

PVDF压电材料在生物医疗中的应用

魏春蓉¹, 王立晶²

1. 光电子研究发展中心, 公司或学校中国科学院半导体研究所, 北京
2. 固态光电信息技术实验室, 公司或学校中国科学院半导体研究所, 北京

简介: 利用PVDF压电材料的正压电效应, 监测颈椎、腰椎和膝关节的运动状况。以颈椎运动为例, 在人们低头抬头的活动过程中颈椎形态随着改变, 不良的活动习惯给颈椎带来伤害, 利用PVDF材料通过电压数据来反映颈椎的位移情况, 从而起到监测颈椎等的活动情况。

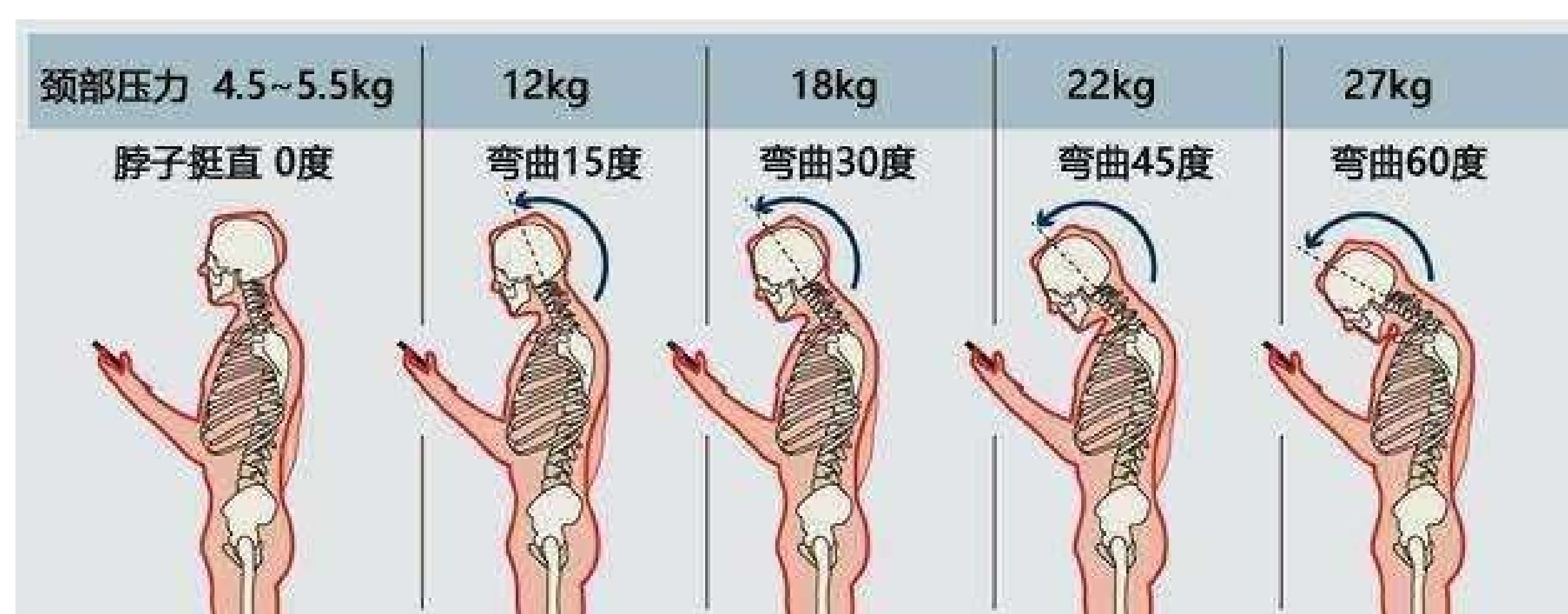


图 1. 不同程度的颈椎运动状态

结果: 由于材料具有压电特性, 当在X轴方向指定位移时, 膜两侧会由于正负离子的电荷中心不再重合而产生电势差。以1mm的指定位移为例, 膜两侧产生电压约260V。

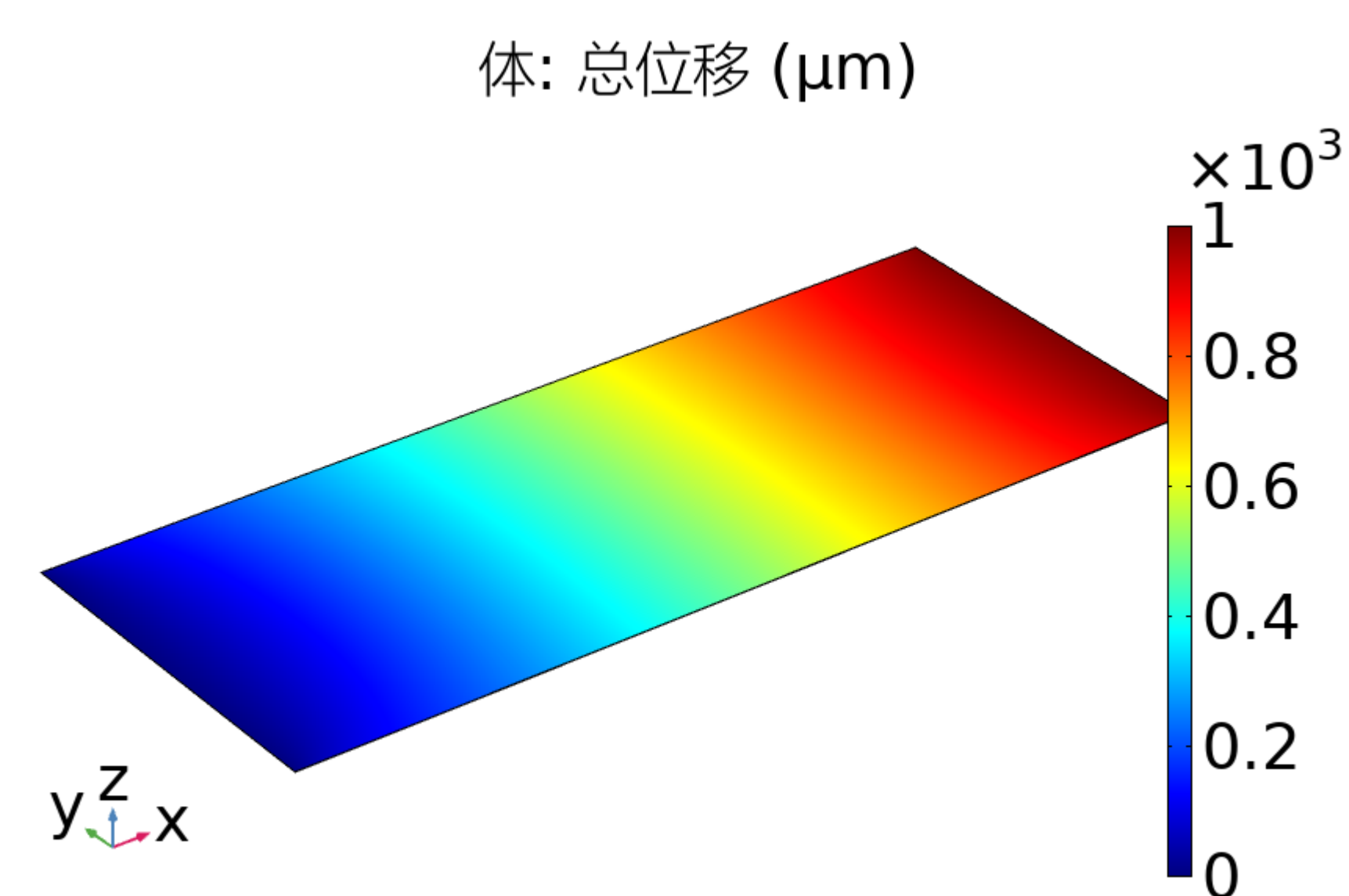


图 3. 指定位移为1mm时PVDF膜的位移分布

计算方法: 仿真使用固体力学接口 (结构力学模块) 和静电接口 (AC/DC模块) 耦合后进行多物理场仿真。固体力学接口使用求解方程 (a), 静电接口使用求解方程 (b) 和 (c)。通过对PVDF膜材料指定位移, 求取PVDF膜两侧的电势变化。

$$0 = \nabla \cdot s + F_v \quad (a)$$

$$\nabla \cdot D = \rho_v \quad (b)$$

$$E = -\nabla V \quad (c)$$

颈椎是位于脊椎颈段的七块椎骨, 按照人体颈椎结构并考虑到舒适性, 构建了长5cm、宽2cm、厚20μm的PVDF薄膜结构。

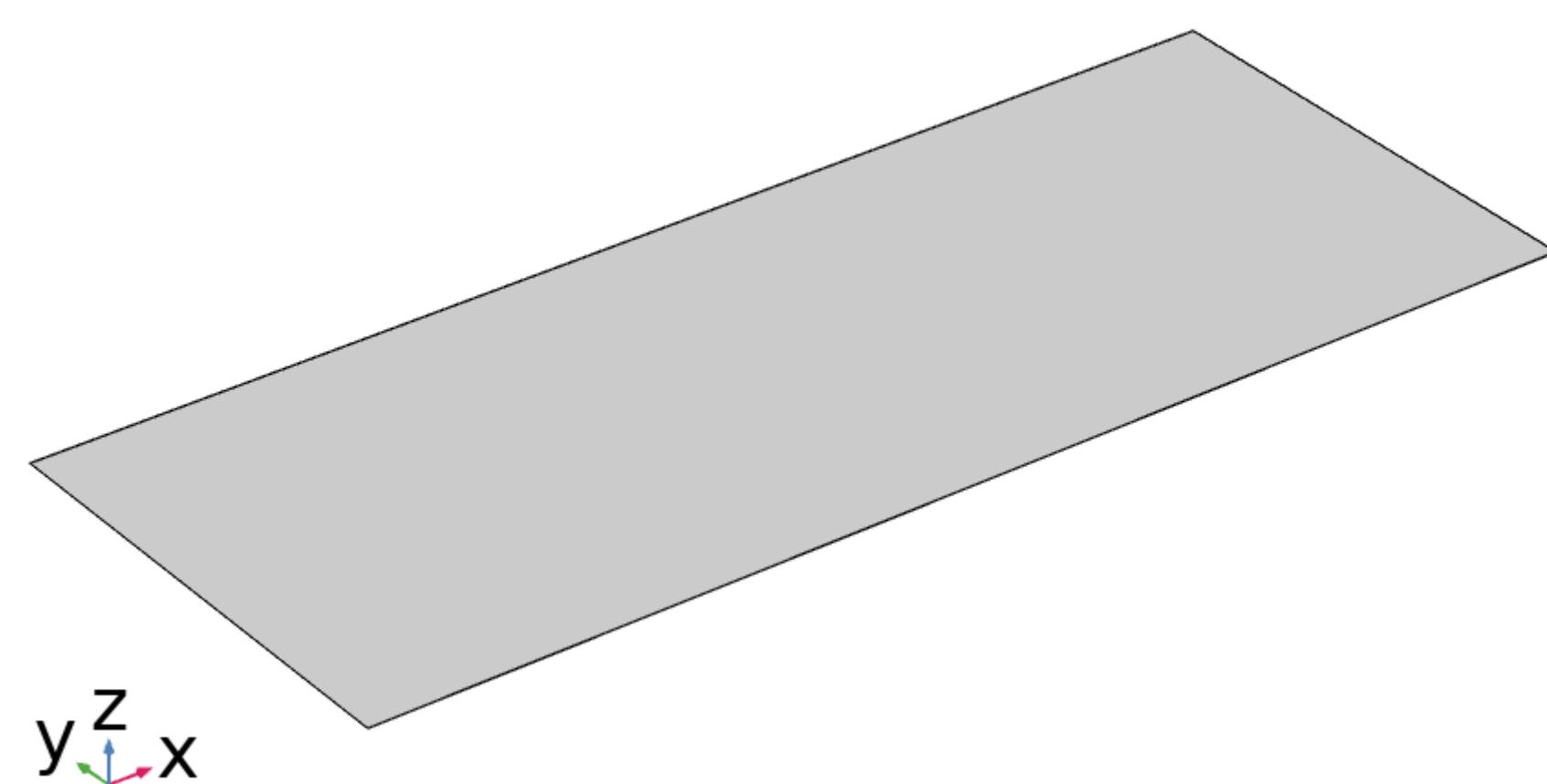


图 2. PVDF薄膜几何构建

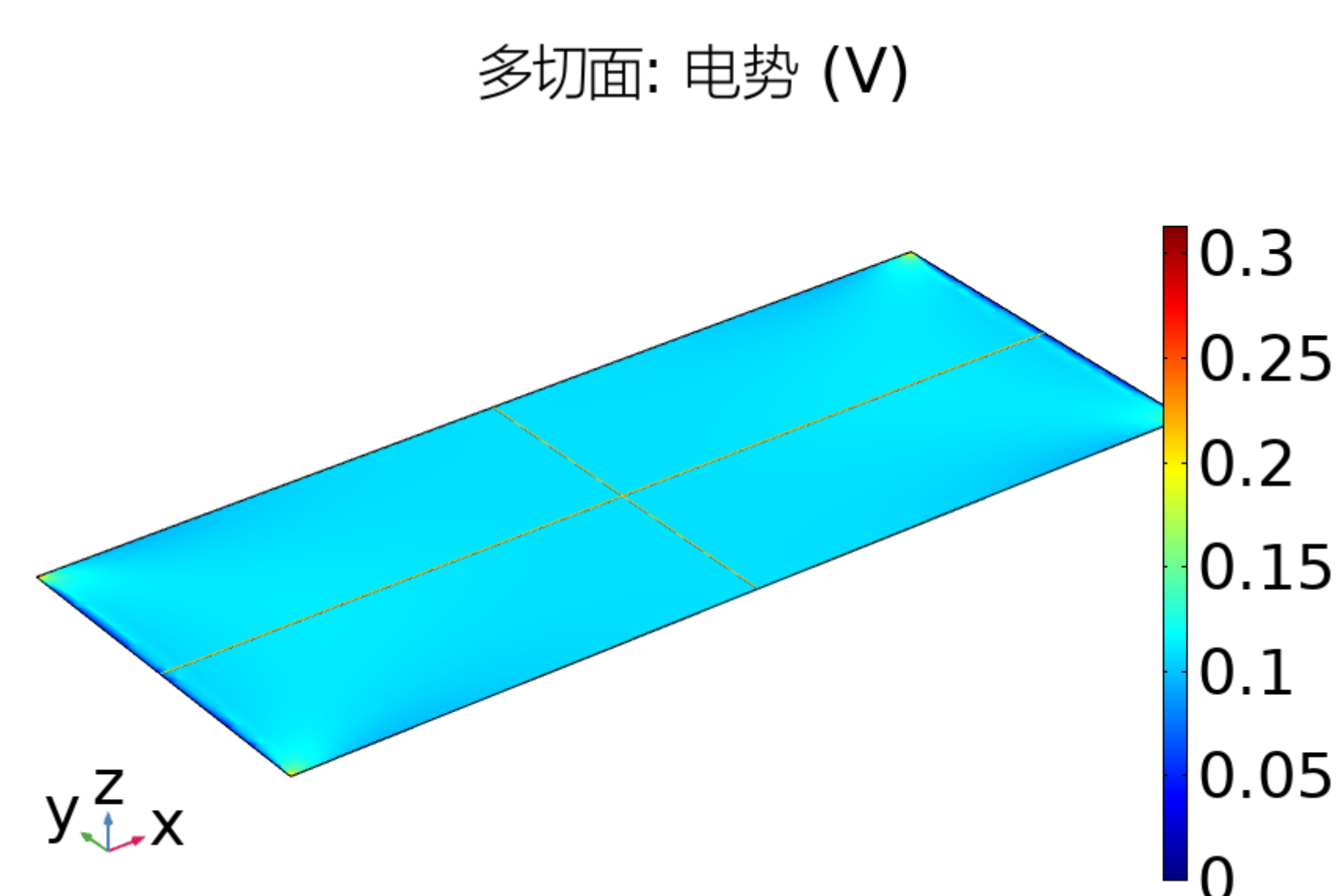


图 4. 指定位移为1mm时PVDF膜的电势分布

指定位移 (mm)	电势差 (V)
0.1mm	25.8
1mm	258.2
5mm	1291.2
10mm	2582.4

表 1. 不同位移下PVDF膜两侧的电势分布

结论: 从仿真结果可知, 毫米级的位移能够产生上百伏特电势, 即使是100μm的位移也能产生明显的电势差。对于监测人体的颈椎活动等来说, PVDF材料具有足够的灵敏度。此外, PVDF薄膜能够将人体的活动转换成电能, 将其与其他医疗器件结合, 可组成自供电医疗系统, 具有很广的发展前景。