

六、预计招收博士生的课题研究方向和研究工作简介

1. 博士论文研究方向： 电场调控双乳液滴的破裂行为及其在微纤维裁剪中的应用试验

选题类别： ☒ 基础性研究 ☐ 应用性研究 ☐ 工程技术攻关研究
☐ 新开辟的研究方向 ☐ 已有研究方向的继续 ☐ 其他

2. 博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介

微流控技术以其高效、高度可控、高通量特征特别适合生成具有纤维结构的三维（3D）线状材料，如果能对其结构进行合理的裁剪与编织构建，必将为器官芯片的生物支架研究提供新的机遇。此外，最新研究发现，水凝胶基质表现出良好的生物相容性与结构可塑性，不仅能实现细胞在其表面或内部的附着，而且能为细胞的营养传输与代谢提供通道，并在一定程度上解决组织培养的血管化难题。因此，若将微流控研究中的微液滴技术和微纤维技术引入水凝胶基质的3D纤维结构可控合成中，并通过外部场灵活调控微纤维的结构尺寸，有望为生物工程支架的研究提供崭新的思路。

与一般3D结构相比，纤维结构的水凝胶基质将具有明显优势：第一、利用微纤维本身独特的线状结构可以灵活构建各向异性的功能化组织和器官，如血管、神经网络、肌纤维、韧带等；第二、微纤维结构较大的比表面积使得细胞离体培养过程中的营养供给更加高效，细胞排泄物的排除更加通畅；第三、从工程角度看，如果能利用外部场实现纤维长度的可控裁剪，则有望实现支架的灵活、可控以及高通量的自动化组装，为特殊组织工程支架的快速搭建提供技术支撑。

鉴于此，本课题针对组织工程学对多种结构与尺寸微纤维基质的迫切需求，拟开展基于液滴微流控技术的水凝胶微纤维生成与可控裁剪研究，通过在微纤维中包裹双乳液滴，生成具有竹节状的微纤维结构，并以交流电场作为调控工具，实现节点处双乳液滴的可控形变与破裂，进而将这一技术作为“微剪刀”实现水凝胶微纤维的可控裁剪，为组织工程支架等生物医学研究提供重要的材料支持与技术支撑，具有显著的临床应用价值。综上，组织工程学应用研究中亟需尺寸灵活可控的3D纤维结构水凝胶基质，将其作为片上器官组织支架自动化组装的基础材料。而液滴微流控技术有望在该研究领域取得突破性进展。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

空军装备部