

中国船舶集团有限公司第七二二研究所文件

所科〔2022〕9号

关于印发《低频电磁通信技术实验室 2022 年 开放基金项目指南》的通知

各有关单位：

低频电磁通信技术实验室通过征集选题，确定了 2022 年度开放基金项目指南。现印发《低频电磁通信技术实验室 2022 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）

二、时间安排

请于 2022 年 9 月 25 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

附件：1. 低频电磁通信技术实验室 2022 年开放基金项目指南
2. 开放基金建议书（格式）

中国船舶集团有限公司第七二二研究所

2022 年 7 月 21 日



附件 1

低频电磁通信技术实验室 2022 年 开放基金项目指南

一、 设立目的

低频电磁通信技术实验室 2022 年开放基金项目，用于推进拖曳天线水下振动特性、低气压甚低频高压绝缘关键技术、航空平台大功率蓄电池辅助供电系统关键技术、无人直升机牵引低频天线大功率发射关键技术、甚低频发射天线阵机电耦合综合设计技术、水下金属材料振动辐射微弱电磁噪声机理、水声通信运动跨区自适应接入网技术、增强型罗兰导航/授时系统编码与调制技术、基于机械制动的航空超高速放缆方法等基础科研工作。

二、 课题主要情况

1. 拖曳天线水下振动特性研究

针对水下拖曳天线运动时流体作用产生涡激振动而感应低频电磁噪声现象，研究一端固定一端自由的柔性拖曳电缆天线构型，构建柔性电缆水动力特性计算模型，阐明拖曳速度、线长、升力系数等敏感参数对柔性电缆涡激振动频率影响分析，掌握拖曳天线水下振动特性，为降低拖曳天线水下振动噪声提供技术支撑。

2. 低气压甚低频高压绝缘关键技术研究

针对高空平台低气压环境影响高压设备的绝缘性能，研究绝缘材料低气压环境下耐压击穿机理，开展低气压甚低频频段绝缘特性试验，掌握低气压甚低频高压绝缘特性，指导高空平台特种

高压设备耐压设计。

3. 航空平台大功率蓄电池辅助供电关键技术研究

针对航空平台系统发电系统难以满足用电设备的数百千瓦的大功率需求，研究航空电池的电池管理、双向充放电控制、蓄电池放电与航空发电机并联均流等关键技术，突破航空平台大功率蓄电池辅助供电系统研制过程中的技术瓶颈，提升航空平台一定时间内大功率供电能力。

4. 无人直升机牵引低频天线大功率发射关键技术研究

针对无人直升机牵引低频天线大功率发射难题，研究无人直升机牵引发射天线快速布放、大功率发射电磁兼容性、姿态控制安全飞行等内容，突破无人机牵引低频发射天线快速展开、大功率发射电磁兼容等关键技术，为实现无人直升机牵引低频大功率发射提供技术支撑，提高低频发射系统灵活性和抗毁性。

5. 甚低频发射天线阵机电耦合综合设计技术研究

针对甚低频十三塔发信天线系统电气性能与结构设计、安全性设计难以综合协同设计难题，研究甚低频发射天线结构特性与电气特性关联性，建立天线电性能指标与机械结构参数的耦合关系并优化求解，突破甚低频发信天线结构与电气综合协同设计关键技术，提升保证安全的条件下甚低频发射天线的电气性能。

6. 水下金属材料振动辐射微弱电磁噪声机理研究

针对水下低频磁性天线附近金属振动产生微弱低频电磁噪声（fT）影响接收信号质量难题，研究并厘清水下金属材料振动辐射微弱电磁噪声机理，开展金属振动辐射理论分析与试验研究，阐明噪声与振动的对应关系，为水下天线感应金属材料振动

辐射噪声抑制提供支撑。

7. 水声通信运动跨区自适应接入网技术研究

针对水声通信在海水介质信道带宽有限、多径效应严重，在运动中跨区连接水声基站存在入网困难、信息传输不稳定等难题，研究环境自适应的智能水声接入网络体系架构，构建智能/分布式水声接入网仿真模型，开展自适应接入网络稳健性仿真分析，突破自适应时变信道接入网络协议关键技术，提升水声运动跨区自适应接入网性能。

8. 增强型罗兰导航/授时系统编码与调制技术研究

针对增强型罗兰导航/授时系统数据发播需求，研究增强型罗兰系统数据编码方法，突破罗兰脉冲调制（脉冲位置调制、第九脉冲调制等）和高精度罗兰激励信号产生等关键技术，提高系统数据发播速率，开展试验验证，为新型罗兰信号发播设备的研制提供支撑。

9. 基于机械制动的航空超高速放缆方法研究

针对航空平台绞车数千米细长缆索超高速（30m/s）释放需求，研究绞车缠绕缆索自由落体、机械制动控制方法，论证超高速绞车结构强度、结构工艺，突破大功率机械制动技术、机械制动速度闭环控制方法、数百千瓦热量高效散热方法等关键技术，提供技术实施方案，为超细长缆索超高速释放绞车研制提供技术支撑。

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
拖曳天线水下振动特性研究	研究目标：针对水下拖曳天线运动时流体作用产生涡激振动而感应低频电磁噪声现象，研究柔性拖曳电缆天线构型，构建柔性电缆水动力特性计算模型，阐明拖曳速度、线长、升力系数等敏感参数对柔性电缆涡激振动频率影响分析，掌握拖曳天线水下振动特性，为降低拖曳天线水下振动噪声提供技术支持。 主要研究内容为： 1) 研究天线在复杂流场作用下的静态构型，为天线振动模态分析提供边界条件和分析基础； 2) 研究建立柔性电缆水动力特性计算模型，阐明拖曳速度、线长、升力系数等参数的天线动态响应； 3) 研究动态响应天线段的电缆轴向张力，构建局部模型计算电缆在拖曳速度下的涡激振动频率； 3) 研究柔性电缆振动响应试验方法，提出试验方案； 4) 根据仿真结果提供水下拖曳天线改进设计建议。 对接人：张斌 电话：18062523595
低压甚低频高压绝缘关键技术研究	研究目标：针对高空平台低压环境对高压设备的绝缘性能，研究绝缘材料低压环境下耐压击穿机理，开展低压甚低频段绝缘特性试验，掌握低压甚低频高压绝缘特性，指导空中平台特种高压设备耐压设计。 主要研究内容为： 1) 研究高空低压条件下，空气、硅橡胶、环氧、四氟等常用绝缘材料的绝缘性能变化规律与机理； 2) 研究甚低频 10kHz ~ 100kHz 条件下，空气、硅橡胶、环氧、四氟等常用绝缘材料的绝缘性能变化规律和机理； 3) 开展低压甚低频频段绝缘特性试验，提出适合在高空平台条件下使用的高压（10kV ~ 20kV）绝缘材料、工艺等。 对接人：龙根 电话：18971443500

主要研究方向	研究目标与主要研究内容
航空平台大功率蓄电池辅助供电关键技术研究	研究目标: 针对航空平台系统发电系统难以满足用电设备的数百千瓦大功率需求, 研究航空电池的电池管理、双向充放电控制、蓄电池放电与航空发电机并联均流等关键技术, 突破航空平台大功率蓄电池辅助供电系统研制过程中的技术瓶颈, 提升航空平台一定时间内大功率供电能力。 主要研究内容为: 1) 研究航空电池的充放电管理技术, 论证高放电倍率的使用工况下航空电池的安全性、稳定性和寿命; 2) 研究 100kW 的双向 DC/DC 变换技术, 论证电池的充放电控制技术; 3) 研究电池与航空发电机并联运行的使用工况, 论证辅助供电系统与发电机整流输出的并联均流控制策略。 对接人: 李茂 电话: 17607190647
无人直升机牵引低频天线大功率发射关键技术研究	研究目标: 针对无人直升机牵引低频天线大功率发射难题, 研究无人直升机牵引发射天线快速布放、大功率发射电磁兼容性、姿态控制安全飞行等内容, 突破无人机牵引低频发射天线快速展开、大功率发射电磁兼容等关键技术, 为实现无人直升机牵引低频大功率发射提供技术支撑, 提高低频发射系统灵活性和抗毁性。 主要研究内容为: 1) 研究无人直升机牵引数百米长低频发射天线快速布放技术; 2) 研究无人直升机牵引低频发射天线在一定风速条件下的天线构型; 3) 研究无人直升机在数十千瓦高压、大电流低频发射环境下的电磁兼容性; 4) 研究无人直升机牵引低频发射天线姿态控制安全飞行技术。 对接人: 罗志清 电话: 13995601093
甚低频发射天线阵列机电耦合综合技术研究	研究目标: 针对甚低频十三塔发信天线系统电气性能与及结构设计、安全性设计难以综合协同设计难题, 研究甚低频发射天线结构特性与电气特性关联性, 建立天线电气性能指标与机械结构参数的耦合关系并优化求解, 突破甚低频发信天线结构与电气综合协同设计关键技术, 提升保证安全的条件下甚低频发射天线的电气性能。 主要研究内容为:

主要研究方向	研究目标与主要研究内容
	1) 构建数百米高天线电性能指标与机械结构参数的耦合关系，并优化求解； 2) 研究天线支撑塔、天线幕在不同工况载荷下对天线电气性能影响； 3) 研究基于代理模型的甚低频发信天线顶容线垂度机电综合分析及优化； 4) 研究在平衡系统作用下天线姿态、下引线形态及平衡锤联动对电气性能的影响分析。 对接人：邓波 电话：13607199284
水下金属材料振动辐射电磁波机理研究	研究目标：针对水下低频磁性天线附近金属振动产生微弱低频电磁噪声（fT）影响接收信号质量难题，研究并厘清水下金属材料振动辐射微弱电磁噪声机理，开展金属振动辐射理论与试验研究，阐明噪声与振动的对应关系，为水下天线感应金属材料振动辐射噪声抑制提供支撑。 主要研究内容为： 1) 研究水下金属材料振动辐射微弱电磁噪声（fT）机理，阐明自然环境下金属切割地磁场与磁化金属形变产生的电磁波量级； 2) 构建基于有限元方法的电磁噪声与金属结构体振动或形变的对应关系公式； 3) 开展金属振动辐射试验，修正噪声与振动或形变的对应关系公式。 对接人：向冰 电话：13407185912
水声通信运动跨区自适应接入网技术研究	研究目标：针对水声通信在海水介质信道带宽有限、多径效应严重，在运动中跨区连接水声基站存在入网困难、信息传输不稳定等难题，研究环境自适应的智能水声接入网络体系架构，构建智能/分布式水声接入网仿真模型，开展自适应接入网络稳健性仿真分析，突破自适应时变信道接入网络协议关键技术，提升水声运动跨区自适应接入网性能。 主要研究内容为： 1) 研究环境自适应的智能水声接入网络体系架构，论证接入网络健壮性； 2) 构建智能/分布式水声接入网仿真模型，开展自适应接入网络稳健性仿真分析；

主要研究方向	研究目标与主要研究内容
	3) 研究适应海洋环境下时变特性网络接入方法, 设计自适应最优水声接入网络协议。 对接人: 涂书敏 电话: 15377595775
增强型罗兰导航/授时系统编码与调制技术研究	研究目标: 针对增强型罗兰导航/授时系统数据发播需求, 研究增强型罗兰系统数据编码方法, 突破罗兰脉冲调制(脉冲位置调制、第九脉冲调制等)和高精度罗兰激励信号产生与控制等关键技术, 提高系统数据发播速率, 开展试验验证, 为新型罗兰信号发播设备的研制提供支撑。 主要研究内容为: 1) 开展增强型罗兰导航系统和罗兰授时系统数据发播需求论证; 2) 研究增强型罗兰导航系统差分数据和应急通信数据编码方法关键技术, 支持差分站不小于100个; 3) 研究罗兰脉冲调制(脉冲位置调制、第九脉冲调制等)关键技术, 数据速率不小于20bps; 4) 研究高精度罗兰激励信号产生与控制关键技术, 实现脉冲精度$\leq 1\text{ns}$, 脉冲调节最小尺度$\leq 1\text{ns}$。 对接人: 曹宜 电话: 18971526098
基于机械制动的航空超高速放缆方法研究	研究目标: 针对航空平台绞车数千米细长缆索超高速(30m/s)释放需求, 研究绞车缠绕缆索自由落体、机械制动控制方法, 论证超高速绞车结构强度、结构工艺, 突破大功率机械制动技术、机械制动速度闭环控制方法、数百千瓦热量高效散热方法等关键技术, 提供技术实施方案, 为超细长缆索超高速释放绞车研制提供技术支撑。 主要研究内容为: 1) 研究大功率机械制动技术装置结构形式、材料和动力源, 适应数千米超高速(30m/s)释放需求; 2) 研究机械制动速度闭环控制方法, 论证速度反馈控制系统、信号反馈电路、断电失压保护方法; 3) 研究大功率高效散热方法, 论证技术实施方案、数百千瓦大功率发热所产生的热量对周边设备和环境的影响; 4) 研究数千米长超细长缆超高速绞车结构强度、结构工艺。 对接人: 程勇军 电话: 15071279025

四、基金项目申报要求

1. 时间安排

2022 年 9 月 25 日前，申报阶段；

2022 年 10 月 1 日 ~ 2022 年 10 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

2022 年 11 月 ~ 2024 年 6 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）

附件 2

密级：

开放基金项目建议书 (格式)

项目名称 _____

(主) 承研单位 _____
(填写单位正式名称)

填报日期 年 月 日

说 明

1. 封面“密级”“由(主)承研单位视内容按保密要求确定;“(主)承研单位”填写单位正式名称,每个项目只应填报一家(主)承研单位。
2. 科研项目基本信息表由(主)承研单位填写,其中,“总经费”为“申请经费”与“其他来源经费”之和。
3. 本建议书第1至第12部分由(主)承研单位填写。
4. 第8部分“主要技术人员”可填写多人,项目负责人列在第1位,其他人员按承担任务量排序,项目负责人应为项目研究的主要承担人。
5. 本建议书填写要字迹工整,语言简练,内容准确;正文格式采用小4号宋体,1.5倍行距;幅面采用A4规格纸张,双面打印。

科研项目基本信息表

项目名称					密级		
实施周期	2022 年		建议起止年度		2022 年-2024 年		
经费匡算	总经费	万元	申请经费	万元	其他来源经费	万元	
项目主要 研究内容	(200字以内)						
项目主要 技术指标	(200 字以内)						
(主) 承研 单位基本信 息	单位名称	(填写规范名称、与公章名称一致)					
	通讯地址					邮编	
	单位资质	☐ 企业营业执照或事业单位法人证书 ☐ 武器装备科研生产许可证 ☐ 保密资格证书 ☐ 其他资质证书：					
项目负责人 基本信息	姓名		年龄		职称/职务		
	专业/ 学位				电话/手机		

1 必要性

（进行项目需求分析，说明国内外现状和发展趋势）

2 研究目标

（说明本项目的研究目的和主要目标。）

3 研究内容

（说明本项目主要研究内容。当本项目包含子项目时，须在本部分说明子项目数量和各子项目主要研究内容。）

4 技术指标

（对应研究内容，逐项说明技术指标。当本项目包含子项目时，应说明各子项目技术指标。）

5 经济与社会效益预测

6 预期成果及其应用前景

6.1 预期成果

研究报告、试验报告、仿真评估分析报告，以及专利、（软件）著作权登记等知识产权。

6.2 应用前景

7 可行性分析

7.1 具备的研究基础

（说明国内外和申报单位已开展的相关科研工作和取得的有关成果（含已掌握的知识产权），及其对本项目的支持作用。）

7.2 具备的研究条件

（从硬件、软件、资源等方面予以说明。）

7.3 技术难点

8 主要技术人员

姓 名	单 位	职 称	职 务	从事专业	承担的主要任务

9 联合承研单位

(可填写多个单位,按拟承担任务量排序,联合承研单位不包括外协单位)

联合承研单位	需要承担的任务

10 研究周期

(说明该项目实施周期需要几年,同时提出建议起止时间,明确主要阶段成果的完成时间。)

研究周期: 年

建议起止时间: 年 月—— 年 月

时 间	研究内容	阶段性成果

11 经费匡算：(单位：万元)

年度	材料费	专用费	外协费	燃料动力费	事务费	固定资产折旧费	管理费	工资及劳务费	合计
总计									

总经费：万元

(主) 承研单位主管财务领导：(签字) 年 月 日

11.1 仪器设备: (需从“专用费”中开支购置的全部仪器设备及外购成品)				
名称	型号	数量	生产厂	经费(万元)
经费合计	50 万			
备注				
11.2 主要材料: (需从“材料费”中开支购置的主要材料)				
名 称	牌号	单价	数量	生产厂
经费合计				
备注				

12. 承研单位意见

(签名并加盖公章)

年 月 日