

附件 6



**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 多孔电极界面结构及其物质传输迁移过程研究

作者姓名 孙瑞利

学位类别 工学博士

学科（专业） 化学工程

研究所 中国科学院大学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 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%	91
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%	92
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：多孔电极界面结构及其物质传输迁移过程研究

作者姓名：孙瑞利

多孔电极是质子交换膜燃料电池(PEMFC)的核心部件,直接决定 PEMFC 的性能。本文围绕多孔电极界面结构及其物质的传输迁移机制,开展研究工作,对促进 PEMFC 的发展具有重要的科学意义和实用价值。

论文对 MEA 的制备工艺、多孔电极及界面、和多孔电极中的物质（氧气、水传输和质子迁移）输运研究进展进行了比较全面的综述。

通过研究获得如下有创新性的结果：

1. 构建了 MEA 各组件中电子传导率和质子传导率的分离方法,结合界面氧气传质系数测量和谱学表征,研究发现,在具有 Nafion/Pt 界面结构的 Pt/C 多孔电极中,质子传导率和 Nafion 相氧气传质系数随 Nafion 层厚度增加呈现“M”型规律,并提出了 Nafion 离聚物亲/疏水相交替暴露的 Nafion/Pt 界面模型。

2. 采用静电纺丝技术构筑制备了“串珠”结构的 Pt/C-Nafion 纳米纤维多孔电极,强化了界面物质传输,使其界面氧气传质阻力较传统 Pt/C 多孔电极降低 65%,单池阴极比质量功率提升 37%,达 3.27kW/g<sub>Pt</sub>。

3. 将导电聚苯胺(PANI)引入 Pt 基多孔电极构筑双效多孔电极,利用 PANI 对电荷充放电的赝电容行为,提高直接甲醇燃料电池(DMFC)的功率密度和稳定性,组装的超容/DMFC 复合电源比功率密度达 3.81kW/kg。

论文做了大量的试验分析工作,进行了有层次的论证,撰写符合规范。表明作者的很好地掌握了本学科的基础知识和专业知识,具备了独立从事科研工作的能力;论文达到了国家学位条例对博士论文的要求。同意提交博士论文答辩,并建议授予工学博士学位。

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 checked="" 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%	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%	35
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	89

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：多孔电极界面结构及其物质传输迁移过程研究

作者姓名：孙瑞利

该博士学位论文围绕多孔电极界面结构及物质传输迁移机制进行了系统研究，构建了电子传导率和质子传导率分离测试方法，为研究电极界面传导传输行为构建基础；研究开发了 Pt/C-I/C 系列电极，并提出了界面层 Nafion 亲疏水相交替暴露的截面模型；进一步通过静电纺丝及电化学刻蚀技术制备了具有串“珠”结构的 Pt/C-Nafion 纳米纤维多孔电极，有效降低了电极的氧气传输阻力；将赝电容材料引入 Pt 基多孔电极的制备得到双效多孔电极，并进一步优化 PANI 基双效电极，有效提高电池的比功率。论文所述工作详细认真，工作量大，具有较好创新性，对实际开发具有较强的指导意义，建议组织进行博士论文答辩。

以下问题供参考：

- 1、第三章，Nafion 相富水层和贫水层的交替分布致使 Pt/C-I/C 电极的质子电导率出现 M 型分布，那么在 343K 时出现的火山型分布是什么原因造成的？
- 2、第四章，通过电化学刻蚀法去除 PAA，是否同时会造成电极界面处 Pt/C 和 Nafion 结合微结构的变化？是否会影响 Nafion 层富水贫水交替结构？
- 3、第五章，赝电容材料的引入可有效提高电池的比功率，但是否也会同时造成电池寿命的降低？

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 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：多孔电极界面结构及其物质传输迁移过程研究

作者姓名：孙瑞利

论文选题切合国家重大战略需求，文献资料掌握全面、分析合理。论文创新性较强，对多孔电极的构造及传质进行了深入地研究，取得了优秀的研究成果，写作规范，条理清晰。

在论文的研完工作中可思考以下方面。

①  $H_2$  和  $O_2$  的传质与 Nation 层厚呈现 "M" 型规律，原因是什么呢？② 如何控制 Nation 在 Pt/C 表面的覆盖度与 Nation 的层厚。③ PANI 是否会毒化 Pt，是否会影影响电子导电性。

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%	38
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。



作者姓名: 孙瑞利

☐不同意答辯

論之文獻皆在  
若夫如左 子孫  
論之是 一 亦 何 意  
而 博 以 治 之  
又 以 合 十 射 作  
之 始 附 諸 此  
收 之 諸 書 所 論  
紀 來 揚 子 傳 之  
也 故 內 部 依 此  
神 心 而 教 矣

## 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%	93
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%	92
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%	95
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%	93
5	科研能力	论文体现科研潜质与独立科研能力	15%	92
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	93.2

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：** 多孔电极界面结构及其物质传输迁移过程研究

**作者姓名：** 孙瑞利

孙瑞利同学的博士论文围绕多孔界面结构及界面处传质过程，提出了多孔电极界面处质子、电子和氧气传输过程的新型测试方法，并建立了界面结构-传质-性能的构-效关系，为聚合物电解质膜燃料电池的实际应用提供了理论借鉴与实验基础。取得了一系列原创性成果：

1、利用质子传导率分离手段，结合氧气传质系数测试，发现质子与氧气传导率随 Nafion 层厚度增加呈“M”型规律，阐释了亲水相暴露对传质过程的促进作用；

2、利用静电纺丝技术制备了多孔串珠结构的电极，实现了界面处气液传质性能及单池阴极比质量功率的提升；

3、耦合了超级电容器功能材料，实现了复合电源电池功率密度的大幅提升。

该论文选题立意新颖，逻辑结构严谨，层次分明，实验设计合理，书写规范，图表清晰，数据翔实，结论可靠，文献引用全面，反映出作者具有扎实的理论基础和专业技能，具有独立从事科学研究的能力。同意组织学术论文答辩。

**存在问题：**

1、题目与燃料电池的关联性不强，建议适当修改；

2、文中出现一些表达及定义的问题，如 P2 “原因归因于”，P4 “组成与及其结构”，P10 对“表观活性”的讨论等问题，需要进一步修改。

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