



立即扫码下载

找材料、接订单 看案例

一亿材料人和制造人都在用寻材问料APP

2014年

石墨烯产业 研究报告

简版

FREE

关于我们：

1. 新材料在线®平台 (www.xincailiao.com)是专注于新材料产业的研究、咨询、服务平台和门户网站，提供最佳的新材料行业咨询信息和研究报告，依托门户网站优势提供宣传平台和交流平台，依托专业的团队和资源提供最佳的新材料解决方案。
2. 《石墨烯产业研究报告》版权归新材料在线®平台所有，欢迎转载、传播、分享，并注明出处：
新材料在线（或）www.xincailiao.com。
3. 新材料在线公众号是新材料最有影响力的微信账号！
新材料在线®平台每日会发布新材料最新的资讯，定期发布新材料相关的行业研究报告，请关注我们的官方微信公众号：
[xincailiaozaixian](https://www.xincailiao.com)(新材料在线)，
获得最新的资讯和活动。

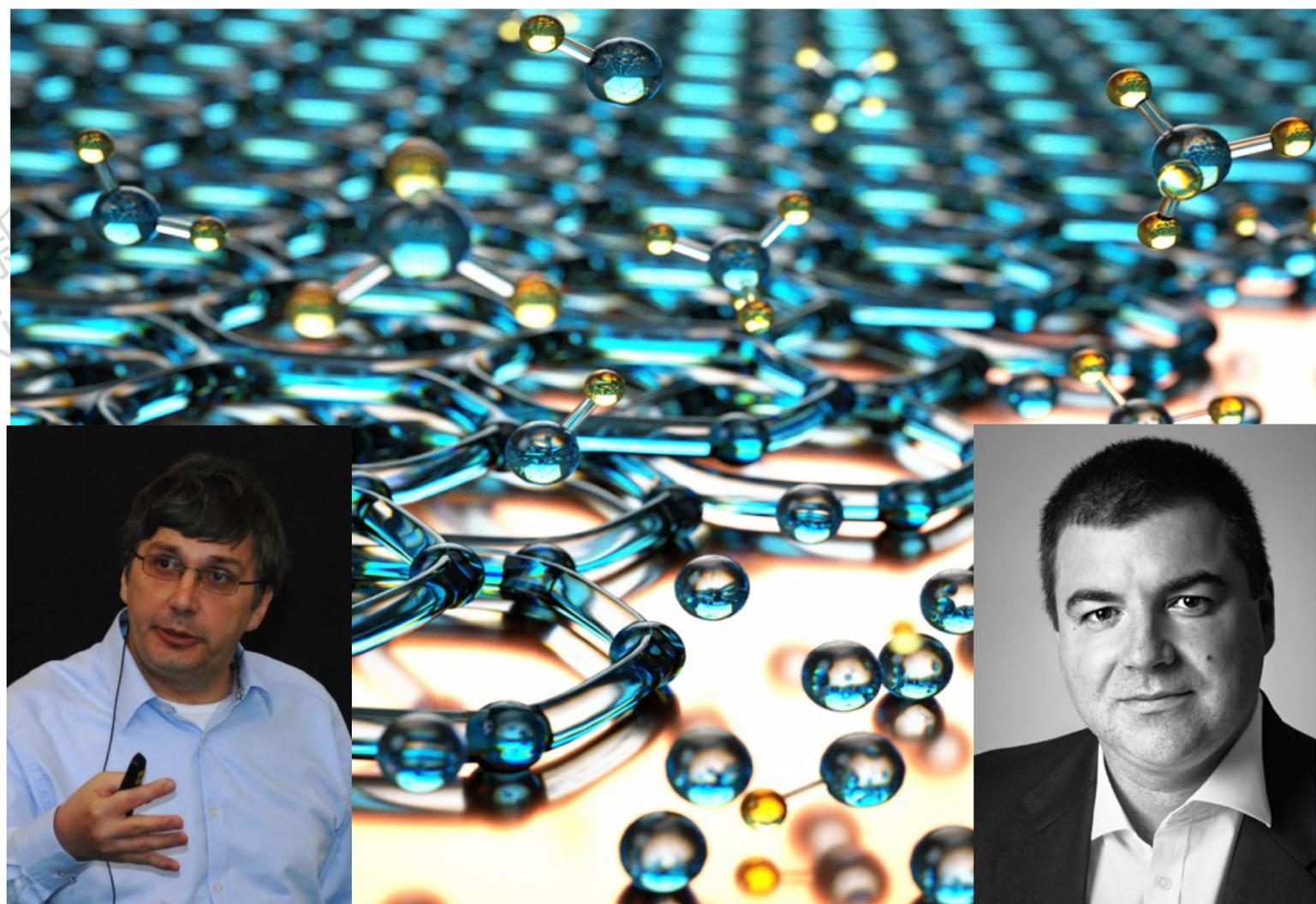


请扫描官方微信公众号

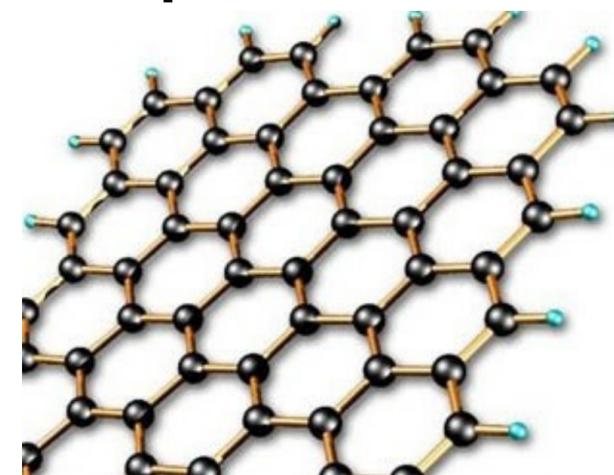
什么是石墨烯

石墨烯 (Graphene) , 是一种由C原子经 sp^2 电子轨道杂化后形成的蜂巢状的准二维结构, 是C元素的另外一种同素异形体。

由A. K. Geim和K. S. Novoselo于2004年首次在实验室中从石墨中分离出, 他们也因此获得2010年诺贝尔物理奖。



石墨烯 (Graphene)



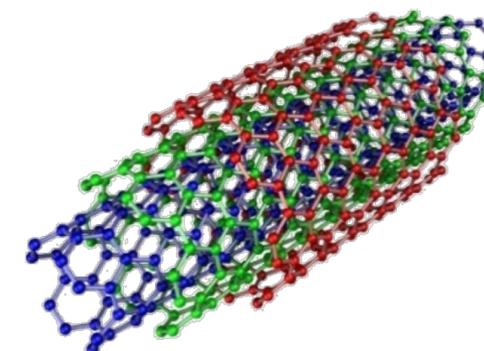
石墨：层状结构



金刚石：四面体结构



富勒烯：C60球棍模型 纳米碳管



石墨烯的特性

载流子迁移率高

- 20万 cm^2/Vs
- 硅的100倍

电流密度大

- 2亿 A/cm^2
- Cu的100倍

强度高

- 破坏强度42N/m
- 杨氏模量相当于金刚石

导热率高

- 3000-5000
- 与CNT相当

最薄最轻

- 厚0.34nm
- 比表面积2630

高性能传感器

- 可检测出单个有机分子

催化剂功能

- 可强化电子输送功能

吸氢功能

- 低温下有一定效果

双极半导体

- CMOS构造半导体元件

无散射传输

- 英特尔正在研究

电子能量效果

石墨烯的特性

石墨烯不能单独稳定存在

诺基亚研发石墨烯

- 石墨烯可产生太赫兹光的电磁波；
- 富士通成功用石墨烯制作晶体管

- IBM：石墨烯集成电路
- 石墨烯调制器

- 重庆研究院：15in单层石墨烯
- 新碳高科：柔性石墨烯散热薄膜
- 二维碳素：石墨烯透明导电薄膜
- 第六元素：年产100吨氧化石墨烯(烯)、石墨烯粉体
- 宁波墨西：年产300吨的"少层石墨烯"生产线

2004

2006

2008

2009

2010

2011

2012

2013

2014

在实验中从石墨分离出石墨烯

IBM首个石墨烯晶体管

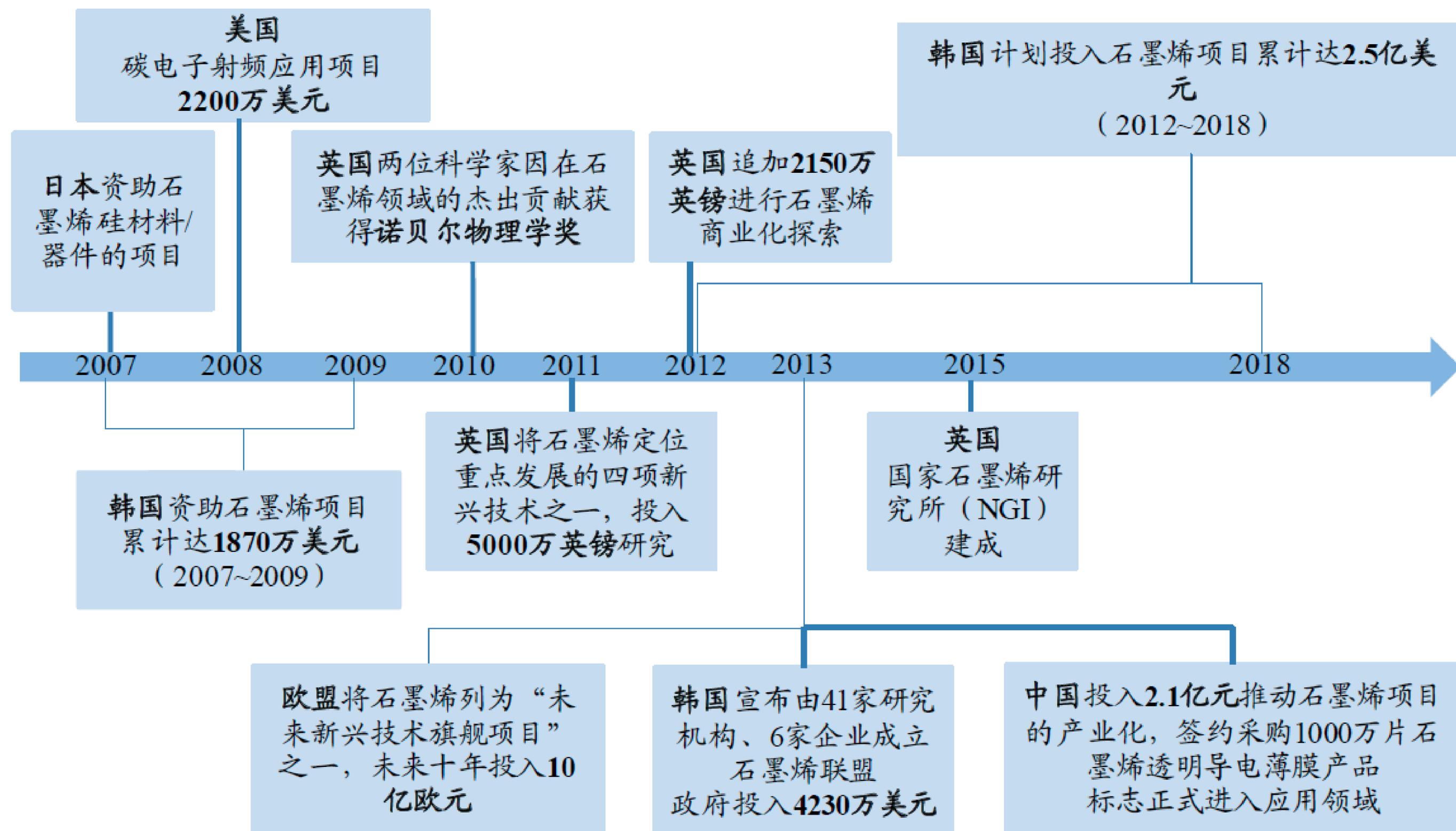
- 石墨烯具有光电转换性能；
- 30英寸石墨烯片；
- 石墨烯量子点制作单分子传感器

- 石墨烯电容触摸屏
- 石墨烯光电传感器
- 大面积石墨烯薄膜合成
- 石墨烯光电探测器
- 石墨烯透明电极
- 国内首条石墨烯生产线

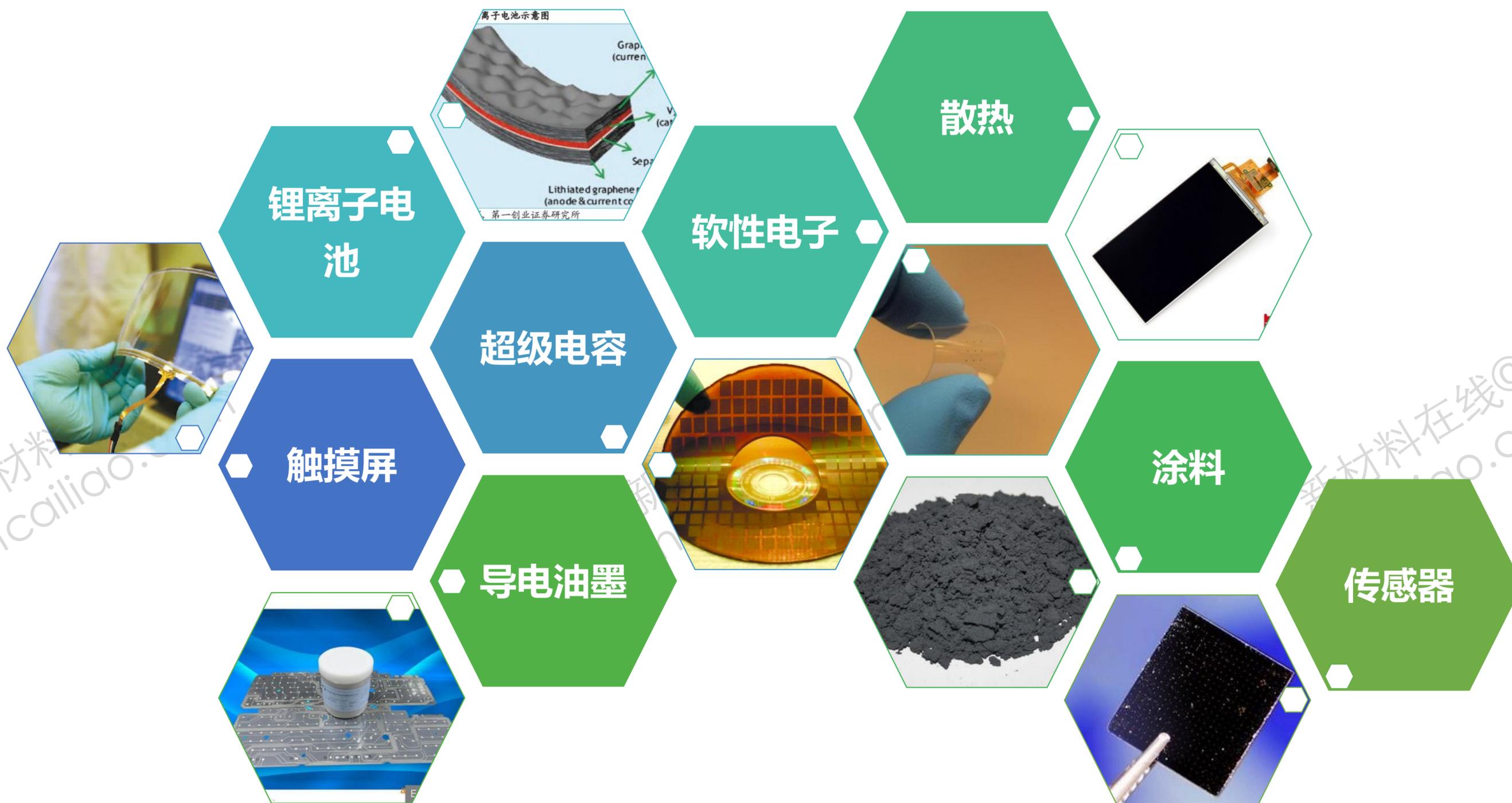
2014中国国际石墨烯创新大会在宁波举行

主要国家、地区石墨烯研究进展

目前英国、韩国、日本、欧盟、中国等主要国家和地区都将石墨烯研究提升至战略高度。



石墨烯的应用领域



此外，石墨烯还应用于**高频电子、环保、光电、聚合物、海水淡化、太阳能电池、燃料电池、催化剂、建筑材料**等领域。

石墨烯的应用领域

应用领域	产品名称	原理	优势	石墨烯质量要求	主要障碍	发展阶段	产业化时间估计
电子行业	触摸屏	导电性能好，单层材料接受压力反应灵敏	与 ITO 材料相比无毒、高韧性	较高，单层/少数膜	导电性与 ITO 相比无明显优势；合成、转移、缺陷控制	较成熟、处于量产阶段	未来 0-3 年
	柔性导电膜（太阳能电池、LED 等）	导电性能好	柔性材料	较高，单层/少数超薄膜	合成、转移、缺陷控制；柔性设备目前需求未打开	研发阶段、接近成熟	未来 2-5 年
	超级电容	比表面积大、导电性能好、稳定性好	充放电性能好	不高，氧化还原法制备的多晶	成本受氧化还原石墨价格影响	研发阶段、濒临产业化	未来 2-5 年
	锂电池电极导电添加剂	比表面积大、导电性能好、性质稳定	少量添加提高充放电性能、包覆电极材料提高稳定性、导电性好	不高。可采用氧化还原法制备的多晶	均匀性	较成熟	0-3 年
	导热膜	热导系数高	热导系数高	可采用氧化还原制的多晶	合成、转移控制，成本较高	较成熟	1-3 年
	高端集成电路	存在大量自由电子、导电性能好	导电性能好	单层/少数层薄膜	与硅相比无明显优势、成品率低、高质量薄膜制备难度高	实验早期阶段	10 年以上

石墨烯的应用领域

(续上表)

生物医疗、军工、精密制造业	太赫兹发射、检测器	双层石墨烯能隙处于太赫兹波段	填补目前大功率太赫兹检测材料空白	高, 双层石墨烯薄膜	石墨烯质量、器件制备成品率、稳定性	实验早期阶段	5年以上
	传感器	接收压力、气体、酶等信号源后导电性发生变化	单层材料灵敏度高、生物相容性好	较高, 单层/少数层	石墨烯质量、器件制备成品率、稳定性	实验早期阶段	5年以上
	激光应用 (成像、超短脉冲光等、激光器)	光波导等光学特性	与 SESAM 相宽谱、在任意波长使用、支持宽带宽、制备工艺相对简单	石墨烯单层/少数层薄膜	高质量石墨烯制备、石墨烯与光场强相互作用、石墨烯饱和吸收体封装以及激光功率稳定控制	石墨烯飞秒光纤激光器已成熟, 其余多处于实验早期阶段	5年以上
化工	吸附油污、离子	多孔材料	可重复使用	多层石墨烯	基本成熟	推广阶段	未来 1-3 年
	海水淡化处理	多孔材料, 选择性过	成本下降空间较反渗透膜大	少数多层薄膜	薄层石墨烯易破	实验早期阶段	5年以上
	涂层	原子间距小, 选择性过滤, 耐腐蚀性好	轻薄、效果明显	不高, 氧化还原法制备的多层	均匀性	基本成熟	0-3 年
	保鲜	原子间距小, 选择性过滤	理论上隔绝所有霉菌、细菌	高, 无缺陷薄膜	缺陷控制	研发阶段	未来 2-5 年

石墨烯的制备技术分析

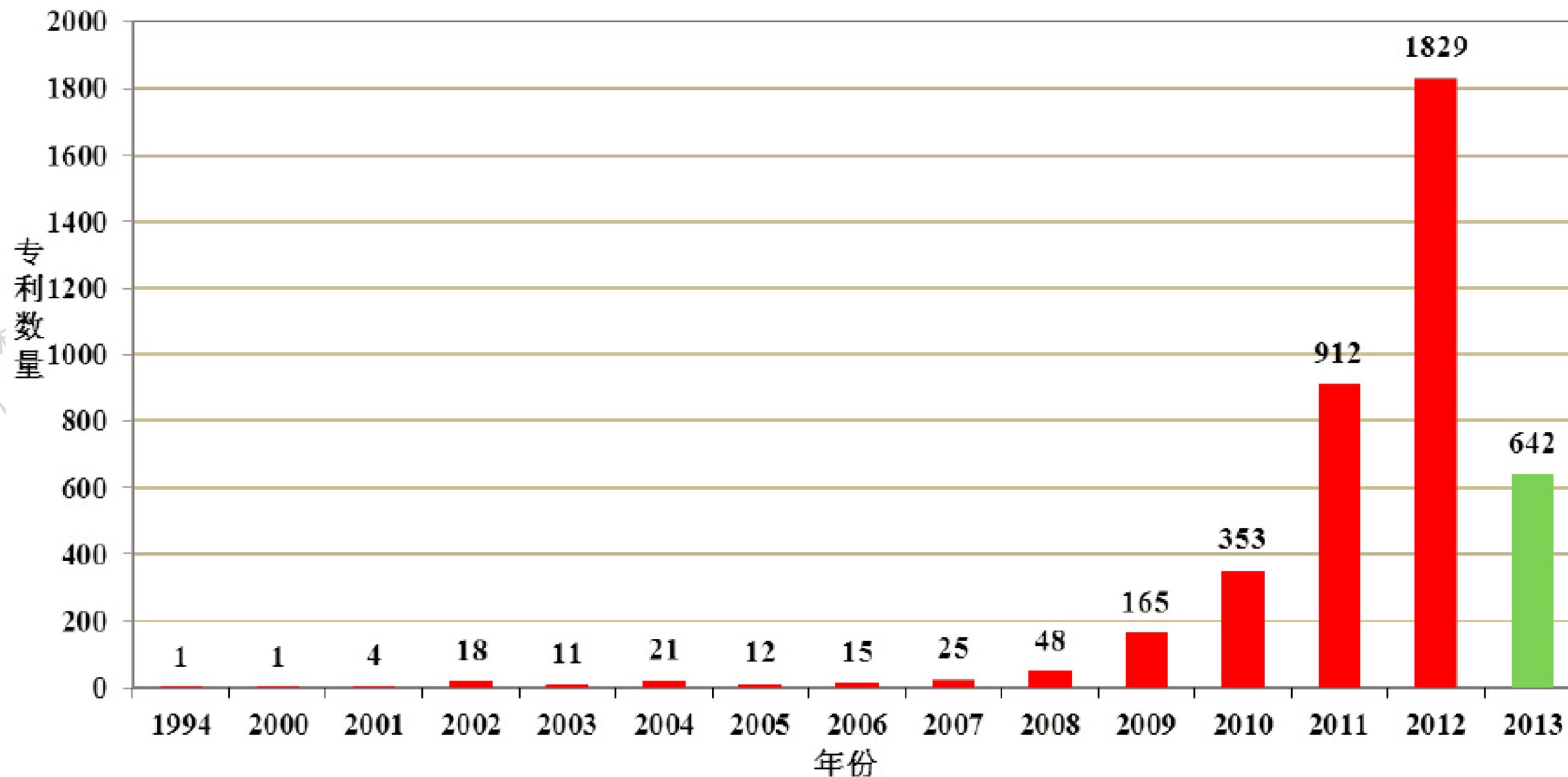
目前主要制备方法有四种：**机械剥离法**、**化学气相沉积法**、**外延生长法**、**氧化还原法**。其中，最有可能率先突破产业化瓶颈的是**化学气相沉积法（CVD法）**。

制备方法	制备流程	优缺点
机械剥离法	<p>石墨 → 反复粘贴揭下粘合胶带 → 可获得数十~数百 μm 见方的石墨烯</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 可获得高品质石墨烯 ✓ 成本低，任何人都能制作 ✗ 大小只能靠运气 ✗ 不适合量产
CVD法	<p>约19cm 铜箔卷 石英管 1000℃ 温度下在铜箔上形成石墨烯 CVD炉 CH₄, H₂ 约99cm 石墨烯 用辊子粘贴树脂膜 树脂膜 通过蚀刻方式除去铜 从树脂膜转印至基板 最终的基板 (PET等) 石墨烯</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 简单、易行 ✓ 可大面积制备，且所得石墨烯较为完整 ✗ 转移基体有一定难度 ✗ 所得石墨烯难以运输
SiC热分解法 ^C	<p>SiC基板 在1300℃左右高温下加热SiC Si剥离 形成石墨烯 SiC基板</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 可增大面积 ✗ 高温工艺 ✗ 不易进行层控制 ✗ SiC基板价格昂贵 ✗ 很难从SiC基板转印
氧化还原法	<p>用浓硫酸、高锰酸钾、水、过氧化氢进行氧化 → 利用超声波进行分散处理 → 还原前 (10μm) → 通过肼或加热方式进行还原 → 还原后</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 能够低成本制备 ✓ 适合涂布型晶体管 ✗ 很难制备没有晶界的高品质石墨烯薄片 ✗ 宏量制备易带来废液污染

Source: 国海证券研究所

石墨烯专利分析

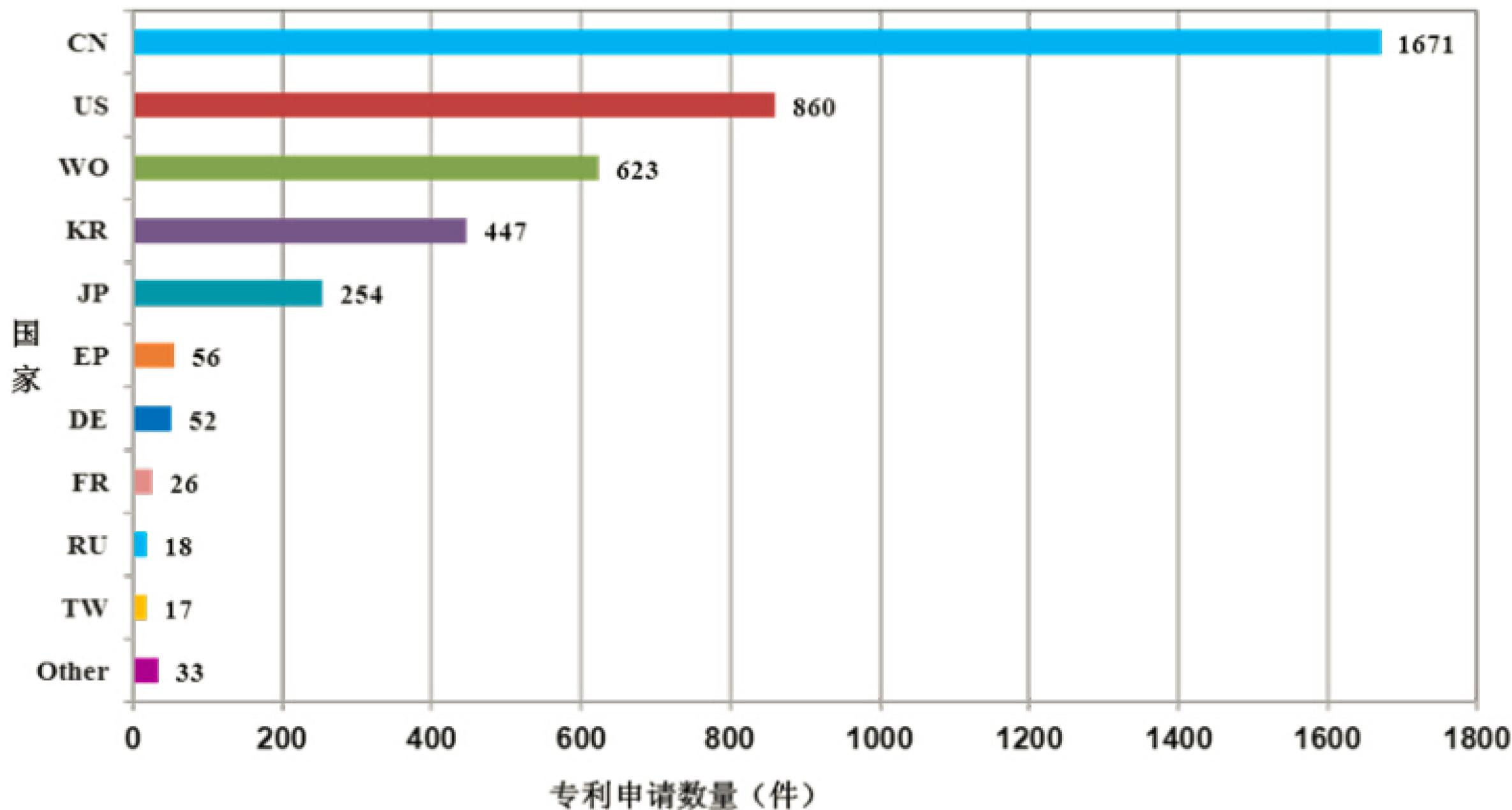
2009年全球专利申请数量为165篇，每年都在成倍递增，到2012年，全球专利申请数量达到**1829**篇。



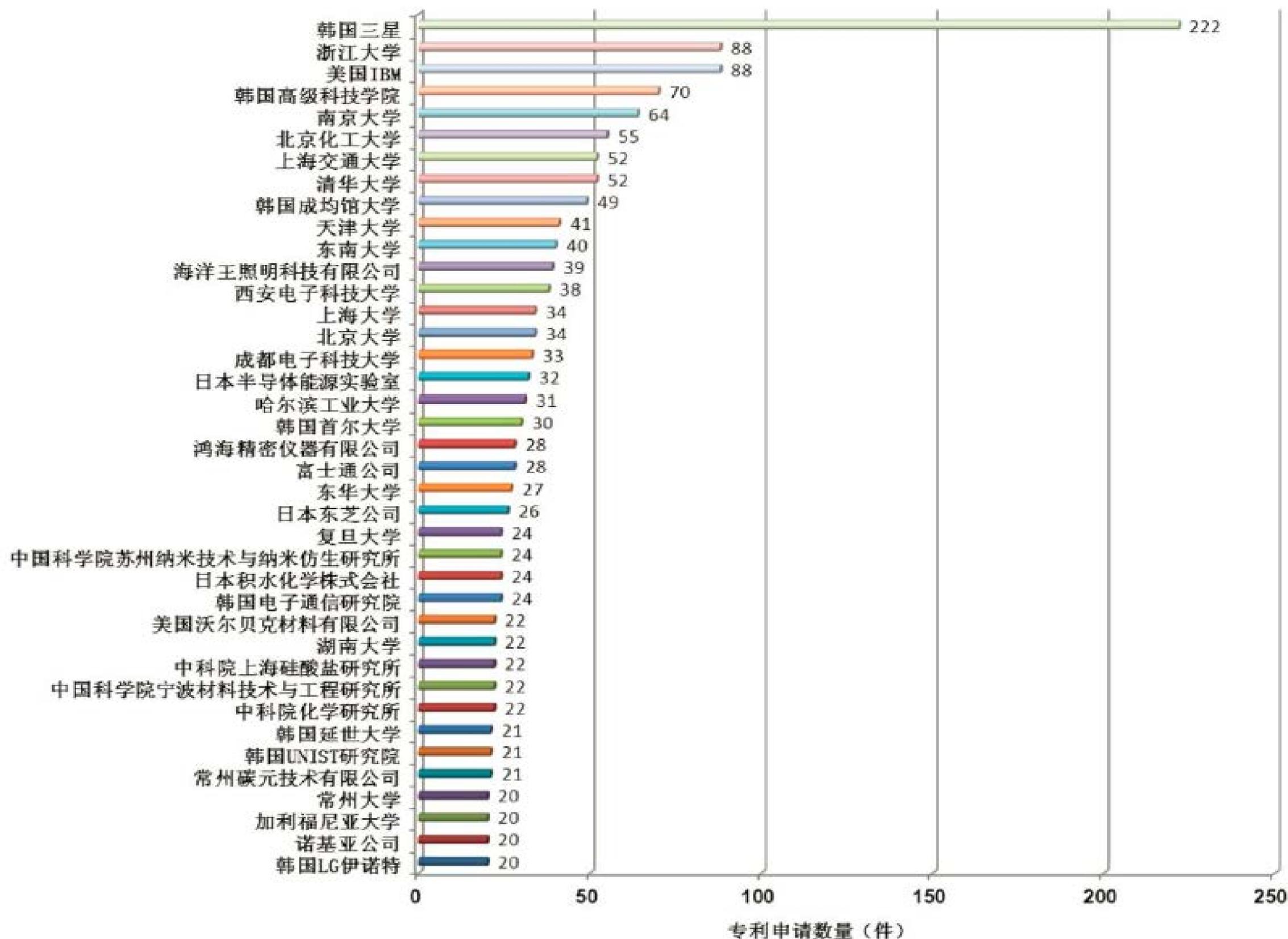
备注：2013年为不完全统计

石墨烯专利分析

目前，中国申请的石墨烯相关专利排名世界第1位。



石墨烯专利分析



石墨烯技术重要专利申请人

石墨烯产业链分析

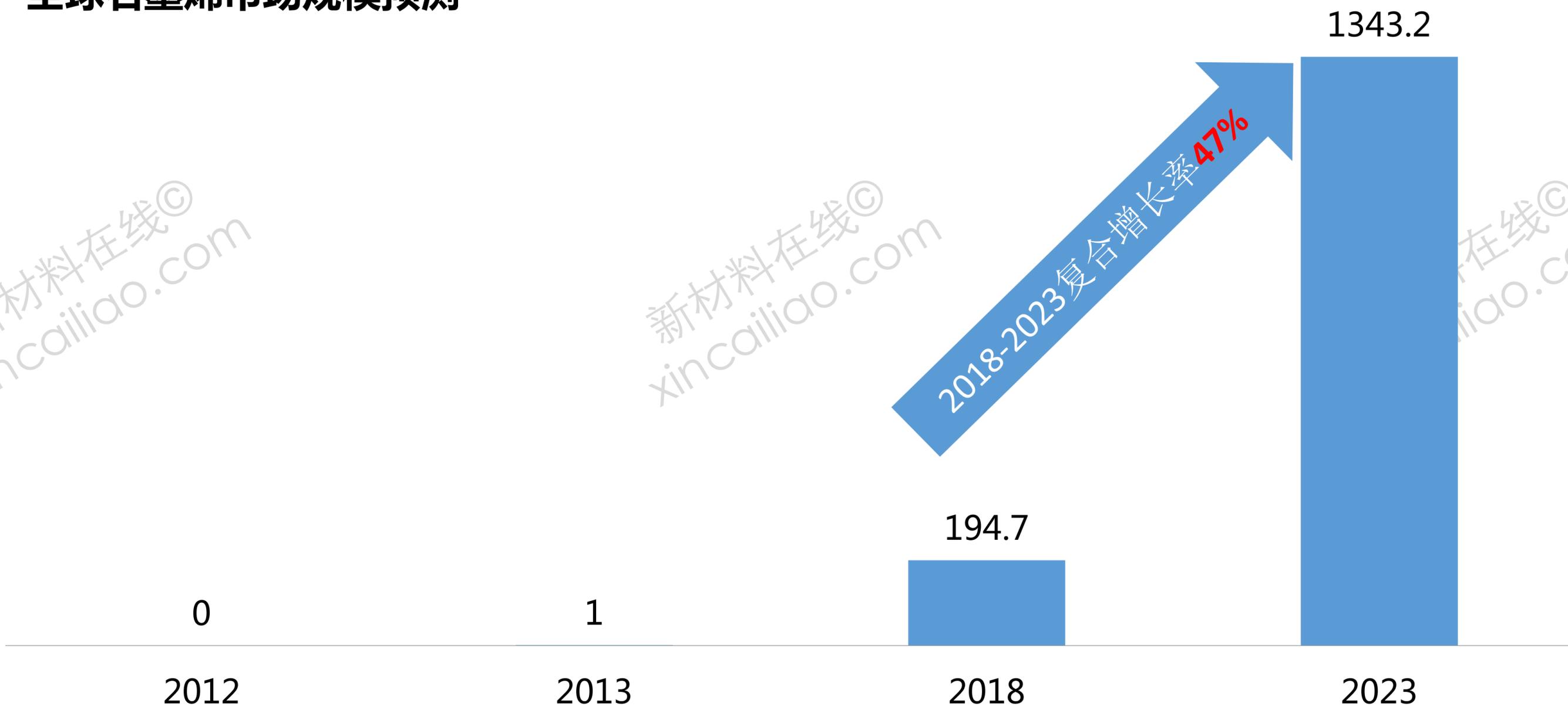


石墨烯市场分析

BCC Research最新报告预测，全球石墨烯市场在2018年将超过**1.95亿**美元，到2023年将迅速**13亿**美元。

全球石墨烯市场规模预测

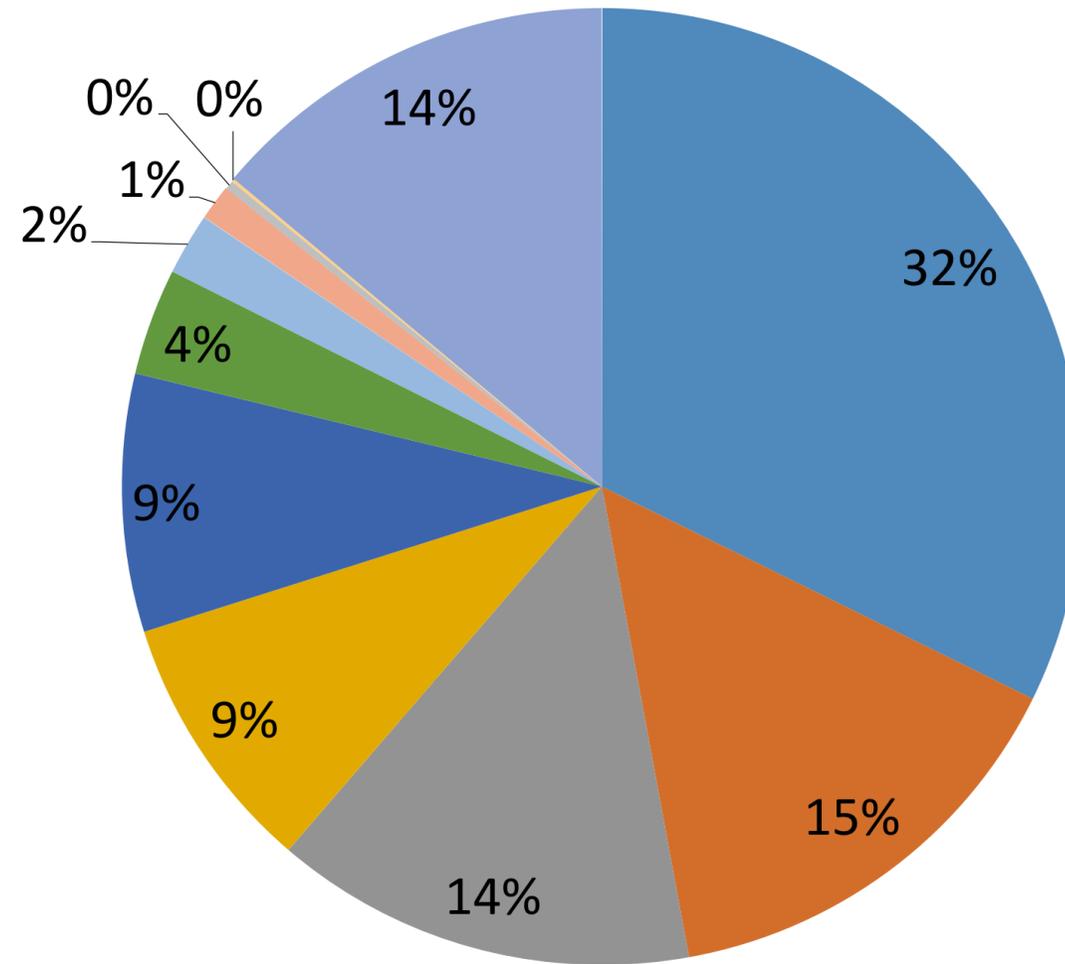
单位：百万美元



Source: BCC Research, 新材料在线

石墨烯市场分析

至2023年，石墨烯将主要用于以下五个领域：**超级电容器领域、触摸屏领域、结构材料领域、传感器和高性能计算机等。**



- Capacitors
- Displays
- Structural materials
- Sensors
- High-performance computing
- Photovoltaics
- Thermal management
- Communications
- Terahertz imaging systems
- Data storage
- Other applications

实验室研究阶段

早期产业化阶段

产业化快速成长阶段

石墨烯产业化成熟阶段

2004年-2013年

2013年-2015年

2015年-2020年

2021年-2035年

实验室石墨烯产品的研制：

如晶体管、调制器、分子传感器、手机触摸屏、量子传感器、石墨烯锂电池、石墨烯散热薄膜、石墨烯超级电容等。

特点：

研究领域石墨烯各种性质、了解其可能的使用

低端石墨烯产业化：

对石墨烯质量要求宽松的产品产业化，如石墨烯锂电池导电添加剂、涂料、导热膜。

特点：

市场较小、下游需求逐渐开始打开。石墨烯制备技术尚不成熟，主要是石墨烯对传统材料的替代。

中高端石墨烯产业化：

石墨烯制备水平较为成熟之后。高质量的石墨烯产品产业化，如石墨烯超级电容等、石墨烯触摸屏、电子器件导电电极等。

特点：

产品下游需求迅速打开，石墨烯产业迅猛发展。石墨烯作为优质材料的特性得到开始得到利用。

石墨烯高端器件及产品产业化：

能发挥石墨烯独特优势的高端器件产业化，如石墨烯太赫兹检测器、生物传感器、海水淡化滤膜、激光发射器等。

特点：

高端新型石墨烯产品走向市场，石墨烯产业规模达到万亿美元级别。

全球主要石墨烯制备企业

企业名称	国家	基本情况介绍	下游或预期应用
Angstrom Materials	美国	大型石墨烯材料生产商，拥有 ISO9001 证书，公司网站宣称可实现每年 300 吨的产能。	高性能石墨烯复合材料
Bluestone Global Tech	美国	以石英、铜、单晶硅等材料为基底，提供高质量、可定制的石墨烯薄膜；2013 年 9 月，与曼彻斯特大学开展合作，并在曼彻斯特建立欧洲总部和生产工厂。	灵活触摸板等
Graphene Square	韩国	拥有光透射率达到 97.5% 的 30 英寸单层石墨烯薄膜，以及使石墨烯材料对角面积达到 50 英寸的专利。	移动设备触摸屏
Graphene Technologies	美国	美国加州的矿业技术开发公司，合作研发石墨烯增强型 3D 打印材料。	3D 打印材料
Graphenea	西班牙	以沼气为原料，利用化学气相沉积法生产高纯度石墨烯。	电池电极、触摸屏、太阳能电池板、电子数码产品等
NanoIntegris	美国	有选择地制造任意厚度的石墨烯，向 200 家全球知名厂商和大学等研究机构和组织供货。	研发企业和科研院所
Ningbo Morsh Technology	中国	宁波墨西科技，2013 年底建成了世界上最大的石墨烯粉体生产线，预计年产能达到 300 吨；依托中国科学院宁波材料技术与工程研究所的石墨烯产业化技术。	电池电容、涂料油墨、塑料橡胶、导热材料、复合材料
Power Booster	中国	辉锐——中国香港，2013 年已近达到量产 7.5 平米石墨烯的水平，预计 2014 年可大规模量产更大面积石墨烯，与 Bluestone Global Tech 展开合作。	触摸屏等
Shanghai SIMBATT Energy Technology	中国	上海新池能源科技，从事石墨烯粉体及其下游产品的研发、生产、销售和服务的高科技现代化制造企业。	锂离子电池、超级电容、散热薄膜、导电油墨、生物材料、催化吸附材料、高分子复合材料等
XG Sciences	美国	可实现年产 80 吨的产能，跟来自 12 个国家的 30 多所知名院校和国家研究室合作，主营 xGnP 品牌石墨烯片状纳米颗粒。	导电油墨、膜材料、造纸、涂料以及塑料等
2D Carbon Tech	中国	常州二维碳素科技，拥有年产 3 万平方米石墨烯薄膜的生产线，并于 2012 年 1 月率先发布世界首款石墨烯电容式触摸屏。	触摸屏、透明电极、储能、其他电子器件

全球主要石墨烯器件加工商

企业名称	国家	主要合作机构	基本情况介绍	主要产品
Graphene Devices	美国	NYSERDA 等	公司专注于利用石墨烯及其他优越材料,融入现有产品中,以提高产品性能。	能量存储设备、可印刷电子、新型复合材料
Graphensic AB	瑞典	林雪平大学	该公司利用独特的高温工艺方法,能在 SiC 衬底上制备出高质量的石墨烯薄膜。	半导体能源、环保材料
IBM	美国	自主研发	世界上最快的石墨烯晶体管、第一个石墨烯集成电路、计划投巨资研发石墨烯碳芯片技术	晶体管、集成电路等
Nanotek Instruments	美国	不详	该公司研制的石墨烯超级电容器,单位质量可储存的能量相当于镍氢电池,打破了世界纪录。	超级电容器
Nokia	芬兰	自主研发	诺基亚着力研发石墨烯光传感器,2013 年 6 月 11 日获得了关于采用石墨烯层打造摄像头传感器作用于照片传感的专利。	光传感器
Samsung Electronics	韩国	自主研发	三星拥有有关石墨烯晶体管的工作方式和结构等 9 项核心专利,是世界上石墨烯领域专利申请最多的机构。	触摸屏、晶体管等
Sony	日本	自主研发	研制出全球最长的石墨烯膜。	透明导电膜、触摸屏等
Vorbeck Materials	美国	西北太平洋国家实验室 (PNNL)	第一家且唯一一家由美国环境保护署授权商业生产销售石墨烯产品的公司	锂离子电池
2D Carbon Tech	中国	江南石墨烯研究院	常州二维碳素科技,于 2012 年 1 月率先发布世界首款石墨烯电容式触摸屏。	触摸屏
BTR	中国	自主研发	母公司为中国宝安,实力雄厚	锂离子电池

来源: Bloomberg, 凤凰财经, 中关村在线, 海通证券研究所

国内石墨烯产业化现状

目前，我国先后成立了大大小小几十家石墨烯的相关企业，有一部分公司已经公告规模化生产线投产的消息。

表：国内部分已具备产能的企业，截止14年7月底

时间	公司/单位名称	项目名称
2013年11月	常州第六元素材料科技股份有限公司	年产100吨氧化石墨(烯)、石墨烯粉体生产线投产
2013年12月	上海南江集团将与中科院重庆研究院合作	年产1000万片大面积单层石墨烯薄膜生产线一期项目正式投产
2013年12月	宁波墨西科技有限公司	年产300吨石墨烯规模生产线正式落成投产
2014年6月	云山科技有限公司	年产30吨氧化石墨(烯)、石墨烯粉体生产线投产

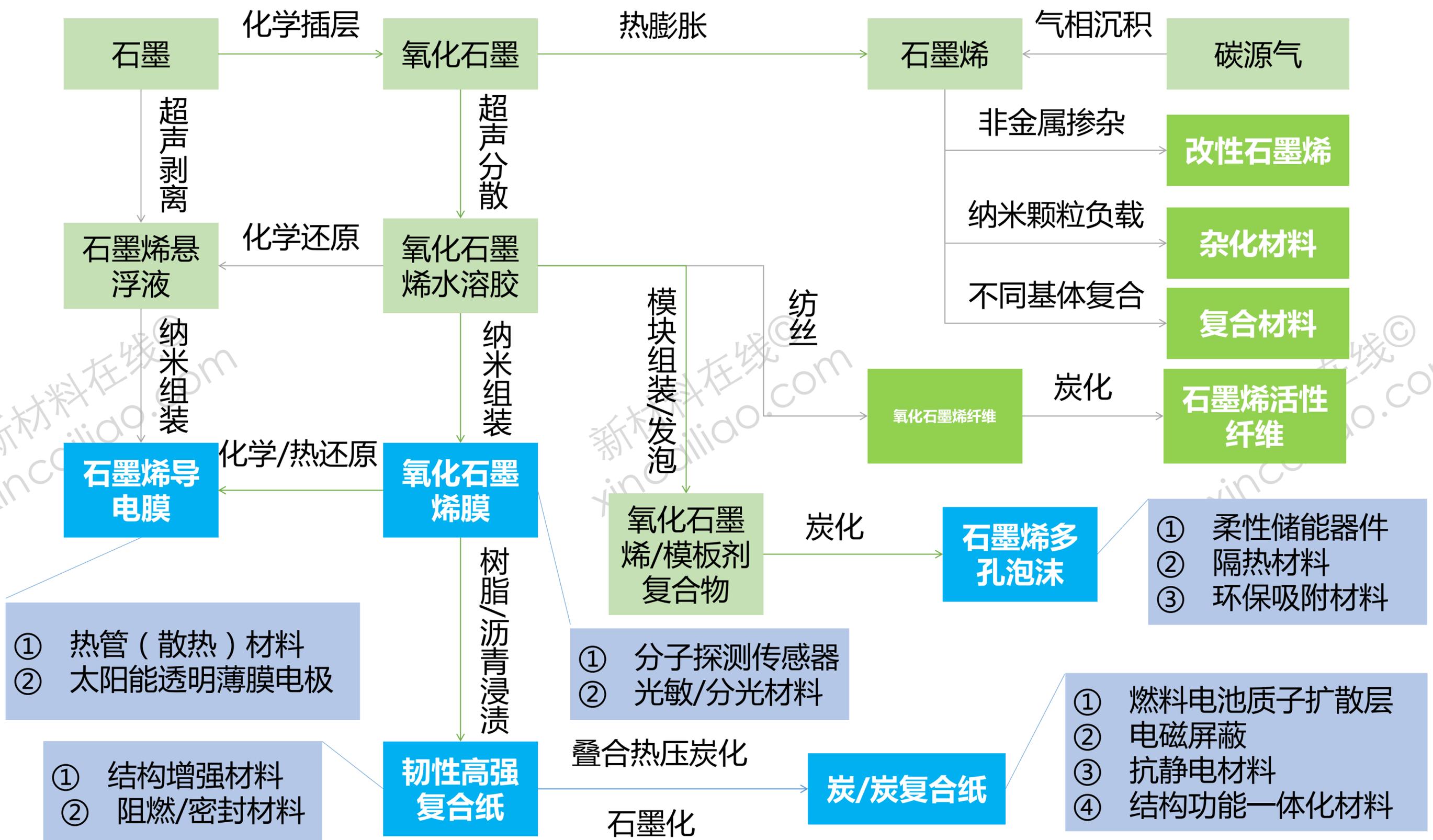
其他部分石墨烯生产企业：

济宁利特纳米技术、鸿纳（东莞）新材料、厦门凯纳石墨烯、银基烯碳新材料、北京生美鸿业科技、杭州蓝格丰纳米、苏州高通新材料、常州二维碳素、彭碳科技、济南墨希、山东玉皇新能源等。

石墨烯研究机构：

中科院金属所、中科院宁波所、中科院山西煤化所、中科院微系统所、国家纳米科学中心、复旦大学、清华大学、西北工业大学、华侨大学、哈尔滨工业大学、上海交通大学、天津大学、青岛大学等

石墨烯未来发展趋势及潜在应用



宁波石墨烯产业技术路线

2015

2020

2025



来源：宁波市石墨烯技术创新和产业发展中长期规划（2014-2023）

宁波石墨烯产业化重点部署项目

	项目名称	总投资	年产值	承担企业
在建	千吨级石墨烯粉体生产线建设项目	2亿	10亿	宁波墨西科技有限公司等
	万吨级石墨烯粉体生产线建设项目	5亿	50亿	宁波墨西科技有限公司等
拟建	石墨烯锂离子电池生产项目	5亿	30亿	宁波维科电池股份有限公司等
	电动汽车用动力锂电池生产项目	5亿	50亿	中宇锂电能源股份有限公司、浙江佳贝思绿色能源有限公司等
	石墨烯超级电容器生产项目	5亿	50亿	宁波南车新能源科技有限公司
	千吨级石墨烯防腐涂料生产项目	2亿	10亿	宁波飞轮造漆有限责任公司等
	民用化百吨级石墨烯碳纤维复合材料生产项目	5亿	20亿	浙江泰先新材料股份有限公司等
	5百万平方米石墨烯导热膜生产项目	5亿	20亿	宁波墨西科技有限公司等
	类石墨烯热增强剂及导热塑料生产项目	2亿	10亿	宁波信远石墨有限公司
	万吨级石墨烯导热塑料母粒生产项目	5亿	50亿	
规划建设	电动汽车整车制造项目	20亿	100亿	
	城市电车整车制造生产线项目	50亿	200亿	
	新一代高性能合金材料生产项目	20亿	100亿	
	轻量化国防装备生产项目	20亿	100亿	
	新一代新型显示器项目	5亿	50亿	
	新一代绿色小家电生产制造项目	10亿	100亿	

新材料在线® 版权声明

1. 凡注明“新材料在线”的所有文字、图片、音视频资料、研究报告等信息版权均属新材料在线®平台所有，转载或引用本网版权所有之内容须注明“转自（或引自）新材料在线”字样，并标明本网网址<http://www.xincailliao.com>。
2. 本站信息仅供用于学习交流使用，对于不当转载或引用本网内容而引起的民事纷争、行政处罚或其他损失，本网不承担责任。

新材料在线® 免责声明

1. 本文仅代表作者个人观点，新材料在线®对文中陈述、观点判断保持中立，不对所包含内容的准确性、可靠性或完整性提供任何明示或暗示的保证。本报告内容及观点也不构成任何投资建议，报告中所引用信息均来自公开资料，请读者仅作参考，并请自行承担全部责任。
2. 本文部分数据、图表或其他内容来源于网络或其他公开资料，版权归属原作者、原出处所有。任何涉及商业盈利目的均不得使用，否则产生的一切后果将由您自己承担。
3. 新材料在线®尊重知识产权，本文作者引用部分数据仅为交流学习之用，所引用数据都标注了原文出处，个人或单位如认为本文存在侵权之内容，应及时与我们取得联系，收到信息后即及时给予处理。
4. 新材料在线®力求数据严谨准确，但因时间和人力有限，文中数据难免有所纰漏，我们对文中数据、观点不做任何保证。如有重大失误失实，敬请读者不吝赐教批评指正。我们热忱欢迎新材料各界人士免费加入[新材料在线®]平台，发表您的观点或见解。

附则

对【版权声明】和【免责声明】的解释权、修改权及更新权均属于新材料在线®所有。



微信公众号：xincailliaozaixian

新浪微博：新材料在线官微

Email: service@xincailliao.com



官方微信



官方微博



新材料行业最具影响力的新媒体

新材料在线® APP

500万+材料人都在关注



长按识别
立即下载