

## 项目公示信息

一、项目名称：生物标示物传感分析新原理新方法的研究

二、主要完成人情况（姓名、排名、行政职务、技术职称、工作单位、完成单位、对本项目主要学术和技术创造性贡献）

姓名	排名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	主要贡献
漆红兰	1	无	教授	陕西师范大学	陕西师范大学	项目总体设计，主要负责创建了基于通用型探针和磷酸化作用同时检测多种恶性肿瘤相关蛋白激酶活性的电化学发光传感分析新方法，是创新点 1, 2 和 3 的主要完成人和贡献者，以第一或通讯作者发表论文 13 篇。
张成孝	2	无	教授	陕西师范大学	陕西师范大学	项目总体设计，主要负责创建了基于生物切割作用检测前列腺癌的生物传感分析新方法和提出了纳米信号增强策略，是创新点 2 和 4 的主要完成人和贡献者，以通讯作者发表论文 7 篇。
高强	3	无	教授	陕西师范大学	陕西师范大学	部分项目总体设计，主要负责创建了基于电聚合多巴胺与共价键合 DNA 界面构筑新方法检测癌症基因的电化学分析新方法和基于电化学聚合与静电吸附的层层自组装方法检测代谢性疾病标示物的电化学分析新方法，是创新点 3 的主要完成人和贡献者，以第一或通讯作者发表论文 3 篇。
张睿	4	无	无	无	陕西师范大学	主要负责基于电化学重氮盐法和电化学点击反应的双电化学共价键合固定化方法检测自身免疫性疾病标示物的电化学分析新方法，是创新点 3 的主要贡献者，是 1 篇代表性论文的通讯作者。

李延	5	无	教授	西北 大学	陕西师 范大学	主要负责开展了纳米信号增强策略的实验和数据处理工作,是创新点4的主要贡献者,是1篇代表性论文的第一作者。
李哲建	6	无	副教授	商洛 学院	陕西师 范大学	完成了基于纳米信号增强策略检测出血性疾病生物标示物-凝血酶的电化学发光分析新方法的实验工作,是创新点4的主要贡献者,是1篇代表性论文的第一作者。
赵灵芝	7	无	副教授	西安 医学院	陕西师 范大学	完成了基于糖簇效应同时检测原发性肝癌生物标示物不同糖链的电化学糖生物传感分析新方法的实验工作,是创新点2的主要贡献者,是1篇代表性论文的第一作者。
张永花	8	无	讲师	洛阳师 范学院	陕西师 范大学	完成了基于电聚合多巴胺与共价键合DNA界面构筑新方法检测癌症基因的电化学分析新方法的实验工作,是创新点3的主要贡献者,是1篇代表性论文的第一作者。
张静	9	无	助理 工程师	西北化 工研究 院	陕西师 范大学	完成了基于生物切割作用检测前列腺癌生物标示物的生物传感分析新方法的实验工作,是创新点2的主要贡献者,是1篇代表性论文的第一作者。

### 三、完成人合作关系说明

1. 漆红兰/1、张成孝/2、高强/3 合作发表论文 1-6, 8-9, 12, 14, 16-20。
2. 漆红兰/1、张成孝/2 合作发表论文 13。
3. 漆红兰/1、张睿/4 合作发表论文 7。
4. 漆红兰/1、张成孝/2、高强/3、李延/5 合作发表论文 3。
5. 漆红兰/1、张成孝/2、高强/3、李哲建/6 合作发表论文 18。
6. 漆红兰/1、张成孝/2、高强/3、赵灵芝/7 合作发表论文 4。
7. 漆红兰/1、张成孝/2、高强/3、张永花/8 合作发表论文 5。
8. 漆红兰/1、张成孝/2、高强/3、张静/9 合作发表论文 1。
9. 漆红兰/1、张成孝/2、高强/3、张睿/4、李延/5、李哲建/6、赵灵芝/7、张永

花/8、张静/9 合作共同获得陕西省高等学校科学技术奖一等奖。

#### 四、主要完成单位排序及贡献

陕西师范大学

作为本项目的依托单位，陕西师范大学为项目的顺利完成并取得优异成绩做出了重要贡献，表现为：1) 组织并完成了项目策划和实施工作；2) 为项目的顺利实施提供了人力资源与优质的工作环境与场所；3) 提供了本项目所需的设备、能源、图书资料和数据库等资源，极大地促进了该成果的顺利完成。

#### 五、完成单位合作关系说明

无

#### 六、项目简介

本研究项目属于分析化学和生命科学等多学科交叉领域的应用基础研究类项目。在五个国家自然科学基金项目（20775046、20805028、20805029、20975065 和 21275095）的资助下，项目组经过 8 年系统深入的研究，以建立生物标示物传感分析新原理新方法为目的，以重大疾病（恶性肿瘤、自身免疫性疾病和出血性疾病等）的特定生物标示物为目标分析物，利用新型分子识别物质（寡肽、凝集素、缺位 DNA 等），合成了一系列新型电化学发光和电化学探针，创建了一系列信号增强新策略和新方法，建立了一系列高灵敏度高选择性快速检测特定生物标示物（前列腺癌—前列腺特异性抗原、肝癌—甲胎蛋白、艾滋病 HIV 基因、恶性肿瘤相关蛋白—蛋白激酶和癌胚抗原、出血性疾病-凝血酶、心血管疾病-肌钙蛋白等）的电化学发光和电化学生物传感新原理和新方法；在生物传感的分子识别机理、信号增强策略和识别物质固定化方法等方面有多项原始性创新。该研究成果为重大疾病筛查、早期诊断和治疗评价提供了新器件和新方法，对生物传感分析和精准医学分析具有重要的科学意义和应用价值。

该成果 20 篇代表作中，化学类 SCI 顶级 (Top of Chemistry) 期刊论文 4 篇，工程类 SCI 顶级 (Top of Engineering) 期刊论文 4 篇，包括 Analytical Chemistry (2 篇)、Biosensors and Bioelectronics (1 篇)、Sensors and Actuators B (3 篇) 和 Analytica Chimica Acta (2 篇) 等分析化学极具国际影响力的 SCI 主流期刊，除 1 篇中国化学外，均在 SCI 源刊二区以上。该成果论文发表后得到国内外同行

专家的高度评价和广泛引用，截止 2018 年 3 月 23 日，在 SCIE 库上检索他人引用次数为 245 次，单篇论文记录的他人引用次数最多为 38 次。

## 七、主要论文专著目录和主要知识产权证明目录（见列表）

## 八、客观评价

本研究成果以近年来新发展的寡肽、凝集素、缺位DNA等为新型分子识别物质，成功合成了十余种生物信号探针，创新性建立了多种分子识别物质或生物探针的固定化方法，建立了一系列高灵敏度、高选择性检测特定生物标示物（前列腺癌—前列腺特异性抗原、肝癌—甲胎蛋白、艾滋病HIV基因、恶性肿瘤相关蛋白—蛋白激酶和癌胚抗原、出血性疾病-凝血酶、心血管疾病-肌钙蛋白等）生物传感分析新原理和新方法；在通用型探针、新型分子识别物质、信号增强、传感界面构筑和多目标物同时检测等方面有多项原始性创新。该研究成果为重大疾病筛查、早期诊断和治疗评价提供了新器件和新方法，对生物传感分析和精准医学分析具有重要的科学意义和应用价值。

该成果论文发表后，得到国内外同行专家的高度评价和广泛引用。截止2018年3月23日，在SCIE库上检索他人引用次数为245次，单篇论文记录的他人引用次数最多为38次；引用论文的国外学术刊物有：Chemical Reviews、Analytical Chemistry、Biosensors and Bioelectronics、ACS Applied Materials & Interfaces、Chemical Communications、Nano Today、ACS Catalysis、ACS Nano、Electrochimica Acta等30余种SCI源期刊。例如，大连理工大学孙世国等人在其发表于Chem. Commun. (2017, 53, 9042-9054) 的综述“Recent trends in electrochemiluminescence aptasensors and their applications”中积极评价了我们的设计思想，指出：“碳纳米管（CNTs）作为载体负载钉联吡啶络合物和抗凝血酶适配体作为信号探针，固定化适体捕获凝血酶后，负载钉联吡啶和凝血酶适配体的碳纳米管信号探针结合，将其固定于电极表面。由于碳纳米管可负载大量的探针分子，该方法可极大地放大信号和降低检出限。”日本National Institute for Materials Science (NIMS)的Gauthier Rydzek 教授等人在发表于Nano Today (2015, 10, 138-167)上题为“Electrochemical nanoarchitectonics and layer-by-layer assembly: From basics to future”综述中，引用并积极评价了我们的研究方法：“最近，漆等利用电化学点击化学方法发展了一种单层膜固定化新方法。首先利用电

化学重氮盐法将叠氮苯修饰在玻碳电极表面，构筑一层理想的固定化炔基IgG的电化学传感界面。该传感界面对IgG抗体的响应可达 $3 \times 10^{-11}$  g/mL。这一理想的基于电化学重氮盐法和电化学点击反应的双电化学共价键合固定化方法为构筑新型电化学免疫传感器提供了一种有效的模式。”长春应用化学所第三世界院士董绍俊院士等人在其发表于Analytical Chemistry (2017, 89, 189-215)题为“Nucleic acid biosensors: Recent advances and perspectives”的综述的完整篇幅介绍了我们的设计思想，并给予充分的肯定和积极的评价：“李等人报告了一种高灵敏的电化学发光适配体传感器，通过引入辅助探针来检测蛋白质，从而提高灵敏度。在金电极表面自组装一种硫醇盐捕获探针，与钯标探针和电极辅助修饰探针杂交。捕获探针的一部分与分析凝血酶适配体非杂交的部分结合在一起，从而与相邻的辅助探针杂交，这在很大程度上缩短了钯标记物与电极表面之间的距离，从而显著提高了电化学发光强度，凝血酶检出限可达到2.0 fM。”

通过项目的完成，培养了1名博士后，1名博士研究生和10余名硕士研究生，项目完成人漆红兰和高强，已晋升为教授。成果第一完成人漆红兰教授2015年获得国家自然科学基金优秀青年基金项目，2013年被评为陕西省科技新星，2016年获得陕西省化学学会优秀青年奖。成果第五完成人李延2012年被评为陕西省科技新星。在本成果中，在以寡肽、凝集素等为新型分子识别物的电化学发光生物传感分析方法学研究方面（2篇美国分析化学，1篇生物传感器和生物电子），处于国际领先水平；这些研究得到董绍俊院士和A. J. Bard教授的高度评价。在传感界面构筑的固定化方法研究方面，提出的双电化学共价键合固定化、蛋白介导定向固定化等策略，处于国际领先水平。本成果与当前国内外同类学科技术研究现状与水平比较，处于国际领先水平。

九、知情同意证明（单独提供扫描件）

**申报2018年度陕西省科学技术奖励**

**知情同意证明**

陕西省科技厅：

陕西师范大学漆红兰老师主持申报的项目《生物标示物传感分析新原理新方法的研究》，拟申报2018年度陕西省科学技术奖，报奖成果20篇代表性论文中，其中有2篇本人为第一作者，本人同意不作为本次申报奖励的主要完成人，没有异议。

特此证明。

附：（本人为第一作者的论文）

Xia Liu(刘霞), Manman Dong(董曼曼), Honglan Qi\*(漆红兰), Qiang Gao(高强), Chengxiao Zhang(张成孝), Electrogenerated chemiluminescence bioassay of two protein kinases incorporating peptide phosphorylation and versatile probe, Analytical Chemistry, 2016, 88, 8720-8727.

Xia Liu(刘霞), Huiwen Liu(刘惠文), Min Li(李敏), Honglan Qi(漆红兰),\* Qiang Gao(高强), Chengxiao Zhang(张成孝), Highly sensitive electrochemiluminescence assay for cardiac troponini and adenosine triphosphate by using supersandwich amplification and bifunctional aptamer, ChemElectroChem 2017, 4, 1708-1713.

签名：刘霞

2018年2月19日

# 申报2018年度陕西省科学技术奖励

## 知情同意证明

陕西省科技厅：

陕西师范大学漆红兰老师主持申报的项目《生物标示物传感分析新原理新方法的研究》，拟申报2018年度陕西省科学技术奖，报奖成果20篇代表性论文中，其中有1篇本人为第一作者，本人同意不作为本次申报奖励的主要完成人，没有异议。

特此证明。

附：（本人为第一作者的论文）

Yunxiang Wang(王云香), Cuiping Wang(王翠萍), Hongyan Bo(薄红艳), Qiang Gao\*(高强), Honglan Qi(漆红兰), Chengxiao Zhang(张成孝), Specific recognition of a single guanine bulge in dsDNA using a surface plasmon resonance sensor with immobilized 2-(2-aminoacetyl)amino-5,6,7-trimethyl-1,8-naphthyridine, Sensors and Actuators B: Chemical, 2013, 177, 800-806.

签名：王云香

2018年3月19日

# 申报2018年度陕西省科学技术奖励

## 知情同意证明

陕西省科技厅：

陕西师范大学漆红兰老师主持申报的项目《生物标示物传感分析新原理新方法的研究》，拟申报2018年度陕西省科学技术奖，报奖成果20篇代表性论文中，其中有2篇本人为第一作者，本人同意不作为本次申报奖励的主要完成人，没有异议。

特此证明。

附：（本人为第一作者的论文）

Manman Dong(董曼曼), Xia Liu(刘霞), Qian Dang(党倩), Honglan Qi\*(漆红兰), Yin Huang(黄银), Qiang Gao(高强), Chengxiao Zhang\*(张成孝), Sensitive and versatile electrogenerated chemiluminescence biosensing platform for protein kinase based on Ru(bpy)<sub>3</sub><sup>2+</sup> functionalized gold nanoparticles mediated signal transduction, Analytica Chimica Acta, 2016, 906, 72-79.

Manman Dong(董曼曼), Honglan Qi\*(漆红兰), Shengen Ding(丁胜根), Min Li(李敏), Electrochemical determination of trypsin using a heptapeptide substrate self-assembled on a gold electrode, Microchimica Acta, 2015, 182, 43-49.

签名：董曼曼

2018年3月19日



# 申报2018年度陕西省科学技术奖励

## 知情同意证明

陕西省科技厅：

陕西师范大学漆红兰老师主持申报的项目《生物标示物传感分析新原理新方法的研究》，拟申报2018年度陕西省科学技术奖，报奖成果20篇代表性论文中，其中有1篇本人为第一作者，本人同意不作为本次申报奖励的主要完成人，没有异议。

特此证明。

附：（本人为第一作者的论文）

Sanpeng Ruan (阮三鹏), Zhejian Li(李哲建), Honglan Qi(漆红兰), Qiang Gao(高强), Chengxiao Zhang\* (张成孝), Label-free supersandwich electrogenerated chemiluminescence biosensor for the determination of the HIV gene, Microchimica Acta, 2014, 181, 1293-1300.

签名：阮三鹏

2018年3月19日

# 申报2018年度陕西省科学技术奖励

## 知情同意证明

陕西省科技厅：

陕西师范大学漆红兰老师主持申报的项目《生物标示物传感分析新原理新方法的研究》，拟申报2018年度陕西省科学技术奖，报奖成果20篇代表性论文中，其中有1篇本人为第一作者，本人同意不作为本次申报奖励的主要完成人，没有异议。

特此证明。

附：（本人为第一作者的论文）

Man Li(李嫏), Hongfang Gao(高红方), Xiaofei Wang(王晓飞), Yufeng Wang(王玉芬), Honglan Qi(漆红兰), Chengxiao Zhang(张成孝),  
A fluorine-doped tin oxide electrode modified with gold nanoparticles for electrochemiluminescent determination of hydrogen peroxide released by living cells, *Microchimica Acta*, 2017, 184, 603-610.

签名：

李嫏

2018年3月19日

# 申报2018年度陕西省科学技术奖励

## 知情同意证明

陕西省科技厅：

陕西师范大学漆红兰老师主持申报的项目《生物标示物传感分析新原理新方法的研究》，拟申报2018年度陕西省科学技术奖，报奖成果20篇代表性论文中，其中有1篇本人为第一作者，本人同意不作为本次申报奖励的主要完成人，没有异议。

特此证明。

附：（本人为第一作者的论文）

Haiying Yang(杨海英), Zhejian Li(李哲建), Xiaomin Wei(韦晓敏), Ru Huang(黄茹), Honglan Qi\*(漆红兰), Qiang Gao(高强), Chengxiao Zhang\*(张成孝), Chenzhong Li(李晨钟), Detection and discrimination of alpha-fetoprotein with a label-free electrochemical impedance spectroscopy biosensor array based on lectin functionalized carbon nanotubes, Talanta, 2013, 111, 62-68.

签名：杨海英

2018年3月19日

# 申报2018年度陕西省科学技术奖励

## 知情同意证明

陕西省科技厅：

陕西师范大学漆红兰老师主持申报的项目《生物标示物传感分析新原理新方法的研究》，拟申报2018年度陕西省科学技术奖，报奖成果20篇代表性论文中，其中有1篇本人为第一作者，本人同意不作为本次申报奖励的主要完成人，没有异议。

特此证明。

附：（本人为第一作者的论文）

Fen Ma(马芬), Lijuan Jia(贾丽娟), Yu Zhang(张瑜), Bo Sun(孙波), Honglan Qi(漆红兰), Qiang Gao(高强), Chengxiao Zhang\*(张成孝),  
Electrogenerated chemiluminescence aptasensor for thrombin incorporating poly (pyrrole-co-pyrrolepropylic acid) nanoparticles loaded with aptamer and ruthenium complex, Science China Chemistry, 2011, 54, 1357-1364.

签名：马芬

2018年3月19日

## 十、科学意义和价值（基础研究类项目）

本研究项目属于分析化学和生命科学等多学科交叉领域的应用基础研究类项目。本研究成果研究了以近年来新发展的寡肽、凝集素、缺位DNA等为新型分子识别物质，成功合成了十余种生物信号探针，创新性建立了多种分子识别物质或生物探针的固定化方法，建立了一系列高灵敏度、高选择性检测特定生物标示物（前列腺癌—前列腺特异性抗原、肝癌—甲胎蛋白、艾滋病HIV基因、恶性肿瘤相关蛋白—蛋白激酶和癌胚抗原、出血性疾病—凝血酶、心血管疾病—肌钙蛋白等）生物传感分析新原理和新方法；在通用型探针、新型分子识别物质、信号增强、传感界面构筑和多目标物同时检测等方面有多项原始性创新。该研究成果为重大疾病筛查、早期诊断和治疗评价提供了新器件和新方法，对生物传感分析和精准医学分析具有重要的科学意义和应用价值。本研究成果的主要学术创新点如下：

- (1) **在通用型信号探针设计研究方面**，创建了钌联吡啶衍生物标记蛋白 A 的抗体通用型电化学发光探针和钌联吡啶衍生物负载金纳米粒子的巯基通用型电化学发光探针新策略，并建立了基于通用型探针和磷酸化作用同时检测多种恶性肿瘤相关蛋白激酶活性的电化学发光传感分析新方法（代表作 2, 8）。方法通用性强，解决了多组分检测常用多个信号探针的问题，使用多个目标物质只需要一种信号探针，极大降低了检测成本。
- (2) **在生物传感模式研究方面**，以寡肽（代表作 1, 11, 17）、凝集素(代表作 4, 16)、缺位 DNA（代表作 6）等为分子识别物质，创建了基于可被生物切割的新型电化学发光探针和基于糖簇效应增加探针亲合型新策略，建立了检测前列腺癌、胰腺癌、原发性肝癌等恶性肿瘤生物标示物的电化学和光学传感分析新方法，极大地提高了方法的选择性和灵敏度，拓展了生物分析应用范围。
- (3) **在传感界面构筑方法研究方面**，创建了电聚合与共价键合固定化、电化学重氮盐和电化学点击反应的双电化学共价键合固定化、蛋白介导定向固定化、电化学聚合与静电吸附层层自组装固定化的构筑新策略，建立了检测恶性肿瘤（代表作 5）、自身免疫性疾病（代表作 7, 10）和代谢性疾病生物标示物（代表作 9）的电化学分析新方法，极大提高了传感器的稳定性和再生能力，避免了电极之间的交叉干扰。
- (4) **在信号增强策略研究方面**，创建了基于纳米信号增强和超夹心信号增强新策略，建立了检测出血性疾病生物标示物-凝血酶（代表作 3, 18, 20），艾滋

病 HIV 基因（代表作 12）、自身免疫性疾病（代表作 14）、心血管疾病-肌钙蛋白（代表作 19）的发光分析新方法，大大提高了方法的灵敏度。

### 主要论文专著目录（限 20 条）

序号	论文专著名称	刊名	作者	我校是否第一单位	影响因子	年卷页码 (xx 年 xx 卷 xx 页)	发表时间	通讯作者	第一作者	国内作者	SCI 他引次数	他引总次数	知识产权是否归国内所有
1	Electrogenerated chemiluminescence bioanalytic system based on biocleavage of probes and homogeneous detection	<i>Analytical Chemistry</i>	Jing Zhang, Honglan Qi*, Zhejian Li, Ni Zhang, Qiang Gao, Chengxiao Zhang*	是	6.320	2015, 87, 6510-6515.	2015. 6.1	漆红兰, 张成孝	张静	张静, 漆红兰, 李哲建, 张妮, 高强, 张成孝	5	5	是
2	Electrogenerated chemiluminescence bioassay of two protein kinases incorporating peptide phosphorylation and versatile probe	<i>Analytical Chemistry</i>	Xia Liu, Manman Dong, Honglan Qi*, Qiang Gao, Chengxiao Zhang	是	6.320	2016, 88, 8720-8727.	2016. 8.12	漆红兰	刘霞	刘霞, 董曼曼, 漆红兰, 高强, 张成孝	1	1	是
3	Nanomaterial-amplified “signal off/on” electrogenerated chemiluminescence aptasensors for the detection of thrombin	<i>Biosensors and Bioelectronics</i>	Yan Li, Honglan Qi, Qiang Gao, Jia Yang, Chengxiao Zhang*	是	7.780	2010, 26, 754-759.	2010. 6.25	张成孝	李延	李延, 漆红兰, 高强, 杨佳, 张成孝	38	38	是

4	Electrochemical lectin-based biosensor array for detection and discrimination of carcinoembryonic antigen using dual amplification of gold nanoparticles and horseradish peroxidase	<i>Sensors and Actuators B</i>	Lingzhi Zhao, Congcong Li, Honglan Qi*, Qiang Gao, Chengxiao Zhang	是	5.401	<b>2016</b> , 235,575-582.	2016. 5.26	漆红兰	赵灵芝	赵灵芝, 李丛丛, 漆红兰, 高强, 张成孝	11	11	是
5	Signal amplification detection of DNA using a sensor fabricated by one-step covalent immobilization of amino-terminated probe DNA onto the polydopamine-modified screen-printed carbon	<i>Sensors and Actuators B</i>	Yonghua Zhang, Xiaohui Geng, Junjie Ai, Qiang Gao*, Honglan Qi., Chengxiao Zhang	是	5.401	<b>2015</b> , 221, 1535-1541.	2015. 8.2	高强	张永花	张永花, 耿小惠, 艾俊杰, 高强, 漆红兰, 张成孝	10	10	是
6	Specific recognition of a single guanine bulge in dsDNA using a surface plasmon resonance sensor with immobilized 2-(2-aminoacetyl)amino-5,6,7-trimethyl-1,8-naphthyridine	<i>Sensors and Actuators B: Chemical</i>	Yunxiang Wang, Cuiping Wang, Hongyan Bo, Qiang Gao*, Honglan Qi, Chengxiao Zhang	是	5.401	<b>2013</b> , 177, 800-806.	2012. 11.10	高强	王云香	王云香, 王翠萍, 薄红艳, 高强, 漆红兰, 张成孝	2	2	是



7	Double electrochemical covalent coupling method based on click chemistry and diazonium chemistry for the fabrication of sensitive amperometric	<i>Analytica Chimica Acta</i>	Honglan Qi*, Min Li, Rui Zhang*, Manman Dong, Chen Ling,	是	4.950	2013, 792, 28-34.	2013. 6.28	漆红兰, 张睿	漆红兰	漆红兰, 李敏, 张睿, 董曼曼, 凌晨	10	10	是
8	Sensitive and versatile electrogenerated chemiluminescence biosensing platform for protein kinase based on Ru(bpy) <sub>3</sub> <sup>2+</sup> functionalized gold nanoparticles mediated signal transduction	<i>Analytica Chimica Acta</i>	Manman Dong, Xia Liu, Qian Dang, Honglan Qi*, Yin Huang, Qiang Gao, Chengxiao Zhang*	是	4.950	2016, 906, 72-79.	2015. 11.25	漆红兰, 张成孝	董曼曼	董曼曼, 刘霞, 党倩, 漆红兰, 黄银, 高强, 张成孝	3	3	是
9	Electro-oxidative polymerization of phenothiazine dyes into a multilayer-containing carbon nanotube on a glassy carbon electrode for the sensitive and low-potential detection of NADH	<i>Microchimica Acta</i>	Qiang Gao*, Meng Sun, Ping Peng, Honglan Qi, Chengxiao Zhang	是	4.580	2010, 168, 299-307.	2009. 10.4	高强	高强	高强, 孙萌, 彭苹, 漆红兰, 张成孝	31	31	是

10	Label-free electrochemical impedance spectroscopy biosensor for the determination of human immunoglobulin G	<i>Microchimica Acta</i>	Honglan Qi*, Chen Wang, Ning Cheng	是	4.580	<b>2010</b> , 170, 33-38.	2010. 5.17	漆红兰	漆红兰	漆红兰, 王琛, 程宁	26	26	是
11	Electrochemical determination of trypsin using a heptapeptide substrate self-assembled on a gold electrode	<i>Microchimica Acta</i>	Manman Dong, Honglan Qi*, Shengen Ding, Min Li	是	4.580	<b>2015</b> , 182, 43-49.	2014. 5.14	漆红兰	董曼曼	董曼曼, 漆红兰, 丁胜根, 李敏	11	11	是
12	Label-free supersandwich electrogenerated chemiluminescence biosensor for the determination of the HIV gene	<i>Microchimica Acta</i>	Sanpeng Ruan, Zhejian Li, Honglan Qi, Qiang Gao, Chengxiao Zhang*	是	4.580	<b>2014</b> , 181, 1293-1300.	<b>2014. 4.1</b>	张成孝	阮三鹏	阮三鹏, 李哲建, 漆红兰, 高强, 张成孝	7	7	是
13	A fluorine-doped tin oxide electrode modified with gold nanoparticles for electrochemiluminescence determination of hydrogen peroxide released by living cells	<i>Microchimica Acta</i>	Man Li, Hongfang Gao, Xiaofei Wang, Yufeng Wang, Honglan Qi, Chengxiao Zhang	是	4.580	<b>2017</b> , 184, 603-610.	2016. 12.6	漆红兰	李嫚	李嫚, 高红方, 王晓飞, 王玉芬, 漆红兰, 张成孝	4	4	是

14	Sensitive competitive flow injection chemiluminescence immunoassay for IgG using gold nanoparticle as label	<i>Spectrochimica Acta Part A</i>	Honglan Qi*, Li Shangguan, Lin Liang, Chen Ling, Qiang Gao, Chengxiao Zhang	是	2.536	2011, 82, 498- 503.	2011. 5.26	漆红兰	漆红兰	漆红兰, 上官莉, 梁琳, 凌晨, 高强, 张成孝	14	14	是
15	Electrogenerated chemiluminescence method for the determination of riboflavin at an ionic liquid modified gold electrode	<i>Spectrochimica Acta Part A</i>	Honglan Qi*, Zongze Cao, Lina Hou	是	2.536	2011, 78, 211-215.	2010. 9.29	漆红兰	漆红兰	漆红兰, 曹宗泽, 侯丽娜	9	9	是
16	Detection and discrimination of alpha-fetoprotein with a label-free electrochemical impedance spectroscopy biosensor array based on lectin functionalized carbon nanotubes	<i>Talanta</i>	Haiying Yang, Zhejian Li, Xiaomin Wei, Ru Huang, Honglan Qi*, Qiang Gao, Chengxiao Zhang*, Chenzhong Li	是	4.162	2013, 111, 62-68.	2013. 1.30	漆红兰, 张成孝,	杨海英	杨海英, 李哲建, 韦晓敏, 黄茹, 漆红兰, 高强, 张成孝, 李晨钟	31	31	是

17	Reagent-less electrogenerated chemiluminescence peptide-based biosensor for the determination of prostate-specific antigen	<i>Talanta</i>	Honglan Qi*, Chen Wang, Xiaoying Qiu, Qiang Gao, Chengxiao Zhang	是	4.162	<b>2012</b> ,100, 162-167.	2012. 8.27	漆红兰	漆红兰	漆红兰, 王琛, 邱晓英, 高强, 张成孝	20	20	是
18	Electrogenerated chemiluminescence aptasensor for ultrasensitive detection of thrombin incorporating an auxiliary probe	<i>Talanta</i>	Zhejian Li, Lijuan Sun, Ying Zhao, Libin Yang, Honglan Qi, Qiang Gao, Chengxiao Zhang*	是	4.162	<b>2014</b> ,130, 370-376.	2014. 6.10	张成孝	李哲建	李哲建, 孙丽娟, 赵莹, 杨丽斌, 漆红兰, 高强, 张成孝	6	6	是

19	Highly sensitive electrochemiluminescence assay for cardiac troponin i and adenosine triphosphate by using supersandwich amplification and bifunctional aptamer	<i>ChemElectro Chem</i>	Xia Liu, Huiwen Liu, Min Li, Honglan Qi,* Qiang Gao, Chengxiao Zhang	是	4.136	2017, 4, 1708-1713	2018. 1.20	漆红兰	刘霞	刘霞, 刘惠文, 李敏, 漆红兰, 高强, 张成孝	0	0	是
20	Electrogenerated chemiluminescence aptasensor for thrombin incorporating poly (pyrrole-co-pyrrolepropylyc acid) nanoparticles loaded with aptamer and ruthenium complex	<i>Science China Chemistry</i>	Fen Ma, Lijuan Jia, Yu Zhang, Bo Sun, Honglan Qi, Qiang Gao, Chengxiao Zhang*	是	4.132	2011, 54, 1357-1364	2011. 4.15	张成孝	马芬	马芬, 贾丽娟, 张瑜, 孙波, 漆红兰, 高强, 张成孝	6	6	是
合 计											245	245	
补充说明													