

## 硕士学位论文专家评阅意见

**评阅意见**（包括论文选题的理论意义和应用价值；文献资料的掌握；论文取得的成果及水平；写作规范化、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）

球状多孔炭在气体吸附分离领域具有重要的应用前景，本论文以聚偏二氯乙烯（PVDC）为碳源、三聚氰胺为氮源，借助海藻酸钠辅助成型方法制备含氮多级孔炭小球。此小球的球形度好、机械强度高，在  $\text{CO}_2$  的吸附分离中表现出良好的性能。论文选题贴近实际应用，研究思路清晰，数据量饱满，结论可信。

不足与问题：

- 1) 论文第三章采用 PAN 为碳源制备多孔炭小球，但引言及结论部分并未提及此部分工作，建议添加相应的描述；
- 2) 引言部分：我国  $\text{CO}_2$  排放量已是全球第一；
- 3) P8, P12, P14, P15 摄氏度符号处排版有错误；P32，倒数第二行，存在错误；
- 4) P34，“可以根据气体尺寸进行的分离”；
- 5) 参考文献 76 与正文描述不符；
- 6) P39，图 4.6 和图 4.7 中小球均为椭球状，请核对是否有误；
- 7) P50，二氧化碳的吸附量采用单位为 wt%，或 wt.%，与前文描述使用 mmol/g 不一致，为了便于比较，建议统一单位，并注意有效数字；
- 8) P53，“这时我们已知的报道中的最高值”；P54，“几乎是没有添加三聚氰胺时二氧化碳吸附量的 3.6 倍”。
- 9) 多级孔和含氮量对二氧化碳吸附作用的影响建议量化分析；孔道与氮官能团与二氧化碳的吸附方式应该加以讨论。

论文总体评价 (请在相应栏内划“√”)	<input type="checkbox"/> 优秀 <input checked="" type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 差
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

## 硕士学位论文专家评阅意见

评阅意见（包括论文选题的理论意义和应用价值；文献资料的掌握；论文取得的成果及水平；写作规范化、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）

炭材料在工业上被广泛应用于催化、气体吸附分离等行业，现有的研究主要集中在改善炭材料的孔结构、成型度、机械强度、以及通过掺杂改变其催化、吸附性能。作者聚焦于改善上述炭材料的性质，对炭材料的制备方法开展了细致探索，采取以聚偏二氯乙烯为碳源，三聚氰胺为氮源，并借助海藻酸钠辅助成型的方法制备富含氮元素的多级孔炭小球。作者详细研究了通过加入三聚氰胺，有助于改善球形度，引入氮物种，形成多级孔结构炭小球，并且该炭小球表现出非常高的抗机械压碎强度。由于具有较高的含氮量和适宜的孔结构，这一炭材料在低浓度二氧化碳吸附分离中，对  $\text{CO}_2\text{-N}_2$  混合气体中的  $\text{CO}_2$  吸附量高达 7wt% 左右，具有较大的应用前景。

对该论文提出以下几点意见或建议：

1、作者针对制备的炭材料的低浓度  $\text{CO}_2$  吸附性能进行研究时，P49，如何界定何种 N 吸附中心对  $\text{CO}_2$  的吸附性能最好？包括吸附量，再生性能。研究低浓度  $\text{CO}_2$  的吸附性能，有没有考虑到特定的或者比较实用应用场景？

2、炭材料发达的孔隙结构，以及丰富的吸附作用位点使其在常规环境下对很多小分子具有吸附作用，因此在研究其对  $\text{CO}_2$  吸附时，有没有什么通过预处理方法来保证炭材料中的分子被脱除干净。

3、通过穿透曲线研究  $\text{CO}_2\text{-N}_2$  的吸附选择性时，可以考虑采用  $\text{CO}_2\text{-N}_2\text{-He}$  三组元气的原料气，其中 He 作为平衡气，并采用另一路纯 He 作为切换气路对炭材料进行切换吹扫，研究材料的吸附重复性。

4、论文中还有一些错字，错标点的地方，请注意修改。如 P8、12 “ $^{\circ}\text{C}$ ”；P13 “热接后”；P32 “在对低相对压力下”；P50 “这几乎时没有”；P55 结论 4 后的标点。

论文总体评价 (请在相应栏内划“√”)	<input checked="" type="checkbox"/> 优秀 <input type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 差
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

## 硕士学位论文专家评阅意见

评阅意见（包括论文选题的理论意义和应用价值；文献资料的掌握；论文取得的成果及水平；写作规范化、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）

对二氧化碳开展大规模的分离和存储具有重要的经济、社会意义。由于球形多孔材料具有优异的性能，在工业规模二氧化碳捕获中具有非常大的应用潜力。本论文针对碳材料的成型、改性等制备过程遇到的挑战，创新性的以聚偏二氯乙烯（PVDC）为碳源，三聚氰胺为氮源，借助海藻酸钠辅助成型方法制备含氮多级孔炭小球。制备的含氮多级孔碳小球在低浓度二氧化碳吸附分离中，表现出非常优异的性能，而且碳小球压碎强度较高，与工业催化剂载体的机械强度相当，表现出非常高的工业应用潜力。本论文工作量较大，内容充实，文献资料总结较全面，论文写作规范，有很好的逻辑性。

论文中存在的问题：

- 1、第9页第6行，“图1”应为“图1.1”。
- 2、第13页倒数第2行，“瓶径”应为“瓶颈”。
- 3、第16页倒数第9行，“300℃”的格式不规范。
- 4、第18页倒数第10行，“图1”应为“图1.3”。
- 5、第19页，“图1.3”应为“图1.4”。第一章中的其它图示检查顺序。
- 6、碳球的制备过程中使用了海藻酸钠和CaCl<sub>2</sub>等试剂，因此碳球中是否有钠或钙的残留？是否会对CO<sub>2</sub>的吸附分离有影响？

论文总体评价 (请在相应栏内划“√”)	<input type="checkbox"/> 优秀 √ <input type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 差
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 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

硕士学位论文专家评阅意见

**评阅意见**（包括论文选题的理论意义和应用价值；文献资料的掌握；论文取得的成果及水平；写作规范化、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）

二氧化碳的过度排放所引起的环境问题关系着人类的生存和发展，而二氧化碳的捕获是其后续存储及转化的关键步骤。特别地，在低浓度条件下，其捕获具有更大的挑战。围绕着该挑战，研究生李阳同学开展了广泛的文献调研，设计开发了新型的多孔炭材料，通过引入含氮官能团对 CO<sub>2</sub> 的化学吸附作用，从热力学上实现对 CO<sub>2</sub> 的高效吸附。同时，通过材料工程学方法，构造多级孔道，促进 CO<sub>2</sub> 的吸附动力学，并保证材料的机械强度。该选题紧紧围绕着当前的环境问题，研究结果不仅具有重要的科学意义，且潜含巨大的工业应用前景。

论文书写详实，流畅，逻辑清晰明了，同时，作者采用了多种表征及测试方法，表明作者已掌握基本科研技能，具有科研思辨能力，可以较为独立的开展研究工作，达到硕士论文的要求。

- 1. 第三章的标题中 PAN 缩写建议采用全称方式（聚丙烯腈粉）。选择不同的多价阳离子用于海藻酸纳交换反应，是否能改善用 Ca 离子所造成的过度活化。
- 2. 第四章节中，三聚氰胺引入氮源因其与 CO<sub>2</sub> 的化学作用从而有利于 CO<sub>2</sub> 的吸附，显著提升其捕获能力。另一方面，所形成的多级孔道，能否促进 CO<sub>2</sub> 的吸附平衡。
- 3. 论文中有少许排版小问题修正。

论文总体评价 (请在相应栏内划“√”)	<div><input type="checkbox"/>优秀</div> <div><input checked="" type="checkbox"/>良好</div> <div><input type="checkbox"/>中</div> <div><input type="checkbox"/>差</div>
是否同意组织学位论文答辩 (请在相应栏内划“√”)	<div><input checked="" type="checkbox"/>同意答辩</div> <div><input type="checkbox"/>修改后答辩（论文需通过小的修改后答辩）</div> <div><input type="checkbox"/>修改后评阅（论文需通过大的修改后再评阅）</div> <div><input type="checkbox"/>不同意答辩</div>