

# 科技发展研究

第 4 期

(总第 511 期)

上海科技发展研究中心

2018 年 1 月 30 日

---

**编者按：**继上期，本期简报重点介绍 2017 年全球新材料技术领域的发展热点与态势，供参考。

## 2017 全球科技热点领域发展态势分析（三）

### ——新材料技术领域发展热点与态势

各国普遍重视新材料技术的发展，有关战略规划、联盟和投资计划不断更新升级。如，美国能源部能源效率与可再生能源办公室启动能源材料网络建设，截至 2016 年底已组建四个研究联盟<sup>1</sup>；英国创新机构 Innovate UK 在 2017 年间投入 1500 万英镑，开展制造和材料领域的创新竞争项目，以推动英国制造业和材料创新。目前，石墨烯、生物医用材料、电池材料、可穿戴材料、环保材料和仿生材料等领域的研发活跃、成果丰富。

---

<sup>1</sup> 轻量化材料联盟、有关燃料电池新型催化剂的电催化联盟、有关制冷材料的热质交换冷却联盟和光伏组件耐用材料国家实验室联盟。

## 一、石墨烯研究突出应用导向

氧化石墨烯粉体和多层石墨烯等较低技术含量的石墨烯产品已开始产业化；单层石墨烯薄膜正在从实验室向产业化迈进，例如韩国已能批量生产 3-5 层单原子厚度的高质量较大面积石墨烯薄膜。

**1、高质量石墨烯制备及简化获进展。**美国罗格斯大学工程学院研究团队开发出一种新型微波石墨烯制备法，将剥离的氧化石墨烯放入 1000 瓦功率的微波炉中烤 1 秒钟，就能消除氧化石墨烯中几乎所有的氧成分，进而得到极高质量的石墨烯成品。中科院金属研究所沈阳材料科学国家（联合）实验室则采用溶碳量适中的金属铂片作为生长基体，发展出一种基于“析出-表面吸附生长”原理的 CVD 方法，仅通过改变析出温度便实现对石墨烯形核密度的控制，制备出晶粒尺寸在 200 纳米到 1 微米范围内均一可调、且晶界完美拼合的高质量单层多晶石墨烯薄膜。

**2、石墨烯“超级弹性”以及室温下自旋的发现（实现）为未来应用打下基础。**英国曼彻斯特大学研究团队在实验中发现石墨烯具有违背常识的“超级弹性”<sup>2</sup>，有助于未来电子电路的设计。美国海军实验室的研究团队将一层石墨烯置于镍层和铁层之间，制造出首个能在室温下过滤自旋的薄膜结点设备，为下一代磁随机存储器（MRAM）的研制提供新途径。

**3、石墨烯超导性能的证实拓宽了应用前景。**科学家一直相信石墨烯可具有超导性，但此前并没找到方法证实。英国剑桥大学等机构的研究人员将石墨烯与一种名为“镧铈铜氧化物”的超导材料搭配展开实验，成功“唤醒”石墨烯中的超导性。实验显示，这种超导性来自石墨烯内部，“镧铈铜氧化物”的作用仅仅是作为一种辅助材料来

---

<sup>2</sup> 在大多数金属中，电导率受到晶体缺陷的限制，当电子通过材料时会像台球一样频繁散射，而这一基本限制在石墨烯材料中被打破。

激发石墨烯内在的超导性。石墨烯超导性能被证实，意味着其在电子产业等方面有着更为广阔的应用前景。

## **二、生物医用材料研究注重功能开发**

生物医用材料是用来对生物体进行诊断、治疗、修复或替换其病损组织、器官或增进其功能的材料，已成为当代材料学科的重要分支，是各国竞相研究和开发的热点之一。近期的研究较多集中在组织替代、功能修复、智能调控等领域。

**1、人工虹膜、骨钉、抗心衰柔性设备等人体植入物研发取得进展。**芬兰坦佩雷理工大学的研究团队利用受热会改变形状的橡胶材料研制出一种全新人工虹膜，能像人眼一样，无需外部控制即能自行对光线做出反应，有望最终用于受损人眼修复。上海微系统所研究员团队则通过蚕丝加工研发出不同于传统的骨钉材料，可自行在人体内速度可控地降解，避免康复后二次手术取出，并具备包裹药物、微整形、信息隐藏、食品保鲜、药物储藏等功能。此外，美国哈佛大学和波士顿儿童医院的联合团队开发出一种由硅胶制软管、柔性气压传动装置和气泵三部分组成的软体机械装置，可在不与血液接触的情况下帮助心脏跳动泵血，有望催生出新的心力衰竭治疗方案。

**2、给药系统向智能可控、精准靶向方向发展。**美国麻省理工学院和布莱根妇女医院研发出可分解硬水凝胶（TTH）材料，可以在胃中停留长达9天，并缓慢释放药物，研究人员计划进一步研究胶囊的药物释放率，并研究该材料的其他应用，如减肥和生物组织工程等。复旦大学研究团队则利用生物相容性良好的空心介孔二氧化硅纳米粒子作为药物载体，成功研发出一种既能靶向特定癌细胞又能控制药物释放的纳米给药系统，从而能减少药物在非肿瘤区域的提前释放，降低副作用并提高癌症的化疗效果。

**3、新型黏合剂、辅料、绷带促进伤口更快修复。**美国哈佛大学研究人员受蛞蝓启发，开发出一种具有超强黏性的无毒医用黏合剂，可黏附于湿滑表面，有效地封合术后伤口，具有广泛的医疗用途。德国莱比锡大学和德莱斯顿莱布尼茨高分子研究所的研究人员共同开发一种基于黏多糖（glycosaminoglycan, GAG）的水凝胶伤口敷料，能从慢性伤口中吸收 MCP-1 和 IL-8 等炎性趋化因子，从而抑制嗜中性粒细胞和单核细胞的迁移，促进伤口愈合。英国巴斯大学（University of Bath）等机构则研发出一种智能绷带，内含装有荧光染料的微小“纳米胶囊”，胶囊接触到致病细菌产生的化学物质后就会打开，释放出荧光染料让绷带变色，但不会受皮肤上普通细菌的影响，可防止严重的伤口感染及减少疤痕的生成。

**4、3D 打印肾脏、卵巢、心脏等人体器官逐步实现真实功能。**美国西北大学 Feinberg 医学院的科学家们借助 3D 打印技术制作出可移植的小鼠卵巢假体，并且成功孕育了健康的后代，为人类攻克不孕带来希望。哈佛大学的团队则利用 3D 打印技术制造出人体肾脏中近端小管，这是组成肾脏基本功能单位的最重要结构，其功能几乎与健康肾脏中的近端小管完全一致，向可移植人工肾脏迈出重要一步。苏黎世联邦理工学院研究团队则使用 3D 打印、失蜡铸造技术创建一款硅酮心脏，重量近 400 克，具有左心室和右心室，由一个充当器官肌肉的腔室分开，为人造心脏提供了方向。

### **三、电池材料向高效、环保方向发展**

全球电池材料正朝着储能更高、体型更轻便、充电更快、更加环保的方向发展。各种新型能源，如太阳能、风能甚至人体动能都成为新型电池的潜在能源。

**1、防爆、高容量、长寿命电池成果丰硕。**美国陆军研究实验室

(ARL)和马里兰大学的研究人员首次开发出使用水盐溶液作为电解质的锂离子电池，可以达到家用电子设备（如笔记本电脑）所需的4伏特，而且安全性极高。中国科学院合肥智能机械研究所、中科院合肥物质科学研究院和美国伊利诺伊大学香槟分校等联合研制出三维石墨烯/五氧化二钒电池正极材料，在12分钟完全充/放电条件下，循环2000次后电池容量还大于200 mAh/g（普通电池小于1000次、容量普遍低于150 mAh/g）。哈佛大学科研人员研发出一种新型电池技术，可以使用中性水而非具有腐蚀性或有毒的液体来获取电流，从而使电池更安全耐用、成本更低。

**2、太阳能、风能、人体动能等成为新型电池能源。**德国卡尔斯鲁厄理工学院的研究人员研发出可利用太阳能给手机充电的半透明有色太阳镜镜片，镜片的有机太阳能电池有一个微处理器和两个电量显示器，可显示太阳光照强度以及周围环境温度并可以利用太阳能给手机充电。美国佐治亚理工学院科研团队首次将太阳能和电能两种发电方式整合在一块布料内，有助于开发能给手机和导航系统等移动设备充电的服装。美国密歇根州立大学的研究人员开发出一种低成本膜状纳米发电机，可以捕获人体运动能量，无需电池辅助，当人体运动或机械能触碰或按压纳米发电机时，就会产生电能，足以操控一个LCD触摸屏，或一排20个LED灯，或一个柔性键盘。

**3、可随意弯曲折叠的柔性生物电池已研发成功。**纽约宾汉姆顿大学的研究人员研发出纸质柔性细菌生物电池，并对其进行完善，使该纸质柔性电池在进行折叠后，可相应改变功率电流大小，以2×3规格排列的六个电池可产生31.51微瓦功率和125.53微安电流，而6×6规格排列的六个电池可产生的功率和电流分别为44.85微瓦和105.89微安，已可胜任一些低功率的生物传感器。

## 四、可穿戴材料研究取得突破

传统的可穿戴材料主要为纺织品，而近期，电子皮肤等突破性材料成为可穿戴材料领域的研发新宠。同时，科学家们还在设法提高服装材料的强度、散热和抗菌等性能。

**1、电子皮肤实现更敏感、更轻柔性能。**电子皮肤通过模拟人类皮肤的传感功能，能实现或超越皮肤的传感性能，在机器人、人工义肢、医疗检测和诊断等方面展现应用前景。中国科学院半导体研究所开发了一种可直接贴附在人体表面的超薄高像素柔性电子皮肤阵列，通过引入聚合物中空球纳米结构，传感器对环境压力具有非常高的灵敏度（31.6 kPa<sup>-1</sup>）及较低的探测下限（0.6 Pa）。威斯康星大学麦迪逊分校的研究人员则开发出厚度仅为 25 微米的线路，而此前的传输线路厚度为 640 微米。韩国大邱庆北科学技术院和美国西北大学的联合团队研发的“电子皮肤”微系统能够贴合身体，并跟踪心率、呼吸、肌肉运动和其他健康数据，并将数据无线传输到智能手机。

**2、高散热、超强度及抗菌面料问世。**美国斯坦福大学研究人员开发出一种新型面料，通过改变材料的红外辐射穿透性促进身体散热，具有比目前所有的天然或合成织物更好的散热效果。清华大学研究人员通过给蚕喂食石墨烯或者单壁碳纳米管材料，使之吐出的碳增强丝抵抗外力破坏的韧性增加一倍，承受的应力高出至少 50%。上海应用物理研究所研究团队将含双键咪唑离子液体接枝聚合到棉布纤维素大分子上，获得耐洗涤的抗菌棉布，并与中科院微观界面物理与探测重点实验室等合作，验证了该抗菌棉布在未洗涤和洗涤 150 次后对非耐药菌、耐药菌（俗称超级细菌）及真菌均具有超过 99.9% 的广谱抑菌效率。

## 五、环保和仿生材料研究进展显著

环保材料在净水、可降解材质和消除污染物方面取得不少成果，向着更低成本治污和可持续方向发展，而仿生材料的进展则集中于刺激响应性材料的研制。

**1、去汞、放射性物质及净化水和空气的材料研制取得进展。**澳大利亚弗林德斯大学的科学家研发出使用二手食用油和硫磺低成本制成的新型聚合物，可以吸收最有害形式的汞，从而有望利用便宜和可持续的方式来处理汞污染问题。日本东京大学等研究小组研发出一款海绵，能有效去除因福岛核事故受到污染的土壤及水中放射性铯。美国普林斯顿大学的研究人员开发出一种新型水过滤技术，不需要任何过滤器，而是依靠注入二氧化碳气体来改变水的化学性质，根据电荷分离废物颗粒，从而实现水的净化，且系统简单、成本低。香港理工大学科学家则研发出新型半导体纳米纤维 TZBG，可做用于净化空气及消毒的光触媒物质，质地柔软，适用于不同表面，可制成挂坠佩戴，犹如“随身空气净化器”，防止大肠杆菌侵入，净化效率则比传统技术高十倍，成本是传统技术的 10%。

**2、可降解涂料和食品袋以及环保尿不湿研制成功。**美国堪萨斯州立大学的研究团队研发出可用在荧光涂料、可复黏油漆工用胶带、标签、封箱胶带、笔记本及其他胶粘剂应用配方中的植物基树脂，能生物降解并且粘附性好、保质期长和防水。立陶宛考纳斯理工大学的科学家则开发出一种新型可生物降解食品保鲜袋，主要由从植物提取的纤维素复合材料制成，还包括丁香精油和银纳米粒子，比普通保鲜袋保鲜时间更长且更有弹性。印度理工学院的科学家则利用一种由微型纳米纤维制成的新材料研发出可以替代现在尿不湿和卫生产品中使用的不可生物降解的潜在有害物——高吸水树脂（SAPs），并且吸水性更高、舒适度更好。

**3、刺激响应性仿生材料应用前景广泛。**刺激响应性材料是一类具有“智能”行为的材料，可以对外部环境的影响，如光、温度、压力、湿度等产生相应的响应信号，可用于敏感的传感器、检测器、探针、运输工具等，应用领域广泛。荷兰埃因霍芬理工大学和美国肯特州立大学的研究团队通过对偶氮苯衍生物进行修饰，得到顺式到反式热弛豫过程较快的衍生物，掺杂形成的高分子薄膜可以在紫外光作用下产生连续、定向的宏观爬行运动，最终可以用于在难以接近的空间内运输小物体等。美国哈佛大学、韩国西江大学等研究人员利用黄金、硅胶和小鼠心肌细胞合作开发出一种软体机器鱼，能通过照射“鱼”身体的不同部位、改变光照频率，控制其游动的方向和速度，有望用于开发人工心脏。

**执 笔：汪逸丰**

**整 理：龚 晨**