

8-复印件



中国科学院大学

University of Chinese Academy of Sciences

## 博士学位论文评阅书

论文题目 质子交换膜燃料电池铂基氧还原催化剂的制备与应用研究

作者姓名: 唐雪君

学位类别: 工学博士

学科专业: 化学工程

研 究 所: 中国科学院大连化学物理研究所

中国科学院大学制

## 学术道德评价

（一票否决）

评价要素	评价意见（请在相应栏内划“√”）
是否存在剽窃他人成果、伪造数据、由他人代写等严重作假行为	<input type="checkbox"/> 是（具体说明存在的问题）
	<input type="checkbox"/> 否

## 评阅意见

评 价 要 素			权重	具体得分 (百分制)
1	论文选题	选题的理论意义、实用价值	10%	8
2	文献综述	反映该学科及相关领域的前人成果和前沿动态	15%	13
3	创新成果	论文成果创新性，对学科发展、技术进步、经济建设、国家安全等方面产生的影响和贡献	40%	36
4	基础理论和专门知识	基础理论的宽厚度、坚实度，专门知识的系统性、深入性	10%	8
5	科研能力	论文体现科研潜质与独立科研能力	15%	16
6	论文写作	论文结构、撰写规范性；文字表达准确、清晰和流畅性；引文严谨、规范性	10%	8
总体评价			总分	87

注：“分数”栏每项均按百分制整数评分，各项满分均为 100 分。评分分为四档：大于等于 90 分为优秀；大于等于 75 分小于 89 分为良好；大于等于 60 分小于 74 分为一般；小于 60 分为差。

对学位论文的学术评语：（请对论文的学术水平、创新性做出简要评述，包括选题意义，文献资料的掌握，论文创新之处，写作规范和逻辑性等。还须明确指出论文中存在的问题和不足之处。可另附页）

论文题目：质子交换膜燃料电池铂基氧还原催化剂的制备与应用研究

作者姓名：唐雪君

是否同意组织学位论文答辩

☒ 同意答辩

☐ 修改后答辩

☐ 不同意答辩

本论文围绕燃料电池低铂催化剂开展工作，研究具有重要理论意义和实用价值。论文详细分析了目前国内外质子交换膜燃料电池技术的发展现状和该技术的催化理论及存在的关键技术瓶颈，归纳总结出从降低 Pt 催化剂粒径、提高 Pt 粒子分散度、调控 Pt 的电子结构以及对载体进行功能化修饰等方面开展研究工作，所研制的催化剂具有较高的活性和稳定性，为后续的研究提供了借鉴。

本论文的重要结论在于：将高比表面载体、氮掺杂和 Pt 纳米粒子的高度分散巧妙地融合，从而制备得到了高活性和高稳定型 PEMFC 用催化剂。

本论文结构合理，条理清晰，写作规范，实验数据较为详实，实验设计合理，实验方法具有创新性；实验结果较为正确和可靠；论文工作量大，论文结果具有较强的应用价值，反映出唐雪君同学具有扎实的专业基础知识和实验技能，具备独立从事科研工作的能力。建议组织博士学位论文答辩。

建议：

本论文的不足主要体现在以下三方面：其一是所研制催化剂性能衰减的潜在原因分析不足，其二是存在实验结果与正文描述不完全一致的现象，其三是论文的语句、文字和公式以及公式编号等多处出现缺字、多字甚至参数缺失问题，建议仔细检查。



## 学术道德评价

（一票否决）

评价要素	评价意见（请在相应栏内划“√”）
是否存在剽窃他人成果、伪造数据、由他人代写等严重作假行为	<input type="checkbox"/> 是（具体说明存在的问题）
	<input type="checkbox"/> 否

## 评阅意见

评 价 要 素			权重	具体得分 (百分制)
1	论文选题	选题的理论意义、实用价值	10%	10%
2	文献综述	反映该学科及相关领域的前人成果和前沿动态	15%	14%
3	创新成果	论文成果创新性，对学科发展、技术进步、经济建设、国家安全等方面产生的影响和贡献	40%	36%
4	基础理论和专门知识	基础理论的宽厚度、坚实度，专门知识的系统性、深入性	10%	9%
5	科研能力	论文体现科研潜质与独立科研能力	15%	14%
6	论文写作	论文结构、撰写规范性；文字表达准确、清晰和流畅性；引文严谨、规范性	10%	9%
总体评价			总分	92

注：“分数”栏每项均按百分制整数评分，各项满分均为 100 分。评分分为四档：大于等于 90 分为优秀；大于等于 75 分小于 89 分为良好；大于等于 60 分小于 74 分为一般；小于 60 分为差。

对学位论文的学术评语：(请对论文的学术水平、创新性做出简要评述，包括选题意义，文献资料的掌握，论文创新之处，写作规范和逻辑性等。还须明确指出论文中存在的问题和不足之处。可另附页)

论文题目：质子交换膜燃料电池铂基氧还原催化剂的制备与应用研究

作者姓名：唐雪君

论文选题具有重要应用价值和理论意义，文献资料掌握全面，分析合理，以石墨纸为载体工作创新性较强，取得了优良的研究成果。PtCu及PtCo合金催化剂的耐久性可能会有问题，如何改进需要在未来的工作中进一步深入研究！

是否同意组织学位论文答辩

(请在相应栏内划“√”)

☒ 同意答辩

☐ 修改后答辩

☐ 不同意答辩

## 学术道德评价

（一票否决）

评价要素	评价意见（请在相应栏内划“√”）
是否存在剽窃他人成果、伪造数据、由他人代写等严重作假行为	<input type="checkbox"/> 是（具体说明存在的问题）
	<input checked="" type="checkbox"/> 否

## 评阅意见

评 价 要 素			权重	具体得分 (百分制)
1	论文选题	选题的理论意义、实用价值	10%	95
2	文献综述	反映该学科及相关领域的前人成果和前沿动态	15%	95
3	创新成果	论文成果创新性，对学科发展、技术进步、经济建设、国家安全等方面产生的影响和贡献	40%	90
4	基础理论和专门知识	基础理论的宽厚度、坚实度，专门知识的系统性、深入性	10%	90
5	科研能力	论文体现科研潜质与独立科研能力	15%	95
6	论文写作	论文结构、撰写规范性；文字表达准确、清晰和流畅性；引文严谨、规范性	10%	90
总体评价			总分	92

注：“分数”栏每项均按百分制整数评分，各项满分均为 100 分。评分分为四档：大于等于 90 分为优秀；大于等于 75 分小于 89 分为良好；大于等于 60 分小于 74 分为一般；小于 60 分为差。

对学位论文的学术评语：（请对论文的学术水平、创新性做出简要评述，包括选题意义，文献资料的掌握，论文创新之处，写作规范和逻辑性等。还须明确指出论文中存在的问题和不足之处。可另附页）

论文题目： 质子交换膜燃料电池铂基氧还原催化剂的制备与应用研究

作者姓名： 唐雪君

催化剂是质子交换膜燃料电池的关键材料，其性能、耐久性制约燃料电池商业化的瓶颈技术之一。博士论文“质子交换膜燃料电池铂基氧还原催化剂的制备与应用研究”进行了 Pt-Cu、Pt-Co 系列合金催化剂的制备、表征，并进行了多壁碳纳米管、石墨烯做催化剂载体的探索，选题具有一定的理论与实际意义。

在合金催化剂方面，采用一锅法可控制备了碳载 PtCu<sub>2</sub> 八面体合金催化剂，由于 Pt、Cu 之间的电子结构效应以及 Pt-Cu (111) 晶面的优势暴露，其 ORR 面积比活性和质量比活性分别达到商业化 Pt/C 催化剂的 21.4 和 4.5 倍，并表现出良好的稳定性。此外，制备了微量 Co 修饰的碳载超细 Pt 纳米粒子 Pt<sub>36</sub>Co/C 催化剂，全电池测试结果表明，最大质量比功率是 Pt/C 电极的 1.61 倍，并表现出过渡金属掺杂的稳定性。在催化剂载体方面，以 PDDA 修饰的多壁碳纳米管 MWCNT 和采用三维石墨烯/功能化炭黑复合材料制备的 Pt/PDDA-MWCNT 以及 Pt/3D rGO-FCB 催化剂，展现出显著增强的 ORR 催化活性和耐久性。所制备的新型催化剂具有一定的实际应用前景。

上述结果具有一定的创新性。

论文文献资料掌握全面，所用资料、实验结果和计算可靠，写作规范，逻辑性好，表现出具有扎实的理论技术、良好的科研素质与较强的研究能力。论文达到博士论文水平，同意参加博士论文答辩，并建议授予博士学位。

是否同意组织学位论文答辩

（请在相应栏内划“√”）

☒ 同意答辩

☐ 修改后答辩

☐ 不同意答辩



## 学术道德评价

(一票否决)

评价要素	评价意见 (请在相应栏内划“√”)
是否存在剽窃他人成果、伪造数据、由他人代写等严重作假行为	<input type="checkbox"/> 是 (具体说明存在的问题)
	<input checked="" type="checkbox"/> 否

## 评阅意见

评 价 要 素			权重	具体得分 (百分制)
1	论文选题	选题的理论意义、实用价值	10%	9
2	文献综述	反映该学科及相关领域的前人成果和前沿动态	15%	13
3	创新成果	论文成果创新性, 对学科发展、技术进步、经济建设、国家安全等方面产生的影响和贡献	40%	36
4	基础理论和专门知识	基础理论的宽厚度、坚实度, 专门知识的系统性、深入性	10%	8
5	科研能力	论文体现科研潜质与独立科研能力	15%	13
6	论文写作	论文结构、撰写规范性; 文字表达准确、清晰和流畅性; 引文严谨、规范性	10%	9
总体评价			总分	88

注: “分数”栏每项均按百分制整数评分, 各项满分均为 100 分。评分分为四档: 大于等于 90 分为优秀; 大于等于 75 分小于 89 分为良好; 大于等于 60 分小于 74 分为一般; 小于 60 分为差。

对学位论文的学术评语：(请对论文的学术水平、创新性做出简要评述，包括选题意义，文献资料的掌握，论文创新之处，写作规范和逻辑性等。还须明确指出论文中存在的问题和不足之处。可另附页)

论文题目：质子交换膜燃料电池铂基氧还原催化剂的制备与应用研究

作者姓名：唐雪君

开发低铂、高活性、高稳定性的氧还原催化剂，对降低PEMFC成本，加速其商业化进程具有重要意义。论文针对该方向，开发了Pt-钨合金基催化剂，选题具有较强的理论意义和实用价值。论文实验数据翔实，图表规范，分析正确，结论合理，达到博士论要求。论文撰写过程中存在以下一些不足：

- 1) TEM图是否能清楚区分行析图？
- 2) 在解释催化剂提高活性方面能否增加一些理论方面的分析或找到文献支撑物：含氧物种在催化剂表面吸附程度。PDDA修饰碳纳米管更有利于中间产物转化？PDDA修饰Pt粒子间存在电子作用？
- 3) 有些图不清晰，如P4图2.4, P60图题重复；P40公式中缺少X；P48通过CV测得Pt-O键减弱？P53, 0.878V. vs. 820mV; 还有其它一些笔误，请仔细检查并修改。

是否同意组织学位论文答辩

(请在相应格内划“√/”)

☒ 同意答辩

☐ 修改后答辩

☐ 不同意答辩

## 学术道德评价

（一票否决）

评价要素	评价意见（请在相应栏内划“√”）
是否存在剽窃他人成果、伪造数据、由他人代写等严重作假行为	<input type="checkbox"/> 是（具体说明存在的问题）
	<input checked="" type="checkbox"/> 否

## 评阅意见

评 价 要 素			权重	具体得分 (百分制)
1	论文选题	选题的理论意义、实用价值	10%	88
2	文献综述	反映该学科及相关领域的前人成果和前沿动态	15%	84
3	创新成果	论文成果创新性，对学科发展、技术进步、经济建设、国家安全等方面产生的影响和贡献	40%	90
4	基础理论和专门知识	基础理论的宽厚度、坚实度，专门知识的系统性、深入性	10%	90
5	科研能力	论文体现科研潜质与独立科研能力	15%	90
6	论文写作	论文结构、撰写规范性；文字表达准确、清晰和流畅性；引文严谨、规范性	10%	87
总体评价			总分	91

注：“分数”栏每项均按百分制整数评分，各项满分均为100分。评分分为四档：大于等于90分为优秀；大于等于75分小于89分为良好；大于等于60分小于74分为一般；小于60分为差。

对学位论文的学术评语：(请对论文的学术水平、创新性做出简要评述，包括选题意义，文献资料的掌握，论文创新之处，写作规范和逻辑性等。还须明确指出论文中存在的问题和不足之处。可另附页)

论文题目：质子交换膜燃料电池铂基氧还原催化剂的制备与应用研究

作者姓名：唐雪君

该论文针对开发低Pt含量和高Pt ORR性能催化剂问题，采用不同策略制备了几种Pt基催化剂，经各种测试表明：所制备催化剂是优于Pt/C催化剂优异的催化性能和稳定性。  
论文工作量，条理清晰，数据翔实，结论有学术深度，结论可信，整体水平比较规范，少量文字修改。  
建议修改后再评。

如下几点小问题需要修改：

- 1) 第一章后面的研究思路：不拟到研究内容，建议就本论题设想思路进行详细阐述，给出研究设想。
- 2) 小结和结论太冗长，要精简，突出重点。
- 3) 参考文献有错！

是否同意组织学位论文答辩

(请在相应栏内划“√”)

☒ 同意答辩

☐ 修改后答辩

☐ 不同意答辩

## 学术道德评价

(一票否决)

评价要素	评价意见 (请在相应栏内划“√”)
是否存在剽窃他人成果、伪造数据、由他人代写等严重作假行为	<input type="checkbox"/> 是 (具体说明存在的问题)
	<input checked="" type="checkbox"/> 否

## 评阅意见

评 价 要 素			权重	具体得分 (百分制)
1	论文选题	选题的理论意义、实用价值	10%	95
2	文献综述	反映该学科及相关领域的前人成果和前沿动态	15%	91
3	创新成果	论文成果创新性, 对学科发展、技术进步、经济建设、国家安全等方面产生的影响和贡献	40%	90
4	基础理论和专门知识	基础理论的宽厚度、坚实度, 专门知识的系统性、深入性	10%	90
5	科研能力	论文体现科研潜质与独立科研能力	15%	91
6	论文写作	论文结构、撰写规范性; 文字表达准确、清晰和流畅性; 引文严谨、规范性	10%	91
总体评价			总分	91

注: “分数”栏每项均按百分制整数评分, 各项满分均为 100 分。评分分为四档: 大于等于 90 分为优秀; 大于等于 75 分小于 89 分为良好; 大于等于 60 分小于 74 分为一般; 小于 60 分为差。

对学位论文的学术评语：（请对论文的学术水平、创新性做出简要评述，包括选题意义，文献资料的掌握，论文创新之处，写作规范和逻辑性等。还须明确指出论文中存在的问题和不足之处。可另附页）

论文题目： 质子交换膜燃料电池铂基氧还原催化剂的制备与应用研究

作者姓名： 唐雪君

是否同意组织学位论文答辩  
（请在相应栏内划“√”）

☒ 同意答辩

☐ 修改后答辩

☐ 不同意答辩

对唐雪君博士论文《质子交换膜燃料电池铂基氧还原催化剂的制备与性能研究》的学术评语：

催化剂的活性和稳定性是影响质子交换膜燃料电池（PEMFC）成本和性能的关键因素，开发低 Pt 含量、高活性、高稳定性的氧还原（ORR）催化剂对降低 PEMFC 成本、延长寿命具有重要意义。改论文通过对催化剂的活性组分和载体进行改性，制备了一系列具有低铂含量、不同纳米结构的 ORR 催化剂。催化剂涵盖了  $\text{PtCu}_2$  八面体合金催化剂、微量 Co 修饰的碳载超细 Pt 纳米粒子  $\text{Pt}_{36}\text{Co}/\text{C}$  催化剂、利用 PDDA 做搭接向载体修饰金属 Pt 离子的  $\text{Pt}/\text{PDDA}-\text{MWCNT}$  催化剂，通过对以上电催化剂的形貌、结构特征、催化活性及循环稳定性进行了细致地研究分析，形成了具有指导意义的研究结果。此外，为进一步提高催化剂的耐久性，作者以石墨烯为载体、PDDA 修饰的炭黑为间隔物，利用自组装效应合成了一种复合载体同时获得了优异的电催化性能。总之，该论文选题具有重要理论意义和实际应用价值，并取得了一些重要的研究结果。该论文逻辑严密，表述清晰，说明作者具有扎实的理论基础和专业知识，达到博士学位论文要求，建议组织答辩。

下面是一些问题及建议，仅供作者参考。

- 1) P39 中，作者在进行电化学阻抗谱测试时所采用的测试信号是在  $100\text{ mA cm}^{-2}$  的电流密度下，振幅为 10% 的交变电流。但在锂离子电池和超级电容器的研究中，阻抗谱的测试信号通常为稳态电压附近振荡的交变电压。是否这两种测试方法的环境分别为动态和静态？作者能否解释二者在实验结果方面有何区别？
- 2) 图 2.4 中，三个样品的电催化性能未看出显著区别，能否从半波电位的角度再加以比较？
- 3) P73 中，为何  $\text{Pt}_{36}\text{Co}/\text{C}$  电极具有比  $\text{Pt}/\text{C}$  具有更高的电化学稳定性？作者应就此处给予一定解释。
- 4) P76 第 4 条，作者在比较样品的质量比功率时能否给予一定的实际应用指标要求以及商业化应用的标准？这样更能体现体系的实际应用前景。
- 5) P79 中，在文献中以硫酸和硝酸处理（纯化）MWCNT 往往会导致碳纳米管表面发生氧化，作者是否考虑了这一点？这种氧化是否对 PDDA 的负载有作用？
- 6) 图 4.4 中，作者在比较拉曼光谱时应给予  $I_D/I_G$  的具体数值，此外碳纳米管负载 Pt 纳米粒子使得 D 峰增强的说法恐怕不符合常理，是否可能由于硫酸和硝酸处理导致的碳纳米管部分预氧化？
- 7) P99 中，作者称  $\text{Pt}/\text{rGO}$  中石墨烯没有足够的比表面积担载 Pt，该结论需要氮吸附表征证明，但是否有可能是由于石墨烯表面与 Pt 无相互作用力而导致的无法附着？
- 8) 图 5.2 和 5.3 不太清晰，难以分辨石墨烯和 RGO 在  $\text{Pt}/\text{rGO}-\text{FCB}$  混合物中各自的形貌和位置，作者能否给予相应标识将二者予以标示？