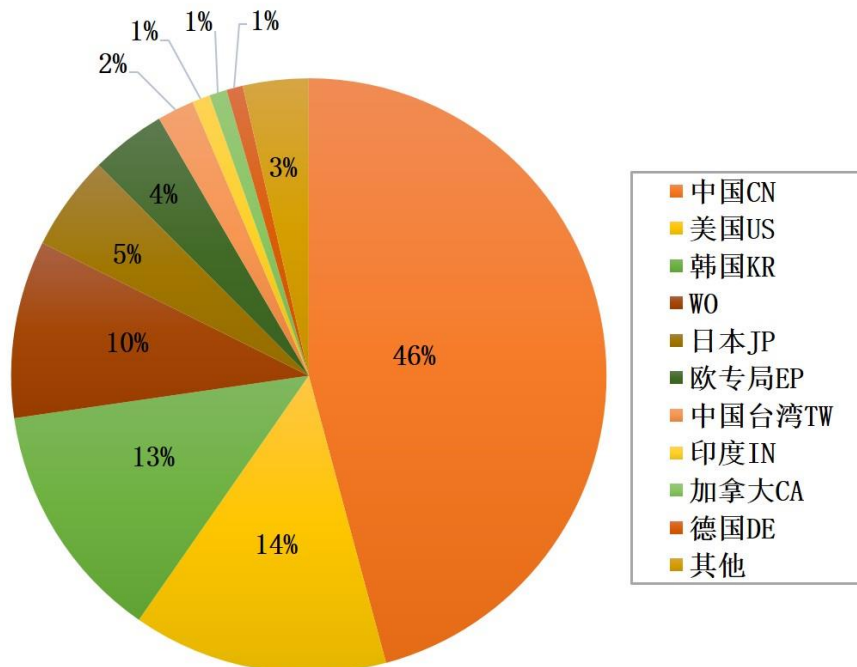


图2-4-3 石墨烯技术专利受理国家/地区分析(单位：件)

表2-4-2 石墨烯技术专利受理国家/地区分析(单位：件)

国家	专利申请数量（件）	国家	专利申请数量（件）
中国 CN	18972	南非 ZA	23
美国 US	5734	越南 VN	13
韩国 KR	5401	荷兰 NL	12
WO	3995	挪威 NO	12
日本 JP	2139	瑞典 RD	11
欧专局 EP	1690	土耳其 TR	11
中国台湾 TW	830	捷克共和国 CZ	9
印度 IN	402	芬兰 FI	9
加拿大 CA	395	菲律宾 PH	9
德国 DE	368	罗马尼亚 RO	7
澳大利亚 AU	219	阿根廷 AR	6
俄罗斯联邦 RU	168	新西兰 NZ	6
英国 GB	161	瑞典 SE	6
新加坡 SG	160	丹麦 DK	5
法国 FR	126	瑞士 CH	4
墨西哥 MX	114	葡萄牙 PT	4
西班牙 ES	91	奥地利 AT	2
波兰 PL	66	马来西亚 MY	2
中国香港 HK	63	海湾地区阿拉伯国家 合作委员会专利局 GC	1
以色列 IL	49	匈牙利 HU	1
巴西 BR	46	卢森堡 LU	1
意大利 IT	31	斯洛伐克 SK	1
印度尼西亚 ID	29		

图 2-4-3 和表 2-4-2 是对石墨烯技术专利文献的专利家族国家进行的统计分

析,可以看出,我国目前依然是石墨烯技术领域专利申请量最多的国家,申请数量高达 18972 件,之后是美国、韩国、和日本,分别为 5734 件、5401 件和 2139 件。结合表 2-4-3 的分析可以看出,中国、韩国、美国、日本四个主要技术原创国中,韩国、美国和日本的海外布局最多,中国近些年也开始加大专利海外布局的力度,目标申请国主要是美国。

技术原创国和技术目标申请国排名基本相似,可见中国、韩国、美国、日本不仅是石墨烯技术的主要技术原创地,也是主要技术保护地。从各原创国的技术申请范围来看,韩国、美国和日本都在积极进行全球布局,中国在这方面还需要进一步加强。

表2-4-3 石墨烯技术专利主要技术原创国与目标申请国数量对比

目标 申请国	技术原创国（最早优先权国）										
	CN	KR	US	JP	TW	EP	DE	GB	WO	IN	FR
CN (18972)	17481	305	639	200	87	74	41	58	3	9	17
US (5734)	287	995	3303	387	195	127	74	102	60	34	55
KR (5401)	40	4624	379	153	4	64	34	38	3	5	27
WO (3995)	338	539	1751	291	2	219	117	173	166	41	96
JP (2139)	96	196	445	1141	18	74	32	39	3	6	32
EP (1690)	72	170	690	118	4	265	69	100	9	9	58
TW (830)	85	55	202	96	307	40	17	12	10		1
IN (402)	6	6	151	16		25	14	25	2	129	2
CA (395)	8		272	11		18	13	18	4	2	7
DE (368)	8	21	96	19	2		215	1			
AU (219)	5		136	8		14	2	19	2	1	5
RU (168)		1	45	2		10	8	6	2		3
GB (161)	2	1	41	7	2	3		103			
SG (160)	2		108	5		8	6	11	1	2	3

注：表中国家/地区代码对应如下，US-美国；WO-世界知识产权组织；CN-中国；JP-日本；KR-韩国；EP-欧专局；DE-德国；TW-中国台湾；CA-加拿大；FR-法国；IN-印度；GB-英国；SG-新加坡；AU-澳大利亚；RU-俄罗斯联邦。

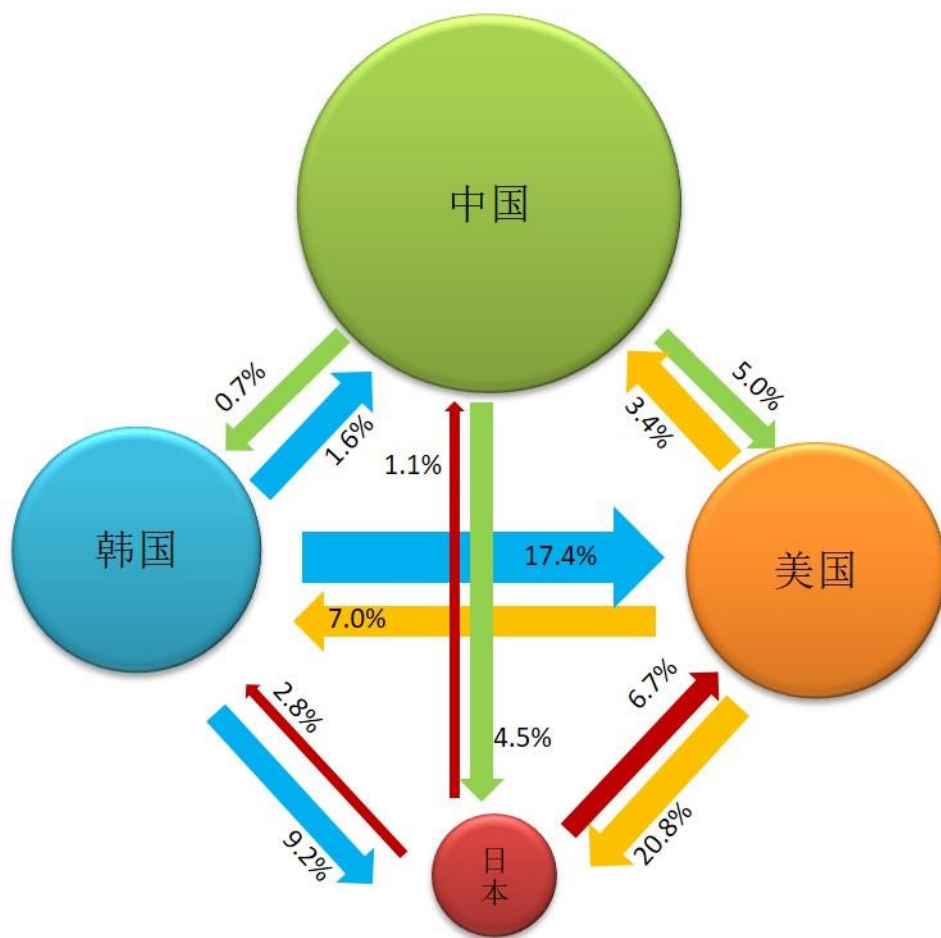


图2-4-4 石墨烯技术主要国家专利技术流向

结合上面对技术发源地和技术申请地的分析，仅对中国、韩国、美国、日本、几个主要技术原创国之间的技术流动进行分析(图 2-4-4)，可以看出这样的特点：

- (1) 中国：中国专利体量大，但国外专利技术布局相对少，以美国申请为主；
- (2) 日本：日本技术流向美国的最多，达到 6.7%；
- (3) 韩国：韩国技术流向美国和日本的最多，分别达到 17.4%、9.2%；
- (4) 美国：美国流向日本和韩国的最多，分别达到 20.8%、7.0%。

2.4.3 主要国家/地区专利申请活跃度分析

石墨烯专利技术研发最为活跃的国家/地区包括：中国、美国、WO、韩国、日本和欧专局，其近 3 年专利申请占比分别为 73.8%、51.8%、55.5%、62.4%、40.6%和 46.4%（表 2-4-4），其中，通过 PCT 途径申请专利的活跃度非常高，这说明，近几年石墨烯技术领域的申请人纷纷加强在全球的专利申请和布局。

表2-4-4 主要国家/地区石墨烯技术专利申请活跃度

国家/地区		中国	美国	韩国	WO	日本	欧专局	中国台湾
专利总量 (件)		18972	5734	5401	3995	2139	1690	830
申 请 活 跃 度	近3年专利 受理量	14002	2972	3371	2217	868	785	477
	近3年专利 占比	73.8%	51.8%	62.4%	55.5%	40.6%	46.4%	57.5%
国家/地区		印度	加拿大	德国	澳大利亚	俄罗斯	英国	新加坡
专利总量 (件)		402	395	368	219	168	161	160
申 请 活 跃 度	近3年专利 受理量	217	164	178	92	55	94	55
	近3年专利 占比	53.9%	41.5%	48.4%	42%	32.7%	58.4%	34.4%

2.4.4 主要国家/地区的技术布局

图 2-4-5、表 2-4-5 给出了石墨烯优先权专利数量排名前十的国家/地区（中国、美国、韩国、日本、欧专局、德国、中国台湾、法国、英国，基于优先权国）在石墨烯领域的技术布局情况（IPC 代码含义见表 2-3-1）。可以看出，主要国家/地区技术构成相似度较高，专利大都分布在 C01B31/04、C08K3/04、C01B31/02、B82Y-030/00、B82Y-040/00、H01M 004/62、H01M 004/36、H01M 010/0525 等领域。具体来看，美国、中国、日本和韩国 4 个最重要国家/地区的技术布局如下：

（1）美国主要集中在 C01B 31/04、C01B 31/02、B82Y040/00、B82Y030/00 等领域；

（2）中国主要集中在 C01B 31/04、C08K 3/04、B82Y 30/00、B82Y 40/00、H01M 004/62、H01M 004/36、H01M 010/0525、C09D 007/12 等领域；

（3）日本主要集中在 C01B 31/02、C01B 31/04、H01M 004/36、B82Y 40/00、

C08K 3/04 等领域；

(4) 韩国主要集中在 C01B 31/04、C01B 31/02、C08K 3/04、H01M 004/62、C09D 007/12 等领域。

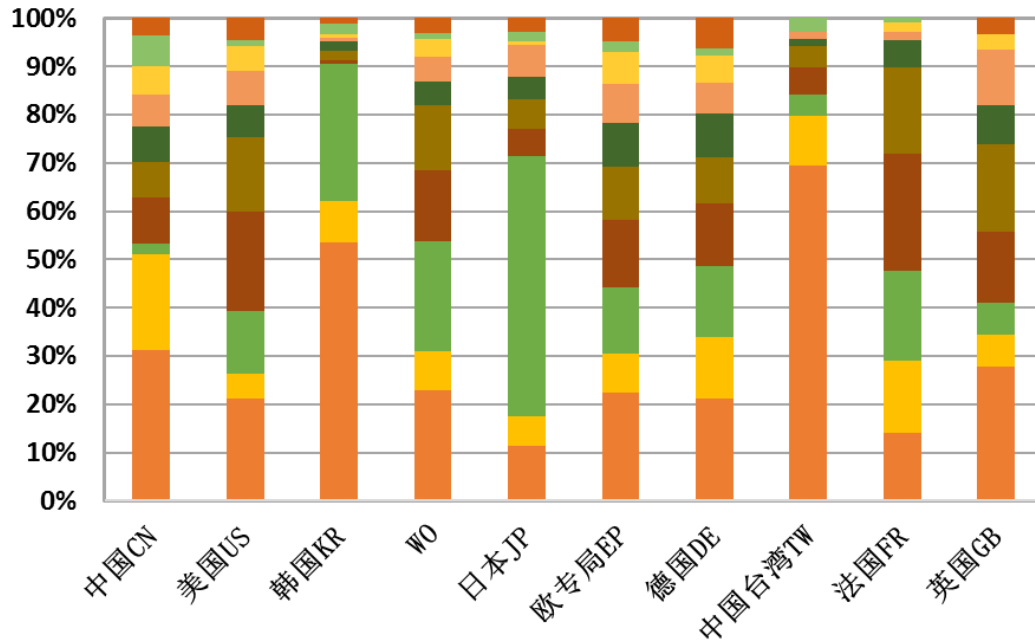


图 2-4-5 主要国家/地区在石墨烯领域的技术布局

表 2-4-5 主要国家/地区在石墨烯领域的技术布局

	中国	美国	韩国	日本	欧专局	德国	中国台湾	法国	英国
C01B 31/04	2891	513	966	70	61	33	48	15	17
C08K 3/04	1839	124	155	38	22	20	7	16	4
C01B 31/02	215	320	515	336	37	23	3	20	4
B82Y 30/00	889	497	13	35	38	20	4	26	9
B82Y 40/00	662	372	33	38	30	15	3	19	11
H01M 004/62	689	166	39	28	25	14	1	6	5
H01M 004/36	614	168	12	41	22	10	1	2	7
H01M 010/0525	550	128	14	5	18	9	0	2	2
C09D 007/12	589	26	39	13	6	2	2	1	0
H01M 004/58	333	114	20	17	13	10	0	4	2

2.5 石墨烯专利申请人分析

2.5.1 重要专利申请人

图 2-5-1 给出了专利申请数量大于 60 件的比较重要的前 76 个申请人，其中 8 个申请人来自美国，分别是美国 IBM 公司、JANG B Z（个人）、ZHAMUA（个人）、美国纳米技术仪器公司、加利福尼亚大学、美国贝克休斯公司、威廉马歇莱思大学、施乐公司；3 家来自日本，分别是 株式会社半导体能源研究所（日本）、日本东芝公司和富士通株式会社；16 家来自韩国，分别是 LEE Y T（个人）、三星、韩国科学技术研究院、成均馆大学、首尔大学校产学协力财团、韩国延世大学校产学协力团、韩国电子通信研究院、韩国机械研究院、汉阳大学校产学协力团、韩国电子部品研究院、浦项工科大学校产学协力团、韩国蔚山科学技术院、韩国庆熙大学、韩国高丽大学校产学协力团、韩国 POSCO 公司；来自中国的申请人数量占比最高，多达 49 个申请人，其中 5 家是公司，分别为 鸿海精密工业股份有限公司、京东方科技集团股份有限公司、重庆墨希科技有限公司、鸿富锦精密工业深圳有限公司、成都新柯力化工科技有限公司，其余 44 个申请人主要是高校和中科院，分别为浙江大学、清华大学、哈尔滨工业大学、北京化工大学、上海交通大学、济南大学、东南大学、江苏大学、东华大学、上海大学、广州大学、复旦大学、天津大学、华南理工大学、同济大学、北京大学、中南大学、西安电子科技大学、武汉理工大学、南京理工大学、电子科技大学、天津工业大学、江南大学、青岛大学、苏州大学、福州大学、四川大学、大连理工大学、上海应用技术大学、陕西科技大学、吉林大学、电子科技大学、湖南大学、武汉大学、中国科学院重庆绿色智能技术研究院、中科院上海微系统与信息技术研究所、国家纳米科学中心、中国科学院化学研究所、中国科学院宁波材料技术与工程研究所、中国科学院上海硅酸盐研究所、中国科学院微电子研究所、中国科学院金属研究所、中国科学院大连化学物理研究所、中科院苏州纳米技术与纳米仿生研究所。

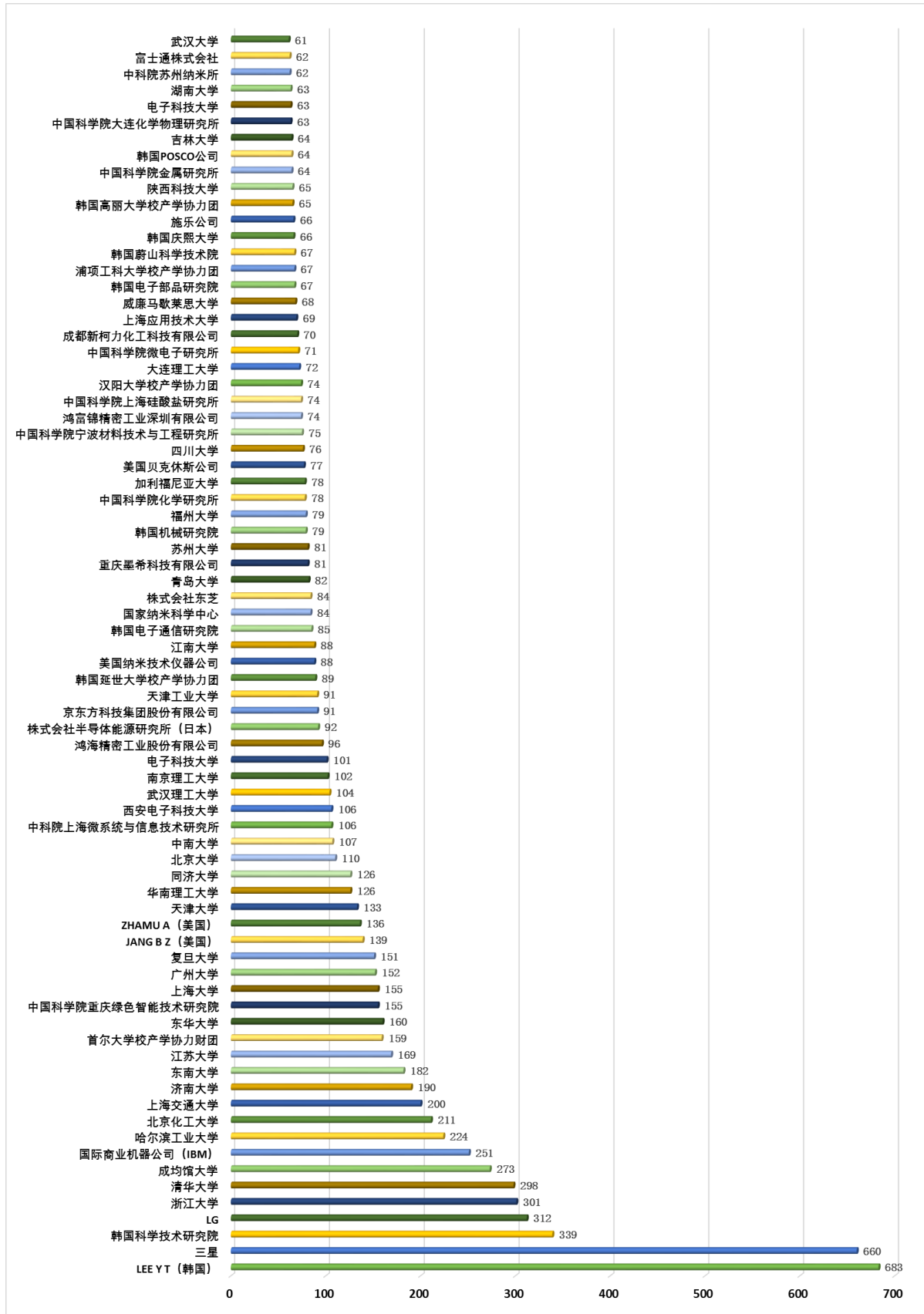


图 2-5-1 石墨烯技术重要专利申请人

2.5.2 重要专利申请人专利申请保护区域分布

表 2-5-1 给出了石墨烯重要专利申请人（申请数量不少于 75 件）专利申请的保护区分布情况。可以看出，韩国三星公司、韩国科学技术研究院、韩国 LG 公司、韩国成均馆大学、IBM、株式会社半导体能源研究所等公司不仅在专利申请数量上具有优势，而且在世界其他主要国家都对其石墨烯专利申请了专利保护。而我国机构目前仍以国内申请为主，除了中国鸿海精密仪器有限公司、清华大学、上海交通大学、浙江大学、中科院宁波材料技术与工程研究所、中科院上海微系统与信息技术研究所等在国外有少量专利申请外，其余基本都没有对其石墨烯专利申请进行国外保护。

表 2-5-1 重要专利申请人专利申请的保护区分布

	CN	US	KR	WO	JP	EP	DE	TW	FR	GB
LEE Y T	0	0	656	4	0	0	0	0	0	0
三星	1	403	171	34	4	0	0	0	0	0
韩国科学技术研究院	0	79	222	40	0	1	0	0	0	0
LG	1	29	196	81	1	4	0	0	0	0
浙江大学	300	0	0	1	0	0	0	0	0	0
清华大学	174	121	0	3	0	0	0	0	0	0
IBM	0	232	0	9	0	1	9	0	0	0
哈尔滨工业大学	224	0	0	0	0	0	0	0	0	0
成均馆大学	0	97	177	46	0	3	0	0	0	0
北京化工大学	211	0	0	0	0	0	0	0	0	0
上海交通大学	197	1	0	2	0	0	0	0	0	0
济南大学	190	0	0	0	0	0	0	0	0	0
东南大学	182	0	0	0	0	0	0	0	0	0
江苏大学	169	0	0	0	0	0	0	0	0	0
东华大学	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中科院重庆绿色智能研究	155	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2017 石墨烯技术专利分析报告

院										
上海大学	155	0	0	0	0	0	0	0	0	0
广州大学	152	0	0	0	0	0	0	0	0	0
复旦大学	151	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JANG B Z	0	138	0	1	0	0	0	0	0	0
ZHAMU A	0	135	0	1	0	0	0	0	0	0
天津大学	133	0	0	0	0	0	0	0	0	0
华南理工大学	126	0	0	0	0	0	0	0	0	0
同济大学	125	0	0	1	0	0	0	0	0	0
北京大学	107	0	0	2	0	0	0	0	0	0
中南大学	106	0	0	1	0	0	0	0	0	0
中科院上海微系统与信息技术研究所	104	0	0	2	0	0	0	0	0	0
西安电子科技大学	106	0	0	0	0	0	0	0	0	0
武汉理工大学	104	0	0	0	0	0	0	0	0	0
南京理工大学	102	0	0	0	0	0	0	0	0	0
电子科技大学	101	0	0	0	0	0	0	0	0	0
鸿海精密工业股份有限公司	10	79	0	0	0	0	0	0	0	0
株式会社半导体能源研究所	0	76	2	4	8	1	1	0	0	0
京东方	85	4	0	0	0	0	0	0	0	0
天津工业大学	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0
韩国延世大学	0	8	76	4	0	1	0	0	0	0
美国纳米技术仪器公司	0	87	0	1	0	0	0	0	0	0

2017 石墨烯技术专利分析报告

江南大学	87	0	0	1	0	0	0	0	0	0
韩国电子通信研究院	0	68	17	0	0	0	0	0	0	0
国家纳米科学中心	80	0	0	4	0	0	0	0	0	0
东芝	0	53	0	5	22	4	0	0	0	0
青岛大学	82	0	0	0	0	0	0	0	0	0
重庆墨希科技有限公司	81	0	0	0	0	0	0	0	0	0
苏州大学	81	0	0	0	0	0	0	0	0	0
韩国机械研究院	0	15	46	19	0	0	0	0	0	0
福州大学	79	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中科院化学所	76	0	0	2	0	0	0	0	0	0
加利福尼亚大学	0	29	0	49	0	0	0	0	0	0
美国贝克休斯公司	0	58	0	17	0	0	0	0	0	0
四川大学	76	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中科院宁波材料技术与工程研究所	72	2	0	3	0	0	0	0	0	0

注：表中国家/地区代码对应如下，US-美国；WO-世界知识产权组织；CN-中国；JP-日本；KR-韩国；EP-欧专局；DE-德国；TW-中国台湾；CA-加拿大；FR-法国；IN-印度；GB-英国；AU-澳大利亚

2.5.3 重要申请人专利申请活跃度及技术影响力分析

从表 2-5-2 近三年专利占比数据可以看出，石墨烯专利技术研发最为活跃的申请人主要集中在中国和韩国等国家，包括：韩国的 LEE YT、LEE YT、LG 公司、浙江大学、哈尔滨工业大学、济南大学、东南大学、江苏大学、东华大学、中国科学院重庆绿色智能技术研究院、上海大学、广州大学、复旦大学、天津大学、华南理工大学、中南大学、中科院上海微系统与信息技术研究所、武汉理工大学、南京理工大学、京东方科技集团股份有限公司、天津工业大学、江南大学、国家纳米科学中心、青岛大学、重庆墨希科技有限公司、苏州大学、韩国机械研究院、福州大学、四川大学、中国科学院上海硅酸盐研究所、大连理工大学、成都新柯力化工科技有限公司、上海应用技术大学、韩国电子部品研究院、浦项科技大学校产学协力团、韩国庆熙大学、韩国高丽大学校产学协力团、陕西科技大

学、中国科学院金属研究所、韩国 POSCO 公司、吉林大学、中国科学院大连化学物理研究所、湖南大学、武汉大学等；从专利平均被引频次的角度来看，韩国三星、成均馆大学、浙江大学、清华大学、哈尔滨工业大学、北京化工大学、上海交通大学、东华大学、上海大学、JANG B Z（美国）、ZHAMU A（美国）、北京大学、南京理工大学、鸿海精密工业股份有限公司、美国纳米技术仪器公司、国家纳米科学中心、中国科学院化学研究所、加利福尼亚大学、美国贝克休斯公司、四川大学、中国科学院宁波材料技术与工程研究所、鸿富锦精密工业深圳有限公司、汉阳大学校产学协力团、威廉马歇莱思大学、中国科学院金属研究所、电子科技大学、湖南大学、中科院苏州纳米技术与纳米仿生研究所等申请人的专利影响力较高。

表2-5-2 重要专利申请人专利申请活跃度及影响力

	专利总量	申请活跃度		技术影响力	
		近3年受理量	近3年专利占比	专利总被引频次	专利平均被引频次
LEE Y T	683	674	98.7	36	0.052709
韩国科学技术研究院	339	193	56.97	379	1.117994
LG	313	215	68.7	115	0.367412
韩国三星	660	298	45.2	1147	1.737879
成均馆大学	273	126	46.2	461	1.688645
国际商业机器公司（IBM）	253	119	47.0	337	1.332016
首尔大学校产学协力财团	159	100	62.9	99	0.622642
浙江大学	412	278	67.5	804	1.951456
清华大学	191	88	46.1	484	2.534031
哈尔滨工业大学	237	170	71.7	494	2.084388
北京化工大学	143	89	62.2	257	1.797203
上海交通大学	203	118	58.1	527	2.596059
济南大学	192	153	79.7	228	1.1875

2017 石墨烯技术专利分析报告

东南大学	183	127	69.4	256	1.398907
江苏大学	217	178	82.0	196	0.903226
东华大学	161	121	75.2	268	1.664596
中国科学院重庆绿色智能技术研究院	159	148	93.1	52	0.327044
上海大学	470	312	66.4	918	1.953191
广州大学	154	123	79.9	144	0.935065
复旦大学	153	109	71.2	192	1.254902
JANG B Z (美国)	141	56	39.7	350	2.48227
ZHAMU A (美国)	138	56	40.6	326	2.362319
天津大学	295	234	79.3	412	1.39661
华南理工大学	130	102	78.5	178	1.369231
同济大学	128	81	63.3	191	1.492188
北京大学	119	62	52.1	266	2.235294
中南大学	134	117	87.3	103	0.768657
中科院上海微系统与信息技术研究所	106	85	80.2	129	1.216981
西安电子科技大学	107	24	22.4	140	1.308411
武汉理工大学	90	75	83.3	65	0.722222
南京理工大学	102	73	71.6	199	1.95098
鸿海精密工业股份有限公司	97	38	39.2	178	1.835052
株式会社半导体能源研究所	94	48	51.1	94	1
京东方科技集团股份有限公司	92	71	77.2	120	1.304348
天津工业大学	93	75	80.6	98	1.053763
韩国延世大学校产学协力团	87	49	56.3	63	0.724138
美国纳米技术仪器公司	92	21	22.8	544	5.913043
江南大学	88	72	81.8	98	1.113636

2017 石墨烯技术专利分析报告

韩国电子通信研究院	88	50	56.8	62	0.704545
国家纳米科学中心	85	63	74.1	185	2.176471
株式会社东芝	87	47	54.0	125	1.436782
青岛大学	150	126	84	194	1.293333
重庆墨希科技有限公司	81	73	90.1	63	0.777778
苏州大学	82	59	71.9	93	1.134146
韩国机械研究院	81	53	65.4	43	0.530864
福州大学	80	63	78.7	78	0.975
中国科学院化学研究所	79	48	60.8	282	3.56962
加利福尼亚大学	84	45	53.6	135	1.607143
美国贝克休斯公司	79	31	39.2	150	1.898734
四川大学	84	62	73.8	326	3.880952
中国科学院宁波材料技术与工程研究所	73	47	64.4	241	3.30137
鸿富锦精密工业深圳有限公司	74	30	40.5	185	2.5
中国科学院上海硅酸盐研究所	37	34	91.9	36	0.972973
汉阳大学校产学协力团	77	43	55.8	121	1.571429
大连理工大学	73	59	80.8	42	0.575342
中国科学院微电子研究所	72	42	58.3	84	1.166667
成都新柯力化工科技有限公司	73	73	100	-	-
上海应用技术大学	71	66	92.9	35	0.492958
威廉马歇莱思大学	68	31	45.6	256	3.764706
韩国电子部品研究院	67	49	73.1	46	0.686567
浦项工科大学校产学协力团	68	45	66.2	59	0.867647
韩国蔚山科学技术院	67	37	55.2	69	1.029851

韩国庆熙大学	66	50	75.8	49	0.742424
施乐公司	66	30	45.5	39	0.590909
韩国高丽大学校产学协力团	66	46	69.7	25	0.378788
陕西科技大学	65	53	81.5	77	1.184615
中国科学院金属研究所	47	42	89.4	76	1.617021
韩国POSCO公司	67	58	86.6	47	0.701493
吉林大学	74	51	68.9	99	1.337838
中国科学院大连化学物理研究所	64	60	93.8	38	0.59375
电子科技大学	63	13	20.6	194	3.079365
湖南大学	109	79	72.5	224	2.055046
中科院苏州纳米技术与纳米仿生研究所	65	35	53.8	200	3.076923
富士通株式会社	62	25	40.3	224	3.612903
武汉大学	168	129	76.8	180	1.071429

2.6 小结

本章基于 DII 专利数据，对石墨烯技术整体专利态势进行了分析。通过本章的分析，可以看出：石墨烯相关专利的申请在上世纪末就已出现，但随后发展较为缓慢。直到 2008 年后，专利申请数量才开始出现实质性的大幅增长。特别是在安德烈·海姆和康斯坦丁·诺沃肖洛夫因对石墨烯的研究共同获得 2010 年诺贝尔物理学奖以后，全球石墨烯专利申请数量开始急剧增长。从石墨烯专利技术发明人年度变化情况来看，该领域每年都有大量新增发明人出现。这也进一步证实石墨烯技术目前仍然是一个焦点领域。

从基于国际专利分类号和文本聚类的分析来看，目前石墨烯专利技术的热点主要集中在：（1）以石墨为原料制备石墨烯的技术及工艺；（2）石墨烯在储能、复合材料、热管理、传感器、膜分离等领域的应用；（3）CVD 制备石墨烯及其转移技术；（4）CVD 的石墨烯在透明导电薄膜、触摸屏、晶体管/集成电路、光纤、通讯、高性能计算机等领域的应用。

结合石墨烯技术专利最早优先权国的分析，可以看出，中国处于技术原创国的首位，但多数为本土专利申请，国外专利技术布局相对薄弱，近年来虽然也开始重视专利海外申请，但是绝大多数是以美国为目标申请国，专利国际布局缺少整体规划；韩国、美国、日本等既重视本土专利申请，也非常重视海外专利布局，美日韩之间互为重要的专利技术来源国。如美国境内半数的专利申请来自海外，以日、韩居多，其次是中国和中国台湾地区。

从石墨烯重要专利申请人数据来看，专利申请数量不少于 60 件的前 76 个申请人，其中 8 个申请人来自美国，3 家来自日本，16 家来自韩国，剩下的 49 个申请人来自中国。美、日、韩的专利申请人不仅在专利申请数量上具有优势，而且技术影响力也比较高；而我国机构虽然在专利申请数量上表现很好，但是基本上都以国内申请为主，专利质量总体不高，基础核心专利数量较少。

3、石墨烯美国专利重点分析

在检索到的 29279 件专利(族)中,申请了美国专利的有 5734 件,约占 19.6%。凡是重视全球市场的企业,在规划其专利布局时,一般都会投入技术较为先进、市场需求较高的美国市场。同时,通过分析所检索到的 29279 件专利(族)的被引用情况,发现:被引次数在 3 次及以上的专利(族)总计 3565 件,其中申请了美国专利的有 1067 件。

本数据来源于德温特数据库,检索时间为 2017 年 3 月 1 日。本部分在前述总体态势分析的基础上,基于这些新检索的数据,从年度分布、来源国分布、重要申请人分布等方面,对石墨烯美国专利进行重点分析。

3.1 石墨烯美国专利年度申请趋势分析

图 3-1-1 给出了美国(基于申请年)石墨烯专利申请数量的年度分布情况。可以看出,虽然美国石墨烯专利的申请与受理始于上世纪 90 年代初,但是增长一直缓慢,直到 2008 年后,申请数量开始持续增长,2012 年以后,专利申请数量一直相对较高,近 70%的专利申请集中在 2013~2016 年。这与全球石墨烯专利申请数量的总体变化趋势是基本一致的,也进一步表明,石墨烯目前仍然是一个热点技术领域。

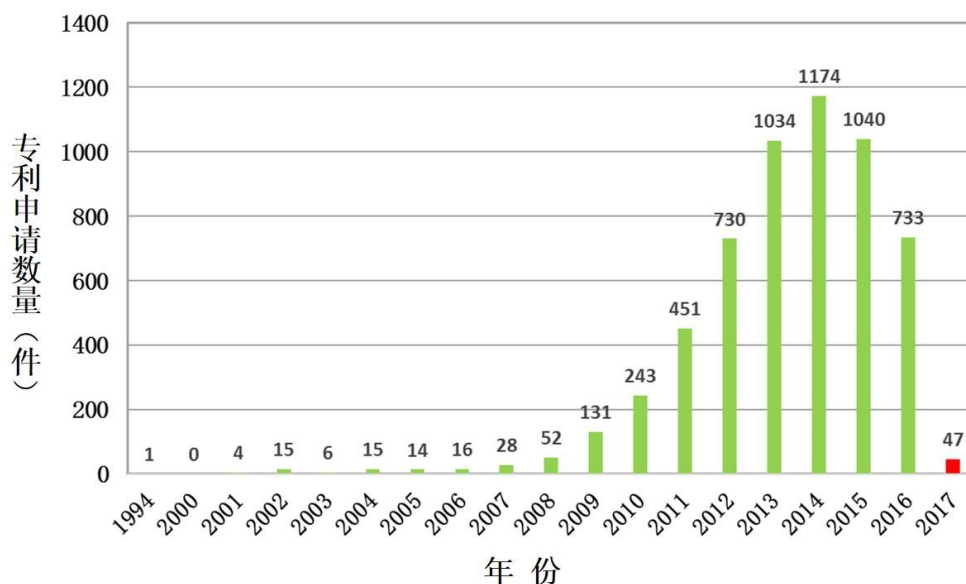


图3-1-1 USPTO受理的石墨烯专利数量的年度变化趋势

3.2 石墨烯美国专利申请来源国家/地区分析

从石墨烯美国专利申请的来源国家/地区(基于第一发明人国别)分布情况(见图 3-2-1)来看,在检索到的 5734 件石墨烯美国专利申请中,有 3650 件申

请来自美国国内，占 63.7%；其余 2084 件申请来自美国以外的其他国家地区，占 36.3%，主要来源于以下国家/地区：世界知识产权组织（1522 件）、欧专局（161 件）、德国（115 件）、中国（103 件）、韩国（79 件）、法国（45 件）、英国（22 件）、日本（22 件）、加拿大（8 件）等。结合后续分析，可以看出，石墨烯各主要技术国家/地区目前都正积极地在美国进行着专利布局。

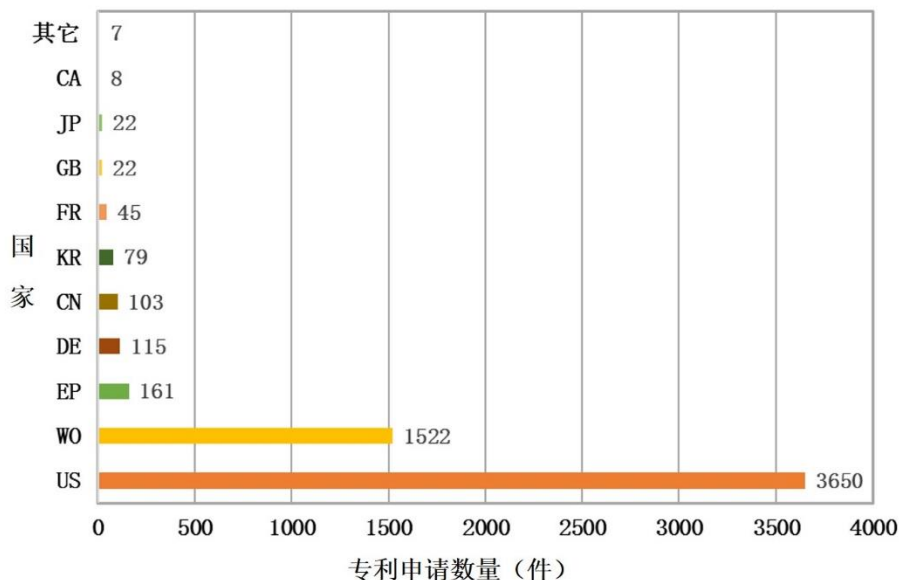


图3-2-1 石墨烯美国专利申请来源国家/地区构成

图 3-2-2 给出了各国家/地区在美国石墨烯专利申请数量的年度变化情况。可以看出，除了美国申请人外，其他国家地区则大都是在 2008 年才开始在美国申请石墨烯专利，且大部分都是通过世界知识产权组织进行申请。

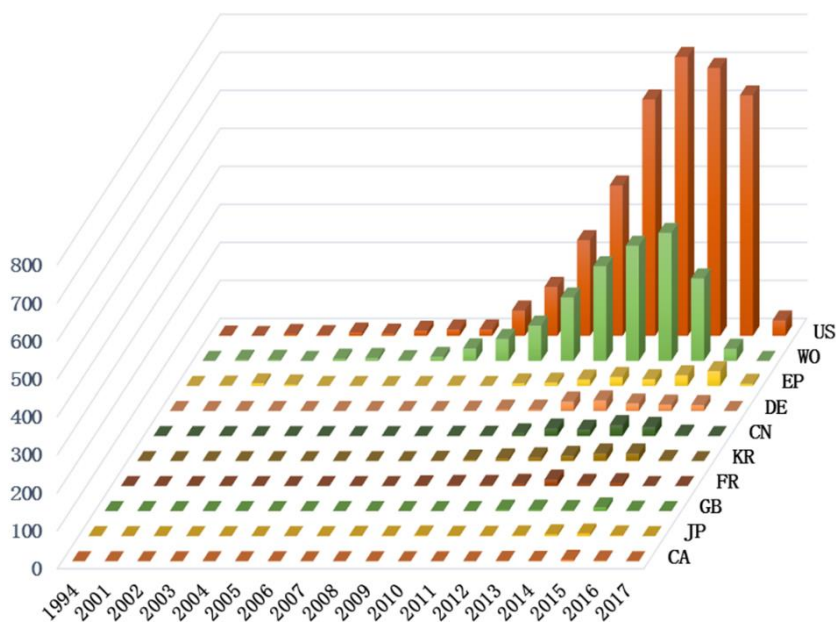


图3-2-2 主要国家/地区在美国石墨烯专利申请数量的年度分布

3.3 石墨烯美国专利重要申请人分析

图 3-3-1 给出了石墨烯美国专利申请数量较多的前 22 位专利申请人。可以看出,美国申请人以大型的跨国公司为主。外国机构有 8 个,分别是韩国的三星、LG、成均馆大学、韩国科学技术研究院、韩国电子通信研究院;日本的株式会社半导体能源研究所、株式会社东芝;中国的鸿富锦精密工业(深圳)有限公司。

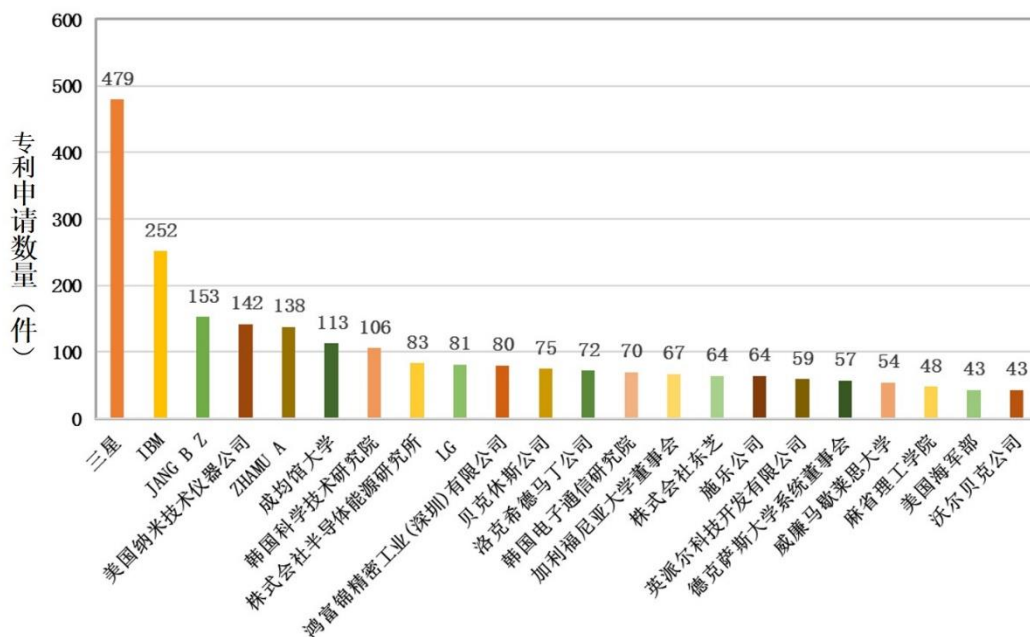


图3-3-1 石墨烯美国专利重要申请人

3.4 石墨烯美国重要专利申请人分析

3.4.1 威廉马歇莱思大学

威廉马歇莱思大学 (UNIV RICE WILLIAM MARSH) 莱斯大学共申请 68 件石墨烯相关专利。图 3-4-1 给出了上述威廉马歇莱思大学 (基于申请年) 石墨烯专利申请数量的年度分布情况。结合表 3-4-1 可以看出, 威廉马歇莱思大学的专利申请主要集中在氧化石墨烯和石墨烯量子点的制备以及相关应用领域, 如有机发光器件、液晶显示器、触摸屏、平视显示器、传感器、存储器件、环境污染物的检测、加热部件、药物载体等。

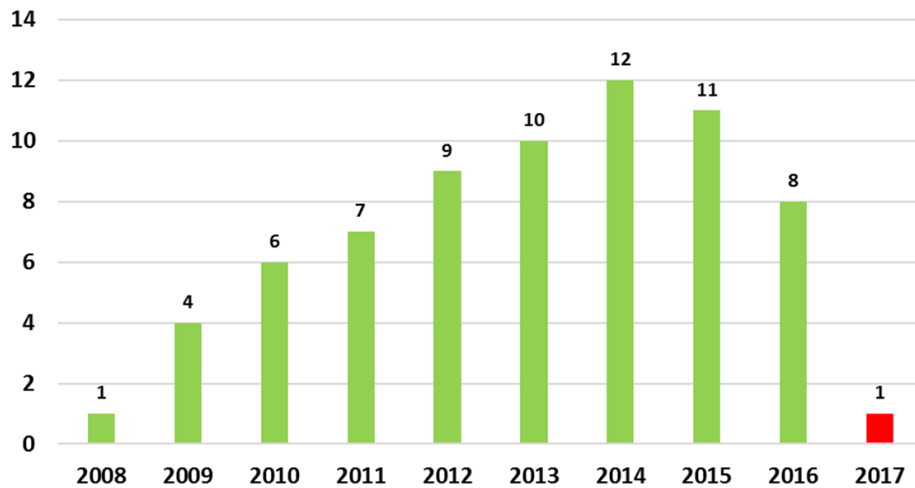


图3-4-1 威廉马歇莱思大学石墨烯专利数量年度变化趋势

表 3-4-1 威廉马歇莱思大学重要专利

序号	专利号	申请年	被引次数	保护区域	技术领域
1	WO2010022164-A1	2010	37	WO;US;TW;EP;KR;JP;SG	用碳纳米管制备石墨烯纳米带。
2	WO2011016889-A2	2011	25	JP;US;CN;KR;TW	氧化石墨烯制备及掺杂。
3	WO2008097343-A2	2008	25	WO	功能化石墨烯
4	WO2011112589-A1	2011	21	WO;EP;USKR;CN;SG	用于光电探测的透明电极。
5	WO2010147860-A1	2010	19	WO;CA;EP;KR;MX;US;JP;CN;IN;SG	用碱性金属切开纳米管制成石墨烯纳米带，并且掺杂。
6	WO2012148439-A1	2012	15	WO;US	涉及将碳源和催化剂施用于非催化剂表面形成石墨烯膜。
7	WO2011053736-A1	2011	13	WO,KR;EP;US;CN;JP;SG;IN;BR	刻蚀多孔硅，该方法可用于制备涂覆多孔硅。涂层多孔硅可用于制备可充电电池的阳极。
8	WO2009089391-A2	2009	12	WO;AU;EP;US	含石墨烯的钻井液，可以减少地层损害，降低失水成岩地层孔隙，保留原岩的地层压力，减少刀具磨损。
9	WO2010096665-A1	2010	10	WO;US	氧化石墨烯制备。

2017 石墨烯技术专利分析报告

10	WO2010147859-A1	2010	8	WO;US	传感器，用于检测和富集土壤或水样中的痕量污染物。
11	WO2013119295-A1	2013	8	WO;KR;EP;US;SG;IL	将催化剂和碳源施加到石墨烯膜上，在膜上生长碳纳米管。
12	WO2011112598-A1	2011	8	WO	在催化剂表面上沉积非气态碳源，并且引发非气态碳源转化为催化剂表面上的石墨烯膜。
13	WO2014179708-A1	2014	6	WO;KR;EP;US;SG;IL;CN;JP	自煤和焦炭制备石墨烯量子点。
14	WO2009043023-A2	2009	6	WO	存储器件
15	WO2012170086-A1	2012	5	WO;CA;EP;US;JP	氧化石墨烯复合物，从包括大气环境，溶液或水溶液（要求保护）的环境中吸收材料（特别是放射性元素，氯酸盐，高氯酸盐或有机卤素）。
16	WO2013192629-A1	2013	4	WO;US	石墨烯磁性纳米颗粒，用于智能造影剂。
17	WO2013040356-A1	2013	4	WO;TW;AU;PH;KR;CN;MX;VN;IN;RU;ID;CA;EP;US;JP	碳纳米管在非质子溶剂存在下暴露于碱金属源，通过暴露打开碳纳米管。将开放的碳纳米管暴露于亲电体以形成功能化的石墨烯纳米带。
18	WO2012094045-A2	2012	4	WO;US	除去单层石墨烯的方法，使用-该方法可用于从石墨烯材料中去除单个石墨烯层。
19	WO2011072133-A1	2011	4	WO;US	药物载体，该组合物用于治疗微生物感染，包括细菌、病毒和/或真菌感染和炎症。
20	WO2009064842-A1	2009	4	WO;US	石墨烯膜，用于具有开/关存储器状态的终端存储设备、传感器和逻辑开关。
21	WO2012100178-A1	2012	2	WO;US;CA;EP	作为船舶，飞机，航天器，船只和桥梁的防冰或除冰电路，以及飞机和直升机复合材料的组成部分，为除冰提供加热。
22	WO2014089214-A2	2014	2	WO;EP;CN;US	油气勘探地下井测井方法。
23	WO2012112435-A1	2012	2	WO;US	石墨烯复合粘合剂。其具有导电性，并且可用于需要电导率的各种环境中。

2017 石墨烯技术专利分析报告

24	WO2012048068-A2	2012	2	WO;US;CA;EP;MX;CN;BR	石墨烯作为稳定剂，该方法可用于在将井筒钻进粘土地层时稳定页岩。
25	US2012024153-A1	2012	2	US	石墨烯复合物，作为二氧化碳分离器，是一种可再生的二氧化碳分离器，这是用来在一个小的封闭区域选择从航天飞机、潜艇、潜水服，或在烟气流中分离二氧化碳。
26	WO2015034930-A1	2015	1	WO;US;CA;EP;AU;JP	石墨烯量子点，用于治疗炎症性疾病的方法。炎症性疾病包括慢性炎症性疾病、自身免疫性疾病，T 细胞介导疾病，T 细胞介导的自身免疫性疾病，T 细胞介导的炎症性疾病。
27	WO2014062228-A1	2014	1	WO;US;CA; JP	石墨烯复合物，可用于靶向肿瘤细胞，其中肿瘤细胞与至少一种宫颈癌、脑癌、乳腺癌、前列腺癌、结直肠癌以及与脑肿瘤相关的组合相关。
28	WO2014007866-A2	2014	1	WO;US	石墨烯复合材料，用于能量存储装置，如超级电容器，锂离子电池等。
29	WO2013113009-A1	2013	1	WO;EP;CN;US;CA	通过增加含有石墨烯碳纳米材料的井筒流体的电导率来提高电气测井，提高了测量精度和关注参数。
30	WO2013106712-A1	2013	1	WO;CA;US	本发明的复合材料提供高的二氧化碳吸附能力，高的二氧化碳选择性，有效的再生（例如使用压力变化在室温附近的再生）和再利用性。
31	WO2013040224-A1	2013	1	WO;US	碳纳米管薄膜，用于触摸屏。
32	WO2012112769-A1	2012	1	WO;US	导电复合物，用于制造利用存储器的透明电子器件。
33	WO2011057279-A1	2011	1	WO;US	将碳纳米管悬浮在酸中以形成的溶液施加到表面上以在表面上形成碳纳米管膜制备碳薄膜，应用如透明导电薄膜的触摸屏，燃料电池、太阳能电池、电磁屏蔽、智能窗；水过滤和消毒过滤器。

3.4.2 德克萨斯大学

德克萨斯大学（TEXA-C）共申请 66 件石墨烯相关专利。图 3-4-2 给出了上述德克萨斯大学（基于申请年）石墨烯专利申请数量的年度分布情况。结合表 3-4-2 可以看出，德克萨斯大学自 2009 年申请第一篇石墨烯相关专利，技术分布比较分散，专利申请主要集中在催化剂、生物医药、CVD 制备石墨烯薄膜/单晶、电化学储能器件、LED&OLED、防腐涂层等领域。

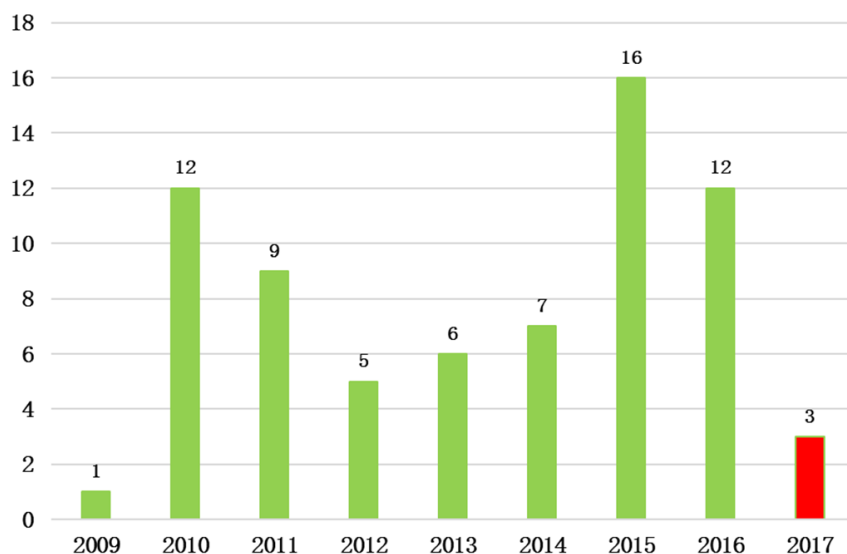


图3-4-2 德克萨斯大学石墨烯专利数量年度变化趋势

表 3-4-2 德克萨斯大学重要专利

序号	专利号	申请年	被引次数	保护区域	技术领域
1	WO2011150329-A2	2011	10	WO;AU;CA;KR;EP;US;MX;JP;CN;SG;IN;IL	该方法可用于化学转化形成的反应产物的有机化合物（如醛、苯乙酮、甲醛、二氧化碳或茚酮），它们可作为医药试剂或中间制备药物试剂以及反应包括氧化、水合、脱氢反应或缩合反应。
2	WO2011150325-A2	2011	10	WO;GB;WO;AU;CA;EP;KR;MX;CN;US;ZA;IN;IL	石墨烯作为催化剂，可用于氧化、水合、脱氢、缩合或聚合反应或自动串联氧化水合缩合反应。
3	WO2011146915-A1	2011	10	WO;US	石墨烯导电层，用于堆叠 OLED。

2017 石墨烯技术专利分析报告

4	WO2010091397-A2	2010	10	WO;EP;CN;US	石墨烯、多层石墨烯用于表面涂层，防止腐蚀表面。
5	WO2009134707-A2	2009	8	WO;US	一种混合动力系统用的电化学器件，化学修饰的石墨烯排列在石墨烯电极上
6	EP2226364-A1	2010	6	WO;EP;US	石墨烯涂料，涂覆基底以提供阻燃基材的方法。
7	US2010224851-A1	2010	6	US	在金属内注入碳，降温后碳析出形成石墨烯薄膜，然后转移到介质层上，去除基底。
8	US2010127243-A1	2010	5	US	场效应晶体管，第二导电层为石墨烯。
9	WO2010019942-A2	2010	5	WO;US	用于太阳能电池、LED 或二极管显示器、触摸屏显示器、离子透明电极、电化学装置等。
10	US2011091647-A1	2011	4	US	将金属催化层/介质层放入 CVD 炉中，通入气体，获得单晶石墨烯。
11	WO2011005375-A2	2011	4	WO;US	生产 bistructured 纱作为超导储能应用的纺纱方法，作为超级电容器电极材料。
12	US2010181655-A1	2010	3	US	石墨烯涂层，作为半导体涂料。
13	WO2015042583-A2	2015	2	WO;US	药物中间体。
14	WO2013101975-A1	2013	2	WO;EP;CN;JP;US	石墨烯涂料，轮胎橡胶基材。
15	WO2012021724-A2	2012	2	WO;KR;US	制造用于建造飞机、结构和高级纺织品、传感器、人工肌肉、电线和致动器的碳纳米管纤维。
16	~US2011227000-A1	2011	2	WO;US	沉积石墨烯的方法，该方法可用于制备薄膜，如大面积石墨烯薄膜。
17	WO2010091397-A2	2010	2	WO;US	石墨烯保护涂层，用于腐蚀抑制的防护涂层的形成。用印刷电路板，内衬钢食品罐，管道和气体供应线，航空航天和电子元件。
18	US2015050482-A1	2015	1	WO;US	合成石墨烯薄膜的方法。
19	WO2014046708-A1	2014	1	WO;EP;US	石墨烯涂层，涂覆结构例如多层膜用于包装材料和显示装置、柔性有机发光二极管、食品和制药应用。
20	WO2013116811-A1	2013	1	WO;US	石墨烯粘合剂，用于改善薄膜对聚合物材料的粘附性。还可以用于在外围神经系统的神经接口。

21	GB2491710-A	2012	1	WO;US;GB;CA	石墨烯聚合物传感器，用于在井筒中形成密封的封隔器即地下井，用于回收石油、天然气等地下烃源。
22	WO2012106002-A1	2012	1	WO;US	复合石墨烯纳米材料，用于单片多结光伏器件的制造方法
23	WO2011041663-A2	2011	1	WO;US	氧化石墨烯悬浊液的处理方法。
24	US2010176351-A1	2010	1	WO;US	石墨烯及其复合物，用于油漆、油墨、超级电容器、电池等，独特的膜材料，透明的或不透明的，用于半导体器件、光电器件。

3.4.3 IBM 公司

2014 年，全球芯片制造巨头美国 IBM 公司推出了世界首个多级石墨烯射频接收器，是迄今为止最先进的全功能石墨烯芯片，其传输速度是硅制芯片的千倍；同年 7 月，IBM 宣布将在未来五年内，对石墨烯碳芯片技术投资 30 亿美元的研发资金。

IBM 公司在全球共申请 254 件石墨烯技术相关专利，图 3-4-3-1 给出了 IBM 公司（基于申请年）石墨烯专利申请数量的年度分布情况。可以看出，IBM 公司的专利申请数量在 2014 年之后申请量开始减少。

从图 3-4-3-2 可以看出，IBM 公司在制备领域的专利申请主要集中在薄膜转移、图案化生长、掺杂生长等方面；应用领域的专利申请主要集中在集成电路、晶体管、传感器、信息存储、LED&OLED 等方面。

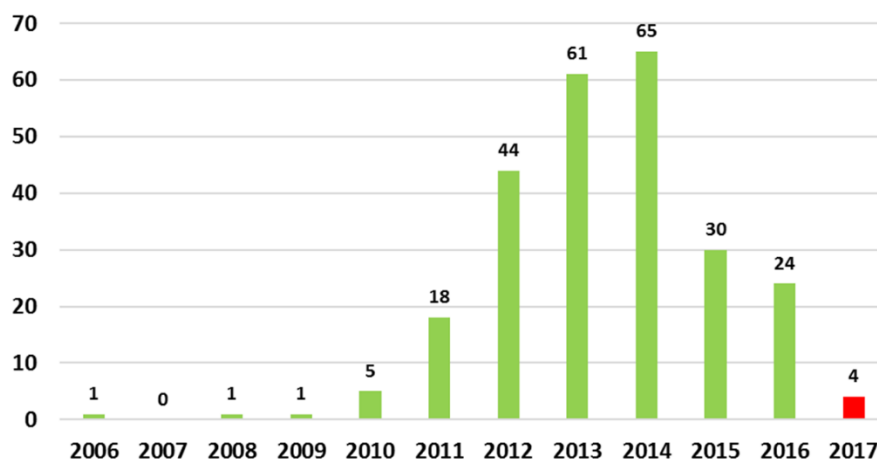


图3-4-3-1 IBM公司石墨烯专利数量年度变化趋势

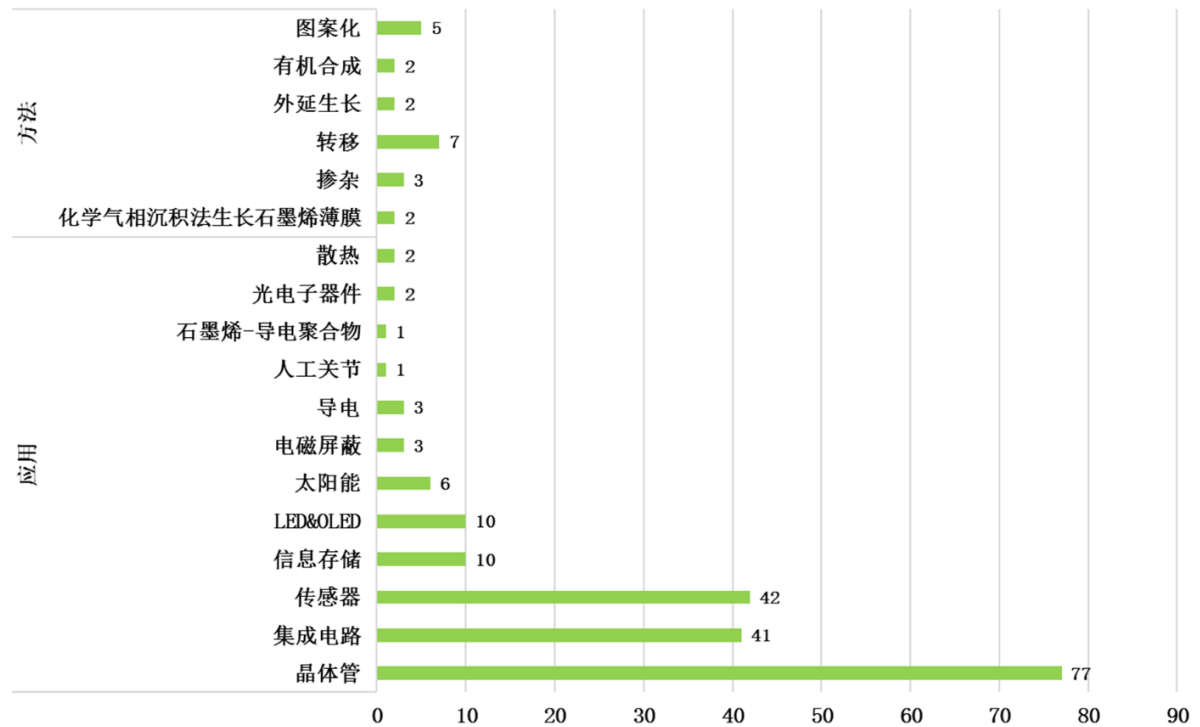


图3-4-3-2 IBM石墨烯各技术分支专利申请布局情况

表3-4-3 IBM重点专利

序号	专利号	申请年	被引次数	保护区域	技术领域
1	US2009020764-A1	2009	41	US	场效应晶体管
2	US2011042650-A1	2011	22	US;WO;EP;CN;TW;JP	光电探测器
3	WO2011057833-A1	2011	20	WO;US;GB;TW;CN;DE;JP	场效应晶体管
4	US2011215300-A1	2011	12	US;WO;CA;TW;EP;CN;JP	集成电路
5	US2010006823-A1	2010	12	US	场效应晶体管。
6	US2011068323-A1	2011	11	US	晶体管，在门电极和绝缘层上形成介质层，作为石墨烯沟道层基底。
7	US2006112857-A1	2006	10	US;CN	热传导
8	US2010200840-A1	2010	8	US	场效应晶体管

9	US2014024211-A1	2014	7	US	用于半导体的互连结构
10	US8610617-B1	2013	7	US;DE	电磁屏蔽
11	US2012261643-A1	2012	7	US;WO;KR ;GB;DE;CA ;IN	集成电路
12	US2012175594-A1	2012	7	US;WO;DE ;GB;CN	一种可调带隙的双结石墨烯基电子器件，如 N 型场效应晶体管。
13	US2011101309-A1	2011	7	US	一种石墨烯基可调带隙开关器件。
14	US2012181507-A1	2012	6	US	场效应晶体管
15	US2012085991-A1	2012	6	US	半导体器件，如场效应晶体管结构，包含互联的石墨烯纳米带。
16	US2012056161-A1	2012	6	US;WO;T W;GB	一种石墨烯场效应晶体管，用于高频器件。
17	WO2012004186-A1	2012	6	WO;US;T W;CN	一种半导体器件制备方法，可以实现石墨烯和碳纳米管之间的连接。
18	US2011163289-A1	2011	6	US	场效应晶体管

3.4.4 JANG B Z&ZHAMU A&美国纳米技术仪器公司

JANG B Z (Bor Z. Jang)、ZHAMU A (Aruna Zhamu) 均为美国纳米技术仪器公司(NANOTEK INSTR INC)的重要发明人。同时也是该公司的联合创始人。另外张博增博士也是世界最早将石墨烯技术推向产业化的科学家之一。由其创立的美国安固强材料有限公司 (Angstrom Materials, Inc. 简称: AMI) 是全美首家获得美国能源部、美国国家自然科学基金及美国国家标准总局关于的石墨烯产业化及相关应用的研究基金的企业。2007 年 AMI 开始量产单层石墨烯并开发了多种相关技术产品。目前 AMI 的单层石墨烯产量在世界居领先地位，年产能力达 30 吨~100 吨，产品已销往世界各地 30 多个国家。

上述发明人共申请 147 件石墨烯技术相关专利，并且以美国专利申请为主；图 3-4-4-1 给出了上述发明人（基于申请年）石墨烯专利申请数量的年度分布情况。可以看出，上述发明人的专利申请数量一直相对稳定。

从图 3-4-4-2 可以看出，上述发明人在石墨烯制备领域的专利申请主要集中在氧化还原法、插层剥离法、电化学剥离法、插层剥离法等方面；应用领域的专利申请比较集中，主要涉及储能领域（锂离子电池、超级电容器、燃料电池等）；微电子器件散热、透明导电薄膜、环氧树脂增强复合材料等方面，另外，还涉及一些传感器、导电油墨、润滑、气体分离、石墨烯纤维、石墨烯膜等领域的应用。

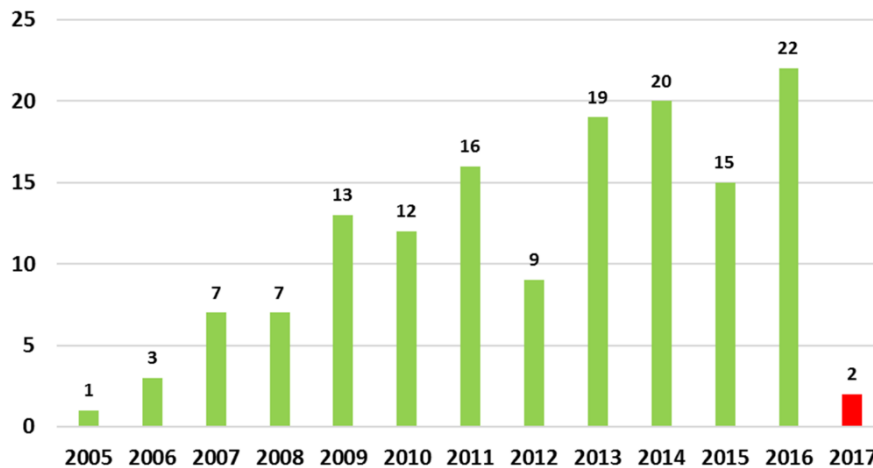


图3-4-4-1 JANG B Z&ZHAMU A&美国纳米技术仪器公司石墨烯专利数量年度变化趋势

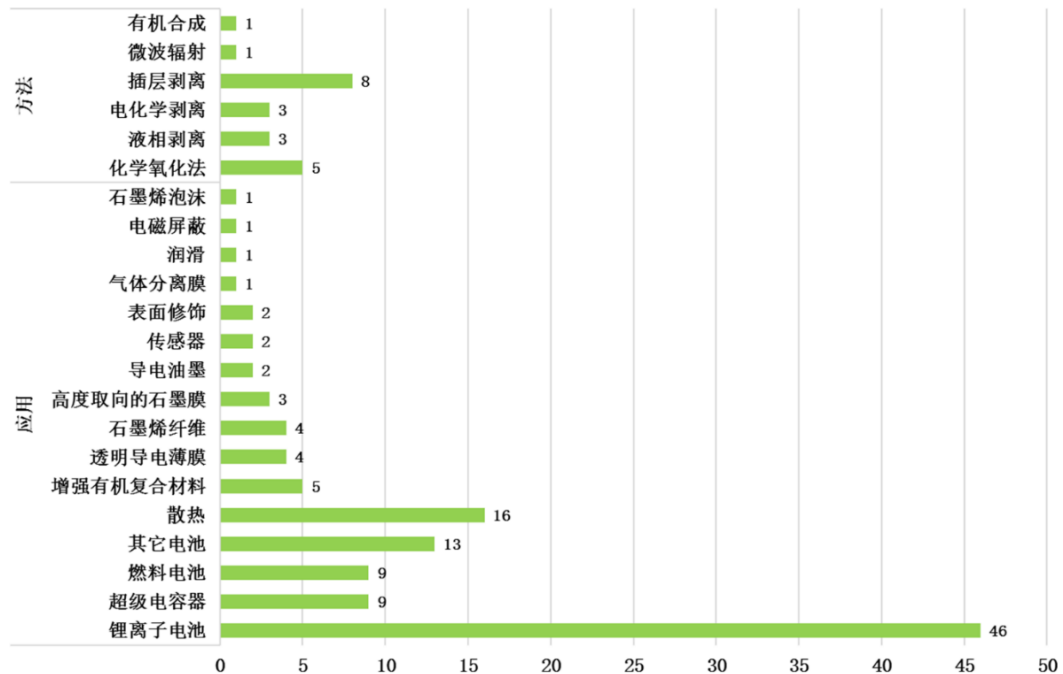


图3-4-4-2 JANG B Z&ZHAMU A&美国纳米技术仪器公司石墨烯各技术分支专利申请布局

表3-4-4 JANG B Z&ZHAMU A&美国纳米技术仪器公司

序号	专利号	申请年	被引次数	保护区域	技术领域
1	US7071258-B1	2006	132	US	石墨烯增强复合材料。
2	US2009117467-A1	2009	88	US;WO;KR;CN;JP	锂离子二次电池。

2017 石墨烯技术专利分析报告

3	US7623340-B1	2009	65	US	介孔纳米复合材料, 用于超级电容器。
4	US2007158618-A1	2007	19	US	石墨烯增强复合材料。
5	US2009155578-A1	2009	18	US	用于屏蔽敏感电子设备免受电磁干扰或射频干扰和静电耗散。
6	US2006030483-A1	2006	18	US	用于储存和供应氢给燃料电池供电的设备。
7	US7785492-B1	2010	17	US	石墨烯粉体制备 (热膨胀)。
8	WO2012087698-A1	2012	13	WO;US;CN;KR;JP	锂离子电池。
9	US2011104571-A1	2011	12	US	用作可充电锂电池 (尤其是锂金属电池和锂金属空气电池) 的阳极材料。
10	US2011046027-A1	2011	11	US	减少摩擦和磨损。
11	US2007092716-A1	2007	11	US	石墨烯增强复合材料。
12	US2009092747-A1	2009	10	US	介孔纳米复合电极和超级电容器。
13	US2011159372-A1	2011	9	US;WO;KR;EP;CN;JP	用于锂电池的导电粘结剂。
14	US2011017585-A1	2011	9	US;WO	石墨烯的制备方法 (插层剥离)。
15	US2010173198-A1	2010	9	US	作为锂离子电池, 如汽车电池和电动汽车应用。
16	US2008206124-A1	2008	9	US	石墨烯纳米无机纳米复合材料, 如 MoS ₂ , 作为锂离子电池电极材料。
17	US2013202945-A1	2013	7	US	锂离子电池。
18	US2011190435-A1	2011	6	US	石墨烯的制备方法 (插层剥离)。
19	US2010143798-A1	2010	6	US	石墨烯复合物用于锂金属或锂离子电池电极。
20	US2010055025-A1	2010	6	US	化学氧化还原
21	US2009176159-A1	2009	6	US	作为一个混合纳米纤维组合物用作锂电池。
22	US2012321953-A1	2012	5	US	作为纳米石墨烯的氧化钒复合物可用作锂电池。

2017 石墨烯技术专利分析报告

23	US2011046289-A1	2011	5	US	石墨烯橡胶复合材料。
24	US2010056819-A1	2010	4	US	化学氧化还原。
25	US2011157772-A1	2011	3	US	超级电容器。
26	US2011017587-A1	2011	3	US	化学氧化还原
27	US2010120179-A1	2010	3	US	锂离子电池阳极的制造方法。
28	US2009026086-A1	2009	3	US	电化学剥离
29	US2005271574-A1	2006	3	US	化学氧化还原
30	US2014272172-A1	2014	2	US	透明导电薄膜
31	US2014098461-A1	2014	2	US	超级电容器。
32	US2013087446-A1	2013	2	US	微波辐射。
33	US2012045688-A1	2012	2	US	锂电池可用于混合动力电动汽车，以提供快速加速所需功率。
34	US2011133132-A1	2011	2	US	插层剥离。
35	US2010055458-A1	2010	2	US	化学氧化还原。
36	US2010044646-A1	2010	2	US	插层剥离。
37	US2010021819-A1	2010	2	US	锂二次电池。
38	US2009305135-A1	2009	2	US	锂离子电池。
39	US2008268318-A1	2008	2	US	燃料电池。
40	US2008220282-A1	2008	2	US	质子交换膜燃料电池。
41	US2006216222-A1	2006	2	US	有机合成。
42	US2015217538-A1	2015	1	US	用于制造用于微电子器件（LED 照明装置和光电能量器件）中的散热板等热管理装置。

3.4.5 美国沃尔贝克材料公司

美国沃尔贝克材料公司（VORBECK MATERIALS CORP）共申请 45 件石墨烯相关专利。表 3-4-5 可以看出，沃尔贝克材料公司的专利申请主要集中在导电油墨、复合涂料、印刷电路、太阳能、增强复合材料、运动装备等相关应用领域。

表 3-4-5 沃尔贝克材料公司重要专利

序号	专利号	申请年	被引次数	保护区域	技术领域
1	WO2009123771-A2	2009	40	WO;EP;US;JP;CN;IN	涂层,耐紫外线辐射,耐磨,耐渗透性的液体和/或气体,导热,导电,防静电,抗冲击和爆炸。应用于太阳能电池,显示器,发光二极管等领域。
2	WO2010115173-A1	2010	15	WO;EP;US;KR;CN	导电聚合物,应用于橡胶制品,轮胎,散热器,管道,传感器等。
3	WO2009099707-A1	2009	15	WO;EP;US;JP;CN;IN	导电油墨,应用于印刷电子器件等集成电路和印刷电路板。
4	WO2010115173-A1	2010	13	WO;EP;US;KR;CN	聚合物粘合剂,用于汽车电气和电子系统的连接器外壳部件、车身和其他身体部件等。
5	WO2010107762-A1	2010	8	WO;EP;US;KR;ID	复合纤维,用在服装,旗、帆、篷、气囊、安全带、降落伞、篷布、带、带、或捆扎材料等。
6	US2013150516-A1	2013	5	WO;EP;US;KR;CN;JP	聚合物橡胶,用于轮胎;鞋,包括鞋的鞋底,在鞋包括鞋、运动鞋、安全鞋等。
7	WO2010107769-A2	2010	5	WO;EP;US;KR;ID	聚合物纤维,用于轮胎)如非充气轮胎和充气轮胎,包括轮胎、斜交轮胎,无内胎轮胎。
8	WO2010042912-A1	2010	5	WO;EP;US	制备氧化石墨烯的方法。无需爆炸性试剂以及浓硫酸。
9	WO2010071858-A1	2010	4	WO;EP;CN;US	油墨或涂料,适用于基板包括灵活的和/或可拉伸的材料,硅树脂、弹性体、高分子材料、金属(包括铝、铜、钢、不锈钢)、织物(包括布)和纺织品等。
10	WO2013074709-A1	2013	3	WO;EP;CN	油墨或涂料,用于太阳能电池、平板显示器、柔性显示器,包括发光二极管、有机发光二极管,和聚合物发光二极管显示器等。

11	WO2009126592-A2	2009	3	WO;US	高分子聚合物，用于电源提供燃料，其中电源是燃料电池。
12	WO2014186452-A1	2014	2	WO;EP;US	制备聚合物复合材料。
13	US2010239871-A1	2010	2	US	油墨或涂料，用于表面如金属钝化（如钢和铝）的表面，包括外部结构如桥梁和建筑物。
14	WO2013123339-A1	2013	1	WO;US	石墨烯和离子液体复合物，用于能量存储装置，如超级电容器电极的制备（全称）、电容器、电池和燃料电池。
15	WO2012068177-A1	2012	1	WO;US	复合物涂层，用于多层安全防护装置。
16	US2011186786-A1	2011	1	US	石墨烯复合物膜，用于过滤器、服装、膜、垫片、电池或超级电容器、电致发光显示器和显示器等。
17	US2011135884-A1	2011	1	US	复合物粘合剂，作为基板，用于印刷电子器件、电致发光背板，防盗装置或天线；也用作燃料系统部件如燃油管路和管件、汽车等。
18	US2011088931-A1	2011	1	US	复合物涂料，用于工件表面。
19	WO2010002896-A1	2010	1	WO;US	复合物涂料，用途包括但不限于软管、管、饮料瓶、油箱等。

3.5 小结

对于石墨烯这一备受世界各国政府及产业界高度关注的诺奖新星材料，尽管石墨烯具有一系列极为优异且与众不同的性质，但美国并未将其提高到国家战略层面，尽管如此，美国在石墨烯技术的领域实力不容小觑，高校科研院所在石墨烯基础研究创新方面在世界上保持着领先地位；英特尔、苹果、IBM、陶氏化学、通用等科技巨头均在涉足石墨烯技术的研究开发，IBM 已经在石墨烯集成电路，多极石墨烯射频接收器和场效应晶体管等石墨烯高端应用领域展开布局；同时，美国本土优越的创业环境，也促使一批中小公司纷纷成立，比如美国纳米技术仪器公司、Angstrom Materials 公司、沃尔贝克公司等。

从石墨烯的研究和应用的技术分支来，不同申请人的专利申请各有侧重点。

具体如下：

1) 威廉马歇莱思大学因其在碳材料研究领域的深厚积淀，尤其是在富勒烯及碳纳米管领域中一系列开创性及持续性深入的研究工作，借鉴其在富勒烯材料及碳纳米管研究领域的优势，其在石墨烯制备、石墨烯功能化以及石墨烯在柔性显示、传感器及存储器等方面的工作都有相关专利布局。

2) 德克萨斯大学的技术分布比较分散，德州大学在石墨烯制备技术尤其是氧化石墨烯制备技术、石墨烯薄膜的 CVD 制备技术及其相关机理机制方面具有一系列开创性及持续深入的研究工作，其在能源存储方面的基础研究在全世界具有极高影响力，该校申请专利主要集中在氧化石墨烯的制备、CVD 制备石墨烯薄膜/单晶、电化学储能器件，其在催化剂、生物医药、LED&OLED、防腐涂层等领域也有布局。

3) IBM 公司主要从事石墨烯场效应晶体管（FET）和介电层相关研究，其关于石墨烯的专利申请主要集中在石墨烯在集成电路、晶体管、传感器、信息存储、LED&OLED 等方面的应用。2010 年开发出截止频率为 100GHz 的石墨烯 FET，2011 年研制出首款由晶圆尺寸石墨烯制成的集成电路，2014 年利用主流 CMOS 工艺成功制备出世界上首个多级石墨烯射频接收器。

4) JANG B Z&ZHAMU A&美国纳米技术仪器公司在制备方面的专利主要集中在以石墨为原料通过各种方法制备石墨烯，且二人享有世界上第一个关于石墨烯制备方面的发明专利；应用方面的专利主要集中在储能，散热、透明导电薄膜、环氧树脂增强复合材料等方面，另外还涉及传感器、润滑、气体分离、导电油墨等方面的应用。

5) 沃尔贝克材料公司的专利申请主要集中在导电油墨、印刷电路、太阳能、增强复合材料、运动装备等应用领域。

4、石墨烯韩国专利重点分析

在检索到的 29279 件专利(族)中,申请了韩国专利的有 5401 件,约占 18.4%。同时,通过分析所检索到的 29279 件专利(族)的被引用情况,发现:被引次数在 3 次及以上的专利(族)总计 3565 件,其中申请了韩国专利的有 676 件。

本数据来源于德温特数据库,检索时间为 2017 年 3 月 1 日。本部分在前述总体态势分析的基础上,基于这些新检索的数据,从年度分布、来源国分布、重要申请人分布等方面,对石墨烯韩国专利进行重点分析。

4.1 石墨烯韩国专利年度申请趋势分析

图 4-1-1 给出了韩国(基于申请年)石墨烯专利申请数量的年度分布情况。可以看出,虽然韩国早在 2001 年就开始申请石墨烯技术相关专利,但是增长一直缓慢,直到 2010 年后,申请数量开始出现大幅增长,60%以上的专利申请都是集中在近三年。

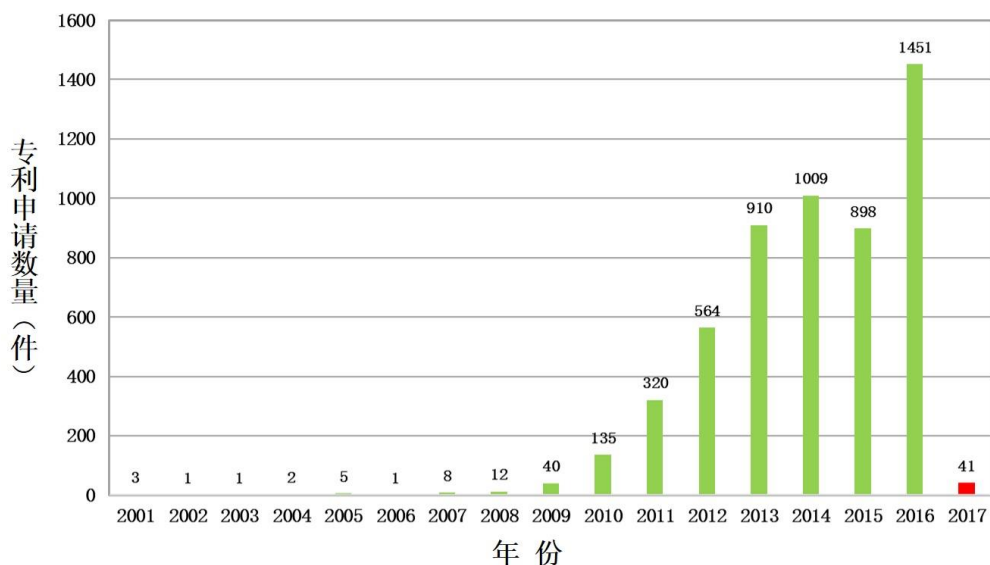


图4-1-1 韩国受理的石墨烯专利数量的年度变化趋势

4.2 石墨烯韩国专利申请来源国家/地区分析

从石墨烯韩国专利申请的来源国家/地区(基于第一发明人国别)分布情况(见图 4-2-1)来看,在检索到的 5401 件石墨烯韩国专利申请中,有 3537 件申请来自韩国国内,占 65.5%;其余 1864 件申请来自美国以外的其他国家地区,占 34.5%,主要来源于以下国家/地区:世界知识产权组织(871 件)、欧专局(77 件)、德国(45 件)、法国(21 件)、中国(12 件)、日本(12 件)、英国(11 件)、

加拿大（4 件）等。

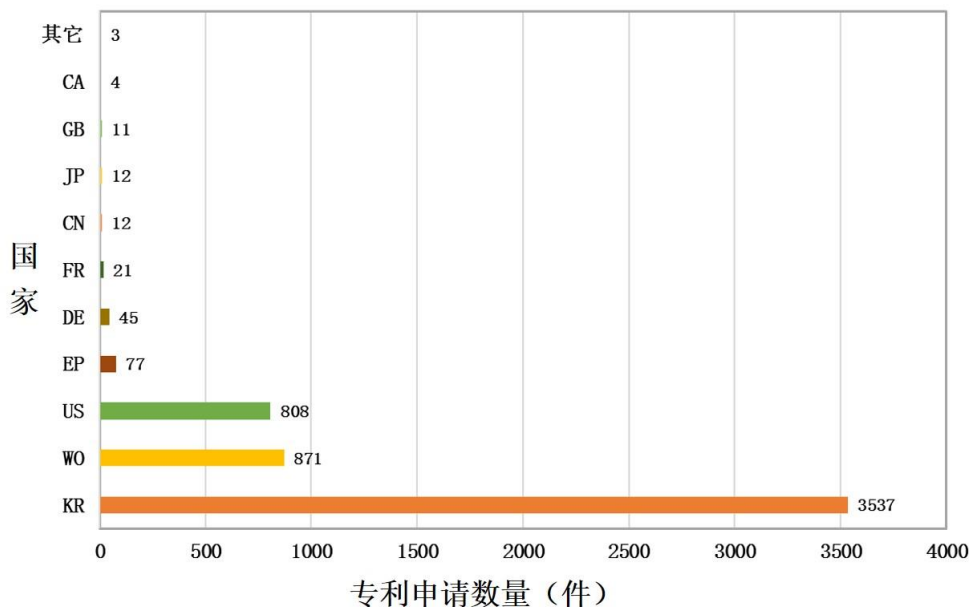


图4-2-1 石墨烯韩国专利申请来源国家/地区构成

图 4-2-2 给出了各国家/地区在韩国石墨烯专利申请数量的年度变化情况。可以看出，来源于美国的专利申请以及通过世界知识产权组织进行申请的专利最多。

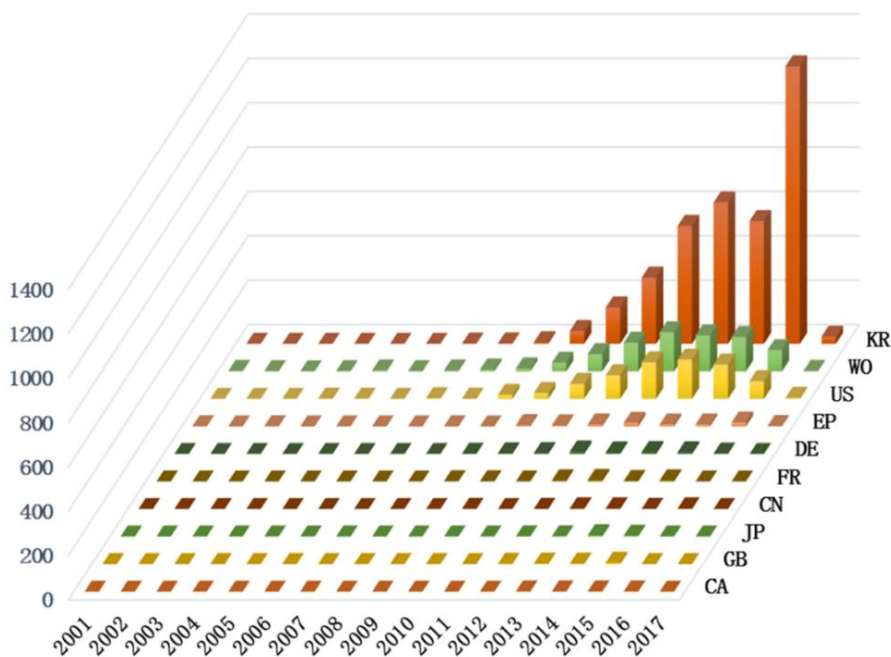


图4-2-2 主要国家/地区在韩国石墨烯专利申请数量的年度分布

4.3 石墨烯韩国专利重要申请人分析

图 4-3-1 石墨烯韩国专利申请数量较多的前 15 位专利申请人中，有 3 个是企业申请人，5 个是研究机构，6 个是大学。

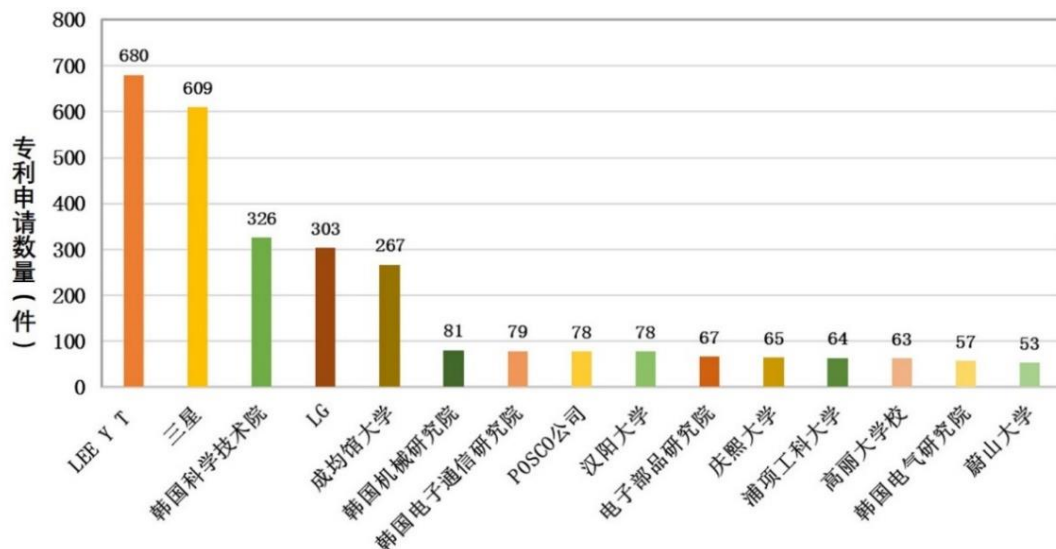


图4-3-1 石墨烯韩国专利重要申请人

4.4 石墨烯韩国重要专利申请人分析

4.4.1 三星集团

三星集团在全球共申请 660 件石墨烯技术相关专利，与成均馆大学合作申请专利 87 件，与汉阳大学合作申请专利 10 件，与延世大学合作申请专利 8 件，与首尔大学合作申请专利 6 件、与 Kumoh Nat Inst Technology Ind Acad Coop 合作申请专利 5 件、与小利兰·斯坦福大学理事会合作申请专利 4 件、与康宁精密素材株式会社合作申请专利 3 件、与博世有限公司合作申请专利 2 件、与佐治亚科技研究公司合作申请专利 2 件、与国际商业机器公司合作申请专利 2 件、与韩国科学技术研究院合作申请专利 2 件、与韩国电子部品研究院合作申请专利 2 件。

三星集团作为全世界持有石墨烯专利数量最多的专利权人，在 2011 年，与韩国 14 所大学就人才培养的“Samsung Talent Program”（STP，三星达人项目）签订协议，通过产学合作培养技术人才。三星集团通过这些举措来培养具有高度专业性的新材料人才。目前，在包括石墨烯在内的新材料领域中，三星集团已经与大学形成了网状的合作关系，而不是单一的点对点合作⁶。

图 4-4-1-1 给出了三星公司（基于申请年）石墨烯专利申请数量的年度分布情况。可以看出，三星公司的专利申请主要集中在 2011 年以后，2013 年专利申请数量最多，此后专利申请数量略有下降。

三星集团是韩国第一大企业，涉及众多技术领域，其专利构成也非常丰富。结合图 4-4-1-2 三星集团在各技术分支专利申请的布局情况来看，三星集团在石墨烯制备领域的专利申请主要集中在化学气相沉积法、氧化还原法和有机合成、外

6 基于专利的官产学合作关系测度研究—以中韩石墨烯领域为例.[J].情报杂志. 2014(33)

延生长以及石墨烯检测，其中化学气相沉积法主要涉及石墨烯薄膜制备、掺杂生长、图案化生长、转移、石墨烯单晶制备以及相关设备等。应用领域的专利申请主要涉及储能（锂电池、电容器、超级电容器、太阳能等）；透明导电薄膜；电子器件（LED&OLED、触摸屏、液晶显示，柔性可穿戴设备、晶体管、集成电路、信息存储、传感器、微机电系统等）；电子器件散热等方面。

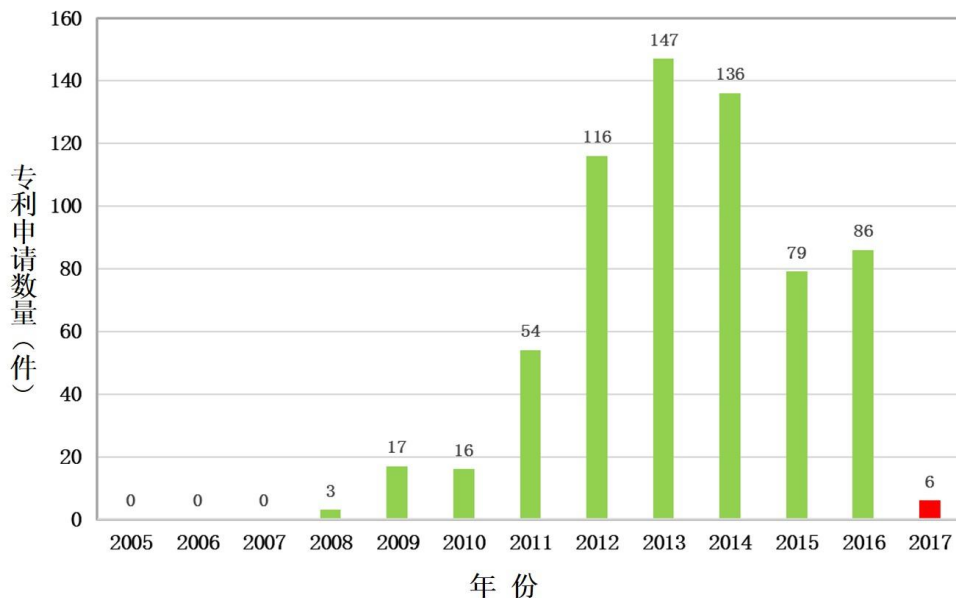


图4-4-1-1 三星集团石墨烯专利数量年度变化趋势

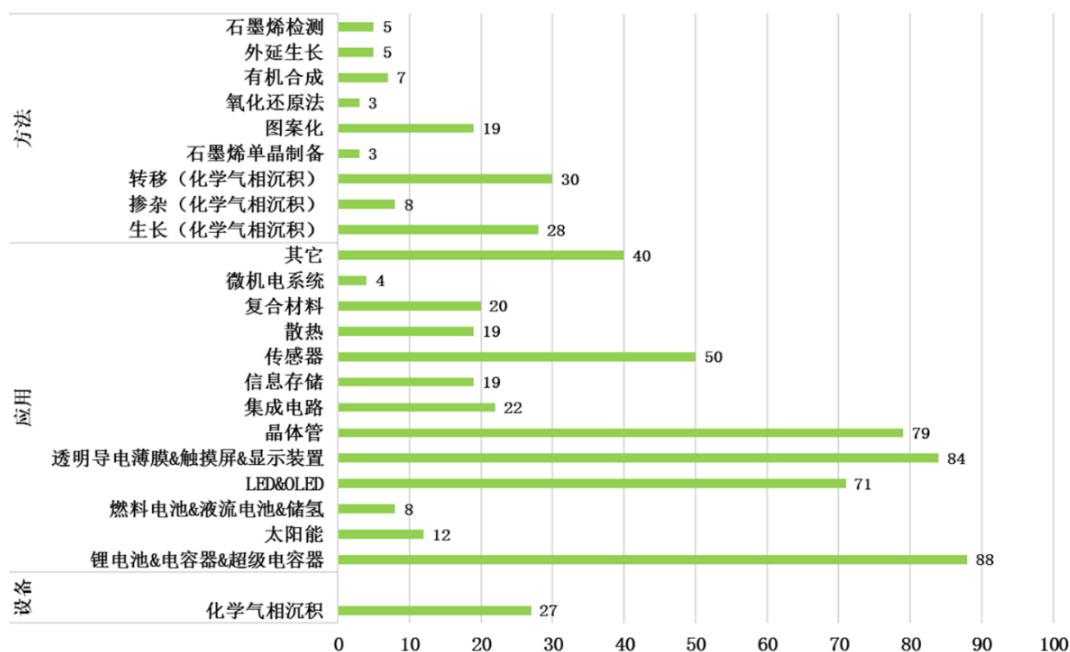


图4-4-1-2 三星集团石墨烯各技术分支专利申请布局情况

图 4-4-1-3 是三星集团各子公司专利申请分布状况。三星电子株式会社是三星集团中申请专利最多的子公司，累计申请 397 件，占集团总申请量的 60.2%，

此外，三星集团由不同背景和研发方向的子公司组成，其技术涉及领域众多，目前参与石墨烯研发的子公司一共有 11 家，其中比较活跃的还有三星泰科威株式会社、三星电机株式会社、三星显示有限公司和三星 SDI 株式会社。

结合图 4-4-1-4 三星集团各子公司合作关系图，可以看出，三星电子株式会社分别与三星显示有限公司（4 件）、三星移动显示器株式会社（1）、三星康宁精密素材株式会社（3 件）、三星 LED 株式会社（2 件）、三星 SDI 株式会社（8 件）、三星电机株式会社（1 件）有合作关系。三星电子负责前期的工艺探索，三星显示有限公司、三星 LED 株式会社等接着进行产业化，这种从上游制备到下游应用的“一体化”产业链，极大的促进了石墨烯的产业化进程。

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
三星电子株式会社 (397) SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD	3	17	16	36	53	83	75	46	56	12
三星泰科威株式会社 (76) SAMSUNG TECHWIN CO LTD				13	20	17	20	6		
三星电机株式会社 (75) SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO				4	13	33	12	3	9	1
三星显示有限公司 (57) SAMSUNG DISPLAY CO LTD				1	3	7	10	15	20	1
三星SDI株式会社 (40) SAMSUNG SDI CO LTD					2	11	8	8	10	1
三星LED株式会社 (32) SAMSUNG LED CO LTD					32					
三星电管株式会社 SAMSUNG DENKAN KK (11)						4	2	4	1	
三星康宁精密素材株式会社 (7) SAMSUNG CORNING PRECISION MATERIALS CO LTD					2		2	3		
三星移动显示器株式会社 (5) SAMSUNG MOBILE DISPLAY CO LTD				1	1	3				
三星精密化学株式会社 (4) SAMSUNG FINE CHEM CO LTD						1	2	1		
三星麦迪森株式会社 (3) SAMSUNG MEDISON CO LTD								2	1	

图4-4-1-3 三星集团各子公司专利申请数量分布

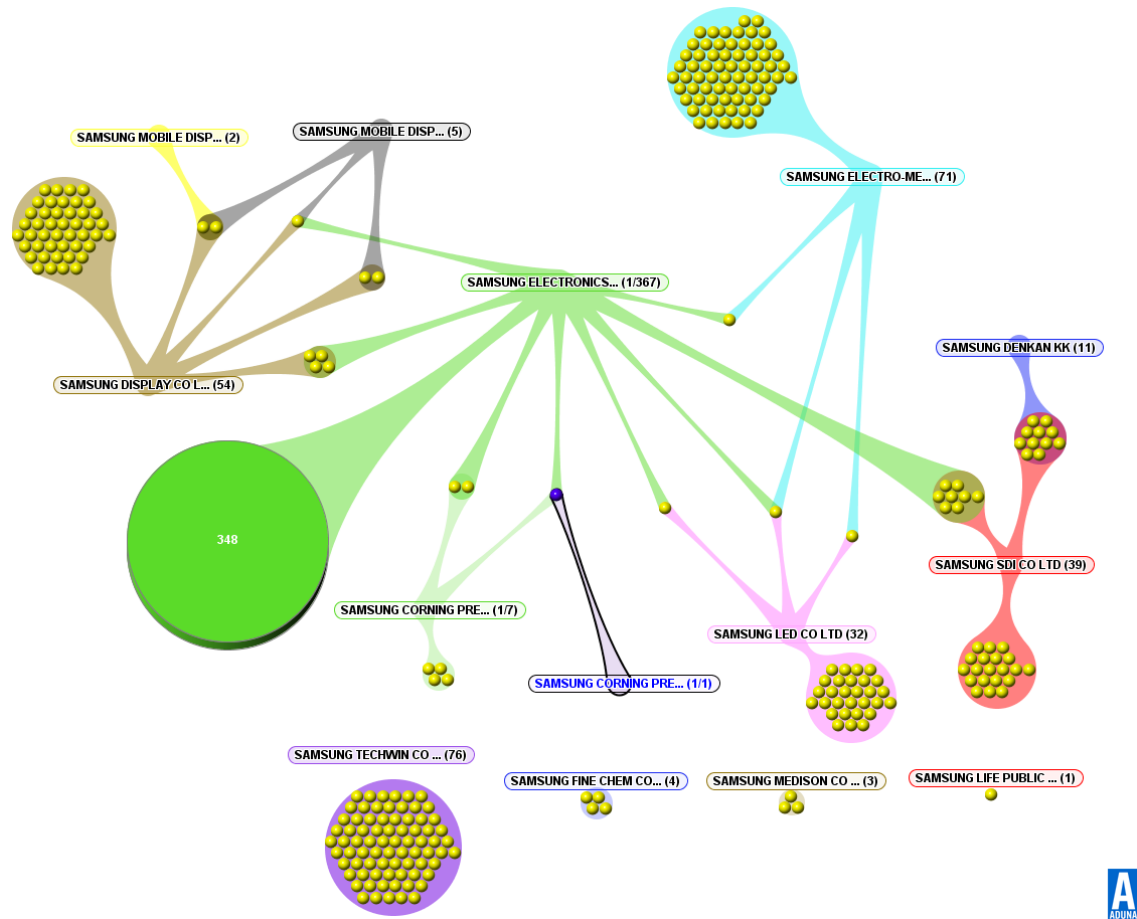


图4-4-1-4 三星集团各子公司合作关系

表4-4-1 三星集团重点专利

序号	专利号	申请年	被引次数	保护区域	技术领域
1	US2009110627-A1	2009	91	US;EP;CN;KR;JP	CVD 法在催化金属表面制备石墨烯薄膜。
2	US2009155561-A1	2009	55	US;JP;CN;KR	在单晶催化基底表面涂敷一层含碳物质层，通过加热形成单晶石墨烯薄膜。
3	US2009068471-A1	2009	51	US;WO;KR;EP;CN	热处理使得催化金属表面的有机物转化为石墨烯薄膜。
4	US2011108521-A1	2009	23	US;JP;KR;CN	一种去除石墨烯表面的保护层和粘结层的方法，从而使石墨烯应用于电子线路。

5	US2009071533-A1	2009	21	US;KR	由透明基底和石墨烯薄膜构成的柔性透明电极，可用于液晶显示屏、电子书显示器和 OLED。
6	KR2011031864-A	2011	19	KR	一种制备石墨烯薄膜的方法，依次形成氧化层、金属催化基底、石墨烯层、粘结层和保护层，然后刻蚀掉金属催化基底。
7	US2011070146-A1	2010	19	US;JP;KR;CN	一种制备石墨烯薄膜的方法。在基底上形成亲水的氧化层，再形成催化金属层，通过 CVD 法制备石墨烯薄膜后，利用水实现亲水氧化层和催化层的分离，再去除金属催化层，获得石墨烯薄膜。
8	WO2009152146-A1	2009	19	CN;WO;KR;JP	一种制备光学透明导电纳米膜的方法。通过包覆或者溶液分散的方法，原材料选自碳纳米管、富勒烯纳米结构、石墨片或者纳米线；
9	US2009146111-A1	2009	19	US;KR	氧化石墨烯涂敷在基底表面，还原后形成石墨烯薄膜。
10	WO2012008789-A2	2012	17	WO;US;KR;JP;CN	在衬底上的金属催化层生长石墨烯，通过感应耦合等离子体化学气相沉积法在小于 500 °C 的条件下形成石墨烯。用于传感器和存储器。
11	KR2009029621-A	2009	17	KR;US	在基底表面形成图案化的催化金属层，在催化金属表面涂敷一层碳基材料，加热形成石墨烯薄膜，可用于 OLED。
12	US2008312088-A1	2009	17	US;JP;CN;KR	新颖的场效应晶体管的制备。石墨烯作为沟道层。
13	US2009308520-A1	2009	16	US;JP;KR	在催化基底上形成石墨烯层后，在石墨烯表面贴上支撑层，然后剥离金属催化基底。
14	US2009068470-A1	2009	15	US;WO;KR	用催化金属形成三维泡沫结构，再表面涂敷有机层，加热催化形成三维石墨烯。
15	US2011123776-A1	2011	13	US; KR	一种石墨烯层压板的制备。包括：衬底；衬底上的粘合剂层；

					和粘合剂层上的石墨烯。其中石墨烯由粘合剂层结合到衬底上。
16	US2011104442-A1	2011	13	US;EP;KR	在基底表面形成一层含碳金属层，加热后在金属表面形成石墨烯层。
17	US2012255899-A1	2012	12	US;EP;KR	利用多晶石墨烯薄膜的晶界作为通道，来实现海水的淡化。
18	US2012104432-A1	2012	12	US;KR;CN;TW	新颖的半导体发光装置。石墨烯作为沟道层。
19	EP2179963-A1	2010	12	EP;US; KR	碳基催化剂，由石墨烯片溶于盐溶液制备而成。
20	US2012068152-A1	2012	11	US;JP;KR;CN	石墨烯 LED，发光层由 n 型掺杂石墨烯和 p 型掺杂石墨烯构成。
21	EP2281779-A2	2011	10	EP;KR;US	在不具有催化能力的基底表面涂敷含碳物质，再形成金属催化层，加热使含碳物质转化为石墨烯。
22	US2012256167-A1	2012	10	US;KR;JP;CN	一种石墨烯电子设备。石墨烯作为基底。
23	WO2012067438-A2	2012	9	WO;KR;US; CN	一种石墨烯转移方法。使用初始辊压缩金属膜和衬底膜，将基底膜与金属膜分离。
24	US2011089995-A1	2011	9	US;KR;JP	石墨烯器件，以石墨烯为基础的转换器件。
25	EP2579365-A1	2013	8	EP;KR;US;JP;CN	锂电池的负极活性材料的非晶碳涂层，涂层结晶碳芯嵌入到硅基纳米线。
26	WO2012134205-A1	2012	8	WO;KR;US; CN	用于显示的透明石墨烯薄膜的制造，包括在催化剂金属膜上形成石墨烯，在石墨烯表面形成另一种膜，在该膜上形成催化剂金属膜，并除去催化剂金属膜。
27	US2012248401-A1	2012	8	KR;US	用作下一代电子器件材料的三维石墨烯结构的显示装置和用于太阳能电池的石墨烯层透明电极。
28	WO2011096700-A2	2011	8	WO;KR;US	一种电阻式触摸屏，其导电层和电极由石墨烯构成。

2017 石墨烯技术专利分析报告

29	US2011127471-A1	2011	8	KR	用于电极的组成，应用于有机发光显示器件和太阳能电池。
30	US2011108609-A1	2011	8	US;JP;CN;KR	用石墨烯制备的场效应管，采用溅射法或者蒸发法形成催化层。
31	US2011101365-A1	2011	8	US;KR	一种石墨烯器件，在第一绝缘层和第二绝缘层中有石墨烯层，通过 CVD 法制备。
32	US2011089403-A1	2011	8	US;KR	晶体管，石墨烯作为沟道层。
33	US2009294759-A1	2009	8	US;KR	一种应用于电子器件的结构，在硅表面依次形成衬底层、石墨烯层、镍层等。
34	US2009101964-A1	2009	8	US;JP;KR	用于存储器件的制备。石墨烯作为形成芯、聚合物的包覆表面，以及热处理包覆的表面。
35	EP2584397-A1	2013	8	EP;US;JP;KR;CN	一种应用于调制器的结构，石墨烯位于半导体层上表面。
36	US2013048951-A1	2013	8	US;JP;KR;CN	一种石墨烯转换装置，石墨烯层位于半导体层和基底层之间。
37	US2013032794-A1	2013	7	US;KR;CN	用于液晶显示器的薄膜晶体管的制备。石墨烯位于绝缘层和阻隔层之间。
38	US2012141700-A1	2012	7	US;EP;JP;KR;CN	石墨烯作为电子电路的组成部分，包括外圆周的模板和支撑层。
39	US2012068154-A1	2012	7	US;KR	石墨烯量子点发光器件。
40	US2011095268-A1	2011	7	US;KR	应用于晶体管的制备。石墨烯位于半导体层。
41	US2011041980-A1	2011	7	US;KR	一种发光器件的制造。石墨烯薄膜涂覆于顶电极上。
42	US2010206363-A1	2010	7	US;KR	应用于太阳能电池透明电极。
43	US2010090759-A1	2009	7	US;JP;KR;CN	一种量子干涉石墨烯晶体管，包括石墨烯沟道层。
44	US2010079130-A1	2010	7	US;JP;KR;CN	用于测量化合物电特性变化的化学传感器。

45	US2009155161-A1	2009	7	US;JP;CN;KR	石墨烯催化剂。
46	WO2012105777-A2	2012	6	WO;KR;US;CN	合成石墨烯的方法。将催化剂装填到室中，增加催化剂金属颗粒的尺寸，同时提高腔室内温度。
47	KR2012040032-A	2012	6	KR	液晶显示器的静电电容式触摸面板的石墨烯导电膜的制造方法。
48	US2011244662-A1	2011	6	US;KR	用于电子器件的石墨烯的制造方法。将含碳气体在锗层上直接形成石墨烯。
49	US2013105795-A1	2013	5	US;EP;KR;CN	一种光电探测器的制备。石墨烯位于其上的半导体层。
50	US2012168722-A1	2012	5	US;KR;CN	石墨烯电子装置。如场效应管。

4.4.2 LG 集团

LG (GLDS-C) 集团在全球共申请 312 件石墨烯技术相关专利，与首尔大学合作申请专利 4 件、与 Kumoh Nat Inst Technology Ind Acad Coop 合作申请专利 3 件、与汉阳大学合作申请专利 3 件、与 LS 电线有限公司合作申请专利 2 件、与高丽大学合作申请专利 2 件、与光州科学技术院合作申请专利 1 件、与韩国科学技术研究院合作申请专利 1 件、与韩国电子部品研究院合作申请专利 1 件、与韩国蔚山科学技术院合作申请专利 1 件、与韩国庆熙大学合作申请专利 1 件、与成均馆大学合作申请专利 1 件、与延世大学合作申请专利 1 件。

图 4-4-2-1 给出了 LG 公司（基于申请年）石墨烯专利申请数量的年度分布情况。可以看出，LG 公司的专利申请主要集中在 2012 年以后，一直保持稳定增长。

结合图 4-4-2-2 LG 集团在各技术分支专利申请的布局情况来看，LG 集团在石墨烯制备领域的专利申请主要集中在化学气相沉积法、氧化还原法、插层剥离法制备石墨烯、石墨烯分散液制备等方面，其中化学气相沉积法主要涉及石墨烯薄膜的掺杂改性、转移、图案化等方面；应用领域的专利申请主要涉及储能（锂、太阳能、燃料电池等）；LED&OLED、透明导电薄膜（触摸屏、液晶显示）、散热材料、传感器（温度、压力、化学物质检测等）、石墨烯膜（散热、水处理、空气净化等）、复合材料（导电、增强、催化剂等）、电磁屏蔽、电缆等方面。

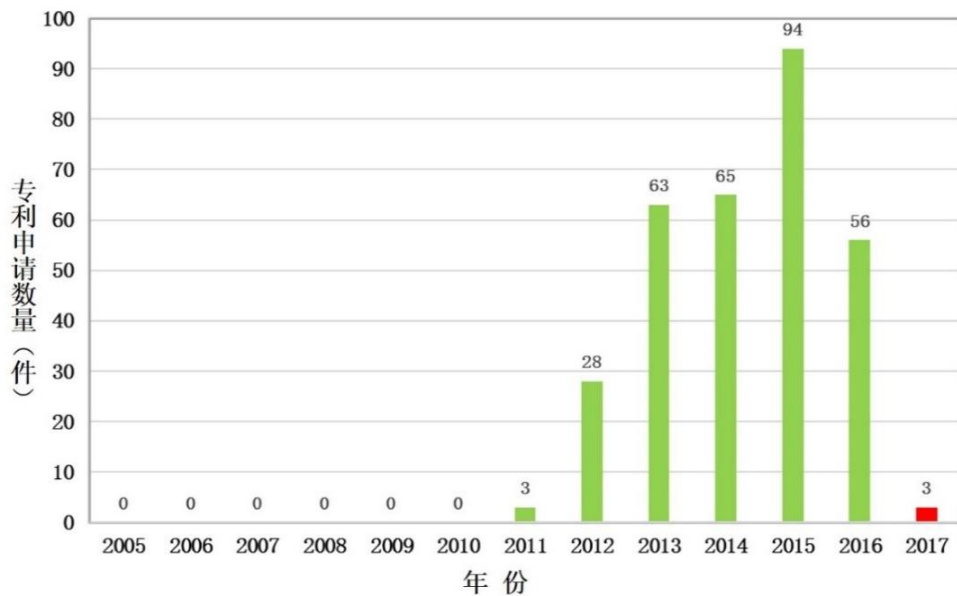


图4-4-2-1 LG集团石墨烯专利数量年度变化趋势

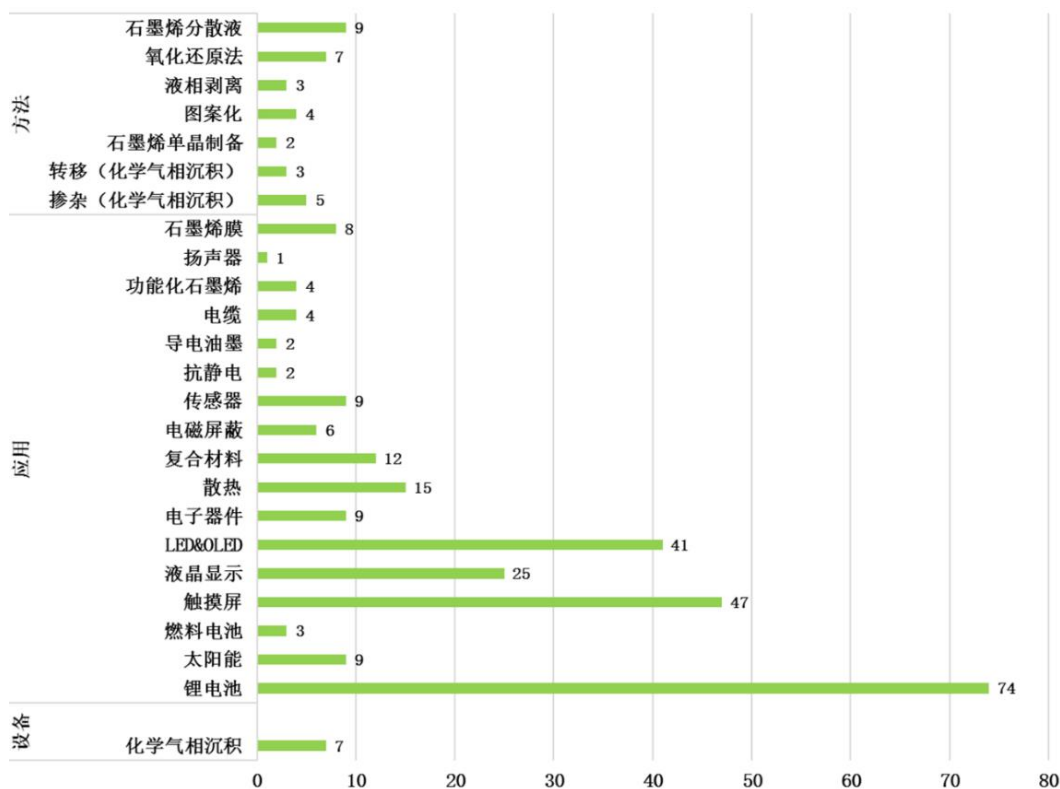


图4-4-2-2 LG集团石墨烯各技术分支专利申请布局情况

图 4-4-2-3 是 LG 集团各子公司专利申请分布状况。LG 化学株式会社是 LG 集团中申请专利最多的子公司，累计申请 120 件，占集团总申请量的 38.5%，此外，LG 集团参与石墨烯研发的子公司一共有 7 家，其中比较活跃的还有 LG 伊诺特有限公司、LG 电子株式会社、乐金显示有限公司和乐金华奥斯有限公司。

结合图 4-4-2-4 LG 集团各子公司合作关系图，可以看出，乐金华奥斯有限公司与 LG 化学株式会社（3 件）、LG 伊诺特有限公司（1 件）有合作关系。

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
LG 化学株式会社 (120) LG CHEM LTD	1	8	14	16	45	26	
LG 伊诺特有限公司 (68) LG INNOTEK CO LTD		3	26	9	20	8	2
LG 电子株式会社 (65) LG ELECTRONICS INC		3	17	23	14	8	
乐金显示有限公司 (45) LG DISPLAY CO LTD	1	5	4	15	12	6	2
乐金华奥斯有限公司 (12) LG HAUSYS LTD			1	2	6	2	1
LS 电线有限公司 (6) LG CABLE LTD	1	3	2				
LG 矽得荣株式会社 (3) LG SILTRON INC		2	1				

图4-4-2-3 LG集团各子公司专利申请数量分布

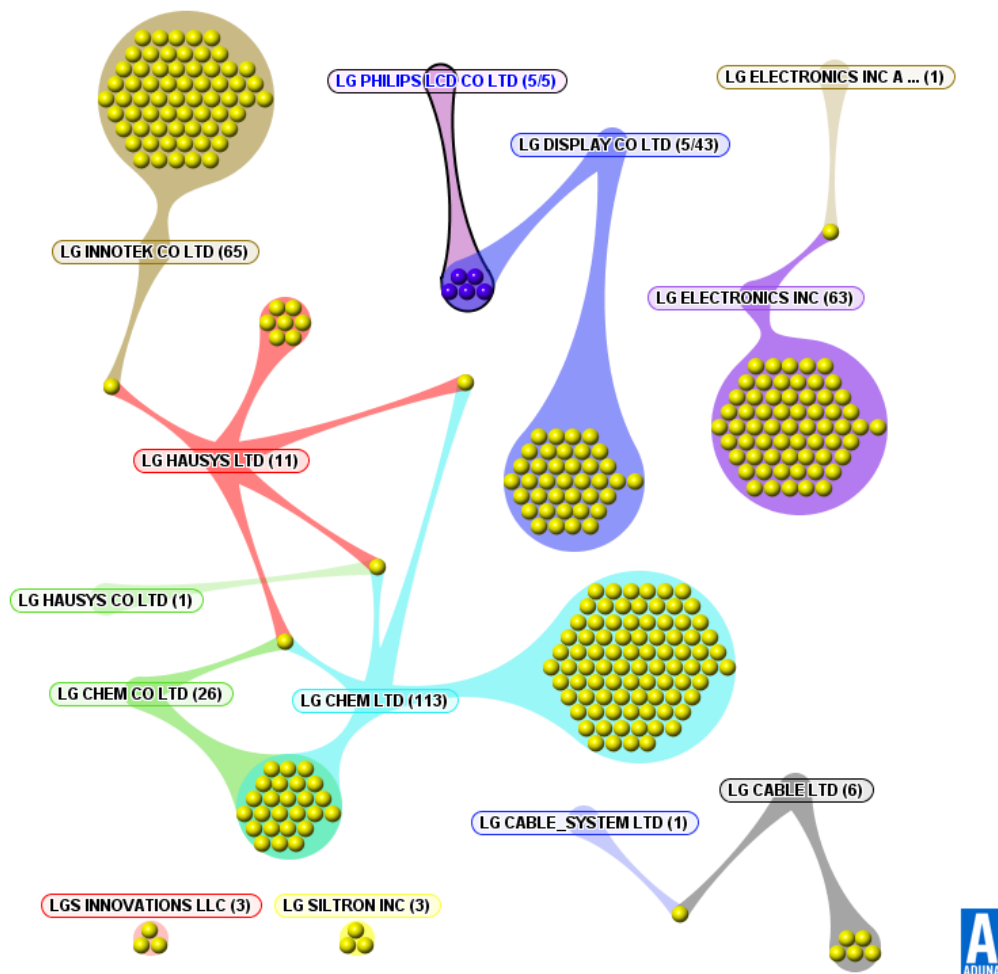


图4-4-2-4 LG集团各子公司合作关系

表4-4-2 LG集团重点专利

序号	专利号	申请年	被引次数	保护区域	技术领域
1	WO2012177033-A2	2012	9	WO;KR;US;CN;JP;EP	一种反渗透膜，其功能层包含石墨烯复合物。
2	KR2012086072-A	2012	4	KR	电力电缆，包括内部半导体层覆盖的导线。
3	WO2013005979-A2	2013	4	WO;KR;TW;US;CN;JP	静电电容式触控面板，具有透明基板下方形成的较低透明电极和顶部透明电极，以及形成于另一透明基板中的金属导线电极。
4	KR2012133279-A	2012	3	KR	有机电致发光器件。由石墨烯类化合物绝缘层密封。
5	KR2013072885-A	2013	3	KR	石墨烯量子点的制备，包括形成聚二甲基硅氧烷模具，聚二甲基硅氧烷层和聚苯乙烯层。
6	WO2013168912-A1	2013	3	WO;EP;KR;CN;JP	作为燃料电池催化剂材料。
7	KR2013013689-A	2013	3	KR	透明导电膜。石墨烯具有球形壳结构。
8	KR2012139449-A	2012	3	KR	锂二次电池用锰基正极材料，包括锂锰氧化物和金属薄膜层。
9	WO2012057512-A2	2012	3	WO;KR;EP;US;JP	用于发光二极管。氧化石墨烯层分布在衬底表面的一部分，以及衬底和半导体层之间的缓冲层。

4.4.3 韩国成均馆大学

成均馆大学（USKK-C）在全球共申请 267 件石墨烯技术相关专利，与三星合作申请专利 73 件、与石墨烯广场株式会社合作申请专利 18 件、与日本株式会社钟化合作申请专利 5 件、与韩华泰科株式会社合作申请专利 3 件、与全南大学产学协力团合作申请专利 2 件、以及与康宁精密素材株式会社、东进世美肯株式会社合作申请专利 1 件、Elpinanoyeonguso Co Ltd、韩华综合化学株式会社、现代自动车株式会社合作、韩国电气研究院、韩国科学技术研究院、LG 电子株

式会社、LP Nano Lab Co Ltd、Nano Lab Co Ltd Lp、Postech Acad-Ind Found、Res & Business Found、Sk Innovation Co Ltd、Uju Electronics Co Ltd、Univ Res & Business Found Sungkyunkwan、Univ Soongsil Res Consortium 等单位分别合作申请 1 件专利。

图 4-4-3-1 给出了成均馆大学（基于申请年）石墨烯专利申请数量的年度分布情况。可以看出，成均馆大学的专利申请主要集中在 2011 年以后，申请数量一直保持相对稳定。

结合图 4-4-3-2 成均馆大学在各技术分支专利申请的布局情况来看，成均馆大学在石墨烯制备领域的专利申请主要集中在化学气相沉积法和氧化还原法，其中化学气相沉积法主要涉及石墨烯薄膜的生长、转移、图案化以及相关设备等方面；应用领域的专利申请主要涉及透明导电薄膜；电子器件（传感器、晶体管、信息存储、触摸屏、柔性显示，柔性可穿戴设备等）、LED&OLED、储能（太阳能、锂电池、储氢等）等方面。

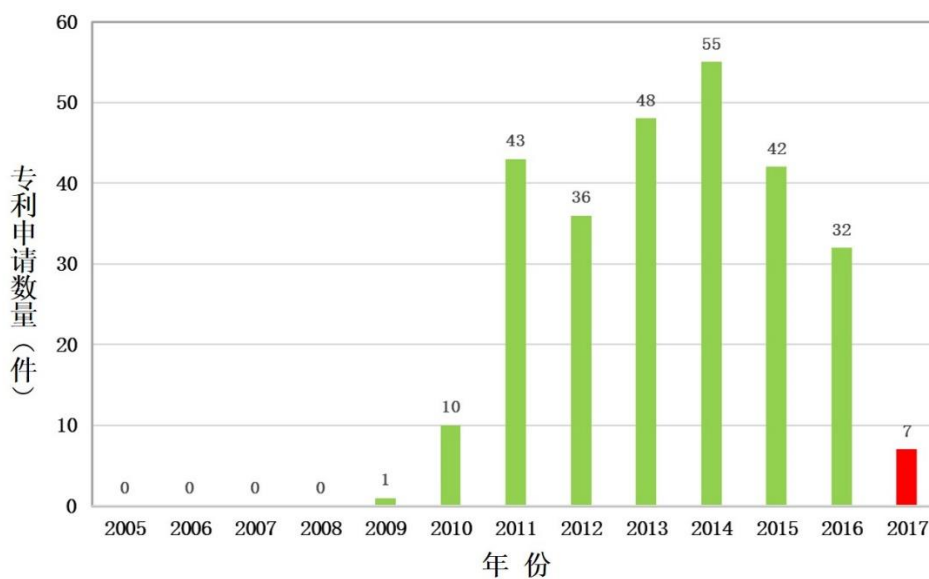


图 4-4-3-1 成均馆大学石墨烯专利数量年度变化趋势

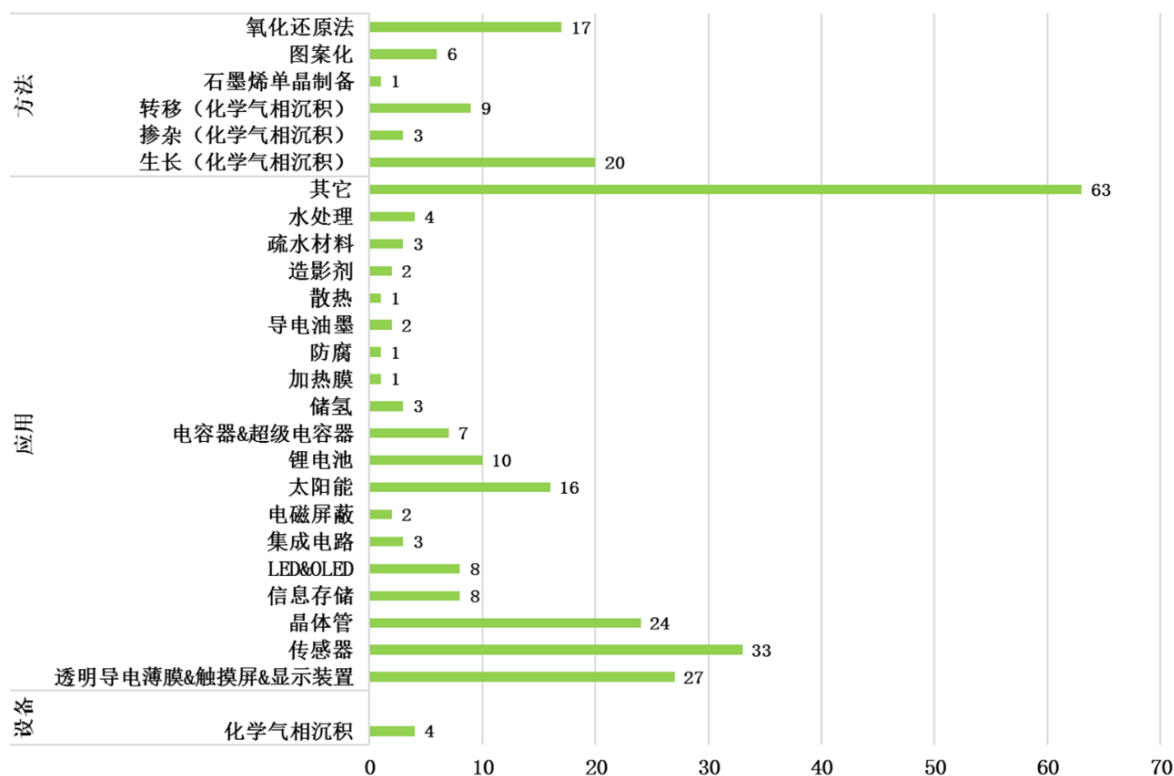


图4-4-3-2 成均馆大学石墨烯各技术分支专利申请布局情况

表4-4-3成均馆大学重点专利USKK-C (267)

序号	专利号	申请年	被引次数	保护区域	技术领域
1	WO2011046415-A2	2011	44	WO;KR;EP;US;CN;JP	石墨烯的卷对卷转移方法。
2	US2011108521-A1	2011	23	KR;;US;CN;JP	在电路中传输较大尺寸石墨烯的方法。
3	US2009071533-A1	2009	21	US;KR	一种柔性透明电极，由透明基底和石墨烯层组成。
4	EP2354272-A1	2011	19	EP;US;JP;KR	一种石墨烯的卷对卷生长设备。
5	US2011070146-A1	2011	19	US;JP;KR;CN	一种生长石墨烯薄膜的方法，利用亲水氧化层实现催化层的剥离，去除金属催化层，得到石墨烯薄膜。
6	WO2012008789-A2	2012	17	WO;KR;US;CN;JP	用于在传感器和存储器中形成石墨烯片的石墨烯的制造方法。

2017 石墨烯技术专利分析报告

7	WO2011087301-A2	2011	17	WO;KR;US	在材料表面形成石墨烯保护层，阻挡水分和气体。
8	US2011123776-A1	2011	13	US;KR	通过粘合层在基底上附加石墨烯层。
9	EP2179963-A1	2010	12	EP;US;KR	利用盐溶液氧化金属催化基底，从而实现催化剂与石墨烯的分离。
10	WO2011081440-A2	2011	11	WO;US;KR	一种石墨烯的连续掺杂方法。
11	WO2012015267-A2	2012	9	WO;US;KR	用于石墨烯片和器件的石墨烯的制造（所有要求）例如电气和电子设备。包括但不限于用于太阳能电池的透明电极的薄膜、光电器件、光学器件、发光器件和传感器装置。
12	US2012248401-A1	2012	8	US;KR	在三维基底上形成具有周期性结构的三维石墨烯，可用于电子器件。
13	WO2011096700-A2	2011	8	WO;US;KR	电子装置的电阻式触控面板，如移动电话、便携式游戏机、个人数字助理。
14	US2012141700-A1	2012	7	EP;US;KR;JP;CN	该石墨烯结构可用于产生电子电路的三维形状、电子器件或包括传感器或能量器件和纳米尺寸机械结构的光学器件，用于保护或传输预定的或给定的功能材料。
15	WO2012105777-A2	2012	6	WO;US;KR;CN	合成石墨烯的方法。
16	US2011244662-A1	2011	6	US;KR	用于电子器件的石墨烯的制造方法。
17	KR1048490-B1	2011	5	US;KR;WO	还原剂用于制造用于导电材料、半导体和绝缘体的还原氧化石墨烯
18	WO2011108878-A2	2011	5	US;KR;WO	电子/电气机械的电磁干扰（EMI）屏蔽方法和装置。用途包括但不限于电视、无线电、计算机、医疗器械、商业机器和通信设备。
19	US2011114894-A1	2011	5	US;KR;EP;JP	石墨烯复合结构，复合结构可用于制造一个逻辑设备，存储设备，一个超级电容器，一个柔性器件、传感器、光学装置、能源装置，以及一个透明的显示装置。

20	US2013140526-A1	2013	4	US;KR	用于叠层结构，电子器件和晶体管（声称）。也用作例如太阳能电池或显示设备的绝缘层；以及在各种电子设备，如传感器、双极结型晶体管（BJT），场效应晶体管（FET），异质结双极晶体管（HBT）、单电子晶体管、发光二极管（LED），或有机发光二极管（OLED）。
21	WO2012099385-A2	2012	4	US;KR;WO	石墨烯转移的方法。
22	~US2011285999-A1	2011	4	US;KR	金属石墨烯层，用于纳米化学和生物传感器领域的表面等离子体共振传感器。
23	WO2011099831-A2	2011	4	US;KR;WO	石墨烯导电层，在电极上形成保护层，并具有柔性透明材料。家用电子用柔性透明加热元件。
24	KR2013036639-A	2013	3	US;KR	石墨烯复合材料，如多孔磷复合材料在去除污染物，在水或有机溶剂，其中成分是有用的：污染物包括重金属离子、有机污染物、无机污染物和/或微生物。
25	WO2013062264-A1	2013	3	US;KR;WO	石墨烯制备方法。
26	WO2012118350-A2	2012	3	US;KR;WO;EP;CN;JP	氮掺杂石墨烯的制备，用于传感器。
27	WO2012087065-A2	2012	3	US;KR;WO;EP;CN	弹性型三维（3D）触摸传感器。用途包括但不限于 LCD 设备、个人数字助理（PDA）、便携式多媒体播放器（PMP）和电子笔记
28	US2011300338-A1	2011	3	US;KR	用于制备石墨烯纳米带，用于透明电极和电子器件（声称）。还应用于各种显示设备，如场发射显示器（FED）、液晶显示器（LCD），和有机发光器件（OLED）等。
29	US2011121264-A1	2011	3	US;KR;JP	石墨烯复合材料，复合结构在逻辑器件是有用的，存储设备、超级电容器、传感器、光学器件、储能装

					置、柔性器件、透明显示装置或其他类似的应用程序。
30	WO2011010880-A2	2011	3	WO;US;KR	石墨烯药物应用, 细胞为基础的透明传感器用于光学测量 (声称), 最好是实时的细胞行为的光学测量。也可用于评价新药的性能。细胞行为包括细胞相对于环境的变化和细胞的运动
31	US2010178464-A1	2010	3	US;KR	石墨烯用于器件如传感器或场效应晶体管, 和石墨烯片
32	US2010093160-A1	2010	3	US;KR	石墨烯复合物, 该方法可用于形成纳米器件例如纳米致动器和纳米机器人, 用于制造光子晶体器件、磁器件、信息记录介质、太阳能电池或包括纳米尺寸晶体管的半导体器件。
33	US2014110670-A1	2014	3	WO;US;KR;EP	用于太阳能电池的透明电极和包括有机电致发光器件的显示装置、电子纸显示装置和液晶显示装置。
34	US2013344611-A1	2013	2	US;KR	该方法是有用的分析石墨烯 (声称) 和监测过程中制造。
35	US2013167897-A1	2013	2	WO;US;KR;EP;CN;JP	石墨烯异质结, 在热电模块的热电装置是有用的热电元件 (全称); 在冷却设备 (如冰箱、空调的制冷剂免费); 对于余热发电, 热电核能发电如飞机或空间的目的, 或为一个微型冷却系统。
36	WO2013062220-A1	2013	2	WO;US;KR	电磁元件, 如薄膜元件、纳米元件、半导体元件、记忆元件的无源元件层、分子电子元件、光学元件、显示元件、数字元和刚性或柔性印刷电路板 (全称) 用于电气和电子设备及车辆。
37	KR2013000786-A	2013	2	US;KR	稳定石墨烯薄膜用于石墨烯透明电极的触摸屏
38	US2012326128-A1	2012	2	US;KR	制备石墨烯层状结构, 如外延结构, 晶体管是有用的, 透明电极 (全称)、显示设备、存储设备、传感器、燃料电池和染料敏化太阳

					能电池，在显示设备包括电子纸显示器、有机发光显示装置。
39	US2012128573-A1	2012	2	US;KR	制造一三维石墨烯结构，它是碳纳米管，石墨烯棒，富勒烯，石墨烯立方体，石墨烯线圈或石墨烯长方体。
40	WO2011043620-A2	2011	2	WO;US;KR	石墨烯光纤，用于例如粒子气溶胶和气体和液体微粒检测化学传感器制造（全称）在半导体领域、环境污染监测、化学成分分析、和氮氧化物监测。
41	US2015159265-A1	2015	1	CN;US;KR	液晶显示器用金属硫系薄膜的制备。
42	US2015131371-A1	2015	1	US;KR	石墨烯磁性材料，磁阻结构即磁阻元件，用于电子器件的存储单元即存储器装置
43	US2014291607-A1	2014	1	US;KR	电气设备的绝缘片（声称）如传感器、双极结型晶体管（BJT）、场效应晶体管、异质结双极晶体管（HBT）、单电子晶体管、发光二极管、有机发光二极管。
44	US2014234680-A1	2014	1	US;KR;EP,CN	石墨烯薄膜，作为用于包括超级电容器、二次电池、燃料电池和太阳能电池的电气装置的电极结构。
45	US2014145148-A1	2014	1	US;KR	场效应晶体管，如 P 型半导体沟道晶体管和 n 型半导体沟道晶体管。
46	US2013306934-A1	2013	1	US;KR	生物传感器可用于诊断各种疾病。
47	US2013285018-A1	2013	1	US;KR	光电探测器。
48	US2013153860-A1	2013	1	US;KR	用于纳米电子器件如电流电能和压电元件。
49	US2013139865-A1	2013	1	US;KR	石墨烯和聚合物的复合结构可用在热电元件（要求）、电容器、传感器和光学元件中。
50	US2013079503-A1	2013	1	US;KR	MRI 造影剂组合物。
53	KR1160909-B1	2012	1	WO;US;KR	石墨烯薄膜，用于显示器和太阳能电池的透明电极。

54	US2012021249-A1	2012	1	US;KR	可用于控制多个石墨烯层生产单层或双层石墨烯，产物用于透明电极；电气设备包括存储器件、晶体管、传感器、超级电容器、燃料电池和太阳能电池；包括场发射显示器，液晶或有机发光器件；储氢装置；光纤等。
55	US2011171427-A1	2011	1	US;KR	作为电极材料的各种电气和电子设备等新一代的场效应晶体管（FET），二极管，或各种设备如高端传感器如像素显示，生物带、手术手套、多关节机器人的传感器和光电器件表面。

4.5 小结

韩国在石墨烯领域里虽然专利申请量远不及中国，但是韩国在石墨烯基础研究和产业化发展方面比较均衡，韩国企业一般比较重视与大学建立长期深入的合作，产学研合作程度远高于中国，并且企业集团内部也往往存在密切的协同创新关系。由于这些集团公司的支持和推动，韩国的石墨烯产业发展迅速。目前全球推进的 10 个石墨烯国际标准中有 5 个由韩国主导。

1) 三星集团目前已初步形成石墨烯上下游之间的产业链布局，在石墨烯制备领域的专利申请主要集中在化学气相沉积法制备石墨烯薄膜、相关设备和石墨烯品质检测；应用领域的专利申请主要涉及锂电池、LED&OLED、触摸屏、液晶显示、晶体管、传感器等方面。

2) LG 集团主要致力于以石墨为原料制备石墨烯材料及其在锂离子电池、导电油墨、散热、电缆等领域的应用，同时也涉及 CVD 制备石墨烯及其显示器件和 LED&OLED 中的应用。

3) 成均馆大学与企业之间的合作非常活跃，其中最重要的合作伙伴是三星集团，制备技术主要涉及化学氧化还原法和化学气相沉积法，应用技术涉及领域非常广泛，主要集中在显示装置、传感器、晶体管、LED&OLED、储能等方面。

5、石墨烯中国专利重点分析

考虑到专利申请的语言问题以及数据收录的及时性等问题,利用宁波市科技文献检索服务中心的 WIPS Global 专利数据库对石墨烯中国专利进行了重新检索,共检索到石墨烯中国专利申请 18931 件,发明数量 17306,实用新型 1616 件,外观 9 件。其中 PCT 发明专利 737 件,数据检索时间为 2017 年 3 月 1 日。

5.1 石墨烯中国专利数量年度分布分析

图 5-1-1 给出了我国公开(基于公开/公告年)的石墨烯专利申请数量的年度分布情况。可以看出,我国石墨烯专利的申请与受理始于本世纪初,自 2008 年至今,我国石墨烯专利申请数量一直处于在快速增长⁷。中国政府、科研机构以及相关企业近年来对石墨烯相关技术一直保持高度的重视,国内石墨烯研发的高潮持续不减。

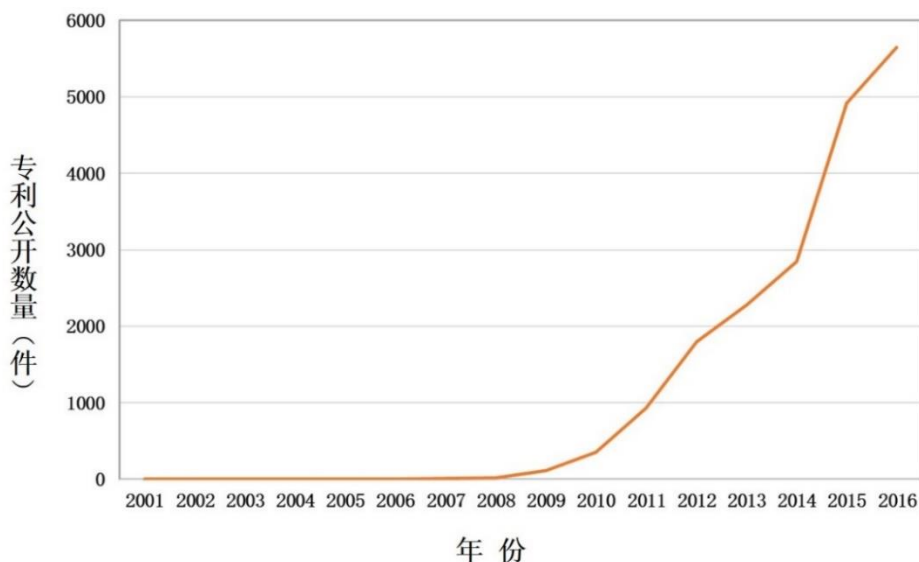


图 5-1-1 我国受理的石墨烯专利公开数量年度变化趋势

5.2 石墨烯中国专利申请来源地分析

在检索到的 17306 件石墨烯中国发明专利申请中,国内申请 16569 件(包含中国台湾地区 73 件),占 95.7%;其余 737 件为国外申请,占 4.3%,主要来源于以下国家/地区:美国(1.4%)、日本(0.9%)、韩国(0.9%)等(见图 5-2-1)。

⁷ 注:由于专利从申请到公开,会有一定的时间延迟,图中近两年数据,特别是申请量数据会小于实际数据,仅供参考。

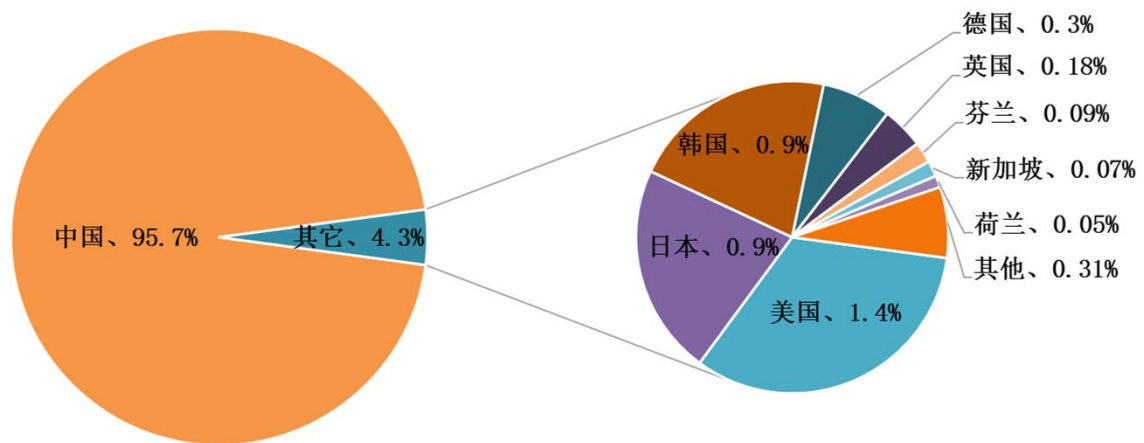


图 5-2-1 石墨烯中国发明专利申请来源国家/地区构成

5.3 石墨烯中国专利申请法律状态分析

图 5-3-1 给出了国家知识产权局受理的石墨烯专利申请（包含 737 件石墨烯 PCT 专利申请）的法律状态⁸概况。可以看出，未决专利申请占到了 54.7%，授权专利已占到 33.4%，撤回专利占 7.2%，驳回专利占 2%。这主要是因为石墨烯技术在产业化的过程中，市场方向并不明朗，随着新技术的产生发展，导致某些专利缺乏市场价值，从而促使相关专利持有人选择撤回相关专利。

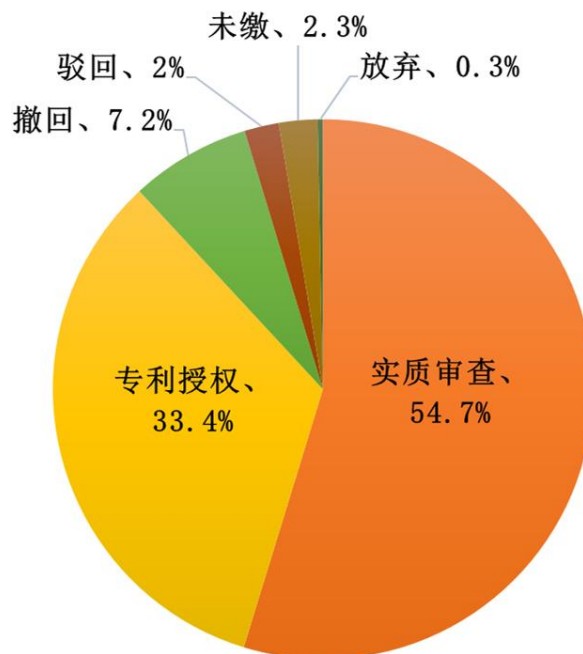


图 5-3-1 石墨烯中国专利法律状态

⁸ 法律状态检索自佰腾网（<http://so.baiten.cn/>），数据检索时间为 2017 年 03 月 20 日。

5.4 大学、企业、研究机构等各单元对比分析

5.4.1 专利申请人类型及申请数量分析

经过数据清洗，检索到的 18931 件石墨烯中国专利共有 4140 个申请人。结合石墨烯中国和国外专利申请人的具体情况，我们将这些申请人分为大学、企业、研究机构以及个人等单元（见图 5-4-1 和图 5-4-2）。可以看出，在我国国内申请人的数量及所占比例分别为：企业 2444（62.9%）、大学 589（15.2%）、个人 694（17.9%）、其他研究机构 110（2.8%）、中科院 50（1.3%）；在我国国外申请人的数量及所占比例分别为：企业 170（64.4%）、研究机构 28（10.6%）、大学 56（21.2%）、个人 10（3.8%）。

虽然中科院申请人数仅占 1.3%，但是其专利申请数量却占到 7%，大学申请人数仅占 15.2%，但其专利申请数量却占到 43.6%；其中需要注意的是，企业和个人的专利申请数量分别占到 38.6%和 8.6%，这说明石墨烯的研究目前在某些领域已经开始向产业化方向快速发展。

国外申请人当中，企业的申请数量占到 64.4%，研究机构和大学分别占 10.6%和 21.2%，可以看出，来华申请人以企业为主。

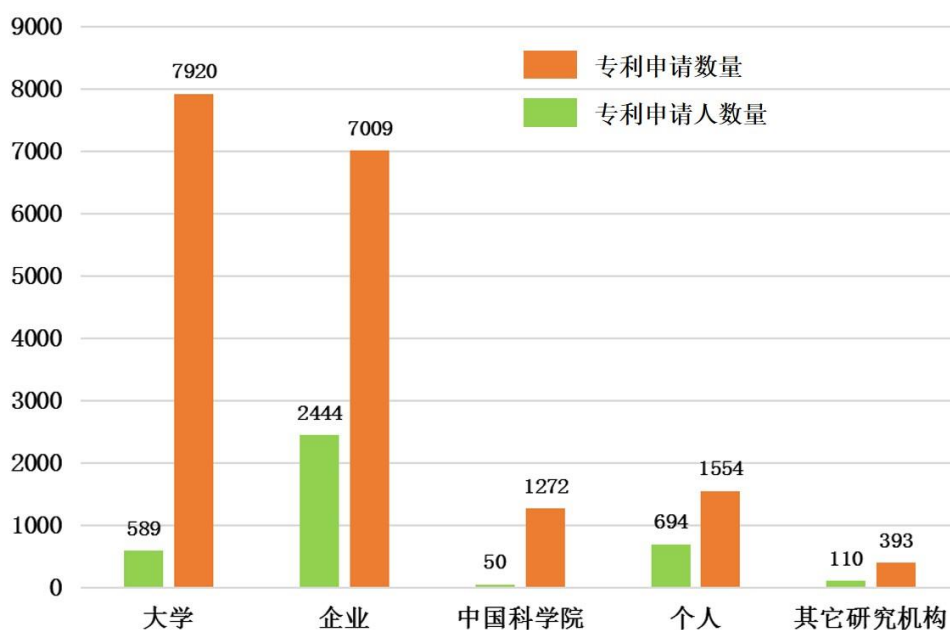


图5-4-1 石墨烯中国国内申请人各单元专利申请人数量、申请数量对比

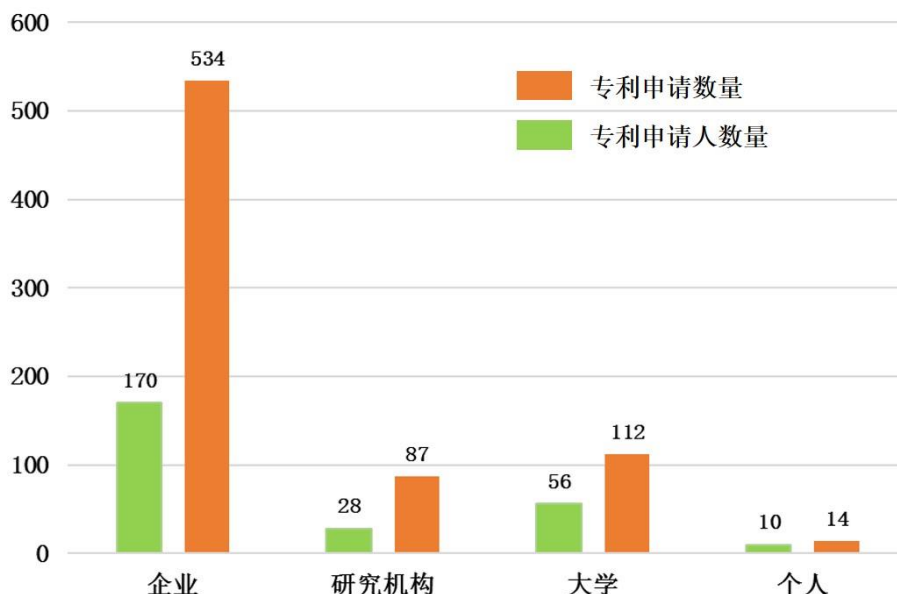


图5-4-2 石墨烯国外申请人各单元专利申请人数量、申请数量对比

5.4.2 各单元重要机构分析

表 5-4-1 给出了大学、企业、中科院及其他研究机构等各单元的重要机构的专利申请情况。可以看出，国内申请人当中专利申请数量较多的大学包括浙江大学、哈尔滨工业大学、清华大学、东南大学、上海交通大学、常州大学、上海大学等；企业申请人当中申请专利数量较多的包括成都新柯力化工科技有限公司、中国航空工业集团公司北京航空材料研究院、重庆墨希科技有限公司、京东方科技集团股份有限公司、常州二维碳素科技有限公司等。结合图 5-4-1 可以看出，企业单元的专利申请人不管是专利申请人数量还是专利申请量，都相对较多，这说明越来越多的企业开始注重石墨烯技术的研究和市场开发；中科院系统专利申请数量较多的机构包括中科院宁波材料技术与工程研究所、中科院重庆绿色智能技术研究院、中科院上海微系统与信息技术研究所、中科院苏州纳米技术与仿生研究所、国家纳米科学中心、中科院微电子研究所、中科院上海硅酸盐研究所、中科院山西煤炭化学研究所、中科院金属研究所等；专利申请数量较多的其他国外研究机构有美国国际商业机器公司、美国英派尔科技开发有限公司、洛克希德马丁公司、株式会社半导体能源研究所、积水化学工业株式会社、日本索尼、日本东芝、三星电子株式会社、韩国 LG、巴斯夫、德国英飞凌科技股份有限公司、英国曼彻斯特大学、芬兰诺基亚公司等。

表5-4-1 大学、企业、中科院及其他研究机构各单元重要机构

机构名称	专利数量（件）	百分比（%） ⁹
大学		
浙江大学	291	1.53
哈尔滨工业大学	226	1.19
清华大学	213	1.13
东南大学	185	0.98
上海交通大学	168	0.89
常州大学	161	0.85
上海大学	157	0.83
复旦大学	152	0.8
东华大学	149	0.79
电子科技大学	144	0.76
北京化工大学	138	0.73
天津大学	136	0.72
华南理工大学	121	0.64
同济大学	118	0.62
中南大学	106	0.56
西安电子科技大学	105	0.55
北京大学	102	0.54
南京理工大学	102	0.54
武汉理工大学	96	0.5
江南大学	90	0.48
企业		
成都新柯力化工科技有限公司	99	0.52
重庆墨希科技有限公司	83	0.46

⁹ 注：指的是占本单元所有专利申请数量的百分比

2017 石墨烯技术专利分析报告

京东方科技集团股份有限公司	63	0.33
常州二维碳素科技有限公司	49	0.26
成都纳硕科技有限公司	45	0.24
佛山市高明区尚润盈科技有限公司	44	0.23
无锡市翱宇特新科技发展有限公司	42	0.22
无锡格菲电子薄膜科技有限公司	41	0.22
江阴碳谷科技有限公司	39	0.21
佛山市高明区诚睿基科技有限公司	38	0.2
深圳市华星光电技术有限公司	37	0.19
厦门凯纳	36	0.19
济南圣泉集团股份有限公司	33	0.17
无锡东恒新能源科技有限公司	33	0.17
芜湖市宝艺游乐科技设备有限公司	33	0.17
常州第六元素材料科技股份有限公司	31	0.16
无锡市明盛强力风机有限公司	31	0.16
福建省辉锐材料科技有限公司	29	0.15
宁波墨西科技有限公司	31	0.16
泰州巨纳新能源有限公司	27	0.14
烯旺集团	23	0.13
济宁利特纳米技术有限责任公司	26	0.14
台湾财团法人工业技术研究院	11	0.06
台湾安炬科技股份有限公司	11	0.06
台湾铼钻科技股份有限公司	8	0.04
中科院&其它研究机构		
中科院宁波材料技术与工程研究所	153	0.77
中科院重庆绿色智能技术研究院	128	0.65
中科院上海微系统与信息技术研究所	114	0.57
中科院苏州纳米技术与仿生研究所	76	0.38

2017 石墨烯技术专利分析报告

国家纳米科学中心	70	0.35
中科院微电子研究所	69	0.35
中科院上海硅酸盐研究所	67	0.34
中科院山西煤炭化学研究所	58	0.29
中科院金属研究所	57	0.29
中科院化学研究所	56	0.28
中科院大连化学物理研究所	42	0.21
中科院物理研究所	33	0.17
中科院深圳先进技术研究院	33	0.17
中国科学院兰州化学物理研究所	30	0.15
中国航空工业集团公司北京航空材料研究院	95	0.5
国外重要申请人		
美国国际商业机器公司	39	0.2
美国英派尔科技开发有限公司	18	0.09
洛克希德马丁公司	12	0.06
美国巴特尔纪念研究院	9	0.05
美国普林斯顿大学理事会	8	0.04
美国 PPG 工业俄亥俄公司	8	0.04
株式会社半导体能源研究所	42	0.22
积水化学工业株式会社	21	0.11
日本索尼	11	0.06
日本东芝	11	0.06
日本松下	8	0.04
日本-JX 日矿日石金属株式会社	7	0.04
三星电子株式会社	69	0.36
韩国 LG	17	0.09
韩国现代	8	0.04
韩国汉阳大学校产学协力团	6	0.03

韩国东进世美肯株式会社	5	0.03
巴斯夫	20	0.1
德国英飞凌科技股份有限公司	9	0.05
英国曼彻斯特大学	10	0.05
芬兰诺基亚公司	14	0.07
新加坡国立大学	9	0.05

5.4.3 重要申请人及合作关系分析

中国在石墨烯的研究中，高校科研院所表现的非常活跃，大学参与比例高达43.6%。一般而言，对于一个产业而言，企业的参与度与整个产业的成熟度在一定程度上呈现正比例关系。从表 5-4-2 重要申请人及合作关系来看，虽然中国的大学和研究机构在石墨烯领域中产出丰富，但多数专利是单独申请，绝大部分专利技术未能进行有效转化，这是因为参与石墨烯产业化的多数是初创型小微企业，多数只能接受高校和研究机构的技术许可，自身缺乏技术研发实力，石墨烯产品在应用当中出现的技术问题往往无法得到及时有效解决。急功近利倾向严重，往往只关心科研能否快速得以应用和赢得利润，缺乏对未来石墨烯产业核心技术的关注。未来如能建立高效的产学研合作机制，加速研究成果从大学和研究机构到产业的转移，将会极大的促进石墨烯的产业化和市场化。

中科院系统近几年在技术转移方面工作一直走在国内的前列，比如中国科学院重庆绿色智能技术研究院与重庆墨希科技有限公司之间，中国科学院宁波材料技术与工程研究所与宁波墨西科技有限公司之间都建立起了长期深入的合作关系。对石墨烯的产业化起到了积极的推动作用。

另外，国内的大企业如鸿海集团与清华大学，华为公司与浙江大学、中国科学技术大学，京东方集团内部子公司之间也都在加强合作关系，开始在石墨烯的高端应用领域进行布局。

表 5-4-2 重要申请人及合作关系

申请人	专 利 数	专 利 合 作 数	合 作 者 数 量	主要合作者及次数统计	
				合作者	合 作 次 数

2017 石墨烯技术专利分析报告

清华大学	199	71	10	鸿富锦精密工业（深圳）有限公司	61
				山东润昇电源科技有限公司	2
				中北大学	1
				中国平煤神马能源化工集团有限责任公司	1
				中国科学院化学研究所	1
				北京三星通信技术研究有限公司	1
				新疆兵团现代绿色氯碱化工工程研究中心（有限公司）	1
				江苏华东锂电技术研究院有限公司	1
				深圳金信诺高新技术股份有限公司	1
				陕西国能新材料有限公司	1
中国科学院重庆绿色智能技术研究院	177	75	3	重庆墨希科技有限公司	73
				四川大学	1
				广东健舟环保股份有限公司	1
北京化工大学	136	11	8	北京北化新橡特种材料科技股份有限公司	3
				敦颐纳米科技（苏州）有限公司	2
				蓝星（北京）化工机械有限公司	2
				北京卫星制造厂	1
				国家电网公司	1
				国网智能电网研究院	1
				风神轮胎股份有限公司	1
				江苏当升材料科技有限公司	1
四川大学	69	8	6	广东生益科技股份有限公司	3
				中国科学院重庆绿色智能技术研究院	1
				复旦大学	1
				常州第六元素材料科技股份有限公司	1
				无锡康烯塑料科技有限公司	1
				赵明久	1
中国科学院化学研究	63	5	5	中国运载火箭技术研究院	2

2017 石墨烯技术专利分析报告

所				航天材料及工艺研究所	2
				中国石油天然气股份有限公司	1
				北京科技大学	1
				清华大学	1
京东方科技集团股份 有限公司	73	27	5	北京京东方光电科技有限公司	13
				合肥鑫晟光电科技有限公司	9
				鄂尔多斯市源盛光电有限责任公司	3
				北京京东方显示技术有限公司	1
				成都京东方光电科技有限公司	1
常州大学	180	27	13	江南石墨烯研究院	7
				南通江海电容器股份有限公司	4
				常州江工阔智电子技术有限公司	3
				南京理工大学	2
				常州合润新材料科技有限公司	2
				常州碳润新材料科技有限公司	2
				常州耀春格瑞纺织品有限公司	2
				苏州科技学院	2
				常州药物研究所有限公司	1
				江苏华光粉末有限公司	1
				江苏昊华精细化工有限公司	1
				江苏省特种设备安全监督检验研究院	1
				江苏航天惠利特环保科技有限公司	1
江南石墨烯研究院	32	21	8	常州大学	7
				常州博碳环保科技有限公司	6
				东南大学	3
				李修兵	3
				常州碳宇纳米科技有限公司	2
				常州益辉新能源科技有限公司	1
				常州碳星科技有限公司	1

2017 石墨烯技术专利分析报告

				江苏博肯碳晶材料科技有限公司	1
东华大学	166	10	7	佛山市迭蓓丝生物科技有限公司	8
				上海天顺环保设备有限公司	3
				上海三伊环境科技有限公司	1
				上海朴盛新材料科技有限公司	1
				国网上海市电力公司	1
				江苏金泽新材料有限公司	1
				江苏鹰游纺机有限公司	1
巴斯夫欧洲公司	19	14	4	马克思—普朗克科学促进协会公司	12
				瑞士联邦材料测试与开发研究所	2
				瑞士材料科学技术研究所	1
				瑞士联邦材料科学与技术研究所	1
上海交通大学	200	14	14	上海中聚佳华电池科技有限公司	7
				罗伯特·博世有限公司	2
				上海飞机制造有限公司	1
				上海驿度数码科技有限公司	1
				中国海洋石油总公司	1
				中海油新能源投资有限责任公司	1
				平顶山市东方碳素有限公司	1
				福建龙净环保股份有限公司	1
无锡格菲电子薄膜科技有限公司	57	5	3	冯冠平	3
				无锡力合光电传感技术有限公司	1
				深圳烯旺新材料科技股份有限公司	1
泰州巨纳新能源有限公司	33	6	4	上海巨纳科技有限公司	4
				泰州石墨烯研究检测平台有限公司	4
				中国兵器工业新技术推广研究所	2
				内蒙古石墨烯材料研究院	2
华侨大学	18	12	5	厦门凯纳石墨烯技术有限公司	6
				厦门祥福兴胶粘制品有限公司	1

2017 石墨烯技术专利分析报告

				福建凯立特种石墨有限公司	1
现代自动车株式会社	10	7	4	成均馆大学校产学协力团	4
				韩国 CERAMIC 技术院	4
				庆北大学校产学协力团	1
				起亚自动车株式会社	1
中国科学院宁波材料 技术与工程研究所	168	8	4	宁波墨西科技有限公司	4
				芜湖春风新材料有限公司	2
				宁波海雨新材料科技有限公司	1
				宁波莲华环保科技股份有限公司	1
复旦大学	163	5	4	复旦大学附属华山医院	2
				中国科学院上海微系统与信息技术研究所	1
				四川大学	1
				常州有则科技有限公司	1
中国科学院上海微系 统与信息技术研究所	132	7	7	上海中科高等研究院	1
				上海新安纳电子科技有限公司	1
				上海蓝迪数码科技有限公司	1
				东南大学	1
				中国科学院上海硅酸盐研究所	1
				复旦大学	1
				南京航空航天大学	1
中国科学院山西煤炭 化学研究所	64	7	3	山西煤炭运销集团有限公司	4
				北京建筑大学	2
				太原科技大学	1
中国科学院化学研 究所	63	5	5	中国运载火箭技术研究院	2
				航天材料及工艺研究所	2
				中国石油天然气股份有限公司	1
				北京科技大学	1
				清华大学	1
中国科学院微电子研	75	5	4	中国科学院嘉兴微电子仪器与设备工程中心	3

研究所				华进半导体封装先导技术研发中心有限公司	1
				江苏中科君芯科技有限公司	1
				江苏物联网研究发展中心	1
中国科学院上海硅酸盐研究所	72	6	3	盘固水泥集团有限公司	3
				常州盘石水泥有限公司	2
				中国科学院上海微系统与信息技术研究所	1
厦门大学	57	7	6	厦门聚莹光电科技有限公司	2
				厦门万新橡胶有限公司	1
				厦门凯纳石墨烯技术股份有限公司	1
				厦门聚莹光电科技有限公司	1
				福建南平南孚电池有限公司	1
				延平区鑫东来新型导电材料加工厂	1
京东方科技集团股份有限公司	73	27	5	北京京东方光电科技有限公司	13
				合肥鑫晟光电科技有限公司	9
				鄂尔多斯市源盛光电有限责任公司	3
				北京京东方显示技术有限公司	1
				成都京东方光电科技有限公司	1
华为技术有限公司	17	6	3	浙江大学	4
				上海大学	1
				中国科学技术大学	1
中芯国际集成电路制造(上海)有限公司	6	2	1	中芯国际集成电路制造(北京)有限公司	1

5.5 石墨烯中国发明专利深度分析

在前面分析的基础上,我们从以下方面对检索到的 17306 件石墨烯中国发明专利进行了逐件解读,按照制备石墨烯的方法划分为 Top-Down 和 Bottom-up 两大类:(1)通过 Top-Down 途径制备石墨烯,该技术途径主要涉及以石墨、碳纳米管、煤炭等为原料通过化学氧化还原、机械剥离、插层剥离等方式制备石墨烯;

(2)通过 Bottom-up 途径制备石墨烯,该技术途径一般是在一定条件下使含碳物质分解,形成碳基碎片甚至碳原子,最后形成石墨烯晶格结构。目前使用最广

泛的是将甲烷等含碳气体在铜、镍等金属表面催化形成石墨烯，也有通过在 SiC 等晶体表面外延生长石墨烯或含碳有机物在一定条件下形成石墨烯。

5.5.1 Top-Down 制备石墨烯发明专利功效分析

该章节主要分析以石墨为原料制备石墨烯的发明专利技术。目前该技术领域的相关专利一共有 14564 件，主要涉及石墨烯原材料、制备技术、生产工艺及检测技术和石墨烯应用产品。

5.5.1.1 石墨烯原材料、制备技术及生产工艺专利分析

目前涉及石墨烯原材料、制备技术、生产工艺和检测技术的发明专利一共有 2152 件（图 5-5-1-1），原材料包括粉体-浆料、石墨烯膜、石墨烯纤维、宏观组装体、量子点、多孔石墨烯等；制备技术划分为机械剥离、插层剥离、化学氧化还原、电化学制备技术等；生产工艺划分为分离-提纯-分散、功能改性、检测、设备等。

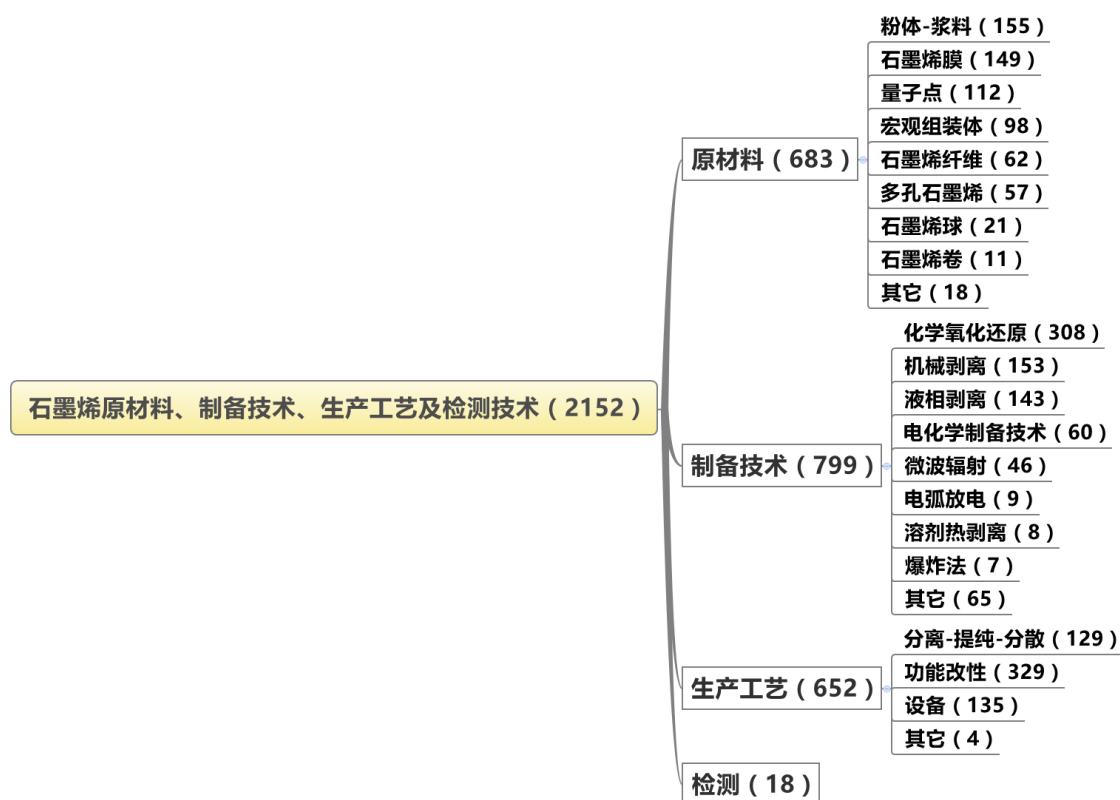


图 5-5-1-1 石墨烯原材料、制备技术、生产工艺及检测技术分类

表 5-5-1-1 给出了石墨烯原材料、制备技术、生产工艺及检测技术专利的重要申请人，可以看出石墨烯原材料的专利在高校、中科院和企业都有较多申请，主要包括粉体、浆料、石墨烯膜、石墨烯纤维、宏观组装体等；石墨烯制备技术

的专利主要集中在高校、中科院和国外申请人,主要技术领域包括化学氧化还原、插层剥离、电化学制备技术等;在石墨烯生产工艺技术领域,高校和中科院主要集中在表面改性、掺杂改性、分散等方面、企业则主要集中在相关设备领域的开发、国外申请人在设备、分散、表面改性等诸多领域都有所涉及;石墨烯检测方面的专利目前主要集中在氧化石墨烯的氧化还原程度检测。

表 5-5-1-1 石墨烯原材料、制备技术、生产工艺及检测专利重要申请人

石墨烯原材料		
机构名称	专利数量 (件)	技术方案
大学		
浙江大学	20	粉体 (1)、石墨烯纤维 (8)、石墨烯膜 (7)、多孔石墨烯 (1)、宏观组装体 (2)、石墨烯球 (1)
东南大学	18	石墨烯膜 (3)、宏观组装体 (6)、量子点 (1)、石墨烯纤维 (2)、石墨烯球 (1)、粉体 (1)、石墨烯膜 (4)
清华大学	12	宏观组装体 (2)、多孔石墨烯 (3)、量子点 (1)、石墨烯膜 (2)、浆料 (2)、石墨烯纤维 (2)
上海交通大学	11	浆料 (3)、粉体 (1)、量子点 (3)、石墨烯膜 (4)
华南理工大学	9	粉体 (2)、浆料 (1)、石墨烯纤维 (1)、多孔石墨烯 (1)、宏观组装体 (4)、量子点 (1)
东华大学	10	石墨烯纤维 (5)、宏观组装体 (2)、石墨烯膜 (3)
中国科技大学	6	石墨烯纤维 (2)、宏观组装体 (1)、量子点 (1)、多孔石墨烯 (1)、石墨烯膜 (1)
上海大学	6	量子点 (5)、石墨烯膜 (1)
复旦大学	5	粉体 (1)、量子点 (2)、石墨烯膜 (1)、宏观组装体 (1)
企业		
南京新月材料科技有限公司	7	石墨烯纤维 (2)、宏观组装体 (2)、粉体 (2)、石墨烯膜 (1)

2017 石墨烯技术专利分析报告

浙江碳谷上希材料科技有限公司	6	石墨烯膜 (1)、浆料 (1)、石墨烯纤维 (2)、宏观组装体 (1)、石墨烯球 (1)
盐城增材科技有限公司	6	石墨烯纤维 (2)、石墨烯膜 (1)、宏观组装体 (1)、石墨烯纳米棒 (1)、量子点 (1)
常州-无锡第六元素材料科技股份有限公司	6	粉体 (2)、多孔石墨烯 (2)、浆料 (2)
中国台湾安炬科技股份有限公司	4	浆料 (1)、石墨烯纤维 (1)、粉体 (2)
深圳市贝特瑞纳米科技有限公司	5	浆料 (1)、粉体 (2)、石墨烯球 (1)、多孔石墨烯 (1)
宁波墨西科技有限公司	5	粉体 (5)
厦门凯纳石墨烯技术有限公司	3	粉体 (3)
中科院		
中科院宁波材料技术与工程研究所	25	粉体 (8)、浆料 (6)、多孔石墨烯 (1)、石墨烯卷 (2)、石墨烯纤维 (1)、宏观组装体 (2)、石墨烯膜 (4)、量子点 (1)
中科院上海微系统与信息技术研究所	6	粉体 (3)、量子点 (3)
中科院上海硅酸盐研究所	7	多孔石墨烯 (2)、粉体 (1)、石墨烯卷 (1)、宏观组装体 (1)、石墨烯膜 (2)
中科院山西煤炭化学研究所	5	石墨烯膜 (1)、浆料 (2)、粉体 (1)、量子点 (1)
中科院苏州纳米技术与纳米仿生研究所	5	石墨烯球 (1)、宏观组装体 (1)、浆料 (2)、石墨烯膜 (1)
中科院化学研究所	4	宏观组装体 (2)、粉体 (1)、石墨烯球 (1)
中科院上海应用物理研究所	3	石墨烯纤维 (2)、多孔石墨烯 (1)
中科院兰州化学物理研究所	3	石墨烯卷 (1)、量子点 (2)
国外重要申请人		
美国普林斯顿大学	1	粉体
美国泰科电子公司	1	宏观组装体
瑞士巴莱诺斯清洁能源控股公司	1	浆料
英国生物纳米中心有限公司	1	宏观组装体
新加坡真实 2 材料有限公司	1	粉体

2017 石墨烯技术专利分析报告

澳大利亚莫纳什大学	2	粉体 (1)、石墨烯膜 (1)
日本独立行政法人物质・材料研究机构	1	粉体
美国纳米技术仪器公司	1	粉体
德国埃卡特有限公司	1	浆料
美国英派尔科技发展有限公司	1	石墨烯膜
美国国际商业机器公司	1	多孔石墨烯
日本松下电器产业株式会社	1	粉体
日本积水化学工业株式会社	1	浆料
印度马德拉斯理工学院	1	量子点
英国佩尔佩图斯研究与发展有限公司	1	粉体

石墨烯制备技术

机构名称	专利数量 (件)	技术方案
------	----------	------

大学

上海大学	12	电子束辐照 (2)、电弧放电 (1)、插层剥离 (2)、微波辐射 (1)、化学氧化还原 (6)
同济大学	10	化学氧化还原 (2)、电化学制备技术 (5)、粉体 (1)、插层剥离 (2)
复旦大学	9	化学氧化还原 (3)、电化学制备技术 (2)、插层剥离 (4)
上海交通大学	5	化学氧化还原 (3)、插层剥离 (2)

企业

成都新柯力化工科技有限公司	43	机械剥离 (34)、化学氧化还原 (3)、插层剥离 (6)
江阴碳谷科技有限公司	24	插层剥离 (23)、机械剥离 (1)
江苏江大环保科技开发有限公司	6	微波辐射 (6)
德阳烯碳科技有限公司	6	插层剥离 (5)、电化学制备技术 (1)

中科院

中科院山西煤炭化学研究所	9	微波辐射 (2)、化学氧化还原 (3)、插层剥离 (3)、电化学制备技术 (1)
中科院宁波材料技术与工程研究所	8	化学氧化还原 (3)、插层剥离 (4)、微波

		辐射 (1)
中科院兰州化学物理研究所	6	化学氧化还原 (4)、微波辐射 (1)、电弧放电 (1)
中科院深圳先进技术研究院	3	化学氧化还原 (1)、插层剥离 (1)、电化学制备技术 (1)
中科院上海微系统与信息技术研究所	4	微波辐射 (1)、等离子灰化技术 (1)、机械剥离 (1)、插层剥离 (1)
中科院过程工程研究所	4	化学氧化还原 (3)、电化学制备技术 (1)
中科院上海硅酸盐研究所	3	化学氧化还原 (1)、机械剥离 (2)
国外重要申请人		
塞浦路斯戴雷克塔普利专利及科技有限公司	1	机械剥离
澳大利亚卧龙岗大学	2	化学氧化还原 (2)
韩国新正直技术株式会社	1	化学氧化还原
美国威廉马歇莱斯大学	1	化学氧化还原
德国拜尔技术服务有限责任公司	1	插层剥离
法国国家科学研究中心	1	机械剥离
美国英派尔科技开发有限公司	1	机械剥离
新加坡国立大学	1	插层剥离
日本积水化学工业株式会社	1	机械剥离
英国曼彻斯特大学	5	化学氧化还原 (1)、插层剥离 (1)、电化学制备技术 (3)
日本株式会社半导体能源研究所	4	化学氧化还原 (4)
美国-施乐公司	1	真空感应加热可膨胀石墨
英国阿尔斯特大学	1	插层剥离
意大利-戴雷克塔普拉斯股份公司	1	微波辐射
日本积水化学工业株式会社	3	电化学制备技术 (1)、插层剥离 (1)、微波辐射 (1)
韩国现代自动车株式会社	1	插层剥离
日本松下知识产权经营株式会社	1	插层剥离

2017 石墨烯技术专利分析报告

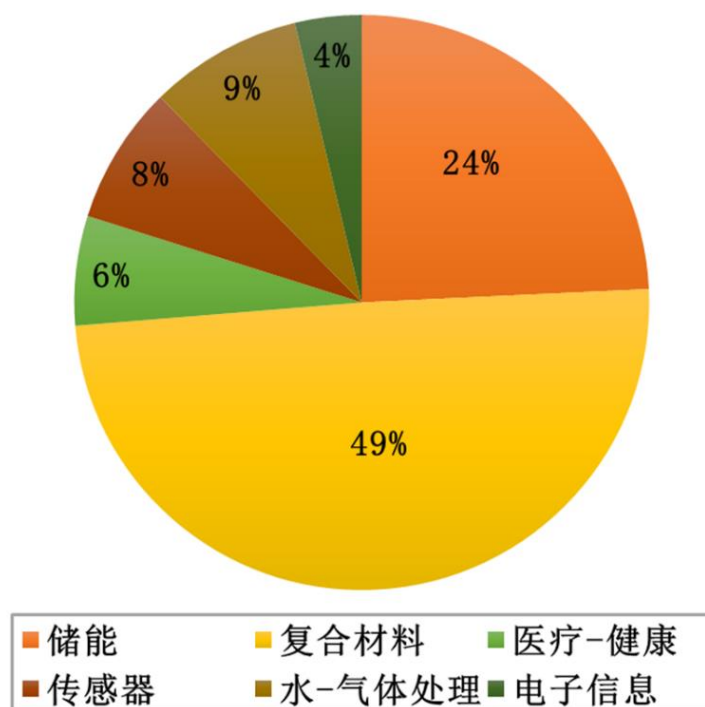
美国纳米技术仪器公司	1	化学氧化还原
瑞士 ABB 技术有限公司	1	化学氧化还原
美国新泽西鲁特格斯州立大学	1	机械剥离
西班牙康斯乔最高科学研究公司	1	插层剥离
美国 3M 创新有限公司	1	插层剥离
韩国株式会社 LG 化学	2	插层剥离 (2)
韩国伊思幕有限公司	1	机械剥离
日本石墨烯平台株式会社	2	机械剥离 (2)
韩国株式会社东进世美肯	1	插层剥离
剑桥企业有限公司	1	电化学制备技术
石墨烯生产工艺		
机构名称	专利数量 (件)	技术方案
大学		
浙江大学	10	表面改性 (8)、提纯 (1)、掺杂改性 (1)
南京大学	9	掺杂改性 (7)、表面改性 (2)
同济大学	6	分离 (3)、表面改性 (1)、检测 (1)、掺杂改性 (1)
华南理工大学	6	表面改性 (5)、掺杂改性 (1)
哈尔滨工业大学	5	表面改性 (5)、掺杂改性 (1)
复旦大学	3	表面改性 (2)、掺杂改性 (2)
上海交通大学	5	表面改性 (3)、提纯 (1)、掺杂改性 (1)
企业		
无锡东恒新能源科技有限公司	23	设备 (23)
江阴碳谷科技有限公司	9	设备 (9)
盐城纳新天地新材料科技有限公司	10	分散 (10)
江苏江大环保科技开发有限公司	6	设备 (6)
中科院		
中科院山西煤炭化学研究所	6	掺杂改性 (4)、表面改性 (1)、分散 (1)、

中科院宁波材料技术与工程研究所	6	表面改性 (1)、分散 (5)
中科院上海微系统与信息技术研究所	4	掺杂改性 (1)、提纯 (1)、检测 (1)、分散 (1)
中科院大连化学物理研究所	3	表面改性 (2)、掺杂改性 (1)
国外重要申请人		
韩国新正直技术株式会社	1	设备
意大利维尔萨利斯股份公司	1	分散
美国蒙特克莱尔州立大学	1	表面改性
英国曼彻斯特大学	1	表面改性
美国英派尔科技开发有限公司	1	石墨烯缺陷的改进
日本-积水化学工业株式会社	1	表面改性
英国-UCL 商业有限公司	1	分散
美国-纽约城市大学研究基金会	1	表面改性
美国-贝克休斯公司	1	表面改性
日本国立大学法人东京大学	1	分散
英国特斯拉纳米涂料有限公司	1	表面改性
巴斯夫欧洲公司	1	表面改性
日本松下电器产业株式会社	1	分离
意大利迪热克塔普拉斯股份公司	1	分散
韩国韩化石油化学株式会社	2	设备
美国 PPG 工业俄亥俄公司	1	分散
检测技术		
中科院半导体研究所	1	石墨插层化合物拉曼表征 (1)
复旦大学	1	无损检测石墨烯膜厚度
吉林大学	1	氧化石墨烯还原程度
西安电子科技大学	1	石墨烯载流子迁移率
青岛大学	1	溶液中石墨烯检测方法
同济大学	1	氧化石墨烯溶液阻抗检测
济宁利特纳米技术有限责任公司	2	氧化石墨烯中锰含量检测方法 (1)、石墨

		烯溶液分散度检测 (1)
中国科学院半导体研究所	1	石墨烯层数检测
江苏大学	1	氧化石墨烯检测
泰州巨纳新能源有限公司	1	石墨烯层数检测
韩国汉阳大学校产学协力团	1	石墨烯氧化程度检测
青岛华高石墨烯科技股份有限公司	1	氧化石墨烯热重分析
南开大学	1	氧化石墨烯定性分析
南京工业大学	1	单层氧化石墨烯染色可见方法
中国科学院山西煤炭化学研究所	1	石墨烯材料表面含氧官能团定量分析
常州第六元素材料科技股份有限公司	11	氧化石墨烯氧化程度的定量检测
四川理工学院	1	石墨烯表面吸脱力定量检测

5.5.1.2 石墨烯应用产品专利分析

从石墨烯的应用领域来看（见图 (a)、图 (b)），石墨烯应用研究方面的专利申请共 12316 件，主要集中在储能（锂离子电池、超级电容器、太阳能、燃料电池、铅酸电池等）、复合材料（导电材料、导热材料、增强-增韧材料、防腐、合金等）、电子信息（透明导电薄膜、光电材料、柔性显示等）、水/气体处理（催化降解、吸附、空气净化等）等六大领域，其中申请量较多的主要有储能（专利申请量 2987 件，占总申请量的 24.3%）；复合材料（专利申请量 6091 件，占总申请量的 49.5%）；水/气体处理（专利申请量 1060 件，占总申请量的 8.6%）。



图(a) Top-Down石墨烯专利应用技术类型构成



图 (b) Top-Down 石墨烯应用技术分类

(1) 储能

从储能领域来看(见图 5-5-1-2-1),石墨烯方面的专利申请共 2987 件,主要集中在锂离子电池、超级电容器、太阳能、铅酸电池、燃料电池等领域,其中申请量较多的主要有锂离子电池(专利申请量 1275 件,占总申请量的 42.7%);超级电容器(专利申请量 764 件,占总申请量的 25.6%);太阳能(专利申请量 225 件,占总申请量的 7.5%);燃料电池(专利申请量 223 件,占总申请量的 7.5%)。

结合表 5-5-1-2-1,可以看出石墨烯在超级电容器领域的应用专利主要分布在石墨烯/导电高分子复合材料、石墨烯/金属氧化物复合材料、石墨烯/碳(碳纳米管)复合材料以及多孔石墨烯等方面。结合表 5-5-1-2-1,可以看出石墨烯在超级电容器领域的应用专利重要申请人主要集中于高校;其次是中科院,尤其是中科院宁波材料技术与工程研究所在石墨烯基超级电容器材料的开发方面具有领先地位,其他申请人的申请数量则相对较少;国外申请人在中国申请的专利数量也

非常少。

石墨烯在锂离子电池中的应用目前是一个热点，一是利用石墨烯优良的导电性来提高动力电池的性能，二是利用石墨烯材料实现锂离子电池与环境间的高效散热。目前技术领域的专利申请主要集中在石墨烯复合正极材料（磷酸铁锂、磷酸锰锂、磷酸钒锂和硅酸锰锂等共 417 件专利）、石墨烯复合负极材料（硅、锡基合金、钛酸锂、二氧化钛、金属氧化物和金属硫化物等共 723 件专利）、集流体（45 件）以及电池器件（38 件）等方面。结合表 5-5-1-2-1，可以看出在锂离子电池技术领域高校、企业、中科院以及国外申请人都比较多的专利申请。其中，企业和大学申请的专利主要是石墨烯复合正极/负极材料，中科院申请的专利则主要集中于石墨烯与新型的正极或负极材料进行复合；国外申请人则主要集中于石墨烯/硅复合负极材料、石墨烯/金属氧化物复合负极材料和石墨烯/正极材料等方面。

结合表 5-5-1-2-1，可以看出石墨烯在太阳能领域的专利申请主要是薄膜电极、石墨烯在铅酸电池中主要是与电极材料进行复合，燃料电池则主要是集中于催化剂载体、质子交换膜材料等。

另外，石墨烯在太阳能、铅酸电池以、燃料电池及硫基电池等领域也有相对较多的应用。

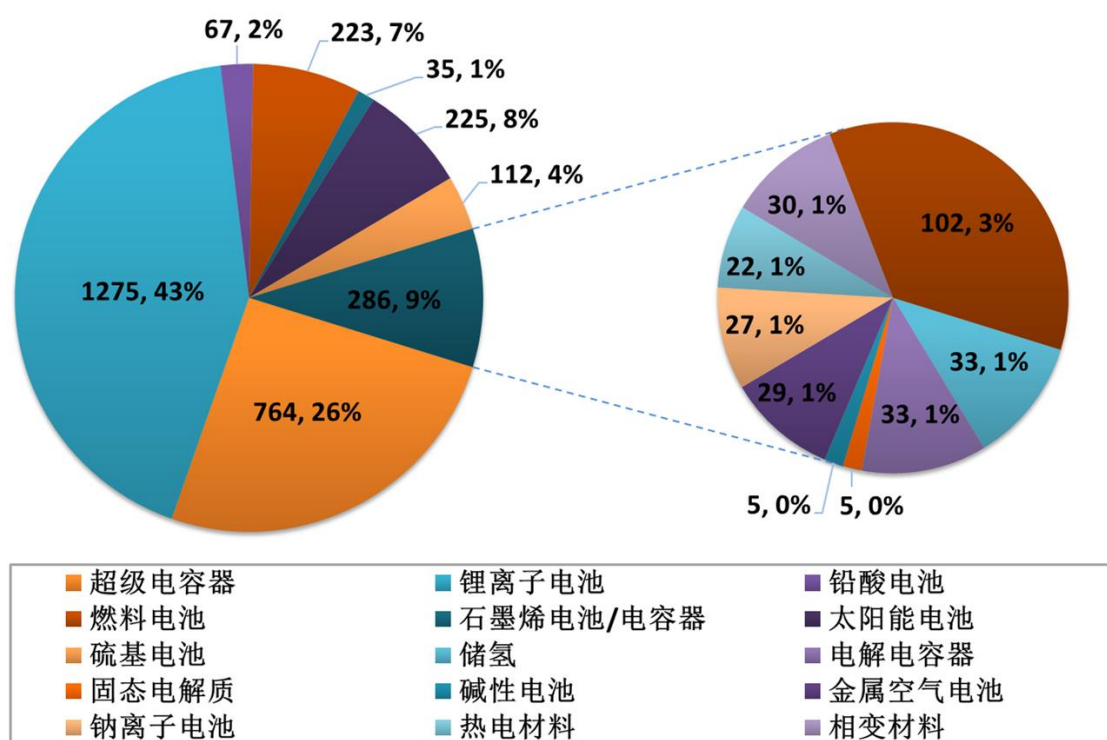


图5-5-1-2-1 石墨烯储能专利类型构成

表5-5-1-2-1 储能重要专利申请人

超级电容器		
机构名称	专利数量 (件)	技术方案
大学		
哈尔滨工业大学	17	石墨烯(1)、多孔石墨烯(1)、石墨烯/导电高分子(7)、集流体(1)、石墨烯/金属化合物(6)、石墨烯/导电高分子/金属化合物(1)
上海交通大学	15	石墨烯(4)、石墨烯/导电高分子(6)、石墨烯/金属化合物(5)
东华大学	15	石墨烯(2)、石墨烯/导电高分子(4)、石墨烯/金属化合物(6) 石墨烯/碳材料复合(3)
上海应用技术学院	13	石墨烯/导电高分子(1)、石墨烯/金属化合物(10)、石墨烯/导电高分子/金属化合物(1)、石墨烯/碳材料复合(1)
浙江大学	13	石墨烯(4)、石墨烯/碳材料复合(1)、石墨烯/导电高分子(2)、石墨烯/金属化合物(4)、电容器制作设备(2)
南京理工大学	13	石墨烯/导电高分子(7) 石墨烯/金属化合物(6)
天津大学	11	石墨烯(2)、石墨烯/金属化合物(4) 石墨烯/导电高分子(5)
北京航空航天大学	11	石墨烯(2)、电容器制作设备(1)、石墨烯/导电高分子(6)、石墨烯/金属化合物(2)
西北师范大学	10	石墨烯(2)、石墨烯/碳材料复合(1)、石墨烯/碳材料复合/金属氧化物(1)、石墨烯/导电高分子(2)、石墨烯/金属化合物(3)、石墨烯/导电高分子/金属化合物(1)
上海大学	10	石墨烯(2)、石墨烯/碳材料复合(3)、石墨烯/金属化合物(5)
电子科技大学	10	多孔石墨烯(2)、石墨烯/导电高分子(5)、石墨烯/金属化合物(4)
武汉工程大学	8	石墨烯(1)、石墨烯/碳材料复合(1)、石墨烯/导电高分子/金属化合物(5)、石墨烯/金属化合物(1)

企业			
安徽江威精密制造有限公司	23	石墨烯/导电高分子（12）、石墨烯/金属化合物（11）	
宁波南车新能源科技有限公司	9	多孔石墨烯（1）、电容器制作设备（3）、石墨烯/碳材料复合（4）、石墨烯/金属化合物（1）	
江苏江大环保科技开发有限公司	6	石墨烯/碳材料复合（3） 石墨烯/金属化合物（3）	
中国第一汽车股份有限公司	6	石墨烯（1）、石墨烯/金属化合物（1）、电容器材料（3）、石墨烯/导电高分子（1）	
山东欧铂新材料有限公司	5	石墨烯/导电高分子（5）	
铜陵市胜达电子科技有限公司	5	石墨烯/导电高分子（5）	
盐城纳新天地新材料科技有限公司	4	石墨烯/碳材料复合（4）	
铜陵泰力电子有限公司	4	石墨烯/金属化合物（1）	
中科院			
中科院宁波材料技术与工程研究所	17	刘兆平 课题组	石墨烯（2）、石墨烯/碳材料复合（1）、多孔石墨烯（9）、石墨烯/导电高分子（1）、掺杂石墨烯（1）
		其他课题组	石墨烯（3）
国家纳米科学中心	6	石墨烯/碳材料复合（4）、石墨烯/金属化合物（2）	
中科院苏州纳米技术与纳米仿生研究所	6	石墨烯/碳材料复合（2）、石墨烯/金属化合物（4）	
中科院电工研究所	5	石墨烯（1）、石墨烯/碳材料复合（1）、石墨烯/金属化合物（1）、石墨烯/导电高分子（2）	
国外重要申请人			
美国加利福尼亚大学董事会	2	石墨烯（2）	
美国 I •杜	2	石墨烯/碳材料复合（2）	
巴特尔纪念研究院	1	石墨烯/金属化合物（1）	
独立行政法人物质材料研究机构	1	石墨烯/碳材料复合（1）	

国立大学法人东京农工大学	1	石墨烯/金属化合物 (1)
韩国科学技术院	1	石墨烯 (1)
三星电子株式会社	1	石墨烯 (1)
锂离子电池		
机构名称	专利数量 (件)	技术方案
大学		
浙江大学	55	石墨烯/硫化锡 (2)、石墨烯/硫化钼 (20)、石墨烯/硫化钨 (9)、石墨烯/金属氧化物 (2)、石墨烯/金属锑化物 (1)、石墨烯/锡/锑 (1)、石墨烯/二氧化锡 (1)、石墨烯/锌基氧化物 (1)、石墨烯/铁基氧化物 (1)、石墨烯/金属硫化物 (1)、石墨烯/锡化物 (1)、石墨烯/锡基氧化物 (2)、石墨烯/锑 (1)、石墨烯/金属二锑化物 (1)、石墨烯 (2)、石墨烯/硫化镍 (1)、石墨烯/钴基氧化物 (1)、石墨烯/硒化铅 (1)、石墨烯/氯化铁铵 (1)、石墨烯/硫化钨/硫化钼/金 (1)、石墨烯/硫化钼钨 (4)
上海大学	30	石墨烯/磷酸铁锂 (2)、石墨烯/二氧化锡 (6)、石墨烯/氧化镍 (2)、石墨烯/氧化铁 (1)、石墨烯/硅酸锰锂 (2)、石墨烯/磷酸钒锂 (1)、石墨烯/三氧化二铁/二氧化锡 (5)、石墨烯/磷酸锰锂 (4)、石墨烯/锡锑 (2)、石墨烯/硫 (1)、石墨烯/氧化钴 (2)、石墨烯/二硫化钼 (6)、石墨烯 (2)
清华大学	26	石墨烯/二硫化锡 (1)、石墨烯/氧化铜 (1)、石墨烯/硅 (2)、石墨烯/钛酸锂 (1)、石墨烯 (3)、石墨烯/氧化锡 (1)、石墨烯/硒 (1)、石墨烯/碳纳米管 (1)、集流体 (12)、导电添加剂 (3)
上海交通大学	26	石墨烯/磷酸铁锂 (4)、石墨烯/聚苯胺/磷酸铁锂 (2)、石墨烯/二氧化锡 (8)、石墨烯 (1)、石墨烯/氧化亚钴 (3)、石墨烯/氢氧化钴 (2)、石墨烯/钴基材料 (2)、石墨烯/硅 (1)、石墨烯/碳微球 (1)、石墨烯/二硫化钼 (2)
中南大学	19	石墨烯/磷酸铁锂 (3)、固体石墨烯 (1)、石墨烯/硅 (2)、石墨烯/磷酸锰锂 (2)、石墨烯/磷酸铁锂/磷酸钒锂 (2)、石墨烯/磷酸铁锂 (3)

		导电添加剂 (3)、石墨烯/碳化钼(2)、石墨烯 (1)
天津大学	16	石墨烯/磷酸铁锂 (2)、石墨烯/富锂 (2)、石墨烯 (3)、石墨烯/金属氧化物 (1)、石墨烯/硅 (1)、石墨烯/二氧化钛 (2)、氟化石墨烯 (1)、石墨烯/锡 (1)、石墨烯/氧化铁 (1)、氮掺杂石墨烯/二硫化钼 (1) 导电添加剂 (1)
武汉理工大学	16	石墨烯/五氧化二钒 (2)、石墨烯/二氧化锡 (2)、石墨烯/硫化镍 (1)、石墨烯/三氧化钼 (1)、石墨烯/四氧化三铁 (2)、石墨烯/H ₂ V ₃ O ₈ (1)、石墨烯/锰的醇盐 (1)、石墨烯/钒酸铜 (1)、石墨烯/Co ₂ V ₂ O ₇ (2)、Li ₃ V _{0.4} C 纳米 (2)、氧化钛/石墨烯 (1)
陕西科技大学	15	石墨烯/氧化锌 (4)、石墨烯 (3)、石墨烯/磷化亚铜 (1)、石墨烯/二硫化钼 (1)、石墨烯/Cu ₂ V ₂ O ₇ (1)、石墨烯/钒酸铵 (2)、石墨烯/四氧化三铁 (2)、石墨烯/钛酸锂 (1)、石墨烯/聚有机多硫化物 (1)、石墨烯/磷化铟 (1)
复旦大学	13	石墨烯/氧化锡 (2)、石墨烯/氧化锰 (1) 石墨烯 (3)、石墨烯/二硫化钼 (4)、石墨烯/氧化镍 (1)、石墨烯/磷酸铁锰锂 (2)
哈尔滨工业大学	13	石墨烯/硫 (1)、石墨烯/磷酸钒锂 (1)、石墨烯/磷酸铁锂 (1)、石墨烯/二氧化锡 (3)、石墨烯/二氧化钛 (1)、石墨烯/三氧化二铁 (1)、石墨烯/硅 (1)、石墨烯/钴酸锂 (2)、石墨烯 (3)
华南理工大学	12	石墨烯/三元材料 (3)、石、石墨烯/二氧化锰 (2)、石墨烯/硫 (1)、石墨烯/镍锰酸锂 (1) 石墨烯/二硫化钼 (2)、石墨烯/氧化镍 (1)、石墨烯/磷酸铁锰锂 (2)
企业		
合肥国轩高科动力能源股份公司	14	石墨烯/磷酸铁锂 (10)、石墨烯/金属氧化物 (2) 石墨烯/聚吡咯/钛酸锂 (1)、集流体 (1)
青岛乾运高科新材料股份有限公司	13	石墨烯掺杂锰基固溶体 (1)、石墨烯/锰酸锂 (6)、石墨烯/镍酸锂 (2)、石墨烯/钴酸锂 (2)、石墨烯/富锂 (2)
青岛乾运高科新材料股份有限公司	11	石墨烯/硝酸铁锂 (3)、石墨烯/钴酸锂 (2)、

2017 石墨烯技术专利分析报告

		石墨烯/锰基固溶体 (5)、石墨烯/镍酸锂 (1)
宁波维科电池股份有限公司	5	锂电池制作 (3)、石墨烯/涂覆 (1)、导电添加剂 (1)
深圳博磊达新能源科技有限公司	5	石墨烯/正极 (1)、石墨烯/负极 (2)、石墨烯/钛酸锂 (2)
青岛乾运高科新材料股份有限公司	11	石墨烯/硝酸铁锂 (3)、石墨烯/钴酸锂 (2)、石墨烯/锰基固溶体 (5)、石墨烯/镍酸锂 (1)
上海锦众信息科技有限公司	7	石墨烯/硅酸锰锂 (1)、石墨烯/铈 (1) 石墨烯/钛酸锂 (2)、石墨烯/二氧化锡 (2)、石墨烯/氧化铬 (1)
成都新柯力化工科技有限公司	7	石墨烯/硅 (2)、石墨烯/磷酸铁锂 (3)、石墨烯/四氧化三铁 (1)、石墨烯/镍钴铝酸锂 (1)
江苏深苏电子科技有限公司	6	集流体 (2)、石墨烯/负极 (3)、石墨烯 (1)
苏州格瑞动力电源科技有限公司	6	石墨烯/硅 (1)、石墨烯/四氧化三钴 (1)、石墨烯 (3)、石墨烯/正极材料 (1)
苏州思创源博电子科技有限公司	6	石墨石墨烯/碳 (3)、石墨烯/三元材料 (3)
中科院		
中科院宁波材料技术与工程研究所	9	石墨烯/金属氧化物 (1)、石墨烯/磷酸铁锂 (2)、石墨烯/二氧化锡/氧化钛 (1)、石墨烯/硅 (1)、集流体 (1)、导电添加剂 (3)
中科院过程工程研究所	5	石墨烯/硫 (1)、金属氧化物/石墨烯/磷酸铁锂 (1)、石墨烯/锰酸锌 (1)、石墨烯/三元材料 (1)、石墨烯/钛酸锂 (1)
中科院金属研究所	4	石墨烯/磷酸铁锂 (1)、石墨烯/钛酸锂 (1)、石墨烯/金属氧化物 (1)、集流体 (1)、
中科院化学研究所	3	石墨烯/碲基材料 (1)、石墨烯/硅 (1)、导电添加剂 (1)
中科院上海硅酸盐研究所	3	石墨烯/磷酸铁锂复合 (2)、氮掺杂石墨烯/氧化锡 (1)
国家纳米科学中心	3	石墨烯/硫化锡 (1)、石墨烯/氧化锡 (1)、石墨烯/二氧化锰 (1)
中科院福建物质结构研究所	2	石墨烯/富锂 (1)、石墨烯/硅酸锰锂 (1)
国外重要申请人		
株式会社半导体能源研究所	21	石墨烯/正极材料 (6)、石墨烯/硅 (10)、导

		电添加剂 (5)
巴特尔纪念研究院	5	石墨烯/磷酸铁锂(1)、石墨烯/金属氧化物(2)、石墨烯/二氧化钛 (1) 、导电添加剂 (1)
巴莱诺斯清洁能源控股公司	2	石墨烯/四价钒羟基氧化物 (1)、石墨烯负极 (1)
巴斯夫欧洲公司	2	石墨包覆金属或金属氧化物 (2)
日本株式会社三五	2	石墨烯/负极 (2)
魁北克电力公司	1	导电添加剂 (1)
纳米技术仪器公司	1	纳米石墨烯薄片 (1)
南加州大学	1	石墨烯/硅 (1)
诺基亚公司	1	石墨烯/二氧化钛 (1)
苹果公司	1	集流体 (1)

储能其他技术分支

机构名称	专利数量 (件)	技术方案
太阳能		
东南大学	6	石墨烯/半导体复合光阳极 (1)、ZnO/石墨烯复合光阳极 (1)、石墨烯薄膜 (1)、石墨烯/CoS 复合对电极 (1)、石墨烯半导体晶膜 (2)
上海交通大学	6	石墨烯复合薄膜 (2)、石墨烯/铜锌锡硫复合材料 (1)、复合对电极 (2)、石墨烯/半导体量子点复合材料 (1)
天津大学	6	石墨烯阴电极 (1)、活化石墨烯 (1)、石墨烯量子点 (2)、偶氮苯/石墨烯 (2)
中科院上海硅酸盐所	6	石墨烯薄膜 (3)、石墨烯/碲化镉 (1)、石墨烯量子点 (1)、石墨烯/铜纳米线 (1)
大连理工大学	5	ZnO/石墨烯 (1)、石墨烯对电极 (2)、石墨烯/二硫化钛 (1)、石墨烯/硒 (1)
电子科技大学	5	石墨烯对电极 (1)、石墨烯/银 (1)、石墨烯膜 (2)、石墨烯复合阴极 (1)
无锡中洁能源技术有限公司	5	石墨烯 (5)
中国海洋大学	5	石墨烯薄膜 (3)、石墨烯/硅 (1)、石墨烯量

2017 石墨烯技术专利分析报告

		子点 (1)
同济大学	5	杂化材料 (1)、对电极 (1)、石墨烯/碳纳米管复合薄膜 (1)、石墨烯复合材料 (2)
复旦大学	5	石墨烯量子点 (1)、聚合物/氧化石墨烯 (2)、石墨烯/铂复合电极 (2)
美国威斯康星校友研究基金会	1	石墨烯基光伏材料 (1)
美国太阳能技术公司	1	石墨烯导热 (1)
韩国生产技术研究院	1	石墨烯碳纳米网 (1)
株式会社村田制作所	1	量子点排列层 (1)
株式会社东进世美肯	1	吸收染料 (1)
铅酸电池		
超威电源有限公司	8	铅酸电池电解液 (1)、分散液 (1)、导电剂 (1)、石墨烯/碳 (2)、石墨烯 (2)、石墨烯/高分子 (1)
天能电池集团有限公司	6	铅碳电极 (2)、石墨烯/铅 (3)、石墨烯/锡 (1)
双登集团股份有限公司	4	铅碳电极 (4)
保定金阳光能源装备科技有限公司	3	铅碳电极 (2)、石墨烯涂剂 (1)
哈尔滨工业大学	3	铅碳电极 (3)
浙江南都电源动力股份有限公司	2	铅碳电极 (2)
安徽轰达电源有限公司	2	铅碳电极 (2)
安徽轰达电源有限公司	2	铅碳电极 (2)
江苏欧力特能源科技有限公司	2	铅碳电极 (1)、石墨烯/纤维素膜 (1)
浙江南都电源动力股份有限公司	2	铅碳电极 (2)
湖南三鑫电源科技有限公司	1	铅碳电极 (1)
吉林泰格节能产品科技开发有限公司	1	电池修复还原剂 (1)
燃料电池		
华南理工大学	11	催化剂载体 (8)、阳极 (2)、石墨烯/碳 (1)

哈尔滨工业大学	9	催化剂载体（4）、石墨烯/铂（2）、质子交换膜（3）
北京化工大学	9	催化剂载体（9）
中科院大连化学物理研究所	7	催化剂载体（7）
复旦大学	6	质子交换膜（2）、催化剂载体（4）
天津大学	6	催化剂载体（6）
哈尔滨工程大学	6	催化剂载体（6）
江苏大学	6	催化剂载体（6）
清华大学	5	催化剂载体（5）
大连理工大学	5	催化剂载体（5）
财团法人工业技术研究院	2	复合质子交换膜（2）
韩国现代自动车株式会社	1	复合电解质膜（1）
韩国能源技术研究院	1	催化剂载体（1）
英国庄信万丰燃料电池有限公司	1	催化剂载体（1）
美国 福特全球技术公司	1	催化剂载体（1）
通用汽车环球科技运作公司	1	SS 双极板（1）
松下电器产业株式会社	1	催化剂载体（1）

（2）复合材料

从石墨烯在复合材料领域的专利构成来看（见图 5-5-1-2-2），石墨烯在复合材料方面的专利申请共 6091 件，主要集中在导电材料、导热材料、散热材料、增强/增韧、催化剂等领域，其中申请量较多的主要有增强/增韧（专利申请量 1512 件，占总申请量的 24.8%）；导电（专利申请量 654 件，占总申请量的 10.7%）；导热/散热（专利申请量 673 件，占总申请量的 11%）；催化剂（专利申请量 596 件，占总申请量的 9.8%）；另外还包括防腐、吸音-吸波材料、润滑、阻燃材料、阻隔材料、合金等领域的应用。

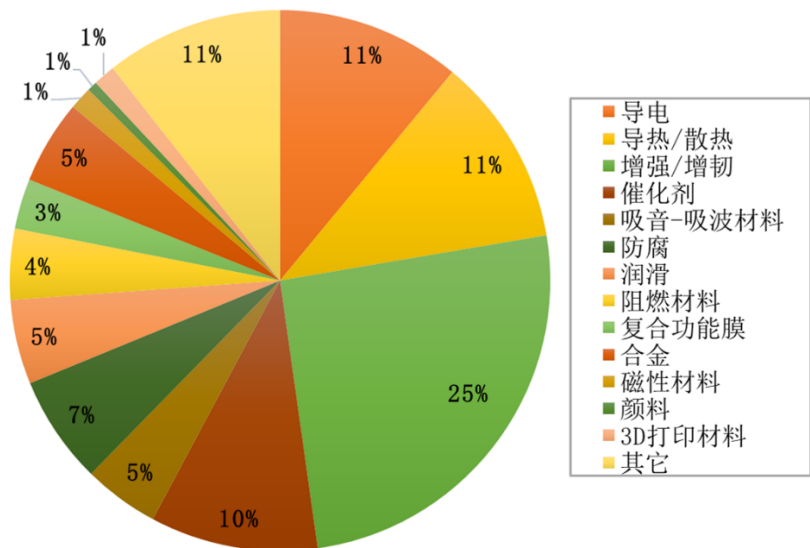


图5-5-2-2 石墨烯复合材料专利类型构成

结合表 5-5-1-2-2，可以看出，石墨烯导热-散热复合材料专利重要申请人中，高校申请的专利主要集中在 LED 散热、导热橡胶等领域；企业申请的专利主要集中在 LED 散热、导热胶等领域；中科院申请的专利主要集中在导热膜、导热复合材料等领域；国外机构申请的专利则主要集中在导热聚合物、导热层等领域。

石墨烯导电复合材料专利重要申请人中，高校申请的专利主要集中在导电添加剂、导电聚合物等领域；企业申请的专利主要集中在导电添加剂、导电油墨、导电涂料等领域；中科院及其他研究机构申请的专利主要集中在导电聚合物、导电涂料等领域；国外机构申请的专利则主要集中在导电添加剂、导电涂料、导电聚合物等领域。

石墨烯增强复合材料专利重要申请人中，高校申请的专利主要集中在石墨烯增强碳纤维、石墨烯增强聚合物、石墨烯增强陶瓷等领域；企业申请的专利主要集中在石墨烯增强聚合物、石墨烯增强陶瓷等领域；中科院申请的专利主要集中在石墨烯增强碳纤维、石墨烯增强聚合物等领域；国外机构申请的专利则主要集中在石墨烯增强聚合物等领域。

表5-5-1-2-2 复合材料重要专利申请人

导热-散热		
机构名称	专利数量 (件)	技术方案
大学		

2017 石墨烯技术专利分析报告

天津大学	7	石墨烯气凝胶（1）、石墨烯硅橡胶（1）、石墨烯复合材料（1）、石墨烯泡沫（2）、石墨烯纸（1）、石墨烯碳纳米管（1）
上海大学	7	石墨烯聚合物（4）、石墨烯薄膜（1）、石墨烯封装（1）、石墨烯氮化硼（1）
湖南工业大学	5	碳化硅/氧化锌/石墨烯（1）、氧化铝/石墨烯（2）、二氧化硅/石墨烯/石墨（1）、氮化硼/石墨烯（1）
电子科技大学	5	石墨烯涂层（3）、聚芳醚腈/石墨烯（1）、LED（1）
北京化工大学	4	导热橡胶（2）、导热酚醛树脂（2）
浙江大学	3	高导热（3）
企业		
中国航空工业集团公司	13	导热薄膜（1）、电子封装（12）
东莞市闻誉实业有限公司	9	LED 散热器（5）、新型散热复合材料（4）
苏州思创源博电子科技有限公司	8	石墨烯电加热体（6）、红外电热膜（2）
蚌埠南自仪表有限公司	8	散热涂料（8）
江苏悦达新材料科技有限公司	7	石墨烯/尼龙（1）、石墨膜/导热硅/胶/石墨烯（1）、高导热胶粘剂（3）、石墨烯/碳纳米管/石墨膜（1）、金属箔层/石墨烯（1）
上海杰远保科技有限公司	6	导热黏胶（1）、导热纤维（1）、导热焊接材料（1）、散热材料（3）
惠州力王佐信科技有限公司	5	导热石墨烯有机硅（1）、高导热材料（2）、高导热塑料（2）
东莞市青麦田数码科技有限公司	5	散热膜（5）
安徽罗伯特科技股份有限公司	5	耐高温柜（2）、耐高温变压器（1）、耐高温接地开关（1）、耐高温避雷针（1）
中科院		
中科院上海硅酸盐研究所	1	石墨烯-氧化铝复合导热材料（1）
中国科学院长春应用化学研究所	1	导热膜（2）
中科院宁波材料技术与工程研究所	5	石墨烯-金属复合导热材料（2）、导电膜（3）

中科院山西煤炭化学所	4	石墨烯/聚酰亚胺（1）、导热膜（2）、石墨烯/聚乙烯（1）
中科院金属所	3	导热硅橡胶（1）、导热膜（1）

国外重要申请人

美国通用电气公司	1	散热聚合物
美国国际商业机器公司	1	导热膜
日本住友精密工业株式会社	1	导热复合材料
美国施乐公司	1	导热聚合物
日本帝人株式会社	1	导热橡胶
意大利波利玛利欧洲股份公司	1	绝热材料
财团法人工业技术研究院	1	导热聚合物
美国莫门蒂夫性能材料股份有限公司	1	热管理组件
韩国 LG 电子株式会社	1	散热片
韩国三星电机株式会社	2	导热聚合物（1）、导热层（1）
日本加川清二	1	散热膜
美国 3M 创新有限公司	1	散热片
丹麦亚历克西乌和特里德控股公司	1	散热器
美国西部数据技术公司	1	导热层

导电

机构名称	专利数量 (件)	技术方案
------	-------------	------

大学

东华大学	12	导电石墨烯（6）、导电聚合物（3）、导电添加剂（1）、导线（2）
常州大学	11	导电石墨烯（4）、导电聚合物（3）、导电添加剂（2）、导电涂料（2）
浙江大学	10	导线（5）、导电石墨烯（1）、导电添加剂（3）、导电聚合物（1）
北京化工大学	6	导电聚合物（5）、导电石墨烯（1）
上海交通大学	5	导电聚合物（3）、电缆（2）

企业		
成都新柯力化工科技有限公司	12	导电添加剂（8）、导电浆料（3）、导电聚合物（1）
成都纳硕科技有限公司	12	导电油墨（8）、导电涂料（2）、导电聚合物（2）
南通金源智能技术有限公司	7	导电涂料（7）
苏州宇希新材料科技有限公司	5	导电油墨（5）
中科院		
中科院宁波材料技术与工程研究所	8	导电油墨（2）、导电涂料（3）、导电聚合物（2）、导电胶（1）
中科院上海硅酸盐所	4	导电添加剂（3）、导电石墨烯（1）
中国电力科学研究院	4	导电涂料（1）、导电聚合物（2）、导电胶（1）
国外重要申请人		
日本株式会社半导体能源研究所	3	导电添加剂（3）
美国普林斯顿大学理事会	3	导电涂料（2）、导电油墨（1）
美国 PPG 工业俄亥俄公司	3	导电涂料（2）、导电添加剂（1）
日本株式会社大赛璐	2	导电添加剂（2）
美国 3M 创新有限公司	1	导电油墨（1）
泰科电子公司	1	导电涂料（1）
纳米技术仪器公司	1	导电聚合物（1）
伦斯勒理工学院	1	导电聚合物（1）
增强/增韧		
机构名称	专利数量 (件)	技术方案
大学		
北京化工大学	20	石墨烯/聚合物（18）、石墨烯-碳纤维（1）、石墨烯-陶瓷（1）
哈尔滨工业大学	18	石墨烯/聚合物（7）、石墨烯-碳纤维（5）、石墨烯-陶瓷（6）
青岛大学	16	石墨烯/聚合物（15）、石墨烯-陶瓷（1）

2017 石墨烯技术专利分析报告

江南大学	16	石墨烯/聚合物（15）、石墨烯-陶瓷（1）
陕西科技大学	15	石墨烯/聚合物（7）、石墨烯-陶瓷（8）
企业		
安徽杰奥玛克合成材料科技有限公司	21	石墨烯/聚合物（1）、石墨烯-陶瓷（20）
合肥康龄养生科技有限公司	20	石墨烯-聚合物（20）
安徽克里斯特新材料有限公司	16	石墨烯-陶瓷（16）
志邦厨柜股份有限公司	15	石墨烯-聚合物（15）
合肥文武信息技术有限公司	15	石墨烯-聚合物（15）
佛山市高明区诚睿基科技有限公司	14	石墨烯-无机材料复合物（14）
中国航空工业集团公司	13	石墨烯/聚合物（8）、石墨烯-碳纤维（2）、石墨烯-陶瓷（3）
中科院		
中科院宁波材料技术与工程研究所	7	石墨烯-碳纤维（4）、石墨烯-聚合物（2）、石墨烯-碳纤维（2）
中国科学院重庆绿色智能技术研究	7	石墨烯-聚合物（7）
中科院长春应化所	4	石墨烯-聚合物（4）
国外重要申请人		
积水化学工业株式会社-日本	10	石墨烯-聚合物（10）
PPG 俄亥俄工业有限公司	2	石墨烯-聚合物（1）、补强（1）
美国-戴蒙得创新股份有限公司	2	石墨烯-陶瓷（2）
夏威夷大学	1	石墨烯-聚合物（1）
沃尔贝克材料有限公司	1	石墨烯-聚合物（1）
托马斯及贝茨国际股份有限公司	1	石墨烯-聚合物纤维（1）
埃克森美孚化学专利公司	1	石墨烯-聚合物（1）
巴斯夫涂料有限公司	1	补强（1）
戴蒙得创新股份有限公司	1	石墨烯-陶瓷（1）
帝人株式会社	1	石墨烯-聚合物（1）

(3) 电子信息

从石墨烯在电子信息领域的专利构成来看（见图 5-5-1-2-3），石墨烯在电子信息方面的专利申请共 461 件，主要集中在透明导电薄膜、柔性显示、光电材料等领域，其中申请量较多的主要有透明导电薄膜/触摸屏及柔性显示（专利申请量 159 件，占总申请量的 34.5%）；光电材料（专利申请量 102 件，占总申请量的 22.1%）；晶体管（专利申请量 49 件，占总申请量的 10.6%）；另外还包括场发射器件、信息存储、天线和激光器领域的应用。

结合表 5-5-1-2-3，可以看出，电子信息领域专利申请数较多的申请人主要集中在高校和中科院，并且以透明导电薄膜、晶体管以及信息存储的专利申请为主，企业申请人则以透明导电薄膜为主。

高校申请的专利主要集中在光电材料、场发射器件、透明导电薄膜等领域；企业申请的专利主要集中在透明导电薄膜领域；中科院申请的专利主要集中在晶体管、信息存储等领域；国外机构申请的专利则主要集中在透明导电薄膜领域。

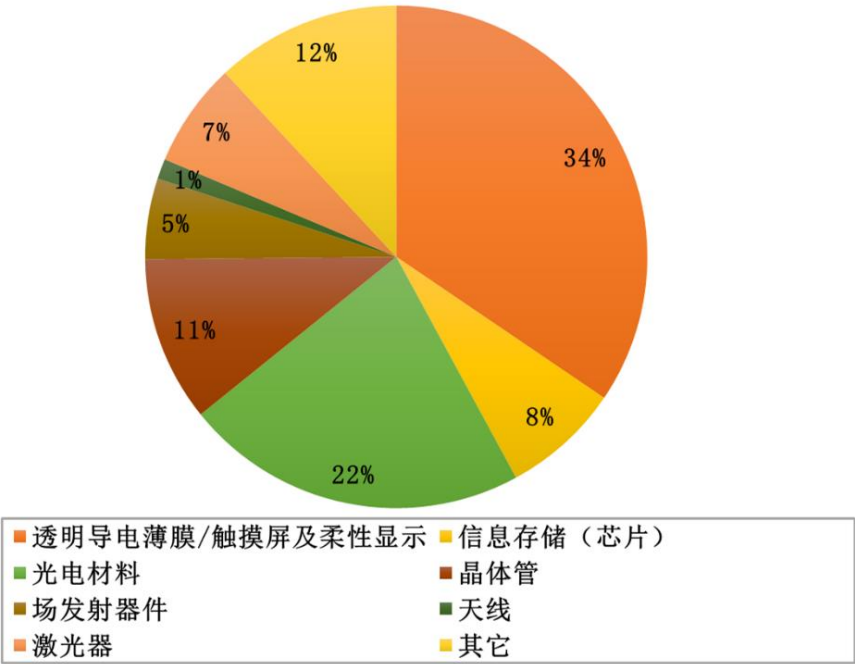


图5-5-1-2-3 石墨烯电子信息专利类型构成

表5-5-1-2-3 电子信息重要专利申请人

机构名称	专利数量 (件)	技术方案
大学		

电子科技大学	16	光电材料 (4)、场发射器件 (3) 谐振器 (2) 天线 (2) 透明导电薄膜 (1) 激光器 (1) 磁控管 (1) 极化转换器 (1) 其他 (1)
东南大学	11	晶体管 (2)、光电材料 (3)、场发射器件 (2)、激光器 (2)、信息存储 (1)、透明导电薄膜 (1)
复旦大学	10	Fin-FET 器件 (1)、信息存储 (5)、光电材料 (2)、晶体管 (1) 其他 (1)
清华大学	9	透明导电薄膜 (5)、场发射器件 (1) 光电材料 (1) 晶体管 (1) 天线 (1)
江苏大学	9	光电材料 (6)、激光器 (2)、信息存储 (1)
昆明理工大学	9	透明导电薄膜 (9)
北京工业大学	8	激光器 (6) 光电材料 (2)
北京大学	7	晶体管 (6) 场发射期间 (1)
南京邮电大学	6	透明导电薄膜 (3)、光电材料 (1)、信息存储 (1)、场发射器件 (1)
武汉工程学院	6	光电材料 (2)、信息存储 (4)
福州大学	6	透明导电薄膜 (1)、信息存储 (2)、场发射器件 (2) 光电材料 (1)
黑龙江大学	5	光电材料 (4)、透明导电薄膜 (1)
上海理工大学	5	激光器 (2) 透明导电薄膜 (2) 光电材料 (1)
浙江大学	4	透明导电薄膜 (2)、晶体管 (1)、光电材料 (1)
西安交通大学	4	透明导电薄膜 (3)、光电材料 (1)
合肥工业大学	4	光电材料 (2)、信息存储 (1) 天线 (1)
华中科技大学	4	光电材料 (2)、激光器 (1)、信息存储 (1)
北京科技大学	3	光电材料 (1) 场发射期间 (1) 晶体管 (1)
南京工业大学	3	光电材料 (2)、晶体管 (1)

2017 石墨烯技术专利分析报告

天津理工大学	3	激光器（2）、光电材料（1）
上海大学	3	光电材料（2）透明导电薄膜（1）
上海交通大学	3	晶体管（1）激光器（1）光电材料（1）
青岛科技大学	3	透明导电薄膜（3）
桂林电子科技大学	3	天线（1）、光电材料（1）、极化转换器（1）
南昌大学	3	透明导电薄膜（2）、光电材料（1）
湖南理工学院	3	光电材料（3）
齐齐哈尔大学	3	光电材料（2）、透明导电薄膜（1）
企业		
深圳市华星光电技术有限公司	22	透明导电薄膜（19）、光电材料（2）、晶体管（1）
京东方科技集团股份有限公司	14	透明导电薄膜（6）、晶体管（6）、光电材料（2）
北京生美鸿业科技有限公司	6	透明导电薄膜（6）
海洋王照明科技股份有限公司	6	光电材料（4）、透明导电薄膜（2）
石棉县亿欣钙业有限公司	4	透明导电薄膜（4）
中芯国际集成电路制造有限公司（上海）	3	晶体管（3）
天津宝兴威科技有限公司	3	透明导电薄膜（3）
国际商业机器	2	晶体管（2）
苏州卓伟企业管理咨询有限公司	2	透明导电薄膜（2）
天津宝兴威科技有限公司	2	透明导电薄膜（2）
安炬科技股份有限公司	2	透明导电薄膜（1）、电流收集层（1）
上海纳米技术及应用国家工程研究中心有限公司	2	信息存储（2）
成都新柯力化工科技有限公司	2	光电材料（2）
青岛海信电器股份有限公司	2	光电材料（1）
中科院		
国家纳米科学中心	6	透明导电薄膜（5）、信息存储（1）

中科院苏州纳米技术与纳米仿生研究所	5	谐振器 (2)、场发射器件 (1)、晶体管 (1)、信息存储 (1)
中科院上海微系统与信息技术研究所	4	晶体管 (2)、信息存储 (2)
中科院微电子研究所	3	晶体管 (2) 信息存储 (1)
中科院深圳先进技术研究院	2	场发射器件 (2)
中科院宁波材料技术与工程研究所	1	信息存储 (1)
中科院金属所	1	场发射器件 (1)
中科院化学所	1	晶体管 (1)
国外重要申请人		
东芝	2	透明导电薄膜 (2)
美国英派尔科技开发有限公司	2	信息存储 (2)
三星	2	透明导电薄膜 (1)、晶体管 (1)
新加坡国立大学	2	激光器 (1)、信息存储 (1)
西门子公司	1	场发射器件 (1)
索尼	1	晶体管 (1)
韩国生产技术研究院	1	透明导电薄膜 (1)
国立韩国交通大学	1	透明导电薄膜 (1)
韩国乐金显示有限公司	1	透明导电薄膜 (1)
美国威斯技术基金分公司	1	透明导电薄膜 (1)
LG	1	透明导电薄膜 (1)
比利时索尔维公司	1	透明导电薄膜 (1)
美国莱斯大学 1	1	透明导电薄膜 (1)
西班牙光子科学研究所	1	晶体管 (1)
西班牙阿本戈太阳能新技术公司	1	光电材料 (1)

(4) 医疗-健康

从石墨烯在医疗-健康领域的专利构成来看 (见图 5-5-1-2-4), 石墨烯在医疗-健康方面的专利申请共 758 件, 主要集中在抗静电-抗菌-发热等功能材料及产品、药物载体、DNA 基因检测、人造骨骼等领域, 其中申请量较多的主要有抗

静电-抗菌-发热等功能材料及产品（专利申请量 334 件，占总申请量的 44%）；药物载体（专利申请量 100 件，占总申请量的 13.2%）；DNA 基因检测（专利申请量 49 件，占总申请量的 6.5%）另外还包括富集萃取、水凝胶、人造皮肤和造影剂等领域的应用。

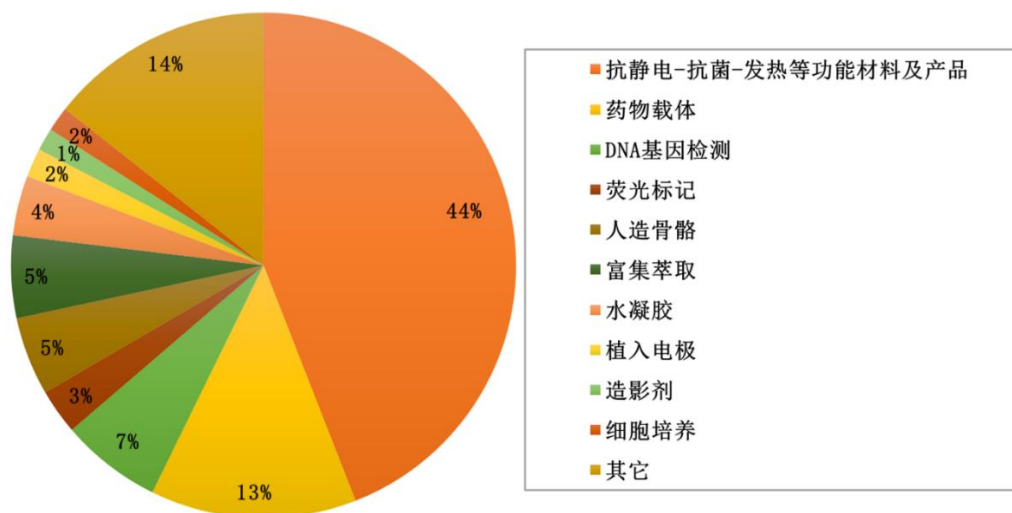


图5-5-1-2-4 石墨烯医疗-健康专利类型构成

结合表 5-5-1-2-4，可以看出，在医疗-健康领域，高校的专利申请以药物载体、人造骨骼、抗菌材料为主；企业的专利申请以抗菌材料、发热材料为主；中科院的专利申请以抗菌材料方面的应用为主；国外申请机构的专利申请以 DNA 基因检测为主。

表5-5-1-2-4 医疗-健康重要专利申请人

机构名称	专利数量 (件)	技术方案
大学		
东华大学	19	药物载体（8）、发热材料（4）、抗菌材料（3）、人造骨骼（1）、荧光标记（1）、富集萃取（1）、其他（1）
江苏大学	11	抗菌材料（4）、DNA 基因检测（4）、药物载体（1）、荧光标记（1）、富集萃取（1）
东南大学	10	人造骨骼（6）、药物载体（1）、DNA 基因检测（2）、水凝胶（1）

郑州大学	10	药物载体（8）、造影剂（1）、水凝胶（1）
江南大学	9	DNA 基因检测（4）、人造骨骼（1）、其他（4）
同济大学	8	药物载体（4）、抗菌材料（1）细胞培养（1）、发热材料（1）造影剂（1）
同济大学	8	药物载体（4）、细胞培养（1）、造影剂（1）、发热材料（1）、抗菌材料（1）
华南师范大学	8	DNA 基因检测（3）、抗菌材料（2）、富集萃取（1）、荧光标记（1）、其他（1）
武汉大学	8	水凝胶（2）、富集萃取（3）、DNA 基因检测（2）、其他（1）
复旦大学	8	富集萃取（2）、水凝胶（2）、DNA 基因检测（2）、药物载体（1）、其他（1）
金陵科技学院	7	药物载体（5）、水凝胶（2）
青岛大学	7	抗菌材料（3）、抗静电（1）、植入电极（1）、水凝胶（1）、其他（1）
苏州大学	6	抗菌材料（2）、人造骨骼（2）、药物载体（2）
浙江大学	6	抗菌材料（1）、发热材料（4）、细胞培养（1）
济南大学	6	DNA 基因检测（3）、富集萃取（2）、荧光标记（1）
天津工业大学	6	抗菌材料（3）发热材料（1）、药物载体（1）、其他（1）
华南理工大学	6	人造骨骼（1）、人造皮肤（1）、药物载体（1）、水凝胶（2）、抗菌材料（1）

哈尔滨工业大学	6	药物载体 (2)、造影剂 (1)、抗菌材料 (1)、其他 (2)
南开大学	5	药物载体 (2)、抗菌材料 (1)、其他 (2)
四川大学	5	药物载体 (2)、抗菌材料 (1)、人造骨骼 (2)
福州大学	5	抗菌材料 (2)、药物载体 (1)、水凝胶 (1)、人造骨骼 (1)
上海师范大学	5	药物载体 (2) 造影剂 (1)、其他 (2)
常州大学	5	抗菌材料 (2)、人造骨骼 (1)、药物载体 (1)、DNA 基因检测 (1)
上海大学	5	抗菌材料 (1)、药物载体 (2)、DNA 基因检测 (1)、富集萃取
吉林大学	5	药物载体 (4)、其他 (1)
南京师范大学	5	药物载体 (1)、其他 (5)
西南交通大学	4	抗菌材料 (2)、药物载体 (2)
南京大学	4	抗菌材料 (1)、富集萃取 (1) 其他 (2)
厦门大学	4	药物载体 (2)、水凝胶 (1)、DNA 基因检测 (1)
武汉理工大学	4	人造骨骼 (1)、细胞培养 (1)、药物载体 (2)
太原理工大学	4	抗菌材料 (4)
大连理工大学	4	细胞培养(1)、荧光标记 (1)、水凝胶 (1)、其他 (1)
温州医科大学	4	造影剂 (1)、荧光标记 (1)、药物载体 (2)
临沂大学	4	造影剂 (1)、药物载体 (1)、其他 (2)

企业		
佛山市高明区尚润盈科技有限公司	34	抗菌材料 (34)
济南圣泉集团股份有限公司	11	抗菌材料 (7)、发热材料 (4)
宁波三同编织有限公司	7	抗菌材料 (7)
佛山市高明区明城镇新能源新材料产业技术创新中心	5	抗菌材料 (5)
无锡市翱宇特新科技发展有限公司	5	发热材料 (5)
芜湖桑乐金电子科技有限公司	5	发热材料 (1)、其他 (4)
上海烯旺信息科技有限公司	5	发热材料 (5)
芜湖市长江起重设备制造有限公司	4	抗菌材料 (1)、其他 (3)
深圳粤网节能技术服务有限公司	4	富集萃取 (2)、荧光标记 (2)
腾科宝迪 (厦门) 生物科技有限公司	4	抗菌材料 (2)、药物载体 (1)、水凝胶 (1)
苏州锐特捷化工制品有限公司	3	抗菌材料 (2)、其他 (1)
长兴县大成轻纺有限公司	3	抗菌材料 (3)
苏州正业昌智能科技有限公司	3	抗菌材料 (3)
人常州碳宇纳米科技有限公司	3	富集萃取 (1)、其他 (1)
中华人民共和国济宁出入境检验检疫局	3	富集萃取 (3)
昆山好利达包装有限公司	2	抗菌材料 (2)
福建石狮市福盛鞋业有限公司	2	发热材料 (2)
成都纳硕科技有限公司	2	抗菌材料 (2)
成都新柯力化工科技有限公司	2	药物载体 (1)、富集萃取 (1)
福建医科大学	2	DNA 基因检测 (2)
德阳烯碳科技有限公司	2	发热材料 (2)
中国人民解放军第三军医大学第二附属医院	2	人造骨骼 (1)、其他 (1)

国家粮食局科学研究院	2	抗菌材料 (2)
南通五联品牌策划有限公司	2	抗菌材料 (2)
上海纳米技术及应用国家工程研究中心有限公司	2	植入电极 (1)、药物载体 (1)
宁波市疾病预防控制中心	2	富集萃取 (1)、其他 (1)
北京中船经济技术开发区有限公司	2	抗菌材料 (1)、发热材料 (1)
安徽东锦服饰有限公司	2	抗菌材料 (2)
仪征盛大纺织新材料有限公司	2	抗静电 (2)
北京爱康宜诚医疗器械股份有限公司	2	人造骨骼 (2)
中原工学院	2	人造骨骼 (2)
中科院		
中国科学院上海应用物理研究所	6	抗菌材料 (3)、DNA 基因检测 (1)、其他 (2)
中科院苏州纳米技术与纳米仿生研究所	5	荧光标记 (1)、药物载体 (2)、造影剂 (1)、水凝胶 (1)
中国科学院大连化学物理研究所	4	富集萃取 (4)
中科院上海微系统与信息技术研究所	3	人造骨骼 (1)、抗菌材料 (1)、其他 (1)
深圳先进技术研究院	2	造影剂 (1)、药物载体 (1)
中国科学院合肥物质科学研究院	2	造影剂 (1)、荧光标记 (1)
中国科学院过程工程研究所	2	发热材料 (2)
中国科学院海洋研究所	1	抗菌材料 (1)
温州生物材料与工程研究所	1	抗菌材料 (1)
中国科学院物理研究所	1	荧光标记 (1)
中国科学院重庆绿色智能技术研究院	1	抗菌材料 (1)
中国科学院上海硅酸盐研究所	1	人造骨骼 (1)
中国科学院电工研究所	1	人造骨骼 (1)

国外		
新加坡南洋理工大学	1	抗菌材料（1）
国际商业机器公司	1	DNA 基因检测（1）
美国-迈克尔·詹姆斯·达令	1	DNA 基因检测（1）
美国-埃琳娜·莫洛卡诺瓦	1	操纵细胞膜电位（1）

（5）传感器

从石墨烯在传感器领域的专利构成来看（见图 5-5-1-2-5），石墨烯在传感器方面的专利申请共 959 件，主要集中在生物化学传感器（专利申请量 751 件，占总申请量的 78.3%）和物理传感器（专利申请量 208 件，占总申请量的 21.7%）。

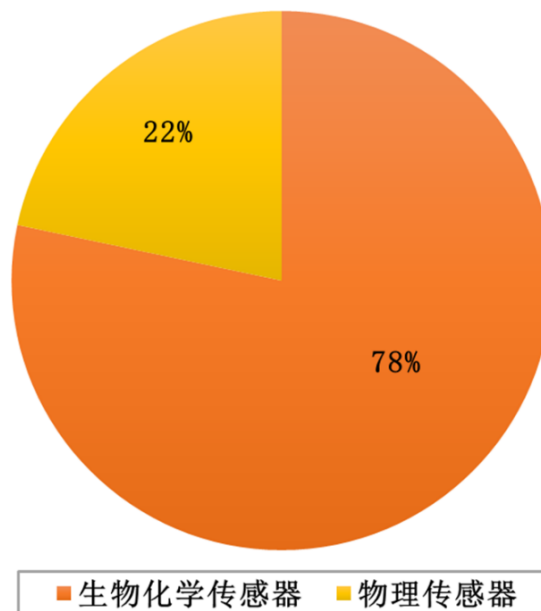


图5-5-1-2-5 石墨烯传感器专利类型构成

结合表 5-5-1-2-5，可以看出，传感器领域的中国重要申请人集中于高校，并且以生物化学传感器为主，国外申请人的专利申请则主要集中在物理传感器方面。

表5-5-1-2-5 传感器重要专利申请人

机构名称	专利数量 (件)	技术方案
大学		
济南大学	101	农药残留物检测（1）、兽药残留物检测（2）甲胎蛋白检测（4）赤霉醇检测（1）、多巴胺检测（2）、环境雌激素检测

		(6)、多环芳烃检测(2)、肿瘤标志物检测(19)、瘦肉精检测(1)、抗生素检测(3)、二叔丁基对甲酚检测(1)、黄曲霉毒素检测(1)谷胱甘肽转移酶检测(1)食品过敏原检测(1)凝血酶检测(2)乙烯雌酚检测(1)上皮细胞癌抗原检测(1)人免疫球蛋白检测(2)黑色素瘤抗原检测(1)宫颈癌标志物检测(1)乙脑抗原检测(1)没食子酸丙酯检测 (1)葡萄糖浓度检测(1)土霉素检测(3)过氧化氢检测 (7)膀胱癌标志物检测(1)癌胚抗原(5)重金属检测(4)雌二醇检测(1)孔雀石绿(1)大肠杆菌检测(1)腺苷检测 (1)多氯联苯检测(2)疱疹病毒抗原检测(1)苯并a芘检测(1)日落黄检测(2)香兰素检测(1)T-2毒素检测(1)呕吐毒素检测(1)乳腺癌检测(1)肾上腺素检测(1)生物硫醇类检测(1)喜树碱分子检测(1)长春新碱检测(1)FLS细胞检测(1)对己烯雌酚检测(1)杀虫脒检测(1)呋喃唑酮(1)前列腺特异性抗原检测(1)人成纤维细胞生长因子检测(1)类固醇检测(1)癌细胞中H2S检测(1)
江苏大学	26	DNA甲基化检测(1)生物分子检测(1)农药残留物检测 (2)赭曲霉毒素检测(1)紫外光照射量检测(1)乙酰胆碱检测(1)多巴胺检测(1)多菌灵检测(1)过氧化氢检测(1)凝血酶检测(2)乳酸检测(1)啉虫脒检测(1)硝酸根离子检测(1)氨基萘检测(1)微囊藻毒素检测(2)转基因启动子检测(2)日落黄检测(1)犀草素检测(1)葡萄糖检测 (1)对硝基苯酚检测(1)酸碱性测试(2)转基因检测(1)紫外检测(1)丙烯酰胺检测(1)
东南大学	21	化学试剂检测(1)紫外光照射量检测(2)单分子传感器 (1)温度/湿度传感器(8)微纳米尺度样本检测(3)细胞识别检测氨的检测(1)有害物质检测(1)荧光检测(1)压力检测(3)
山东理工大学	20	农药残留物检测(5)胰腺癌检测(1)前列腺特异抗原检测 (1)抗生素检测(1)乙酰胆碱酯酶检测(1)卡那霉素检测 (1)免疫蛋白检测(3)肿瘤标志物检测(6)弯曲变形监测(1)
青岛大学	19	多巴胺检测(2)生物酶传感器(1)邻苯二份和对苯二份检测 (1)卢丁检测(1)牛血红蛋白检测(1)叶酸检测(1)葡萄糖检测(2)皮层肌动蛋白(1)牛血清蛋白检测(1)核酸检测(2)溶菌酶检测(1)干扰素检测(1)聚合物检测(2)三磷酸腺苷检测(1)苯丙氨酸检测(1)
江南大学	18	1-羟基芘检测(1)血红蛋白检测(1)甲基对硫磷检测(1)印记分子检测(1)丙烯酰胺检测(1)金黄色葡萄球菌检测 (1)手性信号检测(1)生物传感器(1)聚苯胺检测(1)苯二酚检测(1)邻二苯酚检测(1)油脂检测(1)萘酚异构体

2017 石墨烯技术专利分析报告

		检测 (1 多巴胺检测 (1) 水检测 (1) 聚合物传感器 (1) 光敏传感器 (1) 过氧化物酶检测 (1)
南京理工大学	17	农药残留物检测 (7) 酶生物传感器 (1) 炸药 HMX 检测 (1) 气敏传感器 (1) 药物扑热息痛检测 (1) 过氧化氢检测 (3) 酚类检测 (2) 核酸检测 (1) 活性基底检测 (1)
浙江大学	16	温湿度传感器 (4)、氨气浓度检测 (2) TNT 检测 (1) 离子检测 (1) 亚硝酸盐检测 (1) 乳酸检测 (1) 半胱氨酸检测 (1) 真空度检测 (1) 电压检测 (1) 鸟苷酸二钠检测 (1) 压力检测 (1) 光强检测 (1)
同济大学	13	葡萄糖检测 (1) 环境检测 (1) pH 检测 (1) 二氧化碳检测 (1) 糖类检测 (1) 应变检测 (3) 生物大环分子检测 (1) 氨气检测 (1) 微囊藻毒素检测 (1) 生物传感器 (1) 温度检测 (1)
上海交通大学	13	噻虫啉检测 (1) 草酸浓度检测 (1) 过氧化氢浓度检测 (1) 生物传感器 (2) 界面反应检测 (1) PH 检测 (2) 四环素检测 (1) 癌症标志物检测 (1) 湿度检测 (1) 氨气检测 (1) 气体检测 (1)
浙江理工大学	12	电化学生物传感器 (1) 核酸检测 (1) 生物酶检测 (1) 双氧水检测 (1) 金属离子检测 (3) 应变检测 (2) 心尖搏动检测 (2) 湿度监测 (1)
广西师范学院	11	金属离子检测 (4) 丙烯酰胺浓度检测 (2) 纳米金检测 (1) 半胱氨酸检测 (1) 亚硝酸根检测 (1) 对苯二酚检测 (1) 邻苯二酚检测 (1)
上海大学	11	基因检测 (1) 葡萄糖检测 (2) 雌激素检测 (1) 色氨酸检测 (1) 小分子配体靶蛋白检测 (1) 过氧化氢检测 (1) 血红素检测 (1) 荧光检测 (1) 光电检测 (1) 金刚石辐射检测 (1)
西北师范大学	9	多巴胺检测 (邻苯二酚和苯二酚检测 (4) 抗坏血酸检测 (1) 对硝基苯酚检测 (1) 金属离子检测 (1) 咖啡因检测 (1) 亚硝酸钠检测 (1)
天津工业大学	9	重金属离子检测 (5) 乙醇检测 (1) 雌激素类分泌干扰物 (1) 邻苯二甲酸酯检测 (1) 大肠杆菌特异性检测 (1)
大连理工大学	9	环境检测 (1) 吸光度检测 (1) 氨气检测 (2) 土霉素检测 (2) 金属离子检测 (2) 量子点检测 (1)
青岛科技大学	9	谷胱甘肽检测 (1) 皮层肌动蛋白检测 (1) 多巴胺的检测 (1) 三氯乙酸检测 (3) 基因序列检测 (1) 氯酚检测 (1) 生物活性物质检测 (1)

2017 石墨烯技术专利分析报告

盐城工学院	9	金属离子检测 (1) 光电化学传感器 (1) 葡萄糖检测 (1) 碘离子检测 (1) 对氨基苯酚检测 (1) 化学反应检测 (1) 蛋白质检测 (1) 硫酸根离子检测 (1) 双氧水浓度检测 (1)
上海师范大学	8	癌细胞检测 (1) 亚硝酸嗯检测 (1) 乙酰氨基酚检测 (2) 多巴胺检测 (1) NO ₂ 浓度检测 (1) 甲醇燃料电池阴极检测 (1) 利福平检测 (1)
湖南大学	8	五氯苯酚检测 (2) 无酶甲基对硫磷检测 (1) 金属离子检测 (2) 磷脂酶检测 (1) 葡萄糖检测 (1) 电化学传感器 (1)
复旦大学	7	蛋白酶检测 (1) 电话活性物质检测 (1) 磷酸化太检测 (1) 葡萄糖检测 (1) 生物传感器 (1) 金属离子检测 (1) 糖肽检测
南京师范大学	6	己烯雌酚检测 (2) 三聚氰胺检测 (1) 四氯邻苯二分检测 (1) 激动剂检测 (1) 血红素检测 (1)
企业		
无锡百灵传感技术有限公司	6	含氮氧化物检测 (2) 乙酰胆碱检测 (1) 电化学传感器 (1) 电极检测 (1) 苏丹红检测 (1)
上海纳米技术及应用国家工程研究中心有限公司	4	一氧化碳检测 (1) 血清素检测 (1) 机磷农药检测 (1) 半胱氨酸检测 (1)
焦作百奥泰科生物科技有限公司	3	T-2 毒素检测 (1) 玉米赤霉烯酮检测 (1) 桔青霉素检测 (1)
海洋王照明科技股份有限公司	2	乙醇检测 (1) 甲醛检测 (1)
中科院		
中国科学院新疆理化技术研究所	5	硝基爆炸物蒸汽检测 (1) 光电分子传感器 (1) 爆炸物检测 (2) 气体检测 (1)
中科院苏州纳米技术与纳米仿生研究所	5	离子检测 (1) 气体检测 (1) 过氧化氢检测 (1) 电容传感器 (1) 双色探测器
中国科学院合肥物质科学研究院	4	TNT 检测 (1) 表面检测 (1) 氟离子检测 (1) 生物检测 (1)
中国科学院重庆绿色智能技术研究	3	分子构象变化检测 (1) 乳酸检测 (1) 应力检测 (1)
中科院长春应化所	3	水检测 (1) 电化学检测 (1) 细胞检测 (1)
中国科学院兰州化学物理	1	硝基苯胺检测 (1)

2017 石墨烯技术专利分析报告

研究所		
中科院上海微系统与信息技术研究所	2	分子检测 (2)
中科院海洋研究所	2	曲酸检测 (1) 硫化物检测 (1)
中科院宁波材料技术与工程研究所	2	富集水检测 (1) 多环芳烃检测 (1)
中国科学院电子学研究所	2	肺癌标志物检测 (1) 脑电信号探测 (1)
中国科学院过程工程研究所	1	重金属检测 (1)
中国科学院近代物理研究所	1	生物分子检测 (1)
中国科学院理化技术研究所	1	甲醛气体检测 (1)
中国科学院上海高等研究院	1	核酸检测 (1)
中国科学院上海应用物理研究所	1	异型扩增产物检测 (1)
中国科学院物理研究所	1	表面检测 (1)
中国科学院烟台海岸带研究所	1	生物传感器 (1)
中科院化学所	1	自由基检测 (1)
中科院山西煤炭化学研究所	1	电化学传感器 (1)
中科院金属所	1	温度检测 (1)
中国科学院上海光学精密机械研究所	1	气体检测 (1)
中科院微电子所	1	气体检测 (1)
国外		
德国-英飞凌科技股份有限公司	1	传感器装置 (2)
美国国际商业机器公司	1	单分子检测 (1)
三星电机株式会社-韩国	1	电感器 (1)

德国德尔格安全股份两合公司	1	气体检测 (1)
韩国株式会社俞旻 ST	1	泄漏溶液检测 (1)
美国 威斯技术基金会公司	1	溶剂检测 (1)
美国哈佛大学校长及研究员协会	1	分子检测 (1)
日本国立大学法人东京大学	1	气体检测 (1)
新加坡国立大学	1	磁场传感器
英国医药研究委员会	1	离子检测 (1)

(6) 水-气体处理

从石墨烯在水-气体处理领域的专利构成来看（见图 5-5-1-2-6），石墨烯在水-气体处理方面的专利申请共 1060 件，主要集中在催化降解（专利申请量 391 件，占总申请量的 36.9%）；吸附（专利申请量 413 件，占总申请量的 38.9%）；过滤（专利申请量 112 件，占总申请量的 10.6%）；空气净化（专利申请量 45 件，占总申请量的 4.2%）。

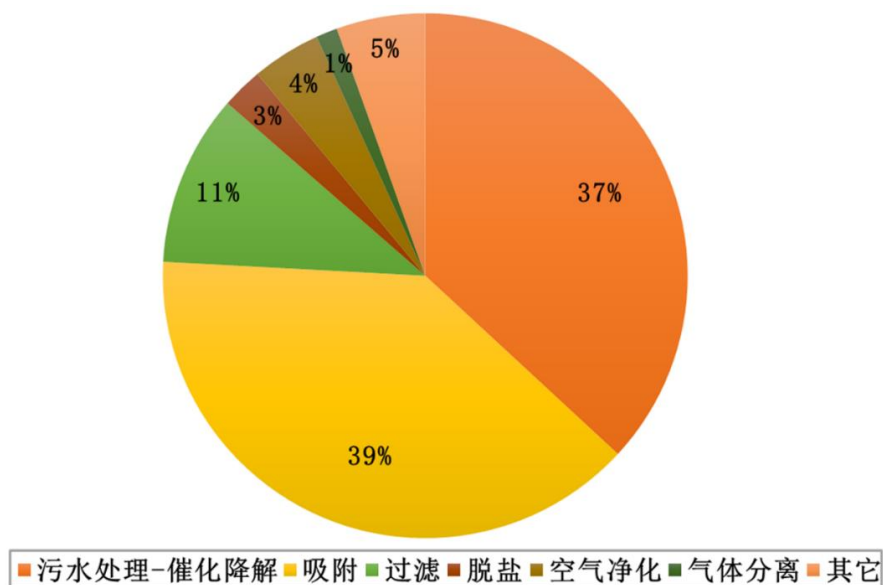


图5-5-1-2-6 石墨烯水-气体处理专利类型构成

结合表 5-5-1-2-6，可以看出，在水-空气处理领域，高校的专利申请以催化降解、有机物吸附、重金属吸附、过滤分离等技术方案为主方面；企业的专利申

请主要集中在空气净化、吸附、催化降解等领域；中科院的专利申请主要是催化降解、吸附等；国外申请机构的专利申请主要集中在过滤领域。

表5-5-1-2-6 水-空气处理重要专利申请人

机构名称	专利数量 (件)	技术方案
大学		
东华大学	22	催化降解 (22)
常州大学	26	吸附 (26)
江苏大学	23	催化降解 (15)、吸附 (8)
湖南大学	21	催化降解 (9) 吸附 (12)
济南大学	20	催化降解 (11) 吸附 (7) 过滤 (2)
东南大学	18	催化降解 (6) 吸附 (7) 过滤 (3) 空气净化 (2)
上海大学	14	催化降解 (10) 脱盐 (4)
华南理工大学	13	吸附 (13)
清华大学	13	催化降解 (6) 吸附 (4) 过滤 (3)
山东大学	13	催化降解 (5) 吸附 (8)
大连理工大学	11	催化降解 (5) 吸附 (4) 过滤 (2)
哈尔滨工业大学	11	催化降解 (4) 吸附 (5) 过滤 (2)
南昌航空大学	10	催化降解 (10)
天津工业大学	10	催化降解 (5) 过滤 (5)
四川大学	9	吸附 (9)
福州大学	9	催化降解 (7) 过滤 (2)
河海大学	8	催化降解 (8)
武汉理工大学	8	催化降解 (4) 吸附 (4)
同济大学	8	吸附 (8)
浙江大学	8	催化降解 (6) 过滤 (2)
上海应用技术学院	8	吸附 (6) 过滤 (2)
天津工业大学	6	吸附 (6)

2017 石墨烯技术专利分析报告

陕西科技大学	6	吸附（6）
聊城大学	6	催化降解（6）
南京理工大学	5	催化降解（5）
苏州大学	5	吸附（5）
青岛大学	5	吸附（5）
长沙理工大学	4	催化降解（4）
武汉大学	4	吸附（4）
复旦大学	4	过滤（4）
江苏科技大学	4	脱盐（4）
天津大学	3	气体分离（3）
中国石油大学（华东）	2	气体分离（2）
企业		
东莞市联洲知识产权运营管理有限公司	5	催化降解（5）
中国航空工业集团公司北京航空材	5	吸附（5）
苏州锐特捷化工制品有限公司	5	吸附（5）
安徽普氏生态环境工程有限公司	4	催化降解（4）
长兴县大成轻纺有限公司	3	吸附（3）
湖北中烟工业有限责任公司	3	吸附（3）
蚌埠德美过滤技术有限公司	3	吸附（3）
徐州深蓝新材料科技有限公司	2	吸附（2）
成都新柯力化工科技有限公司	2	吸附（2）
成都纳硕科技有限公司	2	吸附（2）
安徽成方新材料科技有限公司	2	吸附（2）
上海荣富新型材料有限公司	2	催化降解（2）
合众（佛山）化工有限公司	2	催化降解（2）
南京拜思特环保设备有限公司	2	催化降解（2）
江苏城工建设科技有限公司	2	催化降解（2）
厦门建霖工业有限公	2	过滤（2）
苏州锐特捷化工制品有限公司	2	过滤（2）

2017 石墨烯技术专利分析报告

唐山海清源科技股份有限公司	2	过滤（2）
云南中烟工业有限责任公司	2	过滤（2）
济南圣泉集团股份有限公司	2	空气净化（2）
南京新月材料科技有限公司	2	空气净化（2）
苏州巨联环保科研有限公司	2	空气净化（2）
苏州锐特捷化工制品有限公司	2	空气净化（2）
广西金邦泰科技有限公司	1	过滤（1）
中科院		
中科院宁波材料技术与工程研究所	6	过滤（2）气体分离（1）催化降解（3）
中国科学院生态环境研究中心	4	过滤（1）气体分离（1）催化降解（1）吸附（1）
中国科学院合肥物质科学研究院	3	催化降解（1）吸附（2）
中科院过程工程研究院	2	气体分离（1）吸附（1）
中国科学院城市环境研究所	2	催化降解（1）吸附（1）
中科院金属所	2	催化降解（1）吸附（1）
中国科学院东北地理与农业生态研究所	2	吸附（2）
中国科学院上海硅酸盐研究所	2	催化降解（1）吸附（1）
中国科学院上海应用物理研究所	2	吸附（2）
中国科学院等离子体物理研究所	1	吸附（1）
中国科学院水生生物研究所	1	吸附（1）
中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所	1	吸附（1）
中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所	1	吸附（1）
中科院苏州纳米技术与纳米仿生研究所	1	吸附（1）
中国科学院兰州化学物理研究所	1	催化降解（1）
中科院理化所	1	催化降解（1）
中国科学院重庆绿色智能技术研究院	1	空气净化（1）
外国申请人		
洛克希德马丁公司	7	过滤（6）气体分离（1）

英国曼彻斯特大学	3	过滤（2）吸附（1）
麻省理工学院	1	过滤（1）
LG	1	过滤（1）
美国南卡罗来纳大学	1	过滤（1）
美国通用电气公司	1	过滤（1）
印度理工学院	1	过滤（1）
韩国汉阳大学产学研协力团	1	气体分离（1）

5.5.2 Bottom-up 制备石墨烯发明专利功效分析

该章节主要分析以气体为原料通过化学气相沉积（CVD）方式制备石墨烯的发明专利技术。该制备技术主要是将含有碳源的气体，如甲烷等在特定条件下反应得到石墨烯薄膜，主要有石墨烯薄膜生长、石墨烯薄膜转移及相关设备等技术分支，通过该技术途径得到的石墨烯薄膜具有良好的导电性、透光性和柔韧性，在液晶显示、触控、传感器、激光器、柔性电子器件等领域具有巨大的应用前景，其关键技术包括低成本高质量石墨烯薄膜的制备、转移和具体的应用技术等。

从图 5-5-2 化学气相沉积制备石墨烯专利技术分类可以看出，目前该领域的相关专利一共有 1973 件，主要涉及石墨烯原材料、制备及检测技术（660）、石墨烯改性产品及技术（91）、石墨烯应用产品（1125）、石墨烯终端应用产品（97）。



图 5-5-2 化学气相沉积制备石墨烯专利技术分类

5.5.2.1 石墨烯原材料、制备及检测技术

从石墨烯原材料、制备及检测技术来看（见图 5-5-2、5-5-2-1），石墨烯原材料方面的专利申请共 388 件，申请量较多的主要有石墨烯薄膜（143）、石墨烯单晶（30）、三维宏观体（47）、复合结构（54）等领域；制备技术方面的专利申请共 239 件，主要涉及转移技术（121）、掺杂生长（28）及相关设备（86）等；检测技术方面的专利申请共 33 件，主要涉及石墨烯缺陷、导电性能等方面的检测。

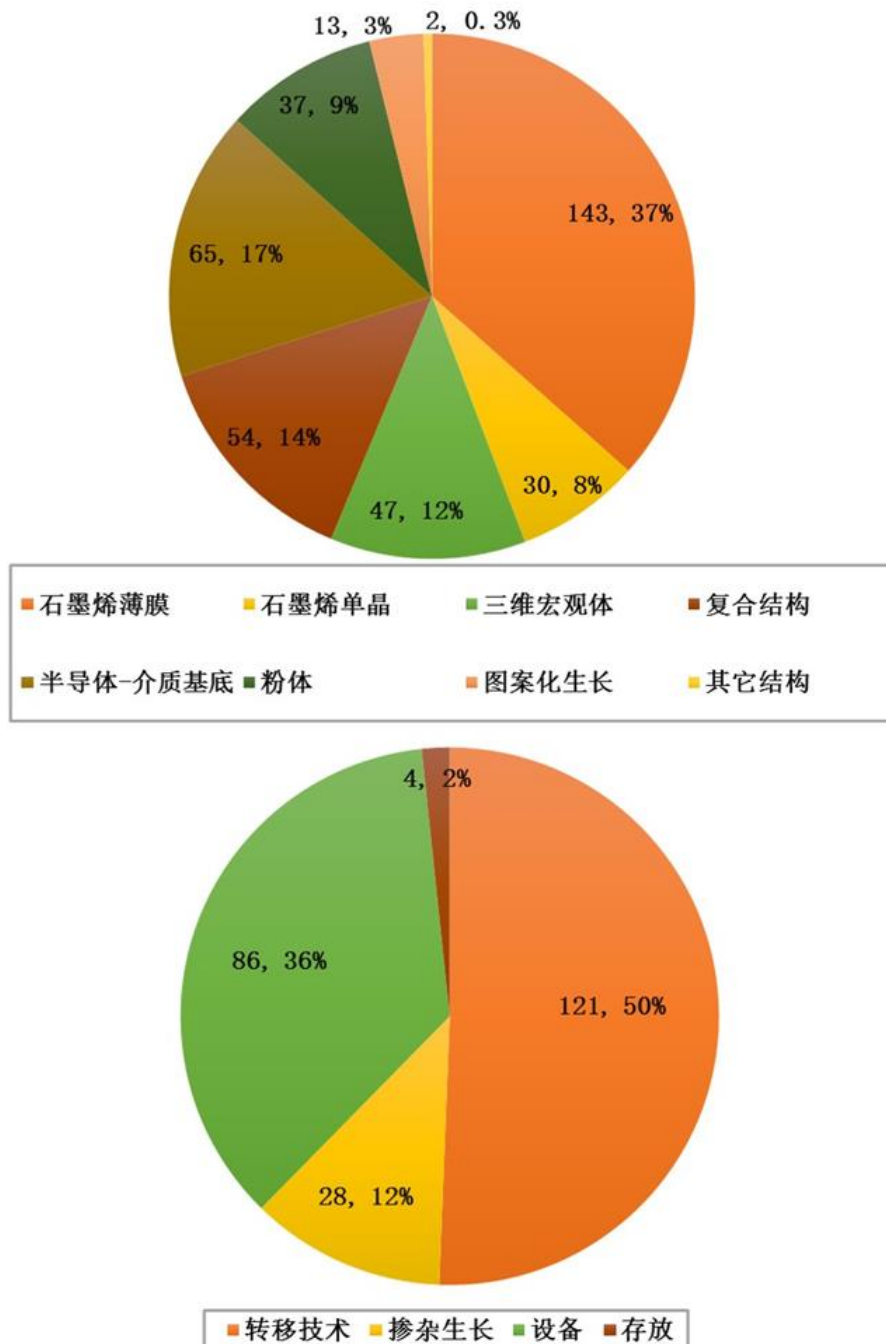


图 5-5-2-1 石墨烯原材料、制备技术专利类型构成

表 5-5-2-1 给出了石墨烯原材料、制备技术和检测技术专利的重要申请人，可以看出高校主要集中在石墨烯薄膜、复合结构、石墨烯单晶等技术领域；企业则主要集中在石墨烯薄膜，转移技术以及相关设备等技术领域；中科院则涉及石墨烯单晶、石墨烯薄膜、掺杂生长、复合结构、转移技术、相关设备等诸多技术领域；国外申请人主要也是以石墨烯薄膜及其转移技术为主。石墨烯检测技术，目前国内外的申请人都有涉及，主要集中在石墨烯缺陷和导电性能的检测。

表 5-5-2-1 石墨烯原材料、制备及检测技术专利重要申请人

原材料、制备技术		
机构名称	专利数量（件）	技术方案
大学		
清华大学	27	复合结构（9）、石墨烯管（1）、粉体（2）、石墨烯纳米窄带（7）、外延结构体（7）、三维宏观体（1）
北京大学	19	石墨烯薄膜（6）、复合结构（4）、粉体（1）、石墨烯单晶（6）、转移技术（2）、
浙江大学	17	石墨烯薄膜（5）、粉体（2）、转移技术（2）、复合结构（5）、掺杂生长（2）、设备（1）
西安电子科技大学	18	石墨烯薄膜（7）、石墨烯单晶（2）、转移技术（7）、粉体（1）、三维宏观体（1）
东南大学	11	转移技术（3）、图案化生长（2）、三维宏观体（2）、复合结构（3）、掺杂生长（1）
电子科技大学	6	石墨烯薄膜（3）、转移技术（1）、石墨烯单晶（1）、设备（1）
哈尔滨工业大学	8	复合结构（3）、石墨烯单晶（2）、石墨烯薄膜（2）、掺杂生长（1）
企业		
重庆墨希科技有限公司	26	转移技术（9）、设备（14）、复合结构（2）、存放（1）、
无锡格菲电子薄膜科技有限公司	20	石墨烯薄膜（4）、介质基底（1）、转移技术（15）
常州二维碳素科技有限公司	10	设备（4）、石墨烯薄膜（5）、转移技术（1）
无锡第六元素高科技发展有限公司	6	石墨烯薄膜（3）、介质基底（1）、设备（1）、转移技术（1）
合肥微晶材料科技有限公司	6	转移技术（4）、存放（1）、石墨烯薄膜（1）
泰州巨纳新能源有限公司	4	设备（1）、转移技术（2）、石墨烯单晶（1）
京东方科技集团股份有限公司	4	转移技术（3）、复合结构（1）
安徽贝意克设备技术有限公司	4	设备（4）

中科院		
中科院重庆绿色智能技术研究院	39	三维宏观体 (7)、设备 (15)、转移技术 (9)、复合结构 (1)、石墨烯薄膜 (4)、掺杂生长 (1)、介质基底 (1)
中科院上海微系统与信息技术研究所	32	石墨烯单晶 (3)、石墨烯薄膜 (7)、介质基底 (7)、粉体 (1)、图案化生长 (3)、转移技术 (6)、掺杂生长 (3)、三维宏观体 (1)、复合结构 (1)
中科院化学研究所	14	石墨烯薄膜 (6)、掺杂生长 (2)、石墨烯单晶 (4)、转移技术 (1)、三维宏观体 (1)
中国科学院微电子研究所	12	石墨烯薄膜 (5)、转移技术 (6)、复合结构 (1)
中科院上海硅酸盐研究所	9	三维宏观体 (6)、石墨烯薄膜 (2)、石墨烯单晶 (1)、
中科院宁波材料技术与工程研究所	9	三维宏观体 (1)、设备 (1)、转移技术 (3)、存放 (2)、石墨烯单晶 (1)、复合结构 (1)
中科院金属研究所	8	石墨烯单晶 (2)、转移技术 (4)、石墨烯薄膜 (2)
国家纳米科学中心	4	粉体 (1)、复合结构 (1)、掺杂生长 (1)、图案化生长 (1)
国外重要申请人		
韩国三星	15	设备 (4)、石墨烯薄膜 (4)、转移技术 (4)、掺杂生长 (1)、三维宏观体 (1)、复合结构 (1)
日本 JX 日矿日石金属株式会社	7	石墨烯薄膜 (7)
索尼公司	4	转移技术 (3)、石墨烯薄膜 (1)
韩国 LG 电子株式会社	4	石墨烯薄膜 (3)、设备 (1)
新加坡国立大学	3	石墨烯薄膜 (2)、转移技术 (1)
美国英派尔科技开发有限公司	3	石墨烯薄膜 (1)、转移技术 (1)、粉体 (1)
日本松下电器产业株式会社	2	石墨烯薄膜 (2)
日本富士通株式会社	2	介质基底 (1)、图案化生长 (1)
检测技术		

夏煜楚	6	石墨烯污点检测 (6)
中科院上海微系统与信息技术研究所	6	石墨烯表面褶皱分布 (3)、铜衬底表面晶相 (1)、石墨烯连续膜完整性 (1)、石墨烯破损情况 (1)
中国科学院山西煤炭化学研究所	1	石墨烯柔性薄膜柔软度的定量测试 (1)
中科院重庆绿色智能技术研究院	1	石墨烯薄膜电导 (1)
中科院沈阳自动化研究所	1	石墨烯晶向检测 (1)
兰州空间技术物理研究所	1	石墨烯结晶状态 (1)
京东方科技集团股份有限公司	1	方块电阻 (1)
泰州巨纳新能源有限公司	1	石墨烯形核及生长情况 (1)
北京大学	3	石墨烯质量检测 (2)、石墨烯表面气体分子吸附过程的监测方法 (1)
清华大学	1	石墨烯光学检测方法 (1)
北京工业大学	1	迁移率 (1)
西北工业大学	1	石墨烯载流子浓度 (1)
电子科技大学	1	石墨烯表面黏着力与摩擦力的测试 (1)
淮阴工学院	1	石墨烯压阻因子 (1)
美国英派尔科技发展有限公司	2	石墨烯缺陷检测 (2)
韩国-三星泰科威株式会社	1	石墨烯质量检测 (1)
韩国-建国大学校产业协力团	1	石墨烯褶皱方向 (1)
韩国韩华泰科株式会社	1	石墨烯晶界探测 (1)

5.5.2.2 石墨烯改性产品及技术

石墨烯改性产品及技术专利共 91 件 (见图 5-5-2-2), 主要集中在掺杂 (28); 复合材料 (22); 图案化 (24) 等技术领域。

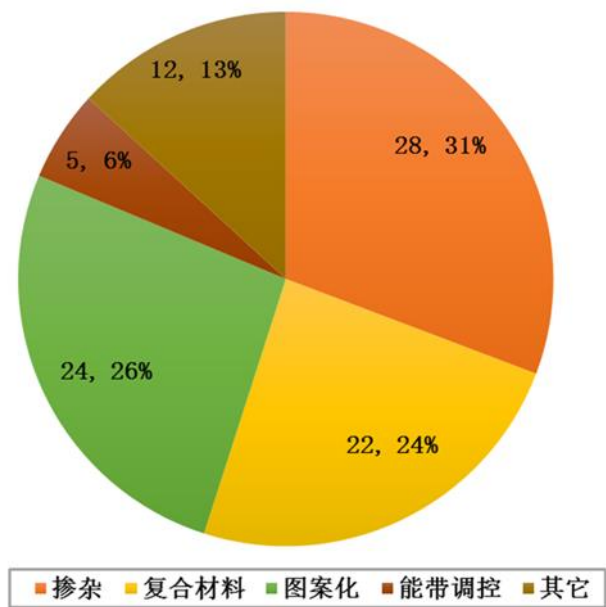


图5-5-2-2 石墨烯改性产品及技术专利类型构成

结合表 5-5-2-2，可以看出，石墨烯改性产品及技术相关专利主要集中在掺杂改性、复合材料、图案化等技术方向，高校和中科院比较偏重基础研究，企业和国外申请人则比较集中掺杂和复合来提高石墨烯的导电性能。

表5-5-2-2 石墨烯改性产品及技术重要专利申请人

机构名称	专利数量 (件)	技术方案
大学		
北京大学	5	石墨烯切割方法（1）、原子尺度石墨烯沟槽制备方法（1）、石墨烯纳米带制备方法（1）、刻蚀多层石墨烯方法（1）、石墨烯纳米孔洞制备（1）
哈尔滨工业大学	4	缺陷诱导石墨烯电极（1）、氮掺杂石墨烯电极（1）、石墨烯化学修饰（2）
大连理工大学	4	人工电磁超材料（4）
浙江大学	2	氮掺杂石墨烯（1）、石墨烯复合材料电催化剂（1）
企业		
无锡格菲电子薄膜科技有限公司	3	图案化（3）
京东方科技集团股份有限公司	3	图案化（2）、掺杂（1）

重庆墨希科技有限公司	2	图案化（1）、提升导电性（1）
厦门烯成新材料科技有限公司	2	掺杂石墨烯（2）
常州二维碳素科技股份有限公司	2	掺杂石墨烯（2）
福建省辉锐材料科技有限公司	2	掺杂石墨烯（2）
中科院		
中科院重庆绿色智能研究院	5	掺杂（2）、复合电极（1）、图案化（1）、退火处理（1）
中国科学院物理研究所	3	石墨烯超晶格纳米结构（1）、纳米尺度石墨烯材料（1）、能带调控（1）
国外重要申请人		
美国希尔莱特有限责任公司	1	掺杂（1）
新加坡国立大学	2	掺杂（2）
美国国际商业机器公司	2	掺杂（1）、图案化（1）
日本索尼公司	3	复合电极（2）、掺杂（1）
韩国-石墨烯广场株式会社	1	掺杂（1）
韩国-电子部品研究院	1	掺杂（1）
美国-英派尔科技开发有限公司	1	复合膜（1）
美国麻省理工学院	1	复合电极（1）
日本东芝	1	复合电极（1）
韩国延世大学校产学协力团	1	掺杂（1）
美国洛克希德马丁公司	1	纳米多孔材料（2）
韩国科学技术院	1	掺杂（1）

5.5.2.3 石墨烯基应用产品

从石墨烯基应用产品领域来看（见图 5-5-2-3），专利申请共 1125 件，主要集中在集成电路（282）、传感器（306）、储能（126）、电磁波&光调制（75）、LED&OLED（73）、显示屏&面板（44）等领域。

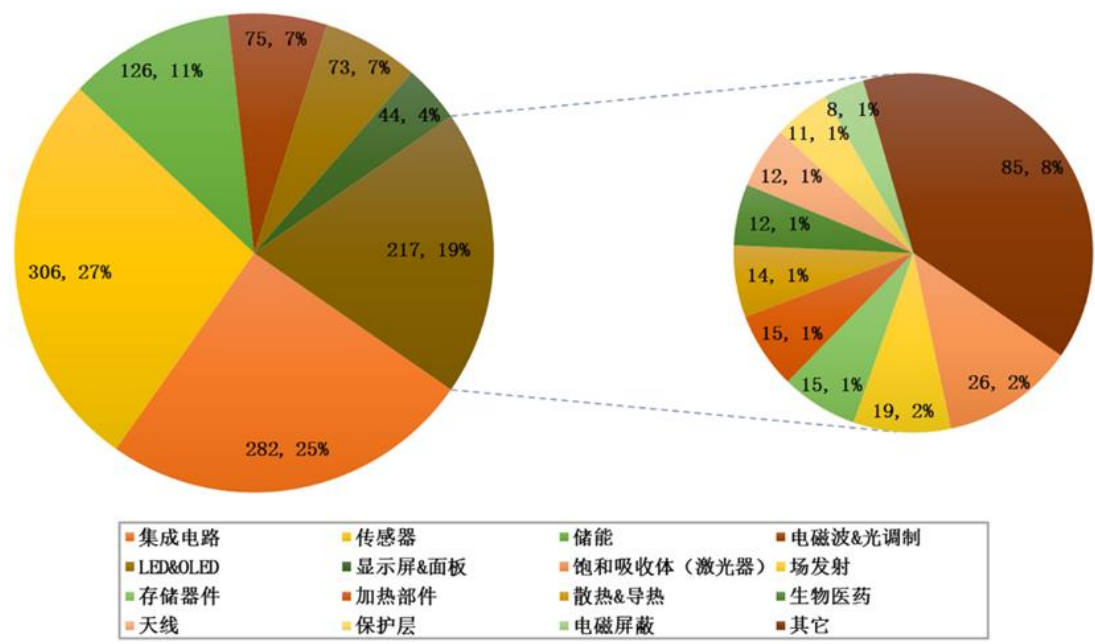


图5-5-2-3 石墨烯基应用产品专利类型构成

结合表 5-5-2-3，可以看出高校申请人主要集中在集成电路、储能领域、光电器件、传感器等技术领域；中科院系统的技术领域涉及较为广泛，集成电路、传感器、储能、LED/OLED、光调制、散热、生物医药、场发射、存储器件等领域都有所涉及；企业申请人则主要集中在显示屏、触摸屏、LED 等技术领域；国外申请人则主要集中在 LED/OLED、集成电路等技术领域。

表5-5-2-3 石墨烯基应用产品重要专利申请人

机构名称	专利数量 (件)	技术方案
大学		
清华大学	52	生物化学传感器（4）、存储器件（2）、太阳能电池（1）、热致发声装置（10）、光伏器件（1）、热电偶（1）、集成电路（14）、光电器件（3）、外延结构（1）、LED（3）、锂电池（10）、测量气压（1）、测量液体流量（1）
电子科技大学（四川）	49	集成电路（5）、电光调制器（17）、生物化学传感器（3）、压电薄膜（1）、电致发光显示器（1）、太阳能电池（2）、OLED（9）、激光器（3）、场发射（1）、波导传输线（1）、光探

		测（1）、太赫兹调制器（4）、 天线（1）
北京大学	35	集成电路（17）、压敏器件 （1）、太阳能电池（1）、热电 子热辐射探测计（1）、纳米光源 （2）、太阳能电池（1）、生物 化学传感器（3）、OLED（1）、 耐腐蚀电极（1）、光电探测 （1）、温度测量（1）、微波衰 减器（1）、基底（1）、超声波 探测（1）、光声成像装置 （1）、电光调制器（1）
复旦大学	24	集成电路（17）、红外探测（2）、生 物化学传感器（1）、存储器件（1）、 人工神经（1）、拉曼增强衬底（1）
浙江大学	23	纳米光源（1）、集成电路（4）、光开 关（1）、光电子器件（2）、电光调制 器（2）、集流体（1）、太阳能电池 （6）、光电探测器（5）、压力传感器 （1）
哈尔滨工业大学	18	集成电路（2）、石墨烯辅助钎焊方法 （4）、超级电容器（4）、天线 （1）、锂电池（1）、太阳能电池 （1）、石墨烯防腐层（1）、石墨烯增 强金属（2）、OLED（1）、太阳能 （1）
东南大学	18	锂电池（1）、生物化学传感器（1）、 核磁共振探测（1）、等离子体极化波 分束器（4）、电磁屏蔽（2）、场发射 （2）、压力传感器（1）、天线 （3）、光调制器件（2）、电子束加工 （1）
西安电子科技大学	14	集成电路（8）、探针（1）、太阳能电 池（1）、电磁屏蔽（1）、衬底（3）
山东师范大学	12	生物化学传感器（1）、红外探测 （2）、激光器（2）、扬声器（1）、 湿度传感器（1）、生物化学传感器 （3）、超级电容器（2）

合肥工业大学	12	光电探测器 (10)、空间行波管 (1)、太赫兹器件 (1)
北京工业大学	11	激光器 (6)、LED (1)、燃料电池 (2)、光电探测 (1)、集成电路 (1)
江苏大学	10	集成电路 (6)、生物化学传感器 (2)、热整流器件 (2)
南京邮电大学	9	生物化学传感器 (2)、集成电路 (4)、柔性脉象检测探头 (1)、柔性振动传感器 (1)、OLED (1)
中国计量学院	9	磁可调法拉第旋转器 (1)、隔离器 (3)、太赫兹波耦合器 (3)、温度传感器 (2)
南京大学	8	存储器件 (1)、光纤偏振器 (1)、电流传感器 (2)、LED (3)、光电子探测器 (1)
华中科技大学	8	微电极系统 (1)、光学测量 (3)、光电发射材料 (1)、超级电容器 (1)、防腐电极 (1)、光纤曲率传感器 (1)
重庆大学	6	生物化学传感器 (1)、红外探测 (1)、太赫兹传感器 (2)、干涉型光调制器 (1)、光学器件 (1)
天津理工大学	6	太阳能电池 (2)、太赫兹吸收器件 (3)、集成电路 (1)
上海交通大学	6	激光器 (3)、光电子器件 (1)、电光调制装置 (1)、光电探测 (1)
企业		
京东方科技集团股份有限公司	32	显示面板 (22)、太阳能电池 (2)、静电保护膜 (1)、触摸屏 (3)、集成电路 (3)、OLED (1)
重庆墨希科技有限公司	19	触摸屏 (11)、脉搏心率计 (1)、湿度传感器 (2)、显示屏 (2)、LED (3)
中芯国际集成电路制造 (上海) 有限公司	14	集成电路 (14)
泰州巨纳新能源有限公司	10	电光调制器 (2)、光纤传输 (1)、激光器 (1)、生物化学传感器 (3)、可

		调光微波发生器 (1)、光电探测器 (2)
深圳市华星光电技术有限公司	10	LED (1)、显示屏 (6)、衬底 (1)、防腐电极 (2)
无锡格菲电子薄膜科技有限公司	8	触摸屏 (5)、OLED (1)、LED (1)、导热片 (1)
上海集成电路研发中心有限公司	8	集成电路 (5)、光电探测器 (1)、紫外光探测器 (1)、存储器件 (1)
成都九十度工业产品设计有限公司	7	太阳能电池 (7)
常州二维碳素科技股份有限公司	7	触摸屏 (4)、气体阻隔膜 (2)、远红外发生器 (1)
无锡力合光电	7	触摸屏 (6)、空气过滤膜 (1)
上海烯旺信息科技有限公司	2	加热膜 (2)
中科院&其它研究机构		
中科院微电子研究所	41	集成电路 (34)、衬底 (1)、太阳能电池 (1)、生物化学传感器 (1)、存储器件 (3)、散热结构 (1)
中科院上海微系统与信息技术研究所	35	集成电路 (18)、紫外探测器 (2)、散热材料 (2)、太赫兹光电探测器 (1)、天线 (1)、生物化学传感器 (4)、抗菌材料 (1)、场发射 (1)、太赫兹波产生器件 (1)、存储器件 (1)、光电探测器 (1)、磁场传感器 (1)、表面改性的医用钛材料 (1)
中科院重庆绿色智能技术研究院	27	生物化学传感器 (2)、触摸屏 (4)、气流传感器 (1)、集成电路 (1)、温度传感器 (1)、电热膜 (1)、太阳能电池 (4)、防腐电极 (1)、增强碳纤维 (1)、电信号采集 (1)、磁场检测 (1)、微测辐射热计 (1)、光电传感器 (1)、光电探测器 (6)、太赫兹调制器 (1)
国家纳米科学中心	11	集成电路 (3)、生物化学传感器 (2)、锗量子点复合材料 (1)、锂电池 (1)、红外光谱探测 (3)、场发射 (1)

中科院苏州纳米技术与纳米仿生研究所	16	太阳能电池（6）、声电转换（1）、生物化学传感器（1）、太赫兹波探测器（1）、存储器件（1）、细胞培养（2）、集成电路（1）、LED（1）、探针（1）、微纳流器件（1）
中科院半导体研究所	8	波导探测器（1）、光电探测器（1）、光纤通信（2）、激光器（2）、LED（1）、衬底（1）
中科院物理研究所	4	人造皮肤（1）、场发射（1）、集成电路（1）、紫外探测器（1）
中科院深圳先进技术研究院	3	场发射（3）
中国科学院宁波材料技术与工程研究所	1	导热膜（1）
中国电子科技集团公司第十三研究所	9	集成电路（5）、太赫兹（2）、光电探测器（1）、衬底（1）
国外重要申请人		
韩国三星	35	集成电路（27）、LED（4）、光学调制器（3）、锂电池（1）
美国国际商业机器公司	23	集成电路（17）、OLED（1）、光探测（1）、压力传感器（1）、生物化学传感器（1）、电磁屏蔽（2）
芬兰诺基亚	11	用于调谐谐振频率的装置（1）、集成电路（4）、光电探测（4）、电压移相器（1）检测电磁信号（1）
美国-美光科技公司	6	集成电路（6）
德国 英飞凌科技股份有限公司	4	扬声器（1）、集成电路（2）、衬底（1）
美国-英派尔科技开发有限公司	3	集成电路（2）、激光器（1）
英国-曼彻斯特大学	2	集成电路（2）
日本索尼公司	2	显示屏（1）、集成电路（1）
日本松下公司	2	集成电路（2）
日本富士通公司	2	集成电路（2）
美国通用汽车环球科技运作公司	2	燃料电池（1）、锂电池（1）
荷兰飞利浦公司	2	OLED（2）

5.5.2.4 石墨烯终端应用产品

从石墨烯终端应用产品领域来看（见图 5-5-2-4），专利申请共 97 件，主要集中在加热相关产品（39）、太阳能电池（15）等领域。

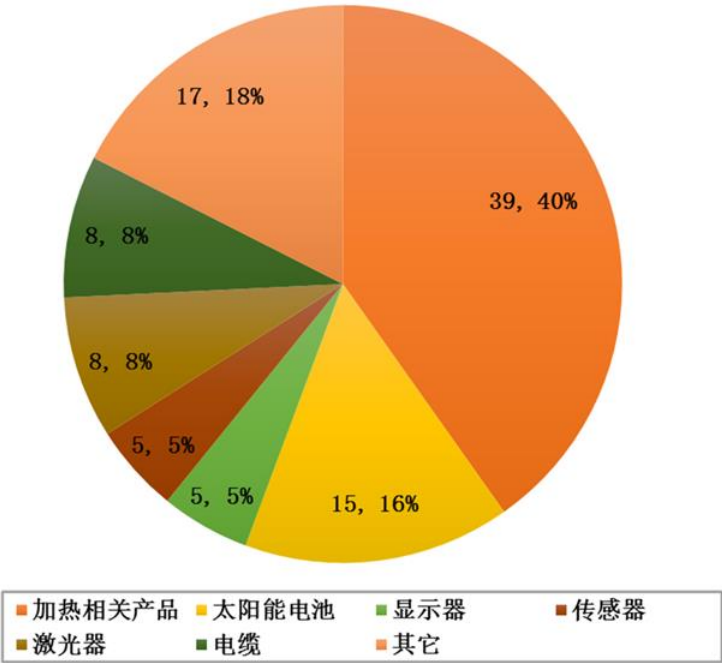


图5-5-2-4 石墨烯终端应用产品专利类型构成

石墨烯终端应用产品主要分布在加热相关产品、太阳能电池、传感器、显示器等方面。结合表 5-5-2-4，可以看出石墨烯在终端应用产品方面的专利申请主要以企业为主，并且技术领域大部分集中在加热相关的产品。

表5-5-2-4 石墨烯终端应用产品重要专利申请人

机构名称	专利数量 (件)	技术方案
大学		
清华大学	1	触摸屏输入指套（1）
企业		
无锡市翱宇特新科技发展有限公司	17	浴池（3）、加热垫（3）、加热器（4）、加热杯（2）、加热砖（1）、加热桌（2）、智能窗（2）
上海&无锡&深圳烯旺信息科技有限公司	12	加热服（4）、熨斗（1）、加热垫（2）、加热杯（1）、甩脂仪（1）、

		加热面膜（1）、加热包（1）、按摩仪（1）
苏州汉克山姆照明科技有限公司	3	太阳能电池及产品（3）
江苏阳光部落文化发展有限公司	2	光伏恒温杯（1）、太阳能防寒服（1）
成都川睿科技有限公司	2	智能电视机（2）
无锡格菲电子薄膜科技有限公司	1	调光膜
中科院		
中科院重庆绿色智能技术研究院	2	触摸屏（1）、风速测试器（1）
中科院上海光学精密机械研究所	1	激光器（1）

5.6 石墨烯技术中国重要专利申请人分析

5.6.1 重庆墨希科技有限公司

重庆墨希科技有限公司目前共申请 146 件石墨烯技术相关专利，发明专利 83 件，实用新型专利 52 件、外观设计专利 11 件。其中与中国科学院重庆绿色智能技术研究院共同申请的专利共有 79 件（图 5-6-1-1）

从图 5-6-1-2 可以看出，重庆墨希科技有限公司与中国科学院重庆绿色智能技术研究院共同申请的专利中，以制备领域的专利为主，目前共申请 57 件专利，占共同申请专利数量的 72.2%，主要涉及化学气相沉积生长薄膜、掺杂生长、转移技术已经相关设备；应用领域的专利申请主要涉及触摸屏、湿度传感器、透明导电复合薄膜等方面。重庆墨希科技有限公司自主申请的专利主要涉及石墨烯的终端应用产品，例如触摸屏、电子书、智能手环、显示屏等方面。

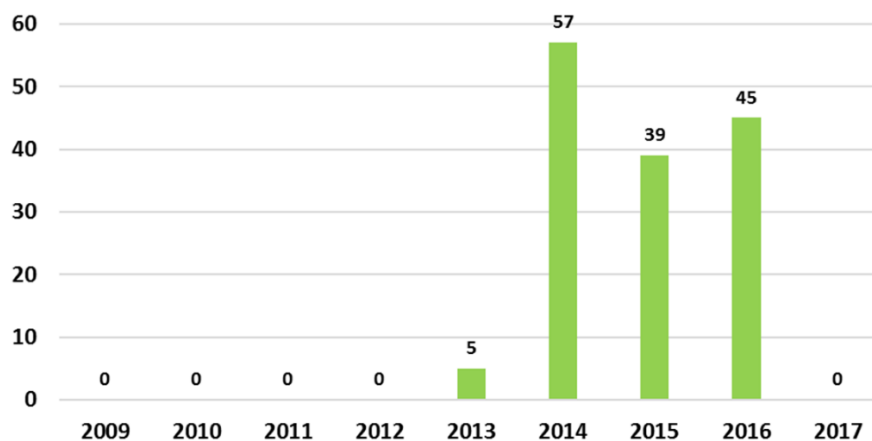


图5-6-1-1 重庆墨希科技有限公司石墨烯专利数量年度变化趋势

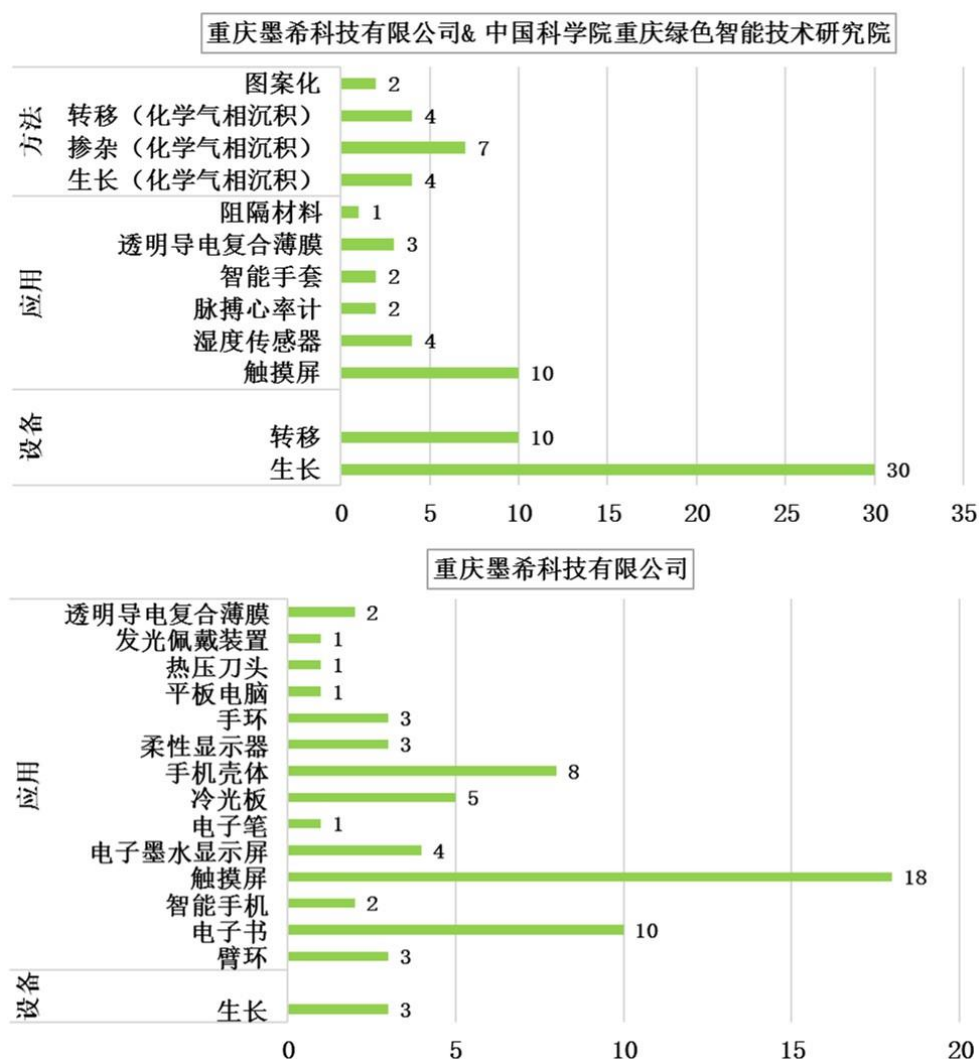


图5-6-1-2 重庆墨希科技有限公司石墨烯各技术分支专利申请布局情况

5.6.2 宁波墨西科技有限公司

宁波墨西科技有限公司目前共申请 31 件石墨烯技术发明专利，授权 12 件。其中与中国科学院宁波材料技术与工程研究所合作申请的共 4 件，主要涉及石墨烯粉体制备技术。图 5-6-2-1 给出了上述专利申请人（基于申请年）石墨烯专利申请数量的年度分布情况。可以看出该公司 2013 年申请的专利最多，后期专利申请数量相对较少。

从图 5-6-2-2 可以看出，宁波墨西科技有限公司与中国科学院宁波材料技术与工程研究所共同申请的专利主要是石墨烯粉体制备技术。宁波墨西科技有限公司自主申请的专利主要涉及石墨烯在涂料方面的应用，也有少量涉及专利涉及导热、导电、碳纤维增强等方面的应用。

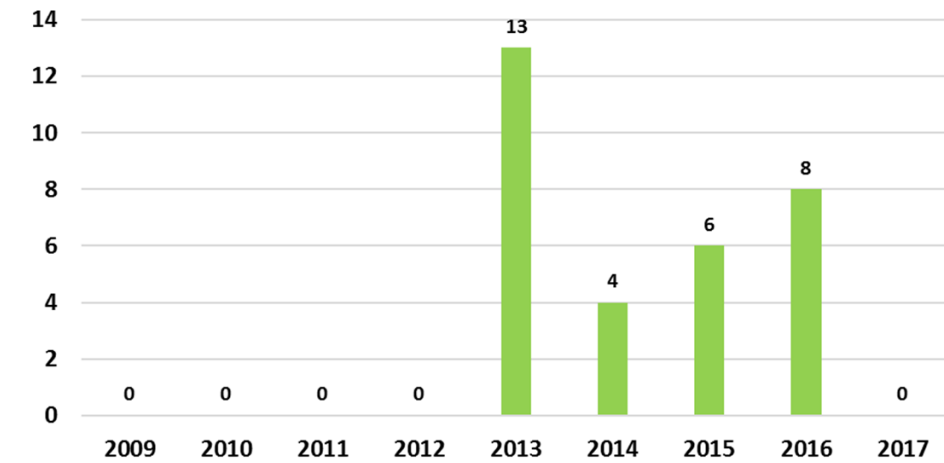


图5-6-2-1 宁波墨西科技有限公司石墨烯专利数量年度变化趋势

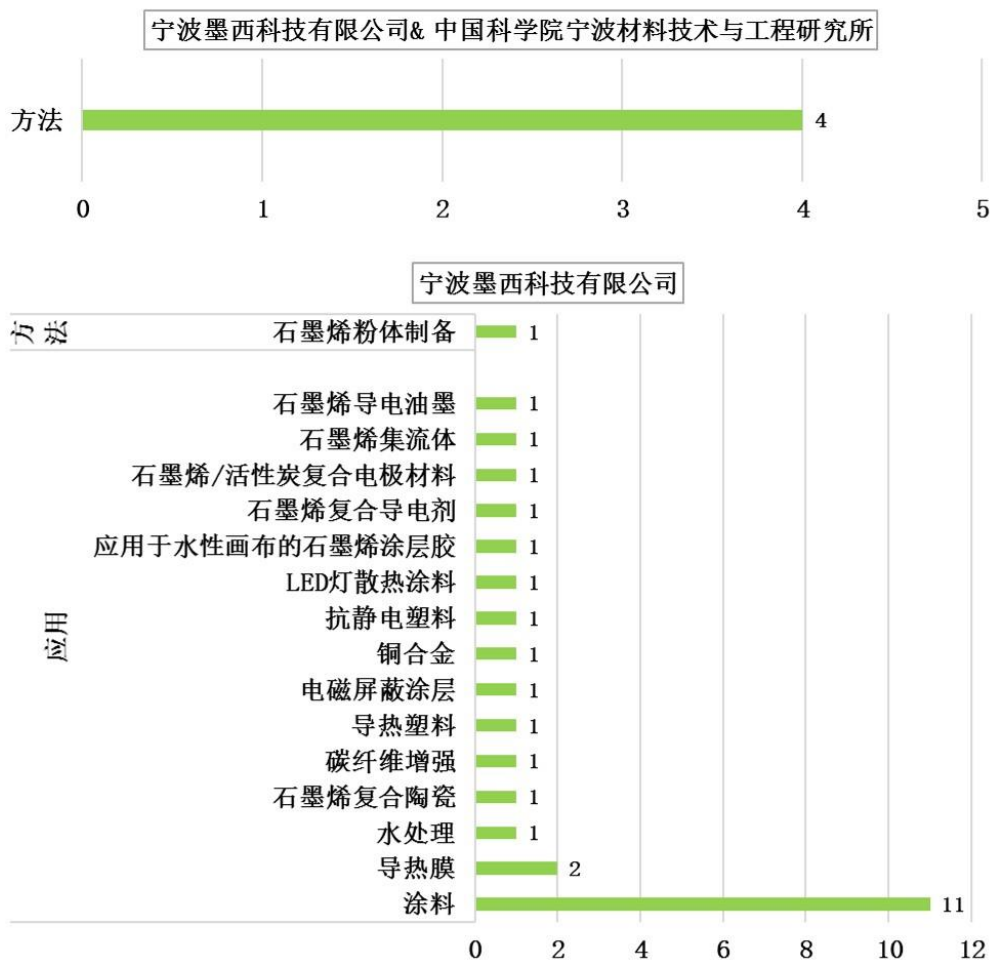


图5-6-2-2 宁波墨西科技有限公司石墨烯各技术分支专利申请布局情况

5.6.3 浙江碳谷上希材料科技有限公司

浙江碳谷上希材料科技有限公司目前共申请 32 件石墨烯技术相关专利，发明专利 31 件，实用新型专利 1 件。授权专利 16 件，失效专利 2 件。图 5-6-3-1

给出了浙江碳谷上希材料科技有限公司（基于申请年）石墨烯专利申请数量的年度分布情况。可以看出，该公司的专利申请主要集中在 2014 年以后。

从图 5-6-3-2 可以看出，浙江碳谷上希材料科技有限公司申请的专利中，制备领域的专利以氧化石墨烯制备技术为主；应用领域的专利申请主要涉及电磁屏蔽、导热、加热、导电等各类石墨烯功能膜等，另外还涉及少量石墨烯纤维、储能材料等方面。

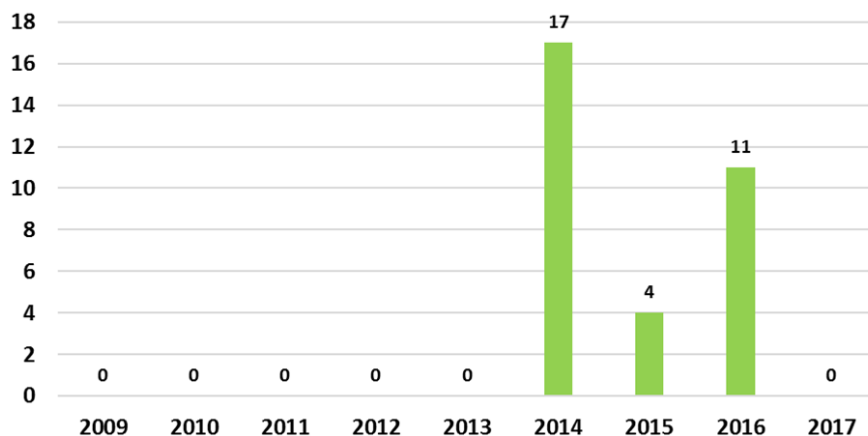


图5-6-3-1 浙江碳谷上希材料科技有限公司石墨烯专利数量年度变化趋势

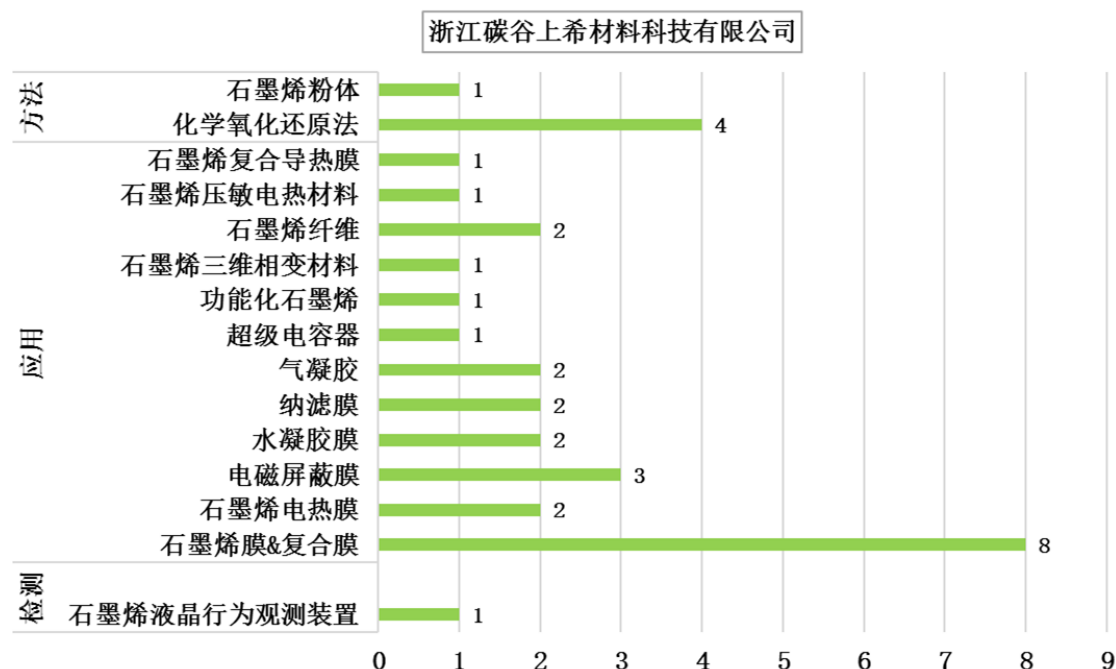


图5-6-3-2 浙江碳谷上希材料科技有限公司石墨烯各技术分支专利申请布局情况

5.6.4 厦门凯纳石墨烯技术股份有限公司

厦门凯纳石墨烯技术股份有限公司目前共申请 39 件石墨烯技术专利，发明

专利 36 件，实用新型专利 3 件、授权专利 20 件、失效专利 4 件。其中与华侨大学合作申请的共 10 件，主要涉及插层剥离、化学氧化还原、微波辐射等技术制备石墨烯。与厦门大学合作申请专利 1 件（石墨烯/硅复合负极材料）。与新疆中泰化学股份有限公司合作申请专利 2 件（石墨烯/聚氯乙烯复合材料）。图 5-6-4-1 给出了上述专利申请人（基于申请年）石墨烯专利申请数量的年度分布情况。可以看出该公司自 2010 年开始申请石墨烯相关技术专利，专利申请主要集中在 2013 年以后。

从图 5-6-4-2 可以看出，厦门凯纳石墨烯技术股份有限公司与华侨大学共同申请的专利主要涉及插层剥离、化学氧化法制备石墨烯的技术以及石墨烯与聚合物的复合材料。厦门凯纳石墨烯技术股份有限公司自主申请的专利主要涉及石墨烯与聚乙烯吡咯烷酮、EVA、ABS 等聚合物复合材料以及锂离子电池浆料、导热膜等技术领域。

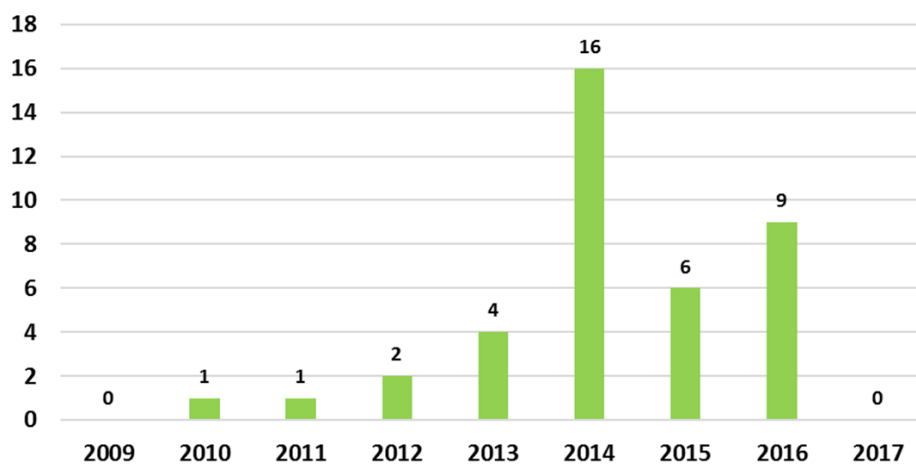


图5-6-4-1 厦门凯纳石墨烯技术股份有限公司石墨烯专利数量年度变化趋势

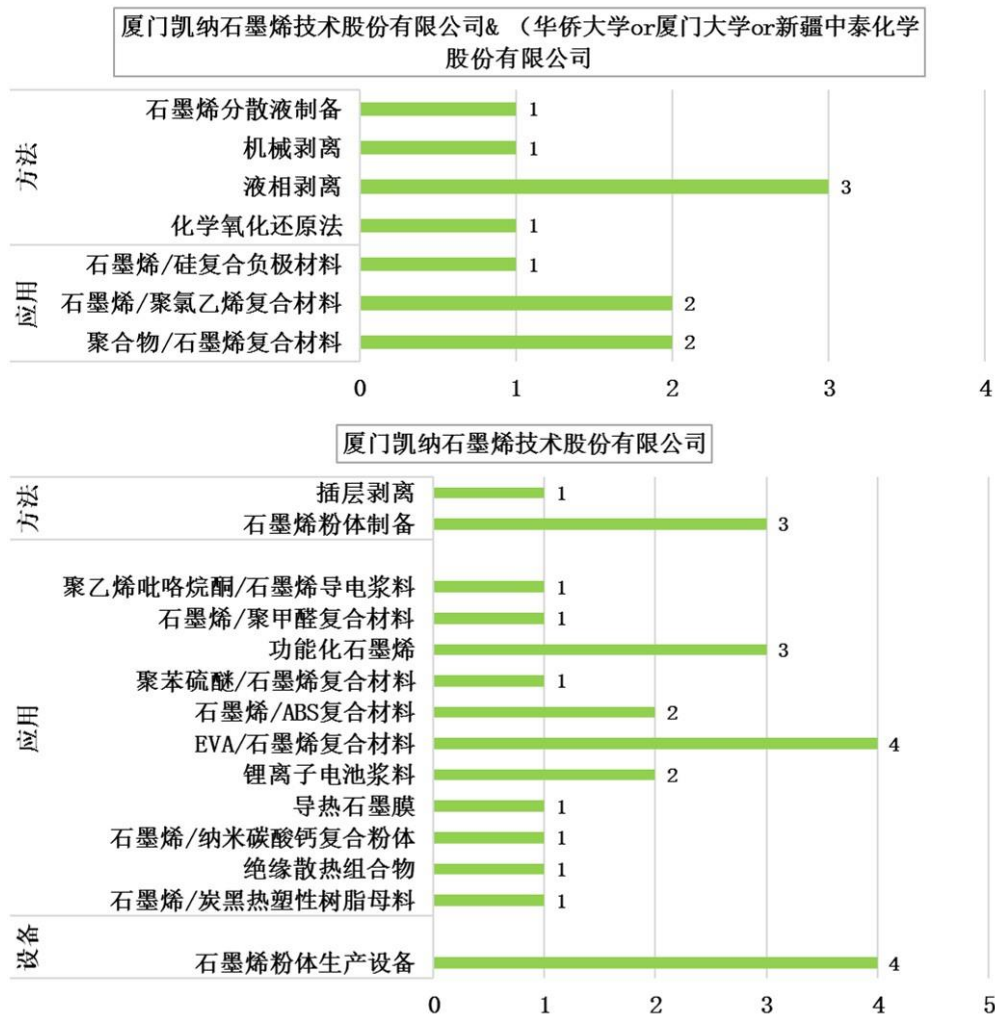


图5-6-4-2 厦门凯纳石墨烯技术股份有限公司石墨烯各技术分支专利申请布局情况

5.6.5 烯旺集团

烯旺集团在上海、无锡、深圳、常州都设有分公司，目前共申请 56 件石墨烯技术相关专利，发明专利 23 件，实用新型专利 28 件、外观设计专利 5 件。图 5-6-5-1 给出了上述专利申请人（基于申请年）石墨烯专利申请数量的年度分布情况。可以看出，上述专利申请人的专利申请主要集中在 2015 年和 2016 年。

烯旺科技在智能理疗保健护具，智能发热服等消费品领域已经实现了产业化应用，成为了全球首家石墨烯发热应用生产的规模性企业。针对石墨烯发热膜的优异热性能，烯旺科技已经研发出服装、保健、医疗、建筑类等多种应用领域产品。在"发热服"方面，石墨烯智能发热衣服完全颠覆传统衣服的属性，通过石墨烯独特发热应用，用温度代替厚度，冬天也能轻装上阵。利用手机端 APP 的控制可以让发热服迅速升温，并轻松调节温度。另外，烯旺科技所研发的石墨烯智能发热护具，利用石墨烯优良的加热性能和远红外光波，可缓减关节疼、改善腰

部疼痛及腰肌劳损等，实现了运动保护和健康理疗的双重功效。

从图 5-6-5-2 可以看出，冯冠平与无锡格菲电子薄膜科技有限公司共同申请了 3 件透明电热膜的发明专利，另外，冯冠平作为上海烯旺信息科技有限公司、无锡烯旺新材料科技有限公司、深圳烯旺新材料科技股份有限公司、常州烯旺新材料科技有限公司的主要创始人，其专利技术主要涉及以透明电热膜为基础的石墨烯终端应用产品，比如远红外智能加热服、远红外保健袜、远红外智能理疗服、远红外智能理疗贴等远红外理疗产品，发热挡风玻璃系统、汽车座椅的加热膜组、加热保温包等加热产品。

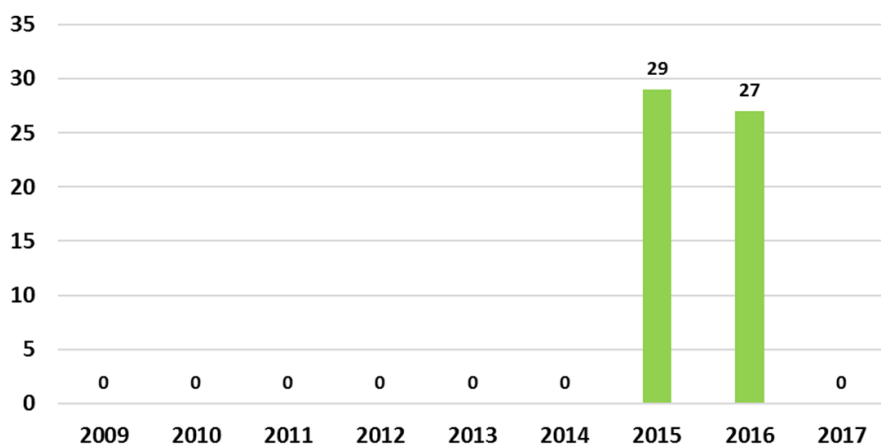


图5-6-5-1 （上海、无锡、深圳、常州）烯旺科技&冯冠平石墨烯专利数量年度变化趋势

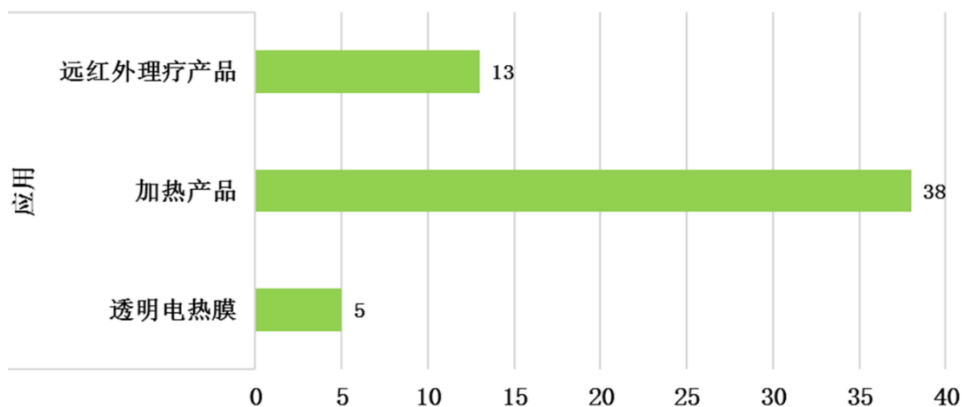


图5-6-5-2 （上海、无锡、深圳、常州）烯旺科技&冯冠平石墨烯各技术分支专利申请布局

5.6.6 江南石墨烯研究院

江南石墨烯研究院是由常州市政府、武进区政府共同出资人民币 5 千万元，于 2011 年 9 月 1 日批准组建的公益性科研型事业单位。研究院拥有石墨烯制备及性质、石墨烯新能源应用、石墨烯生命科学及生物医药应用、石墨烯光电子器

件应用等四个研究实验室以及石墨烯复合材料、半导体器件、储能应用研究等新的应用领域的专业实验室。目前研究院已经孵化了常州第六元素材料科技股份有限公司、常州二维碳素科技有限公司、常州碳元科技发展有限公司、常州碳宇纳米科技有限公司等多家高科技企业。

江南石墨烯研究院目前共申请 51 件石墨烯技术相关专利，发明专利 48 件，实用新型专利 3 件。授权专利 16 件，失效专利 2 件。与常州博碳环保科技有限公司合作申请专利 6 件，与常州碳宇纳米科技有限公司合作申请专利 2 件，与常州益辉新能源科技有限公司合作申请专利 1 件，与常州碳星科技有限公司合作申请专利 1 件，与江苏博肯碳晶材料科技有限公司合作申请专利 1 件。图 5-6-6-1 给出了江南石墨烯研究院（基于申请年）石墨烯专利申请数量的年度分布情况。可以看出，该公司的专利申请主要集中在 2013 年以后。

从图 5-6-6-2 可以看出，江南石墨烯研究院申请的专利中，制备领域的专利主要是化学气相沉积法制备石墨烯薄膜、转移技术以及相关的设备，另外还涉及少量氧化还原法制备石墨烯的技术；应用领域的专利申请主要涉及蛋白质分离、污水处理、香烟过滤、锂离子电池，燃料电池、传感器、石墨烯理疗产品、阻燃材料、导热硅脂方面的应用。

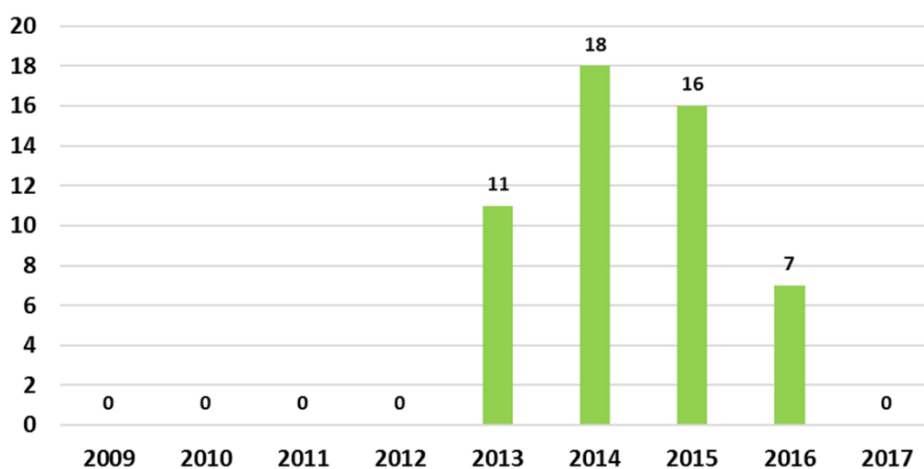


图5-6-6-1 江南石墨烯研究院石墨烯专利数量年度变化趋势

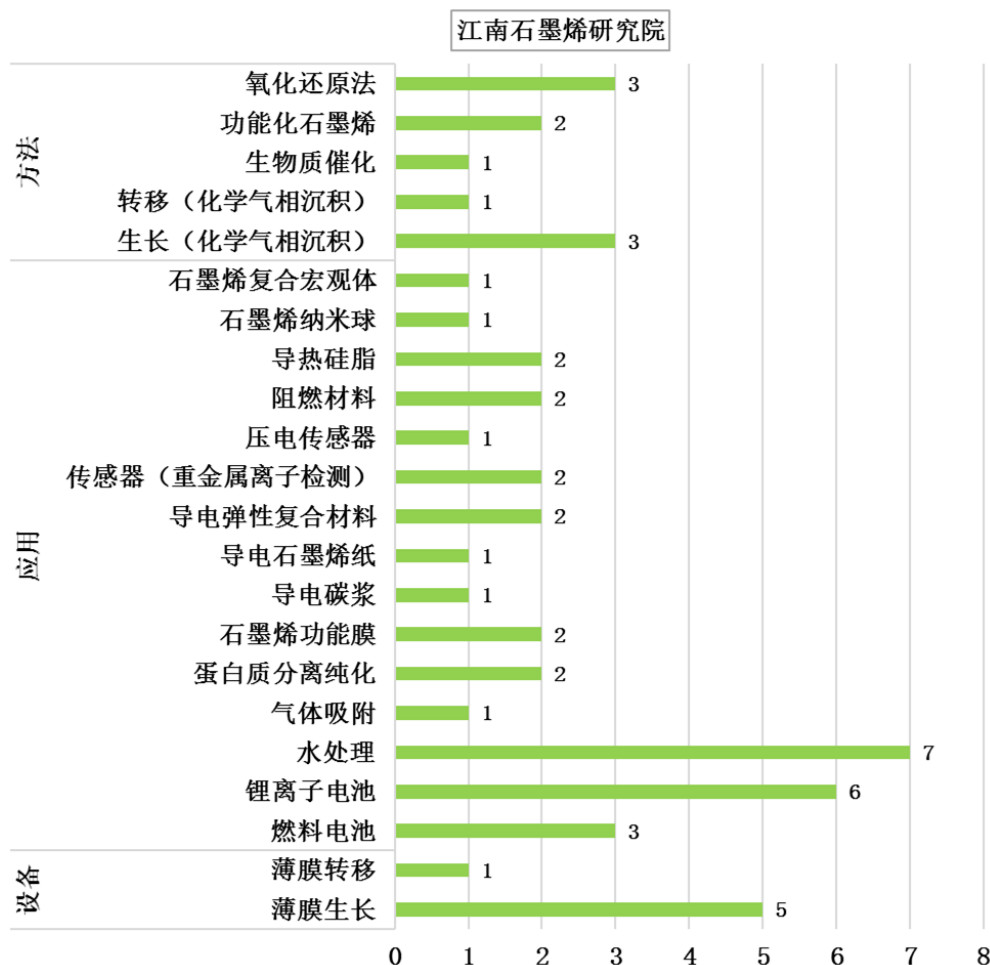


图5-6-6-2 江南石墨烯研究院石墨烯各技术分支专利申请布局情况

5.7 小结

本章基于宁波市科技文献检索服务中心的 WIPS Global 专利数据库和佰腾网法律状态检索在线系统的数据,对在我国申请的石墨烯专利进行了重点深入分析。

从专利数量的年度分布情况来看,我国石墨烯专利申请数量自 2010 年以来,一直保持持续快速增长势头。另外,国外申请人在我国申请的专利数量较少,从来源国来看,95.7%的专利申请来自国内,剩余 4.3%主要来自美国(1.4%)、日本(0.9%)、韩国(0.9%)等;从法律状态来看,未决专利申请占到了 57.4%,已取得授权的专利占 33.4%。

从专利申请人类型来看,大学和企业目前是我国石墨烯专利申请的主力军。大学单元的专利申请数量占全部的 43.6%,比较有代表性的申请人如浙江大学、哈尔滨工业大学、清华大学、东南大学等;企业单元的专利申请数量占全部的 38.6%,比较有代表性的申请人如重庆墨希科技有限公司、京东方科技集团股份

有限公司、常州二维碳素科技有限公司、无锡格菲电子薄膜科技有限公司等；中科院的专利申请数量所占比例为 7%，比较有代表性的申请人如中科院宁波材料技术与工程研究所、中科院重庆绿色智能技术研究院、中科院上海微系统与信息技术研究所、中科院苏州纳米技术与仿生研究所等；来华申请人的专利申请总量不多，申请人以企业为主，比如美国国际商业机器公司、美国英派尔科技开发有限公司、日本株式会社半导体能源研究所、日本积水化学工业株式会社、韩国三星、韩国 LG、德国巴斯夫等。

Top-Down 途径制备石墨烯专利技术主要分两部分，（1）以石墨为原料制备石墨烯的技术，主要涉及石墨烯原材料、制备技术、生产工艺及检测技术和石墨烯应用产品；（2）应用技术，该部分主要划分为储能、复合材料、电子信息、水/气体处理、传感器、医疗-健康六大应用领域，其中比较热点的领域包括锂离子电池、超级电容器、导电/导热材料、增强材料、吸波材料、防腐、污水处理、透明导电材料、发热膜等。

Bottom-up 途径制备石墨烯专利技术主要分四个部分，（1）石墨烯原材料、制备及检测技术，主要涉及石墨烯薄膜、石墨烯单晶、三维宏观体、复合材料等原材料，石墨烯薄膜转移、掺杂生长及相关设备等；（2）石墨烯改性产品及技术，主要涉及掺杂材料、复合材料、图案化材料等；（3）石墨烯基应用产品，主要涉及集成电路、传感器、储能、LED&OLED、显示屏等；（4）石墨烯终端应用产品，主要涉及加热膜、显示器、太阳能电池等相关产品。其中，在石墨烯终端产品领域，烯旺集团的远红外理疗产品以及电加热膜产品已经逐渐开始被市场接受。

6、石墨烯产业创新资源分布

石墨烯是目前发现的最薄、强度最大、导电导热性能最强的一种新型纳米材料，被称为“黑金”，是“新材料之王”。有些科学家甚至预言石墨烯将“彻底改变 21 世纪”，极有可能掀起一场席卷全球的颠覆性的新技术、新产业革命。石墨烯生产和应用技术作为世界高技术发展的战略制高点，其产业化发展程度备受各国关注。美国、日、欧、中等国家纷纷从国家战略高度开始部署石墨烯材料的研究和发展规划，韩国三星集团、美国 IBM 公司、芬兰的诺基亚公司、中国的华为、中兴等公司也都纷纷瞄准石墨烯未来商业市场，积极推进石墨烯材料在高端应用领域的开发。

石墨烯原材料的规模化制备是构筑石墨烯产业链的基础（表 6-1-1），石墨烯原材料的制备水平和应用技术水平的发展是相辅相成的。近几年石墨烯技术研究和产业化发展持续升温，已经吸引越来越多的企业参与石墨烯下游应用产品的开发。从表 6-2-1 可以看出，目前全球涉足石墨烯应用产品开发的相关企业主要集中在触控显示屏、电化学储能器件、涂料、导电油墨、运动器材、电子纸、LED 照明、理疗产品等领域。为了全面把握石墨烯产业的发展状况。非常有必要从宏观上了解全球石墨烯产业创新资源分布，绘制石墨烯产业全球创新资源分布图并开展相关研究。

表6-1-1 国内外石墨烯生产企业

国家	企业
中国	宁波墨西、厦门凯纳、东莞鸿纳、常州第六元素、德阳烯碳、唐山建华、上海新池、七台河宝泰隆、青岛华高墨烯、济宁利特纳米、宣城亨旺新材料、中科炭美、碳谷上希、宁波柔碳、重庆墨希、香港正道等
美国	ACS Material、Advancedmicro Devices 、Allotropica technologies 、Angstrom Materials、Asburycarbons 、BGT Materials Limited 、Graftechinternational Ltd 、Graphene Laboratories、CVD Equipment、Graphene Devices、American Graphite Technologies、CVD Materials Corporation、National NanoMaterials、Nanotek Instruments、Graphene 3D Lab、Graphene Technologies、Vorbeck Materials、Graphene Frontiers、Carbon Sciences、XG Sciences、Xolve、Solan、Garmor、SiNode Systems、Graphene ESD、Apex Graphene、Zyvex
加拿大	Sunvault Energy、Elcora Resources、Nano Integris、NanoXplore、Calevia、GrafoildInc、Graphene Leaders Canada、Graphene Sensors Inc.
英国	Grapheneindustries Ltd、Graphene Nanochem、Versarien、Applied Graphene Materials、Cambridge Nanosystems、Future Technologies、

	Graphene Industries、Graphene Laboratories、GrapheneNanochem、Haydale、Morgan Advanced Materials、Perpetuus Carbon、Cientifica、Graphenex、Moorfield、Perpetuus Carbon
西班牙	Graphenea、GRAnPH Nanotech、Graphenano、NanoInnova Technologies、Grafen Chemical Industries、Graphensic
瑞典	Grafen Chemical Industries、Graphensic
土耳其	NanoGrafen、Nanografi、Grafenchemical Industries
德国	Aixtrons.e.、Angewandtemikro- Und Optoelektronik Gmbh、BASF
葡萄牙	R-Nano
波兰	Nano Carbon
挪威	Graphene Batteries
意大利	Directa Plus
韩国	Graphene Square、Samsung、LG
印度	Anderlab Technologies
日本	Incubation Alliance、Sony、GraphenePlatform Corp

表6-2-1 全球各区域不同石墨烯应用研究的相关企业

应用类型	相关企业
触控显示屏	二维碳素、格菲电子、重庆墨希科技、辉锐、三星、索尼、东芝
电化学储能器件	东旭光电、超威电池、海宝电池、正道集团、玉皇新能源、国轩高科、立方能源、中车集团、Grabat、三星、Vorbeck Materials、Skeleton Technologies、ZapGocharger
涂料	中科院宁波材料技术与工程研究所、道森新材料、华高墨烯、Applied Graphene Materials、Graphenstone
电子纸	奥翼电子、德国 PlasticLogic
导电油墨	Vorbeck Materials、Hydale
轮胎	华高墨烯、第六元素、Vittoria
水处理	济宁利特、Lockheed Martin
LED 照明	山东晶泰星、Graphene Lighting、Exposure Lights
车辆工程	Briggs、Dassi

理疗产品	二维碳素、烯旺科技、圣泉集团、凌拓科技
纺织服装	圣泉集团、烯旺科技、意大利 Directa Plus、Oros Apparel
运动器材	胜利体育（Victor）、HEAD、Catlike、Century Composites、G-Rods
导热膏	Thermene
电子标签	Siren Technology、 Graphene Security

6.1 全球石墨烯产业的创新资源地图

根据最早优先权国石墨烯技术专利申请数量，绘制图 6-1-1 石墨烯产业全球创新地图，从中可以看出，目前世界在石墨烯技术领域研究处于领先地位的国家依次是中国、美国、韩国、日本以及欧盟国家。

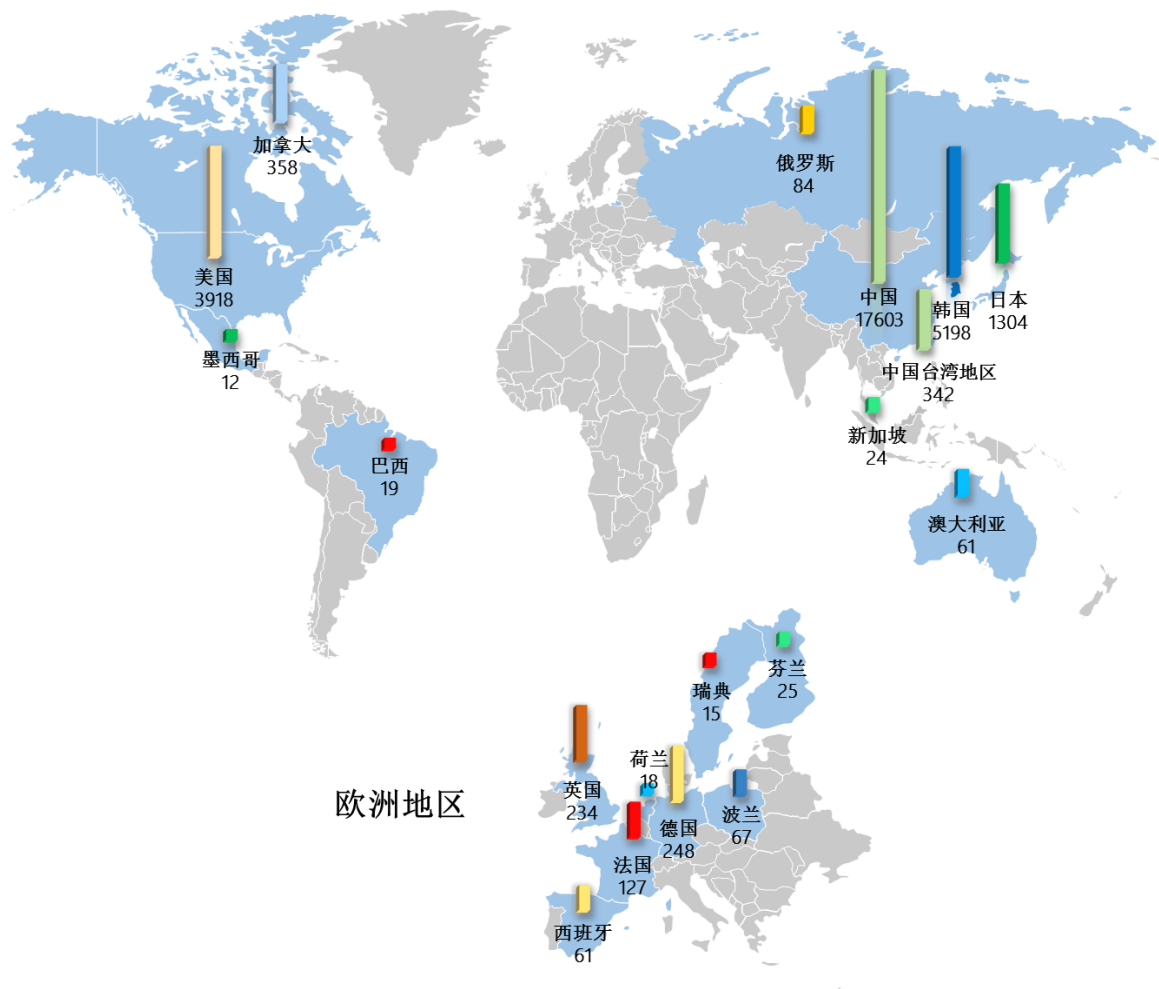


图6-1-1 石墨烯产业全球创新地图

近年来，美国、韩国、日本和欧盟等国家与地区均出台了创新战略、规划和政策措施，不断加强对石墨烯技术研究和产业化的支持。2013 年，欧盟启动“石

石墨烯旗舰”行动计划，计划十年投入 10 亿欧元资助石墨烯制备与应用研发。英国先后启动了“国家石墨烯研究院”和“石墨烯工程创新中心”建设。美国国家自然科学基金会石墨烯资助已达 500 项。韩国成立了由 41 家研究机构与 6 家企业组成的石墨烯联盟。日本的索尼、日立等企业也投入大量资金和人力从事石墨烯研发。

6.1.1 美国

2013 年到 2014 年间，NASA 资助并自主研究了石墨烯场发射器件，以高灵敏度场发射器为探测设备，用于研究太空中大气变幻规律，预测太空天气变化¹⁰。

美国国防部在 2016 年 6 月 21 日宣布将用 1600 万美元资助 54 个研究项目来推进先进能源技术的产业化项目，期间将资助 12 个国家实验室。其中包括石墨烯涂料在 dry gas seal 中的应用，由阿贡国家实验室主导，资助经费约为 58 万美元¹¹。

2016 年 9 月，在美国国家科学基金会（NSF）资助下，罗格斯大学的科研团队利用微波辐射的方法制备出高质量石墨烯，在 1000W 微波辐射条件下，只需一秒钟即可得到高质量的石墨烯材料，该制备方法简单而且可以大量制备，制备出的高质量石墨烯材料在柔性和可打印石墨烯电子器件，能源储能转换器件以及催化等领域有广泛的应用¹²。

2016 年 10 月 18 日，DARPA 资助佛罗里达中央大学（University of Central Florida）约 130 万美元的研究经费，用于研究石墨烯增强和基于石墨烯材料的下一代激光探测器，目标应用场景包括夜视，气相观测和太空探索等方面¹³。

2014 年，IBM 研究人员利用主流硅 CMOS 工艺制作了世界上首个多级石墨烯射频接收器，进行了字母为“I-B-M”的文本信息收发测试。这款接收器是迄今为止最先进的全功能石墨烯集成电路，可使智能手机、平板电脑和可穿戴电子产品等电子设备以速度更高、能效更低、成本更低的方式传递数据信息¹⁴。

美国 Vorbeck Materials 公司旗下的导电油墨产品 Vor-ink 可以在 1 微米厚的薄膜上保证稳定的电导率，已向多家制造柔性电子器件的公司供货。同时，该公司自己也在开发相应的应用产品，如天线、无线射频识别（RFID）、可穿戴设备等。2014 年 6 月该公司推出一款石墨烯增强锂电池肩带，可以适配于各类背包

¹⁰ <http://techport.nasa.gov/externalFactSheetExport?objectId=11816>

¹¹ <https://energy.gov/technologytransitions/articles/doe-announces-16-million-54-projects-help-commercialize-promising>

¹² <http://news.rutgers.edu/news/rutgers-engineers-use-microwaves-produce-high-quality-graphene/20160901#.WNphuxhY7fY>

¹³ <http://today.ucf.edu/topic/darpa/>

¹⁴ <http://stock.sohu.com/20140312/n396472738.shtml>

上作为移动电源，该产品重量仅为 450g，容量 7200 mAh¹⁵。

2015 年 1 月，总部位于纽约 Calverton 的 Graphene 3D Lab 宣布，该公司已经组装完毕一条工业规模的热塑性挤出机生产线，用于生产具有导电性的石墨烯 3D 打印线材¹⁶。

2016 年 3 月美国 Oros Apparel 公司发布了一款石墨烯保暖手套，手套内采用了石墨烯包覆的气凝胶。据称，石墨烯的包覆使得热量可以被限制在体内而与外界绝缘，该产品中石墨烯微片约占 33%，被喷雾包覆在气凝胶上¹⁷。

6.1.2 韩国

2013 年韩国产业通商资源部(MOTIE)宣布，将整合韩国国内研究机构与企业力量成立石墨烯联盟，以协助企业将石墨烯的应用产品与相关技术商业化，并计划在未来 6 年投入 4230 万美元。包括韩国科学技术院在内的 41 家研究机构将与 6 家企业形成石墨烯联盟，在聚焦领域由特定的企业或研究机构牵头完成相关项目，如三星(触摸面板)、韩国电子通信研究院(OLED 面板)、SANGBO(复合膜)、CHANGSUNG(电磁屏蔽涂层)和浦项制铁(防腐涂层)等。韩国政府希望借此打造每年 153 亿美元市场，创造 3.4 万个就业机会，并形成 25 家全球领先企业¹⁸。

韩国的三星成立了自己的研发中心，同时和韩国成均馆大学合作，积累不少石墨烯技术专利，已经推出了石墨烯显示器、太阳能、触控屏和电池等产品。2012 年三星电机研究团队与成均馆大学教授 LeeHyo-young 开发出可挠式透明电极用于显示面板。2012 年三星电子开发出一款石墨烯装置「barristor」，能够协助改革场效应晶体管(field effect transistor，简称 FET)，让电脑运算速度快上 100 倍。这项突破性发展已发表在科学杂志(Science Magazine)，同时取得了九项专利。2014 年三星集团与首尔大学于成功开发利用大尺寸石墨烯薄膜制造的触控屏，并将之安装到三星电子的「Galaxy」智慧型手机。2015 年韩国三星集团开发了一种技术可将现有手机锂电池的能量密度提升一倍，其主要思路是通过在硅负极上生长石墨烯单元形成包覆，利用邻近石墨烯片层的滑动过程来容纳硅电极的膨胀与收缩。该电池在循环第一次与第 200 次的能量密度分别可达 972 和 700 Wh/L。

2017 年 4 月韩国电子通讯研究院 (Electronics and Telecommunications Research Institute, ETRI) 与 Hanwha Techwin 合作开发出一种以石墨烯制作，厚度不到 5 纳米的透明电极，并用其生产出了一块 370*470 的 OLED 面板，可以说是业界首创。使用石墨烯来制作 OLED 面板主不仅经久耐用，而且导热和导电

15 http://www.mzccn.com/news/4_56

16 <http://mt.sohu.com/20151125/n428105528.shtml>

17 <http://www.jgri.gov.cn/u/cms/www/201702/21134721gti6.pdf>

18 <http://guba.eastmoney.com/news,zsgjudi,79585468.html>

的速度也很快。这一次开发出的石墨烯 OLED 面板不仅能够提升其使用寿命，同时还可能开发出一些充满想象力的点触式设备¹⁹。

6.1.3 日本

在日本，大学和研究机构都在大力研究、开发石墨烯，相继取得了一些突破性成果。2014 年 12 月，日本东北大学助教伊藤良一率领的研究小组宣布开发出了一种新型电极，有望利用石墨烯材料替代铂作为催化剂，来制造燃料电池车所需的氢燃料。

日本企业也积极参与石墨烯开发。石墨烯平台公司就是一家代表性的企业。该公司自 2001 年开始参与石墨烯的研究开发，于 2012 年 9 月在东京工业大学横滨创业园内开设了石墨烯研发中心，实现了产学合作。2012 年 6 月又与英国剑桥大学的研究人员在剑桥设立了子公司“剑桥石墨烯平台有限公司”。随后，英国剑桥大学也向该公司注入了资金。2015 年 4 月，石墨烯平台公司开发的大量生产石墨烯的技术获得专利。ADEAK 公司则获得了东京大学教授相田卓三开发的石墨烯新生产技术的专利权，这种制造方法是向离子液体中的石墨照射微波制造石墨烯，在 30 分钟内，就可以高效获得高浓度和高品质的石墨烯。目前已经开始销售石墨烯分散液、粉末等样品，2020 年准备进入商业生产²⁰。

索尼在 2012 年宣布成功合成长约 120m 的石墨烯导电薄膜，可应用于柔性触摸屏²¹。

东芝在 2013 年发布了基于石墨烯-银纳米线的复合透明电极，实现了透明导电膜的高性能与高耐久性，有望应用于柔性显示器件²²。

6.1.4 欧盟

作为世界高技术发展的战略制高点，石墨烯的产业化发展引起世界各国的高度关注。然而欧盟在石墨烯材料专利上却大幅落后于美国和亚洲，因此，欧盟于 2013 年将石墨烯列入“未来新兴旗舰技术项目”，计划在 10 年内资助 10 亿欧元用于研发。根据欧盟旗舰计划，2014~2018 年，石墨烯材料将在如下领域率先实现产业化：1、制备技术：规模化制备、掺杂、结构化生长、金刚石或柔性基底表面生长；2、应用器件：传感器、晶体管器件、自旋器件、太阳能电池、超快激光、射频（RF）标签；3、系统集成：柔性电子器件、超快光通信、高速低能耗电子器件、新能源汽车。2024 年后，石墨烯材料将在增强复合材料、功能复合材

19 <http://tech.163.com/17/0413/07/CHSTPU5I00097U81.html>

20 <https://sanwen8.cn/p/2d1pFJM.html>

21 <http://www.fpdisplay.com/news/info/content-152022.aspx>

22 <http://www.sepu.net/87059-2.shtml>

料，低成本柔性电子器件，低成本高效能量存贮与转换领域，医疗领域等领域展现出巨大的市场应用前景²³。

2017 年 2 月 10 日欧洲地方发展基金会资助 Directa Plus 公司 100 万欧元用于探索和研究石墨烯智能织物。此计划主要是利用石墨烯优异的热电性质来提高智能织物的导热和导电性能。Directa Plus 公司作为此项目的领导者，将和其他纺织品公司以及众多大学来共同完成此项研究²⁴。

欧盟的石墨烯研究起步早且系统性强，目前稳居世界前列。特别是推行 Flagship 计划（未来及新兴技术旗舰计划）后，欧盟的系统性石墨烯研究走上快车道。尽管在研发积累上具备无可比拟的优势，但欧盟面临石墨烯主要应用市场不在本土的缺憾，产业链的不完整可能会严重影响欧洲石墨烯产业化的进展²⁵。

（一）英国

2010 年，英国曼彻斯特大学（简称，曼大）物理学家安德烈·海姆和康斯坦丁·诺沃肖洛夫因石墨烯研究方面的成就获得当年诺贝尔物理学奖。作为石墨烯的诞生国，英国瞄准新一轮产业革命，希望借助石墨烯领域的研发和商业化，促进本国高端制造业的发展，提高国际竞争力，带动英国经济实现“再平衡”的目标。

2011 年，英国政府在《促进增长的创新与发展战略》中将石墨烯作为国家今后 4 个重点发展方向之一，投入 5 000 万英镑支持石墨烯研发和商业化应用研究²⁶。同年，英国政府决定在曼彻斯特大学建造国家石墨烯研究院 NGI，其目标是使英国成为未来石墨烯创新中心。NGI 于 2015 年 3 月正式运营，该所共耗资 6100 万英镑，其中 3800 万英镑来自英国工程和自然科学研究委员会，另外 2300 万英镑则由欧洲区域发展基金提供²⁷。

NGI 旨在通过与各种公司合作以支持石墨烯应用和商业开发，对知识产权进行商业化，并培养高素质人才。其重点是加强与产业界的合作伙伴关系。目前该研究院已与全球 40 多家企业建立合作伙伴关系，在石墨烯的各种应用领域进行合作开发。尽管曼彻斯特大学在石墨烯研究领域居世界前列，但是在石墨烯商业化方面却存在很多问题，其与青石全球科技公司（BGT Materials）BGT 公司的合作也是一波三折，始终未能真正将有关石墨烯研究成果市场化，为此还遭到英

23 Andrea C. Ferrari et al. Science and technology roadmap for graphene, related two-dimensional crystals, and hybrid systems[J]. Nanoscale, 2015, 7, 4598

24 <http://www.graphene-info.com/directa-plus-receives-european-grant-develop-graphene-based-smart-fabrics>

25 <http://sz.people.com.cn/n2/2016/1010/c202846-29118268.html>

26 <http://www.es.cn.com.cn/news/show-295129.html>

27 http://www.360doc.com/content/15/1023/09/872587_507726886.shtml

国国会质询，指其滥用知识产权及浪费物资，从而被推至风口浪尖²⁸。

英国财政大臣 George Osborne 在 2014 年 3 月公布的政府预算中宣布，将在未来 5 年投资设立 3 个研究所/中心，其中之一即为 1900 万英镑的“石墨烯创新中心”，该中心坐落在塞奇菲尔德，以过程创新中心（Centre for Process Innovation, CPI）为基础，将致力于向中小企业提供设备入口以支持他们进行石墨烯产品的研究与开发²⁹。

2014 年 9 月 10 日 George Osborne 还宣布将在曼彻斯特大学投资 6000 万英镑（其中，英格兰高等教育基金会下属的英国研究伙伴投资基金 1500 万英镑、技术战略委员会 500 万英镑、阿拉伯联合酋长国清洁及可再生能源企业 Masdar 3000 万英镑，其他由该校从欧洲地区发展基金会等获得）建设石墨烯工程创新中心（Graphene Engineering Innovation Centre, GEIC），加速石墨烯产品从实验室走向市场的进程。该中心将作为国家石墨烯研究所的有机补充³⁰。

2013 年英国剑桥大学的科研人员将以石墨烯为主要成分的导电油墨打印在塑料薄膜上，制成了可以演奏音乐的透明钢琴键盘。这一成果有助于用石墨烯进一步研发心脏监测器、传感器等可印刷的轻薄电子产品³¹。

英国 ZapGocharger 公司在 2014 年发布了一种支持手机、pad 的快速充电设备，该设备基于石墨烯超级电容器，可在 5 分钟内充满一台 iphone5。该设备原定于 2015 年 10 月上市，但根据官网信息可能已经延迟到 2017 年³²。

高附加值石墨烯和纳米粒子材料领先开发商 Haydale 在 2016 年报道了基于石墨烯导电结构和蛋白粘附技术，应用卷对卷工艺（roll-to-roll）凹版印刷制备生物传感器。该项目由德国弗劳恩霍夫生物医学技术研究所（IBMT）和 Haydale 合作开发，Haydale 负责开发具有生物相容性的石墨烯导电油墨，该石墨烯导电油墨能够用于凹版印刷制备生物传感器。Haydale 利用其专利保护的 HDPlasTM plasma 技术，开发了表面功能化的石墨烯导电油墨，能够在细胞培养微板上凹版印刷制备生物传感器基底。Haydale 位于英国南威尔士，是英国在纳米材料加工和处理领域的领军者。该公司将石墨烯和其他纳米材料应用在油墨、传感器、储能、光伏、复合材料、油漆和涂料等领域。Haydale 开发出的可伸缩的等离子体反应器可以制备功能性石墨烯和其他纳米材料，该技术现已获得专利³³。

28 <http://blog.ifeng.com/article/45053545.html>

29 <http://lib.sia.cn/nbzy/KB201407.pdf>

30 <http://lib.sia.cn/nbzy/KB201418.pdf>

31 <http://www.escn.com.cn/news/show-84319.html>

32 <http://www.shejipi.com/32181.html>

33 http://www.mems.me/mems/gas_sensor_201604/3064.html

英国 Exposure Lights 公司在 2016 年一款石墨烯照明灯光“Capture”，主要用于极限运动摄影或便携照明。该产品采用石墨烯增强的聚合物材料外壳，石墨烯在其中作为散热介质。该产品能提供 600 流明的输出，总重 69g，售价 99.99 英镑³⁴。

英国 Briggs 汽车公司在 2016 年 8 月发布的新款 BAC Mono 超跑上宣称使用了石墨烯代替碳纤维作为车身材料，目前仅在车尾后轮拱位置采用了石墨烯壳体，未来将会对其他套件部位也进行替换。BAC Mono 年产量 50~100 台，英国地区售价 79950 英镑³⁵。

英国 Dassi 公司在 2016 年 7 月发布了一款石墨烯自行车，在车身碳表面层下为六层包含 1%石墨烯的复合材料，单个车身重量仅为 750g³⁶。

（二）德国

德国 Skeleton Technologies 公司在 2015 年 5 月推出了名为“SkelCap”的一系列商用超级电容器。利用公司独有生长技术制备的“弯曲石墨烯”，SkelCap 超级电容器可以实现更高的能量与功率密度，分别为 112 kW/kg 和 6.8 Wh/kg。另外，该电池可以在汽车行驶过程中收集储存能量，节约 15%~25%的能量消耗。目前，欧洲航天局(ESA)表示会选择该公司的产品，将可能在 2018 年用于航天器³⁷。

PlasticLogic 公司与剑桥大学石墨烯研究中心于 2014 年宣布推出了一款基于石墨烯透明电极的有源矩阵电泳显示器件，类似于常见的电子书，原型机的显示像素密度为 150 ppi，黑白图像，可实现低能耗持久显示。未来期望能通过与 LCD 或 OLED 技术相结合，实现全色彩和视频播放功能³⁸。

（三）西班牙

Grabat 主要定位为其母公司 Graphenano 旗下石墨烯电池产业化平台。该公司同科尔瓦多大学合作在 2015 年宣布研制出了石墨烯聚合物材料电池，该电池号称能量密度高达 600 Wh/kg，通过 TÜV （ Technischer überwachungs-Verein ）技术认证，应用在电动汽车上充电 8 分钟续航 1000 公里，预计 2017 年投入商用。目前 GRABAT 公司正大力开展石墨烯电池的产业化推广，在西班牙耶克拉投资的第一家石墨烯聚合材料电池生产工厂已经完成筹建。电池工厂设有 22 条生产及组装线，每年计划产出 8 千万件石墨烯电池片，2016 年第三季度将正式

34 <http://www.jgri.gov.cn/u/cms/www/201702/21134623xz5s.pdf>

35 <http://auto.huanqiu.com/globalnews/2016-08/9255144.html>

36 <http://www.graphene-king.com/news/industry/2017-01-16/264.html>

37 <http://www.diyitui.com/content-1435713386.32156221.html>

38 <http://www.chinabaike.com/t/30196/2014/1109/2982715.html>

投产运行。2016 年 1 月,浙江正泰电器股份有限公司出资 1800 万欧元收购 Grabat 公司 10%的股份,准备进军石墨烯电池市场³⁹。

西班牙 Graphenstone 公司在 2015 年 3 月发布了基于石灰石的石墨烯增强涂料,具有高强度和避免环境损害等作用。据其网站介绍,这种石墨烯涂料主要用于建筑内墙或外墙,可按不同功能分为光催化涂料、导电涂料、防水密封胶等。值得一提的是,该公司与前文 Grabat 公司同属于一家母公司 Graphenano,旗下业务还涉及石墨烯复合材料、智能材料、探测器等⁴⁰。

2017 年 1 月西班牙格拉纳达大学(UGR)成立石墨烯和二维半导体实验室。该实验室坐落于格拉纳信息技术和通信研究中心,主要致力于石墨烯的生产、生物传感器、可穿戴设备、柔性电子材料等石墨烯电子系统应用,是欧洲最大的石墨烯研究公共实验室⁴¹。

西班牙 Catlike 公司在 2014 年推出了一款名为 Mixino 的民用石墨烯骑行头盔,该头盔采用了石墨烯改性的芳纶防滚骨架结构,在提高安全性和透气性的同时使得体积和重量最小化。该公司在 2015 年还推出了一系列代号 Whisper 的石墨烯骑行鞋,石墨烯的加入在保证不增重的条件下,加强了鞋底的硬度、抓地力等性能⁴²。

(四) 意大利

意大利 Vittoria 公司自 2014 年以来已经发布了用于自行车的石墨烯-碳纤维轮圈,石墨烯-橡胶轮胎等产品,石墨烯的添加使得轮胎的各项性能(如车轮滚动阻力、车胎抓地力和车胎抗穿刺性)都有两位数百分比到三位数百分比的提升。目前,这些产品依托公司渠道以在十余个国家进行销售⁴³。

2016 年意大利 DirectaPlus 公司联合意大利科尔马公司在德国慕尼黑体育用品博览会(ISPO Munich)上发布了公司第一款石墨烯和纳米技术的运动服装。含有石墨烯的运动服装与传统运动服相比,关键性能在于它可以成为人体和外部环境的过滤器,确保穿着者能保持理想的温度⁴⁴。

39 <http://biz.zjol.com.cn/system/2016/09/09/021294227.shtml>

40 <http://www.27580.cn/news-detail-113518.html>

41 <http://www.jgri.gov.cn/u/cms/www/201702/21134721gti6.pdf>

42 <http://www.graphenes.net/news/show-428.html>

43 <http://www.cnbeta.com/articles/tech/481857.htm>

44 <http://guba.eastmoney.com/news,000511,246188922.html>

6.2 中国石墨烯产业的创新资源地图

石墨烯是 21 世纪最具颠覆性的新材料，石墨烯的发现及其应用，正在掀起一场席卷全球的产业革命，这些领域的新发明、新成果层出不穷，如在锂离子电池电极材料、太阳能电池电极材料、传感器、半导体器件、透明显示触摸屏、海洋重防腐涂料、海水淡化、水污染治理以及军工装备等方面已开始应用石墨烯。

石墨烯研发及应用是我国少数位于世界前列的科技领域之一，对我国实施创新驱动发展战略、助推传统产业改造提升、支撑新兴产业培育壮大、带动材料产业升级换代、促进国际交流合作等方面具有重要意义。在全球新一轮产业升级和科技革命的大背景下，我国政府已经开始从政策层面高度重视石墨烯产业的发展（表 6-2-1），试图在全球石墨烯大战中占据核心优势。

《中国制造 2025》是一份支持我国从制造大国向制造强国转变的规划。为推动这一规划的兑现，国务院提出将在“十三五”期间建成 15 个国家级制造业创新中心，作为国家重点实验室推动 15 个关键工业领域的基础技术研究向应用技术研究转化。其中，石墨烯作为唯一单列的战略性前沿材料榜上有名。

《新材料产业发展指南》明确提出，突破石墨烯材料规模化制备和微纳结构测量表征等共性关键技术，开发大型石墨烯薄膜制备设备及石墨烯材料专用计量、检测仪器，实现对石墨烯层数、尺寸等关键参数的有效控制。围绕防腐涂料、复合材料、触摸屏等应用领域，重点发展利用石墨烯改性的储能器件、功能涂料、改性橡胶、热工产品以及特种功能产品，基于石墨烯材料的传感器、触控器件、电子元器件等，构建若干石墨烯产业链，形成一批产业集聚区。

各地方政府也都纷纷出台石墨烯产业规划和扶持政策，积极推动石墨烯产业集群化、集约化、规模化发展。中国石墨烯研发及产业化聚集区域主要有四个：长江三角洲地区、珠江三角洲地区、山东地区和京津冀区域。另外，福建、安徽、四川、重庆、黑龙江等地也在积极培育石墨烯相关产业。目前，国内已有多个石墨烯产业化基地建成，常州石墨烯科技产业园、青岛石墨烯产业园区、重庆石墨烯产业园、宁波石墨烯产业园区、无锡石墨烯产业园区已逐步形成各具特色的区域性石墨烯产业集群。

2013 年 7 月，中国石墨烯产业技术创新战略联盟成立。联盟旨在大力构建以企业为主体、市场为导向、产学研相结合的石墨烯产业技术创新体系，推动我国石墨烯产业的发展。同时，江苏、浙江、深圳、上海、山东、福建、辽宁、重庆、黑龙江与中科院等机构以多种形式协同创新，纷纷建立了产业技术联盟，促进了石墨烯创新资源优化组合和产业化进程。

中国石墨烯相关政策

发布时间	发布单位	政策名称	政策内容
2015年9月	国家制造强国建设战略咨询委员会	《中国制造2025重点领域技术路线图》	明确未来十年总体目标：2020年形成百亿元产业规模，2025年产业规模突破千亿元。
2015年11月	工信部、发改委、科技部	《关于加快石墨烯产业创新发展的若干意见》	2020年实现石墨烯材料标准化、系列化、形成若干家有核心竞争力的石墨烯企业。
2016年3月	工信部、发改委、科技部、财政部	《关于加快新材料产业创新发展的若干意见》	提出积极开发包括石墨烯等前沿材料的基础研究与积累。
2016年3月	全国人民代表大会和中国人民政治协商会议	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》	提出大力发展石墨烯、超材料等纳米功能材料。
2016年5月	国务院	《国家创新驱动发展战略纲要》	发挥纳米、石墨烯等技术对新材料产业发展的引领作用，不断催生新产业、创造新就业。

表 6-2-1 中国石墨烯相关政策

从表 6-2-2 石墨烯相关企业聚集区域分布看，国内从事石墨烯生产、销售和应用开发的企业主要集中在东部地区，其中江苏省是石墨烯企业聚集程度最高的省份。此外，根据图 6-2-1 石墨烯中国专利申请国省分布状况⁴⁵。可以看出，长三角地区在石墨烯相关的专利申请方面优势也很明显。据统计，2010-2017 年无论是专利申请总量还是有效专利数量，长三角地区都位居全国首位。

表6-2-2 中国涉及到石墨烯生产的主要企业及相关产品

长三角地区		
宁波墨西科技有限公司	浙江慈溪	石墨烯微片、石墨烯涂料
浙江碳谷上希材料科技有限公司	浙江杭州	氧化石墨烯
上海碳源汇谷新材料科技有限公司	上海	石墨烯产品及其应用
上海新池能源科技有限公司	上海	石墨烯微片
常州第六元素材料科技股份有限公司	江苏常州	氧化石墨(烯)/石墨烯粉体,石墨烯防腐涂料
常州二维碳素科技股份有限公司	江苏常州	大面积石墨烯透明导电薄膜及石墨烯电容式触控模组
常州墨之萃科技有限公司	江苏常州	石墨烯粉体及导电和导热浆料
苏州格瑞丰纳米科技有限公司	江苏苏州	经营氧化石墨烯粉体及浆料、及其应用开发
苏州恒球石墨烯科技有限公司	江苏苏州	经销各类石墨烯粉体浆料和薄膜产品
无锡格菲电子薄膜科技有限公司	江苏无锡	石墨烯薄膜研发、生产、销售
江苏悦达新材料科技有限公司	江苏盐城	碳类新材料应用的开发、合作与经

45 数据来源：宁波市知识产权服务平台，检索时间：2017.4.10

2017 石墨烯技术专利分析报告

		营
南京吉仓纳米科技有限公司	江苏南京	CVD 石墨烯膜系列
南京先丰纳米材料科技有限公司	江苏南京	进口石墨烯、国产石墨烯、氧化石墨烯、氧化石墨
珠三角地区		
鸿纳(东莞)新材料科技有限公司	广东东莞	石墨烯微片及其应用开发
京津冀地区		
北京莹宇电子科技有限公司	北京	多孔石墨烯电极材料
格雷菲尼(北京)科技有限公司	北京	以粉体技术设备和新型纳米材料为主导产品
天津普兰纳米科技有限公司	天津市	各类石墨烯
唐山建华	唐山市	氧化石墨烯
山东		
青岛华高墨烯科技股份有限公司	山东青岛	氧化石墨烯、石墨烯量子点、石墨烯分散液、CVD 石墨烯、机械剥离法石墨烯、石墨烯导电纤维、石墨烯导电纸、石墨烯功能复合材料、石墨烯聚吡咯复合膜
济南墨希新材料科技有限公司	山东济南	进口石墨烯粉末、石墨烯纳米纤维、石墨烯矿物涂料、氧化石墨烯、石墨烯薄膜等石墨烯产品
济宁利特纳米技术有限公司	山东济宁	生产销售氧化石墨烯及其他
福建		
厦门凯纳石墨烯技术有限公司	厦门	石墨烯微片生产研发
厦门烯成新材料科技有限公司	厦门	石墨烯化学气相沉积系统(G-CVD)
四川&重庆		
重庆墨希科技有限公司	重庆	石墨烯薄膜及应用产品
中国科学院成都有机化学有限公司	四川成都	碳纳米管和各类石墨烯产品及其他
成都南诺环宇科技有限公司	四川成都	多种型号的石墨烯、碳纳米管及其它多种纳米材料产品
德阳烯碳科技有限公司	四川德阳	石墨烯微片、石墨烯浆料
安徽		
安庆美晶新材料有限公司	安徽安庆	各类石墨烯薄膜及生长设备
宣城亨旺新材料	安徽宣城	石墨烯微片
合肥微晶材料科技有限公司	安徽合肥	石墨烯薄膜和石墨烯粉体
黑龙江		
七台河宝泰隆	黑龙江七台	氧化石墨烯

	河	
山西		
中科炭纳米科技有限公司	山西太原	热膨胀石墨烯、改性石墨烯、氧化石墨、氧化石墨烯、石墨烯/氧化石墨烯有序薄膜

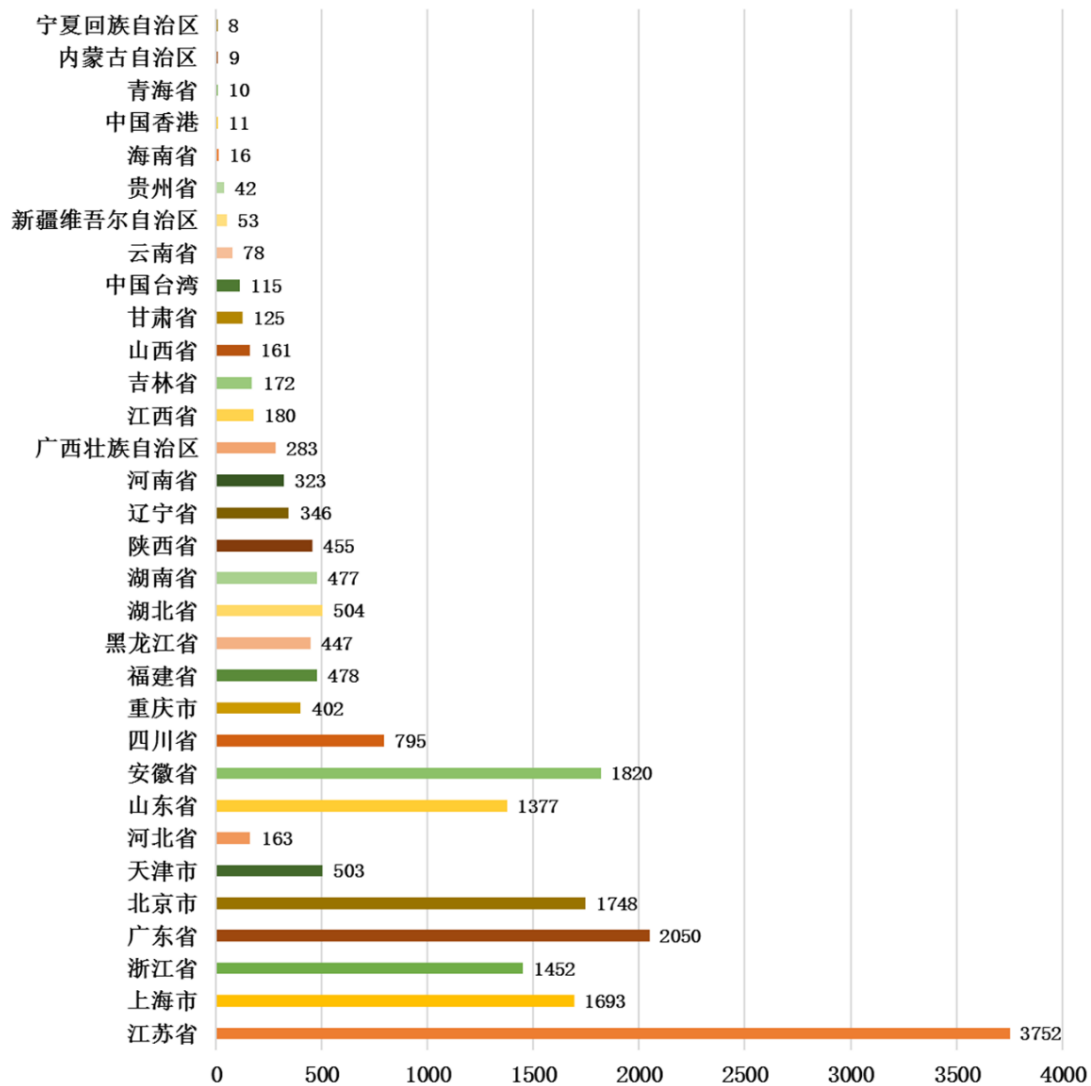


图6-2-1 石墨烯中国专利申请国省分布状况

6.2.1 长三角地区

(一) 江苏省

从总体来看，江苏省石墨烯产业已形成“1+1+4”的产业创新格局，即以江苏省石墨烯产业技术创新战略联盟为产学研合作载体，江南石墨烯研究院为产业创新基地，在常州、无锡、泰州、南京四市形成石墨烯产业集群纵横相连的产

业创新布局。

2011 年，常州市政府建立江南石墨烯研究院，在全国率先发展石墨烯产业。江南石墨烯研究院是国内首家面向石墨烯应用领域的应用技术研发及产业孵化平台。已经培养出诸多石墨烯制备及应用领域的高新技术企业，如常州第六元素、常州二维碳素、常州碳元科技、常州二维光电、常州碳星科技等。目前，常州西太湖科技产业园已集聚石墨烯企业 81 家，已初步形成集石墨烯设备研发、原料制备与应用研究、产品生产、下游应用的完整上下游产业链，并实现了石墨烯在可穿戴电子设备触控屏、发热散热产品、重防腐涂料、压力传感器件、污水处理、石墨烯电缆、石墨烯理疗产品等领域的应用。

2013 年，无锡市政府发布《无锡石墨烯产业发展规划纲要》。无锡将重点建设“一区二中心”，即无锡石墨烯产业发展示范区、无锡市石墨烯技术及应用研发中心和江苏省石墨烯质量监督检验中心，目前，示范区内已累计引进石墨烯研发和制备企业 40 余家，实现产业化应用企业 20 余家，达到量产的企业 13 家。

2017 年 3 月 12 日，英国格拉斯哥大学与无锡石墨烯产业发展示范区缔结全面战略合作伙伴关系，格拉斯哥大学工程学院在石墨烯柔性电子器件和传感器等领域拥有多项研究成果，示范区将成为格拉斯哥大学创新示范团队在中国实现石墨烯产业化项目的重要基地，格拉斯哥大学的顶尖团队专家也将成为示范区特聘外籍顾问，为示范区石墨烯研发及产业化发展方向提供指导，并为示范区研发团队和在孵项目提供技术支撑⁴⁶。

泰州的石墨烯产业发展在全国起步较早，2011 年 8 月建成国内首个专门的石墨烯研究检测平台—泰州石墨烯研究及检测平台。2013 年 11 月，中国石墨烯产业技术创新战略联盟正式将泰州石墨烯研究及检测平台作为国家级石墨烯研究及检测公共服务平台，并将平台设为中国石墨烯标准化委员会秘书处，以更好地对国内整个石墨烯行业提供专业性检测与服务。

南京已集聚南京科孚纳米技术有限公司、南京吉仓纳米科技有限公司、南京先丰纳米材料科技有限公司等企业。南京先丰纳米材料科技有限公司是江苏省石墨烯产业技术创新战略联盟的发起单位，是国际上最早提供石墨烯系列产品的公司之一。

常州二维碳素科技有限公司由德克萨斯州立大学于庆凯博士领衔创办，主要生产透明薄膜导电屏和触摸显示屏用石墨烯薄膜片，公司拥有年产 20 万平米的石墨烯薄膜生产线，产品已进入几家大型公司的合格供应商名录（2015 年主要

46 http://www.zgjssw.gov.cn/shixianchuanzhen/wuxi/201703/t20170314_3788157.shtml

客户有昆山维信诺科技有限公司、常州市新科汽车电子有限公司和上海盛本智能科技有限公司等)。目前该公司已经开发出手机用石墨烯电容式触摸屏、中医诊脉手环、以石墨烯发热膜为基础的石墨烯理疗腰带等多款应用产品。另外,公司还与联想集团签署合作协议,共同开发基于石墨烯压力传感器的智能可穿戴电子设备。

常州第六元素材料科技股份有限公司由瞿研博士全职率领,201 年底收购格菲电子薄膜有限公司,具备 100 吨氧化石墨烯和 8 万平米的石墨烯 CVD 薄膜生产能力。目前公司已参股石墨烯橡胶、石墨烯导热膜、石墨烯防腐涂料等 5 家石墨烯应用领域的公司(表 6-2-3)。未来将逐步打造以常州第六元素为平台,与不同领域优势企业合作,共同形成技术及市场壁垒的石墨烯产业链生态系统⁴⁷。

表6-2-3 常州第六元素相关产品

	应用领域	合作企业	开发产品
石 墨 烯 薄膜	触控传感器、触摸屏和智能加热膜等	三星电子	石墨烯可折叠触控传感器
		汽车厂商	汽车中控专用弧形大尺寸石墨烯触控传感器
		——	柔性可穿戴石墨烯加热膜产品,目前已有多家国内外高端服装企业计划今年冬天推出通过手机控温的智能加热服装。
石 墨 烯 粉体	超级电容器、导电 EVA、散热膜、超高分子量聚乙烯纤维、橡胶、功能涂料等	江苏道森新材料有限公司	石墨烯防腐涂料,该产品打破了国际涂料巨头阿克苏诺贝尔、PPG、佐敦和海虹的垄断,成功应用与风电塔筒防腐,其耐盐雾时间达 2500 小时以上,超出传统防腐涂料的性能 2 倍以上。

常州碳元科技发展有限公司由同济大学张留成硕士领衔、徐世中全职创办,其自主开发的高导热石墨膜系列产品和陶瓷-石墨复合散热片广泛用于 LED 基板、电子元器件的散热等领域,具备 1000 平米/天的产能。目前已获三星、联想、中兴、小米等多家手机厂商配套认可。

常州碳宇材料科技有限公司由荷兰莱顿大学刘遵峰博士领衔创办,主营业务为石墨烯在生物医药领域的应用。主要有“用于蛋白质纯化和结构分析的功能石墨烯”和“石墨烯基因转染试剂”两个项目的转化。

常州立方能源技术有限公司由海归博士张昕领衔创办,公司专注于石墨烯新材料、新能源领域储能产品研发和商业化应用。2016 年建成中国首条石墨烯基

47 <http://finance.sina.com.cn/roll/2016-05-27/doc-ifxsqykt9835083.shtml>

超级电容器生产线。经相关部门检测，该石墨烯基超级电容器充放电次数可达百万次，并具备环保、阻燃、防爆、抗低温等功能，系列产品即将批量投产。

（二）浙江省

浙江省宁波市作为国内最早开展石墨烯研发和产业化的地区之一，已在石墨烯技术创新与产业发展方面具备了显著的先发优势、深厚基础和良好环境。2013 年宁波市在全国率先启动石墨烯产业化应用研发重大科技专项支持，设立每年 3000 万元（其中 2013 年先期安排 1500 万元资金），三年共 9000 万元的“石墨烯产业化应用开发”专项资金，用于支持“石墨烯产业化应用开发”实施单位的技术创新、产品研发和试制推广（表 6-2-4）。至今已在锂离子电池、超级电容器、涂料/油墨、导热材料和高分子复合材料五个领域支持项目近 40 项，并涌现出一批具有重要应用前景的技术成果。

2014 年宁波市发布《宁波市石墨烯技术创新与产业发展中长期规划（2014-2023）》，宁波市在石墨烯产业相关的技术创新研发、产业集群培育和产品应用示范等方面的工作进行了全方位的战略布局与谋划，未来将加大对石墨烯规模化制备技术和应用技术的研发，建设石墨烯产业技术研究院，培育一批原材料生产龙头企业，计划到 2023 年，培育 1~2 家销售收入超过 50 亿元的国际龙头企业，石墨烯终端产品应用企业达到 1000 家。将石墨烯产业打造成为具有千亿产值规模的宁波市优势与特色产业，同时也将宁波打造成为全国乃至全球领先的石墨烯技术创新引领区、产业发展先导区和应用示范先行区，为宁波市实现创新驱动发展格局提供强大支撑。

2014 年 9 月 1~3 日，在宁波召开 2014 中国国际石墨烯创新大会，吸引了国内外众多高校、科研院所、企业的积极参与，引发又一轮的石墨烯研发应用热潮。

2016 年 11 月由中科院宁波材料所牵头编制的宁波石墨烯创新中心建设方案获得宁波市推进“中国制造 2025”工作领导小组的批复，这意味着宁波石墨烯创新中心建设工作进入全面实施阶段。宁波石墨烯创新中心建设是宁波市推进“中国制造 2025”试点示范城市建设的重要举措，有望将石墨烯产业打造成为全市新兴产业发展引擎，引领带动宁波市产业新一轮创新发展，提升宁波市综合竞争力与影响力。

表6-2-4 宁波市石墨烯产业化应用开发项目承担单位

项目名称	承担单位	合作单位
石墨烯-硅碳复合材料在高能锂电池中的应用研发	宁波维科电池股份有限公司	中科院宁波材料技所
高档包装纸用石墨烯多功能	宁波亚洲浆纸业有限公司	中科院宁波材料技所

水性纳米涂料研发及产业化		
石墨烯/超高分子量聚乙烯高性能复合材料	宁波大成新材料股份有限公司	中科院宁波材料技所
石墨烯导热膜	宁波墨西新材料有限公司	
石墨烯导电油墨研发及应用	宁波墨西科技有限公司	中科院宁波材料技所
通讯基站及风光发电储能用石墨烯基锂离子电池	宁波世捷新能源科技有限公司	中科院宁波材料技所
石墨烯涂层胶与新型油画布的研发及应用	宁波康大美术用品有限公司	中科院宁波材料技所、宁波墨西科技
石墨烯在锂-二硫化铁电池中的应用研究	中银(宁波)电池有限公司	
LED 用石墨烯散热涂料研发及应用	宁波升谱光电半导体有限公司	中科院宁波材料技所、宁波墨西科技
石墨烯导电橡胶预分散母胶粒的研发及应用	宁波疏华聚合物有限公司	中科院宁波材料技所
高性能磷酸铁锂/石墨烯复合正极材料产业化及应用开发	宁波艾能锂电材料科技股份有限公司	中科院宁波材料技所
石墨烯基复合材料 Sn-Co-C-GNS 项目	宁波科强电池有限公司	陕西师范大学
石墨烯复合导热高分子材料研发及产业化应用	宁波福泰电器有限公司	中科院宁波材料技所、宁波墨西科技
高性能锂离子电池硅/石墨烯复合负极材料开发及应用	宁波杉杉新材料科技有限公司	宁波德朗能锂电池科技有限公司、中科院宁波材料技所
石墨烯复合高分子导电功能纤维研制及纺织应用开发	宁波三邦超细纤维有限公司	中科院宁波材料技所、浙江纺织服装职业技术学院
基于石墨烯电极的超级电容器研制	宁波南车新能源科技有限公司	宁波墨西科技
高导热石墨烯聚酰亚胺复合膜制备技术的研发及其产业化	宁波今山电子材料有限公司	宁波工程学院
石墨烯功能性粉末涂料	宁波市派特勒粉末涂料有限公司	浙江大学宁波理工学院、中科院宁波材料技所
石墨烯改性铜合金纳米材料关键技术研究	宁波博威合金材料股份有限公司	中科院宁波材料技所、宁波墨西科技
石墨烯/银复合电子浆料的研究开发及产业化	宁波广博纳米新材料股份有限公司	中科院宁波材料技所
石墨烯改性 PVC 导热、抗静电材料研发及应用	宁波华安建材冶炼有限公司	中科院宁波材料技所
石墨烯电磁屏蔽涂层研发及应用	余姚中国塑料城塑料研究院有限公司	宁波墨西科技、中国兵器工业集团第五三研

		究所
石墨烯检测与标准研制科技服务平台	中科院宁波材料技所	冶金工业信息标准研究院
石墨烯强韧化碳纤维及复合材料全流程关键技术	中科院宁波材料技所	浙江泰先新材料股份有限公司、宁波墨西科技有限公司

中科院宁波材料技术与工程研究所自 2008 年引进刘兆平研究团队之后，先后突破了石墨烯低成本规模化制备技术、石墨烯薄膜连续卷对卷制备技术。培育了宁波墨西科技有限公司（石墨烯微片产业化项目公司）、宁波柔碳电子科技有限公司（石墨烯膜产业化项目公司）、宁波富理电池材料科技有限公司（新一代动力锂电池材料产业化项目公司）等 3 个产业化项目公司。

在石墨烯微片制备技术领域，宁波墨西科技有限公司 2013 年底率先建成全球最大的百吨级石墨烯示范生产线，2016 年又扩建至年产 500 吨，产品品质与成本等处于领先水平。2015~2016 年，墨西科技销售额累计超过 1500 万元，2017 年更有望超过 2000 万元，成为国内石墨烯产业的领军企业。

在石墨烯薄膜制备技术领域，宁波柔碳电子科技有限公司目前拥有的石墨烯薄膜连续卷对卷制备规模化制备技术，在国际上率先实现宽幅 20 厘米、长度千米级单层石墨烯薄膜的快速、稳定制备，解决了石墨烯品质控制和制备效率的关键技术难题，并且制备成本较现有技术大幅降低。2016 年该项目得到深圳力合投资青睐，中科院宁波材料技术与工程研究所 8 项专利技术包，作价 400 万入股宁波柔碳电子科技有限公司，计划在 2017 年 6 月建成首期年产百万平米的 50cm 宽幅石墨烯薄膜卷材生产线。

在石墨烯薄膜应用领域，刘兆平团队在石墨烯薄膜规模制备技术基础上，开发出基于石墨烯的柔性加热膜技术，具有超薄面加热、高电热转化效率、高远红外发射率和柔性透明、可穿戴等优势，并与下游企业合作，推出了低压（3.7V）柔性便携式加热取暖片和 220V 高温型墙暖取暖器等产品，受到了市场的青睐。此外，技术团队还在基于石墨烯的柔性调光膜、柔性 LED 显示和柔性液晶显示等领域进行了技术攻关，开发出原型样机，为石墨烯在柔性电子领域的规模应用奠定了良好的基础。

针对石墨烯在新能源产业领域的应用，刘兆平团队围绕石墨烯在动力电池和超级电容器中的应用开展了系统研发，形成了系列产业化技术。首先开发出应用于锂离子电池/超级电容器的石墨烯导电剂和石墨烯涂层铝箔集流体技术，可以显著降低电池内阻，提升电池的大电流充放电能力与使用寿命。目前已经与超威集团、双登集团、万向 A123、中信国安盟固利和宁波维科电池等国内知名锂电

池厂家开展了紧密的技术合作，中试验证结果获得了企业的广泛肯定，有望很快导入生产。同时，技术团队研发了具有高能量密度的石墨烯改性锂电池正负极材料，以满足下一代高比能动力电池的发展需求，目前已成立宁波富理电池材料科技有限公司实施产业化，材料所以 20 项专利技术包作价 800 万与吉利集团投资，建成了首期年产 300 吨中试生产线，并受吉利集团委托，开发能量密度达到 300 Wh/kg 的新一代动力锂电池技术。研究团队还与宁波中车新能源科技有限公司联合研发石墨烯在新型高比能超级电容器中的应用技术，双方合作的“高比能量活性炭/石墨烯复合电极双电层电容器研发及产业”项目获得了 2015 年宁波市科学技术奖一等奖，并在宁波 196 路电动公交车上实现了应用示范。

另外，刘兆平研究员非常重视并积极参与石墨烯标准化工作，他从 2012 年起开始担任全国纳标委纳米材料分标委员会委员，积极参与纳米材料国家标准研制工作；2016 年起担任国家标准委石墨烯标准化推进工作组-产品规范专业组（TG4）组长和中国石墨烯产业技术创新战略联盟标准委员会副主任，牵头负责石墨烯材料相关的产品规范标准研制工作。

为了进一步推进石墨烯技术创新与产业发展，在下游应用方面，宁波材料所还通过协同创新的模式，组织全所相关的研究团队组成协同创新小组，并通过上游生产与下游应用的技术合作，形成了从制备到应用的全链条研发模式，并取得了丰硕的科研成果。

在石墨烯重防腐涂料基础研究和产业化应用领域取得了重大进展。薛群基院士和王立平研究员带领的研发团队通过配方工艺和配套体系的不断创新，开发出了储油罐导静电重防腐涂料、电网塔架防腐涂料、光伏设备防腐涂料、船舶防腐涂料和航空航天特种涂料等 8 大系列石墨烯防腐涂料，积累了场内场外大量实验数据，成功解决了涂料配方从实验室小试到工厂中试、扩试等一系列难题，并在国家电网大型输电铁塔、海洋平台、光伏发电装置、航天装备等领域开展了大规模示范工程应用。研制的石墨烯重防腐涂料涂层通过了化工、涂料、国防领域权威机构的各项性能检测，宁波材料所攻克了石墨烯重防腐涂料研发及批量化生产的一些技术难点，所研发产品的关键性能指标优于目前市场上的主流产品以及同类新产品，该项目目前已与国内知名企业洽谈年产千吨的涂料生产线，在该领域已布局专利 20 余项。

在石墨烯导热材料研究及产业化方面，宁波材料所江南团队，2016 年与杉杉集团达成合作，研究开发高径向热导率石墨烯导热垫产品，该项目后期也有望实现产业化。

近五年来,中科院宁波材料技术与工程研究所已在石墨烯技术领域获得了近百项授权专利,不仅在学术界得到了广泛认可,在产业界也获得了高度关注,已成为国际上石墨烯技术领域的著名研究机构。

(三) 上海市

上海市在石墨烯基础研究领域,高校院所的研究成果一直保持国际先进水平,如中科院上海微系统与信息技术研究所研制的石墨烯单晶。在长三角地区,上海市在石墨烯技术领域的专利申请数量仅次于江苏省,然而在石墨烯产业化方面,上海市与常州、宁波等地存在明显差距,上海市高校院所科研实力强、并且新材料应用端市场广阔。与常州、宁波可以形成优势互补,协同发展石墨烯产业。

2016年5月,石墨烯防腐涂料、石墨烯导电剂和石墨烯导热硅脂三个项目与上海超碳石墨烯产业技术有限公司签约,标志着上海石墨烯产业技术功能型平台正式开始运作。上海市石墨烯产业技术功能型平台是连接基础研究、应用研究和成果转移转化的枢纽。上海超碳石墨烯产业技术有限公司作为平台的运营机构,将为上述项目提供中试场地、设备支持和投融资支持,同时联手复旦大学、上海交通大学、同济大学等多所高校和科研院所的技术专家,组建“产业技术研究院”,推动石墨烯全产业链的创新与应用。其中,上海理工大学杨俊和团队的石墨烯防腐涂料项目利用石墨烯的高度防腐性,它能使远洋舰船一次涂装,反复使用;上海新池能源科技有限公司做的石墨烯导电剂用于锂电池或超容电池中后,能提升5%~20%的电池性能。

2016年12月,上海石墨烯产业化技术功能型平台、江南石墨烯研究院、宁波市石墨烯创新中心三方签署《长三角石墨烯产业协同发展合作备忘录》,将携手建设石墨烯产品信息共享平台、石墨烯大型科学仪器设备共享服务平台、石墨烯国际合作交流平台、石墨烯应用创新平台、石墨烯公共技术服务平台、石墨烯联合创新中心、石墨烯产业发展联盟。其中,石墨烯联合创新中心成立后,计划申报工业和信息化部评审的制造业创新中心,争取获得国家的支持。

6.2.2 珠三角地区

深圳有着全国最好的石墨烯应用市场,在能源、新材料、电子信息、可穿戴设备、电动汽车等诸多领域产业集群发达。深圳的四大未来产业和七大战略性新兴产业中的五个(即新材料、新能源、节能环保、新一代信息技术)均与石墨烯密切相关。深圳企业在石墨烯研发及应用领域实现一定的突破,比如华讯方舟成功造出世界首块石墨烯太赫兹芯片,烯旺科技在全球范围内最早将石墨烯科研成

果产业化，华为与曼彻斯特大学合作开展石墨烯应用研究，比亚迪正全力研发石墨烯—磷酸铁锂电池等。同时，深圳清华大学研究院、深圳大学等在石墨烯的制备及其在锂离子电池中的应用方面都积累了一定的研究基础。

深圳市政府非常重视石墨烯产业，一直在积极推进石墨烯科技研发及产业化。目前已培育和引进了 10 余个具有国际影响力的研发团队，建设了 10 余家相关科研创新载体，培育了 20 余家石墨烯相关的企业。

2015 年 11 月贝特瑞、深圳市新材料协会、南方科大、北大深圳研究院、深圳惠科电子等单位共同发起成立深圳市先进石墨烯应用技术研究院，研究院旨在搭建国际领先的石墨烯应用技术研究平台，引进国内外石墨烯领域顶尖研究团队的石墨烯研发成果进行产业化转化，促进石墨烯产业链规模化、高端化发展，推动石墨烯在深圳本土各产业领域中的应用。

2017 深圳专门实施了创新“十大行动计划”，明确把石墨烯作为“十大重大科技产业专项”和“十大制造业创新中心”的重点工作来抓，并积极推动市级石墨烯创新中心升级为国家的制造业创新中心。

2015 年 10 月全球领先的信息与通信解决方案（ICT）供应商华为宣布与曼彻斯特大学合作研究石墨烯的应用，共同开发 ICT 领域的下一代高性能技术。该项目合作期初定为两年，研究如何将石墨烯领域的突破性成果应用于消费电子产品和移动通信设备。

2016 年 12 月，华为中央研究院瓦特实验室推出业界首个高温长寿命石墨烯助力的锂离子电池。实验结果显示，以石墨烯为基础的新型耐高温技术可以将锂离子电池上限使用温度提高 10℃，使用寿命是普通锂离子电池的 2 倍。这一研究成果将给通信基站的储能业务带来革新。在炎热地区使用该高温锂离子电池的外挂基站工作寿命可达 4 年以上。石墨烯助力的锂离子电池也将助力电动车在高温环境下持久续航，以及无人机高温发热下的安全飞行。

中国宝安集团控股的深圳市贝特瑞新能源材料股份有限公司从 2008 年开始涉足石墨烯的研究与产业化，2011 年完成了第一条石墨烯粉体中试线的建设，在石墨烯粉体的批量制备以及石墨烯在电池材料领域的应用研究方面处于国内领先水平。2014 年，贝特瑞产品“新型纳米导电材料石墨烯/BTR-GN”获得“国家重点新产品”荣誉证书。

深圳六碳科技有限公司于 2012 年创立，专注于石墨烯薄膜材料的工艺研发和设备研制，尤其是化学气相沉积法（CVD）的工艺研发和设备开发。目前，立足于化学气相沉积法(CVD)技术，六碳科技已经完成了 6 万平方米/年 的石墨烯

制造设备和产线建设，为下游透明导电膜和导热膜产业批量提供实用化的石墨烯材料。

鸿纳（东莞）新材料科技有限公司成立于 2012 年 5 月，该公司于 2012 年投产全球首条少层石墨烯万吨级浆料产线，2013 年推出工程化石墨烯锂电池应用产品，并于 2014 年获著名锂电池及功能防腐涂料厂家认证，开始大批量应用。目前又已启动石墨烯导电、导热应用产品及高容量锂电池负极开发等。

深圳市动力创新科技企业、格林美股份有限公司、万利加集团旗下企业深圳市安利豪实业有限公司于 2015 年 8 月共同发起成立深圳市本征方程石墨烯技术股份有限公司。该公司拥有世界独创的液相法制备高质量单层石墨烯技术，并申请了中国、美国、欧洲、日本等发明专利 40 多项，现有多种产品：高质量单层石墨烯粉体、石墨烯包覆金属纳米粒子、石墨烯复合锂离子动力电池正负极材料、石墨烯负载的过渡金属燃料电池氧还原催化剂等。其所制备的产品均具有优异性能，且已投放市场，广泛应用于导电浆料、锂离子电池、铝空气电池、海洋船舶防污、冶金行业湿法电积锌等领域。

深圳市国创珈伟石墨烯科技有限公司成立于 2014 年，主要从事石墨烯粉体材料的环保制备工艺的开发，以及石墨烯各级应用产品：石墨烯粉体材料、石墨烯浆料、石墨烯导热涂料、散热片及相关导热产品，同时为导热、散热、防腐等终端应用领域提供石墨烯技术支持与解决方案，实现石墨烯制造与下游应用企业之间的良好技术服务对接。

广州奥翼电子科技有限公司与重庆墨希科技有限公司合作，在 2016 年 4 月宣布成功研制出了基于石墨烯的电子纸。相比于传统的基于 ITO 薄膜的电子纸，石墨烯电子纸在透光性、柔性和强度上均有明显优势，非常适合应用于穿戴式电子设备以及物联网等需要超柔性显示屏的领域。该公司预计 1 年内能够实现对石墨烯电子纸的量产。

深圳烯旺科技公司自 2015 年以来，以石墨烯发热膜为核心，推出了包括护膝、护肩、护腰、U 型枕等在内的多款理疗产品。该公司的石墨烯发热膜在在发热过程中释放出来的远红外光波对人体具有很好的理疗效果。如今，烯旺科技在智能理疗保健护具，智能发热服等消费品领域也取得了突破性进展，成为了全球首家石墨烯发热应用生产的规模性企业。

6.2.3 山东地区

山东地区的石墨烯产业主要集中在青岛和济宁两地，目前，青岛高新区拥有青岛赛瑞达电子科技有限公司、青岛华高石墨烯科技股份有限公司、青岛瑞利特新材料科技有限公司等 50 余家石墨烯及先进碳材料企业，规划建设并投入使用了青岛国际石墨烯科技创新园等产业载体，先后获批“国家石墨烯及先进碳材料特色产业基地”和“青岛市石墨烯国际科技合作基地”，并成立青岛国际石墨烯创新中心和青岛市石墨烯科技创新中心，与清华大学、北京大学、上海交通大学、山东大学等高校开展了深度协同创新，形成了较为完整的石墨烯技术创新体系和产业集群。下一步，青岛高新区将继续围绕“三中心一基地”建设，在体制机制创新、产学研深度融合、产业培育等方面开展工作，致力于石墨烯全产业链的创新与应用。

2010 年，济宁利特纳米在山东省科技厅、济宁市科技局和济宁市高新区的大力支持下，开始筹划发展石墨烯产业化项目，成为国内涉足石墨烯行业最早的单位。2013 年，利特纳米的氧化石墨烯重金属治理项目获得科技部国际合作基金的支持；2013 年 12 月，在山东省科技厅大力支持和帮助下，济宁利特纳米牵头、联合山东省内的石墨烯产业化的主要产学研单位以及上下游企业，共同发起成立“山东省石墨烯产业技术创新战略联盟”，由山东大学、青岛大学、济宁利特纳米、济南墨希新材料科技有限公司、山东企鹅塑料集团有限公司、济宁市无界科技有限公司、山东大展纳米材料有限公司等大学和企业组成的创新联盟，通过推进石墨烯生产企业和应用企业的紧密合作，通过产学研结合、创新运营机制、瞄准市场方向，集中力量、抱团发展，寻求石墨烯产业的重点突破，在山东省范围内形成从石墨烯原材料生产到下游示范应用的完整产业链，构建省级石墨烯新材料产业集群。

经过多年的发展，山东省已经初步形成从石墨烯原材料、设备到应用领域的产业链雏形。在石墨烯原材料方面，青岛华高和济宁利特纳米自主研发了多款石墨烯粉体和浆料。石墨烯装备方面，拥有赛瑞达、海纳尔、迈可威等公司；石墨烯应用领域主要集中在橡胶、水处理、动力储能、LED 照明、水处理、健康保健、海洋防腐等方面。

（一）橡胶

2016 年 3 月双星全球研发中心在青岛建立全国首个石墨烯轮胎中心实验室，项目总投资 10 亿元 1 目标是实现高端石墨烯轮胎的超前研发和产业化。该项目对引领国内轮胎行业前沿产品和技术潮流，推动中国轮胎行业转型发展将产生深远影响。

2016 年 9 月青岛华高墨希公司与森麒麟轮胎公司合作研发的石墨烯导静电轮胎成功下线。其导电率可达到 10~5S/m，能保证可靠导出车体静电。同时石墨烯导静电轮胎的散热功能和机械强度也具有突出表现，拉伸强度、抗撕裂强度、模量、DIN 磨耗、滚阻及湿滑等物性均比普通轮胎提高 50% 以上，可以减少爆胎，提高汽车行驶安全性及轮胎承载力，使用里程增加 1.5~1.8 倍。

2016 年 4 月，玲珑轮胎与北京化工大学签署“产学研合作协议”，未来双方将共同开展石墨烯轮胎研究。

2016 年 10 月 18 日，山东恒宇轮胎宣布用石墨烯材料生产出轮胎。据恒宇轮胎称，用石墨烯做材料，轮胎磨损率下降了 25% 以上，同时撕裂强度提高了一倍以上。

（二）水处理

2015 年济宁利特纳米有限公司研发了用于污水处理系统的新型石墨烯材料，可实现重金属污染物 99% 回收，可按需求制备吸附铅、镍、锡和砷等功能化石墨烯材料。其中，该石墨烯材料对铅的吸附容量可达 1080mg/g，近 10 倍于常规碳材料。

（三）锂离子电池

2015 年玉皇新能源科技有限公司研发了一款石墨烯锂离子电池，这款电池能量密度达到 135 Wh/kg，10 分钟充电至最大容量的 80%，半小时充至最大容量，正常使用充电次数可达 3000 次以上，续航里程最高可达 350~400 公里。2016 年 1 月，玉皇新能源年产 5 亿瓦时石墨烯锂离子动力电池及动力总成建设项目正式开始建土施工。

（四）LED 照明

山东晶泰星光电科技有限公司通过将石墨烯技术导入到灯丝灯里，利用石墨烯的热辐射特性来增加 LED 灯丝灯的散热性，涂有石墨烯的芯片结温温度比没有涂石墨烯的结温低 3~5 度，能够延长灯丝的寿命。2016 年 8 月山东晶泰星与 Graphene Lighting（英国石墨烯照明公司）签约合作，合并后晶泰星将拥有英国石墨烯照明 12 项全球顶尖专利，产品在全球各地畅销无阻。

（五）健康保健

山东圣泉集团将不同比例的生物质石墨烯添加至天然乳胶或聚氨酯材料中，通过非共价复合改性，运用软泡制备技术制成的发泡材料，可以制备成袜子、内

衣裤、坐垫、颈枕、腰枕、U 型枕等功能产品。山东圣泉集团旗下发布了多款使用石墨烯复合纤维/羽绒的纺织产品，包括抗菌袜、保暖内衣内裤等。

6.2.4 京津冀地区

2015 年 12 月，京津冀石墨烯产业联盟在北京正式成立，将进一步整合三地资源，加速推进低成本石墨烯及装备技术的产业化进程，形成京津冀战略性新兴产业高地。

2017 年 4 月 11 日，北京石墨烯产业创新中心授牌仪式在中国航发航材院举行，该中心主要由北京石墨烯技术研究院有限公司、北京石墨烯研究院和石墨烯产业联盟组成。目前，北京石墨烯研究综合实力全国首屈一指，在产业化领域也涌现出一批典型企业：中国航发航材院已落地产业公司 11 家，2016 年石墨烯科研成果转化收益达到 4 亿元，累计达到 7 亿元，石墨烯铝合金导线和石墨烯电子封装材料获得工信部认可，进入工信部首批次重点示范项目；京东方在研发石墨烯光电器件方面取得阶段性成果；爱家科技发明的三维体系石墨烯材料在远红外线转化功率上比传统碳系材料提高 30%；名朔科技的石墨烯新型散热材料已在通州区示范应用。

近年来，唐山高新区石墨烯产业发展迅速，初步形成了以唐山建华实业集团为龙头，唐山建华科技发展有限公司、河北宇轩纳米科技有限责任公司等 14 家石墨烯相关企业共同发展的产业集群。

2013 年 8 月 30 日，北京碳世纪科技有限公司在北京成立，主要从事石墨烯宏量制备及石墨烯应用技术和产品的开发。2017 年 2 月 21 日，该公司在北京发布全球首款石墨烯锂离子五号充电电池，与普通五号干电池、充电电池相比，这款石墨烯电池可循环使用 3 万次，能够在零下 45 摄氏度至 60 摄氏度的环境下使用。此外，该款电池能够实现量产，当日的产品发布也代表其正式投入市场。

6.2.5 其它地区

（一）四川&重庆

四川省石墨烯等先进碳材料部分产品已经产业化，具备进一步发展石墨烯等先进碳材料的产业基础。中科院成都有机所已建成 10 吨/年石墨烯的生产线，其纳米石墨片产品已应用于新能源汽车电池。德阳烯碳科技有限公司是国内最早掌握石墨烯规模化制备技术的高科技企业之一，公司现有 30 吨/年石墨烯粉体生产

装置。成都创威新材料有限公司已建成世界第一条 10 吨/年的石墨烯橡胶复合材料生产线。绵阳麦斯威尔科技公司已形成 300 吨/年石墨烯高端特种涂料中试生产线。四川环碳科技有限公司已实现功能化石墨烯复合材料的低成本、小批量生产，目前已建成 10 吨/年功能化石墨烯复合材料生产线。大英聚能科技发展有限公司已建成高比表面活性碳材料百吨级产业化装置，与电子科技大学等进行合作开发了低温插层法生产特种石墨烯产业化技术，并应用于超级电容电池的开发与生产，目前已建成 20 吨/年石墨烯生产线。

2013 年，重庆石墨烯产业园落户重庆高新区，该产业园作为国家级重点发展的高新技术产业基地及推动自主创新发展的载体之一，园区紧紧围绕石墨烯显示触控屏、石墨烯晶体管、石墨烯散热器件、石墨烯传感器件等产业方向，依托“一院（重庆石墨烯研究院）一基金（重庆石墨烯产业发展基金）”，构筑以应用企业为主体，研产相结合的产业链集群。

2013 年，中国科学院重庆绿色智能技术研究院与上海南江集团合作投资 3 亿元的大面积单层石墨烯薄膜生产线项目在重庆石墨烯产业园正式投产运行。现已建成年产 100 万平方米石墨烯薄膜生产线，实现了石墨烯薄膜的批量生产。

2015 年，墨希科技与嘉乐派科技公司联合发布了全球首批量产石墨烯手机，揭开了石墨烯产业化应用的序幕。目前该公司的主要产品有石墨烯透明导电薄膜、石墨烯涂料、石墨烯导热导电材料等，目前正进一步研发柔性石墨烯手机和石墨烯电子书等产品。

（三）福建

福建省的石墨烯产业发展尚处于布局阶段。2016 年 12 月 30 日福建省石墨烯产业技术创新战略联盟在厦门揭牌成立，联盟将借助科研院所和企业的优势资源，共同推动石墨烯产业技术创新与应用发展。目前，福建省在石墨烯浆料、粉体的制备技术，以及特殊化学功能基团的石墨烯修饰技术方面已经具备一定的产业基础，石墨烯的下游应用则处于培育阶段。重点企业厦门希成新材料科技有限公司、厦门凯纳石墨烯技术股份有限公司已于 2016 年初实现在新三板上市。

2014 年 5 月福建辉锐材料科技有限公司、厦门大学与英国 BGT Materials 共建石墨烯工业技术研究院。英国 BGT 材料公司是全球最早一批专业开展石墨烯技术基础和应用研究的知名企业。福建辉锐材料科技有限公司则掌握平方米级单原子层石墨烯制备和转移技术等石墨烯产业化中关键高难核心技术的企业，主要生产柔性石墨烯触摸屏。

2016 年 4 月，恒力盛泰石墨烯科技有限公司正式落户厦门。这家企业的核

心股东是张博增领衔的技术团队。张博增代表公司将其 25 项原创石墨烯专利技术授权给厦门恒力盛泰石墨烯科技公司，根据计划，恒力盛泰石墨烯科技有限公司到 2017 年底前，产能将达到 300 吨，2020 年各项石墨烯产品产能争取达到 5000 吨，以保障中国和世界其他国家较长时期石墨烯产业化的需求。

2016 年 9 月，恒力盛泰（厦门）石墨烯科技有限公司投资组建厦门市安固强石墨烯研究所。未来三年将增加投资 1 亿元，重点围绕恒力盛泰现有 25 项石墨烯原创专利为基础，进行产业化应用的深化研究，着力在厦门打造一个上、中、下游产业链完善的，具备“百亿”规模的石墨烯产业基地，使厦门成为世界石墨烯的创新高地，将厦门安固强石墨烯研究所建成世界一流的石墨烯科研机构。

（四）黑龙江

黑龙江省石墨资源储量居全国之首，占全国石墨储量的 60%以上，绝大部分为优质鳞片石墨，具有生产石墨烯的原料优势。2016 年 6 月，黑龙江省颁布实施《黑龙江省石墨烯产业三年专项行动计划(2016~2018 年)》，计划在两年时间里，培育和支持 10 家具有一定规模的石墨烯高新技术企业，组建黑龙江省石墨烯协同创新中心，建立石墨烯产品首批次应用示范风险补偿机制，力争突破石墨新材料产业前沿技术。

目前黑龙江省华升石墨股份有限公司已建成 500 吨/年氧化还原石墨烯生产线和 100 吨/年电弧法石墨烯生产线。另外，公司还与俄罗斯、澳大利亚及国内高校的技术合作，发起并组建了“中俄石墨烯研究院”，引进了俄罗斯科学院西伯利亚分院润滑油行业资深专家谢柳京教授的研究团队，哈尔滨工程大学材料与工程学院院长、国际著名碳纳米专家曹殿学博士研究团队，共同在国内率先研发出了“朗丰石墨烯润滑油”产品，填补了国内石墨烯润滑油的空白，技术性能处于国际领先水平。

2016 年 4 月 6 日哈尔滨市南岗区石墨烯产业招商项目集中签约仪式上，在新能源新材料领域拥有多项世界级核心技术的北京中博鑫源科技股份有限公司，携手 8 家石墨烯生产及营销企业正式进驻南岗区新材料工业园区，将投资 186.1 亿元共同构建南岗区石墨烯新能源新材料产业基地，打造全球首款耐寒电动乘用车研发生产基地等领先科技项目，力争到 2020 年实现总产值突破 500 亿元。

2017 年 1 月 5 日宝泰隆新材料股份有限公司在黑龙江省七台河市科技局的大力支持下，投产国内首套自动化、连续式 100 吨级工业化制备石墨烯生产线，为七台河石墨深加工产业发展创造了良好的开端。

（五）香港

正道集团有限公司(HKG)总部设于香港，从事锂电池、电动汽车以及混合动力汽车的研发与制造。2014 年与美国加州大学洛杉矶分校卢云峰教授合作筹建石墨烯研究中心，开展石墨烯材料产业化及其应用研究。2015 年 2 月建成流态化石墨烯粉体技术、石墨烯浆料的中试室及石墨烯电池实验室，目前具备年产 48 吨石墨烯浆料和 360 公斤流态化石墨烯粉体的能力。

香港正道集团在 2015 年将石墨烯应用于其第二代钛酸锂电池中，能量密度达到 120 Wh/kg，功率密度为 6000 W/kg，可实现 3 分钟快速充电，将被应用于正道的第二代纯电动公交车上。目前正道集团与美国加州大学洛杉矶分校（UCLA）合作建立的 UCLA-正道石墨烯研究中心已经制造出了石墨烯锂硫电池样品，能量密度达到了 300 Wh/kg。

7、结论与建议

7.1 结论

从前文多个角度的分析都可以看出，石墨烯目前仍然是一个非常热门的技术领域，全球各主要国家/地区都对其提供了大量研发资金的支持，促使新技术和新产品不断涌现，石墨烯相关技术的产业化也开始加速。本报告在调研全球石墨烯技术研发背景的基础上，分析了全球石墨烯技术的整体专利态势，并对美国、韩国和中国专利分别进行了有针对性的重点深入分析，以期客观展现石墨烯技术领域的专利布局现状，为我国就该领域的科研决策提供数据支持。通过前述分析，可以看出：

（1）从全球范围来看，石墨烯相关技术目前仍处于高速发展阶段，世界各国政府都在大力推动石墨烯的研究和产业化，石墨烯产业已经进入开展专利战略布局的关键机遇期。

（2）石墨烯专利技术近年来的研究热点主要包括石墨烯原材料制备，石墨烯在储能（电池）、复合材料、热管理、传感器、膜分离、透明导电薄膜、触摸屏、晶体管/集成电路、光纤、通讯、高性能计算机等领域的应用。

（3）目前，我国是石墨烯技术领域专利申请量最多的国家，但多数为本土专利申请，国外专利技术布局相对薄弱，近年来虽然也开始重视专利海外申请，但是绝大多数是以美国为目标申请国，专利国际布局缺少整体规划，专利质量总体不高，缺乏基础核心专利；韩国、美国、日本等既重视本土专利申请，也非常重视海外专利布局，三国之间互为重要的专利技术来源国。

（4）从重要专利申请人的国别分布情况来看，专利申请数量不少于 60 件的共有 76 个申请人，其中 8 个来自美国，3 个来自日本，16 个来自韩国，而来自中国的申请人数量占比最高，多达 49 个，主要是高校和中科院系统的研究所，企业仅有 5 家。

（5）在美国和韩国，其研发和产业化主体都以企业为主，各企业通过与高校科研院所合作研究实现技术共享，企业既掌握核心技术，又洞悉市场需求，从而有效推动石墨烯的研发进程、研发成果转化进程和产业化进程。

美国高校在石墨烯基础研究创新方面保持领先地位，英特尔、苹果、IBM、陶氏化学、通用等科技巨头均在涉足石墨烯高端应用技术的研发开发，同时美国良好的创业环境还产生了一批中小公司，如美国纳米技术仪器公司、Angstrom Materials 公司、沃尔贝克公司等，这些中小企业的创始人往往来自高校的科研人

员，其本身就具备很强的技术创新能力。

韩国在石墨烯领域的专利申请则以三星、LG 等企业集团为主，这些企业集团一般比较重视与大学建立长期深入的合作，企业集团内部各个子公司的技术创新能力都很强，并在石墨烯产业链上下游存在协同创新关系，极大的提高石墨烯技术从实验室走向市场的效率。目前韩国正积极参与石墨烯国际标准制定，现阶段全球推进的 10 个石墨烯国际标准中有 5 个由韩国主导。

(6) 从中国区域来看，石墨烯中国专利的申请 95.7%的专利申请来自国内，但是，中国专利申请者往往只在国内市场申请保护，在专利布局意识上明显落后于美韩等国。在我国的石墨烯技术专利申请人中，企业和个人的专利申请数量高达 49.4%，但是申请主体非常分散的，缺少系统的专利布局。

从合作申请专利的情况来看，中国石墨烯的研发主体为高校和研究机构，研发偏重于基础科学而非实用技术，产业化主体则是企业，它更强调市场应用。高校、科研机构与企业之间缺乏合作沟通，企业和企业之间因为利益竞争，也很难通过合作共促石墨烯产业化进程，因此研发主体和产业化主体之间，以及产业化主体之间很难真正合作。中国亟需建立连接研发主体和产业化主体的产业化转换平台，推动石墨烯研发成果向产业化应用转化。

另外，中国科学院系统近几年在技术转移方面工作一直走在国内的前列，对石墨烯的产业化起到了积极的推动作用。另外，国内的大企业如华为公司，京东方集团、中芯国际等也开始在石墨烯的高端应用领域进行布局。

(7) 从基于中国境内的石墨烯制备专利来看，目前石墨烯制备技术主要有两个途径：Top-Down 和 Bottom-up 途径。

在 Top-Down 途径制备石墨烯技术领域：国外申请人的专利主要涉及化学氧化还原法、机械剥离法、插层剥离法、石墨烯分散技术等，虽然总体数量不多，但是申请日绝大多数都在中国申请人之前。比如，塞浦路斯戴雷克塔普拉利专利及科技有限公司 2007 年在中国申请的专利—纳米结构的制造（中国申请号：200780021065.2，美国优先权日：2006 年 6 月 08 日，US11422914），主要涉及插层剥离制备石墨烯。从目前来看，国内申请人在石墨烯生产设备以及石墨烯品质检测方面的专利具有优势。

从应用领域来看，我国在储能、复合材料、电子信息、水/气体处理、医疗健康、传感器等六大领域都有大量专利申请。在产业化方面，锂离子电池、铅酸电池、导热材料、散热膜、发热膜等领域企业参与度较高，但是以中小企业为主。除此之外，绝大多数技术仍掌握在高校和研究机构手中，技术转移转化的效率非

常低。而国外的申请人则以企业为主，关注的主要是石墨烯在锂电池、燃料电池、散热材料、透明导电薄膜、生物化学传感器、导电材料、聚合物增强材料、海水淡化、DNA 基因检测、晶体管、场发射器件等领域的应用。

在 Bottom-up 途径制备石墨烯技术领域，我国企业参与较多，在石墨烯薄膜制备、转移、设备、检测等领域都具有数量上的优势，国外申请人的专利主要集中在石墨烯薄膜制备和转移方面，涉及少量石墨烯薄膜检测专利，并且申请时间相对较早。

从应用领域来看，国外的企业主要关注的是气体分离、集成电路、LED&OLED、传感器等高端应用技术领域；我国的中小企业主要关注的是触摸屏、加热膜、远红外理疗产品等领域；我国的大企业如华为公司有机太阳能电池、光调制器领域，中芯国际在晶体管、半导体器件领域；京东方集团在传感器、显示装置、有机电致发光器件、晶体管等石墨烯高端应用技术领域已经展开布局。

7.2 建议

从全球和我国专利分析以及目前石墨烯产业发展现状来看，各国的石墨烯产业起步时间相当但中国推进速度很快，主要得益于资本的推动和政府的顶层布局。但中国系统性的基础研究不足，缺乏后劲。应用领域的专利申请多数集中在中低端产品的应用上，缺乏针对高端应用的专利申请和布局。

当前国内对石墨烯材料的应用，主要集中在两大领域：一类是将石墨烯作为添加剂应用在已有产品中，用以改良和提升产品性能，比如添加石墨烯散热涂层的 LED 灯、石墨烯暖墙、石墨烯地板、石墨烯防腐涂料、石墨烯内暖纤维制成的服装、石墨烯防静电轮胎、加热片、石墨烯动力电池等产品；另一类是将石墨烯薄膜用于加热膜、智能手环、触摸屏、远红外理疗产品等。

目前我国在上述领域的商业化应用已经取得了很好的成绩。但是创新主体多为中小企业，高校科研院所的专利技术转移转化程度很低，导致国内石墨烯相关专利布局较为松散，为此，我国企业一方面要立足本土市场，积极组建产学研之间的专利联盟，整合上下游资源，建立石墨烯全产业链的知识产权保护体系，避免国内企业之间专利纠纷，抵御国外专利技术威胁，保护国内石墨烯产业；另一方面也要瞄准海外市场，加强全球专利布局，积极参与国际竞争，助力中国石墨烯产品走向世界。

在传感器、晶体管、集成电路等石墨烯高端应用技术领域需要大量资金投入，

而且风险很高，美日韩等发达国家的大企业都已经开始提前进行专利布局，为未来石墨烯高端应用技术跑马圈地。反观我国，不管是高校科研院所还是大企业在石墨烯高端应用领域的关注都远远不够。如果不改变当前情况，石墨烯产业在高端应用技术领域将会面临被国外大型跨国公司垄断的局面。因此需要国家从战略层面高度重视，设立石墨烯专项产业扶持基金，鼓励国内大企业与高校/科研院所之间建立长期深入的合作关系，着眼于石墨烯技术未来的国际竞争制高点，积极开展能够引领未来市场的高端核心技术研究，提前进行技术储备和专利战略布局。

目前石墨烯产业已经到了开展专利布局的关键战略机遇期，需要从国家层面统筹规划。一方面积极引导和扶持石墨烯产业发展，推动石墨烯材料示范应用，构建石墨烯应用产业链，整体进行专利技术布局，同时加强石墨烯标准体系建设，保障我国石墨烯产业的健康有序发展；另一方面，加强石墨烯技术的国际知识产权研究，为我国石墨烯产业界制定国际专利布局策略提供参考，同时积极参与石墨烯国际标准研究和制定，为我国石墨烯材料产业界参与国际竞争提供支持。

附录

附录 1 国家/地区代码说明

国家代码	对应国家/地区	国家代码	对应国家/地区
AR	阿根廷	JP	日本
AU	澳大利亚	KR	韩国
AT	奥地利	LU	卢森堡
BE	比利时	MX	墨西哥
BR	巴西	NL	荷兰
CA	加拿大	NZ	新西兰
CN	中国	NO	挪威
CZ	捷克共和国	WO	专利合作协定
CS	捷克和斯洛伐克	PH	菲律宾
DK	丹麦	PT	葡萄牙
EP	欧洲专利	RO	罗马尼亚
FI	芬兰	RU	俄罗斯联邦
FR	法国	SG	新加坡
DD	东德	SK	斯洛伐克
DE	德国	ZA	南非
HU	匈牙利	SU	前苏联
IN	印度	ES	西班牙
TP	国际技术公告	SE	瑞典
IE	爱尔兰	CH	瑞士
IL	以色列	TW	中国台湾
IT	意大利	GB	英国

附录 2 重点专利收录表

发明名称	来源 国/组 织	专利权人	被 引 次 数	保护区域	PCT 申请或 三方专利	IPC 小 类 数 量
Nanowire structures comprising carbon	WO	NANOSYS INC	93	WO; US; EP; AU; CA; KR; JP; CN; TW	PCT+ 三方专利	36
Graphene sheet and method of preparing the same	US	SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD	91	US; EP; CN; KR; JP	三方专利	11
Nano graphene platelet-based composite anode compositions for lithium ion batteries	US	ZHAMU A	86	US; WO; KR; CN; JP	PCT+ 三方专利	14
Thermally exfoliated graphite oxide	US	PRUDHOMME R K	76	US; WO; EP; IN; CN; CA; TW; JP	PCT+ 三方专利	3
Functional graphene-rubber nanocomposites	WO	UNIV PRINCETON	68	WO; EP; KR; CN; JP; US; IN	PCT+ 三方专利	16
Nacelles and components thereof using nanoreinforcements	WO	ROHR INC	67	WO; EP; US; CN; JP	PCT	20
Methods and compositions for production and purification of biofuel from plants and microalgae	WO	AURORA BIOFUELS INC	65	WO; US	PCT	8
Process for the preparation of graphene	WO	UNIV WOLLONGONG	61	WO; AU; EP; US; JP; CN	PCT	6
Lithium iron phosphate positive electrode active material modified by graphene, preparation method and lithium iron secondary battery thereof	CN	NINGBO INST MATERIAL TECHNOLOGY & ENG	58	CN; WO; CA; EP; KR; US; JP	PCT+ 三方专利	18
Composite transparent conductors	WO	CAMBRIOS TECHNOLOGIES CORP	56	WO; EP; CN; JP; KR; SG; HK; TW	PCT+ 三方专利	24
Single crystal graphene sheet and method for producing the same	US	SAMSUNG ELECTRONICS CO	55	US; JP; CN; KR	三方专利	7

2017 石墨烯技术专利分析报告

		LTD				
Graphite nanofibers and their use	EP	NIPPON SHINKU GIJUTSU KK	54	EP; JP; US; KR; TW; DE	三方专利	15
Functional graphene-polymer nanocomposites for gas barrier applications	WO	UNIV PRINCETON	53	WO; EP; IN; KR; CN; JP; US	PCT+ 三方专 利	16
Improved composite materials	WO	HEXCEL COMPOSITES LTD	53	WO; US; EP; CN; JP	PCT	39
Patterned thin film graphene devices and method for making same	US	DEHEER W A	52	US; WO; EP	PCT	14
Graphene sheet and process of preparing the same	US	SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD	51	US; KR; WO; EP; CN	PCT	6
Synthesis of graphene sheets and nanocomposites comprising same	WO	UNIV NORTH CAROLINA	47	WO; US	PCT	12
Low density lighting strike protection for use in airplanes	WO	GOODRICH CORP	47	WO; EP; CN; US	PCT	16
Functionalised graphene oxide	WO	UNIV SINGAPORE NAT	44	WO; KR; US;	PCT	10
Roll-to-roll transfer method of graphene, graphene roll produced by the method, and roll-to-roll transfer equipment for graphene	WO	UNIV SUNGKYUNKWAN FOUND CORP COLLABORATION	43	WO; KR; EP; US; CN; JP	PCT+三方	19
Conductive film based on graphene and process for preparing the same	CN	UNIV NANKAI	42	CN ; WO ; US	PCT	14
Nanocomposite of graphene and metal oxide materials	WO	BATTELLE MEMORIAL INST	40	WO; US; CA; KR; EP; CN	PCT	34
High-resolution molecular sensor	WO	HARVARD COLLEGE	40	WO; EP; US	PCT	4
Graphene/metal nano composite powder, and manufacturing method therefor	US	HONG S H	39	US; KR; JP; CN	三方专利	11
Enhanced surfaces, coatings, and	WO	INNOVA	39	WO; AU; CA; EP;	PCT+ 三方专	26

2017 石墨烯技术专利分析报告

related methods		MATERIALS LLC		US; CN; JP; HK; KR	利	
Coatings containing functionalized graphene sheets and articles coated therewith	WO	CRAIN J M	39	WO; EP; US; JP; CN; IN	PCT	22
Semiconductor device using graphene and method of manufacturing the same	WO	NEC CORP	39	WO; US; JP	PCT	10
Highly thermally conductive composite material	WO	SUMITOMO PRECISION PROD CO	38	WO; JP	PCT	10
Methods for preparation of graphene nanoribbons from carbon nanotubes and compositions, thin films and devices derived therefrom	WO	UNIV RICE WILLIAM MARSH	37	WO; US; TW; EP; KR; JP; SG	PCT+ 三方专利	13
Large-area single and few-layer graphene on arbitrary substrates	WO	MASSACHUSETTS INST TECHNOLOGY	35	WO; US	PCT	10
Interconnected hollow nanostructures containing high capacity active materials for use in rechargeable batteries	WO	AMPRIUS INC	35	WO; KR; EP; CN; JP; IL; US	PCT+ 三方专利	15
Electrode polepiece of graphene coating modified lithium secondary battery and method for manufacturing same	CN	CHINESE ACAD SCI NINGBO MATERIAL TECHNOLOGY & ENG INST	34	CN; WO; US	PCT	7
Lithium manganese phosphate/carbon nanocomposites as cathode active materials for secondary lithium batteries	WO	HIGH POWER LITHIUM SA	34	WO; EP; JP; US	PCT	5
Carbon nanotube powder, carbon nanotubes, and processes for their production	DE	BAYER MATERIALSCIENC E AG	34	DE; WO; US; EP; KR; CN; IN; JP; TW	PCT+ 三方专利	14
Advanced heat sinks and thermal spreaders	US	GENERAL ELECTRIC CO	34	US; DE; JP; CN; KR	三方专利	9

2017 石墨烯技术专利分析报告

Nanopore sensors for biomolecular characterization	WO	UNIV ILLINOIS FOUND	29	WO; KR; EP; US; JP; CN; IN	PCT+ 三方专利	6
Chemical vapor deposition method for producing monolayer and multilayer graphene	CN	WUXI DILIUYUANSU HI-TECH DEV CO LTD	28	CN; WO	PCT	2
Method for encapsulating metals oxides with graphene and use of said materials	WO	BASF SE	28	WO; EP; CN; KE; JP	PCT	15
Large area deposition and doping of graphene, and products including the same	US	GUARDIAN IND CORP	27	US; WO; TW; EP; KR; MX; CN; JP; RU; IN	PCT+ 三方专利	12
Organic solar cells and method of manufacturing the same	US	KOREA ADV INST SCI&TECHNOLOGY	27	US; CN; JP; KR	三方专利	7
CNT-based sensors: devices, processes and uses thereof	WO	NANOSELECT INC	27	WO; US	PCT	15
Stable dispersions of single and multiple graphene layers in solution	EP	BELENOS CLEAN POWER HOLDING AG	26	EP; JP; KR; US; AU; CN; TW; IL	三方专利	18
Electrically conductive compositions and method of manufacture thereof	US	CLARK D C	26	US; WO; EP; KR; JP; CN; SG	PCT+ 三方专利	7
Graphene intercalation and exfoliation process	US	GRAFTECH INC	26	US; WO; AU; DE	PCT	10
Highly oxidized graphene oxide and method for production thereof	WO	UNIV RICE WILLIAM MARSH	25	WO; CA; EP; KR; US; MX; JP; CN; IN; SG	PCT+ 三方专利	15
Functionalized graphene materials and method for production thereof	WO	UNIV RICE WILLIAM MARSH	25	WO	PCT	3
Apparatuses and methods for storing and/or filtering a substance	US	MCALISTER TECHNOLOGIES LLC	24	US; WO; EP; CN	PCT	5
Methods of fabricating-area, semiconducting nanoperforated graphene materials	WO	WISCONSIN ALUMNI RES FOUND	23	WO; US	PCT	11

2017 石墨烯技术专利分析报告

Methods of manufacturing and transferring larger-sized graphene	US	SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD	23	US; JP; KR; CN	三方专利	12
Process for improving the emission of electron field emitters	WO	DU PONT DE NEMOURS & CO E I	23	WO; AU; US; BR; KR; EP; CN; JP; IN	PCT+ 三方专利	26
Double patterning method	WO	SANDISK 3D LLC	22	WO; US; TW	PCT	9
Multilevel nonvolatile memory device containing carbon storage material and methods of making and using same	WO	SANDISK 3D LLC	22	WO; US; TW; JP; CN	PCT	15
A negative electrode active material for an electricity storage device and method for manufacturing the same	EP	FUJI JUKOGYO KK	22	EP; JP; CN; US; KR	三方专利	21
Production of nano-structures	WO	DIRECTA PLUS PATENT & TECHNOLOGY LTD	22	WO; EP; CN; US; CA	PCT	5
Nanocarbon composite structure having ruthenium oxide trapped therein	WO	UNIV TOKYO AGRIC & TECHNOLOGY	22	WO; EP; CN; KR; US; JP	PCT+ 三方专利	11
Nanomatrix metal composite	US	XU Z	21	US; WO; AU; GB; DK; NO; CA; BR; ID	PCT	7
Methods of forming graphene by graphite exfoliation	WO	UNIV SINGAPORE NAT	21	WO; CA; US; EP; KR; JP; CN; HK; SG	PCT+ 三方专利	21
Single and few-layer graphene based photodetecting devices	US	INT BUSINESS MACHINES CORP	21	US; WO; EP; CN; TW; JP	PCT	10
Composite materials	WO	HEXCEL COMPOSITES LTD	21	WO; EP; US; JP; CN; RU; ES	PCT	17
High heat conduction composite material	WO	SUMITOMO PRECISION PRODCO	21	WO; JP; EP; KR; CN; US	PCT+ 三方专利	17
Double-walled carbon nanotubes and methods for production and application	WO	FULLERENE INT CORP	21	WO; KR; EP; JP; TW; CA; DE; US	PCT+ 三方专利	11
Self-aligned graphene transistor	WO	INT BUSINESS MACHINES CORP	20	WO; US; GB; TW; CN; DE; JP	PCT	12

2017 石墨烯技术专利分析报告

Oil purification method and apparatus with porous membrane	WO	BIONEER CORP	20	WO; KR; US; EP; CN; IN; KR; JP; RU; BR	PCT+ 三方专利	19
High thermal conductive element, method for manufacturing same, and heat radiating system	WO	MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD	20	WO; US; JP; CN	PCT	11
Method for depositing nanoparticles on substitute	WO	UNIV NOTRE-DAME DE LA PAIX	19	WO; EP	PCT	3
Photo-electrochemical cell	WO	UNIV KATHOLIEKE LEUVEN	19	WO; US; EP; IL	PCT	5
Graphene roll-to-roll coating apparatus and graphene roll-to-roll coating method using the same	EP	UNIV SUNGKYUNKWAN FOUND CORP COLLABORATI	19	EP; US; JP; KR	三方专利	12
Method of manufacturing graphene, graphene manufactured by the method, conductive film comprising the graphene, transparent electrode comprising the graphene, and radiating or heating device comprising the graphene	US	SAMSUNG TECHWIN CO LTD	19	US; JP; KR; CN	三方专利	8
Graphene nanoribbons prepared from carbon nanotubes via alkali metal exposure	WO	UNIV RICE WILLIAM MARSH	19	WO; CA; EP; KR; MX; US; JP; CN; IN; SG; BR	PCT+ 三方专利	8
Graphene memory cell and fabrication methods thereof	WO	UNIV SINGAPORE NAT	19	WO; US; EP; KR; JP; SG; CN	PCT+ 三方专利	18
Improved CNT/topcoat processes for making a transplant conductor	WO	UNIDYM INC	20	WO; KR; JP; CN	PCT	9
Anisotropic semiconductor film and method of production thereof	WO	CARBEN SEMICON LTD	19	WO; EP; CN; US; JP	PCT	8
Electric double-layer capacitor	WO	ADVANCED CAPACITOR TECHNOLOGIES INC	19	WO; JP; EP; US; CN; KR	PCT+ 三方专利	7
Graphene films and methods of making thereof	WO	UNIV NEW YORK STATE RES FOUND	18	WO; US	PCT	4

2017 石墨烯技术专利分析报告

Transparent electrodes based on graphene and grid hybrid structures	WO	UNIV RICE WILLIAM MARSH	19	WO; EP; US; KR; CN; JP; SG; IN	PCT+ 三方专利	10
Bare single-layer graphene membrane having a nanopore enabling high-sensitivity molecular detection and analysis	WO	HARVARD COLLEGE	18	WO; CA; AU; EP; KR; US; CN; JP; IN	PCT+ 三方专利	11
Electron emitting device using carbon fiber; electron source; image display device; method of manufacturing the electron emitting device; method of manufacturing electron source using the electron emitting device; and method of manufacturing image display device	EP	CANON KK	18	EP; US; CN; JP; KR; DE	三方专利	14
Production of graphene	WO	UNIV MANCHESTER	17	WO; EP; US; KR; JP; CN; ES	PCT+ 三方专利	5
Nano particle/polyamide composite material, preparation method thereof, and use thereof	WO	SHANGHAI GENIUS ADVANCED MATERIAL CO LTD	17	WO; CN; KR; EP; JP; US	PCT+ 三方专利	17
Electrochemical process for synthesis of graphene	WO	COUNCIL SCI&IND RES INDIA	17	WO; US; EP; IN; KR; CN; ES	PCT	7
Method for producing graphene at a low temperature, method for direct transfer of graphene using same, and graphene sheet	WO	SAMSUNG TECHWIN CO LTD	17	WO; US; KR; WO; JP; US; CN	PCT+ 三方专利	8
Method for manufacturing graphene, transparent electrode and active layer comprising the same	WO	UNIST ACAD-IND RES CORP	17	WO; KR; US; EP; CN	PCT	15
Graphene protective film serving as a gas and moisture barrier, method for forming same, and use thereof	WO	UNIV SUNGKYUNKWAN FOUND CORP COLLABORATI	17	WO; KR; US	PCT	6
Graphene dispersion and	WO	SUH K S	17	WO; KR; US; EP;	PCT+ 三方专	12

2017 石墨烯技术专利分析报告

graphene-ionic liquid polymer compound				CN; JP	利	
Debonding and transfer techniques for hetero-epitaxially grown graphene, and products including the same	US	GUARDIAN IND CORP	17	US; WO; MX; EP; KR; TU; CN; JP; RU; IN	PCT+三方专利	18
Graphene	WO	NEWSOUTH INNOVATIONS PTY LTD	17	WO	PCT	2
Field effect transistor, logic circuit including the same and methods of manufacturing the same	US	SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD	17	US; JP; CN; KR	三方专利	14
Carbon membranes	WO	NTNU TECHNOLOGY TRANSFER AS	17	WO; EP; CN; JP; US; DE; ES	PCT	5
Microscopic carbon fiber with a variety of structures	WO	BUSSAN NANOTECH RES INST INC	17	WO; JP; US; KR; CN; EP; IN; CA; RU	PCT+三方专利	5
High-density high-rigidity graphene porous carbon material and preparation method and application thereof	CN	UNIV TSINGHUA SHENZHEN GRADUATE SCHOOL	16	CN; HK; WO; EP; US; JP	PCT	14
Electrode (anode and cathode) performance enhancement by composite formation with graphene oxide	EP	BELENOS CLEAN POWER HOLDING AG	16	EP; US; JP; KR; CN; AU; TW; IL	三方专利	30
Carbonaceous nanocomposite having novel structure and fabrication method thereof	WO	UNIV INJE IND ACADEMIC COOP FOUND	16	WO; KR; CN; US	PCT	15
Mesoporous metal oxide graphene nanocomposite materials	WO	BATTELLE MEMORIAL INST	16	WO; US; CA; EP; KR; CN	PCT	18
Chemical modulation of electronic and magnetic properties of graphene	WO	UNIV CALIFORNIA	16	WO; US	PCT	17
Method for exfoliating carbonization catalyst from	US	SAMSUNG ELECTRONICS CO	16	US; JP; KR	三方专利	5

graphene sheet, method for transferring graphene sheet from which carbonization catalyst is exfoliated to device, graphene sheet and device using the graphene sheet		LTD				
Functionalization graphene sheets having high carbon to oxygen ratios	WO	AKSAY I A	16	WO; EP; JP; US; CN	PCT	9
Nanotube enabled, gate-voltage controlled light emitting diodes	WO	UNIV FLORIDA RES FOUND INC	16	WO; EP; CA; KR; US; CN; HK; IN; SG	PCT	19
Microscopy support structures	WO	PROTOCHIPS INC	16	WO; EP; JP; US; JP	PCT	11
Carbon nanostructures and methods of making and using the same	WO	COLLEGE OF WILLIAM & MARY	16	WO; US	PCT	26
Zinc-rich epoxy anti-corrosion coating and preparation method thereof	WO	CHANGZHOU SIXTH ELEMENT MATERIAL TECHNOL	15	WO; CN; US	PCT	4
Vehicles for controlled delivery of different pharmaceutical agents	WO	UNIV YALE	15	WO; CA; EP; US JP; HK	PCT	19
Perforated graphene deionization or desalination	US	LOCKHEED MARTIN CORP	15	US; WO; AU; ES; JP; CN; SG; IL	PCT	6
Chemical processing method for graphene material having high specific surface area by using strong alkali	CN	WUXI DILIU YUANSU HI- TECH DEV CO LTD	15	CN; WO	PCT	1
Chelating agent modified graphene oxides, methods of preparation and use	WO	UNIV MONTCLAIR STATE	15	WO; US; TW; CN	PCT	13
Photodetector using a graphene thin film and nanoparticles, and method for producing the same	WO	UNIV HANYANG IND COOP FOUND	15	WO; KR; WO; US	PCT	3
Method for producing graphene film, method manufacturing electronic element, and method for transferring graphene film to	WO	JAPAN SCI&TECHNOLOG Y AGENCY	15	WO; KR; EP; US; CN; JP	PCT+ 三方专 利	7

substitute						
Reinforced polymeric articles	WO	AKSAY I A	15	WO; EP; KR; US; ID	PCT	25
Device and methods for determining the length of biopolymers and distances between probes bound thereto	US	NABSYS INC	15	US; WO; EP	PCT	5
Electrode materials for metal-air batteries, fuel cells and supercapacitors	WO	UNIV NANYANG TECHNOLOGICAL	15	WO; US; CN; JP; SG	PCT	20
Tunable bragg stack	WO	OPALUX INC	15	WO; EP; CA; KR; CN; JP	PCT+三方专利	20
Process for producing monoatomic film	WO	UNIV WASEDA	15	WO; JP	PCT	7
Printed electronics	WO	LETTOW J S	15	WO; EP; US; JP; IN; CN	PCT	23
Carbon catalyst, slurry containing the carbon catalyst, process for producing carbon catalyst, and fuel cell, storage device, and environmental catalyst each employing carbon catalyst	WO	UNIV GUNMA NAT CORP	15	WO; JP; US	PCT	16
Process of preparing graphene shell	US	SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD	15	US; KR; WO	PCT	8
Self-aligned T-gate carbon nanotube field effect transistor devices and method for forming the same	US	KALBURGE A M	15	US; WO; TW; CN	PCT	4
Electrochemical nanosensors for biomolecule detection	WO	NANOMIX INC	15	WO; US	PCT	16

后 记

受中国石墨烯产业技术创新战略联盟的委托，我们分别于 2013 年 10 月和 2015 年 4 月完成两期《石墨烯技术专利分析报告》，并向社会公开发布。自该报告推出以来，引起各方关注，社会反响强烈，对石墨烯技术研究和产业化的知识产权布局起到了一定的指导作用。

然而，石墨烯技术发展迅速，该领域的专利数量增长迅猛。我们首期分析报告的专利统计截止至 2013 年 9 月，其时全球共有 4 千余件石墨烯相关专利；我们的第二期分析报告的专利统计截止至 2015 年 4 月，其时全球石墨烯相关专利申请已经增加至 1.4 万件，一年来增长了两倍以上；截止到 2017 年 3 月，全球石墨烯相关专利申请已经高达 3 万件，两年的时间里又增加了两倍以上。鉴于此，大家迫切希望石墨烯专利技术分析能够尽快更新。同时，我们也深感以往报告存在诸多不足之处，因此有必要重新梳理石墨烯技术发展脉络，以期对我国石墨烯技术创新与产业发展提供更精准的参考。

2017 年 1 月开始，我们经过近三个多月的努力，终于完成了《2017 石墨烯技术专利分析报告》。本报告得到了联盟秘书长李义春等的大力指导，也得到了中科院科技促进发展局知识产权管理处、中科院宁波材料技术与工程研究所技术转移部和宁波市科技信息研究院相关人士的热心帮助。在此，特别感谢浙江省石墨烯应用研究重点实验室和浙江省石墨烯制造业创新中心数十位同事和研究生的大力支持。同时，本报告作者对关心和支持过本报告撰写的领导、同事、朋友和社会各界表示诚挚的感谢。

本报告虽然是建立在大量的石墨烯技术专利数据的基础上形成的，但由于作者经验不足以及专业能力所限，对专利数据的梳理、分类、分析和总结归纳上，难免出现疏漏和不准确的描述。此外，由于石墨烯技术发展方兴未艾，有众多技术专利正在申请、审查中，我们注意到在撰写本报告的一个多月内，就有两千余项石墨烯技术专利得到公开，因此本文所依据现有专利数据得出的相关结论难免出现片面和与现有真实的石墨烯技术进展出现一定的偏差。在此，本报告作者敬请大家谅解。

作者

2017 年 5 月

