

题目编号：CQ-08

低空监视雷达目标智能识别技术研究 比赛方案

一、发榜单位

中国航天科工二院二十三所

二、题目名称

低空监视雷达目标智能识别技术研究

三、题目介绍

随着《国家综合立体交通网规划纲要》的颁布实施，低空经济已上升为国家战略性新兴产业。截至 2024 年，我国低空空域开放试点城市达 50 个，无人机物流配送网络覆盖 3000 个社区，城市空中交通（UAM）示范航线年飞行量突破 10 万架次，载人电动垂直起降飞行器（eVTOL）已在深圳、合肥等 12 个城市开展商业试运行，预计 2025 年低空经济规模将突破万亿大关。

在低空经济蓬勃兴起的战略机遇下，低空航空器运行规模进入指数级增长新阶段，据民航局统计，2025 年第一季度低空飞行架次较上年同期增长超 300%，低空空域安全管控的重要性愈发凸显，管控压力陡然提升。而低空监视雷达是低空经济安全发展的核心基础设施，扮演着“空中交通警察”与“全天候哨兵”的双重角色，通过构建全域实时感知网络，低空监视雷达能够在城市楼宇遮挡、雨雾干扰等复杂环境下对低空目标进行探测、

跟踪与识别，保障各类低空活动的规模化安全运行，有力支撑航线和空域动态规划、冲突预警、要地空域监视、气象灾害规避等应用场景。

目前常见的低空目标主要包括低空固定翼飞行器（有人/无人）、低空旋翼飞行器（有人/无人）、鸟类、空飘球、低空气团等，这些低空目标普遍具有电磁散射特征弱、运动多普勒频移模糊等特性，给复杂环境下低空监视雷达的特征解耦能力提出巨大挑战。现有低空监视雷达在城市背景下对无人机、鸟类、空飘球等常见“低慢小”目标的分类准确率通常不到 65%，无法满足空域态势感知对目标识别置信度的需求，与国家在低空空域安全管控上的要求仍有较大差距。

部分低空探测系统引入光电、电侦等设备作为能力补充，然而光电设备存在性能受天气影响较大、夜间有效探测距离不足等缺陷，电侦设备存在仅能探测无人机目标、虚警率高、低速盲区大等技术瓶颈，此外，多传感器协同使得低空探测组网系统的复杂度与成本激增，严重制约了低空活动的安全运行与空域资源的高效利用。因此，充分利用雷达在低空探测组网系统的主体地位，充分发挥其全天候主动感知能力与物理特征解耦优势，提升低空监视雷达目标识别准确率是破解“光电受制于天、电侦受制于信号”瓶颈的核心钥匙。

通常情况下，雷达目标识别需要利用的数据包括目标的电磁特性数据（雷达散射截面积、极化特征等）、运动特性数据

（速度、加速度、航向等）及动态特性数据（时频图揭示的微小普勒效应）等。其中，电磁特性解析物理属性差异，运动特性刻画宏观行为规律，动态特性捕捉微观运动细节。

传统雷达目标识别方法主要采取基于人工设计的特征提取与浅层分类器结合的技术路径，这种方式在特征抽取时高度依赖专家经验，受限于窄带雷达信号处理能力，在复杂环境下存在特征容易混淆、分类器泛化能力不足等缺陷。当下，随着人工智能领域技术的发展与应用，基于深度学习的特征解耦技术与物理机理引导的轻量化网络架构，正推动低空雷达目标识别从传统阈值判决向智能特征认知跃迁。利用人工智能手段，围绕目标电磁特性、运动特性、动态特性或其它敏感特性，亦或是未经抽取的各层级数据开展多域联合建模和模式识别方法研究，能够有效解决低空监视雷达目标识别领域的行业难题。

本题目需要参赛团队设计智能识别算法，从低空监视雷达目标数据中自动识别出小型旋翼无人机（如大疆 M300）、轻型旋翼无人机（如大疆御 3）、鸟以及空飘球四类目标，参考技术指标如下：

1. 单雷达对小型旋翼无人机（ $7\text{kg} \leq \text{起飞重量} \leq 25\text{kg}$ ）、轻型旋翼无人机（空机重量 $\leq 7\text{kg}$ ，包括无人机集群）、鸟类（雀形目、鸽形目、雁形目、鸻形目、隼形目等常见鸟类其中的一种，包括鸟群）、空飘球四类目标的识别正确率 $\geq 75\%$ 。

2. 上述识别正确率的达到应在提供目标数据后 10 个扫描

周期内达到。

3. 计算资源占用参考 RK3588 开发板或 Jetson Orin Nano Super（4G 版）开发套件。

本题目提供某频段低空监视雷达观测数据集作为训练集，训练集包括前述小型旋翼无人机、轻型旋翼无人机、鸟类、空飘球四类目标以及其它杂波的距离-多普勒图、点航数据及说明，同时提供雷达的载频、脉冲重复周期、相参脉冲积累数、带宽、采样率、分辨力（距离、方位、俯仰、速度）、精度（距离、方位、俯仰、速度）等相关参数。各类目标的样本数据规模大小相近，均包含 250~300 组样本数据，并使用独立数据集作为测试集对参赛作品进行检验与评分，每类目标均包含 50~100 组测试数据。

四、参赛对象

本题目设学生赛道和青年科技人才赛道。

1. 学生赛道

参赛对象为 2025 年 6 月 1 日以前正式注册的全日制非成人教育的各类高等院校在校专科生、本科生、硕士研究生、博士研究生（不含在职研究生）。参赛人员年龄在 40 周岁以下，即 1985 年 6 月 1 日（含）以后出生。

同一作品不得同时参加第十九届“挑战杯”全国大学生课外学术科技作品竞赛（以下简称第十九届“挑战杯”竞赛）其他赛道的评比。

2. 青年科技人才赛道

参赛人员年龄在 40 周岁以下,即 1985 年 6 月 1 日(含)以后出生,在高等院校、科研院所、企业等各类创新主体中具有较高科研热情和较强科研能力的青年科技工作者。

高校青年教师在指导学生参赛的同时不得以参赛人员身份参加同一选题比赛。发榜单位及同发榜单位有相关隶属关系单位的青年不得参加本单位选题比赛。

各赛道参赛对象可以团队或个人形式参赛,每个团队不超过 10 人,每件作品可由不超过 3 名指导教师进行指导。可以跨专业、跨学校、跨单位、跨地域组队,但同一团队所有成员均应符合本赛道相关年龄、身份要求。每件作品只可由 1 所高等院校、科研院所或企业等作为参赛主体提交申报。

五、答题要求

(一) 作品形式

参赛作品应包括材料文档和软件模块。

1.材料文档:包括但不限于作品设计方案、测试报告、总结报告和使用说明等文档。

2.软件模块:包括作品的源代码及可执行程序,提供程序在测试电脑上的部署说明,确保可在测试电脑上顺利运行。

3.测试电脑参数为: Windows 10 (64 位) 系统, CPU 双精度 (FP64) 浮点性能为 500 GFLOPS (单精度浮点性能为 1

TFLOPS)，内存为 32GB；GPU CUDA 核心数为 3072，显存为 8GB GDDR6，单精度（FP32）浮点性能约为 11.61 TFLOPS；硬盘容量为 1 TB；预装软件为 Python3.8、MATLAB 2024b、GCC/G++9.3。

（二）作品要求

参赛者需要在给定的低空雷达目标数据训练集上开展算法设计与调试，数据训练集来自多部同频段低空监视雷达在城区或城郊的实际探测数据，包含前述小型旋翼无人机、轻型旋翼无人机、鸟类、空飘球四类目标以及其它杂波的回波数据、点迹数据与航迹数据。参赛者应当对上述低空目标数据建立区分算法模型。

参赛者需要在给定的低空监视雷达数据测试集上完成作品程序比测并给出测试结果。测试集数据包括与训练集数据不同的低空监视雷达实际探测数据，同样包含小型旋翼无人机、轻型旋翼无人机、鸟类、空飘球四类目标以及其它杂波的回波数据和点航数据。作品程序应当逐一针对每项指标要求，对不同数据类型进行区分，在规定的时限内标记为不同的目标类型。

参赛者必须保证作品的原创性，杜绝一切抄袭或剽窃他人成果的作品参赛，参赛者应严格遵守国家有关知识产权保护的规定，不得侵犯任何第三方的知识产权或其他权利，如引发知识产权纠纷，责任由参赛者自负。

此外，严禁使用生成式 AI 工具（如 GitHub Copilot、

ChatGPT、DeepSeek 等) 辅助代码生成，确保技术方案反映参赛者真实能力。参赛者需签署《代码原创性承诺书》，声明未借助任何自动化代码生成工具，同时组委会将通过代码特征分析与历史提交数据比对，对疑似 AI 生成作品启动技术审查，违规者取消参赛资格并公示。

参赛作品提交的原始文件原则上不予退还，请参赛者自行保存底稿。作品已获得国际竞赛、国家级奖励和其他全国性竞赛获奖作品的，不在申报作品范围之列。

六、作品评选标准

作品评选分为初审和终审，各占 50 分，总分 100 分。作品总分由初审程序比测得分与终审答辩得分相加得出，若作品总分相同，以答辩得分高低确定排名；若作品总分、答辩得分均相同，由评审委员会讨论确认排名。

(一) 作品初审

通过作品初审完成本赛题所有参赛作品程序比测，记录各参赛作品识别率与得分，根据总分由高到低排序并确定前 50% 进入终审。程序比测得分满分为 50 分，由程序比测识别率结果和程序运行时间经计算得出。

测试标准：题目介绍中包括三个指标项，其中指标项 1 满分为 20 分，指标项 2 满分为 20 分，指标项 3 满分为 10 分，总分满分 50 分。

1. 指标项 1 得分=识别率×20。其中识别率定义为：N 为样

本总数量；TP1 表示实际为轻型旋翼无人机，且识别为轻型旋翼无人机的目标数量；TP2 表示实际为小型旋翼无人机，且识别为小型旋翼无人机的目标数量；TP3 表示实际为鸟，且识别为鸟的目标数量；TP4 表示实际为空飘球，且识别为空飘球的目标数量；TP5 表示实际为杂波，且识别为杂波的目标数量。识别率计算公式为：识别率 $=\frac{TP1+TP2+TP3+TP4+TP5}{N}$ 。

注意，此处“杂波”取相对宏观的概念，即非感兴趣的目标均为杂波。

2. 指标项 2 为识别时间得分。计算方式如下：若达成指标项 1 中参考识别率的时间未超过 10 个处理周期，得 20 分；若超过了 10 个处理周期，每多 1 个周期在 20 分的基础上扣 2 分（第 11 周期开始扣分），直至扣完。此处理周期指雷达的扫描周期，为固定参数。

3. 指标项 3 为程序运行算力需求得分。计算方式如下：若程序运行算力需求小于 RK3588 开发板算力，得 10 分；若程序运行算力需求小于 Jetson Orin Nano Super（4G 版）开发套件算力，得 5 分；若程序运行算力需求大于 Jetson Orin Nano Super（4G 版）开发套件算力，得 0 分。

（二）作品终审

作品终审为答辩环节，满分为 50 分。评审专家根据下列标准对作品进行打分，得分结果由现场工作人员记录并统计。

1. 作品符合性（0~15 分）。作品符合选题要求，国内外发

展情况调研分析全面，设计思路清晰，研究过程和研究方法合理、技术途径可行，便于工程化应用和推广，具有广阔的应用前景。

2. 作品完整性（0~15分）。作品符合科学原理和科学方法，有扎实的理论支撑，实现过程科学、可靠，效果得到了科学验证和证明。具有完整的研究内容和研究成果，相关源代码、可执行程序齐全、可正常运行，设计报告和使用说明等文档完整规范。

3. 作品创新性（0~20分）。作品在技术、理论、方法、应用等方面具有新颖性、独创性和前瞻性，对相关内容有独到的见解和技术创新，关键技术、算法设计等创新性强，具有较高的学术价值。

七、作品提交时间

2025年5月-8月，各高校、企业、科研机构等组织协调机构组织学生和青年科技工作者参赛，安排专业人员给予指导，为参赛团队提供支持保障。

2025年8月15日前，各参赛团队通过大赛申报系统提交作品，具体要求详见作品提交方式。

2025年8月底前，由大赛组委会会同发榜单位共同完成初审，确定入围终审擂台赛的晋级作品和团队。

2025年9月，发榜单位安排专门团队提供帮助和指导，各晋级团队完善作品，冲刺攻关参加终审擂台赛，角逐“擂主”。

八、参赛报名及作品提交方式

（一）报名方式

（1）参赛选手登录“挑战杯”官网 2025.tiaozhanbei.net，在“揭榜挂帅”擂台赛报名入口注册账号，登录大赛申报系统在线填写报名信息。报名信息提交后，下载打印系统生成的报名表。

（2）申报人在报名表对应位置加盖所在学校或所在单位公章。

（3）将盖章版报名表扫描件上传至报名系统，等待系统审核。请参赛选手注意查看审核状态，如审核不通过，需重新提交。

（4）系统开放报名时间为 2025 年 5 月 30 日—6 月 30 日，逾期后系统将自动关闭报名功能。

（二）作品提交方式

1. 参赛团队通过电子邮件提交作品文档及程序的电子版，以压缩包格式发送到电子邮箱 casicnh@casic.com.cn。压缩包命名格式为：提报单位（学校全称）—选题名称—队伍名称—队长手机号（例如：XX 大学-张 XX-XX 方案-手机号）。

提交具体作品时，务必一并提交 1 份报名系统中审核通过的参赛报名表（所有信息与系统中填报信息保持严格一致）。

2. 参赛团队除将申报作品统一交至上述发榜单位电子邮箱外，还需要统一打包压缩提交至大赛申报系统，压缩包命名方式为：申报人所在单位-申报人姓名-作品名称-联系电话（例如：

XX 大学-张 XX-XX 方案-手机号)。

九、赛事保障

1. 基础条件。航天南湖可提供研究过程中必要的训练数据集，供参赛团队调试与测试，待揭榜单位确定后告知数据集云盘地址。

2. 参观学习基地。航天南湖可作为开放交流平台和学生、青年教师实习基地，供参赛团队开展研学交流和暑期实习等活动。

3. 企业指导专家。航天南湖将组建参赛指导专家团队，在比赛过程中给予指导。

十、设奖情况及奖励措施

1. 设奖情况

原则上本发榜题目评出 1 个“擂主”，每个赛道评出特等奖特等奖 5 个（含“擂主”），一等奖 5 个，二等奖 6 个，三等奖 8 个。具体奖项数量根据实际参赛团队数量调整。

2025 年“揭榜挂帅”擂台赛学生赛道获奖情况将按照一定分值计入第十九届“挑战杯”竞赛学校团体总分，具体分值以第十九届“挑战杯”竞赛章程为准。青年科技人才赛道获奖情况不纳入学校团体总分计分范围。

2. 奖励措施

“擂主”奖金 100000 元/队，特等奖 10000 元/队，一等奖 5000 元/队，二等奖 3000 元/队，三等奖 2000 元/队。

对于选择本题目的学生可优先安排暑期实习，实习期间提供科研津贴和食宿保障。

获奖团队的应届毕业生参加校园招聘时，符合应聘条件者，直接进入面试环节，同等条件下可优先录用；同时可为获奖团队的青年教师提供产学研合作平台，深度参与雷达系统研发与测试项目。

3. 奖金发放方式

比赛结束后，单位比赛专班工作人员与获奖团队取得联系，填写奖金申请表，待获奖团队提供银行卡详细信息后 1 个季度内，将奖金一次性发放至获奖团队提供的银行卡中。

十一、比赛专班联系方式

比赛专班联系方式：

1. 专家指导团队

联络专员：张老师，联系方式：15608636386

指导专家 1：左老师，联系方式：18062518235

指导专家 2：马老师，联系方式：18672314599

负责比赛进行期间技术指导保障。

2. 赛事服务团队

联络专员：冯老师，联系方式：17713478774

联络专员：罗老师，联系方式：15027115509

负责比赛进行期间组织服务及后期相关赛务协调联络。

3. 联系时间

比赛进行期间工作日（8:30-11:30，14:00-17:30）

附：发榜单位简介

中国航天科工二院二十三所（以下简称二十三所）组建于1958年11月24日，是我国地空导弹制导雷达的摇篮，我国最高水平的制导雷达研究所。二十三所以雷达系统工程及电子信息技术为专长，形成空天防御探测、信息支援保障和产业链延伸三大产品体系，覆盖制导雷达、预警雷达、空间目标监视雷达、测量雷达、气象雷达、空天基雷达、电子对抗装备等七大产品领域，先后承担我国多项重要武器装备研制生产任务。二十三所现有从业人员5000余人（截至2024年12月），高级职称1200余人，先后培养中国工程院院士3人、全国五一劳动奖章4人、全国三八红旗手2人、中国青年五四奖章标兵1人、当代发明家1人、国家级人才称号及奖励30余人，荣获国家发明一等奖1项、国家科技进步特等奖4项、省部级以上奖项500余项，拥有雷达信号处理全国重点实验室等2个国家级创新平台和7个省部级创新平台，科技创新持续助力企业发展。

航天南湖电子信息技术有限公司（以下简称航天南湖）是二十三所下属科创板上市企业，注册资本3.37亿元，占地面积近500亩，现有职工800余人（截至2024年12月）。航天南湖自成立以来一致从事防空预警雷达研制生产，形成了一整套完备的研发、采购、生产、销售体系。航天南湖是国家高新技术企业、国家科改示范企业、国家级专精特新“小巨人”企业、湖北省博士后创新实践基地，建有一个国家级工业设计中心，三个省级创新中心和重点实验室，具有国内行业领先的研发和创新能力。