

## 答辩委员会决议

答辩委员会对论文的学术评语（论文选题意义，论文创新性成果及学术水平；论文写作规范化和逻辑性；论文存在的主要不足之处，答辩情况。）：

论文题目：几种有代表性催化体系的 Operando-Raman 光谱研究

学生姓名：安虹宇

论文基于 Raman 光谱在水溶液、高温及高压条件下的技术优势，对多个典型催化体系进行了 *operando*-Raman 的光谱研究，选题具有重要的理论意义和潜在的应用前景，取得了以下主要结果：

(1) 利用 *operando*-Raman 光谱技术，研究了氧化锰电催化氧化水过程。结果表明，当水钠锰矿相组分存在时，其充电活化过程是 OER 反应开始的先决条件。无序化结构可提升水钠锰矿的结构柔性，降低 OER 起始电位。无定形水钠锰矿与方铁锰矿的协同作用提升了催化反应活性。

(2) 使用 *operando* UV-Raman 光谱对 H-ZSM-5 催化剂上甲醇脱水制二甲醚反应进行了研究。结果表明，在 423 K 下甲醇可以在 H-ZSM-5 表面生成甲基苯碳正离子，而在更高温度下生成积碳，水可以延缓积碳的生成。

(3) 对 H-SAPO-34 催化剂上 MTO 反应的活化及失活过程进行了快速响应的 *operando* UV-Raman 光谱表征。结果表明，反应初期约 60 s 可观测到烯基碳正离子的生成并逐渐聚合形成积碳，导致催化剂失活。变温实验获得烯基碳正离子聚合反应的活化能（54.3 kJ/mol）。表明快速响应的 *operando* UV-Raman 可以提供 MTO 反应烃池物种转化的动力学信息。

论文撰写规范、数据可信、结论合理，达到博士学位论文要求。表明作者具有较扎实的基础理论和相关专业知识以及独立从事科研工作的能力。答辩过程中表述清楚，能够正确回答问题，答辩委员会全票通过论文答辩，建议自答辩日期起两年内文章成果满足我所博士学位申报资格后授予博士学位。

答辩委员会主席（签字）：

2018 年 5 月 10 日

## 答辩委员会决议

答辩委员会对论文的学术评语（论文选题意义，论文创新性成果及学术水平；论文写作规范化和逻辑性；论文存在的主要不足之处，答辩情况。）：

论文题目：透氧膜反应器中新型反应-分离耦合过程研究

学生姓名：李文平

混合导体透氧膜反应器能够耦合氧分离过程和涉氧反应，可大幅度地简化工艺流程，降低能耗。设计新型透氧膜反应-分离耦合过程，开展氢分离、氨合成气和液体燃料合成气的制备研究，论文选题具有重要科学意义和工业应用前景。

主要结果如下：

(1) 提出了在透氧膜反应器中耦合水分解反应、氧渗透过程以及氢氧化过程的策略以实现表观氢分离的概念，并采用非对称 SDC-SSAF 透氧膜反应器验证了氢分离的新过程，产氢速率高达  $16.3 \text{ mL cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$ 。该过程具有膜材料成本低、耐  $\text{H}_2\text{S}$  毒化能力强等优点。

(2) 将上述透氧膜反应器中反应-分离耦合过程应用于合成气为原料氢分离的研究，以 BCF 透氧膜实现  $13.5 \text{ mL cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$  的产氢速率，发现原料气侧生成的  $\text{CO}_2$  会部分占据催化剂的活性位点，影响了产氢速率。

(3) 耦合了水分解反应、氧渗透过程以及甲烷部分氧化反应，提出了在透氧膜反应器中一步同时制备合成氨原料气和合成气的新过程，以 SDC-SSAF 透氧膜在  $925 \text{ }^\circ\text{C}$  获得了  $20.7 \text{ mL cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$  合成氨原料气生成速率和  $51 \text{ mL cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$  的合成气生成速率，过程高效节能。

以上研究结果具有创新性。

论文工作量大，目标明确，撰写清楚，实验数据分析合理，结论可信。表明该生掌握了扎实的理论基础和专业知识，具备独立从事科研工作的能力，达到理学博士要求。答辩中表述清楚，能够准确回答问题。答辩委员会全票通过其学位论文答辩，建议授予博士学位。

答辩委员会主席（签字）：

2018 年 8 月 21 日

## 答辩委员会决议

答辩委员会对论文的学术评语（论文选题意义，论文创新性成果及学术水平；论文写作规范化和逻辑性；论文存在的主要不足之处，答辩情况。）：

论文题目：界面限域氧化亚铜纳米结构的表界面化学与催化研究

学生姓名：刘庆飞

论文利用 STM 等表面表征技术，研究了金属表面生长的二维氧化亚铜结构以及金属-氧化物间的界面效应。选题具有重要的理论意义。

论文研究的主要内容：


1. 通过针尖修饰实现了 STM 成像的元素识别，以及复杂氧化物结构表面的原子尺度解析；探索了联用大气 AFM 和真空 STM 手段，实现了粉末催化剂的活性位结构和电子结构表征。

2. 制备了金属-氧化亚铜界面，对其进行了原子结构的表征，研究了 CO 氧化和乙烯吸附；发现金属单晶表面对氧化亚铜结构和性能具有调控作用。

3. 研究了 Cu(111)表面的氧化过程，发现了  $\text{Cu}_3\text{O}_2$  团簇是重要的中间体，其氧化过程呈现三维氧化物生长模式，而 Cu(110)表面的初始氧化过程则呈现二维逐层生长模式。

上述研究结果具有创新性。

论文研究思路清晰，书写规范，数据可靠，结论可信。表明作者具有扎实的理论基础、实验技能和独立进行科研的能力，达到了博士学位论文的要求。在答辩过程中能正确回答问题，全票通过答辩，建议授予博士学位。

答辩委员会主席（签字）：

2018 年 10 月 13 日

## 答辩委员会决议

答辩委员会对论文的学术评语（论文选题意义，论文创新性成果及学术水平；论文写作规范化和逻辑性；论文存在的主要不足之处，答辩情况。）：

论文题目： 热电材料的光学性质研究

学生姓名： 陆晓伟

热电材料是一种能够实现热能和电能直接相互转换的能源材料，本论文系统研究了  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$ 、 $\text{Sb}_2\text{Te}_3$  和  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  纳米晶的光学性质和局域表面等离子共振效应，以及  $\text{SrTiO}_3$  的光热电效应。选题具有重要的科学意义和潜在应用价值。

主要研究成果如下：

1. 利用红外近场光学显微镜，在  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  和  $\text{Sb}_2\text{Te}_3$  纳米片上观测到高度对称的近场光学图案，结合同步辐射近场红外光谱、理论计算和镜像电子显微镜，证明该近场衬度与载流子的分布不均匀相关。

2. 利用 400 nm 飞秒激光激发的光发射电子显微镜，在  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  纳米片边界观测到对激光偏振敏感的一维边界态等离子激元。

3. 利用  $\text{SrTiO}_3$  较高的室温 Seebeck 系数及其在远红外波段的声子吸收，制备了响应度达到 1V/W 的光热电探测器原型，并观测到了光热电增强效应。

该论文格式规范，数据分析合理，结论可信，研究成果具有创新性和应用价值，是一篇优秀的博士学位论文。表明作者具有扎实的理论基础和独立开展科学研究的能力，达到了博士学位论文的要求。在答辩过程中论述清楚，回答问题正确。经答辩委员会讨论和投票，一致同意通过答辩，建议授予博士学位。

答辩委员会主席（签字）：



2018年10月13日

## 答辩委员会决议

答辩委员会对论文的学术评语（论文选题意义，论文创新性成果及学术水平；论文写作规范化和逻辑性；论文存在的主要不足之处，答辩情况。）：

论文题目：\_\_\_\_\_石墨烯铠甲催化剂的电催化研究\_\_\_\_\_

学生姓名：\_\_\_\_\_涂云川\_\_\_\_\_

论文针对石墨烯“铠甲催化剂”的结构优化设计和活性调控，研究了“铠甲催化剂”在电化学催化反应中的应用，并结合 DFT 计算阐释了催化反应机制。选题具有重要的理论意义和应用前景。论文主要研究内容如下：

1. 设计并合成了由 1-3 层石墨烯封装 FeNi 合金纳米粒子组成的“铠甲催化剂”，考察并揭示了合金纳米粒子中二元金属的比例对析氧反应活性的调控规律。
2. 将单层石墨烯封装金属的“铠甲催化剂”用于锂-氧电池系统中，显著的降低了电池充电电位，解释了其促进电池电极反应的催化机制。
3. 成功的构造了单层硫化钼包覆的“铠甲催化剂”，实现了“铠甲催化剂”电子接力传递效应。

上述研究结果具有创新性。

论文研究思路清晰，工作量大，数据详实可信，结论合理，撰写规范。表明作者具有扎实的理论基础和很强的实验技能，具备独立进行科研的能力，达到了博士学位的要求，是一篇优秀的博士论文。在答辩过程中能正确回答问题，全票通过答辩，建议授予博士学位。

答辩委员会主席（签字）：



2018 年 10 月 13 日

## 答辩委员会决议

答辩委员会对论文的学术评语（论文选题意义，论文创新性成果及学术水平；论文写作规范化和逻辑性；论文存在的主要不足之处，答辩情况。）：

论文题目：贵金属负载的氧化铈纳米结构表界面的小分子活化研究

学生姓名：张毅

通过“模型催化剂”途径研究多相催化体系中的基本科学问题可以在原子-分子水平上认识催化剂的构效关系和催化机理。该论文以氧化铈为研究对象，系统研究了氧化铈/金属界面模型催化剂的制备、结构以及与 CO 和 CO<sub>2</sub> 等分子的相互作用，考察了氧化铈纳米粒子的尺寸与氧配位数对于小分子活化的影响。选题具有重要的科学意义。

取得的主要成果及创新性如下：

1. 系统研究了 CeO<sub>x</sub> 在 Au(111) 上的生长动力学，利用元素分辨的 STM 识别了氧化铈表面的缺陷物种；进一步研究了 CeO<sub>x</sub>/Au(111) 体系的 CO<sub>2</sub> 活化，发现 Au-CeO<sub>x</sub> 界面可以增强 CO<sub>2</sub> 的吸附活化，促进其加氢还原反应。

2. 发现 Pt-CeO<sub>x</sub> 的界面电子作用主要影响 1~3 层氧化铈，两步法生长可以得到高质量的 CeO<sub>2</sub>(111) 薄膜，1000 K 退火还原可以导致氧化铈结构由(111)转变为(100)。

3. 在 CeO<sub>2</sub>(111) 薄膜表面构建了一系列不同尺寸和 Ce 原子配位数的氧化铈团簇。发现 CO 与氧化铈团簇的反应活性依赖于氧化铈尺寸和 Ce 原子氧配位数。

论文逻辑清晰，写作规范，数据详实，结论可靠，是一篇优秀的博士学位论文。表明论文作者具有扎实的理论基础和实验技能，具备独立从事科学研究的能力，达到了博士学位的要求。在答辩过程中表述清楚，能正确回答问题。经过答辩委员会无记名投票，全票通过答辩，建议授予博士学位。

答辩委员会主席（签字）：

2018 年 10 月 28 日

## 答辩委员会决议

答辩委员会对论文的学术评语（论文选题意义，论文创新性成果及学术水平；论文写作规范化和逻辑性；论文存在的主要不足之处，答辩情况。）：

论文题目：纳米限域空间中金属纳米粒子加氢性能研究：有机基团的促进作用

学生姓名：郭淼

金属纳米粒子催化性能的调控是催化领域的重要研究内容之一，论文围绕限域空间中有有机配体对金属纳米粒子电子和表面结构的调控开展了系统研究。选题具有重要的理论意义和应用价值，取得以下创新性结果：

1. 以胺基功能化介孔氧化硅空心球(HS-NH<sub>2</sub>)为载体，制备了粒度为2.1 nm 的Pd/HS-NH<sub>2</sub>，其在喹啉加氢反应中的表观 TOF 值高达 5052 h<sup>-1</sup>。表明 Pd/HS-NH<sub>2</sub> 的高活性源自 NH<sub>2</sub> 的给电子特性，提高了 Pd 表面的电子密度，有利于缺电底物的吸附和负电底物的脱附。

2. 以 PPh<sub>3</sub> 配体修饰的介孔材料 (PPh<sub>3</sub>@FDU-12) 为载体，制备了粒度为 1.1 nm 的 Pd/PPh<sub>3</sub>@FDU-12，其对苯乙酮氢化制备苯乙醇的反应表现出高达 99% 的选择性。表明 PPh<sub>3</sub> 的给电子作用提高了 Pd 表面电子密度，抑制了苯乙醇的深度氢解。

3. 以富含胺基的二氧化硅空心球(NH<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub>)为载体，制备了粒度为 2.1 nm RuPd/NH<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub> 双金属催化剂。对 H<sub>2</sub> 辅助的水相二苯醚 C-O 键裂解反应，该催化剂的活性呈现火山型分布，其中 RuPd<sub>5</sub>/NH<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub> TOF 值为 172 h<sup>-1</sup> 和 C-O 键断裂选择性为 99%。表明隔离的 Ru 活性位以及 Ru 和 Pd 的协同催化效应是催化活性提升的主要原因。

论文综述全面、思路清晰、撰写规范、逻辑严密、数据翔实、结论可信。答辩过程中表述清楚，回答问题正确，表明作者具有扎实的理论基础及独立从事科研工作的能力。答辩委员会经无记名投票，一致通过郭淼同学的博士论文答辩，建议授予理学博士学位。

答辩委员会主席（签字）：王绪绪

2018 年 11 月 4 日

## 答辩委员会决议

答辩委员会对论文的学术评语（论文选题意义，论文创新性成果及学术水平；论文写作规范化和逻辑性；论文存在的主要不足之处，答辩情况。）：

论文题目：表面等离子激元诱导光催化水氧化及完全水分解研究

学生姓名：王升扬


表面等离子激元作为一类光与物质相互作用的现象，展现出奇异的光学和电子学的物理化学性质。将表面等离子激元效应应用于光催化研究，特别是水分解反应中，不仅能够拓展现有光催化的体系及认识，更为重要的是能够加深对表面等离子激元的物理化学本质的理解。本论文着眼于等离子激元诱导的光催化水氧化反应这一太阳能转化过程中的关键科学问题，取得了以下创新性成果：

1) 确认了 Au/TiO<sub>2</sub> 作为典型的表面等离子激元光催化剂的可见光水氧化的能力。发现光催化产氧活性随着 Au 粒子尺寸增大而减小，随着 Au-TiO<sub>2</sub> 相互作用增大而升高，载体对光催化剂产氧性能有显著影响。

2) 通过光沉积-元素成像和表面电势成像，证实了 Au-TiO<sub>2</sub> 界面作为热空穴的聚集位置和水氧化的活性位点。理论计算表明 Au/TiO<sub>2</sub> 的界面上形成的杂化能级可作为空穴的布居能级，由此推测 Au-O-Ti 结构是产氧催化的活性中心。

3) 将 Au/TiO<sub>2</sub> 作为等离子激元诱导的产氧光催化剂与产氢光催化剂 Ru/SrTiO<sub>3</sub>:Rh 耦合，构建了可见光驱动的 Z 机制全分解水制氢体系。该体系可分别在 Fe<sup>2+/3+</sup> 氧化还原对和全固态下实现稳定的化学计量比的水分解反应。

论文撰写规范，数据翔实，论述清晰，结论可信，达到博士学位论文要求。表明作者在本学科领域具有扎实的理论基础和相关专业知识以及独立从事科研工作的能力。答辩过程中表述清楚，能够正确回答问题，答辩委员会全票通过论文答辩，建议授予博士学位。

答辩委员会主席（签字）：

2018年 11月 4日



## 答辩委员会决议

答辩委员会对论文的学术评语（论文选题意义，论文创新性成果及学术水平；论文写作规范化和逻辑性；论文存在的主要不足之处，答辩情况。）：

论文题目：钙钛矿太阳电池的电子传输材料的设计、合成及应用研究

学生姓名：吕银花

钙钛矿太阳电池由于具有高的光电转化效率、简单的制备工艺、低廉的成本等优点，而引起人们极大的研究热情。电子传输材料作为钙钛矿太阳电池的重要组成部分直接影响着电池的效率 and 稳定性。论文以此为切入点，研究了二氧化钛和氧化锡电子传输材料对电池效率和稳定性的影响。选题具有重要的科学意义和潜在的应用前景，取得了以下创新性的研究成果：

可控合成了  $\text{TiO}_2$  纳米纺锤体，以此构筑介观结构的钙钛矿电池，取得了 19.6% 的光电转化效率，优于商业  $\text{TiO}_2$  浆料制备的器件。进一步对  $\text{TiO}_2$  纳米纺锤体进行 Nb 元素的掺杂，提升了  $\text{TiO}_2$  纳米纺锤体的电导率和电荷输运能力，由此获得了转化效率为 20.8% 的平面结构电池。

利用水热法在 FTO 基底上原位生长了一维  $\text{SnO}_2$  纳米棒阵列，并对其进行了  $\text{TiO}_2$  界面修饰，得到了良好的电池效率（18.6%）与稳定性。通过低温溶液法合成了  $\text{SnO}_2$  纳米晶，并以此构筑了高效平板钙钛矿太阳电池，获得了 21.7% 的光电转换效率；器件在暗态下保存 1500 h 后，其性能保持稳定。

论文综述全面，研究思路清晰，实验方法合理，数据详实，结论可信。答辩过程中表达清楚，能够正确回答问题，表明作者已具有扎实的理论基础、很好的实验技能以及独立从事科研工作的能力。答辩委员会全票通过吕银花的博士论文答辩，建议授予博士学位。

答辩委员会主席（签字）：

2018年11月7日

## 答辩委员会决议

答辩委员会对论文的学术评语（论文选题意义，论文创新性成果及学术水平；论文写作规范化和逻辑性；论文存在的主要不足之处，答辩情况。）：

论文题目：高对称性半导体光催化剂上光生电荷分离及助催化剂的研究

学生姓名：慕林超

光催化分解水制氢是解决能源与环境问题的理想途径之一。本论文瞄准光催化反应过程当中光生电荷分离的关键科学问题进行了系统的研究，取得了以下创新性的研究成果：

1、发现高对称性十八面体钛酸锶单晶的不同晶面之间存在光生电荷的分离现象，可以实现双助催化剂的空间选择性分离，大幅提高了光催化全分解水的活性，证明了不同晶面间光生电荷的分离现象对单晶半导体光催化而言具有普适性。

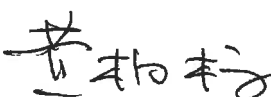
2、发现弱光照射条件下，六面体钛酸锶单晶光生空穴选择性的聚集到晶棱附近，表现出空间上的电荷分离效应，揭示了单晶半导体同一晶面也存在着光生电荷空间的分离现象。

3、发现钽酸钠单晶表面不同位置的镍基助催化剂的化学状态随着反应的进行而发生光还原或光氧化反应，表明助催化剂的化学状态在光催化过程中处于氧化和还原的动态平衡之中。

论文思路清晰、写作规范、内容丰富、数据翔实，达到博士学位论文要求，表明作者具有较扎实的理论基础和相关专业知识以及独立从事科研工作的能力。

答辩过程中表述清楚，能够正确回答问题，答辩委员会全票通过论文答辩，建议授予博士学位。

答辩委员会主席（签字）：



2018年11月13日

## 答辩委员会决议

答辩委员会对论文的学术评语（论文选题意义，论文创新性成果及学术水平；论文写作规范化和逻辑性；论文存在的主要不足之处，答辩情况。）：

论文题目：含氮聚合物的合成及其二氧化碳捕获与催化转化性能研究

学生姓名：陈建

随着二氧化碳排放问题日益严重，迫切需要发展二氧化碳捕集和催化转化的新材料和新策略。该论文围绕含氮多孔有机聚合物的合成及其在二氧化碳捕集与催化转化中的应用开展研究工作，选题具有重要的理论意义和潜在应用价值，取得了以下主要成果：

1. 以 1,3,5-三苯基苯为单体，采用傅-克烷基化法合成微孔聚合物，通过后合成修饰在聚合物的骨架中引入  $\text{NH}_2$ ， $\text{SO}_3\text{H}$  以及  $\text{SO}_3\text{Li}$  功能基团。实验结果表明功能基团提高了聚合物和二氧化碳之间的相互作用。

2. 利用溴化锌-联吡啶 (Bp-Zn) 与三聚氰胺(MA) 为单体，通过溶剂热法制备了内嵌金属配合物的多级孔聚合物 Bp-Zn@MA。在环氧丙烷和二氧化碳环加成反应中，Bp-Zn@MA TOF 值达到  $8041 \text{ h}^{-1}$  ( $150 \text{ }^\circ\text{C}$ )。而且在低浓度的二氧化碳转化中也表现出较好的催化活性。

3. 以 1,3,5-三(3'-叔丁基-4'-羟基-5'-甲酰基苯基)苯(TTHB)和吡咯为原料，采用一锅法制备多孔卟啉聚合物(P-POF)，与锌离子配位后得到 P-POF-Zn。该聚合物可协同温控响应离子液体高效催化环氧丙烷与二氧化碳的环加成反应。实现了催化剂与助催化剂的循环利用。

上述结果具有创新性。

论文综述全面、思路清晰、撰写规范、逻辑严密、数据翔实、结论合理、工作系统。答辩过程中表述清楚，回答问题正确，表明作者具有扎实的理论基础及独立从事科研工作的能力。答辩委员会经无记名投票，一致通过陈建同学的博士论文答辩，建议授予理学博士学位。

答辩委员会主席（签字）：

2018 年 11 月 13 日

## 答辩委员会决议

答辩委员会对论文的学术评语（论文选题意义，论文创新性成果及学术水平；论文写作规范化和逻辑性；论文存在的主要不足之处，答辩情况。）：

论文题目： 贵金属替代催化材料的二氧化碳电化学还原反应研究

学生姓名： 阎程程

论文通过调控金属的纳米结构或配位环境，显著提高了 Ga, Fe, Ni 基催化材料的 CO<sub>2</sub> 电化学还原性能，并揭示了催化材料的构效关系。论文选题具有重要的科学意义和潜在的应用价值。

论文取得以下主要研究成果：

1. 成功合成了碳载氧化镓纳米催化剂，显著提高了 CO<sub>2</sub> 电化学还原生成 CO 的法拉第效率和电流密度。表面 Ga<sup>3+</sup>在负电势下原位还原生成 Ga<sup>0</sup> 活性位，最高 CO 法拉第效率达到 77.0%。

2. 以 ZIF-7 和 ZIF-8 为前体，制备了 Fe-N-C 催化材料，通过 NH<sub>3</sub> 气氛下的二次热解以及柠檬酸铁铵功能化的调变，提高了 CO<sub>2</sub> 电化学还原性能。最高 CO 法拉第效率达到 93.7%，CO 分电流密度在 -0.73 V 达到 24.8 mA cm<sup>-2</sup>。

3. 以 ZIF-8 为前体，成功制备了一系列 Ni-N-C 催化材料，最高单分散 Ni 载量达到 5.44wt%，CO 法拉第效率在 -0.53 ~ -1.03 V (vs. RHE) 区间内维持在 92.0 % 以上，CO 电流密度在 -1.03 V (vs. RHE) 时达到 71.5 ± 2.9 mA cm<sup>-2</sup>。

上述研究结果具有创新性。

论文思路清晰，工作系统，数据详实，结论可信，写作规范，是一篇优秀的博士论文。表明作者具有扎实的理论基础知识和独立开展科学研究的能力，达到了博士学位论文的要求。在答辩过程中论述清楚，能够正确回答问题，全票通过答辩，建议授予博士学位。

答辩委员会主席（签字）：



2018年11月16日

## 答辩委员会决议

答辩委员会对论文的学术评语（论文选题意义，论文创新性成果及学术水平；论文写作规范化和逻辑性；论文存在的主要不足之处，答辩情况。）：

论文题目：分子筛催化反应的动态核极化增强的固体核磁共振研究

学生姓名：肖栋

论文采用多维同核异核相关以及动态核极化增强的固体核磁共振技术研究了分子筛催化反应的中间体结构及主客体相互作用。论文选题对于深刻理解催化反应机理和指导高效催化剂的设计具有重要的理论和实际意义。

取得的主要成果如下：

1. 采用二维 C-C 相关 NMR 实验准确解析了甲醇制烯烃反应中多个碳正离子中间体的分子结构，其中 1,5-二甲基-3-仲丁基环戊烯基碳正离子和 1,2,3,4-四甲基环戊烯基碳正离子为新发现的的中间体；采用多种双共振 NMR 方法研究了反应中烃池物种与分子筛催化剂间的相互作用，测得烃池物种与分子筛骨架间的距离约为 4.2 - 4.7 Å。

2. 系统地考察了分子筛催化剂上动态核极化（DNP）增强效率的影响因素，发现分子筛孔口尺寸、孔结构是影响 DNP 信号增强的主要因素，但与磁场强度成反相关。当在分子筛中引入有序介孔和大孔可以显著地提高动态核极化的信号增强效果。

3. 成功地将 DNP 技术用于  $\beta$  分子筛催化 MTO 反应机理的研究，数小时内实现了二维  $^{13}\text{C}$ - $^{13}\text{C}$  相关核磁共振实验，确定了多个低含量碳正离子中间体的结构，其中多甲基萘碳正离子为首次观测到。DNP 增强的  $^{29}\text{Si}\{^{13}\text{C}\}$  REDOR 相关实验测得烃池物种与分子筛骨架间的距离约为 4.8 Å。

论文研究思路清晰，研究工作系统、内容丰富，实验方法非常先进，得到了一些很好的研究结果。论文写作规范，数据详实，结论可信，研究结果有创新性，是一篇优秀的博士学位论文。表明作者具有扎实的理论基础和实验技能，具备很强的独立从事科学研究的能力，达到了博士学位的要求。在答辩过程中表述清楚，能正确回答问题。经过答辩委员会无记名投票，全票通过答辩，建议授予博士学位。

答辩委员会主席（签字）：



2018 年 11 月 16 日

## 答辩委员会决议

答辩委员会对论文的学术评语（论文选题意义，论文创新性成果及学术水平；论文写作规范化和逻辑性；论文存在的主要不足之处，答辩情况。）：

论文题目：双功能催化合成气一步法制芳烃反应的研究

学生姓名：杨俊豪

芳烃是重要的基础化学品之一，开发不依赖于石油资源高效制备芳烃的技术具有重要的科学意义和应用价值。本论文将课题组前期提出的 OX-ZEO 策略拓展到合成气一步法制芳烃，取得的进展如下：

(1) 采用  $\text{ZnCrO}_x$ -ZSM-5 双功能复合催化剂体系，实现了合成气一步法高选择性制备芳烃。当 CO 单程转化率为 16.0% 时，芳烃选择性达到 73.9%，100 小时连续运行实验表明催化剂的稳定性良好。

(2) 催化作用机理研究表明 ZSM-5 的酸性、双功能金属氧化物和分子筛之间的匹配及耦合影响反应活性及芳烃选择性，低碳烯烃可能是芳烃形成的中间体。

(3) 通过调整 ZSM-5 的形貌、大小以及二次孔道改变反应物与产物在分子筛孔道内的扩散能力，并调控了产物选择性。

上述结果具有创新性，并验证了 OX-ZEO 概念的普适性，具有潜在的应用价值。

论文写作规范、目标明确、条理清晰、实验方案和数据分析合理、结论可信，表明作者具有扎实的专业基础知识和独立从事科学研究的能力，达到了博士学位论文的要求。答辩过程中表述清楚，能够正确回答问题，经答辩委员会无记名投票，全票通过答辩并建议授予理学博士学位。

答辩委员会主席（签字）：

2018年 11 月 16 日

## 答辩委员会决议

答辩委员会对论文的学术评语（论文选题意义，论文创新性成果及学术水平；论文写作规范化和逻辑性；论文存在的主要不足之处，答辩情况。）：

论文题目： La<sub>0.6</sub>Sr<sub>0.4</sub>Co<sub>0.2</sub>Fe<sub>0.8</sub>O<sub>3-δ</sub>基钙钛矿电极高温电解 CO<sub>2</sub> 反应研究

学生姓名： 关放

论文研究了固体氧化物电解池(SOEC)电极材料的制备和性能，选题对 CO<sub>2</sub> 转化和可再生清洁能源的利用具有重要的科学意义和应用价值。

主要研究结果如下：

1. 以 LSGM 为电解质，采用共合成方法制备了 LSCF-GDC 电极材料，用于 CO<sub>2</sub> 电催化还原反应。800 °C，1.6 V 下的电解电流密度达到 1.40 A cm<sup>-2</sup>，法拉第效率为 100%。
2. 采用浸渍法制备了 GDC/LSCF 阳极，GDC 纳米颗粒增强了 LSCF 阳极的 OER 活性，提高了 CO<sub>2</sub> 电催化还原性能。当 GDC 浸渍量为 10 wt.% 时，800 °C，1.6 V 下的电流密度达到 0.52 A cm<sup>-2</sup>。
3. 以 LSGM 为电解质，制备 LSCF-GDC 纳米复合电极对称 SOEC，800 °C，1.6 V 下的电流密度为 1.60 A cm<sup>-2</sup>。

论文思路清晰，结果可信，结论合理，写作规范，研究结果具有创新性。表明作者具有扎实的理论基础和开展科研工作的能力，达到了硕士学位论文的要求。在答辩过程中表述清楚，能够正确回答问题，全票通过答辩，建议授予硕士学位。

答辩委员会主席（签字）：



2018 年 9 月 28 日