**项目名称：**纳米仿生界面的构建及其生物学应用基础研究

**项目简介：**本项目属化学与生物交叉学科研究领域。围绕新型纳米仿生界面的设计构建及其在多功能纳米生物探针、生物传感检测等生物学应用基础研究方面进行了有效探索，取得了如下主要创新科学成果：

 1、创新地构建了多功能碳纳米管等生物载体系统及其生物学应用，建立了量子点和磁标记技术示踪多功能纳米粒子进入细胞的可视化研究新方法。采用层层静电组装方法构建的新型多功能碳纳米管传输系统同时负载了反义寡核苷酸抗癌基因药物和量子点荧光探针，研究表明该系统生物相容性好，能显著提高细胞转导率和促进肿瘤细胞凋亡效率。该研究为开发新型碳纳米管生物载体在生物医学领域特别是肿瘤治疗方面的应用提供有价值的实验基础和理论依据。

2、创造性建立了基于纳米免疫磁珠富集和免疫量子点荧光标记的对生物物质高效特异性分离检测新技术。通过将免疫磁性分离技术与荧光检测方法相结合，建立了一种快速同时检测食品中多种致病菌的方法。利用该磁性纳米粒子界面上的免疫反应，促进了生物物质分离和检测技术的进步，在此基础上将药物和超顺磁性的纳米颗粒成功组装成靶向给药系统，该载药系统对癌细胞生长具有明显抑制效果并且显示出良好的缓释及定位释放性能。将有望作为理想的磁靶向药物控释体系应用于纳米生物医药领域。

3、系统地开展了新型纳米仿生复合材料的制备，纳米材料与生物大分子相互作用机制研究，开发研制了多种性能优越的新型生物传感器，建立了基于纳米仿生界面的高灵敏生物检测分析方法。以核壳型纳米金/银仿生复合材料（Au@BSA、Ag@BSA）、有序介孔碳、石墨烯复合材料等纳米复合材料为生物载体和分子导线，成功构筑了基于纳米仿生功能界面的新型电化学和电化学发光生物传感器，有效实现了对肿瘤细胞、视黄醇结合蛋白、多巴胺等生物分子的高灵敏特异性检测。该研究为发展新型纳米生物检测技术提供了新途径，具有重要的生物医学检测应用价值。

 本项目的8篇代表性论文，包括1篇Nano Letters、2篇Anal Chem、1篇Biosens Bioelectron等，总被他引 823 次， SCI他引772次。单篇最高他引184次，含1篇Highly Cited Paper（ESI高被引论文）。获中国发明专利12项。被Chem Rev、Chem Soc Rev、Nano Today等国外著名综述杂志多次大篇幅引述。其中发表在《Nano Letters》（IF 12.712）的论文被《Nature China》选为来自中国大陆和香港的突出科学研究成果，作为研究亮点加以评述。并被国际Springer 公司在2009年出版的科技图书《Nanoneuroscience》、《Pharmaceutical Perspectives of Cancer Therapeutics》中收录。项目执行阶段培养硕士32人，3人获上海市优秀硕士论文。基于该项目，第一完成人先后获得教育部新世纪优秀人才、上海市“青年科技启明星”及其跟踪计划、上海市“曙光学者”，国家自然科学基金、科技973预研等项目资助。

**知识产权**：

1. 类别：中国授权发明专利

授权号：ZL200610028446.0

专利名称：一种荧光碳纳米管及其制备方法和应用

发明人：贾能勤；连琼

授权日期：2010年7月28日

2.类别：中国授权发明专利

授权号：ZL200910200414.8

专利名称：超顺磁性碳纳米管造影剂的制备和应用

发明人：贾能勤；殷敏；田忠

授权日期：2011年9月14日

3.类别：中国授权发明专利

授权号：ZL200910055501.9

专利名称：功能化碳纳米管抗癌药物载体的制备和应用

发明人：贾能勤；田忠

授权日期：2011年9月25日

4.类别：中国授权发明专利

授权号：ZL200910200861.3

专利名称：具有靶向和荧光双功能紫杉醇载体的制备及其应用

发明人：贾能勤；田忠；殷敏

授权日期：2012年12月19日

5.类别：中国授权发明专利

授权号：ZL201310053018.3

专利名称：一种黄曲霉毒素B1的检测方法

发明人：贾能勤；于利利；张洋；吴慧；杨亚云；黄楚森

授权日期：2014年12月10日

6.类别：中国授权发明专利

授权号：ZL201210254363.9

专利名称：基于纳米Ag@BSA仿生界面的电化学细胞传感器及其制备方法

发明人：贾能勤；胡宸溢；杨大鹏

授权日期：2014年09月17日

7.类别：中国授权发明专利

授权号：ZL201310163273.3

专利名称：一种多功能稀土掺杂氧化钆硅基复合纳米材料及其应用

发明人：贾能勤；胡晓青

授权日期：2015年04月08日

8.类别：中国授权发明专利

授权号：ZL201310111897.0

专利名称：快速高灵敏检测视黄醇结合蛋白的新型电化学发光免疫传感器及其制备方法

发明人：贾能勤；吴贝娜；胡宸溢；

授权日期：2015年04月01日

9.类别：中国授权发明专利

授权号：ZL201410265226.4

专利名称：一种具有靶向和可视化双功能的电化学细胞传感器及其制备方法

发明人：贾能勤；徐亚楠；黄楚森

授权日期：2016年03月10日

10.类别：中国授权发明专利

授权号：ZL201510750069.0

专利名称：功能化碳纳米管-铂-鲁米诺纳米复合材料及制备与应用

发明人：贾能勤；张鑫；郭薇薇；章阿敏；黄楚森

授权日期：2017年04月05日

**代表性论文专著：**

1. **Nengqin Jia\***, Qiong Lian, Hebai Shen, Chen Wang, Xinyu Li, Zhongnan Yang, Intracellular Delivery of Quantum Dots Tagged Antisense Oligodeoxynucleotides by Functionalized Multiwalled Carbon Nanotubes, Nano Letters, 2007, 7: 2976-2980.
2. **Chenyi Hu**, Da-Peng Yang,\*Ziyi Wang, Lili Yu, Junliang Zhang\*, **Nengqin Jia\***, Improved EIS Performance of an Electrochemical Cytosensor Using Three-Dimensional Architecture Au@BSA as Sensing Layer, Analytical chemistry, 2013, 85：5200-5206
3. **Chenyi Hu**, Da-Peng Yang,\* Kuan Xu, Hongmei Cao, Beina Wu, Daxiang Cui, **Nengqin Jia\***, Ag@BSA Core/Shell Microspheres As an Electrochemical Interface for Sensitive Detection of Urinary Retinal-Binding Protein, Analytical chemistry, 2012, 84:10324-10331
4. Beina Wu, **Chenyi Hu,** Xiaoqing Hu, Hongmei Cao, **Chusen Huang, Hebai Shen, Nengqin Jia\***, Sensitive ECL immunosensor for detection of retinol-binding protein based on double-assisted signal amplification strategy of multiwalled carbon nanotubes and Ru(bpy)32+doped mesoporous silica nanospheres, Biosensors and Bioelectronics, 2013, 50: 300–304.
5. **Nengqin Jia\***,Zhiyong Wang, Guofeng Yang, Hebai Shen, Longzhang Zhu, Electrochemical properties of ordered mesoporous carbon and its electroanalytical application for selective determination of dopamine, Electrochemistry Communications, 2007, 9: 233-238.
6. **Yao Zhang**, Xiumei Sun, Longzhang Zhu, **Hebai Shen, Nengqin Jia\*,** Electrochemical sensing based on graphene oxide/Prussian blue hybrid film modified electrode, ElectrochimicaActa, 2011, 56：1239-1245
7. Longzhang Zhu, Jingwei Ma, **NengqinJia**, Yu Zhao, **Hebai Shen\***，Chitosan-coated magnetic nanoparticles as carriers of 5-fluorouracil: preparation, characterization and cytotoxicity studies, Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 2009: 68：1–6.
8. Yu Zhao, Mingqiang Ye, Qiangguo Chao, **Nengqin Jia**, Yu Ge, **Hebai Shen\***, Simultaneous Detection of Multifood-Borne Pathogenic Bacteria Based on Functionalized Quantum Dots Coupled with Immunomagnetic Separation in Food Samples, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2009, 57:517–524

**主要完成单位**：上海师范大学

**主要完成人：**1.贾能勤，2.沈鹤柏，3.黄楚森，4.胡宸溢，5.张尧