

项目情况简介（省自然科学奖）

1、项目名称: 氧化镁的制备及其性能研究

2、主要完成人: 张智平, 郑亚君, 陈吉平, 曹丽云, 梁鑫淼

3、提名单位: 陕西省教育厅

4、提名意见: 氧化镁因其独特的表面碱性、无毒无味等特性, 已广泛应用于催化、吸附分离等领域, 但现有氧化镁制备方法存在形貌调控难、产品性能不稳定等技术瓶颈。为解决这一关键难题, 本项目通过深入分析反应温度、溶液 pH、共沉淀剂等参数对 MgO 前驱体生成的影响, 构建了 MgO 前驱体的形貌与组成之间的相互关系, 阐明了球形 MgO 颗粒的形成与演化机制, 揭示了 CO_3^{2-} 与 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 等共沉淀阴离子协同作用对 MgO 表面结构的调控规律, 开发出多种具有独特结构与性能的 MgO 材料, 突破了高效 MgO 吸附剂与催化剂在应用中的关键瓶颈, 形成了一系列具有自主知识产权的理论成果、关键技术和新型材料, 取得了一系列创新性研究成果。相关研究成果在 *Adv. Funct. Mater.*、*J. Mater. Chem. A*、*J. Chromatogr. A* 等主流期刊发表论文 20 余篇。5 篇代表作被 SCI 他引 423 次, 得到国内外学者的高度认可和广泛引用。

经确认, 所推荐材料真实有效, 相关栏目填写规范、符合要求; 根据陕西省科学技术奖励授奖条件, 并经评审, 建议将该项目推荐为陕西省自然科学奖二等奖。

5、项目简介: 本项目属于化学领域, 融合了材料、环境、能源等多个科学技术方向。氧化镁 (MgO) 是一种重要的无机功能材料, 因其独特的表面碱性、无毒无味、热稳定性强等特性, 广泛应用于催化、吸附分离、化学传感、电子光学器件以及有毒废物处理等多个领域。近年来, 大量研究表明材料的性能与其微观形貌存在着显著的构效关系, 但是相较于其它类型的材料, 关于 MgO 形貌与性能关联的系统研究仍较为匮乏, 极大地抑制了其在催化、吸附、生物医学等领域的应用。本项目聚焦于 MgO 的可控合成及其结构-性能关系的研究, 针对现有 MgO 制备过程中形貌调控难、性能不稳定等问题, 通过深入分析反应温度、溶

液 pH、共沉淀剂等参数对 MgO 前驱体生成的影响，构建了 MgO 前驱体的形貌与组成之间的相互关系，阐明了球形 MgO 颗粒的形成与演化机制，揭示了 CO_3^{2-} 与 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 等共沉淀阴离子协同作用对 MgO 表面结构的调控规律，开发出多种具有独特结构与性能的 MgO 材料，包括球形单分散 MgO 色谱固定相、针状 MgO 吸附剂、花状 MgO 光催化剂等；系统构筑了多种形貌的 MgO 材料，明确了其微观结构对性能的影响机制，突破了高效 MgO 吸附剂与催化剂在应用中的关键瓶颈，建立了 MgO 形貌与性能之间的构效关系，形成了一系列具有自主知识产权的理论成果、关键技术和新型材料，显著推动了 MgO 在环境水体净化与催化等领域的实际应用进程

6、客观评价：项目研究成果应用者包括中国科学院院士、国家计划领军人才、国家“工程”入选者、国家杰出青年基金获得者、教育部学者特聘教授、科技部科技创新领军人才及 *Nat. Rev. Chem.*、*Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*、*Adv. Mater.*、*Chem. Eng. J.*、*Environ. Sci. Technol.* 等多个国际主流期刊发表论文引用，如山东大学钱逸泰院士(*Mater. Lett.* 2010, 64, 1401-1403)、美国康奈尔大学 Greeshma Gadikota 教授(*Nat. Rev. Chem.* 2020, 4, 78-89)、瑞士苏黎世联邦理工学院 Marco Mazzotti 教授(*Chem. Eng. J.* 2008, 63, 1012-1028)、西班牙加泰罗尼亚理工大学 Kwon Rausis 教授(*J. CO₂ Util.* 2020, 37, 122-133)等在文中采用我们的结论来佐证他们的相关实验结果。

以下为代表性国内外学者对项目的第三方评价摘录：西班牙瓦伦西亚大学 David Santamaría-Pérez 教授认为我们的研究结果有效解决了长期以来关于碳酸镁石组成的争论(*Cryst. Growth Des.* **2024**, 24, 1159-1169)。美国康涅狄格大学 Eric H. Jordan 教授认为关于三维 MgO 结构的材料报道较少，我们的研究成果为其提供了案例 (*Mater. Lett.* **2009**, 63, 783-785)。印度拉吉夫甘地医科大学 Md. Harunar Rashid 教授(*J. Mol. Liq.* **2020**, 305, 112799)、印度德里大学 Rita Kakkar 教授(*Sep. Purif. Technol.* **2019**, 211, 522-539)等均认为本项目发展的多孔棒状氧化镁对染料刚果红具有超高的吸附容量，是迄今为止对刚果红吸附容量最高的吸

附剂材料。哥伦比亚考卡大学 Jorge E. Rodríguez-Páez 教授指出本项目所开发的 Mg-Zn 复合氧化物通过结合宽带隙绝缘体 MgO 与具备光敏特性的半导体 ZnO, 在环境修复领域展现出广阔的应用前景, 已成为当前备受关注的研究方向(*Ceram. Int.* **2021**, 47, 15668-15681)。

7、代表性论文专著目录

序号	论文专著	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	SCI 他 引次数	他引 总次数	知识 产权 是否 归国 内所 有
1	Temperature- and pH-dependent morphology and FT-IR analysis of magnesium carbonate hydrates	Journal of Physical Chemistry B	张智平, 郑亚君, 倪余文, 刘中民, 陈吉平, 梁鑫淼	2006 年 110 卷 12969-12973 页	2006 年 06 月 07 日	陈吉平	张智平	张智平, 郑亚君, 倪余文, 刘中民, 陈吉平, 梁鑫淼	226	226	是
2	Facile Synthesis of Monodisperse Magnesium Oxide Microspheres via Seed-Induced Precipitation and Their Applications in High-Performance Liquid Chromatography	Advanced Functional Materials	张智平, 郑亚君, 陈吉平, 张青, 倪余文, 梁鑫淼	2007 年 17 卷 2447-2454 页	2007 年 09 月 18 日	陈吉平, 梁鑫淼	张智平	张智平, 郑亚君, 陈吉平, 张青, 倪余文, 梁鑫淼	41	41	是
3	Morphological and Surface Structural Evolutions of MgO Particles from Parallelograms to Rods	CrystEngComm	郑亚君, 张晓玲, 王璇, 王倩, 白宗权, 张智平	2016 年 18 卷 2612-2616 页	2016 年 03 月 08 日	张智平	郑亚君	郑亚君, 张晓玲, 王璇, 王倩, 白宗权, 张智平	8	8	是
4	One-Pot Synthesis of Highly Efficient MgO for the Removal of Congo Red in Aqueous	Journal of Materials Chemistry	白宗权, 郑亚君, 张智平	2017 年 5 卷 6630-6637 页	2017 年 03 月 07 日	张智平	白宗权	白宗权, 郑亚君, 张智平	63	63	是

	Solution	try A									
5	Microscale Flower-like Magnesium Oxide for Highly Efficient Photocatalytic Degradation of Organic Dyes in Aqueous Solution	RSC Advances	郑亚君, 曹丽云, 行高选, 白宗权, 黄剑锋, 张智平	2019 年 9 卷 7338-7348 页	2019 年 03 月 05 日	曹丽云, 张智平	郑亚君	郑亚君, 曹丽云, 行高选, 白宗权, 黄剑锋, 张智平	85	85	是
6	新型氧化镁的制备及其性能研究	化学工业出版社	郑亚君, 张智平	2023 年	2022 年 01 月 01 日		郑亚君	郑亚君, 张智平			是

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	张智平	无	教授	西安石油大学	西安石油大学	项目负责人, 提出了核心学术思想, 明确了总体研究方案、研究内容及技术路线。
2	郑亚君	无	教授	西安石油大学	西安石油大学	项目的主要参与者, 参与制定研究方案, 承担了实验研究以及实验结果的分析与总结工作。
3	陈吉平	无	研究员	中国科学院大连化学物理研究所	中国科学院大连化学物理研究所	项目的参与者, 承担了技术方案的设计、关键技术难题的攻关及科学规律的归纳总结工作。
4	曹丽云	无	教授	陕西科技大学	陕西科技大学	项目的主要参与者, 负责技术方案的设计、关键技术问题的解决以及反应机理的系统阐述。
5	梁鑫淼	无	研究员	中国科学院大连化学物理研究所	中国科学院大连化学物理研究所	项目的参与者, 承担了技术方案的设计、关键技术难题的攻关及科学规律的归纳总结工作。

9、主要完成单位情况

排序	完成单位	对本项目的贡献
1	西安石油大学	针对现有氧化镁制备过程中形貌调控难度大、性能不稳定等关键问题, 项目开展了新型高效 MgO 材料的构筑与调控研究, 成功制备出多种具有独特结构与优异性能的 MgO 吸附与光催化材料, 形成了具有自主创新优势的理论体系、关键技术和材料成果。相关研究为高性能吸附剂和催化剂的开发, 以及其在分离分析、环境治理等领域的应用提供了坚实的材料基础与理论支持。为本项目的顺利实施提供了坚强保障。在学科建设、科研平台建设、实验室运行管理、条件支撑以及研究生培养等方面, 学校也给予了全方位支持, 确保了本研究工作的高效推

		进和科研数据的真实、可靠与有效。
2	中国科学院大连化学物理研究所	为发现点 1 的研究提供了实验平台和测试条件，并在项目实施及相关研究工作中给予了积极支持。针对 MgO 前驱体形貌难以控制、组成复杂等关键科学问题，深入开展了反应条件对前驱体演化规律的系统研究，揭示了前驱体形貌与化学组成之间的内在关联。在此基础上，成功制备出粒径均一、形貌可控的单分散 MgO 微球，并将其作为色谱固定相应用于碱性化合物和多环芳烃的高效分离分析，显著提升了 MgO 材料在分离分析领域的应用性能。
3	陕西科技大学	为发现点 3 的研究提供了实验平台和测试条件，积极协助完成了项目的策划与实施工作，为项目的顺利推进提供了必要的技术支持、实验保障和测试服务。围绕拓展 MgO 在光催化领域的应用，系统研究了多种不同形貌 MgO 材料的表面结构特性，深入剖析了其形貌与光催化性能之间的构效关系。在此基础上，成功开发出花状 MgO 和球形 $Mg_{0.8}Zn_{0.2}O$ 复合氧化物并将其应用于水体中有机染料的高效降解研究，阐明了相应的光催化反应机理。相关研究成果为高效 MgO 基光催化剂的设计与制备提供了坚实的实验基础和理论支撑。

10、完成人合作关系说明

序号	合作方式	合作者/ 项目排名	合作时间	合作成果	证明材料
1	论文合著、专著合著、共同立项、共同获奖	张智平/ 郑亚君, 排名第 2	2002-至今	(1)代表性论文 1, 2, 3, 4, 5; (2)代表性专著 1; (3)2022 年陕西高等学校科学技术研究优秀成果奖二等奖“氧化镁基材料的制备及去除水体中有机污染物研究”; (4)2017 年陕西高等学校科学技术研究优秀成果奖二等奖“氧化镁的制备及吸附性能研究”。	(1) 代表性论文 1, 2, 3, 4, 5; (2) 代表性专著 1; (3) 省级计划“新型氧化镁的制备及催化性能研究”(2016GY-231) 和“氧化镁基光催化材料的制备及对有机污染物降解性能研究”(2021GY-247); (4) 2022 年陕西高等学校科学技术研究优秀成果奖二等奖“氧化镁基材料的制备及去除水体中有机污染物研究”; (5) 2017 年陕西高等学校科学技术研究优秀成果奖二等奖“氧化镁的制备及吸附性能研究”。
2	论文合著、共同立项、共同获奖	张智平/ 陈吉平, 排名第 3	2002-至今	(1) 代表性论文 1, 2; (2) 2017 年陕西高等学校科学技术研究优秀成果奖二等奖“氧化镁的制备及吸附性能研究”。	(1) 代表性论文 1, 2; (2) 国家计划“二噁英高选择性纯化分离介孔材料与方法的研究”(20577050)和“新型介孔氧化镁色谱固定相的制备及其表面改性研究”(20775081); (3) 2017 年陕西高等学校科学技术研究优秀成果奖二等奖“氧化镁的制备及吸附性能研

					究”。
3	论文合著、共同获奖	张智平/ 曹丽云, 排名第 5	2015-至今	(1) 代表性论文 5; (2) 2022 年陕西高等学校科学技术研究优秀成果奖二等奖“氧化镁基材料的制备及去除水体中有机污染物研究”。	(1) 代表性论文 5; (2) 2022 年陕西高等学校科学技术研究优秀成果奖二等奖“氧化镁基材料的制备及去除水体中有机污染物研究”。
4	论文合著	张智平/ 梁鑫淼, 排名第 6	2002-至今	(1) 代表性论文 1, 2; (2) 非代表性论文 1, 2, 3。	(1) 代表性论文 1, 2; (2) 非代表性论文 1, 2, 3。