



个人简历

姓名：李家普 出生年月：1990.9 政治面貌：中共党员
籍贯：江西省南昌市 手机：15377525922 邮箱：lijiapu@yeah.net



教育背景

2021.01 ~ 至今	华中科技大学 · 光电学院	光学工程	博士后/合作导师：朱本鹏教授
2019.10 ~ 2020.11	美国南加州大学 · Viterbi 工程学院	生物医学工程	联合培养博士/导师：Qifa Zhou
2017.09 ~ 2020.12	华中科技大学 · 光电学院	微电子学与固体电子学	工学博士/导师：朱本鹏教授
2014.09 ~ 2017.03	华中科技大学 · 光电学院	软件工程	专业硕士/导师：杨晓非教授
2010.09 ~ 2014.06	哈尔滨理工大学 · 理学院	光信息科学与技术	理学学士

研究方向

光纤磁探测及信号处理，光致超声换能器理论及应用研究，光纤光声生物医学应用研究

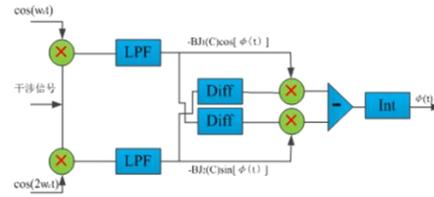
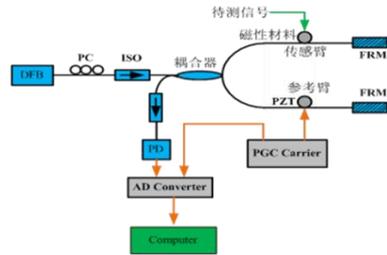
研究简介

申请人于 2014 年考入杨晓非教授课题组攻读硕士学位，对迈克尔逊干涉型光纤磁传感系统中光干涉信号存在的偏振衰落和相位漂移问题展开了研究。采用法拉第旋转镜法消除了光干涉信号的偏振衰落问题，利用相位载波交叉相乘算法解调磁信号解决了光干涉信号的相位漂移问题，搭建的光纤磁传感系统最小可探测磁场强度为 80 nT。随后，继续在杨晓非教授课题组攻读博士学位，对光致超声换能器的光声理论及其医学应用展开了研究，制备了高能量转化效率（ $\sim 3 \times 10^{-2}$ ）、高频（ ~ 30 MHz）的光致超声换能器，利用光致超声换能器进行了光纤光声生物医学成像、光声溶栓治疗等应用研究。此外，申请人博士期间获得 2019 年国家公派出国留学资格，在美国南加州大学进行博士联合培养积累了生物医学相关的研究经验。申请人博士后继续在杨晓非教授课题组学习，现主持 4 项基金，包括国家自然科学基金青年基金、中国博士后科学基金特别资助（站中）与面上资助、湖北省博士后创新研究岗位，在这些项目的资助下深入对光致超声换能器的光声理论和生物医学应用展开研究。在杨晓非教授课题组学习期间，申请人以第一作者在 *Nature Communications*, *Nano Energy*, *Energy & Environmental Materials*, *Carbon*, *Composites Part B: Engineering*, *Photoacoustics*, *Biomedical Engineering Frontiers* 等杂志发表 SCI 论文 8 篇，其中中科院一区论文 6 篇，高被引论文 1 篇。

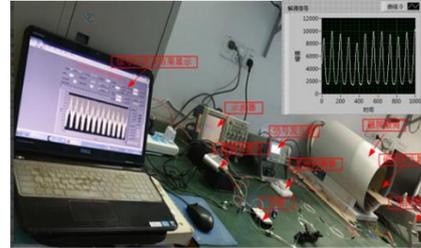
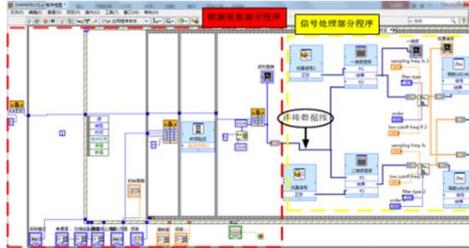
1、近期研究内容介绍

◆ 迈克尔逊干涉型光纤磁传感器研究

磁传感技术在信息工业领域应用广泛，相比于传统磁传感技术，干涉型光纤磁传感技术具有灵敏度高的特点。研究采用迈克尔逊干涉仪作为光纤磁传感器的探测部分，基于 COMSOL 多物理场仿真与实验，确定了光纤干涉型磁传感器的相位变化主要来源于光纤长度的变化；张应力作用于磁致伸缩材料上将增大磁致伸缩效应，而横向磁场不会有纵向伸缩，因此在测试中磁场方向应与材料长度方向保持一致。随后研究发现，基于迈克尔逊干涉型的光纤磁传感测试系统的干涉信号存在偏振衰落和相位漂移的问题。研究采用法拉第旋转镜法消除了干涉信号的偏振衰落；采用相位载波交叉相乘算法解决了干涉信号相位漂移的问题。基于 LabVIEW 搭建了迈克尔逊干涉型光纤磁传感器的数据采集及解调系统，测试结果表明该光纤磁传感系统可探测磁信号的最小频率为 20 Hz，可探测最小磁信号为 80 nT。



➤ 迈克尔逊干涉光纤磁传感原理示意图 ➤ 相位载波交叉相乘算法原理示意图

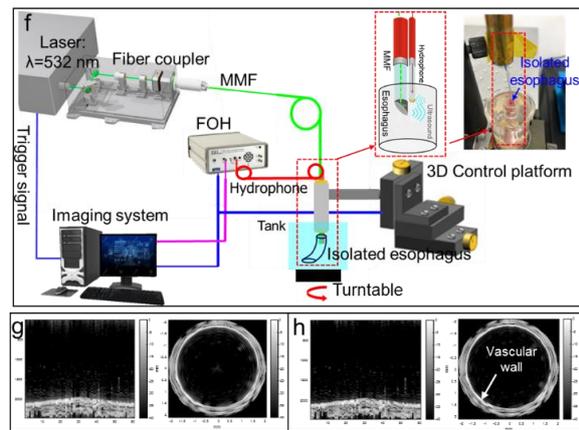
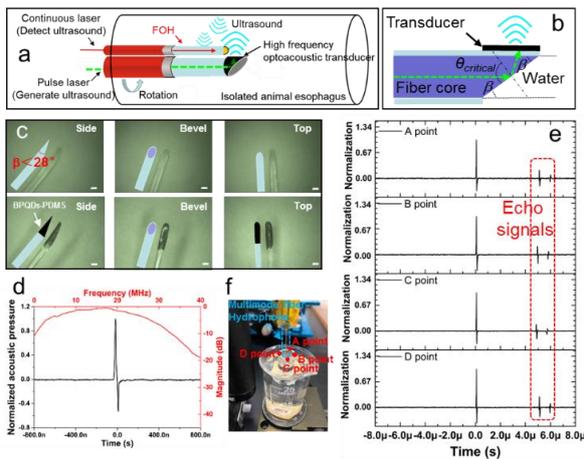


➤ 基于LabVIEW软件的数据采集与相位载波交叉相乘算法组合程序实现

➤ 光纤磁传感系统实物图

◆ 光致超声换能器的医学应用研究

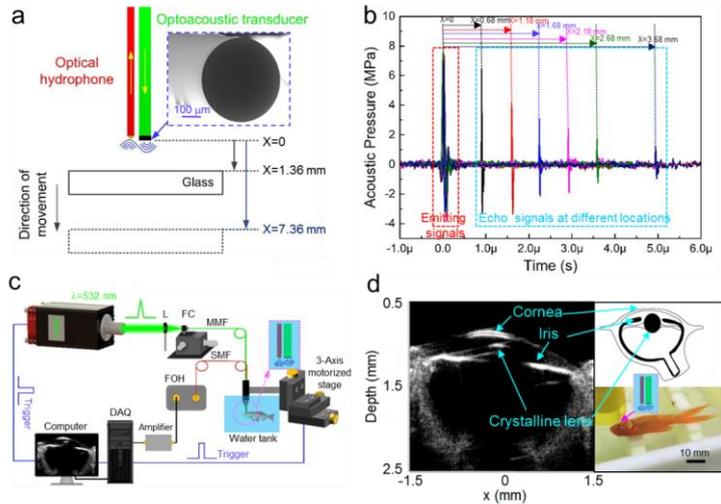
➤ 光纤光声高分辨率内窥成像研究



➤ 全光型光纤光声高分辨率内窥成像系统

动脉粥样硬化是引起心血管疾病的主要原因。易损斑块是一种不稳定的动脉粥样硬化斑块，其破裂是心源性猝死的主要原因。易损斑块 ($< 65 \mu\text{m}$) 的形态学特征作为心血管疾病风险评估的重要指标。高分辨率血管内成像技术可准确识别斑块形态，为评估斑块易损性和精准治疗心血管疾病提供重要参考。血管内超声 (IVUS) 具有足够的成像深度，是评估动脉粥样硬化斑块的重要影像学手段。然而，传统压电 IVUS 的频率范围为 $20 \sim 40 \text{ MHz}$ ，其窄的频带 (普遍 $< 100\%$) 导致轴向分辨率仅有 $60 \sim 120 \mu\text{m}$ ，低成像分辨率使其无法全面而准确评估易损斑块的形态。超高频超声 ($> 80 \text{ MHz}$) 成像具有高分辨率 ($19 \mu\text{m}$)，但其在组织中的强衰减限制了成像深度。高灵敏度使超声成像具有足够的成像深度，宽频带特点可获得比同频率压电超声高近 2 倍的轴向分辨率。因此，高频光致超声具有与超高频压电超声换能器接近的成像分辨率和足够的成像深度，具有对易损斑块进行全面而准确评估的潜力，对其研究具有重要的科学和医学应用意义。目前，申请人已搭建了国内首套 30 MHz 的全光型光纤光致超声成像系统，并实现了对离体动物血管的高分辨率内窥成像，相关研究工作整备投稿中。

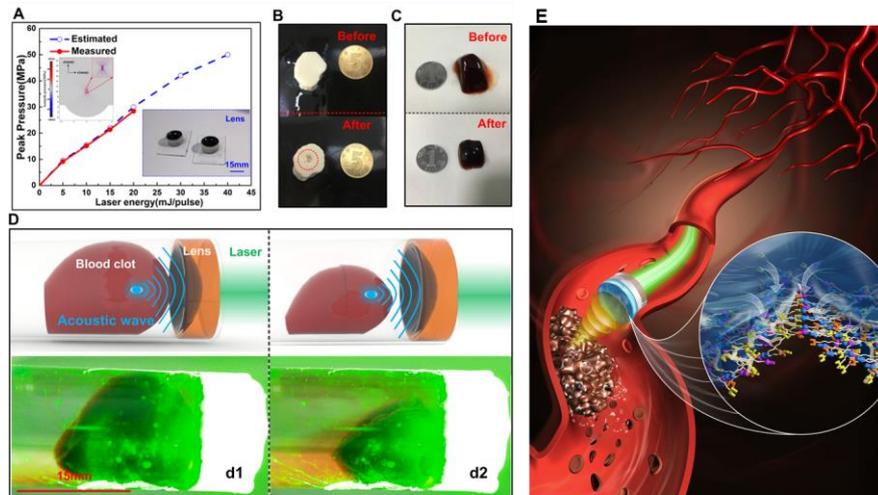
➤ 光纤光声高分辨率组织切面成像研究



➤ 全光型光纤光声高分辨率鱼眼切面成像系统

因钙钛矿甲胺铅碘 (MAPbI_3 , $\sim 6.7 \mu\text{m}^{-1}$) 具有比碳材料 ($\sim 1 \mu\text{m}^{-1}$) 更优异的光吸收特性。为提高光致超声换能器的能量转化效率, 申请人首次利用钙钛矿 (MAPbI_3) 作为光吸收材料在多模光纤上制备了高频 (29.2 MHz)、高转化效率 (2.79×10^{-2}) 的光致超声换能器, 搭建了全光型光声成像系统, 实现了对鱼眼切面的高分辨率超声成像。通过第一性原理计算发现, 光学声子与声学声子耦合导致 MAPbI_3 声子寿命降低使其具有低的热导率 ($\sim 0.4 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$), 低热导率的光吸收材料制备层状结构的光致超声换能器可产生强的热局域效应, 从而增强光声转化效率。相关研究成果已发表在 *Nature Communications*, 现为高被引论文。

➤ 光致超声换能器血栓溶解的医学应用研究



➤ 全光型光声溶栓

为解决传统压电超声换能器损坏后不可修复的问题, 对超声换能器的声学自愈性能及超声治疗的应用展开了研究。对此, 首次提出并制备了具有自修复功能的光致超声换能器, 研究发现该换能器损伤后可自愈, 且经过 10 次损伤和修复, 换能器的峰值声压可恢复至初始值的 92.3%, 这对延长器件使用寿命和抗疲劳特性有重要意义。最后, 利用该光致超声换能器实现了对动物血栓的溶解, 相关工作已发表在 *Nano Energy*。

◆ 光致超声换能器的理论研究

➤ 高能量转化效率、高频光致超声换能器的理论研究

为实现对光致超声换能器频率的精准调控, 申请人设计并制备了具有各向异性导热的 CNT 阵列-PDMS 复合材料的光致超声换能器。采用感应耦合等离子刻蚀技术, 使换能器厚度从 $200 \mu\text{m}$ 减薄至 $18 \mu\text{m}$, 中心频率从 3 MHz 增加



至 20.2 MHz。根据声学振动理论分析，该光致超声换能器的振动模式为厚度振动，这为精准调控光致超声频率奠定了理论基础，相关工作已发表在 *Composites Part B: Engineering*。

➤ 精准调控光声换能器频率的理论研究

为解决热声扬声器倍频的问题，消除声信号的频率失真，申请人基于光声效应，设计了一种光驱动的纳米发声器。本研究以碳纳米管阵列为研究对象，设计了内置纳米亥姆霍兹共振腔的高效光声发声器。研究发现该纳米发声器发射的声波频率和光调制信号频率一致，避免了声信号频率的失真。研究表明该器件可对声音进行频率不失真的播放，这为未来乐器的发展提供了新思路，相关工作已发表在 *Energy & Environmental Materials*。

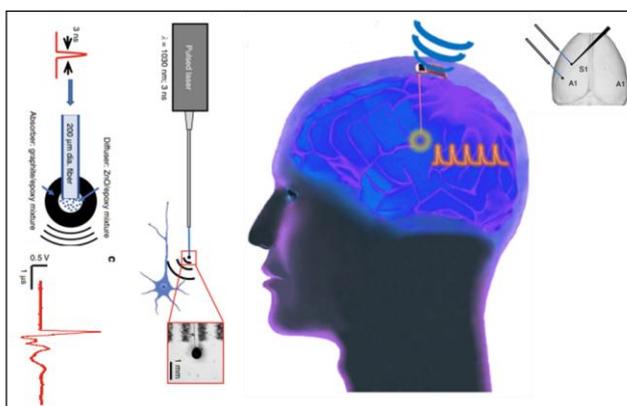
➤ 光致超声换能器激光热损伤的理论研究

由于光致超声换能器的激光热损伤机理尚不完全清楚，导致其因激光热烧蚀造成的使用寿命衰减问题一直未解决。因此，建立光致超声换能器的激光热损伤理论模型对延长器件的使用寿命具有重要意义。经过前期研究积累，申请人已建立光致超声换能器的激光热损伤理论模型。基于该理论模型的计算结果表明，理论激光损伤阈值与实验值接近。此外，当激光能量密度低于损伤阈值时，光致超声换能器可长时间稳定工作，同时产生强的光声信号。最后，从复合材料热扩散系数的角度证明了该理论模型可为延长光致超声换能器的使用寿命提供重要参考，研究结果为换能器的合理设计和优化奠定了理论基础，相关研究工作已投稿。

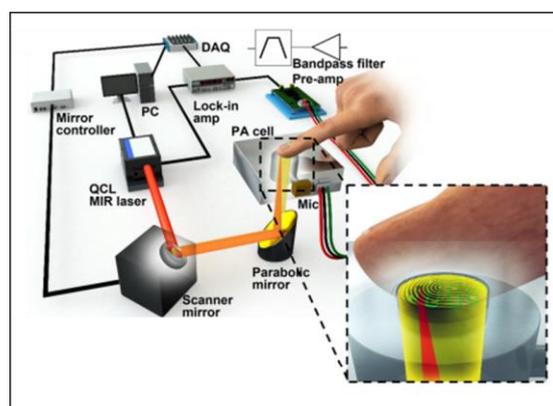
➤ 动态聚焦型光致超声换能器的理论研究

为解决传统聚焦超声换能器焦距不可调的问题，申请人首次提出并制备了一种可连续自动调焦的聚焦型光致超声换能器，其通过改变腔体内气压使换能器凹面曲率连续变化，达到连续自动调焦的目的，从而对光致超声换能器的波前声场进行调节，通过改变焦距可实现对不同深度组织的高分辨率超声成像，相关工作已发表在 *Photoacoustics*。

2、未来研究计划



➤ 未来研究计划：光纤光声深脑神经刺激治疗神经系统疾病研究



➤ 未来研究计划：光声光谱无创血糖检测研究

申请人后期研究，计划基于光致超声换能器易于微型化和电磁兼容的特点，对光致超声脑神经刺激及治疗中枢系统神经疾病（如：阿尔茨海默病、癫痫和抑郁症等）展开研究，利用核磁共振成像技术实时研究光致超声对神经系统疾病治疗的效果。此外，糖尿病是一种危害人类健康的疾病，其中血糖浓度检测是预防和治疗糖尿病的关键。光声测量法不仅可以克服现有的有创检测方法耗材多、给病人带来生理和心理疼痛的缺点，同时也是一种很有潜力的无创血糖检测手段。尽管无创血糖测量的研究已取得了相当的进展，但到目前为止，还未实现真正意义上的无创血糖检测，申请人计划基于光声效应进行无创光声光谱血糖检测的研究。此外，根据团队需要开展相关方面的研究。

**文章及专利 (第一作者论文 8 篇, 另有 2 篇论文在投稿中)**

1. X.Y. Du[#], **J.P. Li[#]**, G.D. Niu, J.H. Yuan, K.H. Xue, M.L. Xia, W.C. Pan, X.F. Yang, B.P. Zhu, J. Tang. Lead halide perovskite for efficient optoacoustic conversion and application toward high-resolution ultrasound imaging. *Nature Communications*, 12, 2021, 3348 (IF=17.7, 一区, 高被引论文).
2. **J.P. Li[#]**, Y. Yang[#], Z.Y. Chen, S. Lei, M.K. Shen, T. Zhang, X.K. Lan, Y.J. Qin, J. Ou-Yang, X.F. Yang, Y. Chen, Z.Y. Wang, B.P. Zhu. Self-healing: A new skill unlocked for ultrasound transducer. *Nano energy*, 68, 2019, 104348 (IF=19.1, 一区).
3. **J.P. Li[#]**, Z.Y. Wang[#], L.M. Jiang[#], Z.C. Yu, X. Ge, J. Ou-Yang, X.F. Yang, X.B. Tian, H. Tian, B.P. Zhu. High Efficiency and Anomalous Photoacoustic Behavior in Vertical CNTs Array. *Energy Environment Materials*, 0, 2021, 1-6 (IF=13.4, 一区).
4. **J.P. Li**, X.K. Lan, S. Lei, J. Ou-Yang, X.F. Yang, B.P. Zhu. Effects of carbon nanotube thermal conductivity on optoacoustic transducer performance. *Carbon*, 145, 2019, 112-118 (IF=11.3, 一区).
5. **J.P. Li**, J.B. Xu, X.L. Liu, T. Zhang, S. Lei, L.M. Jiang, J. Ou-Yang, X.F. Yang, B.P. Zhu. A novel CNTs array-PDMS composite with anisotropic thermal conductivity for optoacoustic transducer applications. *Composites Part B: Engineering*, 196, 2020, 108073 (IF=11.3, 一区).
6. Q. Li[#], **J.P. Li[#]**, H.B. Zhu, Y.J. Chen, B.P. Zhu, H.B. Yu. Dynamic acoustic focusing in photoacoustic transmitter. *Photoacoustics*, 21, 2021, 100224 (IF=9.7, 一区).
7. **J.P. Li[#]**, X.X. Yan[#], B.P. Zhu, J. Xu, J. Ou-Yang, X.F. Yang. Synthesis of cylindrically-concaved PMN-PT thick films by pad printing process. *Journal of Alloys and Compounds*, 695, 2017, 859-862 (IF=6.4, 二区).
8. **J.P. Li[#]**, Y.Q. Ma[#], T. Zhang, K.K. Shung, B.P. Zhu. Recent Advancements in Ultrasound Transducer: From Material Strategies to Biomedical Applications. *Biomedical Engineering Frontiers*, 2022, 9764501 (Invited review).
9. **J.P. Li**, J.R. Yuan, W.B. Li, T. Zhang, Y.J. Qin, X. Ge, J. Ou-Yang, X.F. Yang, B.P. Zhu. Investigation on laser-induced damage of CNT-PDMS optoacoustic transducer. (已投稿)
10. **J.P. Li**, X.R. Wang, J. Huang, T. Zhang, Y.J. Qin, Z.L. Xiao, S. Lei, J. Ou-Yang, X.F. Yang, B.P. Zhu. Functionalized black phosphorus quantum dots as optoacoustic transducer for ultrasound endoscopic imaging. (整备投稿)
11. T. Zhang, H. Liang, Z. Wang, C. Qiu, Y. B. Peng, X. Zhu, **J.P. Li**, et al. Piezoelectric ultrasound energy-harvesting device for deep brain stimulation and analgesia applications. *Science Advances*, 8, 2022, 0159.
12. T. Zhang, Z. Wang, H. Liang, Z. Wu, **J.P. Li**, et al. Transcranial Focused Ultrasound Stimulation of Periaqueductal Gray for Analgesia. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 2022, 3162073.
13. L. Jiang, G. Lu, Y. Yang, Y. Xu, F. Qi, **J.P. Li**, et al. Multichannel Piezo - Ultrasound Implant with Hybrid Waterborne Acoustic Metastructure for Selective Wireless Energy Transfer at Megahertz Frequencies. *Advanced Materials*, 33, 2021, 2104251.
14. X.K. Lan, J. Li, **J.P. Li**, et al. Phase evolution and microwave dielectric properties of novel $\text{LiAl}_{5-x}\text{Zn}_x\text{O}_{8-0.5x}$ -based ($0 \leq x \leq 0.5$) ceramics. *Journal of the American Ceramic Society*, 103, 2020, 1105-1112.
15. X. K. Lan, **J.P. Li**, et al. Lattice structure and microwave dielectric properties of $[\text{Mg}_{0.5}\text{Si}_{0.5}]^{3+}$ -doped LiAlO_2 solid solution. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 30, 2019, 11764-11770.
16. Z. Chen, Y. Wu, Y. Yang, **J.P. Li**, et al. Multilayered carbon nanotube yarn based optoacoustic transducer with high energy conversion efficiency for ultrasound application. *Nano Energy*, 46, 2018, 314-321.
17. Z. Guo, X. Yang, J. Deng, B. Yan, J. Zheng, J. Ding, **J.P. Li**, et al. Electric field control of the exchange spring effect in perpendicularly magnetized FePt/NiFe bilayers. *Journal of Alloys and Compounds*, 687, 2016, 204-210.
18. 专利: 杨晓非, 李家普, 欧阳君, 陈实, 等, 一种基于回流焊的光纤光栅磁传感器的制备方法. 公开. 授权号: CN201610414635.5
19. 专利: 朱本鹏, 李家普, 陈实, 杨晓非, 等, 一种基于微位移测量的电流传感器. 公开. 授权号:



CN201610472240.0

- 20. 专利：朱本鹏，雷爽，杨晓非，李家普，一种光致超声换能器及其制备方法. 授权号：CN201910570950.0
- 21. 专利：杨晓非，王鲜然，刘项力，陈实，欧阳君，李家普，一种磁传感装置. 申请号：CN201910319990.8
- 22. 专利：杨晓非，刘项力，王鲜然，陈实，欧阳君，李家普，一种谐振式磁传感器. 申请号：CN201910318965.8
- 23. 专利：唐江，牛广达，杜鑫源，朱本鹏，李家普，一种基于卤素钙钛矿材料的光致超声换能器及其制备方法. 申请号：CN202011494696.X

研究项目（主持 4 项）

- 博后期间 国家自然科学基金委员会青年科学基金项目：《CNT 阵列/PDMS 复合结构热-力耦合特性对光致超声频率影响研究》，**主持**，2022.1-2024.12，30 万，编号：12102140
- 中国博士后科学基金会第 15 批站中特别资助项目：《基于全无机无铅钙钛矿的高频高效率光致超声换能器关键技术研究》，**主持**，2021.9-2023.6，18 万，编号：2022T150231
- 中国博士后科学基金会第 70 批面上资助项目：《基于高频光致超声换能器的光纤内窥镜关键技术研究》，**主持**，2021.1-2022.12，8 万，编号：2021M701300
- 湖北省博士后创新研究岗位，**主持**，2021.1-2022.12，6 万，编号：277657
- 国家自然科学基金委员会面上项目：《用于肝脏立体定向放射治疗的呼吸门控合并超声实时引导系统的研究》，参与
- 博士阶段 国家自然科学基金委员会面上项目：《医用内窥镜式光致超声换能器的研究》，参与
- 深圳市科创委基础研究自由探索项目：《基于无机/有机复合材料的光致超声换能器研究》，参与
- 硕士阶段 总装“十二五”预研项目：《地磁xxx技术研究》，参与
- 国家自然科学基金委员会面上项目：《基于自旋霍尔效应的超低功耗逻辑器件设计及制作》，参与

奖励荣誉

- 博士阶段 2020 年 光电学子奖学金，华中科技大学微电子论文奖
- 2019 年 国家公派赴美留学联合培养博士资格，光电学院优秀共产党员荣誉称号
- 2018 年 华中科技大学第五届“助学、筑梦、铸人”主题宣传活动三等奖
- 2017 年 华中科技大学光华奖学金
- 硕士阶段 2017 年 长飞奖学金
- 2016 年 校“三好研究生”荣誉称号，校知行优秀二等奖
- 2015 年 校“三好研究生”荣誉称号，校知行优秀三等奖
- 微电子工程系学生第一党支部书记
- 本科阶段 2014 年 优秀毕业生荣誉称号，全国大学生高等数学竞赛国家级二等奖，校二等奖学金
- 国家奖学金，全国大学生高等数学竞赛国家级三等奖和数学建模竞赛省级一等奖
- 2013 年 校三好学生荣誉称号，校特等奖学金、一等奖学金
- 黑龙江省三好学生荣誉称号，国家励志奖学金
- 2012 年 国家励志奖学金，校二等奖学金两次
- 2011 年 校二等奖学金两次



会议报告

- **J.P. Li**, et al. Lead halide perovskite based optoacoustic transducer with high energy conversion efficiency for high-resolution ultrasound imaging, 2021 IEEE International Ultrasonics Symposium,西安, 2021-9-12 至 2021- 9-15.
- **J.P. Li**, et al. Self-healing : A new skill unlocked for ultrasound transducer, 2020 IEEE International Ultrasonics Symposium, 拉斯维加斯, 2020-9-7 至 2020-9-11.
- **J.P. Li**, et al. Effects of carbon nanotube thermal conductivity on optoacoustic transducer performance, 第十四届国际理论与计算声学大会, 北京 , 2019-7-29 至 2019-8-1.