

# 床垫海绵受挤压形变分析

通过分析不同孔隙率的海绵的受力情况，以确定合适的可应用于床垫的海绵压力传感器。

吕杰

## 摘要

智能床垫为人们提供更健康的生活，但智能床垫中的压力传感器仍然制备复杂、成本高昂、灵敏度低、耐久度低，有待进一步研究改进。我们设计了一种以导电海绵为基底的压力传感器，研究了海绵多孔介质中孔隙率对导电海绵挤压效果的影响。

我们使用 COMSOL 软件构建了三维模型，模拟了挤压导致海绵内部的应力情况。研究表明，下压相同路程，较小的孔隙率可以提供较大的支撑力。研究结果可为在床垫压力传感器设计提供参考。

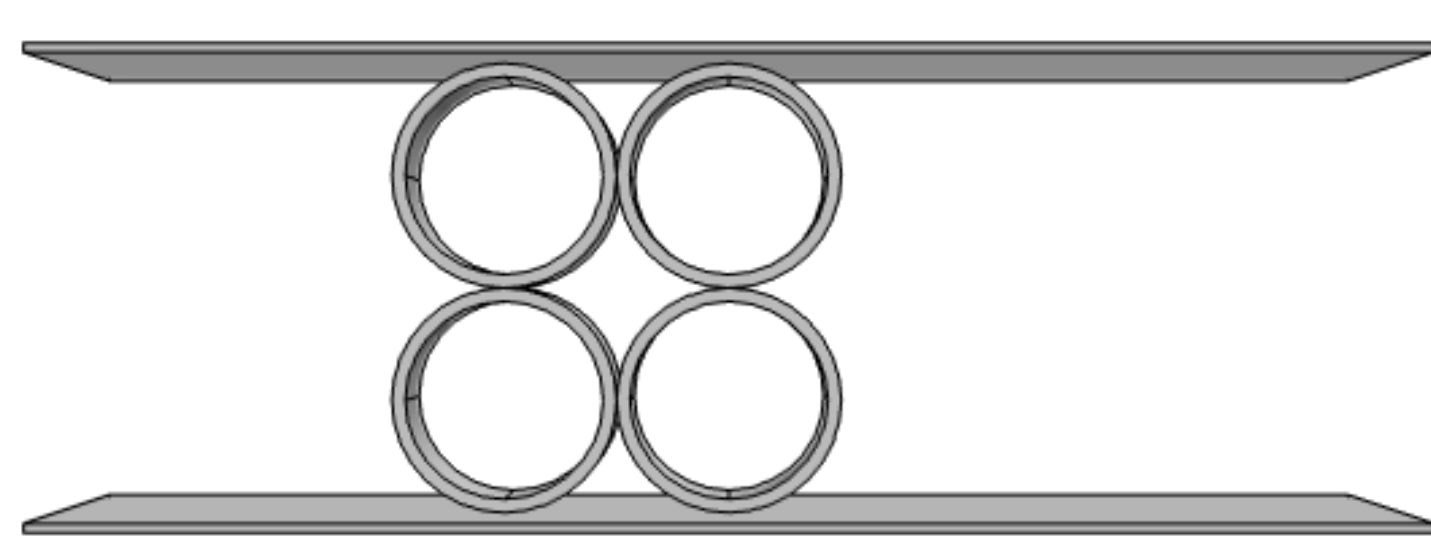


图 1. 左：导电海绵；右：COMSOL模型单元。

## 方法

海绵是均匀的，具有稳定的孔隙率，在简化分析中将这种结构视为均匀多孔介质。因此，以空心圆柱的形式来模拟海绵这种多孔介质。海绵的杨氏模量为5 MPa，密度设定为210 kg/m<sup>3</sup>。上下放置铝板使得海绵均匀受压。最大应力会出现的孔隙的交接处，导致孔洞呈椭圆形形变。取四个圆柱叠加为一个单元，进行模拟，也可阵列形成整块海绵的模型。

## 结果

如图2所示，海绵在指定位移下，海绵在孔隙与孔隙之间的连接处应力最大。左图为孔隙率较大时的应力情况，最大应力约为2 N/cm<sup>2</sup>，右图为孔隙率较小时应力情况，最大应力增加到约为7 N/cm<sup>2</sup>。为了制作适合床垫的压力传感器，可适当减少海绵的孔隙率，下压相同路程，孔隙率小的海绵可以产生更大的支持力。

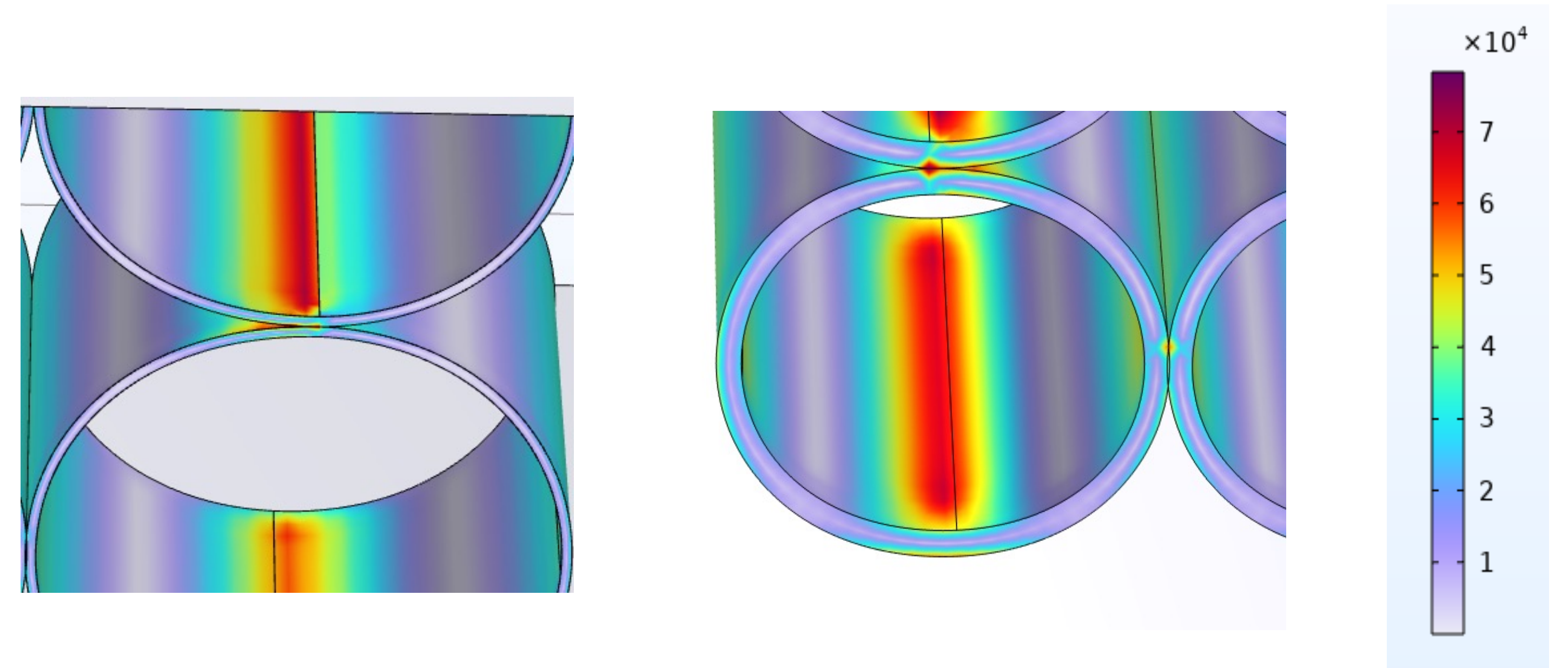


图 2. 左：壁厚度为0.01mm时应力情况；右：壁厚度为0.03mm时应力情况。

## 参考文献

1. Xia et al. Microsystems & Nanoengineering (2023) 9:155 Microsystems & Nanoengineering

2. 陈续峰, 张宇, 秦亚飞, 王梦妍, 隋志源. 基于炭黑-钛酸钡/聚氨酯的柔性电容式压力传感器[J/OL]. 复合材料学报.

