

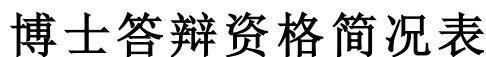
# 廣西大學

## 博士学位答辩资格审核表

|                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                 |            |                     |                                                                                                          |                                                                        |              |                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------|
| 学 院                                                                                                                                                                                                               | 轻工与食品工程学院                                                                       |            | 学科专业名称<br>(与学籍信息一致) |                                                                                                          | 轻工技术与工程                                                                |              |                                               |
| 研究生姓名                                                                                                                                                                                                             | 姚明珠                                                                             | 学号         | 2116401008          |                                                                                                          | 入学日期                                                                   | 2021年 9 月    |                                               |
| 指导教师<br>(姓名、职称)                                                                                                                                                                                                   | 覃程荣 教授                                                                          |            | 学位类型                |                                                                                                          | <input checked="" type="checkbox"/> 学术学位 <input type="checkbox"/> 专业学位 |              |                                               |
| 学位成果类型                                                                                                                                                                                                            | <input checked="" type="checkbox"/> 学位论文 <input type="checkbox"/> 实践成果 (成果形式: ) |            |                     |                                                                                                          |                                                                        |              |                                               |
| 学位成果题目                                                                                                                                                                                                            | 木质素纳米颗粒界面行为及其对 Janus 膜油水分离的影响研究                                                 |            |                     |                                                                                                          |                                                                        |              |                                               |
| 质量审核                                                                                                                                                                                                              |                                                                                 |            |                     |                                                                                                          |                                                                        |              |                                               |
| 评阅<br>情况                                                                                                                                                                                                          | 送审情况                                                                            |            |                     | 评审结果                                                                                                     |                                                                        |              |                                               |
|                                                                                                                                                                                                                   | 聘 请                                                                             | 评阅专家       | 其中行业专家              | 专家 1                                                                                                     | 专家 2                                                                   | 专家 3         |                                               |
|                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                 | 3 人        | 0 人                 |                                                                                                          |                                                                        |              |                                               |
|                                                                                                                                                                                                                   | 回 收                                                                             | 3 份        | 0 份                 | 90 分                                                                                                     | 91 分                                                                   | 86 分         |                                               |
| 答辩专家组成审核                                                                                                                                                                                                          |                                                                                 |            |                     |                                                                                                          |                                                                        |              |                                               |
| 答<br>辩<br>委<br>员<br>会                                                                                                                                                                                             |                                                                                 | 姓 名        | 职 称                 | 是否<br>博导                                                                                                 | 是否我校<br>兼职博导                                                           | 工 作 单 位      | 备 注                                           |
|                                                                                                                                                                                                                   | 主 席                                                                             | 楼宏铭        | 教授                  | 是                                                                                                        | 否                                                                      | 华南理工大学       |                                               |
|                                                                                                                                                                                                                   | 委 员                                                                             | 马纪亮        | 教授                  | 是                                                                                                        | 否                                                                      | 大连工业大学       |                                               |
|                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                 | 尹诗斌        | 教授                  | 是                                                                                                        |                                                                        | 广西大学         |                                               |
|                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                 | 李志礼        | 教授                  | 是                                                                                                        |                                                                        | 广西大学         |                                               |
|                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                 | 闵斗勇        | 教授                  | 是                                                                                                        |                                                                        | 广西大学         |                                               |
| 答 辩 秘 书<br>(姓名、职称)                                                                                                                                                                                                |                                                                                 | 姚双全<br>副教授 | 联 系 电 话             | 18275774286                                                                                              |                                                                        | 答 辩<br>时间、地点 | 2025 年 5 月 30 日<br>8: 00-11: 30<br>轻工学院 202 室 |
| 学院学位评定分委员会审核意见:                                                                                                                                                                                                   |                                                                                 |            |                     | 校学位评定委员会办公室备案                                                                                            |                                                                        |              |                                               |
| 是否同意答辩: <input checked="" type="checkbox"/> 同意 <input type="checkbox"/> 不同意                                                                                                                                       |                                                                                 |            |                     | <div style="border: 2px solid red; padding: 10px; text-align: center;"> <b>广西大学研究生院<br/>备案专用章</b> </div> |                                                                        |              |                                               |
| 学位评定分委员会主席 (签名) <br>(单位公章)  2025 年 5 月 20 日 |                                                                                 |            |                     |                                                                                                          |                                                                        |              |                                               |

注: 1. 本页不足可增页, 增页时, 审核表应双面打印。

2. 根据评阅意见需修改后答辩的, 须附上《博士学位成果修改认定表》。



主要研究内容及重要结论（≤300字）：

本论文聚焦于木质素结构及其纳米颗粒的界面行为对材料表/界面性能的影响。通过构建一种强渗透性的低共熔溶剂调控木质素分子结构，建立木质素结构与 LNP 表/界面活性之间的调控路径，进而揭示 LNP 的界面行为；基于 LNP 的界面行为，利用两亲性 LNP 作为颗粒桥，设计了一种具有梯度润湿性的 Janus 膜用于油水分离。LNP 通过动态平衡异质界面的疏水作用力与静电斥力显著降低了界面能垒，实现了稳定单分子层吸附，进而实现了 W/O 和 O/W 型乳液的超稳定高效分离，分离效率分别高达 99.7% 和 98.1%。通过对“木质素分子提取-纳米调控-界面组装”的设计，突破木质素高值化利用的技术瓶颈，提供了一种针对油水分离领域定制木质素基纳米材料的策略。

(1) 构建了一种由  $\text{ChCl}$ 、5Saa 和 GVL 组成的绿色低共熔溶剂, 利用新型 DES 体系与木质素中心碳之间存的共轭效应抑制了木质素的缩合反应, 实现了高纯度酚型木质素的分离。为选择性分离高纯度的酚型木质素提供了新方法。

(2) 通过调控木质素分子的酚羟基含量和分子量, 调节了 LNP 的纳米尺寸和界面活性, 建立了木质素分子结构与 LNP 界面性质之间的构效关系。深入研究木质素自组装成纳米颗粒的成型机制, 揭示了 LNP 在界面处的吸附行为和锚定机制。为 LNP 界面材料的开发提供了理论支撑。

(3)设计了一种基于两亲性 LNP 界面特性组装的 Janus 膜,利用两亲性 LNP 作为颗粒桥,有效提高了 Janus 膜的孔隙通道,实现了油-水乳液高效稳定分离。为油-水废液的高效分离提供了技术支持。

注：本页不足可增页，增页后存档时应双面打印

10593 | 广西大学

# 博士学术学位论文评阅书

学号: 2116401008

论文名称: 木质素纳米颗粒界面行为及其对  
Janus膜油水分离的影响研究

作者姓名: 姚明珠

作者学科专业: 轻工技术与工程

作者研究方向: 木质素分离及其高值化利用

|                   |                                                                                 |    |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| 论文题目              | 木质素纳米颗粒界面行为及其对Janus膜油水分离的影响研究                                                   |    |
| 学科(专业)            | 轻工技术与工程                                                                         |    |
| 评议项目              | 评价要素                                                                            | 分档 |
| 选题与综述             | 选题的前沿性和开放性； 研究的理论意义、现实意义； 对国内外该选题以及相关领域发展现状的归纳、总结情况。                            | 优秀 |
| 基础知识与科研能力         | 论文体现的科学理论基础坚实宽广程度和专业<br>知识系统深入程度； 论文研究方法的科学性，引证资料的翔实性； 论文所体现的作者独立从事科学研究的能力。     | 优秀 |
| 研究内容、创新性<br>及论文价值 | 对有价值现象的探索、新规律的发现、新命题新方法的提出等新的科学发现； 对解决自然科学或工程技术中重要问题的作用； 论文及成果对科技发展和社会进步的影响和贡献。 | 优秀 |
| 学术规范与写作水平         | 引文的规范性，学风的严谨性，论文结构的逻辑性； 文字表述的准确性和流畅性。                                           | 良好 |
| 总分                | 90                                                                              |    |
| 总体评价              | 优秀 总分 $\geq 90$                                                                 |    |
| 是否同意答辩            | 达到博士学位授予要求，同意答辩，并同意推荐为优秀（评阅总分 $\geq 90$ ）                                       |    |
| 是否推荐参加优秀学位论文评选    | 推荐校级优秀                                                                          |    |

学位中心  
论文编号:716397705

论文题目:木质素纳米颗粒界面行为及其对Janus膜油水分离的影响研究

| 简述推荐理由  |                                |
|---------|--------------------------------|
| 1       | 本研究兼顾基本原理和实用工，创新性较突出，手段先进，论证充分 |
| 对论文熟悉程度 | 熟悉                             |

## 对学位论文的学术评语

近年来有关木质素纳米颗粒(LNP)的研究不断深入。人们不仅研究LNP的制备以及其作为多孔材料的使用,同时也研究其与其他物质的界面作用行为。以往制备LNP,一般是以工业木质素(如碱木质素或者有机溶剂木质素)为原料,通过自组装、溶剂交换、酸沉淀、聚合、超声、交联、CO<sub>2</sub>抗溶剂等方法制备而成。由于其独特的界面活性,LNP 可以作为填料参与到聚合物材料的制备中作为分散剂、吸收剂或粘合剂等,也可以通过表面改性或者包封作用,制成纳米载体,用于分子封装、生物催化剂、混合纳米复合材料等。以往关于LNP的研究主要注重其制备策略及其功能化应用,不太注重木质素分子的化学结构调控,对其表面活性及界面行为的研究也较少。

本文首先认为,相对分子质量较低的酚型木质素有利于改善LNP 的宏观性能(表面电荷和表面活性),因此,从木质素的分离开始,用一种具有稳定氢键大分子网络结构的三元DES从杨木中分离出相对分子质量较低且酚羟基含量较高的木质素。作者研究了ChCl- 5Saa/GVL 三元DES的物理化学性质和氢键网络结构,通过改变提取木质素的工艺条件,探索获得高得率的酚型木质素的机制。

本研究所用的DES克服了以往DES渗透性差以及易使木质素片段分子在分离过程中发生再聚合反应的缺点。由于具有强大的氢网络结构,实现了木质纤维素的选择性解构。木质素片段被有效溶解。所使用的ChCl - 5SAA/GVL可以增强碳正离子活性中间体的稳定性。获得了低相对分子质量(2305)、高纯度(98.77%) 和高总酚羟基含量(6.92 mmol/g) 的木质素。又用该木质素制备了平均粒径为 23 nm 的均相木质素纳米颗粒(LNP)。LNP 具有较高的分散稳定性和优异的紫外线屏蔽性能。新型 DES 的绿色进步得到了显著改善,并实现了高价值木质素的高效分级分离。作者还开发了一种基于FeCl<sub>3</sub>与5-磺基水杨酸(5-SAA)协同作用的新型均相酸催化预处理技术。在最优条件(5-SAA浓度7.0%、温度130℃、FeCl<sub>3</sub>浓度0.15 mol/L、反应时间60分钟)下,半纤维素分离效率高达90.68%。

Janus膜是一种解决溢油问题的技术方案。然而其分离通量仍到层间结构桥接稳定性和微孔孔隙率的限制。本研究通过调控木质素分子结构,获得高均一性、高界面活性的木质素纳米颗粒,通过颗粒桥接策略,利用具有球形拓扑结构的多尺度纤维素与木质素纳米颗粒,制备出具有微通道稳定性的光诱导防污Janus微纳米纸膜,用于油水乳液分离。通过添加多尺度纤维素和LNPs提升了疏水层孔隙率并赋予防污性能,亲水层则通过引入光诱导分子开关实现防污功能。在界面相互作用下,该膜通过自驱动形成独特的“亲水-两亲-疏水”纵向流体定向传输结构。此外,凭借球形LNPs在纤维素间的有序分布,整合了稳定的颗粒桥接结构和适宜的开放孔径。这种独特的结构设计策略也为Janus膜在海水淡化和定向输送设备领域开辟了新的应用可能。

本文作者在杨木木质素和半纤维素的分离、木质素纳米颗粒制备和应用方面开展了大量工作,还用木质素磺酸钠(SL)辅助过硫酸钠(S/D)处理体系进行了含油污泥的处理研究。本文研究思路新颖,研究手段先进,工作量饱满,数据丰富可靠,结论正



对学位论文的学术评语

d确。同意答辩。

## 论文的不足之处和建议

本文存在一些构思问题需要向读者交待清楚。例如,制备木质素纳米颗粒一定要从杨木分离木质素开始吗?如果用商品化的工业木质素通过化学改性,是否也能达到预期目的?毕竟,无论如何改进DES,在现阶段它仍然是一种较为昂贵的溶剂。

虽然本文从木质素类型、酚羟基含量、分子量分布三个维度调节木质素结构,探讨木质素结构对LNPs形貌结构及其表面活性的影响,但仍未能根据对木质素结构特性的需求制订分离工艺条件。

文章中还有少量文字表达上的问题。

第一章提及Janus膜的组装策略,给人印象是这种膜都是通过组装得到的。这是不确切的。其实Janus膜的制备方法还应当包括非对称表面改性、电纺丝结合不对称修饰、相分离法、界面聚合、3D打印等。

第二章中,所用杨木应当给出拉丁文学名。

作者认为所使用的三元DES具有保护羟基的功能,这种说法是错的。植物纤维原料中的酚型木质素含量并不高。若要在保证木质素得率的前提下得到较多的酚型木质素,那就只有破坏木质素的醚键,使之生成酚羟基。

Janus膜的两面性质不同,那么,LNP在膜中的位置是否对性能有影响?

“bar”不是我国的法定计量单位。压力单位应当是Pa。

5.3.6讨论了Janus膜的自清洁性能,但在前面未见到关于自清洁性能实验方法。

现在国内正式场合下不应当使用“分子量”这个概念,而应当使用“相对分子质量”。它是无量纲量。

文章中的“傅立叶红外光谱”名称不规范,应当是“傅里叶变换红外光谱”。转速单位“rpm”应当写成“r/min”。

文章中数学式中的变量应当用斜体字母。

做NMR分析时,仪器参数不可缺少。



| 创新点  | 内容                                                                                                                                   | 分档     |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 创新点1 | 构建了一种由ChCl、5Saa和GVL组成的绿色低共熔溶剂,利用新型DES体系与木质素中心碳之间存的共轭效应抑制了木质素的缩合反应,实现了高纯度酚型木质素的分离。为选择性分离高纯度的酚型木质素提供了新方法。                              | A (优秀) |
| 创新点2 | 通过调控木质素分子的酚羟基含量和分子量,调节了LNP s的纳米尺寸和界面活性,建立了木质素分子结构与LNP s界面性质之间的构效关系。深入研究木质素自组装成纳米颗粒的成型机制,揭示了LNP s在界面处的吸附行为和锚定机制。为LNP s界面材料的开发提供了理论支撑。 | B (良好) |
| 创新点3 | 设计了一种基于两亲性LNP s界面特性组装的Janus膜,利用两亲性LNP s作为颗粒桥,有效提高了Janus膜的孔隙通道,实现了油-水乳液高效稳定分离。为油-水废液的高效分离提供了技术支持。                                     | A (优秀) |
| 创新点4 | 无                                                                                                                                    |        |
| 创新点5 | 无                                                                                                                                    |        |

10593 | 广西大学

# 博士学术学位论文评阅书

学号: 2116401008

论文名称: 木质素纳米颗粒界面行为及其对  
Janus膜油水分离的影响研究

作者姓名: 姚明珠

作者学科专业: 轻工技术与工程

作者研究方向: 木质素分离及其高值化利用

|                   |                                                                                 |    |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| 论文题目              | 木质素纳米颗粒界面行为及其对Janus膜油水分离的影响研究                                                   |    |
| 学科(专业)            | 轻工技术与工程                                                                         |    |
| 评议项目              | 评价要素                                                                            | 分档 |
| 选题与综述             | 选题的前沿性和开放性； 研究的理论意义、现实意义； 对国内外该选题以及相关领域发展现状的归纳、总结情况。                            | 优秀 |
| 基础知识与科研能力         | 论文体现的科学理论基础坚实宽广程度和专业<br>知识系统深入程度； 论文研究方法的科学性，引证资料的翔实性； 论文所体现的作者独立从事科学研究的能力。     | 良好 |
| 研究内容、创新性<br>及论文价值 | 对有价值现象的探索、新规律的发现、新命题新方法的提出等新的科学发现； 对解决自然科学或工程技术中重要问题的作用； 论文及成果对科技发展和社会进步的影响和贡献。 | 优秀 |
| 学术规范与写作水平         | 引文的规范性，学风的严谨性，论文结构的逻辑性； 文字表述的准确性和流畅性。                                           | 良好 |
| 总分                | 91                                                                              |    |
| 总体评价              | 优秀 总分 $\geq 90$                                                                 |    |
| 是否同意答辩            | 达到博士学位授予要求，同意答辩，并同意推荐为优秀（评阅总分 $\geq 90$ ）                                       |    |
| 是否推荐参加优秀学位论文评选    | 推荐校级优秀                                                                          |    |

学位中心  
论文编号:716397705

论文题目:木质素纳米颗粒界面行为及其对Janus膜油水分离的影响研究

| 简述推荐理由  |             |
|---------|-------------|
| 1       | 1论文具有较好的创新性 |
| 对论文熟悉程度 | 熟悉          |

### 对学位论文的学术评语

论文围绕木质素纳米颗粒（LNPs）的界面行为及其在Janus膜油水分离中的应用展开了系统性的研究。首先提出设计了三元DES体系（ChCl-5Saa/GVL），实现酚型木质素的高效选择性分离，再通过核磁等手段阐明木质素分子结构（酚羟基、分子量）对LNPs形貌、表面活性及界面行为的调控路径，提出“疏水核-亲水壳”自组装模型，最后以LNPs为桥接剂构建了Janus膜，实现W/O与O/W乳液超高效分离，为复杂油水体系处理提供了新方法。论文整体逻辑框架清晰、数据详实，具有显著学术价值与工程应用潜力，但在格式规范（术语、图表标注）及应用拓展（如工业化成本分析）仍需进一步完善，论文达到博士学位论文水平。

## 论文的不足之处和建议

### 修改建议

- 1) 摘要中虽提及“Janus膜界面相容性差导致分离效率下降”，但未能在摘要后文与结论部分凸显本研究的突破性贡献并明确指出本研究通过LNPs的界面锚定机制和颗粒桥接策略如何针对性解决这些问题。建议加入“传统Janus膜因异质界面能垒高导致通量衰减快，而LNPs通过动态平衡疏水作用与静电斥力，显著降低界面能垒，实现稳定单分子层吸附”等机理说明。
- 2) 论文中有多处表述不正确，例如P32美国可再生能源实验室标准方法0.3 g木粉对应加入的72%硫酸应改为3 mL，再生木质素提取率DL公式中M0是否恰当；P51描述中“表面形貌分析如表2-12所示”应改为图2-12；P56中<sup>31</sup>P NMR结果应该是表2-6；P95描述部分图403b应改为图4-3b，还需仔细校对修改其它类似的问题。
- 3) 在LNPs制备过程中，反溶剂法的一些关键参数对颗粒形貌和尺寸影响较大，如木质素溶液的浓度、滴加速度以及搅拌速度等。论文中提及了制备方法但对这些参数的控制和讨论不够详细，建议补充相关优化实验，明确最佳制备参数范围。
- 4) 第二章中预处理后的固体木质素提分离方法应在前面材料方法中说明；第四章Janus膜循环性评估中10个循环是连续的，还是膜每次分离后再再生使用未说明清楚，若为再生，请补充Janus膜清洗再生的方法论述。
- 5) Janus膜油-水分离性能测试仅对轻/重油与水进行了分离实验，建议补充实际废水（如含表面活性剂乳液）等抗污染的分离测试，可验证所制备膜材料的普适性。



| 创新点  | 内容                                                                                                                                   | 分档     |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 创新点1 | 构建了一种由ChCl、5Saa和GVL组成的绿色低共熔溶剂,利用新型DES体系与木质素中心碳之间存的共轭效应抑制了木质素的缩合反应,实现了高纯度酚型木质素的分离。为选择性分离高纯度的酚型木质素提供了新方法。                              | A (优秀) |
| 创新点2 | 通过调控木质素分子的酚羟基含量和分子量,调节了LNP s的纳米尺寸和界面活性,建立了木质素分子结构与LNP s界面性质之间的构效关系。深入研究木质素自组装成纳米颗粒的成型机制,揭示了LNP s在界面处的吸附行为和锚定机制。为LNP s界面材料的开发提供了理论支撑。 | B (良好) |
| 创新点3 | 设计了一种基于两亲性LNP s界面特性组装的Janus膜,利用两亲性LNP s作为颗粒桥,有效提高了Janus膜的孔隙通道,实现了油-水乳液高效稳定分离。为油-水废液的高效分离提供了技术支持。                                     | B (良好) |
| 创新点4 | 无                                                                                                                                    |        |
| 创新点5 | 无                                                                                                                                    |        |

# 10593 | 广西大学

## 博士学术学位论文评阅书

学号: 2116401008

论文名称: 木质素纳米颗粒界面行为及其对  
Janus膜油水分离的影响研究

作者姓名: 姚明珠

作者学科专业: 轻工技术与工程

作者研究方向: 木质素分离及其高值化利用

|                   |                                                                                 |    |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| 论文题目              | 木质素纳米颗粒界面行为及其对Janus膜油水分离的影响研究                                                   |    |
| 学科(专业)            | 轻工技术与工程                                                                         |    |
| 评议项目              | 评价要素                                                                            | 分档 |
| 选题与综述             | 选题的前沿性和开放性； 研究的理论意义、现实意义； 对国内外该选题以及相关领域发展现状的归纳、总结情况。                            | 良好 |
| 基础知识与科研能力         | 论文体现的科学理论基础坚实宽广程度和专业<br>知识系统深入程度； 论文研究方法的科学性，引证资料的翔实性； 论文所体现的作者独立从事科学研究的能力。     | 良好 |
| 研究内容、创新性<br>及论文价值 | 对有价值现象的探索、新规律的发现、新命题新方法的提出等新的科学发现； 对解决自然科学或工程技术中重要问题的作用； 论文及成果对科技发展和社会进步的影响和贡献。 | 良好 |
| 学术规范与写作水平         | 引文的规范性，学风的严谨性，论文结构的逻辑性； 文字表述的准确性和流畅性。                                           | 良好 |
| 总分                | 86                                                                              |    |
| 总体评价              | 良好 90>总分≥80                                                                     |    |
| 是否同意答辩            | 达到博士学位授予要求，同意答辩（90>评阅总分≥80）                                                     |    |
| 是否推荐参加优秀学位论文评选    | 不推荐                                                                             |    |

学位中心  
论文编号:716397705

论文题目:木质素纳米颗粒界面行为及其对Janus膜油水分离的影响研究

| 简述推荐理由  |     |
|---------|-----|
| 1       | 不推荐 |
| 对论文熟悉程度 | 很熟悉 |

### 对学位论文的学术评语

论文聚焦木质素纳米颗粒在油水界面中的调控行为,揭示了木质素颗粒聚集过程表面官能团、分子量及双亲性对Janus膜油水界面的调控原理。论文研究过程采用系列的表征方法,分析了木质素纳米颗粒物理化学特性、界面自组装过程对油水界面的调控作用,并验证了该类材料在油水分离体系中的适用性。论文技术路线清晰,实验设计严谨,数据图表规范,数据详实可靠,讨论部分与结果相互印证,符合学术论文的写作规范。可以看出,本论文是一篇具有较高学术水平和应用价值的学位论文。

### 论文的不足之处和建议

论文摘要中背景和意义部分内容描述过于繁琐,应简要说明即可,部分语句不通顺,建议优化。英文摘要部分语句存在语法问题,应认真修改。第二章题目“高渗透性DES溶剂体系对酚型木质素的高效分离及机制研究”不通顺;第三章、第五章 3.2/5.2实验与方法中三级标题过多,建议合并;第五章5.3三级标题均为...分析,建议优化该部分标题。论文部分术语,如草木质素等需要仔细斟酌,另外绪论中写出草类原料木质素含量仅占10—15%,但麦草中木质素含量起码在20%以上。图1-2化学结构不清晰,建议修改优化;各章节前言叙述内容过多,对于非研究性叙述内容在第一章绪论中体现即可;论文叙述过程中句号过多,需判断哪些内容能形成完整的语句。第五章小结内容过多,应列出关键结论。

| 创新点  | 内容                                                                                                                                   | 分档     |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 创新点1 | 构建了一种由ChCl、5Saa和GVL组成的绿色低共熔溶剂,利用新型DES体系与木质素中心碳之间存的共轭效应抑制了木质素的缩合反应,实现了高纯度酚型木质素的分离。为选择性分离高纯度的酚型木质素提供了新方法。                              | B (良好) |
| 创新点2 | 通过调控木质素分子的酚羟基含量和分子量,调节了LNP s的纳米尺寸和界面活性,建立了木质素分子结构与LNP s界面性质之间的构效关系。深入研究木质素自组装成纳米颗粒的成型机制,揭示了LNP s在界面处的吸附行为和锚定机制。为LNP s界面材料的开发提供了理论支撑。 | B (良好) |
| 创新点3 | 设计了一种基于两亲性LNP s界面特性组装的Janus膜,利用两亲性LNP s作为颗粒桥,有效提高了Janus膜的孔隙通道,实现了油-水乳液高效稳定分离。为油-水废液的高效分离提供了技术支持。                                     | B (良好) |
| 创新点4 | 无                                                                                                                                    |        |
| 创新点5 | 无                                                                                                                                    |        |