

# 纳米科技与产业发展

## 信息动态

第 10 期(总第 298 期)

2019 年 10 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

※※※※

## 上海光机所在微纳结构单模激光研究 方面取得重要进展

近日，上海光机所激光与红外材料实验室张龙研究员、董红星研究员领衔的微结构与光物理研究团队与南京晓庄学院、中科院技物所等国内研究机构合作在微纳单模激光研究领域取得重要进展。该团队创新提出并制备了一种新型全无机钙钛矿  $\text{RbPbBr}_3$  材料，通过理论模拟与实验解析了钙钛矿材料的相态转变过程及其内在化学机制，并基于钙钛矿

### 本期导读

- ◆ 上海硅酸盐所在锌基电池的新型稳定化电解质研究中取得系列进展（见第 3 版）
- ◆ 上海光机所在钙钛矿量子点微纳激光性能提升方面取得重要进展（见第 4 版）
- ◆ 新型铈纳米链电极有望助推锂电池发展（见第 7 版）

RbPbBr<sub>3</sub> 材料成功实现高品质、蓝光单模激光的输出。相关论文发表在 [Angewandte Chemie International Edition, 58, 201910617 (2019)]。

钙钛矿材料由于其在可见光谱区具备高吸收、高荧光发射、宽光谱调谐等优异特性，近年来备受关注。近期研究更是表明钙钛矿材料相比以往光学材料具备优异的光学增益特性，这使其在微纳激光领域具备巨大的研究价值及应用前景。钙钛矿材料中无机钙钛矿材料地位尤为重要，其良好的化学稳定性及大激子结合能更加有利于高品质微纳激光的输出。但是，受制于容限因子常数  $t > 0.8$  的限制，目前唯有钙钛矿相 CsPbX<sub>3</sub> 成功应用于微纳激光的研究。Rb 作为 Cs 同主族元素，有望替代 Cs 合成全无机钙钛矿相 RbPbX<sub>3</sub> 材料。此外，由于其柔软的晶格结构，钙钛矿材料易于发生相转变，相变的研究对于理解钙钛矿材料优异特性的来源至关重要。但是，现行研究对于钙钛矿材料相变过程及机理的解析尚有许多不足，尤其在钙钛矿-非钙钛矿相变中材料的光学特性往往发生巨大改变，有待研究人员进一步探索。RbPbBr<sub>3</sub> 的容限因子为 0.78，非常适合解析钙钛矿-非钙钛矿相变的过程及化学机制，并且钙钛矿相 RbPbBr<sub>3</sub> 具备良好光学特性，有利于实现高品质微纳激光输出，但是纯的全无机钙钛矿相 RbPbBr<sub>3</sub> 在合成方面面临很大挑战。

该项研究中，研究人员首先通过理论模拟解析了钙钛矿相与非钙钛矿相 RbPbBr<sub>3</sub> 的晶体结构，XRD 衍射图谱及能带结构。理论解析得到钙钛矿相和非钙钛矿相 RbPbBr<sub>3</sub> 分别表现为直接和间接带隙，并且理论解析其钙钛矿相形成条件。基于改进的气相传输冷凝技术，结合热处理工艺，研究人员成功制备出了高品质亚微米尺度三维球形 RbPbBr<sub>3</sub>，并在实验中实现了非钙钛矿-钙钛矿相转变，钙钛矿相 RbPbBr<sub>3</sub> 光学性能优异。研究人员通过系统研究 RbPbBr<sub>3</sub> 钙钛矿-非钙钛矿相转变发生的实验条件及化学机制，解析了无机钙钛矿材料相态转变的详细过程并阐明了其内在化学机制，为钙钛矿材料的相稳定以及光学性质的研究奠定了坚实的理论及实验基础。无机钙钛矿 RbPbBr<sub>3</sub> 微球表面光滑、结构规则、尺寸可

控，在 460nm 具备良好的荧光吸收及发射性质，可同时用于增益介质及光学微腔实现微纳激光输出。研究人员在高品质  $\text{RbPbBr}_3$  微球腔内实现了高品质、窄带宽蓝光单模激光输出（图 1）。该研究理论结合实验，阐明了钙钛矿材料相变的详细过程及其内在化学机制，并将新型全无机钙钛矿  $\text{RbPbBr}_3$  应用于高品质单模激光输出，为进一步解析钙钛矿材料晶体结构与光电性能的联系及相稳定的研究提供了坚实的理论及实验基础，对高品质微纳激光器件、多色激光器及激光显示等的研究具备重要意义。

相关工作得到了国家自然科学基金委、上海市启明星项目的支持。

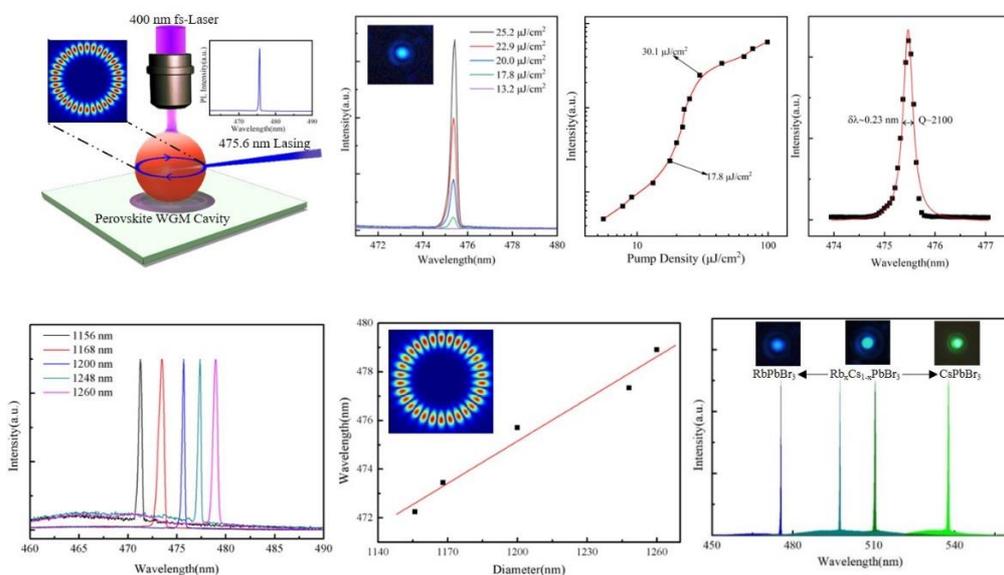


图 1 全无机钙钛矿相  $\text{RbPbBr}_3$  高品质单模激光

## 上海硅酸盐所在锌基电池的新型稳定化 电解质研究中取得系列进展

金属锌资源丰富，比能量高，作为负极在锌锰、锌镍、锌银和锌空气等电池中具有较为显著的推广优势。但金属锌在传统的水系电解液中，存在着严重的腐蚀和枝晶问题，极大地限制了锌基电池的电化学性能和

循环稳定性能。

为有效改善锌负极的稳定性，中国科学院上海硅酸盐研究所刘宇研究员带领的科研团队开展了一系列工作，研究出一种具有高稳定性、柔性的自支撑明胶电解质隔膜。这种电解质具备独特的热可逆性和优异的无机盐兼容性。通过构筑稳定的电极-电解质界面，锌负极的腐蚀程度显著降低，对称电池循环稳定性得到提高（ $0.2 \text{ mA} \cdot \text{cm}^{-2}$  稳定循环 800 h）且没有明显的枝晶形成。独特的结构设计使电池具备柔性和抵抗外力刺激的稳定性。进一步地，基于明胶独特的无机盐增强效应，在高浓度的电解液中处理后的明胶电解质脱水，分子链之间形成强疏水相互作用，电解质的热稳定性和机械性能明显增强，获得了目前所报道的机械性能最好的水系锌基电池自支撑固态电解质隔膜。对称电池在高达  $5 \text{ mA} \cdot \text{cm}^{-2}$  电流密度下可以稳定循环 400 h。同时，优异的机械性能也提高了电池的安全性，拓展了其在柔性电池领域的应用。

团队还设计一种新的固水型电解质体系，该体系中的气相纳米二氧化硅（FS）通过表面活性基团络合水分子，抑制了水对锌负极的腐蚀；并且作为无机填料，增强隔膜的耐枝晶穿刺能力。非离子型表面活性剂（FMEE）的添加降低了  $\text{Zn}^{2+}$  沉积活化能，与二氧化硅协同作用显著抑制 Zn 枝晶生长，同时提升库伦效率。

团队进一步开发了与前述成果匹配的高活性正极材料，在 10C 的倍率条件下取得长达 10000 圈的循环稳定性。

相关研究工作获得中科院及科技部相关项目支持。

## 上海光机所在钙钛矿量子点微纳激光 性能提升方面取得重要进展

近日，中科院上海光机所强场激光物理国家重点实验室与重庆大学合作，在实现钙钛矿量子点稳定发光的合成控制及微纳激光性能提升领

域取得新进展。

钙钛矿量子点具有优异的光学性能，如窄带发光、单色性好、荧光量子产率高等特点，在多个领域具有巨大的应用潜力。然而，卤化物钙钛矿量子点对极性溶剂和高温比较敏感，限制了其进一步应用。此外，单个卤化物钙钛矿量子点存在荧光闪烁性，阻碍了其在量子点发光二极管、纳米激光、固态照明等领域的应用。

该研究中，首次将 CdS 纳米材料对单颗粒的 CsPbBr<sub>3</sub> 量子点进行包覆，有效提高了其在高湿度、高温度下的稳定性。通过荧光显微镜技术对包覆前后的量子点进行闪烁性测试，结果表明包覆后的 CsPbBr<sub>3</sub>/CdS 量子点呈现出明显的非闪烁性特征。研究表明由于 CdS 壳成功包覆之后，将 CsPbBr<sub>3</sub> 量子点中的载流子限制在其表面，从而有效抑制了非辐射俄歇复合，保证了载流子在量子点内部的辐射复合发光，抑制闪烁性。此外，研究小组利用显微光学系统分别对 CsPbBr<sub>3</sub> 量子点及 CsPbBr<sub>3</sub>/CdS 量子点的自发放大发射及激光性能进行研究。在自发放大发射 (ASE) 的测试中，包覆后的钙钛矿量子点展示了更优异的性能，其 ASE 阈值下降了 14%。为进一步探索 CsPbBr<sub>3</sub>/CdS 量子点的激光性能，将 CsPbBr<sub>3</sub>/CdS 量子点做为增益介质，填充入微毛细管中，在双光子泵浦源的激发下，成功检测到稳定的回音壁模式 (WGM) 激光，并且该激光呈现低阈值、高品质的特点，在纳米激光领域有巨大的应用潜力。

该项研究得到了中科院 B 类先导专项、国家重点研发计划-政府间国际科技创新合作重点专项、国家自然科学基金等的支持。

## 研究人员开发使小鼠具有夜视能力的纳米颗粒 有望应用于人类

来自中国科学技术大学和马萨诸塞州大学的科学家已经开发出纳米粒子，当将纳米粒子注射到小鼠眼睛中时，它们可以为小鼠提供近红外（NIR）视觉，使它们能够在黑暗中“看见”。

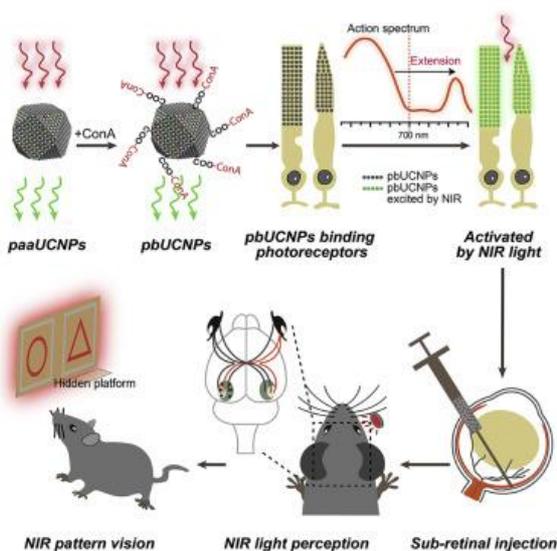
该研究指出：“哺乳动物看不到波长超过 700 nm 的光。这种限制是由于光子检测视蛋白的物理热力学性质。为打破这一局限，我们开发了可眼部注射的感光受体结合上转换纳米粒子（pbUCNPs）。”

科学家通过研究用这种颗粒处理的小鼠的行为和生理反应证实了这一点。对瞳孔的检查显示，即使暴露在非常低的电源下，它们在暴露于近红外光时也会收缩。对照小鼠的瞳孔对 NIR 光完全不反应。

他们还使用了单感光体记录、视网膜电图、皮层记录和视觉行为测试来确认小鼠在能黑暗中“看见”。

研究小组解释说：“我们证明了具有这些纳米天线的小鼠不仅可以感知近红外光，还可以看到近红外光模式。令人兴奋的是，注射的小鼠还能够区分复杂的 NIR 形状模式。”

更令人印象深刻的发现是这些粒子不干扰正常的日光视觉。小鼠能够同时看到 NIR 光和



可见光。科学家表示，注射持续了大约 10 周，没有任何不良副作用的迹象。他们认为这有望在人类中进行各种应用，包括纠正色盲和夜间战斗中的军事用途。

他们总结道：“这种新方法将为各种新兴的生物集成纳米器件设计和应用提供无与伦比的机会。”

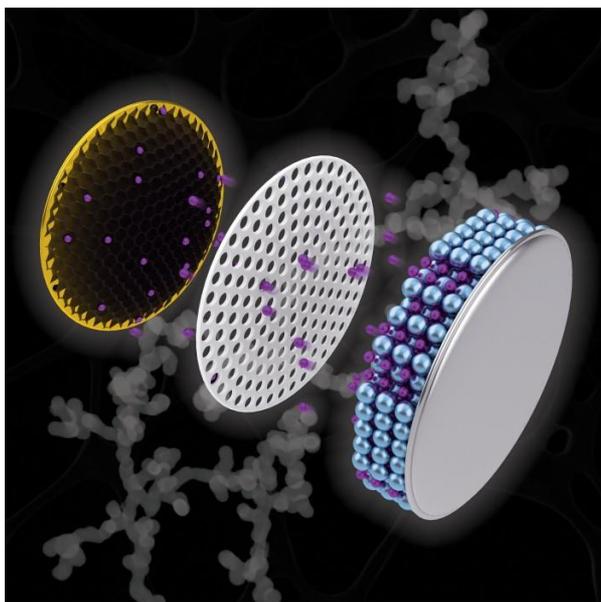
该团队没有提及其是否正在寻求批准进行人体试验。（来源：cnBeta.COM）

## 新型锑纳米链电极有望助推锂电池发展

当下许多致力于改善锂电池的研究，都集中在电极所用的材料上，因为材料用于存储离子以产生电流。尽管石墨是目前的首选，但其它材料的确可以保证更大的容量、使用寿命、以及更快的充电速度，正式需要在某些重要的方面做出一定的妥协。好消息是，普渡大学的科学家们，刚刚提出了一种类似网状结构的“纳米链”（Nanochains）新设计，使得高级电极材料能够发挥更大的效用。

当下科学家们正在寻找各种性能更佳优异的材料，来替代通常用于锂电池的石墨材料，但也经常面临着其它复杂的挑战，比如重量太大、形状不规则而难以用于商业产品上。

据悉，锑（Sb）已经被人类使用数千年，甚至可追溯到埃及的文物花瓶、甚至被妇女用作眼线笔。现如今，它作为一种阻燃材料，在电视屏幕和其它电气设



备中也得到了广泛的运用。

研究人员发现，使用铈金属和其它类似金属作为电极成分，会使材料在充电时膨胀至原始尺寸的三倍。普渡大学化学工程副教授 Vilas Pol 表示：

通过在混合物中添加一种被称作氨硼烷（ammonia -borane）的还原剂、以及一种成核剂（nucleating agent），研究团队能够将微小的单个铈颗粒结合成网状结构。

其在实验室中测试了采用新方案的电池，结果发现原型电池可在 100 个充放电循环中，保持锂离子容量的稳定。

有关这项研究的详情，已经发表在近日出版的《应用纳米材料》（Applied Nano Materials）期刊上。（来源：cnBeta.COM）

## **新型纳米胶囊高效输送 Cas9 核糖核酸蛋白复合物用于体内基因组编辑**

编辑遗传密码的新工具为遗传性疾病、某些癌症甚至顽固病毒感染的新疗法带来了希望。但是，将基因疗法传递到身体特定组织的典型方法可能是复杂的，并可能导致令人不安的副作用。

威斯康辛大学麦迪逊分校的研究人员通过将基因编辑有效载荷装入可定制的微型合成纳米胶囊中解决了其中的许多问题。近日他们在《Nature Nanotechnology》杂志上描述了这种新型的递送系统。

斯康星大学麦迪逊分校威斯康星发现研究所(Wisconsin Institute for Discovery at UW-Madison)的生物医学工程教授、研究员 Shaoqin "Sarah" Gong 说："为了编辑细胞中的基因，编辑工具需要安全有效地植入细胞。"她的实验室专门设计和构建用于靶向治疗的纳米级传输系统。

威斯康辛大学麦迪逊分校生物医学工程教授、全美基因组编辑协会指导委员会联席主席 Krishanu Saha 表示："在注射基因疗法后，编辑体内

错误的组织是一个严重的问题。"该协会得到了美国国立卫生研究院(National Institutes of Health) 1.9 亿美元的资助。"如果生殖器官被无意中编辑了, 那么病人就会把编辑的基因遗传给他们的孩子和后代。"

Gong 说, 大多数基因组编辑都是通过病毒载体完成的。病毒侵入细胞并利用细胞自身的机制制造新的病毒拷贝已有数十亿年的经验。在基因治疗中, 病毒可以被改造成携带基因组编辑机制, 而不是携带自己的病毒基因进入细胞。然后, 编辑机制可以改变细胞的 DNA, 比如说, 纠正导致或导致疾病的遗传密码中的一个问题。

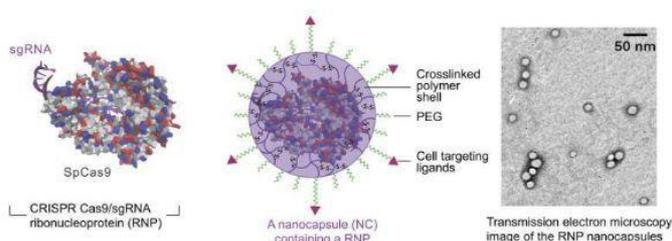
"病毒载体很有吸引力, 因为它们可以非常有效, 但它们也与许多安全问题有关, 包括不受欢迎的免疫反应,"Gong 说道。

新的细胞靶点也可能需要费力地改变病毒载体, 而定制病毒载体的制造可能是复杂的。Saha 说:"如果要定制许多病毒载体来传递到体内特定的细胞或组织是非常困难的。"

Gong 的实验室将基因治疗的有效载荷--也就是基因编辑工具 CRISPR-Cas9 的一个版本, 用 Saha 实验室设计的导向 RNA--包裹在一个薄的聚合物外壳上, 形成一个直径约 25 纳米的胶囊。纳米胶囊的表面可以装饰有多肽等官能团, 使纳米颗粒能够靶向某些细胞类型。

纳米胶囊在细胞外保持完整--例如, 在血液中--只有在目标细胞内被一种叫做谷胱甘肽的分子触发时才会分裂。然

后, 释放的有效载荷移动到细胞核, 编辑细胞的 DNA。由于纳米胶囊在细胞细胞质内的寿命较短, 因此有望减少意外的基因编辑。



该项目结合了威斯康辛大学麦迪逊分校在化学、工程、生物学和医学方面的专业知识。儿科学和眼科教授 Bikash R. Pattnaik 和比较生物科学教授 Masatoshi Suzuki 及其团队分别用纳米胶囊演示了老鼠眼睛和骨骼肌的基因编辑。

由于纳米胶囊可以被冷冻干燥，因此可以方便地提纯、储存和作为粉末运输，同时为剂量控制提供灵活性。威斯康辛校友研究基金会的研究人员正在申请纳米颗粒的专利。该团队的目标是进一步优化正在进行的研究中有效编辑大脑和眼睛的纳米胶囊。（来源：生物谷 Bion.com）

## 产业信息



### 用量子点复化石墨烯开发的柔性穿戴传感器

西班牙光子科学研究所 (ICFO) 研究人员最近展示了用石墨烯制造的柔性穿戴装置。该装置可贴合皮肤，并能连续准确地测量心率、血氧浓度和呼吸率等生命体征，并能用于测量紫外线水平。此外，该装置可藉由手机无线充电，无需电池即可运作，并能将测量到的数据传输到藉蓝牙联机的智能型手机。

根据 Graphene-Info 及 Medgadget 报导，ICFO 团队开发了将半导体量子点整合到石墨烯基板中来制造光学传感器的全新方法，并开发出能在低功率水平下测量宽范围光波长的柔性材料。该技术可使用附近智能型手机或其他设备的近场通讯 (NFC) 技术直接为传感器供电，因此不需要安装电池。

研究人员以柔性手镯的形式展示其技术。该手镯可测量皮肤下血管的扩张，从而测量心脏和呼吸频率，以及血管中血液的氧合水平。

他们还制作了一个直接贴在智能型手机屏幕上的石墨烯贴片。当手指放在贴片上时，它能测量并显示生命体征。其独特之处在于，该设备使用环境光供电，因此可长期监控生命体征。

ICFO 的先进光感测技术使用两种奈米材料，石墨烯和由量子点制成的光吸收层。这种技术将为穿戴装置领域带来了新的外形尺寸和设计自由度，让基于石墨烯量子点的装置成为产品开发人员的强大平台。

此外，研究人员使用相同的核心技术制造了一个柔性紫外线贴片。该贴片能检测环境中的紫外线指数，并能无线传输功率和数据，而且无需电池即可运作。该贴片功耗低，并具有可贴到衣服或皮肤上的高效紫外线检测系统，可提醒佩戴者避免过度曝晒。（来源：DIGITIMES）

## 中国实现纺丝级单层氧化石墨烯规模化量产

由浙江大学高超教授团队成果转化并建设的全球首条纺丝级单层氧化石墨烯十吨生产线 6 日试车成功。国际石墨烯产品认证中心当日为该生产线生产的单层氧化石墨烯及其应用产品多功能石墨烯复合纤维分别颁发了全球首个产品认证。

国际石墨烯产品认证中心是全球化的独立第三方认证机构，于 2018 年 1 月 18 日正式成立，总部设在美国。该机构的成立得到中国石墨烯产业技术创新战略联盟及多个国际相关组织的支持。

“石墨烯是国家重点支持的战略前沿和新兴材料产业，一直以来，高品质单层石墨烯粉体类原料无法量产，使得石墨烯诸多优异性能无法充分发挥出来，导致其产业化之路困难重重。”高超说，他与团队突破了全单层反应、高效分离提纯、粉末再溶解等十多项科学技术工程难题，掌握了原创的全套量产技术。

据了解，纺丝级单层氧化石墨烯十吨生产线生产的产品单层率大于 99%，能够支撑多样化的下游应用。

国家新材料产业发展专家咨询委员会委员、中国石墨烯产业技术创新战略联盟秘书长李义春表示，有了高品质石墨烯原料的稳定供应，石墨烯科学研究及下游应用产品开发将加速进入健康有序高质高速发展轨道。（来源：新华网）

## 会展信息



### 国内外微/纳米会展信息汇萃

(2019年11月)

时间	地点	会议名称
11/3-11/5	Dubai, UAE	Nanotech Middle East 2019 Conference and Exhibition
11/4-11/5	Singapore, Singapore	Advanced Nano & Energy Materials
11/6-11/7	Cambridge, UK	HVM & Graphene New Materials Conference Summit 2019
11/14-11/15	San Francisco, CA, USA	Annual Conference on Nanotechnology and Advanced Materials
11/15-11/16	Orlando, FL, USA	Conference on Nanotechnology Research and Applications (ICNRA'19)
11/18-11/19	Paris, France	International Conference and Expo on Nanosciences and Nanotechnology
11/18-11/19	Milan, Italy	World Congress on Nanotechnology (Euro Nano-2019)
11/18-11/19	Rome, Italy	Nanoscience, Nanotechnology and Nanoengineering
11/19-11/20	Jackson, MS, USA	Graphene Innovation & Research Conference
11/25-11/27	Tokyo, Japan	Graphene & Carbon Nanotechnology

上海市纳米科技与产业发展促进中心 地址：上海市徐汇区嘉川路 245 号 邮编：200237 电话：021- 64101616  
 上海科学技术情报研究所 地址：上海市永福路 265 号 邮编：200031 电话：64455555-8427 传真：64377626  
 责任编辑：卞志昕 电子邮件：zxbian@libnet.sh.cn 石海峰 电子邮件：shihafeng@snpcc.org.cn