**“微结构材料中声子的调控及其在超导量子芯片中的应用”重大项目指南**

近年来，基于声子能带、有效介质、能带拓扑等理论，人们发现了一系列新的声学效应，突破了传统材料的限制，对声场和声子的认识水平和调控能力达到了新的高度。与经典物理声学和声学材料研究主要关注声场波动性不同，最新的进展已经深入到将声子作为一种准粒子元激发，研究声子的粒子间相互作用、量子相干、量子耦合和统计关联等特性。本项目拟通过声微结构材料的能带设计和剪裁，实现对声子模式、拓扑态声场的操纵，并应用于声子--超导量子芯片混合系统中。研究探索 “声子学”领域中新的物理规律，推动固态声子集成器件的发展，为量子信息领域提供新的器件原理和技术。进一步为量子声子学、声子集成信息处理、声子逻辑计算、声精密测量、声子热输运和热管理等方面的应用开拓新的途径。

**一、科学目标**

　　围绕声微结构材料，基于声子能带论和拓扑物理，揭示声场调控的新原理；研究拓扑声子、手性声子、谷声子等新型声子态的输运和调控的理论和方法；探索微结构材料对声子传输和声子--超导人工原子相互作用的调控和操纵的新机制，构建基于声子的超导量子电路的混合系统，实现单声子量子态的操纵和测量，发展量子声子原型器件，探索可拓展超导量子计算的新途径。

**二、研究内容**

　　（一）声子拓扑态实现机制的研究。

　　研究基于声微结构材料的拓扑声子、手性声子、谷声子等声子准粒子的构建和调控；建立具有新自由度的声场输运和调控的相关理论；发展拓扑声子学理论和实验。

　　（二）高频固态声子操纵机制的研究。

　　基于全固态构建和实现新的声子态和声场，设计和实现声子总线；研究声子--光子、声子--激子、声子--超导量子态的强耦合机制，为量子态的操纵和声子调控提供新原理和方法。

　　（三）超导量子芯片界面热传导的声子输运机制的研究。

　　实现对微结构材料热导率的有效调控，研制超导量子芯片的新型热管理原型器件；进一步探索利用热调控降低量子态初始化的弛豫时间、提高量子态操纵能力的有效手段。

　　（四）声子--超导量子态等人工原子的强耦合理论机制及实验实现的研究。

　　构建声子和超导量子电路的混合系统；探索单声子量子态的操纵和测量；探索基于量子声子态的量子信息处理以及构建量子声子器件的技术途径。

**三、申请注意事项**

　　（一）申请书的附注说明选择“微结构材料中声子的调控及其在超导量子芯片中的应用”。

　　（二）申请人申请的直接费用预算不得超过2000万元/项（含2000万元/项）。

　　（三）本项目由数理科学部负责受理。