

目 录

高性能聚氨酯密封胶研发与生产项目	1
硝态氮废水资源化处理催化剂	8
合成炔丙胺类化合物的催化剂	10
黄光荧光粉和白光 LED 器件	14
柔性、高分辨率闪烁体	17
光气快速检测笔和试剂盒	19
清洁高效氧化苯酚高值化制备苯二酚关键技术中试开发	22
双齿钴催化剂的合成及其催化异戊二烯聚合反应	25
超高分子量聚乙烯及双峰聚乙烯项目研发	27
粘度检测荧光分子探针	30
快速检测有机农药的荧光分子探针	32
有机荧光分子实现酸碱体系及离子检测双重响应	35
甲醇快速检测试剂盒	39
重金属离子检测和去除微球	41
甲苯一步法制甲酚的绿色生产技术	43
山梨醇脱水制异山梨醇的绿色生产技术	45

高性能聚氨酯密封胶研发与生产项目

一、项目简介

聚氨酯密封胶是一种高性能、多用途的胶粘剂，广泛应用于建筑、汽车、航空航天、医疗等领域。随着经济的发展和技术的进步，其市场前景持续看好。尤其在汽车行业，聚氨酯密封胶可用于汽车发动机、底盘、车身等部位的密封、隔音、防震、防水等，随着汽车市场的不断发展，汽车密封胶的需求量也将不断增长。此外，聚氨酯密封胶还可用于航空航天、医疗等领域，随着这些领域的不断发展，其需求量也将不断上升。根据贝哲斯咨询的预测，至 2028 年全球聚氨酯密封胶市场规模将达到 8857.59 亿元，在预测年间全球聚氨酯密封胶市场年均复合增长率预估为 7.31%。

二、主要产品及性能指标

1. 新能源电池聚氨酯导热胶：是一种导热胶粘剂，由聚氨酯基体和导热填料组成，用于新能源电池的导热和粘接。它具有良好的导热、绝缘性能，耐高低温、老化和腐蚀，适用于新能源汽车、储能系统等领域，能提高电池性能和安全性。

表 1 新能源电池聚氨酯导热胶性能指标

序号	测试项目	性能指标
1	施工期, min	20 ~ 60
2	混合后外观	均匀、无凝胶、无结块

序号	测试项目	性能指标
3	密度, g/cm ³	1.9 ± 0.1, 2.0 ± 0.1
4	固化后硬度 (邵 D)	60 ± 5
5	拉伸强度, MPa	≥ 8.0
6	断裂伸长率, %	≥ 15
7	剪切强度, N/mm	≥ 4.0
8	阻燃等级	V-0
9	加热老化, (80℃, 168h)	无裂纹、无粉化
10	导热系数, W/(m·K)	≥ 1.5
11	介电强度, kV/mm	≥ 15
12	体积电阻率, Ω·cm	10 ¹⁴

2. 新能源电池聚氨酯结构胶: 是一种应用于受力结构件胶接场合的胶粘剂, 能承受较大动负荷、静负荷并能长期使用。其作用是代替螺栓、铆钉或焊接等形式用来接合金属、塑料、玻璃、木材等的结构部件, 属于长时间经受大载荷、而性能仍可信赖的胶粘剂。

表 2 新能源电池聚氨酯结构胶性能指标

序号	测试项目	检测指标
1	施工期, min	20 ~ 60
2	外观	均匀、无凝胶、无结块
3	密度, g/cm ³	1.5 ± 0.1, 1.3 ± 0.1
4	硬度 (邵 D)	60 ± 5
5	拉伸强度, MPa	≥ 15.0

序号	测试项目	检测指标
6	断裂伸长率，%	≥ 30
7	剪切强度，N/mm	≥ 8.0
9	加热老化，（80℃，168h）	无裂纹、无粉化

3. 汽车玻璃单组份聚氨酯密封胶：用于汽车挡风玻璃的密封。为高强度、高模量、粘接类聚氨酯多用途密封胶，单组份、室温湿气固化，高固含量，耐候性好，弹性好，固化过程中及固化后不会产生任何有害物质，对基材无污染。

表 3 汽车玻璃密封胶性能指标

序号	测试项目	性能指标
1	干燥时间（表干），min	40 ~ 60
2	外观	均匀、无凝胶、无结块
3	密度，g/cm ³	1.5 ± 0.05
4	硬度（邵 A）	45~55
5	拉伸强度，MPa	≥ 6
6	断裂伸长率，%	≥ 500
7	撕裂强度，N/mm	≥ 12
8	加热老化（80℃，168h）	无裂纹、无粉化
9	氙灯老化（300h）	无裂纹、无粉化
10	耐水性（14d）	不起泡、不溶胀
11	粘结强度，MPa	≥ 4.5
12	低温柔性（-40℃，φ30mm 弯板）	无裂纹

4. 硅烷改性树脂: 硅烷改性聚醚树脂是一种具有硅烷官能团的聚醚树脂, 它常用于涂料、粘合剂、密封剂等领域, 具有耐候性、附着力、弹性和柔韧性、化学稳定性、低挥发性的特点。

表 4.1 高模量硅烷改性树脂性能指标

序号	项目	指标
1	外观	无色至浅黄色粘稠液体
2	比重, g/cm ³	1.0 ± 0.1
3	沸点, °C	> 250
4	水溶性	不溶
5	表干时间, min	20 ~ 40
6	硬度, 邵氏 A	16 ± 5 (树脂/DOP=1:1 固化后)
7	粘度, mPas	30000-70000
8	应用领域	工业、建筑

表 4.2 低模量硅烷改性树脂性能指标

序号	项目	指标
1	外观	无色至浅黄色粘稠液体
2	比重, g/cm ³	1.0 ± 0.1
3	沸点, °C	> 250
4	水溶性	不溶
5	表干时间, min	40 ~ 60
6	硬度, 邵氏 A	23 ± 5 (树脂固化后)
7	粘度, mPas	220000-320000
8	应用领域	工业、建筑

5. 透水胶粘石专用聚氨酯胶黏剂：透水胶粘石胶水采用、聚氨酯树脂、助剂、特种添加剂等经过高温改性配制而成。该产品拥有系列色彩搭配，结合设计的创意，针对不同环境和个性要求的装饰风格进行铺设施工，可以做出环保透水胶粘石路面、彩砂地坪、磨石地坪等多种颜色和图案。

表 5 透水胶粘石专用聚氨酯胶黏剂性能指标

序号	测试项目	性能指标
1	干燥时间（表干），min	≥ 60
2	外观	均匀、无凝胶、无结块
3	密度，g/cm ³	1.0 ± 0.05
4	硬度（邵 A）	≥ 85
5	拉伸强度，MPa	≥ 15
6	断裂伸长率，%	≥ 100
7	撕裂强度，N/mm	≥ 80
8	加热老化（80℃，168h）	无裂纹、无粉化
9	氙灯老化（300h）	无裂纹、无粉化
10	耐水性（14d）	不起泡、不溶胀
11	粘结强度，MPa	≥ 3.5
12	低温柔性（-40℃，φ30mm 弯板）	无裂纹

二、图片展示



图 1 现场拍摄产品图片：新能源汽车聚氨酯结构胶（左上）；新能源汽车聚氨酯导热胶（右上）；透水胶粘石专用聚氨酯胶黏剂（左下）；硅烷改性树脂（右下）。



图 2 郑州大学（焦作）工业催化研究院建设的密封胶中试及成果转化平台（焦作市中站区）。

三、技术成熟度

以上技术已经完成了中试及放大生产，最大单釜 6000L

稳定生产，部分产品已经推向市场，下游客户 30 余家，属于成熟技术。

四、合作模式

可通过委托开发、成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

硝态氮废水资源化处理催化剂

一、项目简介

硝态氮废水广泛产生于工农业生产过程中，随意排放不仅会造成水域污染，而且会对人类的生命健康等造成威胁。目前传统的处理工艺主要是将硝态氮转换为氮气直接排放，但上述过程工艺复杂、能耗高，也没有实现对废物的资源化利用。因此，发展高效、操作简单、经济实用的新工艺，在处理硝态氮废水的同时实现其资源化利用，对于环境污染物处理和可持续发展至关重要。

开发了一种可以在工业级电流密度下实现硝态氮电催化转化为氨及其相关产品的催化剂和技术。在较低的电位下，可以达到工业级电流密度和获得 100% 的氨法拉第效率。通过使用气提法富集生成的氨，并使用化学吸收的方法可以完成从氨水到高纯硝酸铵产品的完整转化。该研究作为硝态氮的处理和资源化利用提供了新思路、新策略，展示了此催化剂和方法应用于实际生产的潜力。

工厂、火电厂和污水处理厂等需要除掉排放废水中的硝态氮的场景，结合后续工艺还可实现废弃物的资源化转化利用。

二、相关图片

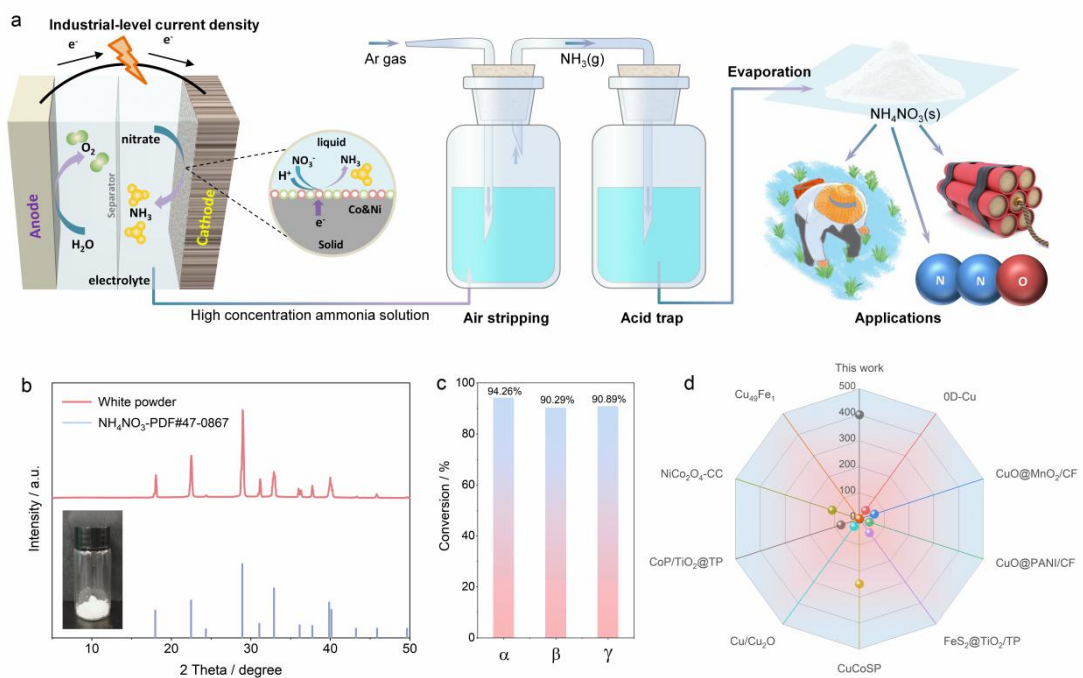


图 1 (a) 工业级电流密度下电催化硝酸根转化为氨及后续生产 NH_4NO_3 化肥工艺示意图。(b) 合成的 NH_4NO_3 产物图片及其 XRD 谱图和标准谱图的对比。(c) 不同过程的转化效率， α 为实验中硝态氮转化为 NH_3 的比例； β 为气提法从溶液中提取出的 NH_3 比例； γ 表示旋蒸提取出 NH_4NO_3 的比例。(d) 本工作中催化剂和已报道的电催化剂在相同施加电压下的电流密度对比。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

合成炔丙胺类化合物的催化剂

一、项目简介

炔丙胺类化合物是重要的有机中间体，在有机合成、药物生产和化工生产等领域有举足轻重的地位，例如：恶唑烷类、卡维丁、6-氨基-吡啶酮、索利那新、阿扑吗啡、那可丁等，一直以来炔丙胺类化合物的制备合成受到广泛关注。设计合成可用于温和条件下高效多功能催化三组分脱氢偶联反应的催化剂材料是化学家研究的热点和难点。然而，对于脱氢偶联反应而言，现有催化体系的挑战仍然存在，尤其是铜催化剂：缺乏能够在温和条件下高效和高区域选择性地催化 A^3 偶联和 redox- A^3 反应，并且兼具广泛醛、胺、炔底物适用性的催化体系。构建新型高效且实用的催化剂用于解决催化三组分脱氢偶联反应所遇到的问题具有重要意义。因此，本研究团队开发制备了新型 $Cu_3NC(NHC)$ 团簇，首次用于在室温下催化脂肪族醛胺炔惰性底物实现高效和高区域选择性的多功能化三组分脱氢偶联反应，并且表现出杰出的催化性能：温和的反应条件（室温），优异的区域选择性（达到 100%），高效性（TON=3800 和 1840），高催化产率（达到 99%）以及宽的底物范围（85 个底物）。因此，该催化体系在炔丙胺类化合物等重要药物中间体制备合成方面具有很好的应用前景。

本项目设计开发的新型 $Cu_3NC(NHC)$ 团簇催化剂可应用于

高纯度的炔丙胺及 C1-炔丙胺类等重要药物有机中间体的高效制备以及工业化生产高附加值的工业化合物有机中间体。

二、相关图片

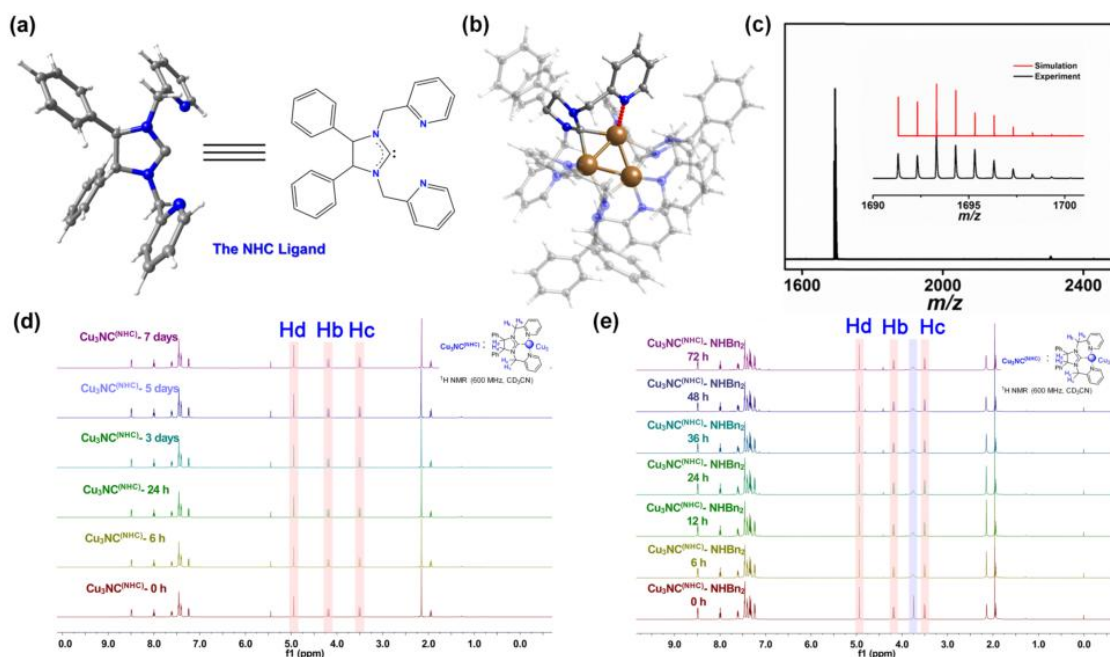


图 1 $\text{Cu}_3\text{NC}(\text{NHC})$ 的示意图和特性。(a) N-杂环卡宾 (NHC) 配体的结构。(b) $\text{Cu}_3\text{NC}(\text{NHC})$ 团簇的结构。(c) $\text{Cu}_3\text{NC}(\text{NHC})$ 团簇在 DMF/DCM 溶液中的 ESI-MS 质谱表征。(d) $\text{Cu}_3\text{NC}(\text{NHC})$ 团簇在 MeCN-d_3 中的 ^1H NMR 谱表征 (0 - 7 天)。Hd、Hb 和 Hc 表示 $\text{Cu}_3\text{NC}(\text{NHC})$ 的特征 H 原子。(e) $\text{Cu}_3\text{NC}(\text{NHC})$ 团簇碱性溶液中的 ^1H NMR 谱表征 (0 - 72 小时)。Hd、Hb 和 Hc 表示 $\text{Cu}_3\text{NC}(\text{NHC})$ 的特征 H 原子。

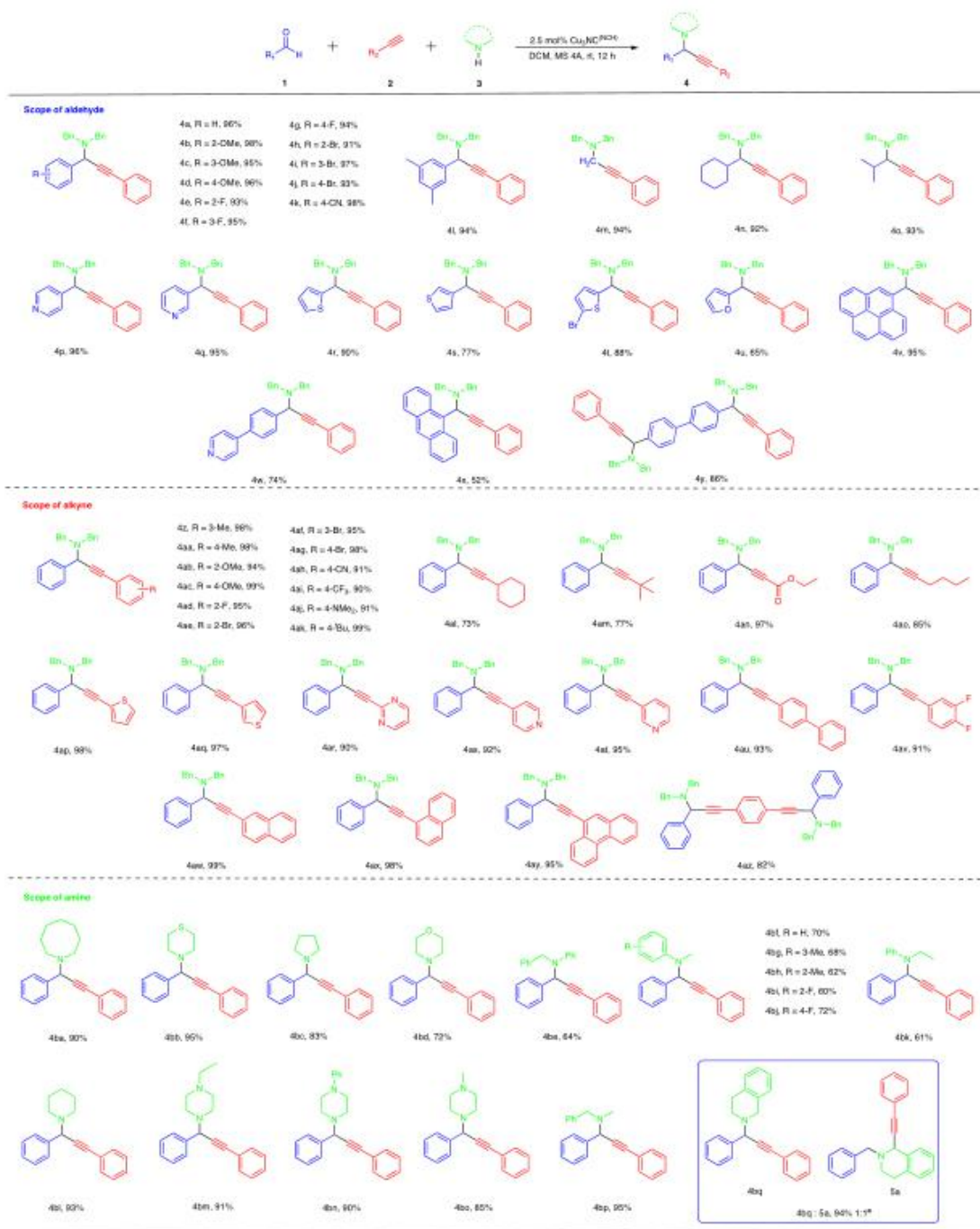


图 2 用于 A³ 偶联反应的醛、炔和胺底物适用范围。

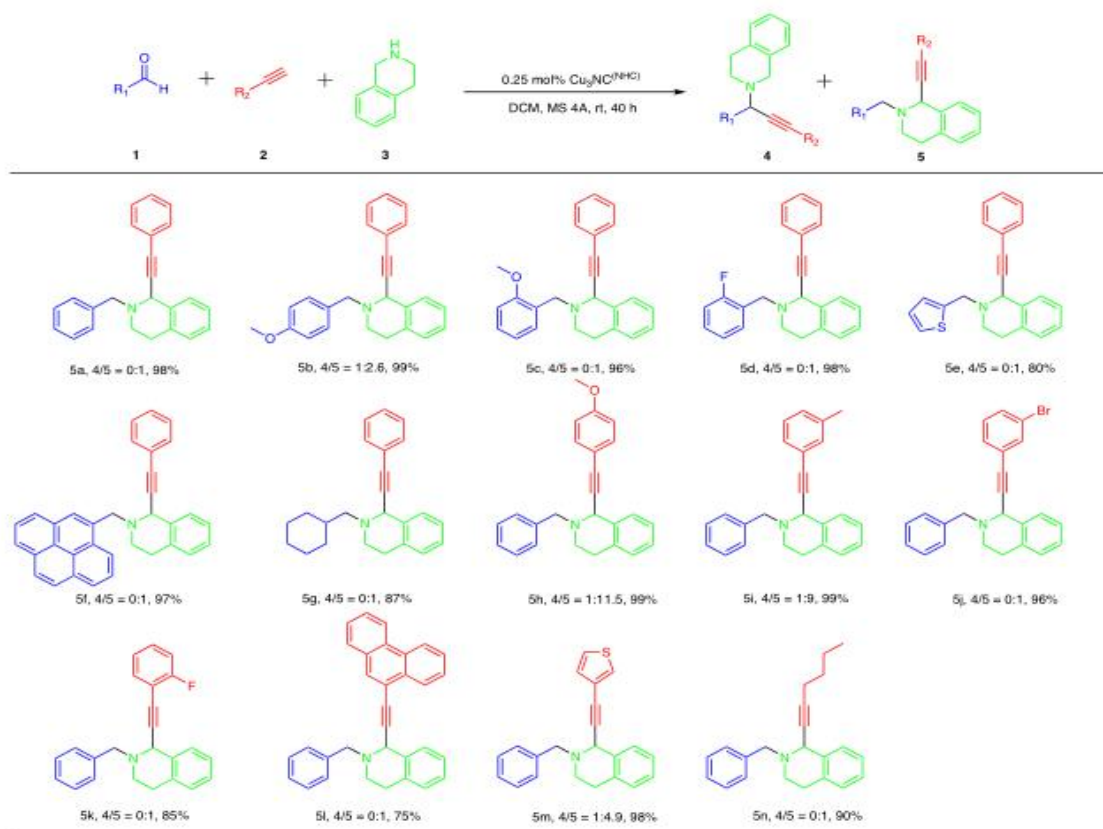


图 3 用于 Redox- A^3 偶联反应醛和炔底物适用范围。

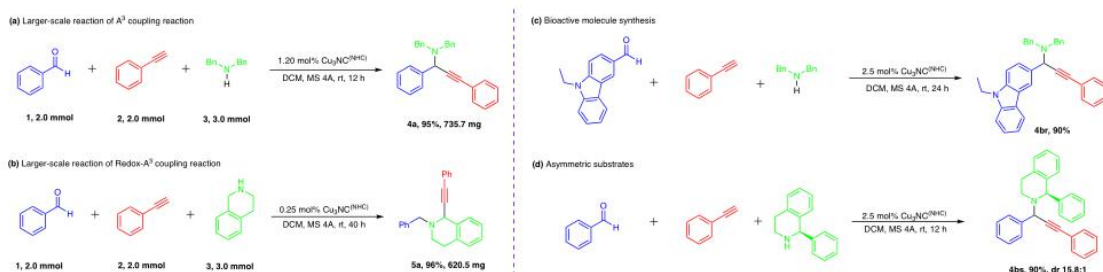


图 4 $\text{Cu}_3\text{NC}(\text{NHC})$ 的催化性能研究。(a) 大规模合成炔丙胺产物 **4a**。(b) 大规模合成 C1-炔丙胺产物 **5a**。(c) 在温和条件下合成生物活性分子。(d) 手性底物控制 $\text{Cu}_3\text{NC}(\text{NHC})$ 不对称催化 A^3 偶联转化的探索。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

黄光荧光粉和白光 LED 器件

一、项目简介

LED 即是发光二极管，是一种半导体固体发光器件，因其节能、环保、寿命长、体积小等优点而成为现代一种新型的照明产品。白光 LED 因其本身的诸多优势正逐渐取代现有的照明灯而成为主流的照明产品。目前市场上白光 LED 生产技术主要通过两种方法形成：第一种是多种单色光混合法，使用多种可以发出不同单色光的荧光粉材料通过紫外光激发产生的单色光混合形成白光，该方法产生白光方式复杂，存在高耗能、紫外线泄露等缺点；第二种是使用通过蓝光芯片搭配黄光荧光粉，通过蓝光激发黄光荧光粉产生单一纯色黄光与蓝光组合而形成白光，该方法简单安全低能耗，是最普遍生产白光 LED 的方法。纳米团簇是介于原子、分子与体相材料之间的一种物质状态，是连接原子、分子与宏观物质的桥梁，其尺寸一般是纳米量级，往往会伴随有量子限域效应而产生许多新的现象和性质。其优异的光物理性能及其在催化、生物成像等领域的潜在应用而成为近年来材料和无机化学的研究热点。所以稳定性高，蓝光可激发纯色单一黄色发光的纳米团簇在白光 LED 方面具有很好的应用前景。

本项目开发的纳米银簇材料具有很宽的激发波段，可以被蓝光激发出强的纯黄色荧光。该纳米银簇材料具有优异的稳定性，

可以稳定到 200℃ 仍然保持晶态特征，并且具有与商用黄光荧光粉基本一致的发射光谱，是一类新型黄光荧光粉材料，在白光 LED 器件方面具有巨大的应用前景。

二、相关图片

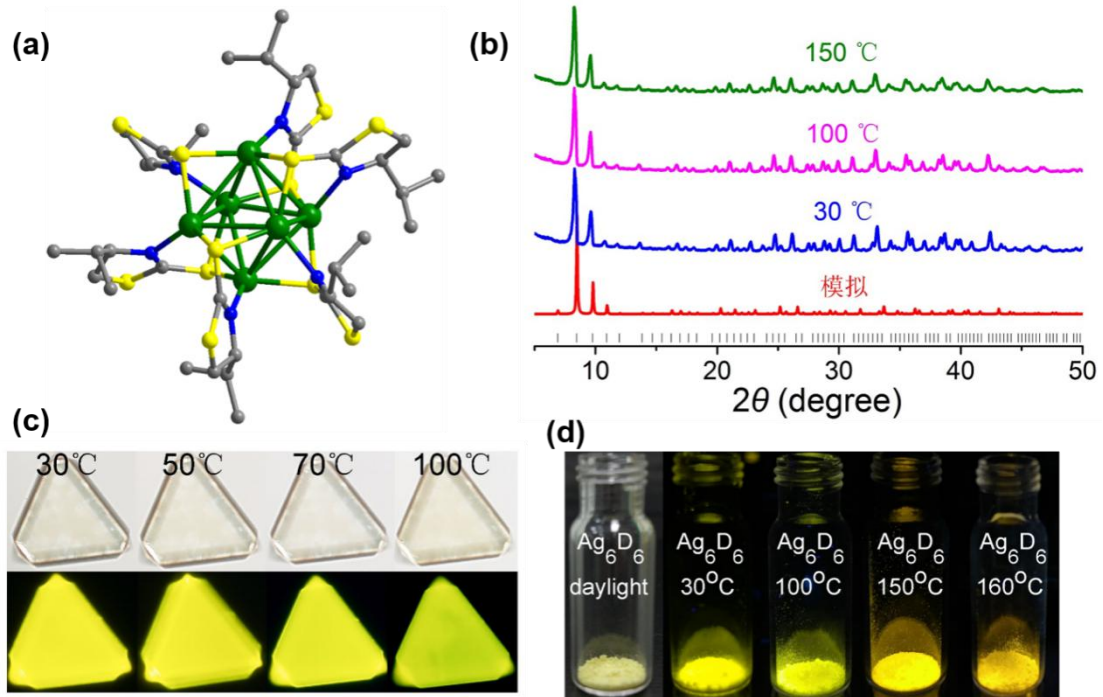


图 1 (a) 本项目开发的银团簇单晶结构图。(b) 不同温度下的粉末 X-射线衍射图。(c) 银团簇材料在不同温度和紫外光照射下的单晶荧光照片。(d) 银团簇材料在不同温度和紫外光照射下的粉末荧光照片。

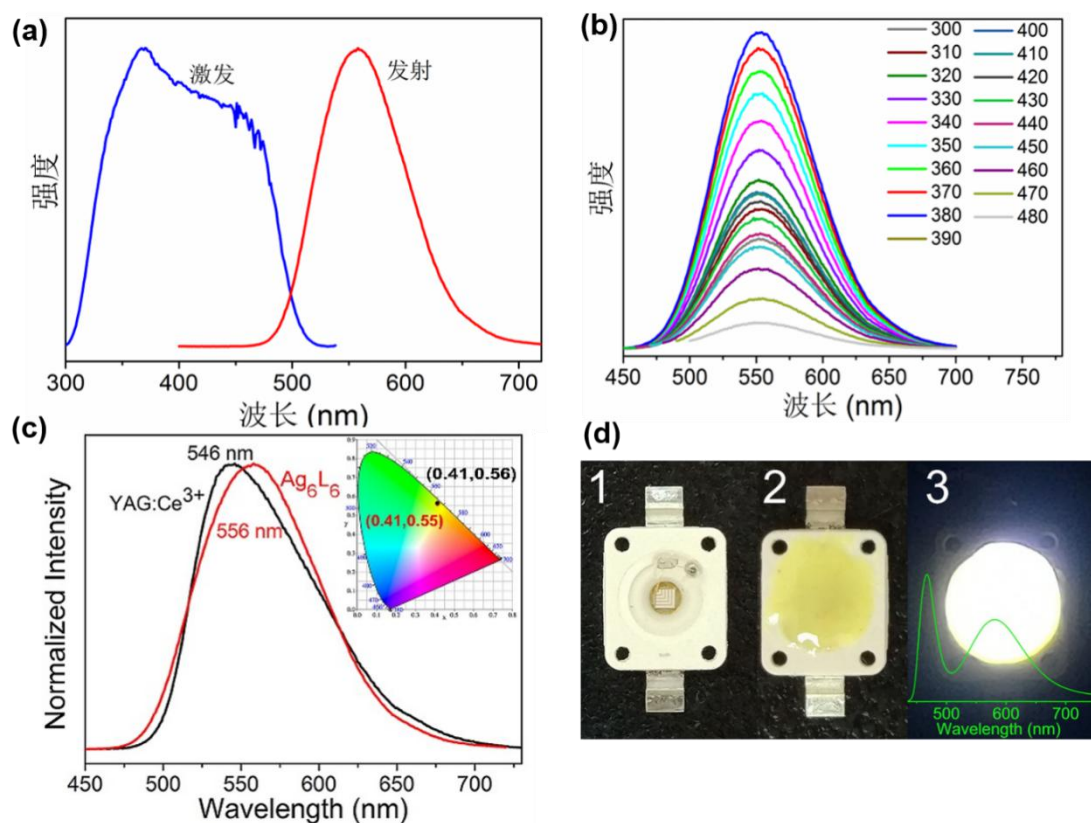


图 2 (a) 银团簇材料的激发和发射光谱。(b) 银团簇材料在宽范围激发波长下的发射光谱。(c) 银团簇材料与商用黄光荧光粉的发射光谱和 CIE 坐标。(d) 银团簇材料作为黄光荧光粉制备的蓝光激发的白光 LED 器件

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

柔性、高分辨率闪烁体

一、项目简介

闪烁体是能够吸收 X-射线等高能辐射，并实现可见光发射的一类功能材料，在医学成像、工业探伤、安全检查等领域应用广泛。然而，现有商用闪烁体仍存在制备工艺复杂、环境毒性大、稳定性差等问题。币金属团簇具有环境友好、合成简单、水氧稳定性高的特点。在实现稳定、高效发光的基础上，联合其高的 X-射线吸收效率，项目开发了系列高品质团簇基 X-射线闪烁体材料。通过引入热活化延迟荧光和双线态发光机理设计构筑了一系列高品质的币金属团簇基 X-射线闪烁体。该系列闪烁体材料的光产额都在 $15000 \text{ photon MeV}^{-1}$ 以上，完全可以与商用闪烁体相媲美。同时，该系列闪烁体对 X-射线响应的最低检出限远低于医学检测的最低剂量 (5.5 mGys^{-1}) 要求，可以达到 31.7 nGys^{-1} 。利用其制备的柔性闪烁体器件可以实现对微小或复杂物体内部结构的 X-射线成像，并达到 20 LP mm^{-1} 的高分辨率。该项目研究表明币金属团簇有望成为传统商用闪烁体的替代品，具有重要实用价值。

本项目设计开发的新型币金属团簇基 X-射线闪烁体器件可应用于高质量 X-射线成像，用于医用辐射探测、工业探伤等闪烁体应用场景中。

二、相关图片

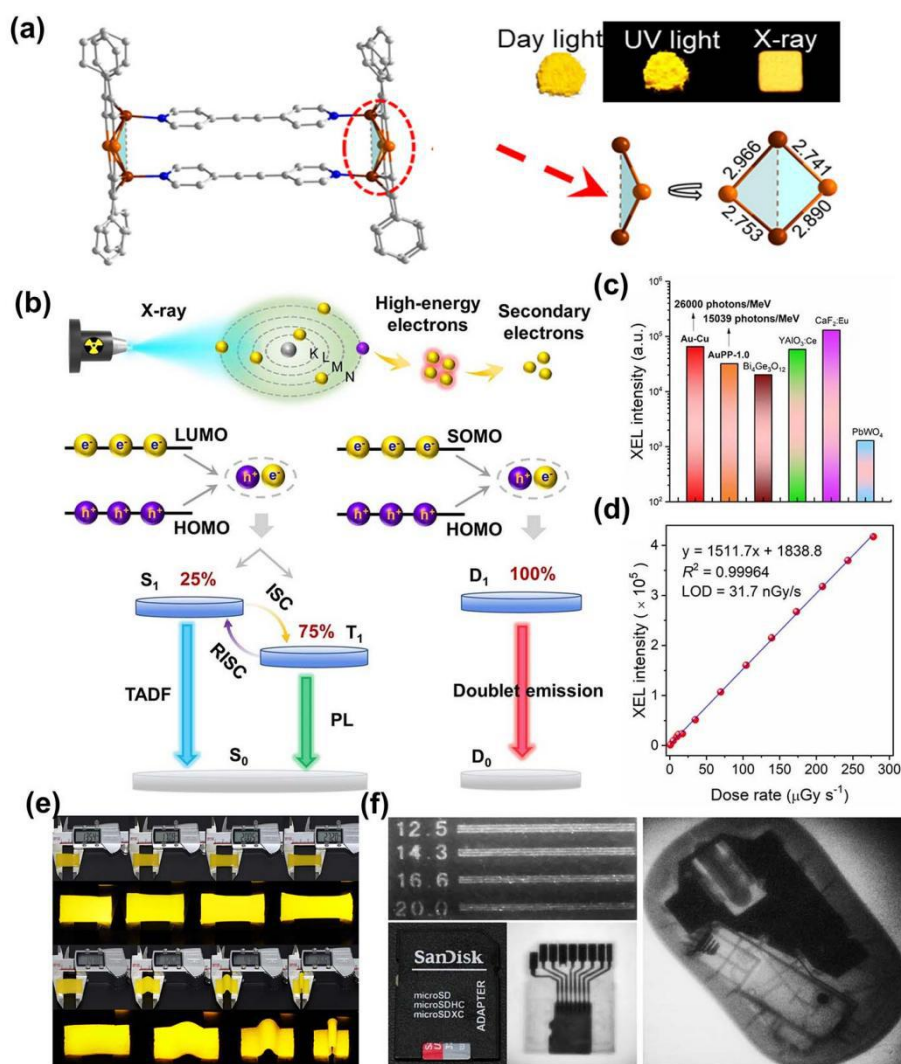


图 1 (a) Au-Cu 合金团簇的晶体结构以及在日光、紫外线和 X-射线下的照片。(b) 新型币金属团簇基闪烁体的发光机制。(c-d) 币金属团簇基闪烁体的性能表征。(e) 利用币金属团簇基闪烁体制备的柔性闪烁体器件。(f) 利用闪烁体器件实现的高分辨 X-射线成像。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

光气快速检测笔和试剂盒

一、项目简介

光气是一种无色窒息性毒气，同时又是一种重要的有机中间体，被广泛应用于聚氨酯制品处理剂、增塑剂、除草剂、染料、医药合成。工业生产中光气的意外泄漏会对公共安全带来极大威胁。构建光气实时原位的检测方法对于光气的安全使用和维护公共安全具有重要意义。本研究团队开发了可以快速检测光气的比色和荧光探针，并开发了检测笔和膜滴液快速检测器件。用检测笔画在需要检测的位置，当光气存在时，笔迹由无色变为红色，并且在紫外灯照射下显示橙红色的荧光，因此可以随时随地快速检测光气。在需要检测的位置，滴加膜滴液后，即可在原位形成可以比率荧光检测光气的高分子膜，检测后可快速清除掉高分子膜。还可以根据需求，开发各种检测危化品或污染物的比色和荧光检测试剂及快速检测器件。

本项目开发的光气快速检测笔和膜滴液可应用于工厂生产、使用和运输光气过程中的快速检测，以及日常环境质量监测。

二、技术指标

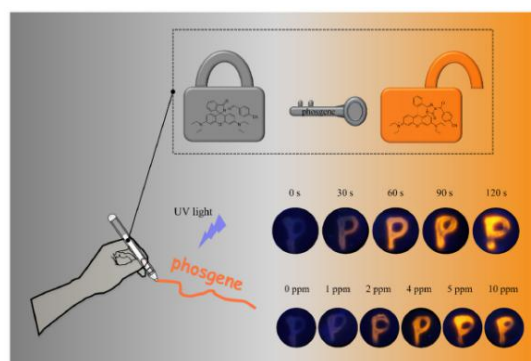


图 1 快速比色和荧光检测光气的检测笔示意图。

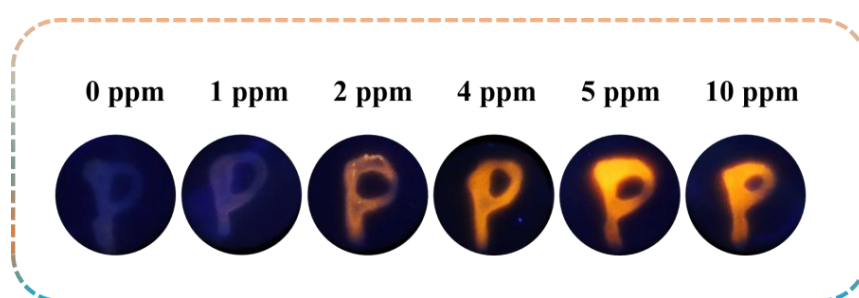


图 2 荧光书写检测笔与不同浓度光气 (0-10 ppm) 反应 2 min 后在 365 nm 紫外灯下的荧光照片。

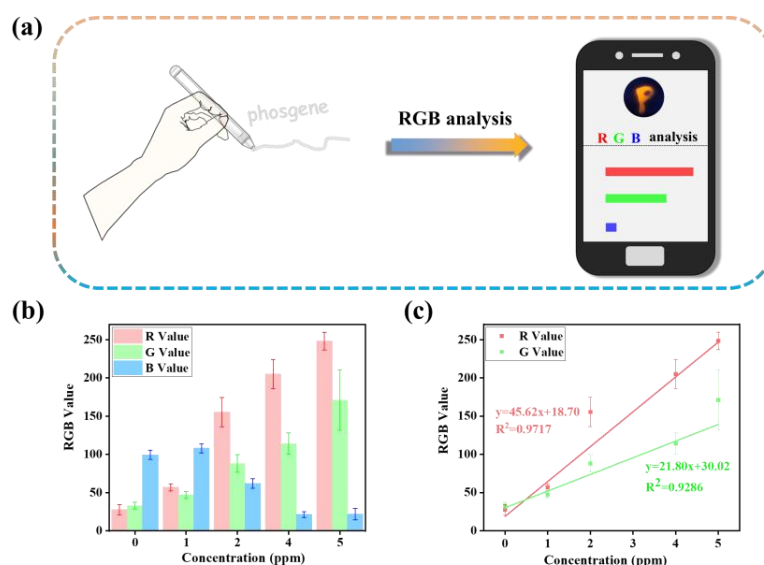


图 3 (a) 智能手机辅助的光气检测示意图, (b) 荧光书写检测笔与不同浓度 (0-5 ppm) 光气反应后在荧光照片的 RGB 值的柱状图, (c) 荧光照片的 R 通道以及 G 通道的值与浓度之间的线性关系图。

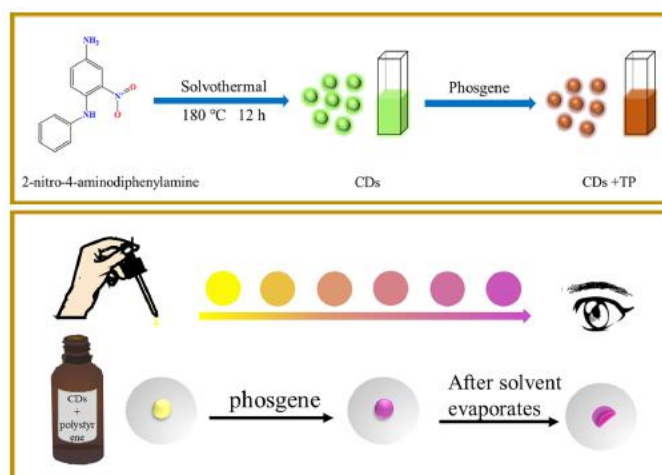


图 4 快速比率荧光检测光气的膜滴液示意图。

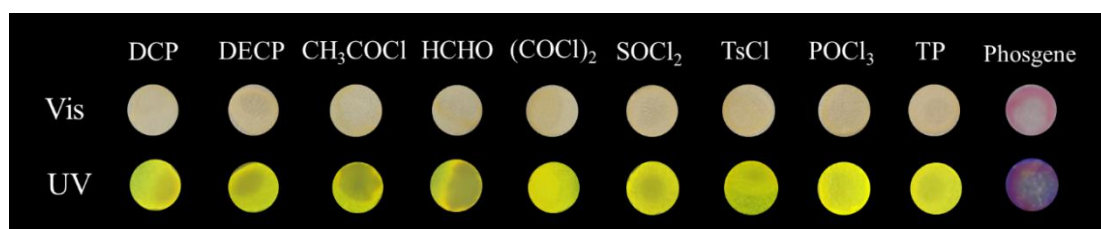


图 5 CDs/聚苯乙烯液滴暴露于 20 ppm 气态光气和各种干扰物的日光和荧光颜色变化图片。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

清洁高效氧化苯酚高值化制备苯二酚 关键技术中试开发

一、项目简介

本项目的主要产品为苯二酚（邻苯二酚和对苯二酚）。邻苯二酚是染料、香料、医药、农药的重要中间体。对苯二酚主要用作显影剂，同时也用作单体贮运中的阻聚剂，是抗氧化剂、染料、有机颜料、香料、感光色素等精细化学品的中间体。

目前，邻苯二酚和对苯二酚的工业生产方法：苯酚羟基化法。该法是 70 年代研究开发得工艺，原料便宜易得，工艺过程简单，反应过程中三废极少，适用于连续化大量生产。但生产中使用的浓过氧化氢水溶液（60-70wt%）有爆炸危险，必须严格掌握安全生产条件。

钛硅分子筛（TS-1）催化低浓度双氧水（27.5wt%）氧化苯酚合成苯二酚是近年来苯二酚合成的研究热点。Enichem 法是以 TS-1 分子筛作为催化剂实现工业化最早的生产工艺，苯酚的转化率可达 25%，苯二酚选择性接近 90%。限于其晶体结构，沸石分子筛的孔道尺寸处于微孔范围，除了容易失活，还会导致有效活性中心减少。相比之下，多级孔沸石分子筛具有更好的扩散性能和催化性能。因此，开发多级孔沸石分子筛是进一步提高苯二酚绿色生产效率和降低工艺成本的关键。

本项目以苯酚为原料，采用低浓度双氧水（27.5wt%）为氧化剂，直接一步将苯酚羟基化生产苯二酚，其转化率高，选择性高，产物均有较高的价值，苯酚转化率达到30%以上，苯二酚选择性达到99%，几乎无废物产生，属于绿色化工技术，具有显著的环境保护效益和经济效益。

苯二酚具有抗氧化和抗菌性质，下游应用范围广泛。其主要消费行业包括塑料、涂料、染料、农药、医药、汽车等，此外，苯二酚也可以作为溶剂使用，去除有机污染物，用于制备聚苯乙烯，以及用于制造各种化工产品，因此消费量越来越大，苯二酚行业未来发展前景广阔。

二、市场前景

根据智研咨询发布的《行业全景分析 2023 年中国苯二酚行业市场规模和发展势头不断增长，未来发展前景广阔》报告，我国市场对苯二酚的需求持续上升，推动我国苯二酚产能及产量不断提高。

2022 年我国苯二酚产量从 2017 年的 5.42 万吨增长至 9.34 万吨，其中间苯二酚产量为 4.63 万吨，对苯二酚产量 2.86 万吨，邻苯二酚产量 1.85 万吨；苯二酚需求量从 2017 年的 6.73 万吨增长至 10.72 万吨，其中：间苯二酚需求量 3.99 万吨，对苯二酚需求量 3.18 万吨，邻苯二酚需求量 3.55 万吨。2023 年我国苯二酚产量有望增长至 10.52 万吨，需求量增长至 11.41 万吨。

国内近年三年的调研，苯酚均价在 7000-8000 元/吨左右。

27.5%双氧水均价为 880 元/吨。2023 年我国苯二酚产品价格约为 3.64 万元/吨，其中：对苯二酚单价为 4.74 万元/吨，邻苯二酚单价为 1.1 万元/吨。两种苯二酚产品（对苯二酚、邻苯二酚）都具有明显的经济效益。

三、合作模式

该项目的反应工艺已经完成实验室小试实验。可以合作、委托开发，进行中试和产业化生产。共同推进该成果的产业化实施。其催化剂为自主产权开发，已完成产业化生产。

双齿钴催化剂的合成及其催化异戊二烯聚合反应

一、项目简介

在过去的几十年间，合成橡胶产业经历了迅猛的发展，在学术研究和工业生产领域都取得了重大成就。因合成橡胶性能优异、价格低廉，现已成为用途最广泛的高分子材料，占据市场需求的一半以上，例如轮胎、隔膜、密封圈、塞子、胶管、手套、气球、奶嘴等（图 1）。其中以异戊二烯为单体聚合形成的聚异戊二烯橡胶更是发展迅速，因其优良的性能，在各项领域拥有极为广阔的前景。



图 1 聚异戊二烯橡胶的应用

因为异戊二烯单体内存在碳碳双键，所以以不同的加成方法可以得到四种立构规整结构，分别为顺式-1,4-、反式-1,4-、3,4-和1,2-聚异戊二烯（图2）。

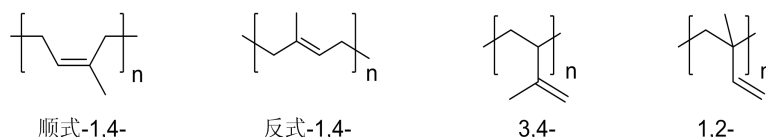


图2 异戊二烯的微观结构

聚异戊二烯的合成关键在于催化剂的开发利用，催化剂的性能往往决定了聚烯烃的性质，合成聚异戊二烯同样如此。随着研究人员的不断努力，各种用于聚生产异戊二烯的催化剂被开发出来。

本项目合成了一系列双齿钴催化剂，可以高效催化异戊二烯聚合反应，得到了顺式-1,4-结构与3,4-结构比值为7/3的弹性体聚合物。聚合物的分子量最高可达15万，分子量分布较窄（1.5~3.4）。其中Co7催化剂的聚合活性最高，最高可达 $1.02 \times 10^6 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ，为合成特定微观结构和特定性能的异戊二烯聚合物提供了一种新的催化体系。

二、合作模式

可通过委托开发、成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

超高分子量聚乙烯及双峰聚乙烯项目研发

一、项目简介

超高分子量聚乙烯（UHMWPE）具有以下优势：一是耐磨性，耐磨性聚化纤之首甚至超过某些金属，其耐磨性与分子量成正比；二是耐冲击性，抗冲击强度很高，以致于传统的冲击手段难以使其断裂；三是自润滑性，具有极低的摩擦因数（0.05~0.11），当它以滑动或者转动比钢和黄铜加润滑油后还要好；四是耐化学品腐蚀，具有优良的耐化学品性，在一定温度和浓度范围内能耐各种腐蚀性介质；五是冲击能吸收性，具有优异的冲击能吸收性，噪音阻尼性能好，具有优异的消音效果；六是质地轻盈密度比水小。超高分子量聚乙烯可以用于军事装备领域：如轻质防弹衣，降落伞及降落伞绳，此外还有轻体装甲车车体，坦克装甲板等；可以用于海洋产业：海上养殖业及海上采油用缆，深海养殖网箱，此外还有轻便船体及海堤围坝；可以用于安全防护：防割手套，防刺服，此外还有防弹盾牌和软质手铐等；可以用于：具有凉感的床单、被面、枕套、枕巾、凉席、沙发垫、靠垫、高强缝纫线、牛仔面料等；可以用于：安全帽、滑雪板、帆船板、鱼线、球拍及自行车、滑翔板等（图1）。

双峰聚乙烯是指分子量分布曲线呈现两个峰值的聚乙烯树脂，与普通聚乙烯相比双峰聚乙烯同时具备优良的物理机械强度和优

异的加工性能——其中高分子量部分用以保证其物理机械强度，低分子量部分在树脂中起到润滑作用，用以改善产品加工性（图2）。



图1 超高分子量聚乙烯（UHMWPE）当前市场行情

GPC重叠

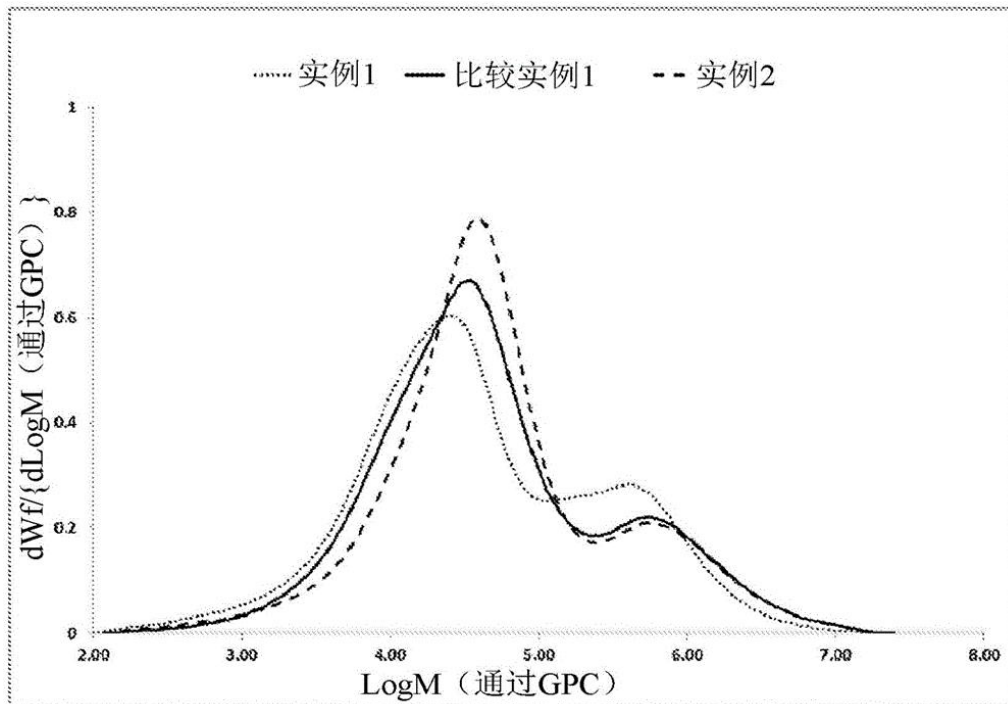


图2 双峰聚乙烯 GPC 分子量分布

在超高分子量聚乙烯及双峰聚乙烯项目研发中，催化剂的性能往往决定了聚烯烃的性质，起着关键的作用。

本项目合成了一系列双齿镍/钛/钨催化剂，与陶氏公司相比，表现出更高的催化活性，更高的数均相对分子质量以及更窄的聚合物分子量分布。所制备聚合物各项关键性能均与市场上销售超高分子量聚乙烯相当甚至更优。产品性能不仅能够满足国防和航空航天等高端领域同时也能应用于海洋、纺织、建筑等民用领域。

二、相关图片

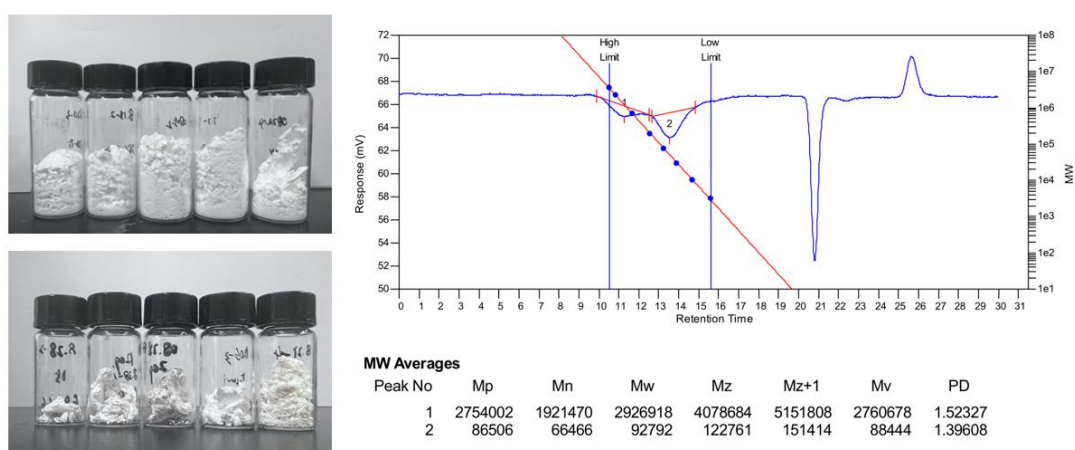


图3 超高分子量聚乙烯与双峰聚乙烯

三、合作模式

可通过委托开发、成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

粘度检测荧光分子探针

一、项目简介

细胞粘度作为一种重要的生理参数，在维持生命体的各项机能(如细胞相互作用、信号传递、生物分子相互作用、细胞代谢和物质运输等)中起着至关重要的作用。细胞粘度的异常会诱导各种疾病得发生，比如癌症、动脉粥样硬化、糖尿病和阿尔兹海默症。因此，开发一种用于监测细胞内粘度水平的新型荧光分子探针对了解细胞的生理过程和研究疾病的发病机理具有重要意义。本研究团队开发了可以快速检测体系粘度的有机小分子荧光探针分子，并且通过调控分子结构中的受体单元强度或共轭长度实现了对分子检测灵敏度的调控。本项目开发的有机小分子荧光探针能快速定量检测微环境内粘度的变化。

二、相关图片

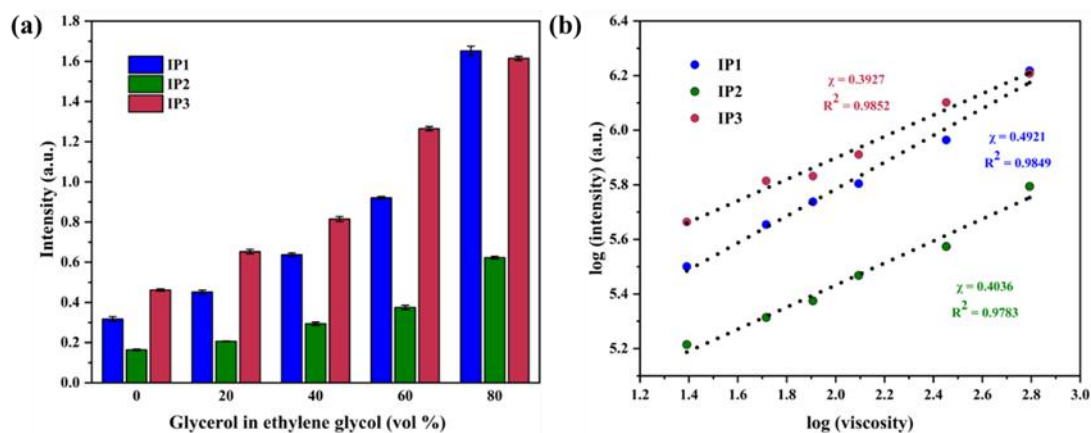


图 1 (a) 三种化合物在不同粘度体系中荧光强度的变化； (b) 三

种化合物的荧光强度最大值和体系粘度的双对数拟合直线。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

快速检测有机农药的荧光分子探针

一、项目简介

随着人类对健康和生活质量的重视,包括水环境在内的生态系统的污染等问题一直困扰着我们。近些年来,农药在现代农业中得到了广泛使用,在提高农业生产力方面发挥了举足轻重的作用,促进了农产品的产出。然而,不合理地使用杀虫剂会污染土壤、大气、水体甚至是生态环境,增加食物和饮用水中残留有害物质的风险。由于杀虫剂自身所具有的高毒性和不可降解性,其长期残留累积会对生态环境和人体健康造成极其严重的威胁。在种类众多的农药中,2,6-二氯-4-硝基苯胺(简称为 DCN)是制备其它农药(比如除草剂、杀虫剂和消毒剂等)的重要原材料,经常用于防止棉铃疫病和果蔬腐烂等病害。DCN 的毒性很大,即使在浓度很低的情况下也会对人体产生不可逆的损害。一些研究表明,即使是低浓度接触 DCN 也会导致免疫力下降、过敏反应、肾衰竭、中枢神经系统中毒甚至诱导癌症的发生。迄今为止,DCN 的检测一直是通过气相色谱法、毛细管电泳法和流动注射分光光度法或其它复杂的现代仪器来实现的,这些方法都具有较高的灵敏度和独有的选择性。但考虑到仪器自身的成本和复杂的操作步骤不适合方便快捷的检测,因此迫切需要一种能够快速检

测痕量 DCN 的方法。针对这种情况，荧光检测因具有快速、灵敏、检测过程简单、可实时监测等特点而受到广泛关注。目前，不同类型的荧光探针，如纳米粒子、聚合物和量子点等已经被成功的制备并应用于实际。荧光传感器在过去十年中取得了长足进步，已成为环境污染监测、生命科学和电子信息领域的支柱。本研究团队开发了三种在溶液中具有良好发光性质的有机小分子荧光探针，能够通过荧光猝灭行为定量检测溶液中的 DCN 分子，适合于食品和环境 DCN 的快速高灵敏度检测。

二、性能指标

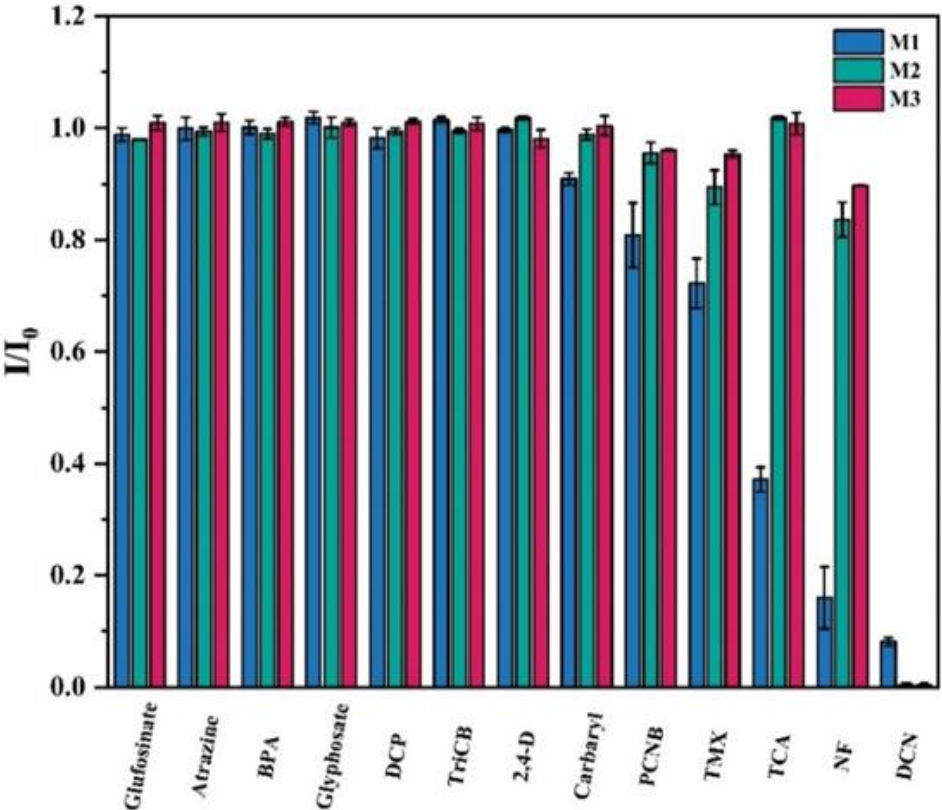


图 1 三种分子对 DCN 的选择性识别。

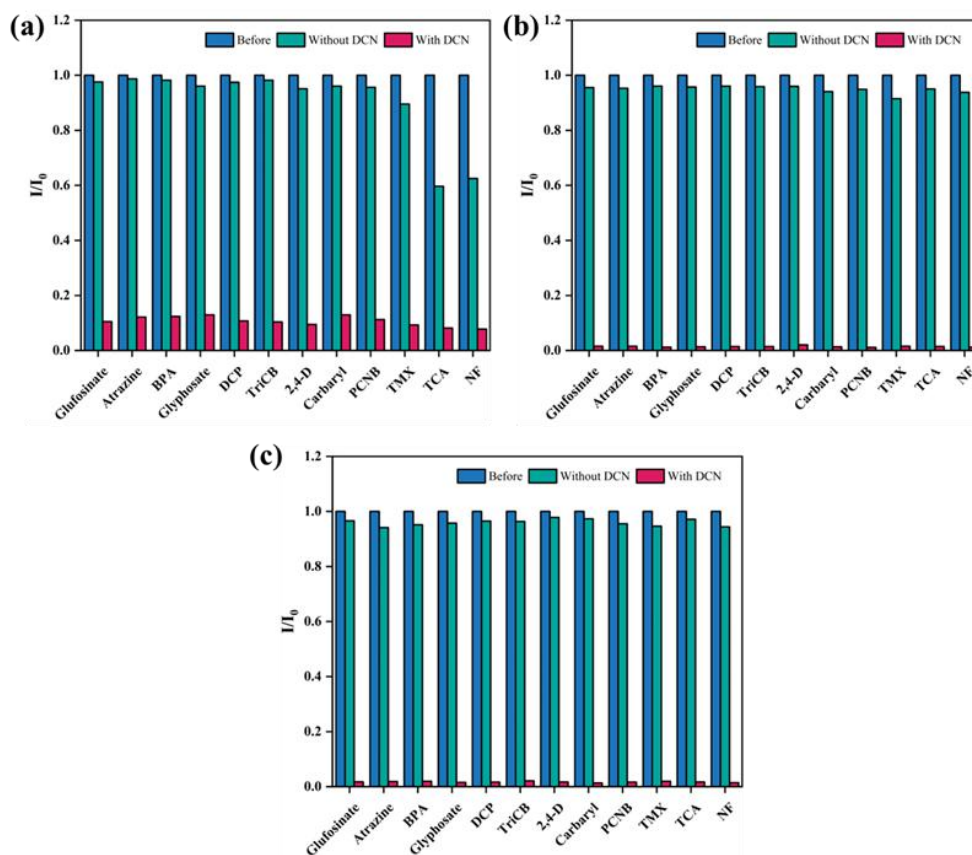


图 2 各种有机农药存在条件下三种分子对 DCN 的竞争性识别。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

有机荧光分子实现酸碱体系及离子检测 双重响应

一、项目简介

刺激响应材料是一类能够在受到外部环境因素影响下做出改变自身属性,进而促进光学特性或化学结构选择性变化的有机光电材料。日常生活中的刺激响应材料大致分为以下几种:力响应材料、温度响应材料、酸碱响应材料、离子响应材料以及电响应材料等。依据目前的研究现状,这些材料应用于广泛的领域,例如:荧光探针、防伪墨水、信息复写存储、生物成像和光电传感领域的应用。并且这些刺激响应型荧光材料具有合成简易、便于携带、光学性能优异、响应快和可反复使用等特点。然而,目前报道的材料往往只具备的检测功能过于单一,因此设计、制备在固态或溶液状态下具有多重刺激响应性质的荧光材料具有重要的理论指导意义和实际应用价值。

我们团队自主设计开发的有机小分子荧光团能够针对外部刺激表现出荧光的关闭-开启行为,进而快速检测日常水样等实际样品中的有机酸残留以及体系 pH 值,分别为对酸的检测限为 3 mM (图 1), pH 检测范围为 1 - 9 (图 2)。另外,该分子的固体粉末随着酸刺激表现出明显的颜色和荧光变化,粉末可以由淡黄色转变为橙黄色,荧光由天蓝色变为橙黄色,并且在碱刺激下

可以重新转变回来（图3）。因此，可以将此功能用于检测大气或工业废气中的酸性物质。可循环使用是材料分子的一个重要性能，最后，该分子的酸致变色响应具有可循环性，经试验测定该探针可以反复使用五次，并能保持最初效果（图4）。

该分子也具有金属离子检测功能，能够从多达16种金属离子中选择性识别钴和镍离子，并且在不借助任何工具下可以实现肉眼鉴别，最低检测浓度低至 $7\mu\text{M}$ （图5）。此外，该分子对离子识别过程还不会受到外部环境的干扰，具有优良的抗干扰性能（图6）。

二、相关图片



图1 溶液中先后加入酸碱荧光变化图（激发波长：365 nm 紫外灯）

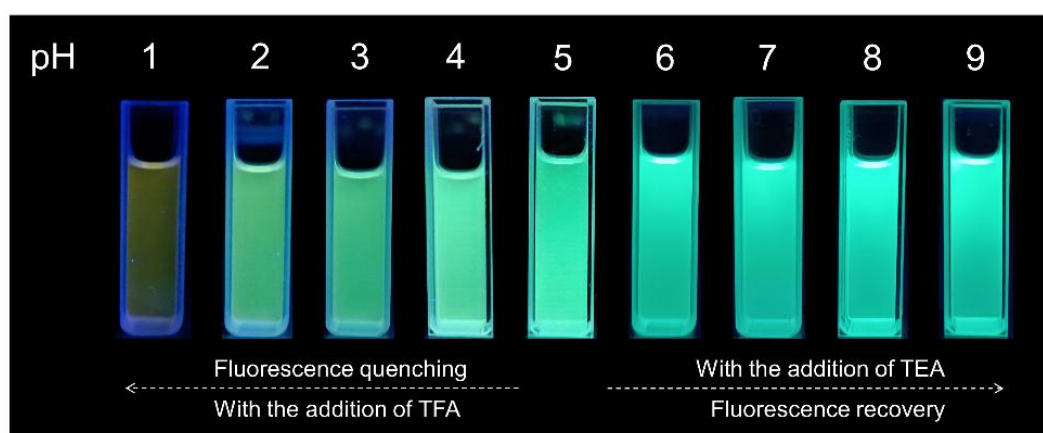


图2 荧光随酸碱体系变化图片（激发波长：365 nm 紫外灯）

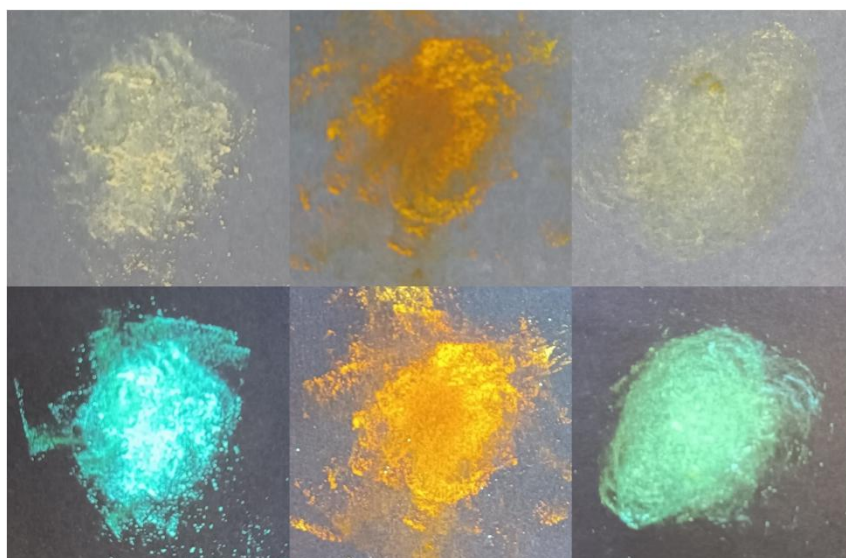


图 3 固体在酸碱刺激下的荧光变化图（激发波长：365 nm 紫外灯）

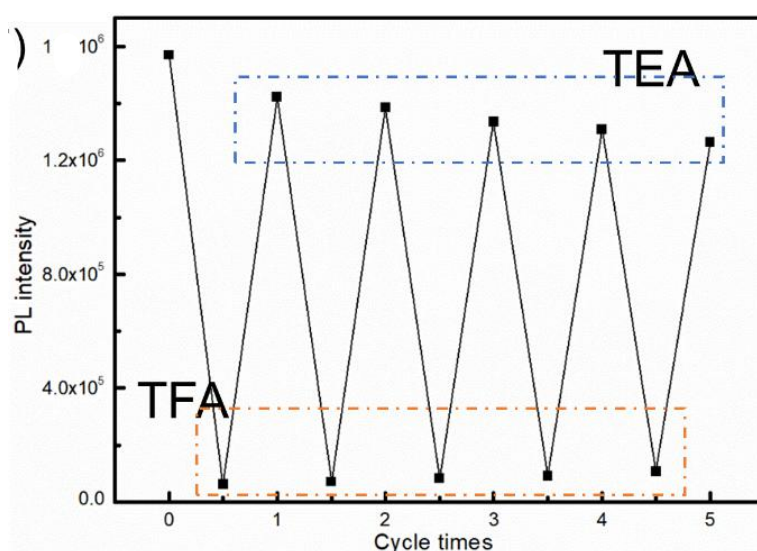


图 4 酸碱循环响应图



图 5 加入金属离子荧光变化图（激发波长：365nm 紫外灯）

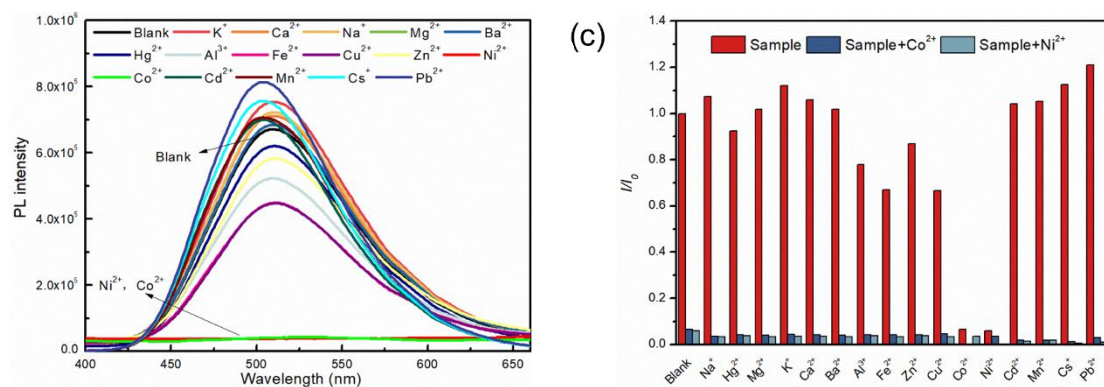


图 6 左图为加入识别离子后的荧光光谱；右图为不同金属离子中加入识别离子柱状图

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

甲醇快速检测试剂盒

一、项目简介

2023 年中国甲醇产量已达到 8403 万吨。甲醇已成为当代能源工业的重要组成部分。但是甲醇具有非常高的毒性，少量的甲醇就会导致严重的疾病甚至死亡。国际食品协会和环境协会对食品和环境中的甲醇含量进行了严格的限制。白葡萄酒或红葡萄酒的甲醇含量不应超过 250 mg/L；工业废水甲醇含量应小于 200 mg/L。此外，甲醇作为许多化工产品的生产原料，其含量也决定了相关化工产品的质量。本团队开发了快速检测甲醇的探针并获得国家发明专利。探针只在甲醇中被点亮并发出明亮的绿色荧光，而在水和其它醇类中，包括分子结构类似的乙醇、丙醇等醇类中没有显示明显的荧光。基于探针开发了快速检测甲醇的试剂盒。适合于食品和酒中甲醇的快速检测，以及甲醇汽油等含甲醇化工产品场景。

二、技术指标

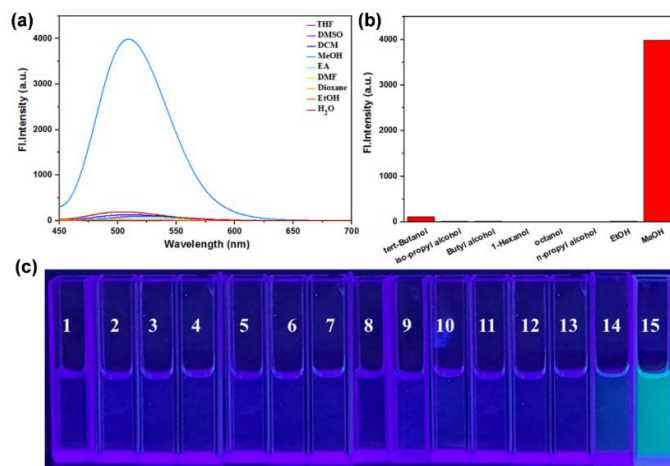


图 1 (a) 探针 (2 μM) 在不同溶剂 (THF, DMSO, DCM,

MeOH, EA, DMF, 1,4-dioxane, EtOH 和 H₂O) 中的荧光光谱图;
 (b) 探针 (2 μM) 在叔丁醇、异丙醇、正丁醇、己醇、辛醇、丙醇乙醇和甲醇中 510 nm 处的荧光强度图; (c) 在 365 nm 紫外灯照射下, 探针在各种溶剂和醇类 (1: 四氢呋喃, 2: DMSO, 3: 二氯甲烷, 4: 乙酸乙酯, 5: DMF, 6: 1,4-二氧六环, 7: 乙醇, 8: 水, 9: 叔丁醇, 10: 异丙醇, 11: 正丁醇, 12: 己醇, 13: 辛醇, 14: 丙醇, 15: 甲醇) 中的照片。

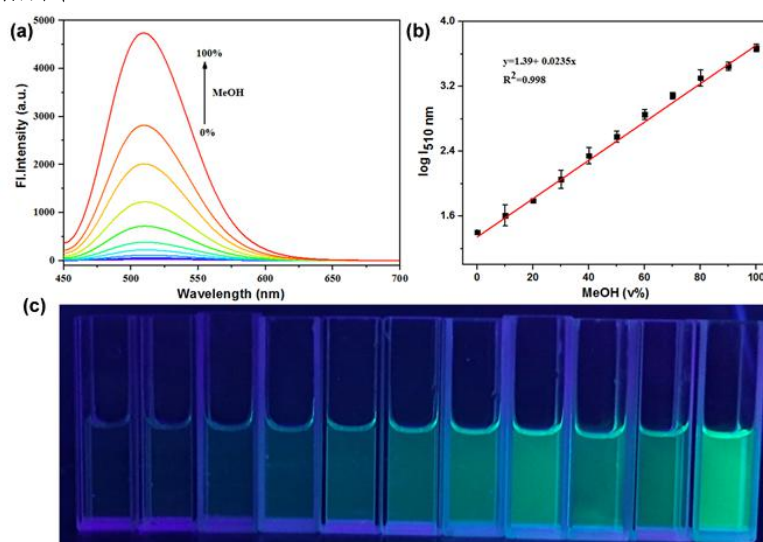


图 2 (a) 探针 P-1 (2 μM) 在乙醇中随着甲醇浓度 (0-100%, v/v) 增加的荧光滴定光谱图; (b) 探针 P-1 (2 μM) 在乙醇中随甲醇浓度 (0~100%, v/v) 增加的线性拟合工作曲线; (c) 在 365 nm 紫外灯的照射下, 探针 P-1 随着甲醇浓度 (0~100%, v/v) 增加的荧光发射照片。

三、合作模式

可通过委托开发, 成果许可、转让等方式, 共同推进该成果的产业化。

重金属离子检测和去除微球

一、项目简介

重金属离子是一种高度危险的环境污染物，具有毒性高、持久性强和不可降解等特点，即使在很低的浓度，也会严重损害人类健康。目前常见的重金属离子检测方法会产生有毒的硫化物或脂溶性化合物，这些化合物不能从检测液或生物系统中去除，从而造成二次污染。并且重金属离子污染对人体的损害通常不是由单一的重金属离子引起的，而是由多种重金属离子(例如汞、铜、镉等)累积效应的结果。因此开发能够同时检测、解毒和去除多种重金属离子的方法对于环境污染监测和治理至关重要。

本项目开发了一种用于检测多种重金属离子的可回收荧光探针。原位生成的探针对多种重金属离子显示出较高的灵敏度和快速的响应能力。通过向检测溶液中添加等量的解毒剂，探针可以再生，无需任何纯化步骤，至少可循环使用 10 次以上。通过将可回收的荧光探针加载到聚合物珠中，制备了一种简单、经济、实用、高效且环境友好的重金属离子检测、解毒和去除装置，对重金属离子的去除率可达 97.59%。该研究作为重金属离子的检测，解毒和去除提供了新思路、新策略，有望用于治理由于重金属离子造成的环境污染。

重金属离子检测可应用于食品、环境和污水处理中的必要环

节检测，还可用于污水和土壤中重金属离子的检测和去除。

二、技术指标

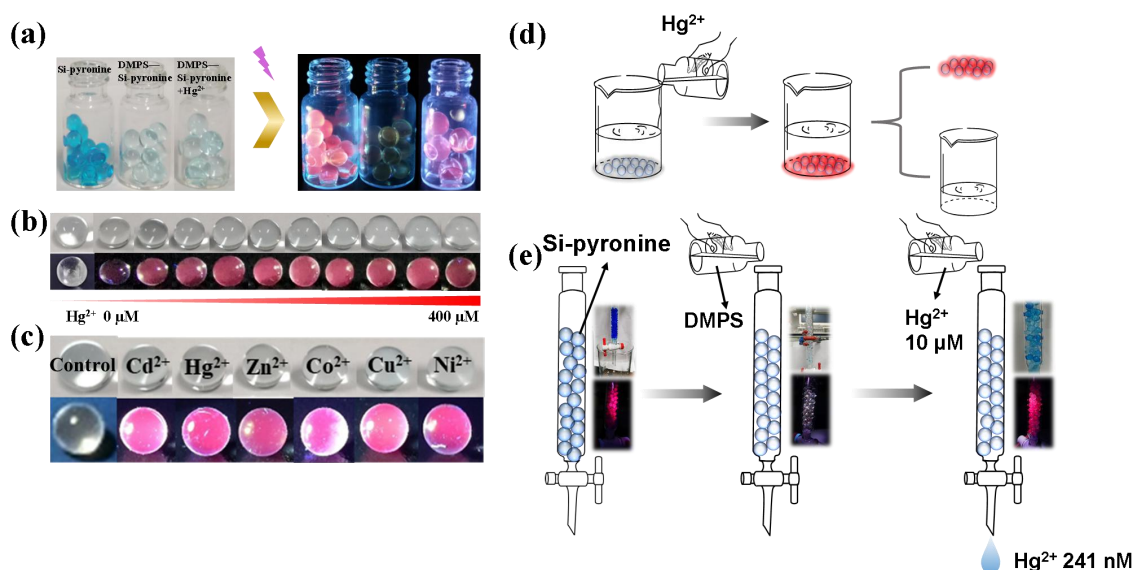


图 1 (a) 掺杂硅吡啶红的聚合物微球在加入 DMPS 和 Hg^{2+} 前后在阳光和 365 nm 紫外灯的照射下的照片。(b) 在 0~400 μM 的 Hg^{2+} 存在下，掺杂 DMPS-硅吡啶红的聚合物微球在日光和 365 nm 紫外光照射下的照片。(c) 掺杂 DMPS-硅吡啶红的聚合物微球在 Cd^{2+} 、 Hg^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Co^{2+} 、 Cu^{2+} 和 Ni^{2+} 存在下，在阳光和 365nm 紫外灯照射下的照片。(d) 使用聚合物珠去除水中的重金属离子。(e) 基于聚合物微球的水净化色谱装置示意图。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

甲苯一步法制甲酚的绿色生产技术

一、项目简介

本项目的主要产品为对甲酚，副产邻甲酚。对甲酚和邻甲酚是一种合成精细化学品的重要中间体，在医药、农药和香料等领域应用十分广泛。

本项目以甲苯为原料，采用双氧水为氧化剂，直接一步将甲苯氧化羟基化生产对甲酚，其转化率高，选择性高，产物和副产物均有较高的价值，甲苯利用率 99% 以上，几乎无废物产生，属于绿色化工技术，具有显著的环境保护效益和经济效益。

对甲酚主要用于石化产品的抗氧化剂，尤其是 2,6-二叔丁基对甲酚，该氧化剂是润滑油中不可代替的优良抗氧剂；对甲酚也是荧光增白剂 DT 的主要原料，荧光增白剂 DT 广泛用于各种合成纤维和混纺织物的增白；另外，对甲酚在塑料工业中可用于生产增塑剂和酚醛树脂，在医药上可用作肠驱虫剂和消毒剂。

邻甲酚下游产品主要有合成树脂邻甲酚酚醛树脂、邻甲基水杨酸、对氯邻甲苯酚、邻羟基苯甲醛、2-甲基-5-异丙基酚和抗氧化剂等，可以广泛应用在农药、医药、塑料、染料、香料等各行业领域中。另外，对甲酚也是对甲基苯基醚等甲基芳香醚系列产品的重要生产原料。

二、市场前景

近三年的国内对甲酚、邻甲酚的产量逐步在增长。初步核算，国内对甲酚的市场规模约为 9.7 亿元/年，邻甲酚的市场规模约为 8.3 亿元/年。本项目对甲酚和邻甲酚的市场容量为 19 亿元/年。本项目原料为甲苯和过氧化氢，都属于大宗化学品。两种甲酚产品(对甲酚、邻甲酚)都具有明显的经济效益。

三、合作模式

该项目的反应工艺已经完成实验室小试、20 倍放大试验。可以合作、委托开发，进行中试和产业化生产。共同推进该成果的产业化实施。其催化剂为自主知识产权开发，已完成产业化生产。

山梨醇脱水制异山梨醇的绿色生产技术

一、项目简介

本项目以山梨醇为原料，采用沸石分子筛为催化剂，直接生成异山梨醇产物，沸石催化剂生产异山梨醇，其转化率高，收率高，产物和副产物均有较高的价值，几乎无废物产生，属于绿色化工技术，具有显著的环境保护效益和经济效益。

异山梨醇是山梨醇的增值衍生物之一，由于其具有手性中心和刚性的分子结构，在化妆品、高分子聚合物、医药、食品和表面活性剂等领域有着广泛的商业和工业应用。而副产物 1,4-失水山梨醇，在表面活性剂工业上有着广泛的应用。

二、市场前景

根据产业研究中心发布的《2023 年全球及中国异山梨醇产业深度研究报告》显示，近年来，我国异山梨醇需求量总体维持稳定增长的态势，主要得益于医药、食品、塑料等行业的发展与推动，异山梨醇的国际市场需求量大概 10 万 t。未来，随着下游医药、食品、塑料等领域在国家政策的支持下降持续发展，国内异山梨醇的市场需求仍将持续增加。

三、合作模式

该项目的反应工艺处于实验室小试阶段。可以合作、委托开发，进行小试连续化工艺，中试和产业化生产。共同推进该成果的产业化实施。