

## 大连工业大学提名 2025 年大连市自然科学奖项目公示

项目名称：生物质凝胶绿色合成关键技术及自适应柔性电子应用研究

提名者：大连工业大学

### 一、提名意见：

我单位认真审阅了提名书及附件材料，确认全部材料真实有效，人员排序合理，并按照要求，我单位和其它项目完成单位都已对该项目的基本情况进行了公示，目前无异议。

立足国家“双碳”战略和绿色柔性电子可持续发展重大需求，本项目聚焦生物质凝胶在动态曲面、形变裂纹、极端温度等复杂环境下耐受容限不足的核心科学问题，突破动态适配界面维稳结构缺失的关键技术瓶颈，以天然可再生木质纤维资源高值化为导向，开发环境自适应的生物质凝胶智能柔性电子体系。创新性提出了纤维桥网络与离散破裂协同动态耗能构筑强韧界面理论，解决了动态场景下界面失效难题，实现自适应热敏凝胶电子的高保真监测；建立界面可视化方法与刚柔协同超分子动力学模型，揭示微观结构-宏观性能构效关系，为柔性储能凝胶电解质宽容限设计与高稳定运行奠定理论基础；创制太阳能自引发光聚合绿色合成新技术，基于竞争氢键理论阐明抗冻机理，突破生物质凝胶柔性电子极端环境应用限制，为生物质资源高值化与绿色转化提供新范式。该研究现已形成了较为全面系统且有学术创新的生物质凝胶合成和先进应用的理论体系和科学方法，对国内外同类研究具有引领作用，为生物质智能凝胶材料的规模化和高值化利用提供了科学指导和理论基础。

该项目主要完成人政治立场坚定，拥护中国共产党的领导，热爱祖国；恪守科研道德和学术规范，学风正派，诚实守信。

提名该项目为大连市自然科学奖二等奖

## 二、项目简介：

木质纤维生物质作为地球上最丰富的可再生资源，其高值利用是实现国家“双碳”战略和柔性电子可持续发展的关键途径。面向国家重大需求，本项目聚焦生物质凝胶在动态曲面、形变裂纹、极端温度等复杂环境下耐受容限不足的科学与动态维稳界面失效的技术瓶颈，创建了基于绿色合成技术的环境自适应型生物质凝胶柔性电子体系，主要创新总结如下：

### **1. 提出动态纤维桥网络与离散破裂协同耗能构筑强韧界面的创新理论**

针对凝胶传感器界面分层导致的热传导失效，本研究基于单宁酸-金属离子配位构建可逆纤维桥网络，显著耗散能量并抑制裂纹扩展，同步诱导离散破裂阵列分散应力。纤维桥网络与离散破裂的跨尺度协同作用显著提升界面韧性与损伤容限，保障循环载荷下热传导通路稳定性与自修复性。多尺度表征与力学模拟揭示了临界应变触发局部牺牲机制，为抗疲劳生物质热敏电子提供强韧界面新思路。

### **2. 建立刚柔两相超分子基元结构模型和界面可视化研究方法，揭示了多尺度界面演变机制与构效关系**

创新性提出“刚柔并济”超分子纳米结构基元理论平衡力学强度与自愈属性之间的对立关系，通过建立多尺度界面可视化研究方法，阐明了纳米基元微观结构与宏观性能的构效关系，揭示了刚柔界面协同增强及可逆修复关键机制，同时为生物质凝胶电解质通过界面工程设计提升储能器件在极端工况下稳定运行提供理论基础。

### **3. 原创性开发太阳光诱导自引发绿色合成新技术，推动生物质凝胶在环境自适应柔性电子领域的创新应用**

创制了太阳能驱动生物质凝胶自引发光聚合速效成胶新技术，阐明了胆碱氯化盐光致分子内电荷跃迁机制，克服了传统凝胶依赖外源添加剂与高能耗瓶颈。建立了同步集成室温可修复、界面强粘附与闭环可回收的凝胶网络体系，实现了快速聚合前提下电导率与机械强度的协同优化。进一步揭示了竞争氢键理论抑制冰晶的分子机制，极大拓宽了宽温域生物质凝胶在自供能传感和人机交互等领域的前沿应用和产业化进程。

该项目共发表高水平 SCI 论文 258 篇，累计引用 1 万余次，其中 JCR 一区论文 190 余篇，授权国家发明专利 36 项，参编中英文专著 10 部。5 篇代表作论文分别发表在 *Energy & Environmental Science (1)*、*Advanced Functional Materials (3)* 等国际顶级学术期刊上，他引累计 1242 次，其中 3 篇入选 ESI 高被引论文 (TOP 1%)，单篇论文他引最高 652 次。该项目组成员分别入选“国家杰出青年基金”、教育部“长江学者”、“国家优秀青年基金”、中国科协“青年人才托举工程”、辽宁省“青年拔尖人才”等。

### 三、代表性论文（专著）目录(不超过 5 篇)

| 序号 | 论文专著<br>名称/刊名<br>/作者  | 年卷页码<br>(xx 年 xx<br>卷 xx 页) | 发表时间<br>年 月 日 | 通讯作者<br>(含共同)        | 第一<br>作者<br>(含共<br>同) | 国内作者   | 他引<br>总次<br>数 | 检索数据<br>库         | 论文署<br>名单位<br>是否包<br>含国外<br>单位 |
|----|---|-----------------------------|---------------|----------------------|-----------------------|--|---------------|-------------------|--------------------------------|
| 1  | <p>Initiatorless Solar<br/>Photopolymerization of Versatile and<br/>Sustainable Eutectogels as Multi-Response<br/>and Self-Powered Sensors for<br/>Human-Computer Interface<br/><i>Advanced Functional Materials</i><br/>Kai Xue, Changyou Shao,* Jie Yu,<br/>Hongmei Zhang, Bing Wang, Wenfeng Ren,<br/>Yabin Cheng, Zixian Jin, Fei Zhang,*<br/>Zuankai Wang,* and Runcang Sun*</p> | 2023 年 33<br>卷 2305879<br>页 | 2023-09-08    | 邵长优, 张飞,<br>王钻开, 孙润仓 | 薛凯                    | 薛凯, 邵长优, 张红梅,<br>王兵, 任文锋, 程亚斌,<br>金子先, 张飞, 王钻开,<br>孙润仓 | 58            | Web of<br>Science | 否                              |

|   |  |                       |            |    |     |                                      |     |                |   |
|---|--|-----------------------|------------|----|-----|--------------------------------------|-----|----------------|---|
| 2 | <p>All-round supramolecular zwitterionic hydrogel electrolytes enabling environmentally adaptive dendrite-free aqueous zinc ion capacitors</p> <p><a href="#"><u><i>Energy &amp; Environmental Science</i></u></a></p> <p><i>Qingjin Fu, Sanwei Hao, Xinrui Zhang, Haonan Zhao, Feng Xu and Jun Yang*</i></p> <p>(ESI 高被引论文)</p> | 2023 年 16 卷 1291 页    | 2023-02-08 | 杨俊 | 符庆金 | 符庆金, 郝三伟, 张欣瑞, 赵浩南, 许凤, 杨俊           | 118 | Web of Science | 否 |
| 3 | <p>A Robust and Adhesive Hydrogel Enables Interfacial Coupling for Continuous Temperature Monitoring</p> <p><a href="#"><u><i>Advanced Functional Materials</i></u></a></p> <p><i>Sanwei Hao, Rengang Dai, Qingjin Fu, Yicong Wang, Xinrui Zhang, Hu li, Xidie liu, and Jun Yang*</i></p>  | 2023 年 33 卷 2302840 页 | 2023-04-25 | 杨俊 | 郝三伟 | 郝三伟, 戴仁刚, 符庆金, 王艺聪, 张欣瑞, 李虎, 刘玺碟, 杨俊 | 48  | Web of Science | 否 |

|   |  |                   |            |         |     |                                      |      |                |   |
|---|--|-------------------|------------|---------|-----|--------------------------------------|------|----------------|---|
| 4   | <p>Wearable, Healable, and Adhesive Epidermal Sensors Assembled from Mussel-Inspired Conductive Hybrid Hydrogel Framework</p> <p><a href="#"><u>Advanced Functional Materials</u></a></p> <p><i>Meihong Liao, Pengbo Wan,* Jiangru Wen, Min Gong, Xiaoxuan Wu, Yonggang Wang, Rui Shi, and Liqun Zhang*</i></p> <p>(ESI 高被引论文)</p>       | 2017年27卷 1703852页 | 2017-11-14 | 万鹏博,张立群 | 廖美红 | 廖美红, 万鹏博, 文将儒, 宫敏, 吴晓璇, 王永刚, 石锐, 张立群 | 652  | Web of Science | 否 |
| 5   | <p>High-Strength, Tough, and Self-Healing Nanocomposite Physical Hydrogels Based on the Synergistic Effects of Dynamic Hydrogen Bond and Dual Coordination Bonds</p> <p><a href="#"><u>ACS Applied Materials &amp; Interfaces</u></a></p> <p><i>Changyou Shao, Huanliang Chang, Meng Wang, Feng Xu, Jun Yang*</i></p> <p>(ESI 高被引论文)</p> | 2017年9卷 28305页    | 2017-08-16 | 杨俊      | 邵长优 | 邵长优, 唱焕良, 王猛, 许凤, 杨俊                 | 366  | Web of Science | 否 |
| 合 计   |  |                   |            |         |     |                                      | 1242 |                |   |
| 注：按重要程度排序。如有在国内期刊发表的论文或国内出版的专著，可填不超过6篇。其他情况不超过5篇。 |  |                   |            |         |     |                                      |      |                |   |

#### 四、主要完成人(完成单位)

| 序号 | 完成人姓名 | 完成单位   | 工作单位   |
|----|-------|--------|--------|
| 1  | 邵长优   | 大连工业大学 | 大连工业大学 |
| 2  | 杨俊    | 北京林业大学 | 北京林业大学 |
| 3  | 郝三伟   | 北京林业大学 | 山东理工大学 |
| 4  | 万鹏博   | 北京化工大学 | 北京化工大学 |
| 5  | 孙润仓   | 大连工业大学 | 大连工业大学 |