题目 17：

“毫米波云雷达非气象目标智能识别技术研究”比赛方案

（中国航天科工二院二十三所）

一、组织单位

中国航天科工二院二十三所

二、题目名称

毫米波云雷达非气象目标智能识别技术研究

三、题目介绍

气象事业对国家发展具有极其重要的战略意义、社会价值和经济价值，在防灾减灾、农业生产、交通运输、能源供应与调配、城市建设与规划、公共服务与生活便利、可持续研究与技术创新等领域发挥重要作用。

高质量的气象服务需要高精度的气象探测数据做支撑。作为气象实时监测与预警技术的“排头兵”，气象雷达探测得到的大气中降水、云层结构、风场信息等情报，能够在强对流天气预警、极端天气成因研究、灾害性天气应急预案制定等方面发挥决定性作用。

毫米波云雷达是一种采用高频电磁波对气象目标进行高精度探测的新型气象雷达，可用于降水、云、雾等气象目标的精细化探测。它利用气象粒子群对电磁波的后向散射效应，获取

气象目标的回波强度、径向速度、速度谱宽以及极化信息，并进一步生成二次数据产品。气象目标具有回波信号强度弱、运动速度慢、分布式特征明显等特点，这些特点致使毫米波云雷达在探测时不可避免地会同时接收到大量非气象目标的回波信号。非气象回波通常来源于地物、昆虫、鸟类、大气湍流等，这些杂波源大量存在于雷达的探测范围内，所以毫米波云雷达的原始回波数据是气象目标回波与非气象目标回波的叠加，给气象研究人员在判断降水区域、降水特性、云底高度等天气变化时带来了难题。

对于毫米波云雷达，常见的非气象回波包括地物回波和晴空回波两种。地物回波是雷达发射的波束照射到地物上反射的回波，常见于探测高度较低的场景。在雷达图像中，地物回波通常较强且不随时间发生明显移动，可能与降水回波产生混淆。晴空回波的产生机制较为复杂，在低空的昆虫、鸟类、大气湍流等目标均可能产生较弱的回波，因为在晴朗无云的天气条件下雷达也能收到这类回波，因此将其称为晴空回波。在雷达回波中，晴空回波表现在雷达近端的弱回波区，可能与低云回波产生混淆。

根据国家自然科学基金委员会发布的2023年度“中国科学十大进展”，人工智能大模型为精准天气预报带来新突破位居首位。随着人工智能领域技术的发展与应用，利用神经网络、模糊逻辑、大数据、大模型等方法进行非气象目标识别能有效

解决非气象目标识别技术的“卡脖子”问题。本题目需要参赛团队设计智能识别算法，从气象雷达数据中自动识别气象回波以及地物回波、晴空回波这两种非气象回波。

本题目提供毫米波云雷达观测数据集作为数据训练集，训练集包括典型的地物回波和晴空回波数据及说明，并使用独立测试集（包含地物回波、晴空回波和气象回波）对参赛作品进行检验与评分。

四、参赛对象

2024 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（不含在职研究生）均可申报作品参赛，以个人或团队形式参赛均可，每个团队不超过 10 人（含作品申报者），每件作品可由不超过 3 名教师指导完成。可以跨专业、跨校、跨地域组队。

本校硕博连读生（直博生）若在 2024 年 6 月 1 日以前未通过博士资格考试的，可以按研究生学历申报作品。没有实行资格考试制度的学校，前两年可以按硕士学历申报作品。本硕博连读生，按照四年、两年分别对应本、硕申报，后续则不可申报。

毕业设计和课程设计（论文）、学年论文和学位论文、国际竞赛中获奖的作品、获国家级奖励成果（含本竞赛主办单位参与举办的其他全国性竞赛的获奖作品）等均不在申报范围之列。

每件作品仅可由1所高校推报，高校在推报前要对参赛团队成员及作品进行相关资格审查。

每所学校选送参加专项赛的作品数量不设限制，但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主体赛事自然科学类学术论文、哲学社会科学类调查报告、科技发明制作作品评比。

五、答题要求

1. 作品形式

作品形式包括材料文档和软件模块。

材料文档：内容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。

软件模块：作品的源代码及可执行程序（如有），提供程序在测试服务器上的部署说明，确保可在测试服务器上顺利运行。

2. 作品要求

参赛者需要在给定的毫米波云雷达数据训练集上开展算法设计与调试，数据训练集来自多部毫米波云雷达的实际探测数据，包含气象回波、地物回波和晴空回波三类回波，参赛者应当对上述气象与非气象回波建立区分算法模型。

参赛者需要在给定的毫米波云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毫米波云雷达实际探测数据，包含气象回波、地物

回波和晴空回波三类目标回波。作品程序应当对每个回波类型进行区分，标记为地物回波、晴空回波或气象目标回波。

参赛者需要提供具体的作品算法描述，并对算法设计进行合理性评估。

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。

参赛作品提交的材料原则上不予退还，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

作品评选标准适用于比赛的初审、终审与擂台赛，初审评比主要通过程序比测进行，结果以作品程序在测试服务器的运行情况为准。程序比测筛选后确定进入终审的参赛队伍，终审评审结果由评委根据作品评审标准细则给出，具体见附件 2。

七、作品提交时间

8 月 5 日前，各参赛团队提交作品，具体提交要求详见作品提交方式。

八、参赛报名及作品提交方式

1. 网上报名方式

（1）请参赛同学通过 PC 电脑端登录报名网站（https://fxyh-t.bocmartech.com/jbgs/#/login），在线填写报名信息。

（2）报名信息提交后，请将系统生成报名表下载打印，根据提示，由申报人所在学校的学籍管理部门、院系、团委等部门分别进行审核（需严格按要求在指定位置完成签字和盖章）。

（3）将审核通过的报名表扫描件上传系统，等待所在学校及发榜单位审核。

（4）请参赛同学注意查看审核状态，如审核不通过，需重新提交。具体操作流程详见报名网站《操作手册》。

2. 具体作品提交方式

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 newsky@js1959.com。

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-题目名称-XX 队伍-13301010101）。

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）。

九、赛事保障

1. 基础条件。中国航天科工二院二十三所可提供研究过程中必要的仿真数据资源和算法开放验证平台，供参赛团队学生调测使用。

2. **参观学习基地**。中国航天科工二院二十三所可作为开放交流平台和学生实习基地，供参赛团队开展研学交流和暑期实习等活动。

3. **企业指导教师**。中国航天科工二院二十三所可提供参赛指导教师，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**

原则上评出“擂主”1 个，特等奖（含“擂主”）5 个，一等奖 5 个，二等奖 6 个，三等奖 8 个。

2. **奖励措施**

“擂主”奖金 5 万元/队，特等奖（不含“擂主”）1 万元/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。

全部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。

3. **奖金发放方式**

所有现金奖励将在比赛结束后 1 个季度内，通过银行转账的方式，发放至各获奖团队指定的账号。

十一、比赛专班联系方式

1. 专家指导团队

联络专员：李老师，联系方式：13260068230

指导专家：王老师，联系方式：15101584236

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：刘老师，联系方式：13488781589

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）

中国航天科工二院二十三所

附件 1：选题申报单位简介

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、太空态势感知雷达、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 2023 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。

航天新气象科技有限公司是二十三所下属高新技术企业，建有博士后科研工作站、院士工作站、研究生工作站和省级工程中心等多个创新平台，并与中科院大气物理所、电子所及南京信息工程大学、兰州大学等建立多个产学研合作平台。公司是国家级专精特新“小巨人”企业，现已获得 CNAS、CE 和船级社等多项国际认证，具有国内行业领先的研发和创新能力。

附件 2：作品评选标准细则

一、作品初审评选标准

（一）测试目的

完成本赛题所有参赛作品程序测试，记录各参赛作品识别率与得分，根据识别率由高到低排序并确定前 30 名进入答辩。

（二）测试流程

1. **被测团队候场**。被测团队仅限 3 名报名表中的参赛选手携带身份证、参赛证进入候场区。进入测试区前需将手机、电脑等电子产品交由工作人员保管，并保持安静，遵守秩序，服从工作人员安排。具体候场时间、测试顺序另行公布。

2. **被测程序确认**。被测团队按分配的计算机编号，限 1 名报名表中的参赛选手到对应的测试机前，检查测试程序，检查无误后签字确认。

3. **测试环境检查**。被测团队对测试服务器的软硬件环境进行检查，双方确认无误后开始测试。

4. **启动测试**。由测试组工作人员启动被测程序，载入测试数据并运行程序，测试人员与被测团队共同关注测试过程。

5. **测试结束**。程序运行正常自动停止，测试组与被测团队确认结果并记录、签字（包括识别率、得分等信息）。

（三）测试要求

1. **测试时间**。根据组委会要求提前通知各参赛团队，请各团队按照答辩时间安排提前 30 分钟至候场区等候。

2. **人员候场**。测试人员应至少提前30分钟到指定候场区，正式测试时迟到15分钟以上者取消测试及后续参赛资格。

3. **测试平台**。组委会测试用电脑预装软件参数为：Windows 10，Python 3.8，在上述平台进行程序比测。

4. **程序运行失败**。对于被测团队程序因为服务器故障无法运行成功的可以选择新的服务器进行测试，不记录失败次数。由于自身程序原因导致测试失败的，有一次机会进行重新测试，重新测试依然运行失败，则判定识别率为0，得分为0。由被测团队代表与测试人员共同在记录表签字确认。

5. **测试结果无输出**。测试无法输出结果的按照程序运行失败计算，判定测试识别率为0，得分为0。由被测团队代表与测试人员共同在记录表签字确认。如程序测试时间超过6小时无结果输出，则本次测试按照测试终止判定，由被测团队代表与测试人员共同在记录表签字确认。

6. **测试争议处理**。对于识别结果与测试终止项有疑义的，由被测团队在测试现场1个小时内向测试组提出，超过1个小时提出无效，不予受理。

7. **分数权重**。程序比测得分满分为50分，由程序比测识别率结果经计算得出。如果作品总分相同，以程序运行时间确认排名，时间短的排名靠前。如果作品得分、运行时间均相同，几份作品共同晋级答辩。

（四）测试标准

1. **被测作品符合性测试**。判断测试程序是否与参赛选手正式提交程序一致，测试服务器的软硬件是否满足程序运行，记录判断结果及异常情况。

2. **被测作品识别率测试**。在给定的气象雷达数据测试集上对参赛算法进行实际考核测试，计算对地物回波、晴空回波的识别率获取相应得分：地物回波识别率*25+晴空回波识别率*25=得分。

识别率计算方式如下：

地物回波识别率计算方法：TP 表示实际为地物回波，且识别为地物回波的目标数量；FP 表示实际为非地物回波，且识别为地物回波的目标数量；TN 表示实际为非地物回波，识别为非地物回波的目标数量；FN 表示实际为地物回波，识别为非地物回波的目标数量。地物回波识别率为（TP+TN)/(TP+FN+FP+TN)。

晴空回波识别率计算方法：TP 表示实际为晴空回波，且识别为晴空回波的目标数量；FP 表示实际为非晴空回波，且识别为晴空回波的目标数量；TN 表示实际为非晴空回波，识别为非晴空回波的目标数量；FN 表示实际为晴空回波，识别为非晴空回波的目标数量。晴空回波识别率为（TP+TN)/(TP+FN+FP+TN)。

二、作品终审评选标准

（一）审查目的

程序比测前30名的参赛队伍进行答辩，专家组对作品的完整性、符合性和创新性进行打分，并结合程序比测得分计算总分，取前24名授予奖项。

（二）答辩准备

1. **准备候场**。设备调试及PPT拷贝时间根据组委会要求提前通知各参赛团队，请各团队按照调试时间安排提前15分钟至候场区等候。

2. **准备时间**。为保证设备调试及PPT拷贝顺利进行，每个团队限时5分钟、入场拷贝人员不超过2人，自参赛选手进入答辩区时开始计时。时间到后，请参赛选手立即离开答辩区。拷贝PPT时请以参赛团队编号命名电子材料，例如“参赛团队编号+作品名称”。

3. **PPT调试**。为保证答辩区电脑正常运行，参赛选手进行设备调试及PPT拷贝时，不允许在电脑上安装任何插件、软件及其他程序。PPT内有特殊字体，请提前自行嵌入或转化为图片格式。

4. **准备完成**。设备调试及PPT拷贝完成后，参赛选手需签字确认方可离场。确认后不允许再次修改PPT。若未在规定时间内完成设备调试及PPT拷贝，且非电脑等设备技术原因，由参赛选手自行负责。

（三）答辩要求

1. **答辩时间**。根据组委会要求提前通知各参赛团队，请各团队按照答辩时间安排提前30分钟至候场区等候。

2. **答辩人员**。各团队参与答辩人数不超过3人，答辩人员须为报名表上团队成员。答辩人员须携带身份证、参赛证，身份核对无误方可入场答辩。如答辩人员非报名表上团队成员或非回执人员，不予入场答辩。

答辩人员应至少提前30分钟到指定候场区，正式答辩时迟到15分钟以上者取消答辩资格。答辩人员进入候场区后，不可随意走动进出，直至答辩结束方可离开。请各团队合理安排时间，适时进入候场区。进入候场区后需将手机、电脑等电子产品交由工作人员保管，并保持安静，遵守秩序，服从工作人员安排。

答辩时注意把握时间，陈述时间10分钟，评委提问5分钟，工作人员在陈述倒计时一分钟举牌示意，时间到即停止答辩。请答辩人员在规定时间内陈述答辩，否则视为无效。发放材料、安装实物等均视为答辩行为，计入答辩时间。

3. **答辩形式**。答辩时可用PPT对作品进行演示，组委会提供数字投影仪及电脑。答辩人员不得自行携带电脑入场。组委会电脑预装软件参数为：Windows 10，微软Office 2021，Media Player，投影屏幕比例为16:9。为确保兼容和流畅播放，不要使用 IOS 系统及特殊字体，文件大小不超过200M。

4. **人员退场**。答辩人员从候场区至答辩区由相关工作人员负责引导，途中禁止私自逗留。答辩结束后，请根据工作人员引导，安静有序退场。

（四）分数权重

答辩得分满分为 50 分，作品总分由答辩得分与程序比测得分相加得出，如果作品总分相同，以答辩得分高低确认排名。如果作品总分、答辩得分均相同，由评审委员会讨论确认排名。

（五）评审标准

答辩环节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。