2022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： 流激振动压电俘能机理与方法研究

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

自然界中普遍存在着水流激励结构振动的现象，其中涡激振动和尾流激振是两种分布极其广泛的流激振动形式，广泛见于河流、海洋流、潮汐流等低速水流环境下。因水流流速低，其动能将不易俘获。本课题提出了面向低速水流环境，基于涡激振动和尾流激振复合模式下水力压电俘能方法。针对水流流速较低，且时变特点，旨在开发低频宽带的流激振动压电俘能器。本课题是基于智能材料应用和新能源开发提出的研究课题，同时涉及流场、固体场和电场，是一个多学科相互交叉的新颖基础研究型课题。本课题基于流场的涡激振动和尾流激振理论耦合压电俘能相关理论，建立流-固-电多物理场耦合理论模型，揭示尾流激励和涡激振动下压电俘能器的流-固-电耦合机制，获得高效的低频宽带水力压电俘能方法（压电俘能器），以此俘能方法或俘能器构型，研究基于涡激振动和尾流激振复合模式下压电阵列俘能方式，充分利用尾流能量，获得最优的能量转化效率。因此，该研究具有较大的学术价值，可为多物理场耦合俘能提供一定的理论和技术支持，为低能耗产品、系统（网络）提供一种持续有效的供能方式，具有广泛的应用前景和较高的经济效益。

具体的研究内容包括：

1.涡激振动型压电俘能方法及其流-固-电耦合机制研究

(1) 涡激振动型压电俘能器构型规划。

(2) 涡激振动型压电俘能的流-固-电耦合数学建模及其求解算法。

2.尾流激振型压电俘能方法及其流-固-电耦合机制研究

压电俘能振子置于尾流场中，受尾流场激励振动而输出电能。其俘能能力与压电振子构型、结构参数、流场分布等有密切相关，具体研究内容如下：

(1) 尾流激振型压电俘能振子构型规划。

(2) 尾流激振型压电俘能系统的流-固-电耦合数学建模及其求解算法。

3.涡激振动和尾流激振复合模式下的压电俘能器阵列俘能研究

由于阵列式压电俘能系统同时存在涡激振动和尾流激振，系统振动响应和能量输出复杂。为了充分利用尾流场动能，追求更高的能量转化效率。需根据流场分布，设计阵列方案。并根据仿真分析得到俘能器的振动响应和流场分析结果，优化设计方案，以提高系统的能量输出能力具体内容细分为：

(1) 压电俘能器阵列俘能的方案设计。

(2) 流-固-电多物理场耦合仿真系统的仿真分析及阵列方案优化。

(3) 俘能阵列相位一致性研究.

(4) 阵列俘能排布模式、阵列俘能圆柱直径变化、阵列俘能圆柱间隙变化规律研究。

4.涡激振动和尾流激振复合模式下的压电阵列俘能系统的能量回收电路设计与优化。

设计外部高效的能量回收电路，根据阵列式压电俘能振子的能量输出特性，进行外接电路优化设计，以获得最佳的能量输出。

(1) 面向多振子的高效能量回收系统实现方法。

(2) 压电振子阵列联合发电的能量转换及提取方案。

5.实验研究

设计并加工实验样机，搭建水流激励实验平台，进行尾流激振型俘能器、涡激振动型俘能器及复合模式下压电俘能器阵列的俘能系统实验研究，具体工作内容如下：

(1) 单一涡激振动型压电俘能器的实验研究。

(2) 单一尾流激振型压电俘能器的实验研究。

(3) 涡激振动和尾流激振复合模式下的压电俘能器阵列俘能系统实验研究。

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

本课题依托于国家自然科学基金面上项目 No. 51677043和No. 51875116，另外将本人负责的横向课题部分经费投入到博士生的培养中，因此，本课题的研究经费充足。