

---

# 【武汉理工大学李政颖教授团队】用于体内情绪压力调节的光纤尖端上的宽带超声波发生器

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/36774.html>

*本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！*

【武  
汉理工大  
学李政颖教授团队  
】用于体内情绪压力调节的光纤尖端  
上的宽带超声波发生器

。武汉理工大学李政颖教授团队联合华中科技大学同济医院刘幸华助理研究员开发了一个直径仅200  $\mu\text{m}$ 的微型光纤光声发射器(FPE)，用于精确刺激内侧前额叶皮质(mPFC)神经元，从而精确调节情绪应激。该方法避免了传统电刺激方法中刺激区域过大导致周围正常组织损伤和免疫反应等问题。

情绪压力是日常生活中常见的紧张形式，会破坏身体的稳态。除了影响外周器官功能，对情绪压力的不适应和不可控反应可能导致中枢神经系统疾病，如焦虑、创伤后应激障碍(PTSD)、癫痫和缺血性中风。哺乳动物的多个大脑区域参与应对情绪压力，包括前额皮质(PFC)、杏仁核、前岛叶、海马和纹状体。人类神经成像研究表明，内侧前额叶皮质(mPFC)是适应性行为应对回路的关键部位，负责调节焦虑情绪。在情绪压力下，压力、免疫和氧化系统的激活可能相互增强，导致行为和生化变化，形成恶性循环。例如，睡眠障碍患者常表现出工作记忆下降，同时伴随PFC亚区域激活和功能连接性降低。慢性社交失败压力(SDS)会引发PFC振荡异常，进而导致社会行为功能障碍。

近年来，超声神经调节技术因其能够调节神经活动以治疗神经障碍而受到关注。然而，超声波在传播过程中会受到颅骨高声阻抗的影响，可能导致偏离目标或脑损伤。因此，开发具有可控超声强度和宽频带的微型光纤光声发射器(FPE)，对于实现高空间精度的可逆神经刺激具有重要意义。虽然植入式设备能够有效调节大脑神经活动，但开发一种不含电化学活性元素、可扩展的可逆刺激系统仍面临挑战。光纤光声神经刺激作为一种新兴技术，通过光纤将脉冲激光转化为超声波，能够精确调节神经活动，具有最小侵入性和高空间精度的优势。与传统电刺激相比，它无需电极接触神经，降低了组织损伤风险，并可实时监控和调整刺激模式，为神经调节提供了新的可能性。

武汉理工大学李政颖教授团队和华中科技大学同济医院刘幸华助理研究员以Broadband ultrasound generator over fiber-optic tip for in vivo emotional stress modulation为题在Opto-Electronic Science 期刊2025年第7期发表了相关研究论文，并被选为封面文章。

---

该文章的研究旨在开发一种微型光纤光声发射器(FPE)，用于精确刺激内侧前额叶皮层(mPFC)神经元，并评估其在缓解情绪应激中的潜力。为了解决现有神经刺激方法中存在的偏离目标和组织损伤等问题，研究团队设计了一个直径仅200  $\mu\text{m}$ 的微型FPE系统(图1)。该器件由Ti3C2Tx和聚二甲基硅氧烷(PDMS)材料组成，能够通过脉冲激光器调节Ti3C2Tx的光热温度场，产生周期性的热膨胀和收缩，进而生成超声波刺激附近的神经元(图2)。该FPE系统具备多个重要特性：可控的声强、宽带(-6 dB带宽：162%)和高空间精度（横向：163.3  $\mu\text{m}$ ，轴向：207  $\mu\text{m}$ ），这些参数确保了FPE能够精确地刺激目标区域的神经元并减少偏离靶点的风险。此外，该装置在电化学上无活性，具有良好的生物相容性，能够局部可逆地调节皮质下脑区的神经元，且不涉及遗传干预，展现出较低的副作用和侵入性。研究人员将FPE植入小鼠的mPFC区域，同时使用光纤光度记录系统监测mPFC神经元的兴奋性(图3)。通过GCaMP钙指示剂能够实时记录和分析超声神经刺激对mPFC神经元兴奋性的影响，并发现FPE的超声刺激能够有效缓解急性社交失败压力(SDS)诱导的情绪应激反应。这表明，FPE刺激器在调节情绪应激方面具有显著的潜力，能够为神经精神疾病的治疗提供新的治疗方案。

FPE刺激器为神经调节治疗提供了一个有前景的非电化学方法，能够实现高空间精度、可控和局部的神经刺激，避免了传统电刺激方法中的电极接触、组织损伤和免疫反应等问题。此外，这种技术的应用前景广泛，尤其在治疗焦虑、抑郁症等情绪应激相关的神经精神疾病方面，具有显著的临床价值。

该工作得到了国家自然科学基金项目(U24A20306, 12102140, 6227031087, 62035006, 6207030117)的支持。

来源：科学网

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发