



十二届全国人大五次会议  
全国政协十二届五次会议

两会  
2017  
特别策划  
TEBIECEHUA

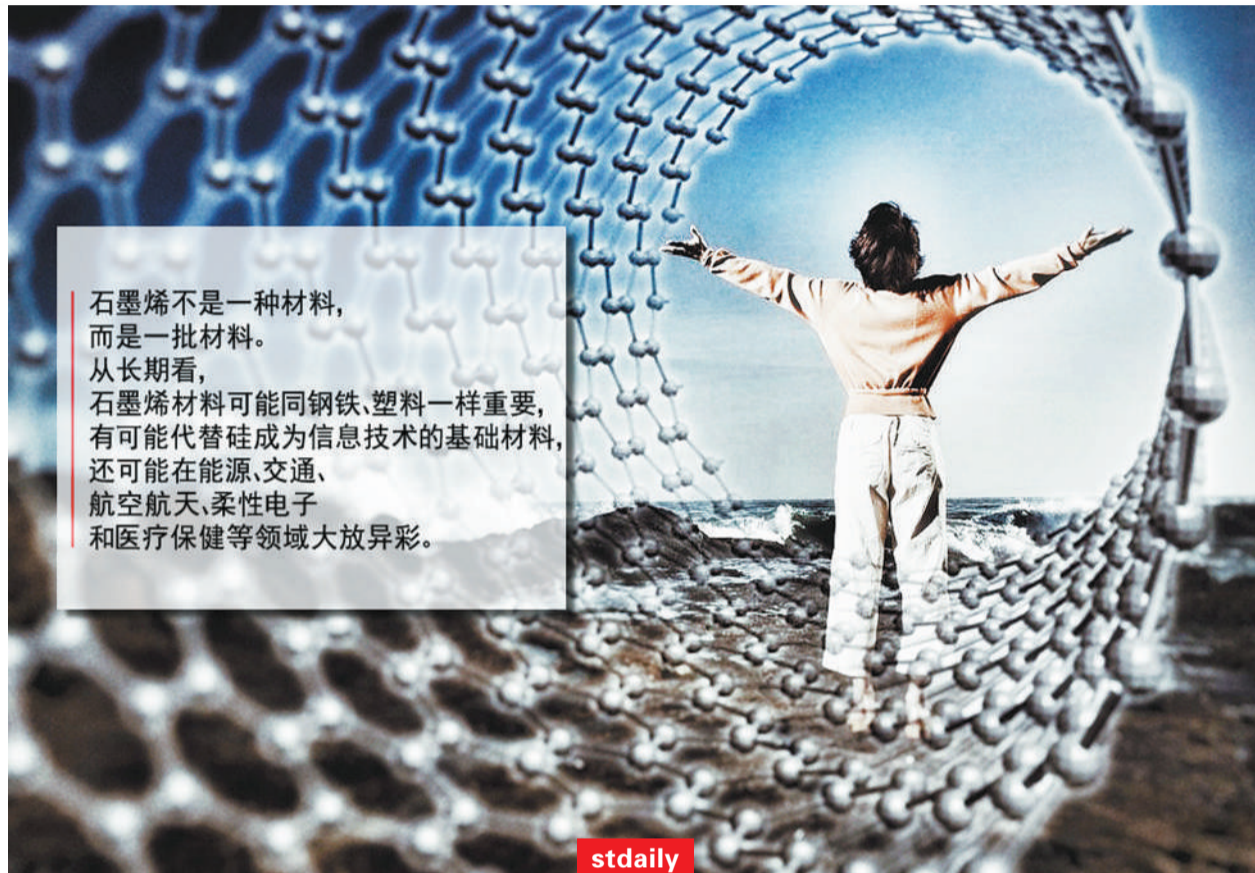
石墨烯是以六角形呈蜂巢晶格排列的薄膜，仅一个碳原子厚，是迄今已知最单薄的纳米材料。

它恬静低调，把胜过钢铁20倍的“坚强”，“掩藏”在黑黝黝的石墨易脆外表下；柔顺得富有可塑性，卷成圆筒状成为一维碳纳米管，团作球状可得到零维富勒烯；通体透明能被一眼看穿，却只吸收微弱的光线。

中国是石墨资源大国，也是石墨烯研究和应用开发最活跃的国家之一。

2月4日，为贯彻落实日前发布的《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》，国家发改委公布《战略性新兴产业重点产品和服务指导目录》2016版，将石墨烯等新材料纳入其中。

# 石墨烯：2020年撬动万亿产业链



石墨烯不是一种材料，而是一批材料。从长期看，石墨烯材料可能同钢铁、塑料一样重要，有可能代替硅成为信息技术的基础材料，还可能在能源、交通、航空航天、柔性电子和医疗保健等领域大放异彩。

stdaily

本报记者 华凌

超轻薄型飞机、海水重防腐涂料、柔性折叠手机和远红外发热理疗器具……与石墨烯有关的产品渐入百姓视线，令人惊叹它既可“高大上”又能“接地气”，几乎无所不能。目前，我国石墨烯产业化一枝独秀，处

于世界领先地位，主要是其正在快速推动制造业升级转型。有专家预测：2020年石墨烯将撬动万亿产业链。但同时，专家呼吁要加强石墨烯在战略高技术产业的布局，如信息、光电和生物等领域。正如中国

科学院院士刘忠范所言，“抓住石墨烯发展良机，提升我国高科技产业竞争力。”那么，我们将如何把握“天时地利人和”之契机，才能奠定未来？全国两会期间，科技日报记者就此采访了业内资深的专家学者。

## 天时：时运所致 引领碳时代

2004年，石墨烯在英国“呱呱落地”，两位英国科学家因在实验室从石墨中剥离出石墨烯，并证明其特殊性能，在2010年获得诺贝尔物理学奖。从此，作为碳家族新材料的一员，石墨烯一夜成名，世界瞩目。

时运所致。有学者指出，21世纪将是碳的时代，而石墨烯将可能引领风骚，全方位改变人类社会。因为它犹如大隐于世的功夫高手——静若处子，动若脱兔。

仅一个碳原子厚，石墨烯是以六角形呈蜂巢晶格排列的薄膜，是迄今已知最单薄的纳米材料。它恬静低调，把胜过钢铁20倍的“坚强”，“掩藏”在黑黝黝的石墨易脆外表下；柔顺得富有可塑性，卷成圆筒状

成为一维碳纳米管，团作球状可得到零维富勒烯；通体透明能被一眼看穿，却只吸收微弱的光线。

石墨烯骨子里进发的“速度与激情”，着实令人惊叹。它对热的传导兴奋程度高于碳纳米管和金刚石；在常温下，导电性能达到光速的1/300，完胜一般导体等。石墨烯是第一个被证实单独存在的二维材料，仿佛是打开了新知世界的大门。它凭借与众不同的“个性”，愈发被期许引爆颠覆社会变革的力量。

然而，石墨烯应用显现两面性：安静下有看强大亲和力，用适当的方式和其他材料结合，或如同工业味精在其中添加一点，可增强性能，提升传统产业的层

次；能运动中却难以琢磨驾驭，如高导电性、高导热性、高透光性，正是目前从事石墨烯材料的研究机构和企业共同面临的技术瓶颈，激发各国科研人员争相探索挖掘它无可替代的“杀手锏”级应用，这也是未来二三年内石墨烯产业化能否成功的关键所在。

与碳纳米管、碳纤维不同，“石墨烯不是一种材料，而是一批材料”，正如“石墨烯之父”、诺奖得主安德烈·海姆在接受科技日报记者专访时强调。从长期看，石墨烯材料可能同钢铁、塑料一样重要，有可能代替硅成为信息技术的基础材料，还可能在能源、交通、航空航天、柔性电子和医疗保健等领域大放异彩。

## 地利：战略把握 破冰产业化

国家层面的需要，影响和决定一个产业的高度和发展方向。目前，世界很多国家将石墨烯作为高技术发展的战略制高点，尤其在高端研发方面竞争激烈。

欧盟率先在2013年启动石墨烯旗舰计划，斥资10亿欧元；英国和韩国分别投入5000万英镑、3.5亿美元，进行石墨烯商业化计划。值得一提的是，当前欧美日韩等国家地区的石墨烯相关技术研发都以企业为主体，如IBM、三星公司等，并加强产学研结合的路径，深耕信息、光电和生物等高新技术研究，在战略上已形成主动。美国石墨烯产业已形成相对完整的石墨烯产业链。

“我国的石墨烯产业一枝独秀。现在

主要对传统产业升级做得较多，这与企业的创新能力增强和高校产学研结合日渐密切相关，几乎每个石墨烯企业背后都有大学研发的身影。但在高技术研究方面比较缺失，国家还没有大力投入，企业更无足够实力去开展。如不改变，我们也许会在战略布局上丧失优势。”国家新材料产业发展咨询委员会成员、中国石墨烯产业技术创新战略联盟秘书长李义春对科技日报记者说。

清华大学深圳研究生院院长、碳材料专家康飞宇指出，“国内石墨烯产业尚存在不足：首先是原创研究和应用匮乏，多为集成创新；其次，国内有所谓石墨烯产品只是与石墨烯‘沾边’，未挖掘出其

核心技术，应用主要是锂电池导电添加剂、涂料和导热膜等中低端产品；再有，急功近利者打着石墨烯的旗号‘忽悠’投资圈钱，导致市场鱼龙混杂。由此，企业需练好基本功，行业亟待制定标准和规范市场。”

“破冰产业化，关键在于石墨烯这一新材料能给人们带来什么！”中国石墨烯产业奠基人、深圳清华大学研究院原院长冯冠平提出。他强烈建议：“我国企业不能跟着论文走，要跟着市场走；投资不要跟着股票走，要跟着创新型企业走；地方政府不要跟风走，要多为石墨烯企业的新产品使用创造条件，培育这一新兴产业。”

## 人和：融通中外 拓展朋友圈

俗话说，天时不如地利，地利不如人和。石墨烯产业要形成良性发展环境，更需要的是齐心协力。

迄今，中国业界对外已同美、英、西班牙、澳大利亚等25个国家和地区的企业及研究机构，建立了合作关系，由中国石墨烯产业技术创新战略联盟每年召开的“中国国际石墨烯创新大会”成为全球最大规模的石墨烯产业促进大会，以中国引领的全球石墨烯产业“朋友圈”正在形成。

“中国正引领全球石墨烯商业化进程。对此，世界应该感谢中国。”近些年来，频繁来华考察石墨烯产业的海姆对记者表

示。之所以能有这样的结果，与最初一批海外留学精英回国研发和创业密切相关。而随着行业的快速发展，急需引进海内外不同领域和背景的高层次复合应用型人才。

有专家担忧，尽管在石墨烯产业链中，我国率先形成中游链条，但是下游还处于起步阶段，基本以中小企业绵薄之力为主。而这阶段才蕴藏着高附加值，若长期发展乏力，不仅会导致巨大利润拱手让人，还将制约上游发展，殆至初期积累的优势。

李义春建议，“出于转型升级的改良需

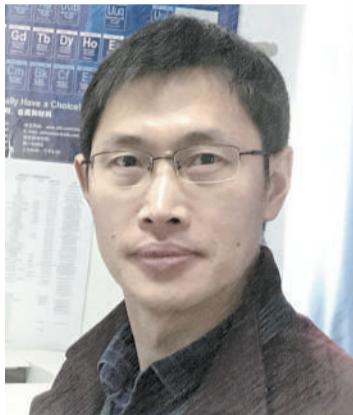
要，我国目前石墨烯产业投资主体以民营企业为主，在高新技术产业方向上缺乏统筹布局，而提升国家高技术增长点需长期投入驱动创新，亟待国家在战略上统筹布局、政策上及时给予扶持，并且在资金上加大投入力度。”

主 编 林莉君  
副 编 滕继濮  
责任编辑 姜晨怡

## 研发趣事

### 石墨烯的世界也有“马奔”“雁飞”

高超 浙江大学高分子系求是特聘教授、博士生导师，国家“万人计划”入选者，Elsevier 全球2016高被引科学家之一



“在动物的世界，我们会看到角马成群奔跑，大雁结队飞翔，那么石墨烯的世界里有没有类似成群结队的现象呢？于是，我想带领课题组的研究生从生物集群效应的角度来观察石墨烯。”2月23日，浙江大学高分子系教授高超博士接受科技日报记者采访时说。

功夫不负有心人。高超讲述道，“那天，我们在研究中忽然发现用灯光照射氧化石墨烯溶液会闪耀出多种色彩，觉得十分有趣。用偏光显微镜进一步探究，发现氧化石墨烯的水分散液还有特殊纹理结构，对光能够定向反射和折射，这意味着形成了液晶，即众多氧化石墨烯片可以自发沿着某个方向有序排列，如同动物世界的马群雁队。”

这一发现犹如打开了新的研究视野，使研究人员不仅可以借助显微镜研究纳米级的石墨烯薄片，还能够把石墨烯作为集群材料来研究。从而，有望把“新材料之王”在微观尺度的性能转化至宏观尺度。

既然高分子液晶可以纺丝，那么石墨烯液晶能否纺丝呢？高超告诉记者，当时他的大脑突然被这个想法“电”到。

“一开始‘纺’石墨烯并不顺利。精工细作也就做出几厘米长的丝，像男士的短发，很不连续。”高超回忆道。

但是，研究人员并没有气馁，更没有放弃。高超指出：“既然可以实现石墨烯从纳米级尺度到头发丝大小，应该有可能再长些。科研一旦认准了方向，就要不断反复尝试直至成功，这是一种信念！”

在高超的指导下，他的博士许震查阅了许多纺织专业书籍及资料，继续潜心实验，慢慢地又做出像女士头发的长丝。经过不懈努力，终于在2011年的一天，纺出了长达几米的连续石墨烯纤维！

有了这些工作积淀，现在采用传统化纤纺丝设备，研究人员便可很容易地纺出石墨烯纤维，长达几百米，解决了国际上“二维纳米粒子如何组装成连续宏观材料”这个重要科学难题。

作为非金属材料，石墨烯纤维表现出非常好的导电性，完全可与金属媲美，还在轻量化、强韧性及导热性上胜出。未来或可应用于卫星、宇宙飞船和可穿戴器件的散热、电热及传感材料等。

为了展示柔韧性，科研人员把石墨烯纤维打作一个结，拍成肉眼可视的图片，入选了2011年国际权威学术刊物《自然》最佳科学图片之一。

而这一“结”，让高超课题组对石墨烯“一往情深”，迄今已专注研究了十年。（本报记者 华凌）

## 黑科技

### 用“石墨烯布”做你的“贴身小棉袄”

现在的女人都希望年轻，在脸上可没少下工夫，各种抹啊涂啊甚至整，多数却忽视了对内里的保养，比如子宫，这个让女人保持美丽的关键部位，呵护好了，什么宫寒、痛经和淡化黄褐斑等状况都可统统“见鬼”去。

用暖宝类产品？这时有人会提议了，但用后发现总有不尽人意之处，比如加热速度慢、温度有过热、产品使用仅一次性等。而日前一些网站的女性论坛关注的一款女性暖宫产品——Black-T，刷新了人们的感受。

“小黑带发热速度快到以秒计，30秒就达40℃”“用APP调控温度好时尚”“据说能释放有益身体的远红外光波”“竟然还可以水洗”等，网友的留言勾人去了解其中的“奥妙”。

2月底，北京创新爱尚家科技股份有限公司(Aika 爱家科技)CEO陈利军在接受科技日报记者采访时说，这一产品的核心技术是基于石墨烯的水溶性分散液，具有多维结构、富有强吸附性及导电性，研究人员让这种导电油墨生长在特定的纤维骨架上，由此制备出高质量的石墨烯复合纤维，再将它与特种纤维、导电纤维进行混纺或混织，即织成“石墨烯布”。

如今，采用“石墨烯布”，Aika爱家科技研制出披肩、文胸、发热马甲、羽绒服等系列产品，如同“贴身小棉袄”的暖人心窝，让人爱不释手。

有专家预测，以石墨烯纺织物发热材料为基础的智能服饰，预计在未来三五年内，将迎来爆发式增长。（本报记者 华凌）

赢在未来