

# 中国船舶集团有限公司第七二二研究所文件

所科〔2024〕5号

## 第七二二研究所关于印发《低频电磁通信技术 湖北省重点实验室 2024 年开放 基金项目指南》的通知

各有关单位：

低频电磁通信技术湖北省重点实验室通过征集选题，确定了2024年度开放基金项目指南。现印发《低频电磁通信技术湖北省重点实验室2024年开放基金项目指南》（附件1），欢迎各单位按指南要求，申报课题，具体要求通知如下：

### 一、文件格式

请按照《开放基金项目建议书》格式填写（附件2）

- 1 -



70124053100344

## 二、时间安排

请于2024年8月30日前，提交《开放基金项目建议书》打印稿1份（需盖单位公章）和光盘1份。

## 三、联系方式

快递地址：武汉市江夏区藏龙大道3号七二二研究所

联系人：丁葵 027-81698556, 13986070318

陈鹏 027-81698071, 13973161442

- 附件：1. 低频电磁通信技术湖北省重点实验室2024年开放基金项目指南  
2. 开放基金项目建议书（格式）



中国船舶集团有限公司第七二二研究所

2024年5月28日

## 附件 1

# 低频电磁通信技术湖北省重点实验室 2024 年开放基金项目指南

### 一、 设立目的

低频电磁通信技术湖北省重点实验室 2024 年开放基金项目，用于推进低频直采接收系统信道化技术、低频窄带干扰的自适应抑制方法、无人直升机系留低频天线抗风关键技术、低频通信智能化技术、抗多普勒效应的低频通信体制技术、水下极低频轻巧型电天线接收技术、大张力细缆高速排缆技术、小型化轻量化高速收发技术、小型化激光高压隔离供电技术、平流层飞艇低频通信可行性与关键技术研究等基础科研工作。

### 二、 课题主要情况

#### 1. 低频直采接收系统信道化技术

针对低频信号全频段直采需求，研究低频（10kHz-200 kHz）直采接收系统信道化系统框架，突破软件自动增益和多信道处理控制关键技术，实现宽带低频接收系统的信道化接收，提升低频直采接收系统高精度、高灵活性、大动态范围，提高低频直采接收系统多信道接收能力。

#### 2. 低频窄带干扰的自适应抑制方法研究

针对低频通信在复杂电磁环境下性能提升需求，研究低频噪声特性和自适应处理算法，开展窄带干扰降噪算法开发和验证测



试技术研究，主要包括基于 DSP 的自适应噪声抑制算法设计、仿真测试，以及硬件验证测试，确保在实际环境有效性和鲁棒性。

### 3. 无人直升机系留低频天线抗风关键技术

针对无人直升机系留低频天线大功率发射场景，建立无人直升机系留系统动力学仿真模型，研究不同风速条件对系留天线构型、张力以及无人直升机飞行的影响；探索无人直升机系留系统最优飞行姿态，提高系留系统抗风能力；研究无人直升机系留低频发射天线安全飞行技术，进行强风条件下系留系统脱落仿真，研究脱落对无人直升机的影响以及系留系统落区规划。

### 4. 低频通信智能化技术研究

针对低频无线电多参数信道、实时变化特点，研究低频信道实时预测准确性方法，研究低频智能通信的难点和关键点，提出低频智能化的基础性问题、核心技术及研究方法，构建低频通信智能化或智能化应用场景，提升低频通信适应复杂电离层变化、多模干涉等条件下性能。

### 5. 抗多普勒效应的低频通信体制技术研究

针对快速机动平台多普勒效应影响低频收信问题，开展机动平台高速变化多普勒特性分析，开展通信体制抗多普勒效能仿真分析，设计抗多普勒效应的低频通信体制，完成试验验证，提升机动平台低频信号接收可靠性。

### 6. 水下极低频轻巧型电天线接收技术研究

针对水下大深度通信需求，基于极低频电磁波深海传播技术，开展接收水平电场分量无动力轻巧型电天线设计，提出深水

环境下的展开方法,并研究无动力情况下天线在深水海洋环境下的运动特性,包括水平性,洋流作用下方向稳定性。形成轻巧型电天线水平展开稳定接收信号的技术途径。

#### 7. 大张力细缆高速排缆技术研究

针对大张力超长细缆高速收放的可靠性需求,研究适应大张力、细缆径、高转速的小型化、轻量化排缆方法与特性;分析排缆机构工作原理和影响因素,建立精确的排缆机构三维模型,推导出排缆数字模型,给出解决高速排缆条件下,排缆机构易卡滞、磨损等问题的有效措施和试验验证方法。

#### 8. 小型化轻量化高速收放技术研究

针对超长细缆高速收放小型化轻量化设计需求,开展收放装置整体结构减重技术研究;分析采用镂空设计、主承力结构形式、支撑杆等方式的减重作用机理;给出三维精细化有限元数值分析和收放装置力学性能特性分析,提出超长细缆高速收放装置小型化轻量化主要措施。

#### 9. 小型化激光高压隔离供电技术研究

针对小型化高压隔离供电需求,开展激光、磁场耦合、电场耦合、微波等高压隔离传能技术对比论证,探索激光高效传能机理,提升激光传能效率,研究 10W 大功率激光光纤高效传能隔离供电技术,试制 2W 航空级激光隔离供电样机。

#### 10. 平流层飞艇低频通信可行性与关键技术研究

基于平流层飞艇的长时驻空能力和良好生存能力,开展平流层飞艇低频通信概念设计,研究平流层飞艇高升阻比总体构型、



艇载低频天线动力学模型、飞艇与低频通信系统适配特性，构建艇载低频通信系统仿真模型，评估大载重高功率条件下平流层飞艇的驻空能力及机动能力、空中低频通信系统的通信效能，支撑平流层飞艇低频通信可行性评估，确定平流层飞艇低频通信关键技术路线。

### 三、 相关技术研究目标与主要研究内容

课题研究目标与主要研究内容见表 1，更详细内容请与对接人沟通。

表1 研究目标与主要研究内容

主要研究方向	研究目标与主要研究内容
<p>低频直采接收系统信道化技术</p>	<p>研究目标: 针对低频信号全频段直采需求, 研究低频 (10kHz-200 kHz) 直采接收系统信道化系统框架, 突破软件自动增益和多信道处理控制关键技术, 实现宽带低频接收系统的信道化接收, 提高低频直采接收系统多信道接收能力。</p> <p>主要研究内容为:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 研究低频直采信道化接收系统架构;</li> <li>2) 构建宽带低频信道化接收系统模型;</li> <li>3) 开展数字信道滤波、软件自动增益控制等性能评估和仿真;</li> <li>4) 研究低频直采接收系统多信道处理方法和软件实现。</li> </ol> <p>对接人: 丁忠义 电话: 13387528580</p>
<p>低频窄带干扰的自适应抑制方法研究</p>	<p>研究目标: 针对低频通信在复杂电磁环境下性能提升需求, 研究低频噪声特性和自适应处理算法, 开展窄带干扰降噪算法开发和验证测试技术研究, 主要包括基于 DSP 的自适应噪声抑制算法设计、仿真测试, 以及硬件验证测试, 确保在实际环境有效性和鲁棒性。</p> <p>主要研究内容为:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 对通信环境中的低频窄带干扰的频谱分布、时变特性、对通信系统的影响等干扰特性开展充分分析;</li> <li>2) 设计并实现针对通信场景窄带干扰的自适应抑制算法;</li> <li>3) 通过仿真平台模拟低频窄带干扰环境下的通信系统, 确保算法的有效性与鲁棒性;</li> <li>4) 将低频窄带干扰自适应抑制算法移植到 DSP 平台, 开展实际环境验证测试。</li> </ol> <p>对接人: 徐瑞 电话: 15871761095</p>

主要研究方向	研究目标与主要研究内容
无人直升机系留低频天线抗风关键技术研究	<p>研究目标: 针对无人直升机系留低频天线大功率发射场景, 建立无人直升机系留系统动力学仿真模型, 研究不同风速条件对系留天线构型、张力以及无人直升机飞行的影响; 探索无人直升机系留系统最优飞行姿态, 提高系留系统抗风能力; 研究无人直升机系留低频发射天线安全飞行技术, 进行强风条件下系留系统脱落仿真, 研究脱落对无人直升机的影响以及系留系统落区规划。</p> <p>主要研究内容为:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 开展无人直升机系留系统动力学仿真, 研究不同风速条件对系留天线构型、张力的影响;</li> <li>2) 探索无人直升机系留系统强风条件下最优飞行姿态, 提高系留系统抗风能力;</li> <li>3) 研究无人直升机系留低频发射天线安全飞行技术。</li> </ol> <p>对接人: 罗志清 电话: 13995601093</p>
低频通信智能化技术研究	<p>研究目标: 针对低频无线电多参数信道、实时变化特点, 研究低频信道实时预测准确性方法, 提出低频智能化的基础性问题、核心技术及研究方法, 构建低频通信智能化或智能化应用场景, 提升低频通信适应复杂电离层变化、多模干涉等条件下性能。</p> <p>主要研究内容为:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 开展低频无线电电波传播和信道、低频大气噪声及通信信噪比计算等仿真技术研究, 突出低频通信的难点和关键点, 提高低频通信信道预测的准确性;</li> <li>2) 开展低频通信智能通信的基本概念和应用基础研究。研究不限于机器学习、低频通信信道智能评估、智能开发平台环境等军事智能通信基础性问题; 研究低频发信台通信组织管理技术、低频智能收信智能化技术, 提出低频智能化通信的应用概念和方法。</li> </ol> <p>对接人: 陈宇 电话: 15527401259</p>
抗多普勒效应的低频通信体制技术研究	<p>研究目标: 针对快速机动平台多普勒效应影响低频收信问题, 开展机动平台高速变化多普勒特性分析, 开展通信体制抗多普勒效能仿真分析, 设计抗多普勒效应的低频通信体制, 完成试验验证, 提升机动平台低</p>



主要研究方向	研究目标与主要研究内容
	<p>频信号接收可靠性</p> <p>主要研究内容为:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 针对常规低频通信体制,开展机动平台在不同运动状态下的多普勒效应对在机动平台上接收低频信号的性能影响分析;</li> <li>2) 开展低信噪比条件下并存在频偏变化率的多普勒频偏环境下的载波同步捕获跟踪技术研究,提出有效的载波同步算法并分析其性能;</li> <li>3) 在调制方式为连续相位调制,最大归一化多普勒频偏小于<math>10^{-4}</math>的限定条件下,开展抗多普勒效应的低频通信体制相关的通信帧结构、调制解调算法、同步方式和信道编译码体制技术研究,满足归一化信噪比小于4dB时,系统误码率小于<math>10^{-4}</math>;</li> <li>4) 建立抗多普勒效应的低频通信体制仿真平台,仿真系统性能,明确相关设计参数。</li> </ol> <p>对接人: 刘小林 电话: 13871088513</p>
水下极低频小型化 电天线接收技术研究	<p>研究目标: 针对大深度极低频通信技术的需求,基于极低频电磁波深海传播,开展深水海洋环境小型化电天线接收水下电场信号技术研究,为实现极低频深水通信提供技术基础。</p> <p>主要研究内容为:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 针对超深度极低频通信系统,开展接收水平电场分量轻巧型电天线设计;</li> <li>2) 研究轻巧型天线深水环境下展开方式;</li> <li>3) 研究无动力情况下天线在深水海洋环境下的水平稳定的方法;</li> <li>4) 完成天线接收极低频信号大深度仿真分析。</li> </ol> <p>对接人: 向冰 电话: 13401785912</p>
大张力细缆 高速排缆技术研究	<p>研究目的: 研究大张力细缆径高速收放条件下的排缆方法与特性;分析排缆机构的工作原理和影响因素,建立精确排缆机构三维模型,推导出排缆数字模型,给出解决高速排缆机构卡滞、磨损等问题的有效措施和</p>

主要研究方向	研究目标与主要研究内容
	<p>试验验证方法。</p> <p>主要研究内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 研究大张力细缆径高速收放条件下的排缆方法与特性；</li> <li>2) 分析排缆机构的工作原理和影响因素；</li> <li>3) 建立排缆机构三维模型，推导出排缆数字模型；</li> <li>4) 提出解决排缆机构发生卡滞、磨损、换向冲击等问题的有效措施和试验验证方法。</li> </ol> <p>对接人：程勇军 电话：15071279025</p>
<p>小型化轻量化 高速收放技术研究</p>	<p>研究目的：开展收放装置整体结构减重技术研究；研究采用镂空设计、主承力结构形式、支撑杆等方式对减重作用机理；给出三维精细化有限元数值分析和收放装置力学性能特性分析，提出超长细缆高速收放装置小型化轻量化主要措施。</p> <p>主要研究内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 分析空中平台绞车设备减重设计的基本准则以及有效措施；</li> <li>2) 针对绞车初始三维模型，给出三维精细化有限元数值分析和动态载荷收放装置整体力学性能特性分析；</li> <li>3) 提出空中平台绞车小型化轻量化主要措施。</li> </ol> <p>对接人：程勇军 电话：15071279025</p>
<p>小型化激光 隔离供电技术研究</p>	<p>研究目标：针对小型化高压隔离供电需求，开展激光、磁场耦合、电场耦合、微波等高压隔离传能技术对比论证，探索激光高效传能机理，提升激光传能效率，研究10W大功率激光光纤高效传能隔离供电技术，试制2W航空级激光隔离供电样机。</p> <p>主要研究内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 无线传能技术对比论证，低频高压环境下隔离供电技术路线研究；</li> <li>2) 大功率激光发射和热控技术研究；</li> </ol>

主要研究方向	研究目标与主要研究内容
	3) 高效激光接收转换技术研究; 4) 研制 2W 航空激光隔离供电电源样机, 进行试验测试。 对接人: 熊桥坡 电话: 17786533105
平流层飞艇低频通信 可行性与关键技术研究	<p>研究目标: 基于平流层飞艇的长时驻空能力和良好生存能力, 开展平流层飞艇低频通信概念设计, 研究平流层飞艇高升阻比总体构型、艇载低频天线动力学模型、飞艇与低频通信系统适配特性, 构建艇载低频通信系统仿真模型, 评估大载重高功率条件下平流层飞艇的驻空能力及机动能力、空中低频通信系统的通信效能, 支撑平流层飞艇低频通信可行性评估, 确定平流层飞艇低频通信关键技术路线。</p> <p>主要研究内容:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 依据空中低频通信系统的通信效能、载荷等输入, 开展平流层飞艇低频通信概念设计;</li> <li>2) 开展大载重高功率平流层飞艇总体设计;</li> <li>3) 艇载低频天线动力学研究, 探索天线末端气动帆减阻技术;</li> <li>4) 极端负载条件下飞艇区域驻空性能分析。</li> </ol> 对接人: 熊桥坡 电话: 17786533105



#### 四、基金项目申报要求

##### 1. 时间安排

2024年8月30日前，申报阶段；

2024年9月01日~2024年9月20日，审核阶段。

##### 2. 选题要求

请在《表1 研究目标与主要研究内容》中选取认可课题。

##### 3. 经费额度

每个主要研究方向人民币：15万元~20万元

##### 4. 研究周期

2024年10月~2026年5月。

##### 5. 成果形式

研究报告、试验报告、仿真模型、仿真评估分析报告、样机（件）