

COMSOL Multiphysics® 在静电纺丝中的应用

郑元生¹, 辛斌杰²

1. 东华大学, 纺织学院, 人民北路2999号, 上海, 201620;
2. 上海工程技术大学, 服装学院, 龙腾路333号, 上海, 201620;

简介: 静电纺丝工艺是制备纳米纤维最为简单直接的方法。通过COMSOL Multiphysics®软件模拟纺丝区域电场, 设计电场均匀的纺丝设备, 能够制备出细度细且均匀的纳米纤维。

结果: 模拟结果显示: 多层台阶式纺丝喷头各层纺丝孔位置电场更为均匀, 平面喷头内层纺丝孔电场较低(图3), 纺丝时需要更高的电压, 且所纺纳米纤维细度不均匀率较大。如图4所示, 平面喷头电场线间排斥作用更为明显, 纺丝时射流间的排斥力也较大。

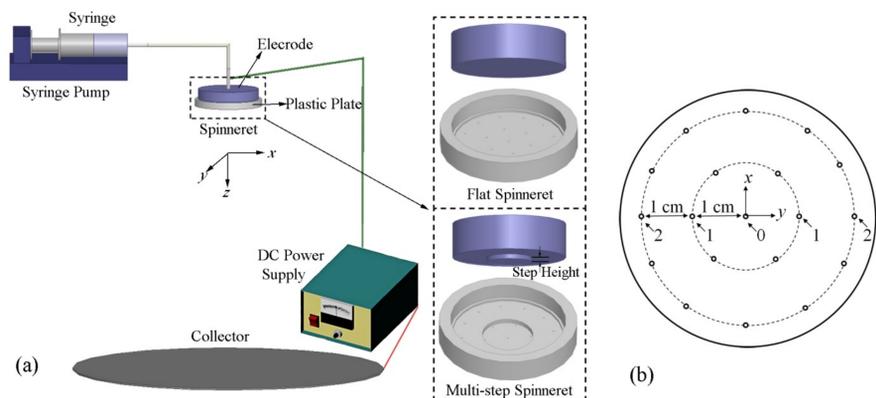


图 1. 平面喷头静电纺丝装置

计算方法: 直接在COMSOL Multiphysics® AC/DC模块的静电接口 (Electrostatics, es) 计算中, 电势 V 满足泊松方程,

$$-\nabla \cdot (\epsilon_0 \epsilon_r \nabla V) = \rho$$

这里 ϵ_0 为自由空间的介电常数, ϵ_r 为相对介电常数, ρ 为空间电荷密度。电场和电位移通过电势 V 的梯度计算得到:

$$E = -\nabla V$$

$$D = \epsilon_0 \epsilon_r E$$

电势边界条件施加至喷嘴处和接收板位置, 将电势 V 添加至喷嘴位置, 接收板接地, 射流周围的空气边界设置为电势为0。

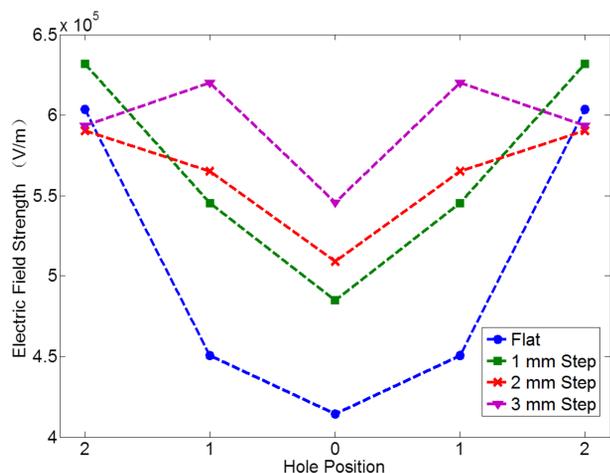


图 2. 沿y轴中心线上各纺丝孔处的电场强度

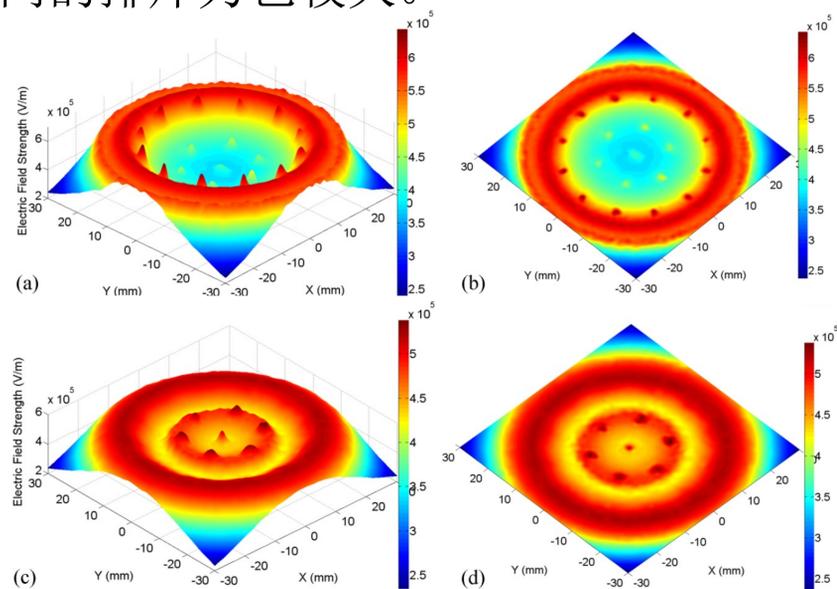


图3. 两种喷头电场分布

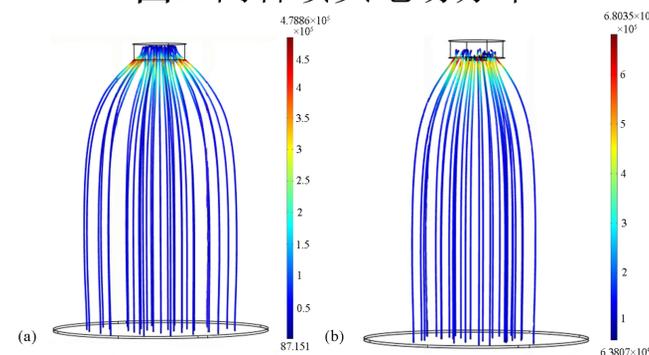


图 4. 两种喷头电场线分布

结论: 通过 COMSOL Multiphysics® 软件模拟可以计算出纺丝区域电场, 选出最优电场分布进行实验验证, 对实验研究具有一定指导作用。

参考文献:

1. Reneker DH, Yarin AL, et al (2000) J Appl Phys 87:4531.
2. Yuansheng Z, Xuekai L, et al (2013) J. Appl. Polym. Sci. 130: 3221.
3. Yuansheng Z, Sheng X, et al (2013) J. Mater. Sci. 48: 6647.