

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%	90
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%	85
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 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）

本论文通过微观晶胞结构调控（元素掺杂）和介观电极结构设计（三维多孔电极）两方面提升 钠离子电池 V 基 NASICON 正极材料($\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ 和 $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{F}_3$) 中的电荷传递动力学，改善材料的倍率性能和稳定性；同时通过溶剂、反应条件等优化，开发出一种绿色节能的低温溶剂热-球磨制备方法，实现高性能 V 基 NASICON 正极材料的规模化制备。论文选题面向钠离子电池电极设计与制备中的关键科学和技术问题，具有重要意义；研究内容充实，结构紧凑，各部分之间逻辑清晰，既有实验验证也有理论探究，路线清晰，方法和结论正确；对结果的分析讨论较深入，体现了作者的电化学、材料学功底以及深度思考能力；论文工作取得了高水平成果，创新性明确；论文写作比较规范。

问题和建议如下：

摘要与结论高度相似。目录中不同级的标题不应该全部左对齐。绪论要进一步精炼，一般不应超过全文（扣除参考文献）篇幅的三分之一。部分图表不够清晰美观，如表 1.1；表头文字要置于表格上方。尽可能不要以图表开始一个部分的内容，如 1.2.1，建议以文字叙述开始。来自于文献的图表要在图注或表头中加注文献号。34 页的行距不一致。部分段落的开头没有空格。表 2.1 要有底线。研究内容的各章中，本研究、本实验等字样建议改为本章，尤其前言和小结部分。图 3.2 的图注信息不全。61 页行距有问题。图 4.7 (f) XPS 数据拟合似乎误差较大。部分图表过于拥挤，如图 4.8,4.9.

第四章：为什么没有利用 NVPF 进行三维多孔自支撑电极的可控制备？

建议在结论之后补充全文创新点；致谢应放到论文结尾。

<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 type="checkbox"/>同意答辩</p> <p><input checked="" 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 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%	92
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%	93
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%	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%	86
总体评价			总分	91.05

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）

该生的博士论文《钒基快离子导体型正极材料的多尺度结构调控、制备及其在钠离子电池中的应用研究》，选题新颖，相关工作能够助推钠离子电池的商业化的进程，具有重要的理论价值和实际意义。

作者系统地综述了国内外相关领域的大量文献，针对NASICON正极材料本征电子电导率低，体相电荷传递阻力大等所致的实际比容量、倍率性能低及稳定性差等问题，提出基于微观晶胞结构调控（元素掺杂）和介观电极结构设计（三维多孔电极）的策略，构筑了高性能的NASICON正极材料。通过溶剂、反应条件等优化，开发出了一种绿色节能的低温溶剂热-球磨制备技术，实现高性能V基NASICON正极材料的规模化制备。

论文工作量较大，书写较规范，文笔流畅，数据可靠，结论正确。相关工作在 ACS Energy Lett, Nano Energy 等本领域主流学术刊物发表。综上工作，表明该生掌握了扎实的理论和专业基础知识，具备了独立从事科研工作的能力。论文达到了博士论文的要求，同意该生参加博士学位论文答辩，建议授予工学博士学位。

一点建议，供作者参考：

1、摘要部分有一些不合适和口语化的说法，建议作者适当的修改。摘要中，a,不应该出现本论文主要结论如下。b,通过Y掺杂量和碳复合结构的优化，这属于实验结果表述的内容。C,将研究团队液流电池多孔膜的制备方法应用于。。。等等这些描述方法。

<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 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%	96
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%	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%	91
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%	86
总体评价			总分	93

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）

储能用钠离子电池的阴极材料直接决定其能量密度和性能。易红明同学的博士论文针对钠快离子导体存在本征电子电导率和容量、倍率放电能力等性能不足，从微观晶胞结构调控（元素掺杂）和介观电极结构设计（三维多孔电极）两方面入手，研究提升 V 基 NASICON 阴极材料的性能和绿色制备方法。选题具有重要的科学意义和潜在应用价值。

通过研究，在 V 基 NASICON 材料的 $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ 和 $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{F}_3$ 中，采用稀土元素 Y 和金属元素 Ti 分别于 V 位进行掺杂，调控晶胞结构，提出了“变价掺杂”和“非变价掺杂”的概念，大幅度提升了材料的容量、倍率性能和循环稳定性。采用乙醇相转化衍生法制备出具有海绵状三维导电网络的多孔 $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3@\text{C}$ 自支撑电极，碳含量为 24% 的电极在 0.5 C 到 40 C 的倍率范围内容量几乎无衰减，在 1 C 下循环 2000 圈后容量保持率高达 90.2%。提出了一种低温溶剂热-球磨相结合的低成本、绿色制备方法，制备的高电导性碳复合 $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{F}_3$ 材料，在 40 C 高倍率下拥有 122 mAh g⁻¹ 的比容量。从研究的内容、方法和取得的结果看，该论文都反映出了突出的创新性。

论文整体的写作层次分明，条理清晰，论证充分，发表了多篇高水平的期刊论文成果。反映作者基础理论和专业知识扎实，独立科研工作能力。论文达到了博士学位论文要求，同意进行博士论文答辩，并建议授予工学博士学位。

论文修改建议：

1. 在文献综述中，引用的图，建议在题图加上引用的参考文献标识；
2. P34，部分段落内容的字体与整体不一致；
3. 表 5.2 表头，英文有笔误。仔细校对文稿，避免错别字。尽量避免表或图与表头或图题分页，例如图 5.9 等。

<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 type="checkbox"/> 同意答辩</p> <p><input checked="" 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%	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%	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%	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	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90分为良好;大于等于60分小于75分为中;小于60分为差。

<p>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）</p> <p>钠离子电池具有钠离子资源丰富、成本低廉、性价比高等优势，在电动自行车、低速电动车、分布式以及大规模储能领域具有广阔的应用前景。该论文研究了钠离子电池 V 基 NASICON 正极材料的电化学特性，选题具有重要的理论意义和应用价值。论文通过元素掺杂调控围观晶胞结构以及构建薄层碳包覆层，改善了本征电子电导和电极电荷传递，提高了电池比容量。结合理论计算，提出“变价掺杂”和“非变价掺杂”概念，实验证实以 TiO 为 Ti 源“变价掺杂”的 $\text{Na}_3\text{V}_{1.9}\text{Ti}_{0.1}(\text{PO}_4)_2\text{F}_3$ 表现出优异的电化学性能。将相转化法应用于制备具有高导电性、高液相传质能力的三维多孔自支撑电极，促进了离子和电子传递。探索了 V 基 NASICON 正极材料的低成本规模化制备，建立绿色经济的合成路线。研究成果对钠离子电池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，逻辑性强，是一篇优秀的博士学位论文。建议在下一步工作中结合电化学原位表征技术研究钠离子电池的电化学行为和性能衰减机制。</p>	
<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%	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%	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%	10
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。

<p>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）</p> <p>论文题目：<u>钒基快离子导体型正极材料的多尺度结构调控、制备及其在钠离子电池中的应用研究</u></p> <p>作者姓名：<u>易红明</u></p> <p>易红明同学的博士论文围绕钒基快离子导体型包括$\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$和$\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{F}_3$正极材料的多尺度结构调控、制备以及在钠离子电池中的应用展开了系统的研究。</p> <p>本论文通过微观晶胞结构调控（元素掺杂）和介观电极结构设计（三维多孔电极）两方面提升 V 基 NASICON 正极材料（$\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ 和 $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{F}_3$）中的电荷传递动力学，改善材料的倍率性能和稳定性；开发出一种绿色节能的低温溶剂热-球磨制备方法，获得了高性能 V 基 NASICON 正极材料。利用稀土元素掺杂 V 位点调控晶胞结构单元和碳包覆的方式，改善电子传导能力；并且利用不同 Ti 源掺杂首次提出“变价掺杂”和“非变价掺杂”的概念；将相转化法应用于自支撑电极的可控制备中，将低温溶剂热-球磨法相结合，实现了绿色经济合成，为规模化制备提供了有效指导。</p> <p>该论文结构严谨、层次分明、语言流畅、重点突出、文献引用全面，结论可靠，但仍需对正文中文献引用格式、图注、错别字、字体格式、页眉页脚等部分完善，进一步提高论文质量。该论文反映了作者在本门学科方面坚实的理论基础、系统的专业知识以及独立的科研能力，论文总体优秀，达到了博士学位论文的要求，同意组织学术论文答辩。</p>	
<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 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%	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%	92
5	科研能力	论文体现科研潜质与独立科研能力	15%	93
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%	93
总体评价			总分	93.75

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）

钠离子电池资源丰富、成本低廉，有望在储能领域应用。钒基快离子导体型 NASICON 正极材料具有快速的 Na^+ 扩散和稳定的晶胞结构而受到广泛关注，但本征电子电导率较低，体相电荷传递阻力较大，限制了其实际比容量、倍率性能及稳定性等，制约其规模化应用。提高倍率性能和循环稳定性；降低材料制备成本，具有重要的理论意义与实际应用价值。论文全面系统地总结了近期国内外在钠离子电池钒基 NASICON 正极材料方面的研究进展，掌握了该领域的最新动向，表明作者具有良好的文献综合分析能力。通过微观晶胞结构调控和介观电极结构设计，以提升 V 基 NASICON 正极材料中的电荷传递动力学，改善材料的倍率性能和稳定性，并尝试规模化制备。选题具有重要的理论意义与潜在的实际应用价值。

作者通过 $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{F}_3$ 材料本体微观结构的调控，采用稀土元素 Y 掺杂 V 位点调控晶胞结构基元以及碳包覆在纳米颗粒表面构建薄层碳包覆层，5 mol% Y 掺杂的样品 $\text{Na}_3\text{V}_{1.9}\text{Y}_{0.1}(\text{PO}_4)_2\text{F}_3/\text{C}$ 具有最低的界面电荷转移电阻和快速的钠离子扩散速率，表现出优异的倍率性能和良好稳定性，0.5 C 下的比容量达到了 120 mAh g^{-1} ，接近理论比容量（128 mAh g^{-1} ），50 C 下具有 80 mAh g^{-1} 的比容量；在 1 C 下经过 200 次循环后容量保持率 93.46%。

针对 NVPF 的电导性差及本征电导率缺少验证的问题，通过 DFT 理论计算和实验相结合的方法，研究了 V 位点掺杂适量 Ti 后对 NVPF 的带隙、电化学性能的影响。发现 Ti 掺杂能改变 NVPF 的结构基元，影响 NVPF 的能带结构和态密度，使 NVPF 的带隙发生变化。带隙的减小使得电子更容易从导带激发到价带，材料的本征电导率得到了提升。提出了“变价掺杂”（VSC-doping）和“非变价掺杂”（VSU-doping）的概念，以 TiO 为 Ti 源的“变价掺杂”的 $\text{Na}_3\text{V}_{1.9}\text{Ti}_{0.1}(\text{PO}_4)_2\text{F}_3$ 在 0.2 C 下比容量为 125 mAh g^{-1} ，40 C 和 200 C 下的比容量分别为 104 mAh g^{-1} 和 41 mAh g^{-1} 。以 $\text{Na}_3\text{V}_{1.9}\text{Ti}_{0.1}(\text{PO}_4)_2\text{F}_3$ 为正极材料， $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ 为负极材料的全电池平均电压为 2.35 V，比容量达 100 mAh g^{-1} ，能量密度达 235 Wh kg^{-1} 。

针对目前制备三维多孔电极结构可控性差等问题，提出了相转化衍生法，采用乙醇相转化衍生法制备出海绵状三维多孔 $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3@\text{C}$ 自支撑电极，碳含量为 24% 的 $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3@\text{C}$ 电极在 0.5 C 到 40 C 的倍率范围内容量几乎无衰减，在 1 C 下循环 2000 圈后容量保持率达 90.2%。

在 V 基 NASICON 正极材料的低成本规模化制备方面，进行 $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{F}_3$ 的低温合成，发现：随溶液 pH 不同，获得的 $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{F}_3$ 材料形貌发生由零维到二维，再到三维的变化；通过 pH 调控反应条件，实现了高纯度且高产率的碳复合 $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{F}_3$ 合成，100 mL 的反应釜可以一次合成 35 g 活性物质；将低温溶剂热-球磨相结合，实现了高导电性的碳复合 $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{F}_3$ 的绿色经济合成，在 40 C 高倍率下的比容量为 122 mAh g^{-1} 。

该博士论文综述全面、实验过程叙述清晰，写作规范、图表清晰，分析论证合理，研究结果具有创新性。表现出作者具有较好的理论基础与独立研究能力，达到博士学位论文要求，建议答辩。

建议：1) 在规模化制备时，电极材料的均一性是决定规模放大效果的重要因素，建议继续研究；2) 自支撑电极的孔结构与面担量的关系及其对电极性能的影响是否具有规律性，值得研究。

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