

纳米科技与产业发展

信息动态

增刊 74(总第 251 期)

2015 年 5 月 25 日

主办单位：上海市纳米科技与产业发展促进中心

协 办：上海科学技术情报研究所

上海华明高技术（集团）有限公司

上海大学纳米科学与技术研究中心

由专利透析石墨烯技术发展

——（上）

石墨烯是由碳原子形成的具有六边形蜂巢晶格结构、单层片状的二维新材料，也是目前已知材料中最薄的一种，厚度仅有 0.34 纳米，具有优异的物理性质和化学性质。2004 年，英国物理学家安德烈·海姆等人成功在实验室中用胶带剥离出了石墨烯，引起世人高度关注，并因此而荣获 2010 年诺贝尔物理学奖。由于拥有完美的对称正六边形结构，非常稳定，石墨烯几乎集合了世界上众多材料的最优秀品质。石墨烯因

其独特的电学性能、力学性能、热性能、光学性能和较高比表面积，近年来受到化学、物理、材料、能源、环境等领域的极大重视。

专利总是先于市场，石墨烯也不例外，石墨烯的产品现在虽然还不多见，但石墨烯的专利市场已经是热闹非凡了。

一、石墨烯专利处于快速增长期

截止到 2016 年 3 月，石墨烯国内外专利族总数超过 2 万项。纵观石墨烯年度国际专利数量发展历程，该产业技术最早从 20 世纪 90 年代开始零星出现，真正的发展阶段出现在 2008 年以后，产业技术出现了持续的快速增长。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，表明石墨烯相关专利技术进入快速发展轨道，而且这一趋势延续至今。目前国际上技术研发热情很高，短期和长期发展前景毋庸置疑。

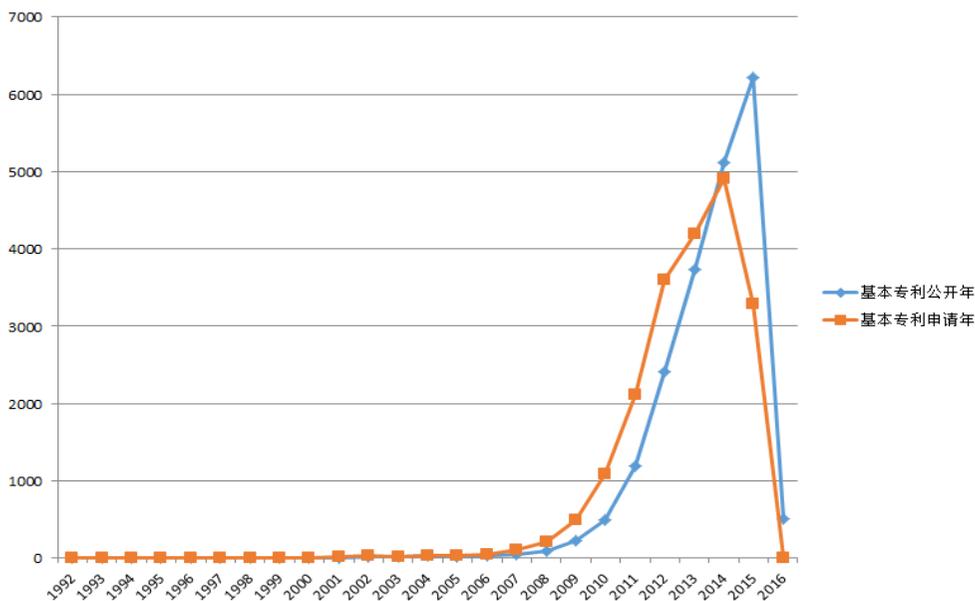


图 1 石墨烯专利年度走势

二、石墨烯专利多为基础研究成果

虽然石墨烯成为技术热点，但市场上成熟的石墨烯产品却很少见，一些新闻中的石墨烯产品也并没有走进平常老百姓家。主要原因在于石墨烯制备成本高。具体来说，现阶段石墨烯制备仍处于实验室阶段，实现石墨烯的工业化生产一直是业界的一个难题，这是造成石墨烯成本高的直接原因。虽然有公司声称实现了石墨烯量产，但质量不稳定性仍成为制约石墨烯下游产品发展的重要原因。

在石墨烯研究的二十年来，各国家在石墨烯技术中主要关注的都是制备技术，说明石墨烯技术还处于早期，材料的制备和处理占研究的最大比例。应用技术方面目前最受关注的是电极方面的应用。

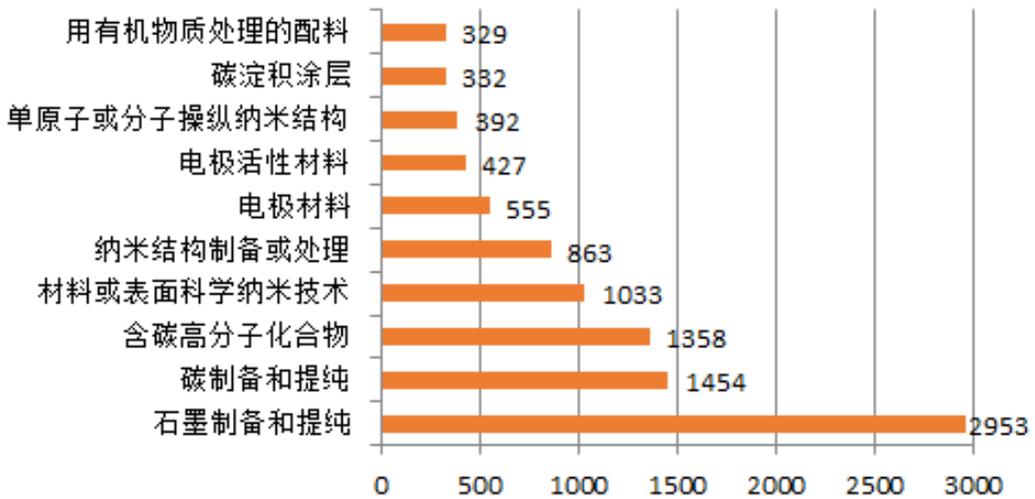


图 2 国际主要石墨烯专利技术领域分布

图 3 与图 4 分别为石墨烯主要专利技术研究领域的分布，从分类中获得。石墨烯的制备及处理和电极应用为主要研究方向。

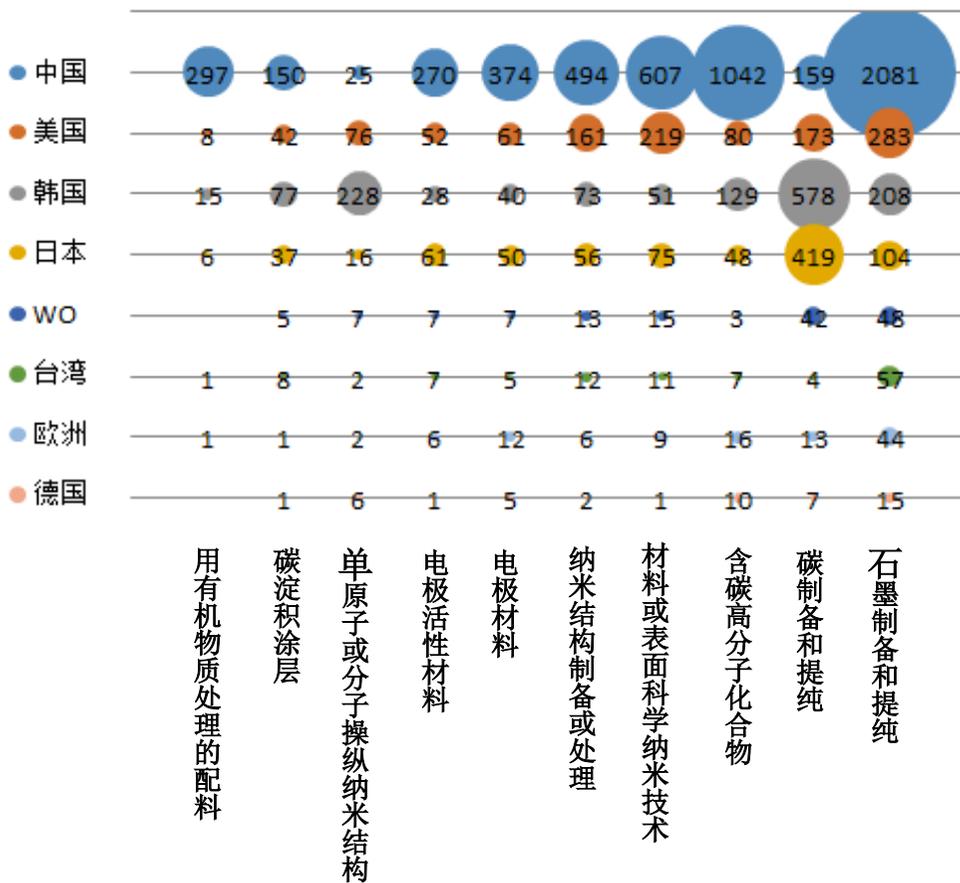


图 3 主要国家专利技术分布图

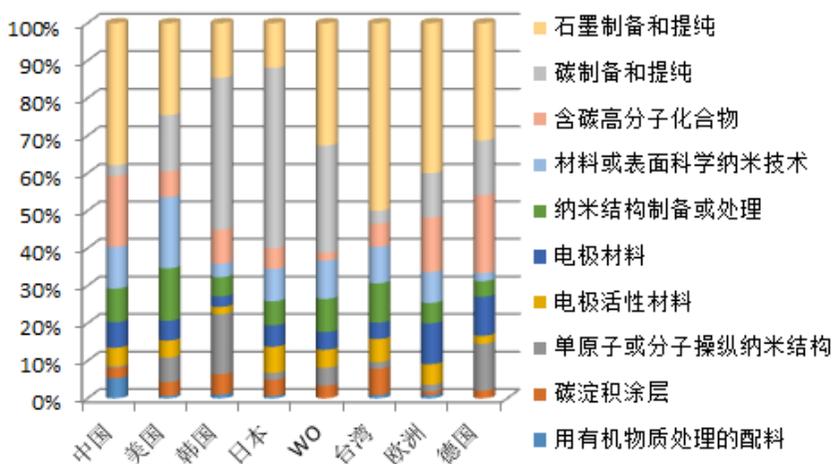


图 4 主要国家专利技术领域比例图

进一步对主要技术领域进行年度走势分析，可以发现石墨烯技术近些年的发展情况。由于石墨烯是一种新型的人工制备材料，其制备和处理自然成为最为主要的一项关键技术，从 2008 年左右进入快速发展，目前仍处于快速发展之中，其发展速度超越其他技术。石墨烯在电极材料和制备中的应用研发 2010 年开始快速发展至今。

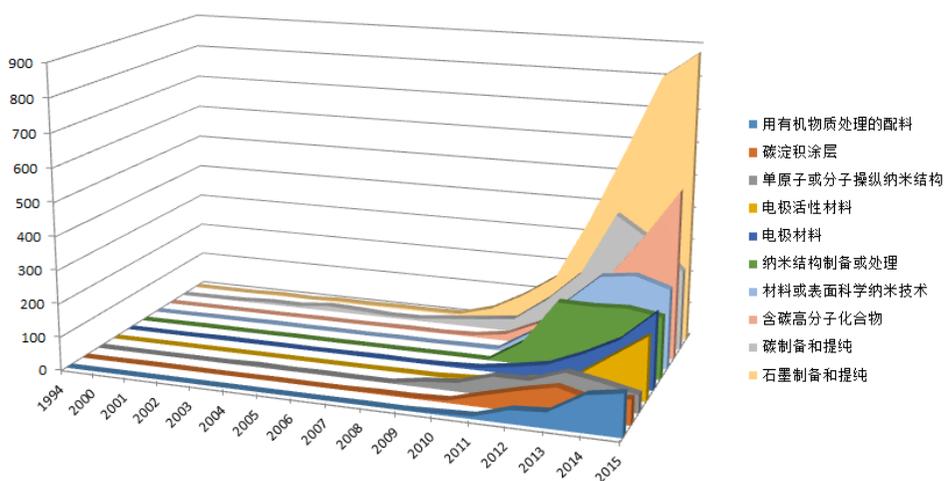


图 5 主要技术领域专利族年度分布

对比 2011 年和 2014 年石墨烯技术研发热点来看，3 年来石墨烯的应用研发范围明显增大。2011 年石墨烯主要的研究在制备、处理、测试，应用主要包括锂电池、晶体管和太阳电池透明电极。2014 年除了石墨烯的后处理外，复合材料、存储器、传感器、光学器件和触摸屏等研发显著增多，显示出业界对石墨烯的研发重点从制备转移到应用。

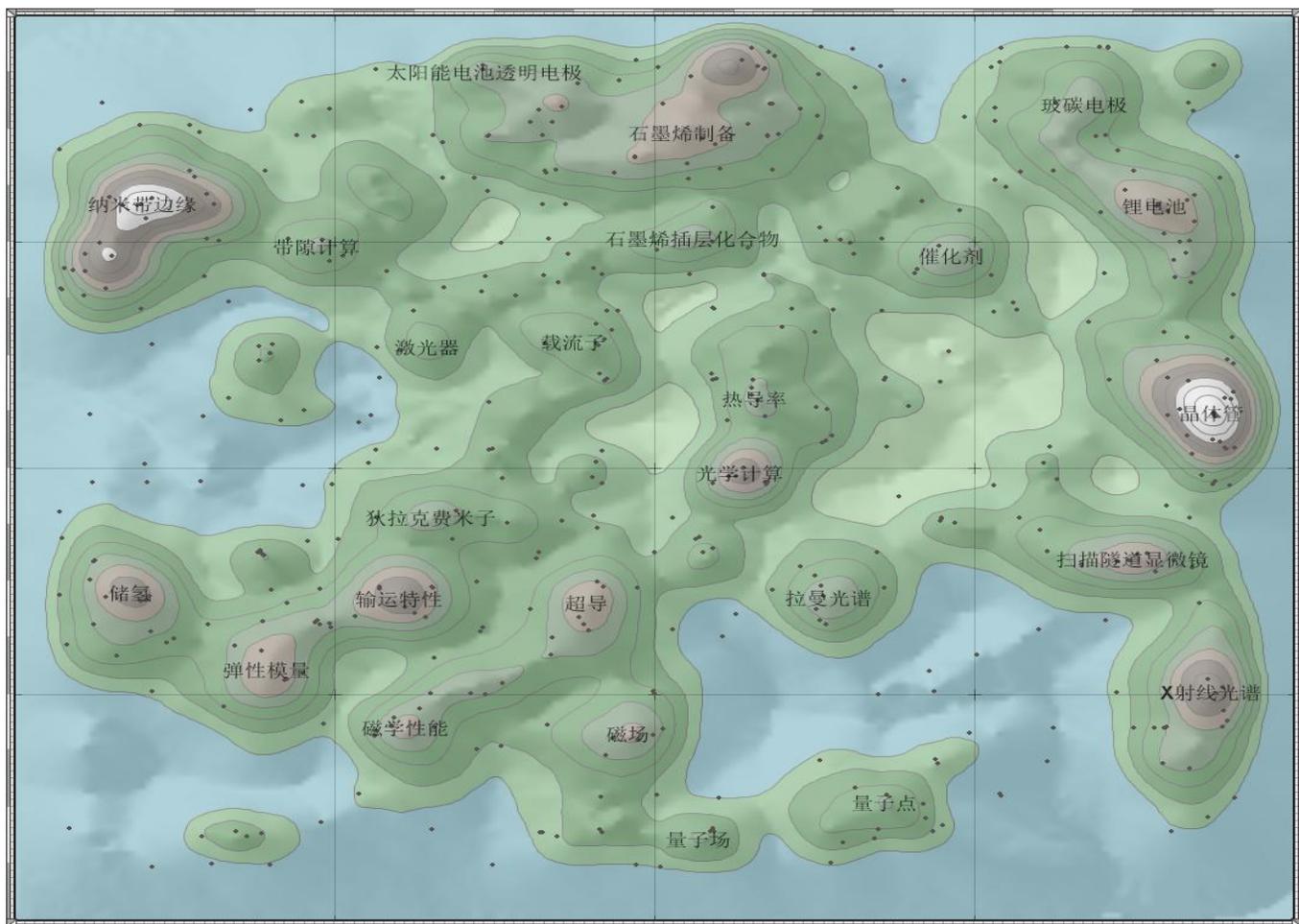


图6 石墨烯专利技术热点 (2011年6月专利数据)

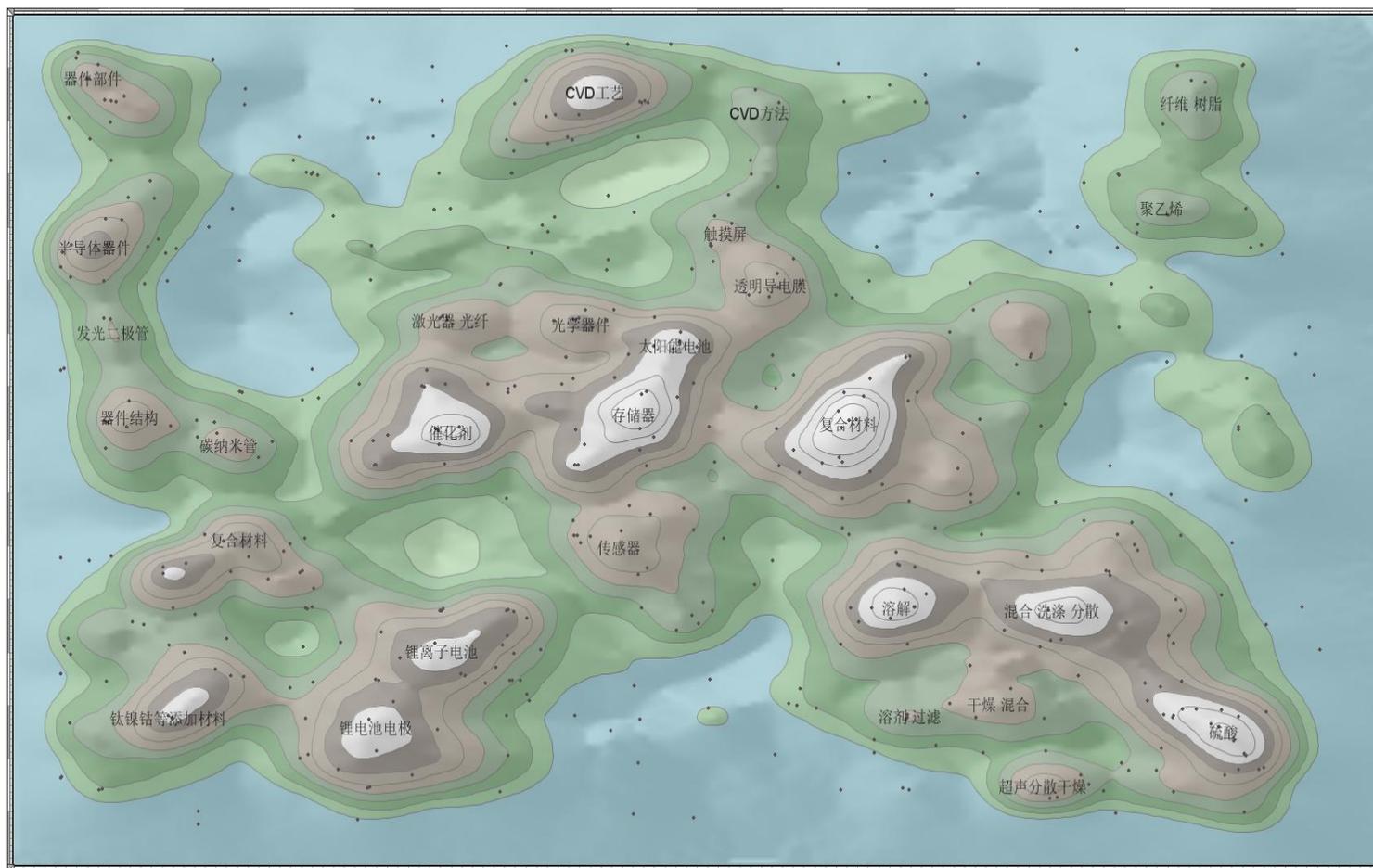


图 7 石墨烯技术热点 (2014 年 7 月专利数据)

三、企业是石墨烯专利申请的领头羊

美国可以说是最早发展石墨烯技术的国家之一，自 2006 年至 2011 年期间，美国国家自然科学基金（National Science Foundation, NSF）已资助超过 200 项石墨烯相关的研发项目，包括石墨烯超级电容器应用、及石墨烯大规模纳米制造等项目；此外，美国国防部高级研究计划署（DARPA）于 2008 年也投资了 2,200 万美元，用于发展超高速和低耗能的石墨烯晶体管的研发项目。IBM 及 Nanotek 是美国石墨烯产业的领头羊。美国已把石墨烯的应用放在国防及军事的制高点。例如海军秘书处代表的美国政府就已经有多个专利，另外像波音公司（Boeing）也相当积极的从事这方面的研究。此外，除了官方及民间业者外，美国很多大学像西北大学、麻省理工、莱斯大学、加州大学等等，都已在石墨烯领域有可商用化的研发成果及获得一定数量的专利。

韩国政府把石墨烯材料及产品定为未来革新产业，并已投入 14 亿美元之研发经费，全力推动产业发展。韩国产业通商资源部于 2013 年宣布在未来 6 年内，将投入 4,230 万美元，协助民间企业进行石墨烯应用产品和相关技术的商品化工作。此外，韩国知识经济部也预计于 2012 年至 2018 年期间，针对石墨烯产业提供 2.5 亿美元的资助，其中 1.24 亿美元用于技术研发，其余用作商业化研究。三星是韩国石墨烯产品研究开发的领头羊，发展重点在高速晶体管、触控面板及可挠式面板等。

目前日本专利数量最多的是日立公司，但实际上，日本学界对石墨烯的技术开发也是一大推手。日本学术振兴会自 2007 年起开始资助石墨烯的技术开发。此外，日本名古屋大学及东北大学也在产学合作的方式下，分别开发出电子组件和医疗等领域的石墨烯应用。（待续）

上海市纳米科技与产业发展促进中心 地址：上海市徐汇区嘉川路 245 号 邮编：200237 电话：021-64101616
上海科学技术情报研究所 地址：上海市永福路 265 号 邮编：200031 电话：64455555-8427 传真：64377626
责任编辑：卞志昕 电子邮件：zxbian@libnet.sh.cn 李小丽 电子邮件：SNPC@stscsm.gov.cn