2021年招生计划

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： 基于电磁-压电-摩擦电的能量收集技术研究

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

随着无线传感技术（WSN）、物联网(IoT)及微机电系统(MEMS)的飞速发展，传统的化学电池逐渐无法满足长寿命、远距离供能的需求。不仅如此，现有的电力基础设备还会出现极大的能量浪费，包括产生热、振动、噪声等无效输出。能量收集技术就目前亟待解决的问题给出了有效的解决思路，是一种极具应用前景的技术。能量收集是一种可以捕获、积聚、存储和管理能量并转换为电能输出的技术。可获取的能量范围广泛，成为近十几年国际上的研究热点。

电磁、压电及摩擦电复合能量收集及传感机制极具前景。能量收集将环境周围分布式能量进行收集并转换成可使用电能的技术，专注于一种能量收集机制的设备往往产生的能量较小，需要大规模集成或增加设备尺寸，这在小微型化装置及可穿戴领域局限性较大。而在WSN中，多数能量收集装置的作用是为传感器提供电力支持。在这种情况下，多机制复合能量收集及传感技术极具前景，尤其应用于通过人体运动产生动能为测量人体所处环境、人体自身情况等的可穿戴传感器设备供电。将电磁、压电于摩擦电能量收集机制结合起来，作为一种复合发电与传感应用，不仅可以在信号测量方面获得成果，还可以与无线传感网络结合起来将能量收集技术作为传感器的供电源头，获得一举多得的效果。

本申请项目首次提出将电磁-压电-摩擦电能量收集技术复合应用于人体运动关节中作为传感-发电可穿戴装置，利用人工智能、机器学习为基础构建基于传感信号为数据来源的运动监控、健康检测及AR/VR技术应用体系。其研究方向属于机械结构与微能量领域的热点前沿研究方向。是机械设计、工程材料、生物工程、电子技术和计算机技术等学科的交叉研究课题。研究项目工作的发展将有力的促进微能量收集技术与人体可穿戴领域的交叉融合及应用和发展，具有重要的理论价值和工程意义。研究成果不仅有利于该电磁-压电-摩擦电复合传感-发电系统，还有利于其它微机电、传感系统的发展，具有重要的学术价值。

本项目针对电磁-压电-摩擦电能量收集技术，构建集传感及发电功用为一体的可穿戴装置，在人体运动过程中监测运动及身体健康情况的自功能系统，并通过人工智能及机器学习手段，将传感信号与无线传输控制及VR/AR技术相结合，提高其应用范围。

研究目标：1）构建可测量关节运动角度、速度的传感部分机械结构，揭示不同摩擦电材料在选择方面如何对温度、湿度、CO2浓度等参数变化敏感。获得不同运动状态及参数变化的数据模型，分析不同运动状态下对应的信号输出规律；2）构建与传感部分相配合使用的电磁-压电发电机的机械结构，优化合适的磁铁及线圈分布方式、个数及状态，设计低频转高频的压电结构，揭示电磁及压电发电装置的输出量，与后续传感部分及备用电池相连接，完成自供能传感-发电装置的机械结构设计；3）构建无线传输模块，将获得的传感信号无线传输至计算机中处理。利用机器学习建立人体运动状态及身体参数系统，使传感数据可自动生成测量结果。在人工智能的基础上，利用虚拟现实VR/AR技术可将可穿戴设备作为人机交互工具，实现无线控制玩具小车、无人机、体感游戏等控制。

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

本项目的经费支持来源于其他项目经费结转。以前期内容为基础，计划申报明年的国家自然科学基金项目，以获得更加重要的直接经费支持。