

## 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)
	√ 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%	39
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	94

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）

液流电池具有电能转化效率高、循环寿命长和安全性高等优点，在大规模电化学储能领域具有广阔的应用前景。该论文开展了高能量密度、低成本锌基液流电池新体系研究，选题具有重要的理论意义和应用前景。论文基于锌负极通过优选正极电对构建了多种液流电池新体系：发现并解决了中性锌铁液流电池体系中  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$  水解和离子传导膜选择性问题的；构建了锌碘液流电池体系，通过提升电解质溶液导电率和采用聚烯烃多孔膜，发现多孔膜中充满氧化态的  $\text{I}_3^-$  与膜内锌枝晶反应从而实现电池自恢复；在此基础上发展了锌碘单液流电池，正极电解质利用率达到接近 100%，获得了文献报道最高的能量密度；研究了具有两电子转移数的中性锌锰液流电池，通过溶解/沉积反应有效避免了正极在充放电过程中的相变和结构坍塌问题。研究工作为液流电池新体系的研究和开发提供了借鉴和指导，具有创新性。论文工作量大，结构合理，写作规范，创新性强，是一篇优秀的博士学位论文。建议在下一步工作中发展电化学原位表征手段，揭示液流电池新体系工作条件下的电极过程和循环充放电性能衰减机制。

<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)
	√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%	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	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）

论文针对目前液流电池存在的成本高、能量密度低的问题，开展高能量密度、低成本液流电池新体系研究，论文选题具有重要的理论意义和应用价值。由于锌元素储量丰富、锌负极具有电极电位低、电化学活性可逆性高的特点，作者以锌负极为基础，通过优选正极电对，分别构建了中性锌铁液流电池、锌碘液流电池、锌碘单液流电池、中性锌锰液流电池等锌基液流电池新体系。考察了离子交换膜、离子传导膜、电解质中配位剂对锌铁液流电池电解液稳定性的影响，提高了锌铁电池的可靠性；调整锌碘液流电池电解溶液的组分，选用聚烯烃多孔膜，有效提高了传导性、电池功率密度和寿命，进一步构建了锌碘单液流电池，正极电解质利用率接近 100%，电池能量密度可达 205 Wh/L；以  $\text{Mn}(\text{Ac})_2$  为活性物质，实现了  $\text{Mn}^{2+}$  与  $\text{MnO}_2$  反应，构建了锌锰液流电池，提高了电池稳定性，可连续运行超过 400 个循环。作者对液流电池的发展及存在的问题、有机液流电池和无机液流电池新体系的研究现状和发展动态有较深入的了解。论文工作创新性强、工作量大，实验方案设计合理、实验方法正确、论文分析论证准确，表明作者掌握了本专业的基础理论和专业知识，具有很强的独立从事科学研究工作的能力。论文达到了博士学位论文的要求，同意参加答辩。

论文中部分图表的中英文标题之间行间距过大，建议适当调整；表 2.1、表 2.2 不是三线表。

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
------------------------------	---

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 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%	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	94

**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）

液流电池在大规模储能领域具有良好的应用前景。开发新一代高能量密度、低成本的液流电池新体系是液流电池研究的热点方向。本论文开展高能量密度、低成本锌基液流电池新体系的研究，其选题具有重要的理论意义和实用价值。

论文通过在正极电解液中加入氨基乙酸作为配位剂，有效的抑制了  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$  的水解，选用 PBI 多孔离子传导膜替代离子交换膜可以有效解决传统离子交换膜的膜污染问题。开发的中性锌铁液流单电池，可以在  $40 \text{ mA/cm}^2$  下稳定的运行超过 100 次，电池的能量效率可达 86%。

发现多孔膜孔结构中充满氧化态的  $\text{I}^3$  与膜内的锌枝晶发生反应，能够实现电池的自恢复，采用聚烯烃多孔膜构建的锌碘液流电池，工作电流密度由  $10 \text{ mA/cm}^2$  提高到  $80 \text{ mA/cm}^2$ ，循环由文献报道的 50 次循环提高到超过 1000 次循环。

本论文以  $\text{Mn}(\text{Ac})_2$  作为活性物质，通过  $\text{Ac}^-$  对锰离子络合作用，首次实现了  $\text{Mn}^{2+}$  与  $\text{MnO}_2$  之间的可逆两电子转移过程。避免了  $\text{Mn}^{3+}$  的生成以及后续的歧化副反应，提高了电池的稳定性。锌锰液流电池在电流密度  $40 \text{ mA/cm}^2$  下，电池的库伦效率可达 99%，可以稳定连续运行超过 400 次循环。

上述研究结果具有创新性。

论文综述全面，研究工作目标明确，数据可信，结论合理，具有创新性。表明该生具有扎实的理论基础知识与独立从事科研工作的能力，达到博士学位论文的要求。

建议讨论比较所研究的 4 种液流电池的优缺点、应用前景。

<p>是否同意组织学位论文答辩 (请在相应栏内划“√”)</p>	<p><input 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)
	√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%	98
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%	96
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%	96
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%	95
5	科研能力	论文体现科研潜质与独立科研能力	15%	96
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%	95
总体评价			总分	96

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）

液流电池具在大规模储能领域具有良好的应用前景。开发新一代高能量密度、低成本液流电池新体系是未来发展重要方向。该论文基于锌负极通过优选正极电对构建了多个液流电池新体系，开发出多个具有良好应用前景的锌基液流电池新体系。选题具有重要的科学意义以及实用价值。取得研究结果如下：（1）中性锌铁液流电池体系：在正极电解液中加入氨基乙酸可抑制  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$  的水解，从而可提高电解液的稳定性；选用 PBI 多孔离子传导膜替代离子交换膜可以解决传统离子交换膜的膜污染问题。所开发的中性锌铁液流单电池，可在  $40 \text{ mA/cm}^2$  下稳定运行 100 余次，电池的能量效率可达 86%。（2）锌碘液流电池体系：采用聚烯烃多孔膜作为电池的膜材料有效保证了中性条件下离子在膜中的传输速率，提高了电池功率密度。多孔膜孔结构中充满氧化态的  $\text{I}_3^-$  与膜内的锌枝晶发生反应，提高了电池的循环寿命超 1000 次。锌碘液流电池的工作电流密度由  $10 \text{ mA/cm}^2$  提高到  $80 \text{ mA/cm}^2$ ，电池能量密度可达  $80 \text{ Wh/L}$ 。（3）锌碘单液流电池：通过去掉正极的泵和管路，正极电解液中的  $\text{I}^-$  可以充电到固态  $\text{I}_2$ ，从而解决了管路和泵堵塞的问题。构建的锌碘单液流电池，正极电解质利用率可以达到接近 100%，锌碘单电池的能量密度可达目前报道的最高值  $205 \text{ Wh/L}$ 。（4）中性锌锰液流电池：以  $\text{Mn}(\text{Ac})_2$  作为活性物质，通过  $\text{Ac}^-$  对锰离子络合作用，实现了  $\text{Mn}^{2+}$  与  $\text{MnO}_2$  之间的可逆两电子转移过程，提高了电池的稳定性。与常见的锌离子电池嵌入/脱出式的机理相比，溶解/沉积反应能够有效避免正极在充放电过程中所发生的相变和结构坍塌等问题。 $\text{MnO}_2$  可以均匀的沉积在碳纤维电极上，其面积容量可高达  $20 \text{ mAh/cm}^2$ 。与锌负极组成锌锰液流电池，在电流密度  $40 \text{ mA/cm}^2$  下，电池的库伦效率可达 99%，能量效率可达 78%，稳定循环 400 余次。

该论文的研究结果具有创新性，作者发表了多篇有重要影响的学术论文并申请了相关专利，表明作者具备了独立从事科研的能力。论文撰写规范、文字表达清晰、结论合理，是一篇优秀的博士学位论文，建议组织答辩。

<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)
	√ 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%	
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%	
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%	
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%	
5	科研能力	论文体现科研潜质与独立科研能力	15%	
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%	
总体评价			总分	96

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）

液流电池体系面临的主要挑战是成本高和能量密度低，针对这一重大问题本论文探索开发新一代高能量密度、低成本的液流电池新体系，这是液流电池发展的重要方向，具有重要的理论意义和应用价值。作者主要关注于锌基电极液流电池新体系，开发出多个具有良好应用前景的锌基液流电池新体系。具体结果如下：1) 以锌铁作为正负极的活性物质电对构建低成本、高能量密度的中性锌铁液流电池，通过在正极电解液中加入氨基乙酸作为配位剂有效抑制 Fe 离子的水解来提高电解液的稳定性，选择 PBI 多孔离子传导膜解决传统离子交换膜的膜污染问题，最终实现在 40 mA/cm<sup>2</sup> 条件下稳定运行超过 100 次。依据相同的思路设计中性锌锰液流电池，以 Mn(Ac)<sub>2</sub> 作为活性物质，通过 Ac<sup>-</sup> 对锰离子络合作用首次实现了 Mn<sup>2+</sup> 与 MnO<sub>2</sub> 之间的可逆两电子转移过程，提高了电池的稳定性。与锌负极组成锌锰液流电池在电流密度 40 mA/cm<sup>2</sup> 下，电池的库伦效率达 99%，能量效率达 78%，可以稳定连续运行超过 400 次循环。在锌碘液流电池体系的研究中，采用聚烯烃多孔膜作为电池的膜材料提高了电池功率密度，提高了电池的循环寿命。所构建的锌碘液流电池，工作电流密度由 10 mA/cm<sup>2</sup> 提高到 80 mA/cm<sup>2</sup>，循环超过 1000 次，表现出良好的实用价值。进一步提出了锌碘单液流电池，正极电解质利用率达到接近 100%，并实现能量密度达到 205 Wh/L。论文中的许多研究内容均为首次发现，成果创新性强，有多篇重要论文发表，并且几个电池体系表现出重要的潜在应用前景，因此是一篇优秀的博士工作。论文研究内容丰富，数据分析合理，结果讨论充分，论文书写规范，符合博士论文的要求，推荐进行博士论文答辩。

<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>
---	--