“功能分子材料创新研制与应用”成果报奖公示

**一、项目名称**

功能分子材料创新研制与应用

**二、提名者及提名意见**

**提名者：**陕西省教育厅

**提名意见：**

我单位认真审阅了该项目提名书及附件材料，确认全部材料真实有效，相关内容符合陕西省科学技术奖的提名要求。

该项目成果聚焦分子基功能性材料的创新研发，以生命标志因子检测、疾病诊疗及环境监测为功能导向，仿生构建了系列具有特异识别功能的化学生物学光敏探针分子材料。理论研究导引应用拓展，项目协同企业创新性提出特性生物酶催化高值转化、绿色经济的靶向物合成新工艺及生物活性识别团构筑的天然产物原药糖苷研发与产业化，构建环境友好的金属催化序列，实现探针分子荧光母核及医药中间体的工业化合成。项目成果可为健康医疗、环境保护及功能性分子材料构筑提供创新策略和分子工具。该项目具有创新性理论价值，其应用性成果推广取得良好的经济效益，在西部资源化学高值利用中发挥重要作用。

提名该项目为陕西省科学技术奖**科技进步奖一等奖。**

**三、项目简介**

在科学技术蓬勃发展的今天，对生命、环境体系中的微观信息准确检测在重大生理、生态现象等研究领域意义非凡。开发兼具识别作用与信号功能的分子材料，实现无干扰、非侵入式的目标分子定向识别及可视化表达，已成为微观信息检测领域关注的焦点。本项目聚焦功能分子材料结构设计，利用计算化学手段构建分子模型模板，探究材料微观结构与性能间内在关联，合成化学、分析化学、材料科学、生物科学等多学科交叉，实现分子材料的功能定制化构筑。

本项目在国家自然科学基金和省部级重点基金等项目的支持下，针对疾病诊疗、环境污染物监测取得了系列研究成果。以理论模拟导向功能分子材料构效，提出核心有机骨架金属/非金属催化合成体系，指导开发新型高效催化剂并优化其构筑工艺实现规模制备；开发“化学-酶促”协同合成工艺，突破糖苷类化合物工业制备，促进秦岭植生资源高值利用、医药与化妆品制造等效能提升；通过模型分子材料骨架的功能化构建与定向化策略，实现对微观靶标的专一识别与光信号输出性能协同。此外，通过材料复合技术开发多功能新型环境污染物清除材料，为环境污染物与生物体毒性物质的检测与清除提供工具。本项目不仅对区域资源原子经济利用率提升与资源化学效能升级提供研发途径与方案，而且对微观生命信息表达、临床诊疗、疾病预防、靶向药物研发与环境治理等具有重要理论意义和应用前景。

本项目成果获国内外同行专家评价和肯定，代表性科研论文成果发表在化学类TOP期刊：*Chemical Science*，*Green Chemistry*，*ACS Sensors*, *ACS Applied Materials & Interfaces*，*Analytical Chemistry*，*Organic Letters*，*Journal of the Organic Chemistry*，*Inorganic Chemistry*等。项目技术性成果与合作企业联合推广，经济效益与成效显著。

**四、客观评价**

本项目构建具有环境污染离子与生命特征因子监测效能的功能分子材料，研究目标材料分子对不同靶标物的信号表达效能，项目研究成果对环境污染物的示踪监测、生物标志因子的传感与精准医学分析具有重要的科学意义与应用价值。代表性部分评价如下：

1. 2014年中国科学院化学研究所马会民教授课题组在国际权威综述期刊***Chemical Reviews*** (2014, 114, 590-659)中评价本项目研究成果（***Journal of Organic Chemistry***, 2012, 77, 1143-1147）所开发的三种功能材料分子对Fe3+具有优异的检测线性关系，可实现2.2 μM Fe3+的检测，具备应用于生命体系中Fe3+识别监测的能力。
2. 2012年印度国家技术研究所的Suban K Sahoo教授与英国埃尔斯特大学John F Callan教授在国际权威综述期刊***Chemical Society Reviews*** (2012, 41, 7195-7227) 中评价本项目研究成果（***Sensors and Actuators B: Chemical***, 2011, 157, 675-680；***Dyes and Pigments***, 2012, 92, 1337-1343）所研发的两类Fe3+识别功能分子在5-20 μM范围对Fe3+具有良好的线性识别性能，检测限至5 μM，对离子检测材料的开发具有指导意义。
3. 2014年日本九州大学Amitava Das教授在国际期刊***RSC Advances*** (2014, 4, 36140-36174)中对本项目成果（***Organic Letters***, 2013, 15(17), 4334-4337）进行积极评价，指出该成果所提出的六元环罗丹明基团Hg2+荧光功能探针分子是首例六元螺环调控的OFF-ON型探针分子，具有独特的理论与应用价值。

**五、应用情况**

本项目所开发的天然产物提取与合成新技术及多种天然产物提取新方法，如：藻蓝蛋白提取新方法、脱镁叶绿酸A提取新方法、黄芪甲苷提取新方法、苦龙胆酯甙提取新方法、二苯乙烯苷提取新方法、熊果苷合成新技术等已在合作单位“陕西岳达天润生物科技有限公司”产业化应用，先后接受国内外各大企业委托生产多种糖苷类产品；

项目研究中联合“西安凯立新材料股份有限公司”开发多种贵金属催化体系及催化剂（邻氟硝基苯加氢制备邻氟苯胺催化剂等），进行了工业放大与产业化应用，为多家企业提供催化方案定制服务。产品销售至江西省巴斯夫生物科技股份有限公司、泓博智源（开原）药业有限公司等多家企业。

**六、主要知识产权和标准规范等目录**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **知识产权类别** | **知识产权具体名称** | **国家(地区)** | **授权号(标准编号)** | **授权(标准发布)日期** | **证书编号(标准批准发布部门)** | **发明专利有效状态** |
| 1 | 论文 | Imaging and monitoring the hydrogen peroxide level in heart failure by a fluorescent probe with a large Stokes shift | 中国 | **2021**, 6, 1, 54-62 | 2020年12月10日 | *ACS Sensors* | 其它有效的知识产权 |
| 2 | 论文 | Practical strategy for construction and regulation of multi-functional triazepinium salts via highly-efficient I2-catalyzed cyclization | 中国 | **2020**, 22, 3111-3116 | 2020年03月23日 | *Green Chemistry* | 其它有效的知识产权 |
| 3 | 论文 | Precise synthesis of GSH-speciﬁc fluorescent probe for hepatotoxicity assessment guided by theoretical calculation | 中国 | **2019**, 11(36), 32605-32612 | 2019年08月19日 | *ACS Applied Materials & Interfaces* | 其它有效的知识产权 |
| 4 | 论文 | Fluorescent probes guided by a new practical performance regulation strategy to monitor glutathione in living systems | 中国 | **2018**, 9, 8065-8070 | 2018年09月25日 | *Chemical Science* | 其它有效的知识产权 |
| 5 | 论文 | Novel fluorescein-based fluorescent probe for detecting H2S and its real applications in blood plasma and biological imaging. | 中国 | **2016**, 88(22), 11253-11260 | 2016年10月26日 | *Analytical Chemistry* | 其它有效的知识产权 |
| 6 | 发明专利 | 一种基于聚集诱导效应的钙离子荧光探针及其制备方法和用途 | 中国 | 201711037336.5 | 2020年04月07日 | *3745894* | 有效专利 |
| 7 | 发明专利 | 一种四取代咪唑的合成方法 | 中国 | 201510426231.3 | 2017年07 月28日 | *2566483* | 有效专利 |
| 8 | 发明专利 | 一种从何首乌中提取二苯乙烯苷的方法 | 中国 | 201310045725.8 | 2015年09月30日 | *1800392* | 有效专利 |
| 9 | 发明专利 | 一种从黄芪中提取高纯度黄芪甲苷的方法 | 中国 | 201310023453.1 | 2016年04月20日 | *2038279* | 有效专利 |
| 10 | 发明专利 | 一种邻氟硝基苯加氢制备邻氟苯胺的催化剂及制备方法 | 中国 | 201410394821.8 | 2016年04月13日 | *2023264* | 有效专利 |

**七、主要完成人情况（**“主要完成人情况”摘自“主要完成人情况表”中的部分内容，公示姓名、排名、行政职务、技术职称、工作单位、完成单位、对本项目贡献。**）**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **排名** | **姓名** | **职称** | **行政职务** | **工作单位** | **完成单位** | **对本项目主要学术和技术创造性贡献** |
| **1** | 李剑利 | 教授 | 实验室建设与管理处处长 | 西北大学 | 西北大学 | 项目负责人，主要贡献：（1）研究课题规划设计与创新研发组织实施；（2）整体负责项目的选题、筹划、实施、审核和方案制定；（3）负责课题组与企业的项目对接合作。对本项目学术与技术创造性贡献对应“主要科技创新1-7项”，是所有主要知识产权1-5项SCI论文的通讯作者，是主要知识产权6-7项件授权发明专利的第一发明人。 |
| **2** | 厍梦尧 | 讲师 | 研发骨干 | 西北大学 | 西北大学 | 项目实施期间在李剑利教授课题组进行本、硕、博学习研究。主要负责功能分子材料的创新研发与生物性能拓展工作，完成多种功能分子的合成及其对环境、生物特征因子监测作用机制及应用的研究。对本成果“主要科技创新”中第1-4项做出了重要创新性贡献，是主要知识产权和标准目录中第4项论文的第一作者，1-3, 5项论文的作者之一。 |
| **3** | 张天 | 高级工程师 | 总工程师 | 陕西岳达天润生物科技有限公司 | 陕西岳达天润生物科技有限公司 | 项目实施期间，联合组建“西安市天然药物工程技术研究中心 ”（附件编号：2-2-9，2-2-10，2-2-11），主要负责化学-酶促糖苷化技术的应用转化，开发功能分子材料合成新方法，是主要知识产权8、9的第一申请人。 |
| **4** | 万克柔 | 高级工程师 | 副总经理 | 西安凯立新材料股份有限公司 | 西安凯立新材料股份有限公司 | 项目实施期间主要负责为功能分子材料合成开发新型绿色、高效发金属催化技术，并对催化技术进行放大和产业化，是主要知识产权第10项授权专利的第一完成人。也曾在李剑利教授课题组攻读硕士学位。 |
| **5** | 杨征 | 讲师 | 研发骨干 | 西安科技大学 | 西北大学 | 项目实施期间在李剑利教授课题组进行本、硕、博学习研究。完成部分功能分子材料的创新研制工作，是项目研究成果*Org. Lett.*, **2013**, 15(17), 4334-4337的第一作者。 |
| **6** | 金洗郎 | 副教授 | 研发骨干 | 西安工业大学 | 西北大学 | 项目实施期间在李剑利教授课题组进行本、硕、博学习研究。完成部分功能分子材料的创新研制工作，是“主要知识产权”第5项SCI论文的第一作者。 |
| **7** | 刘萍 | 教授 | 研发骨干 | 西北大学 | 西北大学 | 项目实施期间在无机金属催化剂的创新研制与催化机理研究领域做了大量基础性和原创性工作，是“主要知识产权”第3项SCI论文的共同通讯作者（附件编号：2-2-1），是“主要知识产权”第1, 4项SCI论文的作者之一，是“主要知识产权”第6, 7项授权发明专利的发明人之一。 |
| **8** | 孙伟 | 高级工程师 | 研发骨干 | 西北大学 | 西北大学 | 项目实施期间主要负责对构筑的功能分子材料结构表征的识别机制验证工作，是项目研究成果*Chin. Chem. Lett.*, **2016**, 27, 1077-1082; *J. Incl. Phenom. Macro.*的第一作者，*Org. Lett.*, **2015**, 17(15), 3872-3875的合作作者。 |
| **9** | 李全全 | 讲师 | 研发骨干 | 西北大学 | 西北大学 | 项目实施期间在李剑利教授课题组进行硕、博学习研究。主要负责完成无机金属催化剂、有机金属框架催化剂及无机-有机复合催化剂与催化体系的构建，是项目研究成果*Chem. Commun.*, **2019**, 55, 4619-4622的第一作者。 |
| **10** | 王兆晖 | 其它 | 研发骨干 | 西北大学 | 西北大学 | 项目实施期间在李剑利教授课题组进行本、硕、博学习研究。主要完成多种功能分子材料的合成，是主要知识产权第4项SCI研究论文的共同第一作者，是主要知识产权第2项SCI研究论文作者之一。 |
| **11** | 陈娇 | 其它 | 研发骨干 | 西北大学 | 西北大学 | 项目实施期间在李剑利教授课题组进行硕、博学习研究。主要完成功能分子材料生物性能拓展工作，系统阐明了功能分子材料结构与其性能之间的内在关联，是主要知识产权第3项SCI研究论文的第一作者。 |

**八、主要完成单位及创新推广贡献**

**主要完成单位1：西北大学**

西北大学是所有代表作SCI论文的第一完成单位，是知识产权授权专利（6、7）的申请人，为项目提供可靠的研发平台及必要条件支撑。

**主要完成单位2：陕西岳达天润生物科技有限公司**

陕西岳达天润生物科技有限公司，是知识产权授权专利（8、9）的申请人，为项目成果中天然产物识别片段的提取新技术与酶促天然产物中间体合成新方法的应用提供推广平台。

**主要完成单位3：西安凯立新材料股份有限公司**

西安凯立新材料股份有限公司，是知识产权授权专利（10）的申请人，为项目功能分子材料的合成提供催化解决方案，为成果中研发的新型金属催化工艺提供应用推广平台。

**九、完成人合作关系说明**

完成人李剑利是项目发起人，主要负责课题规划设计、创新研发、组织实施、及企业对接；完成人厍梦尧、刘萍、孙伟、李全全为西北大学教师；完成人杨征，金洗郎，王兆晖、陈娇均在李剑利教授课题组完成硕、博阶段学习。上述人员经长期合作协同完成本项目理论基础部分研究。

完成人张天为陕西岳达天润生物科技有限公司核心研究人员，与李剑利教授团队合作组建“西安市绿色化学工程技术研究中心”，落实项目研究技术的转化应用工作。

完成人万克柔为西安凯立新材料股份有限公司核心研究人员，项目实施期间主要负责为功能分子材料合成开发新型绿色、高效发金属催化技术，并对催化技术进行放大和产业化。