2024年度陕西省科学技术奖项目提名公示（2）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **项目名称** | | | | | | 面向多领域应用的轻量化机载气象雷达装备研制与推广 | | | | | | | | |
| **项目简介** | | | | | | | | | | | | | | |
| 1. **项目背景**   直升机作为具有很强机动能力的平台，尤其是在执行运输、救援、巡查等任务方面。直升机对恶劣气象的探测和感知能力，直接影响到其飞行安全和任务完成效果，因此大多直升机平台对机载气象雷达设备提出了强烈需求。陕西长岭电子科技有限责任公司作为国内专业的雷达导航企业，在机载气象雷达领域深耕细作二十多年，坚持跟进机载气象雷达技术发展动向和用户实际使用需求，努力为客户提供技术先进、性能可靠的机载气象雷达设备。2015年陕西长岭电子科技有限责任公司根据型号直升机的任务背景、技术性能、进度要求和后续发展规划，自筹资金，启动了面向多领域应用的轻量化机载气象雷达（以下简称轻量化机载气象雷达）自主研制工作，厂内型号为661E-1（661E）气象雷达。   1. **项目主要技术内容**   由于我国飞机种类型号繁多，对机载气象雷达提出了更高的装机使用需求：如要求雷达体积小、重量轻、具备更好的保障性和能够适用我国复杂的地形等。为满足国内日益复杂的装机使用需求，陕西长岭电子科技有限责任公司研制了指标先进、功能多样、具有良好维修性和保障性的轻量化机载气象雷达。  该雷达由收发机、天线及驱动器2个LRU组成，具备气象探测、气象告警、地形测绘、海面目标搜索、辅助导航、信标定位、地杂波抑制以及公海里切换、电子对抗闭锁等功能，在直升机平台首次实现了机载气象雷达与电子自卫系统的交联，提升了载机平台的综合保障能力。该雷达可应用于执行空投、巡逻、搜索、搜救和运输等任务的直升机和固定翼飞机，也可以应用于支线民航客机，目前已装备了3种型号的直升机，并开始批量生产交付用户。  该雷达要求相比原型机实现减重近30%的目标，所以该单位在研制过程中采用了全新设计，在保持原型机的探测指标基本不变的基础上，满足减重需求，同时更加适应国内直升机平台特性。  与国内外同类雷达相比，该雷达采用了轻量化、数字化、集成化和模块化设计方法，并针对国内使用环境进行了适应性改进，功能多样化，性能指标、重量等方面得到大幅提升。该雷达无独立的显示控制分机，可与机上综合显控设备交联，实现综合显控，提升了航电系统的集成能力。具体设计时将原有信号处理分机和控制盒2个LRU进行了集成化、模块化设计，形成一个高集成度的信号处理模块，并将该信号处理模块集成到收发机内部，有效的减少了系统 LRU数量，提升了系统集成度。该信号处理模块作为雷达处理的核心部件，以FPGA和CPU为处理核心，将回波处理、信号处理和显示处理部分等以软件的形式实现，极大的减小了整机的体积和重量。该雷达相比于原型机减重近30%，并由原有的4个LRU变为了2个LRU，有效提升了产品的集成度，方便机上安装使用和日常维护。  该雷达信标处理算法采用全新设计，具有自主知识产权，能够有效提升信标信号的测量精度和检测概率。该设计能够实现符合GJB661-89规定的标准二脉冲信标和标准六脉冲信标的检测、识别和定位，可为直升机在野外/海上等执行任务时提供可靠的信标导航功能。  该雷达在国内同类装备中首次增加了基于多层扫描对比的地杂波抑制功能，能够根据载机飞行姿态和飞行高度自动进行俯仰角度调节，通过多层扫描对比实现地杂波抑制功能，从而减小飞行员对气象条件的误判，特别是在高原环境下执行任务时，可有效保障载机的飞行安全，提升任务效能。  该雷达采用具有自主知识产权的全新显示效果优化方法，能够有效提升气象云团目标回波显示效果，消除噪声，减轻毛刺，平滑边缘，提高显示清晰度，提升用户体验和感知结果，保证飞行器飞行安全。该设计能够根据雷达工作实时接收到的气象目标回波信息，通过中值滤波、膨胀、腐蚀等处理，优化云团显示边界和分布特性，提升总体显示效果。  该雷达具有探测距离远、体积小、重量轻、技术先进、工作稳定、可靠性高、操作简单、维护方便等特点，随着飞机陆续交付用户，该雷达已经得到了大量使用，经实际使用证明，该雷达性能稳定可靠，受到了用户的一致好评。  在雷达研制生产过程中，同步开展了气象雷达综合测试仪的研制。该仪器为全自主设计研制，能替代国外具有相同功能的RD-301A气象雷达测试仪，为国内首创，填补了相关领域的空白，提升了雷达的保障性；仪器中的脉冲信号频率测量器采用全新方法，有效提高了测频精度和速度。   1. **授权专利情况**   本项目研制先后共申请专利8项，其中：  已授权发明专利5项，分别为：基于FPGA的机载气象雷达、脉冲信号频率测试器、GJB661-89标准信标机信号的识别方法、基于多层扫描对比的地杂波抑制方法和气象雷达综合测试设备。  已授权实用新型专利2项，分别为：一种小型化的机载气象雷达、一种气象成像雷达综合航电模拟装置。  已申请并进入实质审核生效状态的发明专利1项：气象雷达显示效果优化方法。   1. **应用推广及效益情况**   该雷达面向直升机飞行气象安全保障需求，可广泛装备于执行运输、搜索、救援和巡查等任务的直升机，预计累计可产生超过数亿元的总产值。其中，用于直升机的设备已经累计产值将近亿元，“吉祥鸟”AC313A型机配套型号已交付多套，并于2022年5月份于江西省景德镇市吕蒙机场成功首飞，为中国13吨级直升机平台的重大发展做出了贡献。2023年11月至今，我单位分别与总体单位就AC352、AC333两型机配装轻量化气象雷达达成意向，可为低空经济发展提供更多助力。  该雷达的成功研制填补了国内轻量化、数字化机载气象雷达自主研制的空白，提高了飞机整体气象安全保障能力和电子自卫生存能力，为国内机载雷达地杂波抑制方法的探索积累了宝贵的经验。 | | | | | | | | | | | | | | |
| **提名单位：陕西电子信息集团有限公司** | | | | | | | | | | | | | | |
| **提名意见** | | | | | | | | | | | | | | |
| 为满足国内飞机日益复杂的装机使用需求，本项目研制了指标先进、功能多样，具备良好维修性和保障性的面向多领域应用的轻量化机载气象雷达。该雷达技术水平国内领先，可提升飞机的电子自卫生存能力和飞行安全，其成功研制填补了国内在轻量化、数字化机载气象雷达自主研制领域的空白，也为国内机载雷达地杂波抑制技术领域积累了经验。  成果涉及的技术已获授权国家发明专利5项、实用新型专利2项，雷达已在国内多个直升机项目中完成装机使用，并完成了针对民用AC313A型机的配套安装和适应性验证。该项目累计产生了上亿元产值，并可针对国内多种机型进行推广，有广阔的市场前景。  该项目成果技术先进，应用效益明显，材料齐全、规范，无知识产权纠纷，人员排序无争议，符合陕西省科学技术进步奖提名条件。  提名该项目为陕西省科学技术进步奖三等奖。 | | | | | | | | | | | | | | |
| **客观评价** | | | | | | | | | | | | | | |
| a) 轻量化机载气象雷达目前已装备多种型号的军用、武警和民用直升机，该项目的成功研制，提高了我国轻量化数字化机载气象雷达的自主研制能力，预计可产生超过数亿元的总产值，具有重大应用价值；  b) 与国外同等类型的机载气象雷达相比，该雷达综合重量（不含电缆）由16.33kg减小到9.84kg，分机数量由3个LRU减小到了2个LRU，体积也相应缩小，更加适用于国内军民用直升机平台，方便安装和维护，也提升了航电设备自给和自主可控能力；  c) 轻量化机载气象雷达研制成功后，已装备多种型号的军用、武警、民机直升机，在使用过程中获得用户一致好评，其关键技术已得到验证，达到了国内先进水平，性能稳定，工作可靠，具备很强的市场竞争力；  d) 该项目的研制难度大，在国内首次将基于多层扫描对比的地杂波抑制技术应用于机载气象雷达，并且首次实现了机载气象雷达与电子自卫系统的交联，提高了载机的电子对抗能力；  e) 轻量化机载气象雷达配直-XX型直升机的型号已获得了陕西省电子信息集团科学技术进步奖，并且项目相关的技术创新已经获得了5项国家发明专利和2项实用新型专利授权。 | | | | | | | | | | | | | | |
| **应用情况** | | | | | | | | | | | | | | |
| 本项目在设计过程中，采用了轻量化、数字化、集成化和模块化设计方法，在保持探测性能不变的情况下，极大的减小了雷达整机的重量，同时增加了地杂波抑制功能、电子对抗交联能力和显示效果优化等功能，项目在国内同类产品中保持先进水平。  该项目在成功研制后，已批量装备多种型号的军用、警用和民用直升机，有效提升了直升机在恶劣气象条件下的飞行安全保障能力，提升了任务执行效能。同时以此雷达相关应用结果、技术成果和行业技术发展为基础，我单位已经开展了固态化、数字化、一体化升级换代产品的研制工作，期望针对新的用户需求和任务使命，承担起更多的责任，为用户提供更为先进的机载气象雷达装备。目前升级换代的雷达系统已经完成了样机研制。  同时，该雷达还根据飞机总体所要求，完成了民机“吉祥鸟”AC313A型机配套型号的适应性验证和配套安装，并与2022年5月份于江西省景德镇市吕蒙机场成功首飞，为中国13吨级直升机平台的发展和民航事业作出了巨大贡献。2023年11月至今，我单位分别与总体单位就AC352、AC333两型机配装轻量化气象雷达达成意向，目前已经开展了适应性改进、验证工作，可为区域低空经济发展提供更多助力，轻量化机载气象雷达应用场景得到了进一步扩展和推广。 | | | | | | | | | | | | | | |
| **排序** | | | **主要完成人情况** | | | | | | | | | | | |
| 序号 | | | 姓名 | 行政  职务 | | | 技术  职称 | | 工作  单位 | 完成  单位 | | 对本项目主要学术  和技术创造性贡献 | | |
| 1 | | | 李勇 | 副总工程师 | | | 高级工程师 | | 陕西长岭电子科技有限责任公司 | 陕西长岭电子科技有限责任公司 | | 项目负责人，负责雷达系统及仪器的理论计算、软硬件系统规划。 | | |
| 2 | | | 孟武亮 | 产品总师 | | | 高级工程师 | | 陕西长岭电子科技有限责任公司 | 陕西长岭电子科技有限责任公司 | | 协助项目负责人，负责雷达系统及仪器的理论计算复核，完成数字信号处理算法、人机界面设计，完成部分硬件设计，完成仪器软件设计。 | | |
| 3 | | | 姜文博 | 产品主管 | | | 高级工程师 | | 陕西长岭电子科技有限责任公司 | 陕西长岭电子科技有限责任公司 | | 完成信标处理的算法设计；完成程序构架和FPGA软件，部分C软件的程序设计及调试。 | | |
| 4 | | | 杜景青 | 副部长 | | | 高级工程师 | | 陕西长岭电子科技有限责任公司 | 陕西长岭电子科技有限责任公司 | | 负责雷达系统研制具体实施和验证，完成测试仪器具体设计制作。 | | |
| 5 | | | 石晨方 | 产品主管 | | | 高级工程师 | | 陕西长岭电子科技有限责任公司 | 陕西长岭电子科技有限责任公司 | | 完成部分嵌入式软件的程序设计及调试和雷达系统验证。 | | |
| 6 | | | 陈跃军 | 室主任 | | | 高级工程师 | | 陕西长岭电子科技有限责任公司 | 陕西长岭电子科技有限责任公司 | | 协调各部单位进行研制生产，完成部分软件设计。 | | |
| 7 | | | 邬聪明 | 室主任 | | | 高级工程师 | | 陕西长岭电子科技有限责任公司 | 陕西长岭电子科技有限责任公司 | | 完成部分硬件设计，负责进行相关试验。 | | |
| **完成人合作关系说明：** | | | | | | | | | | | | | | |
| 李勇，项目合作第1完成人，陕西长岭电子科技有限责任公司副总工，硕士，高级工程师，曾获得陕西省国防科技航空工业二等奖1项，陕西省国防科学技术进步奖二等奖1项，陕西省国防科学技术进步奖三等奖1项，在项目完成过程中，担任项目负责人，主要负责雷达系统及仪器的理论计算、软硬件系统规划。  孟武亮，项目合作第2完成人，陕西长岭电子科技有限责任公司总师，高级工程师，曾获陕西省电子信息集团科学技术进步奖二等奖3项，在项目完成过程中，主要协助项目负责人完成雷达系统及仪器的理论计算复核，完成数字信号处理算法、人机界面设计，完成部分硬件设计和仪器软件设计。  姜文博，项目合作第3完成人，陕西长岭电子科技有限责任公司技术专家，高级工程师，曾获陕西省国防科学技术进步奖二等奖1项，陕西省国防科学技术进步奖三等奖1项，主要完成信标处理的算法设计，并完成程序构架和FPGA软件、部分C软件的程序设计及调试。  杜景青，项目合作第4完成人，在项目完成过程中，负责雷达系统研制具体实施和验证，并完成测试仪器具体设计制作。  石晨方，项目第5完成人，在项目完成过程中，负责完成部分嵌入式软件的程序设计及调试和雷达系统验证。  陈跃军，项目第6完成人，在项目完成过程中，负责协调各部单位进行研制生产，完成部分软件设计。  邬聪明，项目第7完成人，在项目完成过程中，负责完成部分硬件设计，并进行了相关试验。 | | | | | | | | | | | | | | |
| **排序** | | **主要完成单位及对本项目的贡献** | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | **陕西长岭电子科技有限责任公司**：  根据总体进度安排和项目的科研计划，提供项目研究所需的经费，为整个项目的研发、试验和生产提供了相应的保障，负责并完成了项目的整体规划和组织协调，保障了项目的顺利进行；支撑项目组完成了5项发明专利和2项实用新型的申报和授权；将该型雷达向军方、武警和民用等多型机进行推广并完成配套装机。 | | | | | | | | | | | | |
| **完成单位合作关系说明：** | | | | | | | | | | | | | | |
| 无 | | | | | | | | | | | | | | |
| **完成人合作关系情况汇总表：** | | | | | | | | | | | | | | |
| 序号 | 合作方式 | | | | 合作者/项目排名 | | | 合作起始时间 | | | 合作完成时间 | | 合作成果 | 证明材料 |
| 1 | 共同知识产权 | | | | 陈跃军/1  李勇/2  姜文博/4  石晨方/5  邬聪明/7  杜景青/8 | | | 2015.06.01 | | | 2018.12.01 | | 基于FPGA的机载气象雷达 | 专利证书 |
| 2 | 共同知识产权 | | | | 李勇/1  杜景青/4  孟武亮/8  姜文博/9  陈跃军/11 | | | 2015.06.01 | | | 2018.12.01 | | 脉冲信号频率测试器 | 专利证书 |
| 3 | 共同知识产权 | | | | 姜文博/1  李勇/2  石晨方/3  邬聪明/5 | | | 2015.06.01 | | | 2018.12.01 | | GJB661-89标准信标机信号的识别方法 | 专利证书 |
| 4 | 共同知识产权 | | | | 陈跃军/1  李勇/2  石晨方/3  邬聪明/7  杜景青/8 | | | 2015.06.01 | | | 2018.12.01 | | 基于多层扫描对比的地杂波抑制方法 | 专利证书 |
| 5 | 共同知识产权 | | | | 杜景青/1  李勇/2  陈跃军/8  孟武亮/9 | | | 2015.06.01 | | | 2018.12.01 | | 气象雷达综合测试设备 | 专利证书 |
| 6 | 共同知识产权 | | | | 陈跃军/1  李勇/2  姜文博/4  石晨方/5  邬聪明/7  杜景青/8 | | | 2015.06.01 | | | 2018.12.01 | | 一种小型化的机载气象雷达 | 专利证书 |
| 7 | 共同知识产权 | | | | 李勇/4  孟武亮/5  姜文博/6  石晨方/12 | | | 2015.06.01 | | | 2018.12.01 | | 一种气象成像雷达综合航电模拟装置 | 专利证书 |