

纳米科技与产业发展 信息动态

第 6 期(总第 282 期)

2018 年 6 月 20 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

国内外石墨烯研究动向（上）

——政策篇

2010 年诺贝尔物理学奖授予英国曼彻斯特大学两位俄裔科学家海姆（A. Geim）和诺沃肖洛夫（K. Novoselov），以表彰他们的开创性实验。一种“完美原子晶体”从石墨中一层一层剥离出来，这种材料也是人们一直在寻求的材料——石墨烯。

一、主要发达国家发展策略

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。

1 美国

美国国家纳米计划（NNI）自 2001 年起资助和管理美国的各种纳米相关计划与项目，2010 年，为支持总统优先权和创新战略，总统科技政策办公室（OSTP）和 NNI 成员机构推出了 2011 年的三个“联合计划”（Signature Initiative），意图真正影响机构的预算计划，通过紧密的跨机构合作，克服重大挑战和研发资源缺口，齐心协力实现社会关键需求领域的重大进展。在其中的一个联合计划——2020 年及之后的纳米电子（Nanoelectronics for 2020 and Beyond）中，其将延续 NNI 正在进行的相关研究，其中包括碳基电子设备的开发，重点提到了纳米管晶体管以及石墨烯在其中的应用。该计划现已得到了 5 个成员部门共 5500 万美元的资助承诺。

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。

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。

2 欧盟

欧盟 FP7 框架计划协作行动 GRAPHENE-CA 致力于探索石墨烯的潜在特性，以及其新的信息与通讯技术中的应用。参与该计划的研究网络包括英国的曼彻斯特大学、剑桥大学，西班牙 Catalan 纳米技术学院、欧洲科学基金会和意大利国家研究局，诺基亚公司等。该计划始于 2011 年 5 月 1 日，为持续 10 年、投资 10 亿欧元的未来和新兴技术旗舰计划——“信息与通讯技术中石墨烯驱动革命”铺平了道路，该计划目标是成为 2013 年的旗舰计划。旗舰计划将聚集大型多学科欧洲研究团体，包括 130 多家研究机构，持续培育信息通讯的新应用，确保欧洲工业在未来 10 年的相关技术中占有重要地位。

2013 年 1 月 28 日，欧盟委员会宣布“未来和新兴技术（FET）旗舰项目”的竞赛结果，两个代表未来前沿科技的多国联合科研项目——石墨烯和人脑工程从 21 个候选项目中最终胜出，将在今后 10 年中各获 10 亿欧元的科研资助。“石墨烯旗舰项目”运行时间 10 年，总投资 10 亿欧元，旨在把石墨烯和相关层状材料从实验室带入社会，为欧洲诸多产业带来一场革命，促进经济增长，创造就业机会。石墨烯旗舰研究项目联盟的初始成员包括来自欧洲 17 个国家的 75 个学术和工业合作伙伴。

2012 年 4 月 30 日，GRAPHENE-CA 发布了报告《ICT 中的石墨烯科技路线图》（Scientific and technological roadmap for graphene in ICT）。

路线图采用分级结构，包括战略路线图和详细路线图。

将战略路线图分解为两个图，分别对应于 2013-2023 年和 2023 年后两个时间段欧盟石墨烯发展路线。可以看出，2013-2023 年间路线图给出了三大主题：生产技术、组件和系统集成。每个主题之下列举了若

干技术、应用或产品，指出未来 10 年内主要的技术路线。



图 1 2013-2023 年欧盟石墨烯发展路线

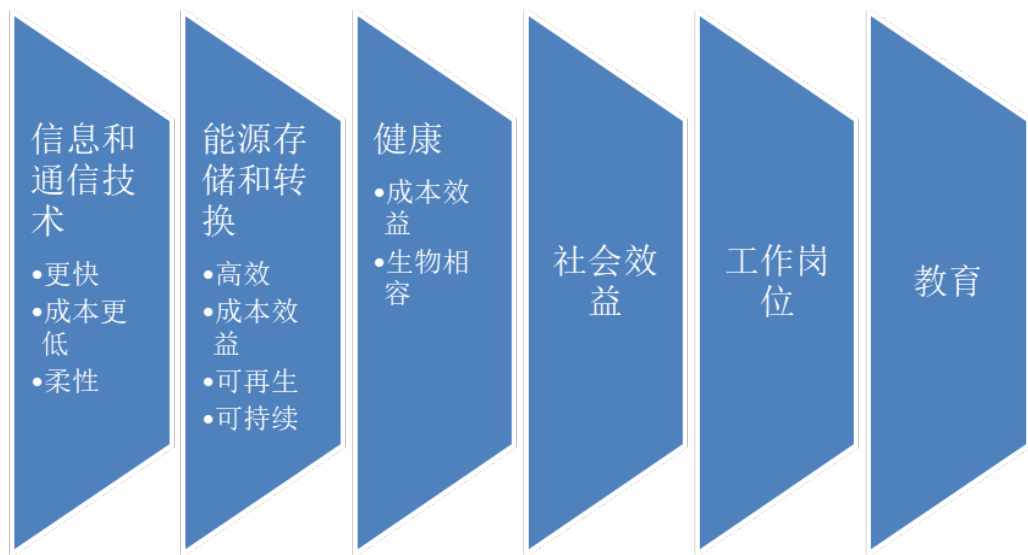


图 2 2023 年后欧盟石墨烯发展方向

2023 年后石墨烯产业成熟，路线图提出了几个大的领域，其中包括三个主要应用领域：信息和通信技术、能源存储和转换、健康。除科技外，石墨烯的关注点扩大到社会效益、工作岗位和教育方面。

详细路线图分析了科学技术的不同领域 2013-2023 年及以后石墨烯组件和应用所需材料和工艺，必须满足预测的关键技术指标，才能实现关键应用的商业竞争。

表 1 2013-2023 年及以后石墨烯组件和应用所需材料和工艺

系统集成	组件	材料和工艺
柔性电子产品和光学产品	印刷 RF 标签 可折叠 OLED 卷曲电子纸 触摸屏和显示器	大面积迁移率 $\geq 20000\text{cm}^2/\text{Vs}$ R2R 透明导电膜（透过率 $>90\%$ ， $R_s<10\Omega/\square$ ） 透明导电膜（透过率 $>90\%$ ， $R_s<100\Omega/\square$ ） 导电墨水
光纤通信系统	锁模固态激光器 调制器 光探测器	光调制（0.05-10dB） 超高速光学响应（ $<5\text{fs}$ ）
分布式传感器网络	食品质量和安全生物传感器 环境传感器 DNA 传感器	复合材料杨氏模量 $>100\text{GPa}$ 高表面积（ $>2000\text{m}^2/\text{g}$ ）
自供电灵活的移动设备	轻质电池 高性能超级电容器 高效率太阳能转换器	复合材料杨氏模量 $>100\text{GPa}$ 高表面积（ $>2000\text{m}^2/\text{g}$ ）
医学修理包	义肢 人工视网膜	复合材料杨氏模量 $>100\text{GPa}$ 高表面积（ $>2000\text{m}^2/\text{g}$ ）
太赫兹成像仪	太赫兹振荡器 RF A/D 转换器	大面积迁移率 $>50000\text{cm}^2/\text{Vs}$ 晶圆级掺杂控制
超高速低功耗电子产品	非挥发性存储器 集成电路互连 垂直沟道场效应管阵列	大面积迁移率 $>50000\text{cm}^2/\text{Vs}$ 晶圆级掺杂控制 大面积 2d 晶体 混合超结构 无缺陷石墨烯量子点 超窄（ $\approx 1\text{nm}$ ）GNRs
自旋逻辑电路	自旋阀 纳米磁体	无缺陷石墨烯量子点 超窄（ $\approx 1\text{nm}$ ）GNRs

3 韩日

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。

日本经济产业省创新融合材料研究项目，就碳纳米管及石墨烯的批量合成技术进行重点支持，研究期间为 2011-2016 年，经费 9 亿日元。

此外，韩国与日本的多数研究在于企业。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。

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。日本索尼和东芝等公司也不断将石墨烯用于柔性显示的产品中。

4 中国

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，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。

表 2 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 烯灯前沿材料的基础研 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

（ISTIS 整理，待续）