

纳米科技与产业发展 信息动态

第 3 期(总第 248 期)

2016 年 3 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

新闻快讯

※※※※

上海纳米传感器科技与产业发展研讨会顺利举行

为了提升上海纳米科技的创新能力，提高上海纳米科技对战略性新兴产业的支撑作用，促进转型发展，由上海市纳米科技与产业发展促进中心、上海市纳米技术协会和上海交通大学主办的“2016 年上海纳米传感器科技与产业发展研讨会”于 2016 年 3 月 24 日在上海市纳米科技与产业发展促进中心举行，会议由上海交通大学张亚非教授主持，共有来自上海市高校、科研院所和

本期导读

- ◆ 上海微系统所超导单光子探测器件成功应用于 200 平方公里城区测量器件无关量子密钥分发网络（见第 3 版）
- ◆ 麻省理工：碳纳米管可以防止辐射损伤金属（见第 5 版）

企业的 12 家单位 48 名代表参会。

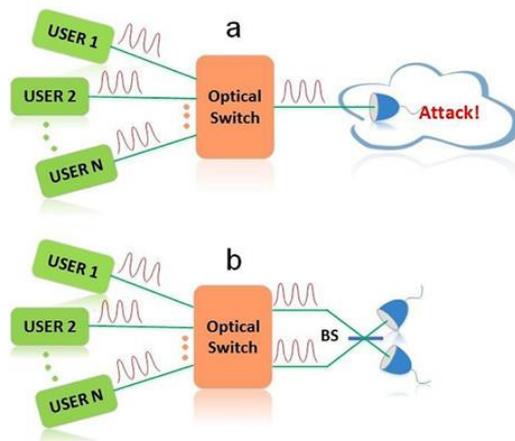
研讨会上，张亚非教授作了题为“纳米传感器研究进展”的专题报告，探讨了纳米技术传感器特点、方法和理论，以及在生物、化学、机械、航空、军事等领域应用前景。苏州大学的揭建胜教授作了题为“高性能纳米光电探测器的构筑、性能调控及器件集成”的专题报告，介绍了基于多种有机、无机的一维/二维半导体纳米结构的光电探测器，从纳米结构的控制合成与组装出发，对其进行光电性能调控，进而构筑高性能的纳米光电探测器，拓展其在柔性、集成器件中的应用等。山东科技大学的陈达教授作了题为“基于柔性电子皮肤的人体健康检测”的专题报告，介绍了电子皮肤传感器的研究进展，该类传感器实现对人体温度、汗液成分等生理指标以及心电、脑电等电信号的长时间检测，在可移动医疗系统中具有广泛的应用前景。与会代表在专题报告结束后进行了热烈的研讨和交流，畅谈了纳米传感器科技的发展趋势并交流了研究中存在的问题与合作前景。



上海微系统所超导单光子探测器件成功应用于 200 平方公里城区测量器件无关量子密钥分发网络

2015 年，中科大潘建伟院士团队和上海微系统所超导实验室尤立星研究员团队以及清华大学马雄峰教授合作，利用自主研发的高性能超导纳米线单光子探测系统，在国际上首次实现了星型拓扑结构的测量器件无关量子密钥分发（MDI-QKD）网络（覆盖合肥城区 200 平方公里），是未来城市安全、实用化量子通信网络一个重要解决方案。相关结果于 2016 年 3 月 4 日在线发表于 *Physical Review X* (<http://journals.aps.org/prx/abstract/10.1103/PhysRevX.6.011024>)。这是继 2014 年双方合作实现实验室 200 公里 MDI-QKD 实验（成果获两院院士评选的“2014 年度中国十大科技进展新闻”）之后的又一重要进展。

中国科大是中科院量子信息与量子科技前沿卓越创新中心的依托单位，上海微系统所是中科院超导电子学卓越创新中心（筹）的依托单位，双方在量子信息领域合作已有多年历史，并于 2015 年 10 月成立“超导量子器件与量子信息联合实验室”。双方将会进一步加强合作，在未来产出更多合作成果，保持我国在量子通信等领域的国际领先地位。



图示：传统 QKD 网络和星型 MDI-QKD 网络示意图

上海硅酸盐所与佛塑科技集团签署石墨烯锂离子电 池项目框架合作协议

3月1日上午,中国科学院上海硅酸盐研究所与佛山佛塑科技集团股份有限公司签署合作协议。中科院广州分院党组副书记周传忠,中科院佛山育成中心主任李昌群,佛山市科技局局长胡学骏,佛山市禅城区区委常委乐绍才,广新控股集团副总经理陆超英,佛山佛塑科技集团董事长黄丙娣,上海硅酸盐所所长宋力昕、党委书记刘岩,副所长王东,能源材料研究中心副主任黄富强以及科技产业处副处长李懋峰等参加了签约仪式。

上海硅酸盐所与佛塑科技集团就石墨烯在动力锂离子电池中的应用研究及产业化签署了合作协议。上海硅酸盐所是国内最早开展石墨烯材料制备和储能应用研究的单位之一。目前,石墨烯的规模化制备以及产业化应用才刚刚起步,国内外对该新兴材料还处于一个专利布局期,整个产业链还没有形成,既充满了机遇,也面临着许多挑战。该协议的签署对推动石墨烯材料在动力锂离子电池中的应用及产业化具有重要意义。

黄丙娣在仪式上致辞。她表示,佛塑科技集团与上海硅酸盐所多年来拥有很好的合作基础。通过本次项目合作,希望能早日实现石墨烯在动力锂离子电池及高分子复合材料领域的产业化和高端化应用。佛塑科技集团将出资与上海硅酸盐所合作共建石墨烯动力锂离子电池研发中心,以石墨烯为关键核心材料,重点开展石墨烯在动力锂离子电池及高分子复合材料的应用研究,并通过上市公司的资本运作,尽快与市场对接,面向全国乃至全世界推广更优质的锂离子动力电池产品。

宋力昕发表讲话。他首先对佛山市人民政府、禅城区人民政府各级领导多年来对上海硅酸盐所给与的大力支持表示感谢。他指出,通过本项目的实施,发展石墨烯基锂离子电池相关产品的低成本、批量化制备技术,不仅可以推进石墨烯的产业化进程,提升企业的核心竞争力,而

且可以推动相关产业的升级换代，为我国在石墨烯领域及相关行业占据高地提供有力支撑。上海硅酸盐所与佛塑科技集团将在已有合作项目的基础上，在人、财、物等方面对该项目给予大力支持，以确保项目按照既定目标顺利推进，双方的合作也将不断深化并取得可喜的成绩。

胡学骏高度赞扬了上海硅酸盐所与佛塑科技集团开展的项目合作。他指出，上海硅酸盐所作为中科院最早在佛山建立研发中心的研究所，多年来为佛山科技创新和地方经济发展作出了重要贡献。本次双方合作，项目起点高，着眼于未来，将会为佛山的产业升级和社会发展产生推动作用，佛山科技局将继续为双方合作提供全面服务。

上海硅酸盐所与佛塑科技集团具有良好的合作基础。2010年8月，上海硅酸盐所与佛塑集团正式签署了高分子基复合智能节能贴膜项目合作研发协议和战略合作协议，并于2012年6月在佛塑新材料工业园共同出资成立了佛山金智节能膜有限公司。目前，合资公司正按照预期目标顺利推进智能节能贴膜项目，已实现批量生产并在中国科学院、中国建科院、中国住建局等进行了示范应用。此次合作对于进一步巩固和深化双方合作具有重要意义。同时，通过此次强强联合，实现优势互补，将有效促进研究所的科研成果在企业转移转化，为地方的经济社会发展和产业结构调整做出新的贡献，也将不断提升上海硅酸盐所在地方的科技影响力，为研究所的可持续发展注入新的活力。

海外传真

☆☆☆☆

麻省理工：碳纳米管可以防止辐射损伤金属

麻省理工学院的研究可能会导致核反应堆部件更好地承受恶劣的辐射影响。由麻省理工学院科学家领导的一个国际研究小组发现，在金属当中加入少量的碳纳米管，可以使它们抵抗辐射造成的损伤。虽然目前

仅在低温金属如铝当中证明这个理论，该研究小组表示，纳米管以减慢金属因为辐射而分解过程，可以提高研究用途和商业用途核反应堆的操作寿命。

在核反应堆当中，金属零部件不断遭受强烈的辐射，使得金属变得脆弱和多孔，容易造成零部件破裂的故障，这会影影响反应堆的安全性和经济性，因此科学家和工程师高度重视金属抗辐射领域的研究。

现在的问题是，金属原子在放射性粒子不断轰击下出现变化和分裂，这会导微小的氦气气泡，最终让金属沿晶粒方向弯曲，最终，金属变得多孔和脆裂。

麻省理工学院的研究小组发现，在金属制造过程中加入低于 2% 体积的碳纳米管，该金属变得更加耐辐射。如果碳纳米管均匀分布，将在金属内部产生可渗透的一维传输通道，可以将因为放射性粒子不断轰击出现的微小氦气气泡及时排出，避免对金属造成伤害。

研究人员用新方法制作纳米线材和纳米激光器

美国劳伦斯伯克利国家实验室研究人员日前报告说，他们找到一种新的方法，可用于制作纳米尺度的线材以及色彩可调谐的纳米级激光发生器。

这些线材最小直径 200 纳米，融入多种其他材料，能够发出明亮和稳定的激光，有望应用于光电子领域，实现数据传输等应用。

这项研究由劳伦斯伯克利国家实验室研究员兼加利福尼亚大学伯克利分校化学教授杨培东主持。借助一种简单的化学浸渍溶剂工艺，研究人员让材料“自我组合”成纳米晶体、板材和线材。

研究人员在美国《国家科学院学报》上发表论文介绍说，他们把一种含铅薄膜浸入含有铯、溴和氯的甲醇溶剂，再将溶剂加热至 50 摄氏度，

所形成的含铯、铅和溴的晶体结构线材直径在 200 纳米至 2300 纳米之间，长度在 2 微米至 40 微米之间。

在激光实验中，纳米线材作为激光发生器被置于一块石英基底上，在另外一个激光发生器激发下发出光线。研究人员确认，接受单个脉冲持续时间极短（仅为 1 秒钟的 10 万万亿分之一）的可见紫色激光脉冲激发后，纳米级激光发生器发出的光线超过 10 亿个周期，显示出极为稳定的性能。

纳米级激光发生器所使用的这类纳米新材料，在开发新一代高效太阳能电池进程中同样显现应用前景。

比地球寿命还长 纳米晶体盘可永久保存信息

目前，英国科学家最新研制一种小型纳米晶体盘，可以存储海量数据，甚至能记录人类发展历史。

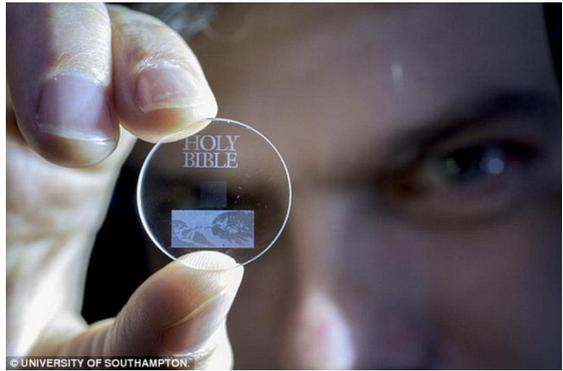
这种“永恒”存储设备是由英国南安普敦大学科学家研制的，将五维数字数据保存 100 多亿年时间。该技术被称为“超人记忆晶体”，使用激光在晶体上蚀刻 5D 数据，现已记录了主要历史文档，例如：《英国大宪章》、《世界人权宣言》。

每个“记忆晶体”拥有 360TB 数据存储能力，在 1000 摄氏度条件仍能保持热稳定性，在 190 摄氏度下，该存储设备可以保存 138 亿年时间。如果保存在室温下，意味着该晶体盘可以永久性保存。

南安普敦大学光电学研究中心的科学家使用飞秒激光技术，释放短暂强烈的光脉冲，将信息记录在 3 层纳米结构点上。每层纳米结构点相隔 5 微米。

“超人记忆晶体”使用自组装纳米结构，能够改变光穿越晶体的路径，这将改变光偏振，因此可以使用光学显微镜和偏振镜进行读取。该晶体以五维形式存储信息——尺寸、方向，以及纳米结构的三维位置。

据悉，2013 年科学家首次实验性地使用该技术，当时证实可以记录文本文档。目前，科学家能够使用该技术存储海量信息，其中包括：牛顿的《光学》、钦定版《圣经》、《英国大宪章》和《世界人权宣言》。



同时，这项技术非常安全，且便携性较强，科学家称，“记忆晶体”可用于保护重要机构组织的档案记录，意味着国家档案馆、博物馆和图书馆可建立永恒数据存储。

基于该设备可保存 100 多亿年时间，在室温下几乎无限制使用，它可用于记录人类历史，甚至超越人类历史的存在时间。研究人员称，它可用于揭晓未来人类社会文明的“最后证据”。

欧盟启动“洞察力”项目开发 III-V 纳米基 CMOS 系统芯片

未来的雷达成像系统和 5G 通信系统在高频率工作时将具有更高的分辨率和更高的数据传输速率，但同时会增加功率消耗。为了降低功耗，提高性能和降低成本，欧洲启动“洞察力”（INSIGHT）项目（下一代高性能 CMOS SoC 技术的 III-V 族半导体纳米线集成）旨在开发 III-V 族 CMOS（互补金属氧化物半导体）技术。

该项目的参研单位包括德国应用固体物理研究所（IAF）、法国的微/纳米技术研发中心 CEA-LETI、瑞典隆德大学、英国格拉斯哥大学、爱尔兰廷德尔国家研究所和瑞士苏黎世 IBM，旨在建立硅衬底上 III-V CMOS 制造技术，以降低成本，节约材料。INSIGHT 项目已获得欧盟地

平线 2020 研究与创新项目的资助 425 万欧元，项目实施期超过 36 个月（从 2015 年 12 月到 2018 年 11 月）。

INSIGHT 项目的使命是开发化合物半导体材料（III-V CMOS）的互补功能，同时实现毫米波频域范围内的模拟和数字功能。III-V 族纳米线将被用于保持静电控制，栅极长度按比例缩小成为未来的技术节点。小的纳米线横截面将进一步促进利用纳米技术将其集成到硅衬底上。

IBM 预计不断增长的需求推动芯片技术极限，以满足认知计算机、物联网和云平台等新兴需求，因为他们处理的数据量巨大 - 其中 90% 是非结构化的。INSIGHT 项目开发的新技术为芯片技术超越 10nm 节点提供了一个潜在解决方案，同时也开放了一系列新的应用领域。将 III-V 材料与硅 CMOS 集成可以实现更好的逻辑电路，具有更低的功耗，也可以使系统芯片（SoC）产品充分利用 III-V 族射频/模拟指标。

布鲁克推出纳米级研究工具 MultiMode 8-HR AFM

布鲁克纳米表面事业部宣布推出 MultiMode 8-HR 原子力显微镜（AFM），它能为纳米力学带来了新的功能，也为拥有世界上最高分辨率，经过现场验证的，使用最广泛的扫描探针显微镜（SPM）带来了更快的成像速度。新的纳米力学功能可以使科学家获得更广的粘连弹性研究中的斜坡频率和更广范围的纳米力学的材料评估，样本可以从软的生物标本到硬的金属样本。

MultiMode 8-HR 的高分辨和数据处理能力是由其坚硬的机械设计和先进的电子控制结合的结果。它结合了布鲁克的 NanoScope V 控制器和 8.2 的新版软件，使得该系统具有无与伦比的频宽和极低的数据采集噪音。





纳米 3D 打印材料获批量生产力

纳米颗粒是一种十分神奇的人工物质：它的直径通常只有人类头发丝的十万分之一，表面积却相对巨大；它能轻松穿过细胞膜而不造成任何损伤。所以，这些特性令它具备了非常重要的科研价值，比如细胞再生和药物递送系统的研究。

但是非常遗憾，这种物质目前的价格非常高昂。以金纳米颗粒为例，按照当前的市场价，仅仅 1g 就要 8 万美元，而 1g 普通金子才 50 美元而已。这主要是因为这种物质通常只能由实验室制造，而且产量十分有限。不过现在，这个痛点将有望得到解决，因为 USC 一支由 Noah Malmstadt 教授领导的科研团队已经找到了一种新的方法，不但能大大降低纳米颗粒的制造成本，而且有望实现大量生产。而在这种新方法中扮演重要角色的就是 3D 打印技术。

这种新方法的关键就是用 250 微米级的 3D 打印导管取代原先的传统导管、烧杯等工具，在相对较快的速度下捕捉纳米颗粒。这种尺度的导管传统工艺很难做出，而 3D 打印技术却能轻松实现。据了解，这种微型 3D 打印导管是使用光固化（SLA）技术制做的，具有均匀的网络结构。实际操作时，两束非混合液体会从一端注入导管，然后从另一端流出。流出时它们会相互碰撞，形成微米级的小液滴，最后以一种可预测的方式转化成纳米颗粒。每一个这种 3D 打印导管都可生成数百万单位的小液滴。

事实上这种使用导管的方法在多年前就已经出现了，不过当时因为导管尺寸和形状的问题，产生纳米颗粒的效果并不好，而现在使用这种微米级的 3D 打印导管，效果就好了很多，因为它们的几何形状不同，可令液体分布得更均匀，从而减少堵塞，最终生成均匀性更好的纳米颗粒。

石墨烯千吨级产业化与良性循环的新建议

石墨烯拥有优异的机械、电子和热学性质，但目前市场上由于石墨烯价格高，导致大吨位应用极少，无锡、常州、青岛、宁波、重庆等多城市投巨资所建石墨烯工业园平台也得不到有效利用。

另一方面，传统工业的炭黑和白炭黑的生产过程中，能够生产出含部分石墨烯微片的炭黑和白炭黑复合粉体，或是纯石墨烯微片粉体，这些材料可以应用于目前还很欠缺的低滚动阻力炭黑、导电炭黑、高端汽车橡胶制品配件炭黑、高分散性白炭黑等产品。这样来制造和使用石墨烯微片，就可以变通实现石墨烯微片的千吨级、甚至万吨级生产，缓解中国国内炭黑、白炭黑和鳞片石墨行业产能严重过剩的状况，形成石墨、膨胀石墨、石墨烯微片、炭黑、白炭黑产业之间的循环经济效益，使得石墨烯真正成长为一个新产业。

石墨烯微片与传统炭黑产业的结合

石墨烯的商品化，包括石墨烯薄膜和石墨烯粉体两种形态。石墨烯薄膜的生产复杂，成本昂贵，应用针对的是高端电子行业，包括触摸屏、晶体管等。而相对“低端”的是石墨烯粉体，生产相对简单，易于实现大吨位的生产。笔者通过实验发现，可以在炭黑和白炭黑的生产过程中，生产出含部分石墨烯微片的炭黑和白炭黑复合粉体，或纯石墨烯微片粉体。这样的新策略有助于实现石墨烯微片的大规模商品化生产。

实际上，世界上生产量最大的纳米材料正是炭黑，每年的世界年产量超过1000万吨。中国刚好也是世界上炭黑生产量最大的国家。炭黑的微观结构，其实也是众多的石墨微晶互相无序堆积而成的类球状碳颗粒。笔者实验发现，可以把石墨烯微片的生产过程与传统的炭黑生产互相结合，利用传统炭黑生产中大量的过剩热能和各种现有设备、设施，大大降低石墨烯微片生产成本，获得高附加值的含部分石墨烯微片的炭黑复

合粉体，或者是纯石墨烯微片粉体。这种做法的好处是，通过结合和渗透进炭黑的传统海量市场，易实现石墨烯微片的千吨级甚至万吨级产量。

在传统油炉法生产炭黑的工艺和设备中添加部分经过预处理的鳞片石墨前驱物，经加工可以得到炭黑/石墨烯微片复合粉体。以利用传统油炉法炭黑生产设备为主，不需要增加复杂的设备和大量投资，炭黑/石墨烯微片复合粉体的生产过程需要消耗的热能可以由炭黑生产系统提供，其生产成本只要1万人民币/吨左右。

可见炭黑/石墨烯微片复合粉体，具有媲美进口卡博特公司高级炭黑的导电性。曾经在中国的炭黑国标里，以卡博特公司的 Vulcan XC-72 为参考，有 N472 的中国高端导电炭黑牌号。因为长期没有中国企业可以生产 N472 牌号的高端导电炭黑，中国新国标里取消了 N472 的牌号，长期空缺。我们都知道高端导电炭黑，通常都是高比面积的，生产过程的油耗也高，而且技术复杂。中国的炭黑公司都想在高附加值的特种导电炭黑方面有所作为，长期攻关，但是都没有见到做的好的，好的导电炭黑基本依靠进口。

目前中国 35KV 及以下电缆屏蔽料用导电炭黑的市场容量约为 3.8 万吨左右，导电涂料、电子元件、抗静电油墨、导电膜以及矿用电缆等领域导电炭黑的需求量约为 2 万吨左右。随着中国国民经济及各行业的不断发展，导电炭黑的应用水平不断提高，未来导电炭黑行业将呈现快速发展的趋势。

作为进口导电炭黑代表的卡博特 Vulcan XC-72 炭黑的销售价格在 4 万人民币/吨左右，媲美进口导电炭黑的炭黑/石墨烯复合粉体生产成本只要 1 万人民币/吨左右，预计销售量每年 5000 吨。

根据国际上多个研究组发表的论文，石墨烯微片填充进橡胶里，还可以增加橡胶复合材料的力学强度、耐磨性和降低滚动阻力，石墨烯有潜力成为轮胎设计的新填料，会产生新的可能性。

石墨烯微片与传统白炭黑产业的结合

世界上生产量第二大的纳米材料是白炭黑，其世界年产量超过 100 万吨。在传统白炭黑的生产过程中添加少部分经过预处理的鳞片石墨前驱物，经加工可以得到含部分石墨烯微片的白炭黑粉体。

传统白炭黑的主要用途之一，就是替代炭黑填充橡胶来生产含白炭黑的绿色轮胎。欧盟于 2012 年 11 月 1 日正式实施《欧盟轮胎标签法》(EC1222/2009)，要求在欧盟地区出售的轮胎必须对轮胎的燃油经济性、安全性和噪声等级进行标识，日本、美国等发达国家也相应跟进。米其林、固特异等世界领先轮胎公司开发节油轮胎的技术关键是采用白炭黑部分或完全替代炭黑作为轮胎的补强材料。高用量白炭黑补强橡胶材料制造的轮胎与传统采用炭黑补强橡胶材料制造的轮胎相比，具有更低的滚动阻力和更好的抗湿滑性。但是，与炭黑不同，白炭黑是绝缘性的，橡胶本身也是绝缘体，因此白炭黑补强橡胶材料也是绝缘的，由其制造的轮胎在使用过程中与地面摩擦会产生静电的危害。

对此，米其林、固特异、住友橡胶等公司都申请了专利，提出了各自的解决办法。总的说来，就是在不导电的轮胎中复合导电橡胶或者导电金属构件，从而能让静电消散。但是，这样会导致制造轮胎工艺的复杂程度增加、时间成本的增加和轮胎制造成本的增加。

而含部分石墨烯微片的白炭黑粉体，由于其中含有高导电性的石墨烯微片，整体呈现高导电性。这样的白炭黑复合粉体，可以在不改变传统轮胎制造工艺的情况下，解决白炭黑补强轮胎的静电危害困扰，不需要复杂的“导电烟囱”等工艺。2012 年中国国内轮胎对白炭黑需求量有 18 万吨，全球轮胎对白炭黑需求量有 69 万吨。这样白炭黑复合粉体，具有潜在的海量市场需求前景。