2024年度湖北省科学技术奖公示表（自然科学）

项目名称、提名者及提名意见、项目简介、代表性论文专著目录、主要完成人（完成单位）

|  |  |
| --- | --- |
| 项目名称 | 具有聚集诱导发光效应的大环分子合成及性能研究 |
| 提名单位 | 华中科技大学 |
| 提名意见 | （不超过600字，根据项目创造性特点，科学技术水平和应用情况并参照相应奖类条件写明提名理由和结论性意见，并填写提名意见和提名等级。）  该项目面向化学与材料学科中聚集诱导发光（AIE）以及大环超分子化学研究前沿，聚焦AIE大环化合物设计合成及应用性能研究方向，在多个国家自然科学基金项目的连续资助下，开展了AIE大环设计合成和应用性能的研究工作，取得了一系列开创性、引领性、有重要理论和实际意义的研究成果。该项目首次提出了将AIE效应和大环限域效应有机结合的新思路和新理念，制备的AIE大环不仅能用于AIE机理最直接、最有力的揭示和证明，更重要的是能够大幅增强荧光强度，为获取性能优异的固体发光材料开辟了新途径；作为化学与生物传感器，由于AIE效应和大环空腔的限域效应，AIE大环检测系统具有更高的灵敏度和更高的选择性，解决了该研究方向一系列理论和应用研究方面的难题。5篇代表性论文在*J. Am. Chem. Soc.，Chem. Soc. Rev., Chem. Eur. J., Sci. China Chem.*等国际一流杂志上发表，包括了最顶尖最权威的化学期刊*J. Am. Chem. Soc.*和最具影响力的大型综述期刊之一C*hem. Soc. Rev.，*被他引543次，创新性的研究成果受到了国内外同行，包括因从事大环分子研究而获诺贝尔奖学者的积极引用、广泛赞誉和跟踪研究，而且合成的大环结构多次作为其它文献的图文摘要内容被传播，产生了广泛深远的影响，有力推动了相关学科向前发展。综上所述，推荐该项目申请湖北省自然科学奖一等奖。    提名该项目为2024年度湖北省自然科学奖 一 等奖 |
| 项目简介 | 具有聚集诱导发光 (Aggregation-Induced Emission，AIE) 特性的有机分子在有机发光材料以及分子传感器、医学诊疗等方面具有重大的应用前景，已经成为化学与材料科学领域顶级研究前沿。而以大环主体化合物为核心的超分子化学研究成果已经在1987年和2016年两次获得了诺贝尔化学奖，一直是广泛关注的前沿研究领域。该项目聚焦AIE和大环超分子化学这两个顶尖研究前沿，首次提出了将AIE效应和大环限域效应相结合的新思路和新理念，在AIE大环化合物设计合成及应用性能研究方面开展了系统、深入的研究工作，取得了一系列开创性、引领性、有重要理论和实际意义的研究成果，主要发现和贡献如下:  1. 设计合成了一系列新型AIE大环分子，对这些AIE大环分子的研究发现，大环在AIE效应增强、分子传感器灵敏度和选择性提高、揭示AIE机理等方面比开链AIE分子具有更大优势，有关研究结果在大型深度综述论文（Chem. Soc. Rev. 2018, 7452；IF 46.2）中进行了介绍。例如该项目发现具有AIE效应的TPE大环折叠体可用于选择性检测每毫升空气中飞克级TNT爆炸物，是目前荧光分析方法中灵敏度和选择性最高的；TPE邻苯二胺席夫碱大环在15种金属离子当中，只对铜离子有响应，可检测纳摩尔浓度的铜离子，是目前铜离子荧光传感器中选择性最好的；合成的TPE酰肼大环首次用于区别正丙醇和异丙醇等等。在用荧光大环杯[4]芳烃萘酚亚胺主体分子检测负离子时，只对磷酸二氢负离子有明显荧光改变，有望开发成选择性识别磷酸二氢负离子的荧光探针，这些结果显示了AIE大环作为分子传感器的巨大优势和潜力。  2. 首次设计合成了螺旋桨构象固定的四苯乙烯（TPE）四环化合物，并拆分成稳定的单一螺旋对映体。由于TPE苯环旋转被完全固定，使荧光量子产率从一般AIE分子的50%左右提高到100%，使其成为优异的荧光染料，并首次为分子内运动受限的AIE机理提供了最直接和最有说服力的证据。此外这种具有中心不对称的单一螺旋体在固态和溶液中都能显示出强的手性光学性能，在3D显示、信息存储、非线性光学材料等方面具有潜在用途，将能成为一类新型的手性光学材料。  3．爆炸物成分的确定是追查爆炸物来源和恐怖分子所在地的关键。该项目合成了TPE席夫碱大环，在有其它爆炸性硝基化合物存在时，只对爆炸物2,4,6-三硝基酚（TNP）和2,4-二硝基酚（DNP）有明显淬灭响应，浓度可分别低到5 nM和1 nM，具有高的灵敏度。此外，由于大环洞穴的限域效应，DNP对这个传感体系具有超级淬灭响应，但TNP没有，提供了一条区别这两个爆炸物的新途径。  研究成果得到了美国加州理工学院、休斯顿大学、犹他大学等，英国牛津大学，德国慕尼黑工业大学，意大利帕维亚大学，澳大利亚皇家墨尔本理工大学，日本东京工业大学、北里大学、北海道大学等，以及中科院化学所，中科院理化所，香港科技大学，北京大学，浙江大学，南京大学，上海交通大学等国内外单位的积极引用、高度赞誉以及跟踪研究，尤其是因大环超分子化学研究获得2016年诺贝尔化学奖的美国西北大学 J. F. Stoddart教授在3篇文章中正面引用了该项目成果（Adv. Mater. 2021, 202105405，IF 32.09； Chem. Soc. Rev. 2022, 5557, IF 60.62；Angew. Chem. Int. Ed. 2022, e202208679, IF16.6）；AIE现象发现者、香港科技大学唐本忠院士在大型顶级综述期刊（Chem. Rev. 2015,11718，IF 72.09）上对TPE大环的研究成果进行了大篇幅介绍和高度赞赏，认为AIE大环对设计更精密的荧光化学传感器用于爆炸物的选择性和灵敏性测定具有指导意义；特别突出的是，所合成的非常漂亮的TPE螺旋桨分子，被3篇文献作为图文摘要的重要内容被引用（ACS Appl. Nano Mater. 2022, 5, 13940, IF, 5.9；Sci. China Chem. 2021, 64, 2060, IF, 9.6；J. Phys. Chem. C 2018, 122, 5032, IF, 3.7），使其工作在国内外产生了广泛深远的影响。5篇代表作，包括了最顶尖的最有权威的化学期刊J. Am. Chem. Soc.论文和最有影响力的大型综述期刊之一Chem. Soc. Rev.论文，被他引543次，有两篇入选高被引论文，第一申请人成为英国皇家化学会高被引作者，培养的5个博士生获得了国家奖学金。。 |
| 主要完成人  （完成单位） | 郑炎松（华中科技大学），冯海涛（华中科技大学），熊加斌（华中科技大学），罗钧（华中科技大学） |
| |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 序号 | 论文（专著）名称/刊名/作者 | 年、卷、页码 | 发表时间（年月日） | 通讯作者（含共同） | 第一作者（含共同） | 国内作者 | | 1 | Macrocycles and cages based on tetraphenylethylene with aggregation-induced emission effect  /Chemical Society Reviews/ Hai-Tao Feng, Ying-Xue Yuan，Jia-Bin Xiong, Yan-Song Zheng, Ben Zhong Tang | 2018, 47, 7452-7476 | 2018-09-04 | Yan-Song Zheng, Ben Zhong Tang | Hai-Tao Feng | 冯海涛，袁迎雪，熊加斌，郑炎松，唐本忠 | | 2 | The Fixed Propeller-Like Conformation of Tetraphenylethylene that  Reveals Aggregation-Induced Emission Effect, Chiral Recognition,  and Enhanced Chiroptical Property  /Journal of The American Chemical Society/ Jia-Bin  Xiong, Hai-Tao Feng, Jian-Ping Sun, Wen-Zhao Xie, Dong Yang, Minghua Liu,  Yan-Song Zheng | 2016, 138, 11469−11472 | 2016-08-26 | Yan-Song Zheng | Jia-Bin Xiong | 熊加斌，冯海涛，孙剑平，谢文昭，杨东，刘鸣华，郑炎松 | | 3 | Highly Sensitive and Selective Detection of Nitrophenolic  Explosives by Using Nanospheres of a Tetraphenylethylene  Macrocycle Displaying Aggregation-Induced Emission  /Chemistry-A European Journal/ Hai-Tao Feng, Yan-Song Zheng | 2014, 20, 195−201 | 2013-11-27 | Yan-Song Zheng | Hai-Tao Feng | 冯海涛，郑炎松 | | 4 | Sensitive fluorescence probes for dihydrogen phosphonate anion  based on calix[4]arene bearing naphthol-hydrazone groups  /Science China- Chemistry/ Yi-Chang Chen, Xian-Xian Liu,  Hong Huang,  Wei-Wei Wu,Yan-Song Zheng | 2010, 53, 569–575 | 2010-03-31 | Yan-Song Zheng | Yi-Chang Chen | 陈义长，刘贤贤，黄宏，吴伟伟，郑炎松 | | 5 | 手性杯芳烃及其超分子手性  /化学进展/罗钧，郑炎松 | 2018, 30, 601−615 | 2018-05-20 | 郑炎松 | 罗钧 | 罗钧，郑炎松 | | |