



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 碱性阴离子交换膜燃料电池水平衡研究

作者姓名 谢峰

学位类别 博士

学科（专业） 化学工程

研究所（院系） 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 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%	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%	15
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%	33
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%	10
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	90

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： 碱性阴离子交换膜燃料电池水平衡研究

作者姓名： 谢峰

本论文选题实际工程应用特色鲜明，文献资料掌握全面，内容详实，分析合理，可读性很强。针对碱性膜面临的低温离子传导性和水传输能力等问题，设计制备了多种碱性膜，并且与水传输板的应用紧密结合，取得了很好的研究成果，对碱性膜燃料电池的研究将起到一定的推动作用。写作规范，条理清晰，语言流畅。在未来的工作中可以进一步考虑如何提高碱性膜的使用寿命。

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

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%	90
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%	80
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%	86
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%	86
5	科研能力	论文体现科研潜质与独立科研能力	15%	88
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%	80
总体评价			总分	86

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： 碱性阴离子交换膜燃料电池水平衡研究

作者姓名： 谢峰

该论文制备了阴离子交换膜，测量了电渗拖曳系数和水在膜中的扩散系数，提出了影响电池水平衡的各参数间的关系式，开发了亲水氧化物改性膜、聚离子液体增强膜，考察了其水传输特性和全电池性能，最后采用水传输板改善了电池水管理。研究具有一定的创新性。

论文撰写条理清楚，数据可信，体现了作者较好的科研素质和发展潜力，达到了博士论文的要求，同意答辩。

但是论文题目没有完全覆盖论文内容，论文的写作还有提高的余地，如：

1. 图 3.8 和图 4.6 图例符号大小不一
2. “由以上二表可知”，建议写表号
- 3 图 4. 6 为去离子水中测得的 QVT-Cl 和 QVT-OH 膜的离子电导率随温度的变化，建议改为：离子水中测得的 QVT-Cl 和 QVT-OH 膜的离子电导率随温度的变化见图 4. 6

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%	90
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%	88
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%	85
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%	85
5	科研能力	论文体现科研潜质与独立科研能力	15%	85
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%	80
总体评价			总分	85

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 90 分为良好；大于等于 60 分小于 75 分为中；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）

本论文选题与当前洁净能源和燃料电池密切相关，具有重要的应用价值。水管理，是燃料电池能够稳定、高效运行的一个重要研究方向。在 AAEMFC 中， H_2O 既作为阴极的反应物，又作为阳极的产物， H_2O 在膜中的电渗拖曳和反扩散呈相反方向，给水管理增加了难度。改论文详细分析了目前国内外阴离子交换膜燃料电池技术的发展现状和该技术存在的关键技术瓶颈，从研究 AEM 水平衡的角度出发，通过材料特性和操作条件两方面的优化，并辅助以水传输板进行水管理，对提高 AAEMFC 性能具有重要意义。

本论文的创新点是第四章提出了一种简单、绿色的制备多孔聚离子液体 AEM 的方法，并成功制备了具有高离子交换容量的超薄的聚离子液体增强膜，大幅度提高了氢氧碱性燃料电池性能，最大功率密度达到 545 mW/cm^2 。其中的催化剂中毒测试方法具有一定的推广性。

本论文的不足主要体现在以下四方面：第一是部分章节的小结内容与该章节的引文介绍不完全一致；第二是图（包括示意图如图 4.1 等）、表内容与正文描述不完全一致的现象；第三是对 270cm^2 组装的 AEMFC 是单电池还是电池组的表述不清楚，容易引起歧义；其四是论文的多处语句、文字存在重复、欠缺或不通顺等问题，论文中对连词“并”、“以及”等在相邻语句中的重复使用较多，建议仔细检查和推敲。

本论文结构合理，条理清晰，实验数据较为详实，实验设计合理，实验方法具有一定的创新性；实验结果较为正确和可靠；论文工作量饱满，其中独立研究和实验结果的分析和讨论占总论文的大部分，论文结果具有很强的应用价值，反映出谢峰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。因此，同意组织博士学位论文答辩。

<p>是否同意组织学位论文答辩</p> <p>（请在相应栏内划“√”）</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> 同意答辩</p> <p><input type="checkbox"/> 修改后答辩（论文需通过小的修改后答辩）</p> <p><input type="checkbox"/> 修改后评阅（论文需通过大的修改后再评阅）</p> <p><input type="checkbox"/> 不同意答辩</p>
---	--

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%	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%	37
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%	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	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 90 分为良好；大于等于 60 分小于 75 分为中；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）

水平衡直接影响AAEMFC的性能和稳定性，其核心问题主要集中在阳极水排出与阴极水供应，以保障膜和催化层的氢氧根离子传导。本论文基于碱性阴离子交换膜的水传输问题，开发亲水氧化物改性膜、聚离子液体增强膜，以此考察水传输特性和全电池性能，优化电池的水管理，具有重要的理论和使用价值。

该生首先对AAEMFC的发展现状与挑战、水平衡研究现状、相关技术发展以及平衡优化策略等进行总结和评述，提出自己的研究思路和本论文相关研究内容，说明该生对该领域的发展和面临问题具有一定的理解能力。

通过制备碱性季胺化聚氯甲基苯乙烯-二乙烯基苯复合膜（AEH膜），测量其电渗拖曳系数与水在膜中的扩散系数，研究离子传导率与环境相对湿度之间的关系，建立了电流密度与操作参数、水传输参数间的关系式。

通过在AEH中掺入TiO₂，改变了膜的微相分离结构，提高碱性阴离子交换膜在低湿度下的离子传导率。在饱和增湿时，TiO₂改性的阴离子交换膜组装的电池性能高于未改性的电池。

通过制备聚离子液体增强膜来提高碱性离子交换膜的水传输能力，碱性聚离子液体膜的离子交换容量高达2.89mmol/g。同时对水传输板的增湿和排水效果进行探索，对水传输板碱性阴离子交换膜燃料电池性能和稳定性进行研究。

该论文实验方法及手段设计合理严谨，数据的获取可靠与清晰。同时该论文书写流畅，条理清楚，论述透彻，逻辑性强，结论可信，并有较好的论文发表，是一篇较为优秀的论文。达到博士学位论文答辩要求，同意组织答辩。

<p>是否同意组织学位论文答辩</p> <p>（请在相应栏内划“√”）</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/>同意答辩</p> <p><input type="checkbox"/>修改后答辩（论文需通过小的修改后答辩）</p> <p><input type="checkbox"/>修改后评阅（论文需通过大的修改后再评阅）</p> <p><input type="checkbox"/>不同意答辩</p>
---	--

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%	94
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%	92
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%	89
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%	89
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 90 分为良好；大于等于 60 分小于 75 分为中；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）

碱性阴离子交换膜燃料电池是一类新型的燃料电池，其水平衡是影响电池性能和稳定性的重要因素。谢峰同学的博士学位论文针对水平衡这一问题，研究影响电池水平衡的各参数间的关系，研究开发亲水氧化物改性膜、聚离子液体增强膜，并评价其水传输性能和全电池性能。选题对促进碱性阴离子交换膜燃料电池的发展具有重要的科学意义和实用价值。

通过研究，获得了如下创新性的结果：

1. 制备了季胺化聚氯甲基苯乙烯-二乙烯基苯复合膜（AEH 膜），获得离子传导率与相对湿度呈指数关系。建立了电流密度与操作参数、水传输参数间的关系式，用于指导碱性阴离子交换膜燃料电池的操作。

2. 提出在 AEH 膜中掺入 TiO₂ 改性以提高碱性阴离子交换膜在低湿度下的离子传导率。TiO₂ 的填充改变了膜的微相分离结构，增强了碱性阴离子交换膜的 OH⁻离子传导速率。获得在 80%增湿时，采用改性膜的单池峰值功率密度是未改性膜的 2 倍。

3. 提出了一种简单、绿色的制备聚离子液体增强膜的方法，大幅度提高了碱性离子交换膜的水扩散能力。将该交换膜用于氢氧燃料电池单池，其功率密度达到 545 mW/cm²，是 A201 膜组装电池的 1.9 倍。

4. 研究探索了水传输板在碱性阴离子交换膜燃料电池中的增湿和排水效果。结果表明：分别采用阴极水传输板和阳极水传输板组装电池，电池峰值功率分别提高约 20%和 10%；电池寿命提高 2 倍以上。

论文总体来说，结构清晰，撰写规范，论证充分，结论合理。也反映出了作者化工专业基础知识的掌握和独立科研工作能力。论文达到了博士学位论文的要求。同意进行博士学位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“√”)	<input checked="" type="checkbox"/> 同意答辩 <input type="checkbox"/> 修改后答辩（论文需通过小的修改后答辩） <input type="checkbox"/> 修改后评阅（论文需通过大的修改后再评阅） <input type="checkbox"/> 不同意答辩
----------------------------------	---