

中国科学院大连化学物理研究所
催化基础国家重点实验室

2016 年报



2016 Annual Report of
State Key Laboratory of Catalysis
Dalian Institute of Chemical Physics
Chinese Academy of Sciences

目 录

• 催化基础国家重点实验室第七届学术委员会	1
• 催化基础国家重点实验室第三届国际顾问委员会.....	2
• 催化基础国家重点实验室主任及组长	3
• 催化基础国家重点实验室 2016 年大事记.....	4
• 催化基础国家重点实验室媒体采风.....	6
• 催化基础国家重点实验室 2016 年重要研究进展.....	8
(一) : 煤气化直接制烯烃研究	8
(二) : 太阳能光-化学-电能储存与转化研究.....	10
(三) : 二维纳米材料限域单原子催化剂研究	11
(四) : 构建新型自然和人工光合杂化系统实现太阳能全分解水制氢 ...	13
(五) : 半导体光催化剂中单步两电子转移机理	15
(六) : 硅基材料用于光电化学分解水的研究	17
(七) : 金催化剂研究进展	19
(八) : 光催化辅助燃料电池 ORR 研究	21
(九) : 金催化剂研究	23
(十) : 高分散金属催化剂研究	25
(十一) : 反应-分离-反应耦合催化膜反应器研究.....	27
(十二) : 木质纤维素制乙醇研究工作	29
(十三) : 对苯二甲酸二乙酯合成新路线	31
(十四) : 单分散微米硅胶填料制备技术	32
• 催化基础国家重点实验室 2016 年发表的综述文章	33
二维材料及其杂化结构的催化系列研究	33
储氢材料研究进展	34

- 催化基础国家重点实验室 2016 年发表文章目录.....36
- 催化基础国家重点实验室 2016 年专利申请一览表71
- 催化基础国家重点实验室 2016 年专利授权一览表79
- 催化基础国家重点实验室 2016 年开放课题一览表82
- 催化基础国家重点实验室 2016 年自主研究课题一览表.....83

催化基础国家重点实验室

第七届学术委员会

主任	李 灣	院士	中国科学院大连化学物理研究所
副主任	丁奎岭	院士	中国科学院上海有机化学研究所
	谢在库	教授级高工	中国石油化工集团
顾问	蔡启瑞	院士	厦门大学
(按年龄排列)	彭少逸	院士	中国科学院山西煤炭化学研究所
	徐如人	院士	吉林大学
	陈 懿	院士	南京大学
	谢有畅	教授	北京大学
	万惠霖	院士	厦门大学
	何鸣元	院士	石油化工科学研究院
	郑小明	教授	浙江大学
	石·米歇尔	教授	法国巴黎第六大学
	林国强	院士	中国科学院上海有机化学研究所
委员	包信和	院士	中国科学院大连化学物理研究所
(按音序排列)	陈初升	教授	中国科技大学
	丁维平	教授	南京大学
	胡培君	教授	华东理工大学/贝尔法斯特女王大学
	李静海	院士	中国科学院过程工程研究所
	刘中民	院士	中国科学院大连化学物理研究所
	孙立成	教授	大连理工大学/瑞典皇家工学院
	王建国	研究员	中国科学院山西煤炭化学研究所
	王 野	教授	厦门大学
	吴 凯	教授	北京大学
	夏春谷	研究员	中国科学院兰州化学物理研究所
	徐柏庆	教授	清华大学
	徐 杰	研究员	中国科学院大连化学物理研究所
	张 涛	院士	中国科学院大连化学物理研究所
	赵东元	院士	复旦大学
	赵进才	院士	中国科学院化学研究所
	宗保宁	教授级高工	石油化工科学研究院

催化基础国家重点实验室
第三屆国际顾问委员会
The 3rd International Advisory Committee
of the State Key Laboratory of Catalysis

Prof. Alexis T. Bell

*University of California, Berkeley,
USA*

Prof. Jürgen Caro

University of Hannover, Germany

Prof. Michael Claeys

*University of Cape Town,
South Africa*

Prof. Avelino Corma

*Institute for Chemical Technology,
Spain*

Prof. Kazunari Domen

The University of Tokyo, Japan

Prof. Masatake Haruta

*Tokyo Metropolitan University,
Japan*

Prof. Graham J. Hutchings

Cardiff University Wales, UK

Prof. Jae Sung Lee

*Pohang University of Science &
Technology, Korea*

Prof. Thomas Maschmeyer

*The University of Sydney,
Australia*

Prof. Martin Muhler

*Ruhr-Universitaet Bochum,
Germany*

Prof. Jens K. Nørskov

Stanford University, USA

Prof. Valentin N. Parmon

*Boreskov Institute of Catalysis,
Russia*

Prof. Lachezar A. Petrov

*King Abdulaziz University,
Kingdom of Saudi Arabia*

Prof. Peter C. Stair

Northwestern University, USA

Prof. Rutger A. van Santen

*Eindhoven University of
Technology, The Netherlands*

Prof. Bert M. Weckhuysen

Utrecht University, The Netherlands

Prof. Ganapati D. Yadav

*Institute of Chemical Technology,
India*

催化基础国家重点实验室主任及组长

主任：申文杰

副主任：傅 强 范峰滔

- 催化反应化学组（组长 申文杰）

- 金催化研究中心（主任 春田正毅）

- 低碳烃类催化利用研究组（组长 黄家辉）

- 不对称手性合成及偶联反应研究组（组长 李果）

- 纳米与界面催化组（组长 包信和）

- 能源战略组群

- 仿生能源材料和系统组（组长 傅强）

- 碳基能源纳米材料组（组长 潘秀莲）

- 分子催化与原位表征组（组长 李灿）

- 太阳能研究组群

- 光催化分解水组（组长 章福祥）

- 光催化转化生物质组（组长 韩洪宪）

- 光电材料光谱表征组（组长 范峰滔）

- 有机太阳电池组

- 光电功能纳米材料组

- 无机膜与催化新材料组（组长 杨维慎）

- 有机-无机杂化材料组（组长 杨启华）

- 理论催化组（招聘中）

- 技术支撑与管理组（组长 胡林彦）

催化基础国家重点实验室 2016 年大事记

1. 3月26日，我室与延长石油合作研发的汽油超深度脱硫技术在山东恒源石油化工股份有限公司 40 万吨/年规模生产国 V 标准汽油开车成功。
2. 4月15日，兼聘研究员刘中民团队采用自主知识产权的 DMTO 技术的中煤蒙大工程塑料项目(180 万吨/年甲醇制 60 万吨/年烯烃)投料试车并取得圆满成功，这是第 10 套以 DMTO/DMTO-II 技术投产运行的甲醇制烯烃装置。
3. 4月23日，我室召开第七届学术委员会第一次会议。
4. 4月28日，兼聘研究员刘中民被授予“全国五一劳动奖章”。
5. 5月，我室博士后马伟光、Arindam Modak、陈思如、祝元虎、于书文、朱义峰、李泽龙获中国博士后科学基金资助。
6. 5月20日，包信和研究员荣获中国化学会-中国石油化工股份有限公司化学贡献奖
7. 5月30日，应用我室研究员李灿、蒋宗轩研究团队研发的层状多金属硫化物催化剂的 20 万吨/年柴油超深度脱硫工业化装置一次开车成功。
8. 6月，包信和研究员获国际天然气转化杰出成就奖。
9. 7月3日-8日，我室协助中国化学会催化委员会承办的第十六届国际催化大会在北京顺利召开。
10. 7月，我室博士研究生刘妍获 2016 年度中国科学院院长优秀奖；焦峰获中国科学院大学-BHPB 奖学金；傅平获中科院-SABIC-奖学金；博士研究生王志亮、廖世潮、崔晓菊、李昊博，硕士研究生王洪获国家

奖学金；博士研究生刘妍、钟明梅、荣凤荻获岛津奖学金；李昊博、杨阳、廖世潮获延长石油优秀博士生奖学金。

11. 9月9日，杨启华研究员、兼聘研究员田志坚、周永贵入选第二批“万人计划”。
12. 10月21日，兼聘研究员张涛荣获2016年何梁何利科学与技术进步化学奖。
13. 11月5日-6日，由国家自然科学基金委员会化学科学部主办、我室承办的“物理化学青年学术研讨会”顺利召开。
14. 11月14日，兼聘研究员刘中民的青海盐湖MTO装置首次投料试车取得圆满成功，这是第十一套DMTO装置投产运行，烯烃累计产能达到613万吨/年。
15. 12月22日，我室纳米与界面催化研究组与中国石油天然气集团公司、沙特基础工业公司(SABIC)在大连化物所举行“甲烷无氧制烯烃和芳烃项目”合作研发协议签约仪式。
16. 12月26日，兼聘研究员张涛团队提出的“单元子催化”入选美国化学会C&EN2016“十大科研成果”。

催化基础国家重点实验室媒体采风

1. 1月29日，中国化工报发表了“强化过程耦合 引领无机膜研究—记国家自然科学二等奖分子尺度无机膜材料合成分离技术”的报到。
2. 3月4日，新华社发表了“我国煤化工研究取得里程碑式突破 煤制烯烃将告别高耗水”的报道，3月5日，中央电视台新闻直播间播出“我国煤气化制烯烃取得突破性进展”的视频报道。此外，吉林电视台新闻早报、科技日报头版、中国科学报头版、辽宁日报、人民日报、中国经济网、经济日报、中国化工报、光明日报、大连晚报等媒体也就煤气化制烯烃的成果进行了报道。
3. 3月14日，中国科学报记者采访了我室李灿院士并在科学报头版发表“太阳能光催化有望带来颠覆性变革”的报道。
4. 3月28日，中国新闻社报道“中国自主研发汽油脱硫技术开车成功”，经济日报报道“汽油超深度脱硫技术开车成功 油质升级 污染降级”。辽宁日报头版、大连日报头版、中国科学报、中国化工报也对我室与延长石油合作研发的汽油超深度脱硫技术装置在鲁开车成功事件进行了报道。
5. 4月21日，中国科学报图片新闻报道中煤蒙大工程塑料项目（180万吨/年甲醇制 60万吨/年烯烃）投料试车成功，此外，辽宁日报、大连日报也就此事件进行了报道。
6. 中新社北京5月28日电，中国科学家研发的应用于柴油超深度脱硫的新催化剂及工业化应用成果，28日在北京通过中国石油和化学工业联合会组织的成果鉴定，被称为“属于国际领先水平”。光明日报头版、科技日报头版也对此成果进行了报道。
7. 6月3日，中国经济导报报道“层状多金属柴油超深度脱硫催化剂通

过成果鉴定”。

8. 6月14日，经济日报报道“雾霾防治再添利器：国产催化剂给柴油超深度脱硫”。
9. 6月15日，中国科学报报道“包信和获国际天然气转化杰出成就奖”。
10. 6月16日，中国科学报报道“中科院大连化物所耦合催化膜反应器研究获进展”。
11. 7月4日，新华社报道“国际催化大会首次在我国举办 聚焦催化技术推动可持续发展”，科技日报头版、中国科学报头版、经济日报也就我国举办国际催化大会进行了报道。
12. 9月12日，中国科学报发表题为“中科院大连化物所甲醇多相羰基化制乙酸甲酯中试技术获鉴定”的文章，报讯称，中科院大连化物所和山东联盟化工有限公司开发的甲醇制乙醇关键技术“甲醇多相羰基化制乙酸甲酯中试技术研究”，在京通过了由中国石油和化学工业联合会组织的成果鉴定。
13. 11月30日，中国科学报报道“张涛获产学研合作军民融合奖”。

研究进展 (一)

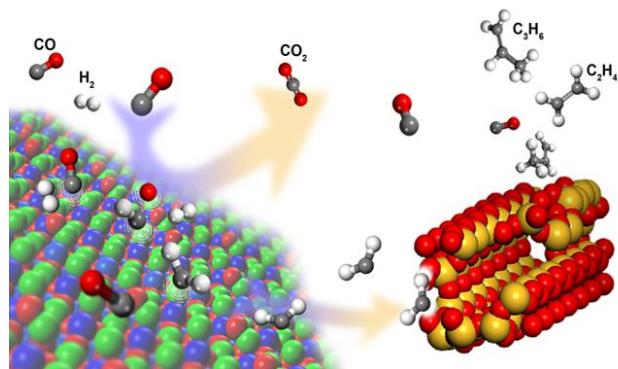
煤气化直接制烯烃研究

催化基础国家重点实验室包信和院士和潘秀莲研究员领导的团队颠覆了 90 多年来煤化工一直沿袭的费-托(简称为 F-T)路线，创造性地采用一种新型复合催化剂，可将煤气化产生的合成气(纯化后 CO 和 H₂ 的混合气体)直接转化，高选择性地一步反应获得低碳烯烃。该研究成果发表在《科学》杂志上 (*Science*, 2016, 351, 1065-1068)，过程已申报中国发明专利和国际 PCT 专利。《科学》杂志同期刊发了以“令人惊奇的选择性”(Surprised by Selectivity)为题的专家评述文章，认为该过程未来在工业上将具有巨大的竞争力。

德国科学家 Fischer 和 Tropsch 于 1923 年发明了煤经合成气生产高碳化学品和液体燃料的 F-T 过程。尽管该过程并不完美，比如，除产生大量的二氧化碳以外，还消耗大量的水，且产物选择性差，后续处理消耗大量的能量，然而国际能源和化工界却一直认为该过程不可替代。如今，我室研究人员摒弃了高水耗和高能耗的水煤气变换制氢过程，直接采用煤气化产生的混合气体(经纯化)，高选择性地获得低碳烯烃。当 CO 单程转化率为 17% 时，低碳烃类产物的选择性达到 94%，其中低碳烯烃(乙烯、丙烯和丁烯)的选择性大于 80%，打破了传统费-托合成过程低碳烯烃的选择性最高为 58% 的极限(SF 极限)。

传统的 F-T 过程采用金属(还原态)作催化剂。CO 分子在金属催化剂表面被活化解离成 C 原子和 O 原子，C 原子和 O 原子与吸附在催化剂表面的氢发生反应，形成亚甲基(CH₂)中间体，同时放出水分子。亚甲基中间体通过迁移插入反应，在催化剂表面进行自由聚合，生成含不同碳原子数(从一到三十，有时甚至到上百个碳原子)的烃类产物。整个反应烃类产物碳原子数分布广，目标产物的选择性低。同时，这一过程需要消耗大量氢气来移去金属催化剂表面 CO 解离生成的 O 原子，而这些宝贵的氢气是通过水煤气变换(CO+H₂O→H₂+CO₂)获得的，水煤气变换过程

是一个高能耗的过程，还要释放出大量 CO_2 。我室研究人员创制的过程采用部分还原的复合氧化物作催化剂， CO 分子在催化剂氧缺陷位上吸附并解离，气相氢分子选择性地与解离生成的 C 原子反应生成亚甲基自由基，而催化剂表面 CO 解离生成的氧原子倾向于与另一个 CO 反应，形成 CO_2 。与传统的 F-T 过程不同，在氧缺陷位产生的亚甲基自由基，不在催化剂表面停留或发生表面聚合反应，而是迅速进入分子筛孔道，在孔道限域环境中进行择形偶联反应，定向生成低碳烯烃，大大提高了产物的选择性。通过对分子筛孔道和酸性质的调控，可以实现产物分子的可控调变。



这一突破，通过以 CO 替代 H_2 来消除烃类形成中多余的氧原子，在反应不改变 CO_2 总排放的情况下，摒弃了高耗能和高耗水的水煤气变换反应，从原理上开创了一条低耗水(结构上没有水循环)进行煤转化的新途径。同时，通过创造性将氧化物催化剂与分子筛复合，巧妙地实现了 CO 活化和中间体偶联等两种催化活性中心的有效分离，把传统 F-T 技术上“漫无目的、无拘无束”生长的“自由基”控制在一个“笼子”(分子筛)里，通过限制其行为，使其最终变成我们想要的目标产物(低碳烯烃)。破解了传统催化反应中活性与选择性此长彼消的“跷跷板”难题，为高效催化剂和催化反应过程的设计提供了指南。

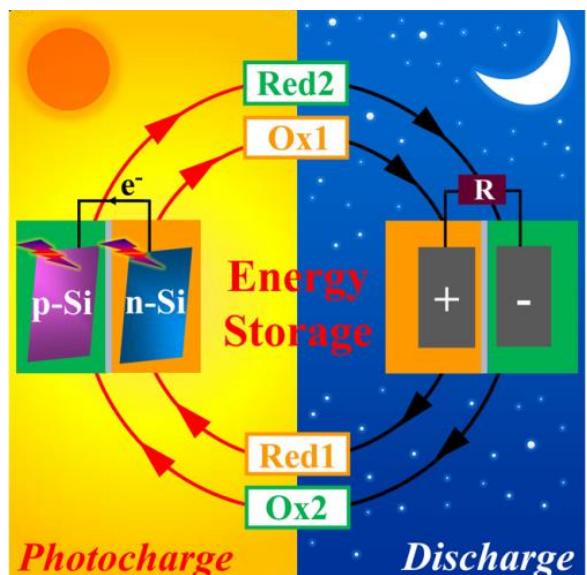
该过程除了节水和在工艺上降低 CO_2 排放(缩短流程、降低能耗)外，还具有很高的经济效益。据中国石化工程建设有限公司(SEI)初步评估，在现有的条件下，该过程的内部收益率(IRR)可达 14% 以上。国内外多家化学公司都对该过程的进一步应用推广非常关注。

研究进展 (二)

太阳能光-化学-电能储存与转化研究

催化基础国家重点实验室李灿院士、施晶莹副研究员在太阳能光-化学转化和电化学储能交叉领域取得进展，设计构筑了基于双硅光电极的光电化学(PEC)体系用于高效催化转化氧化还原电对物种，成功实现了利用太阳光自驱动水溶液体系液流电池的充电过程，并藉此构建了太阳能原位化学转化-储存-供电一体化的概念装置(Solar Rechargeable Flow Cell，简写为 SRFC)，相关研究成果发表在《自然通讯》期刊上(*Nature Communications*, 2016, 7:11474)。

该工作制备了宽光谱吸收的硅基光阳极和硅基光阴极，构筑光电解池在太阳光照射下，驱动液流电池中动力学快速的氧化还原电对物种的非自发氧化和还原过程，即充电过程，充电结束后可通过碳纸电极进行原位自发对外供电，从而构建了一个太阳能→化学能→电能三者转化的原位一体化体系，通过这一体系可以将间歇性、能量密度低的太阳能转化为可直接利用的连续电能。以 AQDS/Br₂ 液流电池为例，所构建的 SRFC 器件在太阳光照射下即可自行进行充电过程，其光-化学转化的能量利用效



率高达 5.9%；充电后电池的初始放电电压高达 0.8V 以上；整个光充电—放电过程光能的转化率在 3.0% 以上，为目前同类型器件文献报道的最高值；且该器件显示了良好的充放电循环稳定性。这一研究成果为太阳能的原位高效转化储存利用开拓了新思路，显示出潜在的技术应用前景。

研究进展（三）

二维纳米材料限域单原子催化剂研究

催化基础国家重点实验室包信和院士和邓德会副研究员带领的研究团队在长期深入研究二维催化材料和纳米限域催化的基础上，与中国工程物理研究院的张文华研究员合作，发现石墨烯限域金属 CoN_4 中心在染料敏化太阳能电池的对电极 I_3^- 到 I 的还原反应中，可实现催化活性和稳定性的“双优”。相关结果以通讯形式发表在《德国应用化学》上(*Angew. Chem. Int. Ed.* 2016, 55, 6708)，并被选为该期刊新一期的内封面文章进行重点介绍。

众所周知，在催化反应中，催化剂的活性和稳定性有时就像“跷跷板”的两端，很难同时实现高活性和高稳定性。因此，众多的科研人员开始探索和设计新的催化材料来同时实现催化剂的高活性和高稳定性。该团队在前期研究二维纳米材料如石墨烯、硫化钼纳米片等限域过渡金属单原子催化剂的基础上，通过高能球磨 3d 过渡金属酞菁分子和石墨烯纳米片，实现利用碳/氮/金属原子之间形成的强共价键来锚定配位不饱和过渡金属中心，形成平面的金属 N_4 中心结构；由于 N 原子的“桥梁”作用，显著提高了过渡金属在石墨烯晶格里的结构稳定性；通过优化内嵌金属种类，合成出多种石墨烯内嵌单原子金属中心结构材料。

染料敏化太阳能电池因其较高的能量转换效率而备受关注，其中其光阳极的对电极 I_3^- 到 I 的还原利用到大量的贵金属 Pt 催化剂，制约了该电池的商业应用。该合作团队在前期探索 Pt 替代催化剂(*Angew. Chem. Int. Ed.* 2014, 53, 7023)的研究基础上，发现该系列石墨烯限域 3d 金属单原子中心在 I_3^- 到 I 的还原中表现出了良好的催化性能，其中石墨烯限域 CoN_4 中心的催化活性最优，其电化学测试性能以及组装后的电池功率转换效率(8.40%)均优于贵金属 Pt 催化剂(7.98%)，在一系列的石墨烯限域单金属中心中， CoN_4 中心的催化活性和稳定性都处于“火山型”曲线的顶点处，同时实现了催化剂的高活性和高稳定性。理论计算表明石墨烯内嵌金属

CoN₄ 中心的高稳定性来自于 N 原子同时对 C 原子和 Co 原子强的成键作用，通过 N 原子的“桥梁”形成了强的 C-N-Co 键；而其高的催化活性与其中心 Co 原子对 I 原子合适的吸附能紧密相关，在 I₃⁻ 的还原过程中，生成的吸附态 I

Element	Binding energy (eV)	Intrinsic Activity (arb. units)
Mn	-1.5	~3.5
Fe	0.0	~4.5
Co	0.5	~7.5
Ni	1.0	~4.5
Cu	1.5	~3.5

Voltage (V)	Current density (Pt)	Current density (CoN4/GN)
0.0	~17.5	~17.5
0.2	~17.5	~17.5
0.4	~17.5	~17.5
0.6	~17.5	~17.5
0.8	~1.5	~1.5

原子的脱附是反应的决速步，而在 Co 位点上，I 原子的脱附相对于其它 3d 金属中心更为容易。这一研究成果为高活性和高稳定性的多相催化剂的设计提供了新思路。

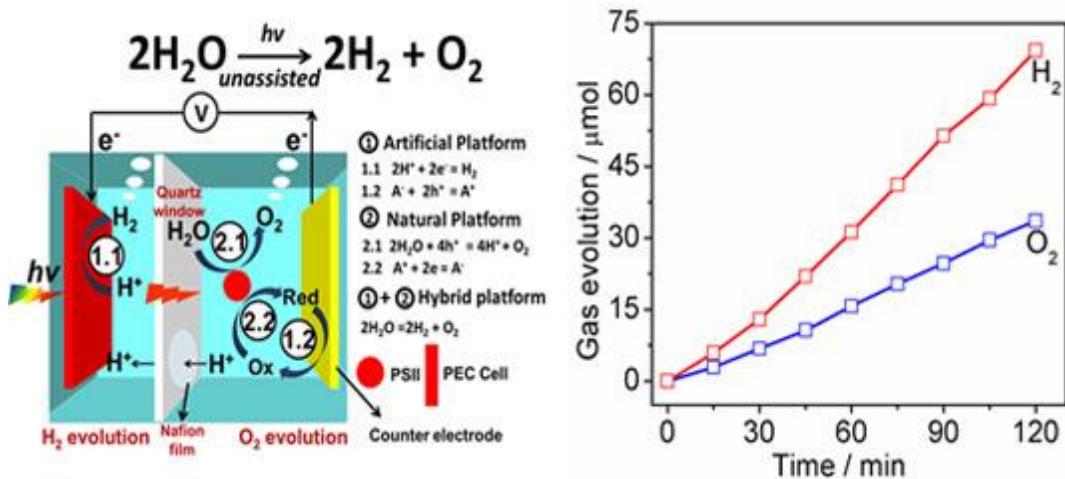
研究进展 (四)

构建新型自然和人工光合杂化系统实现太阳能全分解水制氢

催化基础国家重点实验室李灿院士、宗旭研究员、王旺银等在人工-自然耦合光合水分解系统的设计及构建研究方面取得进展，研究成果以“Hot Paper”的形式发表在《德国应用化学》上(*Angew. Chem. Int. Ed.* 2016, 55, 1-6)。

太阳能光催化分解水制氢是科学界最具有挑战性的课题之一。构建自然光合和人工光合耦合体系可集成两种系统的优点，有望实现高效水分解反应，相关研究具有重要的科学意义。在前期研究中，李灿研究组提出了自然人工杂化人工光合体系的理念，构建了植物光合系统 II(PSII)酶和半导体粉末光催化剂的自组装杂化光合体系，在国际上首次实现该类杂化体系光催化化学计量比全分解水反应(*Nat. Commun.* 2014, 5, 4647)。

在本工作中，该团队发展了新型的光催化-光电催化 Z-scheme 设计，并基于此设计将生物光合酶 PSII 和硅基光化学电池耦合构建了全新的自然-人工光合杂化系统。该系统不仅可以实现太阳能驱动下完全分解水反应(即： $2\text{H}_2\text{O}=\text{O}_2+2\text{H}_2$)，而且



H_2 和 O_2 自然分离，避免了传统 Z-scheme 设计中 H_2/O_2 难以分离的问题；叠层设计实现了人工系统对短波段、自然系统对长波段太阳能的互补吸收，大大提高了

太阳能利用效率和系统稳定性。该研究为进一步发展高效自然-人工杂化太阳能光合体系提供了新的思路。同时,该工作也是继太阳能 H₂S 资源化转化研究后(*Angew. Chem. Int. Ed.* 2014, 53: 4399-4403.; *Energy Environ. Sci.* 2014, 7: 3347-3351)在耦合型太阳能转化系统设计及构建方面取得的新的进展, 显示了构建耦合型系统在太阳能转化利用的优势及巨大潜力。

研究进展 (五)

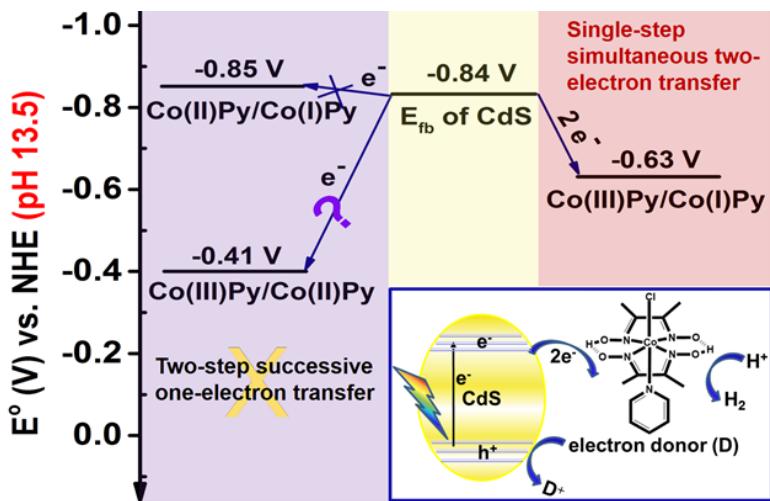
半导体光催化剂中单步两电子转移机理

催化基础国家重点实验室李灿院士团队首次揭示了强碱条件下半导体与分子产氢催化剂之间两电子转移机理，相关研究成果以通讯形式发表在《美国化学会志》上(*J. Am. Chem. Soc.* 2016, 34, 10726-10729)。

该研究团队多年来一直从事半导体与分子催化剂(金属络合物分子)耦合体系的研究，旨在利用半导体的宽光谱吸收和分子产氢(或产氧)催化剂的高活性构建高效的光催化分解水产氢体系(*J. Catal.*, 2011, 281, 318; *ChemSusChem*, 2012, 5, 849; *Chem. Commun.*, 2012, 48, 988; *Acc. Chem. Res.*, 2013, 46, 2355; *J. Catal.*, 2016, 338, 168)。

太阳能光催化分解水是一个涉及多电子转移的光化学反应过程，对于许多光催化体系的光生电子在半导体与催化剂之间的电荷转移机理并不明确。科研人员通过对 CoPy/CdS 体系的电子转移热力学和动力学分析，结合电子自旋共振和紫外-可见吸收对钴络合物中间物种表征发现：当 pH=13.5 时，如果电子由 CdS 到

Co(III)Py 转移经由
两步的单电子转移
过程，即
Co(III)Py-Co(II)Py
-Co(I)Py，第二个光
生电子从 CdS 转移
到 Co(II)Py，生成
催化质子还原产氢
不可避免的中间物



种 Co(I)Py 热力学驱动力不足，无法解释在强碱条件下观察到的产氢实验结果；而单步的两电子转移路径，即 Co(III)Py-Co(I)Py，使 Co(I)Py 的生成成为可能，并最

终实现催化质子还原制氢。该发现不仅揭示了半导体与分子催化剂之间可能的多电子转移过程，而且为基于多电子转移机理构建高效光催化体系提供了新的研究思路。

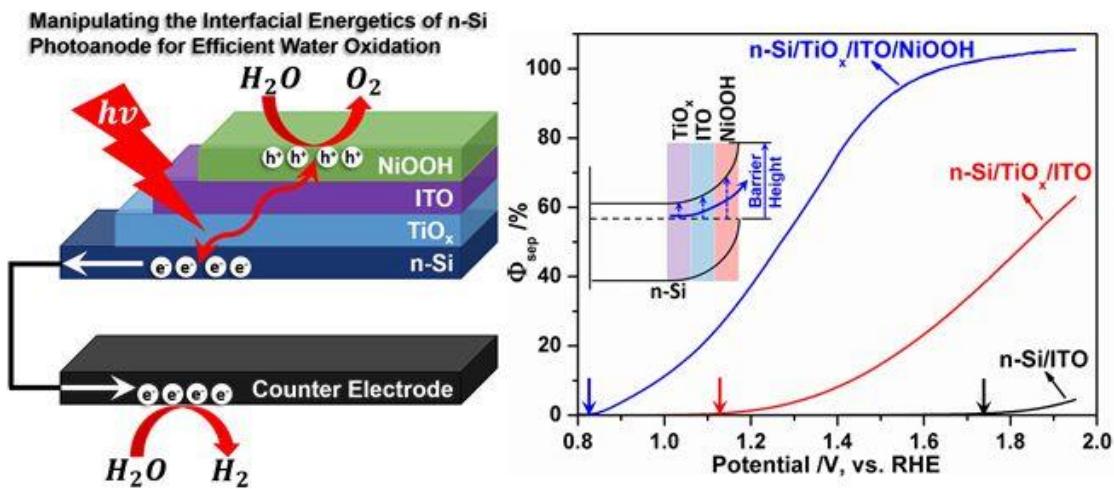
研究进展 (六)

硅基材料用于光电化学分解水的研究

催化基础国家重点实验室李灿院士团队在硅基半导体材料用于光电化学分解水的光阳极研究中取得新进展，发现了单晶硅基光电极中的界面施主态缺陷能级是制约光电极效率的因素之一，成功对异质结的界面能带结构进行了精细调控，有效提高光电极的电荷分离及水氧化效率。相关研究结果发表在《美国化学会会志》上(*J. Am. Chem. Soc.*, 2016, 41, 13664-13672)。

太阳能催化水分解反应是未来解决能源问题和环境污染的理想途径之一。半导体基光(电)催化剂中，光生载流子被有效分离和迁移至光催化剂表面参与水分解反应，是提高光催化效率的关键。李灿团队长期致力于解决这一关键问题，相继在国际上提出了“异质结”、“异相结”和“晶面间电荷分离”等策略来促进光生电荷分离。然而，由于电荷转移主要发生在结界面上，光电极的光伏特性往往与界面能带结构和性质紧密相关。但是截至目前，关于电荷在硅基光电极界面能级上的分离和传输机理并不明确。

在本工作中，研究人员发现存在于 n-Si/ITO 肖特基结界面上的施主态能级阻碍



了光生空穴抵达电极表面参与氧化反应，并确认了该施主态缺陷的能级位置；在 n-Si 和 ITO 之间引入薄层 TiO_x ，并对其离散能级进行精细调控，有效地减少了界面施主态能级，并实现 n-Si/ TiO_x /ITO 肖特基势垒高度近理论值，从而极大地提高了光生电荷的分离和传递效率。其次，研究还证实了表面负载型 NiOOH 的双重角色，一方面作为传统认知的水氧化催化剂促进光生电荷的注入效率；另一方面修饰了该肖特基电极的表面功函，增加了势垒高度和内建电场强度，使可获得的表面光电压额外增加到 215% 倍。将 n-Si/ TiO_x /ITO/NiOOH 光电极水氧化反应的起始电位从文献报道的约 1.1-1.2V 降低至 0.9V，为目前文献报道的最低值。同时在一个较宽的电极电位下实现了光生电荷注入效率大于 90% 以及电荷分离效率接近 100%。该研究成果，不仅适用于硅基光阳极，还可有望拓展应用至其他半导体基光电器件的制备中。本项工作也是继该团队非晶硅的相关研究后在单晶硅用于光电化学分解水方面取得的新进展。

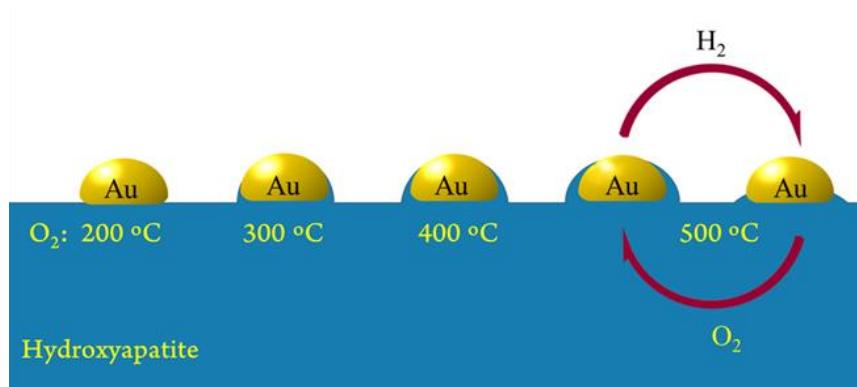
研究进展 (七)

金催化剂研究进展

催化基础国家重点实验室兼聘研究员张涛的研究团队在金催化剂研究方面取得新进展，首次发现了在高温氧化条件下的金与非金属氧化物之间的金属载体强相互作用（SMSI）效应，研究成果以通讯形式发表在《美国化学会杂志》上（*J. Am. Chem. Soc.* 2016, 138, 56-59）。

上世纪 70 年代末 80 年代初，研究人员发现二氧化钛等可还原性载体负载的 Pt 族金属在高温（500° C）还原后会失去对小分子（CO, H₂）的吸附性能，并将该现象命名为金属载体强相互作用（SMSI）。SMSI 能够改变金属纳米粒子的形貌和电子性质，因此可以改变反应活性与选择性，对催化剂的催化性能具有重要影响。同时，

SMSI 通常伴随着载体对金属颗粒的包埋从而在很大程度上能够有效地



稳定金属粒子，这有助于制备稳定型金属催化剂。

上世纪 80 年代末以来，由于其独特的催化性能，负载型金催化剂的研究受到了广泛而持续的关注。然而负载 • 型金催化剂与载体是否能形成强相互作用，长期以来一直没有定论。近期台湾国立大学牟中原教授研究组首次发现氧化锌纳米棒负载 Au 纳米粒子可以在氧化条件下形成 SMSI。张涛院士和王军虎研究员研究团队，在多年羟基磷灰石（HAP）负载金属催化剂的研究基础上，首次发现 Au 与 HAP 能够形成典型的 SMSI 效应。该 SMSI 效应与经典的 SMSI 效应相比除发生条

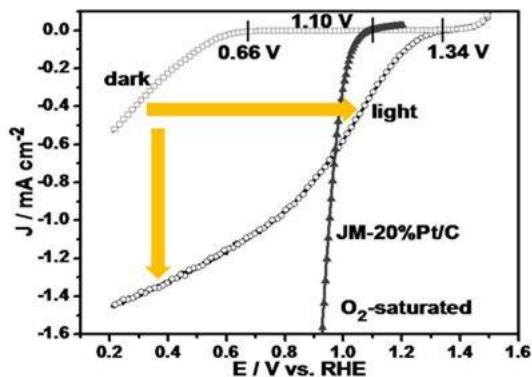
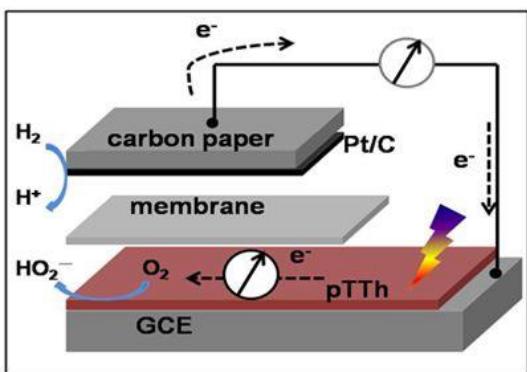
件相反(前者发生在氧化环境,后者发生在还原环境)外,其余特征均一致。Au/HAP之间的SMSI不仅能够有效提升金纳米粒子的高温抗烧结性能,并且能够提高催化剂在液相反应中的选择性和重复使用性能。进一步研究发现该SMSI体系可以扩展到金与其它磷酸盐体系,比如Au/LaPO₄体系。该研究发现为设计和制备兼具高稳定性和选择性可调节的负载型金催化剂提供了新的研究思路和制备方法。

光催化辅助燃料电池 ORR 研究

催化基础国家重点实验室李灿院士研究团队在太阳能光-电转化和燃料电池化学能-电能转化交叉领域取得新进展，发现光催化可以显著促进氧还原反应(ORR)的催化活性，并基于此提出了聚合物太阳能电池和 H₂-O₂ 燃料电池耦合的叠层电池概念，相关研究成果以通讯形式发表在《德国应用化学》上(*Angew. Chem. Int. Ed.* 2016, 47, 14748-14751)。

H₂-O₂ 燃料电池能将氢气直接高效转化为可广泛应用的电能，同时产生对人类生存环境友好的水分子，是先进可持续清洁能源体系发展的重要方向之一。其中，阴极的 ORR 是 H₂-O₂ 燃料电池的控速反应(尤其对质子膜燃料电池 PEMFC)，直接关系到整个电池的开路电位和输出功率。贵金属铂是 ORR 最好的催化剂，但是较高的成本严重制约了燃料电池技术的发展和商业化进程。为了解决这个问题，世界范围内大量的研究者致力于开发替代 Pt 或降低 Pt 用量的催化剂，如 Pt 合金、Pt 核壳结构催化剂、C 基催化剂等；但是，截至目前，催化 ORR 的过电位仍然需要至少 0.2V 左右。因此，发展降低 O₂ 活化过电位和提高 ORR 反应活性的新催化策略和新思路十分重要。

在本工作中，研究人员将光催化引入 ORR，发现采用聚合物半导体光催化剂、光照可显著促进 ORR 的电催化活性，起始电位由 0.66V 正移到 1.34V(远远超过商业铂催化剂的 1.0V)，且电流在 0.6V 时增大了 44 倍。由此构建的光驱动概念型 H₂-O₂ 燃料电池中，光照使燃料电池的开路电压从 0.64V 增大到 1.18V，短路电流增大 1 倍。光催化使半反应 ORR 和全电池反应的电位分别增



大

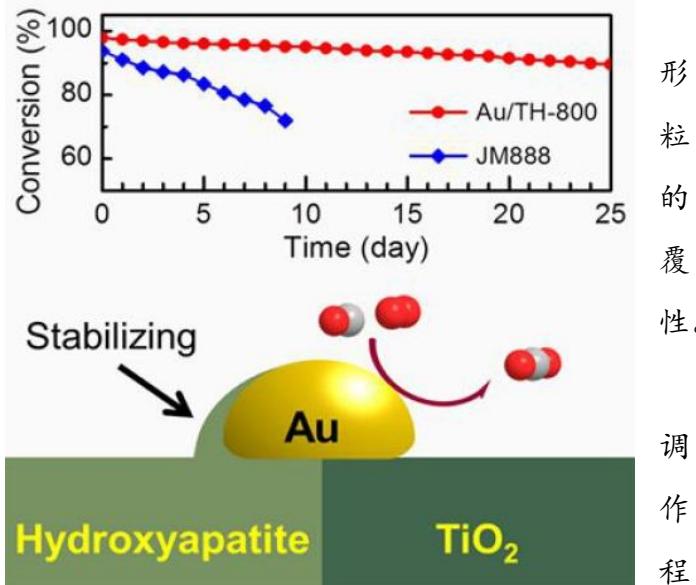
0.68V 和 0.54V，且该电压值与目前研究的大多数聚合物太阳能电池的电压(0.6-0.8V)相接近。光驱动概念型 $\text{H}_2\text{-O}_2$ 燃料电池可被认为是聚合物太阳能电池和 $\text{H}_2\text{-O}_2$ 燃料电池叠层耦合的结果。光促进分子氧还原的机理可能是光激发聚合物的电子从价带到导带，导带上激发态的电子具有足够的电势转移填充到氧分子的反键轨道($2p^*$, $2s^*$)，从而使氧还原反应更加容易。该研究成果为解决燃料电池 ORR 反应动力学问题开拓了新的思路，显示出潜在的应用价值。

金催化剂研究

催化基础国家重点实验室兼聘研究员张涛的研究团队在金催化剂研究方面取得新进展。通过调节 Au 与羟基磷灰石 (HAP) 之间的金属-载体强相互作用 (Strong Metal-Support Interaction, 简称 SMSI)，成功设计并制备出具有高稳定性和高活性的金催化剂 (Au/TiO₂-HAP)。在模拟汽车尾气 CO 消除反应中，该催化剂反应稳定性优于商业三效催化剂 (JM888)，相关研究成果发表在《德国应用化学》上 (*Angew.Chem.Int.Ed.* 2016, 55, 10606–10611)。金催化研究领域国际知名学者 Masatake Haruta 教授发表题为 “Ultrastable nanogold catalyst—on the way going to practical application” 的评论文章对该工作进行了 highlight。

近年来，纳米金催化剂由于对多种反应表现出优异的催化活性和选择性而广受关注。但金纳米粒子稳定性低，在高温环境或者反应下易聚集长大从而降低了反应活性，严重阻碍了金催化剂的实用化进程。制备兼具高稳定性和高活性的金催化剂面临巨大挑战。

张涛院士团队发现 Au 与 HAP 在高温氧化条件下可以形成 SMSI，引发载体对金纳米粒子的包裹，提高了金纳米粒子稳定性；但是，过度的包裹会盖活性位，从而降低催化活性。为解决这一问题，研究团队向 HAP 中掺入活性载体 TiO₂，调节 HAP 与 Au 之间的强相互作用，既改变了纳米粒子的包裹



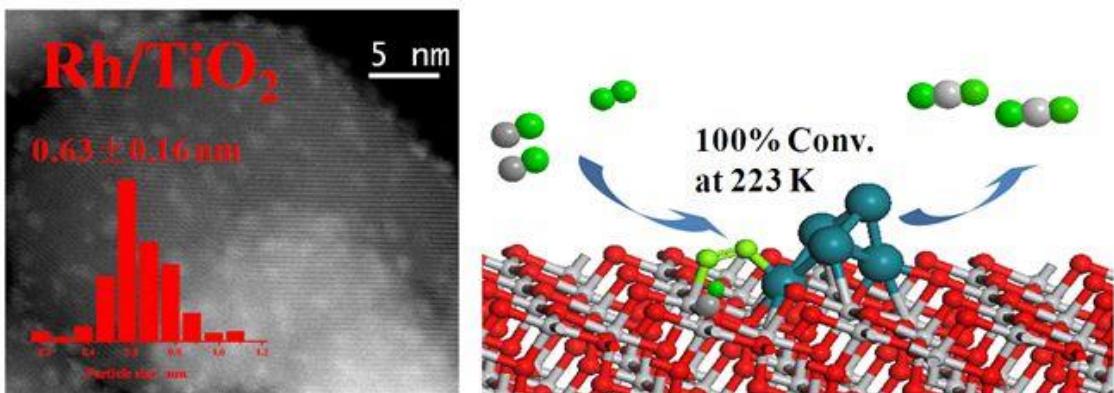
度，又提供了高活性反应位点，从而研制出同时具有高活性和高稳定性的负载金催化剂 Au/TiO₂-HAP。该催化剂经 800°C 高温焙烧后仍具有可观的 CO 氧化活性，且对一系列高温反应表现出优异的反应稳定性。在模拟汽车尾气的 CO 消除测试中表现出优于商业三效催化剂的反应稳定性。研究结果还表明，该催化剂中 Au 纳米粒子位于 HAP 与 TiO₂ 两种载体的界面之间：这种特殊构型使金纳米粒子靠近 HAP 的一侧由于 SMSI 作用被 HAP 包裹，确保了催化剂优异的抗烧结性和稳定性；同时，靠近 TiO₂ 一侧裸露，可以与反应底物直接接触，确保了催化剂的高活性。该催化剂不仅显示出潜在的实用性，更重要的是，该催化剂的设计与制备开辟了一条通过调节 SMSI 效应制备兼具高稳定性与高活性金催化剂的新途径。

高分散金属催化剂研究

催化基础国家重点实验室兼聘研究员张涛领导的研究团队长期致力于高分散金属催化剂的研究与开发，取得重要进展，首次制备出 TiO_2 负载的亚纳米 Rh 催化剂并发现该催化剂能够在-50°C 实现 CO 的完全氧化，首次实现了铂族金属在超低温下 CO 的催化氧化。该工作获得了审稿人一致的高度评价，被认为是里程碑式的工作，以 VIP (top 5%) 形式发表于《德国应用化学》上(*Angew. Chem. Int. Ed.* 2016, 55, 2820–2824)，并被推荐为后封面文章。

负载型金属催化剂的高分散不仅仅能够提高金属的利用效率，而且能够改变反应物的吸附与反应行为。金属催化剂上 CO 氧化在工业氢源净化、汽车尾气净化和环境污染物消除等方面具有重要的应用价值，同时作为典型的探针反应往往能够有助于了解催化剂结构与性能的关联。在 CO 氧化领域，铂族金属 (Pt, Ir, Ru, Rh, Pd) 作为研究对象已有 100 多年，人们发现铂族金属表面较强的 CO 吸附严重阻碍了 O_2 的吸附与活化，导致其 CO 氧化工作温度通常在 100°C 以上。

研究团队发现当铂族金属以亚纳米团簇形式高度分散时，其 CO 氧化活性较传



统催化剂有明显的提高，但实现室温乃至更低温条件下 CO 的完全氧化仍极具挑战。在前期研究基础上，本研究成功合成出 Rh 粒子尺寸为 0.4-0.8 nm 的 Rh/TiO₂ 催化剂，发现该催化剂在-100°C的超低温条件下能实现 CO 的催化氧化，与公认的

高活性标准 Au 催化剂活性相当。原位红外、EPR 等表征结合 DFT 计算揭示了催化剂上超低温 CO 氧化机理:O₂在亚纳米 Rh 和 TiO₂界面处以超氧形式(Rh-O-O-Ti)得到活化，并与 TiO₂上的弱吸附 CO 发生反应。该研究不仅有助于人们重新认识铂族金属催化剂上 CO 氧化行为，而且为高活性贵金属催化剂的研制与应用提供了新思路。

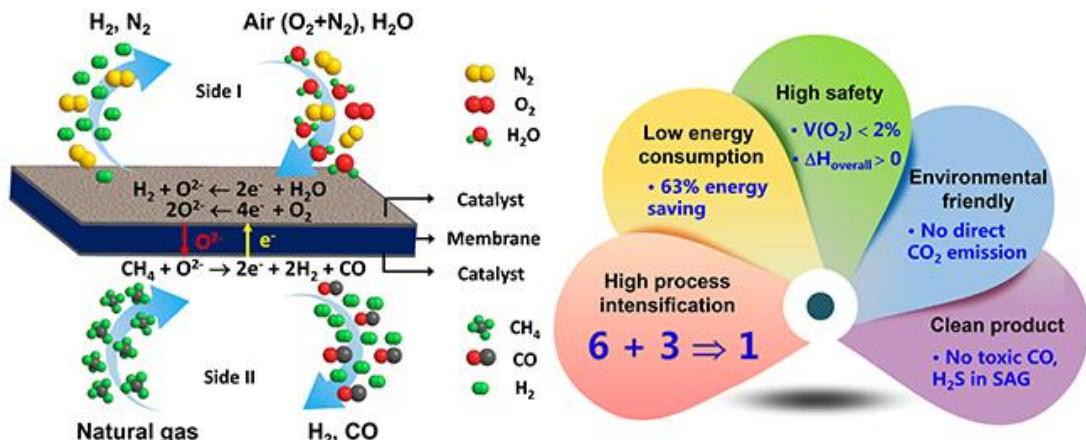
研究进展 (十一)

反应-分离-反应耦合催化膜反应器研究

催化基础国家重点实验室杨维慎研究员和朱雪峰研究员带领的研究团队在透氧膜反应器同时制备合成氨原料气和合成液体燃料原料气的研究中取得进展，研究成果发表在《德国应用化学》上(*Angew. Chem. Int. Ed.* 2016, 55, 8566-8570)。

合成氨和 Fischer-Tropsch 合成制备液体燃料是两个重要的化工过程，相应的合成气制备十分关键。现有工业制备氨合成气($H_2/N_2=3$)至少需要 6 步，制备液体燃料合成气($H_2/CO=2$)至少需要 3 步，工艺复杂且能耗高(以合成氨过程为例，制备氨合成气的能耗占合成氨过程总能耗的 84%)。此外，氨合成气制备过程伴随大量二氧化碳的排放。

针对上述问题，该研究团队提出了在混合导体透氧膜反应器中 1 步同时制备氨合成气和液体燃料合成气的概念，即：膜 I 侧(side I)通入水蒸汽和空气，膜 II 侧(side

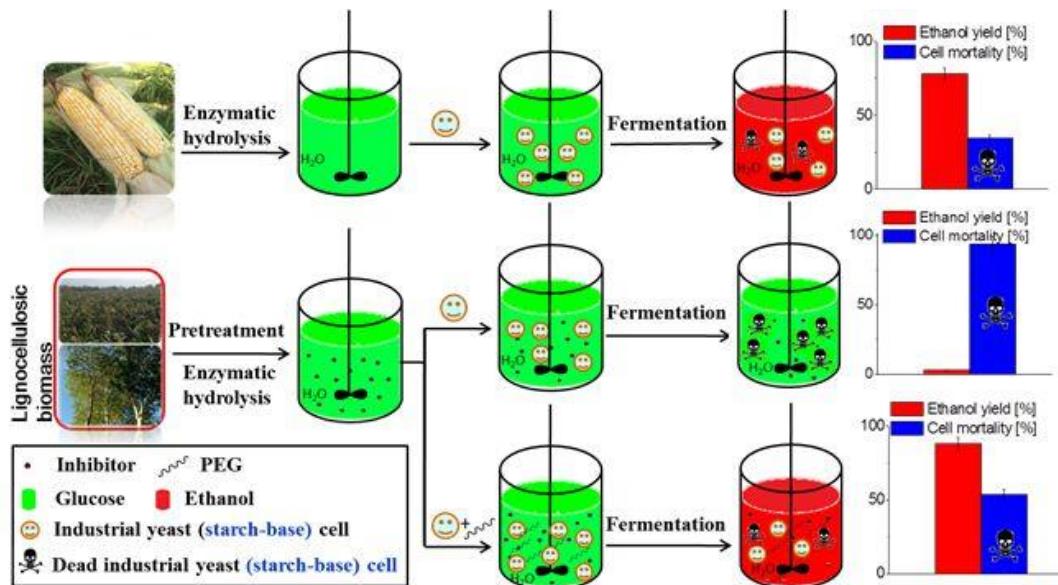


II) 通入天然气(甲烷)。高温下，膜 I 侧空气中的氧和水分解生成的氧通过透氧膜到达膜 II 侧与甲烷反应生成液体燃料合成气($H_2/CO=2$)，同时膜 I 侧流出气体经冷凝干燥后即可得到氨合成气($H_2/N_2=3$)。结果表明，在膜反应器中，可以同时获得 $18.8 \text{ mL cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$ 的氨合成气生成速率和 $45.6 \text{ mL cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$ 的液体燃料合成气生成速率，即：一个同时年产 30 万吨氨和 100 万吨甲醇的工厂，所需膜面积约 7500 m^2 ，

反应器体积仅为 75m^3 ，体现了高度的过程强化。此外，能耗比现有工业过程降低 63%；膜反应器无飞温和爆炸风险；环境友好，无直接 CO_2 排放以及氨合成气清洁，无有害气体，如 CO 、 H_2S 等。

木质纤维素制乙醇研究工作

催化基础国家重点实验室兼聘研究员张宗超的研究团队在木质纤维素制乙醇研究工作中，发现聚乙二醇（PEG）与酵母细胞有很好的生物兼容性，而且 PEG 对工业酿酒酵母细胞（淀粉基）具有显著的外保护“原位脱毒”功能。这种化学分子的外保护使酵母细胞在与毒性物质共同存在时，仍具有将速生杨、玉米秸秆等木质纤维素水解液发酵生产乙醇的能力。研究结果表明，工业酿酒酵母（淀粉基）在 PEG 保护的条件下可直接将木质纤维素水解液转化为乙醇，无需进行基因改造、适应性培养。该方法可有效简化生产工艺、减少水耗和设备投资，推动纤维素乙醇的工业化进程。相关研究结果在线发表于《科学报告》杂志上(*Scientific Reports 2016, 6, 1-11*)。



燃料乙醇是一种优质可再生的清洁能源，添加于汽油燃料里可替代部分石油基燃料并能降低污染物排放，已在国际上得到广泛使用。目前燃料乙醇主要依靠粮食淀粉和植物糖类为原料经发酵制得。利用来源广泛的农、林废弃物等各类木

木质纤维素为原料生产燃料乙醇有着极为广阔前景，也是数十年来生物化工技术领域研究的一个焦点。木质纤维素制乙醇至少需要经过预处理、酶解、发酵三步完成，其中预处理过程中产生的毒性物质（如乙酸、糠醛、苯酚等）严重抑制酵母生长和乙醇发酵，成为纤维素乙醇生产的主要技术瓶颈。目前主要通过水洗、物理、化学和生物等方法对预处理木质纤维素及其酶解液进行深度脱毒才能实现较好的发酵效果，但是复杂的工艺、昂贵的设备投资、大量的水耗以及可发酵糖的损失等极大地降低了纤维素乙醇生产的经济效益，从而制约了纤维素乙醇的工业化进程。

研究进展（十三）

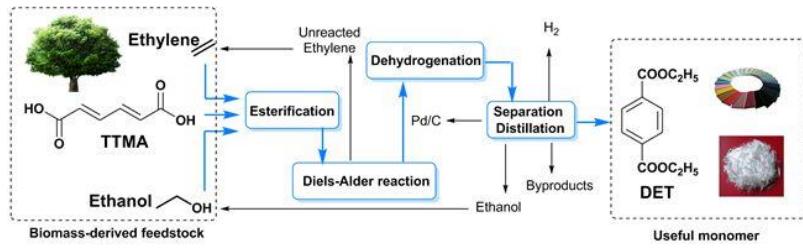
对苯二甲酸二乙酯合成新路线的研究

催化基础国家重点实验室兼聘研究员徐杰的科研团队在对苯二甲酸二乙酯合成新路线的研究中取得新进展，该合成新路线以生物质基粘康酸为原料，经与乙醇和乙烯发生连续的酯化反应、Diels-Alder 反应以及脱氢反应，直接合成对苯二甲酸二乙酯。相关研究成果发表在《德国应用化学》上(*Angew. Chem. Int. Ed.* 2016, 55, 249-253)，并被选为热点文章。

对苯二甲酸（PTA）是大吨位石化产品，主要用于合成聚对苯二甲酸酯（如 PET、PTT、PBT）等聚酯产品，2014 年我国 PTA 产能达 4600 万吨以上。目前，工业上生产 PTA 主要通过对石油基对二甲苯（PX）氧化制得。该项研究旨在开发和利用可再生生物质资源制备 PTA 及其衍生物，具有重要的科学意义和应用前景。

粘康酸可通过葡萄糖和木质素等发酵制得，其分子结构中含有一个共轭双键和两个羧基，与 PTA 分子相比，需要引入两个碳原子来构建苯环。但是，由于粘康酸的溶解性较差，且分子结构中两个吸电子的羧基使得粘康酸与乙烯的 Diels-Alder 反应难以直接进

行。为解决上述问题，研究人员引入关键的粘康酸与乙醇的酯化反应，产

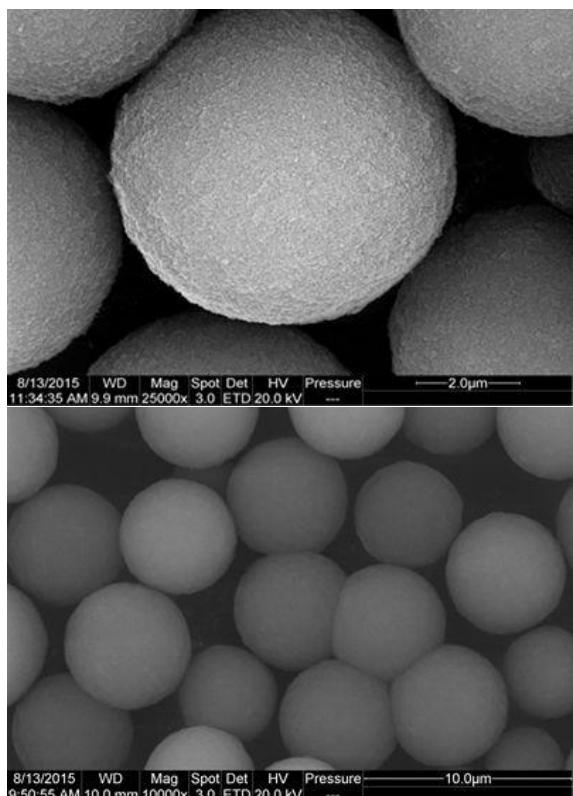


物二酯在醇中的溶解性较好，且酯基的吸电子能力弱于羧基，相比于粘康酸，更易与亲双烯体发生 Diels-Alder 反应。经过串联的酯化、环加成和脱氢反应后，对苯二甲酸二乙酯的总收率可达 80.6%，并且产物可通过常用的蒸馏过程分离纯化，从而实现了不经过 PX 直接生成 PTA 衍生物的新技术路线。该研究为优化利用生物质基原料中已有的组成和特殊结构，制备高附加值的化合物提供了可能。

单分散微米硅胶填料制备技术取得新进展

催化基础国家重点实验室兼聘研究员王树东带领的研究团队自主研发和设计的规模为2吨/年的单分散微米硅胶填料生产线成功制备出了孔径分布窄，均一度高的单分散介孔微米硅球填料。目前，该生产线不仅成功制备出颗粒尺度为 $2\text{ }\mu\text{m}$, $3.5\text{ }\mu\text{m}$, $5\text{ }\mu\text{m}$, $10\text{ }\mu\text{m}$ 的微米硅胶填料，而且可以可控制备颗粒尺度 $2\text{-}10\text{ }\mu\text{m}$ 之间微米硅胶颗粒。经过一系列的检测测试，该微米硅胶填料在机械强度、物理性能、均一性、球形度等方面均满足要求，可以完全作为色谱填料使用。

高效液相色谱技术不仅是一种高效的分析、检测手段，而且是一种重要的分离技术，其广泛应用于中药及天然产物有效成分的分离纯化、合成药品和生物制药的分离纯化等方面。色谱柱中的分离填料是高效液相色谱技术的核心，硅胶材料在色谱填料中的应用占到了80%。在硅胶填料的制备过程中，其中的瓶颈是如何控制填料材料的孔径尺度、集中度以及颗粒的微米尺度、球形度和均一性。目前高端的氧化硅填料基本被国外的几大公司垄断，国内合成的硅球填料性能难以满足高效液相色谱的要求。单分散氧化硅微米硅胶的制备技术落后，极大地限制了我国高效液相色谱在分析检测和药物分离中的应用。能源环境工程研究团队在已有的催化剂设计和合成理论的基础上，提出了合成单分散微米硅胶填料的创新制备新工艺，合成出了孔径分布窄，尺度为介孔，球形度和均一度高的微米硅球。该微米硅胶填料在柱压、柱效、广谱性上相当或优于国外高端产品。



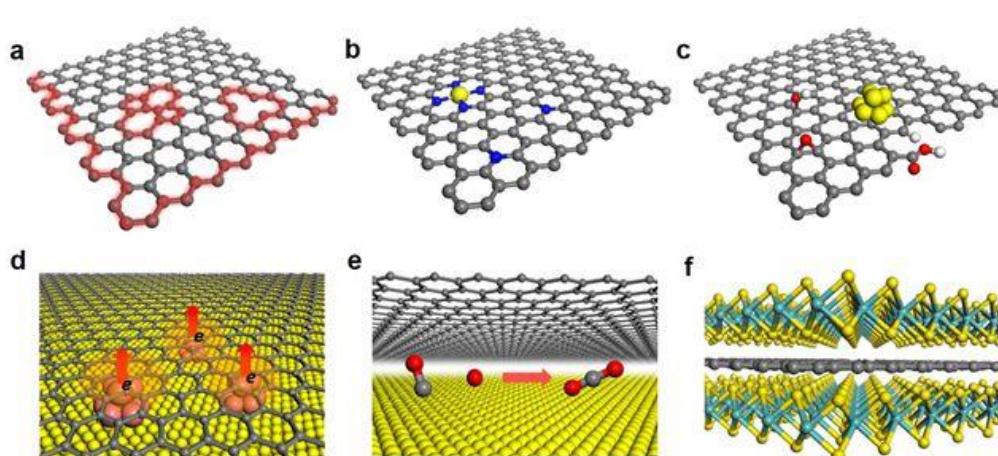
综述文章 (一)

二维材料及其杂化结构的催化系列研究

催化基础国家重点实验室包信和院士带领的团队在二维材料及其杂化结构的催化系列研究方面的工作受到了国际同行的广泛关注。受邀在 *Nature Nanotechnology* 杂志上发表题目为“Catalysis with two-dimensional materials and their heterostructures”的综述文章(*Nat. Nanotech.* 2016, 11, 218–230)。

石墨烯及其它的二维原子晶体因其独特的结构和电子特性，近年来引起了国内外催化研究学者极大的研究兴趣。在过去的 10 年中，二维材料在催化方面的研究得到迅猛发展，在传统多相催化、电催化、光催化等催化体系中得到广泛应用，尤其在一些涉及能源催化转化的重要反应(如氧活化、水分解、二氧化碳还原等)中表现出了独特的催化特性。

该文章系统综述了近年来二维材料在催化中应用的最新进展，特别聚焦该团队在二维材料(如石墨烯、六方氮化硼、过渡金属硫族化合物)和二维材料的杂化结构(如二维材料封装金属纳米结构、二维材料覆盖金属表面、异质二维材料组装的三明治结构)等方面的研究。



构调变和催化活性，探讨了这些材料作为催化剂的优缺点和调变该类材料电子结构和活性位的研究策略，展望了二维材料及其杂化结构在催化基础研究和工业应用中的机遇和挑战。

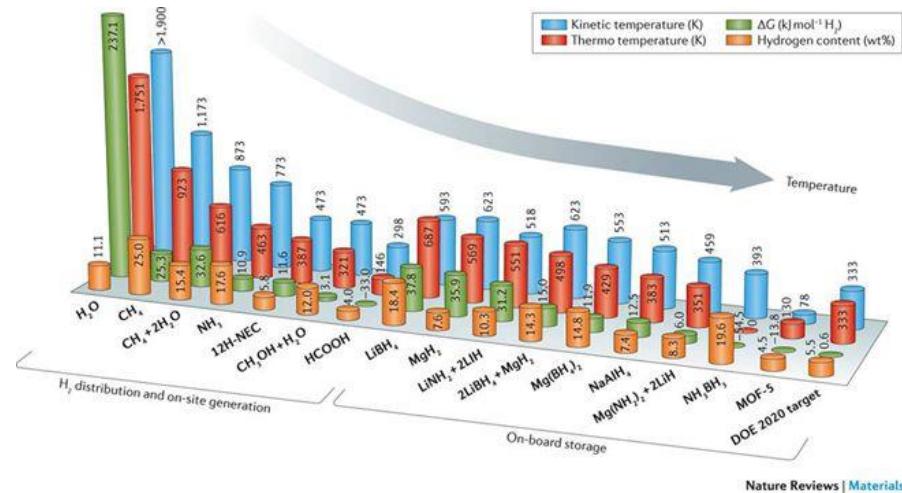
综述文章（二）

储氢材料研究进展

催化基础国家重点实验室兼聘研究员陈萍等人受邀在 *Nature Reviews Materials* 杂志上发表题为“Hydrogen Carriers”的综述文章 (*Nature Reviews Materials.* 2016, 1, 16059-16075)。

氢是洁净的能源载体，但氢的安全、高效存储是氢能大规模应用中的技术瓶颈，也是近二十多年来材料研究领域最具挑战的课题之一。储氢材料需具有储氢密度高、吸放氢速度快、操作条件温和、可逆性好、寿命长等特性。经过近半个世纪的研究积累，储氢材料已由前期的金属与金属合金体系逐渐发展为以轻质元素氢化物（如硼

氢化物、氨基化合物、
氨硼烷及
其衍生物
等）和多孔
吸附材料
为主导的
材料体系。



同时，材料的组成—结构—性能的关联性以及由此提炼出的材料设计思想亦成为储氢研究的核心。该综述文章在总结近十五年来轻质元素氢化物储氢材料研发进展的基础上，归纳出此类材料可通过金属取代、复合、络合等策略进行设计、合成与优化。而这些策略的实施对材料的结构与性能所产生的影响在文中亦有较为深入的讨论。在吸附材料方面，对金属有机框架、共价有机框架等热点材料的组成、孔结构、比表面、官能团等与其吸附热/吸附量进行了关联，为该类材料的研

发提供了思路。文章还进一步探讨了分布式制氢和大规模氢的储运技术，强调了对廉价、高效、长寿命新型脱氢催化剂材料的迫切需求。最后，该文章对未来储氢材料的发展方向进行了展望，储氢研究的突破性进展依赖于创新性思维和多学科的交叉融合，而科研人员在过去半个世纪的不懈努力无疑将为此突破奠定基础。

催化基础国家重点实验室 2016 年发表文章目录

自然科学类 (4)

Science	1	Nature Communications	2
Nature Nanotechnology	1		

化学综合类 (17)

Journal of the American Chemical Society	5
Angewandte Chemie International Edition	9
Chemical Science	3

催化类 (48)

ACS Catalysis	18	Journal of Catalysis	8
Applied Catalysis A/ B	7	Journal of Molecular Catalysis A	2
Chinese Journal of Catalysis	13		

能源材料类 (20)

Energy & Environmental Science	5
Journal of Materials Chemistry A	10
Nano Energy	5

一、催化材料与制备

1. Xiaoju Cui, Pengju Ren, Dehui Deng*, Jiao Deng, Xinhe Bao*
Single layer graphene encapsulating non-precious metals as high-performance electrocatalysts for water oxidation
Energy & Environmental Science 9 (2016) 123-129.
2. Guiji Liu, Sheng Ye, Pengli Yan, Fengqiang Xiong, Ping Fu, Zhiliang Wang, Zheng Chen, Jingying Shi* and Can Li*
Enabling an integrated tantalum nitride photoanode to approach the theoretical photocurrent limit for solar water splitting
Energy & Environmental Science 9 (2016) 1327-1334.
3. Dong Yang, Xin Zhou, Ruixia Yang, Zhou Yang, Wei Yu, Xiuli Wang, Can Li*, Shengzhong (Frank) Liu* and Robert P. H. Chang
Surface optimization to eliminate hysteresis for record efficiency planar perovskite solar cells
Energy & Environmental Science 9 (2016) 3071-3078.
4. Haihua Wu, Haobo Li, Xinfei Zhao, Qingfei Liu, Jing Wang, Jianping Xiao, Songhai Xie, Rui Si, Fan Yang, Shu Miao, Xiaoguang Guo, Guoxiong Wang* and Xinhe Bao*
Highly doped and exposed Cu(I)-N active sites within graphene towards efficient oxygen reduction for zinc-air batteries
Energy & Environmental Science 9 (2016) 3736-3745.
5. Zhicheng Zhang, Zhimin Luo, Bo Chen, Chao Wei, Jian Zhao, Junze Chen, Xiao Zhang, Zhuangchai Lai, Zhanxi Fan, Chaoliang Tan, Meiting Zhao, Qipeng Lu, Bing Li, Yun Zong, Chengcheng Yan, Guoxiong Wang, Zhichuan J. Xu*, Hua Zhang*
One-pot synthesis of highly anisotropic five-fold-twinned PtCu nanoframes used as a bifunctional electrocatalyst for oxygen reduction and methanol oxidation
Advanced Materials 28 (2016) 8712-8717.
6. Hongling Guan, Jian Lin, Botao Qiao, Xiaofeng Yang, Lin Li, Shu Miao, Jingyue Liu, Aiqin Wang, Xiaodong Wang*, Tao Zhang*

- Catalytically active Rh sub-nanoclusters on TiO₂ for CO oxidation at cryogenic temperatures
Angewandte Chemie International Edition 55 (2016) 2820-2824.
7. Hailian Tang, Fei Liu, Jiake Wei, Botao Qiao*, Kunfeng Zhao, Yang Su, Changzi Jin, Lin Li, Jingyue (Jimmy) Liu, Junhu Wang*, Tao Zhang
Ultrastable hydroxyapatite/titanium-dioxide-supported gold nanocatalyst with strong metal-support interaction for carbonmonoxide oxidation
Angewandte Chemie International Edition 55 (2016) 10606-10611.
8. Wenping Li, Xuefeng Zhu*, Shuguang Chen, Weishen Yang*
Integration of nine steps into one membrane reactor to produce synthesis gases for ammonia and liquid fuel
Angewandte Chemie International Edition 55 (2016) 8566-8570.
9. Wei Fang*, Frank Steinbach, Zhongwei Cao, Xuefeng Zhu*, Armin Feldhoff*
A highly efficient sandwich-like symmetrical dual-phase oxygen-transporting membrane reactor for hydrogen production by water splitting
Angewandte Chemie International Edition 55 (2016) 8648-8651.
10. Xiaoju Cui, Jianping Xiao, Yihui Wu, Peipei Du, Rui Si, Huaixin Yang, Huanfang Tian, Jianqi Li, Wenhua Zhang*, Dehui Deng*, Xinhe Bao
A Graphene composite material with single cobalt active sites: a highly efficient counter electrode for dye-sensitized solar cells
Angewandte Chemie International Edition 55 (2016) 6708-6712.
11. Yunchuan Tu, Haobo Li, Dehui Deng*, Jianping Xiao, Xiaoju Cui, Ding Ding, Mingshu Chen, Xinhe Bao*
Low charge overpotential of lithium-oxygen batteries with metallic Co encapsulated in single-layer graphene shell as the catalyst
Nano Energy 30 (2016) 877-884.
12. Yunchuan Tu, Haobo Li, Dehui Deng*, Jianping Xiao, Xiaoju Cui, Ding Ding, Mingshu Chen, Xinhe Bao*
Low charge overpotential of lithium-oxygen batterieswith metallic Co encapsulated in single-layer graphene shell as the catalyst
Nano Energy 30 (2016) 877-884.
13. Zhen Yin, Dunfeng Gao, Siyu Yao, Bo Zhao, Fan Cai, Lili Lin, Pei Tang, Peng

Zhai, Guoxiong Wang*, Ding Ma*, Xinhe Bao

Highly selective palladium-copper bimetallic electrocatalysts for the electrochemical reduction of CO₂ to CO

Nano Energy 27 (2016) 35-43.

14. Shichao Liao, Xu Zong, Brian Seger, Thomas Pedersen, Tingting Yao, Chunmei Ding, Jingying Shi*, Jian Chen*, Can Li*
Integrating a dual-silicon photoelectrochemical cell into a redox flow battery for unassisted photocharging
Nature Communications 7 (2016) 11474.
15. Libo Gao*, Hai Xu, Linjun Li, Yang Yang, Qiang Fu, Xinhe Bao, Kianping Loh*
Heteroepitaxial growth of wafer scale highly oriented graphene using inductively coupled plasma chemical vapor deposition
2D Materials 3 (2016) 021001.
16. Wengang Liu, Leilei Zhang, Wensheng Yan, Xiaoyan Liu, Xiaofeng Yang, Shu Miao, Wentao Wang, Aiqin Wang* and Tao Zhang*
Single-atom dispersed Co-N-C catalyst: structure identification and performance for hydrogenative coupling of nitroarenes
Chemical Science 7 (2016) 5758-5764.
17. Chunmei Ding, Ailong Li, Shengmei Lu, Hefeng Zhang and Can Li*
In situ electrodeposited indium nanocrystals for efficient CO₂ reduction to CO with low overpotential
ACS Catalysis 6 (2016) 6438-6443.
18. Ruiyan Sun, Mingyuan Zheng*, Jifeng Pang, Xin Liu, Junhu Wang, Xiaoli Pan, Aiqin Wang, Xiaodong Wang and Tao Zhang*
Selectivity-switchable conversion of cellulose to glycols over Ni-Sn catalysts
ACS Catalysis 6 (2016) 191-201.
19. Jian Chen, He Li*, Mingmei Zhong, Qihua Yang*
Hierarchical mesoporous organic polymer with an intercalated metal complex for the efficient synthesis of cyclic carbonates from flue gas
Green Chemistry 18 (2016) 6493-6500.
20. Hongling Guan, Jian Lin, Lin Li, Xiaodong Wang*, Tao Zhang

- Highly active subnano Rh/Fe(OH)_x catalyst for preferential oxidation of CO in H₂-rich stream
Applied Catalysis B: Environmental 184 (2016) 299-308.
21. Lingyu Zhou, Yuxing Xu, Wei Yu, Xin Guo, Shuwen Yu, Jian Zhang and Can Li*
Ultrathin two-dimensional graphitic carbon nitrideas a solution-processed cathode interfacial layer for inverted polymer solar cells
Journal of Materials Chemistry A 4 (2016) 8000-8004.
22. Zhiwei Huang, Tianmin Wu, Shuang Kong, Qinglong Meng, Wei Zhuang*, Peng Jiang* and Xinhe Bao*
Enhancement of anisotropic thermoelectric performance of tungsten disulfide by titanium doping
Journal of Materials Chemistry A 4 (2016) 10159-10165.
23. Qinglong Meng, Shuang Kong, Zhiwei Huang, Yuanhu Zhu, Hengchang Liu, Xiaowei Lu, Peng Jiang* and Xinhe Bao*
Simultaneous enhancement in the power factor and thermoelectric performance of copper sulfide by In₂S₃ doping
Journal of Materials Chemistry A 4 (2016) 12624-12629.
24. Miao Guo, Guojun Lan, Juan Peng, Mingrun Li, Qihua Yang*, Can Li*
Enhancing the catalytic activity of Ru NPs deposited with carbon species in yolk-shell nanostructures
Journal of Materials Chemistry A 4 (2016) 10956-10963.
25. Zhiwei Huang, Tianmin Wu, Shuang Kong, Qinglong Meng, Wei Zhuang*, Peng Jiang*, Xinhe Bao*
Enhancement of anisotropic thermoelectric performance of tungsten disulfide by titanium doping
Journal of Materials Chemistry A 4 (2016) 10159-10165.
26. Ping Fu, Xin Guo, Bin Zhang, Tao Chen, Wei Qin, Yun Ye, Jianhui Hou, Jian Zhang and Can Li*
Achieving10.5% efficiency for inverted polymer solar cells by modifying the ZnO cathode interlayer with phenols
Journal of Materials Chemistry A 4 (2016) 16824-16829.

27. Feng Rong, Jiao Zhao, Zheng Chen, Yuxing Xu, Yaopeng Zhao, Qihua Yang* and Can Li*
Highly active water oxidation on nanostructured biomimetic calcium manganese oxide catalysts
Journal of Materials Chemistry A 4 (2016) 6585-6594.
28. Cunyao Li, Wenlong Wang, Li Yan*, Yuqing Wang, Miao Jiang and Yunjie Ding*
Phosphonium salt and ZnX₂-PPh₃ integrated hierarchical POPs: tailororable synthesis and highly efficient cooperative catalysis in CO₂ utilization
Journal of Materials Chemistry A 4 (2016) 16017-16027.
29. Xuning Li, Lizhi Yuan, Junhu Wang*, Luhua Jiang*, Alexandre I. Rykov, D énesL. Nagy, Csilla Bogd án, Mamdouh A. Ahmed, Kaiyue Zhu, Gongquan Sun and Weishen Yang
A “copolymer-co-morphology” conception for shape-controlled synthesis of Prussian blue analogues and as-derived spinel oxides
Nanoscale 8 (2016) 2333-2342.
30. Shanshan Chen, Yu Qi, Qian Ding, Zheng Li, Junyan Cui, Fuxiang Zhang*, Can Li*
Magnesia interface nanolayer modification of Pt/Ta₃N₅ for promoted photocatalytic hydrogen production under visible light irradiation
Journal of Catalysis 339 (2016) 77-83.
31. Sheng Ye, Ruotian Chen, Yuxing Xu, Fengtao Fan, Pingwu Du, Fuxiang Zhang, Xu Zong, Tao Chen, Yu Qi, Ping Chen, Zheng Chen, Can Li*
An artificial photosynthetic system containing an inorganic semiconductor and a molecular catalyst for photocatalytic water oxidation
Journal of Catalysis 338 (2016) 168-173.
32. Pei Yu, Jianping Guo, Lin Liu, Peikun Wang, Guotao Wu, Fei Chang, Ping Chen*
Ammonia decomposition with manganese nitride-calcium imide composites as efficient catalysts
ChemSusChem 9 (2016) 364-369.
33. Fanan Wang, Jinming Xu, Xianzhao Shao, Xiong Su, Yanqiang Huang* and Tao Zhang*
41

Palladium on nitrogen-doped mesoporous carbon: bifunctional catalyst for formate-based, carbon-neutral hydrogen storage
ChemSusChem 9 (2016) 246-251.

34. Ping Cheng, Wengang Guo, Ping Chen, Yan Liu*, Xin Du*, Can Li*
The enantioselective construction of chiral spirooxindole-based
4-thiazolidinone *via* asymmetric catalytic formal [3+2] annulation using a
bifunctional catalyst
Chemical Communications 52 (2016) 3418-3421.
35. Kaiyue Zhu, Mingrun Li, Xuning Li, Xuefeng Zhu*, Junhu Wang and
Weishen Yang*
Enhancement of oxygen evolution performance through synergetic action
between NiFe metalcore and NiFeO_x shell
Chemical Communications 52 (2016) 11803-11806.
36. Wenmei Jiao, Yujie Ban*, Zixing Shi*, Xuesong Jiang, Yanshuo Li* and
Weishen Yang*
High performance carbon molecular sieving membranes derived from
pyrolysis of metal-organic framework ZIF-108 doped polyimide matrices
Chemical Communications 52 (2016) 13779-13782.
37. Yihui Wu, Bin Zhou, Chi Yang, Shichao Liao, Wenhua Zhang, Can Li*
CuFeS₂ colloidal nanocrystals as an efficient electrocatalyst for dye
sensitized solar cells
Chemical Communications 52 (2016) 11488-11491.
38. Chan Wang, Miao Yang, Mingrun Li, Shutao Xu, Yue Yang, Peng Tian*
and Zhongmin Liu*
A reconstruction strategy to synthesize mesoporous SAPO molecular sieve
single crystals with high MTO catalytic activity
Chemical Communications 52 (2016) 6463-6466.
39. Shuo Tao, Xiaolei Li, Renshun Xu, Dawei Li, Quanqun Zhang, Huaijun Ma,
Yunpeng Xu and Zhijian Tian*
One-step synthesis of honeycomb-like AlPO₄-11 macrostructures based on
epitaxial growth and phase transformation mechanisms
Chemical Communications 52 (2016) 2253-2256.

40. Lijun Gao, Qiang Fu*, Jiamin Li, Zhenping Qu, Xinhe Bao*
Enhanced CO oxidation reaction over Pt nanoparticles covered with
ultrathin graphitic layers
Carbon 101 (2016) 324-330.
41. Wenguang Leng, Yongsheng Peng, Jianqiang Zhang, Hui Lu, Xiao Feng,
Rile Ge, Bin Dong, Bo Wang, Xiangping Hu, Yanan Gao*
Sophisticated design of covalent organic frameworks with controllable
bimetallic docking for a cascade reaction
Chemistry - A European Journal 22 (2016) 9087-9091.
42. Weidong Chen, Haibo Yu, Guotao Wu, Teng He, Zhao Li, Zaiping Guo,
Huakun Liu, Zhenguo Huang* and Ping Chen*
Ammonium aminodiboranate: a long-sought isomer of diammoniate of
diborane and ammonia borane dimer
Chemistry - A European Journal 22 (2016) 7727-7729.
43. Lili Cai, Wenping Li, Zhongwei Cao, Xuefeng Zhu*, Weishen Yang*
Improving oxygen permeation of MIEC membrane reactor by enhancing the
electronic conductivity under intermediate-low oxygen partial pressures
Journal of Membrane Science 520 (2016) 607-615.
44. Hua Jin, Alexander Wollbrink, Rui Yao, Yanshuo Li*, Juergen Caro,
Weishen Yang*
A novel CAU-10-H MOF membrane for hydrogen separation under
hydrothermal conditions
Journal of Membrane Science 513 (2016) 40-46.
45. Baolin Hou, Xiaodong Wang*, Tao Zhang, Hongzhong Li*
Eulerian simulation of a circulating fluidized bed with a new flow
structure-based drag model
Chemical Engineering Journal 284 (2016) 1224-1232.
46. Lizhi Yuan, Luhua Jiang*, Tianran Zhang, Guoxiong Wang, Suli Wang, Xinhe
Bao, Gongquan Sun*
Electrochemically synthesized freestanding 3D nanoporous silver electrode
with high electrocatalytic activity
Catalysis Science & Technology 6 (2016) 7163-7171.

47. M. Tian, Xiaodong Wang* and Tao Zhang*
Hexaaluminates: a review of the structure, synthesis and catalytic performance
Catalysis Science & Technology 6 (2016) 1984-2004.
48. Hui Liu, Sujuan Xie, Wenjie Xin, Shenglin Liu and Longya Xu*
Hierarchical ZSM-11 zeolite prepared by alkaline treatment with mixed
solution of NaOH and CTAB: characterization and application for alkylation
of benzene with dimethyl ether
Catalysis Science & Technology 6 (2016) 1328-1342.
49. Fei Huang, Xiaodong Wang*, Aiqin Wang, Jinming Xu and Tao Zhang
A two-step synthesis of Fe-substituted hexaaluminates with enhanced surface
area and activity in methane catalytic combustion
Catalysis Science & Technology 6 (2016) 4962-4969.
50. Jiayuan Li, Jing Wang, Dunfeng Gao, Xingyun Li, Shu Miao, Guoxiong
Wang*, Xinhe Bao*
Silicon carbide-supported iron nanoparticles encapsulated in nitrogen-doped
carbon for oxygen reduction reaction
Catalysis Science & Technology 6 (2016) 2949-2954.
51. Ryoichi Otomo, Ulrich Muller, Mathias Feyen, Bilge Yilmaz, Xiangju Meng,
Fengshou Xiao, Hermann Gies, Xinhe Bao, Weiping Zhang, Dirk De Vos,
Toshiyuki Yokoia*
Development of a post-synthetic method for tuning Al content of OSDA-free
Beta as catalyst for conversion of methanol to olefins
Catalysis Science & Technology 6 (2016) 713-721.
52. Hao Liu, Zhijian Tian*, Lei Wang, Yasong Wang, Dawei Li, Huaijun Ma,
and Renshun Xu
Ionothermal synthesis of MnAPO-SOD molecular sieve without the aid of
organic structure-directing agents
Inorganic Chemistry 55 (2016) 1809-1815.
53. Yan Zhou, Yong Li, Wenjie Shen*
Shape engineering of oxide nanoparticles for heterogeneous catalysis
Chemistry - An Asian Journal 11 (2016) 1470-1488.
54. Weili Li, Chao Liu, Hadi Abroshan, Qingjie Ge*, Xiujuan Yang, Hengyong

Xu and Gao Li*

Catalytic CO oxidation using bimetallic M_xAu_{25-x} clusters: a combined experimental and computational study on doping effects

The Journal of Physical Chemistry C 120 (2016) 10261-10267.

55. Guanqun Zhang, Bingchun Wang, Weiping Zhang, Mingrun Li, Zhijian Tian*
Synthesis of polymorph A-enriched beta zeolites in a HF-concentrated system
Dalton Transactions 45 (2016) 634-6640.
56. Zheng Chen, Shu Miao, Jingqi Guan, Fuxiang Zhang*, Can Li*
Sub-2 nm cobalt oxide cluster catalyst supported on alumina for efficient water oxidation
Applied Catalysis A: General 521 (2016) 154-159.
57. Jingjing Chen, Jian Chen, Xiaomin Zhang, Jinsuo Gao*, Qihua Yang*
Efficient and stable PS-SO₃H/SiO₂ hollow nanospheres with tunable surface properties for acid catalyzed reactions
Applied Catalysis A: General 516 (2016) 1-8.
58. Aling Chen, Yan Zhou, Shu Miao, Yong Li*, Wenjie Shen*
Assembly of monoclinic ZrO₂ nanorods: formation mechanism and crystal phase control
CrystEngComm 18 (2016) 580-587.
59. Yujie Ban, Yuan Peng, Yulei Zhang, Hua Jin, Wenmei Jiao, Ang Guo, Po Wang, Yanshuo Li*, Weishen Yang*
Dual-ligand zeolitic imidazolate framework crystals and oriented films derived from metastable mono-ligand ZIF-108
Microporous and Mesoporous Materials 219 (2016) 190-198.
60. Xiaolei Li, Keda Li, Shuo Tao, Huaijun Ma, Renshun Xu, Bingchun Wang, Ping Wang, Zhijian Tian*
Ionothermal synthesis of LTA-type aluminophosphate molecular sieve membranes with gas separation performance
Microporous and Mesoporous Materials 228 (2016) 45-53.
61. Feng Rong, Jiao Zhao, Qihua Yang*, Can Li*
Nanostructured hybrid NiFeOOH/CNT electrocatalysts for oxygen evolution reaction with low overpotential

RSC Advances 6 (2016) 74536-74544.

62. Jian Chen, Yi Yao, Jiao Zhao, Yaopeng Zhao, Yuanyuan Zheng, Mingrun Li, Qihua Yang*
A highly active non-precious metal catalyst based on Fe-N-C@CNTs for nitroarene reduction
RSC Advances 6 (2016) 96203-96029.
63. Ping Fu, Xin Guo, Zhiliang Wang, Shuwen Yu, Lingyu Zhou, Wei Yu, Jian Zhang and Can Li*
Efficient and stable polymer solar cells with electrochemical deposition of CuSCN as an anode interlayer
RSC Advances 6 (2016) 56845-56850.
64. Yifei Zhang, Chao Liu, Xiujuan Yang, Ming Bao*, Jiahui Huang*, Wenjie Shen
Controlled synthesis of pure Au₂₅(2-Nap)₁₈ and Au₃₆(2-Nap)₂₄ nanoclusters from 2-(diphenylphosphino)pyridine protected Au nanoclusters
RSC Advances 6 (2016) 105166-105170.
65. Min Li, Donge Wang, Jiahe Li, Zhendong Pan, Huaijun Ma, Yuxia Jiang and Zhijian Tian*
Facile hydrothermal synthesis of MoS₂nano-sheets with controllable structures and enhanced catalytic performance for anthracene hydrogenation
RSC Advances 6 (2016) 71534-71542.
66. Dong Fan, Peng Tian*, Shutao Xu, Dehua Wang, Yue Yang, Jinzhe Li, Quanyi Wang, Miao Yang and Zhongmin Liu*
SAPO-34 templated by dipropylamine and diisopropylamine: synthesis and catalytic performance in the methanol to olefins (MTO) reaction
New Journal of Chemistry 40 (2016) 4236-4244.
67. Guo Liu, Shuai Li, Yuanyuan Lu, Jing Zhang*, Zhaochi Feng, Can Li
Controllable synthesis of α -Bi₂O₃ and γ -Bi₂O₃ with high photocatalytic activity by α -Bi₂O₃→ γ -Bi₂O₃→ α -Bi₂O₃ transformation in a facile precipitation method
Journal of Alloys and Compounds 689 (2016) 787-799.
68. Ming Tian, Xiaodong Wang*, Xin Liu, Aiqin Wang and Tao Zhang

- Fe-substituted Ba-hexaaluminates oxygen carrier for carbon dioxide capture by chemical looping combustion of methane
AICHE Journal 62 (2016) 792-801.
69. Xianzhao Shao, Jinming Xu, Yanqiang Huang*, Xiong Su, Hongmin Duan, Xiaodong Wang* and Tao Zhang
Pd@C₃N₄ nanocatalyst for highly efficient hydrogen storage system based on potassium bicarbonate/formate
AICHE Journal 62 (2016) 2410-2418.
70. Xueru Sheng, Guangyi Li, Wentao Wang, Yu Cong, Xiaodong Wang, George W. Huber, Ning Li*, Aiqin Wang and Tao Zhang*
Dual-bed catalyst system for the direct synthesis of high density aviation fuel with cyclopentanone from lignocellulose
AICHE Journal 62 (2016) 2754-2761.
71. Haijun Chen, Chao Liu, Min Wang, Chaofeng Zhang, Gao Li*, Feng Wang*
Thermally robust silica-enclosed Au₂₅ nanocluster and its catalysis
Chinese Journal of Catalysis 37 (2016) 1787-1793.
72. Botao Qiao, Jinxia Liang, Aiqin Wang, Jingyue Liu*, Tao Zhang*
Single atom gold catalysts for low-temperature CO oxidation
Chinese Journal of Catalysis 37 (2016) 1580-1586.
73. Yuanyuan Lu, Guo Liu, Jing Zhang*, Zhaochi Feng, Can Li, Zhi Li
Fabrication of a monoclinic/hexagonal junction in WO₃ and its enhanced photocatalytic degradation of rhodamine B
Chinese Journal of Catalysis 37 (2016) 349-358.
74. Miao Zhang, Lin Liu*, Teng He, Guotao Wu, Ping Chen*
Melamine assisted solid exfoliation approach for the synthesis of few-layered fluorinated graphene nanosheets
Materials Letters 171 (2016) 191-194.
75. Xuejiao Wei, Xiaoling Mou, Yan Zhou, Yong Li*, Wenjie Shen*
Fabrication of rod-shaped β -FeOOH: the roles of polyethylene glycol and chlorine anion
Science China Chemistry 59 (2016) 895-912.
76. Xiaolei Li, Shuo Tao, Keda Li, Yasong Wang, Ping Wang, Zhijian Tian*

In situ synthesis of ZIF-8 membranes with gas separation performance in a deep eutectic solvent

Acta Physico-Chimica Sinica 32 (2016) 1495-1500.

77. Dehui Deng*, Xiaoqi Chen, Liang Yu, Xing Wu, Qingfei Liu, Yun Liu, Huaixin Yang, Huanfang Tian, Yongfeng Hu, Peipei Du, Rui Si, Junhu Wang, Xiaoju Cui, Haobo Li, Jianping Xiao, Tao Xu, Jiao Deng, Fan Yang, Paul N. Duchesne, Peng Zhang, Jigang Zhou, Lital Sun, Jianqi Li, Xiulian Pan and Xinhe Bao*
- A single iron site confined in a graphene matrix for catalytic oxidation of benzene at room temperature
- Science Advances* 1 (2016) 1500462.

二、催化表征和理论

78. Dehui Deng, K. S. Novoselov*, Qiang Fu, Nanfeng Zheng, Zhongqun Tian*, Xinhe Bao*
- Catalysis with two-dimensional materials and their heterostructures
- Nature Nanotechnology* 11 (2016) 218-230.
79. Linchao Mu, Yue Zhao, Ailong Li, Shengyang Wang, Zhiliang Wang, Jingxiu Yang, Yi Wang, Taifeng Liu, Ruotian Chen, Jian Zhu, Fengtao Fan, Rengui Li* and Can Li*
- Enhancing charge separation on high symmetry SrTiO₃ exposed with anisotropic facets for photocatalytic water splitting
- Energy & Environmental Science* 9 (2016) 2463-2469.
80. Haijin Li, Yuying Gao, Yong Zhou*, Fengtao Fan, Qiutong Han, Qinfeng Xu, Xiaoyong Wang, Min Xiao, Can Li and Zhigang Zou*
- Construction and nanoscale detection of interfacial charge transfer of elegant Z-Scheme WO₃/Au/In₂S₃ nanowire arrays
- Nano Letters* 16 (2016) 5547-5552.
81. Tingting Yao, Ruotian Chen, Junjie Li, Jingfeng Han, Wei Qin, Hong Wang, Jingying Shi, Fengtao Fan and Can Li*
- Manipulating the interfacial energetics of n-type silicon photoanode for efficient water oxidation

Journal of the American Chemical Society 138 (2016) 13664-13672.

82. Yuxing Xu, Yun Ye, Taifeng Liu, Xiuli Wang, Bingqing Zhang, Mei Wang, Hongxian Han* and Can Li*
Unraveling a single-step simultaneous two-electron transfer process from semiconductor to molecular catalyst in a CoPy/CdS hybrid system for photocatalytic H₂ evolution under strong alkaline conditions
Journal of the American Chemical Society 138 (2016) 10726-10729.
83. Hailian Tang, Jiake Wei, Fei Liu, Botao Qiao*, Xiaoli Pan, Lin Li, Jingyue Liu, Junhu Wang* and Tao Zhang
Strong metal-support interactions between gold nanoparticles and nonoxides
Journal of the American Chemical Society 138 (2016) 56-59.
84. Na Sheng, Yueying Chu, Shaohui Xin, Qiang Wang, Xianfeng Yi, Zhaochi Feng, Xiangju Meng*, Xiaolong Liu*, Feng Deng and Fengshou Xiao*
Insights of the crystallization process of molecular sieve AlPO₄-5 prepared by solvent-free synthesis
Journal of the American Chemical Society 138 (2016) 6171-6176.
85. Yuliang Zhang, Wei Yu, Wei Qin, Zhou Yang, Dong Yang, Yedi Xing, Shengzhong (Frank) Liu*, Can Li*
Perovskite as an effective Voc switcher for high efficiency polymer solar cells
Nano Energy 20 (2016) 126-133.
86. Zhujun Wang, Jichen Dong, Yi Cui, Gyula Eres, Olaf Timp, Qiang Fu, Feng Ding, Robert Schlögl and Marc Willinger*
Stacking sequence and interlayer coupling in few layer grapheme revealed by *in situ* imaging
Nature Communications 7 (2016) 1-12.
87. Ailong Li, Zhiliang Wang, Heng Yin, Shengyang Wang, Pengli Yan, Baokun Huang, Xiuli Wang, Rengui Li, Xu Zong, Hongxian Han* and Can Li*
Understanding the anatase-rutile phase junction in charge separation and transfer in a TiO₂ electrode for photoelectrochemical water splitting
Chemical Science 7 (2016) 6076-6082.
88. Zhiliang Wang, Yu Qi, Chunmei Ding, Dayong Fan, Guiji Liu, Yongle Zhao and Can Li*
49

- Insight into the charge transfer in particulate Ta₃N₅ photoanode with high photoelectrochemical performance
Chemical Science 7 (2016) 4391-4399.
89. Qingqing Jiang, Zhenpan Chen, Jinhui Tong, Min Yang, Zongxuan Jiang, Can Li*
Catalytic function of IrO_x in the two-step thermochemical CO₂-splitting reaction at high temperatures
ACS Catalysis 6 (2016) 1172-1180.
90. Qiao Zhang, Zheng Li, Shengyang Wang, Rengui Li, Xianwen Zhang, Zhenxing Liang, Hongxian Han*, Shijun Liao* and Can Li*,
Effect of redox cocatalysts location on photocatalytic overall water splitting over cubic NaTaO₃semiconductor crystals exposed with equivalent facets
ACS Catalysis 6 (2016) 2182-2191.
91. Juanjuan Liu, Shiran Zhang, Yan Zhou, Fung Victor, Luan Nguyen, Deen Jiang, Wenjie Shen, Jie Fan*, Franklin Feng Tao*
Tuning catalytic selectivity of oxidative catalysis through deposition of nonmetallic atoms in surface lattice of metal oxide
ACS Catalysis 6 (2016) 4218-4228.
92. Huiran Zhou, Xiaofeng Yang, Lin Li, Xiaoyan Liu, Yanqiang Huang, Xiaoli Pan, Aiqin Wang*, Jun Li and Tao Zhang*
PdZn intermetallic nanostructure with Pd-Zn-Pd ensembles for highly active and chemoselective semi-hydrogenation of acetylene
ACS Catalysis 6 (2016) 1054-1061.
93. Jianmin Lu, Min Wang, Xiaochen Zhang, Andreas Heyden, Feng Wang*
β-O-4 bond cleavage mechanism for lignin model compounds over Pd catalysts identified by combination of first-principles calculations and experiments
ACS Catalysis 6 (2016) 5589-5598.
94. Jinghua Xu, Xiong Su, Hongmin Duan, Baolin Hou, Qingquan Lin, Xiaoyan Liu, Xiaoli Pan, Guangxian Pei, Haoran Geng, Yanqiang Huang*, Tao Zhang
Influence of pretreatment temperature on catalytic performance of rutile TiO₂-supported ruthenium catalyst in CO₂ methanation

- Journal of Catalysis* 333 (2016) 227-237.
95. Mozhi Zhang, Shutao Xu, Jinzhe Li, Yingxu Wei, Yanjun Gong, Yueying Chu, Anmin Zheng, Jinbang Wang, Wenna Zhang, Xinqiang Wu, Feng Deng, Zhongmin Liu*
Methanol to hydrocarbons reaction over H β zeolites studied by high resolution solid-state NMR spectroscopy: carbenium ions formation and reaction mechanism
Journal of Catalysis 335 (2016) 47-57.
96. Qiao Zhang, Rengui Li, Zheng Li, Ailong Li, Shengyang Wang, Zhenxing Liang, Shijun Liao*, Can Li*
The dependence of photocatalytic activity on the selective and nonselective deposition of noble metal cocatalysts on the facets of rutile TiO₂
Journal of Catalysis 337 (2016) 36-44.
97. Dayong Fan, Jian Zhu, Xiuli Wang, Shengyang Wang, Yong Liu, Ruotian Chen, Zhaochi Feng, Fengtao Fan*, Can Li*
Dual extraction of photogenerated electrons and holes from a ferroelectric Sr_{0.5}Ba_{0.5}Nb₂O₆ semiconductor
ACS Applied Materials & Interfaces 8 (2016) 13857-13864.
98. Chunmei Ding, Zhiliang Wang, Jingying Shi, Tingting Yao, Ailong Li, Pengli Yan, Baokun Huang, Can Li*
Substrate-electrode interface engineering by an electron-transport layer in hematite photoanode
ACS Applied Materials & Interfaces 8 (2016) 7086-7091.
99. Yixin Zhang, Yanbo Pan, Wujun Liu, Yongjin J. Zhou, Keyun Wang, Lei Wang, Muhammad Sohail, Mingliang Ye, Hanfa Zou* and Zongbao K. Zhao*
In vivo protein allylation to capture protein methylation candidates
Chemical Communications 52 (2016) 6689-6692.
100. Qinglong Meng, Hengchang Liu, Zhiwei Huang, Shuang Kong, Xiaowei Lu, Patrick Tomkins, Peng Jiang*, Xinhe Bao*
Mixed conduction properties of pristine bulk graphene oxide
Carbon 101 (2016) 338-344.

101. Yan Liu, Xuefeng Zhu*, Weishen Yang*
Stability of sulfate doped $\text{SrCoO}_{3-\delta}$ MIEC membrane
Journal of Membrane Science 501 (2016) 53-59.
102. Fei Huang, Xiaodong Wang*, Lin Li, Xin Liu, Jinming Xu, Chuande Huang and Tao Zhang
Effect of magnesium substitution into Fe-based La-hexaaluminates on the activity for CH_4 catalytic combustion
Catalysis Science & Technology 6 (2016) 7860-7867.
103. Jinxia Liang, Xiaofeng Yang*, Aiqin Wang, Tao Zhang and Jun Li*
Theoretical investigations of non-noble metal single-atom catalysis:
 Ni_1/FeO_x for CO oxidation
Catalysis Science & Technology 6 (2016) 6886-6892.
104. Taifeng Liu, Michel Dupuis, Can Li*
Band structure engineering: insights from defects, band gap, and electron mobility, from study of magnesium tantalate
The Journal of Physical Chemistry C 120 (2016) 6930-6937.
105. Yuanli Hu, Qiang Zhang, Mingrun Li, Xiulian Pan, Bin Fang, Wei Zhuang, Xiuwen Han, Xinhe Bao*
Facilitated diffusion of methane in pores with a higher aromaticity
The Journal of Physical Chemistry C 120 (2016) 19885-19889.
106. Zhenchao Zhao, Suochang Xu, Mary Y. Hu, Xinhe Bao, Jian Zhi Hu*
In situ high temperature high pressure MAS NMR study on the crystallization of $\text{AlPO}_4\text{-}5$
The Journal of Physical Chemistry C 120 (2016) 1701-1708.
107. Andreas Kafizas*, Xiuli Wang, Stephanie R. Pendlebury, Piers Barnes, Min Ling, Carlos Sotelo-Vazquez, Raul Quesada-Cabrera, Can Li, Ivan P. Parkin and James R. Durrant*
Where do photogenerated holes go in anatase:rutile TiO_2 ? A transient absorption spectroscopy study of charge transfer and lifetime
The Journal of Physical Chemistry A 120 (2016) 715-723.
108. Ting He, Xianchun Liu, Shutao Xu, Xiuwen Han, Xiulian Pan, Guangjin Hou, Xinhe Bao*

The role of 12-ring channels of mordenite in DME carbonylation investigated by solid-state NMR

The Journal of Physical Chemistry C 120 (2016) 22526-22531.

109. Pei Yu, Jianping Guo*, Lin Liu, Peikun Wang, Fei Chang, Han Wang, Xiaohua Ju and Ping Chen*
Effects of alkaline earth metal amides on Ru in catalytic ammonia decomposition
The Journal of Physical Chemistry C 120 (2016) 2822-2828.
110. Chao Song, Xiujie Li*, Xiangxue Zhu, Shenglin Liu, Fucun Chen, Feng Liu, Longya Xu*
Influence of the state of Zn species over Zn-ZSM-5/ZSM-11 on the coupling effects of cofeeding *n*-butane with methanol
Applied Catalysis A: General 519 (2016) 48-55.
111. Ting Lu, Jian Lin, Xin Liu, Xiaodong Wang* and Tao Zhang
Structure evolution and hydrogenation performance of IrFe bimetallic nanomaterials
Langmuir 32 (2016) 2771-2779.
112. Zhenpan Chen, Qingqing Jiang, Jinhui Tong, Min Yang, Zongxuan Jiang, Can Li*
Influences of morphology and structure on Mn-based multi-step thermochemical H₂O splitting cycle
Solar Energy 129 (2016) 236-243.
113. Suochang Xu, Zhenchao Zhao, Mary Y. Hu, Xiuwen Han, Jian Zhi Hu*, Xinhe Bao*
Investigation of water assisted phase transformation process from AlPO₄-5 to AlPO₄-tridymite
Microporous and Mesoporous Materials 223 (2016) 241-246.
114. Xiumei Liu, Peifang Yan, Wenjuan Xu and Z. Conrad Zhang*
Structure dependent toxicity of lignin phenolics and PEG detoxification in VHG ethanol fermentation
RSC Advances 6 (2016) 99924-99932.
115. Yangyang Ma, Zhongtian Du, Fei Xia, Jiping Ma, Jin Gao and Jie Xu*

- Mechanistic studies on the VO(acac)₂-catalyzed oxidative cleavage of lignin model compounds in acetic acid
RSC Advances 6 (2016) 110229-110234.
116. Peikun Wang, Jianping Guo, Zhitao Xiong, Guotao Wu, Junhu Wang, Ping Chen*
The interactions of Li₃FeN₂ with H₂ and NH₃
International Journal of Hydrogen Energy 41 (2016) 14171-14177.
117. Aiyi Dong, Qiang Fu*, Hao Wu, Mingming Wei, Xinhe Bao
Factors controlling CO intercalation of h-BN overlayers on Ru(0001)
Physical Chemistry Chemical Physics 18 (2016) 24278-24284.
118. Zhao Li, Teng He*, Guotao Wu, Weidong Chen, Yong Shen Chua, Jianping Guo, Dong Xie, Xiaohua Jua and Ping Chen*
Synthesis, structure and the dehydrogenation mechanism of calcium amidoborane hydrazinates
Physical Chemistry Chemical Physics 18 (2016) 244-251.
119. Yun Ye, Yuxing Xu, Lei Huang, Dayong Fan, Zhaochi Feng, Xiuli Wang* and Can Li*
Roles of adsorption sites in electron transfer from CdS quantum dots to molecular catalyst cobaloxime studied by time-resolved spectroscopy
Physical Chemistry Chemical Physics 18 (2016) 17389-17397.
120. Zhao Li, Teng He*, Guotao Wu, Weidong Chen, Yongshen Chua, Jianping Guo, Dong Xie, Xiaohua Ju and Ping Chen*
Synthesis, structure and the dehydrogenation mechanism of calcium amidoborane hydrazinates
Physical Chemistry Chemical Physics 18 (2016) 244-251.
121. Y.Y. Lu, Y.Y. Zhang, J. Zhang*, Y. Shi, Z. Li*, Z.C. Feng, C. Li
In situ loading of CuS nanoflowers on rutile TiO₂ surface and their improved photocatalytic performance
Applied Surface Science 370 (2016) 312-319.
122. Yan Liu, Yue Zhu, Mingrun Li, Xuefeng Zhu*, Weishen Yang*
Oxygen transport kinetics of MIEC membranes coated with different catalysts
AICHE Journal 62 (2016) 2803-2812.

123. Baolin Hou, Yanqiang Huang, Xiaodong Wang*, Xiaofeng Yang, Hongming Duan, Tao Zhang
Optimization and simulation of the Sabatier reaction process in a packed bed
AICHE Journal 62 (2016) 2879-2892.
124. Shuyun Cao, Dan Liu*, Hui Ding, Kun Peng, Lixia Yang, Hui Lu, Jianzhou Gui*
Brønsted acid ionic liquid: electrochemical passivation behavior to mild steel
Journal of Molecular Liquids 220 (2016) 63-70.
125. Jian Lin, Xiaodong Wang*, Tao Zhang*
Recent progress in CO oxidation over Pt-group-metal catalysts at low temperatures
Chinese Journal of Catalysis 37 (2016) 1805-1813.
126. Huixiang Li, Z. Conrad Zhang*
Far reaching potentials of far infrared spectroscopy in catalysis research
Chinese Journal of Catalysis 37 (2016) 637-643.
127. Jun Zhou*, Hisae Tateishi-Karimata, Jean-Louis Mergny, Mingpan Cheng, Zhaochi Feng, Daisuke Miyoshi, Naoki Sugimoto, Can Li*
Reevaluation of the stability of G-quadruplex structures under crowding conditions
Biochimie 121 (2016) 204-208.
128. Shaoqing Jin, Ying Zhang, Fengtao Fan, Zhaochi Feng*, Can Li*
Deep UV resonance Raman spectroscopic study on electron-phonon coupling in hexagonal III-nitride wide bandgap semiconductors
Journal of Raman Spectroscopy 47 (2016) 884-887.
129. Mingming Wei, Qiang Fu*, Hao Wu, Aiyi Dong, Xinhe Bao
Hydrogen intercalation of graphene and boron nitride monolayers grown on Pt(111)
Topics in Catalysis 59 (2016) 543-549.
130. Xiaodong Chen, Xiong Su, Binglian Liang, Xiaoli Yang, Xinyi Ren, Hongmin Duan, Yanqiang Huang*, Tao Zhang
Identification of relevant active sites and a mechanism study for reverse water

gas shift reaction over Pt/CeO₂ catalysts
Journal of Energy Chemistry 25 (2016) 1051-1057.

131. Hao Wu, Qiang Fu*, Xinhe Bao
In situ Raman spectroscopy study of metal-enhanced hydrogenation and dehydrogenation of VO₂
Journal of Physics: Condensed Matter 28 (2016) 434003.
132. Yang Yang, Qiang Fu*, Wei Wei, Xinhe Bao
Segregation growth of epitaxial graphene overlayers on Ni(111)
Science Bulletin 61 (2016) 1536-1542.
133. Guo Liu, Yuanyuan Lu, Jing Zhang*, Zhi Li*, Zhaochi Feng, Can Li
Phase transformation and photocatalytic properties of Bi₂O₃ prepared using a precipitation method
Acta Physico-Chimica Sinica 32 (2016) 1247-1256.
134. Yanxiao Ning, Qiang Fu*, Xinhe Bao*
Applications of PEEM/LEEM in dynamic studies of surface physics and chemistry of two-dimensional atomic crystals
Acta Physico-Chimica Sinica 32 (2016) 171-182.
135. Qiang Fu*
Highly efficient hydrogen production on nickel surface by confinement catalysis on two-dimensional materials
Acta Physico-Chimica Sinica 32 (2016) 2822-2823.

三、催化反应

136. Feng Jiao, Jinjing Li, Xiulian Pan*, Jianping Xiao, Haobo Li, Hao Ma, Mingming Wei, Yang Pan, Zhongyue Zhou, Mingrun Li, Shu Miao, Jian Li, Yifeng Zhu, Dong Xiao, Ting He, Junhao Yang, Fei Qi, Qiang Fu, Xinhe Bao*
Selective conversion of syngas to light olefins
Science 351 (2016) 1065-1068.
137. Zhiliang Wang, Jingfeng Han, Zheng Li, Mingrun Li, Hong Wang, Xu Zong*, Can Li*
Moisture-assisted preparation of compactGaN:ZnO photoanode toward efficient photoelectrochemical water oxidation

138. Jie Wang, Muwang Chen, yue Ji, Shubo Hu and Yonggui Zhou*
Kinetic resolution of axially chiral 5- or 8-substituted quinolines via
asymmetric transfer hydrogenation
Journal of the American Chemical Society 138 (2016) 10413-10416.
139. Jiao Deng, Pengju Ren, Dehui Deng*, Xinhe Bao*
Enhanced electron penetration through an ultrathin graphene layer for highly
efficient catalysis of the hydrogen evolution reaction
Angewandte Chemie International Edition 54 (2016) 2100-2104.
140. Rui Lu, Fang Lu*, Jiazhi Chen, Weiqiang Yu, Qianqian Huang, Junjie Zhang,
Jie Xu*
Production of diethyl terephthalate from biomass-derived muconic acid
Angewandte Chemie International Edition 128 (2016) 257-261.
141. Bingqing Zhang, Shengyang Wang, Wenjun Fan, Weiguang Ma, Zhenxing
Liang, Jingying Shi, Shijun Liao, Can Li*
Photoassisted oxygen reduction reaction in H₂-O₂ fuel cells
Angewandte Chemie International Edition 55 (2016) 14748-14751.
142. Wangyin Wang, Hong Wang, Qingjun Zhu, Wei Qin, Guangye Han, Jianren
Shen, Xu Zong*, Can Li*
Spatially separated photosystem II and a silicon photoelectrochemical cell for
overall water splitting: a natural-artificial photosynthetic hybrid
Angewandte Chemie International Edition 55 (2016) 9229-9233.
143. Haihua Wu, Jing Wang, Guoxiong Wang*, Fan Cai, Yifan Ye, Qike Jiang,
Shucheng Sun, Shu Miao, Xinhe Bao*
High-performance bifunctional oxygen electrocatalyst derived from iron and
nickel substituted perfluorosulfonic acid/polytetrafluoroethylene copolymer
Nano Energy 30 (2016) 801-809.
144. Nengchao Luo, Min Wang, Hongji Li, Jian Zhang, Huifang Liu, Feng Wang*
Photocatalytic oxidation-hydrogenolysis of lignin β-O-4 models via a dual
light wavelength switching strategy
ACS Catalysis 6 (2016) 7716-7721.
145. Weiguang Ma, Jingfeng Han, Wei Yu, Dong Yang, Hong Wang, Xu Zong*

and Can Li*

Integrating perovskite photovoltaics and noble-metal-free catalysts toward efficient solar energy conversion and H₂S splitting

ACS Catalysis 6 (2016) 6198-6206.

146. Wenzhe Huang, Changbin Yu, Yue Ji, Lianjin Liu and Yonggui Zhou*
Iridium-catalyzed asymmetric hydrogenation of heteroaromatics bearing a hydroxyl group, 3-hydroxypyridinium salts
ACS Catalysis 6 (2016) 2368-2371.
147. Zhixin Zhang, Yehong Wang, Jianmin Lu, Chaofeng Zhang, Min Wang, Mingrun Li, Xuebin Liu and Feng Wang*
Conversion of isobutene and formaldehyde to diol using praseodymium-doped CeO₂ catalyst
ACS Catalysis 6 (2016) 8248-8254.
148. Lijun Gao, Qiang Fu*, Mingming Wei, Yifeng Zhu, Qiang Liu, Ethan Crumlin, Zhi Liu, Xinhe Bao*
Enhanced nickel-catalyzed methanation confined under hexagonal boron nitride shells
ACS Catalysis 6 (2016) 6814-6822.
149. Ruiyan Sun, Mingyuan Zheng*, Jifeng Pang, Xin Liu, Junhu Wang, Xiaoli Pan, Aiqin Wang, Xiaodong Wang and Tao Zhang*
Selectivity-switchable conversion of cellulose to glycols over Ni-Sn catalysts
ACS Catalysis 6 (2016) 191-201.
150. Zhanwei Xu, Peifang Yan, Huixiang Li, Kairui Liu, Xiumei Liu, Songyan Jia, Z. Conrad Zhang*
Active Cp* Iridium(III) complex with *ortho*-hydroxyl group functionalized bipyridine ligand containing an electron-donating group for the production of diketone from 5-HMF
ACS Catalysis 6 (2016) 3784-3788.
151. Wenlong Wang, Cunyao Li, Li Yan*, Yuqing Wang, Miao Jiang, Yunjie Ding*
Ionic liquid/Zn-PPh₃ integrated porous organic polymers featuring multifunctional sites: highly active heterogeneous catalyst for cooperative conversion of CO₂ to cyclic carbonates

ACS Catalysis 6 (2016) 6091-6100.

152. Min Wang, Jianmin Lu, Xiaochen Zhang, Lihua Li, Hongji Li, Nengchao Luo and Feng Wang*
Two-step, catalytic C-C bond oxidative cleavage process converts lignin models and extractsto aromatic acids
ACS Catalysis 6 (2016) 6086-6090.
153. Chaofeng Zhang, Jianmin Lu, Mingrun Li, Yehong Wang, Zhe Zhang, Haijun Chen and Feng Wang*
Transfer hydrogenation of nitroarenes with hydrazine at near-room temperature catalysed by a MoO₂ catalyst
Green Chemistry 18 (2016) 2435-2442.
154. Guanfeng Liang, Aiqin Wang*, Xiaochen Zhao, Nian Lei and Tao Zhang*
Selective aldol condensation of biomass-derived levulinic acid and furfural in aqueous-phase over MgO and ZnO
Green Chemistry 18 (2016) 3430-3438.
155. Wei Wang, Ning Li*, Shanshan Li, Guangyi Li, Fang Chen, Xueru Sheng, Aiqin Wang, Xiaodong Wang, Yu Cong and Tao Zhang*
Synthesis of renewable diesel with 2-methylfuran and angelica lactone derived from carbohydrates
Green Chemistry 18 (2016) 1218-1223.
156. Jifeng Pang, Mingyuan Zheng*, Ruiyan Sun, Aiqin Wang, Xiaodong Wang and Tao Zhang*
Synthesis of ethylene glycol and terephthalic acidfrom biomass for producing PET
Green Chemistry 18 (2016) 342-359.
157. Gang Xu, Haisheng Wei, Yujing Ren, Jianzhong Yin*, Aiqin Wang* and Tao Zhang
Chemoselective hydrogenation of 3-nitrostyrene over a Pt/FeO_x pseudo-single-atom-catalyst in CO₂-expanded liquids
Green Chemistry 18 (2016) 1332-1338.
158. Cunyao Li, Li Yan, Lanlu Lu, Kai Xiong,Wenlong Wang, Miao Jiang, Jia Liu, Xiangen Song, Zhuangping Zhan, Zheng Jiang and Yunjie Ding*

Single atom dispersed Rh-biphephos&PPh₃ @porous organic copolymers: highly efficient catalysts for continuous fixed-bed hydroformylation of propene

Green Chemistry 18 (2016) 2995-3005.

159. Xiuquan Jia, Jiping Ma, Min Wang, Hong Ma, Chen Chen and Jie Xu*
Catalytic conversion of 5-hydroxymethylfurfural into 2,5-furandiamidine dihydrochloride
Green Chemistry 18 (2016) 974-978.
160. Shengmei Lu, Zhijun Wang, Jun Li, Jianliang Xiao and Can Li*
Base-free hydrogenation of CO₂ to formic acid in water with an iridium complex bearing a *N,N'*-diimine ligand
Green Chemistry 18 (2016) 4553-4558.
161. Xueru Sheng, Ning Li*, Guangyi Li, Wentao Wang, Aiqin Wang, Yu Cong, Xiaodong Wang and Tao Zhang*
Direct synthesis of gasoline and diesel range branched alkanes with acetone from lignocellulose
Green Chemistry 18 (2016) 3707-3711.
162. Fang Chen, Ning Li*, Shanshan Li, Guangyi Li, Aiqin Wang, Yu Cong, Xiaodong Wang and Tao Zhang*
Synthesis of jet fuel range cycloalkanes with diacetone alcohol from lignocellulose
Green Chemistry 18 (2016) 5751-5755.
163. Hefeng Zhang, Ailong Li, Zhiliang Wang, Weiguang Ma, Deng Li, Xu Zong* and Can Li*
Decorating mesoporous silicon with amorphousmetal-phosphorous-derived nanocatalysts towards enhanced photoelectrochemical water reduction
Journal of Materials Chemistry A 4 (2016) 14960-14967.
164. Feng Rong, Jiao Zhao, Zheng Chen, Yuxing Xu, Yaopeng Zhao, Qihua Yang*, Can Li*
Highly active water oxidation on nanostructured biomimetic calcium manganese oxide catalysts
Journal of Materials Chemistry A 4 (2016) 6585-6594.

165. Yifei Zhang, Xiujuan Yang, Yan Zhou, Gao Li*, Zhimin Li, Chao Liu, Ming Bao* and Wenjie Shen*
Selective hydrogenation of the C=C bond in α,β -unsaturated aldehydes and ketones over ultra-small Pd-Au clusters
Nanoscale 8 (2016) 18626-18629.
166. Yaopeng Zhao*, Xiaoming Zhang, Jayakumar Sanjeevi, Qihua Yang*
Hydroformylation of 1-octene in Pickering emulsion constructed by amphiphilic mesoporous silica nanoparticles
Journal of Catalysis 334 (2016) 52-59.
167. Mingmei Zhong, Yaopeng Zhao, Qihua Yang*, Can Li*
Epoxides hydration on Co^{III}(salen)-OTs encapsulated in silica nanocages modified with prehydrolyzed TMOS
Journal of Catalysis 338 (2016) 184-191.
168. Jifeng Pang, Mingyuan Zheng*, Lei He, Lin Li, Xiaoli Pan, Aiqin Wang, Xiaodong Wang, Tao Zhang
Upgrading ethanol to *n*-butanol over highly dispersed Ni-MgAlO catalysts
Journal of Catalysis 344 (2016) 184-193.
169. Jiazhi Chen, Fang Lu*, Xiaoqin Si, Xin Nie, Junsheng Chen, Rui Lu, Jie Xu*
High yield production of natural phenolic alcohols from woody biomass using a nickel-based catalyst
ChemSusChem 9 (2016) 3353-3360.
170. Haiwei Guo, Bo Zhang, Changzhi Li*, Chang Peng, Tao Dai, Haibo Xie, Aiqin Wang and Tao Zhang*
Tungsten carbide: a remarkably efficient catalyst for the selective cleavage of lignin C-O bonds
ChemSusChem 9 (2016) 3220-3229.
171. Tao Dai, Changzhi Li*, Bo Zhang, Haiwei Guo, Xiaoli Pan, Lin Li, Aiqin Wang and Tao Zhang*
Selective production of toluene from biomass-derived isoprene and acrolein
ChemSusChem 9 (2016) 3434-3440.
172. Jia Wang, Xiaochen Zhao, Nian Lei, Lin Li, Leilei Zhang, Shutao Xu, Shu Miao, Xiaoli Pan, Aiqin Wang*, Tao Zhang*

- Hydrogenolysis of glycerol to 1,3-propanediol under low hydrogen pressure over WO_x -supported single/pseudo-single atom Pt catalyst
ChemSusChem 9 (2016) 784-790.
173. Jia Wang, Xiaochen Zhao, Nian Lei, Lin Li, Leilei Zhang, Shutao Xu, Shu Miao, Xiaoli Pan, Aiqin Wang*, Tao Zhang*,
Hydrogenolysis of glycerol to 1,3-propanediol under low hydrogen pressure over WO_x -supported single/pseudo-single atom Pt catalyst
ChemSusChem 9 (2016) 784-790.
174. Xingkun Chen, Hejun Zhu*, Wenlong Wang, Hong Du, Tao Wang, Li Yan, Xiangping Hu and Yunjie Ding*
Multifunctional single-site catalysts for alkoxycarbonylation of terminal alkynes
ChemSusChem 9 (2016) 2451-2459.
175. Zhanwei Xu, Peifang Yan, Kairui Liu, Lu Wan, Wenjuan Xu, Huixiang Li, Xiumei Liu and Z. Conrad Zhang*
Synthesis of bis(hydroxymethylfurfuryl)amine monomers from 5-hydroxymethylfurfural
ChemSusChem 9 (2016) 1255-1258.
176. Hongqiang Shen, Xiang Gao, Cong Liu, Shubo Hu and Yonggui Zhou*
A hydrogenation/oxidative fragmentation cascade for synthesis of chiral 4,5-dihydro-1*H*-benzo[*d*]azepin-1-ones
Organic Letters 18 (2016) 5920-5923.
177. Zhangpei Chen, Shubo Hu, Muwang Chen and Yonggui Zhou*
Synthesis of chiral fluorinated hydrazines via Pd-catalyzed asymmetric hydrogenation
Organic Letters 18 (2016) 2676-2679.
178. Muwang Chen, Bo Wu, Zhangpei Chen, Lei Shi and Yonggui Zhou*
Synthesis of chiral fluorinated propargylamines via chemoselective biomimetic hydrogenation
Organic Letters 18 (2016) 4650-4653.
179. Wenzhe Huang, Lianjin Liu, Bo Wu, Guangshou Feng, Baomin Wang and Yonggui Zhou*

- Synthesis of chiral piperazines via hydrogenation of pyrazines activated by alkyl halides
Organic Letters 18 (2016) 3082-3085.
180. Zhong Yan, Bo Wu, Xiang Gao, Muwang Chen and Yonggui Zhou*
Enantioselective synthesis of α -amino phosphonates via Pd-catalyzed asymmetric hydrogenation
Organic Letters 18 (2016) 692-695.
181. Mingpan Cheng, Yinghao Li, Jun Zhou, Guoqing Jia, Shengmei Lu, Yan Yang and Can Li*
Enantioselective sulfoxidation reaction catalyzed by a G-quadruplex DNA metalloenzyme
Chemical Communications 52 (2016) 9644-9647.
182. Ping Chen, Shengmei Lu, Wengang Guo, Yan Liu* and Can Li*
A highly enantioselective thiolation of sulfonyl indoles to access 3-sec-sulfur-substituted indoles in water
Chemical Communications 52 (2016) 96-99.
183. Zhong Yan, Bo Wu, Xiang Gao and Yonggui Zhou*
Enantioselective synthesis of quaternary α -aminophosphonates by Pd-catalyzed arylation of cyclic α -ketiminophosphonates with arylboronic acids
Chemical Communications 52 (2016) 10882-10885.
184. Hua Jin, Xinlei Liu, Yujie Ban, Yuan Peng, Wenmei Jiao, Po Wang, Ang Guo, Yanshuo Li*, Weishen Yang*
Conversion of xylose into furfural in a MOF-based mixed matrix membrane reactor
Chemical Engineering Journal 305 (2016) 12-18.
185. Xiuquan Jia, Jiping Ma*, Min Wang, Xiaofang Li, Jin Gao and Jie Xu*
Alkali α -MnO₂/Na_xMnO₂ collaboratively catalyzed ammonoxidation-Pinner tandem reaction of aldehydes
Catalysis Science & Technology 6 (2016) 7429-7436.
186. Xiaomei Yang, Lin Wu, Zhen Wang, Jingjing Bian, Tianliang Lu, Lipeng Zhou*, Chen Chen and Jie Xu*

- Conversion of dihydroxyacetone to methyl lactate catalyzed by highly active hierarchical Sn-USY at room temperature
Catalysis Science & Technology 6 (2016) 1757-1763.
187. Jinbang Wang, Yingxu Wei*, Jinzhe Li, Shutao Xu, Wenna Zhang, Yanli He, Jingrun Chen, Mozhi Zhang, Anmin Zheng, Feng Deng, Xinwen Guo and Zhongmin Liu*
Direct observation of methylcyclopentenyl cations (MCP+) and olefin generation in methanol conversion over TON zeolite
Catalysis Science & Technology 6 (2016) 89-97.
188. Zhixin Zhang, Yehong Wang, Min Wang, Jianmin Lu, Chaofeng Zhang, Lihua Li, Jingyang Jiang, Feng Wang*
The cascade synthesis of α,β -unsaturated ketones via oxidative C-C coupling of ketones and primary alcohols over a ceria catalyst
Catalysis Science & Technology 6 (2016) 693-1700.
189. Min Wang, Jiping Ma, Miao Yu, Zhe Zhang, Feng Wang*
Oxidative coupling of anilines to azobenzenes using heterogeneous manganese oxide catalysts
Catalysis Science & Technology 6 (2016) 1940-1945.
190. Guojun Lan, Yi Yao, Xiaoming Zhang, Miao Guo, Haodong Tang, Ying Li*, Qihua Yang*
Improved catalytic performance of encapsulated Ru nanowires for aqueous-phase Fischer-Tropsch synthesis
Catalysis Science & Technology 6 (2016) 2181-2187.
191. Cunyao Li, Kai Xiong, Li Yan*, Miao Jiang, Xiangen Song, Tao Wang, Xingkun Chen, Zhuangping Zhan and Yunjie Ding*
Designing highly efficient Rh/CPOL-bp&PPh₃ heterogenous catalysts for hydroformylation of internal and terminal olefins
Catalysis Science & Technology 6 (2016) 2143-2149.
192. Fang Chen, Ning Li*, Xiaofeng Yang, Lin Li, Guangyi Li, Shanshan Li, Wentao Wang, Yancheng Hu, Aiqin Wang, Yu Cong, Xiaodong Wang and Tao Zhang*
Synthesis of high-density aviation fuel with cyclopentanol

ACS Sustainable Chemistry & Engineering 4 (2016) 6160-6166.

193. Fei Liu, Qiaoyun Liu, Aiqin Wang* and Tao Zhang*
Direct catalytic hydrogenolysis of kraft lignin to phenols in choline-derived ionic liquids
ACS Sustainable Chemistry & Engineering 4 (2016) 3850-3856.
194. Xiumei Liu, Wenjuan Xu, Liao yuan Mao, ChaoZhang, Peifang Yan, Zhanwei Xu and Z. Conrad Zhang*
Lignocellulosic ethanol production by starch-base industrial yeast under PEG detoxification
Scientific Reports 6 (2016) 20361.
195. Yuxia Sun, Hong Ma*, Xiuquan Jia, Jiping Ma, Yang Luo, Jin Gao, Jie Xu*
A high-performance base-metal approach for the oxidative esterification of 5-hydroxymethylfurfural
ChemCatChem 8 (2016) 2907-2911.
196. Xiaole Jiang, Fan Cai, Dunfeng Gao, Jinhu Dong, Shu Miao, Guoxiong Wang*, Xinhe Bao*
Electrocatalytic reduction of carbon dioxide over reduced nanoporous zinc oxide
Electrochemistry Communications 68 (2016) 67-70.
197. Chaofeng Zhang, Zhixin Zhang, Xu Wang, Mingrun Li, Jianmin Lu, Rui Si, Feng Wang*
Transfer hydrogenation of nitroarenes to arylamines catalysed by an oxygen-implanted MoS₂ catalyst
Applied Catalysis A: General 525 (2016) 85-93.
198. Ping Li, Xinyi Liu, Cen Zhang, Yandie Chen, Baokun Huang, Tiefeng Liu, Zongxuan Jiang*, Can Li*
Selective hydrodesulfurization of gasoline on Co/MoS_{2 ±x} catalyst: effect of sulfur defects in MoS_{2 ±x}
Applied Catalysis A: General 524 (2016) 66-76.
199. Hong Du, Hejun Zhu*, Ziang Zhao, Wenda Dong, Wenting Luo, Wei Lu, Miao Jiang, Tao Liu, Yunjie Ding*
Effects of impregnation strategy on structure and performance of bimetallic

CoFe/AC catalysts for higher alcohols synthesis from syngas
Applied Catalysis A: General 523 (2016) 263-271.

200. Xingkun Chen, Hejun Zhu, Tao Wang, Cunyao Li, Li Yan, Miao Jiang, Jia Liu, Xueping Sun, Zheng Jiang, Yunjie Ding*
The 2V-P,N polymer supported palladium catalyst for methoxycarbonylation of acetylene
Journal of Molecular Catalysis A: Chemical 144 (2016) 37-46.
201. Chen Zhang, Tao Wang*, Xiao Liu, Yunjie Ding*
Cu-promoted Pt/activated carbon catalyst for glycerol oxidation to lactic acid
Journal of Molecular Catalysis A: Chemical 424 (2016) 91-97.
202. Hong Du, Hejun Zhu, Xingkun Chen, Wenda Dong, Wei Lu, Wenting Luo, Miao Jiang, Tao Liua, Yunjie Ding*
Study on CaO-promoted Co/AC catalysts for synthesis of higher alcohols from syngas
Fuel 182 (2016) 42-49.
203. Xiang Gao, Bo Wu, Zhong Yan, Yonggui Zhou*
Copper-catalyzed enantioselective C-H functionalization of indoles with an axially chiral bipyridine ligand
Organic & Biomolecular Chemistry 14 (2016) 8237-8240.
204. Xiang Gao, Bo Wu, Zhong Yan, Yonggui Zhou*
Enantioselective palladium-catalyzed arylation of *N*-tosylarylimines with arylboronic acids using achiral 2,2'-bipyridine ligand
Organic & Biomolecular Chemistry 14 (2016) 55-58.
205. Weimiao Chen, Yunjie Ding*, Fei Xue, Xiangen Song, Lili Ning
Highly efficient β -SiC-supported 0.5% Rh-based catalyst for CO hydrogenation to C_2 oxygenates
Catalysis Communications 85 (2016) 44-47.
206. Jiangliang Hu, Tianjun Sun*, Xiaowei Liu, Shengsheng Zhao, Shudong Wang*
Rationally tuning the separation performances of $[M_3(HCOO)_6]$ frameworks for CH_4/N_2 mixtures via metal substitution
Microporous and Mesoporous Materials 225 (2016) 456-464.

207. Yanliang Yang, Jiping Ma, Xiuquan Jia, Zhongtian Du, Ying Duan, Jie Xu*
Aqueous phase hydrogenation of furfural to tetrahydrofurfuryl alcohol on
alkaline earth metal modified Ni/Al₂O₃
RSC Advances 6 (2016) 51221-51228.
208. Fei Xia, Zhongtian Du, Junxia Liu, Yangyang Ma, Jie Xu*
Catalytic oxidative C-C bond cleavage route of levulinic acid
and methyl levulinate
RSC Advances 6 (2016) 72744-72749.
209. Xiaochen Zhang, Min Wang, Chaofeng Zhang, Jianmin Lu, Yehong Wang,
Feng Wang*
Epoxide hydrolysis and alcoholysis reactions over crystalline Mo-V-O oxide
RSC Advances 6 (2016) 70842-70847.
210. Zhiliang Wang, Fengtao Fan, Shengyang Wang, Chunmei Ding, Yongle Zhao,
Can Li*
Bridging surface states and current-potential response over hematite-based
photoelectrochemical water oxidation
RSC Advances 6 (2016) 85582-85586.
211. Mozhi Zhang, Shutao Xu, Yingxu Wei*, Jinzhe Li, Jingrun Chen, Jinbang
Wang, Wanna Zhang, Shushu Gao, Xiujie Li, Congxin Wang and Zhongmin
Liu*
Methanol conversion on ZSM-22, ZSM-35 and ZSM-5 zeolites: effects of
10-membered ring zeolite structures on methylcyclopentenyl cations and dual
cycle mechanism
RSC Advances 6 (2016) 95855-95864.
212. Fei Xue, Weimiao Chen, Xiangen Song, Xianbo Cheng, Yunjie Ding*
Promotional effects of Cr and Fe on Rh/SiO₂ catalyst for the preparation of
ethanol from CO hydrogenation
RSC Advances 6 (2016) 35348-35353.
213. Tao Wang, Yuan Lyu*, Xingkun Chen, Cunyao Li, Miao Jiang, Xiangen Song,
Yunjie Ding*
Ru coordinated with BINAP in knitting aryl network polymers for
heterogeneous asymmetric hydrogenation of methyl acetoacetate

RSC Advances 6 (2016) 28447-28450.

214. Wenting Luo, Yuan Lyu*, Leifeng Gong, Hong Du, Tao Wang, Yunjie Ding*
Selective hydrogenolysis of glycerol to 1,3-propanediol over egg-shell type
Ir-ReO_x catalysts
RSC Advances 6 (2016) 13600-13608.
215. Jian Lin, Lin Li, Xiaoli Pan, Xiaodong Wang*, Yu Cong, Tao Zhang, Shaomin
Zhu
Catalytic decomposition of propellant N₂O over Ir/Al₂O₃ catalyst
AICHE Journal 62 (2016) 3973-3981.
216. Zhangpei Chen, Yonggui Zhou*
Asymmetric hydrogenation of heteroarenes with multiple heteroatoms
Synthesis 48 (2016) 1769-1781.
217. Chaofeng Zhang, Xu Wang, Mingrun Li, Zhixin Zhang, Yehong Wang, Rui Si,
Feng Wang*
Chemosselective transfer hydrogenation to nitroarenes mediated by
oxygen-implanted MoS₂
Chinese Journal of Catalysis 37 (2016) 1569-1577.
218. Junjie Zhang, Fang Lu*, Weiqiang Yu, Rui Lu, Jie Xu*
Effects of alkaline additives on the formation of lactic acid in sorbitol
hydrogenolysis over Ni/C catalyst
Chinese Journal of Catalysis 37 (2016) 177-183.
219. Maoxiang Zhou, Leilei Zhang, Jeffrey T. Miller, Xiaofeng Yang,
Xiaoyan Liu, Aiqin Wang*, Tao Zhang*
Hydrogen auto-transfer under aerobic oxidative conditions: efficient synthesis
of saturated ketones by aerobic C-C cross-coupling of primary and secondary
alcohols catalyzed by a Au₆Pd/resin catalyst
Chinese Journal of Catalysis 37 (2016) 1764-1770.
220. Huiran Zhou, Xiaofeng Yang*, Aiqin Wang*, Shu Miao, Xiaoyan Liu,
Xiaoli Pan, Yang Su, Lin Li, Yuan Tan, Tao Zhang
Pd/ZnO catalysts with different origins for high chemoselectivity in acetylene
semi-hydrogenation
Chinese Journal of Catalysis 37 (2016) 692-699.

221. Wenting Luo, Yuan Lyu*, Leifeng Gong, Hong Du, Miao Jiang, Yunjie Ding*
Alcohol-treated SiO₂ as the support of Ir-Re/SiO₂ catalysts for glycerol
hydrogenolysis
Chinese Journal of Catalysis 37 (2016) 2009-2017.
222. Mozhi Zhang, Shutao Xu, Yingxu Wei, Jinzhe Li, Jinbang Wang, Shushu Gao,
Zhongmin Liu*
Changing the balance of the MTO reaction dual-cycle mechanism: reactions
over ZSM-5 with varying contact times
Chinese Journal of Catalysis 37 (2016) 1413-1422.
223. Jia Liu, Li Yan, Miao Jiang, Cunyao Li, Yunjie Ding*
Effect of lengthening alkyl spacer on hydroformylation performance of
tethered - phosphine modified Rh/SiO₂ catalyst
Chinese Journal of Catalysis 37 (2016) 268-272.
224. Chen Zhang, Tao Wang, Xiao Liu, Yunjie Ding*
Selective oxidation of glycerol to lactic acid over activated carbon supported
Pt catalyst in alkaline solution
Chinese Journal of Catalysis 37 (2016) 502-509.
225. Guangshou Feng, Yue Ji, Huifang Liu, Lei Shi, Yonggui Zhou*
Solvent-promoted highly selective dehydrogenation of tetrahydroisoquinolines
without catalyst and hydrogen acceptor
Tetrahedron Letters 57 (2016) 747-749.
226. Shubo Hu, Zhangpei Chen, Ji Zhou, Yonggui Zhou*
Electronically deficient (*R*_{ax},*S,S*)-F₁₂-C₃-TunePhos and its applications in
asymmetric 1,4-addition reactions
Tetrahedron Letters 57 (2016) 1925-1929.
227. Lipeng Zhou, Zhen Liu, Yuqi Bai, Tianliang Lu, Xiaomei Yang*, Jie Xu*
Hydrolysis of cellobiose catalyzed by zeolites-the role of acidity and
micropore structure
Journal of Energy Chemistry 25 (2016) 141-145.
228. Wenting Luo, Yuan Ly, Leifeng Gong, Hong Du, Miao Jiang, Yunjie Ding*
The influence of impregnation sequence on glycerol hydrogenolysis over
iridium-rhenium catalyst

Reaction Kinetics Mechanisms and Catalysis 118 (2016) 481-496.

229. Jia Liu, Li Yan, Miao Jiang, Yunjie Ding*

Effect of metal particle size on the performance of tethered-phosphine modified Rh/SiO₂ in hydroformylation

Chemical Journal of Chinese Universities 37 (2016) 114-120.

230. Fei Xue, Jimin He, Weimiao Chen, Xiangen Song, Xianbo Cheng, Yunjie Ding*

Effect of the calcination temperature of the support on the performance of Rh-Mn-Li/SBA-15 Catalysts for CO hydrogenation

Acta Physico-Chimica Sinica 32 (2016) 2769-2775.

催化基础国家重点实验室 2016 年专利申请一览表

序号	专利名称	专利申请号	发明人	专利类型	国别
1	片状纳米丝光沸石分子筛的合成方法及丝光沸石分子筛	201610908241.5	申文杰, 马猛, 黄秀敏, 展恩胜, 薛会福	发明	中国
2	α -Fe ₂ O ₃ 纳米棒和 Au/ α -Fe ₂ O ₃ 催化剂及其合成和应用	201610048168.9	申文杰, 魏雪姣, 周燕, 李勇	发明	中国
3	一种 Ψ -型磷酸锆晶体纳米片及其制备和应用	201610048355.7	李勇, 陈阿玲, 申文杰	发明	中国
4	一种提高 MTO 反应中烯烃选择性的方法	201610920914.9	包信和, 贺婷, 刘宪春, 韩秀文	发明	中国
5	一种催化剂及合成气直接转化制液体燃料联产低碳烯烃的方法	201610609012.3	包信和, 焦峰, 潘秀莲, 丁民正	发明	中国
6	一种抗毒化 Pt 基纳米催化剂及其制备方法及应用	201610649335.5	傅强, 孙梦梦, 汪国雄, 包信和	发明	中国
7	一种硫化铟掺杂硫化亚铜的热电材料及其制备方法	201610621897.9	包信和, 姜鹏, 孟庆龙	发明	中国

序号	专利名称	专利申请号	发明人	专利类型	国别
8	一种催化剂及合成气直接转化制低碳烯烃的方法	201610600945.6	潘秀莲,焦峰,包信和,丁民正,朱义峰,李攀	发明	中国
9	一种催化反应器构型及制备和在无氧条件下催化甲烷直接合成乙烯的方法	201610286107.6	包信和,郭晓光,方光宗,潘秀莲,孟敬恒	发明	中国
10	一种催化剂及合成气直接转化制芳烃的方法	201610397763.3	潘秀莲,杨俊豪,焦峰,义峰,包信和	发明	中国
11	一种催化剂及合成气直接转化制芳烃的方法	2016/089725	潘秀莲,杨俊豪,焦峰,义峰,包信和	发明	中国
12	一种催化剂及合成气直接转化制液体燃料联产低碳烯烃的方法	201610727837.5	包信和,焦峰,潘秀莲,丁民正,朱义峰,李健	发明	中国
13	一种催化剂及合成气直接转化制烯烃的方法	201611101851.0	包信和,焦峰,潘秀莲,丁民正	发明	中国
14	一种自平衡称管内外压力的反应器及使用方法	201611114842.5	潘秀莲,焦峰,包信和,丁民正,谭大力	发明	中国
15	一种非金属氮化硼催化剂及制备和应用于再生方法	201611120325.9	潘秀莲,李攀,包信和,铁锴,丁民正	发明	中国

序号	专利名称	专利申请号	发明人	专利类型	国别
16	一种金属元素晶格掺杂 Si 基材料催化剂的制备方法及甲烷无氧制乙烯的方法	2016/32671	包信和，郭晓光，方光宗，于琴琴， 谭大力	发明	沙特
17	一种二氧化碳加氢合成甲醇的催化剂及其制备方法和应用	201610056140.X	李灿，王集杰，李泽龙，蒋宗轩，卢胜梅， 李军	发明	中国
18	一种汽油选择性加氢脱硫体相催化剂的制备和应用	201610044629.5	李灿，蒋宗轩，李萍，刘铁峰	发明	中国
19	一种光电催化分子氧还原反应和燃料电池耦合的叠层发电系统	201610061625.8	李灿，张丙青，施晶莹，范文俊	发明	中国
20	一种规模化太阳能光催化-光电催化分解水制氢的技术	201610065543.0	李灿，李仁贵，赵越，秦炜，丁春梅， 董延宝	发明	中国
21	一种多通道圆偏振荧光光谱仪	201610122383.9	李灿，冯兆池，唐宇轩，张莹	发明	中国
22	一种晶面比例可控的钒酸铋光催化剂的合成及其催化剂和应用	201610122394.7	李灿，赵越，李仁贵，慕林超	发明	中国

序号	专利名称	专利申请号	发明人	专利类型	国别
23	一种紫外拉曼光纤探头	201610379314.6	李灿,安虹宇,范峰滔,黄保坤,董延宝	发明	中国
24	一种光学透过性可控光电极的制备方法及其光电极	201610391077.5	李灿,韩洪宪,李爱龙,董贝贝	发明	中国
25	一种媒介体辅助的电化学分解硫化氢的方法	201610818697.2	李灿,宗旭,马伟光,韩晶峰	发明	中国
26	一种具有高活性的无定形氧化钴纳米颗粒水氧化催化剂	201610818920.3	李灿,陈政,章福祥	发明	中国
27	一种二氧化碳加氢制取低碳烯烃催化剂	201610819312.4	李灿,李泽龙,王集杰,汤驰洲,卢胜梅,李军	发明	中国
28	一种耐高温二氧化碳加氢合成甲醇催化剂及其制备方法和应用	201610826535.3	李灿,陈政,章福祥	发明	中国
29	一种透镜光栅光谱仪	201610953012.5	李灿,冯兆池,张莹,王鹏,唐宇轩	发明	中国
30	一种原子分散的水氧化催化剂及其制备和应用	2016110067702	李灿,管景奇,章福祥,韩洪宪,李军	发明	中国

序号	专利名称	专利申请号	发明人	专利类型	国别
31	氢气调变甲烷热裂解制烯烃、炔烃、芳烃和氢气	2016110290071	李灿，杨民，王集杰	发明	中国
32	光合作用与光电催化联用系统分离式分解水制氢方法	2016110700042	李灿，王旺银，丁春梅，姚婷婷，薛松，吴佩春	发明	中国
33	钙钛矿氧化物及其制备和在太阳能光热化学转化中作用	201611070433	李灿，陈真盘，蒋宗轩，蒋青青，杨民	发明	中国
34	一种合成手性色衍生物的方法	2016110875494	李灿，刘䶮，陈萍	发明	中国
35	一种 MoS 纳米粒子形貌可控制备方法	2016111273938	李灿，蒋宗轩，张岑，刘铁峰	发明	中国
36	一种卷折太阳能发电装置	201621383133.2	李灿，秦炜，刘生忠，王辉，曹越先，张豆豆，胡坚	发明	中国
37	一种可组合的卷轴式太阳能发电装置	201621381351	李灿，秦炜，刘生忠，王辉，曹越先，张豆豆，胡坚	发明	中国
38	一种折叠式太阳能发电装置	2016213831830	李灿，秦炜，刘生忠，王辉，曹越先，张豆豆，胡坚	发明	中国

序号	专利名称	专利申请号	发明人	专利类型	国别
39	A metal oxide catalyst for methanol synthesis from CO ₂ hydrogenation and preparation method of the catalyst	2016109130	李灿,王集杰,李泽龙,汤驰洲,卢胜梅,李军	发明	国际
40	Production of lower olefins from hydrogenation of CO ₂	2016109125	李灿,李泽龙,王集杰,汤驰洲,卢胜梅,李军	发明	国际
41	Ti 基双相透氧陶瓷膜材料	201611057524.X	杨维慎,蔡莉莉,朱雪峰	发明	中国
42	层状 MOF 纳米片复合膜	201611057525.4	杨维慎,杨昆,李砚硕,彭媛	发明	中国
43	单相陶瓷透氧膜修复材料的制备方法	201611057556.X	杨维慎,曹中卫,朱雪峰	发明	中国
44	一种制氢金属膜反应器	201611057551.7	杨维慎,鲁辉,张晋娜	发明	中国
45	Fe 基双相透氧陶瓷膜材料	201611057552.1	杨维慎,蔡莉莉,朱雪峰	发明	中国
46	笼内固载离子液体的沸石咪唑酯骨架材料及其应用	201611057553.6	杨维慎,郭昂,李砚硕,班宇杰	发明	中国

序号	专利名称	专利申请号	发明人	专利类型	国别
47	精确筛分 CO ₂ /N ₂ 的方法	201611057554.0	杨维慎，郭昂，李砚硕，班宇杰	发明	中国
48	钼钒碲铌复合催化剂	201611057555.5	杨维慎，王红心，楚文玲，李清强	发明	中国
49	一种制备高纯度氢的方法	201611057557.4	杨维慎，蔡莉莉，朱雪峰	发明	中国
50	陶瓷透氧膜缺陷的修复方法	201611057558.9	杨维慎，曹中卫，朱雪峰	发明	中国
51	晶种法制备耐酸性沸石分子筛膜的方法	201611057559.3	杨维慎，姚瑞，李砚硕，班宇杰，金花	发明	中国
52	双相陶瓷透氧膜修复材料的制备方法	201611057560.6	杨维慎，曹中卫，朱雪峰	发明	中国
53	钼钒碲铌催化剂组合物	201611057561.0	杨维慎，王红心，楚文玲，李清强	发明	中国
54	用于氧化反应的催化剂组合物	201611057566.3	杨维慎，王红心，楚文玲，李清强	发明	中国

序号	专利名称	专利申请号	发明人	专利类型	国别
55	原位法合成沸石分子筛膜的方法	201611057567.8	杨维慎，姚瑞，李砚硕，班宇杰，金花	发明	中国
56	氢气和甲烷混合气分离方法	201611057568.2	杨维慎，矫文美	发明	中国
57	以聚合物为配体的金属有机骨架膜	201611057571.4	杨维慎，矫文美	发明	中国
58	一种氧吸附剂的制备方法	201611061503.5	杨维慎，鲁辉，张晋娜	发明	中国
59	一种用于氧富集的氧吸附剂	201611062352.5	杨维慎，鲁辉，张晋娜	发明	中国
60	一种双功能化的氧化硅催化材料及其制备和应用	201611042364.1	杨启华，李贺，江吉	发明	中国
61	一种 salen 多孔有机聚合物及金属配合物及应用	201611087520.6	杨启华，钟明梅，李贺	发明	中国
62	一种以多孔含氮聚合物为前体制备氮掺杂碳材料及其应用	201610866148.2	杨启华，李贺，任小敏	发明	中国

催化基础国家重点实验室 2016 年专利授权一览表

序号	专利名称	专利号	发明人	专利类型	国别
1	一种合成甲氧基乙酸甲酯的催化剂及其应用	ZL20131150151.0	展恩胜，黄秀敏，申文杰，薛会福	发明	中国
2	一种苯甲醇脱氢制苯甲醛的纳米带状结构碳化钼催化剂	ZL2014 10060109.4	申文杰，李忠成，陈春辉，展恩胜，塔娜，李勇	发明	中国
3	用于质子交换膜燃料电池的 PtFe/C 催化剂的制备方法	ZL201210375980.4	包信和，李佳媛，汪国雄，谭大力	发明	中国
4	一种可视流化床微反应装置	ZL201210414245.X	谭大力，郭晓光，马书启，傅强，包信和	发明	中国
5	采用紫外或深紫外激光器的高空间分辨率发射电子显微镜	ZL201010567093.8	傅强，金立，谭大力，慕仁涛，包信和	发明	中国
6	一种用于电催化反应的同步辐射原位检测装置	ZL201210562288.2	汪国雄，于良，邓德会，谭大力，潘秀莲，包信和	发明	中国
7	一种 SiC 基的新型纳米复合材料的制备方法	ZL201210181890.1	包信和，李星运，周永华，潘秀莲	发明	中国

序号	专利名称	专利号	发明人	专利类型	国别
8	一种 C-SiC 催化剂及其制备和应用	ZL201210496796.5	包信和，李星运，潘秀莲	发明	中国
9	一种空心碳纳米笼材料的制备方法	ZL201310150154.4	包信和，王静，汪国雄，谭大力	发明	中国
10	Synthesis of olefins from oxygen-free direct conversion of methane and its catalysts	RU2015106364	包信和，郭晓光，方光宗，邓德会，马昊，谭大力	发明	俄罗斯
11	一种甲烷无氧直接制烯烃的方法及其催化剂	ZL201310174960.5	包信和，郭晓光，方光宗，邓德会，马昊，谭大力	发明	中国
12	一种合成气制低碳烯烃催化剂及其在费托反应中的应用	ZL201310093228.5	包信和，赵侦超，潘秀莲	发明	中国
13	一种选择性氧化葡萄糖制备高附加值化学品的方法	ZL201210269900.7	李灿，种瑞峰，李军，杨金辉，蒋宗轩	发明	中国
14	一种具有层状结构的超深度加氢脱硫多金属本体催化剂及制法和应用	ZL2010210347747.5	李灿，蒋宗轩，陈燕蝶，刘铁峰	发明	中国
15	一种利用甘油制备乙醇醛的方法	ZL201110424533.9	李灿，种瑞峰，李军，马艺，韩晶峰	发明	中国

序号	专利名称	专利号	发明人	专利类型	国别
16	一种负载型 Pd 催化剂及其应用	ZL201310048222.6	李灿，金倩茹，张艳梅，李军，蒋宗轩	发明	中国
17	一种汽油超深度脱硫吸附剂	ZL201210381410.6	李灿，蒋宗轩，张玉良	发明	中国
18	一种柴油超深度脱硫吸附剂	ZL201310393167.4	李灿，蒋宗轩，唐南方	发明	中国
19	一种 FCC 汽油超深度脱硫组合方法	ZL201210326170.X	李灿，蒋宗轩，刘铁峰，杨民	发明	中国
20	用离子液体作衬底的热丝化学气相沉积制备硅薄膜	ZL201210358824.7	李灿，程士敏，应品良，任通，秦炜	发明	中国

催化基础国家重点实验室 2016 年开放课题一览表

课题号	项目名称	申请者	所在单位
N-16-01	非平衡等离子体与催化协同作用于贫燃发动机尾气 NO _x 的“存储-还原”脱除	石 川	大连理工大学
N-16-02	过渡金属杂原子 Beta 分子筛的合成及其催化糖类制果糖和乳酸酯研究	周利鹏	郑州大学
N-16-03	氧化物表面缺陷对合成气分子活化的研究	崔 义	中科院苏州纳米技术与纳米仿生研究所
N-16-04	银-氧化物界面构建及催化甲醇氧化反应性能的研究	陈永东	西南石油大学
N-16-05	光催化调变氧化物微区表界面化学环境机制及其环境催化应用	黄 垒	上海大学
N-16-06	氧化铈负载金催化剂构效关系及催化性能研究	单文娟	辽宁师范大学
N-16-07	超稳金催化剂在绿色精细化工合成中的应用	王军虎	大连化物所
N-16-08	新型铁基片层分子筛 NH ₃ -SCR 催化剂的构建及反应机理研究	赵侦超	大连理工大学

催化基础国家重点实验室 2016 年自主研究课题一览表

课题号	研究课题	负责人
R201601	均相催化甲醇一步制乙醇	周永贵
R201602	二维层状材料限域增强的甲烷化反应研究	傅 强
R201603	催化膜反应器关键膜材料及催化剂研究	朱雪峰
R201604	低能耗高效合成氨及氨分解催化剂的研发	陈 萍