

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%	91
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%	93
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%	89
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。

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）

锂离子电池负极材料是决定电池比能量和比功率等性能的关键之一。宋子晗的博士论文从新材料探索、性能优化和构效关系等方面，研究硬碳、Bi-Mn 氧化物、Nb₂O₅ 三类锂离子电池用负极材料的结构特征和储锂机理，材料优化策略，对发展高性能锂离子电池技术具有重要的科学意义和应用前景。

通过研究主要取得如下成果：

1. 提出了“先予后取”的预锂化策略，用预锂化 Li₅V₂(PO₄)₃ 低电位区容量来补偿硬碳负极首次充放电不可逆容量损失较大的问题，提升了首次库伦效率。电池比能量和比功率提高 50% 以上。
2. 将莫来石型 Bi₂Mn₄O₁₀ (BMO) 作为锂离子电池负极材料，并通过采取碳包覆策略有效地提升了该类材料的电化学性能。
3. 提出将微米级单晶 H-Nb₂O₅ (MSC-Nb₂O₅) 用作高倍率锂离子电池负极材料，全面解析了 Li⁺嵌入-脱出过程机理和构效关系。采用氮掺杂无定形碳层对该材料原位包覆可以消除晶体材料表界面电子和离子输运的各向异性，进而改善材料表界面电子和离子输运均匀性及其电化学性能。包覆的微米级 NC@MSC-Nb₂O₅ 材料在 16 A g⁻¹ 电流密度下具有 120 mAh g⁻¹ 的比容量，在 2 A g⁻¹ 电流密度下循环 1000 次仍保持~170 mAh g⁻¹ 的比容量和循环稳定性。

从获得的创新性成果、试验的工作量和论文的撰写，都反映出了作者扎实的专业基础和独立科研工作能力。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。

建议修改的内容：2.2.4 节中，明确 Li₃V₂(PO₄)₃ (L3VP) 锂化成 Li₅V₂(PO₄)₃ (L5VP)，电极上发生的是什麼反应？也就是明确是充电过程还是放电过程？前后不一。

是否同意组织学位论文答辩 (请在相应栏内划“√”)	<input type="checkbox"/> 同意答辩 <input checked="" 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%	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	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。

<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>锂离子电池是一种发展迅速且应用广泛的二次电池技术。但是随着社会的发展，需要继续发展更高比能和高功率的锂离子电池。目前最常用的负极石墨材料，具有工作电压低、成本低、循环稳定性好等优势，但存在比容量有限、倍率和低温性能差等缺点，难以满足未来高性能锂离子电池技术对负极材料的需求。这对这个挑战，该论文从材料探索、性能优化及构效关系等方面入手，对硬碳、Bi-Mn 氧化物、Nb₂O₅ 三种锂离子电池负极材料进行了研究，取得了较好的科研成果，具体如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 提出了“先予后取”策略，使用预锂化的 L5VP 低电位区的容量补偿硬碳材料首次锂化过程中的不可逆容量损失，提升了全电池的比能量并获得了优异的宽温区性能； 2. 制备了 Bi-Mn 氧化物作为锂离子电池的负极材料，并利用非原位表征和电化学分析方法，验证了 Bi-Mn 氧化物的转化-合金化双反应机理； 3. 制备了微米级单晶 H-Nb₂O₅ 用作高倍率锂离子电池负极材料，并结合原位 XRD 和 TEM 表征研究了不同嵌锂量下晶体结构的演变过程； 4. 使用氮掺杂碳对 Nb₂O₅ 材料进行包覆，消除晶体材料表界面电子和离子输运的各向异性，改善材料表界面电子和离子输运均匀性，显著提高了电化学性能。 <p>该论文文献综述充分，选题紧抓实际应用中的关键问题，逻辑结构清晰，文字表达流畅，书写规范，图标清晰，结论可靠，反映出作者具有扎实的理论基础和专业技术技能，具有独立从事科学研究的能力。总的来说，是一篇优秀的博士论文，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 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）

负极材料是锂离子电池的关键材料，影响电池的比能量、比功率以及循环寿命和安全性等。该论文开展锂离子电池负极新材料探索、性能优化和构效关系研究，选题具有重要的理论意义和应用前景。论文发展了“先予后取”预锂化策略，解决了硬碳负极初次锂化过程中不可逆容量损失较大的问题。制备了碳包覆莫来石型 $\text{Bi}_2\text{Mn}_4\text{O}_{10}$ 用作负极材料，改善了电池的倍率和循环性能。研究了 Li^+ 离子在纳米级单晶 $\text{MSC-Nb}_2\text{O}_5$ 负极的嵌入-脱出过程和构效关系，发现 Wadsley-Roth 相的晶体剪切晶体结构实现快速 Li^+ 嵌入-脱出和各向异性传导的决定性因素。进一步采用氮掺杂无定形碳层对 $\text{H-Nb}_2\text{O}_5$ 材料原位包覆，消除了晶体材料表界面电子和离子输运的各向异性，改善了材料表界面电子和离子输运均匀性及其电化学性能。研究结果对锂离子电池负极材料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对锂离子电池电化学行为和衰减机制开展研究。

<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%	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%	98
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%	98
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	95

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）

本论文从新材料探索、性能优化和构效关系等方面，对硬碳、Bi-Mn 氧化物、Nb₂O₅ 三类锂离子电池用负极材料进行研究，阐释了材料的结构特征和储锂机理，并提出了相应的优化策略，以为高性能锂离子电池技术发展提供新思路。论文选题面向锂离子电池负极的关键科学问题，具有重要意义；研究工作内容充实，路线清晰，方法和结论正确；对结果的分析讨论很深入，体现了作者深厚的电化学和材料学功底；论文取得了高水平成果，创新性明显；论文写作比较规范，语言表达准确流畅，逻辑性强。总之，这是一篇很好的、高水平博士论文。

问题和建议如下：

中文摘要的最后一点，标号为（4），与前三点并不对应，它在逻辑上应该属于第三点，不应该单独编号。文献综述一般不应超过全文篇幅（出去参考文献）的 1/3。第 45 页，聚多巴胺贻贝效应指的是什么，若前文没有交代，此处应解释或给出参考文献。建议各部分以文字叙述开始，不要直接给出图表。摘要、Figure 1.21 等处，paper 应改为 dissertation 或 thesis。第二-五章标题略显冗长，能否进一步精炼。关于“先予后取”的预锂化方法，文献中是否有过类似报道，你的结果跟文献相比是否有优势？图 4.7，图 5.4 标注有误。

建议检查全文的引用格式，“Y. Tang 等人”这种格式是否正确？另外建议在结论之后给出全文创新点总结。

<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%	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%	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%	97
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%	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%	92
总体评价			总分	95.2

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 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《锂离子电池负极预锂化策略以及储锂行为的研究》，选题新颖，相关工作能够解决锂离子电池容量衰减和安全性较差等问题，从而能够有效地推动锂离子电池的快速发展，具有十分重要的理论意义和实际应用价值。

作者系统地综述了国内外相关领域的大量文献，研究揭示了硬碳、Bi-Mn 氧化物、Nb₂O₅ 三类锂离子电池负极材料的结构和电化学性能的构效关系，解耦了材料的储锂行为，优化了其结构。特别是提出了一种基于Li₅V₂(PO₄)₃的“先予后取”预锂化策略，解决了硬碳(HC)负极首次不可逆容量损失大的问题，并成功研制出一种宽温型高性能的L5VP||HC电池，该工作将为推动锂离子电池在特殊工段或者场合的应用提供了有利的理论和实验支撑。

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 Adv Mater, 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。

几点建议，供作者参考：

- 1、各章之间的衔接，建议再优化一下，特别是第三章开头，建议直接提及多电子转移反应的优势，能够如何负极材料的性能等，进行适当的过渡，进而增强文章的连贯性。
- 2、文献综述或者引用其他人的工作，用姓或者全名阐述该人，最好保持一致。

<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 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%	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%	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	93.7

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）

锂离子电池具有广泛的应用前景，近年来发展迅速。锂离子电池负极材料的性能直接影响电池的比能量和比功率，对电池的循环寿命、库伦效率以及安全性具有重要作用。石墨是锂离子电池最常用的负极材料，现有的石墨负极在高倍率和低温充放电工况下容量衰减、安全性较差。作者从新材料探索、性能优化和构效关系等方面，对硬碳、Bi-Mn 氧化物、 Nb_2O_5 三类锂离子电池用负极材料进行研究，选题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锂离子电池负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。

作者针对硬碳（HC）负极初次锂化过程中不可逆容量损失较大的问题，提出“先予后取”的预锂化策略，设计 $\text{Li}_5\text{V}_2(\text{PO}_4)_3\|\text{HC}$ 锂离子电池，利用预先锂化得到的 $\text{Li}_5\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ 的低电位区容量来补偿HC 首次锂化过程不可逆容量损失，使全部高电位区容量在电池可逆充放电过程中得以保留。与负极未经过预锂化处理的 $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3\|\text{HC}$ 电池相比， $\text{Li}_5\text{V}_2(\text{PO}_4)_3\|\text{HC}$ 电池的比容量和比能量分别提升了~50%和~52%。 $\text{Li}_5\text{V}_2(\text{PO}_4)_3\|\text{HC}$ 电池具有宽温区（-40~55 °C）工作性能，在-40 °C 下可逆比容量较负极未经预锂化处理的 $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3\|\text{HC}$ 电池提升了~46%。

作者将莫来石型 $\text{Bi}_2\text{Mn}_4\text{O}_{10}$ （BMO）作为锂离子电池负极材料，采取碳包覆策略提升了该类材料的电化学性能。BMO容量达到石墨负极的理论比容量的二倍。碳复合得到的BMO/C 负极在1200 mA g^{-1} 的电流密度下具有>500 mAh g^{-1} 的比容量，在600 mA g^{-1} 的电流密度下循环300 次容量保持率>96%。BMO/C 负极表现出赝电容行为，具有快速储锂动力学特性。

作者还提出将微米级单晶H- Nb_2O_5 （MSC- Nb_2O_5 ）用作高倍率锂离子电池负极材料，通过控制工作电压窗口研究了不同嵌锂量下MSC- Nb_2O_5 的电化学性质。发现Wadsley-Roth 相的晶体剪切晶体结构是其具有快速 Li^+ 嵌入-脱出动力学特征和各向异性传导的决定性因素；1.0~3.0 V（vs Li^+/Li ）为MSC- Nb_2O_5 合适的工作电压窗口，对应的可逆容量250 mAh g^{-1} 。

此外，以MSC- Nb_2O_5 晶体表面原位聚合的聚多巴胺为碳源，得到由微米级单晶构成的氮掺杂无定形碳层均匀包覆的MSC- Nb_2O_5 材料（NC@MSC- Nb_2O_5 ），提高了粉末电子电导率。GITT测试发现，N-C@MSC- Nb_2O_5 材料电化学反应动力学过程更快。在1.0~3.0 V（vs Li^+/Li ）电压窗口下，微米级NC@MSC- Nb_2O_5 在16 A g^{-1} 下具有120 mAh g^{-1} 的比容量，2 A g^{-1} 下循环1000 次保持~170 mAh g^{-1} 的比容量。

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：进一步测试高电流密度下的循环稳定性。

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