

# 石墨烯包裹海绵处理水面原油泄露问题

王永超<sup>1</sup>, 葛进<sup>2</sup>

1. 工程科学学院, 中国科学技术大学, 安徽省, 合肥市
2. 化学与材料科学学院, 中国科学技术大学, 安徽省, 合肥市

**简介:** 海上石油泄漏不仅造成资源的浪费, 还长期威胁着脆弱的生态系统。然而浮油具有面积大、油层薄、粘度大的特点, 难以采用传统的技术和材料来有效地处理。我们利用石墨烯海绵疏水亲油、导电的特点, 设计了一种原位加热的吸油方法, 有效地降低了原油的粘度, 提高了吸油速度。在有限元分析的帮助下, 我们优化了实验装置, 计算了热量耗散情况。

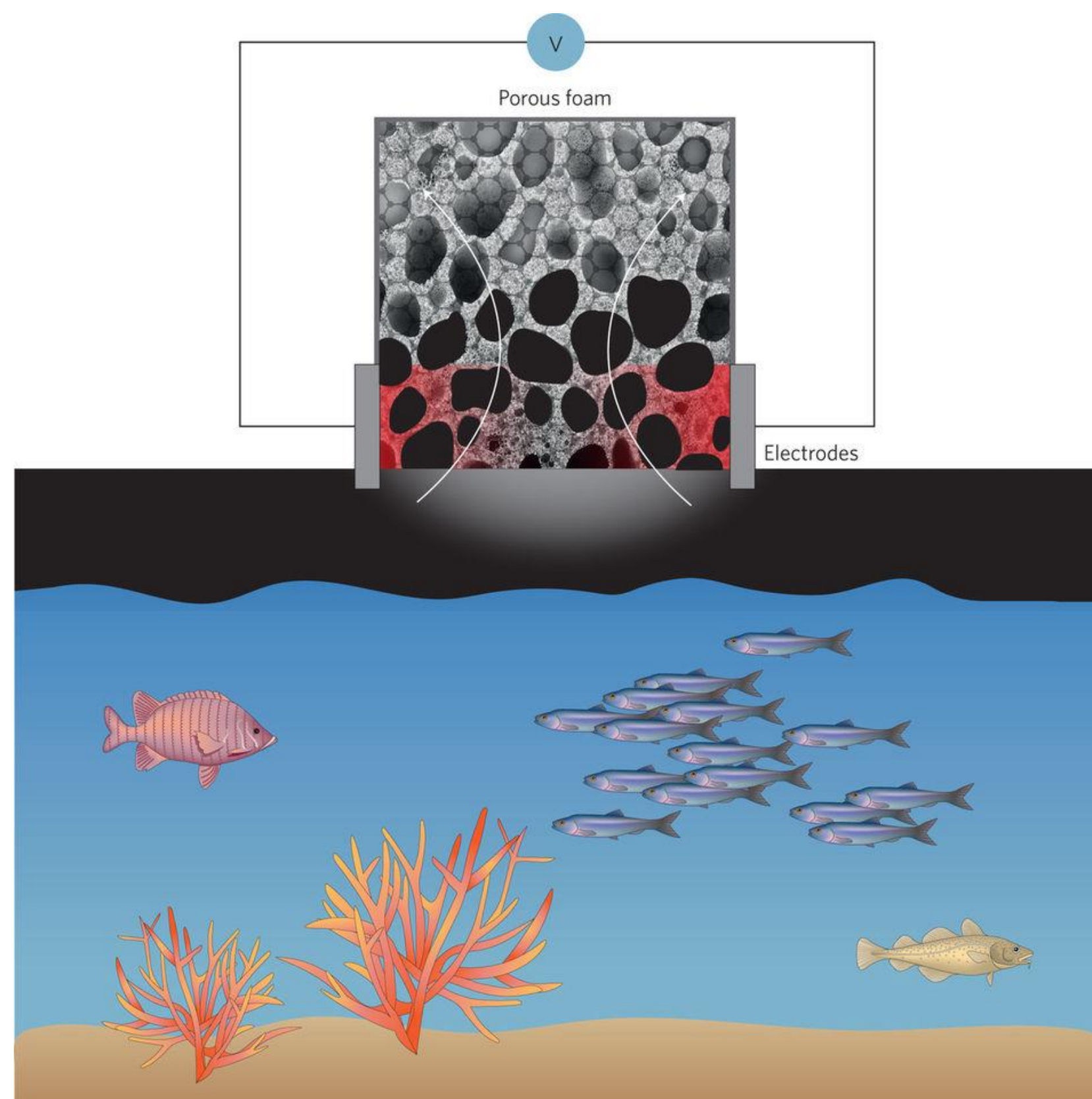


图 1. 电加热石墨烯海绵在水面上吸油的示意图

**计算方法:** 石墨烯海绵具有导电性, 通电之后会产生焦耳热, 所以我们使用了AC/DC模块。为了模拟热量在海绵、油、水、空气中耗散, 我们使用了传热模块。模拟的参数来自于我们实验测量表征的结果。

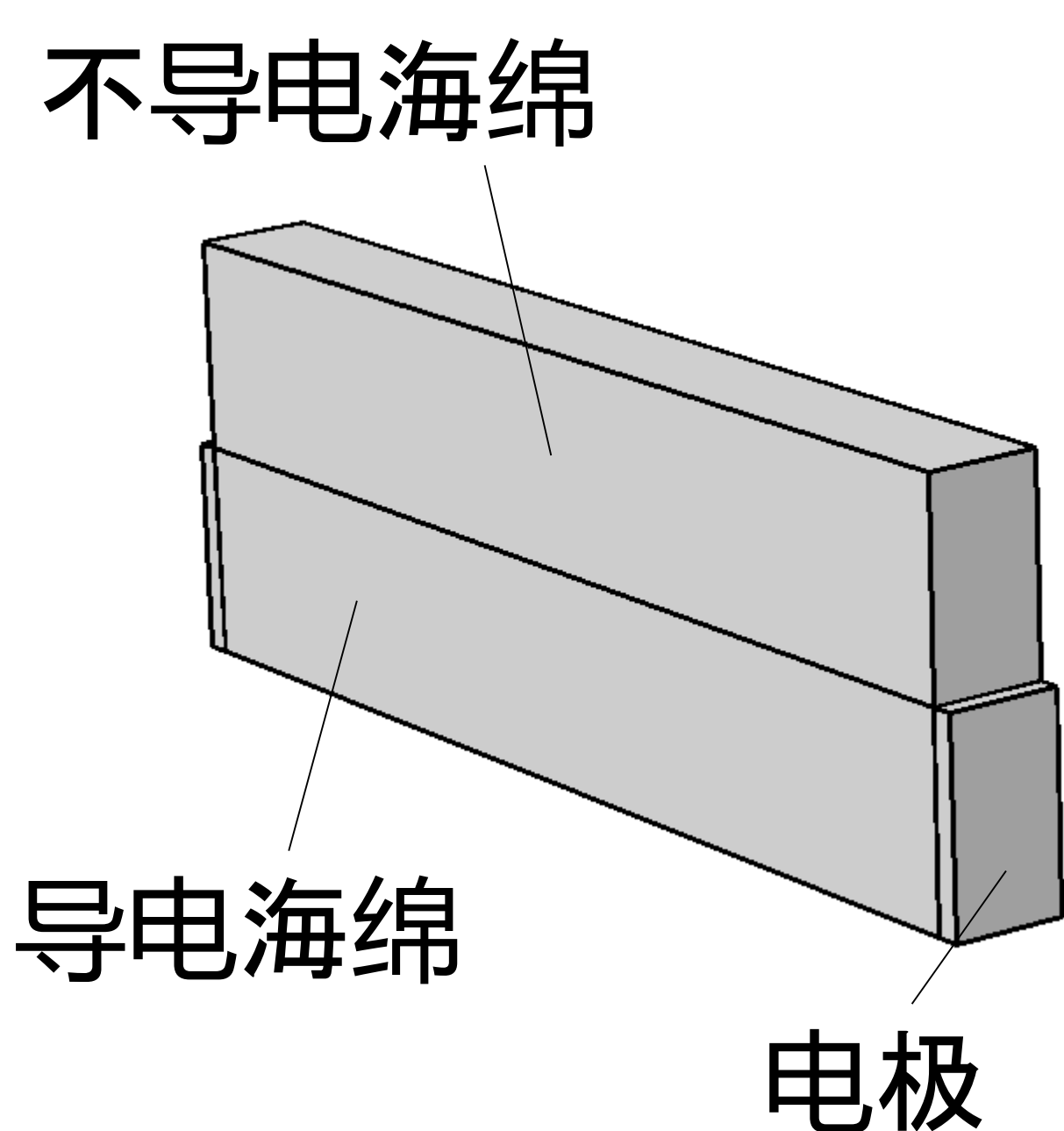


图 2

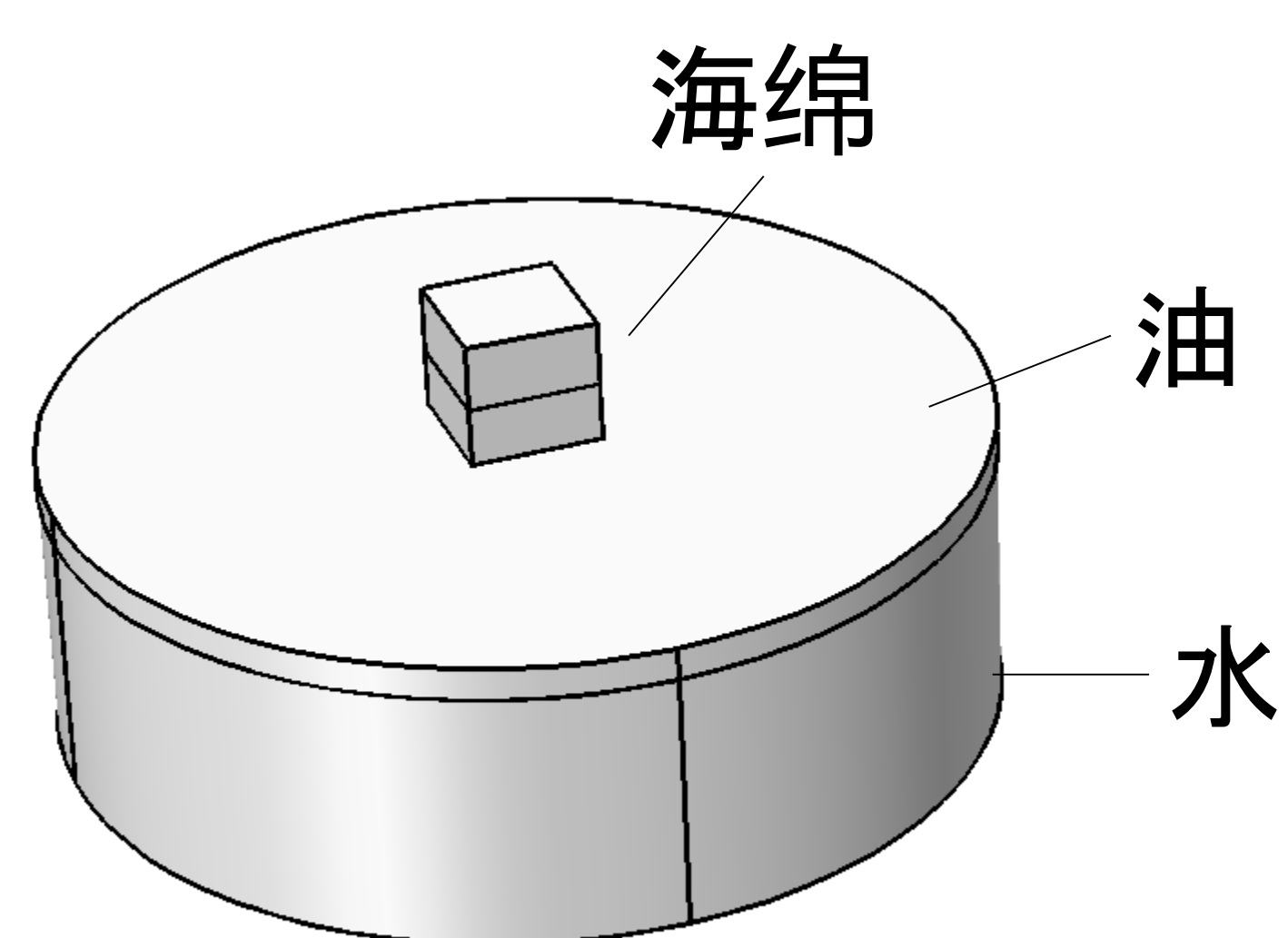


图 3

我们设计了如图2的模拟, 改变导电海绵和不导电海绵的配比, 来研究电极排布方式和导电海绵/不导电海绵比例 ( $r$ ) 对加热效果的影响。在两侧电极加电压, 引入焦耳热。图3是吸油装置工作散热的模型, 油和水采用液体传热的模型, 忽略流体的流动, 外部边界采用牛顿散热的边界条件。

**结果:**

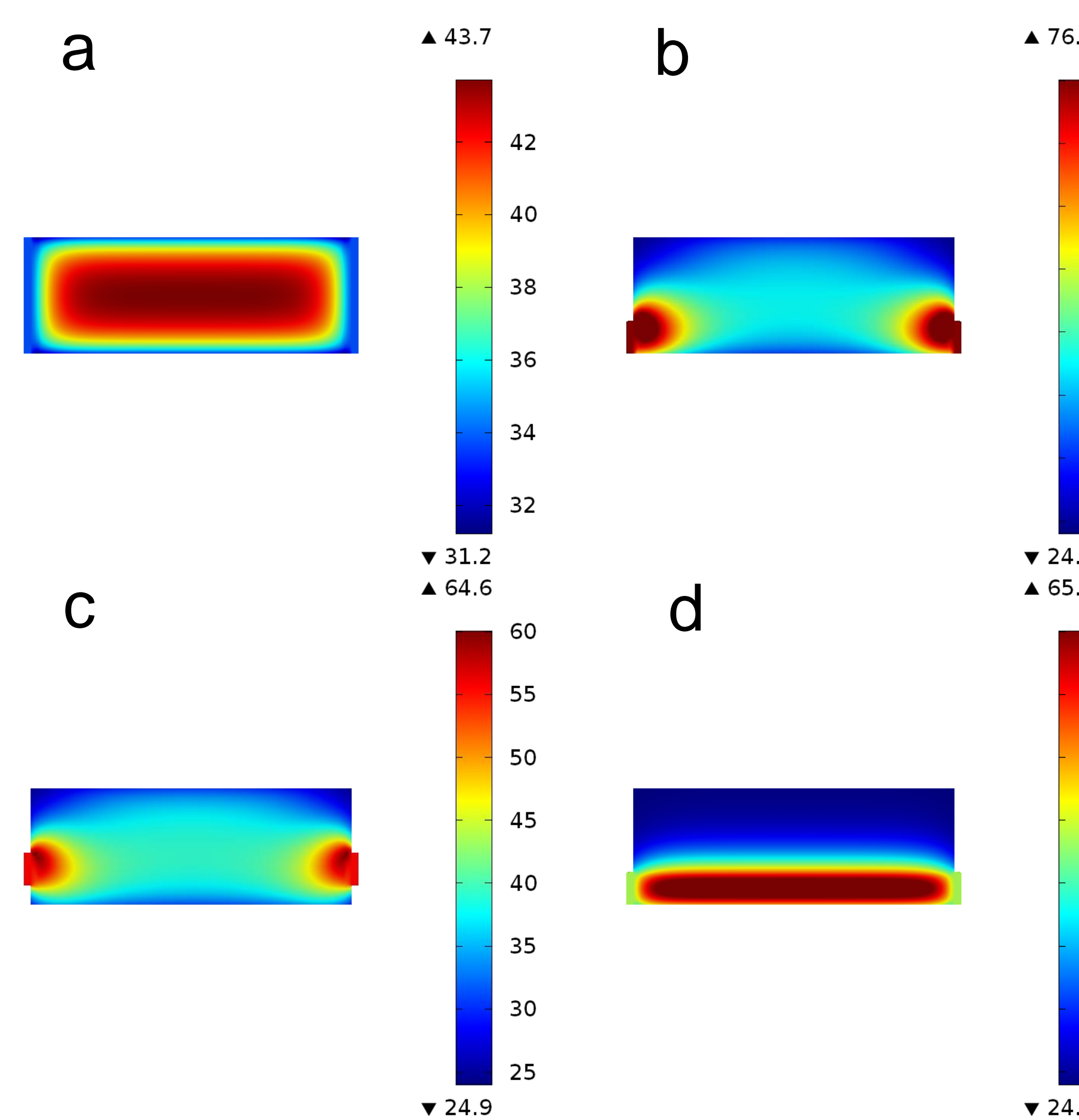


图 4 不同模型的温度分布

图4a表示整块导电海绵两侧加电极通电后的温度分布。图4b和4c减小了电极的尺寸, 并且改变了电极位置。图4d采用了不导电海绵(上部)和导电海绵(下部)组合的方式。由以上结果可见, 在加热功率相同的情况下, 采用组合的方式, 能得到较集中、较高的温度, 这样对减小原油黏度、减少功耗是更有利的。这个结论也得到我们实验的确认。

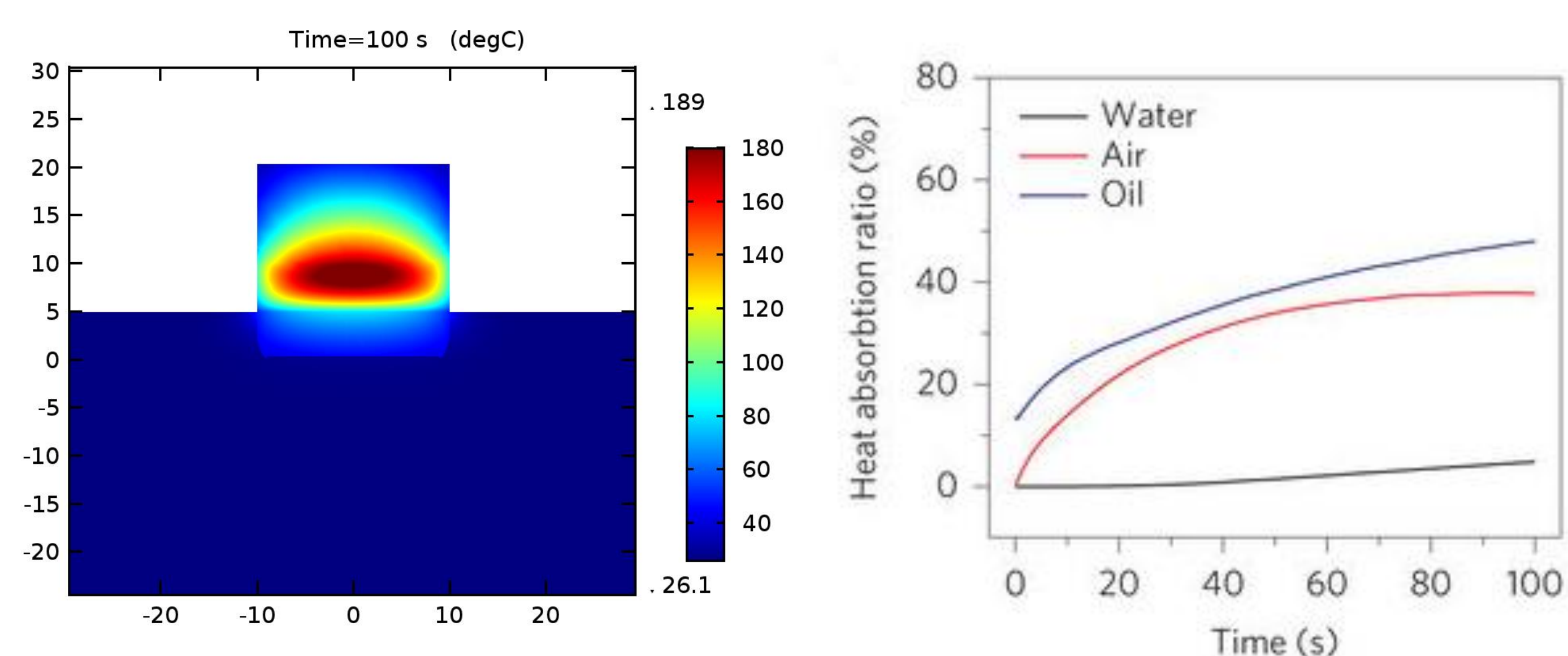


图 5 吸油过程温度和热量耗散分布

**讨论** 图4的结果指导我们在实验上采用导电海绵和不导电海绵组合的加热方式。图5的结果证明我们设计的石墨烯包裹海绵原位加热用于吸收水面原油的这种思路并不存在大量浪费能源的情况。热量耗散的数据很难从实验中得到, 只能从模拟中得到, 这充分体现出仿真模拟对实验的补充和指导意义。

**参考文献:**

1. Ge J, Shi L A, Wang Y C, et al. Joule-heated graphene-wrapped sponge enables fast clean-up of viscous crude-oil spill[J]. Nature Nanotechnology, 2017, 12(5): 434-440.