

# 项目情况简介（省自然科学奖）

## 1、项目名称

有机催化精准构筑杂芳基轴手性分子

## 2、主要完成人

周岭、陈洁、杨慧、苟博博、许文磊、孙怀日、胡玉龙

## 3、提名单位

陕西省教育厅

## 4、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自然科学奖的提名要求。

该项目围绕杂芳烃轴手性功能分子的高效、高选择性合成这一核心科学挑战，取得了系列原创性突破。项目聚焦有机催化不对称合成，首创了“中心手性向轴手性转变”新策略，克服了传统方法步骤多、原子经济性差的弊端；在国际上首次实现了有机催化炔烃与偶氮素的不对称环加成反应，直接构筑了结构新颖的芳基-吡啶轴手性骨架；发展了基于联烯酮中间体的模块化组装新方法，高效合成了多种杂芳基及苯乙烯型轴手性分子。所发展的方法具有条件温和、步骤简洁、对映选择性高等优点。

项目成果具有重要的理论价值和应用前景。系统阐明的反应机理深化了对手性诱导与传递规律的认识，为轴手性科学的发展提供了新范式。所创制的多种新型轴手性分子是构建手性催化剂、配体的优势骨架，为不对称合成提供了新工具；同时，这类分子在药物活性分子与功能材料开发中具有广阔应用前景。研究成果发表在 *Nat. Commun.*、*Angew. Chem. Int. Ed.*、*Chem. Sci.* 等国际顶尖期刊，获诺贝尔奖得主、中外院士等国际同行的广泛引用和高度评价，入选高被引论文，产生了重要的国际学术影响。

该项目成果材料齐全、规范，无知识产权纠纷，人员排序无争议，符合陕西省自然科学奖提名要求。特提名为陕西省自然科学奖二等奖。

## 5、项目简介

手性可以显著影响物质的性能，手性科学的发展对人类社会的进步做出了巨大贡献。杂芳烃轴手性分子在不对称催化、药物研发和功能材料领域价值巨大，但其合成面临因旋转能垒低而易消旋化、以及手性控制难的核心挑战。发展其高效不对称合成方法，不仅能突破获取这类高价值分子的瓶颈、驱动新药与新材料创制，更是对手性科学基础理论的深化与革新，具有重大的科学意义与应用前景。

有机催化凭借条件温和、环境友好及无金属残留等优势，成为当前研究重点。本项目聚焦于功能杂芳烃轴手性分子的不对称合成研究前沿，采用有机催化策略

发展了一系列新型不对称催化反应体系，取得了多项有重要意义的研究成果。包括使用手性磷酸催化富电子烯烃的不对称环加成反应，首先高效合成了中心手性分子，再利用中心手性向轴手性转变策略，成功构建了结构新颖的杂芳烃轴手性分子；利用手性磷酸催化富电子炔烃的不对称环加成反应，直接构筑了杂芳烃功能轴手性分子。

这些研究不仅深入揭示了轴手性的形成机制，更发展了多种轴手性功能分子的高效合成方法，为催化、医药和材料领域提供了核心技术支持。在国际一流期刊 *Nat. Commun.*, *Angew. Chem. Int. Ed.*, *Chem. Sci.* 等发表论文 30 余篇，获授权国家发明专利 6 项。

### 6、客观评价

该项目在轴手性分子的合成研究方面获得了国内外同行的广泛认可和高度评价。5 篇代表性成果发表在 *Nat. Commun.*、*Angew. Chem. Int. Ed.*、*Chem. Sci.* 等化学顶尖期刊上，总计被 SCI 他引 241 次。

该项目发展的有机催化富电子炔的环加成构筑轴手性分子策略，受到了诺贝尔奖得主 Benjamin List 教授在 *Synfacts* (2022, 18, 1241) 上进行了亮点评述。该工作也被冯小明院士、谭斌教授、石枫教授、曹伟地教授、Yixin Lu 教授、Yu Zhao 教授、Karl Anker Jørgensen 院士等国内外著名学者在 *Nat. Commun.*、*J. Am. Chem. Soc.*、*Acc. Chem. Res.* 等权威期刊上多次引用并给予积极评价。

该项目发展的有机催化富电子烯环加成-中心手性转变构筑轴手性分子策略，受到了国内外著名有机化学家如程津培院士、冯小明院士、涂永强院士、游书力院士、谭斌教授、石枫教授、邵志会教授、史炳锋教授、周强辉教授、F. Dean Toste 教授、Scott J. Miller 教授、Jieping Zhu 教授、Yonggui Chi 教授等在其发表于 *Chem. Rev.*、*J. Am. Chem. Soc.*、*Angew. Chem. Int. Ed.* 等权威期刊上，多次正面引用和评价本项目的策略、方法和机理研究，认为该工作为轴手性分子的精准合成提供了原创性新策略和新方法，推动了该领域的发展。

这些客观引证充分表明，该成果在轴手性合成领域产生了重要的国际学术影响，其创新性和理论价值得到了国内外同行的广泛肯定。

### 7、代表性论文专著目录

序号	论文专著名称	刊名	作者	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	S CI 他 引次 数	他 引总 次数	知 识产 权是 否归
----	--------	----	----	---------------------------------------	----------	----------	----------	----------	----------------------	---------------	---------------------

											国内所有
1	Organocatalytic cycloaddition of alkynylindoles with azonaphthalenes for atroposelective construction of indole-based biaryls	Nat. Commun.	Hui Yang, Huai-Ri Sun, Rui-Qing He, Le Yu, Wei Hu, Jie Chen, Sen Yang, Gong-Gu Zhang, Ling Zhou	2022, 13, 632.	2022. 02.02	Ling Zhou	Hui Yang, Huai-Ri Sun	杨慧、孙怀日、贺瑞青、于乐、胡伟、陈洁、杨森、张巩固、周岭	35	35	是
2	Modular Construction of Heterobiaryl Atropisomers and Axially Chiral Styrenes via All-Carbon Tetrasubstituted	Angew. Chem. Int. Ed.	Bo-Bo Gou, Yue Tang, Yan-Hong Lin, Le Yu, Qing-Song Jian, Huai-Ri Sun, Jie Chen, Ling Zhou	2022, 61, e202208174.	2022. 08.12	Ling Zhou	Bo-Bo Gou, Yue Tang, Yan-Hong Lin,	苟博博、唐悦、林艳红、于乐、建青松、孙怀日、陈洁、周岭	49	49	是
3	Organocatalytic cycloaddition–elimination cascade for atroposelective construction of heterobiaryls	Chem. Sci.	Wen-Lei Xu, Wei-Ming Zhao, Ru-Xia Zhang, Jie Chen, Ling Zhou	2021, 12, 14920	2021. 10.30	Ling Zhou	Wen-Lei Xu, Wei-Ming Zhao,	许文磊、赵伟明、张茹霞、陈洁、周岭	23	23	是
4	Conversion of two stereocenters to one or two chiral axes: atroposelective synthesis of 2,3-diarylbenzoin	Chem. Sci.	Yu-Long Hu, Zhe Wang, Hui Yang, Jie Chen, Zi-Bo Wu, Yibo Lei, Ling Zhou	2019, 10, 6777.	2019. 05.20	Ling Zhou	Yu-Long Hu, Zhe Wang, Hui Yang,	胡玉龙、王哲、杨慧、陈洁、吴子博、雷依波、周岭	99	99	是
5	Asymmetric Synthesis of Quinoline-Naphthalene Atropisomers by Central-to-Axial	Org. Lett.	Shao-Jie Wang, Zhe Wang, Yue Tang, Jie Chen, Ling Zhou	2020, 22, 8894.	2020. 10.30	Jie Chen, Ling Zhou	Shao-Jie Wang, Zhe Wang,	王少杰、王哲、唐悦、陈洁、周岭	35	35	是

合 计				24	24	
				1	1	

8、主要完成人情况

排序	完成人	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目的贡献
1	周 岭	无	教 授	西北大学	西北大学	作为项目负责人，设计、确定研究方案，组织具体实施工作并进行全程指导。
2	陈 洁	无	教 授	西北大学	西北大学	发展了有机催化环加成-中心手性向轴手性转变策略，构筑四取代氮杂轴手性分子。
3	杨 慧	无	讲 师	西安科技大学	西北大学	发展了有机催化炔基吡啶与偶氮苯的环加成，构筑含吡啶骨架轴手性分子。
4	苟博博	无	博士后	上海有机所	西北大学	发展了有机催化炔基苯酚与邻亚甲基醌及亚胺的环加成，构筑杂芳基轴手性分子。
5	许文磊	无	讲 师	洛阳师范学院	西北大学	发展了有机催化环加成-消除“一锅法”中心手性向轴手性转变策略。
6	孙怀日	无	博士后	山东大学	西北大学	发展了有机催化炔基吡啶与偶氮苯的环加成，构筑含吡啶骨架轴手性分子。
7	胡玉龙	无	工程师	河南中医药大学	西北大学	发展了有机催化环加成-氧化脱氢策略，实现了两个手性中心向两个手性轴的转变。

9、主要完成单位情况

排序	完成单位	对本项目的贡献
1	西北大学	西北大学为该项目创造了学科平台优势，营造了良好的科研环境，提供了必要的实验场地和条件，配备了优秀的科研人才，为项目的顺利实施提供了有力保证。

10、完成人合作关系说明

完成人周岭、陈洁、杨慧在 2018-2022 期间合作发表文章 4 篇。

完成人周岭、陈洁、苟博博在 2018-2022 期间合作发表文章 3 篇。

完成人周岭、陈洁、许文磊 2021 年合作发表文章 1 篇。

完成人周岭、陈洁、孙怀日在 2019-2022 期间合作发表文章 3 篇。

完成人周岭、陈洁、胡玉龙、杨慧 2019 年合作发表文章 1 篇。

完成人周岭、陈洁、杨慧、苟博博、许文磊、孙怀日、胡玉龙共同完成国家自然科学基金面上、重大培育、陕西省杰出青年基金等项目。