

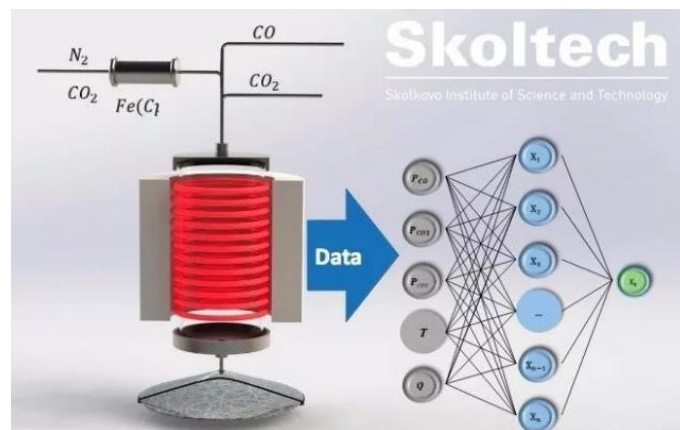
# 碳材料产业双周观察

第 93 期

华夏幸福产业研究院

2019 年 08 月 19 日

**人工神经网络将助力碳纳米管制备。**由于碳纳米管的多相制造工艺极其难以管理，这是开发其巨大潜力的一个主要障碍。近期发表在《Carbon》上的一项研究显示，机器学习方法，特别是人工神经网络在实验参数上的训练，如温度、气体压力和流速，可以帮助监控碳纳米管薄膜的性能（如产率、直径分布的平均值和标准偏差以及缺陷）。**关注：先进碳材料研发与生产技术。**



图片来源：《Carbon》DOI: 10.1016/j.carbon.2019.07.013

**简评：**在材料研发和生产中引入先进信息技术正在逐渐成为热点。因为本质上这两个领域都遵循数据采集、分析、调试的模式，采用新算法与分析技术确实能带来效能的极大提升。比如此前有报道通过机器学习技术对石墨烯的电镜图像进行分类、采用深度学习算法预测石墨烯的最佳掺杂结构等等。另据科睿唯安对近两年发表的高质量学术论文的统计分析，“AI+材料”已成为前沿研究的一个热点。

## ◆ 行业与产业

1. **四川巴中：打造国家级石墨（烯）先进碳材料产业基地。**近日，《巴中市加快推进石墨新材料产业发展工作方案》印发，明确以资源为依托、以园区为载体，三年完成园区基础设施及配套建设，招引 10-20 个石墨新材料产业项目，五年内培育百亿级石墨企业，打造千亿级产业集群，形成国家级石墨（烯）先进碳材料产业基地。巴中市现已探明核定石墨矿石储量 8000 余万吨，矿物量 600 多

万吨，石墨类型均为晶质鳞片石墨。据相关专家预测，其石墨资源远景储量在 3 亿吨以上，居全国地级市第六位。**关注：区域先进碳材料产业发展规划。**

## ◆ 企业与产品

2. **单壁碳纳米管生产商 OCSiAl 荣登全球独角兽企业榜单。**全球领先的单壁碳纳米管生产商 OCSiAl 公司，于近期成为独角兽企业，估值超过 10 亿美元。OCSiAl 总部位于卢森堡，2014 年以低于市场价 75 倍的单壁碳纳米管产品打入市场，客户包括行业领先的汽车制造商、电子公司、大型化工公司。目前年产能达 65 吨，计划于 2022 年在卢森堡建立全球规模领先的合成工厂，并于 2025 年上市。OCSiAl 在 2016 年进入中国市场，设有上海、深圳、香港办公室，目前在中国的应用包括电池、复合材料、塑料、弹性体、涂料。OCSiAl 计划在 2019 年 12 月正式启动上海 TUBALL 技术中心，占地约 1200 平方米，设有五大应用和质量控制实验室。**关注：国际碳纳米管领先企业。**

3. **韩国标准石墨烯公司在尼泊尔建成首个石墨烯水净化系统。**近期，韩国石墨烯生产商 Standard Graphene 在尼泊尔蓝毗尼建立了一个水过滤工厂。该水过滤设备使用了名为 Super Graphite 的石墨烯材料。该工厂每天可以处理超过 1000L 可饮用水。经过多次测试确认 Super Graphite 材料比传统材料具有更好的过滤速率。据悉 Standard Graphene 刚刚完成首笔 1200 万美元的机构融资，以扩大生产线并成立合资企业。**关注：石墨烯的水处理应用。**

4. **日企将投放新型碳纤维材料，飞机零件成本将大幅降低。**日本东丽和帝人两家公司将相继向市场投放用于飞机的“热硬化性”复合材料，力争从 2021 年前后开始增加对现有机型的供应，从 2025 年前后全面向新一代机型供货。新产品易于实现量产，如果得以普及，航空零部件的生产成本有望大幅下降。**关注：碳纤维及其航空零部件应用。**

## ◆ 科研与技术

5. **北京大学：米级石墨烯光子晶体光纤。**北京大学刘忠范和刘开辉及其合作者采用化学气相沉积法生产出一种石墨烯光子晶体光纤 (Gr-PCF)，长度可达半米。Gr-PCF 显示出强烈的光物质相互作用，衰减约为 8dB/cm。此外，基于 Gr-PCF 的电光调制器在 2V 的低栅极电压下表现出宽带响应 (1150-1600nm) 和大调制深度 (在 1550 nm 处为 20dB/cm)。该研究可以实现基于 Gr-PCF 的工业

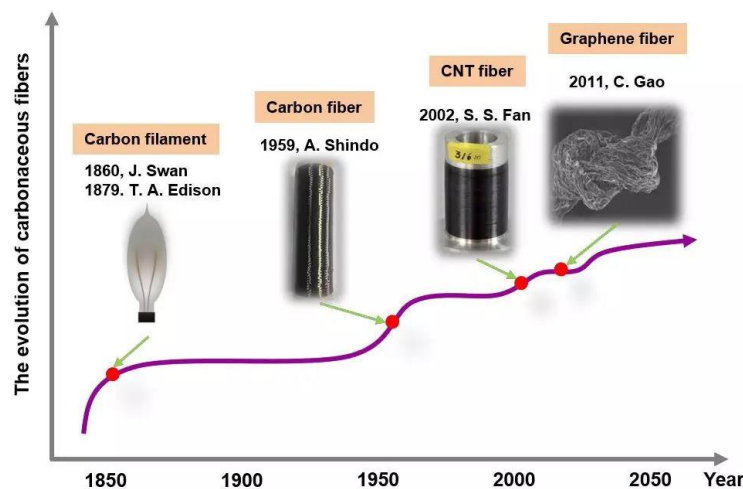
级石墨烯应用，并为二维材料-PCF 提供有吸引力的平台。关注：石墨烯在光电器件中的应用。

6. **北化工：氧化石墨烯基 3D 泡沫界面协同实现高效光催化。** 近日，北京化工大学苏志强教授等人通过高效低成本的水热法将  $\text{TiO}_2\text{@CQDs}$ （碳量子点）插入还原氧化石墨烯片层间，制备了一种独特的纳米杂化三维  $\text{rGO-TiO}_2\text{-CQDs}$  泡沫。在氙灯照射下该泡沫对甲基橙、亚甲蓝以及罗丹明 B 表现出很高的降解速率。该研究有望为提高电荷分离效率，进而提高光催化效果开辟一条新途径。关注：碳材料与光催化应用。

7. **韩国：新技术可合成单晶石墨烯量子点。** 近日，韩国 KAIST 团队设计了一种合成单晶石墨烯量子点的新技术，制备出的量子点可发出稳定的蓝光。为进一步证实研究成果，团队将合成的单晶石墨烯量子点制成显示器，在显示器上也成功获得了具有稳定电压的蓝光。该研究成果或对解决显示器中蓝光发射的难题具有重要意义。关注：石墨烯量子点及其显示应用。

### ◆ 专题：石墨烯纤维综述——高超教授团队成果简介

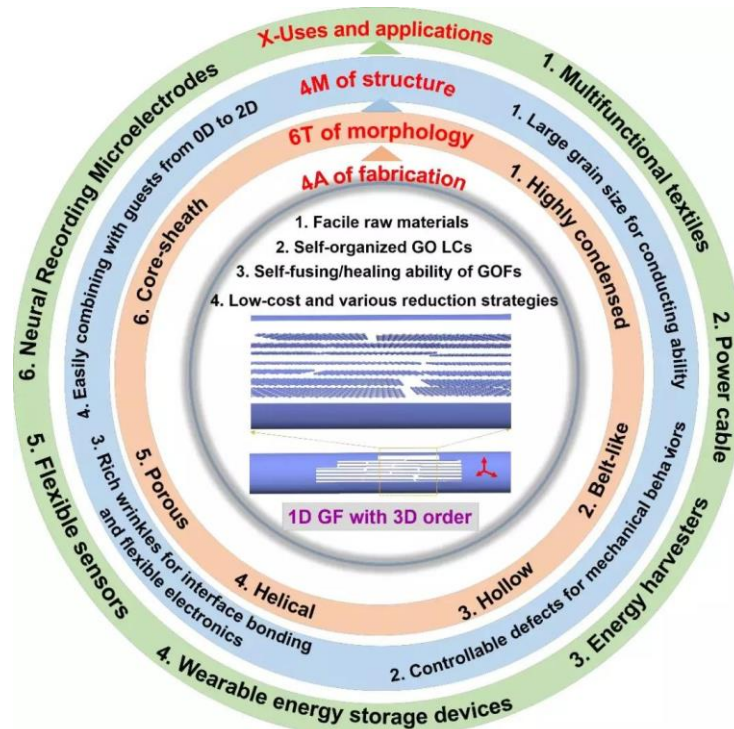
碳质纤维的发展可以追溯到 1860 年，斯旺和爱迪生先后将碳丝密封起来，利用碳丝的导电性能和灰体辐射的原理制备出人类历史上最早的电灯泡。100 年后，日本的近藤昭男等人开始了碳纤维的研发，作为一种具有极高机械强度和模量的高性能纤维，碳纤维在承重和复合材料等领域发挥着重要的作用。2002 年，清华大学范守善院士提出了将碳纳米管作为基本单元组装宏观碳质纤维的理念，并利用干法牵伸的技术成功得到宏观连续的碳纳米管纤维。碳纳米管纤维继承了碳纳米管良好的传导性能，且具有极佳的柔性。



碳质纤维的发展历程

2011年,浙江大学高超教授利用湿法纺丝的技术制备出宏观连续的石墨烯纤维。不同于以往的碳质纤维,石墨烯纤维的构筑基元是具有良好的导电、导热、机械强度等性能的二维晶体石墨烯,纤维的内部结构三维有序、致密均一,有潜力将碳质纤维的性能推向一个新阶段。

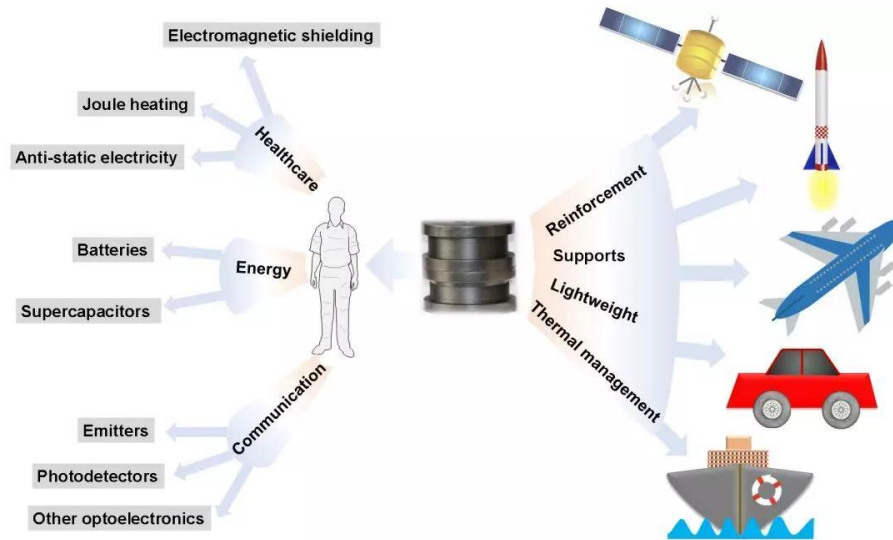
高超教授团队用一张眼图从四个方面枚举了石墨烯纤维的特点。从制备技术上看,石墨烯纤维展现出四大优势:1)可以批量生产的氧化石墨烯原料;2)氧化石墨烯自发形成的液晶结构;3)氧化石墨烯原丝的自融合和自愈合能力;4)种类多样且成本低廉的还原方法。从形态上看,通过调控纺丝的工艺可以得到六种形态的石墨烯纤维:实心柱状、带状、中空、螺旋状、多孔和核壳结构。石墨烯纤维三维有序的结构具有四大优点:1)超大的晶体尺寸;2)可以严格控制的缺陷密度;3)内外部丰富的褶皱;4)能够复合多种维度的客体分子。石墨烯纤维可在多个领域发挥功能:多功能织物、轻质导线、能量收集及转换、可穿戴储能装备、柔性电子器件、神经信号记录微电极等。



石墨烯纤维的特征

石墨烯纤维的制备的主要原料是氧化石墨烯,其组装方法多种多样,目前主流的技术手段仍然是湿法纺丝。在湿法纺丝过程中,氧化石墨烯经过剪切流动、凝固成型、牵伸取向等一些工序之后得到结构密实的氧化石墨烯纤维,再经过还原还原和石墨化处理之后即可得到石墨烯纤维。经过数年的发展,石墨烯纤维的单批次生产规模从数米长提升到了数公里长。在将石墨烯纤维的生产推向工业化

的进程中，高超教授团队通过结构优化，其制备的石墨烯纤维的机械强度已经超过 2 GPa，模量达到 400GPa，导电率达到一百万西门子每米的级别，而导热系数也超过了  $1500\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ ，在某些领域超越了传统的碳质纤维。



石墨烯纤维已经实现和潜在的结构功能一体化应用

从军用和民用两个领域出发，未来石墨烯纤维的应用领域主要是结构功能一体化的场景。在军用领域，比如汽车、轮船、人造卫星等，所有需要轻质、高强和导热支撑体的零件都可以用到石墨烯纤维。在民用领域，从依托于良好的导电性能，机械强度和柔性，石墨烯纤维可以做为轻质导线在极宽的温度范围内工作；另外，石墨烯纤维可以制备成柔性织物穿戴在人体表面，作为纤维状电池或者电容器的电极实现储能器件的可穿戴，可以利用电热转换实现医疗保健和电磁屏蔽，也可以开发石墨烯纤维的光电性能实现远距离的信号传输。

资料来源：博科园、中国科学材料、石墨烯联盟、巴中日报、江南石墨烯、科技部网站、纳米人、烯碳资讯、每经网、石墨烯资讯、高分子科技等。

(华夏幸福产新智库整理分析 责任编辑：周攀)