**项目名称：**基于电化学与分子发光技术的化学与生物传感界面的构建及应用

**推荐奖种：**国家自然奖直报类

**主要完成单位：**福州大学、国家海洋局第一海洋研究所

**主要完成人：**陈国南、杨黄浩、池毓务、孙建军、林振宇

**代表性论文目录：**1、A Graphene Platform for Sensing Biomolecules《Angew. Chem. Int. Ed.》2、A flow- injection analysis system equipped with a newly designed electrochemiluminescent detector and its application for detection of 2-thiouraci《Anal. Chem.》3、An electrochemiluminescent biosensor for hypoxanthine based on the electrically-heated carbon paste electrode modified with xanthine oxidase《Anal. Chem.》4、Electrochemiluminescence of Water-Soluble Carbon Nanocrystals Released Electrochemically from Graphite 《J. Am. Chem. Soc.》5、Oriented gold nanoparticle aggregation for colorimetric sensors with surprisingly high analytical figures of merit 《J. Am. Chem. Soc.》6、Magnetite-Containing Spherical Silica Nanoparticles for Biocatalysis and Bioseparations《Anal. Chem.》7、Surface Molecularly Imprinted Nanowires for Biochemical Recognition《J. Am. Chem. Soc》8、Template Synthesized Molecularly Imprinted Polymer Nanotube Membranes for Chemical Separations《J. Am. Chem. Soc.》

**项目简介：**

本项目属分析化学领域。分析化学已在食品安全、环境监测、重大疾病诊断等前沿领域发挥巨大的作用，但随着社会与科学的发展，分析样品正变得越来越复杂，在复杂样品体系中如何准确、灵敏、选择性地对目标物进行快速检测，是分析化学家面临的巨大挑战。化学与生物传感技术无疑是迎接这一挑战的有效方法之一。本项目围绕电化学与分子发光传感领域的重大科学问题开展深入系统的研究，提出了一系列原创性的研究思想与方法，并发展了具有自主知识产权的方法与技术，取得以下重要研究成果：

 1、在电化学/电致化学发光(ECL)基础理论及传感界面的构建方面开展了创新性研究：在国际上首先开拓了热控微电极ECL研究领域，构建了基于热控微电极的ECL传感界面，解决了ECL反应温度控制的难题，大大提高了ECL检测灵敏度，为发展新型热控酶生物ECL传感器开拓了新路，产品已经实现产业化；构建了电解和光电转换效率极高的新型毛细管电泳/流动注射ECL传感界面；构建了系列纳米及复合材料修饰电极的ECL生物传感界面，成功用于系列生物活性物质的检测。

 2、发现并构建了系列基于纳米生物探针的传感界面：

利用氧化石墨烯对DNA独特的吸附性能和对荧光探针的淬灭性能，建立了快速、高灵敏、高选择性检测DNA和蛋白质的新方法。成果发表在Angew. Chem.，被NPG Asia Materials 作为亮点报道，Nature Chem.、Chem.Soc.Rev.等权威评论大篇幅引用与评述了该成果。该文被国际权威刊物Science Watch连续两次评为2011年国际上被引用次数前十位的化学领域论文，还被列为Wiley化学类期刊(2009-2012)的中国作者优秀论文第一位，已被SCI他引972次。

从低廉的石墨中制备得到电致化学发光活性优良、无毒、生物兼容性好、高稳定性且容易衍生化的碳量子点，并在国际上首次报导了基于碳量子点的ECL研究成果，成果发表于JACS.，已经被他引328次。

采用非对称修饰贵金属纳米粒子进行定向组装，并利用核酸双链缩小组装体中粒子之间的间距，从而产生强烈的局域表面等离子共振耦合效应，从而构建了系列局域表面等离子共振（LSPR）可视化传感器，基于这种原理构建的传感器具有极高的灵敏度和稳定性，相关成果全文发表于J. AM. Chem. Soc.，被Chem. Rev.等权威刊物正面大篇幅引用与评论。

3、构建了系列基于分子印迹技术的仿生传感界面：创新性地提出了可控分子印迹技术，实现分子印迹纳米结构的可控合成；利用纳米模板实现了蛋白质的2D分子印迹，解决了蛋白质分子印迹存在的空间位阻问题。

 本项目8篇代表作被SCI他引2033次，单篇最高SCI他引972次，20篇主要论文发表在Angew. Chem.(2篇、JACS.（5篇）、Anal.Chem.(9篇)等国际权威刊物上，被SCI他引3606次，其中10篇为SCI高被引论文(归入其学术领域中最优秀的 1% 之列)，授权发明专利10项。项目阶段性成果获得福建省自然科学一等奖，培养长江学者特聘教授、国家杰青1人，入选国家青年千人计划1人，2人获得全国百篇优秀博士论文提名奖。

**主要完成人贡献：**

1. **陈国南**

 是本研究工作组织和实施的负责人和主要研究思想的提出者，是重要科学发现一的主要贡献人。是本成果所涉及科研课题国家自然科学基金重点项目(20775002)和面上项目（20175005、20575011）的负责人，在该研究工作中投入的工作量占本人工作总量的80%。作为代表作2、3、5和其他主要论文12、13、16、17、20的通讯作者，主持了这些论文的撰写，修改和定稿。作为代表作1和其他主要论文10、11、14、15的共同作者，参与了论文的选题，撰写，修改和定稿。作为本成果10项发明专利中6项专利的第一发明人，主持了发明的全部了工作。

1. **杨黄浩**

是本成果所涉及科研课题国家自然科学基金"分子印记纳米材料的合成及其仿生识别研究（20405004）的课题负责人，主持了重要科学发现点三的研究工作，对重要科学发现点二做出重要贡献。在本项目的研究工作中投入的工作量占本人总工作量的80%。是代表作1、6、7、8和其他重要论文9、10、18、19的通讯作者，主持了这些论文的撰写，修改和定稿，是专利10的第一发明人,主持完成了发明的全部工作。

1. **池毓务**

 是本成果所涉及科研课题国家自然科学基金"热控微电极电致化学发光"（20575011）的主要参与者，对重要科学发现点一、二的研究工作做出重要贡献，在本项目的研究工作中投入的工作量占本人工作总量的80%。是代表作2的第一作者，代表作4和主要论文11、13、14、15、20的通讯作者，主持或参与了这些论文的撰写，修改和定稿。作为本成果10项发明专利中的2项专利的第一发明者，主持了发明的全部工作。

1. **孙建军**

 是本成果所涉及科研课题国家自然科学基金"热控微电极电致化学发光"（20575011）和"新型电致化学发光核酸探针的研究"（20175005）的主要参与者，对重要科学发现点一的研究工作做出重要贡献，在本项目的研究工作中投入的工作量占本人工作总量的80%。是代表作3的共同作者，其他系列论文中的21篇论文的通讯作者，主持了这些论文的撰写，修改和定稿。

1. **林振宇**

 是本成果所涉及科研课题国家自然科学基金"热控微电极电致化学发光"（20575011）的主要参与者，对重要科学发现点一、二的研究工作做出重要贡献，在本项目的研究工作中投入的工作量占本人工作总量的80%。是代表作3的第一作者，其他系列论文中的24篇论文的第一作者或共同通讯作者，参与了这些论文的撰写，修改和定稿。

**项目名称：**遥感地表重要参数的指数和模型研究

**推荐奖种：**国家自然奖直报类

**主要完成单位：**福州大学、香港中文大学

**主要完成人：**徐涵秋、黄波、吴波、宋春桥

**代表性论文目录：**

1. Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery《International Journal of Remote Sensing》2、Modeling and analysis of lake water storage changes on the Tibetan Plateau using multi-mission satellite data《Remote Sensing of Environment》3、A new index for delineating built-up land features in satellite imagery《International Journal of Remote Sensing》4、Analysis of impervious surface and its impact on urban heat environment using the Normalized Difference Impervious Surface Index (NDISI)《Photogrammetric Engineering and Remote Sensing》5、利用改进的归一化差异水体指数(MNDWI)提取水体信息的研究《遥感学报》6、Remote sensing of the urban heat island and its changes in Xiamen City of SE China《Journal of Environmental Sciences》7、Spatiotemporal analysis of rural-urban land conversion《International Journal of Geographical Information Scienc》8、Spatial and spectral image fusion using sparse matrix factorization《IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing》

**项目简介：**

 全球范围内的土地利用变化已使地表在过去的100年里发生了显著的变化，并给全球的生态带来了负面影响。因此，我们开展了对地表重要参数获取及其时空变化的研究，研发了一批遥感地表参数的指数和模型，并得到国际同行的高度评价和应用。

 科学发现1：1)创建水体遥感指数MNDWI：水体信息的提取是遥感领域的一个难点，直到1996年才有McFeeters提出了NDWI水体指数。但是该指数无法准确提取污染水体和区分建筑用地信息。因此，我们创建了MNDWI指数，解决了McFeeters指数的问题。MNDWI指数已被著名的遥感软件ENVI采用，这是我国学者被国际遥感软件采用的极少数指数之一。2)建立高原湖泊的“面积-水位”关系模型，解决了缺少水文观测资料情况下估算湖泊水储量变化量的问题。科学发现2：1)针对建筑用地指数精度不高的问题，创建了IBI建筑指数。与传统的指数构建形式不同的是，我们提出的IBI摒弃了用原始多光谱波段构建指数的方法，在世界上第一次用复合指数的方式来构建指数，因此IBI具有更高的精度。这一指数构建的新形式现已为国际上所借鉴。2)针对常用的算法难以用于大面积不透水面信息的快速提取，创建了能够快速准确提取大面积不透水面信息的NDISI指数。NDISI指数的另一贡献就是使建筑不透水面能够和其它环境因子进行大样本量的定量分析，正是这种大样本量的分析使我们发现了建筑用地与地表温度呈指数函数关系, 而不是通常认为的线性关系。科学发现3：针对不同年份之间的热岛效应难以对比的问题，基于新的观点创建了城市热岛比例指数URI，实现了不同年份之间城市热岛效应的科学对比。现在URI已被国家环境保护标准采用作为衡量城市热环境的唯一指标。科学发现4：1)提出了土地利用变化监测与分析的系列模型，发现驱动城市土地利用变化的因子在时间与空间上普遍具有多样性与差异性的规律，因而发展了一种基于空间滤波的“连接数”技术来消除因子间的空间相关性；2)发展了面向复杂多样空间数据类型的管理与可视化分析模型，提出了对象属性随时间变化、随空间变化、随时、空二维变化的复杂时空数据模型。科学发现5：1)利用稀疏表达理论，在国际上率先研制出多源遥感影像一体化融合的理论与技术，能够从多源、多分辨率、多时相遥感数据中综合出可应用的时-空-谱-角高分辨率卫星影像；2)建立了多源遥感影像特征选择的通用框架与方法，解决了混合数据类型的多源遥感影像的特征提取与选择问题。

 项目的20篇论文被他引1767次，其中SCI他引520次。单篇最高SCI他引244次，并进入ESI高引论文前1%和IJORS杂志高引论文榜；1篇论文列《遥感学报》引用次数第1名，并入选中国百篇最具影响国内学术论文。 李德仁、方精云、潘德炉院士的团队、美国摄影遥感学会前主席Jensen、SEBAL模型创建者Bastiaanssen以及美国Townshend等著名遥感教授的团队都正面评价了研究成果。美国科学院院报PNAS、遥感顶级期刊RSE以及国际各大遥感、地理信息杂志全部都有引用。

**主要完成人贡献：**

**徐涵秋:**

 从2000年开始本项目的研究，并且是第一（1）、第二和第三项创新思想的提出者和四个创新遥感指数——MNDWI、IBI、NDISI、URI的发明人，是代表作论文1、3、4、5、6和主要论文13、16的第一作者和通讯作者，是本项目代表作中的ESI高引论文和“中国百篇最具影响国内学术论文”的贡献者。在项目的研究中，投入了大量的时间和精力，工作量占本人工作总量的80%。

**黄波:**

 是第4，5项创新思想的提出者；第1项创新中第二点高原湖泊遥感水储量创新思想的提出者与发明人；是第2、7、8篇代表作论文的通信作者；另外12篇重要论文中有7篇为第一作者或通信作者。在项目的研究中，工作量占本人工作总量的80%。

**吴波:**

 在项目的研究中投入了大量的工作。是第4项创新思想部分算法的提出者；第5项创新中第二点遥感特征表达的提出者与发明人；是第7篇代表作论文的共同作者，该论文的实现者，并完成该论文的全部实验工作；另外12篇重要重要论文中有4篇为第一作者。在项目的研究中，工作量占本人工作总量的70%。

**宋春桥：**

 是第1项创新中第二点高原湖泊遥感水储量创新思想的实现者与代表作论文2的第一作者；对项目的主要贡献在于运用多源遥感融合的主体思想开展青藏高原湖泊水文系统对气候变化与冰冻圈的响应研究，是相关项目的主要参与人，在项目的研究中，投入约60%的本人工作时间。

**项目名称：**环境激励下土木工程结构健康监测基础理论研究

**推荐奖种：**国家自然奖直报类

**主要完成单位：**合肥工业大学，中南大学，福州大学

**主要完成人：**任伟新、王佐才、颜王吉、贺文宇

**代表性论文目录：**

1. Experimental and analytical studies on dynamic characteristics of a large span cable-stayed bridge《ENGINEERING STRUCTURES》2、Use of continuous wavelet transmissibility for structural operational modal analysis《JOURNAL OF STRUCTURAL ENGINEERING, ASCE》3、A synchrosqueezed wavelet transform enhanced by extended analytical mode decomposition method for dynamic signal reconstruction《JOURNAL OF SOUND AND VIBRATION》4、Structural damage identification by using wavelet entropy/《ENGINEERING STRUCTURES》5、Structural damage identification using modal data. I: simulation verification/《JOURNAL OF STRUCTURAL ENGINEERING, ASCE》6、Structural damage identification using modaldata. II: test verification《 JOURNAL OF STRUCTURAL ENGINEERING, ASCE》7、Finite element model updating in structural dynamics by using the response surface method《ENGINEERING STRUCTURES》8、Trigonometric wavelet-based method for elastic thin plate analysis/《Applied Mathematical Modelling》

**项目简介：**

随着结构跨度越来越大，结构越来越柔，不仅要求精确严密的计算与施工技术，而且对结构建成后的安全运营提出了更高的要求。结构状态监测已成为工程结构安全性研究的重要理论需求。工程结构工作时的环境激励，如风、运营荷载、行人等，都是一种自然的激励方式。环境激励下对结构进行健康监测具有明显的优点，可以实现对结构的实时安全监测。然而，自然工作条件下动力响应测试数据，具有幅值小、随机性强和数据量巨大的特点，给结构健康监测带来很大的难度，成为了国际上研究的难点和热点。项目组十余年来针对环境激励下结构健康监测中若干没有得到很好解决的关键问题进行了深入研究，取得了一系列创新性成果：

1、环境激励下结构工作模态识别理论

提出了时域随机子空间识别的平均正则化的稳定图算法，建立了基于经验模式分解的随机子空间识别方法；提出了功率谱传递率和连续小波传递率的新概念，证明了函数极限的一个定理用于阐明新概念的特性，建立了非白噪声激励下结构模态参数识别方法；提出了在工作环境振动下的时变与非线性结构非平稳响应信号的分析方法，建立了基于解析模式分解的时频分析理论；详细研究了基于小波变换的时变和非线性结构的瞬时参数识别的时频方法，重点解决了基于动态规划的小波脊线提取和信号重构等关键技术问题；开发了MACES软件，实现了在工作环境下的结构模态参数的自动识别。【代表论文1,2,3】

2、环境激励下结构损伤识别理论

提出了基于结构工作模态参数的结构损伤部位和程度的识别新方法，定义了单元的损伤指数，建立了结构的损伤方程组：提出了基于矩阵奇异值分解的误差截断调整算法：SVD-R。该方法被香港理工大学S.S. Law 课题组4篇国际杂志论文直接应用，并称之为任方法。这部分工作以两篇系列文章发表在本专业著名刊物美国土木工程师协会的结构工程杂志上，目前已他引150余次，被所有结构健康监测或损伤识别的国际综述论文引用。另外，提出了小波包能量变化率指标和相应的损伤识别方法，建立了小波时间熵和相对小波熵指标。【代表论文4, 5,6】

3、环境激励下有限元模型修正理论

提出了环境振动下结构有限元模型修正的模态参数目标函数：模态柔度和模态应变能，采用代数算法推导了模态柔度灵敏度和模态应变能灵敏度的解析表达式。建立了基于模态柔度的有限元模型修正理论。提出了基于响应面的有限元模型修正理论和算法，解决了基于方差分析的修正参数选取、基于实验方法的参数取值、合适的响应面方程、基于回归分析的响应面建立、响应面模型精度检验和利用回归的响应面进行有限元模型修正。【代表论文7,8】

 项目统计的20篇核心论文的SCI他引次数为830余次。任伟新教授受邀担任本领域多个SCI期刊的副主编和编委，入选世界著名出版公司爱思唯尔近期发布的2014年中国高被引学者，在土木与结构工程领域中排名第三，2015年排名第四。任伟新教授作为大会主席主持了3次相关国际学术会议，应邀在十几个国家的30余所大学做专题报告，相关研究在所该领域具有很高的国际影响力。

**主要完成人贡献：**

**任伟新：**

 对重要科学发现一提出了基于稳定图的平均正则化稳定图算法；建立了基于经验模式分解的随机子空间识别方法；提出时变非线性参数识别理论与方法，解决了基于动态规划的小波脊线提取和信号重构；（代表性论文1）(2)对重要科学发现二提出了小波包能量变化率指标，该法通过损伤前后小波包能量变化率和数理统计方法进行损伤识别和定位；提出基于工作模态的损伤识别理论与方法：SVD－R方法；（代表性论文4－6）(3)对重要科学发现三提出了工作环境下基于灵敏度的结构有限元模型修正理论与方法；提出基于回归响应面的有限元模型修正理论与算法；（代表性论文7,8）(4)投入该项目工作量占本人工作量的70%。

**王佐才：**

 研究了环境振动的结构时变参数识别方法，提出了基于解析模式分解定理的时变与非线性结构的瞬时特征识别理论与方法，对重要科学发现二作出了创造性的贡献。（代表论文3）（2）投入该项目研究的工作量占本人工作量的75%。

**颜王吉：**

 提出了功率谱传递率和连续小波传递率的新概念，并从数学上证明了函数极限的一个定理，阐明了新概念的特性，建立了非白噪声激励下模态参数识别方法，对重要科学发现一作出了创造性的贡献。（代表论文2）（2）投入该项目研究的工作量占本人工作量的70%。

**贺文宇：**

 研究了环境振动的结构有限元模型修正理论，对重要科学发现三作出了创造性的贡献；（代表论文8）（2）投入该项目研究的工作量占本人工作量的70%。