

## 2014~2018 年开放基金成果

为了充分发挥生命分析化学国家重点实验室研究基地的作用，促进科研合作和学术交流，实验室本着“开放、流动、联合、竞争”的运行机制，设置开放课题基金支持与实验室主要研究方向相关的研究项目。经过实验室开放课题预研后，有多名受资助的青年学者获得了国家自然科学基金等的资助；这些开放课题在国内高校和科研院所培养了一批青年学者，使他们得到哺育和熏陶，为我国分析化学的队伍建设做出了贡献。

五年来共计资助 79 个项目、金额 333.5 万元。支持了对实验室研究方向感兴趣的年轻学者，收到其所在单位和地方的重视，充分发挥了国家重点实验室对地方的辐射作用。

### 一、开放基金成果优秀代表

#### 1. 苏州大学李建国教授：

电化学发光免疫传感方法：制备了新型石墨相  $C_3N_4$ ，利用氧化石墨烯负载的石墨相  $C_3N_4$  为信号探针，多壁碳纳米管-纳米金作为基底构建了超灵敏的电化学发光（ECL）竞争免疫传感器，用于对双氯酚酸钠的特异、灵敏检测，并对发光机理进行了研究。该方法成功应用于水样中双氯酚酸钠残留的检测。该工作发表在 *Biosens. Bioelectron.* 101 (2018) 21-27。

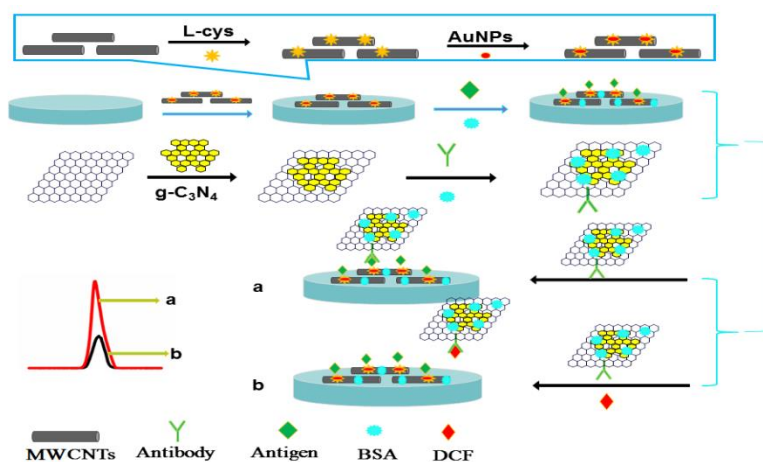


图 1. ECL 竞争免疫检测 DCF 原理图

## 2. 西北大学盛庆林老师:

基于 MoS<sub>2</sub> 纳米片的电化学传感研究, 通过在 MoS<sub>2</sub> 纳米片表面自组装肌钙蛋白适体 DNA 链, 构建了一种基于 DNA 适体-MoS<sub>2</sub> 纳米片的电化学传感器, 采用电化学阻抗方法建立了高灵敏检测肌钙蛋白的分析方法。结果表明, 电化学反应的减少( $I=I_{\text{no target}} - I_{\text{target}}$ ) 与肌钙蛋白浓度呈线性, 且传感器电流响应大小与肌钙蛋白浓度在 10.0 pM 到 1.0 μM 范围内呈良好的线性关系, 检出限为 1.2 pM (S/N = 3)。本研究为后续开展基于 DNA 酶-MoS<sub>2</sub> 纳米片的电化学传感研究以及高灵敏检测肌钙蛋白等疾病标志物的研究与应用奠定了基础。相关研究已发表在 *Biosensors and Bioelectronics*。

## 3. 青岛科技大学范高超老师:

采用了一种将光阳极与生物阴极有机结合的方法, 既保留了酶传感体系中光阳极明显光电流响应的优点; 同时, 生物阴极发生酶催化反应, 避免了光阳极与实际样品溶液的接触, 使酶传感体系具有了抗外界还原性物质干扰的能力。据此, 实现了对目标底物的高灵敏、高选择性检测。如图 1 所示, 以 ITO 导电玻璃作为光阳极基底, 负载上 TiO<sub>2</sub> 纳米颗粒后, 依次修饰 CuInS<sub>2</sub> 敏化层及 ZnS 钝化层, 组成复合型 ZnS/CuInS<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub>/ITO 光阳极。阴极的构建, 不涉及任何光电材料, 直接在碳纤维电极上利用壳聚糖交联作用同时固定上葡萄糖氧化酶 (GOx) 及辣根过氧化物酶 (HRP)。对目标底物葡萄糖的检测原理在于: 仅将生物阴极孵育于具有葡萄糖及 4-氯-1-萘酚 (4-CN) 共存的溶液, GOx 催化葡萄糖氧化产生 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 同时, HRP 催化 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 将 4-CN 氧化, 产生不溶性沉淀附着于电极表面, 明显降低光电流信号, 由此实现对目标物葡萄糖的高灵敏、高选择性检测。这种将光阳极与生物阴极有机结合的创新设计也能够应用于光电化学细胞传感及 DNA 传感分析。发表在 *Analytical Chemistry*, 2018, 90, 10681-10687。

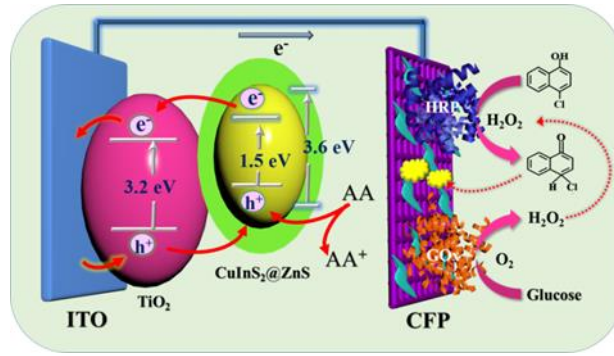


图 1. 基于光阳极与生物阴极构建的 PEC 酶传感

#### 4. 东南大学卫伟教授:

基于金纳米棒的刻蚀比色检测细胞中的端粒酶活性：提出了一种基于 G-四联体/Hemi DNA 酶刻蚀金纳米棒来比色检测端粒酶的新方法。G-四联体是含有大量鸟嘌呤的 DNA 序列形成的特殊结构，当它与血红素（Hemin）结合形成 DNA 复合物时具备催化 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 分解的性质，被称为 DNA 酶。其与血红素相比，显示出更强的类过氧化物酶的活性。G-四联体是在端粒酶和混合核苷酸 dNTPs 的存在下，由 TS 引物链扩增重复序列产生，随后与 Hemin 混合静置，形成 DNA 酶。另外，作为一种新型的一维纳米材料，金纳米棒（AuNRs）具有横向等离子体共振吸收（TPRA）和纵向等离子体共振吸收（LPRA）。有趣的是，当分析物与 AuNRs 反应后，AuNRs 的 LPRA 发生移动，这种移动已经广泛应用于在生化分析方面。微量的过氧化氢与金棒共存不会引起其纵横比变化，而 G-四联体/Hemin DNA 酶在催化 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 过程中，随端粒酶活性不同，金纳米棒的纵横比发生的波长位移蓝移，具体也表现在 AuNRs 溶液可呈现出红色、灰色、蓝色、紫色、粉红色变化。能实现可视化监测。该研究成果发表在 Anal. Chem. 2017, 89, 12094-12100

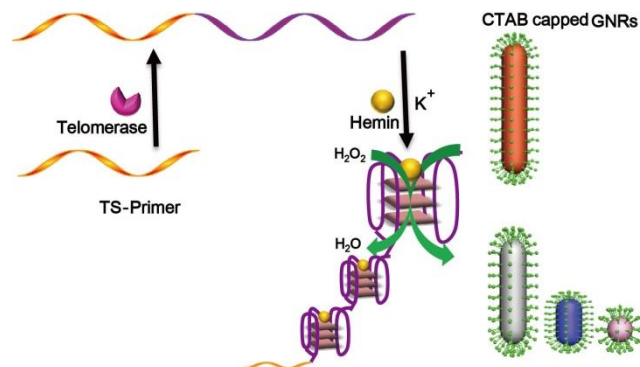


图 1 原理图

## 5. 苏州大学李建国教授:

电化学发光免疫传感方法: 制备了新型石墨相  $C_3N_4$ , 利用氧化石墨烯负载的石墨相  $C_3N_4$  为信号探针, 多壁碳纳米管-纳米金作为基底构建了超灵敏的电化学发光 (ECL) 竞争免疫传感器, 用于对双氯酚酸钠的特异、灵敏检测, 并对发光机理进行了研究。该方法成功应用于水样中双氯酚酸钠残留的检测。该工作发表在 *Biosens. Bioelectron.* 101 (2018) 21-27。

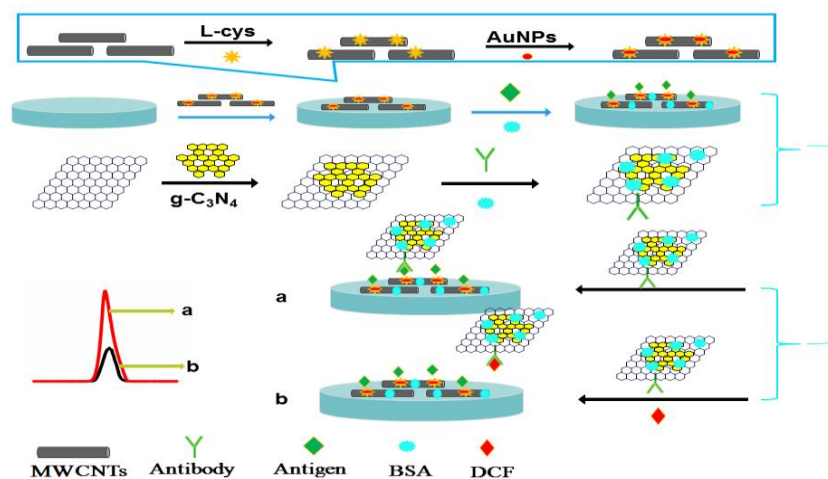


图 1. ECL 竞争免疫检测 DCF 原理图

## 6. 华东理工大学钱若灿博士:

肿瘤标志 microRNA 的靶向定位与红外治疗: 提出了新颖的双探针复合体系, 利用 DNA 发卡结构修饰金纳米颗粒, 对肿瘤细胞内 microRNA-21 进行靶向定位成像, 并且金颗粒可在肿瘤细胞内发生聚集。通过红外照射治疗 (NIR), 能引发肿瘤细胞凋亡, 并且可消除小鼠肿瘤组织。该方法成功实现了肿瘤标志分子检测与靶向治疗策略性结合。该工作发表在 *Anal. Chem.* 2016, 88, 8640。

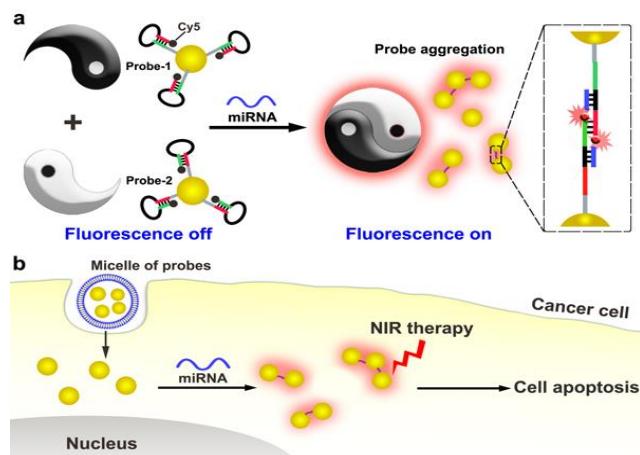


图 1. 肿瘤标志 microRNA 的靶向定位与红外治疗示意图

## 7. 上海理工大学副教授欧阳瑞鐳:

铋配合物的制备及抗肿瘤活性研究：利用具有良好生物活性的 6-巯基嘌呤，5-溴-2-糖醛、苯硫脲、2-苯甲酰基吡啶、2,6-吡啶二甲醛等为配体，设计合成了几种新型含铋金属配合物，通过体内外实验全面考察铋配合物对人肺癌细胞 A549 和 H460 增殖、侵袭和转移等生物学行为的影响，显示出较强的抗肿瘤效应，并采用先进的实验技术研究铋与肿瘤细胞 DNA 或潜在的蛋白质分子间的相互作用，以及对细胞周期的阻滞和对细胞凋亡的促进功能，从而明确该金属铋配合物的抗肿瘤作用机理（图 1），为新型含铋类抗肿瘤药物的开发提供依据。与顺铂或同族的其他元素相比，铋的毒性最小，在医药领域应用情景广阔，开发潜力大。该工作发表在 *Inorg. Chem. Commun.*, 2016, 73, 138-141 和 *Chem. Pharm. Bull.*, 2016, 64 (11)（出版中）。

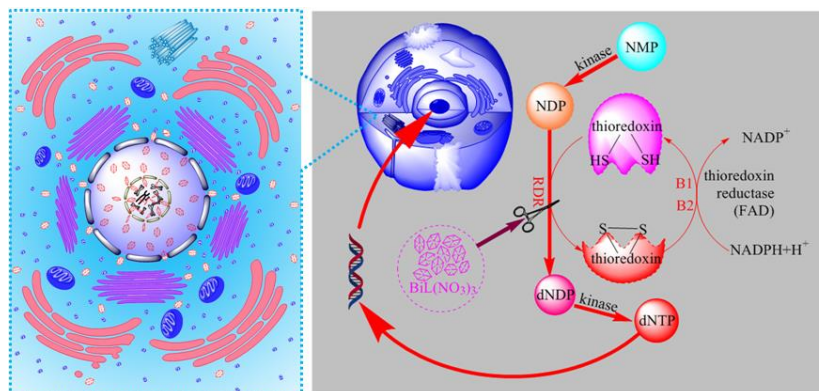


图 1. 铋配合物抑制肿瘤细胞 A549 和 H460 生长的机理

## 二、开放基金各类成果

### 1. 开放基金成果---论文

序号	论文题目	作者	刊物	年卷期页码
1	An ultrasensitive electrochemiluminescent immunosensor based on graphene oxide coupled graphite-like carbon nitride and multiwalled carbon nanotubes-gold for the detection of diclofenac.	李建国	Biosens. Bioelectron.	2018,101, 260-267.
2	Highly sensitive determination of diclofenac based on resin beads and a novel polyclonal antibody by using flow injection chemiluminescence competitive immunoassay.	李建国	Spectrochim. Acta	2018, 191, 1-7.
3	A visual, label-free telomerase activity monitor via enzymatic etching of gold nanorods.	卫伟	Anal. Chem.	2017, 89, 12094-12100.
4	Ultrasensitive electrochemical detection of poly (ADP-ribose) polymerase-1 via polyaniline deposition	卫伟	Talanta	DOI: 10.1016/j.talanta.2017.11.072
5	Counterions-mediated gold nanorods-based sensor for label-free detection of poly(ADP-ribose) polymerase-1 activity and its inhibitor.	卫伟	Sensors Actuator B, 2017	Accepted
6	Detection of PARP-1 Activity based on Hyperbranched-Poly (ADP-ribose) Polymers Responsive Current in Artificial Nanochannels	卫伟		Submitted
7	A carboxylated graphene nanodisks/glucose oxidase nanotags and Mn:CdS/TiO <sub>2</sub> matrix based dual signal amplification strategy for ultrasensitive photoelectrochemical detection of tumor markers	吴硕	Analyst	2017, 142, 4647-4654
8	Di-branched triphenylamine dye sensitized TiO <sub>2</sub> nanocomposites with good photo-stability for sensitive photoelectrochemical detection of organophosphate pesticides	吴硕	Anal. Chim. Acta	doi.org/10.1016/j.aca.2017.11.071
9	Fluorescent MoS <sub>2</sub> Quantum Dots: Ultrasonic Preparation, Up-Conversion and Down-Conversion Bioimaging, and Photodynamic Therapy.	董海峰	ACS Appl. Mater. Interfaces	2016, 8 (5), pp 3107-3114
10	Ultrasensitive optical detection of anions by quantum dots	姜永斌	Nanoscale Horizons	2016,1, 125-134
11	Aptamers-based sandwich assay for silver-enhanced fluorescence multiplex detection	王颖	Analytica Chimica Acta	2016,905,149-155
12	Potential Anti-Cancer Activity of A Novel Bi(III) Containing Thiosemicarbazone Derivative	欧阳瑞鐳	Inorg. Chem. Commun.	2016, 73: 138-141
13	Improvement in the Anticancer Activity of 6-Mercaptopurine via Combination with Bismuth (III)	欧阳瑞鐳	Chem. Pharm. Bull.	(2016, 64(11)) In press
14	Binary system for microRNA-targeted imaging in single cells and photothermal cancer therapy	钱若灿	Analytical Chemistry	2016,88(17), 8640-8647
15	An electrochemical non-enzymatic immunosensor for ultrasensitive detection of microcystin-LR using carbon nanofibers as the matrix	张静	SENSORS AND ACTUATORS B-CHEMICAL	2016, 233:624-632
16	Sensitive Electrochemical Determination of Rhodamine B Based on a Silica-Pillared Zirconium Phosphate/Nafion Composite Modified Glassy Carbon Electrode	张静	JOURNAL OF AOAC INTERNATIONAL	2016, 99: 760-765.
17	Electrochemical Sensing of Bisphenol A by a Didodecyldimethylammonium Bromide-Modified Expanded Graphite Paste Electrode	张静	JOURNAL OF AOAC INTERNATIONAL	2016, 99:1066-1072
18	Electrochemical Determination of Glucose Using a Platinum-Palladium Nanoparticle Carbon Nanofiber Glassy Carbon Electrode	张静	Analytical Letters	2016,49:2741-2754

19	The natural product 4,10-aromadendranediol induces neuritogenesis in neuronal cells in vitro through activation of the ERK pathway.	庞涛	Acta Pharmacol. Sin.	2016 Nov 14. doi: 10.1038/aps.2016.115 . [Epub ahead of print]
20	Carbon Nitride Nanosheet-Supported Porphyrin: A New Biomimetic Catalyst for Highly Efficient Bioanalysis	邓盛元	ACS Applied Materials and Interfaces	2015, 7, 543-552
21	A simple strategy based on upconversion nanoparticles for a fluorescent resonant energy transfer biosensor	丁玉洁	J. Mater. Chem. B	2015, 3, 458-464
22	Facile one-pot and rapid synthesis of surfactant-free Au-reduced graphene oxide nanocomposite for trace arsenic (III) detection	孔粉英	Electrochimica Acta	2015, 157, 183-190
23	Non-enzymatic hydrogen peroxide biosensor based on rose-shaped FeMoO <sub>4</sub> nanostructures produced by convenient microwave-hydrothermal method	刘红英	Materials Research Bulletin	2015, 64, 375-379
24	Spectral imaging superlocalization microscopy for quantum dots	盖宏伟	Sensors and Actuators: B. Chemical	2015, 207, 308-312
25	Counting quantum dot aggregates for the detection of biotinylated proteins	盖宏伟	Chemical Communications	2015, 51, 2353-2356
26	Ratiometric Electrochemical Sensor for Effective and Reliable Detection of Ascorbic Acid in Living Brains	程翰俊	Analytical Chemistry	2015, 87, 8889-8895
27	A new label-free strategy for highly efficient chemiluminescence immunoassay	杨占军	Chem. Commun.	2015, 51, 14443-14446
28	Electrochemical impedance immunosensor for sub-picogram level detection of bovine interferon gamma based on cylinder-shaped TiO <sub>2</sub> nanorods,	杨占军	Biosens. Bioelectron.	2015, 63, 190-195
29	Impedance immunosensor for bovine interleukin-4 using an electrode modified with reduced graphene oxide and chitosan	杨占军	Microchim. Acta	2015, 182, 369-376
30	Versatile Microfluidic Platform for the Assessment of Sialic Acid Expression on Cancer Cells using Quantum Dots with Phenylboronic Acid Tags	曹俊涛	ACS Applied Materials & Interfaces	2015, 7 (27) :14878-14884
31	Petal-like CdS nanospheres-based electrochemiluminescence aptasensor for detection of IgE with gold nanoparticles amplification	曹俊涛	Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy	2015, 151, 274-279
32	Target catalyzed hairpin assembly for constructing a ratiometric electrochemical aptasensor	高丰雷	Biosensors Bioelectronics	2015, 71, 158-163
33	A novel label-free and enzyme-free electrochemical aptasensor based on DNA in situ metallization	高丰雷	Biosensors Bioelectronics	2015, 74, 483-490
34	Molecular beacon mediated circular strand displacement strategy for constructing a ratiometric electrochemical deoxyribonucleic acid sensor	高丰雷	Analytica Chimica Acta	2015, 883, 67-73
35	Research on novel nonenzymatic ECL sensor using Au-HS/SO <sub>3</sub> H-PMO(Et) nanocomposites for glucose detection	李小荣	Journal of Electroanalytical Chemistry	2015, 758, 93-99
36	Bandgap engineered and high monochromatic electrochemiluminescence from dual-stabilizers-capped CdSe nanocrystals with practical application potential	邹桂征	Biosensor & Bioelectronics	2014, 55, 203
37	A Monochromatic Electrochemiluminescence Sensing Strategy for Dopamine with Dual-stabilizers-capped CdSe Quantum Dots as Emitters	邹桂征	Anal. Chem.	2014, 86, 2784
38	A carbon nanotube/quantum dot based photoelectrochemical biosensing platform for the direct detection of microRNAs	屠闻文	Chem. Commun	2014, 50, 13315-13318,
39	Quantum dots sensitized titanium dioxide decorated reduced graphene oxide for visible light excited photoelectrochemical biosensing at a low potential	屠闻文	Biosens. Bioelectron.	2014, 54, 331-338.
40	Glutathione-functionalized Mn:ZnS/ZnO core/shell quantum dots as potential time-resolved FRET bioprobes	朱栋	RSC Adv.	2014, 4, 9372-9378

41	Poly (N-isopropylacrylamide)-co-(acrylic acid) microgel/Ag nanoparticle hybrids for the colorimetric sensing of H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	韩德满	Nanoscale	DOI: 10.1039/c4nr06093h
42	One-pot Green Synthesis of High Quantum Yield Oxygen-doped, Nitrogen-rich, Photoluminescent Polymer Carbon Nanoribbons as an Effective Fluorescent Sensing Platform for Sensitive and Selective Detection of Silver(I) and Mercury(II) Ions	丁收年	Anal. Chem.	2014,86 7436-7445
43	Off-on phosphorescence assay of heparin via gold nanoclusters modulated with protamine	丁收年	Biosens. Bioelectron.	2015,64 333-337
44	Label-Free Detection of Sulfide Ions Based on Fluorescence Quenching of Unmodified Core-Shell Au@Ag Nanoclusters	丁收年	RSC Adv.	2014,4 9825-9829
45	pH-responsive drug release from porous zinc sulfide nanospheres based on coordination bonding	朱 栋	RSC Adv.	2014,4, 33391
46	Unusual Fe(CN) <sub>6</sub> <sup>3-/4-</sup> Capture Induced by Synergic Effect of Electropolymeric Cationic Surfactant and Graphene: Characterization and Biosensing Application	邓盛元	ACS Applied Materials and Interfaces	2014, 6, 21161-21166
47	Chronopotentiometric Synthesis of Quantum Dots with Efficient Surface-Derived Near-Infrared Electrochemiluminescence for Ultrasensitive Microchip-Based Ion-Selective Sensing	邓盛元	RSC Advance	2014, 4, 29239-29248
48	Electrochemical Studies on the Interfacial Behaviors for the Eco-Friendly Magnetic Nanoparticles Based on Gamma-Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	邓盛元	Electrochimica Acta	2014, 138, 486-492
49	Mussel-inspired synthesis of polydopaminefunctionalized calcium carbonate as reusable adsorbents for heavy metal ions	李承勇	RSC Advances	2014, 4, 47848-47852
50	An upconversion nanocomposite for fluorescence resonance energy transfer based cholesterol-sensing in human serum	丁玉洁	Nanoscale	2014, 6, 14792-14798
51	Investigating the Photostability of Quantum Dots at the Single-Molecule Level	盖宏伟	Chemistry-An Asian Journal	2014, 9, 3542-3548

## 2.开放基金成果---专利

序号	专利名称	完成人	专利申请号
1	一种基于金纳米棒比色法检测多聚腺苷二磷酸核糖聚合酶-1的新方法。	卫 伟	201710669001.9
2	一种通过荧光法同时检测多种 miRNA 的方法。	卫 伟	2017100118740
3	基于 hemin-石墨烯复合材料分析检测 PARP 活性的方法	卫 伟	201710638454.5
4	基于聚苯胺沉积的定量检测多聚腺苷二磷酸核糖聚合酶-1 活性的方法，	卫 伟	201710729580.1,
5	一种用于治疗肿瘤的金属铋配合物及其制备方法和应用	欧阳瑞镯	201510348644.4
6	一种基于无酶免疫传感器检测微囊藻毒素-LR 的方法	张 静	
7	一种过氧化物模拟酶、制备及其应用	邓盛元等	201410241361.5
8	一种近红外发光量子点 DMPS-CdTe QDs 及其应用	邓盛元等	201410614261.2
9	一种检测印刷电极 ECL 信号的微流通池及其应用	邓盛元等	201410614813.X
10	磁性纳米复合材料 $\gamma$ -Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> -PDA-GA 的制备及应用	邓盛元等	201410001277.6
11	一种水溶性 CdSe 量子点的制备方法	邹桂征	ZL 2012 1 0275877.2
12	一种水溶性 ZnSe 量子点的制备方法	邹桂征	ZL2012 1 0581125.9
13	一种近红外的电致化学发光免疫检测方法	邹桂征	20121026228.5
14	功能化多孔硫化锌纳米微球固相萃取柱及其制备方法	朱 栋	201410314197.6

## 3.开放基金成果---获奖和申请基金



序号	参与人	项目	奖项/基金	授予年份
1	邹桂征	电致化学发光光谱采集系统及相关仪器技术开发	国家自然科学基金国家重大科研仪器研制项目/21427808	2014
2	屠闻文	基于半导体纳米复合物的光电化学传感	第十二届全国化学传感器学术会议组委会授予优秀口头报告奖	2014
3	尹争志	2014年度“浙江省化学会创新奖”	二等奖	2014
4	邓盛元	《基于纳米静电纺丝的海洋放射性核素综合利用技术》	“南京理工大学自主科研专项计划项目”重大研究计划之“新方向”培育项目(项目编号: 30920140112009)	2014
5	赖国松	湖北省楚天学者计划“楚天学子”	人才计划	2014
6	赖国松	纳米核酸适体电化学芯片用于抗生素药物残留快速灵敏检测	湖北省自然科学基金	2014
7	李承勇	基于纳米通道中分子、离子传输特性的MicroRNA 传感器研究	国家自然科学基金青年基金	2014
8	丁玉洁等	国家自然科学基金青年基金项目	基金 21405001	2014
9	丁玉洁等	安徽省自然科学面上项目	基金 1508085MB27	2014